

國立成功大學統計學系

「品管實務」

指導教授：潘浙楠 博士

USB 外徑量測變異分析

作者：洪紹軒、李宗翰、王慧婷、許佳琳

中華民國九十七年一月

目錄

壹、 緒論.....	3
1.1 研究動機與目的.....	3
1.2 USB 簡介.....	3
1.3 要因分析圖.....	4
貳、 分析方法介紹.....	5
2.1 計量管制圖.....	5
2.2 計量 R&R.....	5
2.3 製程能力分析.....	6
參、 資料蒐集.....	7
3.1 樣本介紹.....	7
3.2 資料蒐集過程.....	7
3.3 資料蒐集結果.....	8
肆、 資料分析.....	9
4.1 平均數與全距管制圖.....	9
4.2 GAGE R&R 分析(ANOVA METHOD).....	10
4.2.1 Gage R&R for 長度.....	10
4.2.2 Gage R&R for 寬度.....	11
4.3 製程能力分析.....	13
伍、 結論.....	14
參考文獻.....	15

壹、緒論

1.1 研究動機與目的

在日常生活中，電腦已成了我們不可或缺的工具，不論是工作、打報告、寫作業、或是通訊、休閒娛樂甚至購物都可藉由電腦來執行。電腦要執行這麼多功能，當然也要借重其他的周邊商品，而目前一般的電腦周邊商品都是靠 USB 來連接。但在長時間的使用下，USB 接頭難免會產生形變而導致插不進電腦的插槽或是太過鬆動接觸不良，使電腦無法連結這些器具或是讀取資料。

因此，我們想藉由這次實驗來探討 USB 外徑長度與寬度的變異情形，運用上課所學的實驗設計方法來設計一個實驗以及老師所教的品管方法來分析實驗所得到的資料，並且說明人員與儀器的量測誤差和 USB 本身長度的變異與寬度的變異，探討其是否符合規格。

1.2 USB 簡介

若以 USB 的字面意思來看，其英文全稱是 Universal Serial Bus，而直接翻譯成中文是『通用串列匯流排』。USB 是由 Compaq、DEC、IBM、Intel、Microsoft、NEC 以及 Northern 等主要的電腦與電子科技大廠所研發與規劃出來的。

USB 是一種標準的連接界面，允許把外面的設備與電腦連接時，不必重新配置規劃系統，也不必打開機殼，另外調整界面卡的指撥開關。而連接上電腦時，電腦會自動識別這些周邊設備，並且配附適當的驅動程式，無需使用者再另外重新設定。以下，列出 USB 的諸多特性與優點：

1. USB 界面統一了各種周邊設備的連接頭，包含通訊界面、印表機界面、顯示器輸出、音效輸出入裝置、儲存設備等，都採用相同的 USB 界面規格。USB 界面就像是「萬用接頭」，只要將插頭插入，一切就可迎刃而解。
2. 即插即用(Plug-and-Play)，並能自動偵測與配置系統的資源。再者，無須系統資源的需求。也即是，USB 裝置不需要另外設定 IRQ 中斷、I/O 位址，以及 DMA 等的系統資源。
3. 具有「熱插拔」(Hot Attach &Detach)的特性，在作業系統的已開機的執行狀態中，隨時可以插入或拔離 USB 裝置，而不需再另外關閉電源。
4. USB 界面規格 1.1 中的 12Mbps 的傳送速度可滿足大部分的使用需求。當然，快速的 2.0 規格，提供最佳的傳輸率。

5. USB 最多可以連接 127 個周邊設備。因為 USB 界面使用 7-bit 的定址欄位，所以 2 的 7 次方等於 128。若扣掉 USB 主機預設給第一次接上的周邊設備使用，還剩 127 個位址可以使用。因此一部電腦最多可以連接 127 個 USB 裝置。

簡而言之，對於 USB 整體功能就是簡化外部周邊設備與主機之間的連線，並利用一條傳輸纜線上來串接各類型的周邊設備(如印表機之並列埠，數據機之串列埠)，解決了現今主機後面一大堆纜線亂繞的困境。它最大的好處是可以在不需要重新開機的情況之下安裝硬體。而 USB 在設計上可以讓高達 127 個周邊設備在匯流排上同時運作，並且擁有比傳統的 RS-232 串列與並列界面快上許多的資料傳輸速度。

1.3 要因分析圖

圖 1.1 為本組整理造成 USB 外徑不合規格的可能原因，分成 Measurements、Material、Personnel、Environment、Methods、Machines 主要七個因素。本次量測實驗僅探討人為因素。

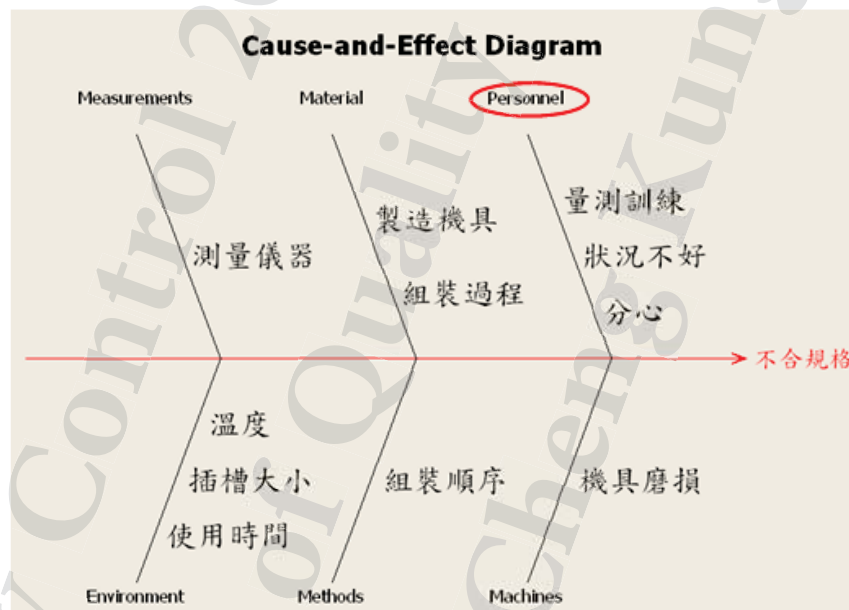


圖 1.1 要因分析圖(魚骨圖)

貳、 分析方法介紹

2.1 計量管制圖

管制圖依使用目的分成解析用及監控用，因其可以討論製程是否在在管制狀態，也可察覺出產品的非隨機模式，它被視為製程能力分析的主要工具；在此報告中，建立管制圖之目的在於解析製程是否呈穩定狀態；在開始使用管制圖時，製程平均數及標準差均未知，在此類管制圖中，平均數與全距管制圖($\bar{X} - R$ Chart)為應用廣泛的管制圖之一，故採取之；平均數與全距管制圖可分為 \bar{X} 管制圖與 R 管制圖， \bar{X} 管制圖可用以了解製程平均變化之狀態，而 R 管制圖則用以了解製程變異變化之情形，其中平均數與全距管制圖的基本假設為品質特性來自於常態分布。

2.2 計量 R&R

決定量測系統能力是很多品質和製程改善很重要的方面，而此部分常與量測值有很大關聯。某些觀察到的變異性是固有可以量測到的，而某些變異性則是起因於量測系統本身。量測系統可以由儀器或計量構成，且通常包含使用這些儀器或方法的操作員。量測系統能力分析的目的是：

1. 決定總觀測的變異性多少是起因於計量或者是儀器。
2. 在量測系統中隔離變異性的成分。
3. 評估儀器或計量是否合適。

一樣本對於量測系統能力的分析為不合理的模式如下：

$$y = x + \varepsilon$$

y 是總觀測的量測值， x 是單位產品的真實量測值， ε 是量測誤差。

假設 x 與 ε 的平均數分別為 μ 和 0，變異數為 σ_p^2 和 σ_{Gauge}^2 的常態獨立分配之

隨機變數，其中 σ_{Gauge}^2 又可分為量具誤差及量測誤差；量具誤差指同一量測

者在相同環境條件下，以相同的量具重複多次量測，可能產生多種量測值，此種誤差是來自量具本身，故稱為儀器重複性；而量測者誤差是指不同量測者在相同環境條件下，對同一物品量測所產生之誤差，此種誤差多半是量測訓練不足或未按標準方法量測之結果。總結來說，總觀測量測值之變異數 y 為

$$\sigma_{\text{Total}}^2 = \sigma_p^2 + \sigma_{\text{repeatability}}^2 + \sigma_{\text{reproducibility}}^2$$

另外，將計量能力與總規格或允差區做比較也是常使用的方法， $k \hat{\sigma}_{Gauge}$ 和允差區的比值被稱為允差精密度或 P/T 比，其公式為：

$$P/T = \frac{k \hat{\sigma}_{Gauge}}{USL - LSL}$$

公式中 k 值可以選 5.15 或 6。 k 值若為 5.15 時，相當於在 95% 的公差曲間範圍內，標準差界線值的總數包含至少 99% 的常態母體。 k 值若等於 6，標準差的總數相當於在常態母體一般的自然公差界線內。其中當 $P/T \leq 0.1$ 時，表示計量能力適當，這是因為一般認為量測的設計應該最大不可超過最終測量所需之正確值的 $1/10$ ，而當 $0.1 \leq P/T \leq 0.25$ 時，雖然不太滿意，但仍可以接受。

2.3 製程能力分析

製程能力可稱為製程之品質能力，係指產品在製造過程能達成品質準確度及一致性之程度。製程能力分析則是運用直方圖或管制圖所呈現之資訊，將製程變異程度和規格作一比較，以分析製造程序能否生產出符合規格之產品，並進而採取行動以維持或改進此種能力。

以下列出本報告所採用之製程能力綜合指標 C_{pk} ：此指標意在同時兼顧衡量製程之集中程度與變異程度，當 C_{pk} 值越大，表示製程能力越佳，

其公式為
$$C_{pk} = \min\left[\frac{\bar{X} - LSL}{3S}, \frac{USL - \bar{X}}{3S}\right]$$

而以下列出 C_{pk} 之等級與對應措施

表 2.1 C_{pk} 之分級與措施

等級	C_{pk}	改進措施
A	$1.67 \leq C_{pk}$	繼續保持
B	$1.33 \leq C_{pk} \leq 1.67$	改進至 A 級
C	$1.00 \leq C_{pk} \leq 1.33$	立即改進
D	$0.67 \leq C_{pk} \leq 1.00$	考慮停止生產
E	$0 \leq C_{pk} \leq 0.67$	立即停止生產

參、 資料蒐集

3.1 樣本介紹

本實驗的樣本來自成功大學統計系電腦教室的滑鼠，廠牌皆為 IBM 同型號滑鼠(如圖 3.1)，量測樣本共 25 個。



圖 3.1 量測所用滑鼠及 USB

3.2 資料蒐集過程

本研究量測工具為**微量器**，來自國立成功大學統計學系工業統計與品質實驗室，此器材可量測的最小單位為 0.001mm。量測時間為 2008 年 1 月 18 日下午三點半到六點半，地點在工業統計與品質實驗室。

量測實驗的規劃為 2x25 的全因子試驗，重複量測三次，進行步驟如下：

1. 將 25 個滑鼠進行編號，貼上標籤紙。
2. 人員的指派：許佳琳(1)和李宗翰(2)負責量測長度，洪紹軒(1)和王慧婷(2)負責量測寬度。
3. 利用 Minitab 產生 2x25 全因子實驗(長度)，並重複三次，且將實驗順序作隨機處理。
4. 許佳琳和李宗翰先量測長度，洪紹軒和王慧婷負責記錄資料。
5. 再產生一個 2x25 全因子實驗(寬度)，重複三次，隨機化實驗順序。
6. 洪紹軒和王慧婷量測寬度，許佳琳和李宗翰負責記錄資料。
7. 完成量測工作。

3.3 資料蒐集結果

表 3.1 為經由 3.2 資料蒐集過程所得結果，接下來以此資料做分析與探討。

表 3.1 量測數據紀錄

長度	許佳琳			李宗翰			寬度	洪紹軒			王慧婷		
編號	1	2	3	1	2	3	編號	1	2	3	1	2	3
1	12.045	12.048	12.048	12.045	12.050	12.046	1	4.512	4.496	4.504	4.504	4.506	4.510
2	12.057	12.046	12.053	12.054	12.048	12.049	2	4.524	4.518	4.528	4.519	4.533	4.520
3	12.053	12.058	12.054	12.061	12.054	12.057	3	4.481	4.475	4.491	4.482	4.486	4.491
4	12.056	12.059	12.056	12.049	12.062	12.056	4	4.507	4.508	4.506	4.510	4.521	4.518
5	12.065	12.058	12.054	12.066	12.056	12.057	5	4.512	4.516	4.512	4.513	4.510	4.516
6	12.074	12.070	12.078	12.077	12.076	12.078	6	4.470	4.475	4.468	4.485	4.492	4.487
7	12.058	12.049	12.053	12.052	12.055	12.053	7	4.462	4.466	4.468	4.474	4.472	4.467
8	12.047	12.050	12.052	12.042	12.046	12.042	8	4.502	4.494	4.481	4.507	4.500	4.492
9	12.045	12.047	12.048	12.040	12.040	12.045	9	4.477	4.479	4.492	4.494	4.493	4.498
10	12.041	12.046	12.044	12.044	12.044	12.045	10	4.481	4.479	4.487	4.491	4.490	4.494
11	12.055	12.040	12.054	12.059	12.065	12.052	11	4.496	4.483	4.485	4.501	4.499	4.484
12	12.051	12.048	12.048	12.042	12.054	12.045	12	4.473	4.476	4.491	4.498	4.493	4.486
13	12.032	12.035	12.040	12.036	12.029	12.033	13	4.493	4.489	4.489	4.491	4.495	4.500
14	12.054	12.044	12.050	12.047	12.048	12.038	14	4.511	4.510	4.504	4.512	4.513	4.520
15	12.052	12.048	12.050	12.040	12.044	12.044	15	4.496	4.492	4.505	4.503	4.496	4.507
16	12.044	12.042	12.040	12.043	12.040	12.037	16	4.497	4.496	4.491	4.499	4.508	4.506
17	12.040	12.042	12.039	12.042	12.044	12.030	17	4.506	4.501	4.495	4.497	4.498	4.503
18	12.058	12.050	12.061	12.063	12.060	12.059	18	4.500	4.501	4.518	4.518	4.513	4.521
19	12.048	12.041	12.048	12.044	12.041	12.043	19	4.481	4.471	4.487	4.482	4.481	4.489
20	12.054	12.045	12.044	12.040	12.033	12.044	20	4.473	4.481	4.477	4.484	4.496	4.494
21	12.051	12.056	12.059	12.057	12.057	12.057	21	4.506	4.514	4.509	4.519	4.525	4.514
22	12.046	12.047	12.046	12.048	12.041	12.047	22	4.485	4.474	4.487	4.491	4.494	4.504
23	12.049	12.050	12.051	12.042	12.053	12.049	23	4.497	4.502	4.507	4.505	4.508	4.511
24	12.048	12.047	12.049	12.042	12.040	12.047	24	4.482	4.500	4.489	4.510	4.498	4.501
25	12.052	12.052	12.054	12.057	12.053	12.053	25	4.480	4.472	4.472	4.473	4.468	4.469

肆、資料分析

4.1 平均數與全距管制圖

圖 4.1 和 4.2 是許佳琳和李宗翰量測長度所得的 Xbar-R Chart，從圖中可以知道樣本 5、6、13、16、17 皆超出管制界線，這些點皆屬於不可歸屬原因的誤差，因此不將這些樣本點刪除。

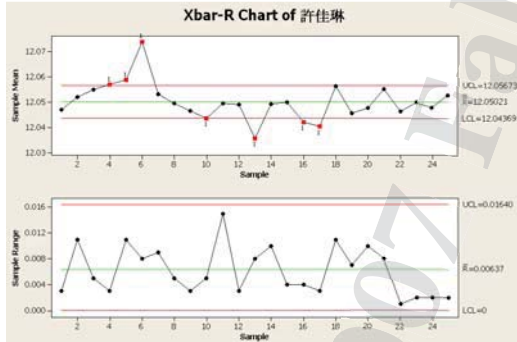


圖 4.1 許佳琳量長度之 Xbar-R Chart

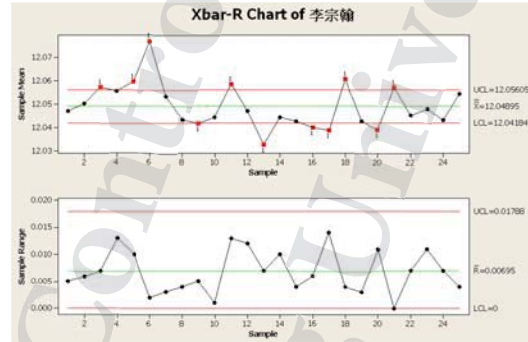


圖 4.2 李宗翰量長度之 Xbar-R Chart

圖 4.3 和 4.4 是洪紹軒和王慧婷量測寬度所得之 Xbar-R Chart，兩圖可以看出樣本 2、4、5、6、7、14、18、19、21、25 皆超出管制界線外，這些皆屬不可歸屬之原因。但從另一角度，由於寬度的量測範圍較大，導致容易造成量測誤差，因此會得到比長度更多超出管制界線的樣本。

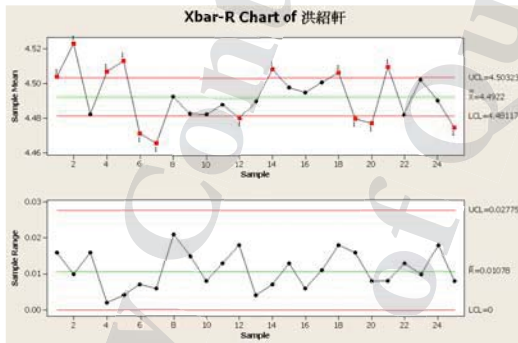


圖 4.3 洪紹軒量寬度之 Xbar-R Chart

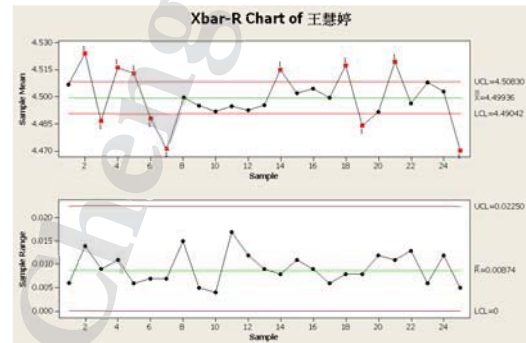


圖 4.4 王慧婷量寬度之 Xbar-R Chart

4.2 Gage R&R 分析(ANOVA Method)

下面進行 Gage R&R 分析，所採用方法為 ANOVA，另外，從圖 4.5 可以知道 USB 的目標規格和規格界限，因此在計算變異所佔比例的同時，亦看 P/T Ratio。

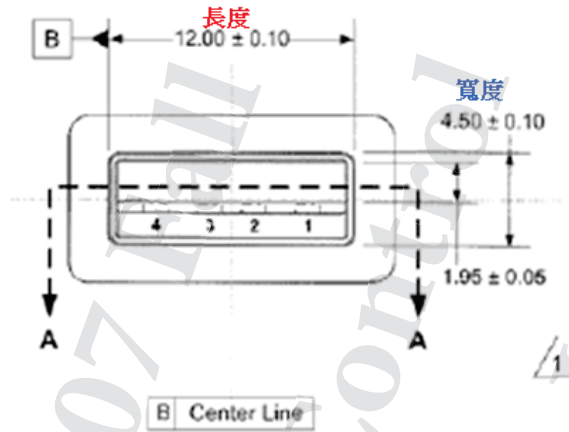


圖 4.5 目標規格(來自 USB 協會 <http://www.usb.org>)

4.2.1 Gage R&R for 長度

Minitab 執行的結果如下所示，由於樣本和操作員並無交互作用，所以沒有加上交互作用項，且操作員對於資料的影響不大，無論從 ANOVA 還是 Gage R&R 的 %Tolerance 都可看出操作員的量測誤差在可接受範圍內。

Two-Way ANOVA Table Without Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
滑鼠	24	0.0098474	0.0004103	24.4724	0.000
操作員	1	0.0000602	0.0000602	3.5886	0.061
Repeatability	124	0.0020790	0.0000168		
Total	149	0.0119865			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0000173	20.91
Repeatability	0.0000168	20.22
Reproducibility	0.0000006	0.70
操作員	0.0000006	0.70
Part-To-Part	0.0000656	79.09
Total Variation	0.0000829	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0.0041647	0.0249883	45.73	12.49
Repeatability	0.0040946	0.0245679	44.96	12.28
Reproducibility	0.0007607	0.0045642	8.35	2.28
操作員	0.0007607	0.0045642	8.35	2.28
Part-To-Part	0.0080988	0.0485927	88.93	24.30
Total Variation	0.0091069	0.0546412	100.00	27.32

Number of Distinct Categories = 2

4.2.2 Gage R&R for 寬度

下面是分析寬度的誤差來源，從 ANOVA 表可以知道，樣本變異來源除了來自產品本身外，更來自操作員，雖然 P/T Ratio=23.29%在 25%內，算是可接受的量測變異，但仍需要減少量測員間的變異。

Two-Way ANOVA Table Without Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
滑鼠	24	0.0284742	0.0011864	33.7808	0.000
操作員	1	0.0019225	0.0019225	54.7377	0.000
Repeatability	124	0.0043550	0.0000351		
Total	149	0.0347517			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0000603	23.91
Repeatability	0.0000351	13.93
Reproducibility	0.0000252	9.98
操作員	0.0000252	9.98
Part-To-Part	0.0001919	76.09
Total Variation	0.0002522	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0.0077644	0.0465864	48.89	23.29
Repeatability	0.0059263	0.0355579	37.32	17.78
Reproducibility	0.0050164	0.0300985	31.59	15.05
操作員	0.0050164	0.0300985	31.59	15.05
Part-To-Part	0.0138522	0.0831134	87.23	41.56
Total Variation	0.0158799	0.0952792	100.00	47.64

Number of Distinct Categories = 2

圖 4.6 和 4.7 是執行 Gage R&R 分析所得到的相關圖形報表，也是上述文字報表的圖表形式。

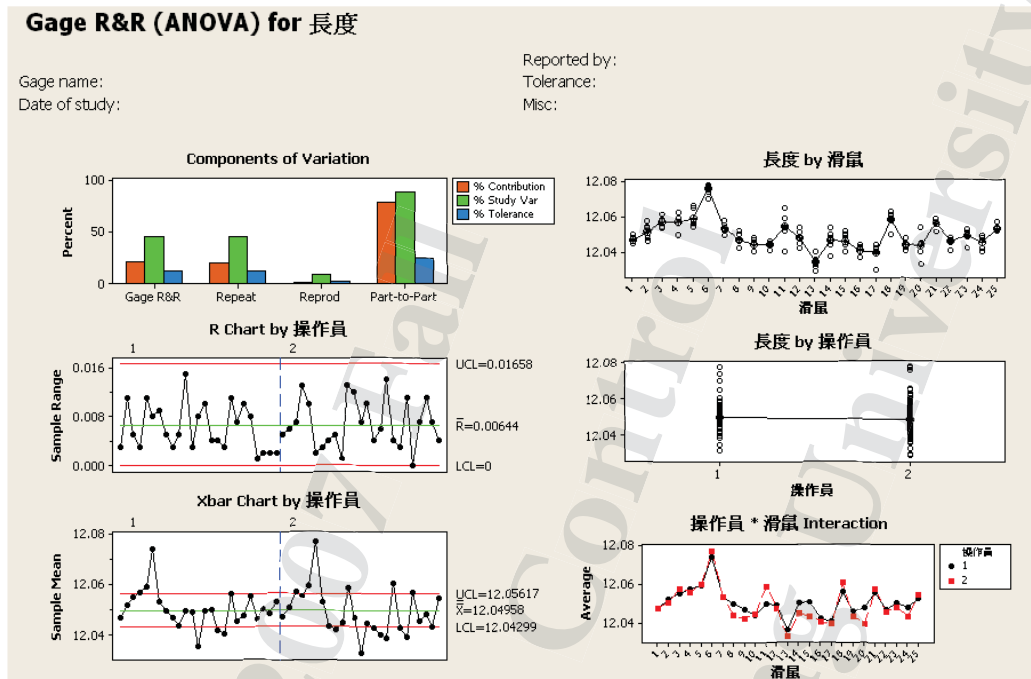


圖 4.6 Gage R&R for 長度的圖表分析

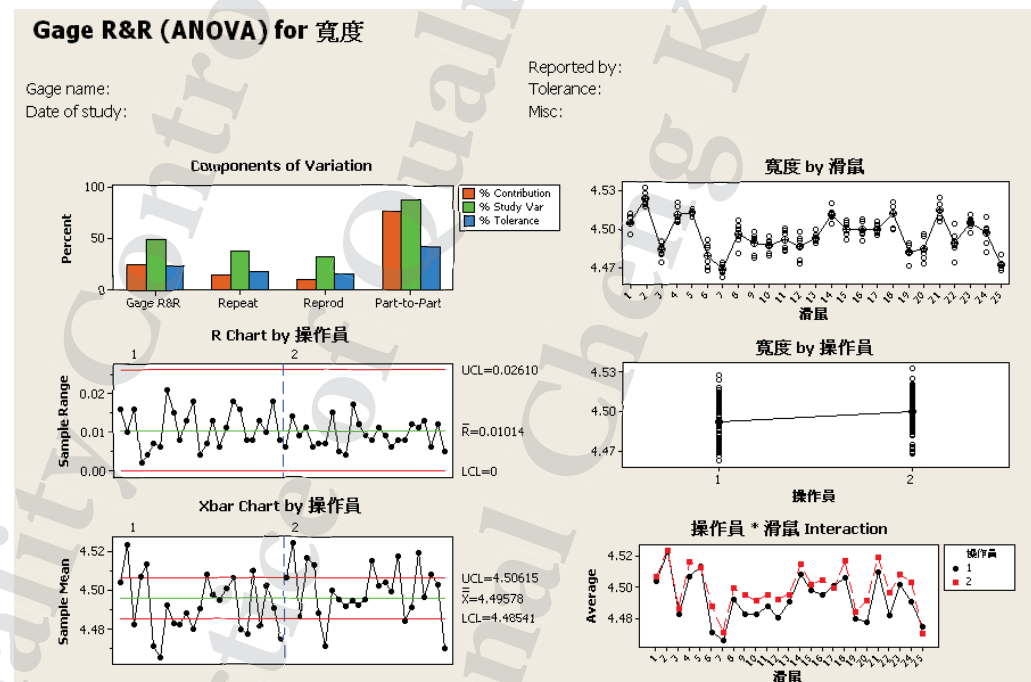


圖 4.7 Gage R&R for 寬度的圖表分析

4.3 製程能力分析

從前面知道可以量測誤差在可接受的範圍後，再來進行製程能力分析，圖 4.8 和 4.9 是製程能力分析所得結果。圖 4.8 為長度資料的分析，從常態機率圖可以知道該資料並不符合常態，此為分析上很大的缺點，因為前面所做的分析都在常態假設下進行，因此需要考慮重新檢視資料的正確性，甚至另外重新進行實驗，否則就要另尋其他分析方法。

而圖中得到 C_p 和 C_{pk} 值很良好，從 $C_{pk} > C_p$ 的結果得知製程向右偏移。Xbar Chart 有若干點超出管制界線外，R Chart 第 11 樣本離散程度大於管制上界。

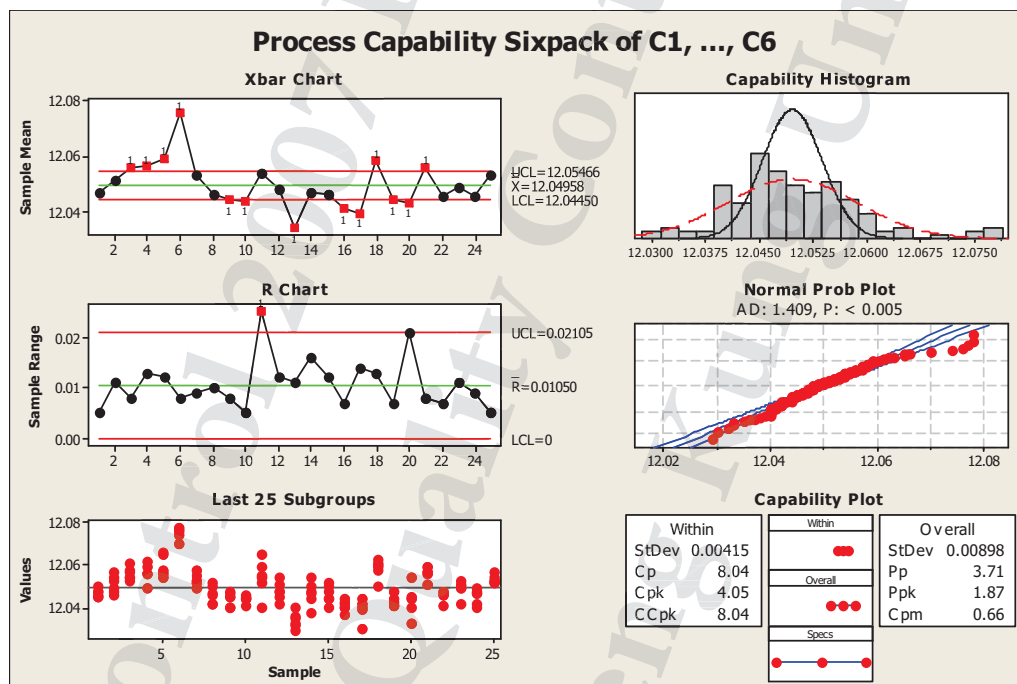


圖 4.8 長度之製程能力分析

圖 4.9 為寬度資料的分析，圖中顯示，資料符合常態假設，且變異比長度還大，這除了是產品本身所造成的結果外，量測員變異更大於產品變異，但在前面 P/T Ratio=23%在可接受的範圍內，因此仍可進行製程能力分析看 USB 的寬度這項產品特型表現如何。

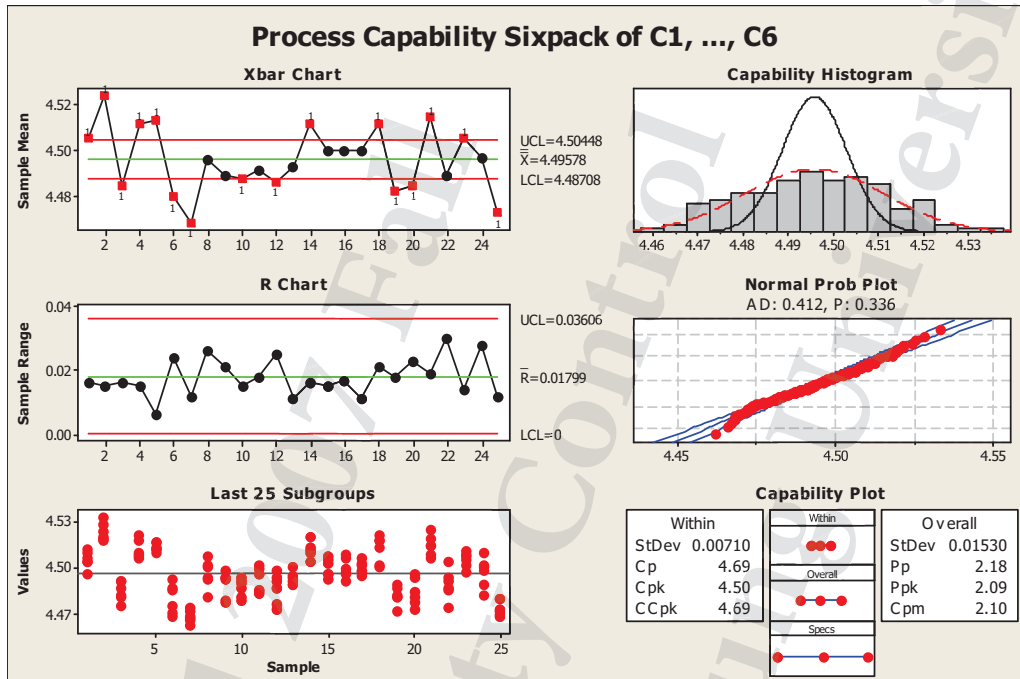


圖 4.9 寬度之製程能力分析

伍、 結論

本實驗所得到的量測誤差雖然佔總變異比例仍在可接受的範圍內，但仍然與目標比例1/10有段差距，而此部分的誤差從 ANOVA 表可得知變異都來自於操作員，由此得知，操作員的訓練相當的重要，尤其在實驗前，操作員之間應先溝通好量測的確切位置，以及量測手法也要要求一致性，以避免投入了大量的人力與時間，卻都是無勞無功；對此部份的瑕疵，建議再之後的研究能夠在操作員訓練的部份多花時間，並且應先執行前測，以便在執行正式實驗之前，就能夠找出實驗之遺漏，並減少實驗之花費，藉以改善實驗之非機遇原因所造成的誤差。另外，本實驗從製程能力分析所得到的結果顯示，IBM 公司所生產 USB 插頭的長度雖然製程能力指標皆在符合的範圍內，而其變異的範圍也在 USB 聯盟所制定的規格範圍內，但是從管制圖卻很明顯的看出製程已經偏移，雖然偏移範圍不大，但卻是一項重要的警訊，若不盡速改善其偏移情況，日益嚴重的結果，將會導致產品被盡數退回的窘境。

參考文獻

潘浙楠、李文瑞(民 92)。品質管理。台北市：華泰。

劉佳媛、黃明山、蔡華齡(民 96)。量測變異分析---統一科學麵 mini 包之淨重。國立成功大學統計學系，未出版，台南市。

USB 基本概念(無日期)。USB 實驗室。民 97 年 1 月 24 日，取自：
<http://www.usblab.idv.tw/>

Universal Serial Bus Cables and Connectors Class Document. (2007, August).
USB.org. Retrieved January 24, 2008, from the World Wide Web:
<http://www.usb.org/>

Quality Control 2007
Practice of Quality Control
National Cheng Kung University