

# 統計方法在品質管理中之應用

## The Applications of Statistical Methods in Quality Management

潘浙楠 (Jeh-Nan Pan)

成功大學

管理學院統計系教授暨國際經營管理所合聘教授

College of Management, NCKU, 9/6/2017



成功大學

National Cheng Kung University



## 個人簡介

- ▶ 潘浙楠教授，1984年於德州理工大學完成工業工程博士學位後，曾先後通過美國品質學會「品質」及「可靠度」工程師考試(CQE, CRE)。於擔任洛杉磯市李奇(Leach)公司航太機電廠資深品管工程師、首席統計學家期間，因推動全面品管制度及培訓員工，將公司之報廢率顯著地降低而多次獲獎。亦曾任教加州州立大學、南加大等校，開設工程統計、作業研究、數量方法等課程。
- ▶ 1992年返台任教成功大學統計系所，負責籌畫成立並擔任成功大學統計科技諮詢中心召集人，曾任成功大學統計系教授兼系主任，成功大學管理學院副院長(2004-2013)兼國際經營管理所所長。亦曾獲選為國立成功大學教學特優教師及管理學院研究優良教師(3次)。
- ▶ 除發表過76篇有關統計品管及可靠度分析等方面之文章散見國內外期刊外，另著有預防性品質保證及品質管理等書。2009年第4度榮獲中國民國品質學會頒發品質論文獎。曾擔任中華民國品質學會高雄分會理事長(2012~2016)，2016年獲選中華民國品質學會會士(Fellow)。



## 個人簡介(續)

	服務單位	擔任職務	起訖年月
主要 經 歷	國立成功大學管理學院 統計系	副院長	2004/03~2013/07
		系主任	2001/08~2004/07
		教授	1992/08~迄今
	美國加州大學洛杉磯分校	訪問學者/教授	2000/02~2000/08
	泰勒達公司品保部	經理	1991/06~1992/06
	李奇公司品保部	首席統計學家	1985/03~1991/09
	美國加州州立大學管理學院	兼任教授	1986/09~1989/05
	羅伯工業公司製造部	工程師(工業、品管)	1981/05~1983/01
美國醫學用品公司製造部	工程師(工業)	1980/05~1981/02	

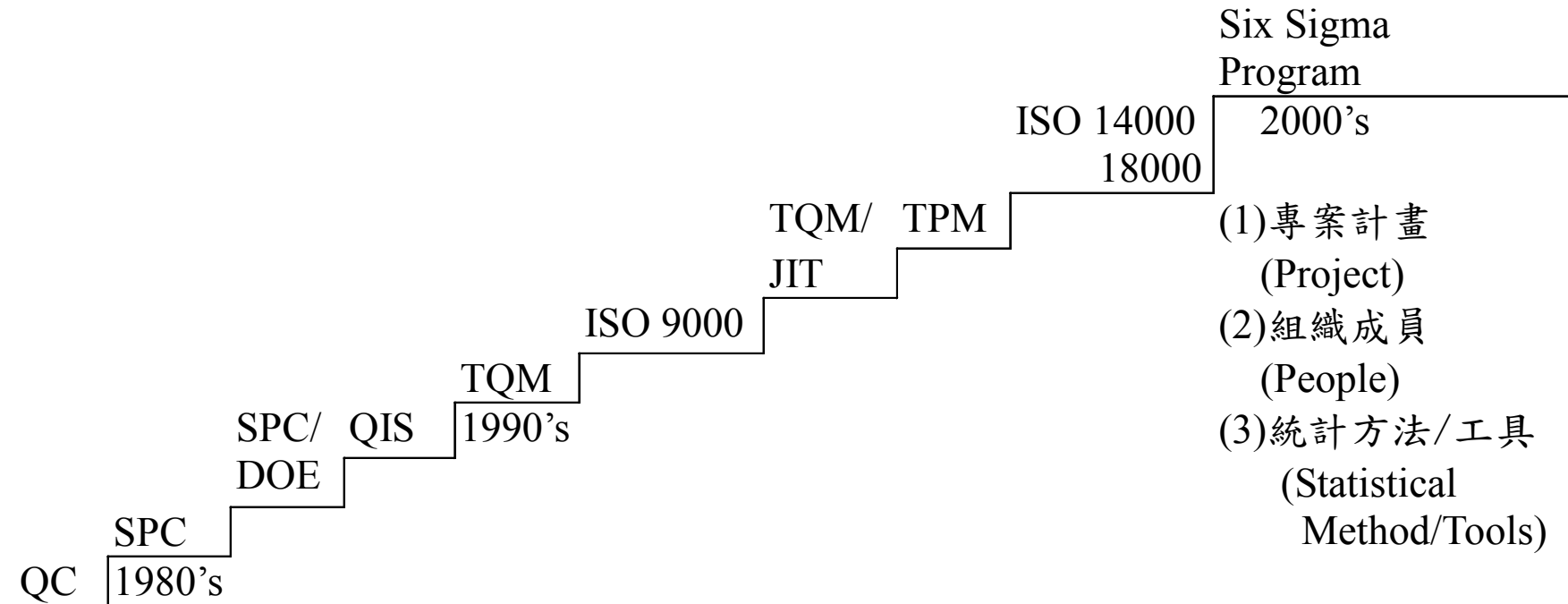


# 大綱

1. 品質改善演進的歷程
2. 統計品管之七種手法
3. 全面品質管理(TQM): 品質樹之概念
4. 六標準差與製程能力指標
5. 六標準差的五大執行步驟(DMAIC)
6. 六標準差成功之關鍵與應用實例
7. 品質改善之手法和相關的統計工具
8. 結論

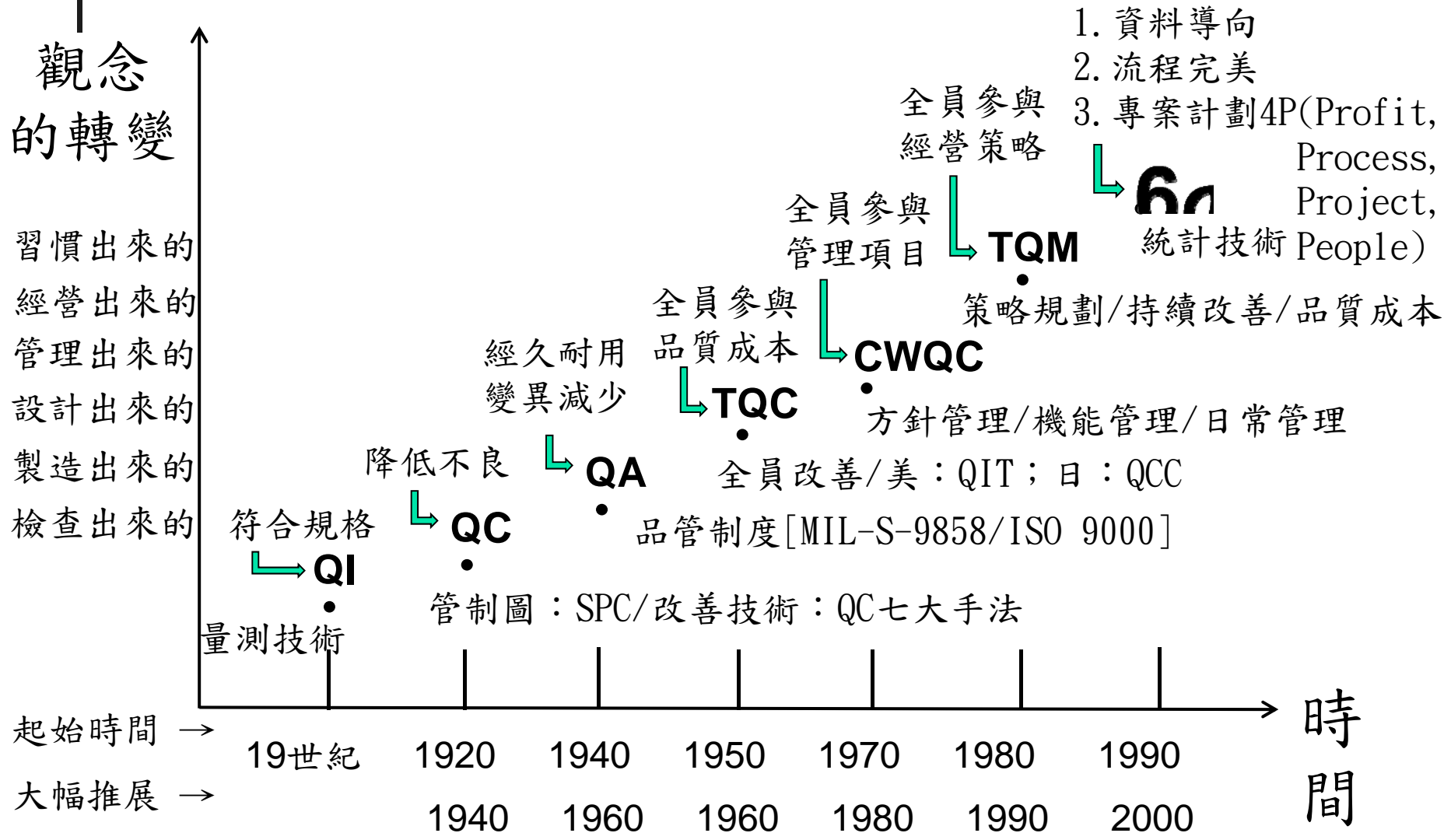


# 1.品質改善演進的歷程





# 1.品質改善演進的歷程





# 品質認知及觀念的轉變

過去近半世紀以來，企業對品質的認知有了巨大的轉變，更進而影響了企業管理品質的方式。

。

- 從品檢(QI)到全面品質經營(TQM)
- 從“品質是檢驗出來的”到  
“品質是習慣出來的”
- 從“小q”(Little-q)到“大Q”(Big-Q)



# 從“小q”到“大Q”

小 q

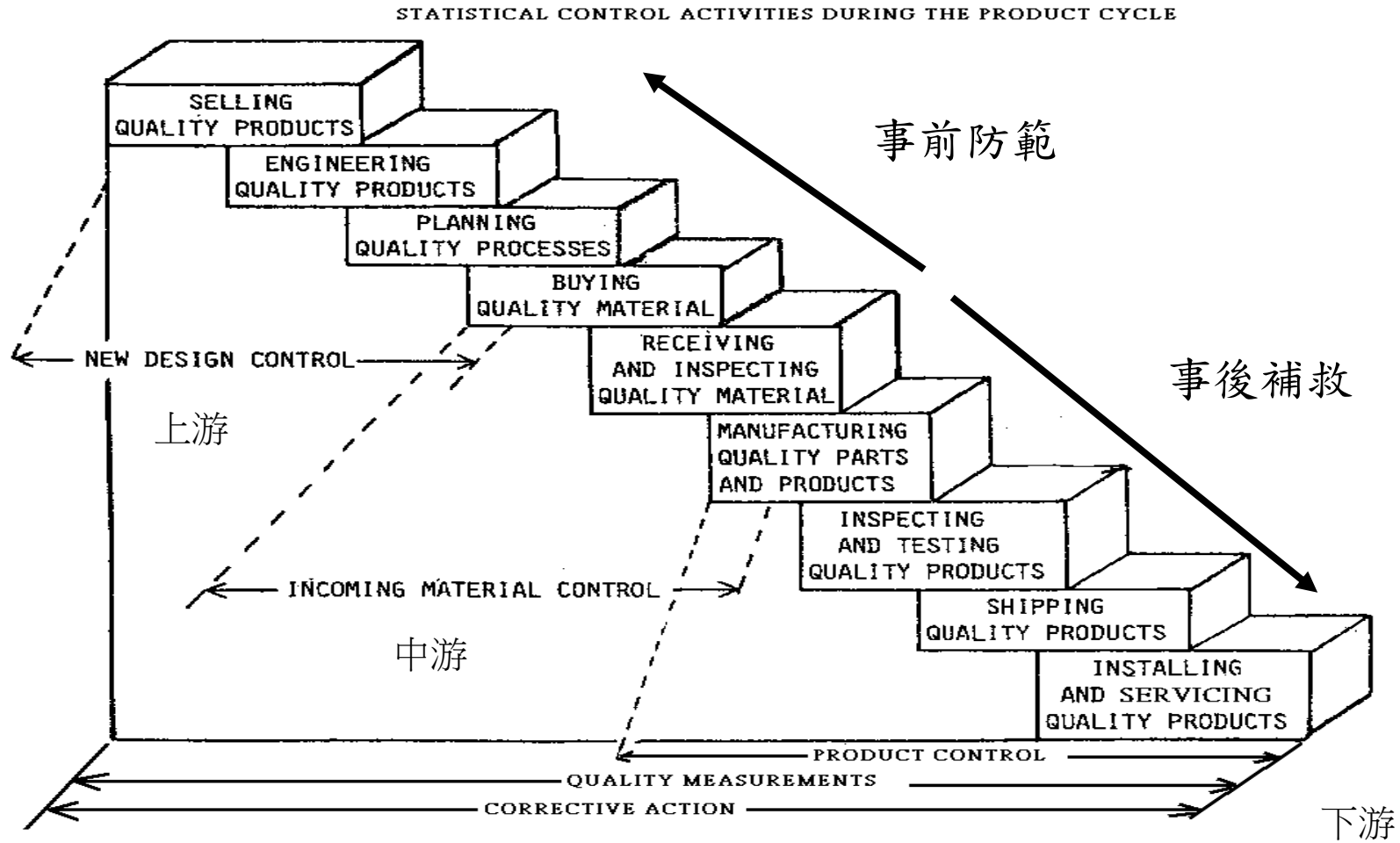
大 Q

	小 q	大 Q
1. 品質的定義	產品導向	顧客導向
2. 品質的範圍	成品的品質	所有與產品及服務有關的活動，包括生產或服務的中間流程
3. 品質的權責單位	品檢或品管部門	所有員工
4. 活動焦點	品檢；注重發現不良品	預防；注重規劃
5. 品質的重要性	比成本、交期還不重要	品質/成本/交期(Q.C.D)同等重要
6. 品質不良來自於	操作員；第一線員工	整個系統及流程出了問題
7. 頻率	當問題發生時，才有品質問題	品質是一種習慣
8. 解決問題的心態	治標	治本
9. 誰負責解決問題	上面的管理者	全員參與；團隊





# 品質鏈之概念





## 品質改善的四個觀點

### 1. 下游之觀點：顧客眼中的品質(QFD)

- 如：購買汽車時會考慮汽油每公升之用量、車體零件的噪音、故障率、環境污染等因素。

### 2. 中游之觀點：製造品質（SPC以工程圖中之規格為依據）

### 3. 上游之觀點：設計品質（DOE考慮目標函數之穩健性）

### 4. 源頭之觀點：技術之品質（考慮工程技術之穩健性）

- 實例： 彈簧的虎克定律  $Y = \beta \cdot M$



## 2. 統計品管之七種手法

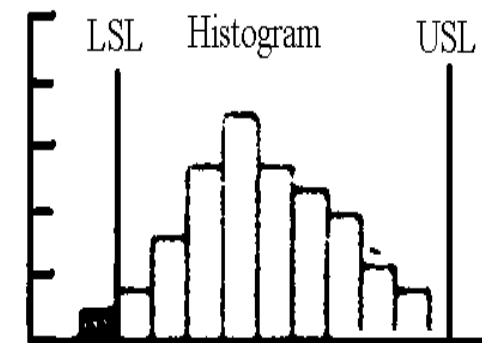
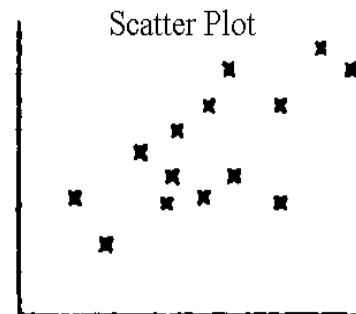
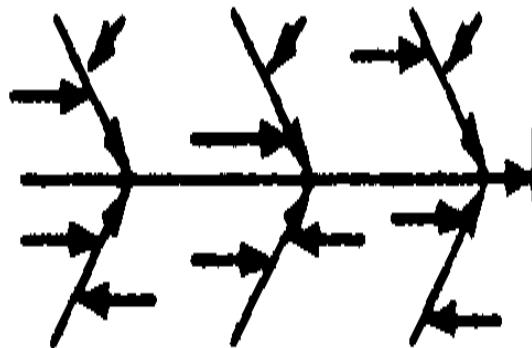
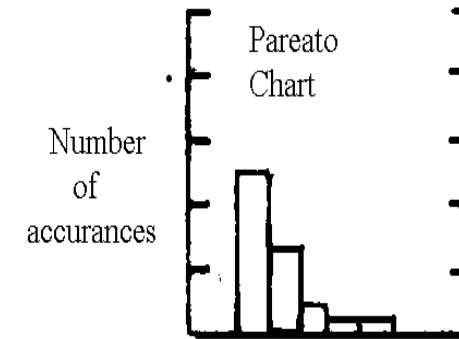
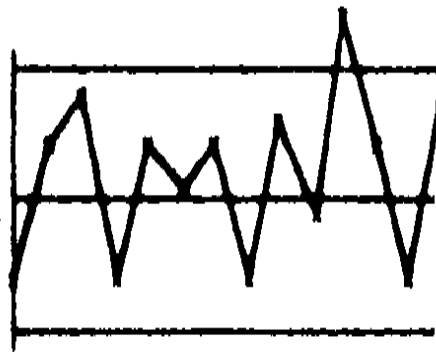
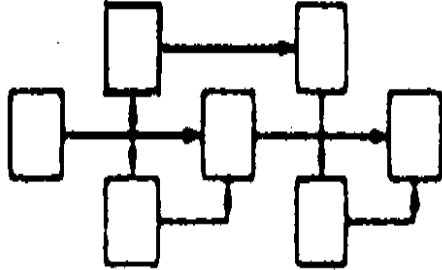
### 統計品管七種手法之目的

	工 具	目 的
1	層別法 (STRATIFICATION)/ 流程圖 (FLOWCHART)	層別法：資料分析 流程圖：工作程序之了解與掌握
2	點檢表 (CHECK SHEETS)	資料之分類、蒐集
3	直方圖 (HISTOGRAMS)	變異與規格關係之掌握
4	管制圖 (CONTROL CHARTS)	品質特性之監控
5	伯拉圖 (PARETO DIAGRAMS)	重點之掌握
6	要因分析圖 (CAUSE-AND- EFFECT DIAGRAMS)	品質問題因果關係之系統整理
7	散佈圖 (SCATTER DIAGRAMS)	兩種資料之間的相關性



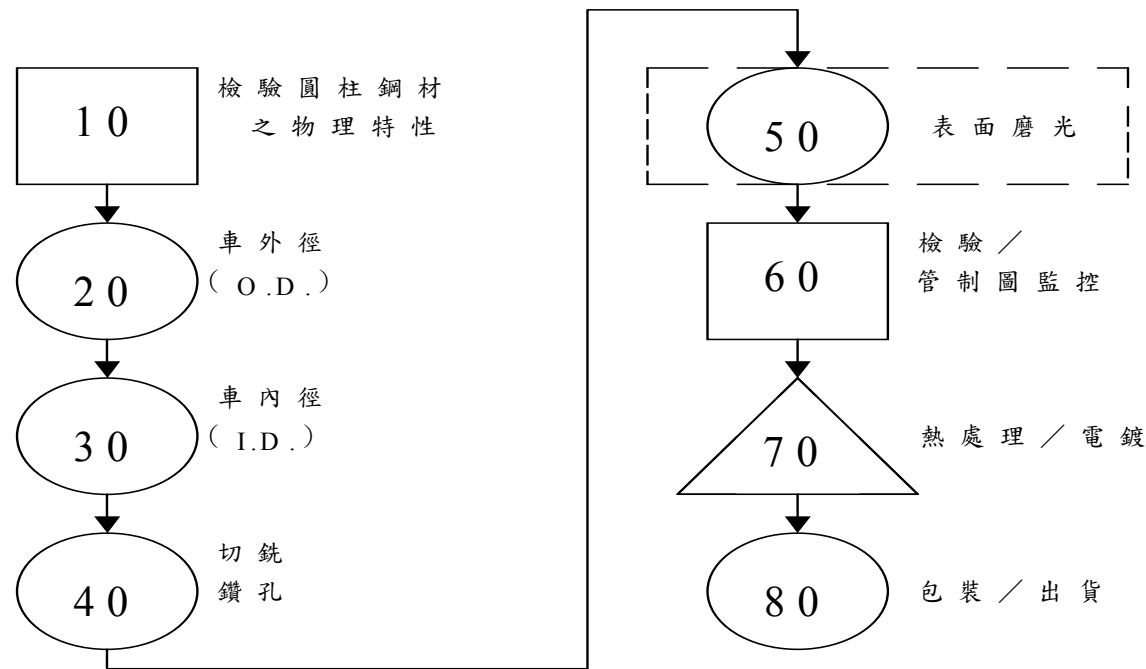
# Statistical Process Control (SPC) 7 Tools

Process Flow Diagram





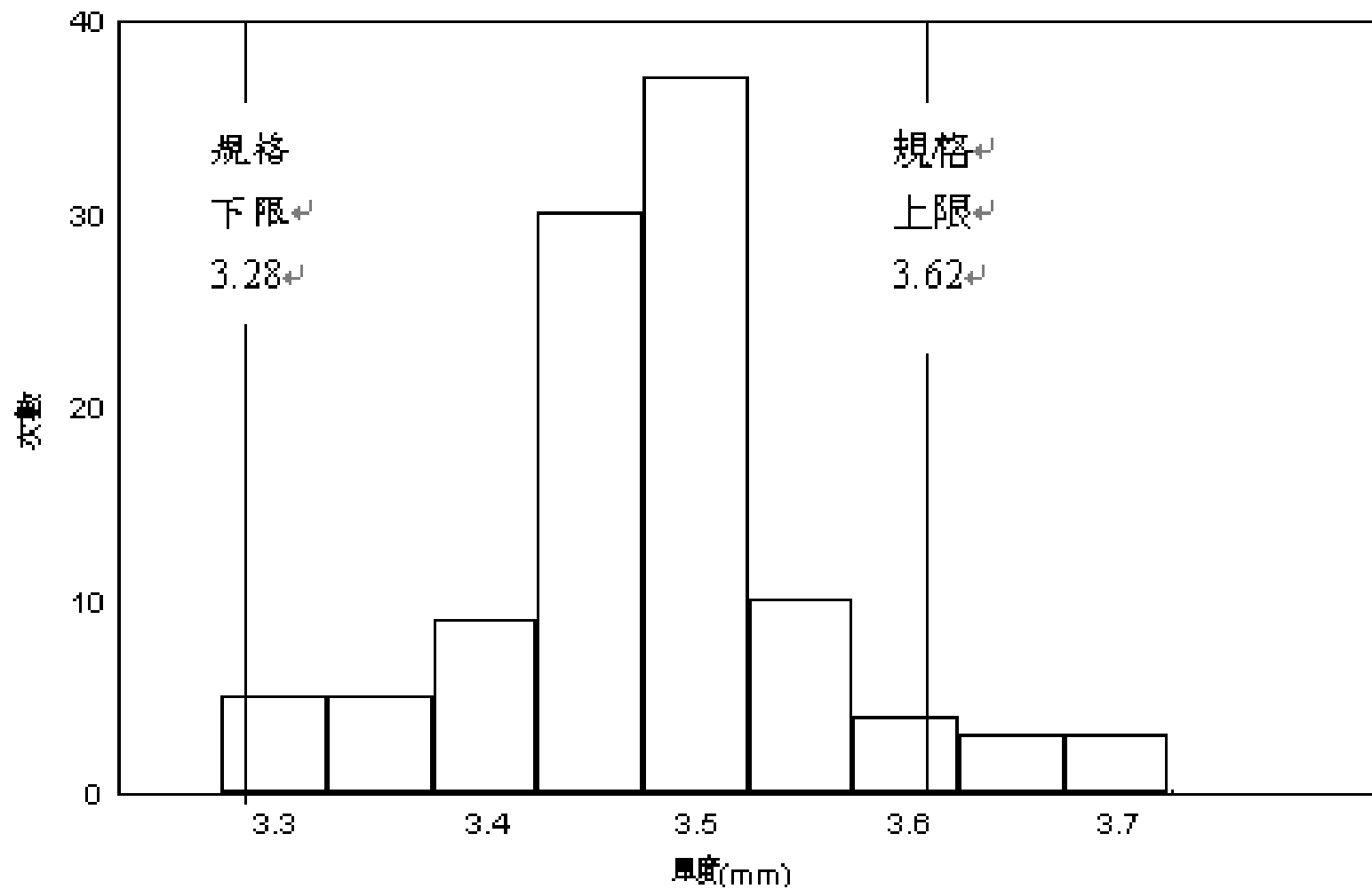
# 中空圓柱鋼管之製造流程圖



- ：此符號表示“動作”。
- ⇨：代表將物品從某地點移至另一地點的運送過程。
- ：代表物品被檢查（包含品質與數量）。
- ▽：代表物品被儲存並受管制。若欲取出則需經過批准。
- △：代表委外製造。

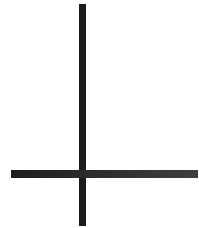


# 直方圖





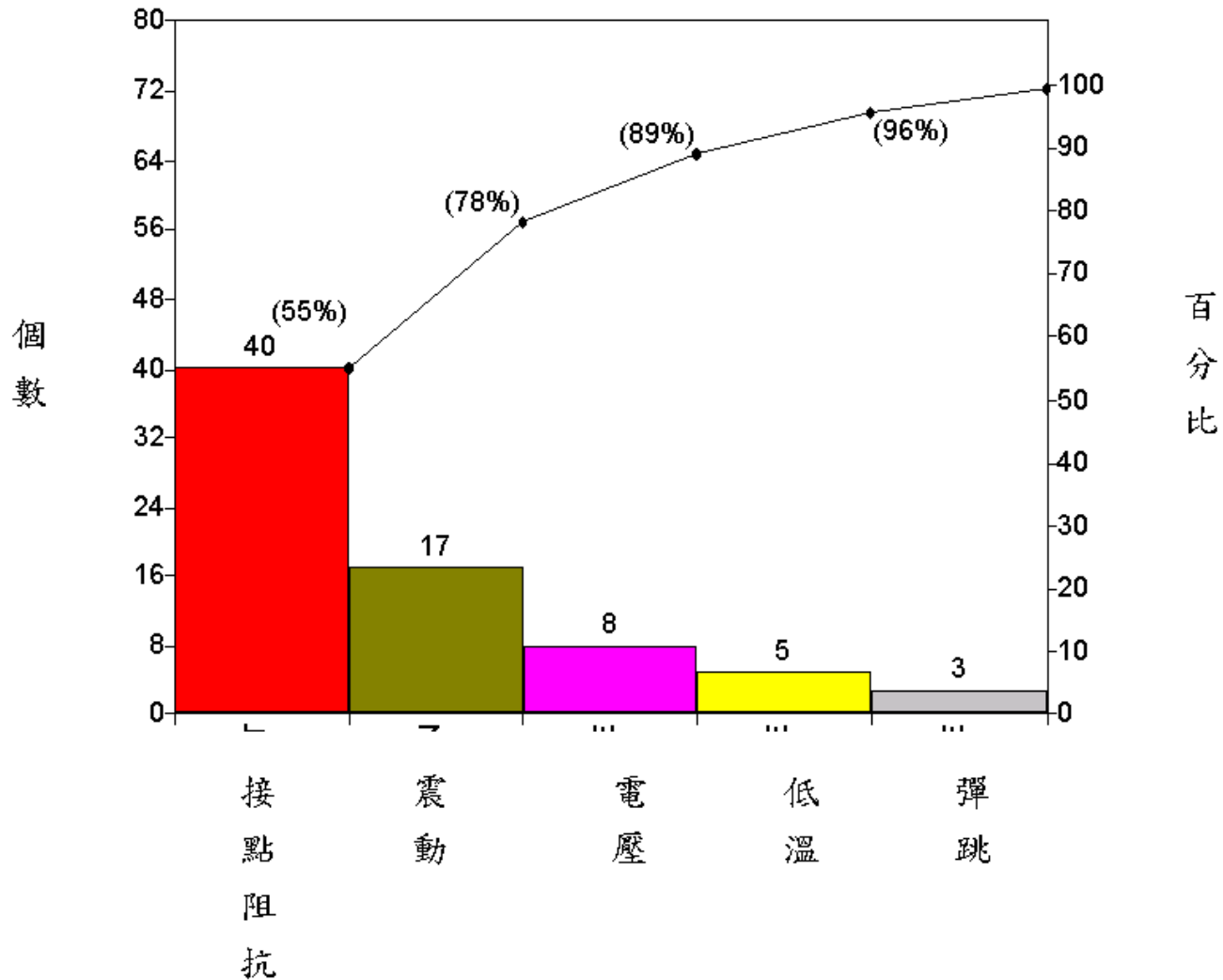
# 繼電器缺點之伯拉圖



Y1

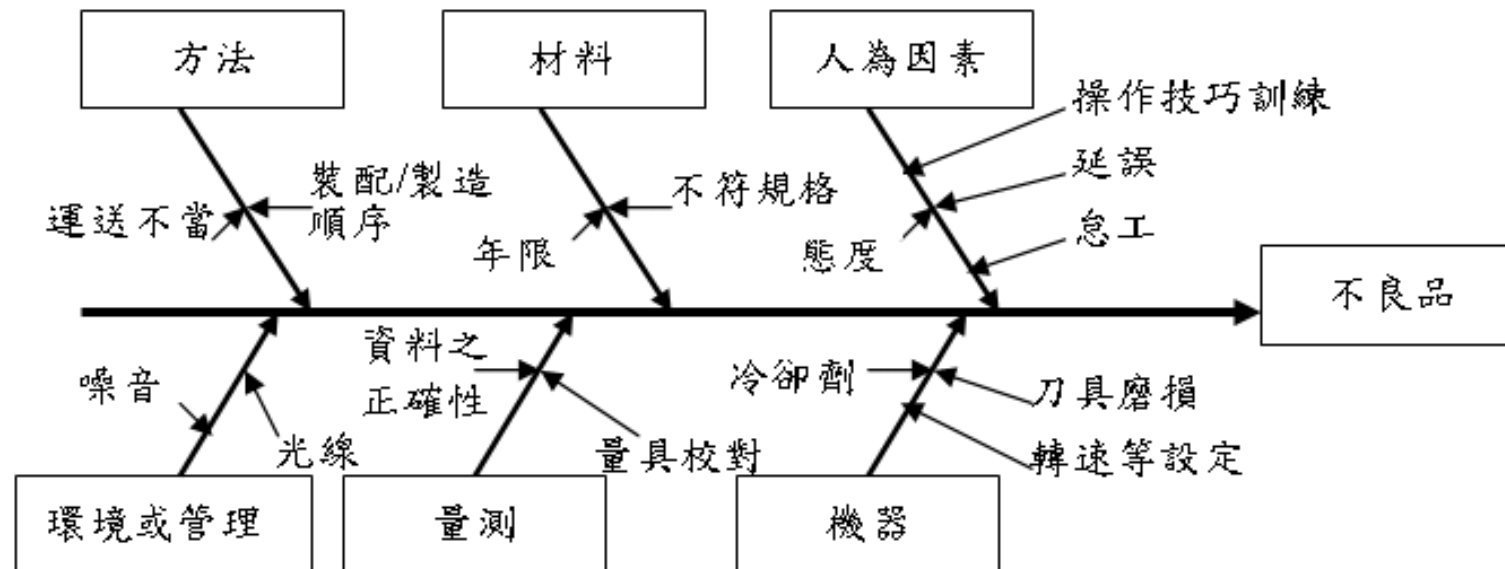
Total Count = 73

Y2 (%)





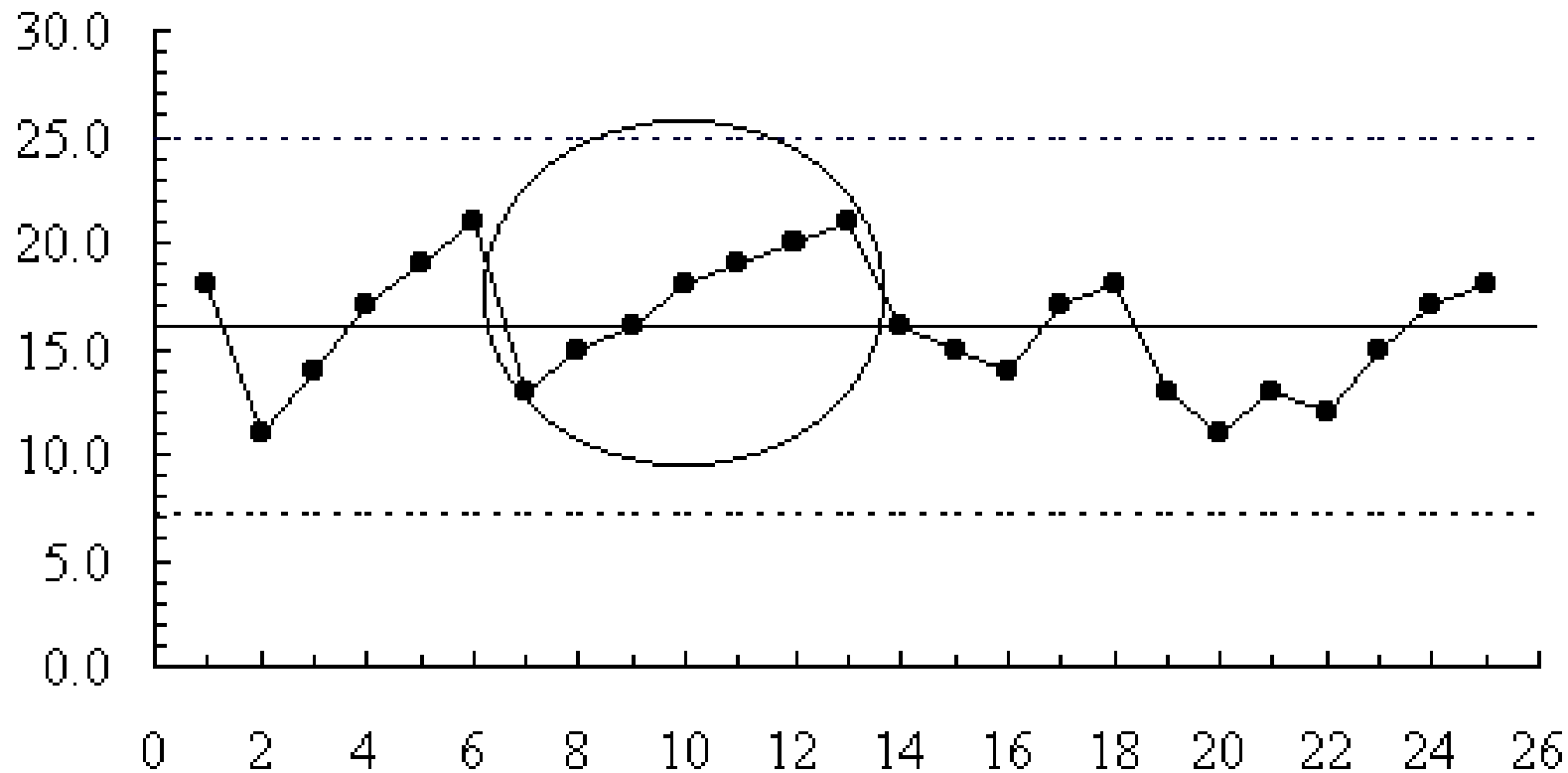
# 魚骨圖:車床加工之實例





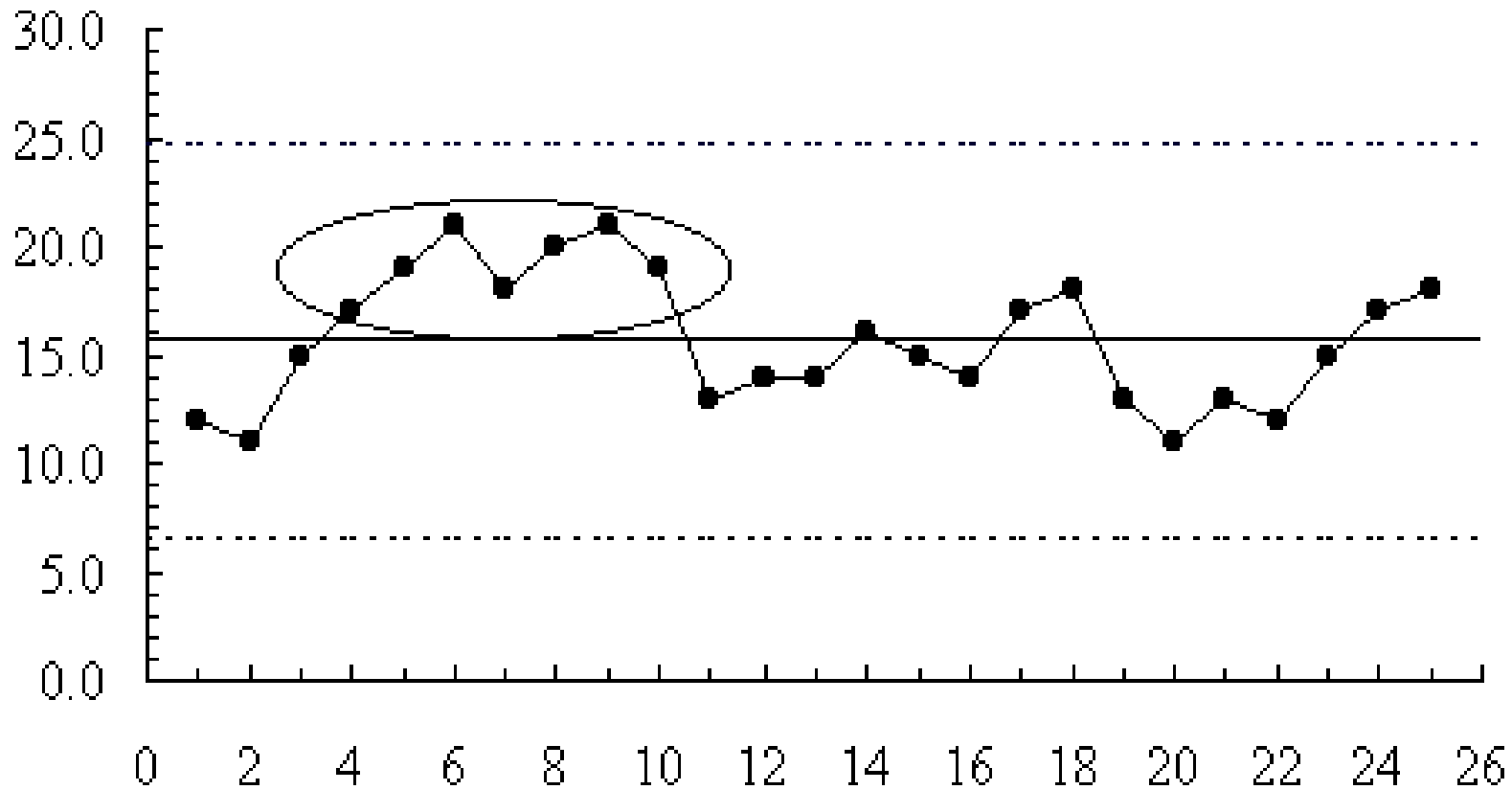


# 管制圖異常趨勢／變化樣式之判讀





# 管制圖異常趨勢／變化樣式之判讀





# 散佈圖—車床加工之實例

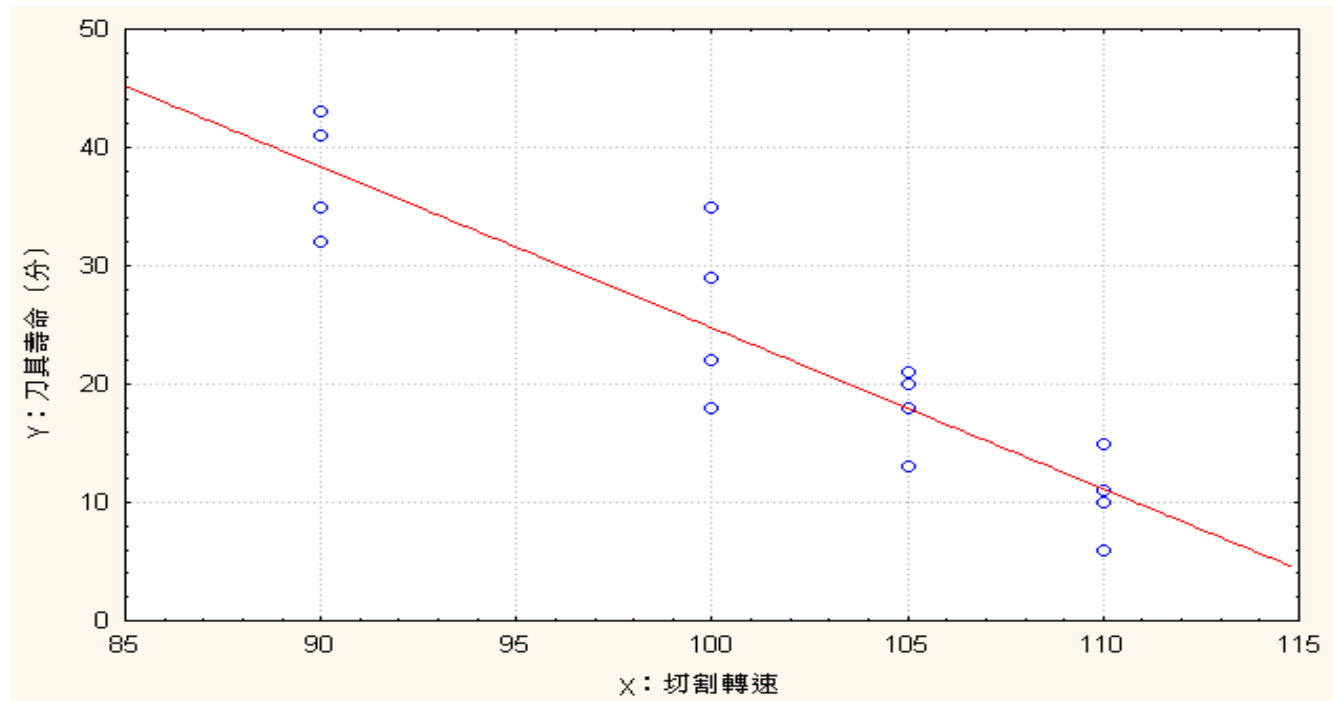
不同切割速度下的刀具壽命

刀具壽命 Y	切割轉速 X	刀具壽命 Y	切割轉速 X
41	90	21	105
43	90	13	105
35	90	18	105
32	90	20	105
22	100	15	110
35	100	11	110
29	100	6	110
18	100	10	110

其迴歸方程式為： $\hat{y} = -1.36x + 160.76$



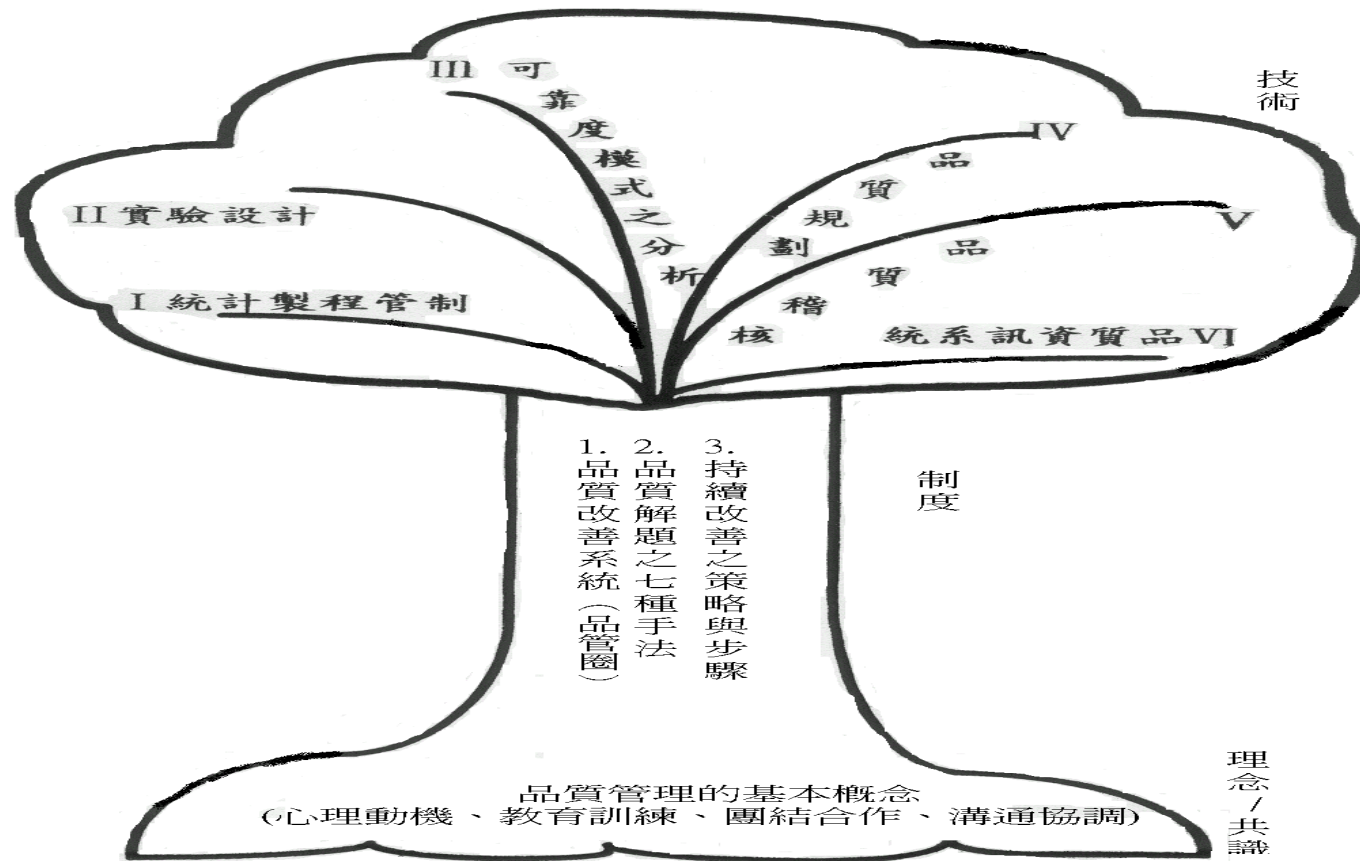
# 散佈圖—車床加工之實例



刀具壽命與切割轉速之散佈圖



# 3. 全面品質管理：品質樹之概念



品質樹之示意圖



## 品質樹之根本——人的因素

1. **承諾 (Commitment)**：由總經理宣佈對推動企業文化之堅定承諾，方能產生示範作用。
2. **建立共識 (Awareness)**：包含長期的人力訓練與內部之溝通等工作。
3. **成效評估 (Results)**：包含建立改善品質與服務之目標及建立客觀地衡量標準。
4. **組織 (Organization)**：利用現有組織架構成立品質改善執行小組及跨部門之改善小組等專案組織，以利品質改善計畫之執行。並遴選優秀、表達能力強，具有教師特質的員工加入品質改善的訓練課程以培訓未來內部在職訓練之講師。



## 品質樹之根本——人的因素（續）

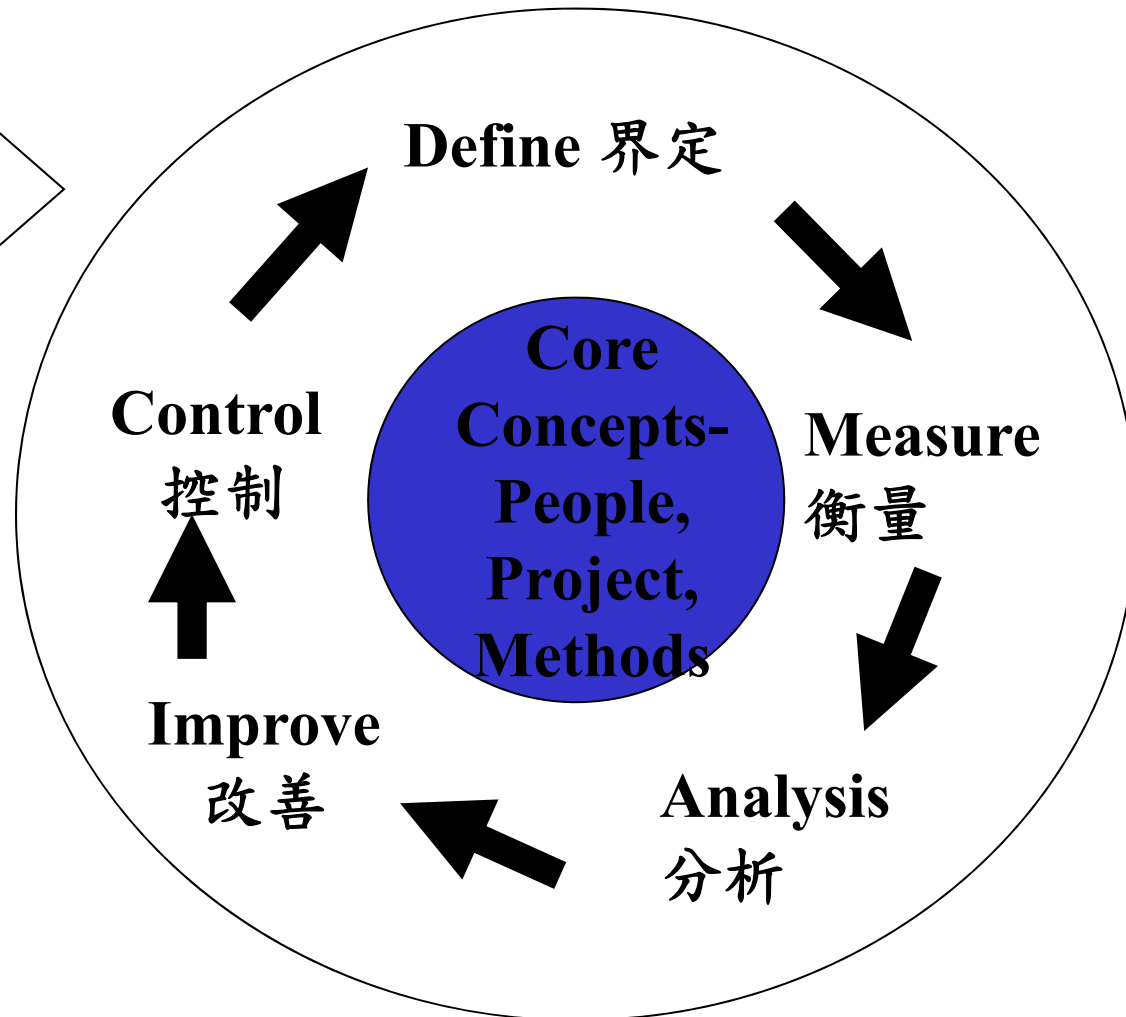
5. **規劃**（Planning）：負責使品質改善計畫之執行能順暢由高階、中階傳達至基層人員。
6. **責任**（Accountability）：決定品質改善執行小組及個人的表現應如何評估等。
7. **肯定**（Recognition）：建立一種正式與非正式的方式，並表彰改善小組及其成員在品質改善過程中的努力及績效表現。
8. **更新**（Renewal）：提供企業再出發的活力，品質改善計畫所獲得的成就予以肯定，對未能達成的事項予以評估並提出新的建議。



# Quality Improvement System (TQM)

Managing Elements

- Commitment 承諾
- Awareness 共識
- Results 績效
- Organization 組織
- Planning 規劃
- Accountability 責任
- Recognition 肯定
- Renewal 更新







# 品管圈改善問題之步驟與手法

階段	步驟	手法
I. 問題之定義	1.1 將顧客之抱怨詳加條列 1.2 詳細定義問題之癥結 (6W) * 1.3 將缺失/障礙之項目登錄 1.4 依重要性予以排序	1. 腦力激盪/問卷調查 2. 顧客之需求分析/工作流程圖 3. 缺失/障礙登錄簿 4. 影響及趨勢分析
II. 資料之收集	2.1 選擇重要之缺失進行監控 2.2 選擇/制定品質衡量之標準 2.3 收集相關資料	1. 缺失監控計畫 2. 關鍵績效指標之評估 3. 監控缺失之點檢表
III. 資料之分析	3.1 界定造成缺失/障礙之潛在原因 3.2 選擇並測試最可能發生之原因 3.3 訂定改善方案之優先次序	1. 要因分析圖 2. 柏拉圖分析 3. 其他SPC工具
IV. 改善對策	4.1 制定改善之對策/方案 4.2 設定改善對策之目標 4.3 執行改善方案 4.4 評估改善之成效	1. 改善方案之規劃 2. 預防措施之規劃 3. 改善對策的追蹤表
V. 追蹤與管制	5.1 定期更新改善對的追蹤表 5.2 利用管制圖對關鍵績效指標進行持續的監控 5.3 將改善的成果紀錄存檔	1. 改善對策的追蹤表 2. 監控關鍵績效指標及缺失之管制圖 3. 標準作業程序(S.O.P)

\*註：6W 係指 What, Where, Who, When, How, Why



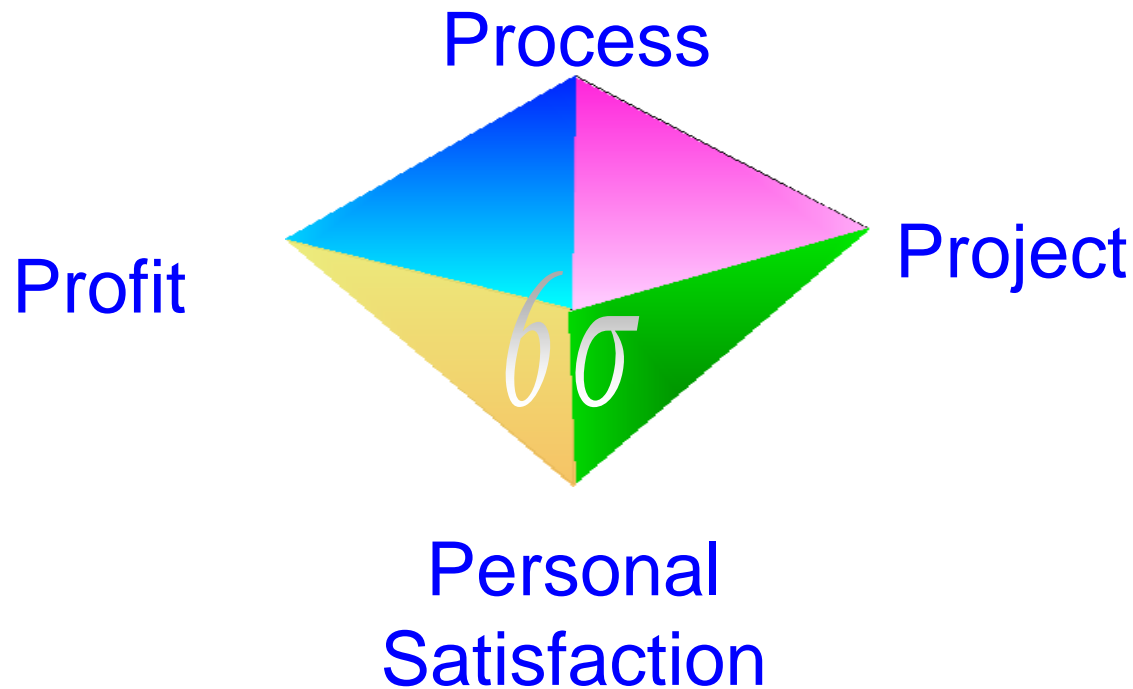
## 4. 六標準差 (Six Sigma)

- Six Sigma係繼全面品質經營(TQM)後的一個新興追求卓越品質的管理方法與系統，它透過一套完整訓練方法，執行專案計畫及目標；強調改善後之確認及控制。它以流程為導向，財務績效為評量準則，進行系列改善活動使顧客滿意。
- Six Sigma-Program於1987年在當時Motorola公司執行長Bob Galvin領導下正式推出，旋即受到美國國家品質獎的肯定。奇異公司於1995年更展開全面的實施，積極地將Six Sigma-Program推展到所有重要關鍵的製程上，成效顯著，造成國際間的大轟動，蔚為二十一世紀最受矚目的管理熱潮。國內外學術界及實務界對推動Six Sigma的成功因素及實施模式亦紛紛進行熱烈的探討與研究。



## 4. 六標準差之核心精神(4P)

- 六標準差係以資料為導向的流程管理 (process management) 方法





## 六標準差重要歷程

- 六標準差是1980年代由Motorola所發展出來的管理手法
- 1981年Motorola執行長Bob Galvin要求5公司績效5年內改善10倍
- 1985年通訊工程師Bill Smith提出6 Sigma之構想
- 1987年11月15日Motorola開始推行6 Sigma
- 1988年Motorola獲得美國國家品質獎(Malcolm Baldrige National Quality Award)
- 1991年Allied Signal(聯訊)開始推動6 Sigma效果卓越
- 1995年GE(通用電子)Jack Welch大力推動，驚人的績效使6 Sigma蔚為風潮。
- 美國(財星)前500大公司紛紛開始移植6 Sigma



# $\sigma$ (*sigma*)

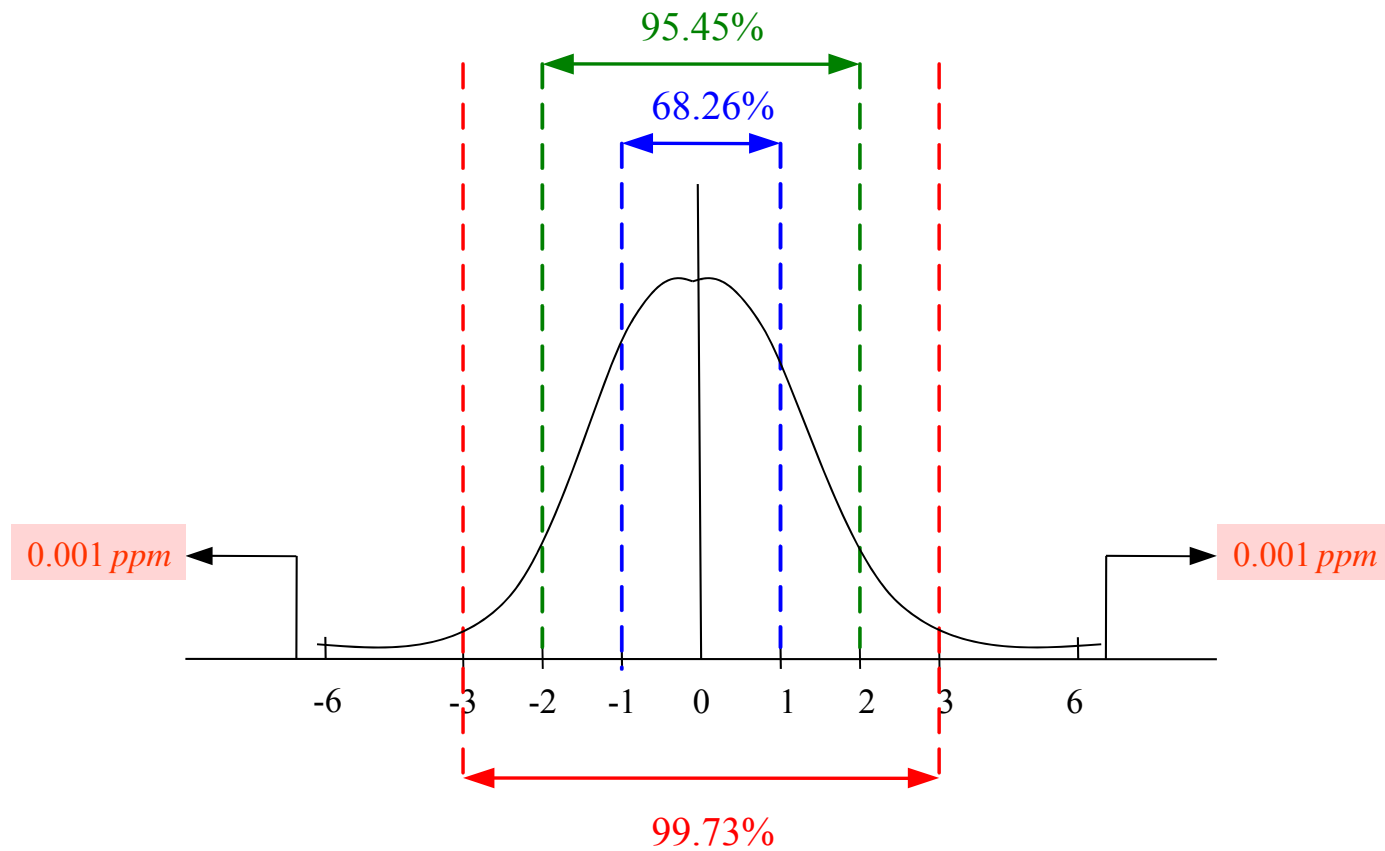
- 統計意義——標準差

母體	樣本
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}}$	$\hat{\sigma} = s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$

- $\sigma$  ( $\hat{\sigma}$ ) 代表一組數據離散的程度

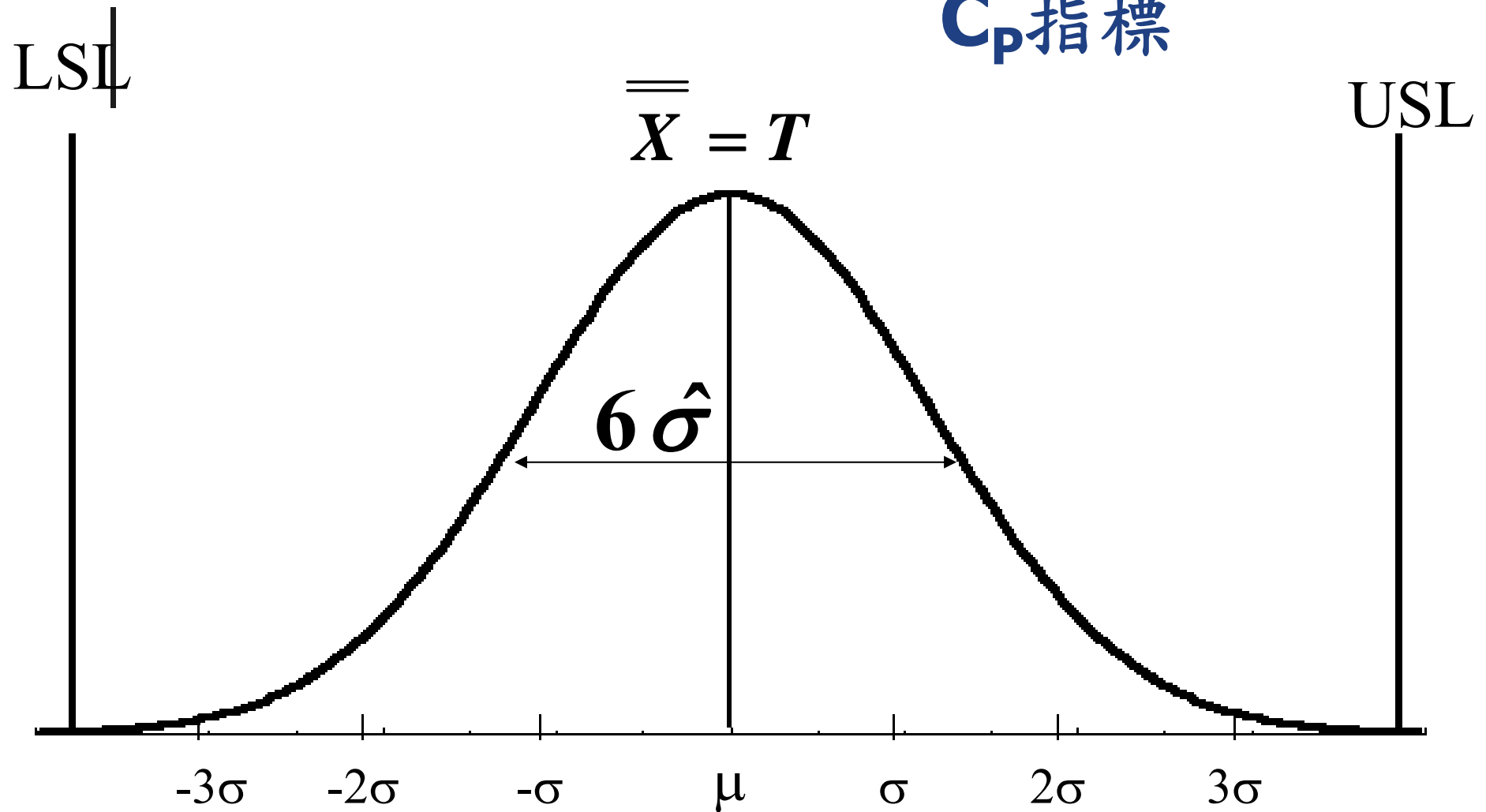


# 常態分配與標準差之關係圖





# C<sub>P</sub>指標



C<sub>P</sub>指標係指規格寬度與自然容差之比值， $C_P = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}}$



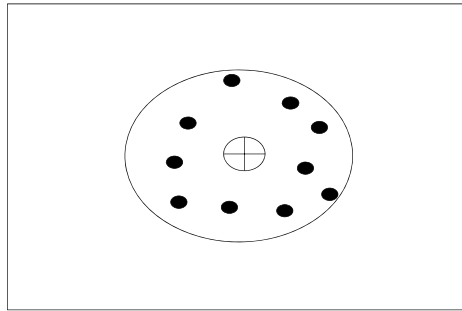
# 常態製程能力指標與不良率之關係

製程能力指標 (Process capability ratio)	每百萬件之不良品數 (Parts per million defective ; ppm)
0.50	133600.0000
0.75	24400.0000
1.00	2700.0000
1.10	966.0000
1.20	318.0000
1.30	96.0000
1.40	26.0000
1.50	6.8000
1.60	1.6000
1.70	0.3400
1.80	0.0600
2.00	0.0018

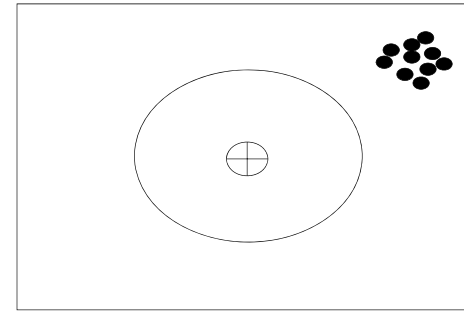




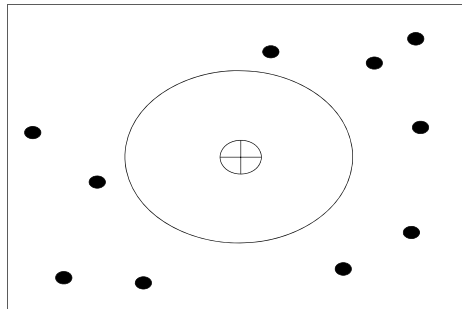
# 4. 製程能力分析



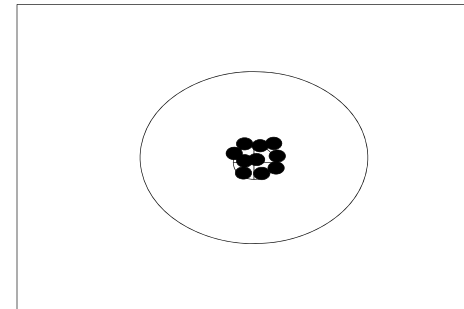
(a) 準而不精



(b) 精而不準



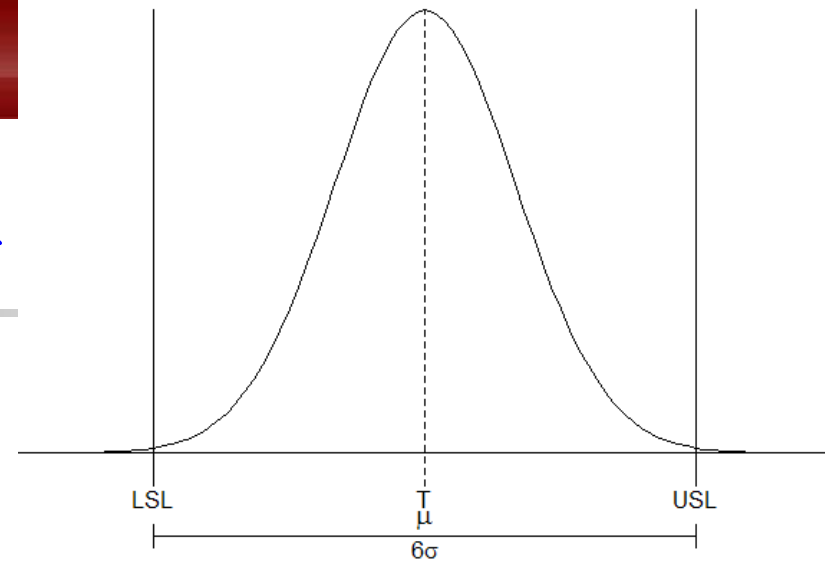
(c) 不準又不精



(d) 既準且精



## 4. 常態製程能力指標



- Juran (1974)

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

- Kane (1986)

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \right\}$$

- Chan *et al.* (1988)

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}$$

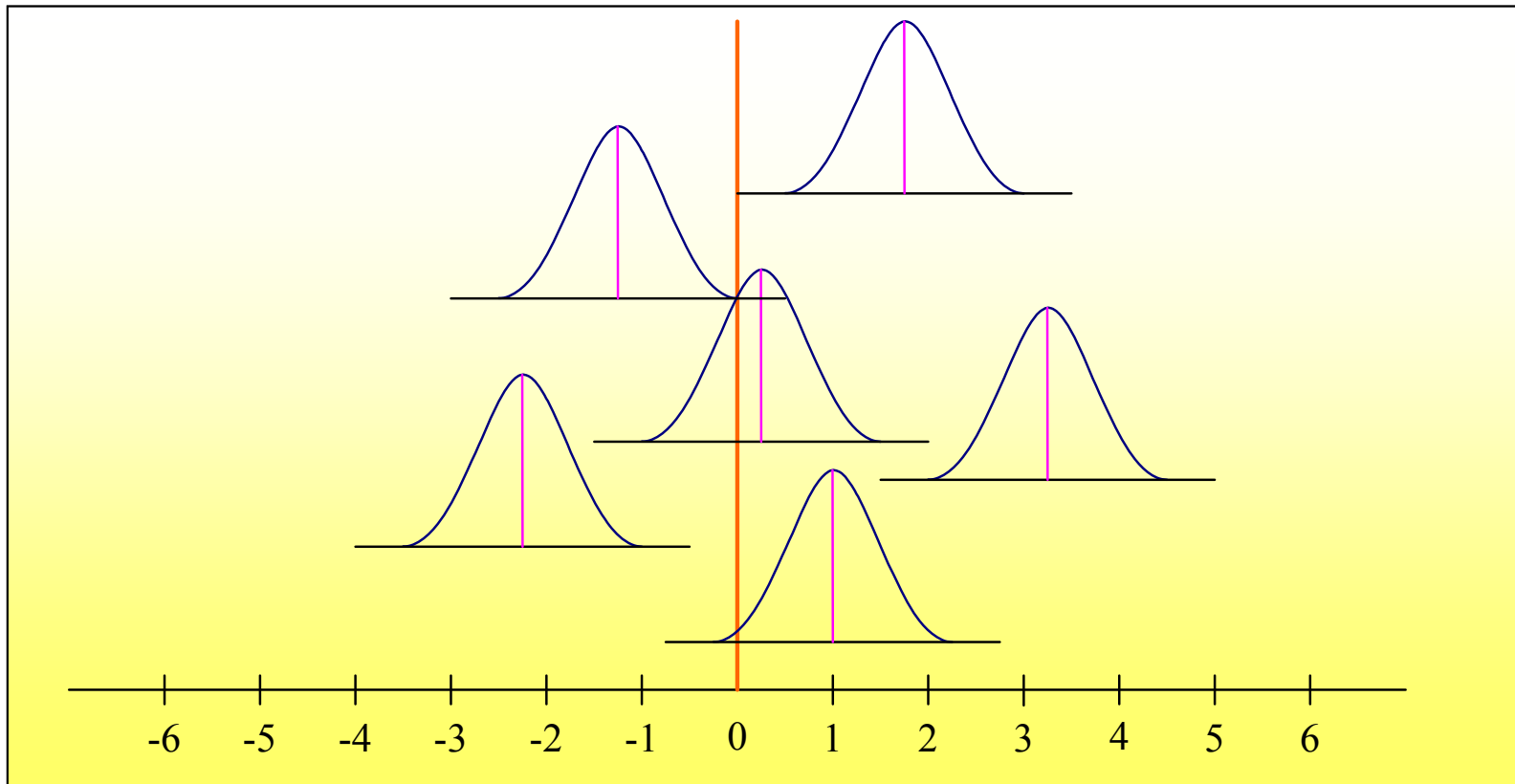
- Pearn *et al.* (1992)

$$C_{pmk} = \min \left\{ \frac{USL - \mu}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}, \frac{\mu - LSL}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} \right\}$$



# Process 之偏移量

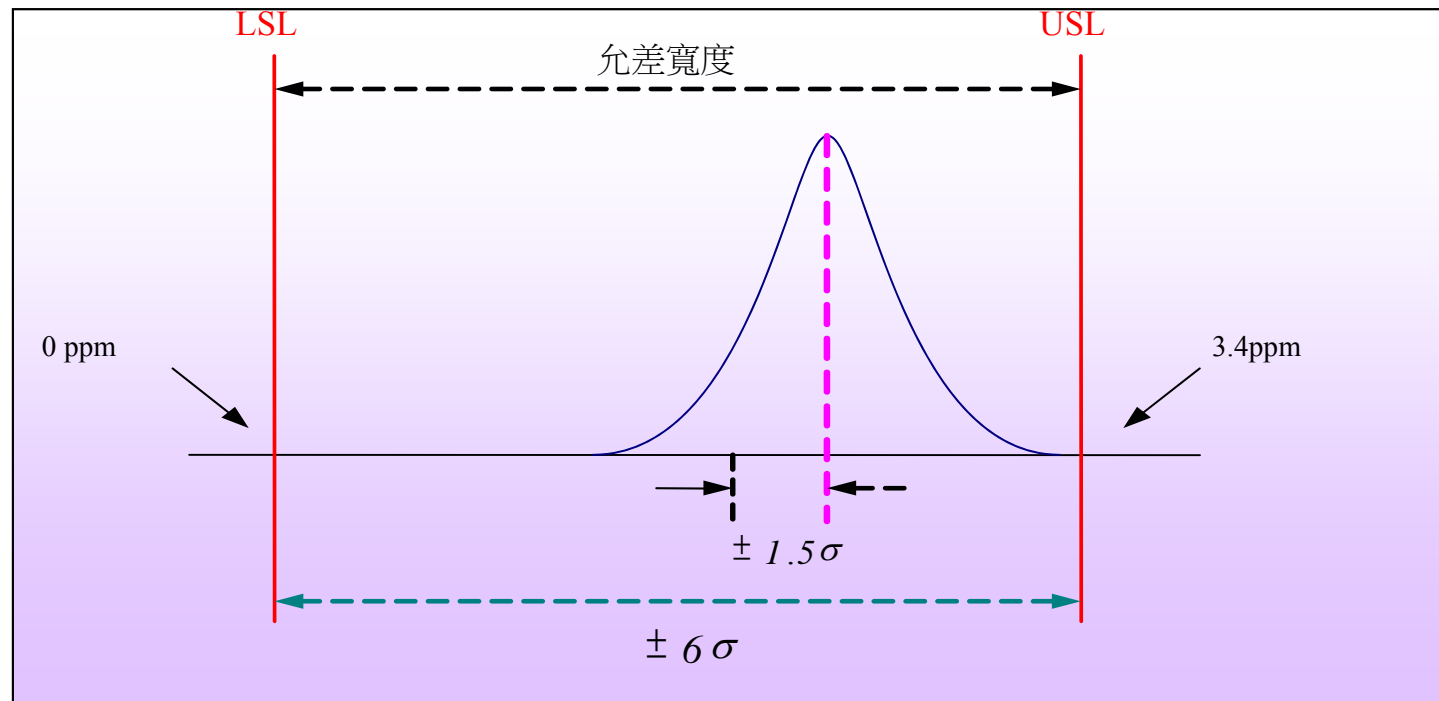
👉 長期而言，Process 有  $1.5\sigma$  偏移量 (經驗值)





# Motorola公司之 Six Sigma

- 在 $6\sigma$ 品質水準下每百萬件產品將有3.4個不合格點



- $p(z > 4.5) + p(z < -7.5) = 0.0000034$



# 製程平均數移動 $\pm 1.5\sigma$ 的百萬分之缺點數

規格界線	製程平均數對準中央		製程平均數移動 $\pm 1.5\sigma$	
	百分比	PPM 缺點數	百分比	PPM 缺點數
$\pm 1\sigma$	68.27	317300	30.23	697700
$\pm 2\sigma$	95.45	45500	69.13	308700
$\pm 3\sigma$	99.73	2700	93.32	66810
$\pm 4\sigma$	99.9937	63	99.379	6210
$\pm 5\sigma$	99.999943	0.57	99.9767	233
$\pm 6\sigma$	99.9999998	0.002	99.99966	3.4



表2 3σ與6σ衡量指標之比較

93.32%良率 (3σ 衡量指標)	99.9997%良率 (6σ 衡量指標)
每年54,000次錯誤的醫生處方	每25年只有1次錯誤的醫生處方
每年超過40,500個新生兒在醫生或護士手中不慎滑落	每100年只有3位新生兒在醫生或護士手中滑落
每月飲用2小時不衛生的水	每16年只有1秒鐘飲用不衛生的水
每週27分鐘電話系統或電視節目中斷	每100年6秒鐘電話系統或電視節目中斷
芝加哥機場每天5次降落，滑行過長或過短	全美機場每10年只有1次飛機降落時滑行過長或過短
每週約有1,350次錯誤的外科手術	每20年有1次錯誤的外科手術
每小時遺失54,000個郵件	每年遺失35個郵件



## 5. 六標準差的執行步驟(DMAIC)

### ■ 問題之定義(Define, D)

- 了解客戶之需求並針對流程圖界定問題。
- 與客戶或和第一線工作人員直接接觸。
- SIPOC流程圖、製程轉寫 (Process Mapping) 。
- 關鍵品質特性(Key Quality Characteristics/CTQ)之決定與關鍵績效指標(KPI)之選擇。

### ■ 衡量(Measure, M)

- 蒐集資料並衡量整個流程，有多少誤差產生的機會。
- 改善前之現況分析可透過製程能力指標(Cp、Cpk)、不良率等指標呈現。
- 製造業須透過量測變異分析(Gauge Repeatability and Reproducibility)確認量測儀器之精確度。



## 5. 六標準差的執行步驟(續)

- **分析(Analysis, A)：**
  - 分析數據，評估流程的優缺點，並和同業比較，找出專案結果可以改善的最大限度(Entitlement)。
  - 利用魚骨圖(要因分析)找出問題的癥結，並深入檢查所有肇因點是否完備。
  - 透過影響、趨勢(Impact and trend)及執行難易度分析、伯拉圖等工具，或從系統的觀點進行失效模式影響(FMEA)分析以訂定改善的優先順序。





## 5. 六標準差的執行步驟(續)

### ■ 改善(Improve, I)

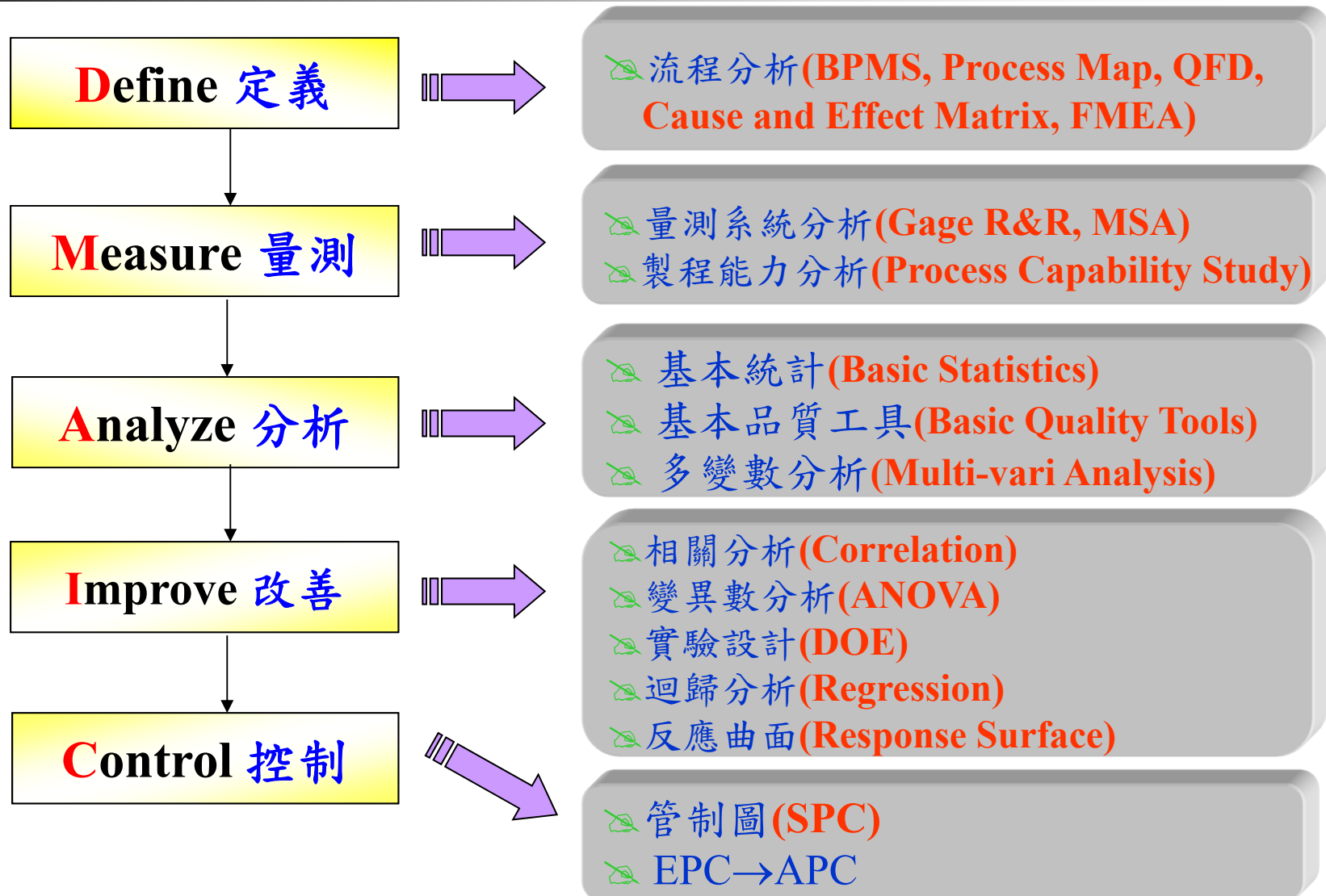
- 擬妥改善方案及對策、並予以執行。
- 專案小組所提出的改善對策必須再衡量其利弊得失以便擇定一可行的改善方案(包含負責人員、改善項目何時完成、改善目標及改善後之成效等)。
- 製造業可藉由適當的實驗設計，找出影響關鍵品質特性的要因水準組合。

### ■ 控制(Control, C)

- 監控新流程以確保改善成果於不墜。
- 隨時更新SPC管制計畫表與對關鍵品質特性及關鍵績效指標作持續監控、詳定流程管理之權責及標準作業程序(SOP)等。

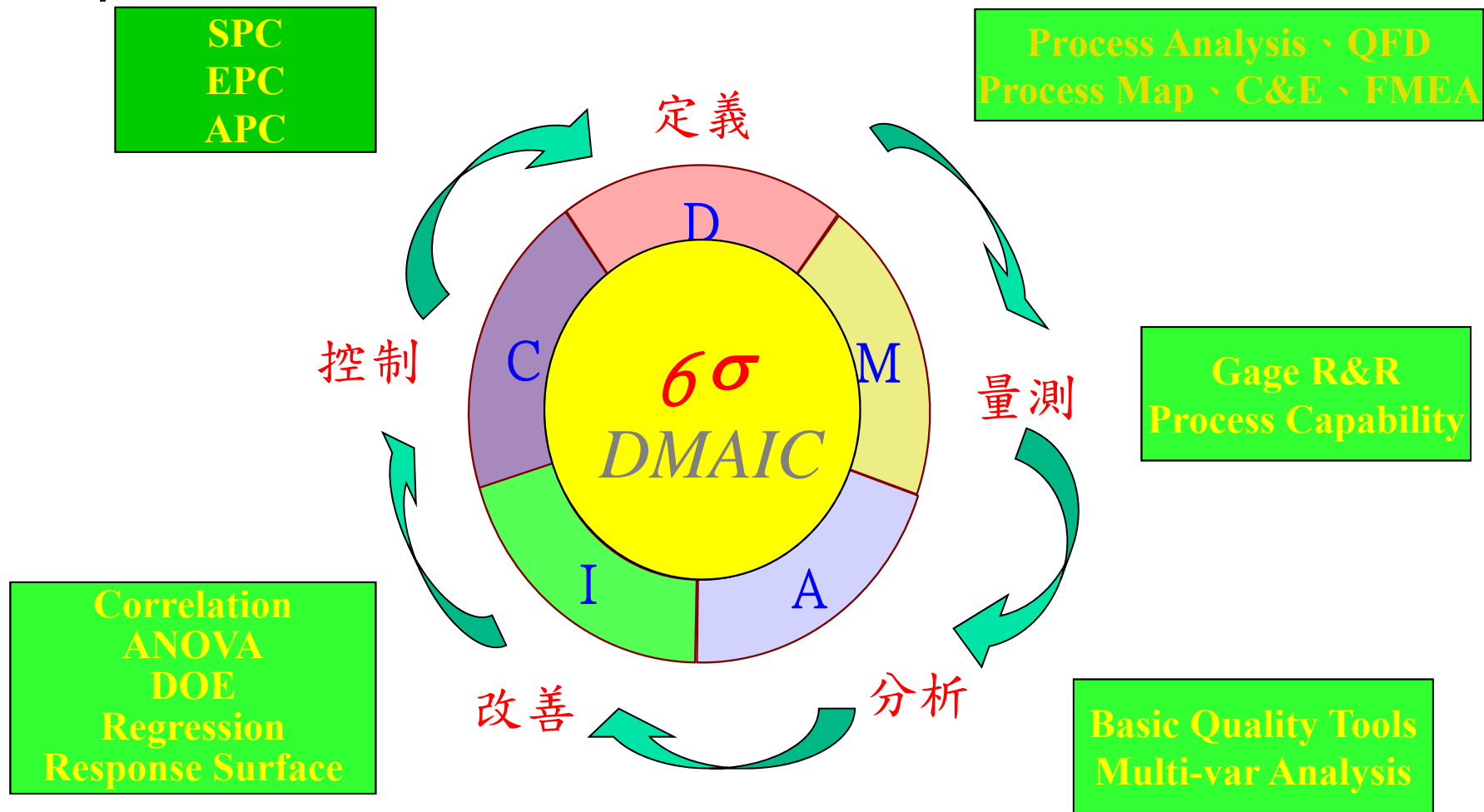


## 5. 六標準差的五大步驟和統計工具



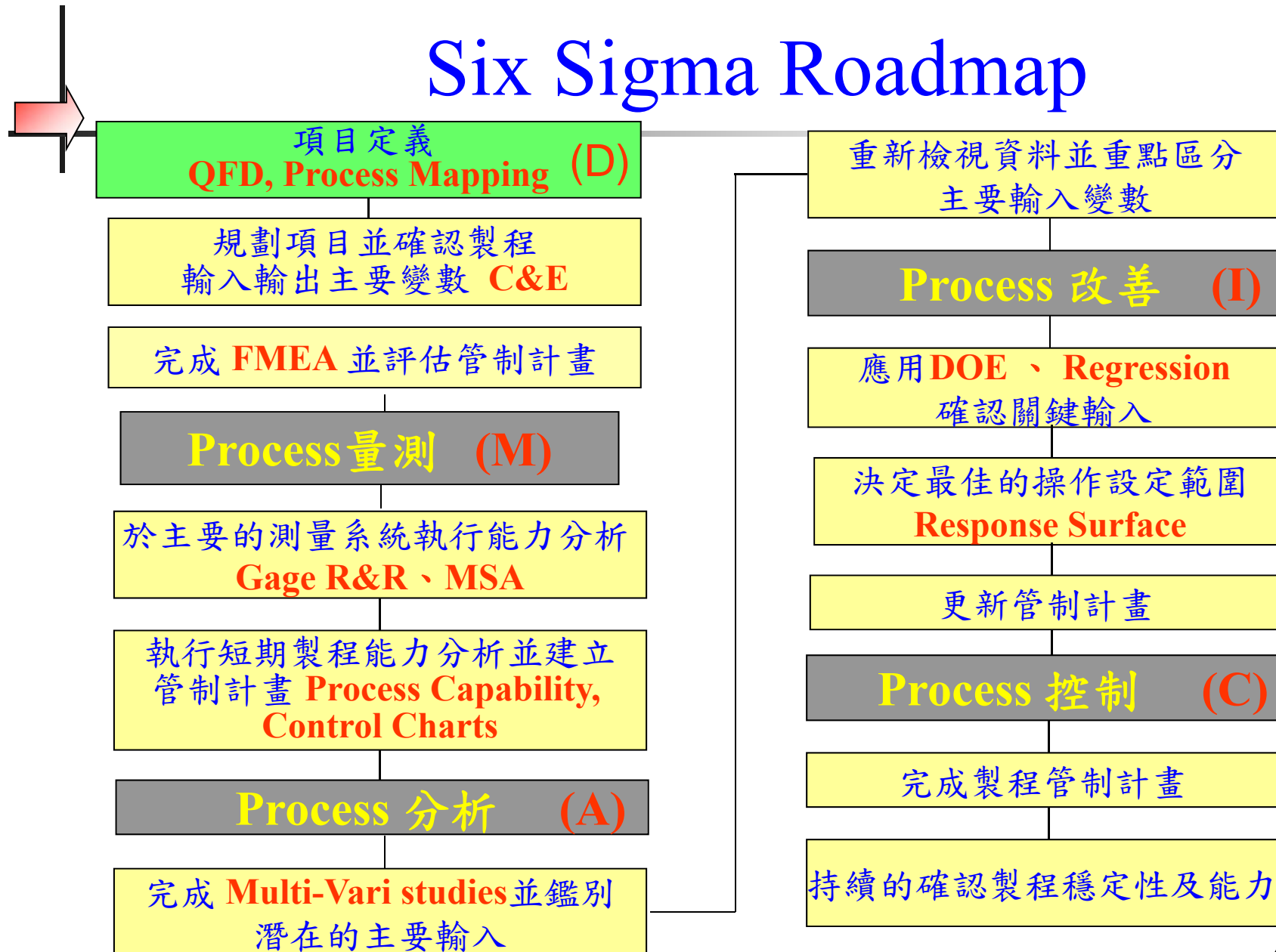


# 5. 六標準差的五大步驟(DMAIC)



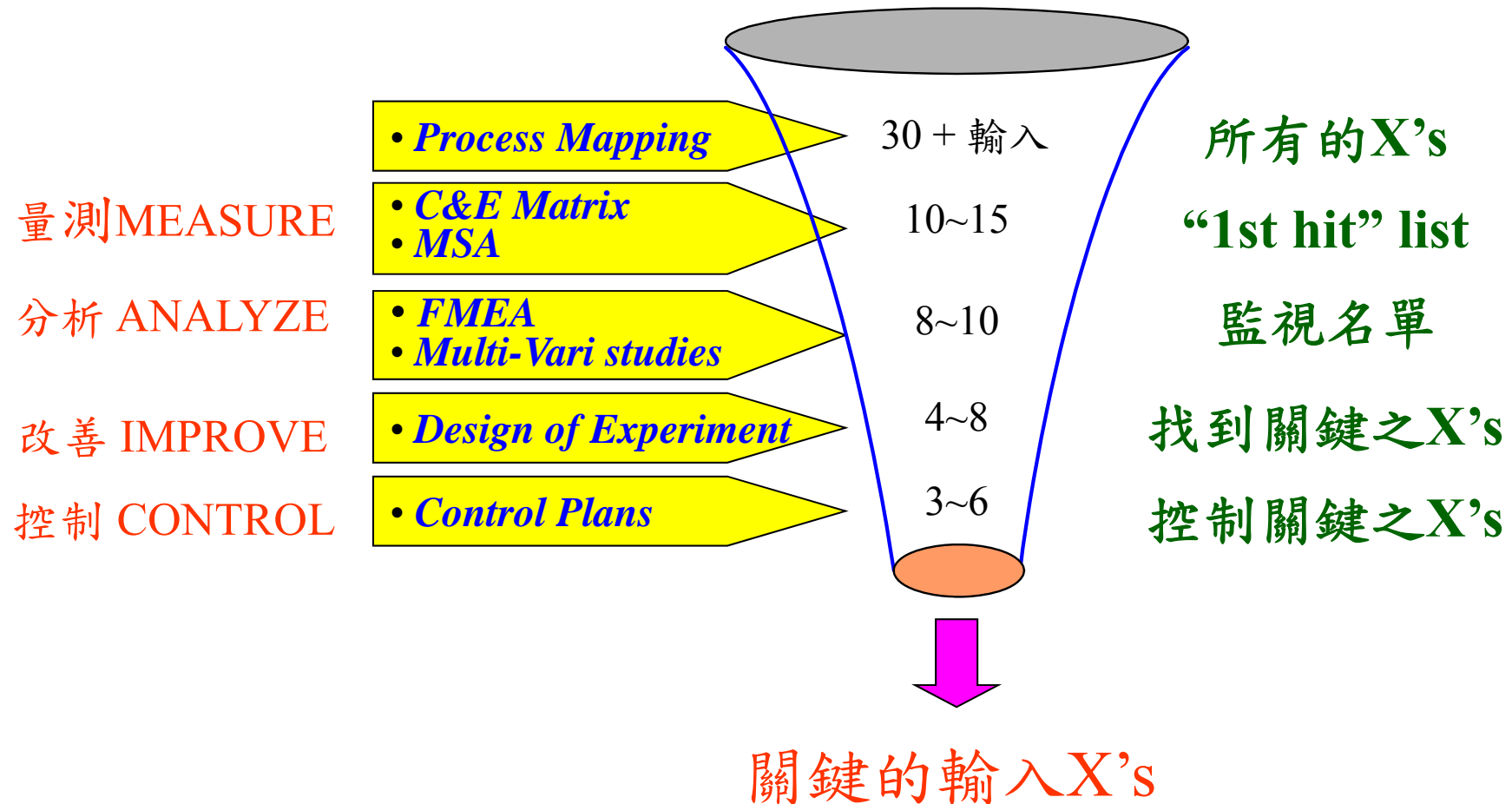


# Six Sigma Roadmap





# 六標準差的漏斗理論





# Six Sigma專案總管表

執行項目	說明	執行方式(手法)	完成日期	備註
8. 里程碑(milestones)				
D (定義)	定義流程，找出關鍵製程，訂定關鍵製程之績效指標(CTQ/KPI)	1 · Flowchart 2 · Process Mapping 3 · CE Matrix 4 · FMEA	Characterize	1 · 釐清 X 與 Y 關係 2 · 篩選 / 聚焦 X's
M (量測)	(1) 決定關鍵品質特性之衡量方式 (2) 驗證量測系統 (3) 確定改善前製程能力指標	1 · MSA 2 · GR&R 3 · Process Capability Analysis	Check	將 Y 特徵化
A (分析)	(1) 製程要因分析找出重要因子 (2) 找出變異來源	1 · CE/ FMEA 2 · Statistical Tools 3 · Multi-vari Analysis	Cause	將 Y 特徵化 聚焦 X's
I (改善)	(1) 進行實驗設計找出關鍵 X (2) 找出 X 與 Y 之關係 (3) 進行微調	1 · DOE 2 · Regression 3 · RSM	Corrective Action	最優化 Y 與 Red X's
C (控制)	(1) 驗證量測系統 (2) 驗證改善成效 (3) 實施製程管制計畫	1 · 設定工程允差(決定最佳之操作範圍) 2 · Cp/Cpk 與 Z <sub>Bench</sub> 之比較 3 · Control Charts	Close Loop	最優化 Y 與 Red X's



# Process Mapping/C&E Matrix

		Rating of Importance to Customer						
		9	7	10	3	3		
		1	2	3	4	5		
	Process Step	Process Inputs	Availability	Pricing	Promise Date	Order confirmation	Order Number	Total
11	Order Entry	Computer entry screens	9	9	9	9	3	270
8	Internal Info	Order worksheet form	9	9	9	1	9	264
3	Answer Phone	Answering procedure	9	9	9	9	0	261
10	Order Entry	Order worksheet	9	9	9	0	9	261
6	Internal Info	Order info	9	9	9	1	3	246
17	Order Confirmation	Production contact info	9	0	9	9	0	198
1	Answer Phone	Info from customer	9	3	9	1	0	195
7	Internal Info	Plant loading info	9	3	9	0	0	192
5	Internal Info	Cross ref for P/N	3	9	9	1	0	183
12	Order Entry	Lead time information from mfg	9	1	9	0	1	181
15	Order Confirmation	Production schedule	9	0	9	1	0	174
18	Order Confirmation	Confirmation procedure	0	0	9	9	9	144
14	Order Confirmation	Printed confirmation sheet	3	3	3	9	9	132
13	Order Entry	Shipment method	1	3	9	0	0	120
16	Order Confirmation	Customer contact info	0	0	9	9	1	120
9	Internal Info	Pricing algorithm	0	9	0	0	0	63
2	Answer Phone	Greeting script	1	1	1	3	0	35
4	Answer Phone	Telephone system	0	0	0	1	0	3



# Process/Product Failure Modes and Effects Analysis

Process Step/Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended	Resp.	Actions Taken	SEV	OCC	DET	RPN





# Operational Excellence Control Plan

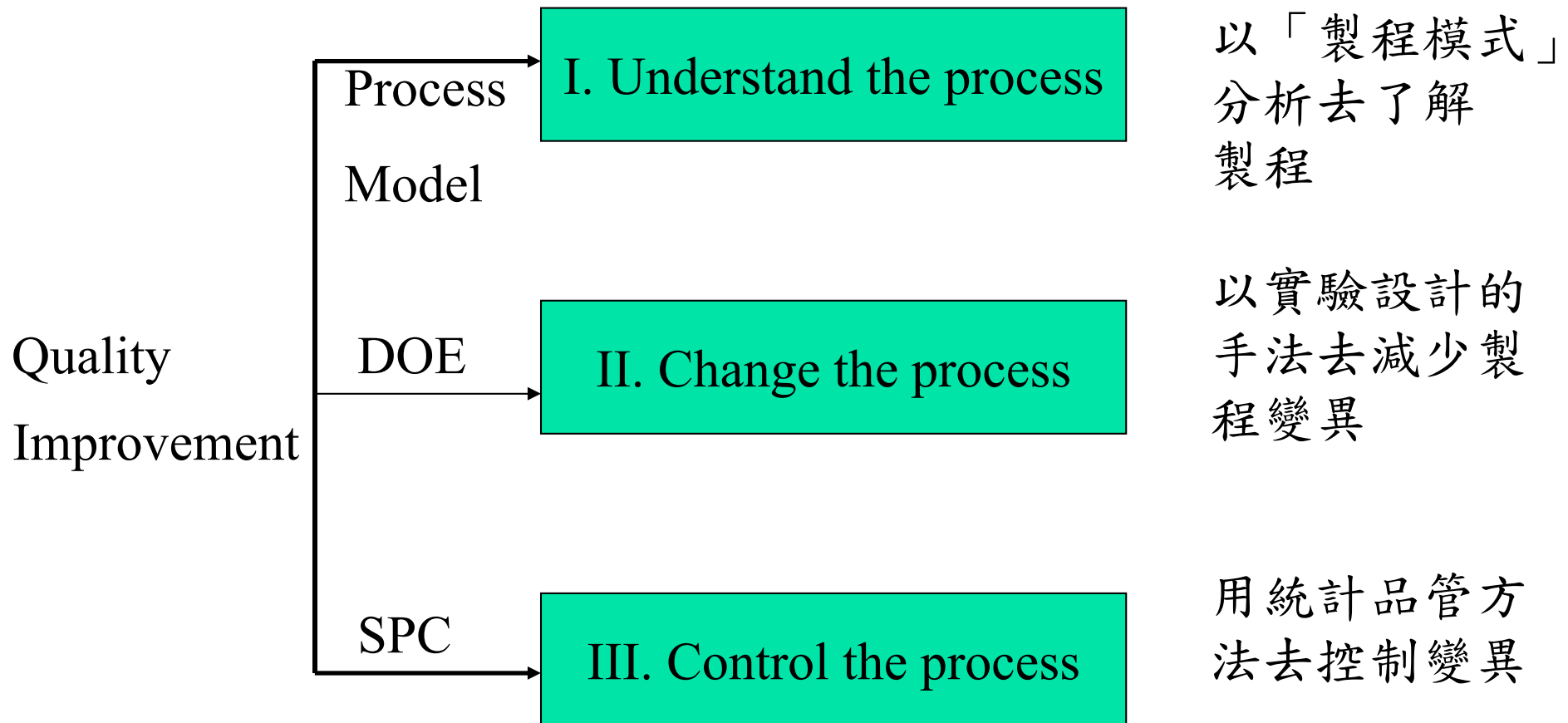
Product: _____ Key Contact: _____ Phone: _____	Core Team: _____	Date (Orig): _____
		Date (Rev): _____

## Current Control Plan

Process	Process Step	Input	Output	Process Spec (LSL, USL, Target)	C <sub>pk</sub> / Date (Sample Size)	Measurement System	%R&R or P/T	Current Control Method (from FMEA)	Who	Where	When	Reaction Plan



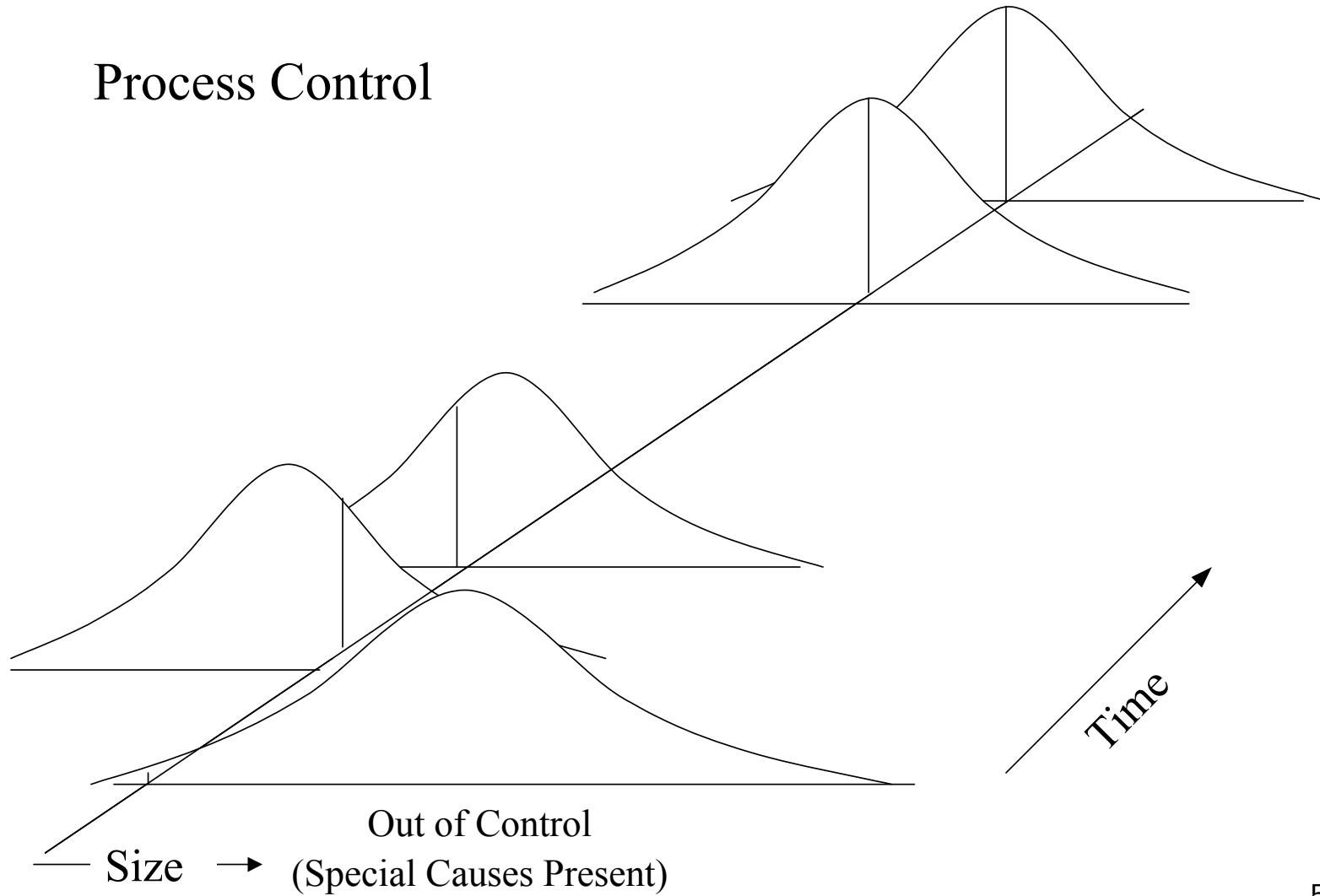
# Quality improvement Stages: 品質改善的階段

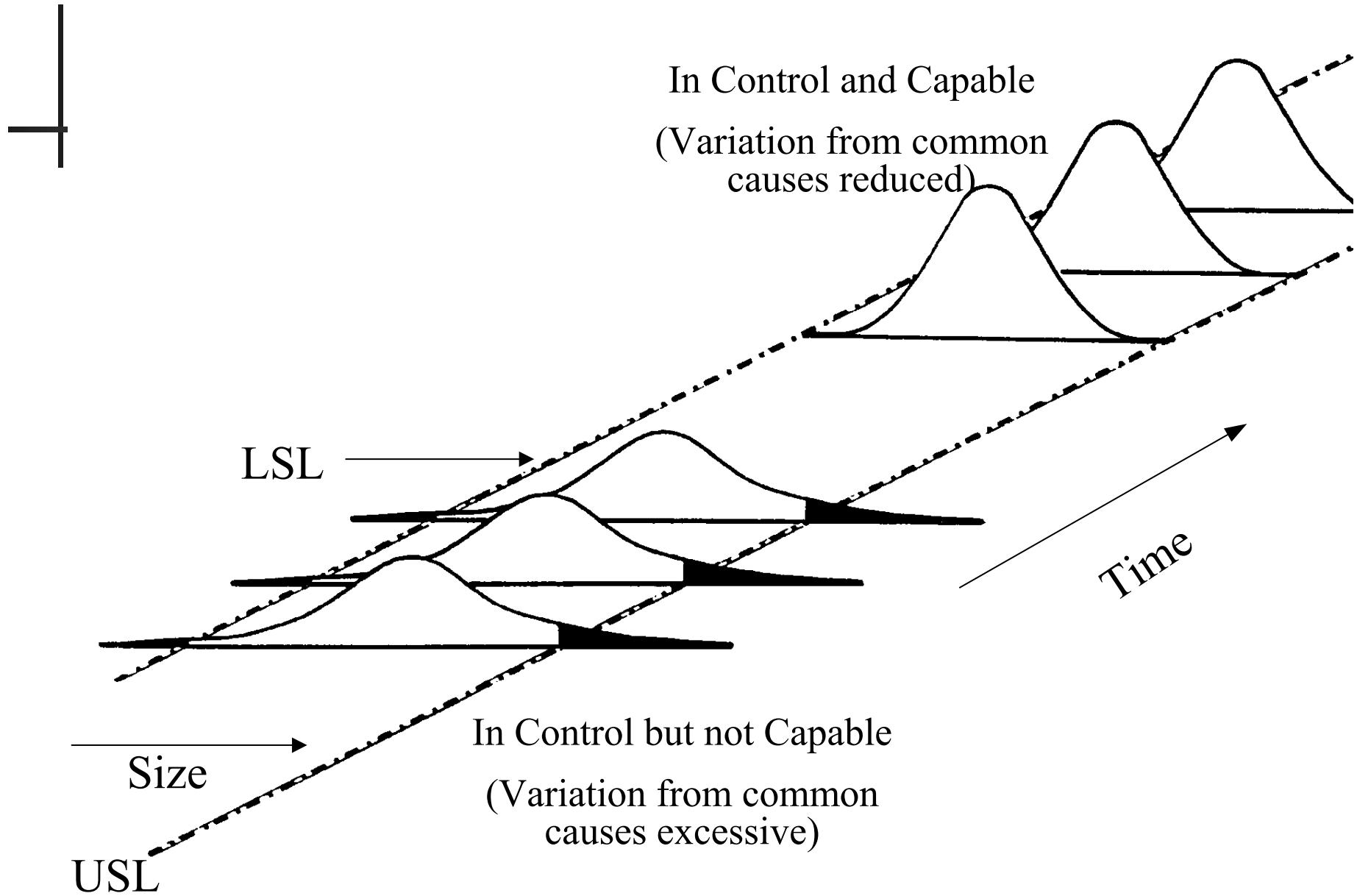




# Process Stability

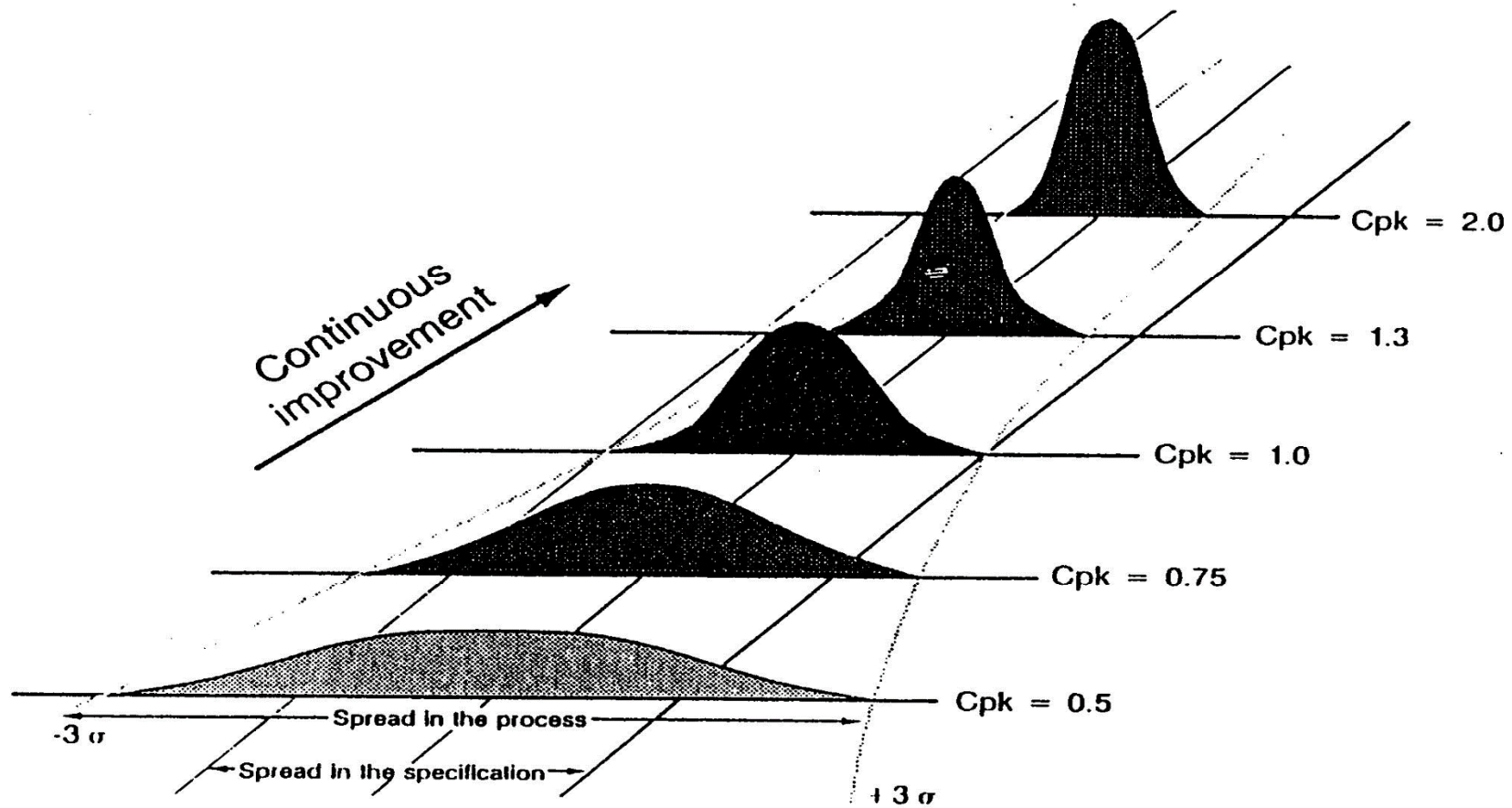
Process Control







# Continuous Improvement



OV 1-25



## 6. 六標準差成功之關鍵

- *Project*能與組織之策略目標結合
- *Project*要有明確可度量的目標
- *Project*要有合理的完成時間
- *Project*之成果能與績效結合
- *Project*成員為跨部門，且必須包含財務人員
- 高階主管之參與及支持
- “*All improvement takes place **project by project**.....and in no other way*” (Dr. J. M. Juran)



## 6. 應用六標準差提昇工業產品品質之實例

### 抄造CEM-1紙品質異常之改善

- 策略目標：  
改善抄造工業用紙之品質異常現象, 降低不良品生成
  
- 專案目標：
  1. 紙粉數降低50%
  2. 透氣度製程能力由 $1.7 \pm 0.1$  提升為 $1.5 \pm 0.1$   
(unit:sec/100ml)
  3. 原紙無皺折現象



# Six Sigma專案總管表

專案名稱：抄造CEM-1紙之品質異常改善，降低不良品生成

Baseline： 1.紙粉: $>3.0\text{mm}^2 \leq 1.2$ ， $1.5\sim 3.0\text{mm}^2 \leq 2.2$ ， $0.5\sim 1.5\text{mm}^2 \leq 1.6$ ， $<0.5\text{mm}^2 \leq 1.9$   
轉換權重=29.7

2.透氣度： $1.7\pm 0.1$  (sec/100ml)

Entitlement： 無

Goal： 1.紙粉: $>3.0\text{mm}^2 < 0.6$ ， $1.5\sim 3.0\text{mm}^2 \leq 1.1$ ， $0.5\sim 1.5\text{mm}^2 \leq 0.8$ ， $<0.5\text{mm}^2 \leq 1$   
轉換權重=14.9

2.透氣度： $1.5\pm 0.1$ (sec/100ml)

執行項目	說明	執行方式
1.策略目標	改善抄造CEM-1紙之品質異常現象，提升良品率	1.與廠長討論 2.小組討論
2.專案流程	解網→備料→網部→壓部→烘缸→初捲→複捲	小組討論
3.問題敘述	94.11月～95.5月抄造CEM-1紙時，常發現有品檢不合格品產出，造成損失，其中以紙粉多、紙張皺折、透氣度不足，最常造成不合格品產出	小組討論
4.專案目的(的)標	減少CEM-1紙之不良品產出，提升良率	1.生產歷史紀錄分析 2.小組討論
5.財務效益	可節省回爐成本 1,972,800元/年	與財務人員討論
6.其他效益	品質提升，滿足顧客，減少客訴案件發生	小組討論/財務人員認可





# 專案計劃里程碑

執行項目	說明	執行方式(手法)
D (定義)	定義流程找出關鍵製程, CTQ	1. 流程圖 2. Process Mapping 3. C&E Matrix 4. FMEA
M (量測)	訂定績效標準及衡量方式 驗證量測系統	1. Gage R&R 2. 製程能力分析
A (分析)	製程要因分析並找出影響重要因子	1. 要因分析 2. FMEA
I (改善)	進行實驗設計找出關鍵X, 並微調/設定找出最佳操作範圍	1. 實驗設計(田口 L <sub>8</sub> 分析) 2. 迴歸分析
C (控制)	1. 驗證改善成效 2. 實施製程管制計劃	Cp/Cpk /Z bench 值監控



# 成本效益預估說明

## 降低CEM-1紙不良品產生量

### 1.改善前不良品產生量 平均13.7噸/月

月份	94.11	94.12	95.01	95.02	95.03	95.05
重量 (公噸)	13.8 T	24.5 T	0.0 T	0.9 T	24.3 T	18.4 T
原因	紙粉多	皺折	-	透氣度 (IPN)	透氣度 不足	透氣度 不足
自94年11月~95年5月，平均不良品產出為 13.7T/月						

- (1)自94年10月增設原紙紙粉規格，加強品質管制
- (2)95.4月因客戶需求較低，無抄造CEM-1紙

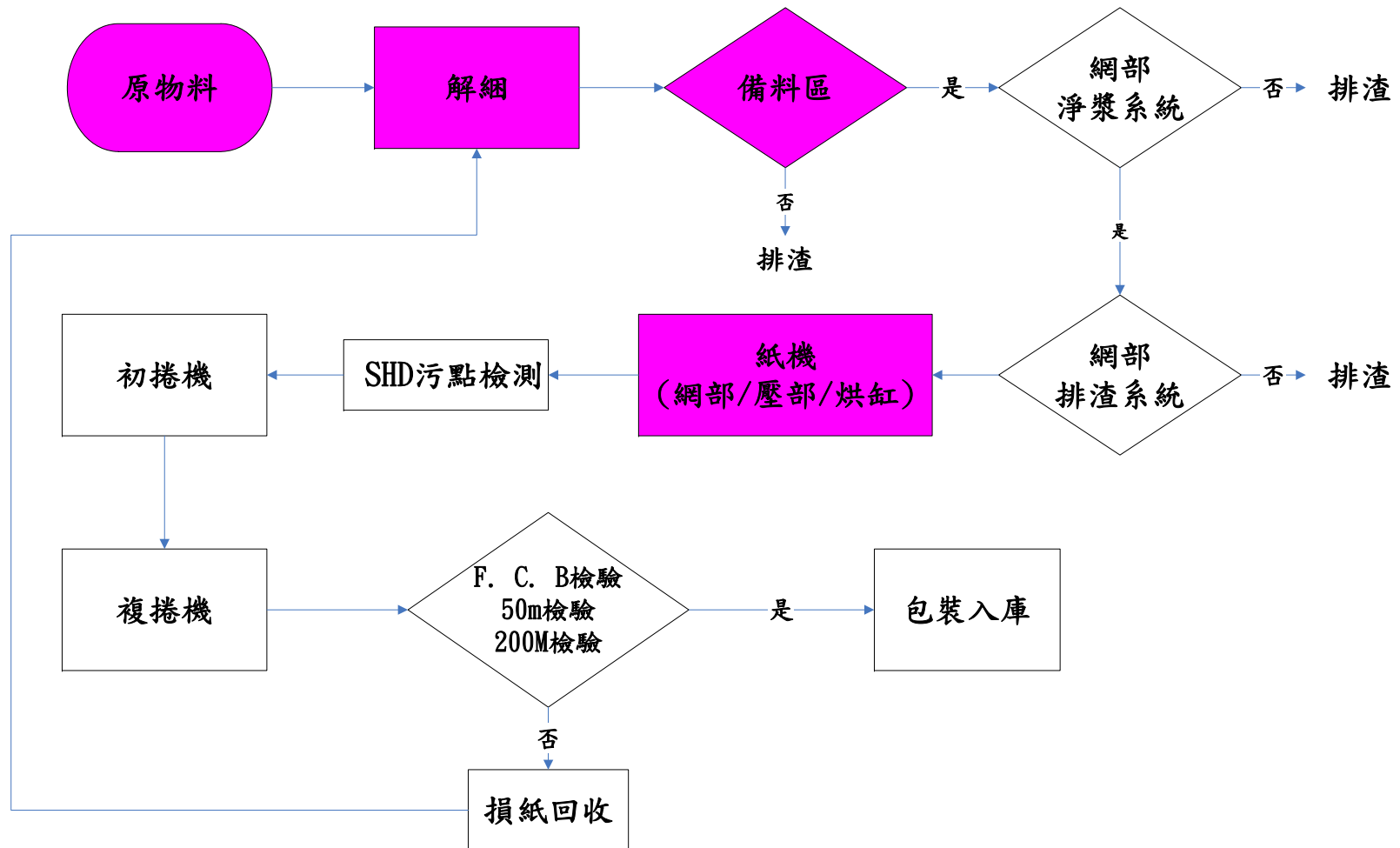
### 2.改善後不良品產生量 0 噸/月

$$\begin{aligned} \text{節省回爐成本} &= (13.7 - 0) \text{噸/月} * 12,000 \text{元/噸} \text{ (註)} = 164,400 \text{元/月} \\ &= 1,972,800 \text{元/年} \end{aligned}$$

(註：回爐成本=12,000元/噸)



# 流程圖



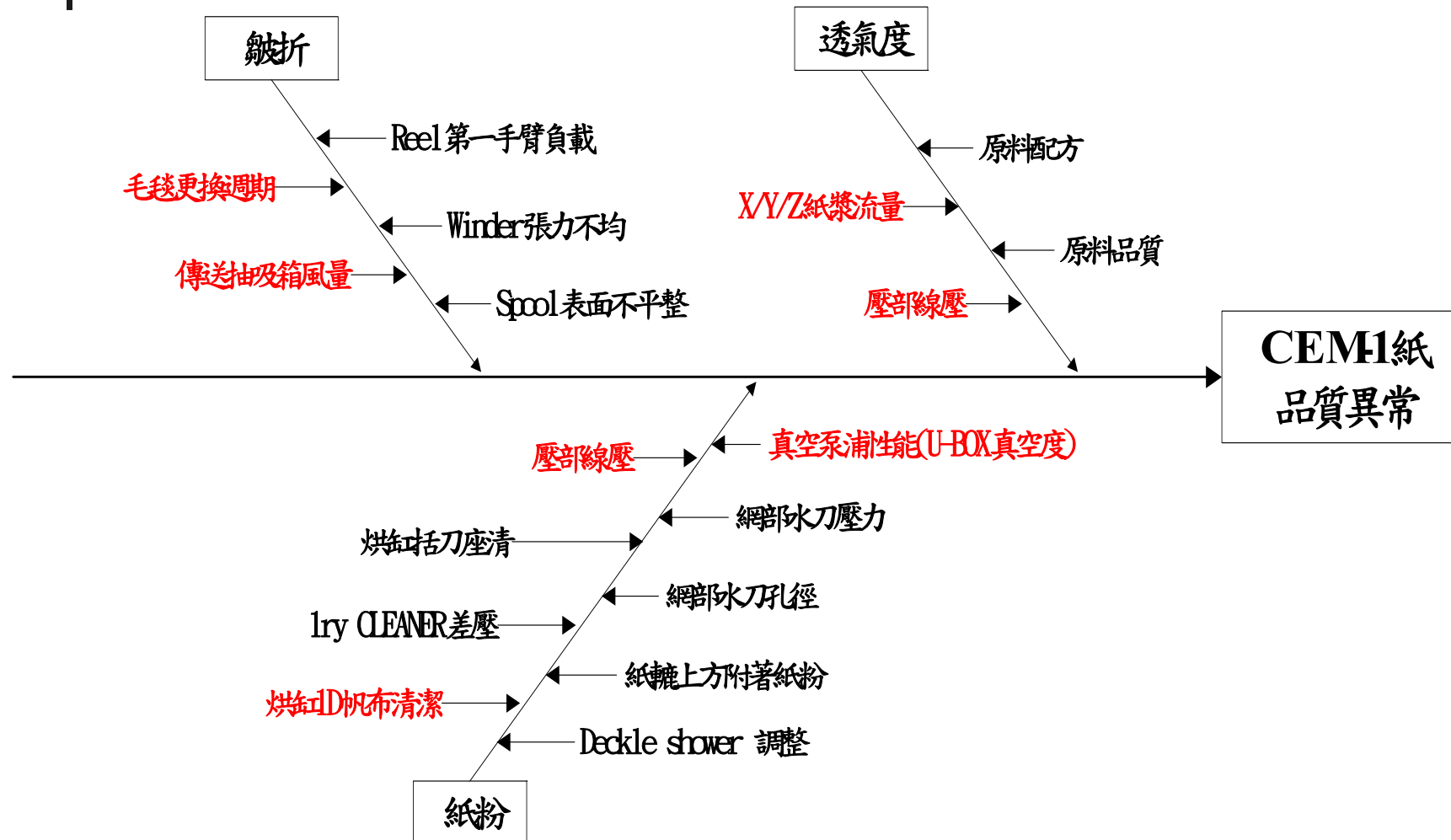


# Process Mapping

Inputs	Type	Process Steps	Outputs
各紙漿入PULPER量	C	解網	原料配方(透氣度)
X/Y/Z紙漿流量	C	備料	配方比例用量(透氣度)
水刀壓力	C	網部	噴漿產生
水刀孔徑	C		噴漿產生
deckle shower調整	C		噴漿產生
壓部紙輥材質	C	壓部	紙片產生
壓部線壓	C		紙匹含水率、透氣度
真空泵浦	C		紙匹含水率
U-BOX清洗	C		紙片產生
毛毯更換週期	C		皺折產生
傳送抽吸箱風量	C	烘缸	皺折產生
1D帆布清潔度	C		紙粉團產生
1群輥面附著樹脂	C		紙粉團產生
3、4群刮刀座上方紙粉	C		黑色紙粉產生
HOOD 3F濾網阻塞	C		風量不穩定



# C&E Diagram





# C&E Matrix Analysis

Cause & Effect Matrix 表

Rating of Importance to Customer		7	9	9		
		1	2	3		
	Process Step	Process Inputs	紙粉	皺折	透氣度	TOTAL
9	壓部	真空泵浦(U-BOX真空度)	9	6	8	189
8	壓部	壓部線壓	8	7	7	182
3	備料	X/Y/Z紙漿流量	9	0	9	144
13	烘缸	1D帆布清潔度	9	9	0	144
12	烘缸	傳送抽吸箱風量	3	9	3	129
11	壓部	毛毯更換週期	4	7	3	118
16	烘缸	HOOD 3F濾網阻塞	5	7	0	98
2	解網	各紙漿入PULPER量	3	3	5	93
1	原物料	紙漿品質	3	3	4	84
5	網部	水刀孔徑	8	0	0	56
10	壓部	U-BOX清洗	5	1	1	53
4	網部	水刀壓力	7	0	0	49
14	烘缸	1群輥面附著樹脂	7	0	0	49
15	烘缸	3、4群刮刀座上方紙粉	6	0	0	42
6	網部	deckle shower調整	4	0	0	28
7	壓部	壓部紙輥材質表面	4	0	0	28



# FMEA表

## Process/Product Failure Modes and Effects Analysis

Process Step/Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
壓部	紙粉/透氣度/皺折	CEM紙外觀不良	8	壓部線壓	7	配合密度調整	5	280	控制線壓
壓部	紙粉/透氣度/皺折	CEM紙外觀不良	9	U-BOX 真空度	6	調整真空度	4	216	找尋最佳電流值
烘缸	紙粉/皺折	CEM紙外觀不良	9	1D帆布髒污	6	清理1D帆布	4	216	定期高壓清洗
烘缸	皺折	CEM紙外觀不良	8	傳送抽吸箱風量	5	調整擋板開度	5	200	調整擋板開度
壓部	皺折	CEM紙外觀不良	8	毛毯更換週期	5	更換毛毯	5	200	定期更換
備料	紙粉/透氣度	CEM紙外觀不良	9	X/Y/Z 紙漿流量	4	控制配比	5	180	控制配比
網部	紙粉	CEM紙外觀不良	9	DECKLE SHOWER 水量、角度不足	2	調整水量	6	108	設定角度範圍
解網	透氣度	透氣度不良	9	各紙漿入PULPER量	3	調整流量	4	108	調整流量
壓部	紙粉	CEM紙外觀不良	7	U-BOX附著樹脂	4	巡檢清理	3	84	定期清理
烘缸	紙粉	CEM紙外觀不良	7	3、4群刮刀座上方紙粉	6	巡檢清理	2	84	巡檢清理
網部	紙粉	CEM紙外觀不良	8	水刀壓力過高	3	日常巡檢記錄	3	72	設定壓力範圍
烘缸	紙粉	CEM紙外觀不良	8	1群轆面附著樹脂	3	停車刮除轆面	3	72	定期清理轆面
原物料	透氣度	透氣度不良	9	紙漿品質	2	選擇漿料	3	54	加強入料檢驗
烘缸	紙粉/皺折	CEM紙外觀不良	8	HOOD 3F濾網阻塞	3	更換濾網	2	48	定期更換
網部	紙粉	CEM紙外觀不良	8	水刀孔徑變大	2	磨耗更新	3	48	定期更新
壓部	紙粉	CEM紙外觀不良	7	壓部紙轆材質表面	4	人員清理	1	28	定期擦拭



# 初期管制表

## Current Control Plan

Process	Process Step	Input	Output	Process Spec (LSL,USL,Target)	Measurement System	Current Control Method (from FMEA)	Who	Where	When	Reaction Plan
濕部	壓部	壓部線壓	壓力記錄	1P/2P/3P : 1.9/0.6/1.7 kgf/cm2	儀錶指示	配合密度調整	領班	IP	每班	調整壓力
濕部	壓部	真空泵浦(U-BOX真空度)	真空度	20~34cmHg	儀錶指示	調整真空度	壓部人員	IP	每班	人員檢查
乾燥部	烘缸	1D帆布清潔度	降低紙粉量	無紙粉附著	人員檢查	清理1D帆布	領班	IP	停車時	清洗帆布
乾燥部	烘缸	傳送抽吸箱 damper開度	風量不足	100%	人員調整	調整擋板開度	工程師	IP	停車時	調整開度
濕部	壓部	毛毯更換週期	原紙品質	3~4個月更換	人員檢查	更換毛毯	工程師	IP	停車時	更換毛毯
備料	備料	X/Y/Z紙漿流量	透氣度	37/43/20	人員調整	控制配比	領班	IP	每班	調整配比
濕部	網部	deckle shower調整	降低紙粉量	全開 86.4L/min	人員調整	調整水量	工程師	IP	停車時	shower調整
解網	解網	各紙漿入PULPER量	設定配方	X/Y紙漿比例範圍 60/40	人員檢查	調整流量	工程師	IP	每班	控制配方
濕部	壓部	U-BOX清洗	降低紙粉量	無紙粉	人員檢查	巡檢清理	壓部人員	IP	每班	人員清洗
烘缸	烘缸	3、4群刮刀座上方紙粉	降低紙粉量	無紙粉	人員檢查	巡檢清理	烘缸人員	IP	每班	紙粉吹清
濕部	網部	水刀壓力	壓力記錄	10~14 kg/cm2	儀錶指示	日常巡檢記錄	網部人員	IP	每班	人員調整
乾燥部	烘缸	烘缸1群轆面附著樹脂	降低紙粉量	無紙粉	人員檢查	停車刮除轆面	領班	IP	停車時	清潔轆面
原物料	原物料	紙漿品質	紙漿品質	原物料品檢值	QC人員檢測	選擇漿料	品管人員	QC	入廠時	允收/退貨
乾燥部	烘缸	HOOD 3F濾網阻塞	風量不足	≥ 80mmH2O	儀錶指示	更換濾網	領班	IP	1次/2天	更換濾網
濕部	網部	水刀孔徑	降低紙粉量	≤ 0.4mm	人員檢查	磨耗更新	工程師	IP	停車時	更換水刀
濕部	壓部	壓部紙轆材質表面	降低紙粉量	表面光滑	人員檢查	人員清潔	工程師	IP	停車時	定期擦拭

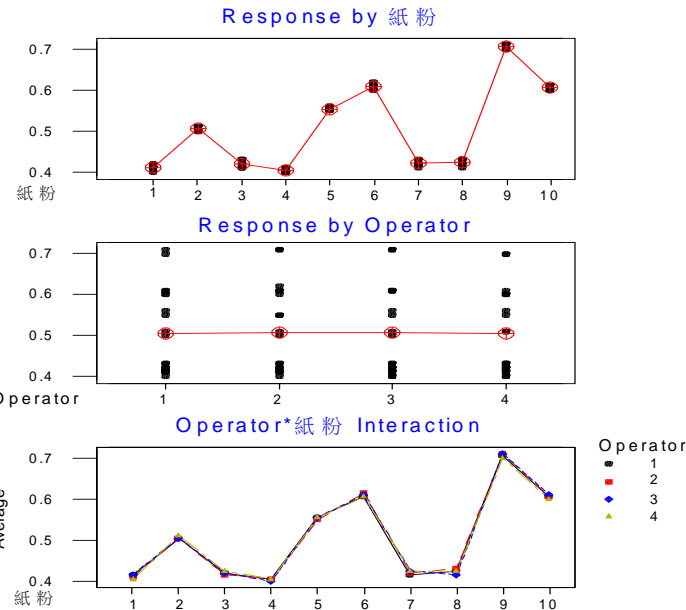
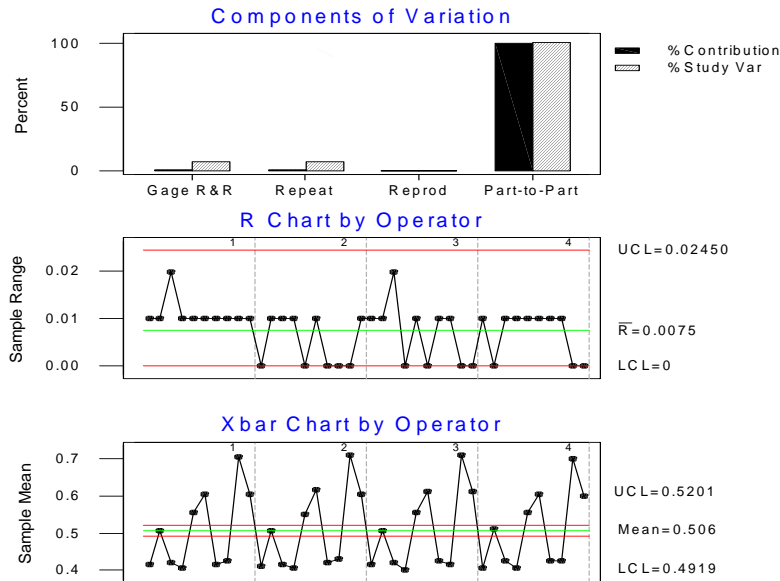




# Measure Gage R&R (紙粉檢驗)

## Gage R & R (Xbar/R) for Response

Gage name:  
Date of study:  
Reported by:  
Tolerance:  
Misc:



Source	Variance	%Contribution (of Variance)
Total Gage R&R	4.42E-05	0.49
Repeatability	4.42E-05	0.49
Reproducibility	0.00E+00	0.00
Part-to-Part	9.05E-03	99.51
Total Variation	9.09E-03	100.00

Number of Distinct Categories = 15

% R&R

Part-to-Part的變異百分比99.51%  
高於Gage R&R的變異0.49%  
表示大部份的製程變異是由於  
產品所造成;少數是由於量測系  
統的誤差。

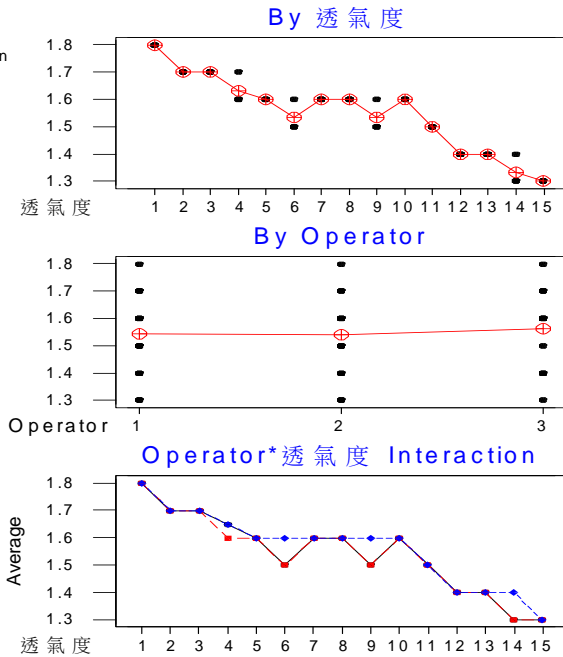
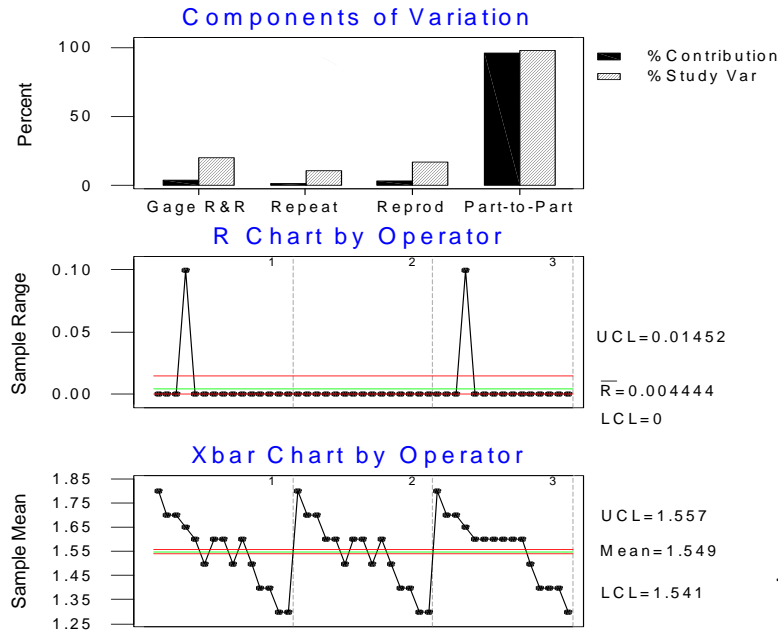
Number of Distinct Categories = 15 代表鑑別度指標，  
實務上應 ≥ 5 所以此量測系統是合適的。



# Measure Gage R&R (透氣度檢驗)

## Gage R & R (ANOVA) for Response

Gage name:  
Date of study:  
Reported by:  
Tolerance:  
Misc:



Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	3.89E-05	1.79
Repeatability	2.22E-05	1.03
Reproducibility	1.67E-05	0.77
Operator	8.00E-06	0.04
Operator*透氣度	1.59E-04	0.73
Part-To-Part	2.13E-02	98.21
Total Variation	2.17E-02	100.00



**% R&R**

Part-to-Part的變異百分比98.21%  
高於Gage R&R的變異1.79%  
表示大部份的製程變異是由於  
產品所造成;少數是由於量測系  
統的誤差。

Number of Distinct Categories = 10

Number of Distinct Categories = 10代表鑑別度指標，  
實務上應 $\geq 5$ 所以此量測系統是合適的。



# 紙粉Rating

紙粉權重轉換說明：

規格	>3.0mm <sup>2</sup>	1.5~3.0mm <sup>2</sup>	0.5~1.5mm <sup>2</sup>	<0.5mm <sup>2</sup>
Rating	10	5	3	1
1~3月平均個數	1.2	2.2	1.6	1.9
權重	12	11	4.8	1.9
改善前水準	29.7			

權重計算方式：各紙粉個數\*各別權重之總合

專案目標： $>3.0\text{mm}^2 \leq 0.6$ ， $1.5\sim 3.0\text{mm}^2 \leq 1.1$ ， $0.5\sim 1.5\text{mm}^2 \leq 0.8$ ， $<0.5\text{mm}^2 \leq 1$

轉換為紙粉權重如下：

$0.6 \times 10 + 1.1 \times 5 + 0.8 \times 3 + 1.0 \times 1 = 14.9$ ，即專案目標為紙粉權重 $\leq 14.9$



# Cpk/Z值Analysis (改善前)

## Process Capability Analysis for 紙粉數權重

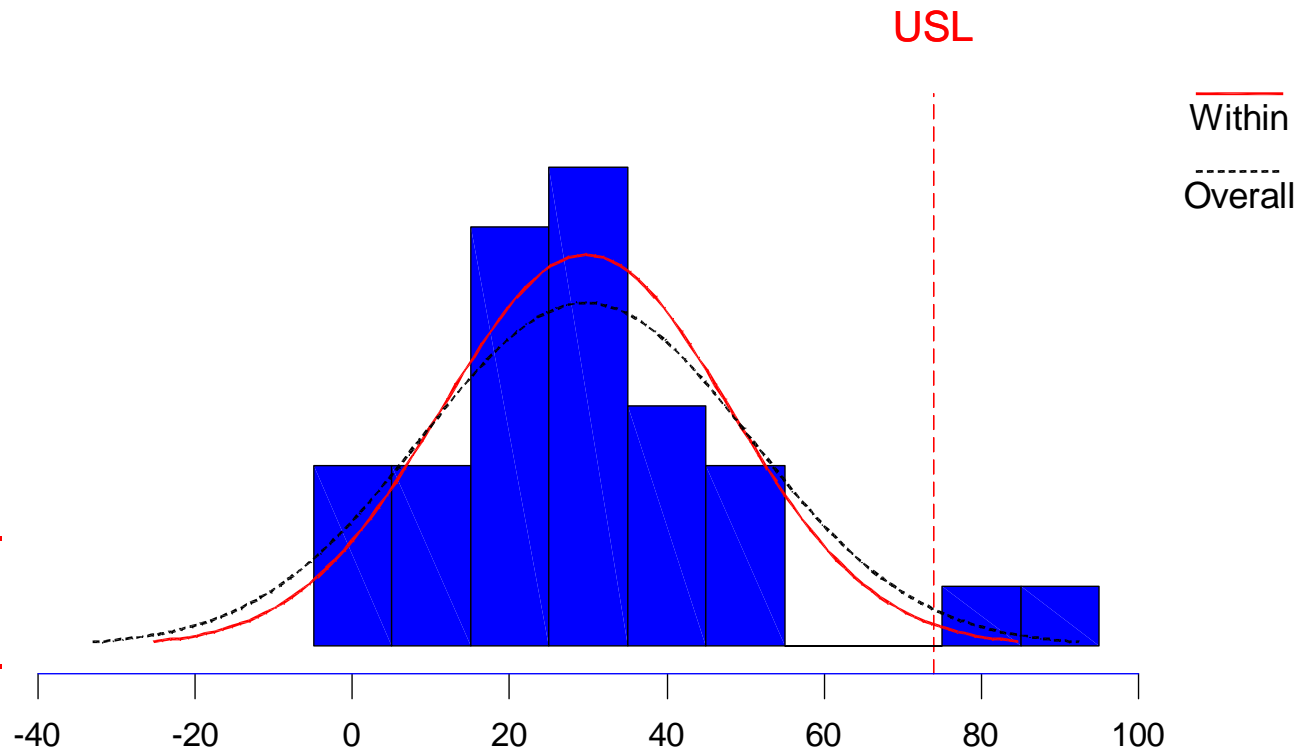
### Process Data

USL	74.0
Target	*
LSL	*
Mean	29.7
Sample N	30
StDev (Within)	18.3419
StDev (Overall)	20.9162

### Potential (Within) Capability

Z.Bench	2.42
Z.USL	2.42
Z.LSL	*
Cpk	0.61

Cpm



### Overall Capability

Z.Bench	2.12
Z.USL	2.12
Z.LSL	*
Ppk	0.71

### Observed Performance

PPM < LSL	*
PPM > USL	66666.67
PPM Total	66666.67

### Exp. "Within" Performance

PPM < LSL	*
PPM > USL	7862.51
PPM Total	7862.51

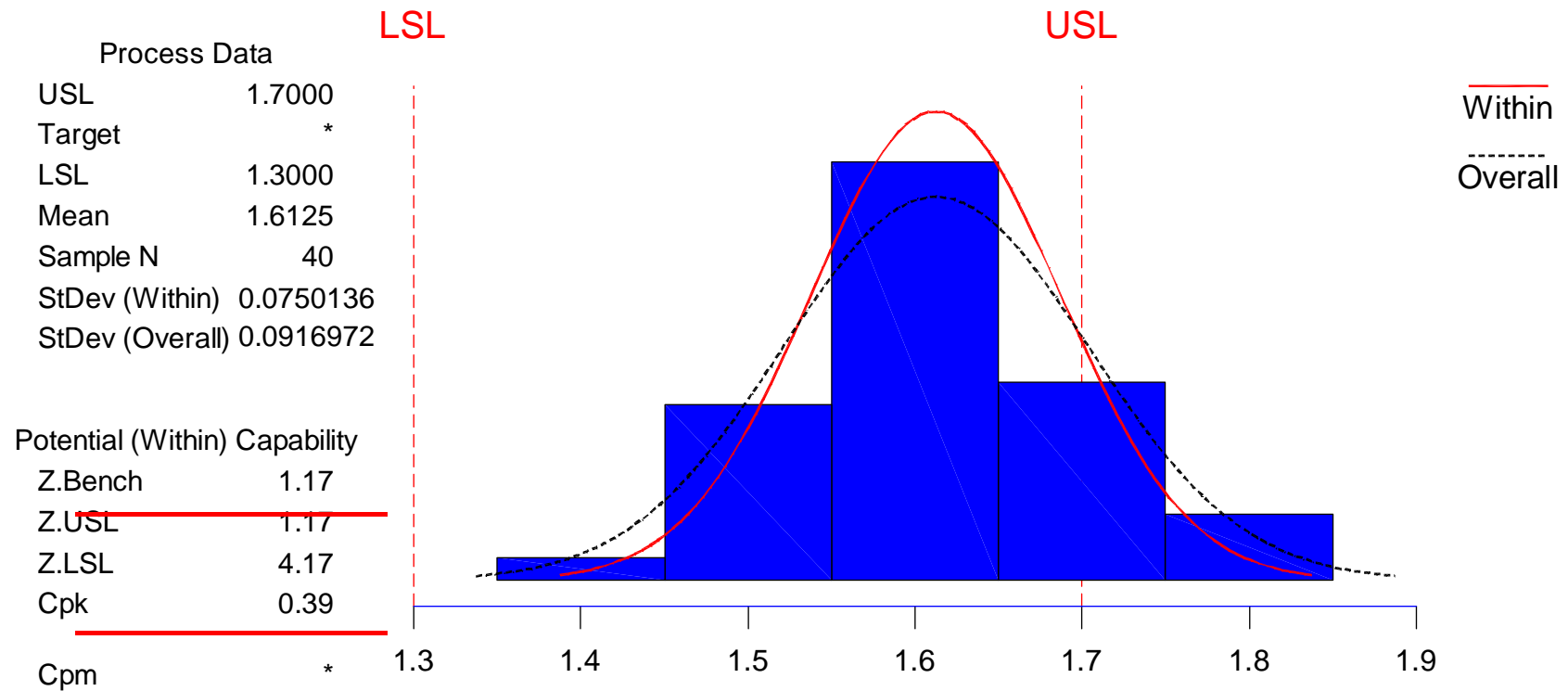
### Exp. "Overall" Performance

PPM < LSL	*
PPM > USL	17088.54
PPM Total	17088.54



# Cpk/Z值Analysis(改善前)

## Process Capability Analysis for 透氣度



Overall Capability		Observed Performance		Exp. "Within" Performance		Exp. "Overall" Performance	
Z.Bench	0.95	PPM < LSL	0.00	PPM < LSL	15.51	PPM < LSL	327.26
Z.USL	0.95	PPM > USL	75000.00	PPM > USL	121715.37	PPM > USL	169984.31
Z.LSL	3.41	PPM Total	75000.00	PPM Total	121730.87	PPM Total	170311.57
Ppk	0.32						



## Cpk/Z值 Analysis(改善前)

- 經蒐集30個樣本進行改善前的製程能力分析，發現紙粉與透度氣的Cpk分別為0.81與0.39 (皆小於1)。
- 工業用紙製程的表現仍有相當大的改善空間。

	紙粉	透氣度
Cpk	0.81	0.39
Z <sub>bench</sub>	2.42	1.17



# DOE 實驗執行計劃表

## 1. 關鍵因子x及水準決定(6 Factor 2 Level)

實驗因子	水準一	水準二
U-BOX真空度	<20 cmHg	> 20 cmHg
1P前、後線壓	1.7 kgf/cm <sup>2</sup>	1.9 kgf/cm <sup>2</sup>
2P前、後線壓	0.6/0.5 kgf/cm <sup>2</sup>	0.7/0.6 kgf/cm <sup>2</sup>
3P前、後線壓	1.5 kgf/cm <sup>2</sup>	1.7 kgf/cm <sup>2</sup>
X/Y/Z紙漿流量	40/40/20	37/43/20
傳送抽吸箱風量	開度50%	開度100%

2. 實驗方法選定: 考量節省人力及實驗時間，且為六個因子、2水準的實驗，故選擇田口方法實驗  $L_8(2^7)$ 。



# DOE 實驗執行計劃表

## 3.L<sub>8</sub> 直交表之實驗配置與結果：

實驗編號	U-BOX 真空度	1P前、後線壓	2P前、後線壓	3P前、後線壓	X/Y/Z 紙漿流量	傳送抽吸箱風量	紙粉 權重	透氣度	皺折	紙粉 S/N	透氣度 S/N	轉換權重 S/N
1	<20cmHg	1.7 kgf/cm <sup>2</sup>	0.6/0.5 kgf/cm <sup>2</sup>	1.5 kgf/cm <sup>2</sup>	40/40/20	開度50%	36.4	1.67	0	-31.23	-4.4753	-9.826036
2	<20cmHg	1.7 kgf/cm <sup>2</sup>	0.6/0.5 kgf/cm <sup>2</sup>	1.7 kgf/cm <sup>2</sup>	37/43/20	開度100%	28.5	1.60	0	-29.1	-4.1041	-9.103484
3	<20cmHg	1.9 kgf/cm <sup>2</sup>	0.7/0.6 kgf/cm <sup>2</sup>	1.5 kgf/cm <sup>2</sup>	40/40/20	開度100%	34.1	1.63	0	-30.67	-4.2225	-9.51108
4	<20cmHg	1.9 kgf/cm <sup>2</sup>	0.7/0.6 kgf/cm <sup>2</sup>	1.7 kgf/cm <sup>2</sup>	37/43/20	開度50%	26.8	1.61	0	-28.57	-4.1258	-9.014708
5	> 20cmHg	1.7 kgf/cm <sup>2</sup>	0.7/0.6 kgf/cm <sup>2</sup>	1.5 kgf/cm <sup>2</sup>	37/43/20	開度50%	12.4	1.52	0	-21.9	-3.614	-7.271184
6	> 20cmHg	1.7 kgf/cm <sup>2</sup>	0.7/0.6 kgf/cm <sup>2</sup>	1.7 kgf/cm <sup>2</sup>	40/40/20	開度100%	9.6	1.70	0	-18.76	-4.5886	-7.4224
7	> 20cmHg	1.9 kgf/cm <sup>2</sup>	0.6/0.5 kgf/cm <sup>2</sup>	1.5 kgf/cm <sup>2</sup>	37/43/20	開度100%	10.3	1.56	0	-20.23	-3.8402	-7.118684
8	> 20cmHg	1.9 kgf/cm <sup>2</sup>	0.6/0.5 kgf/cm <sup>2</sup>	1.7 kgf/cm <sup>2</sup>	40/40/20	開度50%	8.1	1.73	0	-18.29	-4.761	-7.465784

S/N轉換權重說明：紙粉權重0.2，透氣度權重0.8。

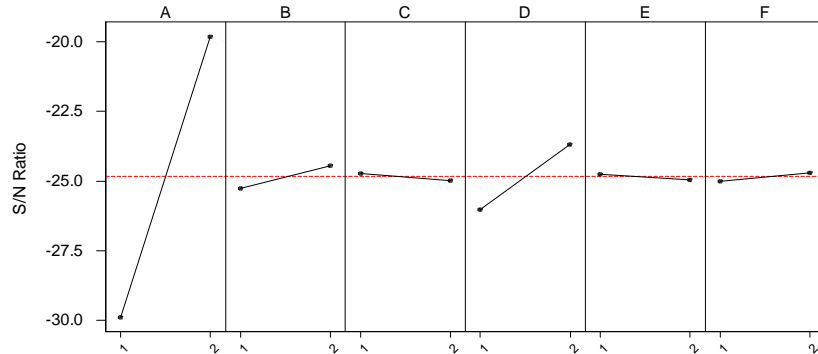




# DOE 回應圖

## 1. 紙粉回應圖

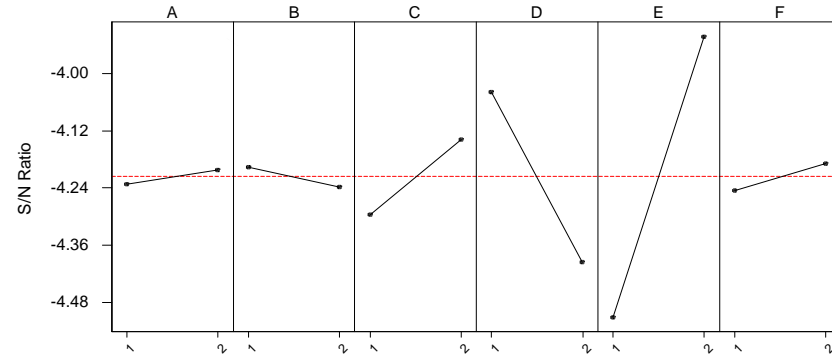
Main Effects Plot for S/N Ratios



最佳操作組合：A2B2C1D2E1F2

## 2. 透氣度回應圖

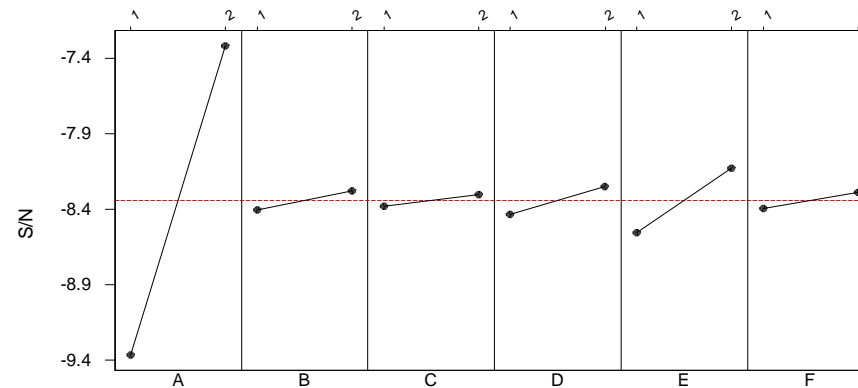
Main Effects Plot for S/N Ratios



最佳操作組合：A2B1C2D1E2F2

## 3. 紙粉+透氣度回應圖

Main Effects Plot (data means) for 總 S/N



最佳操作組合：A2B2C2D2E2F2



# ANOVA分析

## 1. 紙粉

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	1	203.927	203.927	203.927	1209.28	0.018
B	1	1.308	1.308	1.308	7.75	0.219
C	1	0.137	0.137	0.137	0.81	0.533
D	1	10.841	10.841	10.841	64.29	0.079
E	1	0.094	0.094	0.094	0.56	0.592
F	1	0.188	0.188	0.188	1.12	0.482
Error	1	0.169	0.169	0.169		
Total	7	216.663				

A、D為顯著因子

將不顯著因子與誤差項進行合併模式縮減分析

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	$\rho$
A	1	203.93	203.93	203.93	538.06	0.000	93.25%
D	1	10.84	10.84	10.84	28.61	0.003	4.13%
Error	5	1.90	1.90	0.38			
Total	7	216.66					

$\rho_{\text{error}} = 2.63\%$

$\rho_{\text{error}} : 2.63\% < 15\%$ 表示  
實驗並無忽略重要因子。

原組合 A2B1C2D1E2F2，經分析後最佳組合A2(B)(C)D2(E)(F)

最佳水準預測方程式： $S/N = -42.2155 + 9.32063A + 2.55205D$

S/N預測值 = -18.47014



# ANOVA分析

## 2.透氣度

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	1	0.00192	0.00192	0.00192	0.14	0.770
B	1	0.00351	0.00351	0.00351	0.26	0.700
C	1	0.04958	0.04958	0.04958	3.68	0.306
D	1	0.25472	0.25472	0.25472	18.91	0.144
E	1	0.69800	0.69800	0.69800	51.82	0.088
F	1	0.00609	0.00609	0.00609	0.45	0.623
Error	1	0.01347	0.01347	0.01347		
Total	7	1.02728				

↓ C、D、E為顯著因子  
 ↓ 將不顯著因子與誤差項進行合併模式縮減分析

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	ρ
C	1	0.04958	0.04958	0.04958	7.94	0.048	2.39%
D	1	0.25472	0.25472	0.25472	40.78	0.003	22.36%
E	1	0.69800	0.69800	0.69800	111.75	0.000	65.51%
Error	4	0.02498	0.02498	0.00625			$\rho_{\text{error}} = 9.73\%$
Total	7	1.02728					

$\rho_{\text{error}} : 9.73\% < 15\%$ 表示  
 實驗並無忽略重要因子。

原組合 A2B2C2D2E2F2 ，經分析後最佳組合(A)(B)C2D2E2(F)

最佳水準預測方程式：S/N=-4.36634+0.11365C-0.18015D+0.42931E

S/N預測值=-3.69836



# ANOVA分析

## 3. 紙粉+透氣度

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	1	8.3584	8.3584	8.3584	7.3E+04	0.002
B	1	0.0329	0.0329	0.0329	286.55	0.038
C	1	0.0108	0.0108	0.0108	94.57	0.065
D	1	0.0649	0.0649	0.0649	565.75	0.027
E	1	0.3686	0.3686	0.3686	3212.86	0.011
F	1	0.0223	0.0223	0.0223	194.08	0.046
Error	1	0.0001	0.0001	0.0001		
Total	7	8.8581				

↓ A、D、E為顯著因子  
將不顯著因子與誤差項進行合併模式縮減分析

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	ρ
A	1	8.3584	8.3584	8.3584	505.74	0.000	93.61%
D	1	0.0649	0.0649	0.0649	3.93	0.119	-0.01%
E	1	0.3686	0.3686	0.3686	22.30	0.009	-2.24%
Error	4	0.0661	0.0661	0.0165			
Total	7	8.8581					

$\rho_{\text{error}} = 6.40\%$

$\rho_{\text{error}} : 6.40\% < 15\%$ 表示  
實驗並無忽略重要因子。

原組合 A2B2C2D2E2F2，經分析後最佳組合A2(B)(C)D2E2(F)

最佳水準預測方程式： $S/N = -17.9837 + 4.08863A + 0.360304D + 0.85862E$

S/N預測值 = -7.1178



# 確認實驗

1. 預測方程式：

$$S/N = -17.2837 + 4.08863(\text{U-BOX 真空度}) + 0.360304(\text{3P前、後線壓}) + 0.85862(\text{X/Y/Z 紙漿流量})$$

$$S/N \text{ 預測值} = -7.1178$$

2. 確認實驗：

確認實驗			
U-BOX 真空度	3P前、後線壓	X/Y/Z 紙漿流量	S/N
28~31	1.7 kgf/cm2	37/43/20	-7.3614
28~31	1.7 kgf/cm2	37/43/20	-7.1368
28~31	1.7 kgf/cm2	37/43/20	-7.2356
28~31	1.7 kgf/cm2	37/43/20	-7.1703
28~31	1.7 kgf/cm2	37/43/20	-7.2669
平均			-7.2342

$$| \text{誤差} | = (-7.2342 - (-7.1178)) / -7.2342 = 1.61\%$$

誤差絕對值 1.61% < 5% 表示預測方程式是合適的。



# Cpk/Z值Analysis (改善後)

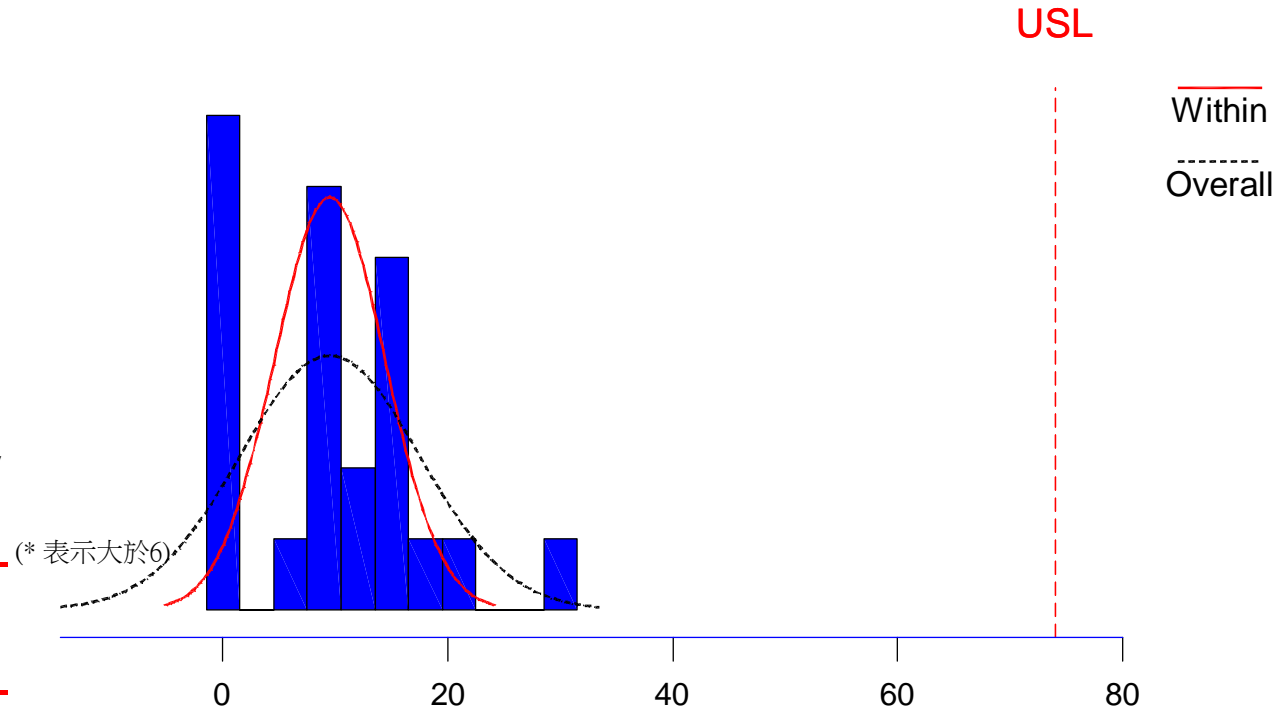
## Process Capability Analysis for 紙粉數權重

### Process Data

USL	74.0
Target	*
LSL	*
Mean	9.5
Sample N	24
StDev (Within)	4.92202
StDev (Overall)	7.98790

### Potential (Within) Capability

Z.Bench	*
Z.USL	13.10
Z.LSL	*
Cpk	4.37
Cpm	*



### Overall Capability

Z.Bench	*
Z.USL	8.07
Z.LSL	*
Ppk	2.69

### Observed Performance

PPM < LSL	*
PPM > USL	0.00
PPM Total	0.00

### Exp. "Within" Performance

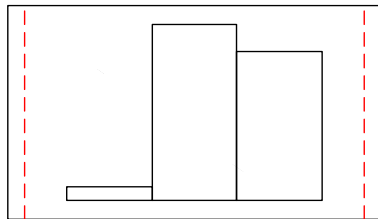
PPM < LSL	*
PPM > USL	0.00
PPM Total	0.00

### Exp. "Overall" Performance

PPM < LSL	*
PPM > USL	0.00
PPM Total	0.00



# Cpk/Z值Analysis(改善後)



## Process Capability Analysis for 透氣度

Box-Cox Transformation, With Lambda = 3.82

LSL\*

USL\*

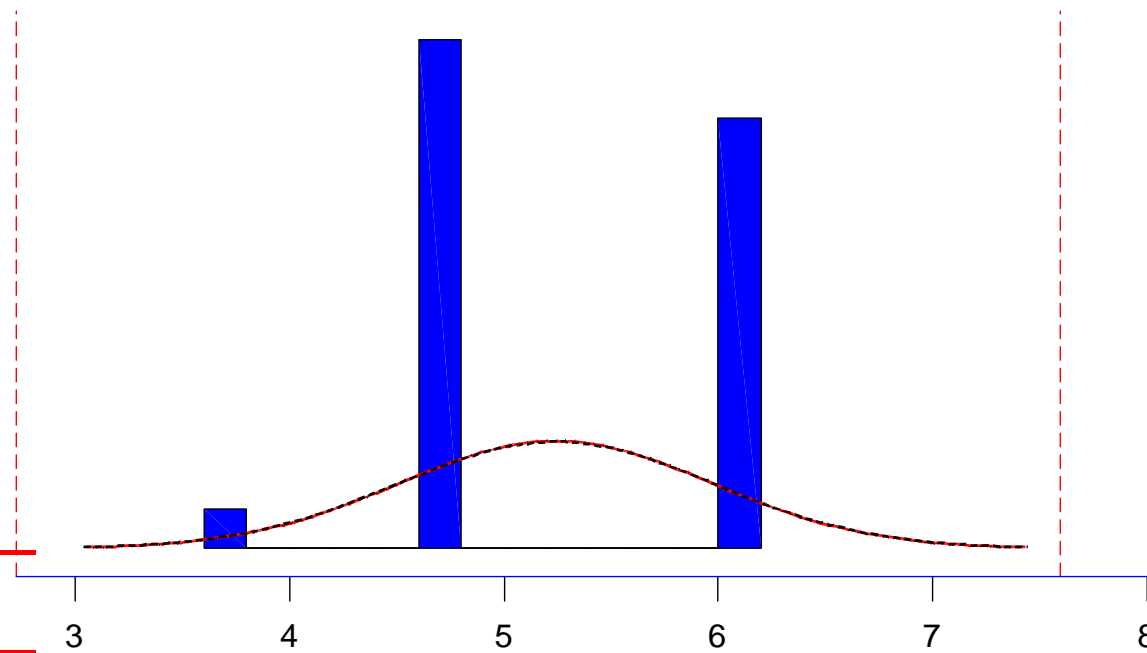
### Process Data

USL	1.70000
USL*	7.59128
Target	*
Target*	*
LSL	1.30000
LSL*	2.72435
Mean	1.54000
Mean*	5.24151
Sample N	50
StDev (Within)	0.0568
StDev* (Within)	0.7291
StDev (Overall)	0.0574
StDev* (Overall)	0.7341

### Potential (Within) Capability

Z.Bench	3.12
Z.USL	3.22
Z.LSL	3.45
Cpk	1.07

Cpm \*



Within  
-----  
Overall

Overall Capability	
Z.Bench	3.09
Z.USL	3.20
Z.LSL	3.43
Ppk	1.07

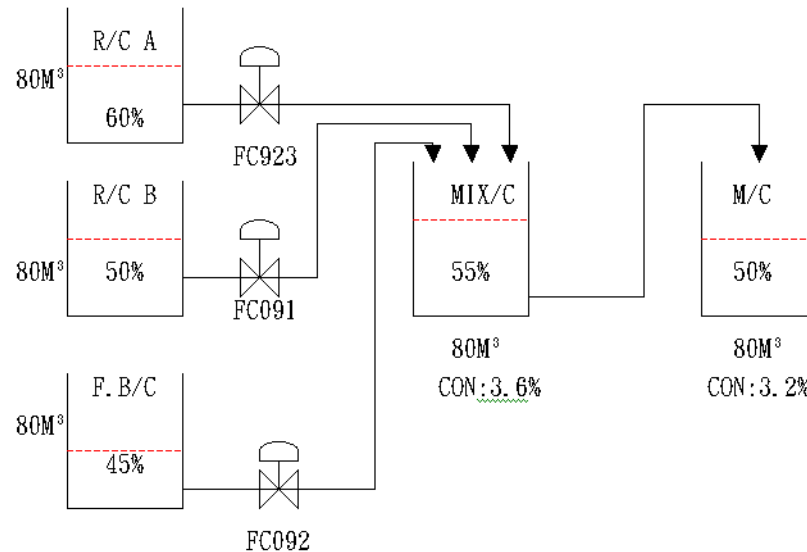
Observed Performance	
PPM < LSL	0.00
PPM > USL	0.00
PPM Total	0.00

Exp. "Within" Performance	
PPM < LSL*	277.97
PPM > USL*	635.00
PPM Total	912.97

Exp. "Overall" Performance	
PPM < LSL*	302.93
PPM > USL*	684.89
PPM Total	987.82



## 一、要求透氣度較高之CEM-1紙改抄初期作業管制重點：



1. 將壓部線壓調整在1P:1.9/1.9、2P:0.6/0.6、3P:1.7/1.7
2. 固定線壓後，以 X/Y= 60/40打入MIX/C，約34分鐘達到透氣度規格，  
X/Y/Z 配比 37/43/20
3. 損漿系統流量FC092以AUTO控制為0.6 M³/MIN
4. U-BOX真空度大於20cmHg
5. REEL PIT落紙其時間應在35~40分鐘後
6. REEL PIT處取樣檢驗品質(基重、厚度、密度、透氣度)，品質完全穩定後再捲取。
7. 紙卷捲取後，X/Y配比量應緩慢遞減微調至50/50，其所需時間至少需捲取2支SPOOL。





## 二、製程管制計畫：

1. 管制對象：  
透氣度、紙粉
2. 管制方法：  
採SPC(統計製程管制)
3. 收集資料：  
抄造IC紙時，每班隨機抽樣一個樣品檢驗原紙品質
4. 監控方式：  
以I-MR Chart管制圖監控
5. 監控到異常之處理措施：  
檢查關鍵X有無異常，如有則立即進行改善措施並持續觀察



# 管制計畫表

## 三、製程管制計畫表：

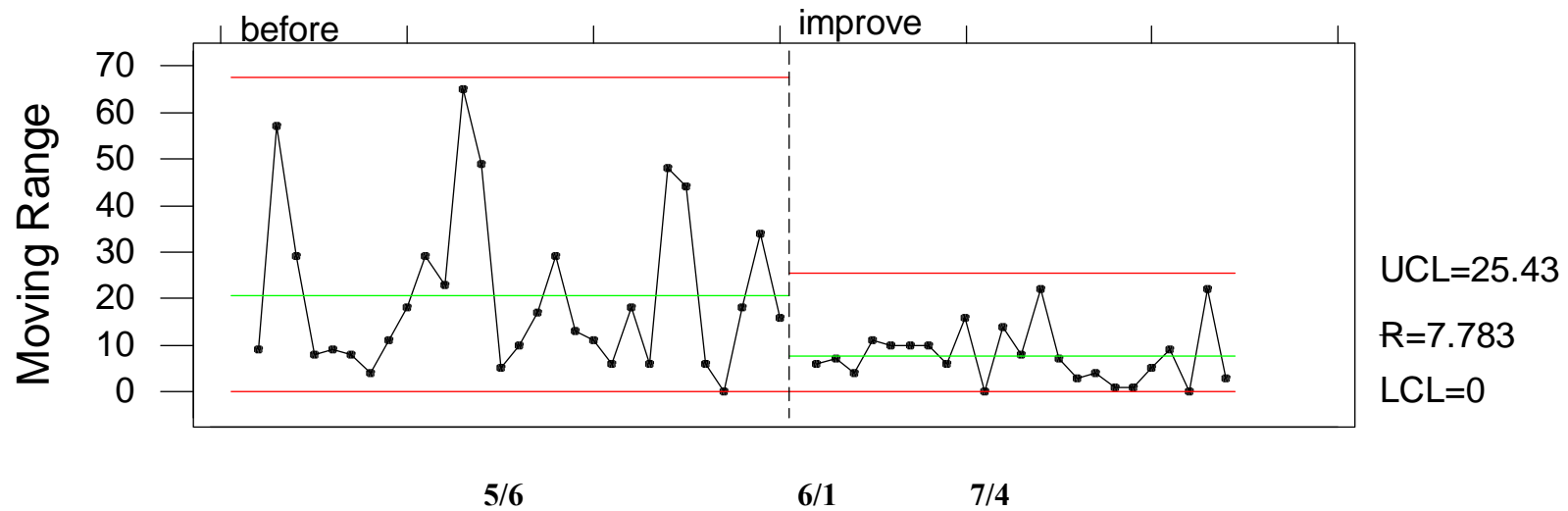
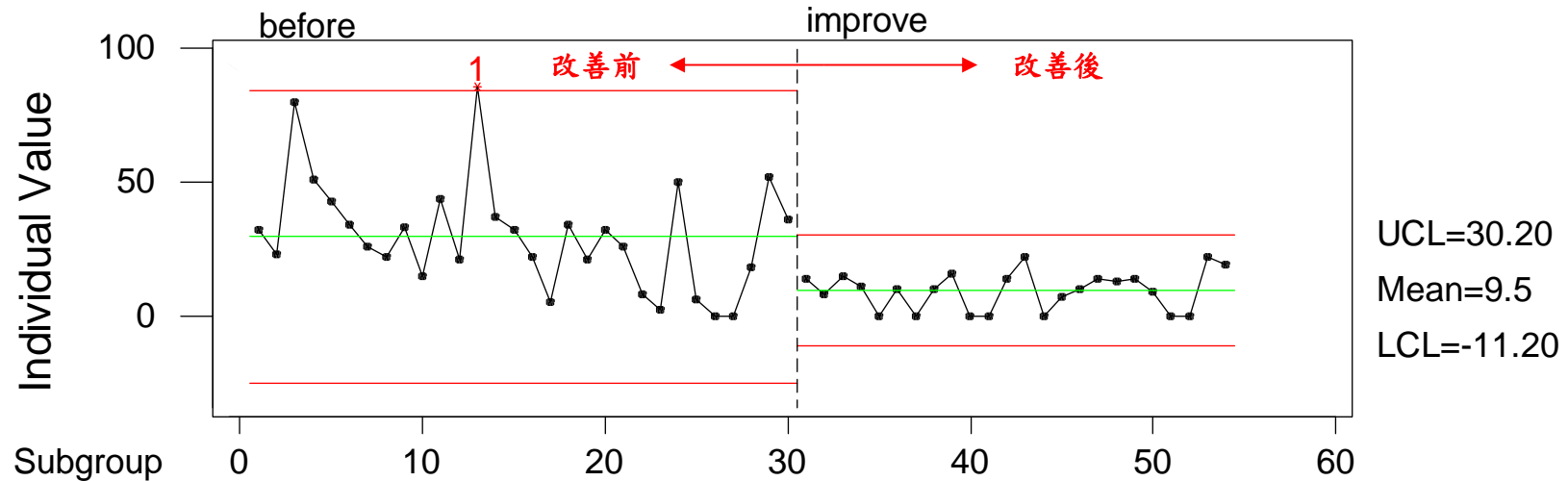
Control Plan

Process	Process Step	Input	Output	Process Spec (LSL,USL,Target)	Measurement System	Current Control Method (from FMEA)	Who	Where	When	Reaction Plan
濕部	壓部	壓部線壓	壓力記錄	1P/2P/3P : 1.9/0.6/1.7 kgf/cm <sup>2</sup>	儀錶指示	配合密度調整	領班	IP	每班	調整壓力
濕部	壓部	真空泵浦 (U-BOX 真空度)	真空度	20~34cmHg	儀錶指示	巡檢抄表	壓部人員	IP	每班	人員檢查
備料	備料	X/Y/Z 紙漿流量	透氣度	37/43/20	人員調整	控制配比	領班	IP	每班	調整配比



# 管制圖 (I-MR Chart)

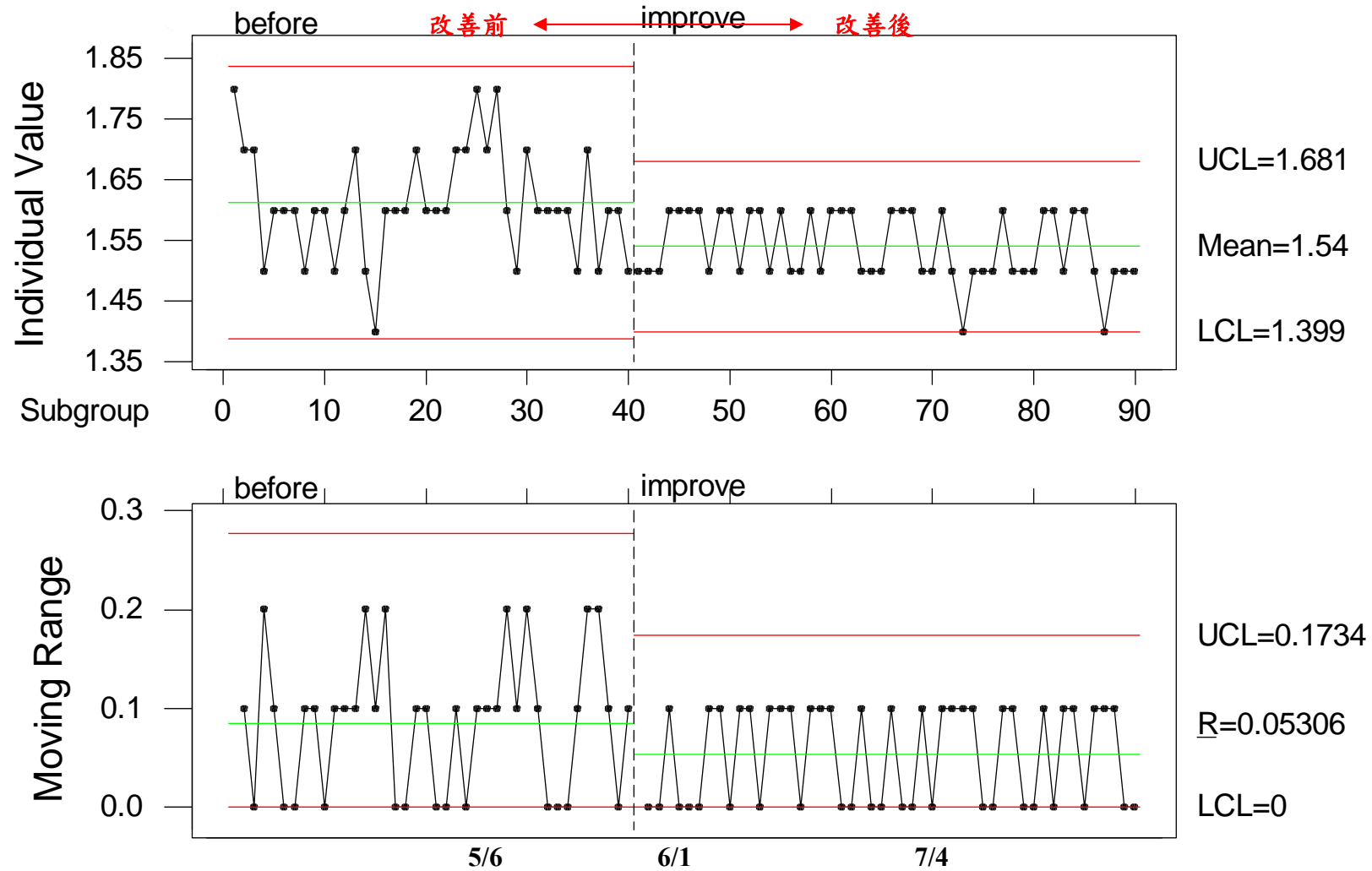
## I and MR Chart for 紙粉





# 管制圖 (I-MR Chart)

## I and MR Chart for 透氣度





## 改善前後製程能力之比較

### 1. 紙粉權重 由29.7降低至9.5，降低68 %

項目	改善前	改善後
紙粉權重	29.7	9.5
Cpk	0.81	4.37
Z bench	2.42	>6

### 2. 透氣度製程能力1.61提升到1.54。

項目	改善前	改善後
透氣度	1.61 (sec/100ml)	1.54 (sec/100ml)
Cpk	0.39	1.07
Z bench	1.17	3.12



## 專案改善成效

- 1.影響CEM-1紙品質特性之要因為：U-BOX真空度: $>20\text{cmHg}$ 、3P前後線壓: $1.7\text{ kg/cm}^2$ 、X/Y/Z紙漿配比:37/43/20 是本次專案之最佳條件值，未來會繼續針對這些因子持續監控改善。
- 2.此次專案目標：
  - (1)紙粉數降低50%  
經專案改善後紙粉權重由29.7下降為9.5，降低68 %
  - (2)透氣度製程能力由 $1.7\pm 0.1$  提升為 $1.5\pm 0.1$ (unit:sec/100ml)  
經專案改善後，透氣度製程能力由1.61提升到1.54
  - (3)原紙無皺折現象  
經專案改善後，已無發現皺折現象以上均有達到專案目標。
- 3.可節省回爐成本 1,972,800元/年。



## 7. 品質改善之手法和相關的統計工具

(1) 問題之界定：由產品層級追溯至零組件、半成品及設計階段之整體規劃、生產 / 製造。

EX：品質機能展開（QFD）、Benchmarking、產品及製造流程分析， etc.。

(2) 問題之發掘：以進行實驗產生之觀察值再作資料分析與解釋。

EX：實驗設計(DOE)、迴歸分析、田口式品質工程、製程能力分析， etc.。



## 品質改善之手法和相關的統計工具(續)

(3)問題之預測：著重於機率模式之建立 / 隨機過程之分析以尋找產品與製程之理想參數 / 容差。

EX：Strength-Stress分析、敏感度分析、Reliability/ Maintainability/ Availability(RMA)分析、失效模式及影響分析(FMEA)、Finite Elements、成本及效益分析。





# 品質改善之手法和相關的統計工具

(產品層級)

(製程/半成品)

(產品及製程規劃)

Product

In-process

Pre-Product/Process

檢驗及篩選

抽樣及檢驗

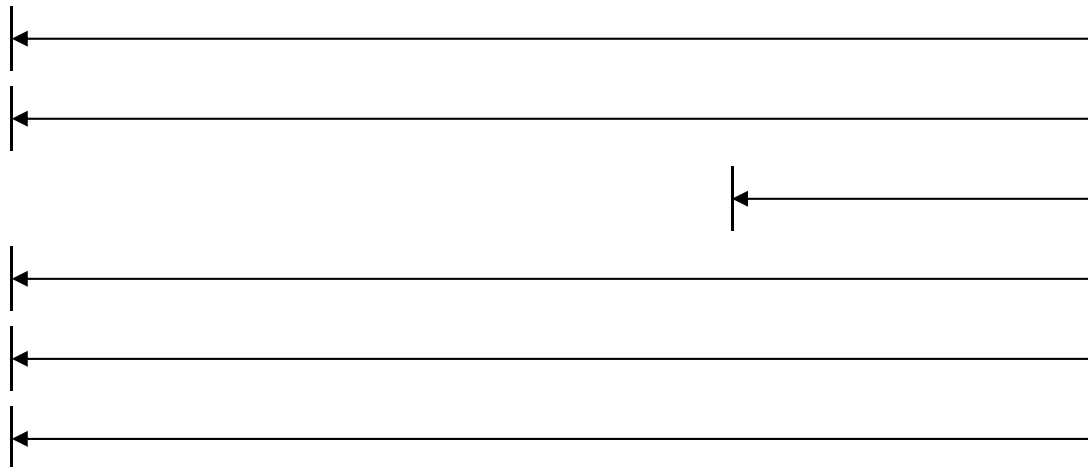
設計及分析

## Topics

## 適用範疇(Application Scope)

## 解題手法及統計工具

### 1. 問題定義(Definition)



1. 員工之充分授權(人力管理)
2. 品質改善規劃(TQM)
3. 品質機能展開(QFD)
4. 產品及製造流程分析
5. 伯拉圖及要因分析圖
6. 經營之標竿分析



2. 問題發掘手法(Discovery)

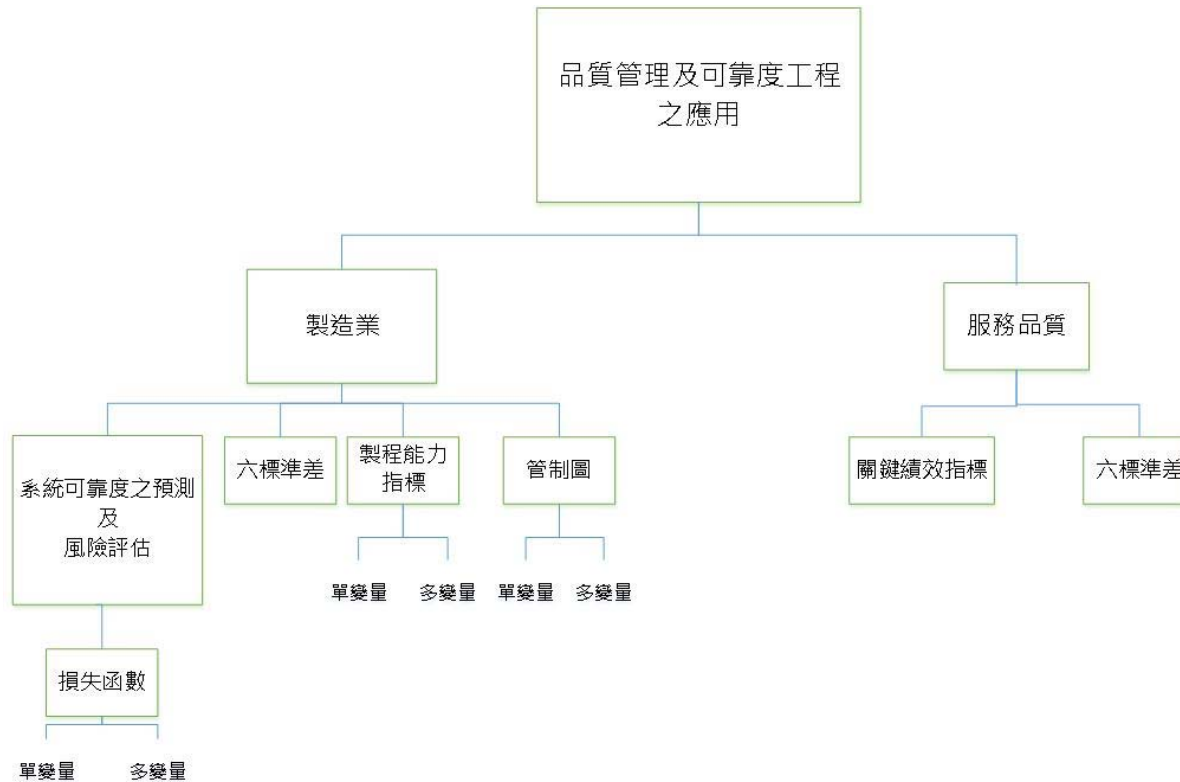
- 1. 全因子及部份因子等傳統實驗設計(DOE)
- 2. 田口式品質工程(Taguchi Methods)
- 3. 沙寧式實驗設計(Shainin Methods)
- 4. 迴歸分析(Regression Analysis)
- 5. 管制圖(Quality Control Charts)
- 6. 製程能力分析(Capability Analysis)
- 7. 產品之壽命測試(Life Testing)
- 8. 故障樹分析(FTA)

3. 預測手法(Prediction)

- 1. 失效模式及影響(FEMA)等風險分析
- 2. 成本效益分析(Cost-Benefit Analysis)
- 3. 蒙地卡羅模擬分析(Simulation)
- 4. 可靠度、可維修度及可用性分析(RAM)
- 5. 應力及強度分析(Stress-Strength)
- 6. 有限元素分析(Finite Elements)
- 7. 抽樣分析(Sampling Schemes)



# 研究領域：品質管理及可靠度工程之應用





## 8. 結論

WE MUST REDUCE VARIATION UNTIL WE HAVE SATISFIED IT.



如果要我以一句話向管理人員傳達品質改善的訊息 – 那就是  
盡可能減少變異

“If I had to reduce my message for management to just a few words , I’d say it all had to do with reducing variation.”

Dr . W. Edwards Deming