บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับฮิวริสติกในการโหลดงานให้เครื่องจักร และกฎการจ่ายงานในระบบผลิตแบบยืดหยุ่น ดังนั้นในบทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้กับงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้แก่ ทฤษฎีระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น ทฤษฎีการโหลดงานให้เครื่องจักร ทฤษฎีการจัดตารางการผลิต และกฎการจ่ายงานแบบต่างๆ นอกจากนี้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการทำงานวิจัย

2.2 ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น

ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น (Flexible Manufacturing System, FMS) ได้กำเนิดขึ้นครั้งแรกในทวีปยุโรปประมาณปี ค.ศ. 1960 เพื่อใช้ในการตัดเฉือนโลหะ โดยมีคำนิยามจำนวนมากของระบบ FMS ได้ถูกนิยามไว้ เช่น

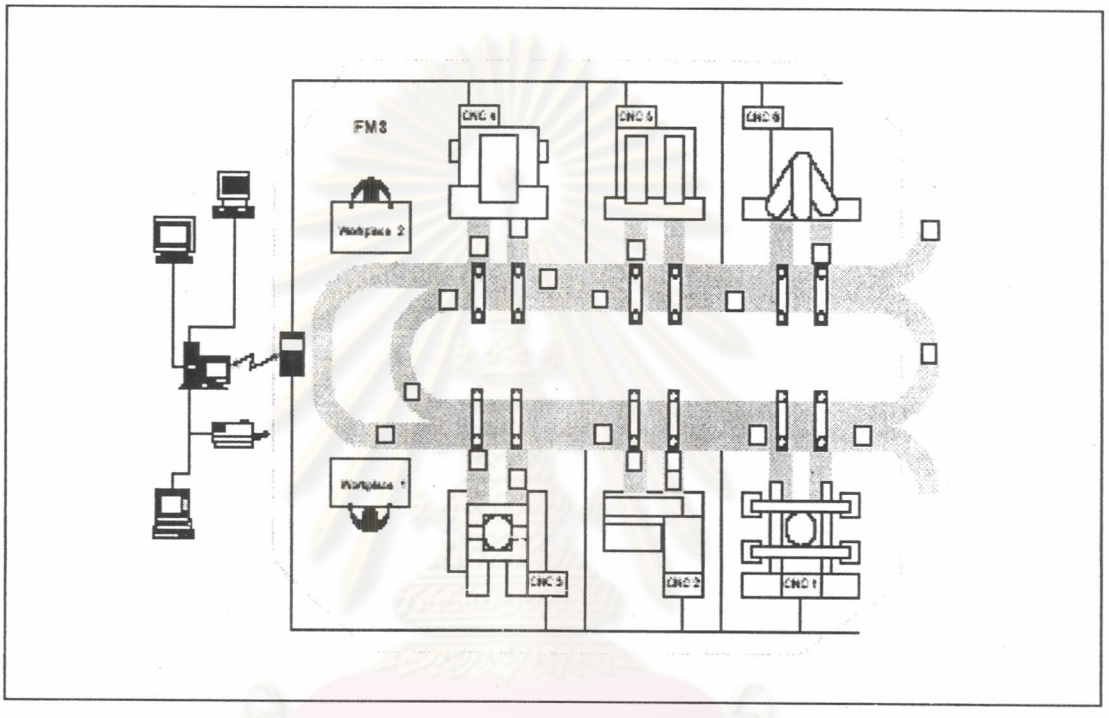
FMS คือ ระบบที่ประกอบด้วยเซตของเครื่องจักร เครื่องมือ เชื่อมต่อกับระบบขนถ่ายวัสดุ และทั้งหมดนี้ถูกควบคุมโดยระบบคอมพิวเตอร์ (Mukhopadhyay et al., 1992)

FMS คือ ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติที่ประกอบด้วยเซตของเครื่องจักรกลเอ็นซี (Numerically Controlled, NC) ซึ่งมีความสามารถในการเปลี่ยนเครื่องมือแบบอัตโนมัติ เชื่อมต่อกับระบบขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติ (Guerrero et al.,1999)

FMS คือ ระบบที่ประกอบด้วยเซตของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี (Computer Numerical Control) และสถานีงานซึ่งเชื่อมต่อโดยระบบขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติ ซึ่งทั้งหมดถูกควบคุมโดยระบบข้อมูลข่าวสารของคอมพิวเตอร์ควบคุมศูนย์กลาง (Starbek and Kušar,2001) ซึ่งได้แสดงแผนผังของระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นในรูปที่ 2.1

Chan et al. (2003) ได้ให้คำนิยามระบบ FMS ว่าเป็นระบบการผลิตอัตโนมัติที่มีความยืดหยุ่น สามารถผลิตชิ้นงานที่มีความหลากหลายได้มาก ซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักรกลซีเอ็นซีที่เชื่อมต่อกับระบบขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติ

คำนิยามที่ดีอันหนึ่งคือ ระบบผลิตแบบยืดหยุ่น คือ ระบบที่ประกอบด้วยเครื่องจักรกลเอ็นซี ระบบเคลื่อนย้ายวัสดุอัตโนมัติ และอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ อีกมากมาย อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นระบบนี้จะถูกควบคุมและเชื่อมโยงเข้าด้วยกันโดยคอมพิวเตอร์ควบคุมศูนย์กลาง เพื่อที่จะผลิตชิ้นส่วนที่มีจำนวนของการผลิตและความหลากหลายปานกลาง โดยมีลำดับการผลิตเป็นแบบสุ่ม (ปารเมศ ชุติมา, 2544)



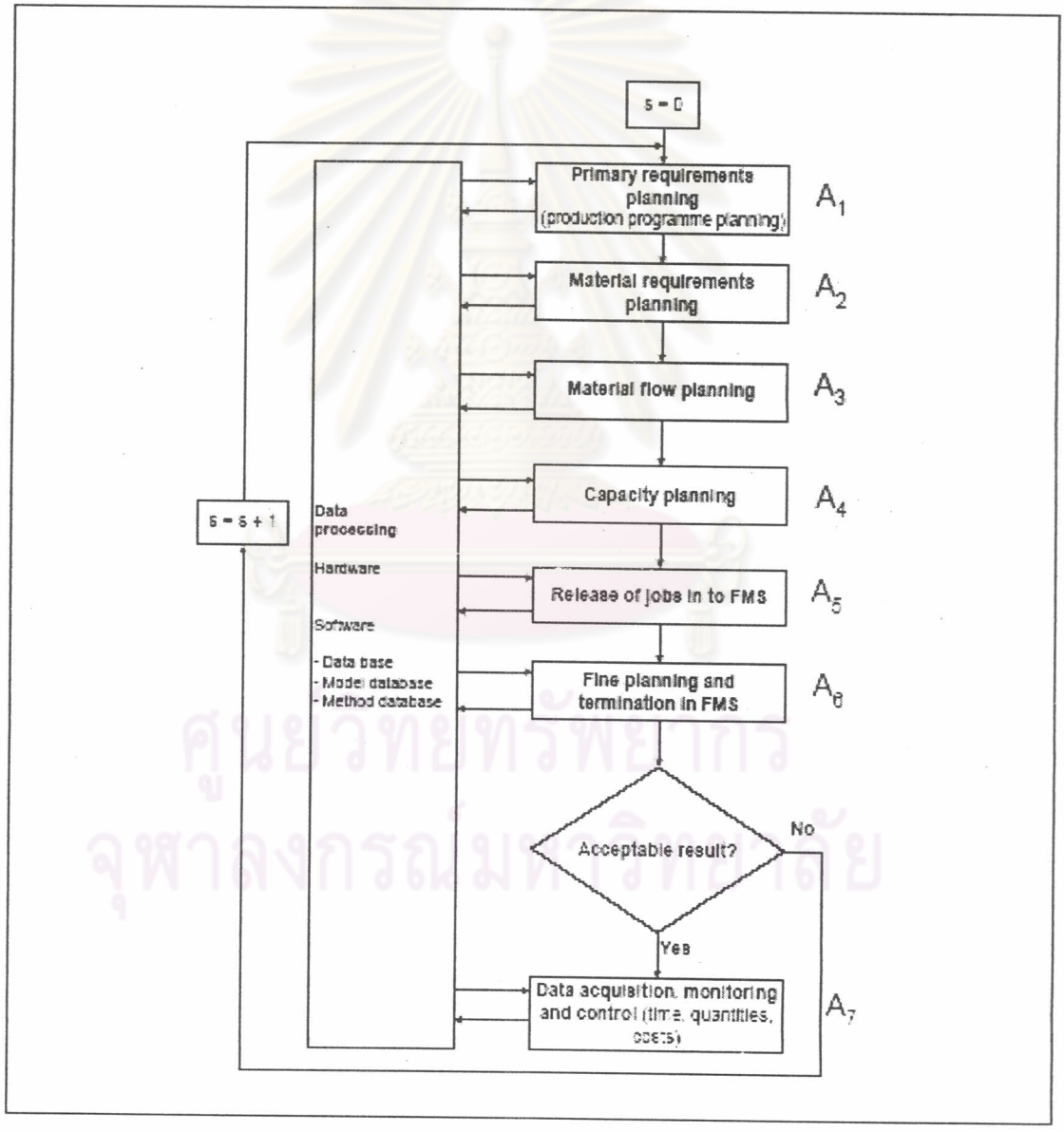
รูปที่ 2.1 แผนผังแสดงลักษณะระบบผลิตแบบยืดหยุ่น

วัตถุประสงค์พื้นฐานของการพัฒนาระบบผลิตแบบยืดหยุ่น เพื่อที่สามารถผลิตชิ้นงานได้ในจำนวนการผลิตสูง ตามลักษณะสมบัติของการผลิตปริมาณมาก (Mass Production) พร้อมกับสามารถผลิตชิ้นงานที่มีความหลากหลายมาก ตามลักษณะสมบัติของการผลิตตามงาน (Job Shop Production) ได้ (Stecke and Solberg, 1981) นอกจากนี้การพัฒนาระบบผลิตแบบยืดหยุ่นยังมีวัตถุประสงค์ต่างๆ ดังนี้

- เพื่อปรับปรุงการควบคุมการดำเนินการ
- เพื่อลดแรงงานทางตรง โดยลดจำนวนพนักงานคุมเครื่อง ลดความจำเป็นที่จะต้องใช้พนักงานคุมเครื่องที่มีความชำนาญสูง
- เพื่อปรับปรุงการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในระยะสั้นและระยะยาว
- เพื่อเพิ่มการใช้งานเครื่องจักรให้เป็นประโยชน์ เช่น การลดเวลาจัดตั้งเครื่อง
- เพื่อลดจำนวนพัสดุคงคลัง

2.3 การวางแผนและควบคุมการผลิตบนระบบผลิตแบบยืดหยุ่น

Starbek and Kušar (2001) ได้แบ่งขั้นตอนในการวางแผนและควบคุมการผลิตออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 2.2 โดย 4 ขั้นตอนแรก (A_n : n = 1, 2, 3, 4) เป็นขั้นตอนในการวางแผนก่อนที่จะทำการผลิต และ 3 ขั้นตอนสุดท้าย (A_n : n = 5, 6, 7) เป็นขั้นตอนในการควบคุมการผลิต ซึ่งจากรูปที่ 2.3.1 จะเห็นว่าการวางแผนและควบคุมการผลิตบนระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นนั้นจะเริ่มหลังจากที่ขั้นตอนที่ A_4 ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เมื่อจะเริ่มปล่อยงานเข้าสู่ระบบจะต้องทำการตัดสินใจเพื่อวางแผนว่าจะเลือกผลิตชิ้นงานใดบ้าง



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนในการวางแผนและควบคุมการผลิต

Stecke (1983) ได้ทำการแบ่งประเภทของการตัดสินใจในการดำเนินงาน (Operation Decision) ออกเป็น 2 ประเภท คือ การตัดสินใจก่อนปล่อยงานเข้าสู่ระบบ (Pre-Release Decision) และ การตัดสินใจหลังจากปล่อยงานเข้าสู่ระบบ (Post-Release Decision)

การตัดสินใจก่อนปล่อยงานเข้าสู่ระบบ คือ การตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการจัดเตรียมชิ้นงาน เครื่องมือ การเลือกเส้นทางเดินของงาน และการจัดสรรทรัพยากรต่างๆ ก่อนที่จะทำการผลิต ปัญหาสำหรับการตัดสินใจก่อนปล่อยงานเข้าสู่ระบบ แบ่งออกเป็น 5 ปัญหาย่อย คือ

- การจัดกลุ่มเครื่องจักร (Machine Grouping)
- การเลือกประเภทชิ้นงาน (Part Type Selection)
- การคำนวณอัตราการผลิต (Production Rate Determination)
- การจัดสรรทรัพยากร (Resource Allocation)
- การโหลดงานให้เครื่องจักร (Loading)

การตัดสินใจหลังจากปล่อยงานเข้าสู่ระบบ คือ การตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางงาน โดยพิจารณาเลือกลำดับการผลิต การจัดตารางเครื่องจักรในระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น มีความคล้ายคลึงกับการจัดตารางสำหรับระบบผลิตแบบตามงาน ความแตกต่างอยู่ที่เราจะต้องพิจารณาทรัพยากรตัวอื่นๆ เพิ่มขึ้น เช่น พาเล็ต ระบบขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติ เป็นต้น

2.4 การโหลดงานให้เครื่องจักรบนระบบผลิตแบบยืดหยุ่น

การโหลดงานให้เครื่องจักร คือ การจัดสรรการดำเนินงาน และเครื่องมือระหว่างกลุ่มของเครื่องจักร สำหรับผลิตชิ้นงาน โดยมีข้อจำกัดในด้านเทคโนโลยี และความสามารถของระบบผลิตแบบยืดหยุ่น (Stecke, 1983) ต่อมาได้มีการให้คำนิยามการโหลดงานให้เครื่องจักรว่าเป็นการกำหนดเซตของงานที่จะทำการผลิต เซตของเครื่องมือที่ต้องการใช้ในการผลิตบนเซตของเครื่องจักร และใช้เซตของทรัพยากรต่าง ๆ เช่น ระบบขนถ่ายวัสดุ พาเล็ต และ ตัวจับยึดชิ้นงาน ซึ่งจะต้องทำการจัดสรรเครื่องมือ เครื่องจักร และทรัพยากรให้เหมาะสมกับงาน เพื่อที่จะทำให้ดัชนีวัดผลิตผลที่ค่าที่เหมาะสมที่สุด (Hwang,1986) และ Moreno and Ding (1993) ได้ให้คำนิยามการโหลดงานให้เครื่องจักร ว่าเป็นการเลือกเซตของงานจากกลุ่มของงานที่มีอยู่ และเป็นการกำหนดการดำเนินงาน เครื่องมือที่ต้องการให้กับเครื่องจักรที่มีความหลากหลายในการผลิต โดยมีข้อจำกัดในด้านเทคโนโลยี (ความจุของช่องใส่เครื่องมือ และความสามารถในการผลิตของเครื่องจักร) เพื่อบรรลุถึงวัตถุประสงค์ในการโหลดงาน

Grieco et al. (2001) ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักรบนระบบผลิตแบบยืดหยุ่น ได้นำเสนอปัจจัยของระบบผลิตแบบยืดหยุ่นที่มีผลต่อการโหลดงานให้เครื่องจักร โดยแบ่งออกเป็น 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ลักษณะของระบบผลิตแบบยืดหยุ่น ลักษณะการทำงานของโรงงาน และการประสานงาน ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.4.1 ลักษณะของระบบผลิตแบบยืดหยุ่น

ลักษณะทางกายภาพของระบบมีผลต่อการกำหนดวิธีในการแก้ปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักร ซึ่ง Grieco et al. (2001) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบ ได้แก่ เครื่องจักร เครื่องมือและการจัดการเครื่องมือ ชิ้นงาน พาเล็ตและตัวจับยึดชิ้นงาน

2.4.1.1 เครื่องจักร

การพิจารณาคุณสมบัติของเครื่องจักรในระบบผลิตแบบยืดหยุ่นนั้นมีผลต่อการศึกษาวิธีการในการโหลดงานให้เครื่องจักร ดังนั้นจึงได้มีการพิจารณาคุณสมบัติของเครื่องจักรในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- เครื่องจักรมีความสามารถในการผลิตที่แตกต่างกัน
- เครื่องจักรในระบบมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ

ถึงแม้ว่าระบบที่พิจารณามีเครื่องจักรที่เหมือนกันทุกประการถ้าชิ้นงานบางชิ้นต้องการความถูกต้อง และความแม่นยำสูง จำเป็นที่จะต้องเลือกเครื่องจักร หรือกลุ่มของเครื่องจักรเพื่อผลิตชิ้นงานนั้นโดยเฉพาะ ดังนั้นชิ้นงานบางชิ้นงานสามารถผลิตได้บนเครื่องจักรทุกเครื่อง แต่บางชิ้นงานจำเป็นต้องผลิตบนเครื่องจักรใดเครื่องจักรหนึ่งโดยเฉพาะ

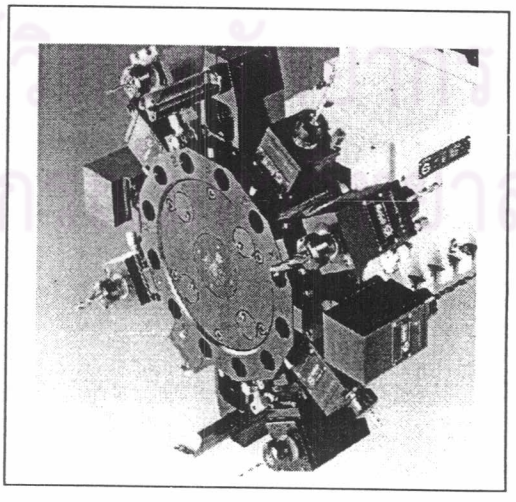
2.4.1.2 เครื่องมือและระบบการขนถ่ายเครื่องมือ

เครื่องมือเป็นทรัพยากรที่สำคัญของระบบผลิตแบบยืดหยุ่น งานวิจัยที่ศึกษาการโหลดงานให้เครื่องจักรจำนวนมากที่ให้ความสนใจกับการบริหารเครื่องมือ ซึ่งได้ให้ความสนใจในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- อายุการใช้งานของเครื่องมือ (Tool Life) เครื่องมือที่นำมาใช้มักมีข้อจำกัดในด้านของอายุการใช้งาน ซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุของชิ้นงานและสภาวะในการใช้งานเครื่องมือ ถ้าเครื่องมือถูกใช้งานจนเก่าแล้วจะต้องมีการเปลี่ยนเครื่องมือ ซึ่งเวลานำ (Lead Time) ในการเปลี่ยนเครื่องมือนั้นจะขึ้นอยู่กับความถี่ที่นำเครื่องมือเก่ามาที่ห้องเก็บเครื่องมือ แถวคอย และเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนเครื่องมือ
- จำนวนของเครื่องมือสำรอง (Number Of Tool Copies) แต่เนื่องจากว่าเครื่องมือที่ใช้ในระบบผลิตแบบยืดหยุ่นมีราคาแพงจึงมีจำนวนเครื่องมือสำรองน้อย ดังนั้นในการพิจารณาการโหลดงานให้เครื่องจักรจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงจำนวนเครื่องมือสำรองของระบบ

ข้อจำกัดในด้านเครื่องมือมีผลต่อการพิจารณาการโหลดงานให้เครื่องจักร ในเรื่ององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือจึงมีความสำคัญที่จะพิจารณาความจุของช่องใส่เครื่องมือ และระบบขนส่งเครื่องมือซึ่งมีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

- ความจุของช่องใส่เครื่องมือ (Tool Magazine Capacity) ช่องใส่เครื่องมือของเครื่องจักรแต่ละตัวมีจำนวนจำกัด ซึ่งในรูปที่ 2.3 ได้แสดงตัวอย่างช่องใส่เครื่องมือของเครื่องจักร จะเห็นว่าเครื่องจักรตัวหนึ่ง ๆ สามารถทำงานได้หลายการดำเนินการ เพราะมีเครื่องมือให้เลือกใช้หลายตัว ดังนั้นการกำหนดการดำเนินงานให้เครื่องจักรจะทำในระหว่างกะที่ทำการผลิต โดยทั่วไปแล้วเครื่องจักรศูนย์กลางมักจะมีช่องใส่เครื่องมือจำนวนมาก เพื่อลดผลกระทบจากข้อจำกัดด้านความจุของช่องใส่เครื่องมือ แต่การที่ช่องใส่เครื่องมือมีจำนวนมากนี้ ส่งผลให้มีการใช้เวลาในการหาเครื่องมือเป็นเวลานาน และบางครั้งใช้เวลามากกว่าการดำเนินงานในการผลิตชิ้นงาน งานวิจัยส่วนมากจึงพิจารณาให้มีข้อจำกัดด้านความจุของช่องใส่เครื่องมือ
- ระบบขนส่งเครื่องมือ (Tool Transport System) ระบบผลิตแบบยืดหยุ่นบางระบบมีอุปกรณ์สำหรับขนส่งเครื่องมือแบบอัตโนมัติ ที่สามารถทำการเปลี่ยนเครื่องมือระหว่างห้องเก็บเครื่องมือศูนย์กลางกับเครื่องมือในช่องใส่เครื่องมือได้ หากมีการจัดการที่ดีแล้วระบบขนส่งเครื่องมือนี้จะสามารถลดข้อจำกัดในด้านจำนวนเครื่องมือสำรอง และข้อจำกัดในด้านความจุของช่องใส่เครื่องมือได้



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างช่องใส่เครื่องมือบนเครื่องจักร

2.4.1.3 ชิ้นงาน พาเล็ต และตัวจับยึดชิ้นงาน

ในการผลิตชิ้นงานบนระบบผลิตแบบยืดหยุ่นนั้นต้องการความถูกต้องแม่นยำในเรื่องของการจัดวางตำแหน่ง การจับยึด และการขนส่งภายในระบบ ดังนั้นจะต้องมีการจับยึด และเคลื่อนย้ายชิ้นงานด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ พาเล็ตและตัวจับยึดชิ้นงาน สำหรับพาเล็ตนั้นเป็นอุปกรณ์ที่เป็นมาตรฐาน แต่ตัวจับยึดชิ้นงานนั้นจะขึ้นอยู่กับรูปร่าง วัสดุ และความต้องการในการดำเนินงานของชิ้นงาน เมื่อตัวจับยึดชิ้นงานขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของชิ้นงาน ดังนั้นตัวจับยึดชิ้นงานจึงทำให้เกิดข้อจำกัดต่างๆ ในการโหลดงานให้เครื่องจักร ดังนี้

- การโหลดชิ้นงาน โดยปกติแล้วการโหลดชิ้นงานให้กับตัวจับยึดชิ้นงานนั้นต้องการความแม่นยำในเรื่องตำแหน่งในการโหลด แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีหุ่นยนต์ได้ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการโหลดหรือปลดชิ้นงานออกจากตัวจับยึด ซึ่งสามารถลดข้อจำกัดในการโหลดหรือปลดชิ้นงานในกะที่ทำงานโดยไม่ได้ใช้แรงงานคน
- รอบเวลาของตัวจับยึดชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานถูกโหลดให้กับตัวจับยึดแล้วก็จะถูกนำไปยังบัฟเฟอร์ (Buffer) เพื่อรอที่จะทำการผลิต หลังจากนั้นตัวจับยึดชิ้นงานจะถูกส่งไปยังสถานีงานทำความสะอาด และตรวจสอบ และถูกส่งไปยังสถานีโหลดชิ้นงานใหม่ ดังนั้นเวลาตั้งแต่ชิ้นงานถูกโหลดให้กับตัวจับยึดชิ้นงาน จนกระทั่งตัวจับยึดชิ้นงานมารับชิ้นงานใหม่เป็นเวลา 1 รอบการทำงาน ซึ่งในการวางแผนการผลิตนอกจากที่จะต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของเครื่องจักรแล้ว ยังต้องมีการคำนึงถึงความพร้อมของตัวจับยึดชิ้นงานด้วย
- ชิ้นงานที่ต้องการตัวจับยึดมากกว่า 1 ตัว บางครั้งชิ้นงานต้องมีการเปลี่ยนตำแหน่งการจัดวางจึงจะสามารถดำเนินการได้ ดังนั้นตัวจับยึดเพียงตัวเดียวอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการ กรณีนี้หลังจากที่ชิ้นงานดำเนินการโดยใช้ตัวจับยึดตัวแรกเสร็จสิ้น ชิ้นงานจะถูกปลดและรอจนกระทั่งพาเล็ตที่มีตัวจับยึดที่เหมาะสมมาถึง เมื่อมีกรณีนี้เกิดขึ้นทำให้เกิดข้อจำกัดในด้านพื้นที่ที่จำกัดสำหรับวางชิ้นงานเพื่อรอตัวจับยึดตัวต่อไป
- ตัวจับยึดชิ้นงานสามารถจับยึดชิ้นงานมากกว่า 1 ชนิด เมื่อปริมาณการผลิตชิ้นงานมีปริมาณน้อย เนื่องจากความยืดหยุ่นในด้านความหลากหลายในการผลิต ทำให้ชิ้นงานหลายชนิดถูกโหลดบนพาเล็ตและตัวจับยึดชิ้นงานเดียวกัน เพื่อลดเวลาในการเปลี่ยน

พาเล็ต ซึ่งเป็นเวลาที่ไม่ได้ใช้ในการผลิต ดังนั้นจึงควรพิจารณากรณีที่ชิ้นงานต่างชนิดกันจะถูกโหลดลงบนพาเล็ตเดียวกันด้วย

2.4.2 ลักษณะการทำงานของโรงงาน

ลักษณะการทำงานของโรงงานมีผลต่อการพิจารณาการโหลดงานให้เครื่องจักร ได้พิจารณาลักษณะการทำงานในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.4.2.1 ลักษณะของกะการทำงาน

ถึงแม้ว่าระบบผลิตแบบยืดหยุ่นจะเป็นระบบอัตโนมัติ แต่การใช้แรงงานคนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับกิจกรรมบางอย่าง เช่น การโหลดหรือปลดชิ้นงาน การเตรียมตัวจับยึดชิ้นงานเข้าสู่ระบบหรือการนำตัวจับยึดชิ้นงานที่ไม่จำเป็นออกจากระบบ การเปลี่ยนเครื่องมือที่ใช้จนเก่าแล้วออกจากเครื่องจักร หรือการนำเครื่องมือใหม่มาแทนที่ ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้สามารถดำเนินไปได้ในระหว่างกะการทำงานที่มีการใช้แรงงานคน ดังนั้นการทำงานเป็นกะจึงเป็นปัจจัยที่นำมาพิจารณาในการโหลดงานให้เครื่องจักร เพราะปัญหาอย่างหนึ่งของระบบผลิตแบบยืดหยุ่น คือ การที่มีบางกะที่ไม่ได้มีการใช้แรงงานคน ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถโหลดหรือปลดชิ้นงาน เปลี่ยนตัวจับยึดชิ้นงาน หรือเปลี่ยนเครื่องมือภายในกะนั้นๆ ได้

2.4.2.2 การบริหารจัดการห้องเก็บเครื่องมือ

โดยทั่วไปแล้วห้องเก็บเครื่องมือจะทำการจัดเก็บเครื่องมือของเครื่องจักรทุกตัวในโรงงาน ดังนั้นนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการเครื่องมือนี้ จำเป็นที่จะต้องนำมาพิจารณาในการโหลดงานให้เครื่องจักรด้วย เพราะต้องคำนึงข้อจำกัดในด้านต่างๆ เช่น เวลานำในการเปลี่ยนเครื่องมือเก่า จำนวนเครื่องมือสำรอง เป็นต้น

2.4.2.3 การบำรุงรักษาแบบป้องกัน

ในการโหลดงานให้เครื่องจักรนั้นต้องคำนึงถึงการบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วย โดยส่วนมากแล้วระบบผลิตแบบยืดหยุ่นมีการบำรุงรักษาเป็นแบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ดังนั้นในการวางแผนการผลิตควรพิจารณาว่าภายในระยะเวลาที่ทำการวางแผนนั้น มีเครื่องจักรใดบ้างที่พร้อมสำหรับการผลิต

2.4.3 ลำดับขั้นของการวางแผนการผลิต

การโหลดงานให้เครื่องจักรเป็นส่วนประกอบของลำดับขั้นของการวางแผนการผลิตดังที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 2.3 ซึ่งลักษณะของปัญหาในการโหลดงานให้เครื่องจักรนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการวางแผนการผลิตในขั้นตอนในระดับสูงกว่า (Higher Level) และขั้นตอนในระดับต่ำกว่า (Lower Level) ซึ่งลักษณะหรือคุณสมบัติของระดับที่สูงกว่า หรือระดับที่ต่ำกว่าที่มีผลต่อการโหลดงานนั้น ได้แก่

2.4.3.1 ระดับสูงกว่าขั้นตอนการโหลดงาน

ลักษณะของระดับสูงกว่าขั้นตอนการโหลดงานให้กับเครื่องจักรนั้นมีความหลากหลายมาก ขึ้นอยู่กับประเภทขององค์กร และการดำเนินงานด้านการตลาด รวมไปถึงการทำ MRP, MRP II, ERP ในขั้นตอนของการวางแผนการผลิต แต่อย่างไรก็ดีมีความเป็นไปได้มากที่ระดับสูงกว่าที่อยู่ติดกับการโหลดงานให้เครื่องจักรนั้น คือ ขั้นตอนในการคัดเลือกงานที่จะป้อนเข้าสู่ระบบ ซึ่งสิ่งที่มีผลต่อการโหลดงาน มีดังนี้

- ความต้องการของลูกค้ามีลักษณะเป็นช่วงระยะเวลา (Periodically) หรือมีลักษณะแบบต่อเนื่อง (Continuously) งานวิจัยที่ศึกษาปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักรมีสมมติฐานว่าความต้องการของลูกค้ามีลักษณะเป็นช่วงระยะเวลา
- การกำหนดเวลาส่งมอบงานจะกำหนดในระดับที่อยู่สูงกว่าขั้นตอนการโหลดงาน มีสมมติฐานว่าชิ้นงานทุกชิ้นพร้อมผลิตตั้งแต่ระยะเวลาในการวางแผน และรู้กำหนดส่งมอบงานที่แน่นอน
- ความสำคัญของชิ้นงาน ในความเป็นจริงแล้วชิ้นงานแต่ละชิ้นมีความสำคัญไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความสำคัญของลูกค้าแต่ละรายกำหนดส่งมอบงาน หรือมูลค่าของชิ้นงาน ซึ่งในขั้นตอนของการโหลดงานให้เครื่อง (รวมถึงขั้นตอนในการเลือกชิ้นงานป้อนเข้าสู่ระบบ) จำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงความสำคัญของชิ้นงานด้วย

2.4.3.2 ระดับต่ำกว่าขั้นตอนในการโหลดงาน

ระดับต่ำกว่าขั้นตอนในการโหลดงานนั้นเป็นระดับที่ใกล้กับขั้นตอนในการผลิต ซึ่งมีผลต่อขั้นตอนในการโหลดงานไม่มากนัก แต่ก็ยังมีประเด็นที่มีผลต่อการโหลดงาน ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- เหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดถึงมาก่อน เช่น เครื่องจักรเสีย หรือเครื่องมือเสียหาย ซึ่งส่งผลให้ข้อจำกัดด้านทรัพยากรเปลี่ยนแปลง อาจส่งผลให้มีการพิจารณาโหลดงานให้เครื่องจักรอีกครั้ง วิธีการป้องกันไม่ให้มีกรณีนี้เกิดขึ้น คือ การวางแผนป้องกันสิ่งรบกวนเหล่านี้ตั้งแต่การวางแผนการผลิตในระดับสูงกว่าการโหลดงานให้เครื่องจักร
- ข้อจำกัดของระดับต่ำกว่า ในบางครั้งข้อจำกัดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดจากระบบผลิตแบบยืดหยุ่น แต่อาจเกิดจากซอฟต์แวร์ (Software) ที่นำมาใช้ เช่น ระบบขนส่งเครื่องมือสามารถนำมาใช้ในระบบผลิตแบบยืดหยุ่นได้ แต่นโยบายในการใช้เครื่องมือร่วมกัน (Tools Sharing Policies) ไม่สามารถนำมาใช้ได้ เนื่องจากซอฟต์แวร์ไม่รองรับความซับซ้อนในระดับนี้ ในกรณีระบบขนส่งเครื่องมือทำหน้าที่ขนส่งเครื่องมือที่ใช้จนเก่าแล้วมาเปลี่ยนในห้องเก็บเครื่องมือ

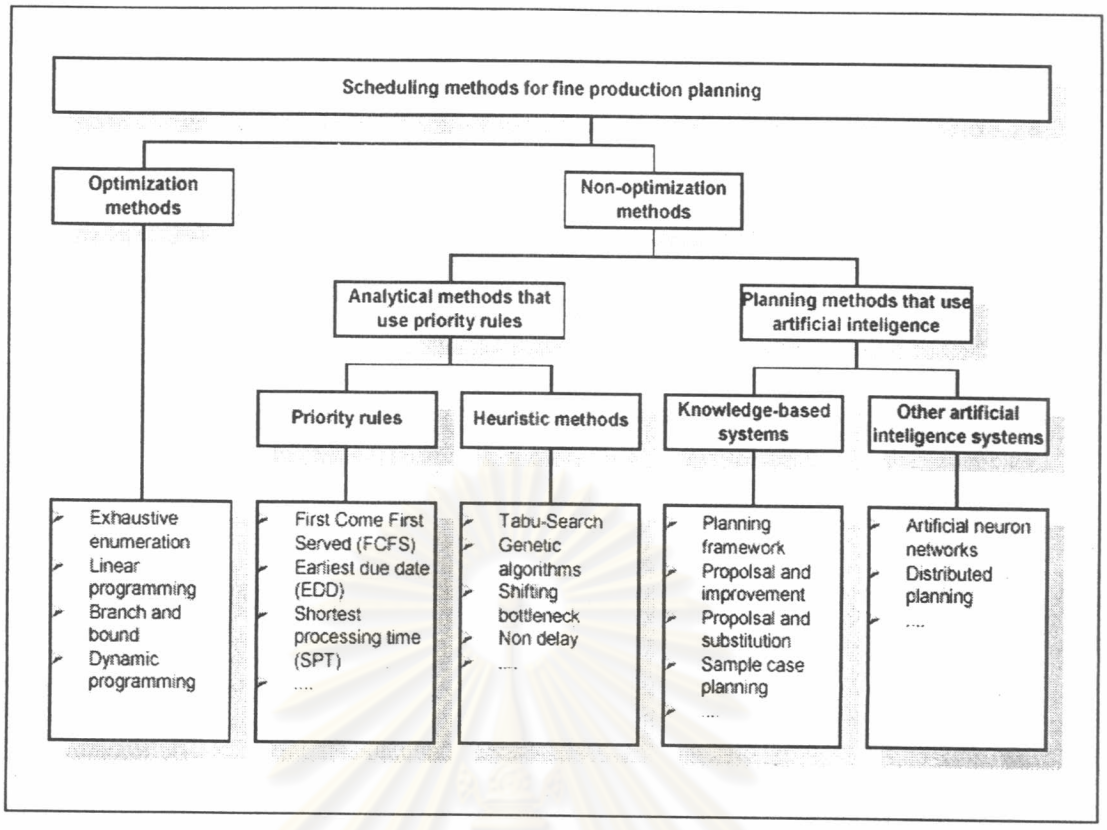
2.5 การจัดตารางการผลิตบนระบบผลิตแบบยืดหยุ่น

Baker (1984) ได้ให้ความหมายของการจัดตารางว่า เป็นการจัดสรรทรัพยากรภายในเวลาที่มีอยู่ เพื่อดำเนินงานต่าง ๆ การจัดตารางการผลิตบนระบบผลิตแบบยืดหยุ่น แตกต่างจากการจัดตารางการผลิตแบบตามงานความแตกต่างอยู่ที่เราจะต้องพิจารณาทรัพยากรตัวอื่นๆ เพิ่มขึ้น เช่น พาเล็ต ระบบขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติ เป็นต้น

Gamila and Motavlli (2003) ได้แบ่งวิธีการในการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

- กำหนดการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming Approach)
- การตัดสินใจโดยใช้กฎการจ่ายงาน (Dispatching Rules Approach)
- วิธีการแบบฮิวริสติก (Heuristic Approach)
- ปัญญาประดิษฐ์ หรือเอไอ (Artificial Intelligence, A.I.)

Starbek and Kušar (2001) ได้แบ่งวิธีการแก้ปัญหาในการจัดตารางงานออกเป็น 2 ประเภท คือ วิธีการที่ได้คำตอบที่ดีที่สุด (Optimization Methods) และวิธีการที่คำตอบที่ได้ไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด (Non-Optimization Methods) ซึ่งวิธีการทั้ง 2 ประเภทนี้สามารถแบ่งย่อยเป็นวิธีการต่าง ๆ ได้อีกซึ่งแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แผนผังแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาการจัดตารางงาน

2.5.1 การจัดตารางการผลิต

ในการจัดตารางการผลิต จะต้องมีตัวแปรหรือพารามิเตอร์พื้นฐานในการจัดตารางการผลิตที่เกี่ยวข้องอยู่เสมอ ตัวแปรพื้นฐานมีดังต่อไปนี้

1. เวลางานเสร็จสิ้น (Complete Time) หมายถึงเวลาเสร็จสิ้นของการทำงาน j นั้น ๆ แทนด้วยสัญลักษณ์ C_j
2. เวลาดำเนินงาน (Processing Time) หมายถึงเวลาที่ใช้ในการทำงาน j นั้น ๆ ที่ทรัพยากร k แทนด้วยสัญลักษณ์ T_{jk}
3. เวลางานพร้อมทำงาน (Ready Time) หมายถึงเวลาที่พร้อมในการทำงาน j นั้น ๆ แทนด้วยสัญลักษณ์ r_j
4. เวลากำหนดส่ง (Due Date) หมายถึงกำหนดเวลาที่เสร็จสิ้นการทำงาน j นั้น ๆ แทนด้วยสัญลักษณ์ D_j

2.5.2 เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิต

เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิต คือการกำหนดว่าในการจัดตารางการผลิตนั้น ๆ ต้องการเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์อย่างไร เช่น ต้องการส่งมอบงานให้ทันตามกำหนดเวลา มีอัตราการใช้งานเครื่องจักรมากที่สุด เป็นต้น

วัตถุประสงค์โดยทั่วไปสำหรับการจัดตารางการผลิต สามารถจำแนกตามตัววัดผล ได้ดังต่อไปนี้

1. เวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย หมายถึง ค่าเฉลี่ยของเวลาการไหลของงานในระบบ สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ 1

$$\overline{F} = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^{n} F_j \qquad (1)$$

โดยที่ $F_j = C_j - r_j$

F_j หมายถึง เวลาการไหลของงาน j

C_j หมายถึง เวลาที่การทำงาน j เสร็จสิ้น

r_j หมายถึง เวลาที่การทำงาน j พร้อมที่จะทำงาน

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ เป็นการจัดตารางการผลิตให้ได้เวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ยต่ำ

2. เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย หมายถึง ค่าเฉลี่ยของเวลาล่าช้าของงานในระบบ สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ 2

$$\overline{T} = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^{n} T_j \qquad (2)$$

โดยที่ $T_j = max\{o, L_j\}$

L_jหมายถึงระยะเวลาที่งานเสร็จก่อนหรือหลังเวลากำหนดส่งงาน

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตในที่นี้คือ เป็นการจัดตารางการผลิตให้ได้ค่าเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยต่ำ

3. จำนวนงานล่าช้า หมายถึง จำนวนงานที่ส่งมอบไม่ทันเวลากำหนดส่งมอบสามารถหาค่าได้ตามสมการที่ 3

$$N_T = \sum_{j=1}^{n} \delta(T_j) \qquad (3)$$

โดยที่ $\delta(Tj) = 1$ เมื่อ $Tj > 0$

$\delta(Tj) = 0$ เมื่อ $Tj \leq 0$

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ เป็นการจัดตารางการผลิตให้ได้ค่าจำนวนงานล่าช้าต่ำ

4. อัตราการใช้งานเครื่องจักร หมายถึง สัดส่วนระหว่างเวลาที่เครื่องจักรทำงานกับเวลามากที่สุดที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้ สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ 4

$$U = \frac{W}{A} \qquad \textbf{(4)}$$

โดยที่ U หมายถึง อัตราการใช้งานเครื่องจักร

W หมายถึง เวลาที่เครื่องจักรทำงาน

A หมายถึง เวลามากที่สุดที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตในที่นี้คือ เป็นการจัดตารางการผลิตให้ได้ค่าอัตราการใช้งานเครื่องจักรสูง

2.5.3 กฎการจ่ายงาน (Dispatching Rules)

กฎการจ่ายงาน (Dispatching Rules) ถูกนำมาใช้เพื่อแก้ไขความขัดแย้งที่เกิดขึ้น เมื่อใดก็ตามที่มีเซตของงานตั้งแต่ 2 งานขึ้นไปคอยรับบริการจากเครื่องจักรเครื่องเดียวกัน (ปารเมศ ชุติมา, 2546) โดยทั่วไปแล้ว เราสามารถแบ่งกฎการจ่ายงานตามพฤติกรรมในการทำงานได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.5.3.1 ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ซึ่งแบ่งได้เป็น

- **กฎแบบสถิต (Static Rule)** เป็นกฎที่หลังจากกำหนดค่าลำดับความสำคัญให้กับแต่ละงานแล้วค่าเหล่านี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น
  - FAFS (First Arrival at the Shop First Served) ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่เข้ามาสู่ระบบก่อน
  - TWORK (Total Work) ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีเวลาปฏิบัติงานรวมทั้งหมดจากทุกการดำเนินงานมีค่าน้อยที่สุด
  - EDD (Earliest Due Date) ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีเวลาส่งมอบกระชั้นที่สุด
- **กฎแบบพลวัต (Dynamic Rule)** เป็นกฎที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าลำดับความสำคัญของงงานตามเวลา และดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงค่าลำดับความสำคัญของงานให้เป็นปัจจุบันทุกครั้งก่อนที่จะทำการตัดสินใจว่าจะเลือกทำงานใดก่อน

- FCFS (First Come First Served) ลำดับความสูงสุดจะให้กับงานที่มาถึงแถวคอยที่กำลังพิจารณาเป็นงานแรก
- MST (Minimum Slack Time) ลำดับความสูงสุดจะให้กับงานที่มีเวลาหย่อน (Slack Time) น้อยที่สุด เวลาหย่อนมีค่าเท่ากับ ผลต่างระหว่างเวลาส่งมอบกับเวลาที่งานเสร็จ ถ้าไม่มีการหน่วงเวลาการทำงานจากปัจจุบัน ซึ่งหมายถึง ผลต่างระหว่างเวลาส่งมอบกับภาระงานที่เหลืออยู่ของงานนั้น
- OPNDD (Operation Due Date) ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีเวลาส่งมอบของการดำเนินงานมีค่าน้อยที่สด เวลาส่งมอบของการดำเนินงานคำนวณได้จากการแบ่งช่วงเวลาระหว่าง เวลาส่งมอบกับเวลาเข้ามาถึงระบบของงาน ออกเป็นช่วงย่อยๆ ตามจำนวนของการดำเนินงานที่ต้องทำทั้งหมด และตอนปลายสุดของช่วงเวลาย่อยที่คำนวณได้สำหรับแต่ละการดำเนินงานก็จะหมายถึงเวลาส่งมอบสำหรับการดำเนินงานนั้น
- S/OPN (Slack per Operation) ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีอัตราส่วนระหว่างเวลาหย่อนต่อจำนวนของการดำเนินงานที่เหลืออยู่มีค่าน้อยที่สุด
- TST (Truncated SPT) ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีเวลาดำเนินงานน้อยที่สุด ยกเว้น เมื่อมีงานอยู่ในแถวคอยเป็นเวลาเกินกว่า W ซึ่งงานที่อยู่ในประเภทนี้ จะมีลำดับความสำคัญสูงกว่างานที่อยู่ในประเภทแรก และให้จ่ายงานประเภทนี้ก่อนงานในประเภทแรกโดยใช้กฎ FCFS กับงานที่มีอยู่ในประเภทนี้แทนจนกระทั่งงานที่อยู่ในประเภทนี้หมด แล้วค่อยสลับกลับไปใช้กฎ SPT ดังเดิม

2.5.3.2 ชนิดของข้อมูลที่ใช้

- **กฎแบบเฉพาะที่ (Local Rule)** เป็นกฎที่ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับงานที่อยู่ในแถวคอยของเครื่องจักรที่กำลังพิจารณาการจัดตารางอยู่ในการกำหนดลำดับความสำคัญของงานเท่านั้น เช่น
  - SPT (Shortest Processing Time) ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีเวลาดำเนินงานบนเครื่องจักรที่กำลังพิจารณาอยู่มีค่าน้อยที่สุด
  - LWKR (Least Work Remaining) ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีเวลาปฏิบัติงานที่ต้องทำเหลืออยู่น้อยที่สุด
- **กฎแบบวงกว้าง (Global Rule)** เป็นกฎที่นอกจากจะใช้ข้อมูลเกี่ยวกับงานเช่นเดียวกับกฎแบบเฉพาะที่แล้ว ยังใช้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานะของ

งานที่อยู่บนแถวคอยของเครื่องจักรอื่น หรือสถานะของเครื่องจักรเครื่องอื่นในการกำหนดลำดับความสำคัญของงานก็ได้ ถึงแม้ว่ากฎแบบวงกว้างน่าจะให้ประสิทธิผลที่ดกว่ากฎแบบเฉพาะที่ก็ตาม แต่ทว่าข้อมูลจำนวนมากที่ต้องนำมาใช้สำหรับกฎแบบวงกว้างนี้ ทำให้กฎแบบวงกว้างไม่เป็นที่นิยมในทางปฏิบัติ ตัวอย่างของกฎแบบวงกว้าง เช่น

- WINQ (Work in Next Queue) ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีการดำเนินงานที่อยู่ในลำดับถัดไปต้องทำบนเครื่องจักรที่มีภาระงานในขณะนั้นน้อยที่สุด
- AWINQ (Anticipated Work in Next Queue)ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีการดำเนินงานอยู่ในลำดับถัดไป ต้องทำบนเครื่องจักรที่มีภาระงานคาดหมายในขณะนั้นน้อยที่สุด ภาระงานคาดหมายในที่นี้จะรวมถึง ภาระงานที่เกิดจากงานที่ยังไม่ได้อยู่บนเครื่องจักรดังกล่าว แต่คาดว่างานที่ทำให้เกิดภาระงานนั้นจะไปถึงเครื่องจักรดังกล่าก่อนที่การดำเนินงานที่อยู่ในลำดับถัดไปของงานนี้จะไปถึง
- NINQ (Number of Jobs in Next Queue) ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีการดำเนินงานที่อยู่ในลำดับถัดไป ต้องทำบนแถวคอยของเครื่องจักรที่มีจำนวนงานน้อยที่สุด
- FOFO (First Off First On) ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่สามารถทำการดำเนินงานบนเครื่องจักรนี้เสร็จเร็วที่สุด ถ้างานนี้ยังมาไม่ถึง (ยังไม่ได้อยู่บนแถวคอยของเครื่องจักร) ก็ปล่อยให้เครื่องจักรเดินเปล่าเพื่อรอจนกระทั่งงานดังกล่าวมาถึง

2.6 การกำหนดเวลาส่งมอบงาน

กำหนดส่งมอบ (Due Date) ของงาน หมายถึง เวลาจัดส่ง หรือเวลาเสร็จงานที่สัญญาไว้กับลูกค้า การทำงานเสร็จหลังจากกำหนดส่งมอบอาจจะเกิดขึ้นได้ แต่อาจจะมีค่าปรับเกิดขึ้น วิธีการในการกำหนดเวลาส่งมอบ 4 แนวทางที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ

2.6.1 กำหนดตามภาระงานทั้งหมด (Total Work, TWK)

กำหนดเวลาส่งมอบของงานให้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับภาระงานที่งานนั้นจะต้องทำทั้งหมด โดยอาจจะใช้ปัจจัยที่แสดงถึงความกระชั้นของงาน (ค่าคงที่) คูณกับภาระงานทั้งหมด และใช้ค่าผลคูณที่ได้นี้เป็นระยะเวลาในการกำหนดเวลาส่งมอบของงาน การกำหนดเวลาส่งมอบงานตามภาระงานทั้งหมดนี้ เหมาะสำหรับองค์กรที่มีการผลิตชิ้นงานที่มีความหลากหลาย และเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานแต่ละประเภทนั้นมีความแตกต่างกันมาก

2.6.2 กำหนดตามจำนวนของการดำเนินงาน (Number of Operations, NOP)

กำหนดเวลาส่งมอบของงานให้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนของการดำเนินงานทั้งหมด โดยอาจจะใช้ปัจจัยที่แสดงถึงความกระชั้นของงาน (ค่าคงที่) คูณกับภาระงานทั้งหมด และใช้ค่าผลคูณที่ได้นี้เป็นระยะเวลาในการกำหนดเวลาส่งมอบของงาน การกำหนดเวลาส่งมอบงานตามจำนวนของการดำเนินงานนี้ เหมาะสำหรับองค์กรที่มีการผลิตชิ้นงานที่ใช้เวลาในแต่ละการดำเนินงานที่ใกล้เคียงกัน สามารถประมาณเวลาในการผลิตจากจำนวนการดำเนินงานของชิ้นงานได้

2.6.3 กำหนดให้มีค่าคงที่ (Constant, CON)

กำหนดเวลาส่งมอบของงานให้มีระยะเวลาคงที่ค่าหนึ่ง และค่าคงที่นี้จะใช้กับทุกงาน การกำหนดเวลาส่งมอบงานให้มีค่าคงที่นี้ เหมาะสำหรับองค์กรที่ทำการผลิตชิ้นงานที่มีความหลากหลายน้อย หรืออีกนัยหนึ่งคือ เหมาะสำหรับองค์กรที่ทำการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) ชิ้นงานแต่ละประเภทใช้เวลาในการผลิตใกล้เคียงกันจึงสามารถกำหนดเวลาส่งมอบงานให้คงที่ได้

2.6.4 กำหนดแบบสุ่ม (Random, RDM)

กำหนดเวลาส่งมอบของงานโดยใช้วิธีการสุ่ม เป็นวิธีในการกำหนดเวลาส่งมอบงานที่ไม่ได้มีการคำนึงถึงเวลาเสร็จสิ้นของการผลิต และไม่ได้คำนึงถึงความสามารถในการผลิตขององค์กร ซึ่งในความเป็นจริงแล้วมีน้อยมากที่องค์กรจะมีการกำหนดเวลาส่งมอบงานแบบสุ่ม แต่ในงานวิจัยมักจะนำวิธีกำหนดแบบสุ่มนี้มาใช้เปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นในงานวิจัย

2.7 งานวิจัยที่ศึกษาปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักร

การโหลดงานให้เครื่องจักร คือ การจัดสรรการดำเนินงาน และเครื่องมือระหว่างกลุ่มของเครื่องจักร สำหรับผลิตชิ้นงาน โดยมีข้อจำกัดในด้านเทคโนโลยี และความสามารถของระบบผลิตแบบยืดหยุ่น (Stecke, 1983) ต่อมาได้มีการให้คำนิยามการโหลดงานให้เครื่องจักรว่าเป็นการกำหนดเซตของงานที่จะทำการผลิต เซตของเครื่องมือที่ต้องการใช้ในการผลิตบนเซตของเครื่องจักร และใช้เซตของทรัพยากรต่าง ๆ เช่น ระบบขนถ่ายวัสดุ พาเล็ต และ ตัวจับยึดชิ้นงาน ซึ่งจะต้องทำการจัดสรรเครื่องมือ เครื่องจักร และทรัพยากรให้เหมาะสมกับงาน เพื่อที่จะทำให้ดัชนีวัดผลิตผลที่ค่าที่เหมาะสมที่สุด (Hwang,1986) และ Moreno and Ding (1993) ได้ให้คำนิยามการโหลดงานให้เครื่องจักร ว่าเป็นการเลือกเซตของงานจากกลุ่มของงานที่มีอยู่ และเป็นการกำหนดการดำเนินงาน เครื่องมือที่ต้องการให้กับเครื่องจักรที่มีความหลากหลายในการ

ผลิต โดยมีข้อจำกัดในด้านเทคโนโลยี (ความจุของช่องใส่เครื่องมือ และความสามารถในการผลิตของเครื่องจักร) เพื่อบรรลุถึงวัตถุประสงค์ในการโหลดงาน

งานวิจัยแรกที่ได้นำเสนอปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักรบนระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นเป็นงานวิจัยของ Stecke and Solberg (1981) ใช้วิธีการซิมมูเลชั่น (Simulation) ในการศึกษาผลของวัตถุประสงค์ในการโหลดงานให้เครื่องจักร 6 ข้อ ได้แก่ (1) การจัดสมดุลของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (2) การลดจำนวนการเคลื่อนย้ายของชิ้นงาน (3) การจัดสมดุลภาระงานต่อเครื่องจักรสำหรับกลุ่มเครื่องจักรที่มีจำนวนเครื่องจักรเท่ากัน (4) การลดความไม่สมดุลของภาระงานต่อเครื่องจักรสำหรับกลุ่มเครื่องจักรที่มีจำนวนเครื่องจักรเท่ากัน (5) การใช้เครื่องมือในช่องเก็บเครื่องมือให้มากที่สุด และ (6) การจัดให้ผลรวมของลำดับความสำคัญของการดำเนินงานมากที่สุด โดยพิจารณาพร้อมกับผลของกฎการจ่ายงาน 16 กฎ ผลของงานวิจัยนี้พบว่า ไม่สามารถระบุกฎที่ใช้ในการจัดลำดับงานที่ดีที่สุดได้หากใช้ดัชนีวัดประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน ดังนั้นการใช้กฎการจ่ายงานแบบต่างๆให้มีประสิทธิภาพนั้น จะขึ้นอยู่กับนโยบายและวัตถุประสงค์ของการโหลดงาน ต่อมา Stecke (1983) ได้ใช้วิธี 0-1 กำหนดการเชิงจำนวนเต็มแบบผสม (0-1 Mixed Integer Programming) ในการแก้ปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักร

2.7.1 พิจารณาวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา

Mukhopadhyay et al. (1998) ได้แบ่งวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักรออกเป็น 4 วิธี คือ

- กำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming)
- การตัดสินใจภายใต้เกณฑ์ที่พิจารณาหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making)
- วิธีการแบบฮิวริสติก (Heuristic Oriented)
- วิธีการสร้างแบบจำลองปัญหา (Simulation Based)

Shanker and Tzen (1985) ได้นำเสนอวัตถุประสงค์ของการโหลดงานที่มาจากเกณฑ์ตัดสินใจ 2 เกณฑ์ คือมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะจัดสมดุลของภาระงานและสามารถส่งมอบงานได้ทันตามกำหนดเวลา ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เสนอแนะว่าวิธีในการแก้ปัญหาโดยใช้กำหนดการเชิงจำนวนเต็มแบบผสมนั้นสามารถนำไปใช้กับระบบจริงได้ยาก เนื่องจากต้องใช้เวลามากในการคำนวณ Shanker and Tzen จึงได้เสนอฮิวริสติกสำหรับขึ้นมา 2 ฮิวริสติก โดยฮิวริสติกที่ 1 นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดสมดุลของภาระงาน และในส่วนของการจัดตารางงานได้ใช้กฎการจ่ายงานแบบต่างๆ ได้แก่ SPT (Shortest Processing Time), FIFO (First In First Out), LPT (Longest Processing Time) และ MOPR (Most Operation Remaining) ซึ่งผลที่ได้จากฮิวริสติกที่ 1 นี้ พบว่ากฎ SPT เป็นกฎที่ดีที่สุดในการจัดสมดุลของภาระงาน ฮิวริสติกที่ 2 ถูกพัฒนาเพื่อให้ตอบสนอง

วัตถุประสงค์ที่จะลดจำนวนงานล่าช้า และจัดสมดุลภาระงาน ซึ่งผลการทดลองพบว่ากฎที่ดีที่สุดคือ EDD (Earliest Due Date) หลังจากที่ Shanker and Tzen ได้นำเสนองานวิจัยในปี 1985 ทำให้งานวิจัยในช่วงหลังได้มีการพัฒนาวิธีการแบบฮิวริสติกมาใช้ในการแก้ปัญหามากขึ้น (Chen and Askin, 1990; Mukhopadhyay et al., 1992; Moreno and Ding, 1993; Garetti et al., 1990; Tiwari et al.,1997; Mukhopadhyay and Tiwari, 1995; Mukhopadhyay et al., 1998; Tiwari and Vidyarthi, 2000; Vidyarthi and Tiwari, 2001)

Chen and Askin (1990) ใช้วิธีการแบบฮิวริสติกในการโหลดงานให้เครื่องจักรบนระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น ซึ่งได้เสนอฮิวริสติก 6 แบบ โดยพิจารณาวัตถุประสงค์ในการโหลดงาน 5 แบบ คือ (1) ความสมดุลของภาระงาน (Workload Balance) (2) การเคลื่อนย้ายชิ้นงานระหว่างเครื่องจักร (Volume of Intermachine Part Movement) (3) ความยืดหยุ่นของเส้นทางเดินของงาน (Routing Flexibility) (4) การลงทุนด้านเครื่องมือ (5) การใช้ประโยชน์จากเครื่องจักร ผลจากงานวิจัยนี้พบว่า ไม่มีฮิวริสติกใดที่สามารถตอบสนองทั้ง 5 วัตถุประสงค์ได้ และการจัดงานลงบนเครื่องจักรโดยพิจารณาความสมดุลของภาระงาน ให้ประสิทธิภาพดีกว่าการจัดงานลงบนเครื่องจักรโดยพิจารณาประสิทธิภาพที่มากที่สุดของเครื่องจักรนั้นๆ ซึ่งต่อมา Mukhopadhyay et al. (1992) ได้ใช้ฮิวริสติกที่ใช้ค่า Essential Ratio ในการเลือกเครื่องจักรที่จะผลิตในแต่ละการดำเนินงาน ต่อมา Tiwari (1997) ได้พัฒนาฮิวริสติกในการโหลดงานให้เครื่องจักร พบว่าการคำนวณลำดับความสำคัญของงานซึ่งในอดีตนั้นกำหนดลำดับความสำคัญของงานจากกฎ SPT มีผลต่อการโหลดงานให้เครื่องจักรเป็นอย่างมาก งานวิจัยของ Mukhopadhyay et al. (1998) ใช้วิธี Simulated Annealing (SA) ในการแก้ปัญหาการโหลดงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยในขั้นตอนแรกอาศัยแนวคิดเรื่อง Essential Ratio ในการคำนวณเพื่อโหลดงาน ขั้นตอนที่ 2 ใช้ SA เป็นเกณฑ์ในการยอมรับลำดับของงานที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการโหลดงาน

นอกจากนี้Tiwari and Vidyarthi (2000) จึงได้ใช้เจนเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm, GA) มาจัดลำดับความสำคัญของงานและโหลดงานให้เครื่องจักร และ Vidyarthi and Tiwari (2001)ได้นำเสนองานวิจัยที่ใช้วิธีการแบบฮิวริสติก และใช้ทฤษฎีฟัซซี่เซต ในการแก้ปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักร โดยมีวัตถุประสงค์ลดความไม่สมดุลของระบบให้น้อยที่สุด และเพิ่มชิ้นงานที่ผลิตได้ให้มากที่สุด ในการโหลดงานให้เครื่องจักรจะพิจารณาค่าเมมเบอร์ชิพฟังก์ชั่นของเส้นทางงานที่มากที่สุด งานวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Shanker and Srinviasulu (1989), Mukhopadhyay et al. (1992) และ Tiwari et al. (1997) โดยงานวิจัยที่ใช้เปรียบเทียบเหล่านี้ ได้ทดลองแก้ปัญหา 10 ปัญหาเดียวกัน ซึ่งผลจากงานวิจัยนี้มีค่าความไม่สมดุลเฉลี่ยของระบบ

น้อยที่สุด และมีจำนวนชิ้นงานเฉลี่ยมากเป็นที่ 2 รองจากงานวิจัยของ Mukhopadhyay et al. (1992)

2.7.2 พิจารณาวัตถุประสงค์ของการโหลดงาน

Stecke and Solberg (1981) ใช้วิธีการซิมมูเลชั่น (Simulation) ในการศึกษาผลของวัตถุประสงค์ในการโหลดงานให้เครื่องจักร 6 ข้อ ได้แก่ (1) การจัดสมดุลของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (2) การลดจำนวนการเคลื่อนย้ายของชิ้นงาน (3) การจัดสมดุลภาระงานต่อเครื่องจักรสำหรับกลุ่มเครื่องจักรที่มีจำนวนเครื่องจักรเท่ากัน (4) การลดความไม่สมดุลของภาระงานต่อเครื่องจักรสำหรับกลุ่มเครื่องจักรที่มีจำนวนเครื่องจักรเท่ากัน (5) การใช้เครื่องมือในช่องเก็บเครื่องมือให้มากที่สุด และ (6) การจัดให้ผลรวมของลำดับความสำคัญของการดำเนินงานมากที่สุด หลังจากนั้น Shanker and Tzen (1985) ได้นำเสนอวัตถุประสงค์ของการโหลดงานที่มาจากเกณฑ์ตัดสินใจ 2 เกณฑ์ คือมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะจัดสมดุลของภาระงานและสามารถส่งมอบงานได้ทันตามกำหนดเวลา งานวิจัยอื่น ๆ จึงมีการศึกษาการโหลดงานให้เครื่องจักรภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ 2 เกณฑ์ เช่น งานวิจัยที่ศึกษาการโหลดงานเพื่อลดความไม่สมดุลของระบบ และมีจำนวนชิ้นงานที่ผลิตให้มากที่สุด (Mukhopadhyay et al., 1992; Tiwari et al.,1997; Tiwari and Vidyarthi, 2000; Vidyarthi and Tiwari, 2001) ต่อมาในปี 2001 Kumar and Shanker ได้ศึกษาและเปรียบเทียบวัตถุประสงค์แบบต่าง ๆ ของปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักรซึ่งพบว่าวัตถุประสงค์ที่จะลดค่า APWD (Average Pairwise Workload Difference) มีประสิทธิภาพมากที่สุด ตามด้วยวัตถุประสงค์ที่จะลดค่า XPWD (Maximum Pairwise Workload Difference)

Grieco et al. (2001) ได้สรุปวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการโหลดงานให้เครื่องจักรบนระบบผลิตแบบยืดหยุ่น และได้เสนอว่าในความเป็นจริงแล้วการโหลดงานควรจะมีวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับเป้าหมายขององค์กร เช่น ลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ลดจำนวนงานที่ล่าช้า เป็นต้น ซึ่ง Grieco et al. พบว่างานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อลดจำนวนงานที่เสร็จล่าช้า ได้แก่ Shanker and Tzen (1985), Moreno and Ding (1989), Moreno and Ding (1993), Roh and Kim (1997) และ Atmani and Lashkari (1998)

2.8 งานวิจัยที่ศึกษาปัญหาการโหลดงานร่วมกับปัญหาอื่น ๆ

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 2.4.3 ว่าขั้นตอนในการวางแผนการผลิตทั้งในระดับสูงกว่า และต่ำกว่าขั้นตอนการโหลดงาน ส่งผลกระทบต่อการศึกษาปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักร ดังนั้น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการโหลดงานมักจะพิจารณาปัญหาอื่นๆ ควบคู่กันไป

ด้วย ปัญหาที่มักจะพิจารณาควบคู่กับการโหลดงานให้เครื่องจักร คือการเลือกชิ้นงานป้อนเข้าสู่ระบบ และการจัดตารางการผลิต

2.8.1 การศึกษาปัญหาการโหลดงานควบคู่กับการเลือกชิ้นงานเข้าสู่ระบบ

ในอดีตงานงานวิจัยที่ศึกษาปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักรนั้น จะพิจารณาเลือกงานที่จะโหลดจากกฎการจ่ายงานซึ่งเป็นกฎตายตัว เช่น SPT แต่หลังจากที่งานวิจัยของ Tiwari (1997) พบว่าการคำนวณลำดับความสำคัญของงาน มีผลต่อการโหลดงานให้เครื่องจักรเป็นอย่างมาก จึงทำให้เกิดงานวิจัยที่พิจารณาการเลือกชิ้นงานเข้าสู่ระบบควบคู่ไปกับการศึกษาปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักร

ในปี 1997 Kim and Yano ได้ศึกษาปัญหาการเลือกชิ้นงานเข้าสู่ระบบโดยตัดสินใจจากการจัดลำดับความสำคัญภายใต้กฎการจ่ายงานต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะลดค่าความล่าช้าในการส่งมอบงาน โดยพิจารณากฎการจ่ายงานทั้งหมด 17 กฎ ซึ่งผลจากงานวิจัยพบว่า กฎ MOD (Modified Operation Due Date) เป็นกฎที่ดีที่สุดในการสร้างโครงสร้างของการจัดตารางงานเพื่อเลือกชิ้นงานเข้าสู่ระบบ และกฎ ECT (Earliest Completion Time) เป็นกฎที่ดีที่สุดในเลือกชิ้นงานเข้าสู่ระบบ ของระบบผลิตแบบยืดหยุ่นที่มีการผ่อนผันข้อจำกัดในด้านความจุของช่องเก็บเครื่องมือ

ต่อมาได้มีงานวิจัยของ Mukhopadhyay et al. (1998) ซึ่งใช้วิธี Simulated Annealing (SA) ในการแก้ปัญหาการโหลดงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยในขั้นตอนแรกอาศัยแนวคิดเรื่อง Essential Ratio ในการคำนวณเพื่อโหลดงาน ขั้นตอนที่ 2 ใช้ SA เป็นเกณฑ์ในการยอมรับลำดับของงานที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการโหลดงาน

ต่อมา Guerrero et al. (1999) ใช้วิธีกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming) และกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Linear Programming) ในการเลือกงานเข้าสู่ระบบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดผลต่างระหว่างเครื่องจักรที่มีภาระงานมากที่สุดกับเครื่องจักรที่มีภาระงานน้อยที่สุด โดยที่จะพิจารณาเส้นทางเดินของงานแทนที่จะพิจารณาแยกแต่ละการดำเนินงาน ข้อจำกัดในด้านเครื่องมือนั้นไม่ได้พิจารณาความจุของช่องใส่เครื่องมือ แต่จะพิจารณาจำนวนเครื่องมือที่มีอยู่ และอายุการใช้งานของเครื่องมือ

นอกจากนี้ Tiwari and Vidyarthi (2000) จึงได้ใช้เจนเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm, GA) มาจัดลำดับความสำคัญของงานและโหลดงานให้เครื่องจักร ซึ่งพบว่าการจัดลำดับความสำคัญของงานด้วยวิธี GA นี้สามารถลดความไม่สมดุลของระบบและเพิ่มจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดลำดับความสำคัญของงาน

โดยใช้กฎ SPT, LPT, LIFO และ FIFO ต่อมา Vidyarthi and Tiwari (2001)ได้มีการกำหนดลำดับความสำคัญของงาน ก่อนที่จะโหลดงานให้เครื่องจักร โดยพิจารณาค่าเมมเบอร์ชิพฟังก์ชั่น (Membership Function) ของงานแต่ละประเภท ซึ่งค่าเมมเบอร์ชิพฟังก์ชั่นนี้ คำนวณจากคุณสมบัติของงาน ได้แก่ ปริมาณชิ้นงานของงานแต่ละประเภท (Batch Size), เวลาที่ใช้ในการผลิต (Essential Operation Processing Time และ Optional Operation Processing Time)

2.8.2 การศึกษาปัญหาการโหลดงานควบคู่กับการจัดตารางงาน

งานวิจัยของ Garetti et al. (1990) ได้ทำการศึกษาการโหลดงานในเครื่องจักรควบคู่ไปกับการศึกษากฎการจ่ายงานที่ใช้ในการจัดตารางงาน โดยทำการเปรียบเทียบกฎที่ใช้ในการโหลดงานจำนวน 6 กฎ และกฎการจ่ายงานจำนวน 7 กฎ โดยใช้วิธีการจำลองแบบปัญหา ซึ่งผลจากงานวิจัยนี้พบว่ากฎที่ดีที่สุดในการโหลดงาน คือ กฎที่พิจารณาการจัดสมดุลของภาระงานบนเครื่องจักร และกฎการจ่ายงานที่ดีสุดในการจัดตารางงาน คือ SWNQ2 ซึ่งเป็นกฎที่ให้ความสำคัญกับงานที่มีเวลาในการผลิตการดำเนินงานถัดไปบนเครื่องจักรที่มีแถวคอยน้อยที่สุด ต่อมาในปี 1993 Moreno and Ding ได้พัฒนาวิธีการแบบฮิวริสติกเพื่อโหลดงานและจัดตารางงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความล่าช้าในการส่งมอบงาน และลดจำนวนงานล่าช้า โดยพิจารณาระบบที่มีข้อจำกัดด้านเวลาในการผลิต และจำนวนช่องใส่เครื่องมือของเครื่องจักร

นอกจากนี้ Gamila and Motavalli (2003) ศึกษาปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักร และการจัดตารางงานบนระบบผลิตแบบยืดหยุ่น ในงานวิจัยนี้ได้พิจารณาข้อจำกัดในด้านอายุการใช้งานของเครื่องมือ ความจุของช่องใส่เครื่องมือ เวลาในการผลิตที่จำกัด และกำหนดเวลาส่งมอบงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อลดผลรวมของเวลาที่งานเสร็จ เวลาในการขนถ่ายวัสดุ และเวลาในการผลิต โดยใช้กำหนดการเชิงจำนวนเต็มแบบผสมในการแก้ปัญหาการโหลดงาน และใช้วิธีการแบบฮิวริสติกในการจัดตารางงาน

จะเห็นว่าการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักรควบคู่ไปกับการจัดตารางงานนั้น มีการนำทั้งวิธีกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์และวิธีการทางฮิวริสติก รวมถึงการพิจารณากฎการจ่ายงานแบบต่างๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา จากงานวิจัยของ Moreno and Ding (1993) พบว่าการแก้ปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักรที่ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดในด้านเทคโนโลยีต่าง ๆ รวมถึงการแก้ปัญหาในการจัดตารางงานนั้นเป็นปัญหาเอ็นพีแบบยาก (NP-Hard) การใช้วิธีการกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์นั้นถึงแม้ว่าจะให้คำตอบที่ดีที่สุด แต่จะทำให้ใช้เวลาในการคำนวณที่นาน และไม่สามารถคำนวณปัญหาที่มีขนาดปานกลาง ถึงขนาดใหญ่ได้ ดังนั้นงานวิจัยที่ศึกษาในด้านนี้จึงเน้นที่จะพัฒนาวิธีการแบบฮิวริสติกในการแก้ปัญหาเป็นส่วนมาก

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาปัญหาการจัดตารางงานสำหรับการผลิตแบบยืดหยุ่น เพื่อหาวิธีในการจัดตารางงานที่เหมาะสม ได้แก่ งานวิจัยของ Mukhopadhyay et al. (1991) ได้ใช้วิธีการแบบฮิวริสติกในการแก้ปัญหา โดยงานวิจัยนี้ได้พิจารณาการจัดสรรเครื่องมือให้เครื่องจักร การจัดลำดับความสำคัญของเครื่องมือ เครื่องจักร AGV และชิ้นงาน จากนั้นจะทำการจัดตารางของการผลิตชิ้นงาน ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะพัฒนาวิธีการในการแก้ปัญหาการจัดตารางงานโดยคำนึงถึงเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจหลายเกณฑ์ โดยทำการทดลองจากวิธีการจำลองแบบปัญหา ต่อมา Chan et al. (2003) ได้ศึกษาปัญหาในการจัดตารางงานโดยทำการเปรียบเทียบกฎการจ่ายงานแบบต่าง ๆ ซึ่งผลจากงานวิจัยพบว่า กฎที่ดีที่สุดของเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ คือ SPT กฎที่ดีที่สุดของความล่าช้าเฉลี่ยของชิ้นงาน คือ EDD และกฎที่ดีที่สุดของเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานเสร็จก่อนกำหนด คือ SPTxTOT (Smallest Value of Product Imminent Processing Time Multiplied by Total Processing Time) และมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาการจัดตารางงานที่มีการเร่งงานเกิดขึ้น ซึ่งพบว่ากฎที่ดีที่สุดสำหรับการจ่ายงานในสภาวะเร่งงานคือกฎ TEC (Total Expected Cost) ซึ่งเป็นกฎที่คำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่ในด้านการจัดเก็บพัสดุคงคลังเมื่องานเสร็จก่อนกำหนด และด้านค่าปรับเมื่องานเสร็จล่าช้ากว่ากำหนด (ปารเมศ ชุติมา และชญานี มีทรัพย์หลาก, 2546)

2.9 บทสรุป

แนวคิดเกี่ยวกับระบบผลิตแบบยืดหยุ่นได้นำเสนอเป็นครั้งแรกในปี 1960 เพื่อใช้ในการตัดเฉือนโลหะ ซึ่งระบบผลิตแบบยืดหยุ่น คือระบบที่ประกอบด้วยเครื่องจักรกลเอ็นซี ระบบเคลื่อนย้ายวัสดุอัตโนมัติ และอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ อีกมากมาย อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นระบบนี้จะถูกควบคุมและเชื่อมโยงเข้าด้วยกันโดยคอมพิวเตอร์ควบคุมศูนย์กลาง เพื่อที่จะผลิตชิ้นส่วนที่มีจำนวนของการผลิตและความหลากหลายปานกลาง โดยมีลำดับการผลิตเป็นแบบสุ่ม หลังจากนั้นได้มีงานวิจัยที่ทำการศึกษาปัญหาในการวางแผนการผลิตของระบบผลิตแบบยืดหยุ่นอย่างต่อเนื่อง ปัญหาที่ได้รับความสนใจปัญหาหนึ่ง คือ ปัญหาในการโหลดงานเครื่องจักร ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดทางด้านเทคโนโลยี เช่น เครื่องจักรกลเอ็นซี เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต พาเล็ต ระบบขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติ เป็นต้น จึงทำให้ปัญหานี้เป็นปัญหาเอ็นพีแบบยาก ดังนั้นวิธีการแบบฮิวริสติกจึงถูกพัฒนาให้สามารถแก้ปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักร ต่อมาเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักร นักวิจัยหลายท่านได้พิจารณาการโหลดงานให้เครื่องจักรควบคู่ไปกับการเลือกชิ้นงานเข้าสู่ระบบ และการจัดตารางงาน แต่จากการศึกษางานวิจัยในอดีตทำให้พบว่ามีงานวิจัยจำนวนมากที่กำหนดวัตถุประสงค์ในการลดความไม่สมดุลของระบบ การจัดสมดุลภาระงาน ซึ่งวัตถุประสงค์เหล่านี้ไม่ได้สอดคล้องกับเป้าหมายขององค์กร ดังนั้นในการพิจารณาโหลดงานควรจะมีวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับเป้าหมายขององค์กร เช่น ลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ลดจำนวนงานที่ล่าช้า เป็นต้น