ระดับ p′ ดังนั้นทั้งงานจึงมี Defective Item อยู่ทั้งสิ้น Np′ หน่วย ที่เหลือ N-Np′ หน่วย จะเป็น Non de Item fective

$$Pa(p') = Pr(d < c) = \sum_{d=0}^{c} \frac{\binom{Np'}{d}\binom{N-Np'}{n-d}}{\binom{N}{n}}$$

วิธีที่ 2 การประมาณค่า Pa ด้วยการกระจายแบบทวินาม

$$Pa(p') = Pr(d \leq c) = \sum_{d=0}^{c} \binom{n}{d} p'^{d}(1-p')^{n-d}$$

วิธีที่ 3 การประมาณค่า Pa ด้วยการกระจายแบบพัวซอง

$$Pa(p') = Pr(d \leq c) = \sum_{d=0}^{c} \frac{e^{-np'}(np')^{d}}{d!}$$

เพื่อความสะดวกรวดเร็ว การหาค่า นั้นเรานิยมใช้วิธีประมาณค่าด้วยการกระจายแบบพัวซอง

(2) การหาค่าของ Pa ของกรณี DSP

จากแผนตรวจสอบคุณภาพงาน ณ. ระดับคุณภาพ p′ คือ $\begin{cases} N \\ n_1 \\ c_1 \\ n_2 \\ c_2 \end{cases}$ ให้ d_1 คือ จำนวน Defective Item ที่พบในตัวอย่างที่ 1 ขนาด n_1 และ d_2 คือจำนวน Defective Item ที่พบในตัวอย่างที่ 2 ขนาด n_2

ในกรณีของ DSP เราจะยอมรับงานก็ต่อเมื่อ $d_1 \leq c_1 \mid n_1$ หรือ

$$d_1+d_2 \leq c_2 \mid n_1+n_2 \; ; \; c_1 < c_2$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} Pa(p) = {} & Pr(d_1 \leq c_1 \mid n_1) + Pr(d_1 = c_1+1 \mid n_1) \cdot Pr(d_2 \leq c_2-c_1-1 \mid n_2) \\ & + Pr((d = c_1+2 \mid n_1) Pr(d_2 < c_2-c_1-2 \mid n_2) + \ldots + \\ & + Pr(d_1 = c_2 \mid n,) \; Pr(d_2 = 0 \mid n_2) \end{aligned}$$

วิธีที่ 1. คำนวณโดยตรงจากการกระจายแบบไฮเปอร์จีออร์เมตริก

เนื่องจากมีคุณภาพ ณ. ระดับ p ดังนั้นงาน N หน่วยจึงสามารถจำแนกได้เป็น 2 ส่วน คือประกอบไปด้วย Defective Item Np′ หน่วย ที่เหลือ N-Np′ หน่วยเป็น Nondefective Item ดังนั้น

$$Pa(p') = \sum_{d_1=0}^{c_1} \frac{\binom{Np'}{d_1}\binom{N-Np'}{n_1-d_1}}{\binom{N}{n_1}} + \frac{\binom{Np'}{c_1+1}\binom{N-Np'}{n_1-c_1-1}}{\binom{N}{n_1}} \sum_{r=0}^{c_1-c_1-1} \frac{\binom{Np'-c_1-1}{r}\binom{N-Np'+c_1+1-n_1}{n_2-r}}{\binom{N-n,}{n_2}}$$

$$+ \frac{\binom{Np'}{c_1+2}\binom{N-Np'}{n_1-c_1-2}}{\binom{N}{n_1}} \sum_{r=0}^{c_2-c_1-2} \frac{\binom{Np'-c_1-2}{r}\binom{N-Np'+c_1+2-n,}{n_2-r}}{\binom{N-n_1}{n_2}}$$

$$+ \ldots + \frac{\binom{Np'}{c_2}\binom{N-Np'}{n_1-c_2}}{\binom{N}{n_1}} \frac{\binom{Np'-c_2}{0}\binom{N-Np'+c_2-n_1}{n_2}}{\binom{N-n_1}{n_2}}$$

วิธีนี้ค่อนข้างยุ่งยาก แต่เป็นวิธีตรงมิใช่วิธีประมาณ การกำหนดใช้เวลามากและสับสนได้ง่าย ในกรณีที่ c_1 และ c_2 มีค่ามาก

วิธีที่ 2. ประมาณค่า Pa จากการกระจายแบบพัวซอง

$$Pa = Pr(d_1 \leq c_1 \mid n_1) + Pr(d_1 = c_1+1 \mid n_1)\, Pr(d_2 < c_2-c_1-1 \mid n_2) +$$
$$Pr(d_1 = c_1+2 \mid n_1)\, Pr(d_2 < c_2-c_1-2 \mid n_2) + \ldots +$$
$$Pr(d_1 = c_2 \mid n_1)\, Pr(d_2 = 0 \mid n_2)$$

$$\therefore Pa = \sum_{d_1=0}^{c_1} \frac{e^{-n_1p'}(n_1p')^{d_1}}{d_1!} + \frac{e^{-n_1p'}(n_1p')^{c_1+1}}{(c_1+1)!} \sum_{r=0}^{c_1-c_1-1} \frac{e^{-n_2(Np'-1)/N-n_1}(n_2(Np'-1)/N-n_1)^r}{r!}$$

$$+ \frac{e^{-n_1p'}(n_1p')^{c_1+2}}{(c_1+2)!} \sum_{r=0}^{c_2-c_1-2} \frac{e^{n_2(Np'-2)/N-n_1}(n_1(Np'-2)/N-n_1)^r}{r!}$$

$$+ \ldots + \frac{e^{-n_1p'}(n_1p')^{c_2}}{c_1!} \frac{e^{-n_2(Np'-c_1)/N-n_1}(n_1(Np'-c_3)/N-n_1)^0}{0!}$$

1.3 พิสูจน์การประมาณค่า Pa

จากงานระดับคุณภาพ p′ จำนวน N หน่วย ซึ่งสามารถจำแนกเป็น Defective Item Np′ หน่วยและ Nondefective Item N–Np′ หน่วย

ให้ d - จำนวน Defective Item ที่พบในตัวอย่างขนาด n

ดังนั้น Probability Distribution ของ d คือ

$$P_x \quad (c) \quad = \quad \frac{\binom{Np'}{d}\binom{N-Np'}{n-d}}{\binom{N}{d}} \quad ; d = 0, 1, 2, \ldots, n \quad .$$

พิจารณา $P_x(d)$ จะพบว่า

$$P_x(d) \quad = \quad \frac{(Np')!}{(Np'-d)!\ d!} \cdot \frac{(N-Np')!}{(N-Np'-n+d)!\ (n-d)} \cdot \frac{(N-n)!\ n!}{N!}$$

$$= \quad \frac{Np'\ (Np'-1)\ (Np'-2) \ldots (Np'-d+1)}{d!}$$

$$\frac{(N-Np')\ (N-Np'-1) \ldots . (N-Np'-n+d+1)}{(n-d)!}$$

$$\frac{n!}{N(N-1)\ (N-2) \ldots (N-n+1)}$$

$$= \quad \frac{n!}{d!(n-d)!} \cdot \frac{Np'\ (Np'-1) \ldots (Np'-d+1)\ (N-Np')\ (N-Np'-1)}{N(N-1)\ (N-2) \ldots (N-n+1)} \cdots$$

$$\ldots (N-Np'-n+d+1)$$

หารตลอดด้วย N ทั้งเศษและส่วน ดังนั้น

$$P_x(d) = \binom{n}{d} \frac{p'(p'-1/N)\ldots(p'-(d-1)/N)(1-p')(1-p'-1/N)\ldots(1-p'-(n-d-1)/N)}{1(1-1/N)(1-2/N)\ldots(1-(n-1)/N)}$$

$$\lim_{N\to\infty} P_x(d) = \binom{n}{d} \underbrace{(p'p'\ldots p')}_{d \text{ ครั้ง}} \underbrace{((1-p')(1-p')\ldots(1-p'))}_{d-n \text{ ครั้ง}}$$

$$= \binom{n}{d} p'^d (1-p')^{n-d}$$

นั่นคือ ถ้า $\frac{n}{N}$ มีค่าต่ำ $N \gg n$ แล้ว เราสามารถประมาณค่าความน่าจะเป็นของการกระจายแบบไฮเปอร์จีออร์เมตริกด้วยการกระจายแบบทวินาม

และเมื่อ $n \to \infty$ และ $p' \to 0$ โดยกำหนดให้ $\lambda = np'$

ดังนั้น $p' = \frac{\lambda}{n}$ จะเห็นว่า $\lambda > 0$

$$p_x(d) = \binom{n}{d} p'^d (1-p')^{n-d}$$

แทนค่า p' ด้วย $\frac{\lambda}{n}$

$$\Rightarrow P_x(d) = \binom{n}{d} (\lambda/n)^d (1-\lambda/n)^{n-d}$$

$$= \frac{n!}{(n-d)!\,d!} \frac{\lambda^d}{n^d} \frac{(1-\lambda/n)^n}{(1-\lambda/n)^d}$$

$$= \frac{\lambda^d}{d!} \frac{n(n-1)(n-2)\ldots(n-d+1)}{n^d} \cdot \frac{(1-\lambda/n)^n}{(1-\lambda/n)^d}$$

$$= \frac{\lambda^d}{d!} \frac{1(1-1/n)(1-2/n)\ldots(1-(d-1)/n)}{(1-\lambda/n)^d} \cdot (1-h/n)^n$$

ดังนั้น

$$\lim_{n\to\infty} P_x(d) = \frac{\lambda^d}{d!} \lim_{n\to\infty} (1-\lambda/n)^n$$

$$= \frac{\lambda^d}{d!} e^{-\lambda}$$

$$= \frac{e^{-\lambda} \lambda^d}{d!} \quad ; \quad d = 0, 1, 2, \ldots$$

นั่นคือ ถ้า $N \gg n$, $N \to \infty$ และ $p' \to 0$ แล้ว

$$P_x \quad (d) \quad = \quad \frac{\binom{Np'}{d}\binom{N-Np'}{n-d}}{\binom{N}{n}} \quad \to \quad \binom{n}{d} p'^d (1-p')^{n-d} \to \frac{e^{-\lambda} \lambda^d}{d!}$$

จาก P_x (d) $= \binom{n}{d} p'^d (1-p')^{n-d}$

แทนค่า p' ด้วย $\frac{\lambda}{n}$

$\Rightarrow$ P_x (d) $= \binom{n}{d} (\lambda/n)^d (1-\lambda/n)^{n-d}$

$$= \frac{n!}{(n-d)!\, d!} \frac{\lambda^d}{n^d} \frac{(1-h/n)"}{(1-\lambda/n)^d}$$

$$= \frac{\lambda^d}{d!} \frac{n!}{(n-d)!} \frac{1}{n^d} \frac{(1-h/n)"}{(1-\lambda/n)^d}$$

$$= \frac{\lambda^d}{d!} \frac{n(n-1)\ (n-2) \ldots (n-d+l)\ (l-h/n)"}{n^d\ (1-\lambda/n)^d}$$

$$= \frac{\lambda^d}{d!} \cdot \frac{1\ (l-l/n)\ (1-2/n) \ldots (1-(d-1)/n)}{(1-\lambda/n)^d} \cdot \quad (l-h/n)"$$

ดังนั้น

$$\lim_{n\to\infty} P_x \quad (d)' \quad = \quad \frac{\lambda^d}{d!} \lim_{n\to\infty} (1-\lambda/n)^n$$

$$= \frac{\lambda^d}{d!} e^{-\lambda}$$

$$= \frac{e^{-\lambda} \lambda^d}{d!} \quad ; \ d=O, 1, 2 \ldots$$

นั่นคือ ถ้า $N \gg n$, $n \to \infty$ และ $p' \to 0$ แล้ว

$$P_x(d) = \frac{\binom{Np'}{d}\binom{N-Np'}{n-d}}{\binom{N}{n}} \to \binom{n}{d} p'^d (1-p')^{n-d} \to e^{-\lambda} \frac{\lambda^d}{d!}$$

ดังนั้น การคำนวณหาค่า Pa ซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นที่จะต้องคำนวณได้โดยตรงจากการกระจายแบบไฮเปอร์จีออร์เมตริค นั้น สามารถจะประมาณได้ด้วยการกระจายแบบพัวซอง

1.4 Dodge-Romig Standard

ดอดจ์ (H.F. Dodge) และโรมิก (H.G. Romig) เสนอวิธีตรวจสอบคุณภาพของงานได้ 2 แบบคือ แผนตรวจสอบที่กำหนดคุณภาพของงานที่ต้องการด้วย LTPD และ AOQL แผนตรวจสอบดังกล่าวมีทั้งแผนตรวจแบบ SSP และ DSP

1.4.1 Dodge-Romig LTPD-STD

แผนตรวจสอบโดยกำหนดคุณภาพด้วย LTPD จะเสนอตารางตรวจสอบที่สอดคล้องกับค่า LTPD เท่ากับ 0.5% 1% 2% 3% 4% 5% 7% และ 10% และถือว่าความเสี่ยงของผู้บริโภค (β) = 10 โดยเสนอแผนตรวจสอบไว้เป็น 8 ตารางวาที่สอดคล้องกับค่า LTPD ทั้ง 8 ค่า ในขณะเดียวกันจะระบุค่า AOQL ไว้ให้ด้วย ทุกแผนที่เสนอไว้จะเป็นแผนตรวจสอบที่ให้ ATI[1] ต่ำที่สุดสำหรับระดับคุณภาพของงาน (p') แต่ระดับ โดยกำหนดค่า p' ไว้เป็นช่วง ๆ การสร้างแผนตรวจสอบจึงกระทำโดยง่ายดังนี้

---

1. ASN, และ ATI มีความหมายต่างกันดังนี้

ASN (Average Sample Number) ใช้เปรียบเทียบกันในระหว่างแผนตรวจสอบ แผนใดให้ ASN ต่ำกว่าจะถูกเลือกใช้เพราะจะเป็นแผนตรวจสอบที่เสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบต่ำกว่า

ATI (Average Total Inspection) สำหรับกรณีที่ต้องมี Screening Inspection กล่าวคือในกรณีที่มีงานแบบเดียวกัน คุณภาพเดียวกัน (ไกล้คือ ATI 100 งาน ค่า ATI จะแสดงจำนวน Item ที่จะต้องตรวจสอบทั้งหมดใน 100 งาน แผนตรวจสอบที่ให้ ATI ต่ำกว่าจึงเป็นแผนที่ตรวจสอบที่เหมาะสมกว่าเพราะเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า

LTPD-STD = Lot Tolerance Percent Defective Standard

1. ตกลงใจให้แน่ชัดว่าเรายอมให้งานมีความผิดพลาดสูงสุดเท่าไร แต่ต้องไม่เกิน 10% ค่าความผิดพลาดสูงสุดนี้เรียกว่า LTPD ตามตารางของดอดจ์-โรมิก ค่า LTPD เหล่านี้ให้ความเสี่ยงที่จะยอมรับงานที่มีความผิดพลาดเท่ากับ LTPD ที่เลือกไว้นั้นเพียง 10% (β=.10) หมายความว่าถ้างานส่งมอบ (Submitted lot) มีอัตราความผิดพลาดเท่ากับ 10% (p'=.10) งานนั้นจะมีโอกาสได้รับการยอมรับมอบเพียง 10% ในทางปฏิบัติ LTPD จะเป็นค่าอัตราผิดพลาดสูงสุดที่เราพอจะยอมให้มีได้ แต่มิได้หมายความว่างานส่งมอบจะมีคุณภาพเท่า LTPD เสมอไป โดยปกติมีคุณภาพดีกว่า ซึ่งทำให้โอกาสที่จะผ่านการยอมรับสูงกว่า 10% เสมอ การกำหนดค่า LTPD เป็นเรื่องของผู้บริโภคจะกำหนดเองและกำหนดได้เท่าไรก็ได้ แต่เพื่อความสะดวกควรกำหนดตามค่าที่กำหนดไว้คือ 0.5% 1% 2% 3% 4% 5% 7% และ 10% เพราะกรณีนี้จะมีตารางสำหรับหาแผนตรวจสอบไว้ให้เรียบร้อยแล้ว

2. การใช้ตารางของดอดจ์-โรมิก จำเป็นที่ผู้ใช้จะต้องทราบคุณภาพของงานส่งมอบเสมอ เพื่อจะได้สามารถกำหนดหรือเลือกหาแผนตรวจสอบที่เหมาะสมได้ คุณภาพของงานส่งมอบเรียกว่า Process Average ดังนั้นในขั้นที่ 2 นี้ผู้ตรวจสอบจึงจำเป็นต้องเสาะหาข้อมูลข้อสนเทศเพื่อให้ทราบว่างานส่งมอบมีอัตราความผิดพลาด (หรือระดับคุณภาพ p') เป็นเท่าไร

โดยปกติ เราไม่อาจทราบอัตราความผิดพลาดของงาน (Process Average) ได้ ดังนั้นในทางปฏิบัติให้ดำเนินการวิธีใดวิธีหนึ่งดังนั้น

ก. ให้เลือกใช้แผนตรวจสอบจากสดมภ์ขวาสุดของตารางที่เลือกไว้[1] (เลือกตามค่า LTPD) สดมภ์ขวาสุดของแต่ละแผน LTPD จะเป็นสดมภ์ที่ให้ค่า Process Average สูงสุดคือสูงกว่าทุก ๆ สดมภ์ในแผนที่กำหนด LTPD เดียวกัน แผนการตรวจสอบ (Sampling Plan) ที่ได้จะเป็นแผนตรวจสอบที่ให้ n และ c สูงกว่า แผนตรวจสอบที่ใช้ n และ c สูงกว่าจะให้โค้ง OC ชันกว่า ซึ่งจะเป็นแผนที่ป้องกันมิให้งานมีคุณภาพต่ำเกินไปหรือให้โอกาสที่จะปฏิเสธงานที่มีคุณภาพต่ำสูงมาก และเปิดโอกาสให้มีงานมีโอกาสที่จะผ่านการยอมรับได้สูง หรือเป็นแผนที่สามารถจำแนกคุณภาพของงานว่าดี-เลว ได้ชัดเจนกว่าแผนอื่น ๆ ข้อเสียก็คือวิธีนี้จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสูงกว่าแผนตรวจสอบอื่น ๆ ณ. ระดับ LTPD เดียวกัน

---

1. Grant, Opcit, p. 398

ข. ให้สุ่มตัวอย่าง Item จาก lot มาจำนวนหนึ่ง ขนาดตัวอย่างควรใหญ่พอควร ในที่นี้ผู้วิจัยใช้ขนาดตัวอย่างที่กำหนดโดยวิธี ก. จากนั้นจึงดำเนินการตรวจสอบ Item จากกลุ่มตัวอย่างหาค่า (Sample Proportion of Defective) ซึ่งใช้เป็นตัวประมาณค่าของ Process Average

การประมาณค่าได้ดำเนินการทั้ง Point Estimation และ Interval Estimation โดยทั่วไปจะเป็น Interval Estimation เพราะตารางของดอดจ์-โรมิกเสนอ Process Average ไว้เป็นช่วงในกรณีของ SSP การหาค่าประมาณของ Process Average มิได้มีข้อจำกัดประการใด แต่ถ้าใช้ DSP หรือ MST (Multiple Sampling Plan) การตรวจสอบ Item เพื่อประมาณค่า Process Average ให้ใช้เฉพาะข้อมูลจากตัวอย่างแรก (First Sample) เท่านั้น เพราะถ้าใช้ข้อมูลจากตัวอย่างที่ 2 หรือจากตัวอย่างที่ 3, 4, ... k (กรณี MSP) ด้วยแล้ว ค่าประมาณนี้จะถูกถ่วงน้ำหนักมากเกินไป โดยเฉพาะกรณีที่งานนั้นเป็นงานคุณภาพต่ำ (Poor lot) [1]

ค่าประมาณของ Process Average ใช้สูตรดังนี้

$$p = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} x_i$$

โดยที่ x_i = 0 เมื่อ Item มีคุณสมบัติตรงตามเงื่อนไข
1 เมื่อ Item มีคุณสมบัติไม่ตรงตามเงื่อนไข
; i = 1, 2, ... n หรือ i.= 1, 2, ... n_i (กรณี DSP และ MSP)

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีประมาณ Process Average โดยนัยข้อ ข. และเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธี Stratified Random Sampling ทั้งกรณีการเลือกตัวอย่างเพิ่มประมาณ Process Average และเลือกตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพของงาน

ดังนั้น $P_{str} = \frac{1}{N}\sum_{h=1}^{L} N_h p_h$

N_h = ขนาดของชั้นภูมิหรือกลุ่มประชากรย่อย (sublot) ที่ h;h=1,2,...,L
p_h = สัดส่วนของ Defective Item ของกลุ่มประชากรย่อยที่ h;
h = 1,2,...,L

---

1. Grant. Opcit., p.405

$$\hat{V}\ (P,,) = \frac{1}{N^2} \sum_{h}^{L} \frac{N_h - n_h}{n_h - 1} \cdot p_h\, q_h \cdot N_h$$

ในที่นี้ใช้แผนแบ่งขนาดตัวอย่าง (Allocation of Sample Size) แบบ Equal Allocation เพราะถือว่าขนาดประชากร N ถูกแบ่งออกเป็น 10 กลุ่มประชากรย่อย (Sublot) ขนาดเท่า ๆ กัน (L = 10)

เหตุผลที่ใช้ L = 10 เพราะโดยทั่วไปการประมาณค่า Process Average จะอาศัยค่าเฉลี่ยของ p จาก lot ประเภทเดียวกัน (ใกล้เคียงกัน) 10 lot ติดต่อกันไป [1] การแบ่งกลุ่มประชากรย่อยในกรณีที่มีกลุ่มประชากรเพียงกลุ่มเดียว (1 lot ไม่ใช่หลาย lot) จึงประยุกต์วิธีการดังกล่าวมาใช้โดยอนุโลม

โดยนัยแห่ง Equal Allocation Stratified Random Sampling สูตรสำหรับวิเคราะห์หาค่าประมาณ Process Average คือ

$$p_{eq.} = \frac{1}{N} \sum_{h}^{10} N_h p_h \quad ; \quad p_h = \sum_{i}^{n/10} \frac{x_{hi}}{n/10} \quad ; h = 1, 2, \ldots . 10$$

$$\hat{V}\ (p_{eq.}) = \frac{10}{nN^2} \sum_{h}^{10} N_h^2\, p_h\, q_h - \frac{1}{N^2} \sum_{h}^{10} N_h\, p_h\, q_h \quad ; n_h \cong n_h - 1$$

(1 - α) 100% CL ของ Process Average p' r' คือ

$$\hat{p}_{eq.} - Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}\ (p_{eq.})} < p' < \hat{p}_{eq.} + Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}\ (p_{eq.})}$$

3. เลือกแผนตรวจสอบ (Sampling Plan) ที่สอดคล้องกับระดับ LTPD และ Process Average โดยเลือกตัวอย่างของงาน (lot size) ที่อยู่ในสดมภ์ซ้ายสุดซึ่งเป็นสดมภ์แสดง lot size ขนาดของงานจะมีอยู่ระหว่าง 1-100,000 โดยแบ่งเป็นช่วง ๆ 19 ช่วง คือ 1-15, 16-50, 51-100, 101-200, ..., 20,001-50,000, 50,001-100,000 งานของเรามีขนาดอยู่ในช่วงใดให้เลือกช่วงนั้น แล้วเลือกแผนโดยไล่ไปทีละสดมภ์จนพบสดมภ์ที่แสดงระดับ Process Average ตรงตามที่คำนวณได้ข้อ 2 หรือสดมภ์ขวาสุดตามวิธีของข้อ 1 ก็จะได้แผนตรวจสอบตามต้องการ

---

1. Grant, Opcit., p.424

แผนการตรวจสอบที่ได้โดยวิธี LTPD จะให้ค่า AOQL ไว้ด้วยเสมอ และในทำนองเดียวกันแผนตรวจสอบ AOQL ก็จะให้ค่า LTPD ไว้ด้วย

1.4.1 Dodge-Romig AOQL STD

แผนการตรวจสอบคุณภาพของงานโดยกำหนดระดับคุณภาพที่ต้องการด้วย AOQL จะเสนอค่า AOQL ไว้เป็น 13 ระดับคือ

.01%, 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 4.0%, 5.0%, 7.0%, และ 10.0%

ตารางจะเสนอแผนตรวจสอบเป็น 2 ลักษณะ คือ SSP และ DSP แต่ละลักษณะเสนอตารางไว้ลักษณะตารางละ 13 ตารางตามค่า AOQL การใช้ตารางมีวิธีการเช่นเดียวกันกับแผนที่กำหนดคุณภาพด้วย LTPD และแผนตรวจสอบ AOQL จะเสนอค่า LTPD ไว้ด้วยเช่นกัน

AOQL-STD เหมาะสำหรับการตรวจสอบงานที่เคยผ่านขั้นตอนของการตรวจสอบมาแล้ว หมายความว่า lot เคยผ่านการตรวจสอบและแก้ไข (Rectification) มาแล้วอย่างน้อย 1 ครั้ง การตรวจและแก้ตามนัยของ Dodge-Romig STD หมายความว่า งานใดที่ผ่านการตรวจและแก้ไขมาแล้วงานนั้นจะไม่มี (Defective Item) ปะปนอยู่อีกต่อไป ส่วนงานที่ตรวจสอบผ่านไปแล้ว (Accepted lot) จะยังคงมี Defective Item ปะปนอยู่ตามอัตรา p เมื่อถัวเฉลี่ยกันในทุก lot คุณภาพของงานโดยเฉลี่ยจะสูงขึ้นกว่าเดิมระดับคุณภาพดังกล่าวคือ AOQ แต่ระดับคุณภาพที่ควรเลือกใช้ควรเป็นค่าสูงสุดของ AOQ คือ AOQL เพราะเป็นระดับคุณภาพที่ให้โค้ง OC ชันที่สุด

ในกรณีที่มี lot เดียว (กรณีของงานวิจัย) lot ดังกล่าวควรได้รับการตรวจสอบหลาย ๆ ครั้ง (อย่างน้อย 1 ครั้ง) การตรวจสอบ 1 ครั้ง ถือว่าใช้ 1 lot ตรวจหลายครั้งถือเสมือนมีหลาย lot และในทางปฏิบัติแม้ว่าในแต่ละครั้งจะได้มีการตรวจและแก้ไข แล้วก็มิได้ประกันว่าจะไม่มี Defective Item ปะปนอยู่ โดยเฉพาะในงานขนาดใหญ่ ด้วยเหตุผลนี้ AOQL STD จึงเป็นวิธีการตรวจสอบที่สามารถนำมาประยุกต์กับงานนี้ได้

การกำหนดค่า AOQL หรือการเลือกใช้ตาราง AOQL-STD กระทำได้ 2 วิธีดังนี้

1. ใช้ค่า AOQL จากผลการตรวจสอบในครั้งก่อน หรือใช้อัตรา Defective สูงสุดที่พอจะยอมรับได้ของงานที่ผ่านการตรวจสอบในครั้งก่อน (Outgoing Product) หมายความว่า

ในครั้งก่อนกำหนด LTPD = p และงานนั้นผ่านการตรวจสอบให้ใช้ค่าสูงสุดของ LTPD ที่เคยเลือกใช้นั้นเป็นค่าของ AOQL ที่เคยเลือกใช้นั้นเป็นค่าของ AOQL

2. กำหนดค่า AOQL จากการประเมินประสิทธิภาพของผู้ผลิตในรูปของ p วิธีนี้ในทางปฏิบัติกำหนดได้ยาก เพราะเป็นการยากที่จะประเมินประสิทธิภาพการทำงานได้ เว้นแต่จะอาศัยประสบการณ์ในอดีตในกรณีที่เคยเกี่ยวข้องกันมาก่อนตามสายงาน แต่ถ้าไม่มีประสบการณ์ร่วมกับการประเมินอาจให้ค่า AOQL สูงหรือต่ำเกินไป [1]

การกำหนดค่า AOQL สูงเกินไป จะทำให้งานผ่านการตรวจสอบไปได้เสมอ ดังนั้น ในทางปฏิบัติเราจะกำหนดค่า AOQL ขึ้นมาแล้วนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบถ้างาน (lot) ส่วนใหญ่ผ่านการตรวจสอบไปได้ให้ลดค่า AOQL ใหม่นั้นเป็นเกณฑ์ [2]

3. ในกรณีที่มีเพียง lot เดียว (กรณีของงานวิจัย) การกำหนด AOQL จะใช้วิธีการดังนี้

(1) กำหนดแผนตรวจสอบตามวิธี LTPD-STD

(2) คำนวณหา AOQ = p′ Pa (p′)

(3) เลือกค่าสูงสุดของ AOQ มาใช้ค่าดังกล่าวคือ AOQL

การตรวจสอบโดย AOQL-STD ตามวิธี DSP เป็นวิธีที่ให้ประโยชน์สูงกว่าทุกวิธี [3] เพราะนอกจากแสดงถึงการตรวจสอบและแก้ไขงานที่มีคุณภาพต่ำ (Rejected lot) มาเป็นอย่างดีแล้ว ยังเป็นวิธีที่ใช้ควบคุมคุณภาพของงานให้สูงสุดตามที่ต้องการได้อีกด้วย กล่าวคืองานใดที่มีคุณภาพต่ำกว่า AOQL งานนั้นจะถูกแก้ไขทั้งหมด ในการตรวจสอบครั้งแรกงานส่วนใหญ่จะถูกปฏิเสธทำให้ต้องแก้ไขใหม่จนมีคุณภาพดีตามต้องการ ในที่สุดงานจะมีคุณภาพดีขึ้นตามลำดับ AOQL-STD นอกจากใช้ตัดสินว่าพอจะยอมรับงานได้หรือไม่ แล้วยังเป็นวิธีควบคุมคุณภาพของงานไปในตัวอีกด้วย

---

1. คำว่า AOQL คือค่าสูงสุดของ AOQ AOQ คือระดับคุณภาพที่สืบเนื่องมาจาก p ดังนั้น AOQL คือค่าเฉพาะของ p แต่มีค่าน้อยกว่า p เพราะ p คือระดับคุณภาพดั้งเดิมส่วน AOQ คือระดับคุณภาพถัวเฉลี่ยของงาน ณ ระดับคุณภาพ p ภายหลังจากผ่านการตรวจและแก้ไข (Rectify) กรณีที่เป็น Rejcted lot แล้ว

2. Grant, Opcit., p.407

3. Grant, Opcit., p.401

1.5 ABC-STD หรือ MIL-STD-105

ABC-STD เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพโดยยึดถือเอา AQL เป็นเกณฑ์การตัดสินใจหรือใช้ AQL เป็นตัวกำหนดแผน เช่นเดียวกับการใช้ LTPD และ AOQL เป็นตัวกำหนดแผนซึ่งศึกษามาแล้วในตอน 1.4 งานใดมีคุณภาพเท่ากับ AQL งานนั้นจะมีโอกาสผ่านการยอมรับ (Accept) สูงมาก โดยทั่วไปจะใช้ AQL = p'.95 หมายความว่างานใดที่มีคุณภาพเท่ากับ AQL = p จะมีโอกาสได้รับการยอมรับถึง 95% Pa (p') = .95 หรือ Producer risk = 1 - Pa (p') = .05 [1]

1.5.1 นิยามของ AQL

AQL มีความหมายในเชิงปฏิบัติหลายประการ แต่โดยทั่วไปนิยมใช้ในความหมายหนึ่งดังต่อไปนี้ [2]

1. AQL คือร้อยละของ Defective ที่สูงที่สุดที่ถือว่าพอจะยอมรับได้ว่าค่านี้คือดัชนีแสดงคุณภาพของสินค้า (นิยามโดย ASQC-STD A2-1957, ASQC-American Society for Quality Control)

2. AQL คือร้อยละของ Defective Item ใน lot ที่ถ้า lot ใดมี Defective Item ไม่เกินปริมาณ AQL แล้ว lot นั้นจะมีโอกาสผ่านการยอมรับถึง 95% (นิยามโดย JAN-STD-150 และ SRG, JAN = Joint Army Navy., SRG = Statistical Research Group of Columbia Univ.)

3. AQL คือค่าที่แสดงไว้ในรูปร้อยละของ Defective อันเป็นเครื่องแสดงปริมาณสินค้าที่หย่อนคุณภาพที่มีอยู่ใน lot (นิยามโดย MIL-STD-1058)

โดยปกติเรานิยมใช้นิยามของ ASQC-STD A2-1957

---

1. ABC STD = American-Britain-Canada-Standard
MIL = STD Military Standard
ABC-STD หรือ MIL-STD เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า AQL-System ขอให้สังเกตว่าจุดบนโค้ง OC ที่ใช้แสดงคุณภาพของงานมีอยู่ 3 จุดคือ (AOL,), (LTPD), และ Point of Control (หรือ Infifferent Quality) คือ p'.50 หรือ Pa(p') = .50 วิธีนี้เรียกว่า Philips-STD ซึ่งจะไม่กล่าวถึงกรณี LTPD-STD และ AOQL-STD ได้กล่าวถึงมาแล้วในตอน 1.4

2. Grant, Opcit., p.417

1.5.2 ลักษณะของตาราง ABC-STD (MIL-STD 105 D)

ตารางของแผนตรวจสอบคุณภาพโดยนัยแห่ง ABC-STD 2 ชนิดคือ ตารางแสดง Sample Size Code Letter กับ Master Table ทั้งสองชนิดนี้ต้องใช้ติดต่อกัน ดังนี้

1. ตารางแสดง Sample Size Code Letter ตารางนี้จะเสนออักษรระหัสที่ใช้แสดงขนาดของตัวอย่างไว้เป็น 3 สดมภ์ สดมภ์ที่ 1 แสดงขนาดของ lot โดยจัดขนาดของ lot ไว้เป็นช่วง ๆ 15 ช่วงคือ 2-8, 9-15, 16-25, 26-50, 51-90, 91-150, ..., 150,001-500,001 ขึ้นไป สดมภ์ที่ 2-5 (S-1, S-2, S-3, S-4,) แสดงระหัสอักษร สำหรับกรณี Special Inspection Level สดมภ์เหล่านี้ไม่ค่อยนิยมใช้เว้นแต่ในกรณีพิเศษที่ต้องการกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กและยอมให้มี Sampling Risk สูง สดมภ์ที่ 6-8 (I, II, III) แสดงระหัสอักษรสำหรับกรณี General Inspection Level โดยทั่วไปเรานิยมใช้สดมภ์ที่ 7 ระดับ II กล่าวคือถ้าต้องการผลลัพธ์ที่ไม่เคร่งครัดนักให้เลือกอักษรระดับ I (สดมภ์ 6) ถ้าต้องการผลลัพธ์ที่เคร่งครัดมากให้เลือกระหัสอักษรจากระดับ III (สดมภ์ 8) แต่ถ้าเป็นกรณีปกติธรรมดาให้เลือกใช้ระหัสระดับ II (สดมภ์ 7)

การใช้ตารางระหัสอักษรให้เลือกใช้แถวที่แสดง lot sixe ตรงกับ lot size ของเราแล้วไล่ไปในแนวนอนให้ตรงกับสดมภ์ที่ต้องการ โดยทั่วไปจะไล่ไปที่สดมภ์ 7 ระดับ II ซึ่งจะทำให้ทราบระหัสอักษรได้ตามต้องการ ระหัสอักษรประกอบด้วยอักษร A-R ยกเว้นอักษร I และ O รวม 16 อักษร อักษรแต่ละตัวจะแสดงขนาดของตัวอย่างและแผนตรวจสอบ (Sampling plan) โดยนำอักษรที่เลือกได้นี้ไปเปิดดูจากตาราง Master Table

1. Master Table

Master Table แบ่งออกเป็น 6 ตาราง (ไม่นับ MPS) คือ Master Table for Normal Inspection (NI) สำหรับ SSP และ DSP Master Table for Tightened Inspection (TII) สำหรับ SSP และ DSP และ Master Table for Reduced Inspection (RI) สำหรับ SSP และ DSP

Master Table แต่ละตารางจำแนกเป็น 28 สดมภ์สำหรับ SSP และ 30 สดมภ์สำหรับ DSP ที่ 1 และแสดงระหัสอักษรตั้งแต่ A ถึง R (เว้น I และ O) รวม 16 ตัว จัดเป็น 16 แถว (Row) สดมภ์ที่ 2 แสดงขนาดของตัวอย่าง (n) ของ item ที่จะต้องเลือกมาจาก lot ถ้าเป็น DSP สดมภ์ที่ 2 แสดงแหล่งของตัวอย่างสดมภ์ที่ 3 แสดงขนาดตัวอย่างชุดที่ 1 และ 2 สดมภ์ที่ 4 แสดงขนาดตัวอย่างสะสมสดมภ์ที่ 3-28 (สำหรับ SSP) หรือสดมภ์ที่ 5-30 (สำหรับ DSP) แสดง Acceptance Number (Ac) และ Rejection Number (Re)

ของแต่ละแผนที่สอดคล้องกับระหัสอักษรและขนาดตัวอย่าง โดยที่ Ac และ Re จะผันแปรไปตามระดับของ AQL ที่ระบุไว้หัวตาราง (แถวบนสุดของตาราง)

ค่า AQL จะเสนอไว้เป็นอัตราส่วนต่อร้อย (%) โดยเสนอไว้ในรูปของพหุคูณของ 1, 1.5, 2.5, 4 และ 6.5 ค่า AQL ที่ไม่เกิน 10% แสดงอัตราของ Defective คือ 100 Item ส่วนค่า AQL ที่เกิน AQL 10% คือ 15, 25, 40, 65, 100, 150, 400, 650, และ 1000 แสดงอัตราของ Defect ต่อ 100 Item[1] สำหรับกรณีของตารางที่ระบุทั้ง Ac และ Re นั้นก็เพื่อประโยชน์ในการย่นระยะเวลาและแรงงานในการตรวจสอบ (ดูตอน 1.5.6)

ดังนั้น การเลือกแผนตรวจสอบผู้ตรวจสอบจึงจำเป็นต้องตัดสินใจในขั้นต้นเสียก่อนว่าจะใช้ SSP หรือ DSP จะใช้ NI หรือ TII หรือ RI (แต่โดยปกตินิยมใช้ NI) จะใช้ระหัสอักษรใดเลือกตัวอย่าง (โดยทั่วไปใช้ General Inspection Level ระดับ II) และต้องกำหนดค่า AQL ไว้ด้วย

1.5.3 การเลือกใช้ NI, TII และ RI

โดยปกติเรานิยมใช้ NI เพราะ NI เป็นเกณฑ์การกำหนดแผนตามปกติคือกรณีที่ lot มีคุณภาพปานกลางหรือไม่แน่ใจในคุณภาพว่าดี-เลวเพียงใด แต่ถ้าทราบว่า lot มีคุณภาพต่ำให้เลือกใช้ TII เพราะ TII จะให้แผนตรวจสอบที่ง่ายต่อการปฏิเสธ ถ้าทราบว่า lot มีคุณภาพสูงให้ใช้ RI เพราะ RI จะใช้แผนตรวจสอบที่ว่าง่ายต่อการยอมรับ แต่อย่างไร

---

[1] Defective คือวัตถุ (ในที่นี้คือ Record) ที่ผิดพลาดหรือผิดข้อกำหนด Defect คือส่วนที่ผิดข้อกำหนดในรายการย่อยของ Item (ในที่นี้คือ field) ตัวอย่างเช่นบัตร 1 ใบ (1 Record) ใช้ 70 field ไม่ว่าจะตรวจพบข้อผิดพลาดที่แห่งใน Record ก็ตาม ถือว่า Record นั้นเป็น Defective Item แต่ถ้านับข้อผิดพลาดของทุก field ไว้ทั้งหมด ข้อผิดพลาดที่พบในรายการ field เรียกว่า Defect แสดงว่า Defect หลาย Defect รวมกันเข้าจะเป็น Defective ความสนใจของผู้ตรวจสอบจึงอาจสนใจที่ Defect หรือ Defective ก็ได้ดูตอน 1.5.7

ก็ตามในทางปฏิบัติเราไม่อาจทราบคุณภาพของงานได้ ดังนั้นในการเริ่มงานทุกครั้งจึงเริ่มด้วย NI ก่อนเสมอแล้วอาจเปลี่ยนไปใช้ TII หรือ RI ในภายหลังถ้ามีสถานการณ์ชี้ชัด

1.5.3.1 การสับเปลี่ยนระหว่าง NI และ TII ให้พิจารณาดังนี้

ก. เมื่อดำเนินการตรวจสอบด้วย NI แล้วพบว่าเมื่อตรวจสอบ lot ต่าง ๆ ตามลำดับไป (ติดต่อกันไป) 5 lot และมีอยู่ 2 lot ได้รับการปฏิเสธให้เปลี่ยนจาก NI เป็น TII

ข. เมื่อดำเนินการตรวจสอบด้วย TII ตามลำดับ ๆ ไปและพบว่าทุก ๆ lot ได้รับการยอมรับ ให้เปลี่ยนจาก TII เป็น NI

1.5.3.2 การเปลี่ยนจาก NI เป็น RI ให้ปฏิบัติดังนี้

ก. อย่างน้อย 10 lot ที่ตรวจสอบติดต่อกันมาเป็นสำคัญ ๆ มิได้รับการปฏิเสธเลยและ

ข. จำนวน Defective Item ในกลุ่มตัวอย่างที่พบในแต่ละ lot ที่ตรวจสอบติดต่อกันทั้ง 10 lot นั้นมีจำนวนไม่เกินค่าจำกัด (Limit Number for IR) ในตาราง w (ถ้าใช้ DSP จำนวน Defective Item ให้นับจากตัวอย่างทั้งสองชุด)

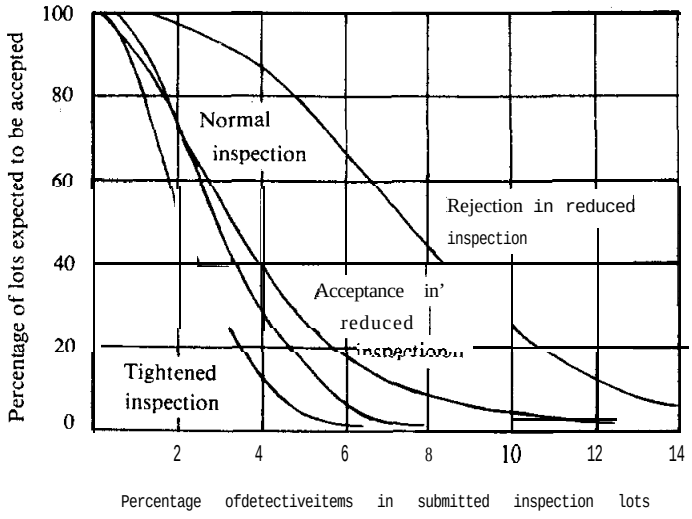
ถ้าพบเหตุการณ์เช่นนี้ในระหว่างด้วย NI ให้เปลี่ยนแปลง RI หนึ่งการใช้ RI มีข้อที่น่าสังเกตหลายประการในแง่ของประโยคที่พึงได้รับ กล่าวคือในบรรดาแผนการตรวจสอบ AQL เดียวกันกับ RI จะให้ขนาดตัวอย่างที่เล็กกว่า NI และ TII RI จึงดีในแง่ของการประหยัดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ[1] หรือลดค่าใช้จ่ายในด้านของผู้บริโภคและไม่ให้ผลดีแก่ผู้ผลิต และเหตุที่ RI เป็นแผนตรวจสอบที่ไม่เข้มงวดนักจึงจำเป็นต้องมีวิธีการที่ใช้ช่วยป้องกันหรือรักษาผลประโยชน์ให้แก่ผู้ผลิตไว้ด้วยโค้ง OC จึงมี 2 เส้นสำหรับแผน ขอให้

---

1. เช่น AQL=1.0% lot size= 1400 ดังนั้นระหัสอักษรคือ K ใช้ SSP จะพบว่า
   NI ให้แผนตรวจสอบเป็น n= 125, Ac = 3. Re= 4
   TII ให้แผนตรวจสอบเป็น n = 125, ac = 2, Re = 3
   RI ให้แผนตรวจสอบเป็น n = 130, Ac = 1, Re = 4

สังเกตว่า NI และ TII ให้ค่า Ac และ Re เป็นตัวเลขลำดับติดต่อกัน จึงมีโค้ง OC เพียงโค้งเดียว ส่วน RI ให้ค่า Ac และ Re เป็นตัวเลขลำดับที่ห่างกัน จึงมีโค้ง OC 2 โค้ง

พิจารณาภาพ



จะพบว่า RI ให้โค้ง OC เป็น 2 เส้น ARI แสดงความน่าจะเป็นที่จะยอมรับงาน RRI แสดงความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธงาน ค่าผลต่างระหว่าง Pa(p') ของโค้ง ARI และ RRI แสดงความน่าจะเป็นที่ lot จะได้รับการการยอมรับ ณ. ระดับคุณภาพ p' แต่ต้องเลิกใช้ RI ให้กลับมาใช้แผน NI แทน

ขอให้สังเกตว่าโค้ง OC ของ ARI มีลักษณะการจำแนกคุณภาพ (ป้องกัน β risk) ใกล้เคียงกับ NI

ดังนั้นในทางปฏิบัติเราจึงไม่ค่อยนิยมใช้ RI มากนักถ้างานมีคุณภาพดีมาก จนสามารถผ่านการตรวจสอบด้วย NI ไปได้ อีกทั้ง RRI แสดงให้เห็นว่า lot มีโอกาสได้รับการปฏิเสธน้อยกว่า NI อนึ่งพิจารณาโค้ง TI จะเห็นว่า TI ให้ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับ lot ค่อนข้างสูงทั้ง ๆ ที่ lot มีคุณภาพต่ำกว่า AOQ

ดังนั้น เราจึงควรกำหนดกติกาหรือเกณฑ์เพิ่มเติมให้แก่ TI ในลักษณะที่บีบคั้นนัก วิธีการก็คือการประมาณค่า Process Average เพื่อใช้เป็นเกณฑ์กำหนดคุณภาพการคำนวณหา Process Average ให้ดำเนินการเช่นเดียวกับวิธีใช้ใน LTPD-STD และ AOQL-STD ค่า Process Average จะช่วยกำหนดทิศทางของการกำหนดค่า AQL ได้ แต่ก็ไม่จำเป็นต้อง