

工商管理學叢書

統計品質管制

張織雲 呂汝漢 簡兆權編著
商務印書館出版



工商管理學叢書

統計品質管制

張織雲 呂汝漢 簡兆權編著

商務印書館

工商管理學叢書

統計品質管制

編著者——張繼雲 呂汝漢 簡兆權

出版者——商務印書館香港分館

香港銅鑼灣芬尼街2號D僑英大廈五樓

印刷者——中華商務聯合印刷(香港)有限公司

香港九龍炮仗街75號

版次——1985年6月第一版第一次印刷

© 1985 商務印書館香港分館

ISBN 962 07 6010 7

總序

“工商管理”這一門學問，源於美國。要曉得它的來龍去脈，不得不註出這個名詞的原文。總括來說，“工商管理”原來叫做“商科”或“商學”(Commercial Science)，當時許多美國大學都設有商學院(College of Commerce)：紐約大學設有“商學博士”學位，我國國人也有不少獲得這個銜頭。後來，因為工業發展奇速，大家認為在學問上應該工商業並重，祇研究“商學”便不成了。可是工業內容有許多是工程方面的問題，不屬於行政或管理上的；於是產生一個新名詞“工商行政管理”(Business Administration)，簡名之曰“工商管理”。各大學的商學院大都改為“工商管理學院”(School of Business Administration或簡稱School of Business)。香港中文大學也同樣地設有工商管理學院和研究所。

第二次世界大戰之後，西方國家，尤其美國的經濟組織和生產能力有很大的變化，其中最主要的一個原因是應用科學的“管理方法”——不僅在工商企業方面，而在一般事業方面，如醫院、學校、研究所、國防、政府機構等等。因此，“工商管理”這個名詞又不適用了。新的名詞是Management；它的學問叫做Management Science；它的研究叫做Management Studies。從來不以“工商管理學”為大學課程的英國，在一九六〇年代也開始在大學裏成立Management學系和研究所。現全世界最熱的一門社會科學要算Management Science了。

很奇怪的，這個新名詞，到了今天，在英語之外的文字都沒有恰當的翻譯：中文仍援用“工商管理”或“管理”的舊稱。我們既要“迎頭趕上”“現代化”，便應找出一個適當名稱，俾名正言順，使大家，尤其青年學生及一般民衆，不致有誤解的危險。

我們細考Management這門學問的內容，便曉得“管理”不過是其中的一小部分。舉例來說，無論哪一個事業或企業，沒有健全組織，怎樣能釐定各級的權力和責任？怎樣可以談到管理？又如興辦旅遊業，其關鍵不是在計劃，組織，聯繫其他有關的交通事業、衛生事業、飲食企業、旅館企業等等麼？難道祇在“管理”麼？Management則把這些各方面都包括在內了。

經過許多考慮，我以為Management可譯作“治理”，其中“治”字的含義與“治國平天下”的“治”字很相近。“治理”比“管理”範圍廣多了，並且符合民主精神，不會使人發生無須有的反感。Management Science或Studies可作“治理學”，包括“企業治理”和“事業治理”兩大類。Managers在商場上通稱“經理”，但在學術上則應譯為“治理者”或“治理人士”；Top Management和Middle Management則為“上層治理”和“中層治理”。

這套叢書的編纂，是由商務印書館香港分館特約學人而進行的。人選及揀擇題目等工作，則由香港中文大學幾位教師負責：最先推動的是商學博士潘光迥先生；他退休後，由工商管

市場管理

理學教授鍾安民博士主持；鍾氏離港後，則由工商管理學院院長張健民先生和嶺南工商管理研究所所長及工商管理學博士鍾汝滔教授擔任。撰稿人主要是中文大學工商管理學院和它的嶺南工商管理研究所的教授和講師們。

無疑地，這套“工商管理學”叢書，雖祇着重於企業治理方面，將會增進國人對於治理學的認識和運用。

李卓敏

一九八一年一月於加州

序

隨着生活水平的不斷提高，消費者對產品的品質要求亦日趨嚴謹，對產品的價格、好壞的比較和選擇亦日益精細和科學化。在自由貿易的情況下，倘若任何企業對所生產的產品未能實施有效的品質管制，則其產品必遭競爭日漸激烈的市場所淘汰。

產品品質管制的內容，包括三大部分。第一，品質的全面管制。其中包括：產品的標準化；品質管制的政策和組織措施；各類製程管制系統的建立等等問題。第二，品質管制的統計方法。第三，品質管制的科技措施。包括有：如何裝置和應用測度高質量產品的儀器；選擇檢驗工具和方法；應用和檢校等。而本書是着重於質量管制的統計方法這一部分的闡釋。

現今有關品質管制學上的統計方法的書籍，大多有這樣的情況：不是所包括的統計數理太繁瑣，便是所包括的統計數理太少。前者導致從事實際品質管制工作的讀者陷入無謂的數理困擾中；後者往往令讀者未能充分掌握管制的統計技巧。對此，筆者綜合多年的教、學、做三方面的實際經驗，力求在內容上能平衡上述的不足；更希望愛好本書之讀者能多多給予批評和指正。

作者

一九八三年七月

鳴謝

本書之出版，承蒙美國出版社 John Wiley & Sons, Inc., Prentice-Hall Inc., 以及“Quality Control”一書之作者 Professor Dale H. Besterfield 之惠允予應用有關之統計圖表；復蒙商務印書館香港分館之多方協助，著者等謹此衷心致謝。

ACKNOWLEDGEMENT

We are indebted to the publishers: John Wiley & Sons, Inc., and Prentice – Hall, Inc., and to Professor Dale H. Besterfield, the author of the book: *Quality – Control* for their permission to reprint some of the tables X in the text. Credit for the permission is acknowledged at the appropriate place in the text.

目 錄

總序	i
序	iii
鳴謝	iv
常用統計品質管制圖表目錄	viii
第一章 品質管制簡介	1
第一節 品質管制概念	1
第二節 品質管制發展之歷史	1
第三節 香港品質管制之發展	2
第四節 品質管制之責任	3
第五節 品質保證	7
第二章 品質管制成本	8
第一節 直接品質成本	8
第二節 間接品質成本	11
第三節 搜集與評核	12
第四節 分析	14
第五節 品質成本之其他範疇	18
第三章 基本統計概念	20
第一節 導言	20
第二節 頻數分佈	22
第三節 中心趨勢之測定	30
第四節 離勢之測定	35
第五節 母羣體與樣本的概念	41
第六節 常態分佈曲線	42
第四章 計量品質管制圖	48
第一節 導言	48
第二節 管制圖之概念及種類	49
第三節 管制圖的用途	52
第四節 平均數與差異幅管制圖($\bar{X} - R$ Charts)之繪製	52
第五節 平均數與標準差管制圖($\bar{X} - \sigma$ Charts)之繪製	61

統計品質管制

第六節	管制狀態	64
第七節	計量管制圖與產品規格	68
第八節	其他計量管制圖	72
第五章	基本概率概念	73
第一節	基本概念	73
第二節	間斷性概率分佈	77
第三節	連續性概率分佈	84
第四節	各種分佈的相互關係	86
第六章	計數品質管制圖	87
第一節	導言	87
第二節	計數管制圖之種類	87
第三節	不良率管制圖	88
第四節	不良百分率管制圖	97
第五節	不良品個數管制圖	98
第六節	缺陷數管制圖	99
第七節	單位缺陷數管制圖	102
第八節	單位瑕疵數管制圖	104
第七章	逐批計數驗收抽樣計劃	106
第一節	基本概念	106
第二節	抽樣計劃之統計	110
第三節	抽樣計劃設計	118
第四節	MIL-STD-105D	125
第八章	其他驗收抽樣計劃	143
第一節	其他逐批計數驗收抽樣計劃	143
第二節	連續性生產之驗收抽樣計劃	157
第三節	計量驗收抽樣計劃	163
第九章	產品之可靠性	170
第一節	導言	170
第二節	產品可靠性之達成	170
第三節	產品可靠性之概率分佈	173
第四節	產品壽命期抽樣操作特性曲線	175
第五節	使用壽命和可靠性之測試計劃	177
第十章	產品之責任擔當	182
第一節	簡介	182
第二節	法律上之責任	184
第三節	防預	185

附錄

常用統計品質管制符號說明·····	191
表A 常態分配曲線下之面積 (Areas Under the Normal Curve)·····	193
表B 計算 3σ 管制界限之因數表 (Factors for Computing 3σ Control Limits)·····	195
表C 數目之對數表 (Logarithms of Numbers) ·····	196
表D 階乘對數表 (Logarithms of Factorials) ·····	198
表E 卜氏分配表 (The Poisson Distribution) ·····	199
表F 隨機數目表 (Random Numbers) ·····	204
表G 常用的轉換因數表 (Commonly Used Conversion Factors)·····	205
美國軍用標準與規格·····	206
常用統計品質管制名詞中英文對照表·····	208

常用統計品質管制圖表目錄

表 2-1	典型品質管制成本分類表	15
表 4-1	抽樣總量 (MIL-STD-414)	54
表 7-1	隨機數字表之部分	109
表 7-3	生產者與消費者冒險率(α, β), 允收數(c), 以及 np' 值	119
表 7-4	MIL-STD 105 D 樣本數索引	127
表 7-5	MIL-STD 105 D 單次抽樣計劃之標準檢驗	128
表 7-6	MIL-STD 105 D 單次抽樣計劃之加強檢驗	129
表 7-7	MIL-STD 105 D 單次抽樣計劃之減量檢驗	130
表 7-8	MIL-STD 105 D 二次抽樣計劃之標準檢驗	133
表 7-9	MIL-STD 105 D 二次抽樣計劃之加強檢驗	134
表 7-10	MIL-STD 105 D 二次抽樣計劃之減量計劃	135
表 7-11	MIL-STD 105 D 多次抽樣計劃之標準檢驗	137
表 7-12	MIL-STD 105 D 多次抽樣計劃之加強檢驗	138
表 7-13	MIL-STD 105 D 多次抽樣計劃之減量檢驗	139
表 7-14	MIL-STD 105 D 減量檢驗之極限數目	140
表 8-1	道奇雷敏(Dodge-Romig)批檢驗單次抽樣表(LTPD)	144
表 8-2	道奇雷敏(Dodge-Romig)批檢驗二次抽樣表(LTPD)	146
表 8-3	道奇雷敏(Dodge-Romig)批檢驗單次抽樣表(AOQL)	148
表 8-4	道奇雷敏(Dodge-Romig)批檢驗二次抽樣表(AOQL)	149
表 8-5	菲利浦標準抽樣系統	152
表 8-6	逐件連續抽樣計劃	157
表 8-7	CPS-1 抽樣計劃之 <i>i</i> 值	158
表 8-8	CPS-2 抽樣計劃之 <i>i</i> 值	160
表 8-9	MIL-STD-1235A (MU) 抽樣頻數之索引字母	160
表 8-10	CSP-F 抽樣計劃之 <i>i</i> 值	161
表 8-11	CSP-T 抽樣計劃之 <i>i</i> 值	163
表 8-13	MIL-STD-414 樣本數索引字母	167
表 8-14	MIL-STD-414 之標準檢驗與加強檢驗之主要控制表	168
表 8-15	MIL-STD-414 批不良百分率估計表	169
表 9-1	產品壽命期抽樣計劃 OC 曲線之計算	176
表 9-2	產品使用壽命測試抽樣計劃之索引字母之指定	179
表 9-3	先決時間終結法, 可換置計劃之 T/θ_0 值 ($\alpha=0.05$, 索引字母為B時)	179
表 9-4	指定 $\alpha, \beta, \theta_1/\theta_0$ 和 T/θ_0 之抽樣計劃	180

第一章 品質管制簡介

第一節 品質管制概念

一間企業能否生存在於其競爭能力之強或弱，而其競爭能力之強弱又往往關係於它的製成品或所提供服務的品質。一間成功的工廠必須能製造具有良好品質的產品，所謂良好品質的產品（亦即合規格的產品），是指能滿足顧客對於該種產品所要求的品質，通常顧客所要求的品質是根據該種產品的售價及期望效能而定。例如顧客對於普通手錶與計時器的要求會有不同，是由於兩者之售價及期望效能不同之故。

一般來說，品質是指為達到物品使用目的而應具備的性質、形狀或形態而言，品質的衡量通常是以數量單位來表示，例如電池的壽命是多少時間；電風筒的熱力標準是多少度華氏等。

爲了要生產合格產品，品質管制（Quality Control）的實施是必須的。品質管制的程序如下：

1. 訂定產品的品質標準；
2. 比較產品的性能與品質標準之異同；
3. 了解及分析錯誤發生的原因；
4. 採取糾正措施以消除錯誤及防止錯誤發生。

品質管制是預防性的，要在工業生產的各個階段中採取管制行動，對一切影響品質的因素加以管制，消除一切品質上的錯誤，以確保生產順利進行。簡單來說，品質管制的目標是要以最經濟的成本，為顧客生產最好品質的產品。這個目標的達成有賴於產品設計的改良；產品生產的統一；生產成本的減低及員工士氣的提高等。

統計品質管制（Statistical Quality Control）是品質管制的一門。它是應用數理統計學的方法，針對某一特別問題，搜集有關數據加以分析、研究，以便找出解決的方法。本書將着重如何以統計學應用於品質管制方面加以闡述。

第二節 品質管制發展之歷史

毫無疑問，品質管制有着與工業相同的歷史，自有工業以來就有品質管制的出現。中世

統計品質管制

紀期間，品質水平的維持主要依賴於長期性的員工訓練，從而使員工有充分的知識及技術從事生產。

工業革命所提出的分工概念比以往更嚴密，結果使工人不需再獨力完成某一件產品，祇需負責其中一部分的工作，這改變使工人技藝水平下降。不過這時大部分產品的構造都並不太複雜，故此產品品質未受太大影響。但當產品構造愈加複雜，分工愈精細時，產品完成後的檢查工作便日益重要。

1924年，一家名為 Bell Telephone Laboratories 的企業首次在品質管制工作上應用統計學的圖表。隨後，該公司又用抽樣檢驗的方法來代替百分之百全數檢驗工作，統計品質管制自此產生，及至第二次世界大戰後，統計管制在工業上開始受到普遍接受。1946年，“美國品質管制學會”成立，通過廣泛之宣傳，舉辦研討會及訓練課程等計劃後，此學會大大促進了品質管制在生產行業及服務性行業中的應用。

從五十至六十年代期間，品質管制的範圍發展到品質成本（Quality Cost）、品質可靠性（Product Reliability）及品質保證（Quality Assurance）方面上。近十多年來，品質管制更着重於員工激勵（Worker Motivation）和產品責任之擔承（Product Liability）等問題上。

第三節 香港品質管制之發展

近十數年來，本港經濟迅速增長，工業發達，由一個商埠逐漸發展成為一個工業中心，產品遠銷世界各國。現今香港的工業主要是製造高價高質的高級產品，故此品質管制對於本港的工業有着決定性的重大意義。

要追溯香港品質管制的發展歷史，必須從第二次世界大戰後十多年說起。當時，香港經濟復甦，工業正處於萌芽階段，水平並不高，產品價格低廉而品質要求也不太高，在管理上並沒有正式的品質管制。品質的維持祇依賴製造人員的自行檢驗及管理人員的直接監督。工廠高層人士甚少注意，而教育機構更沒有提供有關品質管制的技術訓練。

1958年鍾士元博士在香港工程師學會的演講中，以“統計品質管制在大量生產的應用”為題，首次將先進品質管制技術介紹給香港。

在六十年代，本港開始注意工業生產力方面。一些教育團體開始提供品質管制的訓練課程，推動本港品質管制的發展，各行各業亦開始重視品質管制，紛紛設立品質管制部門，逐漸提高產品的品質。

到七十年代，由於東南亞地區鄰近國家的激烈競爭，為加強市場上的競爭力，香港工業必須迅速改變為生產高價高質的產品，品質管制的發展更一日千里。1978年，香港工業總會實施“香港優質產品標誌計劃”，再次助長了本港產品品質管制的發展。

在亞洲方面，目前本港的品質管制水平僅次於日本。然而，為了要維持及提高本港工業產品在海外市場的競爭能力，品質管制仍須不斷推廣和配合。

第四節 品質管制之責任

許多人認為品質管制的責任是屬於品質管制部門承擔的，這實在是一個極錯誤的觀點。要維持產品品質水平，並非單靠一人或一部門所能辦到，而是上至企業總裁，下至生產線的裝配工人，每一個員工都負有品質管制的責任。

品質水平的維持責任應由決定顧客品質要求的營業部開始，直至使顧客滿意的顧客服務部為止。品質管制責任是應由各部門來承擔，而每一部門應給予適當權力以行使有關品質管制方面的決策。圖 1—1 將會以密閉環形表示出所有對品質管制負責任的部門；包括市場及營業部、產品工程部、採購部、生產工程部、製造部、檢驗部、包裝運輸部及顧客服務部等，由於品質管制部對品質管制並無負直接責任，故此並不在此環內。

(一) 市場及營業部 (Marketing Department)

市場及營業部主要負責估計顧客需求和要求，及他們所願意付的代價與產品品質水平的比值。此外，更提供一些產品品質資料予顧客，同時決定品質的標準。

有關的市場資料是很容易獲得的，例如關於顧客的不滿方面可從顧客投訴、營業代表的報告、顧客服務及產品負債的案件中反映出來。營業銷售額與整體經濟數字比較亦足以預測顧客對產品品質的意見，備用零件的銷售分析亦可找出將來之品質問題。此外，政府印發之消費品安全報告及一些品質檢驗報告亦會提供有用之市場品質資料。

當以上資料不易獲得時，也可從以下四種途徑去找尋所希望之產品品質數據：

1. 探訪或觀察顧客以決定產品操作和使用的困難；
2. 建立一個實用測試研究室；
3. 進行一次控制市場測驗；
4. 組織交易小組顧問。

(二) 產品工程部 (Product Engineering Department)

產品工程部根據市場及營業部所獲得之市場資料，將現行產品改良或設計新產品，以滿足顧客需求。同時，在進行過程中將顧客要求之質量轉用操作特性、精確規格及允差 (tolerances) 來表示。最簡單及成本最低而又能滿足顧客要求的設計便是最好的設計。當產品構造愈複雜，其品質及可靠性則會隨之下降。

儘可能的話，產品工程部應用已驗證之設計及標準化的零件來生產，這些標準可參考同業及政府的指示而定。

產品設計者必須決定產品所需的原料，並根據原料之物理特性、可靠性、接受標準和包裝來記錄原料品質之規格。

一種良品除了操作性能滿意外，尚需考慮使用上的安全，此外維修之容易性亦應加以考

統計品質管制

慮。在產品設計被批准後，品質特性之標準應分送有關部門，以便日後參照。因此，產品品質標準是開始於產品設計的時候，亦即生產前已必須決定的。

(三) 採購部 (Purchasing Department)

依據產品工程部所訂定之品質標準，採購部乃負責採辦合品質規格之原料及配件。一般來說，採購材料分爲四類：標準原料、五金原料、主要配件和次要配件。不同的物料會有不同之檢驗方式。

要確保購入原料的品質，先要從供應商方面着手。依賴單一供應商雖可得到業務上的便利，大量購買折扣等好處，但却以倚靠多個供應商較佳。這是由於供應商的競爭關係，他們會盡量競相提供成本廉宜、品質優良、服務良好之貨品。此外，倚靠多個供應商可減少因某一供應商火災或罷工而引致缺貨的風險。

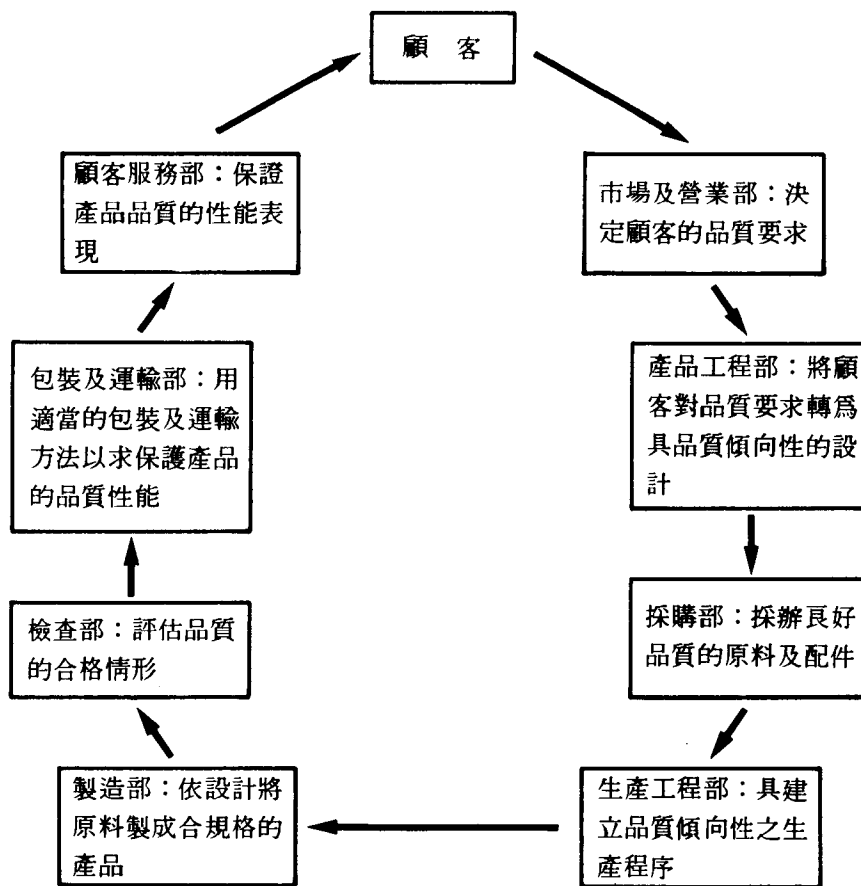


圖 1-1 各部門之品質責任圖

選擇供應商時，可首先對有關供應商的質素進行調查，包括參觀供應商廠房設備，研究其生產及品質管制程序，同時搜集供應商的歷史和商譽等資料，以確保選出有能力提供合格原料和配件之供應商。

要判別原料品質的方法有多種：

1. 信賴供應商
通常在購買少量原料時，採購部都不需檢驗而只需依賴供應商之信譽。
2. 來料檢驗 (incoming inspection)
所有購入的原料均作檢查以決定其品質。
3. 原產地檢驗 (source inspection)
檢驗的過程在供應商廠房進行。
4. 樣本檢驗 (sample inspection)
將採購時收到之樣本作檢驗，滿意才訂貨。

供應商質素評定體系 (vender quality rating system) 是一個評估供應商表現之有效方法，如退貨、棄用、重做成本及投訴次數等均可列入評估考慮因素之內。

要改進原料之品質，有賴於採購部與供應商相互的溝通，不論好與壞的反應必須向供應商反映。

(四) 生產工程部 (Manufacturing Engineering Department)

生產工程部的責任是發展及訂立製程以製造合格產品。這責任之達成有賴於製程的選擇及發展；生產計劃及其他輔助活動的支持。

此部門會對產品設計加以覆覈，以便預測可能發生之品質問題。雖然這些問題關係到規格方面，但主要卻仍是允差的問題，當製程能力研究資料顯示出允差太小（要求太高）以致妨礙生產的順利進行時，補救方法如下：

1. 購買新設備；
2. 改變允差的訂定；
3. 改良製程；
4. 改變產品設計；
5. 在生產過程中將不良品剔出。

製程之選擇及發展是涉及成本、品質、推行時間及效率等各方面。要決定一套程序以符合規格的能力，可從製程能力研究 (process capacity study) 資料得知。根據這些資料，我們可作出一些具體的決定如設備購置、自身製造或向外購買及程序之選定等。

爲了要減少品質上之損壞；如易碎產品之處理等等，生產工作次序必須經慎重研究及考慮才能建立。在這方面，方法研究 (methods study) 有助於選出生產工作或檢驗工作之最佳途徑。

除以上所說，生產工程部還需要負責廠房設備之設計；檢查儀器之設計及生產裝備之維修等責任。

(五) 製造部 (Manufacturing Department)

製造部負責生產合格產品。處於生產工作上第一線的督導員是製程合格產品之主幹人物，由於他們被生產員工認為是管理階層的代表，加上與員工有直接接觸的機會，他們的態度對產品品質有着一定的影響。一位熱誠的督導員應能激勵員工在製造過程中注意品質的問題，從而製造出合格之產品。作為一位良好督導員需要有下列的責任：

1. 供給員工於工作時所需之適當工具；
2. 指引員工如何進行工作及申明對品質的期望；
3. 告知員工此等期望是否已經達到。

為了確使製作人員知道他們的責任，定期性地提供品質訓練課程是必須的，藉此加強管理階層對產品的責任感。在訓練課程中，應給予生產人員時間來討論有關品質差異的成因、改進方法等問題，其主要目的是培養一種對品質改良有積極態度和意識。

至於對員工的激勵方法有兩種：一是採用威嚇的手段，在某些情況下這種方法是有用的，但卻不宜長期使用，否則祇會引起反效果；另一方法是採用獎勵的方法，誘使員工注意品質的改進。

(六) 檢驗部 (Inspection and Test Department)

檢驗部的責任是評定購入及製出貨物的品質水平，然後作出報告，這報告將會被其他部門作為矯正行動的參考。

雖然檢驗工作是由檢驗部人員進行，但這並不表示生產人員對於品質所負之責任有所減輕。事實上，在自動化生產過程中，製作工人必須在每一製造工作前後作全數檢驗，以保證製成品的品質。

要使檢驗工作順利進行，精密準確的測度儀器是必須的。這些設備或可購買，或可與生產工程部合作設計和製造，而經常性的維修測度設備可保證檢驗之正常進行。

除了設備方面，檢驗人員也是檢驗工作進行之要素。每一檢驗人員的表現應作記錄、報告及評定以便進行改善。

(七) 包裝及運輸部 (Packing and Shipping Department)

此部門的職責是用適當的包裝及運輸方法來保持產品的品質。由於顧客所關注的是手上貨物的品質水平，故此品質管制的工作便不僅祇着眼於製程方面，而必須顧及分配，安裝及產品使用各方面上。

在運送貨物前，我們必須首先考慮用何種運輸方法（如空運、陸運、水運等）為佳，並需考慮在運送途中所會遭遇到的問題；如溫度、濕度及震動情况等，然後再配以適當之包裝設計，務求貨物的品質不會受運送而改變。在某些公司，包裝設計是由產品工程部定出，而包裝及運輸部則祇負責執行。此外，貯存方法亦會引致產品出現問題，故涉及產品貯存規則及步驟亦應在考慮之列。以求減少產品的腐壞。