



經濟部標準檢驗局 102 年度
自行研究計畫

報告書編號：102-59

水量計重複性與再現性的特性對 計量影響之探討與分析



經濟部標準檢驗局臺南分局第四課編印
中華民國 102 年 11 月

月份工作進度摘要預定表

研究題目		水量計重複性與再現性的特性對計量影響之探討與分析	
參與人員		高添佳、黃敏聖	
研究目標		1.購置不同廠牌水量計，探討與分析重複性與再現性的特性對計量影響。 2.所得結果回饋廠商，提供廠商探討其水量計特性。 3.所得結果回饋採購單位，做為驗收考量。 4.所得結果回饋總局，做為制定相關法規之參考。	
預定工作進度摘要			
年	月	工作摘要	預定進度
102	01	收集研究計畫相關資料	5%
102	02	收集研究計畫相關資料	5%
102	03	訪談國內製造廠商並購置樣品	20%
102	04	訪談國內製造廠商並購置樣品	30%
102	05	重複性與再現性對樣品計量影響測試	40%
102	06	重複性與再現性對樣品計量影響測試	50%
102	07	重複性與再現性對樣品計量影響測試	60%
102	08	重複性與再現性對樣品計量影響測試	70%
102	09	資料彙整分析	80%
102	10	資料彙整分析	90%
102	11	編輯印製研究報告	100%

標準檢驗局臺南分局 102 年度自行研究 報告提要表		填表人：高添佳、黃敏聖 填表日期：101.12.12	
研究報告名稱	水量計重複性與再現性的特性對計量影響之探討與分析		
研究單位 及研究人員	第四課 高添佳、黃敏聖	研究 期程	自 102 年 01 月 01 日 至 102 年 11 月 30 日
報 告 內 容 提 要			
<p>(一) 研究緣起與目的：</p> <p>我國民眾飲用水計量之水量計，是向台北市及台灣省兩家自來水公司租用，該兩家公司取得水量計程序：發包採購→廠商生產、檢定→兩家公司交貨驗收→裝置民眾家庭。而其中廠商檢定時，水量計在一個檢定測試台上一個位置測試，相對的，兩家公司在驗收測試時，也是在一個檢定測試台上一個位置測試，但是，如果水量計在不同檢定測試台上或不同位置測試時，是否造成不同的計量結果？由上述心中之存疑，激發一股探討重複性與再現性的特性是否會影響水量計計量？</p> <p>多年執行水量計檢定及型式認證性能測試，發現主管機關及製造商供水源不同，經濟部標準檢驗局係從 50 公尺高自由落體方式 $5\text{kgf}/\text{cm}^2$ 相當穩壓供水，整個水源相當飽滿；但製造商係以壓縮機加壓以達到供水壓力，雖然經過穩壓桶，是否可保持整個水源飽滿值得探討？經濟部標準檢驗局、自來水公司、製造商的檢定測試台能量不同，是否會影響水量計計量值得探討？是以本研究做進一步探討，以下列幾點為目標。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 購置不同廠牌水量計，探討與分析重複性與再現性的特性對計量影響。 2. 所得結果回饋廠商，提供廠商探討其水量計特性。 3. 所得結果回饋採購單位，做為驗收考量。 4. 所得結果回饋總局，做為制定相關法規之參考。 <p>(二) 研究方法與過程：</p> <p>購置不同廠牌水量計，在經濟部標準檢驗局臺南分局及各家廠商測試台，依水量計檢定檢查技術規範使用不同狀態測試後分析與探討。</p> <p>(三) 研究發現與建議：</p> <p>經由實驗結果得知，不同檢定位置下所進行的水錶檢測，</p>			

所產生的平均器差，確實不相同。而在大流情況下，器差最大的位置幾乎都出現在位置 4，僅廠牌 A 出現於位置 1，但其位置 4 的大流器差結果為第二名。這表示水公司或水錶製造商，對於檢定台位置 4，可多加小心留意。這可能是水流經過彎管出來後，流速或流量出現了較大的變異所造成的現象。

而在小流情況下，各位置的器差最大或最小值，就又更不明顯了；這原因可能是小流收集量小，水錶分度數不夠精細的原因；或是，水流流速慢，以致不同位置下，不會有特別明顯的差異出現。

雖然不同位置下，水錶檢定值並不一致，但基本上皆符合法定公差($\pm 2\%$)的範圍內。不會因為在位置 4，就超過法定公差。

在再現性的研究結果，大流情況下與重複性試驗相當吻合，雖然廠牌 C 其器差最大位置為 1 而非 4，但其位置 4 的器差值亦相當的大，所以，再現性呈現結果，與重複性幾乎一致。而小流情況下的不一致，可能跟前述原因一樣。

由以上結論，建議水公司或水錶製造商，可針對位置 4 進行改善或研究，以促使水錶能達到更穩定及更小器差的結果出現。

另外後續研究可將小流試驗進行改善，或許增加收集量，亦或許改善水錶的分度值，使其更精細，如此或能於不同位置進行小流測試中，產生新的發現。

目錄

一、	前言	5
二、	相關法令規範	6
三、	研究方法與過程	8
四、	研究分析	10
五、	結論與建議	15
六、	參考文件	16
七、	附錄	16

一、前言

我國民眾飲用水計量之水量計（俗稱水錶），是向台北市及台灣省兩家自來水公司租用，該兩家公司取得水量計的程序如下圖所示：



圖 1. 水公司取得水量計的程序圖

而其中製造廠商進行水表之檢定時，將水錶串接於檢定測試台進行檢測，由於每家製造商的設備不同，檢定台有大有小，水量計安裝於檢定測試台的位置也不相同，例如有的位於出水端、有的位於通水轉彎處、有的位於管路末端等；相對的，兩家水公司在驗收測試時，也是將水量計串接於檢定測試台上進行檢測；但是，如果水量計在不同檢定測試台上或不同位置測試時，是否造成不同的計量結果？由上述之疑問，激發一股探討不同檢定位置下，重複性與再現性的特性是否會影響水量計計量？

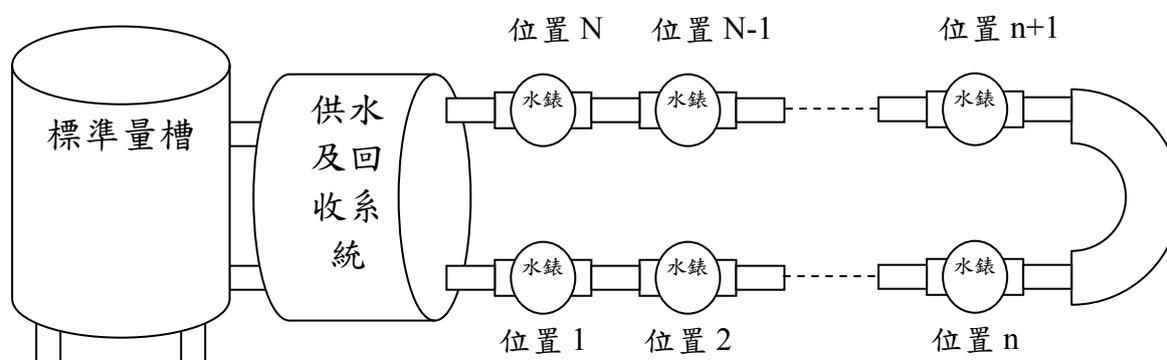


圖 2. 製造廠商水量計檢定系統圖

多年執行水量計檢定及型式認證性能測試，發現主管機關（經濟部標準檢驗局）及製造商供水源不同，標檢局係從 50 公尺高自由落體方式 5kgf/cm²（約 0.49MPa）相當穩壓供水，整個水源相當飽滿；但製造商係以壓縮機加壓以達到供水壓力，雖然經過穩壓桶，是否可保持整個水源飽滿值得探討？經濟部標準檢驗局、自來水公司、製造商的檢定測試台能量不同，是否會影響水量計計量值得探

討？是以本研究做進一步探討，以下列幾點為目標。

1. 購置不同廠牌水量計，探討與分析重複性與再現性的特性對計量影響。
2. 所得結果回饋廠商，提供廠商探討其水量計特性。
3. 所得結果回饋採購單位，做為驗收考量。
4. 所得結果回饋總局，做為制定相關法規之參考。

二、相關法令規範

度量衡法第 25 條 經主管機關指定應經型式認證之法定度量衡器，度量衡業應於國內製造或自國外輸入前，先向度量衡專責機關申請型式認證；經認可後，始得辦理檢定。度量衡器型式認證管理辦法第 2 條第 3 項第 1 款標稱口徑 13mm 以上 100mm 以下之渦流型及連結式水量計及第 2 款標稱口徑 13mm 以上 300mm 以下之容積型及速度型（奧多曼、單一噴嘴及多重噴嘴）水量計應經型式認證。因此，水量計應經型式認證認可後，再經檢定合格後才能流通於市場，以下摘錄本研究所依循的法令條文規範。

表 2.1 相關度量衡法

條文章節	度量衡法
25	經主管機關指定應經型式認證之法定度量衡器，度量衡業應於國內製造或自國外輸入前，先向度量衡專責機關申請型式認證；經認可後，始得辦理檢定。

表 2.2 相關度量衡器型式認證管理辦法

條文章節	度量衡器型式認證管理辦法
2	應經型式認證之法定度量衡器種類及範圍如下： 三、水量計： （一）標稱口徑 13mm 以上 100mm 以下之渦流型及連結式水量計。 （二）標稱口徑 13mm 以上 300mm 以下之容積型及速度型（奧多曼、單一噴嘴及多重噴嘴）水量計。

表 2.3 相關水量計檢定檢查技術規範

條文	水量計檢定檢查技術規範(第 3 版)
----	--------------------

章節																
2.5	常設流量 (Permanent flow-rate, q_p) : 水量計在正常使用狀況下以適當的方式操作時的流量, 例如在穩定及/或間歇流動狀況下。															
2.6	超載流量 (Overload flow-rate, q_s) : 水量計在短期間內不劣化而以適當的方式操作時的流量, 其值為 q_p 的 2 倍。															
2.7	最小流量 (Minimum flow-rate, q_{min}) : 水量計能夠指出仍在最大許可誤差內的最低流量。其由與水量計界定之數值的關係所導出。															
2.9	分界流量 (Transitional flow-rate, q_t) : 發生在超載流量及最小流量間的一個流量值, 流量範圍在此分為兩區, "上區"及"下區", 每區各訂定有最大許可誤差。															
4.2	壓力檢驗時每個水量計都要能夠承受 1.6 MPa 的壓力或標稱壓力 1.6 倍的壓力 1 min 重覆試驗 3 次後, 而不會由水量計滲出或損傷。															
4.3.1(2)	水量計裝妥後, 應先通水, 排除水量計及管線內之空氣, 然後以出水口旋塞 (閘) 調整檢定流量。水量計進口端管路應保有至少 5 kgf/cm ² 的正壓力。															
4.4	檢定檢查流量及最少檢定檢查水量															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N</th> <th rowspan="2">等級</th> <th colspan="2">流量</th> <th colspan="2">最少檢定檢查水量</th> </tr> <tr> <th>$q_t \sim 1.1 q_t$ (m³/h) 小流</th> <th>$0.9 q_p \sim q_p$ (m³/h) 大流</th> <th>$q_t \sim 1.1 q_t$ (L) 小流</th> <th>$0.9 q_p \sim q_p$ (L) 大流</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.5 (20mm)</td> <td>B</td> <td>0.200 ~ 0.220</td> <td>2.25 ~ 2.5</td> <td>50</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>	N	等級	流量		最少檢定檢查水量		$q_t \sim 1.1 q_t$ (m ³ /h) 小流	$0.9 q_p \sim q_p$ (m ³ /h) 大流	$q_t \sim 1.1 q_t$ (L) 小流	$0.9 q_p \sim q_p$ (L) 大流	2.5 (20mm)	B	0.200 ~ 0.220	2.25 ~ 2.5	50
N	等級			流量		最少檢定檢查水量										
		$q_t \sim 1.1 q_t$ (m ³ /h) 小流	$0.9 q_p \sim q_p$ (m ³ /h) 大流	$q_t \sim 1.1 q_t$ (L) 小流	$0.9 q_p \sim q_p$ (L) 大流											
2.5 (20mm)	B	0.200 ~ 0.220	2.25 ~ 2.5	50	300											
4.5	水量計之器差, 係以受檢水量計之顯示值減去通過水之實際體積, 然後除以通過水之實際體積算出百分比。															
4.6	水量計之檢定公差為所計量之 $\pm 2\%$ 。															

表 2.4 相關水量計型式認證技術規範

條文章節	水量計型式認證技術規範(性能試驗操作說明第 2 版)
5.2	器差檢驗
5.2.1	<p>檢驗依據： 容積型及速度型水量計依 CNS 14866-3 第 10.2.3.3 節規定, 進行器差檢驗。執行器差檢驗前, 應依據該水量計之度量等級, 由 CNS 14866-1 表 1、表 2 及表 5, 查表得出 q_{min}、q_t 及 q_s。再依下列流量點, 執行器差檢驗。</p> <p>(1) 介於 q_{min} 和 $1.1q_{min}$ 之間。公差為 $\pm 5\%$。</p>

	<p>(2) 介於 $0.5 (q_{\min} + q_t)$ 和 $0.55 (q_{\min} + q_t)$ 之間。公差為 $\pm 5\%$。</p> <p>(3) 介於 q_t 和 $1.1q_t$ 之間。公差為 $\pm 2\%$。</p> <p>(4) 介於 $0.25 (q_t + q_p)$ 和 $0.3 (q_t + q_p)$ 之間。公差為 $\pm 2\%$。</p> <p>(5) 介於 $0.45 q_p$ 和 $0.5 q_p$ 之間。公差為 $\pm 2\%$。</p> <p>(6) 介於 $0.9 q_p$ 和 q_p 之間。公差為 $\pm 2\%$。</p> <p>(7) 介於 $0.9 q_s$ 和 q_s 之間。公差為 $\pm 2\%$。</p>
5.9	加速磨耗檢驗
5.9.1	容積型及速度型水量計應依 CNS 14866-3 第 10.2.3.5 節之規定進行加速磨耗檢驗。在實施加速磨耗檢驗之後，以第 5.6 節之 7 個流量點實施器差檢驗。當在每一種流量所測出之器差，都落在公差許可差限界內或在公差許可差限界上，則可判定該檢驗符合要求。

三、研究方法與過程

依據水量計檢定作業程序 6.2.2.1 之內容：「受檢水量計可以多個串聯同時檢定...」，本研究的動機為不同檢定測試台上或不同位置測試時，是否造成不同的計量結果？故本研究利用水量計重複性與再現性的特性來探討不同檢定位置是否影響檢定結果。

本研究購置四種廠牌水量計（A、B、C 及 D），在經濟部標準檢驗局臺南分局實驗室進行試驗，本實驗室的設備如圖 3.1 所示，本研究的實驗進行如圖 3.2 所示。



圖 3.1 經濟部標準檢驗局台南分局水量計實驗室



圖 3.2 本研究水量計位置圖

3.1 檢定位置：

因水量計可以串聯檢定，各家廠商及水公司每次水量計檢定串

聯數量各異；然而每個位置點水量計所承受的水流條件也不同，再不同水流條件下，水量計隨機置於不同位置點執行檢定時是否造成計量影響是本研究的宗旨，故本研究從系統眾多位置點，擷取六個最具代表性的位置點測試(如圖 3.3)，收集相關資料數據，進行重複性及再現性之研究探討。

位置 1：系統第一個位置；為整個系統的進水端，承受最大的水壓及擾流影響。

位置 2：系統進水端中段位置；為系統其他中間位置的代表性，水流條件較穩定。

位置 3：系統轉彎前的位置；為轉彎處的出水端，水流阻力較大。

位置 4：系統轉彎後的位置；為轉彎處的進水端，會有擾流的產生。

位置 5：系統轉彎後中段位置；為系統其他中間位置的代表性，水流條件較穩定。

位置 6：系統最後的位置；為整個系統的出水端，承受最小的水壓及擾流影響。

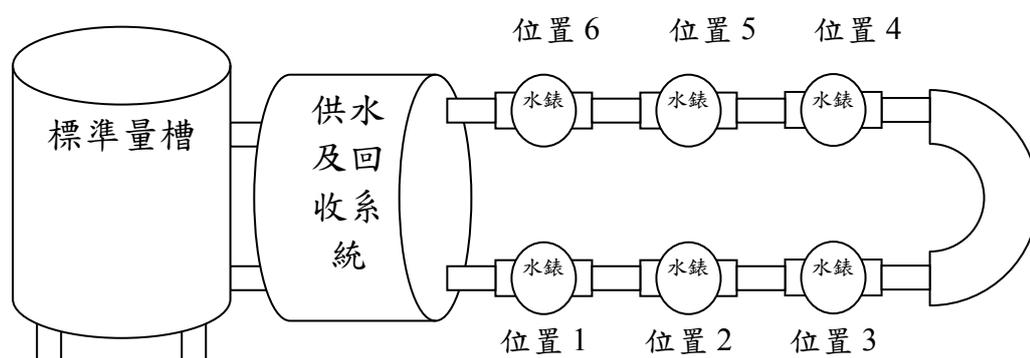


圖 3.3 水量計檢定位置圖

3.2 試驗標的

為避免只採用一家廠牌之水量計，會有廠商製造或設計時的盲點，故本研究將採用目前台灣自來水公司及台北水公司所採購之四家不同公司廠牌的 B 級水量計，及目前台灣民眾家用水錶最常用口徑 20mm 水量計進行試驗，詳細資料如表 3.1 所示。

表 3.1：本研究所使用之水量計資料

口徑	廠牌
20mm	儀鎮(YI)
	源泰(YT)
	坤慶(KC)

	弓銓(EMS)
--	---------

3.3 檢測流量及收集量

水量計型式認證技術規範器差檢驗共計 7 個流量點(如表 2.4)而水量計檢定檢查技術規範則從其中 7 個流量點擇取民眾最常用的流量(3)(以下簡稱小流)及流量(6)(以下簡稱大流)為檢定流量；故本研究將以此 2 點之流量及檢查水量來判定水量計計量的器差值，以符合實際使用情況的研究與分析。

表 3.2：流量、收集量及器差資料

	口徑 20mm		法定器差
	流量(m ³ /h)	收集量(L)	
流量(3)(小流) q _t ~ 1.1 q _t	0.2~0.22	50	±2%
流量(6)(大流) 0.9 q _p ~ q _p	2.25~2.5	300	±2%

3.4 器差計算

依據水量計檢定檢查技術規範第 4.5 節規定，水量計之器差，係以受檢水量計之顯示值（器示值 X）減去通過水之實際體積（理論收集量 Y），然後除以通過水之實際體積（Y）算出百分比，公式如下，不同流速及收集量的器差如表 3.2 所示：

$$\text{器差百分比} = \frac{X - Y}{Y} \times 100\%$$

四、研究分析

本研究將各廠牌口徑 20mm 之水錶，依不同檢定位置進行量測(位置 1~6)，各進行十次的大小流重複性檢定試驗，原始記錄資料詳如附錄表 1；另外本研究利用 Excel 軟體，將其平均器差及標準差彙整於下表(表 4.1~4.4)及下圖(圖 4.1~4.1)中，以利後續分析使用。

表 4.1：廠牌 A 於不同位置下之大小流平均器差

		位置	1	2	3	4	5	6
廠牌 A	大流	平均值	-0.53	-0.27	-0.13	-0.34	-0.14	-0.26
		標準差	0.04	0.03	0.01	0.06	0.02	0.03
	小流	平均值	0.26	0.36	0.32	0.04	0.32	0.32
		標準差	0.10	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10

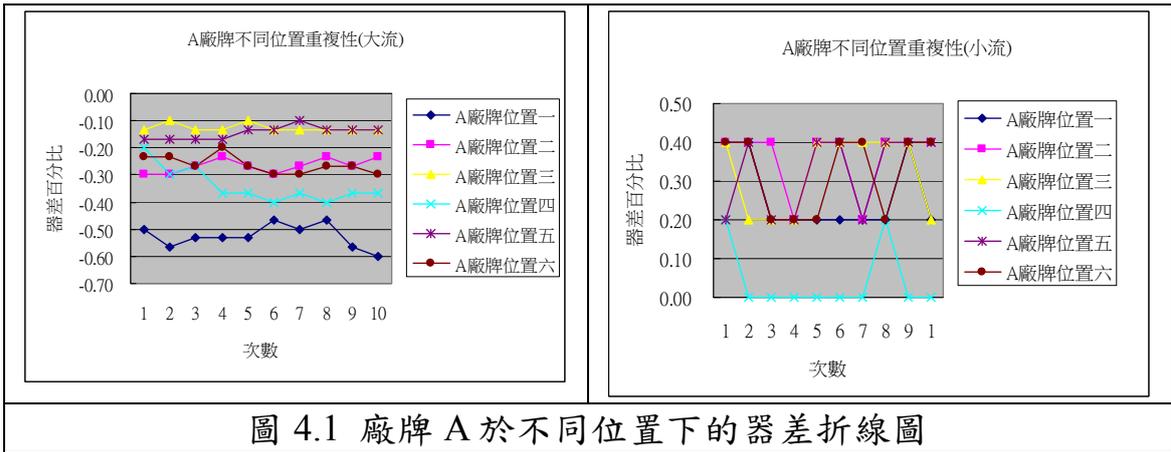


圖 4.1 廠牌 A 於不同位置下的器差折線圖

表 4.2：廠牌 B 於不同位置下之大小流平均器差

		位置	1	2	3	4	5	6
廠牌 B	大流	平均值	0.44	0.84	0.89	0.99	0.83	0.87
		標準差	0.01	0.03	0.05	0.03	0.04	0.03
	小流	平均值	0.06	0.16	0.24	0.16	0.18	0.14
		標準差	0.10	0.08	0.08	0.08	0.06	0.10

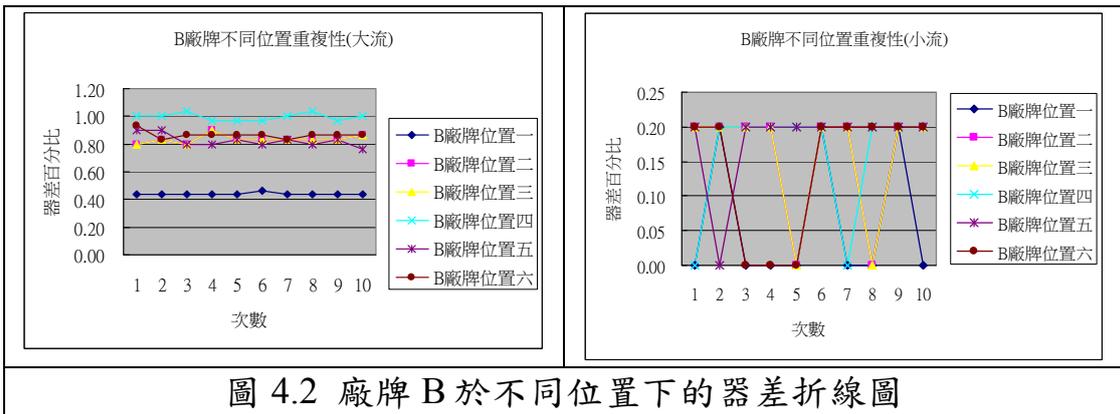


圖 4.2 廠牌 B 於不同位置下的器差折線圖

表 4.3：廠牌 C 於不同位置下之大小流平均器差

		位置	1	2	3	4	5	6
廠牌 C	大流	平均值	-0.32	-0.43	-0.20	-0.58	-0.51	-0.49
		標準差	0.04	0.02	0.04	0.04	0.05	0.05
	小流	平均值	0.10	0.08	0.12	-0.08	0.02	-0.20
		標準差	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11	0.13

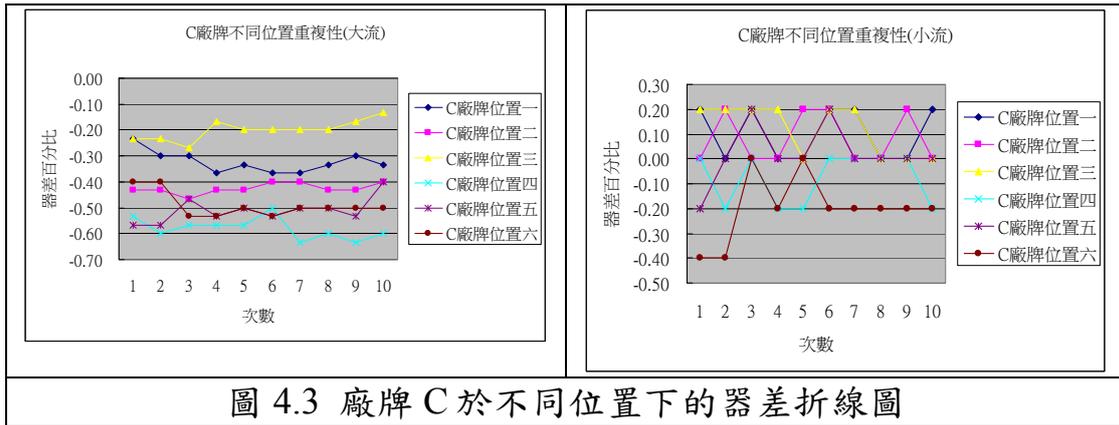


圖 4.3 廠牌 C 於不同位置下的器差折線圖

表 4.4：廠牌 D 於不同位置下之大小流平均器差

		位置	1	2	3	4	5	6
廠牌 D	大流	平均值	-0.90	-0.68	-0.71	-1.07	-0.45	-0.89
		標準差	0.02	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04
	小流	平均值	-0.24	-0.32	-0.40	-0.52	-0.52	-0.32
		標準差	0.08	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10

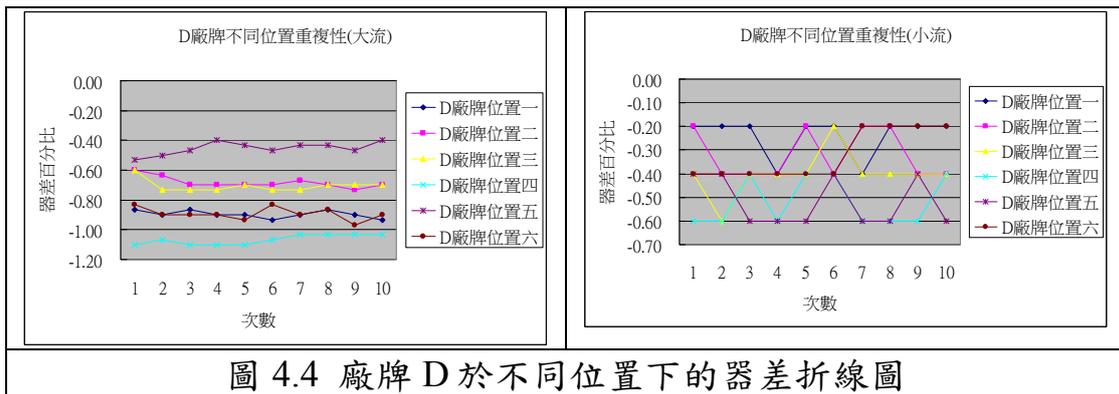


圖 4.4 廠牌 D 於不同位置下的器差折線圖

本研究首先利用變異數分析(ANOVA)，分析各廠牌水表於不同位置下進行檢定測試，所得的平均器差是否相等。進行 ANOVA 之前，必須先檢定樣本之變異數是否相等，在此，可先用哈雷檢定法(Hartley test)進行檢定，分析如下。

1、哈雷檢定法

$$H = \text{Max } s_i^2 / \text{Min } s_i^2$$

s_i ：不同位置的標準差， $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

在信賴水準 $\alpha = 0.05$ 之下，當 $H > H(6, 10, 0.05) = 7.81$ 時(查 Hartley 統計表)，表示顯著，即有證據顯示，各母體的變異數並不相同。

由哈雷檢定法得知廠牌 A、B、C 及 D 其 H 值皆小於 7.81(詳如

表 4.5)，即表示沒有證據顯示，各母體的變異數有差異。

表 4.5：本研究之哈雷檢定 H 值

	廠牌 A	廠牌 B	廠牌 C	廠牌 D
大流	4.58	4.96	2.36	1.71
小流	1.22	1.53	1.29	1.22

既然各母體變異數沒有顯著差異，我們再將資料進行變異數分析(ANOVA)，各廠牌之 ANOVA 分析表詳如附錄表 2，分析結果彙整於表 4.6，分析如下。

2、ANOVA 分析

(1)大流情況下

在 $\alpha = 0.05$ 的信賴水準之下，廠牌 A、B、C 及 D 所進行的大流測試，其 ANOVA 表中的 F 值分別為 134.1768、281.2416、100.0076 及 300.3045，皆大於臨界值 $F(5,54,0.05)=2.38$ ，即表示無顯著證據證明廠牌 A、B、C 及 D 於不同位置下所進行的大流測試，平均器差相同。

(2)、小流情況下

在 $\alpha = 0.05$ 的信賴水準之下，廠牌 A、B、C 及 D 所進行的小流測試，其 ANOVA 表中的 F 值分別為 13.33584、4.205455、11.32048 及 12.17455，也皆大於臨界值 $F(5,54,0.05)=2.38$ ，即表示無顯著證據證明廠牌 A、B、C 及 D 於不同位置下所進行的小流測試，平均器差相同。

表 4.6：本研究各廠牌大小流情況下之 ANOVA 分析 F 值

	廠牌 A	廠牌 B	廠牌 C	廠牌 D
大流	134.1768	281.2416	100.0076	300.3045
小流	13.33584	4.205455	11.32048	12.17455

3.個別分析說明

本研究將各廠牌於不同位置所做的大小流檢定測試，可用折線圖顯示，請參考圖 4.1~4.4。由折線圖可清楚了解重複性試驗下，不同位置呈現的結果；另外計算其平均值，並將各廠牌於大小流情況下，器差呈現最大及最小的位置整理於表 4.7 中，分別分析如下：

(1) 大流情況：

在大流情況下，各廠牌於各位置所顯示的檢定器差值，器差最小值分布位置並不一致；廠牌 A 於位置 3 平均器差最小(-0.13%)，於位置 1 平均器差最大(-0.53%)。廠牌 B 於位置 1 器差最小(0.44%)，於位置 4 器差最大(0.99%)；廠牌 C 於位置 3 器差最小(-0.2%)，於位置 4 器差最大(-0.58%)；廠牌 D 於位置 5 器差最小(-0.45%)，於位置 4 器差最大(-1.07%)。相關資料彙整於表 4.4。有趣的是，廠牌 A 器差最大第二名出現在位置 4，剛好與其他三廠牌器差最大第一名出現位置相同。

(2) 小流情況：

在小流情況下，各廠牌於各位置所顯示的檢定器差值，器差最小值分布位置也不太一致；廠牌 A 於位置 4 平均器差最小(0.04%)，於位置 2 平均器差最大(0.36%)。廠牌 B 於位置 1 器差最小(0.06%)，於位置 3 器差最大(0.24%)；廠牌 C 於位置 5 器差最小(0.02%)，於位置 6 器差最大(-0.20%)；廠牌 D 於位置 1 器差最小(-0.24%)，於位置 4 及 5 器差最大(-0.52%)。

相對於小流檢定收集量(50L)而言，水錶的最小分度數(0.1L)，就顯的不夠精細，如此就造成器差值太小，無法顯現出其差異性，故於統計分析上產生較不明顯的變化，即平均值接近，標準差也小。

(3) 折線圖：

雖然各廠牌水錶於大小流檢定試驗中，顯著其不同位置下，其器差皆不一致，但根據附錄圖 1 的折線圖可清楚呈現，所有廠牌水錶，於不同位置下，大小流檢定測試皆符合法定公差 ($\pm 2\%$) 範圍內。

表 4.7：各廠牌於大小流情況下器差最大及最小出現之位置

	大流		小流	
	器差最小位置	器差最大位置	器差最小位置	器差最大位置
A	3	1(4)	4	2
B	1	4	1	3
C	3	4	5	6
D	5	4	1	4、5

由以上資料得知，除了在大流情況下，器差最大位置較一致外，其他各廠牌顯示的位置都不盡相同。

4.再現性分析

將不同廠牌水錶於不同位置(位置 1~6)，不同時間，各進行三次大小流檢定試驗，以驗證其再現程度。再現性之平均值詳如附錄表 3，相關整理於下表 4.8 中。

在大流方面，呈現的結果與重複性試驗差不多，雖然廠牌 C 在器差最大位置為 1(-0.49)而非 4(-0.47)，但其於位置 4 時，與位置 1 器差僅差 0.02 而已(器差第二大)，表示其於位置 4 時，器差亦相當的大。

在小流方面，器差最小位置於器差最大位置一致，但器差最大位置卻不同，這是因為前述水表最小分度數不夠精密的關係，且小流誤差通常原比大流誤差來的小之緣故。

表 4.8：各廠牌於大小流情況下器差最大及最小出現之位置(再現性)

	大流		小流	
	器差最小位置	器差最大位置	器差最小位置	器差最大位置
A	3	1	4	1,3,5,6
B	1	4	1	2,4,6
C	3	1	2,4,5	3
D	5	4	1	5

五、結論與建議

1. 結論

由第四節中的變異數分析結果得知，不同檢定位置下所進行的水錶檢測，所產生的平均器差，確實不相同。而在大流情況下，器差最大的位置幾乎都出現在位置 4，僅廠牌 A 出現於位置 1，但其位置 4 的大流器差結果為第二名。這表示水公司或水錶製造商，對於檢定台位置 4，可多加小心留意。這可能是水流經過彎管出來後，流速或流量出現了較大的變異所造成的現象。

而在小流情況下，各位置的器差最大或最小值，就又更不明顯了；這原因可能是小流收集量小，水錶分度數不夠精細的原因；或是，水流流速慢，以致不同位置下，不會有特別明顯的差異出現。

雖然不同位置下，水錶檢定值並不一致，但基本上皆符合法定公差($\pm 2\%$)的範圍內。不會因為在位置 4，就超過法定公差。

在再現性的研究結果，大流情況下與重複性試驗相當吻合，雖然廠牌 C 其器差最大位置為 1 而非 4，但其位置 4 的器差值亦相當的大，所以，再現性呈現結果，與重複性幾乎一致。而小流情況下的不一致，可能跟前述原因一樣。

2. 建議

由於各個廠牌幾乎於位置 4 時，在大流情況下會出現較大的器差，可能是因為水流於轉彎後，造成水壓不定，產生擾流的狀況，而引起最後檢定器差較大；故水公司或水錶製造商，可針對此現象進行改善或研究，以促使水錶能達到更穩定及更小器差的結果出現。

另外後續研究可將小流試驗進行改善，或許增加收集量，亦或許改善水錶的分度值，使其更精細，如此或能於不同位置進行小流測試中，產生新的發現。

六、參考文件

1. 度量衡法
2. 度量衡器型式認證管理辦法
3. 水量計檢定檢查技術規範
4. 水量計型式認證技術規範

七、附錄

表 1. 廠牌 A、B、C 及 D 於位置 1、2、3、4、5 及 6 檢定測量結果 (重複性)

次數	廠牌 A—位置 1									
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V_{mi}	V_{mf}	V_m	V_a	E	V_{mi}	V_{mf}	V_m	V_a	E
	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	2962.4	3260.9	298.5	300	-0.50	3260.9	3311.1	50.2	50	0.40
2	3311.1	3609.4	298.3	300	-0.57	3609.4	3659.6	50.2	50	0.40
3	3659.6	3958.0	298.4	300	-0.53	3958.0	4008.1	50.1	50	0.20
4	4008.1	4306.5	298.4	300	-0.53	4306.5	4356.6	50.1	50	0.20
5	4356.6	4655.0	298.4	300	-0.53	4655.0	4705.1	50.1	50	0.20
6	4707.6	5006.2	298.6	300	-0.47	5006.2	5056.3	50.1	50	0.20
7	5056.3	5354.8	298.5	300	-0.50	5354.8	5404.9	50.1	50	0.20
8	5404.9	5703.5	298.6	300	-0.47	5703.5	5753.6	50.1	50	0.20
9	5753.6	6051.9	298.3	300	-0.57	6051.9	6102.1	50.2	50	0.40
10	6102.1	6400.3	298.2	300	-0.60	6400.3	6450.4	50.1	50	0.20
				平均	-0.53				平均	0.26
				標準差	0.04				標準差	0.10

廠牌 A—位置 2										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	9718.1	10017.2	299.1	300	-0.30	10017.2	10067.4	50.2	50	0.40
2	10067.4	10366.5	299.1	300	-0.30	10366.5	10416.7	50.2	50	0.40
3	10458.8	10758.0	299.2	300	-0.27	10758.0	10808.2	50.2	50	0.40
4	10808.2	11107.5	299.3	300	-0.23	11107.5	11157.6	50.1	50	0.20
5	11157.6	11456.8	299.2	300	-0.27	11456.8	11507.0	50.2	50	0.40
6	11507.0	11806.1	299.1	300	-0.30	11806.1	11856.3	50.2	50	0.40
7	11856.3	12155.5	299.2	300	-0.27	12155.5	12205.6	50.1	50	0.20
8	12205.6	12504.9	299.3	300	-0.23	12504.9	12555.1	50.2	50	0.40
9	12555.1	12854.3	299.2	300	-0.27	12854.3	12904.5	50.2	50	0.40
10	12904.5	13203.8	299.3	300	-0.23	13203.8	13254.0	50.2	50	0.40
				平均	-0.27				平均	0.36
				標準差	0.03				標準差	0.08

廠牌 A—位置 3										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	13567.7	13867.3	299.6	300	-0.13	13867.3	13917.5	50.2	50	0.40
2	13917.5	14217.2	299.7	300	-0.10	14217.2	14267.3	50.1	50	0.20
3	14267.3	14566.9	299.6	300	-0.13	14566.9	14617.0	50.1	50	0.20
4	14617.0	14916.6	299.6	300	-0.13	14916.6	14966.7	50.1	50	0.20
5	14966.7	15266.4	299.7	300	-0.10	15266.4	15316.6	50.2	50	0.40
6	15316.6	15616.2	299.6	300	-0.13	15616.2	15666.4	50.2	50	0.40
7	15666.4	15966.0	299.6	300	-0.13	15966.0	16016.2	50.2	50	0.40
8	16016.2	16315.8	299.6	300	-0.13	16315.8	16366.0	50.2	50	0.40
9	16366.0	16665.6	299.6	300	-0.13	16665.6	16715.8	50.2	50	0.40
10	16715.8	17015.4	299.6	300	-0.13	17015.4	17065.5	50.1	50	0.20
				平均	-0.13				平均	0.32
				標準差	0.01				標準差	0.10

廠牌 A—位置 4										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	17111.2	17410.6	299.4	300	-0.20	17410.6	17460.7	50.1	50	0.20
2	17460.7	17759.8	299.1	300	-0.30	17759.8	17809.8	50.0	50	0.00
3	17809.8	18109.0	299.2	300	-0.27	18109.0	18159.0	50.0	50	0.00
4	18466.9	18765.8	298.9	300	-0.37	18765.8	18815.8	50.0	50	0.00
5	18815.8	19114.7	298.9	300	-0.37	19114.7	19164.7	50.0	50	0.00
6	19164.7	19463.5	298.8	300	-0.40	19463.5	19513.5	50.0	50	0.00
7	19513.5	19812.4	298.9	300	-0.37	19812.4	19862.4	50.0	50	0.00
8	19862.4	20161.2	298.8	300	-0.40	20161.2	20211.3	50.1	50	0.20
9	20211.3	20510.2	298.9	300	-0.37	20510.2	20560.2	50.0	50	0.00
10	20560.2	20859.1	298.9	300	-0.37	20859.1	20909.1	50.0	50	0.00
				平均	-0.34				平均	0.04
				標準差	0.06				標準差	0.08

廠牌 A—位置 5										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	20969.6	21269.1	299.5	300	-0.17	21269.1	21319.2	50.1	50	0.20
2	21319.2	21618.7	299.5	300	-0.17	21618.7	21668.9	50.2	50	0.40
3	21668.9	21968.4	299.5	300	-0.17	21968.4	22018.5	50.1	50	0.20
4	22018.5	22318.0	299.5	300	-0.17	22318.0	22368.1	50.1	50	0.20
5	22368.1	22667.7	299.6	300	-0.13	22667.7	22717.9	50.2	50	0.40
6	22717.9	23017.5	299.6	300	-0.13	23017.5	23067.7	50.2	50	0.40
7	23067.7	23367.4	299.7	300	-0.10	23367.4	23417.5	50.1	50	0.20
8	23417.5	23717.1	299.6	300	-0.13	23717.1	23767.3	50.2	50	0.40
9	23767.3	24066.9	299.6	300	-0.13	24066.9	24117.1	50.2	50	0.40
10	24117.1	24416.7	299.6	300	-0.13	24416.7	24466.9	50.2	50	0.40
				平均	-0.14				平均	0.32
				標準差	0.02				標準差	0.10

廠牌 A—位置 6										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	24859.3	25158.6	299.3	300	-0.23	25158.6	25208.8	50.2	50	0.40
2	25208.8	25508.1	299.3	300	-0.23	25508.1	25558.3	50.2	50	0.40
3	25558.3	25857.5	299.2	300	-0.27	25857.5	25907.6	50.1	50	0.20
4	25907.6	26207.0	299.4	300	-0.20	26207.0	26257.1	50.1	50	0.20
5	26257.1	26556.3	299.2	300	-0.27	26556.3	26606.4	50.1	50	0.20
6	26606.4	26905.5	299.1	300	-0.30	26905.5	26955.7	50.2	50	0.40
7	26955.7	27254.8	299.1	300	-0.30	27254.8	27305.0	50.2	50	0.40
8	27305.0	27604.2	299.2	300	-0.27	27604.2	27654.3	50.1	50	0.20
9	27654.3	27953.5	299.2	300	-0.27	27953.5	28003.7	50.2	50	0.40
10	28003.7	28302.8	299.1	300	-0.30	28302.8	28353.0	50.2	50	0.40
				平均	-0.26				平均	0.32
				標準差	0.03				標準差	0.10

廠牌 B—位置 1										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	19589.2	19890.5	301.3	300	0.43	19890.5	19940.5	50.0	50	0.00
2	19940.5	20241.8	301.3	300	0.43	20241.8	20291.9	50.1	50	0.20
3	20291.9	20593.2	301.3	300	0.43	20593.2	20643.2	50.0	50	0.00
4	20643.2	20944.5	301.3	300	0.43	20944.5	20994.5	50.0	50	0.00
5	20994.5	21295.8	301.3	300	0.43	21295.8	21345.8	50.0	50	0.00
6	21345.8	21647.2	301.4	300	0.47	21647.2	21697.3	50.1	50	0.20
7	21697.3	21998.6	301.3	300	0.43	21998.6	22048.6	50.0	50	0.00
8	22048.6	22349.9	301.3	300	0.43	22349.9	22399.9	50.0	50	0.00
9	22399.9	22701.2	301.3	300	0.43	22701.2	22751.3	50.1	50	0.20
10	22751.3	23052.6	301.3	300	0.43	23052.6	23102.6	50.0	50	0.00
				平均	0.44				平均	0.06
				標準差	0.01				標準差	0.10

廠牌 B—位置 2										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	23497.9	23800.3	302.4	300	0.80	23800.3	23850.4	50.1	50	0.20
2	23850.4	24152.9	302.5	300	0.83	24152.9	24203.0	50.1	50	0.20
3	24203.0	24505.4	302.4	300	0.80	24505.4	24555.5	50.1	50	0.20
4	24555.5	24858.2	302.7	300	0.90	24858.2	24908.3	50.1	50	0.20
5	24908.3	25210.8	302.5	300	0.83	25210.8	25260.8	50.0	50	0.00
6	25260.8	25563.3	302.5	300	0.83	25563.3	25613.4	50.1	50	0.20
7	25613.4	25915.9	302.5	300	0.83	25915.9	25966.0	50.1	50	0.20
8	25966.0	26268.5	302.5	300	0.83	26268.5	26318.5	50.0	50	0.00
9	26318.5	26621.0	302.5	300	0.83	26621.0	26671.1	50.1	50	0.20
10	26671.1	26973.7	302.6	300	0.87	26973.7	27023.8	50.1	50	0.20
				平均	0.84				平均	0.16
				標準差	0.03				標準差	0.08

廠牌 B—位置 3										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	1385.6	1688.3	302.7	300	0.90	1688.3	1738.4	50.1	50	0.20
2	1738.4	2040.8	302.4	300	0.80	2040.8	2091.0	50.2	50	0.40
3	2091.0	2393.5	302.5	300	0.83	2393.5	2443.6	50.1	50	0.20
4	2443.6	2746.2	302.6	300	0.87	2746.2	2796.3	50.1	50	0.20
5	2796.3	3098.9	302.6	300	0.87	3098.9	3149.0	50.1	50	0.20
6	3151.4	3454.3	302.9	300	0.97	3454.3	3504.5	50.2	50	0.40
7	3504.5	3807.2	302.7	300	0.90	3807.2	3857.3	50.1	50	0.20
8	3857.3	4160.2	302.9	300	0.97	4160.2	4210.3	50.1	50	0.20
9	4210.3	4513.0	302.7	300	0.90	4513.0	4563.1	50.1	50	0.20
10	4563.1	4865.8	302.7	300	0.90	4865.8	4915.9	50.1	50	0.20
				平均	0.89				平均	0.24
				標準差	0.05				標準差	0.08

廠牌 B—位置 4										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V_{mi}	V_{mf}	V_m	V_a	E	V_{mi}	V_{mf}	V_m	V_a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	8213.9	8516.9	303.0	300	1.00	8516.9	8566.9	50.0	50	0.00
2	8566.9	8869.9	303.0	300	1.00	8869.9	8920.0	50.1	50	0.20
3	8975.1	9278.2	303.1	300	1.03	9278.2	9328.3	50.1	50	0.20
4	9328.3	9631.2	302.9	300	0.97	9631.2	9681.3	50.1	50	0.20
5	9681.3	9984.2	302.9	300	0.97	9984.2	10034.3	50.1	50	0.20
6	10034.3	10337.2	302.9	300	0.97	10337.2	10387.3	50.1	50	0.20
7	10387.3	10690.3	303.0	300	1.00	10690.3	10740.3	50.0	50	0.00
8	10740.3	11043.4	303.1	300	1.03	11043.4	11093.5	50.1	50	0.20
9	11093.5	11396.4	302.9	300	0.97	11396.4	11446.5	50.1	50	0.20
10	11446.5	11749.5	303.0	300	1.00	11749.5	11799.6	50.1	50	0.20
				平均	0.99				平均	0.16
				標準差	0.03				標準差	0.08

廠牌 B—位置 5										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V_{mi}	V_{mf}	V_m	V_a	E	V_{mi}	V_{mf}	V_m	V_a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	12115.9	12418.6	302.7	300	0.90	12418.6	12468.7	50.1	50	0.20
2	12468.7	12771.4	302.7	300	0.90	12771.4	12821.4	50.0	50	0.00
3	12821.4	13123.8	302.4	300	0.80	13123.8	13173.9	50.1	50	0.20
4	13173.9	13476.3	302.4	300	0.80	13476.3	13526.4	50.1	50	0.20
5	13526.4	13828.9	302.5	300	0.83	13828.9	13879.0	50.1	50	0.20
6	13879.0	14181.4	302.4	300	0.80	14181.4	14231.5	50.1	50	0.20
7	14231.5	14534.0	302.5	300	0.83	14534.0	14584.1	50.1	50	0.20
8	14584.1	14886.5	302.4	300	0.80	14886.5	14936.6	50.1	50	0.20
9	14936.6	15239.1	302.5	300	0.83	15239.1	15289.2	50.1	50	0.20
10	15289.2	15591.5	302.3	300	0.77	15591.5	15641.6	50.1	50	0.20
				平均	0.83				平均	0.18
				標準差	0.04				標準差	0.06

廠牌 B—位置 6										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	15688.3	15991.1	302.8	300	0.93	15991.1	16041.2	50.1	50	0.20
2	16041.2	16343.7	302.5	300	0.83	16343.7	16393.8	50.1	50	0.20
3	16393.8	16696.4	302.6	300	0.87	16696.4	16746.4	50.0	50	0.00
4	17058.4	17361.0	302.6	300	0.87	17361.0	17411.0	50.0	50	0.00
5	17411.0	17713.6	302.6	300	0.87	17713.6	17763.6	50.0	50	0.00
6	17763.6	18066.2	302.6	300	0.87	18066.2	18116.3	50.1	50	0.20
7	18116.3	18418.8	302.5	300	0.83	18418.8	18468.9	50.1	50	0.20
8	18468.9	18771.5	302.6	300	0.87	18771.5	18821.6	50.1	50	0.20
9	18821.6	19124.2	302.6	300	0.87	19124.2	19174.3	50.1	50	0.20
10	19174.3	19476.9	302.6	300	0.87	19476.9	19527.0	50.1	50	0.20
				平均	0.87				平均	0.14
				標準差	0.03				標準差	0.10

廠牌 C—位置 1										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	16966.0	17265.3	299.3	300	-0.23	17265.3	17315.4	50.1	50	0.20
2	17315.4	17614.5	299.1	300	-0.30	17614.5	17664.5	50.0	50	0.00
3	17664.5	17963.6	299.1	300	-0.30	17963.6	18013.7	50.1	50	0.20
4	18321.6	18620.5	298.9	300	-0.37	18620.5	18670.5	50.0	50	0.00
5	18670.5	18969.5	299.0	300	-0.33	18969.5	19019.5	50.0	50	0.00
6	19019.5	19318.4	298.9	300	-0.37	19318.4	19368.5	50.1	50	0.20
7	19368.5	19667.4	298.9	300	-0.37	19667.4	19717.5	50.1	50	0.20
8	19717.5	20016.5	299.0	300	-0.33	20016.5	20066.5	50.0	50	0.00
9	20066.5	20365.6	299.1	300	-0.30	20365.6	20415.6	50.0	50	0.00
10	20415.6	20714.6	299.0	300	-0.33	20714.6	20764.7	50.1	50	0.20
				平均	-0.32				平均	0.10
				標準差	0.04				標準差	0.11

廠牌 C—位置 2										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	20825.4	21124.1	298.7	300	-0.43	21124.1	21174.1	50.0	50	0.00
2	21174.1	21472.8	298.7	300	-0.43	21472.8	21522.9	50.1	50	0.20
3	21522.9	21821.5	298.6	300	-0.47	21821.5	21871.5	50.0	50	0.00
4	21871.5	22170.2	298.7	300	-0.43	22170.2	22220.2	50.0	50	0.00
5	22220.2	22518.9	298.7	300	-0.43	22518.9	22569.0	50.1	50	0.20
6	22569.0	22867.8	298.8	300	-0.40	22867.8	22917.9	50.1	50	0.20
7	22917.9	23216.7	298.8	300	-0.40	23216.7	23266.7	50.0	50	0.00
8	23266.7	23565.4	298.7	300	-0.43	23565.4	23615.4	50.0	50	0.00
9	23615.4	23914.1	298.7	300	-0.43	23914.1	23964.2	50.1	50	0.20
10	23964.2	24263.0	298.8	300	-0.40	24263.0	24313.0	50.0	50	0.00
				平均	-0.43				平均	0.08
				標準差	0.02				標準差	0.10

廠牌 C—位置 3										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	24704.5	25003.8	299.3	300	-0.23	25003.8	25053.9	50.1	50	0.20
2	25053.9	25353.2	299.3	300	-0.23	25353.2	25403.3	50.1	50	0.20
3	25403.3	25702.5	299.2	300	-0.27	25702.5	25752.6	50.1	50	0.20
4	25752.6	26052.1	299.5	300	-0.17	26052.1	26102.2	50.1	50	0.20
5	26102.2	26401.6	299.4	300	-0.20	26401.6	26451.6	50.0	50	0.00
6	26451.6	26751.0	299.4	300	-0.20	26751.0	26801.1	50.1	50	0.20
7	26801.1	27100.5	299.4	300	-0.20	27100.5	27150.6	50.1	50	0.20
8	27150.6	27450.0	299.4	300	-0.20	27450.0	27500.0	50.0	50	0.00
9	27500.0	27799.5	299.5	300	-0.17	27799.5	27849.5	50.0	50	0.00
10	27849.5	28149.1	299.6	300	-0.13	28149.1	28199.1	50.0	50	0.00
				平均	-0.20				平均	0.12
				標準差	0.04				標準差	0.10

廠牌 C—位置 4										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	2846.5	3144.9	298.4	300	-0.53	3144.9	3194.9	50.0	50	0.00
2	3194.9	3493.1	298.2	300	-0.60	3493.1	3543.0	49.9	50	-0.20
3	3543.0	3841.3	298.3	300	-0.57	3841.3	3891.3	50.0	50	0.00
4	3891.3	4189.6	298.3	300	-0.57	4189.6	4239.5	49.9	50	-0.20
5	4239.5	4537.8	298.3	300	-0.57	4537.8	4587.7	49.9	50	-0.20
6	4590.2	4888.7	298.5	300	-0.50	4888.7	4938.7	50.0	50	0.00
7	4938.7	5236.8	298.1	300	-0.63	5236.8	5286.8	50.0	50	0.00
8	5286.8	5585.0	298.2	300	-0.60	5585.0	5635.0	50.0	50	0.00
9	5635.0	5933.1	298.1	300	-0.63	5933.1	5983.1	50.0	50	0.00
10	5983.1	6281.3	298.2	300	-0.60	6281.3	6331.2	49.9	50	-0.20
				平均	-0.58				平均	-0.08
				標準差	0.04				標準差	0.10

廠牌 C—位置 5										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	9595.9	9894.2	298.3	300	-0.57	9894.2	9944.1	49.9	50	-0.20
2	9944.1	10242.4	298.3	300	-0.57	10242.4	10292.4	50.0	50	0.00
3	10334.2	10632.8	298.6	300	-0.47	10632.8	10682.9	50.1	50	0.20
4	10682.9	10981.3	298.4	300	-0.53	10981.3	11031.3	50.0	50	0.00
5	11031.3	11329.8	298.5	300	-0.50	11329.8	11379.8	50.0	50	0.00
6	11379.8	11678.2	298.4	300	-0.53	11678.2	11728.3	50.1	50	0.20
7	11728.3	12026.8	298.5	300	-0.50	12026.8	12076.8	50.0	50	0.00
8	12076.8	12375.3	298.5	300	-0.50	12375.3	12425.3	50.0	50	0.00
9	12425.3	12723.7	298.4	300	-0.53	12723.7	12773.7	50.0	50	0.00
10	12773.7	13072.5	298.8	300	-0.40	13072.5	13122.5	50.0	50	0.00
				平均	-0.51				平均	0.02
				標準差	0.05				標準差	0.11

廠牌 C—位置 6										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	13434.6	13733.4	298.8	300	-0.40	13733.4	13783.2	49.8	50	-0.40
2	13783.2	14082.0	298.8	300	-0.40	14082.0	14131.8	49.8	50	-0.40
3	14131.8	14430.2	298.4	300	-0.53	14430.2	14480.2	50.0	50	0.00
4	14480.2	14778.6	298.4	300	-0.53	14778.6	14828.5	49.9	50	-0.20
5	14828.5	15127.0	298.5	300	-0.50	15127.0	15177.0	50.0	50	0.00
6	15177.0	15475.4	298.4	300	-0.53	15475.4	15525.3	49.9	50	-0.20
7	15525.3	15823.8	298.5	300	-0.50	15823.8	15873.7	49.9	50	-0.20
8	15873.7	16172.2	298.5	300	-0.50	16172.2	16222.1	49.9	50	-0.20
9	16222.1	16520.6	298.5	300	-0.50	16520.6	16570.5	49.9	50	-0.20
10	16570.5	16869.0	298.5	300	-0.50	16869.0	16918.9	49.9	50	-0.20
				平均	-0.49				平均	-0.20
				標準差	0.05				標準差	0.13

廠牌 D—位置 1										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	9003.9	9301.3	297.4	300	-0.87	9301.3	9351.2	49.9	50	-0.20
2	9451.2	9748.5	297.3	300	-0.90	9748.5	9798.4	49.9	50	-0.20
3	9840.1	10137.5	297.4	300	-0.87	10137.5	10187.4	49.9	50	-0.20
4	10187.4	10484.7	297.3	300	-0.90	10484.7	10534.5	49.8	50	-0.40
5	10534.5	10831.8	297.3	300	-0.90	10831.8	10881.7	49.9	50	-0.20
6	10881.7	11178.9	297.2	300	-0.93	11178.9	11228.8	49.9	50	-0.20
7	11228.8	11526.1	297.3	300	-0.90	11526.1	11575.9	49.8	50	-0.40
8	11575.9	11873.3	297.4	300	-0.87	11873.3	11923.2	49.9	50	-0.20
9	11923.2	12220.5	297.3	300	-0.90	12220.5	12270.4	49.9	50	-0.20
10	12270.4	12567.6	297.2	300	-0.93	12567.6	12617.5	49.9	50	-0.20
				平均	-0.90				平均	-0.24
				標準差	0.02				標準差	0.08

廠牌 D—位置 2										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	12928.7	13226.9	298.2	300	-0.60	13226.9	13276.8	49.9	50	-0.20
2	13276.8	13574.9	298.1	300	-0.63	13574.9	13624.7	49.8	50	-0.40
3	13624.7	13922.6	297.9	300	-0.70	13922.6	13972.4	49.8	50	-0.40
4	13972.4	14270.3	297.9	300	-0.70	14270.3	14320.1	49.8	50	-0.40
5	14320.1	14618.0	297.9	300	-0.70	14618.0	14667.9	49.9	50	-0.20
6	14667.9	14965.8	297.9	300	-0.70	14965.8	15015.6	49.8	50	-0.40
7	15015.6	15313.6	298.0	300	-0.67	15313.6	15363.5	49.9	50	-0.20
8	15363.5	15661.4	297.9	300	-0.70	15661.4	15711.3	49.9	50	-0.20
9	15711.3	16009.1	297.8	300	-0.73	16009.1	16058.9	49.8	50	-0.40
10	16058.9	16356.8	297.9	300	-0.70	16356.8	16406.6	49.8	50	-0.40
				平均	-0.68				平均	-0.32
				標準差	0.04				標準差	0.10

廠牌 D—位置 3										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	16452.0	16750.2	298.2	300	-0.60	16750.2	16800.0	49.8	50	-0.40
2	16800.0	17097.8	297.8	300	-0.73	17097.8	17147.5	49.7	50	-0.60
3	17147.5	17445.3	297.8	300	-0.73	17445.3	17495.1	49.8	50	-0.40
4	17801.4	18099.2	297.8	300	-0.73	18099.2	18149.0	49.8	50	-0.40
5	18149.0	18446.9	297.9	300	-0.70	18446.9	18496.7	49.8	50	-0.40
6	18496.7	18794.5	297.8	300	-0.73	18794.5	18844.4	49.9	50	-0.20
7	18844.4	19142.2	297.8	300	-0.73	19142.2	19192.0	49.8	50	-0.40
8	19192.0	19489.9	297.9	300	-0.70	19489.9	19539.7	49.8	50	-0.40
9	19539.7	19837.6	297.9	300	-0.70	19837.6	19887.4	49.8	50	-0.40
10	19887.4	20185.3	297.9	300	-0.70	20185.3	20235.1	49.8	50	-0.40
				平均	-0.71				平均	-0.40
				標準差	0.04				標準差	0.09

廠牌 D—位置 4										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	20294.6	20591.3	296.7	300	-1.10	20591.3	20641.0	49.7	50	-0.60
2	20641.0	20937.8	296.8	300	-1.07	20937.8	20987.5	49.7	50	-0.60
3	20987.5	21284.2	296.7	300	-1.10	21284.2	21334.0	49.8	50	-0.40
4	21334.0	21630.7	296.7	300	-1.10	21630.7	21680.4	49.7	50	-0.60
5	21680.4	21977.1	296.7	300	-1.10	21977.1	22026.9	49.8	50	-0.40
6	22026.9	22323.7	296.8	300	-1.07	22323.7	22373.5	49.8	50	-0.40
7	22373.5	22670.4	296.9	300	-1.03	22670.4	22720.1	49.7	50	-0.60
8	22720.1	23017.0	296.9	300	-1.03	23017.0	23066.7	49.7	50	-0.60
9	23066.7	23363.6	296.9	300	-1.03	23363.6	23413.3	49.7	50	-0.60
10	23413.3	23710.2	296.9	300	-1.03	23710.2	23760.0	49.8	50	-0.40
				平均	-1.07				平均	-0.52
				標準差	0.03				標準差	0.10

廠牌 D—位置 5										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	24148.8	24447.2	298.4	300	-0.53	24447.2	24497.0	49.8	50	-0.40
2	24497.0	24795.5	298.5	300	-0.50	24795.5	24845.3	49.8	50	-0.40
3	24845.3	25143.9	298.6	300	-0.47	25143.9	25193.6	49.7	50	-0.60
4	25193.6	25492.4	298.8	300	-0.40	25492.4	25542.1	49.7	50	-0.60
5	25542.1	25840.8	298.7	300	-0.43	25840.8	25890.5	49.7	50	-0.60
6	25890.5	26189.1	298.6	300	-0.47	26189.1	26238.9	49.8	50	-0.40
7	26238.9	26537.6	298.7	300	-0.43	26537.6	26587.3	49.7	50	-0.60
8	26587.3	26886.0	298.7	300	-0.43	26886.0	26935.7	49.7	50	-0.60
9	26935.7	27234.3	298.6	300	-0.47	27234.3	27284.1	49.8	50	-0.40
10	27284.1	27582.9	298.8	300	-0.40	27582.9	27632.6	49.7	50	-0.60
				平均	-0.45				平均	-0.52
				標準差	0.04				標準差	0.10

廠牌 D—位置 6										
	大流					小流				
	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差	初讀數	終讀數	器示值	標準值	器差
	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E	V _{mi}	V _{mf}	V _m	V _a	E
次數	L	L	L	L	%	L	L	L	L	%
1	2378.4	2675.9	297.5	300	-0.83	2675.9	2725.7	49.8	50	-0.40
2	2725.7	3023.0	297.3	300	-0.90	3023.0	3072.8	49.8	50	-0.40
3	3072.8	3370.1	297.3	300	-0.90	3370.1	3419.9	49.8	50	-0.40
4	3419.9	3717.2	297.3	300	-0.90	3717.2	3767.0	49.8	50	-0.40
5	3767.0	4064.2	297.2	300	-0.93	4064.2	4114.0	49.8	50	-0.40
6	4116.5	4414.0	297.5	300	-0.83	4414.0	4463.8	49.8	50	-0.40
7	4463.8	4761.1	297.3	300	-0.90	4761.1	4811.0	49.9	50	-0.20
8	4811.0	5108.4	297.4	300	-0.87	5108.4	5158.3	49.9	50	-0.20
9	5158.3	5455.4	297.1	300	-0.97	5455.4	5505.3	49.9	50	-0.20
10	5505.3	5802.6	297.3	300	-0.90	5802.6	5852.5	49.9	50	-0.20
				平均	-0.89				平均	-0.32
				標準差	0.04				標準差	0.10

表 2. ANOVA 分析表

廠牌 A								
	大流				小流			
變異來源	自由度	平方和	均方和	F 值	自由度	平方和	均方和	F 值
組間變異	5	0.963533	0.192707	134.1768	5	0.6174	0.12348	13.33584
組內變異	54	0.077556	0.001436	---	54	0.5	0.009259	---
總變異	59	1.041089	---	---	59	1.1174	---	---

廠牌 B								
	大流				小流			
變異來源	自由度	平方和	均方和	F 值	自由度	平方和	均方和	F 值
組間變異	5	1.65215	0.33043	281.2416	5	0.1542	0.03084	4.205455
組內變異	54	0.063444	0.001175	---	54	0.396	0.007333	---
總變異	59	1.715594	---	---	59	0.5502	---	---

廠牌 C								
	大流				小流			
變異來源	自由度	平方和	均方和	F 值	自由度	平方和	均方和	F 值
組間變異	5	0.86735	0.17347	100.0076	5	0.696	0.1392	11.32048
組內變異	54	0.093667	0.001735	---	54	0.664	0.012296	---
總變異	59	0.961017	---	---	59	1.36	---	---

	廠牌 D							
	大流				小流			
變異來源	自由度	平方和	均方和	F 值	自由度	平方和	均方和	F 值
組間變異	5	2.07	0.414	300.3045	5	0.5952	0.11904	12.17455
組內變異	54	0.074444	0.001379	---	54	0.528	0.009778	---
總變異	59	2.144444	---	---	59	1.1232	---	---

表 3. 廠牌 A、B、C 及 D 於位置 1、2、3、4、5 及 6 檢定測量結果(再現性試驗)

位置	廠牌 A 大流					廠牌 A 小流				
	次數 1	次數 2	次數 3	平均值	標準差	次數 1	次數 2	次數 3	平均值	標準差
1	-0.47	-0.33	-0.30	-0.37	0.088192	0.20	0.40	0.20	0.27	0.1154701
2	-0.33	-0.37	-0.17	-0.29	0.107152	0.20	0.20	0.20	0.20	3.638E-12
3	-0.10	-0.07	-0.07	-0.08	0.019245	0.40	0.20	0.20	0.27	0.1154701
4	-0.20	-0.33	-0.23	-0.26	0.069389	0.00	0.00	-0.20	-0.07	0.1154701
5	-0.40	-0.20	-0.10	-0.23	0.152753	0.40	0.20	0.20	0.27	0.1154701
6	-0.23	-0.30	-0.47	-0.33	0.120185	0.40	0.20	0.20	0.27	0.1154701

位置	廠牌 B 大流					廠牌 B 小流				
	次數 1	次數 2	次數 3	平均值	標準差	次數 1	次數 2	次數 3	平均值	標準差
1	0.90	0.43	0.50	0.61	0.252396	0.00	0.20	0.00	0.07	0.11547
2	0.80	0.83	1.07	0.90	0.145297	0.20	0.20	0.20	0.20	2.1E-12
3	0.83	0.87	0.90	0.87	0.033333	0.00	0.20	0.20	0.13	0.11547
4	0.83	0.87	1.13	0.94	0.164429	0.00	0.20	0.40	0.20	0.2
5	0.77	0.93	0.93	0.88	0.096225	0.20	0.00	0.20	0.13	0.11547
6	0.70	0.97	1.03	0.90	0.176383	0.20	0.20	0.20	0.20	3.15E-12

位置	廠牌 C 大流					廠牌 C 小流				
	次數 1	次數 2	次數 3	平均值	標準差	次數 1	次數 2	次數 3	平均值	標準差
1	-0.57	-0.57	-0.33	-0.49	0.134715	0.00	0.20	0.00	0.07	0.11547
2	-0.40	-0.47	-0.37	-0.41	0.050918	0.00	0.00	0.00	0.00	0
3	-0.57	0.27	0.47	0.06	0.548061	0.00	0.20	0.40	0.20	0.2
4	-0.47	-0.47	-0.47	-0.47	3.5E-13	-0.20	0.20	0.00	0.00	0.2
5	-0.43	-0.33	-0.30	-0.36	0.069389	-0.20	0.00	0.20	0.00	0.2
6	-0.47	-0.43	-0.47	-0.46	0.019245	-0.20	0.00	0.00	-0.07	0.11547

位置	廠牌 D 大流					廠牌 D 小流				
	次數 1	次數 2	次數 3	平均值	標準差	次數 1	次數 2	次數 3	平均值	標準差
1	-0.80	-0.80	-0.87	-0.82	0.03849	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	1.05019E-12
2	-0.77	-0.60	-0.60	-0.66	0.096225	-0.60	-0.40	-0.20	-0.40	0.2
3	-0.70	-0.73	-0.80	-0.74	0.050918	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	1.05016E-12
4	-0.97	-1.03	-1.00	-1.00	0.033333	-0.60	-0.40	-0.40	-0.47	0.115470054
5	-0.67	-0.43	-0.40	-0.50	0.145297	-0.40	-0.60	-0.60	-0.53	0.115470054
6	-0.83	-0.50	-0.40	-0.58	0.226895	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	1.05016E-12