



品質與品質管理

品質之方法
新之方法

元智大學

鄭春山 教授

品質

- 「品質」(Quality)之觀念，自古以來即存在，但直到工業革命後，大量生產時代來臨，品質之觀念才逐漸具體化。目前「品質」之用語已滲透到各行業、各層面，成為日常生活上常見之詞彙，例如：空氣品質、生活品質、旅遊品質...等。可見「品質」之觀念已普遍深入人心，社會大眾均已認知到「品質」之重要性。
- 簡單來說，品質是指產品或服務不會出現瑕疵、符合預設標準而且能夠滿足顧客需求之程度。對於品質(Quality)一詞，我們可以在文獻中找到許多不同的定義，一些具有代表性、較為經典之定義說明如下：

何謂品質？

傳統定義

- **Juran**: 品質是適用 (fitness for use)
- **Crosby**: 品質是符合要求 (conformance to requirements)
- 品質是產品可以提供規格約定之項目。

現代化定義

品質與變異性 (variability) 成正比

1. 若變異性降低，品質則提升。
2. 品質改善是指降低產品或服務之變異性。

品質的構成

利用下列一項或數項來獲得競爭優勢

1. **績效 (Performance)**
指一個產品/服務之主要 (基本) 操作特性、功能。
2. **特徵 (Features)**
指補充一個產品/服務之基本功能的額外特性 (亦即額外的項目)。
3. **可靠性 (Reliability)**
在一個指定的時間內，一個產品/服務會失效的機率。例如家電產品、汽車在其產品壽命週期中偶爾會需要維修，但如果維修的次數太過於頻繁，顧客會認為產品不可靠。

David Garvin, "Competing on the Eight Dimensions of Quality," *Harvard Business Review*, Nov-Dec 1987

品質的構成

4. 符合性 (Conformance)

指產品/服務能夠符合公司標準 (預設之標準) 的能力。

5. 耐久性 (Durability)

衡量產品的有效壽命。在家電產品、汽車產業中，耐久性是顧客衡量品質的重要構面。

6. 服務性 (Serviceability)

指服務之速度、禮貌、價格之競爭性和修理或修復之容易程度。例如：家電產品修理、汽車修理和定期保養的速度或成本、更正信用卡帳單錯誤所需的時間。

品質的構成

7. 美學 (Aesthetics)

－ 個產品或服務之外表、給人的感覺、聽起來的感覺、味道、嗅覺等。例如：飲料公司會以不同的包裝來與競爭對手產生區隔。

8. 意識到的品質 (Perceived Quality)

根據產品/服務之有形、無形觀點，對產品/服務之品質所做的推論 (亦即根據品牌、廣告所做的主觀感覺)。例如：公司如何處理品質的問題、處理顧客抱怨的態度。

服務品質構面

服務品質構面 (Parasuraman, Zeithaml 和 Berry)

- 實體 (Tangibles)：提供服務的器材設施。
- 服務可靠性 (Service Reliability)：完成服務的承諾實現度。
- 反應 (Responsiveness)：服務者的積極、主動與意願。
- 保證 (Assurance)：服務者的知識、禮儀與能力因而獲致的信任度。
- 同理心 (Empathy)：服務單位所提供的個人化關懷與照顧。

Juran的服務品質觀

- 顧客看不見的內部品質 (internal qualities)
 - 設備設施維護、教育訓練、組織文化。
- 顧客看得見的硬體品質 (hardware qualities)
 - 裝潢、食物、環境、器具、服裝。
- 顧客看得見的軟體品質 (software qualities)
 - 帳單、宣傳品、報名方式、網站。
- 服務的時間與迅速性 (time promptness)
 - 等待時間、處理時間、回覆時間。
- 心理的品質 (psychological qualities)
 - 禮貌、態度、熱忱。

服務品質的重要性

- 服務業85~95%的業務是來自 老顧客。
- 顧客向他人傾訴不良經驗的人數大約8~10人，是愉快經驗的2倍。
- 留住老顧客會比開發新顧客容易多，成本大約1:6。
- 只有4~5%的顧客會提出抱怨。
- 若能有效處理顧客訴怨可以留住70%的顧客。

全面品質管理 (TQM) 的定義

» TQM (Total Quality Management) 的定義

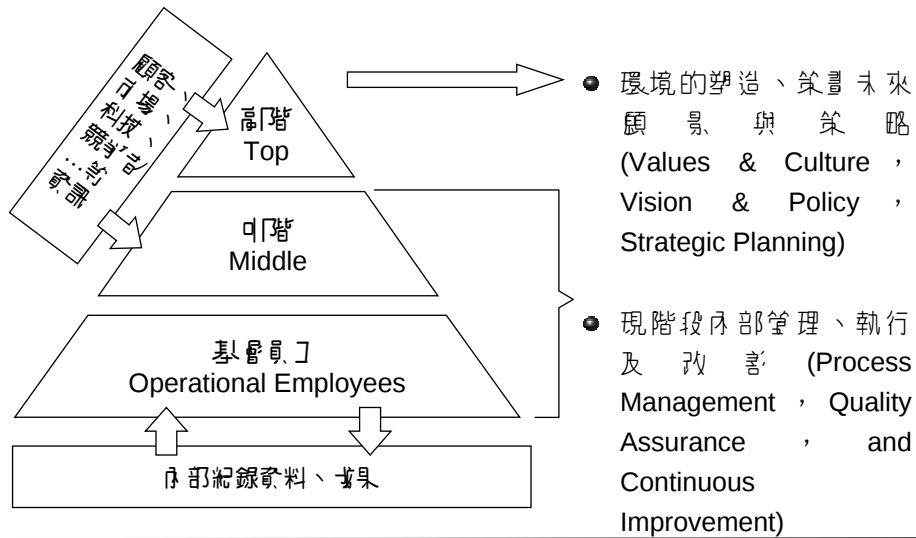
- 透過顧客滿意，達到長期成功的一種管理方式。TQM 基於企業全員參與所從事的流程、產品、服務及文化之改善。TQM 使全員及社會受益。實施TQM之手法可在品管大師克勞斯比、戴明、費根堡、石川馨及裘蘭的理論中找到。

-美國品管學會 (ASQ)

- TQM為組織的一種管理方法。此管理方式是以品質為中心，以組織的所有成員參與為基礎，並且藉由顧客滿意，及組織成員和社會獲益，來達成組織長期成功之目標。

-ISO 8402

品質經營所涵蓋之階層與活動



員工參與之機制

- 品管圈 (Quality Control Circle, QCC) 活動
(成員為一般職員另由老師擔任指導員)
- 學習圈活動
(成員為一般職員另由老師擔任指導員)
- 行政策課改善計畫
計畫主持人 - 一般為教師
- TQM 專案計畫
職員和教師
- 提案改善
職員和教師

以 PDCA 管理循環持續改善行政流程

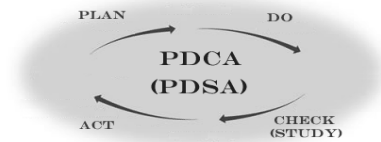
PDCA 管理循環



- 戴明循環 (Deming Cycle) 又稱為 PDCA 循環。PDCA 代表 Plan-Do-Check-Action (計畫-執行-檢查-行動) 之縮寫。PDCA 循環最早是由任職於美國貝爾實驗室 (Bell Lab.) 之戴明特 (Shewhart) 博士所提出，因此又稱為戴明特循環 (Shewhart Cycle)。
- 當戴明 (Deming) 博士將此觀念傳給日本工業界時，將之修改為 Plan-Do-Study-Action，因此則稱為 PDSA 循環。這些觀念都是強調持續改善之精神與改善之基本原則。
- 有些人認為改善活動常從了解現況開始，因此將改善循環稱為 CAP-Do (Check-Action-Plan Do)。

PDCA 循環模型

- PDCA/PDSA 代表一種持續改善品質之模型 (model)。
- PDCA 循環起源於系統分析科學，主要目的是要消除流程中的變異 (variation)。
- PDCA 循環是科學化、解決問題 (problem solving) 之技術。
- PDCA 是循環進行一些活動，用來驅動持續之改善 (continuous improvement)，最早應用於製造流程，現今已廣泛應用於一般企業流程。



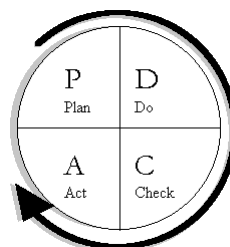
PDCA 循環模型

- PDCA 代表一種持續改善之精神，我們必須持續不斷的應用 PDCA 循環。



B-PDCA

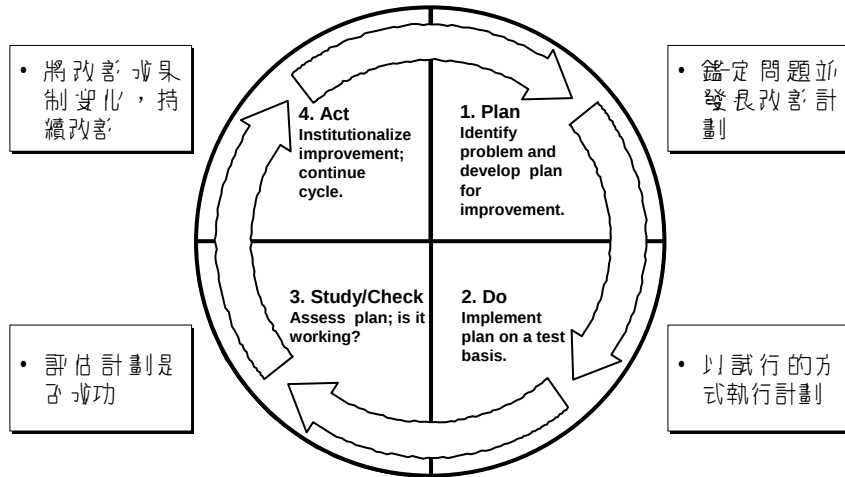
Benchmark



FOCUS-PDCA

Find-Organize-Clarify-Understand-Select

PDCA 循環過程



PDCA 循環過程

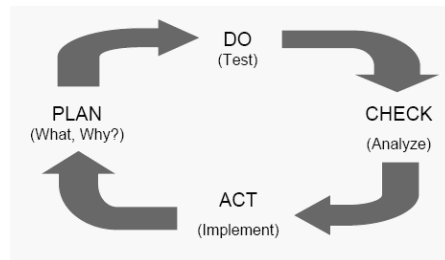
- **Plan**：察覺機會並規劃一項變革。
- **Do**：測試改變之成果。進行小規模之試行。
- **Check**：檢討並分析結果，鑑定我們所學習到的事項。
- **Act**：根據我們學習到的事項採取行動。如果變革行不通，擬訂一個新的計劃，並重新執行 PDCA 循環。如果變革成功，採納我們學習到的事項，進行較大規模之改變。規劃新的改善，重新執行 PDCA 循環。

PdCA 循環

● Plan

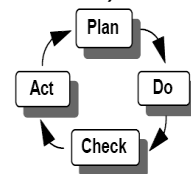
鑑定需要解決之問題，收集數據進行分析並提出改善方案之建議。規劃改善方案之試行及實施的時程 (schedule)。
。在此階段，我們同時要發展一個流程之績效衡量，未來將一個流程之績效加以量化。

在實施一項建議的變更之前，進行秘密之規劃



PdCA 循環

- 此階段之目的是進行現況調查，充分了解所要解決之問題本質。
- 在定義問題方面我們可以利用 Who、What、Where 和 When 之方式描述。
- 此階段也包含任務之描述。
- 以簡易之腦力激盪 (Brainstorming)、特性要因圖 (Cause & Effect Diagram) 找出問題之可能原因 (potential causes)。
- 鑑定真因 (Root Causes) 並提出改善對策。



PDCA 循環

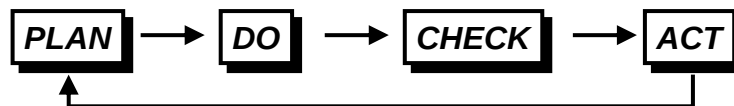
● Do

教育訓練相關人員執行變革，協助相關人員適應轉變。

進行變革之宣導、溝通。

以試行的方式 (a trial basis)

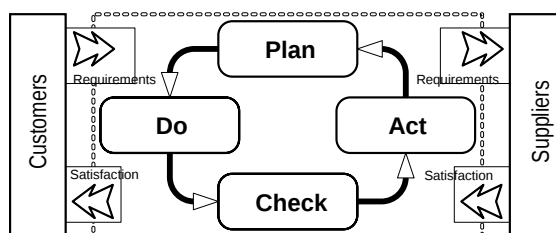
實施改善方案。



PDCA 循環

● Check

確定改善之成果符合預期。我們要觀察改善後之流程是否穩定，流程之績效是否已改善。我們也要注意改善措施是否帶來負面之影響 (negative consequences)，並提出對策。



紀錄學習到之經驗，
為什麼會成功？
為什麼會失敗？

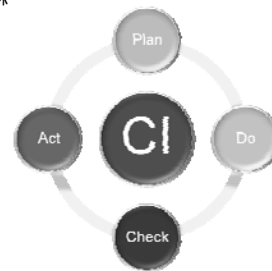
PDCA 循環

● Act

如果方案有效果，我們將它變成例行作業，持續地收集數據以確保我們可以維持改善的成果。為了維持改善的成果，我們可以採用 制度化 (institutionalization)、或 標準化 (standardization)，並根據新的作業方法訓練相關人員。這些方式都代表我們要把改善變成是一種永久性的改變。

或者，我們要採取一些管制措施，以確保同樣的問題不會再發生。

另一方面，如果方案沒有效果，則放棄此項改變，回到計劃階段，重新規劃改善對策。



PDCA 循環範例

A 對策： 將赴高中演講列為教師服務績效之一。 加強時間之聯繫和安排。 提升補助經費。	P 創校以來，本校入學部學生主要來自北部，本校在南部之知名度並不高，南部學生只佔總學生日數10%。此計畫擬以赴南部高中演講和接待高中學生之方式提高南部一流高中之進本校之比例。 目標： 南部高中演講：20 校/年 高中參訪：10 次/年 南部學生日比例提高 5%
C 實績： 南部高中演講：10校 高中參訪：5次 南部學生日比例提高3%	D 由教務處招生組負責招募有意願赴南部高中演講之老師，甄選有意願接待高中之進校參訪之單位並給予適當之資源和補助。由招生組務安排時程，聯絡相關單位。



QC 7 tools

本課程所介紹的技法為品質改善過程中所使用的
的基本工具，可以用於品質圈活動(QCC)，或
其他品質改善活動中。

品質圈技法

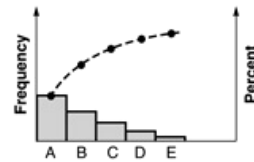
- 統計製程管制 (Statistical Process Control，簡稱 SPC) 包含了一組工具，用來監控、管制並改善一個製程或系統。透過這些技法可使製程或系統顯而易見。這些工具稱為品質七技法 (7 Basic Tools)。
- 了解與學習使用 SPC 並不需高深的統計。品質七技法包含一些簡易製表、繪圖和數據描述。
- 當系統是顯而易見時，描述和鑑定改善製程和系統之行動方案就變得簡單明瞭了。

“超過 95% 之品質相關問題可以透過七個基本工具來解決”
- Dr. Kaoru Ishikawa (日本著名學者石川馨博士)

品質管理方法

- ① 查檢圖 (Tally chart) - 紀錄各種缺點發生之情形

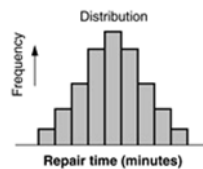
Defect	Hour							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	///	/		/	/	/	///	/
B	//	/	/	/			//	///
C	/	//					//	///



- ② 柏拉圖 (Pareto chart)

- 將問題的重要性排序 (ranking of problems)

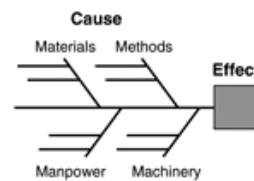
- ③ 直方圖 (Histograms) - 以圖形的方式瞭解變異 (pictorial view of variation)



品質管理方法

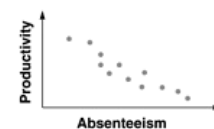
- ④ 特性要因圖 (Cause & effect diagram)

- 瞭解造成問題的原因

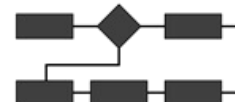
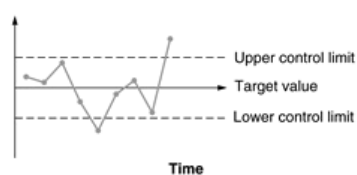


- ⑤ 散佈圖 (Scatter diagram) - 定義變數間之關係

- ⑥ 流程圖 (Flow chart) - 瞭解目前的流程



- ⑦ 管制圖 (Control chart) - 衡量並管制變異



① 查檢表

- 查檢表 (check sheet) 是一種簡單的記錄資料的方法，適用於各種用途。對團體或個人而言，都是一個有效率的品質改善工具。
- 它記錄了製程中一些活動或某些項目的數據，可以讓我們快速地了解製程的現況。而由查檢表的結果，通常下一步會接著繪製柏拉圖以進行分析。

查檢表使用時機

何時該使用查檢表？

- 當數據重複地在相同的人或者在相同的位置觀察並且收集時。
- 欲蒐集某個零件、問題、缺點、缺點發生的位置、缺點發生的原因等之次數或樣式。
- 欲蒐集連線的資料時。

查檢表使用程序

- 決定欲觀察的物件或問題，並定義其操作程序。
- 決定資料何時開始蒐集以及蒐集數據之次數。
- 設計查檢表。紀錄資料時應使用簡單的符號或畫記。
- 測試查檢表使用是否可以蒐集到正確的资料以及對於使用者而言使用簡單容易使用。
- 當觀察的對象或問題發生時，將資料記錄在查檢表上。

查檢表之範例

E化教學之管理

項目	日期					總數
	一	二	三	四	五	
觸控筆遺失						
投影機異常						
電腦無法正常開機						
連接器鬆動脫落						
螢幕切換異常						
磁卡讀卡機無法正常使用						
網路電話異常						
資訊面板接觸不良						
麥克風收訊異常						
其他						
總數						

填 V 數值

填 V 畫記

完成後，觀察次數最多的日期或項目

查檢表之範例

- 下圖為蒐集最近一週內，來電中斷次數的查檢表。

Telephone Interruptions

Reason	Day					
	Mon	Tues	Wed	Thurs	Fri	Total
Wrong number	卅			卅	卅	20
Info request						10
Boss	卅		卅			19
Total	12	6	10	8	13	49

畫記可以用「正」字表示

查檢表之範例

缺點發生日期

缺點種類

CHECKSHEET	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	TOTAL
Tray Disabled				1	1	1		3
Production Sheet Inaccurate	1		1			1		3
Menu Incorrect	1		1		11		1	5
Diet Order Changed	1				1		1	3
Wrong Order Delivered	1		1		1	1		4
Patient Asleep	111	1	1111	1	11	111	1	16
Patient Out of Room	11111	111	11	1	1	11	11	16
Doctor Making Rounds		11	111	1	1	1	1	11
Patient Not Hungry	1	1	11	1	111	1	1111	14
Cart Faulty					1	1	1	3
Plate Warmer Broken	11	11	111	11	1111	1	11	16
Heating Unit Broken	1	1			1		1	4
Thermometer Miscalibrated	1					1		2
Nursing Unavailable	111	11	111	1111	11	111	111	20
Cart Unavailable	11	111	11		11		11	11
Elevator Malfunction			11	111		1		6
TOTAL	22	16	25	13	21	17	20	134

查檢表之範例

Typing test analysis

Date: 12th Oct

Typist: Kelly Hall

Test: R324

Examiner: Jay Brown

Type of error	Count	Score
Reversed letters		5
Missing letters		8
Extra letters		5
Wrong letters		10
Total errors:		28

基本資料

查檢表之範例

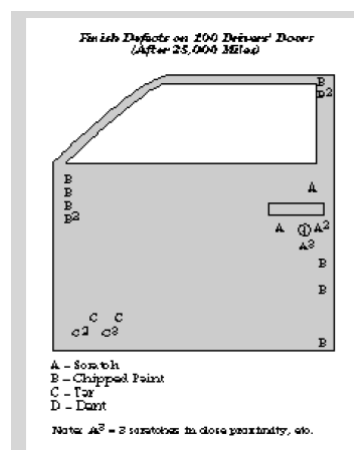
缺點出現之位置，是否發生之原因

Pictorial Check Sheet v.s. Tabular Check Sheet Example

This example shows how a pictorial check sheet can give you much more information than a tabular check sheet.

Defect	Tab	Total
Scratch		7
Chipped Paint		11
Tar		7
Dent		0
Total		25

表格式查檢表



圖形式查檢表

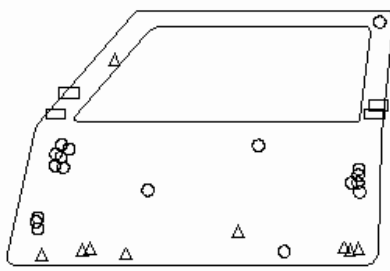
查檢表之範例

Door paint check sheet Sheet number 243

Paint robot number: 03246 Date: 12th Oct
 Paint batch number: A72583
 Paint operator: Jon Wilkins

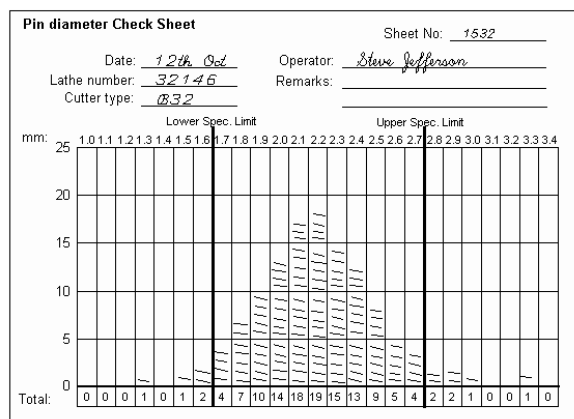
Doors painted: HHH HHH

Defect type	symbol	count...
bubble	○	HHH HHH HHH
run	△	HHH
scuff	□	



結合表格式和圖形式之查檢表

查檢表之範例



此種查檢表之格式稱為
**Process Distribution
 Check Sheet**。我們可
 以一邊收集數據並紀錄
 ，完成後，可以看出數
 據之分配

查檢表之範例

會計業務-黏存單需補正(錯誤)事項

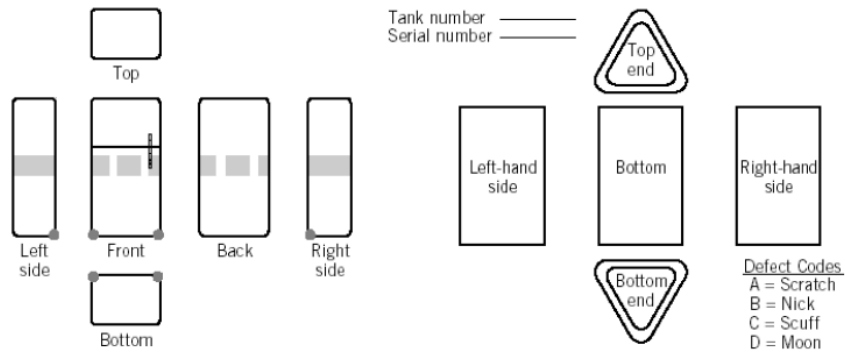
項 目	備 註	總數
發票品名若未列明須註明其品名。		
發票上僅列帳號或請補填存出帳號或列清單請持人簽章		
三聯式發票需附收執聯及扣抵聯。		
金額字樣更正等，需經「人蓋章」。		
單據的日期與計畫時間不符。		
日請單金額與單據不符。		
「單據金額」。		
本計劃未列此項目，若與執行計畫相關，建議變更計畫增加此項目。		
出產日請單之填寫日期應於出產日前。		
請補支出證明單。(必要/應補/應收)		
請補統一編號或發票號。		
資料檢核請附檢核表，填寫「否」請附印單。		
庫利會計資料又維修費須註明之前，如有設備之計畫編號或於摘要處詳細說明。		
請補數量、單價等。		
其他補正事項。		

缺點集中趨勢圖

- 查檢表之另一種形式稱為「缺點集中趨勢圖 (defect concentration diagram)」。

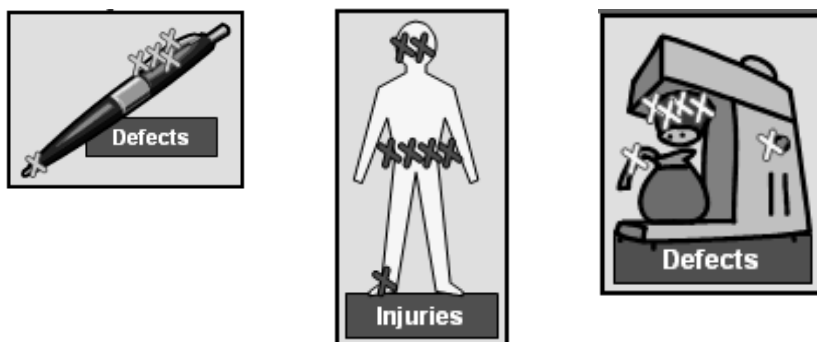
- 根據問題之特性，準備產品之簡圖、平面圖或表單。
- 定義缺點或零件之種類，並以簡單之符號代表各個類別。
- 根據缺點或零件出現之位置，在簡圖(平面圖或表單)上以符號標示。
- 觀察缺點或零件是否有集中之趨勢，此集中趨勢可以為問題之解決提供有用之線索。

缺點及趨勢的範例



電冰箱之外觀瑕疵點在正面，似乎是搬運方法不當所造成。
在此範例中，我們記錄缺點發生的位置，且缺點中的趨勢，提供我們診斷問題原因的現象。

缺點及趨勢的範例



在缺點發生的位置，以預定之符號標示，完成後，觀察缺點發生的位置是否有其趨勢

缺點符號與超標量之範例

Reject shirts Check Sheet

Date: 22-May Batch: 23

Shirts rejected

|||||
1

Front

Back

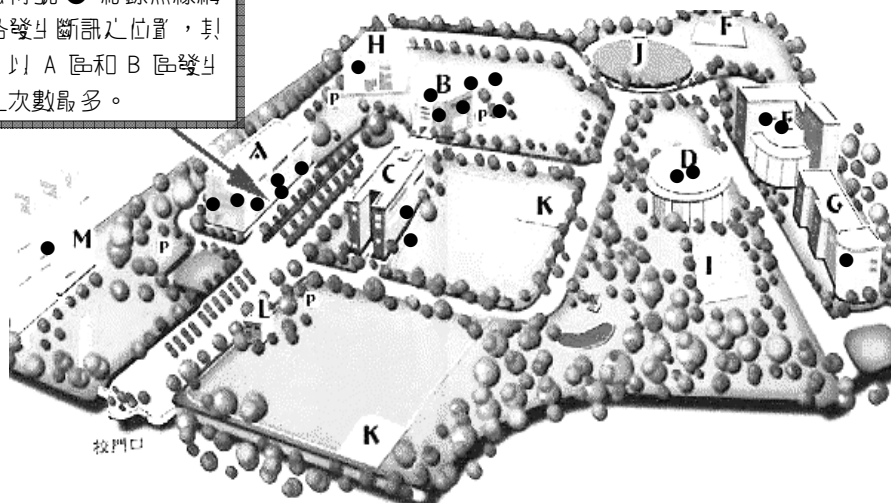
○ = flaw
□ = tear
△ = mark

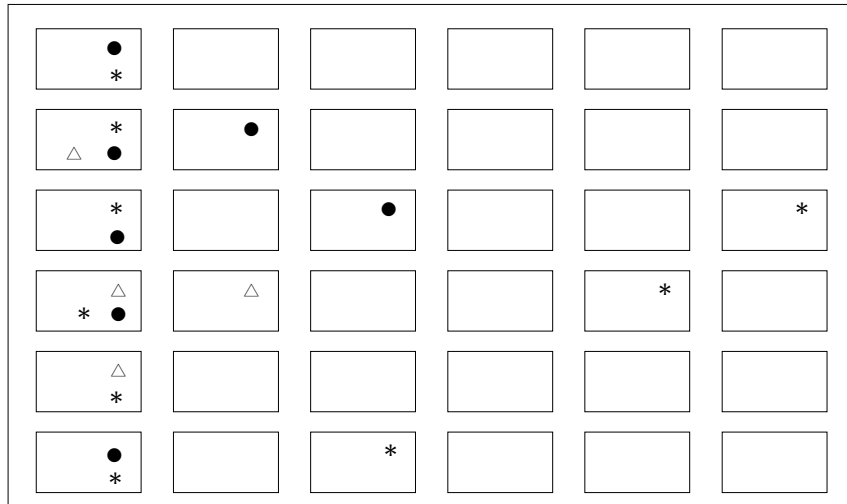
缺點符號

物件簡圖

缺點符號與超標量之範例

以符號 ● 紀錄無線網路發射斷訊之位置，其中以 A 區和 B 區發射之次數最多。





② 柏拉圖

- 柏拉圖 (Pareto Chart) 是一種用來顯示少數重要的項目 (Vital Few) 與其他多數不重要的項目 (Trivial many) 之圖形工具。柏拉圖是一連串長條所組成，並以遞減的方式排列，其縱軸可為次數、重要性或者是影響性。
- 柏拉圖提供視覺之效果，可以有效吸引有關人員對於重要項目之注意力。
- 在品質改善之應用中，柏拉圖可立即地告訴分析者哪些是最重要的問題。

② 柏拉圖 (Pareto chart)

- 原創者 Pareto 為義大利之經濟學者，他的研究發現該國 80% 的財富是由 20% 的人口所佔有。只要控制此 20% 的人口即可控制該國之經濟。
- 美國品質學者 Juran 將柏拉圖之觀念引入品質領域，他發現 80% 的缺點次數是來自於 20% 的缺點項目，此現象稱為柏拉圖原則 (Pareto Principle)，又稱為 80/20 原則 (80/20 rule)。當我們要解決品質問題時，應先專注於重要少數的項目，而暫時忽略瑣碎的多數項目，如此才能在短時間內或資源有限之情況下，獲得顯著之改善成果。

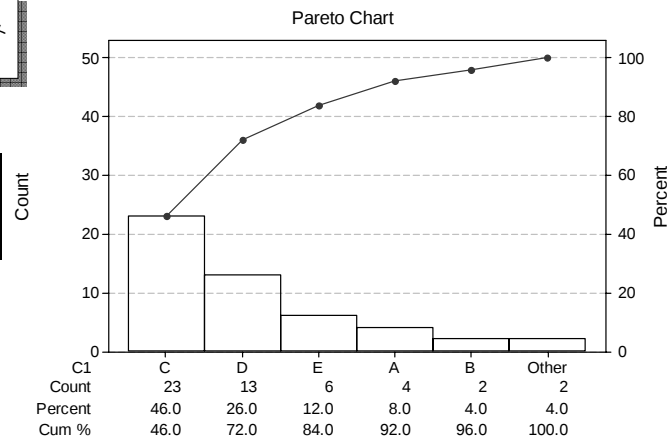
柏拉圖之使用時機

- 欲瞭解製程中問題或原因出現之次數。
- 當我們手上有許多問題或原因，而我們只想要著重在最顯著的項目。
- 欲分析某一類原因中的特定成分。
- 欲表達數據給他人知悉時。

柏拉圖

觀察圖形找出重要的少數項目

80% of the problems may be attributed to 20% of the causes.



柏拉圖的製作

● 柏拉圖的製作包括下列步驟：

1. 坐標之取法

- 縱軸—不合格率、故障次數、損失金額或災害件數。
- 橫軸—代表材料總別、機器總別、缺點總別或加工方法等。

2. 收集數據資料

分類項目決定以後，接下來是搜集數據資料。一組好的數據資料必須要掌握正確的事實，而且必須具有代表性。

3. 整理數據資料

- (1) 依搜集項目數據的大小順序排列。
- (2) 計算累積數和累積百分比。
- (3) 將出現次數少的項目整理成「其他」項。柏拉多圖中分類項目一般採用 5 至 10 項，其餘的全部歸類為其他項。

柏拉圖的製作

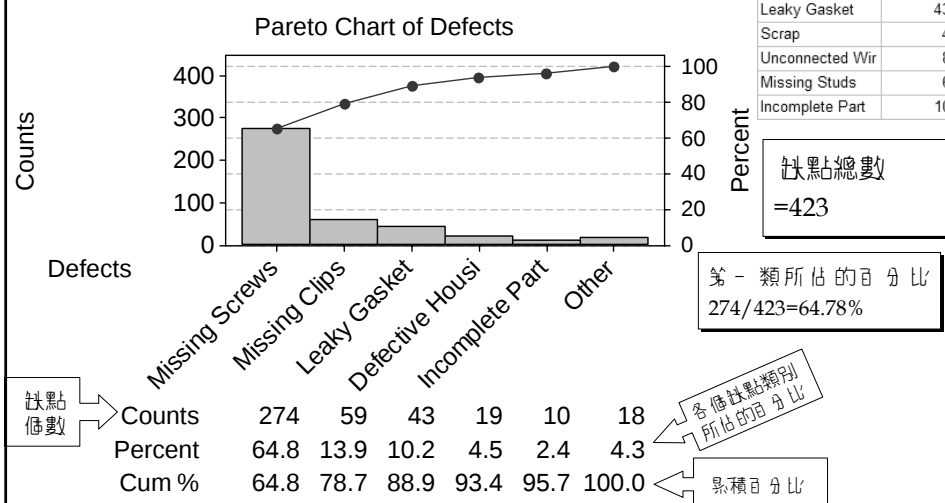
4. 柏拉圖的製作

- (1) 依橫軸之項目別，繪製直條圖，其高度為縱軸變數之數值。
- (2) 畫出累積百分率曲線。
- (3) 為便於查考，可在圖中記錄重要資料，例如分類名稱、數據調查資料的時間、數據的合計、工程名稱、工作條件、製作日期、製作者/姓名等必要事項。

5. 觀察

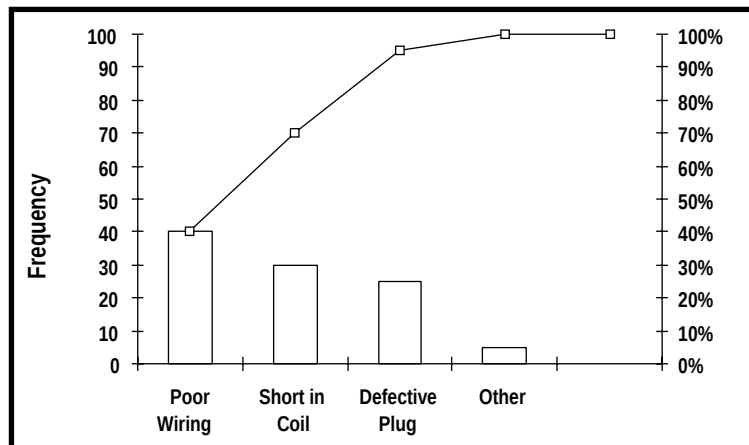
在柏拉圖中找出重要的少數，其原則是在 20%~30% 項目中，占累積和的 70%~80%。若不能找出重要的少數則應採取別的分類法。

柏拉圖的範例



柏拉圖之範例

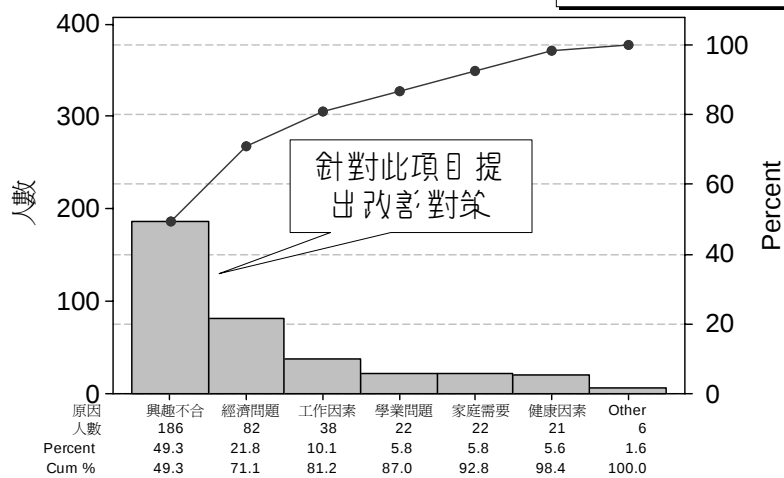
由於柏拉圖之橫軸為缺點的分類，此條之寬度並沒有數值上的意義，因此此條之間是否有間隔，並不影響訊息之傳遞和呈現。



柏拉圖之範例

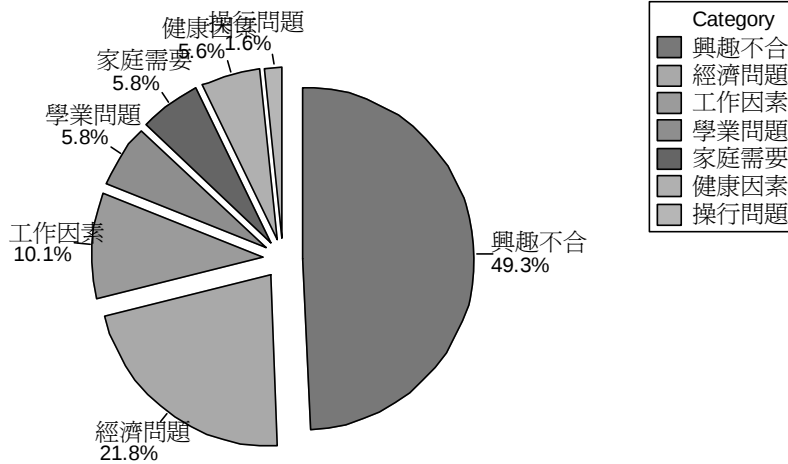
其他原因：
轉系原因、離職原因、學業不及格科目過多原因之調查、E化教學問題項目之統計。

Pareto Chart of 休學原因



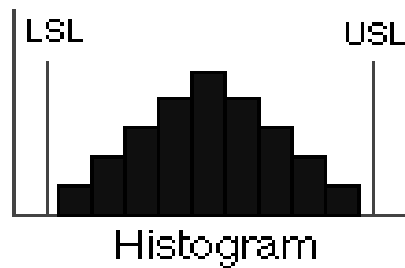
Pie Chart 圓餅圖

Pie Chart of 退學原因



③ 直方圖 (Histogram)

- 次數分配 (frequency distribution) 可用來顯示不同數據出現的機率，而直方圖是最常用來表示次數分配的圖形方法。
- 直方圖可以顯示一組數據的集中趨勢、變異範圍、分佈之形狀。
- 使用直方圖時數據必須是連續型數據。



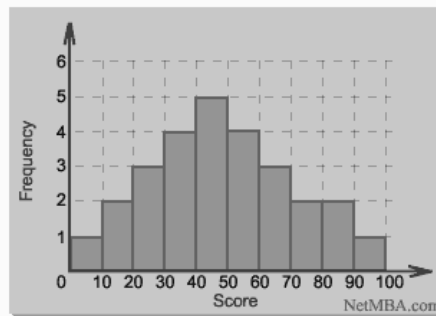
直方圖

由次數分配表轉換成直方圖

Frequency Table

Group	Count
0 - 9	1
10 - 19	2
20 - 29	3
30 - 39	4
40 - 49	5
50 - 59	4
60 - 69	3
70 - 79	2
80 - 89	2
90 - 99	1

Histogram



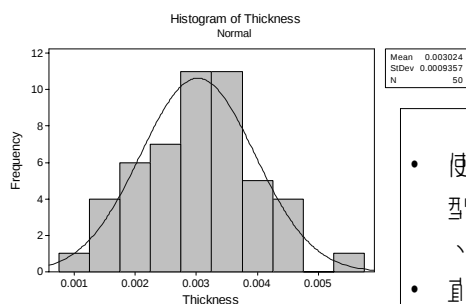
www.rossmanchance.com/applets/Histogram.html

直方圖的使用時機

我們會在下列時機使用直方圖：

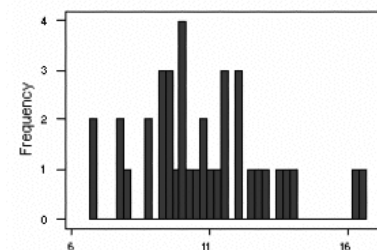
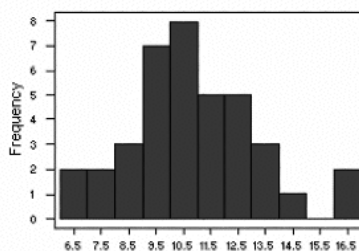
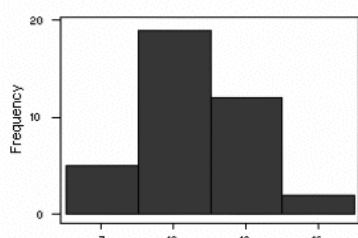
- 想要了解數據分布的型態時，例如想了解製程數據的分配是否為常態分配。
- 欲分析製程能力是否可以滿足顧客之需求。
- 欲了解供應商的製程狀況。
- 想要得知製程參數是否有隨著時間而偏移之情形。
- 想要確認兩個製程的品質有沒有明顯的差異。
- 欲快速地表達數據分配給他人知悉時。

使用直方圖時應注意事項



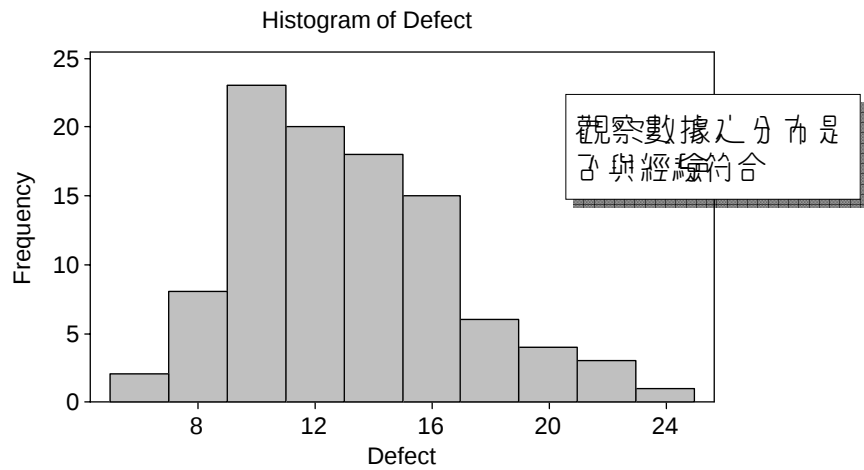
- 使用直方圖時，數據必須是計量型數據 (variable data)。例如：尺寸、重量、硬度、電壓、阻值。
- 直方圖中條的寬度具有意義。
- 數據較少時，區間數目會影響直方圖之外觀。
- 條的寬度要保持一致。

使用直方圖時應注意事項

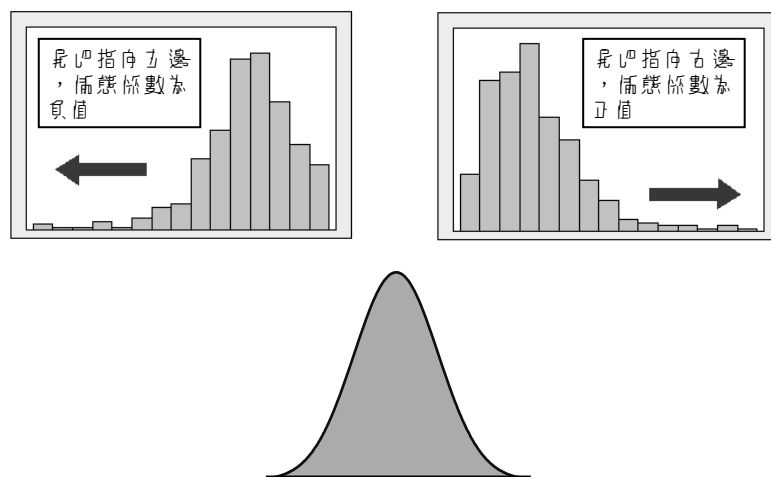


我們必須選擇正確的組寬度 (組數)，否則無法顯示數據真正的特徵。

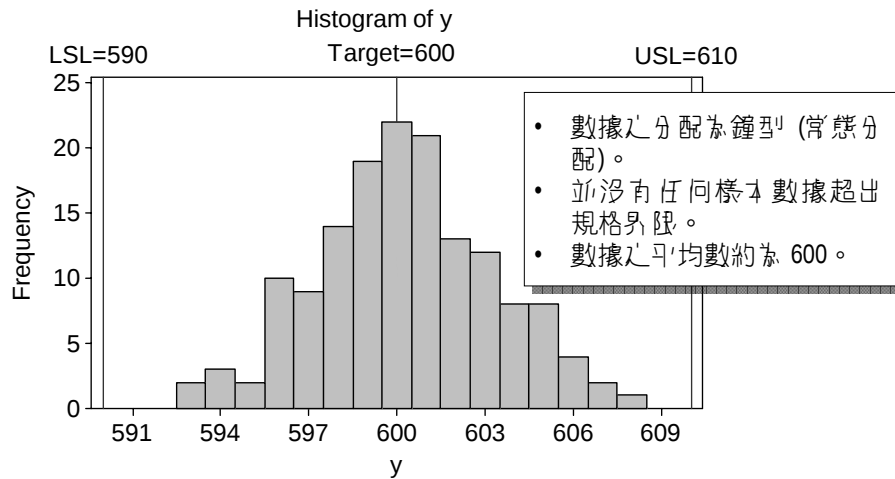
直方圖



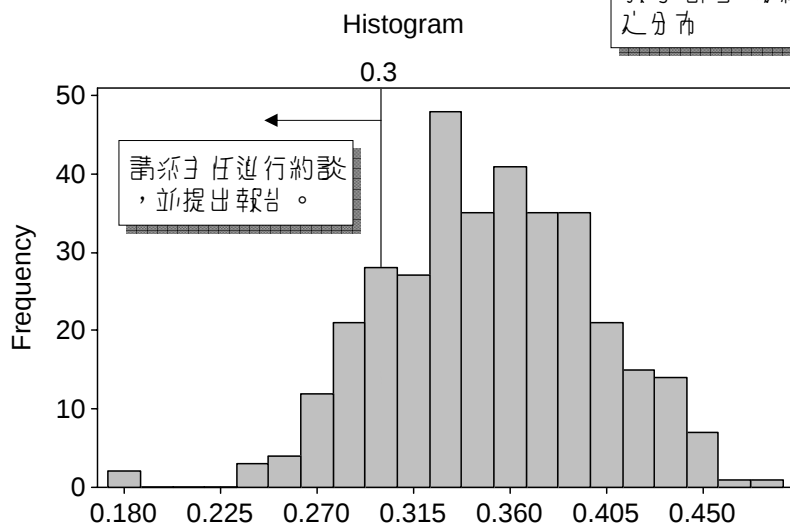
直方圖



品質管理範例



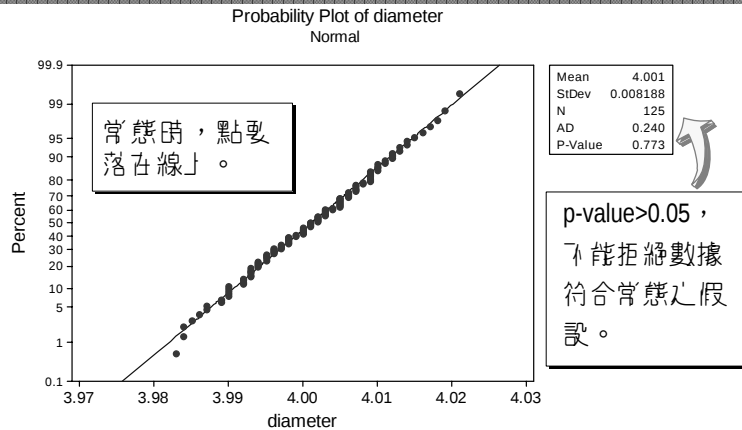
品質管理範例



與品質相關之統計工具

機率圖
(probability plot)

此範例為利用常態機率圖，以視覺的方式來判斷數據是否符合常態分配，並以統計檢定的方式，判斷數據之分配與常態分配是否有顯著性之差異。



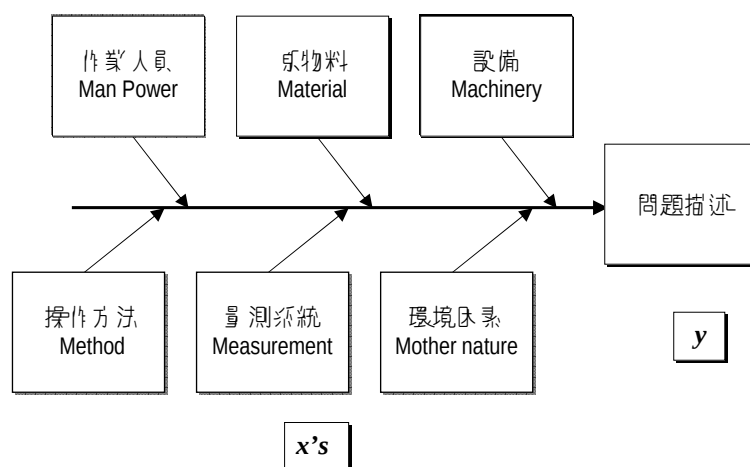
④ 魚骨圖

- 魚骨圖 (fishbone diagram) 常應用於腦力激盪的過程，用來找出造成某一特定問題的所有可能原因。
- 魚骨圖之正式名稱為特性要因分析圖 (cause and effect diagram)。因其外觀看起來像是魚的骨架，而被稱為魚骨圖。
- 此圖是日本學者石川馨博士 (Dr. Ishikawa) 於1943年在 Kawasaki Steel Works 分析問題時首先使用，之後經他推廣而在日本工業界被使用，尤其是品質圈活動更是少不了魚骨圖，所以此圖也被稱為石川圖 (Ishikawa Diagram)。

魚骨圖

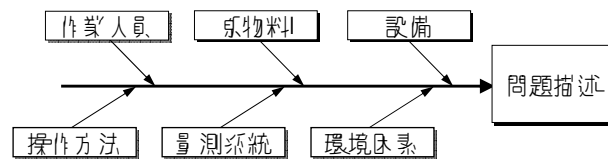
- 魚骨圖之製作，是以一個已知、待解決的問題開始，將造成問題之原因分成幾個人類，接著透過討論的方式，儘可能列出每一個項目之所有可能的原因。
- 在製造業通常分成人(Man)，機(Machine)，料(Material)，法(Method)，測(Measurement)，環(Mother nature，Environment)等六大方向(稱為 6M's)，去盡量列出可能的原因，得到一張完整的要因分析圖，協助問題之解決。

魚骨圖之基本架構



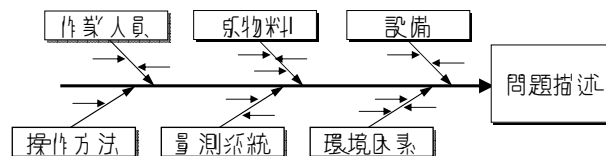
魚骨圖製作步驟

1. 選定品質特性（改善之重點）並將封套在圖之右側，在其左側繪一向右之線箭頭。
2. 列出可能影響該品質特性之主要因素的分類，繪製分枝線到主線上（如下圖）。



魚骨圖製作步驟

3. 在每一分枝線上，詳列可能影響品質特性之各項原因，如下圖所示。



基本上，所有可能之原因都應列入，此圖之作法應以小組(品管圈)為之，成員應針對可能之原因以腦力激盪之方式充分討論，使特性要因分析圖充分而完整。

魚骨圖製作步驟

4. 完成魚骨圖之原因列舉後，針對每一項原因之效率進行討論。對於有顯著影響之原因，可以利用特殊之符號加以註記。

在某些情況，我們可能無法事先決定原因的大分類，此時我們可以將原因全部列出，接著再以其他方法(如親和圖)將原因分組，並對各組命名。

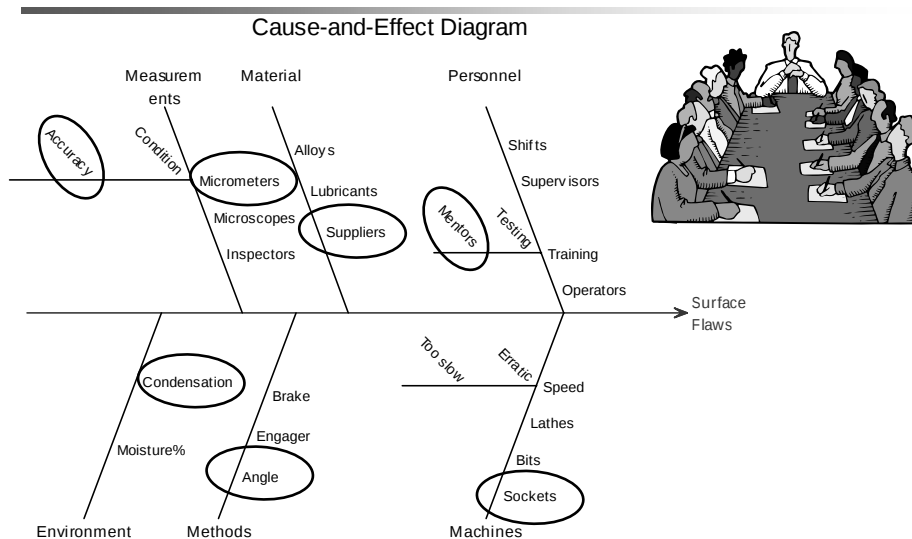
魚骨圖

- 製程式魚骨圖：乃是依序將一個製程之各項步驟列出，並繪製分枝線到主線上，然後在每個製程別詳列可能影響品質特性之各項原因，最後完成特性要因分析圖。
- 此種魚骨圖之缺點，在於相同原因可能在不同製程步驟中重複列舉。

魚骨圖之用途

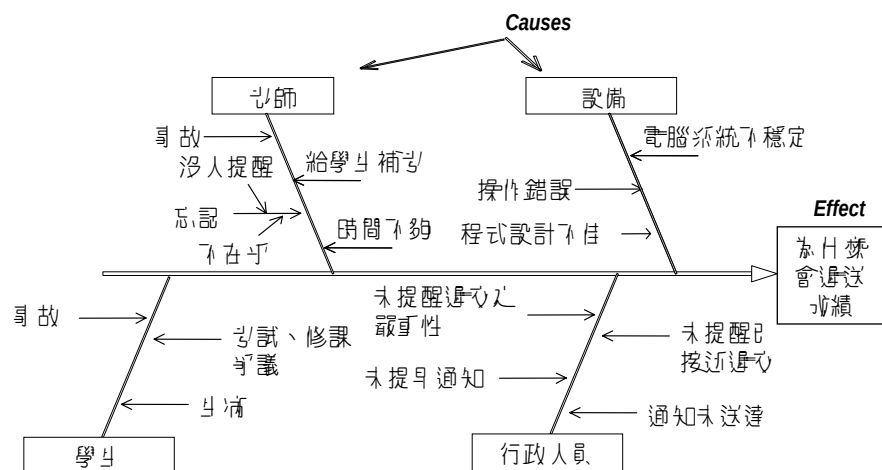
- 作為員工教育之工具：魚骨圖之製作讓參與者對製程有機會更深入了解。
- 作為問題討論之基礎，使討論不會離題、失焦。
- 作為找尋真因 (root causes) 之工具。
- 作為資料收集與記錄之工具。

魚骨圖之範例

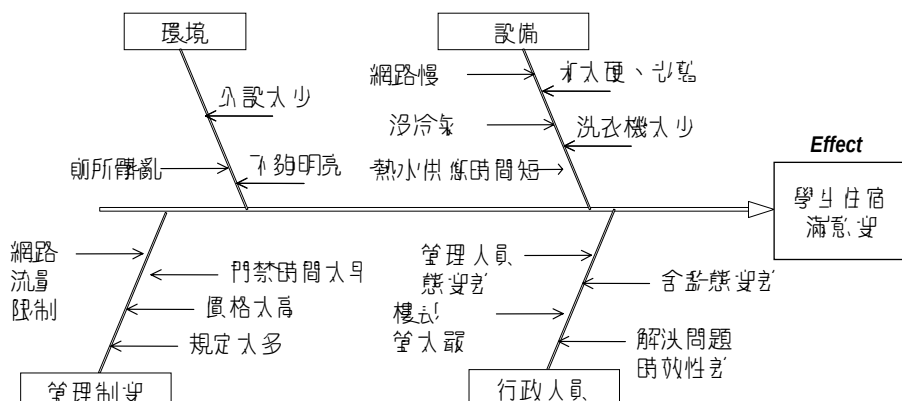


魚骨圖之範例

找出真因 (root causes)
後，才能提出對策。



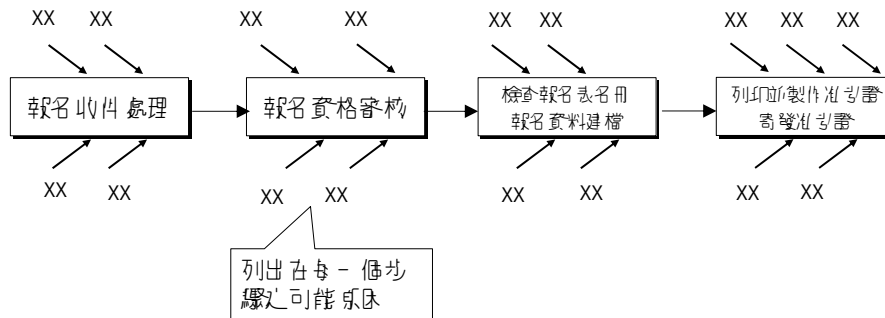
魚骨圖之範例



魚骨圖之範例

依流程步驟分析可能的原因。

大學註冊證製作流程分析
註冊證為何會有錯誤？

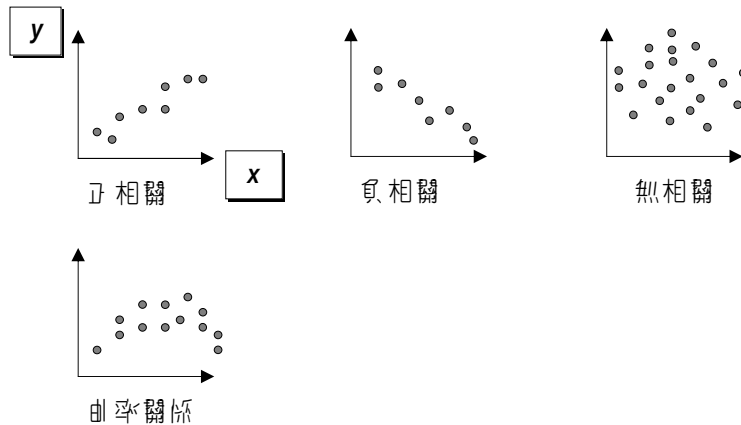


⑤ 散佈圖 (scatter diagram)

- 散佈圖是一種二維座標圖，用來分析兩個變數之間的相關性。
- 在製作散佈圖時， x 和 y 軸分別代表兩群不同的數據。繪圖完成後，我們可以觀察此兩個變數之間是否存在相關性，正相關、負相關或皆無關。我們必須注意，兩個變數具有相關性並不代表它們具有因果關係。
- 當兩個變數具有因果關係時， x 軸上的變數稱為預測變數 (因)，用來預測 y 軸的值 (果)。

散佈圖

- 散佈圖所呈現之形狀可以指出變數間之關係型態。



散佈圖之應用

- 在品質改善之應用中，我們可以利用散佈圖來決定關鍵之因素。例如：在魚骨圖分析中，我們列舉了影響品質特性之可能原因。接著，我們可以蒐集某一項可能原因之數據。我們將可能原因看成自變數 (x軸)，品質特性被視為應變數 (y軸)。
- 如果散佈圖顯示出很明顯的關係，則此原因將被視為影響品質特性之重要因素。

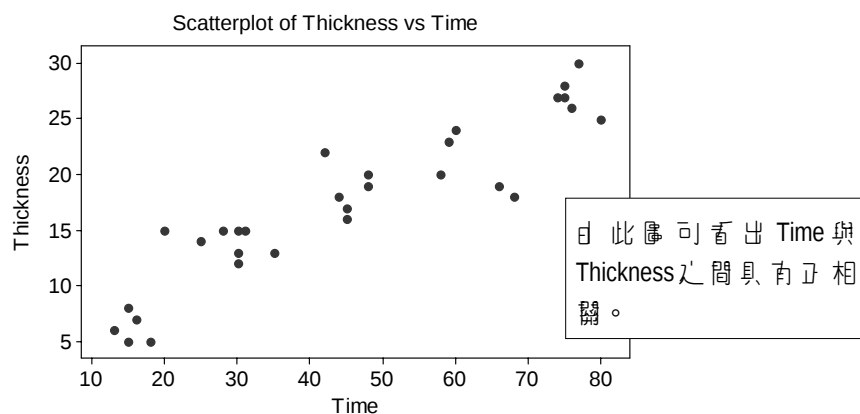
散佈圖之範例

- 下列數據為螺絲電鍍厚度與電鍍時間之相關資料。請以散佈圖分析時間與厚度之關係。

No.	分鐘	厚度 μ	No.	分鐘	厚度 μ	No.	分鐘	厚度 μ
1	16	7	11	59	23	21	68	18
2	58	20	12	31	15	22	20	15
3	25	14	13	18	5	23	80	25
4	44	18	14	75	28	24	35	13
5	76	26	15	30	13	25	66	19
6	13	6	16	45	16	26	48	20
7	15	5	17	30	15	27	30	12
8	75	27	18	77	30	28	60	24
9	28	15	19	42	22	29	45	17
10	74	27	20	48	19	30	15	8

散佈圖之範例

x、y 均為連續變數

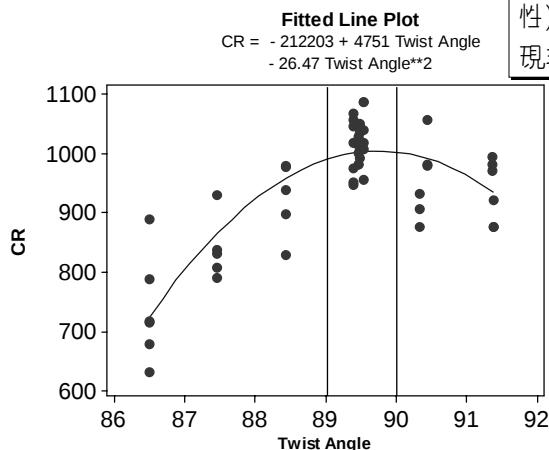


散佈圖之範例

結果分析

- 在此例中，電鍍時間為製程之輸入變數 x ，而厚度為輸出變數 y 。
- 結果顯示，電鍍膜的厚度會隨電鍍時間的長短而有所不同，兩者呈現正相關。
- 若電鍍膜厚度設有一目標，則必須以迴歸分析建立電鍍時間與厚度之數學關係，並據以決定電鍍時間之操作範圍，以獲得規定之厚度。

散佈圖之範例



工程師以實驗的方式，在6種不同 Twist angle 值下 (製程參數) 取得 5片面板之 CR值 (對比品質特性)。Twist angle 和CR值之間呈現非線性關係。

S	57.5121
R-Sq	72.1%
R-Sq(adj)	71.0%

由此圖可看出，若要得到最大之CR值，工程師必須將製程參數 Twist angle 設在 80-90之間。

散佈圖之範例

scatter diagram: stress and blood pressure

See Full Size

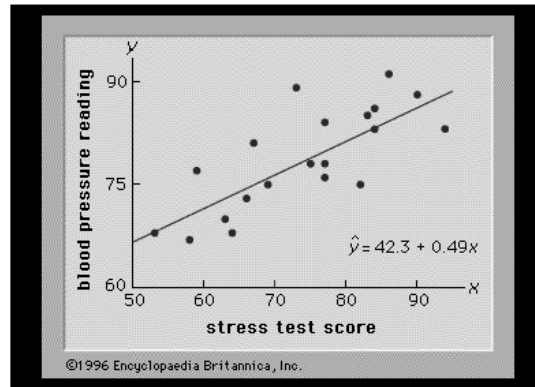
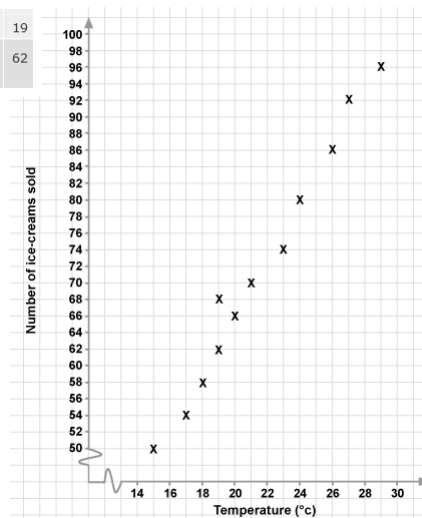


Figure 4: A scatter diagram showing the relationship between stress and blood pressure.

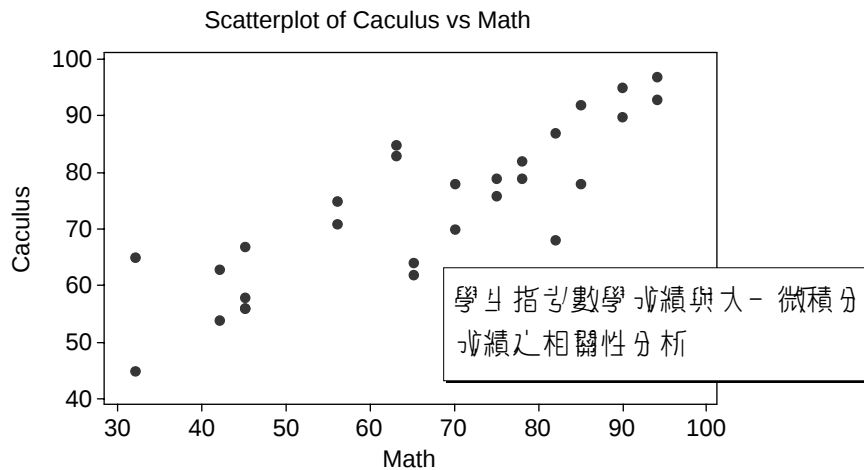
散佈圖之範例

Temperature (°C)	21	26	15	24	18	29	20	27	23	17	30	19
Number of ice-creams sold	70	86	50	80	58	96	66	92	74	54	100	62

此範例 x 軸和 y 軸之表達方式稱為 broken scale



散佈圖之範例



與散佈圖相關之工具

- 相關分析 (correlation analysis)、相關係數 (correlation coefficient)

用來決定兩個變數之間關係的強弱，相關程度是以一個介於 $[-1, +1]$ 之相關係數來表達，稱為皮爾森相關係數 (Pearson correlation coefficient)。

- 迴歸分析 (regression analysis)

利用一個數學式 (稱為迴歸方程式, regression equation) 來表達一個變數 y 和另一個變數 x 之間的關係。

與散佈圖相關之詞彙

- 變數 x 也稱為
 - 獨立變數 (Independent variable)
 - 預測變數 (Predictor)
 - 解釋變數 (Explanatory variable)
- 變數 y 也稱為
 - 反應變數 (Response variable)
 - 相依變數 (Dependent variable)

在一般的迴歸分析中，變數 x 和變數 y 通常為連續型數據。

如果變數 y 為分類型，則必須使用邏輯迴歸 (Logistic regression)。例如：變數 y 的數值為合格或不合格。

與散佈圖相關之詞彙

- 當只有一個 x 變數時，我們稱為簡單線性迴歸 (simple linear regression)，迴歸方程式可寫成

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$

- 當有多個 x 變數時，我們稱為複迴歸 (multiple regression)，迴歸方程式可寫成

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_m x_m$$

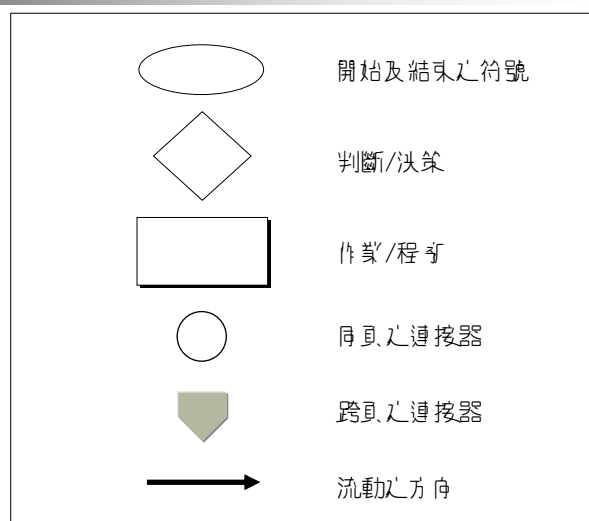
- 係數 β 's 要由樣本數據來估計。

⑥ 流程圖

- 流程圖 (process map) 是利用一些符號和少數文字來表達一個流程的主要步驟的圖形工具。
- 在品質改善的應用中，我們可以透過流程圖分析，了解流程中可能產生變異來源的步驟有哪些，並決定應採取何種措施來改善流程。
- 在有些應用中，我們也可以透過流程圖分析了解哪些步驟可以進行刪除、簡化、合併或者重組來進行製程的改善。

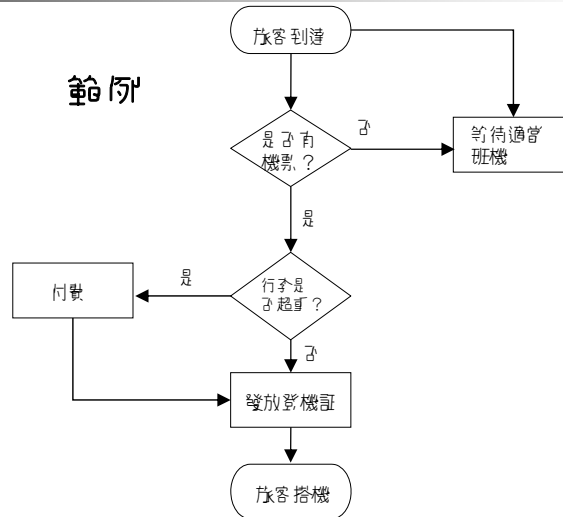
流程圖

主要符號

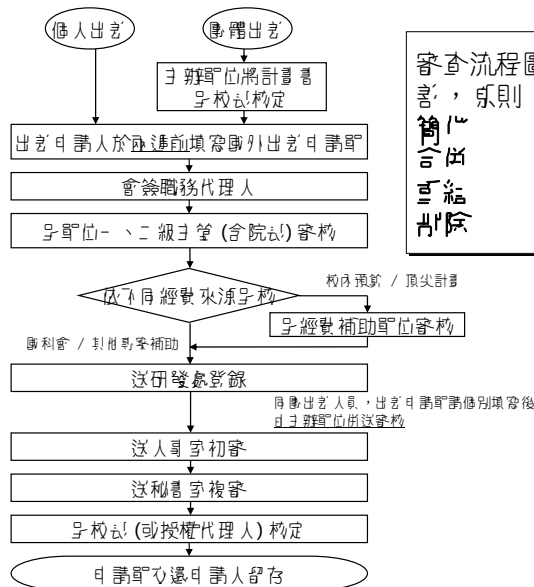


流程圖範例

範例



教職員 (含編制、約聘職員) 國外出差申請及旅費報支標準作業流程



審查流程圖進行改善，原則：
簡化、明確、結果

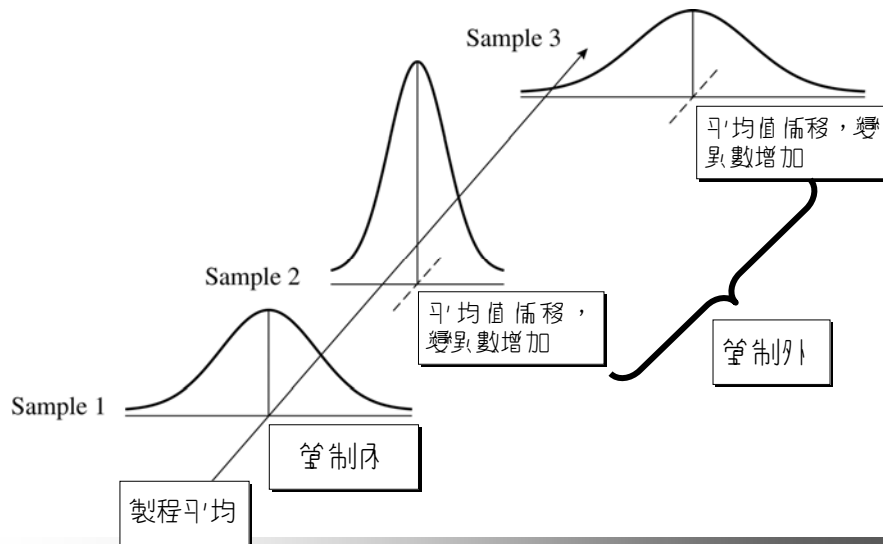
⑦ 管制圖

- 管制圖 (control chart) 是用來描述一個製程數據隨著時間變化之情形。管制圖上的資料(稱為樣本統計量)乃依照時間先後順序所描繪。管制圖是由中心線與上、下管制界限所組成的。這些界限一般是根據數據所建立，目前數據之樣本統計量將與這些界限進行比較，來判定製程的變異是否仍在可接受的範圍之內(管制狀態下)或是已超出可接受範圍(管制狀態之外)。
- 管制圖可以協助我們判定製程是否遭受某些可歸責原因(assignable cause)的影響而導致製程的平均值或變異數有所改變。此種狀態稱為管制外(out-of-control)。

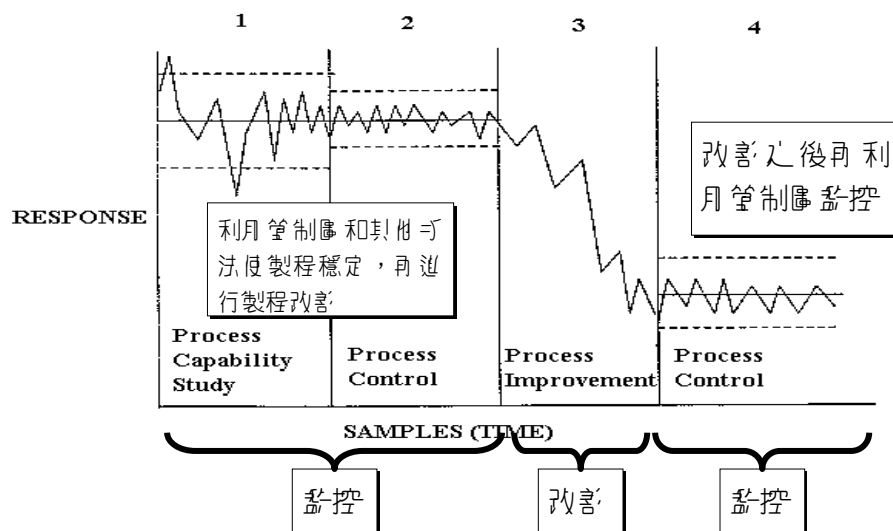
管制圖

- 即使製程沒有受到可歸責原因的影響，製程仍會存在一些變異，此種變異是機遇原因(chance cause)所造成。當製程只受到機遇原因影響時，我們稱此製程為在統計管制內(in statistical control)。
- 當我們要消除製程中的機遇原因時，通常需要對製程進行大幅度的改善。實驗設計適合應用在機遇原因的改善。

統計製程管理技術の概念



製程改善技術の概念



統計管制圖

依製程數據之種類，管制圖可以分為計量型 (variable) 和計數型 (attribute) 兩種。

計量值

- Xbar-R (平均値及全距管制圖) ($n < 10$)
- Xbar-S (平均値及標準差管制圖) ($n > 10$)
- I-MR (個別値及移動全距管制圖) ($n = 1$)

計數值

- 不合格率 p 管制圖 (n 可為變動)
- 不合格品數 np 管制圖 (n 固定)
- 不合格點數 c 管制圖 (n 固定)
- 單位不合格點數 u 管制圖 (n 可為變動)

管制圖之使用時機

- 欲進行製程管制，發覺問題並進行改善。
- 預測製程產出之期望變異範圍。
- 判斷製程是否為穩定 (在統計管制狀態之內)。
- 分析製程中的特定樣式是否可歸為系統或機遇原因所造成。
- 決定品質改善專案的目標是要預防問題的產生或是進行製程之基本改變。

Xbar-R管制圖

組	X_1	X_2	X_3	...	X_n	$\bar{X}$	R
1						$\bar{X}_1$	R_1
2						$\bar{X}_2$	R_2
3						$\bar{X}_3$	R_3
4						$\bar{X}_4$	R_4
..						..	..
..						..	..
m						$\bar{X}_m$	R_m
						$\bar{\bar{X}}$	$\bar{R}$

由管制圖之基本公式可知，在建立管制圖時，要先獲得平均值及標準差。除非是給定或利用標準值，否則我們必須收集數據來估計製程參數；平均值及標準差。

一般是收集 20~25 組樣本（樣本大小 $n=4$ 或 5）來估計製程參數。

針對每一組樣本計算組平均値 $\bar{X}_i$ 及組全距 (R_i)。

Xbar-R管制圖

Xbar-R管制圖管制界限可表示為

$$\begin{aligned} UCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \\ CL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} \\ LCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \end{aligned}$$

其中 $A_2 = \frac{3}{d_2 \sqrt{n}}$

$$UCL_w = \mu_w + 3\sigma_w = \mu_{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$= \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\bar{R}/d_2}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}}$$

$$= \bar{\bar{X}} + \left(\frac{3}{d_2 \sqrt{n}} \right) \bar{R} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$E(R) = d_2 \sigma, \quad \sigma_R = d_3 \sigma$$

3倍標準差管制界限之3是隱藏在管制圖係數中

Xbar-R管制圖

R管制圖管制界限可推導

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

$$CL_R = \bar{R}$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R}$$

$$UCL_w = \mu_w + 3\sigma_w = \mu_R + 3\sigma_R = \bar{R} + 3d_3\sigma$$

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

$$= \left(1 + \frac{3d_3}{d_2} \right) \bar{R} = D_4 \bar{R}$$

$$\sigma_R = d_3\sigma$$

$$\text{其中} \quad D_3 = 1 - 3 \frac{d_3}{d_2} \quad D_4 = 1 + 3 \frac{d_3}{d_2}$$

- 管制圖係數 A_2 , D_3 , D_4 為與樣本大小 n 決定之係數，一般統計品質書籍均可查到

Xbar-R管制圖

Xbar-R管制圖之係數

Sample Sizes (n)	d_2	A_2	D_3	D_4
2	1.128	1.880	0	3.267
3	1.693	1.023	0	2.575
4	2.059	0.729	0	2.282
5	2.326	0.577	0	2.115
6	2.534	0.483	0	2.004
7	2.704	0.419	0.076	1.924
8	2.847	0.373	0.136	1.864
9	2.970	0.337	0.184	1.816
10	3.078	0.308	0.223	1.777
11	3.173	0.258	0.256	1.744
12	3.258	0.266	0.283	1.717
13	3.336	0.249	0.307	1.693
14	3.407	0.235	0.328	1.672
15	3.472	0.223	0.347	1.653

Xbar-R管制圖之範例



- 一家製造螺絲之工廠擬利用管制圖來監控螺絲之直徑。
- 此範例中包含組樣本資料。每一組樣本包含四個數據，亦即樣本大小 (sample size) 等於4。

原始數據

Special Metal Screw						
Sample	Sample				Range	Mean
Number	1	2	3	4		
1	0.5014	0.5022	0.5009	0.5027		
2	0.5021	0.5041	0.5024	0.5020		
3	0.5018	0.5026	0.5035	0.5023		
4	0.5008	0.5034	0.5024	0.5015		
5	0.5041	0.5056	0.5034	0.5039		

Xbar-R管制圖之範例

原始數據

Special Metal Screw						
Sample	Sample				Range	Mean
Number	1	2	3	4		
1	0.5014	0.5022	0.5009	0.5027		
2	0.5021	0.5041	0.5024	0.5020		
3	0.5018	0.5026	0.5035	0.5023		
4	0.5008	0.5034	0.5024	0.5015		
5	0.5041	0.5056	0.5034	0.5039		

Xbar-R管制圖之範例

計算全距

Special Metal Screw						
Sample Number	1	2	3	4	Range	Mean
1	0.5014	0.5022	0.5009	0.5027		
2	0.5021	0.5041	0.5024	0.5020		
3	0.5018	0.5018	0.5027			
4	0.5008	0.5008				
5	0.5041	0.5041				

$0.5027 - 0.5009 = 0.0018$

Xbar-R管制圖之範例

計算全距

Special Metal Screw						
Sample Number	1	2	3	4	Range	Mean
1	0.5014	0.5022	0.5009	0.5027	0.0018	
2	0.5021	0.5041	0.5024	0.5020		
3	0.5018	0.5018	0.5027			
4	0.5008	0.5008				
5	0.5041	0.5041				

$0.5027 - 0.5009 = 0.0018$

Xbar-R管制圖之範例

計算組平均

Special Metal Screw						
Sample Number	Sample				Range	Mean
1	1	2	3	4		
1	0.5014	0.5022	0.5009	0.5027	0.0018	0.5018
2	0.5021	0.5041	0.5024	0.5020		
3	0.5018	0.5041	0.5024	0.5020		
4	0.5008	0.5041	0.5024	0.5020		
5	0.5041	0.5041	0.5024	0.5020		

$$0.5027 - 0.5009 = 0.0018$$

$$(0.5014 + 0.5022 + 0.5009 + 0.5027)/4 = 0.5018$$

Xbar-R管制圖之範例

完成組全距和組平均之計算

Special Metal Screw						
Sample Number	Sample				Range	Mean
1	1	2	3	4		
1	0.5014	0.5022	0.5009	0.5027	0.0018	0.5018
2	0.5021	0.5041	0.5024	0.5020	0.0021	0.5027
3	0.5018	0.5026	0.5035	0.5023	0.0017	0.5026
4	0.5008	0.5034	0.5024	0.5015	0.0026	0.5020
5	0.5041	0.5056	0.5034	0.5047	0.0022	0.5045

Xbar-R管制圖之範例

計算組距和組平均之平均值，此將成為管制圖之中心線

Special Metal Screw

Sample Number	1	2	3	4	Range	Mean
1	0.5014	0.5022	0.5009	0.5027	0.0018	0.5018
2	0.5021	0.5041	0.5024	0.5020	0.0021	0.5027
3	0.5018	0.5026	0.5035	0.5023	0.0017	0.5026
4	0.5008	0.5034	0.5024	0.5015	0.0026	0.5020
5	0.5041	0.5056	0.5034	0.5047	0.0022	0.5045
$\bar{R} =$					0.0021	
					$\bar{\bar{X}} =$	0.5027

Xbar-R管制圖之範例

Control Charts - Special Metal Screw

R - Charts $\bar{R} = 0.0021$

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

$$LCL_R = D_3 \bar{R}$$

全距管制圖之管制
界限公式

Xbar-R管制圖之範例

查表，獲得全距管制圖之管制界限係數

Control Chart Factors

Size of Sample (n)	Factor for UCL and LCL for $\bar{x}$ -Charts (A ₂)	Factor for LCL for R-Charts (D ₃)	Factor for UCL for R-Charts (D ₄)
2	1.880	0	3.267
3	1.023	0	2.575
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.115
6	0.483	0	2.004
7	0.419	0.076	1.924

Xbar-R管制圖之範例

完成全距管制圖之管制界限

Control Charts - Special Metal Screw

R - Charts

$$\bar{R} = 0.0021$$

$$D_4 = 2.282$$

$$D_3 = 0$$

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

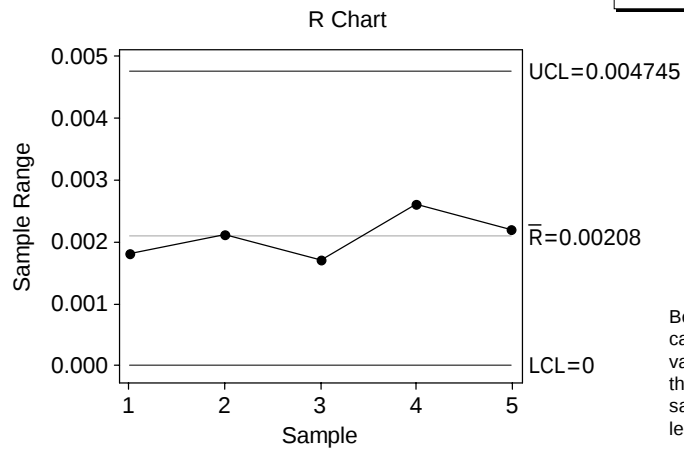
$$LCL_R = D_3 \bar{R}$$

$$UCL_R = 2.282 (0.0021) = 0.00479 \text{ in.}$$

$$LCL_R = 0 (0.0021) = 0 \text{ in.}$$

Xbar-R管制圖之範例

R 管制圖



Because range values cannot be negative, a value of 0 is given for the lower control limit of sample sizes of six or less.

Xbar-R管制圖之範例

Control Charts - Special Metal Screw

$\bar{X}$ - Charts $\bar{R} = 0.0021$
 $\bar{\bar{X}} = 0.5027$

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Xbar 管制圖之
 控制限公式

Xbar-R管制圖之範例

查表，獲得 Xbar 管制圖之管制界限係數

Control Chart Factors

Size of Sample (<i>n</i>)	Factor for UCL and LCL for $\bar{x}$ -Charts (A_2)	Factor for LCL for <i>R</i> -Charts (D_3)	Factor for UCL for <i>R</i> -Charts (D_4)
2	1.880	0	3.267
3	1.023	0	2.575
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.115
6	0.483	0	2.004
7	0.419	0.076	1.924

Xbar-R管制圖之範例

完成 Xbar 管制圖之管制界限

Control Charts - Special Metal Screw

$$\bar{\bar{X}} - \text{Charts} \quad \bar{R} = 0.0021 \quad A_2 = 0.729$$

$$\bar{\bar{X}} = 0.5027$$

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

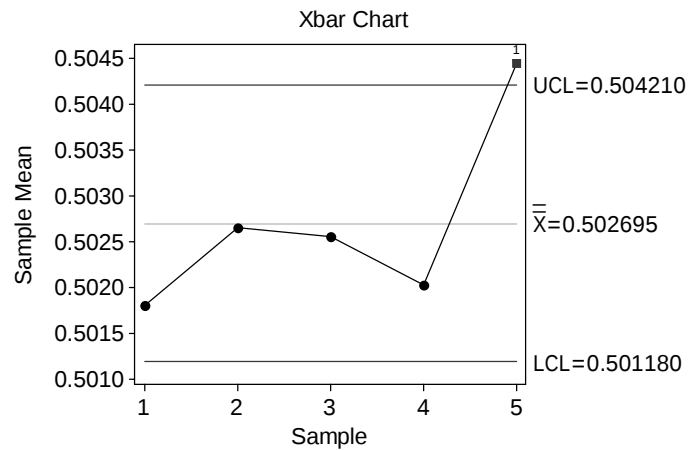
$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

$$UCL_{\bar{x}} = 0.5027 + 0.729 (0.0021) = 0.5042 \text{ in.}$$

$$LCL_{\bar{x}} = 0.5027 - 0.729 (0.0021) = 0.5012 \text{ in.}$$

Xbar-R管制圖之範例

Xbar 管制圖



Xbar-S管制圖

- X-bar及S管制圖適用於樣本大小 $n > 10$ 之情況。
- 當 n 較大時，利用標準差會比全距更有效率。
- 設 $\bar{S}$ 為組標準差之平均值，則製程標準差之估計值為：

σ 之估計值

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{c_4}$$

$n=100, c_4=0.997478$

Minitab calculator:

$((2/99)**0.5)*\text{gamma}(100/2)/\text{gamma}(99/2)$

$$c_4 = \left(\frac{2}{n-1} \right)^{1/2} \frac{\Gamma(n/2)}{\Gamma[(n-1)/2]} = \left(\frac{2}{n-1} \right)^{1/2} \frac{[(n-2)/2]!}{[(n-3)/2]!}$$

Xbar-S 管制圖

管制界限

$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S}$	$UCL_S = B_4 \bar{S}$
$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$	$CL_S = \bar{S}$
$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S}$	$LCL_S = B_3 \bar{S}$

Xbar-S 管制圖

Sample Sizes (n)	c ₄	A ₃	B ₃	B ₄
2	.7979	2.659	0	3.267
3	.8862	1.954	0	2.568
4	.9213	1.628	0	2.266
5	.9400	1.427	0	2.089
6	.9515	1.287	0.03	1.970
7	.9594	1.182	0.118	1.882
8	.9650	1.099	0.185	1.815
9	.9692	1.032	0.239	1.761
10	.9727	0.975	0.284	1.716
11	.9754	0.927	0.321	1.679
12	.9776	0.886	0.354	1.646
13	.9794	0.850	0.382	1.618
14	.9810	0.817	0.406	1.594
15	.9823	0.789	0.428	1.572

I-MR 管制圖

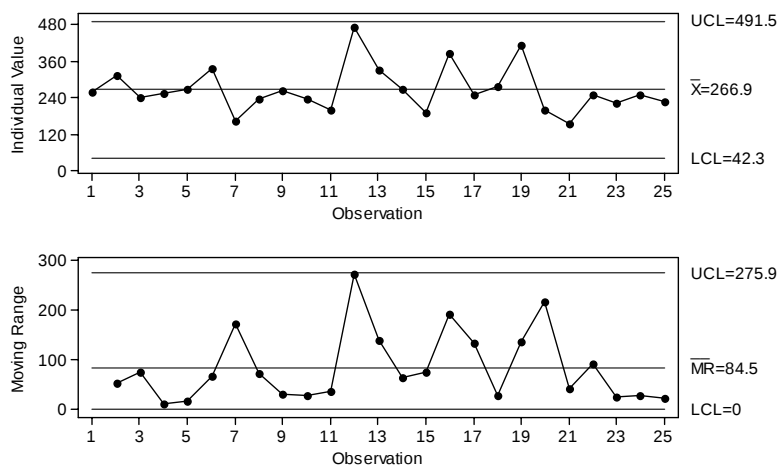
- 個別值 (individuals) 和移動全距 (moving range) 管制圖 (簡稱 I-MR 管制圖) 適用於樣本大小 $n=1$ 之情況。我們在下列情況下會使用 $n=1$:
 - 數據獲得不易之情況 (例如：生產率低、量測費時、破壞性檢驗等情況)。
 - 產品品質均勻，沒有必要取 $n>1$ (例如化學產品)。
- 移動全距是依其長度 (length) 來定義，若長度=2，則移動全距定義為最近兩個數據之最大值減最小值，可寫成：

$$MR_i = |X_i - X_{i-1}| \quad \sigma = \overline{MR} / d_2$$
- 若長度=k，則移動全距定義為最近k個數據中之最大值減最小值。

I-MR 管制圖

工程師打算利用 I-MR 管制圖來管制晶片的電阻率，管制圖上每一個點代表一片晶片的量測值。請注意，第一組並沒有移動全距值。

I-MR Chart of resistivity



p 管制圖

□ p 管制圖是用來監控不合格率隨時間變化的情形，管制界限為：

$$\bar{p} = \frac{\text{total number of defective items}}{\text{total number of items inspected}} \\ = \frac{\sum X}{\sum n}$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$UCL_p = \bar{p} + 3\sigma_p$$

$$LCL_p = \max\{0, \bar{p} - 3\sigma_p\}$$

下限之公式代表當下限小於零時，將下限設為零

np 管制圖

□ np 管制圖是用來監控不合格品數目隨時間變化的情形，適用於各組樣本大小均相同之情況。管制界限為：

np chart formulas

$$CL_{np} = n\bar{p}$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sigma_{np}$$

$$LCL_{np} = \max\{0, n\bar{p} - 3\sigma_{np}\}$$

p 管制圖

- 製造汽車用風扇皮帶之生產線的生產批量為2000條。品質工程師收集過去40批之資料，記錄每批量中不合格皮帶之數量。請根據收集到之數據，建立一個3-sigma管制界限之p管制圖。

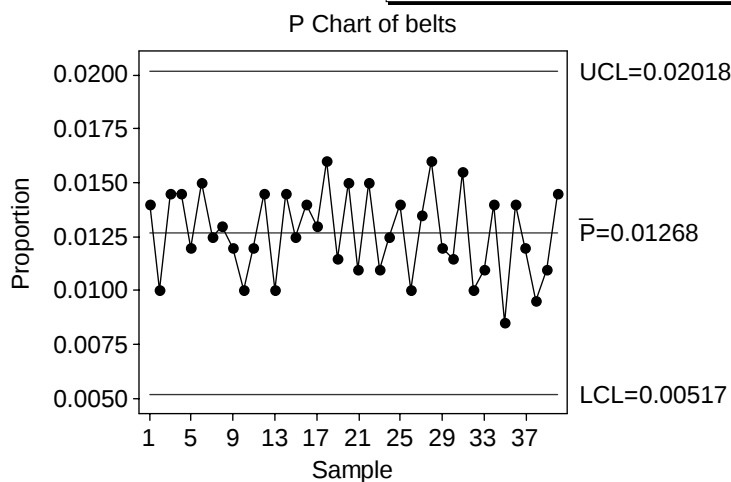
28	24	22	31
20	29	30	20
29	20	22	22
29	29	25	28
24	25	28	17
30	28	20	28
25	26	27	24
26	32	32	19
24	23	24	22
20	30	23	29

$$\bar{p} = \frac{\text{total number of defective items}}{\text{total number of items inspected}}$$

$$= \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{1014}{20 \times 40} = 0.012675$$

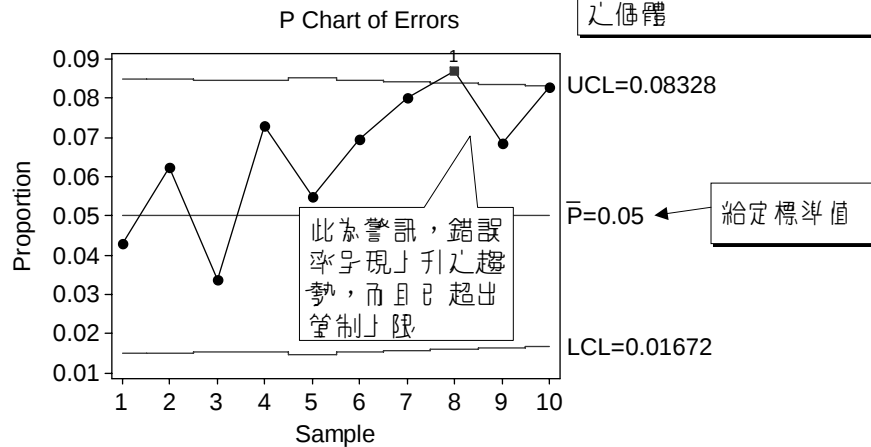
p 管制圖

此管制圖顯示目前之製程為穩定，目前之管制界限可以用來監控未來之製程。



p 管制圖

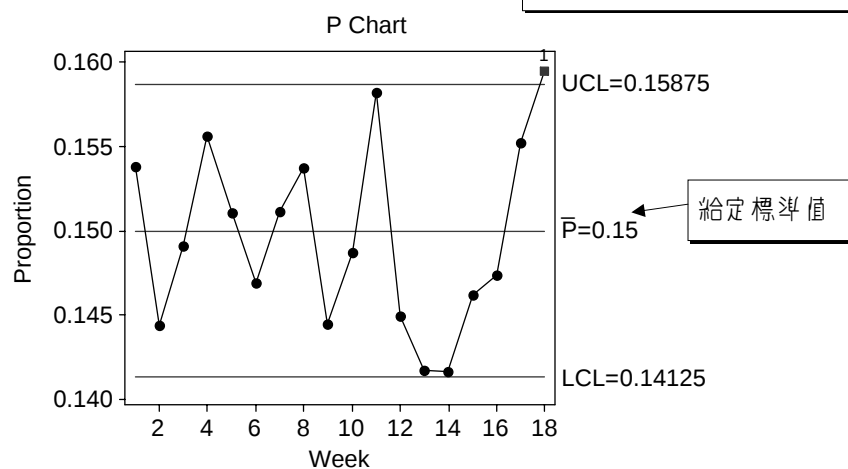
利用 p 管制圖監控教師授課鐘點計算錯誤之比例。
每二位教師視為一個檢驗之個體



Tests performed with unequal sample sizes

p 管制圖

利用 p 管制圖監控學校每週學分缺課之比例



c 管制圖

- c 管制圖是用來監控缺點數隨時間變化之情形，適用於各組樣本大小均相同之情況。管制界限為：

$$CL_c = \bar{c} = \frac{\text{number of defects}}{\text{number of units sampled}}$$

c- chart formulas $\sigma_c = \sqrt{\bar{c}}$

$$UCL_c = \bar{c} + 3\sigma_c$$

**Poisson
Distribution**

$$LCL_c = \max\{0, \bar{c} - 3\sigma_c\}$$

c 管制圖

- 製造電話線之工廠以管制圖監控其品質。工程師紀錄每 1000 公尺線中之缺點數。請根據收集到之數據建立管制圖來監控製程。

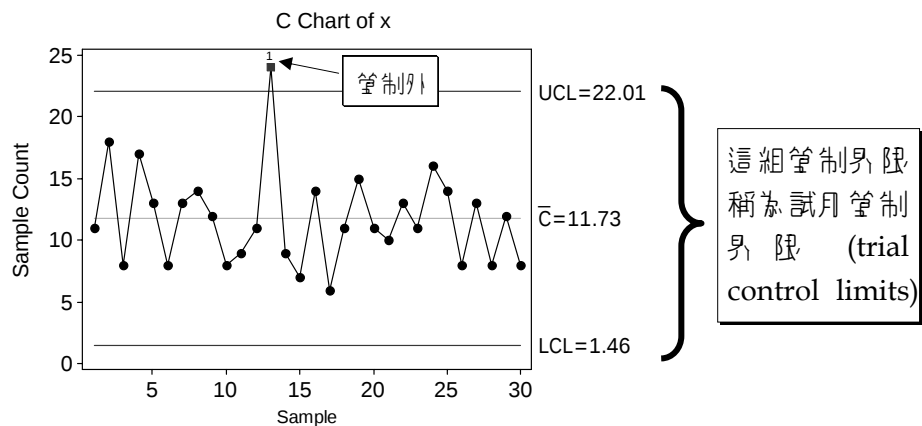
Inspection unit=1000 公尺

此範例相當於有三十組數據。缺點之總數為 352，因此缺點之平均數 $= 352/30 = 11.73$ (此為管制圖之中心線)

No.	x	No.	x
1	11	16	14
2	18	17	6
3	8	18	11
4	17	19	15
5	13	20	11
6	8	21	10
7	13	22	13
8	14	23	11
9	12	24	16
10	8	25	14
11	9	26	8
12	11	27	13
13	24	28	8
14	9	29	12
15	7	30	8

c 管制圖

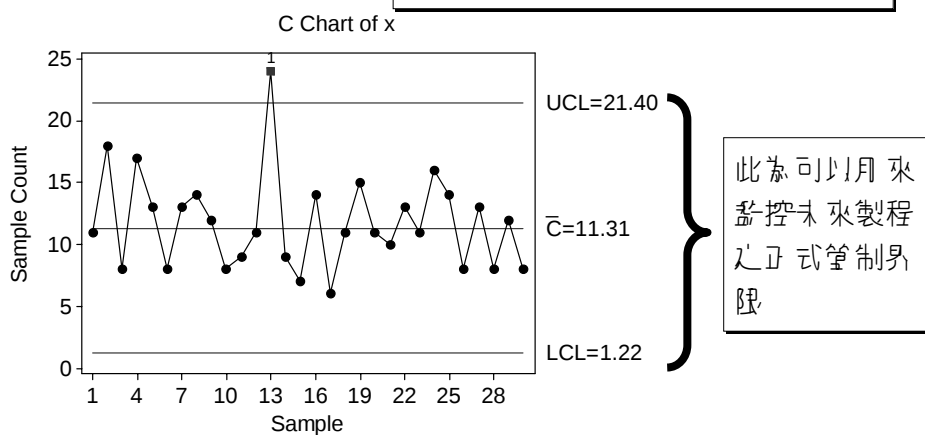
第13組之缺點數有 24個



第13組之全距超出管制界限。在找到可歸屬原因後，將之剔除，重新計算管制界限。

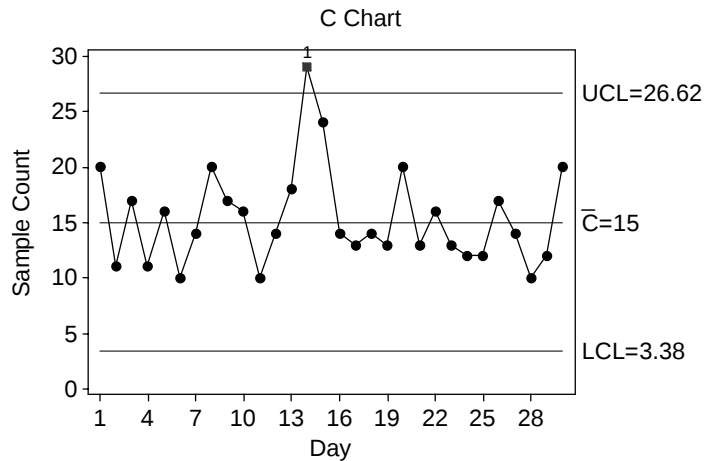
c 管制圖

刪除第13組後，製程數據皆在管制界限內，此時之管制界限可用來管制未來之製程。



c 管制圖

利用 c 管制圖監控校內每日網路下載流量違規之件數 (IP 數)



u 管制圖

□ u 管制圖是用來監控單位缺點數隨時間變化之情形，管制界限為：

$$\bar{u} = \frac{\text{所有樣本中之缺點總數}}{\text{檢驗單位之總數}}$$

$\bar{u}$ = 每一檢驗單位之平均缺點數

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \\ \text{CL} &= \bar{u} \\ \text{LCL} &= \max\{0, \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}\} \end{aligned}$$

u 管制圖

$$\sum x = 402 \quad \sum n = 493$$

$$\bar{u} = 402 / 493 = 0.815$$

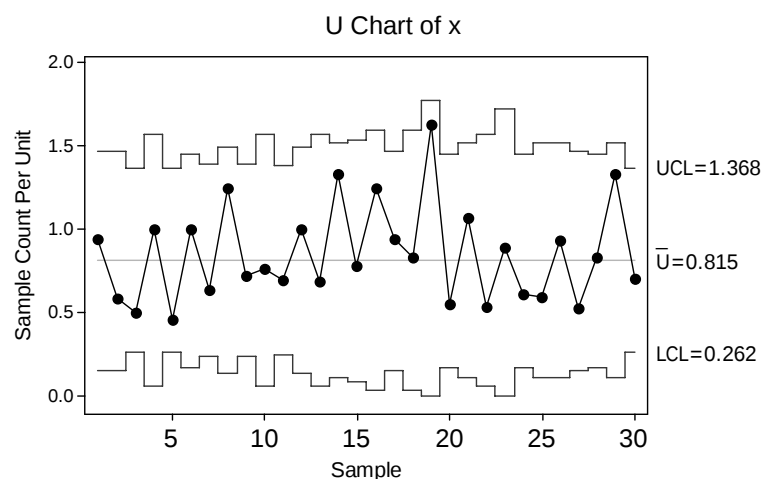
- 某製紙工廠擬建立管制圖以監控其產品品質。今記錄每日生產之捲數及每日所發現之缺點數。請根據30天之資料建立適當之管制圖來管制此製紙流程。

請注意管制圖中心線之計算方式。

n	x	n	x
17	16	12	15
17	10	17	16
24	12	12	10
13	13	8	13
24	11	18	10
18	18	15	16
22	14	13	7
16	20	9	8
22	16	18	11
13	10	15	9
23	16	15	14
16	16	17	9
13	9	18	15
15	20	15	20
14	11	24	17

u 管制圖

此管制圖顯示目前之製程為穩定，目前之管制界限可以用來監控未來之製程。

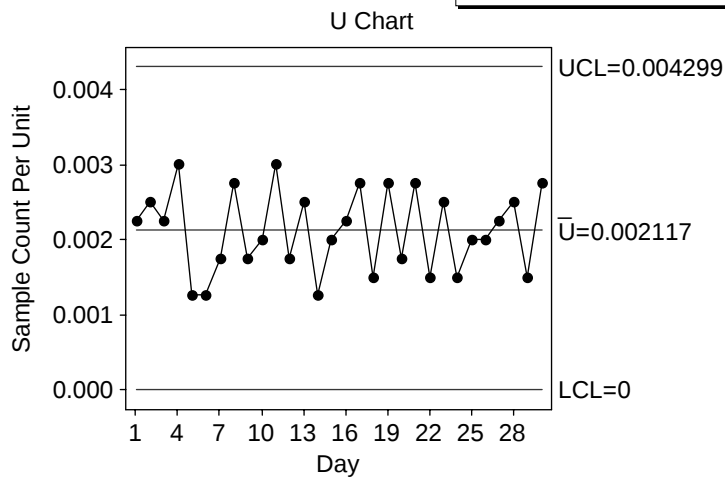


Tests performed with unequal sample sizes

u 管制圖

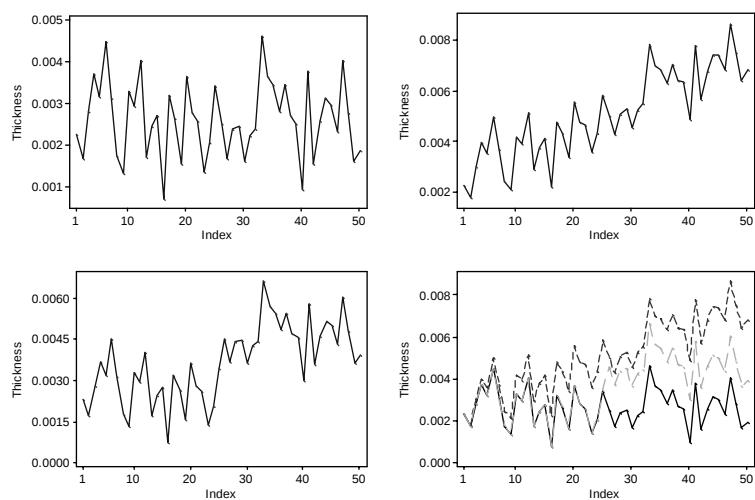
利用 u 管制圖監控校內每日下載網路
著作權檔案之平均件數。

$u = \text{違規件數} / \text{電腦數 or IP 數}$



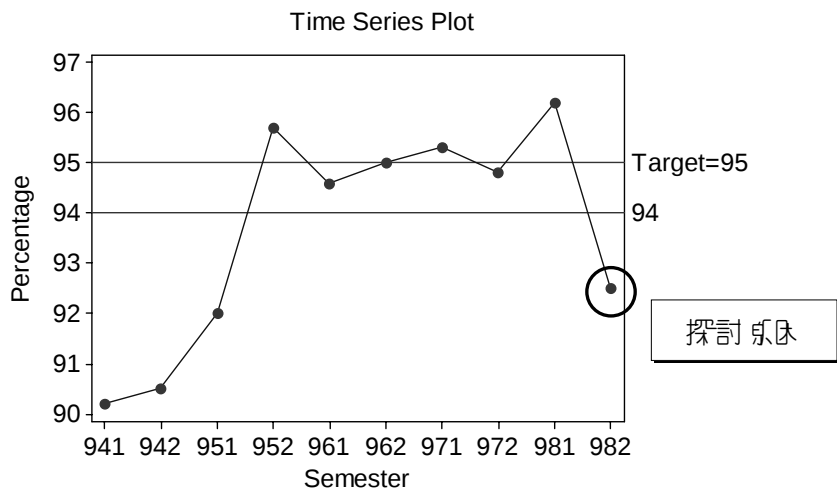
與管制圖相關之其他工具

時間序列圖
Time series plot



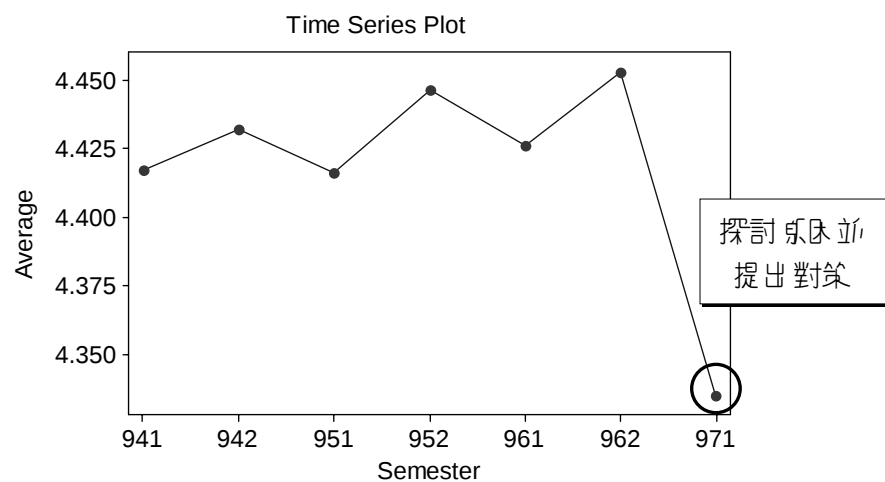
時間系列圖之應用

教材上網率之
監控

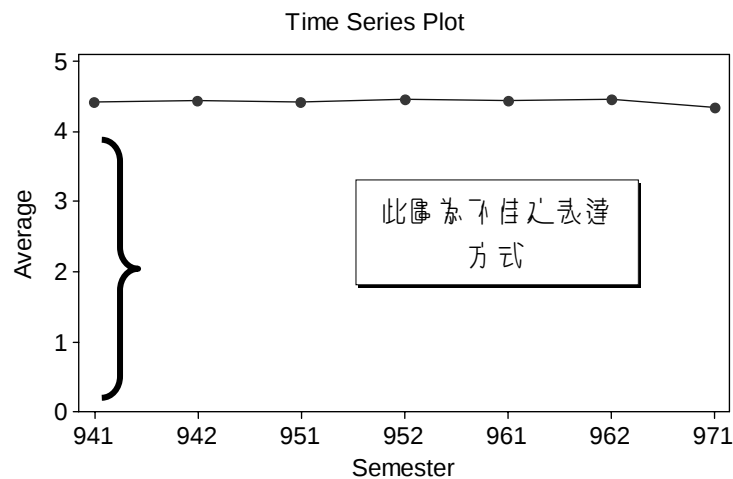


時間系列圖之應用

教學評量平均
成績之監控



時間序列圖之應用



層分法

- 層別法 (**Stratification**) 通常與其他數據分析工具結合在一起使用。當資料來自多個來源或多個類別，並混在一起時，數據的意義不容易被發現。層別法之主要目的即為將這些混合的資料分離，使得數據中所隱含的樣式 (patterns) 可以被看見。例如可以用班別、設備別、材料來源別等，將資料分成幾個小組來觀察，簡化資訊擷取之困難度。
- 在收集數據之前，必須先考慮在分析時是否會用到層別，並蒐集層別之資料，否則等到數據蒐集完之後再來分類就太晚了。

層弓法

● 可以層別的項目：

- 設備 (Equipment)
- 班別 (Shifts)
- 部門 (Departments)
- 材料 (Materials)
- 供應商 (Suppliers)
- 日期 (Day of the week)
- 時間 (Time of day)
- 產品 (Products)

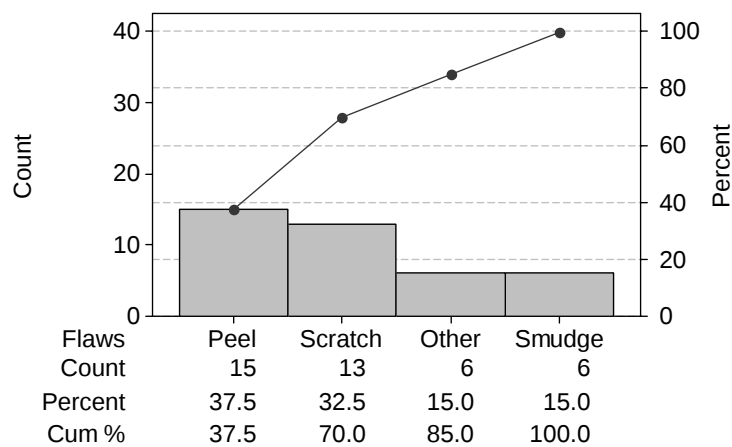
C13-T	C14-T
Flaws	Period
Scratch	Day
Scratch	Day
Peel	Day
Peel	Day
Smudge	Day
Scratch	Day
Other	Day
Other	Evening
Peel	Evening
Peel	Evening
Peel	Evening
Peel	Evening
Scratch	Evening
Scratch	Evening
Peel	Night
Scratch	Night
Smudge	Night
Scratch	Night
Peel	Night
Peel	Night
Peel	Night
Peel	Night
Other	Night
Other	Night

此範例相當於在發現產品的缺點時，紀錄產品的缺點種類（第一行），並紀錄缺點發生的班次（第二行）

層弓法

未層別之前，我們只掌握到次數最多的缺點項目

Pareto Chart of Flaws

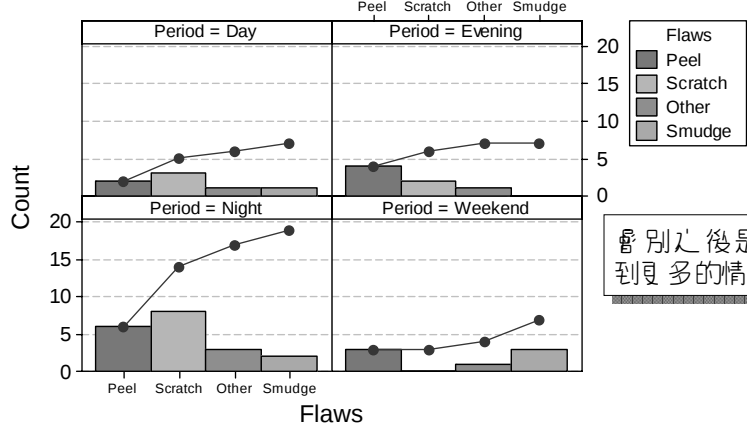


層別法

層別之後，我們掌握到缺點的主要來源為大夜班

利用 班別(period)
作為層別之基礎

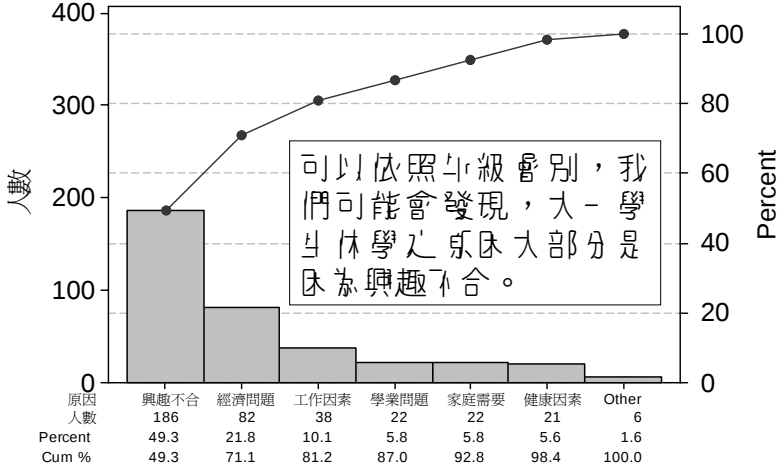
Pareto Chart of Flaws by Period



層別之後是否可以得到更多的情報？

層別法

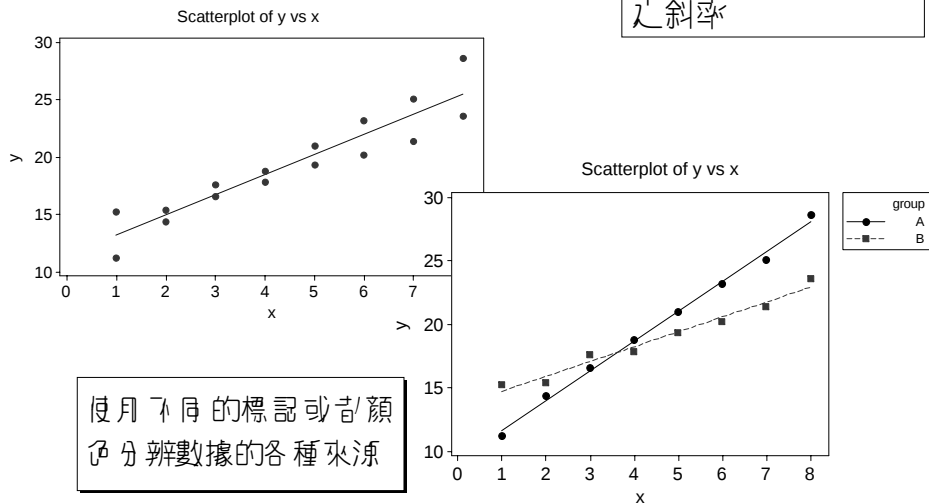
Pareto Chart of 休學原因



可以依照年級層別，我們可能會發現，大一學生休學之原因大部分是興趣不合。

圖形法

疊圖之後，我們發現兩組數據有不同之斜率

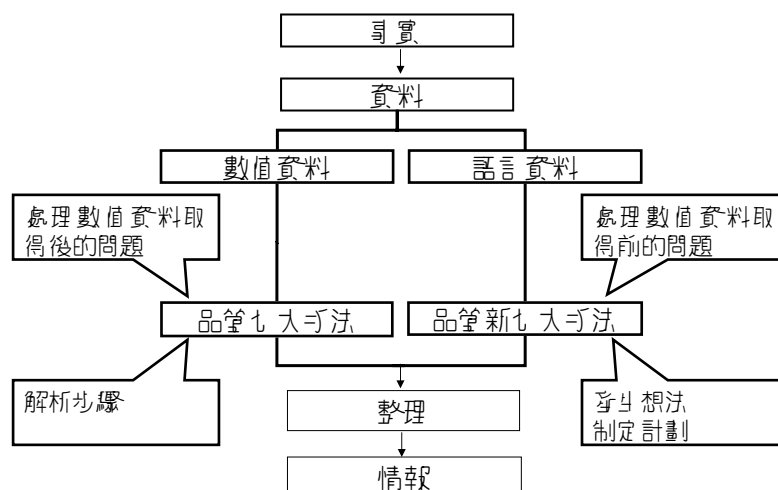


QC新式大司法

QC新七 大 可 法

- 1972年，日本科技聯盟的納谷嘉信教授在許多推行全面品質管理建立體系的方法中，研究歸納出一套有效的品質工具，這個方法恰巧有七項，為有別於原有的「QC七 大 可 法」，所以就稱呼為「QC新七 大 可 法」。
- 此七項工具屬於管理和規劃之目的，方法本身並無創新之處，多屬於過去已有之工具。但此七項工具整合後，在品質管理領域屬於新的應用。

QC新七 大 可 法



QC新七大手法

下列手法是從概要性分析 (abstract analysis) 排列至細部規劃 (detailed planning)

- 親和圖 (affinity diagram)
從混亂的語言資料中擷取有用的資訊。將大量的想法 (ideas) 加以組織並找出關係
- 關連圖 (relations diagram)
釐清複雜因素間的因果關係。
- 系統圖 (tree diagram)
有系統性地尋求實現目標的步驟。

QC新七大手法

- 過程決策計畫圖 (process decision program chart, PDPC):
有系統性的鑑定發展中的計劃可能出現的障礙和出錯之處，並提出改善對策。
- 矩陣圖 (matrix diagram)
多角度觀察問題之變數關係。可以呈現兩組、三組或四組資料間之關係和關係之強度。
- 矩陣數據分析 (matrix data analysis)
將多個變數之問題轉化為較少變數之資料分析方法。
- 箭頭圖 (arrow diagram)
有系統性的制定進度計劃。

① 親和圖

- 親和圖 (affinity diagram) 也稱為 KJ 法 (源自於其發明者/Kawakita Jiro 的名字縮寫而來)，它是一種用來收集大量而且糾纏不清的口語化資料 (如：概念、看法、議題等)。
- 它可以將口語化資料根據它們自然的關係，區分成幾個有意義的分類。這些分類可以讓有意義的狀況浮現，有助於後續分析並找出問題的解答。
- 親和圖有助於打破舊有的思維模式，提供較為創新的思考方式。

製作親和圖的基本步驟

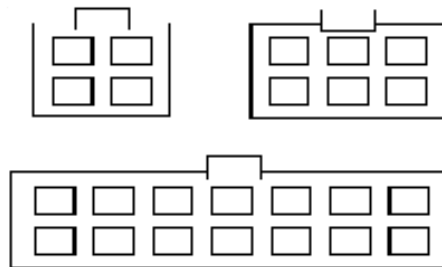
1. 厘清問題或議題。
2. 寫下想法或意見
發給參與者卡片 (或便利貼) 和筆，限制參與者完成時間。每人在卡片上寫下與問題相關的想法或意見。為了方便分組，一張卡片只寫一個想法，並用少數的字句清楚表達想法。
3. 將卡片組織化並分成數個類別
將寫完的卡片放在一個平面或牆面上。攤開這些卡片，讓所有參與者都能看到並移動所有卡片。每位參與者將概念相同的卡片放到同組。若不同意他人放卡片的位置，可將卡片移到你認為對的地方。

親和圖

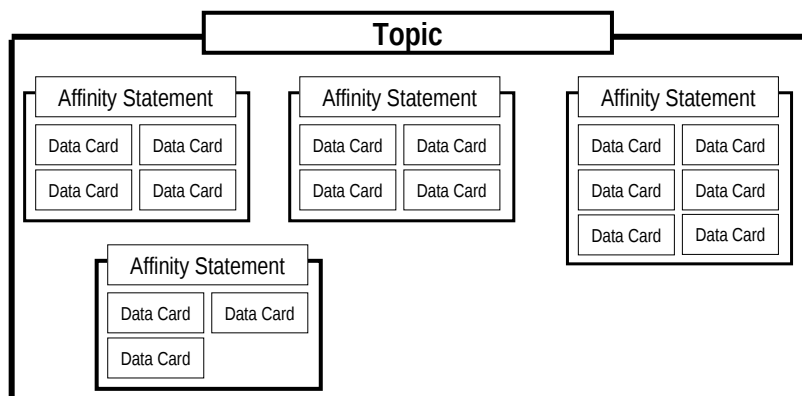
4. 將每一個類別予以命名

當所有卡片均已分組排列且參與者不再移動卡片時，表示所有參與人員均已達成共識，接著便可製出標題卡 (**header card**)，它代表的是同一組卡片背後之共同主題 (**common theme**)。

5. 繪製親和圖並進行討論。

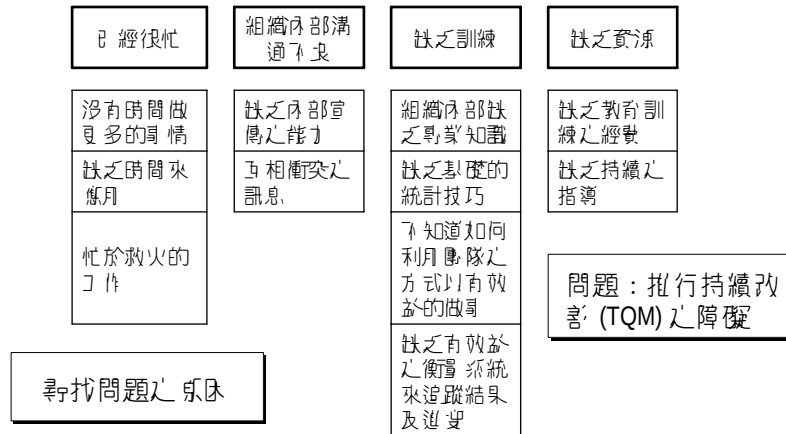


親和圖之範例



親和圖之範例

此範例共分為4組，
每組4張 header card



親和圖之應用範例

- 下列資料為某一教育訓練機構之學員對該機構的看法、意見。我們可以利用親和圖法將這些意見分類、整理，並找出一些共同之看法。(此例為利用親和圖法找出需要改善之問題、方向)

親和力之提升策略

時間安排常變動

放課表位置空間
太小

主要客可定位不
明確

櫃臺位置不明顯

按電話介紹課程
能力不佳

課程實用性不大

櫃臺無招牌

櫃臺太狹窄

課程變動性大

人員服務功能感
分工並標示

經常不在座位上
聯絡困難

親和力之提升策略

部分講師實務經
驗不足

上課器材準備不
妥善

停車位不足

未提供免費停車
位

費時推銷不夠

資訊宣傳太少

未提供甜點孔飢

推銷版外訓班
以實務為基礎

課程推廣鮮少主
動出擊，如寄發
傳單等

② 關聯圖

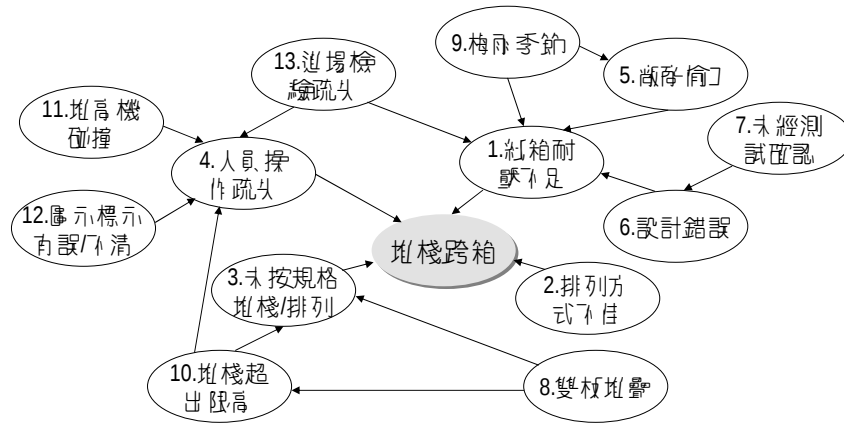
- 關聯圖 (relations diagram, 也稱為 interrelationship digraph), 它是用來為具有複雜因果關係的問題找出解決的方法。它可以幫助分析團隊之成員釐清在各項議題中, 何者為驅動力 (cause) 或何者為結果 (outcomes)。
- 關聯圖之主要目的是用來描述不同議題之間的關連性。而關聯圖亦經常搭配親和圖一起使用。它可以清楚地表達兩個議題之間如何相互影響。下列為製作關聯圖之基本步驟



製作關聯圖之基本步驟

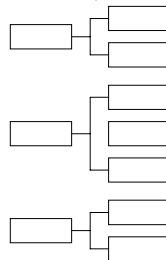
1. 厘清問題
2. 寫下與問題相關之所有可能議題
3. 決定因果關係
任意選擇一項議題作為出發點, 依序找出任何項目之間的關係。對於任何一對議題, 決定它們是: 沒有因果關係存在; 存在弱因果關係抑或存在強因果關係。如果厘定有因果關係, 接下來需厘定哪個議題是原因, 而哪個議題是結果。接著以箭頭來表示影響的方向。對於任何存在因果關係之議題, 從原因項目拉箭頭至結果項目。若議題之間存在強因果關係, 則以實線表示; 若為弱因果關係, 則以虛線表示。若兩個議題之間彼此互相影響, 則以影響最大的為主。
4. 計算每個議題的箭頭數目
拉出最多箭頭的議題為問題之根源; 而接受最多箭頭的議題則為關鍵之結果。

關聯圖之範例



③ 系統圖

- 系統圖 (Systematic diagram) 也稱為樹狀圖 (tree diagram) 通常是用來描述解決問題所需之步驟。它可以幫助團隊對於問題的本質有更進一步的瞭解，並且讓團隊在解決問題的時候，得以聚焦在某一些特定的任務上，對於問題的处理能夠更有效率。



製作系統圖的基本步驟

繪製系統圖的基本步驟：

1. 決定主要目標

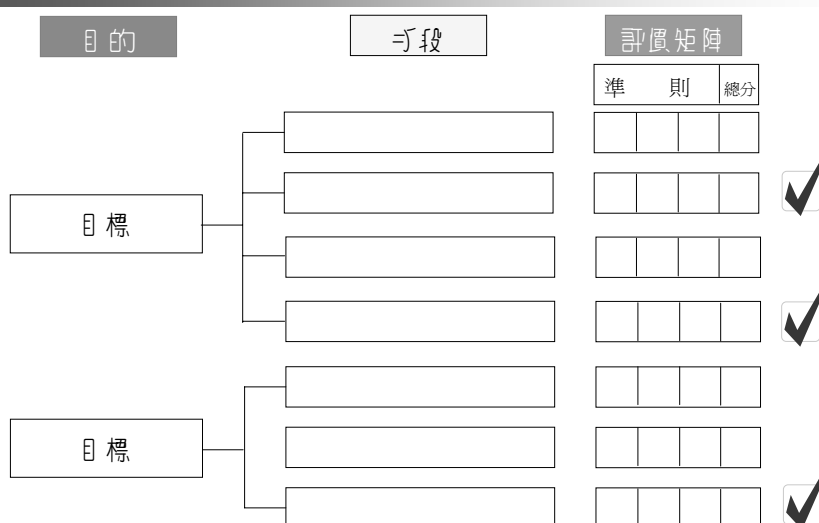
我們可以從親和圖的標題卡片中，選取最重要的議題做為目標。

2. 針對此目標進行腦力激盪，思考能夠完成此目標之所有可能方法或手段，並以樹狀圖之形式表達。

3. 再將各手段與方法繼續向下展開成次手段或方法。

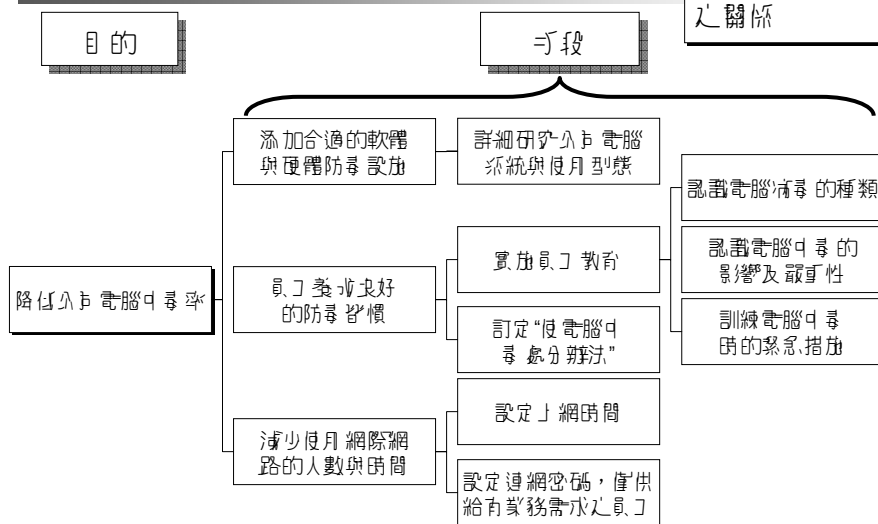
4. 依此類推，直到找出所有可能的手段或方法。

系統圖



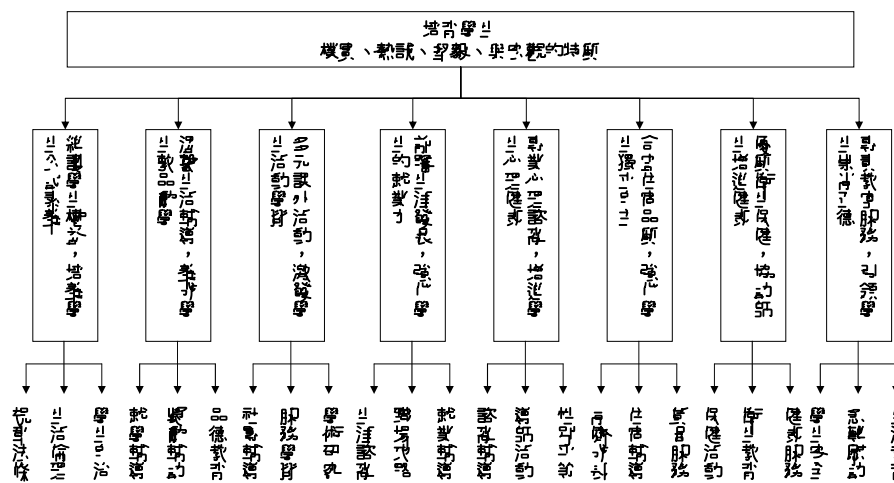
系統電腦範例

樹狀圖也可用來表達目的和手段之關係



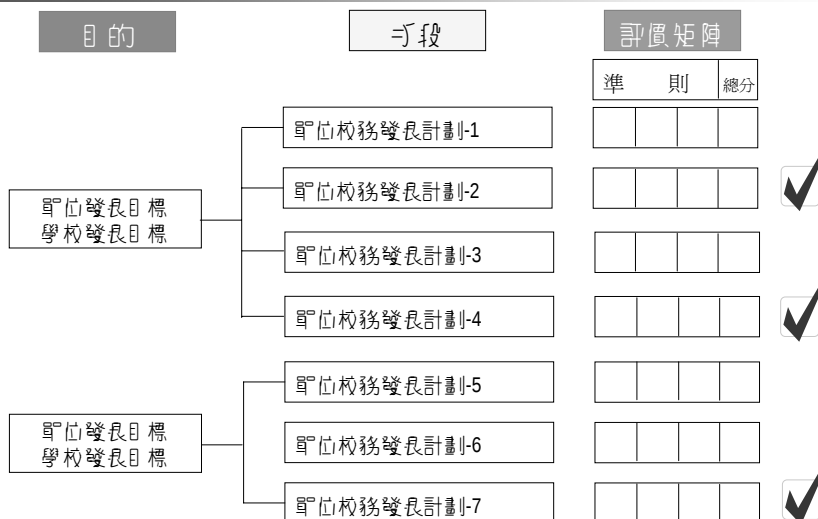
系統電腦範例

東吳大學學務工作



系統圖 (systematic diagram)
或稱樹狀圖 (tree diagram)

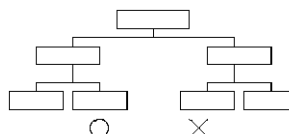
確保關聯性，選擇最可行、最有效之計劃



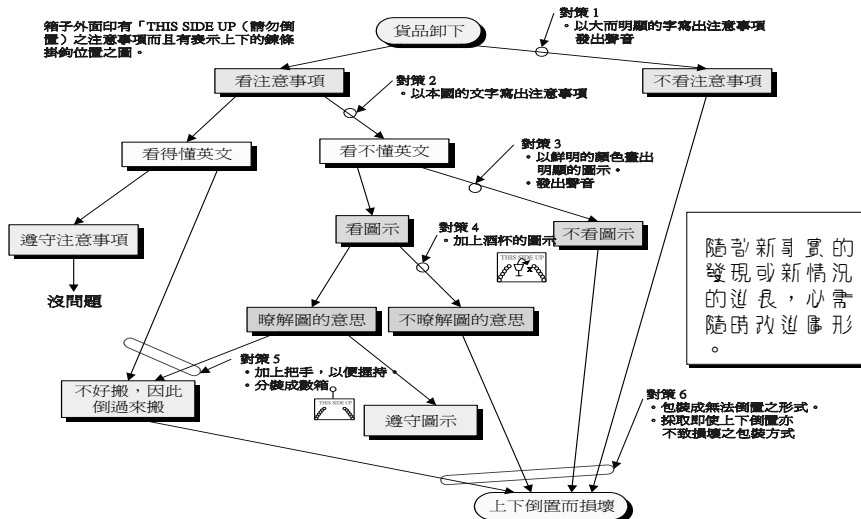
④ 過程決策計劃圖

● 過程決策計劃圖 (Process Decision Program Chart, 簡稱 PDPC 法) 是一種用來處理偶發事件的方法。它可用來分析在一項計劃或改善過程中，會出錯或會遭遇到的問題，並進而提出對策和防範措施。PDPC法包含下列幾個步驟：

1. 列出所要分析之流程的各個步驟。
2. 思考每一個步驟中可能會發生的問題。
3. 列出如何解決問題的方法或防範措施。
4. 評估這些對策的可行性，並且在可行處以「O」做為標示，在不可行處則以「X」予以標示。



過程決策計劃 範例



⑤ 矩陣圖

● 矩陣圖 (Matrix Diagram) 是一個基於兩種準則來比較不同方案之績效表現的方法。矩陣圖的維度最高可分析四維空間之資料。矩陣圖的型態有好幾種，最常見的有L型，T型與Y型。製作矩陣圖有下列四個步驟：

1. 決定影響決策之重要因素
2. 選擇最合適的矩陣圖類型
3. 以符號來表示兩群因素之間的關係
4. 利用所定義的符號來完成矩陣圖
5. 分析矩陣圖

矩陣圖之種類

各種矩陣圖之適用時機

L-shaped	2 groups	A ↔ B (or A ↔ A)
T-shaped	3 groups	B ↔ A ↔ C but not B ↔ C
Y-shaped	3 groups	A ↔ B ↔ C ↔ A
C-shaped	3 groups	All three simultaneously (3-D)
X-shaped	4 groups	A ↔ B ↔ C ↔ D ↔ A but not A ↔ C ↔ or B ↔ D
Roof-shaped	1 group	A ↔ A when also A ↔ B in L or T

L型矩陣圖

L型可以表達兩組資料間之關係，
為最基本也是最常用之矩陣圖

表格內數字為顧客之規格

	Customer <i>D</i>	Customer <i>M</i>	Customer <i>R</i>	Customer <i>T</i>
Purity %	> 99.2	> 99.2	> 99.4	> 99.0
Trace metals (ppm)	< 5	—	< 10	< 25
Water (ppm)	< 10	< 5	< 10	—
Viscosity (cp)	20-35	20-30	10-50	15-35
Color	< 10	< 10	< 15	< 10
Drum				
Truck				
Railcar				

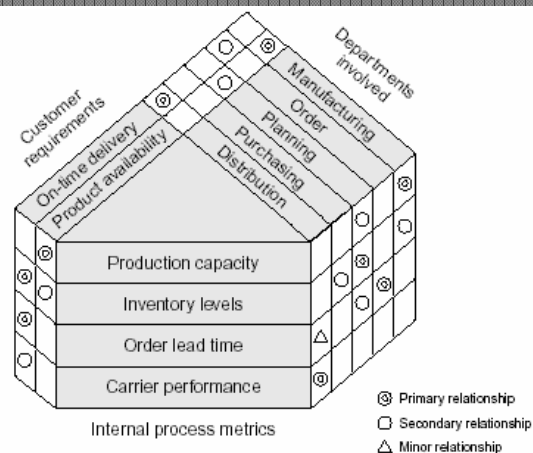
T型矩阵图

Products—Customers—Manufacturing Locations

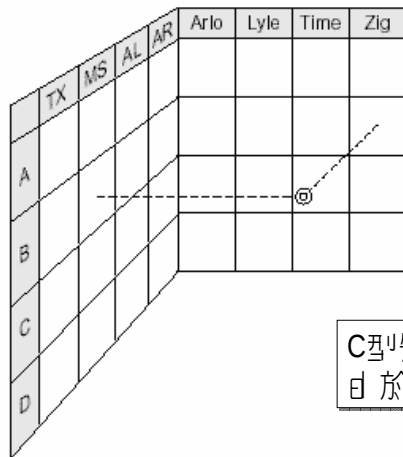
Texas plant	●		○	○
Mississippi plant		●		○
Alabama plant	○			●
Arkansas plant		○	●	
● Large volume ○ Small volume	Model A	Model B	Model C	Model D
Zig Corp.		●		
Arlo Co.	○	○	○	●
Lyle Co.			○	○
Time Inc.	●			●

Y型矩阵图

Responsibilities for Performance to Customer Requirements



C型矩陣圖



C型矩陣圖為三度空間之圖形，
由於較難繪製一般較少使用。

X型矩陣圖

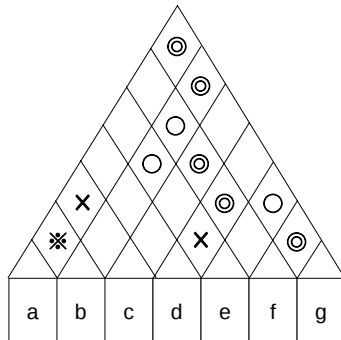
Manufacturing Sites—Products—Customers—Freight Lines

○		●	○	Texas plant	●		○	○
	○	●	●	Mississippi plant		●		○
		●	●	Alabama plant	○			●
○	○		○	Arkansas plant		○	●	
Red Lines	Zip Inc.	World-wide	Trans South		Model A	Model B	Model C	Model D
		●	○	Zig Corp.		●		
			●	Arlo Co.	○	○	○	●
○	○			Lyle Co.			○	○
	○	●		Time Inc.	●			●

● Large volume
○ Small volume

品質矩陣圖

應用於品質機能展開之主要工具
品質屋



a	b	強負相關
a	c	負相關
..	..	..
b	f	正相關
c	f	強正相關

◎：強正相關
○：正相關
X：負相關
※：強負相關

品質矩陣圖符號

◎ Strong relationship ○ Moderate relationship △ Weak or potential relationship No relationship	+ Positive relationship ○ Neutral relationship - Negative relationship
S Supplier C Customer D Doer O Owner	↑ Item on left influences item at top ← Item at top influences item on left The arrows usually are placed next to another symbol indicating the strength of the relationship.

矩陣資料分析

品質機能展開

列出滿足顧客需求之手段 (How)，稱為技術需求

顧客需求	重要度	坐椅材質	人員訓練	環境防蟻	菜單多樣化	食材選擇	環境整潔與清潔消毒	甜餘回收	餐廳佈置	主副食搭配
價格適宜	10					3				3
清潔的設施	5	1		9				9	3	
舒適的坐椅	5	9							1	
親切的服務	3		9							
點餐快速等候時間	6		9						3	
健康	1				3	9	9	3		9
新鮮美味可口	7				9	9				3
總和		50	81	45	66	102	9	48	38	60

⑥ 矩陣資料解析法

- 矩陣資料解析法 (matrix data analysis) 使用主成分分析來分析相關矩陣。主成分分析可從資料中萃取出幾個最有代表性 (最能夠解釋矩陣的變異) 的主成分。由原本的偏好資料重新線性組合之後的向量 (主成分) 將可以更精確地描述相關矩陣的特徵。
- 這個技術近似於一般決策分析當中的層級分析法。主成分分析的理論是藉由轉換的方式，將原本有相關性的變數轉換成一堆特徵值，而這些特徵值可以保留大部分原始資料的特性。由這些特徵值亦可衡量其對於相關矩陣的相對重要性。

⑦ 箭頭圖

- 箭頭圖 (arrow diagrams) 是用來規畫作業和其作業之先後順序的工具。
- 箭頭圖如同 Gantt圖一樣，都可表達作業之時間和先後順序。但箭頭圖所表達之先後順序關係，能比Gantt圖提供更細部之情報。

箭頭圖

