บทที่ 7
การสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงปริมาณ

การเลือกใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณจะขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่จะนำไปใช้ในแต่ละแผน การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบหรือค่าคุณสมบัติที่ต้องการตรวจสอบต้องอยู่ภายใต้การตัดสินใจว่าจะนำการสุ่มตัวอย่างชนิดใดมาใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณจะมีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยตัวอย่างสูงจึงควรสุ่มขนาดตัวอย่างที่เล็กกว่าและเป็นแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณการนำมาใช้จึงมีเงื่อนไข คือ

1. ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ต้องสามารถเปลี่ยนค่าเป็นตัวเลขที่นำไปคำนวณได้ง่าย

2. ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ในแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณจะมีการแจกแจงแบบปกติ

3.การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เกิดการทำลายหรือใช้การไม่ได้ภายหลังการทดสอบให้ใช้ขนาดตัวอย่างเล็ก

4.การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะให้รายละเอียดหรือข้อมูลไม่เพียงพอเกี่ยวกับขอบเขตที่เกิดความผันแปรและสาเหตุที่ทำให้ได้คุณภาพของสินค้าเลว

7.1 การประมาณค่าผลิตภัณฑ์ที่ชำรุดด้วยการแจกแจงแบบปกติ

ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์จากแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณมีการแจกแจงแบบปกติจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ($\bar{X}'$) กับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ (σ') เมื่อทราบค่าเฉลี่ยของกระบวนการและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการทำให้ตัดสินใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ตรวจสอบชำรุดหรือไม่ โดยกำหนดค่าสูงสุดของผลิตภัณฑ์เท่ากับU และค่าต่ำสุดของผลิตภัณฑ์เท่ากับ L ถ้าค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ใดมากกว่า U หรือค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ใดน้อยกว่า L จะถือว่าเป็นสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าคงที่เปอร์เซนต์ของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานจะขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยของกระบวนการยิ่ง $\bar{X}'$ เข้าใกล้ U มากเท่าใดเปอร์เซนต์ของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานจะมีค่ามากขึ้น แต่ถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าไม่คงที่ ค่า $\bar{X}'$ คงที่ เปอร์เซนต์ของสินค้าไม่ได้มาตรฐานจะมีค่าขึ้นอยู่กับ σ' ในการคำนวณหาเปอร์เซนต์ของสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานจะหาได้จากตารางการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน เมื่อ $z_U = (U - \bar{X}') / \sigma'$ และ $z_L = (\bar{X}' - L) / \sigma'$

สัดส่วนของสินค้าชำรุด	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.02	0.01
z_U หรือ z_L	0.6745	0.8416	1.0364	1.2816	1.6449	2.0537	2.3263

7.2 แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ เมื่อทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ

แผนการสุ่มเชิงปริมาณกรณีทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียวคือ L หรือ U สามารถตรวจรับสินค้าโดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างนี้ได้ 2 แบบ คือ

(1) แบบ k-method (2) แบบ M-method

ทั้งสองแบบมีวิธีการคำนวณและการตัดสินใจดังนี้

(1) แบบ k-method

- สุ่มตัวอย่างสินค้าจากลอตขนาด n ชิ้นวัดค่าของผลิตภัณฑ์คำนวณหาค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มได้
- คำนวณหาค่า z_U หรือ z_L โดย $z_U = (U - \bar{X}') / \sigma'$ และ $z_L = (\bar{X}' - L) / \sigma'$
- เราจะตัดสินใจยอมรับลอต เมื่อ $k \leq z_L$ หรือ $k \leq z_U$ นอกจากนี้จะปฏิเสธลอต

(2) แบบ M-method

- สุ่มตัวอย่างจากลอตขนาด nชิ้นวัดค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์คำนวณค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างที่สุ่มได้
- คำนวณค่า Q_L หรือ Q_U เมื่อ

$$Q_L = \frac{\bar{X} - L}{\sigma' / \sqrt{n-1}}\sqrt{n} \quad \text{หรือ} \quad Q_U = \frac{U - \bar{X}}{\sigma' / \sqrt{n-1}}\sqrt{n}$$

- ประมาณค่าสัดส่วนของสินค้าที่ชำรุดจากตารางปกติมาตรฐานคือพื้นที่ที่อยู่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่อยู่เหนือจุด Q_L ได้เป็น $\hat{P}_L$ และ $\hat{P}_U$ คือพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานเหนือจุด Q_U
- ประมาณค่า M จากพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่อยู่เหนือจุด $k\sqrt{n/(n-1)}$
- เราจะตัดสินใจยอมรับลอต เมื่อ $\hat{P}_L \leq M$ หรือ $\hat{P}_U \leq M$ นอกเหนือจากนี้จะปฏิเสธลอต

ก. การหาแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ กรณีกำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียว

ในการหาแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณเป็นการหาขนาดของตัวอย่าง (n) และค่าที่เป็นเกณฑ์ในการยอมรับ (k หรือ M) ในการหาแผนการสุ่มจะต้องระบุค่า p_1', p_2', α และ β เพื่อหาค่า z_1 , z_2 , z_α และ z_β เพื่อหาแผนการสุ่มตัวอย่างจากสูตรต่อไปนี้

$$n = [(z_\alpha + z_\beta) / (z_1 - z_2)]^2$$

$$k = (z_1 z_\beta + z_2 z_\alpha) / (z_\alpha + z_\beta)$$

ตัวอย่างที่ 1 จงหาแผนการสุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจรับสินค้าเชิงปริมาณ เมื่อ $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$, $p_1' = 0.01$, $p_2' = 0.10$

เฉลย $p_1' = 0.01$ ได้ $z_1 = 2.327$, $\alpha = 0.05$ ได้ $z_\alpha = 1.645$

$p_2' = 0.10$ ได้ $z_2 = 1.282$, $\beta = 0.10$ ได้ $z_\beta = 1.282$

แทนค่าในสูตร ได้ $n = \left(\frac{1.645 + 1.282}{2.327 - 1.282}\right)^2 = 8$

จากสมการ (8) ได้ $k = \frac{(2.327)(1.282) + (1.282)(1.645)}{1.645 + 1.282} = 1.7397$

แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ คือ $n = 8$, $k = 1.7397$

ตัวอย่างที่ 2 จากแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณที่ได้ของตัวอย่างที่ 1 เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบโดยมีเกณฑ์ต่ำสุดเท่ากับ 84 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการเท่ากับ 2 เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากลอตมา 6 ชิ้นวัดค่าแล้วหาค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างได้ 86.47 เราจะตัดสินใจอย่างไร เมื่อใช้กระบวนการ k-method และ M-method

เฉลย (1) วิธีการ k-method

$\bar{X} = 86.47$, $z_L = (\bar{X} - L) / \sigma' = (86.47 - 84) / 2 = 1.235$

ค่า $k = 1.7397$ ซึ่ง $k > z_L$ เราจะไม่ปฏิเสธลอต

(2) วิธีการ M-method

$$Q_U = \frac{\bar{X} - L}{\sigma'}\sqrt{\frac{n}{n-1}} = \frac{86.47 - 84}{2}\sqrt{\frac{6}{5}} = 1.35$$

ค่า $\hat{P}_L$ คือพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่อยู่เหนือจุด 1.35 ได้ $\hat{P}_L = 0.0885$

$k\sqrt{n/(n-1)} = (1.7397)\sqrt{6/5} = 1.82$

M = พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่อยู่เหนือจุด 1.82 คือ $M = 0.0344$

$\therefore \hat{P}_L > M$ เราจะปฏิเสธลอต

สำหรับเส้นโค้ง OC ที่ได้จากแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณกรณีกำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียว สามารถหาได้จากความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต เมื่อสัดส่วนสินค้าชำรุด เป็น p' และค่าเฉลี่ยของกระบวนการคือ $\bar{X}'$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการเป็น σ'

ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต $= P[(\bar{X} - L)/\sigma' \geq k]$

$= P[\bar{X} \geq L + k\sigma']$

$= P\left[\frac{\bar{X} - \bar{X}_p'}{\sigma'/\sqrt{n}} \geq (k - z_{p'})\sqrt{n}\right]$

ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต $= P[Z \geq (k - z_{p'})\sqrt{n}]$

ตัวอย่างเช่น แผนตัวอย่างเชิงปริมาณ มี $n = 8$, $k = 1.292$, $p' = 0.03$ จะได้ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต เป็น $P[\text{ยอมรับลอต}] = P[Z \geq (1.292 - 1.881)\sqrt{8}]$

$= P[Z \geq -1.67] = 0.9525$

เมื่อค่า p' เปลี่ยนแปลงไปก็จะได้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตต่างๆ กันสามารถนำมาเขียนเส้นโค้ง OC โดยแกนนอนคือ ค่า p' แกนตั้งเป็นค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต เพื่อนำมาประกอบเลือกแผนตัวอย่างที่เหมาะสมได้

ข. การหาแผนตัวอย่างสุ่มเชิงปริมาณ กรณีกำหนดเกณฑ์คุณภาพสองทาง

แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณที่กระบวนการมีการแจกแจงแบบปกติทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีเกณฑ์คุณภาพสูงสุด U และเกณฑ์คุณภาพต่ำสุด L ทราบค่า p_1', p_2', α และ β จะหาค่า $z_{p_1'/2}$, $z_{p_2'}$, $z_{\alpha/2}$ และ z_{β} แล้วหาแผนตัวอย่างได้จาก

$$n = [(z_{\alpha/2} + z_{\beta}) / (z_{p1'/2} - z_{p2'})]^2$$

$$k = [(z_{p1'/2}\, z_{\beta} + z_{\alpha/2}\, z_{p2'}) / (z_{\alpha/2} + z_{\beta})$$

ในกรณีที่แผนการสุ่มตัวอย่างมีเกณฑ์คุณภาพทางเดียว 2 แบบเพราะมีช่วงกว้างระหว่างเกณฑ์สูงสุดและเกณฑ์ต่ำสุดมีค่าโตมาก แบบหนึ่งจะประยุกต์ใช้กับแผนที่กำหนดเกณฑ์คุณภาพต่ำสุดและอีกแบบหนึ่งจะประยุกต์ใช้กับแผนที่กำหนดเกณฑ์คุณภาพสูงสุด ดังนั้นการหาแผนตัวอย่างจะทำเช่นเดียวกับกรณีกำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียว การตัดสินใจยอมรับลอตมี 2 แบบ คือ แบบ k method ถ้า $[(\bar{X}' - L) / \sigma'] \geq k$ และ $[(U - \bar{X}')/\sigma'] \geq k$ เราจะยอมรับลอต นอกเหนือจากนี้เราจะปฏิเสธลอต แบบ M method เราจะยอมรับลอตเมื่อ $\hat{P}_L \leq M$ และ $\hat{P}_U \leq M$

ตัวอย่างที่ 3 จงหาแผนตัวอย่างเชิงปริมาณเมื่อ $p_1' = 0.10$, $p_2' = 0.15$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$ กรณีกำหนดเกณฑ์คุณภาพสองทางแต่ค่าเฉลี่ยมีค่าเข้าใกล้เกณฑ์คุณภาพด้านใดด้านหนึ่ง

เฉลย $z_{p1'/2} = z_{0.005} = 2.575$ $z_{\beta} = 1.282$ $z_{p2'} = 1.037$ $z_{\alpha/2} = z_{0.025} = 1.96$

$$n = \left(\frac{1.96 + 1.282}{2.575 - 1.037}\right)^2 = 5$$

$$k = \frac{z_1 z_{\beta} + z_2 z_{\alpha}}{z_{\alpha} + z_{\beta}} = \frac{(2.575)(1.282) + (1.96)(1.037)}{1.96 + 1.282} = 1.645$$

แผนตัวอย่างเชิงปริมาณคือ $n = 5$, $k = 1.645$ กรณีเกณฑ์คุณภาพสองทาง

7.3 แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงปริมาณ เมื่อไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ

ถ้าไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการจะต้องประมาณค่าจากตัวอย่างที่สุ่มมา อาจจะใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากตัวอย่างหรือใช้ค่าพิสัยจากตัวอย่างแต่ละกรณีสามารถดำเนินการได้ทั้งแบบ k-method และ M-method

ก. การใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากตัวอย่าง

กรณีกำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียวใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากตัวอย่างประมาณค่า σ' ดำเนินการดังนี้

(1) สุ่มตัวอย่างขนาด n วัดค่าและคำนวณค่าเฉลี่ยของตัวอย่างและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง $S = \sqrt{\sum(X - \bar{X})^2/(n - 1)}$

(2) คำนวณค่า $z_L = (\bar{X} - L)/S$ หรือ $z_U = (U - \bar{X})/S$

(3) การตัดสินใจยอมรับลอต เมื่อ $z_L \geq k$ หรือ $z_U \geq k$ นอกเหนือจากนี้จะปฏิเสธลอต กรณีกระบวนการ k method แต่ถ้าเป็นกระบวนการแบบ M-mehod ได้ค่า z_Lหรือ z_U เราจะประมาณค่าสัดส่วนของเสีย $\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U$ จากรูปที่ 7.8 โดยแกนนอนเป็นขนาดตัวอย่างที่สุ่มแกนตั้งด้านขวามือเป็นค่า z_L เส้นทั้งสองตัดกันที่จุดใดให้ลากเส้นตรงขนานกับแกนนอนตัดกับแกนตั้งด้านซ้ายมือจะเป็นค่า $\hat{P}_L$ และหาค่า M จากรูปที่ 7.9 โดยแกนนอนเป็นค่าที่ได้จากผลลัพธ์ของ $[\,1 - k\sqrt{n}\,/\,(n-1)\,]\,/\,2$ เราสามารถนำไปตัดสินใจยอมรับลอตหรือปฏิเสธลอตได้ถ้า $\hat{P}_L \leq M$ หรือ $\hat{P}_U \leq M$ เราจะยอมรับลอต นอกเหนือจากนี้จะปฏิเสธลอต การหาแผนตัวอย่างเชิงปริมาณกรณีนี้หาได้จาก

$$n = (1 + k^2/2)\left(\frac{z_\alpha + z_\beta}{z_1 - z_2}\right)^2$$

$$k = (\, z_1\, z_\beta + z_2\, z_\alpha\,) / (\, z_\alpha + z_\beta\,)$$

ตัวอย่างที่ 4 จงหาแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ กรณีไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ เมื่อ $p_1' = 0.01$, $p_2' = 0.08$, $\alpha = 0.05$ และ $\beta = 0.10$ เมื่อได้แผนตัวอย่างคำนวณค่า $\bar{X} = 18{,}526$ $L = 17{,}000$ $s = 754$ เราควรจะตัดสินใจยอมรับลอตหรือไม่จากกระบวนการ M method

คำตอบ

$$k = \frac{(1.6449)(1.4053) + (1.2816)(2.3263)}{(1.6449 + 1.2816)} = 1.809$$

$$n = \left(1 + (1.809)^2/2\right)\left(\frac{1.6449 + 1.2816}{2.3263 - 1.4053}\right)^2 = 27$$

$z_L = (\bar{X} - L) / s = (18,526 - 17,000) / 754 = 2.02$

จากแผนภูมิที่ 7.8 ดูที่ $n = 27$ $z_L = 2.02$ ได้ค่า $\hat{P}_L = 0.019$ จากแผนภูมิ 7.9 บนแกนนอนดูที่ค่า $[1 - k\sqrt{n} / (n-1)] / 2 = [1 - (1.809)\sqrt{27} / 26] / 2 = 0.32$ ตัดกันกับเส้น $n = 27$ จะได้ค่า M ประมาณ 0.033 ดังนั้นจะได้ว่า $\hat{P}_L < M$ นั่นคือ เราจะยอมรับลอตสินค้านี้

หมายเหตุ แผนภูมิที่ 7.8 และแผนภูมิที่ 7.9 สามารถอ่านค่าได้จากหนังสือ การควบคุมคุณภาพทางสถิติ

ข. การใช้พิสัยจากตัวอย่าง

ในการประมาณค่า σ' ฝ่ายควบคุมคุณภาพจะใช้ค่าพิสัยจากตัวอย่างมากกว่าที่จะใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากตัวอย่างซึ่งต้องใช้ขนาดตัวอย่างที่โตกว่าแต่ให้ค่าความเสี่ยงและเส้นโค้งOC เช่นเดียวกับแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณที่ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานถึงแม้จะได้รับประโยชน์และเกิดประสิทธิภาพน้อยลงแต่ช่วยให้ผู้จัดการเกี่ยวกับแผนตัวอย่างที่มีความสะดวกสบาย การดำเนินการมีดังนี้

1. สุ่มตัวอย่างขนาด n วัดค่าคุณสมบัติและคำนวณค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง
2. แบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มย่อยขนาดเท่ากันในแต่ละกลุ่มย่อยหาค่าพิสัย (R) คำนวณค่าเฉลี่ยของพิสัย ($\bar{R}$) ค่า $\bar{R}/d_2^*$ เป็นค่าประมาณของค่า σ'
3. คำนวณค่า $z_L = (\bar{X} - L) / (\bar{R}/d_2^*)$ หรือ $z_U = (U - \bar{X}) / (\bar{R}/d_2^*)$
4. กรณีกระบวนการแบบ 1 k-method เราจะยอมรับลอต เมื่อ $z_L \geq k$ หรือ $z_U \geq k$ และกรณีกระบวนการแบบ 2 M-method เราจะประมาณค่า $\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U$ จากแผนภูมิที่ 7.10 โดยทราบค่า n และ z_L หรือ z_U เราอ่านค่า M ได้จากแผนภูมิที่ 7.9 โดยค่าบนแกนนอนได้จากค่า $(1-k/\sqrt{V})/2$ ซึ่งค่า V อ่านได้จากตาราง F ประมาณค่า V จาก $n-1 = V$ ได้เท่าไรไปอ่านค่าจำนวนกลุ่มและขนาดภายในกลุ่ม พร้อมทั้งค่า d_2^*

จากแผนตัวอย่างมี $n = 27$ $k = 1.809$ กรณีใช้พิสัยจากตัวอย่างเราประมาณค่า $V = n - 1 = 26$ ค่า V ใกล้เคียงกับ 26 จากตาราง F ได้ $V = 26.6$ ได้กลุ่มตัวอย่าง 5 กลุ่มขนาดตัวอย่างภายในกลุ่ม = 7 ชิ้น $d_2^* = 2.73$ จากกระบวนการ k-method ขนาดตัวอย่าง = 35 ชิ้น แบ่งเป็น 5 กลุ่มย่อยกลุ่มละ 7 ชิ้นแต่ละกลุ่มหาค่า R และคำนวณค่า $\bar{R}$ จะยอมรับลอต ถ้า

$(\bar{X} - L)/(\bar{R}/d_2^*) \geq 1.809$ กรณีกำหนดค่า L หรือ

$(U - \bar{X})/(\bar{R}/d_2^*) \geq 1.809$ กรณีกำหนดค่า U

และถ้ากระบวนการ M-method หาค่า M ได้จากบนแกนนอน คำนวณค่า $(1 - k/\sqrt{V})/2$ เท่ากับ $(1 - (1.809)/(\sqrt{26.6}))/2 = 0.325$ ลากเส้นตรงตั้งฉากกับแกนนอนที่จุด 0.325 พบเส้นโค้ง n = 27 ได้ค่า M = 0.039 จากแผนภูมิที่ 7.9 และหาค่า$\hat{P}_L$ ได้จากแผนภูมิที่ 7.10 ซึ่งคำนวณค่า z_Lหรือz_U จาก $z_L = (\bar{X} - L)/(\bar{R}/2.73)$ หรือ $z_U = (U - \bar{X})/(\bar{R}/2.73)$

เราจะตัดสินใจยอมรับลอต ถ้า $\hat{P}_L \leq M$ หรือ $\hat{P}_U \leq M$ กรณีกำหนดเกณฑ์ทางเดียว แต่ถ้ากรณีกำหนดเกณฑ์สองทาง เราจะยอมรับลอต ถ้า $\hat{P}_L \leq M$ และ $\hat{P}_U \leq M$ และ $\hat{P}_L + \hat{P}_U \leq M$ นอกนั้นจะปฏิเสธ

7.4 แผนการสุ่มตัวอย่างตามตารางมาตรฐาน 414

แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงคุณภาพใช้ตารางมาตรฐานกรมทหารขณะที่แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงปริมาณจะใช้ตารางมาตรฐาน 414 อาศัยหลักการเดียวกันจะแตกต่างกันตรงระดับการตรวจสอบและขนาดของลอตในแต่ละชั้นการอักษรเดียวกันมิได้หมายความว่าจะมีขนาดตัวอย่างเหมือนกันเงื่อนไขของการใช้ตารางมาตรฐาน 414 คือค่าที่วัดคุณสมบัติจะต้องมีการแจกแจงแบบปกติถ้าทราบค่า σ' (จากแผนภูมิควบคุม R chart หรือ σ chart) ก็สามารถดำเนินการหาแผนตัวอย่างเชิงปริมาณได้เลยแต่ถ้าไม่ทราบค่า σ' สามารถประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากตัวอย่างหรือค่าพิสัยจากตัวอย่างได้ การตัดสินใจว่าจะยอมรับลอตสามารถทำได้ทั้งแบบ k-method และ M-method

ก. การใช้ตารางมาตรฐาน 414 และเกณฑ์การตัดสินใจ

การใช้ตารางมาตรฐาน 414 ต้องทราบขนาดของลอต (N) และระดับการตรวจสอบ ซึ่งจะแบ่งเป็น 5 ระดับคือระดับ I,II,III,IV,V ถ้าไม่ทราบหรือไม่กำหนดระดับการตรวจสอบไว้จะเริ่มตรวจสอบที่ระดับ IV ซึ่งเป็นแบบเข้มงวดแบบปานกลางนอกจากต้องทราบว่าตรวจสอบที่ความเข้มงวดแบบใดตัวอย่างเช่นต้องการหาแผนตัวอย่างกรณีไม่ทราบค่า σ' ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตรวจสอบลอตขนาด 181 - 300 ที่ระดับ AQL = 2.5 % ตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลางและเข้มงวดมากได้รหัสของขนาดตัวอย่างในแต่ละระดับการตรวจสอบเป็นดังนี้ คือ

ระดับการตรวจสอบ	I	II	III	IV	V
รหัสขนาดตัวอย่าง	B	D	F	H	J
ขนาดตัวอย่าง	3	5	10	20	30

เกณฑ์การตัดสินใจจะต้องทราบว่าใช้วิธีการใดบ้าง ถ้าทราบค่า σ' จะต้องกำหนดวิธีการว่าเป็นแบบ 1กำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียว หรือแบบ 2 กำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียวหรือสองทาง จะ

ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างหรือจะใช้ค่าพิสัยจากตัวอย่าง นำเงื่อนไขดังกล่าวไปหาแผนการสุ่มตัวอย่างจากตาราง 7.1 - 7.5 เราสามารถตัดสินใจยอมรับลอตโดยวิธีการแบบ 1 กำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียวได้แต่ถ้าเป็นวิธีการแบบ2กำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียวและแบบ 2กำหนดเกณฑ์คุณภาพสองทางต้องอ่านค่าจากตาราง 7.6 - 7.7 ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจยอมรับลอตหรือไม่ วิธีการดำเนินการมีดังนี้

(1) การใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (S)

- สุ่มตัวอย่างขนาด n วัดค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นให้เป็น X
- คำนวณหาค่า $\sum X, \sum X^2, \bar{X}$ และ $S = \sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2/n)/(n-1)}$
- คำนวณค่า $Q_L = (\bar{X} - L)/S$ กรณีกำหนดค่า L และคำนวณค่า $Q_U = (U - \bar{X})/S$ กรณีกำหนดค่า U ถ้ากำหนดค่าใดค่าหนึ่งก็คำนวณเฉพาะค่านั้น
- เปิดตาราง 7.6 - 7.7 หาค่าสัดส่วนของชำรุด $\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U$ ตามค่า Q_L หรือ Q_U ที่คำนวณได้
- การตัดสินใจ แบบ 1 เกณฑ์ทางเดียว เปรียบเทียบกับค่า k ถ้า $Q_L \geq k$ หรือ $Q_U \geq k$ เราจะยอมรับลอต นอกเหนือจากนี้ปฏิเสธลอต แบบ 2 เกณฑ์คุณภาพทางเดียวนำค่า $\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U$ เปรียบเทียบกับค่า M จากตาราง เราจะตัดสินใจยอมรับลอตถ้า $\hat{P}_L \leq M$ หรือ $\hat{P}_U \leq M$ กรณีเกณฑ์คุณภาพทางเดียว แต่ถ้าเป็นกรณีเกณฑ์คุณภาพสองทางจะพิจารณาจาก $\hat{P}_L \leq M_L$ และ $\hat{P}_U \leq M_U$ และ $\hat{P}_L + \hat{P}_U \leq \max(M_L, M_U)$ เราจะยอมรับลอตนอกจากนี้จะปฏิเสธลอต

(2) การใช้ค่าพิสัยของตัวอย่าง (R)

- สุ่มตัวอย่างขนาด n ชิ้น วัดค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นเป็น X แบ่งตัวอย่างออกเป็น g กลุ่มย่อย กลุ่มละ m ชิ้นขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเท่ากัน
- คำนวณค่า R ของแต่ละกลุ่ม คำนวณหาค่า $\sum X, \sum X^2, \bar{X}, \bar{R}$ โดย $\bar{X} = \sum X/n, \bar{R} = \sum R/g$
- คำนวณค่า $(\bar{X} - L)/\bar{R}$ หรือคำนวณค่า $(U - \bar{X})/\bar{R}$ เปรียบเทียบกับค่า k ถ้ามากกว่าหรือเท่ากับค่า k เราจะยอมรับลอต กรณีใช้แบบ 1 เกณฑ์คุณภาพทางเดียว
- คำนวณค่า $Q_L = (\bar{X} - L)/(\bar{R}/d_2^*)$ หรือ $Q_U = (U - \bar{X})/(\bar{R}/d_2^*)$ กรณีกำหนดค่า L หรือค่า U ค่าใดค่าหนึ่ง ให้หาเฉพาะค่า Q_L หรือ Q_U
- เปิดตาราง 7.6-7.7 เพื่อหาค่า สัดส่วนของชำรุด $\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U$ ตามค่า Q_L หรือ Q_U ที่คำนวณได้ นำค่า $\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U$ เปรียบเทียบกับค่า M ถ้ากรณีแบบ 2 เกณฑ์คุณภาพทางเดียว $\hat{P}_L \leq M$ หรือ $\hat{P}_U \leq M$ เราจะยอมรับลอต แต่ถ้าเกณฑ์คุณภาพสองทาง $\hat{P}_L \leq M_L$ และ $\hat{P}_U \leq M_U$ และ $\hat{P} = \hat{P}_L + \hat{P}_U \leq \max(M_L, M_U)$ เราจะยอมรับลอต นอกจากนี้เราจะปฏิเสธลอต

ตัวอย่างที่ 5 กระบวนการผลิตหนึ่งกำหนดเกณฑ์คุณภาพสูงสุด 6.86 ใช้ตารางมาตรฐาน 414 ตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลางได้อักษร H มี AQL = 2.5% กรณีไม่ทราบค่า σ' ใช้ส่วนเบี่ยง

เบนมาตรฐานตัวอย่างใช้วิธีการแบบ 2 อยากทราบว่าจะตัดสินใจยอมรับลอดหรือไม่ และจงประมาณเปอร์เซนต์ของเสียในลอต เมื่อค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์มีดังนี้

6.73	7.24	6.10	6.05	6.4
6.32	6.4	6.88	5.82	6.38
6.91	6.73	6.32	6.38	6.91
6.63	6.91	6.81	6.32	6.45

<u>เฉลย</u> $\sum X = 130.69$ $\sum X^2 = 856.3585$ $n = 20$

จากตาราง 7.2 $n = 20$ $k = 1.51$ จากตาราง 7.3 $n = 20$ $M = 6.17\ \%$

คำนวณค่า $\bar{X} = 6.53$, $S = 0.3528$

$Q_U = (U - \bar{X}) / S = (6.86 - 6.53) / 0.3528 = 0.935$

จากตาราง 7.6 $Q_U = 0.935$ ได้ $\hat{P}_U = 17.6\ \%$ กรณีแบบ 2 กำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียว ได้ $\hat{P}_U \geq M$ นั่นคือ เราจะปฏิเสธลอต และมีเปอร์เซนต์ของเสียในลอต $p' = 0.176$

ตารางที่ 7.1

(Table A-2, Mil. Std. 414)
Sample Size Code Letters*

Lot Size	Inspection Levels I	II	III	IV	V
3 to 8	B	B	B	B	C
9 to 15	B	B	B	B	D
16 to 25	B	B	B	C	E
26 to 40	B	B	C	D	F
41 to 65	B	B	D	E	G
66 to 110	B	C	E	F	H
111 to 180	B	D	F	G	I
181 to 300	C	E	G	H	J
301 to 500	D	F	H	I	K
501 to 800	E	G	I	J	L
801 to 1,300	F	H	J	L	M
1,301 to 3,200	G	I	L	M	N
3,201 to 8,000	H	J	M	N	O
8,001 to 22,000	I	K	N	O	P
22,001 to 110,000	I	K	O	P	Q
110,001 to 550,000	I	K	P	Q	Q
550,001 and over	I	K	P	Q	Q

* Sample size code letters given in subsequent tables are applicable when the indicated inspection levels are to be used.

a process producing AQL quality, the probability of going to reduced inspection is approximately equal to 0.005. For full details see United States Department of the Navy, Bureau of Ordnance, *Mil-Std-414 Technical Memorandum.*

(Table B-1, Mil. Std. 414)

Master Table for Normal and Tightened Inspection for Plans Based on Variability Unknown (standard deviation method) (single specification limit—Form 1)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																					
		.04	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	▼	▼	1.12	.938	.765	.566	.341
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	→	1.45	1.34	1.17	1.01	.814	.617	.393
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	→	1.65	1.53	1.40	1.24	1.07	.874	.675	.455
E	7	↓	↓	↓	↓	→	1.88	1.75	1.62	1.50	1.33	1.15	.955	.755	.536
F	10	↓	↓	↓	→	2.00	1.98	1.84	1.72	1.58	1.41	1.23	1.03	.828	.611
G	15	2.64	2.53	2.42	2.32	2.20	2.06	1.91	1.79	1.65	1.47	1.30	1.09	.886	.664
H	20	2.69	2.58	2.47	2.36	2.24	2.11	1.96	1.82	1.69	1.51	1.33	1.12	.917	.695
I	25	2.72	2.61	2.50	2.40	2.26	2.14	1.98	1.85	1.72	1.53	1.35	1.14	.936	.712
J	30	2.73	2.61	2.51	2.41	2.28	2.15	2.00	1.86	1.73	1.55	1.36	1.15	.946	.723
K	35	2.77	2.65	2.54	2.45	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.57	1.39	1.18	.969	.745
L	40	2.77	2.66	2.55	2.44	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.58	1.39	1.18	.971	.746
M	50	2.83	2.71	2.60	2.50	2.35	2.22	2.08	1.93	1.80	1.61	1.42	1.21	1.00	.774
N	75	2.90	2.77	2.66	2.55	2.41	2.27	2.12	1.98	1.84	1.65	1.46	1.24	1.03	.804
O	100	2.92	2.80	2.69	2.58	2.43	2.29	2.14	2.00	1.86	1.67	1.48	1.26	1.05	.819
P	150	2.96	2.84	2.73	2.61	2.47	2.33	2.18	2.03	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	.841
Q	200	2.97	2.85	2.73	2.62	2.47	2.33	2.18	2.04	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	.845
		.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
		Acceptable Quality Levels (tightened inspection)													

All AQL values are in percent defective.

↓ Use first sampling plan below arrow, that is, both sample size as well as k value. When sample size equals or exceeds lot size, every item in the lot must be inspected.

(Table B-3, Mil. Std. 414)

Master Table for Normal and Tightened Inspection for Plans Based on Variability Unknown (standard deviation method) (double specification limit and Form 2—single specification limit)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																			
		.04	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
B	3	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	7.59	18.86	26.94	33.69	40.47
C	4	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	1.53	5.50	10.92	16.45	22.86	29.45	36.90
D	5	▼	▼	▼	▼	▼	▼	1.33	3.32	5.83	9.80	14.39	20.19	26.56	33.99
E	7	▼	▼	▼	▼	0.422	1.06	2.14	3.55	5.35	8.40	12.20	17.35	23.29	30.50
F	10	▼	▼	▼	0.349	0.716	1.30	2.17	3.26	4.77	7.29	10.54	15.17	20.74	27.57
G	15	0.099	0.186	0.312	0.503	0.818	1.31	2.11	3.05	4.31	6.56	9.46	13.71	18.94	25.61
H	20	0.135	0.228	0.365	0.544	0.846	1.29	2.05	2.95	4.09	6.17	8.92	12.99	18.03	24.53
I	25	0.155	0.250	0.380	0.551	0.877	1.29	2.00	2.86	3.97	5.97	8.63	12.57	17.51	23.97
J	30	0.179	0.280	0.413	0.581	0.879	1.29	1.98	2.83	3.91	5.86	8.47	12.36	17.24	23.58
K	35	0.170	0.264	0.388	0.535	0.847	1.23	1.87	2.68	3.70	5.57	8.10	11.87	16.65	22.91
L	40	0.179	0.275	0.401	0.566	0.873	1.26	1.88	2.71	3.72	5.58	8.09	11.85	16.61	22.86
M	50	0.163	0.250	0.363	0.503	0.789	1.17	1.71	2.49	3.45	5.20	7.61	11.23	15.87	22.00
N	75	0.147	0.228	0.330	0.467	0.720	1.07	1.60	2.29	3.20	4.87	7.15	10.63	15.13	21.11
O	100	0.145	0.220	0.317	0.447	0.689	1.02	1.53	2.20	3.07	4.69	6.91	10.32	14.75	20.66
P	150	0.134	0.203	0.293	0.413	0.638	0.949	1.43	2.05	2.89	4.43	6.57	9.88	14.20	20.02
Q	200	0.135	0.204	0.294	0.414	0.637	0.945	1.42	2.04	2.87	4.40	6.53	9.81	14.12	19.92
		.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
		Acceptability Quality Levels (tightened inspection)													

All AQL and table values are in percent defective.

▼ Use first sampling plan below arrow, that is, both sample size as well as M value. When sample size equals or exceeds lot size, every item in the lot must be inspected.

Mil. Std. 414

Master Table for Normal and Tightened Inspection for Plans Based on Variability Unknown (range method) (single specification limit—Form 1)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																					
		.04		.065		.10		.15		.25		.40		.65		1.00		1.50		2.50		4.00		6.50		10.00		15.00	
		k		k		k		k		k		k		k		k		k		k		k		k		k	
B	3	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		▼		.587		.502		.401		.296		.178	
C	4	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		.651		.598		.525		.450		.364		.276		.176	
D	5	↓		↓		↓		↓		↓		↓		.663		.614		.565		.498		.431		.352		.272		.184	
E	7	↓		↓		↓		↓		.702		.659		.613		.569		.525		.465		.405		.336		.266		.189	
F	10	↓		↓		↓		.916		.863		.811		.755		.703		.650		.579		.507		.424		.341		.252	
G	15	1.09		1.04		.999		.958		.903		.850		.792		.738		.684		.610		.536		.452		.368		.276	
H	25	1.14		1.10		1.05		1.01		.951		.896		.835		.779		.723		.647		.571		.484		.398		.305	
I	30	1.15		1.10		1.06		1.02		.959		.904		.843		.787		.730		.654		.577		.490		.403		.310	
J	35	1.16		1.11		1.07		1.02		.964		.908		.848		.791		.734		.658		.581		.494		.406		.313	
K	40	1.18		1.13		1.08		1.04		.978		.921		.860		.803		.746		.668		.591		.503		.415		.321	
L	50	1.19		1.14		1.09		1.05		.988		.931		.893		.812		.754		.676		.598		.510		.421		.327	
M	60	1.21		1.16		1.11		1.06		1.00		.948		.885		.826		.768		.689		.610		.521		.432		.336	
N	85	1.23		1.17		1.13		1.08		1.02		.962		.899		.839		.780		.701		.621		.530		.441		.345	
O	115	1.24		1.19		1.14		1.09		1.03		.975		.911		.851		.791		.711		.631		.539		.449		.353	
P	175	1.26		1.21		1.16		1.11		1.05		.994		.929		.868		.807		.726		.644		.552		.460		.363	
Q	230	1.27		1.21		1.16		1.12		1.06		.996		.931		.870		.809		.728		.646		.553		.462		.364	
		.065		.10		.15		.25		.40		.65		1.00		1.50		2.50		4.00		6.50		10.00		15.00			
		Acceptable Quality Levels (tightened inspection)																					

All AQL values are in percent defective.

↓ Use first sampling plan below arrow, that is, both sample size as well as k value. When sample size equals or exceeds lot size, every item in the lot must be inspected.

Master Table for Normal and Tightened Inspection for Plans Based on Variability Unknown† (range method) (double specification limit and for Form 2—single specification limit)

Sample size code letter	Sample size	d_2^* factor	Acceptable Quality Levels (normal inspection)													
			.04	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00
			M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
B	3	1.910	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	▼	▼	7.59	18.86	26.94	33.69	40.47
C	4	2.234								1.53	5.50	10.92	16.45	22.86	29.45	36.90
D	5	2.474							1.42	3.44	5.93	9.90	14.47	20.27	26.59	33.95
E	7	2.830					.28	.89	1.99	3.46	5.32	8.47	12.35	17.54	23.50	30.66
F	10	2.405				.23	.58	1.14	2.05	3.23	4.77	7.42	10.79	15.49	21.06	27.90
G	15	2.379	.061	.136	.253	.430	.786	1.30	2.10	3.11	4.44	6.76	9.76	14.09	19.30	25.92
H	25	2.358	.125	.214	.336	.506	.827	1.27	1.95	2.82	3.96	5.98	8.65	12.59	17.48	23.79
I	30	2.353	.147	.240	.366	.537	.856	1.29	1.96	2.81	3.92	5.88	8.50	12.36	17.19	23.42
J	35	2.349	.165	.261	.391	.564	.883	1.33	1.98	2.82	3.90	5.85	8.42	12.24	17.03	23.21
K	40	2.346	.160	.252	.375	.539	.842	1.25	1.88	2.69	3.73	5.61	8.11	11.84	16.55	22.38
L	50	2.342	.169	.261	.381	.542	.838	1.25	1.80	2.63	3.64	5.47	7.91	11.57	16.20	22.26
M	60	2.339	.158	.244	.356	.504	.781	1.16	1.74	2.47	3.44	5.17	7.54	11.10	15.64	21.63
N	85	2.335	.156	.242	.350	.493	.755	1.12	1.67	2.37	3.30	4.97	7.27	10.73	15.17	21.05
O	115	2.333	.153	.230	.333	.468	.718	1.06	1.58	2.25	3.14	4.76	6.99	10.37	14.74	20.57
P	175	2.331	.139	.210	.301	.427	.655	.972	1.46	2.08	2.93	4.47	6.60	9.89	14.15	19.88
Q	230	2.330	.142	.215	.308	.432	.661	.976	1.47	2.08	2.92	4.46	6.57	9.84	14.10	19.82
			.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
			Acceptable Quality Levels (tightened inspection)													

All AQL and table values are in percent defective.

↓Use first sampling plan below arrow, that is, both sample size as well as M value. When sample size equals or exceeds lot size, every item in the lot must be inspected.

† *Military Standard 414* uses *c* to represent d_2^*

ตารางที่ 7.6

Estimates of lot percentage defective for various values of quality index as defined in MIL-STD-414

Q_U or Q_L	Variability unknown—standard deviation method				Variability unknown—range method				Variability known
	$n = 7$	$n = 10$	$n = 15$	$n = 20$	$n = 7$	$n = 10$	$n = 15$	$n = 25$	Any n
0.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.000
0.10	46.26	46.16	46.10	46.08	46.29	46.20	46.13	46.08	46.017
0.20	42.54	42.35	42.24	42.19	42.60	42.42	42.29	42.19	42.074
0.30	38.87	38.60	38.44	38.37	38.95	38.70	38.51	38.38	38.209
0.35	37.06	36.75	36.57	36.49	37.15	36.87	36.65	36.50	36.317
0.40	35.26	34.93	34.73	34.65	35.36	35.05	34.82	34.66	34.458
0.45	33.49	33.13	32.92	32.84	33.60	33.27	33.02	32.85	32.636
0.50	31.74	31.37	31.15	31.06	31.85	31.51	31.25	31.07	30.854
0.55	30.01	29.64	29.41	29.32	30.13	29.78	29.52	29.33	29.116
0.60	28.32	27.94	27.72	27.63	28.44	28.08	27.82	27.64	27.425
0.65	26.66	26.28	26.07	25.98	26.78	26.42	26.17	25.99	25.785
0.70	25.03	24.67	24.46	24.38	25.14	24.80	24.56	24.39	24.196
0.75	23.44	23.10	22.90	22.83	23.55	23.22	22.99	22.84	22.663
0.80	21.88	21.57	21.40	21 33	21.98	21.69	21.48	21.34	21.186
0 85	20.37	20.10	19.94	19.89	20.46	20.20	20.01	19 89	19.766
0.90	18.90	18.67	18.54	18.50	18 98	18 75	18 60	18.50	18 406
0.95	17.48	17.29	17.20	17.17	17.54	17.36	17.24	17.17	17.105
1.00	16.10	15.97	15.91	15.89	16.14	16.02	15.94	15.89	15.866
1.05	14.77	14.71	14.68	14.67	14.79	14.73	14.69	14.67	14.686
1.10	13.49	13.50	13.51	13.52	13.50	13.49	13.50	13.52	13.567
1.15	12.27	12.34	12.39	12.42	12.25	12.31	12.37	12.42	12.507
1.20	11.10	11.24	11.34	11.38	11.05	11.19	11.29	11.38	11.507
1.25	9.98	10.21	10.34	10.40	9.91	10.12	10.27	10.39	10.565
1.30	8.93	9.22	9.40	9.48	8.83	9.11	9.32	9.47	9.680
1.35	7.92	8.30	8.52	8.61	7.80	8.16	8.41	8.60	8.851
1.40	6.98	7.44	7.69	7 80	6.83	7.27	7.57	7.79	8.076
1.45	6 10	6.63	6.92	7.04	5.93	6.44	6.78	7.03	7.353
1.50	5.28	5.87	6.20	6.34	5.08	5.66	6.05	6.33	6.681
1.55	4.52	5.18	5.54	5.69	4.30	4.94	5.37	5.68	6.057
1.60	3.83	4.54	4.92	5.09	3.58	4.28	4.74	5.08	5.480
1.65	3.19	3.95	4.36	4.53	2.93	3.68	4.17	4.52	4.947
1.70	2.62	3.41	3.84	4.02	2.35	3.13	3.64	4.00	4.457
1.75	2.11	2.93	3.37	3.56	1.83	2.63	3.16	3.54	4.006
1.80	1.65	2.49	2.94	3.13	1.38	2.19	2.73	3.11	3.593
1.85	1.26	2.09	2.56	2.75	0.99	1.79	2.34	2.73	3.216
1.90	0.93	1.75	2.21	2.40	0.67	1.45	1.99	2.38	2.872
1.95	0.65	1.44	1.90	2.09	0.42	1.15	1.68	2.07	2.559
2.00	0.43	1.17	1.62	1.81	0.23	0.89	1.41	1.79	2.275

ตารางที่ 7.7

Estimates of lot percentage defective for various values of quality index as defined in MIL-STD-414. (*Continued*)

Q_U or Q_L	Variability unknown—standard deviation method				Variability unknown—range method				Variability known
	$n = 7$	$n = 10$	$n = 15$	$n = 20$	$n = 7$	$n = 10$	$n = 15$	$n = 25$	Any n
2.05	0.26	0.94	1.37	1.56	0.10	0.67	1.17	1.54	2.018
2.10	0.14	0.74	1.16	1.34	0.02	0.49	0.96	1.32	1 786
2.15	0.06	0.58	0.97	1.14	0.00	0.35	0.78	1.13	1.578
2.20	0.015	0.437	0.803	0.968	0.000	0.236	0.625	0.954	1.390
2.25	0.001	0.321	0.660	0.816	0.000	0.150	0.495	0.802	1.222
2.30	0.000	0.233	0.538	0.685	0.000	0 089	0.386	0.672	1.072
2.35	0.000	0.163	0.435	0.571	0.000	0 047	0.296	0.558	0.939
2.40	0.000	0.109	0.348	0.473	0.000	0.021	0.223	0.461	0.820
2.45	0.000	0.069	0.275	0.389	0.000	0.007	0.165	0.378	0.714
2 50	0 000	0.041	0.214	0.317	0.000	0.001	0.118	0.307	0.621
2.55	0.000	0.023	0.165	0 257	0.000	0.000	0.083	0.247	0.539
2.60	0 000	0.011	0.125	0.207	0 000	0.000	0.056	0.198	0 466
2.65	0.000	0.005	0.094	0.165	0 000	0.000	0.037	0.157	0.402
2.70	0.000	0.001	0.069	0.130	0.000	0.000	0.023	0.123	0.347
2.75	0 000	0.000	0 049	0.102	0.000	0.000	0.014	0.096	0.298
2 80	0 000	0 000	0.035	0.079	0.000	0.000	0.007	0.074	0.256
2.85	0.000	0 000	0 024	0.060	0 000	0.000	0.004	0.055	0.219
2.90	0.000	0.000	0.016	0.046	0.000	0.000	0.002	0.042	0.187
2.95	0.000	0.000	0.010	0.034	0.000	0.000	0.001	0.031	0.159
3.00	0.000	0.000	0.006	0.025	0.000	0.000	0.000	0.022	0.135
3.10	0.000	0.000	0.002	0.013	0.000	0.000	0.000	0.011	0.097
3.20	0.000	0.000	0.001	0 006	0.000	0.000	0.000	0.005	0.069
3.30	0.000	0 000	0.000	0 003	0.000	0.000	0.000	0.003	0.048
3.40	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0 000	0.000	0.001	0.034
3.50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023
3 60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0 000	0.000	0.000	0.016
3.70	0.000	0.000	0.000	0 000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011
3.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007
3.90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005
4.00	0.000	0.000	0 000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0 003

ข. เกณฑ์ในการตรวจสอบแบบความเข้มงวดต่างๆ

การตรวจสอบจะเริ่มที่ความเข้มงวดปานกลางจะเปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบความเข้มงวดน้อยหรือความเข้มงวดมากจะต้องเป็นตามเงื่อนไขแต่จำนวนลอตที่นำมาตรวจสอบน้อยกว่าเป็น 5 10 หรือ15 ลอต แต่นิยมใช้ 10 ลอตตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลางจะเปลี่ยนเป็นความเข้มงวดน้อย ต้องมีเงื่อนไขครบทุกข้อ ดังนี้

1. ตรวจสอบแบบความเข้มงวดปานกลาง 10 ลอตติดต่อกันไม่มีลอตใดถูกปฏิเสธเลย
2. ค่าเปอร์เซนต์ของเสียของแต่ละลอตจะต้องน้อยกว่าขอบเขตต่ำสุดที่ระบุไว้
3. อัตราการผลิตมีอัตราที่สม่ำเสมอ

เมื่อต้องการเปลี่ยนการตรวจสอบจากเข้มงวดน้อยเป็นแบบเข้มงวดปานกลางเมื่อมีเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่งดังนี้

1. ลอตใดลอตหนึ่งถูกปฏิเสธ
2. ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์ของเสียภายในลอตมากกว่าค่า AQL
3. อัตราการผลิตเริ่มล่าช้า
4. มีเหตุการณ์บางอย่างบอกให้เปลี่ยนเป็นการตรวจสอบแบบความเข้มงวดปานกลาง

การเปลี่ยนการตรวจสอบจากเข้มงวดปานกลางเป็นเข้มงวดมากเมื่อตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลาง 10 ลอตแล้วมีจำนวนลอตที่มีเปอร์เซนต์ของเสียมากกว่า AQL อยู่เป็นจำนวนมากกว่า T (ซึ่งค่า T ได้จากตาราง 7.8 ในหนังสือ การควบคุมคุณภาพทางสถิติ)และค่าเปอร์เซนต์ของเสียโดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่า AQL แต่ถ้าต้องการเปลี่ยนการตรวจสอบแบบความเข้มงวดมากเป็นแบบเข้มงวดปานกลางเมื่อได้ค่าประมาณเปอร์เซนต์ของเสียโดยเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า AQL

เฉลยแบบฝึกหัด

1. วัดค่าคุณสมบัติได้ 104, 93,107, 95, 100 ที่ AQL = 2.5% ขนาดของลอต = 45 ตรวจสอบตามตารางมาตรฐาน 414 ระดับ IV ไม่ทราบค่า σ' มีค่าเกณฑ์สูงสุด = 109 ไม่มีเกณฑ์ต่ำสุด ท่านจะตัดสินใจอย่างไร และจงหาเปอร์เซนต์ของเสียในลอตสินค้านี้

จากตาราง 7.1 ขนาดของลอต 45 ตรวจสอบระดับ IV ได้อักษร E U = 109

ไม่ทราบค่า σ' ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากตัวอย่าง คำนวณค่าได้ $\bar{X}$ = 99.8 S = 5.8907

จากตาราง 7.2 ได้ n = 7 k = 1.33 จากตาราง 7.3 ได้ n = 7 M = 8.40

$(U - \bar{X}) / S = (109 - 99.8) / (5.8907) = 1.56$

กระบวนการ k method ได้ว่า 1.56 > 1.33 ดังนั้นเราจะยอมรับลอตสินค้านี้

$Q_U = (U - \bar{X}) / S = 1.56$ จากตาราง 7.6 ได้ $\hat{P}_U = 4.38$ จะได้ว่า $\hat{P}_U < M$

เราจะยอมรับลอต โดยมีเปอร์เซนต์ของเสียในลอตสินค้านี้ = 4.38 %

2. กำหนด AQL = 0.01, LTPD = 0.10, α = 0.05, β = 0.10 จงหาแผนการสุ่มเพื่อตรวจรับวัสดุที่มีค่าสูงสุดไม่เกิน 50 และ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ทดสอบเป็น 40 ถ้าใช้แผนสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพแผนตัวอย่างจะเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับแผนตัวอย่างที่ใช้เดิม

$p_1' = 0.01 \quad z_1 = 2.326 \quad p_2' = 0.10 \quad z_2 = 1.281$

$\alpha = 0.05 \quad z_\alpha = 1.645 \quad \beta = 0.10 \quad z_\beta = 1.281$

แผนตัวอย่างเชิงปริมาณ คือ

$n = [(z_\alpha + z_\beta) / (z_1 - z_2)]^2 = [(1.645+1.281) / (2.326 - 1.281)]^2 = 8$

$k = (z_1 z_\beta + z_2 z_\alpha) / (z_\alpha + z_\beta) = [(2.326)(1.281) + (1.281)(1.645)] / (1.645+1.281)$

$k = 1.7385$

จากแผนตัวอย่างเชิงปริมาณมี $n = 8$ $k = 1.7385$ มี $\bar{X} = 40$ $U = 50$

จากกระบวนการ k method เราจะยอมรับลอตเมื่อ

$U - \bar{X} \geq k\sigma' \quad$ จะได้ $\quad (50 - 40) \geq (1.7385)\sigma'$

$10 \geq (1.7385)\sigma'$

ในแผนตัวอย่างเชิงคุณภาพ

$p_2' / p_1' = 10$

$c = 0 \quad n p_1' = 0.05 \quad n p_2' = 2.31 \quad n p_2' / n p_1' = 46$

$c = 1 \quad n p_1' = 0.35 \quad n p_2' = 3.89 \quad n p_2' / n p_1' = 11.11$

$c = 2 \quad n p_1' = 0.82 \quad n p_2' = 5.33 \quad n p_2' / n p_1' = 6.5$

แผนตัวอย่างเชิงคุณภาพ คือ $n = n p_1' / p_1' = 35 \quad c = 1$

ขณะที่แผนตัวอย่างเดิมที่ใช้ $n = 8 \quad k = 1.7385$

3. จงหาแผนการสุ่มตัวอย่าง ทีมีค่า $\alpha = 0.05$ $\beta = 0.10$ AQL = 0.02 LTPD = 0.08 เมื่อค่าต่ำสุดของผลิตภัณฑ์เป็น 0.25 ซม. และความแปรปรวนเป็น 0.000025 ซม.

$p_1' = 0.02 \quad z_1 = 2.054 \quad p_2' = 0.08 \quad z_2 = 1.405$

$\alpha = 0.05 \quad z_\alpha = 1.645 \quad \beta = 0.10 \quad z_\beta = 1.281$

$n = [(z_\alpha + z_\beta) / (z_1 - z_2)]^2 = [(1.645+1.281) / (2.054 - 1.405)]^2 = 21$

$k = (z_1 z_\beta + z_2 z_\alpha) / (z_\alpha + z_\beta) = [(2.054)(1.281) + (1.405)(1.645)] / (1.645+1.281)$

$k = 1.689$

แผนตัวอย่างคือ $n = 21$ $k = 1.689$

$L = 0.25 \quad \sigma' = 0.005$ เราจะยอมรับลอตเมื่อ $\bar{X} \geq L + k\sigma'$

$\bar{X} \geq 0.25 + (1.689)(0.005)$ คือ $\bar{X} \geq 0.258$

4. แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ ไม่ทราบค่า σ' มี AQL = 2.5 % ตรวจรับลอตขนาด 40 ระดับ IV ซึ่งมีเกณฑ์สูงสุด 164 วัดค่าของผลิตภัณฑ์ได้ $\sum X = 750$ $\sum X^2 = 112,900$ จงหา

(1) แผนการสุ่มตัวอย่าง

(2) ควรจะยอมรับลอตหรือไม่ และจงประมาณ %ของเสียในลอตผลิตภัณฑ์นี้

(1) จากตาราง 7.1 ตรวจสอบสอดขนาด 40 ระดับ IV ได้อักษร D

จากตาราง 7.2 ได้ n = 5 k = 1.24 ตามกระบวนการ k method

จากตาราง 7.3 ได้ n = 5 M = 9.80 ตามกระบวนการ M method

(2) U = 164 $\bar{X} = 750 / 5 = 150$ S = 10

$Q_U = (U - \bar{X}) / S = (164 - 150) / 10 = 1.4$ ได้ $\hat{P}_U = 6.67$ จากตาราง 7.6

นั่นคือ $Q_U > k$ และ ได้ $\hat{P}_U < M$ นั่นคือเราจะยอมรับลอต โดยมี % ของเสียในลอตผลิตภัณฑ์นี้เท่ากับ 6.67 %

5. ผู้ผลิตผลิตสินค้าให้ตัวแทนจำหน่าย จัดเป็นลอตๆ ละ 1,500 ชิ้น โดยใช้ตารางมาตรฐาน 414 ระดับ IV มี AQL = 1.5% จงหาแผนสุ่มตัวอย่างที่จะใช้

(1) ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบ 1 และ แบบ 2

(2) ใช้พิสัย แบบ 1 k-method และ แบบ 2 M-method

จากตาราง 7.1 ได้อักษร L

(1) ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบ 1 n = 40 k = 1.76

ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบ 2 n = 40 M = 3.72

(2) ใช้พิสัย แบบ 1 n = 50 k = 0.754

ใช้พิสัย แบบ 2 n = 50 M = 3.64

6. ผู้ตรวจสอบกองทัพสหรัฐ ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าที่มี AQL = 1% มีขนาดของลอต 15,000 ชิ้น โดยใช้ตารางมาตรฐาน 414 จงหาแผนสุ่มตัวอย่างที่ใช้

(1) ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบ 1 และแบบ 2

(2) ใช้พิสัย แบบ 1 และแบบ 2

จากตาราง 7.1 ได้อักษร N

(1) ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบ 1 n = 75 k = 1.98

ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบ 2 n = 75 M = 2.29

(2) ใช้พิสัยแบบ 1 n = 85 k = 0.839

ใช้พิสัยแบบ 2 n = 85 M = 2.37

7. ผู้ผลิตสินค้ารายย่อย จัดส่งสินค้าเป็นลอตๆ ละ 200 ชิ้น ใช้ตารางมาตรฐาน 414 ตรวจสอบที่ระดับ II มี AQL = 4%

(1) ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบ 1 และแบบ 2

(2) ใช้พิสัย แบบ 1 และแบบ 2

จากตาราง 7.1 ได้อักษร D

(1) ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบ 1 $n = 5$ $k = 1.07$

ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบ 2 $n = 5$ $M = 14.39$

(2) ใช้พิสัยแบบ 1 $n = 5$ $k = 0.431$

ใช้พิสัยแบบ 2 $n = 5$ $M = 14.47$ $d_2^* = 2.474$

8. จงหาแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงปริมาณเมื่อมี $p_1' = 0.02$, $p_2' = 0.05$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$ ผลิตภัณฑ์ที่นำมาตรวจสอบ มีเกณฑ์ต่ำที่สุด 4.345 และเกณฑ์สูงสุด 4.355 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.001 จงบอกเงื่อนไขของการยอมรับลอตทั้งแบบ k-method และ M-method ของทั้งสองเกณฑ์

$p_1' = 0.02$ $z_1 = 2.054$ $p_2' = 0.05$ $z_2 = 1.645$

$\alpha = 0.05$ $z_\alpha = 1.645$ $\beta = 0.10$ $z_\beta = 1.281$

$n = [(z_\alpha + z_\beta) / (z_1 - z_2)]^2 = [(1.645+1.281) / (2.054 - 1.645)]^2 = 52$

$k = (z_1 z_\beta + z_2 z_\alpha) / (z_\alpha + z_\beta) = [(2.054)(1.281) + (1.645)(1.645)] / (1.645+1.281)$

$k = 1.824$

แผนตัวอย่างคือ $n = 52$ $k = 1.824$

$L = 4.345$ $U = 4.355$ $\sigma' = 0.001$ กระบวนการ k method เราจะยอมรับลอตเมื่อ $\bar{X} \geq L + k\sigma'$ ได้ $\bar{X} \geq 4.3468$ กรณี $L = 4.345$

หรือ $U - \bar{X} \geq k\sigma'$ ได้ $\bar{X} \leq 4.353$ กรณี $U = 4.355$

กระบวนการ M method เราจะยอมรับลอต เมื่อ $\hat{P}_L \leq M$ และ $\hat{P}_U \leq M$

โดยที่ ค่า M = พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติที่อยู่เหนือจุด $k\sqrt{n / (n-1)} = 1.84$

$M = 0.0329$

และ $\hat{P}_L$ = พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติที่อยู่เหนือจุด Q_L

$\hat{P}_U$ = พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติที่อยู่เหนือจุด Q_U

เมื่อ $Q_L = [(\bar{X} - L) / \sigma'] [\sqrt{n / (n-1)}] = [(\bar{X} - 4.345) / (0.001)][\sqrt{52 / 51}]$

$Q_U = [(U - \bar{X}) / \sigma'] [\sqrt{n / (n-1)}] = [(4.355 - \bar{X}) / (0.001)][\sqrt{52 / 51}]$

9. จงหาแผนสุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการตรวจรับลอตของชิ้นอุปกรณ์ A จัดเป็นลอตๆ ละ 2,000

ชิ้น โดยตรวจสอบตามตารางมาตรฐาน 414 ระดับ II มี AQL = 1.0% ใช้วิธีพิสัยแบบ 2 ถ้าวัดค่าของชิ้นอุปกรณ์ A (X) คำนวณได้ $\sum X = 1,575$ และ $\sum R = 50$ กำหนดเกณฑ์ต่ำสุดของชิ้นอุปกรณ์ A เป็น 55 จงสรุปผลที่ได้

จากตาราง 7.1 ได้อักษร H วิธีพิสัยแบบ 2 จากตาราง 7.5 ได้ $n = 25$ $M = 2.82$ $d_2^* = 2.358$

$\bar{X} = 1,575 / 25 = 63$ $\bar{R} = 50 / 5 = 10$

$n = 25$ แบ่งกลุ่มย่อยได้ 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมี 5 ชิ้น $L = 55$

เมื่อ $Q_L = (\bar{X} - L) / (\bar{R} / d_2^*) = (63 - 55) / (10 / 2.358) = 1.8864$

จากตาราง 7.6 $Q_L = 1.8864$ $\hat{P}_L = 2.475$

ดังนั้น $\hat{P}_L < M$ เราจะยอมรับลอตสินค้านี้ และเปอร์เซนต์ของเสียในลอต = 2.475

๑๐. การตรวจสอบสินค้าโดยใช้ตารางมาตรฐาน 414 ซึ่งมีเกณฑ์สูงสุด 6.16 มิลลิเมตรต่อกรัม ใช้ตารางตรวจสอบได้อักษร H กำหนด AQL 2.5% จงหา

(1) แผนการสุ่มตัวอย่าง ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบ 1 และแบบ 2

(2) ถ้าสุ่มตัวอย่าง ได้ค่าดังต่อไปนี้

6.63	6.91	6.81	6.32	6.45
6.91	6.73	6.32	6.38	6.91
6.38	5.82	6.88	6.40	6.32
6.73	7.24	6.10	6.05	6.40

จงประมาณเปอร์เซนต์ของเสียในลอต และสรุปผลที่ได้

(1) จากตาราง 7.2 ได้แผนการสุ่มตัวอย่าง กรณีใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบ 1 คือ $n = 20$ $k = 1.51$ จากตาราง 7.3 ได้แผนการสุ่มตัวอย่างกรณีใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบ 2 คือ $n = 20$ $M = 6.17$

(2) $\sum X = 130.69$ $\bar{X} = 6.53$ $S = 0.3528$ $L = 6.16$

$Q_L = (\bar{X} - L) / S = (6.53 - 6.16) / (0.3528) = 1.05$

กระบวนการ k method $Q_L < k$ นั่นคือเราจะปฏิเสธลอต

กระบวนการ M method ค่า $Q_L = 1.05$ หาค่า $\hat{P}_L$ จากตารางที่ 7.6

ได้ $\hat{P}_L = 14.67$ จะได้ $\hat{P}_L > M$

นั่นคือ เราจะปฏิเสธลอตสินค้านี้ โดยมีเปอร์เซนต์ของเสียในลอต = 14.67

##########