

บทที่ 7

การออกแบบกระบวนการผลิต

ในบทนี้ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- ความหมายของการออกแบบกระบวนการผลิต
- การพิจารณาว่าจะซื้อหรือทำการผลิตเอง
- ประเภทของกระบวนการผลิต
- การผลิตแบบต่อเนื่อง
- การผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง
- การผลิตแบบโครงการ
- ความเหมาะสมของกระบวนการผลิตแต่ละประเภท
- เทคโนโลยีการผลิต

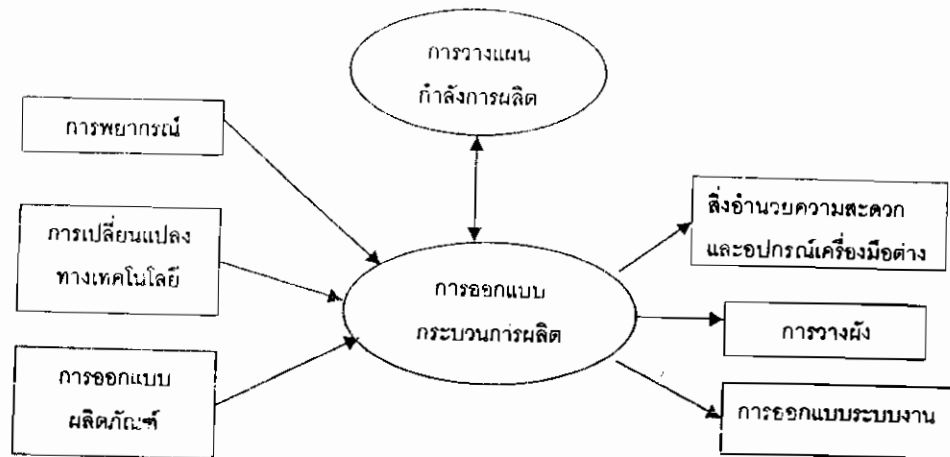
การออกแบบกระบวนการผลิต

การออกแบบผลิตภัณฑ์ การออกแบบกระบวนการผลิต การวางแผนกำลังการผลิต การวางแผน การออกแบบระบบงาน และการวางแผนทำเลที่ตั้ง จัดได้ว่าเป็นกิจกรรมพื้นฐานที่สำคัญที่สุด ที่ผู้บริหารการผลิตจะต้องทำการตัดสินใจ เพราะว่าการตัดสินใจเหล่านี้มีผลผูกพันระยะยาวต่อองค์การ

ในบทนี้จะกล่าวถึงเรื่องกระบวนการผลิต ซึ่งจัดได้ว่าเป็นหน้าที่ทางการผลิตที่มีความสำคัญหน้าที่หนึ่ง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นปัจจัยหนึ่งที่ผู้บริหารการผลิตนำมาใช้ในการออกแบบกระบวนการผลิตเพื่อประโยชน์ในการแข่งขัน แต่อย่างไรก็ตาม มันก็จะแสดงความเสี่ยงสูงสำหรับผู้บริหารการผลิตที่ตัดสินใจอย่างขาดความระมัดระวัง

ความหมายของการออกแบบกระบวนการผลิต

การออกแบบกระบวนการผลิตคือวิธีที่กิจการเลือกเพื่อที่จะทำการผลิตสินค้าหรือบริการ การออกแบบกระบวนการผลิตจะเกี่ยวข้องอย่างมากกับการเลือกใช้เทคโนโลยี และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมันจะมีผลต่อการวางแผนกำลังการผลิต สิ่งอำนวยความสะดวกและเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ การวางแผน และการออกแบบระบบงาน และกิจการออกแบบกระบวนการผลิต อย่างไรก็ตามจะขึ้นกับการพยากรณ์ยอดขายของกิจการ และการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออาจจะกล่าวได้ว่าการออกแบบกระบวนการผลิต เป็นสิ่งที่ทำให้การออกแบบระบบการผลิตเกิดความเหมาะสม ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การออกแบบกระบวนการผลิตและการออกแบบระบบการผลิต

การออกแบบกระบวนการผลิต ไม่ใช่ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อกิจการทำการวางแผนผลิตภัณฑ์ใหม่เท่านั้น แต่ยังเกิดขึ้นเป็นระยะๆ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการผลิต

การพิจารณาว่าจะซื้อหรือทำการผลิตเอง (Make or Buy)

ขั้นตอนแรกสุดในการออกแบบกระบวนการผลิตก็คือ จะต้องพิจารณาว่า ชิ้นส่วนบางอย่าง เราควรจะซื้อหรือทำการผลิตเอง เพราะจะมีผลต่อชนิดและปริมาณสินค้าที่จะผลิตโดยตรง ซึ่งชนิดและปริมาณการผลิตจะเป็นตัวกำหนดจำนวนเครื่องจักร อุปกรณ์ และกำลังคน ซึ่งสิ่งต่างๆ ดังกล่าวจะมีผลต่อการเลือกกระบวนการผลิต โรงงานโดยทั่วๆ ไปแล้ว จะไม่พยายามทำทุกชิ้นส่วนเอง สำหรับชิ้นส่วนมาตรฐานที่พอจะซื้อได้จากตลาดมักจะถูกกว่าผลิตเอง ในการพิจารณาว่าจะซื้อหรือทำเองสำหรับชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนนั้นการวิเคราะห์จะมุ่งเน้นในเรื่องเกี่ยวกับ

1. ลดต้นทุนของวัสดุ และการผลิต
2. ลดการลงทุนเกี่ยวกับการควบคุมพัสดุคงคลัง เครื่องมือ และเครื่องจักร
3. ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น

ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของรถยนต์ โรงงานส่วนใหญ่ไม่ได้เป็นผู้ผลิตเองทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากเป็นกิจการที่ต้องลงทุนสูงมาก และต้องอาศัยความสามารถเฉพาะด้าน หรือความชำนาญพิเศษเฉพาะด้าน นอกจากนั้นยังเป็นการลดความเสี่ยงต่อการสำรองเครื่องจักรสำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดนั้น ๆ อีกด้วย ดังเช่น ยางรถยนต์, หัวเทียน, แบตเตอรี่, สายไฟฟ้า และอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าต่าง ๆ ที่นำมาประกอบในรถยนต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ส่วนใหญ่ก็จะเลือกซื้อบางชิ้นส่วนและจะผลิตเองเป็นบางชิ้นส่วน ทั้งนี้โดยคำนึงถึงข้อได้เปรียบในการลงทุน

ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า การพิจารณาการตัดสินใจว่าจะซื้อหรือผลิตเองนั้น เป็นปัญหาในทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมที่จะต้องทำการวิเคราะห์ หากคำตอบออกมาให้แน่ชัดเสียก่อนแล้ว จึงทำการออกแบบกระบวนการผลิต ซึ่งในการพิจารณาดังกล่าวจะซื้อหรือผลิตเองนั้น อาจใช้การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเข้าช่วยดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 4

ประเภทของกระบวนการผลิต

จากที่ทราบมาแล้วว่ากระบวนการผลิตเป็นส่วนหนึ่งของระบบการผลิต ซึ่งกระบวนการผลิต ประกอบด้วย ลำดับการดำเนินงานอย่างมีขั้นตอนในการแปลงสภาพของปัจจัยนำเข้าให้เกิดคุณค่าขึ้น กระบวนการดังกล่าวสามารถแยกออกได้เป็นดังนี้

1. แบ่งประเภทของกระบวนการผลิตตามวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิต ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของกระบวนการผลิตได้ดังนี้

1.1 การผลิตโดยการแยกออก (disintegration) คือ การผลิตที่มักจะมีวัตถุดิบป้อนเข้าเพียงสิ่งเดียวและแยกออกเป็นผลิตภัณฑ์หลายชนิด การผลิตแบบนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การผลิตแบบแยกกิ่ง การผลิตแบบนี้ นอกจากจะได้ผลิตภัณฑ์หลักแล้วก็มักจะมีผลิตภัณฑ์พลอยได้ (By-products) ด้วย ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาว่าจะนำผลิตภัณฑ์พลอยได้นั้น ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร ตัวอย่างการผลิตแบบนี้ ได้แก่ การรีดเหล็กให้เป็นเส้น การแยกแร่ธาตุ การใช้ท่อนไม้มาตัดเป็นแผ่นขนาดต่าง ๆ การกลั่นน้ำมัน เป็นต้น

ต่อไปนี้จะยกตัวอย่างในเรื่องการกลั่นน้ำมัน ตามรูปที่ 2 เราจะเห็นได้ว่า มีลักษณะแบบแยกกิ่ง น้ำมันดิบจะถูกป้อนเข้าโรงกลั่น เมื่อผ่านกระบวนการกลั่นน้ำมัน จะได้ผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น ก๊าซโพรเพน น้ำมันเครื่องบิน น้ำมันก๊าด น้ำมันหนัก น้ำมันเบา ฯลฯ ดังนั้นถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์ที่เราต้องการจากการกลั่น คือ น้ำมันเบนซิน แต่ก็จะต้องมีผลิตภัณฑ์น้ำมันก๊าด และน้ำมันหนักปนอยู่กับน้ำมันเบนซินด้วย และนี่คือผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้ ซึ่งการจัดการเกี่ยวกับสิ่งเหล่านี้มีความสำคัญมาก

รูปแบบที่สำคัญของการผลิตนี้ คือ การใช้วัสดุจากแหล่งธรรมชาติเป็นหลัก จากนั้นจะผ่านกระบวนการไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันออกไป

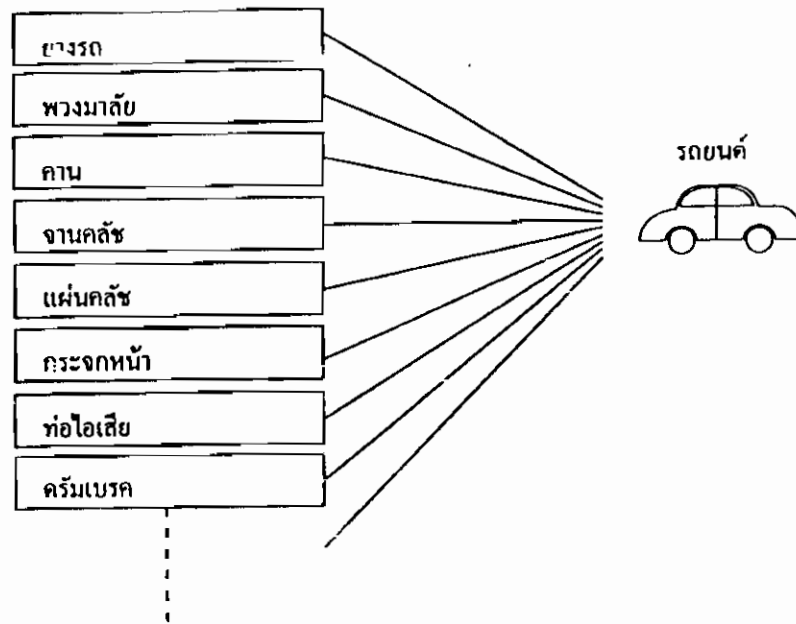


รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำมันดิบ

1.2 การผลิตโดยการรวมตัว (integration) มีวัตถุประสงค์ป้อนเข้าหลายอย่างเพื่อผลิตของเพียงสิ่งเดียว การผลิตโดยการรวมตัวแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

ก. การผลิตแบบประกอบ (discrete-part production) ได้แก่ การผลิตซึ่งมีการนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบกันขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ ลักษณะของผลิตภัณฑ์อาจจะแยกออกเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ หรือนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบกันขึ้นใหม่เป็นผลิตภัณฑ์ได้ ตัวอย่างเช่นอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ โทรศัพท์ เป็นต้น

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการประกอบต้องใช้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่แตกต่างกันเป็นจำนวนมาก ดังนั้น เพื่อให้การผลิต ปริมาณมาก มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องจัดหาชิ้นส่วนที่มีคุณภาพดีและอยู่ในช่วงเวลาที่ต้องการใช้ ด้วยจำนวนชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่มากมายนี้ (ชิ้นส่วนต่าง ๆ มีหลายชนิด) ทำให้การจัดการกระทำได้ยาก จากเหตุผลนี้ ทำให้มีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในด้านการจัดการเมื่อไม่นานมานี้ นอกจากนั้น การปฏิบัติงาน อาจจะต้องหยุดด้วยสาเหตุของการขาดแคลนชิ้นส่วนเพียงชิ้นเดียว หรือหยุดเนื่องจากใช้มาตรการการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ในสต็อก ดังนั้น การผลิตแบบประกอบ จึงต้องมีการจัดการในชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่มีความชำนาญการสูง



รูปที่ 3 แสดงรายการของชิ้นส่วนหลักของรถยนต์

ข. การผลิตแบบกระบวนการ (process production) ได้แก่ การผลิต ซึ่งเมื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแล้ว ส่วนประกอบต่าง ๆ ไม่สามารถแบ่งแยกออกมา หรือ ถอดประกอบออกมาเป็นชิ้นส่วนได้อีก ตัวอย่างเช่น การใช้ทราย ปูนขาว ไซดา และสารโปแตช ในการผลิตแก้ว การผสมปูนซีเมนต์ ทราย หิน และ น้ำ ให้เป็นคอนกรีต การแปลงสภาพลำไย น้ำตาล น้ำ เป็นลำใยกระป๋อง การแปลงสภาพปลาซาร์ดีน ซอสมะเขือเทศ น้ำมัน เครื่องปรุงรสต่าง ๆ เป็นปลากระป๋อง

1.3 การผลิตโดยการให้บริการ ซึ่งบางครั้งจะไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงให้เห็นด้วยตา เช่น การตรวจสอบสุขภาพ การบริการโรงแรม การขายสินค้า การให้คำปรึกษา สิ่งที่ได้จากการบริการเหล่านี้คือ การเพิ่มคุณค่าของวัสดุ การให้ความสะดวกสบาย หรือ ทำให้เกิดข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อผู้รับบริการ บางครั้งการบริการบางชนิดก็ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงซึ่งเห็นได้ เช่น ภัตตาคาร การซ่อมรถ การขนส่ง การเก็บขยะมูลฝอย เป็นต้น

2. แบ่งประเภทของกระบวนการผลิตตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.1 การผลิตด้วยวิธีการทางกายภาพและทางเคมี ซึ่งมักจะใช้ในการแปลงสภาพขั้นต้นโดย การลดขนาด การแยกออกจากกัน การรวมตัวกัน การตกผลึก การสังเคราะห์ การใช้ความร้อน การใช้ความเย็น การใช้รังสี การใช้สารเคมี การกลั่น การระเหย การทำแห้ง การหมักดอง

2.2 การผลิตด้วยวิธีการทางชีวภาพ เป็นกรรมวิธีการแปรรูปที่อาศัยจุลินทรีย์ และผลิตผลจากจุลินทรีย์ ไปทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น การแปรรูปแอลกอฮอล์ เพื่อเป็นน้ำส้มสายชู หรือไก่ท์ การแปรรูปถั่วเหลืองเพื่อผลิตซีอิ๊ว หรือ การแปรรูปเนื้อหมู เพื่อผลิตแฮมและไส้กรอกเปรี้ยว การแปรรูปแป้ง โดยใช้เอนไซม์ย่อยสลายแป้งให้เป็นน้ำตาลชนิดต่าง ๆ

3. แบ่งประเภทของกระบวนการผลิตตามปริมาณการผลิต

แบ่งตามปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละอย่างในระยะเวลาหนึ่ง ๆ จากน้อยไปหามากได้เป็น 5 ประเภทดังนี้ คือ (เจียรไชย จิตต์แจ้ง, 2533 : 128-130)

3.1 การผลิตแบบโครงการ (project) หน่วยงานที่ทำการผลิตแบบโครงการนี้จะผลิตสินค้าที่มีลักษณะเฉพาะตัวซึ่งผลิตให้กับลูกค้าเฉพาะราย ตัวอย่างเช่น บริษัทรับเหมาก่อสร้างรับจ้างก่อสร้างอาคาร ซึ่งแต่ละอาคารก็จะมีลักษณะไม่เหมือนกัน เนื่องจากคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในแต่ละโครงการไม่เหมือนกันเลย ขบวนการในการผลิตจึงต้องสามารถยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงได้ สะดวกทั้งในด้านกำลังการผลิต กำลังคน ตลอดจนวิธีการทำงาน จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ดำเนินการผลิต สำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งจะมีจำนวน 1-2 ชิ้นเท่านั้น

3.2 การผลิตแบบรับงานเป็นครั้งคราว (job shop) ได้แก่ การผลิตสินค้าครั้งละจำนวนไม่มาก ซึ่งสินค้าแต่ละอย่างก็มีคุณลักษณะแตกต่างกันออกไป ทำให้ต้องใช้ขั้นตอนในการผลิตต่าง ๆ กัน ตัวอย่างเช่น งานพิมพ์ตามโรงพิมพ์ต่าง ๆ ซึ่งอาจรับงานพิมพ์ในรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น นามบัตร หนังสือที่ระลึก เป็นต้น ในงานแต่ละงานที่ทำอาจใช้ปัจจัยในการผลิตไม่มากนักเมื่อเทียบกับปัจจัยปัจจัยการผลิตทั้งหมดของหน่วยงาน แต่ในระยะเวลาหนึ่ง ๆ หน่วยงานอาจมีการผลิตสินค้าหลาย ๆ แบบไปพร้อม ๆ กัน ทำให้วัสดุหรือชิ้นส่วนในระหว่างการผลิตของสินค้าหลาย ๆ ชนิดปะปนกันอยู่ตามแผนกต่าง ๆ ในโรงงาน ซึ่งทำให้การวางแผนและควบคุมยุ่งยากขึ้น

3.3 การผลิตเป็นรุ่นหรือเป็นชุด (batch) พิจารณาในแง่ของคุณลักษณะของสินค้าในแต่ละครั้งที่ทำการผลิต จะมีความเป็นมาตรฐานมากขึ้นเมื่อเทียบกับการผลิต ประเภทที่สอง การเพิ่มปริมาณการผลิตในแต่ละครั้งมีจำนวนมากขึ้น แต่จำนวนการผลิตอาจไม่มากพอที่จะจัดกระบวนการผลิตไว้ผลิตสินค้าที่มีคุณลักษณะเดียวกันโดยเฉพาะได้ ยังคงใช้อุปกรณ์การผลิตในการผลิตสินค้าที่มีคุณลักษณะคล้าย ๆ กันหลาย ๆ กลุ่ม

3.4 การผลิตเป็นสายการประกอบ (assembly line) ได้แก่ การผลิตสินค้าครั้งละเป็นจำนวนมาก ๆ มีคุณลักษณะเหมือน ๆ กัน ทำให้ใช้วิธีการผลิตแบบเดิมได้ตลอดเวลา จึงสามารถจัดกระบวนการผลิตไว้ได้คงที่ตายตัว

3.5 การผลิตต่อเนื่อง (continuous) เป็นการผลิตที่มีการไหลของวัสดุ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเป็นการต่อเนื่องมากที่สุด ตัวอย่างเช่น โรงงานอุตสาหกรรมเคมี โรงกลั่นน้ำมันซึ่งดำเนินการผลิตสินค้าเป็นการติดต่อกัน และใช้วัตถุดิบในการผลิตเป็นการต่อเนื่องเช่นกัน ลักษณะของผลิตภัณฑ์จะไม่มีเปลี่ยนแปลงอาจมีชนิดของผลิตภัณฑ์ในการผลิตช่วงหนึ่ง ๆ เพียงประเภทเดียว และดำเนินการผลิตครั้งละเป็นจำนวนมาก การไหลเวียนของวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีลักษณะไม่ขาดตอน ปกติแล้วการผลิตประเภทนี้จะทำงานต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง ในวันหนึ่ง ๆ มีการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์และกระบวนการผลิตที่ไม่เปลี่ยนแปลง ลักษณะที่สำคัญของการผลิตทั้ง 5 ประเภทนี้อาจสรุปได้ตามตารางต่อไปนี้ ดังนี้

ตารางที่ 1 ลักษณะที่สำคัญของการผลิต 5 ประเภท

ลักษณะ	การผลิต โครงการ	การผลิตเป็น ครั้งคราว	การผลิตเป็น รุ่น	การผลิตสาย ประกอบ	การผลิต ต่อเนื่อง
ขนาดของโรงงาน	ไม่แน่นอน	เล็ก	ปานกลาง	ใหญ่	ใหญ่
กระบวนการผลิต	ไม่มีรูปแบบ แน่นอน	มีรูปแบบหลักๆ 2-3 แบบ ที่ เปลี่ยนแปลงใน รายละเอียดได้	1-2 รูปแบบ	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
ความเร็วใน การผลิต	ไม่แน่นอน	ช้า	ปานกลาง	เร็ว	เร็วมาก
ช่วงเวลาทำงาน ครั้งหนึ่ง ๆ	สั้นมาก	สั้น	ปานกลาง	นาน	นานมาก
ปริมาณแรงงาน ที่ใช้	สูง	สูงมาก	ไม่แน่นอน	ต่ำ	ต่ำมาก
ความชำนาญของ แรงงานที่ใช้	สูง	สูง	ปานกันทั้งสูง และต่ำ	ต่ำ	ไม่แน่นอน
ข้อมูลในการผลิต ที่ต้องใช้	สูงมาก	สูง	ไม่แน่นอน	ปานกลาง	ต่ำ
การวางแผน การผลิต	ไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลง	ไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลง	ไม่แน่นอน ต้องคอยติดตาม	แน่นอน	เปลี่ยนได้ยาก

การแบ่งประเภทของกระบวนการการผลิตตามหลักเกณฑ์นี้ ไม่อาจจัดเป็นการผลิตที่แบ่งแยกออกจากกันได้ชัดเจน เหมือนการแบ่งประเภทการผลิตตามหลักเกณฑ์คำสั่งซื้อของลูกค้า ตัวอย่างเช่น ซีดคันระหว่างประเภทการผลิตเป็นครั้งคราว ในการผลิตเป็นรุ่นอาจจะแบ่งได้ไม่ชัดเจนนักว่าปริมาณการผลิตเท่าใดจึงจะถือว่าการผลิตแบบเป็นครั้งคราว เท่าใดจึงจะถือว่าการผลิตแบบเป็นรุ่น

เมื่อพิจารณาในแง่ของวิธีการในการจัดการการผลิตแล้ว ประเภทของกระบวนการผลิตที่แยกได้เป็น 5 ประเภทนี้ อาจรวมได้เป็นเพียง 3 ประเภทเท่านั้น คือ

1. การผลิตแบบต่อเนื่อง (continuous production) ซึ่งรวมการผลิตในลักษณะสายการประกอบและการผลิตต่อเนื่องจริงๆ เข้าด้วยกัน
2. การผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (intermittent production) ซึ่งรวมการผลิตแบบเป็นครั้งคราวและการผลิตเป็นรุ่นเข้าด้วยกัน
3. การผลิตแบบโครงการ

ประเภทกระบวนการผลิตที่แบ่งออกเป็น 3 ประเภทนี้ เป็นการแบ่งประเภทการผลิตหลักซึ่งจะใช้หลักเกณฑ์ในการจัดการผลิตที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ตัวอย่างเช่น ในการวางแผนกระบวนการผลิตจะมีวิธีการวางแผนพื้นฐานที่เหมาะสมกับการผลิตแต่ละประเภท เป็นต้น

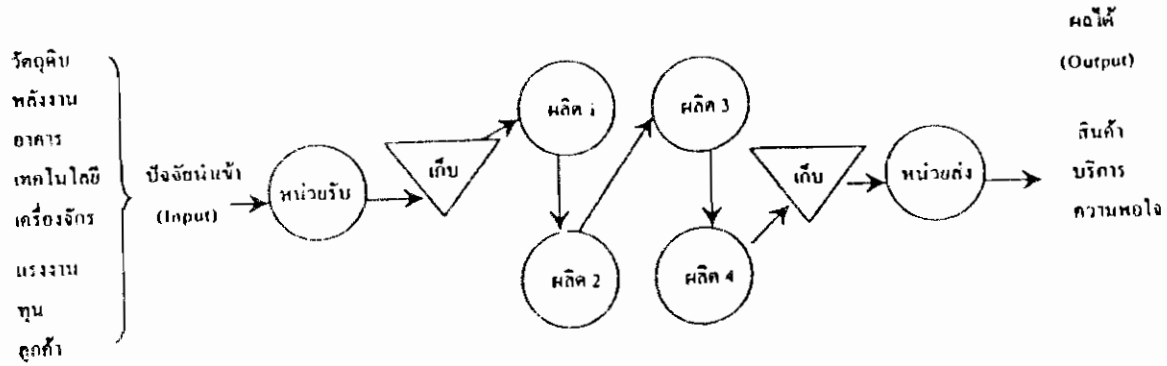
การผลิตแบบต่อเนื่อง

การผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow Production) คือ การผลิตสินค้ามาตรฐานในปริมาณมากๆ (high volume-standardized production) หรือที่เรียกชื่ออื่น ๆ ว่า mass production หรือ line production หรือ flow shop ตัวอย่างเช่น การผลิตรถยนต์ การผลิตน้ำมัน การผลิตแป้ง และน้ำตาลข้าวโพด การประกอบเครื่องไฟฟ้า การทอผ้าด้วยเครื่องจักร การผลิตเสื้อผ้า เป็นต้น

การผลิตแบบต่อเนื่องมีการวางแผนและควบคุมง่าย แต่ต้องป้องกันไม่ให้ส่วนใดส่วนหนึ่งในกระบวนการผลิตเกิดขัดข้อง เพราะอาจจะทำให้การผลิตทั้งหมดต้องหยุดชะงักลง

กำลังการผลิตของสายการผลิตแบบต่อเนื่อง ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ดำเนินการผลิตคูณด้วยอัตราการผลิตที่ส่งออกมา

การผลิตแบบนี้อาจจะแสดงเป็นแบบจำลองได้ดังรูปที่ 8 ในรูปแสดงว่า วัตถุดิบ พลังงาน ที่ดิน อาคาร แรงงาน ความรู้ เทคโนโลยี เครื่องจักร ทุน และความต้องการของลูกค้า เป็นปัจจัยการผลิตที่ป้อนเข้าไปในระบบการผลิต ซึ่งจัดลำดับการผลิตไว้แน่นอน แล้วจึงไหลออกมาเป็นผลผลิต คือ สินค้า บริการ และความพอใจของลูกค้า



รูปที่ 4 แบบจำลองการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Production Model)

ลักษณะพิเศษของการผลิตแบบต่อเนื่อง คือ

1. ลำดับการผลิตจะกำหนดแน่นอน ผลผลิตจะไหลผ่านหน่วยผลิตตามลำดับเดียวกันหมด
2. ลักษณะของปัจจัยการผลิต (input) จะมีมาตรฐานแน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลงชนิดหรือส่วนประกอบ อาจมีการป้อนปัจจัยการผลิตเข้าไปในระหว่างสายการผลิตก็ได้
3. มีอุปกรณ์และกระบวนการผลิตมาตรฐาน คือกำหนดแน่นอนพร้อมที่จะผลิตสินค้าที่มีมาตรฐานแน่นอนได้ในปริมาณผลผลิตที่สูง ไม่สามารถยืดหยุ่นไปผลิตสินค้าหลายๆ ชนิดได้
4. การไหลหรือการเคลื่อนย้ายของงานมักจะใช้สายพาน (conveyor belts) จากหน่วยผลิตหนึ่งไปอีกหน่วยหนึ่ง ซึ่งไม่จำเป็นต้องอยู่ติดกันเสมอไป การเก็บจะเกิดขึ้นบนสายพานทำให้งานเคลื่อนไปอย่างต่อเนื่อง ไม่มีการหยุดรอ โดยปกติแล้วจะไม่มี การเก็บวัตถุดิบระหว่างผลิต
5. การป้อนงานเข้าหน่วยผลิตแต่ละหน่วยจะใช้กฎเกณฑ์มาก่อนไปก่อน คือ งานชิ้นไหนมาถึงก่อนก็ทำก่อน ผู้บริหารงานต้องจัดให้หน่วยผลิตแต่ละหน่วยมีอัตราผลผลิตไหลออกมาด้วยความเร็วเท่ากัน มิฉะนั้น หน่วยผลิตที่ช้าที่สุดจะทำให้เกิดการจรวจติดขัดไปทั้งสาย

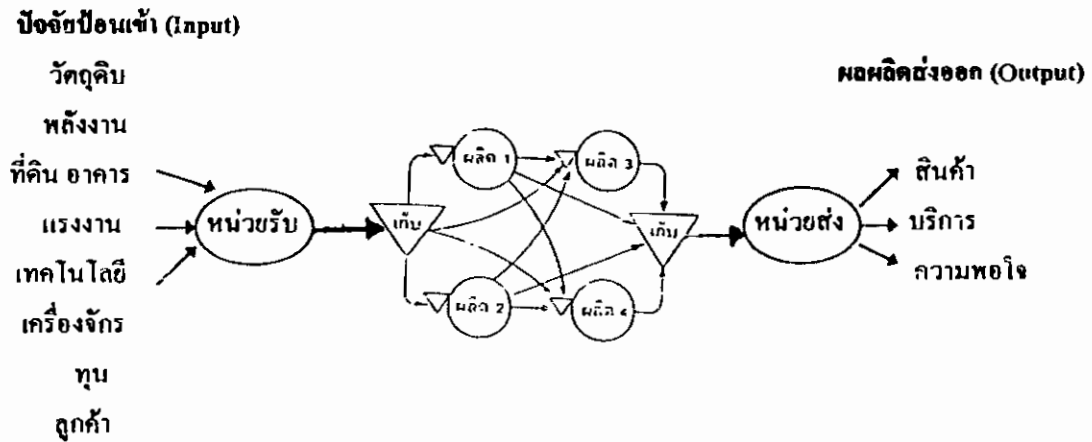
การผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง

การผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent Production) คือ การผลิตสินค้ามาชนิด โดยแต่ละชนิดมีปริมาณน้อย หรือ เรียกว่า การผลิตแบบรับจ้างทำ (job shop production) เช่น โรงพิมพ์ที่รับพิมพ์งานเป็นชิ้นๆ โรงพยาบาลที่รับคนไข้หลายๆ แบบ ร้านตัดเสื้อที่รับตัดตามที่ถูกคำสั่ง

การผลิตแบบไม่ต่อเนื่องนี้ ต้องมีการปรับตัวอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ตอบสนองความต้องการ เป็นที่พอใจของผู้มารับซื้อบริการ

กำลังการผลิตของสายการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องจะประมาณได้ยาก เพราะขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่กำลังผลิตอยู่

การผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง อาจจะเป็นแบบจำลองได้ดังรูปที่ 9 ดังนี้



รูปที่ 5 แบบจำลองการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent Production Model)

ในรูปแสดงว่า ปัจจัยที่ป้อนเข้าไป คือ วัตถุดิบ ชิ้นส่วน พลังงาน ที่ดิน อาคาร เครื่องจักร แรงงาน ความรู้ เงินทอง เทคโนโลยี และความต้องการของลูกค้า ต่างก็ต้องผ่านกระบวนการผลิตต่างๆ แต่ผลผลิตแต่ละแบบอาจผ่านกระบวนการผลิตที่ต่างกันก็ได้ เมื่อปัจจัยการผลิตผ่านหน่วยผลิตทั้งหลายแล้ว ก็จะได้เป็น output ที่ส่งออกมา คือ สินค้า บริการ และความพอใจของลูกค้า ภายในระบบการผลิตจะมีขั้นการเก็บพัสดุแทรกอยู่ หลังจากการรับและระหว่างกระบวนการผลิตทุกขั้น การเก็บนี้อาจจะใช้เวลานานหรือน้อยก็ได้ นอกจากการเก็บแล้วยังมีการขนส่งควบคู่ไปด้วย

ลักษณะพิเศษของการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง คือ

1. ลำดับการผลิตจะเปลี่ยนแปลงไปเสมอ ตามลักษณะผลิตภัณฑ์แต่ละแบบ การจัดวางอุปกรณ์การผลิตจึงต้องอยู่ใกล้กันหรือยืดหยุ่นได้ เพื่อรับงานทุก ๆ แบบได้อย่างสะดวก และเพื่อให้การขนส่งมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะงานจะเปลี่ยนไปในรูปใด

2. ลักษณะของปัจจัยการผลิต (input) จะเปลี่ยนแปลงไปเสมอตามลักษณะผลิตภัณฑ์แต่ละแบบ

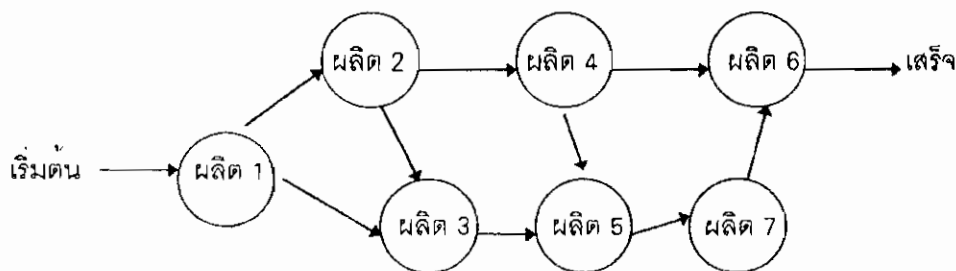
3. มีอุปกรณ์และกระบวนการผลิตที่ยืดหยุ่นได้หรืออเนกประสงค์ สามารถผลิตสินค้าและบริการได้หลายแบบ อีกทั้งผลิตได้ทั้งจำนวนมากและจำนวนน้อย สามารถรับงานได้เป็นชิ้นๆ โดยที่แต่ละชิ้นมีวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน

4. การไหลหรือการเคลื่อนย้ายของงานจะไม่ติดต่อกัน มักจะมีการเก็บและการรอคอยแทรกอยู่ทุกชั้นของการผลิต เพื่อให้ทุกหน่วยผลิตมีอิสระในการจัดงาน และใช้คนและเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้น จึงมักมีปัญหว่าผลิตภัณฑ์ชิ้นหนึ่งนั้นขณะนี้ไปอยู่ที่หน่วยผลิตใด และการประมาณว่าเมื่อไรจึงจะผลิตเสร็จออกมา ก็มักจะคลาดเคลื่อน

5. การป้อนงานเข้าหน่วยผลิตแต่ละหน่วยจะมีกฎเกณฑ์หลายแบบ เช่น มาก่อนไปก่อน (first in - first out) งานด่วนทำก่อน งานใหญ่ทำก่อนงานเล็ก งานเล็กทำก่อนงานใหญ่ ฯลฯ แล้วแต่จะเลือก กฎเกณฑ์เหล่านี้เรียกว่า priority rules

การผลิตแบบโครงการ

เป็นการผลิตครั้งเดียวที่มีขนาดใหญ่ (one time - large scale production) การผลิตแบบโครงการอาจจะแสดงเป็นแบบจำลองได้ดังรูปที่ 10 ดังนี้



รูปที่ 6 แบบจำลองการผลิตแบบโครงการ (Project Network Model)

ลักษณะพิเศษของการผลิตแบบโครงการ คือ

1. ลำดับการผลิตจะกำหนดแน่นอน และมีลำดับเดียว เพราะมีผลผลิตชิ้นเดียว
2. ใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนมาก เพราะโครงการมีขนาดใหญ่
3. การผลิตสินค้าหรือบริการชิ้นเดียว แต่มีขนาดใหญ่ และใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนมากจำเป็นต้องควบคุมการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างใกล้ชิด เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูง บางครั้งมีปัญหา คือ มีการขาดแคลนปัจจัยการผลิตในบางช่วงของโครงการ ทำให้ต้องยืดหยุ่นกำหนดการของหน่วยผลิตบางหน่วย
4. หน่วยผลิตบางหน่วยถือเป็นหน่วยงานวิกฤติ ซึ่งจะต้องทำการผลิตตามกำหนดเวลาโดยเลื่อนไปไม่ได้ จึงต้องมีการควบคุมอย่างใกล้ชิด ตลอดจนจัดหาปัจจัยการผลิตให้พร้อมมูล

ตัวอย่างการผลิตแบบโครงการ ได้แก่ โครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ การต่อเรือ การติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ การเสนอบริการหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาด โครงการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจ เช่น การสร้างถนน การสร้างเขื่อน เป็นต้น

ความเหมาะสมของกระบวนการผลิตแต่ละประเภท

กระบวนการผลิตแต่ละประเภทนั้น มีคุณสมบัติแตกต่างกันหลาย ๆ ด้าน เช่น (สุรศักดิ์ นานานุกูล, 2522 : 20)

1. ปริมาณการผลิตและความต้องการของตลาด หากมีปริมาณสูงและสม่ำเสมอก็จะเหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง แต่ไม่เหมาะสำหรับแบบอื่น
2. คุณภาพของผลิตภัณฑ์และชนิดของผลิตภัณฑ์ หากต้องการผลิตสินค้าหรือบริการใหม่ ๆ มากชนิด ในคุณภาพระดับต่าง ๆ กัน ก็เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง
3. วิธีการผลิตที่จะกำหนดมาตรฐานได้ง่าย และใช้เครื่องจักรอัตโนมัติได้ ก็ต้องใช้กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง

4. สภาพการทำงานและลักษณะของงาน ตลอดจนชนิดของแรงงานที่จะจ้าง ก็ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตที่เลือกเช่นเดียวกัน

5. ลักษณะการลงทุนในกิจการผลิต อาทิ การลงทุนในเครื่องจักร สินค้าคงคลัง วัสดุ ดิบคงคลัง เครื่องมือเคลื่อนย้ายวัสดุ สินค้าระหว่างผลิต ฯลฯ ต่างก็ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตที่เลือก

6. ประสิทธิภาพ (efficiency) ของกระบวนการผลิต ปัญหาการบริหารงานผลิต กำลังการผลิต ระยะเวลาผลิตสินค้า ซึ่งล้วนแต่กระทบกระเทือนต้นทุนการผลิต ต่างก็ขึ้นอยู่กับทางเลือกกระบวนการผลิตทั้งสิ้น

เทคโนโลยีการผลิต

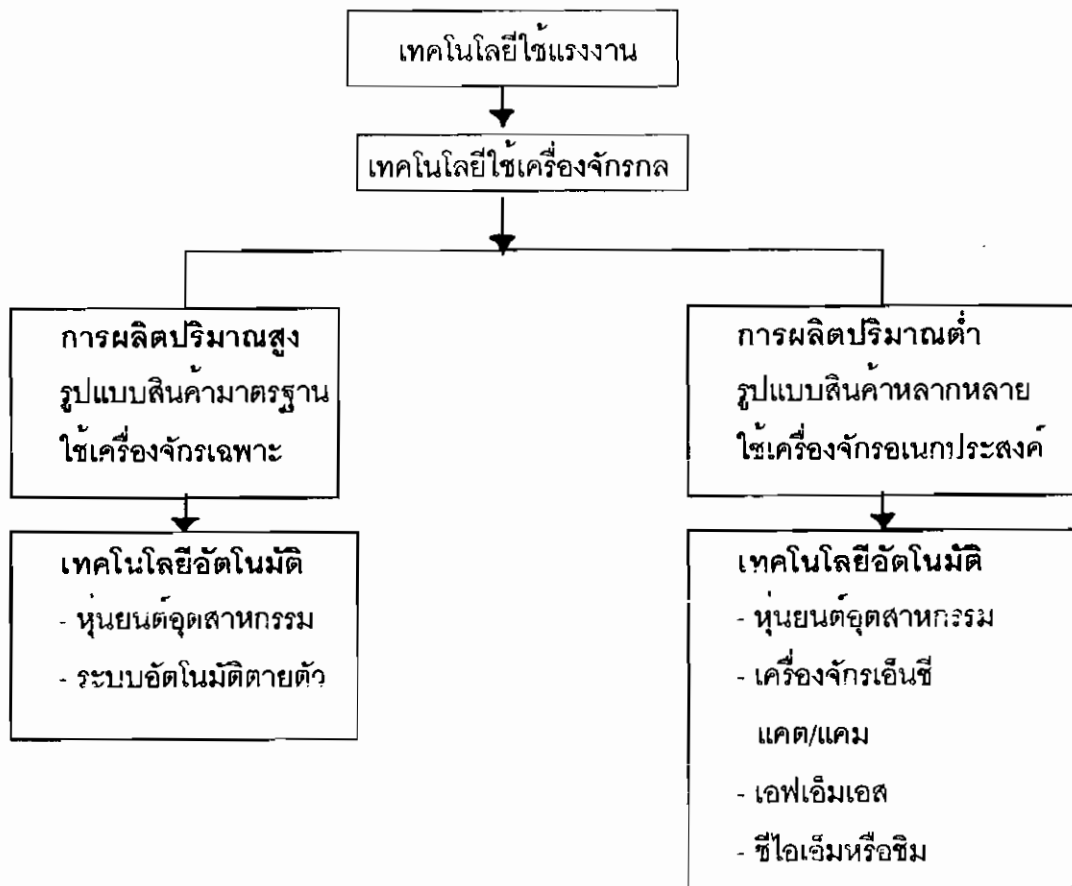
เทคโนโลยีการผลิตอาจจำแนกได้หลายลักษณะ เช่น อาจจำแนกตามกรรมวิธีการผลิตตัวอย่าง เช่น กระบวนการทางกล กระบวนการทางเคมี กระบวนการทางความร้อน เป็นต้น แต่ในที่นี้ ขอจำแนกเทคโนโลยีการผลิตออกเป็น 3 ประเภท คือ (พิชิต สุขเจริญพงษ์, 2534 : 513-516)

ประเภทใช้แรงงาน (Manuai Technology)

ประเภทใช้เครื่องจักรกล (Mechnized Technology)

ประเภทอัตโนมัติ (Automated Technology)

วิวัฒนาการและองค์ประกอบของเทคโนโลยีแต่ละประเภทแสดงอยู่ในรูปที่ 7



รูปที่ 7 วิวัฒนาการและองค์ประกอบของเทคโนโลยีการผลิต

1. **เทคโนโลยีใช้แรงงาน** เทคโนโลยีใช้แรงงานนับเป็นเทคโนโลยีการผลิตที่มีประวัติศาสตร์ยาวนานที่สุด นับแต่มนุษย์เริ่มพัฒนาระบบการผลิตในรูปแบบอุตสาหกรรม เทคโนโลยีใช้แรงงาน หมายถึง วิธีการผลิตที่ยังคงใช้แรงงานในการผลิตเป็นส่วนใหญ่ เครื่องจักรเครื่องมือที่ใช้โดยทั่วไปเป็นเครื่องจักรพื้นฐาน ลักษณะการผลิตยังต้องอาศัยทักษะคนงาน แม้ในโลกอุตสาหกรรมยุคปัจจุบันที่มีเทคโนโลยีการผลิตทันสมัย แต่เทคโนโลยีใช้แรงงานก็ยังคงมีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมที่เป็นการผลิตสินค้าที่ต้องการความประณีต มีรูปแบบสินค้าที่หลากหลาย และปริมาณการผลิตน้อย ๆ ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมเครื่องประดับ เช่น การเจียรนัยเพชรพลอยและรัตนชาติต่าง ๆ หัตถอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา เป็นต้น

2. **เทคโนโลยีใช้เครื่องจักรกล** เทคโนโลยีใช้เครื่องจักรกลมีบทบาทอย่างสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมของโลก มนุษย์เริ่มรู้จักการใช้เครื่องกลเพื่อทำงานแทนมานานนับพันปี แต่เครื่องจักรกลที่สำคัญและมีผลต่อการปฏิวัติทางอุตสาหกรรม คือ เครื่องจักรไอน้ำซึ่งพัฒนาต่อมาเป็นเครื่องจักรเผาไหม้ภายในเครื่องจักรกลใช้ไฟฟ้า และพลังงานรูปแบบอื่น ๆ ในปัจจุบันเทคโนโลยีใช้เครื่องจักรกลในที่นี้ หมายถึงการใช้เครื่องจักรกลขั้นพื้นฐานเพื่อช่วยในการผลิตเครื่องจักรที่ยังคงต้องอาศัยการควบคุมด้วยคนงาน แต่สามารถช่วยให้คนงานทำงานได้อย่างรวดเร็วทำได้มากขึ้นนั้น อุตสาหกรรมหลักส่วนใหญ่ในปัจจุบันจะเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีประเภทนี้ เช่น อุตสาหกรรมทอผ้า อุตสาหกรรมตัดเย็บเสื้อผ้า อุตสาหกรรม ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า อุตสาหกรรมรถยนต์ และอื่น ๆ

3. **เทคโนโลยีอัตโนมัติ** เทคโนโลยีอัตโนมัติ เป็นรูปแบบเทคโนโลยีที่พัฒนาและมีการประยุกต์ใช้กันอย่างกว้างขวางตั้งแต่ทศวรรษ 1900 เป็นต้นมา เทคโนโลยีอัตโนมัติ หมายถึงเทคโนโลยีการผลิตที่เครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตสามารถควบคุมได้เองโดยอัตโนมัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีการผลิตนี้ใช้แรงงานหรือคนงานน้อย แต่ต้องลงทุนในเครื่องจักรเครื่องมือและระบบควบคุมอัตโนมัติสูง เทคโนโลยีอัตโนมัติ ยังแบ่งออกเป็สองกลุ่ม คือ เทคโนโลยีสำหรับการผลิตสินค้าปริมาณสูง รูปแบบสินค้าเป็นมาตรฐานและใช้เครื่องจักรเฉพาะ ซึ่งประกอบด้วย หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robots) และระบบอัตโนมัติตายตัว (Hard Automation) นอกจากนี้ ยังมีเทคโนโลยีอัตโนมัติ ที่ใช้กับการผลิตสินค้าที่มีรูปแบบหลากหลาย ปริมาณการผลิตน้อยและเครื่องจักรเป็นชนิดอเนกประสงค์ซึ่งประกอบด้วย หุ่นยนต์อุตสาหกรรม เครื่องจักรควบคุมเชิงเลข หรือที่เรียกว่า เครื่องจักรเอ็นซี (Numerical Control (NC) Machine) คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและคอมพิวเตอร์ช่วยผลิต หรือ แคด/แคม (Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing, CAD, CAM) ระบบการผลิตคล่องตัว หรือเฟล็กซิเบิลแมนูแฟกเจอริงซิสเต็ม (Flexible Manufacturing System, FMS) และคอมพิวเตอร์รวมการผลิต ซีไอเอ็ม หรือซีเอ็ม (Computer Integrated Manufacturing, CIM)

หุ่นยนต์อุตสาหกรรม หมายถึง เครื่องจักรที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถสั่งให้ทำงานในสภาพที่คล้ายกับมนุษย์ การสั่งงานหุ่นยนต์ทำโดยการเขียนโปรแกรมคำสั่ง ซึ่งโปรแกรมคำสั่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ หุ่นยนต์อาจมีรูปแบบแตกต่างกันไปตามสภาพการใช้งาน เช่น หุ่นยนต์ช่วยขนชิ้นงาน อาจมีรูปร่างเป็นขั้ววางของ ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปเองโดยอัตโนมัติ

ตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ หรือหุ่นยนต์ที่ใช้ในการพันสีซึ่งอาจมีรูปร่างเหมือนแขนมนุษย์ หรือหุ่นยนต์เชื่อมตัวถังโลหะซึ่งมีลักษณะเหมือนแขนมนุษย์เช่นเดียวกัน หุ่นยนต์เริ่มใช้อย่างแพร่หลายในประเทศอุตสาหกรรมนับแต่ ค.ศ. 1970 เป็นต้นมา อุตสาหกรรมที่ใช้หุ่นยนต์มาก ได้แก่ อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ อุตสาหกรรมประกอบเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น

ระบบอัตโนมัติตายตัว หมายถึง ระบบอัตโนมัติที่ถูกออกแบบให้ใช้เฉพาะโรงงานหรือการผลิตสินค้าเฉพาะอย่าง เทคโนโลยีระบบนี้อาจประกอบด้วย เครื่องจักรกล เครื่องคอมพิวเตอร์ หุ่นยนต์อุตสาหกรรมและอื่น ๆ โดยออกแบบให้ทำงานร่วมกันแต่ใช้ผลิตชิ้นงานหรือสินค้าใดสินค้าหนึ่งโดยเฉพาะ โดยทั่วไปจะไม่สามารถดัดแปลงไปผลิตชิ้นงานอื่นได้ เป็นระบบที่เหมาะสมกับการผลิตชิ้นงานที่มีรูปแบบมาตรฐานและผลิตปริมาณมาก ๆ อย่างต่อเนื่อง

เครื่องจักรเอ็นซี หมายถึง เครื่องจักรกลอัตโนมัติซึ่งควบคุมการทำงานด้วยคำสั่งที่อาจเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือเจาะใส่บัตรเจาะรู เครื่องจักรเอ็นซีสามารถทำงานที่มีลักษณะซ้ำ ๆ กันโดยไม่จำเป็นต้องใช้คนควบคุม ข้อดีที่สำคัญคือ สามารถเปลี่ยนแปลงคำสั่งโดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่หรือบัตรเจาะรูใหม่ เครื่องจักรเอ็นซีที่สำคัญ ได้แก่ เครื่องกลึง เครื่องเจาะ เครื่องไส เป็นต้น

แคด/แคม หมายถึง เทคโนโลยีการผลิตที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการช่วยออกแบบชิ้นงานหรือสินค้าแล้วแปลงรูปแบบชิ้นงานเป็นแบบพิมพ์เขียวหรือชุดคำสั่งเพื่อควบคุมเครื่องจักรในระบบการผลิตต่อไป เทคโนโลยีแคด/แคมมีการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมอากาศยาน เป็นต้น

เอฟเอ็มเอส หมายถึงระบบการผลิตที่มีการจัดหมวดหมู่ของเครื่องจักรอัตโนมัติประเภทต่าง ๆ เช่น หุ่นยนต์ เครื่องจักรเอ็นซี แคด/แคม เพื่อผลิตชิ้นงานที่มีความหลากหลายในด้านรูปแบบ เครื่องจักรอัตโนมัติเหล่านี้จะถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์หลัก ซึ่งจะกำหนดให้เครื่องจักรแต่ละเครื่องทำงานแต่ละลักษณะที่แตกต่างกันไป เทคโนโลยีเอฟเอ็มเอส มุ่งเน้นในการจัดระบบการผลิตที่มีความคล่องตัวในการปรับเปลี่ยนระบบให้สามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปแบบที่หลากหลายและปริมาณการผลิตน้อย ระบบเอฟเอ็มเอสนี้เป็นระบบที่ทันสมัยต้องใช้เครื่องจักรอัตโนมัติและคอมพิวเตอร์ที่มีราคาแพง จึงยังมีอุตสาหกรรมไม่มากนักที่ใช้ระบบนี้ ตัวอย่างอุตสาหกรรมที่ใช้ระบบเอฟเอ็มเอส ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลและไฟฟ้า เป็นต้น

ซิม หมายถึง เทคโนโลยีการผลิตที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมทั้งหมด ซึ่งถือว่าเป็นระบบการผลิตในอนาคต การผลิตชิ้นงานหรือสินค้าจะทำโดยเครื่องจักรอัตโนมัติที่ควบคุมกระบวนการทั้งหมดด้วยคอมพิวเตอร์นับตั้งแต่การออกแบบสินค้า การออกแบบวิธีการผลิต การออกคำสั่งซื้อวัตถุดิบ การขนส่งชิ้นงานในระหว่างการผลิต การบรรจุหีบห่อ ตลอดจนการขนส่งสินค้าให้ลูกค้า กระบวนการทำงานต่าง ๆ แทบจะไม่ต้องใช้คนงานเลย คนงานที่ใช้จะเป็นเพียงผู้ดูแลเครื่องจักรต่าง ๆ เท่านั้น ในปัจจุบันยังไม่มีโรงงานใดที่ใช้ระบบซิมอย่างสมบูรณ์ แต่มีโรงงานหลายแห่งในสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นได้สร้างโรงงานตัวแบบเพื่อศึกษาและทดลองผลิตสินค้า ระบบซิมยังอยู่ในขั้นการพัฒนาซึ่งคาดว่าจะสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างจริงจังภายหลังจาก ค.ศ. 2000 เป็นต้นไป