บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และได้นำมาใช้สำหรับการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณของเสีย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effective Analysis : PFMEA)

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) เป็นการศึกษาถึงความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นเพื่อจะระบุผลของมัน จุดประสงค์หลักของ FMEA คือเพื่อกำหนดแง่มุมของการออกแบบผลิตภัณฑ์ การผลิต หรือการปฏิบัติงาน ซึ่งมีความวิกฤตต่อการเกิดความล้มเหลวในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อที่จะลดความล้มเหลวนั้น ซึ่งในการปฏิบัติเพื่อแก้ไขก็อาจจะใช้เทคนิคหรือเครื่องมืออื่นทางวิศวกรรมอื่น ๆ เช่น Design of Experiment (DOE), Statistic Process Control เป็นต้น เข้ามาร่วมทำการแก้ไขด้วย

FMEA (Failure Mode and Effective Analysis) หรือ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ เป็นเทคนิคทางวิศวกรรมตัวหนึ่ง ที่ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการ ศึกษา วิเคราะห์ ถึงข้อบกพร่องที่อาจจะเกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นแล้ว เพื่อ

1. ระบุไปถึงผลกระทบ และความรุนแรงของข้อบกพร่องเหล่านั้น ซึ่งจะนำไปสู่การบ่งชี้และระบุสาเหตุของข้อบกพร่องเหล่านั้น รวมถึงการพิจารณาอัตราการเกิดขึ้นของสาเหตุนั้น ๆ
2. ตรวจสอบการควบคุมในปัจจุบันว่า มีการควบคุมหรือป้องกันไม่ให้สาเหตุที่ถูกระบุมานั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร มีประสิทธิภาพในการควบคุม ตรวจสอบ และป้องกันได้ดีเพียงไร
3. จัดลำดับความสำคัญและเร่งด่วนในการแก้ไขปัญหา
4. ทำการแก้ปัญหา (Corrective Action) สำหรับปัญหาและสาเหตุที่วิกฤต
5. รวบรวมแนวทางในการแก้ปัญหาโดยจัดเก็บเป็นลักษณะเอกสาร เพื่อให้สามารถนำมาศึกษาถึงแนวทางการปฏิบัติที่ผ่านมา

จุดประสงค์หลักของ FMEA คือ การลดข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นในการผลิต หรือการปฏิบัติงาน ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้ประสบการณ์ ความสามารถและความเชี่ยวชาญจากแผนกต่าง ๆ เพื่อที่จะได้มาประชุมร่วมกันเพื่อระบุถึง

1. ข้อบกพร่อง
2. ผลกระทบ และความรุนแรง
3. สาเหตุ และอัตราการเกิด
4. วิธีการควบคุม และประสิทธิภาพในการควบคุม
5. แนวทางแก้ไข

ประโยชน์ที่จะได้รับคือ

1. ผลิตภัณฑ์จะมีความน่าเชื่อถือในการใช้งานมากขึ้น
2. การเกิดข้อบกพร่องต่าง ๆ มีความเสี่ยงลดน้อยลง
3. ข้อมูลที่ได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์แบบอื่น ๆ ได้

ประเภทของ FMEA

FMEA มีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานและการประยุกต์ใช้ของแต่ละองค์กร ประเภทที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายได้แก่

1. Design FMEA เป็นการวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากความล้มเหลวนั้นในการใชงานผลิตภัณฑ์ โดยผู้ออกแบบ (Design) จะต้องคำนึงว่า ในการใช้งานจริงนั้น จะเกิดความล้มเหลว (Failure) แบบใดขึ้นบ้าง และจะส่งผลกระทบไปยังชิ้นส่วนอื่น ๆ อย่างไร
2. Process FMEA เป็นการวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต หรือกระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์

นอกจากนี้ ยังมีประเภทอื่นอีก เช่น Product FMEA System FMEA เป็นต้น

ขั้นตอนทั่วไปในการวิเคราะห์ FMEA

1. ระบุผลิตภัณฑ์หรือองค์ประกอบของระบบ หรือส่วนของกระบวนการ
2. ทำรายการ mode ของความล้มเหลวแต่ละส่วนนั้น
3. กำหนดผลที่แต่ละ mode ของความล้มเหลวจะมีต่อส่วนต่าง ๆ ในข้อ 1.
4. ทำรายการสาเหตุที่เป็นไปได้ของแต่ละ mode ของความล้มเหลว
5. ให้ประเมิน mode ของความล้มเหลวนั้นเป็นตัวเลข มีสเกล 1 – 10 เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย โดยคะแนนที่นำมาประเมินนั้นอาจจะใช้ประสบการณ์หรือใช้ข้อมูลที่มี

ความน่าเชื่อถือ ร่วมกับ วิจารณญาณ เพื่อกำหนดค่าดังกล่าวโดยจะกำหนดให้กับสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

- โอกาสในการเกิดความล้มเหลว (Ocurrance : O)
- ความร้ายแรงหรือความวิกฤตของความล้มเหลวนั้น (Severity : S)
- ประสิทธิภาพในการค้นพบความเสียหายนั้นก่อนที่จะถึงมือลูกค้า (Detection : D)

6. คำนวณผลคูณของ O x C x D ซึ่งจะเรียกค่านี้ว่า RPN (Risk Priority Number) ให้ทำการคำนวณทุก mode ของความล้มเหลว ค่า RPN จะแสดงถึงความเร่งด่วนเมื่อเทียบกับ mode อื่น ๆ
7. ให้ระบุการดำเนินการแก้ไข โดยจัดลำดับความสำคัญตามค่า RPN

ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต เพื่อลดปริมาณของเสียนี้ เทคนิคหนึ่งที่จะนำมาใช้จะได้แก่ เทคนิคของ Process FMEA ซึ่งจะเข้ามาช่วยในการเป็นเครื่องมือที่จะนำไปชี้ถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น หรืออาจจะเกิดขึ้น และการเตรียมการเพื่อรองรับเหตุการณ์ต่าง ๆ หรือป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายขึ้นอีก

2.2 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment)

การออกแบบการทดลอง คือการกำหนดเงื่อนไขสำหรับการทดลองที่จะทำให้สามารถตีความหมายถึงสาเหตุและผลที่ต้องการตัดสินใจได้ การออกแบบการทดลองจะเป็นการกำหนดเงื่อนไขของการทดลอง ที่จะป้อนข้อมูลที่มีความแตกต่างเข้าไป เพื่อที่จะสังเกตุไปถึงผลลัพธ์สุดท้ายที่เกิดขึ้นจากการทดลองหรืออีกนัยหนึ่งคือ การพยายามทำให้ความแตกต่างของข้อมูลมีสาเหตุมาจากสิ่งที่ไม่สามารถควบคุมได้โดยลำพังเท่านั้น เพื่อให้เกิดข้อมูลที่มีสามาระมากที่สุดสำหรับการตัดสินใจ

การทดลอง (Experiment) หมายถึง การทดลองหรือการลองเพื่อหาผลลัพธ์ที่อยู่ภายใต้ความไม่แน่นอน การทดลองสามารถกระทำได้ 2 วิธีคือ

1. การทดลองปฏิบัติงานจริง (Physical Experiment)
2. การทดลองด้วยการจำลองผล (Simulation)

จุดประสงค์ที่สำคัญของการทดลองมี 2 ประการคือ

1. การยืนยันข้อเท็จจริง คือการพิสูจน์ถึงข้อเท็จจริงหรือความเชื่อจากประสบการณ์ ทฤษฎี หรือสมมติฐานเกี่ยวกับกระบวนการผลิต

2. การค้นหาข้อเท็จจริง คือการศึกษาถึงอิทธิพลของเงื่อนไขใหม่ที่มีต่อระบบการผลิต

ในการออกแบบการทดลอง มีหลักสำคัญ 3 ประการที่ต้องคำนึงถึง คือ

1. หลักการสุ่ม (Ramdomization) การสุ่มมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำการเกลี่ยอิทธิพลแทรกซ้อน (Noise Effect) ที่มีผลต่อข้อมูล
2. หลักการซ้ำ (Replication) การทำซ้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำการกำจัดอิทธิพลแทรกซ้อน (Noise Effect) ที่มีผลต่อข้อมูล
3. หลักการบล๊อค (Blocking) เพื่อที่จะลดอิทธิพลแทรกซ้อนออกไป เพื่อสร้างความแม่นยำให้ข้อมูลยิ่งขึ้น

ในการออกแบบการทดลองมีประเด็นต่าง ๆ ที่จะต้องพิจารณาดังนี้

1. การกำหนดปัญหา
   - การรับรู้ถึงลักษณะของปัญหา นิยามให้ชัดเจน
   - การกำหนดตัวแปรตอบสนอง หมายถึงผลที่เราสนใจ
   - การกำหนดปัจจัยที่สนใจที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง
   - การกำหนดระดับของแต่ละปัจจัย ว่ามีกี่ระดับ เป็นเชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณ
   - แนวทางในการสรุปผลที่เกี่ยวกับระดับของปัจจัย

1.4 การออกแบบการทดลอง
   - ขนาดของตัวอย่างที่ต้องการ
   - การเรียงลำดับของการทดลอง
   - วิธีการสุ่มตัวอย่างที่จะใช้
   - รูปแบบและสมมติฐานที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ

3. การวิเคราะห์ผลการทดลอง
   - วิธีการประมวลผลจากข้อมูล
   - การคำนวณค่าทางสถิติที่ใช้สำหรับการทดสอบ
   - การตีความหมายผลที่ได้จากการทดลอง
   - การสรุปผลและกำหนดข้อเสนอแนะ

ลำดับในการออกแบบการทดลอง

1. นิยามของปัญหา

   คือการกำหนดถึงสิ่งที่ผู้ทดลองอยากทราบ และกำหนดว่าจะต้องกระทำอะไร โดยผู้ทดลองจะต้องศึกษาสิ่งที่เกี่ยวข้องอย่างรอบคอบและรอบด้าน

2. กำหนดตัวแปรที่สนใจ
   คือการกำหนดตัวแปรที่สนใจและจำนวนระดับของตัวแปรเหล่านี้
3. กำหนดตัวแปรตอบสนอง
   กำหนดลักษณะของตัวแปรตอบสนอง และต้องพิจารณาถึงความสามารถในการวัดด้วย
4. แบบการทดลอง
   เลือกแบบการทดลองที่เหมาะสม ทั้งในแง่ของความมีประสิทธิภาพทางสถิติและความมีประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์
5. ดำเนินการทดลอง
   ดำเนินการทดลอง โดยต้องให้ความสนใจถึง ความสม่ำเสมอในการทดลอง การสุ่ม
6. ผลการทดลอง
   บันทึกผลการทดลอง
7. การสรุปผลและข้อเสนอแนะ
   ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ และควรสรุปผลด้วยศัพท์ที่เข้าใจง่าย

2.3 การควบคุมกระบวนการด้วยเทคนิคทางสถิติ (Statistic Process Control : SPC)

การออกแบบการทดลอง คือการกำหนดเงื่อนไขสำหรับการทดลองที่จะทำให้สามารถตีความหมายถึงสาเหตุและผลที่ต้องการตัดสินใจได้ การออกแบบการทดลองจะเป็นการกำหนดเงื่อนไขของการทดลอง ที่จะป้อนข้อมูลที่มีความแตกต่างเข้าไป เพื่อที่จะสังเกตุไปถึงผลลัพธ์สุดท้ายที่เกิดขึ้นจากการทดลองหรืออีกนัยหนึ่งคือ การพยายามทำให้ความแตกต่างของข้อมูลมีสาเหตุมาจากสิ่งที่ไม่สามารถควบคุมได้โดยลำพังเท่านั้น เพื่อให้เกิดข้อมูลที่มีสามาระมากที่สุดสำหรับการตัดสินใจ

กิตติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ (2536) ได้ให้ความหมายของ SPC ไว้ดังนี้ " SPC (Statistic Process Control) คือ การตรวจจับ การวินิจฉัย และการแก้ไขปัญหาอันเกี่ยวกับพารามิเตอร์ของและบวนการผลิตโดยผ่านทางเทคนิคสถิติ"

วัตถุประสงค์ของการควบคุมกระบวนการด้วยเทคนิคทางสถิติมี 2 วัตถุประสงค์หลักคือ

1. การควบคุมกระบวนการผลิต ประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ
   - การเฝ้าดู (Monitoring) ซึ่งมักจะใช้แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือสำคัญ
   - การแก้ไขปัญหา ทั้งการสาเหตุและการปฏิบัติ เครื่องมือที่สำคัญคือ Basic SPC tool การออกแบบการทดลอง การบันทึกคุณภาพ เป็นต้น

2. การศึกษาความสามารถในกระบวนการผลิต

ในที่นี้จะได้กล่าวถึงเฉพาะ การใช้แผนภูมิควบคุม เท่านั้น

2.3.1 แผนภูมิควบคุม

ในกระบวนการผลิตไม่มีผลิตภัณฑ์ใดที่จะเหมือนกันทุกประการ เป็นไปตามธรรมชาติที่ว่ามีความผันแผรเกิดขึ้น ความผันแปรนั้นอาจจะใหญ่และมองเห็นได้ชัดหรืออาจจะเล็กมากจนแทบไม่เห็นความแตกต่าง ถ้าพิจารณาให้ละเอียดก็จะพบความแตกต่างนั้น เราอาจพิจารณาถึงสาเหตุของความผันแปรได้ 2 ลักาณะคือ ความผันแปรจากสาเหตุในธรรมชาติ (Common Cause) และสาเหตุจากสิ่งผิดปกติ (Special Cause)

ความผันแปรจากสาเหตุในธรรมชาติ (Common Cause) ยากต่อการควบคุมและเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความแตกต่าง โดยมีสาเหตุมาจากผลของการตัดสินใจของฝ่ายบริหารในระบบคุณภาพ ขีดจำกัดของความสามารถของเครื่องจักร ความแม่นยำของการวัด เป็นต้น สาเหตุจากสิ่งผิดปกติ (Special Cause) สามารถพิจารณาแก้ไขหรือควบคุมได้ เป็นสาเหตุที่เกิดขึ้นเป็นบางครั้ง โดยอาจจะมีสาเหตุต่าง ๆ เช่น การปรับแต่งเครื่องจักรไม่ถูกต้อง การทำงานผิดวิธี เป็นต้น แผนภูมิควบคุมจะช่วยแสดงให้เห็นถึงความผันแปรของข้อมูลที่เกิดขึ้น การกระจายของข้อมูล แผนภูมิควบคุมอาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ แผนภูมิควบคุมเชิงผันแปรและแผนภูมิควบคุมเชิงคุณภาพ ในที่นี้จะได้กล่าวถึงเฉพาะแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (X-bar Range)

แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย

เป็นแผนภูมิอันหนึ่งซึ่งแสดงให้เห็นทั้งค่าเฉลี่ยและพิสัย เป็นแผนภูมิแบบที่ง่ายที่สุดใช้กับข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่อง ส่วนที่เกี่ยวกับค่าเฉลี่ย จะบอกให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยในโรงงาน ในขณะที่ส่วนเกี่ยวกับพิสัย บอกให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของการกระจาย แปนภูมินี้มีประโยชน์มากก็ตรงที่แสดงให้เห็นพรอ้ม ๆ กันถึงจุดผิดปกติและการกระจาย ว่ามีการเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใด

วิธีการสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย มีขั้นตอนโดยทั่วไปดังนี้

1. เลือกลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม
   หมายถึงการระบุถึงสิ่งที่เราต้องการที่จะควบคุม เช่น ผลลัพธ์ กระบวนการ เป็นต้น
2. บันทึกรายละเอียดของลักษณะคุณภาพที่จะควบคุม
3. ทำการเก็บบันทึกข้อมูล ควรจะใช้ข้อมูลประมาณ 20 – 25 กลุ่มย่อย โดยรวมแล้วต้องมีข้อมูลไม่ต่ำกว่า 100
4. ทำการคำนวณผลรวม ค่าเฉลี่ย และพิสัย ของแต่ละกลุ่มย่อย

5. คำนวณค่าเฉลี่ยของพิสัย (R-bar) และพิกัดควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุม R โดยใช้สูตรและค่าสัมประสิทธิดังนี้

n	A2	D4	D3
2	1.88	3.267	-
3	1.023	2.575	-
4	0.729	2.282	-
5	0.577	2.115	-
6	0.483	2.004	-
7	0.419	1.924	0.076
8	0.373	1.864	0.136
9	0.337	1.816	0.184
10	0.308	1.777	0.223

* อ้างอิง Chrysler Corporation, Ford Motor Company, and General Motors Corporation. Statistic Process Control (SPC) : Reference Manual . Second Edition , March,1995. หน้า 143

ตารางที่ 2.1 สัมประสิทธิของพิกัดควบคุม แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย

แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย	ค่าควบคุมพิสัยด้านบน =	D4 * R-bar
	ค่าควบคุมพิสัยด้านล่าง =	D3 * R-bar
	ค่ากึ่งกลาง =	R-bar
แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย	ค่าควบคุมเฉลี่ยด้านบน =	X-Bar + A2R
	ค่าควบคุมเฉลี่ยด้านล่าง =	X-Bar - A2R
	ค่ากึ่งกลาง =	X-bar

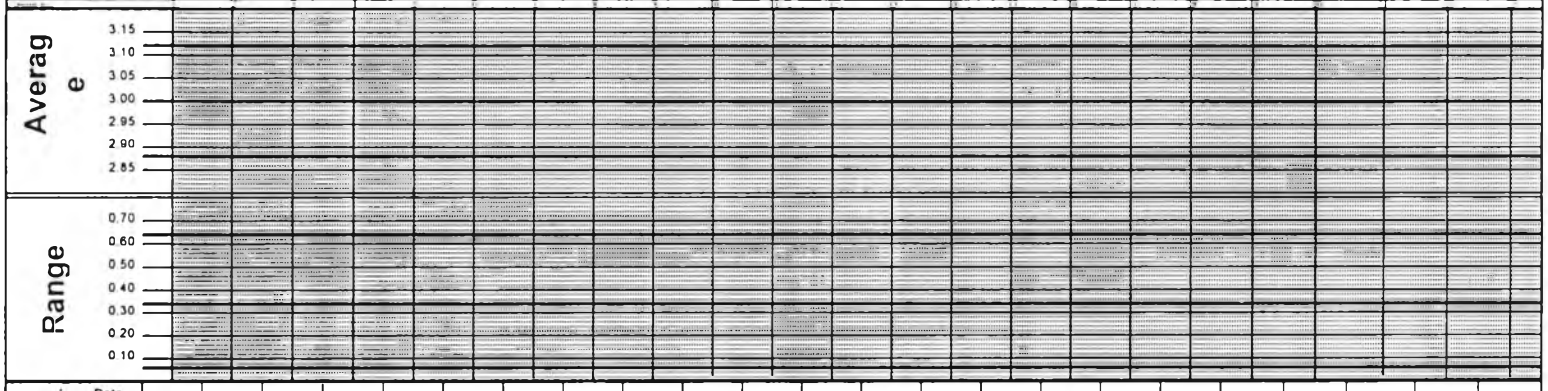
6. ทำการแบ่งสเกลและพล็อตจุดลงในแผนภูมิควบคุม R
7. ลากเส้นพิกัดเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม R
8. ตีความหมายแผนภูมิควบคุม R ว่ามีส่วนใดผิดปกติไปหรือไม่

9. คำนวณค่าเฉลี่ยของพิสัยใหม่ หากมีสิ่งผิดปกติตามข้อ 8 และคำนวณค่าเฉลี่ยทั้งหมด และคำนวณพิกัดควบคุมสำหรับแผนภูมิ X-bar
10. ทำการแบ่งสเกลและพล็อตจุดลงในแผนภูมิควบคุม X-bar
11. ลากเส้นพิกัดเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม X-bar
12. ตีความหมายแผนภูมิควบคุม X-bar
13. ทบทวนค่าพิกัดควบคุม X-bar และ R
14. สร้างแผนภูมิ X-bar และ R ลงในแบบฟอร์ม

CONTROL CHART FOR VARIABLE

STATISTICAL PROCESS CONTROL

Roller Forming	Cell No. :	M/C No. :	Specification :	Chart No. :	Control Limit	UCL/USL	CL/SL	LCL/LSL
Parameter :	Model :	Die No. :	Gage :	Sample size :	X-Bar			
		Punch No. :	Unit of Measure :	Frequancy :	Range			



...../...../..... Date																									
Time																									
Lot No.																									
Case No.																									
Reading 1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
Average (X-Bar)																									
Range																									

Group	Date	Time	Action	By	Date	Time	Action	By

รูปที่ 2.1 แสดงแบบฟอร์ม แผนภูมิควบคุม ค่าเฉลี่ย พิสัย (X-bar R Chart)

2.4 เทคนิคป้องกันความผิดพลาด (Poka-Yoke)

ความผิดพลาดเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้จากทั้งคนและเครื่องจักร อย่างไรก็ตาม ความผิดพลาดทั้งสองสามารถป้องกันได้ โดยถ้าเป็นเครื่องจักร ก็ทำการป้องกันโดยการบำรุงรักษาให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพดีมีการตรวจสอบความเรียบร้อยอย่างสม่ำเสมอ สำหรับคนหรือพนักงานนั้น ความผิดพลาดมักจะเกิดจากความเผอเรอ การขาดความระมัดระวัง ฯลฯ พนักงานบางคนอาจมองว่า "ตนเองทำงานอย่างถูกต้องอยู่เสมอ แต่ทำไมจึงเกิดชิ้นงานบกพร่องขึ้นมาได้" นี่เป็นการยอมรับความผิดพลาดแต่ปฏิเสธผู้กระทำผิด ดังนั้นการปฏิเสธความผิดพลาดจึงเป็นแนวทางที่ควรจะนำมาใช้ การไม่ยอมให้เกิดความผิดพลาดขึ้นโดยการใช้เทคนิคที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้สำหรับป้องกันความผิดพลาดต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากการกระทำของพนักงาน

ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีได้หลายรูปแบบ ดังนี้

1. ความผิดพลาดเพราะความเผอเรอ เช่น ลืมปิดสวิทช์
2. ความผิดพลาดเพราะใจร้อนหรือรีบเร่ง เช่น เหยียบเบรกในรถ โดยคิดว่าเป็นคันเร่ง
3. ความผิดพลาดเพราะมองอย่างผิวเผิน เช่น มองธนบัตร 500 บาทเป็น ธนบัตร 100 บาท
4. ความผิดพลาดเพราะไม่รู้จริง
5. ความผิดพลาดเพราะความเห็นแก่ตัว เช่นการละเมิดกฎโดยคิดว่าไม่เป็นไร
6. ความผิดพลาดเพราะเหม่อลอย
7. ความผิดพลาดเพราะสมองเฉื่อยชา
8. ความผิดพลาดเพราะปล่อยอิสระมากเกิดไป
9. ความผิดพลาดเพราะคาดไม่ถึง
10. ความผิดพลาดเพราะตั้งใจ

เทคนิคต่าง ๆ ที่มักจะนำมาใช้ในการป้องกันความผิดพลาดของพนักงาน ได้แก่

1. ใช้สลัก ไกด์พิน จะทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวตรวจสอบตำแหน่งว่า ชิ้นงานอื่นที่จะนำมาวางนั้นถูกต้องตามตำแหน่งหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องจะไม่สามารถวางลงตำแหน่งนั้นได้
2. อุปกรณ์ตรวจสอบตำแหน่งของชิ้นงาน จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณเมื่อมีชิ้นงานมาวางในตำแหน่งที่ระบุไว้
3. ใช้จิ๊ก จะทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของชิ้นงานที่นำมาวางโดยเฉพาะ
4. ใช้ตารางตรวจสอบ เพื่อทำการตรวจสอบความครบถ้วนสิ่งที่ทำลงไป

2.5 การวิเคราะห์ปัญหา

กระบวนการในการวิเคราะห์ปัญหานี้ จะให้รูปแบบสำหรับบรรยายถึงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อสำหรับระบุ และรวบรวมข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้อง และสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการดำเนินการแก้ไขปัญหานั้น ๆ มีขั้นตอนหรือกระบวนการในการวิเคราะห์ดังนี้

1. บรรยายลักษณะของปัญหา

   กระบวนการนี้เป็นขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์ปัญหา คือการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น การถามคำถามอย่างเป็นขั้นตอนช่วยให้สามารถบอกว่าปัญหาคืออะไร และช่วยให้สามารถบรรยายลักษณะของปัญหา และเราจะใช้ข้อมูลจากขั้นตอนนี้ไปสร้างสมมุติฐานเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาในภายหลัง

   ขั้นตอนนี้จะให้ความชัดเจนของปัญหาว่า อะไรคือสิ่งผิดปกติ และอะไรคือความผิดปกติ และเน้นไปยังความเบี่ยงเบนไปจากปกติที่สังเหตุเห็นได้เท่านั้น คำถามใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งเหล่านี้คือ อะไร ที่ไหน เมื่อใด และขอบเขตแค่ไหน

คำถาม	สิ่งที่เป็นปัญหา	สิ่งที่ไม่เป็นปัญหา
อะไรคือปัญหา		
ปัญหาพบที่ไหน		
ปัญหาพบเมื่อไร		
ขอบเขตของปัญหาแค่ไหน		

2. ระบุสาเหตุที่เป็นไปได้

   ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหา โดยอาจจะใช้ความรู้และประสบการ์ การระบุความแตกต่างระหว่างสิ่งที่เป็นปัญหาและสิ่งที่ไม่เป็นปัญหา และการระบุถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น ๆ

3. ประเมินสาเหตุที่เป็นไปได้

ขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบความเป็นไปได้ของสิ่งที่สงสัยว่าจะเป็นสาเหตุ โดยใช้ข้อมูลลักษระปัญหาที่เราได้ทำไว้ในขั้นตอนแรก โดยแต่ละสาเตหุจะได้รับการทดสอบกับลักษณะของปัญหาเพื่อดูว่า อธิบายข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาได้ดีเพียงใด

4. ดำเนินการพิสูจน์ว่าเป็นสาเหตุที่แท้จริง

ขั้นตอนสุดท้ายของการวิเคราะห์ปัญหาก็คือ การหาข้อมูลที่พิสูจน์ว่า เราพบตัวสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา อาจจะด้วยการหาข้อมูลเพิ่มเติม หรือทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าสาเหตุนั้นเป็นสาเหตุที่แท้จริง