บทที่ 3

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ในประเทศไทยมีการเริ่มต้นอย่างจริงจัง ในปี พ.ศ 2504 หลังจากรัฐบาลได้มีการกำหนดนโยบายเน้นการส่งเสริมการผลิตภายในประเทศ เพื่อทดแทนการนำเข้า โดยประกาศให้มีการส่งเสริมการลงทุนเพื่อการประกอบรถยนต์ภายในประเทศสนองตอบต่ออัตราความต้องการใช้รถยนต์ภายในประเทศที่เพิ่มจำนวนสูงขึ้น อันเป็นเหตุทำให้เสียดุลย์การค้าแก่ต่างประเทศ

ซึ่งนโยบายดังกล่าวได้กระตุ้นให้ภาคเอกชนทำการลงทุนตั้งโรงงานประกอบรถยนต์ขึ้นภายในประเทศ ทั้งในส่วนที่เป็นการลงทุนของคนไทยและการร่วมทุนร่วมกับบริษัทต่างชาติที่เป็นบริษัทแม่เพื่อทำการผลิตรถยนต์ โดยรถยนต์ที่ประกอบขึ้นภายในประเทศ ได้แก่ รถยนต์นั่ง รถบรรทุกเล็ก รถยนต์บรรทุก และรถโดยสาร

ปัจจุบันความต้องการใช้รถยนต์ภายในประเทศได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะสอดคล้องกับการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจของประเทศ แต่อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ยังไม่สามารถเรียกว่า อุตสาหกรรมการผลิตแต่ควรเรียกว่าเป็น อุตสาหกรรมการประกอบรถยนต์มากกว่า เพราะอุปกรณ์และชิ้นส่วนของรถยนต์ส่วนใหญ่ยังต้องนำมาเข้าจากต่างประเทศ ถึงแม้รัฐบาลจะมีการกำหนดให้ใช้อุปกรณ์และชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นภายในประเทศเพิ่มสูงขึ้น เพื่อเป็นการยกระดับมาตรฐานการประกอบรถยนต์ขึ้นเองภายในประเทศ

ในกระบวนการของอุตสาหกรรมการประกอบรถยนต์โดยทั่วไป จะประกอบไปด้วยกระบวนการหลัก ๆ 4 กระบวนการ คือ

กระบวนการผลิตชิ้นส่วนตัวถังรถยนต์

กระบวนการเชื่อมประกอบตัวถัง

กระบวนการทำสีตัวถังรถยนต์

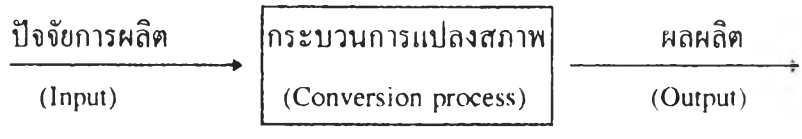
กระบวนการประกอบเครื่องยนต์และช่วงล่าง

ในระบบของกระบวนการประกอบรถยนต์ ปัจจัยที่ใช้ในการผลิตจะประกอบไปด้วย คน,เครื่องจักร,เงินทุน,วัตถุดิบ ซึ่งถือว่าเป็นปัจัยพื้นฐานของการผลิต โดยจะมีการจัดเตรียมให้สอดคล้องและเหมาะสมกับปริมาณความต้องการที่จะทำการผลิต

3.1 ระบบการผลิต

การผลิตเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้น จากการใช้ทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตที่มีอยู่มาดำเนินการผลิต โดยดำเนินไปตามลำดับขั้นตอนการกระทำก่อนหลัง กล่าวคือ จากการนำเอาวัฤดิบที่มีอยู่จะถูกแปลงสภาพให้เป็นผลผลิตตามรูปแบบตามที่ต้องการ ฉะนั้นเพื่อให้การผลิตสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ จึงจำเป็นต้องมีการจัดการการบริหารระบบการผลิต ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ปัจจัยการผลิต (Input)
2. กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion process)
3. ผลผลิต (Output) ที่อาจอยู่ในรูปแบบผลผลิตหรือการบริการ



รูปที่ 3.1 ระบบการผลิต

ในระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ตัววัดผลที่ออกมาจะคำนึงถึงปัจจัยด้านปริมาณ คุณภาพ เวลา และต้นทุนค่าใช้จ่าย ซึ่งทั้งหมดจะมีการนำมารวบรวมลงไว้ในระบบการผลิต

กระบวนการและการจัดการในการผลิตนั้น การที่จะได้ออกมาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและต้นทุนราคาที่เหมาะสมนั้น ต้องมีการจัดรูปแบบองค์การในการบริหารตามหน่วยงานต่าง ๆ ตามกลไกของระบบให้ได้มาตามข้อกำหนด มาตรฐาน กฎเกณฑ์ที่ได้มีการจัดวางขึ้น โดยส่วนมากในกระบวนการผลิตจะเป็นลักษณะระบบปิด (Closed loop system) คือมีการป้อนกลับของข้อมูลผลที่ได้ (Feed Back) เพื่อใช้ในการปรับปรุงระบบการผลิตให้ดีขึ้น เช่น ในระบบการผลิตจะต้องมีการควบคุมคุณภาพ ซึ่งจะให้ผลเพื่อไปใช้ในการป้องกันมิให้สินค้าหรือบริการที่ผลิตออกมาได้นั้นมีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้

ในสภาพปัจจุบันสภาวะแวดล้อมในการดำเนินการทางธุรกิจการผลิต ได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมจากในอดีตการผลิตสินค้ามีน้อยกว่าความต้องการ ผู้บริโภคจำเป็นต้องซื้อสินค้ามาใช้โดยไม่มีทางเลือกมากนักซึ่งถือว่าเป็นยุคของผู้ผลิตและผู้ขาย ปัจจุบันสภาวะแบบนี้ได้หายไปจากตัวสินค้าต่าง ๆ ในสภาวะตลาดที่มีการแข่งขันมากขึ้น กล่าวได้ว่าปัจจุบันธุรกิจการผลิตและการ

บริการ มีสภาพเรียกว่ามีมากกว่าความต้องการของตลาด ผู้บริโภคมีทางเลือกมากขึ้นกว่าเดิมมีสิทธิ์ที่จะไม่ซื้อสินค้าบริการจากใครก็ได้ ดังนั้นเพื่อความอยู่รอดของผู้ผลิตและองค์การ จึงได้มีการนำเอาแนวการบริหารงานแนวใหม่ที่สร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า โดยเสนอมอบสิ่งที่มีคุณค่าที่ดีและเป็นที่พึงพอใจให้แก่ลูกค้านั่นก็คือการมอบ คุณภาพของสินค้าให้แก่ลูกค้า

องค์การที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการผลิต มีจุดมุ่งหมายที่ทำให้องค์การประสพความสำเร็จ โดยสามารถดูจากผลที่ได้รับ ในรูปความสำคัญของ

Q = Quality หมายถึง คุณภาพของสินค้าที่ผลิตขึ้นต้องทำเป็นประจำทุกวัน แก่นของเรื่องคุณภาพคือ การไม่ประนีประนอมหรือนำคุณภาพไปแลกเปลี่ยนกับอย่างอื่น และพยายามรักษาระดับคุณภาพของสินค้าและงานประจำ ให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

C = Cost หมายถึง ต้นทุนของการผลิตสินค้า ซึ่งจะเป็นตัวนำไปสู่การกำหนดราคาสินค้าที่ผลิตขึ้น แก่นของเรื่องต้นทุนคือ ต้องไม่สูงไปกว่าต้นทุนของคู่แข่งขัน เพราะต้นทุนจะเป็นตัวกำหนดราคาสินค้า ราคาสินค้าที่ผลิตขึ้นต้องสามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้

D = Delivery หมายถึง การจัดส่งสินค้าที่ถูกผลิตขึ้นมอบแก่ลูกค้า ทั้งที่เป็นลูกค้าภายในหรือหน่วยงานถัดไปและลูกค้าภายนอกคือลูกค้าที่ซื้อสินค้าไปใช้งาน แก่นของเรื่องการจัดส่งก็คือการจัดส่งให้ถูกที่ ส่งมอบให้ทันตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ ให้ครบตามปริมาณที่กำหนด

3.2 การจัดการระบบควบคุมคุณภาพ

วัตถุประสงค์ในการจัดการระบบควบคุมคุณภาพก็คือ การผลิตสินค้าที่มีคุณภาพหรือคุณสมบัติตรงตามที่ลูกค้าต้องการอย่างสม่ำเสมอ โดยอยู่ภายใต้ต้นทุนและเวลาที่เหมาะสมตามแนวทางการบริหารงานสมัยใหม่ที่สร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า โดยเสนอมอบสิ่งที่มีคุณค่าที่ดีและเป็นที่พึงพอใจให้แก่ลูกค้านั่นก็คือการมอบคุณภาพของสินค้าให้แก่ลูกค้า ฉะนั้นไม่ว่าธุรกิจอุตสาหกรรมหรือการบริการจึงให้ความสำคัญต่อกิจกรรมการจัดการระบบควบคุมคุณภาพ

ขั้นตอนในการจัดการระบบควบคุมคุณภาพและการปรับปรุงคุณภาพ มีดังนี้

1. การกำหนดหลักการแม่บท (Charter of the Team)

เป็นขั้นตอนการกำหนดบุคคลที่ปฏิบัติ ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพของสินค้าหรือการบริการเพื่อดำเนินการกิจกรรมทางด้านคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อร่วมกันกำหนดแนวทางการปฏิบัติการค้นหาปัญหาและการพัฒนา ตลอดจนการมีการจัดตั้งคณะกรรมการหรือกลุ่มคุณภาพ

2. การศึกษาการดำเนินการในปัจจุบัน (Current knowledge)

หลังจากขั้นตอนที่ 1 แล้วขั้นตอนต่อไปจะเป็นการศึกษาระบบการดำเนินงานในปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนที่เสนอดังนี้

- กำหนดขั้นตอนหรือกระบวนการผลิตสินค้า บริการหรือวิธีการที่สนใจ
- อธิบายถึงระบบกาทำงานที่เกี่ยวข้องโดยพิจารณา อะไรคือสิ่งที่เข้าสู่ระบบ และสิ่งที่ได้รับ ผลลัพธคืออะไร
- กำหนดลักษณะคุณภาพที่สำคัญ
- การจัดทำแผนภูมิแสดงการไหลของกระบวนการ (Flow chart) หรือ แผนคุณภาพ (Quality plan) ของกระบวนการที่เลือกมาวิเคราะห์
- ค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นภายใต้ระบบหรือกระบวนการในปัจจุบัน โดยอาจใช้แผนผังเหตุและผลสำหรับคุณลักษณะคุณภาพที่สำคัญ
- กำหนดแผนงานที่จะทำการปรับปรุง

3. กระบวนการปรับปรุงคุณภาพ (Improvement cycle)

ภายหลังจากการที่มีการกำหนดแผนแม่บท ลักษณะทางคุณภาพแล้ว ขั้นตอนสุดท้ายก็จะเป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ โดยยึดตามแนวทางการปฏิบัติในการพัฒนาตามวงจรคุณภาพ (Quality cycle) คือการวางแผนปฏิบัติ การปฏิบัติ การวัดผลเปรียบเทียบ ผลการแก้ไขและกำหนดเป็นมาตรฐาน ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายโดยจะมีการปรับเปลี่ยนและพัฒนาโดยตลอด

3.3 การควบคุมคุณภาพ

ในส่วนของการควบคุมคุณภาพ เป็นส่วนของการวางแผนและควบคุมการดำเนินการ เพราะกระบวนการผลิตสินค้าใด ๆ ส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดผลผลิตที่ดี จะประกอบไปด้วย คน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการ กล่าวคือ ถ้าส่วนประกอบทั้งสี่ไม่เกิดข้อพกพร่อง สินค้าที่ผลิตออกมาจะอยู่ในระดับถูกต้องมาตรฐาน เป็นที่น่าเชื่อถือสำหรับผู้ที่จะนำเอาไปใช้งานแต่ความเป็นจริงแล้วในกระบวนการผลิตมักจะเกิดความผันแปรอยู่เสมอตั้งแต่ คน เครื่องจักร และวัตถุดิบ ซึ่งความผันแปรเหล่านี้ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาได้ไม่คงที่ เกิดการแปรเปลี่ยนไปตามความผันแปรเหล่านั้น ความผันแปรที่เกิดขึ้นมิใช่เพียงที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาใช้ไม่ได้หรือไม่สามารถยอมรับได้ หากมีบางส่วนที่เสียเกินขอบเขตที่จะยอมรับได้ หรือเสียพอที่จะยอมรับได้ ต้องถูกปฏิเสธ จึงจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการมาใช้ในการควบคุมคุณภาพของสินค้า

สำหรับการควบคุมคุณภาพได้มีผู้ให้ความหมายและคำจำกัดความไว้ต่างๆ แต่คำจำกัด

ความที่ให้ไว้ในคู่มือ MIL-STD-109 ซึ่งกล่าวถึงว่า "การควบคุมคุณภาพก็คือการบริหารงานใน ด้านการควบคุม วัตถุดิบ และการควบคุมการผลิต เพื่อเป็นการป้องกันมิให้ผลิตภัณฑ์ ที่สำเร็จออก มามีข้อบกพร่องและเสียหายได้"

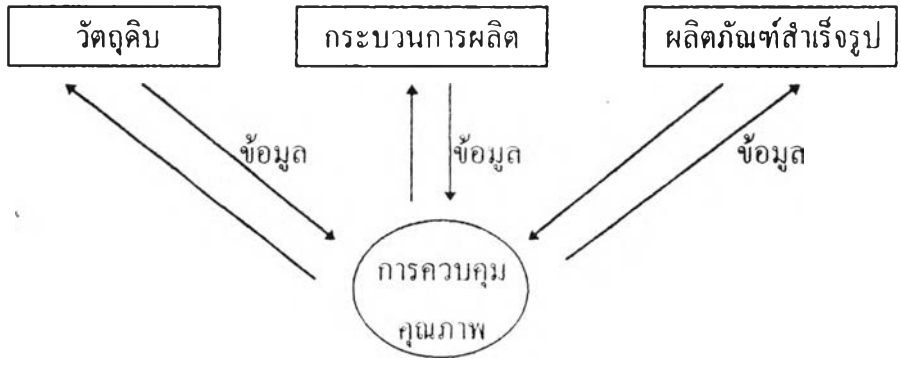
เพื่อที่จะให้สำเร็จตามความคาดหมายดังกล่าว การควบคุมคุณภาพจะต้องจัดรูปแบบการบริหารใน การป้องกัน ค้นหา และแก้ไข ข้อพกพร่อง ซึ่งจะนำไปสู่การผลิตที่ไม่ดีหรือเสียหาย แต่ในทางตรง กันข้ามถ้าคุณภาพที่แท้จริง สูงกว่าที่คาดหรือวางแผนไว้ก็จะทำให้ผู้ผลิตได้รับชื่อเสียงและความไว้ วางใจจากผู้บริโภค สินค้าหรือผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ก็จะจัดอยู่ในประเภทที่ดี แต่ผู้ผลิตเองก็อาจจะเสีย ค่าใช้จ่าย เวลามากขึ้นในกระบวนการผลิต ส่งผลทำให้ราคาของสินค้าที่ผลิตได้มีราคาสูงขึ้นด้วย

3.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการควบคุมคุณภาพและการผลิต

การควบคุมคุณภาพมีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิต เพราะในระบบบการผลิต ในอุตสาหกรรม มักมีการละเลยการตรวจสอบ รวมทั้งขาดความชัดเจนในมาตรฐานของงานที่ทำ การทำงานของพนักงานที่หละหลวมการขาดการบังคับบัญชาขาดวินัยที่ดีในการปฏิบัติงาน ทำให้ เกิดปัญหาในการผลิต ปัญหาเหล่านี้ได้ถูกสะสมขึ้นในกระบวนการผลิตทำให้ผลผลิตที่ผลิตได้มัก ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด มีการแก้ไขงานที่ผลิตขึ้นในอัตราที่สูงรวมทั้งของเสียที่ไม่สามารถนำ มาซ่อมแซมใหม่ได้

ฉะนั้นการควบคุมคุณภาพ จึงต้องเริ่มต้นด้วยการกำหนดมาตรฐานคุณภาพขึ้นมาก่อน อีกทั้งกำหนดวิธีการง่าย ๆ ที่จะวัดคุณภาพขึ้นมา คุณภาพในส่วนนี้อาจหมายถึง การกำหนดขนาด กำหนดคุณสมบัติทางเคมี ทางกล ความสวยงาม สมรรถนะของผลผลิต การวัดคุณภาพที่ออกมา อาจวัดคุณภาพโดยใช้สายตาในการวัด หรือ อาศัยกลไกทางเคมี ทางฟิสิกส์หรือวิธีการอื่น ๆ

ระบบการผลิตแบ่งออกเป็น 3 ได้แก่ วัตถุดิบ กระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิตจึงต้องควบคุมทั้ง 3 ขั้นตอนของระบบการผลิต



รูปที่ 3.2 การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิต

3.3.2 มาตรการในการควบคุมคุณภาพในระบบการผลิต แบ่งออกเป็น 2 มาตรการ

1. มาตรการที่ต้องทำเป็นประจำในกระบวนการผลิต

เป็นมาตรการที่ทำเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตรงตามที่ต้องการคุณสมบัติสม่ำเสมอ โดยมีของเสียน้อยที่สุด ได้แก่

● ทำการควบคุมวัตถุดิบ โดยทำการสุ่มตัวอย่างวัตถุดิบมาตรวจสอบว่าคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่

● ทำการควบคุมกระบวนการขั้นตอนการผลิตให้ตรงตามมาตรฐาน ตรวจสอบผลผลิตที่ผ่านออกมาในแต่ละขั้นตอนว่า มีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ก่อนส่งต่อไปยังขั้นตอนการผลิตอื่นต่อไป

● ตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เมื่อวัตถุดิบได้ผ่านการแปรรูปออกมาจนเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปโดยทุกขั้นตอนได้ผ่านการตรวจสอบมาแล้ว น่าที่จะได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ได้มาตรฐาน แต่เพื่อความมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์จึงควรตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปอีกครั้ง ว่ามีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานหรือไม่

2. มาตรการเพื่อการปรับปรุงหรือพัฒนา

เป็นมาตรการที่ทำ เพื่อการปรับปรุงหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม่ให้มีของเสียหรือลดปริมาณของเสีย ได้แก่

● การจัดเก็บสถิติการผลิต เก็บข้อมูลปัญหาของผลิตภัณฑ์ เพื่อจะได้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ปัญหา

● วิเคราะห์หาต้นเหตุของปัญหา นำข้อมูลที่จัดเก็บไว้มาทำการวิเคราะห์หาต้นเหตุของปัญหา เช่น ปัญหาความล่าช้า ปัญหาของเสีย เป็นต้น เมื่อทำการวิเคราะห์จนทราบต้นเหตุของปัญหา จะได้กำหนดวิธีการแก้ไขและวิธีการป้องกันต่อไป

3.3.3 การตรวจสอบและวัดคุณภาพ

การตรวจสอบ หมายความถึง การค้นหาส่วนประกอบ หรือผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องอันเกิดจากการซื้อจากที่อื่น หรือผลิตขึ้นเอง การตรวจสอบมาจากการคอยเฝ้าดู วัด และทดสอบต่าง ๆ ทั้งนี้ก็เพื่อควบคุมให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน และคุณภาพที่ตั้งไว้

เป้าหมายของการตรวจสอบ คือ พยายามรักษาระดับคุณภาพให้อยู่ในระดับมาตรฐานที่กำหนดไว้ และถ้าหากไม่สามารถจะตรวจสอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ก็พยายามควบคุมคุณภาพให้ความผันแปรอยู่ในขอบเขตอันหนึ่งที่พอยอมรับได้

- การตรวจสอบนำเข้า

การวางแผนเพื่อการตรวจสอบวัสดุนำเข้าควรจะเป็นไปเพื่อ ประการแรกลดค่าใช้จ่าย ประการที่สองเพื่อป้องกันการปฏิเสธหลังจากรับวัสดุมาแล้ว และประการที่สามควรจะทำให้เป็นระบบที่มีการปรับปรุงแก้ไขด้วยตนเองโดยอัตโนมัติ

- การตรวจสอบระหว่างผลิต

การตรวจสอบของพนักงาน คือการตรวจชิ้นงานในขณะทำการผลิตชิ้นงานไปด้วย วิธีการนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการควบคุมคุณภาพ ทำให้คุณภาพเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น โดยมีต้นทุนต่ำลง ผู้ปฏิบัติงานสามารถปรับแต่งการทำงานหรือกระบวนการ โดยไม่เกิดความล่าช้าในกระบวนการ

- การวางแผนการตรวจสอบ

การวางแผนการตรวจสอบควรใช้เวลาระหว่างช่วงการออกแบบผลิตภัณฑ์ แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ การวางแผนการตรวจสอบก็ควรคำนึงถึง ความพร้อมของเครื่องมือและสถานที่

- ลักษณะการตรวจสอบอาจแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1. ตรวจแบบตรวจตามตัวแปร เพื่อการควบคุมลักษณะของชิ้นส่วนซึ่งแปรผันได้ให้อยู่ในขอบเขตอันหนึ่ง ตัวอย่างได้แก่ การวัดความยาว น้ำหนัก ของชิ้นส่วนอยู่ในช่วงที่กำหนดหรือไม่ หรือคุณลักษณะอื่น ๆ ที่วัด ได้แก่ ความแข็ง ความเร็ว เป็นต้น

2. ตรวจแบบดีหรือเสีย เพื่อควบคุมปริมาณชิ้นส่วนที่เสีย เช่น การตรวจสอบหลอดไฟฟ้าว่าติดหรือดับ หรือการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงาน สามารถลอดผ่านรูกลมได้หรือไม่ ถ้าไม่สามารถลอดผ่านได้ถือว่าใหญ่เกินไป เป็นของเสียหรือของที่ไม่ต้องการ เป็นต้น

3. การตรวจตามจำนวนตำหนิ เพื่อควบคุมตำหนิบนชิ้นส่วนให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนด เช่น จำนวนตำหนิบนตัวถังสีรถยนต์ ตำหนิบนเนื้อผ้า ตำหนิบนเฟอร์นิเจอร์ จำนวนฟองอากาศในแก้ว เป็นต้น

- การวัด

ลักษณะของคุณภาพจะเกี่ยวข้องอย่างมากกับปริมาณที่ผลิต ลักษณะในการผลิตปริมาณ ตามที่กล่าวนี้จะถูกดำเนินการไปภายใต้แนวทางของระบบที่เกี่ยวข้องกับ

1. คำจำกัดความของหน่วยมาตรฐาน ซึ่งเรียกว่า "หน่วยการวัด" ซึ่งมีการกำหนดลงไปว่า ลักษณะอย่างไรจะมีหน่วยเรียกว่าอย่างไร เช่น น้ำหนักเป็นกิโลกรัม ความยาวเป็นเมตร

2. เครื่องมือที่ใช้วัด ซึ่งจะถูกปรับให้สามารถอ่านค่าได้เหมาะสมกับหน่วยมาตรฐานของการวัดที่ต้องการ

3. ใช้เครื่องมือวัดที่กล่าวมา หาจำนวนหรือวัดขนาดของผลิตภัณฑ์

- ความผิดพลาดในการวัด

ความสอดคล้องกันของผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต จะถูกตรวจตราโดยเครื่องมือการตรวจสอบ การผิดพลาดที่เกิดจากการวัดจะนำไปสู่ข้อสรุปที่ผิดพลาด

3.3.4 การควบคุมคุณภาพในทางสถิติ

การควบคุมคุณภาพในทางสถิติ หมายถึง การนำหลักการและวิธีการทางสถิติต่าง ๆ มาใช้ในการควบคุมคุณภาพ เพราะหลักวิธีการทางสถิตินั้นมีความสัมพันธ์และสามารถนำมาใช้ในเรื่องการควบคุมคุณภาพ โดยการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการเก็บมาทำการคำนวน และประเมินตามหลักสถิตินำไปเปรียบเทียบกับ ข้อกำหนด มาตรฐาน ที่จัดทำขึ้น

เครื่องมือทางสถิติที่นำมาช่วยในการวิเคราะห์ ได้แก่

1. วิธีการเก็บข้อมูล

ข้อมูล คือ ค่าเฉพาะที่ได้จากการทดลองหรือจากการทำงานอะไรสักชิ้นหนึ่ง ในวิธีการทางสถิติ ข้อมูลในรูปข่าวสารที่ไม่ใช่ตัวเลขใช้ประโยชน์ในการการวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ น้อยกว่าข้อมูลที่อยู่ในรูปตัวเลข นอกจากนั้นข้อมูลหรือข้อเท็จจริงต้องมีจำนวนมากเพื่อเป็นการแสดงถึงลักษณะของกลุ่มหรือของส่วนรวม สามารถนำไปใช้ในการเปรียบเทียบและตีความหมายได้

ตัวเลขข้อมูลโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ตัวเลขข้อมูลจากการนับ เป็นตัวเลขที่ได้จากกรรมวิธีการตรวจนับ เช่น จำนวนของดี เสีย จำนวนของมีตำหนิ จำนวนข้อบกพร่อง เป็นต้น ค่าตรวจนับได้จะเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม

2. ตัวเลขข้อมูลจากการวัด เป็นตัวเลขข้อมูลที่ได้จากกรรมวิธีในการวัด โดยเครื่องมือต่าง ๆ เช่น การวัดความยาว น้ำหนัก เวลา ความเข้มข้นของสารเคมี เป็นต้น โดยมากวัดค่าได้ถึงจุดทศนิยม

2. ใบตรวจสอบ (Check sheet)

ใบตรวจสอบ คือแผนผังหรือตารางที่การออกแบบไว้ล่วงหน้าโดยมีแนวคิดที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. สามารถเก็บข้อมูลได้ง่ายและถูกต้อง

2. สามารถมองดูได้ง่ายและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้ง่าย

การออกแบบใบตรวจสอบ ไม่มีข้อบังคับหรือกฎเกณฑ์ที่ตายตัวในการออกแบบขอให้สามารถใช้งานได้ง่ายถูกต้องและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้ เมื่อกำหนดจุดมุ่งหมายในการเก็บข้อมูลชัดเจนแล้ว ก็เลือกเอาชนิดใบตรวจสอบแต่ละประเภทไปใช้

แต่ต้องมีการระบุรายละเอียดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ตรวจสอบด้วย เพื่อใช้เป็นประวัติในการตรวจสอบย้อนหลังได้ เช่น ชื่อ วันเวลาในการตรวจสอบ ชื่อผู้ทำการตรวจสอบ วิธีการบันทึกหรือตรวจสอบ ชื่อผู้ตรวจสอบ

- ใบตรวจสอบที่ใช้บันทึก

ใบตรวจสอบสำหรับสำรวจของเสียหรือข้อบกพร่อง ในกรณีที่ต้องการลดของเสียหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมาเกิดในอัตราส่วนอย่างไรสาเหตุมาจากไหน เพื่อดำเนินการแก้ไขปัญหา

- ใบตรวจสอบสำหรับสำรวจสาเหตุของเสีย

เป็นใบตรวจสอบที่พัฒนามาจากแบบแรก ใบตรวจสอบนี้มีการเพิ่มเติมต่อไปถึงสาเหตุที่มา โดยคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญของการผลิตรวมทั้งระยะเวลาทำให้ทราบ

1. หัวข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ประเภทใดพบมาก
2. เกิดกับเครื่องใดมาก
3. มีความแตกต่างของพนักงานหรือไม่
4. เกิดขึ้น ณ.เวลาใด เป็นต้น

- ใบตรวจสอบสำหรับสำรวจการกระจายตัวของกระบวนการผลิต ใช้สำหรับกระบวนการผลิตที่ต้องควบคุมเกี่ยวกับขนาดหรือน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจำเป็นต้องทราบถึงสภาพการกระจายตัว ค่าเฉลี่ยและความสัมพันธ์กับค่าที่กำหนดด้วย

- ใบตรวจสอบสำหรับตำแหน่งของเสีย โดยทั่วไปใบตรวจสอบนี้จะมีรูปสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ไว้แล้วทำเครื่องหมายตามตำแหน่งของเสียหรือข้อบกพร่อง และหากมีของเสียมากกว่าหนึ่งประเภท อาจใช้เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์แสดงความแตกต่างได้

3. การจำแนกข้อมูล (Stratication)

การจำแนกข้อมูล คือ หลักการแยกข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ๆ ทั้งนี้เพื่อให้เห็นปัญหาได้ชัดเจน อันจะนำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง

การวิเคราะห์ข้อมูล ถ้าเราไม่จำแนกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ให้ดีแล้ว จะทำให้การชี้ประเด็นแห่งปัญหาไม่ชัดเจนและจะไม่สามารถระบุสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง การแก้ไขปัญหานั้นอาจไม่ตรงประเด็นของสาเหตุที่แท้จริง หรือการจำแนกข้อมูลที่ได้แต่สาเหตุคร่าว ๆ ไม่ชัดเจน ซึ่งจะทำให้เสียเวลาค่าใช้จ่าย บุคคลากร

4. กราฟ (Graph)

กราฟ คือ เครื่องมือในการถ่ายทอดข้อมูลและช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดี เพราะกราฟมีลักษณะพิเศษ คือ เขียนง่ายเข้าใจและอ่านข้อมูลได้เร็วเปรียบเทียบข้อมูลได้ชัดเจน

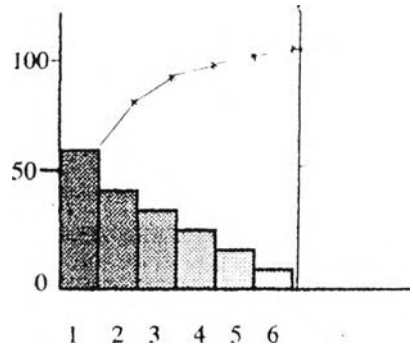
เป็นแนวทางนำไปสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์ขั้นสูงต่อไป กราฟที่ใช้กันแพร่หลายและที่พบเห็นบ่อย มีดังนี้ กราฟแท่ง กราฟเส้น กราฟแถบ เป็นต้น

5. แผนภูมิพาเรโต (Pareto diagram)

แผนภูมิพาเรโต เป็นเครื่องมือสำหรับที่ตรวจสอบปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น จำนวนสินค้าที่คุณภาพไม่ดี ข้อบกพร่องรอยตำหนิที่เกิดขึ้น โดยการนำปรากฏการณ์หรือสาเหตุเหล่านั้นมาแบ่งแยกประเภทแล้วเรียงลำดับความสำคัญของข้อมูลจากมากไปหาน้อย จะแสดงลักษณะขนาดความมากน้อยด้วยกราฟแท่ง และแสดงค่าสะสมด้วยกราฟเส้น

ประโยชน์ของแผนภูมิพาเรโต

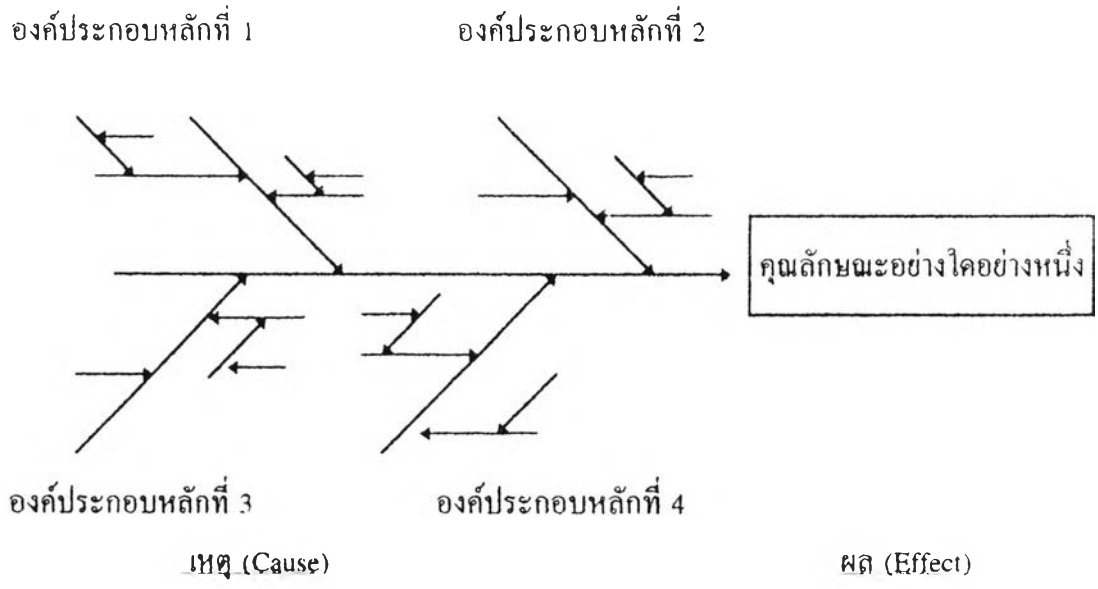
1. สามารถบ่งชี้ได้ว่าหัวข้อใดมีปัญหามากที่สุด
2. สามารถเข้าใจลำดับความสำคัญมากน้อยของปัญหาได้ทันที
3. สามารถเข้าใจแต่ละหัวข้อมีอัตราส่วนเท่าใดในส่วนทั้งหมด
4. ไม่ต้องใช้การคำนวณที่ยุ่งยากก็สามารถจัดทำได้



รูปที่ 3.3 รูปแบบของแผนภูมิพาเรโต

6. แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and effect diagram)

แผนภาพสาเหตุและผล คือ แผนภาพแสดงถึงความสัมพันธ์คุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งกับองค์ประกอบหรือสาเหตุต่าง ๆ ที่มีผลทำให้เกิดคุณลักษณะนั้น ๆ ไว้อย่างเป็นระบบ โดยรวบรวมในแผนภาพที่มีลักษณะคล้ายก้างปลา จึงมีชื่อเรียกว่า ผังก้างปลา ผู้ที่คิดค้นขึ้นมาคือ ดร.อิชิกาวา หรือบางทีเรียกว่า แผนภาพอิชิกาวา รูปแบบของผังก้างปลาแสดงดังรูปที่ 3.4 คุณภาพที่ต้องการควบคุมและปรับปรุงมักจะเป็นตัวเลขที่เห็นได้ชัด เช่น ความยาว ความแข็ง อัตราข้อบกพร่อง เป็นต้น บางครั้งเรียกว่า คุณสมบัติของคุณภาพ (Quality characteristic)



รูปที่ 3.4 รูปแบบลักษณะของแผนภาพเหตุและผล

7. ฮิสโตแกรม (Histogram)

ฮิสโตแกรมเป็นกราฟที่แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล โดยการจัดกลุ่มของข้อมูลแสดงความถี่ของแต่ละกลุ่มด้วยกราฟแท่ง ลักษณะสูงต่ำของกราฟแต่ละแท่ง จะแสดงลักษณะความผิดปรกติของข้อมูลออกมาให้เห็นได้

8. แผนภูมิควบคุม (Control Charts)

แผนภูมิควบคุม ถูกนำมาใช้คนแรกโดย Dr.Shewhart ในปี คศ. 1924 เพื่อใช้ขจัดความผันแปรจากปัจจัยต่าง ๆ ออกจากความผันแปรตามธรรมชาติ แผนภูมิควบคุมประกอบด้วยเส้น สามเส้น คือ เส้นกลาง (Center line) , เส้นพิกัดควบคุม ซึ่งอยู่ข้างบน (Upper control limit) และข้างล่าง (Lower control limit) ของเส้นกลาง ลักษณะของข้อมูลจะถูกกำหนดให้เป็นจุด ถ้าทุกจุดอยู่ระหว่างเส้นควบคุมทั้งสอง เรียกว่า กระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุม (Under control) ถ้ามีบางจุดอยู่นอกเส้นพิกัดการควบคุม หรือ กระบวนการอยูนอกการควบคุม (Out of control)

วัตถุประสงค์ของการใช้แผนภูมิควบคุม

1. ใช้กำหนดมาตรฐานในการดำเนินงาน
2. ใช้ควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐาน
3. ใช้ปรับปรุงมาตรฐานให้ดีขึ้น

ชนิดของแผนภูมิควบคุม แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ โดยพิจารณาจาก คุณลักษณะของตัแปรที่ใช้เขียนแผนภูมิ คือ

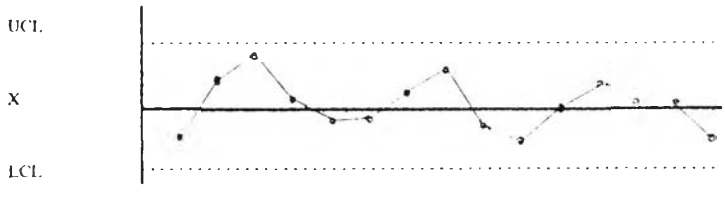
1. แผนภูมิควบคุมชนิดข้อมูลที่มีค่าความต่อเนื่อง (Continuous values) หรือข้อมูล จากหน่วยการวัด

2. แผนภูมิควบคุมชนิดข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ย (Discrete values)

ชนิดของแผนภูมิควบคุม มีดังนี้

ลักษณะจำเพาะที่ทำการควบคุม	:	ชื่อแผนภูมิที่ใช้
1.ข้อมูลมีค่าต่อเนื่อง	:	X - R Chart (แผนภูมิควบควบค่าเฉลี่ย และพิสัย)
	:	X - Chart (แผนภูมิควบคุมค่าการวัด)
2.ข้อมูลแบบแจงนับ	:	pn Chart (แผนภูมิควบคุมจำนวนชิ้นงานที่เป็นของเสีย)
	:	p Chart (แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย)
	:	c Chart (แผนภูมควบคุมจำนวนตำหนิ)
	:	u Chart (แผนภูมควบคุมจำนวนตำหนิต่อชิ้น)

เมื่อในโรงงานได้ทำการวิเคราะห์การผลิตแล้วว่าอยู่ใน ภาวะปกติ นั่นคือ ผลิตภัณฑ์อยู่ในพิกัดหมด การที่จะให้คงอยู่ในสภาวะนี้ได้ วิธีการทำงานแต่ละจุดในโรงงานจะต้องทำให้เป็นแบบมาตรฐาน คือ ทุก ๆ ครั้งก็ทำวิธีการเดิมและได้แบบเดียวกันตลอด แผนภูมิควบคุมพร้อมเส้นพิกัดจะบอกให้ทราบการทำงานใน แบบมาตรฐาน (Standardization) ที่โรงงานกำหนดยังคงที่อยู่หรือไม่ ถ้าคนงานสามารถสามารถปฏิบัติได้ตามแบบทุก ๆจุดบนแผนภูมิควบคุมจะอยู่ในเส้นพิกัดควบคุมทั้งหมด ต่อมาถ้าหากมีจุดออกอยู่นอกเส้นควบคุม ก็แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงบางอย่างในสายงานการประกอบหรือสายการผลิต จะต้องมีการค้นหาสาเหตุนั้น เมื่อพบสาเหตุต้องมีการแก้ไข แผนภูมิแบบนี้ เรียกว่า แผนภูมิแสดงกระบวนการผลิต (Production process control)



รูปที่ 3.5 แสดงรูปแบบของแผนภูมิการควบคุม ที่ค่าการควบคุมอยู่ในขอบเขตการควบคุม

9. ความสามารถของกระบวนการ (Process capability)

คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นจากวิธีการผลิต หรือกระบวนการผลิต ถ้าผลิตภณฑ์มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตเกิดความผันแปรน้อย แต่ในทางตรงกันข้ามถ้ากระบวนการผลิตเกิดความผันแปรมาก คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ก็จะมีคุณภาพไม่ดีขาดความสม่ำเสมอ ความผันแปรนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถของกระบวนการผลิต

การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถของกระบวนการผลิต จะต้องศึกษาภายใต้ระยะเวลาที่เปลี่ยนไปขององค์ประกอบทั้งหมดในการผลิต อาทิ วัตถุดิบ เครื่องมือวัด เครื่องจักร พนักงาน

ดัชนีที่ใช้วัดความสามารถของกระบวนการ

การศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิต ก็คือ การวิเคราะห์ถึงแหล่งที่มาของความผันแปรที่เกิดขึ้น ซึ่งหมายถึงการพิจรณาถึงที่มาแห่งความผันแปรจากค่าของผลิตภัณฑ์ของข้อมูลตัวอย่าง ทำให้ช่วยในการวิเคราะห์หาความผันแปรที่เกิดขึ้นจากค่าตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบจาก ความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบนและล่างกับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการนั้น ๆ (โดยทั่วไปใช้ 6σ) จากเงื่อนไขข้อมูลที่ได้จากการแจกแจงแบบปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดัชนีที่ใช้วัดความ สามารถของกระบวนการใช้สัญลักษณ์แทน C_p โดยที่

$$C_p = \frac{\text{ความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบน และ ล่าง}}{\text{6 SIGMA}}$$

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

เมื่อ

C_p = ดัชนีที่ใช้วัดความสามารถของกระบวนการ

USL = ขอบเขตข้อกำหนดด้านบน

LSL = ขอบเขตข้อกำหนดด้านล่าง

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การตัดสินใจว่าความสามารถของกระบวนการมีความสามารถหรือไม่ จะตัดสินใจเปรียบเทียบกับการกระจายภายใต้ 6σ โดยกล่าวว่าถ้าค่าดัชนี $C_p = 1$ จะชี้ว่ากระบวนการมีความสามารถภายใต้การกระจายของกระบวนการเท่ากับ ความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง ถ้าค่าดัชนี $C_p > 1$ แสดงว่าขอบเขตข้อกำหนดบนและล่างมีค่ามากกว่าการกระจายของกระบวนการ ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีในกระบวนการของผู้ผลิต แต่ถ้าค่าดัชนี $C_p < 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตนั้นไม่มีความสามารถต้องมีการพิจรณาปรับปรุงแก้ไขให้ความผันแปรนั้นลดลง

3.3.5 การประกันคุณภาพ

เป็นกิจกรรมที่พยายามสร้างความพอใจให้เกิดขึ้นแก่ลูกค้าในทุกรูปแบบ โดยมีการศึกษาวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบของผลิตภัณฑ์วิธีการใช้งานของผู้ใช้ ดูว่ามีการใช้งานถูกต้องหรือไม่หลังจากที่ซื้อไปแล้ว ถ้าไม่ถูกต้องควรจะมีการแนะนำหรือการออกแบบอย่างไร เพื่อเป็นการบังคับให้มีการใช้งานที่ถูกต้องอย่างไรในการสร้างความพึงพอใจกับลูกค้าจะต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลของความต้องการลูกค้า

1. การประเมินระดับของคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ออกสู่ตลาด

มาตรการในการประเมินที่ดีที่สุด คือ การตรวจวัดสินค้าก่อนนำส่งไปให้ลูกค้าหรือเรียกว่าการให้เกณฑ์ (Rating) จะมีคณะกรรมการที่มาจากแผนกต่าง ๆ เป็นผู้ให้เกณฑ์และตัดสินใจเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ

1.1 การให้เกณฑ์เพื่อให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์หรือสินค้า รับใช้ผู้ใช้ดีอย่างไร

1.2 การเก็บข้อมูลขนาดของข้อมูลที่เก็บมักจะถือเอาความสมดุลย์ระหว่างค่าใช้จ่ายของขนาดตัวอย่างที่มาก กับ ความไม่น่าเชื่อถือของขนาดของตัวอย่างที่น้อย

1.3 การให้คำจำกัดความของเสีย ต้องได้รับความร่วมมือจากฝ่ายต่าง ๆ เช่น จากฝ่ายขาย ฝ่ายวิศวกรรม และฝ่ายควบคุมคุณภาพในการกำหนดความร้ายแรงต่าง ๆ ของชนิดของเสีย

1.4 หน่วยที่ใช้เป็นเกณฑ์การวัด โดยทั่วไปจะให้ข้อเสียที่เกิดต่อหน่วย โดยอาจใช้สเกลต่อหน่วยในการเปรียบเทียบ หรืออาจถือเอาเกณฑ์คุณภาพเป็น 100 เมื่อเทียบกับข้อเสียต่อหน่วยเป็นศูนย์

ข้อเสียที่พบ	เกณฑ์วัดคุณภาพ
0	100
1	90
2	80
3	70
4	60
5	50

1.5 มาตรฐานสำหรับการเปรียบเทียบ การเปรียบเทียบมาตรฐานคุณภาพนั้น โดยทั่วไปมักจะยึดเอาประวัติคุณภาพของทางโรงงาน หรือคุณภาพของคู่แข่งเป็นมาตรฐานเปรียบเทียบกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในขณะนั้น เพื่อจะได้ทราบว่าสภาพที่ทำงานจริง ๆ เป็นอย่างไรจะได้หาทางปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไป

3.3.6 การวินิจฉัยสำหรับคุณภาพที่จำแนกได้

ในการวินิจฉัยสำหรับกระบวนการผลิตแบบนี้ สามารถแบ่งลักษณะการวินิจฉัยออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

- ลักษณะของปัญหาที่เป็นตัวแปร (Variable)
- ลักษณะของปัญหาที่เป็นแบบคุณภาพ (Quality)

1. ลักษณะของปัญหาที่เป็นตัวแปร จะมีการวิเคราะห์ปัญหาลักษณะนี้ 4 วิธีคือ

1.1 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตแบบพื้นฐาน

กระบวนการผลิตในที่นี้ หมายถึง เครื่องจักร วัสดุ วิธีการ และผู้ปฏิบัติงาน การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการสามารถนำมาซึ่งเทคนิคต่าง ๆ อีกมากมายที่เหมาะสมกับปัญหาในแต่ละปัญหาที่แตกต่างกันไป วิธีง่ายที่สุดคือ การนำเอาตัวอย่างของชิ้นส่วนที่ออกจากกระบวนการผลิตมาเรียงลำดับ จากนั้นวัดคุณลักษณะหรือตัวแปรที่ต้องการศึกษา และนำค่าที่ได้นั้นไปเขียนเป็นกราฟ ตามลำดับก่อนหลังของข้อมูล ซึ่งมีพิกัดขอบเขตที่ยอมรับได้ ซึ่งแผนภูมินี้จะแสดงถึง

- ความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับหรือไม่
- อัตราการเปลี่ยนแปลงทางคุณลักษณะที่มีสาเหตุมาจากเครื่องมือ หรือสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติของกระบวนการผลิตเอง
- การกำหนด (Set) กระบวนการผลิตไว้ที่จุดใดจุดหนึ่งเพื่อจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ ที่ดีเป็นระยะเวลานานโดยไม่ต้องมีการกำหนด (Set) ใหม่
- จะต้องตรวจสอบและปรับกระบวนการผลิตบ่อยมากแค่ไหน

1.2 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตแบบสมบูรณ์

รายการวิเคราะห์ที่สมบูรณ์ จะประกอบไปด้วยหลักเบื้องต้น 5 ประการ

1.2.1 การกำหนดช่วงที่ยอมรับได้

1.2.2 การพิจารณาว่า ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตนั้นอยู่ในช่วงกึ่งกลางของขอบเขตพิกัดการยอมรับหรือไม่

1.2.3 การวัดความแปรเปลี่ยนที่เนื่องมาจากธรรมชาติของกระบวนการ

1.2.4 การวัดความแปรเปลี่ยนที่เกิดในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ

1.2.5 สาเหตุของความแตกต่างระหว่างการแปรเปลี่ยนเนื่องจากธรรมชาติของกระบวนการผลิตกับเวลา

เมื่อทำการวิเคราะห์หลักการข้างต้นแล้ว ทำให้เกิดทางเลือกที่จะกำจัดข้อบกพร่องของงานได้หลายอย่าง ซึ่งมีความแตกต่างของผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์แฝงอยู่ด้วย เช่น การขยายช่วงของขอบเขตการยอมรับอาจหมายถึงการลดคุณค่าของผลิตภัณฑ์หรือการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต หมายถึง จะต้องหาพัสดุอุปกรณ์ให้สมบูรณ์มากขึ้น ดังนั้นวิธีการที่ดีจะทำให้เกิดประสิทธิผลในการวิเคราะห์ คือ การใช้แผนภูมิควบคุมและความถี่ของการกระจาย

1.3 การวิเคราะห์ในสายการผลิต : ลักษณะตัวแปร

ในหนึ่งรุ่นของการผลิต สำหรับการตรวจสอบนั้นมักจะได้ผลิตภัณฑ์หลากหลายที่ออกจากสายการผลิตที่แยกออกจากกัน สายการผลิตเหล่านั้นมีความแตกต่างกันและขึ้นอยู่กับการผลิตที่ได้จากเครื่องจักรที่ต่างกัน วัสดุจากแหล่งต่างกัน สภาพผู้ปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน และอื่น ๆ ดังนั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในแต่ละสายการผลิตจะมีความแตกต่าง ที่เป็นผลมาจากแหล่งผลิตที่มีความแตกต่างกันอยู่มาก

ในสายการผลิตจะเกิดความแตกต่างกันขึ้นเมื่อเวลาต่างกัน ในช่วงเวลาสั้น ๆ ช่วงใดช่วงหนึ่งก็ตาม จะมีความแตกต่างของชิ้นงานแต่ละชิ้นที่เกิดจากความไม่แน่นอนของเครื่องจักร วัสดุ คน หรือแม้ภายในชิ้นงานเองก็ยังมีความแตกต่างกัน ดังนั้นอาจก่อให้เกิดความเสียหายหรือข้อบกพร่องบนชิ้นงานนั้นได้ ก็จะต้องศึกษาโดยการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มาตรฐาน

1.4 การวิเคราะห์โดยใช้กราฟหรือแผนภูมิ

ในบางกรณีเราอาจต้องใช้แผนผังเพื่อความชัดเจนของปัญหา หรือเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ได้อย่างชัดเจน

2. ลักษณะของปัญหาที่เป็นแบบคุณภาพ (Quality)

มีวิธีการวิเคราะห์ปัญหาอยู่ 3 วิธีคือ

2.1 การวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลเก่า

ทฤษฎีบางทฤษฎีสามารถทดสอบได้จากข้อมูลที่มี ไม่จำเป็นต้องทำการทดลอง การวิเคราะห์โดยอาศัยข้อมูลเก่านี้ เป็นขั้นตอนแรกที่ทำได้โดยไม่กระทบต่อกระบวการผลิตวิธีการที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ลักษณะนี้ ทำให้เกิดความสัมพันธ์ของปริมาณข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์กับทฤษฎีที่ชี้เห็นถึงสาเหตุข้อบกพร่อง ที่เกิดจาก กระบวนการผลิต เครื่องมือ ผู้ปฏิบัติ และอื่น ๆ ความสัมพันธ์นี้สามารถทดสอบได้โดยอาศัยวิธีการทางสถิติ เช่น การจับลำดับ สหสัมพันธ์ เมตริก เป็นต้น

2.2 การวิเคราะห์ในสายการผลิต ด้านคุณภาพ

การวิเคราะห์ภายในสายการผลิตด้านคุณภาพ สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์เหมือนกับการวิเคราะห์ภายในสายการผลิตด้านตัวแปร

2.3 การวิเคราะห์จากความหนาแน่นของบริเวณที่เกิดจุดบกพร่อง

ในการวิเคราะห์ในสายการผลิตนั้น จะช่วยให้พบความหนาแน่นของจุดบกพร่องที่เกิดในแต่ละขั้นตอนได้ นอกจากนี้จุดบกพร่องดังกล่าวยังสามารถเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ที่เสร็จแล้ว ซึ่งมักจะสังเกตุเห็นจุดบกพร่องให้เด่นชัด จึงสามารถทำให้การแก้ไขเป็นไปได้ง่าย

3.3.7 การเสนอรายงานคุณภาพแก่ผู้บริหาร

1. สิ่งที่จะต้องควบคุมในการเสนอรายงานคุณภาพแก่ผู้บริหาร

แม้ว่าสิ่งสิ่งที่ผู้บริหารต้องการทราบจะมีอยู่หลายเรื่อง แต่จะมีบางเรื่องที่สำคัญ ซึ่งจะต้องทำการควบคุมเหมือน ๆ กันทุก ๆบริษัทก็คือ

1.1 ประเมินความพอใจและไม่พอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ เช่น อัตราคำร้องเรียน อัตราการส่งสินค้าคืน การเพิ่มหรือลดของลูกค้าอันเนื่องมาจากคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการบริการลูกค้าในระหว่างช่วงระยะเวลาประกัน และหลังช่วงระยะเวลาประกัน เป็นต้น

1.2 ประเมินคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปโดยตรง เช่น ผลของการกำหนดระดับของคุณภาพ ข้อมูลทางด้านคุณภาพที่เฉพาะพิเศษ คุณภาพของบริษัทเมื่อเปรียบเทียบกับคู่แข่ง

1.3 ความสูญเสียอันเนื่องมาจากข้อบกพร่อง

1.4 ค่าใช้จ่ายในการยอมรับ

1.5 ค่าใช้จ่ายในการป้องกัน

1.6 ประเมินว่าจะทำอย่างไร ถึงจะทราบคุณภาพของระบบโดยรวม เช่น การสำรวจหรือการตรวจสอบคุณภาพ

1.7 สภาพของการแก้ปัญหาของปัญหาด้านคุณภาพที่สำคัญ

หน่วยของการใช้วัดในรายงาน จะต้องมีประโยชน์และเหมาะสมกับผู้ที่จะนำไปใช้ เช่น รายงานที่เสนอต่อผู้บริหารระดับล่างจะเป็นในเรื่องเกี่ยวกับข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่นการประเมินระดับคุณภาพในรูปของจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยหรือ คำร้องเรียนในรูปของจำนวนคำร้องเรียนต่อผลิตภัณฑ์ 1000 ชิ้น เป็นต้น ถ้าเป็นรายงานที่เสนอต่อผู้บริหารระดับสูง จะเน้นในรูปของตัวเงิน เช่น ค่าตรวจสอบวัตถุดิบต่อราคาวัตถุดิบ ค่าใช้จ่ายจากการประกันคุณภาพ เป็นต้น

2. การสรุปผลรายงาน

เพื่อที่จะทำให้ผู้บริหารสามารถที่จะได้รายละเอียดต่างจากรายงาน แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว ผู้บริหารมักจะไม่ได้อะไรเลยจากรายงานแบบนั้น เพราะเขาไม่มีเวลามากพอที่จะมาหาอะไรสำคัญจากสิ่งที่ไม่สำคัญ รายงานเสนอต่อผู้บริหารนี้ ไม่เพียงแต่จะต้องรวบรัดแต่จะต้องมีมาตรฐานสำหรับการเปรียบเทียบอ่านง่าย และเป็นไปตามลำดับขั้นตอน

ลักษณะของระบบการรายงานที่ดี

1. จัดตารางในรายงานให้เหมาะสม เพื่อให้ผู้บริหารสามารถตรวจสอบรายงานได้ในขณะที่ทำการประชุม

2. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องไว้ให้พร้อม เพื่อความรวดเร็วในการตรวจสอบเปรียบเทียบ

3. รูปแบบของรายงานเป็นแบบเดียว เพื่อลดเวลาในการที่จะทำความเข้าใจกับเครื่องหมาย หรือแผนผังแบบใหม่ ๆ

4. เสนอแนวโน้มต่าง ๆ (ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้น) พร้อมทั้งกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องให้ผู้บริหารทำการเสนอแนะกิจกรรมที่ควรจะกระทำ โดยเน้นกิจกรรมที่มีประโยชน์

ปัญหาทางด้านคุณภาพของในแต่ละโรงงานนั้นมีมากมาย แต่ที่สำคัญและรุนแรงมีน้อย ปัญหาที่สำคัญและรุนแรงเหล่านี้ต้องได้รับความสนใจ และจะต้องมีข้อมูลที่มากเพียงพอ เพื่อที่จะช่วยให้ผู้บริหารตัดสินใจได้ว่าควรทำอย่างไร

3.3.8 การกำหนดมาตรฐานการทำงาน

มาตรฐานการทำงาน คือ วิธีการทำงานที่ดีในกระบวนการผลิต เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของ คุณภาพ ต้นทุน การจัดส่งที่ตรงเวลา ด้วยความปลอดภัย

วิธีการทำงานที่ดี หมายถึง การไม่ฝืนทำ ไม่ทำในสิ่งที่สูญเปล่า ทำอย่างสม่ำเสอม ทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง ด้วยวิธีการทำงานที่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย

แม้มาตรฐานการทำงานที่จัดทำขึ้นเป็นวิธีการที่ดีในปัจจุบัน แต่การพัฒนาปรับปรุง เครื่องมืออุปกรณ์หรือวิธีการทำงานก็จะต้องได้รับการค้นคิดปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่เสมอ การตั้งมาตรฐานไม่ใช้เรื่องง่าย แต่ไม่มีมาตรฐานในการเปรียบเทียบผลความพยายามทั้งหลายก็จะดูสูญเปล่า เหมือนกับรู้คะแนนที่สอบได้แต่ไม่รู้ว่าคะแนนเต็มเป็นเท่าไร

มาตรฐานที่มักใช้ในการเปรียบเทียบมีที่มาอยู่ 4 แหล่งคือ

1. มาตรฐานที่ได้จากอดีต
2. มาตรฐานทางวิศวกรรม
3. มาตรฐานจากข้อมูลทางการตลาด
4. มาตรฐานจากการวางแผน

3.4 การควบคุมคุณภาพการทำสีตัวถังรถยนต์

เพื่อให้เข้าใจเรื่องการควบคุมคุณภาพเป็นอย่างที่ดี จะต้องมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้เสียก่อนว่า ผลงานที่ออกมานั้นเป็นอย่างไรซึ่งจากความเข้าใจดังกล่าวนี้เองจะทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของงานที่ทำได้

จากที่ได้กล่าวนำแล้วในบทที่ 2 ว่ากระบวนการทำสีตัวถังรถยนต์จะประกอบไปด้วยขั้นตอนการทำสีตัวถังรถยนต์ จะประกอบไปด้วยขั้นตอน ดังนี้

- การเคลือบฟิล์มฟอสเฟตในกระบวนการเตรียมผิวตัวถังรถยนต์
- การเคลือบผิวฟิล์มสีพื้น
- การพ่นสีรองพื้น
- การพ่นสีทับหน้า

โดยในแต่ละขั้นตอนจะมีรายละเอียดจะมีการตรวจสอบคุณลักษณะ ดังนี้

3.4.1 คุณลักษณะการเคลือบฟิล์มฟอสเฟตในกระบวนการเตรียมผิวตัวถังรถยนต์

การทำผลิตภัณฑ์ที่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบ เช่น รถยนต์ จำเป็นต้องมีการเตรียมผิวก่อนการเคลือบสีเพื่อป้องกันการผุกร่อนและทำให้ที่เคลือบทับหน้าชั้นถัดไปยึดติดพื้นผิวได้ดี โดยได้มีการนำเอาสารประกอบฟอสเฟตมาใช้ในขั้นตอนดังกล่าว สารประกอบฟอสเฟต หมายถึงสารเคมีที่มีเกลือฟอสเฟตและกรดฟอสฟอริกเป็นส่วนประกอบหลัก ใช้ในการเคลือบพื้นผิวเหล็ก ให้เกิดเป็นฟิล์มฟอสเฟต สารประกอบฟอสเฟตแบ่งออกเป็นประเภทและชนิดตาม ตารางที่ 3.1

คุณลักษณะของผิวฟิล์มเฟตเฟต มีดังนี้

1. ลักษณะโดยทั่วไปเมื่อเคลือบบนผิวชิ้นงาน จะมีความราบเรียบสม่ำเสมอต่อเนื่องตลอดไม่เป็นสนิมและไม่พบข้อบกพร่องอื่น ๆ ทั้ง 2 ด้าน และดูจากผิวฟิล์มที่มีการถ่ายรูปและขยายออกมาโดยผลึกของฟิล์มฟอสเฟตต้องมีความละเอียดสม่ำเสมอกัน

2. สีของผิวฟิล์มฟอสเฟต สีของฟิล์มฟอสเฟตประเภทที่ 1 และ 2 ต้องเป็นสีเทาหรือสีเทาอมดำ ส่วนประเภทที่ 3 และ 4 เป็นสีทองหรือสีเหลืองอมน้ำตาลหรือม่วงอบน้ำเงิน

3. น้ำหนักของฟิล์มต่อหน่วยพื้นที่ หน่วยวัดเป็น กรัมต่อตารางเมตร (g/m^2)

4. คุณสมบัติในด้านคุณภาพ มีดังนี้

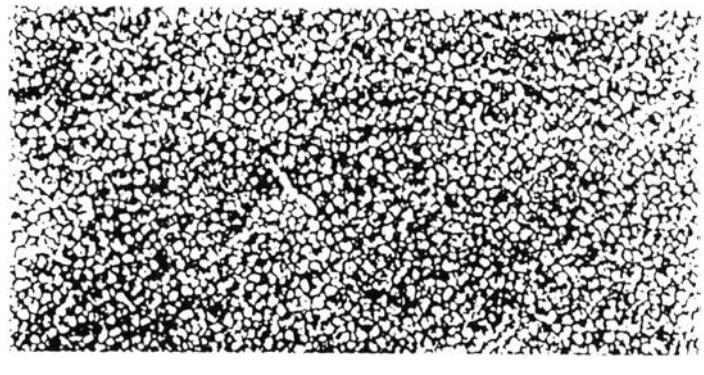
- ความทนต่อแรงกระแทก
- ความทนทานต่อการดัดโค้ง
- ความทนน้ำ
- ความทนละอองน้ำเกลือ

สำหรับในโรงงานตัวอย่างการเคลือบฟิล์มฟอสเฟตในกระบวนการเตรียมผิวตัวถังรถยนต์ จะเป็นแบบ ประเภทที่ 2 ชนิดที่ 1 ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ประเภทและชนิดสารประกอบฟอสเฟตสำหรับเตรียมผิวก่อนพ่นสี

ประเภทและชนิด		สัญลักษณ์	ส่วนประกอบหลัก	วิธีการเคลือบ	น้ำหนักของฟิล์มฟอสเฟต ไม่น้อยกว่า (g/m^2)
ประเภทที่ 1	ชนิด 1	1Z - 1	โมโนเบสิกซิงก์ฟอสเฟต (ซิงก์ไบฟอสเฟต) และตัวเร่งปฏิกริยา	พ่น	1.5
	ชนิด 2	1Z - 2		พ่น	3.5
ประเภทที่ 2	ชนิด 1	2Z - 1		จุ่ม	2.0
	ชนิด 2	2Z - 2		จุ่ม	6.0
	ชนิด 3	2Z - 3		จุ่ม	10.0
ประเภทที่ 3	ชนิด 1	3F - 1	โมโนเบสิกโซเดียมฟอสเฟตหรือแอมโมเนียมฟอสเฟต และตัวเร่งปฏิกริยา (ถ้าจำเป็น)	พ่น	0.3
	ชนิด 2	3F - 2		พ่น	0.4
ประเภทที่ 4	ชนิด 1	4F - 1		จุ่ม	0.2

ที่มา : มอก.736 - 2530 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สารประกอบฟอสเฟตสำหรับเตรียมผิวก่อนเคลือบสี

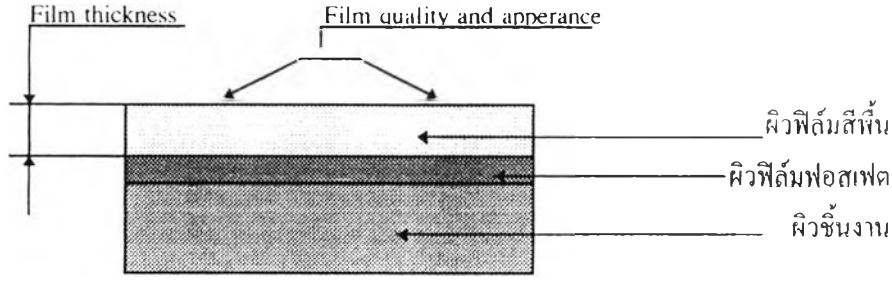


รูปที่ 3.6 แสดงภาพถ่ายขยายลักษณะของผิวฟิล์มฟอสเฟตที่เคลือบบนผิวเหล็ก

3.4.2 คุณลักษณะการเคลือบผิวฟิล์มสีพื้น

จากที่กล่าวมาแล้วว่ากระบวนการทำสีตัวถังรถยนต์ โดยส่วนใหญ่เป็นการนำเอาวัสดุประเภทสารเคลือบผิวต่าง ๆ มาเคลือบบนชิ้นงานที่เป็นตัวถังรถยนต์ตามรูปแบบกระบวนการที่เหมาะสมจากการผสมผสานและความสัมพันธ์ของเครื่องจักร วัสดุ และวิธีการ เพื่อให้ได้ผลงานออกมามีคุณภาพตามที่ทางผู้ผลิตรถยนต์กำหนดตามมาตรฐานการผลิต โดยจะเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานคุณภาพของรถยนต์ทั้งคันที่ผู้ผลิตถือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ซึ่งคุณภาพตามที่ผู้ผลิตได้ออกแบบและรับประกัน

ฟิล์มสีพื้นในที่นี้ หมายถึง ผิวสีที่ได้จากการจุ่มตัวชิ้นงานลงในบ่อจุ่มสีพื้นโดยจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปเพื่อเป็นสื่อในการนำสีเข้าเคลือบติดผิวชิ้นงาน ตามวิธีการที่กล่าวในบทที่ 2



รูปที่ 3.7 แสดงชั้นผิวฟิล์มสีพื้น

คุณลักษณะทางคุณภาพของฟิล์มสีพื้น

1. การทดสอบสมรรถนะของผิวฟิล์มสีพื้น (Film performance)

ในการทดสอบสมรรถนะของผิวฟิล์มสีพื้น เช่น การทนต่อการกัดกร่อน , ความติดแน่นระหว่างผิวฟิล์มสีกับชิ้นงาน ,การทนต่อแรงกระแทกของผิวฟิล์มสี , อีกทั้งรวมถึงการทดสอบเกี่ยวกับการใช้งานของสีพื้น (Workability) ในกระบวนการผลิตจริงมีความเหมาะสมเพียงไรต่อการใช้งาน ซึ่งจะเป็นข้อกำหนดมาตรฐานในการตั้งระดับคุณภาพที่ได้มาจากการทดลองทดสอบโดยทั่วไปแล้วการทดสอบจะกระทำภายในห้องทดลองตามมาตรฐานวิธี

ความแข็งของผิวฟิล์มสี (Film hardness) หมายถึง ความสามารถของฟิล์มสีที่ทนต่อการเกิดรอยจากการกดหรือขูดขีดด้วยของแข็ง วิธีการหาความแข็งของผิวฟิล์มสีที่ใช้กันในโรงงานอุตสาหกรรม ตามมาตราฐาน JIS K5400 คือการทดสอบการขูดขีด (Scratch test) ซึ่งก็คือการหาความต้านทานต่อการขูดขีดของผิวฟิล์มสีด้วยดินสอที่มีเกรดความแข็งของไส้ดินสอตามเกรดต่างๆ

ความติดแน่น (Adhesion) ความติดแน่นของผิวฟิล์มสี จะเป็นตัวบ่งบอกถึงระดับความมากน้อยของการยึดเกาะระหว่างฟิล์มกับพื้นผิววัสดุ ในการทดสอบความติดแน่นของผิวฟิล์มสี จะใช้ของมีคมกรีดเป็นรูปสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ บนผิวฟิล์มสีให้ทะลุผ่านถึงแผ่นชิ้นงาน แล้วใช้เทปปิดทับผิวที่กรีดให้สนิท แล้วดึงเทปออกอย่างรวดเร็ว ตรวจดูข้อบกพร่องบนผิวฟิล์มสี ถ้าไม่พบข้อบกพร่องเลยแสดงว่าผิวฟิล์มดังกล่าวมีความติดแน่นดีมาก

การทนต่อแรงกระแทกของผิวฟิล์มสี (Impact resistance test)แรงกระแทกที่กระทบอย่างรวดเร็ว สามารถทำให้ผิวฟิล์มสีเกิดความเสียหายได้ การทดสอบก็คือการวัดความคงทนของผิวฟิล์มสีเมื่อมีแรงกระทบ เครื่องทดสอบการทนต่อแรงกระแทกของผิวฟิล์มสีจะประกอบด้วยตุ้มน้ำหนักที่สามารถเลื่อนขึ้นลงในแนวตั้งฉากได้ เมื่อจะทดสอบให้นำเอาแผ่นทดสอบที่เคลือบฟิล์มสีตัวอย่างยึดที่ฐานของเครื่องมือ จากนั้นตั้งระยะทางที่จะปล่อยตุ้มน้ำหนักลงมากระแทกกับแผ่นทดสอบที่ระยะความสูงต่าง ๆ กัน จากนั้นตรวจดูผิวของแผ่นทดสอบความทนต่อแรงกระทบ

2. คุณภาพของผิวฟิล์มสีพื้นที่ปรากฏบนตัวถังรถยนต์ (Film quality and apperance)

ในการควบคุมคุณภาพของผิวฟิล์มสีพื้นที่ปรากฏบนตัวถังรถยนต์ จะทำการควบคุมตรวจสอบจากตัวถังสีรถที่ถูกผลิตขึ้นจากในสายการผลิต โดยดูจากข้อมูลที่มี 2 แบบคือ

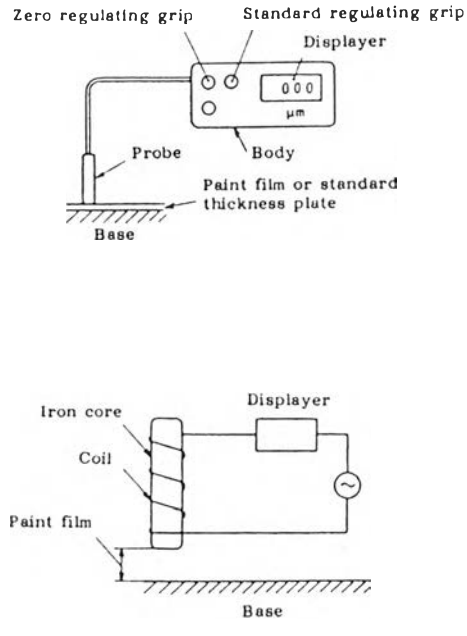
2.1 ข้อมูลจากการตรวจวัด (Measurement data) เช่น ความหนาของผิวฟิล์มสีพื้นที่ผ่านการอบจนผิวฟิล์มแห้งแล้ว (Measurement of dry film thickness) เป็นต้น

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าความหนาผิวฟิล์มสีพื้นตามตำแหน่งต่าง ๆ บนตัวถังรถตามมาตรฐานของโรงงานตัวอย่าง

ลำดับที่	ตำแหน่ง	ค่าความหนามาตรฐาน	หมายเหตุ
1	ความหนาผิวฟิล์มในแนวนอน (Horizontal plane)	≥ 20 μm.	ตำแหน่งจุดวัดความหนาผิวฟิล์มสีในแนวนอน ประกอบด้วย บริเวณฝากระโปรง พื้นกะบะ
2	ความหนาผิวฟิล์มในแนวตั้ง (Vertical plane)	≥ 20 μm.	ตำแหน่งจุดวัดความหนาผิวฟิล์มสีในแนวตั้ง ประกอบด้วย บริเวณ Front fender ซ้าย / ขวา ประตู ซ้าย / ขวา ,ด้านข้างตัวกะบะ ซ้าย/ขวา บริเวณฝาท้าย
3	ความหนาผิวฟิล์มบริเวณหลังคา (Roof)	≥ 15 μm.	ตำแหน่งจุดวัดความหนาผิวฟิล์มสีบริเวณหลังคาของตัวถังรถ
4	ความหนาผิวฟิล์มบริเวณจุดอับ (Box section)	≥ 8 μm.	ตำแหน่งจุดวัดความหนาผิวฟิล์มสีบริเวณจุดอับ โดยการสอดเหล็กแผ่นทดลองเข้าไปบริเวณ จุด Sill inner แล้วนำออกมาวัดแทน

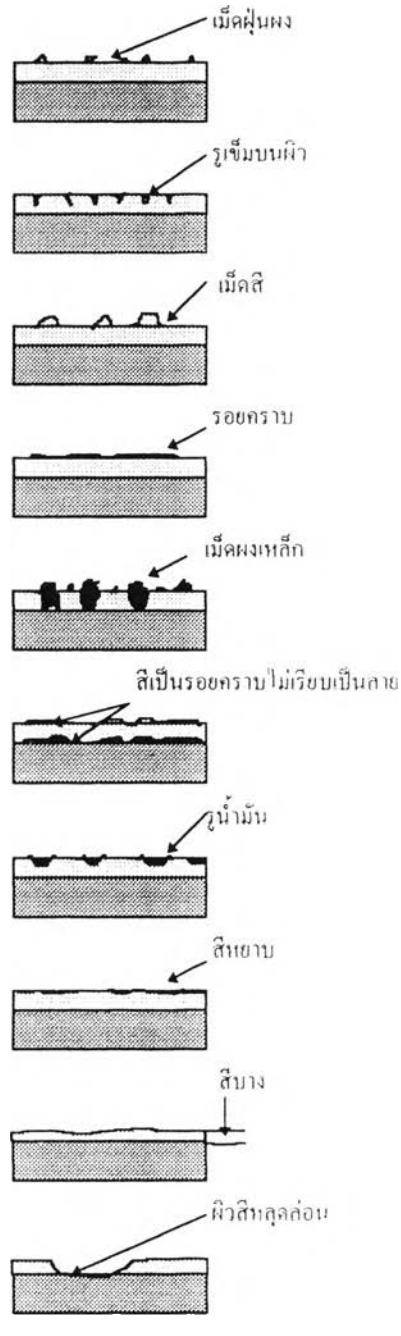
อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความหนาผิวฟิล์มสีจะวัดใช้วัดผิวฟิล์มสีที่เป็นแบบที่ผ่านการอบผิวฟิล์มออกมาแล้ว (Dry film) โดยใช้อุปกรณ์เครื่องมือวัดความหนาแบบ Electromagnetic type film thickness gauge ซึ่งใช้วัดความหนาผิวฟิล์มสีชิ้นงานที่มีพื้นเป็นโลหะ

การวัดโดยอาศัยหลักการของเอดดีเคอร์เรนต์ (Principle fo Eddy current) วิธีการนี้ใช้สำหรับวัดความหนาบนแผ่นโลหะที่เป็นสารแม่เหล็กหรือไม่เป็นแม่เหล็กก็ได้ อาศัยหลักการของเอดดีเคอร์เรนต์ ที่ว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในความต้านทานปรากฏ (Apparent impedence) ของขดลวดโพรบ (Probe coil) อันเนื่องจากเอดดีเคอร์เรนต์ ซึ่งขดลวดเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้นในแผ่นทดสอบ เป็นผลทำให้กระแสที่ไหลในขดลวดโพรบเปลี่ยนแปลงไป และการเปลี่ยนแปลงนี้วัดโดยเครื่องมือที่มีความไวซึ่งต่ออยู่กับขดลวดโพรบนั้น (โพรบของเครื่องมือวัดสำหรับวัดบนแผ่นโลหะสารที่เป็นแม่เหล็ก และที่ไม่เป็นสารแม่เหล็กจะแตกต่างกัน) ขนาดของเอดดีเคอร์เรนต์ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้นจะแปรผันตามระยะทางระหว่างขอลวดโพรบและแผ่นโลหะ ซึ่งเครื่องมือนี้ปรับตั้งด้วยวิธีการที่สามารถบอกค่าความหนาของฟิล์มสีได้โดยตรง



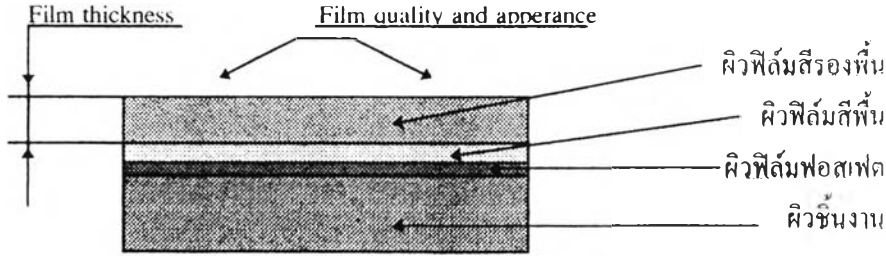
รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะของเครื่องมือวัดความหนาผิวฟิล์มสี

2.2 ข้อมูลที่นับได้ (Countable data) เช่น จำนวนข้อบกพร่องที่ปรากฏบนผิวฟิล์มสี โดยจากการตรวจสอบสภาพของผิวฟิล์มสีพื้น ที่ปรากฏบนตัวถังรถยนต์ตามตำแหน่งต่าง ๆ ด้วยสายตา ซึ่งลักษณะปัญหาข้อบกพร่องของผิวฟิล์มสีพื้นที่พบมีดังนี้

ลักษณะข้อบกพร่อง	สภาพข้อบกพร่อง
1. เม็ดฝุ่นฝังบนผิวฟิล์มสี (Dust)	
2. รูเข็มบนผิวฟิล์มสี (Pin holes)	
3. เม็ดสีบนผิวฟิล์ม (Seed)	
4. รอยคราบบนผิวฟิล์ม (Mark)	
5. เม็ดผงเหล็กบนผิวฟิล์ม (Fe powder)	
6. ใต้ผิวฟิล์มสีเป็นรอยคราบไม่เรียบเป็นลาย (Uneven)	
7. รูน้ำมันบนผิวฟิล์มสี (Oil crater)	
8. ผิวฟิล์มสีหยาบเป็นผิวส้ม (Orange peel)	
9. สีบาง (Thin film)	
10. ผิวสีหลุดล่อน (Peeling)	
11. อื่น ๆ (Other)	

3.4.3 คุณลักษณะการเคลือบฟิล์มสีรองพื้น

สีรองพื้นในที่นี้ หมายถึง สีที่ใช้สำหรับเป็นการพ่นรองพื้นเตรียมสำหรับการพ่นสีทับหน้า และเป็นชนิดสีที่แห้งตัวโดยการอบให้ความร้อนตามที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์



รูปที่ 3.9 แสดงชั้นผิวฟิล์มสีรองพื้น

คุณลักษณะทางคุณภาพของฟิล์มสีรองพื้น

1. การทดสอบสมรรถนะของผิวฟิล์มสีรองพื้น (Film performance)

ในการทดสอบสมรรถนะของผิวฟิล์มสีรองพื้น เช่น การทนต่อการกัดกร่อน , ความติดแน่นระหว่างผิวฟิล์มสีกับชิ้นงาน , การทนต่อแรงกระแทกของผิวฟิล์มสี , กำลังซ่อนแสงของสี , ความทนด่าง ฟิล์มสีต้องไม่พอง ย่น หรือ อ่อนตัว , ความทนต่อกรด ฟิล์มสีต้องไม่พอง ย่น หรือ อ่อนตัว , ความทนต่อน้ำมันเบนซิล ฟิล์มสีต้องไม่พอง ย่น หรือ อ่อนตัวเป็นต้น อีกทั้งรวมถึงการทดสอบเกี่ยวกับการใช้งานของสีรองพื้น (Workability)ในกระบวน การผลิตจริงมีความเหมาะสมเพียงไรต่อการใช้งาน ซึ่งจะเป็นข้อกำหนดมาตรฐานในการตั้งระดับคุณภาพที่ได้มาจากการทดลองทดสอบ โดยทั่วไปแล้วการทดสอบจะกระทำภายในห้องทดลองตามมาตรฐานวิธี

2. คุณภาพของผิวฟิล์มสีรองพื้นที่ปรากฏบนตัวถังรถยนต์(Film quality and apperance)

ในการควบคุมคุณภาพของผิวฟิล์มสีรองพื้นที่ปรากฏบนตัวถังรถยนต์ จะทำการควบคุมตรวจสอบจากตัวถังสีรถที่ถูกผลิตขึ้นจากในสายการผลิต โดยดูจากข้อมูลที่มี 2 แบบคือ

2.1 ข้อมูลจากการตรวจวัด(Measurement data) เช่น ความหนาของผิวฟิล์มสีรองพื้นที่ผ่านการอบจนผิวฟิล์มแห้งแล้ว (Measurement of dry film thickness) , ความเงา เป็นต้น

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าความหนาผิวฟิล์มสีรองพื้นตามตำแหน่งต่าง ๆ บนตัวถังรถตามมาตรฐานของโรงงานตัวอย่าง

ลำดับที่	ตำแหน่ง	ค่าความหนามาตรฐาน	หมายเหตุ
1	ความหนาผิวฟิล์มในแนวนอน (Horizontal plane)	≥ 35 μm.	ตำแหน่งจุดวัดความหนาผิวฟิล์มสีในแนวนอน ประกอบด้วย บริเวณฝากระโปรง
2	ความหนาผิวฟิล์มในแนวตั้ง (Vertical plane)	≥ 30 μm.	ตำแหน่งจุดวัดความหนาผิวฟิล์มสีในแนวตั้ง ประกอบด้วย บริเวณ Front fender ซ้าย / ขวา ประตู ซ้าย / ขวา ด้านข้างตัวกะบะ ซ้าย/ขวา บริเวณฝาท้าย
3	ความหนาผิวฟิล์มบริเวณหลังคา (Roof)	≥ 25 μm.	ตำแหน่งจุดวัดความหนาผิวฟิล์มสีบริเวณหลังคาของตัวถังรถ

โดยใช้อุปกรณ์เครื่องมือวัดความหนาแบบ Electromagnetic type film thickness gauge เช่น เดียวกับการใช้วัดความหนาผิวฟิล์มสีพื้น

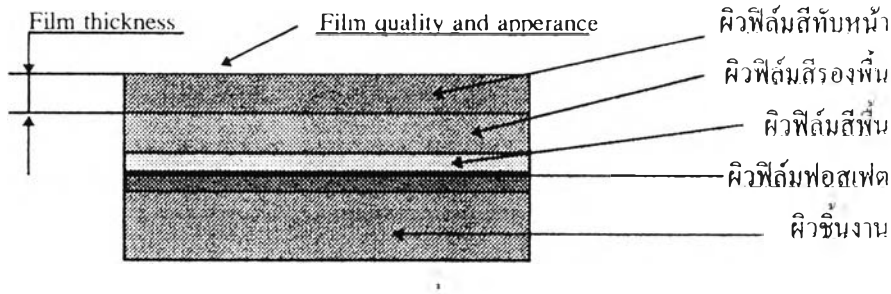
2.2 ข้อมูลที่นับได้ (Countable data) เช่น จำนวนข้อบกพร่องที่ปรากฏบนผิวฟิล์มสีโดยจากการตรวจสอบสภาพของผิวฟิล์มสีรองพื้น ที่ปรากฏบนตัวถังรถยนต์ตามตำแหน่งต่าง ๆ ด้วยสายตา ซึ่งลักษณะปัญหาข้อบกพร่องของผิวฟิล์มสีรองพื้นที่พบมีดังนี้

ลักษณะข้อบกพร่อง	สภาพข้อบกพร่อง
1. ฟิล์มสีบาง (Thin film)	การกลบมิดของผิวฟิล์มสีไม่เพียงพอบางเกินไป ทำให้เห็นรอยหรือพื้นผิวด้านล่างก่อนการพ่นเคลือบ หรือความหนาผิวฟิล์มสีวัดแล้วไม่ได้ตามมาตรฐาน
2. สีไหล (Sagging)	การที่ผิวฟิล์มสีไหลลงมาระหว่างทำการเคลือบแล้วเกิดการแข็งตัวเป็นผลทำให้ผิวของการเคลือบไม่สม่ำเสมอ มีขอบล่างหนา โดยปกติสีไหลย้อยจะมีลักษณะเหมือนม่าน โดยส่วนใหญ่จะเกิดในพื้นผิวที่เคลือบในแนวดิ่ง
3. เม็ดฝุ่นฝังบนผิวฟิล์มสี (Dust)	การที่ผิวหน้าของพื้นผิวที่เคลือบมีฝุ่นผง จับเกาะในขณะ ที่ผิวยังแห้งตัวไม่เพียงพอ ทำให้ฝุ่นผงต่าง ๆ จับเกาะอยู่บริเวณผิวหน้าฟิล์มสี ทำให้ฝุ่นผงจักเกาะติดแน่นอยู่บริเวณผิวหน้าฟิล์มสี

ลักษณะข้อบกพร่อง	สภาพข้อบกพร่อง
4. ผิวสีเป็นหลุม (Crater)	การเกิดเป็นแอ่งเล็ก ๆ รูปถ้วยในผิวฟิล์มสีโดยลักษณะปัญหาของหลุมจะมีลักษณะกว้างเป็นแอ่งหรือบางกรณีจะเว้าเป็นแอ่งจนมองเห็นจุดผิวด้านล่าง
5. ผิวสีฝ้า (Bloom)	ลักษณะมัวคล้ายหมอกที่เกิดบนผิวของฟิล์มสี จะเป็นผลเสียต่อความเงา
6. รูเข็มบนผิวฟิล์มสี (Pin holes)	การเกิดเป็นรูเข็มเล็ก ๆ บนผิวฟิล์มสี มีสาเหตุมาจากระหว่างการพ่นสี การพักตัว การแห้งตัวของฟิล์มสี
7. รอยเส้นขัดกระดาษทราย (Sand mark)	รอยที่ปรากฏบนผิวฟิล์มสีหลังจากพ่น อบ สีแล้วไม่สามารถกลบรอยขัดของกระดาษทรายที่มีลักษณะเป็นเส้นตามตำแหน่งการขัด
8. สีแห้งไม่เพียงพอ (Wrinkling)	มีลักษณะเป็นรอยย่นในฟิล์ม เนื่องจากผิวฟิล์มแห้งไม่สม่ำเสมอ
9. สีด่าง	-
10. คราบสีพื้น (ED.mark)	ปัญหาต่อเนื่องมาจากปัญหาผิวฟิล์มสีพื้น ซึ่งไม่ได้ถูกแก้ไขหลังจากพ่นสีรองพื้นแล้วจะทำให้เกิดปัญหาเป็นรอยคราบบริเวณดังกล่าว
12. ผิวฟิล์มสีหยาบเป็นผิวส้ม (Orange peel)	ลักษณะของผิวฟิล์มสีที่พ่นไปแล้วไม่เรียบคล้ายผิวส้ม
13. อื่น ๆ (Other)	-

3.4.4 คุณลักษณะการเคลือบฟิล์มสีทับหน้า

สีทับหน้าในที่นี้ หมายถึง สีที่ใช้สำหรับเป็นการพ่นทับผิวหน้าชิ้นงานที่เป็นผิวนอกสุดให้เกิดสีสรรความเงางาม และเป็นชนิดสีที่แห้งตัวโดยการอบให้ความร้อนที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์



รูปที่ 3.10 แสดงชั้นผิวฟิล์มสีทับหน้า

คุณลักษณะทางคุณภาพของฟิล์มสีทับหน้า

1. การทดสอบสมรรถนะของผิวฟิล์มสีทับหน้า (Film performance)

ในการทดสอบสมรรถนะของผิวฟิล์มสีทับหน้า เช่น การทนต่อการกัดกร่อน , ความติดแน่นระหว่างผิวฟิล์มสีกับชิ้นงาน , การทนต่อแรงกระแทกของผิวฟิล์มสี , กำลังซ่อนแสงของสี , ความทนด่าง ฟิล์มสีต้องไม่พอง ย่น หรือ อ่อนตัว , ความทนต่อกรด ฟิล์มสีต้องไม่พอง ย่น หรือ อ่อนตัว , ความทนต่อน้ำมันเบนซิล ฟิล์มสีต้องไม่พอง ย่น หรือ อ่อนตัวเป็นต้น อีกทั้งรวมถึงการทดสอบเกี่ยวกับการใช้งานของสีทับหน้า (Workability)ในกระบวน การผลิตจริงมีความเหมาะสมเพียงไรต่อการใช้งาน ซึ่งจะเป็นข้อกำหนดมาตรฐานในการตั้งระดับคุณภาพที่ได้มาจากการทดลองทดสอบ โดยทั่วไปแล้วการทดสอบจะกระทำภายในห้องทดลองตามมาตรฐานวิธี

2.คุณภาพของผิวฟิล์มสีทับหน้าที่ปรากฏบนตัวถังรถยนต์(Film quality and apperance)

ในการควบคุมคุณภาพของผิวฟิล์มสีทับหน้าที่ปรากฏบนตัวถังรถยนต์ จะทำการควบคุมตรวจสอบจากตัวถังสีรถที่ถูกผลิตขึ้นจากในสายการผลิต โดยดูจากข้อมูลที่มี 2 แบบคือ

2.1 ข้อมูลจากการตรวจวัด(Measurement data) เช่น ความหนาของผิวฟิล์มสีทับหน้าที่ผ่านการอบจนผิวฟิล์มแห้งแล้ว (Measurement of dry film thickness) , ความเงา เป็นต้น

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าความหนาผิวฟิล์มสีทับหน้าตามตำแหน่งต่าง ๆ บนตัวถังรถตามมาตรฐานของโรงงานตัวอย่าง

ลำดับที่	ตำแหน่ง	ค่าความหนามาตรฐาน	หมายเหตุ
1	ความหนาผิวฟิล์มในแนวนอน (Horizontal plane)	≥ 35 μm.	ตำแหน่งจุดวัดความหนาผิวฟิล์มสีในแนวนอน ประกอบด้วย บริเวณฝากระโปรง
2	ความหนาผิวฟิล์มในแนวตั้ง (Vertical plane)	≥ 35 μm.	ตำแหน่งจุดวัดความหนาผิวฟิล์มสีในแนวตั้ง ประกอบด้วย บริเวณ Front fender ซ้าย / ขวา ประตู ซ้าย / ขวา ,ด้านข้างตัวกะบะ ซ้าย/ขวา บริเวณฝาท้าย
3	ความหนาผิวฟิล์มบริเวณหลังคา (Roof)	≥ 40 μm.	ตำแหน่งจุดวัดความหนาผิวฟิล์มสีบริเวณหลังคาของตัวถังรถ

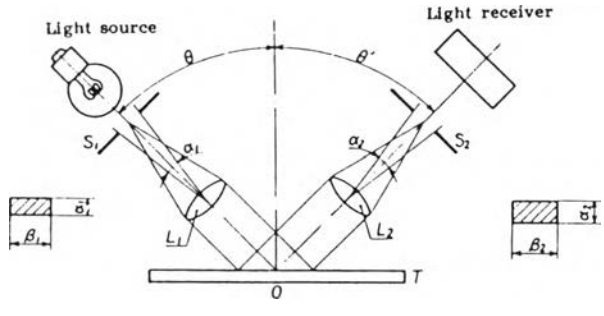
โดยใช้อุปกรณ์เครื่องมือวัดความหนาแบบ Electromagnetic type film thickness gauge เช่น เดียวกับการใช้วัดความหนาผิวฟิล์มสีพื้นและสีรองพื้น

ความเงา (Gloss) หมายถึง สมบัติที่พื้นผิวเคลือบสีสามารถสะท้อนแสงได้เหมือนกระจกเงา

การวัดค่าความเงาของผิวฟิล์มสี (Film glossness) ผิวฟิล์มจะมีความเงามากน้อยเพียงใด ขึ้นกับความสามารถของฟิล์มในการรับแสงและสะท้อนออกไป ความสามารถดังกล่าวขึ้นอยู่กับความเรียบของพื้นผิวและองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์

การวัดความเงาบนผิวฟิล์มสี จะเป็นการวัดความเงาเปรียบเทียบกับความเงาของแผ่นทดสอบมาตรฐาน โดยมีการระบุมุมที่ลำแสงตกไปกระทบพื้นผิวฟิล์ม โดยทั่วไปนิยมวัดที่มุม 60 องศา โดยวิธีวัดด้วยมุม 60 องศา ใช้ได้กับฟิล์มของสารเคลือบผิวทั้งหมด

สำหรับเครื่องวัดความเงา (Glossness meter) ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงสำหรับส่องสว่างลงบนพื้นผิวที่จะทำการทดสอบ และแหล่งรับแสงสะท้อนจากพื้นผิวที่ทดสอบ เครื่องวัดความเงาแต่ละเครื่องจะมีแผ่นทดสอบมาตรฐานเพื่อใช้ในการสอบเทียบ



รูปที่ 3.11 แสดงลักษณะการทำงานของเครื่องวัดความเงา

ตารางที่ 3.5 แสดงค่าความเงาผิวฟิล์มสีทับหน้าตามตำแหน่งต่าง ๆ บนตัวถังรถตามมาตรฐานของโรงงานตัวอย่าง

ลำดับที่	ตำแหน่ง	ค่าความเงามาตรฐาน (PGD. Gloss)	หมายเหตุ
1	ความเงาของผิวฟิล์มในแนวนอน (Horizontal plane)	≥ 0.7	ตำแหน่งจุดวัดความเงาผิวฟิล์มสีในแนวนอน ประกอบด้วย บริเวณฝากระโปรง หลังคา
2	ความเงาของผิวฟิล์มในแนวตั้ง (Vertical plane)	≥ 0.4	ตำแหน่งจุดวัดความเงาผิวฟิล์มสีในแนวตั้ง ประกอบด้วย บริเวณ Front fender ซ้าย / ขวา ประตู ซ้าย / ขวา ,ด้านข้างตัวกะบะ ซ้าย/ขวา

2.2 ข้อมูลที่นับได้ (Countable data) เช่น จำนวนข้อบกพร่องที่ปรากฏบนผิวฟิล์มสี โดยจากการตรวจสอบสภาพของผิวฟิล์มสีพื้น ที่ปรากฏบนตัวถังรถยนต์ตามตำแหน่งต่าง ๆ ด้วยสายตา ซึ่งลักษณะปัญหาข้อบกพร่องของผิวฟิล์มสีทับหน้า โดยส่วนใหญ่คล้ายกับสีรองพื้น

3.5 แนวคิดในการพัฒนาระบบการควบคุมคุณภาพในการวิจัยนี้

จากในอดีตผู้ผลิตสินค้าจะมีความเชื่อที่ว่าคุณภาพของสินค้าจะดีได้ ขึ้นอยู่กับเจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานควบคุมตรวจสอบสอบคุณภาพ โดยผลิตสินค้าให้เสร็จก่อนแล้วมีเจ้าหน้าที่มาทำการตรวจสอบสินค้าที่ผลิตว่าถูกต้องเป็นไปตามข้อกำหนดหรือมาตรฐานหรือไม่ ซึ่งวิธีการตรวจสอบดังกล่าวไม่น่าเชื่อว่าสินค้าจะมีคุณภาพที่ดีเป็นที่พึงพอใจของลูกค้า หรือนำมาใช้ในการปรับปรุงพัฒนาแก้ไขต่อไปได้ เพราะเมื่อสินค้าถูกผลิตเสร็จแล้วไม่อาจทำให้มีคุณภาพดีขึ้นได้จากการซ่อมแซมหรือการส่งเจ้าหน้าที่เข้าไปตรวจสอบ จึงเป็นหน้าที่ของผู้ปฏิบัติงานในองค์การโดยการปรับปรุงคุณภาพงานที่แต่ละคนรับผิดชอบ จัดรูปแบบการควบคุม ตรวจสอบ มาตรฐานวิธีการในการปฏิบัติงานให้เป็นไปอย่างชัดเจน เข้าใจในหน้าที่การทำงานร่วมกัน และสำนึกในความรับผิดชอบต่อหน้าที่ผลงาน อันจะก่อให้เกิดผลที่ดีกลับมาสู่องค์การและประเทศ

แนวคิดที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบการควบคุมคุณภาพในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้โรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษาสามารถผลิตงานออกมาได้มีคุณภาพตามที่ต้องการ คือ การควบคุมที่ตัววัสดุก่อนนำเข้าใช้งาน การควบคุมในระหว่างกระบวนการผลิต เนื่องจากกระบวนการผลิตถ้าอยู่ภายใต้สภาพเงื่อนไขที่เหมาะสมแล้ว กระบวนการนั้นก็จะให้ผลผลิตที่ดีและมีความถูกต้องสูง กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เหตุที่ดีย่อมได้ผลที่ดีนั่นเองและหากมีการตรวจสอบพบสิ่งผิดปกติขึ้นผลลัพธ์นั้นจะถูกป้อนกลับไปที่กระบวนการ เพื่อค้นหาสาเหตุที่ผิดปกติเพื่อที่จะได้ดำเนินการแก้ไขสิ่งผิดปกตินั้นได้

จากการควบคุมในส่วนต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วการควบคุมที่ดีให้ผลเป็นที่ที่น่าพึงพอใจจำเป็นต้องประกอบไปด้วยการวางแผนที่ดี ปฏิบัติตามแผนที่ได้จัดวางกำหนดขึ้นอย่างเคร่งครัดและพร้อมที่จะปรับปรุงแก้ไข ซึ่งองค์ประกอบของการควบคุมจะมีรายละเอียด เทคนิค วิธีการอันมาจากการนำเอาหลักวิธีการต่าง ๆ ที่ได้ถูกประยุกต์ขึ้นมาปรับใช้ ให้สามารถสนองตอบกับผลที่คาดว่าจะได้รับ