บทที่ 3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

ในยุคปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าจะซื้อสินค้าใดก็ตามสิ่งที่ต้องคำนึงถึงผลิตภัณฑ์ที่ซื้อมาก็คือ มีคุณสมบัติตามที่ต้องการหรือไม่ ผู้ซื้อจะพิจรณาผลิตภัณฑ์ต่างๆ ด้วยคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ระดับความดีของผลิตภัณฑ์ รูปร่างลักษณะและความเหมาะสม สำหรับการใช้งานต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ในด้านผู้ผลิต ถ้าต้องการผลิตภัณฑ์มาให้ผู้บริโภคเลือกใช้ก็ต้องผลิต ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดข้างต้น ก็คือการกำหนดระดับความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ หรือกล่าวง่ายๆ ก็คือการกำหนดระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ คำว่า "คุณภาพ"จะเป็นคำที่มีความหมายชัดเจนที่หมายถึงระดับที่กำหนดไว้ด้วยคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ระดับความดีของผลิตภัณฑ์ รูปร่างลักษณะและความเหมาะสมสำหรับการใช้งานต่างๆ ของผลิตผลิตจะกำหนดไว้เป็นมาตราฐานของการผลิต เพื่อให้ผู้บริโภคเกิดความเชื่อถือในผลิตภัณฑ์

3.1 ระบบการควบคุมคุณภาพ

จากความหมายของคุณภาพก็คือระดับที่กำหนดไว้เป็นข้อกำหนดเพื่อใช้เป็นมาตราฐาน และจากความหมายของคุณภาพที่กล่าวมาแล้วข้างต้นถ้านำคำว่า"การควบคุม"และคำว่า "คุณภาพ" มาผนวกเข้าด้วยกันจะได้คำว่า"การควบคุมคุณภาพ"ซึ่งมีความหมายถึงการควบคุมการผลิตผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในระดับมาตราฐานกำหนด ซึ่งจะมีความหมายรวมถึงกิจกรรมต่างๆ หรือผลรวมของกิจกรรมต่างๆ เพื่อป้องกันมิให้ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาได้มีข้อบกพร่อง หรือเสียออกมาในกระบวนการผลิต และเพื่อให้บรรลุความหมายข้างต้น การจัดการเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพก็คือ การจัดกิจกรรมในรูปแบบของการป้องกันมิให้ผลิตภัณฑ์เสียออกมา ก็ด้วยการจัดการตรวจสอบ, การทดสอบ, การแก้ไขสิ่งบกพร่องตลอดจนถึงการประกันคุณภาพ

3.1.1 ชนิดของคุณภาพ

ถ้าจำแนกคุณภาพตามชนิดของคุณภาพ HAYES AND ROMIGได้จำแนกชนิดของคุณภาพออกเป็น 4 ชนิด คือ

1. คุณภาพบ่งกล่าว (STATED QUALITY) จะหมายถึงคุณภาพที่กำหนดขึ้นเป็นสัญญาซื้อขาย ระดับคุณภาพจะถูกกำหนดขึ้น โดยการคาดหมายของผู้ซื้อ ผู้ผลิตจะทำหน้าที่ผลิตให้เป็นไป

ตามสัญญา

2. คุณภาพแท้จริง (REAL QUALITY) คือคุณภาพที่แน่นอนของหน่วย หรือผลิตภัณฑ์ที่เริ่มจากการผลิตจนกระทั่งสินค้าหมดอายุ ระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะมีคุณภาพสูงเพียงใดจะขึ้นอยู่กับการผลิตที่เริ่มต้นตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ตลอดจนการผลิตในกระบวนการผลิตจะต้องทำให้ดีที่สุด เพื่อผลต่อคุณภาพที่คาดคะเนไว้ผลดีก็จะเกิดต่อผู้ผลิตโดยตรงหากคุณภาพที่แท้จริงต่ำกว่าระดับคุณภาพที่คาดคะเนไว้ผลเสียก็จะเกิดขึ้นกับผู้ผลิตเช่นกันเพราะจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงแก้ไขผลิตภัณฑ์

3. คุณภาพที่โฆษณา (ADVERTISED QUALITY) จะหมายถึง คุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ที่ถูกกำหนดโดยผู้ผลิตหรือผู้ขายเป็นผู้กล่าวถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อกล่าวอ้างถึงสรรพคุณหรือรับประกันคุณภาพให้กับลูกค้าในเชิงการค้า

4. คุณภาพจากประสพการณ์ (EXPERIENCED QUALITY) หมายถึงคุณภาพที่เกิดขึ้นจากประสพการณ์ของผู้ใช้เอง คุณภาพจะมีอายุยาวนานหรือไม่ขึ้นกับผู้ใช้เป็นเรื่องสำคัญถ้าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาได้ ผู้ใช้สามารถใช้ได้ยาวนานกว่าคุณภาพที่ประกันคุณภาพไว้ ผู้ใช้ก็จะมีการบอกกล่าวต่อไป ซึ่งผู้ผลิตจะต้องเตรียมการสำหรับปรับสมรรถนะของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามคุณภาพของผู้ใช้ การออกแบบผลิตภัณฑ์หรือการผลิต จะต้องมีการคำนวณระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีสมรรถนะที่สูงกว่าที่กำหนดไว้ด้วยจึงจะเป็นผลดีต่อผู้ผลิตเอง

3.1.2 <u>ชนิดของการตรวจสอบ</u>

1. การตรวจสอบการนำเข้า การวางแผนเพื่อตรวจสอบวัสดุนำเข้าควรจะเป็นไปเพื่อลดค่าใช้จ่ายสำหรับคุณภาพให้ต่ำสุด เพื่อป้องกันการปฏิเสธหลังจากรับวัสดุมาแล้ว และควรจะทำให้เป็นระบบที่มีการปรับปรุงแก้ไขด้วยตนเองโดยอัตโนมัติแผนกควบคุมคุณภาพจะให้ข้อมูลกับฝ่ายจัดซื้อ เพื่อนำไปพิจรณาทางด้านราคาและคุณภาพ การตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพจะขึ้นอยู่กับว่า จะทดสอบวิธีใด ข้อมูลอะไรบ้างที่ต้องการจากผู้ส่งวัสดุ จะใช้ระดับของคุณภาพและแผนการใด และขณะเดียวกันก็ควรจะวางแผนจัดอุปกรณ์ เครื่องมือและเจ้าหน้าที่สำหรับการตรวจสอบรายละเอียดของแผนการตรวจสอบก็ควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ ซึ่งประกอบด้วยค่าแรง ค่าใช้จ่ายค่าแรงในการจัดเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจสอบค่าใช้จ่ายสำหรับการปฏิเสธซึ่งแทนด้วย ค่าใช้จ่ายที่เกิดจาก ความเสียหายอันเนื่องจาก ชิ้นส่วนหรือ วัสดุที่ไม่มีมาตราฐานผ่านเข้าในสายการผลิต ถ้าเป็นไปได้การวางแผนการตราวจสอบควรจะได้คำนึงถึงข้อมูลเก่าๆ ของผู้ที้เคยส่งวัสดุให้

2. การตรวจสอบระหว่างการผลิตการตรวจสอบของพนักงานคือการตรวจชิ้นงานในขณะที่ทำการผลิตชิ้นงานไปด้วย เมื่อวิธีนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการควบคุมคุณภาพมันก็จะทำให้คุณภาพเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นโดยมีต้นทุนต่ำลงผู้ปฏิบัติงานสามารถปรับแต่งการทำงานหรือขบวนการโดยไม่ให้เกิดการล่าช้าในกระบวนการและในการผลิตขนาดใหญ่พนักงานที่ทำการตรวจเฉพาะส่วน จะทำให้ผลดีกว่าพนักงานเพียงคนเดียว แต่ทำหน้าที่ตรวจสอบชิ้นส่วนหลาย ๆ ชนิดอย่างไรก็ดีการควบคุมคุณภาพสามารถทำก่อนจะเริ่มการผลิต โดยการปรับแต่งเครื่องมือให้ได้ตามที่กำหนด

3. การตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนที่จะทำการส่งสินค้าสำเร็จรูปให้กับลูกค้านั้น ควรจะต้องมีการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งการตรวจสอบขั้นสุดท้ายนี้เพื่อต้องการคัดของเสียออกซึ่งอาจจะหลงมาจากการตรวจสอบในขบวนการผลิตซึ่งเราอาจจะทำการตรวจสอบแบบ100%หรือสุ่มตัวอย่างซึ่งขึ้นอยู่กับว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีจำนวนของเสียมากหรือน้อยและผลิตภัณฑ์นั้นมีความสำคัญมากน้อยแค่ไหน สิ่งแรกที่เราต้องควรคำนึงถึงคือ ผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องมีการตรวจสอบในขบวนการผลิตมาก่อน และมีกระบวนการผลิตค่อนข้างคงที่ซึ่งในการตรวจสอบขั้นสุดท้ายจะเป็นตัวเพิ่มความมั่นใจให้กับลูกค้าว่าจะได้รับแต่ผลิตภัณฑ์ที่ดี ซึ่งจุดสำคัญต่างๆ ในการตรวจสอบหรือทดสอบจะต้องกำหนดตามข้อกำหนดของการตรวจสอบ

4. การวางแผนการตรวจสอบ ควรใช้เวลาระหว่างช่วงการออกแบบผลิตภัณฑ์แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ การวางแผนการตรวจสอบก็ควรคำนึงถึงความพร้อมของเครื่องมือ และสถานที่เพราะต้องใช้เวลานานซึ่งรายละเอียดของแผนการตรวจสอบคือการวางแผนตรวจสอบชิ้นส่วนส่วนประกอบ และวิธีการ

ชนิดของการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีลักษณะที่มองเห็นได้ต้องวางแผนไว้ว่าจะตรวจสอบอะไร ใช้แผนแบบไหน จะบันทึกข้อมูลอย่างไรและวิเคราะห์ข้อกำหนดและช่วงข้อกำหนด

จากนั้น จัดทำบันทึกการตรวจสอบระบุวิธีการ แผนตรวจสอบ ความถี่ของการตรวจสอบ วิธีการต่างๆในการตรวจสอบอาจนำมารวมกันเช่น การตรวจสอบตามระยะการตรวจสอบรุ่นต่อรุ่น การตรวจสอบทั่วไป การตรวจสอบโดยผู้ปฏิบัติงาน ชนิดของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและโรงงานจะเป็นผู้เลือกวิธีการที่ดีที่สุด

5. การวัด ลักษณะของคุณภาพจะเกี่ยวข้องอย่างมากกับปริมาณที่ผลิตลักษณะในการผลิตปริมาณตามที่กล่าวนี้จะถูกดำเนินการภายใต้แนวทางของระบบที่เกี่ยวข้องกับ

1. คำจำกัดความของหน่วยมาตราฐานซึ่งเรียกว่า"หน่วยของการวัด" ซึ่งมีการกำหนดลงไปว่า ลักษณะอย่างไรจะมีหน่วยเรียกอย่างไรเช่น น้ำหนักเป็นกิโล ความยาวเป็นเมตร

เป็นต้น

2. เครื่องมือที่ใช้วัด ซึ่งก็จะถูกปรับให้ อ่านค่าได้ตามหน่วยมาตราฐานการวัดที่ต้องการ

3. ใช้เครื่องมือวัดตามที่กล่าวมา หาจำนวนหรือวัดขนาดของผลิตภัณฑ์

ลักษณะที่ไม่สามารถใช้เครื่องมือวัดค่าได้

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

2.การทดสอบ ที่ต้องใช้อุปกรณ์ทดสอบเช่น การตรวจหาช้อบกพร่องในวัสดุและส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้าง เหล็กซึ่งใช้ X-RAY เพื่อตรวจสอบ

3.1.3 <u>การยอมรับผลิตภัณฑ์</u>

ในการยอมรับผลิตภัณฑ์ จะมีวิธีการยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ 3 วิธี คือ

1. ไม่ตรวจสอบผลิตภัณฑ์เลยแล้วยอมรับผลิตภัณฑ์นั้น

2. ตรวจสอบทั้งหมด 100% แล้ว กำหนดกฎเกณฑ์ในการยอมรับผลิตภัณฑ์นั้น

3. ตรวจสอบจากการสุ่มตัวอย่างด้วย การกำหนดกฎเกณฑ์เพื่อการยอมรับ

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีไม่ตรวจสอบผลิตภัณฑ์เลย เป็นการยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยไม่มีการตรวจสอบกล่าวคือ เมื่อผลิตภัณฑ์มาได้ก็จะยอมรับผลิตภัณฑ์นั้นเลยโดยไม่มีการตรวจสอบหรือในกรณีผู้บริโภครับผลิตภัณฑ์นั้นมาจากโรงงานผู้ผลิต ก็จะยอมรับผลิตภัณฑ์เลยโดยไม่มีการตรวจสอบ

2. ตรวจสอบทั้งหมด 100% เป็นวิธีการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยการตรวจสอบทุกๆ ชิ้นจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาได้ หรือผลิตภัณฑ์ที่ส่งมาจากโรงงานผู้ผลิตซึ่งวิธีการตรวจสอบวิธีนี้เป็นวิธีง่ายเพราะเพียงแต่ตรวจสอบทุก ๆ ชิ้นแล้วจำแนกชิ้นดี ชิ้นเสียออกจากกัน แล้วกำหนดกฎเกณฑ์ในการยอมรับผลิตภัณฑ์จากการตรวจสอบเช่น ถ้าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาได้เสียเกินกว่า ร้อยละ 10 ก็จะปฏิเสธสินค้านั้นจากการตรวจสอบ100% แม้ว่าจะเป็นวิธีที่ง่ายต่อการตรวจสอบแต่เป็นวิธีที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและเวลาในการตรวจสอบมากประกอบกับความไม่มั่นใจว่าจะได้ผลิตภัณฑ์ดีตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เพราะการตรวจสอบ100% จะทำให้ผู้ที่ตรวจสอบเบื่อหน่าย เมื่อยล้าลดความตั้งใจในการตรวจสอบลงเรื่อยๆ ในกรณีนี้ถ้าต้องตรวจสอบ 100% ให้ได้ความสมบูรณ์ของการตรวจ-สอบ 100% อาจจะต้องมีการตรวจสอบ 100% ถึง2 ครั้ง หรือเพื่อลดความผันแปรจากการตรวจ-สอบ จะต้องใช้เครื่องจักรอัตโนมัติช่วยในการตรวจสอบ จึงจะได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ

3. การตรวจสอบจากการสุ่มตัวอย่างการสุ่มตัวอย่างจะเป็นวิธีการตรวจสอบที่จะช่วยลดค่าใช้จ่าย ลดเวลาและความผันแปรจากการตรวจสอบ 100% และวิธีการสุ่มตัวอย่างนี้บางครั้งจะให้ความมั่นใจในการตรวจสอบสูงกว่า การตรวจสอบ 100% แม้ว่าการตรวจสอบ ด้วยการสุ่มตัวอย่างจะมีความเสี่ยง(RISK) เนื่องจากความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างก็ตาม แต่ความเสี่ยงที่เกิดขึ้น ก็เป็นความเสี่ยงที่เราสามารถประมาณได้ ทำให้เราสามารถป้องกันความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างได้ ด้วยการตัดสินใจเลือกตัวอย่าง (SAMPING PLAN) ที่เหมาะสม

แผนการเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยแผนการเลือกตัวอย่างเดี่ยว, แผนการเลือกตัวอย่างคู่, แผนการเลือกตัวอย่างหลายชุดด้วยวิธีตรวจสอบต่างๆกัน

3.1.4 วิธีทางสถิติที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ

สำหรับการควบคุมคุณภาพทางสถิติจะเป็นส่วนที่ช่วยในการตัดสินใจว่าจะยอมรับ หรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาได้จากกระบวนการผลิต นอกจากสถิติจะช่วยในการ ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์แล้ว สถิติยังช่วยในการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ด้วยการตรวจสอบผลิตภัณฑ์บางส่วนจากกระบวนการผลิต แล้วตัดสินใจที่จะยอมรับ หรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์จากข้อมูลตัวอย่างที่สุ่มเลือกขึ้นมา

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนแรกของระเบียบวิธีการทางสถิติก็คือขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับในการวิเคราะห์ของข้อมูลซึ่งความสำคัญของระเบียบวิธีการทางสถิติ ก็คือการเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติ ในเชิงการควบคุมคุณภาพ วัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูลคือ

1. เพื่อควบคุมการติดตามดูผลการดำเนินการผลิต

2. เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความไม่สอดคล้อง

3. เพื่อการตรวจเช็ค

การเก็บรวบรวมข้อมูลมีอยู่ด้วยกันหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ผู้ศึกษาว่าจะใช้วิธีการใดจึงจะเหมาะสมกับลักษณะงานที่จะศึกษาและโดยทั่วไปการเก็บรวบรวมข้อมูลจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการนับ และการวัด

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

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการวัดซึ่งการเก็บข้อมูลชนิดนี้จะวัดผลข้อมูลด้วยการวัดในเชิงปริมาณ ความยาวหรือปริมาตร แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลทางสถิติสำหรับวิเคราะห์ผลต่อไป

2. แผ่นตรวจสอบ

แผ่นตรวจสอบ คือแผ่นที่มีแบบฟอร์มซึ่งได้รับการออกแบบช่องว่างต่างๆ และพิมพ์มาเรียบร้อย เพื่อให้ผู้บันทึกสามารถลงบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ลงในแต่ละช่องว่างได้อย่างสะดวก ถูกต้อง และต้องเขียนน้อยที่สุด ขณะเดียวกัน ผู้ที่อ่านข้อมูลหลังจากการจดบันทึกแล้วต้องเข้าใจง่ายนำไปใช้ได้เลย ดังนั้นในการออกแบบฟร์อมแผ่นตรวจสอบ จึงต้องกำหนดเป้าหมายไว้อย่างน้อย 2 ประการ คือ

1. เพื่อช่วยให้การกรอกข้อมูลสะดวกสบายที่สุด

2. เพื่อให้ข้อมูลที่จดบันทึกสามารถนำไปใช้ได้อย่างง่ายดายที่สุด

ลักษณะของใบตรวจสอบโดยทั่วไปจะเป็นดังนี้

1. บนหัวกระดาษของใบตรวจสอบ จะมีรายละเอียดของผู้ตรวจสอบสินค้าชนิดอะไร จากกล่องไหนหรือที่ไหน หมายเลขอะไร วันไหนเป็นวันที่ทำการตรวจสอบ จำนวนที่ตรวจสอบเท่าไร ใครเป็นผู้ตรวจสอบ และลักษณะที่วัดเป็นอย่างไร

2. ลักษณะเป็นตาราง ที่มีรายละเอียดต่างๆ ที่ต้องการตรวจสอบไว้พร้อมแล้ว สามารถใช้ในการปฏิบัติงานได้ โดยไม่ต้องกรอกร่ยละเอียดใหม่เพียงแต่กรอกรายการรายละเอียดขีดลงในช่องที่ตรงกับรายละเอียดนั้น ๆ หรือกรอกผลการตรวจสอบในรายละเอียดนั้น

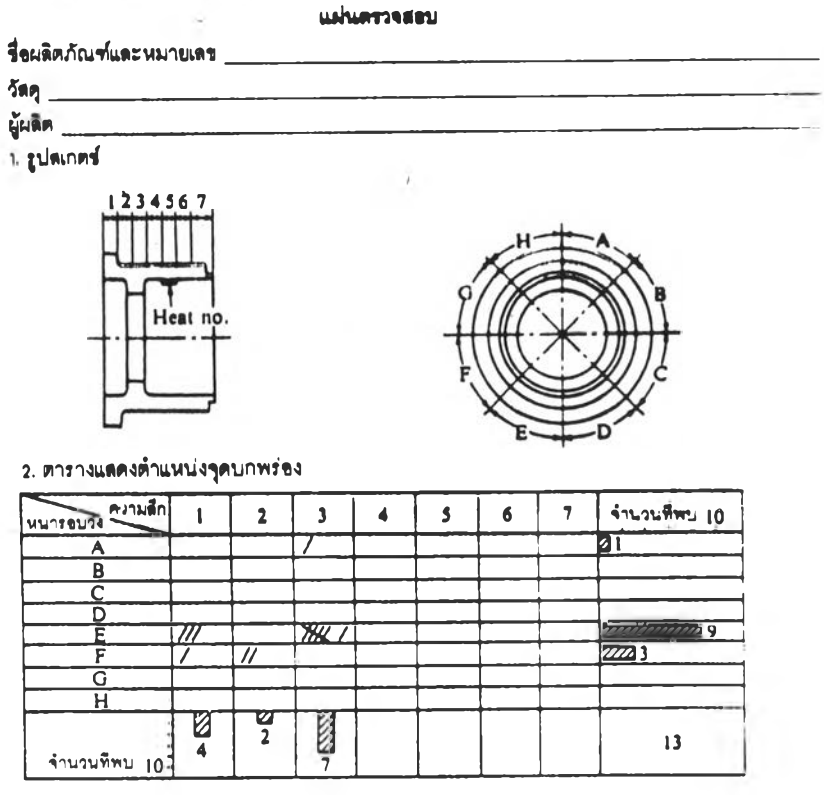
3. ใบตรวจสอบที่แสดงด้วยภาพ เช่น แสดงตำแหน่งรอยตำหนิของสินค้าดังรูปที่ 3.1

3. ผังพาเรโต

ผลของปัญหาด้านคุณภาพการผลิต จะปรากฏออกมาในรูปของความสูญเสีย ซึ่งคำนวณได้จาก จำนวนชิ้นของเสียคูณด้วยราคาต้นทุนต่อชิ้น และของเสียแต่ละชิ้นจะมีจุดบกพร่องที่ต่างกันออกไป และมาจากหลายสาเหตุ เรากลับพบว่าจุดบกพร่อง เพียงไม่กี่ชนิดทำให้เกิดความสูญเสียมากมาย ขณะที่ความสูญเสียเล็ก ๆ น้อยๆ ที่เหลือนั้นมีสาเหตุจากจุดบกพร่องหลายชนิดมาก ซึ่งเรียกจุดบกพร่องทั้ง 2 ประเภทนี้ว่า

1. ประเภทน้อยชนิด แต่มีผลมาก

2. ประเภทมากชนิด แต่มีผลน้อย



รูปที่ 3.1 แผ่นตรวจสอบแสดงตำแหน่งจุดบกพร่อง

แผนภูมิพาเรโต เป็นแผนภูมิที่แสดงว่ามูลเหตุใดเป็นมูลเหตุที่สำคัญที่สุด วิธีการเขียนแผนภูมิพาเรโต เริ่มจากการใช้ใบตรวจสอบเก็บข้อมูลก่อน แล้วจำแนกแจกแจงข้อมูลเป็นหมวดหมู่ตามสาเหตุต่างๆ หลังจากนั้นก็จัดอันดับโดยนำสาเหตุที่มีความถี่สูงสุดไปแสดงไว้ซ้ายสุดในแผนภูมิ และสาเหตุรองลงมาก็แสดงไว้ชิดทางขวามือ นอกจากจะแสดงมูลเหตุที่สำคัญที่สุด และเรียงมูลเหตุอื่น ๆ ตามลำดับความสำคัญแล้วจะแสดงเส้นกราฟสะสมไว้ด้วย

4. ผังก้างปลาหรือผังเหตุและผล

เป็นแผนภูมิที่ใช้ต่อจากแผนภูมิพาเรโต กล่าวคือ หลังจากตัดสินใจที่จะเลือกแก้ปัญหาใดจากการทำแผนภูมิพาเรโตแล้ว ขั้นต่อไปก็เป็นการระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เลือกขึ้นมาจากแผนภูมิพาเรโต โดยแสดงผลของสาเหตุของปัญหาไว้ที่ปลายของแผนภูมิ และระหว่างที่จะถึงปลายของแผนภูมิจะแสดงถึง สาเหตุของปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากการระดมความคิดจำแนกออกเป็นแขนงเหมือนก้างปลา ซึ่งมีหลักการเขียน คือ

1. กำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไขจากแนภูมิพาเรโต จากปัญหาที่กำหนดจะเป็นผล

ของสาเหตุที่อยู่ปลายสุดของแผนภูมิก้างปลา

2. เขียนต้นเหตุของปัญหาที่เป็นสาเหตุ ของปัญหาเล็กๆ แตกแยกแขนง ออกจากเส้นตามแนวนอนที่ชี้ไปยังผลของสาเหตุ ซึ่งการเขียนสาเหตุของปัญหาจะได้จากการระดมความคิดทั้งหมด โดยเริ่มจากต้นเหตุใหญ่ของปัญหา ซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วย คน, เครื่องจักร, วัตถุดิบ วิธีการทำงาน, สภาพแวดล้อม,

3. จากต้นเหตุหลักที่สำคัญข้างต้น ในขั้นตอนนี้จะแตกแขนงปัญหาออกไปเป็นปัญหาย่อย ๆ โดยละเอียด ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นการระดมความคิดต่อเนื่องจากการหาต้นเหตุหลักด้วยการสร้างคำถามขึ้นมาเพื่อหาสาเหตุย่อยเขียนลงในแผนภูมิก้างปลา

5. ฮีสโตแกรม

เมื่อเราเก็บข้อมูลได้จากสิ่งตัวอย่างแล้ว เราทำการวัด และประมาณค่าต่างๆ ค่าต่าง ๆ เพื่อใช้ทำนายคุณสมบัติของประชากร การชักสิ่งตัวอย่างยิ่งมากขึ้นเท่าใดจะยิ่งได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับประชากรมากเท่านั้น แต่ค่าใช้จ่าย และความยุ่งยากในการจัดการกับข้อมูลจำนวนมากขึ้น ก็จะเพิ่มเป็นเงาตามตัวด้วยวิธีการเก็บข้อมูลที่ดีไม่ใช้การใส่ในตาราง แต่การเขียนเป็นแท่งกราฟ หรือที่เรียกว่า กราฟแท่งที่มีชื่อว่า ฮีสโตแกรมจะเป็นวิธีการเก็บที่ดีที่สุด เพราะช่วยให้นำไปใช้งานได้โดยทันทีต่อไป

ฮีสโตแกรม เป็นแผนภูมิที่แสดงความถี่ของสิ่งที่เกิดขึ้น โดยแสดงเป็นกราฟแท่งสี่เหลี่ยมที่มีความกว้างเท่ากัน และมีด้านข้างติดกัน ดังรูปที่ 3.2 วิธีสร้างฮีสโตแกรมทำได้ดังนี้คือ

5.1 เก็บรวบรวมข้อมูลของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

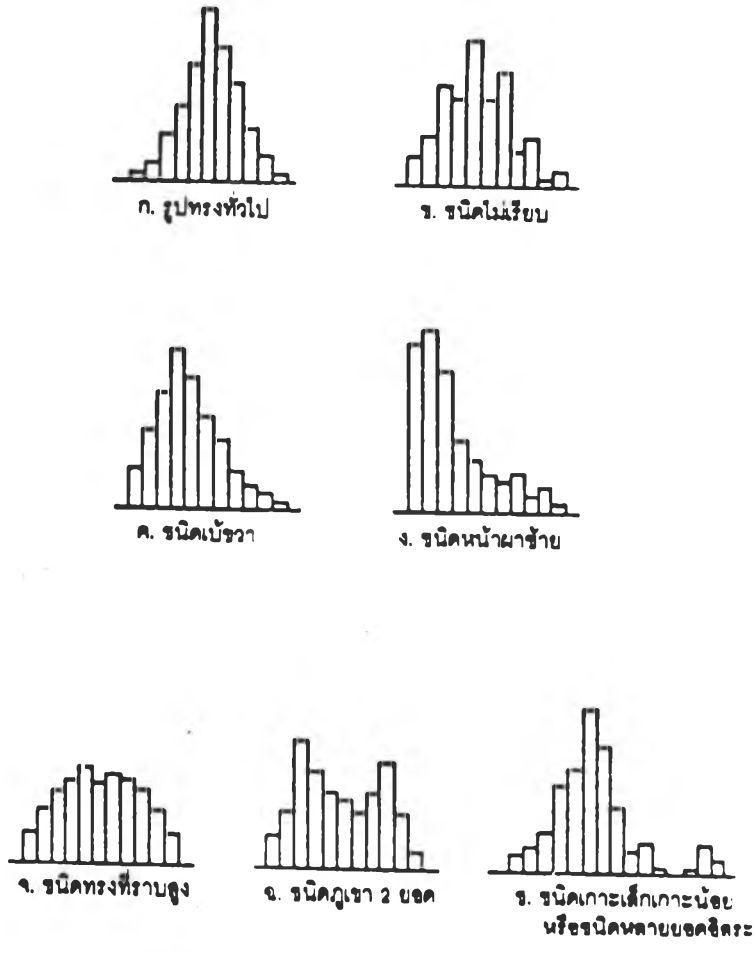
5.2 กำหนดจำนวนช่วงหรือแท่งของกราฟที่ต้องการแสดงโดยปกติจะให้มีจำนวนแท่งระหว่าง 8-12 แท่ง

5.3 กำหนดค่าของแต่ละช่วงโดยค่าที่กำหนดจะต้องให้ครอบคลุมค่าทุกๆ ค่าของข้อมูลที่เก็บได้ และจะต้องไม่มีค่าใดตกอยู่ในช่วงข้อมูลมากกว่า 1 ช่วง

5.4 นับจำนวนข้อมูลในแต่ละช่วง แล้วเขียนเป็นกราฟ

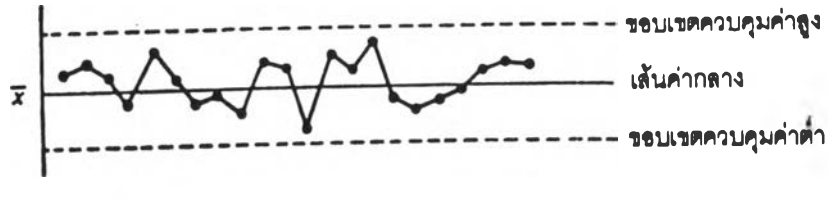
6. แผนภูมิควบคุม

แผนควบคุม (CONTROL CHART) คือแผนภูมิ หรือแผ่นกราฟที่เขียนขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยข้อมูลจากข้อกำหนดทางเทคนิค (SPECIFICSTION)ที่ระบุคุณสมบัติ ทางคุณภาพข้อใดข้อหนึ่งของชิ้นงานที่ทำการผลิต และต้องการจะควบคุมนั้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการติดตามผลการผลิตจากกระบวนการผลิต ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งโดยการตรวจวัดค่าซึ่งวัดได้(VARIABLE) ที่เรียก



รูปที่ 3.2 ชนิดของฮีสโตแกรม

ว่าค่าวัดหรือการนับจำนวนของค่าที่เป็นหน่วยนับ (ATTRIBUTE) แล้วเขียนบันทึกลงในแผนภูมินั้นๆ ซึ่งจะมี 3 เส้น (โดยปกติ) ได้แก่ เส้นค่ากลาง คือ เส้นที่แสดงขนาดหรือจำนวนที่เป็นข้อกำหนดหรือเป้าหมายของการผลิต พร้อมกับเส้นแสดงขอบเขตควบคุมค่าสูง และเส้นแสดงขอบเขตควบคุมค่าต่ำที่อนุญาตให้มีความคลาดเคลื่อนในการผลิตเกิดขึ้นได้ และหากอยู่ในขอบเขตควบคุมนี้ถือว่าผลการผลิตยอมรับได้แต่ถ้าหากว่าค่าที่ได้อยู่นอกขอบเขตควบคุม (ไม่ว่าในทางมากกว่าหรือต่ำกว่า) ถือว่าการผลิตในขณะนั้นยอมรับไม่ได้จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องโดยทันทีต่อไปดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม

ชนิดของแผนควบคุม

แผนควบคุมแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ โดยพิจารณาจากคุณลักษณะตัวแปรที่ใช้เขียนแผนภูมิ คือ

6.1 แผนภูมิควบคุมชนิดข้อมูลมีค่าต่อเนื่อง หรือเป็นข้อมูลจากหน่วยวัด

6.2 แผนภูมิควบคุมชนิดข้อมูลมีค่าเป็นแจงนับ (DISCRETE VALUE) หรือมีค่าเต็มหน่วย ซึ่งเป็นข้อมูลจากหน่วยนับ

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

7. ความสามารถของขบวนการ (PROCESS CAPABILITY)

คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นจากวิธีการผลิต หรือกระบวนการผลิต ถ้าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นหมายความว่าในกระบวนการผลิตปราศจากความผันแปรหรืออาจมีความผันแปร แต่ความผันแปรที่เกิดขึ้นมีน้อยมาก แต่ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดีมีผลิตภัณฑ์เสียมาก นั้นก็หมายความว่า กระบวนการผลิตมีความผันแปรมากและความผันแปรที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตนี้ จะเป็นส่วนบ่งชี้ถึงความสามารถในกระบวนการผลิตว่า มีความสามารถใน

การผลิตเป็นอย่างไร

ความสามารถของกระบวนการ ในวิธีการผลิตหนึ่งจะรวมถึง คน เครื่องจักร วัตถุดิบ การวัด สิ่งแวดล้อม ซึ่งการศึกษาความสามารถของกระบวนการ ก็คือการหาความผันแปรทั้งหมด และความคงที่ของกระบวนการที่มีเวลาเป็นส่วนประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญที่จะต้องพิจรณาถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับคุณภาพ อันเนื่องมาจากเครื่องมือ หรือการทดแทนเครื่องมือ

ดัชนีชี้ความสามารของกระบวนการ

การศึกษาความสามารถของกระบวนการ ก็คือ การวิเคราะห์ถึงแหล่งที่มาของความผันแปรที่เกิดขึ้น ซึ่งก็หมายถึงการพิจรณาถึงแหล่งที่เป็นไปได้ของความผันแปร โดยพิจรณาจากค่าของผลิตภัณฑ์ ที่วัดได้ในข้อมูลตัวอย่างช่วยในการวิเคราะห์หาความผันแปรที่เกิดขึ้นโดยวัดค่าความสามารถของกระบวนการด้วยค่าตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบ ความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดด้านบนและด้านล่าง กับ 6เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (6 σ)ของกระบวนการ ภายใต้เงื่อนไขว่าข้อมูลที่ได้จากกระบวนการ มีการแจกแจงปกติ ที่มีกระบวนการเฉลี่ย $\bar{X}$ และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน และค่าที่วัดได้นี้เรียกว่าดัชนีความสามารถของกระบวนการใช้สัญญลักษณ์ Cp โดยที่

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

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

เมื่อ

USL = แทนขอบเขตข้อกำหนดบน

LSL = แทนขอบเขตข้อกำหนดล่าง

σ = แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานของประชากร

การตัดสินใจว่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ (Cp) ว่ามีความสามารถหรือไม่ การตัดสินใจจะใช้การเปรียบเทียบ การกระจายภายใต้ 6σ โดยกล่าวว่าถ้า Cp = 1 จะชี้ว่ากระบวนการมีความสามารถภายใต้การกระจายของกระบวนการเท่ากับ ความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง ถ้า Cp > 1 แสดงว่าขีดจำกัดข้อกำหนดบนและล่าง มีค่ามากกว่าการกระจาย

ของกระบวนการ ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีสำหรับผู้ผลิตเช่นกัน ถ้า Cp < 1 แสดงว่า กระบวนการผลิตนั้นไม่มีความสามารถ

3.2 การจัดองค์กรสำหรับคุณภาพ

ในการจัดองค์กรสำหรับคุณภาพนี้ มีอยู่หลายทางเลือกในการจัดส่วนประกอบโครงสร้างขององค์กร ซึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของแต่ละบริษัทที่กำลังเผชิญอยู่ ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อดังนี้ คือ

3.2.1 รูปแบบการจัดองค์การในขบวนการอุตสาหกรรม

โรงงานแบบขบวนการผลิต การจัดองค์การแตกต่างจากโรงงานเครื่องจักรกลศูนย์กลางของการยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในห้องปฏิบัติการ เช่น เคมี โลหะ

ห้องปฏิบัติการ ทำการตัดสินใจยอมรับในสิ่งต่างๆ เช่น วัสดุที่สั่งซื้อเข้ามา สินค้าในขบวนการผลิต, สินค้าสำเร็จรูป, การตรวจสอบผลิตภัณฑ์มักทำโดยผู้ตรวจสอบในการผลิต แต่ห้องปฏิบัติการมีอิสระในการตรวจสอบ

หัวหน้าห้องปฏิบัติการตามปกติขึ้นต่อผู้จัดการฝ่ายเทคนิค ในแบบโรงงานเดี่ยว คณะคิวซีอาจจะขึ้นต่อฝ่ายพัฒนาขบวนการผลิต คือดำเนินงานภายใต้การแนะนำของห้องปฏิบัติการก็ได้ ในบริษัทที่มีหลายๆ โรงงาน แต่ละโรงงานจะมีห้องปฏิบัติการของตน อย่างไรก็ตามบางบริษัทจะมีกลุ่มคิวซี ซึ่งได้มาจากคณะต่างๆ สำหรับทุกโรงงาน

ในขบวนการผลิต หน้าที่จัดตั้งมาตราฐานคุณภาพ ทำโดยผู้จัดการคุณภาพ โดยเขาจะกำหนดไปยังหน่วยมาตราฐาน ซึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งของห้องปฏิบัติการ หรืออาจจะแยกหน่วยนี้ให้ขึ้นตรงต่อผู้จัดการคุณภาพโดยตรง

3.2.2 รูปแบบการจัดองค์การในบริษทาใหญ่

บริษัทใหญ่มีลักษณะหลายๆ แผนก มีทั้งที่ตั้งหลายแห่ง มีสาขาในต่างประเทศ ที่ใช้จัดองค์การมากที่สุด มีดังนี้

1. บริษัทที่มีหลายโรงงาน รูปแบบการจัดองค์การร่วมจะตั้งขึ้น โดยผู้จัดการคุณภาพของแต่ละโรงงาน เขาจะรายงานไปยังผู้จัดการโรงงาน และชักนำหน้าที่ของการตรวจสอบวิศวควบคุมคุณภาพ และงานที่เกี่ยวข้องกัน อย่างไรก็ตามคณะควบคุมคุณภาพถูกตั้งขึ้นในบริษัท เพื่อทำหน้าที่ ต่อไปนี้

- พัฒนานโยบายคุณภาพ และวัตถุประสงค์
- ตระเตรียมแผนคุณภาพ และจัดทำเป็นคู่มือมาตราฐาน

- ปรับปรุง บริการของวิศวความเชื่อมั่น และบริการอื่น ๆ สัมพันธ์กับฝ่าย
- ออกแบบผลิตภัณฑ์ และฝ่ายการตลาด
- ปรับปรุงการให้คำปรึกษา และอบรมในโรงงาน
- แก้ไขประสิทธิภาพ คุณภาพของโรงงาน
- ติดตามข่าวสารของทางการเกี่ยวกับคุณภาพของอุตสาหกรรม

2. บริษัทที่มีหลายแผนก แต่ละแผนกจะถือว่าเป็นบริษัทแผนกนี้จะได้รับอำนาจระดับสูง ในการดำเนินงาน เท่าที่เป็นอยู่ หลักการณ์ที่ประยุกต์กับคุณภาพของแผนก แต่ละแผนกจะสร้างรูปแบบการทำงานของตนเองขึ้น

ในส่วนน้อยของบริษัทที่ใหญ่มากๆ มีการสร้าง ตำแหน่งผู้จัดการคุณภาพแห่งบริษัทขึ้น ตำแหน่งนี้จะทำหน้าที่รวมในการพัฒนานโยบายคุณภาพของบริษัท และศึกษาประสิทธิภาพคุณภาพของแผนกต่างๆ การปรับปรุงและปรึกษา แต่ละแผนกงาน การจัดสายงาน การจัดการทางคุณภาพ

ประสบการณ์ในตำแหน่ง คุณภาพแห่งบริษัท ควรมีการผสมผสาน และมีการนำออกมาใช้ในอัตราสูง เป็นงานที่ยากในการทำให้งานในบริษัทสอดประสานกันโดยตลอด เขาจะใช้ทักษะทางการบริหาร ความเหนือชั้นด้านประสบการณ์ ทำให้มีความอยากพบข้อยุติไม่ใช้อำนาจแต่เพียงอย่างเดียว

3. บริษัทนานาชาติ ความกว้างขวางของบริษัทจะทำให้เกิดการบริหารแบบปกครองตนเอง รูปแบบต่างๆ จะแตกต่างกันเพราะภูมิประเทศ และความอิสระในการจัดการ อย่างไรก็ดี มีเทคโนโลยีบางอย่างที่ใช้ร่วมกัน ในกรณีเช่นนี้ คือ นโยบายที่เป็นอันเดียวกัน ในผลิตภัณฑ์คุณสมบัติการผลิต การควบคุมที่เหมือนกันการกำหนดคุณสมบัติให้เหมือนกันต้องมีคณะที่เป็นศูนย์กลางเป็นบริษัทแม่ เพื่อให้ในนานาประเทศมีส่วนร่วมกัน จะมีการดำเนินการดังนี้

3.1 บริษัทในต่างประเทศต้องส่งสำเนารายงานการชาดสอบไปยังบริษัทแม่

3.2 บริษัทต่างประเทศต้องส่ง ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เพื่อทดสอบ ณ บริษัทแม่

3.3 บริษัทแม่ส่ง " ตัวแทน " ไปยังที่บริษัทในต่างประเทศเพื่อทบทวนแผนและแผนอื่น ๆ

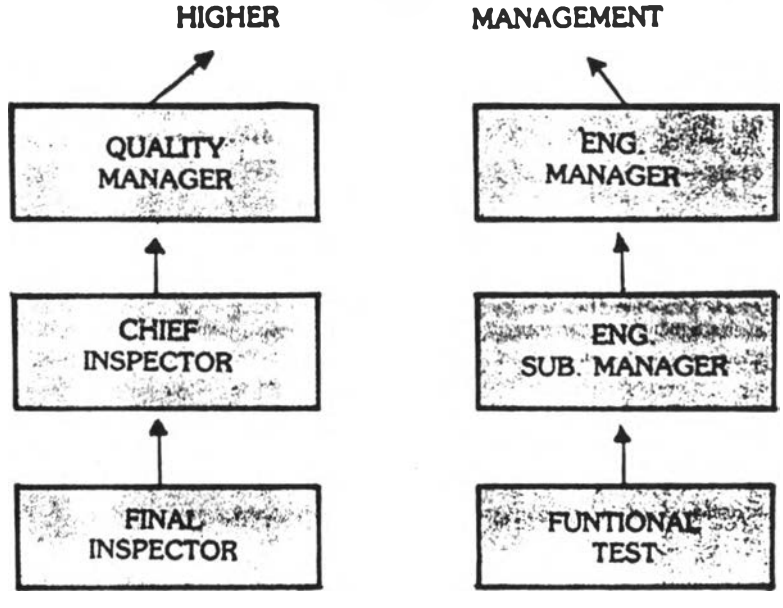
3.2.3 <u>การจัดองค์กรเพื่อการยอมรับ</u>

คำว่า " การยอมรับ "ตามปกติใช้อธิบายการกระทำการตัดสินใจยอมรับในผลิตภัณฑ์ เช่นในงานตรวจสอบ ทดสอบ งานบริการ

ขั้นตอนที่แตกต่างกันของผลิตภัณฑ์เช่น ซื้อวัตถุดิบมา, งานในขบวนการผลิต และงาน

สำเร็จรูป, ทำให้การตรวจสอบต้องแบ่งแยกออกไปตามขั้นตอนต่างๆ ซึ่งมีผลต่อ การจัดองค์การงานที่ทำเพื่อการยอมรับ เช่น การวัดผลทางห้องปฏิบัติการการบันทึกของชำรุด งานทดสอบที่กลุ่มรวม ๆ นี้ก็เป็นไป เพื่อจุดประสงค์ของการออกแบบจัดองค์การ

ในบางบริษัท มีการแยกการตรวจสอบออกจากการทดสอบ ดังรูปที่ 3.4 ในกรณีของผลิตภัณฑ์อาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์ หน่วยทดสอบจะรายงานไปยังผู้บริหารระดับสูง ผ่านตามลำดับสายงาน



รูปที่ 3.4 การแยกหน้าที่ทดสอบออกจากการตรวจสอบ

ในบางบริษัท ผลิตภัณฑ์ได้รับออกมาจากขบวนการผลิต จะพบของเสียมากอยู่เสมอ ดังนั้น จึงต้องตรวจสอบ 100% ใน 100%ที่จะจัดแยกว่าเสียเพราะอะไรบ้างซึ่งเป็นความรับผิดชอบของฝ่ายผลิต ในกรณีเช่นนี้ ในทางปฏิบัติอาจสุ่มตัวอย่างเพื่อจุดประสงค์ในการยอมรับตัวอย่างสุ่มนี้ จะเลือกโดยบุคคลผู้ซึ่งอิสระจากหน่วยตรวจสอบ หรือทดสอบ

มันเป็นจุดร่วมทางปฏิบัติในการบำรุงรักษาความแม่นยำของเกจและเครื่องมือต่าง ๆ

ภายใต้ความเที่ยงตรงของหัวหน้าหน่วยตรวจสอบ โดย "การรักษาความแม่นยำ " นี้หมายความว่า ระบบการเช็คแต่ละเครื่องตามหมายกำหนดการ

3.2.4 <u>การรายงานผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ</u>

การควบคุมผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพนั้นโดยปกติจะอยู่นอกความรับผิดชอบของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบ แต่จะให้หัวหน้าหน่วยตรวจสอบเป็นผู้ดูแล และรายงาน ซึ่งจะเป็นผู้พิจรณาและกำหนด ซึ่งจะรวมถึง

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

2. ความต้องการสำหรับการยกเว้น ซึ่งเตรียมโดยผู้ตรวจสอบ ซึ่งโดยมากจะเป็นคนจากฝ่ายควบคุมคุณภาพ

3. การแยก คัดออกของวัตถุ ซึ่งปัญหา เพื่อเป็นการแน่ใจว่า วัตถุซึ่งน่าสงสัยว่าจะไม่ได้มาตราฐานจะถูกแยกออกทั้งหมด ในทำนองเดียวกันเลขหมายประจำตัวของผลิตภัณฑ์ ควรจะได้รับการบันทึกเพื่อมั่นใจว่า มีผู้ใช้แต่ผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้รับอนุญาตแล้วเท่านั้น

4. การทำการตัดสินใจสำหรับการยกเว้น ซึ่งอาจเกิดตาม การสั่งการตามสายงาน หรืออาจเกิดจากการประชุมอย่างไม่เป็นทางการของฝ่ายต่างๆ ที่สนใจหรืออาจเกิดจากกรรมการที่ถูกตั้งขึ้นอย่างเป็นทางการ

5. การบันทึกการตัดสินใจ นี้อาจอยู่ในฟอร์มของการเปลี่ยนแปลงรายละเอียด หรือจำนวนของข้อยกเว้น

การตัดสินใจครั้งสุดท้ายที่จะจัดการกับของที่ไม่ได้มาตราฐานนั้นอาจออกมาในรูปของนำไปปรับปรุงใหม่, ทิ้งของนั้นหรือลดระดับคุณภาพลงสู่คุณภาพที่ต่ำกว่า ซึ่งขึ้นอยู่กับหลายอย่าง เช่น ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น, เวลาที่ต้องใช้ และสิ่งประกอบที่เกี่ยวข้อง

3.3 การบำรุงรักษาอุปกรณ์การผลิต และเครื่องมือวัด

การบำรุงรักษา (MAINTENANCE) เป็นส่วนประกอบสำคัญของการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สิ่งที่ผู้บริโภคต้องการโดยทั่วไปก็คือความสามารถในการใช้งานผลิตภัณฑ์ได้ทันทีโดยไม่เกิดการขัดข้องแต่อย่างใดทั้งสิ้น การบำรุงรักษาจึงจำเป็นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถอยู่ในสภาพที่พร้อมจะทำงานได้เมื่อต้องการ

ปัญหาที่เกิดจากคุณภาพไม่ได้ตามกำหนด ซึ่งส่วนใหญ่แล้ว ถ้าพูดถึงระบบการผลิต ก็จะมีองค์-ประกอบที่ทำให้เกิดของเสียว่ามาจาก 5M นั่นคือ คน (MAN), เครื่องจักร (MACHINE), วัสดุ (MATERIAL), วิธีการทำงาน (METHOD), และวิธีวัด (MEASUREMENT)นอกจากนั้นสภาพของเสียต่าง ๆ ที่อาจมีได้จากกรณีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ เช่น

- การเสื่อมสภาพอย่างรุนแรงของอุปกรณ์ ทำให้เกิดเหตุขัดข้อง มีผลทำให้เกิดของเสียได้
- การตั้งเครื่องเตรียมงานที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้ไม่สามารถผลิตของที่ถูกต้องได้ตั้งแต่ต้น
- การปรับแต่งเครื่องระหว่างผลิต ทำให้เกิดของเสีย
- การเสื่อมสภาพตามธรรมชาติ ทำให้เกิดของเสีย
- การแตกหักเสียหายของเครื่องมือประกอบในการทำงาน ทำให้เกิดของเสียได้

ซึ่งคงจะเข้าใจว่า จำเป็นต้องจัดสร้างระบบเพื่อรักษาสภาพอุปกรณ์ เครื่องจักรไม่ให้ทำของเสียออกมา โดยไม่จำกัดอยู่แค่ไม่ให้เกิดเหตุฉุกเฉิน หรือการเสื่อมสภาพ ตามธรรมชาติเท่านั้น แต่จะรวมไปถึงการยับยั้งไม่ให้เกิดความสูญเสียต่างๆ จากการตั้งเครื่อง เตรียมงาน เปลี่ยนแบบ ตลอดจนช่วงเริ่มต้นการผลิต

การนำวิธีการบำรุงรักษาทวีผล เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยในการ ทำให้การบำรุงรักษาอุปกรณ์มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะการบำรุงรักษาทวีผล (TPM) นี้ตั้งหัวข้อเน้นอยู่เพียง แค่อุปกรณ์ เครื่องจักร จึงทำให้การดำเนินกิจกรรมมองเห็นชัดเจน และทำได้ง่าย

<u>แนวทางการแก้ไขเหตุขัดข้อง และความสูญเสียต่าง ๆ ของอุปกรณ์ เครื่องจักร</u>

1. การบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ เพื่อผลิตให้ได้คุณภาพ นั่นคือการจัดขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลทางคุณภาพสอดคล้องตามที่กำหนดไว้ในมาตราฐานข้อกำหนดและรูปรายละเอียดต่าง ๆ โดยเฉพาะคำนึงถึงแม้แต่วิธีการ เพื่อบำรุงรักษาให้สามารถทำได้ง่าย ใช้ได้ง่าย ตั้งแต่ขั้นตอนสำรวจจัดหาเครื่องจักรหรือพัฒนาจัดสร้าง ออกแบบผลิต ติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าว

2. การเตรียมงานตั้งเครื่องที่ไม่เสียเวลา ควรมีการดัดแปลง ปรับปรุงอุปกรณ์(เครื่องมืออุปกรณ์จับยึดต่างๆ) เพื่อให้ได้งานเตรียมการตั้งเครื่อง ตลอดจนถึงการปรับแต่งในการผลิต ให้เสียเวลาน้อยลง

3. การประเมินขอบเขตการเสื่อมสภาพควรจัดหาข้อมูลให้รู้ความสัมพันธ์ของการเสื่อมสภาพตามธรรมชาติของอุปกรณ์ว่ามีผลกระทบอย่างไรต่อส่วนไหนของสินค้า ตลอดจนความถูกต้องแม่นยำต่าง ๆ ของสินค้านั้นจะคลาดเคลื่อนไปได้เพียงใด

4. การทำกิจกรรมบำรุงรักษาประจำวัน เป็นขั้นตอน เพื่อการป้องกันไม่ให้เกิดความสูญเสีย

5. การอบรมพนักงานให้รู้วิธีใช้เครื่องเนื่องจากหลักงานหลักของพนักงานต้องมีหน้าที่ใช้งานเครื่องจักรอยู่แล้ว จากความสามารถข้อนี้การจะเพิ่มประสิทธิผลในการดูแล บำรุงรักษาจึงทำได้ง่ายมาก

6. การตรวจตำแหน่งเครื่องจักรที่มีผลกระทบต่อคุณภาพเมื่อเกิดปัญหาขึ้น ถ้ารู้สาเหตุก็จะทำให้สามารถแก้ไขได้ง่าย ความสามารถในการค้นหา สาเหตุของปัญหา โดยเฉพาะปัญหาที่เกี่ยวกับอุปกรณ์นั้น จำเป็นต้องมีความสามารถดังกล่าว

ที่กล่าวมาแล้วนี้เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการเกิดของเสียในเรื่องคุณภาพ ซึ่งการแก้ปัญหาในเรื่องคุณภาพนี้ จะต้องทำอย่างจริงจังตั้งแต่พนักงานระดับล่าง จนถึงพนักงานระดับสูง ซึ่งที่จะกล่าวต่อไปนี้ จะเป็นการบำรุงรักษาอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนโลหะจากงานขึ้นรูป และเชื่อมประกอบ ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ อยู่ 4 ส่วนคือ

3.3.1 <u>การบำรุงรักษาแม่พิมพ์</u>

การบำรุงรักษาแม่พิมพ์ สามารถพิจรณาได้ 2 ประเด็น คือ

ประเด็นแรกควรเรียกว่า การซ่อมบำรุงแบบป้องกันหรือการออกแบบแม่พิมพ์โดยการคำนึงถึงความง่ายต่อการซ่อมบำรุง

ประเด็นที่สองเป็นการจัดระบบในโรงงานโดยพิจรณาเกี่ยวกับการซ่อม,การลับคมตัดและการเก็บรักษาแม่พิมพ์

1. การออกแบบโดยคำนึงถึงความง่ายต่อการซ่อมบำรุงในการทำงานผลิตจำนวนมาก การปฏิบัติงานบนเครื่องอัดโลหะทุกชั่วโมงทำงานจะต้องมีกรรมวิธีที่ถูกต้องเป็นส่วนสำคัญ เพื่อขจัดปัญหาที่จะส่งผลให้การผลิตต้องหยุดชงักกลางคันปัญหาเมื่อเกิดขึ้นจากแม่พิมพ์ก็จะต้องรีบเร่งเปลี่ยนหรือไม่ให้ผลผลิตมีปัญหา ซึ่งสัดส่วนระหว่างชั่วโมงให้งานและชั่วโมงที่กำหนดไว้ซ่อมบำรุงแม่พิมพ์ห่างมากเกินไป ทั้งนี้อาจจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของโรงงาน, เครื่องอัดโลหะ, แม่พิมพ์, การอัดโลหะ, ลักษณะวัตถุดิบ, ทักษะของพนักงาน ในกรณีนี้ถ้าจะกล่าวถึงความเหมาะสมรวมๆ แล้วการอัดโลหะชิ้นงานบางเล็ก เรียบๆ ควรมีอัตราส่วนเวลาการใช้ และบำรุงรักษา ประมาณทุก ๆ ชั่วโมงทำงานใช้ 20 : 1นาที ยิ่งใช้งานมากขึ้นเพียงใดก็จะยิ่งใช้เวลาในการซ่อมบำรุงยิ่งสูงขึ้น

ปัจจัยที่จะเกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุงแม่พิมพ์ มีดังนี้

การออกแบบแม่พิมพ์, การออกแบบชิ้นส่วน, การใช้แม่พิมพ์,การหล่อลื่นแม่พิมพ์,การทำแม่พิมพ์, คุณสมบัติของวัสดุ, การเลือกเครื่องอัดโลหะ เป็นต้น

สิ่งที่ใช้ในการพิจรณาผลของการออกแบบแม่พิมพ์ ก็คือผลของการซ่อมบำรุงโดยนำมา

พิจารณาหลีกเลี่ยงรายละเอียดที่ยุ่งยากต่อไป

กล่าวโดยสรุปแล้วเป้าหมายของการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ก็เพื่อทำให้แม่พิมพ์มีสภาพการทำงานที่ดี, ขจัดปัญหายุ่งยากในระหว่างการผลิต ซึ่งสามารถแยกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

- กลุ่มลึกหรอปกติ
- กลุ่มที่แตกหักเป็นปกติ

ผู้ออกแบบสามารถป้องกัน หรือพิจารณาลดปัญหาทั้ง 2 กลุ่มลงได้

2. การจัดระบบ การบำรุงรักษาแม่พิมพ์ ระบบการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ ควรมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ได้แก่

- ซ่อมแซมพั้นช์ (PUNCH) และดายน์ (DIE) ให้เพียงพอและพร้อมที่จะใช้งานได้ทุกเวลา
- นำสาเหตุที่ทำให้เกิดช้อบกพร่องเสมอ ๆ มาปรับปรุงการออกแบบให้ดีขึ้น

ถ้าบรรลุวัตถุประสงค์ทั้ง 2 ประการดังกล่าว ก็จะมีผลทำให้ต้นทุนการผลิตลดต่ำลง การรวบรวมสาเหตุของช้อบกพร่องของดาย แล้วจัดทำเป็นแบบฟอร์มซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ฟอร์ม เช่น

- สีครีม ใช้สำหรับตรวจเช็ค และลับคมบ่อยเป็นประจำ
- สีแดง ใช้สำหรับซ่อมแซม หรือลับคมแม่พิมพ์ที่เร่งด่วน
- พิเศษ ใช้เมื่อเกิดเหตุบกพร่องขณะกำลังใช้งาน

3.3.2 <u>การบำรุงรักษาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน</u>

สำหรับอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (JIG) เป็นเครื่องมือ สำหรับงาน ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ถูกนำมาใช้มากโดยทำหน้าที่จับยึดชิ้นงานให้มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งและคงรักษาให้คงเดิมไว้ในตำแหน่งที่ถูกต้องตลอดเวลาการใช้งาน จิ๊กจึงถูกสร้างขึ้นมาเพื่อจับยึดชิ้นงาน หรือรองรับ และกำหนดตำแหน่งชิ้นงานทุก ๆ ชิ้นเพื่อให้แน่ใจว่าชิ้นงานที่ออกมาจะมีตำแหน่ง และรายละเอียดตามที่กำหนดทุกประการ

เมื่อจิ๊กมีความสำคัญต่อคุณภาพเช่นนี้ จึงควรมีการตรวจสอบตามระยะเวลาในการใช้งาน ว่ายังคงสามารถใช้ผลิตต่อไปได้หรือไม่ ซึ่งเราอาจจะกำหนดเป็นช่วงเวลาในการตรวจสอบตามการใช้งาน ว่าเมื่อใดจึงจะเหมาะสมในการซ่อมแซม และโดยทั่วๆ ไป เราจะมีจิ๊กสำรองไว้เผื่อเวลานำไปตรวจสอบแล้ว ยังคงสามารถทำการผลิตต่อไปได้ หัวข้อที่ทำการตรวจสอบเพื่อบำรุงรักษา ที่ควรพิจารณา คือ

- ตัวจับยึด และการควบคุมอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องหรือไม่

- ส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น สลัก สกรู แหวน น็อต ขันแน่นหรือไม่
- ชิ้นงานสามารถดึงให้หลุดออกจากจิ๊กได้หรือไม่
- ลำตัวของจิ๊กมีความแข็งแรงพอหรือไม่
- ตัวจับยึดชิ้นงานสามารถเลื่อนหลุดไปในระหว่างทำงานได้หรือไม่

3.3.3 การบำรุงรักษาเครื่องมือวัด

ในการผลิตสินค้าทางด้านชิ้นส่วนต่างๆ จำเป็นจะต้องใช้ กระบวนการขึ้นรูปประเภทต่าง ๆ ทั้ง กลึง ไส ตัด หรือเจาะ ด้วยเครื่องจักรปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้ชิ้นงานมีคุณภาพตรงตามความต้องการ คือ เครื่องมือวัดที่มีความเที่ยงตรง และการใช้งาน ตลอดจนการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง ดังนั้นการเอาใจใส่ต่อการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องกระทำอยู่เป็นประจำ

เครื่องมือวัดที่ใช้กันอยู่ทั่วๆ ไปในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนนั้นมีอยู่มากมาย แต่จะขอกล่าวเฉพาะที่สำคัญ และมีใช้อยู่กันประจำ คือ

1. เวอร์เนียร์ เป็นเครื่องมือวัดที่มีค่าละเอียดถึง 0.02 ม.ม.ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดที่นิยมใช้กันมาก ซึ่งวัดได้ทั้งภายนอก และภายใน รวมทั้งความลึกได้ ซึ่งสภาพเวอร์เนียร์ที่ดีควรจะต้องมีลักษณะดังนี้

1.1 ขีดหลัก และขีดย่อยทั้งสองตรงกัน

1.2 ฟันทั้งสองต้องประกบกันสนิท เมื่อส่องกับแสงไฟแล้วจะต้องไม่มีช่องว่างให้แสงสว่างลอดออกมา

การวัดขณะชิ้นรูปชิ้นงาน จะต้องวัดในขณะชิ้นงานหยุดนิ่งสนิทเสียก่อน ไม่ว่าจะเป็นการวัดภายนอก หรือภายใน ถ้าวัดขณะชิ้นงานเคลื่อนที่อาจทำให้ผิดพลาดได้

แรงในการวัด ไม่ควรใช้แรงมากเกินไป ถ้าแรงที่ใช้มากไป จะทำให้ค่าวัดผิดพลาดได้ และทำให้ความเที่ยงตรงเสียไปโดยเร็ว

การเก็บรักษา ควรเก็บในที่ที่ไม่มีขยะ เศษฝุ่นผงหรือเศษเหล็กจะต้องอยู่ในที่ ๆ ไม่กระทบกับเครื่องมือวัดอย่างอื่น โดยปกติจะทาน้ำมันกันสนิมไว้ และแท่งวัดความลึกต้องดันกลับเข้าไว้ที่เดิมเสมอ

2. ไมโครมิเตอร์ ไมโครมิเตอร์มีมากมายหลายชนิดแต่หลักการและโครงสร้างเป็นอย่างเดียวกัน จึงขอกล่าวเฉพาะไมโครมิเตอร์วัดภายนอก

ไมโครมิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดละเอียดสามารถวัดได้ถึง 0.01 ม.ม.การตรวจ

สอบความเที่ยงตรงของไมโครมิเตอร์เพื่อดูสมรรถนะการใช้งานนั้นจะมีการตรวจความเป็นระนาบความขนานของผิววัดทั้งสอง ความเที่ยงตรงรวมแรงในการวัด ความโก่งของเฟรม

การเก็บรักษาไมโครมิเตอร์การนำออกมาใช้และการเก็บรักษาจะต้องเอาใจใส่ระมัดระวังให้ถูกต้องด้วย

2.1 ห้ามใช้วัดชิ้นงานขณะหมุน หรือเคลื่อนที่

2.2 ถ้าทำตก หรือกระแทบกระแทกอย่างรุนแรงระหว่างการใช้งานจะใช้ไม่ได้ ถ้าเกิดเหตุการณ์แบบนี้ขึ้น จะต้องตรวจสอบความเที่ยงตรงทุกครั้ง

2.3 อย่านำไมโครมิเตอร์วางทิ้งไว้ข้างนอกกล่องเก็บหรือใส่กระเป๋า อุณหภูมิจากร่างกาย อาจทำให้ความเที่ยงตรงผิดพลาด และฝุ่นผงอาจแทรกเข้าไปในช่องว่างเล็กๆ ได้

2.4 การทาน้ำมันหล่อลื่น ให้ใช้น้ำมันเบา (ชนิดใส) จึงจะดี

3. เกจวัดความสูง เกจวัดความสูงนั้นใช้วัดความสูง ความใหญ่ หรือทำการบากโดยวางชิ้นงานที่จะวัดบนแท่นระดับ หรือผิวอ้างอิงที่แน่นอนแล้ววัดระยะจากผิวอ้างอิงนั้น เราอาจจะพิจรณาได้ว่าเกจวัดความสูง เป็นเวอร์เนียร์ที่จับขาตั้งตรงก็ได้

การเก็บรักษาส่วนใหญ่หลังจากเลิกใช้แล้ว ควรทาน้ำมันบางๆ ที่บริเวณเหล็กบาก และวางบนพื้นเรียบระวังอย่าให้ล้มเป็นอันขาด หรืออาจใช้ถุงพลาสติกคลุมไว้ ถ้าไม่ใช้เป็นเวลานาน ๆ

4. ลิมิตเกจ (เกจพิกัด) ลิมิตเกจเป็นเกจที่ใช้ตัดสินว่าชิ้นงานดี หรือไม่โดยดูระยะเผื่อ และการสวมเข้ากับลิมิตเกจ มีแบบใช้กับรู และใช้กับเพลา

ปลั๊กเกจรูปทรงกระบอก (แกนหัวจุก) รูปร่างของเกจหัวจุกนี้ จะมีอยู่ 2 ปลาย โดยปลายด้านหนึ่งจะเป็นด้านลอดได้ (GO) อีกด้านจะลอดไม่ได้ (NOT GO)เพื่อใช้วัดรูต่างๆ ใช้ในการตรวจสอบด้วยการลอดรูอ้างอิงเป็นหลักกล่าวคืออาจกล่าวได้ว่าใช้พิจรณาขนาดALLOWANCE อ้างอิงของรูชิ้นงาน

การใส่เกจควรใส่ด้วยความระวัง อย่าใช้แรงอัดเข้าอย่างเด็ดขาด สำหรับข้อควรระวัง คือ ตรวจบริเวณขอบปลายและส่วนหัวของเกจหัวจุกว่าไม่มีครีบยื่นออกมาเพราะถ้ามีครีบอยู่จะทำให้รูเสียหาย ดังนั้นเวลเก็บรักษาให้ทาน้ำมันกันสนิม และไม่ให้สัมผัสกับเครื่องมืออื่นๆ

3.4 การควบคุมคุณภาพของชิ้นส่วนโลหะรถยนต์

3.4.1 <u>ลักษณะงานขึ้นรูปโลหะและงานเชื่อมประกอบ</u>

1. ลักษณะคุณภาพของงานขึ้นรูปโลหะด้วยเครื่องอัดโลหะ

ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนโลหะรถยนต์นั้น โดยการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดโลหะนั้น ประกอบด้วยแม่พิมพ์ และเครื่องอัดโลหะ ซึ่งงานขึ้นรูปโลหะในแต่ละขั้นตอนนั้น จะมีลักษณะคุณภาพแตกต่างกันไปตามลักษณะของแม่พิมพ์นั้น ๆ ซึ่งในการตรวจสอบโดยทั่ว ๆ ไปมีดังนี้

1.1 ลักษณะคุณภาพของแต่ละขั้นตอนการขึ้นรูป

1.การตัด (SHEARING & BLANKING) ในงานอัดโลหะ เราจะใช้คมตัดของพั้นช์และดาย (PUNCH & DIE) ตัดวัสดุให้ขาดจากกัน โดยทำให้วัสดุฉีกขาดออกจากกันด้วยแรงขนาดหนักมากกว่าการตัดโลหะโดยใช้มีดตัดรอยแตกของเนื้อโลหะบริเวณคมตัดจะต้องเหมาะสม ไม่เกิดรอยแตกที่ซับซ้อนกัน มิเช่นนั้นจะกิดอาการ คือ รอยเยินบริเวณขอบตัด การโก่งตัวของชิ้นงาน, ขนาดผิดไปจากที่กำหนด และการสึกหรอของคมมาก เป็นต้นทั้งหมดเป็นอาการของช่องว่างคมตัดที่ไม่เหมาะสม

2.การอัดเป็นรูป (FORMING) กรรมวิธีในการอัดเป็นรูปนั้นเป็นงานที่ยาก ทั้งนี้เนื่องจากทิศทาง และขนาดของแรงอัดจะแตกต่างกันไปในตำแหน่งต่างๆ ลักษณะของงานอัดเป็นรูปได้แก่ ขึ้นขอบยืด (FLANGING), ขึ้นขอบรู (BURRING), ทำลอน (BEADING) และการอัดยืด(EXPANDING) ลักษณะคุณภาพของการอัดเป็นรูปคืออาการเกิดรอยย่นและเป็นคลื่นที่ขอบงาน และอาการปิดตัว เสียรูป เป็นต้น

3.การอัดขึ้นรูป (DRAWING) การอัดขึ้นรูปเป็นการอัดภาชนะรูปกลวงจากแผ่นโลหะ โครงสร้างแม่พิมพ์ไม่ซับซ้อน แต่การอัดขึ้นรูปงานให้ได้รูปร่างที่ต้องการโดยไม่ให้เกิดรอยย่น (WRINKLE) และรอยแตก (CRACK) นั้นค่อนข้างยาก การทำการ อัดขึ้นรูปลึกทั่วไปไม่สามารถทำได้ในการอัดเพียงครั้งเดียว ปกติในการขึ้นรูปลึก อย่างน้อยต้องทำการอัด 2-3 ครั้ง แล้วแต่ขนาดของชิ้นงาน

1.2 ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในการอัดขึ้นรูปโลหะ

อาการเสีย		สภาพงาน
CRACK	(รอยแตกร้าว)	มีรอยร้าว หรือรอยแตกของเนื้อโลหะบนผิวงาน
NECK	(รอยขอด)	ความหนาของชิ้นงานลดลงมากจากการขึ้นรูป จนอาจทำให้ชิ้นงานฉีกขาดได้
DISTORTION	(บิดเบี้ยว)	ชิ้นงานบิดตัว, โค้ง และงุนโก่ง
WRINKLES	(รอยย่น)	เป็นรอยย่นบนผิวหน้าของงานหรือผิวขอบงาน

อาการเสีย		สภาพงาน
SEIZURE	(รอยขรุขระ)	เป็นรอยขรุขระบริเวณด้านปีกพับของชิ้นงานเนื่องจากผิวของแม่พิมพ์ไม่เรียบ เป็นจุดนูนเล็ก
DEFORMATION	(เสียรูป)	ชิ้นงานเปลี่ยนรูปร่างไปจากเดิม
PIMPLE	(เป็นตุ่มเล็ก ๆ)	มีจุดนูนเล็ก ๆ บนผิวชิ้นงานทั้งด้านหน้าและด้านหลัง เนื่องจากแม่พิมพ์ไม่เรียบ
BURR	(มีเศษบริเวณรอยตัด)	มีเศษวัสดุเหลือ (เสี้ยน) จากการตัดบริเวณขอบชิ้นงานที่ถูกตัด

1.3 ลักษณะการตรวจสอบคุณภาพ

1. การตรวจสอบภายนอกคือการตรวจสภาพชิ้นงานด้วยสายตาโดยดูรอบๆ ชิ้นงานเพื่อหาจุดบกพร่อง ส่วนใหญ่เป็นการตรวจสภาพภายนอก ตรวจทั้งด้านหน้าและด้านหลัง หัวข้อที่ทำการตรวจส่วนใหญ่ได้แก่ รอยร้าว,บิดเบี้ยว,ย่น,รอยขีด,รอยบุ๋ม เป็นต้น ซึ่งการตรวจสภาพภายนอกนี้ นอกจากจะใช้สายตาตรวจแล้ว ยังใช้มือสัมผัสด้วย เช่นใช้นิ้วมือลูบผิวงาน เพื่อดูความเรียบ หรือใช้แว่นขยายส่องดูผิว บางครั้งใช้หินน้ำมัน (OIL STONE)ขัดผิวงานเพื่อดูรอยบุ๋ม เป็นต้น

2. การตรวจสอบโดยการวัดขนาด คือการตรวจชิ้นงานด้วยเครื่องมือวัดต่างๆ ซึ่งอาจทำการวัดในบริเวณที่ทำงาน หรือนำมาวัดที่ห้องปฏิบัติการก็ได้ โดยใช้แท่นระดับ ซึ่งมีหัวข้อที่จะทำการตรวจสอบโดยการวัดได้แก่ ขนาดความโตของรูเจาะ ,ระยะของรูเจาะ , ความกว้างและความยาวของชิ้นงาน, ตำแหน่งพับ, ความสูงขอบพับเป็นต้น ซึ่งค่าที่วัดได้ส่วนใหญ่จะบันทึกลงในใบตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลในการตรวจสอบภายหลัง

2. ลักษณะคุณภาพของงานเชื่อมประกอบ

ในงานเชื่อมประกอบ ชิ้นส่วนรถยนต์นั้น วิธีที่นิยมกันทั่วไปมีอยู่ 2 วิธี คือ การเชื่อมจุด (SPOT WELDING) และการเชื่อมแก๊ส (CO2 WELDING)

2.1 ลักษณะคุณภาพของงานเชื่อมจุด

1.คุณภาพภายนอกที่ปรากฏ บริเวณเชื่อมจุดต้องไม่มีรอยแตกร้าวหรือเชื่อมจนชิดขอบ และชิ้นงานจะต้องไม่บิดตัว หรือโก่งงอหลังการเชื่อม

2.ตำแหน่งการเชื่อม ค่าระยะเผื่อระหว่างจุดที่เชื่อ ซึ่งจะต้องห่างกันมีค่าภายใน 20% ของขนาดที่ระบุในแบบของชิ้นงาน (PART DRAWING) และตำแหน่งของการเชื่อมจุด ซึ่งจะต้องห่างจากขอบของชิ้นงานประมาณ 12 มม.

3.จำนวนจุดเชื่อมอาจจะเปลี่ยนแปลงได้ ตั้งแต่ 0-20% ของจำนวนจุดทั้งหมดที่ระบุในแบบชิ้นงาน (PART DRAWING)

4.จำนวนจุดเชื่อมเสียที่ไม่ได้คุณภาพ สำหรับชิ้นส่วนที่มีความสำคัญจะต้องไม่มีจุดเชื่อมเสียเลย หรือเชื่อมจุดไม่ครบ ส่วนงานทั่วไปอนุโลมให้พอมีได้บ้าง ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนจุดเชื่อมที่ไม่ได้คุณภาพซึ่งยอมให้มีได้

กำหนดจุดเชื่อม	จุดเชื่อมที่ไม่ได้คุณภาพ (ยอมให้มีได้)
น้อยกว่า 7	0
8 – 12	1
13 – 20	2
21 – 28	3
29 – 36	4

5.ลักษณะอาการเสียในงานเชื่อมจุด

อาการเสีย	สภาพ
CRACK (รอยแตกร้าว)	เกิดรอยแตกร้าวบริเวณจุดเชื่อมทั้งบนผิวของของชิ้นงานหรือบริเวณข้างเคียงหรือในจุดเชื่อม
DENT (รอยบุ๋ม)	เกิดรอยบุ๋มที่บริเวณผิวชิ้นงานตรงจุดเชื่อม ซึ่งรอยบุ๋มลึกน้อยกว่า 0.3 ของความหนาชิ้นงาน

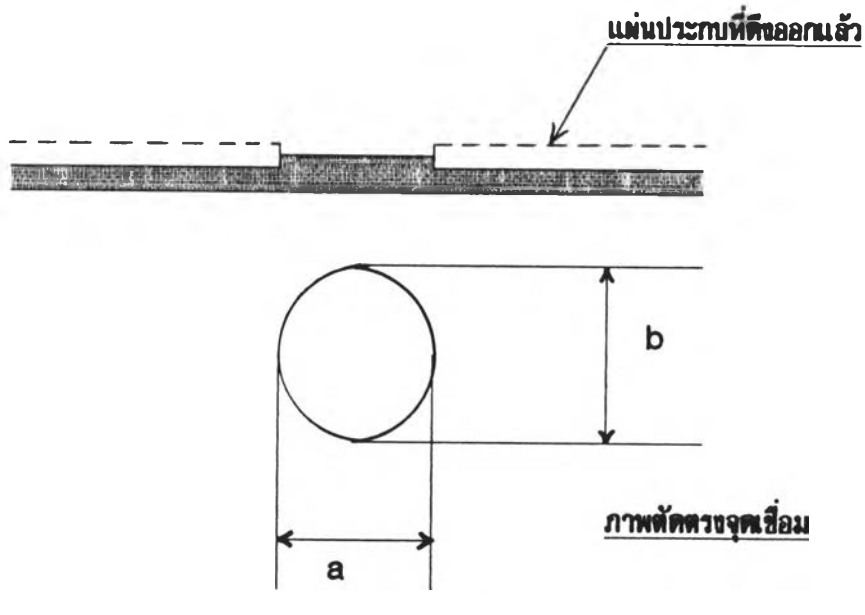
อาการเสีย	สภาพ
TWIST (การบิดตัว)	การบิดตัว,โค้งงอ หลังชิ้นงานเชื่อมเสร็จ
DEFORMATION (ชิ้นงานเสียรูป)	ชิ้นงานเกิดการบิดตัว เสียรูปโดยแผ่นที่ประกบกระดกงอขึ้น
WELDING SPOT HALF (เชื่อมจุดตกขอบ)	การเชื่อมจุดชิดขอบของชิ้นงานเกินไป ทำให้เนื้อบริเวณขอบงานทะลัก เนื่องจากแรงกดของหัวเชื่อม

6. วิธีการตรวจสอบคุณภาพ

6.1วิธีการทดสอบ โดยการตัดชิ้นงานตัวอย่าง แล้วฉีกออกจากกันด้วยปากกาจับงาน หรือ ตอกให้ชิ้นงานตรงจุดเชื่อมให้แยกจากกันด้วยลิ่ม

6.2วิธีการวัด โดยการวัดในแนวแกน A และแกน B ของความโตจุดเชื่อม ซึ่งแกะจากชิ้นงานที่ติดกันอยู่ โดยวัดตรงบริเวณที่หลอมละลาย โดยใช้เวอร์เนียร์วัดแล้วหาค่าความโตของจุดเชื่อม ได้ดังรูปที่ 3.5 (ตามตารางมาตราฐาน JIS-Z3140)

$$C = \frac{a + b}{2}$$ โดยที่ C = คือเส้นผ่าศูนย์กลางของจุดเชื่อม



รูปที่ 3.5 แสดงการวัดค่าความโตของจุดเชื่อม (NUGGET)

ค่า C ที่วัดได้ให้เปรียบเทียบกับค่าในตารางข้างล่างนี้ ถ้ามากกว่าค่าในตารางนี้ถือว่าใช้ได้

ความหนาแผ่น. แผ่นเหล็ก มม.	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	2.3	2.6	3.2
ความโตจุด เชื่อม มม.	3.3	3.6	4.0	4.3	4.5	4.8	5.0	5.5	6.0	6.3	7.1	7.7	8.3	9.4

หมายเหตุ ถ้าเหล็กแผ่นหนากว่า 3.2 มม. เส้นผ่าศูนย์กลางจุดเชื่อม C = 5 x t

ถ้าเชื่อมจุดความหนาของเหล็ก 2 แผ่นไม่เท่ากัน ให้ยึดค่าแผ่นเหล็กที่บางเป็นหลัก

2.2 ลักษณะคุณภาพของงานเชื่อม CO2

1. คุณภาพภายนอก เป็นการตรวจสภาพภายนอกชิ้นงานดูแนวเชื่อมการซึมลึก, ความยาวแนวเชื่อม และบริเวณแนวเชื่อม มีคุณภาพหรือไม่ เช่น มีเศษเชื่อมติดอยู่ หรือเกิดรูพรุนตามแนวเชื่อม เป็นต้น

2. กัดแหว่งขอบแนวเชื่อม (UNDERCUT)ความลึกของ UNDERCUTจะต้องไม่เกิน 20% ของความหนาเหล็กที่เชื่อม และความยาวของ UNDERCUT ต้องไม่เกิน 20% ของความยาวแนวเชื่อมทั้งหมด

3. พอกเกย (OVERLAPS) การเกิด OVERLAP ต้องไม่เกิน 10% ของความกว้างของ BEAD และความยาวต้องไม่เกินกว่า 20% ของความยาวแนวเชื่อมทั้งหมด

4. รอยแตกร้าว(CRACK)จะต้องไม่มีรอยแตกร้าวในแนวเชื่อมทั้งภายนอกและภายใน

5. ลักษณะอาการเสียในงานเชื่อม CO2

อาการเสีย		สภาพ
OVERLAP	(พอกเกย)	การเชื่อมซึมลึกไม่ดีมีเนื้อเชื่อมพอกสูงหลายชั้น
UNDERCUT	(กัดแหว่งขอบแนวเชื่อม)	แนวเชื่อมแบนราบ,กว้าง,บริเวณขอบมีแนวเชื่อมกัดเซาะ ทำให้ไม่แข็งแรง
LACK OF FUSTION	(หลอมละลายไม่สมบูรณ์)	บริเวณแนวเชื่อมไม่มีการซึมลึก แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงเกินไป
CRACK	(รอยแตกร้าว)	มีรอยร้าวในแนวเชื่อมทั้งภายนอกถายใน

6. วิธีการตรวจสอบคุณภาพ

6.1 ตรวจสอบด้วยสายตา โดยทำความสะอาดแนวเชื่อม และตรวจดูคุณภาพบนแนวเชื่อม,รูปร่างแนวเชื่อม,การซึมลึก,รอยแตกร้าว เป็นต้น

6.2 การสอบงานด้วยสารแทรกซึม หมายถึงวิธีการ สำหรับตรวจสอบลักษณะบกพร่อง ซึ่งมีลักษณะปรากฏถึงผิวหน้าของวัสดุลักษณะบกพร่องที่สามารถตรวจสอบพบได้ คือ รอยแตกร้าว รอยตะเข็บ รอยเกย เป็นต้น

6.3 การสอบด้วย MICRO TEST โดยการผ่าดูแนวเชื่อมแล้วส่องด้วยกล้องขยาย เพื่อดูการซึมลึกของแนวเชื่อม และวัดแนวความกว้างของรอยเชื่อม

3.4.2 <u>การนำหลักสถิติมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ</u>

1. การยืนยันความสามารถของกระบวนการผลิต

1.1 ความสามารถของกระบวนการผลิต (PROCESS CAPABILITY)

คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นจากวิธีการผลิต หรือกระบวนการผลิต ถ้าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี นั่นหมายความว่าในกระบวนการผลิตปราศจากความผันแปร หรือมีความผันแปรน้อยมาก แต่ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดีผลิตภัณฑ์เสียมาก นั่นหมายความว่า กระบวนการผลิตมีความผันแปรมากและความผันแปรที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตจะเป็นส่วนบ่งชี้ถึงความสามารถ ในกระบวนการผลิตว่ามีความสามารถเป็นอย่างไร ถึงเวลาที่จะต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดีขึ้นหรือยัง

ความสามารถของกระบวนการผลิต ในวิธีการผลิตหนึ่ง จะรวมถึง คน,เครื่องจักร, วัตถุดิบ,การวัด และสิ่งแวดล้อม การตรวจสอบความสามารถของกระบวนการผลิต ก็คือ การหา

ความผันแปรทั้งหมด และความคงที่ของกระบวนการที่มีเวลาเป็นส่วนประกอบหนึ่ง

1.2 วิธีการตรวจสอบความสามารถของของกระบวนการผลิต

ก่อนที่จะทำการตรวจสอบความสามารถของกระบวนการผลิตควรที่จะพิจรณาดูถึงคุณลักษณะ ของคุณภาพของ กระบวนการผลิตนั้น ๆ ก่อน ว่ามีการควบคุมคุณภาพอย่างไร มีมาตราฐานการทำงานหรือไม่ ข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์นั้นจะเป็นข้อมูลที่มาจากกระบวนการผลิตที่มีการควบคุมคุณภาพค่อนข้างจะคงที่ ถ้าหากกระบวนการผลิตไม่อยู่ในสภาพที่คงที่ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องค้นหาสาเหตุของความผันแปรนั้น และทำการแก้ไขให้เรียบร้อยเสียก่อนถึงแม้ว่าจะต้องใช้เวลานาน เพื่อให้กระบวนการผลิตมีสภาพคงที่ ซึ่งวิธีการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ส่วนใหญ่จะนิยมใช้ ฮีสโตแกรม (HISTOGRAM) และ แผนภูมิควบคุม (CONTROL CHART)

<u>ขีดจำกัดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนตามธรรมชาติ และขีดจำกัดข้อกำหนด</u>

ดังได้กล่าวตอนต้นว่าสมรรถภาพกระบวนการ หมายถึง ความสามารถในการที่จะผลิตสินค้าที่อยู่ภายในขีดจำกัดข้อกำหนด คือ

UNTL คือ ขีดจำกัดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนตามธรรมชาติบน

LNTL คือ ขีดจำกัดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนตามธรรมชาติล่าง

ขีดจำกัดทั้ง 2 ชนิดนี้ ได้มาจากการคำนวณค่าพารามิเตอร์ของประชากรจากกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างจากกระบวนการผลิต

USL คือ ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (SPECIFICATION LIMIT)

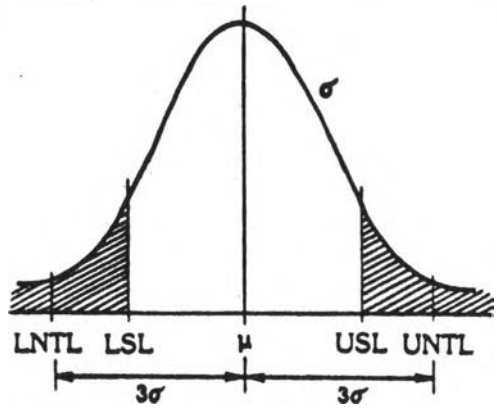
LSL คือ ขีดจำกัดข้อกำหนดส่วนล่าง (SPECIFICATION LIMIT)

ซึ่งขีดจำกัดทั้ง 2 ชนิดนี้ได้มาจากการออกแบบสินค้าและปรากฏในแบบวิศวกรรมเพื่อการผลิต

โดยทั่วไปอาจมีความขัดแย้ง ระหว่างขีดจำกัดข้อกำหนด และขีดจำกัดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนตามธรรมชาติ ซึ่งความขัดแย้งนี้เกิดขึ้นได้ 3 กรณี

1. ขีดจำกัดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนกว้างเกินกว่าขีดจำกัดข้อกำหนด

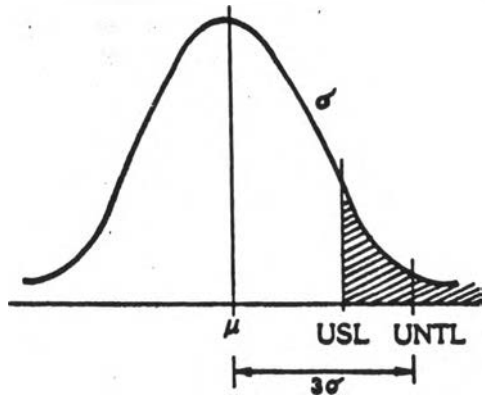
ในสภาพเช่นนี้กระบวนการผลิตจะผลิตสินค้าไม่ตรงตามข้อกำหนดโดยมีสัดส่วนดังแสดงในภาพในพื้นที่ใต้เส้นโค้งส่วนที่แลเงา เพื่อที่จะลดสัดส่วนของเสียลงกระบวนการผลิตจะต้องปรับปรุงในด้านความแปรปรวนของกระบวนการผลิต เมื่อค่าความแปรปรวน ของกระบวนการผลิตลดลง ขีดจำกัดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ก็จะเข้าใกล้ค่าขีดจำกัดข้อกำหนด ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ความชัดแย้งประเภทที่ 1

2. ค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่เหมาะสมกับขีดจำกัดข้อกำหนด

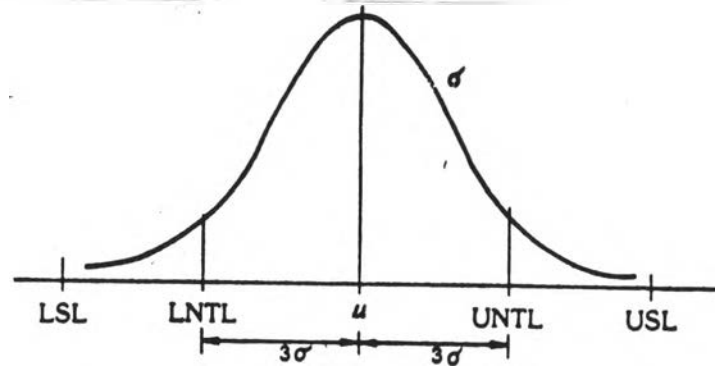
สำหรับกรณีที่ขีดจำกัดข้อกำหนด มีเพียงด้านเดียว อาจเป็นขีดจำกัดบน หรือขีดจำกัดล่าง ถ้าค่าเฉลี่ยของกระบวนการปรับตั้งไม่ดีจะก่อให้เกิดปัญหาการผลิตของเสียออกมา ดังแสดงในรูป วิธีการแก้ปัญหาสำหรับกรณีนี้ทำได้โดยปรับตั้งค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตเสียใหม่ให้เหมาะสมกับขีดจำกัด ข้อกำหนดที่วางไว้ ในกรณีที่ไม่สามารถเปลี่ยนค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตก็อาจจะต้องมีระบบการคัดสินค้าที่ไม่ได้ตามขีดจำกัดข้อกำหนด ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ความชัดแย้งประเภทที่ 2

3. ขีดจำกัดข้อกำหนดกว้างเกินไป

โดยทั่วไปไม่เป็นปัญหาสำหรับผู้ผลิตสินค้ายกเว้นแต่ว่าขีดจำกัดข้อกำหนดนั้นทำให้การใช้งานของสินค้าไม่ดีเท่าที่ควร หรืออาจจะนำไปประกอบกับชิ้นส่วนอื่นไม่ได้ขีดจำกัดข้อกำหนดนี้อาจได้มาจาก การเปิดตำราหรือคู่มือ ถึงแม้ว่าจะเกิดปัญหาการใช้งานของสินค้าแต่กระบวนการผลิต ก็อาจไม่จำเป็นต้องปรับตั้งใหม่ ทั้งนี้เพราะผู้ออกแบบสินค้าสามารถเปลี่ยนแปลงขีดจำกัดข้อกำหนดให้แคบลงได้ ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ความชัดแย้งประเภทที่ 3

2. การคำนวณหาความสามารถของกระบวนการผลิต

สำหรับการวัดค่าความสามารถของกระบวนการผลิตว่ามีความสามารถหรือไม่นั้น จะวัดค่าความสามารถของกระบวนการด้วยค่าของตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดด้านบน และด้านล่างกับ 6 เท่าของ ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานของกระบวนการภายใต้เงื่อนไขว่าข้อมูลที่ได้จากกระบวนการมีการแจกแจงปกติ ที่มีกระบวนการเฉลี่ยเป็น X และส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานเป็น σ

2.1 ในกรณีข้อมูลเป็นค่าวัด เป็นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ด้วยตัวแปรด้วยการวัดผลิตภัณฑ์ในเชิงปริมาณ ซึ่งแผนภูมิที่ใช้ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยตัวแปร คือ

1. แผนภูมิควบคุมค่าวัด (X - RS CHART) เป็นแผนภูมิที่ใช้ตัวเลขค่าวัด (X)โดด ๆ แต่ละตัวมาพล็อตลงในแผนภูมิโดยไม่หาค่าเฉลี่ยของค่าวัดจากกรุ๊ปย่อยก่อนอาจเป็นเพราะว่าการสุ่มตัวอย่างกระทำห่างกัน และเก็บเป็นข้อมูลโดดๆ ก็ได้ ค่าพิสัย(R)ของกรุ๊ปย่อยจึง

ไม่มี (เพราะมีข้อมูลเพียง 1 ตัว)จึงอาศัยพิสัยเคลื่อนที่(MOVING RANGE)ซึ่งวัดเทียบกันระหว่างค่าวัดที่อยู่ต่อเนื่องกันเป็นหลักในการคำนวณหาค่าขอบเขตควบคุม

$$UCL = \bar{\bar{X}} + 2.66\,\bar{R}s$$
$$CL = \bar{\bar{X}}$$
$$LCL = \bar{\bar{X}} - 2.66\,\bar{R}s$$

2. แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ($\bar{X}$ - R CHART)เป็นแผนภูมิควบคุมที่อาศัยค่าหน่วยวัด (X) และค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของกลุ่มข้อมูลในการควบคุมโดยหน่วยวัด (X) อาจเป็นขนาดความยาว น้ำหนัก ความหนาแน่น ความต่วงจำเพาะของของเหลว เป็นต้น

$\bar{X}$ จะหาได้จากค่าเฉลี่ยของ X ในกรุ๊ปย่อย และค่า R หรือพิสัยก็เป็นค่าพิสัยของ X ภายในกรุ๊ปย่อยนั้น เรามักจะใช้ $\bar{X}$ CHART คู่กับ R CHARTเพื่อควบคุมความผันแปรภายในกรุ๊ปย่อย

$\bar{X}$ = $UCL = \bar{\bar{X}} + A2\,\bar{R}$; $CL = \bar{\bar{X}}$; $LCL = \bar{\bar{X}} - A2\bar{R}$

R = $UCL = D4\,\bar{R}$; $CL = \bar{R}$; $LCL = D3\,\bar{R}$

3. ฮีสโตแกรม เมื่อเราเก็บข้อมูลได้จากสิ่งตัวอย่างแล้ว เราทำการวัดและประมาณค่าต่างๆ เพื่อใช้ทำนายคุณสมบัติของประชากร โดยการนำข้อมูลจัดเรียงลงในตารางความถี่ แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (σ)

2.2 ในกรณีข้อมูลเป็นค่าแจงนับ เป็นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ในเชิงคุณลักษณะที่ไม่สามารถวัดได้ในเชิงปริมาณ แต่สามารถบอกได้แต่เพียงว่าผลิตภัณฑ์ดี หรือเสีย, ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ในเชิงคุณภาพ ซึ่งลักษณะแผนภูมิที่ใช้ควบคุม ได้แก่

ค่าที่ใช้ควบคุม	CONTROL CHART	ความสามารถของกระบวนการผลิต
จำนวนชิ้นงานที่เป็นของเสีย	Pn CONTROL CHART	ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของเสีย $\bar{P}$ = จำนวนของเสียทั้งหมดในทุกกลุ่มย่อย จำนวนที่ตรวจสอบทั้งหมดในทุกกลุ่มย่อย
สัดส่วนของเสีย	P CONTROL CHART	ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของเสีย $\bar{P}$ = จำนวนของเสียทั้งหมด จำนวนของทั้งหมดที่นำมาตรวจ
จำนวนตำหนิ	C CONTROL CHART	ค่าเฉลี่ยของจำนวนของเสียต่อหน่วยที่ตรวจ $\bar{C}$ = จำนวนของเสียทั้งหมด จำนวนหน่วยที่นำมาตรวจสอบ
จำนวนตำหนิต่อชิ้น	U CONTROL CHART	ค่าเฉลี่ยจำนวนตำหนิต่อการผลิตหนึ่งหน่วย $\bar{U}$ = จำนวนตำหนิที่ตรวจพบทั้งหมด จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ทำการตรวจทั้งหมด

3. การคำนวณหาดัชนีชี้ความสามารถของกระบวนการ

ในการที่จะตัดสินใจว่าดัชนีชี้ความสามารถของกระบวนการ (Cp) ว่ามีความสามารถหรือไม่ การตัดสินใจจะใช้การเปรียบเทียบการกระจายภายใต้ 6 σ ให้มีค่าเท่ากับความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบน และล่าง ซึ่งกำหนดได้ดังนี้

3.1 สำหรับกำหนดขีดจำกัดขอบเขตข้อกำหนดทั้งบน และล่าง

อัตราส่วนสมรรถภาพกระบวนการ (Cp) คำนวณได้จากความสัมพันธ์ คือ

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

$$= \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad \text{หรือ} \quad = \frac{T}{6\sigma}$$

USL = แทนขอบเขตข้อกำหนดบน

LSL = แทนขอบเขตข้อกำหนดล่าง

σ = แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานของประชากร

เมื่อ T = USL - LSL

สำหรับกรณีที่เก็บตัวอย่างจากแต่ละกลุ่มย่อย n ตัวอย่างจาก m กลุ่มย่อย ค่าประมาณ

$\sigma = \frac{\bar{R}}{d2}$ สำหรับค่าประมาณของ Cp

$Cp = \frac{USL - LSL}{6\,\bar{R} / d2}$ (เมื่อประมาณ σ ด้วย $\bar{R}$)

3.2 ในกรณีที่พิจรณาถึงการกระจายของกระบวนการ

โดยพิจรณาจากค่าเฉลี่ยของกระบวนการ การที่มีค่าห่างจากค่ากลางของขอบเขตข้อกำหนดด้านบน และด้านล่างว่าเบี่ยงเบนไปอย่างไร ด้วยการปรับปรุงค่า Cp ด้วยตัวประกอบ (1-k) ซึ่งความสัมพันธ์ของค่า Cp และ Cpk กำหนดได้ดังนี้

เมื่อ $M = \frac{(USL + LSL)}{2}$ ค่ากึ่งกลางของขอบเขตข้อกำหนด

ระยะห่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกระบวนการกับจุดกึ่งกลางก็คือ $|M - \bar{X}|$

ค่า K จะเป็นค่าระยะห่าง

เมื่อ T = (USL - LSL)

$$K = \frac{|M - \bar{X}|}{(USL-LSL)/2} \quad \text{หรือ} \quad \frac{|M - \bar{X}|}{T/2}$$

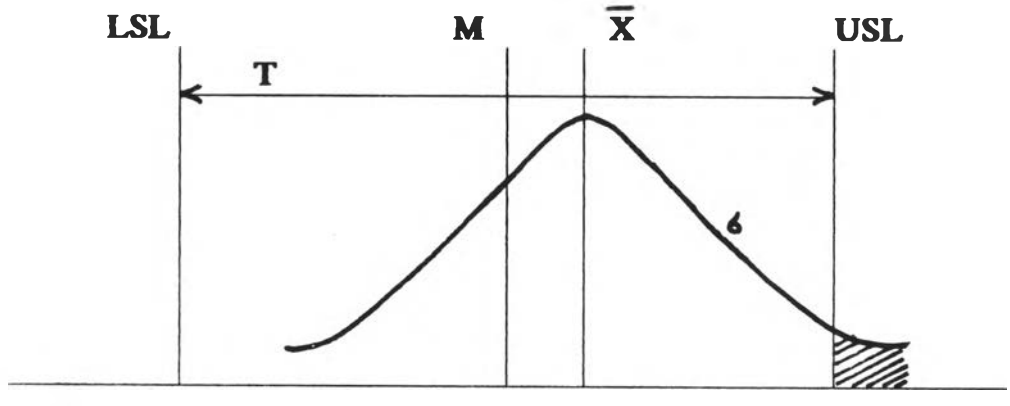
กรณีค่าเฉลี่ยของกระบวนการอยู่ห่างจากค่ากลางของขอบเขตกำหนด ดังนี้ Cp จะถูกปรับปรุงด้วยตัวประกอบ K

$$Cpk = Cp\,(1 - k)$$

หรือ $$Cpk = (1 - k)\,\frac{(USL - LSL)}{6\sigma}$$

$$= (1 - k)\,\frac{T}{6\sigma} \quad \text{เมื่อ} \quad T = USL - LSL$$

ซึ่งในกรณีที่เกิดจากค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ไม่อยู่มีค่ากลางของขอบเขตที่กำหนดบน และล่าง ดังรูปที่ 3.9 จะต้องพิจรณาค่า K จะชี้ได้ว่า ค่าเฉลี่ยของกระบวนการเบี่ยงเบนไปจากจุดกึ่งกลางทำให้ค่า Cpk # Cp



รูปที่ 3.9 แสดงการกระจายของขบวนการเมื่อกำหนดขอบเขตทั้งสองด้าน

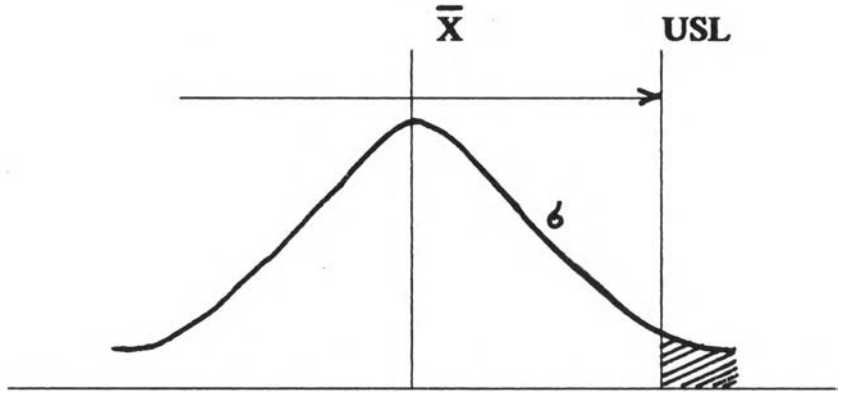
3.3 การคำนวณดัชนีชี้ความสามารถในกรณีกำหนดขอบเขตกำหนดด้านเดียว

1. ในกรณีกำหนดขอบเขตด้านบน ดังรูปที่ 3.10 ค่าดัชนีชี้ความสามารถของขบวนการ

$$Cpk = \frac{\text{การกระจายด้านบนที่ยอมให้ได้}}{\text{การกระจายด้านบนที่แท้จริง}}$$

$$= \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma}$$

$$Cpk = 0 \quad \text{เมื่อ} \quad USL \leq \bar{X}$$



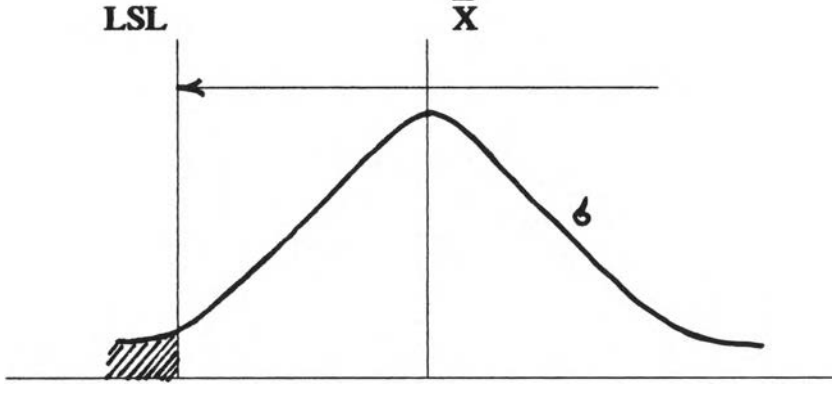
รูปที่ 3.10 แสดงการกระจายของบบวนการเมื่อกำหนดขอบเขตด้านบนด้านเดียว

2. ในกรณีกำหนดขอบเขตด้านล่าง ดังรูปที่ 3.11 ค่าดัชนีชี้ความสามารถของกระบวนการ

$$Cpk = \frac{\text{การกระจายด้านล่างที่ยอมให้ได้}}{\text{การกระจายด้านล่างที่แท้จริง}}$$

$$= \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma}$$

$Cpk = 0$ เมื่อ $LSL \geq \bar{X}$



รูปที่ 3.11 แสดงการกระจายของบบวนการเมื่อกำหนดขอบเขตด้านล่างด้านเดียว

4. ค่ามาตราฐานสำหรับตรวจสอบความสามารถของกระบวนการผลิต

ตารางสำหรับตรวจสอบค่า Cpk ว่ากระบวนการผลิต ยังคงมีความสามารถอยู่หรือไม่

ค่าที่พิจรณา	ความสามารถของกระบวนการผลิต และการตัดสินใจ
1.33 < Cpk	* กระบวนการผลิตมีความสามารถสำหรับการผลิตชิ้นส่วนธรรมดา หรือชิ้นส่วนเกี่ยวกับความปลอดภัย และชิ้นส่วนที่มีความแม่นยำสูง * การควบคุมกระบวนการเป็นแบบผ่อนคลาย
1.0 <Cpk < 1.33	* กระบวนการผลิตมีความสามารถพอใช้ จะต้องให้ความสนใจในกระบวนการผลิตอย่างมาก และเริ่มเข้มงวดกับกระบวนการผลิต โดยใช้ CONTROL CHART
Cpk < 1.0	* กระบวนการผลิตไม่มีความสามารถ ต้องทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตใหม่, ทบทวนมาตราฐานการทำงาน, ปรับแต่งเครื่องจักร และ ปรับ-ปรุงวิธีการทำงานใหม่ * ทำการตรวจสอบ 100 % ถ้าจำเป็น