บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระบวนการผลิตในธุรกิจอุตสาหกรรมหลายขั้นตอนในการผลิตสินค้าทั้งด้านอุปโภคและด้านบริโภค ปัจจัยที่สำคัญและส่งผลต่อธุรกิจมากที่สุดคือ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิต

เนื่องจากคุณภาพเป็นคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า ไม่ว่าผลิตภัณฑ์ประเภทใดก็ตาม ลูกค้าย่อมมีความต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดที่ลูกค้าต้องการ มีคุณภาพได้ตามมาตรฐานที่กำหนด เพื่อส่งเสริมให้ลูกค้าเกิดความพอใจ ทำให้ลูกค้านิยมมากกว่าผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น มีรูปร่างลักษณะการใช้งานที่ดี และยังมีผลทำให้ลูกค้าเกิดความเชื่อถือในตัวผลิตภัณฑ์นั้น

ในการที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามมาตรฐานตามที่กำหนดนั้นมีปัจจัยต่างๆ หลายปัจจัยด้วยกันที่มีอิทธิพล เช่น คน เครื่องจักร วัตถุดิบ และกระบวนการผลิต เป็นต้นแต่ในกระบวนการผลิตโดยทั่วไปจะเกิดความแปรผันอยู่เสมอ ซึ่งความแปรผันจะทำให้กระบวนการผลิตเกิดการเปลี่ยนแปลงจึงส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตไม่คงที่ เกิดการเปลี่ยนแปลงไปตามความแปรผัน ทำให้มีบางส่วนของผลิตภัณฑ์เกินขอบเขตที่ยอมรับได้

ซึ่งสาเหตุที่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดการเปลี่ยนแปลงมี 2 ประเภทคือ

1. ความแปรผันที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ(Chance Variation) เป็นความแปรผันที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญจากสาเหตุเล็กๆน้อยๆ ตามธรรมชาติของกระบวนการผลิต ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ในช่วงเวลาอันสั้นและเป็นสาเหตุที่ไม่สามารถควบคุมได้
2. ความแปรผันที่มีสาเหตุระบุได้ (Assignable Variation) เป็นความแปรผันที่เกิดจากข้อมูลที่ได้ไม่เป็นไปตามแบบ มิได้เกิดขึ้นโดยบังเอิญ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากเครื่องจักร พนักงาน หรือ วัตถุดิบ เป็นสาเหตุที่ระบุได้และสามารถนำไปแก้ไขและปรับปรุง ตลอดจนสามารถเตรียมการเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดซ้ำขึ้นอีกได้

ดังนั้น เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เสีย ที่พอจะยอมรับได้ไม่ต้องถูกปฏิเสธไป จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์มาตรฐานที่ต้องการหรือขอบเขตที่ยอมรับได้และข้อกำหนดต่างๆที่ได้กำหนดไว้ โดยนำเครื่องมือต่างๆเข้ามาช่วยในการควบคุมคุณภาพ

ในปีค.ศ.1924 Dr.Shewhart W.A. ได้ค้นคว้าพัฒนาเทคนิคการควบคุมคุณภาพ โดยได้นำวิธีการทางสถิติมาประยุกต์ เรียกว่า การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ ซึ่งจัดเป็นวิธีการหรือเทคนิค ซึ่งนำเอาหลักการทางสถิติเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาด้านคุณภาพ โดยอาศัยการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบ วัดค่าคุณสมบัติ ต่างๆ แล้วนำตัวเลขข้อมูลจากการวัดมาคำนวณและประเมินผลตามหลักสถิติ นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือมาตรฐาน ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญและใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยอยู่ในรูปของแผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุมจะเป็นการตรวจสอบกระบวนการผลิตว่ามีการผลิตขั้นตอนใดที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาไม่ได้มาตรฐาน แทนที่จะทำการตรวจสอบคุณภาพของตัวผลิตภัณฑ์ ลักษณะของแผนภูมิควบคุมจะเป็นกราฟ แสดงการกระจายของข้อมูลแต่ละกลุ่มของสิ่งที่ต้องการควบคุม โดยมีวัตถุประสงค์หลักของแผนภูมิควบคุมคือ เพื่อสามารถตรวจหาสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และสามารถแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับสู่สภาวะปกติ ลดเวลาในการปฏิบัติงาน และความสูญเสียในกระบวนการผลิต

โดยที่การทำแผนภูมิควบคุมจะเป็นการศึกษาและควบคุมกรรมวิธีการผลิตของงานที่ต้องทำอยู่เป็นประจำซ้ำๆกัน ที่ใช้กันส่วนใหญ่จะเป็นแผนภูมิชนิดตัวแปรเชิงเดี่ยว (Univariate Control Chart) ซึ่งแยกออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการตรวจสอบคือ

1) แผนภูมิควบคุมเชิงปริมาณ (Control of Variable) ใช้กับการตรวจสอบเชิงปริมาณ กล่าวคือ คุณสมบัติของสิ่งที่ต้องการศึกษาเป็นแบบต่อเนื่อง สามารถหาค่าออกมาได้จากการวัด การชั่งหรือการตวง

2) แผนภูมิควบคุมเชิงคุณภาพ (Control of Attributes) ใช้กับการตรวจสอบเชิงคุณภาพ กล่าวคือ ข้อมูลที่ได้ไม่สามารถตรวจสอบโดยการวัดค่าได้หรือวัดค่าได้ยาก ดังนั้นจึงเป็นการตรวจสอบด้วยสายตา ว่ามีคุณภาพตรงตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ และตัดสินได้แค่เพียงว่าดีหรือไม่ดี ยอมรับหรือไม่ยอมรับ ผ่านหรือไม่ผ่านเท่านั้น

โดยทั่วไปแผนภูมิควบคุมชนิดเชิงเดี่ยวเหมาะที่จะใช้ในการควบคุมตัวแปรหรือลักษณะทางคุณภาพที่ไม่มีความสัมพันธ์กันหรือเป็นอิสระต่อกัน พิจารณาโดยทำการตรวจสอบแยกตัวแปรในแต่ละแผนภูมิควบคุม

แต่ในความเป็นจริงในธุรกิจอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีความต้องการที่จะควบคุมคุณภาพตัวแปรหลายตัวที่มีความสัมพันธ์กัน เมื่อมีจำนวนตัวแปรมากกว่า1ตัวแปรที่ต้องการควบคุมในเวลาเดียว

กัน การที่ทำการทดสอบโดยการแยกตัวแปรในแต่ละแผนภูมิควบคุมจะทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ จึงควรใช้แผนภูมิควบคุมที่สามารถตรวจสอบตัวแปรหลายตัวได้พร้อมกัน นั่นก็คือ แผนภูมิควบคุมชนิดตัวแปรเชิงพหุ (Multivariate Control Charts) และแผนภูมิควบคุมคือ แผนภูมิควบคุม Hotelling เสนอโดย Hotelling ในปี ค.ศ.1947

ในปี ค.ศ.1999 Ali A. Houshmand และ Saeed Golnabi ได้เสนอแผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart $\bar{X}$ (Multivariate Shewhart $\bar{X}$ - Chart) สำหรับใช้ประโยชน์ในการควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตว่าอยู่ในการควบคุมหรือไม่ ซึ่งเป็นแผนภูมิควบคุมเชิงพหุที่ทำการควบคุมคุณภาพตัวแปรหลายตัวที่ต้องการควบคุมในเวลาเดียวกัน เหมือนกับแผนภูมิควบคุม Hotelling

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาในกรณีที่มี 2 ตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบปกติและมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อทำการเปรียบเทียบว่า แผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยวคือ แผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว $\bar{X}$ (Univariate $\bar{X}$ - Chart) กับแผนภูมิควบคุมเชิงพหุคือ แผนภูมิควบคุม Hotelling และ แผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart $\bar{X}$ (Multivariate Shewhart $\bar{X}$ - Chart) แผนภูมิชนิดใดมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการควบคุมคุณภาพในสถานการณ์ต่างๆที่มีการเปลี่ยนแปลงไปของค่าเฉลี่ย แล้วทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในแต่ละแผนภูมิด้วยการใช้จำนวนชุดตัวอย่างที่ต้องใช้ในการตรวจสอบกระบวนการผลิตจนกว่าจะพบการออกนอกการควบคุม(Average Run Length ; ARL) เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมที่สนใจศึกษา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมคุณภาพจากการตรวจวัดศึกษาเฉพาะกรณีมีตัวแปรลักษณะทางคุณภาพ 2 ตัวแปร ซึ่งประกอบด้วย
    1.1. แผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว $\bar{X}$ (Univariate $\bar{X}$ - chart)
    1.2. แผนภูมิควบคุม Hotelling
    1.3. แผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart $\bar{X}$ (Multivariate Shewhart $\bar{X}$ - chart)
2. เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมคุณภาพทั้ง 3 แผนภูมิ สำหรับใช้ในการตัดสินใจเลือกใช้แผนภูมิควบคุมแต่ละชนิด ภายใต้สถานการณ์ที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตมีการเปลี่ยนแปลง
3. สามารถขยายแนวความคิดไปสู่การควบคุมคุณภาพ เมื่อมีตัวแปรลักษณะทางคุณภาพ มากกว่า 2 ตัวแปร ซึ่งตัวแปรแต่ละตัวมีความสัมพันธ์ต่อกัน

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ภายใต้ทุกสถานการณ์ที่ทำการวิจัยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมคุณภาพทั้ง 3 แบบ ผู้วิจัยคาดว่า แผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart $\bar{X}$ (Multivariate Shewhart $\bar{X}$ - chart) จะมีประสิทธิภาพดีกว่า แผนภูมิควบคุม Hotelling และ แผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว $\bar{X}$ โดยใช้ค่า ARL (Average Run Length) เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้มีขอบเขตการศึกษาดังนี้

1. ข้อมูลที่นำมาศึกษามีการแจกแจงแบบทวิคูณปกติ (Bivariate Normal Distribution) โดยศึกษา ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 3 กรณี คือ
    กรณีที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าเท่ากับ 0
    กรณีที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าเป็นบวก คือ เท่ากับ 0.5 และ 0.9
    และ กรณีที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าเป็นลบ คือ เท่ากับ -0.5 และ -0.9

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ศึกษาวิธีการควบคุมของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 วิธี ซึ่งได้แก่

2.1 แผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว $\bar{X}$ (Univariate $\bar{X}$ - Chart)

2.2 แผนภูมิควบคุม Hotelling

2.3 แผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart $\bar{X}$ (Multivariate Shewhart $\bar{X}$ - Chart)

โดยศึกษาภายใต้สถานการณ์ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ยของ 2 ตัวแปรสุ่มในกระบวนการผลิต ซึ่งจะพิจารณาตามสถานการณ์ ของการเปลี่ยนแปลงไปในค่าเฉลี่ยเป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ย จากตัวแปรสุ่มเพียงตัวเดียว

และ กรณีที่ 2 เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ย จากตัวแปรสุ่มทั้ง 2 ตัว

โดยที่กำหนดให้

ขนาด การเปลี่ยนแปลงไปของค่าเฉลี่ยต่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสุ่ม X_1 (δ_1) เท่ากับ 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7

ขนาด การเปลี่ยนแปลงไปของค่าเฉลี่ยต่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสุ่ม X_2 (δ_2) เท่ากับ $\pm$ 0.1, 0.3, 0.5 , 0.7 ,0.9 ,1.1 และ 1.3

กำหนดขนาดตัวอย่างในการสุ่มแต่ละชุดตัวอย่าง $(n) = 10$

3. ศึกษาแนวความคิดที่สามารถขยายผลไปสู่กรณีที่ตัวแปรลักษณะทางคุณภาพมากกว่า 2 ตัวแปรมีสหสัมพันธ์กัน

1.5 เกณฑ์ในการตัดสินใจ

เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจสำหรับการวิจัยครั้งนี้จะใช้ค่าความยาววิ่งโดยเฉลี่ย(Average Run Length ; ARL) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบว่าแผนภูมิควบคุมชนิดใดจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด ภายใต้สถานการณ์ ที่กำหนดขึ้น ซึ่งค่า ARL คือจำนวนชุดตัวอย่างโดยเฉลี่ย

การคำนวณค่าจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย(Average Run Length) หรือ ARL คือ จำนวนชุดตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่ต้องใช้ในการตรวจสอบจนกว่าตัวสถิติทดสอบจะเริ่มออกนอกขีดจำกัดควบคุม เมื่อกระบวนการผลิตได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

กำหนดให้ R เป็นจำนวนชุดตัวอย่างจนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ซึ่งในที่นี้ สามารถหาการแจกแจงของ R ภายใต้ข้อสมมติที่ชุดตัวอย่างแต่ละชุดที่สุ่มมาเป็นอิสระต่อกันและกระบวนการผลิตคงที่

ในการทดสอบโดยใช้หลักการคำนวณเชิงตัวเลข ค่าARL คำนวณได้จาก

$$\mathrm{ARL} = \sum_{j=1}^{\infty} jP(R = j)$$

เมื่อพิจารณาแผนภูมิควบคุมทั่วไป จะพบว่ามีการสุ่มชุดตัวอย่างขนาด n มาจากประชากร แต่ละชุดตัวอย่างจะคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ สมมติให้ตัวสถิติเป็น T แทนด้วยจุดลงในแผนภูมิควบคุมเทียบกับเวลาที่สอดคล้องกัน โดยที่มีการกำหนดขอบเขตควบคุมคือ UCL และ LCL

ในบางชุดตัวอย่างมีค่าตัวสถิติบางค่าออกนอกขอบเขตคือ $T > UCL$ หรือ $T < LCL$
ให้ p_d เป็นค่าความน่าจะเป็นที่ตัวสถิติมีค่าออกนอกขอบเขต โดยมีรูปแบบได้ดังนี้

$$p_d = P(T > UCL \cup T < LCL)$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} P(R = 1) &= p_d \\ P(R = 2) &= (1 - p_d)p_d \\ P(R = 3) &= (1 - p_d)^2 p_d \\ &\vdots \\ P(R = j) &= (1 - p_d)^{j-1} p_d \end{aligned}$$

ซึ่ง R มีการแจกแจงแบบเรขาคณิตด้วยพารามิเตอร์ p_d

ค่าความยาววิ่งโดยเฉลี่ยมาจาก $E[R]$

$$E[R] = \sum_{j=1}^{\infty} jP(R=j) = p_d \sum_{j=1}^{\infty} j(1-p_d)^{j-1}$$
$$= \frac{1}{p_d}$$

ดังนั้น $E[R] = ARL = \frac{1}{p_d}$

ในการวิจัยครั้งนี้ กำหนดให้ R เป็นจำนวนชุดตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่ต้องใช้ในการตรวจสอบจนกว่าตัวสถิติทดสอบจะเริ่มออกนอกขีดจำกัดควบคุม เมื่อกระบวนการผลิตได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

ดังนั้น $p_d = (1-\beta)$

เพราะฉะนั้น $ARL = \frac{1}{(1-\beta)}$

β คือ ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 P(Type II error)หรือความน่าจะเป็นในการตัดสินใจว่า กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม ทั้งที่ความจริงแล้วกระบวนการผลิตอยู่นอกการควบคุม

ในการทดสอบด้วยหลักการจำลองข้อมูล ค่า ARL คำนวณได้จาก

$$ARL = \frac{\sum_{r=1}^{NReps} R_r}{NReps}$$

โดยที่ NReps คือ จำนวนครั้งของการทดลอง (NReps = 10,000 ครั้ง)

R_r คือ จำนวนความยาววิ่ง(Run Length : RL) เป็นจำนวนชุดตัวอย่างที่ต้องใช้ในการตรวจสอบจนกว่าตัวสถิติทดสอบจะเริ่มออกนอกขีดจำกัดควบคุม ในการทดลองครั้งที่ r

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

คำจำกัดความหลักในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1. เส้นขอบเขตควบคุมบน (Upper Control Limit : UCL) คือ ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้ขอบเขตควบคุม
2. เส้นขอบเขตควบคุมล่าง (Lower Control Limit : LCL) คือ ค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้ว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้ขอบเขตควบคุม
3. จำนวนความยาววิ่ง (Run Length : RL) คือ จำนวนชุดตัวอย่างที่ต้องใช้ในการตรวจสอบจนกว่าตัวสถิติทดสอบจะเริ่มออกนอกขีดจำกัดควบคุม เมื่อกระบวนการผลิตได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
4. จำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย (Average Run Length : RL) คือ จำนวนชุดตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่ต้องใช้ในการตรวจสอบจนกว่าตัวสถิติทดสอบจะเริ่มออกนอกขีดจำกัดควบคุม เมื่อกระบวนการผลิตได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

1.7 ประโยชน์ของการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการวิจัยครั้งนี้คือ

1. สามารถเข้าใจถึงหลักการ การควบคุมคุณภาพด้วยการใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพเมื่อมี 2 ตัวแปรลักษณะทางคุณภาพที่มีสหสัมพันธ์กัน
2. เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้แผนภูมิควบคุมได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด
3. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาการควบคุมคุณภาพด้วยการใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีตัวแปรลักษณะทางคุณภาพมากกว่า 2 ตัวขึ้นไป ที่มีสหสัมพันธ์กัน