บทที่ 3

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

3.1 ระบบการควบคุมคุณภาพ

จากคำว่า " การควบคุมคุณภาพ " ซึ่งมีความหมายถึง การควบคุมการผลิตให้อยู่ในระดับมาตรฐานกำหนด ซึ่งจะมีความหมายรวมถึงกิจกรรมต่าง ๆ หรือผลรวมของกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อป้องกันมิให้ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมามีข้อบกพร่อง หรือเสียออกมาในกระบวนการผลิต และการจัดการเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพก็คือ การจัดกิจกรรมในรูปแบบของการป้องกันมิให้ผลิตภัณฑ์เสียออกมา ด้วยการจัดการตรวจสอบ, การทดสอบ, การแก้ไขสิ่งบกพร่องตลอดจนถึงการประกันคุณภาพ

3.1.1 การตรวจสอบ

1. **การตรวจสอบรับเข้า** การวางแผนเพื่อตรวจสอบวัตถุดิบนำเข้าควรจะเป็นไปเพื่อลดค่าใช้จ่ายสำหรับคุณภาพให้ต่ำสุด เพื่อป้องกันการปฏิเสธหลังจากการรับวัตถุดิบมาแล้ว และควรจะทำให้เป็นระบบที่มีการปรับปรุงแก้ไขด้วยตนเองโดยอัตโนมัติ แผนกควบคุมคุณภาพจะให้ข้อมูลกับฝ่ายจัดซื้อ เพื่อนำไปพิจารณาทางด้านราคาและคุณภาพ การตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพจะขึ้นอยู่กับว่า จะทดสอบวิธีใด ข้อมูลอะไรบ้างที่ต้องการจากผู้ส่ง จะใช้ระดับคุณภาพและแผนการใด และขณะเดียวกันก็ควรจะวางแผนจัดอุปกรณ์ เครื่องมือและเจ้าหน้าที่สำหรับการตรวจสอบ รายละเอียดของแผนการตรวจสอบก็ควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ ซึ่งประกอบด้วย ค่าแรง ค่าใช้จ่ายค่าแรงในการจัดเก็บข้อมูล ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจสอบ ค่าใช้จ่ายสำหรับการปฏิเสธ ซึ่งแทนด้วย ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากความเสียหายอันเนื่องจาก ชิ้นส่วนหรือ วัสดุที่ไม่มีมาตรฐานผ่านเข้าในสายการผลิต ถ้าเป็นไปได้การวางแผนการตรวจสอบควรจะได้คำนึงถึงข้อมูลเก่า ๆ ของที่เคยส่งให้

2. **การตรวจสอบระหว่างผลิต** คือการตรวจสอบชิ้นงานในขณะที่ทำการผลิตชิ้นงานไปด้วย วิธีนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการควบคุมคุณภาพ จะทำให้คุณภาพเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น โดยมีต้นทุนต่ำลงผู้ปฏิบัติงานสามารถปรับแต่งการทำงานหรือกระบวนการโดยไม่เกิดการล่าช้าในกระบวนการ และในการผลิตขนาดใหญ่ พนักงานที่ทำการตรวจเฉพาะส่วนจะทำให้ผลดีกว่าพนักงานเพียงคนเดียว แต่ทำหน้าที่ตรวจสอบชิ้นส่วนหลาย ๆ ชนิดอย่างไรก็ดีการควบคุมคุณภาพสามารถทำก่อนจะเริ่มการผลิต โดยการปรับแต่งเครื่องมือให้ได้ตามที่กำหนด

3. **การตรวจสอบขั้นสุดท้าย** ก่อนที่จะทำการส่งสินค้าสำเร็จรูปให้กับลูกค้านั้น ควรจะต้องมีการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งการตรวจสอบขั้นสุดท้ายนี้ เพื่อต้องการคัดของเสียออก ซึ่งอาจจะหลงมาจากการตรวจสอบในระหว่างผลิต ซึ่งเราอาจจะทำการตรวจสอบแบบ 100% หรือสุ่มตัวอย่างขึ้นอยู่กับว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีจำนวนของเสียมากหรือน้อยและผลิตภัณฑ์นั้นมีความสำคัญมากน้อยแค่ไหน สิ่งแรกที่เราต้องควรคำนึงถึงก็คือ ผลิตภัณฑ์จะต้องมีการตรวจสอบในกระบวนการผลิตมาก่อน และมีกระบวนการผลิตค่อนข้างคงที่ ซึ่งในการตรวจสอบขั้นสุดท้ายจะเป็นตัวเพิ่มความมั่นใจให้กับ ลูกค้าว่าจะได้รับแต่ผลิตภัณฑ์ที่ดี ซึ่งจุดสำคัญต่าง ๆ ในการตรวจสอบหรือทดสอบจะต้องกำหนดตามข้อกำหนดของการตรวจสอบ

4. **การวางแผนการตรวจสอบ** ควรใช้เวลาระหว่างช่วงการออกแบบผลิตภัณฑ์ แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ การวางแผนการตรวจสอบก็ควรคำนึงถึงความพร้อมของเครื่องมือ และสถานที่เพราะต้องใช้เวลานาน ซึ่งรายละเอียดของแผนการตรวจสอบ คือการวางแผนตรวจสอบชิ้นส่วน ส่วนประกอบ และวิธีการ การบันทึกข้อมูลอย่างไร และการวิเคราะห์

5. **การวัด** ลักษณะของคุณภาพจะเกี่ยวข้องอย่างมากกับปริมาณที่ผลิต ลักษณะในการผลิตปริมาณตามที่กล่าวนี้ จะถูกดำเนินการภายใต้แนวทางของระบบที่เกี่ยวข้องกับ

1. คำจำกัดความของหน่วยมาตรฐานซึ่งเรียกว่า " หน่วยของการวัด " ซึ่งมีการกำหนดลงไปว่า ลักษณะอย่างไรจะมีหน่วยเรียกอย่างไรเช่น น้ำหนักเป็นกิโล ความยาวเป็นเมตร เป็นต้น

2. เครื่องมือที่ใช้วัด ซึ่งก็จะถูกปรับให้ อ่านค่าได้ตามหน่วยมาตรฐานการวัดที่ต้องการ

3. ใช้เครื่องมือวัดตามที่กล่าวมา หาจำนวนหรือวัดขนาดของผลิตภัณฑ์

ลักษณะที่ไม่สามารถใช้เครื่องมือวัดค่าได้

1. การทดสอบที่ต้องใช้ประสาทสัมผัส ซึ่งไม่มีเครื่องมือวัดได้ต้องทำโดยใช้อวัยวะสัมผัสเพื่อทดสอบ เช่น สี, กลิ่น, ความหยาบ, ความโค้ง-นูน

2. การทดสอบ ที่ต้องใช้อุปกรณ์ทดสอบ เช่น การตรวจหาข้อบกพร่องในวัสดุและส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้างเหล็กซึ่งใช้ X-Ray เพื่อตรวจสอบ

3.1.2 การยอมรับผลิตภัณฑ์

ในการยอมรับผลิตภัณฑ์ จะมีวิธีการยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ที่ 3 วิธี คือ

1. ไม่ตรวจสอบผลิตภัณฑ์เลยแล้วยอมรับผลิตภัณฑ์นั้น
2. ตรวจสอบทั้งหมด 100% แล้ว กำหนดกฎเกณฑ์ในการยอมรับผลิตภัณฑ์นั้น

3. ตรวจสอบจากการสุ่มตัวอย่างด้วย การกำหนดกฎเกณฑ์ เพื่อการยอมรับซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. **วิธีไม่ตรวจสอบผลิตภัณฑ์เลย** เป็นการยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยไม่มีการตรวจสอบกล่าวคือ เมื่อผลิตภัณฑ์มาก็ยอมรับผลิตภัณฑ์นั้นเลยโดยไม่มีการตรวจสอบ หรือในกรณีผู้บริโภครับผลิตภัณฑ์นั้นมาจากโรงงานผู้ผลิต ก็จะยอมรับผลิตภัณฑ์เลยโดยไม่มีการตรวจสอบ

2. **ตรวจสอบทั้งหมด** 100% เป็นวิธีการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยการตรวจสอบทุก ๆ ชิ้นจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาได้ หรือผลิตภัณฑ์ที่ส่งมาจากโรงงานผู้ผลิต ซึ่งวิธีการตรวจสอบวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายเพราะเพียงแต่ตรวจทุก ๆ ชิ้น แล้วจะแยกชิ้นดี ชิ้นเสียออกจากกัน แล้วกำหนดกฎเกณฑ์ในการยอมรับผลิตภัณฑ์จากการตรวจสอบ เช่น ถ้าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาได้เสียเกินกว่า ร้อยละ 10 ก็จะปฏิเสธสินค้านั้นจากการตรวจสอบ 100% แม้ว่าจะเป็นวิธีง่ายต่อการตรวจสอบแต่เป็นวิธีที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและเวลาในการตรวจสอบมาก ประกอบกับความไม่มั่นใจว่าจะได้ผลิตภัณฑ์ดีตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เพราะการตรวจสอบ 100% จำทำให้ผู้ที่ตรวจสอบเบื่อหน่าย เมื่อยล้าลดความตั้งใจในการตรวจสอบลงเรื่อย ๆ ในกรณีถ้าต้องการตรวจสอบ 100% ให้ได้ความสมบูรณ์ของการตรวจสอบ 100% อาจจะต้องมีการตรวจสอบ 100% ถึง 2 ครั้ง หรือเพื่อลดความผันแปรจากการตรวจสอบ จะต้องใช้เครื่องจักรอัตโนมัติช่วยในการตรวจสอบ จึงจะได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ

3. **การตรวจสอบจากการสุ่มตัวอย่าง** การสุ่มตัวอย่างจะเป็นจะเป็นวิธีการตรวจสอบที่ช่วยลดค่าใช้จ่าย ลดเวลาและความผันแปรจากการตรวจ 100% และวิธีการสุ่มตัวอย่างนี้บางครั้งจะให้ความมั่นใจในการตรวจสอบสูงกว่า การตรวจสอบ 100% ด้วยการสุ่มตัวอย่างจะมีความเสี่ยง (Risk) เนื่องจากความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างก็ตาม แต่ความเสี่ยงที่เกิดขึ้น ก็เป็นความเสี่ยงที่เราประมาณได้ ทำให้เราสามารถป้องกันความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างได้ด้วยการตัดสินใจเลือกตัวอย่าง (Sample Plan) ที่เหมาะสม

แผนการเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยแผนการเลือกตัวอย่างเดี่ยว, แผนการเลือกตัวอย่างคู่, แผนการเลือกตัวอย่างหลายชุดด้วยวิธีตรวจสอบต่าง ๆ กัน

3.1.3 วิธีทางสถิติที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ

สำหรับการควบคุมคุณภาพทางสถิติจะเป็นส่วนที่ช่วยในการตัดสินใจว่ายอมรับ หรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์ผลิตมาได้จากกระบวนการผลิต นอกจากสถิติจะช่วยในการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์แล้ว สถิติยังช่วยในการประหยัดเวลาค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ด้วยการตรวจสอบผลิตภัณฑ์บางส่วนจากกระบวนการผลิต แล้วตัดสินใจที่จะยอมรับ หรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์จากข้อมูลตัวอย่างที่สุ่มเลือกขึ้นมา

1. **การเก็บรวมรวมข้อมูล**

ในขั้นตอนแรกของระเบียบวิธีการทางสถิติก็คือ ขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับในการวิเคราะห์ ซึ่งความสำคัญของระเบียบวิธีการทางสถิติ ก็คือการเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติ ในเชิงการควบคุมคุณภาพ วัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูลก็คือ

1. เพื่อคุมการติดตามดูผลการดำเนินการผลิต
2. เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความไม่สอดคล้อง
3. เพื่อการตรวจเช็ค

การเก็บรวบรวมข้อมูลมีอยู่ด้วยกันหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ผู้ศึกษาว่าจะใช้วิธีการใด จึงจะเหมาะสมกับลักษณะงานที่จะศึกษาและโดยทั่วไปการเก็บรวบรวมข้อมูลจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการนับและการวัด

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการนับจะวัดผลในเชิงคุณลักษณะ ด้วยการวัดข้อมูลอย่างหยาบ ๆ จากสายตาว่าผลิตภัณฑ์นั้น " ดีหรือเสีย " " ใช้ได้หรือไม่ได้ " และรวบรวมผลของข้อมูลที่ได้คุณลักษณะดังกล่าว ค่าที่ตรวจนับได้จากคุณลักษณะจะเป็นตัวเลขจำนวนเต็มของข้อมูลทางสถิติที่จะใช้ในการวิเคราะห์ผล

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการวัด ซึ่งการเก็บข้อมูลชนิดนี้จะวัดผลข้อมูลด้วยการวัดในปริมาณ ความยาวหรือปริมาตร แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลทางสถิติสำหรับวิเคราะห์ผลต่อไป

2. **แผ่นตรวจสอบ**

แผ่นตรวจสอบ คือแผ่นที่มีแบบฟอร์ม ซึ่งได้รับการออกแบบช่องว่างต่าง ๆ และพิมพ์มาเรียบร้อย เพื่อให้ผู้บันทึกสามารถลงบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ลงในแต่ละช่องว่างได้อย่างสะดวกถูกต้อง และต้องเขียนน้อยที่สุด ขณะเดียวกัน ผู้ที่อ่านข้อมูลหลังจากการจดบันทึกแล้วต้องเข้าใจง่ายนำไปใช้ได้เลย ดังนั้นในการออกแบบฟอร์มแผ่นตรวจสอบ จึงต้องกำหนดเป้าหมายไว้อย่างน้อย 2 ประการ คือ

1. เพื่อช่วยในการกรอกข้อมูลสะดวกสบายที่สุด
2. เพื่อให้ข้อมูลที่จดบันทึกสามารถนำไปใช้ได้อย่างง่ายดายที่สุด

ลักษณะของใบตรวจสอบโดยทั่วไปจะเป็นดังนี้

1. บนหัวกระดาษของใบตรวจสอบ จะมีรายละเอียดของผู้ตรวจสอบสินค้าชนิดอะไร จากกล่องไหนหรือที่ไหน หมายเลขอะไร วันไหนเป็นวันที่ทำการตรวจสอบ จำนวนที่ตรวจสอบเท่าไร ใครเป็นผู้ตรวจสอบ และลักษณะที่วัดเป็นอย่างไร

2. ลักษณะเป็นตาราง ที่มีรายละเอียดต่าง ๆ ที่ต้องการตรวจสอบไว้พร้อมแล้ว สามารถใช้ในการปฏิบัติงานได้ โดยไม่ต้องกรอกรายละเอียดใหม่เพียงแต่กรอกรายการรายละเอียดขีดลงในช่องที่ตรงกับรายละเอียดนั้น ๆ หรือกรอกผลการตรวจสอบในรายละเอียดนั้น

3. ใบตรวจสอบที่แสดงด้วยภาพ เช่น แสดงตำแหน่งรอยตำหนิของสินค้า

3. **แผนภูมิพาเรโต**

ผลของปัญหาด้านคุณภาพการผลิต จะปรากฏออกมาในรูปของความสูญเสีย ซึ่งจะคำนวณได้จาก จำนวนชิ้นของเสียคูณด้วยราคาต้นทุนต่อชิ้น และของเสียแต่ละชิ้นจะมีจุดบกพร่องที่ต่างกันออกไป และมาจากหลายสาเหตุ เรากลับพบว่าจุดบกพร่อง เพียงไม่กี่ชนิดทำให้เกิดความสูญเสียมากมาย ขณะที่ความสูญเสียเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่เหลือนั้นมีสาเหตุจากจุดบกพร่องหลายชนิดมาก ซึ่งเรียกจุดบกพร่องทั้ง 2 ประเภทนี้ว่า

1. ประเภทน้อยชนิด แต่มีผลมาก
2. ประเภทมากชนิด แต่มีผลน้อย

แผนภูมิพาเรโต เป็นแผนภูมิที่แสดงว่ามูลเหตุใดเป็นมูลเหตุที่สำคัญที่สุด วิธีการเขียนแผนภูมิพาเรโต เริ่มจากการใช้ใบตรวจสอบเก็บข้อมูลก่อน แล้วจำแนกแจกแจงข้อมูลเป็นหมวดหมู่ตามสาเหตุต่าง ๆ หลังจากนั้นก็จัดอันดับ โดยนำสาเหตุที่มีความถี่สูงสุดไปแสดงไว้ซ้ายสุดในแผนภูมิ และลาเหตุรองลงมาก็แสดงไว้ชิดทางขวามือ นอกจากจะแสดงมูลเหตุที่สำคัญที่สุด และเรียงข้อมูล อื่น ๆ ตามลำดับความสำคัญแล้วจะแสดงเส้นกราฟสะสมไว้ด้วย

4. **ผังก้างปลา หรือผังเหตุและผล**

เป็นแผนภูมิที่ใช้ต่อจากแผนภูมิพาเรโต กล่าวคือ หลังจากการตัดสินใจที่จะเลือกแก้ปัญหาใดจากการทำแผนภูมิพาเรโตแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็เป็นการระดมความคิด เพื่อแก้ปัญหาที่เลือกขึ้นมาจากแผนภูมิพาเรโต โดยแสดงผลของสาเหตุของปัญหาไว้ที่ปลายของแผนภูมิ และระหว่างที่จะถึงปลายของแผนภูมิจะแสดงถึง สาเหตุของปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากการระดมความคิดจำแนกออกเป็นแขนงเหมือนก้างปลา ซึ่งมีหลักการเขียน คือ

1. กำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไขจากแผนภูมิพาเรโต จากปัญหาที่กำหนดจะเป็นผลของสาเหตุที่อยู่ปลายสุดของแผนภูมิก้างปลา

2. เขียนด้นเหตุของปัญหาที่เป็นสาเหตุของปัญหาเล็ก ๆ แตกแยกแขนงออกจากเส้นตามแนวนอนที่ชี้ไปยังผลของสาเหตุ ซึ่งการเขียนสาเหตุของปัญหาจะได้จากการระดมความคิดทั้งหมด โดยเริ่มจากด้นเหตุใหญ่ของปัญหา ซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วย คน, เครื่องจักร, วัตถุดิบ, วิธีการทำงาน, สภาพแวดล้อม

3. จากต้นเหตุหลักที่สำคัญข้างต้น ในขั้นตอนนี้จะแตกแขนงปัญหาออกไปเป็นปัญหาย่อย ๆ อย่างละเอียด ซึ่งในตอนนี้จะเป็นการระดมความคิด ต่อเนื่องจากการหาต้นเหตุหลักด้วยการสร้างคำถามขึ้นมาเพื่อหาสาเหตุย่อยเขียนลงในแผนภูมิก้างปลา

5. **ฮีสโตแกรม**

เมื่อเราเก็บข้อมูลได้จากสิ่งตัวอย่างแล้ว เราทำการวัด และประมาณค่าต่าง ๆ เพื่อใช้ทำนายคุณสมบัติของประชากร การชักสิ่งตัวอย่างยิ่งมากขึ้นเท่าใด จะยิ่งได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับประชากรมากเท่านั้น แต่ค่าใช้จ่าย และความยุ่งยากในการเก็บข้อมูลจำนวนมากขึ้น ก็จะเพิ่มเป็นเงาตามตัวด้วยวิธีการเก็บข้อมูลที่ดีไม่ใช้การใส่ในตาราง แต่การเขียนเป็นแท่งกราฟ หรือที่เรียกว่า กราฟแท่งที่มีชื่อเรียกว่า ฮีสโตแกรม จะเป็นวิธีการเก็บที่ดีที่สุด เพราะช่วยให้นำไปใช้งานได้โดยทันทีต่อไป

ฮีสโตแกรม เป็นแผนภูมิที่แสดงความถี่ของสิ่งที่เกิดขึ้น โดยแสดงเป็นกราฟแท่งสี่เหลี่ยมที่มีความกว้างเท่ากัน และมีด้านข้างติดกัน วิธีสร้างฮีสโตแกรมทำได้ดังนี้คือ

1. เก็บรวบรวมข้อมูลของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์
2. กำหนดจำนวนช่วงหรือแท่งของกราฟที่ต้องการแสดง โดยปกติจะให้มีจำนวนแท่งระหว่าง 8-12 แท่ง
3. กำหนดค่าของแต่ละช่วงโดยค่ากำหนดจะต้องให้คลอบคลุมทุก ๆ ค่าของข้อมูลที่เก็บได้ และจะต้องไม่มีค่าใดตกอยู่ในช่วงข้อมูลมากกว่า 1 ช่วง
4. นับจำนวนข้อมูลในแต่ละช่วง แล้วเขียนเป็นกราฟ

6. **แผนภูมิควบคุม**

แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือแผนภูมิ หรือแผ่นกราฟที่เขียนขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยข้อมูลจากข้อกำหนดทางเทคนิค (Specification) ที่ระบุคุณสมบัติ ทางคุณภาพข้อใดข้อหนึ่งของชิ้นงานที่ทำการผลิต และต้องการจะควบคุมนั้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการติดตามผลการผลิตจากกระบวนการผลิต ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งโดยการตรวจวัดค่าซึ่งวัดได้ (Variable) ที่เรียกว่าค่าวัด หรือการนับจำนวนของค่าที่เป็นหน่วยนับ (Attribute) แล้วเขียนบันทึกลงในแผนภูมินั้น ๆ ซึ่งจะมี 3 เส้น (โดยปกติ) ได้แก่ เส้นค่ากลาง คือ เส้นที่แสดงขนาดหรือจำนวนที่เป็นข้อกำหนดหรือเป้าหมายของการผลิต พร้อมกับเส้นแสดงขอบเขตควบคุมค่าสูง และเส้นแสดงขอบเขตควบคุมค่าต่ำสุด ที่อนุญาตให้มีความคลาดเคลื่อนในการผลิตเกิดขึ้นได้ และหากอยู่ในขอบเขตควบคุมนี้ถือว่าผลการผลิตยอมรับได้แต่ถ้าหากว่าค่าที่ได้อยู่นอกขอบเขตควบคุม (ไม่ว่าในทางมากกว่าหรือต่ำกว่า) ถือว่าการผลิตในขณะนั้นยอมรับไม่ได้จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องโดยทันทีต่อไป

ชนิดของแผนควบคุม

แผนควบคุมแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ โดยพิจารณาจากคุณลักษณะตัวแปรที่ใช้เขียนแผนภูมิ คือ

1. แผนภูมิควบคุมทุกชนิดข้อมูลมีค่าต่อเนื่อง หรือเป็นข้อมูลจากหน่วยวัด
2. แผนภูมิควบคุมชนิดข้อมูลมีค่า เป็นแจงนับ (Discrete Valve) หรือมีค่าเต็มหน่วย ซึ่งเป็นข้อมูลจากหน่วยนับ

ลักษณะจำเพาะของค่าที่จะควบคุม	ชื่อแผนภูมิควบคุมที่ใช้
1. ข้อมูลมีค่าต่อเนื่องหรือข้อมูลจากหน่วยวัด	$\bar{X}$ - R Chart (แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย) X Chart (แผนภูมิควบคุมค่าวัด)
2. ข้อมูลแบบค่าแจงนับ หรือข้อมูลจากหน่วยนับ	Pn Chart (แผนภูมิควบคุมจำนวนชิ้นงานที่เป็นของเสีย) P Chart (แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย) C Chart (แผนภูมิควบคุมจำนวนตำหนิ) u Chart (แผนภูมิควบคุมจำนวนตำหนิต่อชิ้น)

7. **ความสามารถของกระบวนการ** (Process Capability)

คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นจากวิธีการผลิต หรือกระบวนการผลิต ถ้าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นหมายความว่าในกระบวนการผลิตปราศจากความผันแปร หรืออาจมีความผันแปร แต่ความผันแปรที่เกิดขึ้นมีน้อยมาก แต่ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดีมีผลิตภัณฑ์เสียมาก นั่นก็หมายความว่า กระบวนการผลิตมีความผันแปรมากและความผันแปรที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตนี้ จะเป็นส่วนบ่งชี้ถึงความสามารถในกระบวนการผลิตว่า มีความสามารถในการผลิตเป็นอย่างไร

ความสามารถของกระบวนการ ในวิธีการผลิตหนึ่งจะรวมถึง คน เครื่องจักร วัตถุดิบ การวัด สิ่งแวดล้อม ซึ่งการศึกษาความสามารถของกระบวนการ ก็คือการหาความผันแปรทั้งหมดและความคงที่ของกระบวนการ ที่มีเวลาเป็นส่วนประกอบหนึ่งมีความสำคัญที่จะต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับคุณภาพ อันเนื่องมาจากเครื่องมือ หรือการทดแทนเครื่องมือ

ดัชนีความสามารถของกระบวนการ

การศึกษาความสามารถของกระบวนการ ก็คือ การวิเคราะห์ถึงแหล่งที่มาของความผันแปรที่เกิดขึ้น ซึ่งก็หมายถึงการพิจารณาถึงแหล่งที่เป็นไปได้ของความผันแปร โดยพิจารณาจากค่าของผลิตภัณฑ์ ที่วัดได้ในข้อมูลตัวอย่าง ช่วยในการวิเคราะห์หาความผันแปรที่เกิดขึ้นโดยวัดค่าความ

สามารถของกระบวนการด้วยค่าตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบ ความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดด้านบนและด้านล่างกับ 6 เท่า ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ ภายใต้เงื่อนไขว่าข้อมูลที่ได้จากกระบวนการ มีการแจกแจงปกติ ที่มีกระบวนการเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที่วัดได้นี้เรียกว่าดัชนีความสามารถของกระบวนการใช้สัญญลักษณ์ Cp โดยที่

$$Cp = \frac{\text{ความกว้างขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง}}{6\sigma}$$

$$= \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

เมื่อ

USL = แทนขอบเขตข้อกำหนดบน

LSL = แทนขอบเขตข้อกำหนดล่าง

σ = แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

การตัดสินใจว่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ (Cp) ว่ามีความสามารถหรือไม่ การตัดสินใจจะใช้การเปรียบเทียบ การกระจายภายใต้ 6σ โดยกล่าวว่าถ้า Cp = 1 จะชี้ว่ากระบวนการมีความลามารถภายใต้การกระจายของกระบวนการเท่ากับ ความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบนล่าง ถ้า Cp > 1 แสดงว่าขีดจำกัดข้อกำหนดบนและล่าง มีค่ามากกว่าการกระจายของกระบวนการ ซึ่งกระบวนการซึ่งเป็นสิ่งที่ดีสำหรับผู้ผลิตเช่นกัน ถ้า Cp < 1 แสดงว่า กระบวนการผลิตนั้นไม่มีความสามารถ

3.2 การจัดองค์กรสำหรับคุณภาพ

ในการจัดองค์กรสำหรับคุณภาพนี้ มีอยู่หลายทางเลือกในการจัดส่วนประกอบโครงสร้างขององค์กร ซึ่งอยู่กับสถานการณ์ของแต่ละบริษัทที่กำลังเผชิญอยู่ ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อดังนี้ คือ

3.2.1 รูปแบบการจัดองค์การในกระบวนการอุตสาหกรรม

โรงงานแบบกระบวนการผลิต การจัดองค์กรแตกต่างจากโรงงานเครื่องจักรกล ศูนย์กลางของการยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการ ทำการตัดสินใจยอมรับในสิ่งต่าง ๆ เช่น วัสดุที่สั่งซื้อเข้ามา สินค้าในกระบวนการผลิต, สินค้าสำเร็จรูป, การตรวจสอบผลิตภัณฑ์มักทำโดยผู้ตรวจสอบในการผลิต แต่ห้องปฏิบัติการมีอิสระในการตรวจสอบ

หัวหน้าห้องปฏิบัติการตามปกติขึ้นต่อผู้จัดการฝ่ายเทคนิค ในแบบโรงงานเดี่ยว คณะคิวซีอาจจะขึ้นต่อกับฝ่ายพัฒนากระบวนการผลิต คือดำเนินภายใต้การแนะนำของห้องปฏิบัติการก็

I 17905723

ได้ ในบริษัทที่มีหลาย ๆ โรงงาน แต่ละโรงงานจะมีห้องปฏิบัติการของตน อย่างไรก็ตามบางบริษัทจะมีกลุ่มคิวซี ซึ่งได้มาจากคณะต่าง ๆ สำหรับทุกโรงงาน

ในกระบวนการผลิต หน้าที่จัดตั้งมาตรฐานคุณภาพ ทำโดยผู้จัดการคุณภาพ โดยเขาจะกำหนดไปยังหน่วยมาตรฐาน ซึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งของห้องปฏิบัติการ หรืออาจจะแยกหน่วยนี้ให้ขึ้นตรงต่อผู้จัดการคุณภาพโดยตรง

3.2.2 รูปแบบการจัดองค์การในบริษัทใหญ่

บริษัทใหญ่มีลักษณะหลาย ๆ แผนก มีทั้งที่ตั้งหลายแห่ง มีสาขาในต่างประเทศ ที่ใช้จัดองค์กรมากที่สุด มีดังนี้

1. บริษัทมีหลายโรงงาน รูปแบบการจัดองค์กรร่วม จะตั้งขึ้นโดยผู้จัดการคุณภาพของแต่ละโรงงาน เขาจะรายงานไปยังผู้จัดการโรงงาน และชักนำหน้าที่ของการตรวจวิศวควบคุมคุณภาพ และงานที่เกี่ยวข้องกัน อย่างไรก็ตามคณะควบคุมคุณภาพถูกตั้งขึ้นในบริษัท เพื่อทำหน้าที่ต่อไป

- พัฒนานโยบายคุณภาพ และวัตถุประสงค์
- ตระเตรียมแผนคุณภาพ และจัดทำเป็นคู่มือมาตรฐาน
- ปรับปรุง บริการของวิศวความมั่น และบริการอื่น ๆ สัมพันธ์กับฝ่าย
- ออกแบบผลิตภัณฑ์ แต่ละฝ่ายการตลาด
- ปรับปรุงการให้คำปรึกษา และอบรมในโรงงาน
- แก้ไขประสิทธิภาพ คุณภาพโรงงาน
- ติดต่อข่าวสารของทางการเกี่ยวกับคุณภาพของอุตสาหกรรม

2. บริษัทที่มีหลายแผนก แต่ละแผนกจะถือว่าเป็นบริษัทแผนกนี้จะได้รับอำนาจระดับสูงในการดำเนินงาน เท่าที่เป็นอยู่ หลักการณ์ที่ประยุกต์กับคุณภาพของแผนก แต่ละแผนกจะสร้างรูปแบบทำงานของตนเองขึ้น

ในส่วนน้อยของบริษัทที่ใหญ่มาก ๆ มีการสร้าง ตำแหน่งผู้จัดการคุณภาพแห่งบริษัทขึ้น ตำแหน่งนี้จะทำหน้าที่รวมในการพัฒนานโยบายคุณภาพของบริษัท และศึกษาประสิทธิภาพคุณภาพของแผนกต่าง ๆ การปรับปรุงและปรึกษา แต่ละแผนกงาน การจัดสายงาน การจัดการทางคุณภาพ

ประสบการณ์ในตำแหน่ง คุณภาพแห่งบริษัท ควรมีการผสมผสาน และมีการนำออกมาใช้ในอัตราสูง เป็นงานที่ยากในการทำให้งานในบริษัทสอดประสานกันโดยตลอด เขาจะใช้

ทักษะทางการบริหาร ความเหนือชั้นด้านประสบการณ์ ทำให้มีความอยากพบข้อยุติไม่ใช้อำนาจแต่เพียงอย่างเดียว

3. บริษัทนานาชาติ ความกว้างขวางของบริษัทจะทำให้เกิดการบริหารแบบครองตนเอง รูปแบบต่าง ๆ จะแตกต่างกันเพราะภูมิประเทศ และความอิสระในการจัดการ อย่างไรก็ดี มีเทคโนโลยีบางอย่างที่ใช้ร่วมกัน ในกรณีเช่นนี้ คือ นโยบายที่เป็นอันเดียวกัน ในผลิตภัณฑ์คุณสมบัติ การควบคุมที่เหมือนกันการกำหนดคุณสมบัติให้เหมือนกันต้องมีคณะที่เป็นศูนย์กลางเป็นบริษัทแม่ เพื่อให้ในนานาประเทศมีส่วนร่วมกัน จะมีการดำเนินการดังนี้

3.1 บริษัทในต่างประเทศต้องส่งสำเนารายงานการทดสอบไปยังบริษัทแม่

3.2 บริษัทต่างประเทศต้องส่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อทดสอบ ณ บริษัทแม่

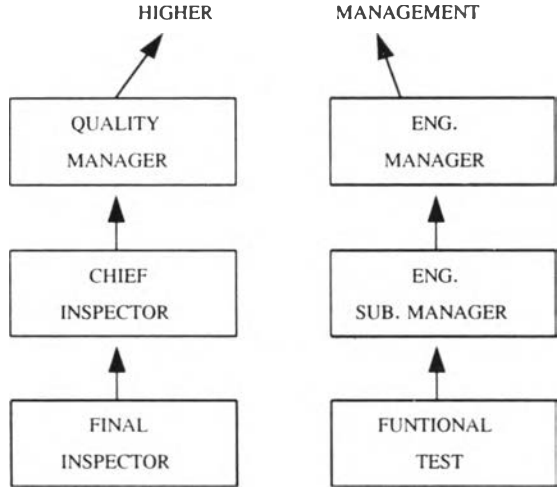
3.3 บริษัทแม่ส่ง "ตัวแทน" ไปยังที่บริษัทในต่างประเทศเพื่อทบทวนแผน และแผนอื่น ๆ

3.2.3 การจัดองค์กรเพื่อการยอมรับ

คำว่า " การยอมรับ " ตามปกติใช้อธิบายการกระทำการตัดสินใจยอมรับในผลิตภัณฑ์ เช่นในงานตรวจสอบ ทดสอบ งานบริการ

ขั้นตอนที่แตกต่างกันของผลิตภัณฑ์เช่น ซื้อวัตถุดิบมา, งานในกระบวนการผลิต และงานสำเร็จรูป, ทำให้การตรวจสอบต้องแบ่งแยกออกไปตามขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อ การจัดองค์กรงานที่ทำเพื่อการยอมรับ เช่น การวัดผลทางห้องปฏิบัติการการบันทึกของชำรุด งานทดสอบที่กลุ่มรวม ๆ นี้ก็เป็นไป เพื่อจุดประสงค์ของการออกแบบจัดองค์กร

ในบางบริษัท มีการแยกการตรวจสอบออกจากการทดสอบ ดังรูปที่ 3.1 ในกรณีของผลิตภัณฑ์อาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์ หน่วยทดสอบจะรายงานไปยังผู้บริหารระดับสูง ผ่านตามลำดับสายงาน



รูปที่ 3.1 การแยกหน้าที่ทดสอบออกจากการตรวจสอบ

ในบางบริษัท ผลิตภัณฑ์ได้รับออกมาจากกระบวนการผลิต จะพบของเสียมากอยู่เสมอดังนั้น จึงต้องตรวจสอบ 100% ใน 100% ที่จะจัดแยกว่าเสียเพราะอะไรบ้างซึ่งเป็นความรับผิดชอบของฝ่ายผลิต ในกรณีเช่นนี้ ในทางปฏิบัติอาจสุ่มตัวอย่าง เพื่อจุดประสงค์ในการยอมรับตัวอย่างสุ่มนี้จะเลือกโดยบุคคลผู้ซึ่งอิสระจากหน่วยตรวจสอบ หรือทดสอบ

มันเป็นจุดร่วมทางปฏิบัติในการบำรุงรักษาความแม่นยำของเกจและเครื่องมือต่าง ๆ ภายใต้ความเที่ยงตรงของหัวหน้าหน่วยตรวจสอบ โดย " การรักษาความแม่นยำ " นี้หมายความว่าระบบการเช็คแต่ละเครื่องตามหมายกำหนดการ

3.2.4 **การรายงานผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ**

การควบคุมผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพนั้นโดยปกติจะอยู่นอกความรับผิดชอบของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบ แต่จะให้หัวหน่วยตรวจสอบเป็นผู้ดูแล และรายงาน ซึ่งเป็นผู้พิจารณาและกำหนด ซึ่งจะรวมถึง

1. รายงานของความเบี่ยงเบน ซึ่งฝ่ายตรวจสอบเป็นผู้จัดทำ ซึ่งเป็นข้อเท็จจริงที่จะทราบถึง ความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์, การพิสูจน์รุ่น, ชนิดและจำนวนของเสีย รายงานนี้จะถูกส่งไปยังฝ่ายที่สนใจ ซึ่งรวมถึงฝ่ายผลิตภัณฑ์ด้วย

2. ความต้องการสำหรับการยกเว้น ซึ่งเตรียมโดยผู้ตรวจสอบ ซึ่งโดยมากจะเป็นคนจากฝ่ายควบคุมคุณภาพ

3. การแยก คัดออกของวัตถุ ซึ่งปัญหา เพื่อเป็นการแน่ใจว่าวัตถุ ซึ่งน่าสงสัยว่าจะไม่ได้มาตรฐานจะถูกแยกออกทั้งหมด ในทำนองเดียวกันเลขมายประจำตัวของผลิตภัณฑ์ ควรจะได้รับการบันทึก เพื่อมั่นใจว่า มีผู้ใช้แต่ผลิตภัณฑ์ซึ่งได้รับอนุญาติแล้วเท่านั้น

4. การทำการตัดสินใจสำหรับการยกเว้น ซึ่งอาจเกิดตามการสั่งการตามสายงาน หรืออาจเกิดจากการประชุมอย่างไม่เป็นทางการของฝ่ายต่าง ๆ ที่สนใจหรือเกิดจากกรรมการที่ถูกตั้งขึ้นอย่างเป็นทางการ

5. การบันทึกการตัดสินใจนี้อาจอยู่ในฟอร์มของการเปลี่ยนแปลงรายละเอียด หรือจำนวนของข้อยกเว้น

การตัดสินใจครั้งสุดท้ายที่จะจัดการกับของที่ไม่ได้มาตรฐานนั้นอาจออกมาในรูปของนำไปปรับปรุงใหม่ ทิ้งของนั้นหรือลดระดับคุณภาพสู่คุณภาพที่ต่ำกว่า ซึ่งขึ้นอยู่กับหลายอย่าง เช่น ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น, เวลาที่ต้องใช้ และสิ่งประกอบที่เกี่ยวข้อง

3.3 การบำรุงรักษาเครื่องจักร

การบำรุงรักษา (Maintenance) เป็นส่วนประกอบสำคัญของการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ สิ่งที่ผู้บริโภคต้องการโดยทั่วไปก็คือความสามารถในการใช้งานผลิตภัณฑ์ได้ทันที โดยไม่เกิดการขัดข้องแต่อย่างใดทั้งสิ้น การบำรุงรักษาจึงจำเป็น เพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานได้เมื่อต้องการ ปัญหาที่เกิดจากคุณภาพไม่ได้ตามกำหนด ซึ่งส่วนใหญ่แล้วถ้าพูดถึงระบบการผลิต ก็จะมีองค์ประกอบที่ทำให้เกิดของเสียว่ามาจาก 5M นั่นคือ คน (Man), เครื่องจักร (Machine), วัสดุ (Material), วิธีการทำงาน (Method) และวิธีวัด (Measurement) นอกจากนี้นั้นสภาพของเสีย ต่าง ๆ ที่อาจมีได้จากกรณีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ เช่น

- การเสื่อมสภาพอย่างรุนแรงของอุปกรณ์ ทำให้เกิดเหตุขัดข้องมีผลทำให้เกิดขิงเสียได้
- การตั้งเครื่องเตรียมการไม่สมบูรณ์ ทำให้ไม่สามารถผลิตของที่ถูกต้องได้ตั้งแต่ต้น
- การปรับแต่งเครื่องระหว่างผลิต ทำให้เกิดของเสีย
- การเสื่อมสภาพตามธรรมชาติ ทำให้เกิดของเสีย
- การแตกหักเสียหายของเครื่องมือประกอบในการทำงาน ทำให้เกิดของเสียได้

ซึ่งคงจะเข้าใจว่า จำเป็นต้องจัดสร้างระบบเพื่อรักษาสภาพอุปกรณ์ เครื่องจักรไม่ให้ทำของเสียออกมา โดยไม่จำกัดอยู่แค่ไม่ให้เกิดเหตุฉุกเฉิน หรือการเสื่อมสภาพตามธรรมชาติเท่านั้น แต่จะ

รวมไปถึงการยับยั้งไม่ให้เกิดความสูญเสียต่าง ๆ จากการตั้งเครื่อง เตรียมงาน เปลี่ยนแบบตลอดจนช่วงเริ่มต้นการผลิต

การนำวิธีการบำรุงรักษาทวีผล เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยในการ ทำให้เกิดการบำรุงรักษาอุปกรณ์มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะการบำรุงรักษาทวีผล (TPM) นี้ตั้งหัวข้อเน้นอยู่เพียงแค่อุปกรณ์เครื่องจักร จึงทำให้การดำเนินกิจกรรมมองเห็นชัดเจน และทำได้ง่าย

แนวทางการแก้ไขเหตุขัดข้อง และความสูญเสียต่าง ๆ ของอุปกรณ์เครื่องจักร

1. การบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ เพื่อให้ได้คุณภาพนั่นคือการจัดขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลทางคุณภาพสอดคล้องตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานข้อกำหนดและรูปรายละเอียดต่าง ๆ โดยเฉพาะคำนึงถึงแต่วิธีการ เพื่อบำรุงรักษาให้สามารถทำได้ง่าย ใช้ได้ง่าย ตั้งแต่ขั้นตอนสำรวจจัดหาเครื่องจักร หรือพัฒนาจัดสร้าง ออกแบบผลิต ติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าว

2. การเตรียมงานตั้งเครื่องที่ไม่เสียเวลา ควรมีการดัดแปลง ปรับปรุงอุปกรณ์ (เครื่องมืออุปกรณ์จับยึดต่าง ๆ) เพื่อให้ได้งานเตรียมการตั้งเครื่อง ตลอดจนถึงการปรับแต่งในการผลิตให้เสียเวลาน้อยลง

3. การประเมินขอบเขตการเสื่อมสภาพควรจัดหาข้อมูลให้รู้ความสัมพันธ์ของการเสื่อมสภาพตามธรรมชาติของอุปกรณ์ว่ามีผลกระทบอย่างไรต่อส่วนไหนของสินค้า ตลอดจนความถูกต้องแม่นยำต่าง ๆ ของสินค้านั้นจะคลาดเลื่อนไปได้เพียงใด

4. การทำกิจกรรมบำรุงรักษาประจำวัน เป็นขั้นตอน เพื่อการป้องกันไม่ให้เกิดความสูญเสีย

5. การอบรมพนักงานให้รู้วิธีใช้เครื่องเนื่องจากหลักการของพนักงานต้องมีหน้าที่ใช้งานเครื่องจักรอยู่แล้ว จากความสามารถข้อนี้การจะเพิ่มประสิทธิผลในการดูแล บำรุงรักษาจึงทำได้ง่ายมาก

6. การตรวจตำแหน่งเครื่องจักรที่มีผลกระทบต่อคุณภาพเมื่อเกิดปัญหาขึ้น ถ้ารู้สาเหตุก็จะทำให้สามารถแก้ไขได้ง่าย ความสามารถในการค้นหา สาเหตุของปัญหา โดยเฉพาะปัญหาที่เกี่ยวกับอุปกรณ์นั้น จำเป็นต้องมีความสามารถดังกล่าว

ที่กล่าวมานี้เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการเกิดของเสียในเรื่องคุณภาพ ซึ่งการแก้ปัญหาในเรื่องคุณภาพนี้ จะต้องทำอย่างจริงจังตั้งแต่พนักงานระดับล่าง จนถึงพนักงานระดับสูง

3.4 เครื่องจักรกลซีเอ็นซี

หลักการทำงานของเครื่องจักรกล NC หรือ CNC จะคล้ายคลึงกับเครื่องจักรกลทั่วไป กล่าวคือ โดยพื้นฐานเบื้องต้นแล้วเครื่องจักรกล NC ก็จะทำงานผลิตขั้นต้นเหมือนกับเครื่องจักรกลทั่วไป เช่น เครื่องกัดเอ็นซีก็จะทำงานเหมือนกับเครื่องกัดทั่วไป เพียงแต่ว่าระบบควบคุมเอ็นซีของเครื่องจะทำงานในขั้นตอนต่างๆ แทนช่างควบคุมเครื่อง อย่างไรก็ตามก่อนที่เครื่องจักรกลเอ็นซีจะสามารถทำงานได้นั้น ระบบควบคุมของเครื่องจะต้องได้รับการบอกกล่าวเสียก่อนว่าจะให้ทำอะไร และจะต้องบอกกล่าวเป็นภาษาที่ระบบสามารถเข้าใจได้ นั่นคือจะต้องป้อนโปรแกรมเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องผ่านแป้นพิมพ์ (Key Board) หรือเทปแม่เหล็กก็ได้ เมื่อระบบควบคุมผ่านโปรแกรมที่ป้อนเข้าไปแล้ว ก็จะนำไปควบคุมให้เครื่องจักรกลทำงานแต่เนื่องจากเครื่องจักรกลเอ็นซีไม่มีมือหมุนหมุนให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ได้ดังนั้น แท่นเลื่อนต่างๆ จะต้องมีมอเตอร์ป้อน (Feed Motor) ประกอบอยู่ เช่น เครื่องกัดเอ็นซี จะมีการเคลื่อนที่ 3 แนวแกนก็จะมีมอเตอร์ป้อน 3 ตัว เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมแล้วก็จะเปลี่ยนรหัสโปรแกรมให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงานได้ ดังนั้นจึงต้องส่งสัญญาณนี้เข้าไปในภาคขยายสัญญาณของระบบรับ (Drive Amplified) และส่งต่อไปยังมอเตอร์ป้อนของแนวแกนที่ต้องการเคลื่อนที่

ความเร็วและระยะทางการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนจะต้องกำหนดให้ระบบควบคุมรู้ ช่างควบคุมเครื่องอาศัยสายตามองดูตำแหน่งของคมกัดกับชิ้นงาน ก็จะรู้ว่าจะต้องเลื่อนแท่นเลื่อนไปเป็นระยะทางเท่าใด แต่ระบบควบคุมเอ็นซีมองไม่ได้ ดังนั้นจึงต้องออกแบบอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่สามารถจะบอกตำแน่งของแท่นเลื่อนให้ระบบควบคุมรู้ได้ อุปกรณ์ชุดนี้เรียกว่า ระบบวัดขนาด (Measuring System) ซึ่ง ประกอบด้วยสเกลแนวตรง (Linear Scale) มีจำนวนเท่ากับจำนวนแนวแกนในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกล ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับระยะทางที่แท่นเลื่อนเคลื่อนที่กลับไปยังระบบควบคุม ทำให้ระบบควบคุมรู้ว่าแท่นเลื่อนเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางเท่าใดแล้ว

จากหลักการควบคุมการทำงานดังกล่าวทำให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีสามารถผลิตชิ้นงานให้มีรูปทรงและขนาดที่ต้องการได้ จากลักษณะโครงสร้างและการทำงานที่เหนือกว่าเครื่องจักรกลทั่วไปทำให้เครื่องจักรเอ็นซี เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมอัตโมัติและมีปริมาณความต้องการใช้เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ

เครื่องกลึงเอ็นซี (NC Turning Machines)

เครื่องกลึงเอ็นซีส่วนใหญ่จะมีแนวแกนการเคลื่อนที่เพียง 2 แนวแกนเท่านั้นลักษณะการออกแบบส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องกลึง

เครื่องวัดขนาดเอ็นซี (NC Measuring Machines)

งานวัดและตรวจสอบขนาดจัดว่าเป็นงานที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมการผลิตและโดยทั่วไปจัดเป็นงานที่ต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก กล่าวคือประมาณ 30 – 100% ของเวลาตัดเฉือน การวัดและการตรวจสอบขนาดมักจะต้องกระทำทั้ง 3 มิติ (3D) ดังนั้นเครื่องวัดขนาดเอ็นซีส่วนใหญ่จึงมีการเคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน

ระบบควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

เครื่องจักรกล ซีเอ็นซี จะประกอบด้วยองค์ประกอบใหญ่อยู่ 2 ส่วนคือ

1. เครื่องจักรกล เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตัดเฉือนชิ้นงาน
2. ระบบซีเอ็นซี เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมขั้นตอนการตัดเฉือนทั้งหมด

องค์ประกอบของเครื่องจักรกล เอ็นซีและ ซีเอ็นซี ที่สามารถควบคุมได้ คือ

- แนวแกนป้อน (Feed Axes)
- การจับป้อน (Feed Drive)
- อุปกรณ์วัดขนาด (Measuring Devices)
- อุปกรณ์เปลี่ยนเครื่องมือตัด (Tool Changers)
- แนวแกนหมุนและแนวแกนป้อนอื่นๆ

แนวแกนป้อน (Feed Axes)

ในการกล่าวถึงเครื่องจักรกลเอ็นซีบ่อยครั้งที่เราจะได้ยินคำว่า แนวแกน (Axes) ซึ่งหมายถึงแนวการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบของเครื่องจักรกล เช่น โต๊ะงานเพลาหัวเครื่อง อุปกรณ์ลำเลียงเครื่องมือ (Tool Carriers) เป็นต้น

สำหรับเครื่องกลทั่วไป การเคลื่อนที่ในแนวแกนต่างๆ จะเกิดจากการหมุนมือหมุนหรือโยกคันโยกป้อนอัตโนมัติ แต่เครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะมีแนวแกนป้อนรวมกันอยู่หลายแนวแกนทำให้สามารถตัดเฉือนชิ้นงานให้เป็นรูปทรงต่างๆ ที่ต้องการได้ การกำหนดแนวแกนต่างๆ ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะกำหนดตามมาตราฐานสากลภายใต้หัวเรื่อง Coordinate axes and directions of movement for numerically controlled machinery ซึ่งจะกำหนดแนวแกนเหล่านี้โดยใช้ตัวอักษร X, Y และ Z สำหรับเครื่องกลึงจะมีแนวแกนป้อนอยู่ 2 แนวแกน คือ แกน X และY ทั้งสองแนวแกนนี้จะอยู่ที่ชุดแท่นเลื่อน (Compound Slide) ซึ่ง มีอุปกรณ์ลำเลียงเครื่องมือ (Tool Carrier) ติดตั้งอยู่ ลักษณะเช่นนี้ทำให้สามารถกลึงชิ้นงานที่มีรูปทรงต่างๆ กันได้ตามต้องการ

การจับป้อน (Feed Drive)

การเคลื่อนที่เรียงลำดับกันหรือพร้อมๆ กันอย่างต่อเนื่องของแนวแกนป้อนจะทำให้เกิดการตัดเฉือนของเครื่องมือในชิ้นงาน การจับป้อนจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนในขณะตัดเฉือน แท่นเลื่อนอาจพาให้ชิ้นงานเคลื่อนที่หรือคมตัดเคลื่อนที่ก็ได้

ระบบวัดขนาด (Measuring System)

การเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆ ในแต่ละแนวแกนของแท่นเคลื่อนที่จะถูกส่งไปยังระบบควบคุมโดยระบบวัดขนาด การวัดตำแหน่งของแท่นเลื่อนสามารถที่จะวัดได้ทั้งโดยตรง (Direct Measurement) และโดยทางอ้อม (Indirect Measurement)

เพลางาน (Work Spindle)

เพลางานเป็นชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบของเครื่องจักรกลที่มีความสำคัญมาก มีหน้าที่หลักในการทำงาน คือ

- เพลางานของเครื่องจะเป็นชิ้นส่วนที่ขับพาให้ชิ้นงานหมุน
- เพลางานของเครื่องเจาะจะทำหน้าที่ขับพาให้เครื่องมือ เช่น ดอกสว่านหมุนกัดเฉือนชิ้นงาน

อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานจะจัดเตรียมใช้สำหรับยึดชิ้นงานเข้ากับเพลางาน (งานกลึง)

ก. งานกลึง (Turning) สามารถเลือกอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานแบบต่างๆ กันได้หลายชนิด เช่น

- หัวจับแบบ 2, 3 หรือ 4 ฟันจับ
- หน้าจานจับ สำหรับจับยึดชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตร
- ยันศูนย์ สำหรับเพลางานและเพลานของชุดยันศูนย์ท้ายแท่น
- เพลานอัด (Mandrel) สำหรับบังคับศูนย์ของรูชิ้นงาน

ข. งานเจาะ (Drilling) จะสามารถเลือกใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานแบบต่างๆ ได้ดังนี้

- แขนกดชิ้นงาน
- ปากกาจับชิ้นงาน
- อุปกรณ์จับชิ้นงานที่ออกแบบเฉพาะงาน

ชุดเปลี่ยนเครื่องมือ (Tool Changers)

ในการผลิตชิ้นงานด้วยเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ขั้นตอนการทำงานต่างๆ จะดำเนินการตัดเฉือนอย่างต่อเนื่องและโดยอัตโนมัติ โดยการจับยึดชิ้นงานเพียงครั้งเดียว ลักษณะเช่นนี้ทำให้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือจำนวนหลายๆ อันในการทำงาน การที่จะทำงานชิ้นหนึ่งให้สำเร็จโดยไม่มีการเปลี่ยนเครื่องมือนั้นเป็นเรื่องค่อนข้างยากและมีน้อยมาก

เครื่องกลึง ซีเอ็นซี ที่ใช้ในงานผลิตมักจะมีชุดเปลี่ยนเครื่องมืออัตโนมัติ (Automatic Tool Change = ATC) ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งสามารถที่จะใส่เครื่องมือแบบต่างๆ กันได้จำนวนหลายๆ อันเตรียมไว้ ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะการออกแบบของชุดเปลี่ยนเครื่องมือนั้นด้วย ชุดเปลี่ยนเครื่องมืออัตโนมัติ (ATC) มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ

- แบบเทอเรทยึดเครื่องมือ (Tool Turrets)
- แบบแม็กกาซีนยึดเครื่องมือ (Tool Magazines)

ชุดเปลี่ยนเครื่องมือที่ควบคุมด้วยโปรแกรมเอ็นซีจะบังคับให้ชุดเทอเรทหมุนไปจนกระทั่งเครื่องมือที่ต้องการอยู่ในตำแหน่งพร้อมที่จะทำงานได้

เครื่องมือ (Tools)

การทำงานของเครื่องจักรกลโดยทั่วไปจะต้องทำงานควบคู่กับเครื่องมือ (Tools) ซึ่งได้แก่ มีดกลึง มีดกัด ดอกสว่าน เป็นต้น เครื่องมือที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งและเป็นการช่วยเสริมการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ให้สามารถทำงานได้ประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับเรื่องของเครื่องมือที่ใช้กับเครื่องจักรกลซีเอ็นซีที่จะกล่าวดังนี้

- อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือ (Tool Tip Carriers)
- ด้ามจับยึด หรือ อินเสิร์ต (Insert)

อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือจะต้องสวมพอดีอยู่กับเพลางานหลัก (Spindle) ของเครื่องกัดหรือรูของชุดป้อนมีดเทอเรท รูปทรงของด้ามยึดคมตัดและคมกัดหรืออินเสิร์ตที่จะใช้จะขึ้นอยู่กับวิธีการตัดเฉือนและขนาดพิกัดความเผื่อของชิ้นงาน วิธีการประกอบอุปกรณ์จับยึดเครื่องมือ ด้ามยึดคมตัดและคมตัดเข้าด้วยกันมีอยู่หลายวิธีดังนี้

- ในการยึดด้าม ยึดคมตัดเข้ากับอุปกรณ์จับยึดเครื่องมือด้วยสกรูล็อคหรือปลอกยึดในกรณีด้ามยึดคมตัดกับอุปกรณ์จับยึดเครื่องมือก็จะเป็นชิ้นเดียวกัน
- โดยวิธีการยึดอย่างถาวรระหว่างคมตัดกับด้ามยึดคมติดด้วยวิธีการบัคกรีแข็ง

- ในกรณีที่ใช้คมตัดแบบถอดเปลี่ยนไส้ (Throw Away Indexible Tooltips) ที่เรียกว่าอินเสิร์ต (Insert) อินเสิร์ตอันหนึ่งจะมีคมตัดหลายคมหมุนเปลี่ยนตำแหน่งได้ และเมื่อที่อ แตก หรือบิ่น ก็จะถอดทิ้งไปเลย ส่วนวิธีการจับยึดขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ผลิต

การใช้ส่วนควบคุมสำหรับการโปรแกรม

ในส่วนควบคุมสำหรับการใช้โปรแกรม จะแยกความแตกต่างระหว่างแป้นพิมพ์ข้อมูล เช่น คำสั่งโปรแกรม ข้อมูลการปรับตั้งเป็นต้นกับแป้นพิมพ์ที่นำเข้าสู่การทำงานของคอมพิวเตอร์ ในการป้อนข้อมูล (Data Input) โดยปกติจะใช้แป้นพิมพ์ตัวอักษรกับตัวเลขและแบบง่ายๆ ที่สามารถป้อนคำสั่งโปรแกรมได้ทีละตัวอักษร นอกกกจากนี้ในระบบควบคุมบางแบบจะมีชุดของแป้นพิมพ์คำสั่งที่ใช้บ่อยๆ ในโปรแกรมเอ็นซี ทำให้ประหยัดเวลาในการป้อนข้อมูลลง แป้นพิมพ์คำสั่งนี้อาจจะแสดงด้วยรหัสคำสั่งนั้นโดยตรง คือ G cood

อิทธิพลที่มีผลต่อการตัดเฉือนโลหะ

ปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อขั้นตอนการตัดเฉือนโลหะด้วยเครื่องจักรกล ซีเอ็นซี ได้แก่ เครื่องจักรกล (Machines), เครื่องมือตัด (Tools), สารหล่อเย็น (Coolant), ชิ้นงาน (Workpiece) และวัสดุ (Material) นอกจากนี้ในการเลือกใช้ข้อมูลในการตัดเฉือน (Cutting Data) ที่ใช้จริง ซึ่งได้แก่ ความเร็วรอบของเพลางาน (Spindle Speed), ความเร็วตัด (Cutting Speed), อัตราป้อน(Feedrate) และความลึกของการตัดเฉือน (Depth of Cut) จะต้องพิจารณาถึงความสำคัญของข้อมูลแต่ละตัวด้วย ทั้งนี้เพราะในบางกรณีจะมีข้อจำกัดทางเทคโนโลยีที่เกิดจากความต้องการในด้านคุณภาพของชิ้นงาน

ปัจจัยที่เกิดจากอิทธิพลของเครื่องจักรกล

เครื่องจักรกลที่เลือกใช้จะต้องสามารถปฏิบัติงานตามขั้นตอนการตัดเฉือนที่ต้องการได้ และได้ความเที่ยงตรง (Accuracy) ที่ต้องการตลอดจนสามารถผลิตชิ้นงานได้อย่างประหยัด (Economy)

ปัจจัยที่เกิดจากอิทธิพลของเครื่องมือตัด

เครื่องมือตัด เมื่อใช้งานไปช่วงระยะเวลาหนึ่ง จะเกิดการสึกหรอและทำให้เครื่องมือตัดที่อต้องเจียระไนลับคมใหม่ หรือเปลี่ยนคมตัดใหม่ระยะเวลาใช้งานดังกล่าวเรียกว่าอายุคมตัด (Tool life) ซึ่งจะได้รับผลกระทบที่เกิดจาก

- ความเร็วตัด
- วัสดุเครื่องมือตัด
- วัสดุชิ้นงาน
- พื้นที่ภาคตัดของเศษ (พื้นที่ตัดของเศษก่อนที่จะเปลี่ยนรูปไป)
- ความถี่ของการขัดจังหวะการเฉือน (Frequency of Cut Interruption)

ส่วนมากผู้ผลิตเครื่องมือตัดจะสามารถให้ข้อมูลที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับอายุคมมีดสำหรับงานตัดเฉือนทั่วๆ ไป คุณสมบัติด้านการใช้งานของเครื่องมือตัดที่สำคัญคืออายุคมมีดซึ่งสามารถควบคุมได้ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดโดยทั่วไป เครื่องมือที่มีอายุมีดยาวจะมีราคาสูงกว่า แต่สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนเครื่องมือได้

ปัจจัยที่เกิดจากอิทธิพลของสารหล่อเย็น

เพื่อให้ได้การตัดเฉือนที่ดีขึ้น จะต้องพิจารณาเลือกใช้สารหล่อเย็นที่เหมาะสม เป้าหมายหลักของการใช้สารหล่อเย็นก็คือ

- เพื่อระบายความร้อนที่เกิดขึ้นที่จุดปลายเครื่องมือตัดและรักษาระดับอุณหภูมิของชิ้นงานให้ต่ำลง
- ช่วยหล่อลื่นเพื่อลดความยืดและการสึกหรอของเครื่องมือตัด
- ช่วยไล่เศษออกจากบริเวณตัดเฉือน

ข้อสังเกตเมื่อใช้สารหล่อเย็นมีดังนี้ คือ

- สารหล่อเย็นจะมีอายุการใช้งาน และต้องเปลี่ยนใหม่เมื่อถึงช่วงเวลาหนึ่ง

ปัจจัยที่เกิดจากอิทธิพลของชิ้นงาน

ก. รูปทรงและขนาดของวัสดุงาน จะมีอิทธิพลต่อการจัดเตรียมโปรแกรมซีเอ็นซี ดังนี้

- การเลือกใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานและขนาดของแรงในการจับยึด
- การเลือกใช้เครื่องมือตัดและรูปทรงของเครื่องมือตัด

ข. ความแข็งแกร่งของชิ้นงาน ชิ้นงานที่มีความแข็งแกร่งไม่เพียงพอ เช่น ชิ้นงานที่มีลักษณะเล็กและยาว เป็นต้น อาจจะต้องจัดหาอุปกรณ์ช่วยอื่นๆ เช่น ชุดยันศูนย์ท้ายแท่นประคองชิ้นงาน (Steady rest) ในงานกลึง

ค. ผิวสำเร็จของชิ้นงาน เพื่อให้ได้ผิวสำเร็จของชิ้นงานที่ดี จะต้องเลือกใช้รูปทรงเรขาคณิตของเครื่องมือตัดให้เหมาะสมกับชนิดของวัสดุงาน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการเปลี่ยนรูปของเศษ

สูงสุด นอกเหนือจากนี้ ควรเลือกใช้ค่าความเร็วตัดที่สูง ความลึกในการตัดเฉือนน้อย และอัตราป้อนต่ำด้วย

รูปทรงเรขาคณิตของชิ้นงานและผิวสำเร็จของชิ้นงานและขนาดผิวสำเร็จที่ต้องการจะมีผลกระทบต่อการใช้ปลายคมตัดแบบหมุนเปลี่ยนได้ดังกล่าวคือ

- ขอบรูปของปลายคมตัดจะต้องเหมาะสมกับขอบรูปของชิ้นงานที่ต้องการตัดเฉือน
- ค่าอัตราป้อนและความเร็วตัดที่โปรแกรมจะต้องปรับให้เหมาะสมกับวัสดุและขนาดของปลายคมตัดที่ใช้
- ขอบมุมที่โค้งเป็นรัศมีจะต้องปรับให้ได้ผิวสำเร็จที่ต้องการและเลือกใช้อัตราป้อนต่ำสุดที่เป็นไปได้

ง. พิกัดความเผื่อ (Tolerance) ของชิ้นงานสำเร็จ จะเป็นตัวชี้ถึงระดับของความเที่ยงขนาดและวิธีการดำเนินการตัดเฉือนที่ต้องใช้ เช่น ช่วงระยะเวลาของการตรวจสอบขนาดชิ้นงานและการเปลี่ยนปลายคมตัด เป็นต้น

ปัจจัยที่เกิดจากอิทธิพลของวัสดุชิ้นงาน

สิ่งที่ควรคำนึงถึงเป็นอันดับแรกเกี่ยวกับวัสดุชิ้นงาน คือ ความแข็งแรง (Strength) และความสามารถในการตัดเฉือน (Machinability) ของวัสดุตลอดจนลักษณะของเศษ (Type of chips) ที่เกิดขึ้นขณะทำการเฉือน

ก. ความแข็งแรงของวัสดุ (Strength) เป็นปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาในการเลือกใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เช่น ฟันจับขอหัวจับ เป็นต้น และในการปรับตั้งความดันในการจับยึด

ข. ความสามารถในการตัดเฉือนของวัสดุ (Machinability) เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเลือกใช้ปลายคมตัดและแรงตัดเฉือน (Cutting Force) ที่ต้องใช้ ลักษณะของความสามารถในการตัดเฉือนของวัสดุชิ้นงานที่ดี ที่สามารถสังเกตเห็นได้คือ ลักษณะการเกิดเศษที่มีประสิทธิภาพขณะทำการตัดเฉือนด้วยความเร็วตัดสูงโดยมีการสึกหรอของเครื่องมือตัดน้อยและได้ผิวสำเร็จของชิ้นงานที่ดี เศษที่เกิดขึ้นจะต้องสามารถนำออกจากบริเวณพื้นที่การตัดเฉือนได้สะดวก ลักษณะเช่นนี้จะเกิดขึ้นได้ในกรณีเป็นเศษหลัก (Broken Chips) ที่มีรูปร่างสม่ำเสมอ

ค. ลักษณะของเศษ (Type of Chips) ลักษณะของเศษที่เกิดจากการตัดเฉือนจะขึ้นอยู่กับ

- ปัจจัยการอัด (Compression Factor) = $\frac{\text{ความหนาของเศษ}}{\text{ความลึกของการตัดเฉือน}}$
- วัสดุชิ้นงาน
- ความเร็วตัด

- ผิวสำเร็จของผิวคายด้านบน
- วัสดุเครื่องมือ
- ส่วนหักเศษ (Chip Breakers) ของปลายคมตัด