บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

ในส่วนที่ทำการออกแบบโปรแกรมจะมีหัวข้อดังนี้

1. การกระจายทางสถิติของข้อมูลแบ่งเป็น

   การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง(Discrete Probability Distribution)

   - การแจกแจงทวินาม (Binomial distribution)
   - การแจกแจงไฮเพอร์จีออเมตริก (Hypergeometric distribution)
   - การแจกแจงปัวส์ซอง (Poisson distribution)

   การแจกแจงความน่าจะเป็นต่อเนื่อง(Continuous Probability Distribution)

   - การแจกแจงปกติ (Normal distribution)
   - การแจกแจงไคสแควร์ (Chi square distribution)

2. แผนภูมิพาเรโต้ (PARETO DIAGRAM)
3. แผนภูมิควบคุม (CONTROL CHART) ซึ่งแบ่งได้เป็น
   - แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (X – R CHART)
   - แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (X – S CHART)
   - แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p CHART)
   - แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np CHART)
   - แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ (C CHART)
   - แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U CHART)
   - แผนภูมิควบคุมแบบกำหนดของเขตเอง

2.1. การกระจายทางสถิติของข้อมูล

แบ่งเป็น

- **การแจกแจงความน่าจะเป็นไม่ต่อเนื่อง(Discrete Probability Distribution)**

  การแจกแจงความน่าจะเป็นต่อเนื่อง(Continuous Probability Distribution)

2.1.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นไม่ต่อเนื่อง

การแจกแจงความน่าจะเป็นไม่ต่อเนื่อง คือ การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม ที่มีค่าไม่ต่อเนื่องโดยการแจกแจงความน่าจะเป็นไม่ต่อเนื่องที่มักใช้มากในงานด้านคุณภาพ ได้แก่

การแจกแจงทวินาม (Binomial distribution)

การแจกแจงไฮเพอร์จีออเมตริก (Hypergeometric distribution)

การแจกแจงปัวส์ซอง (Poisson distribution)

2.1.1.1 การแจกแจงทวินาม (Binomial distribution)

การแจกแจงทวินาม เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นไม่ต่อเนื่อง ที่มีการประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในงานวิศวกรรม เนื่องจากการแจกแจงทวินามเป็นพื้นฐานของการประเมินผลตัวอย่างจากประชากรแบบคุณภาพ (Qualitative) ซึ่งผลการประเมินผลตัวอย่างจากประชากรแบบคุณภาพ

โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภท เช่น ดี หรือ เสีย , พึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ , สำเร็จหรือล้มเหลว ฯลฯ

การแจกแจงทวินามเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดจากอนุกรมของการทดลองแบบสุ่มซึ่งการทดลองแบบสุ่มนี้ เรียกว่า Bernoulli Process โดยมีสมมติฐาน ดังนี้

1. การทดลองสุ่มแต่ละครั้งเป็นการลอง (Trial) ที่มีผลลัพธ์ 2 ประเภท เรียกว่า ความสำเร็จและความล้มเหลว

2. ความน่าจะเป็นของความสำเร็จมีค่าคงที่ทุกครั้งที่ทดลอง

3. การทดลองแต่ละครั้งเป็นอิสระต่อกัน

การแจกแจงทวินามทำให้เกิดความน่าจะเป็นสำหรับจำนวนของการสังเกตที่ตกลงไปอยู่ในประเภทใดประเภทหนึ่งของผลลัพธ์ เช่น ความน่าจะเป็นที่จะมีจำนวนความสำเร็จ x ครั้งที่เกิดขึ้นในการทดลองของ Bernoulli Process n ครั้ง หรือความน่าจะเป็นที่จะมีของดี x ชิ้นในการสุ่ม n ความน่าจะเป็นของการแจกแจงทวินามคำนวณได้จาก

$$b(x,n,p)=\binom{n}{x}p^{x}(1-p)x^{n-x}$$

เมื่อ x แทนตัวแปรสุ่มทวินาม ซึ่งอาจจะเป็นจำนวนครั้งของความสำเร็จหรือความล้มเหลว

n แทนจำนวนครั้งของการกระทำ

p แทนความน่าจะเป็นของความสำเร็จที่เกิดขึ้นจากการกระทำแต่ละครั้ง

$b(x;n,p)$ แทนความน่าจะเป็นของการแจกแจงทวินามของตัวแปรสุ่ม x
นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณความน่าจะเป็นสะสมได้จาก

$$p(x \le r) = B(r,n,p) = \sum_{x=0}^{r} b(x,n,p)$$

2.1.1.2 การแจกแจงไฮเพอร์จีออเมตริก

การแจกแจงไฮเพอร์จีออเมตริก เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นไม่ต่อเนื่องที่มีความสำคัญในการประยุกต์ด้านการสุ่มตัวอย่างในเชิงสถิติเช่นเดียวกับการแจกแจงทวินาม แต่จะแตกต่างกันเพียงแต่การแจกแจงทวินามนั้นการกระทำแต่ละครั้งจะต้องเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับการประเมินการสุ่มตัวอย่างที่มีประชากรขนาดเล็กที่ทำการสุ่มโดยไม่มีการทดแทน แต่การแจกแจงไฮเพอร์จีออเมตริกสามารถประยุกต์ใช้กับการประเมินการสุ่มตัวอย่างได้โดยไม่ต้องอาศัยสมมติฐานว่าการกระทำแต่ละครั้งจะต้องเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นการแจกแจงไฮเพอร์จีออเมตริกจึงสามารถประยุกต์ใช้ได้เมื่อมีการสุ่มตัวอย่างโดยปราศจากการทดแทนในประชากรขนาดเล็ก การแจกแจงไฮเพอร์จีออเมตริกจะทำให้เกิดความน่าจะเป็นสำหรับจำนวนความสำเร็จที่พบในจำนวนตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากร
ความน่าจะเป็นของการแจกแจงไฮเพอร์จีออเมตริกสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$h(x,N,n,k) = \frac{\binom{k}{x}\binom{N-k}{n-x}}{\binom{N}{n}}$$

เมื่อ N แทนจีออเมตริกซึ่งจะแทนจำนวนความสำเร็จที่พบในตัวอย่าง

$h(x;N,n,k)$ แทนความน่าจะเป็นของการแจกแจงไฮเพอร์จีออเมตริก ซึ่งเป็นความน่าจะเป็นที่พบเหตุการณ์ x เหตุการณ์ ในจำนวนตัวอย่างขนาด n ที่สุ่มจากประชากรขนาด N ซึ่งประกอบด้วยความสำเร็จ k รายการและความจำนวนประชากร

- n แทนจำนวนตัวอย่าง
- k แทนจำนวนความสำเร็จในประชากร
- x เป็นตัวแปรไฮเปอร์ไม่สำเร็จ ($N-k$) รายการ

นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณความน่าจะเป็นสะสมได้จาก

$$p(x \le c) = \sum_{x=0}^{c} h(x,N,n,k)$$

2.1.1.3 การแจกแจงปัวส์ซอง (Poisson Distribution)

การแจกแจงปัวส์ซอง เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นไม่ต่อเนื่องที่เกี่ยวกับเหตุการณ์เพียงเหตุการณ์เดียวที่เกิดจากการทดลอง โดยจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจะไม่แน่นอน แต่จะขึ้นกับอัตราการเกิดเหตุการณ์เฉลี่ยในบริเวณหนึ่ง ๆ หรือเวลาหนึ่ง ๆ การทดลองปัวส์ซองจะมีคุณลักษณะ ดังนี้

1. จำนวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่งหรือในบริเวณหนึ่งเป็นอิสระกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาอื่นหรือบริเวณอื่น

2. ค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจะต้องคงที่ตลอดช่วงเวลาหนึ่งหรือในบริเวณหนึ่ง

3. โอกาสที่เหตุการณ์หนึ่งจะเกิดขึ้นมากกว่าหนึ่งครั้งในบริเวณหนึ่ง ๆ จะลดลง เมื่อช่วงเวลาสั้นลงหรือบริเวณนั้น ๆ เล็กลง กล่าวคือโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์หนึ่งมากกว่า 1 ครั้งจะแปรผันตรงกับช่วงเวลาหรือขนาดของบริเวณ และเมื่อขนาดของช่วงเวลาสั้นมากหรือในบริเวณที่มีขนาดเล็กมาก ๆ จนเกือบเป็นศูนย์ โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์หนึ่งมากกว่า 1 ครั้ง สามารถประมาณให้มีค่าเป็นศูนย์ได้ การแจกแจงปัวส์ซองทำให้เกิดความน่าจะเป็นสำหรับจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่งหรือบริเวณหนึ่ง โดยค่าความน่าจะเป็นนี้ สามารถคำนวณได้จาก

$$p(x,\mu) = \frac{\mu^x . e^{-\mu}}{x!}$$

$x = 0,1,2,3,....$

เมื่อ x แทนตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง

μ แทนค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหรือบริเวณหนึ่ง ซึ่งอาจคำนวณจาก จำนวนครั้งของการทดลอง คูณ อัตราการเกิดเหตุการณ์

$p(x,\mu)$ แทนความน่าจะเป็นปัวส์ซองของตัวแปรสุ่ม x

e = 2.71828.....

นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณความน่าจะเป็นสะสมได้จาก

$$p(x \le c) = \sum_{x=0}^{c} p(x, \mu)$$

2.1.2 การแจกแจงความน่าจะเป็นต่อเนื่อง

การแจกแจงความน่าจะเป็นต่อเนื่อง คือ การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่มีค่าต่อเนื่อง โดยการแจกแจงความน่าจะเป็นต่อเนื่องที่มักใช้มาก ได้แก่

การแจกแจงปกติ (Normal distribution)

การแจกแจงไคสแควร์ (Chi square distribution)

2.1.2.1 การแจกแจงปกติ

การแจกแจงปกติมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การแจกแจงแบบเกาส์ (Gaussian distribution) เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่ส่วนมากจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของตัวแปร เหล่านั้นแต่จะมีตัวแปรสุ่มเพียงส่วนน้อยที่มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปร ซึ่งทำให้การแจกแจงปกตินี้เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นต่อเนื่องที่ใช้มาก เนื่องจากค่าในการวัดทางด้านกายภาพส่วนมาก เช่น ความยาวของชิ้นงานที่ตัดจากเครื่องตัด หรือเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลาที่กลึงจากเครื่องกลึง จะมีการแจกแจงความถี่ที่ใกล้เคียงกับเส้นโค้งปกติซึ่งเป็นเส้นโค้งที่แสดงให้เห็นความถี่ของตัวแปรสุ่มแต่ละค่ามีรูปร่างเป็นรูปทรงระฆังคว่ำ(Bell shape)

เส้นโค้งปกติมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน และฐานนิยม อยู่ที่
2. เส้นโค้งจะสมมาตรกับแกนที่ลากตั้งฉากผ่าน
3. เส้นโค้งมีจุดเปลี่ยนเว้าที่ โดยเส้นโค้งจะโค้งลงในช่วง แต่จะโค้งขึ้นในช่วงที่เหลือ
4. ปลายโค้งจะลู่เข้าหาแกนนอน เมื่อ มีค่าห่างจาก มากขึ้นแต่จะไม่ตัดแกนนอน
5. พื้นที่ทั้งหมดที่อยู่ใต้เส้นโค้ง และอยู่เหนือแกนนอนมีค่าเท่ากับ 1 นอกจากนี้ หากการแจกแจงปกติใดมีค่าเฉลี่ย () เท่ากับ 0 และมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 1 จะเรียกการแจกแจงนั้นว่า การแจกแจงปกติมาตรฐาน การแจกแจงปกติ ทำให้เกิดความน่าจะเป็นสำหรับตัวแปรสุ่มช่วงหนึ่ง เช่น ความน่าจะเป็นที่ตัวแปรสุ่มจะมีค่าระหว่าง ถึง การคำนวณความน่าจะเป็นของการแจกแจงปกติ สามารถคำนวณได้จาก การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ที่จะทำได้โดยใช้หลักการอินทิเกรตมาช่วย แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อความสะดวกในการหาค่าความน่าจะเป็น จึงได้มีการนำการแจกแจง

ปกติมาตรฐานมาช่วยในการคำนวณโดยการปรับตัวแปรสุ่มของการแจกแจงปกติใด ๆ ให้สอดคล้องกับการแจกแจงปกติมาตรฐาน

2.1.2.2 การแจกแจงไคสแควร์

การแจกแจงไคสแควร์ เป็นการแจกแจงที่ใช้มากในการทดสอบสมมติฐาน โดยการแจกแจงไคสแควร์จะเป็นการแจกแจงของตัวแปรสุ่มที่เป็นผลรวมของค่ากำลังสองของตัวแปรสุ่มปกติหลาย ๆ ตัว ดังนั้น การแจกแจงไคสแควร์จึงใช้แทนการแจกแจงของการสุ่มตัวอย่างสำหรับ เมื่อตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติการแจกแจงไคสแควร์ ๆ

การแจกแจงไคสแควร์ มีฟังก์ชั่นของการแจกแจง ดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{2^{\frac{v}{2}}\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)} x^{\frac{v}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}} \qquad \text{เมื่อ } x > 0$$

$$= 0 \qquad \text{เมื่อ x มีค่าอื่น ๆ}$$

โดย x แทนตัวแปรสุ่มต่อเนื่องที่มีการแจกแจงไคสแควร์

v แทนองศาเสรี ซึ่งเป็นจำนวนเต็มบวก

$\Gamma(x) = (x-1)\Gamma(x-1) = x!$

$\Gamma(1) = 1$

$\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$

ความน่าจะเป็นของการแจกแจงไคสแควร์สามารถหาได้ดังนี้

$$P\left(x > \chi_{\alpha}^{2}\right) = \alpha$$

เมื่อ χ_{α}^{2} แทนตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไคสแควร์

α แทนพื้นที่ใต้กราฟด้านขวาของการแจกแจงไคสแควร์

2.2 แผนภูมิพาเรโต

แผนภูมิพาเรโด เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างมากในการหาปัญหาที่ทำให้เกิดผลเสียอย่างมากมาย แผนภูมิพาเรโต มีลักษณะเป็นกราฟแท่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่แสดง

โดยใช้แกนตั้งกับประเภทของข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาซึ่งแสดงโดยใช้แกนนอนและเรียงลำดับตามข้อมูลที่รวบรวมมาจากมากไปน้อย

แผนภูมิพาเรโต เป็นการนำเสนอข้อมูลโดยใช้กราฟแท่งแทนข้อมูลจึงทำให้สามารถมองเห็นปัญหาได้อย่างชัดเจนกว่าการนำเสนอข้อมูลในรูปของตารางที่มีค่าเป็นตัวเลขเพียงอย่างเดียว

2.2.1 หลักการของแผนภูมิพาเรโต

แผนภูมิพาเรโต สามารถใช้ในการหาปัญหาที่มีความรุนแรงมากได้ เนื่องจากแผนภูมิพาเรโตจะแยกลำดับความสำคัญของปัญหาตามข้อมูลที่รวบรวมมา ซึ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาอาจจะเป็นจำนวนของเสียแต่ละประเภท เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษา จำนวนชิ้นงานที่ต้องทำซ้ำเวลาที่ต้องมาซ่อมชิ้นงาน เป็นต้น การนำแผนภูมิพาเรโตมาช่วยในการหาปัญหานั้น อยู่บนหลักการที่ว่า ร้อยละ 80 ของปัญหาที่เกิดขึ้นจะมาจากร้อยละ 20 ของสิ่งที่อาจทำให้เกิดปัญหา หรือกล่าวได้ว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ จะมีสาเหตุมาจากสาเหตุเพียง 2 - 3 สาเหตุ ดังนั้น เมื่อนำแผนภูมิพาเรโตมาใช้จะทำให้ทราบถึง ปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ ซึ่งจะได้นำไปสู่การหาสาเหตุของปัญหา และกำหนดมาตรการในการแก้ไขสาเหตุของปัญหานั้น ๆ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว เมื่อกำจัดสาเหตุของปัญหาหนึ่งไปแล้ว จะทำให้ปัญหาอื่น ๆ มีแนวโน้มที่ลดลงไปด้วย

2.2.2 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิพาเรโต

1. ตัดสินใจเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของข้อมูลที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและกำหนดช่วงเวลาที่จะรวบรวมข้อมูล โดยการจำแนกประเภทของข้อมูล สามารถแบ่งออกเป็น

- การจำแนกข้อมูลตามผล เป็นการแบ่งข้อมูลตามประเภทของปัญหา เช่น ประเภทของเสีย
- การจำแนกข้อมูลตามสาเหตุ เป็นการแบ่งข้อมูลตามประเภทของปัญหา เช่น พนักงาน , วิธีปฏิบัติงาน , เครื่องจักรอุปกรณ์ , วัสดุ ฯลฯ

2. เก็บรวบรวมข้อมูล ตามช่วงเวลาที่กำหนด

3. รวมผลข้อมูลของแต่ละประเภทที่ได้จำแนกไว้ โดยจัดลำดับของข้อมูลใหม่ โดยเรียงข้อมูลตามความถี่ คำนวณเปอร์เซนต์

4. เขียนกราฟแท่งตามลำดับความถี่จากมากไปน้อย โดยแกนตั้งจะแสดงความถี่ของข้อมูลและแกนนอนจะแสดงข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา

2.2.3 ประโยชน์ของแผนภูมิพาเรโต

การนำแผนภูมิพาเรโตมาช่วยในการวิเคราะห์ จะทำให้สามารถทราบถึงปัญหาที่ปรับปรุงแก้ไขเป็นอันดับแรกและสาเหตุของปัญหาที่จะแก้ไขเป็นอันดับแรก เพื่อจะได้นำมากำหนดมาตรการการแก้ไขได้อย่างถูกต้องและแผนภูมิพาเรโตยังสามารถนำมาใช้เปรียบเทียบผลของการปรับปรุงแก้ไข เพื่อใช้ในการประเมินผลมาตรการการแก้ไข

2.2.4 แนวทางการใช้แผนภูมิพาเรโตอย่างมีประสิทธิผล

1. พยายามใช้แกนตั้งของแผนภูมพาเรโตแทนจำนวนเงิน เนื่องจากโดยทั่วไปปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไขเป็นอันดับแรก ควรเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดการสูญเสียเงินมากที่สุดมากกว่าปัญหาที่เกิดบ่อยที่สุด ดังนั้นการใช้แกนตั้งของแผนภูมิพาเรโตแทนจำนวนเงิน จะทำให้สามารถเลือกปัญหาที่ทำให้เกิดการสูญเสียเงินมากที่สุดได้อย่างถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตาม อาจสร้างแผนภูมิพาเรโตขึ้น 2 แผนภูมิ เพื่อประกอบการตัดสินใจโดย แผนภูมิแรกใช้แกนตั้ง แทนข้อมูลที่รวบรวมมา เช่น ความถี่ที่เกิดปัญหา หรือ เวลาที่สูญเสียในการแก้ปัญหา และแผนภูมิที่สองใช้แกนตั้งแทนจำนวนเงินที่สูญเสีย

2. เริ่มต้นสร้างแผนภูมิพาเรโต โดยการจำแนกประเภทข้อมูลตามผลก่อน จากนั้นเมื่อสามารถกำหนดปัญหาที่จะหามาตรการแก้ไขได้แล้ว ควรค้นหาสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหานั้นแล้วทำการเก็บข้อมูล และสร้างแผนภูมิพาเรโตอีกแผนภูมิหนึ่งโดยการจำแนกประเภทข้อมูลตามสาเหตุของปัญหาเพื่อใช้ในการเลือกสาเหตุที่จะกำหนดมาตรการแก้ไขอย่างถูกต้อง

3.ควรนำแผนภูมิพาเรโตมาใช้เพื่อเปรียบเทียบผลการปรับปรุงเพื่อใช้ในการประเมินผลมาตรการแก้ไข เนื่องจากจะทำให้เห็นภาพพจน์ได้ง่าย

2.3 แผนภูมิควบคุม

ในกระบวนการผลิตทุกกระบวนการผลิต คุณลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการผลิตนั้นย่อมมีการผันแปร แต่ถ้าหากการผันแปรดังกล่าวเกิดขึ้นจากธรรมชาติของกระบวนการผลิตเองที่เป็นการผันแปรแบบสุ่ม ที่เกิดจากสาเหตุโดยบังเอิญ (Chance or random cause) จะถือว่ากระบวนการผลิตนั้นอยู่ในการควบคุมทางสถิติ (In statistical control) ในทางตรงกันข้าม ถ้าการผันแปรดังกล่าวมิได้เกิดจากกระบวนการผลิตแต่เกิดจากสาเหตุที่ระบุได้ (Assignable cause)ซึ่งโดยทั่วไปจะได้แก่ การผันแปรจากเครื่องจักร การผันแปรจากพนักงานปฏิบัติงาน และการผันแปรจากวัตถุดิบ จะถือว่ากระบวนการผลิตนั้นควบคุมไม่ได้ (Out Of Control) แผนภูมิควบคุม เป็นเครื่องมือทางสถิติที่ใช้สำหรับการศึกษาและควบคุมกระบวนการผลิตที่มีการดำเนินการซ้ำ ๆ เนื่องจากแผนภูมิควบคุมสามารถใช้ในการสืบหาการผันแปรกระบวนการผลิตและใช้แยกการผันแปรว่าเป็นการผันแปรจากสาเหตุโดยบังเอิญหรือเป็นการผันแปรจากสาเหตุที่ระบุได้ แผนภูมิควบคุม ประกอบด้วยพิกัดของแผนภูมิควบคุม ซึ่งประกอบด้วยพิกัดควบคุมบน(Upper Control Limit ; UCL) กับพิกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit ; LCL) และระหว่างพิกัดควบคุมบนกับพิกัดควบคุมล่างยังมีเส้นกึ่งกลาง (Center Line ; CL) ซึ่งแสดงถึงค่าของคุณลักษณะของคุณภาพที่ไม่มีการเบี่ยงเบน และเมื่อมีการสุ่มตัวอย่างจากกระบวนการผลิต

ค่าคุณลักษณะของตัวอย่างก็จะถูกพล็อตลงไปบนแผนภูมิควบคุม ซึ่งโดยทั่วไปจะเชื่อมกันด้วยเส้นตรงเพื่อให้สังเกตเห็นลำดับของคุณลักษณะของตัวอย่างได้ง่าย

2.3.1 ประเภทของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมสามารถแบ่งออกตามประเภทของข้อมูลที่จะพล็อตลงบนแผนภูมิ ได้ดังนี้

1. แผนภูมิควบคุมแบบแอตทริบิวส์ ใช้สำหรับข้อมูลแบบคุณภาพ ได้แก่
   - แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P Chart)
   - แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (NP Chart)
   - แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (C Chart)
   - แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U Chart)
2. แผนภูมิควบคุมแบบตัวแปร ใช้สำหรับข้อมูลที่สามารถวัดค่าเป็นตัวเลขได้ ได้แก่
   - แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย
   - แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
   - แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยและค่าเฉลี่ยของค่าพิสัย
   - แผนภูมิควบคุมค่าความแปรปรวน
   - แผนภูมิควบคุมค่ากึ่งกลางค่าพิสัยและค่ามัธยฐาน)
   - แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และค่าพิสัยเคลื่อนที่

2.3.2 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P Chart)

แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย จะแสดงถึงสัดส่วนของเสียในตัวอย่างหรือกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีการแจกแจงแบบทวินาม แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสามารถใช้ได้กับการที่สุ่มตัวอย่างที่มีขนาดตัวอย่างคงที่และขนาดของตัวอย่างที่ไม่คงที่ การสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกขนาดตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยข้อมูลจะต้องประกอบด้วยขนาดตัวอย่างและจำนวนของเสีย

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาสัดส่วนของเสีย ของการสุ่มตัวอย่างแต่ละครั้ง โดย

$$P = np / n$$

เมื่อ P แทน สัดส่วนของเสีย

n แทน ขนาดตัวอย่าง

np แทน จำนวนของเสีย

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของเสีย โดย

$$\overline{P} = \frac{\sum_{i=1}^{m}(np)_i}{\sum_{i=1}^{m} n_i}$$

เมื่อ $\overline{P}$ แทน ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของเสีย

$(np)_i$ แทน จำนวนของเสียจากตัวอย่างที่ i

n_i แทน ขนาดตัวอย่างของตัวอย่างที่ i

m แทน จำนวนครั้งที่สุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาพิกัดควบคุมโดย

$$UCL = \overline{P} + 3\frac{\sqrt{\overline{P}(1-\overline{P})}}{n} \qquad LCL = \overline{P} - 3\frac{\sqrt{\overline{P}(1-\overline{P})}}{n}$$

ขั้นตอนที่ 5 เขียนพิกัดควบคุม และ พล็อตค่าสัดส่วนของเสียลงบนแผนภูมิ

2.3.3 แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (NP Chart)

แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย มีลักษณะคล้ายกับแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียเพียงแต่ แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย จะแสดงถึงจำนวนของเสียในตัวอย่าง ดังนั้นจึงสามารถใช้กับการสุ่มตัวอย่างที่มีขนาดตัวอย่างคงที่เท่านั้น การสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกขนาดตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยข้อมูลจะต้องประกอบด้วยขนาดตัวอย่างและจำนวนของเสีย

$$\overline{P} = \frac{\sum_{i=1}^{m}(n\overline{P})_i}{mn}$$

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาสัดส่วนของเสีย โดย

เมื่อ $\overline{P}$ แทน ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของเสีย

$(np)_i$ แทน จำนวนของเสียจากตัวอย่างที่ I

n_i แทน จำนวนตัวอย่าง

m แทน จำนวนครั้งที่สุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาพิกัดควบคุม และเส้นกึ่งกลาง โดย

$$CL = n\overline{P}$$

$$LCL = n\overline{P} - 3\sqrt{n\overline{P}(1-\overline{P})} \qquad UCL = n\overline{P} + 3\sqrt{n\overline{P}(1-\overline{P})}$$

ขั้นตอนที่ 4 เขียนพิกัดควบคุม และ พล็อตจำนวนของเสียลงบนแผนภูมิ

2.3.4 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (C Chart)

แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ จะแสดงถึงจำนวนรอยตำหนิบนผลิตภัณฑ์ที่อาจมีรอยตำหนิได้หลายแห่ง แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิมีการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบปัวส์ซอง ดังนั้นการจะใช้แผนภูมิจำนวนรอยตำหนิได้จะต้องสอดคล้องตามสมมติฐานที่ว่า มีโอกาสที่จะเกิดรอยตำหนิบนผลิตภัณฑ์สูง ในขณะที่ความน่าจะเป็นที่จะเกิดรอยตำหนินั้นต่ำและมีค่าคงที่ การสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เก็บรวบรวมจำนวนรอยตำหนิบนผลิตภัณฑ์และจำนวนผลิตภัณฑ์ที่สุ่ม

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่าจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ย โดย

$$\overline{C} = \sum_{i=1}^{m} C_i$$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาพิกัดควบคุม และเส้นกึ่งกลาง โดย

$$CL = \overline{C}$$

$$UCL = \overline{C} + 3\sqrt{\overline{C}} \qquad LCL = \overline{C} - 3\sqrt{\overline{C}}$$

ขั้นตอนที่ 4 เขียนพิกัดควบคุม และ พล็อตจำนวนของเสียลงบนแผนภูมิ

2.3.5 <u>แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย</u> (U Chart)

แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย เป็นแผนภูมิควบคุมที่ดัดแปลงมาจาก แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ เพื่อให้สามารถใช้ได้ทั้งกรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันทุกครั้งที่ทำการสุ่มตัวอย่าง ดังนั้นการจะใช้แผนภูมิจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยได้จะต้องสอดคล้องตามสมมุติฐานที่ว่า มีโอกาสที่จะเกิดรอยตำหนิบนผลิตภัณฑ์สูง ในขณะที่ความน่าจะเป็นที่จะเกิดรอยตำหนินั้นต่ำและมีค่าคงที่เหมือนกับแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ การสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย มีขั้นตอนดังนี้

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> เก็บรวบรวมจำนวนรอยตำหนิบนผลิตภัณฑ์และจำนวนผลิตภัณฑ์ที่สุ่ม

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> คำนวณจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย โดย

$$u = \frac{c}{n}$$

เมื่อ u แทน จำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย

c แทน จำนวนรอยตำหนิ

n แทน จำนวนผลิตภัณฑ์ที่สุ่มตัวอย่างมา

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> คำนวณจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วย

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^{m} c_i}{\sum_{i=1}^{m} n_i}$$

เมื่อ $\bar{u}$ แทน จำนวนรอยตำหนิเฉลี่ย

c_i แทน จำนวนรอยตำหนิที่พบจากการสุ่มครั้งที่ i

n_i แทน จำนวนตัวอย่างที่สุ่มมาในครั้งที่ i

m แทน จำนวนครั้งที่ทำการสุ่มตัวอย่าง

<u>ขั้นตอนที่ 4</u> คำนวณพิกัดควบคุม และเส้นกึ่งกลาง

$$CL = \bar{u}$$

$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \qquad LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

ขั้นตอนที่ 5 เขียนพิกัดควบคุม และ พล็อตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยลงบนแผนภูมิ

2.3.6 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย (X - R Chart)

แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย เป็นแผนภูมิควบคุมแบบตัวแปรที่นิยมใช้กันโดยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยจะใช้ในการควบคุมแนวโน้มการเข้าสู่ศูนย์กลาง และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยจะใช้ในการควบคุมการกระจายของข้อมูล การสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกขนาดตัวอย่าง และเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าพิสัยของตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง โดย

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

$$R = X_{max} - X_{min}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง

x_i แทน ข้อมูลที่ i ในตัวอย่าง

n แทน ขนาดตัวอย่าง

R แทน ค่าพิสัยของตัวอย่าง

X_{max} แทน ข้อมูลที่มีค่ามากที่สุดในตัวอย่าง

X_{min} แทน ข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุดในตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าเฉลี่ยทั้งหมด ($\bar{\bar{X}}$)และค่าเฉลี่ยของค่าพิสัย ($\bar{R}$) โดย

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \bar{x}_i}{m}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^{m} R_i}{m}$$

เมื่อ $\bar{\bar{x}}$ แทน ค่าเฉลี่ยทั้งหมด

$\bar{x}_i$ แทน ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างชุดที่

$\bar{R}$ แทน ค่าเฉลี่ยของค่าพิสัยของแต่ละกลุ่ม

R_i แทน ค่าพิสัยของตัวอย่างชุดที่

m แทน จำนวนชุดตัวอย่าง

<u>ขั้นตอนที่ 4</u> คำนวณพิกัดควบคุม และเส้นกึ่งกลาง โดย

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

$$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}}$$

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{x}}$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{x}}$$

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย

$$CL_R = \bar{R}$$

$$UCL_R = \bar{R} + 3\sigma_R$$

$$LCL_R = \bar{R} - 3\sigma_R$$

เมื่อ $\bar{\bar{X}}$ แทน ค่าเฉลี่ยทั้งหมด

$\sigma_{\bar{x}}$ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่ม

$\bar{R}$ แทน ค่าเฉลี่ยของค่าพิสัยของแต่ละกลุ่ม

σ_R แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพิสัยแต่ละกลุ่ม

แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อความสะดวกในการคำนวณพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย จึงประมาณค่า $\sigma_{\bar{x}}$ ด้วย $\frac{\bar{R}}{d_2}$ ดังนั้นจึงสามารถคำนวณพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ได้ดังนี้

เมื่อ $\bar{\bar{X}}$ **แทน ค่าเฉลี่ยทั้งหมด**

$\bar{R}$ **แทน ค่าเฉลี่ยของค่าพิสัยของแต่ละกลุ่ม**

$A_2 = \frac{3}{d_2\sqrt{n}}$ **เป็นค่าคงที่**

ในทำนองเดียวกันกับแผนภูมิค่าเฉลี่ย จึงได้มีการประมาณค่า σ_R ด้วย $d_3\sigma$ เพื่อให้สามารถคำนวณพิกัดควบคุมค่าพิสัยได้สะดวก ดังนี้

$$UCL_R = \overline{R} + 3d_3\left(\frac{\overline{R}}{d_2}\right)$$

$$UCL_R = D_4\overline{R}$$

$$LCL_R = \overline{R} - 3d_3\left(\frac{\overline{R}}{d_2}\right)$$

$$UCL_R = D_3\overline{R}$$

เมื่อ $\overline{R}$ แทน ค่าเฉลี่ยของค่าพิสัยของแต่ละกลุ่ม

d_3, d_2 เป็นค่าคงที่

$D_4 = 1 + \frac{3d_3}{d_2}$ เป็นค่าคงที่

$D_3 = 1 - \frac{3d_3}{d_2}$ เป็นค่าคงที่

ขั้นตอนที่ 5 เขียนพิกัดควบคุม และ พล็อตค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยลงบนแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ตามลำดับ

2.3.7 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (X - S Chart)

จะคล้ายกับแผนภูมิควบคุม X – R CHART โดยแผนภูมิ X – R CHART จะคำนวณง่ายกว่า แต่แผนภูมิ X - S Chart จะให้ค่าที่แม่นยำกว่า

วิธีทำ

ขั้นตอนที่ 1 เลือกขนาดตัวอย่าง และเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าเฉลี่ยทั้งหมด ()และค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน() โดย

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณพิกัดควบคุม และเส้นกึ่งกลาง หรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย

2.3.8 ความสามารถของกระบวนการ

ความสามารถของกระบวนการเป็นสิ่งที่จะบ่งบอกถึงความสม่ำเสมอของกระบวนการ โดยจะวัดจากการแปรเปลี่ยนภายในกระบวนการหรือความแปรเปลี่ยนตามธรรมชาติของกระบวนการ

ซึ่งโดยทั่วไปมักจะกระทำภายใต้สมมติฐานที่กำหนดให้ รูปแบบของความแปรเปลี่ยนของกระบวนการแจกแจงปกติ ที่กำหนดให้ 6 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ เป็นค่าวัดความสามารถของกระบวนการ กล่าวคือ ถ้ากระบวนการมีความแปรเปลี่ยนที่มีการแจกแจงปกติแล้ว กระบวนการจะมีความสามารถในการผลิตของดี 99.73 % วิธีการวัดค่าความสามารถของกระบวนการทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมกันมากที่สุดคือการวัดค่าความสามารถกระบวนการโดยใช้ค่าดัชนีอัตราส่วนแสดงความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Ratio, PCR)
โดย

$$PCR = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$ สำหรับ ข้อกำหนดเฉพาะแบบ 2 ด้าน

$$PCR = \frac{USL - \bar{X}}{6\sigma}$$ สำหรับ ข้อกำหนดเฉพาะแบบด้านสูง

$$PCR = \frac{\bar{X} - LSL}{6\sigma}$$ สำหรับ ข้อกำหนดเฉพาะแบบด้านต่ำ

ค่า PCR จะบ่งบอกถึงความสามารถของกระบวนการในการผลิตผลิตภัณฑ์ภายใต้ข้อกำหนด โดยถ้า PCR > 1 แสดงว่า ความแตกต่างระหว่างข้อกำหนด (Specification Limit) มากกว่าความสามารถโดยธรรมชาติของกระบวนการ นั่นคือ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาจากกระบวนการจะมีจำนวนน้อยที่จะไม่ได้ตามข้อกำหนด แต่ถ้า PCR < 1 แสดงว่า ความแตกต่างระหว่างข้อกำหนดน้อยกว่าความสามารถโดยธรรมชาติของกระบวนการ นั่นคือ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาจากกระบวนการจะไม่ได้ตามข้อกำหนดจำนวนมาก

2.3.9 การตีความแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจหา การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากสาเหตุที่ระบุได้เพื่อทำการแก้ไขให้กระบวนการผลิตนั้นเป็นปกติ โดยลักษณะแผนภูมิที่แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตนั้นควบคุมไม่ได้ มีดังนี้

1) มีจุดอยู่ภายนอกพิกัดควบคุม ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจาก ความผิดพลาดในการวัดหรือการคำนวณ วัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ ตั้งเครื่องจักรผิด หรือเครื่องจักรผิดปกติ

2) มีความไม่สมดุลย์เกิดขึ้นบนแผนภูมิ ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการที่มีจุดหลาย ๆ จุดเรียงอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง เกณฑ์ในการตัดสินใจว่ามีความไม่สมดุลย์เกิดขึ้นบนแผนภูมิคือ การที่

มีจุด 7 จุดติดต่อกันเรียงอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง หรือการที่มีจุด 10 จุดใน 11 จุด หรือ 12 จุดใน 14 จุดอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง เมื่อแผนภูมิมีความไม่สมดุลย์เกิดขึ้น แสดงว่าอาจมีสิ่งผิดปกติดังต่อไปนี้ในกระบวนการ

- เครื่องจักรเดินหนักเกินไปข้างใดข้างหนึ่งของ Specification
- ระบบควบคุมอัตโนมัติผิดพลาด
- คุณภาพของวัสดุแตกต่างกัน
- ส่วนผสมของวัสดุแตกต่างกันมากทางด้านคุณภาพ
- พนักงานปฏิบัติงานแตกต่างกัน

3) มีแนวโน้มเกิดขึ้นบนแผนภูมิควบคุม ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อจุดต่าง ๆ เรียงติดต่อกัน ค่อย ๆ สูงขึ้นหรืออาจจะต่ำลง ทำให้เห็นกราฟเป็นเส้นที่มีความชัน เกณฑ์ในการตัดสินใจว่ามีแนวโน้มเกิดขึ้นบนแผนภูมิควบคุมคือ การที่มีจุด 7 จุดติดต่อกันเชื่อมกันในลักษณะที่เอียงขึ้นหรือเอียงลง ซึ่งการที่แผนภูมิควบคุมมีแนวโน้มเกิดขึ้น แสดงว่า

- เครื่องมือสึกหรอ
- ความล้าของพนักงานปฏิบัติงาน
- การบำรุงรักษาเครื่องมือไม่ดีพอ ทำให้มีเศษชิ้นงานติดที่เครื่องมือเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ
- พนักงานปฏิบัติงานขาดความชำนาญ
- มีผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้น

4) มีการเกาะกลุ่มรอบเส้นควบคุม จะเกิดขึ้นเมื่อจุดต่าง ๆ บนแผนภูมิควบคุมอยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง หรืออยู่ใกล้เส้นพิกัดควบคุม เกณฑ์ในการตัดสินใจว่าเกิดการเกาะกลุ่มรอบเส้นควบคุม คือ เมื่อแบ่งระยะระหว่าง CL กับเส้นพิกัดควบคุม เป็น 3 ส่วน และให้ส่วนที่อยู่ติดกับเส้นพิกัดควบคุมเป็นบริเวณ A และถัดมาเป็นบริเวณ B แล้วส่วนที่อยู่ติดกับเส้นกึ่งกลางเป็นบริเวณ C แล้ว มีจุด 2 จุดใน 3 จุด หรือ 3 จุดใน 7 จุดหรือ 4 จุดใน 10 จุดอยู่ในบริเวณ A หรือมี 15 จุดติดต่อกันอยู่ในบริเวณ C การที่มีการเกาะกลุ่มรอบเส้นควบคุมนี้ แสดงให้เห็นว่า อาจมีปัญหาเกี่ยวกับการสุ่มตัวอย่างหรือมีการจัดกลุ่มข้อมูลไม่เหมาะสม หรืออาจมีการเปลี่ยนแปลงภายในกระบวนการ ที่อาจมีสาเหตุจากสิ่งต่อไปนี้

- วัสดุเปลี่ยนไป
- มีการเปลี่ยนพนักงานใหม่ หรือ ผู้ไม่มีประสบการณ์
- มีการติดตั้งเครื่องจักรใหม่

- มีการปรับตั้งเครื่องจักรใหม่

5) การเกิดวัฏจักรซ้ำซ้อน ซึ่งจะสังเกตเห็นได้จากการที่จุดต่าง ๆ แสดงออกมาเป็นรูปแบบที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกันในช่วงเวลาที่เท่ากัน การเกิดวัฏจักรซ้ำซ้อนไม่มีหลักเกณฑ์การตัดสินใจที่แน่นอน จะต้องอาศัยการติดตามและสังเกตจากแผนภูมิควบคุมตลอดเวลา ซึ่งการเกิดวัฏจักรซ้ำซ้อนอาจมีสาเหตุมาจาก

- วัตถุดิบที่นำเข้าเป็นฤดูกาล
- การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเป็นวัฏจักร เช่น จากเช้าถึงเย็น
- การเปลี่ยนพนักงานเป็นวัฏจักร
- ระยะเวลาการบำรุงรักษาเป็นวัฏจักร
- ความล้าของพนักงาน ในช่วงต่าง ๆ ของวัน

2.3.10 ประโยชน์ของการใช้แผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือด้านคุณภาพที่มีการนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางซึ่งประโยชน์ของแผนภูมิควบคุมสามารถสรุปโดยสังเขปดังต่อไปนี้

1) ใช้ในการกำหนดมาตรฐานของกระบวนการ ซึ่งผู้บริหารพยายามที่จะทำให้บรรลุผล

2) ใช้ในการป้องกันผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ตามข้อกำหนด เนื่องจากแผนภูมิควบคุมเป็นการควบคุมแบบ on - line ดังนั้นเมื่อข้อมูลถูกเก็บมาจากกระบวนการแล้วนำมาพล็อตบนแผนภูมิควบคุม หากกระบวนการไม่อยู่ในการควบคุม ก็ทำให้สามารถปรับปรุงหรือแก้ไขได้อย่างทันเวลา ทำให้สามารถป้องกันการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดได้ ซึ่งจะทำให้สามารถลดต้นทุนได้

3) ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินว่ากระบวนการได้บรรลุผลตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่

4) ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับเพิ่มผลผลิต (Productivity) เนื่องจากการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้จะทำให้ของเสียและงานที่ต้องทำซ้ำลดลง และยังทำให้ต้นทุนต่ำลง ตลอดจนอัตราการผลิตสูงขึ้นอีกด้วย

5) ใช้ในการช่วยลดการปรับแต่งเครื่องจักรที่ไม่จำเป็น เนื่องจากแผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยแยกความผันแปรที่เกิดจากสาเหตุที่ระบุได้ หรือความผันแปรที่เป็นธรรมชาติของกระบวนการ ดังนั้นหากแผนภูมิควบคุมไม่มีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น แสดงว่าความแปรเปลี่ยนที่เกิดขึ้นในกระบวนการเป็นความแปรเปลี่ยนที่เป็นธรรมชาติของกระบวนการ จึงยังไม่มีความจำเป็นที่

จะต้องปรับตั้งเครื่องจักรใหม่เพราะการปรับตั้งเครื่องจักรโดยไม่จำเป็นอาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการได้

6) ใช้เป็นแนวทางในการหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจเป็นสาเหตุให้กระบวนการไม่อยู่ภายใต้การควบคุม เนื่องจากเมื่อมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นบนแผนภูมิควบคุม สิ่งผิดปกติแต่ละอย่างที่เกิดขึ้นจะเป็นแนวทางในการหาข้อบกพร่องได้สะดวกขึ้น

7) ใช้ในการบอกความสามารถของกระบวนการ ซึ่งมีผลอย่างมากในการตัดสินใจในหลาย ๆ ด้าน เช่น การตัดสินใจในการลงทุนลดความผันแปรของกระบวนการ (Process Variability)