บทที่ 4
ปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบ

4.1 สายงานการประกอบ (Assembly Line)

สายงานการประกอบ เป็นการจัดรูปแบบของผังการประกอบ ซึ่งประกอบไปด้วยหน่วยการผลิตต่างๆที่เรียกว่า สถานีงาน (Work Station) ในระบบสายงานการประกอบแบบต่อเนื่อง ชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ที่จะทำการประกอบจะเคลื่อนย้ายมาตามสถานีงานต่างๆ เมื่อชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ดังกล่าวแต่ละหน่วยเข้ามาสู่สถานีงานใดๆแล้ว ก็จะเกิดขั้นงานการประกอบ (Assembly Operation) ขึ้นในสถานีนั้นตามลำดับ เมื่อหมดขั้นตอนการประกอบในสถานีนั้นแล้ว ชิ้นส่วนนั้นก็จะเคลื่อนไปยังสถานีต่อไป ในขณะเดียวกันที่สถานีเดิมก็จะมีชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์หน่วยถัดไปเข้ามาแทน (Yogathasan, 1996)

โดยทั่วไปสายงานการประกอบ มี 3 แบบ คือ

1. สายงานการประกอบสำหรับผลิตภัณฑ์เดียว (Single Model Assembly Line) เป็นสายงานการประกอบที่ใช้สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียว และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบเดียว
2. สายงานการประกอบสำหรับผลิตภัณฑ์เป็นชุด (Batch Model Assembly Line) เป็นสายงานการประกอบที่ใช้สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ 2 ชนิดหรือมากกว่า ซึ่งผลิตภัณฑ์นั้นต้องมีความคล้ายกัน และสามารถผลิตบนสายการประกอบเดียวกันได้ โดยในการประกอบจะทำทีละชุดผลิตภัณฑ์
3. สายงานการประกอบแบบผลิตภัณฑ์ผสม (Mixed Model Assembly Line) เป็นสายงานการประกอบที่ใช้สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ 2 ชนิดหรือมากกว่า โดยผลิตภัณฑ์ต่างๆจะเข้าสู่สายงานการประกอบปนกัน ไม่มีการแบ่งว่าต้องทำผลิตภัณฑ์ชุดไหนก่อน

นอกจากนี้สายงานการประกอบยังสามารถแบ่งออกได้อีก 2 แบบ คือ

- Paced Line : สายงานการประกอบแบบ Paced Line คือสายงานที่กำหนดให้เวลาทำงานในสถานีทำงานต้องเท่ากับรอบเวลาการผลิต ct ซึ่งหมายความว่าทุก ct หน่วยเวลา ชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์จะต้องถูกส่งต่อให้กับสถานีทำงานต่อไปไม่ว่าจะ

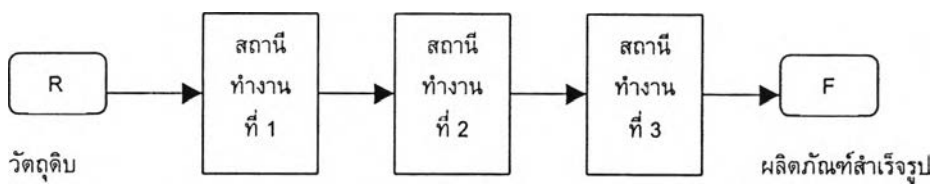
ทำงานในสถานีทำงานนั้นเสร็จหรือไม่ก็ตาม ถ้าหากทำงานในสถานีนั้นเสร็จก่อนรอบเวลาการผลิต ct ชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ก็ต้องคอยอยู่ในสถานีทำงานเดิมจนกว่าจะครบ ct หน่วยเวลา จะเห็นได้ว่าสายงานประกอบแบบ Paced Line อาจทำให้ได้ชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งจะต้องถูกนำไปซ่อมแซมและทำใหม่อีกทีหนึ่ง

- Unpaced Line (Asynchronous Line) : ในสายงานการประกอบแบบ Unpaced Line แต่ละสถานีจะทำงานตามขั้นงานที่ถูกกำหนดให้กับสถานีนั้นๆจนกว่าจะเสร็จแล้วจึงเคลื่อนย้ายไปทำงานในสถานีทำงานต่อไป ดังนั้นเวลาทำงานในแต่ละสถานีอาจมากกว่าหรือน้อยกว่ารอบเวลาการผลิตก็ได้

4.2 การจัดสมดุลสายงานการประกอบ

เนื่องจากในระบบสายงานการประกอบหนึ่งๆจะประกอบไปด้วยขั้นงานต่างๆมากมาย จึงต้องมีการแบ่งงานให้กับสถานีทำงานต่างๆเป็นกลุ่มๆไป การจัดงานต่างๆนี้ สามารถจัดได้มากมายหลายวิธี แต่อย่างไรก็ดี ถ้าสามารถจัดให้แต่ละสถานีมีความสมดุลกัน เวลาว่างเปล่าในแต่ละสถานีก็จะมีน้อย ส่งผลให้สายงานการประกอบนั้นมีประสิทธิภาพสูง จึงทำให้เกิดปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบขึ้น

การจัดสมดุลของสายงานการประกอบ หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การจัดสมดุลสายการผลิต เป็นปัญหาการกำหนดงานให้กับหน่วยผลิตหนึ่ง ซึ่งเป็นลักษณะของการผลิตหรือประกอบสินค้าปริมาณมากๆ และค่อนข้างสม่ำเสมอไม่ค่อยมีการผันแปรมากนัก สายการประกอบจะถูกแบ่งออกเป็นสถานีงานหลายๆสถานีต่อเนื่องกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงสายงานการประกอบ

งานจัดสายงานการประกอบนี้ เป็นงานที่อาจเกิดขึ้นในช่วงของการออกแบบการผลิตหรือเป็นงานในช่วงหลังของการวางแผนการผลิตรวม ถ้าเกิดในช่วงของการออกแบบการผลิตหมายถึงกระบวนการผลิตนั้นเป็นแบบแน่นอน เครื่องจักรที่ใช้ส่วนมากเป็นเครื่องจักรชนิดพิเศษเพื่อผลิตสินค้าเฉพาะอย่าง ตำแหน่งของขั้นตอนการทำงานต่างๆส่วนใหญ่ จะถูกกำหนดแน่นอนตามลำดับขั้นเป็นสายการผลิต ในกรณีของงานประกอบ สายการผลิตหรือสายงานการ

ประกอบ งานในสถานีงานต่างๆอาจจะพอเปลี่ยนแปลงได้บ้างเพื่อให้สอดคล้องกับแผนการผลิต แต่ถ้าเป็นการผลิตทั่วไป ไม่ว่าแผนการผลิตจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร งานต่างๆในสถานีงานจะไม่เปลี่ยนแปลง การจัดสายงานการประกอบในโรงงานที่มีการผลิตแบบต่อเนื่อง นับว่ามีความสำคัญมากในด้านการออกแบบโรงงาน โรงงานที่มีการจัดสายการประกอบอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องพยายามจัดสายการประกอบให้มีความสมดุล ซึ่งตามความหมายของการจัดสมดุลของสายการประกอบ ก็คือ การพิจารณากำหนดงานหรือขั้นงานต่างๆที่ใช้ในการประกอบสินค้าให้กับสถานีงานหรือหน่วยผลิต โดยพยายามให้สถานีงานต่างๆมีภาระงานที่สมดุลกัน และจะต้องไม่ขัดกับลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานหรือข้อจำกัดในการผลิตที่มีอยู่ ขณะเดียวกันก็ต้องสามารถผลิตสินค้าได้ตามอัตราความต้องการด้วย

4.2.1 คำจำกัดความ

เพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจกับปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบ จะกำหนดความหมายของคำศัพท์ต่างๆที่ใช้ดังนี้

1. สายงานการประกอบ (Assembly Line) คือสายงานที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ต้นจนเสร็จ ในที่นี้สายงานการประกอบ หมายถึงสายงานการประกอบสำหรับผลิตภัณฑ์เดียวเท่านั้น
2. สมดุลสายการประกอบ (Assembly Line Balance) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สมดุลสายการผลิต (Production Line Balance) คือ การกำหนดขั้นงานต่างๆในการประกอบสินค้าที่ทำให้ภาระงานในสถานีงานต่างๆใกล้เคียงกัน
3. ขั้นงาน (Work Element หรือ Task) คือขั้นการทำงานงานหนึ่งที่ไม่สามารถแบ่งแยกให้กับคนงานตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป หรือเครื่องจักรตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป โดยไม่มีความขัดแย้งระหว่างกันได้
4. สถานีทำงาน (Work Station) คือหน่วยหรือบริเวณที่อยู่ตามสายการประกอบ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เกิดกิจกรรมการประกอบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ตาม Operation ที่ได้ถูกกำหนดไว้
5. งานในแต่ละสถานี (Operation) คือกลุ่มของขั้นงานต่างๆที่รวมกัน และเป็นกลุ่มงานที่ทำในสถานีทำงานหนึ่งๆ
6. รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) คือเวลาซึ่งชิ้นส่วนต่างๆจะถูกประกอบจนแล้วเสร็จบนสายการประกอบ โดยทั่วไปรอบเวลาการผลิตจะขึ้นอยู่กับอัตราการผลิต ยกตัวอย่างเช่น ถ้าอัตราการผลิตคือ 10 หน่วยต่อชั่วโมง นั่นคือรอบเวลาการผลิตจะเท่ากับ 6 นาทีต่อหน่วย

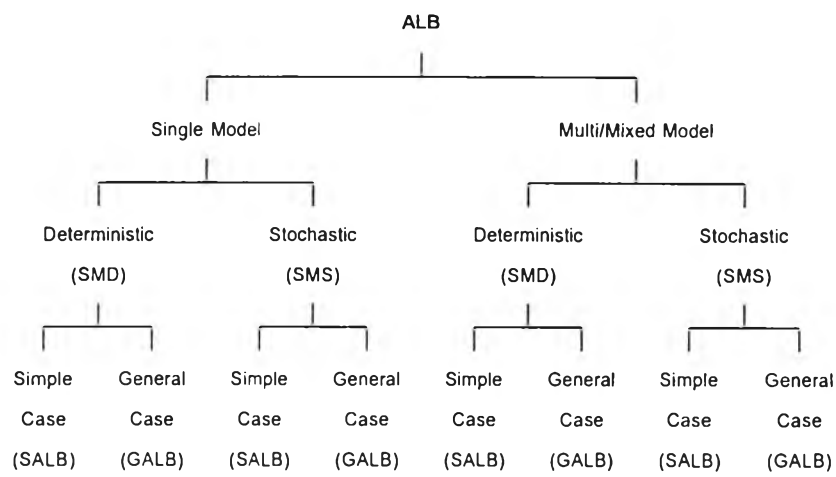
7. ความสัมพันธ์ตามลำดับก่อนหลังของงาน (Precedence Relationship) คือความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ขั้นงาน โดยที่ขั้นงานแต่ละขั้นอาจมีความสัมพันธ์กับขั้นงานอื่นมากกว่า 1 ขั้นงานก็ได้ ลักษณะการกำหนดความสัมพันธ์จะมี 2 แบบคือ

   - ขั้นงานหนึ่งจะต้องทำก่อนอีกขั้นงานหนึ่ง หมายความว่าขั้นงานที่ถูกกำหนดให้ต้องทำก่อนจะถูกจัดให้กับสถานีทำงานที่อยู่ลำดับหลังกว่าสถานีทำงานของอีกขั้นงานหนึ่งไม่ได้
   - ขั้นงานหนึ่งจะต้องทำหลังอีกขั้นงานหนึ่ง หมายความว่าขั้นงานที่ถูกกำหนดให้ทำทีหลังจะถูกจัดให้กับสถานีทำงานที่อยู่ในลำดับก่อนหน้าสถานีทำงานของอีกขั้นงานหนึ่งไม่ได้

8. วิธีฮิวริสติก (Heuristic Algorithm) เป็นลำดับขั้นของการพิจารณาคัดเลือกในการกำหนดงานให้กับสถานีหรือหน่วยงาน โดยปกติทั่วไป ในแต่ละรอบของการพิจารณาจะพยายามคัดเลือกหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุด แต่ก็ไม่อาจรับประกันได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จะเหมาะสมที่สุด

4.2.2 ประเภทของปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบ

ปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบสามารถจำแนกออกได้ 4 ประเภท คือ Single Model Deterministic (SMD), Single Model Stochastic (SMS), Multi/Mixed Model Deterministic (MMD) และ Multi/Mixed Model Stochastic (MMS) (Ghosh และ Gagnon, 1989) ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แผนผังแสดงการจำแนกประเภทปัญหาการจัดสมดุลสายงานการประกอบ

I19250629

1) Single Model Deterministic (SMD)

เป็นปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบแบบดั้งเดิม ซึ่งเป็นปัญหาแบบที่ง่ายที่สุด และมีผู้สนใจศึกษาวิจัยมากที่สุด ลักษณะเด่นของปัญหาแบบนี้คือ เป็นการจัดสมดุลของสายงานการประกอบสำหรับผลิตภัณฑ์เดียว และเวลาการทำงานของขั้นงานแต่ละขั้นถูกกำหนดไว้อย่างแน่นอน

2) Single Model Stochastic (SMS)

เป็นปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบสำหรับผลิตภัณฑ์เดียวเช่นเดียวกับ SMS แต่ต่างกันที่เวลาการทำงานของขั้นงานในแบบ SMS นั้นจะไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงได้ซึ่งปัญหาแบบนี้จะใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่ว่า ในสายงานการประกอบแบบ Manual นั้น คนงานมักใช้เวลาในการทำงานขั้นงานต่างๆไม่แน่นอน

ในกรณีที่เวลาการทำงานของขั้นงานต่างๆไม่คงที่ จำเป็นต้องพิจารณาถึงสิ่งเกี่ยวข้องอื่นๆที่ตามมาด้วย เช่น สถานีทำงานที่อาจจะมีเวลาทำงานรวมเกินกว่ารอบเวลาการผลิต การผลิตชิ้นส่วนที่ไม่สมบูรณ์ ขนาดและที่ตั้งของ Inventory Buffer เป็นต้น

3) Multi/Mixed Model Deterministic (MMD)

เป็นปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบสำหรับผลิตภัณฑ์มากกว่า 1 อย่างขึ้นไป โดยที่มีการกำหนดเวลาทำงานของขั้นงานแต่ละขั้นเป็นค่าแน่นอน

โดยทั่วไปแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ถูกผลิตในสายงานการประกอบแบบผสมมักจะมีขั้นงานและ Precedence Diagram ที่คล้ายกัน ดังนั้นเราจึงมักออกแบบสายงานการประกอบเพียงแบบเดียวเพื่อรองรับผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ในการจัดสมดุลของสายงานการประกอบเช่นนี้ ต้องการผลการจัดที่ให้คำตอบที่ดีที่สุดโดยรวม (Overall Optimum Solution)

4) Multi/Mixed Model Stochastic (MMS)

เป็นปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบสำหรับผลิตภัณฑ์มากกว่า 1 อย่างขึ้นไป โดยที่มีการกำหนดเวลาทำงานของขั้นงานแต่ละขั้นไม่แน่นอน ปัญหาแบบนี้เป็นปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนมากที่สุด เพราะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น Learning Effect ระดับทักษะความชำนาญของคนงาน การออกแบบงาน และสายการประกอบแบบนี้ต้องจัดสมดุลใหม่บ่อยๆเนื่องจากมีการเปลี่ยนชนิดผลิตภัณฑ์บ่อย

ปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบทั้ง 4 ประเภท สามารถแบ่งย่อยออกมาได้อีก 2 แบบคือ

- Simple Case (SALB)

ปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบอย่างง่าย (Simple Assembly Line Balancing Problem: SALB) เป็นปัญหาการกำหนดขั้นงานต่างๆ n งาน ให้กับสถานีทำงานจำนวน m สถานีตามลำดับ โดยที่ขั้นงานแต่ละงานจะใช้เวลาทำงาน t_i หน่วยเวลา และมีความสัมพันธ์ก่อนหลังระหว่างขั้นงานต่างๆ รวมทั้งรอบเวลาการผลิตเป็นข้อจำกัดที่ต้องพิจารณาประกอบด้วย ผลของการจัดงานให้กับสถานีทำงานที่ได้นั้นจะต้องไม่ขัดกับความสัมพันธ์ระหว่างงานดังกล่าว รวมทั้งเวลาทำงานรวมของแต่ละสถานีจะต้องไม่มากเกินกว่ารอบเวลาการผลิตที่กำหนดให้ นอกจากนี้ผลที่ได้ยังต้องทำให้ค่า Measure of Effectiveness ดีที่สุดอีกด้วย

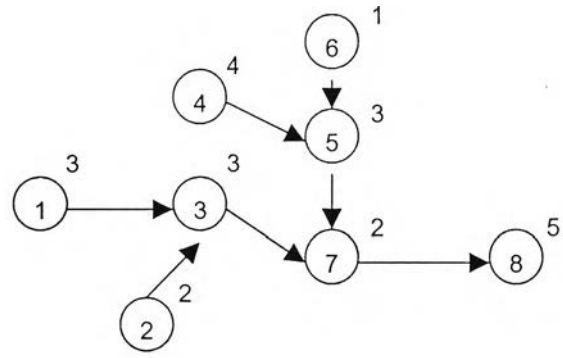
- General Case (GALB)

ปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบโดยทั่วไป (General Assembly Line Balancing Problem: GALB) แตกต่างกับ SALB ตรงที่ ในปัญหาแบบ GALB จะมีข้อจำกัด (Restrictions) หรือปัจจัย (Factor) อื่นๆเพิ่มเติมเข้ามา เช่น มีสถานีทำงานแบบขนาน (Parallel Station) มีการพิจารณาขนาดของวัสดุคงคลังในแต่ละสถานี (Buffer Size) และมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการรวมขั้นงาน (Zoning Restriction)

4.2.3 ข้อมูลพื้นฐานที่ต้องรู้ในการจัดสมดุลของสายงานการประกอบ

ในการจัดสมดุลของสายงานการประกอบ ข้อมูลที่เราจำเป็นต้องรู้ คือ

1. ข้อมูลแสดงขั้นตอนการทำงานต่างๆ ซึ่งจะบอกให้เราทราบถึงลำดับก่อนหลังของขั้นงานต่างๆ โดยเราอาจจะเขียนเป็นไดอะแกรม ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งความหมายของวงกลมคืองาน และลูกศรจะเป็นตัวแสดงลำดับขั้นก่อนหลังของงาน
2. ข้อมูลแสดงเวลาที่ใช้ในการทำงานต่างๆ ซึ่งควรเป็นเวลามาตรฐาน (Standard Time) ของงานนั้นๆ โดยในรูปที่ 4.3 ตัวเลขที่เขียนอยู่เหนือวงกลมแต่ละวงแทนความหมายเวลาทำงานของขั้นงานต่างๆ



รูปที่ 4.3 ไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ก่อนหลังของงาน

3. ข้อจำกัดในการปฏิบัติงาน
4. อัตราการผลิตที่ต้องการ เพื่อนำไปใช้คำนวณหารอบเวลาการผลิตที่เหมาะสม

4.2.4 ขั้นตอนในการจัดสมดุลของสายงานการประกอบ

การจัดสมดุลของสายงานการประกอบ ประกอบด้วยขั้นดอนต่างๆดังต่อไปนี้

1. กำหนดขั้นตอนของขั้นการทำงานต่างๆ ซึ่งจะเป็นสิ่งที่บอกให้ทราบถึงลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานต่างๆ (Precedence Relationships)
2. กำหนดเวลาที่ใช้ในการทำงานขั้นต่างๆ ซึ่งควรเป็นเวลามาตรฐานของงานนั้นๆ
3. คำนวณรอบเวลาการผลิตจากอัตราการผลิตที่กำหนดมาให้
4. คำนวณหาจำนวนสถานีทำงานน้อยที่สุดที่ต้องการจากรอบเวลาการผลิต
5. เลือกงานมาจัดลงสถานีทำงานโดยต้องพิจารณาถึงลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานต่างๆ และเวลารวมของงานในแต่ละสถานีต้องไม่เกินรอบเวลาการผลิตที่กำหนดไว้ โดยเราสามารถจัดงานให้กับสถานีทำงานได้มากถึง $(N!)/(2)^r$ แบบ แต่ในความเป็นจริงแล้ว เราไม่สามารถทดลองจัดแบ่งสถานีทำงานตามทุกคำตอบ จึงต้องนำเทคนิคต่างๆเข้ามาใช้ในการจัด

4.3 วิธีจัดสมดุลของสายงานการประกอบ

วิธีจัดสมดุลของสายงานการประกอบมีหลายวิธี แต่ที่นิยมกันมากคือวิธี COMSOAL คำว่า COMSOAL ย่อมาจากคำว่า Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งทาง Heuristic ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดสายงาน วิธีนี้เป็นที่นิยมอย่างมาก เพราะเป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และใช้เวลาคอมพิวเตอร์ไม่มากนัก

A.L. Arcus เป็นผู้คิดค้นวิธีนี้ขึ้นมา โดยอาศัยการสร้างแนวทางของคำตอบให้มากขึ้นจากการสุ่มเลือกงานที่จะจัดกลุ่มอย่างมีหลักเกณฑ์ จัดงานเข้าไปในสถานีงานแล้วนำผลที่ได้จากการจัดสมดุลแต่ละกฎเกณฑ์มาเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้แนวทางในการจัดสมดุลที่มีประสิทธิภาพที่สุด

ขั้นตอนในการทำงานของ COMSOAL มีดังนี้

1. จำแนกชื่องานทุกงานที่มีอยู่ในสายงานการประกอบ พร้อมทั้งรายชื่องานย่อยทุกงานที่ต้องตามหลังงานนั้นโดยทันที (Immediate Following Tasks)
2. สร้าง LIST A ซึ่งประกอบด้วยงานย่อยทุกๆงานที่ยังไม่ได้จัดให้อยู่ในสถานีใด และจำนวนงานที่ต้องทำทันทีก่อนหน้างานนั้น (Immediate Preceding Tasks) ถ้าใน LIST A ไม่มีงานใดอยู่เลย ก็แสดงว่าการจัดเสร็จเรียบร้อย
3. สร้าง LIST B โดยเลือกงานที่ไม่มีงานทำก่อนหน้าจาก LIST A มาลงในLIST B ดังนั้น LIST B จึงเปรียบเสมือนการรวบรวมงานที่พร้อมทีจะจัดสายงานได้ไว้
4. เลือกงานจาก LIST B มาเพียงงานเดียวโดยวิธีสุ่มแบบมีกฎเกณฑ์ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป งานที่เลือกมานี้จะถือว่าเป็นงานที่จัดเข้าในสถานีทำงานอย่างถาวร และในการเลือกจะต้องตรวจดูเวลาที่เหลืออยู่ในสถานีทำงานกับงานที่เลือกนั้นด้วย ซึ่งงานที่เลือกมานั้นจะต้องใช้เวลาไม่เกินเวลาที่เหลืออยู่ ถ้าหากไม่มีงานที่ใช้เวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับเวลาที่เหลืออยู่ก็ให้เลือกงานต่อไปที่มีอยู่ใน LIST B ซึ่งถ้าหากไม่มีงานที่ใช้เวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับเวลาที่เหลืออยู่ก็ให้เพิ่มสถานีงานใหม่ขึ้นอีกสถานีหนึ่งในลำดับต่อจากสถานีงานอันเดิม และถ้ามีเวลาเหลือสำหรับสถานีใหม่นี้เท่ากับรอบเวลาการผลิต หลังจากนั้นจึงกลับไปเริ่มขั้นตอนที่ 4 ใหม่ โดยเลือกงานลงในสถานีงานใหม่นี้ งานที่ได้รับเลือกในขั้นตอนนี้จะใส่ลงใน LIST C ซึ่งในแต่ละครั้งจะมีการเลือกเพียงงานเดียวเท่านั้น
5. ลบงานที่เลือกไว้ใน LIST C ออกจาก LIST A เนื่องจากงานนั้นได้ถูกกำหนดให้อยู่ในสถานีทำงานอย่างถาวรแล้ว จากนั้นย้อนกลับไปทำในข้อที่ 2

การเลือกงานในข้อที่ 4 เป็นการเลือกงานแบบสุ่ม ดังนั้นประสิทธิภาพของสายงานจึงไม่แน่นอนเพราะไม่มีหลักเกณฑ์ในการเลือก ดังนั้นจึงนิยมนำหลักเกณฑ์ในการเลือกงานแบบต่างๆมาใช้แทน คือ

ก. Longest Operation Time คือเลือกงานที่ใช้เวลาทำงานมากที่สุดก่อน เพื่อง่ายต่อการบรรจุงานย่อยขนาดเล็กที่เหลือเมื่อรอบเวลาการผลิตเหลือน้อย
ข. Shortest Operation Time คือเลือกงานที่ใช้เวลาทำงานน้อยที่สุดก่อน

ค. Least Number of Immediate Follower คือเลือกงานที่มีงานตามหลังทันทีน้อยที่สุดก่อน

ง. Most Number of Immediate Predecessor คือเลือกงานที่มีงานอยู่ก่อนหน้ามากที่สุดก่อน

จ. Maximal-path Technique คือเลือกงานที่มีงานตามหลังต่อเป็นลูกโซ่ยาวที่สุดก่อน

ฉ. Most Total Time of Remaining Tasks คือเลือกงานที่มีเวลาตั้งแต่ขั้นงานที่พิจารณาจนถึงงานลำดับสุดท้ายที่มากที่สุด

นอกจากนี้ยังมีวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาแบบอื่นๆอีก ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ

1. Exact Method ตัวอย่างเช่น Linear Programming (LP), Integer Programming (IP), Dynamic Programming (DP), Goal Programming (GP) เป็นต้น
2. Inexact Method (Heuristic Method) เช่น Trade and Transfer, Tree Search (heuristic Branch and Bound) เป็นต้น

4.4 การประเมินประสิทธิภาพสายงานการประกอบ

การประเมินประสิทธิภาพของสายงานการประกอบที่จัดทำได้โดยดูจากตัววัดประสิทธิภาพต่างๆ (Measure of Performance) ซึ่งตัววัดต่างๆเหล่านี้จะถูกใช้เป็นวัตถุประสงค์ในการจัด (Objective Criteria) ของปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบ

4.4.1 การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค ตัววัดประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ใช้ คือ

ก. จำนวนสถานีทำงาน (เมื่อกำหนดรอบเวลาการผลิตมาให้)

ข. รอบเวลาการผลิต (เมื่อกำหนดจำนวนสถานีทำงานมาให้)

ค. เวลาว่างงานรวม

ง. ความแปรปรวนของภาระงาน (Workload Variance)

จ. ประสิทธิภาพของสายงาน หาได้จากสมการ 4.1

$$Line_Eff. = \frac{\sum_{i=1}^{n} Ti}{(n \times ct)} \times 100 \qquad (4.1)$$

เมื่อ $Line_Eff$ คือประสิทธิภาพของสายงานการประกอบ
T เป็นเวลาที่ใช้ในสถานี i (i =1,2,3,..., n)
n เป็นจำนวนสถานีทำงานทั้งหมด
ct เป็นรอบเวลาการผลิต

ฉ. Throughput Time คือ ช่วงเวลาตั้งแต่นำชิ้นงานเข้าสู่สายการประกอบจนกระทั่งนำงานสำเร็จรูปออกจากสายงาน หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นตัววัดความยาวของสายการประกอบในรูปของเวลา

ช. Smoothness Index เป็นตัววัดความเท่าเทียมกันในการกระจายงานให้กับสถานีต่างๆ สามารถหาค่าได้ตามสมการ 4.2

$$SX = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (ct - Ti)} \qquad (4.2)$$

เมื่อ SX = Smoothness Index

ซ. ความน่าจะเป็นที่จะมีหนึ่งสถานีหรือมากกว่าที่มีเวลาทำงานเกินกว่ารอบเวลาการผลิต

4.4.2 การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ ตัววัดประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้คือ

ก. ค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงงาน สถานีทำงานและงานที่ไม่เสร็จสมบูรณ์
ข. ค่าแรงต่อหน่วยผลิต
ค. ค่าปรับรวมของงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ
ง. ค่าวัสดุคงคลัง ค่า Set-up และค่าใช้จ่ายในการว่างงาน
จ. ค่าวัสดุคงคลังในระหว่างการผลิตรวม
ฉ. กำไรสุทธิ

ตัววัดประสิทธิภาพอาจมีเพิ่มเติมจากนี้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานจริง

4.5 สรุปท้ายบท

ปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบคือปัญหาการกำหนดขั้นงานให้กับสถานีทำงานเพื่อให้สายงานการประกอบที่ดีที่สุดโดยต้องไม่ขัดกับหลักความสัมพันธ์ก่อนหลังของงาน เวลาทำงานในแต่ละสถานีต้องไม่เกินรอบเวลาการผลิตสูงสุดที่กำหนด และแต่ละขั้นงานจะต้องถูกจัดให้กับสถานีทำงานใดสถานีทำงานหนึ่งเท่านั้น

ปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบมีหลายประเภท คือ SMD SMS MMD MMS ซึ่งในแต่ละประเภทยังสามารถแบ่งเป็นปัญหาอย่างง่าย และปัญหาทั่วไป การจะระบุว่าเป็นปัญหาแบบใดขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาที่พิจารณา

ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดสมดุลของสายงานการประกอบได้แก่ เวลาทำงานของขั้นงานแต่ละขั้น ความสัมพันธ์ก่อนหลังของงาน ข้อจำกัดในการปฏิบัติงาน และรอบเวลาการผลิต เมื่อได้ข้อมูลต่าง ๆก็จะนำมาหาความสามารถสูงสุดของแต่ละสถานี จากนั้นก็จะเลือกงานมาจัดให้กับสถานีตามลำดับโดยพิจารณาลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังประกอบด้วย ในการเลือกงานมาจัดนี้ทำได้หลายแบบจึงจำเป็นต้องมีวิธีการในการจัด วิธีที่นิยมวิธีหนึ่งคือวิธี COMSOAL การประเมินผลการจัดที่ได้จะใช้ตัววัดประสิทธิภาพต่าง ๆทั้งที่เป็นตัววัดประสิทธิภาพทางเทคนิค และตัววัดประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์