บทที่ 6
การสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงคุณภาพ

การสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับผลิตภัณฑ์จะมีการตรวจสอบวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาใช้ในโรงงานซึ่งการตรวจสอบคุณภาพเพื่อรับสินค้านั้นทำได้3 วิธีคือ

1. ตรวจสอบทุกชิ้น (screening) เป็นการตรวจสอบสินค้าแบบ 100% เพื่อหาข้อบกพร่อง ซึ่งวิธีการนี้มีข้อจำกัดมากทั้งยังอาจได้ผลการตรวจสอบที่ไม่แม่นยำนัก อีกทั้งทำให้ค่าใช้จ่ายมากเกินไปสินค้าบางชนิดที่ตรวจสอบแล้วอาจใช้การไม่ได้เกิดความเบื่อหน่ายเมื่อยล้าในการตรวจสอบอาจหลีกเลี่ยงปัญหาต่างๆ ดังกล่าวโดยใช้เครื่องตรวจสอบแบบอัตโนมัติ

2. สุ่มตัวอย่างจากสินค้าแต่ละลอตเพื่อตรวจสอบคุณภาพของสินค้า (lot by lot inspection) ตัวอย่างที่สุ่มได้จากแต่ละลอตจะเป็นตัวแทนของลอต ซึ่งตัวอย่างที่สุ่มมาถ้าเกิดการตัดสินใจปฏิเสธตัวอย่างเหล่านั้นจะรวมถึงเราปฏิเสธสินค้าทั้งลอตนั้น ซึ่งความผิดพลาดอาจจะเกิดจากการสุ่มตัวอย่างจึงควรมีการกำหนดแผนการสุ่มตัวอย่าง

3. ตรวจสอบสินค้าจากกระบวนการผลิตโดยตรง (process inspection) การตรวจสอบจะเกิดขึ้นตามจุดต่างๆในกระบวนการผลิต ผู้ตรวจสอบจะถูกจำกัดเขตอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ที่จะต้องทำการตรวจสอบเพื่อมิให้ข้อบกพร่องต่างๆที่อาจจะเกิดขึ้นมีโอกาสเกิดขึ้นได้เพราะจะเข้าไปทำการแก้ไขทันทีแต่มีข้อจำกัดคือผู้ตรวจสอบไม่สามารถตรวจทุกเครื่องในเวลาเดียวกันได้ จึงมักพบข้อผิดพลาดหลังจากเกิดความเสียหายของงานแล้ว

วิธีการทั้งสามวิธีถ้านำข้อ 2 มาใช้ตรวจสอบคุณภาพของสินค้านั้น ทางโรงงานจะต้องมีแผนการสุ่มตัวอย่างโดยสามารถนำ acceptance sampling plan มาใช้เพื่อให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของสินค้าที่ตรวจรับไว้ โดยแผนการสุ่มตัวอย่างนี้อาจกำหนดขึ้นในแต่ละขั้นตอนได้ตั้งแต่การรับวัตถุดิบเข้าโรงงานในระหว่างกระบวนการผลิตจนกระทั่งเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ถ้าเกิดกรณีที่ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพของสินค้ามีสูงแต่ความเสียหายที่เกิดจากการยอมรับสินค้าที่เป็นของเสียมีไม่มาก เราอาจไม่มีการตรวจสอบสินค้าเลยเพื่อประะหยัดค่าใช้จ่าย แผนการสุ่มตัวอย่างแบ่งตามตัวเลขที่ศึกษาได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพ
2. แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ

แผนตัวอย่างเชิงคุณภาพต้องการขนาดตัวอย่างที่มากกว่า กรณีการตรวจสอบชิ้นส่วนของสินค้าที่มีราคาแพงหรือเกิดการทำลายหลังการตรวจสอบควรใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณเพราะการดำเนินการตรวจวัดค่าและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ สูง แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณมีขนาดตัวอย่างที่เล็ก

กว่าแต่ให้ข้อมูลข่าวสารที่มีคุณค่าต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณต้องฝึกอบรมพนักงานตรวจสอบอยู่เสมอและต้องเสียเวลาในการฝึกอบรมมาก

6.1 แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงคุณภาพ

เป็นแผนการสุ่มตัวอย่างที่มีการตรวจสอบแบบง่ายๆ โดยตรวจสอบคุณภาพของสินค้าเมื่อเทียบกับมาตรฐานว่าคุณภาพสินค้านั้นดีหรือเสีย ใช้การได้หรือใช้การไม่ได้ มีแผนให้เลือก 3 แผน คือ

ก. แผนตัวอย่างเดี่ยวเป็นการแบ่งสินค้าออกเป็นลอต แล้วสุ่มตัวอย่างสินค้าจากลอตมาตรวจสอบ เพื่อตัดสินใจว่าจะยอมรับลอตหรือไม่

ข. แผนตัวอย่างคู่ เป็นแผนที่กำหนดการสุ่มตัวอย่างสินค้าจากลอตสองครั้ง มีการเลื่อนการตัดสินใจยอมรับลอตหรือปฏิเสธลอต ในการสุ่มตัวอย่างครั้งที่สองได้

ค. แผนตัวอย่างหมู่ เป็นแผนที่กำหนดการสุ่มตัวอย่างสินค้าจากลอตมากกว่า 2 ครั้ง แต่ไม่เกินจำนวนที่กำหนดไว้ในแผน

ก. แผนตัวอย่างเดี่ยว (Single Sampling Plan)

การตัดสินใจในการยอมรับหรือปฏิเสธลอตได้จากการสุ่มตัวอย่างสินค้าจากลอตเพียงครั้งเดียวมาตรวจสอบ โดยจำนวนสินค้าทั้งหมดในลอต = N , n คือจำนวนสินค้าที่สุ่มมาจากลอตและ c คือจำนวนสินค้าที่มีข้อบกพร่องอย่างมากที่สุดที่ทำให้ตัดสินใจยอมรับคุณภาพของสินค้าในลอต

ตัวอย่างที่ 1 แผนตัวอย่างเดี่ยว มี N = 1,000 , n = 150, c = 2 และ $p' = 0.01$ จงอธิบายแผนตัวอย่างนี้

เฉลย ในแต่ละลอตมีสินค้าจำนวน 1,000 หน่วย มีของเสีย 1% สุ่มสินค้าจากแต่ละลอตจำนวน 150 หน่วย ตรวจสอบคุณภาพถ้าพบสินค้าที่มีข้อบกพร่องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 หน่วยจะยอมรับสินค้าลอตนั้น แต่ถ้าพบสินค้ามีข้อบกพร่องมากกว่า 2 หน่วยขึ้นไปจะปฏิเสธลอตนั้น

1. การคำนวณความน่าจะเป็น และ OC Curve

ในแต่ละลอตมีขนาดของลอต = N มีของเสียอยู่ $100\,p'$ % ได้ว่าลอตมีของเสียทั้งหมด Np' หน่วย มีของดีทั้งหมด $= N - Np'$ หน่วย สุ่มสินค้าจากลอตมา n ชิ้น และ X คือจำนวนของเสียที่ตรวจพบในตัวอย่าง ถ้า n โต และ p' มีค่าน้อย เราจะประมาณค่า X ด้วยการแจกแจงแบบปัวซอง คือ

$$P_a = P(X \le c) = \sum_{x=0}^{c} [e^{-np'}(np')^x]/x!$$ จะได้ว่า $P[X \le c]$ เป็นความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตใช้สัญลักษณ์ P_a ในการหาค่า P_a สามารถเปิดตาราง E ที่ค่า np' ที่คำนวณได้

ตัวอย่างที่ 2 แผนตัวอย่างมี n = 150 c = 2 N = 1,000 p' = 0.01 จงหาความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต

เริ่มที่ np' = 150(0.01) = 1.5 เปิดตาราง E ดูที่ c = 2

ได้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต = 0.809

นอกจากนี้เราสามารถหาค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตที่แผนตัวอย่างต่าง ๆ กัน และเปอร์เซนต์ของเสียต่าง ๆ กันได้

ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับสินค้าจากลอต (P_a)

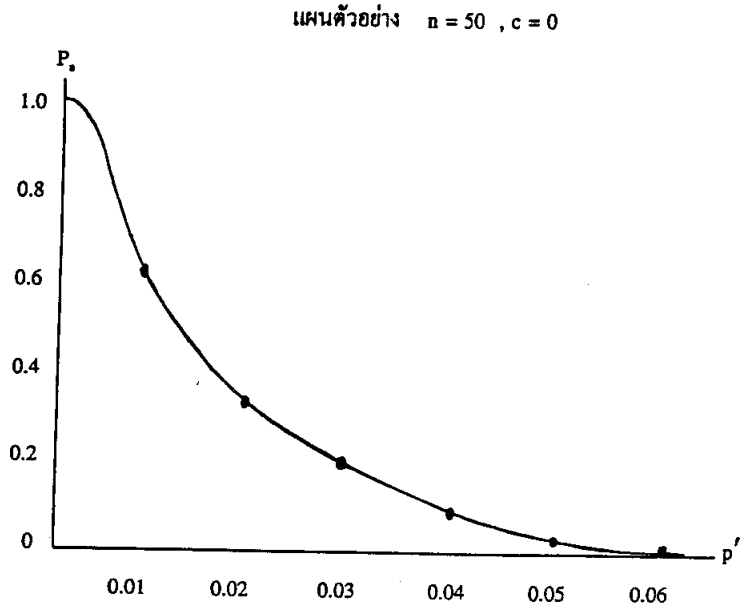
	n = 50			n = 100			c = 2	
p'	np'	c = 0	c = 1	np'	c = 1	c = 2	n = 50	n = 200
0.004	0.2	0.819	0.982	0.4	0.938	0.992	0.999	0.953
0.006	0.3	0.741	0.963	0.6	0.878	0.977	0.996	0.879
0.008	0.4	0.670	0.938	0.8	0.809	0.953	0.992	0.783
0.01	0.5	0.607	0.910	1.0	0.736	0.920	0.986	0.677
0.02	1.0	0.368	0.736	2.0	0.406	0.677	0.920	0.238
0.03	1.5	0.223	0.558	3.0	0.199	0.427	0.809	0.062
0.04	2.0	0.135	0.406	4.0	0.092	0.238	0.677	0.014
0.05	2.5	0.083	0.288	5.0	0.040	0.125	0.544	0.003
0.06	3.0	0.050	0.199	6.0	0.017	0.062	0.423	0.001
0.07	3.5	0.030	0.137	7.0	0.007	0.030	0.322	0
0.08	4.0	0.018	0.092	8.0	0.003	0.014	0.238	0
0.09	4.5	0.011	0.061	9.0	0.001	0.006	0.174	0
0.10	5.0	0.007	0.040	10.0	0	0.003	0.125	0

ถ้าแผนตัวอย่าง เป็นดังนี้ n = 50 c = 0 ความน่าจะเป็นของการยอมรับสินค้าจากลอตได้

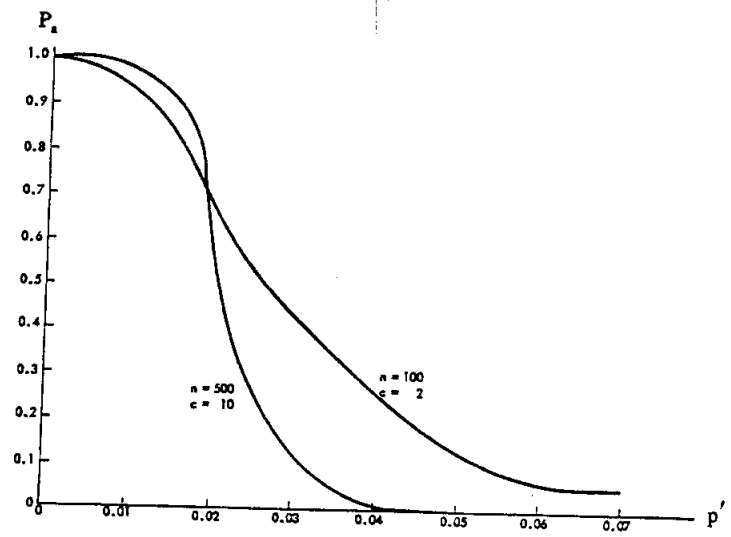
p'	0.004	0.009	0.01	0.02	0.08
np'	0.2	0.45	0.5	1	4
P_a	0.819	0.638	0.607	0.368	0.018

นำค่า p' ที่ค่าต่างๆ กัน และค่า P_a ที่ได้ ไปเขียนเส้นโค้ง OC (Operating Characteristic curve - OC curve) การสร้างเส้นโค้ง OC บนแกน X จะเป็นสัดส่วนของสินค้าในลอตที่มีข้อบกพร่อง หรือเปอร์เซนต์ของสินค้าในลอตที่มีข้อบกพร่อง และบนแกน Y จะเป็นความน่าจะเป็นในการยอมรับสินค้าในลอตต่างๆ

นำค่า P_a ที่ค่า p' ต่างๆ กัน จากตารางไปเขียนเส้นโค้ง OC



การเปรียบเทียบเส้นโค้ง OC เมื่อ n ไม่คงที่ และ c ไม่คงที่



จากรูปเมื่อขนาดของลอตโตขึ้น ก็จะสุ่มตัวอย่างจากลอตมากขึ้น และ c ก็จะเป็นอัตราส่วนของ n เมื่อขนาดตัวอย่างมีค่ามากขึ้น เส้นโค้ง OC ก็จะมีความชันมากขึ้น แผนการสุ่มตัวอย่าง ก็จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นในการแยกคุณภาพสินค้า ดี หรือเลว ออกจากกันได้ง่ายขึ้น ซึ่ง แผนตัวอย่างที่มีขนาดโตกว่า จะช่วยให้สามารถแยกลอตที่มีคุณภาพของสินค้า ที่แตกต่างกัน ออกจากกันได้ แต่ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม หรือดีที่สุดนั้น จะต้องคำนึงถึงว่า ถ้าเพิ่มขนาดตัวอย่างอีกเล็กน้อย จะคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายและเวลาที่เสียไปหรือไม่ และควรคำนึงถึง ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตว่ามีค่าเพิ่มขึ้นมากหรือน้อยเพียงใด เช่น ถ้าลอตมีของเสีย 1%

ถ้าใช้แผนตัวอย่าง n = 500 c =10 จะได้ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต = 98.6%

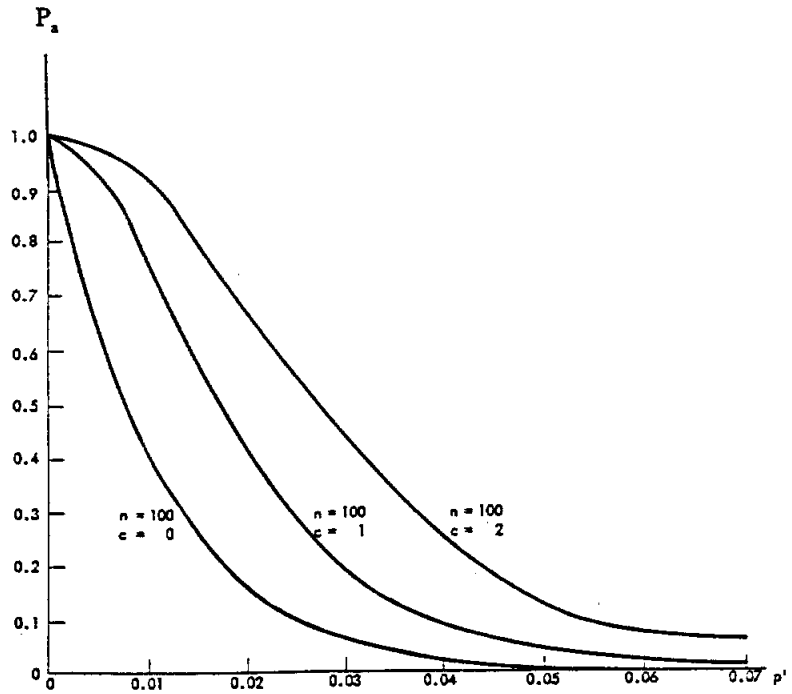
และแผนตัวอย่าง n = 100 c = 2 จะได้ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต = 92.0%

แต่ถ้าลอตมีของเสีย 5%

ใช้แผนตัวอย่าง n = 500 c = 10 จะมีโอกาสที่จะยอมรับลอต = 0.10%

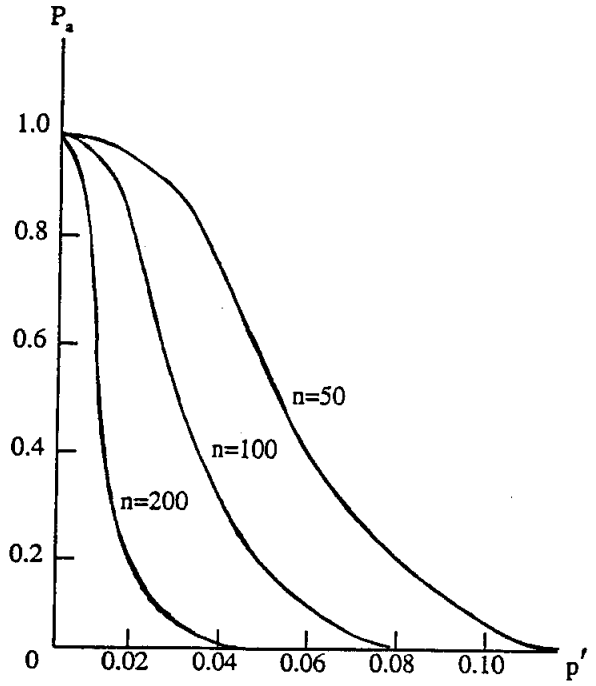
และแผนตัวอย่าง n = 100 c = 2 จะมีโอกาสที่จะยอมรับลอต = 12.5%

การเปรียบเทียบเส้นโคง OC เมื่อ n คงที่ แต่ c ไม่คงที่



จากรูป เส้นโค้ง OC ที่มี n = 100 c = 0, 1, 2 เมื่อ n คงที่ c ยิ่งมีค่าน้อยลง แผนตัวอย่างนั้นๆ จะเป็นแผนที่เคร่งมาก โดยเฉพาะแผนตัวอย่างที่มี c = 0 จะได้ว่า เส้นโค้ง OC ที่เปอร์เซนต์ของเสียเท่ากัน จะมีค่าต่างกันมาก ดังนั้น การกำหนดค่า c มากขึ้น จะเกิดโอกาสที่จะยอมรับลอตสูงขึ้น

การเปรียบเทียบเส้นโค้ง OC เมื่อ n ไม่คงที่ แต่ c คงที่



จากรูปเมื่อ c คงที่ n = 50, 100, 200 เส้นโค้ง OC ที่มี n โตขึ้น จะแยกความแตกต่างของลอตที่มีคุณภาพต่ำได้ดีกว่าที่มี n น้อย

จากเส้นโค้ง OC แผนการสุ่มตัวอย่างที่ได้ จะต้องเป็นข้อตกลงระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภคที่พิจารณาแล้วว่าเป็นแผนที่เหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์ทั้งสองฝ่าย และต้องเป็นแผนที่สามารถแยกคุณภาพของลอตที่แตกต่างกันได้ชัดเจน ซึ่งจากเส้นโค้ง OC มีค่าที่ควรจะทราบความหมาย คือ

(1) Point of Control ($p'_{0.5}$) หมายถึง คุณภาพของสินค้าที่นำมาตรวจสอบนั้น จะมีเปอร์เซนต์ในการยอมรับลอต เท่ากับ 50%

เช่น $p'_{0.95} = 0.01$ หมายความว่า ถ้าสินค้ามีข้อบกพร่อง 1% เมื่อนำมาตรวจสอบแล้ว มีโอกาสที่จะยอมรับลอตนั้น ถึง 95% ดังนั้น ถ้านำสินค้าที่มีคุณภาพที่ดีกว่ามาตรวจสอบ โอกาสที่จะยอมรับลอต ก็จะสูงกว่า 95% เช่นเดียวกัน ถ้านำสินค้าที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรวจสอบ ก็จะมีความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต ต่ำกว่า 0.95 ด้วย

(2) AQL (Acceptable Quality Level) หมายถึงระดับคุณภาพของสินค้าที่ควรจะยอมรับ ถ้าคุณภาพของสินค้าในลอตใดดีกว่า หรือเท่ากับ AQL สินค้าในลอตเหล่านั้นเมื่อทำการตรวจสอบแล้ว จะยอมรับทั้งหมด หรือความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตเหล่านั้นเท่ากับ 100% แต่การตรวจสอบสินค้านั้น ได้นำสินค้าบางส่วน จากแต่ละลอตมาตรวจ ในตัวอย่างสินค้าที่สุ่มมาตรวจ อาจจะพบสินค้าที่มีข้อบกพร่องปนจำนวนมาก ซึ่งอาจจะทำให้ผู้ตรวจคุณภาพปฏิเสธสินค้าลอตนั้น ทั้งๆ ที่ คุณภาพสินค้าในลอตนั้น ดีกว่าหรือเท่ากับ ระดับ AQL ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้น จึงเป็นความเสี่ยงของผู้ผลิต (Procedure's Risk หรือ α) หรือความเสี่ยงของผู้ขาย คือ ความน่าจะเป็นที่ผู้ซื้อปฏิเสธสินค้าที่มีคุณภาพ เท่ากับหรือดีกว่า AQ ผู้ขายจึงต้องการให้ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยที่สุด

AQL = ระดับคุณภาพที่ควรยอมรับ = p_1'

α = P[ปฏิเสธสินค้าที่คุณภาพระดับ AQL | ควรจะยอมรับสินค้าลอตนั้น]

(3) LTPD หรือ LTFD (Lot Tolerance Percent Defective or Lot Tolerance Fraction Defective) หมายถึง ระดับคุณภาพที่เลวที่สุด ที่จะยอมรับได้ในแต่ละลอต หรือ คุณภาพของสินค้าที่ผู้ซื้อทนยอมรับลอตนั้นๆ ในตัวอย่างสินค้าที่สุ่มมาตรวจ อาจจะพบสินค้า ที่มีข้อบกพร่องจำนวนน้อย ไม่ถึงระดับที่ตกลงกันไว้ ผู้ตรวจคุณภาพจึงยอมรับสินค้าลอตนั้น ทั้งๆ ที่คุณภาพของสินค้าในลอตนั้น เลวกว่าระดับที่กำหนด (LTFD) ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้น จึงเป็นความเสี่ยงของผู้บริโภค (Consumer's Risk หรือ β) คือความน่าจะเป็นที่ยอมรับลอตที่เลว ผู้ซื้อหรือผู้ตรวจรับสินค้า จึงย่อมอยากให้ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตที่มีคุณภาพระดับ LTFD ต่ำที่สุด

LTFD = ระดับของเสียที่จะมีได้ในลอต = p_2'

β = P[ยอมรับลอตที่ระดับ p_2' | ควรจะปฏิเสธสินค้าลอตนั้น]

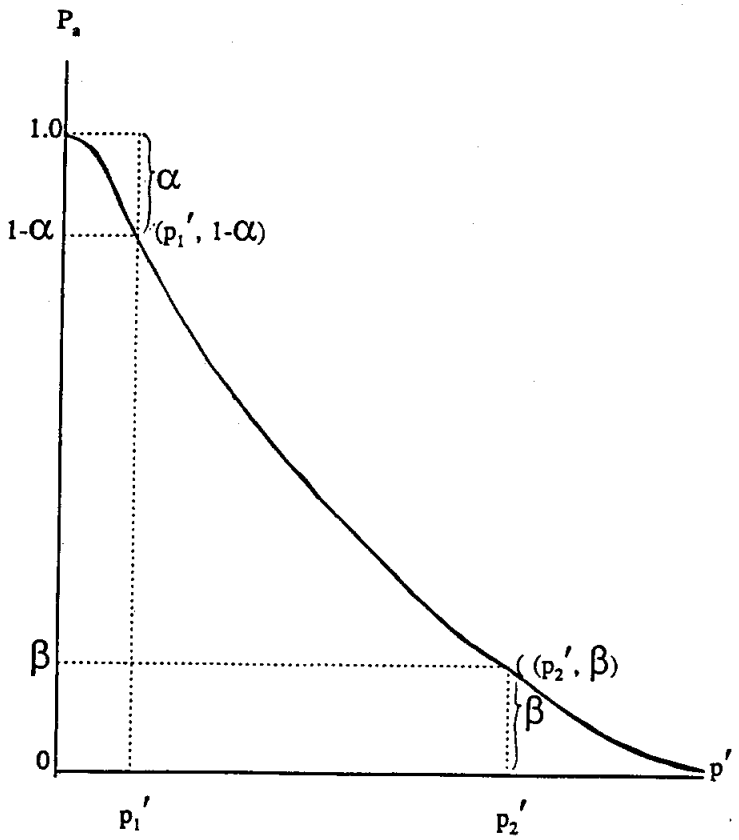
ระดับ p_1' และ p_2' แบ่งพื้นที่ใต้เส้นโค้ง OC ออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. สัดส่วนของเสียที่ระดับ p_1' หรือน้อยกว่า (ถือว่าเป็นลอตที่ดี) ซึ่งมีความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต ประมาณ 0.95 หรือมากกว่านั้น

2. สัดส่วนของเสียที่อยู่ระหว่าง p_1' และ p_2' (เป็นลอตปานกลาง) ซึ่งความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตไม่แน่นอน ถ้าช่วงนี้มีความกว้างมาก แสดงว่า ในการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าใช้

ขนาดตัวอย่างน้อย ซึ่งทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบน้อย แต่มีความเสี่ยงสูง ถ้าช่วงนี้แคบ แสดงว่า ตรวจสอบใช้ขนาดตัวอย่างโต แต่เสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสูง ซึ่งความเสี่ยงก็จะลดลง ช่วงนี้จึงต้องกำหนดให้เหมาะสม โดยอาศัยความรู้ทางสถิติ จึงจะลดค่าใช้จ่ายและความเสี่ยง

3. สัดส่วนของเสียที่ระดับ p_2' หรือมากกว่า (เป็นลอตที่เลว) มีความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต ประมาณ 0.10 หรือน้อยกว่านั้น



จากเส้นโค้ง OC ถ้าสินค้าในลอต มีคุณภาพที่ระดับ p_1' ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตนั้น จะเท่ากับ $1-\alpha$ แต่ถ้าสินค้าในลอตมีคุณภาพที่ระดับ p_2' ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตนั้น จะเท่ากับ β

2. การหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

ในการเลือกใช้แผนการสุ่มตัวอย่างใดจะต้องกำหนดค่า AQL , LTPD ,α , β ซึ่งจะต้องกำหนดโดยผู้ผลิตและผู้บริโภค การนับของเสียที่ได้จากตัวอย่างจะใช้หลักสถิติโดยที่จำนวนของเสียที่ได้จากตัวอย่างอาจจะไม่ตรงกับปริมาณของเสียในลอต แต่ในระยะยาวคาดว่าปริมาณที่ได้จะตรงกัน การหาแผนการสุ่มตัวอย่างก็คือการหาค่า n และ c เมื่อเขียนเส้นโค้งของแผนใด ๆ จะต้องผ่านจุด (p_1' , $1 - \alpha$) และ (p_2' , β) ซึ่งการคำนวนหาค่า n และ c จะประมาณด้วยการแจกแจงแบบปัวซอง นั่นคือ

ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตที่สินค้ามีคุณภาพระดับ p_1' จะเท่ากับ $1 - \alpha$

$$P_a(p_1') = [e^{-np_1'}(np_1')^x] / x! = 1 - \alpha$$

$$P_a(p_2') = [e^{-np_2'}(np_2')^x] / x! = \beta$$

วิธีการหาแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว มีดังนี้

1. คำนวณค่าสัดส่วน p_2' / p_1'

2. เริ่มกำหนดค่า c = 0 ที่คอลัมน์ดังกล่าวดูค่า$1- \alpha$ ว่าตรงกับตำแหน่งใดให้อ่านค่าทางซ้ายมือเป็น ค่า np_1' และที่คอลัมน์เดียวกันดูที่ค่า β ว่าอยู่ตำแหน่งใดอ่านค่าตรงกับตำแหน่งนั้นทางซ้ายมือจะเป็นค่า np_2' นำมาหาสัดส่วน np_2' / np_1' พิจารณาดูว่าค่าสัดส่วนที่ได้ใกล้เคียงกับค่าในข้อ (1) หรือไม่ ถ้าไม่ใกล้เคียงให้ดำเนินการต่อ

3.กำหนดค่า c = 1 ดำเนินการหาค่า np_1'และ np_2' เช่นเดียวกับข้อ 2 พิจารณาสัดส่วน np_2'/ np_1' ค่าใกล้เคียงกับข้อ 1 หรือยัง ถ้ายังให้กำหนดค่า c = 2 , 3 , 4 ,... กระทำเช่นนี้เรื่อย ๆ ไปจนกระทั่งได้ค่าสัดส่วนใกล้เคียงกับข้อ (1)

4. ค่า c ที่ได้นำไปหาค่า n โดยที่พิจารณาว่าจะตรึง α หรือตรึง β ถ้าตรึงα ค่า β จะมีใกล้เคียงกับค่าที่กำหนด โดยคำนวณหาค่า n ได้จาก $n = np_1'/p_1'$ และถ้าตรึง β ค่า α จะมีค่าใกล้เคียงกับที่กำหนด จะได้ $n = np_2'/p_2'$

5. เมื่อได้แผนตัวอย่างเปรียบเทียบกันหลายๆ แผน สามารถเลือกแผนที่เหมาะสมที่สุดได้โดยการหาค่า α และ β จากแผนต่างๆ เหล่านั้นซึ่งจะลือกแผนตัวอย่างที่ให้ α และ β ใกล้เคียงหรือเท่ากับค่าที่กำหนดไว้

ตัวอย่างที่ 3 จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยวที่มี $p_1' = 0.02$, $p_2' = 0.08$ $\alpha = 0.05$ และ $\beta = 0.10$

เฉลย $p_2'/p_1' = 0.08/0.02 = 4$

จากตารางปัวซอง c = 0 ได้ค่า $np_1' = 0.05$ $np_2' = 2.31$ ได้ $np_2'/np_1' = 46.2$

c = 1 ได้ค่า $np_1' = 0.35$ $np_2' = 3.89$ ได้ $np_2'/np_1' = 11.1$

c = 2 ได้ค่า $np_1' = 0.82$ $np_2' = 5.33$ ได้ $np_2'/np_1' = 6.5$

c = 3 ได้ค่า $np_1' = 1.36$ $np_2' = 6.68$ ได้ $np_2'/np_1' = 4.9$

c = 4 ได้ค่า $np_1' = 1.97$ $np_2' = 8$ ได้ $np_2'/np_1' = 4.06$

กรณี ตรึง $\alpha = 0.05$ แต่ β มีค่าใกล้เคียงกับ 0.10 ได้ค่า $n = np_1'/p_1' = 1.97/0.02 = 99$

แผนตัวอย่างเดี่ยว คือ n = 99 , c = 4

กรณี ตรึงค่า $\beta = 0.10$ แต่ α มีค่าใกล้เคียงกับ 0.05 $n = np_2'/p_2' = 8.0/0.08 = 100$

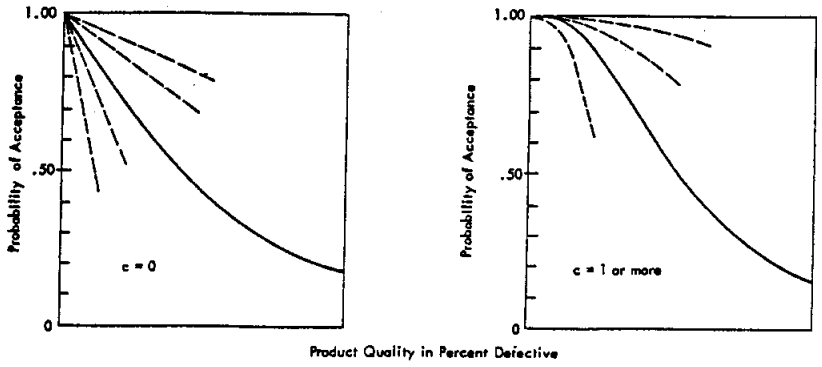
แผนตัวอย่างเดี่ยว คือ n = 100, c = 4

ดังนั้น แผนตัวอย่างที่เหมาะสม คือ n = 100, c = 4

3. แผนตัวอย่างลูกโซ่ (Dodge 's Chain Sampling Plan)

แผนตัวอย่างประเภทนี้เหมาะสำหรับสินค้าประเภทใช้การไม่ได้แล้วหลังจากทำการทดสอบ ดังนั้นการทดสอบคุณภาพของสินค้าต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงจึงควรสุ่มตัวอย่างขนาดเล็กอาจจะเป็น 4, 5, 6 หรือ 10 และค่า c จึงมักจะเท่ากับศูนย์ แผนตัวอย่างใดที่มี c = 0 จึงมีเส้นโค้ง OC ที่เว้ามากบริเวณใกล้ๆ จุดเริ่มต้น ความน่าจะเป็นในการยอมรับผลิตภัณฑ์จะลดลงอย่างมาก เมื่อคุณภาพของสินค้าด้อยลงเพียงเล็กน้อยซึ่งเส้นโค้ง OC ของแผนตัวอย่างที่มี c มากกว่าศูนย์ เส้นโค้ง OC จะโค้งนูนในช่วงที่สินค้ามีคุณภาพสูง ดังรูป

General Shape of Operating Characteristic Curves, Single-Sampling Plans



แผนตัวอย่างเดี่ยว ที่มีค่า c เท่ากับศูนย์ สามารถใช้แผนตัวอย่างลูกโซ่แทนได้ ซึ่งมีเกณฑ์ในการยอมรับลอต ดังนี้

(1) เมื่อสุ่มตัวอย่างมาจากลอตนั้นแล้ว ไม่พบสินค้ามีตำหนิเลย หรือ

(2) เมื่อสุ่มตัวอย่างมาจากลอตนั้นแล้ว พบสินค้ามีตำหนิ 1 หน่วย โดยที่ใน i ลอตก่อนหน้านี้ ไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลย โดย ผู้ส่งสินค้ามาตรวจและผู้ตรวจสินค้า จะเป็นผู้ที่กำหนดค่า i

(3) ในการสุ่มตัวอย่าง ถ้าพบสินค้ามีตำหนิมากกว่า 1 ชิ้น จะปฏิเสธสินค้าในลอตนั้นทันที

ตัวอย่างที่ 4 จงบอกหลักเกณฑ์ของแผนตัวอย่างลูกโซ่ ที่มี $n = 10$ $c = 0$, $i = 2$

เฉลย แผนตัวอย่างนี้แต่ละลอตจะสุ่มตัวอย่างขนาด $n = 10$ และสุ่มสินค้าจากตัวอย่างมาตรวจติดต่อกัน 2 ลอตไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลย หรือพบสินค้าที่มีตำหนิเพียง 1 ชิ้นเท่านั้นโดยก่อนหน้านี้ ตรวจมา 2 ลอตติดต่อกันไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลย

หลักเกณฑ์ในการนำแผนตัวอย่างลูกโซ่มาใช้ คือ

1 ลอตที่นำมาตรวจนั้นเป็นสินค้า 1 ลอตจากสินค้าหลายๆ ลอตที่ผลิตติดต่อกัน

2 คุณภาพของสินค้าในแต่ละลอตเหมือนกัน

3 ผู้ซื้อจะไม่มีเหตุผลใดๆ ที่จะสงสัยว่าคุณภาพของสินค้าที่ผลิตในลอตที่มีตำหนิ 1 หน่วยนี้ จะด้อยคุณภาพกว่า สินค้าในลอตอื่นๆ ที่ตรวจผ่านมาแล้ว

4 ผู้ซื้อต้องไว้ใจผู้ขายว่าจะไม่ฉวยโอกาสในขณะที่ลอตก่อนๆ ไม่พบตำหนิเลยจึงแซมลอตที่มีคุณภาพด้อยกว่าเข้ารับการตรวจ เพราะในจังหวะนี้ โอกาสที่จะยอมรับสินค้าลอตนั้นย่อมมาก

ข. แผนตัวอย่างคู่ (Double Sampling Plan)

แผนตัวอย่างคู่ เป็นแผนตัวอย่างที่มีการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละลอตอย่างน้อย 1 ครั้ง แต่ไม่เกิน 2 ครั้ง แผนตัวอย่างคู่จะมีค่า n_1, n_2, c_1 และ c_2 ข้อดีของแผนตัวอย่างคู่คือสามารถลดจำนวนสินค้าที่ต้องทำการตรวจสอบทั้งหมด ถ้ามีการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธลอตในตัวอย่างแรก โดยไม่ต้องสุ่มตัวอย่างที่สองเลย เพราะแผนตัวอย่างคู่จะมีขนาดตัวอย่างแรกน้อยกว่าแผนตัวอย่างเดี่ยว ในกรณีนี้จึงทำให้ลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการตรวจสอบสินค้าและสามารถที่จะเลื่อนการตัดสินใจไปหลังจากสุ่มตัวอย่างที่สองได้ทำให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพสินค้ามากขึ้น

1. ความหมายของแผนตัวอย่างคู่

แผนตัวอย่างคู่ ประกอบด้วย n_1, n_2, c_1 และ c_2 โดย $c_1 < c_2$ เมื่อ N คือขนาดของลอตสุ่มตัวอย่างแรก จำนวน n_1 หน่วย ตรวจสอบสินค้าพบของเสียจำนวนน้อยกว่าหรือเท่ากับ c_1 จะยอมรับลอตในตัวอย่างแรก และถ้าพบของเสียมากกว่า c_2 จะปฏิเสธลอตตั้งแต่ตัวอย่างแรกซึ่งถ้าตรวจพบของเสียมากกว่า c_1 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ c_2 จะสุ่มตัวอย่างที่สองอีก n_2 หน่วย รวมขนาดตัวอย่าง $n_1 + n_2$ หน่วยตรวจพบของเสียน้อยกว่าหรือเท่ากับ c_2 จะยอมรับลอตในตัวอย่างที่สองจะปฏิเสธลอตในตัวอย่างที่สองถ้าจากสองตัวอย่างรวมกัน แล้วพบของเสียจำนวนมากกว่า c_2

2. การคำนวณความน่าจะเป็น และเส้นโค้ง OC

ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต (P_a) จะประกอบด้วยความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตหลังจากการตรวจตัวอย่างแรก (P_{a1}) และความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต หลังจากการตรวจตัวอย่างที่สอง (P_{a2}) ให้ X_1 เป็นจำนวนของเสียในตัวอย่างแรก

X_2 เป็นจำนวนของเสียในตัวอย่างที่ 2

จะได้ $P_{a1} = P(X_1 \leq c_1 \mid n_1 p')$

$P_{a2} = P(c_1 < X_1 \leq c_2 \text{ และ } X_1 + X_2 \leq c_2 \mid n_1 p', n_2 p')$

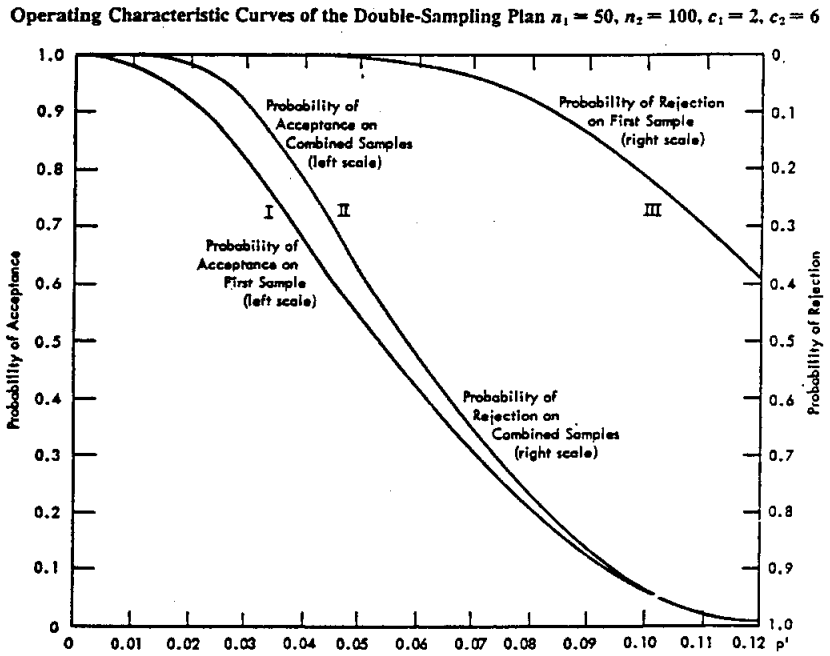
$P_a = P_{a1} + P_{a2}$ และ $P_r = P_{r1} + P_{r2}$

เมื่อ P_r = ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธลอต

P_{r1} = ความน่าจะเป็นของการปฏิเสธลอตจากตัวอย่างแรก

P_{r2} = ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธลอตจากตัวอย่างที่สอง

กรณีที่ค่า p' มีค่าเปลี่ยนแปลงไปต่างๆ กันก็สามารถหาค่าความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต ณ ค่า p' เหล่านั้นได้ จึงเขียนเส้นโค้ง OC แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้น ณ ค่า p' ต่างๆ กันได้ ดังรูป



เส้นโค้ง OC ในแผนตัวอย่างคู่เส้นโค้ง I จะแทนความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตในตัวอย่างแรกเมื่ออ่านสเกลทางด้านซ้ายมือ แต่เส้นโค้ง II จะเป็นความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตในทั้งสองตัวอย่างเมื่ออ่านสเกลทางด้านซ้ายมือและความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธลอตในทั้งสองตัวอย่างเมื่ออ่านสเกลทางด้านขวามือและเส้นโค้งIII จะหมายถึงความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธลอตในตัวอย่างแรกเมื่ออ่านสเกลทางขวามือ

3. ขนาดตัวอย่างเฉลี่ย (ASN)

เนื่องจากสินค้าที่นำมาตรวจสอบในแผนตัวอย่างคู่นั้นจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสินค้าถ้าเลวมากก็จะปฏิเสธลอตได้ตั้งแต่การสุ่มตัวอย่างแรก หรือถ้าคุณภาพของสินค้าที่นำมาตรวจดีมาก ก็จะ

ยอมรับลอตได้ในการสุ่มตัวอย่างแรกจำนวนสินค้าที่นำมาตรวจมากหรือน้อยจึงขึ้นอยู่กับคุณภาพของสินค้าในแต่ละลอตที่นำมาตรวจสอบ จึงสามารถหาขนาดตัวอย่างถัวเฉลี่ยได้ คือ

$$ASN = n_1P_1 + (n_1 + n_2)(1 - P_1)$$

เมื่อ P_1 คือความน่าจะเป็นในการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธลอตในตัวอย่างแรก

$1 - P_1$ คือความน่าจะเป็นในการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธลอตในตัวอย่างที่สอง

ตัวอย่างที่ 5 แผนตัวอย่างคู่มี $n_1 = 25$ $n_2 = 50$ $c_1 = 1$ $c_2 = 3$ มีเปอร์เซนต์ของเสียในลอต 4 % จงคำนวณหา 1. ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต

2. ความน่าจะเป็นที่จะสุ่มตัวอย่างที่สอง

3. ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธลอต

4. ASN

เฉลย (1) ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต $= P_a = P_{a1} + P_{a2}$

$P_{a1} = P[X \leq 1 \mid n_1 p' = 1] = 0.736$

$P_{a2} = P[X = 2 \mid n_1 p' = 1]\, P[X \leq 1 \mid n_2 p' = 2] + P[X = 3 \mid n_1 p' = 1]$

$P[X = 0 \mid n_2 p' = 2]$

$P_{a1} = (0.92 - 0.736)(0.406) + (0.981 - 0.92)(0.135)$

$P_{a2} = (0.184)(0.406) + (0.061)(0.135) = 0.083$

ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต $= 0.736 + 0.083 = 0.819$

(2) ความน่าจะเป็นที่จะสุ่มตัวอย่างที่ 2 $= P[X = 2 \mid n_1 p' = 1] + P[X = 3 \mid n_1 p' = 1]$

$= 0.184 + 0.061 = 0.245$

(3) ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธลอต $= P_r = P_{r1} + P_{r2}$

$P_{r1} = P[X > 3 \mid n_1 p' = 1] = 1 - P[X \leq 3 \mid n_1 p' = 1] = 1 - 0.981 = 0.019$

$P_{r2} = P[X = 2 \mid n_1 p' = 1]\, P[X \geq 2 \mid n_2 p' = 2] + P[X = 3 \mid n_1 p' = 1]$

$P[X \geq 1 \mid n_2 p' = 2] = (0.184)(0.594) + (0.061)(0.865) = 0.162$

(4)

ตัวอย่างที่	P_a	P_r	$P_a + P_r$
1	0.736	0.019	0.755
2	0.083	0.162	0.245

$ASN = n_1P_1 + (n_1 + n_2)(1 - P_1) = 25(0.755) + 75(0.245) = 37.25$

ค่า ASN = 38 หมายถึง ถ้านำแผนตัวอย่างคู่นี้มาใช้โดยคุณภาพของสินค้าที่นำมาตรวจมี $p' = 0.04$ แล้วขนาดตัวอย่างถัวเฉลี่ยที่ต้องตรวจสอบในแต่ละลอตจะเท่ากับ 38 ชิ้นจากสินค้าทั้งหมดในลอต

4. การหาแผนตัวอย่างคู่ที่เหมาะสม

ผู้ส่งสินค้าให้ตรวจและผู้ตรวจสินค้าจะต้องกำหนดค่า AQL , LTPD , α และ β ร่วมกันเพื่อดำเนินการหาแผนตัวอย่างคู่เริ่มที่หาอัตราส่วน p_2'/p_1' แล้วสมมติค่า c_1 และ c_2กรณีที่ใช้แผน$n_2 = n_1$ จะเริ่มที่ $c_1 = 0$, c_2 จะเริ่มที่ 1, 2, 3, ... และถ้ากำหนด $c_1 = 1$, c_2 จะต้องเริ่มที่ 2, 3, 4, ... แล้วหาค่า np' ที่สอดคล้องกับความน่าจะเป็นที่กำหนดให้ คำนวณค่าสัดส่วน np_2'/np_1' ให้ได้ค่าใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนที่หาไว้ กรณีที่เป็นแผน $n_2 = 2n_1$ จะได้ $n_1 + 2n_1 = 3n_1$ ค่า c_2 จะต้องกำหนดมากกว่าหรือเท่ากับ 3 เท่าของ c_1 คือถ้าให้ $c_1 = 0$, $c_2 = 1, 2, 3, ...$ และถ้า $c_1 = 1$, c_2 จะเป็น 3, 4, 5, ... หรือถ้า $c_1 = 2$, c_2 จะเป็น 6, 7, 8, ... การหาแผนตัวอย่างคู่จึงยุ่งยากกว่าจึงมีตารางสำหรับแผนตัวอย่างคู่ที่มีค่า $\alpha = 0.05$ และ $\beta = 0.10$ สำหรับแผน $n_2 = 2n_1$ และ $n_2 = n_1$ สำหรับ $n_2 = 2n_1$

แผนตัวอย่างที่	c_1	c_2	$P_a = 0.95$	$P_a = 0.10$	
			n_1p_1'	n_1p_2'	p_2'/p_1'
1	0	1	0.16	2.32	14.50
2	0	2	0.30	2.42	8.07
3	1	3	0.60	3.89	6.48
4	0	3	0.49	2.64	5.39
5	1	4	0.77	3.92	5.09
6	0	4	0.68	2.93	4.31
7	1	5	0.96	4.02	4.19
8	1	6	1.16	4.17	3.60
9	2	8	1.68	5.47	3.26
10	3	10	2.27	6.72	2.96
11	3	11	2.46	6.82	2.77
12	4	13	3.07	8.05	2.62

สำหรับ $n_2 = n_1$

แผนตัวอย่างที่	c_1	c_2	$P_a = 0.95$	$P_a = 0.10$	
			n_1p_1'	n_1p_2'	p_2'/p_1'
1	0	1	0.21	2.50	11.90
2	1	2	0.52	3.92	7.54
3	0	2	0.43	2.96	6.79
4	1	3	0.76	4.11	5.39
5	2	4	1.16	5.39	4.65
6	1	4	1.04	4.42	4.25
7	2	5	1.43	5.55	3.88
8	3	6	1.87	6.78	3.63
9	2	6	1.72	5.82	3.38
10	3	7	2.15	6.91	3.21
11	4	8	2.62	8.10	3.09
12	4	9	2.90	8.26	2.85

ตัวอย่างที่ 6 จงหาแผนตัวอย่างคู่ ที่กำหนด $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$, $p_1' = 0.01$, $p_2' = 0.05$ และ $n_2 = 2n_1$

คำตอบ $p_2'/p_1' = 0.05/0.01 = 5$

จากตาราง ค่า p_2'/p_1' ใกล้เคียงกับ 5 คือ $c_1 = 1$, $c_2 = 4$ และหาค่า n_1, n_2 ได้จาก

กรณี 1 ตรึง $\alpha = 0.05$ แต่ β ใกล้เคียง 0.10 ได้

$n_1 = n_1p_1'/p_1' = 0.77/0.01 = 77$ แต่ $n_2 = 2n_1 = 154$

$\therefore$ แผนตัวอย่างคู่ที่เหมาะสมคือ $n_1 = 77$, $n_2 = 154$, $c_1 = 1$, $c_2 = 4$

กรณี 2 ตรึง $\beta = 0.10$ แต่ α ใกล้เคียง 0.05 ได้

$n_1 = n_1p_2'/p_2' = 3.92/0.05 = 78$, $n_2 = 156$

$\therefore$ แผนตัวอย่างคู่ที่เหมาะสมคือ $n_1 = 78$, $n_2 = 156$, $c_1 = 1$, $c_2 = 4$

ค. แผนตัวอย่างหมู่ (Multiple Sampling Plan)

แผนตัวอย่างหมู่อาจมีการสุ่มตัวอย่าง 3, 4, 5, ..., k ครั้งคือจะสุ่มตัวอย่างมากกว่า 2 ครั้ง เราสามารถเลื่อนการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธลอดหลังจากตัวอย่างที่ 3 หรือมากกว่านั้นเพื่อให้เกิดความมั่นใจในผลของการตัดสินใจมากขึ้น

1. ความหมายของแผนตัวอย่างหมู่

ตัวอย่างที่ 7 แผนตัวอย่างหมู่นี้ สุ่มตัวอย่างครั้งละ 40 ชิ้น ดังนี้

ตัวอย่างที่	ขนาดตัวอย่าง	Ac	Re
1	40	*	2
2	40	*	2
3	40	0	2
4	40	0	3
5	40	1	3
6	40	2	4
7	40	4	5

จงบอกความหมายของแผนตัวอย่างหมู่นี้

เฉลย แผนตัวอย่างหมู่นี้ในตัวอย่างแรกสุ่มสินค้ามา 40 หน่วย ตรวจพบสินค้าที่มีตำหนิตั้งแต่ 2 หน่วยหรือมากกว่าจะปฏิเสธสินค้าลอตนั้น แต่จะไม่มีการยอมลอตในตัวอย่าง 1 และ 2 เลยไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น แต่ถ้าตรวจพบสินค้ามีตำหนิ 0 หน่วยหรือ1 หน่วยจะสุ่มสินค้าจากลอตอีก 40 หน่วยรวมสินค้า 80 หน่วยตรวจพบสินค้าที่มีตำหนิ 2 หน่วยหรือมากกว่าจะปฏิเสธสินค้าในลอตนั้นในตัวอย่างที่สอง แต่ถ้าพบสินค้ามีตำหนิ 0 หน่วย หรือ 1 หน่วย จะสุ่มสินค้าจากลอตอีก 40 หน่วยรวมสินค้าจากตัวอย่างทั้งหมด 120 หน่วยไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลยจะยอมรับลอตในตัวอย่างที่ 3 และถ้าพบสินค้าที่มีตำหนิ 2 หน่วยหรือมากกว่าจะปฏิเสธ แต่ถ้าพบสินค้าที่มีตำหนิ 1 หน่วย จะสุ่มตัวอย่างที่ 4 อีก 40 หน่วยกระทำเช่นนี้เรื่อยไปจนถึงตัวอย่างที่ 7

2. การคำนวณความน่าจะเป็น

ตัวอย่างที่ 8 จากโจทย์ในตัวอย่างที่ 7 เมื่อ $p' = 0.01$ จงคำนวณหา

(1) ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอตหลังตรวจสอบตัวอย่างที่ 3

(2) ความน่าจะเป็นของการปฏิเสธลอตในตัวอย่างที่ 2

(3) ความน่าจะเป็นของการสุ่มตัวอย่างที่ 4

(4) ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอตในตัวอย่างที่ 5

เฉลย จากตาราง E สามารถหาค่าความน่าจะเป็นที่ $np' = 40(0.01) = 0.4$ ดังนี้

x	0	1	2	3
$P(X \leq x)$	0.670	0.938	0.992	0.999
$P(X = x)$	0.670	0.268	0.054	0.007
$P(X \geq x)$	1.000	0.330	0.062	0.008

1. ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต หลังจากตรวจตัวอย่างที่ 3 ได้จาก คือ

S_1	S_2	S_3	ความน่าจะเป็น
0	0	0	$(0.67)^3 = 0.301$

2. ความน่าจะเป็นของการปฏิเสธในตัวอย่างที่ 2 ได้จาก

S_1	S_2	ความน่าจะเป็น
0	≥ 2	(.67) (.062) = 0.04154
1	≥ 1	(.268)(.330) = 0.08844

ความน่าจะเป็นของการปฏิเสธลอตใน S_2 = 0.12998 = 0.130

(3) ความน่าจะเป็นของการสุ่มตัวอย่างที่ 4

S_1	S_2	S_3	ความน่าจะเป็น
0	0	1	$(.67)^2(.268)(3) = 0.361$
0	1	0	
1	0	0	

ความน่าจะเป็นของการสุ่มตัวอย่างที่ 4 = 0.361

(4) ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอตในตัวอย่างที่ 5

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	ความน่าจะเป็น
0	0	1	0	0	$(.67)^4(.268)(3) = 0.162$
0	1	0	0	0	
1	0	0	0	0	

นั่นคือ ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอตในตัวอย่างที่ 5 = 0.162

3. ขนาดตัวอย่างถัวเฉลี่ย (ASN)

$$ASN = n_1P_1 + (n_1 + n_2)P_2 + \ldots + (n_1 + n_2 + n_3 + \ldots + n_k)P_k$$

เมื่อ P_1 = ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอตหรือปฏิเสธลอตในตัวอย่างที่ 1

P_2 = ความน่าจะเป็นที่ของการยอมรับลอตหรือปฏิเสธลอตในตัวอย่างที่ 2

:

P_k = ความน่าจะเป็นที่ของการยอมรับหรือปฏิเสธลอตในตัวอย่างที่ k

6.2 แผนตัวอย่างแบบกรมทหาร (Acceptance Sampling Plan Military Standard 105 D)

การใช้แผนตัวอย่างมาตรฐานนี้แตกต่างจากแผนตัวอย่างอื่น คือมีระดับคุณภาพที่ควรยอมรับ (AQL) กำหนดแน่ชัดลงไปว่าเป็นคุณสมบัติอะไรของผลิตภัณฑ์โดยปกติจะกำหนดค่าตั้งแต่ 0.10 % ถึง 10.0 % กำหนดแผนการสุ่มตัวอย่าง ระดับการตรวจสอบและลักษณะของความเข้มงวดการตรวจสอบ

ขั้นตอนในการใช้แผนตัวอย่างแบบกรมทหาร คือ

1. กำหนดค่า AQL
2. กำหนดระดับการตรวจสอบที่จะใช้
3. ดูขนาดของลอต ค้นหาอักษรที่ต้องการจากตาราง
4. ประเภทของแผนตัวอย่างที่จะใช้
5. กำหนดความเข้มงวดของการตรวจสอบ
6. จากตารางจะได้แผนตัวอย่างตามอักษรในข้อ 3 ตามต้องการ

ระดับการตรวจสอบ

ระดับการตรวจสอบและขนาดของลอต จะมีความสัมพันธ์กับขนาดของตัวอย่างที่จะสุ่มแบ่งได้ 2 ระดับ คือ

1. ระดับตรวจสอบพิเศษ มี 4 ระดับย่อย คือ S-1, S-2, S-3 และ S-4 ระดับการตรวจสอบพิเศษ ใช้กระบวนการผลิตที่กระบวนการอยู่ในความควบคุมที่ระดับสม่ำเสมอ มีความเชื่อถือได้ของผลิตภัณฑ์ และจะนำมาใช้เมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างเล็กจะเรียงขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดไปหามากที่สุด ของ S-1 จนถึง S-4

2. ระดับตรวจสอบทั่วไป จะมี 3 ระดับย่อย คือ I, II และ III ระดับการตรวจสอบ III จะแยกคุณภาพของสินค้าดีเลวออกจากกันได้เป็นอย่างดี ถ้าการตรวจสอบที่ระดับ I จะแยกคุณภาพของสินค้าดีเลวได้ดีน้อยกว่าการตรวจสอบที่ระดับ II

การตรวจสอบสินค้าที่ระดับใดจึงจะเหมาะสมผู้บริหารจะเป็นผู้ตัดสินใจซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของสินค้า เช่น สินค้าที่มีราคาถูกหรือสินค้าที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเกิดอันตรายต่อผู้ใช้จะตรวจสอบที่ระดับต่ำ แต่ถ้าเป็นสินค้าประเภทใช้การไม่ได้หลังการตรวจสอบจะตรวจสอบที่ระดับพิเศษ

แผนตัวอย่าง

เป็นการกำหนดขนาดตัวอย่างที่จะสุ่มสินค้าจากแต่ละลอตว่าจะสุ่มครั้งเดียวหรือหลายครั้งและกำหนดจำนวนของเสียที่จะเกิดการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธลอต มี 3 แผนคือ

1. แผนตัวอย่างเดี่ยว เป็นแผนซึ่งกำหนดการสุ่มตัวอย่างจากลอตเพียงครั้งเดียวก็จะตัดสินใจยอมรับลอตหรือปฏิเสธลอต เมื่อพบของเสียจำนวนหนึ่งแผนตัวอย่างประเภทนี้จะกำหนดขนาดตัวอย่างไว้สูง
2. แผนตัวอย่างคู่ เป็นแผนซึ่งกำหนดการสุ่มตัวอย่างจากลอตอย่างมากที่สุดเพียงสองครั้ง
3. แผนตัวอย่างหมู่ เป็นแผนซึ่งกำหนดการสุ่มตัวอย่างจากลอตมากกว่า 2 ครั้งและโดยทั่วไปการสุ่มแต่ละครั้งจะกำหนดขนาดตัวอย่างไว้เท่ากัน

ลักษณะความเข้มงวดของการตรวจสอบ

1. แบบเข้มงวดมาก (Tightened Inspection) การตรวจสอบแบบนี้จะใช้ขนาดตัวอย่างสูงกว่าแบบอื่นๆ มีการกำหนดระดับคุณภาพที่ควรจะยอมรับไว้แน่นอนเพื่อเกิดความมั่นใจในการตัดสินใจมากขึ้น

2. แบบเข้มงวดปานกลาง (Normal Inspection) การตรวจสอบแบบนี้จะกำหนดขนาดตัวอย่างไว้น้อยกว่าหรือเท่ากับแบบเข้มงวดมาก

3. แบบเข้มงวดน้อย (Reduced Inspection) มีการกำหนดขนาดตัวอย่างไว้น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับแบบอื่นๆ เพราะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นที่เชื่อถือของลูกค้า

หลักเกณฑ์ในการตรวจสอบสินค้าด้วยความเข้มงวดแบบต่างๆ

การเริ่มการตรวจสอบจะใช้แบบเข้มงวดปานกลางก่อนจึงจะมีการเปลี่ยนแปลงการตรวจสอบ ดังนี้

1. เปลี่ยนการตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลางเป็นแบบเข้มงวดมาก จะตรวจแบบเข้มงวดปานกลางติดต่อกัน 5 ลอต ถูกปฏิเสธ 2 ลอต

2. เปลี่ยนการตรวจสอบแบบเข้มงวดมากเป็นแบบเข้มงวดปานกลาง เมื่อตรวจแบบเข้มงวดมาก 5 ลอตติดต่อกัน แล้วยอมรับทั้งหมด

3. เปลี่ยนการตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลางเป็นแบบเข้มงวดน้อย เมื่อ

ก) ตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลางแล้วให้ยอมรับลอตติดต่อกัน 10 ลอต และ

ข) ผลรวมของจำนวนข้อบกพร่องจากตัวอย่างต่างๆทั้ง 10 ลอตจะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนที่กำหนดไว้ และ

ค) กระบวนการผลิต รักษาระดับคุณภาพของสินค้าได้อย่างสม่ำเสมอ และ

ง) ผู้บริหารเห็นควรให้เปลี่ยนเป็นแบบเข้มงวดน้อย

4. เปลี่ยนการตรวจสอบแบบเข้มงวดน้อยเป็นแบบเข้มงวดปานกลาง เมื่อ

ก) ลอตใดลอตหนึ่งถูกปฏิเสธ หรือ

ข) ตรวจสอบแบบเข้มงวดน้อย มีจำนวนข้อบกพร่องมากกว่าจำนวนที่ยอมรับแต่น้อยกว่าจำนวนที่ปฏิเสธ ลอตที่ตรวจสอบเราจะยอมรับแต่ลอตต่อไปต้องเปลี่ยนเป็นแบบเข้มงวดปานกลาง หรือ

ค) กระบวนการผลิตเริ่มผิดปกติ หรือ

ง) ผู้บริหารให้เปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบเข้มงวดปานกลาง

ตัวอย่างที่ 9 ผู้ผลิตต้องการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าจัดเป็นลอต ๆ ละ 5,000 ชิ้น โดยใช้แผนตัวอย่างเดี่ยวแบบกรมทหาร ตรวจสอบที่ระดับ I มี AQL = 1.5 % ลอตมีของเสีย 5 % จงหา

1) แผนการสุ่มตัวอย่างเมื่อตรวจสอบแบบเข้มงวดทั้งสามแบบ

2) ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตเมื่อตรวจสอบแบบเข้มงวดน้อย

3) ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตเมื่อตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลาง

4) ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธลอต

เฉลย (1) ขนาดของลอต 5,000 ชิ้น ตรวจสอบระดับ I จากตาราง 6.1 ได้อักษร J

แผนตัวอย่างเดี่ยวมี AQL = 1.5 % ที่ความเข้มงวดต่าง ๆ กันจากตาราง 6.2 - 6.4 คือ

	n	Ac	Re
เข้มงวดน้อย	32	1	4
เข้มงวดปานกลาง	80	3	4
เข้มงวดมาก	80	2	3

(2) ตรวจสอบที่แบบความเข้มงวดน้อย

ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต $= P[X \leq 1 \mid np' = 1.6] = 0.525$

(3) ลอตที่ตรวจสอบอยู่นี้ตรวจสอบแบบเข้มงวดน้อยแต่ลอตต่อไปเปลี่ยนเป็นแบบเข้มงวดปานกลาง ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอตแต่เปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบเข้มงวดปานกลาง $= P[1 < X < 4 \mid np' = 1.6] = P[X \leq 3 \mid np' = 1.6] - P[X \leq 1 \mid np' = 1.6]$

$= 0.921 - 0.525 = 0.396$

(4) ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธลอต $= P[X \geq 4 \mid np' = 1.6]$

$= 1 - P[X \leq 3 \mid np' = 1.6] = 1 - 0.921 = 0.079$

ตารางที่ 6.1

Lot or Batch Size	Special Inspection Levels				General Inspection Levels		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 to 8	A	A	A	A	A	A	B
9 to 15	A	A	A	A	A	B	C
16 to 25	A	A	B	B	B	C	D
26 to 50	A	B	B	C	C	D	E
51 to 90	B	B	C	C	C	E	F
91 to 150	B	B	C	D	D	F	G
151 to 280	B	C	D	E	E	G	H
281 to 500	B	C	D	E	F	H	J
501 to 1,200	C	C	E	F	G	J	K
1,201 to 3,200	C	D	E	G	H	K	L
3,201 to 10,000	C	D	F	G	J	L	M
10,001 to 35,000	C	D	F	H	K	M	N
35,001 to 150,000	D	E	G	J	L	N	P
150,001 to 500,000	D	E	G	J	M	P	Q
500,001 and over	D	E	H	K	N	Q	R

TABLE 6.2

Master Table for Normal Inspection – Single Sampling (Mil. Std. 105D, Table II-A)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																																					
		0.010		0.015		0.025		0.040		0.065		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		10		15		25		40		65		100		150		250		400		650		1000	
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A	2	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		0	1	⇩		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	30	31
B	3																															⇩		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	30	31	44	45
C	5																																																			
D	8																																																		
E	13																																																		
F	20																																																		
G	32																																																		
H	50																																																		
J	80																																																		
K	125																																																		
L	200																																																		
M	315																																																		
N	500																																																		
P	800																																																		
Q	1250																																																		
R	2000																																																		

⇩ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals, or exceeds, lot or batch size, do 100 percent inspection.

⇧ = Use first sampling plan above arrow.

Ac = Acceptance number.

Re = Rejection number.

TABLE 6.3

Master Table for Tightened Inspection – Single Sampling (Mil. Std. 105D, Table II-B)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (tightened inspection)																									
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	27 28
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	27 28	41 42
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	27 28	41 42	↑
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	27 28	41 42	↑	↑
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	27 28	41 42	↑	↑	↑
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
M	315	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
N	500	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
P	800	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Q	1250	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
H	2000	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
S	3150			1 2																							

↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.
↑ = Use first sampling plan above arrow.

Ac = Acceptance number.
Re = Rejection number.

TABLE 6.4

Master Table for Reduced Inspection—Single Sampling (Mil. Std. 105D, Table II-C)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (reduced inspection)†																									
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31
B	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	2 4	3 5	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31
C	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	14 17	21 24	↑
D	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	14 17	21 24	↑	↑
E	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	14 17	21 24	↑	↑	↑
F	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑
G	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
H	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
J	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
K	50	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
L	80	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
M	125	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
N	200	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
P	315	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Q	500	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
R	800	↑	↑	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.
↑ = Use first sampling plan above arrow.
Ac = Acceptance number.
Re = Rejection number.
† = If the acceptance number has been exceeded, but the rejection number has not been reached, accept the lot, but reinstate normal inspection (see 10.1.4).

TABLE 6.5

Master Table for Normal Inspection – Double Sampling (Mil. Std. 105D, Table III-A)

Sample size code letter	Sample	Sample size	Cumulative sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																									
				0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↓	↓	*	*	*	*	*	*	*	*	*
B	First	2	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	17 22	25 31
	Second	2	4																	1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27	37 38	56 57
C	First	3	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	17 22	25 31	↑
	Second	3	6																1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27	37 38	56 57	
D	First	5	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	17 22	25 31	↑	↑
	Second	5	10															1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27	37 38	56 57		
E	First	8	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	17 22	25 31	↑	↑	↑
	Second	8	16														1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27	37 38	56 57			
F	First	13	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	13	26													1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27						
G	First	20	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	20	40												1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27							
H	First	32	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	32	64											1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27								
J	First	50	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	50	100										1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27									
K	First	80	80	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	80	160									1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27										
L	First	125	125	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	125	250								1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27											
M	First	200	200	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	200	400							1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27												
N	First	315	315	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	315	630						1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27													
P	First	500	500	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	500	1000					1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27														
Q	First	800	800	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	800	1600				1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27															
R	First	1250	1250	↑	↑	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	1250	2500			1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27																

⇩ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.

⇧ = Use first sampling plan above arrow.

Re = Rejection number

* = Use corresponding single sampling plan (or alternatively, use double sampling plan below, where available).

TABLE 6.6.

Master Table for Tightened Inspection – Double Sampling (Mil. Std. 105D, Table VII-B)

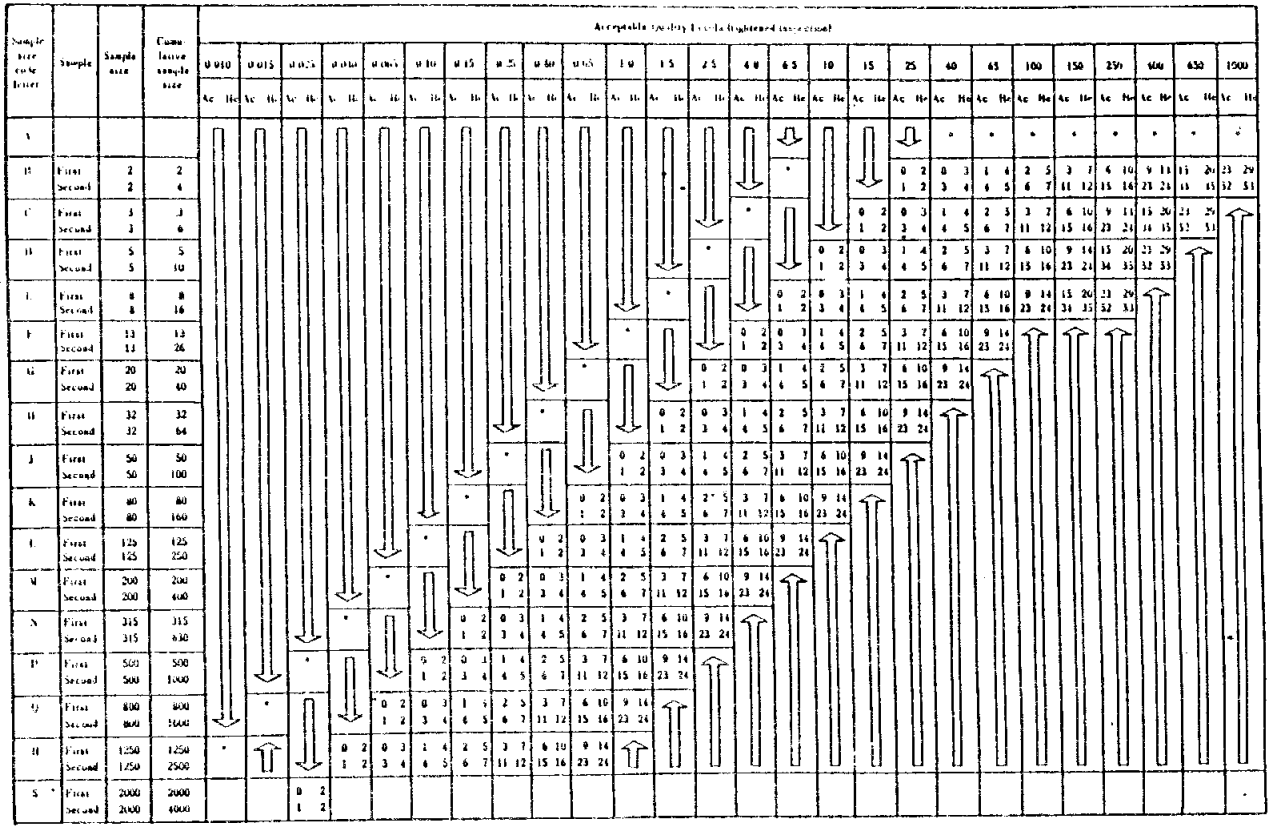
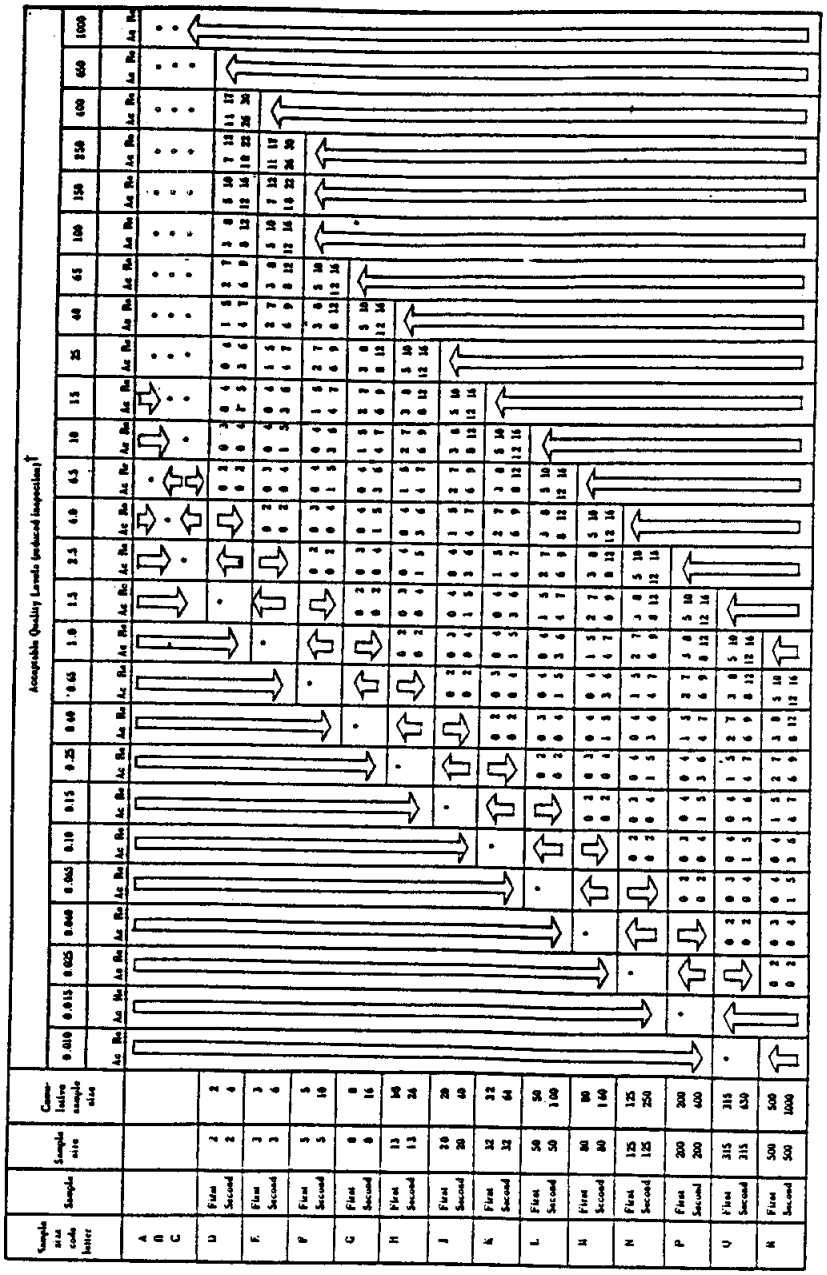


TABLE 6.7 Double sampling plans for reduced inspection (Master table)



= Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.
= Use first sampling plan above arrow.
Ac = Acceptance number.
Re = Rejection number.
* = Use corresponding single sampling plan (or alternatively, use double sampling plan below, where available.)
† = If, after the second sample, the acceptance number has been exceeded, but the rejection number has not been reached, accept the lot, but reinstate normal inspection (see 10.14).

TABLE 6.8

Master Table for Normal Inspection – Multiple Sampling (Mil. Std. 105D, Table IV-A)

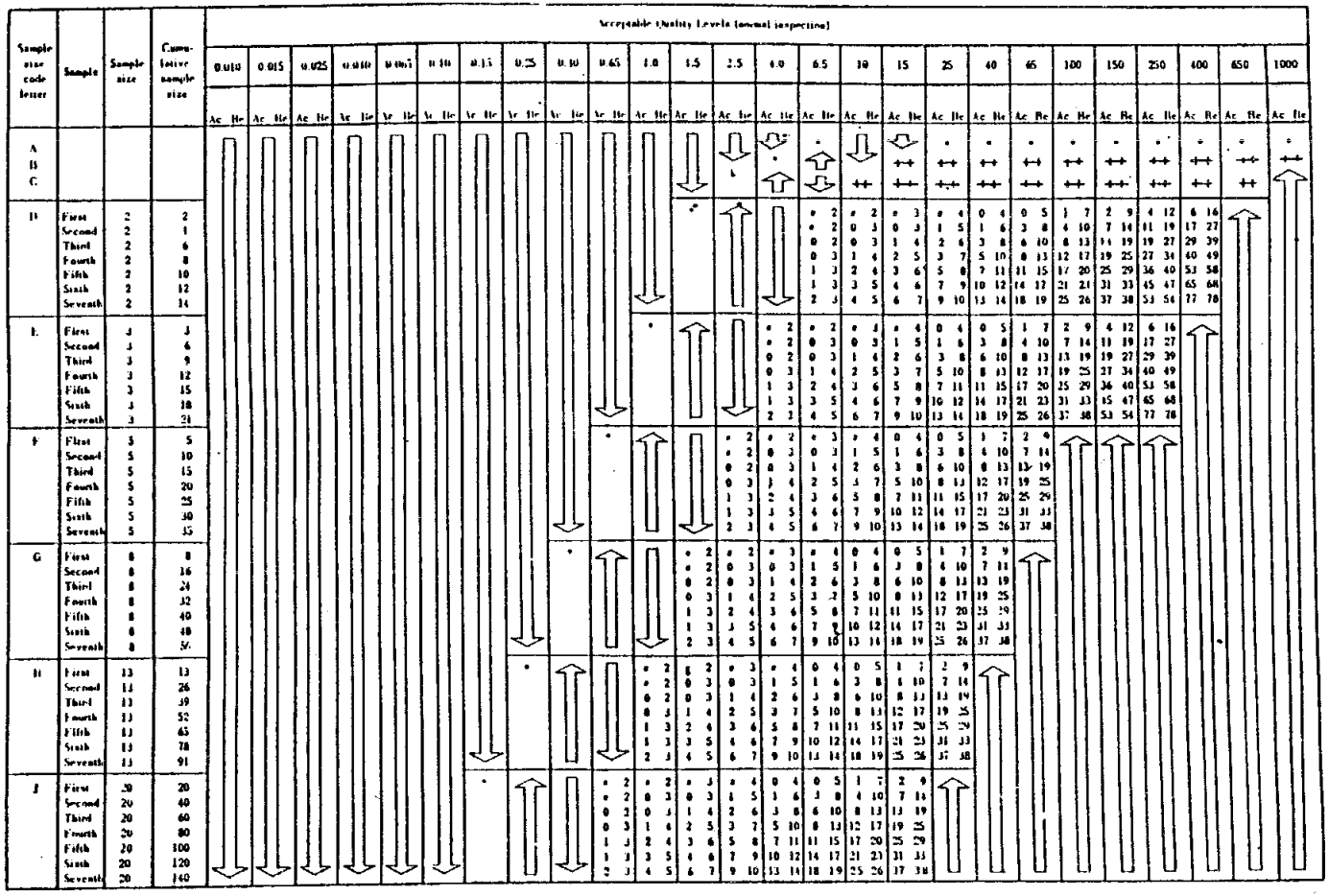


TABLE 6.9 –*Continued*

Master Table for Normal Inspection – Multiple Sampling (Mil. Std. 105D, Table IV-A, Continued)

TABLE 6.10

Master Table for Tightened Inspection – Multiple Sampling (Mil. Std. 105D, Table IV-B)

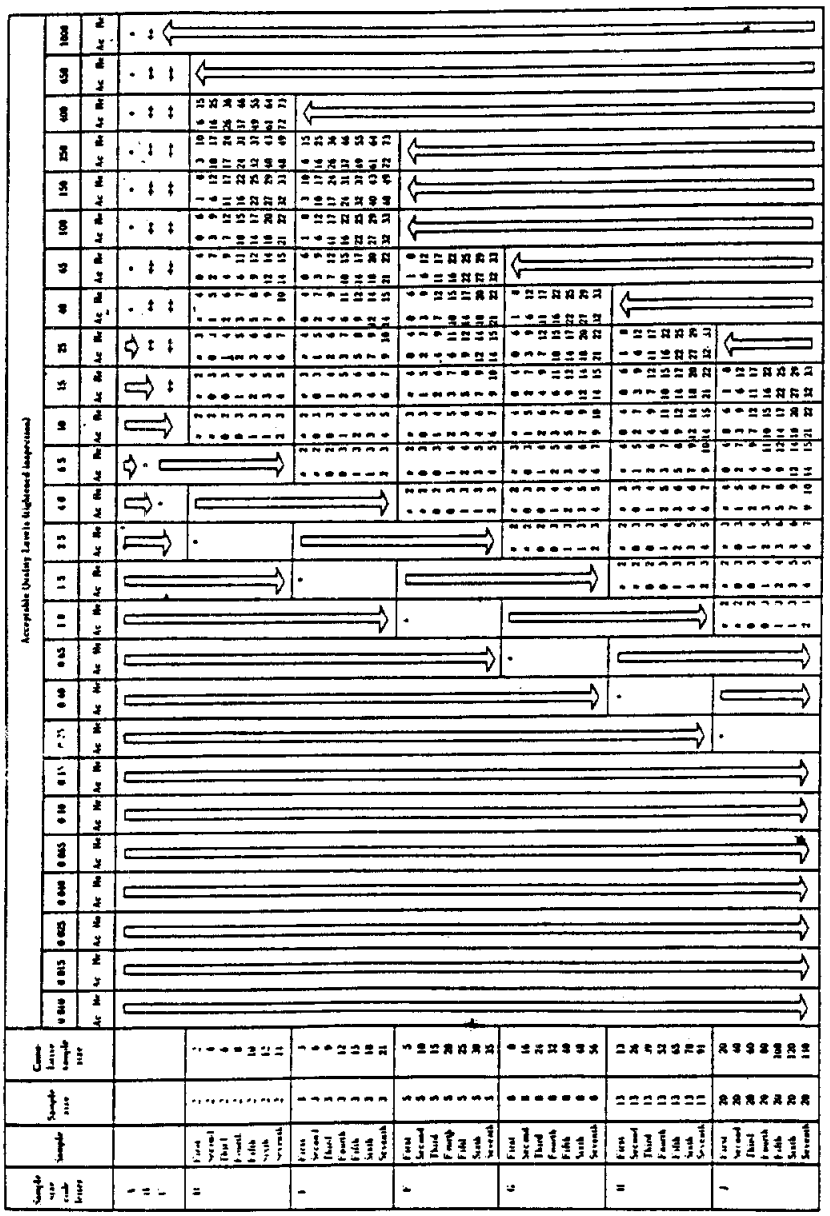
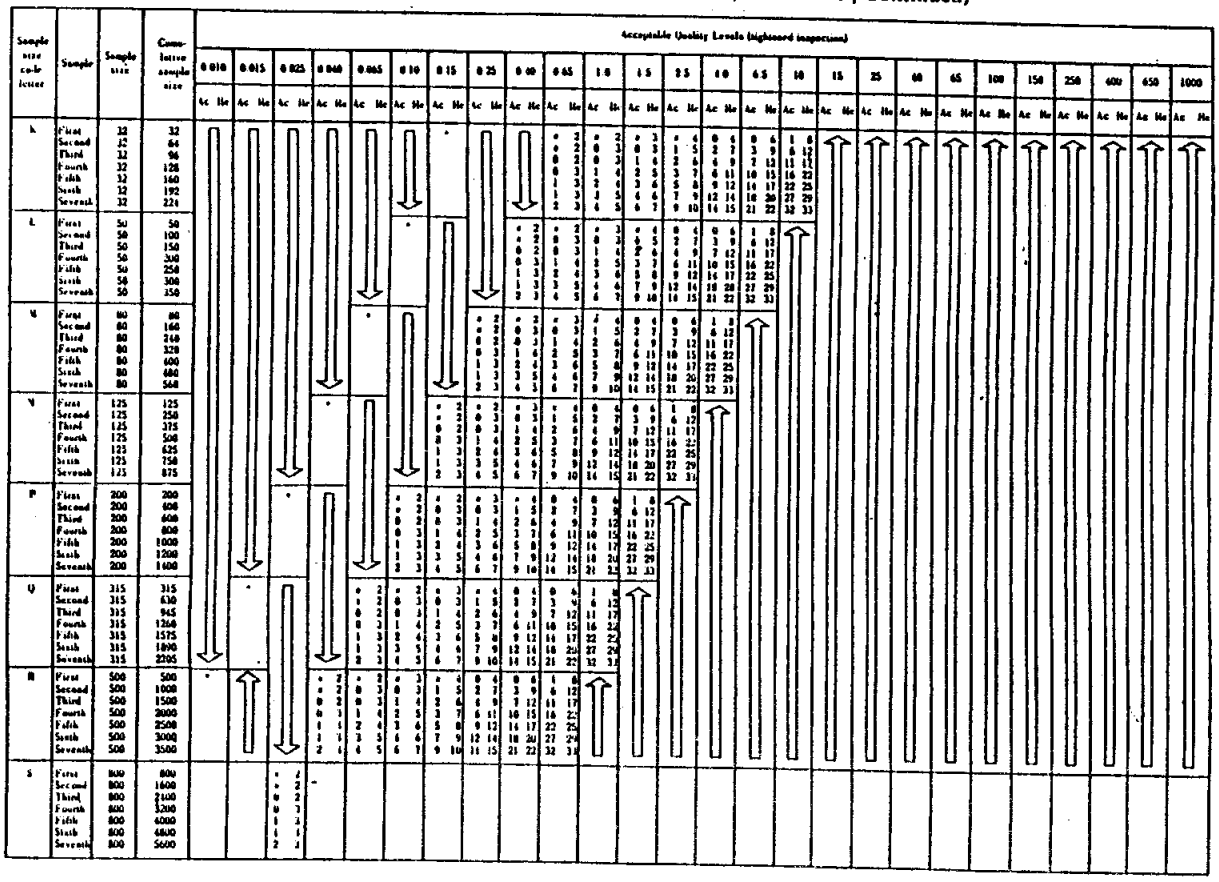


TABLE 6.11 — *Continued*

Master Table for Tightened Inspection — Multiple Sampling (Mil. Std. 105D, Table IV-B, Continued)



⇩ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.
⇧ = Use first sampling plan above arrow. (Refer to preceding page, when necessary).
Ac = Acceptance number.
Re = Rejection number.
* = Use corresponding single sampling plan (or alternatively, use multiple sampling plan below, where available).
↑ = Acceptance not permitted at this sample size.

6.3 การตรวจสอบเพื่อปรับปรุงคุณภาพ (Rectifying Inspection)

ในการตรวจสอบสินค้าเพื่อปรับปรุงคุณภาพจะสุ่มสินค้าจากลอตมาตรวจสอบ ลอตใดที่ได้รับการยอมรับตรวจพบของเสียจะทำการคัดออกแล้วแทนที่ของดีเท่ากับจำนวนที่ตรวจพบในตัวอย่าง แต่ถ้าลอตใดถูกปฏิเสธลอตนั้นจะถูกตรวจสอบสินค้าทุกชิ้น (100% inspection) แล้วพบของเสียจะคัดออกแล้วแทนที่ของดีเท่ากับจำนวนที่ตรวจพบ ลักษณะของการตรวจสอบเพื่อปรับปรุงคุณภาพมีดังนี้

1. แต่ละลอตที่ตรวจสอบจะมีขนาดไม่เปลี่ยนแปลง
2. ลอตที่ได้รับการปฏิเสธจะไม่มีของเสียปนอยู่เลย
3. ค่า p' มีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ถึงแม้ลอตที่ถูกยอมรับจะนำของเสียออกไปบ้างแล้วแทนด้วยของดีก็ตาม

ก. แผนตัวอย่างเดี่ยว

ในแต่ละลอตประกอบด้วยสินค้าจำนวน N ชิ้นสุ่มสินค้าจากลอตมา n ชิ้นตรวจสอบพบของเสียไม่เกิน c ชิ้น เราจะตัดสินใจยอมรับลอตหลังการตรวจสอบสินค้า n ชิ้นจะเป็นสินค้าดีทั้งหมดเพราะเมื่อตรวจพบของเสียจะคัดออกแทนที่ด้วยของดี จะมีของเหลือจำนวน N - n ชิ้นเมื่อ p'เป็นคุณภาพของลอต ลอตที่ถูกยอมรับจึงมีของเสียปนอยู่ประมาณ $(N - n)p'$ ชิ้นแต่ถ้าตรวจพบของเสียเกิน c ชิ้นเราจะปฏิเสธลอต ลอตที่ถูกปฏิเสธจะเป็นลอตที่มีของดีทุกชิ้น

1. คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบ (AOQ)

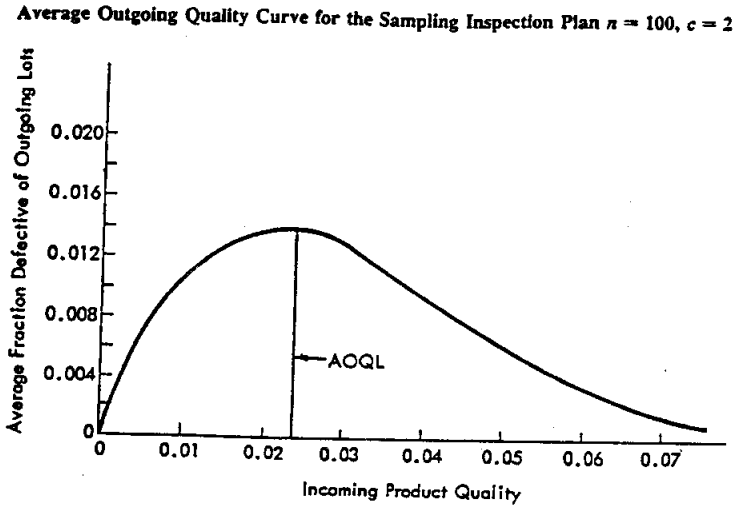
ลอตที่ได้รับการยอมรับจะมีของเสียอยู่ในลอต คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบของลอตที่ยอมรับ มีค่าเท่ากับ $[(N - n)p'/N]P_a$ สำหรับลอตที่ถูกปฏิเสธจะมีของเสียอยู่ในลอต = 0 จึงได้ว่า คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบ = AOQ = $P_a[(N-n)/N]p'$

แต่ถ้า N โตมากเมื่อเทียบกับค่า n จะได้ n/N มีค่าเข้าใกล้ 0 ซึ่งจะได้ $AOQ = P_a p'$

จาก N = 10,000 n = 100 c = 2 คุณภาพของสินค้าในลอตเปลี่ยนแปลงไปคือ 1% , 2 %, 3 % 4 % , 5 % , 6 % และ 7 % สามารถที่จะหาค่า AOQ ต่าง ๆ กันได้ และสามารถนำไปเขียน AOQ curve ได้ เมื่อแกนนอนเป็นค่า p' ต่าง ๆ กันและแกนตั้งเป็นค่า AOQ จะได้ว่าเส้นโค้ง AOQ จะมีค่า ๆ หนึ่งเป็นค่า AOQ ที่มีค่ามากที่สุด เราเรียกค่านี้ว่า AOQL (Average Outgoing Quality Limit) ซึ่งเป็นระดับของคุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบที่เลวที่สุด ในแต่ละแผนการสุ่มตัวอย่างผู้ซื้อและผู้ขายจะเป็นผู้ตกลงร่วมกันในการกำหนดค่านี้ขึ้น

p'	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
np'	1	2	3	4	5	6	7
P_a	0.92	0.677	0.423	0.238	0.125	0.062	0.03

$AOQ = P_a p'$	0.009	0.013	0.012	0.009	0.006	0.004	0.002



2. จำนวนสินค้าที่ตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ย (ATI)

จำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ยจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสินค้าที่ส่งเข้ามาตรวจและแผนตัวอย่างที่ใช้โดยมีนโยบายว่าลอตใดถูกปฏิเสธจะต้องตรวจสอบสินค้าทุกชิ้นในลอต จึงได้ว่าจำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบทั้งหมด จะเป็นดังนี้

1) ถ้าสินค้าที่ส่งเข้าตรวจเป็นลอตที่ไม่มีของเสียปนอยู่เลยคือมี $p' = 0$ เราจะยอมรับสินค้าในลอตเหล่านั้นหมดจึงตรวจสอบสินค้าแต่ละลอตจำนวน n หน่วย

2) ถ้าสินค้าที่ส่งเข้าตรวจเป็นลอตที่มีของเสียทุกชิ้น คือ $p' = 1$ สินค้าทุกลอตจะถูกปฏิเสธ จำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบในแต่ละลอต จะเท่ากับ N หน่วย

3) ถ้าสินค้าที่ส่งเข้าตรวจเป็นลอตที่มีของเสียปนอยู่ระหว่าง 0 และ 100 % จำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ยก็จะมีค่าอยู่ระหว่าง n กับ N นั่นคือ

$$ATI = n + (N - n)(1 - P_a)$$

ตัวอย่างที่ 10 กำหนด N = 10,000 n = 100 c = 2 ที่ค่า p' ต่างๆ กัน 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6% และ 7% จงหาค่า ATI พร้อมทั้งบอกความหมายของค่า AOQ และ ATI ที่ได้ ที่ $p' = 0.02$

p'	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07
np'	1	2	3	4	5	6	7
P_a	.92	.677	.423	.238	.125	.062	.030
$1 - P_a$	.08	.323	.577	.762	.875	.938	.97

ATI	892	3,298	5,812	7,644	8,763	9,386	9,703

ที่ $p' = 0.02$, $AOQ = P_a p' = (.677)(.02) = 0.01354$

$ATI = 100 + (.323)(10,000 - 100) = 3,298$

AOQ = 0.014 หรือ AOQ = 1.4 % หมายความว่าคุณภาพของสินค้าภายหลังการตรวจสอบโดยใช้นโยบายที่ลอตใดถูกปฏิเสธจะตรวจสอบสินค้าทุกชิ้นในลอตและพบของเสียให้คัดออกนำของดีใส่แทนที่ จะมีค่า = 1.4 %

ATI = 3,298 หมายความว่าแผนตัวอย่างนี้มีคุณภาพของสินค้าในลอต $p' = 0.02$ ตรวจรับสินค้าโดยใช้นโยบายว่าลอตใดถูกปฏิเสธจะตรวจสอบสินค้าทุกชิ้นพบของเสียจะคัดออกแล้วใส่ของดีแทนที่ จะต้องนำสินค้ามาตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ย 3,298 ชิ้น

เมื่อ p' มีค่าเปลี่ยนไปจะหาค่า ATI ต่าง ๆ กันได้จึงสามารถเขียนกราฟเส้นโค้ง ATI ได้ โดยแกนนอนแทนค่า p' แกนตั้งแทนค่า ATI

3. การหาแผนตัวอย่างเมื่อกำหนดค่า AOQL

การหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่ใช้นโยบายตรวจสอบสินค้าทุกชิ้นในลอตถ้าลอตนั้นถูกปฏิเสธจะต้องคำนึงถึงค่า AOQL เพื่อให้ได้จำนวนสินค้าที่ตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ยมีค่าน้อยที่สุด

มีขั้นตอนในการหาดังนี้

1. กำหนดค่า c
2. หาค่า Y จากตารางที่ค่า c ในข้อ (1)
3. คำนวณหาค่า n ได้จาก

$$AOQL = Y[(1 - n/N)/n]$$

$$n = (Y.N) / [N(AOQL) + Y]$$

4. หาค่า np' เพื่อหาค่า P_a
5. คำนวณหาค่า ATI
6. เปรียบเทียบค่า ATI เลือกแผนตัวอย่างที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุด

$Y = P_a P_m' n$ เมื่อ P_m' คือค่า p' ที่ระดับ AOQL

c	Y	c	Y	c	Y	c	Y
0	0.3679	5	3.168	10	6.528	15	10.13
1	0.8408	6	3.812	11	7.233	16	10.88
2	1.371	7	4.472	12	7.948	17	11.62
3	1.942	8	5.146	13	8.670	18	12.37
4	2.544	9	5.831	14	9.398	19	13.13

ตัวอย่างที่ 11 ต้องการหาแผนตัวอย่างที่มี AOQL = 2% ตรวจรับลอตที่มีสินค้า 900 หน่วยที่มี $p' = 0.9$ % จงหาแผนตัวอย่างที่เหมาะสมที่สุด

เฉลย กำหนด $c = 0$ $Y = 0.3679$

$$n = \frac{(0.3679)(900)}{(.02)(900) + 0.3679} = 18$$

$np' = 18(.009) = 0.16$ ได้ $P_a = 0.8526$

$$ATI = n + (1 - P_a)(N - n) = 18 + (0.1474)(900 - 18) = 148$$

กำหนด $c = 1$ $n = \frac{(0.8408)(900)}{(.02)(900) + 0.8408} = 40$

$np' = 40(0.009) = 0.36$ ได้ $P_a = 0.9484$

$$ATI = 40 + (.0516)(900 - 40) = 84.376$$

$c = 2$ $n = \frac{(1.371)(900)}{(.02)(900) + 1.371} = 64$

$np' = 64(0.009) = 0.58$ ได้ $P_a = 0.979$

$$ATI = 64 + (0.021)(900 - 64) = 81.556$$

$c = 3$ $n = \frac{(1.942)(900)}{(.02)(900) + 1.942} = 88$

$np' = 88(0.009)$ ได้ $P_a = 0.99$

$$ATI = 88 + (0.01)(900 - 88) = 96.12$$

แผนตัวอย่างที่เหมาะสมที่สุดคือแผนตัวอย่างที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุดนั่นคือ $n = 64$, $c = 2$

2. แผนตัวอย่างคู่

แต่ละลอตมีขนาด N ชิ้น สุ่มตัวอย่างจากลอตครั้งแรก n_1 ชิ้นตรวจสอบคุณภาพของสินค้า ถ้าตัดสินใจยอมรับลอตจะตรวจสินค้าเพียง n_1 ชิ้นแต่ถ้าปฏิเสธลอตตั้งแต่ตัวอย่างแรกจะต้องนำสินค้าที่เหลือในลอตมาตรวจทั้งหมด N ชิ้น ลอตใดที่ตัดสินใจยอมรับจะยังมีสินค้าที่สงสัยในคุณภาพจำนวน $N - n_1$ ชิ้น แต่ถ้าตัดสินใจไม่ได้จะสุ่มตัวอย่างจากลอตอีก n_2 ชิ้น ตรวจสอบสินค้าจำนวน

$n_1 + n_2$ ชิ้น ถ้าตัดสินใจยอมรับลอตจะยังสงสัยในคุณภาพของสินค้าจำนวน $N - n_1 - n_2$ ชิ้นถ้าลอตใดที่ถูกปฏิเสธจะต้องนำสินค้าทุกชิ้นในลอตมาตรวจสอบ

1. คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบ

$$AOQ = [[P_{a1} (N - n_1) + P_{a2} (N - n_1 - n_2)]p'] / N$$

เมื่อ P_{a1} คือความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต จากตัวอย่างแรก

P_{a2} คือความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต จากตัวอย่างที่สอง

เมื่อ N โต และ n_1, n_2 มีค่าเล็กมาก AOQ หาได้จาก $AOQ = P_a p'$

เมื่อ P_a คือความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต คือ $P_a = P_{a1} + P_{a2}$

2. จำนวนสินค้าที่ตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ย

$$ATI = n_1 P_{a1} + (n_1 + n_2) P_{a2} + N(1 - P_a)$$

ตัวอย่างที่ 12 แผนตัวอย่างคู่ $N = 5,000$ $n_1 = 100$ $n_2 = 100$ $c_1 = 0$ $c_2 = 1$ คุณภาพของลอตมี $p' = 0.01$ จงหาค่า

1. AOQ พร้อมทั้งบอกความหมายของค่าที่ได้
2. ATI พร้อมทั้งบอกความหมายของค่าที่ได้

<u>เฉลย</u> $n_1 p' = 1 = n_2 p'$ $c_1 = 0$ ได้ $P_{a1} = 0.368$

$P_{a2} = P [X = 1 \mid n_1 p' = 1] P [X = 0 \mid n_2 p' = 1] = (.368)(.368) = 0.135$

$P_a = 0.368 + 0.135 = 0.503$

(1) $AOQ = [((5,000 - 100)(.368) + (5,000 - 200)(.135)) (.01)] / (5,000)$

$= 0.0049$

AOQ = 0.5 % หมายความว่าถ้านำแผนตัวอย่างคู่นี้มาใช้โดยมีคุณภาพของสินค้า $p' = 0.01$ และตรวจสอบสินค้าโดยใช้นโยบายที่ลอตใดถูกปฏิเสธจะต้องตรวจสอบสินค้าในลอตทุกชิ้นพบของเสียให้คัดออกแล้วแทนที่ด้วยของดี คุณภาพของสินค้าภายหลังการตรวจสอบมีค่า 0.5 %

(2) $ATI = 100(0.368) + 200(0.135) + 5,000(1 - 0.503)$

$ATI = 2,548.8$ หรือ $ATI = 2,549$

ATI = 2,549 หมายความว่า ถ้าใช้แผนตัวอย่างคู่ตรวจสอบสินค้าที่มีนโยบายว่าลอตใดที่ถูกปฏิเสธจะตรวจสินค้าทุกชิ้นแล้วจำนวนสินค้าที่ตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ยจะเท่ากับ 2,549 ชิ้น

ทั้งค่า AOQ และ ATI สามารถหา AOQ curve และ ATI curve ได้เมื่อค่า p' เปลี่ยนแปลงไปโดยแกนนอนจะเป็นค่า p' และแกนตั้งจะเป็นค่า AOQ และค่า ATI ตามลำดับ

ค. แผนตัวอย่างหมู่

แผนตัวอย่างหมู่ประกอบด้วยตัวอย่าง k ชุด จะได้ว่าคุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบ

$$AOQ = \frac{[P_{a1}(N - n_1) + P_{a2}(N - n_1 - n_2) + \ldots + P_{ak}(N - n_1 - n_2 - \ldots - n_k)]p'}{N}$$

เมื่อ P_a = ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต

P_{a1} = ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตจากตัวอย่างแรก

P_{a2} = ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตจากตัวอย่างที่สอง

:

P_{ak} = ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตจากตัวอย่างที่ k

โดยที่ $P_a = P_{a1} + P_{a2} + \ldots + P_{ak}$

ถ้า N มีค่าโตมาก และ $n_1, n_2, \ldots, n_k$ มีค่าน้อยมาก จะได้

$$AOQ = P_a p'$$

ในกรณีแผนตัวอย่างหมู่ เราจะหาค่าจำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ยได้จาก

$$ATI = n_1P_{a1} + (n_1 + n_2)P_{a2} + \ldots + (n_1 + n_2 + \ldots + n_k)P_{ak} + N(1 - P_a)$$

ง. ตารางการตรวจสอบของ Dodge-Romig เพื่อสุ่มตัวอย่าง

เป็นตารางที่เอื้อประโยชน์ในการนำไปใช้ที่จะให้ได้แผนตัวอย่างที่เหมาะสมคือมีจำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ย (ATI) มีค่าน้อยที่สุดและผู้ใช้ตารางนี้ต้องมีนโยบายว่าลอตใดถูกปฏิเสธจะต้องตรวจสอบสินค้าในลอตนั้นทุกชิ้นพบของเสียให้คัดออกแล้วนำของดีใส่แทนที่ สำหรับตารางการตรวจสอบของ Dodge-Romig มีทั้งตารางของแผนตัวอย่างเดี่ยวและแผนตัวอย่างคู่มีตาราง 2 ประเภทคือ

1. กำหนดค่าคุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบที่สูงที่สุด (AOQL) ค่านี้จะต้องเป็นไปตามข้อตกลงกันระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย การหาแผนตัวอย่างสามารถหาได้จากค่า AOQL ต่างกัน 13 ค่าคือ 0.1% 0.25% 0.50% 0.75% 1.0% 1.5% 2.0% 2.5% 3.0% 4.0% 5.0% 7.0% และ 10.0% ตารางการตรวจสอบของ Dodge-Romig จะแบ่งค่าเฉลี่ยของกระบวนการออกเป็นช่วงๆ

2. กำหนดค่าเปอร์เซนต์ของเสียในลอต (LTPD) และค่าความเสี่ยงของผู้บริโภค (β) ร่วมกัน ซึ่งค่า LTPD จะกำหนดที่ 0.5% 1% 2% 3% 4% 5% 7% และ 10% ส่วนค่า β จะเท่ากับ 0.10

1. ตารางแผนการสุ่มตัวอย่างที่กำหนดค่า AOQL

การหาแผนตัวอย่างที่เหมาะสมจากตาราง Dodge - Romig จะดูจากขนาดของลอตและค่าเฉลี่ยของกระบวนการ เมื่อกำหนดค่า AOQL ค่าใดสามารถที่จะหาแผนตัวอย่างและเปอร์เซนต์ของเสียในลอตได้ โดยตาราง 6.12 เป็นแผนสำหรับแผนตัวอย่างเดี่ยวที่มี AOQL = 2.5% และตาราง6.13 จะกำหนด AOQL = 2 % สำหรับแผนตัวอย่างเดี่ยว แต่ตาราง 6.14 มี AOQL = 2 % แต่แผนตัวอย่างคู่ ตัวอย่างเช่นต้องการหาแผนตัวอย่างเดี่ยว ที่มี N = 1,000 ค่าเฉลี่ยกระบวนการอยู่ในช่วง 2.01 - 2.50% มี AOQL = 2.5 % จากตาราง 6.12 ได้แผนตัวอย่างที่เหมาะสมคือ n = 90, c = 4 และ LTPD = 8.5% = p_t แต่ถ้าต้องการหาแผนตัวอย่างคู่ที่เหมาะสมเมื่อกำหนด AOQL = 2 % และ N = 1,000 ค่าเฉลี่ยกระบวนการอยู่ในช่วง 1.21 - 1.60 % ได้แผนตัวอย่างที่เหมาะสมคือ $n_1 = 70$, $n_2 = 100$, $c_1 = 1$, $c_2 = 6$ และ $p_t = 6.5$ % ซึ่งเป็นแผนตัวอย่างคู่ที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุด

2. ตารางแผนการสุ่มตัวอย่างที่กำหนดค่า LTPD และ β

จากตารางที่ 6.15 จะกำหนดค่า LTPD = 5% β = 0.10 สำหรับแผนตัวอย่างเดี่ยวตาราง 6.16 กำหนดค่าLTPD = 5% β = 0.10 สำหรับแผนตัวอย่างคู่ซึ่งแผนตัวอย่างที่ได้จะเป็นแผนตัวอย่างที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุดเช่นขนาดของลอต = 800 ค่าเฉลี่ยกระบวนการอยู่ในช่วง 0.51-1.00% แผนตัวอย่างเดี่ยวที่ได้คือ n = 100 c = 2 AOQL = 1.2 % และสำหรับแผนตัวอย่างคู่ที่ได้ คือ $n_1 = 55$, $n_2 = 85$, $c_1 = 0$, $c_2 = 3$ และได้ค่า AOQL = 1.3%

ตารางที่ 6.12 Single Sampling Table for AOQL = 2.5 Percent

Process Average %	0-0.05			0.06-0.50			0.51-1.00			1.01-1.50			1.51-2.00			2.01-2.50		
Lot Size	*n*	*c*	p_t%	*n*	*c*	p_t%	*n*	*c*	p_t%	*n*	*c*	p_t%	*n*	*c*	p_t%	*n*	*c*	p_t%
1-10	All	0	—	All	0	—	All	0	—	All	0	—	All	0	—	All	0	—
11-50	11	0	17.6	11	0	17.6	11	0	17.6	11	0	17.6	11	0	17.6	11	0	17.6
51-100	13	0	15.3	13	0	15.3	13	0	15.3	13	0	15.3	13	0	15.3	13	0	15.3
101-200	14	0	14.7	14	0	14.7	14	0	14.7	29	1	12.9	29	1	12.9	29	1	12.9
202-300	14	0	14.9	14	0	14.9	30	1	12.7	30	1	12.7	30	1	12.7	30	1	12.7
301-400	14	0	15.0	14	0	15.0	31	1	12.3	31	1	12.3	31	1	12.3	48	2	10.7
401-500	14	0	15.0	14	0	15.0	32	1	12.0	32	1	12.0	49	2	10.6	49	2	10.6
501-600	14	0	15.1	32	1	12.0	32	1	12.0	50	2	10.4	50	2	10.4	70	3	9.3
601-800	14	0	15.1	32	1	12.0	32	1	12.0	50	2	10.5	50	2	10.5	70	3	9.4
801-1000	15	0	14.2	33	1	11.7	33	1	11.7	50	2	10.6	70	3	9.4	90	4	8.5
1001-2000	15	0	14.2	33	1	11.7	55	2	9.3	75	3	8.8	95	4	8.0	120	5	7.6
2001-3000	15	0	14.2	33	1	11.8	55	2	9.4	75	3	8.8	120	5	7.6	145	6	7.2
3001-4000	15	0	14.3	33	1	11.8	55	2	9.5	100	4	7.9	125	5	7.4	195	8	6.6
4001-5000	15	0	14.3	33	1	11.8	75	3	8.9	100	4	7.9	150	6	7.0	225	9	6.3
5001-7000	33	1	11.8	55	2	9.7	75	3	8.9	125	5	7.4	175	7	6.7	250	10	6.1
7001-10,000	34	1	11.4	55	2	9.7	75	3	8.9	125	5	7.4	200	8	6.4	310	12	5.8
10,001-20,000	34	1	11.4	55	2	9.7	100	4	8.0	150	6	7.0	260	10	6.0	425	16	5.3
20,001-50,000	34	1	11.4	55	2	9.7	100	4	8.0	180	7	6.7	345	13	5.5	640	23	4.8
50,001-100,000	34	1	11.4	80	3	8.4	125	5	7.4	235	9	6.1	435	16	5.2	800	28	4.5

ตารางที่ 6.13 Example of Dodge-Romig single sampling AOQL tables

Note: Average outgoing quality limit = 2.0%
(Reprinted by permission from "Sampling Inspection Tables" by Dodge & Romig, John Wiley & Sons, Inc.)

Process Average %	0–.04			.05–.40			.41–.80			.81–1.20			1.21–1.60			1.61–2.00		
Lot Size	n	c	$100p_{0.10}$	n	c	$100p_{0.10}$	n	c	$100p_{0.10}$	n	c	$100p_{0.10}$	n	c	$100p_{0.10}$	n	c	$100p_{0.10}$
1–15	All	0	—	All	0	—	All	0	—	All	0	—	All	0	—	All	0	—
16–50	14	0	13.6	14	0	13.6	14	0	13.6	14	0	13.6	14	0	13.6	14	0	13.6
51–100	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	12.4
101–200	17	0	12.2	17	0	12.2	17	0	12.2	17	0	12.2	35	1	10.5	35	1	10.5
201–300	17	0	12.3	17	0	12.3	17	0	12.3	37	1	10.2	37	1	10.2	37	1	10.2
301–400	18	0	11.8	18	0	11.8	38	1	10.0	38	1	10.0	38	1	10.0	60	2	8.5
401–500	18	0	11.9	18	0	11.9	39	1	9.8	39	1	9.8	60	2	8.6	60	2	8.6
501–600	18	0	11.9	18	0	11.9	39	1	9.8	39	1	9.8	60	2	8.6	60	2	8.6
601–800	18	0	11.9	40	1	9.6	40	1	9.6	65	2	8.0	65	2	8.0	85	3	7.5
801–1000	18	0	12.0	40	1	9.6	40	1	9.6	65	2	8.1	65	2	8.1	90	3	7.4
1001–2000	18	0	12.0	41	1	9.4	65	2	8.2	65	2	8.2	95	3	7.0	120	4	6.5
2001–3000	18	0	12.0	41	1	9.4	65	2	8.2	95	3	7.0	120	4	6.5	180	6	5.8
3001–4000	18	0	12.0	42	1	9.3	65	2	8.2	95	3	7.0	155	5	6.0	210	7	5.5
4001–5000	18	0	12.0	42	1	9.3	70	2	7.5	125	4	6.4	155	5	6.0	245	8	5.3
5001–7000	18	0	12.0	42	1	9.3	95	3	7.0	125	4	6.4	185	6	5.6	280	9	5.1
7001–10,000	42	1	9.3	70	2	7.5	95	3	7.0	155	5	6.0	220	7	5.4	350	11	4.8
10,001–20,000	42	1	9.3	70	2	7.6	95	3	7.0	190	6	5.6	290	9	4.9	460	14	4.4
20,001–50,000	42	1	9.3	70	2	7.6	125	4	6.4	220	7	5.4	395	12	4.5	720	21	3.9
50,001–100,000	42	1	9.3	95	3	7.0	160	5	5.9	290	9	4.9	505	15	4.2	955	27	3.7

Example of Dodge-Romig double sampling AOQL tables

Note: Average outgoing quality limit = 2.0%
(Reprinted by permission from "Sampling Inspection Tables" by Dodge & Romig, John Wiley & Sons, Inc.)

Process Average %	0-.04				.05-.40			.41-.80			.81-1.20			1.21-1.60			1.61-2.00		
Lot Size	Trial 1	Trial 2			Trial 1	Trial 2		Trial 1	Trial 2		Trial 1	Trial 2		Trial 1	Trial 2		Trial 1	Trial 2	
	n_1 c_1	n_2 n_1+n_2 c_2		100$p_{1.10}$	n_1 c_1	n_2 n_1+n_2 c_2	100$p_{1.10}$	n_1 c_1	n_2 n_1+n_2 c_2	100$p_{1.10}$	n_1 c_1	n_2 n_1+n_2 c_2	100$p_{1.10}$	n_1 c_1	n_2 n_1+n_2 c_2	100$p_{1.10}$	n_1 c_1	n_2 n_1+n_2 c_2	100$p_{1.10}$
1-15	All 0	— — —	—	All 0	— — —	—	All 0	— — —	—	All 0	— — —	—	All 0	— — —	—	All 0	— — —	—
16-50	14 0	— — —	13.6	14 0	— — —	13.6	14 0	— — —	13.6	14 0	— — —	13.6	14 0	— — —	13.6	14 0	— — —	13.6
51-100	21 0	12 33 1	11.7	21 0	12 33 1	11.7	21 0	12 33 1	11.7	21 0	12 33 1	11.7	21 0	12 33 1	11.7	23 0	23 46 2	10.9
101-200	24 0	13 37 1	11.0	24 0	13 37 1	11.0	24 0	13 37 1	11.0	27 0	28 55 2	9.6	27 0	28 55 2	9.6	27 0	28 55 2	9.6
201-300	26 0	15 41 1	10.4	26 0	15 41 1	10.4	29 0	31 60 2	9.1	29 0	31 60 2	9.1	32 0	48 80 3	8.4	32 0	48 80 3	8.4
301-400	26 0	16 42 1	10.3	26 0	16 42 1	10.3	30 0	35 65 2	9.0	33 0	52 85 3	8.2	33 0	52 85 3	8.2	36 0	69 105 4	7.6
401-500	27 0	16 43 1	10.3	30 0	35 65 2	9.0	30 0	35 65 2	9.0	34 0	56 90 3	7.9	36 0	74 110 4	7.5	60 1	90 150 6	7.0
501-600	27 0	16 43 1	10.3	31 0	34 65 2	8.9	35 0	55 90 3	7.9	35 0	55 90 3	7.9	37 0	78 115 4	7.4	65 1	95 160 6	6.8
601-800	27 0	17 44 1	10.2	31 0	39 70 2	8.8	35 0	60 95 3	7.7	38 0	82 120 4	7.3	38 0	82 120 4	7.3	70 1	120 190 7	6.4
801-1000	27 0	17 44 1	10.2	32 0	38 70 2	8.7	36 0	59 95 3	7.6	38 0	87 125 4	7.2	70 1	100 170 6	6.8	70 1	145 215 8	6.2
1001-2000	33 0	37 70 2	8.5	33 0	37 70 2	8.5	37 0	63 100 3	7.5	43 0	112 155 5	6.5	80 1	160 240 8	5.8	110 2	205 315 11	5.5
2001-3000	34 0	41 75 2	8.2	34 0	41 75 2	8.2	41 0	84 125 4	7.0	75 1	115 190 6	6.1	115 2	195 310 10	5.3	160 3	310 470 15	4.7
3001-4000	34 0	41 75 2	8.2	38 0	62 100 3	7.3	41 0	89 130 4	6.9	80 1	140 220 7	5.8	120 2	255 375 12	5.0	235 5	415 650 20	4.3
4001-5000	34 0	41 75 2	8.2	38 0	62 100 3	7.3	42 0	88 130 4	6.9	80 1	175 255 8	5.5	125 2	285 410 13	4.9	275 6	475 750 23	4.2
5001-7000	35 0	40 75 2	8.1	38 0	62 100 3	7.3	44 0	110 160 5	6.4	85 1	205 290 9	5.3	125 2	320 445 14	4.8	280 6	575 855 26	4.1
7001-10,000	35 0	40 75 2	8.1	38 0	62 100 3	7.3	45 0	115 160 5	6.3	85 1	210 295 9	5.2	165 3	335 500 15	4.6	320 7	845 985 29	4.0
10,001-20,000	35 0	40 75 2	8.1	39 0	66 105 3	7.2	45 0	115 160 5	6.3	90 1	200 350 11	5.1	170 3	425 595 18	4.4	395 9	835 1230 37	3.9
20,001-50,000	35 0	40 75 2	8.1	43 0	92 135 4	6.6	47 0	148 195 6	6.0	130 2	300 430 13	4.7	205 4	515 720 22	4.3	480 11	1090 1570 46	3.7
50,001-100,000	35 0	45 80 2	8.0	43 0	92 135 4	6.6	85 1	185 270 8	5.2	135 2	315 480 14	4.5	250 5	615 865 26	4.1	580 13	1460 2040 58	3.5

ตารางที่ 6.15

Single Sampling Table for LTPD = 5 Percent

Process Average %	0–0.05			0.06–0.50			0.51–1.00			1.01–1.50			1.51–2.00			2.01–2.50		
Lot Size	*n*	*c*	*AOQL%*	*n*	*c*	*AOQL%*	*n*	*c*	*AOQL%*	*n*	*c*	*AOQL%*	*n*	*c*	*AOQL%*	*n*	*c*	*AOQL%*
1–30	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0
31–50	30	0	.49	30	0	.49	30	0	.49	30	0	.49	30	0	.49	30	0	.49
51–100	37	0	.63	37	0	.63	37	0	.63	37	0	.63	37	0	.63	37	0	.63
101–200	40	0	.74	40	0	.74	40	0	.74	40	0	.74	40	0	.74	40	0	.74
201–300	43	0	.74	43	0	.74	70	1	.92	70	1	.92	95	2	.99	95	2	.99
301–400	44	0	.74	44	0	.74	70	1	.99	100	2	1.0	120	3	1.1	145	4	1.1
401–500	45	0	.75	75	1	.95	100	2	1.1	100	2	1.1	125	3	1.2	150	4	1.2
501–600	45	0	.76	75	1	.98	100	2	1.1	125	3	1.2	150	4	1.3	175	5	1.3
601–800	45	0	.77	75	1	1.0	100	2	1.2	130	3	1.2	175	5	1.4	200	6	1.4
801–1000	45	0	.78	75	1	1.0	105	2	1.2	155	4	1.4	180	5	1.4	225	7	1.5
1001–2000	45	0	.80	75	1	1.0	130	3	1.4	180	5	1.6	230	7	1.7	280	9	1.8
2001–3000	75	1	1.1	105	2	1.3	135	3	1.4	210	6	1.7	280	9	1.9	370	13	2.1
3001–4000	75	1	1.1	105	2	1.3	160	4	1.5	210	6	1.7	305	10	2.0	420	15	2.2
4001–5000	75	1	1.1	105	2	1.3	160	4	1.5	235	7	1.8	330	11	2.0	440	16	2.2
5001–7000	75	1	1.1	105	2	1.3	185	5	1.7	260	8	1.9	350	12	2.2	490	18	2.4
7001–10,000	75	1	1.1	105	2	1.3	185	5	1.7	260	8	1.9	380	13	2.2	535	20	2.5
10,001–20,000	75	1	1.1	135	3	1.4	210	6	1.8	285	9	2.0	425	15	2.3	610	23	2.6
20,001–50,000	75	1	1.1	135	3	1.4	235	7	1.9	305	10	2.1	470	17	2.4	700	27	2.7
50,001–100,000	75	1	1.1	160	4	1.6	235	7	1.9	355	12	2.2	515	19	2.5	770	30	2.8

Example of Dodge-Romig double sampling lot tolerance tables

Lot tolerance per cent defective = 5.0%

Consumer's risk = 0.10

(Reprinted by permission from H. F. Dodge and H. G. Romig, "Sampling Inspection Tables—Single and Double Sampling," 2d ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, 1959)

Process Average %	0–.05			.06–.80			.81–1.00			1.01–1.50			1.51–2.00			2.01–2.50		
Lot Size	Trial 1	Trial 2	AOQL in %	Trial 1	Trial 2	AOQL in %	Trial 1	Trial 2	AOQL in %	Trial 1	Trial 2	AOQL in %	Trial 1	Trial 2	AOQL in %	Trial 1	Trial 2	AOQL in %
	n_1 c_1	n_2 n_1+n_2 c_2		n_1 c_1	n_2 n_1+n_2 c_2		n_1 c_1	n_2 n_1+n_2 c_2		n_1 c_1	n_2 n_1+n_2 c_2		n_1 c_1	n_2 n_1+n_2 c_2		n_1 c_1	n_2 n_1+n_2 c_2	
1–30	All 0	— — —	0	All 0	— — —	0	All 0	— — —	0	All 0	— — —	0	All 0	— — —	0	All 0	— — —	0
31–50	30 0	— — —	.49	30 0	— — —	.49	30 0	— — —	.49	30 0	— — —	.49	30 0	— — —	.49	30 0	— — —	.49
51–75	38 0	— — —	.59	38 0	— — —	.59	38 0	— — —	.59	38 0	— — —	.59	38 0	— — —	.59	38 0	— — —	.59
76–100	44 0	21 65 1	.64	44 0	21 65 1	.64	44 0	21 65 1	.64	44 0	21 65 1	.64	44 0	21 65 1	.64	44 0	21 65 1	.64
101–200	49 0	26 75 1	.84	49 0	26 75 1	.84	49 0	26 75 1	.84	49 0	51 100 2	.91	49 0	51 100 2	.91	49 0	51 100 2	.91
201–300	50 0	30 80 1	.91	50 0	30 80 1	.91	50 0	85 105 2	1.0	50 0	55 105 2	1.0	50 0	80 130 3	1.1	50 0	100 150 4	1.1
301–400	55 0	30 85 1	.92	55 0	85 110 3	1.1	55 0	85 110 3	1.1	55 0	80 135 3	1.2	55 0	100 155 4	1.2	85 1	105 190 6	1.3
401–600	55 0	30 85 1	.93	55 0	85 110 3	1.1	85 0	80 135 3	1.2	85 0	105 160 4	1.3	85 1	120 205 6	1.4	85 1	140 225 7	1.4
601–800	55 0	30 85 1	.94	55 0	60 115 3	1.1	55 0	85 140 3	1.2	55 0	110 165 4	1.3	85 1	145 230 7	1.4	85 1	165 250 8	1.5
801–800	55 0	35 90 1	.95	55 0	85 120 3	1.1	55 0	85 140 3	1.3	90 1	125 215 6	1.5	90 1	170 260 8	1.5	120 2	185 305 10	1.6
801–1000	55 0	35 90 1	.96	55 0	85 120 3	1.1	85 0	115 170 4	1.4	90 1	150 240 7	1.6	90 1	200 290 9	1.6	120 2	210 330 11	1.7
1001–2000	55 0	35 90 1	.96	55 0	95 150 3	1.1	55 0	120 175 4	1.4	90 1	185 275 8	1.7	120 2	225 345 11	1.8	175 4	260 435 15	2.0
2001–3000	55 0	65 120 2	1.2	55 0	95 150 3	1.2	55 0	150 205 5	1.5	120 2	190 300 9	1.8	150 3	270 420 14	2.1	205 5	375 550 21	2.3
3001–4000	55 0	65 120 2	1.2	55 0	95 150 3	1.2	90 1	140 230 6	1.6	120 2	210 330 10	2.0	150 3	285 445 15	2.2	230 6	420 650 24	2.4
4001–5000	55 0	65 120 2	1.2	55 0	95 150 3	1.4	90 1	165 255 7	1.8	120 2	235 375 12	2.1	180 3	348 495 17	2.3	255 7	445 700 26	2.6
5001–7000	55 0	65 120 2	1.2	55 0	95 150 3	1.4	90 1	165 255 7	1.8	120 2	260 360 12	2.1	180 3	370 420 18	2.3	255 7	455 750 28	2.8
7001–10,000	55 0	65 120 2	1.2	55 0	120 175 4	1.5	90 1	190 280 8	1.9	120 2	285 405 13	2.1	178 4	370 548 19	2.4	280 8	540 820 31	2.7
10,001–20,000	55 0	65 120 2	1.2	55 0	120 175 4	1.5	90 1	180 280 8	1.9	120 2	310 430 14	2.2	175 4	420 595 21	2.4	280 8	660 940 36	2.8
20,001–50,000	55 0	65 120 2	1.2	55 0	150 205 5	1.7	90 1	215 305 9	2.0	120 2	335 455 15	2.2	205 5	485 690 25	2.5	305 8	745 1050 41	2.9
50,001–100,000	55 0	65 120 2	1.2	55 0	150 205 5	1.7	90 1	240 330 10	2.1	120 3	360 480 16	2.3	205 5	535 760 28	2.6	330 10	810 1140 45	3.0

เฉลยแบบฝึกหัด

1. ถ้าแผนตัวอย่างเดี่ยว กำหนดรายละเอียด ดังนี้

แผน	N	n	c
ก	10,000	50	2
ข	10,000	40	2

(1) เมื่อ p' มีค่าต่างๆ ดังนี้ $p' = 0.01, 0.02, .03, .04, .06, .10$ จงหาความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตจากทั้งสองแผน

(2) เขียนเส้นโค้ง OC ที่ได้จากแผนตัวอย่างเดี่ยวทั้งสองเปรียบเทียบกัน เมื่อแผน ก กำหนดค่า $p_1' = 0.01$, $p_2' = 0.10$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$ แผน ข กำหนดค่า $p_1' = .02$, $p_2' = 0.06$

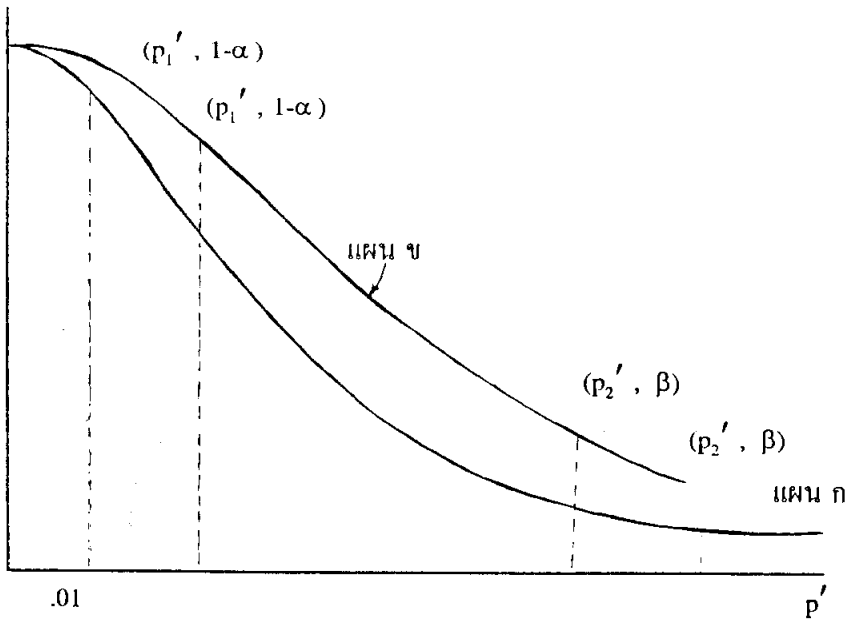
(3) จงหาค่า α และ β ที่ได้จากแผนทั้งสอง

(4) จงหาค่า AOQ จากทั้งสองแผนที่ค่า p' ในข้อ (1)

(5) จงหาค่า AOQL ของทั้งสองแผน

(1)	p'	.01	.02	.03	.04	.06	.10
แผน ก	np'	.5	1	1.5	2	3	5
c = 2	P_a	.986	.920	.809	.677	.423	.125
แผน ข	np'	.4	.8	1.2	1.6	2.4	4
c = 2	P_a	.992	.953	.879	.783	.570	.238

(2)



(3) แผน ก มี $p_1' = 0.01$ $p_2' = 0.10$ $n = 50$ $c = 2$

np_1' = 0.5 ได้ค่า 1 - α = 0.986 α = 0.014

np_2' = 5 ได้ค่า β = 0.125

แผน ข มี p_1' = 0.02 p_2' = 0.06 n = 40 c = 2

np_1' = 0.8 ได้ค่า 1 - α = 0.953 ดังนั้น α = 0.047

np_2' = 2.4 ได้ค่า β = 0.570

(4) AOQ = $P_a p'$

	p'	.01	.02	.03	.04	.06	.10
แผน ก	P_a	.986	.920	.809	.677	.423	.125
	AOQ	.00986	.0184	.024	.027	.025	.0125
แผน ข	P_a	.992	.953	.879	.783	.570	.238
	AOQ	.00992	.019	.026	.031	.034	.0238

(5) แผน ก มี AOQL = 0.027

แผน ข มี AOQL = 0.034

2. กำหนดค่า p_1' = 0.01, p_2' = 0.05, α = 0.05, β = 0.01 จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยวที่เหมาะสมที่สุด

p_1' / p_2' = 0.05 / 0.01 = 5

c = 0 1 - α = 0.95 np_1' = 0.05

β = 0.01 np_2' = 4.6 np_2' / np_1' = 92

c = 1 np_1' = 0.35 np_2' = 6.6 np_2' / np_1' = 18.86

c = 2 np_1' = 0.80 np_2' = 8.4 np_2' / np_1' = 10.5

c = 3 np_1' = 1.36 np_2' = 10.0 np_2' / np_1' = 7.35

c = 4 np_1' = 1.97 np_2' = 11.67 np_2' / np_1' = 5.92

c = 5 np_1' = 2.6 np_2' = 13.17 np_2' / np_1' = 5.07

แผนตัวอย่างเดี่ยวที่เหมาะสมได้จาก

ตรึง α $n = np_1' / p_1'$ = (2.6) / (0.01) = 260

แผนตัวอย่างเดี่ยว คือ n = 260 c = 5

ตรึง β $n = np_2' / p_2'$ = (13.17) / (0.05) = 264

แผนตัวอย่างเดี่ยว คือ n = 264 c = 5

3. เมื่อ lot size = 1,000 , AOQL = 2% , p' = 0.02 จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยวที่เหมาะสมที่สุด คือให้ค่า ATI ต่ำที่สุด

เมื่อ c = 0 y = 0.3679

$n = (yN) / [N (AOQL) + y] = (0.3679)(1,000) / [1,000(.02) + (0.3679)] = 18$

$np' = 18(0.02) = 0.36$ ได้ $P_a = 0.698$

$ATI = n + (1- P_a)(N - n) = 18 + (1 - 0.698)(1,000 - 18) = 314.56$

เมื่อ c = 1 y = 0.8408

$n = (yN) / [N (AOQL) + y] = (0.8408)(1,000) / [1,000(.02) + (0.8408)] = 40$

$np' = 40(0.02) = 0.8$ ได้ $P_a = 0.809$

$ATI = n + (1- P_a)(N - n) = 40 + (1 - 0.809)(1,000 - 40) = 223.36$

เมื่อ c = 2 y = 1.371

$n = (yN) / [N (AOQL) + y] = (1.371)(1,000) / [1,000(.02) + (1.371)] = 65$

$np' = 65(0.02) = 1.3$ ได้ $P_a = 0.857$

$ATI = n + (1- P_a)(N - n) = 65 + (1 - 0.857)(1,000 - 65) = 198.7$

เมื่อ c = 3 y = 1.942

$n = (yN) / [N (AOQL) + y] = (1.942)(1,000) / [1,000(.02) + (1.942)] = 88$

$np' = 88(0.02) = 1.76$ ได้ $P_a = 0.897$

$ATI = n + (1- P_a)(N - n) = 88 + (1 - 0.897)(1,000 - 88) = 181.936$

เมื่อ c = 4 y = 2.544

$n = (yN) / [N (AOQL) + y] = (2.544)(1,000) / [1,000(.02) + (2.544)] = 113$

$np' = 113(0.02) = 2.26$ ได้ $P_a = 0.9208$

$ATI = n + (1- P_a)(N - n) = 113 + (1 - 0.9208)(1,000 - 113) = 183.25$

ดังนั้นแผนตัวอย่างเดี่ยวที่เหมาะสมที่สุดที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุด คือ n = 88 c = 3

4. แผนตัวอย่างคู่ $n_1 = 50$ $n_2 = 50$ $c_1 = 0$ $c_2 = 2$ $p' = 0.01$ จงหาความน่าจะเป็นของ

(1) การยอมรับลอตจากตัวอย่างแรก (2) การปฏิเสธลอตจากตัวอย่างแรก

(3) การยอมรับลอต (4) การสุ่มตัวอย่างที่สอง

(5) จงหาค่า ASN พร้อมทั้งบอกความหมายของค่าที่ได้

(6) ถ้า N = 1,000 จงหาค่า AOQ และ ATI พร้อมทั้งบอกความหมายของค่าทั้งสอง

(1) $P [\text{ยอมรับลอตจาก } S_1] = P [c = 0 \mid n_1 p' = 0.5] = 0.607$

(2) $P[\text{ปฏิเสธลอตจาก } S_1] = P [c > 2 \mid n_1 p' = 0.5] = 1 - P [c \leq 2 \mid n_1 p' = 0.5]$

$= 1 - 0.986 = 0.014$

(3) $P [\text{ยอมรับลอต}] = P [\text{ยอมรับลอตใน } S_1] + P [\text{ยอมรับลอตใน } S_2]$

P [ยอมรับลอตใน S_2] หาได้จาก

S_1	S_2	ความน่าจะเป็น
1	≤ 1	(0.303)(0.91) = 0.27573
2	0	(0.076)(0.607) = 0.046

P [ยอมรับลอตใน S_2] = 0.27573 + 0.046 = 0.322

ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต = 0.607 + 0.322 = 0.929

(4) P [สุ่มตัวอย่างที่สอง] = $P[c = 1 \mid n p' = 0.5] + P[c = 2 \mid n p' = 0.5]$

= 0.303 + 0.076 = 0.379

ตัวอย่างที่	n	P_a	P_r	$P_a + P_r$
1	50	.607	.014	0.621
2	50	.322	.057	0.379

(5) ASN = $n_1P_1 + (n_1 + n_2)(1 - P_1)$ = 50(.621) + 100(.379) = 68.95

ASN = 69 หมายความว่า ถ้านำแผนตัวอย่างคู่นี้มาใช้โดยมีคุณภาพของสินค้า $p' = 0.01$ จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างถัวเฉลี่ยในแต่ละลอตเท่ากับ 69 หน่วย

(6) AOQ = $[(N - n_1) P_{a1} + (N - n_1 - n_2) P_{a2}] p' / N$

= [[(1,000 - 50)(0.607) + (1,000-100)(0.322)](0.01)] / 1,000 = 0.00866

AOQ = 0.866 % หมายความว่าถ้านำแผนตัวอย่างคู่นี้มาใช้โดยมีคุณภาพของลอต $p' = 0.01$ และมีนโยบายว่าตรวจสินค้าถ้าลอตใดถูกปฏิเสธลอตนั้นจะต้องนำสินค้าทุกชิ้นมาตรวจสอบถ้าพบสินค้าชิ้นที่เสียให้คัดออกแล้วนำชิ้นที่ดีเข้าแทนที่ จะมีคุณภาพของสินค้าภายหลังการตรวจสอบ = 0.866 %

ATI = $n_1 P_{a1} + (n_1 + n_2) P_{a2} + N(1 - P_a)$

= 50(0.607) + 100(0.322) + 1,000(1 - 0.929) = 133.55

ATI= 134 หมายความว่าถ้านำแผนตัวอย่างคู่นี้มาใช้โดยมีนโยบายว่าตรวจสินค้าลอตใดถูกปฏิเสธจะนำสินค้าในลอตทุกชิ้นมาตรวจพบของเสียคัดทิ้งใส่ของดีแทนที่ แล้วจำนวนสินค้าที่ตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ยจะเท่ากับ 134 หน่วย

5. แผนตัวอย่างคู่ มี $p_1' = .02$ $p_2' = .10$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$ จงหาแผนตัวอย่างคู่ กรณี $n_1 = n_2$ และ $n_2 = 2n_1$

กรณี $n_1 = 2n_2$ p_1' / p_2' = 0.10 / 0.02 = 5

จากตารางได้แผนตัวอย่างที่มี $c_1 = 1$ $c_2 = 4$ $n_1p_1' = 0.77$ $n_1p_2' = 3.92$

กรณีตรึง $\alpha = 0.05$ ได้ $n_1 = n_1p_1' / p_1'$ = 0.77 / 0.02 = 39

ได้แผนตัวอย่าง คือ $n_1 = 39$ $n_2 = 78$ $c_1 = 1$ $c_2 = 4$

กรณีตรึง $\beta = 0.10$ ได้ $n_1 = n_1p_2'/p_2' = 3.92/0.10 = 40$

ได้แผนตัวอย่าง คือ $n_1 = 40$ $n_2 = 80$ $c_1 = 1$ $c_2 = 4$

กรณี $n_1 = n_2$ จากตาราง $c_1 = 1$ $c_2 = 3$ $n_1p_1' = 0.76$ $n_1p_2' = 4.11$

ถ้าตรึง $\alpha = 0.05$ ได้ $n_1 = n_1p_1'/p_1' = 0.76/0.02 = 38$

ได้แผนตัวอย่าง คือ $n_1 = 38$ $n_2 = 38$ $c_1 = 1$ $c_2 = 4$

ถ้ากรณีตรึง $\beta = 0.10$ ได้ $n_1 = n_1p_2'/p_2' = 4.11/0.10 = 42$

ได้แผนตัวอย่าง คือ $n_1 = 42$ $n_2 = 42$ $c_1 = 1$ $c_2 = 4$

6. โรงงานแห่งหนึ่ง นำแผนตัวอย่างแบบกรมทหารมาใช้ โดยผู้บริหารกำหนดค่า AQL = 1.5% ตรวจสอบที่ระดับ III ถ้าใช้แผนตัวอย่างคู่ N = 10,500

(1) จงหาแผนตัวอย่างคู่ ที่การตรวจสอบระดับความเข้มงวดทั้ง 3 แบบ

(2) ถ้าโรงงานแห่งนี้ เริ่มติดต่อซื้อวัตถุดิบจากโรงงาน ก เป็นครั้งแรกโดยใช้แผนตัวอย่างที่กล่าวมาแล้ว สินค้าที่ส่งมาให้ตรวจ และจำนวนตำหนิในแต่ละตัวอย่างกำหนดให้ในตาราง โดยที่การตัดสินใจจะ ยอมรับลอต หรือปฏิเสธลอต ในตัวอย่างแรกก็ตาม โรงงานนี้ก็ยังจะตรวจคุณภาพของสินค้าในตัวอย่างที่สอง จงหาว่าการตรวจสอบในแต่ละลอต จะใช้การตรวจสอบระดับความเข้มงวดแบบใด และในแต่ละลอตจะตัดสินใจยอมรับ หรือปฏิเสธลอตอย่างไร

	ลอตที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
จำนวนสินค้าที่มีตำหนิใน	S_1	8	12	9	8	10	7	8	9	7	5	9	7	10	7	7	9	10
	S_2	6	2	2	9	9	5	9	2	7	3	2	8	8	10	8	9	7
	ลอตที่	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
จำนวนสินค้าที่มีตำหนิใน	S_1	8	9	4	6	3	2	0	3	1	4	1	3	5	0	3	7	9
	S_2	0	2	0	2	3	0	0	1	1	3	2	2	2	2	5	10	10

(1) จากตาราง 6.1 ได้อักษร N

ตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลาง $n_1 = 315$ ac = 7 re = 11

$n_2 = 315$ ac = 18 re = 19

ตรวจสอบแบบเข้มงวดมาก $n_1 = 315$ ac = 6 re = 10

$n_2 = 315$ ac = 15 re = 16

ตรวจสอบแบบเข้มงวดน้อย $n_1 = 125$ ac = 3 re = 8

$n_2 = 125$ ac = 8 re = 12

(2) การติดต่อซื้อขายจะเริ่มการตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลางการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธลอตพิจารณาจากจำนวนข้อบกพร่องในข้อ (1) ได้

การตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลาง ใช้อักษร N

การตรวจสอบแบบเข้มงวดมาก ใช้อักษร T

การตรวจสอบแบบเข้มงวดน้อย ใช้อักษร R

และถ้า ยอมรับลอต ใช้ ac ปฏิเสธลอต ใช้ re

ลอตที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
การตรวจสอบ	N	N	N	N	N	T	T	T	T	T	T	T	N	N	N	N	N
การตัดสินใจ	ac	re	ac	ac	re	ac	re	ac	ac	ac	ac	ac	ac	ac	ac	ac	ac
ลอตที่	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
การตรวจสอบ	N	N	N	N	N	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	N
การตัดสินใจ	ac	ac	ac	ac	ac	ac	ac	ac	ac	ac	ac	ac	ac	ac	ac	re	re

การพิจารณาการตรวจสอบว่าจะเปลี่ยนจากเข้มงวดปานกลางเป็นเข้มงวดมาก เมื่อตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลางติดต่อกัน 5 ลอตและปฏิเสธลอต 2 ลอต และจะเปลี่ยนจากเข้มงวดมากเป็นเข้มงวดปานกลางเมื่อตรวจสอบ 5 ลอตติดต่อกันแล้วยอมรับทุกลอต แต่จะเปลี่ยนการตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลางเป็นเข้มงวดน้อยต้องตรวจแบบเข้มงวดปานกลางติดต่อกัน 10 ลอตและยอมรับทุกลอต จะเปลี่ยนจากเข้มงวดน้อยเป็นเข้มงวดปานกลางเมื่อเกิดการปฏิเสธลอต

7. ต้องการหาแผนตัวอย่างเดี่ยวที่มี $p_1' = .05$, $p_2' = .35$, $\alpha = 0.01$, $\beta = 0.05$ จงแสดงวิธีหาแผนตัวอย่างเดี่ยว ถ้าการซื้อขายอยู่ในสภาพที่ผู้ขายต้องง้อผู้ซื้อ

$p_2' / p_1' = 0.35 / 0.05 = 7$

$c = 0$ $np_1' = 0.02$ $np_2' = 3.0$ $np_2' / np_1' = 150$

$c = 1$ $np_1' = 0.15$ $np_2' = 4.75$ $np_2' / np_1' = 31.7$

$c = 2$ $np_1' = 0.43$ $np_2' = 6.3$ $np_2' / np_1' = 14.7$

$c = 3$ $np_1' = 0.80$ $np_2' = 7.74$ $np_2' / np_1' = 9.7$

$c = 4$ $np_1' = 1.27$ $np_2' = 9.17$ $np_2' / np_1' = 7.2$

$c = 5$ $np_1' = 1.8$ $np_2' = 10.5$ $np_2' / np_1' = 5.83$

ค่า p_2' / p_1' ที่ใกล้เคียงกับ 7 คือ $c = 4$ จะหาขนาดตัวอย่างได้ต้องพิจารณาสภาพการซื้อขายซึ่งอยู่ในสภาพที่ผู้ขายต้องง้อผู้ซื้อ นั่นคือ ต้องตรึงค่า β จะได้ $n = np_2' / p_2' = 9.17 / 0.35$

$n = 26$ นั่นคือ แผนตัวอย่างเดี่ยว คือ $n = 26$ $c = 4$

8. โรงงานแห่งหนึ่ง ใช้แผนตัวอย่างคู่ จงหาค่า n_2 ถ้ากำหนด

(1) $n_1 = 30 \quad c_1 = 2 \quad c_2 = 4$

(2) ถ้าผลิตภัณฑ์ที่นำมาตรวจสอบมีคุณภาพ $p' = .20$ ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตในแผนตัวอย่างคู่นี้ เท่ากับ 0.06227

(3) ความน่าจะเป็นที่จะไม่พบสินค้าที่มีตำหนิในตัวอย่างที่สอง เท่ากับ 0

ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตในตัวอย่างที่ 2 = 0.00027

S_1	S_2	ความน่าจะเป็น
3	≤ 1	(0.151 - 0.062) (a)
4	0	(0.285 - 0.151)(0) = 0 จากโจทย์กำหนดให้ในข้อ (3)

ดังนั้น (0.089)(a) = 0.00027 ได้ a = 0.00303

เปิดจากตารางที่ c = 1 ให้ได้ค่าความน่าจะเป็น 0.003 ได้ $np' = 8$

นั่นคือ $n_2 p' = 8 \quad ; \quad n_2 = 8 / (0.2) = 40$

โรงงานแห่งนี้ใช้แผนตัวอย่างคู่ คือ $n_1 = 30$, $n_2 = 40$ $c_1 = 2$ $c_2 = 4$

9. แผนตัวอย่างลูกโซ่ สองแผน ซึ่งมีคุณภาพ $p' = 0.05$ จงพิจารณาว่า แผนตัวอย่างใด เป็นแผนตัวอย่างที่เข้มงวดกว่ากัน จงแสดงการคำนวณประกอบเหตุผล ถ้า

แผน ก $n = 2$ $c = 0$ $i = 2$ แผน ข $n = 3$ $c = 0$ $i = 3$

แผน ก แต่ละลอตจะสุ่มตัวอย่างขนาด n = 2 ตรวจสอบสินค้าจากตัวอย่างที่สุ่มมา 2 ลอตติดต่อกันไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลย หรือในลอตที่ 3 พบสินค้ามีตำหนิเพียง 1 ชิ้นเท่านั้นโดยก่อนหน้านี้ตรวจมา 2 ลอตติดต่อกันไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลย

แผน ข แต่ละลอตจะสุ่มตัวอย่างขนาด n = 3 ตรวจสอบสินค้าจากตัวอย่างที่สุ่มมา 3 ลอตติดต่อกันไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลย หรือในลอตที่ 4 พบสินค้ามีตำหนิเพียง 1 ชิ้นเท่านั้นโดยก่อนหน้านี้ตรวจมา 3 ลอตติดต่อกันไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลย

การพิจารณาว่าแผนตัวอย่างใดมีความเข้มงวดกว่าจะพิจารณาจากความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตได้ คือ

แผน ก $P_a = (.95)^2 + 2(.95)(.05)\ (.95)^2\ (.95)^2 = 0.9799$

แผน ข $P_a = (.95)^3 + 3\ (.95)^2\ (.05)\ (.95)^3\ (.95)^3\ (.95)^3 = 0.9427$

จากความหมายและความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตจะได้ว่า แผน ข มีความเข้มงวดกว่าแผน ก

10. แผนตัวอย่างลูกโซ่ ที่มี $n = 3$, $c = 0$ $i = 2$ ถ้าแต่ละลอตสุ่มตัวอย่างแล้วพบ จำนวนผลิตภัณฑ์ที่มีตำหนิ ดังนี้ อยากทราบว่าในแต่ละลอตจะตัดสินใจอย่างไร

ลอตที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
จำนวนผลิตภัณฑ์ที่มีตำหนิ	0	1	0	1	2	0	0	2	0	0	1	3

แผนตัวอย่าง n = 3 c = 0 i = 2 หมายความว่าในแต่ละลอตจะสุ่มตัวอย่าง 3 ชิ้น ตรวจสินค้าจากตัวอย่างที่สุ่มมา 2 ลอตติดต่อกันไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลยหรือลอตที่ 3 พบสินค้าที่มีตำหนิเพียง 1 ชิ้นเท่านั้นโดยก่อนหน้านี้ตรวจมา 2 ลอตติดต่อกันไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลย หรือถ้าสุ่มตัวอย่างพบสินค้าที่มีตำหนิมากกว่า 1 ชิ้น เราจะปฏิเสธลอตทันที นั่นคือ

ลอตที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
การตัดสินใจ	ac	re	ac.	re	re	ac	ac	re	ac	ac	ac	re

11. กำหนดแผนตัวอย่างหมู่ ดังนี้

ตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7
ขนาดตัวอย่าง	30	30	30	30	30	30	30
Ac	*	1	2	3	5	7	9
Re	4	5	6	7	8	9	10

กำหนดค่า $p' = 0.16$ จงหาค่าความน่าจะเป็นของ

(1) การปฏิเสธลอต จากตัวอย่างแรก

(2) การยอมรับลอต จากตัวอย่างที่สอง

(3) การสุ่มตัวอย่างที่ 3

(4) การยอมรับลอต จากตัวอย่างที่ 3

(5) การปฏิเสธลอต จากตัวอย่างที่ 2

เมื่อ $np' = 30(.16) = 4.8$ ได้ความน่าจะเป็นดังนี้

x	0	1	2	3	4	5
$P[X \leq x]$	.008	.048	.143	.294	.476	.651
$P[X = x]$	.008	.04	.095	.151	.182	.175
$P[X \geq x]$	1.000	.992	.952	.857	.706	.524

(1) ความน่าจะเป็นของการปฏิเสธลอตจากตัวอย่างแรก $= P[C \geq 4 \mid np' = 4.8]$

$= 0.706$

(2) ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอตใน S_2

S_1	S_2	ความน่าจะเป็น
0	≤ 1	$(.008)(.048) = 0.000384$
1	0	$(.04)(.008) = 0.00032$

ผลบวกได้ 0.0007

(3) P [การสุ่มตัวอย่างที่ 3]

S_1	S_2	ความน่าจะเป็น
0	2	(.008)(.095)
0	3	(.008)(.151)
0	4	(.008)(.182)
1	1	(.04)(.04)
1	2	(.04)(.095)
1	3	(.04)(.151)
2	≤ 2	(.095)(.143)
3	≤ 1	(.151)(.048)

ความน่าจะเป็นในการสุ่มตัวอย่างที่ 3 = 0.0357

(4) P [ยอมรับลอตจาก S_3]

S_1	S_2	S_3	ความน่าจะเป็น
0	2	0	$(.008)^2 (.095)(2) = 0.00001216$
1	1	0	$(.04)^2(.008) = 0.0000128$
2	0	0	

ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตจาก S_3 = 0.00002496

(5) ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธลอตจากตัวอย่างที่ 2

S_1	S_2	ความน่าจะเป็น
0	≥ 5	(.008)(.524)
1	≥ 4	(.04)(.706)
2	≥ 3	(.095)(.857)
3	≥ 2	(.151)(.952)

รวมกันได้ 0.2576

ความน่าจะเป็นของการปฏิเสธลอตจากตัวอย่างที่สอง = 0.2576

12. แผนตัวอย่างคู่ถ้าสุ่มตัวอย่างจากลอตขนาด 20 ชิ้นมา 2 ชิ้น ถ้าตรวจสอบแล้วสินค้าทั้งสองชิ้นดีจะยอมรับลอต แต่ถ้าสินค้าทั้งสองชิ้นเป็นของเสียจะปฏิเสธลอตและถ้าเสีย 1 ชิ้น ดี 1 ชิ้น จะสุ่มตัวอย่างที่สองมาอีก 1 ชิ้น ถ้าสินค้าในตัวอย่างที่สองเป็นชิ้นที่ดีจะยอมรับลอตแต่ ถ้าเสียจะปฏิเสธลอต ถ้าลอตที่ตรวจมีเปอร์เซนต์ของเสีย 25% จงหาความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต

$N = 20 \quad n_1 = 2 \quad n_2 = 1 \quad c_1 = 0 \quad c_2 = 1 \quad p' = 0.25$

ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต = ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอตจากตัวอย่างที่ 1 + ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอตจากตัวอย่างที่ 2

$P[\text{ยอมรับลอตจาก } S_1] = P[C = 0 \mid n_1p' = 2(0.25) = 0.5] = 0.607$

$P[\text{ยอมรับลอตจาก } S_2] = P[C = 1 \mid n_1p' = 2(0.25) = 0.5]\, P[C = 0 \mid n_2p' = 0.25]$

$= (.303)(.779) = 0.236$

ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต $= 0.607 + 0.236 = 0.843$

13. แผนตัวอย่างหมู่ กำหนดดังนี้

ตัวอย่างที่	ขนาดตัวอย่าง	Ac	Re
1	5	*	2
2	5	0	2
3	5	0	3
4	5	1	3
5	5	2	3

กำหนดค่า $p' = 0.10$ และถือว่าขนาดของลอตโตมาก

จงหา (1) ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต

(2) ASN พร้อมทั้งบอกความหมายของค่าที่ได้

(3) AOQ

(1) ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต $= P[\text{ยอมรับลอตใน } S_2] + P[\text{ยอมรับลอตใน } S_4] + P[\text{ยอมรับลอตใน } S_5]$

เมื่อ $np' = 0.5$ ได้ความน่าจะเป็นดังนี้

x	0	1	2	3
$P[X \le x]$	.607	.91	.986	.998
$P[X = x]$	.607	.303	.076	.012

$P[\text{ยอมรับลอตจาก } S_2] \Rightarrow$

S_1	S_2	ความน่าจะเป็น
0	0	$(.607)(.607) = 0.368$

$P[\text{ยอมรับลอตจาก } S_4] \Rightarrow$

S_1	S_2	S_3	S_4	ความน่าจะเป็น
0	1	0	0	$(.607)^3(.303)(2) = 0.136$
1	0	0	0	

$P[\text{ยอมรับลอตจาก } S_5] \Rightarrow$

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	ความน่าจะเป็น
0	1	0	1	0	$(.607)^3(.303)^2(4) = 0.082$
1	0	0	1	0	

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
0	1	1	0	0
1	0	1	0	0

ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต = .368 + .136 + .082 = 0.586

(2)

ตัวอย่างที่	ขนาดตัวอย่างสะสม (1)	P_a	P_r	$P_a + P_r$ (2)	(1)x(2)
1	5	0	0.090	0.090	0.45
2	10	0.368	0.174	0.542	5.42
3	15	0	0.033	0.033	0.495
4	20	0.136	0.064	0.200	4.0
5	25	0.082	0.053	0.135	3.375
			ผลรวม		13.74

ASN = 14 หมายความว่า ถ้านำแผนตัวอย่างหมู่มาใช้โดยมี p' = 0.1 ในแต่ละลอตจะสุ่มตัวอย่างเฉลี่ยต่อลอตเท่ากับ 14 ชิ้น

(3) AOQ = $P_a\, p'$ = (0.586)(0.1) = 0.0586

AOQ = 5.86 % หมายความว่าถ้านำแผนตัวอย่างหมู่ที่มี p' = 0.1 มีนโยบายในการตรวจสอบว่าถ้าลอตใดถูกปฏิเสธจะนำสินค้าทุกชิ้นมาตรวจสอบพบของเสียให้คัดทิ้งแล้วแทนที่ด้วยของดี คุณภาพของสินค้าภายหลังการตรวจสอบเท่ากับ 5.86 %

14. แผนตัวอย่างคู่ มี $n_1 = 25, n_2 = 50, c_1 = 1, c_2 = 3$ เมื่อ $p' = 4\%$ และลอตมีขนาดโตมากเมื่อเทียบกับขนาดตัวอย่าง จงหา

(1) ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต

(2) ความน่าจะเป็นในการสุ่มตัวอย่างที่สอง

(3) ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธลอตจากตัวอย่างที่สอง

(1) P [ยอมรับลอตใน S_1] = $P[C \leq 1 \mid np' = 25(.04) = 1]$ = 0.736

P [ยอมรับลอตใน S_2]

S_1	S_2	ความน่าจะเป็น
2	≤ 1	(.184)(.406)
3	0	(.061)(.135)

ผลบวกได้ = 0.0829

ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต = 0.736 + 0.083 = 0.819

(2) P [สุ่มตัวอย่างที่สอง] = P [C = 2 | np′ = 1] + P [C = 3 | np′ = 1]

ความน่าจะเป็นในการสุ่มตัวอย่างที่สอง = 0.184 + 0.061 = 0.245

(3) P [ปฏิเสธลอตจาก S_2]

S_1	S_2	ความน่าจะเป็น	
2	≥ 2	(.184)(.594)	รวมกันได้ 0.162
3	≥ 1	(.061)(.865)	

ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธลอตจากตัวอย่างที่สอง = 0.162

15. จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยว ที่จะทำให้ได้ค่า AOQL = 2% โดยมี $p' = 0.02$ $N = 5,000$ โดยแผนตัวอย่างเดี่ยวที่เหมาะสมต้องมีค่า ATI ต่ำที่สุดด้วย

c = 0 y = 0.3679 n = (.3679)(5,000) / [5,000(.02) + 0.3679] = 18

np' = 18(.02) = 0.36 ได้ P_a = 0.698

ATI = n + (1 - P_a)(N - n) = 18 + (1 - 0.698)(5,000 - 18) = 1,522.56

c = 1 y = 0.8408 n = (.8408)(5,000) / [5,000(.02) + 0.8408] = 42

np' = 42(.02) = 0.84 ได้ P_a = 0.791

ATI = 42 + (1 - .791)(5,000 - 42) = 1,078.22

c = 2 y = 1.371 n = (1.371)(5,000) / (101.371) = 68

np' = 68(.02) = 1.36 ได้ P_a = 0.833

ATI = 68 + (.167)(5,000-68) = 891.64

c = 3 y = 1.942 n = (1.942)(5,000) / (101.942) = 96

np' = 96(.02) = 1.92 ได้ P_a = 0.871

ATI = 96 + (.129)(5,000-96) = 728.62

c = 4 y = 2.544 n = (2.544)(5,000) / (102.544) = 124

np' = (124)(.02) = 2.48 ได้ P_a = 0.89

ATI = 124 + (.11)(5,000-124) = 660.36

c = 5 y = 3.168 n = (3.168)(5,000) / (103.168) = 154

np' = 3.08 ได้ P_a = 0.9076

ATI = 154 + (.0924)(5,000-154) = 601.77

c = 6 y = 3.812 n = (3.812)(5,000) / (103.812) = 184

np' = 3.68 ได้ 1 - P_a = 0.0802

ATI = 184 + (.0802)(5,000-184) = 570.2

$c = 7$ $y = 4.472$ $n = (4.472)(5,000) / (104.472) = 215$

$np' = 4.3$ ได้ $1 - P_a = 0.0715$ $ATI = 215 + (.0715)(5,000-215) = 557.13$

$c = 8$ $y = 5.146$ $n = (5.146)(5,000) / (105.146) = 245$

$np' = 4.9$ ได้ $1 - P_a = 0.062$ $ATI = 245 + (.062)(5,000-245) = 539.81$

$c = 9$ $y = 5.831$ $n = (5.831)(5,000) / (105.831) = 276$

$np' = 5.52$ ได้ $1 - P_a = .0.055$ $ATI = 276 + (.055)(5,000-276) = 535.82$

$c = 10$ $y = 6.528$ $n = 307$ $np' = 6.14$ ได้ $1-P_a = 0.0486$

$ATI = 307 + (0.0486)(5,000-307) = 535.08$

$c = 11$ $y = 7.233$ $n = 338$ $np' = (338)(.02) = 6.76$ ได้ $1 - P_a = 0.0434$

$ATI = 338 + (0.0434)(5,000-338) = 540.33$

นั่นคือ แผนตัวอย่างเดี่ยวที่เหมาะสมคือ $n = 307$, $c = 10$ เป็นแผนตัวอย่างที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุด

16. จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยว ที่มี $p_1' = 0.02$ $p_2' = 0.20$ $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$ ให้เลือกแผนที่เหมาะสมที่สุดที่สภาพตลาดผู้ซื้อจะต้องง้อผู้ขาย

$p_2' / p_1' = 0.20 / 0.02 = 10$

$c = 0$ $np_1' = 0.05$ $np_2' = 4.6$ $np_2' / np_1' = 92$

$c = 1$ $np_1' = 0.35$ $np_2' = 3.89$ $np_2' / np_1' = 11.1$

$c = 2$ $np_1' = 0.82$ $np_2' = 5.33$ $np_2' / np_1' = 6.5$

สภาพตลาดผู้ซื้อต้องง้อผู้ขาย นั่นคือต้องตรึงค่า α โดยพิจารณาแผนสองแผนที่ใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนที่กำหนด

$c = 1$ ตรึง α $n = np_1' / p_1' = (.35) / (.02) = 17.5$

$c = 2$ ตรึง α $n = np_1' / p_1' = (.82) / (.02) = 41$

แผนตัวอย่างเดี่ยวที่เหมาะสม คือ $n = 18$ $c = 1$

17. ถ้าแผนตัวอย่างลูกโซ่ มี $n = 3$ $c = 0$ $i = 5$ $p' = 0.01$ จงหาความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต

ความน่าจะเป็นที่จะได้ของดี $= 1 - 0.01 = 0.99$

ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต $= (.99)^3 + 3(.99)^2 (.01)(.99)^3 (.99)^3 (.99)^3 (.99)^3 (.99)^3$

$= 0.9956$

18. แผนตัวอย่างเดี่ยว มี $n = 15$ $c = 1$ จงหาความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต โดยใช้การแจกแจงแบบไฮเปอร์จีออเมตริก สำหรับลอตที่มีขนาด 50 และมีเปอร์เซนต์ของเสียในลอต 2%, 6%, 10% และ 20% ตามลำดับ

$N = 50 \quad n = 15 \quad p' = 0.02 \quad Np' = 1 \quad c = 1$

ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต $= [({}^{1}c_{0}\ {}^{49}c_{15}) + ({}^{1}c_{1}\ {}^{49}c_{14})] / {}^{50}c_{15} = 1$

$N = 50 \quad n = 15 \quad p' = 0.06 \quad Np' = 3 \quad c = 1$

ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต $= [({}^{3}c_{0}\ {}^{47}c_{15}) + ({}^{3}c_{1}\ {}^{47}c_{14})] / {}^{50}c_{15}$

$= 1,326 / 1,680 = 0.789$

$N = 50 \quad n = 15 \quad p' = 0.1 \quad Np' = 5 \quad c = 1$

ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต $= [({}^{5}c_{0}\ {}^{45}c_{15}) + ({}^{5}c_{1}\ {}^{45}c_{14})] / {}^{50}c_{15}$

$= 39,644 / 75,670 = 0.5239$

$N = 50 \quad n = 15 \quad p' = 0.2 \quad Np' = 10 \quad c = 1$

ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต $= [({}^{10}c_{0}\ {}^{40}c_{15}) + ({}^{10}c_{1}\ {}^{40}c_{14})] / {}^{50}c_{15}$

$= 0.1209$

19. แผนตัวอย่างเดี่ยวมี N = 10,000 n = 300 c = 1 เปอร์เซนต์ของเสียในลอต 0.5% ถ้าใช้นโยบายว่าลอตใดถูกปฏิเสธ จะตรวจสอบสินค้าในลอตนั้นทุกชิ้น จงหาค่า AOQ และ ATI

$np' = 1.5 \quad c = 1 \quad P_a = 0.558$

$AOQ = [(N - n) / N] P_a p' = [(10,000 - 300) / (10,000)] (0.558)(0.005) = 0.0027$

คุณภาพของสินค้าภายหลังการตรวจสอบ = 0.27 %

$ATI = n + (1 - P_a)(N - n) = 300 + (1 - 0.558)(10,000 - 300) = 4,588$

จำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบโดยเฉลี่ยทั้งหมด = 4,588

20. แผนตัวอย่างเดี่ยว มี n = 150 c = 2 เมื่อ p' มีค่าต่าง ๆ กันตั้งแต่ 1 % ถึง 10 % เมื่อถือว่าลอตมีขนาดโตมาก จงหาค่า AOQL

p'	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
np'	1.5	3	4.5	6	7.5	9	10.5	12	13.5	15
P_a	.809	.423	.174	.062	.02	.006	.002	.001	0	0
AOQ	.8	.846	.522	.248	.1	.036	.01	.008	0	0

นั่นคือ AOQL = 0.846 %

21. ขนาดของลอต = 2,000 ชิ้น AOQL ≤ 2.0% จากแผนตัวอย่าง 3 แผนที่กำหนดให้ คือ แผน ก n = 65 c = 2 แผน ข n = 41 c = 1 แผน ค n = 18 c = 0 แผนตัวอย่างเดี่ยวแผนใดเหมาะสมที่สุดที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุด เมื่อเปอร์เซนต์ของเสียในลอตเป็น 0.3% ผลที่ได้ให้

เปรียบเทียบ กับผลที่ได้จากตาราง Dodge-Romig เมื่อ AOQL เท่ากับค่าที่กำหนด

แผน ก $p' = 0.003$ $np' = 0.195$ $c = 2$ $P_a = 0.999$

$ATI = n + (1- P_a)(N - n) = 65 + (0.001)(2,000 - 65) = 66.935$

แผน ข $p' = 0.003$ $np' = 0.123$ $c = 1$ $P_a = 0.9877$

$ATI = n + (1- P_a)(N - n) = 41 + (0.0123)(2,000 - 41) = 65.096$

แผน ค $np' = 0.054$ $c = 0$ $P_a = 0.9477$

$ATI = n + (1- P_a)(N - n) = 18 + (0.0523)(2,000 - 18) = 121.66$

ดังนั้น แผนตัวอย่างเดี่ยวที่เหมาะสม คือ แผน ข $n = 41$ $c = 1$

จากตาราง 6.13 ดูที่ $N = 2,000$ ค่าเฉลี่ยกระบวนการ = 0.3 % ได้แผนตัวอย่างเดี่ยว คือ $n = 41$ $c = 1$ จะเห็นว่าผลสรุปที่ได้เหมือนกัน

22. ถ้าความเสี่ยงของผู้บริโภคที่ยอมรับสินค้าที่มีของเสีย 3% มีค่า 0.10 และความเสี่ยงของผู้ผลิตที่จะถูกปฏิเสธสินค้าที่ดี คือมีของเสียในลอตที่จะยอมรับได้ 1% มีค่าความเสี่ยง เท่ากับ 0.05 จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยว แสดงให้เห็นทั้งกรณีตรึง α และตรึง β และเลือกแผนตัวอย่างที่เหมาะสม

$p_1' = 0.01$ $p_2' = 0.03$ $\alpha = 0.05$ $\beta = 0.10$ $p_2' / p_1' = 3$

$c = 0$ $n p_1' = 0.05$ $n p_2' = 2.3$ $n p_2' / n p_1' = 46$

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

$c = 2$ $n p_1' = 0.80$ $n p_2' = 5.32$ $n p_2' / n p_1' = 6.65$

...

...

...

$c = 6$ $n p_1' = 3.30$ $n p_2' = 10.5$ $n p_2' / n p_1' = 3.18$

$c = 7$ $n p_1' = 4$ $n p_2' = 11.75$ $n p_2' / n p_1' = 2.94$

c = 6		c = 7	
ตรึง α ค่า β ใกล้เคียง 0.1	ตรึง β ค่า α ใกล้เคียง 0.05	ตรึง α ค่า β ใกล้เคียง 0.1	ตรึง β ค่า α ใกล้เคียง 0.05
$n = n p_1' / p_1'$	$n = n p_2' / p_2'$	$n = n p_1' / p_1'$	$n = n p_2' / p_2'$
$n = 3.3 / .01$	$= 10.5 / 0.03$	$= 4 / .01$	$= 11.75 / .03$
$= 330$	$= 350$	$= 400$	$= 392$

พิจารณาแผน 4 แผน คือ

แผน	n	c	p_1'	p_2'	$n\,p_1'$	$n\,p_2'$	α	β
ก	330	6	.01	.03	3.3	9.9	.0515	.137
ข	350	6	.01	.03	3.5	10.5	.0655	.102
ค	400	7	.01	.03	4.0	12.0	.051	.09
ง	392	7	.01	.03	3.92	11.76	.0466	.10

การเลือกแผนตัวอย่างที่เหมาะสมต้องพิจารณาจากค่า α และค่า β ที่ได้ว่าใกล้เคียงกับค่าที่โจทย์กำหนดให้หรือไม่ ซึ่งมีสองแผนให้เลือกคือ แผน ค และ แผน ง แต่ แผน ง มีขนาดตัวอย่างที่เล็กกว่า ดังนั้นแผนตัวอย่างที่เหมาะสมที่สุด คือ n = 392 c = 7

23. จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยว ที่มีการตรวจสอบระดับ II จากตารางกรมทหาร ตรวจสอบลอตที่มีขนาด 2,500 ชิ้น ที่ AQL = 1.5% ที่การตรวจสอบความเข้มงวดทั้งสามแบบ

จากตาราง 6.1 ได้อักษร K แผนตัวอย่างเดี่ยวที่ตรวจสอบความเข้มงวดแบบต่าง ๆ ให้เปิดตาราง 6.2 - 6.4 ได้

แบบเข้มงวดปานกลาง n = 125 ac = 5 re = 6

แบบเข้มงวดมาก n = 125 ac = 3 re = 4

แบบเข้มงวดน้อย n = 50 ac = 2 re = 5

24. ลอตสินค้ามีขนาด 800 ชิ้นมีของเสียในลอต 3% จงหาแผนตัวอย่างที่ได้จากตารางการตรวจสอบของกรมทหาร ที่ระดับ AQL = 0.65% โดยการตรวจสอบที่ความเข้มงวดปานกลาง จากแผน ก. แผนตัวอย่างเดี่ยว ข. แผนตัวอย่างคู่ ค. แผนตัวอย่างหมู่

จงพิจารณาว่า แผนตัวอย่างใดเหมาะสม โดยพิจารณาจากค่า ATI ที่ต่ำที่สุด

โจทย์ไม่ได้กำหนดระดับการตรวจสอบนั่นคือใช้ระดับ II จากตาราง 6.1 ได้อักษร J

การตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลาง

แผนตัวอย่างเดี่ยว n = 80 ac = 1 re = 2

แผนตัวอย่างคู่ n_1 = 50 ac = 0 re = 2

n_2 = 50 ac = 1 re = 2

แผนตัวอย่างหมู่

ตัวอย่างที่	n	ac	re
1	20	*	2
2	20	*	2
3	20	0	2
4	20	0	3
5	20	1	3
6	20	1	3
7	20	2	3

(1) แผนตัวอย่างเดี่ยว $p' = 0.03$ $np' = 2.4$ $P_a = 0.308$ $N = 800$

$ATI = n + (1 - P_a)(N - n) = 80 + (0.692)(720) = 578.24$

(2) แผนตัวอย่างคู่ $ATI = n_1 P_{a1} + (n_1 + n_2) P_{a2} + N (1 - P_a)$

$P_{a1} = P [X = 0 \mid n p' = 1.5] = 0.223$

$P_{a2} = P [X = 1 \mid n p' = 1.5] P [X = 0 \mid n p' = 1.5] = (0.335)(0.223)$

$= 0.075$

$P_a = 0.223 + 0.075 = 0.298$ $1 - P_a = 0.702$

$ATI = 50(0.223) + (100)(0.075) + (800)(0.702) = 580.25$

(3) แผนตัวอย่างหมู่

$ATI = n_1 P_{a1} + (n_1 + n_2) P_{a2} + \ldots + (n_1 + n_2 + \ldots + n_7) P_{a7} + N (1 - P_a)$

ตัวอย่างที่	ขนาดตัวอย่างสะสม (1)	P_a (2)	(1) x (2)
1	20	0	0
2	40	0	0
3	60	0.165	9.9
4	80	0	0
5	100	0.09	9
6	120	0	0
7	140	0.032	4.48
		รวม	23.38

$P_{a3} = (0.549)^3$ $P_{a5} = (0.329)(0.549)^4$ (3) $P_{a7} = (0.329)^2 (0.549)^5$ (6)

$P_a = 0.287$ $1 - P_a = 0.713$

$ATI = 23.38 + 800(0.713) = 593.78$

แผนตัวอย่างเดี่ยว คือ $n = 80$ $c = 1$

25. โรงงานแห่งหนึ่งใช้ตารางการตรวจสอบหา Dodge-Romig ที่มีค่า AOQL 2% ขนาดของลอต 3,500 ชิ้น ค่าเฉลี่ยของกระบวนการ 1%

(1) จงหาแผนตัวอย่างคู่ ค่า LTPD

(2) จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยว

(3) จากแผนตัวอย่างเดี่ยว จงหาความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต เมื่อเปอร์เซนต์ของเสียในลอตเป็น 2%

(1) จากตาราง 6.14 ดูขนาดของลอตและค่าเฉลี่ยกระบวนการตรงกับที่กำหนดให้ได้

$n_1 = 80$ $n_2 = 140$ $c_1 = 1$ $c_2 = 7$ LTPD = 5.8 %

(2) จากตาราง 6.13 ได้ $n = 95$ $c = 3$ LTPD $= 7\%$

(3) เมื่อ $p' = 0.02$

ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต $= P[c \leq | np' = 95(.02) = 1.9] = 0.875$

26. จากค่าเฉลี่ยกระบวนการ 1.0% ขนาดของลอต 500 ชิ้น LTPD 5% จงหา

(1) แผนตัวอย่างเดี่ยว และ AOQL

(2) แผนตัวอย่างคู่ และ AOQL

(1) จากตาราง 6.15 ดูที่ขนาดของลอตและค่าเฉลี่ยกระบวนการได้ $n = 100$ $c = 2$

AOQL $= 1.1\%$

(2) จากตาราง 6.16 ได้ $n_1 = 55$ $n_2 = 80$ $c_1 = 0$ $c_2 = 3$ AOQL $= 1.2\%$

27. บริษัทแห่งหนึ่งรับสินค้าขนาดลอตละ 500 ชิ้นจากโรงงานผู้ผลิตแห่งหนึ่งโดยใช้แผนตัวอย่างคู่ที่มี $n_1 = 30$ $n_2 = 40$ $c_1 = 0$ $c_2 = 2$ คุณภาพของลอตเป็น 5% จงหา

(1) ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตจากตัวอย่างแรก

(2) ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต

(3) คำนวณค่า AOQ และ ATI

$p' = 0.05$ $n_1 p' = 1.5$ ได้ความน่าจะเป็นดังนี้

x	0	1	2
$P[X \leq x]$	.223	.558	.809

$n_2 p' = 2.0$ ได้ความน่าจะเป็นดังนี้

x	0	1	2
$P[X \leq x]$	.135	.406	.677

(1) $P[$ ยอมรับลอตใน $S_1] = P[X = 0 | np' = 1.5] = 0.223$

(2) $P[$ ยอมรับลอต $] = P[$ ยอมรับลอตใน $S_1] + P[$ ยอมรับลอตใน $S_2]$

$P[$ ยอมรับลอตใน $S_2]$ หาได้จาก

S_1	S_2	ความน่าจะเป็น	
1	≤ 1	(0.335)(0.406) = 0.13601	รวมกันได้ 0.169895
2	0	(0.251)(0.135) = 0.033885	

หาค่า $0.335 = (0.558 - 0.223)$ และ $0.251 = (0.809 - 0.558)$

$P[$ ยอมรับลอตจากตัวอย่างที่สอง $] = 0.17$

ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต $= 0.223 + 0.17 = 0.393$

(3) $AOQ = [[(N - n_1) P_{a1} + (N - n_1 - n_2) P_{a2}] p'] / N$

AOQ = [(500-30)(0.223) + (500-70)(0.17)] (.05) / 500 = 0.018

คุณภาพของสินค้าภายหลังการตรวจสอบ = 1.8 %

ATI = $n_1P_{a1} + (n_1 + n_2) P_{a2} + N (1 - P_a)$

ATI = 30(0.223) + 70(0.17) + 500(1 - 0.393) = 322

จำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบโดยเฉลี่ยต่อลอตทั้งหมดเท่ากับ 322 ชิ้น

28. แผนตัวอย่างเดี่ยวมีสินค้าในลอตจำนวน 300 ชิ้น n = 25 c = 2 เปอร์เซนต์ของเสียในลอต 8%

จงหา (1) ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต

(2) คำนวณหาค่า AOQ และ ATI พร้อมอธิบายความหมายของค่าทั้งสอง

(1) $p' = 0.08$ $np' = 25 (.08) = 2$

P [ยอมรับลอต] = $P [X \leq 2 \mid np' = 2] = 0.677$

(2) AOQ = $(N - n) P_a p' / N$ = (300 -25)(0.677)(0.08) / 300 = 0.0496

AOQ = 4.96 % หมายความว่าถ้านำแผนตัวอย่างเดี่ยวที่มีคุณภาพของลอต 8 % นี้มาใช้โดยมีนโยบายที่จะตรวจสอบสินค้าทุกชิ้นสำหรับลอตที่ถูกปฏิเสธตรวจพบของเสียให้คัดทิ้งและแทนที่ด้วยของดี คุณภาพของสินค้าภายหลังการตรวจสอบเช่นนี้จะเท่ากับ 4.96 %

ATI = $n + (1 - P_a)(N - n)$ = 25 + (1 - 0.677)(300 - 25) = 114

ATI = 114 หมายความว่าถ้านำแผนตัวอย่างเดี่ยวที่มีคุณภาพของลอต 8 % นี้มาใช้โดยมีนโยบายที่จะตรวจสอบสินค้าทุกชิ้นสำหรับลอตที่ถูกปฏิเสธตรวจพบของเสียให้คัดออกแล้วนำของดีใส่แทนที่ในแต่ละลอตจำนวนสินค้าที่ตรวจสอบโดยเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 114 ชิ้น

29. จากแผนตัวอย่างเดี่ยวจงเปรียบเทียบว่าควรจะใช้แผนตัวอย่างใดจึงจะเหมาะสมโดยแผน ก มี n = 65 c = 2 แผน ข n = 41 c = 1 แผน ค n = 18 c = 0 โดยแผนตัวอย่างนี้ตรวจรับสินค้าลอตละ 2,000 ชิ้น $p' = 0.8\%$ ถ้าลอตใดตรวจแล้วถูกปฏิเสธลอตจะต้องตรวจสินค้าทุกชิ้นในลอต

แผน ก $np' = 0.52$ $c = 2$ $P_a = 0.9844$

ATI = $n + (N - n)(1 - P_a)$ = 65 + (2,000 - 65) (0.0156) = 95.186

แผน ข $np' = 0.328$ $c = 1$ $P_a = 0.956$

ATI = $n + (N - n)(1 - P_a)$ = 41 + (2,000 - 41) (0.044) = 127.196

แผน ค $np' = 0.144$ $c = 0$ $P_a = 0.866$

ATI = $n + (N - n)(1 - P_a)$ = 18 + (2,000 - 18) (0.134) = 283.588

จากแผนตัวอย่างเดี่ยวทั้งสามแผน แผนที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุด คือ แผน ก n = 65 c = 2

30. จากแผนตัวอย่างทั้งสองแผน จงเปรียบเทียบว่าควรจะใช้แผนใดจึงจะเหมาะสมจาก แผน ก $n = 200$ $c = 4$ แผน ข $n_1 = 100$ $n_2 = 100$ $c_1 = 2$ $c_2 = 3$ เมื่อตรวจรับลอตขนาด 2,000 ชิ้น คุณภาพของลอตเป็น 2.5% โดยใช้การตรวจสอบแบบ Rectifying Inspection

แผน ก $np' = 5$ $c = 4$ $P_a = 0.440$ $1 - P_a = 0.56$

$$ATI = 200 + (2,000 - 200) (0.56) = 1,208$$

แผน ข $n_1 p' = n_2 p' = 2.5$ $c_1 = 2$ $P_{a1} = 0.544$

$$P_{a2} = P [X = 3 \mid np' = 2.5] P [X = 0 \mid np' = 2.5] = (0.2135)(0.0825) = 0.0176$$

$$ATI = n_1P_{a1} + (n_1 + n_2) P_{a2} + N (1 - P_a)$$

$$= 100(.544) + 200(.0176) + 2,000 (1 - 0.5616) = 934.72$$

แผนตัวอย่างที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุดคือ แผน ข จึงเป็นแผนตัวอย่างที่เหมาะสม

31. ผู้ขายได้จัดส่งสินค้าให้ผู้ซื้อโดยจัดเป็นลอตๆ ละ 2,000 ชิ้นซึ่งใช้การตรวจสอบตามตาราง แผนกรมทหาร 105 D ที่ระดับ S-3 มี AQL = 4%

(1) จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยว ที่ใช้การตรวจสอบความเข้มงวดทั้ง 3 แบบ

(2) จงหาแผนตัวอย่างคู่ และใช้การตรวจสอบความเข้มงวดทั้ง 3 แบบ

(3) จงหาแผนตัวอย่างหมู่ ใช้การตรวจสอบความเข้มงวดทั้งสามแบบ

(1) จากตาราง 6.1 ได้อักษร E แผนตัวอย่างเดี่ยวที่ตรวจสอบแบบต่าง ๆ ดังนี้

แบบเข้มงวดปานกลาง $n = 13$ $ac = 1$ $re = 2$

แบบเข้มงวดมาก $n = 13$ $ac = 1$ $re = 2$

แบบเข้มงวดน้อย $n = 5$ $ac = 0$ $re = 2$

(2) แผนตัวอย่างคู่

แบบเข้มงวดปานกลาง $n_1 = 8$ $ac = 0$ $re = 2$

$n_2 = 8$ $ac = 1$ $re = 2$

แบบเข้มงวดมาก $n_1 = 8$ $ac = 0$ $re = 2$

$n_2 = 8$ $ac = 1$ $re = 2$

แบบเข้มงวดน้อย $n_1 = 3$ $ac = 0$ $re = 2$

$n_2 = 3$ $ac = 0$ $re = 2$

(3) แผนตัวอย่างหมู่

แบบเข้มงวดปานกลาง

ตัวอย่างที่	ขนาดตัวอย่าง	ac	re
1	3	*	2
2	3	*	2
3	3	0	2
4	3	0	3
5	3	1	3
6	3	1	3
7	3	2	3

แบบเข้มงวดมาก

ตัวอย่างที่	ขนาดตัวอย่าง	ac	re
1	3	*	2
2	3	*	2
3	3	0	2
4	3	0	3
5	3	1	3
6	3	1	3
7	3	2	3

32. แผนตัวอย่างหมู่ มี $p' = 0.005$ ขนาดของลอต = 5,000 ใช้การตรวจสอบแบบ Rectifying Inspection จงหาค่า AOQ และ ATI

ตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7
ขนาดตัวอย่าง	100	100	100	100	100	100	100
Ac	*	1	2	3	4	6	7
Re	3	4	5	6	6	8	8

P [ยอมรับลอดใน S_2]

S_1	S_2	ความน่าจะเป็น	
1	0	(0.303)(0.607)	ผลบวกได้ 0.736
0	≤ 1	(0.607)(0.91)	

P [ยอมรับลอดใน S_3]

S_1	S_2	S_3	ความน่าจะเป็น	
0	2	0	$(0.607)^2(0.076)(2)$	ผลบวกได้ 0.112
1	1	0	$(0.303)^2(0.607)$	
2	0	0		

P [ยอมรับลอตใน S_4]

S_1	S_2	S_3	S_4	ความน่าจะเป็น	
0	2	1	0	$(0.607)^2(0.303)(0.076)(4)$	ผลบวกได้ 0.0508
1	1	1	0	$(0.303)^3(0.607)$	
2	1	0	0		
1	2	0	0		
2	0	1	0		

P [ยอมรับลอตใน S_5]

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	ความน่าจะเป็น	
0	2	1	1	0	$(0.607)^2(0.303)^2(0.076)(7)$	ผลบวกได้ 0.024
1	1	1	1	0	$(0.303)^4(0.607)$	
1	2	1	0	0		
1	1	2	0	0		
1	2	0	1	0		
2	1	0	1	0		
2	1	1	0	0		
2	0	1	1	0		
2	0	2	0	0	$(0.076)^2(0.607)^3$	

P [ยอมรับลอตใน S_6]

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	ความน่าจะเป็น	
0	2	1	1	1	≤ 1	$(0.607)(0.303)^3(0.076)(0.91)(7)$	ผลบวกได้ 0.011
1	1	1	1	1	≤ 1	$(0.303)^5(0.91)$	
1	2	1	0	1	≤ 1		
1	1	2	0	1	≤ 1		
1	2	0	1	1	≤ 1		
2	1	0	1	1	≤ 1		
2	1	1	0	1	≤ 1		
2	0	1	1	1	≤ 1		
2	0	2	0	1	≤ 1	$(0.076)^2(0.607)^2(0.303)(0.91)$	

P [ยอมรับลอตใน S_7]

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	ความน่าจะเป็น
0	2	1	1	1	2	0	$(0.607)^2 (0.303)^3 (0.076)^2 (7)$
1	1	1	1	1	2	0	$(0.303)^5 (0.076)(0.607)$
1	2	1	0	1	2	0	
1	1	2	0	1	2	0	ผลบวกได้ 0.00056
1	2	0	1	1	2	0	
2	1	0	1	1	2	0	
2	1	1	0	1	2	0	
2	0	1	1	1	2	0	
2	0	2	0	1	2	0	$(0.076)^3 (0.607)^3 (0.303)$

$P_a = P_{a1} + P_{a2} + \ldots\ldots + P_{a7} = 0 + 0.736 + 0.112 + 0.0508 + 0.024 + 0.011 + 0.00056$

$P_a = 0.934 \quad 1 - P_a = 0.066$

เมื่อถือว่าขนาดของลอตโตมาก

$AOQ = P_a p' = (0.934)(0.005) = 0.00467$

$ATI = n_1 P_{a1} + (n_1 + n_2) P_{a2} + \ldots\ldots + (n_1 + n_2 + \ldots + n_7) P_{a7} + N(1 - P_a)$

$= 0 + 200(0.736) + 300(0.112) + 400(0.0508) + 500(0.024) + 600(0.011) +$

$700(0.00056) + 5{,}000(0.066) = 550.11$

33. จงหาแผนตัวอย่างคู่ ที่ใช้ในการตรวจสอบสินค้าขนาดลอตละ 450 ชิ้น ตรวจสอบแบบตาราง กรมทหาร 105 D ที่ AQL = 1% มีของเสียในลอต 2% ตรวจสอบแบบความเข้มงวดน้อย

(1) จงหาความน่าจะเป็นของการยอมรับ แต่ยังคงตรวจสอบโดยใช้ระดับความเข้มงวดน้อย

(2) จงหาความน่าจะเป็นของการยอมรับ และเปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบระดับความเข้มงวดปานกลาง

(3) จงหาความน่าจะเป็นของการปฏิเสธลอต

จากตาราง 6.1 ระดับการตรวจสอบเป็นระดับ II ได้อักษร H

ได้แผนตัวอย่าง n = 20 ac = 0 re = 2

(1) $P[\text{ยอมรับลอต}] = P[X = 0 \mid np' = 0.4] = 0.67$

ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอตและยังคงตรวจสอบแบบเข้มงวดน้อย = 0.67

(2) P [ยอมรับลอตแต่เปลี่ยนการตรวจสอบเป็นเข้มงวดปานกลาง] =

$P[X = 1 \mid np' = 0.4] = (0.938 - 0.67) = 0.268$

(3) P [ปฏิเสธลอต] $= P[X \geq 2 \mid np' = 0.4] = 1 - P[X \leq 1 \mid np' = 0.4]$

$= 1 - 0.938 = 0.062$

34. แผนตัวอย่างที่ตรวจรับลอตขนาด 1,000 ชิ้น ตรวจสอบระดับความเข้มงวดปานกลางมี AQL = 1.5% จงหา

(1) แผนตัวอย่างคู่ และแผนตัวอย่างหมู่

(2) หาขนาดตัวอย่างถัวเฉลี่ย (ASN) ของทั้งสองแผน เปรียบเทียบกัน เมื่อลอตที่นำสินค้ามาตรวจมีของเสีย 1 % จากตาราง 6.1 ได้อักษร J

(1) แผนตัวอย่างคู่ $n_1 = 50$ ac = 1 re = 4

$n_2 = 50$ ac = 4 re = 5

แผนตัวอย่างหมู่	ตัวอย่างที่	ขนาดตัวอย่าง	ac	re
	1	20	*	2
	2	20	*	2
	3	20	0	2
	4	20	0	3
	5	20	1	3
	6	20	1	3
	7	20	2	3

(2) $p' = 0.01$

สำหรับแผนตัวอย่างคู่ $ASN = n_1 P_1 + (n_1 + n_2)(1 - P_1)$

P_1 = ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอตหรือปฏิเสธลอตจากตัวอย่างที่ 1

$P_{a1} = P[X \leq 1 \mid np' = 50(0.01) = 0.5] = 0.91$

$P_{r1} = P[X \geq 4 \mid np' = 0.5] = 1 - P[X \leq 3 \mid np' = 0.5] = 1 - 0.998$

$= 0.002$

ดังนั้น $P_1 = 0.91 + 0.002 = 0.912$ $1 - P_1 = 0.088$

$ASN = 50(0.912) + 100(0.088) = 54.4$

ขนาดตัวอย่างถัวเฉลี่ย = 54 ชิ้น สำหรับแผนตัวอย่างหมู่

$ASN = n_1 P_1 + (n_1 + n_2) P_2 + \ldots + (n_1 + n_2 + \ldots + n_7) P_7$

คำนวณได้ความน่าจะเป็น ดังนี้

ตัวอย่างที่	ขนาดตัวอย่างสะสม(1)	P_a	P_r	$P_a + P_r$ (2)	(1)x(2)
1	20	0	0.018	0.018	0.36
2	40	0	0.044	0.044	1.76
3	60	0.549	0.06	0.609	36.54
4	80	0	0.006	0.006	0.48
5	100	0.22	0.015	0.235	23.5
6	120	0	0.016	0.016	1.92
7	140	0.059	0.013	0.072	10.08
				รวม	74.64

แผนตัวอย่างหมู่มี ASN = 75 ดังนั้นขนาดตัวอย่างถัวเฉลี่ย 75 ชิ้น ขณะที่แผนตัวอย่างคู่มีขนาดตัวอย่างเฉลี่ย 54 ชิ้น

หมายเหตุ การคำนวณความน่าจะเป็นได้จาก

$P[\text{ ปฏิเสธใน } S_1] = P[c \geq 2 \mid n p' = 0.2] = 0.018$

$P[\text{ ปฏิเสธใน } S_2]$

S_1	S_2	ความน่าจะเป็น	
0	≥ 2	(0.819)(0.018)	ผลบวกได้ 0.044
1	≥ 1	(0.163)(0.181)	

$P[\text{ ยอมรับลอตใน } S_3]$

S_1	S_2	S_3	ความน่าจะเป็น
0	0	0	$(0.819)^3 = 0.549$

$P[\text{ ปฏิเสธลอตใน } S_3]$

S_1	S_2	S_3	ความน่าจะเป็น	
0	0	≥ 2	$(0.819)^2(0.018)$	ผลบวกได้ 0.06
0	1	≥ 1	(0.819)(0.163)(0.181)(2)	
1	0	≥ 1		

$P[\text{ ปฏิเสธลอตใน } S_4]$

S_1	S_2	S_3	S_4	ความน่าจะเป็น	
0	0	1	≥ 2	$(0.819)^2(0.163)(0.018)(3)$	ผลบวกได้ 0.0059
0	1	0	≥ 2		
1	0	0	≥ 2		

P [ยอมรับลอตใน S_5]

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	ความน่าจะเป็น	
0	0	1	0	0	$(0.819)^4(0.163)(3)$	ผลบวกได้ 0.22
0	1	0	0	0		
1	0	0	0	0		

P [ปฏิเสธลอตใน S_5]

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	ความน่าจะเป็น	
0	0	1	0	≥ 2	$(0.819)^3(0.163)(0.018)(3)$	ผลบวกได้ 0.0145
0	0	1	1	≥ 1	$(0.819)^2(0.163)^2(0.181)(3)$	
0	1	0	0	≥ 2		
0	1	0	1	≥ 1		
1	0	0	0	≥ 2		
1	0	0	1	≥ 1		

P [ปฏิเสธลอตใน S_6]

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	ความน่าจะเป็น	
0	0	1	0	1	≥ 1	$(0.819)^3(0.163)^2(0.181)(6)$	ผลบวกได้ 0.016
0	0	1	1	0	≥ 1		
0	1	0	0	1	≥ 1		
0	1	0	1	0	≥ 1		
1	0	0	0	1	≥ 1		
1	0	0	1	0	≥ 1		

P [ยอมรับลอตใน S_7]

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	ความน่าจะเป็น	
0	0	1	1	0	0	0	$(0.819)^5(0.163)^2(6)$	ผลบวกได้ 0.059
0	0	1	0	1	0	0		
0	1	0	0	1	0	0		
0	1	0	1	0	0	0		
1	0	0	0	1	0	0		
1	0	0	1	0	0	0		

P [ปฏิเสธลอตใน S_7]

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	ความน่าจะเป็น
0	0	1	1	0	0	≥ 1	$(0.819)^4(0.163)^2(0.181)(6)$ ผลบวกได้ 0.013
0	0	1	0	1	0	≥ 1	
0	1	0	0	1	0	≥ 1	
0	1	0	1	0	0	≥ 1	
1	0	0	0	1	0	≥ 1	
1	0	0	1	0	0	≥ 1	

35. จากตารางการตรวจสอบของ Dodge-Romig มี AOQL = 2% มีค่าเฉลี่ยกระบวนการ = 0.8% ตรวจรับลอตสินค้าที่มีขนาด 2,500 ชิ้น จงหา

(1) แผนตัวอย่างเดี่ยว

(2) แผนตัวอย่างคู่

(3) เปรียบเทียบค่า AOQ ของแต่ละแผน และค่า ATI ของแต่ละแผน

(1) แผนตัวอย่างเดี่ยว จากตาราง 6.13 ได้ $n = 65$ $c = 2$ $p' = 8.2\ \%$

(2) แผนตัวอย่างคู่ จากตาราง 6.14 ได้ $n_1 = 41$ $n_2 = 84$ $c_1 = 0$ $c_2 = 4$ $p' = 7\ \%$

(3) แผนตัวอย่างเดี่ยว $AOQ = (N - n) P_a p' / N$

$$AOQ = (2,500 - 65)(0.0999)(0.082) / (2,500) = 0.00798$$

$AOQ = 0.798\ \%$

แผนตัวอย่างคู่ $AOQ = [(N - n_1) P_{a1} + (N - n_1 - n_2) P_{a2}] p' / N$

$P_{a1} = P[X = 0 \mid n_1 p' = 2.87 = 3] = 0.05$

P_{a2} ได้จาก

S_1	S_2	ความน่าจะเป็น
1	≤ 3	(.149)(.151) บวกกันได้ 0.0405
2	≤ 2	(.224)(.062)
3	≤ 1	(.224)(.017)
4	0	(.168)(.002)

0.151 หาได้จาก $P[X \leq 3 \mid n_2 p' = 6]$

$AOQ = [(2,500 - 41)(0.05) + (2,500 - 41 - 84)(0.0405)](.07) / (2,500) = 0.00641$

$AOQ = 0.614\ \%$

AOQ จากแผนตัวอย่างเดี่ยว = 0.798 % ขณะที่แผนตัวอย่างคู่ได้ AOQ = 0.614 % ถ้าพิจารณาคุณภาพของสินค้าภายหลังการตรวจสอบที่มีคุณภาพดีขึ้นควรใช้แผนตัวอย่างคู่

แผนตัวอย่างเดี่ยว ATI = $n + (1 - P_a) (N - n)$ = 65 + (1 - 0.0999)(2,500 - 65)

ATI = 2,256.74 จำนวนสินค้าที่ตรวจสอบโดยเฉลี่ยทั้งหมด = 2,257 ชิ้น

แผนตัวอย่างคู่ ATI = $n_1 P_{a1} + (n_1 + n_2) P_{a2} + N (1 - P_a)$

ATI = 41(0.05) + (41+84)(0.0405) + 2,500(1 - 0.0905) = 2,280.86

จำนวนสินค้าที่ตรวจสอบโดยเฉลี่ยทั้งหมด = 2,281 ชิ้น

##