

เอกสารวิชาการ

ช่างพิมพ์แบบ

กรมอู่ทหารเรือ

(จัดพิมพ์เมื่อ ตุลาคม ๒๕๔๕)

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 ความหมายและประวัติของการพิมพ์

1. ความหมายของการพิมพ์ 1
2. ประวัติการพิมพ์ 2
3. การพิมพ์ของประเทศทางตะวันตก 4
4. ประวัติการพิมพ์ในประเทศไทย 6
5. ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการขยายตัวทางการพิมพ์ 9

บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบการพิมพ์ไร้แรงกด

1. ความหมายของการพิมพ์ไร้แรงกด 12
2. ความสำคัญของการพิมพ์ไร้แรงกด 16
3. ความเป็นมาของการพิมพ์ไร้แรงกด 20
4. เกณฑ์ในการจำแนกประเภทของการพิมพ์ไร้แรงกด 26
5. ประเภทของการพิมพ์ไร้แรงกด 43
6. การเลือกใช้เครื่องพิมพ์ไร้แรงกด 68
7. สิ่งพิมพ์ที่ผลิตจากการพิมพ์ไร้แรงกด 77
8. การใช้งานการพิมพ์ไร้แรงกด 88

บทที่ 3 การพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิต

1. การพิมพ์ของเครื่องทำสำเนา 97
2. การพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ 153

บทที่ 4 เทคโนโลยีการพิมพ์ดิจิตอล

1. การพิมพ์ดิจิตอล 193
2. เครื่องพิมพ์ดิจิตอล 212
3. ระบบการจัดสีเพื่อควบคุมคุณภาพการพิมพ์ดิจิตอล 271

บทที่ 5 กระดาษและหมึกพิมพ์

1. กระดาษ 302
2. หมึกพิมพ์ 312

บรรณานุกรม 315

☆ ☆ ☆ ☆ ☆

บทที่ 1

ความหมายและประวัติของการพิมพ์

1. ความหมายของการพิมพ์

มนุษยชาติสามารถค้นพบและสร้างสรรค์การพิมพ์มาเป็นเวลาช้านาน นับตั้งแต่สมัยยุคก่อนประวัติศาสตร์ มีชีวิตเกี่ยวข้องกับการพิมพ์มาโดยตลอด ในยุคปัจจุบัน การใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ยิ่งต้องเกี่ยวพันกับงานพิมพ์มากขึ้นจนอาจกล่าวได้ว่า ไม่มีผู้ใดสามารถหลีกเลี่ยงจากงานพิมพ์ได้

คำว่า “การพิมพ์” มีผู้ให้คำจำกัดความไว้หลายทัศนะ เช่น Lechene ได้แสดงความหมายของการพิมพ์ไว้ว่า “เป็นวิธีการใช้แรงกดให้หมึกติด เป็นข้อความหรือภาพ บนพื้นผิวของสิ่งที่ต้องการพิมพ์” ซึ่งความหมายของการพิมพ์ในทัศนะนี้จะเน้นเฉพาะการพิมพ์ที่ต้องอาศัยแรงกดเท่านั้น แต่ในกระบวนการพิมพ์ปัจจุบันไม่จำเป็นต้องอาศัยแรงกดเลยก็ได้

Mills ได้ให้ความหมายของการพิมพ์อย่างกว้าง ๆ ว่า “หมายถึงกรรมวิธีใด ๆ ในการจำลองภาพ หรือหนังสือจากต้นฉบับในลักษณะสองมิติ แบนราบ ทั้งนี้รวมถึงการพิมพ์ผ้า การพิมพ์กระดาษปิดฝาผนังและการอัดรูป”

สำหรับทัศนะของผู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาการพิมพ์ในประเทศไทย กำธร สถิรกุล กล่าวว่า “การพิมพ์ คือ การจำลองต้นฉบับอันหนึ่งจะเป็นภาพหรือตัวหนังสือก็ตาม ออกเป็นจำนวนมาก ๆ เหมือนกัน บนวัสดุที่เป็นพื้นแบน หรือใกล้เคียงกับพื้นแบน ด้วยการใช้เครื่องมือกล” จากคำจำกัดความข้างต้นจะเห็นได้ว่า การพิมพ์นั้น เป็นการจำลองต้นฉบับอันหนึ่งต้นฉบับนี้จะเป็นภาพหรือเป็นตัวหนังสือก็ตาม การพิมพ์ไม่ได้เป็นการสร้างต้นฉบับ แต่เป็นการจำลองต้นฉบับออกมา การถ่ายรูปเป็นการสร้างต้นฉบับไม่ใช่การพิมพ์ แต่การอัดรูปเป็นการจำลองต้นฉบับเป็นการพิมพ์ การจำลองนี้จะต้องเป็นการจำลองจำนวนมาก ๆ ไม่ใช่การเขียนลอกแบบภาพออกมาทีละภาพซึ่งไม่เป็นการพิมพ์ ภาพแต่ละแผ่นที่จำลองออกมาต้องเหมือน ๆ กัน การจำลองนั้น จะต้องจำลองบนวัตถุที่เป็นพื้นแบนหรือใกล้เคียงกับพื้นแบน แม้การพิมพ์บนขวด บนหลอดยาสีฟันที่แม้เป็นรูปแล้วจะไม่มีลักษณะแบนทีเดียว แต่พื้นผิวที่พิมพ์เรียบแบนไม่ขรุขระ

พระราชบัญญัติการพิมพ์ พุทธศักราช 2484 ซึ่งใช้อยู่ในปัจจุบันได้ให้คำจำกัดความของคำว่า “พิมพ์” ไว้ว่า “ทำให้เป็นตัวหนังสือ หรือรูปรอยใด ๆ โดยการกดหรือการใช้พิมพ์หิน เครื่องกล วิธีเคมี หรือวิธีอื่นใดอันอาจให้เกิดเป็นสิ่งพิมพ์ขึ้นหลายสำเนา”

จากความหมายของการพิมพ์ที่ยกมาทั้งหมดนี้ จะเห็นได้ว่า ขอบข่ายของงานพิมพ์เป็นประดิษฐการซึ่งมุ่งหมายที่จะจำลองภาพต้นฉบับ ได้แก่ ภาพวาด (Art work) ภาพถ่าย (Photography) ตัวอักษร (Letter) ให้เกิดเป็นชิ้นงานที่มีลักษณะเหมือนภาพต้นฉบับในปริมาณมาก ๆ บนพื้นผิวของ

วัสดุหลาย ๆ ชนิด ซึ่งจะพบการพิมพ์ที่ปรากฏในอุปกรณ์ในการดำรงชีวิต ได้แก่ บรรจุภัณฑ์ (Packaging) นานาชนิด ไม่ว่าจะเป็นบุหรี่ ยาสีฟัน กระดาษเช็ดมือ กาแฟ นม ฯลฯ เครื่องนุ่งห่ม และใช้สอย ทั้งผ้า และพลาสติกที่ปรากฏลวดลายจากการพิมพ์ เครื่องใช้ในบ้านที่พิมพ์โดยวัตถุนานาชนิด ทั้งเหล็กและสารผสม เช่น หน้าปัดมาตรวัดความเร็วของรถยนต์ อุปกรณ์ วิทยุและโทรทัศน์ จนถึงการพิมพ์เพื่อเป็นสื่อแจ้งข่าวสาร ความรู้ ความบันเทิง การโฆษณา และประชาสัมพันธ์

2. ประวัติการพิมพ์

จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ศิลปะของมนุษย์ในสมัยก่อนประวัติศาสตร์ ซึ่งปรากฏอยู่บนผนังถ้ำลาสตัวกซ์ (Lascaux) ในฝรั่งเศส และถ้ำอัลตามิรา (Altamira) ในสเปน นอกจากปรากฏผลงานด้านจิตรกรรมที่มีคุณค่าด้านความงามของมนุษยชาติ ในช่วงประมาณ 17,000 – 12,000 ปีที่ผ่านมาแล้ว ยังปรากฏผลงานแกะสลักผนังถ้ำเป็นรูปสัตว์ลายเส้นซึ่งการแกะสลักภาพลายเส้นบนผนังถ้ำนั้น อาจนับได้ว่าเป็นพยานหลักฐานในการแกะแบบพิมพ์ของมนุษย์เป็นครั้งแรกก็ได้ นอกจากนั้นยังปรากฏการเพิ่มต้นพิมพ์ภาพผ่านฉากพิมพ์ (Stencil) อีกด้วย โดยวิธีการใช้มือวางทาบลงบนผนังถ้ำแล้วพ่นหรือเป่าสีลงบนฝ่ามือ ส่วนที่เป็นมือจะบังสีไว้ ให้ปรากฏเป็นภาพแบน ๆ แสดงขอบนอกอย่างชัดเจน ซึ่งนับว่าเป็นการพิมพ์อย่างง่าย ๆ วิธีการหนึ่ง

ในสมัยอารยธรรมประวัติศาสตร์ยุคแรกกลุ่มประเทศเมโสโปเตเมีย (Mesopotamia) ได้รู้จักการใช้ของแข็งกดลงบนดินทำให้เกิดเป็นลวดลายตัวอักษร เรียกว่า อักษรลิ่ม (Cuneiform) ซึ่งมีอายุประมาณ 5,000 ปีก่อนคริสต์กาล (5,000 B.C.)

จากหลักฐานการขุดค้นโบราณวัตถุที่บ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี และบริเวณใกล้เคียง ซึ่งสันนิษฐานว่ามีอายุประมาณ 7,000 ปีมาแล้ว ก็ได้ค้นพบเครื่องประดับตกแต่ง ข้าวของเครื่องใช้ เครื่องมือโลหะ และที่สำคัญ คือ เครื่องปั้นดินเผาลายเขียนสีที่ประณีตงดงามจำนวนมากมาย นอกจากนั้น ยังค้นพบการพิมพ์ผ้าด้วยลูกกลิ้งดินเผาอีกด้วย ลูกกลิ้งดินเผาเป็นอุปกรณ์ชิ้นหนึ่งซึ่งเชื่อว่าใช้กลิ้งบนผืนผ้าสำหรับพิมพ์ลวดลายผ้า แต่ก่อนนั้นเข้าใจกันว่า ลูกกลิ้งดินเผาใช้สำหรับพิมพ์ลวดลายบนหม้อก่อนที่จะเขียนด้วยพู่กัน แต่เมื่อดูภาชนะลายเขียนสีจำนวนหลายร้อยใบ และเปรียบเทียบลวดลาย พบว่าไม่มีลายบนหม้อลายไหนที่จะเหมือนลายของลูกกลิ้ง

ประมาณ 255 ปีก่อนคริสต์กาล ในภูมิภาคแถบเอเชียตอนกลาง และจีน ได้รู้จักการแกะสลักดวงตราบนแผ่นหิน กระดูกสัตว์และงาช้าง เพื่อใช้ประทับลงบนดินเหนียว บนขี้ผึ้งซึ่งอาจกล่าวได้ว่า เป็นต้นตอของแม่พิมพ์ Letter press โดยจะเห็นได้จากพงศาวดารจีนโบราณองค์จักรพรรดิ จะมีตราหยกเป็นตราประจำแผ่นดิน

ค.ศ. 105 ชาวจีน ไซลั่น คิดวิธีทำกระดาษขึ้นมาได้ และได้กลายเป็นวัสดุสำคัญสำหรับการเขียน และการพิมพ์ในเวลาต่อมา

ค.ศ.175 ได้มีการใช้เทคนิคพิมพ์ถู (Rubbing) ขึ้นในประเทศจีน โดยมีการแกะสลักวิชาความรู้ไว้บนแผ่นหิน เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้สนใจได้นำกระดาษมาวางทาบบนแผ่นหินแล้วใช้ถ่าน

หรือสีทาลงบนกระดาษ สีก็ติดบนกระดาษในส่วนที่หินนูนขึ้นมา เทคนิคนี้ดูจะเหมือนกับการถูลอกภาพรามเกียรติ์ที่แกะสลักบนแผ่นหินอ่อนที่วัดโพธิ์ ในทุกวันนี้

ในปี ค.ศ.400 ชาวจีนรู้จักการทำหมึกแท่งขึ้นใช้ โดยใช้เขม่าไฟเป็นเนื้อสี (Pigment) ผสมกาวเคี่ยวจากกระดูกสัตว์ หนังสัตว์ และเขาสัตว์ เป็นตัวยึด (Binder) แล้วทำให้แข็งเป็นแท่ง ชาวจีนเรียกว่า "บั๊ก" ต่อมาในราวปี ค.ศ.450 การพิมพ์ด้วยหมึกบนกระดาษจึงเกิดขึ้นโดยใช้ตราจิ้มหมึก แล้วตีลงบนกระดาษ เช่นเดียวกับการประทับตรายางในปัจจุบัน

สำหรับชิ้นงานพิมพ์ซึ่งเก่าแก่ที่สุด และยังคงหลงเหลืออยู่ ได้แก่ การพิมพ์โดยจักรพรรดินีโชโตกุ (Shotoku) แห่งประเทศญี่ปุ่น ในราว ค.ศ.770 โดยพระองค์รับสั่งให้จัดพิมพ์คำสวดปัดรังควานขับไล่วิญญาณ หรือผีร้ายให้พ้นจากประเทศญี่ปุ่น และแจกจ่ายไปตามวัดทั่วอาณาจักรญี่ปุ่น เป็นจำนวนถึงหนึ่งล้านแผ่น ซึ่งต้องใช้เวลาตีพิมพ์ เป็นเวลาถึง 6 ปี

จึงนิยมใช้เทคนิคการพิมพ์ด้วยแม่พิมพ์แกะไม้ และพัฒนาขึ้นตามลำดับ ในปี ค.ศ.868 ได้มีการพิมพ์เป็นหนังสือพิมพ์เล่มแรกมีลักษณะเป็นม้วน มีความยาว 17 ½ ฟุต กว้าง 10 ½ นิ้ว โดย วาง เซียะ (Wang Chieh) ซึ่งยังคงตกทอดมาจนถึงปัจจุบันหนังสือเล่มนี้มีชื่อว่า วัชรสูตร (Diamond Sutra)

ประมาณปี ค.ศ. 1041 – 1049 การพิมพ์แบบแม่พิมพ์นูนได้เปลี่ยนแปลงวิธีการจากเดิมที่ใช้การแกะไม้เป็นแม่พิมพ์ (เรียกว่า Block) แม่พิมพ์ดังกล่าวสามารถพิมพ์ได้เพียงรูปแบบเดียว มาเป็นการใช้แม่พิมพ์ชนิดที่หล่อขึ้นเป็นตัว ๆ และนำมาเรียงให้เป็นคำเป็นประโยค ซึ่งในปัจจุบันเรียกว่า "ตัวเรียงพิมพ์ (Movable type) เมื่อพิมพ์เสร็จแล้ว จะสามารถนำกลับไปเก็บและสามารถนำมาผสมคำใหม่ในการพิมพ์ครั้งต่อ ๆ ไปได้ ผู้ที่ค้นพบวิธีการใหม่นี้เป็นชาวจีน ชื่อ ไป เซ็ง (Pi Sheng) โดยใช้ดินเหนียวปั้นให้แห้ง แล้วนำไปเผาไฟ

การสร้างตัวเรียงพิมพ์โลหะ เริ่มมีขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศเกาหลี เมื่อประมาณปี ค.ศ.1241 ได้มีการหล่อตัวพิมพ์โลหะขึ้นเป็นจำนวนมากตามดำริของกษัตริย์ไทจง (Htai Tjong)

วิวัฒนาการด้านการพิมพ์ของชาวตะวันออก (จีน เกาหลีและญี่ปุ่น) นั้น แม้ว่าจะได้เป็นผู้บุกเบิกการพิมพ์เป็นครั้งแรก แต่ก็ไม่ได้พัฒนาการพิมพ์หนังสือให้เจริญจนถึงขีดสูงสุด (แต่กลับมีความเจริญด้านศิลปะภาพพิมพ์ไม่ในประเทศญี่ปุ่นในยุคหลัง) ซึ่งอาจจะเกิดจากสาเหตุได้หลายประการ ดังนี้

1. การพิมพ์ของจีน ได้กระทำในวงแคบเนื่องจากมีผู้รู้หนังสือน้อย เพราะมีภาษาที่ใช้แตกต่างกันหลายแบบในแต่ละภูมิภาค

2. ตัวอักษรจีนเป็นอักษรประเภทหนังสือภาพ (Pictograph) หมายถึงคำพูดหนึ่งคำก็ต้องมีตัวอักษรหนึ่งตัว จึงปรากฏว่า มีตัวอักษรเป็นจำนวนมากนับพันตัวไม่สะดวกต่อการใช้ตัวเรียงพิมพ์แต่เหมาะที่จะใช้การแกะแม่พิมพ์ไม้ หรือการกัดบล๊อก ซึ่งสิ้นเปลืองเวลาและต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง

3. วัตถุประสงค์แห่งการพิมพ์ของชาวจีน มิได้เป็นการขยายตัว หรือเผยแพร่วิทยาการเหมือนกับประเทศทางตะวันตก แต่เป็นการพิมพ์เพื่ออนุรักษ์ คัมภีร์ หรือ บทกวีเอาไว้เท่านั้น

ดังนั้น พัฒนาการด้านการพิมพ์ที่ขยายตัวมากยิ่งขึ้นจึงกลับไปปรากฏทางประเทศตะวันตก และมีวิวัฒนาการสืบเนื่องมาจนปัจจุบัน

3. การพิมพ์ของประเทศทางตะวันตก

ประเทศตะวันตกนั้น หมายถึง กลุ่มประเทศในทวียุโรปซึ่งเคยมีความเจริญด้านเทคโนโลยีมาก่อนทวีปอื่น ๆ ในราวคริสต์ศตวรรษที่ 15 ยุโรปตกอยู่ในยุคมืด หรือยุคกลาง (Midieval age) การเผยแพร่วิทยาการเป็นไปอย่างเชื่องช้า เพราะเอกสาร ตำรา ยังเป็นลายมือเขียน ตำราแต่ละเล่มจึงมีจำนวนน้อย และมีราคาแพง ทำให้วิชาความรู้จำกัดอยู่แต่หมู่คนชั้นสูงเฉพาะวงแคบ ครั้นต่อมาการพิมพ์ได้พัฒนาขึ้น สามารถผลิตหนังสือได้อย่างรวดเร็ว และมีจำนวนมาก ความรู้วิทยาการทั้งหลายจึงแพร่กระจายสู่มือของสามัญชนอย่างมากมาย เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่นำไปสู่ยุคฟื้นฟูศิลปวิทยาการ (Renaissance) ในยุโรป

เป็นที่ยอมรับกันว่า ผู้ที่คิดค้นวิธีพิมพ์อย่างเป็นระบบเป็นคนแรกจนได้รับการยกย่องว่าเป็น “บิดาของการพิมพ์” ได้แก่ โจฮัน กูเต็นเบิร์ก (Johann Gutenberg) เพราะเขาได้ประดิษฐ์แท่นพิมพ์พัฒนาแม่แบบสำหรับหล่อตัวพิมพ์โลหะเป็นตัว ๆ สามารถที่จะเรียงเป็นคำ เป็นประโยคและเมื่อใช้พิมพ์ไปแล้วก็สามารถนำกลับมาเรียงใหม่ เพื่อใช้พิมพ์หมุนเวียนได้อีก ซึ่งเรียกว่า เป็นวิธี Movable ตลอดจนการค้นคิดวิธีการทำหมึกที่ได้ผลดี สำหรับใช้กับตัวเรียงโลหะ ผลงานอันมีชื่อเสียงของกูเต็นเบิร์ก คือ คัมภีร์ 42 บรรทัด (42 - Lines Bible) เมื่อปี ค.ศ.1455 นั่นเอง

ค.ศ.1495 Albrecht Durer ศิลปินแกะไม้ชาวเยอรมัน ซึ่งเคยเป็นนิจรกรช่างเขียนภาพได้คิดวิธีพิมพ์จากแม่พิมพ์ทองแดง (Copper plate engraving) โดยการใช้ของแหลมขูดขีดให้เป็นรูปรอยบนแผ่นทองแดง และใช้พิมพ์แบบ Gravure เป็นครั้งแรกในเยอรมัน

ต่อมาในปี ค.ศ.1793 ชาวเยอรมัน ชื่อ Alois Senefelder ได้ค้นพบวิธีการพิมพ์หิน (Lithography) ซึ่งเป็นวิธีการพิมพ์พื้นราบ (Planographic printing) ขึ้นได้เป็นคนแรก



ภาพจากหนังสือ วัชรสูตร (Diamon Sutra) ค.ศ.868



การพิมพ์ผ้าด้วยลูกกลิ้งดินเผาศิลปะยุคบ้านเชียงประมาณ 7,000 ปี มาแล้ว



โจฮัน กูเต็นเบิร์ก (Johnann Gutenberg)
ภาพแกะไม้ ค.ศ.1518



ภาพแกะไม้ ผีมือ Albert Durer ค.ศ.1518

ค.ศ.1904 Ira Washington Rubel ช่างพิมพ์ชาวอเมริกันได้สังเกตเห็นว่าในการป้อนกระดาษเข้าพิมพ์โดยแท่น Cylinder press บางครั้งลืมป้อนกระดาษเข้าไป หมึกจะพิมพ์ติดบนลูกกลิ้งแรงกด และเมื่อป้อนกระดาษแผ่นถัดไปหมึกบนตัวพิมพ์จะติดบนกระดาษหน้าหนึ่ง แต่หมึกบนลูกกลิ้งก็จะติดกระดาษอีกหน้าหนึ่ง เมื่อสังเกตดูแล้วพบว่า หมึกที่ติดบนลูกกลิ้งก่อนที่จะติดบน

กระดาษนั้น จะมีลักษณะสวยงามกว่า หมึกที่พิมพ์จากตัวพิมพ์ไปติดกระดาษโดยตรง จึงได้คิดวิธีพิมพ์ระบบ Off set printing ขึ้น

ค.ศ.1907 Samuel Simon แห่งเมือง Manchester ได้ปรับปรุงการพิมพ์ระบบ Silk screen และจดทะเบียนลิขสิทธิ์ที่ประเทศอังกฤษ

4. ประวัติการพิมพ์ในประเทศไทย

แม้ว่าประเทศไทย จะอยู่ใกล้กับประเทศจีน แต่ในด้านการพิมพ์แล้ว การพิมพ์ของไทยกลับได้รับอิทธิพล และรูปแบบการพิมพ์จากประเทศทางตะวันตกมาตั้งแต่ต้น ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

ในรัชสมัย สมเด็จพระนารายณ์มหาราช กรุงศรีอยุธยา เมื่อปี พ.ศ.2205 (ค.ศ.1662) โดยมิชชันนารีฝรั่งเศสซึ่งเข้ามาสอนศาสนาในสมัยนั้น จากจำนวนบาทหลวงที่เข้ามายังประเทศไทย มีสังฆราชองค์หนึ่งชื่อ ลาโน (Mgr Laneau) ได้ริเริ่มแต่งและพิมพ์หนังสือคำสอนทางคริสต์ศาสนาขึ้น นัยว่าสมเด็จพระนารายณ์มหาราชทรงพอพระทัยการพิมพ์ตามวิธีฝรั่งของสังฆราชลาโน ถึงกับทรงโปรดให้ตั้งโรงพิมพ์ขึ้นที่เมืองลพบุรี เป็นส่วนของหลวงอีกโรงพิมพ์หนึ่งต่างหาก และต่อมาภายหลังรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช พระเพทราชา ได้ขับไล่บาทหลวงฝรั่งเศสออกจากราชอาณาจักรสยาม กิจการพิมพ์ในสมัยอยุธยาหยุดชะงัก และไม่ปรากฏว่ามีหลักฐานการพิมพ์หลงเหลืออยู่

การพิมพ์สมัยกรุงธนบุรี เจษฎาจารย์ ฟ. อีแลร์ ได้กล่าวถึงการพิมพ์ในสมัยนั้นว่า ในสมัยพระเจ้าตากสินกรุงธนบุรี เมื่อบ้านเมืองเป็นปกติแล้ว บาทหลวงคาทอลิก ชื่อคาร์โบล ได้กลับเข้ามาสอนศาสนา จัดตั้งโรงพิมพ์และพิมพ์หนังสือขึ้นที่วัดซันตาครูส ตำบลกุฎีจีน จังหวัดธนบุรี หนังสือฉบับนั้นลงปีที่พิมพ์ว่าเป็นปี ค.ศ.1796 (พ.ศ.2339) ซึ่งคาบเกี่ยวมาถึงรัชสมัยพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลกแห่งกรุงรัตนโกสินทร์ และสันนิษฐานได้ว่า แม่พิมพ์คงใช้วิธีการแกะแม่พิมพ์ไม้เป็นหน้า ๆ มากกว่าการใช้ตัวเรียงพิมพ์โลหะ

ในปี พ.ศ.2356 (ค.ศ.1813) ได้มีการหล่อตัวพิมพ์เป็นภาษาไทยขึ้นเป็นครั้งแรก โดยนางจัดสัน (Nancy Judson) ซึ่งเป็นมิชชันนารีอเมริกัน และเข้ามาดำเนินกิจการทางศาสนาในเมืองย่างกุ้ง ประเทศพม่า นางมีความสนใจภาษาไทย จากเชลยชาวไทยในพม่า และได้ดำเนินการหล่อตัวพิมพ์ภาษาไทยขึ้นเป็นครั้งแรก ต่อมาตัวแม่พิมพ์ภาษาไทยชุดนี้ได้ถูกนำไปยังเมืองกัลกัตตา และมีผู้ซื้อต่อโดยนำมาไว้ที่เมืองสิงคโปร์ นักบวชอเมริกันได้ซื้อตัวพิมพ์ และแท่นพิมพ์ดังกล่าวแล้วนำเข้าสู่เมืองไทยอีกทีหนึ่ง โดยมิชชันนารีคณะ American Board of Commisioner for Foreign Missions

การหล่อด้วยตัวพิมพ์ในประเทศไทย หมอบรัดเลย์ (Dr. Dan Beach Bradley) ชาวอเมริกันนับได้ว่าเป็นบุคคลแรกที่ได้กระทำขึ้น โดยหมอบรัดเลย์รู้สึกว่าตัวพิมพ์ไทยแบบเดิมมีลักษณะที่ไม่สวยงาม จึงได้คิดประดิษฐ์ตัวพิมพ์ขึ้นใหม่ให้น่าอ่านกว่าเดิม และทำได้สำเร็จในปี พ.ศ.2384 (ค.ศ. 1841) โดยในขั้นแรกยังหล่อตัวพิมพ์เองไม่ได้ ต้องสั่งช่างหล่อเข้ามาจากสิงคโปร์

สำหรับการพิมพ์หนังสือขึ้นเป็นครั้งแรกในเมืองไทยนั้น บาทหลวงชาร์ล โรบินสัน (Reverand Robinson) มิชชันนารีอเมริกัน ได้จัดพิมพ์ขึ้นจากแท่นพิมพ์ที่ทำด้วยไม้และแม่พิมพ์หิน (รวมทั้งตัวพิมพ์ ซึ่งนำเข้ามาจากสิงคโปร์) หนังสือฉบับนี้มี 8 หน้า เกี่ยวกับบัญญัติ 10 ประการ (Ten Commandments) พิมพ์แล้วเสร็จเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน พ.ศ. 2379 (ค.ศ. 1836)



หมอบรัดเลย์ (Dr. Dan Beach Bradley)
บิดาแห่งการพิมพ์ของประเทศไทย

หมอบรัดเลย์เข้ามาเมืองไทย ในตอนแรกมีความตั้งใจที่จะมาเผยแพร่คริสต์ศาสนา โดยอาศัยการนำวิธีการแพทย์สมัยใหม่มาเป็นเครื่องจูงใจ ซึ่งหมอบรัดเลย์ก็ได้นำวิชาการแพทย์สมัยใหม่เข้ามาหลายอย่าง เช่น การปลูกฝี การทำหนองฝี การฉีดยา การใช้ยาสลบในการผ่าตัด การตรวจรักษาตามวิชาการแพทย์สมัยใหม่ แต่เมื่อมาอยู่เมืองไทยได้ระยะหนึ่งและได้ริเริ่มจับงานพิมพ์ หมอบรัดเลย์กลับมาสนใจเรื่องการพิมพ์ โดยได้ดำเนินการธุรกิจด้านการพิมพ์มากมายหลายอย่างขึ้นในเมืองไทย จนแทบจะพูดได้ว่าเริ่มต้นงานทุกอย่างที่เกี่ยวกับการพิมพ์ในเมืองไทย อาทิ

พ.ศ.2382 ได้ให้โรงพิมพ์มิชชันนารีอเมริกันรับจ้างพิมพ์หมายประกาศห้ามสูบฝิ่น ซึ่งพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงโปรดให้จ้างพิมพ์ จำนวน 9,000 ฉบับ นับว่าเป็นเอกสารทางราชการชิ้นแรกที่จัดพิมพ์ขึ้น

4 กรกฎาคม พ.ศ.2387 ได้ออกหนังสือพิมพ์เป็นฉบับแรกขึ้นในเมืองไทย ชื่อ บางกอกรีคอร์เดอร์ (Bangkok Recorder) ซึ่งขณะนั้นเรียกว่า จดหมายเหตุอย่างสั้น ออกเดือนละ 2 ฉบับ

15 มิถุนายน พ.ศ.2404 หมอบรัดเลย์ได้ซื้อลิขสิทธิ์หนังสือนิราศลอนดอนของหม่อมราโชทัย และจัดพิมพ์ขายขึ้นเป็นครั้งแรก นับว่าเป็นการเพิ่มต้นของการซื้อขายลิขสิทธิ์ และการพิมพ์หนังสือเล่มออกจำหน่ายในเมืองไทย

หมอบรัดเลย์ได้ถึงแก่กรรมในเมืองไทย เมื่อวันที่ 23 มิถุนายน พ.ศ.2414 นับได้ว่าเป็นผู้เริ่มต้นกิจการพิมพ์ขึ้นในเมืองไทยอย่างเป็นระบบ และเป็นรากฐานแก่การพิมพ์ของไทยมาจนปัจจุบัน สมควรยกย่องว่าเป็น “บิดาแห่งการพิมพ์ในประเทศไทย”

พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวนั้น อาจกล่าวได้ว่า เป็นคนไทยพระองค์แรกที่เริ่มต้นกิจการพิมพ์ของไทย ครั้งที่ดำรงพระยศเป็นเจ้าฟ้ามงกุฎ และทรงผนวชอยู่ที่วัดบวรนิเวศวิหาร ได้ทรงดำริจะนำการพิมพ์มาใช้เผยแพร่พระพุทธศาสนา โปรดให้สั่งเครื่องพิมพ์มาตั้งไว้ที่วัดบวรนิเวศวิหารและให้แกะตัวพิมพ์เป็นอักษรรอริยกะ ใช้พิมพ์หนังสือสอนศาสนา เช่น พระปาฏิโมกข์บ้าง หนังสือสวดมนต์บ้าง โดยมีพระสงฆ์ในวัดเป็นผู้จัดพิมพ์ โรงพิมพ์วัดบวรนิเวศวิหารจะจัดตั้งขึ้นเมื่อใดไม่ปรากฏแน่ชัด แต่มีหลักฐานจากพระราชหัตถเลขาของเจ้าฟ้ามงกุฎ 2 ฉบับ ถึงพระสหายที่นิวยอร์ค ชื่อ นายและนางเอ็ดดี (Mr. & Mrs. Eddy) ทรงติดต่อสั่งซื้อเครื่องพิมพ์หิน (Lithographic press) จากประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 1 เครื่อง เมื่อวันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2392

ครั้นเมื่อวันที่ 13 เมษายน พ.ศ.2394 เจ้าฟ้ามงกุฎขึ้นครองราชย์ทรงพระนามว่า พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ซึ่งยังคงสนพระทัย และทรงเล็งเห็นความสำคัญของการพิมพ์อยู่เช่นเดิม พระองค์ได้จัดตั้งโรงพิมพ์หลวงขึ้นในพระบรมมหาราชวัง ขนานนามว่า โรงพิมพ์อักษรพิมพการ และได้พิมพ์ผลงานชิ้นแรกออกมาคือ หนังสือราชกิจจานุเบกษา เมื่อปี พ.ศ. 2401

พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงสนพระทัยในกิจการหนังสือโดยทรงพระราชนิพนธ์ไว้หลายเล่ม ทรงตั้งโรงเรียนและจัดระบบการศึกษาขึ้นใหม่ ทำให้มีความต้องการหนังสือมากขึ้นกว่าเดิม ในด้านการทำแม่พิมพ์ช่างพิมพ์ไทยพยายามแก้ปัญหาด้วยการแกะแม่พิมพ์ไม้ขึ้นใช้เองครั้งที่ ก.ศ.ร. กุหลาบ จัดทำหนังสือพิมพ์สยามประเภทได้เคยส่งภาพประกอบหนังสือไปทำแม่พิมพ์ที่สิงคโปร์ แต่ต้องใช้เงินและเวลานานเกินไปไม่ทันการ จึงเริ่มหาวิธีทำแม่พิมพ์ขึ้นใช้เอง โดยการจ้างช่างคนไทยแกะแม่พิมพ์ไม้อย่างที่เคยทำกันมาในยุโรป และญี่ปุ่น ไม้ที่ใช้ได้แก่ไม้โมก ซึ่งหาได้ง่ายในเมืองไทย ต่อมาประมาณปี พ.ศ.2448 หลวงไพศาลศิลปศาสตร์ เจ้ากรมบัณฑิต จึงได้ก่อตั้งกองช่างแกะไม้ขึ้นเพื่อจุดประสงค์ในการผลิตภาพประกอบบทเรียน โดยมีหม่อมเจ้าประวิช ชุมสาย เป็นนายช่างออกแบบ หนังสือแบบเรียนในสมัยนั้นได้แก่ หนังสือปฐม ก. กา ในปี พ.ศ. 2450 จึงได้โอนกองช่างแกะไม้เข้ามาอยู่ในสามัคคยาจารย์สมาคม มีนโยบายรับงานภาพประกอบบทเรียน และหนังสือพิมพ์ทั่วไป กิจการช่างแกะไม้นี้ได้ขยายตัวกลายเป็นโรงเรียนเพาะช่างในเวลาต่อมา

สมัยพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ซึ่งได้รับการยกย่องว่าเป็น พระมหาธีรราชเจ้าทรงสนพระทัยในกิจการหนังสือ ทรงพระราชนิพนธ์หนังสือประเภทต่าง ๆ มากมาย ทำให้กิจการพิมพ์ในยุคนั้นเจริญก้าวหน้า มีความประณีต งดงามมากขึ้น จำนวนโรงพิมพ์ขยายตัวเพิ่มขึ้นตามลำดับ กิจการพิมพ์ต้องมาซบเซาเมื่อสมัยรัชกาลที่ 7 เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจตกต่ำ และโดยเฉพาะในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีการขาดแคลนวัสดุทางการพิมพ์เป็นอย่างมาก แต่หลังจากนั้น การพิมพ์จึงค่อยพัฒนามีความเจริญก้าวหน้าทั้งด้านวิชาการพิมพ์ และเครื่องมือการพิมพ์เพิ่มขึ้น ตามลำดับ

การศึกษาทางการพิมพ์ ได้เริ่มขึ้นเมื่อประมาณปี พ.ศ.2476 มีการเปิดสอนวิชาการพิมพ์ในระดับอาชีวะศึกษาชั้นต้น ชั้นปลาย ขึ้นที่โรงเรียนช่างพิมพ์วัดสังเวช และต่อมาได้เปิดสอนที่โรงเรียนอื่นอีกหลายแห่ง

ในปี พ.ศ.2496 ได้มีการสอนวิชาการพิมพ์ที่วิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพ ฯ โดยเปิดเป็นแผนกวิชาช่างพิมพ์ขึ้น ทำการสอนในระดับสูง เทียบขึ้นอนุปริญญา ในเวลาต่อมาได้ขยายการศึกษาทางการพิมพ์ถึงขึ้นอุดมศึกษา ในสถาบันการศึกษาหลายแห่ง อาทิ คณะวารสารศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คณะนิเทศศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตลอดจนคณะนิเทศศาสตร์มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ฯ เป็นต้น สำหรับการพิมพ์แขนงศิลปภาพพิมพ์ (Print making) ได้มีการสอนอยู่ที่คประติมากรรมและภาพพิมพ์ มหาวิทยาลัยศิลปากร และในสถาบันการสอนศิลปะอื่น ๆ อย่างกว้างขวาง

ผลจากการขยายตัวทางวิชาการพิมพ์อย่างแพร่หลาย ทำให้กิจการพิมพ์ได้ขยายตัวไปสู่ภูมิภาคอื่น ๆ มากยิ่งขึ้น ตลอดจนหน่วยราชการและเอกชนหลายแห่งต่างมีส่วนพัฒนากิจการพิมพ์ให้เจริญ ก้าวหน้ายิ่งขึ้น อาทิ กรมแผนที่ทหาร เป็นหน่วยงานแรกที่ได้นำเครื่องเรียงพิมพ์ด้วยแสง (Photo composition) เข้ามาใช้ องค์การค้าของคุรุสภา ได้จัดตั้งโรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าวขึ้นในปี พ.ศ. 2500 และได้นำเครื่องพิมพ์แบบโรตารี ออฟเซท (Rotary offset) มาใช้เป็นครั้งแรก โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชได้นำเครื่องหล่อเรียงพิมพ์ Monotype มาใช้กับตัวพิมพ์ภาษาไทย โรงพิมพ์โรงงานยาสูบได้เริ่มใช้เครื่องพิมพ์โรโตกราวัวร์ (Rotogravure) โรงพิมพ์นิยมช่างเป็นผู้ริเริ่มพิมพ์บรรจุภัณฑ์โดยวิธี Flexo graphic printing ธนาคารแห่งประเทศไทยได้จัดตั้งโรงพิมพ์ธนบัตรเพื่อพิมพ์ธนบัตรในเมืองไทยขึ้นใช้เอง และได้มีการตั้งโรงงานเพื่อผลิตวัสดุทางการพิมพ์ อาทิ เครื่องพิมพ์ขนาดเล็ก หมึกพิมพ์ตลอดจนกระดาษพิมพ์ขึ้นเป็นจำนวนมากยังผลให้กิจการอุตสาหกรรมการพิมพ์เจริญเติบโตและขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทั้งปริมาณการพิมพ์ก็เพิ่มขึ้นทัดเทียมอารยประเทศ นอกจากความก้าวหน้าด้านการพิมพ์แล้ว ยังมีการจัดตั้งสมาคมที่เกี่ยวกับกิจการพิมพ์เพื่อร่วมมือกันทั้งด้านวิชาการพิมพ์ และธุรกิจการพิมพ์ขึ้น เช่น สมาคมการพิมพ์ไทย สมาคมส่งเสริมวิชาการพิมพ์และสมาคมการพิมพ์แห่งประเทศไทย เป็นต้น

5. ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการขยายตัวทางการพิมพ์

จากประวัติศาสตร์อันยาวนานของการพิมพ์ ทำให้พบว่ามนุษยชาติได้ผ่านกระบวนการค้นคิดการแก้ปัญหา ตลอดจนการสร้างสรรค์วัสดุอุปกรณ์ทางการพิมพ์มาหลายต่อหลายครั้ง จากสมัยบรรพกาล จนกระทั่งยุคปัจจุบัน ปัจจัย หรือองค์ประกอบที่เป็นตัวกระตุ้นให้มีการค้นพบประดิษฐการใหม่ ๆ (Innovation) ทางการพิมพ์ พอสรุปได้ดังนี้

1. เกิดจากการคิดสร้างสรรค์ (Creative) ทางศิลปะของมนุษย์ เพราะในการแสดง ออกของศิลปิน นอกจากจะใช้วิธีการเขียนภาพ (Painting) แล้ว การถ่ายทอดรูปแบบทางศิลปะ อาจใช้วิธีการพิมพ์ (Painting) ได้อีกด้วย ตัวอย่าง เช่น การใช้วิธี Stencil ภาพมือลงบนผนังถ้ำในสมัยก่อนประวัติศาสตร์ ในปัจจุบัน ศิลปะการพิมพ์การพิมพ์ภาพ (Print making) ถือว่าเป็นวิธีการแสดงออกทางศิลปะที่สำคัญ และมีบทบาทมากยิ่งขึ้น

2. เกิดจากความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี (Technology) เนื่องจากมนุษย์มีความพยายามเอาชนะอุปสรรคข้อขัดข้องต่าง ๆ ทางเทคนิคการพิมพ์ ทำให้ช่างพิมพ์พยายามปรับปรุงแก้ไขเทคนิคตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ทางการพิมพ์มาโดยตลอด จากการประทับตราอย่างง่าย ๆ มาเป็นการพิมพ์ด้วยแท่นมือ (Hand press) ซึ่งพิมพ์ได้จำนวนน้อยและผลงานที่ไม่ประณีต จนได้รับการพัฒนาเป็นการพิมพ์ด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติทันสมัย ซึ่งได้ผลงานพิมพ์จำนวนมากและมีคุณภาพในปัจจุบัน

3. เกิดจากการขยายตัวทางวิชาการ เมื่อโลกมีความเจริญก้าวหน้าขึ้น การคิดค้นวิทยาการแขนงต่าง ๆ ย่อมเกิดเพิ่มขึ้นมากมายหลายสาขา และการที่จะยายพรมแดนแห่งความรู้จากผู้คิดค้นไปสู่บุคคลอื่น จำเป็นต้องอาศัยหนังสือและการพิมพ์เป็นพาหะแห่งความรู้นั้น ๆ เป็นสำคัญโดยจะเห็นได้ว่า ยุโรปในสมัยฟื้นฟูศิลปวิทยาการได้มีการคิดค้นศาสตร์แขนงต่าง ๆ เพิ่มขึ้น ทำให้ต้องขยายกิจการพิมพ์อย่างรวดเร็ว และโรงพิมพ์ใหญ่ ๆ ในสมัยนั้นจะเป็นโรงพิมพ์ของมหาวิทยาลัยเป็นส่วนใหญ่จากอิทธิพลของการพิมพ์ ทำให้มนุษยชาติได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และกว้างขวางดังที่เจ้าพระยาธรรมศักดิ์มนตรี เคยกล่าวว่า

“หนังสือพิมพ์เป็นครูของคนทั่วไป...สอนคนทุกชั้นไม่เลือกที่ เลือกเวลา...โรงเรียนสอนแต่เฉพาะวิชาที่กำหนดไว้ให้สอน ส่วนหนังสือพิมพ์สอนสารพัด สอนได้ทั้งพระ ทั้งเจ้า คนไข้ได้ป่วยก็สอนได้....”

4. เกิดจากการขยายตัวทางศาสนา ศาสนาทุกศาสนาล้วนแต่มีอิทธิพลต่อความเชื่อของมนุษย์ในการเผยแพร่หลักธรรมทางศาสนาสู่ศาสนิกชน แต่ดั้งเดิมนั้นใช้วิธีสอนแบบปากต่อปาก (มุขปาฐะ) หรือด้วยการเขียนจารึก ซึ่งมีจำนวนน้อย และกระทำได้ในวงแคบ แต่ความต้องการในการเผยแพร่ศาสนาได้ทวีมากยิ่งขึ้น เนื่องจากความสะดวกในด้านการคมนาคมติดต่อ ทำให้ต้องใช้วิธีการพิมพ์เพื่อขยายปริมาณดังกล่าว ตัวอย่างเช่นการพิมพ์ครั้งแรกทางโลกตะวันออก ก็เป็นการพิมพ์คัมภีร์ทางพุทธศาสนา (คัมภีร์ ธารณี จัดพิมพ์โดย จักรพรรดินีโชโตกุ แห่งญี่ปุ่น) และการพิมพ์ในโลกตะวันตกผลงานพิมพ์ชิ้นแรกของกูเต็นเบิร์ก ก็ได้แก่คัมภีร์ไบเบิล ทางคริสต์ศาสนาและแม้แต่การพิมพ์ที่เริ่มมีขึ้นในประเทศไทย ก็เป็นการนำเข้ามาของมิชชันนารีเพื่อการเผยแพร่ศาสนาด้วยเช่นกัน จึงนับได้ว่าศาสนาเป็นมูลเหตุแห่งการขยายตัวในด้านการพิมพ์ที่สำคัญ

5. เพื่อใช้ในการประชาสัมพันธ์ และสร้างความเข้าใจอันดีร่วมกัน หนังสือพิมพ์เป็นสื่อที่มีราคาถูก และไม่มีข้อจำสกัดด้านเวลา ตลอดจนเป็นสื่อที่มีความน่าเชื่อถือสูง สิ่งพิมพ์จึงถูกนำมาใช้ในการประชาสัมพันธ์ เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องระหว่างชุมชน และรัฐบาล จอมพลสฤษดิ์ ธนะรัชต์ ได้กล่าวปราศรัยในพิธีเปิดการสัมมนาหนังสือพิมพ์แห่งประเทศไทย เมื่อวันที่ 23 กันยายน พ.ศ.2506 ณ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ว่า “หนังสือพิมพ์นั้นเป็นเครื่องมือสื่อสารที่ดีระหว่างรัฐบาลกับประชาชน และแม้แต่ระหว่างประชาชน กับประชาชน” ในยุคที่การพิมพ์เพิ่งจะเริ่มต้น ก็ได้มีการจัดพิมพ์ประกาศของทางราชการเรื่องการห้ามสูบฝิ่น ในสมัยรัชกาลที่ 3 และในสมัยรัชกาลที่ 4 ได้มีการตั้งโรงพิมพ์หลวงเพื่อพิมพ์หนังสือราชกิจจานุเบกษา มาจนปัจจุบัน

6. เพื่อใช้ในการสร้างความบันเทิงแก่มหาชน ในยุคที่เครื่องมือสื่อสารมวลชนแขนงอื่น อาทิ วิทยุ ภาพยนตร์ ตลอดจนโทรทัศน์ยังไม่แพร่หลาย ความบันเทิงประเภทเดียวที่มหาชนพึงได้รับก็คือหนังสือ โดยจะพบว่าการพิมพ์ในสมัยแรก (โรงพิมพ์ของหมอบรัดเลย์ และของครูสนธิ) นอกจากจะพิมพ์คำสอนทางศาสนาแล้วก็ยังพิมพ์วรรณกรรม ทั้งร้อยแก้ว และร้อยกรอง เพื่อเผยแพร่และสร้างความบันเทิงใจแก่ประชาชนจำนวนมากอีกด้วย ในปัจจุบันหนังสือพิมพ์สามารถสนองความต้องการด้านความบันเทิงแก่ผู้อื่นได้อย่างกว้างขวาง ทุกเพศทุกวัย ตั้งแต่หนังสือการ์ตูนสำหรับเด็กจนถึงวารสารและนวนิยายต่าง ๆ สำหรับผู้ใหญ่

7. เกิดจากการขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรม การพิมพ์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของการอุตสาหกรรมทุกประเภท เริ่มตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ เช่น การพิมพ์ลวดลายบนเครื่องปั้นดินเผา และการพิมพ์ลวดลายผ้าในสมัยบ้านเชียง (5,000 – 7,000 ปีมาแล้ว) ในปัจจุบันการพิมพ์ก็ยังคงเป็นองค์ประกอบของกิจการอุตสาหกรรมอยู่เกือบทุกแขนง อาทิ การพิมพ์ลวดลายผลิตภัณฑ์ การพิมพ์ผ้า การพิมพ์บรรจุภัณฑ์ ตลอดจนหีบห่อ (Packaging) การพิมพ์วงจร การพิมพ์เขียว (Blue print) ฯลฯ จึงทำให้อุตสาหกรรมการพิมพ์มีการพัฒนาเจริญรุดหน้า และขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

บทที่ 2
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบการพิมพ์ไร้แรงกด

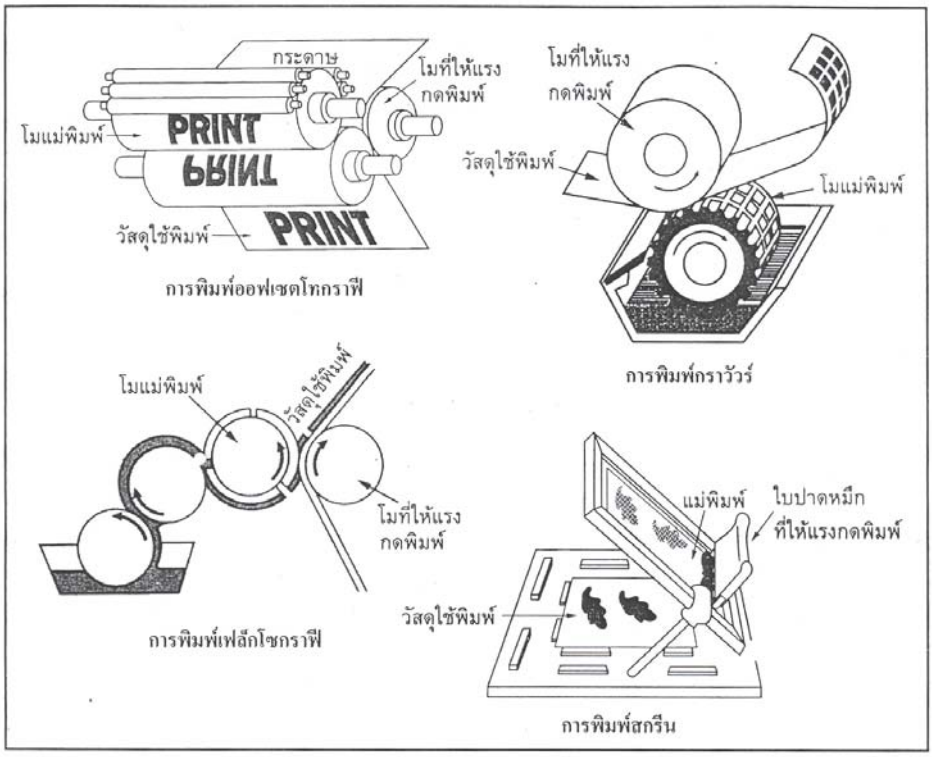
ในบรรดาระบบการพิมพ์ที่ใช้ในการผลิตสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามลักษณะการใช้แรงกดพิมพ์ คือ ระบบการพิมพ์ที่ใช้แรงกดพิมพ์ และระบบการพิมพ์ที่ไม่ใช้แรงกดพิมพ์ ทั้งนี้ระบบการการพิมพ์ที่ใช้แรงกดพิมพ์มีการใช้งานที่แพร่หลายกว่าและมีหลายประเภท เช่น เลตเตอร์เพรสส์ ออฟเซต เฟล็กโซกราฟีกราวัวร์ และสกรีน สำหรับระบบการพิมพ์ที่ไม่ใช้แรงกดพิมพ์นี้นิยมเรียกว่า การพิมพ์ไร้แรงกด (Nonimpact printing) หรือการพิมพ์ไม่สัมผัส ซึ่งหมายถึงระบบการพิมพ์ที่มีการถ่ายโอนหมึกพิมพ์ และถ่ายทอดภาพไปยังวัสดุใช้พิพม์โดยไม่ใช้แรงกดพิมพ์ หลักการที่ใช้ในการสร้างภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์ที่สำคัญ ได้แก่ การใช้แรงดันในการพ่นหมึก การใช้แรงทางไฟฟ้าสถิต และการใช้ความร้อน เมื่อไม่นานมานี้ การพิมพ์ไร้แรงไร้แรงกดที่ใช้หลักการดังกล่าวล้วนเป็นระบบการพิมพ์ที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ดังนั้นในหน่วยนี้จะกล่าวถึงการพิมพ์ไร้แรงกดที่ใช้งานกันแพร่หลาย 3 ระบบเป็นสำคัญ คือ การพิมพ์ไร้แรงกดระบบพ่นหมึก การพิมพ์ไร้แรงกดระบบไฟฟ้าสถิต และการพิมพ์ไร้แรงกดระบบความร้อน สำหรับการพิมพ์ไร้แรงกดระบบอื่น ได้แก่ การพิมพ์ไอโอโนกราฟี และการพิมพ์แมกนีโทกราฟี

การพิมพ์ไร้แรงกดเป็นเทคโนโลยีการพิมพ์ที่พัฒนาอย่างรวดเร็วควบคู่มากับการพัฒนาด้านคอมพิวเตอร์การพิมพ์ไร้แรงกดเป็นระบบการพิมพ์ที่มีการใช้งานเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นระบบการพิมพ์ใหม่ที่เหมาะสำหรับการพิมพ์สิ่งพิมพ์หลากหลายประเภทที่สามารถทำได้เองในบ้าน ในสำนักงานขนาดเล็ก หรือแม้กระทั่งการนำไปใช้งานในร้านรับจ้างพิมพ์งานตามความต้องการของลูกค้าที่ต้องการงานอย่างรวดเร็วและมีจำนวนพิมพ์ไม่มาก นอกจากนี้เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดหลายแบบมีการนำมาใช้งานด้านการปรู๊ฟดิจิตอลอีกด้วย

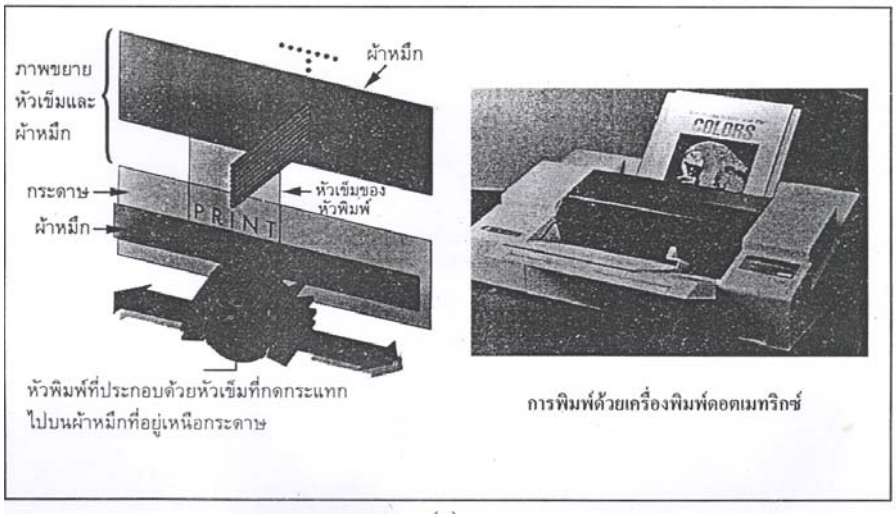
1. ความหมายของการพิมพ์ไร้แรงกด

“แรงกด” ในที่นี้ หมายถึง แรงกดพิมพ์ที่ทำให้เกิดภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ การพิมพ์ที่ใช้แรงกดพิมพ์ ได้แก่ ระบบการพิมพ์ที่ใช้พิมพ์มากมายที่พบเห็นกันทั่วไป อาทิ ออฟเซตลิโทกราฟี กราวัวร์ เฟล็กโซกราฟีและสกรีน เป็นต้น รวมทั้งการพิมพ์ที่ใช้เครื่องพิมพ์ตั้งโต๊ะแบบจุดที่ใช้แรงกดหรือเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ (dot matrix printer) ในเครื่องพิมพ์ของระบบการพิมพ์ทั่วไป ได้แก่ ออฟเซตลิโทกราฟี ใช้แรงกดพิมพ์ที่เกิดจากโมกดพิมพ์ ส่วนเครื่องพิมพ์สกรีนใช้แรงกดพิมพ์ที่เกิดจากที่ปาดหมึก ดังภาพที่ 1 (ก) สำหรับเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์นั้นใช้แรงกดพิมพ์ที่เกิดจากการใช้หัวพิมพ์

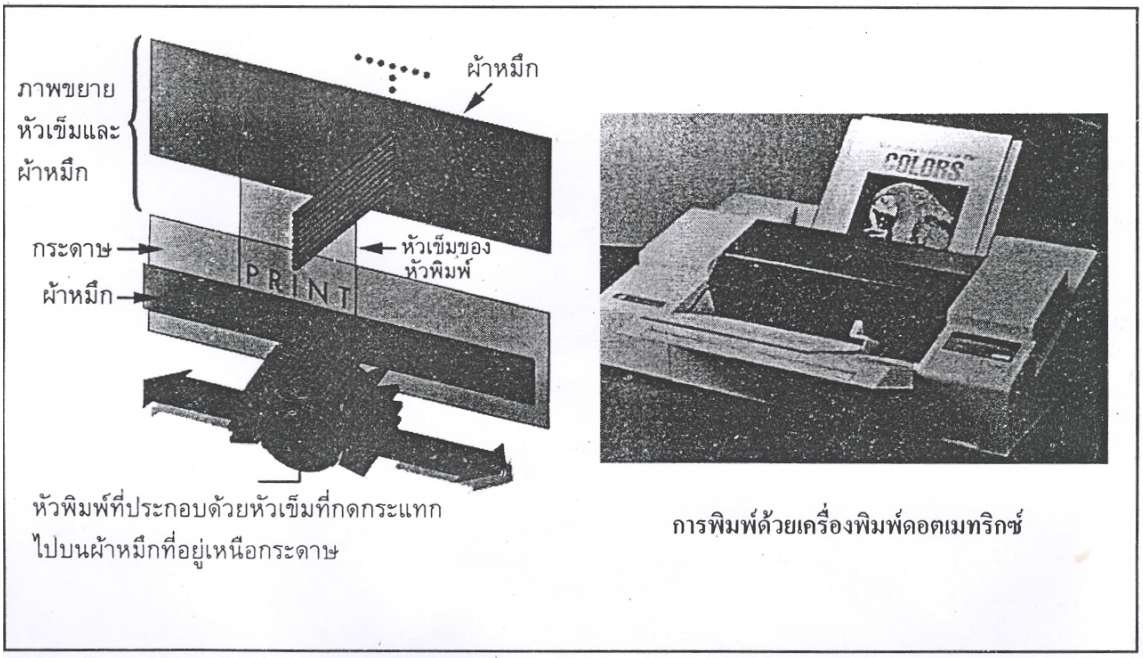
กดกระแทกลงไปบนผ้าหมึกที่อยู่เหนือวัสดุใช้พิมพ์ ดังภาพที่ 1 (ข) แต่ระบบการพิมพ์ไร้แรงกด (nonimpact printion) แตกต่างจากระบบการพิมพ์ที่ใช้แรงกดพิมพ์ เพราะไม่มีการใช้อุปกรณ์ที่ให้แรงกดพิมพ์ในเครื่องพิมพ์เหมือนที่กล่าวมาแล้ว แต่การสร้างภาพเกิดขึ้นโดยไม่ใช้แรงกดพิมพ์ หรือใช้เพียงแรงกดเบา ๆ เท่านั้น ดังภาพที่ 1 (ค)



(ก)



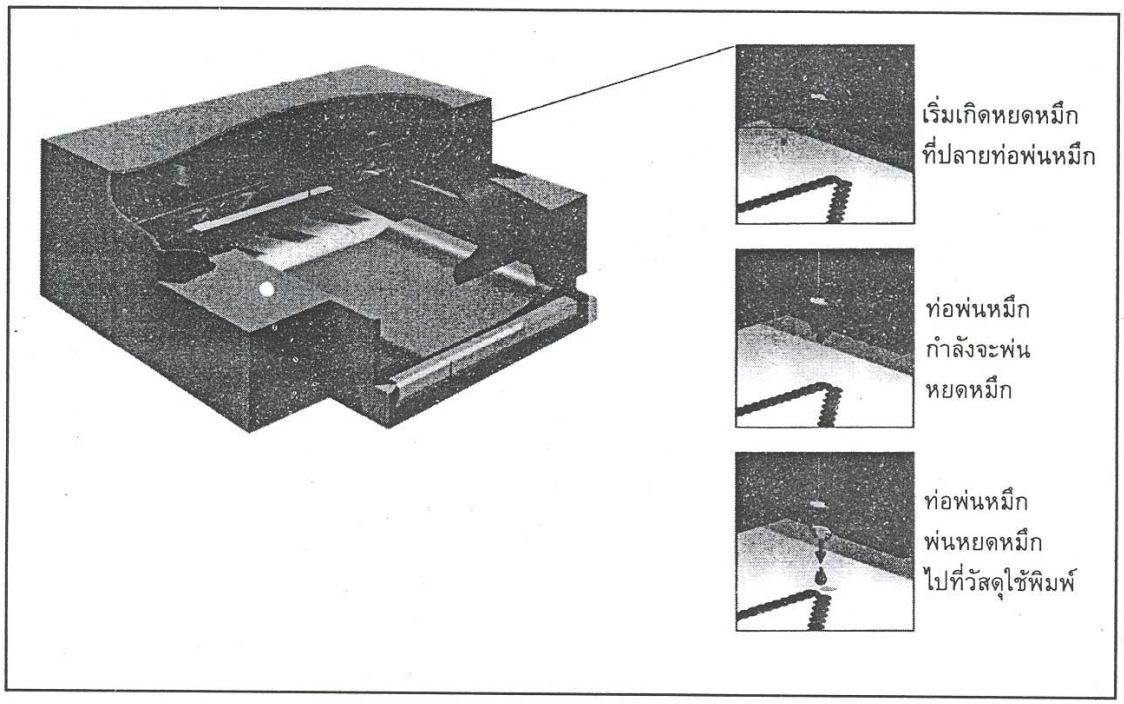
(ข)



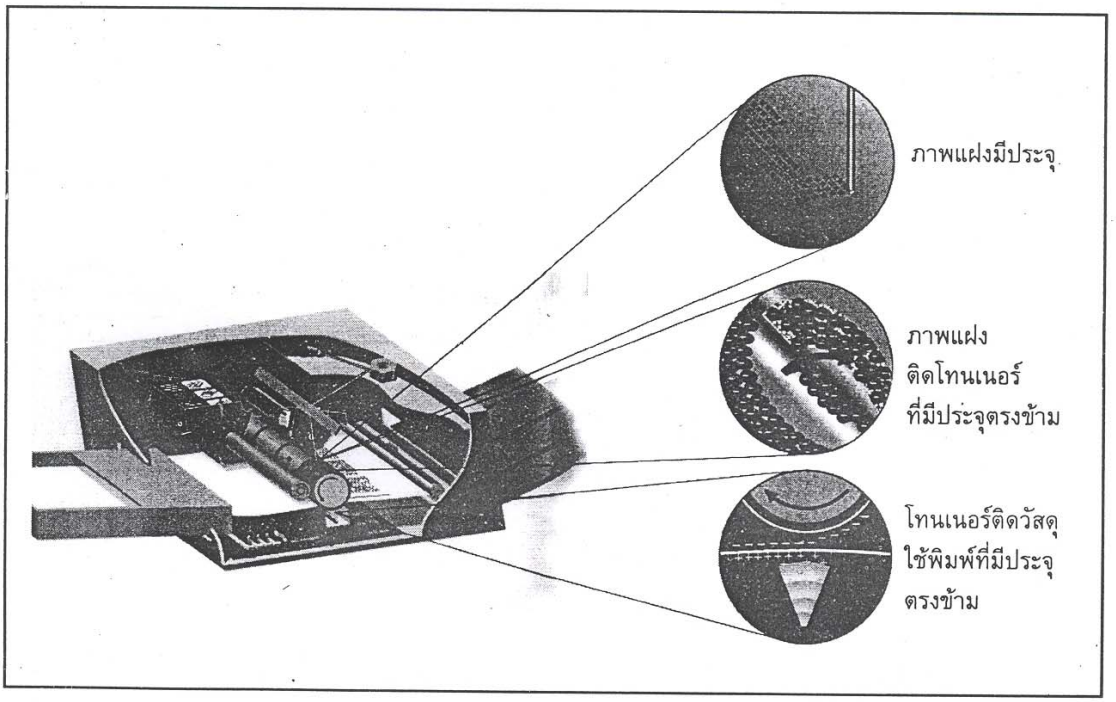
หัวพิมพ์ที่ประกอบด้วยหัวเข็มที่กดกระแทก
ไปบนผ้าหมึกที่อยู่เหนือกระดาษ

การพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์

ระบบพ่นหมึก



ระบบไฟฟ้าสถิต



ระบบถ่ายโอนความร้อน

(ค)

ภาพที่ 1 เปรียบเทียบตัวอย่างการพิมพ์ทั่วไปที่ใช้แรงกดพิมพ์ในการสร้างภาพกับการพิมพ์ไร้แรงกดแบบต่าง ๆ

ที่มา : Nelson R. Eldred and Terry Scarlett. What the Printer Should Know About Ink. Pittsburgh : Graphic Arts Technical Foundation 1990, pp 3 – 6, 8.

Pamela Pfiffner and Bruce Fraser. “How Printers Work.” Chapter 17. How Desktop Publishing Works. California : Ziff-Davis Press, 1976, pp. 139, 142.

Sarah E. Hutchinson and Stacey C. Sawyer. “Hardware.” Chapter 2. Computer Essentials 2nd ed. Chicago : Irwin, 1996

สำหรับความหมายของระบบการพิมพ์ไร้แรงกดนั้นมีคำอธิบายไว้มากมาย ตัวอย่างเช่น

อะเลกซ์ กลาสแมน (Alex Glassman) ได้ให้ความหมายของการพิมพ์ไร้แรงกดไว้ว่า การพิมพ์ไร้แรงกด หมายถึง การถ่ายทอดภาพที่ไม่ได้เกิดจากการสัมผัสระหว่างแม่พิมพ์กับวัสดุใช้พิมพ์ มีทั้งกระบวนการพิมพ์การใช้แรงกดเล็กน้อยในการถ่ายโอนหมึกพิมพ์ไปบนกระดาษ การพิมพ์ไร้แรงกด

สามารถเรียกชื่อการพิมพ์ไว้แรงกดในภาษาอังกฤษ ได้หลายชื่อ อาทิ noncontact printion contactless printing nonimpact printing และ impactless printion

ดี.เอล.สตีเวนสัน (D.L. Stevenson) [2] ได้ให้ความหมายของการพิมพ์ไร้แรงกดไว้ว่า การพิมพ์ไร้แรงกด หมายถึง ระบบการพิมพ์ที่ไม่มีตัวกลางถ่ายทอดภาพ (image carrier) ไปกดลงบนวัสดุใช้พิมพ์เพื่อสร้างภาพ

แฟรงค์ เจ. โรมาโน (Frank J. Romano) และ ริชาร์ด เอ็ม. โรมาโน (Richard M. Romano)[3] ได้เปรียบเทียบความหมายของเครื่องพิมพ์ที่ใช้แรงกดและเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดไว้ว่า เครื่องพิมพ์ ที่ใช้แรงกด คือ เครื่องพิมพ์ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างภาพบนกระดาษโดยการกดกระแทกแม่พิมพ์ตัวนูนลงบนผ้าหมึกเพื่อไปสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ ส่วนเครื่องพิมพ์ไร้แรงกด คือ เครื่องพิมพ์ที่ไม่มีการกระแทกแม่พิมพ์บนผ้าหมึกเพื่อสร้างภาพ เช่น เครื่องพิมพ์เลเซอร์ เครื่องพิมพ์พ่นหมึก และเครื่องพิมพ์ระบบความร้อน เป็นต้น

เจอราร์ด นอทแมน (Gerhard Nothman)[4] กล่าวว่า การพิมพ์ไร้แรงกด หมายถึง กระบวนการพิมพ์ที่ไม่ได้เกิดจากการใช้หัวพิมพ์ไปกระแทกหรือทำให้เกิดแรงกดบนวัสดุใช้พิมพ์ โดยผ่านวัสดุที่เป็นตัวกลางถ่ายทอดภาพ ซึ่งโดยทั่วไป คือ ผ้าหมึก และอีกความหมายหนึ่ง การพิมพ์ไร้แรงกด หมายถึง กระบวนการที่ไม่มีการใช้แม่พิมพ์ (plateless printing)

ดังนั้นจึงอาจสรุปความหมายและหลักการของการพิมพ์ไร้แรงกดได้ว่า การพิมพ์ไร้แรงกด (nonimpact printing) หรือ impactless printing) หมายถึง ระบบการพิมพ์ที่สร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ได้โดยที่ไม่ต้องใช้แรงกดพิมพ์หรือใช้แรงกดที่น้อยมาก

การพิมพ์ไร้แรงกด ผลิตสิ่งพิมพ์โดยการสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ด้วยการใช้เครื่องพิมพ์ที่เชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับนำเข้าสัญญานข้อมูลภาพไปที่เครื่องพิมพ์ ส่วนการถ่ายทอดภาพในระบบการพิมพ์ไร้แรงกดมีทั้งแบบที่ถ่ายทอดภาพบนกระดาษโดยตรงและแบบที่ถ่ายทอดภาพที่ไม่ใช่แม่พิมพ์ แต่เป็นกระบอก สายพาน หรือ วัสดุที่ออกแบบให้มีสมบัติเป็นพิเศษ สำหรับการสร้างภาพในระบบการพิมพ์ไร้แรงกดนั้น ๆ

2. ความสำคัญของการพิมพ์ไร้แรงกด

ในระบบการจัดพิมพ์ตั้งโต๊ะ (Desk Top Publishing, DTP) เหมาะที่จะใช้การพิมพ์ไร้แรงกด เพราะเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดมีขนาดเล็ก กะทัดรัด มีน้ำหนักเบา เชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเข้าข้อมูลภาพดิจิตอลได้ สามารถรองรับงานพิมพ์ที่มีจำนวนพิมพ์ไม่มากนักได้ที่ต้นทุนการพิมพ์ไม่แพงจนเกินไป เหมาะทั้งกับการใช้งานส่วนบุคคล การใช้งานเป็นกลุ่มในองค์กร และการประกอบธุรกิจผลิตสิ่งพิมพ์เพื่อสร้างรายได้ เดิมระบบการจัดพิมพ์ตั้งโต๊ะนั้นเป็นการพิมพ์ที่ผลิตสิ่งพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ตั้งโต๊ะแบบที่ใช้แรงกด ตัวอย่างที่ใช้งานกันแพร่หลาย คือ เครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ ซึ่งใช้กลไกการพิมพ์

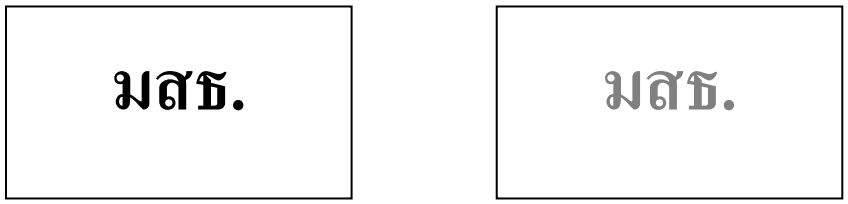
เหมือนกับเครื่องพิมพ์ดีด ที่สร้างภาพโดยการกระแทกหัวพิมพ์ไปที่แถบผ้าหมึก (ink ribbon) หัวพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ประกอบด้วยหัวเข็มเล็ก ๆ โดยทั่วไปมีจำนวน 9 18 และ 24 เข็ม จำนวนหัวเข็มที่มากขึ้นจะให้ความละเอียดงานพิมพ์สูงขึ้น แต่ต่อมา เมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีการพิมพ์ไร้แรงกดใหม่ ๆ หลายระบบที่ใช้งานได้ดีกว่า จึงมีการใช้งานเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดแทนที่เครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์มากขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นความสำคัญของการพิมพ์ไร้แรงกดในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเฉพาะในระดับที่ใช้งานกับระบบการจัดพิมพ์ตั้งโต๊ะเท่านั้นโดยจะเปรียบเทียบกับการพิมพ์แบบใช้แรงกดที่ใช้ในระบบการจัดพิมพ์ตั้งโต๊ะเช่นเดียวกัน ส่วนความสำคัญของเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดขนาดใหญ่ที่เป็นเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอล (digital duplicator) และเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูง (digital press) ที่ใช้รองรับงานพิมพ์จำนวนมากกว่าที่เครื่องพิมพ์ตั้งโต๊ะจะทำได้นั้น จะกล่าวรายละเอียดต่อไปในบทที่ 3 สำหรับความสำคัญของการพิมพ์ไร้แรงกด มีดังนี้

2.1 เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดใช้งานง่าย สะดวกให้เสียงเงียบหรือเบาขณะที่พิมพ์ และบำรุงรักษาง่ายกว่าเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดและเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ใช้สัญญาณข้อมูลภาพที่นำเข้าจากระบบคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการพิมพ์โดยการสั่งพิมพ์จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ แต่กระบวนการพิมพ์ไม่ว่าจะเป็นกลไกในการพิมพ์ และการป้อนกระดาษของเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดจะออกแบบให้ใช้งานง่ายและสะดวกกว่าเป็นต้นว่า มีถาดบรรจุและป้อนกระดาษให้เลือกใช้หลายแบบ ขณะที่เครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์สามารถป้อนแผ่นกระดาษแบบธรรมดาหรือป้อนกระดาษต่อเนื่องได้ ถ้าเป็นการป้อนกระดาษแบบฟอร์มต่อเนื่องเข้าเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ ต้องระวังให้รูหนามเตยของกระดาษสอดตรงตำแหน่งหนามเตยของล้อหมุนป้อนกระดาษพอดี ถ้าสอดไม่พอดีกระดาษจะเอียงและติดขัดเมื่อป้อนเข้าพิมพ์

นอกจากนี้เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดยังพิมพ์ได้เงียบกว่าเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ ทั้งนี้เพราะส่วนประกอบที่เป็นกลไกในการพิมพ์มีชิ้นส่วนที่ต้องเคลื่อนที่น้อยกว่า ประกอบกับการสร้างภาพไม่ได้เกิดจากการใช้แรงกดพิมพ์ หรือใช้เพียงแรงกดเบา ๆ เท่านั้น ทำให้ลดเสียงดังขณะพิมพ์ได้มาก ส่วนเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์นั้นขณะพิมพ์จะมีเสียงดัง อันเนื่องมาจากเสียงที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของหัวพิมพ์ไปกดกระแทกลงบนริบบอนหรือผ้าหมึกเพื่อทำให้หมึกพิมพ์จากผ้าหมึกไปติดที่กระดาษ รวมทั้งเสียงที่เกิดจากการหมุนเคลื่อนกระดาษและการเคลื่อนที่ของหัวพิมพ์ไปและกลับ ตามหน้ากว้างของกระดาษ นอกจากนี้การที่เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดใช้กลไกในการพิมพ์ที่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่น้อยกว่า จึงช่วยให้บำรุงรักษาเครื่องได้ง่ายกว่าเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์

2.2 เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดให้คุณภาพงานพิมพ์ที่ดีและคมชัด โดยทั่วไปคุณภาพงานพิมพ์และความคมชัดจะขึ้นกับความละเอียดทางการพิมพ์ (resolution) เครื่องพิมพ์ที่ผลิตงานได้ที่ความละเอียดการพิมพ์สูงจะให้งานพิมพ์ที่มีคุณภาพดีและมีความคมชัดตามไปด้วย เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดสามารถผลิต

งานพิมพ์ที่มีคุณภาพงานพิมพ์ดีและคมชัดกว่าเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ ทั้งงานภาพลายเส้นและตัวพิมพ์ที่เป็นงานสีเดียวขาว – ดำ ทั้งนี้เพราะกลไกการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ใช้หัวเข็มไปกดกระแทกเพื่อสร้างภาพ การที่หัวเข้มกระทบกับวัสดุใช้พิมพ์ อาจส่งผลให้ภาพพิมพ์ไม่สมบูรณ์ได้ นอกจากนี้ความละเอียดทางการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ยังขึ้นกับจำนวนหัวเข็ม จำนวนหัวเข็มมาก จะให้ความละเอียดทางการพิมพ์มากกว่าจำนวนหัวเข็มน้อย ซึ่งในการสร้างเครื่องพิมพ์มีข้อจำกัดตรงที่ไม่สามารถสร้างหัวเข็มที่เล็กเกินไปได้ จึงสร้างภาพได้ที่ความละเอียดเพียงระดับหนึ่งเท่านั้น ในขณะที่เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดสร้างภาพโดยอาศัยหลักการพ่นหมึก หลักการทางไฟฟ้าสถิต หลักการทางความร้อน และหลักการทางแม่เหล็ก ทำให้ไม่มีแรงกดกระแทกที่ไปกระทำต่อวัสดุใช้พิมพ์ขณะสร้างภาพ นอกจากนี้ด้วยหลักการหรือกลไกดังกล่าวช่วยให้สามารถสร้างภาพได้ที่ความละเอียดทางการพิมพ์สูงกว่า เช่น ที่ 1,400 จุดต่อนิ้ว เป็นต้น แต่สำหรับความละเอียดทางการพิมพ์สำหรับการใช้งานทั่วไปอยู่ที่ 300 และ 600 จุดต่อนิ้ว ตัวอย่างความละเอียดการพิมพ์ของการพิมพ์ไร้แรงกด แสดงดังภาพที่ 2



(ก) (ข)

ภาพที่ 2 เปรียบเทียบความละเอียดทางการพิมพ์และความคมชัดระหว่าง
(ก) เครื่องพิมพ์เลเซอร์และ (ข) เครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์

สำหรับการพิมพ์งานสีในยุคที่ใช้เครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์นั้นสามารถพิมพ์งานสีได้ด้วยการใช้หัวพิมพ์กระแทกไปบนริบบอนที่มีแถบหมึกอย่างน้อย 3 สี ต่อมาเมื่อมีการพัฒนาการพิมพ์ไร้แรงกดมาใช้สำหรับการพิมพ์งานสีทั้งงานพิมพ์สอดสีและสีพิเศษ ช่วยให้การผลิตงานพิมพ์หลายสีมีคุณภาพดีขึ้นมาก เครื่องพิมพ์พ่นหมึกใช้ตลับหมึกพิมพ์แม่สีที่มีหัวพ่นหมึกแต่ละสีแยกกัน เครื่องพิมพ์เลเซอร์สีพิมพ์งานสอดสีจ่ายโทนเนอร์แม่สีทีละสี แต่เครื่องพิมพ์ที่ใช้ในการพิมพ์งานสอดสีมากที่สุด คือ เครื่องพิมพ์ระบบถ่ายโอนความร้อน ได้แก่ เครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์และเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อม

ในกรณีงานพิมพ์สอดสี เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดสามารถพิมพ์งานสอดสีได้ ในขณะที่การพิมพ์ใช้แรงกดด้วยเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ใช้กับงานพิมพ์สีเดียวที่เป็นงานขาวดำเป็นส่วนใหญ่ เครื่องพิมพ์ไร้

แรงกดไม่ว่าจะเป็นการพิมพ์ไร้แรงกดระบบพ่นหมึก ระบบไฟฟ้าสถิต และระบบถ่ายโอนด้วยความร้อน สามารถพิมพ์งานพิมพ์สอดสีและพิมพ์สีอื่น ๆ เพิ่มขึ้นได้ บางรุ่นสามารถพิมพ์ 6 สี และ 7 สี ตัวอย่างเช่น ในเครื่องพิมพ์พ่นหมึกบางรุ่นมีตลับหมึกให้เลือกใช้ได้ 2 แบบ คือ แบบตลับหมึกแม่สี 4 สี คือ น้ำเงินเขียว ม่วงแดง เหลือง และดำกับตลับหมึก 6 สี ซึ่งเพิ่มหมึกอีก 2 สี คือ ม่วงแดงอ่อนและน้ำเงินเขียวอ่อน หรือ ส้มกับเขียว สำหรับพิมพ์งานให้มีคุณภาพใกล้เคียงภาพถ่าย ส่วนเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อมสามารถผลิตงานพิมพ์ที่เป็นภาพน้ำหนักสีต่อเนื่องเช่นเดียวกับภาพถ่ายได้

2.3 เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดมีความเร็วในการพิมพ์สูงกว่าเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดได้รับการพัฒนาให้พิมพ์ได้เร็วขึ้นเรื่อย ๆ และเร็วกว่าเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์มาก โดยเครื่องพิมพ์เลเซอร์พิมพ์ได้เร็วที่สุด รองลงมาคือ เครื่องพิมพ์พ่นหมึก และเครื่องพิมพ์ระบบถ่ายโอนด้วยความร้อน ความเร็วในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดขึ้นกับจำนวนสีที่พิมพ์ ความละเอียดการพิมพ์ การพิมพ์หน้าเดียวหรือสองหน้าขนาดป้อนพิมพ์ของวัสดุใช้พิมพ์ และจำนวนครั้งที่ป้อนพิมพ์ ตัวอย่างความเร็วในการพิมพ์สีเดียวของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่ความละเอียดการพิมพ์ 1,200 จุดต่อนิ้ว พิมพ์หน้าเดียว ขนาดกระดาษเอ 4 เช่น 16 หน้าต่อนาที และพิมพ์สอดสี 5 หน้าต่อนาที ส่วนตัวอย่างความเร็วการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์พ่นหมึกที่รายละเอียดเดียวกัน คือ 8 หน้าต่อนาที และพิมพ์สอดสี 4 หน้าต่อนาที เป็นต้น

ส่วนความเร็วในการพิมพ์สีเดียวของเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ขึ้นกับจำนวนหัวเข็มของหัวพิมพ์ ขนาดตัวพิมพ์และคุณภาพงานที่ต้องการว่าเป็นคุณภาพของฉบับร่างหรือดราฟต์ (high speed draft) หรือคุณภาพเกือบคมชัด (near letter quality, NLQ) ซึ่งแบบฉบับร่างจะพิมพ์ได้เร็วกว่า หน่วยความเร็วที่ใช้คือ จำนวนอักขระต่อวินาที (character per second, cps)

2.4 เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดมีราคาเครื่องลดลงมากจนอยู่ในระดับที่บุคคลทั่วไปสามารถซื้อมาใช้งานได้ เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดมีประสิทธิภาพหลายระดับ ราคาเครื่องพิมพ์จะแปรตามประสิทธิภาพในการทำงาน เช่น เครื่องพิมพ์สอดสีจะมีราคาแพงกว่าเครื่องพิมพ์สีเดียว เครื่องพิมพ์ที่พิมพ์งานที่ความละเอียดการพิมพ์ 1,200 จุดต่อนิ้ว ย่อมมีราคาแพงกว่าเครื่องพิมพ์ที่พิมพ์งานที่ความละเอียดการพิมพ์ 600 จุดต่อนิ้ว เป็นต้น อย่างไรก็ตามการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดมาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ต้นทุนราคาเครื่องพิมพ์มีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ซึ่งปัจจุบันอยู่ในระดับราคาที่บุคคลทั่วไปสามารถหาซื้อมาใช้งานส่วนบุคคลได้และมีราคาไม่แตกต่างจากเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์มากนัก ในขณะที่การใช้งานสะดวกกว่าและให้คุณภาพงานพิมพ์ดีกว่า

2.5 เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดสามารถพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ได้หลากหลายชนิด วัสดุใช้พิมพ์ที่นิยมพิมพ์ด้วยการพิมพ์ไร้แรงกด ได้แก่ กระดาษ ผ้า และพลาสติก ทั้งยังสามารถพิมพ์บนวัสดุทั้งที่เป็นแผ่นราบและที่มีรูปทรง นอกจากนี้สามารถพิมพ์บนกระดาษรูปลอกหรือกระดาษถ่ายโอนเพื่อ

ถ่ายทอดภาพไปพิมพ์และผนึกบนวัสดุใช้พิมพ์จริงได้ ทำให้สามารถผลิตสิ่งพิมพ์ได้หลากหลายชนิด เป็นต้นว่า

- การพิมพ์บนวัสดุที่มีรูปทรงเพื่อผลิตสิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์
- การพิมพ์เสื้อยืดโดยทอดภาพผ่านกระดาษรูปลอกหรือกระดาษถ่ายโอน เป็นต้น
- การพิมพ์บนเซรามิก
- การพิมพ์บัตรพลาสติก
- การทำสำเนาเอกสารทั่วไปที่ใช้วัสดุใช้พิมพ์เป็นกระดาษ
- การพิมพ์สิ่งพิมพ์ขนาดใหญ่เป็นพิเศษที่มีความยาวไม่จำกัดเพราะขึ้นกับความยาวม้วนวัสดุใช้พิมพ์
- การพิมพ์แบบฟอร์มเอกสารและซองจดหมายทั่วไป

สำหรับเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์นิยมใช้พิมพ์แบบฟอร์มเอกสาร กระดาษหัวจดหมาย ซองจดหมายการป้อนพิมพ์ทำได้ ทั้งในลักษณะป้อนกระดาษแบบฟอร์มต่อเนื่องและป้อนเป็นแผ่นกระดาษ อย่างไรก็ตามเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดไม่สามารถพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ที่ซ้อนกันหลาย ๆ ชั้น เพื่อผลิตสำเนาได้ ซึ่งต่างจากเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ที่สามารถพิมพ์ได้ เช่น การพิมพ์บนกระดาษสำเนาในตัว เป็นต้น จำนวนชั้นของกระดาษที่ซ้อนพิมพ์มีได้ถึง 6 แผ่น แต่ทั้งนี้ขึ้นกับน้ำหนักพื้นฐานและความหนาของกระดาษด้วย

2.6 เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดเป็นเครื่องพิมพ์ที่มีความสามารถในการทำงานหลายหน้าที่ เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดบางระบบและบางรุ่นได้รับการออกแบบให้เป็นเครื่องพิมพ์ที่มีความสามารถในการทำงานหลายหน้าที่ หมายความว่า นอกเหนือจากการทำหน้าที่ผลิตสิ่งพิมพ์ผ่านกระบวนการพิมพ์แล้ว ยังสามารถทำหน้าที่อื่นได้อีกด้วย ได้แก่การกราด การรับส่งโทรสาร และการผลิตภาพที่นำเข้าจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล

3. ความเป็นมาของการพิมพ์ไร้แรงกด

เดิมระบบการพิมพ์ไร้แรงกดเป็นการพิมพ์วิธีตรงลงบนวัสดุใช้พิมพ์จำพวกกระดาษที่เคลือบผิวพิเศษเฉพาะการพิมพ์แบบนั้น ๆ ทั้งนี้เพราะเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดในสมัยเดิมยังมีประสิทธิภาพต่ำ พิมพ์ได้ช้า คุณภาพยังไม่ดีพอ ต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์จึงยังคงสูง โดยเฉพาะต้นทุนค่ากระดาษ ต่อมาเพื่อลดต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์จึงมีการพัฒนาเครื่องพิมพ์ให้สามารถพิมพ์งานได้ดีและเร็วขึ้น ลดขั้นตอนการพิมพ์ให้ซับซ้อนน้อยลง สามารถพิมพ์งานได้ในปริมาณที่มากขึ้น และได้คุณภาพงานพิมพ์ที่สม่ำเสมอเหมือนกันทุกแผ่น สามารถพิมพ์บนกระดาษธรรมดาได้ มีการพัฒนาใช้วัสดุไวแสงที่ใช้เป็นสารเคลือบผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพและใช้ความร้อนในการสร้างภาพแฝงได้หลาย ๆ ครั้งบนวัสดุไวแสงเดิม การพัฒนาในทิศทางดังกล่าวส่งผลให้ต้นทุนค่าผลิตสิ่งพิมพ์ลดลง จนในที่สุดเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง

ขึ้นเรื่อย ๆ การพิมพ์ไร้แรงกดที่สำคัญและมีการใช้งานมากมี 3 ระบบ คือ ระบบพ่นหมึก ระบบไฟฟ้าสถิต และระบบความร้อน แต่ละระบบมีความเป็นมาดังนี้

3.1 ความเป็นมาของการพิมพ์ระบบพ่นหมึก

การพิมพ์ระบบพ่นหมึก เป็นการพิมพ์ไร้แรงกดที่สร้างภาพแบบจุด (dot matrix image) ซึ่งเป็นภาพพิมพ์ที่ได้เกิดจากหยดหมึกเล็ก ๆ มาเรียงต่อกันในลักษณะของจุดหมึกเล็ก ๆ บนวัสดุใช้พิมพ์ การพิมพ์ระบบพ่นหมึกจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบพ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่องและแบบพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการ ซึ่งแต่ละประเภทมีความเป็นมาดังนี้

3.1.1 ความเป็นมาของการพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบพ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่อง เริ่มจากปี พ.ศ.2377 (ค.ศ.1833) โดยซาวาร์ต (Savart) ได้ค้นพบปรากฏการณ์ในการสร้างหยดของเหลวในท่อที่สามารถพ่นออกมาเป็นหยดจากหัวพ่นได้ ในขณะนั้นของเหลวที่ใช้ยังไม่ใช่หมึกพิมพ์ ต่อมาในปี พ.ศ.2421 (ค.ศ.1878) มีการทดลองปรากฏการณ์นี้กับหมึกพิมพ์ และนำมาสู่กำเนิดของเทคโนโลยีการพิมพ์ระบบพ่นหมึก โดยลอร์ดเรย์ลี (Lord rayleigh) และเวเบอร์ (Weber) ต่างก็ได้อธิบายกลไกการแตกสายหมึกในท่อออกเป็นหยดหมึกเล็ก ๆ ด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นที่มาของหลักการสร้างภาพในการพิมพ์ระบบพ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่องที่ใช้กลไกการแตกสายหมึกเหลวเป็นหยดหมึกเล็ก ๆ จนกระทั่ง ถึงปี พ.ศ.2494 (ค.ศ.1951) บริษัทเอล์มควิสต์แห่งซีเมนส์ (Elmqvist of Seimens) จึงได้รับสิทธิบัตรเกี่ยวกับเครื่องพิมพ์พ่นหมึกที่ใช้กลไกการพ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่องของลอร์ดเรย์ลี แต่ผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการนำผลจากแนวคิดนี้มาใช้พัฒนาเทคโนโลยีการพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบต่อเนื่องที่ใช้กันจนถึงปัจจุบันแห่งมหาวิทยาลัยแสตนฟอร์ดซึ่งได้สาธิตวิธีการพ่นหมึกแบบต่อเนื่องที่พัฒนาขึ้นในช่วงต้นทศวรรษ 1960 วิธีการพ่นหมึกของดอกเตอร์สวีต คือการใช้คลื่นแรงดันตามรูปแบบที่กำหนดไปทำให้เกิดการพ่นหยดหมึกออกจากหัวพ่นอย่างต่อเนื่องโดยมีขนาดหยดเท่า ๆ กันและมีระยะห่างระหว่างหยดเท่ากัน จากนั้นใช้วิธีการจ่ายประจุไฟฟ้าให้หยดหมึก โดยหยดหมึกที่ไม่ใช้สร้างภาพและหยดหมึกส่วนที่จะไปสร้างภาพจะมีความแตกต่างกันทางประจุไฟฟ้า เมื่อหยดหมึกเหล่านี้เคลื่อนที่ผ่านสนามไฟฟ้าจะเคลื่อนที่คนละทิศทาง หยดหมึกที่ไม่ใช้สร้างภาพจะไปที่ส่วนกักหมึกและหยดหมึกส่วนที่จะไปสร้างภาพจะเคลื่อนที่ไปที่วัสดุใช้พิมพ์ ถือว่าเทคโนโลยีการพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบต่อเนื่องเริ่มเกิดขึ้นเป็นครั้งแรกตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา และในปลายทศวรรษ 1960s บริษัท เอ.บี. ดิค (A.B. DICK) ได้นำผลงานของดอกเตอร์สวีตมาใช้ในการพัฒนาเครื่องพิมพ์พ่นหมึกที่เรียกว่า “วิดีโอเจ็ด (Video - jet)”

ต่อมาในปี พ.ศ.2519 (ค.ศ.1976) ได้มีคณะทำงานคณะหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาและผู้ร่วมงาน แห่งสถาบันเทคโนโลยีลันต์ (Lund Institute of Technology) ในประเทศสวีเดน ได้พัฒนาเทคนิคการเพิ่มคุณภาพการผลิตน้ำหนักสีในการพิมพ์พ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่อง ด้วยกลไกการพ่นหยดหมึกไปตกบนแต่ละจุดภาพหรือพิกเซลที่จำนวนและขนาดหยดหมึกต่างกัน ทำให้แต่ละจุดภาพมีผล

ความดำต่างกัน จึงสามารถสร้างภาพพิมพ์สอดสีที่มีความเข้มหลายระดับลดหลั่นต่อเนื่องกันได้ ต่อมา บริษัทไอริสกราฟิกส์เป็นผู้ให้สิทธิบัตรเทคนิคการพิมพ์ระบบพ่นหมึกวิธีนี้ ไปใช้ในการสร้างเครื่องพิมพ์พ่นหมึกสำหรับพิมพ์งานคุณภาพสูงและใช้ในการพิมพ์แผ่นปรู๊ฟสีดิจิตอล

3.1.2 ความเป็นมาของการพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการ เทคโนโลยีการพ่นหมึกแบบพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดแตกต่างจากการพ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่อง ตรงที่เป็นการพ่นหยดหมึกออกจากท่อพ่นหมึกเฉพาะเวลาและเฉพาะบริเวณที่ต้องการสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์เท่านั้น การพัฒนาเครื่องพิมพ์พ่นหมึกแบบนี้เกิดขึ้น เนื่องจากความต้องการขจัดความซับซ้อนในเครื่องพิมพ์พ่นหมึกแบบพ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่องที่เกี่ยวข้องกับระบบการสร้างประจุไฟฟ้าให้แก่หยดหมึก อุปกรณ์ส่วนที่สร้างสนามไฟฟ้าเพื่อใช้เบนทิศทางหยดหมึกรวมทั้งระบบกักหมึกเพื่อหมุนเวียนหมึกมาใช้ใหม่

เทคโนโลยีการพ่นหมึกแบบพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดมีที่มาจากผลงานของแฮนเซลล์ (Hansell) ในระหว่างกรมช่างและกรมพม่า รวมกันทำให้เกินสงครามระหว่างปี พ.ศ.2493 - พ.ศ.2502 (ค.ศ.1950s) ซึ่งเป็นการค้นพบการใช้พลังงานไฟฟ้าไปทำให้วัสดุไพโซอิเล็กทริก (pie zoelectric material) สั่นแล้วส่งผลให้เกิดแรงดันขับของเหลวออกจากปลายหัวพ่นเป็นหยด ในขณะนั้นของเหลวที่ใช้ไม่ได้เจาะจงว่าเป็นหมึกพิมพ์ แต่ผู้มีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการในเวลาต่อมามี 2 คณะ คือ คณะทำงานของโซลทาน (Zoltan) ไคเซอร์ (Kyser) and เซียรส์ (Sears) ที่เป็นผู้คิดค้นการพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการที่ใช้วัสดุไพโซอิเล็กทริก และคณะทำงานของ เอนโดะ (Endo) และ ฮาระ (Hara) ที่เป็นผู้คิดค้นการพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการที่ใช้ความร้อน

โดยในปี พ.ศ.2520 (ค.ศ.1977) โซลทาน ไคเซอร์ และเซียรส์ ได้คิดค้นและประดิษฐ์เครื่องพิมพ์พ่นหมึกแบบพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการเป็นครั้งแรก โดยการใช้กระแสไฟฟ้าไปกระตุ้นให้วัสดุไพโซอิเล็กทริกในท่อพ่นหมึกหดและขยายตัว แล้วสร้างคลื่นความดันไปขับหยดหมึกให้พ่นออกมาจากปลายท่อพ่นหมึก

และในปี พ.ศ.2522 (ค.ศ.1979) เอนโดะ (Endo) และ ฮาระ (Hara) แห่งบริษัทแคนนอน (Canon) ได้คิดค้นและประดิษฐ์เครื่องพิมพ์พ่นหมึกแบบพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการที่ใช้ความร้อนขึ้นเป็นครั้งแรกเรียกว่า เครื่องพิมพ์บับเบิลเจ็ต (bubble jet) โดยใช้ความร้อนไปทำให้หมึกพิมพ์ฐานน้ำเดือดเป็นไอ เกิดเป็นฟองอากาศกลไกการเกิดและการสลายของฟองอากาศในท่อพ่นหมึกทำให้เกิดแรงดันในการขับหมึกออกจากหัวพ่น ต่อมาในปี พ.ศ.2527 (ค.ศ.1984) บริษัท ฮิวเลตต์แพคการ์ด (Hewlett Packard) ได้พัฒนาเครื่องพิมพ์พ่นหมึกแบบใช้ความร้อนเช่นกันเรียกว่า “ทิงค์เจต” (Thinkjet) และ เทอร์มัลอิงค์เจต (Thermal ink jet) เครื่องพิมพ์พ่นหมึกแบบใช้ความร้อนนี้ได้รับความนิยมมากสำหรับการใช้งานส่วนบุคคลและในสำนักงานขนาดเล็กเพราะมีข้อดีหลายประการเป็นต้นว่า ราคาเครื่อง

ถูก ขนาดกะทัดรัด พิมพ์งานได้หลายสี คุณภาพงานพิมพ์สีดีพอสมควร ใช้งานง่าย และไม่มีเสียงขณะพิมพ์ นับเป็นคู่แข่งที่สำคัญของเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์

อนึ่ง ในการพัฒนาระบบการพิมพ์และเครื่องพิมพ์พ่นหมึกทั้ง 2 ประเภทดังกล่าวข้างต้น ยังมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาด้านหัวพิมพ์ ได้แก่ การพัฒนาตลับหมึกให้มีความจุหมึกมากขึ้นและการพัฒนาหัวพ่นหมึกโดยเพิ่มจำนวนหัวพ่นหมึกและลดระยะระหว่างหัวพ่นหมึก เพื่อเพิ่มความเร็วในการพิมพ์และโดยการลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวฉีดพ่นหมึกเพื่อให้ขนาดหยดหมึกที่พ่นออกมาเล็กลง ส่งผลให้ความละเอียดการพิมพ์มากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาอีกด้านหนึ่งที่เกิดความคู่กัน คือ การพัฒนาด้านวัสดุทางการพิมพ์ที่ใช้ในการพิมพ์ระบบพ่นหมึก ซึ่งช่วงที่มีการพัฒนาอย่างเห็นได้ชัดเกิดขึ้นในช่วงทศวรรษ 1980 หรือระหว่างปี พ.ศ.2523 - 2532 สำหรับความเป็นมาของการพัฒนาวัสดุทางการพิมพ์ที่ใช้กับการพิมพ์ระบบพ่นหมึก คือ การพัฒนาด้านหมึกพิมพ์และวัสดุใช้พิมพ์

การพัฒนาด้านหมึกพิมพ์ หมึกพิมพ์ที่ใช้ในช่วงแรกเป็นหมึกเหลวซึ่งมีข้อจำกัด คือ จะแทรกซึมไปตามเส้นใยกระดาษ ส่งผลให้ขอบภาพไม่คมชัด ในการพิมพ์งานหลายสี หยดหมึกแต่ละสีซึมเข้าหากัน ส่งผลให้คุณภาพงานพิมพ์สีต่ำ ทำให้มีการพัฒนามาใช้หมึกพิมพ์ในสถานะของแข็งหรือหมึกพิมพ์แข็ง (solid ink) ซึ่งเป็นหมึกแข็งที่หลอมตัวได้เมื่อได้รับความร้อนที่เรียกว่า หมึกพิมพ์ฮอตเมลต์ (hotmelt ink) หรือเป็นหมึกพิมพ์ที่เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวได้ที่เรียกว่า หมึกพิมพ์เฟสเชนจ์ (phase-change ink) ที่ใช้ในเครื่องพิมพ์พ่นหมึกแบบเฟสเชนจ์ หมึกพิมพ์แข็งจึงเป็นหมึกที่หลอมตัวและเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวเมื่อได้รับความร้อน หมึกจะถูกฉีดพ่นออกมาในรูปของหยดหมึกเหลว เมื่อสัมผัสกระดาษ หมึกจะแข็งตัวทันที การซึมเข้าไปในเนื้อกระดาษจึงน้อย สีที่พิมพ์ได้จึงสดใสและความละเอียดการพิมพ์สูงขึ้น นอกจากนี้ยังลดปัญหาการอุดตันของหมึกพิมพ์ที่ปลายหัวพ่นหมึกด้วย การพัฒนาหมึกแข็งนี้เกิดขึ้นในช่วงปี พ.ศ.2528 - 2529 (ค.ศ.1985 - 1986) โดยเกิดที่บริษัทเทเลไทป์ (Teletype) ก่อน โดยเป็นการพัฒนาหมึกพิมพ์แข็งสำหรับเครื่องพิมพ์พ่นหมึกแบบพ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่อง ขณะที่การพัฒนาหมึกแข็งสำหรับการพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบพ่นหยดหมึก เฉพาะจุดที่ต้องการเกิดขึ้นในเวลาเดียวกันในหลายบริษัท เช่น บริษัทเอซ์ซอน (Exxon) บริษัทฮาวเท็ค (Howtek) บริษัทเท็คโทนิกซ์ (Tekrtonix) บริษัทดาต้าโพรดักส์ (Dataproducts) บริษัทสเปกตรา (Spectra) และบริษัทบราเทอร์ (Brother) เป็นต้น

การพัฒนาด้านวัสดุใช้พิมพ์ ในช่วงต้นทศวรรษ 1980s (early 1980s) บริษัทผลิตกระดาษหลายบริษัทในประเทศญี่ปุ่น เช่น บริษัทจุโจเปเปอร์ (Jujo Paper) และบริษัทมิตซูบิชิเปเปอร์มิลล์ (Mitsubishi Paper Mills) เป็นต้น ได้ริเริ่มหาแนวทางแก้ไขปัญหาวัสดุใช้พิมพ์สำหรับการพิมพ์ระบบพ่นหมึกซึ่งส่วนใหญ่เป็นกระดาษโดยการผลิตกระดาษเคลือบผิวพิเศษ ในระยะนั้นเครื่องพิมพ์พ่นหมึกไม่สามารถพิมพ์บนกระดาษธรรมดาได้ดี อย่างไรก็ตามต่อมามีการพัฒนาเครื่องพิมพ์พ่นหมึกให้สามารถ

พิมพ์บนกระดาษธรรมดาได้เพื่อลดต้นทุนค่าพิมพ์ หลังจากนั้นจึงมีการพัฒนาวัสดุใช้พิมพ์ที่เป็นกระดาษรูปลอก โดยบริษัทแคนนอนเป็นบริษัทแรกที่ผลิตกระดาษรูปลอกที่ใช้พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์พ่นหมึกแล้วถ่ายทอดภาพไปพิมพ์บนเสื้อยืด (T – shirt transfer paper)

3.2 ความเป็นมาของการพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิต

เทคโนโลยีการสร้างภาพด้วยหลักการทางไฟฟ้าสถิตเริ่มเกิดขึ้นครั้งแรกในช่วงทศวรรษ 1930 หรือระหว่างปี พ.ศ.2473 - 2482 แต่กระบวนการสร้างภาพในขณะนั้นยังซับซ้อนและมีหลายขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการใช้สารรับแสงที่ทำให้เกิดประจุได้ในที่มืด การกราดภาพด้วยเลเซอร์เพื่อสร้างภาพแฝงไฟฟ้าสถิต และการจ่ายโทนเนอร์เพื่อสร้างภาพปรากฏบนวัสดุใช้พิมพ์ แล้วใช้ความร้อนและแรงกดในการหลอมโทนเนอร์และผนึกภาพให้ติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์ จากเทคโนโลยีการสร้างภาพด้วยหลักการทางไฟฟ้าสถิตที่ค้นพบในครั้งนั้นได้นำมาสู่การพัฒนา เทคโนโลยีการพิมพ์ไร้แรงกดระบบไฟฟ้าสถิตขึ้นเป็นครั้งแรก คือ เทคโนโลยีการพิมพ์ซีโรกราฟีที่ใช้ในเครื่องทำสำเนา (copier) เครื่องพิมพ์สำเนา (duplicator) และเครื่องพิมพ์เลเซอร์ในเวลาต่อมา

3.2.1 ความเป็นมาของการพิมพ์ซีโรกราฟีที่ใช้ในเครื่องทำสำเนา ในปี พ.ศ.2481 (ค.ศ.1938) เชสเตอร์ฟลอยด์ คาร์ลสัน (Chester Floyd Carlson) เป็นบุคคลแรกที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาเทคโนโลยีการพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิต โดยการค้นพบวิธีการสร้างภาพทางไฟฟ้าสถิตที่กระตุ้นด้วยแสงที่เรียกว่าอิเล็กทรอนิกส์โทรโฟโตกราฟีขึ้นเป็นครั้งแรก แต่กระบวนการยังสร้างภาพในช่วงนั้นไม่ดี จนกระทั่งถึงปี พ.ศ.2487 (ค.ศ.1944) คาร์ลสันได้ร่วมมือกับสถาบันแบตเทลล์เมมอเรียล (Battelle Memorial Institute) ในการพัฒนากระบวนการสร้างภาพนี้ จนกระทั่งถึงปี พ.ศ.2490 (ค.ศ.1947) บริษัทแฮลลอยด์ (Haloid Company) ซึ่งต่อมาคือ บริษัท ซีร็อกซ์คอร์ปอเรชัน ได้รับสิทธิบัตรเทคโนโลยีอิเล็กโทรโฟโตกราฟีนี้มาพัฒนาในชื่อ ซีโรกราฟี (Xerography) ซึ่งเป็นภาษากรีก แปลว่า การพิมพ์แห้ง (dry printing) และนำไปใช้สร้างเครื่องทำสำเนาในชื่อการค้าว่า “ซีร็อกซ์” เครื่องทำสำเนาซีร็อกซ์ระบบการทำงานด้วยมือเครื่องแรกสร้างสำเร็จและผลิตออกจำหน่ายในตลาดเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2492 (ค.ศ.1949) นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาจึงมีหลายบริษัทที่นำเทคโนโลยีการพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิตมาใช้ในการผลิตเครื่องทำสำเนาและเครื่องพิมพ์สำเนาออกจำหน่ายมากมาย และในปี พ.ศ.2503 (ค.ศ.1960) บริษัทซีร็อกซ์ได้ผลิตและจำหน่ายเครื่องทำสำเนาระบบอัตโนมัติเครื่องแรกสำเร็จ คือ เครื่องทำสำเนารุ่นซีร็อกซ์ 914 (Xerox 914)

3.2.2 ความเป็นมาของการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ หลังจากที่บริษัทซีร็อกได้ประสบความสำเร็จในการผลิตเครื่องทำสำเนาออกจำหน่ายแล้ว จึงนำเทคโนโลยีการพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิตที่ใช้แสงเลเซอร์สร้างภาพมาใช้พัฒนาเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่มีความละเอียดในการพิมพ์สูง ในปี พ.ศ.2520 (ค.ศ.1977) บริษัท ซีร็อกซ์ จึงประสบความสำเร็จในการผลิตเครื่องพิมพ์เลเซอร์เครื่องแรกที่ไม่ใช่

เครื่องพิมพ์ตั้งโต๊ะแต่เป็นเครื่องพิมพ์ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ออกจำหน่าย นับตั้งแต่นั้นมาจึงมีหลายบริษัทที่ให้ความสนใจพัฒนาเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ตัวอย่างเช่น ในปี พ.ศ.2525 (ค.ศ.1982) บริษัทแคนนอนได้ผลิตเครื่องพิมพ์เลเซอร์ตั้งโต๊ะเครื่องแรก และในปี พ.ศ.2527 (ค.ศ.1984) บริษัทแคนนอน ผลิตและจำหน่ายส่วนพิมพ์ (print engine) ที่ใช้กับเครื่องพิมพ์เลเซอร์ รุ่นแอลบีพี - ซีเอกซ์ (LBP - CX) ออกจำหน่าย และได้รับความสนใจจากบริษัทอื่นนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ของบริษัทเหล่านั้น เป็นต้นว่า เครื่องพิมพ์เลเซอร์รุ่นเลเซอร์เจ็ต (Laserjet) ของบริษัท ฮิวเลตต์แพคการ์ด และเครื่องพิมพ์เลเซอร์ รุ่นแอปเปิลเลเซอร์ไรเตอร์ (Apple laserwriter) ของบริษัทแอปเปิล

นับตั้งแต่นั้นมาได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้กับเครื่องพิมพ์เลเซอร์มาอย่างต่อเนื่องในทุกด้าน ที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการพิมพ์ให้สามารถพิมพ์ได้รวดเร็ว ให้ความละเอียดในการพิมพ์สูง ให้งานพิมพ์คุณภาพสม่ำเสมอทุกแผ่น ตลอดจนออกแบบให้เครื่องพิมพ์มีราคาลดลง และต้นทุนค่าพิมพ์ถูกลง รวมทั้งมีการพัฒนาเครื่องพิมพ์ขนาดใหญ่ที่เรียกว่า พลอตเตอร์ (plotter) สำหรับผลิตสิ่งพิมพ์ที่เป็นงานออกแบบทางด้านวิศวกรรมกับสถาปัตยกรรมและผลิตสิ่งพิมพ์ที่เป็นแผ่นป้ายโฆษณาขนาดใหญ่ ในส่วนการพัฒนาหมึกพิมพ์นั้นมีทั้งที่พัฒนาเทคโนโลยีผงหมึกที่เรียกว่า โทนเนอร์แห้ง และการพัฒนาโทนเนอร์เหลวที่ให้ความเข้มของสีสูง และให้ชั้นโทนเนอร์ที่ทนทานมากกว่าโทนเนอร์แห้งเมื่อนำไปติดตั้งกลางแจ้งหรือนอกอาคาร ส่วนการพัฒนาด้านวัสดุใช้พิมพ์ ได้แก่ การพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์อื่นนอกเหนือจากกระดาษได้หลากหลายชนิดขึ้น อาทิ ผ้า เซรามิกและพลาสติก เป็นต้น รวมทั้งสามารถพิมพ์ทางอ้อมบนวัสดุที่มีรูปทรงต่าง ๆ เช่น กระเบื้องเคลือบ สำหรับปูพื้นหรือปูผนัง เครื่องครัวเซรามิก และสินค้าจำพวกกีฬา เป็นต้น โดยพิมพ์และถ่ายทอดภาพผ่านกระดาษรูปลอก ทั้งนี้ก่อนปี พ.ศ.2538 (ค.ศ.1995) การพิมพ์ไร้แรงกดระบบไฟฟ้าสถิตเป็นระบบการพิมพ์ที่ใช้กันมาก สำหรับการพิมพ์งานในสำนักงานและงานพิมพ์ที่ต้องการความรวดเร็ว แต่เมื่อการพิมพ์ระบบพ่นหมึกเริ่มมีบทบาทมากขึ้นอันเนื่องมาจากการพัฒนาที่ต่อเนื่อง เครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึกจึงเป็นคู่แข่งขันทางการตลาดที่สำคัญของเครื่องพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิต

3.3 ความเป็นมาของการพิมพ์ระบบความร้อน

การพิมพ์ระบบความร้อนมีทั้งแบบวิธีตรงและแบบถ่ายโอนด้วยความร้อนซึ่งเป็นวิธีอ้อม ความเป็นมาของการพิมพ์ระบบความร้อน เริ่มจากวิธีถ่ายโอนความร้อนแบบเทอร์มัลแวกซ์ก่อนตามด้วยการพิมพ์ระบบความร้อนวิธีตรง และการพิมพ์ระเหิดสีย้อมตามลำดับ

3.3.1 ความเป็นมาของการพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ เทคโนโลยีการพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ได้ถือกำเนิดขึ้นเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ.2513 (ค.ศ.1970) แต่การผลิตเป็นเครื่องพิมพ์ออกจำหน่ายนั้นเกิดขึ้นภายหลังในราวกลางทศวรรษ 1980 (mid 1980s) หรือประมาณปี พ.ศ.2526 - 2527 โดยบริษัท ชินโกอิเล็กทริก (shinko Electric) และบริษัทไซโก ส(Seiko) ได้ผลิตเครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์เครื่องแรกออกจำหน่าย

สำหรับตัวอย่างบริษัทอื่น ๆ ที่มีบทบาทในการผลิตเครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ออกจำหน่ายในเวลาต่อมา เช่น บริษัท คิวเอ็มเอส (QMS) บริษัทโอเซ่ (OCE/) และบริษัท เท็คโทรนิกซ์ (Tektronix) เป็นต้น

3.3.2 ความเป็นมาของการพิมพ์ระบบความร้อนวิธีตรง ต่อมาหลังจากที่เกิดการค้นพบเทคโนโลยีการพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์แล้ว จึงได้เกิดเทคโนโลยีการพิมพ์ระบบความร้อนวิธีตรงขึ้นโดยผู้ที่ค้นพบวิธีการพิมพ์นี้เป็นคณะแรกคือ ซิโมซุมา (Shimosuma) และเพื่อนร่วมงาน โดยได้คิดค้นเทคโนโลยีการพิมพ์ไร้แรงกดระบบความร้อนแบบอิเล็กโทรเซนซิทิฟ (electrosensitive printing) ขึ้นเป็นครั้งแรก ในปี พ.ศ.2518 (ค.ศ.1975) แต่การพัฒนาการพิมพ์ความร้อนวิธีตรงทางการพิมพ์มีน้อยกว่าแบบถ่ายโอนด้วยความร้อน

3.3.3 ความเป็นมาของการพิมพ์ระเหิดสีย้อม สำหรับเทคโนโลยีการพิมพ์ถ่ายโอนด้วยความร้อนแบบระเหิดสีย้อมนั้นเกิดขึ้นหลังสุด กล่าวคือ เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2525 (ค.ศ.1982) โดยบริษัท โซนีมาวิกราฟ (Sony Mavigraph) ได้สร้างเครื่องพิมพ์ต้นแบบเครื่องแรกที่ใช้ระบบการพิมพ์แบบถ่ายโอนสีย้อมด้วยความร้อน (thermal dye transfer printer) ขึ้นในปี พ.ศ.2525 ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ใกล้เคียงกับที่บริษัท ชินโกอิเล็กทริก (Shinko Electric) และบริษัท ไซโก (Seiko) ได้ผลิตเครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์เครื่องแรกออกจำหน่าย จนกระทั่งถึง ปี พ.ศ. 2529 (ค.ศ.1986) บริษัท โซนีมาวิกราฟ จึงได้ผลิตเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อมรุ่นมาวิกราฟออกจำหน่าย

นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาเมื่อเทคโนโลยีการพิมพ์สีมีความก้าวหน้ามากขึ้น การพัฒนาเครื่องพิมพ์ระบบความร้อนจึงพัฒนาตามไปด้วยทั้งในด้านประสิทธิภาพการพิมพ์ คุณภาพงานพิมพ์ ราคาเครื่องพิมพ์ และต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์

4. เกณฑ์ในการจำแนกประเภทของการพิมพ์ไร้แรงกด

การพิมพ์ไร้แรงกดที่สำคัญมี 5 ระบบ ได้แก่ ระบบพ่นหมึก (inkjet printing) ระบบไฟฟ้าสถิตหรืออิเล็กโทรสแททิก (electrostatic printing) ระบบความร้อน (thermal printing) ระบบไอโอโนกราฟี (ionography) และระบบแมกนีโทกราฟี (magnetography) ทั้งนี้การพิมพ์ไร้แรงกดแต่ละระบบยังสามารถจำแนกย่อยได้อีกหลายระบบซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดต่อไป อนึ่งในการจำแนกประเภทของการพิมพ์ไร้แรงกดนี้จำแนกตามเกณฑ์หลายเกณฑ์ที่สำคัญ ได้แก่ วิธีการสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ ลักษณะการใช้แรงกดและการสัมผัสระหว่างหัวพิมพ์หรือตัวกลางถ่ายทอดภาพกับวัสดุใช้พิมพ์ในขณะพิมพ์ การเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเมื่อหัวพิมพ์ได้รับสัญญาณข้อมูลภาพจากระบบคอมพิวเตอร์ และชนิดของสารที่ทำให้เกิดภาพ

4.1 วิธีการสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์

วิธีการสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ หมายถึง วิธีการสร้างภาพพิมพ์ที่ปรากฏสีของหมึกพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์การสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ในระบบการพิมพ์ไร้แรงกด จะควบคุมโดยสัญญาณข้อมูลภาพจากระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งจะถูกส่งไปที่หัวพิมพ์แล้วทำให้เกิดการสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ได้ 2 วิธี คือ การสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์โดยตรงหรือวิธีตรง (direct printing) และการสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์วิธีอ้อม (indirect printing) โดยผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพ (image carrier)



ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงวิธีการสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทการพิมพ์ไร้แรงกด

4.1.1 การสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์โดยตรง เป็นการใช้หัวพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์โดยตรง โดยไม่ผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพใด ๆ เป็นการสร้างภาพเพียงครั้งเดียว ไม่มีการสร้างภาพแฝงและภาพปรากฏบนวัสดุใด ๆ มาก่อน วิธีการสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์โดยตรงนี้จำแนกได้เป็น 2 แบบ คือ

4.1.1.1 การสร้างภาพแบบที่หัวพิมพ์ไม่สัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์ ได้แก่ การสร้างภาพแบบพ่นหมึกจากหัวพิมพ์ที่เป็นหัวพ่นหมึกซึ่งมีหลายแบบ เช่น มีหัวพ่นหมึกหัวเดียว หัวคู่ หรือหลายหัวเรียงกันเป็นแถว เป็นต้น หมึกพิมพ์ที่ใช้ต้องเป็นหมึกเหลว หัวพิมพ์สามารถพ่นหมึกไปสร้างภาพพิมพ์ที่ต้องการบนวัสดุใช้พิมพ์ได้ด้วย เทคโนโลยีการสร้างหยดหมึกและการพ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่องและแบบพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการ โดยแบบพ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่องนั้นจะมีการให้ประจุแก่หยดหมึกบางส่วนเพื่อให้เกิดความแตกต่างระหว่างหยดหมึกที่ต้องการพ่นไปสร้างภาพและหยดหมึกที่ไม่ต้องการสร้างภาพ ดังนั้นเมื่อหยดหมึกทั้งที่มีประจุไฟฟ้าและไม่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านสนามไฟฟ้าที่หน่วยเบนทิศทางการเคลื่อนที่ของหยดหมึก หยดหมึกที่มีประจุไฟฟ้าและไม่มีประจุไฟฟ้าจะเคลื่อนที่คนละทิศทางกัน ส่วนหยดหมึกที่มีประจุไฟฟ้าหรือไม่มีประจุไฟฟ้าจะเป็นหยดหมึกที่ไปสร้างภาพนั้นขึ้นกับการออกแบบของเครื่องพิมพ์พ่นหมึก ดังนั้นการพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบนี้จึงไม่จัดอยู่ในกลุ่มการพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิต เพราะการสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ไม่ได้เกิดจากแรงทางไฟฟ้าสถิตระหว่างโทนเนอร์หรือหมึกพิมพ์กับวัสดุใช้พิมพ์ เพียงแต่อาศัยแรงทางไฟฟ้าสถิตในการควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของหมึกพิมพ์ส่วนที่มีประจุไปที่วัสดุใช้พิมพ์เท่านั้น

4.1.1.2 การสร้างภาพแบบที่หัวพิมพ์สัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์ เป็นวิธีการสร้างภาพที่ใช้หัวพิมพ์ความร้อน หรือหัวพิมพ์ไฟฟ้าไปสัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์ที่เคลือบผิวพิเศษ แล้วทำให้เกิดภาพพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์นั้น

4.1.2 การสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์โดยผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพ เป็นการใช้หัวพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์โดยผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพก่อน เป็นการสร้างภาพมากกว่า 1 ครั้ง เช่น สร้างภาพแฝง (latent image) และภาพปรากฏบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ (developed image หรือ tone image) ตามลำดับ แล้วจึงถ่ายทอดไปสร้างภาพพิมพ์ที่ปรากฏบนวัสดุใช้พิมพ์ (visible image)

ในระบบการพิมพ์ที่ใช้แรงกด ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่สำคัญ ได้แก่ แม่พิมพ์ประเภทต่าง ๆ เป็นต้นว่า แม่พิมพ์พื้นลึก แม่พิมพ์พื้นนูน แม่พิมพ์พื้นราบ และแม่พิมพ์พื้นฉลุ ในระบบการพิมพ์ออฟเซตซึ่งเป็นระบบที่มีการถ่ายทอดภาพ 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ถ่ายทอดภาพจากโมแม่พิมพ์ไปให้โมยาง และครั้งที่ 2 ถ่ายทอดภาพจากโมยางไปให้วัสดุใช้พิมพ์ โมยางก็จัดเป็นตัวกลางถ่ายทอดภาพอีกชนิดหนึ่ง แต่ในระบบการพิมพ์ไร้แรงกดตัวกลางถ่ายทอดภาพมี 2 ชนิด คือ ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่

เป็นส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์ และตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เป็นวัสดุทางการพิมพ์ ได้แก่ แผ่นฟิล์ม เคลือบหมึกพิมพ์ ดังนั้น วิธีการสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ โดยผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพจึงจำแนกตามชนิดของตัวกลางถ่ายทอดภาพได้เป็น 2 วิธี คือ การสร้างภาพผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เป็นส่วนประกอบ ของเครื่องพิมพ์และการสร้างภาพผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เป็นวัสดุทางการพิมพ์

4.1.2.1 การสร้างภาพผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์ โดยทั่วไปตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์ มีลักษณะเป็นกระบอกหรือสายพานที่เคลือบผิวด้วยสารที่มีสมบัติพิเศษ ผิวของตัวกลางถ่ายทอดภาพประเภทนี้จะเป็นบริเวณที่เกิดภาพแฝงและภาพปรากฏ ตัวกลางถ่ายทอดภาพแบบนี้มีทั้งประเภทที่ใช้แสงและไฟฟ้าในการสร้างภาพแฝง ได้แก่ กระบอกหรือสายพานนำแสงและไดอิเล็กทริก ของการพิมพ์อิเล็กโทรโฟโตกราฟี ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่ใช้เฉพาะไฟฟ้าในการสร้างภาพแฝง แต่ไม่ต้องใช้แสง ได้แก่ กระบอกหรือสายพานไดอิเล็กทริกของการพิมพ์ไอโอโนกราฟี และกระบอกแมกนีทิกของการพิมพ์แมกนีโทกราฟี

1) กระบอกหรือสายพานนำแสงไดอิเล็กทริกของการพิมพ์อิเล็กโทรโฟโตกราฟี เป็นตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เคลือบสารนำแสง (photoconductor) ซึ่งเมื่อได้รับแสงแล้วจะมีสมบัติไดอิเล็กทริก คือ เปลี่ยนสมบัติจากที่เคยเป็นฉนวนไฟฟ้าเป็นความสามารถในการเกิดประจุไฟฟ้าและเก็บประจุไฟฟ้าไว้ได้ จึงเกิดภาพแฝงบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ ทั้งนี้บริเวณภาพแฝงและบริเวณไร้ภาพบนตัวกลางถ่ายทอดภาพจะต้องมีความแตกต่างกันของประจุไฟฟ้า อาทิ ถ้าบริเวณภาพแฝงมีประจุ บริเวณไร้ภาพต้องไม่มีประจุ แต่ถ้าบริเวณภาพแฝงไม่มีประจุ บริเวณไร้ภาพต้องมีประจุ เช่นนี้โทนเนอร์จึงเลือกติดเฉพาะที่บริเวณภาพแฝงได้ด้วยแรงทางไฟฟ้าสถิต

2) กระบอกหรือสายพานไดอิเล็กทริกของการพิมพ์ไดโอโนกราฟี เป็นตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เคลือบสารที่มีสมบัติไดอิเล็กทริก คือ เมื่อได้รับประจุไฟฟ้าแล้วจะเปลี่ยนสมบัติจากที่เดิมเป็นฉนวนไฟฟ้าเป็นความสามารถในการเกิดประจุไฟฟ้าและเก็บประจุไว้ได้ ภาพแฝงบนตัวกลางถ่ายทอดภาพแบบนี้เป็นภาพแฝงที่มีประจุลบ เพราะเกิดจากการจ่ายอิเล็กตรอนไปเลือกตกสะสมที่ผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพเฉพาะบริเวณที่ต้องการให้เกิดภาพ ส่วนบริเวณไร้ภาพจะไม่มีประจุ โทนเนอร์จึงเลือกติดเฉพาะที่บริเวณภาพแฝงได้ด้วยแรงทางไฟฟ้าสถิต

3) กระบอกแมกนีทิกของการพิมพ์แมกนีโทกราฟี เป็นตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เคลือบสารที่มีสมบัติแมกนีทิก คือ เมื่อบริเวณใดบนผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพได้รับกระแสไฟฟ้า จะเกิดการเหนี่ยวนำให้ผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพบริเวณนั้นเกิดสนามแม่เหล็ก กลายเป็นภาพแฝงแมกนีทิกที่สามารถดูดโทนเนอร์ที่ผสมผงแม่เหล็กได้

4.1.2.2 การสร้างภาพผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เป็นวัสดุทางการพิมพ์ ได้แก่ การสร้างภาพผ่านแผ่นฟิล์มเคลือบหมึกพิมพ์แล้วถ่ายโอนหมึกพิมพ์นั้นไปยังวัสดุใช้พิมพ์ โดยการทำให้หมึก

พิมพ์เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวหรือเป็นก๊าซก่อน สำหรับแผ่นฟิล์มเคลือบหมึกพิมพ์สำหรับการพิมพ์สอดสีจะเคลือบหมึกพิมพ์เป็นแถบหมึกแม่สี 3 สี คือ น้ำเงินเขียว ม่วงแดง และเหลือง หรือเป็นแถบหมึกแม่สี 4 สี โดยเพิ่มแถบหมึกพิมพ์สีดำอีก 1 สี โดยเคลือบเป็นแถบ ๆ เรียงต่อกัน

1) การสร้างภาพผ่านแผ่นฟิล์มเคลือบแวกซ์สีของการพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ แผ่นฟิล์มเคลือบแวกซ์สีเป็นแผ่นฟิล์มที่เคลือบหมึกพิมพ์ฐานแวกซ์ซึ่งมีสารให้สีเป็นผงสี หมึกพิมพ์ชนิดนี้มีสมบัติหลอมละลายกลายเป็นของเหลวได้เมื่อได้รับความร้อนจากหัวพิมพ์ความร้อน ณ ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสม ในการถ่ายโอนหมึกพิมพ์จากแผ่นฟิล์มเคลือบแวกซ์สีไปสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์นั้นจะถ่ายโอนในสถานะของเหลว บริเวณแถบหมึกบนแผ่นฟิล์มเคลือบแวกซ์สีที่ได้รับความร้อนเท่านั้นที่จะถ่ายโอนไปสร้างภาพ ส่วนบริเวณแถบหมึกบนแผ่นฟิล์มเคลือบแวกซ์สีที่ไม่ได้รับความร้อน จะยังคงสถานะเป็นของแข็งเคลือบติดบนชั้นฐานฟิล์มพลาสติกเหมือนเดิม

2) การสร้างภาพผ่านแผ่นฟิล์มเคลือบสีย้อมของการพิมพ์ระเหิดสีย้อม แผ่นฟิล์มเคลือบสีย้อมเป็นแผ่นฟิล์มที่เคลือบหมึกพิมพ์ ซึ่งมีสารให้สีเป็นสีย้อมที่มีสมบัติระเหิดได้เมื่อได้รับความร้อน ณ ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสม กล่าวคือ เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นก๊าซได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนเป็นของเหลวก่อน ในการถ่ายโอนหมึกพิมพ์จากแผ่นฟิล์มเคลือบสีย้อมไปสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์นั้นจะถ่ายโอนโดยการแพร่ในสถานะของก๊าซหรือการแพร่ของไอสีย้อม (dye diffusion) บริเวณแถบหมึกบนแผ่นฟิล์มเคลือบสีย้อมที่ได้รับความร้อนเท่านั้นที่จะแพร่และถ่ายโอนไปสร้างภาพ ส่วนบริเวณแถบหมึกบนแผ่นฟิล์มเคลือบสีย้อมที่ไม่ได้รับความร้อน จะยังคงสถานะเป็นของแข็งเคลือบติดบนชั้นฐานฟิล์มพลาสติกเหมือนเดิม

4.2 ลักษณะการใช้แรงกดและการสัมผัสระหว่างหัวพิมพ์หรือตัวกลางถ่ายทอดภาพกับวัสดุใช้พิมพ์ในขณะพิมพ์

ในระบบการพิมพ์ทั่วไปที่ใช้แรงกดพิมพ์ แรงกดพิมพ์เกิดจากโมกดพิมพ์และที่ปาดหมึก ในขณะที่มีการให้แรงกดพิมพ์เพื่อถ่ายทอดภาพนั้น ตัวกลางถ่ายทอดภาพจะสัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์ไปพร้อม ๆ กัน เช่น ในระบบออฟเซตลิโทกราฟี โมยางสัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์ขณะถ่ายทอดภาพด้วยแรงกดจากโมกดพิมพ์ ในระบบการพิมพ์สกรีนหรือพื้นฉลุลายผังแม่พิมพ์สกรีนสัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์และถ่ายทอดภาพด้วยแรงกดพิมพ์จากที่ปาดหมึก ในระบบการพิมพ์กราวัวร์ โมแม่พิมพ์สัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์และถ่ายทอดภาพด้วยแรงกดพิมพ์จากโมกดพิมพ์ ในระบบการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดอต – เมทริกซ์ หัวพิมพ์หรือหัวเข็มจะสัมผัสกับผ้าหมึกที่ซ้อนบนวัสดุใช้พิมพ์ แล้วถ่ายทอดภาพด้วยแรงกดกระแทกจากหัวพิมพ์ เป็นต้น แต่ในระบบการพิมพ์ไร้แรงกดนั้น การสร้างภาพและการถ่ายทอดภาพไปให้วัสดุใช้พิมพ์จะแตกต่างจากระบบการพิมพ์ทั่วไปที่ใช้แรงกด โดยจำแนกเป็น 3 ประเภท ตามลักษณะการใช้แรงกดและการสัมผัสระหว่างหัวพิมพ์หรือตัวกลางถ่ายทอดภาพกับวัสดุใช้พิมพ์ในขณะพิมพ์ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนภูมิแสดงลักษณะการใช้แรงกดและการสัมผัสระหว่างหัวพิมพ์หรือตัวกลางถ่ายทอดภาพกับวัสดุใช้พิมพ์ในขณะพิมพ์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทการพิมพ์ไร้แรงกด

4.2.1 การพิมพ์ที่ไม่ใช้แรงกดและไม่มีการสัมผัสระหว่างหัวพิมพ์หรือตัวกลางถ่ายทอดภาพกับวัสดุใช้พิมพ์ ได้แก่ การพิมพ์ระบบพ่นหมึก ซึ่งจัดเป็นการพิมพ์ไร้แรงกดที่แท้จริงเพราะเป็นการสร้างภาพโดยการสร้างหยดหมึกแล้วใช้หัวพิมพ์พ่นหยดหมึกนั้น ไปที่วัสดุใช้พิมพ์ที่อยู่ห่างจากหัวพิมพ์โดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ที่ให้แรงกด และไม่มีการสัมผัสระหว่างหัวพิมพ์หรือตัวกลางถ่ายทอดภาพกับวัสดุใช้พิมพ์

4.2.2 การพิมพ์ที่ไม่ใช้แรงกดแต่มีการสัมผัสระหว่างหัวพิมพ์หรือตัวกลางถ่ายทอดภาพกับวัสดุใช้พิมพ์ จำแนกได้ 2 ประเภท คือ

4.2.2.1 การพิมพ์ที่ไม่ใช้แรงกดแต่มีการสัมผัสระหว่างหัวพิมพ์กับวัสดุใช้พิมพ์และไม่มีตัวกลางถ่ายทอดภาพ ได้แก่ การพิมพ์อิเล็กโทรกราฟีและการพิมพ์ระบบความร้อนวิธีตรงแบบนี้ไม่มีตัวกลางถ่ายทอดภาพหัวพิมพ์จะสัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์ที่เคลือบผิวเป็นพิเศษ ส่งผลให้เกิดภาพได้เพราะกระแสไฟฟ้าหรือความร้อน จากหัวพิมพ์ไปกระตุ้นให้ชั้นเคลือบผิวบนวัสดุใช้พิมพ์ในบริเวณที่ต้องการสร้างภาพเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือทางเคมี การสร้างภาพพิมพ์แบบนี้จึงไม่ต้องใช้อุปกรณ์ที่ให้แรงกด

4.2.2.2 การพิมพ์ที่ไม่ใช้แรงกด แต่มีการสัมผัสระหว่างตัวกลางถ่ายทอดภาพกับวัสดุใช้พิมพ์ การพิมพ์ลักษณะนี้จำแนกได้ 2 ประเภท คือ

1) ประเภทที่หัวพิมพ์ไม่สัมผัสกับตัวกลางถ่ายทอดภาพ ได้แก่ การพิมพ์อิเล็กโทรโฟโตกราฟีในเครื่องพิมพ์อิเล็กโทรโฟโตกราฟี หัวพิมพ์จะอยู่ใกล้แต่ไม่สัมผัสกับตัวกลางถ่ายทอดภาพซึ่งอาจเป็นกระบอกหรือสายพาน แต่ตัวกลางถ่ายทอดภาพจะสัมผัสวัสดุใช้พิมพ์ หัวพิมพ์จะสร้างภาพแฝงและภาพปรากฏก่อน จึงมีการถ่ายทอดภาพปรากฏจากตัวกลางถ่ายทอดภาพไปให้วัสดุใช้พิมพ์ โทนเนอร์จะติดบนวัสดุใช้พิมพ์ได้ด้วย แรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตระหว่างโทรเนอร์กับวัสดุใช้พิมพ์ โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ที่ให้แรงกด แต่ใช้อุปกรณ์จ่ายประจุไฟฟ้าให้แก่วัสดุใช้พิมพ์เพื่อสร้างแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตระหว่างโทนเนอร์กับวัสดุใช้พิมพ์แทน

2) ประเภทที่หัวพิมพ์สัมผัสกับตัวกลางถ่ายทอดภาพ ได้แก่ การพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์และการพิมพ์ระเหิดสีย้อม ในขณะที่มีการถ่ายทอดภาพ หัวพิมพ์ความร้อนจะสัมผัสตัวกลางถ่ายทอดภาพ และตัวกลางถ่ายทอดภาพจะสัมผัสวัสดุใช้พิมพ์ โดยตัวกลางถ่ายทอดภาพจะอยู่ระหว่างหัวพิมพ์กับวัสดุใช้พิมพ์ ตัวกลางถ่ายทอดภาพในที่นี้ คือ แผ่นฟิล์มเคลือบแวกซ์สีหรือสีย้อม ซึ่งเมื่อหัวพิมพ์ความร้อนสัมผัสแผ่นฟิล์มเคลือบแวกซ์สีหรือสีย้อมที่อยู่ระหว่างหัวพิมพ์กับวัสดุใช้พิมพ์แล้ว แวกซ์สีหรือสีย้อมจะเปลี่ยนสถานะ แล้วแยกจากชั้นฐานฟิล์มพลาสติกไปติดที่ผิววัสดุใช้พิมพ์โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ที่ให้แรงกด

4.2.3 การพิมพ์ที่ใช้แรงกดเล็กน้อยและมีการสัมผัสระหว่างตัวกลางถ่ายทอดภาพกับวัสดุใช้พิมพ์ แรงกดที่ใช้ในการพิมพ์ไร้แรงกดแบบนี้ จะน้อยกว่าแรงกดพิมพ์ที่ใช้ในเครื่องพิมพ์ในระบบการพิมพ์

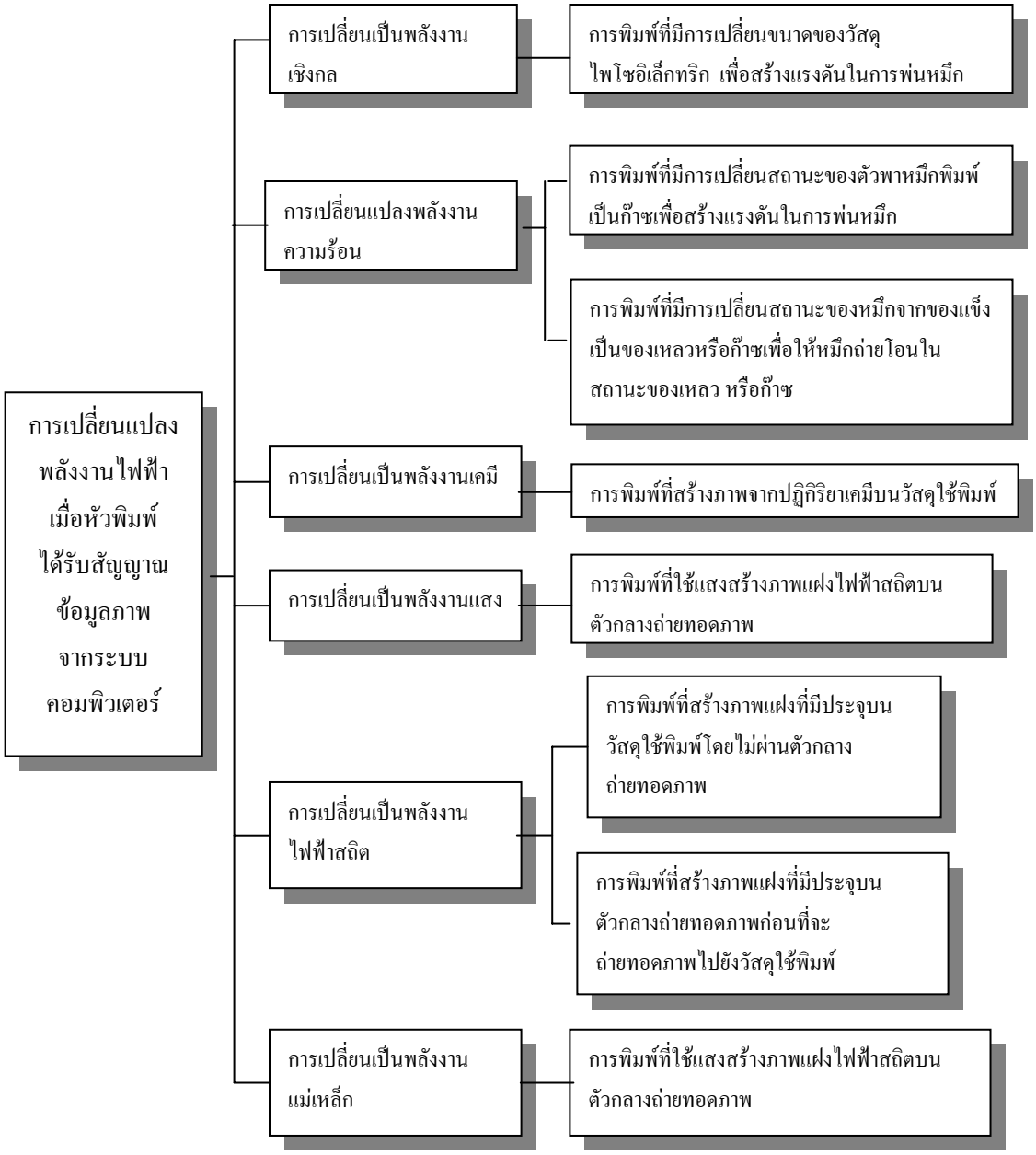
ทั่วไปที่ใช้แรงกดอย่างมาก ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่ใช้ ได้แก่ กระบอกและสายพาน หัวพิมพ์จะไม่สัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์ แต่ตัวกลางถ่ายทอดภาพจะสัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์ในขณะถ่ายทอดภาพ ซึ่งขั้นตอนการพิมพ์ไร้แรงกดทั่วไปในข้อ 4.2.1, 4.2.2 และ 4.2.3.1 นั้น การผนึกภาพเป็นขั้นตอนที่ต่อจากการถ่ายทอดภาพ แต่ยกเว้นเฉพาะการพิมพ์ไอโอโนกราฟี ดังข้อ 4.2.3.2 เท่านั้นที่การถ่ายทอดภาพและการผนึกภาพเกิดขึ้นพร้อมกัน ดังนั้นการพิมพ์ลักษณะนี้จำแนกได้ 2 ประเภท คือ

4.2.3.1 การพิมพ์ที่ถ่ายทอดภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ก่อนแล้วจึงผนึกภาพ ได้แก่ การพิมพ์แมกนีโทกราฟี การถ่ายทอดภาพแบบนี้เกิดขึ้นที่นิประหว่างตัวกลางถ่ายทอดภาพกับลูกกลิ้งให้แรงกดซึ่งทำหน้าที่พาวัสดุใช้พิมพ์เข้าพิมพ์ด้วย โดยโทนเนอร์ที่ภาพปรากฏบนตัวกลางถ่ายทอดภาพจะถูกถ่ายโอนไปที่วัสดุใช้พิมพ์ก่อนโดยอาศัยแรงกดจากลูกกลิ้งให้แรงกดที่นิป จากนั้นจึงผนึกโทนเนอร์ให้ติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์โดยใช้ความร้อนในการหลอมโทนเนอร์และใช้แรงกดจากลูกกลิ้งผนึกภาพ

4.2.3.2 การพิมพ์ที่ถ่ายทอดภาพบนวัสดุใช้พิมพ์พร้อมกับผนึกภาพ ได้แก่ การพิมพ์ไอโอโนกราฟี การถ่ายทอดภาพแบบนี้เกิดที่นิประหว่างตัวกลางถ่ายทอดภาพกับลูกกลิ้งให้แรงกดซึ่งทำหน้าที่พาวัสดุใช้พิมพ์เข้าพิมพ์เช่นเดียวกับการพิมพ์แมกนีโทกราฟี แต่ในขณะที่มีการถ่ายทอดภาพไปที่วัสดุใช้พิมพ์โดยการถ่ายโอนโทนเนอร์จากภาพปรากฏบนตัวกลางถ่ายทอดภาพไปที่วัสดุใช้พิมพ์นั้น จะเกิดกระบวนการผนึกโทนเนอร์ให้ติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์ไปพร้อม ๆ กัน โดยอาศัยแรงกดจากลูกกลิ้งให้แรงกดที่นิปและแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตระหว่างโทนเนอร์กับวัสดุใช้พิมพ์ แต่โดยทั่วไปไม่มีการใช้ความร้อนในการหลอมโทนเนอร์เพื่อผนึกภาพ

4.3 การเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเมื่อหัวพิมพ์ได้รับสัญญาณข้อมูลภาพจากระบบคอมพิวเตอร์

เมื่อหัวพิมพ์ได้รับสัญญาณข้อมูลภาพอิเล็กทรอนิกส์หรือดิจิตอล จากระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นสัญญาณไบนารีแบบเปิดและปิด สัญญาณเปิด คือ มีการจ่ายกระแสไฟฟ้า และ สัญญาณปิด คือ ไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้า จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องพิมพ์ได้รับจากไฟฟ้ากระแสเป็นพลังงานในรูปแบบอื่น หลายแบบเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการพิมพ์ไร้แรงกด ได้แก่ การเปลี่ยนเป็นพลังงานเชิงกล การเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน การเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี การเปลี่ยนเป็นพลังงานแสง การเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าสถิต และการเปลี่ยนเป็นพลังงานแม่เหล็ก



ภาพที่ 5 แผนภูมิแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานในรูปแบบอื่นเมื่อหัวพิมพ์ได้รับสัญญาณข้อมูลภาพจากระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทการพิมพ์ไร้แรงกด

4.3.1 การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเชิงกล ได้แก่ การพิมพ์ระบบพ่นหมึกที่ใช้วัสดุไพโซอิเล็กทริก ทั้งแบบพ่นหยดหมึกต่อเนื่องและแบบพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการ พลังงานไฟฟ้าที่นำเข้าเครื่องพิมพ์พ่นหมึกจะไปทำให้วัสดุไพโซอิเล็กทริกในท่อพ่นหมึกสั่นสะเทือน มีการหดตัวและขยายตัวสลับกันเมื่อได้รับและไม่ได้รับกระแสไฟฟ้าตามลำดับ ทำให้เกิดพลังงานเชิงกลในรูปคลื่นความดันส่งต่อ ๆ กันไปในท่อพ่นหมึกจนถึงปลายท่อพ่นหมึกเพื่อขับหมึกออกมาเป็นหยด

4.3.2 การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน การพิมพ์ไร้แรงกดที่มีการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนไปใช้ในกระบวนการพิมพ์ ได้แก่ การพิมพ์ไร้แรงกดที่ใช้หมึกพิมพ์ฐานน้ำ และการพิมพ์ไว้แรงกดที่ใช้หมึกพิมพ์ในสถานะของแข็ง พลังงานไฟฟ้าที่นำเข้าเครื่องพิมพ์พ่นหมึกจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความที่ทำให้หมึกพิมพ์มีอุณหภูมิสูงขึ้น จนเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวหรือก๊าซ แล้วส่งผลให้มีการถ่ายโอนไปสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์

4.3.2.1 การพิมพ์ที่มีการเปลี่ยนสถานะของหมึกพิมพ์เป็นก๊าซเพื่อสร้างแรงดันพ่นหมึก ได้แก่ การพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบบับเบิลเจ็ตซึ่งพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการที่ใช้หมึกพิมพ์ฐานน้ำ พลังงานไฟฟ้าที่นำเข้าเครื่องพิมพ์พ่นหมึกจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ที่ทำให้หมึกพิมพ์มีอุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงระดับวิกฤตที่หมึกพิมพ์เดือดและเกิดเป็นก๊าซหรือฟองอากาศ การขยายตัวและการแตกสลายของฟองอากาศภายในท่อพ้นหมึก ส่งผลให้มีแรงขับหมึกจากปลายท่อพ่นหมึกออกมาเป็นหยุดหมึกในลักษณะการเปิดและปิดหัวพ่นหมึกตามลำดับ

4.3.2.2 การพิมพ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะของหมึกพิมพ์เป็นของเหลว เพื่อให้หมึกถ่ายโอนในสถานะของเหลว ได้แก่ การพิมพ์พ่นหมึกที่ใช้หมึกพิมพ์เฟสเชนจ์ การพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ และการพิมพ์ระเหิดสีย้อม ซึ่งใช้หมึกพิมพ์ในสถานะของแข็ง แต่พลังงานไฟฟ้าที่หัวพิมพ์ได้รับจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน จนถึงอุณหภูมิระดับที่ทำให้หมึกพิมพ์เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวหรือก๊าซ แล้วถ่ายโอนไปสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์

4.3.3 การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมี การพิมพ์ไร้แรงกดที่มีการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมีไปใช้ในกระบวนการพิมพ์ ได้แก่ การพิมพ์ไร้แรงกดระบบความร้อนวิธีตรงที่ใช้วัสดุใช้พิมพ์ซึ่งเป็นกระดาษเคลือบผิวพิเศษที่สามารถเปลี่ยนสีได้ เมื่อได้รับความร้อนหรือกระแสไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่หัวพิมพ์จะไปทำให้สารเคลือบผิวกระดาษเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี แล้วเปลี่ยนแปลงเป็นสารที่มีสี หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจนมีการทำลายชั้นเคลือบผิวเพื่อเปิดให้เห็นสีของหมึกพิมพ์ที่อยู่ใต้ชั้นเคลือบผิว

4.3.4 การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง การพิมพ์ไร้แรงกดที่มีการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานไปใช้ในกระบวนการพิมพ์ ได้แก่ การพิมพ์อิเล็กโทรโฟโตกราฟี ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าไปทำให้เกิดประจุไฟฟ้าบนผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพ แล้วใช้พลังงานไฟฟ้าไปทำให้เกิดการฉายแสงเพื่อ

สร้างภาพแฝงไฟฟ้าสถิตบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ ตัวอย่างพลังงานแสงที่ใช้ เช่น แสงจากหลอดไดโอดเปล่งแสง (light emiting diode, LED) และแสงเลเซอร์ เป็นต้น จากนั้นจึงสร้างภาพปรากฏบนตัวกลางถ่ายทอดภาพและภาพพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ตามลำดับ

4.3.5 การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า (กระแส) เป็นพลังงานไฟฟ้าสถิต การพิมพ์ไร้แรงกดที่มีการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสเป็นพลังงานไฟฟ้าสถิตเพื่อใช้ในกระบวนการพิมพ์มี 2 ประเภท คือ

4.3.5.1 การพิมพ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสไปสร้างภาพแฝงไฟฟ้าสถิตที่มีประจุไฟฟ้าบนวัสดุใช้พิมพ์โดยไม่ผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพ แล้วจ่ายหมึกพิมพ์ที่มีประจุไฟฟ้าตรงข้ามกับประจุไฟฟ้าบนภาพแฝงไปที่ภาพแฝง เพื่อสร้างภาพพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ ตัวอย่างการพิมพ์ไร้แรงกดที่มีการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าแบบนี้ ได้แก่ การพิมพ์อิเล็กโทรกราฟี

4.3.5.2 การพิมพ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสไปสร้างภาพแฝงไฟฟ้าสถิตที่มีประจุไฟฟ้าบนตัวกลางถ่ายทอดภาพก่อน แล้วจึงถ่ายทอดภาพไปยังวัสดุใช้พิมพ์ จากนั้นจึงจ่ายโทนเนอร์ที่มีประจุไฟฟ้าตรงข้ามกับประจุไฟฟ้าบนภาพแฝงไปที่ภาพแฝงเพื่อสร้างภาพปรากฏ แล้วจึงถ่ายทอดภาพปรากฏนั้นไปสร้างภาพพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ ตัวอย่างการพิมพ์ไร้แรงกดที่มีการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าแบบนี้ ได้แก่ การพิมพ์ไอโอโนกราฟี

4.3.6 การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแม่เหล็ก การพิมพ์ไร้แรงกดที่มีการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแม่เหล็กเพื่อใช้ในกระบวนการพิมพ์ ได้แก่ การพิมพ์แมกนีโทกราฟี ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าไปเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่มีพลังงานแม่เหล็กบนผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพ ทำให้เกิดภาพแฝงแมกนีทิกที่มีแรงดึงดูดทางแม่เหล็กสามารถดูดโทนเนอร์ผสมผงแม่เหล็กมาติดที่บริเวณภาพแฝง เพื่อสร้างภาพปรากฏ แล้วถ่ายทอดภาพปรากฏนี้ไปสร้างภาพพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์

4.4 สารที่ทำให้เกิดภาพ

สารที่ทำให้เกิดภาพ (developer) ในที่นี้ หมายถึง องค์ประกอบหนึ่งของกระบวนการพิมพ์ที่ทำหน้าที่ให้สีแก่สิ่งพิมพ์ สารสร้างภาพที่ใช้ในการพิมพ์ไร้แรงกดมี 2 ชนิด คือ หมึกพิมพ์และโทนเนอร์ ทำให้มีการจำแนกเทคโนโลยีการพิมพ์ไร้แรงกดตามชนิดของสารสร้างภาพ คือ เทคโนโลยีการพิมพ์ไร้แรงกดที่ใช้หมึกพิมพ์ (ink-based technology) และเทคโนโลยีการพิมพ์ไร้แรงกดที่ใช้โทนเนอร์ (toner-based technology)

4.4.1 หมึกพิมพ์ มีองค์ประกอบหลักเหมือนกับหมึกพิมพ์ทั่วไป คือ ประกอบด้วยสารให้สีที่อาจจะเป็นผงสีหรือสีย้อม ตัวพาหมึก และสารเติมแต่ง แต่ชนิดและสัดส่วนขององค์ประกอบต่าง ๆ ในหมึกพิมพ์จะแตกต่างกัน หมึกพิมพ์ที่ใช้ในเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดสามารถจำแนกตามสถานะที่อุณหภูมิห้องได้ 2 ประเภท คือ หมึกพิมพ์เหลวและหมึกพิมพ์แข็ง ดังนี้

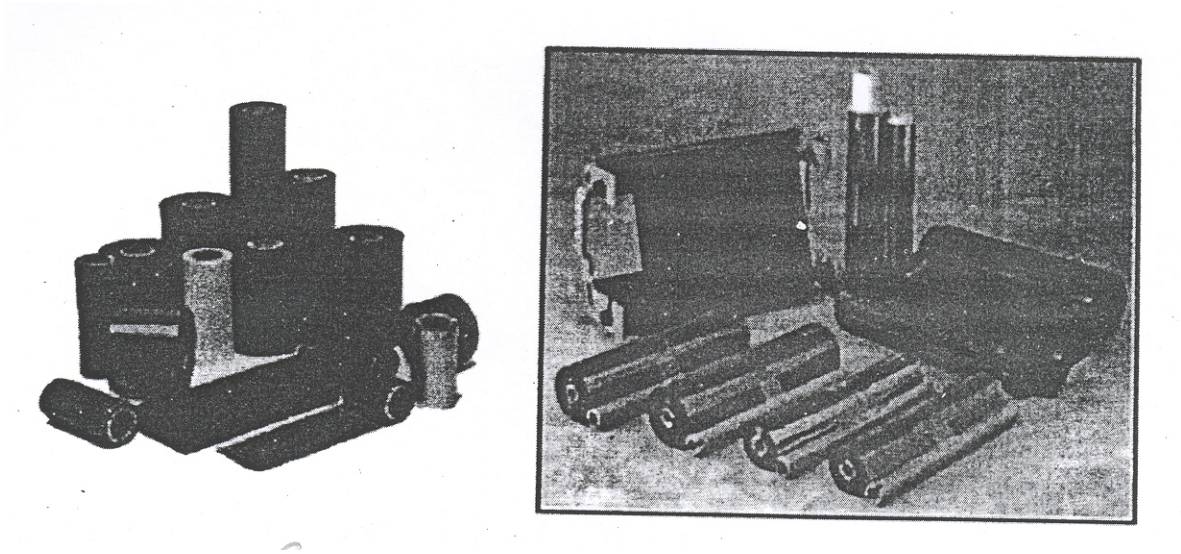
4.4.1.1 หมึกพิมพ์เหลว จำแนกตามชนิดของตัวพาหมึกได้ 3 ประเภท คือ หมึกพิมพ์ฐานน้ำ หมึกพิมพ์ฐานน้ำมัน และหมึกพิมพ์ฐานตัวทำละลาย การพิมพ์ไร้แรงกดที่สำคัญที่ใช้หมึกพิมพ์เหลว ได้แก่ การพิมพ์ระบบพ่นหมึก ซึ่งใช้หมึกพิมพ์ฐานน้ำกับเครื่องพิมพ์พ่นหมึกแบบบับเบิลเจ็ต หมึกพิมพ์ฐานน้ำมันนิยมใช้กับเครื่องพิมพ์พ่นหมึกขนาดใหญ่ และหมึกพิมพ์ฐานตัวทำละลายใช้ในการพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ที่ไม่ดูดซึมหมึก

4.4.1.2 หมึกพิมพ์แข็ง จำแนกตามชนิดของสารให้สีและจำแนกตามสถานะของหมึกขณะถ่ายโอนได้ 2 ประเภท คือ

1) หมึกพิมพ์ที่ขณะถ่ายโอนเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว ได้แก่ หมึกพิมพ์เฟสเซนจ์ (phase change ink) และหมึกพิมพ์ฐานแวกซ์ (wax-based ink) หรือหมึกพิมพ์แวกซ์สี

- หมึกพิมพ์เฟสเซนจ์ เป็นหมึกพิมพ์ที่มีสารให้สีเป็นผงสีและอยู่ในสถานะของแข็งที่อุณหภูมิห้องและในระหว่างถ่ายโอน หมึกพิมพ์จะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวเมื่อได้รับความร้อน เมื่อถ่ายโอนลงบนกระดาษซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าหมึกแล้ว หมึกพิมพ์นี้จะเปลี่ยนสถานะกลับเป็นของแข็งอย่างรวดเร็ว ทำให้หมึกซึมในเส้นใยกระดาษน้อยลงเมื่อเทียบกับการใช้หมึกพิมพ์เหลว ภาพที่พิมพ์ได้จึงคมชัดมากขึ้น

- หมึกพิมพ์ฐานแวกซ์ เป็นหมึกพิมพ์ที่ใช้สารให้สีเป็นผงสีและใช้ในการพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ (thermal wax printing) ซึ่งเป็นพิมพ์ระบบถ่ายโอนด้วยความร้อนแบบหนึ่ง (themal transfer printing) ผลิตออกมาใช้งานในรูปแถบหมึกที่เคลือบบนแผ่นฟิล์ม ก่อนใช้งานหมึกพิมพ์อยู่ในสถานะของแข็ง แต่เมื่อได้รับความร้อนขณะถ่ายโอน หมึกจะหลอมเหลวและถ่ายโอนในสภาพของเหลว อุณหภูมิที่ใช้ในการหลอมหมึกให้เหลวอยู่ที่ประมาณ 100 องศาเซลเซียส



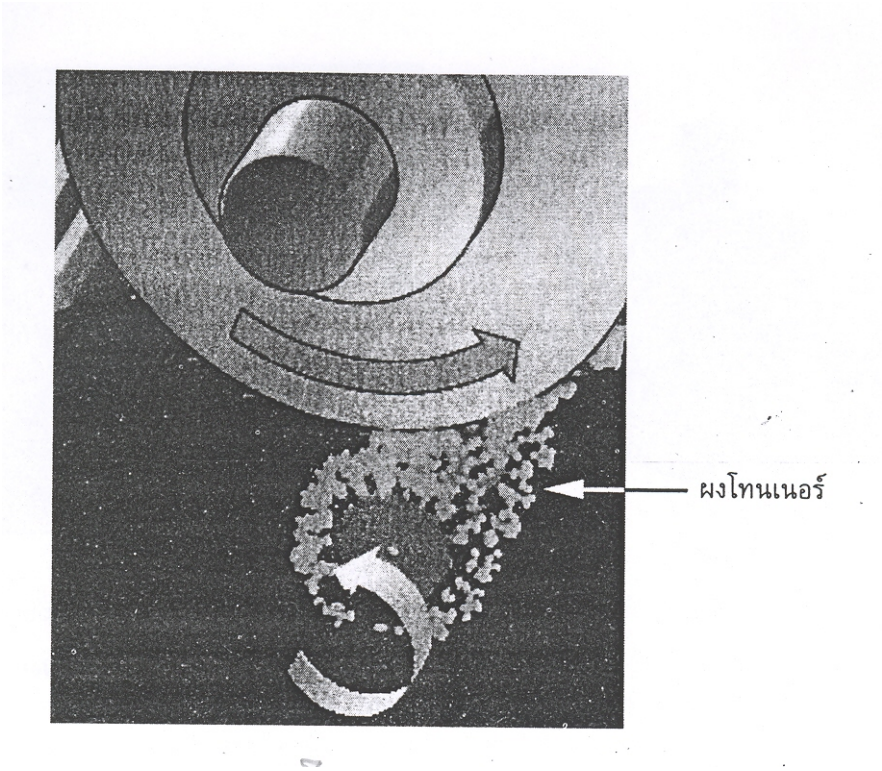
ภาพที่ 6 ตัวอย่างแผ่นฟิล์มเคลือบแวกซ์สีที่จำหน่ายเป็นม้วนพร้อมตลับ

ที่มา (ก) The Sawgrass Co. Themal Transfer Ribbons (online) Retreived via Netscape, 10 July ๑๙๙๙,p http//wwwcorpinc com/themal him

(ข) Hitachi Koki lmaging Solutions . inc. Ribbon Products (online) Retreived via Netscape. to July ๑๙๙๙.p๒ http// www dpcsupplies com / Products / Ribbons/ribbon htm

2) หมึกพิมพ์ที่ขณะถ่ายโอนเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นก๊าซ ได้แก่ หมึกพิมพ์ระเหิดสีย้อม (dye sublimation ink) หมึกพิมพ์ระเหิดสีย้อมเป็นหมึกพิมพ์ที่ใช้สารให้สีเป็นสีย้อมชนิดที่ระเหิดได้เมื่อได้รับความร้อน เป็นหมึกพิมพ์ที่ใช้กับการพิมพ์ระเหิดสีย้อม (dye sublimation printing) ซึ่งเป็นการพิมพ์ระบบถ่ายโอนด้วยความร้อน (themal transfer printing) แบบหนึ่ง ผลิตออกมาใช้งานในรูปแถบหมึกที่เคลือบบนแผ่นฟิล์มเช่นเดียวกับหมึกพิมพ์ฐานแวกซ์ ก่อนใช้งานหมึกพิมพ์อยู่ในสถานะของแข็ง แต่เมื่อได้รับความร้อนขณะถ่ายโอน หมึกพิมพ์จะเปลี่ยนสถานะด้วยการระเหิดเป็นไอโดยที่ไม่ผ่านสถานะของเหลว ไอสีย้อมจะถ่ายโอนโดยการแพร่ไปที่วัสดุใช้พิมพ์ อุณหภูมิที่ใช้ในการระเหิดสีย้อมจะสูงกว่าที่ใช้ในการหลอมหมึกพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ คือ อยู่ที่ประมาณ 300 องศาเซลเซียส หมึกพิมพ์ระเหิดสีย้อมมีข้อดีตรงที่ให้สีสดใสกว่าหมึกพิมพ์ฐานแวกซ์ เพราะสีย้อมมีสมบัติโปร่งใสกว่าผงสี ทำให้หมึกพิมพ์ระเหิดสีย้อมยอมให้แสงผ่านมากกว่าหมึกพิมพ์ฐานแวกซ์

4.4.2 โทนเนอร์ มีองค์ประกอบหลัก คือ สารให้สี สารให้สีที่ใช้มีลักษณะเป็นผงละเอียด มีทั้งทำจากสารให้สีชนิดผงสีและสีย้อมแบบเดียวกับที่ใช้ในหมึกพิมพ์ทั่วไปแต่ใช้ที่ความเข้มข้นมากกว่า ผงสีที่สำคัญ ได้แก่ ผงสีสีดำ คือ ผงคาร์บอน และผงสีสีอื่น ๆ ในการถ่ายโอนสารให้สีต้องใช้ตัวพาโทนเนอร์ซึ่งมีทั้งแบบที่เป็นผง (ของแข็ง) และเป็นของเหลว โทนเนอร์บางชนิด เช่น โทนเนอร์ที่ใช้ในการพิมพ์ไร้แรงกดระบบไฟฟ้าสถิตจะมีเรซินเคลือบ รอบ ๆ ผิวผงสี ในสัดส่วนของเรซินประมาณร้อยละ 90 ของสัดส่วนรวมของผงสีกับเรซิน เรซินนี้ทำหน้าที่ยึดผงสีให้ติดกับวัสดุใช้พิมพ์ อนึ่งในการเลือกใช้เรซินต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับกระบวนการผนึกภาพ เป็นต้นว่าถ้าเป็นการผนึกภาพด้วยความร้อน ต้องใช้เรซินที่มีสมบัติเทอร์โมพลาสติก คือ หลอมตัวเมื่อได้รับความร้อนและยึดติดกับวัสดุใช้พิมพ์เมื่อแข็งตัว



ภาพที่ 7 ลักษณะของโทนเนอร์แห้ง

ที่มา : Howard M.Fenton and Prank J. Romano On demand Printing. The Revolution in Digital and Customized Printing 2nd ed Pittsburgh FAYF Press 1998 p.159

โทนเนอร์แบ่งเป็น 2 ชนิด ตามสถานะที่อุณหภูมิห้อง คือ

4.4.2.1 โทนเนอร์ที่เป็นของแข็ง มีลักษณะเป็นผง เรียกว่า โทนเนอร์แห้ง (dry toner) ส่วนใหญ่เกิดจากการใช้ “ผงหมึก” ที่เกิดจากสารให้สีชนิดผงสีเคลือบด้วยสารพลาสติกผสมกับตัวพา

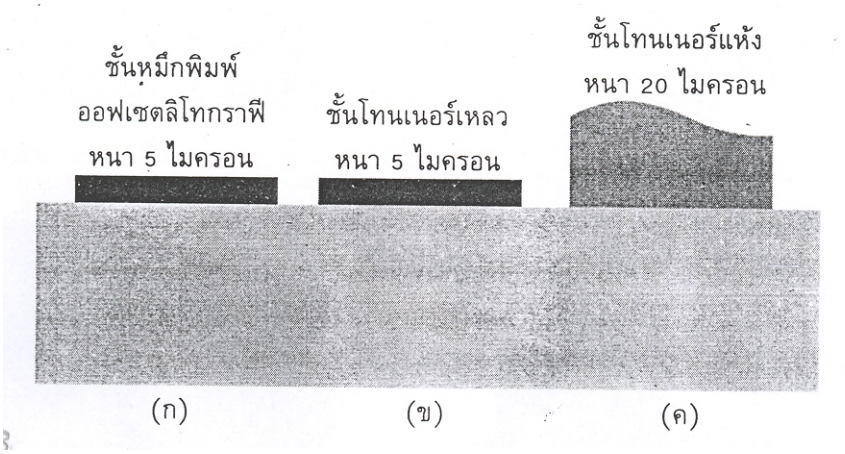
โทนเนอร์ (toner carrier) ขนาดทั่วไปของอนุภาคโทนเนอร์แห้งอยู่ระหว่าง 8 - 20 ไมครอน ส่วนขนาดอนุภาคของตัวพาโทนเนอร์ใหญ่กว่านี้ประมาณ 5 – 10 เท่า ผงสีที่ใช้มีทั้งสีดำและสีอื่น ๆ สารพลาสติกที่เคลือบผงสี คือ เรซิน ส่วนตัวพาโทนเนอร์มักเป็นผงแม่เหล็กซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวพาโทนเนอร์ไปที่ตัวกลางถ่ายทอดภาพ โดยมีสัดส่วนของตัวพาโทนเนอร์มากกว่าโทนเนอร์ ตัวอย่างเช่น ตัวพาโทนเนอร์ร้อยละ 92 และโทนเนอร์ร้อยละ 8 เป็นต้น โทนเนอร์แห้งจำแนกได้ 2 ชนิด ตามลักษณะการจ่ายโทนเนอร์ไปสร้างภาพ

1) โทนเนอร์ชนิดองค์ประกอบเดียว (single component toner หรือ one component toner) เป็นโทนเนอร์ที่ผสมกับผงแม่เหล็กรวมกันเป็นองค์ประกอบเดียว เวลาจ่ายโทนเนอร์ไปสร้างภาพจึงไม่มีการแยกโทนเนอร์ออกจากผงแม่เหล็ก ในเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดที่ใช้โทนเนอร์แบบนี้ไม่มีระบบแยกผงแม่เหล็กกลับมาใช้ใหม่ด้วยการเติมโทนเนอร์เข้าไปผสมใหม่ในสัดส่วนที่กำหนด โทนเนอร์ชนิดองค์ประกอบเดียวนี้เหมาะกับการใช้ในงานพิมพ์สีดำสีเดียว ไม่เหมาะกับงานพิมพ์สอดสีเพราะโทนเนอร์มีสมบัติทึบแสงอันเนื่องมาจากอิทธิพลจากผงแม่เหล็กที่ติดไปกับโทนเนอร์ ตัวอย่าง โทนเนอร์ชนิดองค์ประกอบเดียว เช่น โทนเนอร์ที่ใช้ในการพิมพ์ไร้แรงกดแมกนีโทกราฟี เป็นต้น

2) โทนเนอร์ชนิดสององค์ประกอบ (dual component toner หรือ two component tnoer) เป็นโทนเนอร์ที่ต้องมีการผสมโทนเนอร์กับตัวพาโทนเนอร์ในสัดส่วนที่กำหนดก่อนที่จะจ่ายไปสร้างภาพ ในกระบวนการจ่ายโทนเนอร์นั้นจะมีการแยกโทนเนอร์ออกจากตัวพาโทนเนอร์ แล้วจ่ายเฉพาะส่วนที่เป็นโทนเนอร์ไปสร้างภาพ ส่วนตัวพาโทนเนอร์นำมาเวียนใช้โดยเติมโทนเนอร์ผสมเข้าไปใหม่ นอกจากนี้โทนเนอร์ที่ใช้จะมีประจุไฟฟ้าขั้วเดียวหรือขั้วตรงข้ามกับประจุที่ภาพแฝงบนตัวกลางถ่ายทอดภาพก็ได้ แต่ต้องเป็นประจุขั้วที่ตรงข้ามกับประจุบนวัสดุใช้พิมพ์ เพื่อให้เกิดการสร้างภาพได้ด้วยแรงทางไฟฟ้าสถิต ตัวอย่าง โทนเนอร์ชนิดสององค์ประกอบ เช่น โทนเนอร์ที่ใช้ในการพิมพ์อิเล็กโทรโฟโตกราฟี เป็นต้น

เนื่องจากการพิมพ์ไร้แรงกดระบบไฟฟ้าสถิตที่ใช้โทนเนอร์ชนิดสององค์ประกอบนั้นใช้วิธีผนึกภาพด้วยความร้อนและแรงกด ดังนั้นเรซินที่ใช้เคลือบผงสีจึงต้องมีสมบัติเทอร์โมพลาสติกเดิมเรซินที่ใช้ในโทนเนอร์ของการพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิตทำจากพอลิเมอร์ที่มีสมบัติพลาสติก จึงต้านทานน้ำได้ดีมาก ในเครื่องทำสำเนาหรือเครื่องถ่ายเอกสารยุคแรก ๆ ยังใช้โทนเนอร์ในปริมาณมาก จึงให้สิ่งพิมพ์ที่มีลักษณะมองดูเหมือนเคลือบด้วยพลาสติก เมื่อนำงานพิมพ์หลายสีมาพับ โทนเนอร์จะเปราะและแตก ต่อมาสามารถแก้ไขปัญหานี้ได้หลังจากที่มีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านโทนเนอร์ เช่น การใช้เรซินเทอร์โมพลาสติกที่หลอมตัวได้เมื่อได้รับความร้อนและผนึกติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์ได้ดีขึ้น เมื่อได้รับความร้อนและแรงกด เป็นต้น

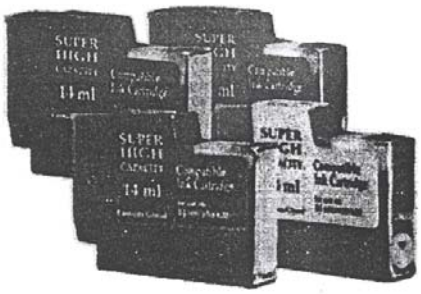
4.4.2.2 โทนเนอร์ที่เป็นของเหลว เรียกว่า โทนเนอร์เหลว (liquid toner) ซึ่งประกอบด้วยผงสีที่แขวนลอยในตัวพาโทนเนอร์ซึ่งเป็นของเหลวที่ระเหยได้ การยึดติดเกิดได้เองเมื่อตัวพาโทนเนอร์ระเหยไป โดยทั่วไปโทนเนอร์เหลวมีอนุภาคผงสีเล็กกว่าโทนเนอร์แห้ง คือมีขนาดประมาณ 2 - 3 ไมครอน ซึ่งเป็นขนาดใกล้เคียงกับอนุภาคผงสีในหมึกพิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟี ทำให้โทนเนอร์เหลวสามารถผลิตงานพิมพ์ที่ความละเอียดสูงกว่าโทนเนอร์แห้งได้ ตัวอย่างเช่น โทนเนอร์ที่ใช้ในการพิมพ์ไร้แรงกดอิเล็กโทรโฟโตกราฟีบางประเภท ในเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟีได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีโทนเนอร์เหลวมาเป็นหมึกพิมพ์เหลวที่เรียกว่าอิเล็กโทรอิงค์ (electroink) ซึ่งสามารถผลิตงานพิมพ์ที่ความละเอียดถึง 800 จุดต่อนิ้วได้ นอกจากนี้ชั้นโทนเนอร์เหลวบนวัสดุใช้พิมพ์จะบางกว่าชั้นโทนเนอร์แห้ง โดยมีความหนาของชั้นโทนเนอร์เหลวใกล้เคียงกับความหนาของชั้นหมึกพิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟี ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบความหนาระหว่างชั้นหมึกพิมพ์ที่มีความละเอียดของอนุภาคสารให้สีเท่ากับ 5 ไมครอนกับชั้นโทนเนอร์แห้งที่มีความละเอียดของอนุภาคการให้สีเท่ากับ 20 ไมครอน

ที่มา : John W.Birkenshaw. Ten year Technology Forecast of Printing and Publishing 1995 – 2005 Leatherhead. Pira lnter national, national 1995, p 103

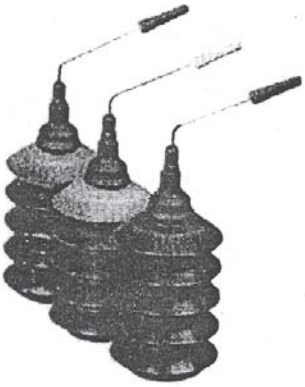
สำหรับโทนเนอร์และหมึกพิมพ์ที่ผลิตออกจำหน่ายสำหรับใช้กับการพิมพ์ไร้แรงกดนั้น มีทั้งชนิดสีดำ ชนิดสีพิเศษ และชนิดแม่สีสำหรับงานพิมพ์สอดสีโดยผลิตออกจำหน่ายในลักษณะที่อำนวยความสะดวกต่อการใช้งานมีทั้งที่บรรจุในขวดพลาสติกและในตลับ ตลับบรรจุโทนเนอร์บางแบบทำหน้าที่จ่ายโทนเนอร์ได้ด้วย ตลับบรรจุโทนเนอร์และหมึกพิมพ์บางแบบใช้งานได้ครั้งเดียว บางแบบใช้งานได้หลายครั้งแต่ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยเติมโทนเนอร์และหมึกพิมพ์ ดังตัวอย่างในภาพที่ 9



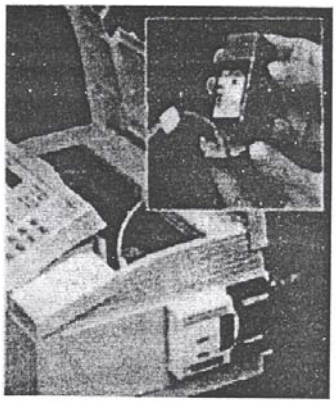
ตลับหมึกพิมพ์เหลวชนิดสอดสี



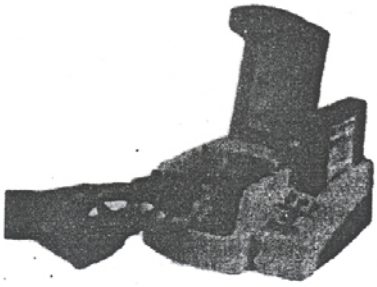
หัวพิมพ์หมึกเหลวพร้อมตลับหมึก 3 สี
ชนิดใส่ตลับหมึกในหัวพิมพ์เดิม



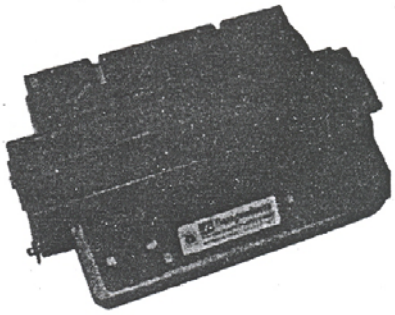
อุปกรณ์เติมหมึกพิมพ์เหลว



อุปกรณ์เติมหมึกพิมพ์เหลวในตลับเดิม



อุปกรณ์เติมหมึกเหลวชนิดอัตโนมัติ



ตลับโทนเนอร์แห้ง

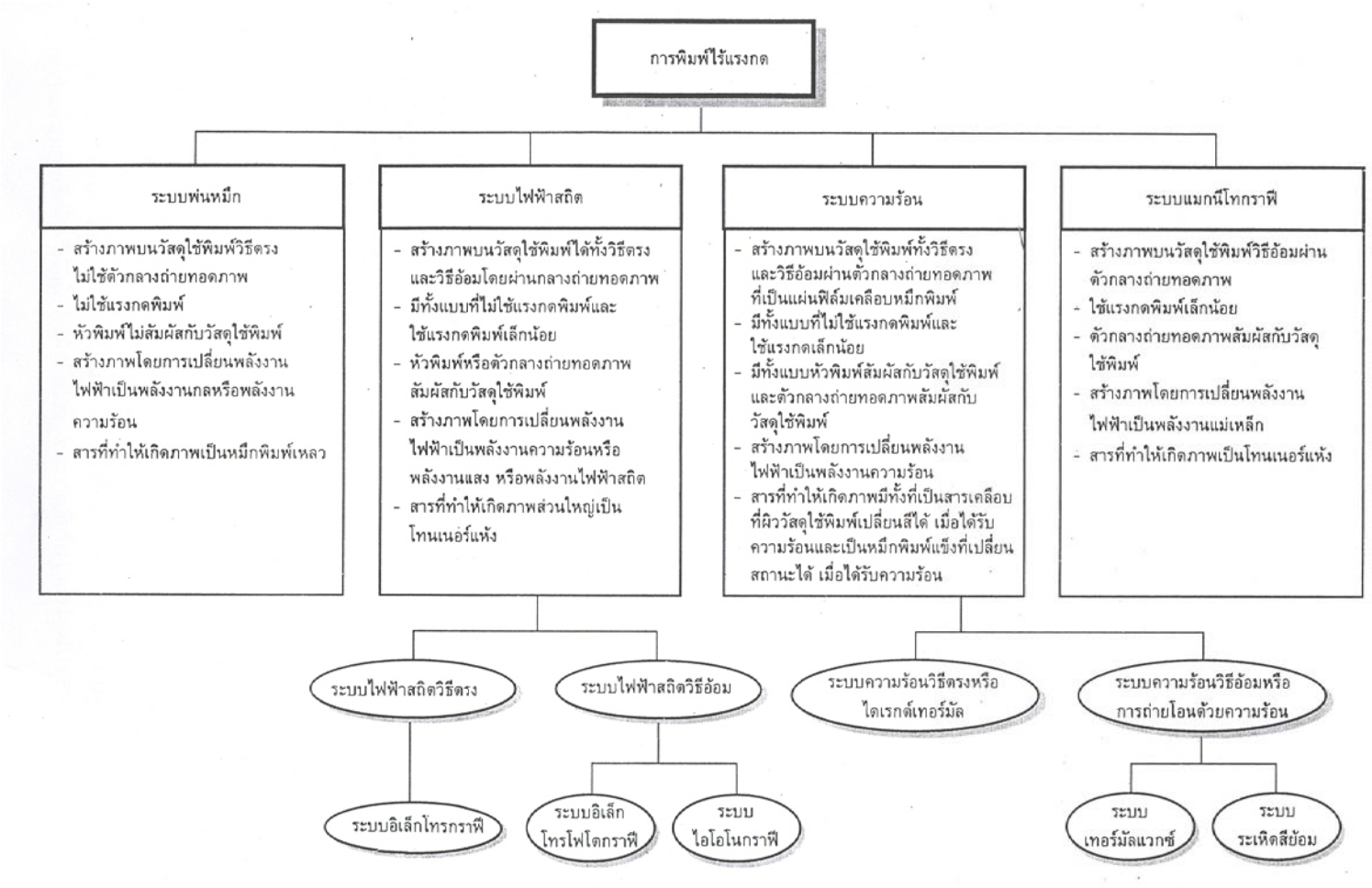
ภาพที่ 9 ตัวอย่างตลับโทนเนอร์และอุปกรณ์เติมโทนเนอร์

ที่มา : Hitachi Koki Imaging Solutions, Inc. Inkjet Products. (online). Retreived via Netscape, 10 July 1999, pp. 1 – 2. http : // www.dpcsupplies.com/Products/InkJet/clickin.htm

อนึ่ง ในการเลือกใช้โทนเนอร์และหมึกพิมพ์ต้องคำนึงถึงข้อดีและข้อจำกัดของสารให้สีด้วย ตัวอย่างเช่น สีย้อมให้สีอิ่มตัวกว่าผงสี จึงให้ภาพพิมพ์ที่มีสีสดใสและเข้มกว่าผงสี แต่สีย้อมทนทานต่อแสง น้ำ และความร้อนน้อยกว่าผงสี สีย้อมจึงเหมาะกับการพิมพ์สิ่งพิมพ์ที่นำไปใช้งานในร่ม ขณะที่ผงสีเหมาะกับการพิมพ์สิ่งพิมพ์ที่ใช้งานกลางแจ้ง นอกจากนี้ผงสีทำให้ส่วนประกอบในเครื่องพิมพ์ให้สึกกร่อนได้ง่าย ทำให้อายุการใช้งานสั้นลงเพราะอนุภาคผงสีมีความคมและแข็งแกร่งมากกว่าสีย้อม จึงเกิดการเสียดสีกับส่วนประกอบเหล่านี้มากกว่า

5. ประเภทของการพิมพ์ไร้แรงกด

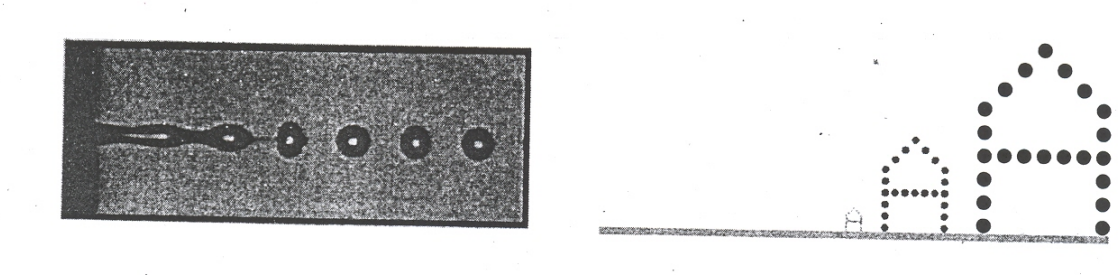
จากเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการจำแนกประเภทการพิมพ์ไร้แรงกดในข้อ 4 นั้นสามารถเขียนแผนภูมิการจำแนกประเภทการพิมพ์ไร้แรงกดพร้อมการใช้เกณฑ์เหล่านี้ได้ดังภาพที่ 10 โดยจำแนกการพิมพ์ไร้แรงกดเป็นระบบการพิมพ์ต่าง ๆ ที่จะกล่าวถึงต่อไปตามลำดับ สำหรับการพิมพ์ระบบพ่นหมึกการพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิตชนิดอิเล็กโทรโฟโตกราฟี และการพิมพ์ระบบความร้อนชนิดถ่ายโอนด้วยความร้อนเป็นการพิมพ์ไร้แรงกดที่มีการนำมาใช้ผลิตสิ่งพิมพ์มากกว่าระบบอื่น ๆ และเป็นการพิมพ์ไร้แรงกดเพียง 3 ระบบที่จะกล่าวถึงรายละเอียดต่อไป



ภาพที่ 10 แผนภูมิการจำแนกประเภทการพิมพ์ไร้แรงกดระบบต่าง ๆ

5.1 การพิมพ์ระบบพ่นหมึก

การพิมพ์ระบบพ่นหมึก (ink jet printing) หมายถึง การพิมพ์ที่สร้างภาพโดยการพ่นหมึกเหลวออกจากหัวพ่นหมึกของเครื่องพิมพ์โดยพ่นออกมาเป็นหยดหมึกเล็ก ๆ แล้วควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของหยดหมึกให้ไปตกบนวัสดุใช้พิมพ์เฉพาะตำแหน่งที่ต้องการสร้างภาพ กลายเป็นจุดภาพ ภาพพิมพ์ที่ได้เกิดจากการเรียงตัวของหยดหมึกจุดภาพ เรียกว่า ภาพแบบจุดหรือแบบดอตเมทริกซ์ (dot matrix image) ดังภาพที่ 2.11 การพิมพ์ระบบพ่นหมึกจึงเป็นการสร้างภาพโดยตรงบนวัสดุใช้พิมพ์ ไม่ต้องมีตัวกลางถ่ายทอดภาพ และหัวพิมพ์ไม่มีการสัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์ ไม่ต้องใช้แรงกดในการทำให้หมึกยึดติดบนวัสดุใช้พิมพ์



(ก) (ข)

ภาพที่ 11 (ก) ลักษณะหยดหมึกที่พ่นออกมาจากหัวพ่นหมึก (ข) ลักษณะภาพพิมพ์แบบจุด

ที่มา : (ก) David B. Wallace. Donald J. Hayes and Christopher J. Fredericks. Ink – Jet Printing technology and Background on Ink-Jet Technology. (online) Retteived via Netscape, 1 November 1998, p.4. http//fohnix.Metronet.com/-dwallace/mfabweb/chibook/chi book htm

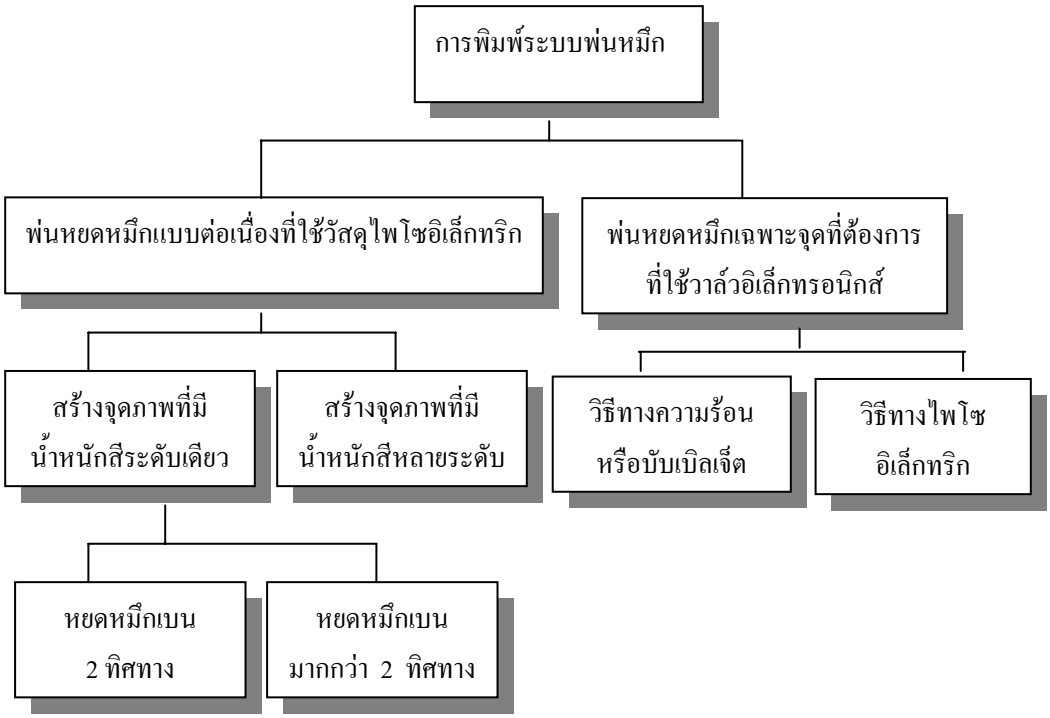
(ข) Videojet Systems Intemational. Inc. Videojet - Products (online) Retreived via Netscape, 19 June 1999, p.1. http// www.videojet com / products by printsize html

การพิมพ์ระบบพ่นหมึกจะใช้ข้อมูลภาพที่เป็นสัญญาณดิจิตอลจากระบบคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการสร้างหยดหมึก พ่นหยดหมึก และกำหนดทิศทางการตกของหยดหมึกลงบนวัสดุใช้พิมพ์ โดยมีลักษณะการพ่นหยดหมึก 2 แบบ (ภาพที่ 12) คือ

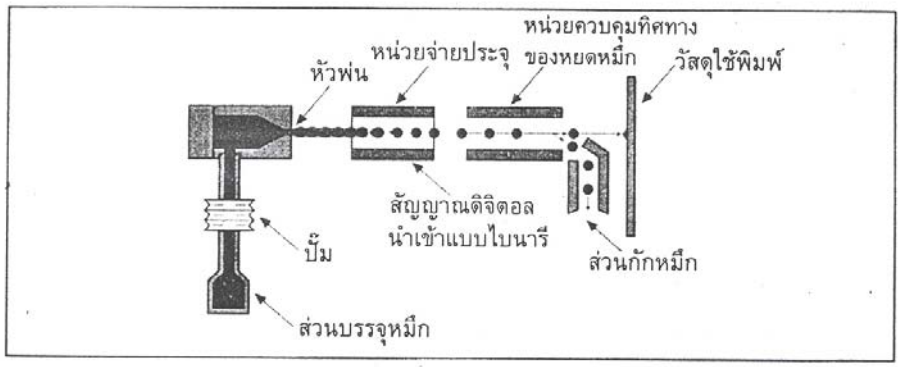
5.1.1 การพ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่อง (continuous ink jet, CIJ) การพ่นหมึกแบบนี้มีการสร้างแรงดันขับหมึกจากการเปลี่ยนรูปร่างของวัสดุไพโซอิเล็กทริกภายในท่อพ่นหมึก ซึ่งเป็นวัสดุที่หดตัวเมื่อได้รับกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดช่องว่างในท่อพ่นหมึก และเกิดแรงดูดหมึกพิมพ์จากที่บรรจุไหลเข้ามาแทนที่ในท่อ เมื่อได้รับกระแสไฟฟ้า วัสดุไพโซอิเล็กทริกจะขยายตัวกลับสู่ขนาดเดิม ทำให้เกิดความดัน

ในท่อพ่นหมึกไปขับหยดหมึกออกมาอย่างต่อเนื่อง ผ่านบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อควบคุมทิศทางของหยดหมึกส่วนที่จะสร้างภาพให้ไปตกที่วัสดุใช้พิมพ์โดยอาจควบคุมให้เบนในทิศทางเดียวกันหรือหลายทิศทางก็ได้ ขึ้นกับความแตกต่างศักย์ไฟฟ้าของประจุที่หยดหมึก หยดหมึกที่เบนหลายทิศทางจะไปสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ได้พร้อมกันหลายบริเวณ สำหรับหยดหมึกที่ไม่ต้องการสร้างภาพจะถูกควบคุมให้เบนในอีกทิศทางหนึ่งเพื่อให้ไปตกที่ส่วนกักหมึกแล้วไหลคืนไปยังอ่างหมึก เพื่อหมุนเวียนมาใช้ใหม่ต่อไป ข้อมูลภาพดิจิตอลจะควบคุมการสร้างประจุไฟฟ้าให้แก่หยดหมึกที่พ่นออกมาให้มีความแตกต่างของประจุระหว่างหยดหมึกที่สร้างเป็นภาพกับหยดหมึกที่ไม่ สร้างภาพไม่มีประจุ หรือกลับกันเป็นต้น จุดภาพที่ได้แต่ละจุดอาจมีน้ำหนักสีระดับเดียว (fixed dot) เท่ากับความเข้มของหมึกพิมพ์ หรือมีน้ำหนักสีหลายระดับ (variable dot) ถ้ามีนำหนักสีหลายระดับ จะได้ภาพที่มีน้ำหนักสีต่อเนื่องมากขึ้น เกิดจากเทคนิคพ่นระเบิดหยดหมึกเล็ก ๆ ออกมาจากหัวพ่นหมึก

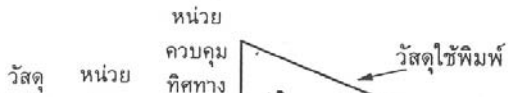
5.1.2 พ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการ (drop on demand ink jet, DOD หรือ jet on request หรือ impulse jet) ข้อมูลภาพดิจิตอลจากระบบคอมพิวเตอร์จะควบคุมกลไกการเปิดและปิดและปิดวาล์วอิเล็กทรอนิกส์ (electro valves) ในท่อหมึก เมื่อวาล์วเปิด ทำให้มีการสร้างและพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการให้สร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ และเมื่อหัวพ่นหมึกเคลื่อนที่ไปถึงบริเวณที่ไม่ต้องการภาพ จะไม่มีการพ่นหยดหมึกเพราะวาล์วปิด วิธีการพิมพ์ระบบพ่นหมึกแบบเปิด – ปิดหัวพ่นหมึกเพื่อพ่นหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการมี 2 วิธี ตามกลไกสร้างหยดหมึก คือ (1) วิธีทางความร้อน (themal ink jet) หรือ บับเบิลเจ็ต (bubble jet) ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าไปทำให้หมึกพิมพ์ฐานน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงระดับวิกฤตที่ทำให้หมึกเดือดและสร้างฟองอากาศที่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว เช่น ที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ส่งผลให้มีแรงขับหมึกจากปลายท่อพ่นหมึกออกมาเป็นหยดหมึก การที่พลังงานความร้อนในหมึกเพิ่มขึ้นและลดลง ส่งผลให้มีการเกิดและแตกสลายของฟองอากาศ ทำให้เกิดการเปิดและปิดการพ่นหมึกตามลำดับ และ (2) วิธีทางไพโซอิเล็กทริก (piezoelectric ink jet) ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าไปทำให้วัสดุไพโซอิเล็กทริกในท่อพ่นหมึก หดตัว ขยายตัว และสั่นสะเทือน ส่งผลให้เกิดคลื่นความดันส่งต่อ ๆ กันไปที่ปลายท่อพ่นหมึกเพื่อขับหมึกออกมาเป็นหยด เกิดการพ่นหมึกเมื่อสัญญาณเปิด คือ มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าและไม่พ่นหมึกเมื่อสัญญาณปิด คือ ไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้า

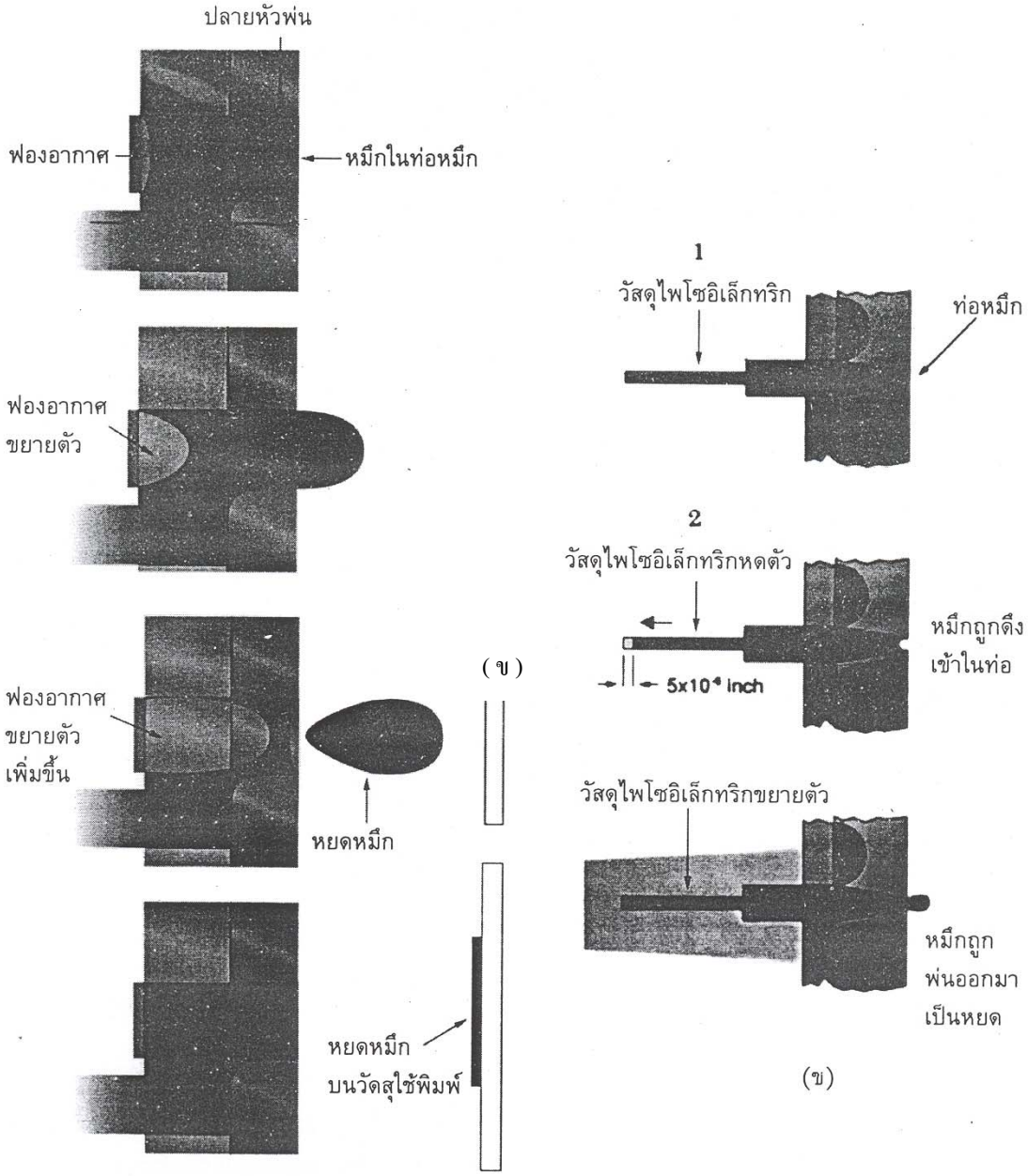


ภาพที่ 12 การจำแนกประเภทการพิมพ์ไร้แรงกดระบบพ่นหมึก


หน่วยควบคุมทิศทาง
ของหยดหมึก
หน่วยจ่ายประจุ
หัวพ่น
วัสดุใช้พิมพ์
สัญญาณดิจิตอล
นำเข้าแบบไบนารี
ปั๊ม
ส่วนกักหมึก
ส่วนบรรจุหมึก

(ก)


หน่วย
ควบคุม
ทิศทาง
วัสดุ
หน่วย
วัสดุใช้พิมพ์


ปลายหัวพ่น
ฟองอากาศ
หมึกในท่อหมึก
ฟองอากาศ
ขยายตัว
ฟองอากาศ
ขยายตัว
เพิ่มขึ้น
หยดหมึก
หยดหมึก
บนวัสดุใช้พิมพ์
(ก)
(ข)
1
วัสดุไพโซอิเล็กทริก
ท่อหมึก
2
วัสดุไพโซอิเล็กทริกหดตัว
หมึกถูกดึง
เข้าในท่อ
5x10⁻⁶ inch
วัสดุไพโซอิเล็กทริกขยายตัว
หมึกถูก
พ่นออกมา
เป็นหยด
(ข)

ที่ม

(ก) พ่นหยดหมึกแบบใช้ความร้อน (ข) พ่นหยดหมึกแบบใช้วัสดุไพโซอิเล็กทริก

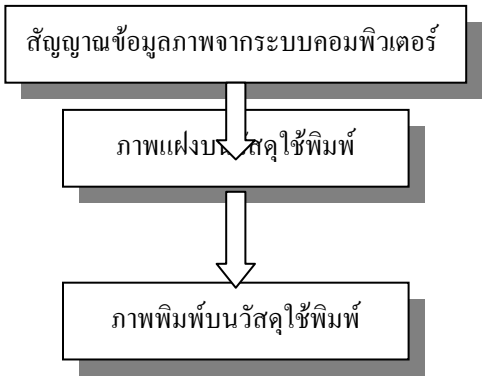
ที่มา : (ก) Ron White. “How an Ink - jet Printer Works.” Chapter 29 in How Computers Work. Califomia : Ziff-Davis Press, 1976 p. 187

(ข) Videojet Systems Intemational, Inc. Videojet University-Videojet Technology Overview. (online) Retreived via Netscape, 19 June 1999, p1 http:// www.videojet com/t impulses.html

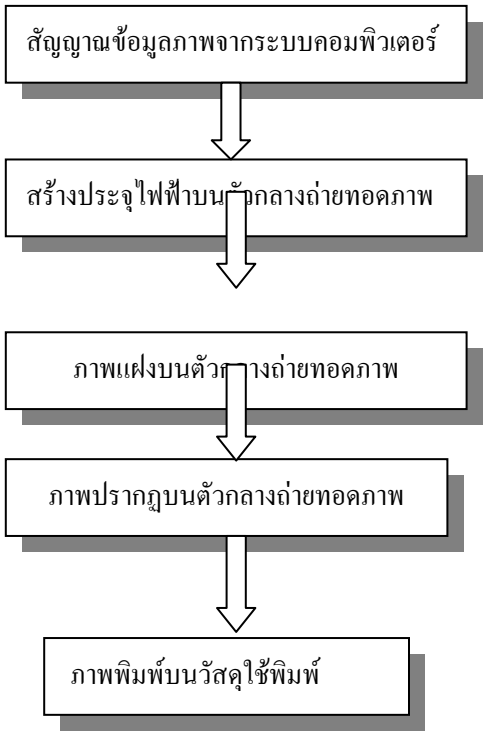
5.2 การพิมพ์ไร้แรงกดระบบไฟฟ้าสถิต

การพิมพ์ไร้แรงกดระบบไฟฟ้าสถิต (electrostatic printing) หมายถึง การพิมพ์ที่สร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์โดยอาศัยแรงทางไฟฟ้าสถิต

การพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิต จำแนกตามลักษณะการสร้างภาพได้เป็น 2 ประเภท คือ อิเล็กโทรกราฟี (electrography) ซึ่งสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์โดยตรงโดยใช้ไฟฟ้าแต่ไม่ใช้แสง และอิเล็กโทรโฟโตกราฟี(electrophotography) ซึ่งสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เคลือบผิวด้วยสารนำแสงโดยใช้ทั้งไฟฟ้าและแสง ดังนั้นอิเล็กโทรกราฟี จึงเป็นการพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิตวิธีตรง (direct electrostatic printing) ส่วนอิเล็กโทรโฟโตกราฟีเป็นการพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิตวิธีอ้อม (indirect electrostatic printing)



(ก)



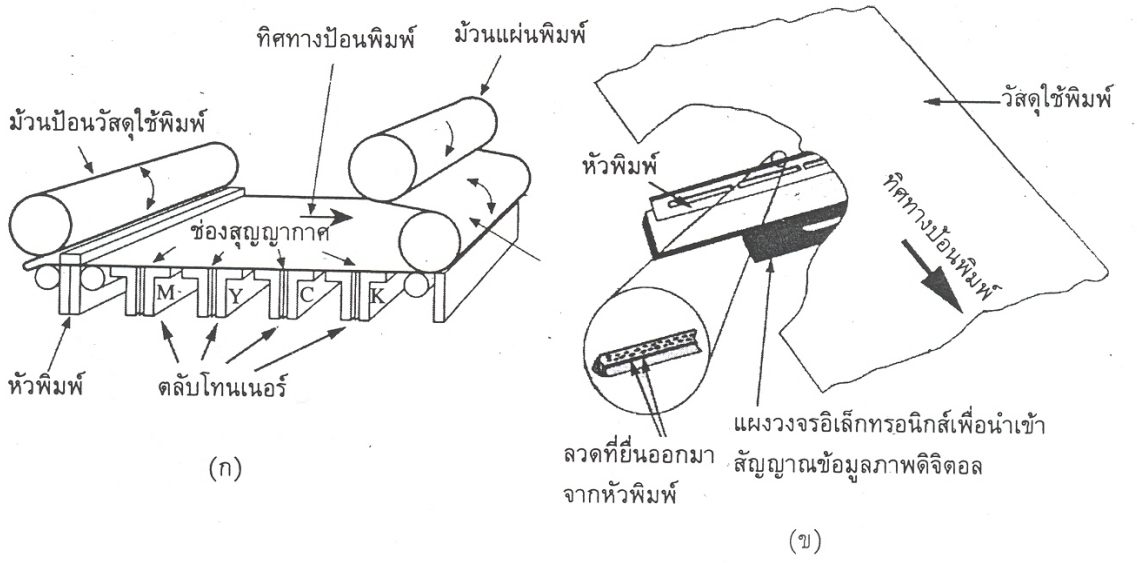
(ข)

ภาพที่ 15 เปรียบเทียบขั้นตอนการพิมพ์ระหว่าง การพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิต 2 ระบบ
(ก) อิเล็กโทรกราฟี (ข) อิเล็กโทรโฟโตกราฟี

5.2.1 อิเล็กโทรกราฟี หมายถึง ระบบการพิมพ์ที่มีการสร้างภาพแฝงและภาพปรากฏบนวัสดุใช้พิมพ์โดยไม่ผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพ โดยใช้หัวพิมพ์ที่ทำจากลวดทองแดงไปทำให้เกิดประจุไฟฟ้าบนวัสดุใช้พิมพ์ตามสัญญาณข้อมูลภาพจากระบบคอมพิวเตอร์ โดยลวดทองแดงที่ยื่นออกมาจากหัวพิมพ์จะสัมผัสกับกระดาษที่มีสมบัติเป็นไดอิเล็กทริก ที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เหมาะสม มีการจ่ายประจุไฟฟ้าให้กับกระดาษ เกิดเป็นภาพแฝงไฟฟ้าสถิตบนวัสดุใช้พิมพ์ ซึ่งจะรับหมึกพิมพ์ที่มีประจุไฟฟ้าตรงข้ามกับประจุไฟฟ้าบนวัสดุใช้พิมพ์ หมึกพิมพ์จะติดที่ภาพแฝงด้วยแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต เกิดเป็นภาพปรากฏบนวัสดุใช้พิมพ์ วัสดุใช้พิมพ์ต้องผ่านการเคลือบผิวให้มีสมบัติไดเล็กทริก เพื่อให้สามารถเกิดและเก็บประจุไฟฟ้าได้ สารที่ทำให้เกิดภาพที่ใช้เป็นหมึกพิมพ์เหลวหรือโทนเนอร์เหลวที่แห้งตัวด้วยการระเหยและการดูดซึมในวัสดุใช้พิมพ์ โดยที่หน่วยสร้างภาพของเครื่องพิมพ์อิเล็กโทรกราฟีมีระบบสุญญากาศเพื่อดูดไอระเหยของหมึกพิมพ์ออกไป

การพิมพ์ระบบอิเล็กโทรกราฟีสามรถผลิตงานพิมพ์ได้ทั้งงานสีเดียวและหลายสี พิมพ์สอดสีได้ ส่วนใหญ่เป็นระบบป้อนม้วน แต่มีการพัฒนามาใช้ทางการพิมพ์น้อยกว่าการพิมพ์ไร้แรงกดระบบอื่นๆ ภาพที่ 16 แสดงเครื่องพิมพ์อิเล็กโทรกราฟีสำหรับพิมพ์งานสอดสีที่มีหัวพิมพ์เดียว แต่มีหน่วยจ่ายหมึกพิมพ์เพื่อสร้างภาพปรากฏ 4 หน่วยตามจำนวนแม่สีทางการพิมพ์ หัวพิมพ์ต้องสร้างภาพแฝง 4 ครั้ง สำหรับแม่สีแต่ละสี และป้อนพิมพ์ 4 ครั้ง เพื่อพิมพ์ทีละสี ในการพิมพ์สีแรก หน่วยจ่ายหมึกพิมพ์สีแรกจะเคลื่อนขึ้นสัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์เพื่อจ่ายหมึกและสร้างภาพปรากฏช่องสุญญากาศที่หน่วยนี้จะช่วยให้หมึกพิมพ์แห้งตัว โดยการดูดไอระเหยของหมึกออกไปต่อมาหน่วยจ่ายหมึกพิมพ์สีแรกจะเคลื่อนตัวลง เพื่อให้วัสดุใช้พิมพ์ม้วนกลับและเลื่อนไปป้อนเข้าพิมพ์ครั้งต่อไป หน่วยจ่ายหมึกพิมพ์สีที่ 2 จะสร้างภาพปรากฏสีต่อไปโดยเคลื่อนขึ้นมาติดกับวัสดุใช้พิมพ์ แล้วสร้างภาพสีใหม่ จากนั้นจึงป้อนเข้าพิมพ์ครั้ง ที่ 3 และ 4 เพื่อพิมพ์ภาพให้ครบ 4 สี ตามลำดับต่อไป

ส่วนภาพที่ 2.17 แสดงเครื่องพิมพ์ที่มี 4 หัวพิมพ์ หน่วยจ่ายหมึกพิมพ์ทั้ง 4 หน่วยของแม่สีแต่ละสีจะมีหัวพิมพ์ประจำหน่วย ทำให้สามารถพิมพ์งานสอดสีได้โดยการป้อนพิมพ์ครั้งเดียว



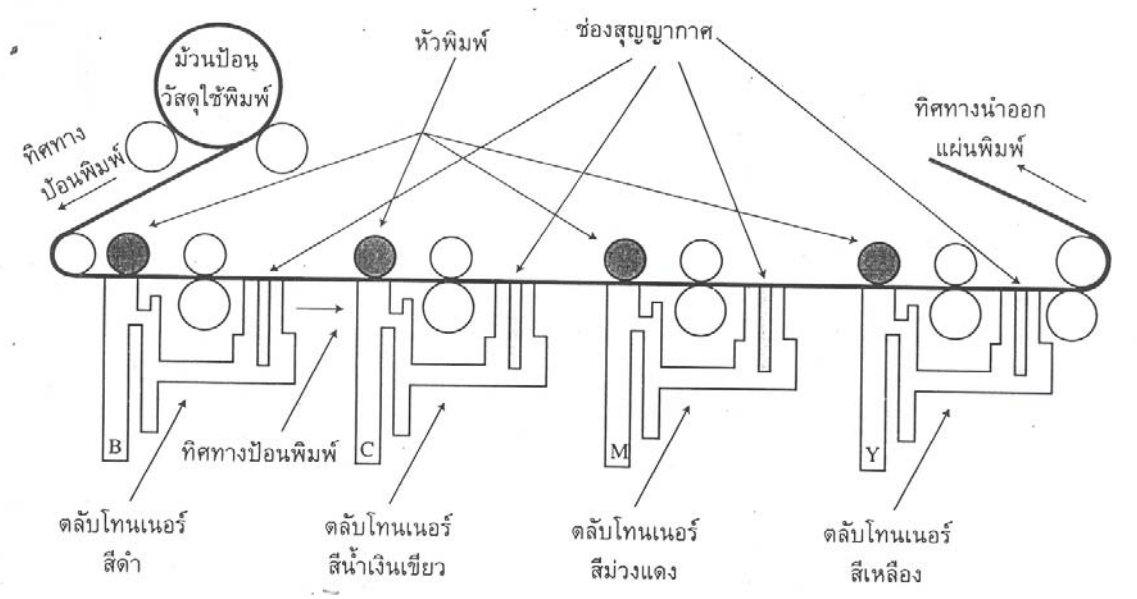
ภาพที่ 16 เครื่องพิมพ์อิเล็กโทรกราฟีสี่สีแบบ 1 หัวพิมพ์ ป้อนพิมพ์ 4 ครั้ง

(ก) ส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์ (ข) ภาพขยายหัวพิมพ์

ที่มา : Gerhard A. Nothmann Nonimpact Printing. Graphic Arts Technical Foundation. 1969, pp.54,56

(ก)

(ข)



ภาพที่ 17 เครื่องพิมพ์อิเล็กโทรกราฟีสี่สีแบบ 4 หัวพิมพ์ ป้อนพิมพ์ 4 ครั้ง

ที่มา : Gerhard A. Nothmann. Nonimpact Printing. Pitsburgh : Graphic Arts Technical Foundation. 1989, p.57

5.2.2 อิเล็กโทรโฟโตกราฟี หมายถึง ระบบการพิมพ์ที่มีการสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์วิธีอ้อม โดยการสร้างภาพแฝงและภาพปรากฏผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพก่อน การสร้างภาพแฝงอาจเกิดจากการนำเข้าต้นฉบับด้วยการกราด หรือนำเข้าในรูปสัญญาณข้อมูลภาพจากระบบคอมพิวเตอร์ไปควบคุมการฉายแสงไปที่ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่มีลักษณะเป็นกระบอกหรือสายพานที่มีสมบัตินำแสง ทำให้เกิดการสร้างประจุบนผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพ แสงที่ใช้ เช่น แสงจากหลอดไดโอดเปล่งแสง (light emiting diode, LED) และแสงเลเซอร์ เป็นต้น เมื่อตัวกลางถ่ายทอดภาพได้รับแสงแล้วจะมีสมบัติไดอิเล็กทริกและเกิดการสร้างภาพแฝงไฟฟ้าสถติบริเวณภาพแฝงและบริเวณที่ไม่ต้องการสร้างภาพแฝง ต้องมีความแตกต่างกันด้านประจุไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับลักษณะภาพ ภาพแฝงที่เกิดขึ้นจะมีประจุไฟฟ้าหรือไม่มีก็ได้ ถ้าเป็นภาพแฝงที่มีประจุไฟฟ้า ต้องเป็นประจุขั้วตรงข้ามกับประจุของโทนเนอร์ เพื่อให้เกิดแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตระหว่างภาพแฝงกับโทนเนอร์ แต่ถ้าเป็นภาพแฝงที่ไม่มีประจุไฟฟ้า บริเวณที่ไม่ใช่ภาพแฝงต้องมีประจุขั้วเดียวกับประจุของโทรเนอร์ เพื่อให้เกิดแรงผลักทางไฟฟ้าสถิตระหว่างบริเวณที่ไม่ใช่ภาพแฝงกับโทนเนอร์ ส่วนการสร้างภาพปรากฏเกิดจากการจ่ายโทนเนอร์แห้งไปที่ภาพแฝง โทนเนอร์จะติดที่ภาพแฝงด้วยแรงทางไฟฟ้าสถิต แล้วถ่ายโอนโทนเนอร์หรือถ่ายทอดภาพไปติดบนวัสดุใช้พิมพ์ด้วยแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต เกิดเป็นภาพพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ ทั้งนี้โทนเนอร์จะติดบนวัสดุใช้พิมพ์ได้โดยไม่

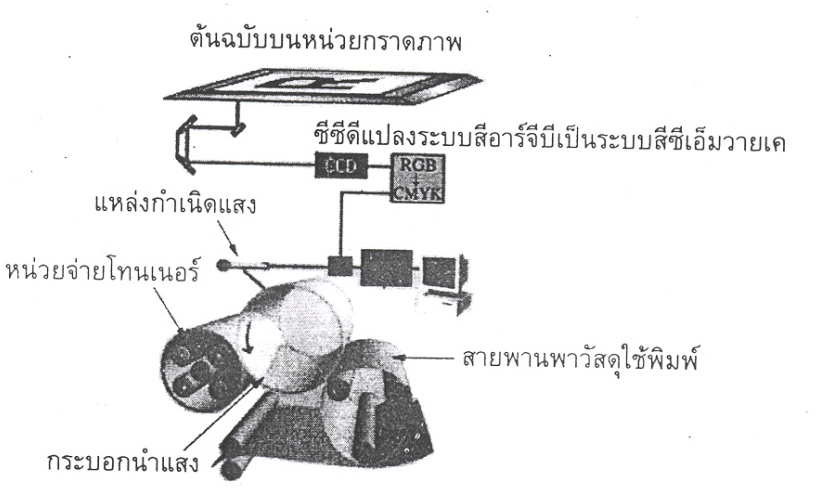
ต้องใช้อุปกรณ์ที่ให้แรงกด แต่ใช้อุปกรณ์จ่ายประจุไฟฟ้าให้แก่วัสดุใช้พิมพ์เพื่อสร้างแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตระหว่างโทนเนอร์กับวัสดุใช้พิมพ์แทน โดยจ่ายประจุขั้วเดียวกับประจุบนภาพแฝง แต่เป็นประจุที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า จึงทำให้แรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตระหว่างโทนเนอร์กับวัสดุใช้พิมพ์มีมากกว่าแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตระหว่างโทนเนอร์กับภาพแฝงบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ โทนเนอร์จึงแยกตัวจากตัวกลางถ่ายทอดภาพไปติดบนวัสดุใช้พิมพ์ได้ แล้วจึงป้อนแผ่นพิมพ์เข้าไปที่นิประหว่างลูกกลิ้งผนึกภาพ 2 ลูก เพื่อหลอมโทนเนอร์ให้ติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์ด้วยความร้อนและแรงกดจากลูกกลิ้ง จากนั้นจะทำความสะอาดผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพสำหรับการสร้างภาพในรอบพิมพ์ต่อไปด้วยการขจัดโทนเนอร์ที่หลงเหลือออกไปและลบประจุที่ตกค้างบนผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพโดยการฉายแสง เพื่อให้ประจุไหลออกจากผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพไปตามสายดิน เนื่องจากอิเล็กโทรโฟโตกราฟีเป็นระบบการพิมพ์ที่ใช้ทั้งไฟฟ้าและแสงในการสร้างภาพ จึงเป็นที่มาของชื่อเรียกระบบการพิมพ์นี้ว่า “อิเล็กโทรโฟโตกราฟี”

การพิมพ์อิเล็กโทรโฟโตกราฟีที่สำคัญจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ การพิมพ์ซีโรกราฟี (Xerography) และการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์

5.2.2.1 ซีโรกราฟี เป็นการพิมพ์ไร้แรงกดที่สร้างภาพแฝงไฟฟ้าสถิตที่มีประจุไฟฟ้าบนผิวกระบอกหรือสายพานนำแสงที่มีสมบัติไดอิเล็กทริก กระบวนการพิมพ์เริ่มจากการทำให้ผิวกระบอกหรือสายพานเกิดประจุจาการที่ผิวกระบอกมีสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าด้วย จึงกันไม่ให้ประจุที่เกิดขึ้นไหลลงไปใต้ชั้นเคลือบผิว เมื่อกระบอกหรือสายพานนำแสงได้รับแสงซึ่งอาจจะเป็นแสงสะท้อนจากการกราดต้นฉบับหรือจากการฉายแสงที่ควบคุมด้วยสัญญาณข้อมูลภาพจากระบบคอมพิวเตอร์ ผิวกระบอกหรือสายพานส่วนที่โดนแสงจะสูญเสียความเป็นฉนวนไฟฟ้า ประจุที่บริเวณนี้จะไหลลงไปสู่พื้นล่างของกระบอกหรือสายพาน คงเหลือบริเวณผิวกระบอกหรือสายพานที่ไม่โดนแสงที่ยังคงมีประจุไฟฟ้า และเกิดเป็นบริเวณภาพแฝง หลังจากที่โทนเนอร์ติดภาพแฝง และเป็นภาพปรากฏแล้ว จะถ่ายทอดไปสร้างภาพที่วัสดุใช้พิมพ์ บริเวณวัสดุใช้พิมพ์ที่มีประจุเท่านั้นที่จะเกิดภาพพิมพ์ ส่วนบริเวณที่ไม่มีประจุจะยังคงพื้นสีขาวหรือพื้นสีเดิมของวัสดุใช้พิมพ์ไว้ การหลอมโทนเนอร์ให้ผนึกติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์ใช้ทั้งความร้อนและแรงกด ซีโรกราฟีเป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้ในเครื่องทำสำเนา หรือเครื่องถ่ายเอกสาร (copier) และเครื่องพิมพ์สำเนา (duplicator)

ในกรณีเครื่องทำสำเนานั้น การนำเข้าต้นฉบับใช้วิธีการกราด เมื่อฉายแสงไปที่ต้นฉบับ แสงจะสะท้อนภาพจากต้นฉบับไปทำให้เกิดภาพแฝงที่มีประจุบนกระบอก หรือสายพานที่เคลือบผิวด้วยสารที่มีสมบัตินำแสงแสงสว่างที่สะท้อนจากบริเวณไร้ภาพที่เป็นสีขาวของต้นฉบับและตกไปที่ผิวกระบอก ทำให้ประจุบนผิวกระบอกบริเวณที่ถูกแสงหายไป ในขณะที่แสงสว่างที่เหลือจะถูกดูดกลืนที่ต้นฉบับบริเวณภาพซึ่งเป็นสีดำ จึงไม่เกิดการสะท้อนไปทำลายประจุที่ผิวกระบอก ประจุส่วนที่เหลืออยู่จึงเป็นบริเวณภาพแฝง จากนั้นจึงมีการสร้างภาพปรากฏ และภาพพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ตามหลักการพิมพ์ซีโรกราฟี

ดังที่กล่าวมาข้างต้น สำหรับเครื่องพิมพ์สำเนาสามารถนำเข้าต้นฉบับสู่เครื่องพิมพ์สำเนาได้ 2 วิธี คือ การกราดต้นฉบับ และการนำเข้าต้นฉบับในรูปสัญญาณข้อมูลภาพดิจิตอลจากระบบคอมพิวเตอร์ ส่วนกระบวนการสร้างภาพแฝง ภาพปรากฏ และภาพพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์เหมือนกับเครื่องทำสำเนา



ภาพที่ 18 การพิมพ์ซีโรกราฟฟี

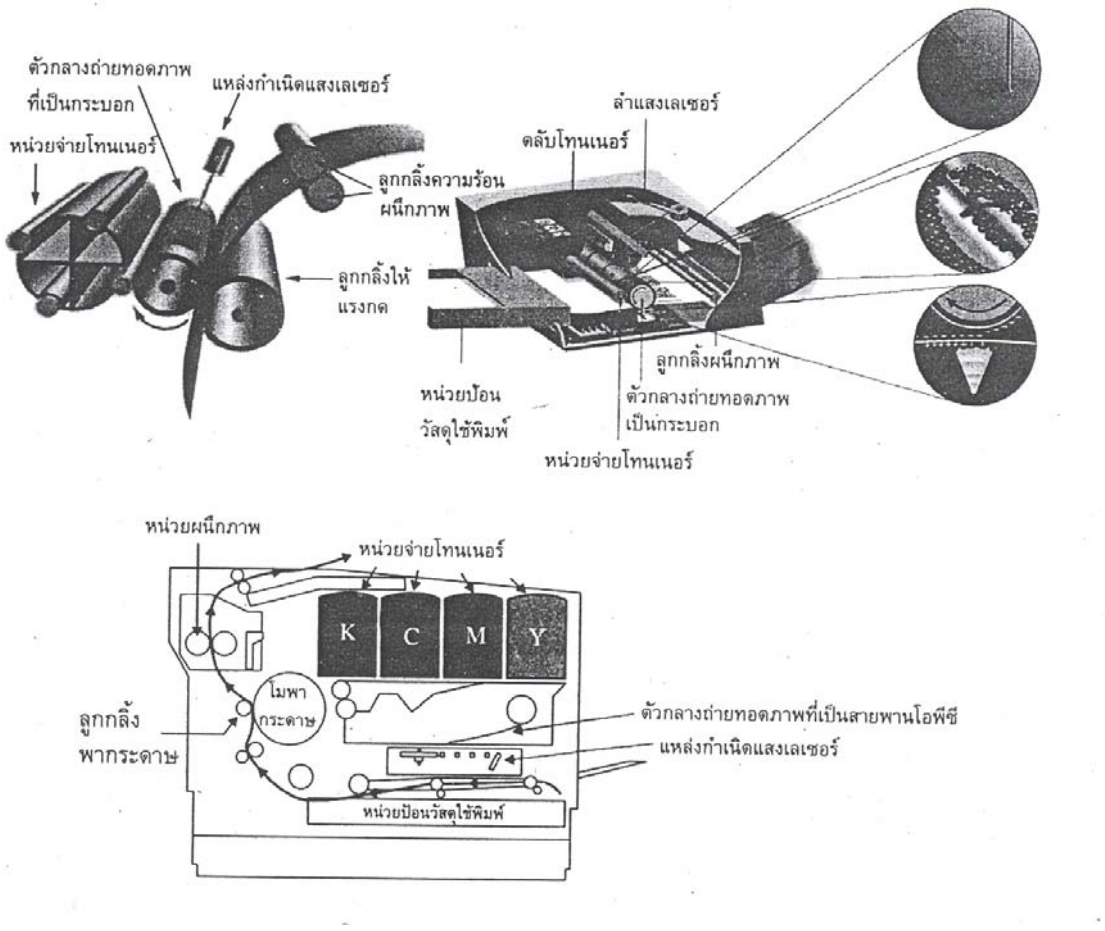
ที่มา : Ricoh. Ricoh Tech World. (online). Retreived via Netscape, 25 June 1999, p.1.

http :// www.ricoh.co.ip/omoshiro/english/color/color 3 html

5.2.2.2 การพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ หลักการพิมพ์ใช้หลักการอิเล็กโทรโฟโตกราฟีเช่นเดียวกับซีโรกราฟีของเครื่องถ่ายเอกสารหรือเครื่องทำสำเนา คือ ใช้กระบอกหรือสายพานที่มีสมบัตินำแสง และสมบัติไดอิเล็กทริกเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดภาพ การสร้างภาพจะเกิดจากการใช้แสงเลเซอร์ แต่การสร้างภาพแฝงไม่ได้เกิดจากการฉายแสงไปบนต้นฉบับแล้ว อาศัยแสงสะท้อนจากต้นฉบับไปสร้างภาพแฝง แต่จะใช่สัญญาณข้อมูลภาพจากระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมการฉายแสงเลเซอร์ไปที่กระบอกหรือสายพานนำแสงเพื่อสร้างภาพแฝง บริเวณผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพที่โดนเลเซอร์จะเกิดภาพแฝงที่มีประจุหรือไม่มีก็ได้ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นการสร้างภาพแฝงที่ไม่มีประจุ คือ หลังจากที่จ่ายประจุไฟฟ้าบวกหรือลบบนผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เป็นกระบอกหรือสานพานนำแสงแล้ว แสงเลเซอร์จะลบประจุตรงบริเวณที่ต้องการสร้างภาพแฝงโดยทำให้ประจุไฟฟ้าบริเวณนี้ไหลผ่านสายดิน เกิดเป็นภาพแฝงที่ไม่มีประจุ ส่วนบริเวณที่ไม่ใช่ภาพซึ่งไม่ได้รับแสงเลเซอร์จะยังคงมีประจุและเป็นประจุขั้วเดียวกับประจุของโทนเนอร์ ในการสร้างภาพปรากฏ โทนเนอร์จึงไม่ติดที่บริเวณไร้ภาพเพราะแรงผลักทางไฟฟ้าสถิตเนื่องจากมีประจุไฟฟ้าขั้วเดียวกันแต่ไปเกาะเฉพาะที่บริเวณภาพแฝง แต่ถ้าเป็นแบบสร้างภาพแฝงที่มีประจุ เลเซอร์จะลบประจุไฟฟ้าที่บริเวณไร้ภาพ ทำให้บริเวณนี้ไม่มีประจุ และใช้โทนเนอร์ที่มีประจุขั้วตรงข้ามกับประจุบนภาพแฝง โทนเนอร์จึงติดที่ภาพแฝงด้วยแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตเมื่อ

โทนเนอร์ติดภาพแฝงแล้ว จะเกิดภาพปรากฏแล้วถ่ายโอนไปให้วัสดุใช้พิมพ์ที่มีการจ่ายประจุให้วัสดุใช้พิมพ์ทางด้านหลังเป็นประจุขั้วเดียวกับโทนเนอร์แต่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าหรือประจุขั้วตรงข้ามกับโทนเนอร์ โทนเนอร์จึงติดที่วัสดุใช้พิมพ์ จากนั้นลบประจุบนวัสดุใช้พิมพ์เพื่อให้แผ่นพิมพ์แยกตัวจากตัวกลาง ถ่ายทอดภาพแล้วผนึกภาพด้วยลูกกลิ้งความร้อนและลูกกลิ้งกดพิมพ์ เพื่อให้โทนเนอร์หลอมติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์

ในบรรดาเครื่องพิมพ์ตั้งโต๊ะดิจิตอล (digital desktop printer) เครื่องพิมพ์เลเซอร์จัดเป็นเครื่องพิมพ์แบบหนึ่งที่เป็นนิยมใช้กันมากสำหรับการพิมพ์งานในบ้านในสำนักงานและร้านรับจ้างพิมพ์งานด่วนหรืองานตามสั่งเครื่องพิมพ์เลเซอร์ได้แทนที่เครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ ซึ่งเคยเป็นที่นิยมใช้มาแต่เดิม ทั้งนี้เนื่องจากมีราคาเครื่องลดลงและให้งานพิมพ์ที่มีคุณภาพดีกว่ามาก เครื่องพิมพ์เลเซอร์มีทั้งเครื่องพิมพ์สีเดียวแบบขาว – ดำ และเครื่องพิมพ์สี ซึ่งใช้หลักการพิมพ์เหมือนกัน เพียงแต่ในเครื่องพิมพ์เลเซอร์สีมีส่วนบรรจุโทนเนอร์แต่ละสีแยกกัน สำหรับโทนเนอร์แม่สี 2 สี ในการพิมพ์สอดสี ให้ยิงเลเซอร์เพื่อสร้างภาพแฝงใหม่จนครบ 2 สี จึงถ่ายทอดภาพไปให้วัสดุใช้พิมพ์



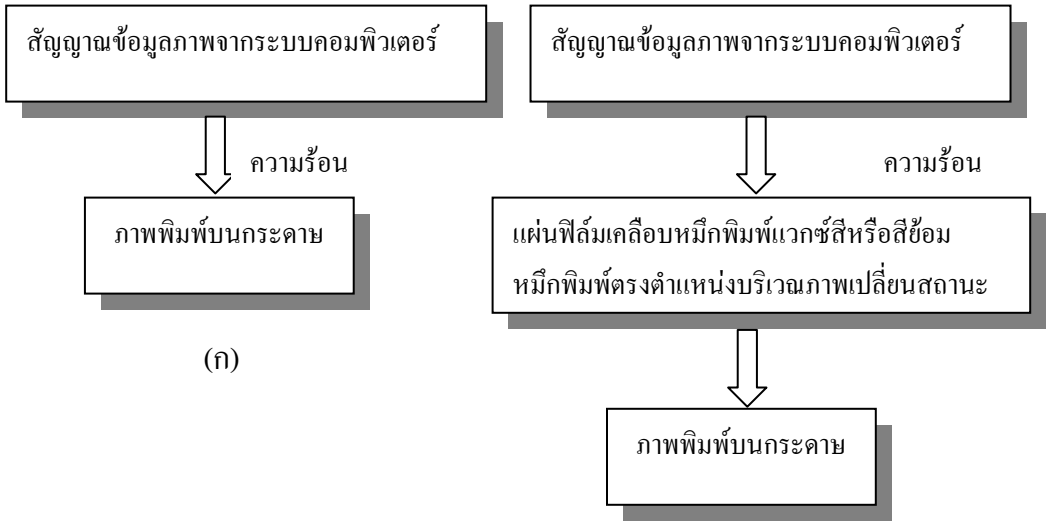
ภาพที่ 19 ตัวอย่างโครงสร้างเครื่องพิมพ์เลเซอร์ 4 สี แบบต่าง ๆ

ที่มา : Pamela Pfiffner and Bruce Fraser. “How Printers Work” Chapter 17 in How Desktop Publishing Works California Ziff - Davis Press, 1976, pp.138 - 139

Frank J Romano and Richard M. Romano (ed) The GATF Encyclopedia of Graphic Arts Communication Pittsburgh : GATFP ress, 1998, p.469

5.3 การพิมพ์ไร้แรงกดระบบความร้อน

การพิมพ์ไร้แรงกดระบบความร้อน (themal printing) หมายถึง การพิมพ์ที่สร้างภาพโดยใช้ความร้อนจากหัวพิมพ์ไปทำให้หมึกพิมพ์เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือเปลี่ยนสถานะทางกายภาพแล้วสร้างภาพพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ การถ่ายทอดภาพไปที่วัสดุใช้พิมพ์ไม่ใช้แรงกดพิมพ์ การพิมพ์ไร้แรงกดระบบความร้อนจำแนกตามวิธีการถ่ายทอดภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์ได้ 2 แบบ คือ การพิมพ์ระบบความร้อนวิธีตรง (direct themal printing) และวิธีอ้อม (indirect themal printing) หรือการพิมพ์ระบบถ่ายโอนด้วยความร้อน (themal transfer printing)

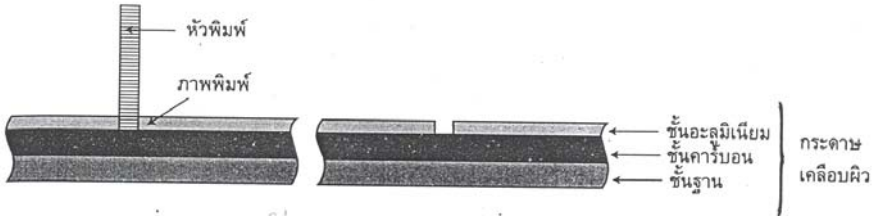


ภาพที่ 20 แผนภูมิขั้นตอนการพิมพ์ไร้แรงกดระบบความร้อน
(ก) การพิมพ์ระบบความร้อนวิธีตรง (ข) การพิมพ์ระบบถ่ายโอนด้วยความร้อน

5.3.1 การพิมพ์ระบบความร้อนวิธีตรง เป็นการพิมพ์ที่ถ่ายโอนหมึกพิมพ์ไปบนวัสดุใช้พิมพ์ที่เคลือบผิวเป็นพิเศษ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีบนวัสดุใช้พิมพ์ ทำให้มองเห็นเป็นสีต่าง ๆ การพิมพ์แบบนี้มีองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ หัวพิมพ์ความร้อน (thermal print head) ซึ่งประกอบด้วยหน่วยความร้อนจำนวนมากเรียงกันในแนวนอนและติดรวมกันบนฐานที่ทำด้วยเซรามิก และวัสดุใช้พิมพ์ซึ่งเป็นกระดาษเคลือบผิวพิเศษที่สามารถเปลี่ยนสีได้เมื่อได้รับความร้อนหรือกระแสไฟฟ้า ในขณะพิมพ์หัวพิมพ์จะอยู่กับที่ แต่กระดาษเคลื่อนที่ การพิมพ์ระบบความร้อนวิธีตรงจำแนกได้ 2 แบบ ตามชนิดของกระดาษไวความร้อน

5.3.1.1 การพิมพ์บนกระดาษเคลือบผิวด้วยสารที่มีสมบัติไวความร้อน (themo - sensitive paper) กระดาษเคลือบผิวชนิดนี้เป็นกระดาษที่เคลือบด้วยสารเคมีที่เปลี่ยนสีได้เมื่อได้รับความร้อน ดังนั้นเมื่อหัวพิมพ์ความร้อนสัมผัสกับกระดาษเคลือบผิวนี้ บริเวณผิวกระดาษส่วนที่ได้รับความร้อนจากหัวพิมพ์จะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีแล้วเปลี่ยนแปลงเป็นสารที่มีสี โดยทั่วไปจะเป็นสีดำ เมื่อสารนี้ได้รับความร้อนที่มีระดับอุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส ข้อดีของการพิมพ์นี้ ได้แก่ ไม่ต้องใช้แผ่นฟิล์มเคลือบหมึกพิมพ์ ไม่ต้องใช้โทนเนอร์ และประหยัดพลังงานในการพิมพ์ ส่วนข้อจำกัดสำคัญ คือ ไม่เหมาะกับการพิมพ์โลโก้หรือตราสัญลักษณ์และภาพกราฟิก ตัวอย่างการใช้งานการพิมพ์ระบบนี้ ได้แก่ การรับส่งโทรสารการพิมพ์ฉลากอาหารหรือป้ายสินค้าที่ระบุราคาน้ำหนักและสัญลักษณ์รหัสแท่ง

5.3.1.2 การพิมพ์บนกระดาษเคลือบผิวด้วยสารที่มีสมบัติไวไฟฟ้า (electrosensitive paper) หรือการพิมพ์อิเล็กโทรเซนซิทิฟ (electrosensitive printing หรือ material removal printing) เป็นการพิมพ์ที่เกิดจากการใช้หัวพิมพ์ไฟฟ้าไปเลือกเจาะรูบนชั้นเคลือบผิววัสดุใช้พิมพ์เพื่อสร้างภาพ วัสดุใช้พิมพ์เป็นกระดาษเคลือบผิวพิเศษที่ใช้มี 3 ชั้น ชั้นบนมีสีขาวเพราะเคลือบผิวด้วยอะลูมิเนียมบาง ๆ ชั้นกลางมีสีดำเพราะเคลือบด้วยผงคาร์บอนชั้นฐานเป็นชั้นรองรับที่ทำด้วยกระดาษ การสร้างภาพเกิดจากการใช้ไฟฟ้าไปให้ความร้อนเพื่อเจาะหรือเผาชั้นอะลูมิเนียมตรงบริเวณที่ต้องการให้เกิดภาพออกไป เมื่อชั้นอะลูมิเนียมตรงบริเวณภาพถูกเจาะเป็นรูแล้ว จะเปิดชั้นสีของหมึกพิมพ์ซึ่งก็คือชั้นสีดำของผงคาร์บอนที่อยู่ข้างใต้ให้มองเห็นได้ เกิดเป็นภาพพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์การพิมพ์แบบนี้ไม่นิยมใช้ในการผลิตสิ่งพิมพ์



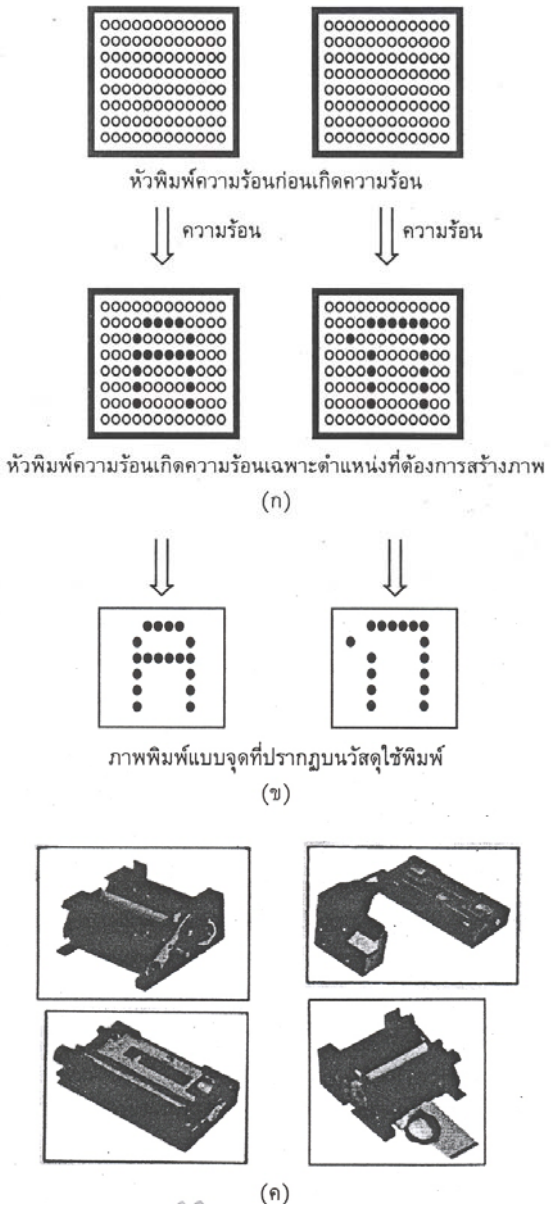
ภาพที่ 21 การพิมพ์ระบบความร้อนวิธีตรงแบบอิเล็กโทรเซนซิทิฟ

5.3.2 การพิมพ์ระบบถ่ายโอนด้วยความร้อน เป็นการพิมพ์วิธีอ้อมที่ถ่ายทอดภาพผ่านแผ่นฟิล์มเคลือบหมึก พิมพ์ฐานแวกซ์หรือหมึกพิมพ์สีย้อม แล้วใช้ความร้อนทำให้หมึกพิมพ์นี้เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวหรือเป็นก๊าซก่อนที่จะถ่ายโอนไปติดบนวัสดุใช้พิมพ์

5.3.2.1 องค์ประกอบของการพิมพ์ระบบถ่ายโอนด้วยความร้อน การพิมพ์แบบนี้มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน หัวพิมพ์ความร้อน แผ่นฟิล์มเคลือบหมึกพิมพ์ (ink sheet) และวัสดุใช้พิมพ์ที่เป็นกระดาษเคลือบผิวพิเศษ การสร้างภาพเกิดจากการที่หัวพิมพ์ความร้อนไปทำให้หมึกพิมพ์แผ่นฟิล์มเคลือบหมึกพิมพ์เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวหรือเป็นก๊าซ และถ่ายโอนไปติดที่วัสดุใช้พิมพ์ในขณะพิมพ์ หัวพิมพ์ที่อยู่กับที่ แต่กระดาษเคลื่อนที่ ซึ่งเหมือนกับการพิมพ์ระบบความร้อนวิธีตรง

1) หัวพิมพ์ความร้อน เป็นแบบเดียวกับที่ใช้ในการพิมพ์ระบบความร้อนวิธีตรง หัวพิมพ์ความร้อนนี้ประกอบด้วยหน่วยความร้อนเล็ก ๆ หลายพันหน่วยวางเรียงกันในแนวนอนที่ความถี่ 200 - 300 หน่วยต่อนิ้ว หน่วยให้ความร้อนนี้ทำจากตัวต้านทานไฟฟ้าที่เมื่อได้รับกระแสไฟฟ้าแล้ว จะเกิดความร้อนและทำหน้าที่ผลิตความร้อนให้กับหัวพิมพ์ จำนวนหน่วยความร้อนนี้ยิ่งมาก ความละเอียดในการพิมพ์ยิ่งสูง อุณหภูมิที่ใช้ทำหัวพิมพ์ร้อน คือ 100 องศาเซลเซียสสำหรับหมึกเทอร์มัลแวกซ์ และ 300 องศาเซลเซียส สำหรับหมึกสีย้อม ควรเลือกใช้หัวพิมพ์ให้มีขนาดเหมาะสมกับขนาดภาพพิมพ์ หัวพิมพ์จะมีอุณหภูมิสูงถึงระดับที่ทำให้หมึกเปลี่ยนสถานะเป็นบางตำแหน่งคือ เฉพาะตำแหน่งที่จะสร้าง

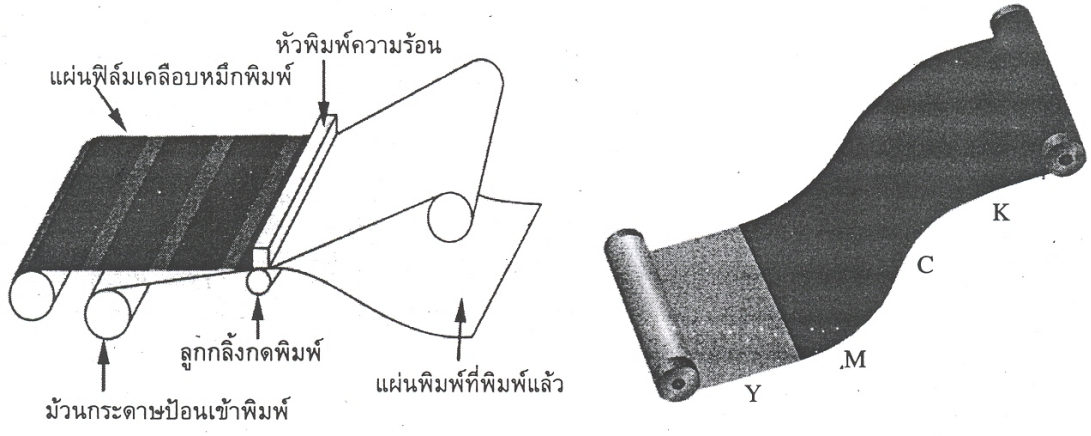
ภาพ ได้เป็นภาพที่เกิดจากจุดภาพหลาย ๆ จุดมาประกอบกัน (dot matrix image) เช่นเดียวกับภาพพิมพ์ที่เกิดจากการพิมพ์ระบบพ่นหมึก ดังภาพที่ 22 (ข)



ภาพที่ 22 (ก) หัวพิมพ์ความร้อน
(ข) ตัวอย่างภาพพิมพ์แบบจุดที่เกิดจากหัวพิมพ์ความร้อน
(ค) ตัวอย่างตลับหัวพิมพ์ความร้อน

ที่มา : (ค) Advanced printing systems. Ltd. Family Photo of Themal Mechanisms (online) Retreived via Netscape. To July 1999.P.1
http:// www a - p – s.net/family.htm

2) แผ่นฟิล์มเคลือบหมึกพิมพ์ (ink sheet) คือ วัสดุที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดภาพ แผ่นฟิล์มเคลือบหมึกพิมพ์มีทั้งที่เป็นแผ่นและเป็นม้วน มี 2 ชั้น ชั้นล่างเป็นชั้นฐานทำจากพลาสติกหรือกระดาษ ส่วนชั้นบนเป็นชั้นหมึกพิมพ์ซึ่งทำจากหมึกพิมพ์บานแวกซ์หรือหมึกพิมพ์สีย้อมที่เคลือบติดเป็นแถบหมึกสีต่าง ๆ เรียงต่อกันเรียกว่า แผ่นฟิล์มเคลือบแวกซ์และแผ่นฟิล์มเคลือบสีย้อมตามชนิดของหมึกพิมพ์ว่าเป็นหมึกพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์หรือหมึกพิมพ์ระเหิดสีย้อม ก่อนใช้งานหมึกพิมพ์ทั้งสองประเภทอยู่ในสถานะเป็นหมึกแข็ง แต่จะเปลี่ยนสถานะเมื่อได้รับความร้อนขณะถ่ายโอน หมึกพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ต่างจากหมึกพิมพ์ระเหิดสีย้อม คือ เป็นหมึกพิมพ์ฐานแวกซ์ที่ใช้ผงสีเป็นสารให้สี หมึกพิมพ์ระเหิดสีย้อมมีสารให้สีเป็นสีย้อม และอุณหภูมิที่ใช้ในการหลอมหมึกต่ำกว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการระเหิดหมึก หมึกผงสีฐานแวกซ์หลอมเหลวและถ่ายโอนในสภาพหมึกเหลว อุณหภูมิที่ใช้ในการหลอมหมึกผงสีฐานแวกซ์ให้เหลวประมาณ 100 องศาเซลเซียส ส่วนหมึกสีย้อมจะระเหิดเป็นก๊าซแล้วแพร่ไปที่กระดาษโดยการระเหิดสีย้อมไปที่กระดาษใช้อุณหภูมิประมาณ 300 องศาเซลเซียส หมึกพิมพ์ระเหิดสีย้อมมีข้อดีตรงที่ให้สีสดใสกว่าหมึกพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ เพราะสีย้อมยอมให้แสงผ่านมากกว่าผงสี แต่มีความทนทานน้อยกว่า

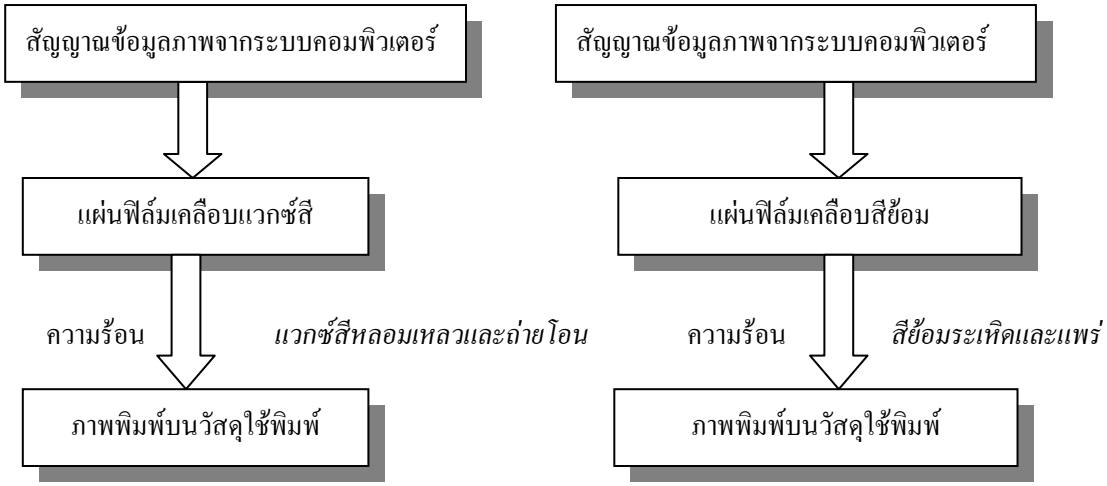


ภาพที่ 23 ลักษณะแถบหมึกพิมพ์สีต่าง ๆ บนแผ่นฟิล์มเคลือบหมึกพิมพ์

ที่มา : Frank J. Romano and Richard M. Romano (ed.) The GATF Encyclopedia of Graphic Arts Communication Pittsburgh: GATFPress, 1998, P.769

3) วัสดุใช้พิมพ์ เป็นกระดาษเคลือบผิวพิเศษด้วยสารที่รับหมึกพิมพ์ที่ถ่ายโอนด้วยความร้อนได้ดี เช่น หมึกพิมพ์แวกซ์สีและหมึกพิมพ์ระเหิดสีย้อม

5.3.2.2 ประเภทของการพิมพ์ระบบถ่ายโอนด้วยความร้อน การพิมพ์ระบบถ่ายโอนด้วยความร้อนสามารถจำแนกได้ 2 ประเภทตามชนิดของหมึกพิมพ์ที่ใช้ คือ การพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ (thermal wax transfer printing) และการพิมพ์ระเหิดสีย้อม (dye sublimation printing)



(ก) (ข)

ภาพที่ 24 ขั้นตอนการพิมพ์ระบบพ่นหมึกระบบความร้อน
(ก) การพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ (ข) การพิมพ์ระเหิดสีย้อม

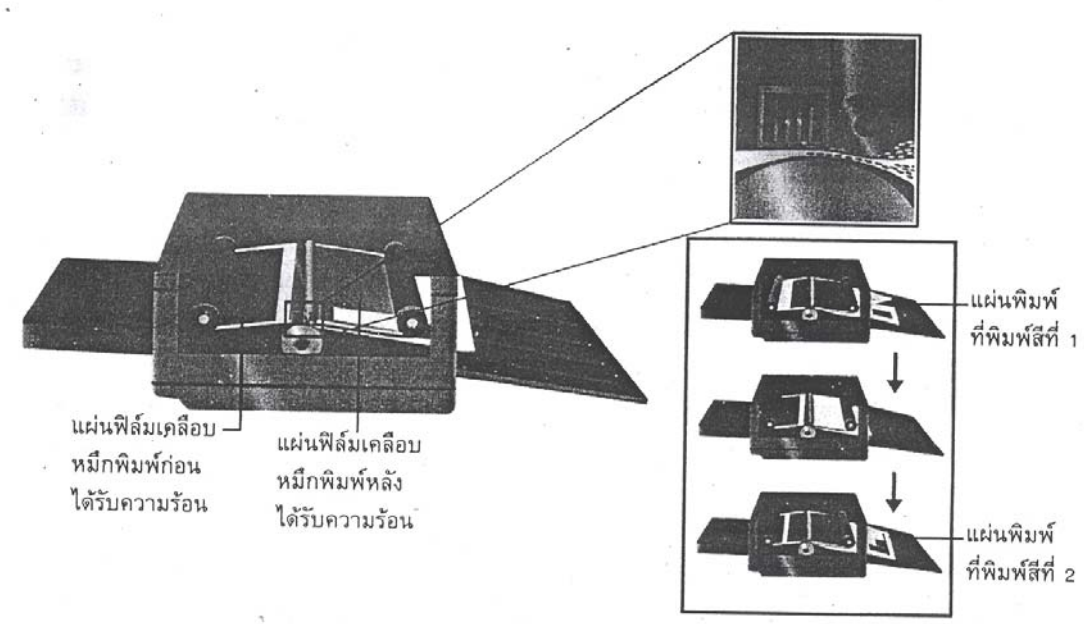
1) การพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ หมายถึง การพิมพ์ที่สร้างภาพจากหมึกพิมพ์ฐานแวกซ์ที่มีสารให้สีเป็นผงสี เรียกว่า หมึกพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ เป็นการสร้างภาพที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของหมึก คือหมึกจะหลอมเหลวก่อนแล้วจึงถ่ายโอนไปสร้างภาพที่ความเข้ม 2 ระดับ หรือ แบบไบเลเวล (bilevel transfer) ไปที่กระดาษ คือ ระดับที่มีความเข้มภาพเท่ากับความเข้มหมึกพิมพ์ และระดับที่ไม่เกิดการพิมพ์ ซึ่งเป็นสีพื้นเดิมของวัสดุใช้พิมพ์ หน่วยความร้อนของหัวพิมพ์เฉพาะส่วนที่สร้างภาพจะได้รับความร้อนเมื่อแวกซ์สีได้รับความร้อนถึงอุณหภูมิที่เหมาะสม จะหลอมตัวหลุดจากชั้นฐานแล้วถ่ายโอนส่วนที่หลอมเหลวนั้นไปสร้างจุดหมึกเล็ก ๆ ติดบนกระดาษเพื่อให้เกิดเป็นภาพ สำหรับหน่วยความร้อนที่อยู่ไม่ตรงกับตำแหน่งที่จะสร้างภาพจะไม่เกิดความร้อน ผลก็คือ หมึกพิมพ์บนแผ่นฟิล์มเคลือบแวกซ์สีบริเวณนั้นจะไม่หลอมเหลว จึงไม่เกิดการถ่ายโอนไปที่วัสดุใช้พิมพ์ซึ่งอาจเป็นกระดาษหรือฟิล์มทั่วไปหรือเป็นแบบเคลือบผิวพิเศษก็ได้

การพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์มีทั้งแบบพิมพ์สีเดียว (ขาว – ดำ) พิมพ์สีพิเศษ และพิมพ์สอดสี ซึ่งมีทั้งใช้หมึกพิมพ์แม่สี 4 สี และ 3 สี ในการพิมพ์งานสี จำนวนครั้งที่ป้อนพิมพ์จะเท่ากับจำนวนสีที่พิมพ์ แต่ในการพิมพ์งานสอดสี โดยทั่วไปจะป้อนพิมพ์เพียง 3 ครั้ง เพราะใช้หมึกพิมพ์แม่สีทางการพิมพ์เพียง 3 สีเท่านั้น คือ น้ำเงินเขียว ม่วงแดง และเหลือง ส่วนสีดำอาจใช้บ้างในเครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์บางเครื่อง ในการพิมพ์งานสอดสี เมื่อพิมพ์สีที่ 1 บนวัสดุใช้พิมพ์แล้ว เครื่องพิมพ์จะม้วนแผ่นฟิล์มเคลือบแวกซ์สีที่ผ่านการพิมพ์แล้ว เก็บเข้าไปในม้วนเก็บแล้วป้อนสีถัดไปเข้าพิมพ์ใหม่พร้อมกับการป้อนวัสดุใช้พิมพ์ที่พิมพ์สีแรกไปแล้วเข้ามาในตำแหน่งพิมพ์โดยอัตโนมัติในการพิมพ์สีต่อ ๆ ไป โดยการหลอมหมึกพิมพ์สีที่ยังไม่ใช้พิมพ์ไปจนครบทุกสี จำนวนครั้งที่ป้อนพิมพ์จึงเท่ากับจำนวนสีที่ใช้พิมพ์ ถ้าเป็นพิมพ์สอดสีที่ป้อนพิมพ์ 4 ครั้ง ลำดับแม่สีในการพิมพ์มักเป็นเหลือง ม่วงแดง น้ำเงินเขียว และดำ เครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์สามารถพิมพ์ภาพฮาล์ฟโทนได้แต่พิมพ์ภาพน้ำหนักสีต่อเนื่องไม่ได้ ทั้งนี้เพราะจุดแวกซ์สีของแม่พิมพ์แต่ละสีไม่ได้ผสมรวมกันเกิดเป็นสีใหม่ แต่การมองเห็นเป็นสีใหม่เกิดจากการที่จุดแวกซ์สีแต่ละจุดอยู่ใกล้กันหรือซ้อนเหลื่อมกัน ส่วนความละเอียดทั่วไปในการพิมพ์ คือ 300 x 300 จุดต่อนิ้ว

2) การพิมพ์ระเหิดสีย้อม หมายถึง การพิมพ์ที่สร้างภาพโดยใช้หมึกพิมพ์ที่มีสารให้สีเป็นสีย้อมที่สามารถระเหิดได้เมื่อรับความร้อน ในการพิมพ์ใช้แผ่นฟิล์มเคลือบสีย้อมสีต่าง ๆ ความร้อนจากหัวพิมพ์จะทำให้สีย้อมที่อยู่ในสภาพของแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซโดยการระเหิด คือ ไม่ผ่านการเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวก่อน ด้วยเหตุนี้จึงเรียกการพิมพ์ระบบความร้อนแบบนี้ว่า การพิมพ์ระเหิดสีย้อม ขั้นตอนต่อจากการระเหิดสีย้อม คือ สีย้อมที่เป็นก๊าซนี้จะถ่ายโอนอย่างต่อเนื่องและแพร่กระจายไปสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ จึงเรียกการพิมพ์ระบบนี้ได้อีกชื่อหนึ่งว่า การพิมพ์แพร่ความร้อนสีย้อมด้วยความร้อน (dye diffusion thermal printing) ปริมาณของสีย้อมที่แพร่และถ่ายโอนไปที่วัสดุใช้พิมพ์จะสัมพันธ์กับระดับอุณหภูมิหรือความร้อนของหัวพิมพ์ โดยความร้อนที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ กันของหน่วยความร้อนจะให้เม็ดสกรีนขนาดต่าง ๆ กัน เนื่องจากวัสดุใช้พิมพ์มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่ทำให้สีย้อมระเหิด เมื่อไอสีย้อมสัมผัสผิววัสดุใช้พิมพ์ ไอสีย้อม จึงเปลี่ยนสถานะกลับเป็นของแข็งและติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์ การสร้างภาพจากการพิมพ์ระเหิดสีย้อมเป็นแบบน้ำหนักสีต่อเนื่อง ซึ่งมีความเข้มของหมึกพิมพ์หลายระดับ ความเข้มสีหมึกพิมพ์ขึ้นกับปริมาณกระแสไฟฟ้าและระยะเวลาที่หัวพิมพ์ความร้อนได้รับกระแส ซึ่งต่างจากการพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ที่ถ่ายโอนหมึกแบบไบเลเวลเท่านั้น สีย้อมบนแต่ละจุดหมึกที่อยู่ใกล้เคียงกันจะแพร่เข้าไปเชื่อมกันทำให้เกิดเป็นภาพน้ำหนักสีต่อเนื่องได้ เนื่องจากสีย้อมมีความโปร่งใสสูง เมื่อพิมพ์ซ้อนทับกัน จะผสมกันเกิดเป็นสีใหม่ได้ แต่การแพร่ของสีย้อมระหว่างจุดหมึกก็มีข้อเสีย คือ ทำให้ความคมชัดของภาพลดลง ในการพิมพ์งานสอดสี ลำดับสีในการพิมพ์

เหมือนการพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ คือ เหลือง ม่วงแดง น้ำเงินเขียว และดำ ตามลำดับ หลังจากที่พิมพ์สีที่ 1 ไปแล้ว แผ่นฟิล์มเคลือบสีย้อมจะกลับมาที่ตำแหน่งเริ่มต้นและเริ่มพิมพ์สีอื่น ๆ ต่อไป

นอกจากนี้การพิมพ์ระเหิดสีย้อมต้องพิมพ์บนกระดาษพิเศษที่มีสมบัติดูดซับสีย้อมได้ดี เรียกว่า กระดาษถ่ายโอนหมึกความร้อน (thermal transfer paper) ซึ่งมีชั้นฐานเป็นกระดาษ ชั้นบนเป็นชั้นเคลือบผิวด้วยเรซินซึ่งทำหน้าที่เป็นสารรับสีย้อมเพื่อสร้างภาพ ตัวอย่างเรซินที่ใช้ เช่น พอลิเอสเทอร์ พอลิเอทีลิน และพอลิคาร์บอเนต เป็นต้น การสร้างภาพเกิดจากความร้อนที่หัวพิมพ์ไปกระตุ้นให้หมึกพิมพ์สีย้อมระเหิดและแพร่จากแผ่นฟิล์มเคลือบสีย้อมไปติดบนกระดาษ และเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับสารรับสีย้อมบนกระดาษ ทำให้หมึกพิมพ์สีย้อมปรากฏให้เห็นเป็นสีต่าง ๆ และเกิดการสร้างภาพบนกระดาษ



ภาพที่ 25 เครื่องพิมพ์ระบบการพิมพ์ถ่ายโอนด้วยความร้อน

ที่มา : Ron White. “How a Color themal Printer Works.” Chapter 32. In How Computers Work. Califormia Ziff-Davis Press, 1993, pp. 190 - 191

5.4 การพิมพ์ไอโอโนกราฟี

การพิมพ์ไอโอโนกราฟี หมายถึง ระบบการพิมพ์ที่สร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์วิธีอ้อมโดยการสร้างภาพแฝงและภาพปรากฏบนตัวกลางถ่ายทอดภาพโดยใช้หลักการตกสะสมของไอออน (ion deposition printing) หรือการตกสะสมของอิเล็กตรอน (electron charge deposition printing) แล้วถ่ายโอนโทนเนอร์ไปสร้างภาพพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ โดยอาศัยหลักการทางไฟฟ้าสถิตและแรงกดที่น้อยมาก ซึ่งต่างจากการพิมพ์อิเล็กโทรโฟโตกราฟีตรงที่การพิมพ์อิเล็กโทรโฟโตกราฟีมีการสร้างประจุบนตัวกลางถ่ายทอดภาพก่อนแล้วใช้แสงไปลบประจุบางส่วน ในขณะที่การพิมพ์ไอโอโนกราฟีใช้วิธีจ่ายประจุในรูปไอออนหรืออิเล็กตรอนไปสร้างภาพแฝงโดยตรงบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ เทคโนโลยีการพิมพ์ไอโอโนกราฟีนี้คิดค้นและพัฒนาโดยบริษัทเดนนิสสันเมนูแฟคเจอริ่ง (Dennison Manufacturing Co.) และตั้งชื่อเฉพาะสำหรับเทคโนโลยีการพิมพ์ไอโอโนกราฟีว่า การพิมพ์เดลแฟกซ์ (delphax)

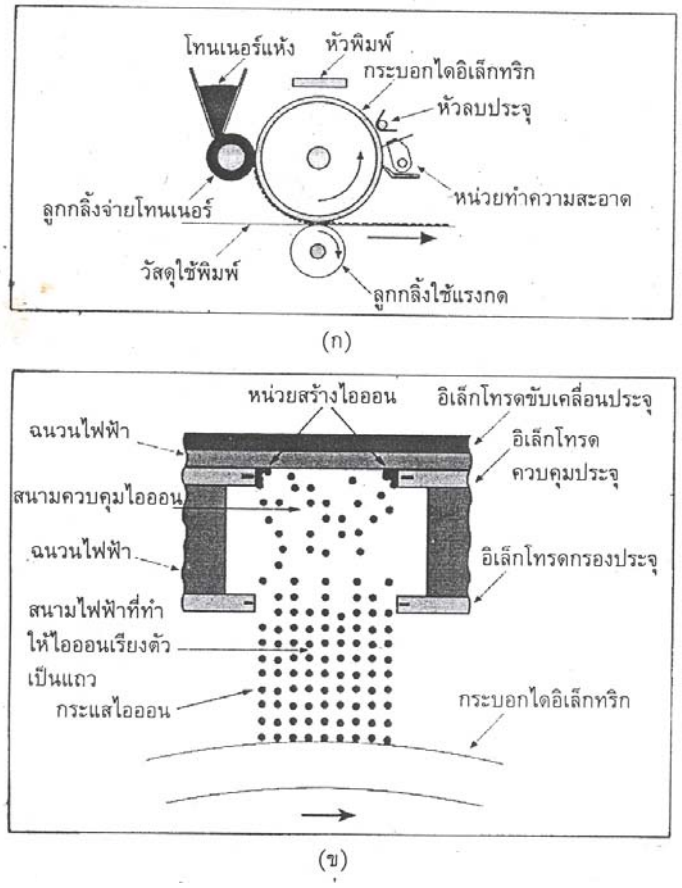
อันที่จริง การพิมพ์ไอโอโนกราฟีจัดเป็นการพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิตแบบหนึ่ง เนื่องจากสร้างภาพด้วยแรงทางไฟฟ้าสถิต ผ่านการสร้างภาพแฝงที่มีประจุบนผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพเหมือนกัน แต่ในหน่วยนี้ได้จำแนกเป็นการพิมพ์อีกประเภทหนึ่ง ทั้งนี้เพราะการพิมพ์ไอโอโนกราฟีมีข้อแตกต่างจากการพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิตทั่วไป ดังนี้ สร้างภาพแฝงด้วยการจ่ายประจุ คือ อิเล็กตรอน ลงบนตัวกลางถ่ายทอดภาพโดยตรง ใช้โทนเนอร์ชนิดองค์ประกอบเดียว ใช้แรงกดเล็กน้อยในการถ่ายในการถ่ายทอดภาพเกิดขึ้นพร้อมกับการผนึกภาพ

เครื่องพิมพ์ไอโอโนกราฟีมีส่วนประกอบหลักดังนี้ กระบอกไดอิเล็กทริก หน่วยจ่ายโทนเนอร์พร้อมลูกกลิ้งจ่ายโทนเนอร์เพื่อสร้างภาพบนกระบอก หัวพิมพ์ หัวลบประจุ หน่วยทำความสะอาด และลูกกลิ้งใช้แรงกด (ภาพที่ 26 ก)

การพิมพ์ไอโอโนกราฟีใช้ตลับหัวพิมพ์ไอโอโนกราฟีที่ประกอบด้วยอิเล็กโทรด 3 ประเภท คือ อิเล็กโทรดขับเคลื่อนประจุ (drive electrode) อิเล็กโทรดควบคุมประจุ (control electrode) และอิเล็กโทรดกรองประจุ (screen electrode) อิเล็กโทรดทั้งสามประเภททำจากชั้นโลหะบาง ๆ เรียงกันตามลำดับคั่นด้วยฉนวน (ภาพที่ 26 ข) ความละเอียดในการพิมพ์จะขึ้นกับจำนวนและความถี่ของการจัดเรียงหัวพิมพ์ เวลาที่ทำการพิมพ์ตลับหัวพิมพ์จะไม่เคลื่อนที่ แต่วัสดุใช้พิมพ์จะเป็นส่วนเคลื่อนที่ผ่านตลับหัวพิมพ์เพื่อเข้าทำการพิมพ์

ส่วนตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นกระบอกหรือสายพานที่เคลือบผิวด้วยสารที่มีสมบัติรับ และเก็บประจุไว้ได้โดยไม่รั่วออกจากตัวยกลางสร้างภาพ นั่นคือ ต้องมีสมบัติไดอิเล็กทริก ถ้าเป็นกระบอกส่วนใหญ่ทำจากอะลูมิเนียมไดออกไซด์ อุณหภูมิที่ใช้สำหรับควบคุมสมบัติอิเล็กทริกของตัวกลางถ่ายทอดภาพ และหัวพิมพ์จะอยู่ที่ประมาณ 55 องศาเซลเซียส ผิวของกระบอกต้องแข็งและทนทานต่อแรงเสียดสีที่เกิดจากโมกดพิมพ์ และใบปาดโทนเนอร์ การสร้างภาพแฝงบนตัวกลางถ่ายทอดภาพเกิดจาก

การที่ตลับหัวพิมพ์สร้างไอออนที่มีประจุลบ หรืออิเล็กตรอนแล้วจัดเรียงให้เคลื่อนที่ไปตกสะสมบนผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพเพื่อสร้างภาพแฝงที่มีประจุตามสัญญาณข้อมูลภาพจากระบบคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 26 (ก) ส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์ไอโอโนกราฟี

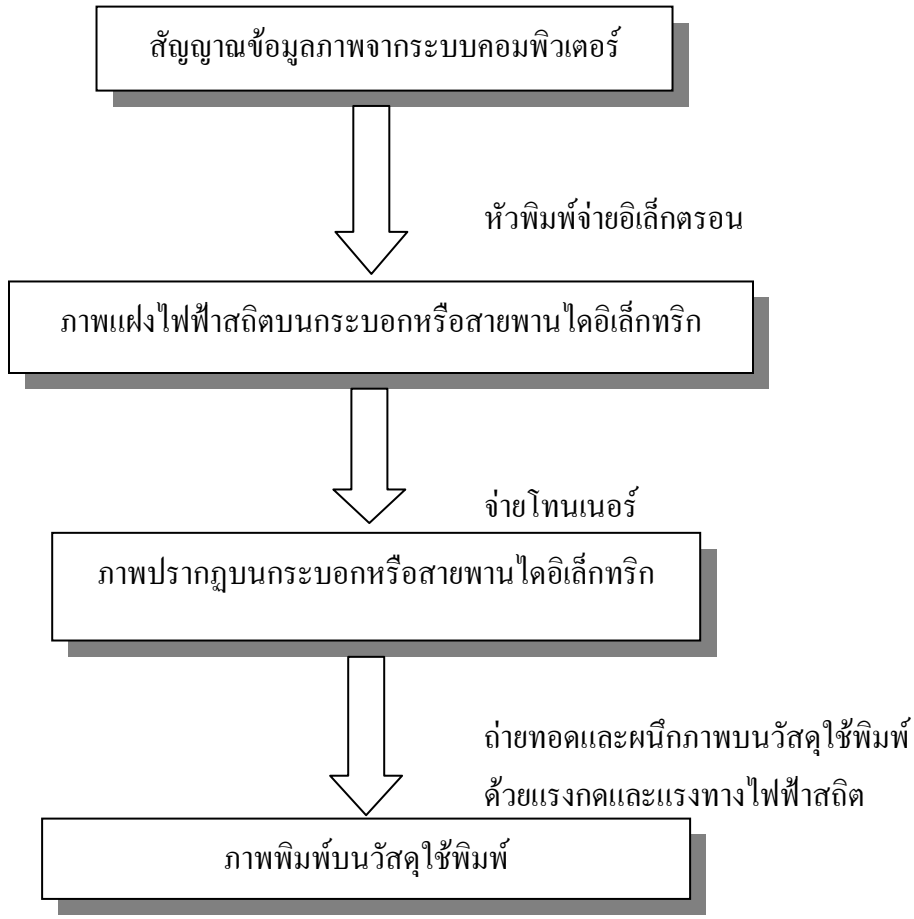
(ข) หัวพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ไอโอโนกราฟีและการทำให้ผิวกระบอกมีประจุ

ที่มา : Howard M Fenton and Frank J" Romano. On- demand Printing: The Revolution in Digital and Customized Printing 2 nd ed. Pittsburgh: GATF Press, 1998} p. 151.

ในขั้นตอนการสร้างภาพปรากฏและการถ่ายทอดภาพพร้อมกับการผนึกภาพบนวัสดุใช้พิมพ์นั้น เริ่มจากหน่วยจ่ายโทนเนอร์จะจ่ายโทนเนอร์ผสมผงแม่เหล็ก (magnetic toner) ชนิดองค์ประกอบเดียว (single component toner) ซึ่งเป็นโทนเนอร์ที่มีประจุไฟฟ้าตรงข้ามกับประจุไฟฟ้าบนภาพแฝงไปที่ผิวตัวกลางถ่ายภาพโดยจ่ายโทนเนอร์ผ่านสนามไฟฟ้าระหว่างตัวกลางถ่ายทอดภาพ และลูกกลิ้งจ่ายโทนเนอร์ ทำให้ภาพแฝงติดโทนเนอร์โดยอาศัยแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตเกิดเป็นภาพปรากฏ ส่วนบริเวณที่ไม่ใช่ภาพแฝงซึ่งไม่มีประจุไฟฟ้าจะไม่มีโทนเนอร์มาเกาะ แล้วจึงถ่ายโอนโทนนเนอร์ต่อไปที่วัสดุใช้พิมพ์โดยอาศัยแรงทางไฟฟ้าสถิตและแรงกดจากลูกกลิ้งให้แรงกด ลูกกลิ้งให้แรงกดนี้ทำด้วยผ้าที่เคลือบวัสดุยืดหยุ่นที่มีความเข็งเหมาะสม มีหน้าที่ในการถ่ายโอนโทนเนอร์จากภาพปรากฏไปให้วัสดุใช้พิมพ์

พาวัสดุใช้พิมพ์เข้าพิมพ์ และให้แรงกดเพื่อผนึกโทนเนอร์เข้ากับวัสดุใช้พิมพ์ ในการพิมพ์ไอโอโนกราฟีนั้นขั้นตอนการถ่ายโอนโทนเนอร์จากภาพปรากฏเพื่อสร้างภาพพิมพ์นั้นเกิดขึ้นพร้อมกับขั้นตอนการผนึกโทนเนอร์ให้ติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์เมื่อวัสดุใช้พิมพ์ผ่านที่นิประหว่างหน่วยสร้างภาพและลูกกลิ้งใช้แรงกด สำหรับสัดส่วนโทนเนอร์ที่ถ่ายโอนไปให้วัสดุใช้พิมพ์นั้นมีมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ การผนึกโทนเนอร์หรือผนึกภาพปรากฏนั้นเกิดจากการใช้แรงกด และแรงถึงดูดระหว่างประจุขั้วตรงข้ามกัน โดยไม่ได้ใช้ความร้อนเหมือนกับการผนึกโทนเนอร์ในการพิมพ์อิเล็กโทรโฟโตกราฟี

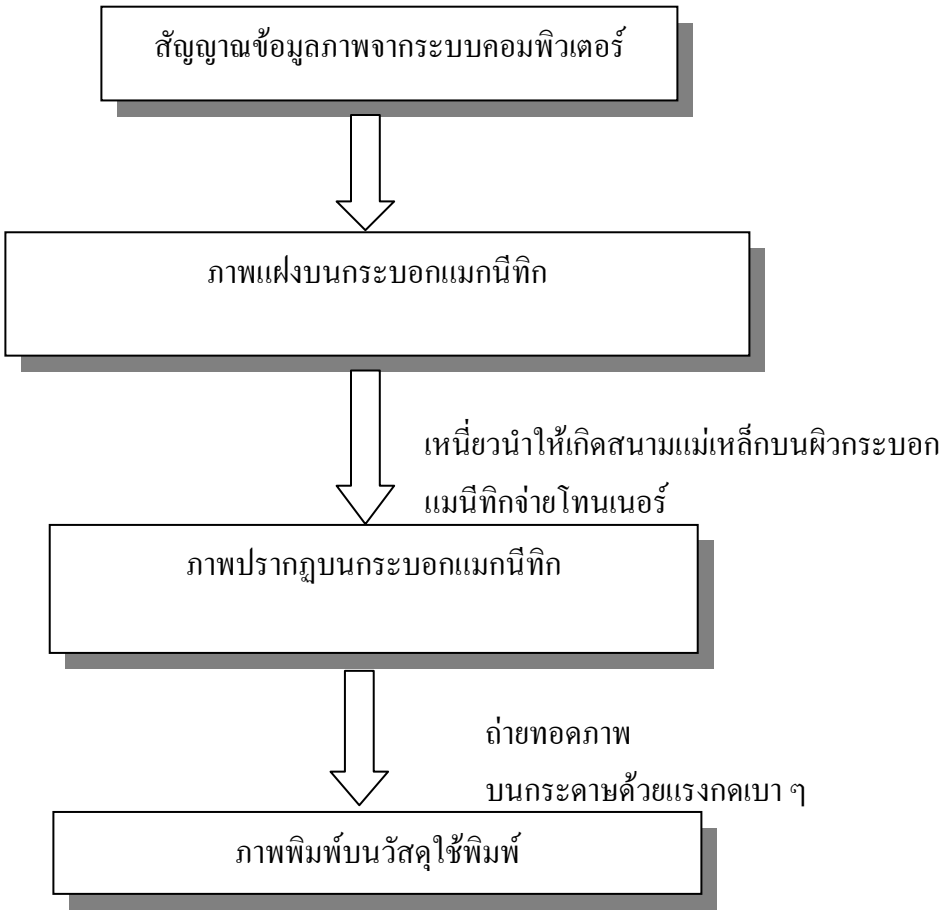
จากนั้นเป็นขั้นตอนการเตรียมผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพให้พร้อมสำหรับการสร้างภาพแฝงในเที่ยวพิมพ์ถัดไป โดยการใช้ใบปาดโทนเนอร์ทำหน้าที่ทำความสะอาดหน่วยสร้างภาพด้วยการขจัดโทนเนอร์ที่หลงเหลืออยู่บนหน่วยสร้างภาพออกไปและใช้หน่วยลบประจุทำหน้าที่ขจัดประจุที่ยังหลงเหลืออยู่บนตัวกลางถ่ายทอดภาพให้หมดไปเพื่อเตรียมผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพให้พร้อมสำหรับเที่ยวพิมพ์ใหม่



ภาพที่ 27 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการพิมพ์ไอโอโนกราฟี

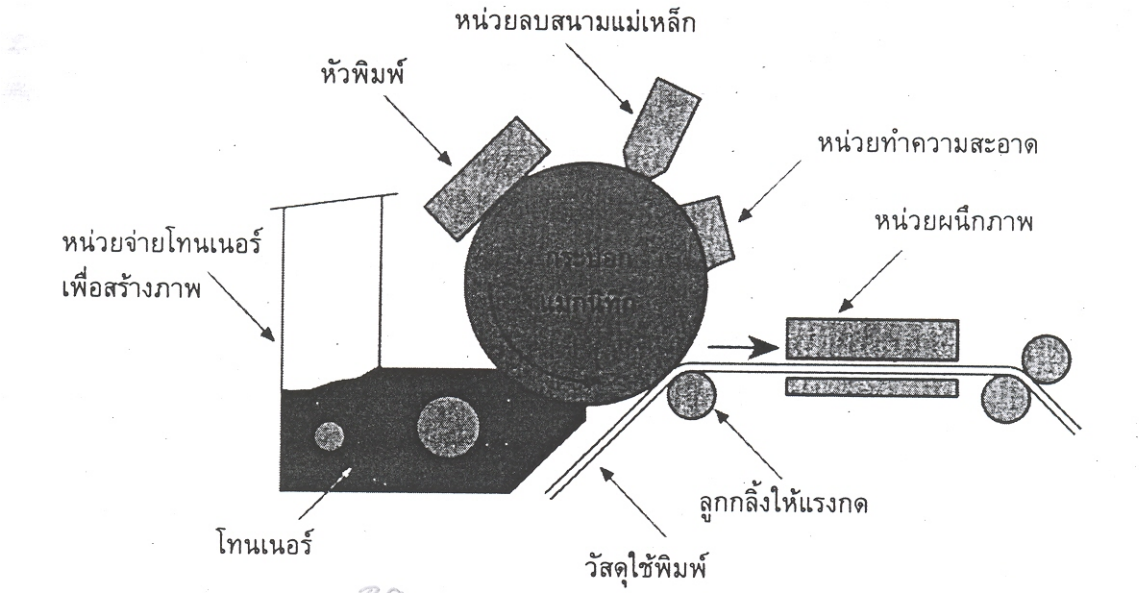
5.5 การพิมพ์แมกนีโทกราฟี

การพิมพ์แมกนีโทกราฟี หมายถึง ระบบการพิมพ์ที่สร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์วิธีอ้อมโดยการสร้างภาพแฝงแมกนีทิกบนตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เป็นกระบอกแมกนีทิก โดยอาศัยหลักการทางแม่เหล็ก ภาพแฝงแมกนีทิก คือ ภาพแฝงที่เป็นสนามแม่เหล็ก โทนเนอร์ที่ใช้เป็นโทนเนอร์ชนิดองค์ประกอบเดียวที่ผสมตัวพาโทนเนอร์ที่เป็นผงแม่เหล็ก โทนเนอร์ติดที่ภาพแฝงบนกระบอกด้วยแรงดึงดูดทางแม่เหล็ก (magnetostatic force) ภาพปรากฏที่ติดโทนเนอร์ผสมผงแม่เหล็กแล้วจะถ่ายทอดไปติดบนวัสดุใช้พิมพ์ด้วยแรงกดและความร้อน จากนั้นทำความสะอาดกระบอกโดยการขจัดโทนเนอร์ที่ตกค้างบนผิวกระบอกเพื่อเตรียมผิวกระบอกให้สะอาดพร้อมสำหรับการสร้างภาพแฝงในเที่ยวพิมพ์ถัดไป หรืออีกทางเลือกหนึ่ง คือ การเก็บภาพแฝงเดิมไว้เพื่อสร้างภาพปรากฏได้หลาย ๆ เที่ยวพิมพ์ โดยไม่ต้องเหนี่ยวนำให้หัวพิมพ์สร้างภาพแฝงแมกนีทิกใหม่ทุกเที่ยวพิมพ์ แต่ต้องทำความสะอาดผิวกระบอกโดยขจัดโทนเนอร์ที่หลงเหลือให้หมดก่อนขึ้นเที่ยวพิมพ์ใหม่



ภาพที่ 28 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการพิมพ์แมกนีโทกราฟี

เครื่องพิมพ์แมกนีโทกราฟีมีส่วนประกอบหลักดังนี้ กระบอกแมกนีทิก หน่วยจ่ายโทนเนอร์ที่ประกอบด้วย ส่วนบรรจุโทนเนอร์ และส่วนที่จ่ายโทนเนอร์เพื่อสร้างภาพที่มองเห็นได้บนกระบอก หัวพิมพ์หน่วยลบสนามแม่เหล็ก หน่วยทำความสะอาด ลูกกลิ้งให้แรงกดที่ทำหน้าที่พากระดาษและให้แรงกดพิมพ์เบา ๆ ในการถ่ายโอนโทนเนอร์จากกระบอกไปที่กระดาษ และหน่วยผนึกภาพจะทำหน้าที่หลอมโทนเนอร์ และผนึกภาพพิมพ์ให้ติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์ ก่อนการพิมพ์ในเที่ยวพิมพ์ต่อไป หน่วยลบสนามแม่เหล็ก และหน่วยทำความสะอาดจะลบสนามแม่เหล็กและขจัดโทนเนอร์ที่ตกค้างบนผิวกระบอกเพื่อเตรียมผิวกระบอกให้สะอาด และพร้อมสำหรับการสร้างภาพแฝง



ภาพที่ 29 ส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์แมกนีโทกราฟี

ที่มา : Howard M.Fenton and Frank J. Romano on- demand Printing : The Revolution in Digital and Customized Printing 2 nd ed. Pittsburgh: GATF Press, 1998} p. 152.

6. การเลือกใช้เครื่องพิมพ์ไร้แรงกด

เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดที่ใช้ในระบบการจัดพิมพ์ตั้งโต๊ะเป็นเครื่องพิมพ์ที่ต่อพ่วงกับระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อนำเข้าสัญญานข้อมูลภาพดิจิตอลจากระบบคอมพิวเตอร์ไปควบคุมกระบวนการพิมพ์ในเครื่องพิมพ์ เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดบางรุ่นได้รับการออกแบบให้สามารถทำงานหน้าที่อื่นที่ไม่ใช่งานพิมพ์ได้โดยไม่ต้องมีระบบคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างเช่น การรับข้อมูลโทรสาร การรับข้อมูลจากเครื่องกราดและการรับข้อมูลจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล เป็นต้น ทั้งนี้รายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดระบบต่าง ๆ ที่สำคัญจะกล่าวถึงต่อไป

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าการใช้งานเครื่องพิมพ์ในระบบการจัดพิมพ์ตั้งโต๊ะนั้นมีแนวโน้มที่จะใช้เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดมากกว่าเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ ทั้งนี้เพราะเครื่องพิมพ์ไรแรงกดทำงานดีกว่าเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์หลายประการ ได้แก่ พิมพ์ได้เงียบ ความเร็วในการพิมพ์สูงกว่า ให้คุณภาพงานพิมพ์ทั่วไปที่มีความละเอียดมากกว่า คือ 300 – 600 จุดต่อนิ้ว สามารถพิมพ์งานได้หลากหลายประเภททั้งภาพพื้นทึบ ตัวพิมพ์ ภาพลายเส้น ภาพสกรีนสอดสี และภาพน้ำหนักสีต่อเนื่องสอดสี แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดแต่ละระบบนั้น พบว่ามีข้อดีและข้อจำกัดทั้งที่เหมือนกันและแตกต่างกันซึ่งสามารถนำมาใช้ในการพิจารณาเลือกซื้อและเลือกใช้เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดแต่ละระบบให้เหมาะสมกับการประกอบการและเหมาะกับประเภทสิ่งพิมพ์ที่จะผลิตรวมทั้งลักษณะ และระดับคุณภาพงานพิมพ์ที่ต้องการ ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดระบบที่ใช้งานแพร่หลาย 3 ระบบ คือ ระบบพ่นหมึก ระบบไฟฟ้าสถิต และระบบถ่ายโอนด้วยความร้อน ในการเลือกใช้เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดควรพิจารณาลักษณะทั่วไปของเครื่องพิมพ์ควบคู่กับการเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดระหว่างเครื่องพิมพ์ไรแรงกดแต่ละระบบ

6.1 การพิจารณาลักษณะทั่วไปของเครื่องพิมพ์ไรแรงกด

ในการพิจารณาลักษณะทั่วไปของเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดเพื่อเลือกใช้เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดระบบต่าง ๆ นั้น อาศัยเกณฑ์เบื้องต้นในการพิจารณาหลายประการ ดังนี้

6.1.1 ขนาดป้อนพิมพ์ของวัสดุใช้พิมพ์ ขนาดป้อนพิมพ์ใหญ่สุดทั่วไป คือ ขนาดบี หรือขนาดแท็บลอยด์ 11 × 17 นิ้ว ขนาดอื่น ๆ ได้แก่ ขนาดเอ เช่น เอธรรมดา หรือเลตเตอร์ 8.5 ×11 นิ้ว เอ 4 8.27 × 11.69 นิ้ว เอ 4 ลอง 8.27 × 13.27 นิ้ว เอลอง หรือ เลตเตอร์ลอง 8.5 × 13 นิ้ว และลีกัล 8.5 × 14 นิ้ว เป็นต้น และขนาดหน้ากว้างต่าง ๆ สำหรับระบบป้อมม้วน เช่น หน้ากว้างน้อยกว่า 8 นิ้ว สำหรับใช้กับการพิมพ์สัญลักษณ์รหัสแท่งหรือฉลากบนบรรจุภัณฑ์ หรือหน้ากว้าง 72 นิ้ว สำหรับพิมพ์แผ่นป้ายโฆษณาขนาดใหญ่ เป็นต้น

6.1.2 ลักษณะการป้อนวัสดุใช้พิมพ์ มี 2 แบบ คือ ป้อนม้วนหรือป้อนแผ่น เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดระบบป้อนแผ่นมีถาดป้อนกระดาษได้หลายแบบ ทั้งแบบป้อนอัตโนมัติ แบบป้อนมือ และแบบอื่น ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม ส่วนป้อนม้วนนั้นเป็นระบบอัตโนมัติ ในการพิมพ์งานสอดสี เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดบางระบบต้องป้อนพิมพ์ 4 ครั้ง หรือ 3 ครั้งตามจำนวนแม่สี แต่บางระบบป้อนพิมพ์ครั้งเดียว

6.1.3 จำนวนสีที่พิมพ์ เช่น เครื่องพิมพ์สีเดียวขาวดำ เครื่องพิมพ์สีพิเศษ และเครื่องพิมพ์สอดสี เป็นต้น เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดบางเครื่องสามารถพิมพ์งานสอดสีได้โดยใช้หมึกพิมพ์แม่สีเพียง 3 สี ซึ่งจะพิมพ์ได้เร็วและใช้ต้นทุนการพิมพ์ถูกกว่าเครื่องพิมพ์ที่ใช้หมึกพิมพ์แม่สี 4 สี แต่ให้คุณภาพงานต่ำกว่า ถ้าเป็นการพิมพ์งานตัวพิมพ์สีดำมาก และมีภาพสี่สีด้วยควรเลือกเครื่องพิมพ์ที่ใช้หมึกพิมพ์แม่สี 4 สี เพราะ

การพิมพ์ตัวพิมพ์สีดำด้วยหมึกแม่สี 3 สี จะสิ้นเปลืองหมึกพิมพ์ และให้สีดำที่มีความอิ่มตัวน้อยกว่าการพิมพ์ด้วยหมึกสีดำสีเดียว

6.1.4 จำนวนน้ำหนักสีที่พิมพ์ได้ มี 3 แบบ คือ เครื่องพิมพ์ไบเวลที่ให้น้ำหนักสี 2 ระดับ (มีสีกับไม่มีสี) เครื่องพิมพ์มัลติเลเวลที่ให้น้ำหนักสีหลายระดับ และเครื่องพิมพ์ที่ให้ภาพพิมพ์น้ำหนักสีต่อเนื่อง

6.1.5 ระดับความสามารถการทำงานของเครื่องพิมพ์ เช่น เ ครื่องพิมพ์สำหรับใช้งานส่วนบุคคล สำหรับใช้งานในสำนักงาน สำหรับกลุ่มงาน และสำหรับงานผลิตจำนวนมาก

6.1.6 ความเร็วในการพิมพ์ ขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ขนาดป้อนพิมพ์ จำนวนสีที่พิมพ์ การพิมพ์หน้าเดียวหรือสองหน้า เป็นต้น โดยทั่วไปใช้หน่วยเป็นจำนวนหน้าต่อนาที ความเร็วในการพิมพ์งานขาวดำจะเร็วกว่าการพิมพ์งานสอดสี

6.1.7 ความละเอียดทางการพิมพ์ โดยทั่วไป 300 – 600 จุดต่อนิ้ว แต่เครื่องพิมพ์พ่นหมึกบางรุ่นพิมพ์ได้ถึง 1,440 จุดต่อนิ้ว หรือเครื่องพิมพ์เลเซอร์พิมพ์ได้ถึง 2,400 จุดต่อนิ้ว

6.1.8 ราคาเครื่องพิมพ์ ขึ้นกับประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์ เครื่องพิมพ์ประสิทธิภาพสูงย่อมมีราคาแพงกว่าเครื่องพิมพ์ประสิทธิภาพต่ำ แต่ถ้าต้องการนำไปใช้ในการผลิตงานสอดสีคุณภาพดี ก็จำเป็นต้องลงทุนซื้อเครื่องพิมพ์ที่มีราคาแพง แต่ใช้งานได้คุ้มค่าและตรงกับวัตถุประสงค์ในการผลิตสิ่งพิมพ์

6.1.9 ต้นทุนการพิมพ์ต่อหน้า ขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ราคาเครื่องพิมพ์ ราคาวัสดุทางการพิมพ์ กระบวนการพิมพ์ ลักษณะของสิ่งพิมพ์ และเวลาที่ใช้ในการพิมพ์ เป็นต้น

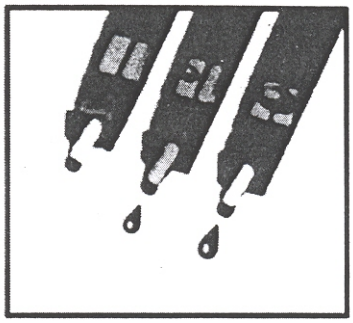
จากเกณฑ์การพิจารณาดังกล่าวจะทราบข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดแต่ละระบบช่วยให้เลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม

6.2 ข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดแต่ละระบบ

6.2.1 ข้อดีและข้อจำกัดของการพิมพ์ระบบพ่นหมึก

6.2.1.1 <u>ข้อดี</u> เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดระบบพ่นหมึกมีข้อดีหลายประการดังนี้

1) ผลิตงานพิมพ์ได้ตั้งแต่ระดับคุณภาพงานตั้งแต่ปานกลางถึงสูง ผลิตงานพิมพ์สอดสีคุณภาพสูงได้ที่ความละเอียดในการพิมพ์สูงถึง 1,500 – 1,800 จุดต่อนิ้ว โดยใช้เครื่องพิมพ์พ่นหมึกประสิทธิภาพสูง ซึ่งควบคุมการสร้างจุดภาพแต่ละจุดจากหัวพ่นให้มีจำนวนหยดหมึก และขนาดหมึกแตกต่างกัน เครื่องพิมพ์พ่นหมึกส่วนใหญ่ใช้พิมพ์งานสี เพราะหัวพ่นหมึกมีตลับหมึกที่แยกหมึกพิมพ์แม่สี จึงสามารถพ่นหยดหมึกสีต่าง ๆ ได้ ให้ภาพพิมพ์คุณภาพดี จำนวนและขนาดหัวพ่นมีผลต่อความละเอียดและความเร็วในการพิมพ์ หัวพ่นจำนวนมากขนาดหัวพ่นเล็ก พิมพ์ที่ความละเอียดและความเร็วสูง



ภาพที่ 30 หัวพิมพ์ที่ประกอบด้วยหัวพ่นหมึกที่สามารถพ่นหยดหมึกขนาดแตกต่างกัน
ที่มา : บริษัทแคนนอน มาร์เก็ตติ้ง (ไทยแลนด์) จำกัด " BIC – 5000 อิงค์เจ็ตหัวพิมพ์คู่จาก Canon" Computer User. มีนาคม 2542 หน้า 95

แม้คุณภาพงานพิมพ์อยู่ในระดับดี แต่คุณภาพจะต่ำกว่าเลเซอร์ โดยเฉพาะภาพลายเส้นและตัวพิมพ์ถ้าเป็นเครื่องพิมพ์บับเบิลเจ็ตแบบเฟสเซนจ์ซึ่งใช้หมึกแข็ง จะให้ภาพพิมพ์ที่มีคุณภาพดีและมีสีสดใสเพราะหมึกพิมพ์ไม่ทันซึมเข้าไปในเนื้อกระดาษเนื่องจากหมึกเริ่มแข็งตัวทันทีที่สัมผัสผิวกระดาษ

2) ต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ไม่สูงมาก เช่น เครื่องพิมพ์บับเบิลเจ็ต พิมพ์บนกระดาษธรรมดาได้ ค่าพิมพ์ถูก ต้นทุนการพิมพ์งานสีโดยทั่วไปถูกกว่าเครื่องพิมพ์เลเซอร์

3) ราคาเครื่องพิมพ์ไม่สูง เหมาะกับการใช้งานในสำนักงาน โดยเฉพาะเครื่องพิมพ์พ่นหมึกบับเบิลเจ็ตมีราคาถูกและนิยมใช้มากในตลาดเครื่องพิมพ์ที่ใช้ในสำนักงาน เพราะไม่ต้องมีส่วนประกอบเกี่ยวกับการสร้างและควบคุมทิศทางประจุไฟฟ้า รวมทั้งระบบหมุนเวียนหมึกพิมพ์มาใช้ใหม่ สามารถออกแบบหัวพิมพ์ขนาดเล็กลง มีจำนวนท่อพ่นหมึกมากขึ้น ทำให้ผลิตภาพที่มีความละเอียดสูงขึ้นได้

4) ไม่สิ้นเปลืองหมึกพิมพ์ ชั้นหมึกพิมพ์ที่เกิดจากหมึกเหลวจะบางกว่าที่เกิดจากหมึกผงมาก คือ ให้ชั้นหมึกที่บางประมาณ 5 ไมครอนใกล้เคียงออฟเซต ในขณะที่มหึกผงจะให้ชั้นหมึกพิมพ์ที่หนากว่า คือประมาณ 10 - 30 ไมครอน

5) มีเครื่องพิมพ์ให้เลือกใช้หลายขนาด ตั้งแต่ขนาดเล็กกะทัดรัดจนถึงขนาดใหญ่สำหรับพิพม์งานแผ่นป้ายโฆษณา แต่ความเร็วในการพิมพ์ช้ากว่าเครื่องพิมพ์เลเซอร์ แม้จะพิมพ์ได้เงียบแต่ยังมีเสียงดังกว่าเครื่องพิมพ์เลเซอร์

6) พิมพ์ได้บนวัสดุใช้พิมพ์หลายประเภท กระดาษเคลือบผิวพิเศษ ผ้า และบนวัสดุที่มีพื้นผิวหลายแบบไม่ว่าจะเป็นผิวเรียบหรือผิวขรุขระ รวมทั้งวัสดุที่มีรูปทรง เครื่องพิมพ์พ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่องสามารถพิมพ์บนวัสดุมีรูปทรงในอุตสาหกรรมการพิมพ์บรรจุภัณฑ์ได้

7) ภาพพิมพ์ที่ได้จะต้านการเสียดสีได้ดี เพราะหมึกพิมพ์ที่ฉีดพ่นไปที่วัสดุใช้พิมพ์อยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว จึงแทรกซึมติดแน่นในเนื้อกระดาษได้ดีกว่าหมึกผงที่ใช้ในการพิมพ์เลเซอร์ ส่งผลให้ชั้นหมึกพิมพ์บนภาพที่พิมพ์ได้ต้านการขูดหรือเสียดสีดีกว่า แต่ส่วนใหญ่ต้องลามินเนตทับอีกครั้ง เพื่อให้มีอายุการใช้งานนานขึ้น

6.2.1.2 <u>ข้อจำกัด</u> การพิมพ์ไร้แรงกดระบบพ่นหมึก มีข้อจำกัดดังนี้ แม้ว่าการพิมพ์ระบบพ่นหมึกจะให้คุณภาพงานดีเท่าเทียมกับการพิมพ์เลเซอร์ แต่การพิมพ์ระบบพ่นหมึกก็ยังมีข้อจำกัดดังนี้

1) ให้ภาพพิมพ์ที่ไม่คมชัดเมื่อพิมพ์บนกระดาษธรรมดา แม้ว่าเครื่องพิมพ์พ่นหมึกจะสามารถพิมพ์บนกระดาษธรรมดาที่ใช้กับการถ่ายเอกสารและการพิมพ์เลเซอร์ได้ แต่จะทำให้ขอบภาพพิมพ์ไม่คมชัด มีลักษณะคล้ายขนนกที่ขอบภาพ (feather looked problem) เนื่องจากกระดาษจะจับหมึกไม่ดี ทำให้หมึกแพร่ซึมไปในเส้นใยกระดาษ

2) คุณภาพงานที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์ฐานน้ำยังไม่ดีนัก ภาพที่ได้จากหมึกพิมพ์ฐานน้ำจะไม่ทนทานต่อน้ำ แต่ถ้าใช้หมึกพิมพ์ที่เป็นหมึกแข็งจะทนทานน้ำได้ดี

3) ต้นทุนการผลิตในส่วนของค่ากระดาษสูง เนื่องจากการพิมพ์งานคุณภาพดีต้องพิมพ์บนกระดาษเคลือบผิวพิเศษ เพราะจับหมึกได้ดีกว่ากระดาษธรรมดา หมึกจะแห้งเร็วเมื่อสัมผัสกระดาษ

6.2.2 ข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิต ในที่นี้จะยกตัวอย่างเครื่องพิมพ์เลเซอร์

6.2.2.1 <u>ข้อดี</u>

1) ความเร็วในการพิมพ์สูง ความเร็วในการพิมพ์อยู่ในช่วง 4 – 20 หน้าต่อนาที แม้จะพิมพ์เร็วแต่เสียงเงียบหรือเบาขณะพิมพ์ ราคาเครื่องไม่แพงและขนาดเครื่องพิมพ์กะทัดรัด

2) ให้คุณภาพงานพิมพ์ที่ดีและคมชัด เครื่องพิมพ์เลเซอร์สร้างภาพแบบจุดเหมือนเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์ แต่สามารถพิมพ์ได้ทั้งงานที่เป็นตัวอักษร ภาพถ่าย ภาพฮาล์ฟโทน และภาพน้ำหนักสีต่อเนื่อง ที่มีความละเอียดตั้งแต่ 300 จุดต่อนิ้ว จนถึงความละเอียดสูงมาก 1,500 จุดต่อนิ้ว ทั้งภาพขาวดำและภาพสอดสีให้ภาพพิมพ์ที่มีคุณภาพความคมชัดดีมาก สามารถในการพิมพ์ตัวพิมพ์และภาพลายเส้นที่มีคุณภาพดีและคมชัดกว่าการพิมพ์ไร้แรงกดระบบอื่น

นอกจากนี้ยังให้คุณภาพงานพิมพ์สอดสีในระดับดีใกล้เคียงกับแผ่นพิมพ์ที่ผลิตจากเครื่องพิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟี และสามารพพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์เหมือนกับที่ใช้ในเครื่องพิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟีได้ จึงเทียบสีได้ง่าย เหมาะที่ใช้พิมพ์แผ่นปรู๊ฟสี

3) โทนเนอร์มีความคงทนต่อสภาวะแวดล้อมดีกว่าเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดอื่น

4) ต้นทุนค่าพิมพ์ต่อแผ่นต่ำ เพราะสามารถพิมพ์บนกระดาษธรรมดาได้ไม่ต้องใช้กระดาษเคลือบผิวพิเศษ

6.2.2.2 <u>ข้อจำกัด</u>

1) ผลิตภาพน้ำหนักสีต่อเนื่องไม่ได้ แม้จะผลิตงานน้ำหนักสีหลายระดับได้แต่คุณภาพการผลิตน้ำหนักสีด้อยกว่าเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อม

2) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องสูง การบำรุงรักษาเครื่องยุ่งยากกว่าเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดแบบอื่น และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาค่อนข้างสูงเพราะส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์มีระบบการทำงานที่ซับซ้อนกว่า

3) สิ้นเปลืองโทนเนอร์ เพราะการใช้โทนเนอร์แห้งที่มีลักษณะเป็นผงทำให้ได้ชั้นโทนเนอร์ที่หนา

4) ภาพพิมพ์ทนทานต่อการเสียดสีน้อย เพราะโทนเนอร์แห้งติดไม่ทนบนกระดาษอันเป็นผลมาจากการยึดติดกับผิวกระดาษไม่ดีเท่าหมึกพิมพ์เหลว ที่ใช้ในระบบการพิมพ์ระบบพ่นหมึก เนื่องจากหมึกพิมพ์เหลวสามารถแทรกซึมเข้าไปติดใต้ชั้นผิวกระดาษได้

6.2.3 ข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องพิมพ์ระบบถ่ายโอนด้วยความร้อนแบบเทอร์มัลแวกซ์

6.2.3.1 <u>ข้อดี</u>

1) มีขนาดเครื่องพิมพ์เล็กกะทัดรัด ราคาเครื่องพิมพ์ไม่แพง การใช้งานไม่ยุ่งยาก เสียงไม่ดังขณะพิมพ์ และการบำรุงรักษาเครื่องทำได้ง่าย

2) ให้คุณภาพงานพิมพ์สีพิเศษในระดับดีมาก ให้ภาพพิมพ์ที่มีสีเข้มสดใสเพราะใช้หมึกพิมพ์แข็ง เมื่อสัมผัสผิวกระดาษ หมึกพิมพ์จะไม่แทรกซึมเข้าไปในเนื้อกระดาษ ภาพพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์เป็นภาพฮาล์ฟโทน ซึ่งเกิดจากการถ่ายโอนหมึกแบบไบเลเวลและใช้เทคนิคดิเทอริงในการสร้างเม็ดสกรีน โดยทั่วไปให้ความละเอียดในการพิมพ์ 300×300 หรือ 300×600 หรือ 600×300 จุดต่อนิ้ว คุณภาพงานพิมพ์ดีกว่าการพิมพ์ไร้แรงกดระบบอื่นแต่ด้อยกว่างานพิมพ์ระเหิดสีย้อม ซึ่งให้ภาพพิมพ์น้ำหนักสีต่อเนื่อง ภาพพิมพ์ที่ได้จะมันวาว ทนทานต่อการฉีกขาด ทำให้สิ่งพิมพ์มีอายุการใช้งานนานขึ้น

3) เหมาะกับการพิมพ์บนพลาสติกใสเพื่อผลิตสิ่งพิมพ์ในลักษณะงานนำเสนอเพราะหมึกพิมพ์ฐานแวกซ์ที่ใช้ให้ความอิ่มตัวสีและความทึบแสงสูง แต่พลาสติกใสที่ใช้ต้องเป็นชนิดเคลือบผิว

พิเศษเพื่อกันการเกิดไฟฟ้าสถิต ทนความร้อน และมีความคงสภาพเชิงมิติดี เพื่อให้สามารถรับหมึกพิมพ์ที่มีอุณหภูมิสูงประมาณ 100 องศาเซลเซียสได้

6.2.3.2 ข้อจำกัด

1) ความเร็วในการพิมพ์ช้า เนื่องจากต้องป้อนพิมพ์หลายครั้งตามจำนวนสีที่พิมพ์และพิมพ์พร้อมกัน 2 หน้าไม่ได้ เครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ในช้เวลาในการผลิตสิ่งพิมพ์หลายสีมากกว่าการพิมพ์ระบบอื่น เพราะเสียเวลาป้อนม้วนแผ่นฟิล์มเคลือบหมึกพิมพ์แวกซ์สีและวัสดุใช้พิมพ์ใหม่หลายครั้งในการพิมพ์งานมากกว่า 1 สี คือ ต้องป้อนพิมพ์หลายครั้งตามจำนวนสีที่ต้องการพิมพ์ ถ้าเป็นการพิมพ์สอดสี อย่างน้อยป้อนพิมพ์ 3 ครั้ง ตามหมึกพิมพ์แม่สีทางการพิมพ์ คือ น้ำเงินเขียว ม่วงแดง และเหลือง ส่วนการที่พิมพ์สองหน้าไม่ได้เพราะเมื่อพิมพ์ด้านหน้าไปแล้ว การพิมพ์ด้านหลังจะทำให้หมึกพิมพ์ด้านหน้าที่พิมพ์ไปแล้วหลอมตัว ไปเปื้อนเลอะส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์ได้

2) ต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ยังมีราคาแพง เนื่องจากการใช้วัสดุทางการพิมพ์ที่มีราคาแพงกว่าการพิมพ์ไร้แรงกดอื่น (ยกเว้นการพิมพ์ระเหิดสีย้อม) จึงไม่เหมาะกับจำนวนพิมพ์มาก ๆ วัสดุทางการพิมพ์ที่มีราคาแพงนี้ ได้แก่ กระดาษเคลือบผิวพิเศษด้วยสารรับหมึกพิมพ์แวกซ์สี และหมึกพิมพ์ที่ผลิตในลักษณะพิเศษ คือ เป็นแถบหมึกสีต่าง ๆ เคลือบอยู่บนแผ่นฟิล์มพลาสติก ซึ่งในการพิมพ์แต่ละสีจะใช้หมึกพิมพ์จากแถบหมึกบนแผ่นฟิล์มไม่หมด หมึกพิมพ์ที่เหลือบนแผ่นฟิล์มต้องทิ้งไป เพราะไม่สามารถนำหมึกพิมพ์สีนั้นมาพิมพ์ซ้ำได้ ดังนั้นไม่ว่าจะพิมพ์ภาพขนาดเล็กหรือใหญ่ จะสิ้นเปลืองค่าหมึกพิมพ์เท่ากัน ในขณะที่ต้นทุนค่าหมึกพิมพ์ของการพิมพ์ไร้แรงกดระบบอื่นจะแปรตามขนาดภาพและการพิมพ์หลายระบบสามารถนำหมึกพิมพ์หรือโทนเนอร์กลับมาใช้ใหม่ได้ นอกจากนี้กระดาษเคลือบผิวที่ใช้เปลี่ยนสภาพได้ง่ายเนื่องจากมีสมบัติที่ไวต่อสภาพแวดล้อม

3) ต้องพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ที่เป็นกระดาษเคลือบผิวพิเศษ ถ้าเป็นกระดาษธรรมดาต้องเลือกชนิดผิวเรียบ เพราะถ้าผิวหยาบ จะได้ภาพพิมพ์สีซีดจาง ความคมชัดต่ำ เพราะหมึกพิมพ์ปกคลุมผิวกระดาษบริเวณภาพไม่สมบูรณ์ เพราะหมึกพิมพ์ไปฝังตัวระหว่างช่องว่างที่ผิวกระดาษ ดังนั้นวิธีการแก้ไขปัญหากระดาษ คือ การเคลือบผิวกระดาษเพื่อปรับผิวกระดาษให้เรียบก่อนด้วยการเคลือบด้วยแวกซ์เคลือบผิวซึ่งจะทำหน้าที่อุดช่องว่างระหว่างผิวกระดาษ

6.2.4 ข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องพิมพ์ระบบถ่ายโอนด้วยความร้อนแบบระเหิดสีย้อม

6.2.4.1 ข้อดี

1) มีขนาดเครื่องพิมพ์เล็กกะทัดรัด ราคาเครื่องพิมพ์ไม่แพง การใช้งานไม่ยุ่งยาก เสียงไม่ดังขณะพิมพ์ และการบำรุงรักษาเครื่องทำได้ง่าย หัวพิมพ์ความร้อนของเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อมจะถ่ายโอนหมึกเพื่อสร้างภาพได้แม่นยำและเที่ยงตรงกว่าหัวพิมพ์ความร้อนของเครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ เพราะให้ความร้อนแก่สีย้อมได้ถึง 1/256 ระดับ

2) ให้คุณภาพงานพิมพ์สอดสีดีที่สุดในบรรดาเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดทุกระบบ ภาพพิมพ์ที่ผลิตได้เป็นภาพน้ำหนักสีต่อเนื่องที่เกิดจากการถ่ายโอนหมึกพิมพ์ ที่ให้ความเข้มของหมึกหลายระดับ น้ำหนักสีต่อเนื่องของภาพเกิดจากการที่สีย้อมบนแต่ละจุดหมึกที่อยู่ใกล้เคียงกันแพร่เข้าไปเชื่อมกัน ในบรรดาการพิมพ์ไร้แรงกด เกิดเป็นภาพพิมพ์มีลักษณะมันวาวและมีสีเข้มสดใสเพราะใช้หมึกพิมพ์แข็งที่เมื่อสัมผัสผิวกระดาษแล้ว หมึกพิมพ์จะไม่แทรกซึมเข้าไปในเนื้อกระดาษและใช้กระดาษเคลือบผิวพิเศษด้วยสารที่รับสีย้อมได้ดี คุณภาพงานพิมพ์ที่ได้จะเหมือนภาพถ่ายบนกระดาษอัดขยายภาพ ส่วนใหญ่เครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อมให้ความละเอียดของงานพิมพ์ 300 × 300 หรือ 300 × 600 หรือ 600 × 300 จุดต่อนิ้ว

6.2.4.2 <u>ข้อจำกัด</u>

1) ความเร็วในการพิมพ์ช้า โดยเฉพาะงานพิมพ์หลายสี เพราะต้องป้อนพิมพ์ตามจำนวนสีที่ต้องการพิมพ์ และต้องป้อนม้วนแผ่นฟิล์มเคลือบสีย้อมและวัสดุใช้พิมพ์ใหม่ให้ตรงตำแหน่งภาพทุกครั้งที่พิมพ์สีถัดไป ทำให้ไม่สะดวกและเสียเวลา ประกอบกับพิมพ์สองหน้าไม่ได้เพราะการพิมพ์ด้านหลังจะทำให้หมึกพิมพ์ด้านหน้าที่พิมพ์ไปแล้วจะเกิดระเหิดได้อีก แล้วไปเปื้อนเลอะส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์ได้ ทำนองเดียวกับเครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ แต่กระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อมจะใช้เวลานานกว่าเครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ เนื่องจากเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อมใช้งาน ณ ระดับอุณหภูมิที่สีย้อมระเหิดเป็นก๊าซได้ คือ ประมวณ 300 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิที่ทำให้หมึกพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์หลอมเป็นของเหลว

2) ต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ยังมีราคาแพง เนื่องจากการใช้วัสดุทางการพิมพ์ที่มีราคาแพงได้แก่กระดาษเคลือบผิวพิเศษและหมึกพิมพ์ที่ผลิตในลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มพลาสติกเคลือบหมึกพิมพ์สีย้อม ซึ่งในการพิมพ์แต่ละสีจะใช้หมึกพิมพ์และสิ้นเปลืองค่าหมึกพิมพ์เช่นเดียวกับเครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ เพราะจะใช้หมึกพิมพ์จากแถบหมึกบนแผ่นฟิล์มไม่หมด ส่วนใหญ่ปริมาณหมึกพิมพ์แต่ละสีจะถูกใช้ไปเพียงประมาณร้อยละ 30 – 60 เท่านั้น หมึกพิมพ์ที่เหลือบนแผ่นฟิล์มต้องทิ้งไป เพราะไม่สามารถนำหมึกพิมพ์สีนั้นมาพิมพ์ซ้ำได้

3) ต้องพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์เฉพาะพิมพ์บนกระดาษธรรมดาที่ใช้ในการพิมพ์ทั่วไปไม่ได้ โดยต้องพิมพ์บนกระดาษเคลือบผิวด้วยเรซินที่มีสมบัติรับสีย้อมได้ดี

4) คุณภาพการพิมพ์งานประเภทตัวพิมพ์และภาพลายเส้นไม่คมชัด ทั้งนี้เพราะการสร้างภาพน้ำหนักสีต่อเนื่องในการพิมพ์ระเหิดสีย้อมเกิดจากการที่สีย้อมบนแต่ละเม็ดสกรีนที่อยู่ใกล้เคียงกันแพร่เข้าไปเชื่อมกันการแพร่ของสีย้อมระหว่างเม็ดสกรีนนี้ส่งผลให้ความคมชัดของภาพลดลง

5) ภาพพิมพ์น้ำหนักสีต่อเนื่องที่ผลิตได้ ไม่เหมาะที่จะใช้เป็นต้นฉบับแผ่นปรู๊ฟสำหรับใช้เปรียบเทียบคุณภาพงานพิมพ์กับแผ่นพิมพ์ที่ผลิตจากเครื่องพิมพ์ทั่วไปที่ใช้แรงกด ซึ่งต้องการ

เห็นเม็ดสกรีน เพราะภาพพิมพ์น้ำหนักสีต่อเนื่องเป็นภาพที่ไม่มีเม็ดสกรีน ขณะที่ภาพพิมพ์ฮาล์ฟโทนมีเม็ดสกรีน ดังนั้น ภาพพิมพ์น้ำหนักสีต่อเนื่องที่ผลิตจึงใช้ได้เฉพาะการตรวจสอบคุณภาพสีเท่านั้นแต่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเม็ดสกรีนไม่ได้ นอกจากนี้ยังมีข้อควรระวังในการใช้เป็นต้นฉบับปรู๊ฟสี เพราะคุณภาพงานพิมพ์ที่ผลิตได้ดีเกินกว่าแผ่นพิมพ์ที่จะพิมพ์ได้และให้ขอบเขตสีกว้างกว่า ทำให้ลูกค้าที่สั่งพิมพ์คาดหวังคุณภาพงานพิมพ์สูงเกินกว่าที่จะผลิตได้จริงจากเครื่องพิมพ์ทั่วไปที่ใช้แรงกด

6) สีของภาพพิมพ์ที่ผลิตได้จะซีดเร็ว เพราะสารให้สีในหมึกพิมพ์เป็นสีย้อม ซึ่งไม่ทนทานต่อรังสียูวี แสงแดด และสารเคมีที่เป็นตัวทำละลาย ทั้งนี้เพราะสีย้อมเป็นสารให้สีที่คงทนน้อยกว่าผงสี

จากข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปข้อดีข้อจำกัดที่สำคัญได้ดังตางรางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดที่สำคัญระหว่างเครื่องพิมพ์เลเซอร์

เครื่องพิมพ์พ่นหมึก และเครื่องพิมพ์ระบบความร้อน

ประเภทเครื่องพิมพ์	ข้อดี	ข้อเสีย
เครื่องพิมพ์พ่นหมึก	1. พิมพ์ได้เงียบ	1. ความเร็วในการพิมพ์ช้า เกิดปัญหา
	2. ต้นทุนการพิมพ์งานสีมีราคาถูก	หมึกพิมพ์อุดตันหัวพ่นหมึก
	ทั้งตัวพิมพ์และภาพกราฟฟิก	2. ภาพพิมพ์ไม่คมชัด เมื่อพิมพ์บน
		กระดาษธรรมดา
เครื่องพิมพ์เลเซอร์	1. พิมพ์ได้เงียบ	1. ต้นทุนการพิมพ์งานสีสูงกว่าระบบ
	2. ให้คุณภาพงานพิมพ์ที่ดี โดย	พ่นหมึก แต่ต่ำกว่าระบบถ่ายโอน
	เฉพาะตัวพิมพ์และภาพลายเส้น	ด้วยความร้อน
	มีความคมชัดมาก	2. การบำรุงรักษาเครื่องยุ่งยาก และ
	3. ความเร็วในการพิมพ์สูง	สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย
	4. พิมพ์บนกระดาษธรรมดาได้	
เครื่องพิมพ์ระบบถ่าย	1. พิมพ์ได้เงียบ	1. ต้องใช้กระดาษเคลือบผิวพิเศษ
โอนด้วยความร้อน	2. ให้คุณภาพงานพิมพ์สีที่ดีมาก	2. ต้นทุนการพิมพ์สูง
	3. พิมพ์บนพลาสติกได้ดี	3. ความเร็วในการพิมพ์ช้าและ
		พิมพ์งาน 2 หน้าไม่ได้

7. สิ่งพิมพ์ที่ผลิตจากการพิมพ์ไร้แรงกด

การพิมพ์ไร้แรงกดสามารถผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกับการพิมพ์ที่ใช้แรงกดทั่วไป แต่ข้อแตกต่างสำคัญระหว่างความสามารถของการพิมพ์ไร้แรงและการพิมพ์ที่ใช้แรงกด คือ จำนวนพิมพ์และคุณภาพงานพิมพ์ของสิ่งพิมพ์ที่ต้องการผลิต การพิมพ์ไร้แรงกดที่ใช้ในระบบการจัดพิมพ์ตั้งโต๊ะนั้นไม่เหมาะกับการพิมพ์งานจำนวนมากเหมือนที่ผลิตจากการพิมพ์ที่ใช้แรงกด ส่วนคุณภาพงานพิมพ์ที่ผลิตได้ทั้งงานพิมพ์สีเดียวและสอดสีได้รับการพัฒนาให้เทียบเคียงกับการพิมพ์ที่ใช้แรงกด เช่น ออฟเซตลิโทกราฟี มากขึ้น

7.1 สิ่งพิมพ์ที่ผลิตจากการพิมพ์ไร้แรงกดระบบพ่นหมึก

การพิมพ์ระบบพ่นหมึกเป็นระบบการพิมพ์หนึ่งที่มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง สามารถพิมพ์บนกระดาษและวัสดุใช้พิมพ์อื่น ๆ อีกหลายชนิด และมีแนวโน้มการนำไปใช้ผลิตสิ่งพิมพ์มากมายหลายประเภทสามารถพิมพ์ได้ทั้งงานพิมพ์สีเดียวและงานพิมพ์หลายสีที่ให้สีสดใสได้ เครื่องพิมพ์พ่นหมึกที่ผลิตออกมามีตั้งแต่ประสิทธิภาพต่ำจนถึงสูง สามารถเลือกใช้ให้เหมาะกับประเภทและลักษณะของสิ่งพิมพ์ที่ต้องการผลิตตัวอย่างเช่น เครื่องพิมพ์พ่นหมึกที่ใช้ความเร็วในการพิมพ์สูงและให้ความละเอียดของภาพต่ำ เช่น 240 จุดต่อนิ้ว เหมาะสำหรับการพิมพ์งานคุณภาพปานกลาง เป็นต้นว่า ใช้กับการจ่าหน้าซองบนผลิตภัณฑ์ที่ต้องการระบุชื่อและที่อยู่ของผู้รับ ส่วนเครื่องพิมพ์พ่นหมึกแบบพิมพ์งานคุณภาพสูงขนาดใหญ่จะพิมพ์งานที่ความเร็วต่ำนิยมใช้กับการทำแผ่นปรู๊ฟสอดสี และงานพิมพ์ขนาดใหญ่ เพราะสามารถผลิตน้ำหนักสีลดหลั่นกันได้ด้วยเทคนิคการพ่นหยดหมึกบนหนึ่งจุดภาพได้หลายหยด จึงสร้างภาพฮาล์ฟโทนคุณภาพดีได้

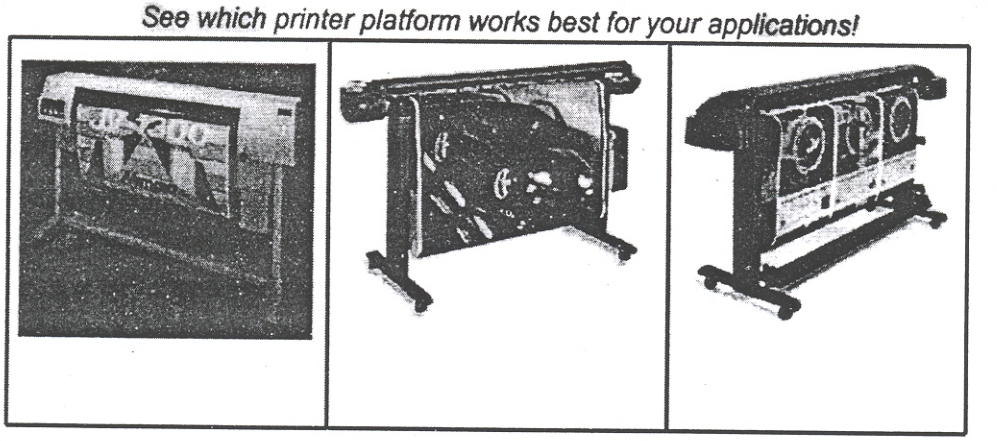
การพิมพ์ระบบพ่นหมึก เป็นระบบการพิมพ์ที่นิยมใช้กับการพิมพ์สิ่งพิมพ์โฆษณา บรรจุภัณฑ์ เสื้อยืด ถุงผ้า เซรามิค กระดาษปิดผนัง วัสดุปูพื้น และสิ่งพิมพ์ทั่วไป เช่น แบบฟอร์มธุรกิจได้ และในส่วนของงานหลังพิมพ์ยังเหมาะกับการจ่าหน้าซองสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ระบบการพิมพ์ระบบพ่นหมึกที่มีคุณภาพสูงยังใช้กับการพิมพ์ปรู๊ฟสีดิจิตอลด้วย

7.1.1 สิ่งพิมพ์โฆษณา ใช้ผลิตสิ่งพิมพ์โฆษณาที่ต้องมองระยะไกล อาทิ โปสเตอร์ ธงราว แบนเนอร์ (banner) สิ่งพิมพ์ที่แสดงตามหน้าต่างร้านค้า (window display) และแผ่นป้ายขนาดใหญ่ตามถนนที่พักรถประจำทาง หรือ แผ่นป้ายโฆษณาติดด้านข้างหรือด้านหลังของรถ รวมทั้งแผ่นป้ายโฆษณาสำหรับการจัดนิทรรศการ เป็นต้น ถ้าเป็นสิ่งพิมพ์โฆษณาที่ต้องนำไปใช้งานกลางแจ้ง ควรเลือกใช้หมึกพิมพ์ที่มีสารให้สีเป็นพวกผงสีแทนที่จะเป็นสีย้อม เพราะทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมได้ดีกว่า

เครื่องพิมพ์พ่นหมึกที่ใช้เป็นเครื่องพิมพ์สำหรับพิมพ์ป้ายสิ่งพิมพ์ขนาดใหญ่ (wide format printer) มีทั้งแบบบับเบิลเจ็ตและแบบวัสดุไพโซอิเล็กทริก สามารถพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ที่เป็นกระดาษ ผ้า และพลาสติก ที่มีหน้ากว้างม้วนตั้งแต่ 36 42 54 60 จนถึง 72 นิ้ว ให้ความละเอียดในการพิมพ์

ตั้งแต่ 180 ถึง 720 แต่ส่วนใหญ่จะผลิตที่ความละเอียด 300 – 600 จุดต่อนิ้ว แต่แบบบับเบิลเจ็ตมีข้อจำกัดตรงที่ใช้หมึกพิมพ์ฐานน้ำทำให้ไม่เหมาะกับการผลิตสิ่งพิมพ์โฆษณาที่ต้องใช้งานกลางแจ้ง เพราะเป็นหมึกพิมพ์ที่ไม่ทนแดดและความชื้น

ในการพิมพ์งานสอดสีขนาดใหญ่เหล่านี้ ส่วนใหญ่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์บับเบิลเจ็ตขนาดใหญ่ที่ให้ความละเอียดในการพิมพ์สูง แต่จะพิมพ์ช้า โดยทั่วไปสามารถพิมพ์งานขนาดหน้ากว้าง 36 นิ้วได้ ที่ความละเอียดถึง 1,200 จุดต่อนิ้ว แต่ความเร็วในการพิมพ์ช้า เช่น เครื่อง Encad NovaJet Hewlett Packard 650 C และ Hewlett Packard 750



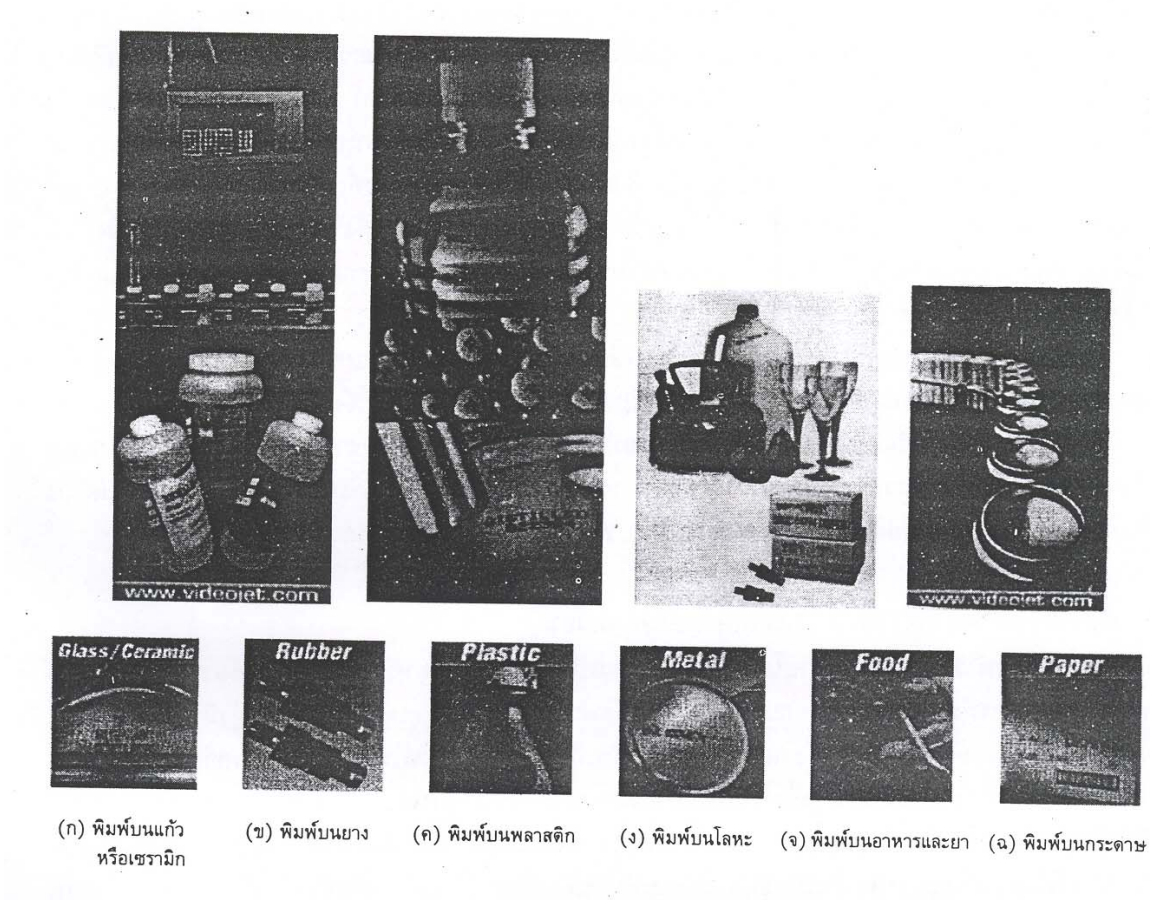
ภาพที่ 31 การพิมพ์โปสเตอร์ขนาดใหญ่ด้วยเครื่องพิมพ์พ่นหมึกและตัวอย่างงานพิมพ์ ที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์พ่นหมึกแบบวิธีไพโซอิเล็กทริก

ที่มา : The Sawgrass Co. Sublijet Transfer Inks for Large Format Ink Jet Printer. (online). Retreived via Netscape. 10 July 1999. p.1. http://www.sublimation.com/products/sublijet/largeformat/default.htm

สำหรับวัสดุใช้พิมพ์ที่ใช้กับการพิมพ์ระบบพ่นหมึกในการผลิตสิ่งพิมพ์โฆษณามีให้เลือกใช้หลายประเภท เช่น กระดาษอาร์ต กระดาษปอนด์ ฟอยล์ ผ้าใบ (canvas) สำหรับการพิมพ์งานประเภทภาพวาดศิลปะ ไวนิล ที่ใช้ทำธงราว ฟิล์มติดตู้แสงเพื่อโฆษณา เป็นต้น

7.1.2 สิ่งพิมพ์เกี่ยวกับสินค้าและบรรจุภัณฑ์ มีทั้งการพิมพ์ฉลากสินค้าแบบที่พิมพ์ตัวฉลากบนวัสดุใช้พิมพ์ต่าง ๆ ก่อนแล้วนำไปติดบนบรรจุภัณฑ์ และการพิมพ์ข้อความต่าง ๆ เกี่ยวกับสินค้าที่ผลิตลงบนบรรจุภัณฑ์โดยตรง เช่น วันที่ผลิต วันที่สินค้าหมดอายุ รหัสสินค้า ตัวเลขรุ่นที่ผลิตสินค้า รวมทั้งสัญลักษณ์รหัสแท่ง และโลโก้ หรือตราสัญลักษณ์

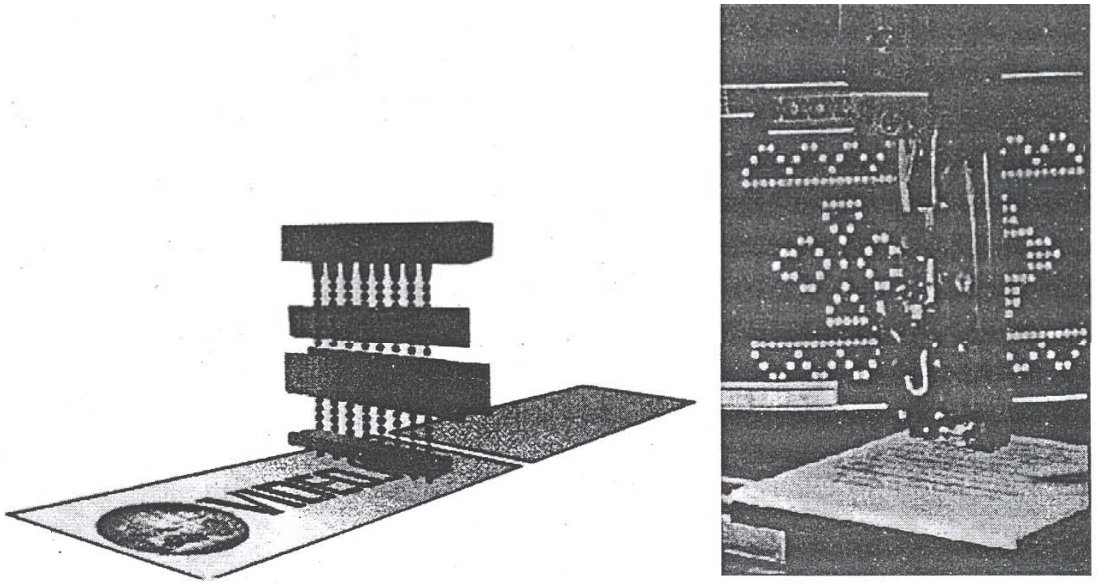
เครื่องพิมพ์พ่นหมึกที่ใช้พิมพ์ฉลากสินค้าในลักษณะดังกล่าวมีทั้งแบบพ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่อง และแบบพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการ เครื่องพิมพ์พ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่องนิยมใช้พิมพ์สิ่งพิมพ์ประเภทฉลากอาหารและยาที่พิมพ์งานไม่เกิน 2 สี และสามารถพิมพ์ข้อความสั้น ๆ เกี่ยวกับสินค้าบนวัสดุมีรูปทรงได้ แต่พิมพ์ความเร็วจำกัด ความละเอียดต่ำ ส่วนเครื่องพิมพ์พ่นหมึกแบบพ่นหยดหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการมีข้อดีตรงที่พิมพ์ได้เร็วกว่า และสามารถใช้กับวัสดุใช้พิมพ์ได้หลายประเภท แต่ยังมีข้อจำกัดตรงที่หมึกพิมพ์เปื้อนเลอะได้ง่ายทำให้ภาพพิมพ์ไม่คมชัด



ภาพที่ 32 ตัวอย่างสิ่งพิมพ์เกี่ยวกับสินค้าและบรรจุภัณฑ์ที่พิมพ์ด้วยการพิมพ์ระบบพ่นหมึก

ที่มา : Videojetg systems International, Inc. Applications by Industry. (online). Retreived via Netscape, 19 June 1999, p.1.

http://www.videojet.com./products_vy_application.htm



(ก) (ข)

ภาพที่ 34 การพิมพ์บนแผ่นกระเบื้องเซรามิกด้วยเครื่องพิมพ์พ่นหมึก

ที่มา : (ก) Videojet Systems International, Inc. Videojet University-Videojet Technology Overview. (online). Retreived via Netscape, 19 June 1999, p.3. http://www.videojet.com./t-continuous.html

(ข) Cream Technology. Ink Jet Printing. (online). Retreived via Netscape, 1 November 1998, p.1. http://www.cerames.co.uk/technol/sx060004.htm

7.1.3 สิ่งพิมพ์ที่ต้องการจ่าหน้าเพื่อส่งตรงให้ลูกค้าทางไปรษณีย์ ได้แก่ การพิมพ์ข้อมูลส่วนบุคคล เช่น ชื่อ ที่อยู่ รหัส เป็นต้น ลงบนสิ่งพิมพ์สำเร็จที่พิมพ์ไว้แล้ว ส่วนใหญ่เป็นสิ่งพิมพ์จำพวกซองเอกสาร

7.1.4 สิ่งพิมพ์ทั่วไป เป็นสิ่งที่พิมพ์ที่ผลิตสำหรับใช้งานส่วนบุคคลและใช้งานเป็นกลุ่มในสำนักงาน ซึ่งผลิตที่จำนวนพิมพ์ไม่มาก ส่วนใหญ่ผลิตจากเครื่องพิมพ์บับเบิลเจ็ต ตัวอย่างเช่น จดหมาย บันทึก เอกสารประกอบการนำเสนอหรือประกอบการประชุม ซองจดหมาย แผ่นพับ ใบปลิว และจดหมายข่าว เป็นต้น

7.2 สิ่งพิมพ์ที่ผลิตจากการพิมพ์ไร้แรงกดระบบไฟฟ้าสถิต

สิ่งพิมพ์ที่ผลิตจากการพิมพ์ไร้แรงกดระบบไฟฟ้าสถิตส่วนใหญ่เป็นสิ่งพิมพ์ทั่วไปจำพวกเอกสารที่พิมพ์ด้วยกระดาษธรรมดา เช่น สิ่งพิมพ์ที่ได้จากการทำสำเนาด้วยเครื่องทำสำเนา และจากการพิมพ์ด้วย

เครื่องพิมพ์เลเซอร์ มีทั้งที่พิมพ์สีเดียวและพิมพ์หลายสี เครื่องพิมพ์เลเซอร์ส่วนใหญ่พิมพ์ได้ทั้งงานที่เป็นตัวพิมพ์ ภาพหลายเส้นและภาพฮาล์ฟโทน สามารถผลิตสิ่งพิมพ์ที่มีคุณภาพดีกว่าเครื่องทำสำเนา ในระยะหลังเครื่องพิมพ์เลเซอร์มีการพัฒนามากจนเหมาะกับการพิมพ์งานส่วนบุคคลในบ้านและงานกลุ่มในสำนักงาน โดยมาแทนที่การผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทเดียวกันที่ผลิตจากเครื่องพิมพ์ดอตเมทริกซ์เพราะราคาเครื่องพิมพ์ถูกลง ใช้วัสดุทางการพิมพ์ที่เป็นกระดาษธรรมดาได้ และต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ลดลงเรื่อย ๆ ตัวอย่างสำคัญของสิ่งพิมพ์ที่ผลิตจากเครื่องทำสำเนา และเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ได้แก่

7.2.1 สิ่งพิมพ์ทั่วไป เป็นสิ่งพิมพ์ที่ใช้วัสดุใช้พิมพ์ส่วนใหญ่เป็นกระดาษและเป็นสิ่งพิมพ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้งานส่วนบุคคลในบ้านและใช้ในสำนักงานที่จำนวนพิมพ์ไม่มาก ตัวอย่างเช่น กระดาษหัวจดหมาย เอกสารรายงาน แผ่นปลิว โปสเตอร์ จุลสาร จดหมายข่าว โปสเตอร์ และแผ่นพับ เป็นต้น ในการพิมพ์ตัวอักษรและภาพลายเส้นของงานพิมพ์เหล่านี้โดยทั่วไปต้องการความละเอียดการพิมพ์ที่ 300 และ 600 จุดต่อนิ้ว ซึ่งเป็นระดับความสามารถที่ผลิตได้ทั้งจากเครื่องทำสำเนาและเครื่องพิมพ์เลเซอร์แต่ถ้าต้องการพิมพ์งานสอดสีที่มีความละเอียดสูงขึ้นต้องเลือกใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่สามารถผลิตงานพิมพ์ที่มีความละเอียดถึง 1,200 – 1,500 จุดต่อนิ้ว

7.2.2 สิ่งพิมพ์ด่วน ส่วนใหญ่เป็นสิ่งพิมพ์ที่ผลิตจากกระดาษ จำนวนพิมพ์น้อย คุณภาพอยู่ในระดับงานปานกลาง มักเป็นงานพิมพ์สีเดียวหรือ 2 สี แต่ไม่ใช่งานพิมพ์สอดสี สามารถผลิตได้อย่างรวดเร็วในเวลาที่ลูกค้าผู้สั่งพิมพ์สามารถรอรับงานได้หลังจากที่สั่งพิมพ์ตัวอย่างสิ่งพิมพ์ด่วน ได้แก่ นามบัตร บัตรเชิญ กระดาษ หัวจดหมาย แผ่นพับ และแผ่นปลิว เป็นต้น สิ่งพิมพ์ด่วนนี้สามารถผลิตได้ทั้งจากเครื่องพิมพ์เลเซอร์และเครื่องทำสำนา

7.2.3 สิ่งพิมพ์สำนักพิมพ์ เป็นสิ่งพิมพ์ประเภท หนังสือ นิตยสาร และวารสาร ที่มีความหนาหรือมีจำนวนหน้าต่อฉบับไม่มาก พิมพ์จำนวนน้อย เป็นงานสีเดียวประเภทงานตัวพิมพ์และภาพลายเส้นที่พิมพ์สีดำสีเดียวเป็นส่วนใหญ่ และต้องการกระบวนการทำงานหลังพิมพ์ที่ต่อเนื่องจากงานพิมพ์ เช่น เก็บเล่ม ทำเล่ม และตัดเจียนเล่ม เพื่อให้ได้สิ่งพิมพ์สำเร็จทันที การผลิตสิ่งพิมพ์สำนักพิมพ์เหมาะกับเครื่องทำสำเนา เพราะสามารถนำเข้าต้นฉบับในรูปสัญญาณข้อมูลภาพจากระบบคอมพิวเตอร์ หรือนำเข้าต้นฉบับที่เป็นสำเนาถาวร (hard copy) ด้วยการกราดก็ได้ ประกอบกับเครื่องทำสำเนารุ่นหลัง ๆ มีการพัฒนาด้านการใช้งานสำหรับงานจัดพิมพ์สิ่งพิมพ์เหล่านี้เป็นอย่างมากเพราะสามารถผลิตสิ่งพิมพ์ได้ครบทั้ง 3 กระบวนการ คือ งานก่อนพิมพ์ งานพิมพ์ และงานหลังพิมพ์ได้อย่างต่อเนื่อง

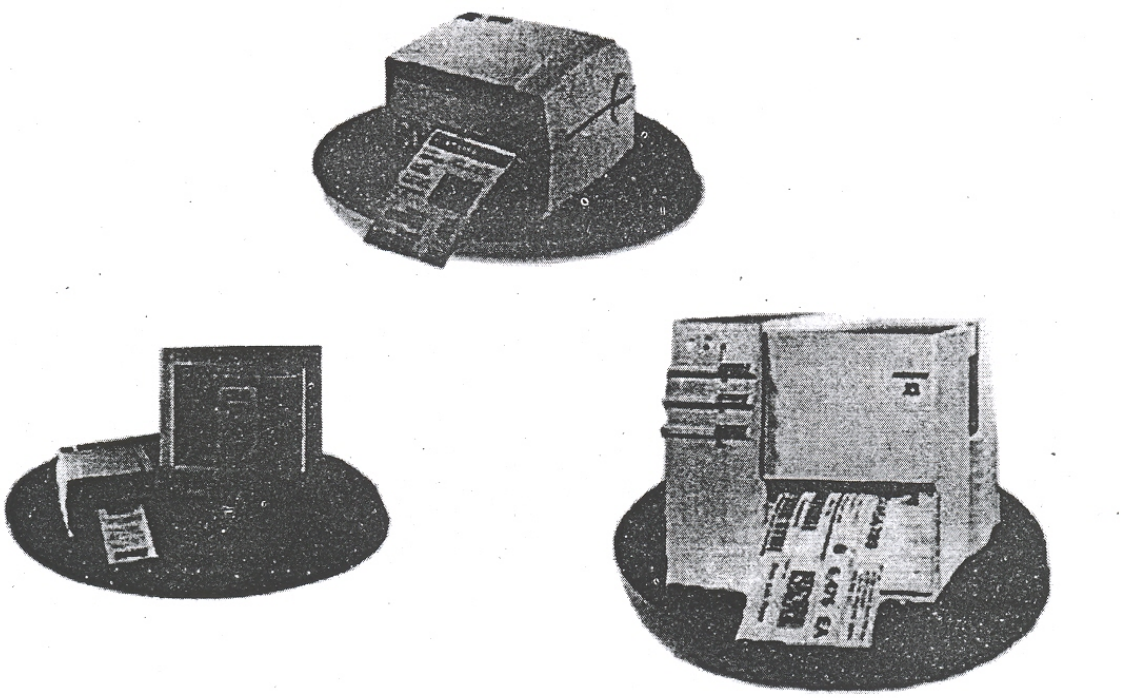
7.2.4 สิ่งพิมพ์ประเภทผ้า เช่น หมวก ถุงผ้า เสื้อยืด โดยใช้วิธีการพิมพ์แบบอ้อมคือพิมพ์ผ่านกระดาษรูปลอกก่อน แล้วจึงถ่ายทอดภาพไปผนึกบนวัสดุใช้พิมพ์จริงอีกทีหนึ่ง

สำหรับการผลิตสิ่งพิมพ์ขนาดใหญ่ เช่น แผนที่ แผนภูมิ แผ่นป้ายโฆษณา แบนเนอร์ และงานออกแบบทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม นั้นไม่เหมาะกับการผลิตด้วยเครื่องทำสำเนา เครื่องพิมพ์สำนา และเครื่องพิมพ์เลเซอร์ แต่สามารถผลิตได้จากเครื่องพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิตขนาดใหญ่ที่เรียกว่าพลอตเตอร์

7.3 สิ่งพิมพ์ที่ผลิตจากการพิมพ์ไรแรงกดระบบความร้อน

การพิมพ์ไร้แรงกดระบบถ่ายโอนด้วยความร้อนเป็นการพิมพ์ที่มีบทบาทในการพิมพ์มากขึ้น เพราะให้ความละเอียดการพิมพ์สูงใกล้เคียงคุณภาพงานพิมพ์ออฟเซต แต่เนื่องจากต้นทุนการผลิตยังมีราคาแพง และพิมพ์ได้ช้าจึงไม่เหมาะกับกับการพิมพ์งานจำนวนมาก และมักใช้ผลิตสิ่งพิมพ์ในลักษณะพิเศษกว่าสิ่งพิมพ์ที่ผลิต โดยเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึกและเครื่องพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิต การพิมพ์ไร้แรงกดระบบความร้อนวิธีตรงมีการนำไปใช้ในการผลิตสิ่งพิมพ์น้อยกว่าการพิมพ์ถ่ายโอนด้วยความร้อน การพิมพ์ถ่ายโอนด้วยความร้อนทั้งการพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์และการพิมพ์ระเหิดสีย้อมเหมาะกับงานพิมพ์สอดสี แม้การพิมพ์ระเหิดสีย้อมจะมีการใช้งานคล้ายกับการพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ แต่เหมาะจะใช้กับงานที่ต้องการคุณภาพสูงมากกว่า ตัวอย่างสิ่งพิมพ์สำคัญที่ผลิตจากการพิมพ์ไร้แรงกดระบบความร้อน ได้แก่

7.3.1 สิ่งพิมพ์ประเภทฉลากและป้ายสินค้า โดยทั่วไปเป็นการพิมพ์สัญลักษณ์รหัสแท่ง น้ำหนักสินค้า ราคา วันที่ ผลิตสินค้า วันที่สินค้าหมดอายุ และข้อความอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าบนฉลากและป้ายสินค้าเครื่องพิมพ์ระบบความร้อนที่ใช้พิมพ์ฉลากที่เป็นเครื่องพิมพ์ระบบความร้อนวิธีตรงใช้กระดาษพิมพ์ฉลากและป้ายสินค้าชนิดที่เกิดภาพได้เมื่อได้รับความร้อน (direct thermal label & tag) เป็นกระดาษไวความร้อนคล้ายกระดาษโทรสาร ถ้าเป็นเครื่องพิมพ์ระบบถ่ายโอนด้วยความร้อนต้องใช้กระดาษพิมพ์ฉลากและป้ายสินค้าชนิดที่รับหมึกพิมพ์ที่ถ่ายโอนจากผ่นฟิล์มเคลือบหมึกพิมพ์ได้ (thermal transfer label & tag) แล้วจึงผนึกภาพด้วยความร้อนและแรงกด เครื่องพิมพ์ระบบถ่ายโอนด้วยความร้อนสามารถพิมพ์ตราสัญลักษณ์และภาพกราฟิกได้ในขณะที่เครื่องพิมพ์ระบบความร้อนวิธีตรงพิมพ์ไม่ได้



ภาพที่ 35 ตัวอย่างการพิมพ์ฉลากและป้ายสินค้าด้วยเครื่องพิมพ์ระบบความร้อนวิธีตรง

ที่มา : Datamax Corporation. Datamax Barcode Printer. (online). Retreived via Netscape, 10 July 1999, pp.1-2 http://www.datamaxcorp.com./elprint.html

7.3.2 สิ่งพิมพ์ประเภทผ้า เช่น เสื้อยืด หมวก และถุงผ้า การพิมพ์ระบบถ่ายโอนความร้อนทั้งเทอร์มัลแวกซ์ และระเหิดสีย้อมบนผ้าเป็นการพิมพ์วิธีอ้อม คือ พิมพ์บนวัสดุถ่ายโอดภาพ เช่น กระดาษรูปลอกก่อน แล้วนำไปถ่ายทอดและผนึกภาพด้วยความร้อนบนผ้า

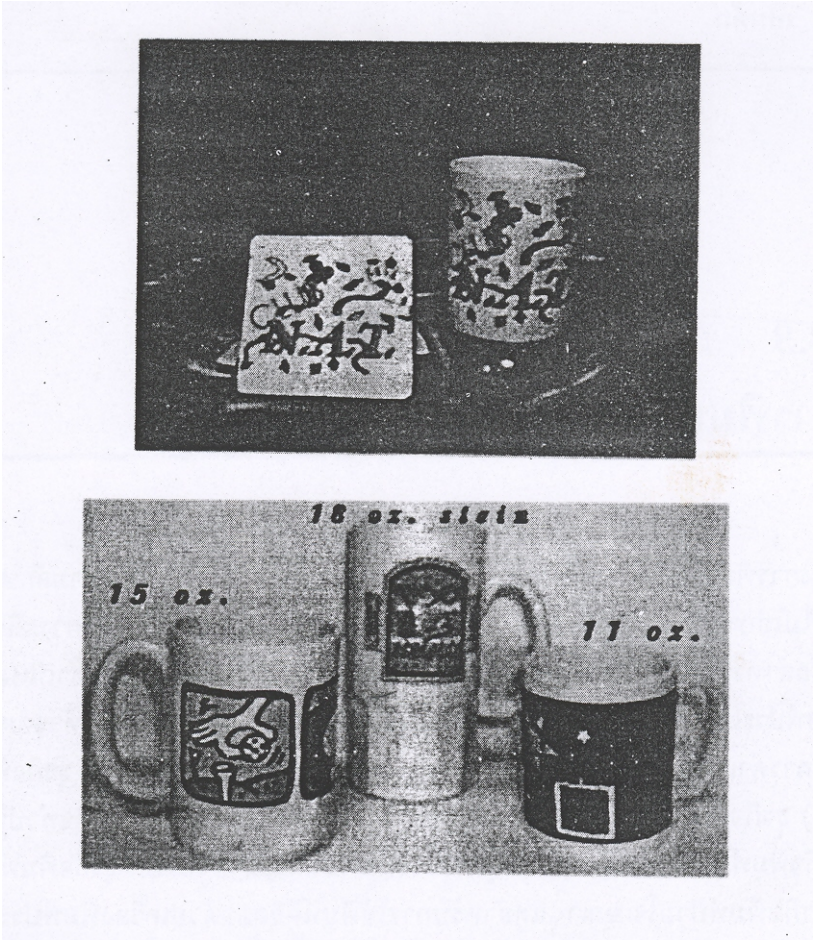


ภาพที่ 36 ตัวอย่างเสื้อและหมวกที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อม

ที่มา : (ก) Encompass Technologies. T-Shirts, Sweatshirts & Sport Shirts. (online). Retreived via Netscape, 10 July 1999, p.1.

(ข) Encompass Technologies. Cops. (online). Retreived via Netscope, 10 July 1999, p.1 http://www.encompasstech.com./caps.html

7.3.3 สิ่งพิมพ์ประเภทเซรามิก เช่น ถ้วยเซรามิค (mug) เป็นต้น การพิมพ์ไร้แรงกดที่เหมาะกับการพิมพ์บนพื้นผิวเซรามิค คือ การพิมพ์ระเหิดสีย้อม วิธีการพิมพ์เช่นเดียวกับการพิมพ์บนผ้า คือ การพิมพ์บนกระดาษรูปลอกก่อนแล้วจึงถ่ายทอดภาพพิมพ์ที่ได้ไปที่เซรามิก จากนั้นใช้ความร้อนทำให้หมึกบนภาพพิมพ์ติดบนเซรามิคทำให้เย็น แล้วจึงลอกกระดาษออก

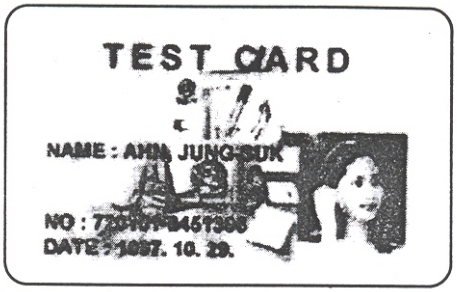


ภาพที่ 37 ตัวอย่างถ้วยเซรามิคที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อม

ที่มา : Encompass Technologied. Muge, Steins and Coasters. (online). Retreived via Netscape, 10 July 1999, p.1. http://www.encompasstech.com./mugs.html

7.3.4 การพิมพ์งานเพื่อนำเสนอบนพลาสติกใส หมายถึง แผ่นใสนำเสนอที่ใช้กับเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะเหมาะกับการพิมพ์ถ่ายโอนความร้อนแบบเทอร์มัลแวกซ์ เพราะเป็นการพิมพ์ที่ใช้หมึกพิมพ์ฐานแวกซ์ที่ให้ความอิ่มตัวสีสูงและมีสมบัติทึบแสงสูง ทำให้ได้ภาพบนแผ่นใสที่ทึบแสงและมีสีเข้มสดใสเมื่อยฉายไปบนจอแล้ว จะได้ภาพที่คมชัดและมองเห็นสีชัดเจน

7.3.5 บัตรพลาสติก เช่น ป้ายชื่อ บัตรโทรศัพท์ บัตรสมาชิก บัตรแสดงตน บัตรโทรศัพท์ บัตรเครดิต และบัตรเอทีเอ็ม เป็นต้น การพิมพ์บัตรพลาสติกที่มีภาพถ่ายสอดสีของเจ้าของภาพเหมาะกับการพิมพ์ระเหิดสีย้อมพเราะสามารถพิมพ์ภาพน้ำหนักสีต่อเนื่องได้ จึงพิมพ์ภาพถ่ายได้เหมือนจริง ในปัจจุบันบัตรพลาสติกที่ผลิตจากการพิมพ์ระเหิดสีย้อมนั้นสามารถพิมพ์ได้ทั้งใบ ซึ่งแตกต่างจากเดิมที่ใช้การพิมพ์ระเหิดสีย้อมพิมพ์เฉพาะข้อมูลส่วนบุคคลเท่านั้น

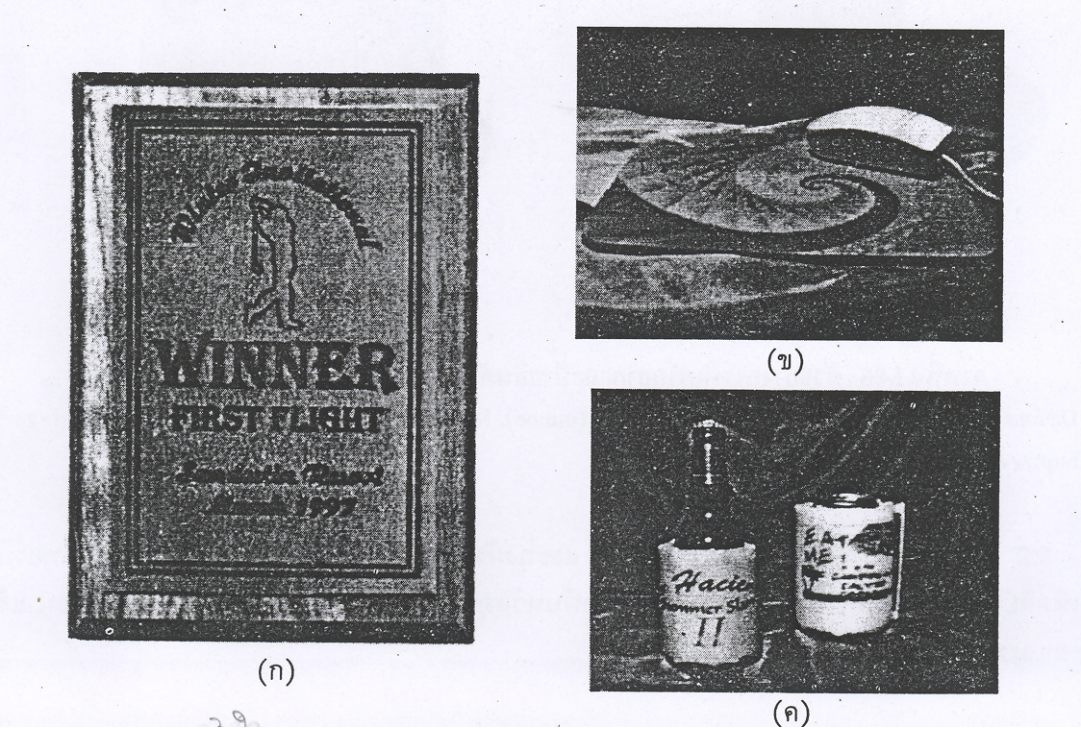


ภาพที่ 38 ตัวอย่างถ้วยเซรามิคที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อม

ที่มา : Seijeon I.S. Co.,Ltd. Dye Sublimation Ribbon. (online). Retreived via Netscape, 10 July 1999, p.1. http://www.papers.co.kr/dsr/

7.3.6 สิ่งพิมพ์โฆษณา เช่น แผ่นป้ายโฆษณาขนาดใหญ่ที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อม แต่ไม่เหมาะกับการวางกลางแจ้ง เพราะสีย้อมมีความทนทานต่อแสงแดด ความชื้น และสารเคมีน้อยกว่าผงสี

7.3.7 สิ่งพิมพ์ลักษณะพิเศษอื่น ๆ เช่น แผ่นรองเม้าส์ พลาสติกนวมหุ้มขวดหรือกระป๋องเครื่องดื่ม พิมพ์ผ่านกระดาษรูปลอกก่อน ผลิตได้ทั้งจากการพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์และระเหิดสีย้อม ส่วนการพิมพ์ที่ต้องการคุณภาพสูง เช่น การพิมพ์ภาพถ่ายในบัตรอวยพรหรือบัตรเชิญหรือบนสิ่งพิมพ์ชนิดอื่น ๆ ผลิตจากการพิมพ์ระเหิดสีย้อม



ภาพที่ 39 ตัวอย่างสิ่งพิมพ์ลักษณะพิเศษที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระบบความร้อน

ที่มา : (ก) Encompass Technologies. Award Plaques.(online). Retreived via Netscape, 10 July 1999, p.1. http://www.encompasstech.com./plaques.html

(ข) Encompass Technologies. Mouse Pads.(online). Retreived via Netscape, 10 July 1999, p.1. http://www.encompasstech.com./mpads.html

(ค) Encompass Technologies. Can Wraps.(online). Retreived via Netscape, 10 July 1999, p.1. http://www.encompasstech.com./wraps.html

7.4 สิ่งพิมพ์ที่ผลิตจากการพิมพ์ไอโอโนกราฟี

การพิมพ์ไอโอโนกราฟีมีการนำมาใช้ในการพิมพ์สิ่งพิมพ์หลายประเภท เช่น ใบเสร็จ รายงาน คู่มือ แบบฟอร์ม จดหมาย ป้ายชื่อสินค้า ตั๋ว และเช็ค เป็นต้น การพิมพ์ไอโอโนกราฟีเป็นการพิมพ์ที่เหมาะกับการพิมพ์งานพื้นทึบประเภทพิมพ์สีเดียว แต่ไม่เหมาะกับการพิมพ์หลายสี เพราะหมึกที่ใช้มีสมบัติทึบแสงและมีสีคล้ำเกินไป

7.5 สิ่งพิมพ์ที่ผลิตจากการพิมพ์แมกนีโทกราฟี

การพิมพ์แมกนีโทกราฟีมีการนำมาใช้กับการพิมพ์สีเดียว และไม่เหมาะกับการพิมพ์สอดสีเพราะหมึกที่ใช้มีสมบัติทึบแสงและมีสีคล้ำเกินไปเช่นเดียวกับการพิมพ์ไอโอโนกราฟี ทำให้สีของสิ่งพิมพ์ที่ได้จากการพิมพ์หลายสีจะเพี้ยนไปไม่ตรงตามสีที่ต้องการ การพิมพ์แมกนีโทกราฟีเหมาะสำหรับพิมพ์สิ่งพิมพ์ต่อไปนี้ แบบฟอร์มธุรกิจ ตั๋ว สิ่งพิมพ์ที่ตอกเลข ป้ายชื่อสินค้า ฉลาก และสัญลักษณ์รหัสแท่ง

8. การใช้งานการพิมพ์ไร้แรงกด

การใช้งานการพิมพ์ไร้แรงกดเพื่อผลิตสิ่งพิมพ์นั้น จำแนกได้เป็น 2 รูปแบบ ตามลักษณะการประกอบการ คือ (1) รูปแบบที่ไม่ใช่การดำเนินธุรกิจเพื่อสร้างรายได้จากการผลิตสิ่งพิมพ์ แต่เป็นการผลิตงานพิมพ์สำหรับใช้งานส่วนบุคคล หรือสำหรับใช้งานเป็นกลุ่มในองค์กรหรือสำนักงานเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานขององค์กรนั้น ๆ เช่น การผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทงานนำเสนอ เอกสารประกอบการประชุม คู่มือ กระดาษหัวจดหมาย บันทึก เป็นต้น และ (2) รูปแบบการดำเนินธุรกิจเพื่อสร้างรายได้จากการผลิตสิ่งพิมพ์โดยตรง เช่น ธุรกิจพิมพ์งานตามสั่ง (on demand printing) ธุรกิจพิมพ์งานด่วน (quick printing) ธุรกิจผลิตอาร์ตเวิร์ก ธุรกิจทำปรู๊ฟดิจิตอล ธุรกิจทำสำเนาเอกสาร ธุรกิจพิมพ์ภาพถ่ายสติกเกอร์ ธุรกิจการพิมพ์บนกระดาษรูปลอก ธุรกิจพิมพ์บัตรพลาสติก ธุรกิจพิมพ์ฉลาก และธุรกิจพิมพ์ป้ายโฆษณา แต่สำหรับการใช้พิมพ์ดิจิตอลด้วยเครื่องพิมพ์ประสิทธิภาพสูงสำหรับผลิตงานจำนวนพิมพ์หลายพันฉบับจะไม่ใช้เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดแบบตั้งโต๊ะแต่ใช้แบบเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงแทน ซึ่งในเรื่องนี้จะยกตัวอย่างการนำการพิมพ์ไร้แรงกดไปใช้เพื่อประกอบธุรกิจรับจ้างผลิตสิ่งพิมพ์บางประเภทเท่านั้น

8.1 ธุรกิจพิมพ์งานตามสั่ง

ธุรกิจพิมพ์งานตามสั่งเป็นธุรกิจการผลิตงานพิมพ์ที่สนองตอบความต้องการของลูกค้าในหลายด้าน ได้แก่ คุณภาพงานพิมพ์ จำนวนพิมพ์ จำนวนครั้งที่แบ่งสั่งพิมพ์ ความรวดเร็วในการพิมพ์ ราคาสิ่งพิมพ์ และข้อกำหนดอื่นๆ ตามที่ลูกค้าต้องการ โดยเป็นการพิมพ์งานที่สามารถปรับเปลี่ยนเนื้อหาในสิ่งพิมพ์ได้ เช่น การพิมพ์งานที่มีข้อมูลพิเศษจำเพาะตามความต้องการของลูกค้า (customisation) การพิมพ์งานที่ระบุข้อมูลส่วนบุคคล (personalisation) งานพิมพ์ตามสั่งเป็นงานที่เหมาะกับการผลิตด้วยเครื่องพิมพ์ไร้แรงกด เพราะเป็นเครื่องพิมพ์ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ สามารถนำเข้าข้อมูลในรูปสัญญาณข้อมูลภาพดิจิตอลจากระบบคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง ทำให้สามารถสั่งพิมพ์ได้ทันทีที่ลูกค้าต้องการ นอกจากนี้ต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ต่อหน่วยคงที่ ที่จำนวนพิมพ์น้อย ต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ต่อหน่วยจึงต่ำกว่าการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ที่ใช้แรงกดในระบบการพิมพ์ทั่วไป ซึ่งส่วนใหญ่ต้องพิมพ์มากกว่า 500 ชิ้นขึ้นไป จึงจะคุ้มทุน

ตัวอย่างสิ่งพิมพ์ที่ผลิตจากการพิมพ์งานตามสั่ง เช่น สิ่งพิมพ์ที่จัดพิมพ์โดยสำนักพิมพ์ ได้แก่ หนังสือ วารสาร และนิตยสาร สิ่งพิมพ์เกี่ยวกับการโฆษณา และสิ่งพิมพ์ทั่วไปที่ใช้วัสดุใช้พิมพ์เป็น

กระดาษ เป็นต้น เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดที่ใช้ในธุรกิจประเภทนี้ ได้แก่ เครื่องพิมพ์เลเซอร์ เครื่องทำสำเนา เครื่องพิมพ์สำเนา และเครื่องพิมพ์พ่นหมึก ซึ่งสามารถผลิตได้ทั้งงานสีเดียวที่เป็นงานขาว – ดำ งานพิมพ์สีพิเศษ และงานพิมพ์สอดสี ในกรณีที่ต้องพิมพ์งานจำนวนพิมพ์มากเกินกว่าที่เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดแบบตั้งโต๊ะจะรองรับได้ ก็ต้องเปลี่ยนไป พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดดิจิตอลประสิทธิภาพสูง (nonimpact digital press) นอกจากนี้ธุรกิจพิมพ์งานตามสั่งที่ผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทหนังสือเป็นหลักมักจะมีอุปกรณ์สำหรับทำสิ่งพิมพ์สำเร็จ เช่น เครื่องเก็บเล่ม เครื่องทำเล่มแบบต่าง ๆ และเครื่องตัดเจียนเล่ม เป็นต้น มาใช้งานร่วมกับเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดด้วย

8.2 ธุรกิจพิมพ์งานด่วน

ธุรกิจพิมพ์งานด่วน หมายถึง ธุรกิจการผลิตงานพิมพ์ที่ต้องการความรวดเร็วในการพิมพ์ ลูกค้าสามารถรอรับงานได้ทันทีที่สั่งพิมพ์ งานพิมพ์ด่วนมักเป็นงานที่มีจำนวนพิมพ์น้อยตั้งแต่ 1 ฉบับจนถึงจำนวนไม่กี่ร้อย โดยทั่วไปคุณภาพงานไม่สูงนัก มักไม่ใช่งานพิมพ์สอดสี ตัวอย่างเช่น การพิมพ์สิ่งพิมพ์ประเภทนามบัตร การ์ดเชิญ แผ่นพับ เมนูอาหาร ปกเอกสาร กระดาษหัวจดหมาย เอกสารรายงาน และใบปลิว เป็นต้น ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนสำหรับการประกอบธุรกิจสิ่งพิมพ์ด่วนนี้ ได้แก่ ศูนย์รับจ้างพิมพ์นามบัตรด่วนตามห้างสรรพสินค้า

เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดที่ใช้ในธุรกิจประเภทนี้ ได้แก่ เครื่องพิมพ์เลเซอร์ เครื่องทำสำเนา เครื่องพิมพ์สำเนา และเครื่องพิมพ์พ่นหมึก ซึ่งสามารถผลิตได้ทั้งงานสีเดียวที่เป็นงานขาว – ดำ และงานพิมพ์สีพิเศษ ธุรกิจประเภทที่รับจ้างพิมพ์นามบัตรและบัตรเชิญเป็นหลักมักจะมีอุปกรณ์อื่น ๆ มาช่วยเสริมคุณภาพการผลิตนอกเหนือจากการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดเพื่อเพิ่มทางเลือก และบริการให้กับลูกค้า เช่น เครื่องเดินรอยร้อน สำหรับงานปั๊มโลหะเปลวจำพวกปั๊มทองหรือปั๊มเงิน และเครื่องดุนนูน เป็นต้น

8.3 ธุรกิจผลิตอาร์ตเวิร์ก

ธุรกิจผลิตอาร์ตเวิร์ก คือ ธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและจัดหน้าอาร์ตเวิร์กซึ่งเป็นต้นฉบับที่พร้อมสำหรับการทำฟิล์มหรือแม่พิมพ์เพื่อใช้ต่อไปในกระบวนการงานพิมพ์ การผลิตอาร์ตเวิร์กทำได้โดยการนำต้นฉบับส่วนที่เป็นข้อความและภาพมาประกอบเข้าด้วยกันให้สวยงามและถูกต้อง ตามที่ลูกค้ากำหนดที่เรียกว่าการจัดหน้าหรือเลย์เอาต์ ในปัจจุบันการทำอาร์ตเวิร์กสามารถทำได้สะดวกและรวดเร็วบนจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยการใช้โปรแกรมจัดหน้า สามารถนำเข้าต้นฉบับในรูปสัญญาณข้อมูลภาพดิจิตอลได้ทั้งจากระบบคอมพิวเตอร์ กล้องถ่ายภาพดิจิตอล เครื่องกราด และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่เป็นอุปกรณ์นำเข้าเมื่อจัดหน้าเรียบร้อยแล้ว จึงสั่งพิมพ์ออกที่เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดได้เป็นแผ่นอาร์ตเวิร์กที่พร้อมสำหรับการทำฟิล์มหรือแม่พิมพ์

ธุรกิจการผลิตอาร์ตเวิร์กในปัจจุบันเป็นส่วนหนึ่งของธุรกิจการผลิตสิ่งพิมพ์ในระบบการจัดพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นการดำเนินการด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ในขั้นตอนของงานก่อนพิมพ์ เริ่มตั้งแต่การออกแบบการจัดทำต้นฉบับสำเร็จ ที่พร้อมสำหรับการทำแม่พิมพ์บนจอภาพคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะส่วนบุคคลไปจนถึงการผลิตหรือพิมพ์ออกมาเป็นต้นฉบับสำเร็จที่พร้อมสำหรับการทำแม่พิมพ์ และใช้ในขั้นตอนงานพิมพ์ต่อไป วิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์นี้ ได้แก่ การใช้วัสดุและอุปกรณ์ทางการพิมพ์จำพวกคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์อื่น ๆ และซอฟต์แวร์ในการสร้างข้อมูลดิจิตอล แต่ในปัจจุบันการประกอบธุรกิจผลิตอาร์ตเวิร์กมีน้อยลงทั้งนี้เพราะสามารถส่งออกข้อมูลภาพที่จัดหน้าแล้วในรูปของฟิล์ม หรือแม่พิมพ์ที่เครื่องอิเมจเซ็ตเตอร์ได้โดยตรง

เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดที่ใช้ในธุรกิจผลิตอาร์ตเวิร์ก ได้แก่ เครื่องพิมพ์เลเซอร์สีเดียวที่ผลิตงานขาว – ดำ มากกว่าเครื่องพิมพ์สี โดยทั่วไปใช้ความละเอียดการพิมพ์ที่ 300 และ 600 จุดต่อนิ้ว สำหรับพิมพ์งานประเภทข้อความและภาพลายเส้น แต่ถ้าเป็นการพิมพ์ภาพที่ต้องการรายละเอียดมากขึ้น ควรใช้เครื่องพิมพ์ที่ให้ความละเอียดของภาพ 800 และ 1,200 จุดต่อนิ้ว สำหรับอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ประกอบกับเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดในการผลิตอาร์ตเวิร์ก ได้แก่ เครื่องกราดและกล้องถ่ายภาพดิจิตอล ซึ่งใช้สำหรับนำเข้าข้อมูลส่วนที่เป็นภาพไปรวมกับข้อมูลส่วนที่เป็นตัวพิมพ์ที่ได้จากโปรแกรมประมวลผลคำ

8.4 ธุรกิจทำปรู๊ฟดิจิตอล

การปรู๊ฟทั่วไปผลิตจากฟิล์มและแม่พิมพ์แล้วนำไปพิมพ์เป็นแผ่นปรู๊ฟด้วยแท่นพิมพ์ปรู๊ฟ (press proof) ซึ่งเป็นการปรู๊ฟที่ใช้หมึกและกระดาษเหมือนกับที่จะใช้พิมพ์จริง ส่วนการปรู๊ฟดิจิตอลผลิตแผ่นปรู๊ฟจากข้อมูลดิจิตอล ธุรกิจทำปรู๊ฟดิจิตอลเป็นธุรกิจที่รับจ้างผลิตแผ่นปรู๊ฟให้โรงพิมพ์ สำนักพิมพ์และบริษัทโฆษณาเพื่อเพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องของงานก่อนที่จะพิมพ์จริง แผ่นปรู๊ฟสีดิจิตอลที่ลูกค้าตรวจสอบและรับรองแล้วจะเป็นแผ่นปรู๊ฟที่โรงพิมพ์ และลูกค้าใช้เป็นตัวอย่างในการว่าจ้างพิมพ์สิ่งพิมพ์ (contract proof) เนื่องจากการปรู๊ฟดิจิตอลมี 2 แบบ คือ การปรู๊ฟจากแผ่นพิมพ์ปรู๊ฟที่ผลิตจากเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดที่ต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์ (digital hard proof, DDCP) และการปรู๊ฟจากจอภาพของคอมพิวเตอร์ (digital soft proof) แต่ธุรกิจทำปรู๊ฟดิจิตอลในที่นี้จะกล่างถึงเฉพาะธุรกิจที่ผลิตแผ่นปรู๊ฟดิจิตอลด้วยเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดเท่านั้น สำหรับเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดแบบตั้งโต๊ะที่นิยมใช้ในธุรกิจทำปรู๊ฟสีดิจิตอล ได้แก่ เครื่องพิมพ์พ่นหมึก เครื่องพิมพ์ เทอร์มัลแวกซ์ และเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อม ซึ่งสามารถผลิตแผ่นปรู๊ฟทั้งที่เป็นงานพิมพ์สีพิเศษและงานพิมพ์สอดสี สำหรับเครื่องพิมพ์เลเซอร์นั้นเหมาะกับงานปรู๊ฟสีเดียว ที่เป็นงานขาวดำ สำหรับอุปกรณ์สำคัญที่ธุรกิจนี้ควรมีเพื่อใช้ร่วมกับเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดในการผลิตแผ่นปรู๊ฟดิจิตอลที่ได้มาตรฐานตามที่ลูกค้ากำหนด คือ ตู้ไฟหรือโต๊ะไฟมาตรฐานสำหรับใช้เทียบสีโดยใช้แหล่งกำเนิดแสงที่ให้แสงที่มีอุณหภูมิสี 5,000 เคลวิน

8.4.1 การผลิตแผ่นปรู๊ฟด้วยเครื่องพิมพ์พ่นหมึก เนื่องจากเครื่องพิมพ์พ่นหมึกเป็นเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดที่ใช้งานมากในสำนักงาน ประกอบกับราคาเครื่องไม่แพง ใช้งานง่าย ทำให้สะดวกในการนำไปใช้ประโยชน์เป็นเครื่องพิมพ์ปรู๊ฟด้วยข้อดีอีกประการหนึ่ง คือ สามารถพิมพ์แผ่นพิมพ์ลงบนกระดาษชนิดเดียวกับใช้พิมพ์จริงได้ด้วย จึงลดตัวแปรในการควบคุมคุณภาพการผลิตสีระหว่างแผ่นปรู๊ฟกับแผ่นพิมพ์จริง ทำให้เทียบสีได้ง่ายขึ้น คุณภาพการผลิตน้ำหนักสีที่ผลิตได้อยู่ในระดับดี เพราะสามารถผลิตภาพฮาล์ฟโทนที่มีน้ำหนักสีลดหลั่นต่อเนื่องกันได้ ในกรณีที่ใช้สารให้สีที่เป็นสีย้อมจะให้ขอบเขตสีกว้างกว่าผงสีซึ่งเป็นสารให้สีที่ใช้ในหมึกพิมพ์ที่ใช้พิมพ์จริง ความละเอียดการพิมพ์ทั่วไปของแผ่นปรู๊ฟที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์พ่นหมึก คือ 300 และ 600 จุดต่อนิ้ว ขนาดกระดาษที่ใช้มีตั้งแต่ เอ 3 เอ 2 จนถึง เอ 0 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ปรู๊ฟดิจิตอลระบบพ่นหมึก เช่น Design Jet 750C Iris Realist FX 5015 Donica EV – Fet Digital WaterProof เป็นต้น

8.4.2 การผลิตแผ่นปรู๊ฟด้วยเครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ มีข้อดี คือ เครื่องพิมพ์ราคาไม่แพง ใช้งานง่าย ให้ภาพฮาล์ฟโทนที่มีเม็ดสกรีนเหมือนภาพในแผ่นพิมพ์จริง คุณภาพแผ่นปรู๊ฟสีที่ได้อยู่ในระดับดีและมีสีสดใส แต่มีข้อจำกัด คือ การที่ต้องพิมพ์หมึกพิมพ์ฐานแวกซ์ลงบนกระดาษเคลือบผิวพิเศษเพื่อให้รับหมึกแวกซ์ได้นั้น เป็นการใช้วัสดุทางการพิมพ์ที่แตกต่างจากที่ใช้พิมพ์จริง แผ่นปรู๊ฟสีที่ผลิตได้ส่วนใหญ่มีความละเอียดการพิมพ์ 300 จุดต่อนิ้ว แต่บางระบบสามารถให้ความละเอียดสูงถึง 1,800 จุดต่อนิ้ว ขนาดแผ่นปรู๊ฟที่ผลิตมักเป็นขนาด เอ 3 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ปรู๊ฟเทอร์มัลแวกซ์ เช่น Fujifilm First Proof ของบริษัท Fuji Xerox ให้ความละเอียดการพิมพ์ 300 จุดต่อนิ้ว Kodak Polychrome Approval Classic and PS ให้ความละเอียดการพิมพ์ 1,800 จุดต่อนิ้ว

เครื่องพิมพ์ปรู๊ฟเทอร์มัลแวกซ์ทั้งสองแบบ จะผลิตแผ่นปรู๊ฟสีโดยการพิมพ์บนวัสดุที่เป็นตัวกลางก่อนแล้วจึงถ่ายทอดภาพไปที่กระดาษซึ่งเป็นแผ่นปรู๊ฟอีกทีหนึ่ง

8.4.3 การผลิตแผ่นปรู๊ฟด้วยเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อม มีข้อดี คือ ให้แผ่นปรู๊ฟสีที่มีคุณภาพดีมากใกล้เคียงกับภาพถ่าย เครื่องพิมพ์ราคาไม่แพง ใช้งานง่าย จึงเป็นที่นิยมใช้ในการพิมพ์ปรู๊ฟมากที่สุด แต่มีข้อจำกัดที่สำคัญ คือ ภาพที่ผลิตได้เป็นภาพน้ำหนักสีต่อเนื่องซึ่งไม่มีเม็ดสกรีน จึงไม่เหมาะที่จะใช้เป็นแผ่นปรู๊ฟสำหรับเปรียบเทียบคุณภาพงานพิมพ์กับแผ่นพิมพ์จริงซึ่งต้องการเห็นเม็ดสกรีน ดังนั้นภาพพิมพ์น้ำหนักสีต่อเนื่องที่ผลิตจึงใช้ได้เฉพาะการตรวจสอบคุณภาพสีเท่านั้น แต่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเม็ดสกรีนไม่ได้ คุณภาพสีของแผ่นพิมพ์ปรู๊ฟที่ผลิตได้จะดีกว่าแผ่นพิมพ์ที่จะพิมพ์ได้จริงเพราะสีย้อมให้ขอบเขตสีกว้างกว่าผงสี นอกจากนี้ขอบภาพลายเส้นและตัวอักษรจะไม่คมชัดเนื่องจากมีการซึมของหมึกระหว่างจุดภาพที่อยู่ใกล้กัน ส่วนข้อจำกัดอื่น ๆ คล้ายกับการพิมพ์แผ่นปรู๊ฟด้วยเครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ คือ ใช้วัสดุทางการพิมพ์ต่างจากที่ใช้ในการพิมพ์จริงได้ ได้แก่ กระดาษเคลือบสารรับสีย้อม และหมึกพิมพ์ที่มีสารให้สีเป็นสีย้อม แผ่นปรู๊ฟสีที่ผลิตจากเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อมเป็นที่นิยมใช้กันมาก ขนาดแผ่น

ปรู๊ฟที่ผลิตมักเป็นขนาดเอ 3 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ปรู๊ฟระเหิดสีย้อมที่นิยมใช้ส่วนใหญ่ให้ความละเอียดการพิมพ์ 300 จุดต่อนิ้ว เช่น Imation Rainbow 2730 และ Chromax Pro เป็นต้น ส่วนบางรุ่น เช่น True Rite Proofing System ให้ความละเอียดการพิมพ์ 4,000 จุดต่อนิ้ว

8.5 ธุรกิจทำสำเนาเอกสาร

การทำสำเนาเอกสารมีทั้งที่ผลิตเป็นสำเนาสีเดียว คือ สีดำ และสำเนาเอกสารสี ธุรกิจทำสำเนาเอกสารโดยทั่วไปจะผลิตสำเนาสีเดียวที่เป็นงานขาวดำมากกว่างานสี ทั้งนี้เพราะต้นทุนการผลิตสำเนาสีโดยเฉพาะงานพิมพ์สอดสียังมีราคาแพง เครื่องพิมพ์ไร้แรงกดที่ใช้ในธุรกิจนี้ คือ เครื่องทำสำเนาระบบซีโรกราฟี เพราะพิมพ์เร็วกว่า และสามารถทำสำเนาได้มากกว่าเครื่องพิมพ์พ่นหมึกและเครื่องพิมพ์ระบบความร้อน เครื่องทำสำเนาขาว - ดำ และเครื่องทำสำเนาสีเดียว ใช้หลักการพิมพ์ซีโรกราฟีเหมือนกัน ต่างกันที่โทนเนอร์ที่ใช้ว่าเป็นโทนเนอร์สีดำสีเดียวหรือเป็นโทนเนอร์แม่สี 4 สี

การรับจ้างทำสำเนาสิ่งพิมพ์ทางธุรกิจ ส่วนใหญ่เป็นการทำสำเนาสีดำสีเดียวจากต้นฉบับที่ลูกค้านำมาให้ เช่น ทำสำเนาจากหนังสือหรือสิ่งพิมพ์อื่น ๆ การนำเข้าต้นฉบับส่วนใหญ่จะเป็นการกราดที่หน่วยกราดภาพของเครื่องทำสำเนา แต่เครื่องทำสำเนาบางรุ่นสามารถนำเข้าต้นฉบับในรูปสัญญาณข้อมูลภาพจากระบบคอมพิวเตอร์ได้คุณภาพงานพิมพ์ ตัวพิมพ์ และภาพลายเส้นอยู่ในระดับดีพอสมควร แต่การทำสำเนาภาพฮาล์ฟโทนที่นำเข้า ต้นฉบับด้วยการกราดจะได้คุณภาพงานด้อยกว่าต้นฉบับ ถ้าเป็นการทำสำเนาสี มักเป็นการทำสำเนาสำหรับงานโฆษณา งานประชาสัมพันธ์ งานออกแบบ และงานการตลาด เป็นต้น เครื่องทำสำเนาเหมาะกับการผลิตสำเนาที่จำนวนน้อย เช่น ต้นฉบับ 1 หน้า ทำสำเนาได้ตั้งแต่ 1 แผ่น จนถึงไม่กี่สิบแผ่น หากต้องการทำสำเนามากกว่านี้ ควรเลือกพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอล ซึ่งมีให้เลือกใช้ 2 ระบบการพิมพ์ คือ การพิมพ์ซีโรกราฟีและการพิมพ์พื้นฉลุที่ใช้แม่พิมพ์สเตนซิล ซึ่งในธุรกิจประเภทนี้มักมีเครื่องพิมพ์สำเนาไว้รองรับการพิมพ์จำนวนเป็นร้อยฉบับขึ้นไปแทนเครื่องทำสำเนา

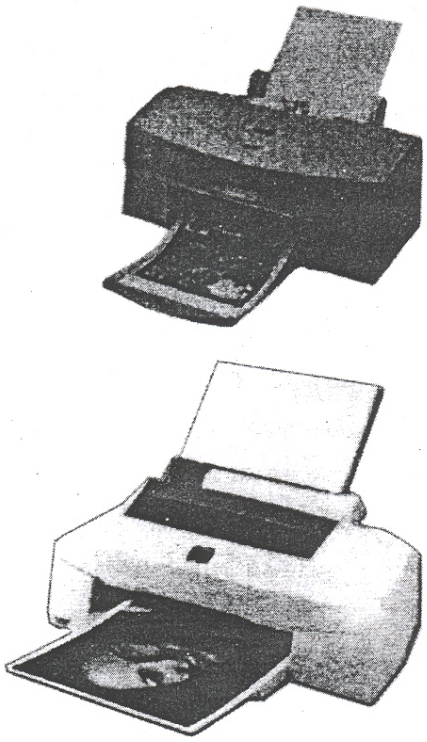
เนื่องจากการทำสำเนาเอกสารสีเดียวที่เป็นงานขาวดำ ส่วนใหญ่นิยมทำควบคู่กับธุรกิจทำเล่มหนังสือเพราะเมื่อลูกค้าว่าจ้างให้ทำสำเนาแล้ว มักจะให้ทำเล่มเข้าปกให้ด้วย ธุรกิจประเภทนี้จึงมักมีอุปกรณ์สำหรับทำสิ่งพิมพ์สำเร็จมาใช้งานร่วมกับเครื่องพิมพ์ไร้แรงกด ตัวอย่างเช่น เครื่องเก็บเล่ม เครื่องทำเล่มแบบต่าง ๆ และเครื่องตัดเจียนเล่ม เป็นต้น โดยเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่มีขนาดเล็กและเหมาะกับการทำเล่มจำนวนน้อย

8.6 ธุรกิจพิมพ์ภาพถ่ายสติกเกอร์

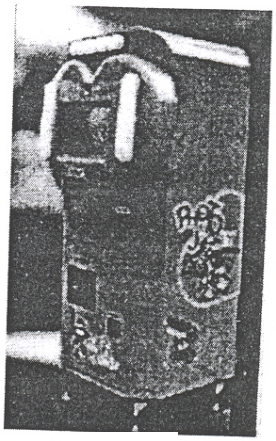
การนำเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดไปใช้พิมพ์สติกเกอร์กำลังเป็นที่นิยมเพิ่มขึ้นเพราะลูกค้าสามารถเลือกออกแบบสติกเกอร์ได้ตามความพอใจของแต่ละคน การพิมพ์สติกเกอร์ใช้เวลาไม่นาน ลูกค้ารอรับงานได้

ทันที และนำสติกเกอร์ที่พิมพ์ได้ไปติดบนวัสดุและอุปกรณ์หลากหลายชนิด ธุรกิจรับจ้างพิมพ์สติกเกอร์ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน ได้แก่ ธุรกิจการพิมพ์ภาพถ่ายสติกเกอร์

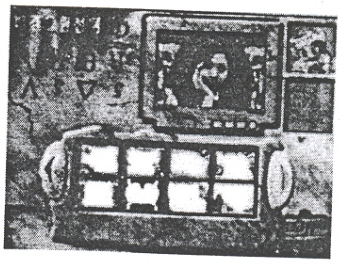
ธุรกิจการพิมพ์ภาพถ่ายสติกเกอร์ เป็นธุรกิจที่พิมพ์ภาพถ่ายบุคคลที่เป็นภาพสอดสีร่วมกับองค์ประกอบภาพอื่น ๆ ที่ออกแบบไว้ให้เลือกมากมายในกรอบภาพ โดยพิมพ์บนสติกเกอร์ด้วยเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดระบบพ่นหมึกที่เชื่อมต่อกับกล้องถ่ายภาพดิจิตอล ร่วมกับการใช้โปรแกรมการทำสติกเกอร์ซึ่งมักผลิตขายเป็นชุดร่วมกับซอฟต์แวร์และกระดาษสติกเกอร์ขนาดต่าง ๆ เครื่องพิมพ์พ่นหมึกที่ใช้อาจผลิตออกจำหน่ายในรูปตู้ถ่ายภาพสติกเกอร์ที่มีขนาดกะทัดรัด เพื่อดึงดูดความสนใจจากลูกค้า เครื่องพิมพ์พ่นหมึกที่ใช้ต้องมีระบบการพิมพ์ สำหรับพิมพ์ภาพถ่ายหน้าคนที่ต้องการความละเอียดการพิมพ์สูง กลไกระบบหัวพ่นหมึกมีทั้งแบบวิธีไพโซอิเล็กทริกและบับเบิลเจ็ต หมึกพิมพ์ที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นหมึกชุดพิเศษสำหรับพิมพ์ภาพถ่ายหน้าคนโดยเฉพาะ คือ มี 5 - 6 สี ประกอบด้วยหมึกพิมพ์แม่สีทางการพิมพ์ 4 สี หรือ 3 สีไม่รวมสีดำ รวมกับหมึกพิมพ์อีก 2 สี คือ สีน้ำเงินเขียวอ่อนและสีม่วงแดงอ่อน เพื่อให้สามารถพิมพ์ภาพบริเวณใบหน้าและผิวหนังให้มองดูนุ่มนวลเหมือนจริงมากขึ้น วัสดุใช้พิมพ์ประเภทสติกเกอร์ที่จำหน่ายมีทั้งแบบกระดาษผิวด้าน กระดาษผิวมัน แบบที่เป็นผ้าไหมมุก และแบบสติกเกอร์ 3 มิติที่พิมพ์เป็นภาพนูนได้ ออกแบบให้ตัดแบ่งได้เป็นภาพเล็ก ๆ ที่สามารถลอกไปติดที่อุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ คล้ายกับการติดแสตมป์ ตัวอย่างเช่น สติกเกอร์ 1 กล่อง ประกอบด้วยแผ่นสติกเกอร์ ขนาดเอ 4 ที่แบ่งเป็นภาพถ่ายเล็ก ๆ ได้ 21 ภาพ หรือ 21 ดวง และแผ่นสติกเกอร์ขนาดเอ 6 หรือ ขนาดโปสการ์ดแบบ 16 ดวง แบบ 9 ดวง แบบ 8 ดวง แบบ 4 ดวง เป็นต้น



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 40 (ก) ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดระบบพ่นหมึกที่ใช้พิมพ์ภาพสติกเกอร์

(ข) ตัวอย่างตู้พิมพ์ภาพถ่ายสติกเกอร์ที่ใช้หลักการพิมพ์ไร้แรงกดระบบพ่นหมึกกับกล้องถ่ายภาพดิจิตอล

(ค) ตัวอย่างสิ่งพิมพ์ที่เป็นแผ่นภาพถ่ายสติกเกอร์

ที่มา : (ก) Canon Singapore Pte. Ltd. Bubble Jet Printer: BJC – 7100 (online) Retreived via Netscape, 29 May 1999, p.1

http:// www..canon-asia.com/computer/bjc 7100 a.htm

Epson. Epson Stylus Photo 750. (online). Retreived via Netscape, 10 July 1999, p.1

http://www.epson.com.sg/IT/s750. html

(ข) และ (ค) Arumsoft Design Inc. Photojockey:Photo Sticker Vending Machine (online). Retreived via Netscape, 10 July 1999, pp.1, 3

http://www.photojockey.com/document/app fr/app-text.html

8.7 ธุรกิจการพิมพ์บนกระดาษรูปลอก

การพิมพ์บนกระดาษรูปลอก เป็นการพิมพ์ที่มีวัตถุประสงค์จะนำภาพพิมพ์บนกระดาษรูปลอกนั้นไปถ่ายทอดต่ออีกครั้งบนวัสดุชนิดอื่น เช่น ผ้า เสื้อยืด จาน ชาม แผ่นรองเมาส์ บัตรพลาสติก เซรามิก พลาสติก เป็นต้น ในการประกอบธุรกิจนี้ ขั้นแรกจึงเป็นการพิมพ์ภาพสอดสีบนกระดาษรูปลอกหรือกระดาษถ่ายโอนก่อนด้วยเครื่องพิมพ์ไร้แรงกด เช่น เครื่องพิมพ์พ่นหมึก เครื่องพิมพ์เลเซอร์ และเครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ จากนั้นในขั้นตอนที่ 2 เป็นการถ่ายทอดภาพพิมพ์จากกระดาษรูปลอกไปผนึกลงบนวัสดุใช้พิมพ์ที่ต้องการด้วยการวางกระดาษรูปลอกสำหรับลอกลายที่พิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ที่ต้องการแล้วรีดทับด้วยเตารีด ภาพพิมพ์บนกระดาษรูปลอกจะถ่ายทอดไปผนึกบนวัสดุใช้พิมพ์ด้วยความร้อนและแรงกด ความละเอียดการพิมพ์ทั่วไปประมาณ 300 – 360 จุดต่อนิ้ว

ในการประกอบธุรกิจการพิมพ์บนกระดาษรูปลอกนี้ ลูกค้าจะนำต้นฉบับที่ต้องการพิมพ์มาให้พร้อมกับวัสดุที่ต้องการพิมพ์ภาพ ซึ่งจำนวนพิมพ์ที่ต้องการจะมีน้อย ผู้ประกอบการบางรายมีตัวอย่างวัสดุที่นิยมพิมพ์ในลักษณะนี้ไว้บริการลูกค้า ได้แก่

- วัสดุที่ทำจากเซรามิก เช่น จาน ชาม ถ้วย แผ่นกระเบื้อง
- วัสดุที่ทำจากผ้า เช่น เสื้อยืด หมวก ถุง พรม ผ้าใบ รองเท้า
- วัสดุที่ทำจากหนัง เช่น ปกไดอารี
- วัสดุที่ทำจากไม้ เช่น ป้าย ของเล่น ของชำร่วย
- วัสดุที่ทำจากพลาสติก เช่น แผ่นซีดี แผ่นรองเมาส์ ของเล่น ของชำร่วย
- วัสดุที่ทำจากโลหะ เช่น ป้าย โล่ ของเล่น ของชำร่วย

ทั้งนี้เมื่อทราบว่าลูกค้าต้องการพิมพ์บนวัสดุชนิดใดแล้ว ต้องเลือกใช้ชนิดกระดาษรูปลอกให้เหมาะกับวัสดุนั้น สำหรับอุปกรณ์สำคัญที่ต้องมีเพื่อใช้งานควบคู่กับเครื่องพิมพ์ไร้แรงกด คือ เตารีด ซึ่งอาจเป็นเตารีดธรรมดา หรือเตารีดขนาดใหญ่ (heat press) สำหรับทับลวดลายที่พิมพ์ได้โดยไม่ต้องขยับเตารีดไปมา และในขณะถ่ายทอดภาพและผนึกภาพต้องควบคุมอุณหภูมิ ระยะเวลาที่รีด และแรงกดให้เหมาะสม

บทที่ 3

การพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิต

การพิมพ์ไร้แรงกดที่อาศัยหลักการทางไฟฟ้าสถิตในการพิมพ์ภาพนั้น มีอยู่ด้วยกันหลายระบบ ในที่นี้จึงขอเลือกกล่าวเฉพาะการพิมพ์อิเล็กโทรโฟโตกราฟี (electophotography) เท่านั้น เนื่องจากเป็นระบบการพิมพ์ที่มีการนำไปใช้ในทางการพิมพ์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการพิมพ์ของระบบการพิมพ์นี้ จึงควรได้พิจารณาความหมายของคำศัพท์ในภาษาอังกฤษเป็นลำดับแรก โดยคำว่า “electophotography” นั้น สามารถแยกออกได้เป็นสามส่วนคำ “eletro- ” “photo-” และ “ –graphy” ซึ่งแต่ละส่วนคำมีความหมายดังนี้

eletro- มีความหมายว่า “ไฟฟ้า ”

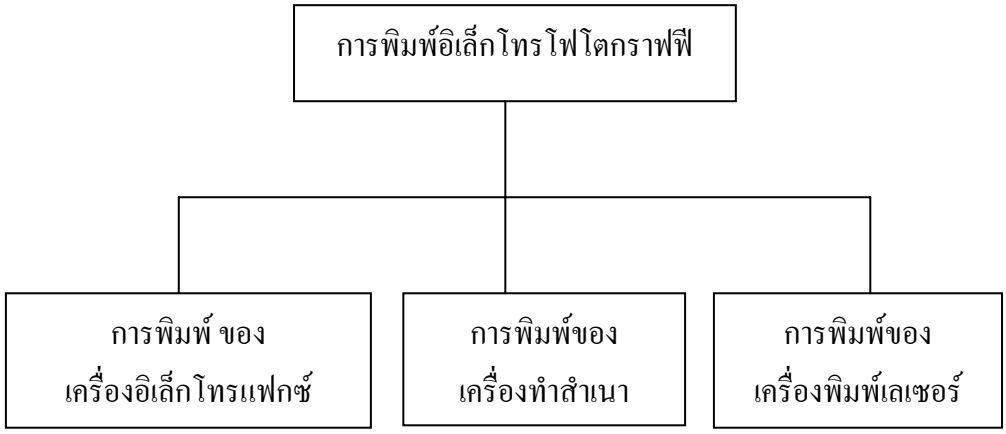
photo- มีความหมายว่า “ แสง ”

–graphy มีความหมายว่า “ เกี่ยวกับการเขียนหรือการบันทึกด้วยวิธีการใด ๆ ”

ดังนั้นหากพิจารณาความหมายของส่วนคำทั้งหมด จะเห็นได้ว่าการพิมพ์ระบบนี้อาศัยแสงร่วมกับ (ประจุ) ไฟฟ้าในการเขียนหรือพิมพ์ภาพนั้นเอง

ในปัจจุบันได้มีการนำระบบการพิมพ์แบบอิเล็กโทรโฟโตกราฟีมาประยุกต์ใช้ในการพิมพ์งานประเภทต่าง ๆ มากขึ้น อันเป็นผลมาจากการพัฒนาการทางคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความก้าวหน้าเป็นอย่างยิ่ง ทำให้สามารถสร้างเครื่องพิมพ์ที่มีความสามารถและประสิทธิภาพการทำงานที่สูงขึ้นมากกว่าในอดีตที่ผ่านมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของความเร็วและคุณภาพการพิมพ์ จากเดิมที่การพิมพ์ระบบนี้ใช้การพิมพ์ใช้กับการผลิตสิ่งพิมพ์จำนวนน้อยและเป็นงานขาวดำ ก็ได้รับการพัฒนามาเป็นเครื่องพิมพ์สอดสีเชิงพาณิชย์ที่มีความสามารถพิมพ์งานจำนวนมากภายในระยะเวลาอันสั้นเสร็จ ทำให้เครื่องพิมพ์ของระบบการพิมพ์นี้ตอบสนองแนวคิดเกี่ยวกับ “การพิมพ์งานตามสั่ง” (print on demand, POD) และ “การพิมพ์งานด่วน” (instant printing) เป็นไปได้ นอกจากนี้ยังช่วยตอบสนองต่อการพิมพ์ในลักษณะ “การพิมพ์ข้อมูลแปรเปลี่ยน” (variable data printing) อาทิ การพิมพ์ภาพหรือข้อความจำเพาะของเจ้าของบัตรบนบัตรแสดตนหรือบัตรเครดิต ซึ่งต้องมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลภาพและข้อความในแต่ละรอบพิมพ์ เป็นต้น นอกจากนี้เทคโนโลยีการพิมพ์ภาพแบบอิเล็กทรอโฟโตกราฟีก็มีส่วนช่วยในการรักษาสภาพแวดล้อมในระดับหนึ่งด้วย กล่าวคือ ในการพิมพ์ภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์นั้นไม่จำเป็นต้องมีการผลิตฟิล์มและการทำแม่พิมพ์ ซึ่งเท่ากับไม่ต้องมีการใช้วัสดุ สารเคมี และพลังงานที่ต้องใช้เหมือนเช่นงานก่อนพิมพ์ของกระบวนการพิมพ์แบบใช้แรงกดทั่วไป

ทั้งนี้หากจำแนกการพิมพ์ที่ใช้หลักการทางอิเล็กโทรโฟโตกราฟีในการพิมพ์ภาพแล้ว ก็จะสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่ม หรือ 3 ระบบ ดังนี้



ในบรรดาการพิมพ์ทั้งสามระบบ การพิมพ์ของเครื่องอิเล็กโทรแฟกซ์เป็นการพิมพ์ที่ไม่ได้มีการใช้งานในทางการพิมพ์ ดังนั้นในบทที่ 3 นี้ จึงจะขอกล่างถึงการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาและการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ในรายละเอียดเป็นสำคัญ

1. การพิมพ์ของเครื่องทำสำเนา

1.1 ความหมาย

เครื่องทำสำเนา (photocopier or photocopying machine) หมายถึง เครื่องจักรที่ทำงานได้โดยการควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เพื่อทำสำเนาโดยทันทีจากต้นฉบับที่ได้จากการเขียน การวาดหรือการพิมพ์โดยอาศัยวิธีการทางการถ่ายภาพที่เป็นกระบวนการทางไฟฟ้าสถิต จากคำนิยามที่กล่าวมาในข้างต้นเป็นคำนิยามพื้นฐานสำหรับเครื่องทำสำเนา อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้มีการผลิตเครื่องทำสำเนาที่ไม่เพียงแต่มีความสามารถในการทำสำเนาได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ยังสามารถทำหน้าที่อย่างอื่นได้ด้วย อันเป็นการเพิ่มคุณค่า (value added) ให้แก่ผลิตภัณฑ์ และเป็นการตอบสนองต่อความต้องการใช้งานในแง่ของความสะดวก ดังนั้นความหมายของเครื่องทำสำเนาจึงกว้างกว่าที่ได้นิยามไว้ข้างต้น ซึ่งรายละเอียดในแง่มุมต่าง ๆที่เกี่ยวกับเครื่องทำสำเนาจะได้กล่าวถึงต่อไป

1.2 พัฒนาการ

เครื่องทำสำเนาหรือที่เรียกกันติดปากว่าเครื่องซีร็อกซ์นั้น อาศัยวิธีการที่เรียกว่า “ซีโรกราฟี” (xerography) ในการพิมพ์ภาพนั้น คำว่า “xerography ” เป็นคำที่มาจากภาษากรีก โดย “xero-” มาจากรากศัพท์ “xeros” ซึ่งมีความหมายว่า “แห้ง” ส่วนคำว่า “ –graphy ” มาจากรากศัพท์ “graphos” ซึ่งมีความหมายว่า “การเขียน” ดังนั้น เมื่อพิจารณาความหมายโดยรวมแล้วจะหมายถึง “การเขียนภาพแบบแห้ง” นั่นเอง ทั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบกับภาพที่ได้จากการถ่ายภาพ ภาพที่ได้มีลักษณะเป็นภาพแฝงของผลึกซิลเวอร์แฮไลด์ การจะเห็นภาพปรากฏขึ้นได้ต้องนำภาพแฝงไปผ่านกระบวนการล้างสร้างภาพ ดังนั้นการสร้างภาพแฝงให้เป็นภาพปรากฏจึงอาจเรียกว่าเป็น “การเขียนภาพแบบเปียก” ได้ เพราะต้องอาศัยสารเคมีที่มีอยู่ในสถานะของเหลว

การพิมพ์ภาพด้วยหลักการทางซีโรกราฟีนี้ได้รับการคิดค้นขึ้นเมื่อวันที่ 22 ตุลาคม พ.ศ.2481 (ค.ศ. 1938) โดยนักกฎหมายลิขสิทธิ์ชาวอเมริกันชื่อเชสเตอร์ ฟลอยด์ คาร์ลสัน (Chester Floyd Carlson) ณ เมืองนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา ภายหลังการคิดค้นคาร์ลสันได้พยายามขายนวัตกรรมของเขาให้แก่บริษัทหลายแห่งสำหรับการผลิตออกจำหน่าย แต่ในระยะห้าปีแรกนั้นไม่มีบริษัทใดเลยที่ให้ความสนใจ รวมทั้งบริษัทขนาดใหญ่อย่างเช่น บริษัทไอบีเอ็ม (IBM) บริษัทโกดัก (Kodak) บริษัทจีอี (GE) บริษัทอาร์ซีเอ (RCA) เป็นต้น เนื่องจากในขณะนั้นการทำสำเนาด้วยกระดาษคาร์บอนยังได้รับความนิยม ประกอบกับเครื่องทำสำเนาต้นฉบับของคาร์ลสันให้คุณภาพงานทำสำเนาที่ต่ำ สกปรก ทำงานได้ช้า และยากต่อการใช้งาน

ต่อมาใน พ.ศ.2487 (ค.ศ. 1944) สถาบันแบตเทลเลเมมโมเรียล (Battelle Memorial Institute) ได้รับการอนุญาตอย่างถูกต้องตามกฎหมายในการนำนวัตกรรมของคาร์ลสันมาทำการพัฒนาต่อ ในอีก 3 ปีต่อมาหรือใน พ.ศ. 2490 (ค.ศ.1947) บริษัทแฮรอยด์(Haloid Company) ซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตกระดาษไวแสงสำหรับการอัดขยายภาพในเมืองโรเชสเตอร์ รัฐนิวยอร์ก มีความสนใจในนวัตกรรมของคาร์ลสัน จึงได้ติดต่อกับสถาบันแบตเทลเลเมมโมเรียลเพื่อขอนำเอานวัตกรรมของคาร์ลสันไปใช้ในการผลิตเครื่องทำสำเนาสำหรับจำหน่ายในท้องตลาดในปีต่อมาหรือใน พ.ศ.2491 (ค.ศ.1948) บริษัทแฮลอยด์และสถาบันแบตเทลเลเมมโมเรียลก็ได้ประกาศการพัฒนาระบบซีโรกราฟีให้เป็นที่รู้จักแก่สาธารณชน นับแต่นั้นมาบริษัทแฮลอยด์ก็เป็นผู้ถือลิขสิทธ์ในนวัตกรรมของคาร์ลสันและได้ทำการผลิตเครื่องทำสำเนาเครื่องแรกเป็นผลสำเร็จเมื่อ พ.ศ.2492 (ค.ศ.1949) โดยมีชื่อเรียกว่า “โมเดลเอ” อย่างไรก็ตามเครื่องทำสำเนาเครื่องแรกนี้ยังมีขั้นตอนการทำงานเพื่อให้ได้สำเนาที่ซับซ้อนหลายขั้นตอน และคุณภาพงานทำสำเนายังไม่ดีนัก จึงได้มีการปรับปรุงและพัฒนาเรื่อยมาเป็นลำดับจนกระทั่งต่อมาใน พ.ศ.2502 (ค.ศ.1959) จึงได้มีการผลิตเครื่องทำสำเนาระบบอัตโนมัติที่ใช้กระดาษธรรมดาในการทำสำเนาสำหรับใช้ในสำนักงานออกจำหน่ายในท้องตลาดเป็นครั้งแรก โดยเครื่องทำสำเนารุ่นนี้มีชื่อเรียกว่า“ซีร็อกซ์914” (Xerox 914) และในปีเดียวกันนี้เอง บริษัท แฮลอยด์ ก็ได้ซื้อลิขสิทธ์ซีโรกราฟีจากสถาบันแบตเทลเลเมมโมเรียล และเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์อย่างถูกต้องแต่ผู้เดียวนับตั้งแต่นั้นมา

แต่เดิมนั้นคาร์ลสันไม่ได้เรียกนวัตกรรมของตนว่า ซีโรกราฟี แต่เรียกว่า “อิเล็กทรอโฟโตกราฟี” บริษัทแฮรอยด์เห็นว่าชื่ออิเล็กทรอโฟโตกราฟีนั้นเป็นชื่อที่ยาวและเรียกได้ยาก จึงต้องการเปลี่ยนชื่อ ซึ่งคาร์ลสันเองก็เห็นด้วย โดยได้อาจารย์ด้านภาษาศาสตร์จากมหาวิทยาลัยแห่งรัฐโอไฮโอ (Ohio State University) เป็นคนตั้งชื่อใหม่ให้ ชื่อนั้นก็คือ ซีโดรกราฟีนั่นเอง แฮรอยด์จึงได้ใช้คำว่าซีโรกราฟีสำหรับเรียกกระบวนการสร้างภาพและในขณะเดียวกันก็กำหนดให้คำว่า “ซีรอกซ์” เป็นเครื่องหมายการค้าสำหับเครื่องทำสำเนาที่ผลิตขึ้น จากความสำเร็จในการผลิตเครื่องทำสำเนาออกว่างจำหน่ายจึงทำให้บริษัท แฮรอยด์ เปลี่ยนชื่อบริษัทใหม่เป็น แฮรอยด์ซีร็อกซ์ (Haloid Xerox, Inc.)

ใน พ.ศ.2501 (ค.ศ.1958) และเปลี่ยนชื่อบริษัทอีกครั้งใน พ.ศ.2501 (ค.ศ.1961) เป็นบริษัท ซีร็อกซ์ คอร์ปอเรชัน (Xerox Corporation) ที่รู้จักกันดี



ภาพที่ 41 คาร์ลสันและเครื่องทำสำเนาที่ประดิษฐ์ขึ้น

จากเครื่องทำสำเนาเครื่องแรกที่คาร์ลสันประดิษฐ์ขึ้น พัฒนาการของเครื่องทำสำเนาก็ดำเนินเรื่อยมาเป็นลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีบริษัทผู้ผลิตเครื่องทำสำเนาจำนวนมากผลิตเครื่องทำสำเนาออกจำหน่ายแข่งขันกัน จึงเป็นแรงผลักดันให้เกิดการวิจัยและพัฒนาเครื่องทำสำเนาที่มีความสามารถ สมรรถนะ และคุณภาพของการทำสำเนาที่ดีขึ้นอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้อาจสรุปพัฒนาการของเครื่องทำสำเนาจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ดังนี้

1.2.1 พัฒนาการด้านการทำสำเนาและกระบวนการทำสำเนา จากเดิมที่เครื่องทำสำเนาเป็นเครื่องทำสำเนาโดยอาศัยกระบวนการทางการถ่ายภาพ (แสงสะท้อนจากต้นฉบับ + ทัศนูปกรณ์ + วัสดุนำแสง) ในการทำให้ภาพแฝงเกิดขึ้นที่หน่วยบันทึกภาพ ก็ได้มีการพัฒนาวิธีการทำสำเนาโดยใช้แสงเลเซอร์ในสร้างภาพแฝงขึ้นที่หน่วยบันทึกภาพ การพัฒนาวิธีการทำสำเนาด้วยแสงเลเซอร์นี้ได้ส่งผลให้กระบวนการทำสำเนามีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งรายละเอียดจะได้กล่าวถึงต่อไป อย่างไรก็ตามหลักการทำสำเนายังคงเป็นวิธีการทางไฟฟ้าสถิตเช่นเดิม

1.2.2 พัฒนาการด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลการทำงาน เป็นการพัฒนาในด้านต่าง ๆ อาทิ ความเร็วในการทำสำเนา ความทนทานในการใช้งาน และคุณภาพของงานทำสำเนา เป็นต้น โดยเฉพาะความเร็วในการพิมพ์ได้รับการพัฒนาเป็นอย่างมาก จนเครื่องทำสำเนาที่มีความเร็วสูงมากสามารถจัดเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอล (digital press) ประเภทหนึ่งได้

1.2.3 พัฒนาด้านความสามารถของการทำงาน จากเดิมที่การทำสำเนาในลักษณะที่ตอบสนองความต้องการใช้งาน ก็ได้มีการพัฒนาให้มีความสามารถทำงานได้หลากหลายมากขึ้น อาทิ

- จากเดิมที่พิมพ์ภาพได้สีเดียวหรือขาวดำ ก็พัฒนาให้สามารถพิมพ์ภาพสอดสีหรือหลายสี รวมทั้งสามารถเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขสีให้มีลักษณะตามความต้องการของผู้ใช้ได้

- จากเดิมที่ทำงานแบบลำพัง (stand alone) ก็มีการพัฒนาอุปกรณ์ต่อประสาน ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ และกลายเป็นอุปกรณ์ส่งออกสำหรับระบบคอมพิวเตอร์นั้น ๆ ได้

- จากเดิมที่ทำงานแบบแอนาล็อกก็พัฒนามาเป็นการทำงานแบบดิจิตอล ทำให้เครื่องทำสำเนาเอกสารมีการทำงานเปลี่ยนไป คือ **นำเข้าด้วยการกราดเพียงครั้งเดียว แต่พิมพ์ออกได้จำนวนมาก** (scan once, print many) ซึ่งแตกต่างจากการทำงานแบบแอนาล็อก กล่าวคือ ในการกราดต้นฉบับหนึ่งครั้ง ทำสำเนาได้เพียง 1 แผ่น หากต้อการสำเนาหลายแผ่น ก็ต้องกราดต้นฉบับหลายครั้ง ส่งผลให้คุณภาพของสำเนาที่ได้ในแต่ละแผ่นไม่คงที่ แตกต่างกันไปในแต่ละแผ่นไม่มากก็น้อย นอกจากนี้ข้อมูลภาพที่เป็นดิจิตอลทำให้สามารถเก็บ เรียกกลับมาใช้งาน แก้ไข และส่งผ่านระหว่างระบบคอมพิวเตอร์ได้

- จากเดิมที่ระบบอัตโนมัติช่วยในการทำงานน้อย ก็พัฒนาให้มีระบบอัตโนมัติช่วยในการทำงานมากขึ้น เช่น ระบบการฉายแสงอัตโนมัติ ซึ่งเป็นระบบที่ปรับความเข้มการฉายแสงให้เหมาะกับความดำของภาพต้นฉบับ

- จากเดิมที่พิมพ์ได้เพียงหน้าเดียวในการป้อนพิมพ์หนึ่งครั้ง หรือซิมแพลกซ์ (simplex copying) ก็พัฒนาเป็นการพิมพ์งานได้สองด้านในการป้อนพิมพ์หนึ่งครั้ง หรือดูเพลกซ์ (duplex copying)

นอกจากนี้งานที่เกี่ยวข้องกับงานพิมพ์แล้ว ยังได้มีการพัฒนาให้เครื่องทำสำเนาสามารถทำงานหลังพิมพ์ได้ด้วย เช่น การสอดแผ่นปลิว การเข้าปก และการเย็บเล่ม เป็นต้น

1.2.4 พัฒนาด้านการลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ความตระหนักถึงการรักษาสภาพแวดล้อมที่ดีให้คงอยู่ต่อไป ทำให้การพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของเครื่องทำสำเนาให้ความสำคัญในด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้วย โดยจะเห็นได้จากทิศทางในการพัฒนานั้นมุ่งเน้นไปที่การช่วยลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น อาทิ การใช้สารอินทรีย์มาใช้เป็นวัสดุนำแสงแทนสารประเภทเดิมเพื่อให้เกิดการย่อยสลายทางชีวภาพได้ การคิดค้นวิธีการพิมพ์ที่ช่วยลดการปล่อยโอโซนจากเครื่องทำสำเนา การพัฒนาให้มีการใช้พลังงานน้อยลงในการทำสำเนา หรือมีระบบประหยัดพลังงานในระหว่างหยุดใช้เครื่องชั่วขณะ ความสามารถในการเวียนทำใหม่หน่วยสร้างภาพโดยการบรรจุโทนเนอร์และซ่อมแซมส่วนสึกหรอ แทนการซื้อหน่วยสร้างภาพใหม่ เป็นต้น

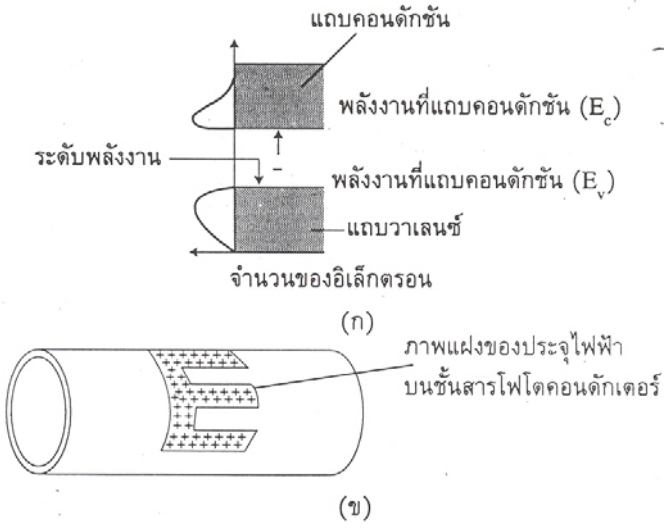
จากที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้น จะเห็นได้ว่าการพัฒนาด้านความสามารถ ประสิทธิผลการทำงานของเครื่องทำสำเนา ประกอบกับพัฒนาการทางคอมพิวเตอร์และวัสดุการพิมพ์เป็นเหตุให้วัตถุ ประสงค์ของการใช้เครื่องทำสำเนา มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่เครื่องทำสำเนาใช้เพื่อสำเนาเอกสาร ต่าง ๆ ในสำนักงานเท่านั้น ก็ได้มีการนำไปใช้งานในด้านอื่น ๆ อย่างมากมาย ตัวอย่างที่เห็น

ได้อย่างชัดเจน คือ การนำมาใช้งานด้านการพิมพ์ จากเดิมที่เครื่องทำสำเนาได้รับการนำมาใช้งานด้านการพิมพ์น้อยมาก แต่เมื่อได้มีการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ทั้งในส่วนฮาร์ดแวร์ รวมทั้งระบบการจัดการสี (Color Management System, CMS) ขึ้น ก็สามารถต่อพ่วงระบบดังกล่าวเข้ากับเครื่องทำสำเนา และนำมาใช้เป็นระบบปรู๊ฟสีดิจิตอลนอกจากนี้ก็มีการใช้เครื่องทำสำเนาในการผลิตสิ่งพิมพ์ทั้งที่เป็นเล่มและเป็นแผ่นทั้งสีและขาวดำ รวมทั้งการพัฒนาเครื่องทำสำเนาสำหรับงานพิมพ์เพื่อใช้งานโดยอ้อม โดยการพิมพ์ภาพลงบนกระดาษรับภาพก่อน จากนั้นจึงนำภาพไปถ่ายโอนด้วยความร้อนลงบนวัตถุต่าง ๆ ที่ต้องการต่อไป

1.3 หลักการพิมพ์

หลักการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาเป็นแบบไร้แรงกดพิมพ์น้อยมาก โดยการพิมพ์เป็นการถ่ายโอนภาพจากวัสดุบันทึกภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์ กลไกการเกิดภาพบนวัสดุบันทึกภาพอาศัยวิธีการทางไฟฟ้าสถิต กล่าวคือ อาศัยแรงดึงดูดของประจุไฟฟ้าที่มีขั้วตรงข้ามกันในการทำให้ภาพเกิดขึ้นบนวัสดุบันทึก ภาพ วัสดุบันทึกภาพนี้เรียกกันโดยทั่วไปว่า “โฟโตคอนดักเตอร์” (photoconductor) หรือสารนำไฟฟ้าด้วยแสงมีสมบัติสำคัญคือ ในที่มืดหรือในสภาพที่ไม่ไดรับแสงจะมีสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าหรือนำไฟฟ้าได้น้อย แต่เมื่อได้รับแสงที่มีพลังงานสูงพอก็จะสามารถนำไฟฟ้าได้ดีและยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ดังนั้นโฟโตคอนดักเตอร์จึงจัดเป็นสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) ประเภทหนึ่ง

เมื่อสารโฟโตคอนดักเตอร์ได้รับแสงที่มีพลังงานสูงพอ อิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดหรือในแถบเวเลนซ์ (valence band) จะได้รับการกระตุ้นให้ไปอยู่ในระดับพลังงานที่สูงขึ้น เรียกว่า “แถบคอนดักชัน” (conduction band) หรือแถบการนำ โดยระดับพลังงานนี้สารโฟโตคอนดักเตอร์สามารถได้รับการเหนี่ยวนำให้เกดประจุและมีสมบัตินำไฟฟ้าขึ้นได้ ภายใต้สนามไฟฟ้าอิเล็กตรอนในแถบคอนดักชันก็จะเคลื่อนตัวตามเส้นสนามไฟฟ้าเป็นเหตุให้เกิดประจุไฟฟ้าขึ้น จากการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางไฟฟ้าของสารโฟโตคอนดักเตอร์ที่กล่าวมาทั้งหมด จะทำให้สามารบันทึกภาพบนโฟโตคอนดักเตอร์ โดยภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นภาพของประจุไฟฟ้าซึ่งมีลักษณะเป็นภาพแฝง (latent imang) ในลักษณะคล้ายกับภาพแฝงของการถ่ายภาพลงบนฟิล์มหรือกระดาษไวแสง ดังนั้นขั้นตอนงานพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาจึงต้องมีกระบวนการสร้างภาพรวมอยู่ด้วย เพื่อเปลี่ยนภาพแฝงของประจุไฟฟ้าให้กลายเป็นภาพปรากฏก่อนการถ่ายโอนภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์ ทั้งนี้การสร้างภาพเกิดขึ้นได้เป็นผลมาจากแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตระหว่างสารสร้างภาพและประจุไฟฟ้าที่มีอยู่บนหน่วยบันทึกภาพ



ภาพที่ 42 (ก) การเคลื่อนตัวของอิเล็กตรอนระดับพลังงานอิเล็กตรอนวงนอกสุด ไปยังคอนดักชันแบนด์ของโฟโตคอนดักเตอร์เมื่อได้รับแสง

(ข) ตัวอย่างภาพแฝงของประจุไฟฟ้า

1.4 วัสดุทางการพิมพ์สำหรับการพิมพ์ด้วยเครื่องทำสำเนา

วัสดุทางการพิมพ์สำหรับเครื่องทำสำเนามีด้วยกันหลายชนิด ในเรื่องที่ 1.4 นี้ จะขอกล่าวถึงเฉพาะวัสดุทางการพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับงานพิมพ์เท่านั้น ซึ่งได้แก่ วัสดุใช้พิมพ์โทนเนอร์ (toner) และตัวพาโทนเนอร์ (carrier) รายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุใช้พิมพ์แต่ละประเภทมีดังนี้

1.4.1 วัสดุใช้พิมพ์

วัสดุใช้พิมพ์สำหรับการพิมพ์ด้วยเครื่องทำสำเนาโดยทั่วไปมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ กระดาษและฟิล์มพลาสติกที่ใช้สำหรับฉายด้วยเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ ทั้งกระดาษและฟิล์มพลาสติกต้องมีสมบัติต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในคู่มือแนะนำการใช้เครื่องทำสำเนา มิฉะนั้นจะส่งผลเสียต่อคุณภาพงานพิมพ์ และทำให้เกิดความเสียหายขึ้นแก่ส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในเครื่องทำสำเนาได้

1.4.1.1 กระดาษ เป็นวัสดุใช้พิมพ์ที่ใช้กันส่วนใหญ่สำหรับการพิมพ์ภาพด้วนเครื่องทำสำเนา เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาการพิมพ์หรือให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด จึงต้องเลือกใช้กระดาษที่มีสมบัติเหมาะสม เหมือนเช่นการพิมพ์ระบบต่าง ๆ ทั้งนี้กระดาษที่เหมาะสมกับการนำมาใช้เป็นวัสดุใช้พิมพ์ สำหรับเครื่องทำสำเนาควรเป็นกระดาษที่ผลิตจากเยื่อไม้อย่างต่ำร้อยละ 80 และต้องมีสมบัติในด้านสภาพพิมพ์ได้ (printability) รวมทั้งสมบัติในด้านการเดินกระดาษคล่อง (rannability) ที่เหมาะสม โดยสมบัติที่เกี่ยวข้องกับสภาพพิมพ์ได้นั้นเป็นสมบัติของกระดาษที่มีผลต่อคุณภาพที่พิมพ์บนกระดาษโดยตรง ส่วนสมบัติที่เกี่ยวข้องกับสภาพการเดินกระดาษคล่องนั้น เป็นสมบัติที่เกี่ยวข้อง

กับการป้อนกระดาษเข้าพิมพ์และป้อนแผ่นพิมพ์ออกจากเครื่องทำสำเนาได้ โดยไม่เกิดปัญหาติดขัดภายในเครื่อง ตัวอย่างของสมบัติกระดาษที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เป็นวัสดุใช้พิมพ์มีดังนี้

1) มีผิวเรียบ แต่ไม่เรียบเกินไปจนลื่น เพราะจะส่งผลไปให้โทนเนอร์ยึดติดได้ไม่ดีและทำให้เกิดปัญหาการพิมพ์เปื้อนเลอะ เส้นลาก พิมพ์เหลื่อม รวมทั้งพิมพ์พร่าได้ง่าย

2) ควรมีน้ำหนักพื้นฐานตามที่กำหนดไว้โดยผู้ผลิตเครื่องทำสำเนา เนื่องจากน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษมีส่วนสัมพันธ์กับสมบัติอื่น ๆ ของกระดาษ เช่นความตึงแข็ง ความคงสภาพเชิงมิติ เป็นต้น กระดาษที่มีน้ำหนักพื้นฐานมากหรือน้อยเกินกว่าข้อกำหนดจะมีสภาพการเดินกระดาษคล่องที่ไม่ดี ซึ่งส่งผลให้เกิดการติดขัดภายในเครื่องทำสำเนา รวมทั้งอาจสร้างความเสียหายให้แก่ชิ้นส่วนต่าง ๆ ภายในของเครื่องทำสำเนาได้ โดยทั่วไปน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษสำหรับทำสำเนาด้วยเครื่องทำสำเนาอยู่ระหว่างประมาณ 50 – 200 กรัมต่อตารางเมตร แต่กระดาษที่มีน้ำหนักพื้นฐานประมาณ 80 กรัมต่อตารางเมตร เป็นกระดาษที่เหมาะสมสำหรับการทำสำเนา อย่างไรก็ตามเครื่องทำสำเนาที่ผลิตจากผู้ผลิตต่างรายกันหรือต่างรุ่นกัน มีความสามารถในการทำสำเนากระดาษที่มีน้ำหนักพื้นฐานต่าง ๆ ได้แตกต่างกัน เช่น เครื่องทำสำเนาที่ผลิตจากบริษัท A สามารถทำสำเนากระดาษที่มีน้ำหนักพื้นฐานระหว่าง 50 – 200 กรัมต่อตารางเมตร ในขณะที่เครื่องทำสำเนาที่ผลิตจากบริษัท B สามารถทำสำเนากระดาษที่มีน้ำหนักพื้นฐานระหว่าง 60 – 120 กรัมต่อตารางเมตร เป็นต้น

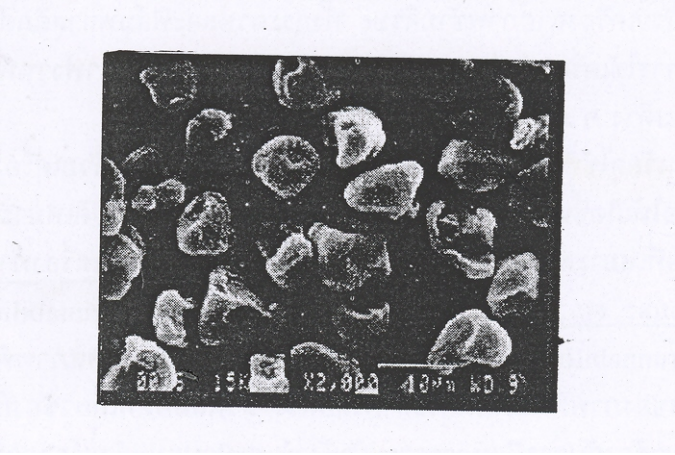
3) ควรมีสีเป็นสีขาว เพื่อให้ภาพที่พิมพ์ได้มีสีไม่ผิดเพี้ยนหรือผิดเพี้ยนน้อย รวมทั้งมีความเปรียบต่างของภาพดี ยกเว้นว่ามีความต้องการพิมพ์ลงบนกระดาษสีอื่น หากกระดาษที่ใช้มีสีไม่เป็นสีขาวแล้ว จะส่งผลให้ความเปรียบต่างของภาพลดลง และทำให้สีของภาพพิมพ์ผิดเพี้ยนไป โดยเฉพาะการใช้งานเพื่อการปรู๊ฟสี

4) ควรมีสภาพของแผ่นสมบูรณ์ ไม่โค้งงอ เปียกชื้น หรือมีลักษณะบกพร่องอื่นใดที่จะทำให้เกิดการติดขัดภายในเครื่องทำสำเนา หรือทำให้ส่วนประกอบภายในเครื่องทำสำเนาได้รับความเสียหายขึ้นได้

1.4.1.2 ฟิล์มพลาสติก เป็นพลาสติกพวกพอลิเอสเทอร์ ต้องมีความใสทนความร้อนที่ใช้ในการผนึกภาพโทนเนอร์ ควรเป็นชนิดที่มีการปรับผิวให้รับหมึกได้ทั้งสองด้าน เพื่อป้องกันปัญหาพิมพ์ไม่ติด และการเปื้อนเลอะของโทนเนอร์ภายในเครื่องทำสำเนา นอกจากนี้ควรเป็นชนิดที่มีการเคลือบผิวด้วยสารกันไฟฟ้าสถิต เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการติดกันของฟิล์มพลาสติก หรือติดขัดภายในเครื่องทำสำเนา

1.4.2 โทนเนอร์

คำว่า “โทนเนอร์” ในทางหมึกพิมพ์นั้น มีความหมายด้วยกันสองความหมาย กล่าวคืออาจหมายถึงสีย้อมชนิดที่ไม่ละลายในตัวทำละลายใด ๆ (insoluble dye) หรืออาจหมายถึงหมึกพิมพ์สำหรับการพิมพ์ในระบบไฟฟ้าสถิตดังนั้นในหน่วยที่ 1.4 นี้ โทนเนอร์จึงหมายถึงสารที่มีสมบัติตามคำอธิบายในประการหลัง



ภาพที่ 43 ตัวอย่างโทนเนอร์

โดยโทนเนอร์สำหรับการพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิตหรืออิเล็กโทรโฟโตกราฟีนั้น ต้องมีสมบัติสำคัญสองประการดังนี้

1) มีสมบัติในกาเกิดประจุและมีแรงไฟฟ้าที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถยึดเกาะบนหน่วยบันทึกภาพและถ่ายโอนจากหน่วยบันทึกภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์ได้

2) สำหรับโทนเนอร์ที่ต้องได้รับการผนึกภาพด้วยความร้อนภายหลังการพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์แล้วต้องมีความเป็นเทอร์โมพลาสติก กล่าวคือ ต้องสามารถเกิดการอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน แล้วสร้างพันธะกับวัสดุใช้พิมพ์ เพื่อให้เกิดการติดแน่น รวมทั้งเกิดเป็นชั้นโทนเนอร์ที่มีความราบมากขึ้นบนผิววัสดุใช้พิมพ์ และเมื่อผ่านออกจากหน่วยบันทึกภาพแล้วก็เกิดการแข็งตัว ได้เป็นภาพที่มีความทนทานต่อการใช้งาน

ปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดสมบัติต่าง ๆ ของโทนเนอร์ ทั้งนี้โทนเนอร์ประกอบด้วยเรซิน สารให้สี และสารเติมแต่ง สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบแต่ละอย่างมีดังนี้

1.4.2.1 เรซิน เป็นองค์ประกอบหลักของโทนเนอร์ คิดเป็นประมาณร้อยละ 90 ทำหน้าที่ยึดผงสีให้ติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์ เรซินที่ใช้โทนเนอร์มีอยู่ด้วยกันหลายประเภท ซึ่งนอกจากจะขึ้นอยู่กับวัสดุใช้พิมพ์แล้ว ยังขึ้นอยู่กับวิธีการในการผนึกภาพด้วย ทั้งนี้อาจแบ่งเรซินตามวิธีการผนึกภาพออกได้เป็นสามกลุ่ม ดังนี้

1) เรซินสำหรับการผนึกภาพด้วยความร้อน เป็น โคพอลิเมอร์ของพอลิเอสเทอร์อีพอกซี และสไตรีน (polyester epoxy copolymer) และโคพอลิเมอร์ของพอลิคาร์บอเนต (copolycarbonate)

2) เรซินสำหรับการผนึกภาพด้วยแรงกด อาทิ พอลิโพรพิลีนชนิดน้ำหนักโมเลกุลต่ำ พอลิเอทิลีนและโคพอลิเมอร์ระหว่างเอทิลีนและไวนิลแอซีเทต หรืออาจใช้เรซินทั้งสามชนิดผสมกันก็ได้

3) เรซินสำหรับการผนึกภาพด้วยความร้อนและแรงกด โดยทั่วไปใช้เรซินที่เป็นโคพอลิเมอร์ของสารประเภทสไตรีน (styrene copolymer) เช่น บิวทะไดอีน สไตรีนอะคริเลต และเมทะคริเลต เป็นต้น

1.4.2.2 สารให้สีที่ใช้ในโทนเนอร์ เป็นสารให้สีประเภทผงสี ปริมาณของผงสีที่ใช้ในโทนเนอร์คิดเป็นร้อยละ 10 ทั้งนี้ผงสีคาร์บอนแบล็กเป็นผงสีดำที่ใช้กันทั่วไป ส่วนผงสีน้ำเงินเขียว ผงสีม่วงและผงสีเหลือง เป็นสีอินทรีย์เหมือนเช่นที่ใช้หมึกพิมพ์ของระบบการพิมพ์แบบใช้แรงกดระบบต่าง ๆ

1.4.2.3 สารเติมแต่ง เป็นสารปรับสมบัติของโทนเนอร์ให้เหมาะสำหรับการพิมพ์ด้วยเครื่องทำสำเนา แม้ว่าใช้ในปริมาณไม่มากนัก แต่มีความสำคัญและมีความจำเป็นต่อการปรับสมบัติของโทนเนอร์ให้เหมาะสมกับการพิมพ์ด้วยเครื่องทำสำเนา สารเติมแต่เหล่านี้ได้แก่

1) สารเพิ่มประจุไฟฟ้า ใช้ผสมในโทนเนอร์ที่มีองค์ประกอบของผงสีชนิดที่เมื่อได้รับประจุแล้วมีศักย์ของประจุต่ำกว่าที่ต้องการ หรือมีความเร็วของการมีศักย์ไฟฟ้าในระดับที่ต้องการไม่เร็วพอ จึงต้องใช้สารเหล่านี้ในการเพิ่มศักย์ประจุไฟฟ้าของผงสีให้มีค่าสูงในระดับที่ต้องการ ทั้งนี้สามารถจำแนกสารเพิ่มประจุไฟฟ้าได้เป็นสองกลุ่ม คือ สารเพิ่มประจุบวกและสารเพิ่มประจุลบ ตัวอย่างสารเพิ่มประจุบวก อาทิ ไนโกรซีน (nigrosine)หรือสารจำพวกไดฟีนิลอะมีน (diphenylamine) และเกลือแอมโมเนีย (quaternary ammonium salt) เป็นต้น ตัวอย่างสารเพิ่มประจุลบ อาทิ คาร์บอนแบล็กที่ได้รับการปรับสมบัติให้เป็นกรด (acidified carbon black) และซิลิก้า (fumed silica) เป็นต้น

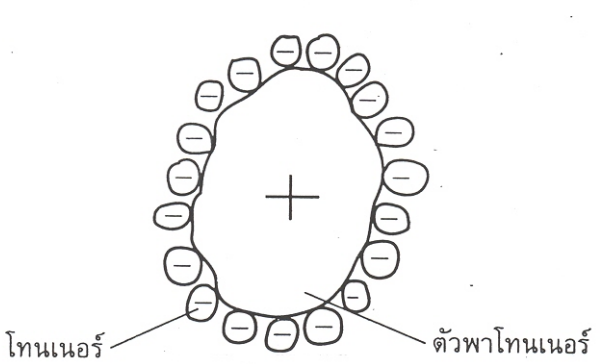
2) สารกันการยึดเกาะ เป็นสารที่เติมลงไปในโทนเนอร์เพื่อช่วยป้องกันไม่ให้อนุภาคของโทนเนอร์ยึดเกาะกันเป็นก้อน หรือยึดเกาะกับหน่วยบันทึกภาพ อันจะส่งผลให้โทนเนอร์ไม่เกิดการไหลที่ดี เกิดปัญหาการถ่ายโอนจากหน่วยสร้างภาพไปยังหน่วยบันทึกภาพ และจากหน่วยบันทึกภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์ ทั่งนี้สารกันการยึดเกาะที่ใช้กันโดยทั่วไป คือ ซิลิกา

3) สารเพิ่มสภาพแม่เหล็ก ใช้เพื่อเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะของสารสร้างภาพ (โทนเนอร์ผสมกับตัวพาโทนเนอร์) บนลูกกลิ้งแม่เหล็ก โดยเฉพาะสารสร้างภาพที่มีความแรงของประจุน้อย สารเพิ่มสภาพแม่เหล็กที่ใช้กันโดยทั่วไป คือ แมกเนไทต์ หรือเฟอรัสเฟอริกออกไซด์ ($FeFe_2O_4$)

4) สารลดการยึดเกาะลูกกลิ้งผนึกภาพ เป็นสารจำพวกแวกซ์น้ำหนักโมเลกุลต่ำ อาทิ พอลิเอทิลีนแวกซ์และพอลิโพรพิลีนแวกซ์เติมเข้าไป เพื่อช่วยให้โทนเนอร์ไม่เกาะติดบนลูกกลิ้งผนึกภาพในขั้นตอนการผนึกภาพ ทำให้ไม่ต้องใช้น้ำมันซิลิโคนในการทำความสะอาดลูกกลิ้งผนึกภาพ จึงช่วยลดความซับซ้อนของการสร้างเครื่องทำสำเนาได้

1.4.3 ตัวพาโทนเนอร์

ตัวพาโทนเนอร์ทำหน้าที่ร่วมกับโทนเนอร์ในการเป็นสารสร้างภาพแฝงโดยมีหน้าที่พาโทนเนอร์จากหน่วยสร้างภาพไปถ่ายโอนให้แก่บริเวณภาพบนหน่วยบันทึกภาพ การพาโทนเนอร์เป็นการอาศัยแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต กล่าวคือ ตัวพาโทนเนอร์และโทนเนอร์มีประจุไฟฟ้าที่มีขั้วตรงข้ามกัน อนุภาคของสารทั้งสองชนิดจึงสามารถยึดเกาะกันได้ สำหรับสารที่ใช้ทำเป็นตัวพาโทนเนอร์นั้น คือ แม่เหล็กที่ได้รับการบดเป็นผง และได้รับการเคลือบด้วยเรซินเพื่อให้มีขอบที่เรียบและกลมมากขึ้น รวมทั้งเพื่อช่วยป้องกันไม่ให้ตัวพาโทนเนอร์ยึดติดกับโทนเนอร์โทนเนอร์อย่างถาวร

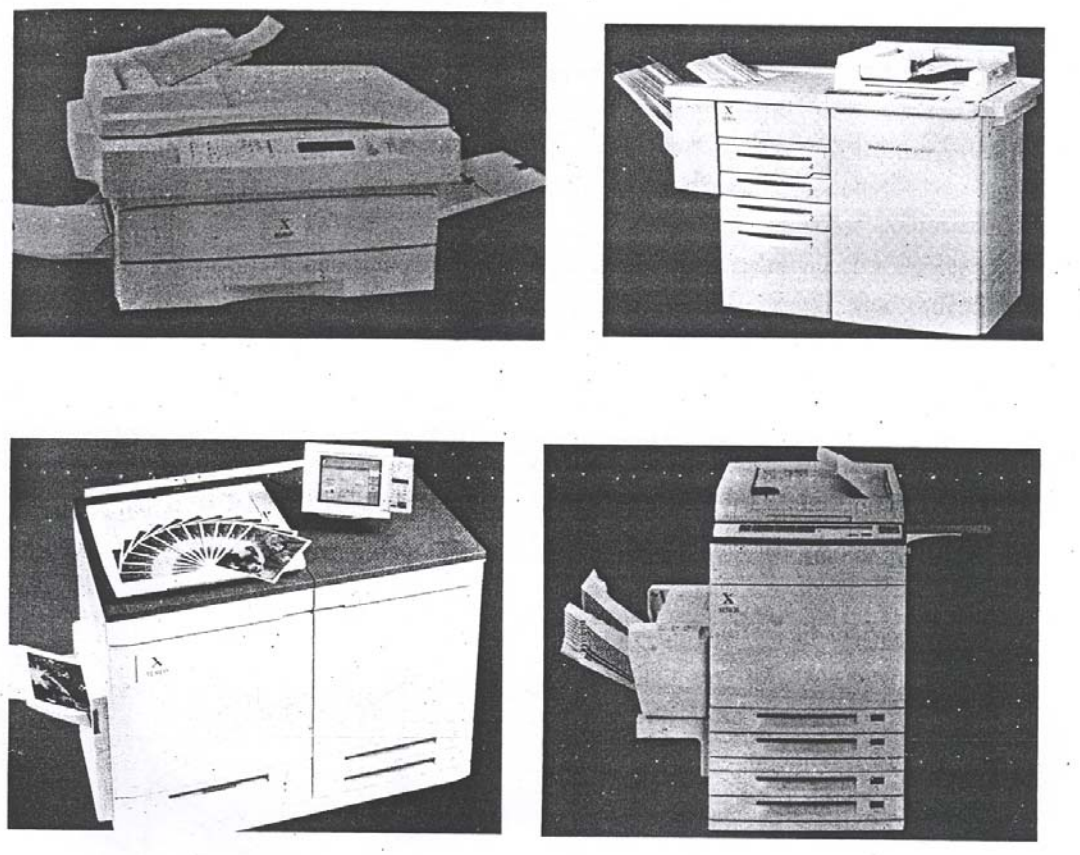


ภาพที่ 44 ตัวพาโทนเนอร์และโทนเนอร์ที่ยึดกันด้วยแรงทางไฟฟ้าสถิต

จากเนื้อหาเกี่ยวกับองค์ประกอบต่าง ๆ ของโทนเนอร์ที่กล่าวแล้วในข้างต้น ไม่ได้หมายความว่าโทนเนอร์ที่ใช้กับเครื่องทำสำเนาที่ผลิตจากผู้ผลิตทุกราย ต้องมีองค์ประกอบต่าง ๆ เหมือนกับที่ได้กล่าวมาแล้ว ทั้งนี้โทนเนอร์สำหรับเครื่องทำสำเนาหนึ่ง ๆ จะมีองค์ประกอบเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีหรือวิธีการพิมพ์ การสร้างภาพ และการผนึกภาพของผู้ผลิตเครื่องทำสำเนาที่ใช้เป็นสำคัญ

1.5 ประเภทและการใช้งานของเครื่องทำสำเนา

1.5.1 ประเภทของเครื่องทำสำเนา



ภาพที่ 45 ตัวอย่างเครื่องทำสำเนาประเภทต่าง ๆ

เครื่องทำสำเนาสามารถจำแนกออกได้เป็นหลายประเภทแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกดังรายละเอียดต่อนี้

1.5.1.1 จำแนกตามลักษณะสัญญาณข้อมูลภาพที่ทำให้เกิดภาพแฝง เป็นการจำแนกโดยใช้ลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าของข้อมูลภาพที่เกี่ยวข้อง หรือควบคุมการสร้างภาพแฝงประจุไฟฟ้าที่หน่วยบันทึกภาพ ซึ่งหากจำแนกตามเกณฑ์นี้ สามารถจำแนกเครื่องทำสำเนาได้ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

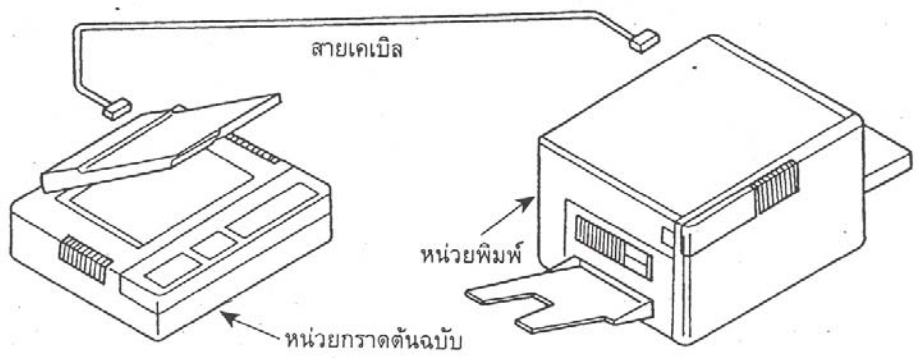
1) เครื่องทำสำเนาประเภทแอนาล็อก (analog copier) หรือเครื่องทำสำเนาประเภทออปติคัล (optical copier) เป็นเครื่องทำสำเนาที่ใช้กันทั่วไปในหน่วยงานต่าง ๆ การทำให้เกิดภาพแฝงขึ้นที่หน่วยบันทึกภาพของเครื่องทำสำเนาประเภทนี้ เกิดขึ้นจากสัญญาณแสงสะท้อนจากต้นฉบับภาพที่เป็นสัญญาณแบบแอนาล็อก

2) เครื่องทำสำเนาประเภทดิจิตอล (digital copier) เป็นเครื่องทำสำเนาที่มีการแปลงสัญญาณแสงของภาพเป็นสัญญาณไฟฟ้าในรูปดิจิตอล ซึ่งสัญญาณดังกล่าวจะใช้ในการควบคุมการปิดเปิดของแสงเลเซอร์ที่ยิงลงบนหน่วยบันทึกภาพเพื่อสร้างภาพแฝง ทั้งนี้เครื่องทำสำเนาประเภทนี้มีลักษณะสำคัญโดยสรุปดังนี้

- ใช้แสงเลเซอร์ในการสร้างภาพบนหน่วยบันทึกภาพ ดังนั้นจึงเรียกเครื่องทำสำเนาประเภทนี้ว่า “เครื่องทำสำเนาแสงเลเซอร์ (laser copier)”

- มีส่วนประกอบสำคัญสองส่วน คือ หน่วยกราดต้นฉบับและหน่วยพิมพ์ที่เชื่อมต่อกันด้วยสายเคเบิลรับส่งข้อมูล โดยหน่วยกราดต้นฉบับและหน่วยพิมพ์อาจรวมกันอยู่ภายในเครื่องเดียวกันหรืออยู่แยกกันเป็นสองเครื่องก็ได้ ในกรณีหลังทำให้สามารถต่อพ่วงหน่วยพิมพ์หลายหน่วยเข้ากับหน่วยกราดต้นฉบับหน่วยเดียว

- มีการแปลงสัญญาณแสงของข้อมูลภาพที่นำเข้าด้วยกราดต้นฉบับให้กลายเป็นสัญญาณไฟฟ้าดิจิตอล ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ง่าย ส่งผ่านระหว่างระบบคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ได้ รวมทั้งสามารถเก็บบันทึกเพื่อนำขึ้นมาใช้งานในภายหลัง ดังนั้น เครื่องทำสำเนาประเภทนี้จึงมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “เครื่องทำสำเนาแบบปัญญา (intelligent copier)”

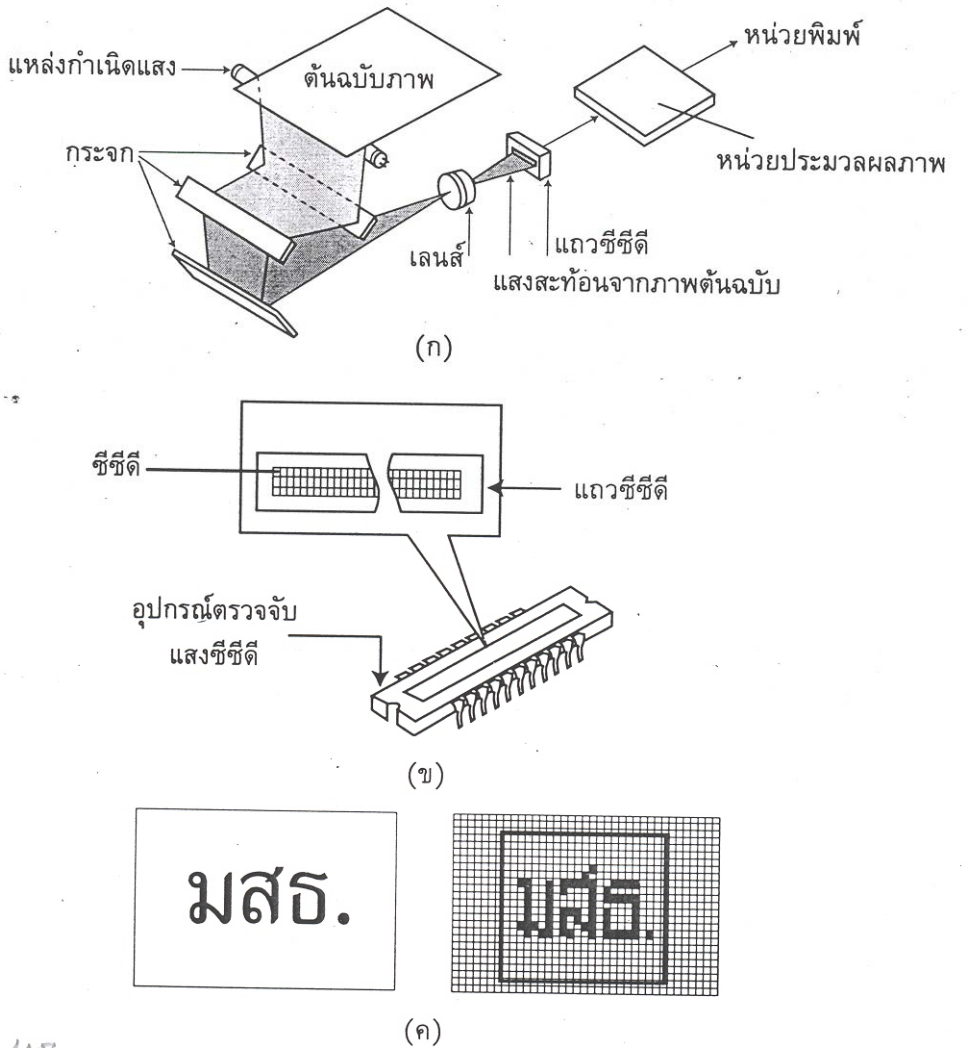


ภาพที่ 46 ตัวอย่างเครื่องทำสำเนาประเภทดิจิตอลพร้อมหน่วยกราดต้นฉบับและหน่วยพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาประเภทดิจิตอลที่เชื่อมต่อกันด้วยสายเคเบิล

สำหรับการทำงานของเครื่องทำสำเนาประเภทนี้อาจจำแนกออกเป็นสองขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ การทำงานของหน่วยกราดต้นฉบับ และการทำงานของหน่วยพิมพ์

1) หน่วยกราดต้นฉบับ ทำหน้าที่ในการนำเข้าข้อมูลภาพด้วยการกราด ข้อมูลภาพที่นำเข้าอยู่ในลักษณะข้อมูลสัญญาณแสง และได้รับการแปลงให้กลายสัญญาณไฟฟ้าแอนะล็อกและดิจิตอลตามลำดับ ดังนั้นจึงทำงานรวมทั้งมีลักษณะเหมือนกับเครื่องกราดแยกสีชนิดแท่นราบ ในการนำเข้า

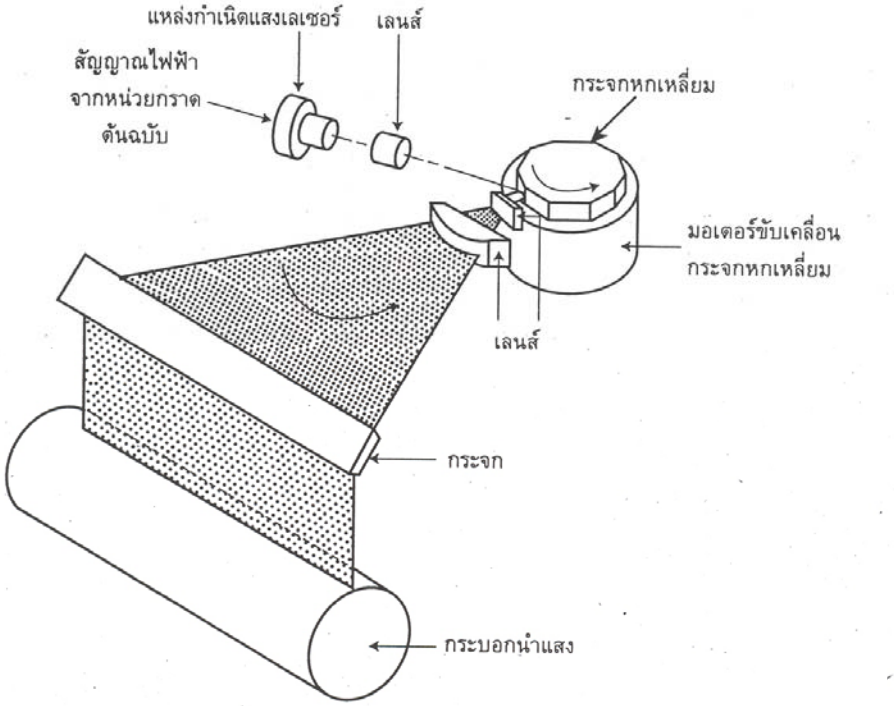
ข้อมูลภาพเริ่มจากการฉายแสงลงบนต้นฉบับ แสงสะท้อนจากบริเวณต่าง ๆ บนต้นฉบับจะได้รับการควบคุมโดยทัศนูปกรณ์ต่าง ๆเพื่อให้ตกลงบนอุปกรณ์ตรวจจับแสง (phototector) อุปกรณ์ตรวจจับแสงที่ใช้กันทั่วไปคือ ซีซีดี (CCD, Charge Coupled Device) ซีซีดี ประกอบด้วยเซลล์รับแสงจำนวนมาก โดยแต่ละเซลล์จะนำเข้าสัญญาณแสง ของพื้นที่ขนาดเล็กที่สะท้อนจากต้นฉบับ พื้นที่ขนาดเล็กนี้เรียกว่า จุดภาพ (pixel) เมื่อซีซีดีได้รับสัญญาณแสงก็จะทำการแปลงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าแบบแอนะล็อกในแต่ละจุดภาพที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าสัมพันธ์กับปริมาณ หรือความเข้มของสัญญาณแสงที่ได้รับ ตัวอย่างเช่น สัญญาณแสงที่สะท้อนจากพื้นที่สีขาวของต้นฉบับภาพจะได้รับการแปลงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าสัญญาณแสงที่สะท้อนจากพื้นที่สีเทา และพื้นที่สีดำตามลำดับ เป็นต้น



ภาพที่ 47 (ก) ส่วนประกอบสำคัญของหน่วยกราดต้นฉบับของเครื่องทำสำเนาดิจิตอล
(ข) ตัวอย่างลักษณะรูปร่างของซีซีดี
(ค) การบันทึกสัญญาณแสงสะท้อนจากต้นฉบับภาพในลักษณะของจุดภาพของซีซีดี

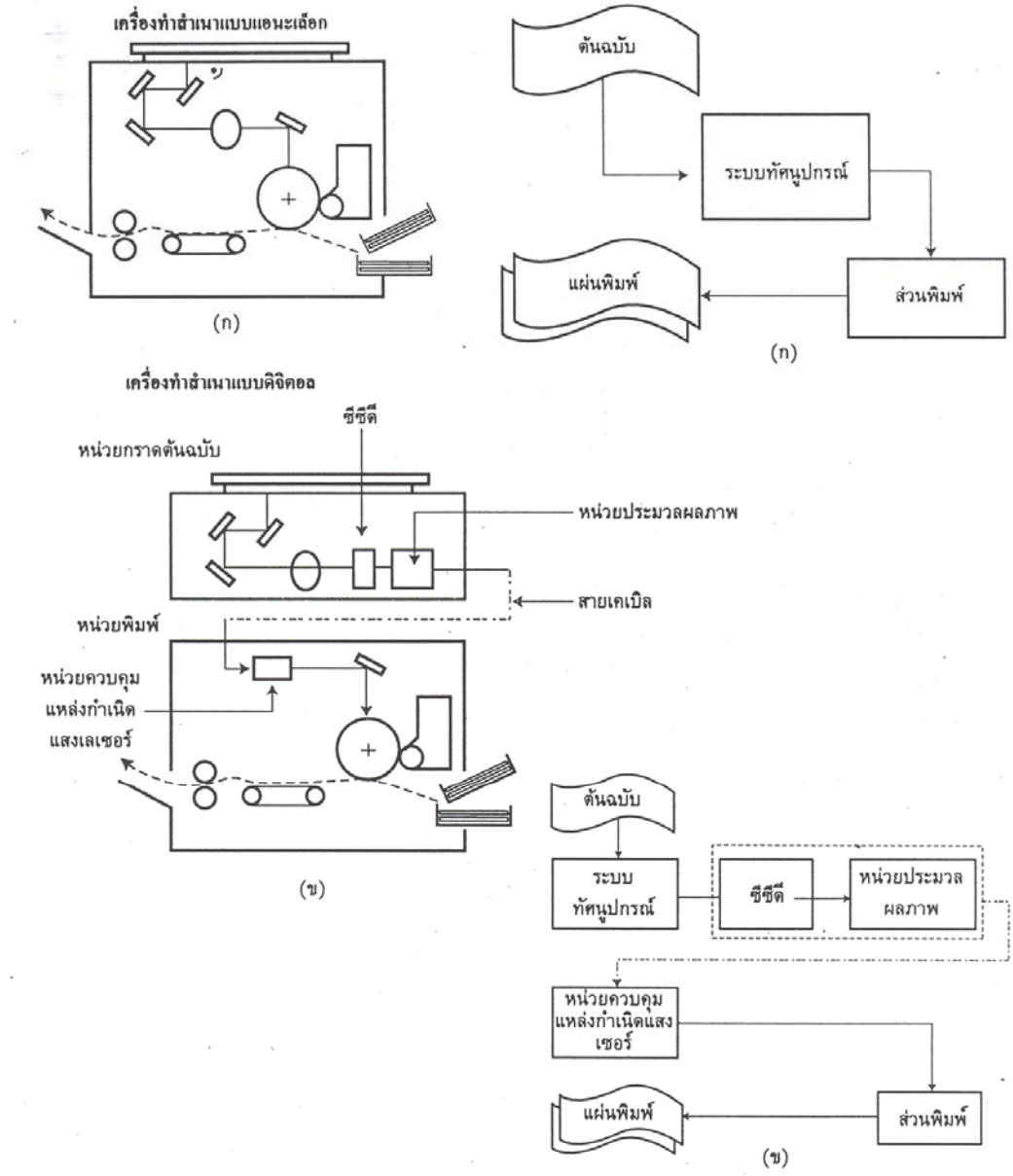
จากนั้นสัญญาณไฟฟ้าแบบแอนะล็อก จะได้รับการแปลงสัญญาณไฟฟ้าแบบดิจิตอลด้วยอุปกรณ์แปลงสัญญาณแอนะล็อก / ดิจิตอล (A/D converter) ทั้งนี้หากเครื่องทำสำเนาดิจิตอลมีความสามารถในการนำข้อมูลสัญญาณแสงของภาพได้หลายระดับความเข้ม และแปลงสัญญาณสามารถแปลงสัญญาณได้มากบิตมากเท่าไร เครื่องทำสำเนานั้นก็จะสามารถนำภาพให้มีระดับน้ำหนักสีต่าง ๆ ได้มากระดับขึ้นเท่านั้น ภายหลังการแปลงสัญญาณแล้ว สัญญาณไฟฟ้าดิจิตอลของภาพจะได้รับการส่งต่อให้หน่วยประมวลผลขนาดจิ๋ว ในการปรับแต่งสัญญาณดิจิตอลเพื่อแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดจากการนำเข้า อันเป็นผลมาจากการฉายแสงลงบนต้นฉบับในแต่ละบริเวณไม่สม่ำเสมอและความแตกต่างของความไวแสงของซีซีดีแต่ละตัว รวมทั้งเปลี่ยนแปลงสัญญาณตามคำสั่งที่ได้รับ เช่น การย่อขยาย การผลิตภาพฮาล์ฟโทน (ด้วยเทคนิคดิเทอริง) การแปลงน้ำหนักสีภาพจากพอซิทิฟ ไปเป็นเนกาทิฟ หรือในทางกลับกัน การลบส่วนภาพที่ไม่ต้องการ เป็นต้น จากนั้นสัญญาณดิจิตอลที่ผ่านการปรับสัญญาณแล้วจะส่งไปยังหน่วยพิมพ์ผ่านสายเคเบิล เพื่อใช้ควบคุมการพิมพ์ภาพออกของหน่วยพิมพ์ต่อไป

2) หน่วยพิมพ์ ทำหน้าที่ภาพแฝงให้เกิดขึ้นที่หน่วยบันทึกภาพ พิมพ์ภาพ และผนึกภาพพิมพ์ให้ติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์ ส่วนประกอบและการทำงานของหน่วยพิมพ์คล้ายคลึงกับเครื่องพิมพ์เลเซอร์ โดยเมื่อหน่วยพิมพ์ได้รับสัญญาณข้อมูลภาพที่เป็นสัญญาณไฟฟ้าดิจิตอลจากหน่วยกราดต้นฉบับ หน่วยควบคุมแสงเลเซอร์ จะควบคุมการยิงแสงเลเซอร์ตามสัญญาณที่ได้รับลงบนหน่วยบันทึกภาพแสงเลเซอร์ได้รับการควบคุมให้ตกลงบนหน่วยบันทึกภาพด้วยเลนส์ และกระจกชนิดต่าง ๆ ทั้งนี้การควบคุมให้แสงเลเซอร์ตกลงบริเวณใดของหน่วยบันทึกภาพในแนวนอนนั้น เกิดจากกรทำงานของกระจกเหลี่ยมควบคุมทิศทางแสงเลเซอร์เป็นสำคัญ ซึ่งจะหมุนและเบี่ยงเบนแสงเลเซอร์ให้ตกลงบริเวณต่าง ๆ บนหน่วยบันทึกภาพได้ โดยบริเวณใดบนหน่วยบันทึกภาพที่ได้รับการยิงด้วยแสงเลเซอร์ก็จะทำให้เกิดการพิมพ์ขึ้น ในขณะที่บริเวณใดบนหน่วยบันทึกภาพที่ไม่ได้รับการยิงด้วยแสงเลเซอร์ก็จะไม่เกิดการพิมพ์ ซึ่งตรงข้ามกับการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาแบบแอนะล็อก ที่บริเวณใดบนหน่วยบันทึกภาพที่ได้รับแสงจะเป็นบริเวณที่ไม่เกิดการพิมพ์ ภายหลังการทำให้เกิดภาพแฝงที่หน่วยบันทึกภาพแล้ว ขั้นตอนที่เหลือก็จะเหมือนกับงานพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาแบบแอนะล็อก กล่าวคือ เป็นขั้นตอนของการสร้างภาพ การโอนถ่ายภาพหรือการพิมพ์ภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ และการผนึกภาพตามลำดับ ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวน การพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาจะได้กล่าวถึงในเรื่องต่อไป



ภาพที่ 48 การสร้างภาพแฝงบนหน่วยบันทึกภาพของหน่วยพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาประเภทดิจิตอล

จากทั้งหมดที่กล่าวมาในข้างต้น หากเปรียบเทียบโครงสร้าง ส่วนประกอบ และลักษณะการทำงานของเครื่องทำสำเนาแอนะล็อก และเครื่องทำสำเนาแบบดิจิตอลแล้ว ก็อาจสรุปได้ดังภาพที่ 49

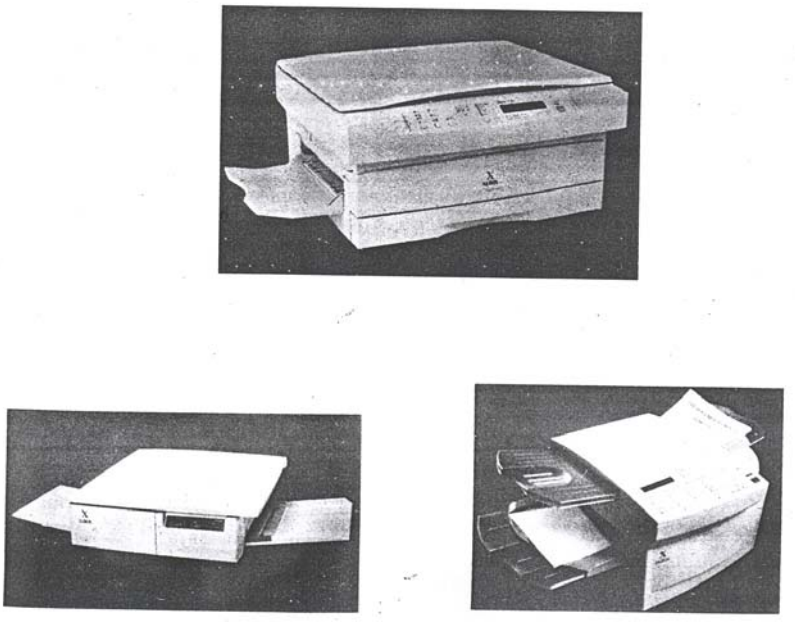


ภาพที่ 49 โครงสร้าง ส่วนประกอบ และการทำงานของ (ก) เครื่องทำสำเนาแบบแอนะล็อก และ (ข) เครื่องทำสำเนาแบบแอนะล็อกและ

1.5.1.2 จำแนกตามสมรรถนะ ความสามารถ และประสิทธิภาพการทำงาน เป็นการจำแนกเครื่องทำสำเนา โดยอาศัยความเร็วในการทำสำเนาเป็นเกณฑ์สำคัญลำดับแรกในการจำแนก อย่างไรก็ตามในการจำแนกก็ใช้เกณฑ์อื่น ๆ มาประกอบในการจำแนกด้วย อาทิ ขนาดแผ่นวัสดุใช้พิมพ์ใหญ่สุดที่สามารถป้อนเข้าเพื่อทำสำเนา จำนวนและขนาดถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์ จำนวนถาดรับแผ่นพิมพ์ จำนวนสีที่พิมพ์ได้ รวมทั้งความสามารถด้านอื่น ๆ ที่ช่วยให้งานทำสำเนามีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น อาทิ ความสามารถในการหลังพิมพ์ จำนวนหน้าที่การทำงาน เป็นต้น ในการแบ่ง

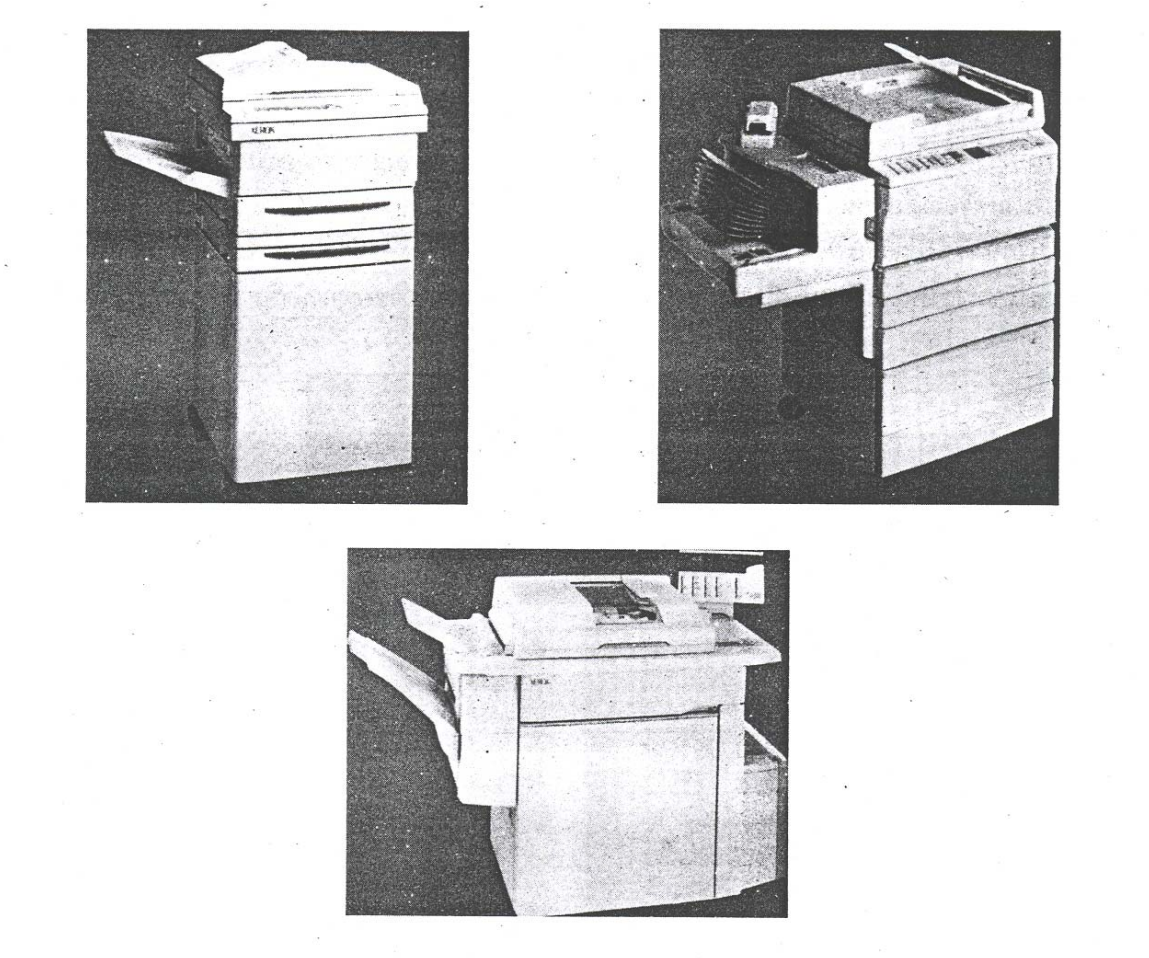
ประเภทเครื่องทำสำเนาตามเกณฑ์ในข้อนี้ให้มีความชัดเจนและแน่นอนทำได้ยาก เนื่องจากเครื่องทำสำเนาที่ผลิตจากผู้ผลิตต่างรายกัน มีความหลากหลายในแง่ของสมรรถนะ ความสามารถ และประสิทธิภาพในการทำงาน ประกอบกับพัฒนาการทางเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นในที่นี้จึงขอจำแนกเครื่องทำสำเนาตามเกณฑ์นี้เพื่อเป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) เครื่องทำสำเนาแบบตั้งโต๊ะ (desktop copier) เป็นเครื่องทำสำเนาที่สร้างขึ้นสำหรับกรใช้งานส่วนบุคคลหรือใช้งานร่วมกันของกลุ่มคนจำนวนน้อย มีขนาดเล็ก สามารถจัดวางบนโต๊ะทำงานได้สะดวกมีความเร็วในการทำสำเนาอยู่อยู่ระหว่าง 3 – 25 แผ่นต่อนาที ขนาดวัสดุใช้พิมพ์ใหญ่สุดที่ป้อนเข้าพิมพ์ คือ ขนาดลีกัล หรือ 8.5 นิ้ว x 14 นิ้ว สามารถย่อขยายภาพได้อยู่ในช่วง 50 – 200 เปอร์เซ็นต์ และมักไม่สามารถทำงานหลังพิมพ์ใด ๆ เครื่องทำสำเนาประเภทนี้ส่วนใหญ่แล้วเป็นเครื่องทำสำเนาสีเดียว มีทั้งประเภททำหน้าที่สำเนาภาพหน้าที่เดียวและประเภทที่ทำงานได้หลายหน้าที่ กล่าวคือ สามารถทำหน้าที่ได้ทั้งเป็นเครื่องทำสำเนา เครื่องพิมพ์ เครื่องรับส่งโทรสาร และ/หรือเครื่องกราดภาพในเครื่องเดียวกัน โดยทั่วไปเครื่องทำสำเนาประเภทนี้เป็นเพียงประเภทเดียวที่มีการผลิตให้สามารถทำหน้าที่ทั้งเป็นเครื่องทำสำเนา เครื่องพิมพ์ เครื่องรับส่งโทรสาร และเครื่องกราดภาพในเครื่องเดียวกัน ส่วนเครื่องทำสำเนาที่มีขนาดใหญ่ขึ้นมีหน้าที่การทำงานน้อยลง โดยมักทำหน้าที่ได้เฉพาะเป็นเครื่องทำสำเนาและเครื่องพิมพ์เท่านั้นในกรณีของเครื่องทำสำเนาประเภทดิจิตอล เนื่องจากเครื่องทำสำเนาที่มีขนาดใหญ่ขึ้นมุ่งเน้นที่การผลิตสำเนาให้ได้จำนวนมาก มากกว่าหน้าที่การทำงานด้านอื่น ๆ



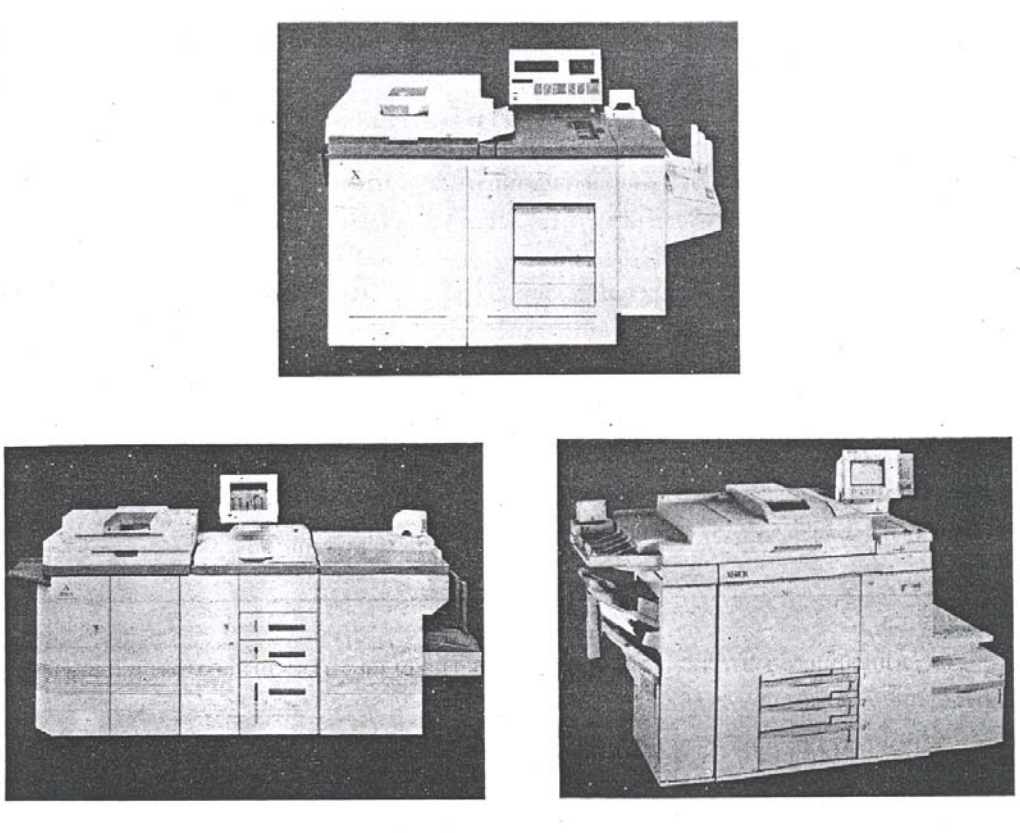
ภาพที่ 50 ตัวอย่างเครื่องทำสำเนาแบบตั้งโต๊ะ

2) เครื่องทำสำเนาสำหรับกลุ่มงาน (workgroup copier) เป็นเครื่องทำสำเนาที่สร้างขึ้นสำหรับใช้ร่วมกันของคนจำนวนมากภายในสำนักงาน มีทั้งชนิดแอนะล็อกและดิจิตอล โดยเครื่องทำสำเนาประเภทดิจิตอลสามารถต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้งานร่วมกันเป็นระบบเครือข่าย สามารถจำแนกตามความเร็วการทำสำเนาออกได้เป็นสามกลุ่มย่อย ๆ คือ เครื่องทำสำเนาสำหรับกลุ่มทำงานขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ โดยเครื่องทำสำเนาสำหรับกลุ่มทำงานขนาดเล็กมีความเร็วในการทำสำเนาอยู่ระหว่าง 3 - 25 สำเนาต่อนาที เครื่องทำสำเนาสำหรับกลุ่มทำงานขนาดเล็กมีความเร็วในการทำสำเนาอยู่ระหว่าง 25 - 60 สำเนาต่อนาที และเครื่องทำสำเนาสำหรับกลุ่มทำงานขนาดเล็กมีความเร็วในการทำสำเนาอยู่ระหว่าง 60 - 135 สำเนาต่อนาที ขนาดวัสดุใช้พิมพ์ใหญ่สุดที่ป้อนเข้าพิมพ์ได้คือขนาด 12 นิ้ว x 18 นิ้ว สามารถย่อขยายภาพได้ในช่วง 25 - 400 เปอร์เซ็นต์ มีระบบกลับกระดาษเพื่อทำการพิมพ์ทั้งสองด้าน รวมทั้งมีระบบจัดเรียงและลำดับหน้า และระบบงานหลังพิมพ์อื่น ๆ



ภาพที่ 51 ตัวอย่างเครื่องทำสำเนาสำหรับกลุ่มงาน

3) เครื่องทำสำเนาสำหรับงานผลิตสำเนาจำนวนมาก (production copier) เป็นเครื่องทำสำเนาที่ผลิตขึ้นมาเพื่อธุรกิจรับจ้างทำสำเนาหรือผลิตสิ่งพิมพ์ หรือสำหรับหน่วยทำสำเนาขององค์กรขนาดใหญ่ที่มีปริมาณการทำสำเนาแต่ละวันจำนวนมาก ความสามารถในการย่อขยายอยู่ระหว่าง 25 – 400 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วในการพิมพ์มีตั้งแต่ประมาณ 40 สำเนาต่อนาที สำหรับงานพิมพ์สอดสีไปจนถึง 135 สำเนาต่อนาที สำหรับงานพิมพ์ขาวดำ มีความสามารถในการทำงานที่หลากหลาย เช่น การพิมพ์งานสองด้าน การจัดเรียงลำดับหน้า การลบขอบ การแก้สี การตกแต่งภาพ การแทรกแผ่นปลิว และการทำเล่มแบบต่าง ๆ เป็นต้น



ภาพที่ 52 ตัวอย่างเครื่องทำสำเนาสำหรับงานผลิตสำเนาจำนวนมาก

ในการจำแนกเครื่องทำสำเนาโดยใช้เกณฑ์ในข้อนี้ตามที่ได้กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้น ไม่ได้หมายความว่าเครื่องทำสำเนาหนึ่ง ๆ ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งจะมีความสามารถและประสิทธิภาพการทำงานดีกว่าหรือด้อยกว่าเครื่องทำสำเนาในอีกกลุ่มหนึ่งในทุกด้านหรือในทุกเรื่อง ความสามารถและประสิทธิภาพการทำงานบางอย่าง เครื่องทำสำเนาที่จัดในกลุ่มที่มีความสามารถและประสิทธิภาพการทำงานต่ำกว่าก็อาจดีกว่า หรือมีมากกว่าเครื่องทำสำเนาที่จัดในกลุ่มที่มีความสามารถและประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่าได้ เช่น ในเรื่องของความเร็วช่วงความสามารถในการย่อขยายภาพ เป็นต้น

1.5.2 การใช้งานเครื่องทำสำเนา

เครื่องทำสำเนามีการใช้งานในลักษณะต่างๆ ดังนี้

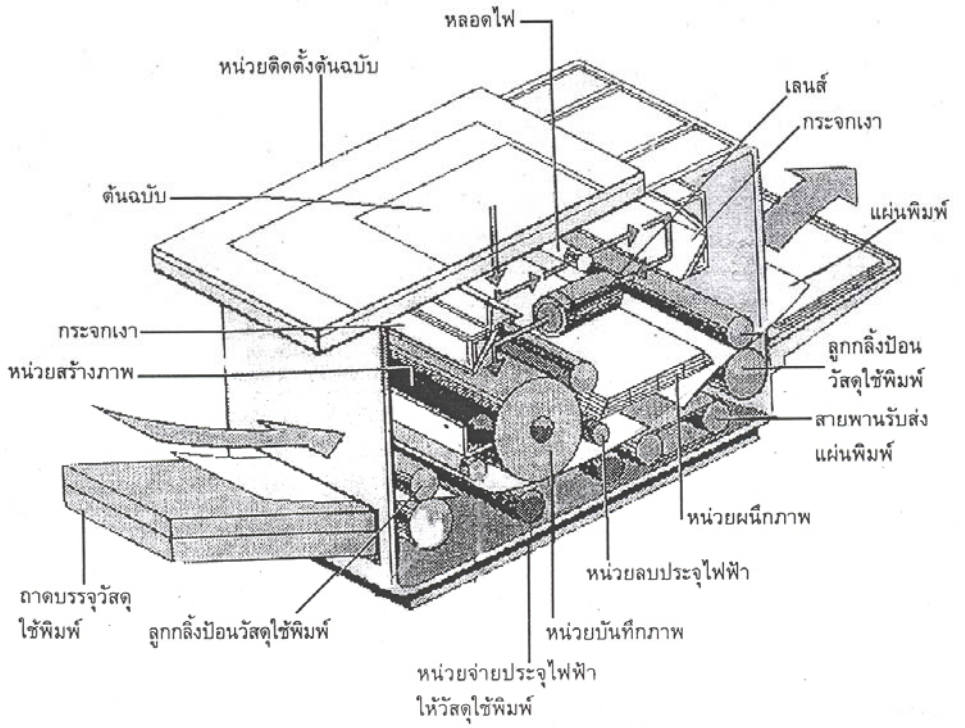
1.5.2.1 การใช้งานส่วนบุคคลหรือเป็นการใช้งานส่วนตัว เป็นการใช้งานในลักษณะงานพิมพ์จำนวนน้อยและตอบสนองความต้องการใช้งานส่วนตัว สาเหตุที่การใช้งานในลักษณะนี้มากขึ้นเนื่องจากในปัจจุบันได้มีบริษัทผู้ผลิตเครื่องทำสำเนาแบบตั้งโต๊ะขึ้นมา ซึ่งนอกจากมีขนาดเล็กแล้วราคาก็ไม่แพงมากนัก กอปรกับมีประเภทที่สามารถทำงานได้หลายหน้าที่ เช่น ใช้รับส่งโทรสารและ/หรือ กราดแยกสีภาพ เป็นต้น อันเป็นการตอบสนองต่อความต้องการใช้งานส่วนบุคคลในด้านต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี โดยเครื่องทำสำเนาส่วนบุคคลโดยทั่วไปเป็นเครื่องที่มีความสามารถและสมรรถนะการทำงานที่ไม่สูงนัก โดยเฉพาะในเรื่องของความเร็ว รวมทั้งข้อจำกัดในเรื่องขนาดของต้นฉบับ ขนาดแผ่นพิมพ์ที่สามารถพิมพ์ได้ รวมทั้งคุณภาพของงานทำสำเนาและความสามารถในการทำงานหลังพิมพ์ต่าง ๆ

1.5.2.2 การใช้งานภายในองค์กร เป็นการใช้งานเพื่อผลิตเอกสารอันจะใช้ในการสนับสนุนการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ภายในองค์กรนั้น ๆ เช่น การผลิตคู่มือ รายงานการประชุม การผลิตงานเพื่อการนำเสนอ เป็นต้น การใช้งานในลักษณะนี้มีทั้งชนิดที่ใช้เครื่องทำสำเนาที่ไม่ต้องมีสมรรรถนะและความสามารถในการทำงานสูงนัก ไปจนถึงเครื่องทำสำเนาระดับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่มีหน่วยงานหลังพิมพ์ต่าง ๆ รวมเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องทำสำเนาด้วย ทั้งนี้ขึ้นกับว่าองค์กรนั้นเป็นองค์กรที่มีความต้องการใช้เอกสารต่าง ๆ มากน้อยเท่าใด และอยู่ในรูปแบบใด

นอกจากการใช้งานเพื่อการสนับสนุนการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ภายในองค์กรแล้ว การใช้งานเครื่องทำสำเนายังเป็นการใช้งานในลักษณะของการดำเนินธุรกิจโดยตรง กล่าวคือเป็นการให้บริการรับจ้างทำสำเนาเอกสารและภาพต่าง ๆ โดยคิดค่าบริการตามลักษณะ ประเภท ขนาดและจำนวนของงาน หรือในทางการพิมพ์ก็สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องพิมพ์ปรู๊ฟระบบดิจิตอล เพื่อให้บริการปรู๊ฟสีระบบดิจิตอล ดังนั้นการใช้งานในลักษณะนี้จึงต้องใช้เครื่องทำสำเนาที่มีสมรรถนะความสามารถและประสิทธิภาพการทำงานที่หลากหลายแตกต่างกัน เพื่อตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของลูกค้า และเพื่อให้สามารถแข่งขันในทางธุรกิจได้

1.6 ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องทำสำเนา

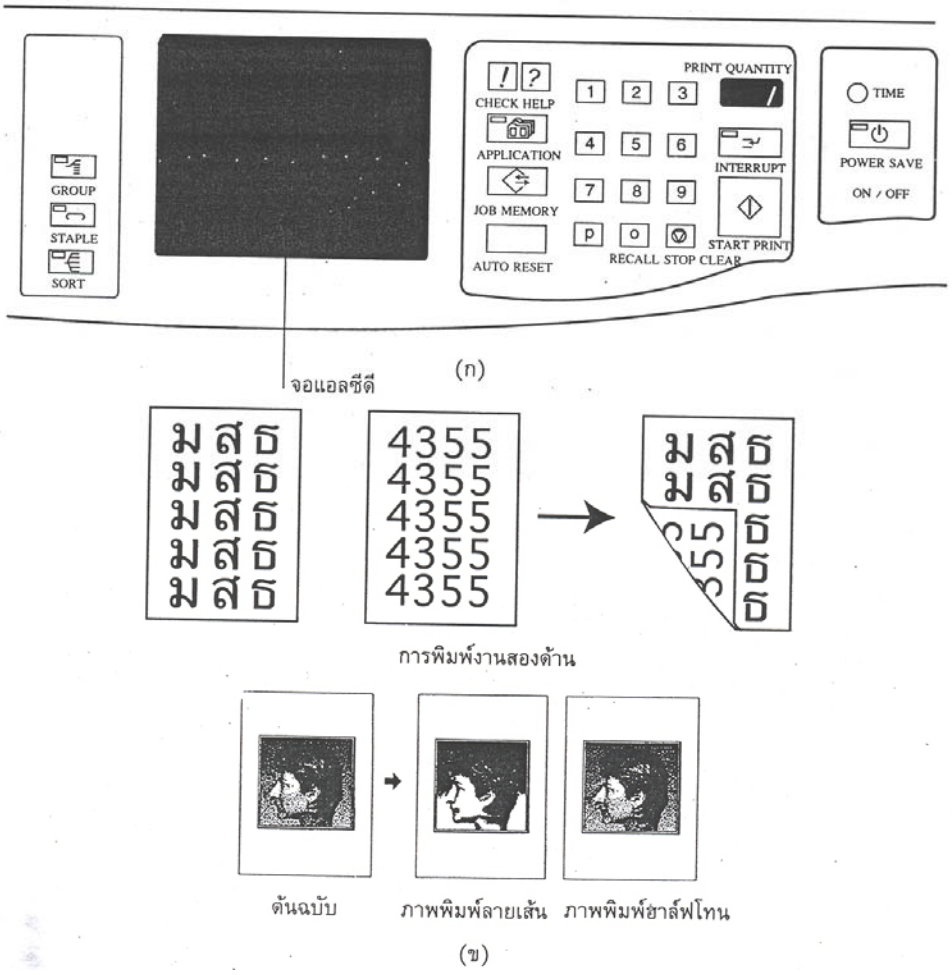
ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องทำสำเนา ในที่นี้ขอกล่าวถึงเฉพาะส่วนประกอบที่มีความสำคัญในการพิมพ์ภาพของเครื่องทำสำเนาประเภทแอนะล็อกเท่านั้น เนื่องจากเป็นเครื่องทำสำเนาที่มีใช้กันทั่วไป ทั้งนี้จะไม่ขอกล่าวถึงส่วนประกอบอื่น ๆ อาทิ แผงวงจรควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ มอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และชิ้นส่วนทางกลต่าง ๆ เช่น ฟันเฟือง ลูกปืน เป็นต้น



ภาพที่ 53 ภาพตัวอย่างแสดงส่วนประกอบสำคัญของเครื่องทำสำเนาแบบแอนะล็อก

รายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบสำคัญต่าง ๆ ของเครื่องทำสำเนาแบบแอนะล็อกมีดังนี้

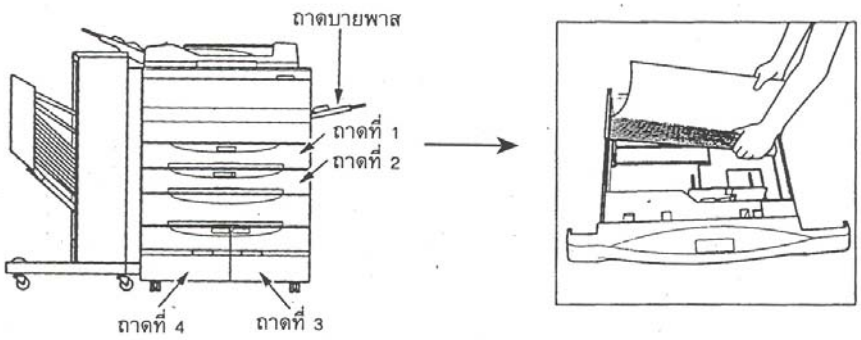
1.6.1 แผงควบคุมการทำงาน (control panel) เป็นแผงที่ประกอบด้วยปุ่มต่าง ๆ จอสัมผัสประเภทจอแอลซีดี และ/หรือมีส่วนอุปกรณ์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับเครื่องทำสำเนาประเภทอื่นรวมอยู่ด้วย อาทิ ปากกาควบคุมเพื่อใช้กำหนดสีขององค์ประกอบต่าง ๆ ในภาพ เป็นต้น ใช้เพื่อควบคุมหรือสั่งการให้เครื่องทำสำเนาผลิตสำเนาให้มีลักษณะหรือรูปแบบต่าง ๆ ตามต้องการ สำหรับจอสัมผัสประเภทจอแอลซีดีนั้น นอกจากจะใช้สั่งการแล้วยังใช้เพื่อแสดงสภาวะการทำงานและปัญหาที่เกิดขึ้น คำสั่งที่ใช้มีทั้งที่เป็นคำสั่งพื้นฐานซึ่งเป็นคำสั่งที่เครื่องทำสำเนาโดยทั่วไปมี และคำสั่งพิเศษที่พบได้เฉพาะในเครื่องบางรุ่นและจากผู้ผลิตบางราย ตัวอย่างคำสั่งพื้นฐาน เช่น ขนาดวัสดุใช้พิมพ์ จำนวนสำเนาที่ต้องการกำลังย่อขยาย และการปรับความดำการพิมพ์ภาพ เป็นต้น ส่วนคำสั่งพิเศษ เช่น การเก็บเล่มและทำเล่มด้วยการเย็บลวด (collating and stapling) การพิมพ์งานสองด้าน การปรับแต่งสีภาพ การพิมพ์สีเมื่อใช้ต้นฉบับขาวดำ การกลับน้ำหนักสีภาพจากพอซิทิฟไปเป็นเนกาทิฟ การพิมพ์ภาพฮาล์ฟโทนหรือให้มีน้ำหนักสีหลายระดับและการลบกรอบภาพ เป็นต้น



ภาพที่ 54 (ก) ตัวอย่างแผงควบคุมการทำงานของเครื่องทำสำเนา และ
(ข) ตัวอย่างคำสั่งพิเศษ

1.6.2 หน่วยป้อนวัสดุใช้พิมพ์ มีตำแหน่งอยู่ด้านข้างเครื่องทำสำเนา ประกอบด้วยถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์ (substrate cassette) และชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ร่วมกันในการดึงป้อนวัสดุใช้พิมพ์จากถาดบรรจุเพื่อเข้าสำเนาหรือเข้าพิมพ์

1.6.2.1 ถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์ ในเครื่องทำสำเนาทั่วไปมักมีถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์ที่มีขนาดต่างกัน อย่างไรก็ตามถาดบางถาดสามารถใช้บรรจุวัสดุใช้พิมพ์ได้หลายขนาด เพียงแต่ปรับตั้งส่วนกำกับขนาดภายในถาดให้ถูกต้องตรงกับขนาดของวัสดุใช้พิมพ์ที่มีสมบัติหรือลักษณะพิเศษที่การป้อนเข้าพิมพ์ทำได้ยาก อาทิ กระดาษที่มีความหนามากหรือน้อยเกินไปแผ่นพลาสติกใสสำหับพิมพ์งานเพื่อการนำเสนอ เป็นต้น นอกจากนี้ในถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์ยังมีอุปกรณ์ตรวจจับแสง ทำหน้าที่ตรวจจับว่ามีวัสดุใช้พิมพ์เหลืออยู่ในถาดบรรจุหรือไม่ ถ้าไม่ก็จะส่งสัญญาณหรือข้อความเตือนขึ้นที่จอภาพของแผงควบคุม เพื่อบอกให้ผู้ใช้เครื่องทำสำเนาได้ทราบและใส่กระดาษเพิ่ม



ภาพที่ 55 ตัวอย่างถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์ของเครื่องทำสำเนา

1.6.2.2 ชิ้นส่วนสำคัญต่าง ๆ ที่ทำงานร่วมกันดึงป้อนวัสดุใช้พิมพ์ มีดังนี้

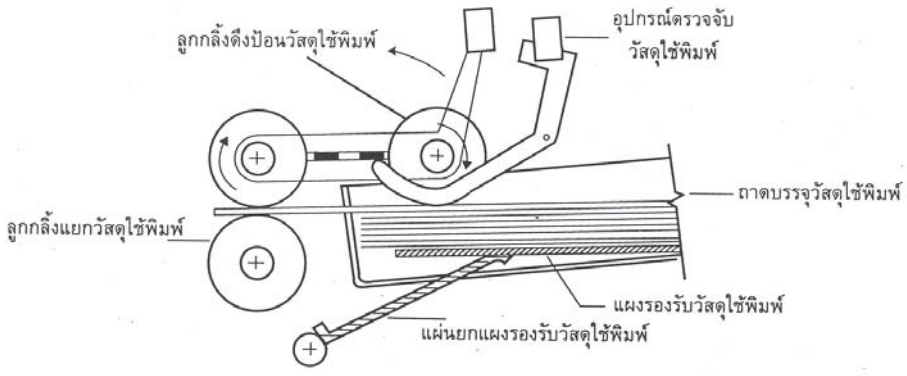
1) แผ่นยกแผงรองรับวัสดุใช้พิมพ์ (lifting plate) เมื่อเครื่องทำสำเนาได้รับคำสั่งให้ทำสำเนาแผ่นยกแผงรองรับวัสดุใช้พิมพ์จะทำงานในการยกแผ่นรองรับวัสดุใช้พิมพ์ และวัสดุใช้พิมพ์ให้สูงขึ้นจนถึงตำแหน่งดึงป้อน การทำงานของแผ่นยกแผงรองรับวัสดุใช้พิมพ์เกิดจากการทำงานร่วมกันของมอเตอร์ไฟฟ้าและคลัตช์

2) แผงรองรับวัสดุใช้พิมพ์ (substrate plate) ทำหน้าที่รองรับวัสดุใช้พิมพ์และยกกองวัสดุใช้พิมพ์ขึ้นจนถึงตำแหน่งดึงป้อน

3) ลูกกลิ้งดึงป้อนวัสดุใช้พิมพ์ (pickup roller) ทำหน้าที่ดึงป้อนวัสดุใช้พิมพ์แผ่นบนสุดในถาดบรรจุ เพื่อส่งให้ลูกกลิ้งดึงป้อนวัสดุใช้พิมพ์

4) ลูกกลิ้งป้อนวัสดุใช้พิมพ์ (feed roller) ทำหน้าที่รับแผ่นวัสดุใช้พิมพ์จากลูกกลิ้งดึงป้อนและหมุนเพื่อป้อนวัสดุใช้พิมพ์ให้แก่ระบบลำเลียงวัสดุใช้พิมพ์ภายในเครื่อง

5) ลูกกลิ้งแยกวัสดุใช้พิมพ์ (separation roller) ทำหน้าที่ในการป้องกันไม่ให้มีวัสดุใช้พิมพ์จำนวนมากกว่าหนึ่งแผ่นได้รับการป้อนให้แก่ระบบลำเลียงวัสดุใช้พิมพ์

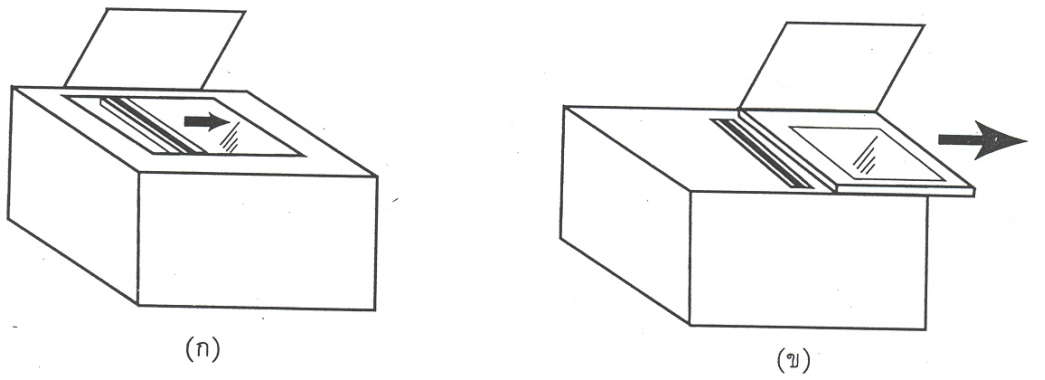


ภาพที่ 56 ตัวอย่างชิ้นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่ดึงป้อนแผ่นวัสดุใช้พิมพ์จากถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์

ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ทำงานร่วมกันในการดึงป้อนวัสดุใช้พิมพ์จากถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์ที่กล่าว มาทั้งหมดในข้างต้น เป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งเท่านั้นที่มีใช้กัน ในเครื่องทำสำเนาที่ผลิตจากผู้ผลิตต่างรายหรือต่างรุ่นกันอาจใช้ระบบการดึงป้อนวัสดุใช้พิมพ์ที่แตกต่างไปจากที่กล่าวแล้วได้

1.6.3 หน่วยติดตั้งต้นฉบับ มีตำแหน่งอยู่ด้านบนสุดของเครื่องทำสำเนา ประกอบด้วยแท่นวางต้นฉบับหรือเพลเทน (platen) และฝาปิดแท่น

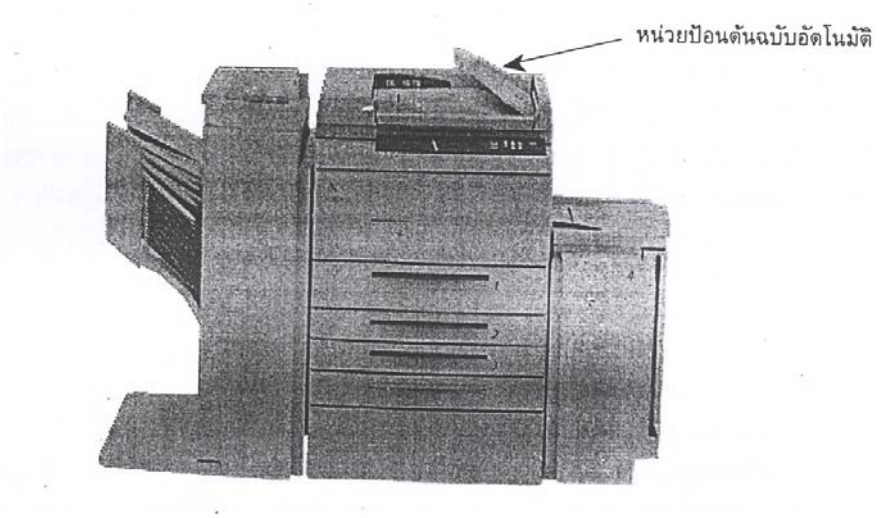
1.6.3.1 เพลเทน คือ แท่นกระจกใสที่ใช้วางต้นฉบับ ด้านข้างของแท่นมีแถบเครื่องหมายหรือสเกลเพื่อใช้สำหรับบอกขนาดและตำแหน่งการวางต้นฉบับ เพลเทนมีอยู่ด้วยกันสองประเภท คือ ประเภทอยู่กับที่และประเภทเคลื่อนที่ ทั้งนี้เพลเทนประเภทอยู่กับที่จะใช้กับเครื่องทำสำเนาที่แหล่งกำเนิดแสงมีการเคลื่อนที่ในขณะทำสำเนา ในขณะที่เพลเทนประเภทเคลื่อนที่จะใช้กับเครื่องทำสำเนาที่แหล่งกำเนิดแสงอยู่กับที่ในขณะทำสำเนา



ภาพที่ 57 เพลเทน (ก) ชนิดอยู่กับที่ และ (ข) ชนิดเคลื่อนที่

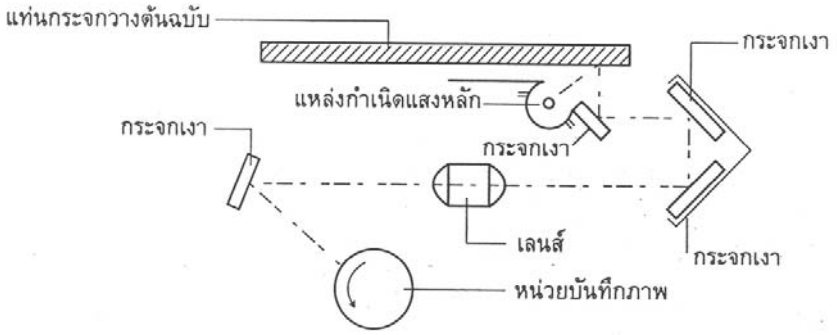
1.6.3.2 ฝาปิดแท่น เป็นแผ่นพลาสติกแบนราบมีใหญ่กว่าแท่นวางต้นฉบับเล็กน้อยทำหน้าที่ปิดทับต้นฉบับให้แนบกับแท่นวางต้นฉบับ ไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ในขณะทำสำเนา และช่วยป้องกันแสงกราดต้นฉบับสะท้อนเข้าตาผู้ใช้เครื่องทำสำเนา

1.6.4 หน่วยป้อนต้นฉบับอัตโนมัติ เป็นหน่วยที่ไม่พบในเครื่องทำสำเนาทุกรุ่นโดยทั่วไปพบได้เฉพาะเครื่องทำสำเนาสำหรับกลุ่มทำงาน ไปจนถึงเครื่องทำสำเนาสำหรับงานผลิตสำเนาจำนวนมาก ทำหน้าที่ช่วยในการป้อนต้นฉบับเข้าสู่แท่นวางต้นฉบับโดยอัตโนมัติ เหมาะสำหรับงานผลิตสำเนาจากต้นฉบับจำนวนมาก ทำให้เกิดความสะดวกและประหยัดเวลาในการวางต้นฉบับในแท่นวางต้นฉบับด้วยตนเอง โดยเพียงแต่ใส่ต้นฉบับทั้งหมดที่เรียงหน้าไว้เป็นลำดับเรียบร้อยแล้วเข้าในส่วนใส่ต้นฉบับ เมื่อกดสวิตช์ให้เครื่องทำการสำเนา หน่วยป้อนต้นฉบับโดยอัตโนมัติก็จะทำการป้อนต้นฉบับทั้งหมดทีละแผ่นเข้าทำการสำเนา หน่วยป้อนต้นฉบับโดยอัตโนมัติมีด้วยกันหลายแบบ ซึ่งแต่ละแบบมีความซับซ้อนในการทำงานต่างกัน โดยบางแบบสร้างขึ้นสำหรับการทำสำเนาจากชุด



ภาพที่ 58 ตัวอย่างหน่วยป้อนต้นฉบับอัตโนมัติของเครื่องทำสำเนา

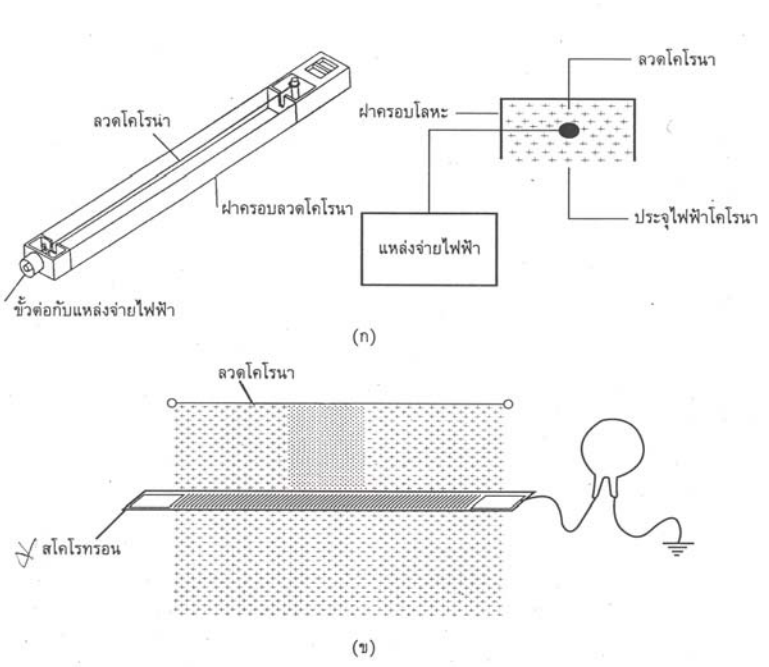
1.6.5 แหล่งกำเนิดแสงหลัก มีตำแหน่งอยู่ใต้เพลเทน เป็นหลอดยาวตลอดความกว้างของแท่นวางต้นฉบับแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้โดยทั่วไป คือ หลอดทังสเตนแฮโลเจน ทำหน้าที่ฉายแสงลงบนเอกสารต้นฉบับภาพที่ต้องการทำสำเนา โดยที่ด้านหน้าของแหล่งกำเนิดแสงจะมีช่องเปิดเพื่อให้แสงผ่าน จึงมีหน้าที่คล้ายกับช่องเปิดรับแสงของกล้องถ่ายภาพ ช่องเปิดนี้สามารถปรับได้ เพื่อควบคุมปริมาณแสงที่ต้องการให้ตกลงบนหน่วยบันทึกภาพอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังมีตัวสะท้อนแสง (reflector) ซึ่งมีผิวหน้าที่เคลือบด้วยโครเมียมหรือโลหะประเภทอื่น เพื่อช่วยในการสะท้อนแสงให้ตกกระทบในทุกบริเวณของต้นฉบับภาพเท่า ๆ กัน รวมทั้งใช้ลบเงาที่เกิดจากการนำต้นฉบับที่ไม่สามารถกดให้ผิวหน้าแนบสนิทกับต้นฉบับ เช่น การทำสำเนาจากต้นฉบับในหน้าหนังสือที่มีความหนามาก เป็นต้น ในขณะทำสำเนา แหล่งกำเนิดแสงอาจเคลื่อนที่หรือไม่ก็ได้ขึ้นกับเครื่องทำสำเนานั้น ๆ ได้รับการออกแบบให้ทำการกราดต้นฉบับภาพในลักษณะใด



ภาพที่ 59 การฉายแสงลงบนต้นฉบับภาพของแหล่งกำเนิดแสงหลัก

1.6.6 ทัศนูปกรณ์ ในที่นี้หมายถึง กระจกเงาและเลนส์ กระจกเงาทำหน้าที่บังคับแสงให้สะท้อนผ่านเลนส์และให้ตกกระทบบนหน่วยบันทึกภาพ ส่วนเลนส์ทำหน้าที่ในการรวมแสงและโฟกัสภาพ เพื่อให้เกิดภาพที่คมชัดที่สุดบนหน่วยบันทึกภาพ นอกจากกระจกเงาและเลนส์แล้ว ก็มีการใช้ทัศนูปกรณ์อื่น ๆ เพื่อทำงานในลักษณะเดียวกัน เช่น เลนส์และเส้นใยนำแสง (optical fiber) เป็นต้น

1.6.7 หน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าหลัก มีส่วนประกอบสำคัญ คือ เส้นลวดโลหะทังสเตน ที่เรียกว่า “ลวดโคโรนา” (corona wire) ติดตั้งอยู่ในส่วนติดตั้งที่เป็นฝาครอบโลหะโดยเมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าก็จะทำให้เกิดการจ่ายประจุไฟฟ้าแบบโคโรนา (การให้ประจุจากลวดโลหะผ่านอากาศ และทำให้อากาศเกิดการแตกตัวเป็นไอออน) ลงบนชั้นวัสดุนำแสงของหน่วยบันทึกภาพ โดยประจุที่จ่ายให้นั้นอาจเป็นลบหรือบวกก็ได้ขึ้นกับเทคโนโลยีการสำเนาภาพที่ผู้ผลิตเครื่องใช้และเพื่อให้การจ่ายประจุบนหน่วยบันทึกภาพ เป็นไปอย่างสม่ำเสมอในทุกบริเวณ จึงต้องมีหน่วยประจุที่เรียกว่า “สโคโรทรอน” (scorotron) ซึ่งเป็นลวดที่สร้างขึ้นให้มีลักษณะเป็นกริดหรือตาข่าย มีตำแหน่งอยู่ระหว่างหน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าหลักและหน่วยบันทึกภาพ ทำหน้าที่ปรับประจุส่วนเกินที่จะจ่ายให้หน่วยบันทึกภาพโดยการผ่านลงดิน ตัวอย่างเช่น ถ้าประจุไฟฟ้าที่ต้องจ่ายให้หน่วยบันทึกภาพกำหนดให้มีค่าศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ – 600 โวลต์ บริเวณใดก็ตามของลวดโคโรนามีประจุไฟฟ้า – 600 โวลต์ ประจุไฟฟ้าก็จะจ่ายผ่านไปยังหน่วยบันทึกภาพได้ แต่ถ้าบริเวณใดของลวดโคโรนามีความสกปรกทำให้ประจุไฟฟ้าในบริเวณดังกล่าวมีค่าศักย์ไฟฟ้าเกิน – 600 โวลต์ สมมติว่าเป็น – 650 โวลต์ สโคโรทรอนก็จะผ่านประจุไฟฟ้าส่วนเกิน – 50 โวลต์ลงดิน เหลือเพียงแต่ประจุไฟฟ้า – 600 โวลต์ จ่ายให้แก่หน่วยบันทึกภาพ เป็นต้น



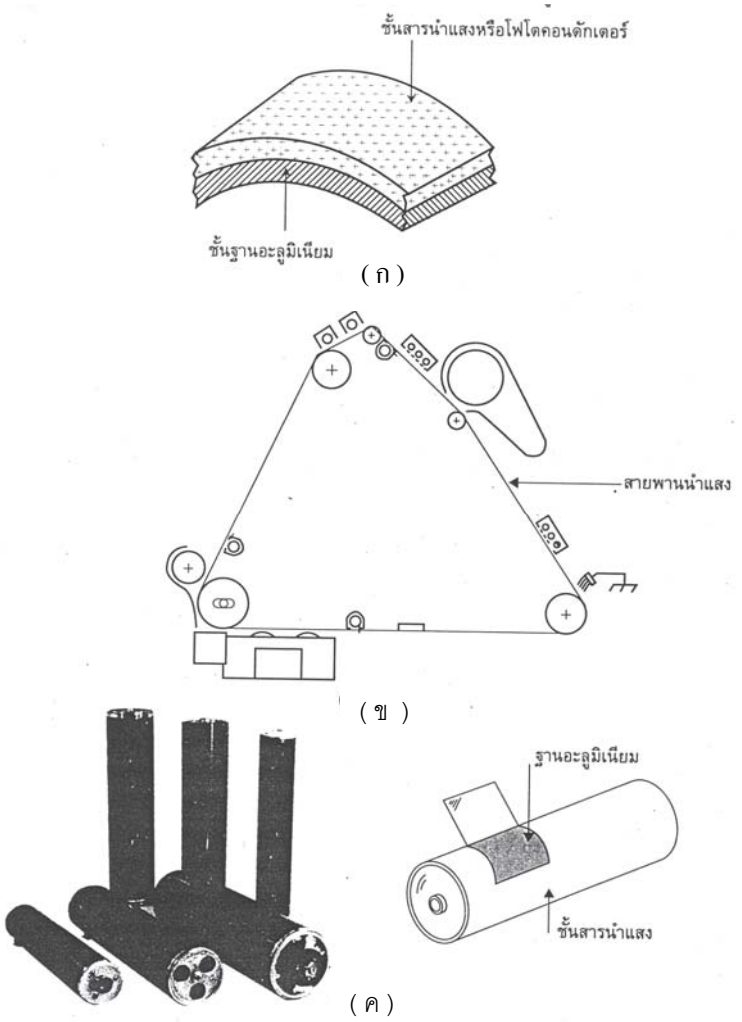
ภาพที่ 60 (ก) ตัวอย่างหน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าแบบโคโรนา

(ข) การทำงานของสโคโรทรอนในการปรับประจุไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่หน่วยบันทึกภาพเพื่อให้มีศักย์ไฟฟ้าคงที่ในแต่ละบริเวณ

จากการที่การจ่ายประจุไฟฟ้าของเครื่องทำสำเนาทำโดยใช้วิธีโคโรนา เป็นเหตุให้เครื่องทำสำเนาเป็นแหล่งผลิตโอโซนแหล่งหนึ่ง ผู้ผลิตเครื่องทำสำเนาต่าง ๆ จึงได้มีความพยายามในการพัฒนาหน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าแบบอื่นเพื่อช่วยลดการเกิดโอโซน อันจะทำให้เครื่องทำสำเนามีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น กล่าวคือ มีการพัฒนาเทคโนโลยีลูกกลิ้งจ่ายประจุไฟฟ้าหลัก (Primary Charge Roller, PCR, technology) ขึ้นมาใช้แทน

1.6.8 หน่วยบันทึกภาพ เป็นหัวใจของการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนา เนื่องจากภาพแฝงของประจุไฟฟ้าและภาพจริงปรากฏขึ้นที่หน่วยนี้ และเป็นหน่วยที่ทำหน้าที่ถ่ายโอนภาพของโทนเนอร์ลงบนวัสดุใช้พิมพ์ หน่วยบันทึกภาพผลิตที่ใช้กันมีความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.6.8.1 รูปทรงของหน่วยบันทึกภาพ หน่วยบันทึกภาพที่ใช้กันทั่วไปมีรูปทรง 2 แบบ คือแบบที่เป็นสายพานและแบบที่เป็นกระบอก จะใช้ประเภทใดขึ้นกับผู้ผลิตเครื่องทำสำเนาเป็นผู้กำหนด



ภาพที่ 61 (ก) ส่วนประกอบของหน่วยบันทึกภาพ
(ข) หน่วยบันทึกแบบสายพานนำแสง และ
(ค) หน่วยบันทึกภาพแบบกระบอกนำแสง

1.6.8.2 ขนาดของหน่วยบันทึกภาพ หน่วยบันทึกภาพของเครื่องทำสำเนามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแปรตามขนาดของเครื่องทำสำเนาเป็นสำคัญ รวมทั้งมีความสัมพันธ์กับขนาดของวัสดุใช้พิมพ์ใหญ่สุดที่สามารถพิมพ์ได้ และความเร็วในการพิมพ์

1.6.8.3 ประเภทของสารนำแสงที่ใช้ โดยทั่วไปมีอยู่ด้วยกันสองกลุ่ม คือ สารนำแสงประเภทอนินทรีย์ อาทิ ซีลีเนียม (Selenium, Se) สารประกอบของซีลีเนียมและแคดเมียมซัลไฟด์ (Cadmium Sulfide, CdS) เป็นต้น และสารนำแสงประเภทสารอินทรีย์(Organic Photoconductor) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า “โอพีซี” (OPC) ทั้งนี้ซีลีเนียมเป็นวัสดุนำแสงที่ใช้กันมาแต่เดิม มีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ กล่าวคือ มีความไวแสงสูงและมีเสถียรภาพดี แต่ก็มีข้อเสียหลายประการ อาทิ ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการผลิตหน่วยบันทึกภาพซิลีเนียม และซีลีเนียมเป็นธาตุที่กำจัดได้ยาก จึงก่อให้เกิด

(hydrazine)

การใช้สารนำแสงต่างชนิดกันมาผลิตหน่วยบันทึกภาพ จะทำให้หน่วยบันทึกภาพมีความแตกต่างในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1) สีของผิวของหน่วยบันทึกภาพ เช่น สีเงิน สีเขียว สีแดง สีน้ำเงิน เป็นต้น

2) ความไวแสง หมายถึง อัตราเร็วในการนำไฟฟ้าเมื่อได้รับแสง ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นที่ได้รับ

3) การตอบสนองต่อแสงในแต่ละความยาวคลื่น หมายถึง ความไวต่อแสงในสเปกตรัมของแสงที่สะท้อนจากต้นฉบับที่แตกต่างกัน ส่งผลให้การสำเนาสีหรือการสำเนาขาวดำจากภาพจากต้นฉบับสีได้สีที่แตกต่างกัน ดังนั้นหน่วยบันทึกภาพที่ดีจึงควรมีการตอบสนองต่อแสงสีต่าง ๆ เหมือนหรือคล้ายคลึงกับตาและสมองมนุษย์มากที่สุด

4) การเกิดขั้วประจุไฟฟ้า เป็นสมบัติของหน่วยบันทึกภาพว่าเมื่อได้รับการจ่ายประจุแบบโคโรนาแล้ว จะเกิดเป็นขั้วบวกหรือลบ

5) ความสามารถในการเก็บประจุไฟฟ้า เป็นความสามารถของหน่วยบันทึกภาพที่จะเก็บประจุไว้ในที่มืดได้มากหรือน้อย

6) ความง่ายในการทำความสะอาด เป็นความยากหรือง่ายในการทำความสะอาดหน่วยบันทึกภาพ ภายหลังการพิมพ์ภาพบนวัสดุใช้พิมพ์แล้ว

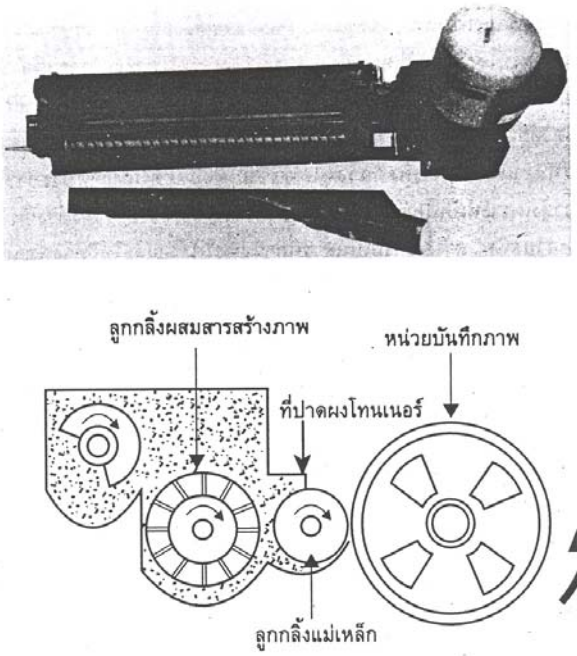
จากการที่หน่วยบันทึกภาพเป็นหัวใจสำคัญของการพิมพ์ภาพของเครื่องทำสำเนา การระวังรักษาหน่วยบันทึกภาพ ภายหลังการพิมพ์ภาพบนวัสดุใช้พิมพ์แล้ว

- หลีกเลี่ยงการสัมผัสผิวของหน่วยบันทึกภาพด้วยมือหรืออุปกรณ์ใด ๆ โดยตรง เพราะจะทำให้เกิดความสกปรกและรอยขูดขีดขึ้นกับผิวของหน่วยบันทึกภาพ

- หลีกเลี่ยงการใช้น้ำ น้ำมัน และตัวทำละลายต่าง ๆ ทำความสะอาดผิวหน่วยบันทึกภาพ ยกเว้นสารทำความสะอาดและ/หรืออุปกรณ์ทำความสะอาด เฉพาะที่ผู้ผลิตเครื่องทำสำเนาแต่ละรายแนะนำ

- หลีกเลี่ยงการปล่อยให้หน่วยบันทึกภาพ สัมผัสกับแสงสว่างโดยตรงเป็นเวลานาน เนื่องจากจะทำให้สูญเสียสมบัติการนำไฟฟ้าได้

1.6.9 หน่วยสร้างภาพ ทำหน้าที่สร้างภาพแฝงของประจุไฟฟ้าให้เป็นภาพปรากฏ โดยการจ่ายโทนเนอร์ให้แก่ภาพแฝง และทำหน้าที่ในการทำให้เกิดภาพสำหรับการถ่ายโอนลงบนวัสดุใช้พิมพ์ ในหน่วยสร้างภาพนี้มีส่วนประกอบสำคัญ คือ ภาชนะบรรจุโทนเนอร์ ลูกกลิ้งผสมสารสร้างภาพ (bucket roller) และลูกกลิ้งแม่เหล็ก (magnetic roller)



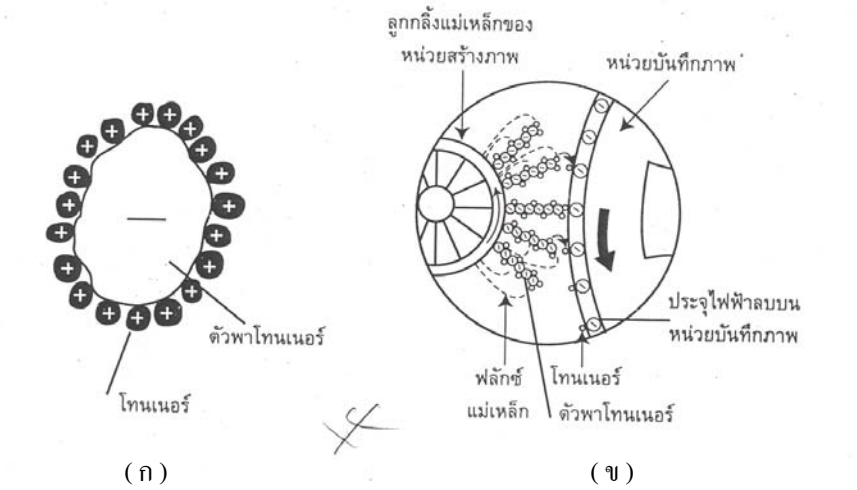
ภาพที่ 62 ส่วนประกอบสำคัญของหน่วยสร้างภาพ

1.6.9.1 ภาชนะบรรจุโทนเนอร์ มีลักษณะเป็นขวดพลาสติกทำหน้าที่เก็บโทนเนอร์ที่ใช้สำหรับสร้างภาพแฝง โดยมีระบบจ่ายโทนเนอร์ที่ควบคุมการทำงานด้วยมอเตอร์ในการทำโทนเนอร์จากขวดบรรจุเพื่อจ่ายให้แก่ลูกกลิ้งผสมสารสร้างภาพ เมื่อโทนเนอร์ในขวดบรรจุหมด อุปกรณ์ตรวจจับปริมาณโทนเนอร์ก็จะส่งสัญญาณเตือนให้ผู้ใช้ให้ทราบ ผู้ใช้ก็จะสามารถถอดขวดเปล่าออกและเปลี่ยนขวดโทนเนอร์ใหม่มาใช้แทน

1.6.9.2 ลูกกลิ้งผสมสารสร้างภาพ ทำหน้าที่ในการผสมโทนเนอร์ให้เข้ากับตัวพาโทนเนอร์ให้เป็นสารสร้างภาพ โดยทั่วไปสารสร้างภาพ 100 ส่วน ประกอบด้วยโทนเนอร์ 8 ส่วน และตัวพาโทนเนอร์ 92 ส่วน เมื่อลูกกลิ้งเกลียวหมุนจะส่งผลให้อนุภาคของโทนเนอร์ขัดถูกับอนุภาคของตัวพาทำให้เกิดประจุไฟฟ้าสถิตที่มีขั้วตรงข้ามกันขึ้น ตัวอย่างเช่น โทนเนอร์มีประจุไฟฟ้าเป็นลบและตัวพาโทนเนอร์มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก เป็นต้น ทำให้สามารถยึดเกาะกันได้ เมื่อโทนเนอร์ผสมกับตัวพาโทนเนอร์แล้ว ลูกกลิ้งเกลียวก็จะป้อนสารสร้างภาพที่ได้ให้แก่ลูกกลิ้งแม่เหล็กต่อไป

1.6.9.3 ลูกกลิ้งแม่เหล็ก ทำหน้าที่จ่ายโทนเนอร์ให้แก่หน่วยบันทึกภาพ ประกอบด้วยแกนแม่เหล็กหุ้มด้วยปลอกโลหะ โดยมีแหล่งจ่ายไฟฟ้า ต่ออยู่กับลูกกลิ้งแม่เหล็กด้วย เพื่อจ่ายไฟฟ้าที่

จากการที่แกนกลางของลูกกลิ้งแม่เหล็กผลิตจากสารแม่เหล็ก ที่มีขั้วประจุไฟฟ้าตรงข้ามกันดังนั้นจึงทำให้เกิดฟลักซ์หรือเส้นแรงแม่เหล็กกระจายตัวรอบลูกกลิ้ง เนื่องจากสารสร้างภาพมีส่วนประกอบของสารตัวพาโทนเนอร์ที่เป็นสมบัติแม่เหล็ก จึงทำให้สารสร้างภาพสามารถยึดเกาะบนลูกกลิ้งแม่เหล็กได้ เมื่อลูกกลิ้งแม่เหล็กหมุนตัว สารสร้างภาพส่วนที่อยู่ใกล้หน่วยบันทึกภาพที่สุด ก็จะเกิดแรงดึงดูดขึ้นกับบริเวณภาพบนหน่วยบันทึกภาพ แต่เนื่องจากตัวพาโทนเนอร์มีประจุแบบเดียวกับภาพแฝงบนหน่วยบันทึกภาพ และภาพแฝงมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า จึงส่งผลให้อนุภาคของโทนเนอร์บนลูกกลิ้งแม่เหล็กเท่านั้นที่ถ่ายโอนไปสร้างภาพแฝงบนหน่วยบันทึกภาพ ส่วนตัวพาโทนเนอร์ไม่ถ่ายโอนไปด้วย คงอยู่ในหน่วยสร้างภาพ ทั้งนี้ปริมาณโทนเนอร์ที่ถ่ายโอนให้แก่หน่วยบันทึกภาพนั้นได้รับการปาดให้มีปริมาณที่เหมาะสมด้วยที่ปาดโทนเนอร์ที่ติดตั้งอยู่เหนือลูกกลิ้งแม่เหล็ก



ภาพที่ 63 (ก) ตัวอย่างอนุภาคของโทนเนอร์มีประจุไฟฟ้าเป็นลบที่เกาะกับตัวพาโทนเนอร์ที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก และ (ข) การสร้างภาพแฝงบนหน่วยบันทึกภาพ

นอกจากระบบการสร้างภาพที่อาศัยลูกกลิ้งแม่เหล็ก และลูกกลิ้งผสมสารสร้างภาพทำงานร่วมกันในการสร้างภาพแฝงของประจุไฟฟ้าแล้ว ก็ยังมีระบบการสร้างภาพแบบอื่นที่ไม่ได้อาศัยลูกกลิ้งทั้งสองชนิดในการสร้างภาพ ทั้งนี้ขึ้นกับว่าผู้ผลิตเครื่องทำสำเนาแต่ละรายจะออกแบบและสร้างระบบการสร้างภาพของตนอย่างไร เช่น ใช้ลูกกลิ้งไฟฟ้าสถิตหรือลูกกลิ้งประเภทอื่นแทนการใช้ลูกกลิ้งแม่เหล็ก เป็นต้น

1.6.10 หน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าให้วัสดุใช้พิมพ์ ทำหน้าที่จ่ายประจุไฟฟ้าด้วยวิธีการโคโรนาให้แก่ด้านตรงข้ามกับด้านของวัสดุใช้พิมพ์ที่สัมผัสกับหน่วยบันทึกภาพ โดยประจุที่จ่ายให้เป็นประจุที่มีขั้วเหมือนกับที่หน่วยจ่ายประจุหลักจ่ายให้แก่หน่วยบันทึกภาพ แต่มีค่าศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า จึงทำให้อนุภาคของโทนเนอร์ถ่ายโอนจากหน่วยบันทึกภาพมาเกาะติดบนแผ่นวัสดุใช้พิมพ์ได้

1.6.11 หน่วยลบประจุไฟฟ้าบนแผ่นพิมพ์ ทำหน้าที่จ่ายประจุไฟฟ้าขั้วตรงข้ามด้วยวิธีการโคโรนา เพื่อลบประจุที่มีบนแผ่นพิมพ์ที่เกิดจากหน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าให้วัสดุใช้พิมพ์จ่ายให้ เมื่อแผ่นพิมพ์ไม่มีประจุไฟฟ้าเหลืออยู่ก็ไม่เกาะติดกับหน่วยบันทึกภาพ และแยกตัวออกจากหน่วยบันทึกภาพได้

1.6.12 หน่วยผนึกภาพ ทำหน้าที่ผนึกภาพโทนเนอร์ให้ติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์ เพื่อป้องกันไม่ให้โทนเนอร์หลุดออกได้ง่าย ส่วนประกอบสำคัญของหน่วยผนึกภาพ คือ ลูกกลิ้งความร้อนและลูกกลิ้งกดพิมพ์

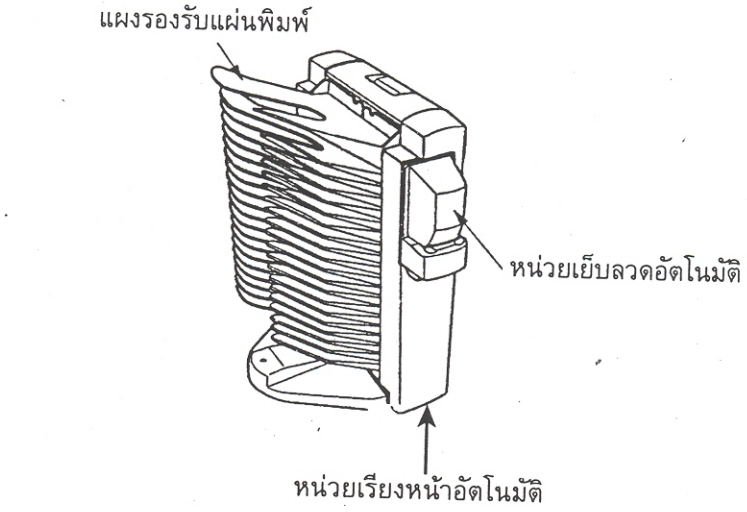
1.6.12.1 ลูกกลิ้งความร้อน เป็นลูกกลิ้งความร้อนแก่ภาพของโทนเนอร์บนแผ่นพิมพ์แกนของลูกกลิ้งทำจากโลหะอลูมิเนียมหรือเหล็กกล้า และเคลือบด้วยวัสดุที่มีพลังงานผิวต่ำ เพื่อไม่ให้โทนเนอร์ถ่ายโอนจากแผ่นพิมพ์มาเปื้อนเลอะลูกกลิ้งได้ โดยทั่วไปเป็นสารพวกเทฟลอนหรือยางซิลิโคน ภายในลูกกลิ้งบนจะมีหลอดกำเนิดความร้อน (heater lamp) โดยหลอดกำเนิดความร้อนที่ใช้คือ หลอดประเภททังสเตนแฮโลเจนเหมือนกับที่ใช้ในการฉายแสงต้นฉบับ หลอดกำเนิดความร้อนทำหน้าที่ให้ความร้อนไปที่แกนโลหะและวัสดุเคลือบแกน ความร้อนจากวัสดุเคลือบแกนก็จะถ่ายโอนลงบนแผ่นพิมพ์ และโดยอาศัยแรงกดพิมพ์จากลูกกลิ้งล่าง โทนเนอร์ที่อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อนจากลูกกลิ้งบนก็จะสามารถผนึกแน่นเข้ากับผิววัสดุใช้พิมพ์ได้ และเมื่อเย็นลงก็จะเกิดเป็นชั้นโทนเนอร์ที่แข็งและติดแน่นบนแผ่นพิมพ์

1.6.12.2 ลูกกลิ้งกดพิมพ์ ทำหน้าที่ร่วมกับลูกกลิ้งความร้อนในการให้แรงกดพิมพ์แก่ภาพโทนเนอร์บนแผ่นพิมพ์ มีตำแหน่งอยู่ใต้ลูกกลิ้งความร้อน องค์ประกอบของลูกกลิ้งคล้ายกับลูกกลิ้งความร้อน ต่างกันตรงที่ลูกกลิ้งกดพิมพ์ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน โดยลูกกลิ้งกดพิมพ์จะอยู่ติดกับลูกกลิ้งทำความสะอาด ซึ่งทำหน้าที่ทำความสะอาดโทนเนอร์ที่เปื้อนเลอะบนลูกกลิ้งกดพิมพ์ โครงสร้างของลูกกลิ้งกดพิมพ์เป็นท่อกลวงบรรจุด้วยน้ำมันซิลิโคน หุ้มด้วยผ้าสักหลาดที่มีรูพรุน ทำให้น้ำมันซิลิโคนสามารถซึมผ่านออกมาทำความสะอาดผิวและหล่อลื่นผิวลูกกลิ้งกดพิมพ์ได้

1.6.13 หน่วยทำความสะอาดหน่วยบันทึกภาพ ทำหน้าที่ทำความสะอาดโทนเนอร์ที่มีหลงเหลืออยู่บนผิวหน่วยบันทึกภาพ องค์ประกอบสำคัญของหน่วยนี้ คือ ใบปาด อาจผลิตจากยาง พอลิยูลิเทน หรือวัสดุพอลิเมอร์อื่นที่มีความยืดหยุ่นเหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดรอยขูดขีดที่ผิวหน่วยบันทึกภาพในการทำความสะอาด ใบปาดนี้คล้ายใบปาดหมึกในเครื่องพิมพ์กราวัวร์ กล่าวคือ ทำการปาดไปบนผิวของหน่วยบันทึกภาพเพื่อปาดเอาโทนเนอร์ที่หลงเหลืออยู่บนหน่วยบันทึกภาพออก ทำให้หน่วยบันทึกภาพมีความสะอาดพร้อมสำหรับการทำสำเนาครั้งต่อไป ส่วนโทนเนอร์ที่ได้จากการ

1.6.14 หน่วยประจุไฟฟ้าบนหน่วยบันทึกภาพ เป็นหน่วยกำเนิดแสงที่มีความเข้มของแสงสูง เพื่อทำให้หน่วยบันทึกภาพเกิดความไวแสงอีกครั้ง ประจุไฟฟ้าที่หลงเหลืออยู่บนชั้นโฟโตคอนดักเตอร์ จึงสามารถเคลื่อนที่จากหน่วยบันทึกภาพผ่านลงดินได้ ทำให้ไม่มีประจุไฟฟ้าเหลือบนหน่วยบันทึกภาพ พร้อมสำหรับการทำสำเนาครั้งใหม่ต่อไป

1.6.15 หน่วยเรียงหน้าอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับช่วยในการคัดแยก และเรียงลำดับหน้าแผ่นพิมพ์ให้เป็นชุดก่อนส่งออกไปยังแผ่นรองรับแผ่นพิมพ์ หน่วยเรียงหน้าอัตโนมัติทำให้เกิดความสะดวกในการทำสำเนาหลาย ๆ สำเนาจากต้นฉบับจำนวนมาก ทั้งนี้หน่วยเรียงหน้ามีด้วยกันหลายแบบ บางแบบประกอบด้วยสายพานจำนวนมากทำหน้าที่ร่วมกันในการป้อนแผ่นพิมพ์ให้เข้าไปในแผงรองรับที่ถูกต้อง บางแบบมีลักษณะคล้ายประตูปิดเปิด โดยจะมีตำแหน่งอยู่หน้าแผงรองรับแต่ละแผ่น เมื่อต้องการป้อนแผ่นพิมพ์เข้าในแผงรองรับใด ประตูหน้าแผงรองรับนั้นก็จะได้รับการควบคุมให้เปิดออก ปล่อยให้แผ่นพิมพ์ผ่านออกไปได้ เป็นอาทิ



ภาพที่ 64 ตัวอย่างหน่วยเรียงหน้าตัดอัตโนมัติ

1.6.16 หน่วยรับแผ่นพิมพ์ ทำหน้าที่รับแผ่นพิมพ์หรือสิ่งพิมพ์สำเร็จจากระบบลำเรียง มีลักษณะเป็นแผงหรือถาดติดตั้งอยู่ด้านนอกของเครื่องทำสำเนา มีจำนวนตั้งแต่ 1 ถาดขึ้นไปจนถึงหลายถาด เช่น 10 ถาด 20 ถาด เป็นต้น ขึ้นอยู่กับขนาดและความสามารถในการทำงานของเครื่องทำสำเนาที่ผู้ผลิตได้ออกแบบและสร้างขึ้น กล่าวคือ เครื่องทำสำเนาที่มีจำนวนถาดรับแผ่นพิมพ์มากต้อง

- แต่ละถาด รองรับแผ่นพิมพ์เหมือนกัน เช่น ถาดที่ 1 รองรับแผ่นพิมพ์หน้า 1 ทั้งหมด ถาดที่สองรองรับแผ่นพิมพ์หน้า 2 ทั้งหมด เป็นต้น

- แต่ละถาด รองรับแผ่นพิมพ์ที่รวมกันเป็นชุดหรือเย็บเป็นเล่ม โดยในแต่ละถาดรองรับ แผ่นพิมพ์ที่ผ่านการเรียงหน้าเรียบร้อยเป็นชุดหรือทำเล่มแล้ว ซึ่งเป็นชุดหรือเล่มที่มีประกอบด้วยแผ่นพิมพ์ต่าง ๆ เหมือนกัน

- แต่ละถาด รองรับแผ่นพิมพ์จำนวนมากที่สุดที่รองรับได้ และเมื่อจำนวนแผ่นพิมพ์มีจำนวนมากเกินกว่าถาดบนจะรองรับได้ ระบบลำเลียงแผ่นพิมพ์ก็จะส่งแผ่นพิมพ์ไปยังถาดรับแผ่นพิมพ์ที่อยู่ถัดลงไป

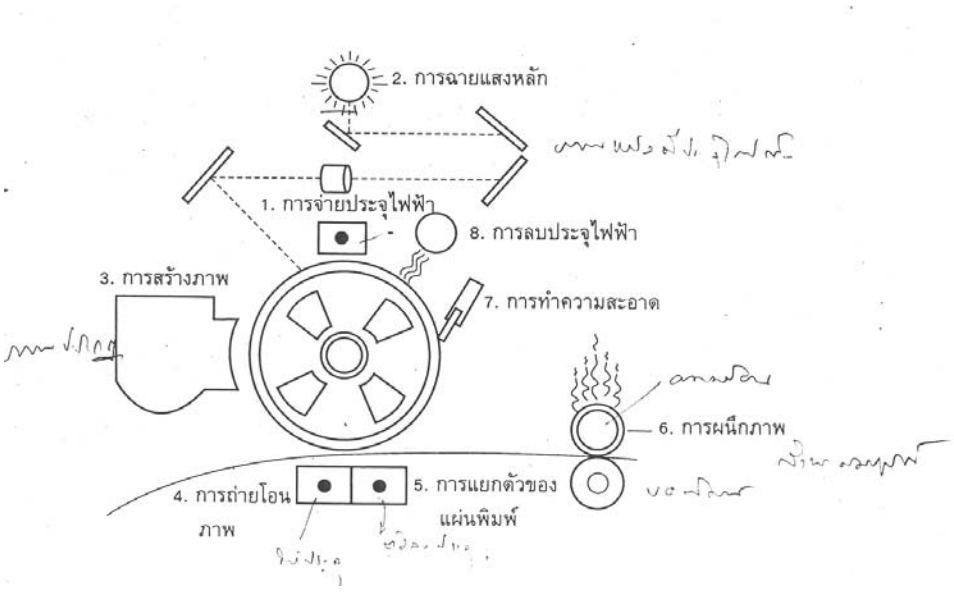
1.6.17 ระบบลำเลียงวัสดุใช้พิมพ์และแผ่นพิมพ์ โดยทั่วไปแล้วใช้ลูกกลิ้งในการขนส่งวัสดุใช้พิมพ์เข้าและขนส่งแผ่นพิมพ์ออกจากเครื่องทำสำเนา ลูกกลิ้งหมุนได้โดยการขับเคลื่อนของมอเตอร์ไฟฟ้าและแรงเสียดทานนอกจากทำหน้าที่ลำเลียงวัสดุใช้พิมพ์และแผ่นพิมพ์แล้ว ลูกกลิ้งบางลูกยังทำหน้าที่ในการกำหนดตำแหน่งพิมพ์ภาพให้ได้ตำแหน่งที่ต้องการบนแผ่นวัสดุใช้พิมพ์ โดยการหยุดกระดาษ และรอจังหวะการสร้างภาพให้เกิดบนหน่วยบันทึกภาพสมบูรณ์และพร้อมถ่ายโอนลงบนวัสดุใช้พิมพ์ แล้วจึงหมุนป้อนวัสดุใช้พิมพ์เข้าทำการพิมพ์นอกจากลูกกลิ้งต่าง ๆ แล้ว ก็มีการใช้ระบบสายพานพร้อมระบบดูดมาช่วยในการลำเลียงด้วย ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดและความซับซ้อนในการทำงานของเครื่องทำสำเนานั้น ๆ

ส่วนประกอบของเครื่องทำสำเนาต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นบางส่วนประกอบอาจไม่พบในเครื่องทำสำเนาบางเครื่อง ทั้งนี้ขึ้นกับประเภทและเทคโนโลยีการผลิตเครื่องทำสำเนาที่ผู้ผลิตแต่ละรายใช้เป็นสำคัญ

1.7 กระบวนการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนา

กระบวนการพิมพ์หรือการสำเนาของเครื่องทำสำเนาที่จะได้กล่าวถึงต่อไป จะเป็นกระบวนการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาแบบแอนะล็อก และเป็นเครื่องทำสำเนาที่มีหน่วยบันทึกภาพเป็นแบบกระบอกนำแสงเนื่องจากเป็นเครื่องทำสำเนาชนิดที่ยังมีใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน สำหรับกระบวนการพิมพ์ภาพของเครื่องทำสำเนาแบบดิจิตอลนั้น รายละเอียดบางส่วนได้กล่าวไว้แล้วในข้อที่ 1.5 ประเภทและการใช้งานเครื่องทำสำเนา

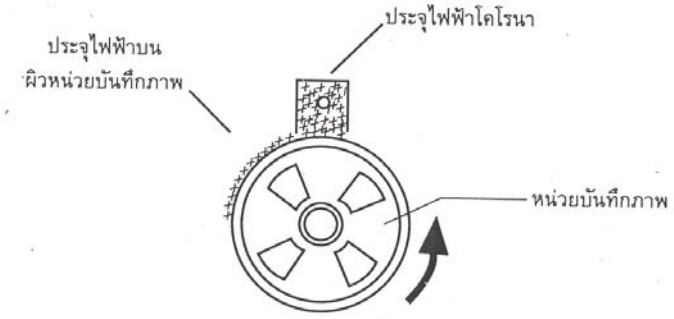
ในการทำสำเนาเริ่มต้นจากการตรวจสอบส่วนติดตั้งต้นฉบับว่า มีความสะอาดพร้อมสำหรับการทำสำเนาแล้ว ก็ให้วางต้นฉบับบนแท่นวางต้นฉบับในตำแหน่งวางสเกลกำหนดขนาดหน้าที่เหมาะสมกับขนาดของต้นฉบับจากนั้นจึงป้อนคำสั่งต่าง ๆ ผ่านแผงควบคุมการทำงานเพื่อให้ได้ภาพสำเนาในลักษณะที่ต้องการ แล้วจึงกดปุ่มหรือสวิตช์เพื่อให้เครื่องทำสำเนาภาพต้นฉบับ ซึ่งกระบวนการทำสำเนาจะมีขั้นตอนด้วยกันทั้งหมด 8 ขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 65 กระบวนการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาแอนะล็อกประเภทกระบอกนำแสง

1.7.1 การจ่ายประจุไฟฟ้า

การจ่ายประจุไฟฟ้า (charging) เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการพิมพ์ภาพของเครื่องทำสำเนา โดยวิธีการจ่ายประจุใช้เป็นแบบวิธีโคโรนา หน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าภายในเครื่องทำสำเนา ทำการจ่ายประจุไฟฟ้าให้ผิวหน้าของหน่วยบันทึกภาพเท่า ๆ กันในทุกบริเวณ โดยประจุไฟฟ้าที่จ่ายให้อาจเป็นประจุลบหรือประจุบวกก็ได้ ขึ้นกับระบบการทำให้เกิดภาพที่หน่วยบันทึกภาพของเครื่องทำสำเนาแต่ละเครื่อง ในขั้นนี้ชั้นไวแสงของหน่วยบันทึกภาพยังมีสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า เนื่องจากยังไม่ได้รับแสง แต่มีประจุไฟฟ้าเกาะที่ผิวหน้า

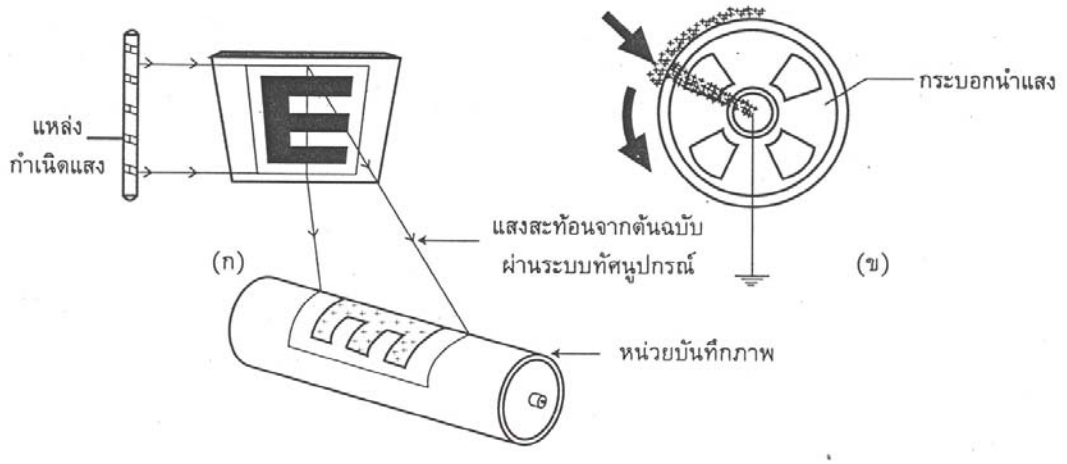


ภาพที่ 66 ตัวอย่างการจ่ายประจุลงบนหน่วยบันทึกภาพประเภทกระบอกนำแสง

1.7.2 การฉายแสงหลัก

การฉายแสงหลัก (exposing) เป็นขั้นตอนของการฉายแสงให้ตกกระทบลงบนต้นฉบับ แสงสะท้อนจากต้นฉบับภาพจะได้รับการหักเหและสะท้อนโดยอาศัยทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ตกกระทบลงบนหน่วยบันทึกภาพเนื่องจากต้นฉบับภาพมีทั้งส่วนที่เป็นบริเวณภาพและไม่ใช่ภาพ ซึ่งทั้งสองบริเวณมีความสามารถในการสะท้อนแสงได้ในปริมาณแตกต่างกัน โดยส่วนที่เป็นบริเวณที่ไม่ใช่ภาพซึ่งเป็นบริเวณของกระดาษที่ไม่มีการพิมพ์เขียนและ/หรือวาด จะเป็นบริเวณที่สามารถสะท้อนแสงได้มากกว่าบริเวณภาพในขณะที่บริเวณภาพเองมีความเข้มของสีในแต่ละบริเวณไม่เท่ากัน ก็จะสะท้อนแสงได้แตกต่างกันด้วย ทั้งนี้บริเวณใดบนหน่วยบันทึกภาพที่ได้รับแสงสะท้อนจากภาพต้นฉบับ บริเวณนั้นก็จะนำไฟฟ้าได้ ทำให้ประจุไฟฟ้าที่เกาะผิวของหน่วยบันทึกภาพที่เกิดจากขั้นตอนการจ่ายประจุไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่ผ่านสายดินลงดินไปได้ ดังนั้นบริเวณหน่วยบันทึกภาพที่ได้รับแสง จึงไม่มีประจุไฟฟ้าหลงเหลืออยู่ ส่วนบริเวณใดบนหน่วยบันทึกภาพที่ไม่ได้รับแสงประจุไฟฟ้าก็ยังคงเกาะอยู่ในบริเวณนั้น

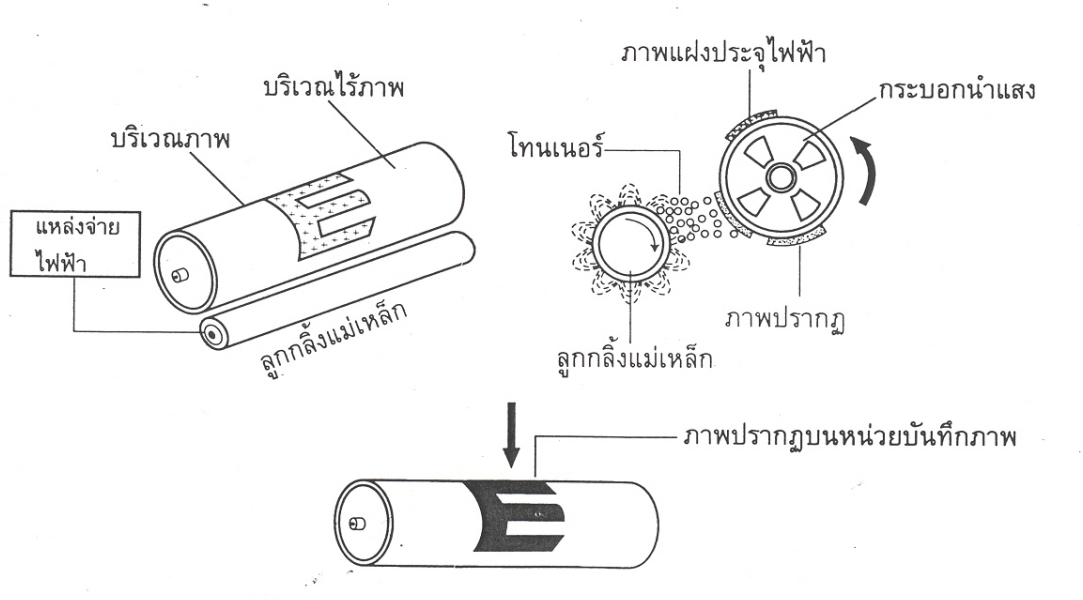
ในขั้นตอนการฉายแสงนี้ จึงเป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดภาพแฝงของประจุไฟฟ้าสถิต (electrostatic latent image) ขึ้น ซึ่งเป็นภาพที่ยังมองไม่เห็น เหมือนเช่นภาพแฝงที่เกิดขึ้นจากการฉายแสงลงบนวัสดุไวแสงพวกซิลเวอร์แฮไลด์ และในขั้นนี้เองวัสดุใช้พิมพ์ก็จะได้รับการดึงป้อนจากถาดวัสดุใช้พิมพ์ เพื่อเข้าทำการพิมพ์ในขณะเดียวกัน



ภาพที่ 67 (ก) ตัวอย่างการฉายแสงจากต้นฉบับลงบนหน่วยบันทึกภาพแบบกระบอกนำแสง
(ข) การทำลายประจุไฟฟ้าและการเกิดภาพแฝงของประจุไฟฟ้าบนกระบอกนำแสง

1.7.3 การสร้างภาพ

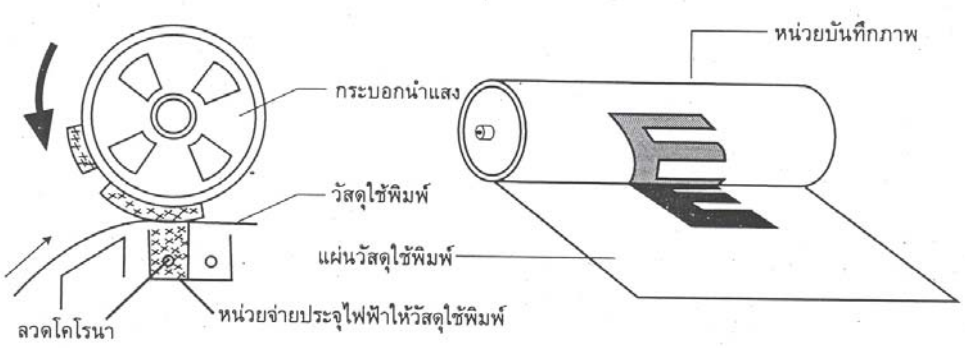
การสร้างภาพ (developing) เป็นขั้นตอนของการทำให้ภาพแฝงของประจุไฟฟ้าที่มองไม่เห็น ปรากฏขึ้นหรือสามารถมองเห็นได้ โดยจ่ายโทนเนอร์ที่มีประจุไฟฟ้าขั้วตรงข้ามกับประจุไฟฟ้าที่อยู่บนหน่วยบันทึกภาพกล่าวคือ ถ้าประจุไฟฟ้าบนหน่วยบันทึกภาพมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โทนเนอร์ก็จะได้รับการทำให้มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ ในทางตรงกันข้ามถ้าประจุไฟฟ้าบนหน่วยบันทึกภาพมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ โทนเนอร์ก็จะได้รับการทำให้มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก ประจุไฟฟ้าสถิตที่มีขั้วตรงข้ามกันย่อมดึงดูดกันได้ โทนเนอร์จึงสามารถยึดเกาะบนผิวหน่วยบันทึกภาพในบริเวณที่ยังมีประจุไฟฟ้าเหลืออยู่ และเกิดเป็นภาพที่มองเห็นขึ้นได้



ภาพที่ 68 ตัวอย่างการสร้างภาพบนหน่วยบันทึกภาพประเภทกระบอกนำแสง

1.7.4 การถ่ายโอนภาพ

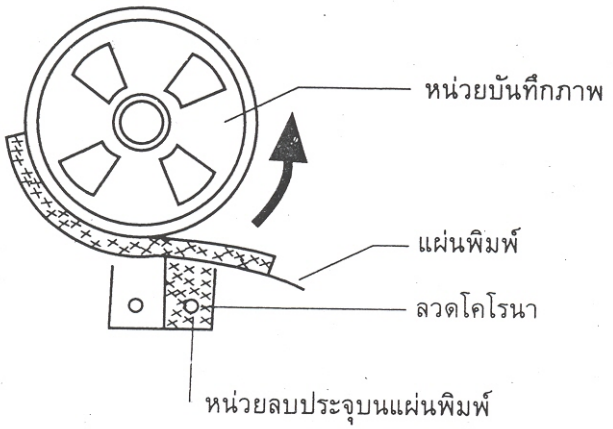
การถ่ายโอนภาพ (transferring) เป็นขั้นตอนที่ภาพของโทนเนอร์บนหน่วยบันทึกภาพได้รับการถ่ายโอนลงบนวัสดุใช้พิมพ์ที่ได้รับการป้อนด้วยระบบลำเลียงให้เข้ามาสัมผัสกับหน่วยบันทึกภาพ เพื่อให้การถ่ายโอนภาพเกิดขึ้นได้ วัสดุใช้พิมพ์จะได้รับการจ่ายประจุไฟฟ้าที่ด้านหลังหรือด้านตรงข้ามกับด้านที่สัมผัสกับหน่วยบันทึกภาพ โดยประจุไฟฟ้าที่วัสดุใช้พิมพ์ได้รับเป็นประจุไฟฟ้าที่มีขั้วเดียวกับที่ประจุไฟฟ้าที่หน่วยจ่ายประจุจ่ายให้แก่หน่วยบันทึกภาพ (ในขั้นตอนที่ 1) แต่มีความแรงหรือค่าศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า ดังนั้นจึงทำให้โทนเนอร์สามารถถ่ายโอนจากหน่วยบันทึกภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์ได้



ภาพที่ 69 ตัวอย่างการถ่ายโอนภาพจากหน่วยบันทึกภาพ
ประเภทกระบอกนำแสงลงบนวัสดุใช้พิมพ์

1.7.5 การแยกตัวของแผ่นพิมพ์

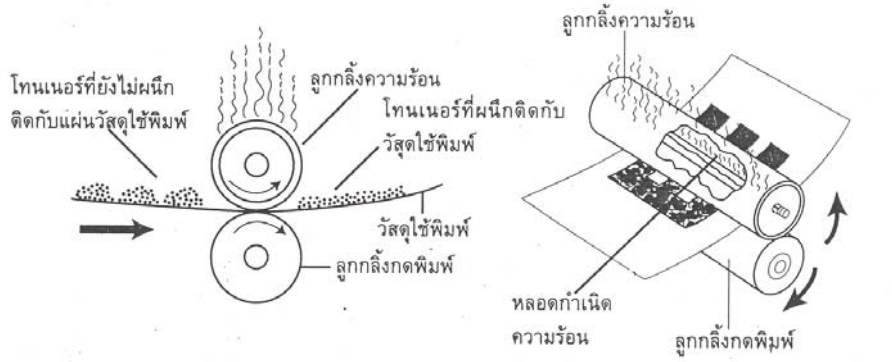
การแยกตัวของแผ่นพิมพ์ (separating) เป็นขั้นตอนที่แผ่นพิมพ์แยกตัวออกจากหน่วยบันทึกภาพ หลังจากที่ทำให้ประจุไฟฟ้าบนแผ่นพิมพ์หายไปในขั้นการถ่ายโอนภาพนั้นแผ่นพิมพ์จะแนบติดกับหน่วย บันทึกภาพเนื่องจากแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต ในขั้นตอนนี้จึงมีการทำให้ประจุไฟฟ้าที่มีอยู่บนวัสดุใช้พิมพ์หายไปหรือทำให้เป็นกลาง โดยการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับที่ด้านหลังของวัสดุใช้พิมพ์ เพื่อทำการลบประจุไฟฟ้าด้านพิมพ์เมื่อประจุไฟฟ้าหมดไปแผ่นพิมพ์ จึงสามารถแยกตัวออกจากหน่วยบันทึกภาพได้



ภาพที่ 70 ตัวอย่างการแยกตัวของแผ่นพิมพ์จากหน่วยบันทึกภาพแบบกระบอกนำแสง

1.7.6 การผนึกภาพ

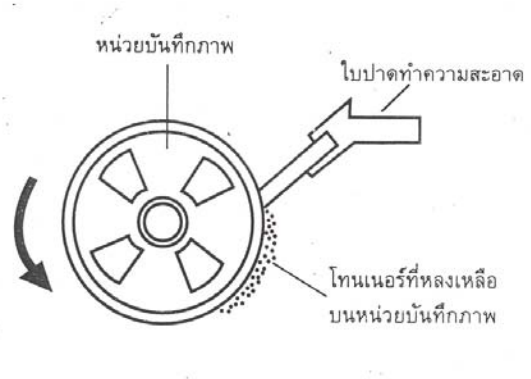
การผนึกภาพ (fusing) เป็นขั้นตอนที่ทำให้โทนเนอร์ติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์ ภาพของโทนเนอร์บนแผ่นพิมพ์หลังจากขั้นตอนที่ 5 ยังยึดติดกับแผ่นพิมพ์ได้ไม่ดีนัก ทำให้มีความทนทานต่อการขัดถูและขูดขีดต่ำ กล่าวคือ เมื่อลองลูบหรือถูด้วยมือ โทนเนอร์ก็จะเลอะติดมือได้ง่าย จึงควรต้องมีการผนึกภาพ ซึ่งประกอบด้วยลูกกลิ้งความร้อนและลูกกลิ้งกดพิมพ์ โดยอาศัยความร้อนและแรงกดระหว่างลูกกลิ้งผนึกภาพทั้งสองก็จะทำให้โทนเนอร์เกิดการหลอมตัว และยึดติดกับผิววัสดุใช้พิมพ์ได้ดีขึ้น ความร้อนและแรงกดนอกจากช่วยให้การยึดติดระหว่างโทนเนอร์กับวัสดุใช้พิมพ์ดีขึ้นแล้ว ยังทำให้ชั้นโทนเนอร์มีความราบเรียบได้มากขึ้น ซึ่งช่วยให้ความมันวาวของภาพมีมากขึ้นด้วย จากนั้นแผ่นพิมพ์ที่ได้ก็จะได้รับการขนส่งด้วยระบบลำเลียงไปยังหน่วยรับแผ่นพิมพ์ต่อไป



ภาพที่ 71 ตัวอย่างการผนึกภาพโทนเนอร์บนแผ่นพิมพ์ด้วยลูกกลิ้งผนึกภาพ

1.7.7 การทำความสะอาด

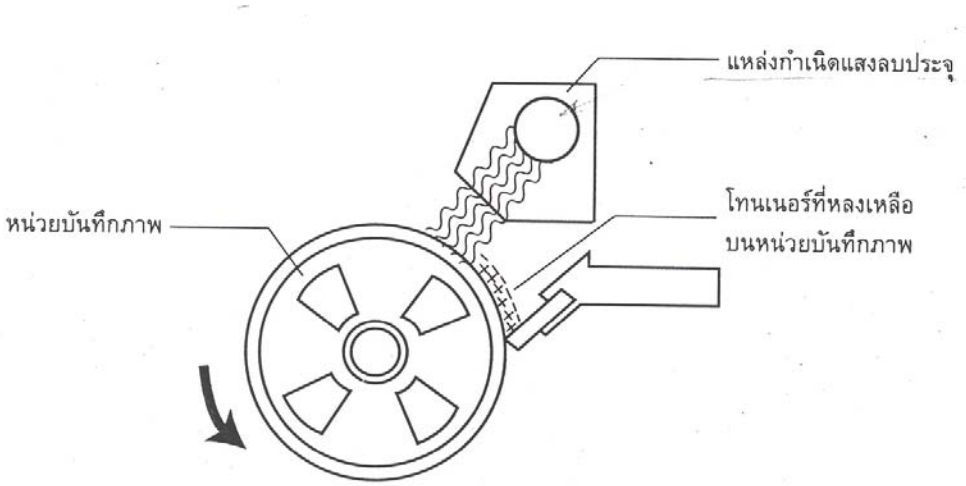
การทำความสะอาด (cleaning) เป็นการทำความสะอาดเพื่อขจัดโทนเนอร์ที่ถ่ายโอนไปสร้างภาพไม่หมดบนหน่วยบันทึกภาพผิวของหน่วยบันทึกภาพก่อนการทำสำเนาครั้งต่อไป โดยอาศัยที่ปาดทำความสะอาดเพื่อไม่ให้มีโทนเนอร์หลงเหลือบนผิวของหน่วยบันทึกภาพ



ภาพที่ 72 ตัวอย่างการทำความสะอาดผิวหน่วยบันทึกภาพแบบกระบอกนำแสงด้วยที่ปาดทำความสะอาด

1.7.8 การลบประจุ

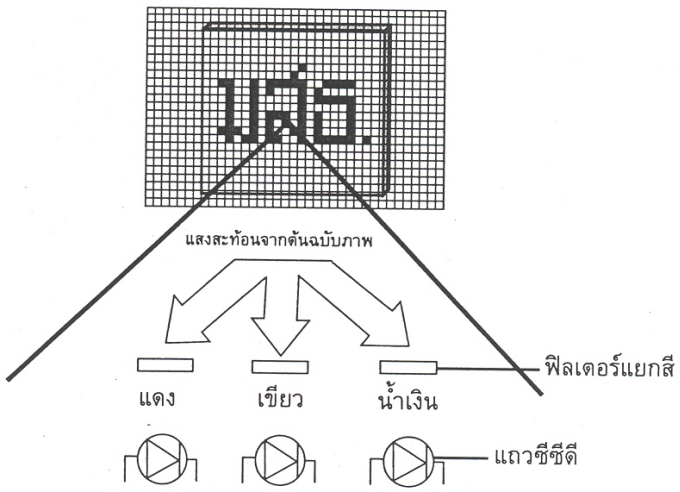
การลบประจุ (erasing) เป็นการลบประจุที่มีหลงเหลืออยู่บนผิวของหน่วยบันทึกภาพโดยใช้แสงจากแหล่งกำเนิดแสงเพื่อการลบประจุ (erasing lamp) โดยเฉพาะ ซึ่งอาจเป็นแหล่งกำเนิดแสงประเภททังสเตน (vacuum filled tungsten lamp) หรือฟลูออเรสเซนต์ก็ได้ เมื่อหน่วยบันทึกภาพได้รับแสงลบประจุ ก็จะมีสมบัตินำแสงขึ้นอีกครั้ง ทำให้ประจุที่หลงเหลืออยู่สามารถเคลื่อนจากผิวกระบอกนำแสงผ่านสายดินลงดินได้ และหน่วยบันทึกภาพก็พร้อมสำหรับการพิมพ์หรือทำสำเนาครั้งใหม่ต่อไป



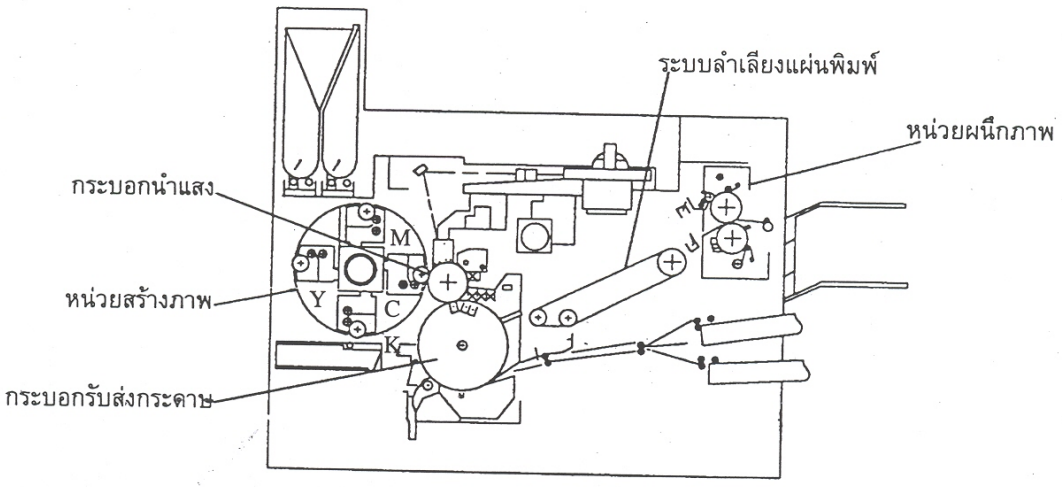
ภาพที่ 73 ตัวอย่างการลบประจุไฟฟ้าที่หลงเหลือบนหน่วยบันทึกภาพประเภทกระบอกนำแสง

ขั้นตอนกระบวนการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาในข้างต้น เป็นการพิมพ์สีเพียงสีเดียวบนวัสดุใช้พิมพ์ สำหรับการพิมพ์สอดสีนั้น ในเครื่องทำสำเนาจะมีระบบแยกสีรวมเป็นส่วนหนึ่งด้วย โดยต้นฉบับภาพจะได้รับการฉายแสงผ่านฟิลเตอร์แยกสี ได้แก่ ฟิลเตอร์สีแดง ฟิลเตอร์สีเขียว ฟิลเตอร์สีน้ำเงิน จากนั้นสัญญาณแสงแม่สีทั้งสามของภาพต้นฉบับจะได้รับการปรับแต่ง แก้ไข เพื่อให้ได้สัญญาณที่ถูกต้องและเป็นไปตามคำสั่งที่ได้รับผ่านแผงควบคุม จากนั้นก็จะมีการแปลงสัญญาณ ที่เป็นค่าสีในโมเดลสีอาร์จีบีให้เป็นสัญญาณค่าสีในโมเดลสีซีเอ็มวายเค ซึ่งจะใช้ควบคุมการสร้างภาพของหน่วยสร้างภาพโดยหน่วยสร้างภาพจะประกอบด้วยหน่วยสร้างภาพย่อย ๆ 4 หน่วยคือ หน่วยสร้างภาพสีน้ำเงินเขียว หน่วยสร้างภาพสีม่วงแดง หน่วยสร้างภาพสีเหลืองและหน่วยสร้างภาพสีดำ ซึ่งจะทำการสร้างภาพแฝงของประจุไฟฟ้าตามสัญญาณค่าสีในโมเดลสีซีเอ็มวายเคของภาพต้นฉบับลงบนหน่วยบันทึกภาพ จากนั้นภาพสอดสีก็จะถ่ายโอนลงบนวัสดุใช้พิมพ์ต่อไป

เนื่องจากในปัจจุบันเครื่องทำสำเนาสอดสีส่วนใหญ่เป็นประเภทดิจิตอล ดังนั้นการแยกสีจะอาศัยฟิลเตอร์แยกสีวางไว้หน้าซีซีดี สัญญาณไฟฟ้าแอนะล็อกของแสงแม่สีแต่ละสีของภาพต้นฉบับก็จะได้รับการปรับแต่งสัญญาณให้ถูกต้อง จากนั้นจึงได้รับการแปลงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าดิจิตอล ซึ่งจะใช้ในเรื่องของการแก้สีการแปลงให้เป็นค่าสีในโมเดลสีซีเอ็มวายเค การเปลี่ยนแปลงตกแต่ง แก้ไขภาพในลักษณะอื่น ๆ เช่น การเพิ่มความคมชัด การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสีภาพ เป็นต้น เมื่อสัญญาณข้อมูลภาพซีเอ็มวายเคได้รับการแก้ไข ปรับแต่งแล้วก็จะส่งไปควบคุมการสร้างภาพของหน่วยสร้างภาพต่อไป



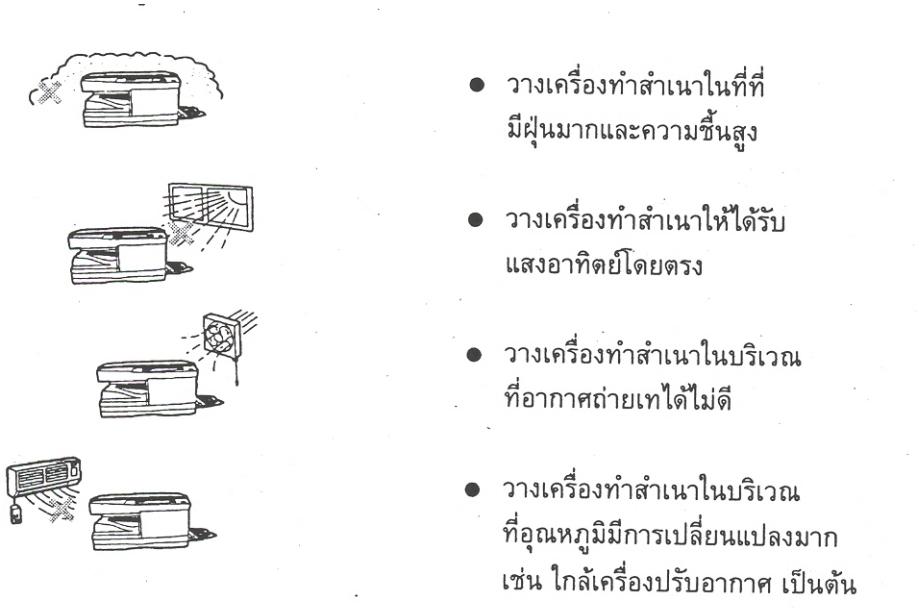
ภาพที่ 74 ตัวอย่างการแยกสีภาพสีต้นฉบับของเครื่องทำสำเนาแบบดิจิตอล



ภาพที่ 75 ตัวอย่างโครงสร้างภายในของหน่วยพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาแบบดิจิตอล
สำหรับพิมพ์งานสอดสี

1.8 ปัญหาการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาและการแก้ปัญหา

การพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาก็อาจเกิดปัญหาขึ้นได้ เหมือนเช่นการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ประเภทต่าง ๆ การป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นจากการใช้งานที่ไม่เหมาะสมจึงเป็นหนทางที่ดีกว่าการแก้ปัญหาที่ตามมา ดังนั้นก่อนการใช้งานผู้ใช้จึงควรได้ศึกษารายละเอียดและวิธีการที่ถูกต้องในการใช้งานเครื่องทำสำเนาให้เข้าใจเสียก่อนและปฏิบัติตามคำแนะนำโดยเคร่งครัด เริ่มตั้งแต่สถานที่และสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการตั้งเครื่องการเก็บรักษาวัสดุการพิมพ์ต่าง ๆ ก่อนการใช้งาน การปรับตั้งเครื่องเพื่อให้ได้งานสำเนาในลักษณะที่ต้องการ ตลอดจนการบำรุงรักษาเครื่องตามที่ผู้ผลิตเครื่องทำสำเนาได้แนะนำเหล่านี้ เป็นต้น

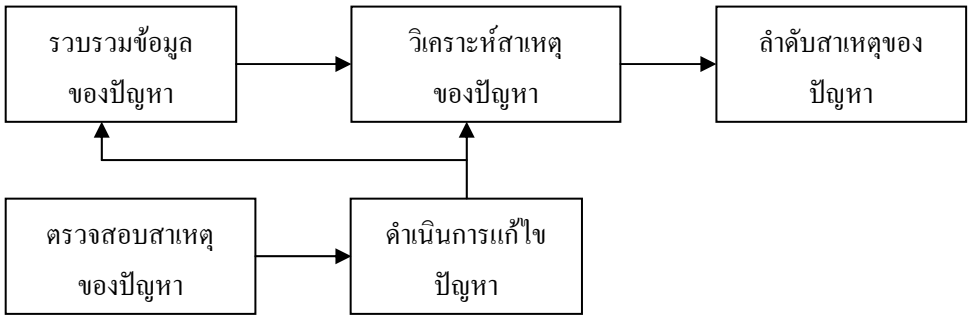


ภาพที่ 76 การวางตำแหน่งและการใช้งานเครื่องทำสำเนาที่ไม่เหมาะสม

การปฏิบัติตามคำแนะนำการใช้เครื่องทำสำเนาอย่างถูกต้อง นอกจากจะช่วยลดปัญหาแล้ว ยังช่วยให้การแก้ไขปัญหาทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น เพราะเป็นการลดสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหานั้น ๆ ให้น้อยลง

อย่างไรก็ตามแม้ว่าได้ปฏิบัติตามคำแนะนำต่าง ๆ แล้ว ปัญหาต่าง ๆ ก็สามารถเกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะปัญหาที่เป็นผลมาจากการสึกหรอของชิ้นส่วนอุปกรณ์ และความผิดพลาดในการทำงานของเครื่องทำสำเนาการได้ศึกษาปัญหา สาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และทดลองปฏิบัติในปัญหาที่สามารถแก้ไขได้ด้วยตนเอง จะช่วยให้เกิดความประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปในการเรียกช่างจากบริษัทตัวแทนจำหน่ายมาทำการแก้ไขซ่อมแซมให้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังระยะเวลารับประกันแล้ว

ในการแก้ไขปัญหาใดปัญหาหนึ่งด้วยตัวเองให้ประสบความสำเร็จนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีวิธีการแก้ไขปัญหาที่เป็นระบบ ซึ่งต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องทำสำเนาและอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของหลักเหตุผล การรวบรวมข้อมูลของปัญหาต้องอาศัยความช่างสังเกต ละเอียด รอบคอบ และการวิเคราะห์ถึงสาเหตุต้องอาศัยหลักเหตุผล อันจะช่วยให้ไม่ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายไปกับการแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก หรือแก้ไขสิ่งที่ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา เมื่อรวบรวมสาเหตุต่าง ๆ ที่อาจเป็นไปได้ของปัญหาแล้วก็ให้เรียงลำดับสาเหตุของปัญหาที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้นได้มากที่สุดไปหาน้อยที่สุด แล้วจึงทำการตรวจสอบว่าเป็นสาเหตุของปัญหานั้นจริงหรือไม่ ถ้าไม่ ก็ตรวจสอบสาเหตุต่อไป จนเมื่อพบว่าสาเหตุใดเป็นสาเหตุของปัญหาก็ให้ทำการแก้ไขต่อไป ซึ่งถ้าปัญหายังไม่หมดไปก็อาจต้องกลับไปที่ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลของปัญหาหรือการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาอีกครั้ง



ภาพที่ 77 ขั้นตอนการแก้ปัญหา

นอกเหนือจากคู่มือแนะนำการติดตั้ง และการใช้งานเครื่องทำสำเนาที่มีเนื้อหาในส่วนของปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหาที่สามารถใช้เพื่อแก้ไขปัญหาบางปัญหาที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเองแล้ว ในปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตเครื่องทำสำเนารายใหญ่ ๆ ได้พัฒนาระบบการวินิจฉัยสภาพการทำงานและปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องทำสำเนาที่เป็นระบบวิถีไกล โดยจะอาศัยการตรวจสอบผ่านสายโทรศัพท์ที่ต่อพ่วงกับเครื่องทำสำเนา ร่วมกับซอฟต์แวร์ที่เขียนขึ้นโดยเฉพาะ ภายหลังการวินิจฉัยวิศวกรหรือช่างเทคนิคที่ทำหน้าที่ให้บริการจะเป็นผู้ปรับตั้งเครื่องทำสำเนาผ่านทางสายโทรศัพท์ให้ได้ หรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการแก้ไขปัญหาแก่ลูกค้า หรือในกรณีที่มีการเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องก็สามารถนำไปเปลี่ยนให้ ณ บริษัทลูกค้าได้ทันที โดยไม่ต้องเดินทางไปตรวจสอบการทำงานของเครื่องทำสำเนาที่บริษัทของลูกค้าก่อน แล้วจึงย้อนกลับไปเพื่อนำชิ้นส่วนที่เสียหายมาทำการเปลี่ยนให้ทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว บริการหลังการขายลักษณะนี้นับว่าเป็นกลยุทธ์ทางการตลาดรูปแบบหนึ่งที่ช่วยในการรักษาลูกค้ารายเดิม และดึงดูดลูกค้ารายใหม่ ๆ ได้เป็นอย่างดี

สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นในการพิมพ์ด้วยเครื่องทำสำเนานั้นมีอยู่ด้วยกันมากมาย ซึ่งไม่สามารถกล่าวได้ทั้งหมดในที่นี้ จึงขอเลือกกล่าวถึงปัญหา สาเหตุของปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของภาพเท่านั้น ซึ่งมีด้วยกันดังต่อไปนี้

1.8.1 ภาพพิมพ์ไม่ปรากฏบนแผ่นพิมพ์

ปัญหาภาพพิมพ์ไม่ปรากฏบนแผ่นพิมพ์เป็นปัญหาที่วางต้นฉบับโดยถูกต้อง (ภาพต้นฉบับด้านที่มีภาพคว่ำลงบนเพลเทน) และได้กดสวิตช์ให้เครื่องทำงานแล้ว แต่ปรากฏผลว่าแผ่นพิมพ์ที่ได้ออกมาจากเครื่องทำสำเนา ไม่มีภาพพิมพ์ปรากฏอยู่ สำหรับสาเหตุของปัญหานี้มีด้วยกันหลายประการ และมีวิธีแก้ไขดังนี้

1.8.1.1 หน่วยจ่ายประจุให้หน่วยบันทึกภาพไม่ทำงาน จึงไม่จ่ายประจุให้แก่หน่วยบันทึกภาพ ซึ่งอาจเกิดจากเส้นลวดโคโรนาเกิดความเสียหาย หรือส่วนต่อเชื่อมระหว่างหน่วยจ่ายประจุกับแหล่งจ่าย ไฟฟ้าไม่สัมผัสกัน

วิธีแก้ไข ตรวจสอบถึงสาเหตุของการจ่ายประจุของหน่วยประจุ ถ้าเกิดจากเส้นลวดโคโรนาขาดให้ทำการเปลี่ยนใหม่ แต่ถ้าส่วนเชื่อมต่อระหว่างหน่วยจ่ายประจุกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าไม่สัมผัสกันก็ทำการแก้ไขให้สัมผัสกัน

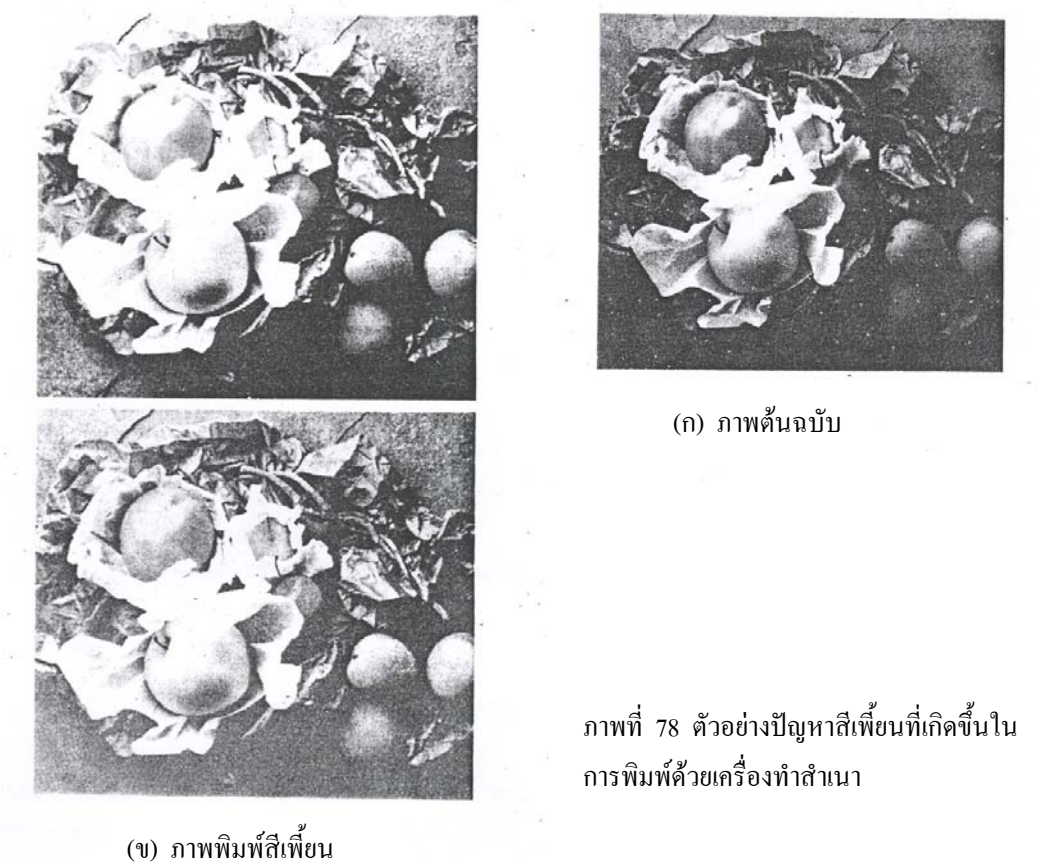
1.8.1.2 หน่วยจ่ายประจุให้แก่วัสดุใช้พิมพ์ไม่ทำงาน จึงไม่จ่ายประจุให้แก่วัสดุใช้พิมพ์ทำให้ภาพโทนเนอร์บนหน่วยบันทึกภาพไม่ถ่ายโอนไม่พิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์

วิธีแก้ไข ให้ตรวจสอบและทำการแก้ไขเหมือนกับกรณีหน่วยจ่ายประจุให้หน่วยบันทึกภาพไม่ทำงาน

1.8.1.3 หน่วยสร้างภาพไม่สร้างภาพ อาจเกิดจากการติดตั้งหน่วยสร้างภาพไม่ถูกต้อง หรือถ้าเป็นกรณีที่หน่วยสร้างภาพ มีลักษณะเป็นตลับอาจไม่ได้ดึงเทปพลาสติกที่ปิดช่องทางออกของโทนเนอร์เพื่อกันโทนเนอร์หกเลอะออก หรืออาจเกิดจากลูกกลิ้งแม่เหล็กทำงานผิดปกติ จึงไม่จ่ายโทนเนอร์ให้แก่หน่วยบันทึกภาพ เป็นต้น

วิธีแก้ไข ตรวจสอบว่าหน่วยสร้างภาพได้รับการติดตั้งอย่างถูกต้องตรงตำแหน่งหรือไม่ เทปพลาสติกปิดช่องทางออกได้รับการดึงออกแล้วหรือไม่จากตลับโทนเนอร์ ลูกกลิ้งหรือส่วนอุปกรณ์อื่นใดในหน่วยสร้างภาพทำงานผิดปกติหรือเกิดความเสียหายหรือไม่ จากนั้นจึงทำการแก้ไขตามคำแนะนำคู่มือการใช้เครื่องทำสำเนา ซึ่งถ้าไม่สามารถแก้ไขได้เองก็ให้เรียกช่างซ่อมมาทำการแก้ไข

1.8.2 ภาพพิมพ์สีเพี้ยน



(ก) ภาพต้นฉบับ

(ข) ภาพพิมพ์สีเพี้ยน

ภาพที่ 78 ตัวอย่างปัญหาสีเพี้ยนที่เกิดขึ้นในการพิมพ์ด้วยเครื่องทำสำเนา

ปัญหาภาพพิมพ์สีเพี้ยนในที่นี้ เป็นปัญหาภาพที่พิมพ์ได้มีมติของสีที่ผิดเพี้ยนไปจากสีของภาพของต้นฉบับกล่าวคือ ถ้าเป็นการพิมพ์ภาพขาวดำ ความดำของภาพอาจสูงหรือต่ำเกินไป หรือถ้าการเป็นการพิมพ์ภาพสีแล้ว ภาพที่ได้อาจมีสีสัน ความอิ่มตัวสีสัมพัทธ์ ผิดเพี้ยนไปจากสีของภาพต้นฉบับ

สาเหตุของภาพพิมพ์ผิดเพี้ยนมีด้วยกันหลายประการ เริ่มตั้งแต่สีของต้นฉบับภาพผลิตโดยใช้สารสีคนละประเภทกับสารให้สีในโทนเนอร์ เทคนิควิธีการในการทำให้ภาพเกิดมีความแตกต่างกันไม่มากก็น้อย จึงส่งผลให้สีเป็นผลจากระบบการแยกสีของเครื่องทำสำเนา ซึ่งเกี่ยวข้องกับแหล่งกำเนิดแสง ฟิลเตอร์แยกสี และ/หรือพิมพ์ด้วยเครื่องทำสำเนาแบบแอนะล็อกนั้น ผู้ใช้คงไม่สามารถทำอะไรได้มากนัก ความถูกต้องของการผลิตสีของเครื่องทำสำเนาเป็นอย่างไรขึ้นกับเทคโนโลยีที่ผู้ผลิตแต่ละรายใช้ แม้ว่าเครื่องทำสำเนาประเภทนี้อาจมีหมวดการแก้สีให้เลือกใช้อยู่บ้าง แต่ก็ไม่เพียงพอสำหรับการผลิตสีภาพพิมพ์ภายใต้สภาวะการพิมพ์ที่หลากหลายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาใช้เพื่อพิมพ์ภาพปรู๊ฟภาพสี ดังนั้นหากต้องการใช้เครื่องทำสำเนาสำหับงานปรู๊ฟภาพสีทางการพิมพ์แล้ว ควรเลือกใช้เครื่องทำสำเนาดิจิตอลที่สามารถต่อพ่วงเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์ได้

สำหรับปัญหาสีเพี้ยนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องทำสำเนา มีสาเหตุหลายประการ และมีวิธีแก้ไขดังนี้

1.8.2.1 ภาพพิมพ์มีความเข้มของสีมากเกินไป เป็นปัญหาที่ภาพพิมพ์ในทุกบริเวณมีความเข้มสีสูงกว่าภาพต้นฉบับ โดยบริเวณไร้ภาพหรือบริเวณสว่างของภาพอาจปรากฏเป็นสีต่าง ๆ ขึ้นด้วย ปัญหานี้เกิดจากสาเหตุได้หลายประการและมีวิธีการแก้ไข ดังนี้

1) การตั้งค่าความเข้มของการทำสำเนามากเกินไป เครื่องทำสำเนาโดยทั่วไปมีปุ่มสำหรับปรับเลือกความเข้มจางการพิมพ์ด้วยมือ ซึ่งสามารถปรับเลือกได้หลายระดับแตกต่างกันตามการออกแบบและสร้างเครื่องทำสำเนาแต่ละราย ทั้งนี้ถ้าเลือกระดับความเข้มการพิมพ์มากเกินไปแล้ว ก็จะส่งผลให้ภาพที่พิมพ์ได้มีความดำทั้งภาพมากเกินไป อย่างไรก็ตามเครื่องทำสำเนาในปัจจุบันมีระบบควบคุมการฉายแสงอัตโนมัติ ซึ่งจะควบคุมปริมาณแสงที่ตกกระทบบนหน่วยบันทึกภาพให้เหมาะสมกับระดับความเข้มจางของภาพต้นฉบับ

วิธีแก้ไข ปรับระดับความเข้มจางการพิมพ์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม หรือที่ต้องการ

2) ทัศนูปกรณ์เกิดความสกปรก กล่าวคือ กระจกหรือเลนส์ต่าง ๆ เกิดความสกปรก

วิธีแก้ไข

- ควรใช้วิธีแก้ไขเชิงป้องกัน โดยการตั้งเครื่องทำสำเนาในสถานที่ที่ปลอดฝุ่น เมื่อเลิกใช้งานควรคุมเครื่องทำสำเนาด้วยพลาสติกคลุมเครื่องทุกครั้ง

- ทำความสะอาดทัศนูปกรณ์ที่สกปรกนั้น ให้ทำความสะอาดตามคำแนะนำในคู่มือการใช้เครื่องทำสำเนานั้น ๆ อาทิ การเช็ดด้วยผ้าปราศจากขุย การใช้แอลกอฮอล์เช็ดทำความสะอาด หรือการปัดทำความสะอาดด้วยแปรงขนนุ่ม อย่างไรก็ตามการเข้าถึงทัศนูปกรณ์เพื่อนำออกมาทำความสะอาดอาจไม่สามารถทำได้ง่ายโดยเฉพาะเครื่องทำสำเนาที่มีกลไกการทำงานซับซ้อน ซึ่งหากไม่มีความชำนาญอาจทำให้เกิดความเสียหายขึ้นแก่อุปกรณ์ภายในอื่น ๆ ได้ ดังนั้นจึงควรเลือกช่างที่ทำหน้าที่ในการซ่อมเครื่องโดยเฉพาะทำความสะอาดให้

3) ความผิดปกติของแหล่งกำเนิดแสงหลัก ความผิดปกติในที่นี้อาจเกิดจากแหล่งกำเนิดแสงหลักหมดอายุ เสียหาย หรือไม่ได้รับพลังงานไฟฟ้าจ่ายแหล่งจ่ายไฟฟ้า ทำให้ปริมาณแสงที่ฉายลงบนหน่วยบันทึกภาพน้อยเกินไป จึงทำให้มีประจุส่วนเกินเหลืออยู่บนหน่วยบันทึกภาพไม่ได้รับการกำจัดลงดินผ่านสายดิน ทำให้มีโทนเนอร์ปริมาณมากเกินไปถ่ายโอนมาสร้างาภาพแฝงบนหน่วยบันทึกภาพและถ่ายโอนลงบนวัสดุใช้พิมพ์

วิธีแก้ไข ถอดหลอดไฟกำเนิดแสงหลักออกมาตรวจสอบ เช่น ดูว่าไส้หลอดขาดหรือไม่ หรือใช้โวลต์มิเตอร์ / โอห์มมิเตอร์วัดความต้านทานของหลอดว่าเป็นอย่างไร เป็นต้น ถ้าผลการตรวจสอบ แสดงว่าหลอดไฟกำเนิดแสงมีความเสียหาย ก็ให้ทำการเปลี่ยนหลอดใหม่มาใช้แทน แต่ถ้าหลอดไฟกำเนิดแสงปกติ ก็ให้ตรวจสอบว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าหลอดหรือไม่ด้วยโวลต์มิเตอร์ / โอห์มมิเตอร์ ซึ่งถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าหลอดเลยจะทำให้พิมพ์ภาพเป็นสีดำหรือเป็นสีใดสีหนึ่งพิมพ์ทั้งหน้า แต่ถ้ามีกระแสไหลเข้าหลอดบ้าง แต่น้อยกว่าที่ควรจะเป็น ก็จะทำให้ภาพมีความเข้มสูงกว่าปกติ ทั้งนี้อาจเกิดจากแหล่งไฟฟ้าหมดอายุหรือเสียหาย หรือมีปัญหาการเชื่อมต่อระหว่างแหล่งกำเนิดแสงหลักกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าหลอดกำเนิดแสงน้อย ซึ่งอาจเกิดจากสนิมที่ขั้วต่อ ในกรณีนี้ก็อาจใช้กระดาษทรายขัดเอาสนิมออก แต่ถ้าแหล่งจ่ายไฟฟ้าเสียหายก็ต้องทำการเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟฟ้าใหม่ อย่างไรก็ตามหากไม่แน่ใจว่าเกิดจากสาเหตุใดหรือไม่สามารถแก้ไขได้เอง ก็ควรเลือกช่างซ่อมมาทำการแก้ไขให้

4) ความผิดปกติของแหล่งกำเนิดแสงลบประจุ ความผิดปกติในที่นี้อาจเกิดจากแหล่งกำเนิดแสงหมดอายุ เสียหาย หรือไม่ได้รับพลังงานไฟฟ้าจ่ายแหล่งจ่ายไฟฟ้า เป็นเหตุให้ไม่เกิดการลบประจุหรือลบประจุได้ไม่หมดหลังการพิมพ์ภาพใด ๆ

วิธีแก้ไข ให้ทำการตรวจสอบ และแก้ไขเหมือนกับความผิดปกติของแหล่งกำเนิดแสงหลัก

1.8.2.2 ภาพพิมพ์มีความเข้มของสีน้อยเกินไป ปัญหาภาพพิมพ์มีความเข้มสีน้อยกว่าภาพต้นฉบับเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่คล้ายคลึงปัญหาภาพพิมพ์มีความเข้มของสีมากเกินไป แต่เป็นไปในลักษณะตรงข้ามกัน นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) ปริมาณของโทนเนอร์ในหน่วยสร้างภาพมีน้อยเกินไป ทำให้ไม่เพียงพอที่จะจ่ายให้แก่หน่วยบันทึกภาพในการสร้างภาพ

วิธีแก้ไข ตรวจสอบระดับโทนเนอร์ในเครื่องทำสำเนาว่ามีเพียงพอหรือไม่ ถ้าไม่บรรจุโทนเนอร์เข้าเครื่องทำสำเนา โดยปกติเครื่องทำสำเนาในปัจจุบันมีระบบตรวจจับระดับโทนเนอร์ในหน่วยสร้างภาพ ถ้าระดับโทนเนอร์มีน้อยเกินไป จะปรากฏข้อความหรือสัญญาณเตือนแจ้งให้ทราบ นอกจากนี้การที่โทนเนอร์ที่จะจ่ายให้แก่หน่วยบันทึกภาพมีน้อย ยังอาจเกิดจากมอเตอร์ขับเคลื่อนการจ่ายโทนเนอร์จากภาชนะบรรจุเสียหายหรือไม่ทำงาน ซึ่งหากเป็นกรณีหลังนี้จำเป็นต้องเรียกช่างซ่อมมาทำการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ให้

2) ทัศนูปกรณ์และลวดโคโรนาสกปรก ความสกปรกในในบางลักษณะจะส่งผลให้ปริมาณแสงที่ตกกระทบบนหน่วยบันทึกภาพมากเกินไป ในกรณีของทัศนูปกรณ์ และส่งผลให้ประจุไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่หน่วยบันทึกภาพมีน้อยเกินไป ในกรณีของลวดโคโรนา

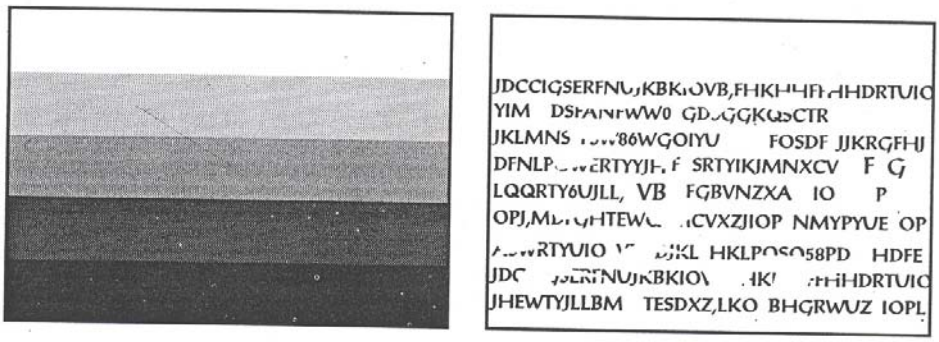
วิธีแก้ไข ตรวจสอบว่าทัศนูปกรณ์และลวดโคโรนาในหน่วยประจุหลัก มีความสกปรก หรือไม่ ถ้าสกปรกให้ทำความสะอาดโดยใช้วิธีการ วัสดุและอุปกรณ์ตามที่ระบุไว้ในคู่มือแนะนำการใช้งานของเครื่อง ถ้าไม่สามารถทำได้ด้วยตัวเอง ให้เรียกช่างซ่อมมาทำความสะอาดให้

3) หน่วยบันทึกภาพเสื่อมสภาพ โดยถ้าหน่วยบันทึกภาพเกิดการสึกจากการใช้งานเป็นเวลานานซึ่งเกิดจากแรงเสียดทานที่เกิดจากการสัมผัสกับกระดาษ โดยเฉพาะกระดาษที่มีผิวหยาบ หรือที่เกิดจากใบปาดทำความสะอาด จะส่งผลให้รับประจุไฟฟ้าได้ไม่ดี จึงเป็นเหตุให้ดึงดูดโทนเนอร์ได้น้อยลง

วิธีแก้ไข ทำการเปลี่ยนหน่วยบันทึกภาพใหม่

4) วัสดุใช้พิมพ์มีความชื้นสูงเกินไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระดาษ ถ้ากระดาษที่ใช้มีความชื้นสูงเกนไปจะส่งผลให้โทนเนอร์เกาะติดน้อย นอกจากนี้ยังส่งผลให้กระดาษติดกัน ทำให้เกิดปัญหาการป้อนเข้าพิมพ์ได้

วิธีแก้ไข เปลี่ยนกระดาษใหม่ที่มีความชื้นน้อยกว่ามาใช้แทน ทั้งนี้ควรเลือกกระดาษที่มีสมบัติต่าง ๆ เป็นไปตามที่ผู้ผลิตเครื่องทำสำเนากำหนด โดยเฉพาะอย่างยิ่งควรเป็นกระดาษที่มีความคงสภาพเชิงมิติดีและเพื่อป้องกันไม่ให้กระดาษดูดความชื้นได้มากเกินไป ไม่ควรแกะกระดาษออกจากห่อแล้วทิ้งไว้ก่อนการใช้งานเป็นเวลานาน สถานที่เก็บกระดาษควรมีสภาวะเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด รวมทั้งควรคล้ายคลึงหรือเหมือนกับสถานที่ตั้งเครื่องทำสำเนา



ภาพที่ 79 ตัวอย่างปัญหาภาพพิมพ์กระดำกระด่างที่เกิดขึ้นในการพิมพ์ด้วยเครื่องทำสำเนา

ปัญหาภาพพิมพ์กระดำกระด่าง เป็นปัญหาที่ภาพพิมพ์มีความเข้มของภาพไม่สม่ำเสมอในแต่ละบริเวณเกิดจากปริมาณโทนเนอร์ที่ถ่ายโอนลงบนวัสดุใช้พิมพ์ในแต่ละบริเวณไม่สม่ำเสมอ สาเหตุสำคัญของปัญหานี้และวิธีการแก้ไขมีดังนี้

1.8.3.1 ทัศนูปกรณ์สกปรก ส่งผลให้แสงตกกระทบบนหน่วยบันทึกภาพได้ไม่สม่ำเสมอ

วิธีแก้ไข ทำความสะอาดทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ ตามคำแนะนำในคู่มือการใช้งานเครื่องทำสำเนา ตัวอย่างเช่น การใช้ผ้านุ่มปราศจากขุย แปรงขนอ่อน หรือที่เป่าลม ปัดทำความสะอาดฝุ่นจากเลนส์ แต่ถ้าเลนส์เปื้อนเลอะไขมันหรือน้ำมันก็อาจมีความจำเป็นต้องทำความสะอาด โดยใช้ผ้านุ่มปราศจากขุยชุบแอลกอฮอล์หรือน้ำยาทำความสะอาดเลนส์เช็ดทำความสะอาด เป็นต้น

1.8.3.2 หน่วยจ่ายประจุสกปรก ลวดโคโรนาที่สกปรก โดยถ้าสิ่งสกปรกที่มาสะสมอยู่ที่ลวดมีสมบัติในการรับประจุไฟฟ้าได้ดีแล้ว จะส่งผลให้มีการสะสมของประจุมากเกินไปบริเวณที่สิ่งสกปรกนั้นสะสมอยู่ ทำให้หน่วยจ่ายประจุจ่ายประจุให้แก่บริเวณต่าง ๆ บนหน่วยบันทึกภาพได้ไม่สม่ำเสมอ เป็นเหตุให้โทนเนอร์ถ่ายโอนมาติดบนหน่วยบันทึกภาพและบนวัสดุใช้พิมพ์ตามลำดับได้ไม่สม่ำเสมอ

วิธีแก้ไข ทำความสะอาดลวดโคโรนา ตามคำแนะนำในคู่มือการใช้เครื่องทำสำเนา ตัวอย่างเช่น ใช้ก้านพลาสติกพันสำลีชุบแอลกอฮอล์ทำความสะอาดให้ทั่วเส้นลวด เป็นต้น

1.8.3.3 แหล่งกำเนิดแสงให้แสงไม่สม่ำเสมอ แหล่งกำเนิดแสงใกล้หมดอายุการใช้งาน มักให้แสงที่มีความเข้มแสงไม่สม่ำเสมอลงบนต้นฉบับภาพ จึงทำให้ภาพที่พิมพ์มีความเข้มไม่สม่ำเสมอ

วิธีแก้ไข เปลี่ยนหลอดกำเนิดแสงหลอดใหม่

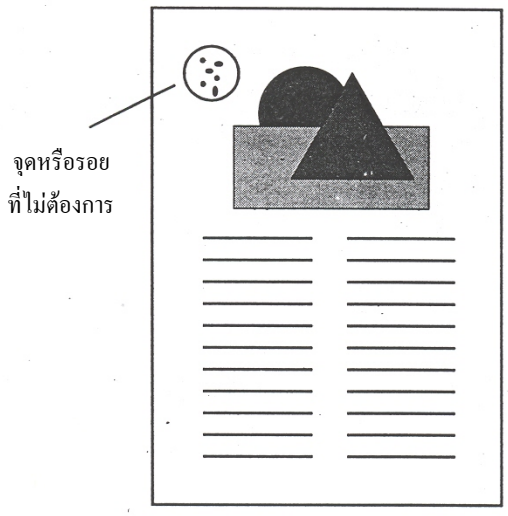
1.8.3.4 หน่วยสร้างภาพทำงานผิดปกติ ซึ่งเกิดจากส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในหน่วยสร้างภาพเกิดความชำรุดเสียหาย ทำให้การสร้างภาพในแต่ละบริเวณบนหน่วยบันทึกภาพเป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอ

วิธีแก้ไข ดำเนินการให้ช่างซ่อมตรวจสอบหน่วยสร้างภาพ เพื่อหาชิ้นส่วนที่เสียหาย เพื่อนำออกมาซ่อมแซมหรือทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่ให้

1.8.3.5 หน่วยบันทึกภาพเสื่อมสภาพ โดยเกิดการสึกในลักษณะที่ไม่เท่ากันในทุกบริเวณ ก็จะส่งผลให้พิมพ์ได้ภาพที่มีความเข้มไม่สม่ำเสมอได้

วิธีแก้ไข ทำการเปลี่ยนหน่วยบันทึกภาพใหม่

1.8.4 จุดที่ไม่ต้องการ



ภาพที่ 80 ตัวอย่างปัญหาจุดที่ไม่ต้องการที่เกิดขึ้นในการพิมพ์ด้วยเครื่องทำสำเนา

ปัญหาจุดที่ไม่ต้องการ (unwanted spots) ในที่นี้หมายถึง จุดขาวหรือจุดดำที่ไม่ต้องการให้มีในภาพพิมพ์ทั้งนี้สาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหามีดังนี้

1.8.4.1 จุดที่ไม่ต้องการปรากฏบนต้นฉบับภาพ กล่าวคือ มีสิ่งสกปรกที่มีลักษณะเป็นจุดเปื้อนเลอะบนต้นฉบับภาพ

วิธีแก้ไข ทำความสะอาดต้นฉบับ ในกรณีที่ทำได้ เช่น จุดเปื้อนนั้นสามารถเช็ดออกได้โดยใช้ผ้า หรือถ้าจุดเปื้อนเลอะในบริเวณไม่ใช่ภาพ อาจใช้สารลบคำผิดสีขาวทำการลบจุดที่ไม่ต้องการออก แต่ถ้าไม่สามารถทำความสะอาดได้ ก็อาจจำเป็นต้องเปลี่ยนต้นฉบับใหม่ หรือถ้าเครื่องทำสำเนาที่ใช้เป็นเครื่องประเภทดิจิตอลและต่อพ่วงกับคอมพวเตอร์ ก็อาจทำการตกแต่งภาพด้วยซอฟต์แวร์ตกแต่งภาพ ก่อนส่งข้อมูลภาพไปพิมพ์ออกยังหน่วยพิมพ์ของเครื่อง

1.8.4.2 กระจกของหน่วยวางต้นฉบับสกปรก กล่าวคือ มีสิ่งสกปรกเปื้อนเลอะบนด้านใดด้านหนึ่งของแท่นกระจกใสของหน่วยวางต้นฉบับ

วิธีแก้ไข ทำความสะอาดด้วยผ้าสะอาดปราศจากขุย ชุบน้ำยาทำความสะอาดที่ผลิตมาสำหรับทำความสะอาดกระจกสำหรับเครื่องทำสำเนาโดยเฉพาะ สารทำความสะอาดที่ใช้เป็นสารที่จะไม่เหลือเป็นคราบบนกระจกและมีสารป้องกันไฟฟ้าสถิตรวมอยู่ด้วย ทำให้ลดปัญหาสิ่งสกปรกเกาะติดผิวกระจกได้

1.8.4.3 ความผิดปรกติของหน่วยสร้างภาพ เช่น โทนเนอร์ในหน่วยสร้างภาพเหลือน้อยเกินไป ทำให้มีบริเวณภาพบางบริเวณบนหน่วยบันทึกภาพไม่ได้รับการสร้างภาพ หรือส่วนประกอบใดส่วนประกอบหนึ่งในหน่วยสร้างภาพทำงานผิดปกติ ทำให้การจ่ายโทนเนอร์เป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอหรืออุปกรณ์กันโทนเนอร์เสื่อมสภาพ เป็นเหตุให้เกิดช่องว่างระหว่างหน่วยสร้างภาพและหน่วยบันทึก ภาพในระหว่างการสร้างภาพ ทำให้โทนเนอร์สามารถหกออกจากหน่วยสร้างภาพไปเปื้อนเลอะบนวัสดุใช้พิมพ์ได้ เป็นต้น

วิธีแก้ไข ให้เพิ่มปริมาณโทนเนอร์ให้แก่หน่วยสร้างภาพ

1.8.4.4 หน่วยบันทึกภาพเกิดความบกพร่องหรือเสียหาย ถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งของหน่วยบันทึกภาพเกิดความเสียหาย เช่น เป็นรอยเว้า เกิดรอยขีดข่วน เป็นต้น

วิธีแก้ไข ความบกพร่องของหน่วยบันทึกภาพในลักษณะที่เป็นรอยขีดข่วน ที่ไม่ลึกมากและมีจำนวนไม่มากสามารถแก้ไขได้ โดยการขัดผิวหน่วยบันทึกภาพด้วยวัสดุขัดผิวที่มีผิวคล้ายกระดาษทรายโดยหน่วยบันทึกภาพที่สามารถขัดผิวได้ ต้องเป็นหน่วยบันทึกภาพที่เคลือบผิวด้วยสารโฟโตคอนดักเตอร์ซีลีเนียม ส่วนหน่วยบันทึกภาพที่เคลือบผิวด้วยสารโฟโตคอนดักเตอร์ประเภทอื่นไม่สามารถทำได้ ดังนั้นการแก้ไขต้องทำการเปลี่ยนหน่วยบันทึกภาพใหม่ อย่างไรก็ตามการขัดผิวไม่ควรทำด้วยตัวเอง ควรให้ช่างซ่อมที่มีความชำนาญเป็นผู้ทำ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายแก่ผิวของหน่วยบันทึกภาพเพิ่มมากขึ้น

1.8.4.5 หน่วยบันทึกภาพสกปรก เช่น มีโทนเนอร์ เส้นใยกระดาษ หรือสารเคมีต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบในกระดาษเกาะติดบนหน่วยบันทึกภาพ เป็นต้น

วิธีแก้ไข ทำความสะอาดหน่วยบันทึกภาพด้วยผ้าปราศจากขุยชุบแอลกอฮอล์

1.8.4.6 วัสดุใช้พิมพ์มีความบกพร่อง เช่น กระดาษที่ใช้มีความชื้นในแต่ละบริเวณแตกต่างกัน ฟิล์มพลาสิกได้รับการปรับผิวหน้าไม่สม่ำเสมอในทุกบริเวณ เป็นต้น ซึ่งทั้งสองกรณีทำให้เกิดการพิมพ์ติดบ้างไม่ติดบ้างบนวัสดุใช้พิมพ์

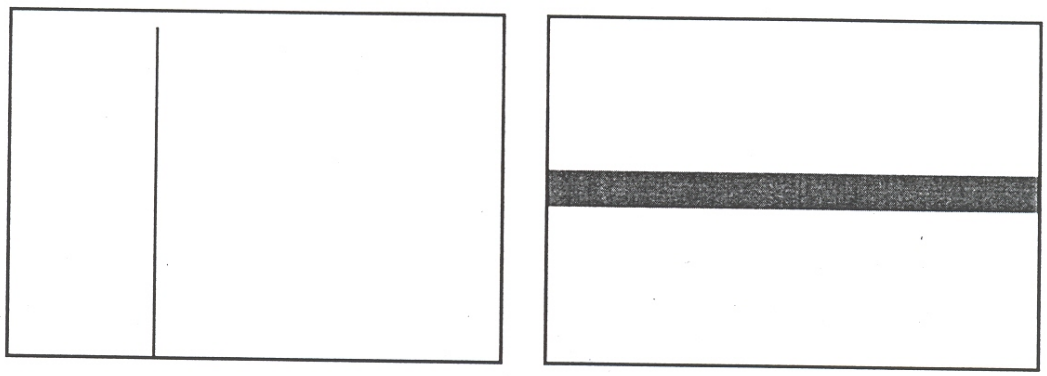
วิธีแก้ไข เปลี่ยนวัสดุใช้พิมพ์ที่มีสมบัติเหมาะสมมาใช้แทน และควรเก็บรักษาวัสดุใช้พิมพ์ โดยเฉพาะกระดาษในหีบห่อที่ปิดมิดชิดก่อนการใช้งาน เพื่อป้องกันการดูดซับความชื้นจากบรรยากาศภายนอก

1.8.4.7 ทางเดินวัสดุใช้พิมพ์และแผ่นพิมพ์สกปรก เช่น มีโทนเนอร์เกาะติดบนลูกกลิ้งวัสดุใช้พิมพ์ หรือบนสายพาน เป็นต้น

วิธีแก้ไข ตรวจสอบดูว่าสิ่งสกปรกสะสมที่ส่วนใดของทางเดินวัสดุใช้พิมพ์ ให้ทำความสะอาดตามคำแนะนำที่ปรากฏในคู่มือการใช้งานเครื่อง

ปัญหาจุดที่ไม่ต้องการนี้เกิดขึ้นได้ในสองลักษณะ กล่าวคือ เป็นจุดที่เกิดในตำแหน่งเดียวกันบนแผ่นพิมพ์ทุกแผ่น และเป็นจุดที่เกิดในตำแหน่งต่างกันบนแผ่นพิมพ์แต่ละแผ่น ทั้งนี้สาเหตุของปัญหาจุดที่ไม่ต้องการที่เกิด ณ ตำแหน่งเดียวกันบนแผ่นพิมพ์แต่ละแผ่น ได้แก่ ภาพต้นฉบับสกปรก กระจกวางต้นฉบับสกปรก หน่วยบันทึกภาพเกิดรอยขีดข่วนหรือมีความสกปรก ความสกปรกของหน่วยผนึกภาพและความสกปรกของทางเดินวัสดุใช้พิมพ์และแผ่นพิมพ์ ส่วนสาเหตุของปัญหาของจุดที่เกิดในตำแหน่งต่างกันบนแผ่นพิมพ์แต่ละแผ่น ได้แก่ ความบกพร่องของวัสดุใช้พิมพ์และความผิดปกติของหน่วยสร้างภาพ

1.8.5 เส้นหรือแถบที่ไม่ต้องการบนภาพพิมพ์



ภาพที่ 81 ตัวอย่างปัญหาเส้นและแถบที่ไม่ต้องการบนภาพพิมพ์ที่เกิดขึ้นในการพิมพ์ด้วยเครื่องทำสำเนา

ปัญหาเส้นหรือแถบที่ไม่ต้องการบนภาพพิมพ์ในที่นี้ หมายถึง เส้นหรือแถบขาวหรือดำบนแผ่นพิมพ์ซึ่งเป็นเส้นหรือแถบที่ไม่มีในภาพต้นฉบับ โดยอาจเป็นเส้นหรือแถบที่มีขอบคมหรือไม่ก็ได้ รวมทั้งสามารถเกิดขึ้นได้ในทุกทิศทางบนแผ่นพิมพ์ ไม่ว่าจะเป็นในทิศทางเดียวกับทิศทางการป้อนวัสดุใช้พิมพ์เข้าพิมพ์ หรือตั้งฉากกับทิศทางการป้อนวัสดุใช้พิมพ์ ทั้งนี้ขึ้นกับว่าเกิดจากสาเหตุใด สำหรับสาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ไขมีดังนี้

1.8.5.1 ต้นฉบับวางไม่ได้ฉากบนแท่นกระจกติดตั้งต้นฉบับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำสำเนาโดยการป้อนต้นฉบับเข้าทำสำเนาอัตโนมัติ ทำให้เกิดเส้นที่ขอบแผ่นพิมพ์ได้ นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากการติดตั้งวัสดุใช้พิมพ์ในถาดบรรจุไม่ถูกต้องตรงตำแหน่ง การย่อภาพในเครื่องที่ไม่มีแหล่งกำเนิดแสงลบขอบภาพ และการทำสำเนาจากต้นฉบับที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดวัสดุใช้พิมพ์

วิธีแก้ไข ตรวจสอบว่าต้นฉบับและวัสดุใช้พิมพ์ ได้รับการวางหรือบรรจุในตำแหน่งที่ถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้อง ให้ทำการวางตำแหน่งใหม่ให้ถูกต้อง หลีกเลี่ยงการย่อภาพด้วยเครื่องทำสำเนาที่ไม่มีแหล่งกำเนิดแสงลบขอบภาพ และการทำสำเนาจากต้นฉบับที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดวัสดุใช้พิมพ์ ในกรณีหลัง อาจทำสำเนาพร้อมกันทีเดียวโดยใช้ต้นฉบับสองแผ่นหรือสองหน้า เพื่อให้สามารถพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ขนาดใหญ่ได้พอดี

1.8.5.2 ทัศนูปกรณ์สกปรก จะกันแสงไม่ให้ตกกระทบบนหน่วยบันทึกภาพ ทำให้ประจุไฟฟ้าในบริเวณที่ไม่ได้รับแสงบนหน่วยบันทึกภาพไม่ผ่านสายดินลงดิน เป็นเหตุให้เกิดปัญหาเส้นดำขึ้น

วิธีแก้ไข ตรวจสอบว่าทัศนูปกรณ์ใดสกปรก ให้ทำความสะอาดทัศนูปกรณ์ที่สกปรกนั้นด้วยวิธีการ วัสดุและอุปกรณ์ตามที่ได้ระบุไว้ในคู่มือการใช้เครื่องทำสำเนา

1.8.5.3 หน่วยจ่ายประจุสกปรก ถ้าหน่วยจ่ายประจุสกปรกจะก่อให้เกิดเส้นได้ในสองลักษณะ กล่าวคือถ้าสิ่งสกปรกนั้นมีผลทำให้การจ่ายประจุลงบนหน่วยบันทึกภาพได้น้อยลง อาทิ กีดขวางทางเดินของประจุไฟฟ้าจะส่งผลให้เกิดเส้นหรือแถบขาวหรือสีจาง สิ่งสกปรกประเภทนี้ เช่น เศษกระดาษหรือฝุ่นผงต่าง ๆ แต่ถ้าสิ่งสกปรกนั้นช่วยสะสมประจุไฟฟ้าและจ่ายประจุให้แก่หน่วยบันทึกภาพมากขึ้น ก็จะส่งผลให้เกิดเส้นหรือแถบสีเข้ม สิ่งสกปรกประเภทนี้ เช่น โทนเนอร์ สนิมที่เป็นผลจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นต้น

วิธีแก้ไข ให้ถอดหน่วยจ่ายประจุออกจากเครื่องทำสำเนา ตามคำแนะนำในคู่มือการใช้งานเครื่องทำสำเนาทำความสะอาดหน่วยจ่ายประจุโดยใช้ผ้า อุปกรณ์เป่าลม หรือเครื่องดูดฝุ่นในการทำความสะอาดเศษหรือขุยกระดาษและโทนเนอร์ หากมีคราบสีเหลืองน้ำตาลของโอโซน ที่เป็นผลจากการจ่ายประจุด้วยวิธีโคโรนา การทำความสะอาดสามารถทำได้โดยใช้น้ำ สนิมสามารถขจัดให้หมดไปได้โดยใช้กระดาษทรายผิวละเอียด ส่วนลวดโคโรนานั้นการทำความสะอาดต้องระมัดระวังเนื่องจากเป็นลวดบางทั้งนี้ให้ใช้ไม้ปลายพันสำลีชุบด้วยแอลกอฮอล์ทำความสะอาด

1.8.5.4 หน่วยบันทึกภาพมีเส้นขีดยาว เมื่อมีเส้นขีดยาวเกิดขึ้นที่ผิวหน่วยบันทึกภาพ ภาพของเส้นขีดยาวดังกล่าวก็จะปรากฏบนแผ่นพิมพ์ด้วย

วิธีแก้ไข ถ้าหน่วยบันทึกภาพมีชั้นนำแสงเป็นสารพวกซีลีเนียมและรอยขูดขีดมีไม่มาก และไม่ลึกอาจอาศัยวัสดุขัดผิวทำการขัดผิวและนำไปใช้ใหม่ได้ แต่ถ้าหน่วยบันทึกภาพมีชั้นนำแสงเป็นสารชนิดอื่นหรือมีรอยขูดขีดมากหรือเป็นรอยลึก ให้ทำการเปลี่ยนหน่วยบันทึกภาพใหม่

1.8.5.5 ลูกกลิ้งผนึกภาพสึกหรือเป็นรอยขีดข่วน ซึ่งเกิดจากความร้อนและการเสียดสี ทำให้ชั้นสารกันโทนเนอร์เกาะติดที่เคลือบบนลูกกลิ้งหายไป โทนเนอร์จึงเกาะติดบนลูกกลิ้งผนึกภาพและก่อให้เกิดเส้นขึ้นได้

วิธีแก้ไข เปลี่ยนลูกกลิ้งผนึกภาพใหม่

1.8.5.6 ใบปาดทำความสะอาดสกปรกหรือสึก ถ้าใบปาดทำความสะอาดหน่วยบันทึกภาพสกปรกเช่น มีฝุ่นกระดาษมาสะสมที่ส่วนปลายที่ใช้ปาดโทนเนอร์ หรือเกิดการสึกจากการใช้งาน จะทำให้ทำความสะอาดโทนเนอร์ส่วนเกินบนหน่วยบันทึกภาพได้ไม่หมด จึงเกิดเป็นเส้นของโทนเนอร์ที่ไม่ต้องการบนแผ่นพิมพ์ได้

วิธีแก้ไข

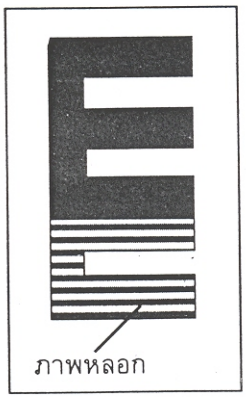
1) ในกรณีที่ใบปาดสกปรก ให้ทำความสะอาดใบปาด ตามคำแนะนำที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้งานเครื่องทำสำเนา

2) ในกรณีที่ใบปาดสึก ให้ทำการเปลี่ยนใบปาดใหม่

1.8.5.7 ทางเดินวัสดุใช้พิมพ์สกปรก เช่น มีโทนเนอร์หรือเศษกระดาษติดอยู่บนลูกกลิ้งป้อนกระดาษ เป็นต้น

วิธีแก้ไข ตรวจสอบดูว่าสิ่งสกปรกสะสมที่ส่วนใดของทางเดินวัสดุใช้พิมพ์ ให้ทำความสะอาดตามคำแนะนำที่ปรากฏในคู่มือการใช้เครื่องทำสำเนา

1.8.6 ภาพหลอก



ภาพที่ 82 ตัวอย่างปัญหาภาพหลอกที่เกิดขึ้นในการพิมพ์ด้วยเครื่องทำสำเนา

ภาพหลอกเป็นปัญหาของการพิมพ์ภาพซ้ำขึ้นบนแผ่นพิมพ์ เป็นภาพที่พิมพ์บนแผ่นพิมพ์โดยที่ไม่ปรากฏอยู่ในต้นฉบับ มีลักษณะเป็นภาพที่มีความเข้มน้อยกว่าภาพต้นแบบ ทั้งนี้สาเหตุสำคัญของปัญหาภาพหอกและวิธีแก้ไขมีดังนี้

1.8.6.1 ลูกกลิ้งผนึกภาพสึก เมื่อชั้นเคลือบกันโทนเนอร์ยึดเกาะของลูกกลิ้งผนึกภาพค่อย ๆ หมดไป เนื่องจากการใช้งาน จะทำให้โทนเนอร์ (ภาพ) ที่พิมพ์แล้วบนวัสดุใช้พิมพ์สามารถถ่ายโอนจากวัสดุใช้พิมพ์ไปเกาะติดบนลูกกลิ้งได้ ส่งผลให้เมื่อแผ่นพิมพ์แผ่นต่อมาผ่านเข้ามายังหน่วยผนึกภาพ โทนเนอร์บนลูกกลิ้งก็สามารถถ่ายโอนไปบนแผ่นพิมพ์นั้น ๆ ได้

วิธีแก้ไข ทำการเปลี่ยนลูกกลิ้งผนึกภาพใหม่

1.8.6.2 แหล่งกำเนิดแสงลบประจุทำงานผิดปกติ เสียหาย หรือเสื่อมสภาพ ส่งผลให้ไม่เกิดการลบประจุของภาพที่พิมพ์ไว้แต่เดิม จึงมีประจุไฟฟ้าของภาพที่พิมพ์แล้วหลงเหลืออยู่บนหน่วยบันทึกภาพทำให้สามารถดึงดูดโทนเนอร์มาสร้างภาพได้ และถ่ายโอนภาพหลอกนั้นลงบนวัสดุใช้พิมพ์ในการพิมพ์ครั้งถัดมา

วิธีแก้ไข ตรวจสอบว่าสาเหตุใดที่ทำให้แหล่งกำเนิดแสงลบประจุไม่ทำงานตามปกติ และทำการแก้ไขตามสาเหตุของปัญหานั้น อาทิ ถ้ามีสิ่งสกปรกปกคลุมหรือเปื้อนเลอะแหล่งกำเนิดแสง ทำให้แสงไม่สามารถฉายลงบนหน่วยบันทึกภาพได้ ก็ให้ทำความสะอาดแหล่งกำเนิดแสงด้วยการใช้ผ้านุ่มปราศจากขุยชุบแอลกอฮอล์เช็ดทำความสะอาด แต่ถ้าแหล่งกำเนิดแสงเสื่อมสภาพหรือใกล้หมดอายุการใช้งานก็ให้ทำการเปลี่ยนแหล่งกำเนิดแสงใหม่ นอกจากนี้ควรตรวจสอบด้วยว่ามีปัญหาการเชื่อมต่อระหว่างแหล่งกำเนิดแสงลบประจุและแหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือไม่ อันจะส่งผลให้กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่แหล่งกำเนิดแสงลบประจุมีน้อยเกินไปทำให้ลบประจุบนหน่วยบันทึกภาพได้ไม่หมด

1.8.6.3 หน่วยสร้างภาพไม่ทัน เป็นผลมาจากภาพต้นฉบับที่มีองค์ประกอบเป็นพื้นทึบขนาดใหญ่อยู่ตามด้วยพื้นสกรีน หรือภาพลักษณะอื่นที่ส่งผลให้การสร้างภาพเกิดมากในส่วนแรกของภาพ (ใช้โทนเนอร์ในปริมาณมาก) ทำให้หน่วยสร้างภาพสร้างภาพให้ส่วนหลังของภาพได้ไม่ทันหรือไม่สมบูรณ์

วิธีแก้ไข การแก้ไขควรทำในลักษณะเชิงป้องกัน กล่าวคือ ควรหลีกเลี่ยงการออกแบบงานพิมพ์ที่จะก่อให้เกิดปัญหาภาพหลอกขึ้น แต่ถ้ามีความจำเป็นก็อาจออกแบบในลักษณะลดความเข้มของพื้นทึบลง เช่น ให้มีพื้นที่เม็ดสกรีน 90 เปอร์เซ็นต์ แทนที่จะเป็นพื้นทึบ เป็นต้น และพิมพ์วัสดุใช้พิมพ์ตามด้านยาวของวัสดุใช้พิมพ์ (landscape) แทนการพิมพ์ตามด้านกว้าง (portrait) นอกจากนี้ควรมีการตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นเนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นที่ต่ำเกินไป จะทำให้ปัญหาภาพหลอกมีแนวโน้มการเกิดได้ง่ายขึ้น

1.8.7 ภาพพิมพ์พร่ามัว



(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพพิมพ์พร่ามัว

ภาพที่ 83 ตัวอย่างปัญหาภาพพิมพ์พร่ามัวที่เกิดขึ้นในการพิมพ์ด้วยเครื่องทำสำเนา

ปัญหาภาพพิมพ์พร่ามัวในที่นี้ หมายถึงปัญหาแต่ภาพที่พิมพ์หรือสำเนาได้มีความคมชัดน้อยกว่าต้นฉบับทั้งนี้สิ่งที่ต้องตรวจสอบประการแรกคือ ต้นฉบับได้รับการวางให้แนบสนิทกับแท่นวางต้นฉบับหรือไม่ ถ้าวางต้นฉบับไม่แนบสนิทแล้ว ปัญหานี้ก็สามารถเกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการสำเนาภาพจากหนังสือที่มีความหนามาก หรือนำต้นฉบับที่โก่งงอ ไม่ราบมาเป็นต้นฉบับในการทำสำเนา สำหรับสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหานี้และวิธีการแก้ไข มีดังนี้

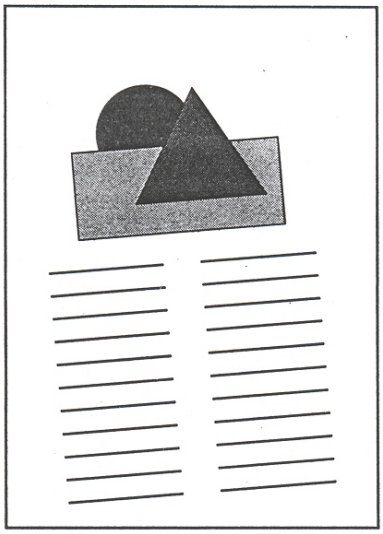
1.8.7.1 ความผิดปกติของทัศนูปกรณ์ ทัศนูปกรณ์ชิ้นสำคัญที่มีผลต่อความคมชัดของภาพก็คือ เลนส์ เนื่องจากเลนส์เป็นชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ตามกำลังการย่อขยายภาพ ดังนั้นหากเลนส์เคลื่อนไปอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ถูกต้องแล้ว การโฟกัสให้เกิดภาพที่คมชัดบนหน่วยบันทึกภาพก็จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ยังส่งผลให้ภาพมีลักษณะผิเพี้ยน ไม่ได้สัดส่วนที่ถูกต้องด้วย

วิธีแก้ไข ดำเนินการให้ช่างซ่อมทำการตรวจสอบและแก้ไขระบบขับเคลื่อนเลนส์ เพื่อให้เลนส์เคลื่อนที่ไปอยู่ มีตำแหน่งที่ถูกต้องเมื่อมีการเปลี่ยนแปลการย่อขยาย

1.8.7.2 หน่วยสร้างภาพทำงานผิดปกติ เช่น ลูกกลิ้งแม่เหล็กหมุนจ่ายโทนเนอร์ได้ไม่ราบรื่น เกิดการสะดุดเนื่องจากมีความผิดปกติเกิดขึ้นที่ฟันเฟืองของลูกกลิ้ง ก็จะส่งผลให้โทนเนอร์ที่จ่ายให้แก่หน่วยบันทึกภาพมีเส้นขอบที่ไม่คมได้ เนื่องจากโทนเนอร์ที่บริเวณขอบเกิดการเลอะเป็นต้น

วิธีแก้ไข ดำเนินการให้ช่างซ่อมทำการตรวจสอบ ทำการแก้ไขซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่สึกหรอในหน่วยสร้างภาพให้

1.8.8 ภาพพิมพ์ไม่ตรงตำแหน่งหรือไม่ได้ฉาก



ภาพที่ 84 ตัวอย่างปัญหาภาพพิมพ์ไม่ตรงตำแหน่งที่เกิดขึ้น
ในการพิมพ์ด้วยเครื่องทำสำเนา

การพิมพ์ไม่ตรงตำแหน่งหรือไม่ได้ฉากในที่นี้ เป็นปัญหาที่เมื่อพิมพ์ภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์แล้วภาพที่ได้ไม่ได้มีตำแหน่งถูกต้องอย่างที่ควรจะเป็น อาทิ ไม่อยู่ตรงกลางหน้า หรือในกรณีของภาพพิมพ์สอดสีนั้นเกิดการเหลี่ยมกันของภาพหมึกพิมพ์แม่สีแต่ละสี สาเหตุสำคัญของภาพพิมพ์ไม่ได้ฉากมีดังนี้

1.8.8.1 การวางตำแหน่งของต้นฉบับภาพบนแท่นวางต้นฉบับไม่ได้ฉาก

วิธีแก้ไข ให้ทำการวางต้นฉบับภาพบนแท่นวางต้นฉบับให้ได้ฉากตามสเกล การปิดฝาปิดแท่นควรปิดอย่างเบา เพื่อป้องกันไม่ให้ต้นฉบับภาพเคลื่อนที่จากตำแหน่ง

1.8.8.2 หน่วยป้อนต้นฉบับอัตโนมัติป้อนต้นฉบับเข้าแท่นวางต้นฉบับไม่ได้ฉาก

วิธีแก้ไข หาสาเหตุที่ทำให้หน่วยป้อนต้นฉบับอัตโนมัติป้อนต้นฉบับเข้าแท่นวางต้นฉบับไม่ได้ฉาก ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุได้หลายสาเหตุ เช่น มีสิ่งสกปรกติดขัดอยู่ภายใน ลูกกลิ้งดึงป้อนต้นฉบับสึก บรรจุต้นฉบับไม่ได้ฉากหรือบรรจุมากเกินไป เป็นต้น ดังนั้นถ้าสาเหตุมาจากสิ่งสกปรก ก็ให้ทำความสะอาด ถ้ามาจากลูกกลิ้งป้อนต้นฉบับสึก ก็ต้องทำการเปลี่ยนลูกกลิ้งใหม่ ถ้าบรรจุต้นฉบับไม่ได้ฉาก ก็บรรจุใหม่ให้ได้ฉาก แต่ถ้าบรรจุต้นฉบับมากเกินไป ก็ให้นำต้นฉบับบางส่วนออก

1.8.8.3 การบรรจุวัสดุใช้พิมพ์ในถาดบรรจุไม่ถูกต้อง

วิธีแก้ไข การบรรจุวัสดุใช้พิมพ์ในถาดป้อนวัสดุใช้พิมพ์ให้ได้ฉาก เลื่อนส่วนกำกับวัสดุใช้พิมพ์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ไม่เบียดชิดกับขอบวัสดุใช้พิมพ์มากเกินไปหรือยู่ห่างจนเกินไป รวมทั้งไม่บรรจุวัสดุใช้พิมพ์ในถาดบรรจุมากจนเกินไป

1.8.8.4 ลูกกลิ้งป้อนพาวัสดุใช้พิมพ์สึก ทำให้การป้อนพาวัสดุใช้พิมพ์เข้าพิมพ์จากถาดรองรับจนถึงหน่วยบันทึกภาพได้ไม่ตรงหรือไม่ได้ฉาก แผ่นวัสดุใช้พิมพ์เกิดการเอียง

วิธีแก้ไข ทำการเปลี่ยนลูกกลิ้งป้อนพาวัสดุใช้พิมพ์ที่สึกนั้นใหม่

1.8.8.5 สิ่งสกปรกติดขัดอยู่ในทางเดินแผ่นวัสดุใช้พิมพ์

วิธีแก้ไข กำจัดเศษวัสดุใช้พิมพ์หรือโทนเนอร์ที่ติดค้างออก

1.8.8.6 อุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่งกระดาษทำงานผิดปกติหรือเกิดความเสียหาย ทำให้ระบบควบคุมกระดาษไม่ควบคุมกระดาษให้หยุด และเคลื่อนเข้าทำการพิมพ์ในจังหวะเวลาที่ถูกต้องได้

วิธีแก้ไข ดำเนินการให้ช่างซ่อมตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่งกระดาษ เพื่อทำการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ชิ้นใหม่ให้

1.8.8.7 ระบบควบคุมการสร้างภาพแฝงทำงานผิดปกติ เป็นเหตุให้การสร้างภาพของหมึกพิมพ์แม่สีแต่ละสีบนหน่วยบันทึกภาพไม่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งเดียวกัน

วิธีแก้ไข ดำเนินการให้ช่างซ่อมตรวจสอบระบบควบคุมการสร้างภาพแฝงว่ามีอุปกรณ์ใดทำงานผิดปกติหรือไม่ เพื่อทำการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ชิ้นใหม่ให้

2. การพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์

2.1 ความหมาย

เครื่องพิมพ์เลเซอร์ หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์ส่งออกของระบบคอมพิวเตอร์หนึ่ง ๆ โดยใช้เพื่อพิมพ์ภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์ประเภทต่าง ๆ ในการพิมพ์อาศัยแสงเลเซอร์ในการยิงทีละจุดเพื่อทำให้เกิดเป็นภาพขึ้น เครื่องพิมพ์เลเซอร์จึงจัดเป็นเครื่องพิมพ์อิเล็กทรอโฟโตกราฟฟีประเภทหนึ่ง ทั้งนี้ในการพิมพ์ภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์ต่าง ๆ ได้นั้น อาศัยวิธีการทางไฟฟ้าสถิต

2.2 พัฒนาการ

ภายหลังจากที่บริษัท ซีร็อกซ์ ได้ผลิตเครื่องทำสำเนาออกจำหน่ายในท้องตลาดแล้ว บริษัทก็ได้เล็งเห็นถึงข้อดีของเทคโนโลยีการพิมพ์ซีโรกราฟีในแง่ของความเงียบ ความเร็วและคุณภาพการพิมพ์ จึงได้มอบหมายให้ แกรี สตาร์กเวเทอร์ (Gary Starkweather) ทำการประยุกต์เทคโนโลยีการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนามาใช้ในการผลิตเครื่องพิมพ์เลเซอร์ เพื่อให้เป็นเครื่องพิมพ์ที่สามารถพิมพ์งานได้รวดเร็วมากขึ้น มีความละเอียดในการพิมพ์สูงขึ้น สามารถพิมพ์ทั้งตัวอักขระและภาพกราฟิกต่าง ๆ ใน พ.ศ.2520 (ค.ศ.1977) บริษัท ซีร็อกซ์ ก็ประสบความสำเร็จในการผลิตเครื่องพิมพ์เลเซอร์เครื่องแรกออกจำหน่ายในท้องตลาดเป็นเครื่องพิมพ์รุ่น 9700 มีขนาดใหญ่มาก ใช้เป็นอุปกรณ์ส่งออกสำหรับคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ (mainframe computer) สามารถทำการพิมพ์ได้ 7000 บรรทัดต่อนาที ด้วยความละเอียดการพิมพ์ 300 จุดต่อนิ้ว

ต่อมาใน พ.ศ.2525 (ค.ศ.1982) บริษัท แคนนอน (Canon Corporation) ได้ประสบความสำเร็จในการผลิตเครื่องพิมพ์เลเซอร์แบบตั้งโต๊ะขึ้นเป็นเครื่องแรก มีชื่อเรียกว่า “แอลบีพี - 10” (LBP-10) และในปีถัดมาแคนนอนก็ได้ผลิตส่วนพิมพ์ (printer engine) สำหรับใช้ผลิตเครื่องพิมพ์เลเซอร์ส่วนบุคคลหรือเครื่องพิมพ์เลเซอร์แบบตั้งโต๊ะที่มีชื่อว่า “แอลบีพี - ซีเอกซ์” (LBP-CX) เพื่อออกจำหน่ายให้แก่บริษัทชั้นนำที่ดำเนินธุรกิจด้านคอมพิวเตอร์หลายบริษัท สำหรับนำไปใช้ในการสร้างเครื่องพิมพ์เลเซอร์แบบตั้งโต๊ะ การคิดค้นอุปกรณ์ส่วนพิมพ์ดังกล่าวทำให้สามารถผลิตเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่มีขนาดเล็กลงและราคาถูกลงได้ โดยบริษัทแรกที่บริษัทแคนนอนนำส่วนพิมพ์ไปเสนอคือ บริษัท ซีร็อกซ์ แต่ซีร็อกซ์ได้ปฏิเสธข้อเสนอของการร่วมมือกันทางธุรกิจกับบริษัทแคนนอน บริษัท แคนนอนจึงได้ไปเจรจากับบริษัทฮิวเลตต์แพคการ์ด บริษัทฮิวเลตต์แพคการ์ดเป็นบริษัทแรกที่สนใจนำส่วนพิมพ์แอลพีซีเอกซ์ไปใช้ผลิตเครื่องพิมพ์ในตระกูลเลเซอร์เจ็ต (LaserJet) เครื่องพิมพ์เลเซอร์เจ็ตเครื่องแรกที่ผลิตขึ้นผลิตใน ค.ศ.1984 โดยมีความเร็วในการพิมพ์งานที่ 8 หน้าต่อนาที ที่ความละเอียดการพิมพ์ 300 จุดต่อนิ้ว มีหน่วยความจำ 128 กิโลไบต์ และใช้ภาษาควบคุมการพิมพ์ที่เรียกว่า “พีซีแอล” (PCL)

นอกจากบริษัท ฮิวเลตต์แพคการ์ด แล้ว บริษัท แคนนอน ก็ได้ไปเจรจากับบริษัทคอมพิวเตอร์แอปเปิล ด้วย ซึ่งทางแอปเปิลก็ได้นำอุปกรณ์ส่วนพิมพ์มาพัฒนาและใช้สร้างเป็นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ไรเทอร์ (Laser Writer) ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์ภาษาโพสต์สคริปต์เครื่องแรกของโลก โดยเป็นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ขาวดำที่มีความละเอียดการพิมพ์ 300 จุดต่อนิ้ว ทั้งนี้ในขณะเดียวกันบริษัทแอปเปิลคอมพิวเตอร์ ยังได้คิดค้นคอมพิวเตอร์ตระกูลแมคอินทอชซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการซอฟต์แวร์ประมวลผลคำ และซอฟต์แวร์จัดหน้าขึ้นด้วย ทำให้เกิดระบบที่เรียกว่า “ระบบการจัดพิมพ์ตั้งโต๊ะ” ขึ้น โดยระบบดังกล่าวได้นำมาใช้งานทางด้านการจัดพิมพ์สิ่งพิมพ์ เนื่องจากคุณภาพงานพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ซึ่งนับเป็นการปฏิรูปขั้นตอนการผลิตสิ่งพิมพ์แบบเดิมและเป็นรากฐานของการพัฒนามาสู่การพิมพ์ระบบดิจิตอลในปัจจุบัน

จากนั้นเป็นต้นมาพัฒนาการของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ก็มีมาเป็นลำดับ ตามพัฒนาการทางคอมพิวเตอร์ทั้งในส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ พัฒนาการด้านอิเล็กทรอนิกส์ ด้านวัสดุการพิมพ์และพัฒนาการด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบกับความต้องการของลูกค้าที่ต้องการเครื่องพิมพ์ที่มีความสามารถการพิมพ์ที่สูงขึ้นและคุณภาพงานพิมพ์ที่ดีขึ้น ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนแล้วแต่จะมีส่วนช่วยส่งเสริมให้มีพัฒนาการของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ดำเนินมาอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้อาจสรุปพัฒนาการของเครื่องพิมพ์เลเซอร์เป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

2.2.1 ความสามารถการทำงาน เครื่องพิมพ์เลเซอร์ได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถในการทำงานที่สูงขึ้นรวมทั้งสามารถทำงานได้หลายลักษณะมากขึ้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- ความเร็วในการพิมพ์สูงขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการใช้พัฒนาตัวประมวลผลที่มีประสิทธิภาพ

การทำงานสูงขึ้น ตัวประมวลผลที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน ได้แก่ ตัวประมวลผลแบริสก์ (RISC) หรือตัวประมวลผลลดทอนชุดคำสั่ง (Reduced Instuction Set Computer) นอกจากตัวประมวลแล้ว แรมของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่ใช้มีขนาดใหญ่ขึ้นและสามารถเพิ่มขนาดของแรมได้ พอร์ต (port) หรือช่องทาง เข้าออกของข้อมูลและสายเคเบิลรับส่งข้อมูลสามารถรับส่งข้อมูลน้ำหนักสีได้เร็วขึ้น รวมทั้งก็มีการคิดค้นเทคโนโลยีการจัดการหน่วยความจำของเครื่องพิมพ์ เช่น เทคโนโลยีการบีบอัดข้อมูลน้ำหนักสีภาพ (contone compression technology) ทำให้สามารถพิมพ์ออกแฟ้มข้อมูลภาพที่มีขนาดใหญ่ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่มีแรมน้อยได้เป็นต้น

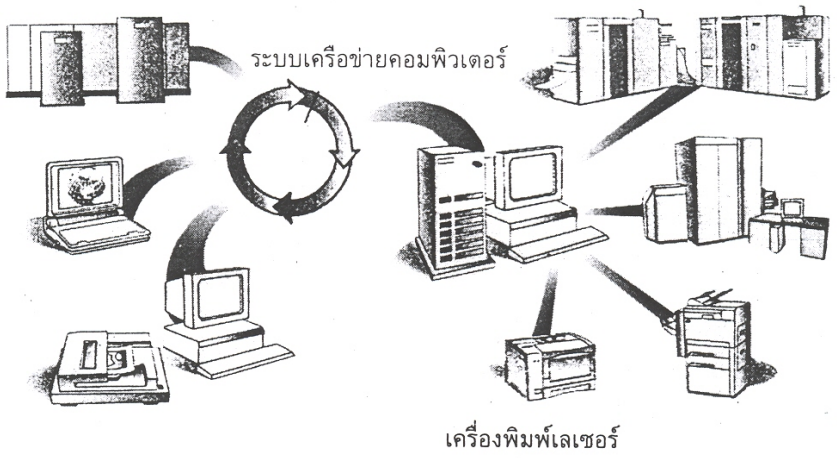
- ความสามารถในการพิมพ์แบบตัวพิมพ์ได้มากแบบและมากประเภท โดยมีการใช้รอมบรรจุแบบตัวพิมพ์จำนวนมากติดตั้งไว้ภายในเครื่องพิมพ์ ซึ่งแต่เดิมไม่มี ทำให้ในการพิมพ์ตัวพิมพ์แบบต่าง ๆ ไม่ต้องเสียเวลาถ่ายโอนแบบตัวพิมพ์จากฮาร์ดดิสส์ของคอมพิวเตอร์ที่เครื่องพิมพ์ต่อพ่วงอยู่ด้วย นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาแบบตัวพิมพ์แบบเอาต์ไลน์ (outline font) เพื่อมาใช้แทนแบบตัวพิมพ์แบบบิตแม็ป (bit mapped font) ซึ่งทำให้เครื่องพิมพ์สามารถพิมพ์ตัวพิมพ์ให้มีขอบที่คมชัดเมื่อมีการเพิ่มขนาดตัวพิมพ์

- ความสามารถในการพิมพ์ภาพได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นภาพลายเส้นขาวดำภาพลายเส้นสี ภาพฮาล์ฟโทนขาวดำ ตลอดจนภาพฮาล์ฟโทนสอดสี

- ความสามารถในการทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการหลายระบบหรือหลายแพลตฟอร์ม (platform) เช่น สามารถพิมพ์งานได้ทั้งภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ และระบบปฏิบัติการแมคอินทอช เป็นต้น

- ความสามารถในการพิมพ์ภาพได้สองหน้า เหมือนเช่นเครื่องทำสำเนาบางรุ่น

- ความสามารถในการทำงาน เป็นเครื่องพิมพ์ส่งออกสำหรับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยไม่เพียงแต่ใช้เป็นอุปกรณ์ส่งออกสำหรับระบบเครือข่ายระยะใกล้ (Local Area Network, LAN) แล้วในปัจจุบันยังได้มีการพัฒนา ให้สามารถควบคุมเครื่องพิมพ์วิธีการผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์อินเตอร์เน็ตหรืออินทราเน็ตได้ ซึ่งไม่เพียงแต่การสั่งพิมพ์งานเท่านั้น ยังสามารถปรับตั้งสภาวะการพิมพ์ต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงลำดับการพิมพ์งานก่อนหลัง และตรวจสภาพของเครื่องพิมพ์ได้ตามต้องการด้วย



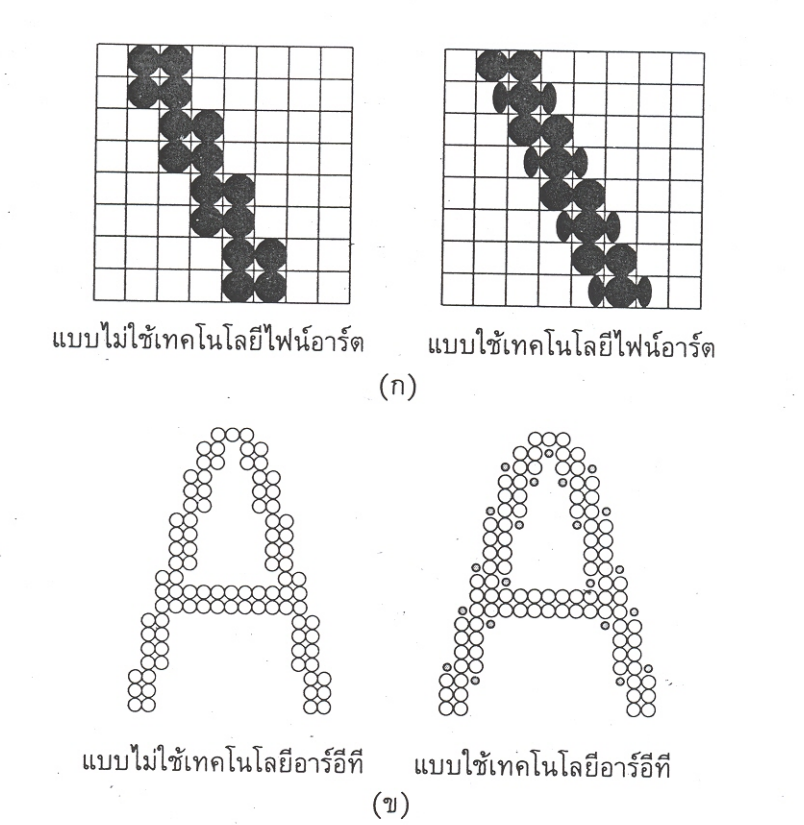
ภาพที่ 85 ตัวอย่างการใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์เป็นเครื่องพิมพ์สำหรับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

2.2.2 คุณภาพการพิมพ์ คุณภาพการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ได้รับการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.2.2.1 ความละเอียดการพิมพ์ ได้รับการพัฒนาให้สามารถพิมพ์งานได้ละเอียดมากขึ้น จากเดิมที่พิมพ์ด้วยความละเอียดการลงสกรีนได้เพียงไม่กี่ร้อยจุดต่อนิ้ว ก็พัฒนามาเป็นพันจุดต่อนิ้ว หรือหลายพันจุดต่อนิ้ว

2.2.2.2 การสร้างเม็ดสกรีน ได้มีการคิดค้นเทคนิควิธีลงสกรีนแบบต่าง ๆ เพื่อให้เครื่องพิมพ์เลเซอร์สามารถพิมพ์ภาพฮาล์ฟโทนที่มีคุณภาพที่ดีขึ้นได้ โดยมุ่งเน้นไปที่การคิดค้นเทคนิควิธีการแบบใหม่ที่จะส่งผลกระทบน้อยต่อการสูญเสียความละเอียดการพิมพ์ ซึ่งเป็นปัญหาที่พบอยู่ในระบบการลงสกรีนดิจิตอล รวมทั้งลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการลงสกรีนแบบเดิม อาทิ เทคโนโลยีการลงสกรีนแบบเอฟเอ็มที่นำมาใช้แทนการลงสกรีนแบบเอเอ็ม ทำให้สามารถพิมพ์ภาพให้มีความละเอียดมากขึ้นไม่มีปัญหาลายตาเสือเนื่องจากไม่มีมุมสกรีนในการพิมพ์ภาพฮาล์ฟโทนของหมึกพิมพ์แต่ละสี เป็นต้น

- คุณภาพของภาพด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากความละเอียดการพิมพ์และการสร้างเม็ดสกรีน แล้ว ผู้ผลิตเครื่องพิมพ์แต่ละรายได้มีการพัฒนาเทคนิควิธีการในการเพิ่มคุณภาพการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ เช่น เทคนิคในการพิมพ์ภาพลายเส้นให้มีขอบเส้นที่คมชัดมากขึ้น พิมพ์ภาพให้มีระดับและความต่อเนื่องของน้ำหนักสีใกล้เคียงกับน้ำหนักสีของภาพน้ำหนักสีต่อเนื่อง ตัวอย่างของเทคนิคเหล่านี้เช่น เทคโนโลยีไฟน์อาร์ต (Fine Art, Fine Advanced Resolution Technology) ของบริษัท มินอลตา (Minolta) เทคโนโลยีอาร์อีที (Resolution Enhancement Technology, RET) ของ บริษัท ฮิวเลตต์แพคการ์ด เทคโนโลยีคัลเลอร์โฟโตเกรด (Color PhotoGrade) ของบริษัทแอปเปิล เป็นต้น



ภาพที่ 86 (ก) ตัวอย่างเทคโนโลยีไฟน์อาร์ตของบริษัท มินอลทา
(ข) ตัวอย่างเทคโนโลยีอาร์อีทีของบริษัท ฮิวเลตต์แพคการ์ด

2.2.3 ความสะดวกในการใช้งาน เครื่องพิมพ์เลเซอร์ได้รับการพัฒนาให้สามารถใช้งานและสะดวกขึ้น (user friendly) ที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด คือ การสร้างเครื่องพิมพ์ให้มีขนาดที่เล็กลง น้ำหนักเบาสามารถวางได้บนโต๊ะทำงาน มีจอแอลซีดีแสดงสถานะการทำงานและปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น หรือการมีพอร์ตอินฟาเรด (infrared port) ที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบเคลื่อนย้ายสะดวก (portable computer) หรือคอมพิวเตอร์ประเภทโน๊ตบุ๊กบางเครื่อง ซึ่งเป็นพอร์ตประเภทไร้สาย ทำให้ไม่ต้องใช้สายเคเบิลมาต่อพ่วงระหว่างคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์นอกจากนี้ก็ยังมีระบบการทำงานอื่น ๆ ตามแต่ผู้ผลิตเครื่องพิมพ์เลเซอร์แต่ละรายพัฒนาขึ้น เพื่อช่วยให้เครื่องพิมพ์เลเซอร์สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก

2.2.4 ความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ในการพัฒนาด้านต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์นั้นได้พัฒนามาไปในทางที่จะช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไปด้วย โดยผู้ผลิตเครื่องพิมพ์ส่วนใหญ่ได้ปฏิบัติตามข้อกำหนดมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมที่กำหนดขึ้นโดยองค์การต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น

- การประหยัดพลังงาน องค์กรตัวแทนผู้พิทักษ์สิ่งแวดล้อม (Environmental Protection Agency, EPA) แห่งสหรัฐอเมริกาได้มีกำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานขออุปกรณ์ไฟฟ้า

ต่าง ๆ ซึ่งรวมทั้งเครื่องพิมพ์เลเซอร์ขึ้น โดยมาตรฐานดังกล่าวเรียกว่า “เอ็นเนอร์จีสตาร์” (Energy Star) ซึ่งเป็นการให้การรับรองแก่ผู้ผลิตเครื่องพิมพ์ที่สามารถพิสูจน์ได้ว่าเครื่องพิมพ์ของตนที่ผลิตขึ้นใช้พลังงานน้อยกว่าที่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐาน หรือมีสภาวะการทำงานแบบใช้พลังงานน้อย (low – power, or sleep, state) เมื่อเครื่องพิมพ์อยู่ในสภาพที่ไม่ได้ใช้งานในช่วงระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งการใช้พลังงานน้อยนี้เท่ากับเป็นการช่วยลดมลพิษได้ทางหนึ่ง โดยเครื่องพิมพ์ที่มีการทำงานแบบประหยัดพลังงานได้ตามมาตรฐานก็สามารถติดสัญลักษณ์เอ็นเนอร์จีสตาร์ไว้บนเครื่องพิมพ์และแสดงในเอกสารกำกับเครื่องพิมพ์ต่าง ๆ ได้



ภาพที่ 87 สัญลักษณ์เอ็นเนอร์จีสตาร์

- ความปลอดภัยเกี่ยวกับเลเซอร์ ได้มีองค์การต่าง ๆ ของประเทศผู้ผลิตเครื่องพิมพ์ได้กำหนดมาตรฐานความปลอดภัยของการใช้เลเซอร์ในเครื่องพิมพ์ไว้ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อการใช้งาน ตัวอย่างเช่น เครื่องพิมพ์ต้องมีลักษณะปิดมิดชิด และต้องกั้นไม่ให้แสงเลเซอร์เล็ดลอดออกจากเครื่องพิมพ์ในขณะใช้งานได้ ต้องมีฉลากคำเตือนว่าอันตรายติดอยู่ภายในเครื่องพิมพ์ในส่วนทางเดินของแสงเลเซอร์ หรือใช้แสงเลเซอร์ชนิดที่ให้แสงที่เป็นอันตรายต่อผิวหนังและดวงตาน้อย เช่น เลเซอร์อินฟราเรด เป็นต้น

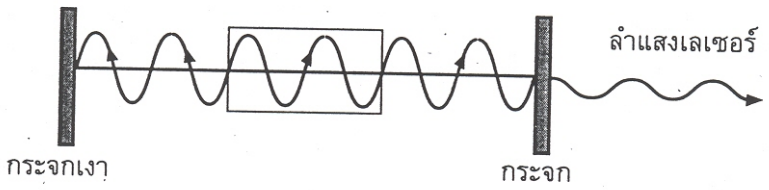
- ความปลอดภัยเกี่ยวกับโอโซน จากการที่โอโซนก่อให้เกิดการระคายเคืองขึ้นแก่ผิวหนังและดวงตาได้ จึงได้มีการคิดค้นวิธีการในการทำให้เกิดภาพแฝงของประจุไฟฟ้าขึ้นบนหน่วยบันทึกภาพเพื่อให้เกิดการปลดปล่อยโอโซนออกมาน้อยที่สุด รวมทั้งมีกรติดตั้งแผ่นกรองโอโซนไว้ในเครื่องพิมพ์ด้วย

นอกจากนี้ผู้ผลิตเครื่องพิมพ์รายต่าง ๆ ยังได้รณรงค์ให้ผู้ใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์ทำการส่งคาร์ทริดจ์โทนเนอร์ที่หมดอายุการใช้งานแล้วกลับไปยังบริษัทผู้ผลิตเพื่อเวียนทำใหม่ ในขณะเดียวกันผู้ผลิตกระดาษ ก็ได้มีการผลิตกระดาษเวียนทำใหม่สำหรับใช้พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ออกจำหน่ายด้วย

2.3 หลักการพิมพ์

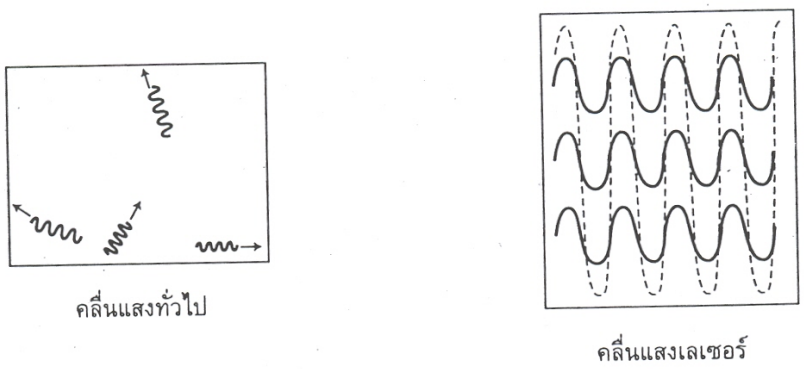
เลเซอร์เป็นคำอ่านทับศัพท์ภาษาอังกฤษของคำว่า “LASER” ซึ่งเป็นคำย่อมาจากคำเต็มว่า “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” มีความหมายว่า “การขยายแสงด้วยการกระตุ้นการเปล่งรังสี” กล่าวคือ เป็นการทำให้อิเล็กตรอนของอะตอมของสารใดสารหนึ่งที่อาจเป็น

ของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซซึ่งอยู่ในระดับพลังงานที่ต่ำกว่าการเคลื่อนที่ไปสู่ระดับพลังงานที่สูงกว่า โดยการกระตุ้นด้วยแสงหรือพลังงานไฟฟ้าที่มีพลังงานเหมาะสม จากนั้นก็ปล่อยให้อิเล็กตรอนในระดับพลังงานสูงนั้นเคลื่อนที่กลับลงมาสู่ระดับพลังงานที่ต่ำกว่า ปรากฏการณ์นี้จะทำให้เกิดปล่อยพลังงานในรูปของแสงขึ้นได้ ทั้งนี้หากกระตุ้นอะตอมของสารนี้ภายในอุปกรณ์ ที่เรียกว่า “เรโซเนตอร์” (resonator) แล้ว แสงที่เปล่งออกมาก็จะเคลื่อนที่กลับไปกลับมา และไปกระตุ้นอะตอมอื่น ๆ ในสารนั้น ทำให้อะตอมต่าง ๆ เกิดการเปล่งแสง และแสงเปล่งออกมาจากอะตอมต่าง ๆ ก็จะไปกระตุ้นอะตอมอื่น ๆ ต่อไป หรือเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ขึ้น (chain reaction) ทำให้แสงมีความเข้มของแสงสูงขึ้นเรื่อย ๆ หรือเป็นการขยายแสงนั่นเอง โดยแสงที่เกิดขึ้นมีความถี่เดียวกันและสั่นในเฟสที่เหมือนกันหรือเป็นแสงอาพันธ์เมื่อปล่อยแสงดังกล่าวออกจากเรโซเนเตอร์ แสงที่ได้ก็จะเรียกว่าแสงเลเซอร์



ภาพที่ 88 การผลิตแสงเลเซอร์โดยใช้อุปกรณ์เรโซเนเตอร์

แสงเลเซอร์ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีสมบัติสำคัญต่าง ๆ ดังนี้ คือ เป็นแสงอาพันธ์ มีสีเดียว ความถี่เดียว หรือความยาวคลื่นเดียว โดยจะมีความยาว คลื่นเป็นเท่าไรก็ได้ และเป็นแสงที่ขนานไปได้ไกลมาก ซึ่งแตกต่างจากแสงอาทิตย์ที่ประกอบไปด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่และความยาวคลื่นแตกต่างกันซึ่งมีการสั่นในหลายทิศทาง



ภาพที่ 89 ความเป็นแสงอาพันธ์ของแสงเลเซอร์

จากคุณสมบัติของเลเซอร์ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้มีการประยุกต์ใช้แสงเลเซอร์ในการพิมพ์ภาพในระบบการพิมพ์อิเล็กทรอโฟโตกราฟีนี้ โดยแสงเลเซอร์สามารถโฟกัสให้ยิงลงบนชั้นวัสดุโฟโตคอนดักเตอร์ของหน่วยบันทึกภาพได้อย่างแม่นยำ รวมทั้งสามารถบีบลำแสงให้มีขนาดเล็กและไม่เกิดการกระจายของลำแสงทางด้านข้างหรือแผ่ออก จึงสามารถสร้างให้เกิดภาพที่มีความคมชัดและความละเอียดของภาพที่สูงได้

หลักการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ เหมือนกับการพิมพ์ของหน่วยพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาแบบดิจิตอล กล่าวคือ อาศัยแสงเลเซอร์ในการทำให้เกิดภาพแฝงประจุไฟฟ้าบนหน่วยบันทึกภาพ โดยบริเวณใดก็ตามบนหน่วยบันทึกภาพที่ได้รับแสงเลเซอร์ ประจุไฟฟ้าในบริเวณนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นไปในสองลักษณะ ดังนี้

1) กลไกการทำให้เกิดภาพแฝงแบบไรต์ไวต์ (Write - White) เป็นการใช้แสงเลเซอร์ในการลบประจุไฟฟ้าในบริเวณไม่พิมพ์ หรือบริเวณไร้ภาพ ซึ่งในกรณีนี้บริเวณภาพแฝงจะเป็นบริเวณที่มีประจุไฟฟ้า

2) กลไกการทำให้เกิดภาพแฝงแบบไรต์แบล็ก (Write - Black) เป็นการใช้แสงเลเซอร์ในการลบประจุไฟฟ้าในบริเวณพิมพ์ หรือบริเวณภาพ ซึ่งในกรณีนี้บริเวณภาพแฝงจะเป็นบริเวณที่ไม่มีประจุไฟฟ้า

จากนั้นภาพแฝงที่เกิดขึ้นก็จะได้รับการสร้างภาพด้วยโทนเนอร์ ภาพของโทนเนอร์ที่เกิดขึ้นบนหน่วยบันทึกภาพก็จะได้รับการถ่ายโอนหรือพิมพ์ลงบนวัสดุใช้พิมพ์ และได้รับการผนึกให้ติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์โดยอาศัยความร้อนและ/ หรือแรงกด

ทั้งนี้เครื่องพิมพ์เลเซอร์ส่วนใหญ่ ในปัจจุบันใช้กลไกการสร้างภาพแฝงแบบไรต์แบล็กเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากสามารถพิมพ์เส้นขนาดเล็กได้ดีกว่า ดังนั้นเนื้อหาต่าง ๆ ที่จะกล่าวถึงต่อไปจึงจะกล่าวถึงเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่ใช้กลไกการทำให้เกิดภาพแฝงแบบไรต์แบล็กนั้น

2.4 วัสดุทางการพิมพ์สำหรับการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์

วัสดุทางการพิมพ์สำหับการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ในข้อ 2.4 นี้ จะกล่าวถึงวัสดุใช้พิมพ์และโทนเนอร์ ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุทั้งสองประเภทมีดังนี้

2.4.1 วัสดุใช้พิมพ์

วัสดุใช้พิมพ์สำหรับการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ มีอยู่ด้วยกันหลายประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัสดุใช้พิมพ์สำหรับการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ขนาดใหญ่ วัสดุใช้พิมพ์ที่มีการนำมาใช้พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์มีดังนี้

2.4.1.1 กระดาษ วัสดุใช้พิมพ์ประเภทกระดาษสำหรับใช้พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์อาจเป็นแผ่น เป็นม้วน เป็นฉลากสติกเกอร์ หรือขึ้นรูปแล้วเป็นซองแล้วก็ได้ กระดาษที่ใช้ไม่จำเป็นต้องเป็นกระดาษที่ได้รับการเคลือบผิวด้วยสารพิเศษ เพื่อให้สามารถรับโทนเนอร์ได้เหมือนเช่นกระดาษที่ใช้กับการพิมพ์ระเหิดสีย้อม อย่างไรก็ตามกระดาษที่มีผิวเรียบกว่า หรือผ่านการ

เคลือบผิวจะให้คุณภาพงานพิมพ์ที่ดีกว่ากระดาษผิวหยาบ ในด้านของความคมชัดและรายละเอียดของภาพ นอกจากนี้กระดาษที่ใช้ควรมีสมบัติสำคัญต่าง ๆ เหมือนกับที่ได้กำหนดไว้ในคู่มือแนะนำการใช้เครื่องพิมพ์ ตัวอย่างสำคัญบางอย่างของกระดาษที่เหมาะสำหรับการนำมาใช้พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ แสดงดังในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างสมบัติของกระดาษที่เหมาะสำหรับการนำมาใช้พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์

สมบัติของกระดาษ	ข้อกำหนดมาตรฐาน
ประเภทเยื่อที่ใช้	เยื่อไม้เคมี 100 เปอร์เซ็นต์หรือมีส่วนผสมจากเยื่อฝ้ายไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์
น้ำหนักพื้นฐาน	60 – 105 กรัมต่อตารางเมตร
ความหนา	3.7 – 7.5 มิล (mil)* หรือ 0.94 – 0.19 มิลลิเมตร
ความเรียบ	100 – 300 เชฟฟิลด์ * (Sheffield)
ความขาวสว่าง	อย่างต่ำ 83 เปอร์เซ็นต์
ความทึบแสง	อย่างต่ำ 85 เปอร์เซ็นต์
แนวเกรน	แนวเกรนอยู่ในแนวยาวของแผ่นกระดาษ (long grain)
ปริมาณความชื้น	4 – 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

หมายเหตุ * 1 มิล เท่ากับ 0.001 นิ้ว หรือ 0.0254 มิลลิเมตร

* เชฟฟิลด์ คือ วิธีการทดสอบความเรียบของกระดาษวิธีหนึ่ง โดยเป็นการวัดอัตราการไหลของอากาศที่ผิวของกระดาษ ทั้งนี้ค่า ตัวเลขน้อยแสดงให้เห็นว่ากระดาษมีความเรียบมาก

นอกจากสมบัติสำคัญต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ที่เป็นสมบัติพื้นฐานในการเลือกใช้กระดาษสำหรับเครื่องพิมพ์เลเซอร์แล้ว ก็ยังต้องคำนึงถึงสมบัติอื่น ๆ ของกระดาษด้วย อาทิ ความเป็นกรดเป็นด่าง สภาพการนำไฟฟ้าที่ผิว ความแข็งแรงของผิว และความแข็งแรงต่อการโค้งงอ อย่างไรก็ตามแม้ว่ากระดาษมีสมบัติต่าง ๆ ที่เหมาะสมแล้วแต่ถ้ามีลักษณะต่าง ๆ ต่อไปนี้ก็ไม่ควรนำมาใช้พิมพ์ เนื่องจากอาจส่งผลให้กระดาษเกิดการติดขัดภายในเครื่องพิมพ์ ไปจนถึงทำให้เกิดความเสียหายขึ้นแก่ส่วนต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์ได้ ลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ได้แก่

- มีฝุ่นผงหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ เปื้อนเลอะหรือติดอยู่
- มีผิวลื่นหรือหยาบมากเกินไป หรือมีผิวเป็นลวดลายนูนสูงต่ำมากเกินไป

- มีรอยยับย่น ฉีกขาดโค้งงอ มีรูด้านข้าง มีขอบหยักหรือมีรูปร่างที่ไม่เหมาะกับการนำมาใช้พิมพ์

- มีลวดเย็บ เทปกาว หรือวัสดุอื่น ๆ ติดอยู่ เช่น ฟิล์มในช่องหน้าต่างใสของซองบางแบบเป็นต้น

- มีลักษณะเป็นชุดของกระดาษหลายแผ่นติดกัน

- มีบริเวณบนกระดาษที่ผ่านการพิมพ์หรือเคลือบผิวด้วยสารให้สี หมึกพิมพ์ หรือสารอื่นใด ๆ ที่ไม่สามารถทนต่อความร้อนหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อนที่ใช้ในการผนึกภาพ ซึ่งอาจทำให้สารที่พิมพ์หรือเคลือบผิวอยู่นั้นเกิดการเปื้อนเลอะส่วนต่าง ๆ ภายในเครื่องพิมพ์ หรือทำให้ส่วนต่าง ๆ นั้น เกิดความเสียหายได้ เช่น กระดาษพิมพ์ด้วยความร้อน (thermal paper) ที่ใช้กับเครื่องรับส่งโทรสารบางประเภท กระดาษคาร์บอนสำหรับใช้พิมพ์เขียนเพื่อทำสำเนา เป็นต้น

2.4.1.2 ฟิล์มพลาสติก ในกรณีของฟิล์มพลาสติกนั้น จำเป็นต้องเลือกใช้ฟิล์มพลาสติกที่ผลิตขึ้นสำหรับนำมาใช้เป็นวัดุใช้พิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์โดยเฉพาะ เนื่องจากต้องการปรับสภาพผิวเพื่อให้สามารถพิมพ์ได้ และต้องผลิตจากพลาสติกที่มีความสามารถทนความร้อนที่ได้รับจากหน่วยผนึกภาพได้มีอุณหภูมิประมาณ 200 องศาเซลเซียส มิฉะนั้นแล้วจะทำให้ฟิล์มพลาสติกเกิดการหลอมตัวเปื้อนเลอะในเครื่องพิมพ์ได้ นอกจากนี้ก็ต้องเป็นแผ่นที่มีความสมบูรณ์ไม่มีข้อบกพร่องใด ๆ เหมือนกับในกรณีของกระดาษด้วยเช่นกัน สำหรับตัวอย่างสมบัติสำคัญของฟิล์มพลาสติกที่เหมาะกับการใช้เป็นวัสดุใช้พิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์มีดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างสมบัติสำคัญของฟิล์มพลาสติกที่เหมาะกับการใช้เป็นวัสดุใช้พิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์

สมบัติของฟิล์มพลาสติก	ข้อกำหนดมาตรฐาน
ความคลาดเคลื่อนของขนาดตัด	$\pm$ 0.7 มิลลิเมตร ($\pm$0.031)
ความคลาดเคลื่อนของการตัดมุมฉาก	$\pm$0.2 องศา
ความหนา	3.9 - 4.3 มิล หรือ 0.01 - 0.11 มิลลิเมตร
การปรับผิว	ทั้งสองด้านของแผ่นฟิล์มพลาสติก
ความสะอาดของผิว	ไม่มีคราบน้ำมัน รอยนิ้วมือ หรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ

นอกจากกระดาษและฟิล์มพลาสติกแล้ว ผู้ผลิตเครื่องพิมพ์เลเซอร์บางรายยังพัฒนาให้เครื่องพิมพ์เลเซอร์ของตน สามารถใช้ในการฉายแสงทำแม่พิมพ์อีกด้วยซึ่งแม่พิมพ์ที่ใช้มีทั้งแม่พิมพ์กระดาษและแม่พิมพ์พอลิเอสเทอร์แม่พิมพ์ทั้งสองชนิด นำมาใช้ในการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ออฟเซต

เล็กหรือเครื่องพิมพ์สำเนา (duplicator) สำหรับงานพิมพ์แผ่นวัสดุใช้พิมพ์ขนาดเล็ก จำนวนมากไม่มากไม่เกินสองหมื่นแผ่นหรือรอบพิมพ์ และโดยทั่วไปใช้กับงานพิมพ์เพียงหนึ่งสีหรือสองสีเป็นอย่างมาก

2.4.2 โทนเนอร์

โทนเนอร์ที่ใช้กับเครื่องพิมพ์เลเซอร์มีองค์ประกอบต่าง ๆ คล้ายคลึงกับโทนเนอร์ที่ใช้ในเครื่องทำสำเนา อย่างไรก็ตามสามารถจำแนกโทนเนอร์ตามลักษณะออกได้เป็นสองชนิด คือ

2.4.2.1 โทนเนอร์ชนิดแห้ง (dry toner) มีองค์ประกอบ คือ ผงสีผสมกับเรซินประเภทเทอร์โมพลาสติกที่สามารถหลอมให้มีลักษณะเหลวด้วยความร้อน และเปลี่ยนสถานะกลับเป็นของแข็งเมื่อปล่อยให้เย็น ดังนั้นโทนเนอร์ชนิดนี้จึงใช้สำหรับเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่มีหน่วยผนึกภาพด้วยความร้อนและ/หรือแรงกด

2.4.2.2 โทนเนอร์ชนิดเหลว (liquid toner) มีองค์ประกอบเป็นผงสีกระจายตัวหรือแขนลอยอยู่ในของเหลวที่ระเหยได้ โดยเมื่อพิมพ์แล้วการยึดติดบนวัสดุใช้พิมพ์จะเกิดขึ้นได้เอง เมื่อของเหลวที่เป็นองค์ประกอบของโทนเนอร์เกิดการระเหยไป ภายหลังการพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์แล้ว โดยทั่วไปโทนเนอร์ชนิดเหลวประกอบด้วยผงสีที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่าโทนเนอร์ชนิดแห้ง ดังนั้นจึงสามารถใช้พิมพ์ที่ความละเอียดการพิมพ์สูงกว่าได้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากมีการใช้ของเหลวที่ระเหยได้ ดังนั้นจึงก่อให้เกิดมลพิษมากกว่าโทนเนอร์ชนิดแห้ง

นอกจากจำแนกโทนเนอร์ออกตามลักษณะของโทนเนอร์แล้ว ยังอาจจำแนกโทนเนอร์เป็นชนิดที่ใช้กับตัวพาโทนเนอร์ในการทำหน้าที่เป็นการสร้างภาพ และชนิดที่ไม่ใช้ตัวพาโทนเนอร์ในการทำหน้าที่เป็นการสร้างภาพทั้งนี้ระบบการสร้างภาพที่ใช้เฉพาะโทนเนอร์เป็นสารสร้างภาพโดยไม่ต้องมีการผสมตัวพาโทนเนอร์ในหน่วยสร้างภาพเนื่องจากตัวพาโทนเนอร์ได้รับการผสมในโทนเนอร์มาจากบริษัท ผู้ผลิตแล้ว เรียกว่า ระบบสร้างภาพแบบองค์ประกอบเดียว (monocomponent developing system) ซึ่งช่วยลดปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งความยุ่งยากซับซ้อนที่เกิดจากการใช้ตัวพาโทนเนอร์ โดยระบบสร้างภาพองค์ประกอบเดียวนี้ก็มีใช้ในเครื่องทำสำเนาด้วยเช่นกัน และสามารถจำแนกได้เป็นอีก 2 ระบบย่อย ๆ คือ ระบบสร้างภาพองค์ประกอบเดียวที่อาศัยลูกกลิ้งแม่เหล็ก และระบบสร้างภาพองค์ประกอบเดียวที่ไม่อาศัยลูกกลิ้งแม่เหล็ก โดนโทนเนอร์ของระบบสร้างภาพแบบแรกมีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์เป็นองค์ประกอบ ในขณะที่โทนเนอร์ของระบบสร้างภาพแบบหลังไม่ต้องใช้เหล็กออกไซด์เป็นตัวพา เช่นระบบสร้างภาพแบบไฟฟ้าสถิตระบบสร้างภาพด้วยลูกกลิ้งยางเป็นต้น

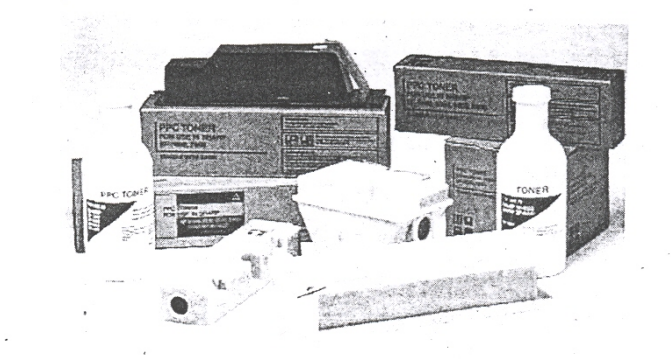
อย่างไรก็ตามไม่ว่าโทนเนอร์จะมีลักษณะและสมบัติเป็นเช่นไร โทนเนอร์ที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้กับเครื่องพิมพ์เลเซอร์นั้นได้รับการผลิตขึ้นมาใน 4 ลักษณะ ดังนี้คือ

1) โทนเนอร์ที่บรรจุในขวดพลาสติก
2) โทนเนอร์ที่บรรจุในคาร์ทริดจ์หรือตลับ

3) โทนเนอร์และหน่วยสร้างภาพบรรจุรวมกันในคาร์ทริดจ์

4) โทนเนอร์ หน่วยสร้างภาพ และหน่วยบันทึกภาพบรรจุรวมกันในคาร์ทริดจ์

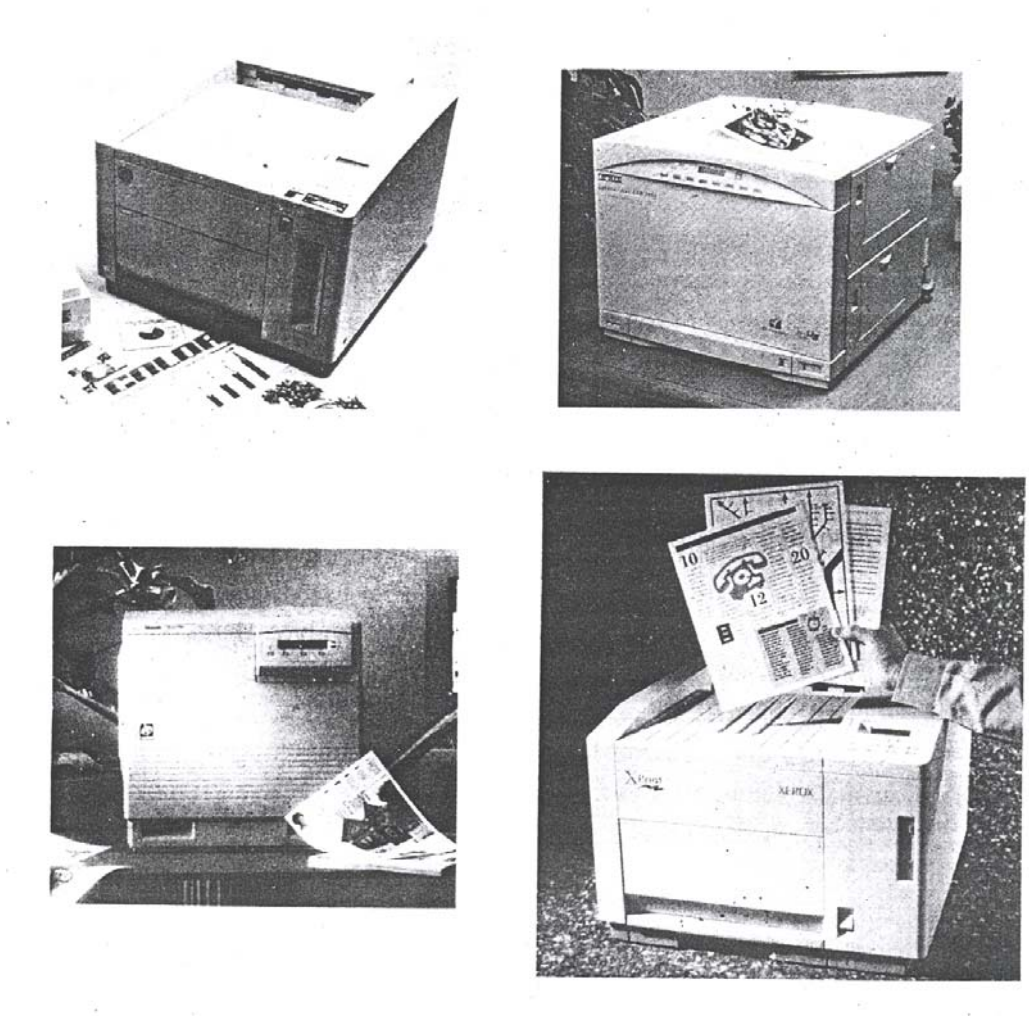
โทนเนอร์ในสองลักษณะแรกนั้น ในขวดพลาสติกหรือในคาร์ทริดจ์จะมีแต่เฉพาะโทนเนอร์เท่านั้น ส่วนโทนเนอร์ในสองลักษณะหลังนั้น ในคาร์ทริดจ์จะบรรจุโทนเนอร์รวมอยู่กับหน่วยบันทึก ภาพและ/หรือหน่วยบันทึกภาพเป็นหน่วยเดียว ทั้งนี้โทนเนอร์ในรูปของขวดพลาสติกนั้นใช้กับเครื่องพิมพ์เลเซอร์ขนาดใหญ่ (เช่นเดียวกับที่ใช้โดยทั่วไปกับเครื่องทำสำเนา) ส่วนโทนเนอร์ในลักษณะอื่นที่เหลือพบในเครื่องพิมพ์เลเซอร์ขนาดเล็ก ทั้งที่เป็นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ส่วนบุคคลหรือใช้ภายในสำนักงานทั่วไป



ภาพที่ 90 ตัวอย่างโทนเนอร์สำหรับเครื่องพิมพ์เลเซอร์ในลักษณะต่าง ๆ

2.5 ประเภทและการใช้งานเครื่องพิมพ์เลเซอร์

2.5.1 ประเภทและการใช้งานเครื่องพิมพ์เลเซอร์



ภาพที่ 91 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์เลเซอร์ประเภทต่าง ๆ

ที่มา : NADTP Journal. April 1996, p.52.

เครื่องพิมพ์เลเซอร์สามารถจำแนกออกได้เป็นหลายประเภทตามเกณฑ์ที่ใช้ดังนี้

2.5.1.1 ประเภทของเครื่องพิมพ์เลเซอร์จำแนกตามระดับความสามารถการทำงาน เป็นการจำแนกเครื่องพิมพ์เลเซอร์ตามขีดความสามารถในการพิมพ์ ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็นหลายประเภท ดังนี้

1) เครื่องพิมพ์เลเซอร์ส่วนบุคคล เป็นเครื่องพิมพ์ขนาดเล็กจึงสามารถจัดวางไว้บนโต๊ะทำงานได้สะดวก โดยทั่วไปใช้ต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว สามารถบรรจุวัสดุใช้พิมพ์เข้าพิมพ์ได้ประมาณ 100 แผ่น และโดยทั่วไปมีถาดบายพาสหรือถาดป้อนด้วยมือรวมอยู่ด้วย

เครื่องพิมพ์เลเซอร์ส่วนบุคคลทุกเครื่องเป็นเครื่องพิมพ์ประเภทซิมเพล็กซ์ (simplex printer) กล่าวคือ เป็นเครื่องพิมพ์ที่พิมพ์ได้เพียงหน้าเดียวในการป้อนวัสดุใช้พิมพ์หนึ่งครั้ง โดยสรุปแล้วเครื่องพิมพ์เลเซอร์ประเภทนี้เหมาะกับการใช้สำหรับพิมพ์งานส่วนบุคคลต่าง ๆ เช่น เอกสาร รายงาน จดหมาย เป็นต้น ซึ่งเป็นการพิมพ์งานจำนวนน้อย

2) เครื่องพิมพ์เลเซอร์สำหรับใช้ในสำนักงาน โดยทั่วไปมีขนาดเครื่องใหญ่กว่าเครื่องพิมพ์เลเซอร์ส่วนบุคคล แต่ก็ไม่ได้มีขนาดที่ใหญ่เกินไปจนไม่สามารถวาบนโต๊ะทำงานได้ สามารถต่อพ่วงกับไมโคคอมพิวเตอร์ได้ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป จึงสามารถใช้เป็นเครื่องพิมพ์ของระบบเครือข่ายไมโคคอมพิวเตอร์ มีถาดสำหรับบรรจุวัสดุใช้พิมพ์เพื่อป้อนเข้าพิมพ์อัตโนมัติโดยถาดหลักใช้บรรจุวัสดุใช้พิมพ์เฉพาะขนาดได้ประมาณ 250 แผ่น ส่วนถาดรองใช้บรรจุวัสดุใช้พิมพ์ขนาดอื่น ๆ หรือที่มีลักษณะพิเศษต่าง ๆ และถาดที่สามเป็นถาดสำหรับป้อนวัสดุใช้พิมพ์เข้าพิมพ์ด้วยมือ เครื่องพิมพ์เลเซอร์ประเภทนี้ส่วนใหญ่เป็นเครื่องพิมพ์แบบซิมเพล็กซ์ แต่ก็มีบางเครื่องสามารถทำงานแบบดูเพล็กซ์ได้ด้วย โดยสรุปแล้วเครื่องพิมพ์ประเภทนี้เหมาะกับการใช้พิมพ์งานต่าง ๆ ร่วมกันของกลุ่มทำงานขนาดเล็กในสำนักงาน โดยงานที่พิมพ์ของแต่ละคนมีจำนวนไม่มากนัก

3) เครื่องพิมพ์เลเซอร์สำหรับกลุ่มงาน (workgroup laser printer) ส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่กว่าเครื่องพิมพ์เลเซอร์สองประเภทที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น สามารถพิมพ์งานด้วยความเร็วประมาณ 15 - 30 หน้าต่อนาที มีถาดสำหรับบรรจุวัสดุใช้พิมพ์หลายถาด ทำให้สามารถบรรจุวัสดุใช้พิมพ์รวมแล้วได้ประมาณ 1,500 – 2,500 แผ่น เป็นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่สร้างขึ้นมาสำหรับการใช้งานร่วมกันของผู้ใช้งานหลาย ๆ คนที่ทำงานร่วมกันในระบบเครือข่ายไมโครคอมพิวเตอร์และ/หรือระบบเครือข่ายมินิคอมพิว เตอร์ (minicomputer) หรือระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งสองประเภทร่วมกัน ส่วนใหญ่แล้วจะมี ฮาร์ดดิสก์แทนรอมสำหรับใช้ในงานเก็บตัวพิมพ์แบบต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานที่หลากหลายของผู้ทำงานจำนวนมากในระบบเครือข่ายและ / หรือใช้เพื่อการเก็บหรือควบคุมการพิมพ์งานตามลำดับก่อนหลัง

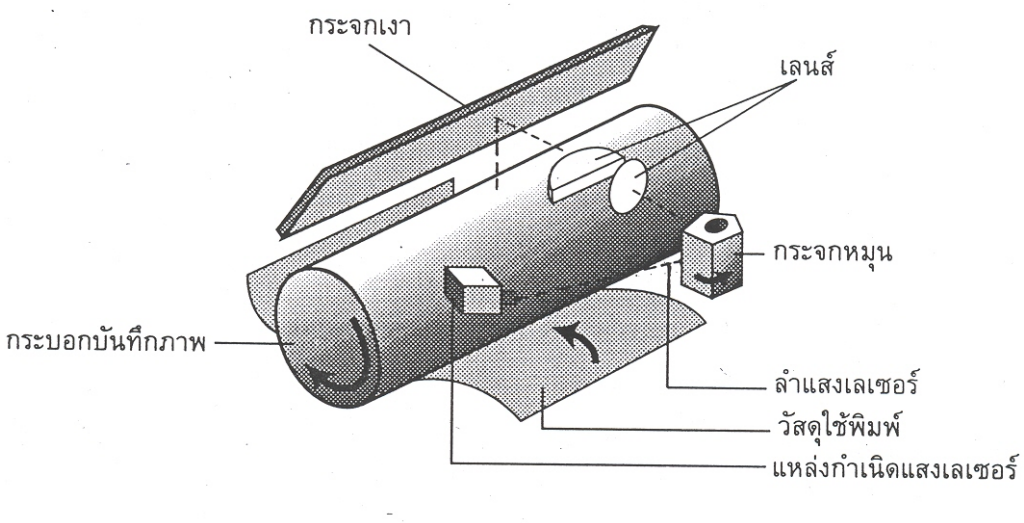
แม้ว่าเครื่องพิมพ์เลเซอร์ประเภทนี้ส่วนมากเป็นเครื่องพิมพ์แบบซิมเพลกซ์ แต่ก็มีเครื่องพิมพ์จำนวนมากที่สามารถทำงานแบบดูเพลกซ์ได้ด้วย และมีอุปกรณ์จัดเรียงแผ่นพิมพ์เป็นชุดสำหรับผู้ใช้แต่ละคน

4) เครื่องพิมพ์เลเซอร์สำหรับงานผลิต เป็นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่สร้างขึ้นเพื่อการพิมพ์งานจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีความเร็วในการพิมพ์สูงมาก ต้องได้รับการควบคุมกรพิมพ์โดยบุคลากรเฉพาะเป็นเครื่องพิมพ์ที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับการพิมพ์งานต่อเนื่องตลอดวัน และใช้เป็นอุปกรณ์ส่งออกสำหรับคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ (mainframe computer) สามารถพิมพ์งานทั้งกระดาษในลักษณะแผ่นและลักษณะม้วนได้ โดยเครื่องพิมพ์ป้อนแผ่นมีความเร็วประมาณ 50 - 135 หน้าต่อนาที ในขณะที่เครื่องพิมพ์ป้อนม้วนจะพิมพ์ด้วยความเร็วสูงกว่า 135 หน้าต่อนาที ถาดบรรจุกระดาษสามารถบรรจุกระดาษประมาณ 2,000 แผ่น หรืออาจมากถึง 5,000 แผ่นในบางเครื่อง

นอกจากนี้ก็มีฮาร์ดดิสก์หรือหน่วยเก็บข้อมูลอื่น ๆ ที่มีความจุมากเพื่อเก็บตัวพิมพ์ฟอร์มแบบต่าง ๆ รวมทั้งใช้สำหรับการจัดลำดับงานพิมพ์ก่อนหลัง มีความสามารถในการพิมพ์งานแบบดูเพลกซ์และต่อพ่วงกับหน่วยงานหลังพิมพ์ต่าง ๆ ได้มาก อาทิ หน่วยพับ หน่วยตัดแผ่น หน่วยเย็บเล่ม และหน่วยใสสันทากาว เป็นต้น

2.5.1.2 ประเภทของเครื่องพิมพ์เลเซอร์จำแนกตามแหล่งกำเนิดแสง เป็นการจำแนกตามระบบหรือเทคโนโลยีที่ใช้ในการทำให้เกิดภาพขึ้นบนหน่วยบันทึกภาพ ซึ่งเกี่ยวข้องกับชนิดของแหล่ง กำเนิดแสงและทัศนูปกรณ์ที่ใช้เป็นสำคัญ ทั้งนี้หากจำแนกตามเกณฑ์นี้สามารถจำแนกเครื่องพิมพ์เลเซอร์ออกได้เป็น 3 ประเภทดังต่อไปนี้

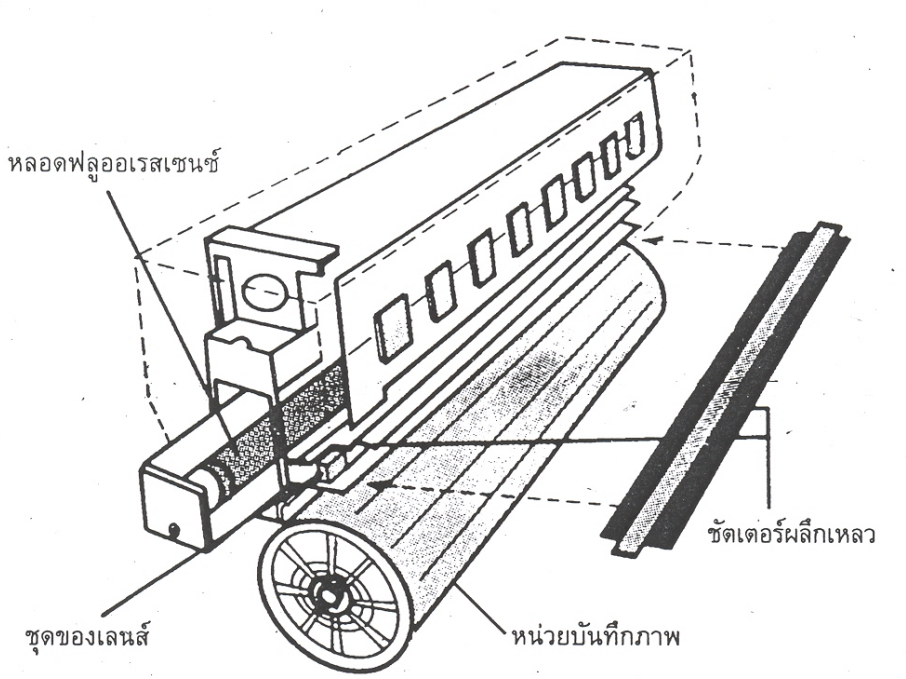
1) ประเภทใช้แสงเลเซอร์ เป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้แสงเลเซอร์ในการทำให้เกิดภาพเกิดบนหน่วยบันทึกภาพ ซึ่งต้องอาศัยระบบทัศนูปกรณ์ที่ประกอบด้วยกระจก และเลนส์ชนิดต่าง ๆ ในการสะท้อนและหักเหแสงเลเซอร์ให้ตกลงบนบริเวณต่าง ๆ ของหน่วยบันทึกภาพได้เท่า ๆ กันและเกิดภาพที่คมชัด



ภาพที่ 92 ตัวอย่างโครงสร้างภายในของเครื่องพิมพ์เลเซอร์

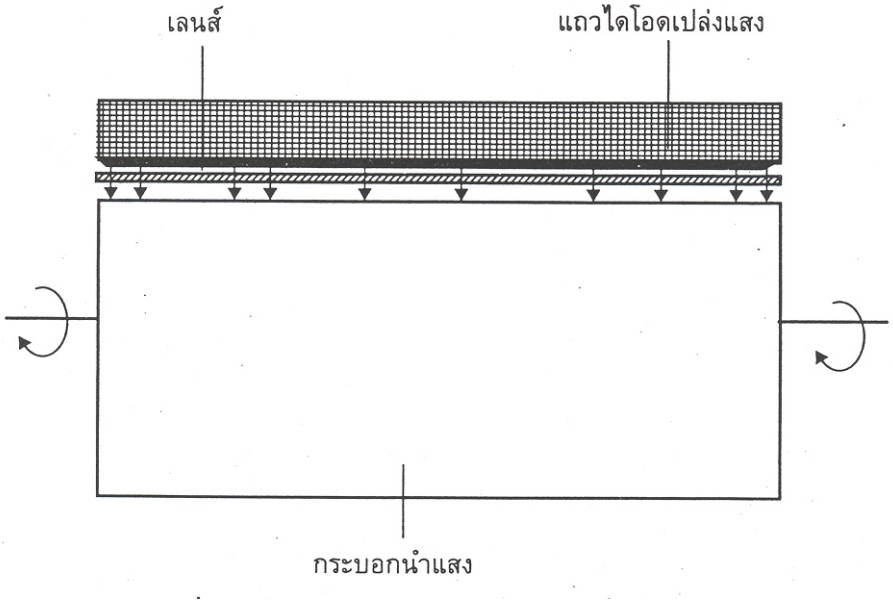
2) ประเภทใช้แสงจากหลอดแฮโลเจน เครื่องพิมพ์ประเภทนี้เรียกย่อ ๆ ว่า เครื่องพิมพ์แอลซีเอส (LCS printer) โดยในการเกิดภาพใช้แสงจากหลอดแฮโลเจนหรือหลอดฟลูออเรสเซนซ์ ที่มีลักษณะเป็นแท่งยาวเท่า ๆ กับความยาวหรือความกว้างของหน่วยบันทึกภาพ โดยมีระบบควบคุมการผ่านของแสงลงบนหน่วยบันทึกภาพ ซึ่งระบบดังกล่าวทำหน้าที่คล้ายชัตเตอร์ของกล้องถ่ายภาพหรือระบบการเกิดภาพบนจอแอลซีดี อันเป็นที่มาของชื่อเครื่องพิมพ์ประเภทนี้ โดย “LCS” ย่อมาจาก “Liquid Crystal Shutter” หรือ ระบบชัตเตอร์ผนึกเหลว ระบบชัตเตอร์ผนึกเหลวนี้

ประกอบด้วยแผงผลึกเหลวที่มีความยาวเท่า ๆ กับหลอดแฮโลเจนหรือหลอดฟลูออเรสเซนซ์ และผลิตให้ผลึกเหลวขึ้นมีลักษณะเป็นจุดที่มีขนาดและปริมาณตามความละเอียดการพิมพ์ โดยเมื่อผลึกเหลวได้รับไฟฟ้าแล้วจะเกิดการจัดตัวของโมเลกุลภายในผลึกใหม่ ทำให้จากเดิมที่กั้นแสงไม่ให้ผ่าน ก็ปล่อยแสงให้ผ่านและตกลงบนหน่วยบันทึกภาพได้ ส่วนผลึกเหลวที่ไม่ได้รับกระแสไฟฟ้าก็จะยังคงทำหน้าที่กั้นแสงได้เหมือนเดิม



ภาพที่ 93 ตัวอย่างโครงสร้างภายในของเครื่องพิมพ์แอลซีเอส

3) ประเภทใช้แสงจากหลอดไดโอดเปล่งแสง เป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้แถวของหลอดไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode, LED) ในการฉายแสงลงบนหน่วยบันทึกภาพแทนการใช้แสงเลเซอร์ ดังนั้นจึงมักเรียกกันโดยย่อว่า “เครื่องพิมพ์แอลอีดี” (LED printer) แถวของแอลอีดีนี้เป็นแถวยาวตลอดด้านกว้างหรือด้านยาวของหน่วยบันทึกภาพ โดยในแถวแอลอีดีจะมีจำนวนแอลอีดีมากน้อยสัมพันธ์กับความละเอียดการพิมพ์ภาพของเครื่องพิมพ์ และขนาดใหญ่สุดของวัสดุใช้พิมพ์ที่เครื่องพิมพ์นั้น สามารถทำการพิมพ์ได้โดยแสงจากแถวแอลอีดีจะได้รับโฟกัสลงบนหน่วยบันทึกภาพโดยใช้เลนส์



ภาพที่ 94 ตัวอย่างโครงสร้างภายในของเครื่องพิมพ์แอลอีดี

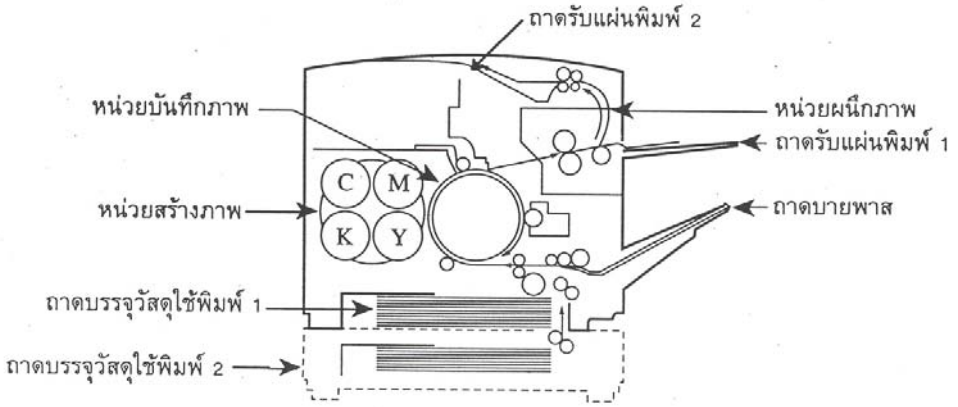
จากภาพตัวอย่างโครงสร้างภาพในเครื่องพิมพ์เลเซอร์ทั้งสามประเภทในข้างต้น จะเห็นได้ว่าเครื่องพิมพ์ที่ใช้แสงเลเซอร์ในการทำให้เกิดภาพแฝงขึ้นที่หน่วยบันทึกภาพนั้น มีระบบทัศนูปกรณ์ที่มีความซับซ้อนกว่าในเครื่องพิมพ์แอลซีเอสและเครื่องพิมพ์แอลอีดี ซึ่งทำการบำรุงรักษาเครื่องทำได้ยาก และถ้าหากมีความผิดปกติขึ้นกับระบบทัศนูปกรณ์แล้ว เช่น เลนส์มีตำแหน่งผิดไปเพียงเล็กน้อยก็จะส่งผลให้เกิดปัญหาภาพพร่ามัวได้ การพัฒนามาใช้เทคโนโลยีแอลซีเอสและแอลอีดีก็เพื่อลดการใช้ระบบทัศนูปกรณ์ที่ซับซ้อน ลดชิ้นส่วนที่ต้องมีการเคลื่อนที่เหมือนเช่นที่ใช้ในเครื่องพิมพ์ที่ใช้แสงเลเซอร์ซึ่งช่วยลดข้อผิดพลาดทางกลที่สามารถเกิดขึ้นได้ รวมทั้งทำให้สามารถพิมพ์งานได้ด้วยความเร็วการพิมพ์ที่สูงขึ้น กล่าวโดยสรุปก็คือ เครื่องพิมพ์แอลซีเอสและเครื่องพิมพ์แอลอีดีมีข้อดีกว่าเครื่องพิมพ์เลเซอร์ตรงที่ระบบการทำงานที่มีความซับซ้อนน้อยลง มีเสถียรภาพการทำงานที่ดีขึ้น และความเร็วในการพิมพ์สูงขึ้น

อย่างไรก็ตามแม้ว่าเครื่องพิมพ์แอลซีเอสและเครื่องพิมพ์แอลอีดี จะไม่ได้ใช้แสงเลเซอร์ในการทำให้เกิดภาพแฝงแต่การพิมพ์ก็ยังทำให้เกิดขึ้น โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าสถิตกอปรกับคุณภาพการพิมพ์ที่ได้ก็ไม่แตกต่างจากการใช้แสงเลเซอร์ ดังนั้นโดยทั่วไปจึงเรียกเครื่องพิมพ์ที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงทั้งสองประเภทนี้ว่าเครื่องพิมพ์เลเซอร์

2.5.1.3 ประเภทของเครื่องพิมพ์เลเซอร์จำแนกตามจำนวนของแม่สีที่ใช้พิมพ์ หากจำแนกตามเกณฑ์นี้สามารถจำแนกเครื่องพิมพ์เลเซอร์ออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1) เครื่องพิมพ์เลเซอร์สีเดียว (monochome laser printer) เป็นเครื่องพิมพ์ที่พิมพ์ภาพโดยใช้โทนเนอร์เพียงสีเดียว ซึ่งโดยทั่วไปเป็นโทนเนอร์สีดำ สามารถพิมพ์ภาพได้ทั้งภาพลายเส้นและ ภาพฮาล์ฟโทน

2) เครื่องพิมพ์เลเซอร์หลายสี (coleor laser printer) เป็นเครื่องพิมพ์พิมพ์ภาพด้วยโทนเนอร์แม่สีสี่สีเหมือนเช่นกับการพิมพ์งานด้วยระบบการพิมพ์แบบใช้แรงกดทั่วไป กล่าวคือการพิมพ์ทำโดยใช้โทนเนอร์สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง สีเหลือง และสีดำ นอกจากพิมพ์ภาพสอดสีแล้ว เครื่องพิมพ์บางเครื่องยังสามารถพิมพ์จำลองสีพิเศษในระบบกำหนดสีพิเศษแพนโทนหรือกำหนดสีพิเศษอื่น ๆ ด้วยการพิมพ์โทนเนอร์แม่สีทั้งสี่สีผสมกันได้



ภาพที่ 95 ตัวอย่างโครงสร้างภายในของเครื่องพิมพ์เลเซอร์หลายสี

2.5.1.4 ประเภทของเครื่องพิมพ์เลเซอร์จำแนกตามจำนวนน้ำหนักสีที่พิมพ์ได้ หากจำแนกตามเกณฑ์นี้สามารถจำแนกเครื่องพิมพ์เครื่องเลเซอร์ออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) เครื่องพิมพ์ไบเลเวล (bilevel printer) เครื่องพิมพ์เลเซอร์ส่วนใหญ่จัดเป็นเครื่องพิมพ์ประเภทนี้ เครื่องพิมพ์ประเภทนี้พิมพ์ภาพเพื่อให้เกิดน้ำหนักสีได้เพียงสองระดับ กล่าวคือมีสีและไม่มีสีเท่านั้น โดยไม่สามารถแปรระดับความเข้มของกรพิมพ์จุดโทนเนอร์ได้ จุดโทนเนอร์ที่พิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์จะมีขนาดและความเข้มเดียว ดังนั้นเพื่อให้สามารถพิมพ์ภาพให้มีน้ำหนักสีได้หลายระดับ เพื่อจำลองน้ำหนักสีของภาพต้นฉบับสีต่อเนื่องได้นั้น จึงต้องอาศัยเทคนิคทางภาพที่เรียกว่า “ดีเทอริง” (dithering) รายละเอียดเกี่ยวกับเทคนิคนี้จะได้กล่าวถึงต่อไปในหน่วยที่ 14

2) เครื่องพิมพ์มัลติเลเวล (multilevel printer) หรือมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “เครื่องพิมพ์คอนโทน” (contone printer) เครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่จัดเป็นเครื่องพิมพ์มัลติเวลนั้นเป็นเครื่องพิมพ์ที่มีความสามารถในการพิมพ์จุดโทนเนอร์ลงบนวัสดุใช้พิมพ์ ให้มีขนาดหรือความเข้มแตกต่างกัน ทำให้สามารถผลิตน้ำหนักสีของภาพได้มากกว่าสองระดับ อย่างไรก็ตามมักใช้เทคนิคดีเทอริงร่วมด้วยเพื่อให้สามารถพิมพ์จำลองน้ำหนักสีได้หลายระดับมากขึ้นไปอีก

2.5.1.5 ประเภทของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ จำแนกตามขนาดป้อนเข้าพิมพ์ใหญ่สุดของวัสดุใช้พิมพ์ หากจำแนกตามเกณฑ์นี้สามารถจำแนกเครื่องพิมพ์เลเซอร์ออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

1) เครื่องพิมพ์เลเซอร์สำหรับพิมพ์วัสดุใช้พิมพ์ขนาดทั่วไป เป็นเครื่องพิมพ์สำหรับพิมพ์วัสดุใช้พิมพ์ขนาดใหญ่สุดได้ประมาณไม่เกินขนาดแท็บลอยด์ หรือ 11 นิ้ว x 17 นิ้ว ใช้สำหรับพิมพ์งานเอกสารทั่วไปสำหรับการใช้งานส่วนตัวหรือภายในสำนักงาน รวมทั้งใช้สำหรับการฉายแสงแม่พิมพ์ทั้งที่เป็นแม่พิมพ์กระดาษและแม่พิมพ์พอลิเอสเทอร์

2) เครื่องพิมพ์เลเซอร์สำหรับพิมพ์วัสดุใช้พิมพ์ขนาดใหญ่ (wide format printer) เป็นเครื่องพิมพ์สำหรับพิมพ์วัสดุใช้พิมพ์ขนาดใหญ่สุดได้เกินกว่า 11 นิ้ว x 17 นิ้ว ปกติพิจารณาโดยใช้หน้ากว้างเป็นเกณฑ์ โดยทั่วไปเครื่องพิมพ์เลเซอร์ประเภทนี้สามารถพิมพ์วัสดุใช้พิมพ์หน้ากว้างใหญ่สุดอยู่ระหว่าง 24 - 62 นิ้ว และใช้สำหรับผลิตสิ่งพิมพ์เพื่อการโฆษณาประชาสัมพันธ์เป็นหลัก เช่น โปสเตอร์โฆษณาขนาดใหญ่ ป้ายแบนเนอร์ และป้ายเครื่องหมายต่าง ๆ เป็นต้น การพิมพ์สามารถพิมพ์ตรงลงบนวัสดุใช้พิมพ์ได้หลายชนิด ได้แก่กระดาษฟิล์ม และการพิมพ์อ้อมลงบนวัสดุต่าง ๆ เช่น ผ้าใบที่ใช้สำหรับวาดด้วยหมึกสีน้ำมัน เป็นต้น



ภาพที่ 96 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์เลเซอร์สำหรับพิมพ์วัสดุใช้พิมพ์ขนาดใหญ่

นอกจากจำแนกประเภทของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ตามขนาดของวัสดุใช้พิมพ์ใหญ่สุดที่ป้อนเข้าพิมพ์ได้แล้ว ยังอาจจำแนกประเภทของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ตามลักษณะวัสดุใช้พิมพ์ในรูปของแผ่นหรือม้วนที่ป้อนเข้าพิมพ์ กล่าวคือ จำแนกเครื่องพิมพ์เลเซอร์เป็นเครื่องพิมพ์ป้อนม้วนและป้อนแผ่น อย่างไรก็ตามเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่ใช้ทั่วไปในปัจจุบันส่วนใหญ่แล้ว เป็นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ประเภทป้อนแผ่นเป็นหลัก ในที่นี้จะไม่ขอกล่าวถึงเครื่องพิมพ์เลเซอร์ชนิดป้อนม้วนในรายละเอียด

2.5.1.6 ประเภทของเครื่องพิมพ์เลเซอร์จำแนกตามจำนวนหน้าที่การทำงาน หากจำแนกตามเกณฑ์นี้สามารถจำแนกเครื่องพิมพ์เลเซอร์ออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ประเภทหน้าที่การทำงานเดียว เป็นเครื่องพิมพ์ที่ทำหน้าที่ในการพิมพ์งานเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำหน้าที่อย่างอื่นได้แต่อย่างใด

2) ประเภทหลายหน้าที่การทำงาน (multifunctional laser printer) เป็นเครื่องพิมพ์ที่นอกจากทำหน้าที่พิมพ์งานแล้ว ยังสามารถทำหน้าที่อื่นได้ อาทิ การทำสำเนาเอกสาร การนำเข้าข้อมูลภาพด้วยการกราด การรับส่งโทรสาร เป็นต้น จึงเปรียบเสมือนเครื่องพิมพ์ที่รวมเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลาย ๆ ประเภทเข้าไว้ด้วยกัน

2.5.1.7 ประเภทของเครื่องพิมพ์จำแนกตามภาษาควบคุมการพิมพ์ หากจำแนกเครื่องพิมพ์เลเซอร์ตามเกณฑ์นี้ จะสามารถจำแนกเครื่องพิมพ์ออกเป็นสองกลุ่มหรือสองประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1) เครื่องพิมพ์เลเซอร์โพสต์สคริปต์ (postscript laser printer) เป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้ภาษาโพสต์สคริปต์ของบริษัทอะโดมี (Adobe) ในการควบคุมการพิมพ์ ทั้งนี้เครื่องพิมพ์ประเภทนี้ต้องอาศัยริป (RIP, Raster Image Processor) ซึ่งอาจเป็นซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ก็ได้ในการแปลและแปลงรหัสคำสั่งการพิมพ์แฟ้มข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นโพสต์สคริปต์ให้เป็นคำสั่งที่เครื่องพิมพ์สามารถทำการพิมพ์ได้ ตัวอย่างเช่น จากแฟ้มข้อมูลของภาพแบบเว็กเตอร์ที่ส่งออกผ่านโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ ก็ได้รับการแปลงให้เป็นข้อมูลในลักษณะบิตแม็ป เป็นต้น

2) เครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่ไม่ใช่โพสต์สคริปต์ (non-postscript laser printer) เป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้ภาษาการพิมพ์อื่นที่ไม่ใช่ภาษาโพสต์สคริปต์ ดังนั้นจึงไม่ต้องอาศัยซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ริป เช่น พีซีแอล (PCL, Printer Command Language) ของบริษัท ฮิวเลตต์แพคการ์ด จีดีไอ (GDI, Graphical Device Interface) ของบริษัท ไมโครซอฟต์ ควิกดรอว์ (Quick Draw) ของบริษัท แอปเปิล เป็นต้น ตลอดจนภาษาอื่น ๆ ที่ผู้ผลิตเครื่องพิมพ์แต่ละรายเป็นผู้สร้างขึ้น

อย่างไรก็ตามเครื่องพิมพ์เลเซอร์บางรุ่นที่ผลิตจากผู้ผลิตบางราย มีความสามารถทำงาน ภายใต้ภาษาการพิมพ์ได้หลายภาษาโดยเพียงแต่เลื่อนปุ่มหรือปรับสวิตช์ก็จะเปลี่ยนไปทำงานภายใต้ภาษาการพิมพ์อีกภาษาหนึ่งได้

2.5.2 การใช้งานเครื่องพิมพ์เลเซอร์

การพิมพ์งานของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ มีข้อดีกว่าการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดประเภทอื่นในหลายประการ อาทิ ในด้านความเร็วการพิมพ์ที่สูง ให้เสียงที่เบาในระหว่างพิมพ์งาน

และคุณภาพการพิมพ์โดยเฉพะความคมชัดของเส้นมีมาก นอกจากนี้การพิมพ์ยังไม่ต้องใช้กระดาษเคลือบผิวชนิดพิเศษเพื่อทำให้โทนเนอร์สามารถยึดติดบนกระดาษได้ดี ทำให้ราคาค่าพิมพ์ต่อแผ่นต่ำกว่า โทนเนอร์ที่ใช้มีความคงทนต่อสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดีกว่าการพิมพ์ระบบไร้แรงกดอื่น ๆ สำหรับข้อเสียนั้นก็มีอยู่บ้างตรงที่คุณภาพการพิมพ์น้ำหนักสีให้มีความต่อเนื่องนั้น ยังด้อยกว่าเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อม รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและซ่อมแซมเครื่องพิมพ์สูงกว่าเครื่องพิมพ์ประเภทอื่น เนื่องจากมีระบบการทำงานที่ซับซ้อนกว่า

อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้อดีหลายประการของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ทำให้มีการนำเครื่องพิมพ์เลเซอร์ไปใช้งานในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

2.5.2.1 การใช้งานส่วนบุคคล ในการใช้งานเครื่องพิมพ์เลเซอร์ส่วนบุคคลนั้นสามารถจำแนกการใช้งานออกได้เป็นอีกสองลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1) การใช้งานในลักษณะไม่ใช่เพื่อการดำเนินธุรกิจ เป็นการใช้งานเครื่องพิมพ์เลเซอร์เพื่อพิมพ์งานประเภทต่าง ๆ ตามแต่ความต้องการเฉพาะบุคคล โดยไม่ได้ใช้เพื่อประกอบธุรกิจหรือสร้างรายได้ให้แก่ตนเอง เช่น เพื่อพิมพ์รายงาน จดหมาย ซองจดหมาย สติกเกอร์ และรูปภาพต่าง ๆ เป็นต้น

2) การใช้งานในลักษณะเพื่อการดำเนินธุรกิจ เป็นการใช้งานเครื่องพิมพ์เลเซอร์เพื่อการดำเนินธุรกิจสร้างรายได้ เช่น ธุรกิจรับจ้างออกแบบสิ่งพิมพ์ประเภทนามบัตรตามห้างสรรพสินค้า นักออกแบบสิ่งพิมพ์อิสระรับจ้างออกแบบสิ่งพิมพ์ประเภทต่าง ๆ เป็นต้น โดยนำเครื่องพิมพ์เลเซอร์ทั้งสีเดียวและหลายสีมาใช้เพื่อพิมพ์ออกผลงานที่ได้สร้างสรรค์ขึ้น

2.5.2.2 การใช้งานภายในองค์กร ในการใช้งานเครื่องพิมพ์เลเซอร์ภายในองค์กรนั้นก็สามารถจำแนกลักษณะการใช้งาน ออกได้เป็นสองลักษณะเหมือนกับการใช้งานส่วนบุคคลเช่นกัน ดังนี้

1) การใช้งานในลักษณะสนับสนุนการดำเนินธุรกิจ เป็นการใช้งานในลักษณะเพื่อดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ที่ช่วยสนับสนุนหรือส่งเสริมธุรกิจที่ดำเนินอยู่ แต่ไม่ได้ใช้เพื่อทำธุรกิจโดยตรง ตัวอย่างเช่น ใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์สำหรับการพิมพ์เอกสารรายงาน คู่มือ งานนำเสนอ จดหมาย บันทึก แผ่นพลาสติกใสสำหรับการนำเสนอ เป็นต้น เพื่อติดต่อ ประสานงาน สั่งการ รายงาน ประชาสัมพันธ์ และฝึกอบรม เป็นอาทิ ดังนั้นการใช้งานเครื่องพิมพ์ในลักษณะนี้ จึงมีความหลากหลายมาก ทั้งนี้ขึ้นกับว่าองค์กรนั้นดำเนินธุรกิจประเภทใด และมีกิจกรรมใดบ้างในองค์การ เช่น สำนักพิมพ์ ใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์สำหรับพิมพ์ปรู๊ฟขาวดำ เพื่อถูกต้องของการเรียงพิมพ์ ความสวยงาม และความถูกต้องของการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ในหน้าสิ่งพิมพ์เป็นต้น

2) การใช้งานเพื่อดำเนินธุรกิจโดยตรง เป็นการใช้งานเครื่องพิมพ์เลเซอร์เพื่อผลิตงานพิมพ์เพื่อการดำเนินการธุรกิจ หรือเพื่อสร้างรายได้ หากำไร ตัวอย่างการใช้งานเครื่องพิมพ์ในด้านนี้มีดังนี้

(1) การใช้งานเพื่อการพิมพ์ปรู๊ฟสีดิจิตอล เป็นการใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์หลายสีเพื่อรับจ้างผลิตแผ่นปรู๊ฟสอดสีให้แก่โรงพิมพ์ สำนักพิมพ์ หรือตัวแทนบริษัทโฆษณา สำหรับนำไปใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของสี หรือทำสัญญาว่าจ้างพิมพ์กับลูกค้า ในการใช้งานเครื่องพิมพ์ในลักษณะนี้มีความจำเป็นที่จะต้องอาศัยระบบการจัดสี เพื่อควบคุมให้เครื่องพิมพ์สามารถทำการพิมพ์ภาพให้ได้สีใกล้เคียงกับสีของแผ่นพิมพ์ที่ได้จากการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อมที่เป็นเครื่องพิมพ์น้ำหนักสีต่อเนื่องก็คือ ภาพปรู๊ฟสีที่ได้มีความคล้ายคลึงกับภาพพิมพ์ที่ได้มากกว่า เนื่องจากภาพที่พิมพ์ได้เป็นภาพฮาล์ฟโทนเช่นเดียวกัน ดังนั้นหากเกิดปัญหาทางการพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับการลงสกรีนก็จะสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน เช่น การเกดปัญหาลายตาเสื่อที่เกิดจากการกำหนดมุมสกรีนของหมึกพิมพ์แม่สีแต่ละสีไม่ถูกต้อง เป็นต้น นอกจากนี้เครื่องพิมพ์เลเซอร์ยังพิมพ์ภาพลายเส้นต่าง ๆ ได้คมชัดกว่าเครื่องพิมพ์ระเหิดสีย้อมด้วย

(2) การใช้งานเพื่อการผลิตอาร์ตเวิร์ก เป็นการใช้งานเครื่องพิมพ์เลเซอร์เพื่อรับจ้างผลิตอาร์ตเวิร์กสำหรับนำไปใช้ถ่ายด้วยกล้องงานพิมพ์ เพื่อผลิตเป็นฟิล์มสำหรับใช้ทำแม่พิมพ์ต่อไป การใช้งานในลักษณะนี้นับวันจะมีน้อยลง เนื่องจากในปัจจุบันธุรกิจโรงพิมพ์และสำนักพิมพ์ต่าง ๆ หันมาใช้อิมเมจเซ็ตเตอร์กันมากขึ้น รวมทั้งพัฒนาการของระบบคอมพิวเตอร์สู่แม่พิมพ์ และระบบคอมพิวเตอร์สู่เครื่องพิมพ์ก็มีผลทำให้การใช้งานในลักษณะนี้จะหมดไปในอนาคต

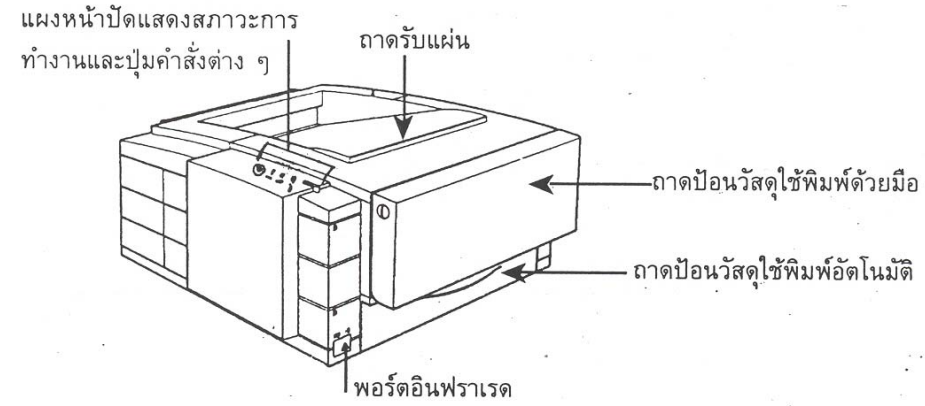
(3) การใช้งานเพื่อการผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทต่าง ๆ เป็นการใช้งานเครื่อง พิมพ์เลเซอร์เพื่อรับจ้างผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทต่าง ๆ ทั้งที่เป็นสิ่งพิมพ์ทั่วไป สิ่งพิมพ์เพื่อการโฆษณาประชาสัมพันธ์และสิ่งพิมพ์ลักษณะพิเศษทั้งที่เป็นแผ่นและเป็นเล่ม ตัวอย่างเช่น เอกสารรายงานต่าง ๆ นามบัตร กระดาษหัวจดหมาย จดหมายข่าว แผ่นปลิว โปสเตอร์ และเช็ค เป็นต้น

2.6 ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องพิมพ์เลเซอร์

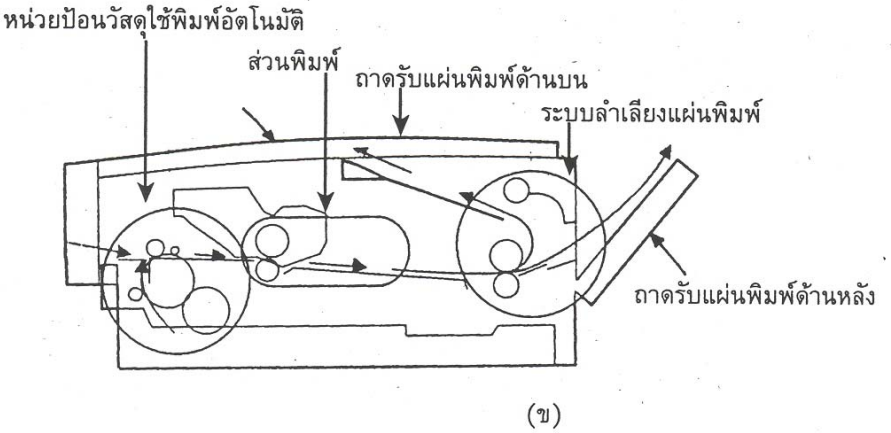
เครื่องพิมพ์เลเซอร์จัดเป็นอุปกรณ์ส่งออกประเภทหนึ่งสำหรับระบบคอมพิวเตอร์หนึ่ง ๆ มีหลักการทำงานเหมือนกับเครื่องสำเนาถ่ายเอกสารแบบดิจิตอลตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นจึงมีชิ้นส่วนต่าง ๆ ในการพิมพ์เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน จากการที่อาศัยแสงเลเซอร์ทำให้เกิดภาพของประจุไฟฟ้าของหน้าสิ่งพิมพ์ทั้งหน้าบนหน่วยบันทึกภาพ ก่อนที่หน่วยบันทึกภาพจะเคลื่อนที่ไปรับโทนเนอร์ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ก็คือ ข้อมูลภาพของหน้าสิ่งพิมพ์ทั้งหน้าได้รับการประมวลผลและเก็บไว้ในหน่วย ความจำของเครื่องพิมพ์ ก่อนกรยิงแสงเลเซอร์เพื่อสร้างหน้าหนึ่ง ๆ บนหน่วยบันทึกภาพ เครื่องพิมพ์เลเซอร์จึงได้รับการจัดว่าเป็น “เพจพริ้นเตอร์” (page printer) โดยในการพิมพ์ภาพนั้นจะเป็นการพิมพ์จุดโทนเนอร์ที่มีขนาดเล็กมาก ให้ประกอบขึ้นเป็นตัวพิมพ์หรือรูปภาพ สำหรับความละเอียดการพิมพ์นั้น เครื่องพิมพ์เลเซอร์โดยทั่วไปสามารถทำการพิมพ์ได้ที่ความละเอียดระหว่าง 300 – 1,200 จุดต่อนิ้ว โดยอาจพิมพ์ทั้งในแนวนอนและแนวตั้งด้วยความละเอียดเท่ากันหรือแตกต่างกันก็ได้เช่น 300 x 300 จุดต่อนิ้ว 600 x 600 จุดต่อนิ้ว 800 x 400 จุดต่อนิ้ว หรือ 1,200 x 600จุดต่อนิ้ว เป็นต้น ในขณะที่การพิมพ์ออฟเซตโดยทั่วไปจะพิมพ์ด้วยความละเอียด

ประมาณ 1,200 - 2,400 จุดต่อนิ้ว อย่างไรก็ตามได้มีผู้ผลิตเครื่องพิมพ์บางรายได้พัฒนาทางเทคนิควิธีการเฉพาะ เพื่อให้เครื่องพิมพ์ที่ผลิตขึ้นสามารถพิมพ์ภาพให้มีความละเอียดการพิมพ์สูงเกินกว่า 1,200 จุดต่อนิ้ว ทำให้คุณภาพการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ใกล้ใกล้เคียงหรือเทียบเท่ากับคุณภาพที่พิมพ์ด้วยระบบการพิมพ์ออฟเซตมากยิ่งขึ้น

เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ได้ดียิ่งขึ้น จึงควรได้ศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบสำคัญของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ และหน้าที่ส่วนประกอบนั้น ๆ และเนื่องจากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่ใช้งานโดยทั่วไปและที่ใช้ในระบบงานก่อนการพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นเป็นเครื่องพิมพ์เลเซอร์แบบตั้งโต๊ะ ดังนั้นในที่นี้จึงขอกล่าวถึงส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ประเภท นี้เท่านั้น อย่างไรก็ตามแม้ว่าเครื่องพิมพ์เลเซอร์แบบตั้งโต๊ะมีขนาดใหญ่ไม่มากนัก แต่ก็มีส่วนประกอบต่าง ๆ เป็นจำนวนมากที่ทำงานร่วมกัน ดังนั้นจึงไม่สามารถกล่าวถึงส่วนประกอบแต่ละชิ้นได้ ในที่นี้จึงขอเลือกกล่าวเฉพาะส่วนประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์เท่านั้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้



(ก)



(ข)

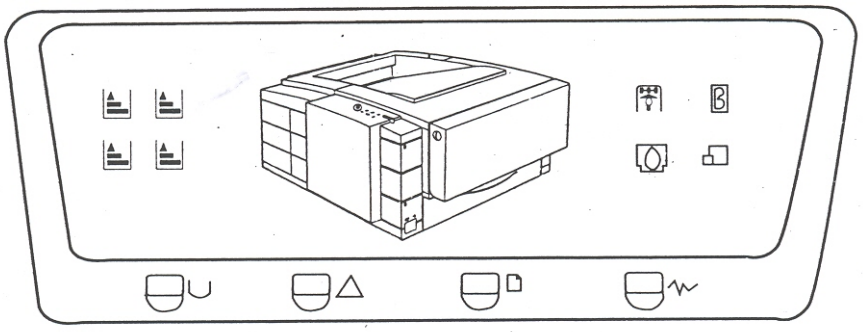
ภาพที่ 97 (ก) โครงสร้างภายนอก และ (ข) ภายในของเครื่องพิมพ์เลเซอร์แบบตั้งโต๊ะ

2.6.1 ถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์

ถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์ใช้สำหรับบรรจุวัสดุใช้พิมพ์ขนาดต่าง ๆ โดยมีส่วนกำกับวัสดุใช้พิมพ์ที่ปรับเลื่อนได้ตามขนาดวัสดุใช้พิมพ์ เพื่อกำกับให้วัสดุใช้พิมพ์สามารถป้อนเข้าพิมพ์ได้ฉาก ทั้งนี้จำนวนของถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์เพื่อป้อนเข้าพิมพ์อัตโนมัติโดยทั่วไปมีจำนวนตั้งแต่ 1 ถาดขึ้นไป จำนวนของถาดมากหรือน้อยขึ้นกับว่าเป็นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่มีความสามารถการพิมพ์ในระดับใด นอกจากถาดป้อนวัสดุใช้พิมพ์เข้าพิมพ์อัตโนมัติแล้วก็จะมีถาดป้อนวัสดุใช้พิมพ์ด้วยมือหรือถาดบายพาสด้วยเพื่อป้อนวัสดุใช้พิมพ์ที่มีขนาดและลักษณะพิเศษต่าง ๆ เช่น ใช้เพื่อป้อนแผ่นฟิล์มพลาสติก ซองจดหมาย เป็นต้น

อุปกรณ์สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่พบในถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์ คือ อุปกรณ์ทางแสงที่ใช้ตรวจจับว่ามีวัสดุใช้พิมพ์หรือไม่ในถาด ถ้าไม่มีก็จะส่งสัญญาณหรือข้อความเตือนให้ผู้ใช้ได้ทราบว่าในขณะนั้นถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์ว่างเปล่า

2.6.2 แผงควบคุมการทำงาน



ภาพที่ 98 ตัวอย่างแผงควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์เลเซอร์

แผงควบคุมการทำงานประกอบด้วยปุ่มต่าง ๆ เพื่อสั่งการให้เครื่องพิมพ์ทำงานบางอย่าง รวมทั้งอาจมีจอแอลซีดี หรืออุปกรณ์ประเภทอื่นที่ใช้เพื่อแสดงสถานะการทำงานของเครื่องพิมพ์ในขณะนั้น เช่น ไฟแสดงสถานะเครื่องพิมพ์ว่าอยู่ในสถานะเปิดเครื่อง ไฟแสดงสถานะเครื่องพิมพ์ว่ากำลังพิมพ์งาน ไฟแสดงว่าวัสดุใช้พิมพ์หมดไปจากถาดบรรจุ เป็นต้น นอกจากแผงควบคุมการทำงานแล้ว การควบคุมการทำงานบางอย่างของเครื่องพิมพ์ก็ทำได้โดยใช้ปุ่มอื่น ๆ ที่อยู่ในบริเวณต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์ ซึ่งแตกต่างกันไปในเครื่องพิมพ์เลเซอร์แต่ละรุ่น แต่ละประเภท เช่น ปุ่มควบคุมตำแหน่งการพิมพ์ (ระยะเว้นขอบว่างซ้ายก่อนเริ่มพิมพ์) ปุ่มเลือกประเภทของแพลตฟอร์ม (เช่นภายใต้ระบบการแมคอินทอชหรือวินโดว์ เป็นต้น) ปุ่มเลือกสภาวะการทำงานแบบออฟไลน์ (offline) หรือออนไลน์ (online) ซึ่งเป็นปุ่มเพื่อให้เครื่องพิมพ์ทำงานแบบเป็นอุปกรณ์ส่งออกของคอมพิวเตอร์

หนึ่งเครื่อง (สภาวะออฟไลน์) หรือเป็นอุปกรณ์ส่งออกของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (สภาวะออฟไลน์) เป็นต้น

2.6.3 หน่วยประมวลผลกลางและหน่วยความจำ

หน่วยประมวลผลกลางซึ่งเป็นไมโครโพรเซสเซอร์ทำหน้าที่ประมวลผลต่าง ๆ ที่ได้รับจากซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการส่งออกภาพหรือจากแผงควบคุมการทำงาน และควบคุมให้เครื่องพิมพ์งานออกมาให้เป็นไปตามคำสั่งต่าง ๆ ที่ได้รับ ส่วนหน่วยความจำประเภทแรมทำหน้าที่เก็บคำสั่งและข้อมูลที่ใช้ในการพิมพ์ออกชั่วคราว และหน่วยความจำประเภทรอมโดยทั่วไปใช้เก็บข้อมูลหรือคำสั่งเกี่ยวกับตัวพิมพ์ เป็นหลักประสิทธิภาพการทำงานของส่วนอุปกรณ์ทั้งสองมีส่วนสำคัญต่อความเร็วและคุณภาพการพิมพ์ที่ได้จากการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์

2.6.4 ทัศนูปกรณ์

ทัศนูปกรณ์ในที่นี้ ได้แก่ กระจก และเลนส์ ทำหน้าที่ในการควบคุมแสงจากแหล่งกำเนิดแสงให้ตกลงบนหน่วยบันทึกภาพในตำแหน่งที่ถูกต้อง ทั้งนี้ทัศนูปกรณ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์หนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยอะไรบ้างนั้น ขึ้นกับว่าเทคโนโลยีของการทำให้เกิดภาพเกิดหน่วยบันทึกภาพเป็นแบบใด อาทิ เครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคโนโลยีแสงเลเซอร์จะใช้แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์หนึ่งแหล่ง และใช้กระจกหกเหลี่ยมและเลนส์ในการหักเหและโฟกัสแสงเลเซอร์ให้ตกลงบนหน่วยบันทึกภาพ แต่ถ้าเป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคโนโลยีอื่น จะใช้เพียงเลนส์ในการโฟกัสแสงให้ตกลงบนหน่วยบันทึกภาพเท่านั้น เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดของเทคโนโลยีที่ใช้ในการทำให้ภาพเกิดที่หน่วยบันทึกภาพจะได้กล่าวถึงต่อไป

2.6.5 แหล่งกำเนิดแสง

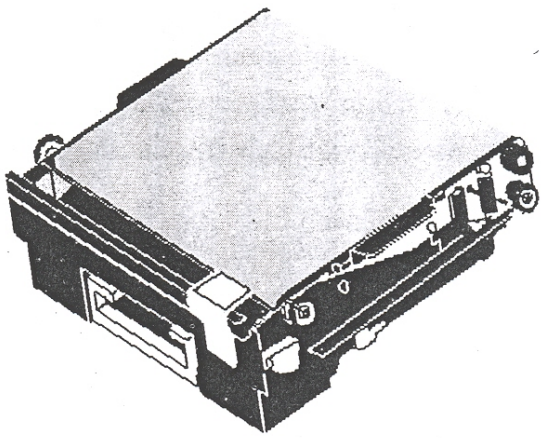
แหล่งกำเนิดแสงทำหน้าที่ในการกำเนิดแสง เพื่อใช้ในการบันทึกภาพของประจุไฟฟ้าหรือภาพแฝงขึ้นที่หน่วยบันทึกภาพตามสัญญาณข้อมูลภาพที่ส่งออกผ่านซอฟต์แวร์ใด ๆ เครื่องพิมพ์เลเซอร์โดยส่วนมากใช้แสงเลเซอร์ในการทำให้ภาพเกิด จึงเป็นที่มาของชื่อเครื่องพิมพ์ อย่างไรก็ตามก็มีการใช้แหล่งกำเนิดแสงประเภทอื่นในการทำให้เกิดภาพแฝงขึ้นที่หน่วยบันทึกภาพ ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนซ์ และไดโอดเปล่งแสง ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

2.6.6 หน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าหลัก

หน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าทำหน้าที่จ่ายประจุให้แก่หน่วยบันทึกภาพ หน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องพิมพ์เลเซอร์มีทั้งชนิดที่เป็นลวดโคโรนาและชนิดลูกกลิ้งจ่ายประจุไฟฟ้า (charging roller) โดยการใช้ลูกกลิ้งจ่ายประจุไฟฟ้านั้นพบในเครื่องพิมพ์เลเซอร์จากผู้ผลิตบางราย นำมาใช้แทนลวดโคโรนาเพื่อลดปริมาณการผลิตก๊าซโอโซน เนื่องจากลูกกลิ้งประจุไฟฟ้าจะสัมผัสกับผิวหน่วยบันทึกภาพ ทำให้สามารถใช้ไฟฟ้าที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าเพื่อผลิตประจุไฟฟ้า ประกอบกับไม่มีช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งจ่ายประจุไฟฟ้ากับผิวหน่วยบันทึกภาพจึงทำให้ก๊าซโอโซนเกิดขึ้นน้อยกว่า

2.6.7 หน่วยบันทึกภาพ

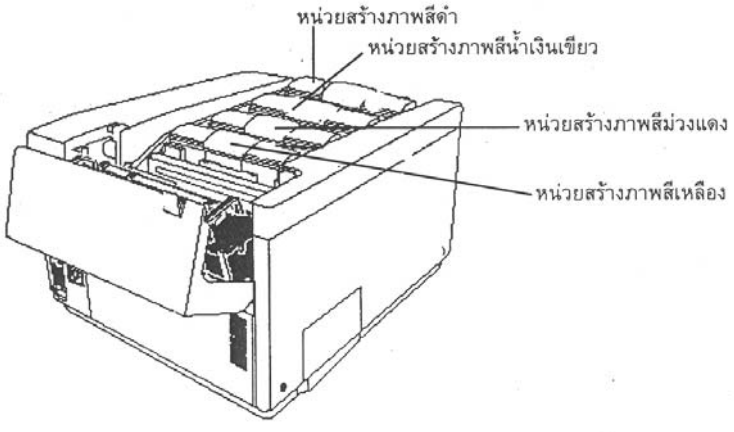
หน่วยบันทึกภาพ อาจเป็นกระบอกหรือเป็นสายพานก็ได้เหมือนเช่นหน่วยบันทึกภาพของเครื่องทำสำเนาโดยกระบอกหรือสายพานนี้ ทำมาจากโลหะอะลูมิเนียมที่ได้รับการเคลือบผิวด้วยวัสดุนำแสง อาทิ ซีลีเนียม (Selenium, Se) ซิลิคอน (Silicon, Si) แคดเมียมซัลไฟด์ (Cadmium Sulfide, Cds) เป็นต้น



ภาพที่ 99 ตัวอย่างหน่วยบันทึกภาพแบบสายพานนำแสงของเครื่องคอมพิวเตอร์

2.6.8 หน่วยสร้างภาพ

หน่วยสร้างภาพหรือหน่วยจ่ายโทนเนอร์ ทำหน้าที่จ่ายโทนเนอร์ที่มีประจุไฟฟ้าตรงข้ามกับประจุไฟฟ้าของภาพแฝงบนหน่วยบันทึกภาพ เมื่อหน่วยบันทึกภาพเคลื่อนตัวมายังหน่วยสร้างภาพ ก็จะได้รับโทนเนอร์ที่มีประจุไฟฟ้าขั้วตรงข้ามกัน ทำให้โทนเนอร์สามารถเกาะติดบนหน่วยบันทึกภาพ เกิดภาพจริงขึ้นได้ โดยหน่วยสร้างภาพจะมีจำนวนหน่วยตามจำนวนแม่สีที่ใช้ในการพิมพ์



ภาพที่ 100 ตัวอย่างหน่วยสร้างภาพสี่หน่วยในเครื่องพิมพ์เลเซอร์สำหรับพิมพ์งานสอดสี

2.6.9 หน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าให้วัสดุใช้พิมพ์

หน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าให้วัสดุใช้พิมพ์ ทำหน้าที่จ่ายประจุไฟฟ้าให้วัสดุใช้พิมพ์ด้านตรงข้ามกับที่สัมผัสกับหน่วยบันทึกภาพ โดยประจุไฟฟ้าที่จ่ายให้จะเป็นขั้วเดียวกับประจุไฟฟ้าของภาพแฝงแต่มีความแรงของประจุสูงกว่า ทำให้โทนเนอร์สามารถถ่ายโอนจากหน่วยบันทึกภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์ได้ ทั้งนี้หน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าให้แก่วัสดุใช้พิมพ์มีทั้งที่ใช้ลวดโคโรนา และลูกกลิ้งจ่ายประจุไฟฟ้าเหมือนกับในกรณีของหน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าหลัก

2.6.10 หน่วยลบประจุไฟฟ้าบนหน่วยบนแผ่นพิมพ์

หน่วยลบประจุบนบนแผ่นพิมพ์ ทำหน้าที่ทำให้ประจุที่มีอยู่บนแผ่นพิมพ์เป็นกลาง เพื่อให้แผ่นพิมพ์ไม่เกาะติดกับหน่วยบันทึกภาพภายหลังการพิมพ์แล้ว เพื่อให้ระบบลำเลียงแผ่นพิมพ์ต่อไปยังหน่วยผนึกภาพได้โดยไม่มีปัญหา

2.6.11 หน่วยผนึกภาพ

หน่วยผนึกภาพ ทำหน้าที่ผนึกภาพของโทนเนอร์ให้ติดแน่นบนวัสดุใช้พิมพ์เป็นกลาง เพื่อให้แผ่นพิมพ์ไม่เกาะติดกับหน่วยบันทึกภาพภายหลังการพิมพ์แล้ว เพื่อให้ระบบลำเลียงแผ่นพิมพ์สามารถลำเลียงแผ่นพิมพ์ต่อไปยังหน่วยผนึกภาพได้โดยไม่มีปัญหา

2.6.12 หน่วยทำความสะอาดหน่วยบันทึกภาพ

การทำความสะอาดหน่วยบันทึกภาพของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ เป็นการขจัดโทนเนอร์ที่หลง เหลือบนหน่วยบันทึกภาพที่ไม่ได้ถ่ายโอนลงบนวัสดุใช้พิมพ์ ซึ่งการทำความสะอาดอาจจะใช้ที่ปาด แปรง และ/หรือลูกกลิ้งก็ได้

2.6.13 หน่วยลบประจุไฟฟ้าบนหน่วยบันทึกภาพ

หน่วยลบประจุไฟฟ้าบนหน่วยบันทึกภาพ เป็นหน่วยที่มีแหล่งกำเนิดแสงที่ทำหน้าที่ให้แสงลงบนหน่วยบันทึกภาพ เพื่อทำการลบประจุที่หลงเหลืออยู่ที่ผิวของหน่วยบันทึกภาพ โดยประจุที่หลงเหลืออยู่จะไหลผ่านสายลงดินไป

2.6.14 หน่วยรับแผ่นพิมพ์

หน่วยรับแผ่นพิมพ์ ทำหน้าที่รับแผ่นพิมพ์ที่พิมพ์แล้วจากระบบลำเลียงแผ่นพิมพ์โดยทั่วไปอยู่ด้านบนและด้านหลังของเครื่องพิมพ์ โดยหน่วยรับแผ่นพิมพ์ที่อยู่ด้านบนของเครื่องนั้นเป็นการออกแบบให้ฝาครอบเครื่องพิมพ์ทำหน้าที่ในการรับแผ่นพิมพ์ และแผ่นพิมพ์จะได้รับการส่งออกมาที่หน่วยรับแผ่นพิมพ์นี้ในลักษณะหน้าด้านพิมพ์คว่ำลง ส่วนหน่วยรับแผ่นพิมพ์ที่อยู่ด้านหลังของเครื่องพิมพ์จะมีลักษณะเป็นแผงยื่นออกจากตัวเครื่องพิมพ์ และแผ่นพิมพ์จะได้รับการส่งออกมาที่หน่วยรับแผ่นพิมพ์ในลักษณะหน้าด้านพิมพ์หงายขึ้น

2.6.15 ระบบลำเลียงวัสดุใช้พิมพ์และแผ่นพิมพ์

การลำลียงวัสดุใช้พิมพ์จากถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์และแผ่นพิมพ์ ไปยังหน่วยรับแผ่นพิมพ์อาศัยลูกกลิ้งกระบอกรับส่ง และ / หรือร่วมกับสายพานเหมือนเช่นกับที่ใช้เครื่องทำสำเนาเช่นกัน

การขับเคลื่อนก็อาศัยการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าและแรงเสียดทาน ทั้งนี้เครื่องพิมพ์เลเซอร์ต่างรุ่นกันหรือผลิต โดยผู้ผลิตต่างรายกัน มีโครงสร้างของระบบลำเลียงวัสดุใช้พิมพ์ และแผ่นพิมพ์ที่แตกต่างกัน

จากเนื้อหาทั้งหมดที่กล่าวมาในข้างต้น จะเห็นได้ว่าส่วนประกอบสำคัญในการพิมพ์งานของเครื่องพิมพ์เลเซอร์มีความคล้ายคลึงกับเครื่องทำสำเนาดิจิตอลมาก ส่วนเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องทำสำเนาแบบแอนะล็อกแล้ว จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันในเรื่องของหน่วยติดตั้งต้นฉบับและประเภทแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ ทั้งนี้ส่วนประกอบสำคัญในการพิมพ์งานเหล่านี้แตกต่างกันไปในเครื่องพิมพ์ของผู้ผลิตแต่ละราย

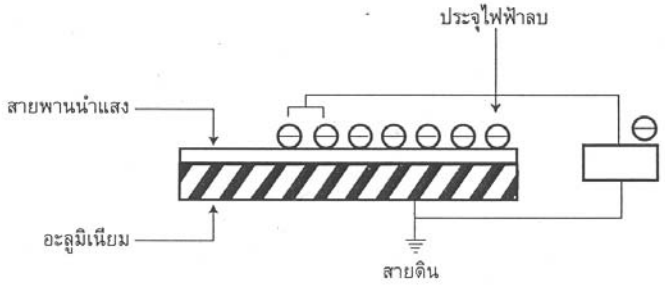
2.7 กระบวนการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์

กระบวนการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ มีขั้นตอนส่วนใหญ่คล้ายคลึงกับกระบวนการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนา เนื่องจากการพิมพ์อาศัยหลักการทางอิเล็กทรอโฟโตกราฟีและไฟฟ้าสถิตเหมือนกัน โดยกระบวนการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ จะเกิดขึ้นภายหลังจากที่หน่วยประมวลผลกลางของเครื่องพิมพ์ได้รับคำสั่งการพิมพ์จากคอมพิวเตอร์ที่ต่อพ่วงอยู่ด้วยผ่านทางโปรแกรมประยุกต์ใด ๆ ก็จะทำหน้าที่แปลและประมวลคำสั่ง จากนั้นก็จะสั่งการให้หน่วยการพิมพ์ภายในเครื่องควบคุมให้หน่วยกำเนิดแสงเลเซอร์ทำการยิงแสงเลเซอร์ลงบนหน่วยบันทึกภาพ ซึ่งจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของประจุที่ผิวหน่วยบันทึกภาพ หรือแสงเลเซอร์ทำหน้าที่ในการสร้างภาพแฝงนั่นเอง หลังจากนั้นก็จะมีการสร้างภาพ ผนึกภาพ และขั้นตอนอื่น ๆ เหมือนกับที่ได้กล่าวมาแล้วในกระบวนการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนา

อย่างไรก็ตามเพื่อให้เกิดความเข้าใจในการพิมพ์ภาพของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ จึงขอยกตัวอย่างขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่สำคัญโดยสังเขป และเพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับกระบวนการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนา ที่ได้ใช้หน่วยบันทึกภาพแบบกระบอกนำแสงเป็นตัวอย่างในการอธิบายกระบวนการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนาที่ได้กล่าวมาแล้วในข้อ 1 ในที่นี้จึงขอยกตัวอย่างกระบวนการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนา โดยใช้หน่วยบันทึกภาพแบบสายพานมาใช้ในการอธิบายเปรียบเทียบ ดังมีรายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ ต่อไปนี้

2.7.1 การจ่ายประจุไฟฟ้า

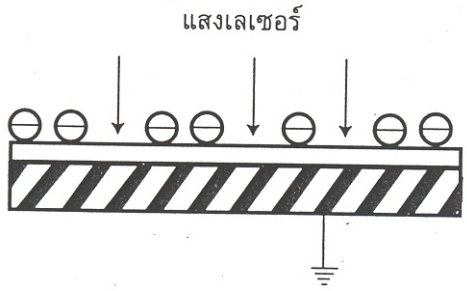
การจ่ายประจุไฟฟ้าเป็นการทำงานของหน่วยจ่ายประจุไฟฟ้าหลัก ในการจ่ายประจุไฟฟ้าให้แก่หน่วยบันทึกภาพ ซึ่งในที่นี้คือ สายพานนำแสง โดยในการจ่ายประจุไฟฟ้านี้เป็นการจ่ายประจุในที่มืดและประจุไฟฟ้าที่จ่ายให้อาจเป็นประจุไฟฟ้าบวกหรือประจุไฟฟ้าลบก็ได้ สมมติให้ประจุไฟฟ้าที่จ่ายให้เป็นประจุลบ



ภาพที่ 101 ตัวอย่างการจ่ายประจุไฟฟ้าลบให้แก่หน่วยบันทึกภาพประเภทสายพานนำแสง

2.7.2 การฉายแสง

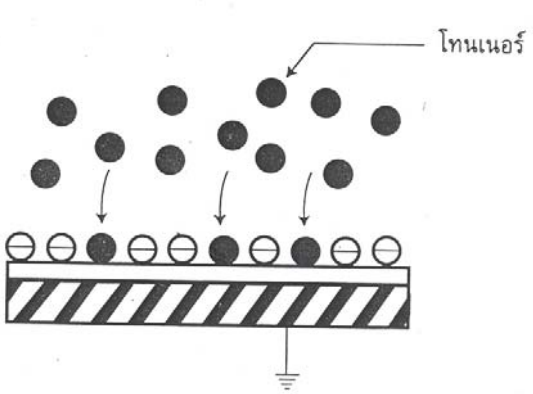
สายพานนำแสงได้รับการยิงด้วยแสงเลเซอร์ ซึ่งหน่วยควบคุมแหล่งกำเนิดแสงจะควบคุมการปิดเปิดของแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ ให้สัมพันธ์กับสัญญาณข้อมูลภาพที่ได้รับจากคอมพิวเตอร์ที่ต่อพ่วงอยู่ด้วย ในบริเวณใดบนสายพานนำแสงที่ได้รับการยิงด้วยแสงเลเซอร์ ประจุไฟฟ้าในบริเวณนั้นจะหายไป (ผ่านสายดินลงไป) คงเหลือไว้แต่ประจุไฟฟ้าในบริเวณที่ไม่ได้รับการยิงด้วยแสงเลเซอร์ โดยบริเวณที่ได้รับการยิงด้วยแสงเลเซอร์จะเป็นบริเวณที่ได้รับโทนเนอร์หรือเป็นบริเวณภาพ สำหรับความละเอียดการพิมพ์นั้นขึ้นกับความเร็วการหมุนของกระจกหกเหลี่ยม โดยการพิมพ์ภาพที่มีความละเอียดการพิมพ์สูง กระจกหกเหลี่ยมก็จะหมุนสะท้อนแสงเลเซอร์ด้วยความเร็วมาก



ภาพที่ 102 ตัวอย่างการยิงแสงเลเซอร์ลงบนสายพานนำแสงเพื่อลบประจุในบริเวณภาพ

2.7.3 การสร้างภาพ

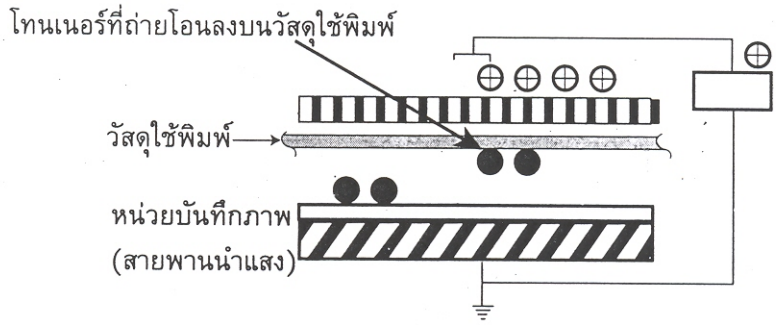
การสร้างภาพเป็นการจ่ายโทนเนอร์ให้แก่บริเวณภาพ ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่มีระจุไฟฟ้าบนสายพานนำแสงในขั้นตอนนี้โทนเนอร์ได้รับการทำให้มีประจุลบ ซึ่งอาจใช้วิธีการเดียวกับการสร้างภาพของเครื่องทำสำเนาดังที่ได้กล่าวมาแล้วหรืออาจใช้วิธีอื่นใดก็ได้ ดังนั้นโทนเนอร์ก็จะไม่เกาะติดบนสายพานนำแสงในบริเวณที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ เนื่องจากประจุไฟฟ้าที่มีขั้วเหมือนกันย่อมผลักกัน แต่จะไปเกาะติดในบริเวณภาพ ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่มีประจุไฟฟ้า



ภาพที่ 103 ตัวอย่างการสร้างภาพบนสายพานนำแสงด้วยโทนเนอร์ที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ

2.7.4 การถ่ายโอนภาพ

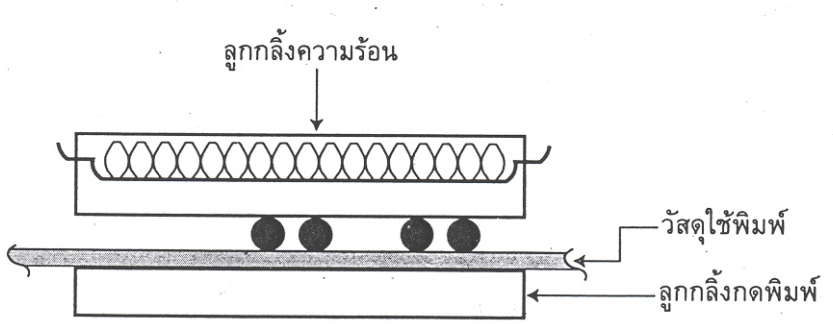
ในขั้นตอนนี้ในวัสดุใช้พิมพ์จะได้รับการป้อนเข้ามาที่สายพานนำแสงพร้อมทั้งได้รับการจ่ายประจุไฟฟ้าที่ด้านหลัง โดยประจุไฟฟ้าที่จ่ายให้มีขั้วตรงข้ามกับประจุไฟฟ้าของโทนเนอร์บนสายพานนำแสง ซึ่งในที่นี้ก็คือ ประจุไฟฟ้าบวกทำให้โทนเนอร์บนสายพานนำแสงเกิดการถ่ายโอนลงบนวัสดุใช้พิมพ์ได้



ภาพที่ 104 ตัวอย่างการพิมพ์ภาพของโทนเนอร์บนสายพานนำแสงลงบนวัสดุใช้พิมพ์

2.7.5 การผนึกภาพ

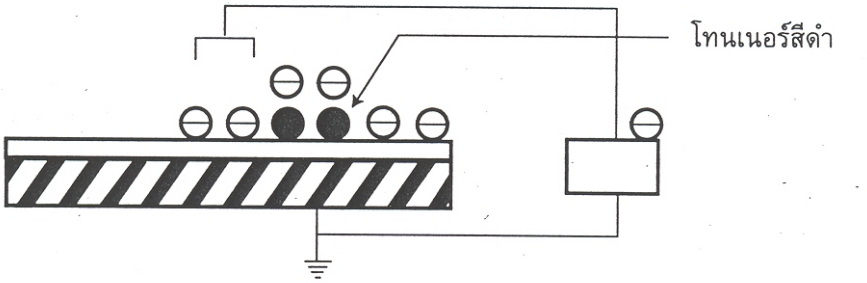
แผ่นพิมพ์ที่ได้จากขั้นตอนในข้อ 2.7.4 จะได้รับการป้อนต่อไปยังหน่วยผนึกภาพด้วยความร้อน ซึ่งประกอบด้วยลูกกลิ้งความร้อน 1 ลูกและลูกกลิ้งกดพิมพ์ 1 ลูก แผ่นพิมพ์จะได้รับการป้อนเข้าไประหว่างลูกกลิ้งสองลูกนี้โดยด้านพิมพ์จะสัมผัสกับลูกกลิ้งความร้อน ด้วยความร้อนและแรงกดพิมพ์ ทำให้โทนเนอร์เกิดการหลอมตัวและผนึกติดแน่นเข้ากับเนื้อวัสดุใช้พิมพ์



ภาพที่ 105 ตัวอย่างการผนึกภาพโทนเนอร์บนวัสดุใช้พิมพ์ด้วยความร้อนและแรงกด

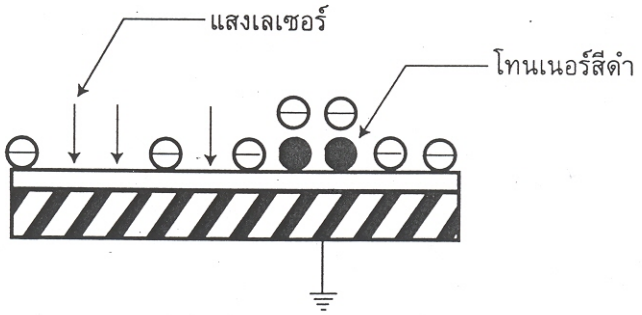
หลังจากขั้นตอนการผนึกภาพแล้ว แผ่นพิมพ์ก็จะได้รับการส่งออกไปที่หน่วยรับกระดาษด้วยระบบลำเลียงและสายพานนำแสงก็จะได้รับการทำความสะอาด โดยหน่วยทำความสะอาดหน่วยบันทึก ภาพจะทำความสะอาดโทนเนอร์ที่หลงเหลืออยู่บนหน่วยบันทึกภาพ และหน่วยลบประจุไฟฟ้าจะทำการขจัดประจุไฟฟ้าที่หลงเหลืออยู่บนหน่วยบันทึกภาพ เมื่อหน่วยบันทึกภาพสะอาดแล้ว ก็พร้อมสำหรับการพิมพ์ภาพในครั้งใหม่ต่อไป

จากกระบวนการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่กล่าวมาข้างต้น เป็นกระบวนการพิมพ์สำหรับงานพิมพ์สีเดียว ซึ่งโดยทั่วไปคืองานพิมพ์ด้วยโทนเนอร์สีดำ ทั้งนี้หากเป็นการพิมพ์งานสอดสีแล้ว หน่วยสร้างภาพหนึ่งหน่วยอาจแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วน ๆ เพื่อใช้บรรจุโทนเนอร์แม่สีแต่ละสี หรืออาจเป็นหน่วยสร้างภาพสี่หน่วยแยกออกจากกัน โดยแต่ละหน่วยทำการสร้างภาพโทนเนอร์แม่สีแต่ละสี ทั้งนี้ขึ้นกับเทคโนโลยีการพิมพ์สอดสีของผู้ผลิตเครื่องพิมพ์แต่ละราย สำหรับการพิมพ์โทนเนอร์สีจะมีขั้นตอนที่เพิ่มขึ้นจากขั้นตอนการพิมพ์โทนเนอร์สีสีดำสีเดียวที่ได้กล่าวเป็นตัวอย่างแล้วในข้างต้น โดยหลังจากการสร้างภาพด้วยโทนเนอร์สีดำแล้ว ก็จะมีการจ่ายประจุไฟฟ้าซ้ำอีก โดยเป็นการจ่ายประจุไฟฟ้าลบให้แก่บริเวณหน่วยบันทึกภาพที่มีโทนเนอร์สีดำเกาะติดอยู่ เพื่อป้องกันไม่ให้โทนเนอร์สีที่สองไปเกาะติดบนโทนเนอร์สีดำ หรือเกิดการสร้างภาพขึ้นในบริเวณดังกล่าว



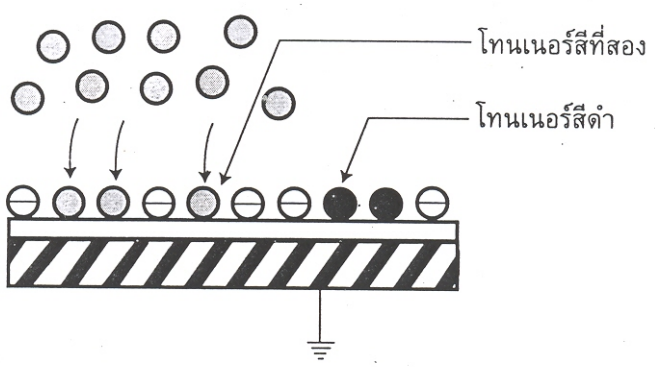
ภาพที่ 106 ตัวอย่างการจ่ายประจุไฟฟ้าลบให้แก่บริเวณบนสายพานนำแสงที่มีโทนเนอร์สีดำเกาะติดอยู่สำหรับการพิมพ์โทนเนอร์สีที่สอง

จากนั้นแสงเลเซอร์จะได้รับการยิงลงบนสายพานนำแสงอีกครั้ง โดยเป็นการยิงแสงเลเซอร์ตามสัญญาณข้อมูลภาพของการพิมพ์ภาพโทนเนอร์สีที่สอง ลงบนบริเวณที่ไม่มีโทนเนอร์สีดำเกาะติดอยู่ ทำให้ประจุไฟฟ้าลบในบริเวณนั้นหายไป



ภาพที่ 107 ตัวอย่างการยิงแสงเลเซอร์บนสายพานนำแสงเพื่อลบประจุไฟฟ้าลบสำหรับการพิมพ์โทนเนอร์สีที่สอง

ภายหลังการยิงแสงเลเซอร์เพื่อลบประจุไฟฟ้าลบสำหรับการพิมพ์โทนเนอร์สีที่สองแล้ว ก็จะเป็นขั้นตอนของการสร้างภาพด้วยโทนเนอร์สีที่สอง โดยโทนเนอร์สีที่สองก็จะได้รับการทำให้มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ ซึ่งก็จะทำให้ที่ไม่เกาะติดบนโทนเนอร์สีดำบริเวณอื่น ๆ บนสายพานนำแสงที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ แต่ไปเกาะติดในบริเวณที่ไม่มีประจุหรือบริเวณที่ได้รับการยิงแสงเลเซอร์ เกิดเป็นภาพของโทนเนอร์สีที่สองขึ้น ดังภาพที่ 3.68



ภาพที่ 108 ตัวอย่างการสร้างภาพโทนเนอร์สีที่สองบนสายพานนำแสง

การเกิดภาพและการสร้างภาพของโทนเนอร์สีที่เหลือก็จะเกิดขึ้นในลักษณะเดียวกัน เมื่อได้ภาพของโทนเนอร์ทั้งสี่สีแล้ว ภาพสอดสีที่เกิดขึ้นบนหน่วยบันทึกภาพก็จะได้รับการถ่ายโอนลงบนวัสดุใช้พิมพ์ต่อไป อย่างไรก็ตามเครื่องพิมพ์เลเซอร์จากผู้ผลิตบางรายก็มีกลไกการถ่ายโอนภาพที่แตกต่างจากที่กล่าวมา กล่าวคือ ลำดับการพิมพ์ของโทนเนอร์แม่สีอาจไม่ได้เริ่มต้นด้วยการพิมพ์ภาพโทนเนอร์สีดำก่อน และการถ่ายพิมพ์ภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์เกิดขึ้นสี่ครั้ง โดยวัสดุใช้พิมพ์จะได้รับการป้อนเข้าพิมพ์ที่หน่วยบันทึกภาพสี่ครั้งด้วยกัน

2.8 ปัญหาการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์และการแก้ปัญหา

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์เลเซอร์อาจกล่าวได้ว่าไม่แตกต่างจากปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับการพิมพ์ของเครื่องทำสำเนา รวมทั้งมีวิธีการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกันเหมือนกันในบางปัญหาดังนั้นในที่นี้จึงขอเลือกกล่าวถึงปัญหาต่าง ๆ ที่พบบ่อยครั้ง รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหาโดยสังเขปดังนี้

2.8.1 ภาพพิมพ์สีเพี้ยน

สาเหตุของปัญหาสีเพี้ยนและวิธีแก้ปัญหามีดังนี้

2.8.1.1 ความผิดพลาดในการผลิต แสดง และ/หรือการแปลงค่าสี ฮาร์ดแวร์นำเข้า ฮาร์ดแวร์ส่งออก (เครื่องพิมพ์เลเซอร์) และซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบงานก่อนพิมพ์มีความสามารถในการวิเคราะห์ แปลงค่าสี แสดงและ/หรือผลิตสีข้อมูลสีของภาพต้นฉบับได้ไม่ถูกต้องทุกสี

วิธีแก้ไข นำระบบการจัดสีมาใช้ เพื่อให้การแปลงและผลิตสีของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ต่าง ๆ มีความถูกต้องและเที่ยงตรงมากขึ้น

2.8.1.2 การเลือกสภาวะการพิมพ์ไม่ถูกต้อง เช่น เลือกสภาวะการพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ประเภทฟิล์มพลาสติกแทนสภาวะการพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ประเภทกระดาษ เลือกสภาวะการพิมพ์ภาพสำหรับงานนำเสนอแทนสภาวะการพิมพ์ภาพฮาล์ฟโทน เป็นต้น

วิธีแก้ไข ตรวจสอบว่าการเลือกสภาวะการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่เลือกใหม่ให้ถูกต้อง

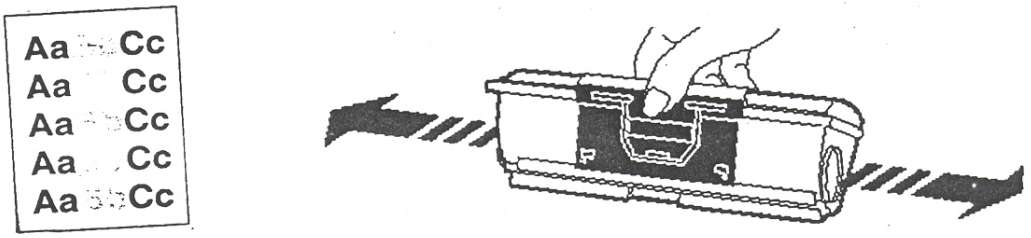
2.8.1.3 วัสดุใช้พิมพ์มีสมบัติไม่เหมาะสม เช่น มีความชื้นสัมพัทธ์หรือมีความเรียบไม่เหมาะสมหรือมีสีที่ไม่เป็นสีขาว เป็นต้น นอกจากนี้ในกรณีของวัสดุใช้พิมพ์ประเภทฟิล์มพลาสติก การปรับผิวหน้าอาจไม่อยู่ในระดับที่เหมาะสม

วิธีแก้ไข เปลี่ยนไปใช้วัสดุใช้พิมพ์ที่มีสมบัติได้มาตรฐานตรงตามข้อกำหนดของผู้ผลิตเครื่องพิมพ์ รวมทั้งการเก็บรักษาวัสดุใช้พิมพ์ก่อนการนำมาใช้งานอย่างถูกต้อง

2.8.1.4 โทนเนอร์แม่สีเหลือน้อย หากโทนเนอร์แม่สีสีใดสีหนึ่งเหลือน้อยจะส่งผลให้การสร้างภาพเกิดขึ้นน้อยเกินไป

วิธีแก้ไข

1) ถ้าบางส่วนของภาพในหน้ามีความเข้มน้อย อาจทำการแก้ไขโดยการถอดตลับโทนเนอร์ออกจากเครื่องพิมพ์ แล้วเขย่าหรือหมุนกลับไปกลับมา เพื่อให้โทนเนอร์กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ แล้วใส่ตลับโทนเนอร์นั้นกลับเข้าเครื่องพิมพ์แล้วทดลองพิมพ์อีกครั้ง ถ้าปัญหาเดิมยังคงมีอยู่ ให้เปลี่ยนตลับโทนเนอร์ใหม่



ภาพที่ 109 การเขย่าตลับโทนเนอร์เพื่อให้โทนเนอร์เกิดการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในตลับ

2) ในกรณีภาพมีสีซีดจางสม่ำเสมอทุกหน้า แสดงว่าโทนเนอร์เหลือน้อยเกินไปใกล้หมดต้องเปลี่ยนตลับโทนเนอร์ใหม่หรือเติมโทนเนอร์ให้แก่หน่วยสร้างภาพ

2.8.1.5 การปรับตั้งค่าความเข้มมากหรือน้อยเกินไป

วิธีแก้ไข ตรวจสอบค่าความเข้มการพิมพ์โทนเนอร์แม่สีแต่ละสีที่ปรับตั้งไว้ ว่าถูกต้องกับสภาวะการพิมพ์และคำแนะนำที่มีในคู่มือการใช้งานเครื่องพิมพ์หรือไม่ หากไม่ให้ทำการแก้ไขให้ถูกต้อง ซึ่งการปรับเปลี่ยนค่าความเข้มการพิมพ์ใหม่ ให้ใช้ความผิดเพี้ยนสีภาพที่พิมพ์ได้เป็นเกณฑ์ในการปรับ เปลี่ยนค่า โดยดูว่าสีของภาพเกิดการผิดเพี้ยนไปทางสีใด สีใดมีมากเกินไปหรือน้อยเกินไป

2.8.1.6 ทัศนูปกรณ์สกปรก

วิธีแก้ไข ทำความสะอาดตามคำแนะนำในคู่มือการใช้งานเครื่องพิมพ์ เช่น การใช้ผ้าปราศจากขุยชุบแอลกอฮอล์ทำความสะอาด หรือการปัดทำความสะอาดด้วยแปรงขนนุ่ม เป็นต้น

2.8.1.7 หน่วยบันทึกภาพเสื่อมสภาพหรือหมดอายุการใช้งาน

วิธีแก้ไข ทำการเปลี่ยนหน่วยบันทึกภาพใหม่

2.8.1.8 บริเวณที่ตั้งเครื่องพิมพ์ลาดเอียง ทำให้โทนเนอร์กระจายตัวในตลับโทนเนอร์หรือในหน่วยสร้างภาพไม่สม่ำเสมอ

วิธีแก้ไข ย้ายเครื่องพิมพ์ไปตั้งไว้บนพื้นที่ราบ ไม่ลาดเอียง และถอดตลับโทนเนอร์ออกจากเครื่องพิมพ์มาทำการหมุน เพื่อให้โทนเนอร์เกิดการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นจึงใส่ตลับโทนเนอร์กลับเข้าเครื่องพิมพ์

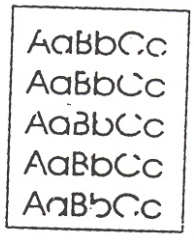
2.8.1.9 แสงจากภายนอกเข้าเครื่องพิมพ์ ทำให้ไปลบประจุไฟฟ้าบนหน่วยบันทึกภาพหรือทำให้หน่วยบันทึกภาพเสื่อมสภาพ โดยเฉพาะแสงที่มีความเข้มสูง

วิธีแก้ไข เปลี่ยนตำแหน่งเครื่องพิมพ์เลเซอร์ใหม่ โดยเลือกบริเวณที่อยู่ห่างจากแสงแดดหรือแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่ให้ความเข้มของแสงสูง รวมทั้งตรวจสอบว่าโครงสร้างภายนอกของเครื่องพิมพ์มีส่วนใดเสียหายจนเป็นเหตุให้แสงจากภายนอกสามารถส่องเข้าไปถึงภายใน ถ้ามีให้รีบดำเนินการแก้ไขซ่อมแซม

2.8.1.10 ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงหรือต่ำกว่ากำหนด มีผลต่อการเกิดประจุไฟฟ้าบนหน่วยบันทึกภาพ โทนเนอร์และวัสดุใช้พิมพ์ โดยมีผลทั้งทำให้เกิดมีประจุไฟฟ้ามากเกินไปหรือน้อยเกินไปได้ และส่งผลให้ภาพพิมพ์สีผิดเพี้ยนได้ในท้ายที่สุด

วิธีแก้ไข ตรวจสอบสภาพแวดล้อมของบริเวณที่ตั้งเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ว่ามีความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินไปหรือต่ำเกินไปจากที่กำหนดไว้ในคู่มือแนะนำการใช้งานเครื่องพิมพ์หรือไม่ โดยสามารถอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้จากไฮโกรมิเตอร์ (hygrometer) ถ้าบริเวณดังกล่าวมีความชื้นสัมพัทธ์สูงหรือต่ำเกินไป และไม่สามารถควบคุมความชื้นในบริเวณนั้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมได้ ให้ย้ายเครื่องพิมพ์ไปตั้งไว้ในห้องหรือบริเวณอื่นที่สามารถควบคุมความชื้นและอุณหภูมิได้

2.8.2 ภาพพิมพ์กระดำกระด่าง



ภาพที่ 110 ตัวอย่างปัญหาภาพพิมพ์กระดำกระด่าง

พิมพ์กระดำกระด่างและวิธีแก้ไขมีดังนี้

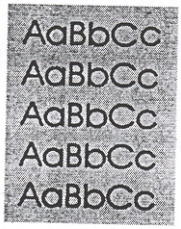
2.8.2.1 วัสดุใช้พิมพ์มีสมบัติไม่เหมาะสม อาทิ มีความหยาบมากเกินไป กระดาษมีความชื้นไม่เท่ากันในแต่ละบริเวณ หรือผลิตมาไม่ได้มาตรฐาน

วิธีแก้ไข เปลี่ยนไปใช้วัสดุใช้พิมพ์ ที่มีสมบัติเหมาะสมกับการนำมาใช้พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์

2.8.2.2 วัสดุใช้พิมพ์ได้รับการป้อนเข้าพิมพ์ผิดด้าน ในกรณีของกระดาษ ผิวกระดาษสองด้านมีความเรียบไม่เท่ากัน ดังนั้น หากป้อนกระดาษด้านตะแกรงแทนด้านสักหลาดเข้าพิมพ์ก็จะได้ภาพพิมพ์ที่มีลักษณะกระดำกระด่างได้

วิธีแก้ไข ตรวจสอบผิวกระดาษก่อนการป้อนเข้าพิมพ์ จากนั้นใส่กระดาษในถาดบรรจุโดยหันด้านกระดาษให้ถูกต้อง เพื่อให้กระดาษสักหลาดป้อนเข้าพิมพ์

2.8.3 พื้นภาพขึ้นพื้นสีเทาหรือสีอื่น



ภาพที่ 111 ตัวอย่างปัญหาภาพพิมพ์ขึ้นพื้นสีเทา

สาเหตุสำคัญของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา มีดังนี้

2.8.3.1 สภาพแวดล้อมในขณะพิมพ์อยู่ในสภาพที่แห้งมาก หรือมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำส่งผลให้ไฟฟ้าสถิตเกิดขึ้นมาก ทำให้เกิดการพิมพ์ภาพโทนเนอร์บนวัสดุใช้พิมพ์ในทุกบริเวณ

วิธีแก้ไข

1) ย้ายเครื่องพิมพ์ไปตั้งไว้ในห้องที่สามารถความชื้นและอุณหภูมิได้

2) ใช้เครื่องทำความชื้น (humidifier) เพิ่มความชื้นให้แก่บริเวณที่ตั้งเครื่องพิมพ์

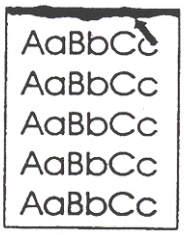
2.8.3.2 ตลับโทนเนอร์เกิดความเสียหายหรือผลิตมาไม่ได้มาตรฐาน ทำให้ปริมาณโทนเนอร์ที่สร้างภาพบนหน่วยบันทึกภาพไม่ถูกต้อง

วิธีแก้ไข เปลี่ยนตลับโทนเนอร์ใหม่

2.8.3.3 การตั้งค่าความเข้มการพิมพ์มากเกินไป ทำให้มีโทนเนอร์ปริมาณมากเกินไปถ่ายโอนไปยังหน่วยบันทึกภาพและวัสดุใช้พิมพ์ตามลำดับ

วิธีแก้ไข ปรับตั้งค่าความเข้มการพิมพ์ให้น้อยลง

2.8.4 จุดหรือรอยเปื้อนบนแผ่นพิมพ์



ภาพที่ 112 ตัวอย่างปัญหารอยเปื้อนบนแผ่นพิมพ์

แผ่นพิมพ์ปรากฏมีจุดหรือรอยเปื้อนของโทนเนอร์ที่ไม่ต้องการ ในบริเวณใดบริเวณหนึ่งของแผ่นพิมพ์สาเหตุของปัญหาและวิธีแก้ปัญหามีดังนี้

2.8.4.1 ทางเดินวัสดุใช้พิมพ์และแผ่นพิมพ์ภายในเครื่องพิมพ์สกปรก ซึ่งอาจเกิดจากแผ่นพิมพ์ติดขัดภายในเครื่องพิมพ์ก่อนได้รับการผนึกภาพ ทำให้โทนเนอร์ที่พิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ถ่ายโอนไปเปื้อนเลอะภายในเครื่องพิมพ์ ทั้งสองกรณีทำให้รอยเปื้อนปรากฏบนแผ่นวัสดุใช้พิมพ์แผ่นต่อไปที่ป้อนเข้ามาได้

วิธีแก้ไข

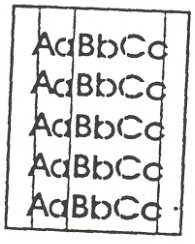
1) ทำความสะอาดทางเดินกระดาษภายในด้วยเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีตามคำแนะนำที่ปรากฏในเครื่องมือ

2) ป้อนแผ่นกระดาษเข้าหลาย ๆ แผ่น เข้าเครื่องพิมพ์หลาย ๆ ครั้ง จนกว่าจะไม่มีรอยเปื้อนปรากฏบนกระดาษ กระดาษจะช่วยทำความสะอาดโทนเนอร์ที่เปื้อนเลอะทางเดินกระดาษภายในเครื่องพิมพ์ออกได้

2.8.4.2 หน่วยบันทึกภาพเกิดความเสียหาย

วิธีแก้ไข ให้เปลี่ยนหน่วยบันทึกภาพใหม่

2.8.5 เส้นบนแผ่นพิมพ์



ภาพที่ 113 ตัวอย่างปัญหาเส้นบนแผ่นพิมพ์

ปัญหาเส้นที่เกิดบนแผ่นพิมพ์มีอยู่ด้วยกันสองลักษณะ คือ เส้นดำ หรือเส้นสี และเส้นขาว โดยสามารถเกิดขึ้นตามแนวนอนและตามแนวตั้งของหน้า

2.8.5.1 เส้นดำหรือเส้นสีบนภาพพิมพ์ มีสาเหตุและวิธีแก้ปัญหาดังนี้

1) หน่วยบันทึกภาพมีรอยขูดขีด

วิธีแก้ไข ให้ทำการเปลี่ยนหน่วยบันทึกภาพใหม่

2) ทัศนูปกรณ์สกปรก

วิธีแก้ไข ให้ทำความสะอาดทัศนูปกรณ์ด้วยวิธีการที่กำหนดในคู่มือแนะนำการใช้งานเครื่องพิมพ์

3) หน่วยจ่ายประจุให้แก่วัสดุใช้พิมพ์สกปรก โดยสิ่งสกปรกเป็นชนิดที่ทำให้การจ่ายประจุและสร้างภาพแล้วเกิดเป็นเส้นดำหรือเส้นสีขึ้น

วิธีแก้ไข ทำความสะอาดหน่วยประจุให้แก่วัสดุใช้พิมพ์ด้วยวิธีการที่กำหนดในคู่มือการใช้งานเครื่องพิมพ์

4) ทางเดินกระดาษภายในเครื่องพิมพ์สกปรก

วิธีแก้ไขให้ทำความสะอาดทางเดินกระดาษภายในเครื่องตามประเภทของสิ่งสกปรก ตามคำแนะนำในคู่มือการใช้งานเครื่องพิมพ์

2.8.5.2 เส้นขาวบนภาพพิมพ์ มีสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหาดังนี้

1) หน่วยจ่ายประจุให้แก่วัสดุใช้พิมพ์สกปรก โดยสิ่งสกปรกเป็นชนิดที่ทำให้การจ่ายประจุและสร้างภาพแล้วเกิดเป็นเส้นขาวขึ้น

วิธีแก้ไข ทำความสะอาดหน่วยจ่ายประจุให้แก่วัสดุใช้พิมพ์ด้วยวิธีการที่กำหนดในคู่มือการใช้งานเครื่องพิมพ์

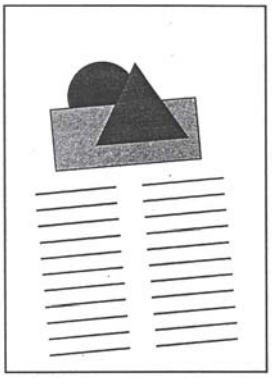
2) หน่วยสร้างภาพทำงานผิดปกติ ทำให้ไม่มีการจ่ายโทนเนอร์ลงบนหน่วยบันทึก ภาพเพื่อสร้างภาพแฝง

วิธีแก้ไข

(1) ตรวจสอบว่ามีสิ่งใดไปอุดตันช่องทางออกของโทนเนอร์ในหน่วยสร้างภาพหรือไม่ ถ้ามีให้ขจัดสิ่งที่ทำให้เกิดการอุดตันนั้นออก หรือถ้าเป็นโทนเนอร์ที่รวมตัวกันเป็นก้อนก็อาจถอดตลับโทนเนอร์ออกมาเขย่าเพื่อให้โทนเนอร์เกิดการกระจายตัว

(2) ในกรณีที่เกิดจากชิ้นส่วนใดภายในหน่วยสร้างภาพเสียหาย ก็ต้องทำการซ่อมแซม เปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นใหม่ หรือถ้าเสียหายมากก็ต้องเปลี่ยนหน่วยสร้างภาพใหม่

2.8.6 ภาพพิมพ์ไม่ได้ฉากหรือไม่ได้ตำแหน่งตามที่ต้องการ



ภาพที่ 114 ตัวอย่างปัญหาภาพพิมพ์มีตำแหน่งไม่ถูกต้องบนแผ่นพิมพ์

สาเหตุของปัญหาภาพพิมพ์ไม่ได้ฉากหรือไม่ได้อยู่ตำแหน่งในหน้าตามต้องการ เกิดจากสาเหตุได้หลายสาเหตุดังนี้

2.8.6.1 การป้อนวัสดุใช้พิมพ์เข้าพิมพ์ไม่ได้ฉาก

วิธีแก้ไข ตรวจสอบหาสาเหตุที่ทำให้การป้อนวัสดุใช้พิมพ์เข้าพิมพ์ฉากไม่ได้ฉาก เช่น

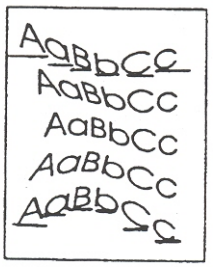
- วัสดุใช้พิมพ์มีลักษณะไม่เหมาะสมหรือไม่ เช่น หนาเกินไป บางเกินไป ผิวลื่นเกินไป เป็นต้น
- การบรรจุวัสดุใช้พิมพ์มากเกินไปในถาดบรรจุวัสดุใช้พิมพ์
- การบรรจุวัสดุใช้พิมพ์ผิดขนาดในถาดบรรจุ
- ทางเดินวัสดุใช้พิมพ์เข้าพิมพ์สกปรก
- ลูกกลิ้งป้อนกระดาษสึก เป็นต้น

ภายหลังจากที่ได้ตรวจสอบแล้วว่าเกิดจากสาเหตุใดก็ให้ทำการแก้ไขปัญหาตามสาเหตุนั้น

2.8.6.2 การปรับตั้งตัวเลือกเกี่ยวกับการพิมพ์วัสดุใช้พิมพ์ไม่ถูกต้อง

วิธีแก้ไข ตรวจสอบการตั้งค่าหรือเลือกค่าต่าง ๆ เกี่ยวกับการพิมพ์วัสดุใช้พิมพ์ในหน้าในเมนูสั่งพิมพ์งานว่าถูกต้องหรือไม่ในเรื่องของขนาดวัสดุใช้พิมพ์ ตำแหน่งของวัสดุใช้พิมพ์ว่าอยู่ในถาดบรรจุถาดใด ทิศทางการพิมพ์การเว้นขอบว่างซ้าย ขวา บน ล่าง เป็นต้น

2.8.7 ตัวพิมพ์ในบรรทัดไม่พิมพ์ในระดับแนวเส้นหลักล่างเดียวกัน



ภาพที่ 115 ตัวอย่างปัญหาตัวพิมพ์ในบรรทัดไม่พิมพ์ในระดับแนวเส้นหลักล่างเดียวกัน

ปัญหาตัวพิมพ์ในบรรทัดไม่พิมพ์บนแนวเส้นหลักล่างเดียวกัน เป็นปัญหาที่แถวตัวพิมพ์เกิดมีลักษณะเป็นลูกคลื่น ไม่เป็นแนวตรง ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้กับองค์ประกอบอื่น ๆ ในหน้าสิ่งพิมพ์เช่นกัน สาเหตุของปัญหานี้และวิธีแก้ปัญหามีดังนี้

2.8.7.1 วัสดุใช้พิมพ์มีผิวที่เรียบและลื่นเกินไป ส่งผลให้ในขณะพิมพ์เกิดการลื่นไถล

วิธีแก้ไข เปลี่ยนไปใช้วัสดุใช้พิมพ์ที่มีผิวหน้าที่มีความเรียบและลื่นน้อยลง หรือชนิดที่ผลิตมาใช้กับเครื่องพิมพ์เลเซอร์โดยเฉพาะ

2.8.7.2 หน่วยยิงแสงเลเซอร์และ/หรือทัศนูปกรณ์ทำงานผิดปกติ ส่งผลให้การยิงแสงเลเซอร์ ลงบนหน่วยบันทึกภาพในตำแหน่งที่ไม่ถูกต้อง

วิธีแก้ไข ส่งเครื่องพิมพ์เลเซอร์ให้บริษัทตัวแทนจำหน่ายเครื่องพิมพ์ เป็นผู้ดำเนินการตรวจสอบและแก้ไขให้

2.8.8 ภาพพิมพ์มีความทนทานต่อการขัดถูต่ำ

สาเหตุสำคัญของปัญหาและวิธีแก้ปัญหามีดังนี้

2.8.8.1 หน่วยผนึกภาพเกิดความเสียหาย ทำให้ไม่สามารถผนึกผงหมึกให้ติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์ได้ เช่น อาจเกิดความเสียหายขึ้นกับลูกกลิ้งความร้อน ทำให้กำเนิดความร้อนที่มีอุณหภูมิต่ำเกินไป โทนเนอร์จึงหลอมติดกับวัสดุใช้พิมพ์ได้ไม่ดี เป็นต้น

วิธีแก้ไข ตรวจสอบหน่วยผนึกภาพว่าสามารถทำงานได้ตามปกติหรือไม่ ถ้าไม่ให้ดำเนินการแก้ไขซ่อมแซมหรือทำการเปลี่ยนใหม่

2.8.8.2 หน่วยผนึกภาพไม่ได้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง หากลูกกลิ้งหน่วยบันทึกภาพไม่ได้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องหรือไม่สัมผัสกับแผ่นพิมพ์อย่างถูกต้อง จะทำให้ไม่เกิดการผนึกภาพขึ้น หรือเกิดอย่างไม่สมบูรณ์

วิธีแก้ไข ตรวจสอบตำแหน่งของลูกกลิ้งผนึกภาพว่ามีตำแหน่งถูกต้องหรือไม่ หากไม่ถูกต้อง ให้ปรับตั้งตำแหน่งของลูกกลิ้งผนึกภาพให้ถูกต้อง

2.8.8.3 วัสดุการพิมพ์ที่ใช้มีสมบัติไม่เหมาะสม เช่น กระดาษมีผิวเรียบมากจนเกินไป ฟิล์มพลาสติกไม่ได้ผ่านการปรับผิว หรือในกรณีของโทนเนอร์ อาจผลิตมาไม่ได้คุณภาพ หรือเกิดการเสื่อมสภาพ จากการเก็บไว้นานเกินไปหรือเก็บในสภาวะการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น

วิธีแก้ไข เปลี่ยนไปใช้วัสดุการพิมพ์ที่มีสมบัติต่าง ๆ ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ในคู่มือแนะนำการใช้งานเครื่องพิมพ์

บทที่ 4
เทคโนโลยีการพิมพ์ดิจิตอล

เทคโนโลยีการพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้ในการผลิตเครื่องพิมพ์ดิจิตอล ให้มีคุณลักษณะและประสิทธิภาพสนองตอบความต้องการของตลาดงานพิมพ์หลายประเภท กำลังมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว เครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ผลิตได้มีหลายระดับ สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมได้ในตลาดงานพิมพ์เหล่านี้ คือ งานพิมพ์ด่วน งานพิมพ์ตามสั่ง งานพิมพ์ที่ต้องการแปรเปลี่ยนข้อมูล งานพิมพ์พร้อมจำหน่าย และงานพิมพ์สีที่มีคุณภาพสูงใกล้เคียงคุณภาพงาน พิมพ์ออฟเซตแต่ต้องการพิมพ์ที่จำนวนพิมพ์น้อย งานพิมพ์ในลักษณะดังกล่าวไม่เหมาะที่จะพิมพ์ด้วยระบบการพิมพ์ออฟเซต หรือระบบการพิมพ์ทั่วไปที่ใช้แรงกดพิมพ์ จากการที่ตลาดงานพิมพ์ดิจิตอลกำลังเติบโตขยายกว้างขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการพิมพ์ดิจิตอลอย่างต่อเนื่องในแนวทางของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สู่เครื่องพิมพ์และคอมพิวเตอร์สู่การพิมพ์มาโดยตลอด สำหรับเรื่องของเทคโนโลยีการพิมพ์ดิจิตอลที่จะกล่าวถึงในบทที่ 4 จะเกี่ยวข้องกับความหมาย ความสำคัญ การใช้งาน กระบวนการพิมพ์และประเภทของการพิมพ์ดิจิตอล รวมถึงเรื่องเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประเภทต่าง ๆ แต่เนื่องจากเนื้อหาเน้นในเรื่องของกระบวนการพิมพ์พื้นลึก การพิมพ์พื้นฉลุลายผ้า และการพิมพ์ไร้แรงกด ในที่นี้จึงจะกล่าวถึงเครื่องพิมพ์ดิจิตอลจากทั้งสามระบบเป็นสำคัญ ส่วนเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบพื้นราบจะกล่าวถึงเพียงเล็กน้อย เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบกับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบพื้นลึก พื้นฉลุลายผ้า และไร้แรงกด สำหรับในข้อจะกล่าวถึงระบบการจัดการสีเพื่อควบคุมคุณภาพการพิมพ์ดิจิตอล ซึ่งเป็นระบบที่มีความสำคัญในการผลิตสิ่งพิมพ์ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่ต้องการ เนื่องจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำงานโดยใช้สัญญาณข้อมูลในระบบดิจิตอลนั้นมีความแตกต่างกันในการผลิตสี การใช้ระบบการจัดการสีจะช่วยจัดการและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้ให้ผลิตสีได้อย่างมีเอกภาพ

1. การพิมพ์ดิจิตอล

1.1 ความหมายของการพิมพ์ดิจิตอล

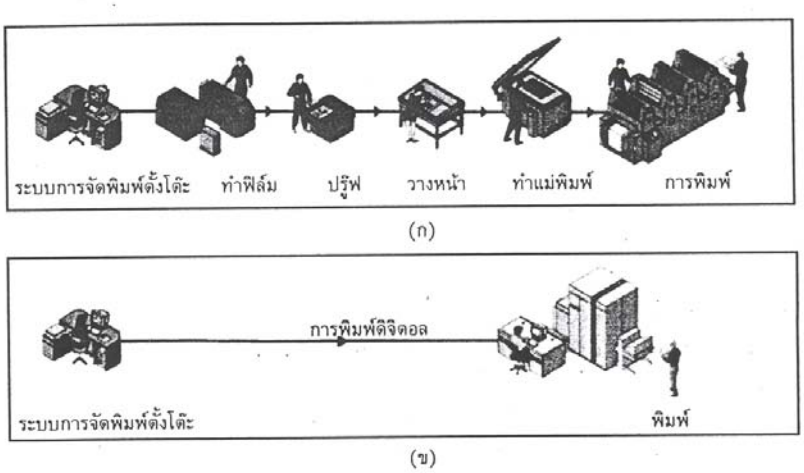
การพิมพ์ดิจิตอล (digital printing) แตกต่างจากการพิมพ์ทั่วไปที่ใช้แรงกดตรงที่ข้อมูลการพิมพ์ที่ป้อนให้กับเครื่องพิมพ์เป็นข้อมูลดิจิตอล ดังนั้น การพิมพ์ดิจิตอล จึงหมายถึง การพิมพ์ที่ใช้ข้อมูลดิจิตอล ในการสร้างภาพหรือถ่ายทอดภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์ ซึ่งมีทั้งแบบสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์โดยตรงและแบบที่สร้างภาพบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ (image carrier) ก่อน แล้วจึงถ่ายทอดภาพนั้นไปให้วัสดุใช้พิมพ์อีกที่หนึ่ง

1.2 ความสำคัญของการพิมพ์ดิจิตอล

เทคโนโลยีการพิมพ์ดิจิตอล เป็นเทคโนโลยีที่กำลังมีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในธุรกิจการพิมพ์และการจัดพิมพ์ เพราะมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วควบคู่ไปกับความก้าวหน้าทางด้านคอมพิวเตอร์ สามารถผลิตสิ่งพิมพ์ที่มีคุณภาพตามความต้องการของลูกค้าได้สะดวก รวดเร็ว ประหยัดต้นทุน และลดระยะเวลาในการผลิต การพิมพ์ดิจิตอลจึงเป็นการพิมพ์ที่สนองตอบความต้องการที่หลากหลายของลูกค้า และเป็นการพิมพ์ที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าระบบการพิมพ์แบบทั่วไปที่ใช้แรงกดพิมพ์ ความสำคัญของการพิมพ์ดิจิตอลมีหลายประการสามารถสรุปได้ดังนี้

1.2.1 ประยุกต์ใช้ได้กับการพิมพ์หลายระบบ ได้แก่ ระบบการพิมพ์พื้นลึก พื้นฉลุ ไร้แรงกด พื้นราบ รวมทั้งระบบการพิมพ์อื่น ๆ ที่พัฒนาขึ้นใหม่ เพียงแต่เครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้ระบบการพิมพ์เหล่านี้ต้องได้รับการออกแบบเป็นพิเศษให้มีระบบเชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์ และสามารถสร้างภาพบนตัวกลางถ่ายทอดภาพหรือบนวัสดุใช้พิมพ์ โดยใช้ข้อมูลดิจิตอลที่นำเข้าจากระบบคอมพิวเตอร์ได้ ช่วยให้เครื่องพิมพ์ดิจิตอลแต่ละระบบ สามารถใช้ข้อมูลดิจิตอลนั้น ๆ ในการผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

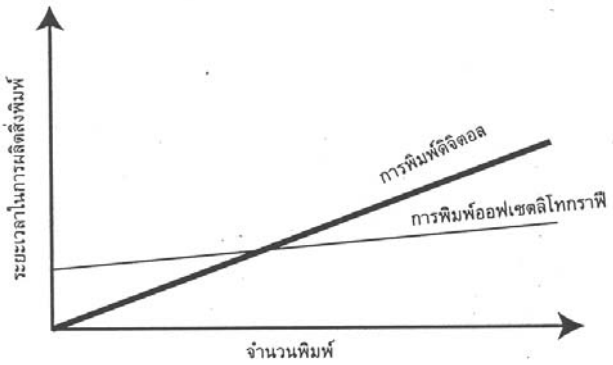
1.2.2 มีขั้นตอนการผลิตสิ่งพิมพ์สั้นลง กระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์แบบทั่วไปที่ใช้แรงกดนั้นประกอบด้วยงานก่อนพิมพ์หลายขั้นตอนที่แยกจากขั้นตอนงานพิมพ์โดยสิ้นเชิง แต่กระบวนการพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้เครื่องพิมพ์ดิจิตอลเป็นอุปกรณ์ส่งออกของระบบคอมพิวเตอร์นั้น จะสั้นกว่ากระบวนการพิมพ์แบบทั่วไปที่ใช้แรงกดเพราะมีการลดขั้นตอนงานก่อนพิมพ์ อาทิ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียงพิมพ์ตกแต่งภาพประกอบ ทำอาร์ตเวิร์ก วางหน้า เป็นต้น และมีการปรับเปลี่ยนใช้งานก่อนพิมพ์บางขั้นตอนไปรวมอยู่ในขั้นตอนงานพิมพ์ ที่สำคัญได้แก่ การตัดขั้นตอนการทำฟิล์ม เพราะสามารถใช้ข้อมูลดิจิตอลสร้างภาพบนตัวกลางถ่ายทอดภาพที่อยู่บนเครื่องพิมพ์ได้โดยตรง หรือแม้กระทั้งตัดขั้นตอนการทำแม่พิมพ์เพราะเครื่องพิมพ์ดิจิตอลบางระบบสามารถสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ได้โดยตรง นอกจากนี้การเตรียมข้อมูลเพื่อพิมพ์ยังทำได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องเตรียมพร้อมพิมพ์ (make ready) เช่น ไม่ต้องปรับตั้งการจ่ายหมึก ปรับตั้งฉากพิมพ์และการปรู๊ฟ เป็นต้น เครื่องพิมพ์ดิจิตอลบางระบบมีระบบการปรู๊ฟงานที่ทำได้ทันทีและรวดเร็ว (quick proof) โดยไม่ต้องหยุดพิมพ์ และมีระบบเก็บเล่มอิเล็กทรอนิกส์ (electronic collation) ซึ่งล้วนแล้วแต่ช่วยส่งให้ผลิตสิ่งพิมพ์ได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น ตอบสนองต่อความต้องการผลิตสิ่งพิมพ์ให้เสร็จทันภายในเวลาที่กำหนด



ภาพที่ 116 เปรียบเทียบขั้นตอนการผลิตสิ่งพิมพ์ระหว่าง
(ก) ระบบการพิมพ์ทั่วไป กับ (ข) ระบบการพิมพ์ดิจิตอล

ที่มา : ดัดแปลงจาก Lucien De Schamphelaere and the Xeikon Team. “Computer – to - press Solutions for Short Run Colot Printing (SRCP)” in Profit Through Prepress 1997. (Pira International) London : Atalink Ltd., May 1997, p.81.

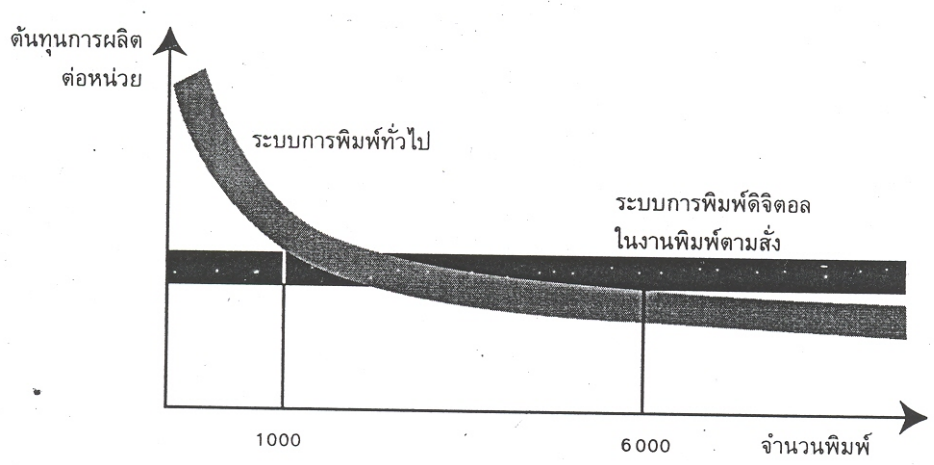
อย่างไรก็ตามมีข้อความคำนึกเกี่ยวกับระยะเวลาในการผลิต คือ แม้ขั้นตอนการผลิตของการพิมพ์ดิจิตอลจะน้อยกว่าระบบการพิมพ์ทั่วไปเช่นระบบการพิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟีดังภาพที่ 117 แต่ในกรณีการพิมพ์งานที่มีจำนวนพิมพ์มาก เช่น มากกว่า 5,000 ฉบับ ขึ้นไป การพิมพ์ด้วยระบบการพิมพ์ทั่วไปจะเร็วกว่าเนื่องจากสาเหตุหลายประการ เป็นต้นว่าเครื่องพิมพ์ระบบการพิมพ์ทั่วไปมีความเร็วมากกว่า ขนาดวัสดุใช้พิมพ์ที่ป้อนพิมพ์มีขนาดใหญ่กว่าและแม่พิมพ์มีความทนทานมากกว่า



ภาพที่ 117 เปรียบเทียบระยะเวลาในการผลิตสิ่งพิมพ์ระหว่างการพิมพ์ดิจิตอลและการพิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟี

ที่มา : Frink. V. Kanonik. “Digital Colot Presses Overview.,” On-demend Digital Printing. (instruction sheet). Pittsburgh: Graphic Arts Technical Foundation, November 2-4, 1998, p.10.

1.2.3 ประหยัดต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ การที่ขั้นตอนการผลิตลดลงส่งผลให้ต้นทุนวัสดุใช้พิมพ์ที่ใช้ในขั้นตอนนั้น ๆ ลดลง อาทิ ต้นทุนค่าวัสดุใช้พิมพ์ในขั้นตอนทำฟิล์มและเตรียมพร้อมพิมพ์ รวมทั้งประหยัดต้นทุนค่าแรงการผลิตด้วยเนื่องจากระยะเวลาการผลิตสิ่งพิมพ์น้อยลงตามขั้นตอนการผลิตส่งผล ให้ต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์โดยรวมลดลง อนึ่ง ในการพิจารณาต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์นั้น สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง คือ จำนวนพิมพ์โดยคิดเทียบเป็นต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ต่อจำนวนพิมพ์ 1 ฉบับ ที่เรียกว่า ต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ต่อหน่วย ในกรณีพิมพ์งานจำนวนน้อย (Short run) ต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ต่อหน่วยในระบบการพิมพ์ดิจิตอล จะต่ำกว่าระบบการพิมพ์ทั่วไปเนื่องจากไม่มีต้นทุนคงที่ (fixed cost) ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของการพิมพ์ดิจิตอลจึงมีค่าคงที่โดยไม่เปลี่ยนแปลงตามจำนวนพิมพ์ และมีค่าต่ำกว่าต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ต่อหน่วยของระบบการพิมพ์ทั่วไปที่ยิ่งพิมพ์จำนวนน้อย ต้นทุนต่อหน่วยยิ่งเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ณ ค่าจำนวนพิมพ์ที่จุดตัดของเส้นกราฟระบบการพิมพ์ทั่วไปและระบบการพิมพ์ดิจิตอลจะเป็นดัชนีบอกว่า ที่จำนวนพิมพ์น้อยกว่าค่าจำนวนพิมพ์ที่จุดเส้นกราฟทั้งสองตัดกัน ควรเลือกพิมพ์ด้วยระบบการพิมพ์ดิจิตอล เพราะใช้ต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ต่อหน่วยต่ำกว่าระบบการพิมพ์ทั่วไป และที่จำนวนพิมพ์มากกว่าค่าจำนวนพิมพ์ที่จุดเส้นกราฟทั้งสองตัดกัน ไม่ควรพิมพ์ด้วยระบบการพิมพ์ดิจิตอล (ภาพที่ 118)



ภาพที่ 118 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ต่อหน่วยระหว่างระบบการพิมพ์ทั่วไป และระบบการพิมพ์ดิจิตอล

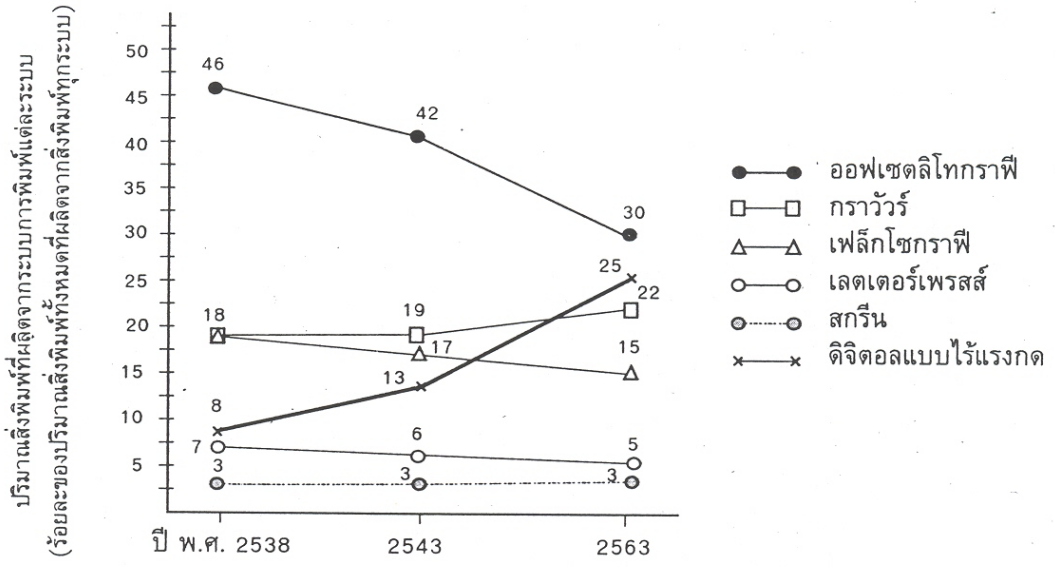
ที่มา : Howard M. Fenton and Frank J. Romano. On - Demand Priting : The Revolution in Digital and CustomiZed Printing 2nd ed. Pittsburgh : Graphic Arts Technical Foundation Press, 1998, p. 20.

1.2.4 รองรับตลาดงานพิมพ์หลายประเภทที่ไม่เหมาะกับการพิมพ์ด้วยระบบการพิมพ์ทั่วไปที่ใช้แรงกด ได้แก่งานพิมพ์ด่วน (quick printing) งานพิมพ์ตามสั่ง (on - demand printing) งานพิมพ์ที่ต้องการแปรเปลี่ยนข้อมูลเฉพาะฉบับ (variable data printing) งานพิมพ์พร้อมจัดจำหน่าย (distributing printing) และงานพิมพ์สอดสีที่ต้องการคุณภาพใกล้เคียงงานพิมพ์ออฟเซตแต่พิมพ์จำนวนน้อย (short run color printing, SRCP) ซึ่งในหลายประเทศแถบยุโรปและอเมริกานิยมใช้เกณฑ์จำนวนพิมพ์ที่ไม่เกิน 5,000 ฉบับ เป็นจำนวนพิมพ์น้อย ทั้งนี้การผลิตงานพิมพ์เหล่านี้จะเป็นการผลิตเพื่อเป็นการค้า (commercial production) หรือผลิตเพื่อให้บริการพิมพ์ภายในสำนักงาน (in-house production) ก็ได้ สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีการพิมพ์ดิจิตอลไปใช้ในการผลิตงานพิมพ์เหล่านี้ จะกล่าวถึงต่อไปในข้อ 1.3

1.2.5 ผลิตสิ่งพิมพ์ได้หลากหลายชนิด เครื่องพิมพ์ดิจิตอลส่วนใหญ่ใช้กระดาษทั้งเคลือบผิวและไม่เคลือบผิวเป็นวัสดุใช้พิมพ์หลัก แต่เครื่องพิมพ์ดิจิตอลหลายรุ่นสามารถพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์อื่นได้ด้วย เป็นต้นว่า ฟิล์มพลาสติก และฟอยล์ การป้อนวัสดุใช้พิมพ์เข้าทำการพิมพ์มีทั้งระบบป้อนแผนและป้อนม้วน มีทั้งที่พิมพ์สีเดียว หลายสี และสอดสี จึงสามารถพิมพ์สิ่งพิมพ์ได้หลายชนิดไม่ต่างจากระบบการพิมพ์ที่ใช้แรงกดแต่สามารถทำได้รวดเร็วกว่าที่จำนวนพิมพ์น้อย ตัวอย่างสิ่งพิมพ์ทั่วไปที่พิมพ์ได้ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอลมีมากมายอาทิ แคตตาล็อก ใบแทรก นิตยสาร หนังสือ ตั๋ว โปสเตอร์ แผ่นพับ เอกสารการเงิน เช็ค บัตรพลาสติก เอกสารที่ส่งตรงถึงลูกค้ากลุ่มเป้าหมายทางไปรษณีย์ (direct mail) และสิ่งพิมพ์พิเศษอื่น ๆ เป็นต้น นอกจากนี้เครื่องพิมพ์ดิจิตอลบางรุ่นสามารถพิมพ์บนวัสดุที่มีรูปทรงเพื่อผลิตสิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์ได้อีกด้วย

1.2.6 เป็นเทคโนโลยีที่มีแนวโน้มการขยายตัวสูงในภาคธุรกิจ ตลาดงานพิมพ์ดิจิตอลมีแนวโน้มการเติบโตและขยายตัวอย่างกว้างขวางและรวดเร็ว เมื่อเทียบกับตลาดงานพิมพ์ที่ผลิตจากระบบการพิมพ์ทั่วไปเนื่องจากข้อดีหลายประการ อาทิ ลงทุนน้อย ไม่ต้องใช้ช่างพิมพ์ที่มีทักษะในการทำงานพิมพ์เป็นพิเศษ ขั้นตอนการผลิตสิ่งพิมพ์ลดลง สามารถผลิตสิ่งพิมพ์ได้อย่างรวดเร็ว แบ่งการผลิตสิ่งพิมพ์ได้หลายครั้งตามจำนวนที่ลูกค้าสั่ง ต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ต่อหน่วยอยู่ในระดับที่ตลาดยอมรับได้ และมีคุณภาพงานใกล้เคียงงานพิมพ์ที่ผลิตจากเครื่องพิมพ์ที่ใช้แรงกดพิมพ์ เป็นต้น มีรายงานว่าการพิมพ์ดิจิตอลมีอัตราการเติบโตเร็วกว่าการพิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟี ซึ่งเป็นระบบการพิมพ์ที่มีการใช้งานมากที่สุดประมาณ 8 - 9 เท่า ส่วนแนวโน้มการเติบโตของการพิมพ์ดิจิตอลในทิศทางดังกล่าวเทียบกับระบบการพิมพ์อื่น ๆ ที่ประมาณการตั้งแต่ปี พ.ศ.2538 (ค.ศ.1995) ถึง พ.ศ.2553 (ค.ศ.2010) ในภาพที่ 119 จะเห็นได้ว่าระบบการพิมพ์ที่ใช้แรงกดพิมพ์ไม่ว่าจะเป็นออฟเซตลิโทกราฟี เฟล็กโซกราฟี และเลตเตอร์เพรสส์ ต่างก็มีแนวโน้มที่จะพิมพ์สิ่งพิมพ์ในสัดส่วนที่น้อยกว่าเดิม ในขณะที่สัดส่วนของระบบการพิมพ์สกรีนคงเดิมและการพิมพ์กราวัวร์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่การพิมพ์ดิจิตอลแบบไร้แรงกดกลับมีบทบาทมากขึ้น โดยมีสัดส่วนปริมาณงานที่พิมพ์เพิ่มขึ้นจาก

ร้อยละ 8 ในปี พ.ศ.2538 (ค.ศ.1995) เป็นร้อยละ 25 โดยประมาณในปี พ.ศ.2553 (ค.ศ.2010) ซึ่งจะเห็นได้ว่าทีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่า



ภาพที่ 119 เส้นโค้งแสดงสัดส่วน (ร้อยละ) ปริมาณสิ่งพิมพ์ทั่วไปและสิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์ที่พิมพ์จากระบบการพิมพ์ต่าง ๆ ประมาณการตั้งแต่ปี พ.ศ.2538 (ค.ศ.1995) ถึง พ.ศ.2553 (ค.ศ.2010)

ที่มี : Michael H. Bruno. “Printing in A Digital World.” In TAGA Proceedings 1995. Vol. 2 New York : Techincal Association of the Graphic Arts, 1995, p. 733.

1.2.7 เป็นการพิมพ์ที่มีผลกระทบน้อยต่อส่งแวดล้อม จากการที่ขั้นตอนการผลิตของการพิมพ์ดิจิตอลสั้นลงจะมีผลต่อการลดการใช้พลังงานระหว่างกระบวนการผลิต ทั้งยังช่วยลดมลพิษที่เกิดจากการใช้สารเคมี โดยเฉพาะการขจัดขั้นตอนการถ่ายฟิล์มจะลดการใช้น้ำยาเคมีที่ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมออกไปจากกระบวนการผลิต นอกจากนี้ยังส่งผลทางอ้อมต่อการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับขยะเพราะการพิมพ์ดิจิตอลสามารถพิมพ์ที่จำนวนพิมพ์ครั้งละน้อย ๆ ได้โดยที่ต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ต่อหน่วยไม่เปลี่ยนแปลง จึงอำนวยความสะดวกต่อการผลิตสิ่งพิมพ์ให้เสร็จทันเวลาพอดี (just – in time production, JIT) ซึ่งไม่ต้องการสิ่งพิมพ์เหลือค้างในคลังเนื่องจากต้องผลิตสิ่งพิมพ์ในจำนวนพอดีกับความต้องการใช้งาน จึงไม่สิ้นเปลืองค้าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสิ่งพิมพ์ และการที่ไม่มีสิ่งพิมพ์เหลือในคลังทำให้ปริมาณขยะที่เกิดจากกการทิ้งสิ่งพิมพ์ลดลง ในขณะที่การพิมพ์ในระบบการพิมพ์ทั่วไปที่ใช้แรงกดต้องสั่งพิมพ์ไม่หมดและเหลือทิ้งเป็นขยะมากขึ้น

นอกจากนี้การพิมพ์ดิจิตอลหลายระบบที่สามารถพิมพ์แบบแปรเปลี่ยนข้อมูลได้ จะช่วยในการปรับเปลี่ยนเนื้อหาหรือข้อมูลในสิ่งพิมพ์ให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา เนื่องจากข้อมูลที่ป้อนเข้าพิมพ์เป็นข้อมูลดิจิตอลซึ่งอำนวยความสะดวกและรวดเร็วในการแก้ไขเนื้อหาได้ในคอมพิวเตอร์ สามารถสั่งพิมพ์ทีละน้อยได้ ในขณะที่การพิมพ์สิ่งพิมพ์ในระบบการพิมพ์ทั่วไปนั้นไม่สามารถทำได้ประกอบกับต้องสั่งพิมพ์ที่จำนวนพิมพ์มากพอ เพื่อให้คุ้มทุนการมีเหตุการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในสิ่งพิมพ์ จะทำให้สิ่งพิมพ์ที่เหลือมีข้อมูลที่ล้าสมัย ส่งผลให้จำหน่ายไม่ได้และต้องทิ้งไป เป็นเหตุให้ปริมาณขยะในสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้สิ้นเปลืองพลังงานทางอ้อม เนื่องจากส่วนหนึ่งวัตุดิบที่ใช้ในการผลิตครั้งแรกสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ และหากจะต้องพิมพ์ใหม่ทำให้ต้องสิ้นเปลืองพลังงานอีกครั้ง ดังตัวอย่างข้อมูลในประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งพบว่า ประมาณร้อยละ 31 ของสิ่งพิมพ์ทั่วไปและสิ่งพิมพ์โฆษณาต้องทิ้งไปซึ่งมีสาเหตุมาจากข้อมูลล้าสมัย ทำให้ขายไม่หมดและต้องทิ้งสิ่งพิมพ์เป็นขยะ

1.3 การใช้งานการพิมพ์ดิจิตอล

จากการที่การพิมพ์ดิจิตอลช่วยรองรับตลาดงานพิมพ์หลายประเภท ที่พิมพ์จำนวนไม่มากเพียงจำนวนร้อยหรือพันและไม่เหมาะกับการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ทั่วไปที่ใช้แรงกด เช่น ออฟเซตลิโทกราฟี เป็นต้น เพราะที่จำนวนพิมพ์น้อย ต้นทุนการผลิตสิ่งพิมพ์ต่อหน่วยมีราคาแพง และไม่คุ้มกับเวลาที่ต้องเสียไปในขบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน ทั้งยังไม่เหมาะกับการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไร้แรงกดระบบการจัดพิมพ์ตั้งโต๊ะเพราะความเร็วในการพิมพ์ช้า สำหรับตลาดงานพิมพ์ที่เหมาะกับการพิมพ์ดิจิตอลมี 5 ประเภท คือ งานพิมพ์ด่วน (quick printing) งานพิมพ์ตามสั่ง (On - Demand Printing,ODP) งานพิมพ์แปรเปลี่ยนข้อมูล (varidble data printing) งานพิมพ์พร้อมจำหน่าย (distributing printing) และงานพิมพ์สีที่ต้องการคุณภาพใกล้เคียงงานพิมพ์ออฟเซตแต่พิมพ์จำนวนน้อย (Short Run Color Arinting, SRCP)

1.3.1 งานพิมพ์ด่วน เป็นงานที่มีจำนวนพิมพ์น้อยตั้งแต่ 1 ฉบับ จนถึงจำนวนไม่กี่ร้อยต้องการความรวดเร็วในการพิมพ์ โดยทั่วไปคุณภาพงานไม่สูงนัก มักไม่ใช้งานพิมพ์สอดสี ลูกค้าต้องการงานพิมพ์ทันที สามารถรอรับงานที่พิมพ์เสร็จได้เลย เช่น การพิมพ์สิ่งพิมพ์ประเภทนามบัตร การ์ดเชิญ แผ่นพับ เมนูอาหาร และใบปลิว เป็นต้น

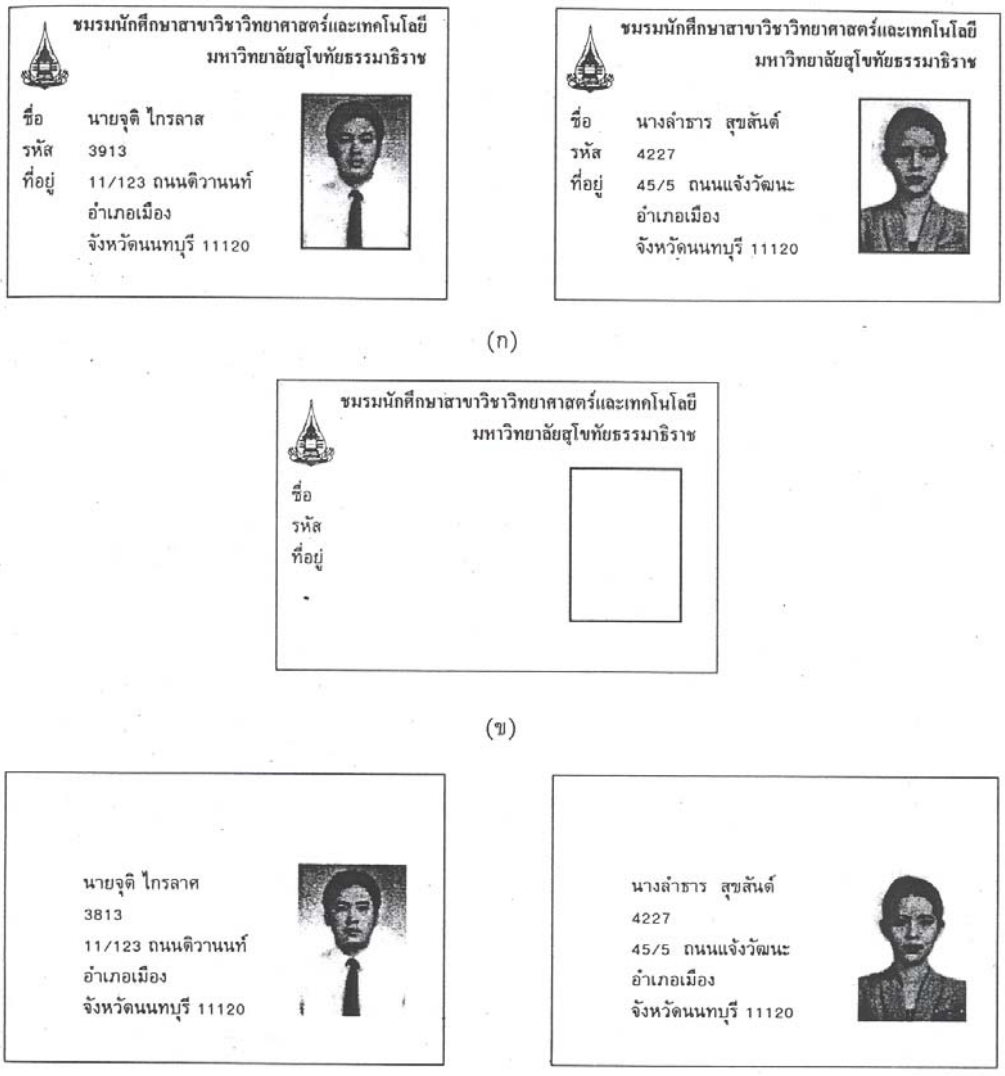
1.3.2 งานพิมพ์ตามสั่ง เป็นงานพิมพ์ที่สนองตอบความต้องการของลูกค้าทั้งในด้านคุณภาพงานพิมพ์จำนวนพิมพ์ จำนวนครั้งที่แบ่งสั่งพิมพ์ ความรวดเร็วในการพิมพ์ ราคาสิ่งพิมพ์ และข้อกำหนดอื่น ๆ ตามที่ลูกค้าต้องการ เป็นการพิมพ์ที่ตอบสนองต่อการผลิตสิ่งพิมพ์ในลักษณะที่เสร็จทันเวลาที่กำหนด ทั้งนี้โฮวาร์ดเอ็ม. เฟนตัน (Howard M. Fenton) และ แฟรงค์ เจ.โรมาโน (Frank J. Romano) ได้ให้นิยามของงานพิมพ์ตามสั่งไว้ว่า งานพิมพ์ตามสั่งเป็นงานที่สามารถพิมพ์ได้ทันที่ลูกค้าต้องการ จำนวนพิมพ์น้อย พิมพ์ได้รวดเร็ว และประหยัดต้นทุนการผลิต สำหรับข้อกำหนดของงานที่จำนวนพิมพ์น้อย (short run) นั้นจะต้องกันในแต่ละประเทศขึ้นอยู่กับปริมาณรวมของสิ้งพิมพ์ที่ผลิต

ในประเทศนั้น ๆ ดังได้กล่าวมาแล้วว่าในประเทศแถบยุโรปและสหรัฐอเมริกานิยมกำหนดไว้ที่ไม่เกิน 5,000 ฉบับ และในการพิมพ์สิ่งพิมพ์ตามสั่งโดยทั่วไปนิยมสั่งพิมพ์ที่จำนวนพิมพ์ระหว่าง 500 - 5,000 ฉบับ สำหรับในประเทศไทยนั้นเกณฑ์ทั่วไปสำหรับงานที่จำนวนพิมพ์น้อย คือ ประมาณไม่เกิน 500 ฉบับ

ตัวอย่างงานพิมพ์ตามสั่ง เช่นการพิมพ์สิ่งพิมพ์จำพวกแคตาล็อก แผ่นพับ โปสเตอร์ เอกสารการเงิน หนังสือ และสิ่งพิมพ์ที่ส่งตรงถึงลูกค้าทางไปรษณีย์ (direct mail) เป็นต้น

1.3.3 งานพิมพ์ที่ต้องการแปรเปลี่ยนข้อมูล การพิมพ์งานที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในสิ่งพิมพ์แต่ละหน้าหรือแต่ละฉบับตามที่ลูกค้าต้องการ โดยสิ่งพิมพ์แต่ละฉบับจะแตกต่างกันได้ไม่เหมือนกับการพิมพ์ในระบบปกติที่ผลิตสิ่งพิมพ์ทุกฉบับให้มีลักษณะเหมือนกันทุกประการ การพิมพ์งานแบบแปร เปลี่ยนข้อมูลเป็นการพิมพ์ที่สนองตอบต่อการพิมพ์งานในลักษณะดังกล่าว ที่สำคัญได้แก่ งานพิมพ์ที่มีการระบุข้อมูลเฉพาะบุคคล (personalize dprinting) และงานพิมพ์ที่มีการระบุข้อมูลจำเพาะที่ลูกค้าต้องการ (customised printing) ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลภาพและ/หรือข้อความตามที่ลูกค้าระบุให้มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฉบับ

ในสิ่งพิมพ์แต่ละหน้าที่มีการพิมพ์แบบแปรเปลี่ยนข้อมูลประกอบด้วยข้อมูล 2 ประเภท คือ ข้อมูลที่แปลเปลี่ยนจำเพาะฉบับ เรียกว่า ข้อมูลแปรเปลี่ยน (variable data) เช่น ข้อมูลจำเพาะของลูกค้า เช่น ชื่อ ที่อยู่ และ ภาพของลูกค้า เป็นต้น และข้อมูลที่ต้องพิมพ์เหมือนกันทุกหน้าและทุกฉบับ เรียกว่า ข้อมูลคงเดิม (fixed data หรือ static data) ดังภาพที่ 4.5 แสดงตัวอย่างบัตรสมาชิกของชมรมนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ของนักศึกษาจำนวน 2 คน โดยภาพที่ 120 (ก) แสดงทั้งข้อมูลคงเดิมและข้อมูลแปรเปลี่ยน ภาพที่ 120 (ข) แสดงส่วนที่เป็นข้อมูลคงเดิม และภาพที่ 120 (ค) แสดงส่วนที่เป็นข้อมูลแปรเปลี่ยน



ภาพที่ 120 ตัวอย่างสิ่งพิมพ์ที่แสดงข้อมูลคงเดิมและข้อมูลแปรเปลี่ยน
ที่ต้องการพิมพ์เฉพาะฉบับ
(ก) ข้อมูลคงเดิมและข้อมูลแปรเปลี่ยน
(ข) ข้อมูลคงเดิม
(ค) ข้อมูลแปรเปลี่ยน

โดยปกติแล้วระบบการพิมพ์ทั่วไปที่ใช้แรงกดไม่สามารถพิมพ์งานแปรเปลี่ยนข้อมูลได้เหมือนระบบการพิมพ์ดิจิตอล เพราะต้องทำอาร์ตเวิร์ก ฟิล์ม และแม่พิมพ์ใหม่ทุกครั้งที่ต้องการเปลี่ยนข้อมูลแล้วจึงนำไปพิมพ์ตามจำนวนพิมพ์ที่ต้องการและได้งานพิมพ์ที่เหมือนกันทุกหน้า อย่างไรก็ตามไม่ใช้

เครื่องพิมพ์ดิจิตอลทุกแบบจะพิมพ์งานแปรเปลี่ยนข้อมูลได้ เฉพาะเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแบบที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่สามารถสร้างภาพใหม่ได้ทุกเที่ยวพิมพ์เท่านั้น จึงจะสามารถพิมพ์งานแบบแปรเปลี่ยนข้อมูลได้ ถ้าเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแบบที่ตัวกลางถ่ายทอดภาพไม่สามารถสร้างภาพใหม่ได้ก็จะไม่สามารถพิมพ์งานแบบแปรเปลี่ยนข้อมูลได้เช่นกัน

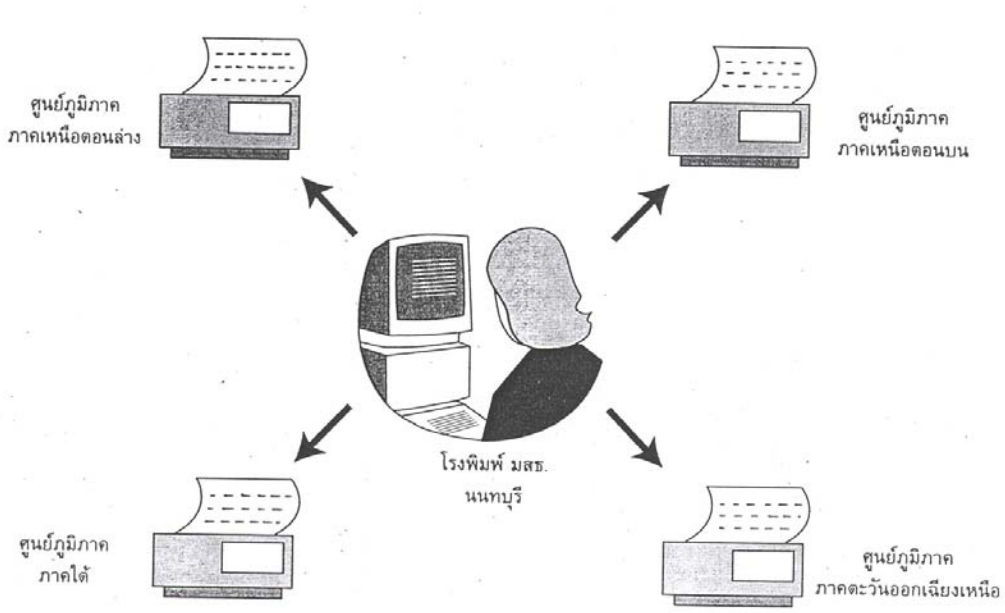
การทำงานพิมพ์แบบแปรเปลี่ยนข้อมูลแบบเดิมนั้น ใช้วิธีพิมพ์หน้าหลักที่มีข้อมูลคงเดิมล่วงหน้าไว้ก่อนด้วยเครื่องพิมพ์แบบทั่วไปที่ใช้แรงกด บริเวณที่พิมพ์ข้อมูลคงเดิมนั้นต้องการคุณภาพดี สีที่พิมพ์ถูกต้องและสม่ำเสมอเหมือนกันทุกแผ่นพิมพ์ เช่น ส่วนที่เป็นตราสัญลักษณ์ (logo) ของบริษัท ภาพตัวอย่างสินค้าและลายเซ็น เป็นต้น จากนั้นจึงนำแผ่นพิมพ์ที่ได้ไปพิมพ์ข้อมูลที่ต้องการแปรเปลี่ยนเฉพาะฉบับด้วยเครื่องพิมพ์ไร้แรงกด ระบบการจัดพิมพ์ตั้งโต๊ะ โดยทั่วไปใช้เครื่องพิมพ์พ่นหมึกร่วมกับฐานข้อมูลที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ เช่น การใช้โปรแกรมการผสานจ่าหน้า (mail - merge) เพื่อจ่าหน้าซองสิ่งพิมพ์ เป็นต้น คุณภาพงานที่ได้จึงมี 2 ระดับ เนื่องมาจากวิธีการพิมพ์ที่แตกต่างกัน คือ ข้อมูลคงเดิมเป็นงานคุณภาพดี ส่วนบริเวณที่พิมพ์ข้อมูลแปรเปลี่ยนจำเพาะฉบับที่คุณภาพงานพิมพ์ต่ำกว่าและมีข้อจำกัดตรงที่จำได้ไม่กี่บรรทัด

แต่หากพิมพ์งานลักษณะเดียวกันนี้ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแล้ว จะได้คุณภาพงานพิมพ์ที่ดีสม่ำเสมอเหมือนกันทั้งแผ่น โดยสามารถกำหนดสีที่พิมพ์ได้ตามต้องการ เนื่องการเครื่องพิมพ์ดิจิตอลสามารถสร้างภาพใหม่ได้ในทุก ๆ เที่ยวพิมพ์ โดยการทำงานของเครื่องพิมพ์ดิจิตอล มีหน่วยความจำภาพ ๒ ส่วน คือ หน่วยความจำภาพหลักสำหรับข้อมูลคงเดิม (master image memory) และหน่วยความจำภาพสำหรับข้อมูลที่ต้องการแปรเปลี่ยนจำเพาะฉบับ (variable image memory) เวลาจะพิมพ์ข้อมูลจากหน่วยความจำทั้งสองจะมารวมกันก่อนที่แรม (RAM) แล้วจึงทำการพิมพ์ นอกจากนี้ในการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลที่ต้องการแปรเปลี่ยนจำเพาะฉบับนั้น เครื่องพิมพ์ดิจิตอลสามารถกำหนดให้มีได้หลายบริเวณในหนึ่งหน้า แต่ละบริเวณสามารถกำหนดส่วนที่เป็นข้อมูลแปรเปลี่ยนได้ทั้งขนาดและตำแหน่ง หรือแม้กระทั่งทำได้ทั่งหน้า ส่วนลำดับในการพิมพ์จะเป็นแบบงานใดที่กำหนดส่วนข้อมูลแปรเปลี่ยนเสร็จก่อน จะพิมพ์ออกก่อน (First In First Out, FIFO)

ตัวอย่างงานพิมพ์แปรเปลี่ยนข้อมูล เช่น แคตาล็อก หนังสือพิมพ์ หนังสือ ฉลาก และสิ่งพิมพ์ที่ส่งตรงถึงลูกค้าทางไปรษณีย์ เป็นต้น

1.3.4 งานพิมพ์พร้อมจำหน่าย เป็นงานพิมพ์สำหรับธุรกิจที่ไม่มีการพิมพ์สิ่งพิมพ์จำนวนมาก ๆ เก็บไว้เพื่อรอการจำหน่าย ไม่ว่าจะเก็บไว้ที่คลัง ที่ร้านจัดจำหน่าย และที่ร้านขายปลีกเพื่อรอให้ลูกค้ามาซื้อไปอ่าน แต่เป็นการพิมพ์ตามจำนวนพิมพ์ที่ระบุใบสั่งซื้อ มักพิมพ์จำนวนน้อยแต่พิมพ์หลายครั้งตามเวลาที่ลูกค้าสั่งซื้อพิมพ์แล้วจำหน่ายทันที สามารถพิมพ์ออกที่เครื่องพิมพ์ใดก็ได้ที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของโรงพิมพ์โดยอาจสั่งพิมพ์ โดยนำเข้าข้อมูลดิจิตอลจากโรงพิมพ์หนึ่งและไปพิมพ์ออกที่เครื่องพิมพ์ดิจิตอลและทำสิ่งพิมพ์สำเร็จที่อีกโรงพิมพ์หนึ่ง ซึ่งอยู่ที่ใดก็ได้ที่จัดให้มีระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เชื่อมโยงกัน มีข้อดี คือ ประหยัดต้นทุนการเก็บรักษาสิ่งพิมพ์

เพราะไม่มีสิ่งพิมพ์เหลือเก็บ ลดต้นทุนการจัดจำหน่ายและได้งานพิมพ์ที่ทันสมัยอยู่ตลอดเวลาเพราะสามารถปรับเปลี่ยนเนื้อหาได้ตามต้องการทุกครั้งที่พิมพ์ ตัวอย่างสำคัญของสิ่งพิมพ์พร้อมจำหน่าย เช่น หนังสือ นิตยสาร วารสาร เป็นต้น

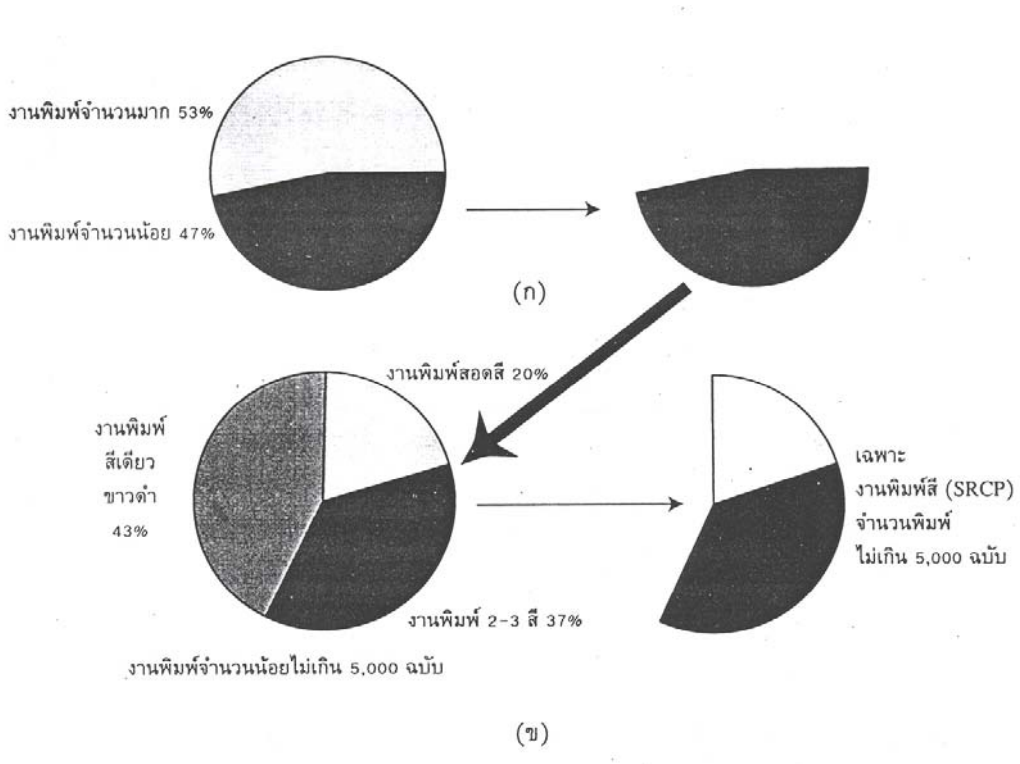


ภาพที่ 121 ตัวอย่างการพิมพ์สิ่งพิมพ์แบบพร้อมจำหน่าย

1.3.5 งานพิมพ์สีที่ต้องการคุณภาพใกล้เคียงงานพิมพ์ออฟเซตแต่พิมพ์จำนวนน้อย เดิมเป็นงานพิมพ์ที่ไม่มีเครื่องพิมพ์แบบใดรองรับโดยตลาดงานพิมพ์ลักษณะนี้ อยู่ระหว่างตลาดงานพิมพ์สีเดียวที่ไม่ต้องการคุณภาพมากนัก พิมพ์จำนวนน้อย ซึ่งนิยมพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ในระบบการพิมพ์ทั่วไปที่อาศัยแรงกดพิมพ์ เพราะถ้าพิมพ์งานพิมพ์สอดสีที่ต้องการคุณภาพใกล้เคียงงานพิมพ์ออฟเซตแต่พิมพ์จำนวนน้อยด้วยเครื่องพิมพ์ทั่วไปที่ใช้แรงกดพิมพ์ จะไม่คุ้มทุนเพราะต้นทุนการผลิตต่อหน่วยจะสูงมาก แต่ถ้าจะนำไปพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์หมึกพิมพ์สอดสีถึง 4 สี แต่หลังจากที่มีการพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแล้ว การพิมพ์งานลักษณะนี้จึงไม่มีปัญหาอีกต่อไป สำหรับตัวอย่างงานพิมพ์สีที่ต้องการคุณภาพใกล้เคียงงานพิมพ์ออฟเซตแต่พิมพ์จำนวนน้อย ได้แก่ สิ่งพิมพ์ทั่วไปที่พิมพ์ด้วยระบบออฟแซตลิโทกราฟี

เพื่อให้มองเห็นภาพขนาดของตลาดงานพิมพ์ประเภทนี้ จึงขอยกตัวอย่างดังข้อมูลในภาพที่ 122 (ก) ซึ่งเปรียบเทียบส่วนแบ่งการตลาดของงานพิมพ์ในประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ.2537 (ค.ศ.1994) ระหว่างงานพิมพ์จำนวนน้อย (ไม่เกิน 5,000 ฉบับ) ที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอล มีส่วนแบ่งการตลาดร้อยละ 47 และงานพิมพ์จำนวนมาก (มากกว่า 5,000 ฉบับ) ที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ทั่วไปที่ใช้แรงกดมีส่วนแบ่งการตลาดร้อยละ 53 ในภาพที่ 122 (ข) จากงานพิมพ์จำนวนน้อยดังกล่าว

ประกอบด้วยลักษณะงานพิมพ์ 3 ประเภท คือ งานพิมพ์ขาวดำร้อยละ 43 งานพิมพ์ 2 - 3 สี ร้อยละ 37 และงานพิมพ์สอดสี ร้อยละ 20 ซึ่งจะเห็นว่าเป็นงานพิมพ์สีรวมเท่ากับร้อยละ 57 จากตัวอย่างนี้แสดงว่างานพิมพ์สีที่ต้องการคุณภาพใกล้เคียงงานพิมพ์ออฟเซต แต่พิมพ์จำนวนน้อยมีส่วนแบ่งการตลาดกว่าครึ่งหนึ่งของงานพิมพ์ดิจิตอลจำนวนพิมพ์น้อย



ภาพที่ 122 (ก) ตัวอย่างส่วนแบ่งการตลาดของงานพิมพ์จำนวนน้อยไม่เกิน 5,000 ฉบับ และงานพิมพ์จำนวนมากในประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ.2537 (ค.ศ.1994)

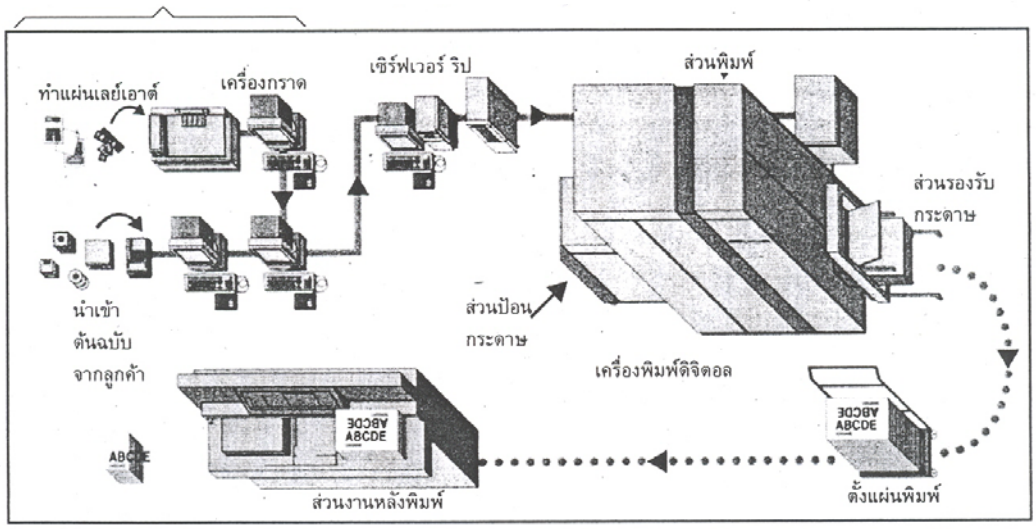
(ข) ส่วนแบ่งการตลาดของงานพิมพ์จำนวนน้อยที่ประกอบด้วยงานพิมพ์ขาวดำและงานพิมพ์สี

ที่มา : Lucien De Schamphelaere and the Xeikon Team. “Computer-to-press Solutions for Short Run Color Printing (SRCP).” In Profit Through Prepress 1997. (Pira International) London : Atalink Ltd., May 1997, p.81.

1.4 กระบวนการพิมพ์ดิจิตอล

กระบวนการพิมพ์ดิจิตอลประกอบด้วยขั้นตอนตั้งแต่งานก่อนพิมพ์ งานพิมพ์ และงานหลังพิมพ์ที่ล้วนเกี่ยวข้องกับการนำเข้าและส่งออกข้อมูลดิจิตอลทั้งสิ้น โดยในขั้นตอนงานก่อนพิมพ์เป็นการเตรียมต้นฉบับเก็บไว้ในรูปแฟ้มข้อมูลดิจิตอลที่พร้อมจะส่งไปริป และเก็บสำรองข้อมูลเพื่อเตรียมนำเข้าพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์ดิจิตอล ขั้นตอนการพิมพ์พื้นฐานมี 7 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนทำได้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะกับงานนั้น ๆ

ส่วนทำงานก่อนพิมพ์เพื่อเตรียมต้นฉบับเก็บไว้ในรูปข้อมูลดิจิตอล



ภาพที่ 123 กระบวนการพิมพ์ดิจิตอล

ที่มา : Howard M. Fenton and Frank J. Romano. On-Demand Printing: The Revolution in Figital and Customized printing. 2nd ed. Pittsburgh: Graphic Arts Technical Foundation Press, 1998, p. 239.

1.4.1 การนำเข้าข้อมูลจากต้นฉบับ รูปแบบต้นฉบับที่นำเข้าพิมพ์ในเครื่องพิมพ์ดิจิตอลมี 2 รูปแบบ คือส่งในรูปข้อมูลภาพดิจิตอลโดยตรง อาทิ ข้อมูลดิจิตอลในแผ่นดิสก์ แผ่นซีดี ข้อมูลดิจิตอลที่ส่งผ่านทางอินทราเน็ตและอินเทอร์เน็ต เป็นต้น และส่งในรูปต้นฉบับที่ต้องนำมาแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลก่อนด้วยอุปกรณ์นำเข้า เช่นสไลด์ แผ่นใส อาร์ตเวิร์ก เป็นต้น ตัวอย่างอุปกรณ์นำเข้าดังกล่าว เช่น เครื่องกราดและกล้องถ่ายภาพดิจิตอล เป็นต้น

1.4.2 การตกแต่งภาพและการปรับแก้สี หลังจากที่แปลงข้อมูลภาพจากต้นฉบับที่ไม่ได้อยู่ในรูปข้อมูลดิจิตอลให้เป็นข้อมูลดิจิตอลแล้ว จะได้แฟ้มข้อมูลดิจิตอลที่สามารถนำมาปรับแก้สีและตกแต่งภาพในขั้นตอนนี้ได้เพื่อให้ได้งานที่มีคุณภาพตามที่ลูกค้ากำหนดมากที่สุด เช่นปรับแก้สีสัน

ความอิ่มตัวสี ความสว่างสี ความเปรียบต่าง การจัดองค์ประกอบของภาพ รายละเอียดของภาพ และความคมชัดของภาพ เป็นต้น

1.4.3 การจัดประกอบหน้า จากต้นฉบับที่อยู่ในรูปข้อมูลดิจิตอลแล้วต้องนำมาเลย์เอาต์หรือออกแบบจัดวางองค์ประกอบในแต่ละหน้า

1.4.4 การวางหน้า จากข้อมูลภาพที่ผ่านการจัดประกอบหน้าแล้วแต่ละหน้ามาจัดวางหน้าตามขนาดป๊อนพิมพ์ของวัสดุใช้พิมพ์ด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ออกแบบมาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดวางหน้าให้ถูกตำแหน่งโดยคำนึงถึงวิธีการเก็บเล่ม วิธีการพิมพ์ และวิธีการทำเล่ม ตัวอย่างรูปแบบการวางหน้า เช่น การวางหน้าแบบกลับในตัวและแบบกลับคนละด้าน เป็นต้น

1.4.5 การปรู๊ฟดิจิตอล จากแฟ้มข้อมูลดิจิตอลของสิ่งพิมพ์สามารถสั่งพิมพ์เป็นแผ่นปรู๊ฟมาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องก่อน โดยอาจพิมพ์แผ่นปรู๊ฟด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอล (on - press proof) หรือเครื่องพิมพ์ปรู๊ฟ (off – press proof) ก็ได้ เมื่อตรวจสอบว่าถูกต้องแล้ว จึงสั่งพิมพ์จริง เครื่องพิมพ์ดิจิตอลบางแบบสามารถสั่งพิมพ์แผ่นปรู๊ฟได้ทันทีและรวดเร็ว (quick proof) ในขณะที่กำลังพิมพ์งานอื่น เมื่อพิมพ์แผ่นปรู๊ฟที่ต้องการแล้ว เครื่องพิมพ์ดิจิตอลนั้นก็จะกลับไปพิมพ์งานเดิมต่อไป

1.4.6 การพิมพ์ แฟ้มข้อมูลดิจิตอลที่พร้อมพิมพ์จะถูกส่งมาที่ส่วนพิมพ์และส่วนงานหลังพิมพ์เครื่องพิมพ์ดิจิตอลเพื่อผลิตเป็นสิ่งพิมพ์สำเร็จ การสร้างภาพแต่ละหน้าในเครื่องพิมพ์ดิจิตอลทำได้รวดเร็ว บนตัวกลางถ่ายทอดภาพ เมื่อต้องการพิมพ์หน้าใหม่ ตัวกลางถ่ายทอดภาพนี้สามารถเปลี่ยนสร้างภาพใหม่ได้ทันที โดยอาศัยการถ่ายโอนข้อมูลภาพดิจิตอลหน้าใหม่ไปรอไว้ยังจุดที่ต้องการภาพเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการพิมพ์หน้าต่อไปในขณะที่กำลังพิมพ์งานหน้าเดิมอยู่ ในขณะที่ถ้าเป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้ในระบบการพิมพ์ทั่วไป ต้องเสียเวลามากในการสร้างภาพใหม่บนแม่พิมพ์ ติดตั้งแม่พิมพ์แผ่นใหม่ และเสียเวลาในการเตรียมพร้อมพิมพ์ทุกครั้งที่ต้องการเปลี่ยนภาพ

ในขั้นตอนการพิมพ์นี้เครื่องพิมพ์ดิจิตอลบางแบบอาจมีระบบอื่น ๆ มาช่วยอำนวยความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้นในการพิมพ์ อาทิ

การริป (RIP) ข้อมูลดิจิตอลที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งหมายถึง การแปลงข้อมูลดิจิตอลจากโปรแกรมต่าง ๆ ให้เป็นภาษาที่เครื่องพิมพ์สามารถเข้าใจ ทำตามคำสั่งและพิมพ์สิ่งพิมพ์ที่ต้องการได้ ทั้งนี้ข้อมูลที่ริปต้องเป็นภาษาโพสต์สคริปต์เท่านั้น การริปข้อมูลดิจิตอลที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์ทำได้โดยการเชื่อมต่ออุปกรณ์สำหรับริปข้อมูลดิจิตอลเข้ากับเครื่องพิมพ์ดิจิตอล เพื่อช่วยให้พิมพ์งานได้เร็วขึ้น หากริปข้อมูลได้เร็ว เครื่องพิมพ์จะพิมพ์งานได้เร็วตามไปด้วย

การตรวจสอบความบกพร้องของสิ่งพิมพ์โดยรวมก่อนที่จะพิมพ์จริง (preflight) เป็นวิธีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะในการตรวจสอบความบกพร่องต่าง ๆ ของสิ่งพิมพ์ในรูปข้อมูลดิจิตอลโดยรวมทั้งกระบวนการผลิตก่อนที่จะพิมพ์จริง ไม่ว่าจะเป็นแบบตัวพิมพ์ ขนาดตัวพิมพ์ ตำแหน่งภาพประกอบการเรียงลำดับหน้า การแยกสี และความบกพร้องอื่น ๆ เหมาะที่จะใช้ในกรณีของการผลิตสิ่งพิมพ์ที่มีการส่งผ่านข้อมูลดิจิตอลระหว่างเครื่องพิมพ์หลายเครื่อง เพื่อ

ประกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นอันเนื่องจากความแตกต่างของเครื่องพิมพ์ การตรวจสอบความบกพร่องของสิ่งพิมพ์โดยรวมก่อนที่จะพิมพ์จริงจึงช่วยลดปัญหาการเสียเวลาและสิ้นเปลืองต้นทุนในการพิมพ์

การเก็บสำรองข้อมูลในเซิร์ฟเวอร์ (file server) เป็นการเก็บสำรองข้อมูลดิจิตอลของต้นฉบับสิ่งพิมพ์หลาย ๆ งานไว้ในรูปแฟ้มข้อมูลที่เซิร์ฟเวอร์เพื่อเตรียมนำเข้าพิมพ์ตามลำดับ ในขณะที่กำลังพิมพ์งานที่ 1 ข้อมูลของงานที่ 2 3 4 จะถูกเก็บไว้ที่เซิร์ฟเวอร์เพื่อดึงมาใช้พิมพ์ได้ทันที

1.4.7 การทำสิ่งพิมพ์สำเร็จ (finishing) ในขั้นตอนการทำสิ่งพิมพ์สำเร็จนั้นมีการติดตั้งอุปกรณ์ทำงานหลังพิมพ์ทั้งที่เป็นอุปกรณ์มาตรฐานและอุปกรณ์เลือกใช้ ที่สามารถรับข้อมูลดิจิตอลมาสั่งทำงานสิ่งพิมพ์สำเร็จได้โดยอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น สามารถนำข้อมูลดิจิตอลไปใช้กับระบบเก็บเล่มอิเล็กทรอนิกส์ (electronic collation) ทำให้พิมพ์เอกสารที่เรียงลำดับหน้าเรียบร้อยแล้วออกมาทีละฉบับตามข้อมูลเก็บเล่มอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบไว้ในเครื่องพิมพ์ดิจิตอล โดยแต่ละฉบับนั้นมีการพิมพ์เรียงหน้าตามลำดับเรียบร้อยแล้วก่อนที่จะส่งไปทำเล่ม ในขณะที่การพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ในระบบการพิมพ์ทั่วไปนั้น ต้องพิมพ์งานทีละหน้าหรือที่ละยกจนครบจำนวนพิมพ์ที่ต้องการก่อน จึงจะพิมพ์หน้าหรือยกต่อไปได้ การพิมพ์ในลักษณะนี้ต้องใช้เวลาและแรงงานเพิ่มขึ้นในการทำงานเก็บเล่ม

1.5 ประเภทของการพิมพ์ดิจิตอล

การจำแนกประเภทของการพิมพ์ดิจิตอลสามารถจำแนกได้โดยใช้เกณฑ์หลายเกณฑ์ อาทิ จำแนกตามระบบการพิมพ์ การใช้แรงกดพิมพ์ เทคโนโลยีการสร้างภาพ ชนิดของตัวกลางถ่ายทอดภาพ และวิธีการถ่ายทอดภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ เป็นต้น

1.5.1 การจำแนกประเภทการพิมพ์ดิจิตอลตามระบบการพิมพ์ การใช้แรงกดพิมพ์และเทคโนโลยีการสร้างภาพ จำแนกได้ดังนี้

1.5.1.1 การพิมพ์ดิจิตอลไร้แรงกด หมายถึง การพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้ถ่ายทอดภาพไปยังวัสดุใช้พิมพ์โดยไม่ใช้แรงกดพิมพ์หรือใช้แรงกดเล็กน้อย ทั้งนี้แต่ละระบบการพิมพ์มีหลักการพิมพ์เช่นเดียว กับที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งสามารถจำแนกได้อีก 3 แบบ คือ

1) แบบที่วัสดุใช้พิมพ์สัมผัสกับตัวกลางถ่ายทอดภาพ โดยไม่ใช้แรงกดพิมพ์ ได้แก่ การพิมพ์ดิจิตอลระบบอิเล็กโทรโฟโตกราฟี (electrophotography) ซึ่งเป็นการพิมพ์ดิจิตอลที่ผลิตสิ่งพิมพ์ด้วยเทคโนโลยีการสร้างภาพแผงไฟฟ้าสถิตและภาพปรากฏบนตัวกลางถ่ายทอดภาพด้วยแสง และแรงทางไฟฟ้าสถิต

2) แบบที่วัสดุใช้พิมพ์สัมผัสกับตัวกลางถ่ายทอดภาพ โดยใช้แรงกดพิมพ์ที่น้อยมาก ซึ่งได้แก่ระบบแมกนีโทกราฟี (magnetography) และระบบไอโอโนกราฟี (ionography) การพิมพ์ดิจิตอลระบบแมกนีโทกราฟี ใช้เทคโนโลยีสร้างภาพแผงและภาพปรากฏบนตัวกลางถ่ายทอดภาพโดยอาศัยแรงทางแม่เหล็ก ส่วนการพิมพ์ดิจิตอลระบบไอโอโนกราฟีสร้างภาพแผงและภาพ

ปรากฏบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ โดยอาศัยหลักการตกสะสมของไอออนบนตัวกลางถ่ายทอดภาพและแรงทางไฟฟ้าสถิต

3) แบบไร้แรงกดที่แท้จริงโดยไม่มีตัวกลางถ่ายทอดภาพ เป็นการพิมพ์ดิจิตอลที่สร้างภาพลงบนวัสดุใช้พิมพ์โดยตรงเพราะไม่ต้องผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพใด ๆ จึงไม่เกิดการสัมผัสกันระหว่างวัสดุใช้พิมพ์กับตัวกลางในการถ่ายทอดภาพ ในระบบการพิมพ์แบบนี้ใช้เทคโนโลยีสร้างภาพโดยการควบคุมการพ่นหมึกจากหัวพิมพ์ วัสดุใช้พิมพ์จะรับหมึกพิมพ์จากหัวพิมพ์โดยตรง ตัวอย่างการพิมพ์ดิจิตอลแบบนี้ ได้แก่ ระบบพ่นหมึก (ink jet)

1.5.1.2 การพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้แรงกด หมายถึง การพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้ถ่ายทอดภาพไปยังวัสดุใช้พิมพ์โดยใช้แรงกดพิมพ์ ซึ่งจะใช้แม่พิมพ์พื้นฉลุ แม่พิมพ์พื้นลึก และแม่พิมพ์พื้นราบเช่นเดียวกับแม่พิมพ์ในระบบการพิมพ์ทั่วไปที่ใช้แรงกด ต่างกันตรงที่มีการใช้ข้อมูลภาพดิจิตอลไปควบคุมการสร้างภาพบนแม่พิมพ์ที่ติดตั้งแล้วในเครื่องพิมพ์ รวมถึงการสร้างภาพบนตัวกลางถ่ายทอดภาพที่ใช้หลักการทางเคมีไฟฟ้า และหลักการอิเล็กโทรโฟโตกราฟี

1) การพิมพ์ดิจิตอลพื้นฉลุ ตัวอย่างที่สำคัญ คือ การพิมพ์ดิจิตอลสเตนซิล แม่พิมพ์พื้นฉลุที่ใช้เป็นแม่พิมพ์สเตนซิลซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นไขที่มีบริเวณภาพเป็นรอยปรุ เกิดจากการนำเข้าข้อมูลภาพดิจิตอลไปควบคุมการปรุแผ่นไขต้นแบบที่ติดตั้งเป็นม้วนอยู่ในเครื่องพิมพ์ โดยไปทำให้หัวพิมพ์ร้อนแล้วเจาะแผ่นไขต้นแบบให้เป็นรูเปิดเพื่อสร้างบริเวณภาพ แล้วเคลื่อนแผ่นไขนี้ไปพันรอบกระบอกที่มีลูกกลิ้งปาดหมึกอยู่ภายในการถ่ายทอดภาพไปที่วัสดุใช้พิมพ์ เกิดจากแรงกดของลูกกลิ้งปาดหมึก

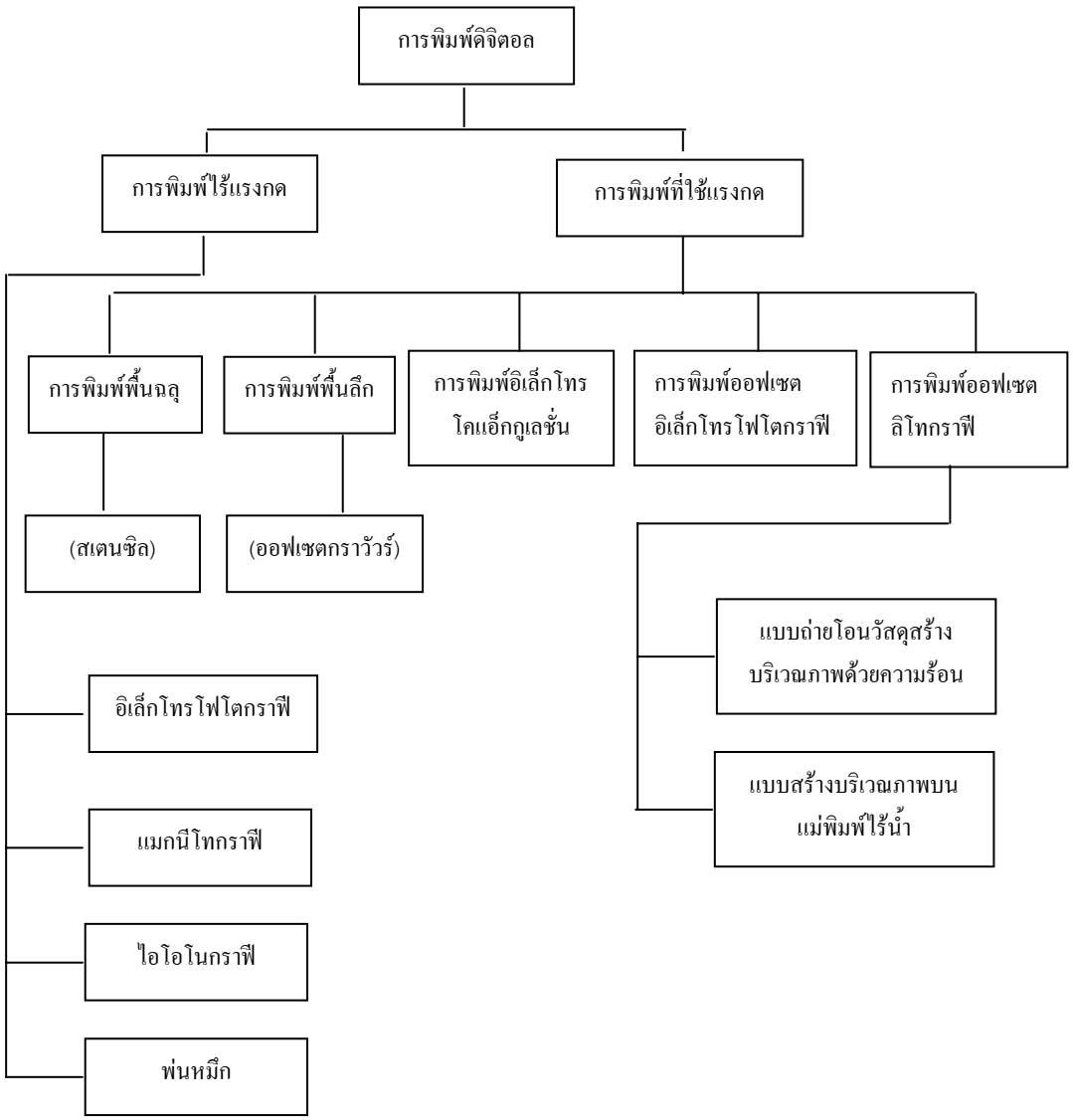
2) การพิมพ์ดิจิตอลพื้นลึก ระบบการพิมพ์พื้นลึกที่พัฒนามาใช้กับเครื่องพิมพ์ดิจิตอล คือ กราวัวร์ ซึ่งใช้หลักการสร้างภาพบนโมแม่พิมพ์ที่มีแวกซ์เต็มบ่อหมึกทุกบ่อด้วยการใช้ความร้อยจากเลเซอร์ทำให้แวกซ์เปลี่ยนสถานะเป็นไอ ผลที่ได้คือ โมแม่พิมพ์ที่ประกอบด้วยบริเวณภาพที่มีความลึกของบ่อหมึกต่างกันและบริเวณไร้ภาพที่ยังคงมีแวกซ์เต็มบ่อหมึก แต่เนื่องจากมีการถ่ายทอดภาพผ่านโมยางไปยังวัสดุใช้พิมพ์จึงเรียกว่าการพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตกราวัวร์

3) การพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่น เป็นเทคโนโลยีการพิมพ์ที่เพิ่งเกิดใหม่ สร้างภาพบนโมสร้างภาพ โดยอาศัยหลักการทางเคมีไฟฟ้าไปทำให้หมึกพิมพ์จับตัวเป็นก่อนบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ เกิดเป็นจุดภาพขนาดต่าง ๆ แล้วถ่ายทอดภาพไปที่วัสดุใช้พิมพ์โดยอาศัยแรงกดระหว่างโมถ่ายทอดภาพกับลูกลิ้ง

4) การพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟี สร้างภาพบนกระบอกด้วยหลักการ อิเล็กโทรโฟโตกราฟี เช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในข้อ 2.1.1 แต่การถ่ายโอนหมึกพิมพ์ไปที่วัสดุใช้พิมพ์เป็นแบบออฟเซต คือ ผ่านโมยางและโมกดพิมพ์

5) การพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตลิโทกราฟี เป็นการพิมพ์ดิจิตอลที่สร้างภาพบนแม่พิมพ์พื้นราบหรือแม่พิมพ์ลิดทกราฟี เทคโนโลยีการสร้างภาพบนโมแม่พิมพ์ที่ 2 วิธี คือ ใช้ความ

ร้อยจากเลเซอร์ไปถ่ายโอนวัสดุที่มีสมบัติไม่ชอบน้ำไปสร้างบริเวณภาพบนแม่พิมพ์ และใช้กระแสไฟฟ้าหรือเลเซอร์ไปทำลายชั้นซิลิโคนบนแม่พิมพ์ไร้น้ำเพื่อสร้างบริเวณภาพ ส่วนการถ่ายทอดภาพไปให้วัสดุใช้พิมพ์เป็นแบบออฟเซต คือ ผ่านโมยางและโมกดพิมพ์



ภาพที่ 124 การจำแนกประเภทการพิมพ์ดิจิตอลตามระบบการพิมพ์ การใช้แรงกดพิมพ์และเทคโนโลยีการสร้างภาพ

1.5.2 การจำแนกประเภทของการพิมพ์ดิจิตอลตามวิธีการถ่ายทอดภาพบนวัสดุใช้พิมพ์และชนิดของตัวกลางถ่ายทอดภาพ การพิมพ์ดิจิตอลนั้นมีวิธีการถ่ายทอดภาพให้กับวัสดุใช้พิมพ์ 2 วิธี คือ ถ่ายทอดภาพให้กับวัสดุใช้พิมพ์โดยตรง กับถ่ายทอดภาพให้กับวัสดุใช้พิมพ์โดยผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพ (image carrier หรือ image developer) โดยใช้ข้อมูลดิจิตอลไปทำให้เกิดการสร้างภาพแฝงและ

ภาพปรากฏบนตัวกลางถ่ายทอดภาพก่อน แล้วจึงถ่ายทอดภาพจากตัวกลางถ่ายทอดภาพไปพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์อีกทีหนึ่ง ส่วนตัวกลางถ่ายทอดภาพที่ใช้มี 2 ชนิด คือ ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่สามารถสร้างภาพใหม่ได้ (re - imagable image carrier) และตัวกลางถ่ายทอดภาพที่สร้างภาพได้ครั้งเดียว (fixed image carreer) ดังนั้นในการจำแนกประเภทการพิมพ์ดิจิตอลตามวิธีการถ่ายทอดภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ และชนิดของตัวกลางถ่ายทอดภาพ (ภาพที่ 125) จึงจำแนกได้ดังนี้

1.5.2.1 การพิมพ์ดิจิตอลที่ถ่ายทอดภาพให้กับวัสดุใช้พิมพ์โดยตรง คือ การพิมพ์ที่จ่ายหมึกให้กับวัสดุใช้พิมพ์เพื่อสร้างภาพโดยไม่ต้องใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพใด ๆ ตัวอย่างการพิมพ์ดิจิตอลประเภทนี้ ได้แก่ การพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึก

15.2.2 การพิมพ์ดิจิตอลที่ถ่ายทอดภาพให้กับวัสดุใช้พิมพ์ โดยผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพ จำแนกได้ 2 ประเภทตามชนิดตัวกลางถ่ายทอดภาพดังนี้

1) การพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่สามารถสร้างภาพใหม่ได้ เป็นการ พิมพ์ที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่สามารถสร้างภาพใหม่ได้หลายครั้งบนตัวกลางถ่ายทอดภาพเดิม ซึ่งต่างจากแม่พิมพ์ในระบบการพิมพ์แบบใช้แรงกดที่ต้องทำแม่พิมพ์ใหม่ทุกครั้ง เมื่อต้องการสร้างภาพใหม่ ตัวอย่างการพิมพ์ดิจิตอลแบบนี้ ได้แก่

- การพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดเป็นกระบอกและสายพานที่เคลือบสารนำแสง เช่นสารโอพีซี (organic photoconductor, OPC) เป็นต้น ได้แก่ การพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโต กราฟี

- การพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดเป็นกระบอกและสายพานไดอิเล็กทริก ได้แก่ การพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟี

- การพิมพ์ดิจิตอล ที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดเป็นกระบอกแมกนีทิก หรือกระบอกที่มีสมบัติเป็นแม่เหล็ก ได้แก่ การพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟี

- การพิมพ์ดิจิตอล ที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นโมโลหะ ที่สามารถให้ไอออนโลหะแก่ หมึกพิมพ์ที่เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ได้ ได้แก่ การพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโคแอ็กกุเลชั่น

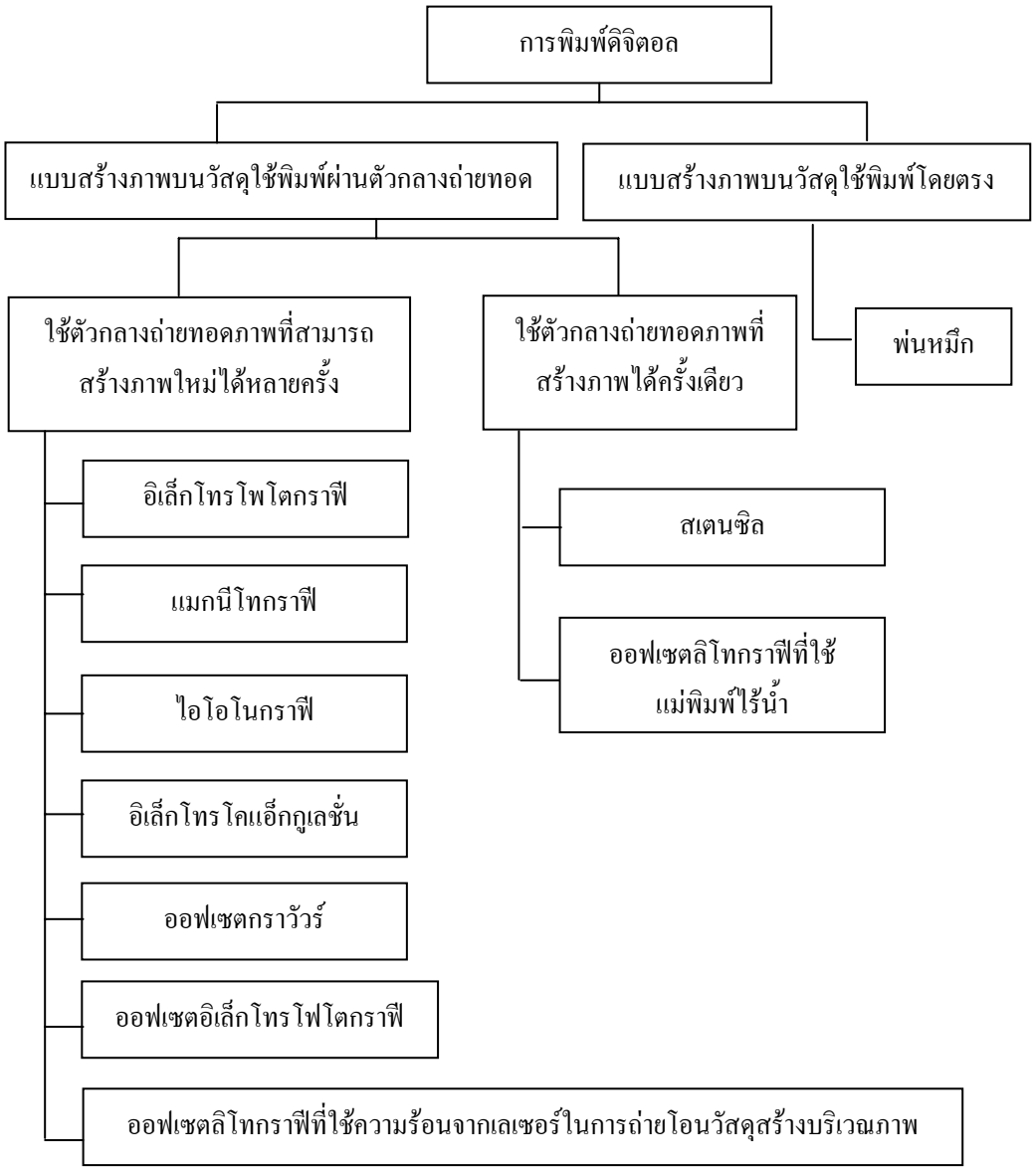
- การพิมพ์ดิจิตอล ที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นโมที่เคลือบสารนำแสง ได้แก่ การพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟี

- การพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นโมแม่พิมพ์พื้นราบ ได้แก่ การพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตลิโทกราฟีแบบที่สร้างบริเวณภาพจากการถ่ายโอนวัสดุสำหรับสร้างบริเวณภาพด้วยความร้อย

2) การพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่สร้างภาพได้ครั้งเดียว เป็นการพิมพ์ที่ใช้ ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่สามารถสร้างภาพได้ครั้งเดียว คือ ไม่สามารถสร้างภาพใหม่ได้บน

ตัวกลางถ่ายทอดภาพเดิมที่เคยสร้างภาพไปแล้ว ในการสร้างภาพใหม่ทุกครั้งต้องทำบนตัวกลางถ่ายทอดภาพใหม่ ตัวอย่างการพิมพ์ดิจิตอลประเภทนี้ ได้แก่

- การพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นแม่พิมพ์พื้นฉลุ ได้แก่ การพิมพ์ดิจิตอลสเตนซิล
- การพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นโมแม่พิมพ์พื้นราบ ได้แก่ การพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตลิโทกราฟีแบบที่ใช้แม่พิมพ์ไร้น้ำ



ภาพที่ 125 การจำแนกประเภทการพิมพ์ดิจิตอลตามวิธีการถ่ายทอดภาพบนวัสดุใช้พิมพ์และชนิดของตัวกลางถ่ายทอดภาพ

2. เครื่องพิมพ์ดิจิตอล

แม้ว่าอุตสาหกรรมการพิมพ์ถือกำเนิดมานานหลายร้อยปี แต่การพัฒนาด้านเทคโนโลยีการพิมพ์ดิจิตอลและเครื่องพิมพ์ดิจิตอลเพิ่งเกิดขึ้นเมื่อไม่นานมานี้ การพัฒนาธุรกิจการพิมพ์ไปในทิศทางดังกล่าวเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก มีการคิดค้นและนำเสนอเทคโนโลยีการพิมพ์ดิจิตอลใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากมาย โดยเฉพาะนับตั้งแต่ต้นศตวรรษ 1980 ที่มีการพัฒนาระบบการจัดพิมพ์ตั้งโต๊ะ (Desktop Publishing, DTP) จนทำให้เกิดการใช้งานที่แพร่หลายเป็นต้นมา ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการพิมพ์ดิจิตอลควบคู่ไปกับการพัฒนาระบบดิจิตอลด้านอื่น ๆ ที่มารองรับ เช่น เทคโนโลยีการถ่ายภาพดิจิตอลและเทคโนโลยีการสร้างภาพดิจิตอล เป็นต้น สำหรับพัฒนาการของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลมีความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องมาเป็นลำดับ โดยผสมผสานแนวคิดของการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ไร้แรงกด การพิมพ์ที่ใช้แรงกด และเทคโนโลยีการพิมพ์ระบบใหม่ ๆ ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในเครื่องพิมพ์ รวมทั้งซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาเพื่อให้เครื่องพิมพ์ดิจิตอลความเร็วสูงที่สร้างขึ้นสามารถผลิตสิ่งพิมพ์ที่มีคุณภาพดีได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

2.1 ความหมายของเครื่องพิมพ์ดิจิตอล

ตามความหมายทั่วไปของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลนั้น หมายถึง เครื่องพิมพ์ที่ผลิตสิ่งพิมพ์จากการนำเข้าข้อมูลดิจิตอลจากระบบคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลตามความหมายนี้มีให้เลือกใช้งานได้ 3 ระดับ ตามประสิทธิภาพในการทำงานจากระดับต่ำไปสูง คือ

1) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลแบบตั้งโต๊ะ (desktop digital printer) หมายถึง เครื่องพิมพ์ดิจิตอลขนาดเล็กที่ใช้ระบบการพิมพ์ไร้แรงกด ความเร็วในการพิมพ์ช้า เหมาะกับการพิมพ์งานจำนวนน้อย ๆ เช่น เครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึก เครื่องพิมพ์ระบบไฟฟ้าสถิต และเครื่องพิมพ์ระบบถ่ายโอนด้วยความร้อน เป็นต้น ซึ่งล้วนเป็นเครื่องพิมพ์ที่กล่าวมาแล้วในเบื้องต้น

2) เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอล (duplicator หรือ copier-printer) หมายถึง เครื่องพิมพ์ดิจิตอลความเร็วสูงที่สามารถทำได้ทั้งงานพิมพ์และงานทำสำเนา สามารถป้อนต้นฉบับได้ทั้งจากการนำเข้าข้อมูลภาพที่เป็นข้อมูลดิจิตอลโดยการต่อพ่วงกับระบบคอมพิวเตอร์ หรืออาจนำเข้าจากต้นฉบับที่เป็นสำเนาถาวร (hard copy) โดยตรงด้วยหน่วยกราดต้นฉบับเพื่อแปลงข้อมูลในต้นฉบับให้เป็นข้อมูลดิจิตอล ก่อนที่จะนำเข้าสู่ส่วนพิมพ์เทคโนโลยีการพิมพ์ที่สำคัญที่ใช้เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอล คือ อิเล็กโทรโฟโตกราฟีและการพิมพ์สเตนซิล เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลเป็นเครื่องพิมพ์ที่เหมาะกับการผลิตสิ่งพิมพ์จำนวนหลายร้อยฉบับแต่ไม่ควรมากกว่า 5,000 ฉบับ คุณภาพงานพิมพ์ที่ได้อยู่ในระดับปานกลาง

3) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลขนาดใหญ่ที่มีประสิทธิภาพการพิมพ์สูง (digital press) มีขนาดใหญ่กว่าเครื่องพิมพ์ดิจิตอล 2 แบบแรก มีความสามารถในการพิมพ์ใกล้เคียงเครื่องพิมพ์ระบบทั่วไปที่ใช้แรงกดพิมพ์ แต่ไม่ต้องเตรียมพร้อมพิมพ์ นำเข้าข้อมูลภาพได้แบบเดียว คือ แบบที่เป็นข้อมูลดิจิตอลจอกระบบคอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่เหมาะกับการพิมพ์งานจำนวนมากโดยทั่วไปตั้งแต่

จำนวนหลายพันจนถึง 10,000 ฉบับ ส่วนใหญ่ใช้ในการผลิตงานพิมพ์สอดสีคุณภาพดี เป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพแบบคอมพิวเตอร์สู่ตัวกลางถ่ายทอดภาพบนเครื่องพิมพ์แบบต่าง ๆ ร่วมกับระบบการพิมพ์ไร้แรงกด พื้นลึก และพื้นราบ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงจะมีความสามารถในการผลิตสิ่งพิมพ์ดีกว่าเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอล ทั้งด้านความละเอียดของการพิมพ์ ความเร็วในการพิมพ์ และจำนวนพิมพ์ แต่สำหรับความหมายของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่จะกล่าวถึงในที่นี้ จะหมายถึงเฉพาะเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่เหมาะสำหรับผลิตสิ่งพิมพ์จำนวนมากพอสมควร สำหรับการใช้งานในธุรกิจรับจ้างผลิตสิ่งพิมพ์และการให้บริการผลิตสิ่งพิมพ์ในสำนักงานขนาดใหญ่ ซึ่งจะกล่าวถึง เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลและเครื่องพิมพ์ดิจิตอลขนาดใหญ่ที่มีประสิทธิภาพการพิมพ์สูง ซึ่งต่อจากนี้ไปจะเรียกว่า “เครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูง” เท่านั้น

2.2 ส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์ดิจิตอล

โดยทั่วไปเครื่องพิมพ์ดิจิตอลมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

2.2.1 ส่วนก่อนพิมพ์ ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ ซอฟตแวร์สำหรับงานก่อนพิมพ์ต่าง ๆ และอุปกรณ์นำเข้าสำหรับนำเข้าข้อมูลงานก่อนพิมพ์ตั้งแต่ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลจากต้นฉบับ การตกแต่งภาพ การปรับแก้สี การจัดประกอบหน้า การวางหน้า และการปรู๊ฟดิจิตอล เมื่อได้ข้อมูลภาพดิจิตอลที่ถูกต้องตามต้องการแล้วจึงแปลงข้อมูลภาพนั้นส่งไปยังส่วนพิมพ์เพื่อทำงานพิมพ์ต่อไป

2.2.2 ส่วนพิมพ์ ประกอบด้วยหน่วยป้อนกระดาษ หน่วยพิมพ์ และหน่วยรองรับแผ่นพิมพ์

2.2.2.1 หน่วยป้อนกระดาษ มีทั้งแบบป้อนแผ่นและป้อนม้วน ทั้งที่เป็นอุปกรณ์มาตรฐาน และอุปกรณ์เลือกใช้

2.2.2.2 หน่วยพิมพ์ เป็นอุปกรณ์นำออกแผ่นพิมพ์หรือม้วนพิมพ์ ทำหน้าที่พิมพ์ภาพให้ปรากฏบนวัสดุใช้พิมพ์ ตัวอย่าง ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอล เช่นหัวพิมพ์ ตัวกลางถ่ายทอดภาพ หน่วยจ่ายหมึกพิมพ์หรือโทนเนอร์ หน่วยผนึกภาพลบประจุบนแผ่นพิมพ์ และหน่วยผนึกภาพ เป็นต้น ถ้าเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้แรงกดจะมีส่วนประกอบเพิ่มเติม เป็นต้นว่า โมแม่พิมพ์ โมยาง โมกดพิมพ์ ลูกกลิ้งกดพิมพ์ใบปาดหมึก เป็นต้น

2.2.2.3 หน่วยรองรับแผ่นพิมพ์ เป็นหน่วยที่อยู่ต่อจากหน่วยพิมพ์ ทำหน้าที่รับแผ่นพิมพ์ที่พิมพ์เสร็จแล้วทั้งที่เป็นแผ่นและเป็นม้วนเพื่อส่งต่อไปที่ส่วนงานหลังพิมพ์

โครงสร้างของส่วนพิมพ์จะเป็นแบบใด ขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการนำเครื่องไปใช้งาน และการออกแบบของบริษัทผู้ผลิต เช่น เป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลสีเดียวหรือสอดสี พิมพ์แบบซิมเพลกซ์ หรือ ดูเพลกซ์ เป็นต้น

2.2.3 ส่วนงานหลังพิมพ์ ประกอบด้วยอุปกรณ์สำหรับทำงานหลังพิมพ์หลายแบบ เช่น ตัดแผ่น เก็บเล่ม ใส่ปก และทำเล่มแบบต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น ในการผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทหนังสือด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ต่อกับอุปกรณ์ทำงานหลังพิมพ์หลายแบบจะช่วยให้ผลิตหนังสือที่ทำเล่ม และจัดเตรียมเรียบร้อยเป็นสิ่งพิมพ์สำเร็จได้สะดวกในเวลารวดเร็ว มีหน่วยพับและแยกอัตโนมัติ สามารถ

เลือกพิมพ์ปกด้วยกระดาษต่างชนิดกับกระดาษที่พิมพ์เนื้อใน สามารถใส่ปกที่พิมพ์ไว้ก่อนเข้าไปซ้อนรวมกับเนื้อในทีละเล่มได้แบบอัตโนมัติ โดยใส่ปกและเนื้อในแทรกในตั้งเดียวกันเพื่อรอการนำไปทำเล่มต่อไป และสามารถเลือกวิธีการทำเล่มได้หลายแบบ ได้แก่ เย็บมุงหลังคา ทำเล่มไสสันทากาว ทำเล่มแบบทากาวปิดปก ทำเล่มแบบปิดเทปสันข้าง และทำเล่มปกแข็ง

2.3 การจำแนกประเภทเครื่องพิมพ์ดิจิตอล

ในการจำแนกประเภทเครื่องพิมพ์ดิจิตอลนั้น สามารถจำแนกได้ตามเกณฑ์ที่กล่าวมาแล้วในการจำแนกประเภทการพิมพ์ดิจิตอลในข้อ 1.5.2 คือ จำแนกตามการใช้แรงกด ระบบการพิมพ์ เทคโนโลยีการสร้างภาพชนิดของตัวกลางถ่ายทอดภาพ และวิธีการถ่ายทอดภาพไปยังวัสดุใช้พิมพ์ ดังภาพที่ 126



ภาพที่ 126 การจำแนกประเภทของเครื่องพิมพ์ดิจิตอล

สำหรับรายละเอียดของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแต่ละเครื่องจะกล่าวถึงต่อไปในข้อ 2.5 ครื่องพิมพ์ดิจิตอลไร้แรงกด และข้อ 2.6 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้แรงกด โดยจะอธิบายตามการใช้แรงกดระบบการพิมพ์และเทคโนโลยีการสร้างภาพเป็นหลัก เพื่อความสะดวกในการอธิบายโครงสร้างของเครื่องพิมพ์และขั้นตอนการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลให้เบ็ดเสร็จในแต่ละประเภท

2.4 ความเป็นมาของเครื่องพิมพ์ดิจิตอล

ในข้อนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาที่สำคัญของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประเภทต่าง ๆ โดยจำแนกเป็น 2 กลุ่ม คือ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไร้แรงกดและเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้แรงกด โดยจะกล่าวถึงตามลำดับพัฒนาการสำคัญที่เกิดขึ้นกับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแต่ละประเภท อาทิ การสร้างเครื่องพิมพ์ต้นแบบแบบต่าง ๆ จะถึงความสำเร็จการสร้างเครื่องพิมพ์แบบที่ผลิตออกจำหน่ายทางการค้าเป็นครั้งแรก และจะสรุปความเป็นมาที่สำคัญของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลทุกประเภทไว้ในตารางที่ 1 ตอนท้ายเรื่อง

2.4.1 ความเป็นมาของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไร้แรงกด

2.4.1.1 ความเป็นมาของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟี การพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีในระยะแรกเป็นการพัฒนา เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอล ที่ใช้ระบบอิเล็กโทร โฟโตกราฟีสำหรับพิมพ์งานสีเดียว (ขาวดำ) ก่อน โดยพัฒนามาจากเครื่องทำสำเนาดิจิตอล (digital copier) การพัฒนาที่สำคัญเกิดในระหว่างปี พ.ศ.2532 - 2533 (ค.ศ.1989 - 1990) คือ การพัฒนาเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลที่ใช้สายพานนำแสงก่อนแบบที่ใช้กระบอกนำแสง เช่น ซีร็อกซ์ ดอกคิวเท็ก 135 (Xerox Docutech 135) ซึ่งใช้เลเซอร์เป็นแหล่งกำเนิดแสง และโกดักไลออนฮาร์ต 1392 (Kodak Lionheart 1392) ซึ่งใช้หลอดไดโอดเปล่งแสงเป็นแหล่งกำเนิดแสง เป็นต้น ในขณะที่เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลที่ใช้กระบอกนำแสงนั้นมีพัฒนาการที่สำคัญเกิดขึ้น ในระหว่างปี พ.ศ.2538 ถึง 2540 (ค.ศ.1995 ถึง 1997) เพราะเป็นช่วงที่มีการสร้างและพัฒนาเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลแบบใช้กระบอกนำแสงที่สามารถพิมพ์งานสอดสีได้ และมีความเร็วในการพิมพ์สูงจากหลายบริษัท เพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ ตัวอย่างเช่น เครื่องพิมพ์ซีร็อกซ์ดอกคิวคัลเลอร์ 40 และ 70 (Xerox Docucolor 40 และ 70) ซึ่งเป็นระบบป้อนแผ่นและป้อนม้วนตามลำดับ เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลไซเทกซ์สปอนเทน (Scitex Spontane) ที่ใช้ส่วนพิมพ์ซีร็อกซ์ร่วมกับไฟล์เซิร์ฟเวอร์ของไซเทกซ์ และเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลซีแอลซี (Canon CLC) ของบริษัท แคนนอน เป็นต้น

ส่วนช่วงสำคัญของการพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูง ที่ใช้ระบบการพิมพ์อิเล็ก โทรโฟโตกราฟีเกิดขึ้นในปี พ.ศ.2536 (ค.ศ.1993) เพราะมีการเปิดเผยและประกาศการพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงที่ใช้การพิมพ์ระบบนี้เครื่องแรกให้เป็นที่รู้จัก คือ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไซคอนดีซีพี - 1 (Xeikon DCP - 1) ของบริษัทไซคอน โดยพัฒนาขึ้นที่เมืองมอร์ตเซล (Mortsel) ประเทศเบลเยี่ยม เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไซคอนดีซีพี - + เป็นเครื่องพิมพ์ป้อนม้วน ดูเพลกซ์ ประกอบด้วยส่วนพิมพ์ที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นกระบอก หรือโมแบบอิเล็กโทรโฟโตกราฟี 10

หน่วย สำหรับใช้พิมพ์สอดสี 8 หน่วย และพิมพ์สีพิเศษ 1 สี จำนวน 2 หน่วยสำหรับเครื่องที่ผลิตออกจำหน่ายนั้นในระยะแรกนั้นมีหน่วยพิมพ์เพียง 8 หน่วยเฉพาะพิมพ์งานสอดสี สำหรับหน่วยพิมพ์ที่เหลืออีก 2 หน่วย สำหรับพิมพ์สีพิเศษยังให้คุณภาพงานที่ไม่ดีนัก ต่อมาส่วนพิมพ์ไซคอน (Xeikonengine) ได้รับความสนใจจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องพิมพ์ดิจิตอลหลายบริษัทเพื่อนำไปใช้ร่วมกับส่วนประกอบอื่นของเครื่องพิมพ์ ดิจิตอลที่ผลิตจากบริษัทเหล่านั้น ตัวอย่างเช่น เครื่องพิมพ์ดิจิตอลอ๊ักฟ่าโครมาเพรสส์ของบริษัทอ๊ักฟ่า เครื่องพิมพ์ ดิจิตอลไอบีเอ็มอินโฟคัลเลอร์ 70 (IBM InFo Color 70) ของบริษัทไอบีเอ็ม เป็นต้น

ในบรรดาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบต่าง ๆ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีเป็นการพิมพ์ดิจิตอลที่มีการพัฒนาและมีการใช้งานแพร่หลายมากที่สุด ทั้งยังมีการนำไปใช้กับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้แรงกดบางระบบซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป สำหรับตัวอย่างบริษัทที่มีบทบาทในการพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีมีมากมาย อาทิ ไซคอน (Xeikon) อ๊ักฟ่า (Ahfa) ไอบีเอ็ม (IBM) แคนนอน (Canon) ฮิตาชิ (Hitachi) โกดัก (Kodak) มินอลตา (Minolta) และซีร๊อกซ์ (Xerox) เป็นต้น

2.4.1.2 ความเป็นมาของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟี เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟี ที่สร้างภาพโดยอาศัยหลักการตกสะสมของไอออน (ion deposition หรือ electron - charge depositon printing) เป็นระบบที่เริ่มพัฒนาโดยบริษัท เดนนิสสัน (Dennison manufacturing Co.) หรือ บริษัท เดลแฟกซ์ (Delphax) โดยเริ่มการพัฒนาตั้งแต่ปี พ.ศ.2523 (ค.ศ.1980) ในขณะนั้นบริษัท เดลแฟกซ์ เรียกเทคโนโลยีนี้ว่า ไอออนเดปโพซิชั่น (ino deposition) ซึ่งใช้หลักการตกสะสมของไอออนบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ ซึ่งที่จริงเป็นการตกสะสมของไอออนลบที่เป็นอิเล็กตรอนนั่นเอง จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า อิเล็กตอนเดปโพซิชั่น (electron deposition) ต่อมาในปี พ.ศ.2534 (ค.ศ.1991) ได้มีการพัฒนาเป็นการพิมพ์ที่อาศัยวิธีการควบคุมการเรียงตัวของอิเล็กตรอน ก่อนที่จะไปตกสะสมบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ บริษัท เดลแฟกซ์ จึงเรียกชื่อใหม่ว่า เทคโนโลยีสร้างภาพด้วยลำอิเล็กตรอน หรือ อีบีไอ (electron beam imaging, EBI) การพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีด้วยเทคโนโลยีสร้างภาพด้วยลำอิเล็กตรอนนี้ มุ่งพัฒนาไปในทิศทางการสร้างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงมากกว่าที่จะสร้างเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอล โดยพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นกระบอกไดอิเล็กทริกขึ้นก่อน ในปี พ.ศ.2534 (ค.ศ.1991) ในขณะนั้นยังใช้แรงกดช่วยในการผนึกโทนเนอร์กับวัสดุใช้พิมพ์ ต่อมามีการพัฒนาวิธีการผนึกโทนเนอร์กับวัสดุใช้พิมพ์ใช้แรงกดสูง ร่วมกับความร้อนที่ได้จากการฉายแฟลชด้วยรังสีอินฟราเรด ซึ่งทำให้สามารถถ่ายโอนโทนเนอร์ไปให้กับวัสดุใช้พิมพ์สูงกว่า 99 เปอร์เซ็นต์

ส่วนเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีแบบสายพานไดอิเล็กทริกนั้น พัฒนาขึ้นภายหลังในปี พ.ศ.2538 (ค.ศ.1995) โดยมีขั้นตอนการพิมพ์น้อยกว่าแบบกระบอกไดอิเล็กทริก เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีแบบสายพานไดอิเล็กทริกนี้ ให้ความละเอียดงานพิมพ์สูงกว่าแบบกระบอก

ไดอิเล็กทริก และสามารถใช้พิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ได้หลากหลายมากกว่า ทั้งนี้บริษัท เดลแฟกซ์ (Delphax) ประสบความสำเร็จในการผลิตเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีประสิทธิภาพสูง แบบที่ใช้กระบอกไดอิเล็กทริกออกจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ ในปี พ.ศ.2534 (ค.ศ.1991) โดยผลิตทั้งระบบป้อนแผ่นและป้อนม้วน อย่างไรก็ตามเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีที่พัฒนาขึ้นนี้ ยังคงเป็นเครื่องพิมพ์สีเดียว เนื่องจากโทนเนอร์ที่ใช้นั้นมีสีคล้ำและทึบแสงเพราะเวลาถ่ายโอนจะมีผงแม่เหล็กผสมอยู่ด้วย สำหรับเครื่องพิมพ์สอดสีนั้นยังอยู่ระหว่างการพัฒนา

2.4.1.3 ความเป็นมาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟี แม้ว่าเทคโนโลยีการพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟี (magnetography) เกิดขึ้นมากว่า 100 ปีแล้ว แต่การพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบนี้ยังมีน้อยมากเมื่อเทียบกับการพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีเพราะเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟีไม่เหมาะกับการพิมพ์งานสอดสี เนื่องจากโทนเนอร์มีสีคล้ำและสมบัติทึบแสงมากเช่นเดียวกับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีสำหรับการพัฒนาที่สำคัญ คือ การสร้างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทการฟีประสิทธิภาพสูง ระบบป้อนม้วนสำหรับพิมพ์งานสีเดียวเครื่องแรกสำเร็จในปี พ.ศ.2536 (ค.ศ.1993) เป็นเครื่องพิมพ์ที่พัฒนาวิธีการผนึกภาพมาเป็นการใช้ความร้อนจากกการฉายแฟลชด้วยรังสีอินฟราเรด ซึ่งช่วยลดระยะเวลาที่วัสดุใช้พิมพ์ต้องสัมผัสกับความร้อนทำให้การคงสภาพเชิงมิติของวัสดุเปลี่ยนแปลงน้อย บริษัทที่มีส่วนสำคัญในการพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบนี้ได้แก่ บริษัท นิปสัน (Nipson Printing Systems) และบริษัท จีเอ็มซี (GMC Digita; Systems)

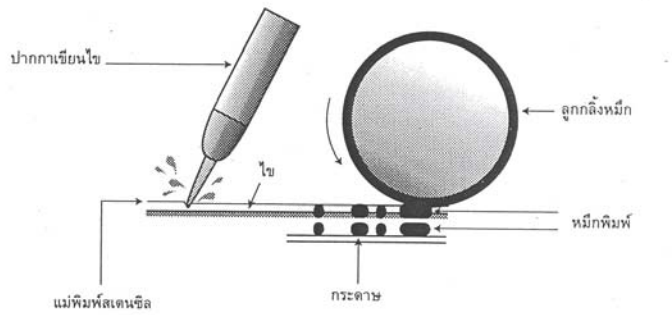
2.4.1.4 ความเป็นมาของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึก การพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกเป็นการพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงมากกว่าเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอล โดยเริ่มจากการพัฒนามาจากการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์พ่นหมึกแบบต่อเนื่องก่อน โดยบริษัทที่มีบทบาทสำคัญในการริเริ่มและพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกแบบนี้จนผลิตออกจำหน่ายเป็นการค้า คือ บริษัท ไซเทกซ์ดิจิตอลพริ้นติ้ง (Scitex Digital Printing, SDP) โดยได้รับเทคโนโลยีพ่นหมึกนี้มาจาก บริษัทโกดักเดย์ดัน (Kodak Dayton) และ บริษัท มี้ดดิจิตอลซิสเทมส์ (Mead Digital Systems) เทคโนโลยีพ่นหมึกที่ใช้เรียกว่า เอสดีฟี (SDP) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีพ่นหยดหมึกแบบต่อเนื่องที่พ่นหยดหมึกแบบ 2 ทิศทาง

ในปี พ.ศ.2537 (ค.ศ.1993) บริษัท ไซเทกซ์ดิจิตอลพริ้นติ้ง เริ่มผลิตเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงระบบพ่นหมึกต้นแบบเครื่องแรกที่เป็นระบบป้อนม้วน สำหรับงานพิมพ์สีเดียว มีความเร็วในการพิมพ์สูงถึง 1,000 ฟุตต่อนาที (305 เมตรต่อนาที) โดยสร้างขึ้นที่เมืองแนชวีลล์ (Nashville) มลรัฐเทนเนสซี ประเทศสหรัฐอเมริกาสำหรับใช้พิมพ์สิ่งพิมพ์ที่ต้องการแปรเปลี่ยนข้อมูลเฉพาะบุคคลและสิ่งพิมพ์ที่ส่งตรงถึงลูกค้าทางไปรษณีย์ โดยประสบความสำเร็จและประกาศเครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกต้นแบบนี้ให้เป็นที่รู้จักในปี พ.ศ.2538 (ค.ศ.1994) ต่อมาได้พัฒนาเป็นเครื่องพิมพ์สำหรับพิมพ์งานสอดสีที่พิมพ์แบบซิมเพลกซ์และแบบดูเพลกซ์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามในขณะนั้นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกป้อนม้วนนี้ยังให้ความละเอียดการพิมพ์ค่อนข้างต่ำ คือ 120

และ 240 จุดต่อนิ้ว ทำให้มีการพัฒนาเครื่องพิมพ์พ่นหมึกใน 2 แนวทาง คือ การลดขนาดหัวพ่นหมึก และการเพิ่มความละเอียดงานพิมพ์ให้มากขึ้นด้วยการใช้เทคโนโลยีแปรขนาดจุดหมึก (variable dot size) ซึ่งสามารถเลือกปรับเปลี่ยนความละเอียดงานพิมพ์ทั้งในด้านแนวหน้ากว้างและแนวยาวของกระดาษม้วนได้ ตัวอย่างเช่น ให้ความละเอียดงานพิมพ์ในแนวกว้างของกระดาษม้วนคงเดิม คือ 240 จุดต่อนิ้ว แต่เพิ่มขึ้นในแนวยาวกระดาษม้วนเป็น 1,680 จุดต่อนิ้ว โดยการทำให้เครื่องพิมพ์สามารถพ่นหยดหมึกได้ที่จำนวน 7 หยดต่อพิกเซล (1,680 จุดต่อนิ้ว คำนวณจากจำนวนหยดหมึกต่อพิกเซล x ความละเอียดงานพิมพ์เดิม ซึ่งเท่ากับ 7 x 240 จุดต่อนิ้ว) จนกระทั่งในปี พ.ศ.2542 (ค.ศ.1999) จึงมีการผลิตเครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกสำหรับพิมพ์หนังสือโดยเฉพาะและสามารถทำเล่มหนังสือได้ออกจำหน่าย เป็นเครื่องพิมพ์ที่มีความเร็วในการพิมพ์สูงถึง 2,200 หน้าต่อนาที ให้ความละเอียดการพิมพ์ที่ดีกว่าเครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกรุ่นแรก ๆ มาก คือ 600 จุดต่อนิ้ว สามารถปรับใช้กับการพิมพ์สิ่งพิมพ์ที่ส่งตรงถึงลูกค้าทางไปรษณีย์ได้ที่ความเร็วในการพิมพ์ 305 และ 500 ฟุตต่อนาที และในปีเดียวกับยังมีการผลิตเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงระบบพ่นหมึกสำหรับพิมพ์สิ่งพิมพ์ขนาดใหญ่ (Wide format digital press) สำหรับใช้พิมพ์งานตามสั่งแทนที่ระบบการพิมพ์สกรีน เหมาะกับจำนวนพิมพ์ไม่เกิน 150 แผ่น ความเร็วในการพิมพ์ 200 ตารางเมตรต่อชั่วโมง สำหรับเทคโนโลยีการพิมพ์พ่นหมึกที่ใช้ในเครื่องพิมพ์แบบนี้ คือ การพ่นหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการแบบวิธีไพโซอิเล็กทริก

2.4.2 ความเป็นมาของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้แรงกด

2.4.2.1 ความเป็นมาของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลสเตนซิล เครื่องพิมพ์ดิจิตอลสเตนซิลมีการพัฒนาเป็นเพียงเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอล ยังไม่มีการพัฒนาถึงระดับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูง เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลสเตซิลใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพบนแม่พิมพ์สเตนซิลบนเครื่องพิมพ์ เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนามาจากเครื่องพิมพ์โรเนียวที่ใช้แผ่นปรุไขเป็นแม่พิมพ์ ซึ่งต้องนำกระดาษไขไปพิมพ์ดีด หรือเขียนด้วยปากกาเขียนไขก่อนเพื่อให้เกิดรอยปรุ แล้วจึงนำแผ่นแม่พิมพ์สเตซิลที่ได้ไปติดตั้งที่เครื่องพิมพ์โรเนียวเพื่อพิมพ์เป็นสำเนาออกมา ในช่วงทศวรรษ 1970 เป็นการพัฒนาเครื่องพิมพ์สำเนาที่ยังไม่เป็นระบบดิจิตอล หลังจากนั้นในช่วงทศวรรษ 1980 บริษัทริ โซคากาคุ (RISO Kagaku) ได้พัฒนาเทคโนโลยีใหม่ คือ ริโซกราฟี (Risography) มาใช้ในเครื่องพิมพ์สำเนา และพัฒนาเป็นเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลสเตนซิลที่รับข้อมูลดิจิตอลจากคอมพิวเตอร์ไปทำให้หัวพิมพ์ร้อนจนไปเผาแผ่นไขต้นแบบหรือแผ่นมาสเตอร์ไวแสงให้เป็นรูเปิดเพื่อสร้างบริเวณภาพ เกิดเป็นแม่พิมพ์สเตนซิล แล้วปาดหมึกจากด้านในของแม่พิมพ์ให้ทะลุมาติดวัสดุใช้พิมพ์ หลังจากที่มีการพัฒนาเทคโนโลยีการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลแล้ว การสร้างรอยปรุบนแผ่นไขต้นแบบทำได้สะดวกและรวดเร็วขึ้นมาก ตัวอย่างบริษัทที่มีบทบาทในการพัฒนาเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลสเตนซิล เช่น บริษัท ริโซคากาคุ บริษัท เอ.บี.ดิค. (A.B. Dick) บริษัท เกสเต็ตเนอร์ (Gestetner) และบริษัท ดูโปร (Duplo) เป็นต้น



ภาพที่ 127 การพิมพ์โรเนียวที่ใช้แม่พิมพ์สเตนซิล

ที่มา: Ricoh. Ricoh Tech World. (online). Tetreived via Netscape, 25 June 1999. P.1.

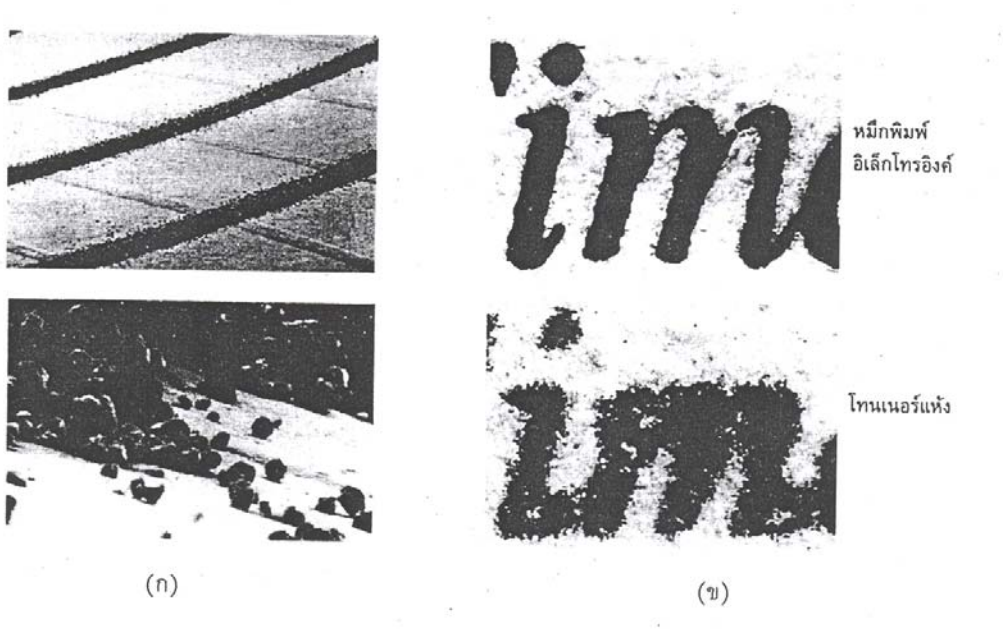
http://www.ricoh.co.jp/omoshiro/english/priport - 3.html

2.4.2.2 ความเป็นมาของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟี ในช่วงเวลาใกล้เคียงกับเวลาที่มีการพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟี ทั้งที่เป็นเครื่องพิมพ์ประสิทธิภาพสูงและเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอล คือ ในปี พ.ศ.2533 นั้น ได้มีการพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงของบริษัท เอเอ็ม ที่ใช้ส่วนพิมพ์ระบบอิเล็กโทรโฟโตกราฟีเครื่องแรก คือ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลเอเอ็ม อิเล็กทรอเพราสส์ (AM Electropress) ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลดูเพลกซ์ระบบป้อนม้วนที่มีส่วนพิมพ์ 2 ส่วน แต่แทนที่จะใช้โทนเนอร์แห้งกลับเปลี่ยนมาใช้หมึกพิมพ์เหลว คือ อิเล็กโทรอิงค์ (electroink) ของบริษัท อินดิโก ซึ่งพัฒนามาจากโทนเนอร์เหลวรุ่นแรก ๆ ที่พัฒนามาใช้กับเครื่องทำสำเนาในช่วงทศวรรษ 1970 แต่จากการที่บริษัทเอเอ็มไม่ได้มีการพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลเอเอ็มอิเล็กทรอเพราสส์นี้ในเวลาต่อมา จึงทำให้เกิดช่วงการพัฒนาที่สำคัญมากของการพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟี คือ บริษัท อินดิโก (Indigo) ได้รับเทคโนโลยีของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลเอเอ็มอิเล็กโทรเพรสส์มาพัฒนาต่อในประเทศอิสราเอล โดยพัฒนาเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงสำหรับพิมพ์งานสอดสีที่ความละเอียดการพิมพ์สูง และสามารถรองรับพิมพ์งานจำนวนมากได้ โดยในปี พ.ศ.2536 (ค.ศ.1993) บริษัทอินดิโกได้ประกาศความสำเร็จในการสร้างเครื่องพิมพ์ดินดิโกอีพรินต์ 1000 (Ingigo Eprint 1000) ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟีประสิทธิภาพสูงเครื่องแรก ในเดือน มิถุนายน พ.ศ.2536 ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ใกล้เคียงกับที่บริษัท ไซคอน ก็ได้ประกาศความสำเร็จในการสร้างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไซคอนดีซีพี 1 ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟี ประสิทธิภาพสูงที่พิมพ์งานสอดสีในเดือนกรกฎาคมปีเดียวกัน ในเวลาต่อมาทั้งเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอินดิโกและไซคอนต่างมีการนำไปใช้งานในธุรกิจการพิมพ์ดิจิตอลอย่างแพร่หลาย

การพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอินดิโกอีพรินต์ 1000 นั้น เริ่มมาจากการทดลองใช้เครื่องพิมพ์ออฟเซตสีเดียวเรียวบิ (Ryobi) ติดตั้งร่วมกับหัวพิมพ์และโมสร้างภาพอิเล็กโทรโฟโตกราฟีที่ใช้เลเซอร์ แต่จะถ่ายทอดภาพผ่านโมยางไปที่วัสดุใช้พิมพ์โดยใช้โมกดพิมพ์เช่นเดียวกับเครื่องพิมพ์ออฟเซต แล้วนำผลที่ได้มาสร้างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอินโกอีพรินต์ 1000 ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์ป้อนแผ่นที่พิมพ์แบบดูเพลกซ์มี 1 ส่วนพิมพ์ พิมพ์งานสอดสีได้ใช้หมึกพิมพ์อิเล็กโทรอิงค์ (electroink) ที่พัฒนาให้มีสมบัติถ่ายโอนไปยังวัสดุใช้พิมพ์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์

การพัฒนาหมึกพิมพ์ ที่จะใช้กับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟี ที่เรียกว่า หมึกพิมพ์อิเล็กโทรอิงค์นั้น นับว่าเป็นการพัฒนาที่สำคัญอีกด้านหนึ่ง หมึกพิมพ์อิเล็กโทรอิงค์คิดค้นโดยบริษัท อินดิโก มาก่อน และเคยนำไปใช้กับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลเอเอ็มอิเล็กโทรเพรสส์ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น หมึกพิมพ์อิเล็กโทรอิงค์เป็นหมึกพิเศษที่มีส่วนผสมของโทนเนอร์เหลวและหมึกพิมพ์ข้นหนืดที่ใช้ผงสีเหมือนหมึกพิมพ์ออฟเซตแห้งตัวแบบพอลิเมอไรเซชัน ผงสีมีขนาดเล็กมาก ประมาณ 1 - 2 ไมครอน เมื่อเทียบกับขนาดอนุภาพโทนเนอร์แห้ง 8 - 15 ไมคอรน ที่ใช้ในเครื่องทำสำเนานอกจากนี้ยังเป็นหมึกพิมพ์ที่เกิดประจุได้และแห้งตัวเร็ว การถ่ายโอนหมึกไปที่กระดาษและการแห้งตัวของหมึกมีลักษณะพิเศษ คือ หมึกจะแห้งตัวเป็นแผ่นหรือเป็นชั้นฟิล์มของหมึกก่อนที่จะไปถึงวัสดุใช้พิมพ์ การถ่ายโอนไปติดบนวัสดุใช้พิมพ์จึงมีลักษณะคล้ายกับการลามิเนต จึงสามารถถ่ายโอนจากผ้ายางไปที่วัสดุใช้พิมพ์ได้ทั้งหมด คือ ถ่ายโอนได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ไม่ต้องมีหน่วยทำความสะอาดผ่ายางเมื่อเริ่มเที่ยวพิมพ์ใหม่ ซึ่งต่างจากการถ่ายโอนหมึกพิมพ์ในระบบการพิมพ์ออฟเซตทั่วไปที่หมึกถ่ายโอนไม่หมด หมึกพิมพ์ส่วนหนึ่งจะติดกลับไปกับโมจ่ายหมึกและอีกส่วนหนึ่งจะถ่ายโอนไปติดที่โมรับหมึก จากนั้นหมึกพิมพ์จะแข็งตัวทันทีที่สัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์ โดยไม่ต้องมีการหลอมและผนึกหมึกพิมพ์ให้ติดกับวัสดุใช้พิมพ์ด้วยความร้อน แต่การที่หมึกพิมพ์แห้งเร็วและไม่แทรกซึมเข้าไปในเนื้อวัสดุใช้พิมพ์ ทำให้มีแรงยึดติดน้อยระหว่างหมึกกับวัสดุใช้พิมพ์หมึกพิมพ์จึงหลุดลอกได้ง่าย ซึ่งเป็นข้อจำกัดของหมึกพิมพ์อิเล็กโทรอิงค์ เนื่องจากวัสดุใช้พิมพ์หลัก คือ กระดาษ ดังนั้นวิธีหนึ่งที่บริษัท อินดิโก ใช้แก้ปัญหานี้ คือ การปรับสภาพกระดาษด้วยการใช้สารเคมีไปทำให้เส้นใยกระดาษฟูก่อนจะนำไปพิมพ์ ซึ่งจะช่วยให้หมึกยึดติดกับกระดาษได้ดีขึ้น ส่วนข้อดีของหมึกพิมพ์อิเล็กโทรอิงค์ คือ ให้ภาพที่คมชัดและมีความละเอียดในการพิมพ์สูงกว่าการพิมพ์ด้วยโทนเนอร์แห้ง สามารถให้ความละเอียดในการพิมพ์ถึง 800 จุดต่อนิ้ว เนื่องจากผงสีที่ใช้มีขนาดเล็กมาก (ภาพที่ 128)

นับตั้งแต่นั้นบริษัท อินดิโกได้ส่งเสริมการพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟีอย่างต่อเนื่องและได้ผลิตเครื่องพิมพ์รุ่นต่าง ๆ ออกจำหน่ายหลายรุ่น เช่น รุ่นที่สามารถพิมพ์ได้ตั้งแต่ 4 – 7 รุ่นที่พิมพ์บัตรพลาสติกและรุ่นที่สามารถพิมพ์บนวัสดุที่มีรูปทรงได้เป็นต้น



ภาพที่ 128 (ก) เปรียบเทียบขนาดอนุภาพหมึกพิมพ์อิเล็กโทรอิงค์กับโทนเนอร์แห้งที่ใช้ในเครื่องทำสำเนา

(ข) คุณภาพของภาพพิมพ์ที่ผลิตจากเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอินดิโกที่ใช้หมึกอิเล็กโทรอิงค์เปรียบเทียบกับเครื่องทำสำเนาที่ใช้โทนเนอร์แห้ง

ที่มา : Adams J. Michael, David D. Faux and Lolye J. Rieber. Printing Technology. 4th ed. Albany : Belmars Publishers, 1996, p. 473.

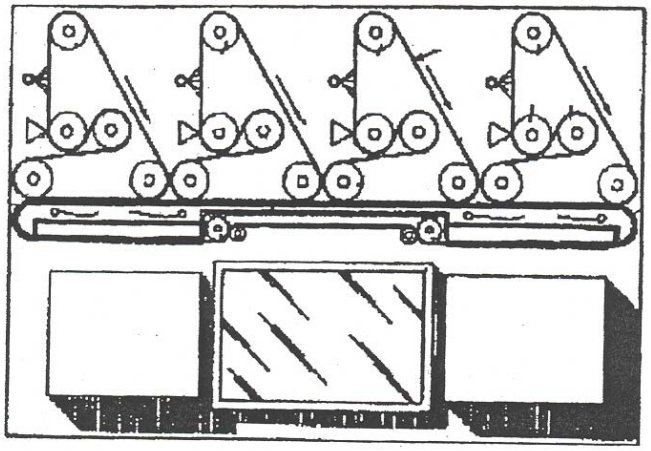
2.4.2.3 ความเป็นมาของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตลิโทกราฟี เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตลิโทกราฟีเครื่องแรก คือ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไฮเดลเบิร์กจีทีโอ – ดีไอ (Heidelberg GTO – DI) ซึ่งสร้างโดยบริษัทไฮเดลเบิร์ก (Heidelberg) ร่วมกับบริษัทเพราสส์เท็ค (Presstek) เกิดขึ้นเมื่อปี พ.ศ.2534 (ค.ศ.1991) โดยเป็นเครื่องพิมพ์ป้อนแผ่น 4 สี มี 4 ส่วนพิมพ์ และเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลลูกผสมเพราะใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพจากข้อมูลดิจิตอลบนแม่พิมพ์ไร้น้ำ ที่ติดตั้งบนเครื่องพิมพ์โดยตรงด้วยกระแส ไฟฟ้า (spark discharge) และถ่ายทอดภาพแบบออฟเซต ต่อมาในปี พ.ศ.2536 (ค.ศ.1993) จึงพัฒนาแสงเลเซอร์ในการสร้างบริเวณภาพ (Pearl laser ablation technology) และเมื่อปี พ.ศ.2538 (ค.ศ.1995) บริษัท ไฮเดลเบิร์ก และบริษัท เพรสส์เท็ค จึงพัฒนาเครื่องพิมพ์ควิกมาสเตอร์ ดีไอ (Quickmaster DI) ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์ป้อนแผ่น 4 สี ที่ใช้แม่พิมพ์ไร้น้ำที่สร้างภาพด้วยเลเซอร์เช่นเดียวกันมี 4 ส่วนพิมพ์ โครงสร้างโมเป็นแบบโมกดพิมพ์ร่วม

สำหรับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตลิโทกราฟีที่ใช้แม่พิมพ์พื้นราบอีกแบบหนึ่ง จะสร้างภาพโดยใช้ความร้อนจากเลเซอร์ไปทำให้แถบวัสดุที่มีสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) ถ่ายโอนไปสร้างบริเวณภาพบนแม่พิมพ์ บริษัทที่เป็นผู้ผลิตเครื่องพิมพ์นี้ คือ บริษัท แมนโรแลนด์ โดยสร้างเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงสำหรับพิมพ์งานสอดสีด้วยเทคโนโลยีดิโคเว็บ ชื่อว่าเครื่องพิมพ์ดิจิตอลดิโคเว็บออฟเซตลิโทกราฟี หรือ ที่เรียกสั้น ๆ ว่าเครื่องพิมพ์ดิจิตอลดิโคเว็บลิโท (DICOWEB Litho) ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้โมแม่พิมพ์เป็นปลอกที่สวมเข้าและถอดออกจากแกนโมได้ง่ายและรวดเร็ว จึงเป็นที่มาของชื่อเทคโนโลยีการพิมพ์ DICOWEB (ดิโคเว็บ) ซึ่งย่อมาจาก Digital change Over WEB ทั้งยังเป็นตัวกลางถ่ายทอดภาพที่สามารถสร้างภาพใหม่ได้หลายครั้ง วิธีถ่ายทอดภาพแบบออฟเซต ใช้หมึกพิมพ์และน้ำยาฟาวน์เทนเหมือนเครื่องพิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟีทั่วไป โดยบริษัทแมนโรแลนด์สร้างเครื่องพิมพ์ต้นแบบเสร็จและเปิดเผยความสำเร็จนี้ในปี พ.ศ.2538 (ค.ศ.1995) พร้อมกับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลดิโคเว็บกราวัวร์ที่จะกล่าวถึงต่อไปในเรื่องเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตกราวัวร์ อย่างไรก็ตามเครื่องพิมพ์ดิจิตอลดิโคเว็บออฟเซตละโทกราฟีต้นแบบนี้ยังมีข้อจำกัด คือ ให้คุณภาพงานพิมพ์ต่ำและพิมพ์แบบซิมเพลกซ์เท่านั้น จึงยังไม่มีการผลิตเป็นการค้าเพื่อใช้งานจริงและอยู่ระหว่างการปรับปรุงประสิทธิภาพให้ดีขึ้น เช่นเดียวกับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลดิโคเว็บกราวัวร์

ในปลายปี พ.ศ.2541 (ค.ศ.1998) บริษัท ไซเทกซ์ ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้สร้างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตลิโทรกราฟีที่สร้างภาพบนแม่พิมพ์ไร้น้ำ ด้วยเทคโนโลยีเพิร์ลของเพรสส์เท็คเช่นกัน แต่มีข้อแตกต่างที่สำคัญจากเครื่องพิมพ์ของไฮเดลเบิร์ก คือใช้ระบบหมึกที่มีระบบการจ่ายหมึกอัตโนมัติและใช้ลูกกลิ้งรับส่งหมึกที่เจาะผิวเป็นบ่อหมึกเล็ก ๆ เช่นเดียวกับโมแม่พิมพ์กราวัวร์ พร้อมกับใบปาดหมึกในการควบคุมการถ่ายโอนหมึกไปยังโมแม่พิมพ์ เครื่องพิมพ์รุ่นนี้มีชื่อเรียกว่า 74 กะรัต (74 Karat digital Press) เป็นเครื่องพิมพ์สี่สีป้อนแผ่น

2.4.2.4 ความเป็นมาของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตกราวัวร์ พัฒนาการที่สำคัญของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตกราวัวร์ คือ การพัฒนาโมแม่พิมพ์กราวัวร์ที่สร้างภาพได้บนเครื่องพิมพ์โดยใช้ความร้อนจากเลเซอร์ร่วมกับการถ่ายทอดภาพแบบออฟเซต โมแม่พิมพ์ที่ใช้เป็นตัวกลางถ่ายทอดภาพที่สามารถสร้างภาพใหม่ได้หลายครั้ง มีลักษณะเป็นปลอกที่สวมเข้าและถอดออกจากแกนโมได้ ช่วยให้การเปลี่ยนแม่พิมพ์ทำได้รวดเร็วกว่าเครื่องพิมพ์กราวัวร์ทั่วไป เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตกราวัวร์ที่เป็นเครื่องพิมพ์ต้นแบบ คือ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลดิโคเว็บที่พัฒนาโดยบริษัทแมนโรแลนด์ (Man – Roland) เรียกว่า เครื่องพิมพ์ดิจิตอลดิโคเว็บกราวัวร์ (DICOWEB Gravure) ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงสำหรับพิมพ์งานสอดสี ทั้งนี้ บริษัท แมนโรแลนด์ ได้เปิดเผยความสำเร็จในการสร้างเครื่องพิมพ์ดิดเว็บกราวัวร์ต้นแบบนี้ในปี พ.ศ.2538 (ค.ศ.1995) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลดิโคเว็บกราวัวร์ในระยะแรกใช้กับการพิมพ์งานที่จำนวนพิมพ์ระหว่างจำนวนพิมพ์ 500 ถึง 3,000 ฉบับ แต่ยังไม่มีการผลิตออกจำหน่ายเพราะคุณภาพงานพิมพ์ยังไม่ดีและอยู่ในช่วงปรับปรุงประสิทธิภาพเพื่อให้สามารถพิมพ์งานได้ระหว่าง 5,000 - 10,000 ฉบับ และให้คุณภาพงานพิมพ์ดีขึ้น

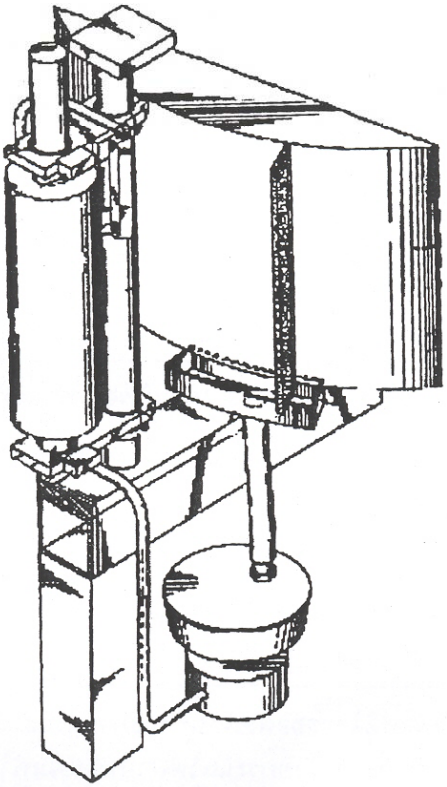
2.4.2.5 ความเป็นมาของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่น เครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่น (electrocoagulation) เป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ที่สร้างภาพบนตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เป็นโม โดยอาศัยหลักการทางเคมีไฟฟ้าไปทำให้หมึกจับตัวเป็นก้อน (coagulate) เกิดเป็นจุดภาพขนาดต่าง ๆ บนโมแล้วถ่ายทอดไปที่วัสดุใช้พิมพ์ด้วยแรงกด กลไกการเกิดอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่นของสารนั้น มีการค้นพบตั้งแต่ปี พ.ศ.2514 (ค.ศ.1971) ต่อมาในปี พ.ศ.2517(ค.ศ.1974) เอเดรียน แคสเทกเนียร์ (Adrien Castegnier) แห่งบริษัท เอลคอร์ซี (Elcorsy Inc.) ประเทศแคนาดา เป็นผู้นำเทคโนโลยีนี้มาใช้ทางการพิมพ์และพัฒนาเพื่อใช้กับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลโดยจดสิทธิบัตรการใช้กระบวนการอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่น เพื่อประโยชน์ทางการพิมพ์ในปี พ.ศ.2518 (ค.ศ.1975) และตั้งชื่อเฉพาะว่า เอลโคกราฟี (Elcography) นับตั้งแต่นั้นมาเอเดรียน แคสเทกเนียร์ได้ประดิษฐ์และพัฒนาเครื่องพิมพ์อิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั้นต้นแบบหลายเครื่อง โดยสร้างเครื่องพิมพ์ต้นแบบเครื่องแรกที่สร้างภาพบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ ที่เป็นแผ่นแม่พิมพ์โลหะเคลือบเจละตินในปี พ.ศ.2526 (ค.ศ.1983) และได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นมาปรับปรุง แก้ไข และพัฒนาเครื่องพิมพ์ต้นแบบลักษณะอื่น ๆ ต่อเนื่องมาอีกหลายรุ่น ที่สำคัญมี 3 รุ่น คือ เครื่องพิมพ์ที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นสายพานเหล็กเป็นโมในเครื่องพิมพ์ที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นโมวางในแนวตั้ง และเครื่องพิมพ์ที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นโมในแนวนอนดังภาพที่ 15.14 ซึ่งเครื่องพิมพ์ต้นแบบแบบที่ 3 นี้สร้างเสร็จในปี พ.ศ.2537 (ค.ศ.1994) ในระหว่างนั้นทางบริษัทเอลคอร์ซีได้ร่วมมือกับบริษัทผู้ผลิตหมึกพิมพ์ คือ บริษัท โตโยอิงค์ (Toyo Ink and Intex Inc.) ในการผลิตหมึกพิเศษที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแบบนี้ โดยเฉพาะหมึกพิเศษนี้เป็นหมึกพอลิเมอร์ที่มีสมบัตินำไฟฟ้า (Conductive polymeric ink) และสามารถจับตัวเป็นก้อนได้อย่างรวดเร็วทันทีที่หัวพิมพ์ได้รับกระแสไฟฟ้า และในปี พ.ศ.2538 (ค.ศ.1995) จึงสร้างเครื่องพิมพ์ป้อนม้วนที่ใช้หมึกพิมพ์นี้ มีหน้ากว้างม้วนพิมพ์ 11 นิ้ว สำหรับพิมพ์งานสีเดียว (ขาวดำ) หลังจากนั้นจึงพัฒนาเป็นแบบหน้ากว้างม้วนพิมพ์ 24 นิ้ว พัฒนาการสำคัญในเวลาต่อมา คือ เครื่องพิมพ์ป้อนม้วน หน้ากว้างม้วนพิมพ์ 17 นิ้ว ความเร็ว 850 หน้าต่อนาที หรือ 1 เมตรต่อ 1 วินาที พิมพ์ 5 สี ให้ภาพพิมพ์น้ำหนักสีต่อเนื่อง ความละเอียดการพิมพ์ 200 จุดต่อนิ้ว ซึ่งสร้างเสร็จในปี พ.ศ.2540 (ค.ศ.1997) และได้เปิดเผยความสำเร็จของการสร้างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลสีนี้ในปี พ.ศ.2541 (ค.ศ.1998)



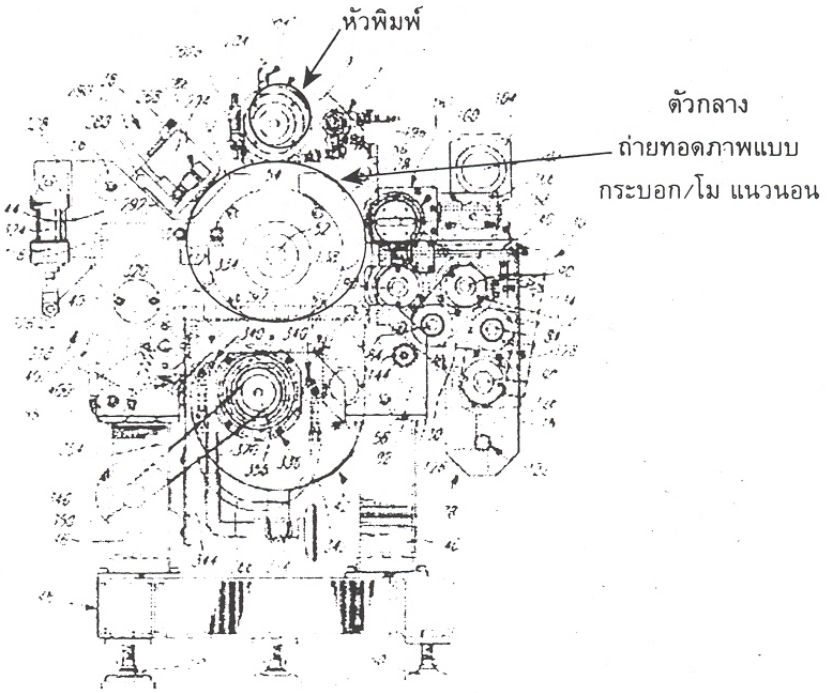
ตัวกลางถ่ายทอดภาพ
แบบสายพาน

(ก)

ตัวกลางถ่ายทอดภาพ
แบบกระบอก/โม แนวตั้ง



(ข)



ภาพที่ 129 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่นต้นแบบตามลำดับพัฒนาการ

(ก) เครื่องพิมพ์ที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นสายพานเหล็กปลอดสนิม

(ข) เครื่องพิมพ์ที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นโมแนวตั้ง

(ค) เครื่องพิมพ์ที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นโมแนวนอน

ที่มา : Adrien Castegnier. Optimizing the Elcography ® Printing Xyxle. Seattle: the Society for Imaging and Technology. November 1997, pp. 1-7 (online). Retreived via Netscape, 29 May 1999, pp. 2-3,5.

http://www.elcorsy.com/Press/ist97.html

จากความเป็นมาและพัฒนาการของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไร้แรงกดและเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้แรงกดระบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปพัฒนาการสำคัญที่เกิดขึ้นได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปพัฒนาการที่สำคัญของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบต่าง ๆ

ปี พ.ศ. (ค.ศ.)	พัฒนาการที่สำคัญของเครื่องพิมพ์ดิจิตอล
(พ.ศ.2513 - 2523) ทศวรรษ 1970 – 1980	เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลสเตนซิลที่พัฒนาจากเครื่องทำสำเนาสเตนซิล
พ.ศ.2532 - 2533 (ค.ศ.1989 – 1990)	เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟี สีเดียว ของหลายบริษัท เช่นซีร็อกซ์ และโกดัก เป็นต้น
พ.ศ.2533 (ค.ศ.1990)	เครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีประสิทธิภาพสูง 2 สี ใช้หมึกพิมพ์อิเล็กโทรอิงค์จากบริษัทเอเอ็ม
พ.ศ.2534 (ค.ศ.1991)	เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตประสิทธิภาพสูงป้อนแผ่น 4 สี เครื่องแรกที่ใช้เทศโนโลยีสร้างภาพด้วยกระแสไฟฟ้าบนแม่พิมพ์ไร้น้ำจากบริษัท ไฮเดลเบิร์กร่วมกับบริษัท เพรสส์เท็ค
พ.ศ.2534 (ค.ศ.1991)	เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีแระสิทธิภาพสูงแบบใช้กระบอกไดอิเล็กทริกเครื่องแรกจากบริษัทเอลแฟกซ์
พ.ศ.2536 (ค.ศ.1993)	เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตประสิทธิภาพสูง ป้อนแผ่น 4 สี เครื่องแรกที่ใช้เทคโนโลยีสร้างภาพด้วยเลเซอร์บนแม่พิมพ์ไร้น้ำจากบริษัท ไฮเดลเบิร์ก ร่วมกับบริษัท เพรสส์เท็ค
พ.ศ.2536 (ค.ศ.1993)	เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีประสิทธิภาพสูงแบบใช้สายพานไดอิเล็กทริกเครื่องแรกจากบริษัท เดลแฟกซ์
พ.ศ.2536 (ค.ศ.1993)	เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟีประสิทธิภาพสูง ป้อนแผ่น 4 สี เครื่องแรกที่ใช้ดทนเนอร์เหลวที่มีสมบัติถ่ายโอนได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จากบริษัท อินดิโก
พ.ศ.2536 (ค.ศ.1993)	เครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีประสิทธิภาพสูง ป้อนม้วน 4 สี เครื่องแรกจากบริษัท ไซคอน
พ.ศ.2536 (ค.ศ.1993)	เครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทการฟีประสิทธิภาพสูงป้อนม้วน สีเดียว จากบริษัท นิปสัน
พ.ศ.2538 (ค.ศ.1995)	เครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกประสิทธิภาพสูง ป้อนม้วน 4 สี จากบริษัท ไซเทกซ์ดิจิตอลพริ้นติ้ง

ตารางที่ 1 สรุปพัฒนาการที่สำคัญของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบต่าง ๆ (ต่อ)

ปี พ.ศ. (ค.ศ.)	พัฒนาการที่สำคัญของเครื่องพิมพ์ดิจิตอล
พ.ศ.2538 (ค.ศ.1995)	เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตประสิทธิภาพสูง ป้อนม้วน 4 สี เครื่องแรกที่สร้างภาพบนแม่พิมพ์ไร้น้ำด้วยเลเซอร์และใช้โครงสร้างพิมพ์แบบโมกดพิมพ์ร่วมจากบริษัท ไฮเดลเบิอร์กร่วมกับบริษัท เพรสส์เท็ค
พ.ศ.2538 (ค.ศ.1995)	เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตกราวัวร์ประสิทธิภาพสูงที่ใช้เทคโนโลยีดิโคเว็บจากบริษัท แมนโรแลนด์
พ.ศ.2538 (ค.ศ.1995)	เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตลิโทกราฟีประสิทธิภาพสูงที่ใช้เทคโนโลยีดิโคเว็บจากบริษัท แมนโรแลนด์
พ.ศ.2538 (ค.ศ.1995)	เครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่นประสิทธิภาพสูง สีเดียว เครื่องแรกจากบริษัท เอลคอร์ซี
พ.ศ.2538 – 2540 (ค.ศ.1995 - 1997)	เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟี สี่สี ของหลายบริษัท เช่น ซีรอกซ์ แคนนอน และ ไซเทกซ์ เป็นต้น
พ.ศ.2540 (ค.ศ.1997)	เครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่นประสิทธิภาพสูง 4- 5 สี เครื่องแรกจากบริษัท เอลคอร์ซี

2.5 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไร้แรงกด

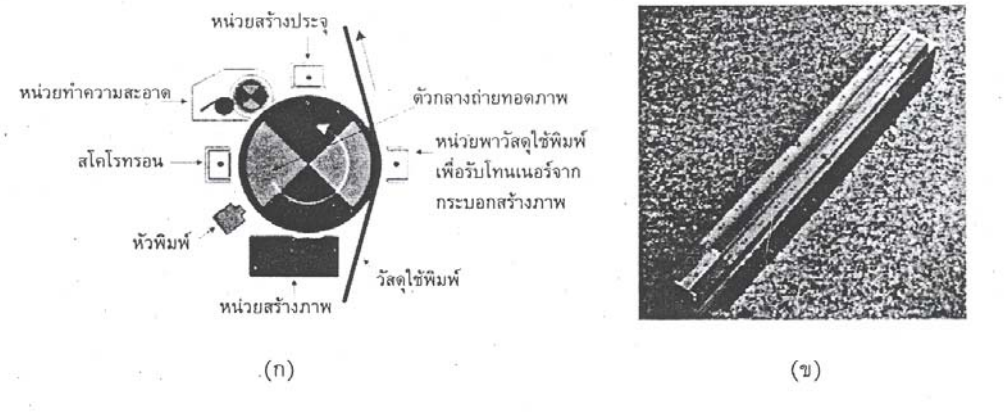
เครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้ระบบการพิมพ์ไร้แรงกดจำแนกได้ 4 ประเภท คือ ระบบอิเล็กโทรโฟโตกราฟี ระบบแมกนีโทกราฟี ระบบไอโอโนกราฟี และระบบพ่นหมึก สำหรับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้การพิมพ์ไร้แรงกด 3 ระบบแรกนั้น เป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่สร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพที่สามารถสร้างภาพใหม่ได้หลายครั้ง ส่วนเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบพ่นหมึกนั้นสามารถสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ได้โดยตรงและไม่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพ สำหรับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบที่มีการพัฒนามาใช้มากที่สุด คือ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟี

2.5.1 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟี

เครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟี มีทั้งที่เป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงและเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอล เป็นเครื่องพิมพ์ที่สร้างภาพแผงไฟฟ้าสถิต (latent static imsge) ด้วยแสง แล้วสร้างภาพปรากฏ (developed image) และภาพพิมพ์ตามลำดับด้วแรงทางไฟฟ้าสถิต การสร้างภาพแผงไฟฟ้าสถิตเกิดขึ้นบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ ซึ่งอาจเป็นกระบอกหรือสายพานนำแสง (photoconductor)ที่เมื่อได้รับแสงแล้วจะมีสมบัติไดอิเล็กทริก (dielectric)โทนเนอร์ที่ใช้เป็นโทนเนอร์แห้ง (dry powder toner) ชนิด 2 องค์ประกอบ (dual – component toner) โทนเนอร์ที่ติดบนภาพ

ปรากฏนี้จะถ่ายโอนต่อไปเพื่อสร้างภาพพิมพ์บนกระดาษหรือวัสดุใช้พิมพ์อื่น ๆ แล้วผนึกโทนเนอร์ให้ติดแน่นกับกระดาษด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การใช้ความร้อนและ/หรือแรงกด เป็นต้น

2.5.1.1 ส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟี ประกอบด้วยตัวกลางถ่ายทอดภาพซึ่งมีทั้งแบบกระบอกและสายพานที่มีสมบัตินำแสง แหล่งกำเนิดแสง หน่วยสร้างประจุ หน่วยปรับประจุหรือสโคโรทรอนหัวพิมพ์ หน่วยสร้างภาพหรือหน่วยจ่ายโทนเนอร์ หน่วยพาวัสดุใช้พิมพ์เพื่อรับ โทนเนอร์จากตัวกลางถ่ายทอดภาพและหน่วยทำความสะอาด ดังแสดงในภาพที่ 130 ส่วนในภาพที่ 131 แสดงตัวอย่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีประสิทธิภาพสูงที่ประกอบด้วยส่วนพิมพ์พร้อมกับส่วนประกอบอื่น ๆ ของเครื่องพิมพ์ ในภาพแสดงเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไซคอนดีซีพี ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์สี่สีป้อนม้วนที่สามารถพิมพ์สีพิเศษได้อีก 1 สี มีทั้งที่พิมพ์งานแบบซิมเพลกซ์และแบบดูเพลกซ์ ไม่มีระบบต่อม้วนกระดาษในขณะที่เดินเครื่อง ส่วนพิมพ์ อิเล็กโทรโฟโตกราฟี มีโมถ่ายทอดภาพที่มีแกนเป็นอะลูมิเนียมและเคลือบผิดด้วยสารตัวนำโอพีซี จำนวน 10 โมวางซ้อนกันเป็นคู่ในแนวตั้ง คู่ที่ 1 - 4 ใช้กับการพิมพ์สอดสี คือ สีน้ำเงินเขียว ม่วงแดง เหลือง และดำ ตามลำดับ และคู่ที่ 5 สำหรับพิมพ์สีพิเศษ มีหน่วยผนึกภาพประจำแต่ละส่วนพิมพ์

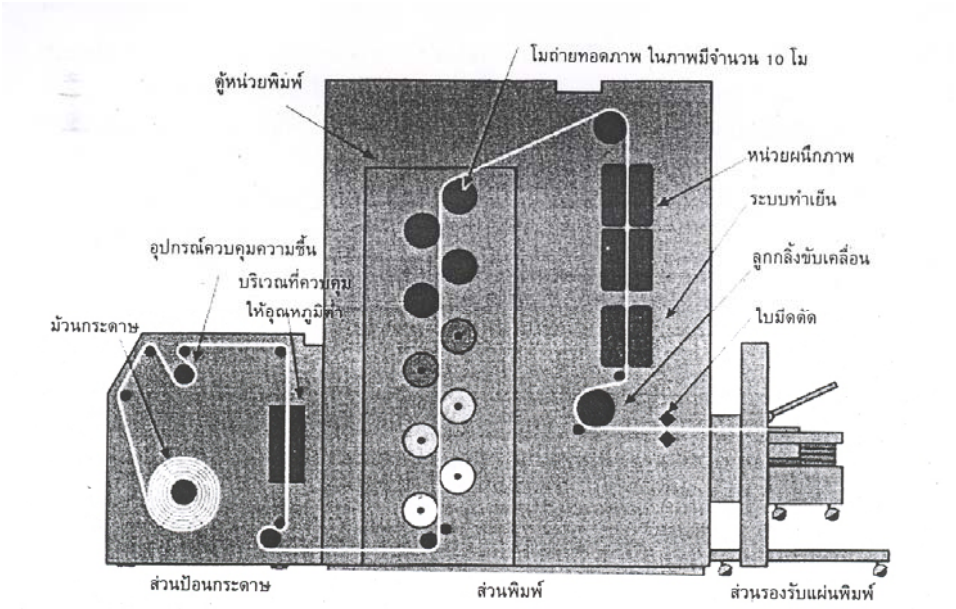


ภาพที่ 130 ตัวอย่างส่วนพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีที่ใช้กระบอกนำแสงของเครื่องพิมพ์ ดิจิตอล อิเล็กโทรโฟโตกราฟีประสิทธิภาพสุง

(ก) ส่วนประกอบของหน่วยพิมพ์

(ข) ภาพขยายหัวพิมพ์หลอดไดโอดเปล่งแสง

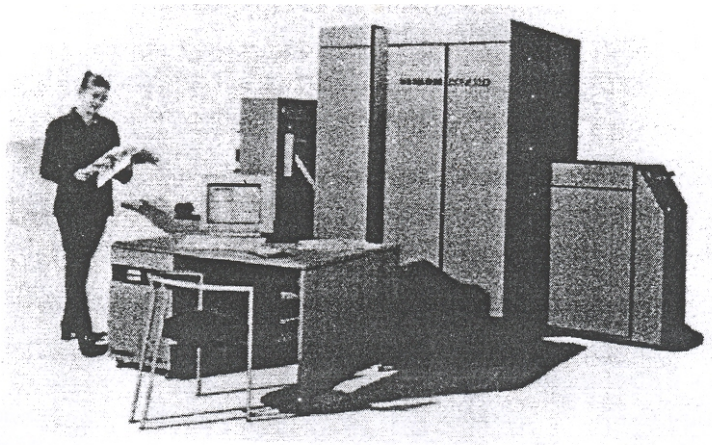
ที่มา : Schamphelacre,Lucien De and the Xeikon Team. “Computer – to - press Solutions for Short Run Color Printing (SRCP).” In profit Through Prepress 1997. (Pira International) London : Atalink Ltd., May 1997,p.82



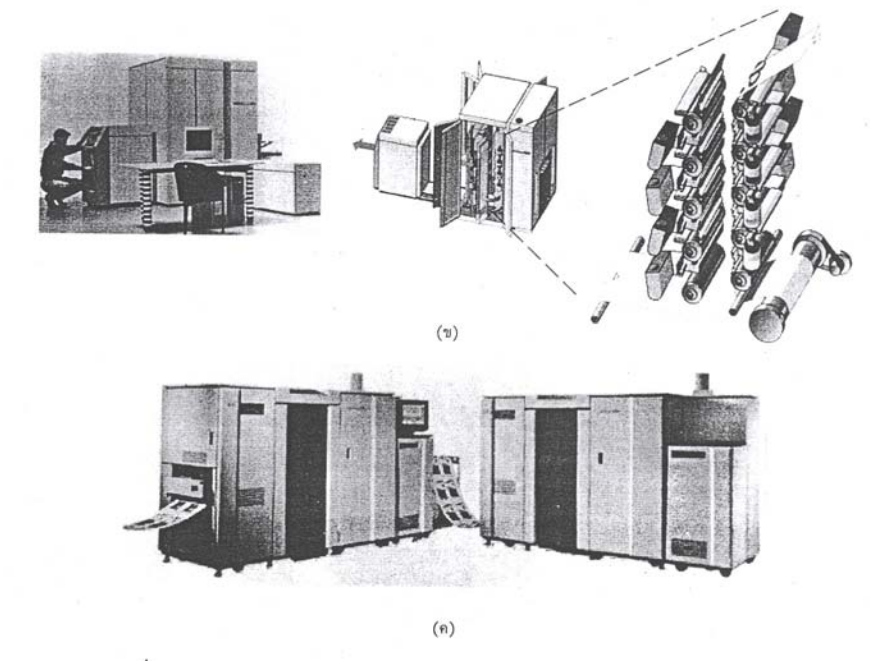
ภาพที่ 131 ตัวอย่างโครงสร้างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟี
ที่ใช้กระบอกนำแสง (เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไซคอนดีซีพี)

ที่มา : Howard M. Fenton and Frank J. Romano. On-Denand Printing: The Revolution in Digital and Customized Printing 2nd ed. Pittsburgh: Graphic Arts Technical Foundation Press, 1998, p. 227.

ตัวอย่างของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีประสิทธิภาพสูง ที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นกระบอกนำแสงนอกจะเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไซคอนดีซีพี (Xeicom DCP) เช่น เครื่องพิมพ์ดิจิตอลอั๊กฟ่าโครมาเพรสส์ (Agfa Chromapress) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอบีเอ็มอินโฟคัลเลอร์ 70 และเครื่องพิมพ์ดิจิตอลบาร์โกดิจิตเพรสส์ (Barco Digipress) ซึ่งเครื่องพิมพ์ดิจิตอลทั้งสามเครื่องต่างใช้ส่วนพิมพ์ดิจิตอล (digital print engine) ของไซคอน ดังภาพที่ 132



(ก)



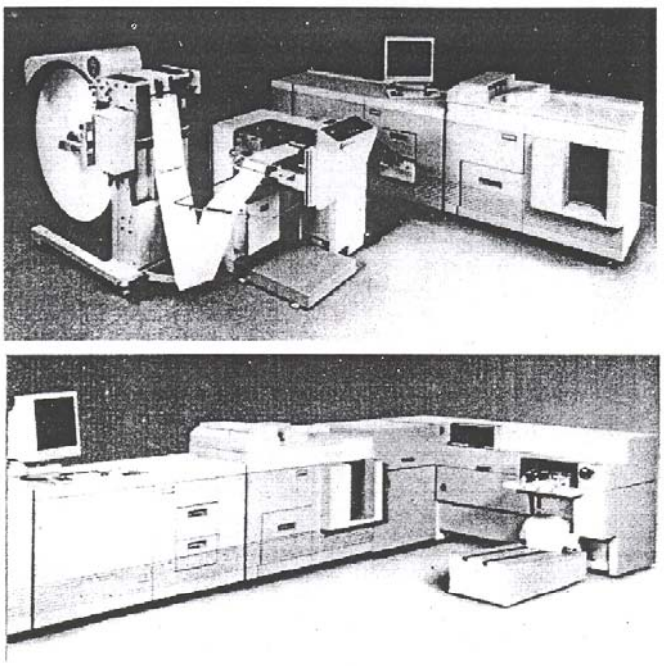
ภาพที่ 132 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีประสิทธิภาพสูง
ที่ใช้กระบอกนำแสง
(ก)ไซคอนดีซีพี (ข) อั๊กฟ่าโครมาเพรสส์ (ค) ไอบีเอ็มอินโฟคัลเลอร์ 70

ที่มา : (ก) Lucien De schamphelaere, and the Xeikon Team. “Computer-to-press Solutions for Short Run Color Printing (SRCP).” In profit Through prepress 1997. (Pira International) London:Atalink Ltd., May 1997, p.83

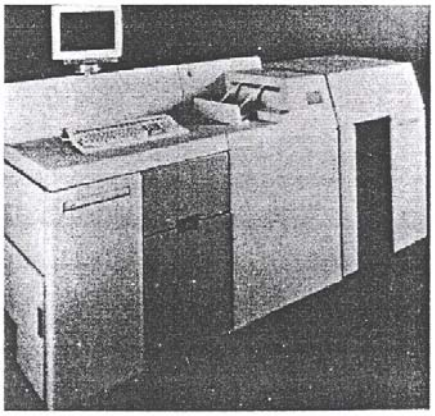
(ข) Howard M. Fenton and Frank J. Romano. On-Denand Printing: the Revolution in Digital and Customized Printiong. 2nd ed. Pittsburgh: Graphic Arts Technical Founation Press,1998, p. 237.

(ค) IBM Printing Systems. “Changing the Way We Think about Printing.” In Profit Through Prepress 1997. (Pira International) Lundon: Atalink Ltd., May 1997, p. 87.

เครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีประสิทธิภาพสูงที่ใช้สายพานนำแสง เป็นเครื่องพิมพ์ที่สร้างภาพ โดยใช้หลักการและขั้นตอนการสร้างภาพทำนองเดียวกับการสร้างภาพบนกระบอกนำแสง การป้อนวัสดุใช้พิมพ์เข้าทำการพิมพ์นั้นมีทั้งแบบป้อนแผนและป้อนม้วน ส่วนใหญ่เครื่องพิมพ์ดิจิตอลแบบนี้เหมาะกับงานพิมพ์สีเดียวที่ต้องการทั้งคุณภาพ และความรวดเร็วในการผลิต เพราะสามารถผลิตสิ่งพิมพ์ได้ครบวงจรภายในเครื่องเดียว โดยเชื่อมต่อกับหน่วยงานหลังพิมพ์ได้หลายแบบ เช่น หน่วยการเก็บยก หน่วยเย็บเล่ม หน่วยทำเล่มไสสันทากาวหน่วยทำเล่มแบบทากาวปิดปก หน่วยทำเล่มปกแข็ง และหน่วยตัดเจียน 3 ด้าน เป็นต้น ตัวอย่าง เครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบอิเล็กโทรโฟโตกราฟีที่ใช้สายพานนำแสง เช่น เครื่องพิมพ์ดิจิตอลซีร็อกซ์ด็อกคิวเทก 6135 (Xerox Ducutech 6135) และเครื่องพิมพ์ดิจิตอลโกดักไลออนฮาร์ต 1392 (Kodak Lionheart 1392) เป็นต้น



(ก)



(ข)

ภาพที่ 133 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบอิเล็กโทรโฟโตกราฟีที่สร้างภาพแฝงบนสายพานนำแสง

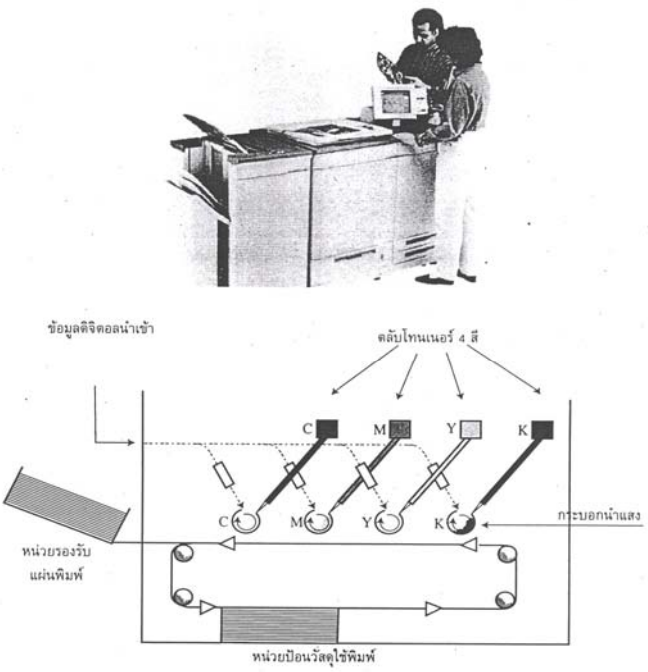
(ก) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลซีร็อกซ์ด็อกคิวเทกใช้แสงเลเซอร์จากแหล่งกำเนิดเลเซอร์ฮีเลียมนีออนในการสร้างภาพแฝง ความละเอียดในการพิมพ์ 600 จุดต่อนิ้ว ความเร็ว 135 หน้าต่อนาที ในภาพแสดงการต่อกับระบบป้อนกระดาษม้วนและต่อกับเครื่องทำเล่มไสสันทากาว

(ข) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลโกดักไลออนฮาร์ตใช้แสงเลเซอร์จากแหล่งกำเนิดแสงแอลอีดีในการสร้างภาพแฝง ความละเอียดในการพิมพ์ 600 จุดต่อนิ้ว ความเร็ว 92 หน้าต่อนาที

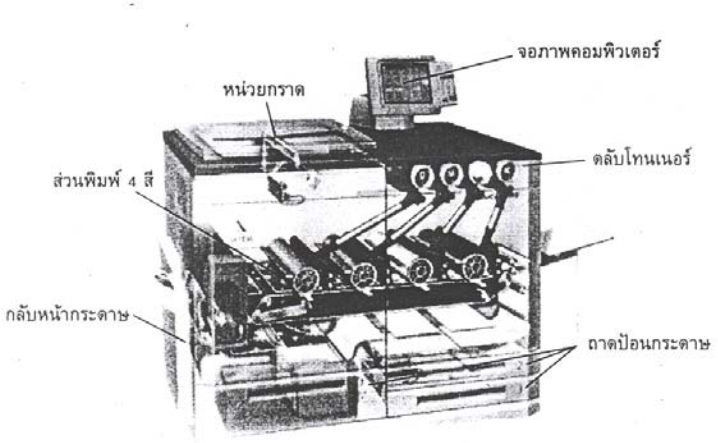
ที่มา : (ก) Howard M. Fenton and Frank J. Romano. On-Demand Printing: the Revolution in Digital and Customized Printing. 2nd ed. Pittsburgh: Graphic Arts Technical Foundation Press, 1998, pp. 133 –134.

(ข) Howard M. Fenton and Frank J. Ronano. On-Bemand Printing: The Revolution in Digital and Customized Printing. 2nd ed. Pittsburgh: Graphic Arts Technical Foundation Press, 1998 p. 279.

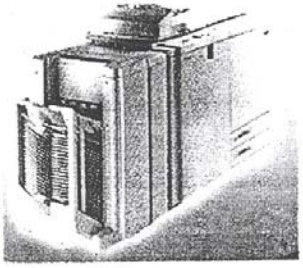
เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟี ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนกราดต้นฉบับที่อยู่ข้างบนทำหน้าที่แยกสีภาพต้นฉบับและส่วนพิมพ์ดิติตอลที่อยู่ข้างล่างซึ่งทำหน้าที่พิมพ์โดยรับข้อมูลดิจิตอลมาจากระบบคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนการพิมพ์เช่นเดียวกับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูง ระบบการป้อนวัสดุใช้พิมพ์มีทั้งแบบป้อนม้วนและป้อนแผ่น มีทั้งที่เหมาะกับพิมพ์งานสีเดียวที่เป็นงานพิมพ์ขาวดำ และงานพิมพ์สอดสีที่มีจำนวนพิมพ์น้อยระหว่าง 100 - 500 ฉบับ ตัวอย่าง เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลแบบนี้ เช่น เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลซีร็อกซ์ด็อกคิวคัลเลอร์ (Xerox Docucolot 40 และ 70) เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลไซเทกซ์สปอนเทน (Scitex Spontane) หรือเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลเอกซ์ดีเอสเอส (Xerox Docucolot and Scitex Spontane printer, XDSS printer) และเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลแคนนอนซีแอลซี 1000 (Canon CLC 1000) เป็นต้น



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 134 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีแบบที่มีตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นกระบอกนำแสง

(ก) เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลซีร็อกซ์ด็อกคิวคัลเลอร์ 40 เป็นเครื่องพิมพ์ป้อนแผ่น 4 สี มี 4 หน่วยพิมพ์ เรียงกันในแนวนอน (รุ่นซีร็อกซ์ด็อกคิวคัลเลอร์ 70 เป็นแบบป้อนม้วน)

(ข) เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลเอกซ์ดีเอสเอส เป็นเครื่องพิมพ์ลูกผสมระหว่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไซเทกซ์สปอนเทนกับเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลซีรอกส์ด็อกคิวคัลเลอร์และใช้เทคโนโลยีซีโรกราฟีของซีร็อกซ์

(ค) เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลแคนนอนซีแอลซี 1000 เป็นเครื่องพิมพ์ที่พัฒนามาจากเครื่องทำสำเนาสามารถพิมพ์งานสอดสีแบบซิมเพลกซ์ได้ที่ความเร็ว 31 หน้าต่อนาที แบบดูเพลกซ์ 14 – 15 หน้าต่อนาที

ที่มา : (ก) Caryl Holland. “ Digital Presses Come of Age” American Ink Maker. August 1997, p.16.

(ข) Howard M. Fenton and Frank J. Romano. On-Demand Printing: The Revolution in Digital and Customized Printinp. 2nd ed. Pittsburgh: Graphic Arts Technical Foundation Press, 1998, p. 213.

(ค) Canon Singapore Pte. Ltd. (online). Retreived via Netscape, 29 May 1999. http://www.canon-asia.com/copier/clc1000a.html.p.1

2.5.1.2 ขั้นตอนการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟี มีขั้นตอนการพิมพ์ 6 ขั้นตอน คือ

1) สร้างประจุไฟฟ้าที่ตัวกลางถ่ายทอดภาพ ด้วยการให้กระแสไฟฟ้าแก่ลวดโคโรนาเพื่อทำให้เส้นลวดโคโรนาเกิดประจุไฟฟ้า ส่งผลให้อากาศรอบ ๆ เกิดประจุไฟฟ้าไปด้วย ไอออนหรืออิเล็กตรอนจากอากาศจะไปทำให้ผิวกระบอกเกิดประจุไฟฟ้า ปรับประจำไฟฟ้าบนผิวกระบอกให้สม่ำเสอมด้วยสโคโรทรอน (scorotron)

2) สร้างภาพแผงบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ ด้วยการฉายแสงจากแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์หรือหลอดไดโอดเปล่งแสงหรือแอลอีดี(light-mitting-deode, LED) ไปที่ตัวกลางถ่ายทอดภาพชั้นสารตัวนำที่ผิวกระบอกบริเวณที่โดยแสงจะสูญเสียประจุไฟฟ้า ส่วนบริเวณที่ไม่โดยแสงจะยังคงมีประจุไฟฟ้า โดยเป็นประจุที่มีขั้วตรงข้างกับประจุไฟฟ้าบนโทนเนอร์ ทำให้บริเวณนี้เกิดภาพแผงไฟฟ้าสถิต

3) สร้างภาพปรากฏบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ ด้วยการจ่ายโทนเนอร์ผงไปที่ตัวกลางถ่ายทอดภาพ แปรงแม่แหล็กใต้ตัวกลางถ่ายทอดภาพจะจ่ายโทนเนอร์ไปติดที่ภาพแฝงบนผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพด้วยแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต โทนเนอร์จะติดเฉพาะที่บริเวณภาพแฝง แต่ไม่ติดที่บริเวณไม่เกิดภาพแฝงเพราะมีแรงผลักทางไฟฟ้าสถิตที่เกิดระหว่างประจุไฟฟ้าที่มีขั้วชนิดเดียวกัน

4) ถ่ายโอนโทนเนอร์ไปให้วัสดุใช้พิมพ์ ด้วยการให้ประจุที่มีขั้วตรงข้างกับประจุบนโทนเนอร์แก่วัสดุใช้พิมพ์ และเป็นประจุที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าประจุบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ ทำให้โทนเนอร์จากภาพปรากฏบนตัวกลางถ่ายทอดภาพถ่ายโอนไปติดที่วัสดุใช้พิมพ์ได้ โดยอาศัยแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต เกิดเป็นภาพพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์

5) ผนึกโทนเนอร์ให้ติดกับวัสดุใช้พิมพ์ ส่วนใหญ่ใช้ความร้อนในการหลอมโทนเนอร์ให้เหลวและเมื่อปล่อยให้แข็งตัวจะผนึกติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีประสิทธิภาพสูงบางแบบมีวิธีการผนึกโทนเนอร์หรือผนึกภาพ 2 ครั้ง โดยครั้งหลังมีการขัดผิวด้วย เช่น เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไซคอน ดีซีพี - 32 ซึ่งไซคอนเรียกวิธีการผนึกภาพแบบนี้ว่า จีอีเอ็มหรือเจ็ม (GEM) หรือที่อั๊กฟ่าเรียกว่า ออมนิกลอส (OmniGloss) ซึ่งจะช่วยในการผลิตสิ่งพิมพ์ที่ต้องการความมันวาวมากและมีความอิ่มตัวสีใกล้เคียงกับสิ่งพิมพ์ออฟเซตโดยไม่ต้องเคลือบเงา

6) ทำความสะอาดตัวกลางถ่ายทอดภาพ เป็นการเตรียมตัวกลางถ่ายทอดภาพให้สะอาดสำหรับเที่ยวพิมพ์ต่อไปทำได้ด้วยการปาดโทนเนอร์ และลบประจุไฟฟ้าที่หลงเหลือออกไปจากผิวตัวกลางถ่ายทอดภาพ

2.5.1.3 ความสามารถในการผลิตสิ่งพิมพ์ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีประสิทธิภาพสูงให้ความละเอียดในการพิมพ์ประมาณ 600 จุดต่อนิ้ว ในขณะที่เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลระบบอิเล็กโทรโฟโตกราฟีให้ความละเอียดในการพิมพ์ประมาณ 400 จุดต่อนิ้ว สำหรับความเร็วในการพิมพ์เครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีประเภทต่าง ๆ ขึ้นกับปัจจัยหลาย

ประการ เช่น วิธีการพิมพ์ว่าเป็นการพิมพ์แบบซิมเพลกซ์หรือดูเพลกซ์ ขนาดสิ่งพิมพ์ และจำนวนสีที่พิมพ์ ตัวอย่างความเร็วในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟี แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างความเร็วในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีประเภทต่าง ๆ

เครื่องพิมพ์ดิจิตอล	แบบซิมเพลกซ์ (หน้าต่อนาที)			แบบดูเพลกซ์ (แผ่นต่อนาที)	
	ขนาดเอ 4	ขนาดเอ 3	ขนาด B 2	ขนาดเอ 4	ขนาดเอ 3
1. ความเร็วในการพิมพ์งานสอดสี					
1.1 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นกระบอกนำแสง เช่น ไซคอนดีซีพี และ อ๊ักฟ่าโครมาเพรสส์	70	35	100	35	17.5
1.2 เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นกระบอกนำแสง เช่น					
- เอกซ์ดีเอสเอส และ ซีร็อกด๊อกคิว คัลเลอร์	40	-	-	14 - 15	-
- แคนนอนซีแอลซี	31	-	-	14 - 15	-
2. ความเร็วในการพิมพ์งานสีเดียว ประเภทงานขาวดำ เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นสายพานนำแสง เช่น ซีร็อกซ์ด๊อกคิวเทก-	135	92 135 และ 180	92	70	-
โกดักไลออนฮาร์ต	92	และ 70	-	-	-

วัสดุใช้พิมพ์ที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบอิเล็กโทรโฟโตกราฟีมีหลายชนิด เช่น กระดาษ พลาสติดใสเป็นต้น แต่ที่สำคัญที่สุด คือ กระดาษ ซึ่งมีตั้งแต่กระดาษธรรมดาที่มีน้ำหนักพื้นฐานระหว่าง 60 – 200 กรัมต่อตารางเมตร กระดาษสำเนาในตัว (carbonless paper) และกระดาษเวียนทำใหม่ กระดาษที่ใช้มีทั้งที่เป็นกระดาษแผ่นและกระดาษม้วน กระดาษม้วนที่ใช้มีหน้ากว้างหลายขนาด เช่น 12.6 นิ้ว และ 17 นิ้ว เป็นต้น ส่วนความยาวของกระดาษม้วนอยู่ระหว่าง 2,000 ถึง 4,000 ฟุต (610 – 1,220 เมตร) ส่วนสิ่งพิมพ์ที่ผลิตจากเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประเภทนี้ มักเป็นสิ่งพิมพ์ทั่วไปที่ใช้กระดาษเป็นวัสดุใช้พิมพ์ ส่วนใหญ่ขนาดสิ่งพิมพ์ที่ผลิตมักไม่เกิน 11 X 17 นิ้ว ลักษณะพิเศษของสิ่งพิมพ์ที่ผลิต คือ เป็นสิ่งพิมพ์ด่วน สิ่งพิมพ์ตามสั่ง สิ่งพิมพ์ที่มีการแปรเปลี่ยนข้อมูล และสิ่งพิมพ์งานตามสั่งพร้อมจำหน่าย (distributed demand printing) ในสาขาหรือสถานที่ใด ๆ ก็ได้อยู่ในระบบเครือข่ายของโรงพิมพ์ ตัวอย่างสิ่งพิมพ์ที่ผลิตมีมากมาย เป็นต้นว่า หนังสือ นิตยสาร

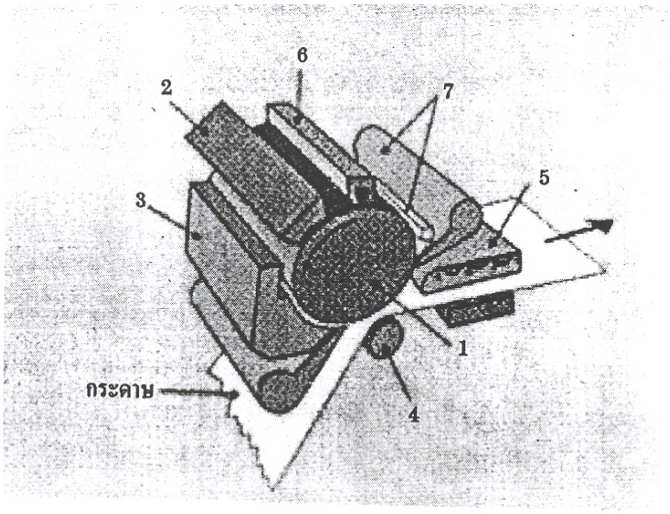
หนังสือพิมพ์ แคตตาล็อก ใบเสร็จ สลาก เอกสารทางการเงิน ใบปลิว โปสเตอร์ ฉลาก แบบฟอร์ม ธุรกิจสัญลักษณ์รหัสแท่ง ใบส่งสินค้า เอกสารรายงาน คู่มือ จดหมาย ป้ายสินค้า ตัว เช็ค สิ่งพิมพ์ที่ต้องมีการตีเลขวิ่งและสิ่งพิมพ์ที่ส่งตรงถึงลูกค้ากลุ่มเป้าหมายทางไปรษณีย์

2.5.2 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบแมกนีโทกราฟี

เครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟี เป็นเครื่องพิมพ์ที่สร้างภาพโดยการใช้หัวพิมพ์แม่เหล็ก ไฟฟ้าไปเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กระหว่างหัวพิมพ์และตัวกลางถ่ายทอดภาพ ที่เป็นกระบอกแมกนี ทิก (magnetic drum) ทำให้เกิดภาพแฝงที่เป็นสนามแม่เหล็ก เรียกว่า ภาพแฝงแมกนีทิก (magnetic latent image) และอาศัยแรงดึงดูดทางแม่เหล็กในการสร้างภาพโดยไม่มีการใช้แสง จึงมีส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์ที่มีการเคลื่อนที่น้อยเพราะไม่มีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการกราดหรือฉายแสง ทำให้ตัวกลางถ่ายทอดภาพมีอายุการใช้งานยาวนานกว่ากระบอก หรือสายพานนำแสงของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทร โฟโตกราฟี เท่าที่ผ่านมาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟีมีแนวทางการพัฒนาเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงมากกว่าเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอล

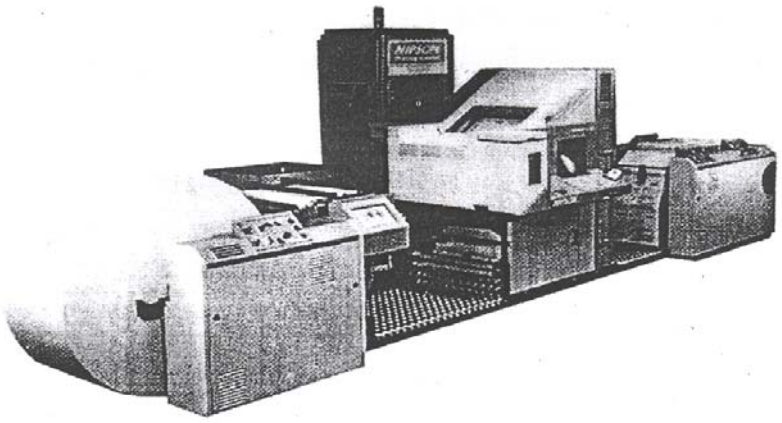
เครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟีที่ผลิตออกจำหน่าย ส่วนมากจะเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงเท่านั้น ตัวอย่างบริษัทที่มีส่วนสำคัญในการพัฒนาและผลิตเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโท กราฟีระบบป้อนม้วนและมีความเร็วการพิมพ์สูงออกจำหน่าย ได้แก่ บริษัท นิปสัน (Nipson Printing Systems) และบริษัท จีเอ็มซี (GMC Digital Systems) จากการที่เครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟีใช้โทนเนอร์แห้งชนิดองค์ประกอบเดียว ซึ่งเป็นโทนเนอร์ที่ผสมผงแม่เหล็กที่เวลาถ่ายโอนผงแม่เหล็กและโทนเนอร์จะถูกถ่ายโอนไปพร้อมกัน ทำให้เครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟี ไม่เหมาะกับการพิมพ์งานสอดสี เพราะผงแม่เหล็กทำให้โทนเนอร์มีสีคล้ำและมีสมบัติทึบแสงมาก จึงใช้พิมพ์ได้เฉพาะสีดำและสีพิเศษเท่านั้น

2.5.2.1 ส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟี ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญดังนี้ กระบอกแมกนีทิก นัวพิมพ์แม่เหล็กไฟฟ้า หน่วยจ่ายโทนเนอร์ ลูกกลิ้งพากระดาษ หน่วยผนึกภาพ หน่วยลบสนามแม่เหล็ก และหน่วยทำความสะอาด (ภาพที่ 4.20) สำหรับกระบอกแมกนีทิกที่ใช้เป็นตัวกลางถ่ายทอดภาพมีผิวเป็นโลหะแข็งที่มีความทนทานมากและมีสมบัติเป็นแม่เหล็ก

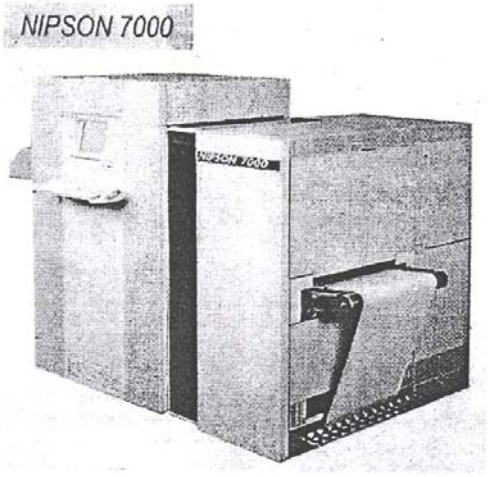


ภาพที่ 135 โครงสร้างส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบแมกนีโทกราฟี

ที่มา : Nipson Printing Systemns. Technology. (online). Retreived via Netscape, 29 May 1999, p. 1. http://www.nipson.com/tech.him.



(ก)



(ข)

ภาพที่ 136 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟีประสิทธิภาพสูง ป้อนม้วน พิมพ์สีเดียว

(ก) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลแวรีเพรสส์ (VARYPRESS) สำหรับพิมพ์งานแปรเปลี่ยนข้อมูล

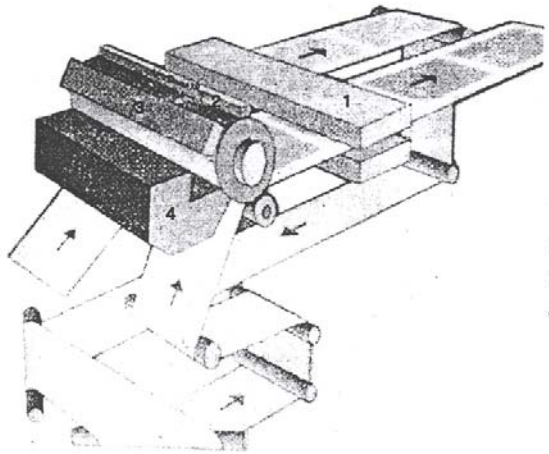
(ข) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลนิปสัน 7000 (Nipson 7000) สำหรับพิมพ์งานตามสั่ง

ที่มา : (ก) Nipson Printing Systems.Nipson VARYPRESS + Printer. (online). Retreived via Netscape, 25 June 1999. P.1.

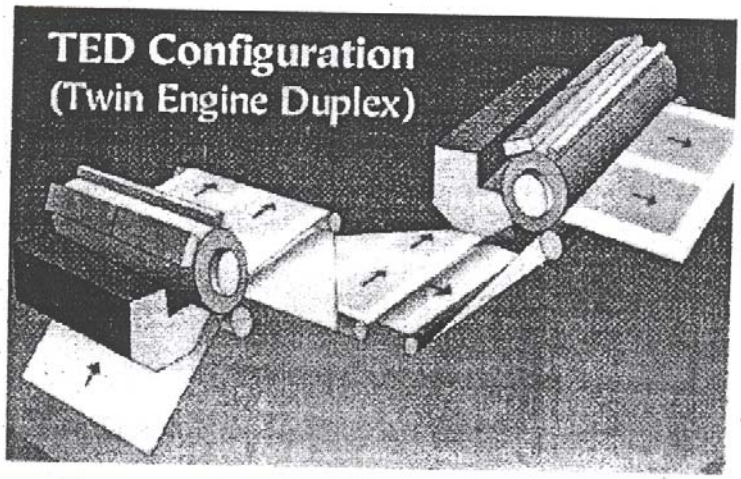
http://www.nipson.com/varypress.htm.

(ข) Nipson Printing Systems. Nipson 7000 Printer. (online). Retreived via Netscape, 25 June 1999. P.1.

http://www.nipson.com/7000.htm.



(ก)



(ข)

ภาพที่ 137 ตัวอย่างโครงสร้างระบบป้อนม้วนของเครื่องพมิพ์ดิจิตอลระบบแมกนีโทกราฟี

(ก) ป้อนม้วนแบบดูเพลกซ์แบบพิมพ์ได้ทีละครึ่งของหน้ากว้างกระดาษม้วน

(ข) ป้อนม้วนแบบดูเพลกซ์แบบพิมพ์ได้เต็มหน้ากว้างกระดาษม้วน

ที่มา : Nipson Printing Systems. Technology. (online). Retreived via Netscape, 29 May 1999, pp. 2 -3. http//www.nipson.com/tech.htm.

2.5.2.2 ขั้นตอนการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟี เครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟีเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่มีขั้นตอนการพิมพ์ ดังนี้

1) การสร้างภาพแฝงและภาพปรากฏ การสร้างภาพแฝงเกิดขึ้นบนกระบอกแมกนีทิกโดยเกิดจากการนำเข้าข้อมูลดิจิตอลของต้นฉบับไปที่หัวพิมพ์แม่เหล็กไฟฟ้า(electromagnet) ขนาดเล็กจำนวนมากที่เรียงกันเป็นแถวตามความยาวของกระบอกแมกนีทิก เพื่อไปเหนี่ยวนำให้เกิดสนาม แม่เหล็กบนกระบอก เกิดเป็นภาพแผงแมกนีทิกบนกระบอก เมื่อกระบอกนี้หมุนโทนเนอร์จะไปติดที่บริเวณภาพแผงด้วยแรงดึงดูดทางแม่เหล็กเพื่อสร้างภาพปรากฏ โทนเนอร์ที่ใช้เป็นโทนเนอร์แห้งชนิดองค์ประกอบเดียว ซึ่งเป็นโทนเนอร์ที่ผสมผงแม่เหล็กที่เป็นตัวพาโทนเนอร์เรียบร้อยแล้ว เวลาถ่ายโอนทั้งโทนเนอร์และตัวพาโทนเนอร์ จะถูกถ่ายโอนไปพร้อมกันขนาดของแรงแม่เหล็กผันแปรตามข้อมูลดิจิตอลที่นำเข้าและมีผลต่อการควบคุมความหนาของชั้นโทนเนอร์

2) การถ่ายโอนและผนึกโทนเนอร์ หลังจากสร้างภาพปรากฏแล้ว กระบอกแมกนีทิกจะหมุนต่อไปเพื่อถ่ายโทนโทนเนอร์ไปที่วัสดุใช้พิมพ์ แล้วจึงผนึกโทนเนอร์ให้ติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพีด้วยความร้อน จาการฉายแฟลชด้วยรังสีอินฟราแรด ทำให้วัสดุใช้พิมพ์สัมผัสกับความร้อนในช่วงเวลาสั้น ๆ วัสดุใช้พิมพ์จึงมีการเปลี่ยนแปลงสภาพเชิงมิติน้อย เครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟีจึงสามารถพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ได้หลากหลายชนิด

3) การปาดโทนเนอร์และลบสนามแม่เหล็ก ทำความสะอาดกระบอกแมกนีทิก เพื่อเตรียมไว้สำหรับเที่ยวพิมพ์ต่อไป ด้วยการปาดโทนเนอร์และลบสนามแม่เหล็กที่หลงเหลือออกไป

จากขั้นตอนการพิมพ์ข้างต้น จะเห็นว่าเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟี มีอุปกรณ์ และวิธีการสร้างภาพที่แตกต่างจากเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีหลายประการ คือ (1) ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพเป็นกระบอกแมกนีทิกที่ทนทานมากว่า (2) มีส่วนกระกอบของเครื่องพิมพ์ที่มีการเคลื่อนที่น้อยกว่าเพราะไม่มีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการกราดหรือฉายแสงจึงทำให้ตัวกลางถ่ายทอดภาพมีอายุการใช้งานยาวนานกว่า (3) ไม่มีการใช้แสงในการสร้างภาพแฝง แต่ใช้หัวพิมพ์แม่เหล็กไฟฟ้าสร้างภาพแฝง ได้ภาพแฝงแมกนีทิกแทนภาพแฝงไฟฟ้าสถิต (4) ใช้โทนเนอร์แห้งชนิดองค์ประกอบเดียว (5) ผนึกโทนเนอร์บนวัสดุใช้พิมพ์ด้วยความร้อนจากการฉายแฟลชด้วยรังสี

2.5.2.3 ความสามารถในการผลิตสิ่งพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟี เครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟี เหมาะกับงานพิมพ์สีเดียวตัวอย่าง ความเร็วและความละเอียดในการพิมพ์แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างความเร็วและความละเอียดในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟี

เครื่องพิมพ์ดิจิตอล แมกนีโทกราฟี	ความละเอียดในการพิมพ์ (จุดต่อนิ้ว)	ความเร็วในการพิมพ์
1. เครื่องพิมพ์ดิจิตอลแวรีเพรสส์	480	435 ฟุตนาที หรือ 130 เมตรต่อนาที
2. เครื่องพิมพ์ดิจิตอลนิปสัน 7000	480	ซิมเพลกซ์ 404 หน้าต่อนาที ดูเพลกซ์ 808 หน้าต่อนาที

ที่มา : 1. Nipson Printing Systems. Nipson VARYPRESS + Printer.(online). Retreived via Netscape, 25 June 1999. P.1.
http://www.nipson.com/varypress.htm.

2. Nipson Printing Systems. Nipson 7000 Printer. (online). Retreived via Netscape, 25 June 1999. P.1.
http://www.nipson.com/7000.htm

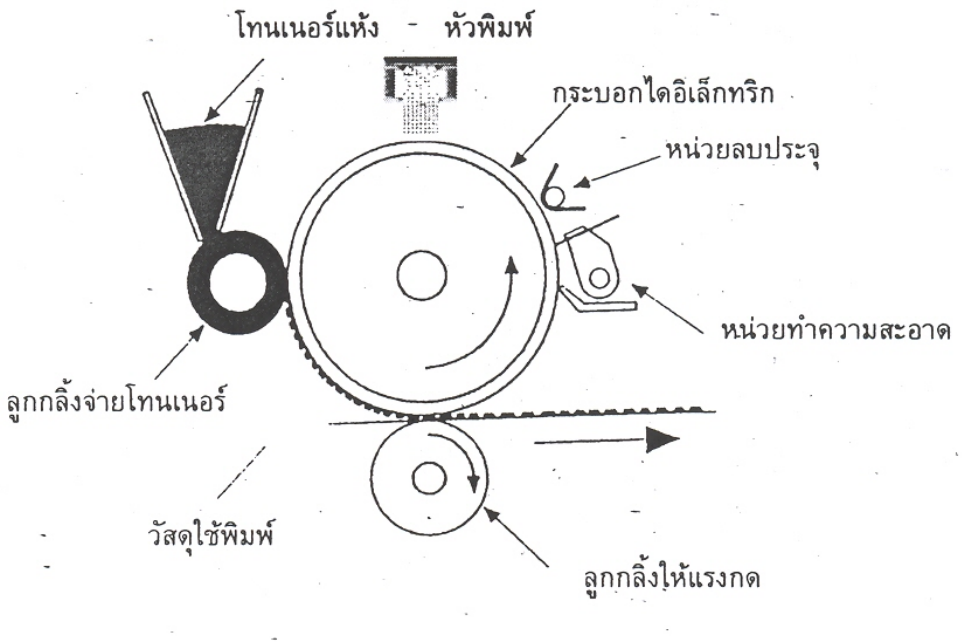
จากการที่เครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟี ใช้เทคโนโลยีการผนึกภาพแบบการฉายแฟลชจากรังสีทำให้สามารถพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์หลากหลายชนิดที่เป็นม้วน เช่น กระดาษ ไวนิล ฟอยล์ และกระดาษสำเนาในตัว เป็นต้น ตัวอย่างสิ่งพิมพ์ที่ผลิต เช่น เอกสารทางการเงิน ฉลาก แบบฟอร์ม ธุรกิจ สัญลักษณ์ รหัสแท่ง ป้ายสินค้า ตั๋ว เช็ค สิ่งพิมพ์ที่ต้องมีการตีเลขวิ่ง และสิ่งพิมพ์ที่ส่งตรงถึงลูกค้ากลุ่มเป้าหมายทางไปรษณีย์ เป็นต้น นอกจากนี้เนื่องจากโทนเนอร์ที่ใช้มีผงแม่เหล็กเป็นส่วนผสมค่อนข้างมาก จึงทำให้สามารถใช้เครื่องพิมพ์ดิจิตอล แมกนีโทกราฟีในการพิมพ์งานประเภทเอ็มไอซีอาร์ (Magnetic Ink Character Tecognitong, MICR) ได้

2.5.3 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟี

เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟี เป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงที่สร้างภาพโดยอาศัยหลักการส่งไอออนหรืออิเล็กตรอนในลักษณะของลำอิเล็กตรอน ไปทำให้เกิดการตกสะสมของอิเล็กตรอนบนตัวกลางถ่ายทอดภาพซึ่งมี 2 แบบ คือ แบบกระบอกและแบบสายพาน เพื่อสร้างภาพแผงที่มีประจุหรือภาพแผงไฟฟ้าสถิตโดยไม่ใช้แสง แต่ใช้หัวพิมพ์ที่สามารถจ่ายอิเล็กตรอนได้แทน ตัวกลางถ่ายทอดภาพของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบไอโอโนกราฟี ต้องมีสมบัติเป็นไดอิเล็กทริกเพื่อให้สามารถเก็บประจุในสนามไฟฟ้าสถิตไว้ที่ผิวได้โดยไม่เกิดการรั่วของประจุไปที่อื่น โทนเนอร์จะติดภาพแฝงด้วยแรงทางไฟฟ้าสถิตเกิดเป็นภาพปรากฏแล้วถ่ายโอนไปที่วัสดุใช้พิมพ์

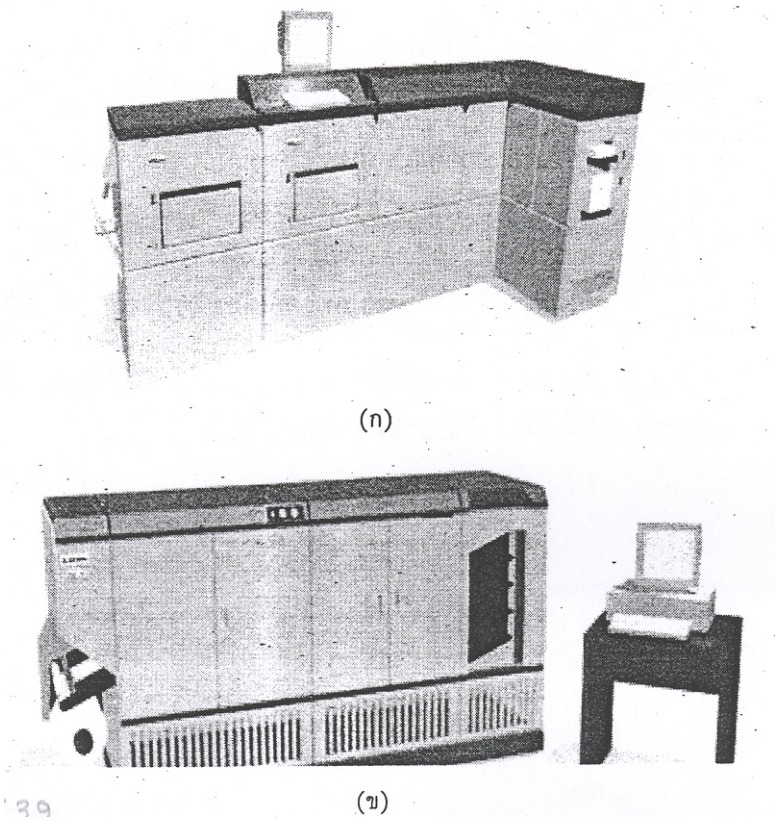
2.5.3.1 ส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟี ในที่นี้จะยกตัวอย่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีที่ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เป็นกระกอบ กระบอกไดอิเล็กทริกซึ่งมี

ส่วนพิมพ์ที่มีส่วนประกอบสำคัญดังภาพที่ 138 ได้แก่ ตลับหัวพิมพ์ไอโอโนกราฟี (print catridge) กระบอกไดอิเล็กทริก หน่วยจ่ายโทนเนอร์โมให้แรงกด (pressure cylinder) ใบปาด โทนเนอร์ (scraper blade) และหน่วยลบประจุบนตัวกลางถ่ายทอดภาพ (erase rod) สำหรับตลับหัวพิมพ์ไอโอโนกราฟี ประกอบด้วยอิเล็กโทรด 3 ประเภท คือ อิเล็กโทรดขับเครื่องประจุ (drive electrode) อิเล็กโทรดควบคุมประจุ (control electrode) และอิเล็กโทรดกรองประจุ (screen electrode) อิเล็กโทรดทั้งสามประเภททำจากชั้นโลหะบาง ๆ เรียงกันตามลำดับและคั้นด้วยฉนวนความละเอียดในการพิมพ์จะขึ้นกับจำนวนและความถี่ของการจัดเรียงหัวพิมพ์ เวลาพิมพ์ ตลับหัวพิมพ์จะอยู่กับที่วัสดุใช้พิมพ์จะเป็นตัวเคลื่อนที่ โดยเคลื่อนที่เข้าพิมพ์ผ่านด้านบนของกระบอกไดอิเล็กทริก ส่วนกระบอกไดอิเล็กทริกทำจากอะลูมิเนียมที่เคลือบผิวอย่างดีเพื่อให้ผิวเรียบและแข็งแรง เพื่อให้ทนทานต่อแรงเสียดสีที่เกิดจากแรงกดที่ใช้ผนึกภาพและจากการปาดทำความสะอาดด้วยใบปาดโลหะ



ภาพที่ 138 ส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีที่ใช้กระบอกไดอิเล็กทริก

ที่มา : Gerhard A. Nothman. Nonimpact Printing. Pittsburgh: Graphic Arts Technical Foundation, 1989,pp. 61-62.



ภาพที่ 139 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบไอโอโนกราฟี

(ก) ป้อนแผ่น (ข) ป้อนม้วน

ที่มา : Delphax, A Xerox Company. Products. (online). Retreived via Netscape, 29 May 1999,p.1. http://www.delphax.com/html/products.html

2.5.3.2 ขั้นตอนการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟี

1) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีที่ใช้กระบอกไดอิเล็กทริก มีขั้นตอนการพิมพ์ดังนี้

(1) สร้างภาพแผงและภาพปรากฏบนกระบอกไดอิเล็กทริก (imgae creating and toning) ข้อมูลภาพดิจิตอลจากระบบคอมพิวเตอร์ไปควบคุมการทำงานของอิเล็กโทรดที่ตลับหัวพิมพ์ ไอโอโนกราฟี เพื่อสร้างภาพแฝง ข้อมูลภาพดิจิตอลนี้เป็นตัวควบคุมให้เกิดการปล่อยอิเล็กตรอนออกจากรูเล็ก ๆ ของแผ่นสกรีนอิเล็กโทรดหรืออิเล็กโทรดกรองประจุ ซึ่งติดอยู่ที่ด้านหน้าของตลับหัวพิมพ์ในลักษณะของลำอิเล็กตรอนที่มีการเรียงตัวของอิเล็กตรอนอย่างเป็นระเบียบ ทำให้

เกิดสนามไฟฟ้าระหว่างอิเล็กโทรดกรองประจุกับผิวกระบอกไดอิเล็กทริก ลำอิเล็กตรอนจะพุ่งตรงไปที่ผิวกระบอกซึ่งมีประจุบวกด้วยแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต เกิดการสร้างภาพแผงไฟฟ้าสถิตที่มีประจุลบและพร้อมจะติดโทนเนอร์ ส่วนบริเวณที่ไม่เกิดภาพแผงจะยังคงมีประจุไฟฟ้าบวกและไม่ติดโทนเนอร์ เมื่อกระบอกไดอิเล็กทริกหมุนผ่านตลับหัวพิมพ์ซึ่งจะอยู่กับที่ในขณะที่พิมพ์ หน่วยจ่ายโทนเนอร์จะจ่ายโทนเนอร์ไปที่ผิวกระบอกโทนเนอร์ที่ใช้เป็นโทนเนอร์แห้งผสมผงแม่เหล็กชนิดองค์ประกอบเดียวโทนเนอร์ จะถูกดูดติดที่เฉพาะบริเวณภาพแฝงเท่านั้นและเกิดเป็นภาพปรากฏ

(2) ถ่ายทอดภาพปรากฏไปให้วัสดุใช้พิมพ์ พร้อมกับผนึกโทนเนอร์บนภาพให้ติดกับวัสดุใช้พิมพ์ในขั้นตอนเดียว เมื่อวัสดุใช้พิมพ์เคลื่อนที่ผ่านระหว่างกระบอกไดอิเล็กทริกกับลูกกลิ้งกดพิมพ์แล้ว จะเกิดการถ่ายโอนโทนเนอร์จากภาพปรากฏไปสร้างภาพพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์พร้อมกับการผนึกโทนเนอร์ให้ติดแน่นกับวัสดุใช้พิมพ์ (transfixing) ซึ่งในขั้นตอนนี้จะแตกต่างจากระบบอิเล็กโทรโฟโตกราฟีและระบบแมกนีโทกราฟี ที่การผนึกโทนเนอร์เกิดที่หลังการถ่ายโอนโทนเนอร์ในเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีแบบใช้กระบอกไดอิเล็กทริก การถ่ายโอนและผนึกโทนเนอร์จะเกิดจากการใช้แรงกดสูงตามด้วยความร้อนจากการฉายแฟลชด้วยรังสี เมื่อวัสดุใช้พิมพ์ผ่านที่นิประหว่างกระบอกไอแล็กทริกและลูกกลิ้งให้แรงกด

(3) ปาดโทนเนอร์เพื่อทำความสะอาดผิวกระบอกไดอิเล็กทริก ใช้ใบปาดโลหะในการปาดโทนเนอร์ที่หลงเหลืออยู่เล็กน้อยบนกระบอกไออิเล็กทริกทิ้งไป

(4) ลบประจุไฟฟ้าบนผิวกระบอกไออิเล็กทริก ใช้แท่งลบประจุในการลบภาพแฝงไฟฟ้าสถิตบนกระบอกไดอิเล็กทริกด้วยการขจัดประจุไฟฟ้าออกจากผิวกระบอก

2) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีที่ใช้สายพานสร้างภาพไดอิเล็กทริก เป็นเครื่องพิมพ์ที่มีการพัฒนาต่อจากแบบที่ใช้กระบอกไดอิเล็กทริก แต่ลดขั้นต้อนการพิมพ์สั่นลงเหลือเพียง 3 ขั้นตอน สำหรับสายพานที่ใช้แทนกระบอกในเครื่องพิมพ์แบบนี้มี 2 ชุด ชุดแรกเรียกว่า สายพานสร้างภาพ (image belt) ชุดที่ 2 เรียกว่า สายพานถ่ายโอนโทนเนอร์ (transfer belt) สำหรับส่วนประกอบหลักอื่น ๆ รวมทั้งโทนเนอร์จะเหมือนกับเครื่องพิมพ์ที่ใช้โมสร้างภาพ

(1) ตลับหัวพิมพ์ปล่อยอิเล็กตรอนไปสร้างภาพแฝง ไฟฟ้าสถิตบนสายพานสร้างภาพที่มีสมบัติไดอิเล็กทริก

(2) สร้างภาพประกฏบนภาพแฝงที่มีประจุลบหรือมีอิเล็กตรอนด้วยการจ่ายโทนเนอร์ โทนเนอร์จากสายพานสร้างภาพนี้จะถ่ายโอนต่อไปยังสายพานที่ 2 คือ สายพานถ่ายโอนโทนเนอร์ ซึ่งเป็นสายพานที่มีอุณหภูมิสูงเพียงพอ ที่จะทำให้โทนเนอร์หลอมอยู่บนสายพานถ่ายโอนนี้ได้

(3) โทนเนอร์ในาภาพที่หลอมเหลวนี้ จะถ่ายโอนจากสายพานถ่ายโอนโทนเนอร์ไปผนึกติดบนวัสดุใช้พิมพ์ทันที ทั้งนี้การถ่ายโอนและการผนึกโทนเนอร์เกิดขึ้นพร้อมกันในขั้นตอนเดียว (one step transfusion) สำหรับวัสดุใช้พิมพ์นั้นจะผ่านกระบวนการทำให้ร้อนก่อนที่จะ

เคลื่อนที่มารับโทนเนอร์ ช่วยให้เกิดการถ่ายโอนโทนเนอร์ที่มีประสิทธิภาพมาก คือ สามารถถ่ายโอนได้เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีโทนเนอร์ที่หลงเหลือน้อยมากและขจัดทิ้งไปด้วยลูกกลิ้งทำความสะอาด

จากขั้นตอนการพิมพ์ที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟีมีทั้งข้อเหมือนและข้อแตกต่างกับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟีดังนี้ ใช้ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่มีสมบัติไดอิเล็กทริกเหมือนกันเพียงแต่ตัวกลางถ่ายทอดภาพอิเล็กโทรโฟโตกราฟี ต้องมีสมบัตินำแสงด้วย ส่วนภาพแฝงที่เกิดขึ้นต่างเป็นภาพแฝงไฟฟ้าสถิต และถ่ายโอนโทนเนอร์ด้วยแรงทางไฟฟ้าสถิตเหมือนกัน ส่วนข้อแตกต่างอื่น ๆ ได้แก่การใช้โทนเนอร์ชนิดองค์ประกอบเดียว ตัวกลางถ่ายทอดภาพมีความทนทานมากกว่า และการถ่ายโอนและการผนึกโทนเนอร์เกิดพร้อมกัน

ข้อเหมือนกันระหว่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไอโอโนกราฟี กับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแมกนีโทกราฟี คือ การใช้โทนเนอร์ชนิดองค์ประกอบเดียว ตัวกลางถ่ายทอดภาพมีความทนทานมาก และการผนึกโทนเนอร์ใช้ความร้อนจากการฉายแฟลชด้วยรังสี สำหรับข้อแตกต่าง ได้แก่ ตัวกลางถ่ายทอดภาพไอโอโนกราฟีมีสมบัติไดอิเล็กทริกและเกิดภาพแฝงไฟฟ้าสถิต ส่วนตัวกลางถ่ายทอดภาพแมกนีโทกราฟีมีสมบัติแมกนีทิกและเกิดภาพแฝงแมกนีทิก

2.5.3.3 ความสามารถในการผลิตสิ่งพิมพ์ ความละเอียดและความเร็วในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบไอโอโนกราฟี แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตัวอย่างความละเอียดและความเร็วในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบไอโอโนกราฟี

ประเภทของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบไอโอโนกราฟี	ความละเอียดในการพิมพ์ (จุดต่อนิ้ว)	ความเร็วในการพิมพ์ (ฟุตนาที)
1. แบบใช้โมสร้างภาพ	240 และ 300	225
2. แบบใช้สายพานสร้างภาพ	600	150

ที่มา: 1. Howard M. Fenton and-Frank J. Romano. On-Demand Printing: The Revolution in Digital and Customized Printing. 2nd ed. Pittsburgh: GATF Press, 1998, p. 276.

2. Delphax, A Xerox Company. Gemini. (online). Retreived via Netscape, 29 May 1999, p.2 http://www.delphax.com/html/gemini.html

เครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบไอโอโนกราฟีสามารถพิมพ์บนวัสดุหลายชนิด เช่นกระดาษ พลาสติก ฟิล์ม ทั้งชนิดที่เป็นแผ่นและเป็นม้วน สามารถพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ที่มีผิวหยาบ ขรุขระ หรือผิวที่มีการออกแบบเป็นลวดลายต่าง ๆ ได้ ส่วนตัวอย่างสิ่งพิมพ์ที่ผลิตจากเครื่องพิมพ์ดิจิตอล

ไอโอโนกราฟีมักเป็นสิ่งพิมพ์สีเดียว สีพิเศษและสิ่งพิมพ์ที่มีการแปรเปลี่ยนข้อมูล เช่น เอกสาร รายงาน คู่มือ แบบฟอร์มธุรกิจ ป้ายสินค้า ตั๋ว เช็ค และใบส่งสินค้า เป็นต้น

2.5.4 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึก

เครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึก เป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่สร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์โดยตรงด้วยการพ่นหมึกพิมพ์เหลวไปบนวัสดุใช้พิมพ์ โดยไม่ต้องผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เป็นกระบอก สายพาน หรือแม่พิมพ์ใด ๆ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกมักจะผลิตเป็นแบบประสิทธิภาพสูง และพัฒนาใช้กับเทคโนโลยีพ่นหมึกแบบต่อเนื่อง (continuous ink jet) มากกว่าเทคโนโลยีพ่นหมึกเฉพาะจุดที่ต้องการ (drop on demand ink jet) อย่างไรก็ตามการพัฒนาส่วนใหญ่ยังเป็นการพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกสำหรับระบบการจัดพิมพ์ตั้งโต๊ะ ส่วนที่ผลิตเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกประสิทธิภาพสูงสำหรับรองรับการให้บริการผลิตงานพิมพ์สอดสีที่จำนวนพิมพ์หลายพันนั้น ยังมีการพัฒนาน้อยกว่าเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโตกราฟี

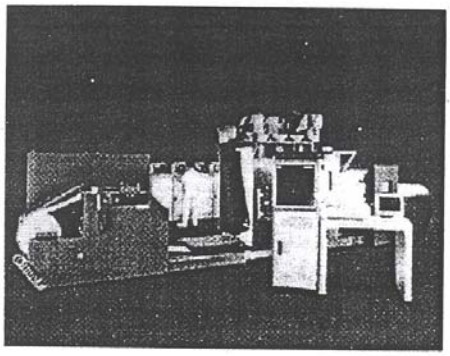
ในที่นี้ขอยกตัวอย่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบการพิมพ์พ่นหมึก ที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง คือ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไซเทกซ์ (Scitex Digital Press) ของบริษัทไซเทกซ์ดิจิตอลพริ้นติ้ง เนื่องจากเป็นบริษัทหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกประสิทธิภาพสูง

1) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกประสิทธิภาพสูงสำหรับพิมพ์งานสอดสีทั่วไป ตัวอย่างเช่น เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไซเทกซ์ 3600 เป็นเครื่องพิมพ์ป้อนม้วน มีส่วนพิมพ์ 2 - 8 ส่วน ความเร็วมากกว่า 200 ฟุตต่อนาที มีหัวพิมพ์ที่เป็นหัวพ่นหมึกเรียงเป็นแถวสำหรับพิมพ์งานสอดสี 2 ชุด ชุดละ 4 หัว หัวพิมพ์ละ 1 สี เมื่อพิมพ์ด้านหนึ่งครบสี่สีแล้ว จึงกลับกระดาษในเครื่องเพื่อป้อนพิมพ์ทั้งสี่สีอีกด้านหนึ่ง จึงพิมพ์งานแบบดูเพลกซ์ได้ หัวพิมพ์ใช้ระบบพ่นหมึกแบบต่อเนื่อง หยดหมึกที่ไม่มีประจุไปสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ หยดหมึกที่มีประจุจะไปที่ส่วนกักหมึกเพื่อหมุนเวียนมาใช้ใหม่ แต่ความละเอียดการพิมพ์ยังต่ำ คือ 240 จุดต่อนิ้ว เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไซเทกซ์พ่นหมึกสำหรับพิมพ์งานสอดสีนี้สามารถพิมพ์งานแปรเปลี่ยนข้อมูลได้ 100 เปอร์เซ็นต์และพิมพ์แปรเปลี่ยนข้อมูลได้เร็วมากเมื่อเทียบกับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอื่น ๆ ความเร็วในการพิมพ์แปรเปลี่ยนข้อมูล 100 ฟุตต่อนาที สามารถเปลี่ยนได้ทั้งข้อความ ภาพ และสัญลักษณ์รหัสแท่งเพราะมีหัวพิมพ์หลายหัว (ภาพที่ 140 ก)

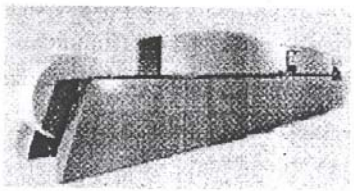
2) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกประสิทธิภาพสูงสำหรับพิมพ์หนังสือ ตัวอย่างเช่น เครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกไซเทกซ์เวอร์ซามาร์ก (Scitex Versamark) สร้างขึ้นสำหรับพิมพ์หนังสือโดยเฉพาะสามารถผลิตหนังสือหนา 360 หน้าพร้อมทำเล่มสำเร็จภายในเวลา 8 นาทีต่อ 1 เล่ม มีความเร็วในการพิมพ์สูงมาก คือ 2,200 หน้าต่อนาที ให้ความละเอียดการพิมพ์ 600 จุดต่อนิ้ว สามารถทำงานแปรเปลี่ยนข้อมูลได้ 100 เปอร์เซ็นต์ สำหรับความเร็วในการป้อนม้วนสำหรับพิมพ์แบบต่อเนื่องเท่ากับ 325 และ 500 ฟุตต่อนาที สามารถเลือกปล่อยสิ่งพิมพ์ออกมาที่หน่วยรับแผ่นพิมพ์ได้หลายลักษณะ ได้แก่ ปล่อยออก เป็นม้วน เป็นแผ่น เป็นแผ่นพับและเป็นหนังสือที่ทำเล่ม

สำเร็จแล้ว นอกจากนี้ยังสามารถผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทอื่น ๆ ที่เป็นสิ่งพิมพ์ที่ต้องการพิมพ์แปรเปลี่ยนข้อมูลและสิ่งพิมพ์ที่ส่งตรงถึงลูกค้าทางไปรษณีย์ได้ด้วย (ภาพที่ 140 ข)

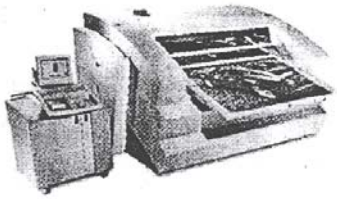
3) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกประสิทธิภาพสูง สำหรับพิมพ์สิ่งพิมพ์ขนาดใหญ่ ตัวอย่างเช่น เครื่องพิมพ์ไซเทกซ์เพรสส์เจ็ต (Scitex Pressjet) ซึ่งใช้ผลิตแผ่นป้ายโฆษณาที่เป็นแผ่นพิมพ์สอดสีขนาดใหญ่ ที่ความเร็วการพิมพ์ 200 ตารางเมตรต่อชั่วโมง ความละเอียดการพิมพ์ 220 และ 330 จุดต่อนิ้ว ป้อนพิมพ์ได้ทั้งแบบป้อนแผ่นและป้อนม้วน (ภาพที่ 140 ค)



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 140 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกประสิทธิภาพสูง

(ก) เครื่องพิมพ์สำหรับพิมพ์งานสอดสีทั่วไป

(ข) เครื่องพิมพ์สำหรับพิมพ์หนังสือ (ไซเทกซ์เวอร์ซามาร์ก)

(ค) เครื่องพิมพ์สำหรับพิมพ์สิ่งพิมพ์ขนาดใหญ่

ที่มา : (ก) Scitex Digital Printing, Inc.Scitex Products - 3600 High Speed Printing Systems. (online). Retreived via Netscape 5 July 1999, p.1 http://www.scitex.com/products/printing/sdp/3600.htm

(ข) Scitex Digital Printing, Inc. What's Next in Print (online). Retreived via Netscape, 29 May 1999, p.1.
http://www.scitexdpi.com/scitex.home.html

(ค) Scitex Digital Printing, Inc. Scitex Products-Scitex Prissjet wide Format Printer. Retreived via Netscape, 5 July 1999, p.1
http://www.scitex.com/products/printing/Irginkt/pressjet/htm

ตัวอย่างความละเอียดและความเร็วในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบพ่นหมึกแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตัวอย่างความละเอียดและความเร็วในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึกแบบต่อเนื่อง

เครื่องพิมพ์ไซแทกซ์รุ่น	ความละเอียดการพิมพ์ (จุดต่อนิ้ว)	ความเร็วในการพิมพ์	
		(ฟุตต่อนาที)	(เมตรต่อนาที)
1. เวอร์ซามาร์ก	600	325 และ 500 2,200 หน้าต่อนาที	90 และ 150
2. 3600	240	1,000	305
3. 3500	240	500	152
4. 3000	120	100	30

ที่มา : 1, 2 Scitex Digital Printing, Inc. Sells Revolutionary Digital Book Printing System (online). Retreived via Netscape, 29 May 1999, p.1.
http://www.xcitexcom/press/english/99 - 13 - 5.html
3, 4 Howard M. Fenton and Frank J.Romano. On - Demand Printing : The Revolution in Digital and Customized Printing. 2nd ed. Pittsburgh: Graphic Arts Technical Foundation Press, 1998, p.268.

วัสดุใช้พิมพ์หลักที่นิยมพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอลพ่นหมึก คือ กระดาษและใช้ผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทหนังสือแคตตาล็อก นิตยสาร ใบเสร็จ สลาก ตั๋ว เอกสารการเงิน แบบฟอร์มธุรกิจ และสิ่งพิมพ์ที่ส่งตรงถึงลูกค้าทางไปรษณีย์

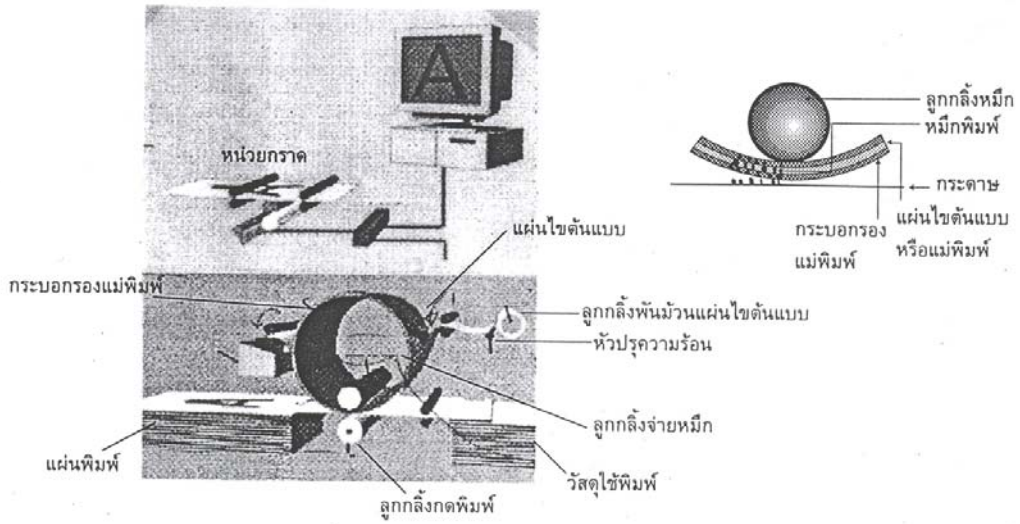
2.6 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้แรงกด

เครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้แรงกดมีทั้งที่เป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูง และเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลในข้อ 2.5 จะกล่าวถึงเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้แรงกด 5 ประเภทใหญ่ ๆ จำแนกตามระบบการพิมพ์ คือ เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลระบบการพิมพ์พื้นฉลุ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงระบบการพิมพ์พื้นลึก เครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงระบบการพิมพ์อิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่น เครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงระบบการพิมพ์ออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟี และเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงระบบการพิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟีหรือพื้นราบ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้แรงกดนี้บางระบบมีการผลิตออกจำหน่ายแล้ว แต่บางระบบยังอยู่ระหว่างการพัฒนาเครื่องพิมพ์ต้นแบบ สำหรับกลุ่มที่เป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงที่ใช้แรงกดนั้นจัดเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลลูกผสม (Hybrid digital press) ซึ่งหมายถึง เครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่สร้างภาพบนแม่พิมพ์ที่อยู่บนเครื่องพิมพ์ด้วยเทคโนโลยีการสร้างภาพแบบต่าง ๆ ผสมผสานกับเทคโนโลยีการพิมพ์ทั่วไป เช่นการถ่ายโอนหมึกพิมพ์ไปยังวัสดุใช้พิมพ์เป็นแบบใช้แรงกด บางระบบอาจถ่ายทอดแบบออฟเซตผ่านโมยาง (blanket cylinder) เป็นต้น

2.6.1 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบการพิมพ์พื้นฉลุ

เครื่องพิมพ์พื้นฉลุที่พัฒนามาใช้ผลิตสิ่งพิมพ์ในระบบดิจิตอล คือ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้แม่พิมพ์สเตนซิลในการพิมพ์สำเนา ที่เรียกว่า เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลสเตนซิล (digital stencil duplicator)

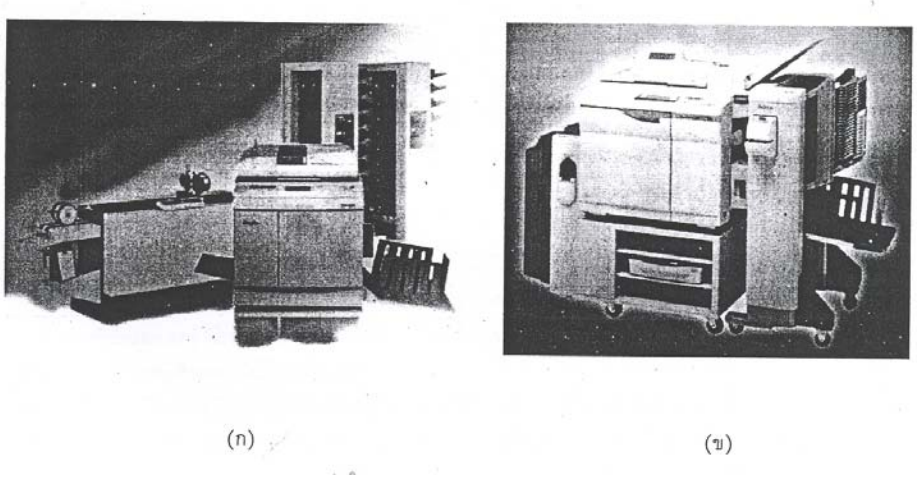
2.6.1.1 ส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลสเตนซิล เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลสเตนซิล ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ ส่วนกราดภาพดิจิตอล ส่วนทำสำเนาอิเล็กทรอนิกส์ และ ส่วนพิมพ์ความเร็วสูงที่มีระบบทำงานอัตโนมัติ สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อรับข้อมูลดิจิตอลนำเข้าทำการพิมพ์ได้สะดวกและรวดเร็ว ภายในส่วนพิมพ์มีแผ่นไขต้นแบบหรือแผ่นมาสเตอร์ (master) สำหรับทำแม่พิมพ์และมีกระบอกหมึกสำหรับจ่ายหมึกผ่านแม่พิมพ์ไปพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ แผ่นต้นแบบสำหรับทำแม่พิมพ์นี้ทำจากชั้นเรซินพอลิเอสเทอร์ติดบนชั้นฐานที่เป็นกระดาษบาง มีความหนาประเมาณ 2 - 3 ไมครอน แม่พิมพ์สเตนซิลที่ได้จึงเป็นแผ่นไขที่มีบริเวณภาพเป็นรอยปรุที่เกิดจากการนำเข้าข้อมูลดิจิตอลไปสร้างภาพบนแผ่นไขต้นแบบ ที่ติดตั้งโดยพันลูกโมในลักษณะเป็นม้วนอยู่ในเครื่องพิมพ์



ภาพที่ 141 ส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลสเตนซิล

ที่มา : Ricoh. Ricoh Tech World. (online). Retreived via Netscape, 25 June 1999. P.2.

http://www.ricoh.oc.jp/omoshiro/english/priport - 4.html



ภาพที่ 142 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลสเตนซิล

ที่มา : (ก) บริษัท ริโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด “ริโซ่กราฟ GR 3700” ในวงการพิมพ์ ปีที่ 21 ฉบับที่ 5 มกราคม – กุมภาพันธ์ 2541. ปกหน้า

(ข) บริษัท ดูโปร (ประเทศไทย) จำกัด “ครบวงจรในเครื่องเดียว” ในวงการพิมพ์ ปีที่ 22 ฉบับที่ 4 พฤศจิกายน - ธันวาคม 2541.ปกหน้า

2.6.1.2 ขั้นตอนการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลสเตนซิล มี 2 ขั้นตอน คือ การสร้างภาพบนแม่พิมพ์เพื่อทำแม่พิมพ์สเตนซิล และการถ่ายโอนหมึกพิมพ์ผ่านแม่พิมพ์สเตนซิลไปยังวัสดุใช้พิมพ์เพื่อทำการพิมพ์

1) การสร้างภาพบนแม่พิมพ์เพื่อทำแม่พิมพ์สเตนซิล แผ่นต้นแบบสำหรับทำแม่พิมพ์จะหมุนเลื่อนออกมาเพื่อทำการปรุไขให้เป็นแม่พิมพ์สเตนซิล ข้อมูลดิจิตอลจากคอมพิวเตอร์จะไปควบคุมการปรุแผ่นต้นแบบนี้ โดยไปทำให้หัวพิมพ์ร้อนจนสามารถเผาแผ่นต้นแบบให้เป็นรูเปิดเพื่อสร้างบริเวณภาพ

2) การถ่ายโอนหมึกพิมพ์ผ่านแม่พิมพ์สเตนซิลไปยังวัสดุใช้พิมพ์ เพื่อทำการพิมพ์ จากนั้นแผ่นแม่พิมพ์สเตนซิลนี้จะเลื่อนไปโอบล้อมรอบกระบอก ภายในกระบอกมีลูกกลิ้งจ่ายหมึกและอุปกรณ์ปาดหมึกพิมพ์จากข้างในให้ผ่ายทะลุบริเวณภาพที่เป็นรอยปรุออกมาข้างนอกเพื่อให้หมึกพิมพ์ไปสัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกระดาษ โดยส่งมาจากลูกกลิ้งยางที่ทำหน้าที่พากระดาษ จากนั้นหมึกพิมพ์จะถ่ายโอนไปที่กระดาษหากต้องการพิมพ์มากกว่า 1 สี ต้องเปลี่ยนกระบอกหมึกสีที่ต้องการแล้วป้อนกระดาษเข้าพิมพ์ใหม่ตามจำนวนสีที่ต้องการพิมพ์

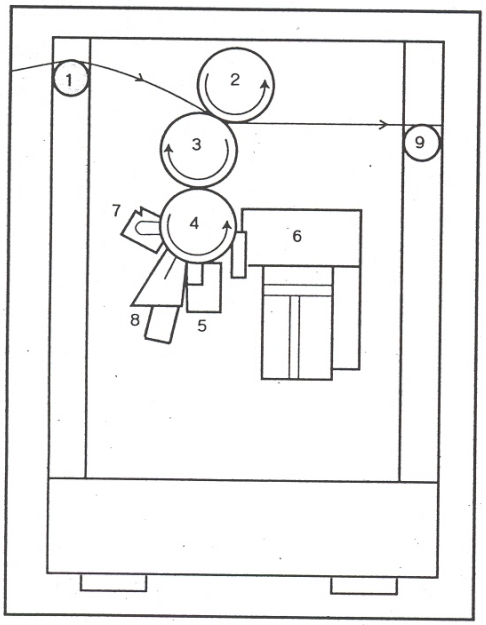
2.6.1.3 ความสามารถในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลสเตนซิล เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลสเตนซิล นิยมนำไปใช้มากกกับงานพิมพ์ด้วนและงานพิมพ์ตามสั่งที่เป็นงานสีเดียวหรือพิมพ์สีพิเศษ ซึ่งมีให้เลือกพิมพ์ได้ถึง 5 สี เหมาะกับจำนวนพิมพ์น้อยไม่เกิน 5,000 ฉบับ ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยจะต่ำลงเมื่อจำนวนพิมพ์เพิ่มขึ้น ในกรณีที่ต้องพิมพ์หลายพัน จึงเหมาะกว่าเครื่องทำสำเนาเพราะต้นทุนต่อหน่วยต่ำกว่า แต่เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลเสตนซิลยังมีข้อจำกัดในการใช้งานหลายประการ เช่น พิมพ์งานสอดสีและพิมพ์ภาพน้ำหนักสีต่อเนื่องไม่ได้ นอกจากนี้ยังไม่เหมาะกับการพิมพ์บนกระดาษเคลือบผิว สำหรับความละเอียดในกาพิมพ์ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 300 – 400 จุดต่อนิ้ว แต่ได้มีการพัฒนาในบางรุ่นให้พิมพ์ได้ที่ความละเอียดถึง 600 จุดต่อนิ้ว ที่ความเร็ว 130 ฉบับต่อนาที ตัวอย่างสิ่งพิมพ์ที่นิยมผลิตจากเครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลสเตนซิล คือ สิ่งพิมพ์ด่วน และสิ่งพิมพ์ตามสั่งทั่วไปที่ใช้วัสดุใช้พิมพ์เป็นกระดาษ เช่น โปสเตอร์ จดหมายข่าว และใบปลิวโฆษณาเป็นต้น แต่สำหรับสิ่งพิมพ์ที่ต้องการแปรเปลี่ยนข้อมูล เครื่องพิมพ์สำเนาดิจิตอลสเตนซิลไม่สามารถผลิตได้เนื่องจากแม่พิมพ์สเตนซิลสามารถสร้างภาพได้เพียงครั้งเดียว

2.6.2 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบการพิมพ์พื้นลึก

เครื่องพิมพ์ระบบการพิมพ์พื้นลึกที่พัฒนาเป็นระบบดิจิตอล คือ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลกราวัวร์ ที่ใช้โมแม่พิมพ์กราวัวร์ที่สร้างภาพด้วยความร้อนจากการฉายแสงเลเซอร์ที่สัมพันธ์กับข้อมูลภาพดิจิตอล แล้วถ่ายทอดภาพผ่านโมยางและโมกดพิมพ์แบบออฟเซตไปบนวัสดุใช้พิมพ์ จึงเรียกว่าเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตกราวัวร์ โมแม่พิมพ์กราวัวร์ที่ใช้สามารถนำมาสร้างภาพใหม่ได้หลายครั้ง ภาพพิมพ์ที่ได้มีลักษณะพิเศษ คือ ไม่มีรอยหยักที่ขอบภาพเหมือนภาพพิมพ์กราวัวร์ทั่วไป บริษัทที่มี

ส่วนสำคัญในการคิดค้นและพัฒนาเครื่องพิมพ์ดิจิตอลกราวัวร์ ได้แก่ บริษัทแมนโรแลนด์ เครื่องพิมพ์รุ่นที่เป็นต้นแบบ คือ ดิโคเว็บกราวัวร์ (DICOWEB Gravure)

2.6.2.1 ส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตกราวัวร์ ส่วนพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตกราวัวร์ใช้ระบบหมึก (inking unit) พร้อมใบปาดหมึกเหมือนเครื่องพิมพ์กราวัวร์ทั่วไป แต่มีระบบโมและระบบการสร้างภาพบนโมแม่พิมพ์ที่แตกต่างไป กล่าวคือ แทนที่จะใช้โม 2 โม กลับมีโม 3 โม คือ โมสร้างภาพหรือโมแม่พิมพ์ (imaging cylinder) ซึ่งเป็นโมที่ทำจากเซรามิกหรือโลหะและมีลักษณะเป็นปลอกที่สวมเข้าและถอดออกจากแกนโมได้ โมยาง (blanket cylinder) และโมกดพิมพ์ (impression cylinder) โมยางทำหน้าที่รับภาพจากโมแม่พิมพ์ไปถ่ายทอดภาพให้วัสดุใช้พิมพ์เช่นเดียวกับในเครื่องพิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟี ส่วนระบบการสร้างภาพบนโมแม่พิมพ์นั้นจะประกอบด้วยหน่วยจ่ายแวกซ์ให้โมแม่พิมพ์ (filling unit) เพื่อเตรียมโมแม่พิมพ์ให้พร้อมสำหรับการสร้างภาพแหล่งกำเนดแสงเลเซอร์ เพื่อฉายแสงเลเซอร์ไปสร้างภาพที่โมแม่พิมพ์ และหน่วยทำความสะอาดโมแม่พิมพ์ (erasing unit) เพื่อเตรียมโมแม่พิมพ์สำหรับการสร้างภาพใหม่ในรอบพิมพ์ต่อไป



1. ส่วนป้อนกระดาษม้วน
2. โมสร้างภาพหรือโมแม่พิมพ์
3. โมยาง
4. โมกดพิมพ์
5. หน่วยจ่ายแวกซ์ให้โมแม่พิมพ์
6. แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์
7. ระบบหมึกและใบปาดหมึก
8. หน่วยทำความสะอาดโมแม่พิมพ์
9. ส่วนรับม้วนกระดาษพิมพ์

ภาพที่ 143 ตัวอย่างส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตกราวัวร์

ที่มา : Howard M. Fenton and Frank J. Romano. On-Demand Peinting: The Revolution in Figital and Customizes Printing2 nd ed: Pittsburgh: Graphic Arts Technical Foundation Press, 1998, P. 279.

2.6.2.2 ขั้นตอนการพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตกราวัวร์ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) การเตรียมโมแม่พิมพ์ก่อนสร้างภาพ โมแม่พิมพ์กราวัวร์เป็นโมที่มีการเจาะบ่อหมึก 2 ครั้ง ครั้งแรกเป็นการเจาะบ่อหมึกโดยบริษัทผู้ผลิตแม่พิมพ์ บ่อหมึกที่เจาะมีความลึกเท่ากันทุกบ่อ การเตรียมโมแม่พิมพ์ก่อนสร้างภาพ คือ การเติมพอลิเมอร์ที่เป็นไขหรือแวกซ์เข้าไปอุดในบ่อหมึกทุกบ่อให้เต็ม ในเครื่องพิมพ์ดิจิตอลกราวัวร์จะมีหน่วยเติมแวกซ์ให้โมแม่พิมพ์ การเจาะบ่อหมึกครั้งที่ 2 จะเกิดขึ้นต่อมาในกระบวนการสร้างภาพบนโมแม่พิมพ์

2) การสร้างภาพบนโมแม่พิมพ์ เป็นการสร้างภาพด้วยแสงเลเซอร์ด้วยการเจาะบ่อหมึกครั้งที่ 2 คือ เจาะโมแม่พิมพ์ที่อุดบ่อหมึกด้วยแวกซ์แล้ว ใช้แสงเลเซอร์จากแหล่งกำเนิดแสงในเครื่องพิมพ์ไปเจาะบ่อหมึกให้มีระดับความลึกต่าง ๆ กัน โดยการทำให้แวกซ์กลายเป็นไอในปริมาณมากน้อยต่างกันในแต่ละบ่อหมึก ขึ้นกับสัญญานข้อมูลภาพดิจิตอลที่ได้รับจากคอมพิวเตอร์ ผลที่ได้ คือ แม่พิมพ์กราวัวร์ที่มีความลึกของบ่อหมึกต่างกันในบริเวณภาพ ส่วนบริเวณไร้ภาพยังคงมีแวกซ์เต็มบ่อหมึก ความลึกของบ่อหมึกที่บริเวณภาพ จะสัมพันธ์กับข้อมูลดิจิตอลที่นำเข้าสู่เครื่องพิมพ์

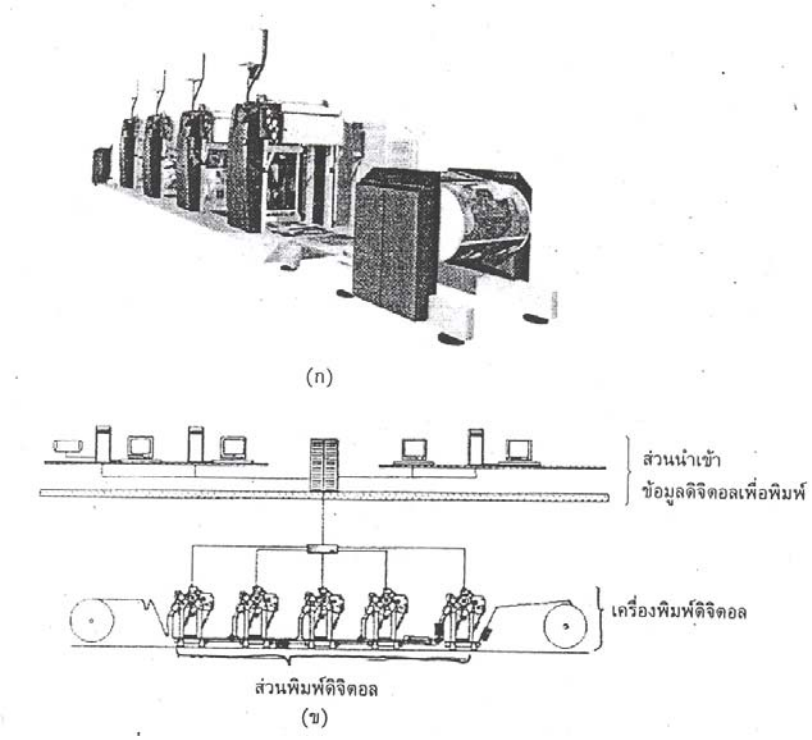
3) การจ่ายหมึกพิมพ์ ระบบหมึกของเครื่องพิมพ์จะจ่ายหมึกพิมพ์กราวัวร์ ซึ่งเป็นหมึกเหลวไปที่โมแม่พิมพ์และปาดหมึกส่วนเกินออกด้วยใบปาดหมึก เหมือนวิธีการจ่ายหมึกในเครื่องพิมพ์กราวัวร์ทั่วไป

4) การถ่ายโอนหมึกพิมพ์ หมึกพิมพ์จากบ่อหมึกของโมแม่พิมพ์จะถ่ายโอนไปเกิดภาพบนโมยางก่อน (ออฟเซต) แล้วถ่ายทอดภาพนั้นอีกครั้งไปให้วัสดุใช้พิมพ์

5) การทำความสะอาดโมแม่พิมพ์ หน่วยทำความสะอาดโมแม่พิมพ์จะทำความสะอาดหมึกพิมพ์ที่หลงเหลืออยู่บนโมพร้อมทั้งเอาแวกซ์ที่หลงเหลือออกไปแล้วกลับไปสู่ขั้นตอนเดิมแวกซ์เพื่อใช้สร้างภาพใหม่ได้อีกโมแม่พิมพ์กราวัวร์นี้ สามารถใช้สร้างภาพใหม่ได้ประมาณ 20 ครั้ง

2.6.3 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั้น

เครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั้น เป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ที่สร้างภาพบนตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เป็นโมโยอาศัยหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่เรียกว่า อิเล็กโทรไลซิล ด้วยวิธีทำให้หมึกพิมพ์จับตัวเป็นก่อนบนโมสร้างภาพหรือโมถ่ายทอดภาพ เกิดเป็นจุดภาพขนาดต่าง ๆ ประกอบกันเป็นบริเวณภาพที่ผลิตเป็นพิเศษ หมึกพิมพ์จากโมสร้างภาพจะถ่ายโอนไปที่วัสดุใช้พิมพ์โดยใช้แรงกด หมึกพิมพ์ที่ใช้เป็นหมึกพอลิเมอร์ฐานน้ำ น้ำประกอบด้วย ผงสี เกลืออิเล็กโทรไลต์ พอลิเมอร์ และน้ำ เกลืออิเล็กโทรไลต์ที่ละลายในน้ำ ทำให้หมึกพิมพ์มีสมบัตินำไฟฟ้า ส่วนผงสีและพอลิเมอร์เป็นอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในสารละลายน้ำ พอลิเมอร์ที่เป็นองค์ประกอบของหมึกพิมพ์เป็นชนิดเส้นตรง (linear polymer) ตัวอย่างเช่น เจละติน พอลิอะคริลิกแอซิด (polyacrylic acid) และพอลิอะคริลเอไมด์ (polyacrylamide) เป็นต้น หมึกพิมพ์พอลิเมอร์ฐานน้ำนี้สามารถจับตัวเป็นก่อนได้อย่างรวดเร็วทันทีที่ได้รับกระแสไฟฟ้า



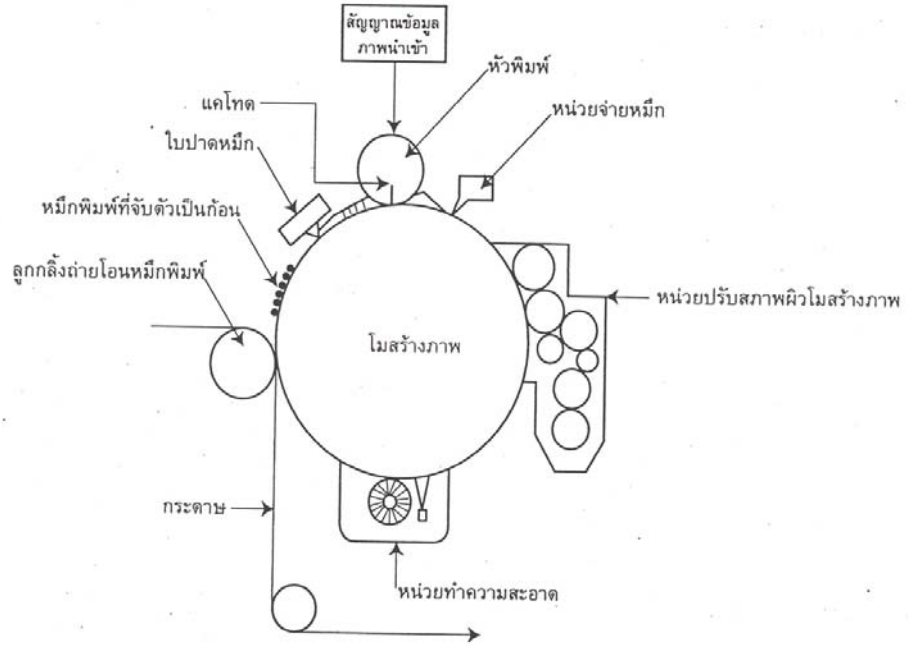
ภาพที่ 144 (ก) ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่นประสิทธิภาพสูง แบบป้อนม้วน 4/1 สำหรับพิมพ์งานสอดสี ความละเอียดในการพิมพ์ 200 จุดต่อนิ้ว

(ข) ตัวอย่างการเชื่อมต่อเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่น ประสิทธิภาพสูงแบบป้อนม้วนกับระบบคอมพิวเตอร์ส่วนเตรียมนำเข้าข้อมูลดิจิตอลเพื่อพิมพ์

ที่มา : (ก) Elcorsy Technology Inc. Elcorgraphy ® Digital Printing Products. (online). Retreived via Netscape.29 May 1999. P.3.
http://www.elcorsy.com/english/producta.html

(ข) Adrien Castegnier. Optimizing the Elcography ® Printing Cycle. The Society for Imaging and Technology Seattle. Novemder 1997.(omline). Retreived via Netscape, 29 May 1999. P.6.
http://www.elcorsy.com/Press/ist97.html

2.6.3.1 ส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่น ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ ดังภาพที่ 145



ภาพที่ 145 ส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่น

ที่มา : Pierre Castegnier. Electrocoagulation: Anovel Comtome Higj-speed Dynamic Digital Printing Technology. Technical Associaton of Graphic Arts. May 1997. (online). Retreived via Netscape, 29 May 1999. P. 7.
http://www.elcorsy.com/Publication/taga97.html

1) หน่วยปรับสภาพผิวโมสร้างภาพก่อนพิมพ์ (conditioning station) ประกอบด้วยลูกกลิ้งและแปรงจ่ายน้ำมัน ทำหน้าที่จ่ายน้ำมันไปเคลือบผิวโมสร้างภาพ

2) หน่วยจ่ายหมึกพิมพ์ (inking unit) เป็นอุปกรณ์ฉีดหมึก (injector) ทำหน้าที่ฉีดหมึกพิมพ์เข้าไปที่ช่องว่างระหว่างหัวพิมพ์กับผิวโมสร้างภาพ ส่วนการแผ่กระจายของหมึกพิมพ์บนผิวโมสร้างภาพขึ้นกับการหมุนของโม หมึกพิมพ์ที่ไม่ได้ใช้ในการสร้างภาพหรือที่ไม่ได้จับตัวเป็นก้อนจะกลับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนมาเก็บที่หน่วยจ่ายหมึกพิมพ์เพื่อนำมาใช้ใหม่

3) หัวพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ (electronic print head) หัวพิมพ์ประกอบด้วยอิเล็กโทรดขั้วบวกเรียงกันเป็นแถว ทำหน้าที่เป็นขั้วแคโทดของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ ความถี่ของอิเล็กโทรดขึ้นกับการออกแบบหัวพิมพ์ เช่น ความถี่ 200 อิเล็กโทรดต่อนิ้ว หัวพิมพ์นี้จะจุ่มในหมึกพิมพ์ที่อยู่บนโมสร้างภาพ ช่องว่างระหว่างหัวพิมพ์ กับผิวโมสร้างภาพต้องแคบมาก คือ ต้องควบคุมให้อยู่ระหว่าง 50 - 75 ไมครอน

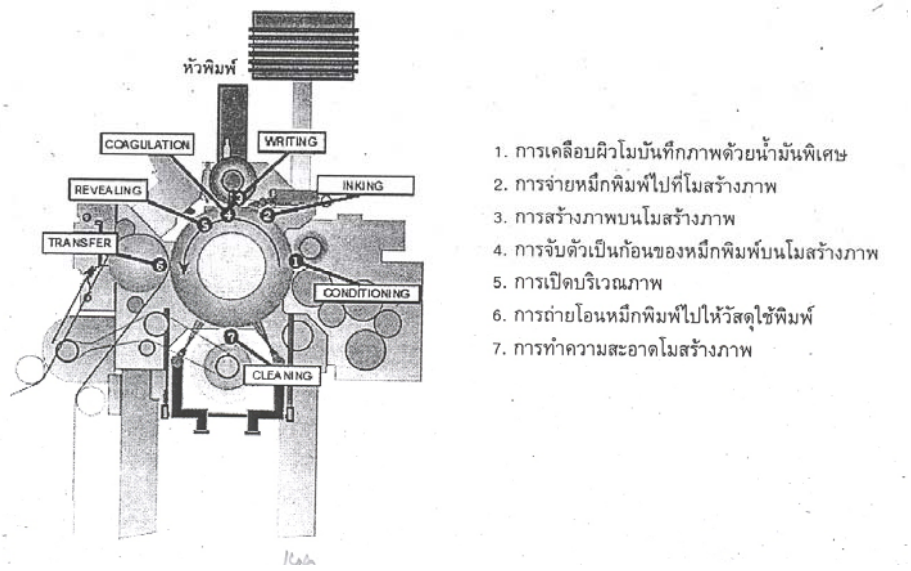
4) โมสร้างภาพ (imaging cylinder) หรือกระบอกสร้างภาพ (imaging drum) เป็นโมโลหะทำจากเหล็กกล้าปลอดสนิมที่สามารถให้ไอออนของเหล็กเข้าไปในหมึกพิมพ์ได้ โมสร้างภาพทำหน้าที่เป็นขั้ว แอโนดของเซลอิเล็กโทรไลต์และเป็นบริเวณรองรับหมึกพิมพ์ที่เกิดการจัดตัวเป็นก้อน แล้วตกลงมาติดที่ผิวโมเพื่อสร้างภาพ

5) ลูกกลิ้งถ่ายโอนหมึกพิมพ์ (transfer roller) คือ ลูกกลิ้งให้แรงกด (pressure roller) ที่ทำด้วยพอลิยูรีเทนชนิดแข็ง ทำหน้าที่ถ่ายโอนหมึกพิมพ์ที่จับตัวเป็นก้อนจากบริเวณภาพของโมสร้างภาพไปให้วัสดุใช้พิมพ์พร้อมกับให้แรงกดค่อนข้างสูง ประมาณ 100 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

6) หน่วยทำความสะอาด (cleaning unit) ประกอบด้วยหัวฉีดพ่นน้ำผสมสบู่และแปรงทำความสะอาดผิวโมสร้างภาพ

7) ใบปาดหมึก (squeegee) ทำด้วยยาง ทำหน้าที่เปิดบริเวณภาพบนโมสร้างภาพโดยการปาดหมึกพิมพ์ส่วนที่ไม่จับตัวเป็นก้อนทิ้งไป

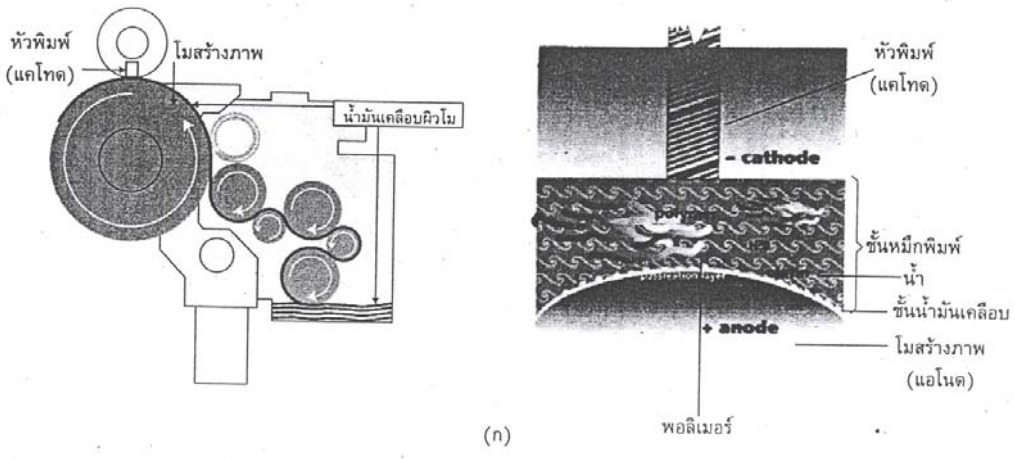
2.6.3.2 ขั้นตอนการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่น มี 7 ขั้นตอน ดังภาพที่ 146



ภาพที่ 146 ขั้นตอนการพิมพ์ระบบอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่น

ที่มา : Elcorsy Technology Inc. Elcography (R) (technical report).

1) การเคลือบผิวโมสร้างภาพด้วยน้ำมัน (conditioning) จ่ายน้ำมันออกซายดซ์ (oxydes) ซึ่งเป็นน้ำมันที่มีออกซิเจนเป็นส่วนผสมไปเคลือบเป็นชั้นที่บางมากบนผิวโมสร้างภาพ ชั้นน้ำมันเคลือบนี้จะทำหน้าที่ป้องกันการปล่อยไอออนโลหะออกจากผิวโมสร้างภาพ ที่เรียกว่า พาสซิเวชั่น (passivation)

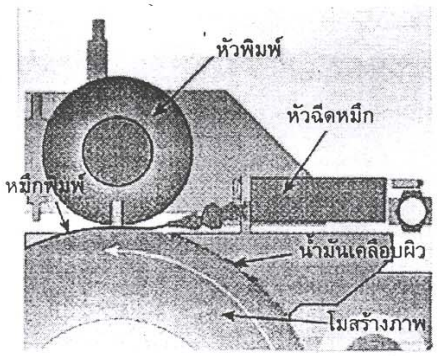


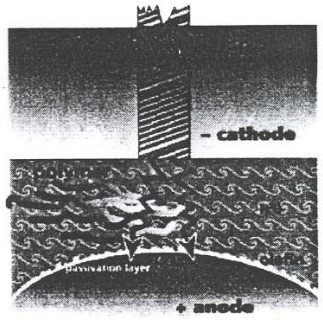
ภาพที่ 147 (ก) การเคลือบผิวโมเกิดภาพด้วยน้ำมัน

ที่มา: Elcorsy Technology Inc. Elcogragraphy (R) (technical report) n.d.

2) การจ่ายหมึกพิมพ์ไปที่โมสร้างภาพ (inking) โดยการฉีดหมึกเข้าไปในบริเวณช่องว่างระหว่างหัวพิมพ์แคโทดกับผิวโมสร้างภาพที่เป็นแอโนด หมึกพิมพ์จะไหลและกระจายทั่วบริเวณนี้เนื่องจากแรงฉีดจากอุปกรณ์ฉีดหมึกและจากการหมุนของโมสร้างภาพ ปล่อยให้หมึกพิมพ์ท่วมหัวพิมพ์

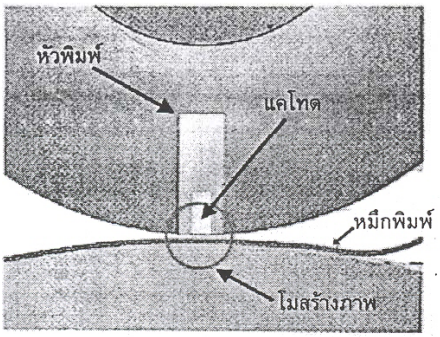
3) การสร้างภาพบนโมสร้างภาพ (writing หรือ imageing) เมื่อหัวพิมพ์รับสัญญานข้อมูลดิจิตอลจากคอมพิวเตอร์แล้วแปลงสัญญานนั้น ให้สัมพันธ์กับจังหวะการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่หัวพิมพ์ในเซลล์อิเล็กโทรไลต์ มีหัวพิมพ์ (แคโทด) และผิวโมสร้างภาพ (แอโนด) เป็นอิเล็กโทรด 2 ขั้วจุ่มในหมึกพิมพ์ซึ่งเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ผลที่ได้ คือ ไอออนลบ (คลอไรด์ไอออน, CL^-) และฟองก๊าซ (ก๊าซคลอรีน,CL_2) เคลื่อนที่ไปที่แอโนด ฟองก๊าซนี้ไปเปิดช่องทางในชั้นน้ำมันเคลือบที่อยู่ตรงหัวพิมพ์เพื่อนำหมึกพิมพ์ให้ไหลไปสัมผัสกับผิวโม ทำให้บริเวณช่องทางเปิดนี้สูญเสียการพาสซิเวชั่น ส่งผลให้ดมสร้างภาพสามารถปล่อยไอออนโลหะ (ไอออนของเหล็ก,Fe^{+++}) ซึ่งเป็นไอออนบวกจากผิวโมเข้าไปในหมึกพิมพ์ได้

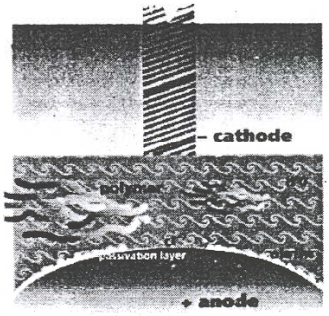




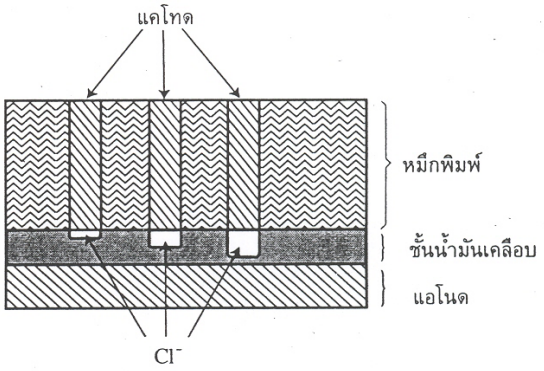
จ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่หัวพิมพ์

ภาพที่ 147 (ข) การจ่ายหมึกพิมพ์ไปที่โมเกิดภาพ



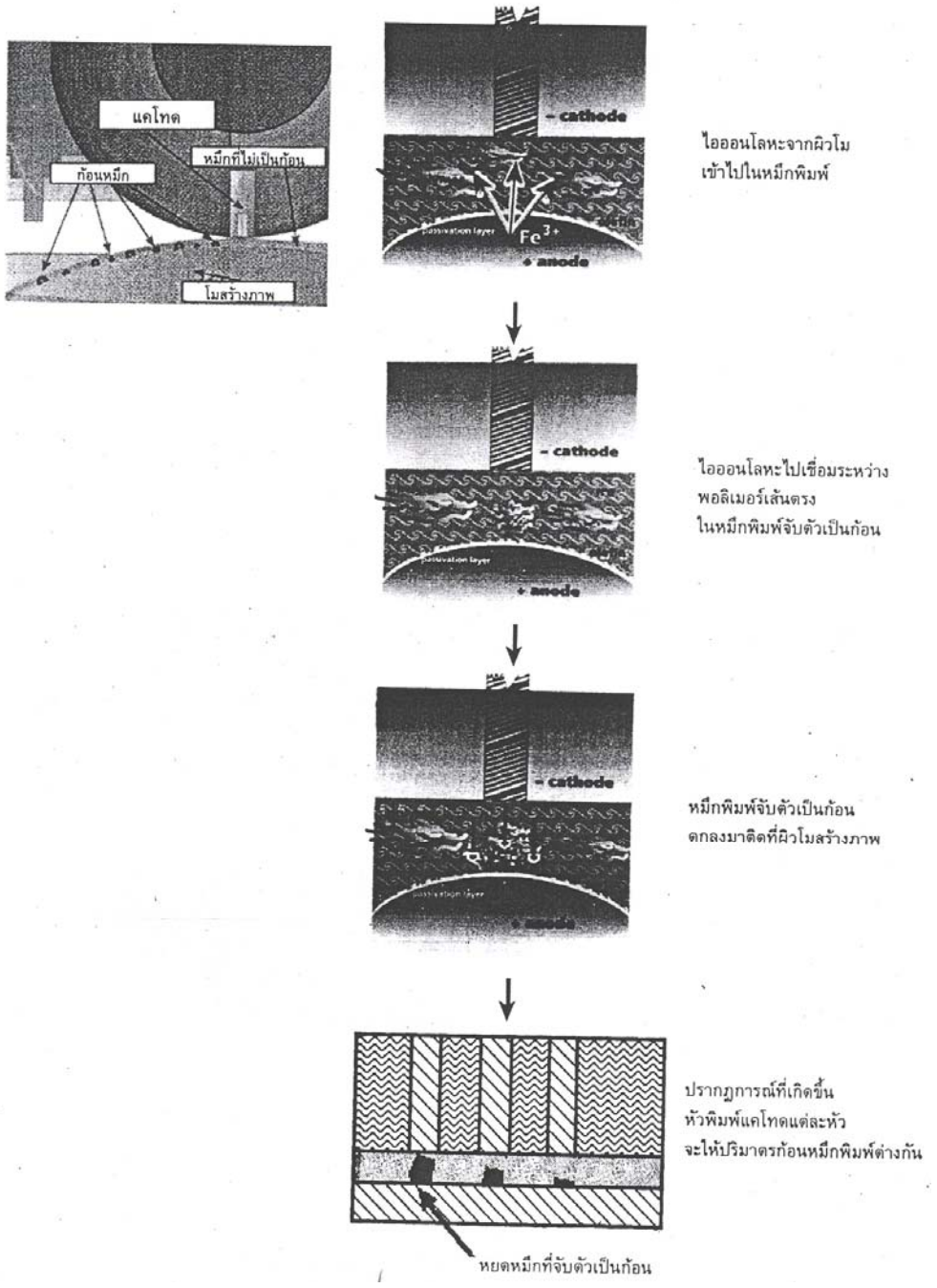


บริเวณชั้นน้ำมันเคลือบที่อยู่ตรง
หัวพิมพ์สูญเสียการพาสซิเวชั่น



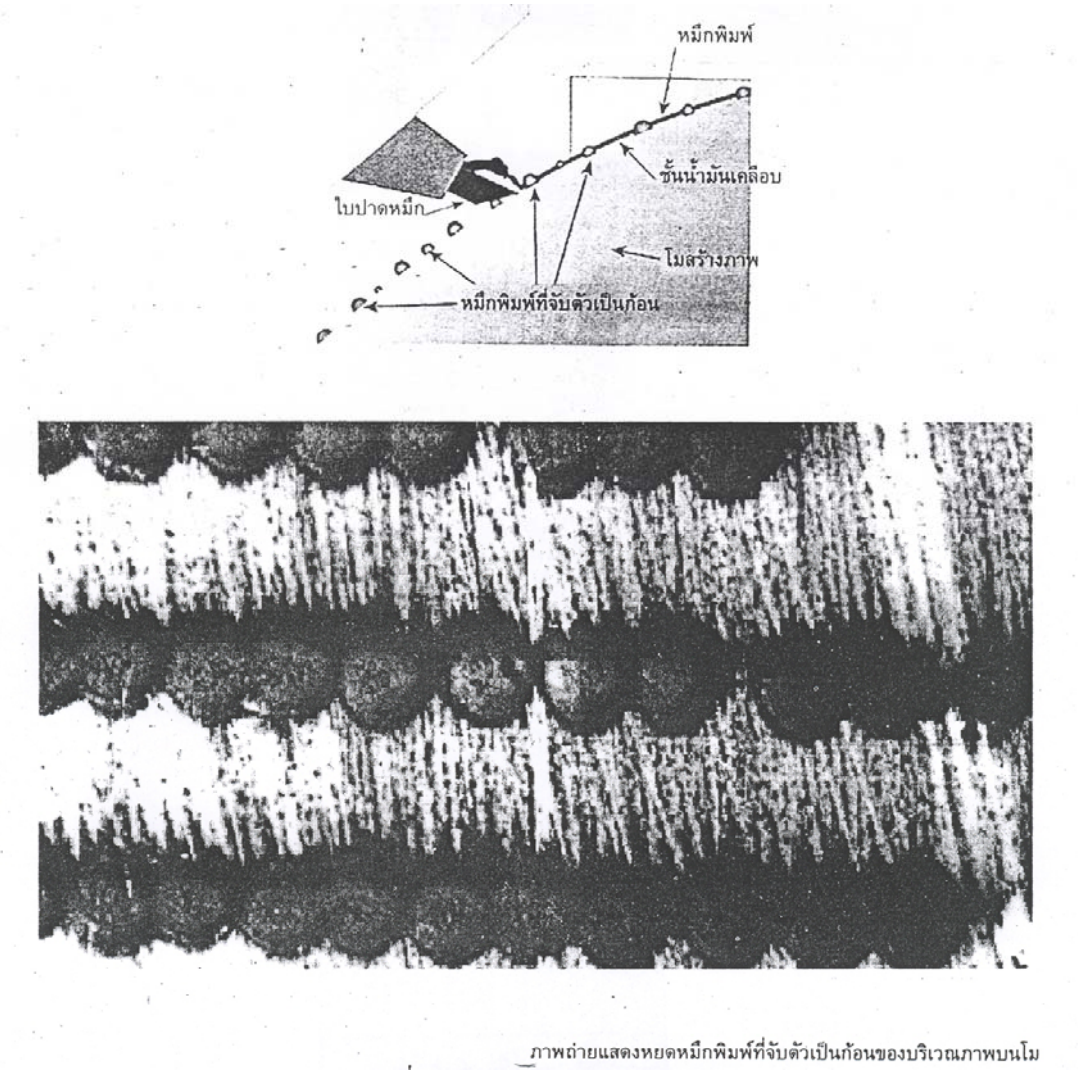
ภาพที่ 147 (ค) การสร้างภาพบนโมเกิดภาพ

4) การจับตัวเป็นก้อนของหมึกพิมพ์ (coggulation) บนโมสร้างภาพ ไอออนโลหะจากผิวโมสร้างภาพที่เข้าไปในหมึกพิมพ์จะไปจับกับสายพอลิเมอร์ในหมึกพิมพ์ แล้วทำให้สายพอลิเมอร์เชื่อมต่อกันทำให้หมึกพิมพ์จับตัวเป็นก้อนและมีน้ำหนึกมากขึ้นจนตกลงไปติดที่ผิวโมสร้างภาพ เกิดเป็นจุดภาพขนาดต่าง ๆ ประกอบกันเป็นบริเวณภาพ ส่วนบริเวณที่ไม่ได้รับกระแสไฟฟ้ายังมีชั้นน้ำมันเคลือบกั้นอยู่จึงไม่เกิดการจับตัวเป็นก้อนของหมึกและกลายเป็นบริเวณไร้ภาพ



ภาพที่ 147 (ง) การจับตัวเป็นก้อนของหมึกพิมพ์บนโมเกิดภาพ

5) การเปิดบริเวณภาพ (revealing) ในขั้นตอนนี้หมึกพิมพ์จะมี 2 ส่วน ส่วนหนึ่ง คือ ส่วนที่จับตัวเป็นก่อนกลายเป็นบริเวณภาพ และหมึกพิมพ์ส่วนที่ไม่ได้จับตัวเป็นก้อนตรงบริเวณที่ไม่ต้องการภาพ หมึกที่จับตัวเป็นก้อนจะมีความเข้มข้นและมีแรงเชื่อมแน่น (cohesino) ระหว่างกันมากกว่าหมึกพิมพ์ที่ไม่ได้จับตัวเป็นก้อนจึงแยกตัวจากหมึกพิมพีส่วนที่ไม่ได้จับตัวเป็นก้อน ซึ่งเป็นส่วนที่ปาดทิ้งได้ง่ายด้วยใบปาดหมึก หลังจากปาดหมึกส่วนนี้ออกไปแล้ว บริเวณนี้จะกลายเป็นบริเวณไร้ภาพ จึงเปิดบริเวณภาพให้ปรากฏ

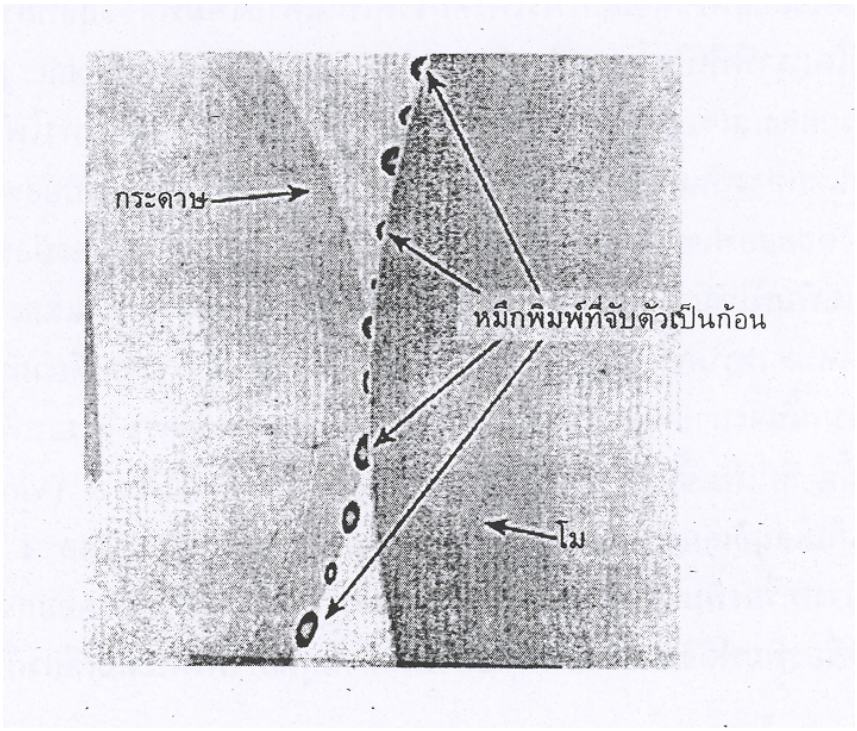


ภาพที่ 147 (จ) การเปิดบริเวณภาพ

ที่มา : Pierre Castegnier. Electrocoagulation: Anovel Contone Higj - speed Dynamic Digital Printing Technology. Technical Associaton ff Graphic Arts. May 1997. (online). Retreived via Vetscape, 29 May 1999.p.5.
http://www.elcorsy.com/Publication/taga97.html

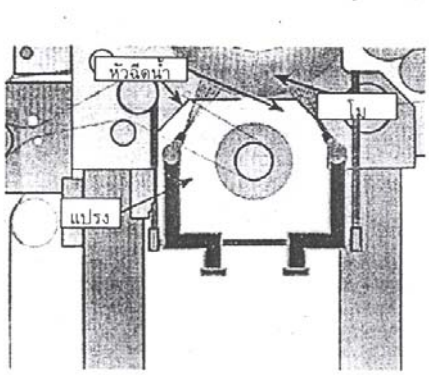
เวลาที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้หัวพิมพ์มีผลต่อขนาดของจุดภาพ ปฏิกิริยาที่สร้างจุดภาพนี้เกิดขึ้นเร็วมาก ตัวอย่างเช่น การสร้างจุดภาพบริเวณเงาที่เกิดจากการจับตัวเป็นก้อนหมึกขนาดใหญ่ใช้เวลาประมาณ 4 ไมโครวินาที สำหรับเวลาในการสร้างจุดภาพขนาดเล็กที่บริเวณสว่างประมาณ 50 ไมโครวินาที โดยการเปลี่ยนเวลาที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้แต่ละอิเล็กโทรด ปริมาตรหมึกที่จับตัวเป็นก้อนจะแตกต่างกัน สามารถสร้างจุดภาพที่มีขนาดต่างกันเพียงเล็กน้อยได้ ส่งผลให้สามารถสร้างภาพน้ำหนักสีต่อเนื่องได้

6) การถ่ายโอนหมึกพิมพ์ไปให้วัสดุใช้พิมพ์ (transfering) หลังจากที่ปาดหมึกส่วนที่ไม่ได้จับเป็นก้อนออกไปแล้ว หมึกพิมพ์ที่จับเป็นก้อนบนบริเวณภาพยังไม่แห้งและมีปริมาณน้ำสูง การถ่ายโอนชั้นหมึกพิมพ์ที่ยังเปียกนี้ไปให้วัสดุใช้พิมพ์ จะใช้แรงกดสูงเพื่อบีบน้ำออกจากหมึก แต่หลังจากที่ถ่ายโอนแล้ว หมึกพิมพ์แห้งโดยการระเหยของน้ำ



ภาพที่ 147 (ฉ) การถ่ายโอนหมึกพิมพ์ไปให้วัสดุใช้พิมพ์

7) การทำความสะอาดโมสร้างภาพ (cleaning) ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงผสมสบู่เพื่อล้างเอาเศษหมึกและน้ำมันเคลือบผิวโมสร้างภาพที่ยังตกค้างอยู่ออกไป โดยใช้แปรงช่วยก่อนจะหมุนโมเข้าทำการพิมพ์รอบใหม่



ภาพที่ 147 (ช) การทำความสะอาดโมสร้างภาพ

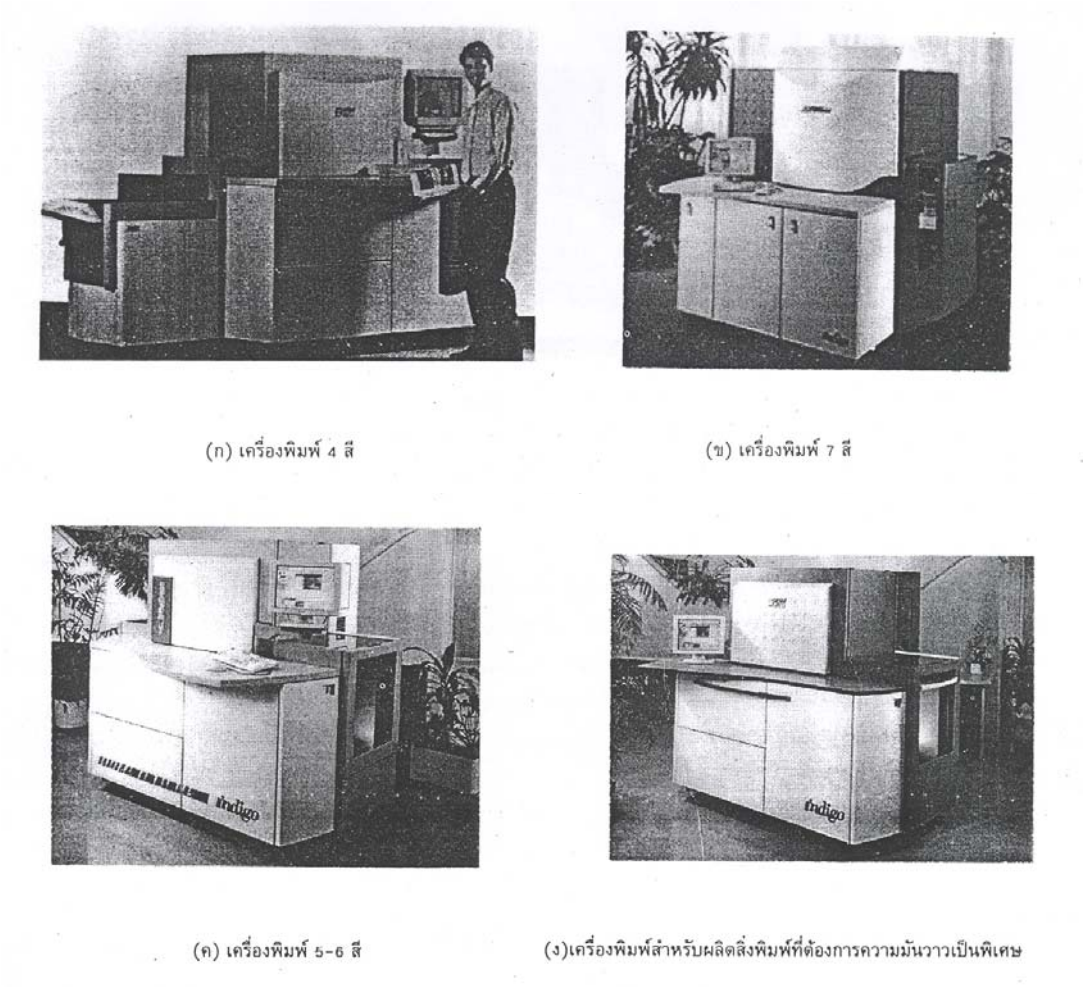
2.6.3.3 ความสามารถในการผลิตสิ่งพิมพ์ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบอิเล็กโทรโคแอ็กกุเลชั่นเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประสิทธิภาพสูงสำหรับพิมพ์งานสอดสีที่เป็นภาพพิมพ์น้ำหนักสีต่อเนื่องที่ความละเอียดการพิมพ์ 200 จุดต่อนิ้ว ความเร็วการพิมพ์ 30 เมตรต่อวินาที และที่ความละเอียด 400 จุดต่อนิ้ว ความเร็วการพิมพ์ 15 เมตรต่อวินาที เป็นเครื่องพิมพ์ที่สร้างขึ้นเพื่อพิมพ์หนังสือพิมพ์ จึงเหมาะกับการพิมพ์บนกระดาษไม่เคลือบผิวโดยเฉาพะกระดาษหนังสือพิมพ์ แต่ถ้าต้องการพิมพ์ด้วยกระดาษเคลือบผิว ต้องใช้กระดาษเคลือบผิวพิเศษที่ผลิตมาสำหรับการพิมพ์ระบบนี้เท่านั้น ตัวอย่างสิ่งพิมพ์ที่ผลิตจากเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบอิเล็กโทรโคแอ็กกูเลชั่น ได้แก่ หนังสือพิมพ์และนิตยสาร

2.6.4 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล้กโทรโฟโตกราฟี

เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟี เป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่สร้างภาพบนตัวกลางถ่ายทอดภาพแบบอิเล็กโทรโฟโตกราฟีที่เป็นโมแม่พิมพ์(digital electrophotographic plate cylinder) โดยสร้างภาพแฝงไฟฟ้าสถิตด้วยแสงเลเซอร์ เหมือนกับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลระบบอิเล็กโทรโฟโตกราฟีที่กล่าวมาแล้ว แต่โครงสร้างส่วนพิมพ์จะแตกต่างกันและการถ่ายทอดภาพไปให้วัสดุพิมพ์เป็นแบบออฟเซต

เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟี มีทั้งระบบป้อนแผ่นและป้อนม้วน สามารถพิมพ์ได้ 1 ถึง 7 สี ด้วยการหมุนโมแม่พิมพ์ให้มีจำนวนรอบการหมุนเท่ากับจำนวนสีที่พิมพ์แต่ละรอบ มีการสร้างภาพแฝงและภาพปรากฏที่เป็นภาพใหม่สำหรับการพิมพ์แต่ละสีบนโมแม่พิมพ์และผ้ายางชุดเดียวกัน ความเร็วโมประมาณ 4,000 เที่ยวพิมพ์ต่อชั่วโมง จากนั้นจะถ่ายทอดภาพสีที่ได้ผ่านผ้ายางไปยังกระดาษในรอบพิมพ์เดียว สำรหับเครื่องพิมพ์รุ่นที่พิมพ์ 6 สี นั้น สีที่เพิ่มขึ้นอีก 2 สี สีส้ม (orange) และสีม่วง (violet) บางเครื่องมีการต่อกับหน่วยทำเล่มที่มีระบบเก็บเล่มอิเล็กทรอนิกส์ ความเร็วในการพิมพ์งานขนาดเอ 4 ซิมเพลกซ์ สีเดียว เท่ากับ 133 หน้าต่อนาที ตัวอย่าง

เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟีที่ผลิตออกจำหน่ายแล้ว คือ เครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่เป็นที่ยอมรับในด้านคุณภาพในระดับเดียวกับเครื่องพิมพ์ดิจิตอลไซคอน



(ก) เครื่องพิมพ์ 4 สี (ข) เครื่องพิมพ์ 7 สี

(ค) เครื่องพิมพ์ 5-6 สี (ง)เครื่องพิมพ์สำหรับผลิตสิ่งพิมพ์ที่ต้องการความมันวาวเป็นพิเศษ

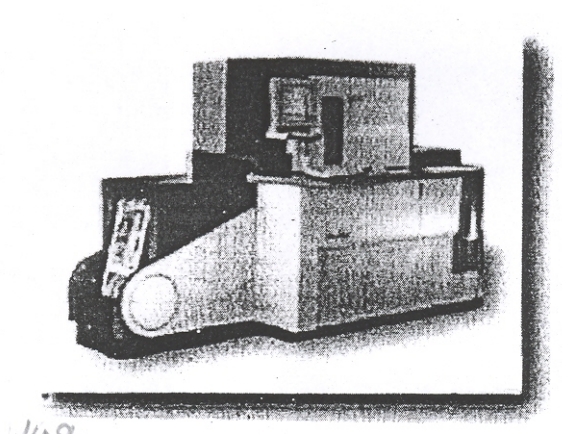
ภาพที่ 148 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟีแบบป้อนแผ่นสำหรับพิมพ์สิ่งพิมพ์ทั่วไป

ที่มา : (ก) Kieran, Michale. ”Color Printers.” Understanding Desktop Color. 2nd ed. Berkeley: Peachpit Perss, 1994, p. 464.

(ข) Indigo Ultrastresm (online). Retreived via Netscape. 24 May 1999. P.1 http://www.indigonet.com/ultrastream.html.

(ค) Indigo Turbostream (online). Retreived via Netscape, 24 May 1999.p.1 http://www.indigonet.com/turbostreanmhtml.

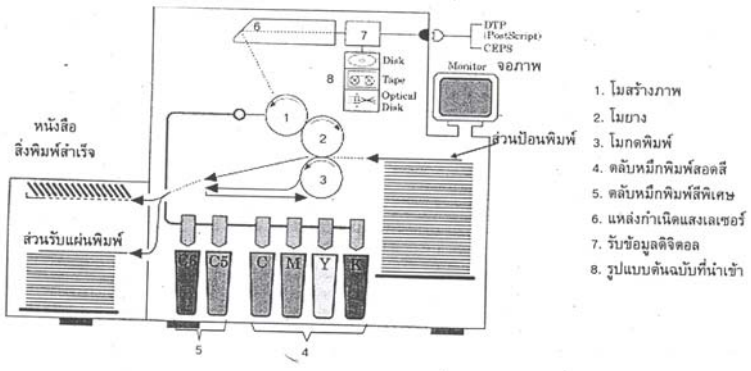
(ง) Indigo ePrintPro (online). Retreived via Netscape, 24 May 1999.p.1. http://www.indigonet.com/ePrintPro.html.



ภาพที่ 149 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟีแบบป้อนม้วน สำหรับพิมพ์ฉลาก บรรจุภัณฑ์ และวัสดุที่มีรูปทรง

ที่มา : Indigo Omnius (online). Retreived via Netxcape, 24 May 1999. P.1. http://www.indigonet.com/omnius.html.

2.6.4.1 ส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟี ส่วนประกอบพื้นฐานของส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟี แสดงดังตัวอย่างในภาพที่ 150 ได้แก่ แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ตลับหมึกพิมพ์สอดสี ตลับหมึกพิมพ์สีพิเศษ ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เป็นโมสร้างภาพ โมยาง และโมกดพิมพ์สำหรับการสร้างภาพบนโมสร้างภาพเหมือนกับที่เกิดขึ้นในเครื่องพมิพ์ดิจิตอลอิเล็กโทรโฟโาตกราฟี สจากภาพเป็นตัวอย่างเครื่องพิมพ์ป้อนแผ่นที่สมารถปล่อยแผ่นพิมพ์ออกมาที่หน่วยรับแผ่นพิมพ์ หรือปล่อยออกมาที่ส่วนงานหลังพิมพ์เพื่อผลิตเป็นหนังสือที่ทำเล่มสำเร็จก็ได้



ภาพที่ 150 ตัวอย่างส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟีป้อนแผ่น (เครื่องพิมพ์อินโกอีพริ้นต์ 1000)

ที่มา : Phil Green. “Digital Color Printing.” Understanding Figital Color. Pittsburgh: Graphic Arts Technical Foundation 1995, p.305.

2.6.4.2 ขั้นตอนการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟี มี 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ ขั้นตอนการสร้างภาพแฝงและภาพปรากฏบนโมสร้างภาพแบบอิเล็กโทรโฟโตกราฟี และขั้นตอนการถ่ายทอดภาพปรากฏหรือถ่ายโอนหมึกพิมพ์จากโมสร้างภาพไปยังวัสดุใช้พิมพ์

1) การสร้างภาพแฝง และภาพปรากฏบนโมสร้างภาพแบบอิเล็กโทรโฟโตกราฟี เริ่มจากการสร้างภาพแฝงไฟฟ้าสถิตบนโมสร้างภาพ จากนั้นตลับหมึกพิมพ์จะจ่ายหมึกพิมพ์ไปยังโมแม่พิมพ์เพื่อสร้างภาพปรากฏจนครบทุกสีที่ต้องการพิมพ์ ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการพิมพ์ภาพสอดสีด้วยหมึกพิมพ์แม่สีทั้งสี่จะสร้างภาพแฝงไฟฟ้าสถิต 4 ครั้ง แต่ละครั้งจะจ่ายหมึกพิมพ์แม่สีทีละสีไปบนภาพแฝงที่สร้างขึ้นสำหรับการพิมพ์แต่ละสีตามข้อมูลภาพดิจิตอลที่นำเข้า

2) การถ่ายทอดภาพปรากฏหรือถ่ายโอนหมึกพิมพ์จากโมสร้างภาพ ไปยังวัสดุใช้พิมพ์ เป็นถ่ายทอดภาพหรือการถ่ายโอนหมึกพิมพ์แบบออกเซต คือ ถ่ายโอนไปที่โมยางก่อนแล้วจึงไปที่วัสดุใช้พิมพ์ซึ่งอยู่ระหว่างโมยางและโมกดพิมพ์ ในกรณีการพิมพ์งานสอดสี หลังจากที่โมสร้างภาพจะสร้างภาพแผงและรับหมึกครบทั้ง 4 สี และได้เป็นภาพปรากฏแล้ว จะถ่ายทอดภาพสอดสีหรือถ่ายโอนหมึกพิมพ์ทั้ง 4 สีนั้น ไปให้โมยางก่อนเป็นการถ่ายทอดพร้อมกันทุกสีผ่านโมยางไปที่วัสดุใช้พิมพ์ภายในรอบพิมพ์เดียว ในระหว่างที่มีการถ่ายโอนหมึกพิมพ์จากโมสร้างภาพไปที่โมยางนั้น หมึกพิมพ์อิเล็กโทรอิงค์จะร้อนและแห้งตัวแบบพอลิเมอรไรเซชันอย่างรวดเร็ว กลายเป็นชั้นหมึกพิมพ์ที่มีลักษณะเป็นแผ่นหมึกเหนียว ที่สามารถลอกออกจากโมยางด้วยน้ำมันถ่ายโอนหมึก (transfer oil) 17 แล้วไปลามิเนตติดบนวัสดุใช้พิมพ์ แต่ไม่แทรกซึมเข้าไปในเนื้อวัสดุใช้พิมพ์ เกิดการถ่ายโอนหมึกพิมพ์ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่างจากระบบออฟเซตลิโทกราฟีที่หมึกพิมพ์ถ่ายโอนประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น จากการใช้หมึกพิมพ์อิเล็กโทรอิงค์และถ่ายทอดภาพแบบออฟเซตช่วยให้ผลิตงานพิมพ์ที่มีคุณภาพใกล้เคียงงานพิมพ์ออฟเซตและให้ความละเอียดงานพิมพ์สูงถึง 800 จุดต่อนิ้ว

2.6.4.3 ความสามารถในการผลิตสิ่งพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟี เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟีได้มีการสร้างออกมาหลายรุ่นเพื่อวัตถุประสงค์ในการผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทต่าง ๆ โดยแต่ละรุ่นต่างให้ความละเอียดในการพิมพ์เท่ากัน คือ 800 จุดต่อนิ้ว ในขณะที่มีความเร็วในการพิมพ์แตกต่างกัน ดังตัวอย่างในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตัวอย่างความละเอียดและความเร็วในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซต อิเล็กโทรโฟโตกราฟี

ประเภทของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟี	ความละเอียดในการพิมพ์ (จุดต่อนิ้ว)	ความเร็วในการพิมพ์ (ฟุตนาที)
1. ป้อนแผ่น 4 สีสำหรับพิมพ์สิ่งพิมพ์ทั่วไป	800	1,000 ฉบับต่อชั่วโมง
2. ป้อนแผ่น 6 สีสำหรับพิมพ์สิ่งพิมพ์ทั่วไป	800	665 ฉบับต่อชั่วโมง
3. ป้อนแผ่น 4 สี สำหรับพิมพ์บัตรพลาสติก	800	1,000 ฉบับต่อชั่วโมง
4. ป้อนม้วน 4 สี สำหรับพิมพ์ฉลากและบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว	800	1,000 กรอบต่อชั่วโมง (frame/hour)

ที่มา : 1,2 Indigo Turbostream (omline). Retreived via Netscape, 24 May 1999, p.1. http:// www.indigonet.com/purbostream.html.

3. Indigo Omnius R CardPress ™ (online), Retrerved via Netscape, 24 May 1999, p.1. http://www.indigonwt.com/cardpress.html.

4. Indigo Omnius (online). Retreived via Netscape, 24 May 1999, p.1. http:// www.indigonet.com/omnius.html.

เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตอิเล็กโทรโฟโตกราฟี สามารถพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ทั้งที่เป็นแผ่นราบ เป็นม้วน และวัสดุมีรูปทรง ได้แก่ กระดาษ กระดาษเวียนทำใหม่ ฟอยล์ พลาสติกชนิดต่าง ๆ อาทิ พอลิเอสเทอร์พอลิโพรพิลีน พอลิคาร์บอเนต พอลิไวนิลคลอไรด์ และสไทรีน เป็นต้น ตัวอย่างสิ่งพิมพ์ที่ผลิต ได้แก่ สิ่งพิมพ์ทั่วไปเช่นเดียวกับที่พิมพ์ด้วยระบบการพิมพ์ออฟเซตละโทกราฟี วัสดุพิมพ์รูปลอก สิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์ และการ์ดพลาสติก

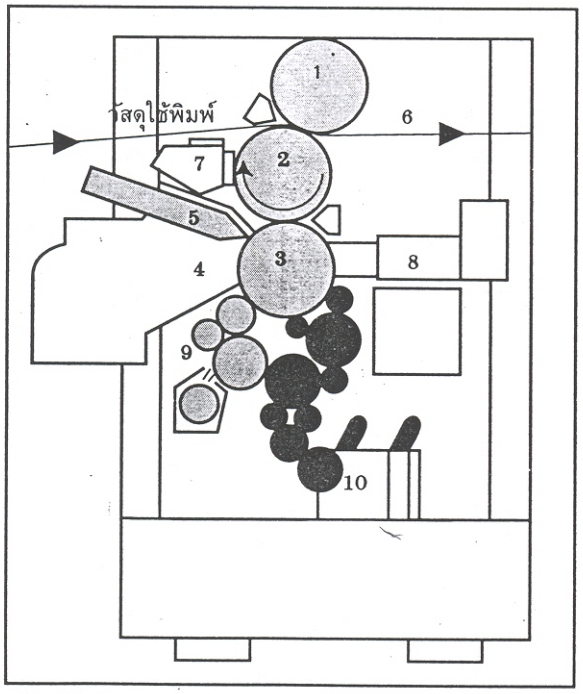
2.6.5 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตละโทกราฟี

เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตละโทกราฟี เป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้แม่พิมพ์พื้นราบหรือแม่พิมพ์ละโทกราฟีและใช้วิธีถ่ายทอดภาพไปให้วัสดุใช้พิมพ์แบบออฟเซตผ่านโมยาง จำแนกได้เป็น 2 ประเภทตามเทคโนโลยีการสร้างภาพบนโมแม่พิมพ์ คือ เทคโนโลยีที่ใช้ความร้อนจากเลเซอร์ไปถ่ายโอนวัสดุที่มีสมบัติไม่ชอบน้ำไปสร้างบริเวณภาพบนแม่พิมพ์และเทคโนโลยีที่ใช้กระแสไฟฟ้าหรือเลเซอร์ไปสร้างบริเวณภาพบนแม่พิมพ์ไร้น้ำ

2.6.5.1 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตลิโทกราฟี ที่ใช้ความร้อนจากเลเซอร์ไปถ่ายโอนวัสดุที่มีสมบัติไม่ชอบน้ำไปสร้างบริเวณภาพบนแม่พิมพ์

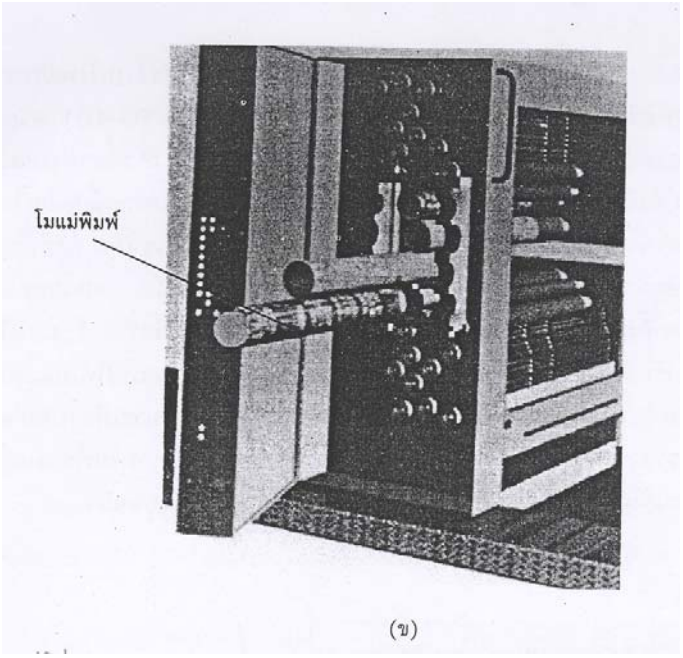
1) ส่วนพิมพ์ มีส่วนประกอบพื้นฐาน ได้แก่ แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ ตัวกลางถ่ายทอดภาพที่เป็นโมแม่พิมพ์หรือโมสร้างภาพ หน่วยจ่ายแวกซ์ให้โมแม่พิมพ์ โมยาง โมกดพิมพ์ หน่วยทำความสะอาดโมแม่พิมพ์ หน่วยล้างผ้ายางอัตโนมัติ ระบบทำชื้น และระบบหมึก

สำหรับโมแม่พิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแบบนี้ มีลักษณะเป็นปลอกที่สวมเข้ากับแกนโมและถอดออกได้ (removable sleeve) มีจำนวนโมได้ถึง 4 โมสำหรับพิมพ์งานสอดสี โมแม่พิมพ์สามารถใช้สร้างภาพใหม่ได้หลายครั้งหลังจากสร้างภาพแล้ว นำโมแม่พิมพ์มาล้างภาพด้วยน้ำยาพิเศษแล้วนำไปสร้างภาพใหม่ได้อีก โดยอาจสร้างภาพใหม่ได้มากถึง 50 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะงานและจำนวนพิมพ์ หลังจากนั้นต้องเปลี่ยนใหม่



1. โมกดพิมพ์
2. โมยาง
3. โมสร้างภาพหรือโมแม่พิมพ์
4. หน่วยทำความสะอาดโมแม่พิมพ์
5. หน่วยจ่ายแวกซ์ให้โมแม่พิมพ์
6. ทางเดินกระดาษ
7. หน่วยล้างผ้ายางอัตโนมัติ
8. แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์
9. ระบบทำชื้น
10. ระบบหมึก

(ก)



ภาพที่ 151 (ก) ตัวอย่างโครงสร้างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตลิโทกราฟีที่ใช้ความร้อนจากเลเซอร์ไปถ่ายโอนวัสดุที่มีสมบัติไม่ชอบน้ำไปสร้างบริเวณภาพบนแม่พิมพ์

(ข) โมแม่พิมพ์ที่เป็นปลอกสวมเข้ากับแกนโมแม่พิมพ์ สามารถถอดออกและสวมกลับเข้าไปใหม่ได้

ที่มา : Howard M.Fenton and Frank J. Romano. On-Demand Printing: The Revolution in Digital and Customized Printing.2nd ed. Pittsburgh: Graphic Arts Technical Foundation Press, 1998,p.278.

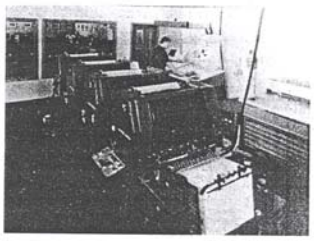
2) ขั้นตอนการพิมพ์ มี 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ การสร้างภาพบนโมแม่พิมพ์และการถ่ายทอดภาพไปให้วัสดุใช้พิมพ์ ใช้หมึกพิมพ์ธรรมดาและน้ำยาฟาวน์เทนเหมือนเครื่องพิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟีทั่วไป

(1) การสร้างภาพบนโมแม่พิมพ์ วิธีสร้างภาพบนแม่พิมพ์ทำได้โดยวางแถบวัสดุที่เคลือบสารที่มีสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrephobic ribbon) คว่ำบนโมแม่พิมพ์ให้ด้านที่เคลือบสารไม่ชอบน้ำแนบกับโมแม่พิมพ์ฉายแสงเลเซอร์ทางด้านหลังแถบวัสดุนี้ ความร้อนจากเลเซอร์จะทำให้เกิดการถ่ายโอนสารที่มีสมบัติไม่ชอบน้ำไปสร้างบริเวณภาพบนโมแม่พิมพ์ตามข้อมูลดิจิตอลที่นำเข้า บริเวณที่เหลือของแม่พิมพืที่ไม่มีการถ่ายโอนของสารที่มีสมบัติไม่ชอบน้ำ จะยังคงสมบัติชอบน้ำ (hydrrphilic) และเป็นบริเวณไร้ภาพ ผลที่ได้คือ แม่พิมพ์ที่มีสมบัติทางเคมีเหมือนกับแม่พิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟีทั่วไปที่บริะเวณภาพมีสมบัติไม่ขอบน้ำและพร้อมที่จะรับหมึกพิมพ์ฐานน้ำมัน ส่วนบริเวณไร้ภาพมีสมบัติชอบน้ำและพร้อมที่จะรับน้ำยาฟาวน์เทน จะเห็นว่าวิธีการสร้างภาพบนโมแม่พิมพ์นี้

คล้ายกับการพิมพ์ไร้แรงกดแบบถ่ายโอนด้วยความร้อนที่เรียกว่า เทอร์มัลแวกซ์ ต่างกันตรงที่การพิมพ์ไร้แรงกดแบบเทอร์มัลแวกซ์นั้น ใช้แถบหมึกฐานแวกซ์ที่ถ่ายโอนไปติดบนวัสดุใช้พิมพ์โดยตรง โดยไม่ผ่านตัวกลางถ่ายทอดภาพ

(2) ขั้นตอนการสร้างภาพบนโมแม่พิมพ์ และการถ่ายทอดภาพไปให้วัสดุใช้พิมพ์ เป็นขั้นตอนที่ระบบหมึกจ่ายหมึกพิมพ์ และระบบทำชื้นจ่ายน้ำยาฟาวน์เทนให้แก่โมแก่พิมพ์ที่เตรียมได้ หมึกพิมพ์จะเลือกติดที่บริเวณภาพ ส่วนน้ำยาฟาวน์เทนจะติดที่บริเวณไร้ภาพ เกิดเป็นภาพปรากฏบนโมแม่พิมพ์ จากนั้นจะถ่ายทอดภาพผ่านโมยางไปบนกระดาษโดยอาศัยแรงกดพิมพ์จากโมกดพิมพ์

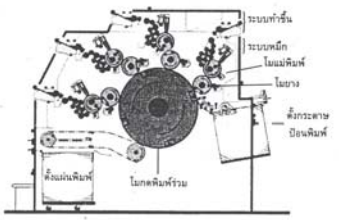
2.6.5.2 เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตลิโทกราฟีที่ใช้กระแสไฟฟ้าหรือเลเซอร์ ไปสร้างบริเวณภาพของแม่พิมพ์ไร้น้ำ ตัวอย่างเช่น เครื่องพิมพ์ดิจิตอลไฮเดลเบิร์กจีทีโอ – ดีไอ (Heidelberg GTO 3 DI) ควิกมาสเตอร์ดีไอ (Quickmaster DI) และออมนิ – อะดาสต์ดีไอ (Omni – Adast DI) เป็นต้น การที่สามารถสร้างภาพบนแม่พิมพ์ที่เครื่องพิมพ์ได้โดยตรง จึงเรียกว่า DI ซึ่งย่อมาจาก Direct Imaging นอกจากนี้ยังมีเครื่องพิมพ์ดิจิตอล 74 กะรัต (74 Karat) ของบริษัทไซเทกซ์ที่ใช้เลเซอร์สร้างภาพบนแม่พิมพ์ไร้น้ำเช่นกัน แต่มีข้อแตกต่างสำคัญตรงที่ใช้ระบบหมึกที่มีการควบคุมการจ่ายหมึกจากรางหมึกด้วยลูกกลิ้งรับส่งหมึกที่มีการถ่ายโอนหมึกแบบกราวัวร์ (gravuflow roller) เป็นลูกกลิ้งที่มีการเจาะผิวเป็นบ่อหมึกเหมือนกับโมแม่พิมพ์กราวัวร์ และมีใบปาดหมึก 2 อันสำหรับปาดหมึกบนลูกกลิ้งรับส่งหมึกนี้เพื่อควบคุมปริมาณหมึกพิมพ์ที่จะถ่ายโอนไปให้โมแม่พิมพ์ ลูกกลิ้งรับส่งหมึกจะนำหน้าที่รับหมึกพิมพ์จากรางหมึกส่งไปที่ลูกกลิ้งหมึกคลึงแม่พิมพ์ในปริมาณที่ควบคุม โดยใบปาดหมึกเช่นเดียวกับในเครื่องพิมพ์กราวัวร์ ความเร็วในการพิมพ์และความละเอียดทางการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์กะรัตและเครื่องพิมพ์ ดีไอจะเหมือนกัน คือ 10,000 เที่ยวพิมพ์ต่อชั่วโมง และ 2,540 จุดต่อนิ้ว



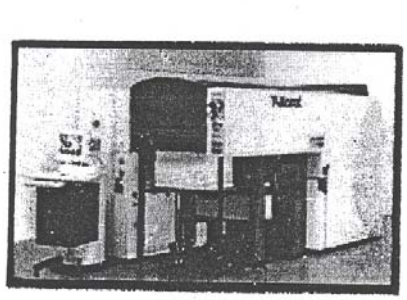
(ก)



(ข)



(ค)





(ง)

ภาพที่ 152 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตลิโทกราฟีที่ใช้เลเซอร์ ไปสร้างบริเวณภาพบนแม่พิมพ์ไร้น้ำ

(ก) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตลิโทกราฟีที่มี 4 ส่วนพิมพ์แยกกัน โครงสร้างโมเป็นแบบระบบ 3 โม (ไฮเคลเบิร์กจีทีโอ – อีไอ)

(ข) และ (ค) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตลิโทกราฟี มี 4 ส่วนพิมพ์ โครงสร้างโมเป็นแบบบโมกดพิมพ์ร่วม ใช้โมกดพิมพ์ขนาดใหญ่ 1 โม ที่มีโมแม่พิมพ์ 4 โมเรียงอยู่รอบ ๆ แต่ละโมแม่พิมพ์จะมีชุดระบบหมึกและโมยางของตนเอง (ควิกมาสเตอร์ดีไอ)

(ง) เครื่องพิมพ์ดิจิตอลออฟเซตละโทกราฟีที่ควบคุมการถ่ายโอนหมึกด้วยลูกกลิ้งที่เจาะผิวเป็นบ่อหมึกและใบปาดหมึก (74 กระรัต)

ที่มา : (ก) Howard M. Fenton and Fenton and Frank J. Romano. On - Demand Printing : The Revolution in Digital and Customized Pirnting,2nd ed. Pittsburgh: Graphic Arts Technical Foundation Press, 1998,p.215.

(ข) Joe Brim. “An Exciting Future Beckons the Printer.” Profit Through Prepress 1997 (Pira Intermational). London: Atalink Ltd., May 1997, p.89.

(ค) Howard M. Fenton and Fenton and Frank J. Romano. On - Demand Printing : The Revolution in Digital and Customized Pirnting,2nd ed. Pittsburgh: Graphic Arts Technical Foundation Press, 1998,p.219.

(ง) Scitex Corpolration Ltd. Karat Digital Press. Retreived via netscape, 5 July 1999,p.1-2.

1) ส่วนพิมพ์ มีส่วนประกอบพื้นฐาน ได้แก่ หน่วยจ่ายกระแสไฟฟ้าหรือแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์เพื่อสร้างภาพบนโมแม่พิมพ์ โมแม่พิมพ์ โมยาง โมกดพิมพ์ และระบบหมึก

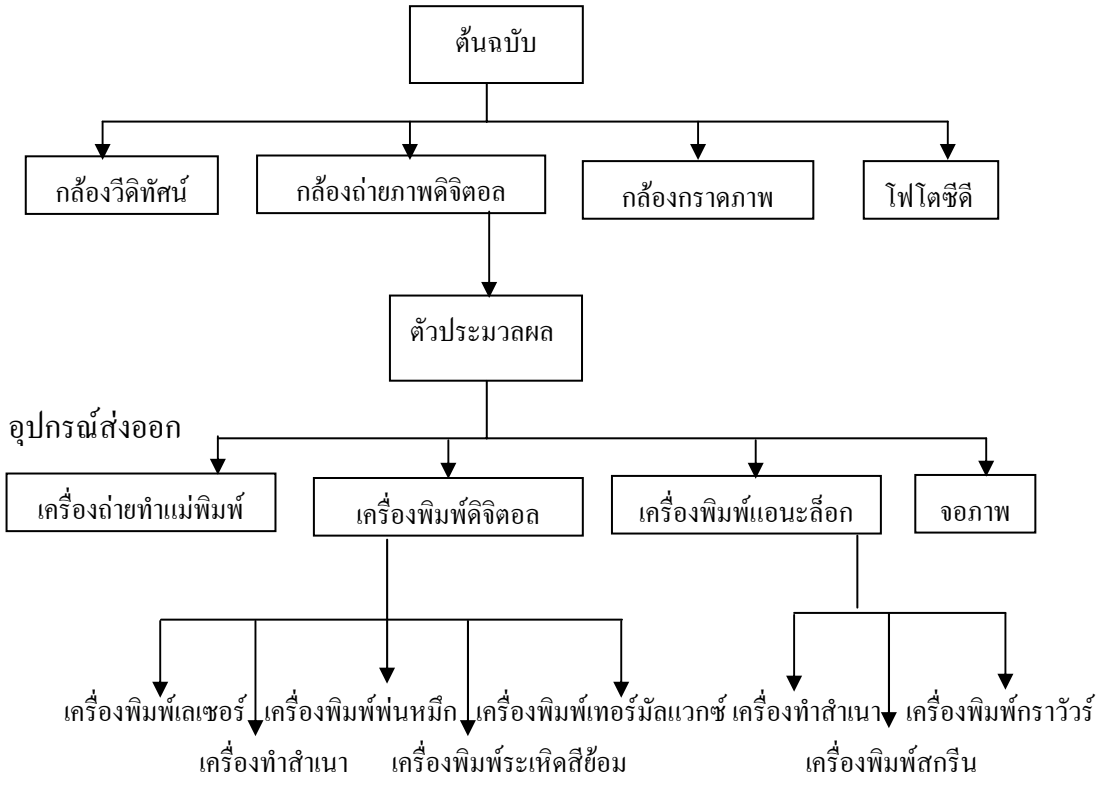
2) ขั้นตอนการพิมพ์ มี 2 ขั้นตอน คือ (1) การสร้างภาพบนแม่พิมพ์ด้วยเทคโนโลยีการปล่อยกระแสไฟฟ้าหรือใช้แสงเลเซอร์ไปทำลายชั้นซิลิโคนบนแม่พิมพ์ สร้างภาพบนแม่พิมพ์ที่ติดตั้งบนเครื่องพิมพ์เหลือชั้นอะลูมิเนียมไว้เป็นบริเวณภาพส่วนชั้นซิลิโคนที่เหลือยู่ จะเป็น

บริเวณไร้ภาพ (ภาพที่ 153) สำหรับวัสดุทำแม่พิมพ์จะติดตั้งเป็นม้วนภายในเครื่องพิมพ์ โครงสร้างวัสดุทำแม่พิมพ์มี 3 ชั้น ชั้นบนเป็นซิลิโคน ชั้นกลางเป็นอะลูมิเนียม และชั้นฐานทำจากพอลิเอสเทอร์หรือไมลาร์ และ (2) การถ่ายทอดภาพไปให้วัสดุใช้พิมพ์ผ่านโมยางโดยอาศัยแรงกดพิมพ์จากโมกดพิมพ์

3. ระบบการจัดสีเพื่อควบคุมคุณภาพการพิมพ์ดิจิตอล

3.1 ความหมายของระบบการจัดการสี

ยุคที่มีการผลิตภาพสีด้วยการพิมพ์ดิจิตอล มีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ตั้งแต่อุปกรณ์นำเข้าข้อมูล (input device) เช่น เครื่องกราดภาพ กล้องถ่ายภาพดิจิตอล ไปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น โปรแกรมสร้างภาพ หรือตกแต่งภาพ และอุปกรณ์ส่งออกข้อมูล (output device) เช่น จอภาพ เครื่องพิมพ์ประเภทต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งเครื่องพิมพ์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์ส่งออกอาจเป็นเครื่องพิมพ์ไร้แรงกดประเภทต่าง ๆ หรือเครื่องพิมพ์ดิจิตอลนอกจากนี้ อุปกรณ์ส่งออกอาจจะเป็นเพลทเซตเตอร์ (Platesetter) ที่จะถ่ายทำออกมาเป็นแม่พิมพ์เพื่อจะนำไปใช้พิมพ์ด้วยระบบการพิมพ์แบบเดิม เช่น การพิมพ์กราวัวร์ การพิมพ์สกรีน เป็นต้น ดังภาพที่ 154 ระบบการจัดการสี (Color Management System) หรือ เรียกกันสั้น ๆ ว่าระบบซีเอ็มเอส (CMS) เป็นระบบที่ใช้ในการจัดการและควบคุมกระบวนการผลิตภาพสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวให้มีเอกภาพ กล่าวคือ การแสดงสีและผลิต ภาพสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้เหมือนกัน หรือใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ เพื่อควบคุมให้มีคุณภาพของสีตามที่ต้องการ



ภาพที่ 154 อุปกรณ์นำเข้าและอุปกรณ์ส่งออกในระบบการพิมพ์ดิจิตอล

การแสดงและผลิตภาพสีของแต่ละอุปกรณ์มีข้อจำกัดมากมายที่ทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นไม่สามารถแสดงสีหรือผลิตภาพสีได้เหมือนกัน ระบบการจัดการสีจึงเป็นระบบที่ปรับให้อุปกรณ์ดังกล่าวมีความแตกต่างในการผลิตภาพสีน้อยลง และควบคุมการผลิตภาพสีให้เป็นไปตามที่ต้องการ การควบคุมคุณภาพสี โดยใช้ระบบการจัดการสีนี้จะทำได้ดี เมื่อใช้อุปกรณ์ส่งออกเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอล ทั้งนี้เพราะเครื่องพิมพ์ประเภทนี้จะให้คุณภาพงานพิมพ์คงที่สม่ำเสมอกว่าเครื่องพิมพ์แบบเดิมที่เป็นเครื่องพิมพ์แบบแอนะล็อก เครื่องพิมพ์แบบเดิมมักให้คุณภาพงานพิมพ์แต่ละแผ่นแตกต่างกันได้ง่าย เนื่องจากมีปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ที่เป็นตัวแปรทำให้คุณภาพเปลี่ยนแปลงไป เช่น อุณหภูมิ ชนิดหมึกพิมพ์ ชนิดวัสดุใช้พิมพ์ หรือแม้ช่างพิมพ์เอง

ระบบการจัดการสีที่พบในปัจจุบัน เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ทำการเทียบค่าสี (color matching) ระหว่างอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตภาพสี ให้แสดงสีได้เหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน เช่น จากค่าสีของอุปกรณ์นำเข้า เช่น เครื่องกราดแยกสี ไปยังอุปกรณ์ส่งออกอย่างจอภาพหรือเครื่องพิมพ์ การที่จะแปลงค่าสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ จะต้องมีข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะในการแสดงสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เรียกว่า โพรไฟล์สี (color profile) ระบบการจัดการสีจะใช้สมการทางคณิตศาสตร์เพื่อแปลงค่าสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นค่าสีที่ไม่อิงอุปกรณ์ (independent color) และมีการเทียบค่าสีระหว่างอุปกรณ์นำเข้ากับค่าสีของอุปกรณ์ส่งออก โดยผู้ใช้สามารถเลือกสภาพการผลิตภาพสีให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งาน และวัตถุประสงค์ที่ถูกต้องได้ เช่น จะใช้วัสดุใช้พิมพ์ชนิดใด บนเครื่องพิมพ์ชนิดใดเป็นต้น ซึ่งการที่มีโพรไฟล์สีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ใช้ในการจัดการสี ทำให้สามารถเทียบสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น สีบนจอภาพสามารถเทียบสีของเครื่องพิมพ์ที่พิมพ์แผนพิมพ์สีออกมา ผู้ปฏิบัติงานจึงไม่ต้องใช้วิธีการเดาว่าสีที่พิมพ์ได้จากเครื่องพิมพ์จะเป็นอย่างไร ซึ่งเป็นวิธีการที่ดีสำหรับการควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ที่ได้จากระบบจัดพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือในกระบวนการพิมพ์ดิจิตอล

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับระบบจัดการสี ได้รับการพัฒนาขึ้นในช่วงต้นปี พ.ศ.2536 (ค.ศ.1993) โดยบริษัทแอปเปิลคอมพิวเตอร์ (Apple Computer) ผู้ผลิตคอมพิวเตอร์แมคอินทอช ซึ่งเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมการพิมพ์ขณะนั้น โปรแกรมจัดการสีที่พัฒนาขั้นครั้งแรกนี้เป็นโปรแกรมง่าย ๆ ที่เรียกว่าคัลเลอร์ซิงค์ 1.0 (ColorSync 1.0) ซึ่งเป็นโปรแกรมพื้นฐานที่ทำงานในระดับระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์ ที่อาจจะไม่ได้ทำหน้าที่จัดการสีอย่างเต็มบทบาทนัก แต่สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมจัดการสีอื่น ๆ เพื่อให้ระบบจัดพิมพ์สามารถจัดการสีได้อย่างเต็มที่ทั้งหมด

ในระยะแรกคัลเลอร์ซิงค์ 1.0 ยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน มีปัญหาด้านการลื่อสารของโปรแกรมประยุกต์ การแปลงข้อมูลสีระหว่างระบบสี หรือแบบจำลองสี (Color model) ละลักษณะของไฟล์ข้อมูล ขณะนั้นยังมีผู้ผลิตที่ผลิตระบบจัดพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบปิด ต่อมาจึงได้พัฒนาคัลเลอร์ซิงค์ 2.0 (ColorSync 2.0) ออกมาในช่วงปลายปี พ.ศ.2536 และเมื่อปี พ.ศ.2537 มีผู้ผลิต

คอมพิวเตอร์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์หลายบริษัทศึกษาเรื่องการจัดการสีร่วมกัน และรวมตัวกันเป็นสมาคมสีแห่งนานาชาติ (International Color Consortium, ICC) เพื่อกำหนดให้มีมาตรฐานการผลิตสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นมาตรฐานเดียว เรียกว่า มาตรฐานไอซีซี (ICC standard) ดังภาคผนวก ก ทำให้สามารถจัดการสีในระบบจัดพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่เป็นระบบเปิดได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และแก้ปัญหาในการผลิตภาพสีให้ได้ถูกต้องแน่นอนทั้งกระบวนการผลิต ต่อมามีระบบการจัดการสีจากบริษัทผู้ผลิตต่าง ๆ ขึ้นอีกมากมาย เช่น บริษัท อ๊ักฟ่า มีระบบโฟโตทูน (Fototune) บริษัท โกดัก มีระบบเคซีเอ็มเอส (KCMS) เป็นต้น จนถึงปัจจุบันมาตรฐานไอซีซียังเป็นมาตรฐานที่ใช้แพร่หลายและเป็นที่ยอมรับในระบบการจัดการสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ

การทำงานของระบบจัดการสีจะมีการสร้างโพรไฟล์สีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตภาพสี เช่น เครื่องกราดแยกสี จอภาพ และเครื่องพิมพ์ โพรไฟล์สีที่สร้างไว้จะมีข้อมูลขอบเขตสีของแต่ละอุปกรณ์ที่ใช้ และข้อมุลการแปลงค่าสีเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ค่าสีที่แปลงแล้วจะเป็นค่าสีในระบบสีที่ไม่อิงอุปกรณ์ (independent color) คือ ค่าสีในระบบซีไออี (Commission Internationale de l Eclatrage, CIE) เมื่อมีการแปรสี โดยการส่งผ่านค่าสีจากอุปกรณ์หนึ่งเพื่อแสดงผลไปยังอีกอุปกรณ์หนึ่ง จะต้องใช้โพรไฟล์สีของอุปกรณ์นั้น ๆ เพื่อเทียบค่าสีของทั้งสองอุปกรณ์ให้สามารถแสดงสีได้เหมือนกัน ตัวอย่างเช่น เมื่อจะพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ใด ค่าสีที่เครื่องพิมพ์สามารถพิมพ์ได้จะถูกนำมาแปลงเป็นค่าสีในระบบสีซีไออี และจากการคำนวณโดยใช้โพรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์นั้นมาเทียบกับโพรไฟล์สีของจอภาพ ก็จะทำให้จอภาพสามารถแสดงสีของแผ่นพิมพ์ที่จะพิมพ์ได้ การใช้ค่าสีในระบบสีที่ไม่อิงอุปกรณ์นี้ ทำให้ค่าสีที่สร้างไว้เมื่อนำไปแก้ไขและเมื่อนำไปใช้แสดงออกในอุปกรณ์ใดแล้วจะเป็นเป็นสีเดียวกันได้ ต่างจากค่าสีในระบบที่อิงอุปกรณ์ เช่น ระบบสีซีเอ็มวายเค หรือระบบสีอาร์จีบี เมื่อไปแสดงผลบนวัสดุใช้พิมพ์ใดหรืออุปกรณ์ส่งออกต่างชนิดกัน จะเห็นสีแตกต่างกันได้

3.2 ความสำคัญของระบบการจัดการสีในการพิมพ์ดิจิตอล

การพิมพ์ดิจิตอลที่ใช้ในการจัดพิมพ์ทั่วไปจะใช้เป็นการผลิตแผ่นพิมพ์ภาพสีเป็นหลัก แม้จะพิมพ์ในงานจำนวนพิมพ์ไม่มาก คุณภาพของงานพิมพ์ที่คำนึงถึงมักจะเป็นคุณภาพที่เกี่ยวกับการผลิตสีให้ถูกต้องและเป็นไปตามที่ต้องการ ระบบการจัดการสีจึงมีความสำคัญต่อการควบคุมคุณภาพในการพิมพ์ดิจิตอลด้วยสาเหตุที่สำคัญดังนี้

3.2.1 การพิมพ์ดิจิตอลไม่มีตัวกลางเพื่อตรวจสอบคุณภาพก่อนพิมพ์ ในกระบวนการผลิตงานพิมพ์สีที่ใช้การพิมพ์ดิจิตอล โดยเฉพาะการใช้เครื่องพิมพ์ดิจิตอลเป็นอุปกรณ์ส่งออกจากระบบคอมพิว เตอร์ ผู้ปฏิบัติงานจะใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการออกแบบ แยกสี จัดทำอาร์ตเวิร์ก โดยกำหนดข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งกำหนดสีและรูปแบบสิ่งพิมพ์ที่ต้องการพิมพ์ในระบบคอมพิวเตอร์ ข้อมูลงานพิมพ์จะยังอยู่ในระบบคอมพิวเตอร์จนกว่าจะพิมพ์ออกมาด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ต่อพ่วงอยู่ การควบคุมคุณภาพของงานพิมพ์ไม่สามารถทำได้ด้วยวิธีเดิม ๆ เช่น ตรวจสอบการฟิล์มแยกสี จาก

แม่พิมพ์ เนื่องจากในระบบจัดพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ที่พิมพ์ออกด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอล ส่วนใหญ่จะไม่มีตัวกลาง เช่น ฟิล์มหรือแม่พิมพ์ ออกมาให้ตรวจสอบคุณภาพก่อนการพิมพ์ ดังนั้น ข้อมูลงานพิมพ์จากคอมพิวเตอร์จะส่งตรงไปยังเครื่องพิมพ์ และพิมพ์เป็นแผ่นพิมพ์ออกมา การตรวจสอบคุณภาพสีผู้ปฏิบัติมักจะพิจารณาสีจากจอภาพคอมพิวเตอร์ จึงต้องการระบบการจัดการสีเพื่อเทียบสีให้จอภาพแสดงสีได้เหมือนกับสีที่จะพิมพ์

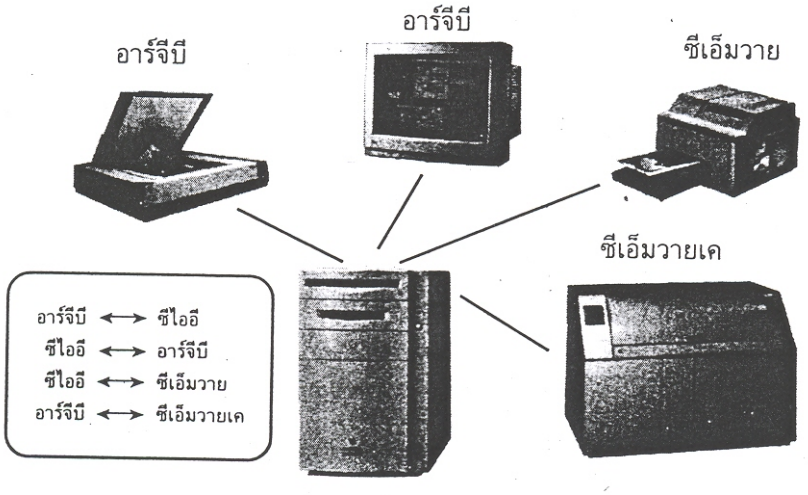
3.2.2 ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์ดิจิตอล เพื่อให้ได้ภาพสีที่ต้องการ ในการผลิตงานพิมพ์มีปัจจัยต่าง ๆ มากมายที่มีผลต่อการผลิตภาพสีให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการ การควบคุมคุณภาพจะเป็นการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ เหล่านั้น ในวิธีการพิมพ์แบบเดิมด้วยเครื่องพิมพ์แบบแอนะล็อก ช่างปฏิบัติงานสามารถปรับตั้งและควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์ให้พิมพ์คุณภาพงานได้ตามมาตรฐานที่ต้องการได้ ซึ่งได้มีการกำหนดมาตรฐานการพิมพ์สำหรับการพิมพ์ระบบต่าง ๆ ไว้ เช่น การพิมพ์ออฟเซตมีมาตรฐานโฟกรา (FOGRA) มาตรฐานเกรแท็ก (GRETAG) มาตรฐานระบบบรุนเนอร์ (BRUNNER SYSTEM) เป็นต้น มาตรฐานเหล่านี้มีข้อกำหนดต่าง ๆ ไว้เป็นมาตรฐานในการผลิตภาพสี เช่น สีของหมึกพิมพ์แม่สี สีของกระดาษสภาพการวัด และตรวจสอบสี และจำนวนเม็ดสกรีนบวมในการพิมพ์ โดยใช้แถบควบคุมคุณภาพมาตรฐานในการตรวจสอบ หากมีปัญหาที่แผ่นพิมพ์ไม่ได้คุณภาพ ช่างปฏิบัติงานก็สามารถปรับตั้งเครื่องพิมพ์ให้สามารถพิมพ์ภาพออกมาตามข้อกำหนดมาตรฐานได้ ปัจจุบันผู้ผลิตเครื่องพิมพ์ออฟเซตหลายบริษัทได้พัฒนาวิธีการแผลค่าการวัดข้อมูลการผลิตภาพสี แล้วนำมาสร้างเป็นสมการ เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์ให้สามารถปรับการจ่ายหมึกและความชื้นบนเครื่องพิมพ์โดยอัตโนมัติ

แต่การใช้เครื่องพิมพ์ดิจิตอลผลิตภาพสี เครื่องพิมพ์ดิจิตอลจะทำงานด้วยกลไกการทำงานของตัวเครื่องเอง ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถปรับตั้งปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพงานพิมพ์ได้เหมือนกับเครื่องพิมพ์แอนะล็อก เช่น การปรับตั้งการจ่ายหมึก แรงกดพิมพ์ เป็นต้น ดังนั้น ในส่วนที่เป็นขั้นตอนการพิมพ์ ต้องปล่อยให้เป็นกลไกการทำงานของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลโดยตรง การที่เครื่องพิมพ์จะพิมพ์สีภาพเป็นอย่างไร ช่างปฏิบัติงานจะไม่สามารถควบคุมคุณภาพในขั้นพิมพ์ได้เลย ดังนั้น วิธีการที่จะช่วยให้ควบคุมการผลิตภาพสีเมื่อใช้เครื่องพิมพ์ดิจิตอล ก็คือ การใช้ระบบการจัดการสีเข้ามาช่วย โดยระบบการจัดการสีจะช่วยให้สามารถทราบลักษณะภาพสีที่จะได้จากเครื่องพิมพ์ล่วงหน้าก่อนการพิมพ์จริงบนจอภาพ และทำการปรับแก้ไขจนได้คุณภาพตามที่ต้องการ

3.2.3 ความแตกต่างในการผลิตสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการพิมพ์ดิจิตอล ยุคแรก ๆ ของการพิมพ์ที่ใช้ข้อมูลดิจิตอล ยังมีอุปกรณ์ที่ใช้ไม่มากนัก และส่วนใหญ่เป็นระบบจัดพิมพ์ประสิทธิภาพสูง (high – end system) อุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมดผลิตจากบริษัทผู้ผลิตเดียว ระบบการจัดการสีจึงยังไม่มีความจำเป็นมากนัก เนื่องจากบริษัทผู้ผลิตได้ปรับตั้งมาตรฐานของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์จากโรงงานโดยใช้ตารางแปลงค่าสี (color look – up table) ที่ชดเชยคุณลักษณะของแต่ละอุปกรณ์ให้สามารถแสดงสีได้เหมือนกันซึ่งให้ความถูกต้องในการผลิตสีระหว่างอุปกรณ์ได้เพียงพอ

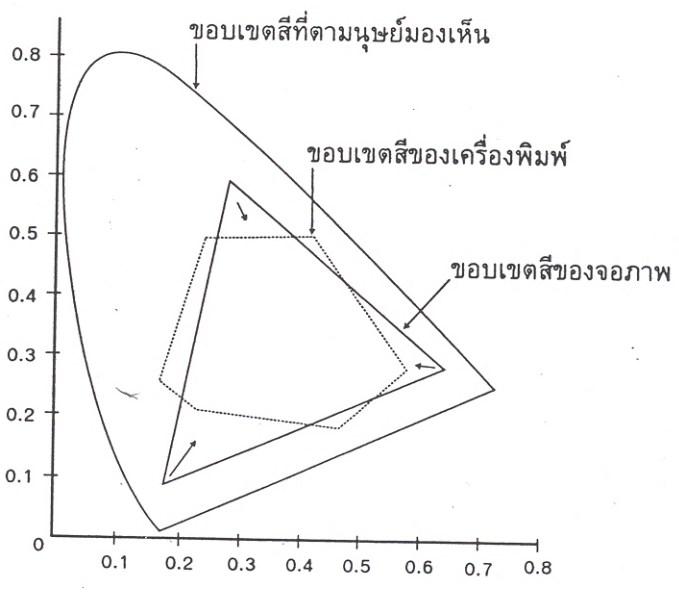
ต่อมาได้มีผู้ผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบจัดพิมพ์มากขึ้น มีการพัฒนาภาษามาตรฐานให้อุปกรณ์ที่ผลิตจากต่างบริษัทสามารถเชื่อมต่อเป็นระบบเดียวกัน และทำงานด้วยกันได้ ระบบจัดพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์จึงเป็นระบบเปิดมากขึ้น การนำอุปกรณ์ต่างบริษัทมาต่อพ่วงกันจะต้องมีการปรับระบบให้สามารถทำงานด้วยกันได้นอกจากนี้ ได้มีการใช้ระบบเครือข่ายระยะไกลในการจัดพิมพ์มากขึ้น โดยสร้างงานต้นฉบับจากสถานที่หนึ่ง แต่ส่งข้อมูลไปพิมพ์อีกสาถนที่ซึ่งอยู่ห่างออกไปได้ ปัญหาที่เกิดขึ้น ก็คือ อุปกรณ์ที่มาจากบริษัทผู้ผลิตต่างกัน มักจะใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกัน จึงมีความแตกต่างกันในสีที่ผลิตได้ โดยเฉพาะในเรื่องขอบเขตสี ตัวอย่างเช่นอุปกรณ์นำเข้ามีหลายประเภท ตั้งแต่เครื่องกราดภาพคุณภาพสูง เครื่องกราดภาพคุณภาพปานกลาง กล้องถ่ายภาพดิจิตอล อาจจะให้ข้อมูลสีนำเข้าต่างกัน ส่วนอุปกรณ์ส่งออกที่เครื่องพิมพ์ดิจิตอลมีประเภทต่าง ๆ มากมายแต่ละประเภทจะให้สีของภาพพิมพ์ที่แตกต่างกันด้วย แม้เครื่องประเภทเดียวกันที่ผลิตจากบริษัทผู้ผลิตต่างกันก็ให้สีแตกต่างกันได้ มีผลให้คุณภาพสีของงานพิมพ์ที่ได้มีความแตกต่างกันด้วยทั้งนี้ด้วยเหตุผลต่าง ๆ ต่อไปนี้

3.2.3.1 ระบบสีที่ใช้ในแต่ละอุปกรณ์แตกต่างกัน อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการพิมพ์ระบบดิจิตอลแสดงสีหรือผลิตสีด้วยระบบสีต่างกัน กล่าวคือ อุปกรณ์นำเข้า เช่นเครื่องกราดภาพส่วนใหญ่จะทำงานโดยใช้ระบบสีอาร์จีบี (RGB) ซึ่งใช้ฟิลเตอร์สีแดง สีเขียว สีน้ำเงินในการแยกสีของภาพต้นฉบับแล้ส่งสัญญาณเป็นสัญญาณของแสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน เมื่อนำมาแสดงผลบนจอภาพซึ่งแสดงสีด้วยระบบสีอาร์จีบี คือ ใช้สารเรืองแสง (phophor) สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ให้เกิดเป็นสีต่าง ๆ บนจอภาพ แต่ถ้านำมาแสดงผลออกมาเป็นภาพพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอล จะใช้ระบบสีซีเอ็มวาย (CMY) หรือระบบสีซีเอ็มวายเค (CMYK) คือหมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง สีเหลือง หรือมีการพิมพ์สีดำเพิ่มเติมในเครื่องพิมพ์ดิจิตอลบางเครื่อง ดังภาพที่ 155



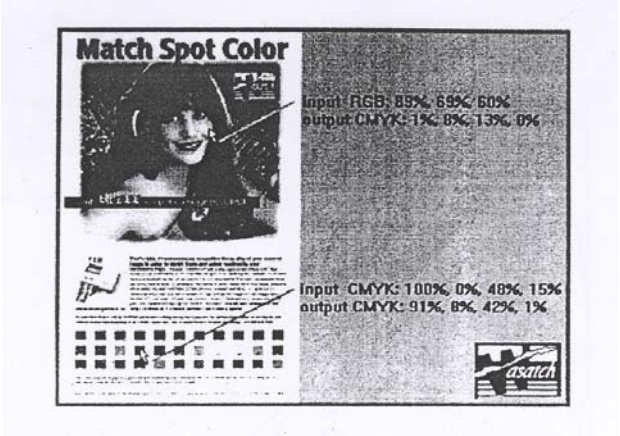
ภาพที่ 155 ระบบสีที่ใช้ในอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการพิมพ์ระบบดิจิตอล

การที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวทำงานในระบบสีที่แตกต่างกันมีผลให้ขวบเขตสีที่ผลิตได้แตกต่างกันด้วย เช่นเครื่องกราดภาพหรือจอภาพคอมพิวเตอร์ใช้ระบบสีอาร์จีบีในการผลิตภาพสี ส่วนใหญ่มักจะให้ขอบเขตสีกว้างกว่าเครื่องพิมพ์ที่ใช้ระบบสีซีเอ็มวายเค ดังภาพที่ 156 ข้อมูลสีบางสีที่นำเข้าด้วยเครื่องกราดภาพอาจจะไม่สามารถแสดงได้ทั้งหมดบนจอภาพ และข้อมูลสีบางสีที่แสดงบนจอภาพก็ไม่สามารถพิมพ์ได้ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอลด้วยเหตุนี้ สีของภาพพิมพ์จากเครื่องพิมพ์มีความแตกต่าง จากสีที่มองเห็นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์และข้อมูลสีนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 156 เปรียบเทียบขอบเขตสีของจอภาพกับเครื่องพิมพ์เลเซอร์

ที่มา : Phil Green. Understanding Digital Color. Pittsburgh: Graphic Arts Technical Foundation, 1995, p.326.

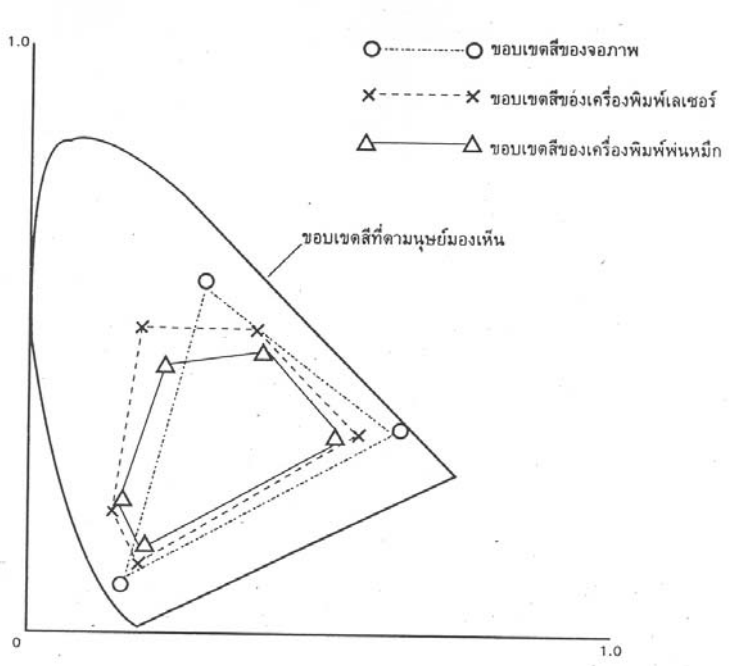


ภาพที่ 157 ภาพพิมพ์สีที่มีความแตกต่างของข้อมูลสีที่พิมพ์กับข้อมูลสีนำเข้า

จากภาพที่ 157 ข้อมูลสีนำเข้าของภาพอาจได้จากการกราดภาพต้นฉบับ ซึ่งมักเป็นข้อมูลสีในระบบสีอาร์จีบี แต่เมื่อจะพิมพ์ก็ต้องมีการแปลงข้อมูลสีให้เป็นข้อมูลสีในระบบสีซีเอ็มวายเคซึ่งใช้ในเครื่องพิมพ์ดิจิตอล นอกจากนี้ข้อมูลสีนำเข้าอาจเป็นข้อมูลสีพิเศษที่มักกำหนดในโปรแกรมสร้างและตกแต่งภาพโดยตรง ซึ่งกำหนดเป็นข้อมูลสีในระบบสีซีเอ็มวายเค แต่เมื่อนำไปใช้พิมพ์ บนแผ่นพิมพ์อาจจะได้ค่าสีที่แตกต่างจากข้อมูลสีที่นำเข้าได้

ระบบการจัดการสี จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในกระบวนการพิมพ์ดิจิตอลที่ต้องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการผลิตสี โดยระบบการจัดการสีจะมีกระบวนการหรับขอบเขตสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เท่ากัน ดังจะกล่าวถึงต่อไปเพื่อให้อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถแสดงสีหรือผลิตสีได้เหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน ผู้ใช้จะสามารถใช้จอภาพในการแสดงสีของภาพพิมพ์ และแก้ไขสีที่ถูกต้องตามต้องการได้บนจอภาพ

3.2.3.2 ชนิดของหมึกพิมพ์และสารให้สีที่ใช้ในอุปกรณ์แต่ละชนิดแตกต่างกัน ดังที่กล่าวมาแล้วว่าปัจจุบันระบบจัดพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นระบบเปิดมากขึ้น มีการใช้อุปกรณ์ส่งออกเป็นเครื่องพิมพ์ดิจิตอลประเภทต่าง ๆ มากมาย ซึ่งเครื่องพิมพ์แต่ละประเภทใช้หมึกพิมพ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องพิมพ์พ่นหมึกใช้หมึกพิมพ์เหลวเครื่องพิมพ์ เลเซอร์ใช้โทนเนอร์ เครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ใช้หมึกพิมพ์แข็งฐานแวกซ์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการใช้ชนิดของสารให้สีที่แตกต่างกันในเครื่องพิมพ์แต่ละประเภทด้วย เช่น บางเครื่องพิมพ์ใช้หมึกพิมพ์ประเภทผงสี บางเครื่องพิมพ์ใช้หมึกพิมพ์ประเภทสีย้อม เป็นต้น ปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าวที่เกี่ยวกับหมึกพิมพ์มีผลให้เครื่องพิมพ์ดิจิตอลต่างประเทภกันพิมพ์ภาพสีออกมาไม่เหมือนกัน แม้ว่าจะพิมพ์จากสัญญานข้อมูลภาพเดียวกันการใช้ระบบการจัดการสีจะกำหนดคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีของเครื่องพิมพ์ดิจิตอล แล้วนำมาปรับขอบเขตสีบนจอภาพ เพื่อใช้จอภาพแสดงสีได้เหมือนกับแผ่นพิมพ์ หรือปรับของเขตสีของเครื่องพิมพ์ 2 เครื่องพิมพ์ให้เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันได้ ทำให้การผลิตสีของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลให้พิมพ์สีได้เหมือนกับแผ่นพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แบบเดิมได้ จึงสามารถใช้เครื่องพิมพ์ดิจิตอลในการทำปรู๊ฟสีได้ การควบคุมคุณภาพสีในการพิมพ์ดิจิตอลก็จะเป็นไปได้มากขึ้น



ภาพที่ 158 เปรียบเทียบขอบเขตสีที่ผลิตได้จากเครื่องพิมพ์เลเซอร์และเครื่องพิมพ์พ่นหมึก

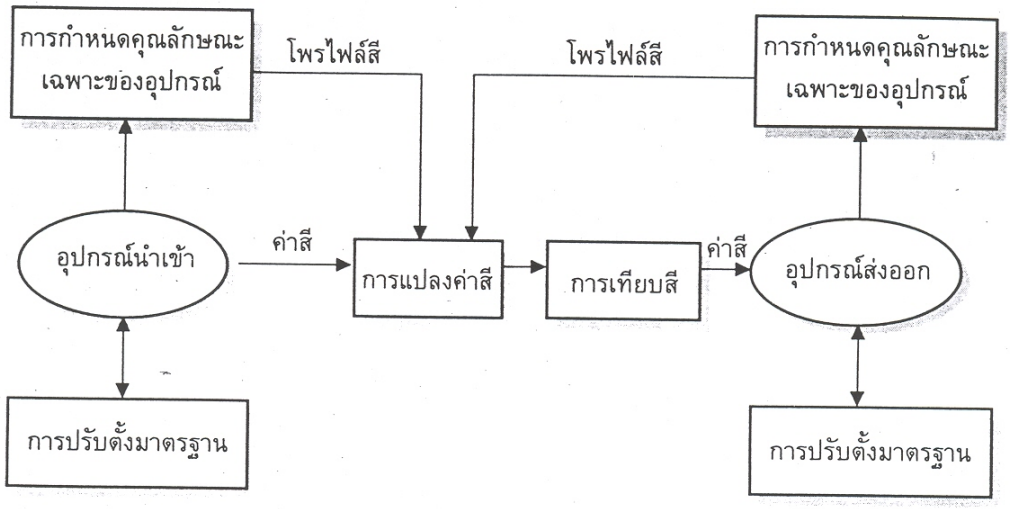
ที่มา : Yujiro Ando. “Newly Developed Color Management System to Realize Copier Quality Color Reproduction for Printers.” Journal of Scientific Research. Vol.19, No.1 Bangkok : Chulalongkorn University, 1994, p.105.

โดยสรุปแล้ว การควบคุมคุณภาพของสีในการพิมพ์ดิจิตอลที่มีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายเป็นความต้องการให้การผลิตภาพสีมีความถูกต้องตั้งแต่ เครื่องกราดภาพ จอคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่ต่อพ่วง ให้สามารถแสดงสีหรือผลิตภาพสีได้เหมือนกัน หรือลดความแตกต่างที่จะเกิดขึ้นให้มีน้อยที่สุด ระบบจัดการสีในระบบเปิดจึงได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้มาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลสีที่เหมือนกัน

ระบบการจัดการสีที่กำหนดข้อมูลสีเป็นระบบสีมาตรฐานที่ไม่อิงอุปกรณ์ เช่น ระบบสีซีไออี (CIE) จะสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ โดยแปลงค่าสีที่อิงอุปกรณ์ใด ๆ เป็นค่าสีที่ไม่อิงอุปกรณ์ ถ้าบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ และซอฟต์แวร์ตกลงกันในเรื่องการแปลงค่าสีเป็นสีที่ไม่อิงอุปกรณ์ จะทำให้การใช้อุปกรณ์จากผู้ผลิตต่าง ๆ มาต่อพ่วงกันเป็นไปได้ง่าย ดังนั้น ค่าสีในระบบสีซีไออีจะใช้สื่อสารข้อมูลสีต่างระบบสีได้ดีที่สุด

3.3 หลักการของระบบการจัดการสี

หลักพื้นฐานของระบบการจัดการสีที่ทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตภาพสีสามารถผลิตภาพสีได้เหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 159



ภาพที่ 159 หลักการของระบบการจัดการสี

3.3.1 การปรับตั้งมาตรฐานของอุปกรณ์ (device calibration) การทำงานของระบบการจัดการสีให้สามารถควบคุมคุณภาพการผลิตสีได้ถูกต้อง อุปกรณ์ที่ใช้ทั้งอุปกรณ์นำเข้าและอุปกรณ์ส่งออกจะต้องมีการทำงานในสภาพปกติอย่างถูกต้องด้วย การปรับตั้งมาตรฐานของอุปกรณ์เป็นการทำให้อุปกรณ์ทำงานอย่างปกติและถูกต้องเป็นบรรทัดฐาน เพื่อให้อุปกรณ์นั้นสามารถผลิตสีได้คงที่สม่ำเสมอ อุปกรณ์ต่าง ๆ ควรได้รับการปรับตั้นมาตรฐานทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในการทำงาน และที่มีการเปลี่ยนแปลงการทำงานภายในอุปกรณ์ เช่น จอภาพอาจแสดงสีผิดเพี้ยนไปเนื่องจากการใช้งานไปนาน ๆ เป็นต้น

3.3.2 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ (device characterization) ระบบการจัดการสีจะสามารถทำงานได้จะต้องทราบคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีของอุปกรณ์ต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง ในระบบการจัดการสี การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ จะกำหนดเป็นโพรไฟล์สีของอุปกรณ์ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป โพรไฟล์สีจะกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ จะกำหนดเป็นไพรไฟล์สีของอุปกรณ์ ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป โพรไฟล์สีจะกำหนดคุณลักษณะเฉพาะในการแสดงสีที่แตกต่างจากค่าสีมาตรฐานอ้างอิงของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องกราดภาพ จอภาพ และเครื่องพิมพ์ ในสภาพที่มีการใช้ระบบการจัดการสีอย่างสมบูรณ์ ภาพต้นฉบับที่กราดเข้าระบบคอมพิวเตอร์ ภาพที่แสดงบนจอภาพและภาพพิมพ์ออกมาจากเครื่องพิมพ์ จะต้องมีสีเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน

3.3.3 การแปลงค่าสีเป็นระบบสีที่ไม่อิงอุปกรณ์ (color conversion) ระบบสีที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ใช้แสดงหรือผลิตภาพสีนั้นเป็นระบบสีที่อิงอุปกรณ์ (dependent colot system) กล่าวคือ สีที่แสดงหรือผลิตได้จะขึ้นกับอุปกรณ์ที่ใช้ หากเปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์อื่น ๆ สีที่แสดงหรือปลิตได้ก็จะเปลี่ยนแปลง

ตามไปด้วย แม้ว่าจะใช้ข้อมูลสีเดียวกัน หรืออุปกรณ์นั้นจะใช้ระบบสีเดียวกันก็ตาม เช่น เครื่องพิมพ์พ่นหมึกใช้ระบบสีซีเอ็มวายเค เมื่อส่งข้อมูลสีที่เป็นระบบซีเอ็มวายแคไปพิมพ์ออกด้วยเครื่องพิมพ์พ่นหมึก 2 เครื่อง ภาพพิมพ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์พ่นหมึกทั้งสองจะมีสีไม่เหมือนกันได้ เพราะระบบสีที่ใช้เป็นระบบที่อิงอุปกรณ์ ดังนั้น ในระบบการจัดการสีที่จะต้องมีการควบคุมคุณภาพการผลิตภาพสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เทียบเคียงกันได้ จึงจำเป็นต้องมีการแปลงค่าสีให้เป็นค่าสีในระบบสีที่ไม่อิงอุปกรณ์ หากมีการเปลี่ยนแก้สีหรือการเทียบสีจะกระทำในระบบสีที่ไม่อิงอุปกรณ์จึงจะมีผลให้สามารถควบคุมการผลิตภาพสีของแต่ละอุปกรณ์ได้ ระบบสีมาตรฐานที่ไม่อิงอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบจัดการสี ได้แก่ ระบบสีซีไออี (CIE)

3.3.4 การเทียบสีที่แสดงหรือผลิตจากอุปกรณ์ต่าง ๆ (color matching) เมื่อปรับตั้งมาตรฐาน (calibrate) อุปกรณ์ต่าง ๆ ในสายการผลิตแล้วในทางทฤษฎี อุปกรณ์เหล่านั้นควรจะสามารถถ่ายทอดข้อมูลสีได้อย่างถูกต้องจากเครื่องกราดภาพไปยังจอภาพ และต่อไปยังเครื่องพิมพ์ สีที่มองเห็นหรือพิมพ์ได้ ควรเป็นสีเดียวกัน แต่ในทางปฏิบัติ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบจัดพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ไม่สามารถแสดงหรือผลิตภาพสีได้เหมือนกันเนื่องจากอุปกรณ์ต่าง ๆ มีระบบสีและความสามารถในการแสดงหรือผลิตขอบเขตสี (color gamut) ต่างกันนอกจากนี้แม้จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ระบบสีเดียวกันหรืออุปกรณ์ประเภทเดียวกัน ก็ยังให้ขอบเขตสีที่ต่างกันด้วยเนื่องจากมีปัจจัยต่าง ๆ มากมายที่มีผลให้อุปกรณ์แสดงสีต่างกัน

ด้วยระบบการจัดการสี ไม่สามารถทำให้อุปกรณ์แสดงสี ทำการแสดงสีที่นอกเหนือขอบเขตสีที่อุปกรณ์นั้นแสดงได้ นอกจากการทราบคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้ว ยังจำเป็นต้องมีการเทียบสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ นั้นด้วย เพื่อปรับการแสดงสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ออกมาเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน และสามารถทราบผลของภาพพิมพ์สีที่จะออกมาได้ ในการเทียบสีของภาพต้นฉบับกับขอบเขตสีที่เครื่องพิมพ์สามารถพิมพ์ได้ โดยภาพต้นฉบับมีสีต่าง ๆ ที่มากว่าขอบเขตสีที่เครื่องพิมพ์สามารถผลิตได้ ระบบการจัดการสีจะปรับสีทั้งหมดในภาพต้นฉบับเพื่อให้อยู่ในขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์ โดยจะมีบางสีที่เครื่องพิมพ์สามารพิมพ์ได้เหมือนกับต้นฉบับ และปรับบางสีที่อยู่นอกขอบเขตสีให้เครื่องพิมพ์สามารถพิมพ์สีที่ใกล้เคียงที่สุด แต่ในภาพรวมแล้ว ภาพพิมพ์จะมีสีเหมือนกับภาพต้นฉบับมากที่สุด

3.4 องค์ประกอบของระบบการจัดการสีเพื่อควบคุมคุณภาพการพิมพ์ดิจิตอล

ในระบบจัดการสี อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตภาพสี ไม่ว่าจะเป็นเครื่องกราดแยกสี ระบบคอมพิวเตอร์ โปรกแกรมประยุกต์สำหรับงานจัดพิมพ์ และเครื่องพิมพ์สี จะต้องได้รับการติดตั้งระบบการจัดการสี องค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในการจัดการสี ได้แก่ แถบสีมาตรฐาน เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ จอภาพมาตรฐาน โปรแกรมสร้างโพรไฟล์สี โปรแกรมแปลงค่าสี และดังรายละเอียดต่อไปนี้

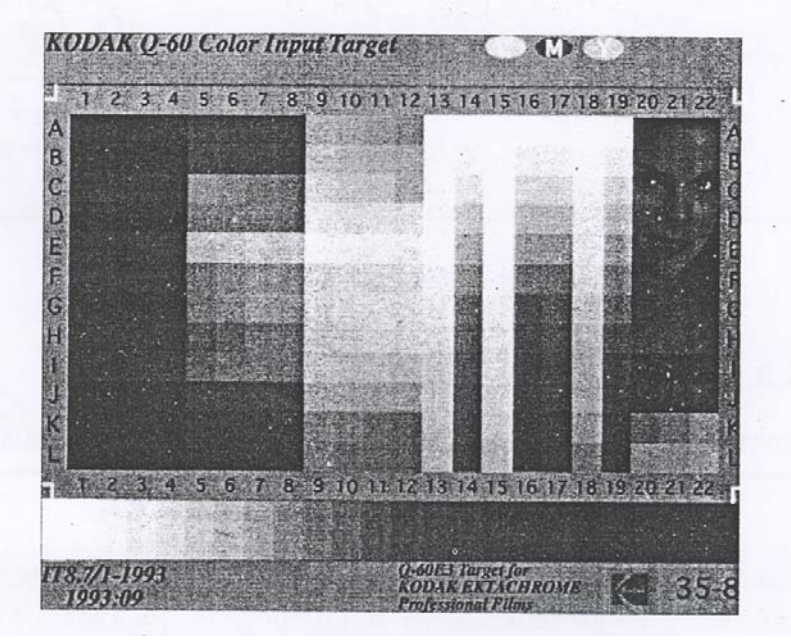
3.4.1 แถบสีมาตรฐาน

แถบสีมาตรฐานประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

3.4.1.1 ต้นฉบับแถบสี เป็นแถบสีต่าง ๆ ประกอบด้วยแม่สีหลักที่เป็นแม่สีแบบบวก คือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และแม่สีแบบสบ คือ สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง สีเหลือง และสี ดำ และกลุ่มสีเฉพาะที่มักจะเป็นสีในองค์ประกอบภาพส่วนใหญ่ เช่น สีผิวคน สีท้องฟ้า เป็นต้น ซึ่งอาจอยู่ลักษณะของต้นฉบับสไลด์สี หรือต้นฉบับสะท้อนแสง จำนวนสีบนแถบสีมาตรฐานแบบต่าง ๆ อาจจะแตกต่างกัน เช่น แถบสีมาตรฐาน IT8.7 มีจำนวนแถบสี 190 สี บางมาตรฐานมีจำนวนแถบสีถึง 4,500 สี จำนวนแถบสีที่เหมาะสมกำหรับการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ให้ถูกต้องยังคงเป็นเรื่องถกเถียง และไม่มีข้อสรุปที่ชัดแจน แต่ถ้ามีจำนวนสีมากเท่าใดจะช่วยให้วิเคราะห์คุณลักษณะการผลิตภาพสีของอุปกรณ์ได้ถูกต้องมากขึ้นเท่านั้น เนื่องจากระบบจัดการสีจะใช้ต้นฉบับแถบสีมาตรฐานในการปับและวิเคราะห์หาคุณลักษณะในการผลิตภาพสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วยการวิเคราะห์หาความเม่นหรือเพี้ยนจากค่าสีมาตรฐาน ตัวอย่างแถบสีมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไป เช่น แถบสีมาตรฐาน IT 8.7 โดยแถบสีมาตรฐาน IT 8.7/1 เป็นต้นฉบับแถบสีชนิดโปร่งใน และแถบสีมาตรฐาน IT 8.7/2 เป็นต้นฉบับแถบสีชนิดสะท้อนแสง เป็นต้น

3.4.1.2 ค่าที่มาตรฐานอ้างอิงที่เป็นค่าสีซีไออี เป็นค่าสีในระบบสีซีไออีของแถบสีต่าง ๆ บนแถบสีมาตรฐานเพื่อใช้เปรียบเทียบกับค่าสีที่วัดได้จากอุปกรณ์ต่าง ๆ ว่าอุปกรณ์นั้น ๆ มีการผลิตภาพสีแตกต่างจากค่าสีมาตรฐานอ้างอิงเท่าใด ทั้งนี้จะได้ทราบว่าอุปกรณ์นั้นมีคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตภาพสีที่เบี่ยงเบนไปจากมาตรฐานอย่างไร และจะมีการคำนวณเพื่อกำหนดเป็นโพรไฟล์สีของอุปกรณ์นั้น

แถบสีมาตรฐานนี้นอกจากจะใช้ในการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีของอุปกรณ์แล้ว ยังใช้ในการปรับตั้งมาตรฐานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีการผลิตสีได้ถูกต้องคงที่ เป็นบรรทัดฐานเดียวกันตลอดการใช้งานด้วย

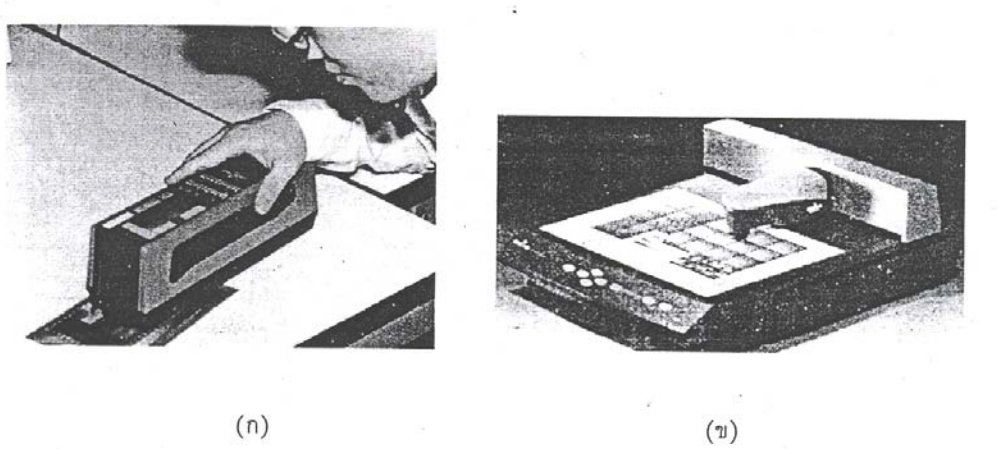


ภาพที่ 160 ตัวอย่างแถบสีมาตรฐาน IT8.7 ในระบบการจัดการสี

3.4.2 เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) เป็นเครื่องวัดค่าสีที่ให้ค่าสีในระบบสีซีไออี ซึ่งเป็นค่าสีที่ไม่อิงอุปกรณ์ เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ใช้ในระบบการจัดการสีก็เพื่อวัดค่าสีของแถบสีที่ผลิตได้จากต้นฉบับแถบสีมาตรฐานโดยใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น จอภาพและเครื่องพิมพ์ดิจิตอล เพื่อทราบคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีของอุปกรณ์นั้น ๆ แล้วนำมากำหนดเป็นค่าโพรไฟล์สีของอุปกรณ์นั้น ดังนั้น เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ใช้ควรเป็นเครื่องที่สามารถวัดค่าสีจากจอภาพและภาพพิมพ์ได้ในเครื่องเดียวกัน เนื่องจากจะต้องป้อนค่าสีของจอภาพและเครื่องพิมพ์เข้าสู่ระบบการจัดการสี การสร้างโพรไฟล์สีของอุปกรณ์ต่าง ๆ จะมีค่าสีที่ถูกต้องแน่นอนกว่าการวัดค่าสีจากเครื่อสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ต่างกัน

เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ไม่อัตโนมัติ ผู้ใช้จะต้องวัดค่าสีทีละแถบ และป้อนข้อมูลทีละค่าเข้าโปรแกรมสร้างโพรไฟล์สีเอง แต่ถ้ามีเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่วัดค่าสีโดยอัตโนมัติ เครื่องจะกราดไปวัดค่าสีในแถบสีต่าง ๆ ได้เอง และส่งผ่านข้อมูลที่วัดได้ไปยังโปรแกรมสร้างโพรไฟล์ เพื่อสร้างโพรไฟล์สี



ภาพที่ 161 ตัวอย่างเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ใช้ในระบบการจัดการสี
(ก) เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์แบบวัดด้วยมือ
(ข) เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์แบบวัดอัตโนมัติ

3.4.2 จอภาพมาตรฐาน

จอภาพเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญ ในการควบคุมคุณภาพการผลิตสีของระบบการพิมพ์ดิจิตอล เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานจะใช้จอภาพในการตรวจสอบคุณภาพสีก่อนที่จะสั่งพิมพ์ เมื่อใช้ระบบการจัดการสีให้ได้ประโยชน์สูงสุดจอภาพจะต้องเป็นจอภาพมาตรฐานที่ปรับตั้งมาตรฐานแล้ว เพื่อจอภาพจะได้แสดงสีถูกต้อง และมีอุณหภูมิสีของแสงเป็นมาตรฐานเดียวกับที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพสีแผ่นพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ดิจิตอลได้ ดังนั้น จอภาพมาตรฐานที่ใช้ในระบบการจัดการสีควรเป็นจอภาพ

ที่สามารถปรับอุณหภูมิสี 5,000 เคลวิน นอกจากจะปรับจอภาพมาตรฐานให้แสดงสีถูกต้องและให้มีอุณหภูมิสีตามสภาพแสงมาตรฐานแล้วสภาพแสงภายในห้องปฏิบัติงาน ก็ควรจะต้องเป็นสภาพแสงมาตรฐานด้วยเช่นเดียวกัน หรืออาจจะต้องมีตู้แสงมาตรฐานในการเปรียบเทียบกับแผ่นพิมพ์อยู่ด้วย



ภาพที่ 162 สภาพการทำงานเมื่อใช้จอภาพมาตรฐานและตู้แสงมาตรฐานในการจัดการสี
ที่มา : Michael Kieran. Understanding Color. Berkeley: Peachpit Press, 1994, p. 151

3.4.4 โปรแกรมสร้างโพรไฟล์สี

โปรแกรมสร้างโพรไฟล์สี เป็นโปรแกรมหนึ่งในระบบการจัดการสีที่ทำหน้าที่สร้างโพรไฟล์สีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตภาพสี โดยการคำนวณและกำหนดขอบเขตสีที่ผลิตได้ของอุปกรณ์ จากการเปรียบเทียบค่าสีมาตรฐานอ้างอิงของแถบสีมาตรฐานกับค่าสีที่วัดได้ของอุปกรณ์นั้น ค่าโพรไฟล์สีของอุปกรณ์ จะถือเป็นคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตภาพสีของอุปกรณ์นั้น และค่าขอบเขตสีที่ผลิตได้ของอุปกรณ์นั้น ระบบการจัดการสีที่มีโปรแกรมสร้างโพรไฟล์สีจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้างโพรไฟล์สีของอุปกรณ์ที่มีใช้ในระบบการจัดพิมพ์ได้โดยไม่จำกัด และสามารถเปลี่ยนแปลงค่าโพรไฟล์สีได้ตลอดเวลาตามสภาพการใช้งานจริง ทำให้การแปลงข้อมูลสีมีความถูกต้องแน่นอนขึ้น

ปัจจุบันระบบการจัดการสีมักจะมีค่าโพรไฟล์สีของอุปกรณ์ประเภทต่าง ๆ ที่สร้างโดยบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์เอง และกำหนดเป็นมาตรฐานให้แก่ระบบจัดการสีในระบบเปิดทั่วไป ผู้ใช้สามารถเรียกนำมาใช้ได้โดยตรง ผู้ใช้ไม่ต้องเสียเวลาสร้างโพรไฟล์สีเอง ตัวอย่างโปรแกรมสร้างโพรไฟล์สี เช่น Profile Maker ของบริษัท เกรแท็ก (Gretag) และ Lino Color ของบริษัท ไลโนไทป์เฮลล์ (Linotype - Hell) เป็นต้น

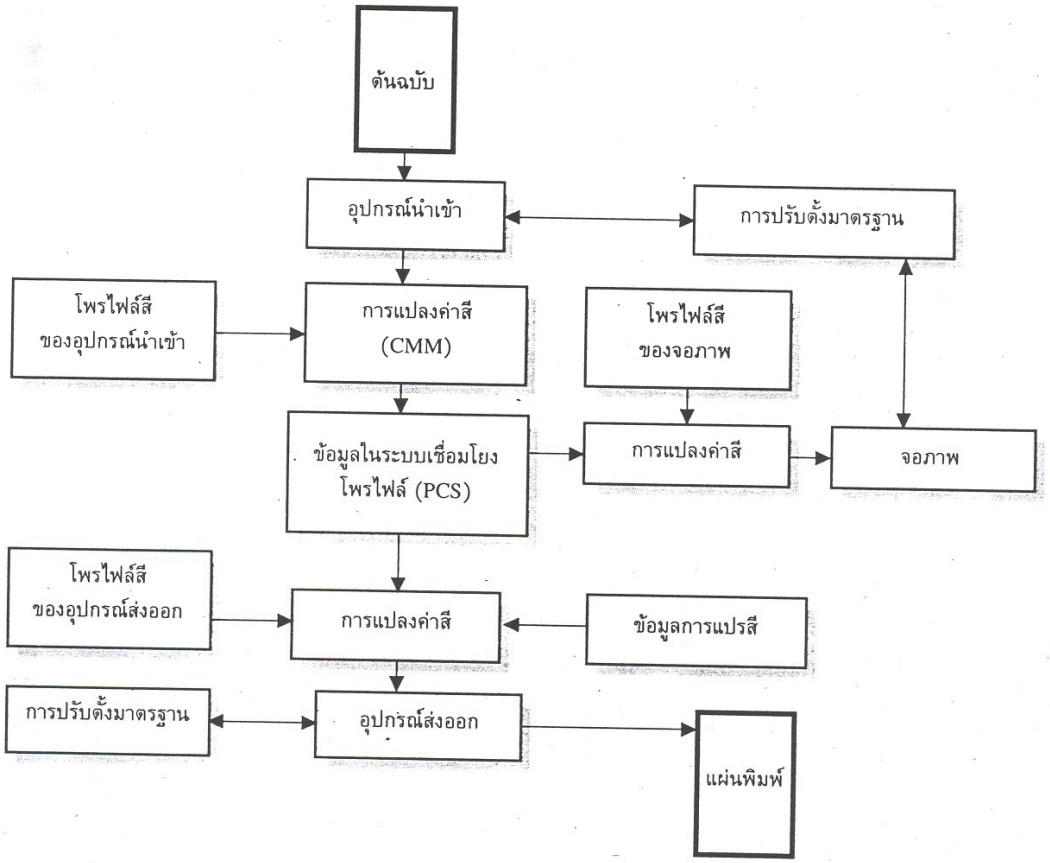
3.4.5 โปรแกรมแปลงค่าสี

โปรแกรมแปลงค่าสี เป็นโปรแกรมหนึ่งในระบบจัดการสีที่ทำหน้าที่กำหนดวิธีการเปรียบเทียบสี (color matching method) โดยจะแปลงค่สีจากอุปกรณ์หนึ่งไปยังอุปกรณ์หนึ่งผ่าน

ระบบสีที่ไม่อิงอุปกรณ์ ส่วนใหญ่จะใช้ระบบสีซีแล็บ (CIELAB) โปรแกรมแปลงค่าสีจะใช้โพรไฟล์สีของแต่ละอุปกรณ์มาเทียบสี (color matching) ที่ผลิตได้ระหว่างอุปกรณ์ให้เป็นค่าเดียวกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อให้อุปกรณ์ที่นำมาเทียบสีกันนั้นแสดงสีได้เหมือนกันซึ่งนับว่าเป็นหัวใจสำคัญในการควบคุมคุณภาพ สีของการพิมพ์ระบบดิจิตอล

3.5 กระบวนการจัดการสีเพื่อควบคุมคุณภาพการพิมพ์ดิจิตอล

ระบบการจัดการสีเมื่อนำมาใช้ในกระบวนการจัดพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอลเพื่อควบคุม คุณภาพจะมีกระบวนการทำงานตามแผนภูมิในภาพที่ 163



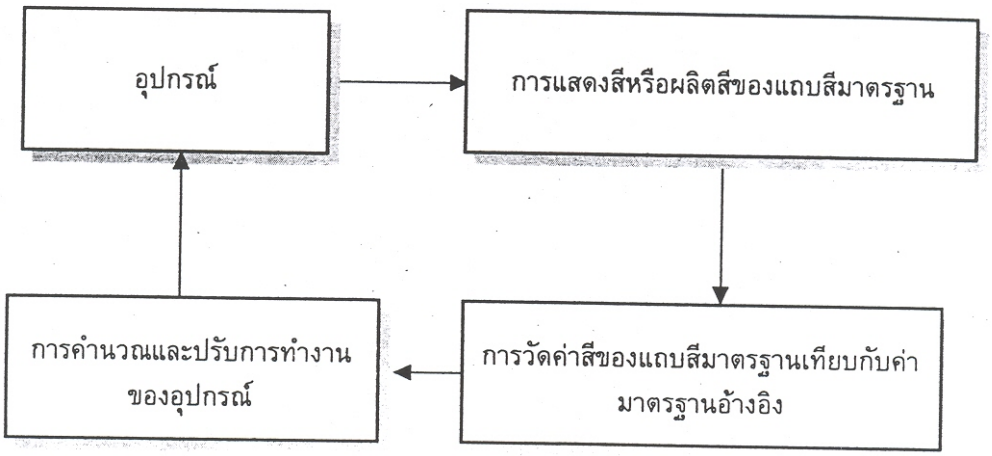
ภาพที่ 163 กระบวนการทำงานของระบบการจัดการสี

3.5.1 การปรับตั้งมาตรฐานของอุปกรณ์

กระบวนการจัดการสีจะเริ่มจ้นจากการปรับตั้งมาตรฐานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นการทำให้อุปกรณ์นั้น ๆ ทำงานในสภาพปกติคงที่สม่ำเสมอ ในขณะที่มีการใช้ระบบการจัดการควบคุมคุณภาพสี เมื่อปรับตั้งมาตรฐานของอุปกรณ์แล้ว เมื่อสร้างโพรไฟล์สีเพื่อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีแล้ว อุปกรณ์จะต้องได้รับการปรับตั้งมาตรฐานเป็นระยะ ๆ เพื่อให้แน่ใจได้ว่า

อุปกรณ์ยังทำงานในสภาพปกติ และผลิตค่าสีได้คงที่แน่นอนความถี่ในการปรับตั้งมาตรฐานของอุปกรณ์จะขึ้นอยู่กับลักษณะของอุปกรณ์นั้น ๆ ว่ามีตัวแปรที่ทำให้อุปกรณ์ทำงานผิดเพี้ยนจากปกติได้มากน้อยเพียงใด เช่น เครื่องกราดภาพมักจะต้องการการปรับตั้งมาตรฐานขณะติดตั้งเครื่องครั้งแรกเท่านั้น เพราะการทำงานแยกสีจะไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนัก ขณะที่จะภาพอาจจะต้องการการปรับตั้งมาตรฐานเป็นระยะ ๆ เนื่องจากการเลื่อมสภาพของจอภาพ หรือเครื่องอิมเมจเซตเตอร์ (imagesetter) ที่ต้องการการปรับตั้งมาตรฐานทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนชนิดฟิล์ม หรือน้ำยาสร้างภาพ

การปรับตั้งมาตรฐานของอุปกรณ์ให้สามารถผลิตสีได้ถูกต้อง โดยไม่ต้องลองผิดลองถูก ควรจะต้องใช้เครื่องมือในการปรับตั้งมาตรฐาน เช่น แถบสีมาตรฐาน แถบควบคุมคุณภาพหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีมาพร้อมอุปกรณ์ และมีการวัดค่าโดยใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ หรือเครื่องวัดความดำเพื่อจะได้นำไปใช้ปรับตั้งมาตรฐานได้แน่นอนขึ้น การปรับตั้งมาตรฐานจะประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ตามแผนภูมิที่ 164



ภาพที่ 164 ขั้นตอนการปรับตั้งมาตรฐานอุปกรณ์

อุปกรณ์สำคัญที่มักจะต้องมีการปรับตั้งมาตรฐาน ได้แก่ เครื่องกราดภาพ จอภาพ และเครื่องพิมพ์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

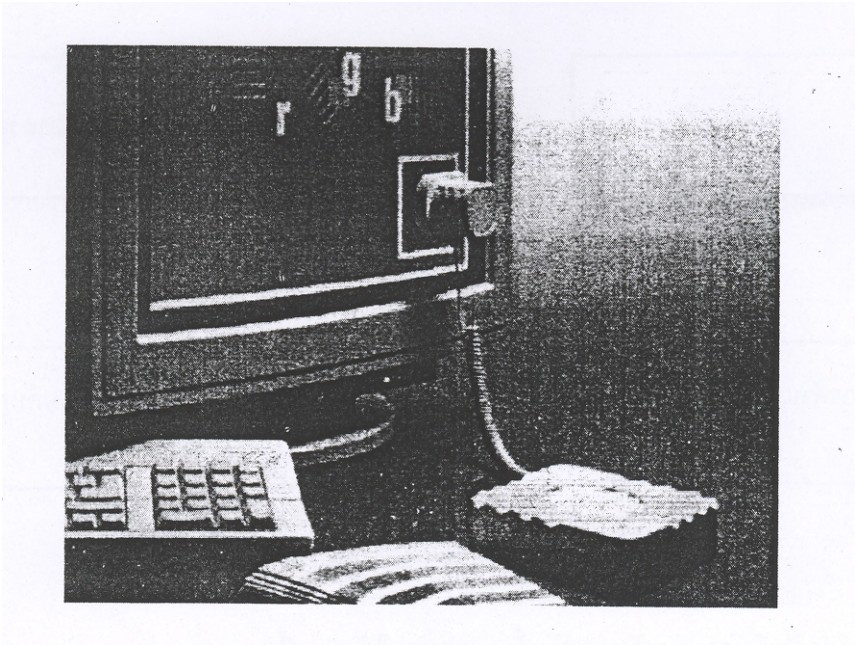
3.5.1.1 การปรับตั้งมาตรฐานของเครื่องกราดภาพ เป็นการปรับตั้งการทำงานของเครื่องกราดภาพในด้านการตอบสนองต่อสีและการทำสมดุลสีเท่า ปกติมักจะปรับตั้งมาตรฐานเครื่องกราดภาพในครั้งแรกที่มีการติดตั้งเครื่องและจะไม่ได้มีการปรับตั้งมาตรฐานบ่อยนัก เนื่องจากฟิลเตอร์แยกสีของเครื่องกราดภาพจะมีสมบัติค่อนข้างคงที่ตลอดการใช้งาน ทำให้การตอบสนองต่อสีจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

การปรับตั้งมาตรฐานเครื่องกราดภาพ จะต้องมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการปรับตั้งมาตรฐาน และต้นฉบับแถบสีมาตรฐาน โดยเริ่มต้นจากการกราดต้นฉบับแถบสีมาตรฐาน เช่น IT8.7/1 หรือ IT 8.7/2 แล้วนำค่าสี RGB ที่ได้จากการกราดมาเปรียบเทียบกับค่าสีมาตรฐานอ้างอิง จากนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ปรับตั้งมาตรฐาน จะปรับการทำงานของเครื่องกราดภาพให้ตอบสนองต่อสีอย่างถูกต้อง

3.5.1.2 การปรับตั้งมาตรฐานของจอภาพ ปัจจัยสำคัญในการปรับมาตรฐานจอภาพ ได้แก่ จุดขาว (white poing) และค่าแกมมา (gamma) และความสมดุลสี (color balbace)

1) สิ่งสำคัญในการปรับตั้งมาตรฐานจอภาพ ประกอบด้วย การปรับจุดขาว การปรับแกมมาและการปรับความสมดุลสี

(1) การปรับจุดขาว จุดขาวบนจอภาพเกิดจากการผสมแม่สีของแสง คือแสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน ที่มีความอิ่มตัวสีสูงสุด แสง ณ จุดขาวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสีของแสง ซึ่งกำหนดเป็นเคลวินปกติจอภาพคอมพิวเตอร์ทั่วไปมักจะมีอุณหภูมิสีของแสง ณ จุดขาวประมาณ 8,000 ถึง 9,500 เคลวิน การปรับจุดขาวของจอภาพจะเป็นการปรับลดอุณหภูมิสีของแสงให้ได้มาตรฐานเพื่อเทียบสีกับภาพพิมพ์ คือเท่ากับ 5,000 เคลวิน เพื่อมองเห็นสีขาวเท่ากับสีขาวของกระดาษ เพื่อให้มีการปรับมาตรฐานจอภาพได้เที่ยงตรงแน่นอน จอภาพควรเป็นจอภาพที่สามารถปรับอุณหภูมิสีของแสงได้ และอุปกรณ์ช่วยในการปับตั้งมาตรฐานจอภาพ เช่น เครื่องวัดแสง (photometer) ที่วัดความเข้มแสงของจอภาพ หรือใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่วัดค่าสีของแสง



ภาพที่ 165 การใช้เครื่องวัดแสงในการปับตั้งจอภาพมาตรฐาน

(2) การปรับค่าแกมมา ค่าแกมมา (gamma) เป็นค่าความชันของเส้นโค้งการแสดงสีของแม่สีของแสงแต่ละสี จากสีที่ความอิ่มตัวสีสูงสุดจนถึงสีที่มีความอิ่มตัวสีต่ำสุดคือสีดำ ปกติค่าแกรมมาสำหรับจอภาพจะอยู่ในช่วง 1.8 – 2.2 การปรับค่าแกมมาให้คงที่ช่วยให้การแสดงสีภาพถูกต้อง โดยพิจารณาจากจุดเงาและรายละเอียดของภาพที่ปรากฏถูกต้อง

(3) การปรับความสมดุลสี นอกจากขั้นตอนการปรับจุดขาวและปรับค่าแกมมา สิ่งที่มีความสำคัญต่อการแสดงสีของจอภาพ ก็คือ การทำให้จอภาพสามารถแสดงสีได้ถูกต้อง ซึ่งจะเป็นการปรับส่วนที่เป็นจุดขาว จุดดำ และสีเท่าเป็นสีที่ถูกต้องบนจอภาพ

2) ขั้นตอนปรับตั้งมาตรฐานจอภาพ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

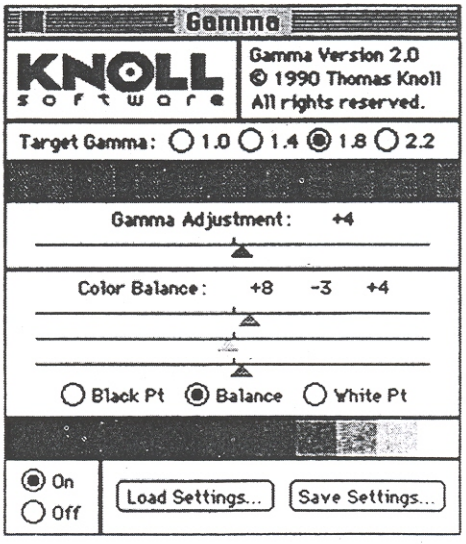
(1) พิมพ์ภาพแถบสีมาตรฐานด้วยเครื่องพิมพ์

(2) ปรับจุดขาวของจอภาพให้มีอุณหภูมิสีของแสงเท่ากับ 5,000 เคลวิน

(3) เปรียบเทียบสีที่แสดงบนจอภาพโดยเทียบกับสีของภาพพิมพ์

(4) ปรับค่าแกมมาของจอภาพ เพื่อให้ภาพแถบสีมาตรฐานของจอภาพใกล้เคียงกับของแผ่นพิมพ์ โดยพิจารณาจากสมดุลสีเท่า ความสว่างสีตรงจุดน้ำหนักสีกลาง และความเข้มของสีที่มีความอิ่มตัวสีสูงสุด

โปรแกรมประยุกต์บางโปรแกรม มีเครื่องมือช่วยปรับตั้งมาตรฐานโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือวัด เช่น โปรแกรมย่อยแกมมา (Gamma) ใน Control panel โดยจะปรับตั้งค่าแกมมา (Gamma) ตามความเหมาะสม ปกติค่าที่เหมาะสมคือ 1.8 ซึ่งเป็นค่าที่สามารถมองเห็นความแตกต่างของแถบสีเท่าได้ทุกความเข้ม จากนั้นจะปรับค่าจุดขาว (white point) ค่าจุดดำ (black point) และความสมดุลสี (color balance) ให้สีขาว สีดำ และสีเทาให้เป็นสีที่ถูกต้องบนจอภาพ และการปรับความสว่างสี (brightness) และความเปรียบต่าง (contrast) เพื่อให้ส่วนสว่างของหน้าจอใกล้เคียงสีกระดาษขาว นอกจากนี้ยังมีการปรับค่าแกมมา (Gamma Adjustment) โดยใช้โปรแกรมย่อยแกรมมามีความถูกต้องไม่สูงมากนัก เมื่อเทียบการใช้เครื่องมือพิเศษที่กล่าวมาแล้ว เนื่องจากยังใช้ตาผู้ปฏิบัติงานในการตรวจสอบเปรียบเทียบสี แต่ก็ให้ผลได้ดีระดับหนึ่ง



ภาพที่ 166 หน้าต่างในโปรแกรมย่อยแกมมา ที่ใช้ปรับตั้งมาตรฐานของจอภาพ

3.5.3 การปรับตั้งมาตรฐานของเครื่องพิมพ์ เป็นการปรับตั้งปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการผลิตสีของแผ่นพิมพ์ให้คงที่ ปกติถ้าพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอล คุณภาพการผลิตสีจะไม่เปลี่ยนมากนัก เพราะเครื่องพิมพ์จะพิมพ์งานด้วยกลไกของเครื่องพิมพ์เอง แต่ถ้าเป็นการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แบบเดิม ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตภาพสีก็คือ ความดำสูงสุดของสีหมึกพิมพ์ และปริมาณเม็ดสกรีนบวก ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ตามข้อกำหนดของมาตรฐานการพิมพ์ จึงจะสามารถใช้ระบบการจัดการสีในการควบคุมคุณภาพได้

3.5.2 การสร้างโพรไฟล์สี

การสร้างโพรไฟล์สี เป็นการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ไม่ว่าอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลสี อุปกรณ์แสดงสี และเครื่องพิมพ์ดิจิตอลสี ซึ่งมีคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีแตกต่างกันตามสภาพการทำงานของแต่ละอุปกรณ์ การทำงานของระบบการจัดการสีจำเป็นต้องทราบโพรไฟล์สีของทุกอุปกรณ์ที่ใช้ เพื่อนำมาแปลงค่าสีและเทียบสีให้แต่ละอุปกรณ์แสดงสีได้เหมือนกัน ดังนั้นในขั้นตอนการสร้างโพรไฟล์สี จะประกอบด้วย การสร้างโพรไฟล์สีของเครื่องกราดภาพ การสร้างโพรไฟล์สีของจอภาพ และการสร้างโพรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์

3.5.2.1 การสร้างโพรไฟล์สีของเครื่องกราดภาพ เครื่องกราดภาพที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูลสีของภาพมีหลายประเภท และผลิตจากหลายบริษัทผู้ผลิต ซึ่งใช้เทคโนโลยีในการกราดภาพต่างกัน องค์ประกอบการทำงานภายในเครื่องก็ต่างกัน คุณลักษณะเฉพาะในการการาดข้อมูลสีจากภาพต้นฉบับมาเป็นข้อมูลสีในระบบสีอาร์จีบีย่อมมีความแตกต่างกันได้ นอกจากองค์ประกอบในเครื่องกราดภาพที่มีความแตกต่างกันแล้ว โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการกราดภาพก็มีความสามารถปรับข้อกำหนดในการแยกสีภาพต้นฉบับแตกต่างกันด้วย ทำให้ข้อมูลสีที่ได้จากเครื่องกราดภาพแต่ละเครื่องมีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 7 ขั้นตอนของการจัดการสี จะต้องมีการสร้างโพรไฟล์สีของเครื่องกราดภาพที่ใช้ เพื่อทราบคุณลักษณะในการกราดข้อมูลสีว่ามีความผิดเพี้ยนจากมาตรฐานอ้างอิงไปอย่างไร

ตารางที่ 7 ข้อมูลสีที่ได้จากอุปกรณ์นำเข้าประเภทต่าง ๆ

ข้อมูลสีนำเข้า	ค่า CMYK ที่ได้รับ		
	เครื่องกราดภาพ คุณภาพสูง	เครื่องกราดภาพ คุณภาพต่ำ	กล้องถ่ายภาพดิจิตอล
สีน้ำเงินเขียว 100 เปอร์เซ็นต์			
C	100	70	84
M	0	0	0
Y	0	24	15
K	0	0	0
ข้อมูลสีนำเข้า	**ค่า CMYK ที่ได้รับ**		
	เครื่องกราดภาพ คุณภาพสูง	**เครื่องกราดภาพ คุณภาพต่ำ**	**กล้องถ่ายภาพดิจิตอล**
สีม่วงแดง 100 เปอร์เซ็นต์			
C	0	6	0
M	100	82	87
Y	0	0	32
K	0	11	0
สีเหลือง 100 เปอร์เซ็นต์			
C	0	4	0
M	0	0	0
Y	0	79	80
K	100	5	0

ขั้นตอนการสร้างโพรไฟล์สีของเครื่องกราดภาพ มีดังนี้

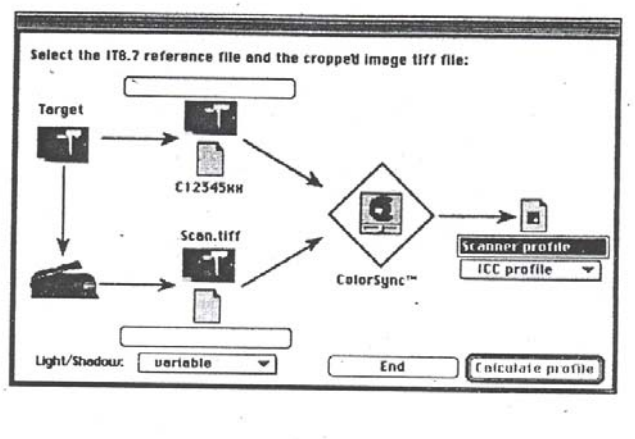
1) ปรับข้อกำหนดของการกราดแยกสีในโปรแกรมควบคุมการกราดภาพ ให้เป็นการทำงานปกติเหมือนกับที่ปรับตั้งมาตรฐานไว้ เช่น กำหนดให้โปรแกรมกำหนดจุดสว่างและจุดเงาแบบอัตโนมัติ การแก้สีแบบอัตโนมัติ การกำหนดให้ใช้ยูซีอาร์หรือจีซีอาร์ เป็นต้น

2) วัดค่าสีจากแถบสีมาตรฐาน แล้วป้อนเข้าโปรแกรมสร้างโพรไฟล์สีเพื่อใช้เป็นค่าสีมาตรฐานอ้างอิงหรือบางโปรแกรมจะมีค่าสีมาตรฐานอ้างอิงอยู่แล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องวัดค่าสีใหม่

3) กราดภาพแถบสีมาตรฐานเข้าสู่คอมพิวเตอร์ แล้วนำค่าข้อมูลสีของภาพแถบสีมาตรฐานมาใช้ในโปรแกรมสร้างโพรไฟล์สี

4) โปรแกรมสร้างโพรไฟล์สี จะคำนวณเปรียบเทียบข้อมูลสีที่กราดจากเครื่องกราดภาพกับค่าสีมาตรฐานอ้างอิง ซึ่งเป็นค่าข้อมูลสีที่ควรได้จากการกราด แล้วสร้างเป็นโพรไฟล์สีของเครื่องกราดภาพเครื่องนั้นตามข้อกำหนดของมาตรฐานไอซีซี (ICC)

การจัดเก็บโพรไฟล์สีของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในระบบการจัดการสี มักจะเก็บในโฟลเดอร์ของโปรแกรมจัดการสี เช่น Color Syne Folder ในระบบปฏิบัติการ หรืออาจจะจัดเก็บในโปรแกรมประยุกต์ใช้งานหากต้องการแสดงภาพสีบนจอภาพจากโปรแกรมประยุกต์ใช้งาน



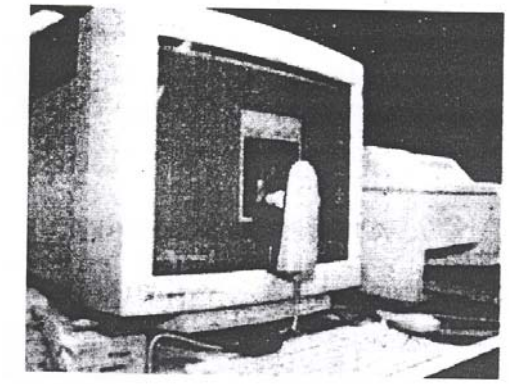
ภาพที่ 167 ตัวอย่างหน้าต่างแสดงการสร้างโพรไฟล์สีของเครื่องกราดภาพ
ในโปรแกรมสร้างโพรไฟล์สี

3.5.2.2 การสร้างโพรไฟล์สีของจอภาพ การควบคุมคุณภาพในกระบวนการจัดพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เครื่องพิมพ์ดิจิตอล จอภาพนับเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพของงานพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ จอภาพที่ใช้อาจผลิตจากผู้ผลิตบริษัทต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันในชนิดของสารเรืองแสงที่ใช้แสดงสี ตลอดจนอายุการใช้งานของจอภาพ ล้วนมีผลให้แต่ละจอภาพแสดงสีแตกต่างกันได้ การสร้างโพรไฟล์สีของจอภาพจะทำให้ทราบคุณลักษณะเฉพาะในการแสดงสีของจอภาพนั้น เพื่อนำไป ใช้เทียบสีกับสีที่เครื่องพิมพ์สามารถพิมพ์ได้ เพื่อให้จอภาพสามารถแสดงสีได้เหมือนกับสีของแผ่นพิมพ์

ขั้นตอนของการสร้างโพร์ไฟล์สีของจอภาพ มีดังนี้

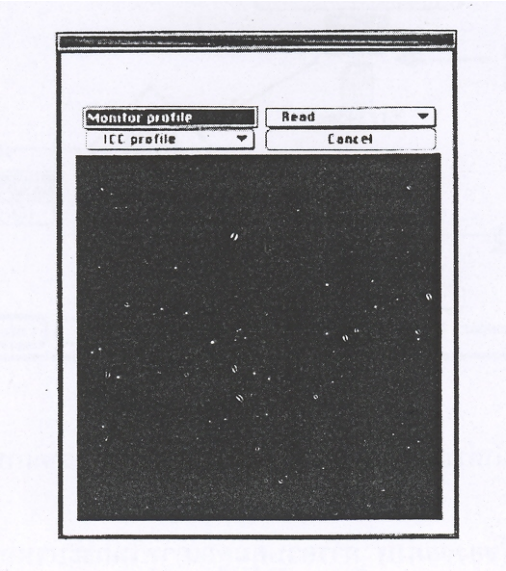
1) การปรับตั้งมาตรฐานของจอภาพก่อน เพื่อให้ได้จอภาพมาตรฐานตามที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อปรับตั้งมาตรฐานจอภาพแล้ว ไม่ควรปรับเปลี่ยนคำสั่งใด ๆ อีก เช่น ความสว่าง ความเปรียบต่างของจอภาพ อุณหภูมิสีหรือปรับสภาพแสง และสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติงาน เพราะจะมีผลต่อความถูกต้องของสีที่มองเห็นได้เมื่อจอภาพและสภาพห้องปกิบัติงานเป็นมาตรฐานแล้ว ก็สามารถสร้างโพรไฟล์สีของจอภาพได้

2) ผู้ปฏิบัติงานจะติดตั้งหัววัดของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ไว้ที่หน้าจอ ดังภาพที่ 168



ภาพที่ 168 การติดตั้งหัววัดของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์บนหน้าจอคอมพิวเตอร์

3) โปรแกรมสร้างโพรไฟล์สีจะมีคำสั่งควบคุมให้จอภาพแสดงสีต่าง ๆ ทีละสีอย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 169 หัววัดของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์จะทำการวัดค่าสีของแต่ละสีที่แสดงบนหน้าจอ



ภาพที่ 169 ตัวอย่างหน้าต่างแสดงคำสั่งการสร้างโพรไฟล์สีของจอภาพ

4) โปรแกรมสร้างโพรไฟล์สี จะคำนวณเปรียบเทียบค่าสีที่วัดได้กับค่าสีมาตรฐานอ้างอิง เพื่อสร้างเป็นโพรไฟล์สีของจอภาพนั้น และจัดเก็บในโฟลเดอร์ของระบบการจัดการสี

3.5.2.3 การสร้างโพรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์ เครื่องพิมพ์ที่ใช้พิมพ์ภาพสีอาจเป็นเครื่องพิมพ์แบบดิจิตอล เช่นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ เครื่องพิมพ์พ่นหมึก เครื่องพิมพ์เทอร์มัลแวกซ์ เป็นต้น หรือเป็นเครื่องพิมพ์แบบแอนะล็อกที่เป็นเครื่องพิมพ์แบบเดิม เช่น เครื่องพิมพ์กราวัวร์ เครื่องพิมพ์สกรีน เป็นต้น เครื่องพิมพ์แต่ละประเภทใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ และหมึกพิมพ์แตกต่างกัน มีผลให้ได้ภาพพิมพ์มีสีแตกต่างกันได้ นอกจากนี้เครื่องพิมพ์ประเภทเดียวกันก็ยังให้คุณภาพงานพิมพ์ต่างกันได้เช่นกัน เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความหนาชั้นหมึกพิมพ์การลดหลั่นน้ำหนักสี หรือความสมดุลสีเท่า เป็นต้น

การใช้เครื่องพิมพ์แบบดิจิตอล ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถปรับกลไกการทำงานเพื่อปรับเปลี่ยนคุณภาพงานพิมพ์ให้เป็นไปตามที่ต้องการได้ ส่วนการใช้เครื่องพิมพ์แบบเดิมที่เป็นแบบแอนะล็อก แม้ผู้ปฏิบัติงานจะสามารถปรับตั้งการทำงานของเครื่องพิมพ์ได้ แต่ก็จะต้องปรับตั้งการทำงานให้เป็นมาตรฐานแน่นอน เพื่อให้เครื่องพิมพ์พิมพ์งานได้คงที่สม่ำเสมอ การสร้างโพรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์สามารถทำได้ทั้งเครื่องพิมพ์แบบดิจิตอล และเครื่องพิมพ์แบบเดิมที่เป็นแบบแอนะล็อก เพื่อทำให้ทราบคุณลักษณะเฉพาะในการพิมพ์สีของแต่ละเครื่องพิมพ์

การสร้างโพรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

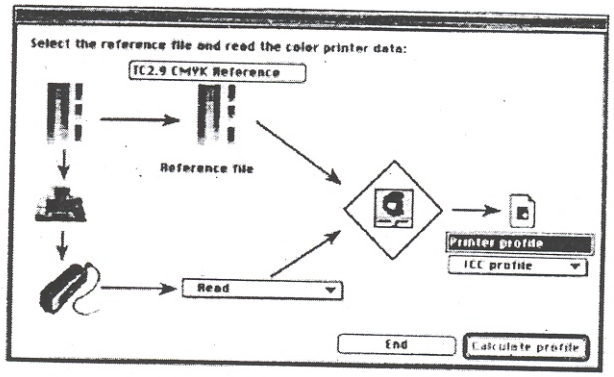
1) ผู้ปฏิบัติงานพิมพ์ไฟล์ข้อมูลแถบสีมาตรฐานออกมาเป็นแผ่นพิมพ์แถบสี ถ้าเป็นเครื่องพิมพ์แบบดิจิตอลที่ต่อพ่วงอยู่ด้วย ก็สามารถใช้คำสั่งพิมพ์ในโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ เช่น โปรแกรม PhotoShop ให้เครื่องพิมพ์พิมพ์เป็นแผ่นพิมพ์แถบสีได้โดยตรง แต่เป็นเครื่องพิมพ์แบบเดิม ก็พิมพ์ไฟล์ข้อมูลแถบสีมาตรฐานออกมาเป็นฟิล์มก่อนด้วยเครื่องอิมเมจเซตเตอร์ (imagesetter) จากนั้นนำฟิล์มไปถ่ายทำแม่พิมพ์ หรือถ้าใช้เครื่องพิมพ์เพลทเซตเตอร์ (platesetter) ก็จะได้ออกเป็นแม่พิมพ์เลย จากนั้นนำแม่พิมพ์ไปพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แบบเดิม ทั้งนี้ เครื่องอิมเมจเซตเตอร์ หรือเครื่องเพลทเซตเตอร์ จะต้องได้รับการหรับตั้งมาตรฐานอย่างถูกต้อง และการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ขณะพิมพ์ก็ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานการพิมพ์ด้วย

2) เมื่อได้ภาพพิมพ์มาแล้ว ผู้ปฏิบัติงานจะวัดแถบสีต่าง ๆ บนแผ่นพิมพ์ที่ได้ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ และป้อนค่าสีเข้าสู่โปรแกรมสร้างไพรไฟล์สี

3) โปรแกรมสร้างโพรไฟล์ จะคำนวณเปรียบเทียบค่าสีที่พิมพ์ได้กับค่าสีมาตรฐานอ้างอิงของแถบสีมาตรฐาน แล้วสร้างเป็นโพรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์นั้น เก็บไว้ในโฟลเดอร์ของระบบการจัดการสี คือ Color Sync Folder

หากเครื่องพิมพ์ที่ใช้สามารถพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ที่แตกต่างกันได้ เช่น กระดาษเคลือบผิวมัน กระดาษเคลือบผิวด้าน กระดาษไม่เคลือบผิว เป็นต้น สีที่ปรากฏบนกระดาษต่างชนิดกันล้วนมีผลต่อสีที่มองเห็นด้วยดังนั้น การสร้างโพรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีโพรไฟล์

สี สำหรับพิมพ์บนกระดาษแต่ละชนิดด้วยและระบุในชื่อโพรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์ด้วย เมื่อนำมาใช้งานจะได้เลือกใช้โพรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์ถูกต้องกับชนิดกระดาษที่ใช้ด้วย การจัดการสีก็จะมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 170 ตัวอย่างหน้าต่างแสดงคำสั่งการสร้างโพรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์

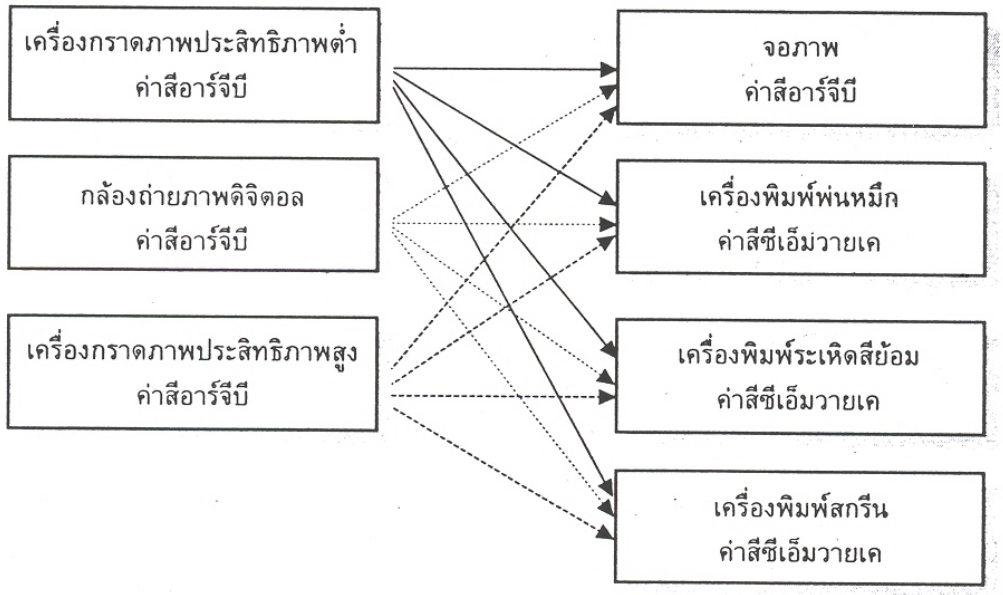
ระบบการจัดการสี อาจจะไม่มีโปรแกรมสร้างโพรไฟล์สีให้ผู้ใช้สร้างโพรไฟล์สีได้เอง แต่มักจะมีโพรไฟล์สีตามมาตรฐานไอซีซี (ICC) ของอุปกรณ์แต่ละชนิดที่จำหน่ายทั่วไป ซึ่งสร้างสำเร็จมาจากบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์นั้น ๆ มาพร้อมกับระบบการจัดการสี การใช้โพรไฟล์สีที่สร้างสำเร็จมาแล้วนั้น ผู้ปฏิบัติงานจะต้องคำนึงอยู่เสมอว่าโพรไฟล์สีเหล่านั้นเป็นโพรไฟล์ของอุปกรณ์ที่ปรับตั้งมาตรฐานตามสภาพของโรงงานผู้ผลิต เมื่อนำมาใช้กับงานที่ทำอยู่ อุปกรณ์เล่านั้นอาจจะมีการปรับตั้งตามสภาพการทำงานจริงที่แตกต่างไป จึงอาจต้องการการปรับตั้งมาตรฐานใหม่ อย่างไรก็ตาม โพรไฟล์สีที่สร้างสำเร็จจากบริษัทผู้ผลิต จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานใช้งานได้ง่ายและสะดวก และให้ผลที่ถูกต้องถึงร้อยละ 90 โดยผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องเสียเวลาในการสร้างโพรไฟล์สีสำหรับแต่ละอุปกรณ์ขึ้นเอง

3.5.3 การแปลงค่าสี

การแปลงค่าสี (color transformation) เป็นขั้นตอนการแปลงข้อมูลสีจากระบบสีหนึ่งไปยังระบบสีหนึ่งที่ใช้ในอุปกรณ์เพื่อแสดงสีหรือผลิตภาพสี เนื่องจากแนวคิดสำคัญของระบบจัดการสีคือ การปรับมาตรฐานโพรไฟล์สีของอุปกรณ์ทั้งหมดให้เข้ากันได้ ข้อมูลสีนำเข้าโดยอุปกรณ์นำเข้าอาจจะอยู่ในระบบสีหนึ่ง จะต้องได้รับการแปลงเป็นข้อมูลสีในระบบสีที่ใช้ในอุปกรณ์ส่งออก โพรไฟล์สีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นจะนำมาใช้แปลงเป็นระบบสีที่จะใช้ในอุปกรร์ส่งออกเพื่อการจัดการสี

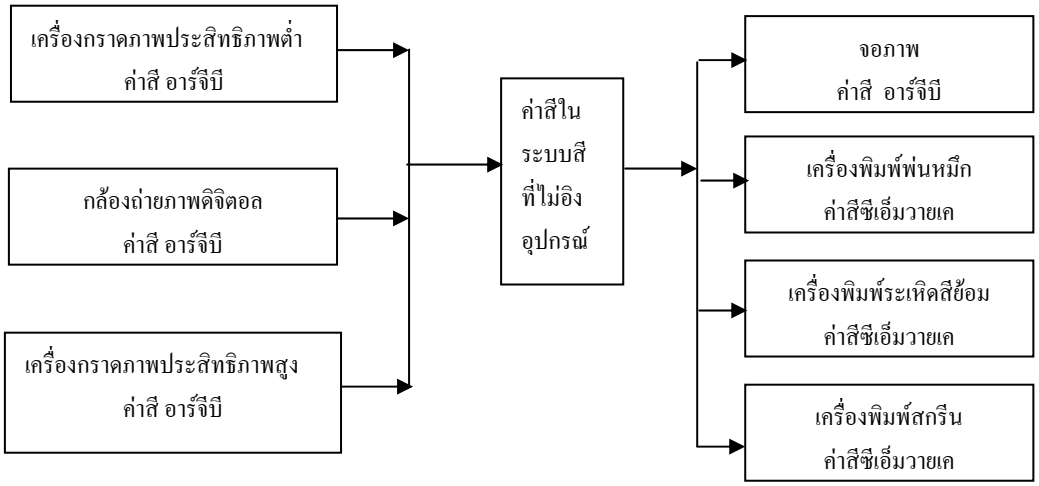
แนวทางการทำงานของระบบการจัดการสีในการแปลงค่าสีทำได้ 2 แนวทาง คือ

3.5.3.1 การแปลงค่าสีของอุปกรณ์นำเข้าเป็นค่าสีของอุปกรณ์ส่งออกโดยตรง ค่าสีนำเข้าอาจอยู่ในระบบสีอาร์จีบีหรือระบบสีซีเอ็มวายเค ได้รับการแปลงให้เป็นค่าสีส่งออกที่อุปกรณ์ส่งออกใช้ ซึ่งอาจจะเป็นระบบสีอาร์จีบีหรือระบบสีซีเอ็มวายเค โดยใช้วิธีทางคณิตศาสตร์ หรือใช้ตารางแปลงค่า เพื่อให้การผลิตภาพสีของอุปกรณ์ส่งออกใกล้เคียงกับสีของต้นฉบับหรือสีที่นำเข้ามากที่สุด แนวทางนี้จะต้องการตารางแปลงค่าของอุปกรณ์นำเข้าและอุปกรณ์ส่งออกแต่ละคู่ หากใช้ระบบจัดพิมพ์มีความหลากหลายของอุปกรณ์ต่อพ่วงกันมากขึ้นเท่าใด ก็ยิ่งต้องใช้จำนวนตารางแปลงค่าตามจำนวนคู่ของอุปกรณ์ส่งออก ดังภาพที่ 171 ทำให้การจัดการสีทำได้ช้ามาก



ภาพที่ 171 แนวทางการแปลงค่าสีของอุปกรณ์นำเข้าเป็นค่าสีของอุปกรณ์ส่งออกโดยตรง

3.5.3.2 การแปลงค่าสีโดยผ่านระบบสีไม่อิงอุปกรณ์ เป็นการแปลงค่าสีนำเข้าเป็นค่าสีในระบบมาตรฐานที่ไม่อิงอุปกรณ์ก่อน แล้วจึงแปลงค่าสีจากระบบสีที่ไม่อิงอุปกรณ์เป็นค่าสีส่งออกของอุปกรณ์ส่งออก แสดงในภาพที่ 172 แนวทางนี้นิยมใช้กันแพร่หลายในระบบการจัดการสีปัจจุบัน ระบบสีที่ไม่อิงอุปกรณ์ คือระบบสีซีไออี การแก้สีในระบบสีที่ไม่อิงอุปกรณ์สามารถทำได้โดยไม่มีข้อจำกัด ไม่แปรเปลี่ยนตามอุปกรณ์ที่ใช้ไม่ว่าจะใช้อุปกรณ์ใด ๆ ทำให้มีความคล่องตัวในการทำงานมาขึ้น ให้ค่าสีที่มีความถูกต้อง และความซับซ้อนของการแปลงข้อมูลลดลง



ภาพที่ 172 แนวทางการจัดการสีโดยใช้การสร้างโพรไฟล์สี

การแปลงค่าสีโดยผ่ายระบบสีซีไออีนี้ จะต้องมีการแปลงค่าสีจากระบบสีที่อิงอุปกรร์เป็นค่าสีในระบบสีที่ไม่อิงอุปกรณ์ เช่น

- ค่าสีจากเครื่องกราดภาพ ซึ่งเป็นค่าสีในระบบอาร์จีบี ให้เป็นค่าสีในระบบสีซีแล็บ (CIELAB)
- ค่าสีจากจอภาพ ซึ่งเป็นค่าสีในระบบอาร์จีบี ให้เป็นค่าสีในระบบสีซีแล็บ
- ค่าสีจากเครื่องพิมพ์ดิจิตอล ซึ่งเป็นค่าสีในระบบซีเอ็มวายเค ให้เป็นค่าสีในระบบสีซีแล็บ

ตารางที่ 8 ตารางแสดงข้อมูลสี CMYKที่ส่งให้เครื่องพิมพ์ พิมพ์กับค่าสี CIE ที่วัดได้

สี	ค่า CMYK	ค่าสี CIELAB
แดง	0, 100, 91, 0	50, 71, 54
น้ำเงินเข้ม	100, 69, 0, 0	32, 34, -71
เหลือง	6, 0, 91, 0	95, -17, 99
เขียว	100, 0, 79, 9	56, -81, 32

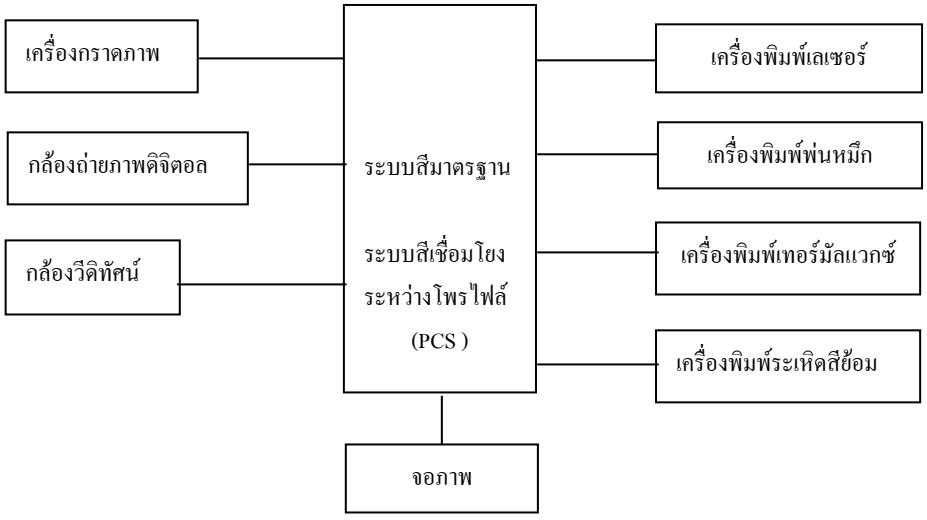
ตารางที่ 9 ตารางแสดงข้อมูลสี RGB ที่ส่งให้จอภาพแสดง กับค่าสี CIE ที่วัดได้

สี	ค่า RGB	ค่าสี CIELAB
แดง	203, 0, 23	50, 71, 54
น้ำเงินเข้ม	0, 46, 160	32, 34, -71
เหลือง	255, 243, 0	95, -17, 99
เขียว	0, 139, 74	56, -81, 32

ในการวัดค่าสีที่จะเก็บเป็นค่าโพรไฟล์สีจะมีสีต่าง ๆ มากว่า 4 สี ตัวอย่างนี้ตามที่กล่าวมาแล้ว จากตัวอย่างจะเห็นว่า ค่าสีซีแล็บของสีตัวอย่างมีค่าเท่ากัน เนื่องจากเป้าฯสีของแถบสีมาตรฐานในการแปลงค่าสีในระบบการจัดการสีให้ได้ผลที่ดี จะมีการรวมตารางแปลงค่าสีเป็นดังตารางเดียว ซึ่งหากรวมตารางทั้งสองของจอภาพและเครื่องพิมพ์ จะได้เป็นตารางที่ 10 ซึ่งตารางนี้เป็นตัวกลางเชื่อมโยงระหว่างค่าสีของเครื่องพิมพ์และจอภาพดังกล่าว ซึ่งระบบการจัดการสีจะนำมาตารางแปลงค่าสีใช้เมื่อมีการเทียบสีของทั้งสองอุปกรณ์ นอกจากการใช้ตารางแปลงค่าสีอาจใช้เป็นสมการในการแปลงค่าสีเชื่อมโยงระหว่างระบบสี (Color space transformation algorithm) มาตรฐานไอซีซีจะเรียกว่า ชุดคำสั่งแปลงค่าสี (Color Management Module, CMM) สถานะของค่าสีในระบบสีซีไออีตามมาตรฐานไอซีซี เรียกว่า Profile Commection Space หรือ PCS โดย พีซีเอส มีหน้าที่เชื่อมโยงโพรไฟล์สีทั้งหมดของอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ดังภาพที่ 173 การแปลงค่าสีขึ้นกับจุดพิกัดของสีที่จะแปลงค่า และจุดพิกัดที่แตกต่างระหว่างอุปกรณ์นำเข้าและอุปกรณ์ส่งออก

ตารางที่ 10 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี CMYK ค่าสี CIELAB และค่าสี RGB

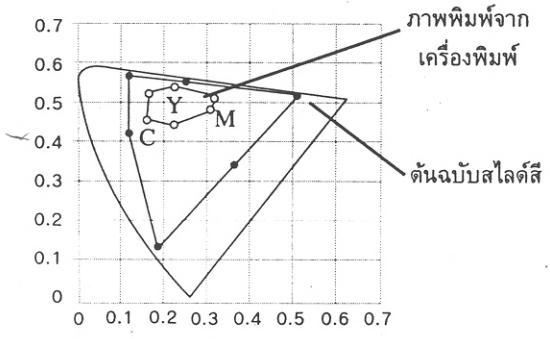
สี	ค่า CMYK	ค่าสี CIELAB	ค่าสี RGB
แดง	0, 100, 91, 0	50, 71, 54	203, 0, 23
น้ำเงินเข้ม	100, 69, 0, 0	32, 34, -71	0, 46, 160
เหลือง	6, 0, 91, 0	95, -17, 99	255, 243, 0
เขียว	100, 0, 79, 9	56, -81, 32	0, 139, 7



ภาพที่ 173 โพรไฟล์สีที่เชื่อมโยงกันโดย Profile Connection Space

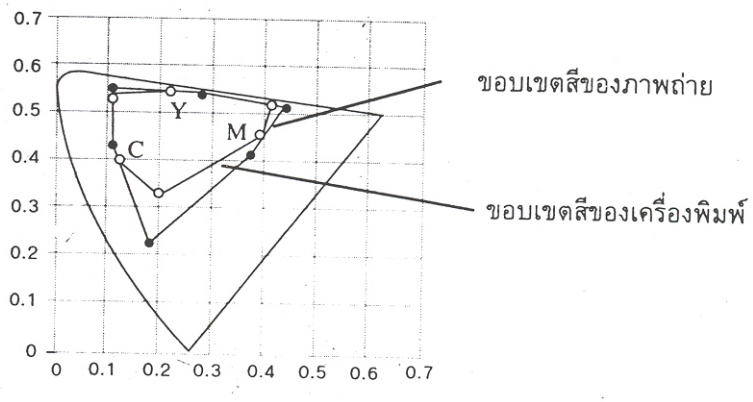
3.5.4 การปรับขอบเขตสี

การปรับขอบเขตสี (color gamut mapping) เป็นขั้นตอนที่ต่อจากการแปลงค่าสีเป็นระบบสีเชื่อมโยระหว่างโพรไฟล์สีหรือพีซีเอส (PCS) ซึ่งจะนำโพรไฟล์สีของอุปกรร์นำเข้าเทียบกับโพรไฟล์สีของอุปกรณ์ส่งออก เพื่อปรับขอบเขตสีของอุปกรณ์ทั้งสองให้เท่ากันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยปกติขอบเขตสีที่ได้จากอุปกรณ์นำเข้ามักจะกล้างกว่าขอบเขตสีที่เครื่องพิมพ์สามารพิมพ์ได้ ในกรณีนี้จะต้องการการบีบลดขอบเขตสีที่จะผลิตลง ตัวอย่างเช่น เมื่อกราดภาพต้นฉบับสไลด์สี และพิมพ์บนกระดาษไม่เคลือบผิวด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ดังภาพที่ 174



ภาพที่ 174 เปรียบเทียบขอบเขตสีของต้นฉบับสไลด์สีกับภาพพิมพ์จากเครื่องพิมพ์

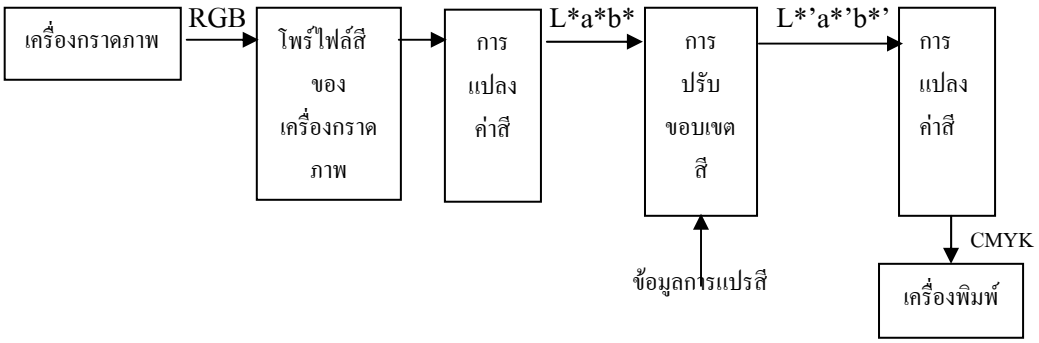
บางครั้งขอบเขตสีที่ได้จากอุปกรณ์นำเข้ากับขอบเขตสีที่ผลิตได้จากเครื่องพิมพ์ มีความแตกต่างในช่วงสีใดสีหนึ่งเท่านั้น เช่น ตัวอย่างที่ 175 แสดงขอบเขตสีของต้นฉบับภาพถ่ายเมื่อนำไปพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์จะเห็นว่า สีในช่วงสีน้ำเงินและม่วงจะอยู่นอกขอบเขตสีของภาพพิมพ์ แต่ช่วงสีเขียว สีเหลือง และสีแดงทั้งหมดยังอยู่ในขอบเขตสีที่พิมพ์ได้ กรณีนี้จะต้องการบีบลดขอบเขตสีเฉพาะช่วงที่เป็นสีน้ำเงินและสีม่วงเท่านั้น



ภาพที่ 175 เปรียบเทียบขอบเขตสีของต้นฉบับภาพถ่ายสีกับภาพพิมพ์จากเครื่องพิมพ์

กรณีน้อยมากที่ขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์มากว่าขอบเขตสีของต้นฉบับ เช่น ต้นฉบับเป็นภาพถ่ายสี และที่ถ่ายเป็นภาพสไลด์สี ด้วยเครื่องถ่ายภาพสไลด์สี ซึ่งสามารถยังคงค่าสีทุกสีได้เหมือนกับข้อมูลที่กราดเข้าสู่ระบบแต่การขยายขอบเขตสีที่ผลิตได้จะทำให้ภาพสไลด์สีที่พิมพ์ออกมาดีกว่าหรือบางกรณีที่ขอบเขตสีของภาพต้นฉบับและอุปกรณ์แสดงผลเท่ากัน จึงไม่ต้องมีการปรับขอบเขตสีของข้อมูล เช่น การแสดงสีของภาพถ่ายออกที่จอภาพคอมพิวเตอร์

ในขั้นตอนการปรับขอบเขตสีของอุปกรณ์นำเข้าและอุปกรณ์แสดงผล เพื่อเทียบสีของทั้งสองอุปกรณ์ให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด ในการเทียบสีตามมาตรฐานไอซีซีมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ ต้องการให้ของภาพพิมพ์เหมือนกับสีของต้นฉบับโดยใช้การวัดค่าสี (referenec match หรือ colorimetric reproduction) และต้องการเทียบสีกรณีที่ขอบเขตสีของต้นฉบับมากว่าขอบเขตสีที่จะพิมพ์ได้ แต่ให้ได้ผลลัพธ์ที่ทำให้ผู้มองภาพพอใจเท่านั้น (appearance หรือ perceptual reprobuction) ดังนั้น เพื่อที่จะให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ การปรับขอบเขตสีในการเทียบสีของอุปกรณ์ที่ใช้ต้องการคำสั่งการปรับขอบเขตสี มาตรฐานไอซีซีเรียกคำสั่งการหรับขอบเขตสีนี้ว่า rendering intents การปรับขอบเขตสี จะปรับข้อมูลพีซีเอสเป็นข้อมูลพีซีเอสใหม่ตามคำสั่งการปรับขอบเขตสีของสีที่ต้องการพิมพ์ออกมา ดังภาพที่ 176

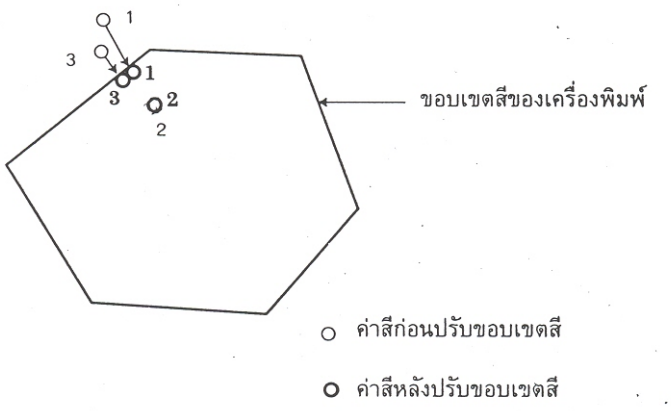


ภาพที่ 176 ขั้นตอนการปรับขอบเขตสีของอุปกรณ์นำเข้ากับอุปกรณ์ส่งออก

วิธีการปรับขอบเขตสีมีหลายวิธี ขึ้นกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสีนำเข้าหรือโพรไฟล์สีนำเข้ากับข้อมูลสีส่งออกหรือโพรไฟล์สีของอุปกรณ์ส่งออกตามมาตรฐานไอซีซี ได้กำหนดคำสั่งการปรับขอบเขตสีไว้ 4 ลักษณะ ดังนี้

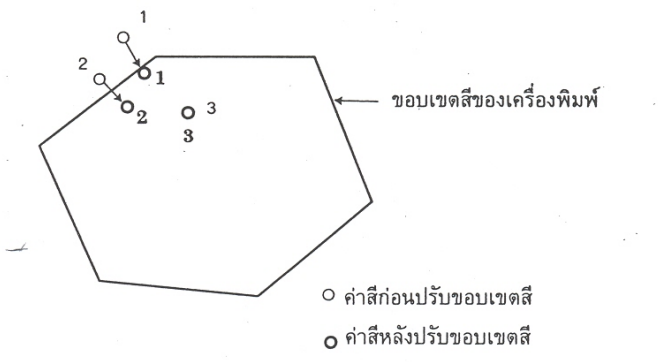
3.5.4.1 การปรับขอบเขตสีโดยการใช้ค่าสีสัมบูรณ์ (colorimetric matching หรือ absolute colorimetric rendering) กรณีนี้จะไม่มีการบีบลดขอบเขตสีระหว่างอุปกรณ์ ทำให้แสดงสีทั้งหมดที่อยู่ขอบเขตสีทั้งสองอุปกรณ์ได้เหมือนกัน ถ้าเครื่องพิมพ์มีขอบเขตสีเท่ากับขอบเขตสีของต้นฉบับ สีของ

ภาพพิมพ์จะเหมือนกับสีของต้นฉบับ แต่ถ้าขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์แคบกว่าขอบเขตสีของต้นฉบับ เครื่องพิมพ์จะไม่สามารถพิมพ์สีที่มีความอิ่มตัวสีสูงสุดของต้นฉบับได้ เนื่องจากอยู่นอกขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์ ดังนั้นจึงมักจะใช้การปรับขอบเขตสีลักษณะนี้เมื่อขอบเขตสีของอุปกรณ์นำเข้าและเครื่องพิมพ์ใกล้เคียงกันมาก หรือต้องการผลิตสีที่ให้ถูกต้องกับต้นฉบับมากที่สุด เช่น สีเครื่องหมายทางการค้า สีตราสัญลักษณ์ เป็นต้น



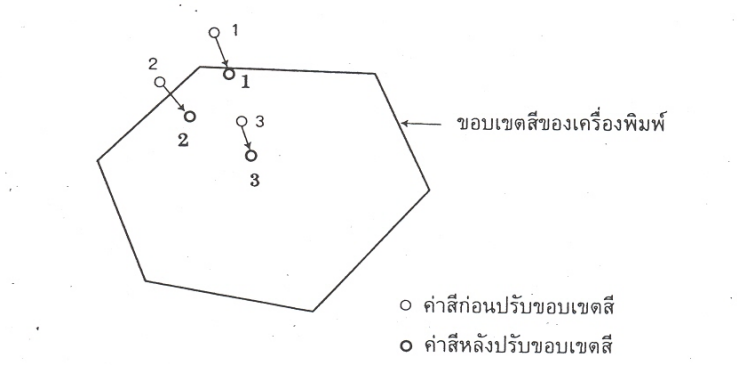
ภาพที่ 177 ลักษณะการปรับขอบเขตสีแบบการใช้ค่าสีสัมบูรณ์

3.5.4.2 การปรับขอบเขตสีแบบการใช้ค่าสีเปรียบเทียบ (relative Colorimetric rendering) ชุดคำสั่งการปรับขอบเขตสีลักษณะนี้เป็นบีบลดขอบเขตสี โดยการปรับค่าสีของทุกสีที่อยู่นอกขอบเขตสีให้อยู่ในขอบเขตสีของอุปกรณ์ส่งออก ในลักษณะที่สีเหล่านั้นยังมีความแตกต่างกันของน้ำหนักสีและความอิ่มตัวสี และปรับจุดขาวของอุปกรณ์นำเข้าให้ตรงกับของอุปกรณ์ส่งออก วิธีการนี้อาจจะไม่ให้ผลด้านคุณภาพมากนัก เนื่องจากอาจจะไม่สามารถปรับสีที่มีน้ำหนักสีต่ำที่สุดและสีที่มีความอิ่มตัวสีสูงสุดให้อยู่ภายในขอบเขตสีของอุปกรณ์ส่งออกได้ ทำให้ขาดรายละเอียดในส่วนนี้ไปได้



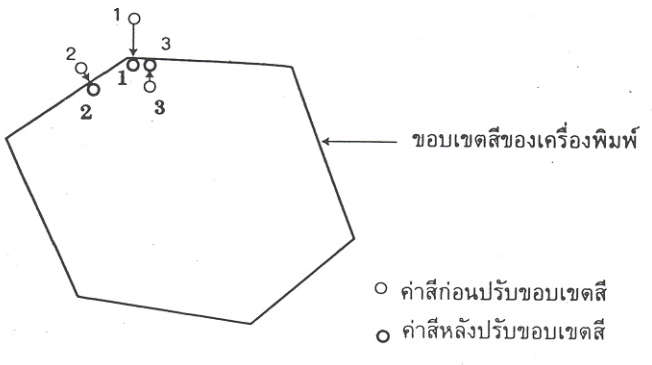
ภาพที่ 178 ลักษณะการปรับขอบเขตสีแบบการใช้ค่าสีเปรียบเทียบ

3.5.4.3 การปรับขอบเขตสีแบบใช้การยอมรับ (perceptual rendering) การปรับขอบเขตสีลักษณะนี้จะปรับขอบเขตสีและการลดหลั่นน้ำหนักสีให้ได้มากที่สุด โดยเก็บการลดหลั่นน้ำหนักสีให้ใกล้เคียงกับต้นฉบับมากที่สุด เพื่อทำให้มองเห็นสีของภาพไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก วิธีนี้เป็นวิธีการที่ใช้มากที่สุดสำหรับต้นฉบับภาพทั่ว ๆ ไป การที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการปรับขอบเขตสีแบบใช้การยอมรับ จะต้องมีการแปลงค่าสีเป็นค่าความสว่างสี (L*) ค่าความอิ่มตัวสี (C*) และสีสัน (h*) แล้วจึงเทียบกับค่าความสว่างสี ความอิ่มตัวสี และสีสันที่ต้องการทั้งนี้ขึ้นกับขอบเขตสีสูงสุดและต่ำสุดของอุปกรณ์ที่ใช้เทียบสี



ภาพที่ 179 ลักษณะการปรับขอบเขตสีแบบใช้การยอมรับ

3.5.4.4 การปรับขอบเขตสีแบบคงความอิ่มตัวสรให้สูงสุด (saturation preservation rendering) การปรับขอบเขตสีลักษณะนี้เป็นการปรับค่าสีที่อยู่นอกขอบเขตสีทั้งหมดมาอยู่ที่ค่าสีตรงขอบเขตสีที่มีความอิ่มตัวสีสูงสุดของอุปกรณ์ส่งออกหรือเครื่องพิมพ์ดิจิตอล หรือค่าสีสูงสุดของต้นฉบับที่ยังอยู่ในขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์ก็จะปรับให้มาอยู่ที่สุดขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์ วิธีนี้จะใช้ในกรณีที่ภาพต้นฉบับมีสีที่มีความอิ่มตัวสีสูง ๆ เป็นส่วนใหญ่ และต้องการให้ภาพพิมพ์ที่ได้มีสีสดใส ความอิ่มตัวสีสูงขึ้น เมื่อบีบลดค่าความอิ่มตัวสีเพื่อให้อยู่ในขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแล้ว จะทำให้จำนวนสีที่มีความอิ่มตัวสีสูงของภาพพิมพ์ที่ได้จะมากกว่าภาพต้นฉบับ



ภาพที่ 180 การปรับขอบเขตสีแบบคงความอิ่มตัวสีให้สูงสุด

กล่าวโดยสรุปแล้ว ระบบการจัดการสีมีผลต่อกระบวนการผลิตสี โดยเฉพาะเมื่อใช้การพิมพ์ดิจิตอล 4 ประการ คือ

1) ระบบการจัดการสีให้การแปลงค่าสีที่อิงอุปกรณ์ของอุปกรณ์นำเข้าจอภาพ และเครื่องพิมพ์ดิจิตอลเป็นค่าสีมาตรฐานซีไออี ที่เรียกว่า สถานะเชื่อมโยงโพรไฟล์สีหรือพีซีเอส ในกระบวนการพิมพ์ที่ไม่มีระบบการจัดการสี การแปลงค่าสีจะทำโดยไม่ใช้ค่าสีมาตรฐานซีไออี การแก้ไขสีจะเป็นไปตามกลไกการทำงานของอุปกรณ์ที่ไม่มีการอ้างอิงกับระบบสีมาตรฐาน ที่เป็นระบบสีที่ให้ค่าสีสอดคล้องกับการมองเห็นสีของมนุษย์ อาจทำให้เกิดปรากฏการณ์เมแทเมอริซึม (metamerism) ได้ กล่าวคือ การมองเปรียบเทียบสีสองสีภายใต้แหล่งกำเนิดแสงต่างกัน โดยจะมองเห็นสีเหมือนกันภายใต้แหล่งกำเนิดแสงหนึ่ง แต่มองเห็นสีแตกต่างกันภายใต้อีกแหล่งกำเนิดแสงหนึ่ง

2) การที่มีโพรไฟล์สีจะช่วยให้การแก้สีระหว่างอุปกรณ์มีความแน่นอนยิ่งขึ้น ถ้ากระบวนการผลิตไม่มีระบบการจัดการสี ต้นฉบับเดียวกันอาจจะทำให้ได้ภาพพิมพ์แตกต่างกันด้วยการใช้อุปกรณ์ส่งออกต่างกันหรือแม้แต่ใช้อุปกรณ์เดียวกัน ถ้านำเข้าข้อมูลจากอุปกรณ์นำเข้าต่างกัน

3) ผู้ใช้ต้องกำหนดคำสั่งการปรับขอบเขตสี ถ้าไม่มีระบบการจัดการสี ก็จะไม่ต้องกำหนดวิธีการปรับขอบเขตสี ผลที่ได้จะเป็นไปตามที่ต้องการได้ด้วยการลองผิดลองถูกเท่านั้น

4) ระบบการจัดการสีมีโพรไฟล์เชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ (device link profile) ทำให้จำลองสภาพการพิมพ์สีของเครื่องพิมพ์โดยใช้อุปกรณ์ส่งออกอื่น ๆ ได้ ซึ่งมีความสำคัญต่อการทำปรู๊ฟสี ตัวอย่าง เมื่อโพรไฟล์สีของการพิมพ์บนกระดาษปรู๊ฟถูกเชื่อมโยงกับเครื่องพิมพ์พ่นหมึก ก็จะทำให้เครื่องพิมพ์พ่นหมึกจำลองสภาพการพิมพ์บนกระดาษปรู๊ฟได้ การจำลองคุณภาพในลักษณะเดียวกันก็สามารถทำได้ ถ้าจะภาพเชื่อมโยงกับโพรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์

อย่างไรก็ตาม ระบบการจัดการสีที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันอาจจะไม่มีความสามารถทั้งหมดตามที่กล่าวมา โดยอาจจะไม่มีคำสั่งการปรับขอบเขตสี หรือโพรไฟล์เชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ก็ได้ เช่นนี้เป็นต้น

สิ่งสำคัญในการใช้ระบบการจัดการสี ก็คือต้องให้แน่ใจว่า สภาพการปรับตั้งมาตรฐานที่หรับไว้สำหรับการสร้างโพรไฟล์ของอุปกรณ์จะต้องคงที่ เหมือนกับขณะที่ใช้โพรไฟล์สีในการจัดการสี ตัวอย่างเช่น กรณีของเครื่องพิมพ์ปกติ สภาพการพิมพ์จะต้องเหมือนกันทุกวันเหมือนกับที่ใช้พิมพ์แผ่นมาตรฐานสีในการสร้างโพรไฟล์สีซึ่งหมายถึง การหมั่นวัดค่าความดำและค่าเม็ดสกรีนบวกให้ได้มาตรฐาน ในกรณีของเครื่องพิมพ์ดิจิตอล ก็ต้องการการควบคุมการปรับตั้งมาตรฐานของอุปกรณ์ให้คงที่ มิฉะนั้น ระบบการจัดการสีไม่สามารถจัดการสีได้ถูกต้องตามกระบวนการได้ทั้งหมด

บทที่ 5

กระดาษและหมึกพิมพ์

1. กระดาษ (Paper)

คำว่า กระดาษ ตรงกับคำว่า Paper ในภาษาอังกฤษ และคำว่า Paper มีรากศัพท์มาจากคำว่า Papyrus อันเป็นภาษากรีก ซึ่งใช้เรียกวัสดุสำหรับใช้เขียนที่ชาวอียิปต์คิดขึ้น ในภาษาไทยคำว่ากระดาษนั้นไม่ใช่คำไทย แต่สันนิษฐานว่าเป็นคำที่แปลงมาจากภาษาโปรตุเกสว่า Cartas เข้าใจว่าโปรตุเกสคงเป็นผู้นำกระดาษแบบฝรั่งเข้ามาก่อนในสมัยกรุงศรีอยุธยา คำว่า กระดาษจึงมีใช้ติดปากมาตั้งแต่สมัยนั้น

ชาวอียิปต์โบราณได้นำต้นปาปิรัส (Papyrus) ซึ่งเป็นต้นกกน้ำชนิดหนึ่ง มาใช้เป็นวัสดุในการเขียนหนังสือเป็นเวลากว่า 5,000 ปีมาแล้ว ในสมัยต่อมาชาติกรีกและโรมันได้หันมานิยมจารึกตัวหนังสือลงบนแผ่นหนังสัตว์ กรรมวิธีในการทำกระดาษปาปิรัสของอียิปต์นั้น กระทำโดยการจัดวางต้นกกปาปิรัสให้เป็นแนวขวางขัดกันและนำมาบดอัดจนแน่น พร้อมทั้งทำให้แห้งโดยการตากแดด ซึ่งกระบวน การผลิตกระดาษสำหรับใช้เขียนหนังสือในยุคโบราณก็ได้ถูกเปลี่ยนแปลงทั้งด้านวัสดุและวิธีการให้บังเกิดผลดียิ่งขึ้นจนถึงสมัยปัจจุบัน

ถึงแม้คำว่า Paper จะมาจาก Papyrus แต่ในความเป็นจริงแล้ว ผู้ที่คิดประดิษฐ์กระดาษได้อย่างแท้จริงกลับได้แก่ชาติจีน เมื่อ 2,000 ปีล่วงมาแล้ว ไซลั่น นักประดิษฐ์ชาวจีนได้นำเศษแหเก่า ๆ เศษผ้าขี้ริ้วตลอดจนเศษพืช นำมาต้ม และทุบให้เปื่อย เมื่อนำมารวมกับน้ำก็จะเกิดเป็นเยื่อกระดาษ (Pulp) นำเยื่อกระดาษดังกล่าวมาเกลี่ยตามแนวนอนบนตะแกรงปล่อยให้น้ำไหลออกจากตะแกรง แล้วนำมาบดอัดให้แห้ง ซึ่งข้อแตกต่างระหว่างกระดาษปาปิรัสกับกระดาษในปัจจุบัน ก็คือ ในสมัยอียิปต์เส้นใยของต้นปาปิรัสจะถูกผ่านจนเป็นแผ่นบางแล้วนำมาเรียงขวางสลับกัน แต่กระดาษในปัจจุบันเยื่อกระดาษจะถูกนำมาย่อยจากใยของพืชและเส้นใยเหล่านี้จะถูกวางอย่างไม่เป็นระเบียบ ซึ่งจะมีผลทำให้กระดาษมีความเหนียวกว่าแต่ก่อน

เทคนิคของการผลิตกระดาษนี้ ได้แพร่หลายจากจีนไปสู่ยุโรปตะวันตกโดยผ่านอาหรับ แต่อาหรับไม่ส่งเสริมการพิมพ์ ดังนั้นกว่าที่เทคนิคของการผลบิตกระดาษจะเข้าสู่ยุโรปก็เป็นสมัยยุคกลางตอนปลาย และเมื่ออังกฤษได้เริ่มตั้งโรงงานผลิตกระดาษขึ้นเป็นครั้งแรกที่ เมือง Herfordshire ปี ค.ศ.1490 กระดาษก็ได้ทำหน้าที่แพร่ขยายวรรณกรรมออกไปอย่างกว้างขวาง และความต้องการการใช้กระดาษก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้น แม้ว่าในทุกวันนี้เยื่อกระดาษจะสามารถผลิตจากวัสดุได้หลายชนิดและความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการผลิตกระดาษจะสมบูรณ์ขึ้นเพียงไร แต่หลักการพื้นฐานของการผลิตกระดาษก็ยังคงไม่เปลี่ยนแปลง ในปัจจุบันแม้จะมีกระดาษนับได้หลายพันชนิด แต่ก็พอจะ

จำแนกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. กระดาษเพื่อใช้ทำบรรจุภัณฑ์ (Packaging) และวัสดุก่อสร้าง
2. กระดาษพิมพ์ (Newsprint)
3. กระดาษสำหรับเขียน กระดาษปก และกระดาษสุขภัณฑ์

1.1 ความเป็นมาของการผลิตกระดาษ

เป็นที่ทราบกันดีว่า ผู้ที่คิดประดิษฐ์กระดาษขึ้นเป็นครั้งแรกได้แก่ ขุนนางจีนชื่อ ไซลั่น เมื่อ ปี ค.ศ.105 แม้ว่าจีนจะทำการค้าขายกระดาษกับชาวต่างชาติ แต่ก็คงรักษาความลับในการผลิตกระดาษไว้อย่างเหนียวแน่น

ประมาณปี ค.ศ.600 ญี่ปุ่นได้เรียนรู้วิธีการผลิตกระดาษ

ในปี ค.ศ.700 ช่างทำกระดาษชาวจีนได้เปิดเผยเทคนิคการทำกระดาษแก่อาหรับที่เมืองสมารกัน และอาหรับก็ได้นำกระดาษผ่านไปยังทวีปแอฟริกาตอนเหนือ จนถึง โมร็อกโก และ สเปน

ค.ศ.1150 ได้มีการผลิตกระดาษขึ้นในประเทศสเปน และในประเทศอิตาลีเมื่อปี ค.ศ.1250 จนแพร่หลายไปทั่วยุโรป

การผลิตกระดาษที่มีความหนาหลาย ๆ ชั้น ได้มีการผลิตเมื่อปี ค.ศ.1580 ในทวีปยุโรป โดยอังกฤษได้ค้นพบวิธีการเคลือบผิวกระดาษด้วยการผสมตะกั่ว ปูนขาวชนิดดี ตลอดจนหินปูน กับน้ำ

ต่อมาเมื่อมีปัญหาการขาดแคลนเศษผ้าสำหรับการทำเยื่อกระดาษ เนื่องจากปริมาณความต้องการการใช้กระดาษได้เพิ่มมากขึ้น Jacob Schafer ชาวเยอรมัน ได้คิดแก้ปัญหานี้โดยการใช้พืชกว่า 80 ชนิด มาเป็นเยื่อกระดาษแทนเศษผ้าในปี ค.ศ. 1765

ปี ค.ศ.1799 ชาวฝรั่งเศสชื่อ Nicholas Louis Robert ได้ประดิษฐ์เครื่องจักรสำหรับผลิตกระดาษ โดยอาศัยหลักการที่ให้ตะแกรงเคลื่อนที่ในการเกลี่ยเยื่อกระดาษ ต่อมา Robert ได้ขายเครื่องจักรนี้แก่พ่อค้าเครื่องเขียนชาวอังกฤษตระกูล Fourdrinier และได้นำมาพัฒนาจนใช้การได้สำเร็จเมื่อปี ค.ศ.1812 เครื่องจักรในการผลิตกระดาษนี้จึงได้ชื่อว่า Fourdrinier ในเวลาต่อมา

ในปี ค.ศ.1802 John Dickinson นักประดิษฐ์ชาวอังกฤษได้สร้างเครื่องจักรผลิตกระดาษชนิดลูกกลิ้งทรงกลม หรือ Cylinder Machine ขึ้น

1.2 การผลิตกระดาษในประเทศไทย

ตามที่สันนิษฐานว่า กระดาษ ในภาษาไทย น่าจะมาจากคำว่า Cartas ในภาษาโปรตุเกส ทำให้เข้าใจได้ว่า การผลิตกระดาษในประเทศไทยคงเป็นเพราะพ่อค้าชาวโปรตุเกสเป็นผู้นำเข้ามาเผยแพร่ตั้งแต่สมัยอยุธยา

การทำกระดาษในประเทศไทย จะมีมาตั้งแต่เมื่อใดไม่ปรากฏหลักฐานแน่ชัด ในสมัยสุโขทัย วรรณกรรมเก่าแก่ที่สุด คือ จารึกพ่อขุนรามคำแหง นั้น ได้ใช้แผ่นหินแกะสลัก และหนังสือไตรภูมิพระร่วงก็เป็นคัมภีร์ใบลาน จึงน่าจะคิดว่าในสมัยสุโขทัยยังไม่มีการใช้กระดาษสำหรับเขียนหนังสือ แต่ในสมัยอยุธยาได้พบว่ามีกระดาษใช้แล้ว ได้แก่ พระราชพงศาวดารฉบับหลวงประเสริฐ ซึ่งนับว่า

เป็นหนังสือที่เก่าแก่ที่สุดที่เขียนลงบนกระดาษ ขณะนี้อนุรักษ์ไว้ที่หอสมุดแห่งชาติ

กระดาษของไทยนิยมใช้กระดาษข่อย ในการทำหนังสือต่าง ๆ จึงเรียกกันว่า “สมุดข่อย” มาตั้งแต่สมัยอยุธยา กระดาษข่อยทำจากเปลือกต้นข่อย โดยจะเอาจากลำต้นหรือกิ่ง ส่วนมากมักจะเลือกเอาชนิดที่มีอายุหนึ่งปี ตัดข่อยให้มีความยาวประมาณหนึ่งวา แช่น้ำให้อ่อนตัวเพื่อฉีกเป็นฝอยหยาบ ๆ ได้ง่าย แล้วนำไปคลุกเคล้ากับปูนขาวในบ่อที่ขุดเตรียมไว้ ราดน้ำลงไปแล้วใช้เท้าเหยียบเพื่อให้เปลือกข่อยนุ่ม เมื่อเห็นว่าปูนขาวเกาะเปลือกข่อยทั่วถึงกันแล้ว จึงโกยใส่โอ่งหมักทิ้งไว้ 3 – 4 วัน แล้วนำไปล้างน้ำเพื่อให้ปูนขาวที่เกาะเปลือกข่อยหลุดออก และจะต้องทำให้เปลือกข่อยเปื่อยโดยการต้ม ซึ่งจะต้องใช้กระทะใบบัวขนาดใหญ่ใส่น้ำตั้งไฟใช้กระบุงสานด้วยไม้ไผ่ ภายในมีตะแกรงกันเปลือกข่อยอยู่เหนือน้ำผึ่งอยู่เหนือน้ำ ต้มนานพอสมควร ก็เอาลงมาทุบด้วยค้อนไม้บนแผ่นกระดาน การทุบฝอยเปลือกข่อยบางทีใช้คนสองคนนั่งตรงกันข้าม ถือค้อนไม้คนละสองอันทุบเป็นจังหวะลงบนเปลือกข่อย จนเนื้อข่อยแหลกละเอียดสามารถเอามาเคล้าคลุกกับน้ำปั้นเป็นก้อนได้ จึงเป็นเยื่อกระดาษข่อยที่จะใช้ทำกระดาษได้ การทำเป็นกระดาษต้องมีแบบหรือที่เรียกว่า “แพนง” เป็นกรอบไม้บุด้วยผ้ามุ้ง การทำมักเอาแพนงไปวางในคลองหรือลำธารตื้น ๆ ซึ่งมีน้ำสะอาดไหล แล้วเอาเยื่อกระดาษที่ปั้นเป็นก้อนโดยลงไปในแบบกวนให้เยื่อข่อยละลายกับน้ำกระจายแผ่ไปเต็มแบบสม่ำเสมอกัน ถ้าต้องการกระดาษหนาก็ต้องใส่เยื่อข่อยให้มาก เมื่อเยื่อข่อยแผ่กระจายไปทั่วแล้ว ก็ยกแบบหรือแพนงขึ้นจากน้ำใช้ไม้ซางคลึงรีดน้ำที่อมอยู่ในเยื่อข่อยออก ในกรณีที่ผู้ผลิตกระดาษมิได้อยู่ใกล้ลำธารน้ำ ก็อาจเอาเยื่อข่อยมากวนผสมกับน้ำในครุให้เข้ากันดี แล้วเทลงบนแบบใช้มือเกลี่ยให้เยื่อข่อยแผ่กระจายเสมอกันตลอด ปกติเมื่อยกแบบออกจากน้ำ น้ำก็จะไหลผ่านผ้ามุ้งออกไปหมด สิ่งที่เกาะอยู่ด้านบนผ้ามุ้งก็จะเป็นเยื่อข่อยที่กำลังรวมตัวเป็นกระดาษ เอาแบบหรือแพนงไปตากแดดให้แห้งก็จะลอกแผ่นกระดาษออกจากแบบได้ ในภายหลังมีการผลิตกระดาษข่อยกันน้อยมาก

สำหรับการผลิตกระดาษสมัยใหม่ในประเทศไทยเริ่มต้นเมื่อปี พ.ศ.2460 เนื่องจากเป็นภาวะหลังสงครามโลกครั้งที่ 1 กระดาษจากต่างประเทศมีน้อย กรมแผนที่ทหารบกจึงเริ่มผลิตกระดาษขึ้นใช้ในราชการกระทรวงกลาโหม แต่เป็นการผลิตด้วยมือแบบคนจีนโบราณจึงทำการผลิตได้น้อยมาก

พ.ศ.2466 ได้มีการผลิตกระดาษด้วยเครื่องจักรเป็นครั้งแรกในประเทศไทยที่ท่าพายัพ ถนนสามเสน โดยมีพลตรีพระยาศัลวิธานนิเทศ เป็นผู้อำนวยการ วัตถุดิบที่ใช้ได้แก่การนำกระดาษเก่ามาบดเป็นเยื่อกระดาษ

ในปี พ.ศ.2479 กรมแผนที่ทหารบก ได้ดำเนินการสร้างโรงงานกระดาษขึ้นจังหวัดกาญจนบุรี โดยใช้วัตถุดิบจากไม้รวก ไม้ไผ่ ไม้เบญจพรรณ มาทำเยื่อกระดาษ

ต่อมาปี พ.ศ.2500 ทางราชการได้จัดตั้งโรงงานกระดาษที่บางปะอิน และสามารถดำเนินการผลิตได้เมื่อปี พ.ศ.2505 โดยใช้เยื่อกระดาษจากต่างประเทศ

เมื่อได้มีการจัดตั้งสำนักงานส่งเสริมการลงทุนเพื่อกิจการอุตสาหกรรมเมื่อปี พ.ศ.2502 และอุตสาหกรรมผลิตกระดาษเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุน ทำให้มีเอกชนหลาย

ราย ได้เปิดโรงงานผลิตกระดาษขึ้นอย่างมีคุณภาพและปริมาณที่พอเพียง จนบางชนิดสามารถส่งไปขายต่างประเทศได้ แต่การผลิตกระดาษส่วนใหญ่ต้องอาศัยเยื่อกระดาษจากต่างประเทศ ถ้าได้มีการตั้งโรงงานผลิตเยื่อกระดาษขึ้นได้เอง ก็น่าจะมีผลให้อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษของไทยพัฒนาได้กว้างขวางยิ่งขึ้น

1.3 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระดาษ

1.3.1 เยื่อกระดาษ (Paper pulp) ได้แก่ เซลลูโลสของพืชเป็นวัตถุหลักของเนื้อกระดาษ

1.3.2 วัตถุช่วยเสริมเนื้อกระดาษ (Loading material) ใช้เติมลงไปในเยื้อกระดาษเพื่อไปอุดช่องว่างในเนื้อกระดาษได้แก่ ดินขาว (China clay)

1.3.3 วัตถุช่วยสร้างคุณภาพพิเศษแก่เนื้อกระดาษ (Sizing material) เพื่อให้กระดาษไม่ซึมหมึก ได้แก่ ยางสน (Resin)

1.3.4 วัตถุที่ให้สี (Colouring material) เพื่อให้กระดาษเกิดสีตามที่ต้องการ

1.3.5 น้ำ มีความต้องการใช้ในปริมาณที่มากเพื่อให้เยื่อกระดาษตลอดจนวัตถุอื่น ๆ เกิดการรวมตัวกัน

1.4 กระบวนการผลิตกระดาษ

ในการผลิตกระดาษส่วนใหญ่นิยมใช้เยื่อกระดาษจากต้นไม้ โดยการนำไม้ซุงมาเข้าเครื่องสับให้เป็นไม้ป่นเล็ก ๆ ซึ่งเรียกว่า กระบวนการ Mechanical หรือ Ground wood ไม้ป่นเหล่านี้จะถูกนำไปเป็นเยื่อกระดาษโดยผ่านกระบวนการทางเคมีหลายกระบวนการ

1.4.1 กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษด้วยเคมี

ไม้ป่นที่จะนำมาผ่านกระบวนการทางเคมีนี้จะถูกตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ บาง ๆ ขนาด 5/8 นิ้ว ถึง 1½ นิ้ว แล้วใส่ลงในถังย่อย เพื่อผ่านการอบไอน้ำและเติมด้วยสารเคมี ซึ่งเรียกว่า Cooking liquors ระยะเวลาในการอบไม้อาจใช้เวลาตั้งแต่ 2 ถึง 35 ชั่วโมง เยื่อกระดาษที่ผ่านกระบวนการทางเคมีต่างชนิดจะมีชื่อเรียกต่างกันดังนี้

1.4.1.1 เยื่อ Sulfite เป็นกระบวนการที่นิยมอย่างกว้างขวาง โดยการเติม Calcium bisulfite ในหม้ออบไอน้ำซึ่งหม้ออบเยื่อไม้นี้จะสร้างด้วยอิฐที่สามารถทนกรดเยื่อกระดาษ Sulfite นี้จะนำไปผลิตกระดาษสำหรับหนังสือพิมพ์ (กระดาษปรู๊ฟ) กระดาษสำหรับเขียน กระดาษปก และกระดาษสุขภัณฑ์ หลักในการผสมนั้นจะใช้ Sulfite 1/4 ผสมกับไม้ป่นในอัตรา 3/4 ส่วน

1.4.1.2 เยื่อ Soda ได้แก่ การเติมผสมด่าง Soda หรือ Coustic Soda ในการต้มเยื่อไม้ กระดาษจากเยื่อ Soda นี้ นิยมใช้พิมพ์หนังสือ และเป็นกระดาษเขียนจดหมาย

1.4.1.3 เยื่อ Sulfate เป็นการใช้สารเคมี Sodium hydroxide และ Sodium sulfide เยื่อกระดาษชนิดนี้จะมีความเหนียวมากจึงเหมาะที่จะใช้ผลิตกระดาษห่อของ (Kraft) กระดาษทำกล่อง และกระดาษลักษณะพิเศษอื่น

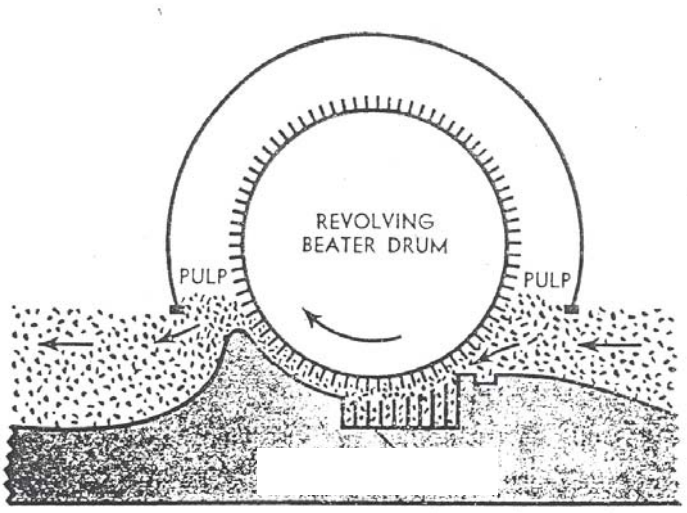
1.4.2 การทุบเยื่อกระดาษ

ภายหลังจากที่ได้เตรียมวัสดุในการผลิตกระดาษ ซึ่งได้แก่ เยื่อกระดาษ (Pulp) วัสดุช่วยเสริมเนื้อกระดาษ (Loading material) วัสดุช่วยเสริมคุณภาพพิเศษแก่เนื้อกระดาษ (Sizing material) ตลอดจนสารเคมีเรียบร้อยแล้ว จะต้องนำวัสดุดังกล่าวมาทำการตีเยื่อกระดาษโดยใช้เครื่องตีเยื่อกระดาษ (Beater) เพื่อให้เกิดผลต่อการผลิตกระดาษ 2 ประการ

1.4.2.1 ทำให้เส้นใยของเยื่อกระดาษ (Pulp fiber) ขาดเป็นฝอย ซึ่งจะมีผลทำให้เนื้อกระดาษเรียบ

1.4.2.2 การตีกระดาษจะทำให้เกิดเมือกเหนียวในเยื่อกระดาษ (Hydrated) ซึ่งเมือกเหนียวนี้จะมีคุณสมบัติคล้ายกาว ทำหน้าที่ยึดเกาะเนื้อกระดาษให้มีความเหนียวทนทาน

สำหรับการตีเยื่อกระดาษนี้ในสมัยโบราณ อาจใช้วิธีตีด้วยมือโดยใช้ค้อนทุบ แต่ในการผลิตกระดาษระบบอุตสาหกรรมในปัจจุบันจะใช้เครื่องตีเยื่อกระดาษ (Beater) ซึ่งมีลักษณะเป็นลูกกลิ้ง (Cylinder) และมีฟันล้อเป็นครีบโดยรอบลูกกลิ้งทำหน้าที่หมุนตีเยื่อกระดาษให้ขาดเป็นฝอย



เครื่องตีเยื่อกระดาษ (Beater)

เมื่อต้องการให้เนื้อกระดาษมีความละเอียดยิ่งขึ้นอาจผ่านเยื่อกระดาษที่ถูกตีแล้วไปยัง Jordan ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่มีใบมีด ฟันเยื่อกระดาษให้ละเอียดยิ่งขึ้น เยื่อกระดาษในขณะนี้จะมีชื่อเรียกว่า Stuff หรือ Furnish นำไปพักไว้ในถังเก็บ พร้อมที่จะส่งเข้าเครื่องจักรเพื่อทำการผลิตเป็นกระดาษต่อไป

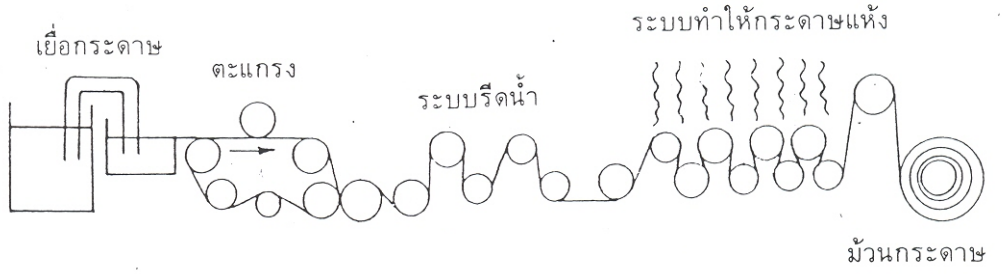
1.4.3 การทำงานของเครื่องจักรผลิตกระดาษแบบ Fourdrinier

เครื่องจักร Fourdrinier สามารถที่จะผลิตกระดาษม้วนได้อย่างรวดเร็วในอัตรา 1,200 ฟุต/นาที โดยเยื่อกระดาษที่ละเอียดผสมน้ำ (Stuff) จะไหลจากถังเก็บมาสู่ตะแกรง (Wire) ซึ่งมีลักษณะคล้ายสายพาน เยื่อกระดาษจะถูกเกลี่ยบนผิวตะแกรง ในขณะที่ตะแกรงเคลื่อนที่น้ำจากเยื่อกระดาษจะไหลลงสู่เบื้องล่าง ซึ่งในระยะแรกเยื่อกระดาษจะมีปริมาณน้ำอยู่ประมาณ 99% จะค่อยแห้งจนกระดาษเป็นแผ่น ขณะเดียวกันด้านบนจะมีลูกกลิ้งกดรีดน้ำให้แห้ง และลูกกลิ้งเดียวกันนี้จะทำหน้าที่กดให้ผิวกระดาษเรียบทั้งยังสามารถสร้างลักษณะลวดลายที่พิเศษแก่ผิวกระดาษ หรือทำลายน้ำบนกระดาษอีกด้วย

เมื่อตะแกรงได้เคลื่อนที่จนสุดแล้ว ก็จะส่งม้วนกระดาษต่อไปยังลูกกลิ้งเพื่อรีดให้เหลือน้อยลงและส่งต่อไปยังลูกกลิ้งสำหรับอบไอร้อนเพื่อทำให้กระดาษแห้งสนิท ทำการม้วนเป็นกระดาษม้วนเพื่อนำไปใช้ในการพิมพ์ต่อไป

1.4.4 การทำงานของเครื่องจักรผลิตกระดาษแบบ Cylinder machine

เครื่องจักรแบบ Cylinder machine เหมาะสำหรับใช้ผลิตกระดาษแข็ง และกระดาษสุขภัณฑ์โดยอาศัยลูกกลิ้งที่มีลักษณะเป็นตะแกรงหมุนเพื่อให้เยื่อกระดาษ (Stuff) ติดขึ้นมาเกาะบนผิวตะแกรง เมื่อลูกกลิ้งหมุนครบรอบก็จะมีลูกกลิ้งลูกอื่นรับกระดาษไม่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่นเดียวกับระบบ Fourdrinier



ระบบของเครื่องจักร Fourdrinier

1.5 ชนิดของกระดาษ (Type of paper)

1.5.1 จากความแตกต่างของกรรมวิธีในการผลิตกระดาษ ความแตกต่างของเยื่อกระดาษ สารเคมี ตลอดจนเครื่องจักรในการผลิต จะมีผลทำให้ลักษณะของกระดาษมีความแตกต่างกันตามวัสดุพื้นฐานในการผลิต ผู้พิมพ์จำเป็นต้องศึกษาถึงประเภทและชื่อเรียกของกระดาษ เพื่อประโยชน์ในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานพิมพ์ ตลอดจนสามารถสื่อความหมายกับผู้อื่นได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการพิมพ์ กระดาษจะมีลักษณะ และชื่อเรียกแตกต่างกันดังนี้

1.5.1.1 กระดาษปรู๊ฟ (Newspring) เป็นกระดาษที่ทำจากเยื่อไม้ป่น จึงทำให้มีราคาถูก คุณภาพต่ำ ถ้าเก็บไว้นานจะกรอบและแดงใช้พิมพ์หนังสือราคาถูกและหนังสือพิมพ์

1.5.1.2 กระดาษบอนด์ (Bond paper) เป็นกระดาษที่มีคุณภาพสูง เยื่อกระดาษทำจากเศษผ้าผสมด้วยสารเคมี Sulfite ฟอกให้ขาวเป็นพิเศษ เป็นกระดาษใช้พิมพ์งานที่มีค่า เช่น ประกาศนียบัตร หรือ กระดาษเขียนจดหมาย

1.5.1.3 กระดาษฟอกขาวหรือกระดาษปอนด์ขาว (Wood-Free paper) เป็นกระดาษที่ทำจากเยื่อเคมีฟอกให้ขาว ผลิตเป็นกระดาษเพื่อใช้เขียนหรือพิมพ์ ใช้ทำสมุด และพิมพ์หนังสือโดยทั่วไป

1.5.1.4 กระดาษเหนียวหรือกระดาษสีน้ำตาลห่อของ (Kraft paper) ทำจากเยื่อ Sulphate ผสมสีน้ำตาล มีความเหนียวมากใช้ทำเป็นกระดาษห่อของหรือบรรจุภัณฑ์

1.5.1.5 กระดาษปก (Cover paper) เป็นกระดาษปอนด์ทำให้หนาเป็นพิเศษ มีความเหนียวทนทาน เพื่อใช้ทำปกหนังสือ

1.5.1.6 กระดาษวาดเขียน (Drawing paper) เป็นกระดาษปอนด์ขาว แต่ทำให้เนื้อกระดาษสามารถรับสีได้ง่าย และมีผิวเหมาะแก่การเขียนภาพระบายสี ดูดหมึกดูดสีไว้โดยง่าย

1.5.1.7 กระดาษอาร์ต (Arts, Coated paper) เป็นกระดาษที่ได้มีการเคลือบผิวหน้าด้วยวัสดุบางอย่างให้มีผิวเรียบมัน เพื่อใช้พิมพ์ภาพที่มีลายละเอียด

1.5.1.8 กระดาษกล่อง (Box board) เป็นกระดาษที่ด้านหน้าทำจากเยื่อเคมี มีลักษณะเป็นกระดาษปอนด์ขาว แต่ด้านหลังทำจากเยื่อไม้ป่น หรืออาจเป็นเยื่อกระดาษเก่าซึ่งจะมีสีคล้ำ กระดาษชนิดนี้จะผลิตจากเครื่องจักรชนิด Cylinder machine หลาย ๆ ชั้น

1.5.1.9 กระดาษโปสเตอร์ (Poster paper) เป็นกระดาษปอนด์ที่ขัดมันเรียบหน้าเดียว ส่วนอีกหน้าหนึ่งจะปล่อยให้หยาบไว้

1.5.1.10 กระดาษแข็ง (Hard board) เป็นกระดาษที่ใช้ทำปกแข็งด้านในของหนังสือเมื่อใช้งานจะต้องมีกระดาษหรือวัสดุอื่นหุ้ม จึงเป็นกระดาษที่ไม่ต้องฟอกขาว ทำจากเยื่อฟางเยื่อไม้ป่นหรือเยื่อกระดาษเก่า เนื้อกระดาษจะดูสีคล้ำและผิวไม่เรียบ

1.5.1.11 กระดาษพาทเมนท์ (Parchment paper) เป็นกระดาษทำเลียนแบบแผ่นหนังฟอก เยื่อกระดาษใช้เศษผ้าเป็นกระดาษที่ใช้กับงานพิมพ์ที่มีความสำคัญ

1.5.2 นอกจากนี้ยังอาจแบ่งชนิดของกระดาษตามลักษณะผิวของกระดาษ โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1.5.2.1 กระดาษเคลือบผิว (Coated paper)

กระดาษชนิดนี้เรียกกันโดยทั่วไปว่า กระดาษอาร์ต มีผิวเรียบและขาว เนื่องจากถูกเคลือบไว้ด้วยสารเคลือบผิว เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต ติตาเนียมไดออกไซด์ และสารสังเคราะห์บางชนิด กระดาษชนิดนี้มีการรับหมึกได้ดี และการที่มีผิวเรียบทำให้ภาพพิมพ์มีความ

คมชัด มีทั้งชนิดมันและชนิดด้าน ขนาด น้ำหนัก กระดาษมีตั้งแต่ 80 กรัม/ตารางเมตร จนถึง 350 กรัม/ตารางเมตร กระดาษอาร์ต นิยมใช้สำหรับงานพิมพ์ที่มีภาพมาก ๆ และต้องการรายละเอียด เช่น การพิมพ์ภาพสี่สี

ตารางแสดงขนาดน้ำหนักกระดาษอาร์ตในการใช้งาน

ลักษณะงานพิมพ์	ขนาด กรัม/ตารางเมตร
พิมพ์เป็นเนื้อในหนังสือ	80 – 120
พิมพ์เป็นปก	140 – 260
พิมพ์โปสเตอร์	120 – 210
พิมพ์เอกสารแผ่นพับ	120 - 160

1.5.2.2 กระดาษไม่เคลือบผิว (Uncoated Paper)

กระดาษชนิดนี้เป็นกระดาษที่ไม่ได้รับการเคลือบผิว ฉะนั้นผิวของกระดาษจะมีความเรียบน้อย มีหลายชนิด เช่น

1) กระดาษการ์ด ได้แก่ กระดาษที่มีน้ำหนักเกินกว่า 100กรัม/ตารางเมตร มีความแข็งแรงนิยมใช้พิมพ์ปกหนังสือ แผ่นโฆษณา โปสเตอร์ เอกสารแผ่นพับ มีขายในท้องตลาดหลายสี เช่น ขาว ชมพู ฟ้า เขียว เหลือง

2) กระดาษปอนด์ เป็นกระดาษที่ใช้พิมพ์ เขียน มีเนื้อกระดาษสีขาว ทิ้งไว้ได้นานจะไม่ค่อยเหลือง สามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่กรอบนิยมใช้พิมพ์หนังสือและสิ่งพิมพ์ทั่วไป ขนาดน้ำหนัก 60 – 80 กรัม/ตารางเมตร

3) กระดาษปรู๊ฟ หรือกระดาษหนังสือพิมพ์ มีราคาถูกกว่ากระดาษปอนด์กว่าครึ่ง มีสีค่อนข้างเหลือง ทิ้งไว้นานจะกรอบ เหมาะที่จะใช้งานพิมพ์ชั่วคราว ขนาดที่ใช้โดยทั่วไป คือ 48 กรัม/ตารางเมตร

4) กระดาษแอร์เมล์ เป็นกระดาษบาง น้ำหนักประมาณ 28 – 32 กรัม/ตารางเมตร ใช้สำหรับเขียนจดหมายเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากมีน้ำหนักเบา

1.6 ขนาดของกระดาษ (Size of paper)

ในการที่ผู้พิมพ์ประสงค์จะสั่งซื้อกระดาษเพื่อการพิมพ์นั้น ควรจะต้องทราบถึงขนาดมาตรฐานของกระดาษที่ประสงค์จะนำมาใช้พิมพ์ เพื่อจะได้สะดวกต่อการคำนวณปริมาณกระดาษที่จะสั่งซื้อ โดยปกติผู้พิมพ์ควรสั่งซื้อกระดาษตามขนาดมาตรฐานของกระดาษแต่ละชนิด มากกว่าจะสั่งกระดาษขนาดพิเศษซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าปกติ สำหรับขนาดมาตรฐานในประเทศสหรัฐอเมริกานั้นได้แบ่งกระดาษออกเป็น 5 ประเภทใหญ่ ๆ โดยแต่ละประเภทจะมีขนาดมาตรฐาน ดังนี้

ตารางแสดงขนาดกระดาษมาตรฐาน อเมริกัน

ชื่อกระดาษ	การใช้งาน	ขนาด
1. Newsprint	กระดาษปรู๊ฟใช้พิมพ์หนังสือพิมพ์	24 x 36 นิ้ว
2. Book	ใช้พิมพ์หนังสือทั่วไป	25 x 38 นิ้ว
3. Bond	ใช้เป็นสมุดเขียน	17 x 22 นิ้ว
4. Cover	ใช้ทำปก	20 x 26 นิ้ว
5. Card board	ใช้ทำกล่อง	22 x 28 นิ้ว

สำหรับในประเทศไทย กระดาษปรู๊ฟ (Newsprint) ซึ่งใช้พิมพ์หนังสือยกโดยทั่วไป มีอยู่ 2 ขนาด ได้แก่ ขนาด 31 x 43 นิ้ว และขนาด 24 x 35 นิ้ว จึงมีผลทำให้เกิดหนังสือ 8 หน้ายกธรรมดาและหนังสือ 8 หน้ายกเล็ก ตามลำดับ

ในปัจจุบันองค์การมาตรฐานระหว่างประเทศ (International Standard Organization) หรือ ISO ได้พยายามกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยกำหนดขนาดกระดาษรีมให้เป็นระบบมาตรฐานได้แก่การสร้างรูปร่างของกระดาษ ซึ่งเมื่อตัดแบ่งครึ่งแล้วจะได้สัดส่วน (Proportion) ระหว่างความกว้างกับความยาว คงที่ทุกครั้ง

อัตราส่วนระหว่างความกว้าง : ความยาว จะเท่ากับ 1 : $\sqrt{2}$ (หรือ 1.414) เสมอ

ขนาดของกระดาษมาตรฐาน ซึ่งเรียกว่า กระดาษชุด A เริ่มต้นด้วย A0 มีขนาดความกว้าง คูณ ความยาว เท่ากับ 1 ตารางเมตรพอดี เพื่อเป็นการสะดวกต่อการคิดน้ำหนักกระดาษเป็นกรัม หรือ แกรม/ตารางเมตร อีกด้วย ดังนั้นหน่วยของการวัดขนาดกระดาษมาตรฐาน จึงนิยมใช้มาตราเมตริกเสมอ

ตารางแสดงขนาดของกระดาษมาตรฐาน

ชื่อขนาด	**ขนาดเป็นมิลลิเมตร**	**ลักษณะการใช้งาน**
A0	841 x 1189	ขนาดกระดาษสำหรับเขียนแบบแปลน
A1	594 x 841	
A2	420 x 594	
A3	297 x 420	
A4	210 x 297	กระดาษจดหมาย วารสาร บันทึก
A5	148 x 210	กระดาษจดหมายเล็ก
A6	105 x 148	โปสการ์ดสากล สมุดพก
A7	74 x 105	สมุดพกขนาดเล็ก ใบรับหนังสือ

ตารางแสดงขนาดของกระดาษมาตรฐาน (ต่อ)

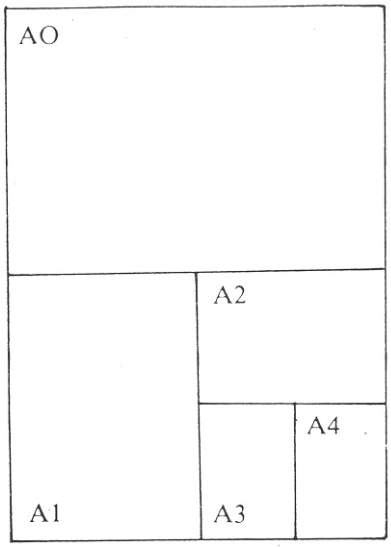
ชื่อขนาด	ขนาดเป็นมิลลิเมตร	ลักษณะการใช้งาน
A8	52 x 74	นามบัตร
A9	37 x 52	ตั๋วรถไฟ
A10	26 x 37	แสตมป์

ข้อดีของการใช้กระดาษขนาดมาตรฐาน ชุด A

1. ในการตัดแบ่งกระดาษเพื่อใช้ให้เหมาะสมกับงาน จะเป็นอัตราแบ่งครึ่งพอดีโดยที่ไม่เหลือเศษทิ้ง

2. ทำให้สามารถคิดน้ำหนักของกระดาษว่าเป็นกี่แกรมได้โดยง่าย เนื่องจากกระดาษขนาด A0 จะมีพื้นที่เท่ากับ 1 ตารางเมตร พอดี

3. กระดาษขนาดมาตรฐาน มีแนวโน้มที่จะใช้กันแพร่หลายทั่วโลก



ภาพแสดงการตัดแบ่งครึ่งกระดาษมาตรฐาน ชุด A

แม้ว่าประเทศไทย โดยมติของคณะรัฐมนตรีจะได้ลงมติให้หน่วยราชการต่าง ๆ ใช้กระดาษขนาดมาตรฐานในการพิมพ์ เมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน 2516 *(ธนิต ผิวนิ่ม. 2528 : 83)* แต่ในทางปฏิบัติความนิยมในการใช้กระดาษขนาดมาตรฐานก็ยังไม่สู้จะเป็นที่นิยมแพร่หลายนัก ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการตัดกระดาษในเมืองไทยนิยมตัดขนาด 31 x 43 นิ้ว ซึ่งไม่ตรงกับขนาดมาตรฐานเมื่อทางผู้พิมพ์จะมาตัดให้เป็นกระดาษชุด A ก็ย่อมจะเหลือเศษนั่นเอง

1.7 น้ำหนักกระดาษ (Substance)

ในการเรียกน้ำหนักของกระดาษนั้นมีอยู่ 3 ระบบใหญ่ ๆ

1.7.1 หน่วยน้ำหนักเป็นแกรมหรือกรัม หมายถึง กระดาษขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร (กระดาษมาตรฐานขนาด A0) เมื่อนำไปชั่งน้ำหนักได้กี่แกรม ก็เรียกว่าเป็นกระดาษเท่านั้นแกรม เช่น กระดาษโรเนียว 60 แกรม 80 แกรม เป็นต้น โดยปกติเวลาเขียนก็จะต้องเขียน 60 แกรม/ม^2 หรือ 80 แกรม/ม^2 อย่างชัดเจน

1.7.2 หน่วยน้ำหนักเป็นกิโลกรัม (กก.) เป็นหน่วยสำหรับขนาดกระดาษในเมืองไทยโดยเฉพาะ โดยโรงงานกระดาษในเมืองไทยจะถือว่ากระดาษขนาด 31 x 43 นิ้ว จำนวน 1 รีม ซึ่งจะมีจำนวนกระดาษ 500 แผ่น เมื่อชั่งน้ำหนักดูแล้วพบว่าเป็นกี่กิโลกรัม ก็จะเรียกเป็นกระดาษเท่านั้นกิโลกรัม เช่น กระดาษฟอกขาว 27 กก. เป็นต้น

1.7.3 หน่วยน้ำหนักเป็นปอนด์ นิยมใช้ทางแถบประเทศยุโรปและอเมริกา โดยทางยุโรป และอเมริกาได้กำหนดขนาดกระดาษสำหรับการใช้งานไว้เฉพาะ เช่น กระดาษปรู๊ฟ มีขนาด 24 x 36 นิ้ว ถ้านำกระดาษดังกล่าวมา 1 รีม หรือ 500 แผ่น แล้วชั่งน้ำหนักกระดาษทั้งรีมได้กี่ปอนด์ก็ถือว่าเป็นน้ำหนักกระดาษชนิดนั้น เช่น กระดาษ 80 ปอนด์ กระดาษ 100 ปอนด์ เป็นต้น แต่สำหรับในอเมริกาภายหลังได้ถือเอาจำนวนกระดาษ 1,000 แผ่น ต่อการคิดน้ำหนักเป็นปอนด์

2. หมึกพิมพ์ (Printing ink)

ความเป็นมาของหมึกพิมพ์นั้น ได้ถือกำเนิดขึ้นมาพร้อมกับการสร้างสรรค์ของมนุษย์ในด้านการพิมพ์ โดยเริ่มจากการที่มนุษย์สมัยก่อนประวัติศาสตร์ใช้สีจากธรรมชาติมาใช้ในการพิมพ์ภาพมือบนผนังถ้ำ จนกระทั่งถึงสมัย อียิปต์ และจีน ก็ได้รับการพัฒนามาตามลำดับ

จนถึงสมัยของ กูเต็นเบิร์ก ผู้ซึ่งถือว่าเป็นบิดาแห่งการพิมพ์ได้ทำการทดลองผลิตหมึกพิมพ์ขึ้นใช้เอง ให้เหมาะสมกับการพิมพ์ และเป็นหมึกพิมพ์ที่มีคุณภาพอย่างสมบูรณ์ แต่สูตรส่วนผสมของการทำหมึกพิมพ์ก็ยังคงเป็นความลับ และไม่มีการเผยแพร่แก่ผู้อื่น จนกระทั่งสมัยปลายคริสต์ศตวรรษที่ 17 จึงมีการพิมพ์หนังสือเพื่อเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับหมึกพิมพ์โดย อะลอยส์ เซเนเฟลเดอร์ (Alois Senefelder) ได้เปิดเผยสูตรการทำหมึกสำหรับพิมพ์หิน (Lithography ink) และหมึกลอกลาย (Retranfer ink) ในปี ค.ศ. 1818 วิลเลียม ซาเวจ (William Savage) ได้เรียบเรียงหนังสือเรื่อง “On the Preparation of Printing Ink Both Black & Coloured” ซึ่งเป็นตำราเกี่ยวกับหมึกพิมพ์ที่มีประโยชน์มากในด้านหมึกพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส

2.1 องค์ประกอบของหมึกพิมพ์

เพื่อให้หมึกพิมพ์มีคุณสมบัติที่เหมาะแก่การพิมพ์ในสภาพการณ์ต่าง ๆ ตามต้องการ หมึกพิมพ์จึงต้องมีโครงสร้างประกอบต่าง ๆ ที่จะช่วยให้หมึกพิมพ์มีคุณภาพที่ดี ซึ่งจะมีองค์ประกอบ ดังนี้

2.1.1 ตัวเนื้อสี (Pigment) เป็นตัวทำให้หมึกพิมพ์มีสีสันแตกต่างกันซึ่งจะได้จากสาร 2 ประเภท ได้แก่ *(โอวาท นิติทัณฑ์ประภาศ. 2525 : 70 – 73)*

2.1.1.1 สารอนินทรีย์ (Inorganic pigment) เป็นแร่ธาตุที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น ดินสีต่าง ๆ สนิมเหล็ก เป็นต้น คุณสมบัติที่ดีของเนื้อสีชนิดนี้ คือ มีความทนทาน สีไม่ซีดจางง่าย แต่การจะบดให้เนื้อสีละเอียดทำได้ยาก

2.1.1.2 สารอินทรีย์ (Organic pigment) ได้แก่ สารที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน หรือสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติจากพืชและสัตว์ คุณสมบัติที่ดีของสารประเภทนี้ คือ ให้สีหมึกที่สดใส สามารถบดให้ละเอียดได้ง่าย ไม่กัดแท่นพิมพ์ แต่มีข้อเสียที่คุณภาพสีไม่ทนทานต่อแสงแดดทำให้ซีดจางเร็ว

2.1.2 ตัวนำ (Vehicles) จะทำหน้าที่เป็นพาหะ พาเนื้อสีไปติดบนวัตถุที่พิมพ์ และทำหน้าที่ยึดเกาะเสื้อสีเข้าด้วยกัน ตัวนำนี้ได้แก่ น้ำมันวานิช (Vanish) และยังอาจมีวัสดุอื่น ๆ ที่ให้คุณสมบัติพิเศษแก่หมึกพิมพ์ เช่น เรซิน (Resin) ซึ่งจะช่วยให้หมึกมีความมันขึ้น อาจมีขี้ผึ้ง (Wax) เพื่อช่วยป้องกันความเหนียวของหมึกพิมพ์ ไม่ให้หมึกที่พิมพ์แล้วไปติดชนด้านหลังกระดาษแผ่นอื่น ๆ

2.1.3 ตัวทำละลาย (Solvent) เป็นส่วนที่ช่วยให้หมึกเหลวไม่แข็งตัวเร็วเกินไปจนเป็นอุปสรรคต่อการพิมพ์ เช่น หมึกพิมพ์ติดบนลูกกลิ้ง (Cylinder) ตัวทำละลายนี้ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำยาเคมี หรือน้ำมันจำพวก น้ำมันสน น้ำมันก๊าด เป็นต้น

2.1.4 ตัวทำให้แห้ง (Drier) ในการพิมพ์ด้วยเครื่องจักรซึ่งมีความเร็วในการพิมพ์สูง หมึกพิมพ์จำเป็นจะต้องแห้งเร็ว เพื่อจะไม่ทำให้เกิดหมึกไปติดบนด้านหลังของกระดาษพิมพ์แผ่นถัดไป ซึ่งเรียกว่า “การซับหลัง” ดังนั้นหมึกพิมพ์จำเป็นต้องเติมสารต่าง ๆ อาทิ Cobalt ลงไปเพื่อทำให้เป็นตัวเร่งที่จะทำให้หมึกทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ (Oxidation) หรือในบางกรณีอาจจำเป็นต้องพ่นแป้งเพื่อซับหมึกหลังการพิมพ์

การที่หมึกแห้งเร็ว ในบางครั้งอาจเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินการพิมพ์ เช่น หมึกจะติดแห้งบนลูกกลิ้ง หรือไปอุดตันในสกรีน (สำหรับการพิมพ์ Silk screen) เพื่อให้หมึกแห้งช้าลงจึงจำเป็นต้องใส่ตัวกันหมึกแห้ง (Antidrier) ซึ่งจะช่วยแย่งออกซิเจนจากน้ำมันวานิช ทำให้หมึกแห้งช้าลง นอกจากนี้ยังมีวิธีการพิมพ์อื่น ๆ ที่ทำให้หมึกพิมพ์แห้งโดยไม่ต้องใช้ตัวทำให้แห้ง ได้แก่

2.1.4.1 ใช้ความร้อนช่วยอบหมึกให้แห้ง

2.1.4.2 ใช้รังสีอัลตราไวโอเลต (UV) โดยอาศัยหลักการที่รังสีจะเข้าไปกระตุ้นสารไวแสงทำให้เรซินของหมึกพิมพ์เกิดปฏิกิริยา (Polymerization) และทำให้หมึกแข็งตัว

2.2 คุณสมบัติของหมึกพิมพ์ต่อการพิมพ์ระบบต่าง ๆ

เนื่องจากกระบวนการพิมพ์แต่ละระบบมีลักษณะต่างกัน ดังนั้นความจำเป็นในการใช้หมึกพิมพ์ จึงต้องการคุณสมบัติของหมึกพิมพ์ที่ต่างกัน ดังตารางต่อไปนี้

ระบบการพิมพ์	คุณสมบัติของหมึกพิมพ์
ระบบเลตเตอร์เพรส (Letter press)	หมึกที่มีความเหนียวปานกลาง
ระบบออฟเซท (Off set)	หมึกจะต้องมี Pigment ที่เข้มกว่าระบบเลตเตอร์เพรส เพราะระบบนี้หมึกจะติดบนกระดาษบางมาก และตัวนำของหมึกจะต้องไม่ละลายน้ำ
ระบบกราวัวร์ (Gravure)	เป็นหมึกที่เหลว และแห้งเร็ว แต่รวมตัวกันได้ดี จึงต้องใส่สารทำละลาย (Solvent) มาก
ระบบซิลค์สกรีน (Silk screen)	หมึกพิมพ์จะต้องใช้ปริมาณมาก เพราะหมึกจะจับหนาบนชิ้นงาน ลักษณะหมึกจะมีตัวนำ 3 ประเภท ได้แก่ 1. เชื้อน้ำมัน สำหรับพิมพ์กระดาษ ไม้ แก้ว โลหะ 2. เชื้อพลาสติก สำหรับพิมพ์บนผิวพลาสติก สติกเกอร์ 3. เชื้อน้ำ สำหรับใช้พิมพ์ผ้า

2.3 อันตรายจากหมึกพิมพ์

ส่วนประกอบของหมึกพิมพ์ที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษ (Toxicity) แก่ร่างกายของมนุษย์ ได้แก่ ตัวทำให้แห้ง (Drier) เพราะเป็นสารพิษจากสารประกอบจำพวก ตะกั่ว สารหนู แคดเมียม แบเรียม และปรอท เป็นต้น เมื่อนำหมึกพิมพ์ดังกล่าวมาพิมพ์บนกระดาษหรือบรรจุภัณฑ์ อาจก่อให้เกิดความเป็นพิษแก่ร่างกายได้ โอกาสที่จะเกิดความเป็นพิษ จะมีได้ 2 ลักษณะ คือ

2.3.1 ความเป็นพิษเข้าสู่ร่างกายโดยตรง เช่น ช่างพิมพ์ที่ต้องสัมผัสกับหมึกพิมพ์ตลอดเวลา จะมีโอกาสได้รับสารพิษจากหมึกพิมพ์ในลักษณะสะสมวันละเล็กละน้อย และปริมาณสะสมมากขึ้นจนถึงขีดเป็นอันตรายแก่ชีวิต และร่างกายได้

2.3.2 ความเป็นพิษที่ติดกับกระดาษ บรรจุภัณฑ์ ตลอดจนของเล่นของเด็ก ๆ ซึ่งสารพิษจะมีโอกาสหลุดติดปนกับอาหาร และเข้าสู่ร่างกายได้เช่นกัน

ฉะนั้น บุคคลที่เกี่ยวข้องกับกิจการพิมพ์ พึงระมัดระวังอันตรายจากสารพิษดังกล่าวและมีแนวโน้มว่าในอนาคตหมึกพิมพ์จะลดการใช้สารพิษซึ่งเป็นตัวทำให้แห้ง โดยใช้สารที่ไม่เป็นพิษหรือใช้กรรมวิธีอื่น เช่น การใช้ความร้อน ตลอดจนใช้รังสี UV ในการทำให้หมึกพิมพ์แห้งทดแทน

บรรณานุกรม

ผกามาศ ผจญแก้ว, ธีระ ตั้งวิชาชาญ และ ศุภณี เรียบเลิศหิรัญ . ชุดวิชา กระบวนการพิมพ์พื้นลึก การพิมพ์พื้นฉลุลายผ้า และการพิมพ์ไร้แรงกด. กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

☆ ☆ ☆ ☆ ☆