

105 年度「水池水塔浮球開關效應 對水表計量影響」研究報告

研究單位：台灣自來水公司 12 區管理處

研究人員：黃玄嘉、黃國永、傅懷民

研究期程：105 年 3 月至 105 年 6 月

目 錄

	頁次
摘要.....	1
壹、研究背景	
一、用戶用水背景.....	3
二、水表與不感流量.....	5
貳、測試方法	
一、測試說明.....	7
參、測試結果	
一、進、用水口的瞬間流量與累積 流量比較.....	8
二、結果討論.....	14
肆、結論.....	16
參考資料.....	17

摘要

給水收入為自來水事業單位的主要收入之一，透過水表計算用水量向用戶收取費用，故其之運作影響整體事業的盈餘虧損。給水對象中，一般用戶為主要用戶群，在其日常用水行為裡，舉凡洗手、飲水(RO 逆滲透飲水機)、沖廁…等，多為單次數十秒的微量用水行為，因此水表的計量精準度就尤為重要。

又為因應國內自來水供應方式，一般用戶有自行購置水塔儲水的習慣。水塔中的進水控制多係由浮球裝置作為進水控制：浮球開關閥門開度取決於浮球液位高度，水位愈低開度愈大，則進水量愈大，水位愈高閥門開度愈小，則進水量愈少。依據用戶日常生活態樣，可推估部分生活行為用水，將造成微量進水使得水表有不感流量產生，遂本文就以生活中行為用量大小，透過浮球閥進水控制，透過 C 級速度型電子式水表進行觀察比較。

實驗擇一處住家進行，該住家符合水塔進水模式，於水塔前(進水處)、後(用水處)裝設 C 級速度型電子式水表，觀察 6 日進排計量變化，結果發現，因為用戶單次用水量低，在浮球裝置正常運作進水狀況下，水塔進水數據低於出水數

據，顯現微量用水在浮球開關影響下，使進水量落在水表不感流量範圍內而無法計量。本研究測試採用水表已為 C 級，然當前國內主要仍採用 B 級水表，可推知目前所計量的用水量與實際用水差距程度更甚。

壹、研究背景

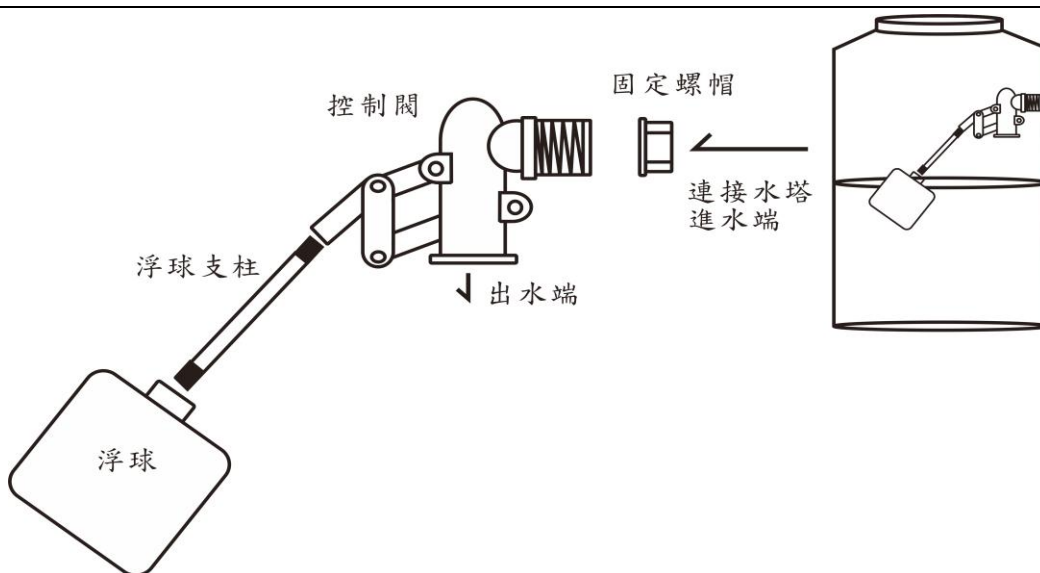
一、用戶用水背景

依據台灣自來水公司 104 年事業統計年報，若按用戶種類區分，一般用戶中的普通用戶 6,647,013 戶，為整體用戶的 93.87%，供其之水量則佔整體用水的 61.39%。若按水表口徑區分，小口徑水表 25mm 至 13mm 的戶數則佔整體戶數的 99.02%(13mm 佔 15.35%、20mm 佔 63.71%、25mm 佔 19.96%)。故可推知，一般家戶雖平均用水量較低，然其為整體用戶的大宗，另水表的使用現況多以小口徑為主，有討論研究之效益。

國內一般家戶因應離尖峰水壓不同，為求供水穩定，會購置水塔作為日常儲水設備，水塔透過浮球作為進水控制，若用戶用水而使水塔中的水位降低，其浮球隨著水塔液面下降，自動開關閥門開度，進水至一定水位後停止。



圖一：隨處可見的水塔



圖二：水塔浮球開關裝置示意圖

中華民國內政部統計資料顯示，國內目前戶數平均每戶 2.77 人，以小家庭為主。再依據經濟部水利署 104 年自來水生活用水量統計，國內每人每日生活用水量為 273 公升。綜上所述，目前國內的用水戶大多都為普通家庭用戶，家庭內

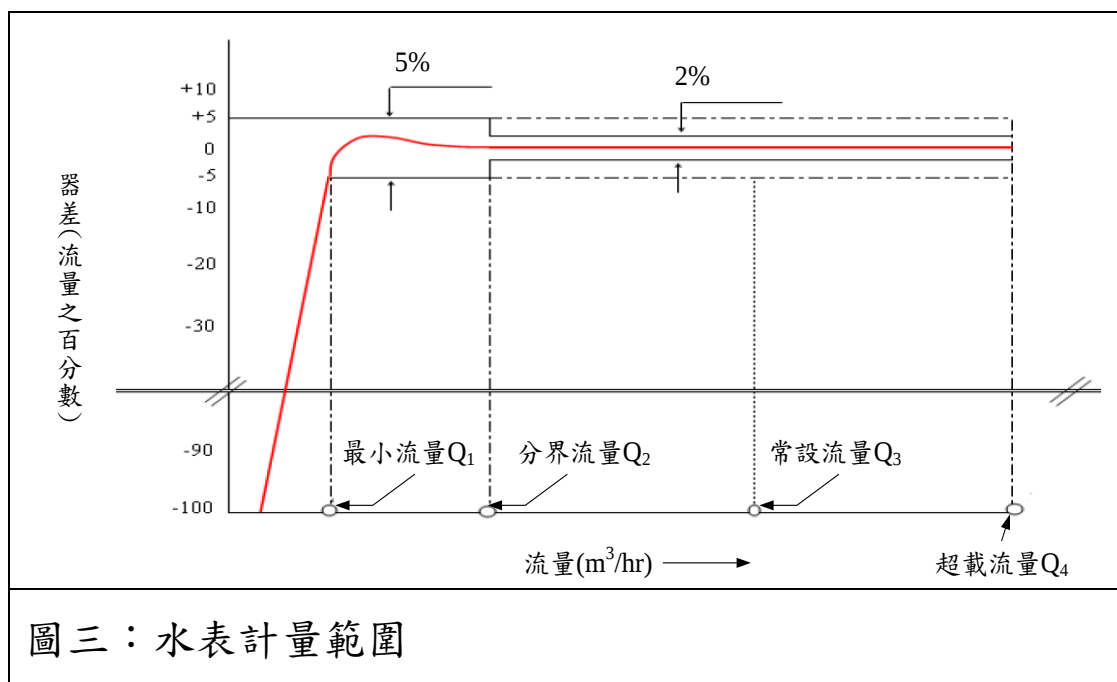
人口數不高、用水量不大，因此國內水表使用口徑多為小口徑為主。

二、水表與不感流量

水表為法定度量衡器，其生產製造、規格性能皆須遵循國家法律規定，依據 CNS14866，水表得依據其流量範圍區分成 A、B、C、D 四個計量等級，D 級水表計量等級最佳，流量範圍最廣，A 級則最窄。國內當前家戶所使用的水表等級主要為 B 級，然其計量範圍已逐漸無法滿足計量管理的需求，國際先進城市已淘汰 B 級水表，並更換成 C 級水表。

水表的計量誤差會隨著水量的大小而有所變化，若超出或低於水表的計量能力，將會偏離實際用量。國內將流量範圍以最小流量 (Minimum flow-rate)、分界流量

(Transitional flow-rate)、常設流量 (Permanent flow-rate) 及超載流量 (Overload flow-rate) 四個流量點進行劃分，所謂的流量範圍是指超載流量至最小流量之間，其中，國家標準規定，最小流量至分界流量內的法定誤差範圍為正負 5%；分界流量至超載流量的法定誤差範圍為正負 2%。



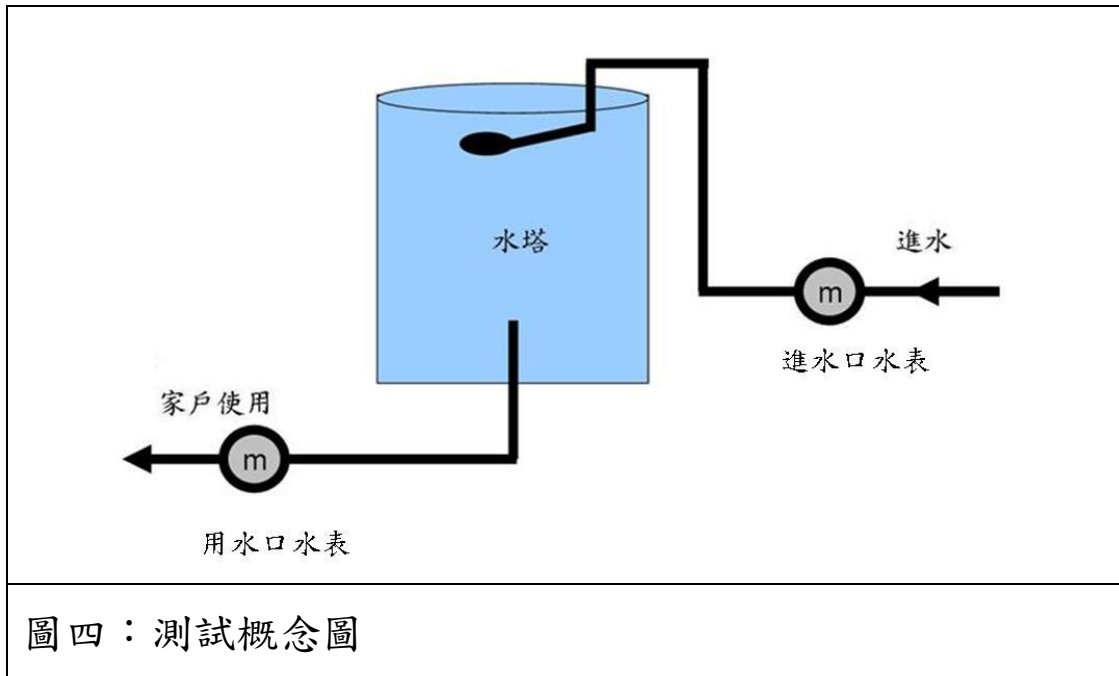
本研究針對家戶最常使用之水表性能進行研究，其速度型多重噴嘴水表 B、C 級流量範圍整理如表一，根據比較可發現，兩者在計量能力上最大的差異在於微小流量的偵測。

表一：速度型多重噴嘴式水表流量範圍（單位： m^3/h ）

口徑	15 mm	20 mm	25 mm	40 mm
B 級流量範圍	0.03-3	0.05-5	0.07-0.28	0.2-20
C 級流量範圍	0.015-3	0.025-5	0.035-7	0.1-20
B 級法定器差範圍 $\pm 2\%$	0.12-3	0.2-5	0.28-7	0.8-20
B 級法定器差範圍 $\pm 5\%$	0.03-0.12	0.05-0.2	0.07-0.28	0.2-0.8
C 級法定器差範圍 $\pm 2\%$	0.225-3	0.0375-5	0.0525-7	0.15-20
C 級法定器差範圍 $\pm 5\%$	0.015-0.0225	0.025-0.0375	0.035-0.0525	0.1-0.15

貳、測試方法

一、測試說明



擇一戶家戶進行試驗，該家戶常住人口為四人，用水時段及習慣正常，水表口徑使用 20mm。若家中有用水行為發生（如沖廁、洗手、洗蔬果、RO 逆滲透飲水機補水），當水位液面下降時，水塔浮球開關將開啟閥門進行補水動作。

於水塔進水處及用水處裝設各一只 C 級速度型多重噴嘴電子式水表，並加裝水表紀錄器，每 10 秒紀錄一次瞬間流量。測試時間為 105 年 6 月 15 日至 20 日，連續 6 日不間斷紀錄。

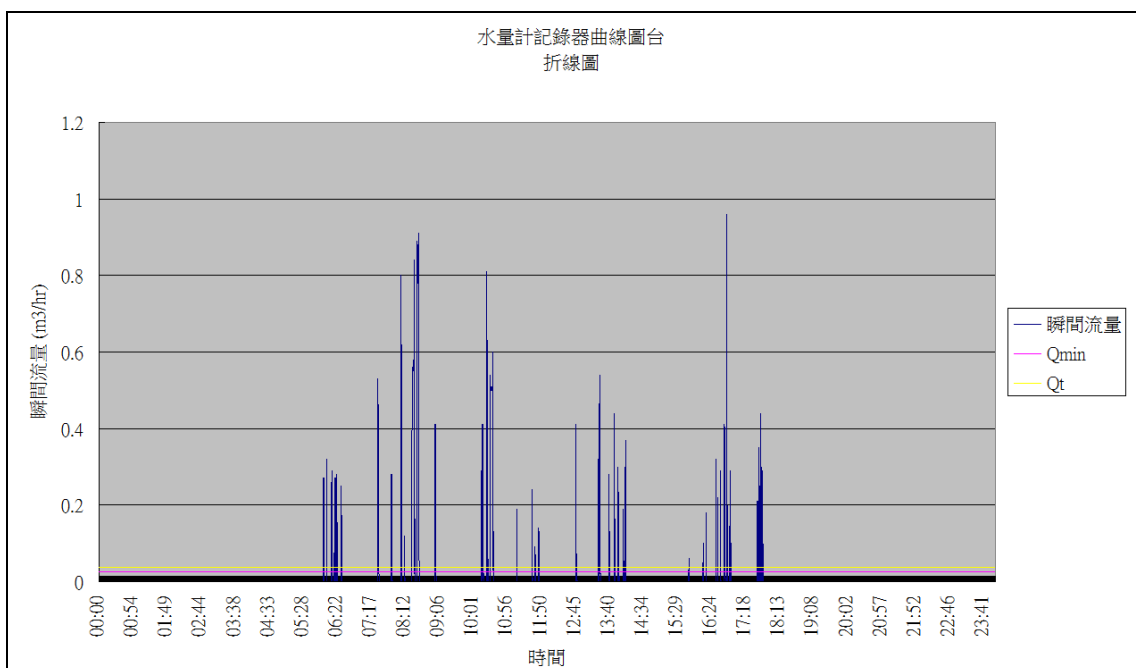


圖五、現場於進、用水口裝設 C 級水表

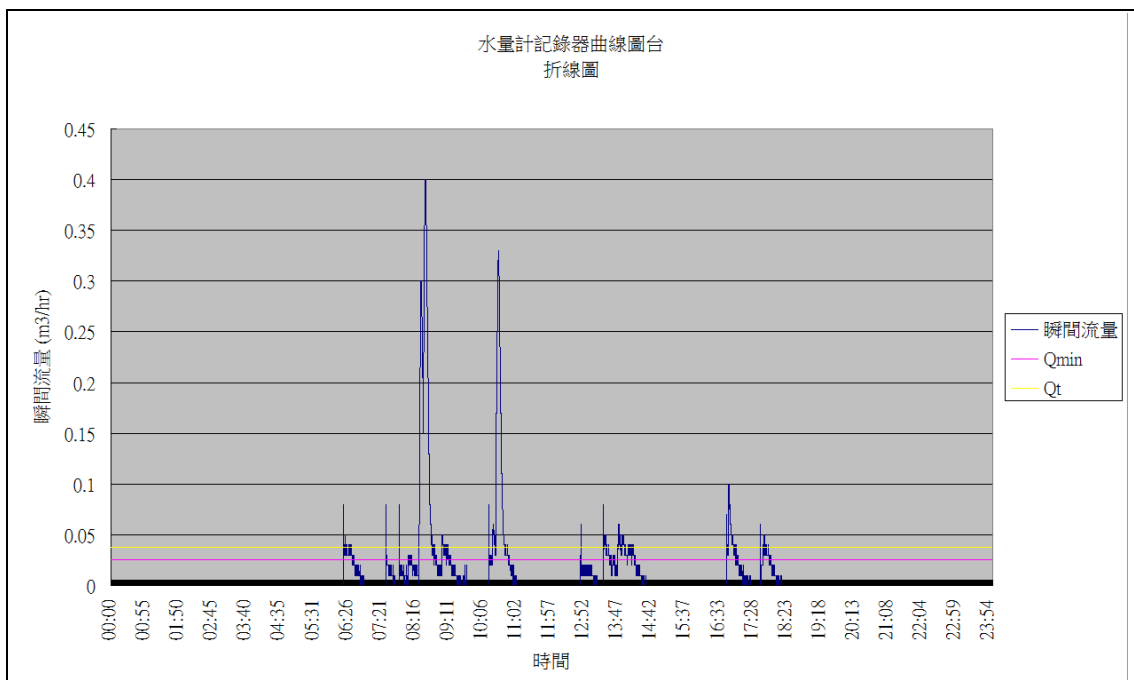
參、測試結果

一、進、用水口的瞬間流量與累積流量比較

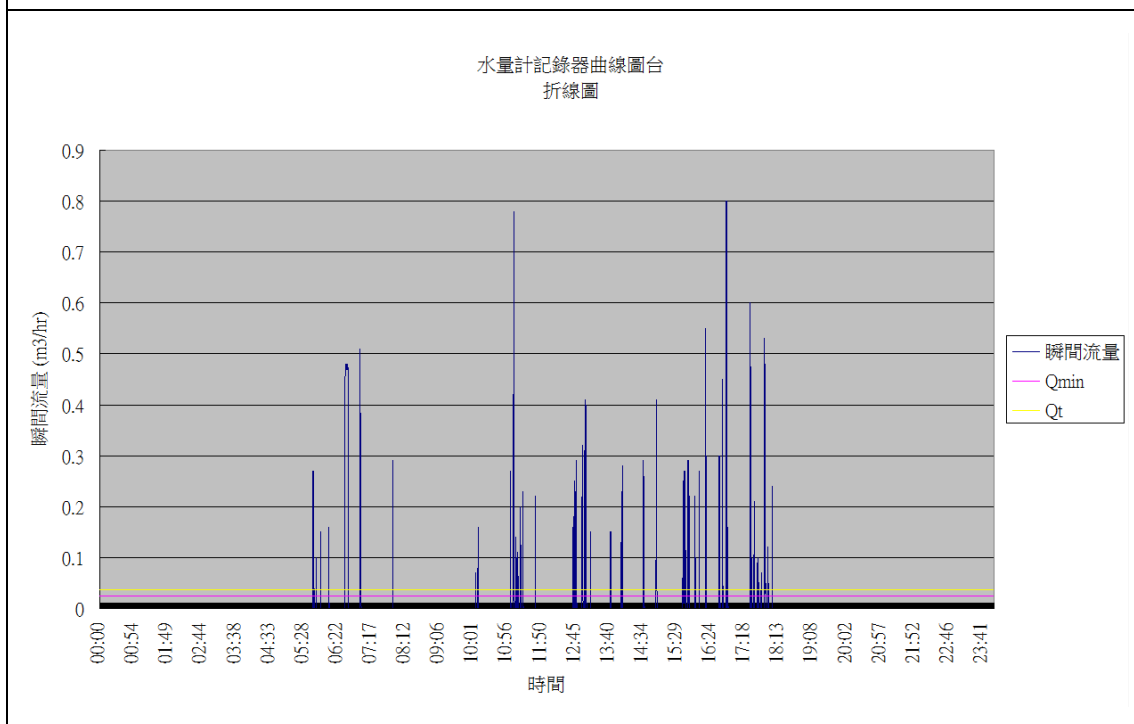
測試時間為期六日，首日(15 日)因並未取 24 小時資料，且恐有受前日數據干擾之因素，故就後五日(16-20 日)的資料進行探究。將測試時間內進水口與用水口水表的瞬間流量繪製成折線圖，如下圖。



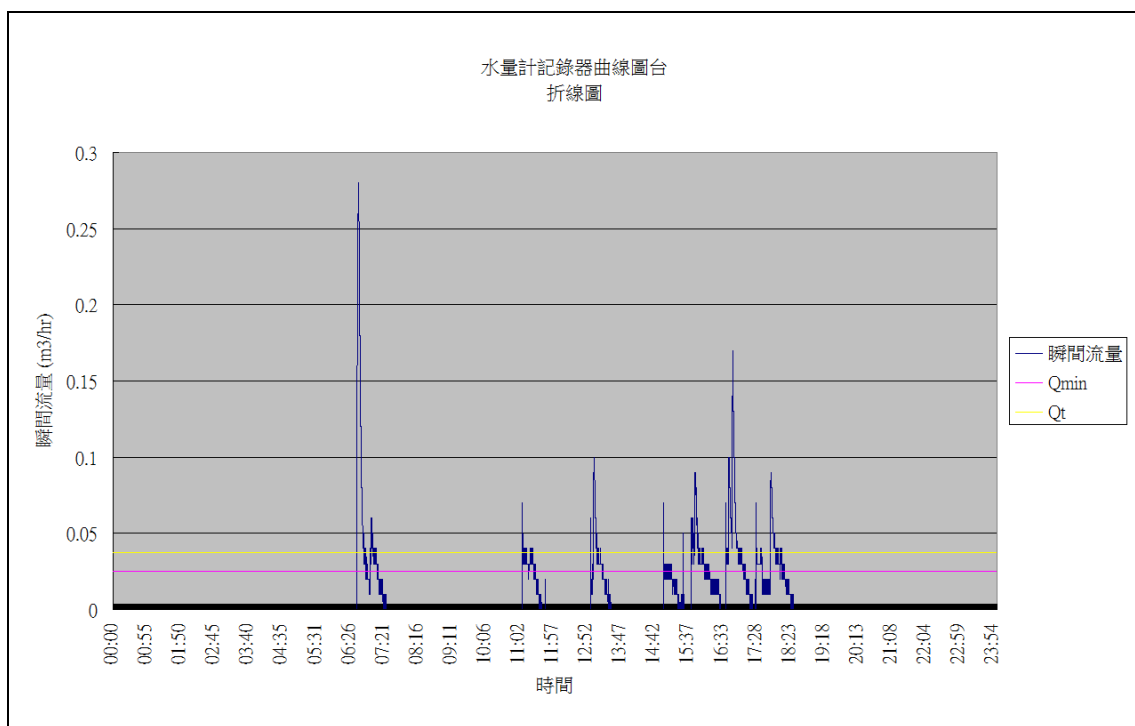
圖六：6 月 16 日用水口瞬間流量折線圖



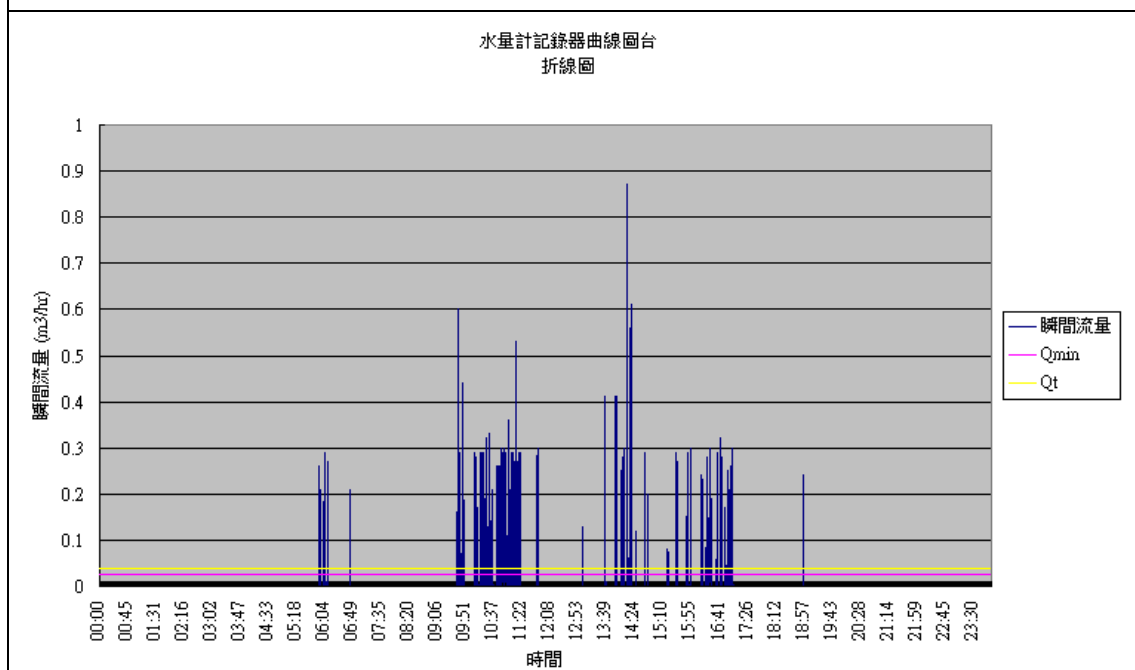
圖七：6 月 16 日進水口瞬間流量折線圖



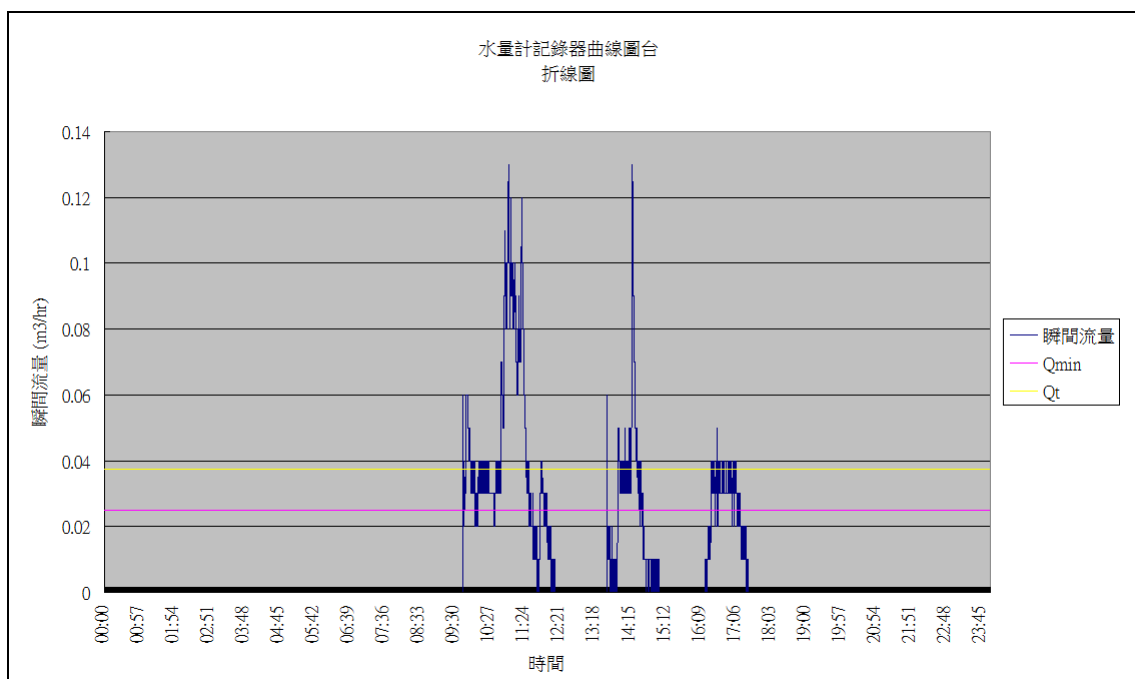
圖八：6 月 17 日用水口瞬間流量折線圖



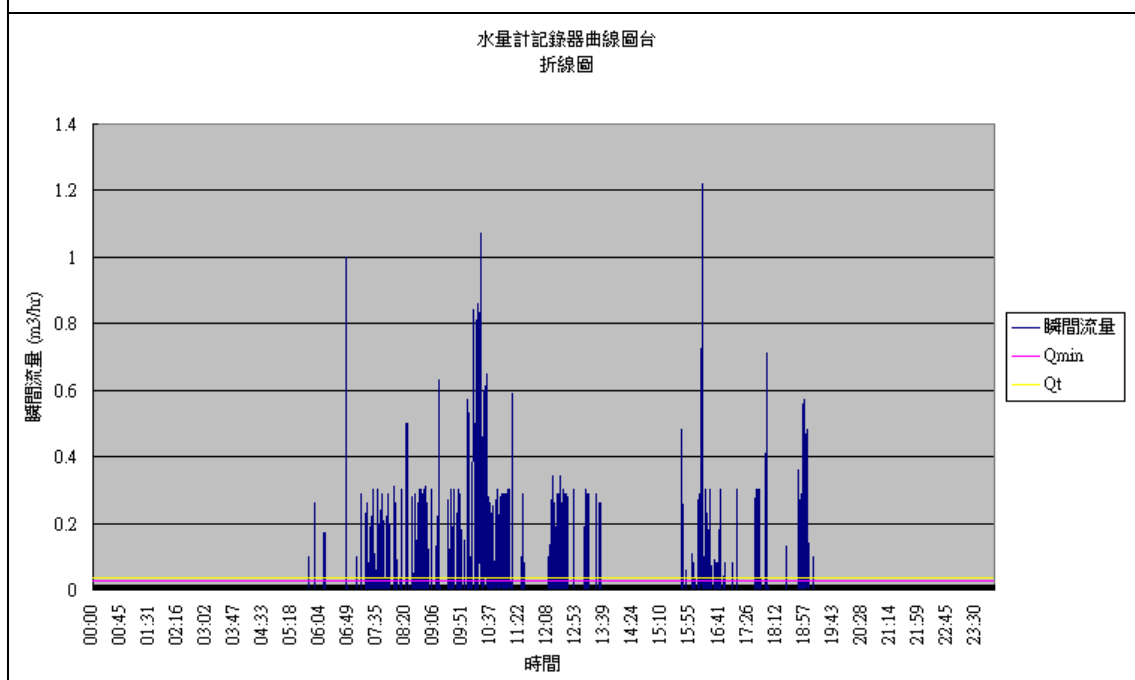
圖九：6 月 17 日進水口瞬間流量折線圖



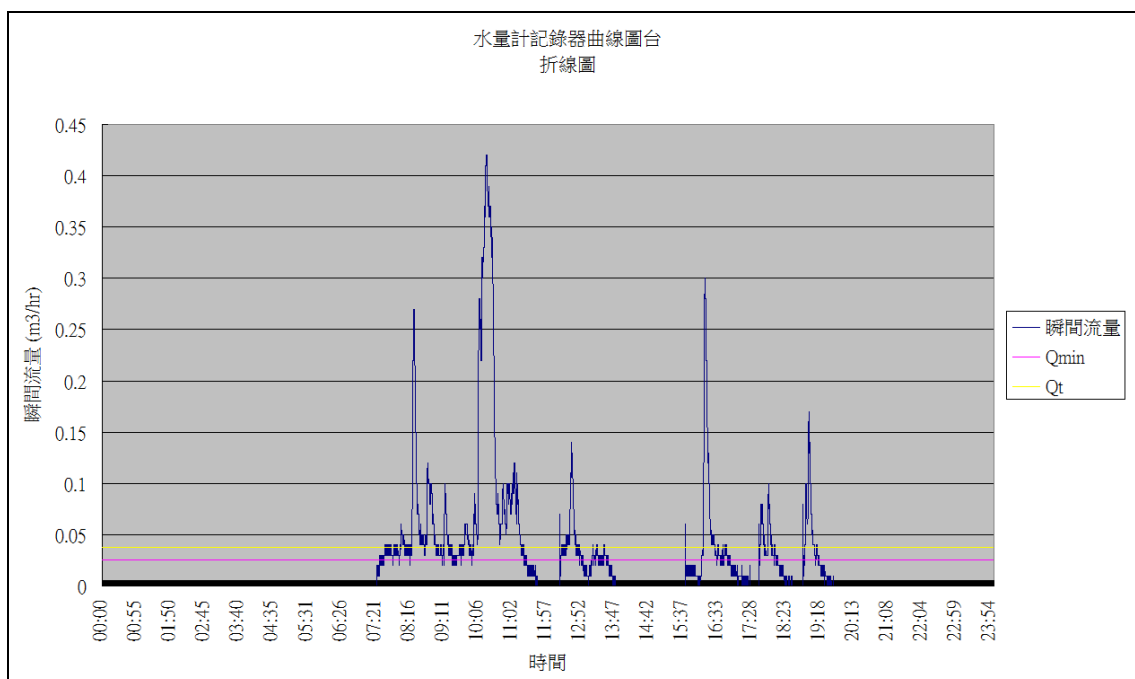
圖十：6 月 18 日用水口瞬間流量折線圖



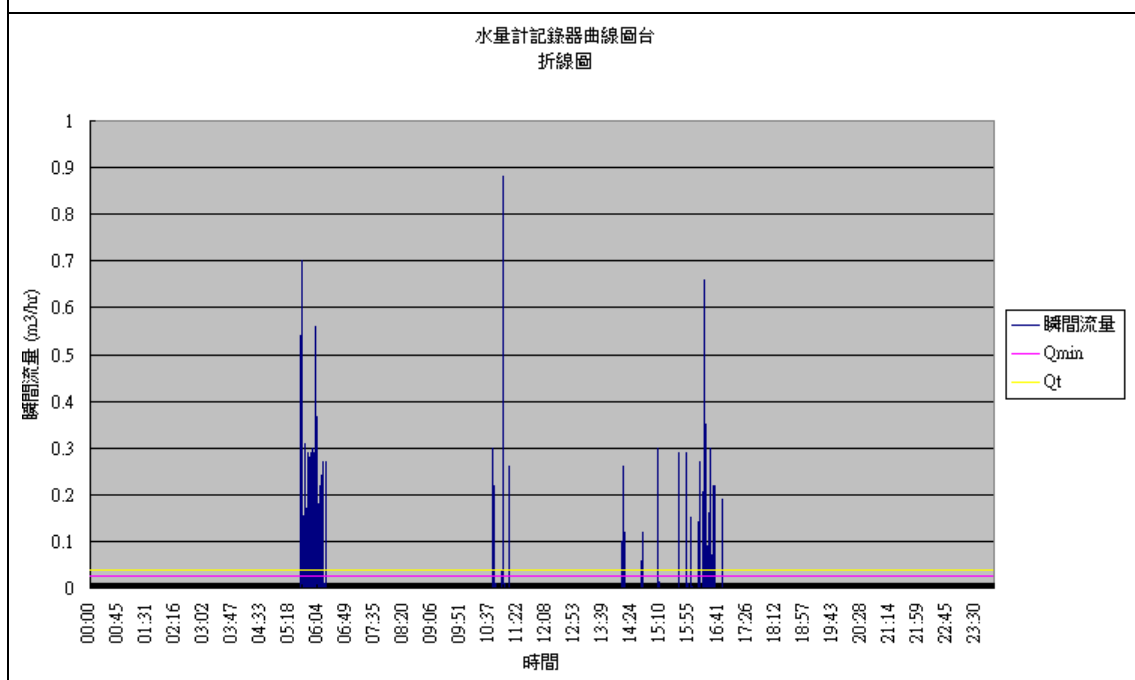
圖十一：6 月 18 日進水口瞬間流量折線圖



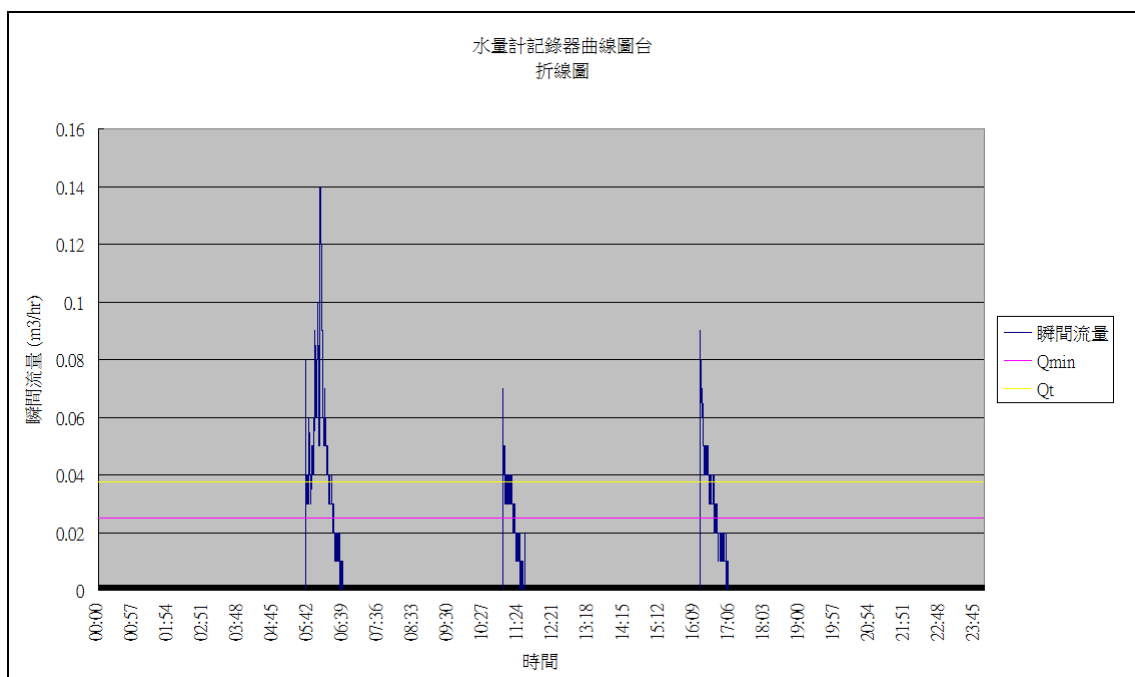
圖十二：6 月 19 日用水口瞬間流量折線圖



圖十三：6 月 19 日進水口瞬間流量折線圖



圖十四：6 月 20 日用水口瞬間流量折線圖



圖十五：6 月 20 日進水口瞬間流量折線圖

如上圖所示，用水口數據因用戶用水多為短暫時間用水，瞬間開關水龍頭，以至其瞬間流量折線圖多為直線上下表示，呈現真實用水狀況，如圖八中 17 日早上 5 點 28 分有微量的用水數據，依據事後調查其用水為用戶起床盥洗之行為，而在圖九進水數據中，同時段卻無相關數據資料，呈現水塔確實有因用戶用水而補水，但因受浮球開關影響且用量較低，落在不感流量區域，而未有數據資料。

另外，進水口部分，亦因浮球開關補水慣性，其單次進水末期會緩慢結束，在折線圖的表現上有拖曳樣貌。

再將進、用水口水表的積算流量進行比較，比較如表二。

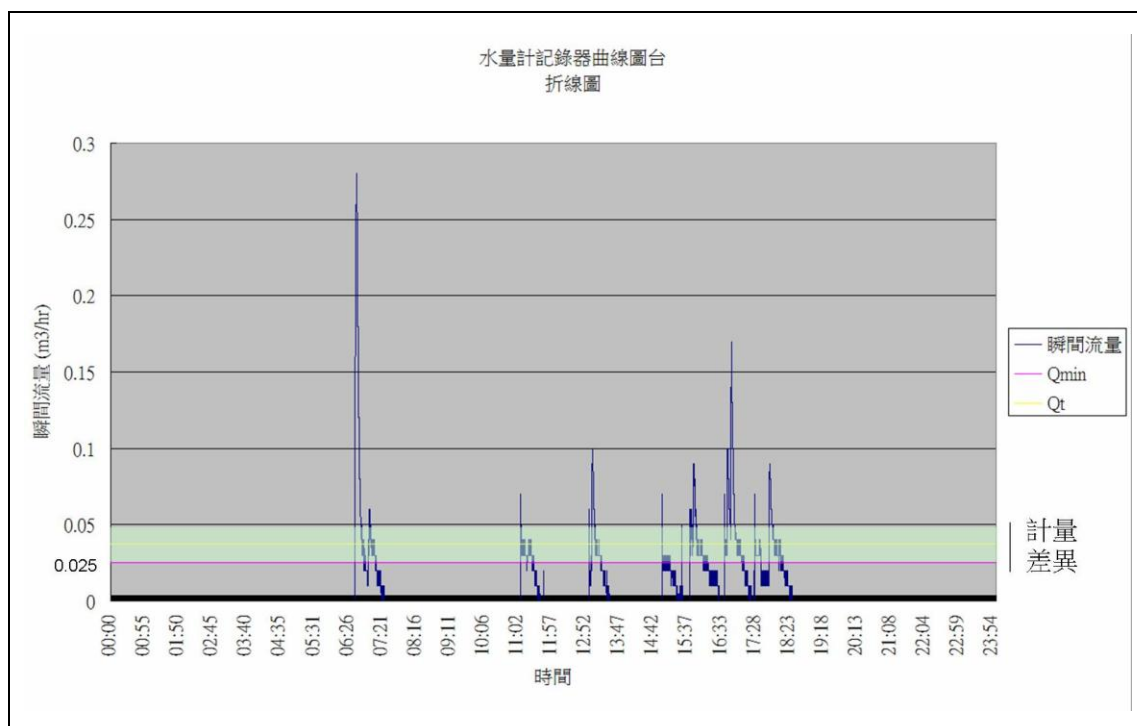
表二：積算流量比較表(單位： m^3/h)			
	進水口	用水口	差異 ¹
6月16日單日	0.23542	0.26158	11.11%
6月17日單日	0.16157	0.18309	13.31%
6月18日單日	0.1727	0.20041	16.04%
6月19日單日	0.50677	0.54419	7.38%
6月20日單日	0.0817	0.10657	30.44%
備註1：(用水口-進水口)/進水口 x100%			

在理想狀況下，進、用水口的累計數值應為相等，但本次試驗可從表二得知，用水口數值明顯高於進水口數值，且差距最高可達 30.44%。

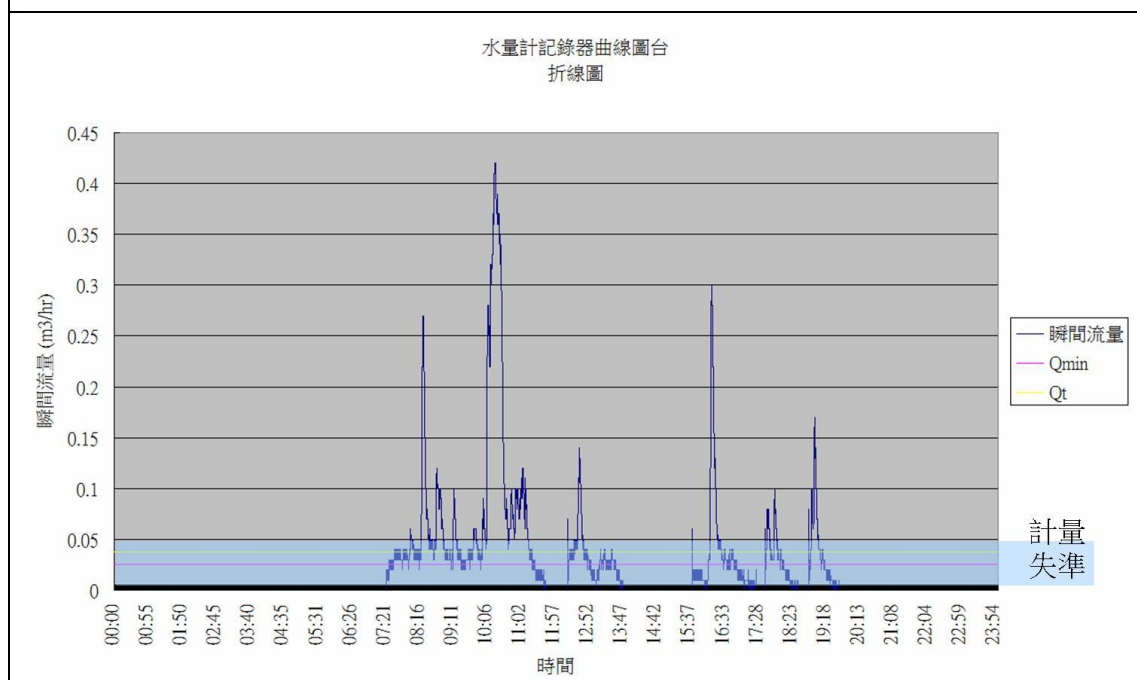
二、結果討論

因受浮球開關影響，進水口折線圖於末端處會呈現拖曳狀，由於水表計量程度有一定限制，於微小流量時會呈現計量不準確或是無法計量的狀況。以 6 月 17 日的進水折線圖為範例，20mm 的 C 級水表法定最小流量為 $0.025 \text{ m}^3/\text{h}$ ，在瞬間流量 $0.025 \text{ m}^3/\text{h}$ 以下的數值便有準確的疑慮；而 B 級水表法定最小流量為 $0.05 \text{ m}^3/\text{h}$ ，流量範圍與 C 級表相比更窄，

兩者計量的差距如圖九的綠色範圍，且亦有可能 $0.05 \text{ m}^3/\text{h}$ 以下的流量皆無法計量(如圖十的藍色範圍)，然而該範圍亦是本次試驗中用戶大部分的用量落點。



圖十六：進水口 B、C 級表計量差異



圖十七：進水口 B 級表無效計量差異範圍

肆、結論

一般家庭用戶人口數少，用水行為時間短暫所使用水量不大，多數用戶會透過水塔儲水，其計量上會受到浮球開關影響。本次試驗在水塔前後進水管裝設 C 級速度型多重噴嘴水表，在瞬間流量及積算流量上便有極為顯著差異，其原因可能是浮球開關進水時，接近滿水位時緩慢進水，導致其流量落在法定最小流量之下，有誤差或不計量的可能。

倘若以 B 級水表進行量測，因其微小流量的計量成度範圍較 C 級水表小，則流量落在不感流量區域的機率大增，增加無收益水量，使水費少收。觀國內過往研究多專研於大型用水量用戶之上，然真正的用水大宗卻為一般家庭用戶，實有改善及探討的必要。

近年環境變遷，大型天災屢次發生，常造成無預警的局部缺水，國內中南部民眾多會購置更多數量的水塔穩定家用水量。然水塔數量的增加亦擴大水塔液面，降低用水時所影響的液面高度，增加不感流量的機會，無收益水量日積月累，將成為自來水事業單位的隱憂。

參考資料

1. 台灣自來水公司第四區管理處，智慧電子 C 級水表管理應用及效益研究，2014 年 5 月。
2. 經濟部水利署，提升水表功能強化用水管理之育成計畫，2012 年 12 月。
3. 台灣自來水公司，台灣自來水事業統計年報 103 統計年報，2016 年 4 月。
4. 經濟部水利署，104 年自來水生活用水量統計，
<http://www.wra.gov.tw/ct.asp?xItem=42091&ctNode=5292&>
5. 內政部統計資料，土地面積、村里鄰、戶數暨現住人口數調查，<http://sowf.moi.gov.tw/stat/month/list.htm>