



中華民國自來水協會 113 年度研究計畫

小區用戶用水型態分析與合理水 壓管理-以澎湖馬公系統為例

委託單位：中華民國自來水協會

研究單位：中華民國自來水協會管理研究委員會

計畫主持人：林孟珠、謝東穎

研究人員：蕭欣宜、吳俊毅、周皓天、陳宥銓、

陳依玫、林郡習、鄭景行、黃小蓉、

辛蕙玲

執行期間 113 年 3 月 1 日至 113 年 11 月 30 日

中華民國 113 年 11 月

目錄

摘要	8
ABSTRACT	12
第一章 緒論	15
1.1 研究緣起	15
1.2 研究目的	18
1.3 預期研究成果	18
1.4 研究範圍與研究架構	20
第二章 文獻回顧	22
2.1 自來水水價與水源	22
2.2 用水量之變化趨勢	27
2.3 影響用水量之因子	29
2.4 供水水壓管理	32
2.5 智慧水網發展	38
第三章 研究內容與方法	40
3.1 澎湖地區用水情形與供水概況說明	40
3.2 研究內容	47
3.3 研究方法	56
3.3.1 數據收集與處理	56
3.3.2 問卷設計與調查	63
3.3.3 自動讀表密集記錄大用水戶用水趨勢	69
3.3.4 分析大用水戶用水型態與小區水壓變化情形	73
3.3.5 馬公系統水壓管理	73
3.3.6 六智慧小區漏水量分析	84
第四章 結果與討論	85
4.1 影響用水量變化之因子	85
4.1.1 外部因子與總用水量之影響程度分析	85
4.1.2 外部因子與 21 個小區用水量之影響程度分析	89

4.1.3 外部因子與智慧水表「民族小區」用水量之影響程度分析	95
4.2 問卷調查分析	99
4.2.1 受訪者資料分析	100
4.4.2 自動讀表用戶滿意度調查	109
4.3 用水型態分析	111
4.4 用戶用水型態與智慧小區關聯性	117
4.5 非智慧小區與智慧小區應用於馬公系統水壓管理	148
第五章 結論與建議	190
5.1 結論	190
5.2 建議	194
參考文獻	201
附錄	205
附錄一 自變數	205
附錄二 依變數	207
附錄三 氣候因子、觀光人次與用水量之統計檢定結果	208
附錄四 氣候因子、觀光人次與民族小區用水量之統計檢定結果	211
附錄五 用水人口數與自來水取水量之統計檢定結果	217
附錄六 總樓板面積、經營類別與自來水取水量之統計檢定結果	219
附錄七 六智慧小區管線基本資料	220
附錄八 113 年 4 月 30 日及 5 月 2 日起至 6 日小區供水量	226
附錄九 113 年 4 月 30 日及 5 月 2 日起至 6 日各水源出水狀況與馬公市區外供水說明 (CMD)	227
附錄十 澎湖馬公系統管線基本資料	229
附錄十一 期中報告修訂說明表	232
附錄十二 期末報告修訂說明表	240

表目錄

表 1 影響用水量之因子彙整表.....	31
表 2 澎湖地區 112 年各類用水情形統計表.....	40
表 3 馬公系統各中區 112 年日用水量統計表.....	43
表 4 馬北與馬南中區 112 年各月月用水量與日均量統計表.....	48
表 5 案山小區 109 年 12 月實際用水量計算表.....	56
表 6 自變數與依變數編碼表.....	59
表 7 112 年月用水量 200 立方公尺以上之用水級距統計表.....	63
表 8 大用水戶用水現況調查問卷.....	66
表 9 馬公系統六個小區售水率統計表.....	70
表 10 外部因子與馬北馬南中區總用水量檢定分析表.....	86
表 11 外部因子與 21 個小區之相關係數表.....	89
表 12 外部因子與智慧水表「民族小區」售水量之相關係數表.....	96
表 13 112 年 5~9 月、113 年 5~8 月澎湖縣觀光活動統計表.....	99
表 14 各類經營類別之 112 年用水量統計表.....	105
表 15 用水人口數與取水量之 T 檢定分析表.....	106
表 16 總樓板面積、經營類別與取水量之變異數分析表.....	107
表 17 166 戶基本資料統計表.....	108
表 18 自動讀表用戶滿意度統計表.....	110
表 19 112 年六智慧小區供水基本資料及用水大戶用水度數統計表.....	119
表 20 六智慧小區與大用水戶用水量相關係數表.....	138
表 21 112 年度六智慧小區 40mm 以上破管搶修案件.....	144
表 22 六智慧小區 FAVAD 計算表.....	146
表 23 112 年 11 月 15 日文澳小區流量、壓力、售水量與大用水戶時用水量明細表.....	170
表 24 112 年 11 月 18 日文澳小區流量、壓力、售水量與大用水戶時用水量明細表.....	171
表 25 113 年 4 月 30 日文澳小區流量、壓力、售水量與大用水戶時用水量明細表.....	172
表 26 113 年 5 月 2 日文澳小區流量、壓力、售水量與大用水戶時用水量明細表.....	173
表 27 113 年 5 月 6 日文澳小區流量、壓力、售水量與大用水戶時用水量明細表.....	174
表 28 相關係數表與當日售水率.....	175
表 29 破管搶修前後數值變化.....	177
表 30 突發事件前中後數值變化.....	179
表 31 113 年 7 月 23 日水力分析計算設定.....	182

表 32 113 年 7 月 23 日成功淨水場、海淡廠、深井產水資料表.....	183
表 33 成功淨水場、海淡廠、深井產水資料表.....	188

圖目錄

圖 1 研究架構圖	21
圖 2 我國消費者物價指數變化圖	22
圖 3 世界各國平均水價一覽表	25
圖 4 管網漏損水量(L)、供水水壓(P)與漏水指數(NI)關係圖	33
圖 5 澎湖地區六大供水系統分布圖	41
圖 6 馬公系統中區分布圖	42
圖 7 馬公系統供水示意圖	44
圖 8 馬北中區與馬南中區之各小區分布圖	47
圖 9 馬北與馬南中區 112 年各月日用水量趨勢圖	48
圖 10 澎湖馬公系統水力分析模型	51
圖 11 澎湖馬公系統水力分析（豐水期最大時）	51
圖 12 澎湖馬公系統水力分析（豐水期最大日）	52
圖 13 澎湖馬公系統水力分析（枯水期最大時）	53
圖 14 澎湖馬公系統水力分析（枯水期最大日）	54
圖 15 馬公市區供水關鍵點位（朝陽包子店對面）	55
圖 16 馬公市區供水關鍵點位（朝陽路 148 巷，中興國小側門）	55
圖 17 資料處理流程圖	62
圖 18 問卷設計規劃流程圖	65
圖 19 函文大用戶之公文摘錄	68
圖 20 馬公系統六個小區安裝自動讀表分布圖	70
圖 21 20mm 水量計與傳輸介面示意圖	71
圖 22 75mm 水量計與傳輸介面示意圖	71
圖 23 自動讀表傳輸路徑架構圖	71
圖 24 瞬間流量與日用水量趨勢圖	72
圖 25 夜間最小流分析圖	72
圖 26 三多小區水力分析模型	74
圖 27 三多小區水力分析(最大時)	74
圖 28 三多小區水力分析(最大日)	75
圖 29 民生小區水力分析模型	75
圖 30 民生小區水力分析(最大日)	76
圖 31 民生小區水力分析(最大時)	76
圖 32 民族小區水力分析模型	77
圖 33 民族小區水力分析(最大日)	78
圖 34 民族小區水力分析(最大時)	79
圖 35 文澳小區水力分析模型	80
圖 36 文澳小區水力分析(最大日)	80

圖 37 文澳小區水力分析(最大時)	81
圖 38 案山小區水力分析模型	81
圖 39 案山小區水力分析(最大日)	82
圖 40 案山小區水力分析(最大時)	82
圖 41 城北小區水力分析模型	83
圖 42 城北小區水力分析(最大日)	83
圖 43 城北小區水力分析(最大時)	84
圖 44 受訪戶之水表口徑分布長條圖	100
圖 45 受訪戶之用水人口級距分布長條圖	101
圖 46 受訪戶之總樓地板面積級距分布長條圖	102
圖 47 受訪戶之蓄水池容量級距分布長條圖	103
圖 48 受訪戶之每月用水量級距分布長條圖	103
圖 49 受訪者之經營類別分布長條圖	104
圖 50 C 醫院 4 月 22 日至 26 日每小時流量趨勢圖	111
圖 51 C 醫院 5 月 1 日至 5 日每小時流量趨勢圖	112
圖 52 C 醫院 5 月 1 日至 10 日瞬間流量與日用水量趨勢圖	112
圖 53 D 娛樂商場 5 月 27 日至 31 日每小時流量趨勢圖	113
圖 54 D 娛樂商場 6 月 8 日至 10 日每小時流量趨勢圖	113
圖 55 E 機關 5 月 6 日至 10 日每小時流量趨勢圖	114
圖 56 F 機關 5 月 6 日至 10 日每小時流量趨勢圖	114
圖 57 G 機關 5 月 6 日至 10 日每小時流量趨勢圖	115
圖 58 H 飯店 5 月 6 日至 10 日每小時流量趨勢圖	115
圖 59 I 機關 5 月 6 日至 10 日每小時流量趨勢圖	116
圖 60 三多小區與月用水量 200 度以上大用水戶用水趨勢圖	124
圖 61 文澳小區與月用水量 100 度以上大用水戶用水趨勢圖	126
圖 62 民生小區與月用水量 100 度以上大用水戶用水趨勢圖	127
圖 63 民族小區與月用水量 100 度以上大用水戶用水趨勢圖	129
圖 64 城北小區與月用水量 100 度以上大用水戶用水趨勢圖	130
圖 65 案山小區與月用水量 200 度以上大用水戶用水趨勢圖	131
圖 66 113 年 4 月 30 日新西衛小區流量及壓力觀測站、成功淨水場出水量與朝陽包子店壓力變化	149
圖 67 113 年 5 月 2 日新西衛小區流量及壓力觀測站、成功淨水場出水量與朝陽包子店壓力變化	151
圖 68 113 年 5 月 3 日新西衛小區流量及壓力觀測站、成功淨水場出水量與朝陽包子店壓力變化	152
圖 69 113 年 5 月 4 日新西衛小區流量及壓力觀測站、成功淨水場出水量與朝陽包子店壓力變化	153
圖 70 113 年 5 月 5 日新西衛小區流量及壓力觀測站、成功淨水場出水量與朝陽包子店壓力變化	

陽包子店壓力變化	155
圖 71 113 年 5 月 6 日新西衛小區流量及壓力觀測站、成功淨水場出水量與朝 陽包子店壓力變化	156
圖 72 113 年 4 月 30 日文澳小區大用水戶用水量與小區供水變化	159
圖 73 113 年 5 月 2 日文澳小區大用水戶用水量與小區供水變化	162
圖 74 113 年 5 月 2 日文澳小區大用水戶用水量與小區供水變化	163
圖 75 現場檢漏畫面(路面無漏水)	164
圖 76 200mm PVC 破管狀況 (張裂型破管)	165
圖 77 112 年 11 月 15 日文澳小區大用水戶用水量與小區供水變化	167
圖 78 112 年 11 月 18 日文澳小區大用水戶用水量與小區供水變化	169
圖 79 馬公系統重要配水池水位水力分析模擬變化圖	184
圖 80 馬公系統重要配水池於新設馬二馬一連通管後，水力分析模擬水位變化 圖	187

摘要

澎湖地區有 7 成水源來自海淡水極高供水成本，為免過份仰賴耗能海淡水，應同時加強降漏等效率化管理，台水公司除戮力汰換老舊管線及加強檢漏外，應在滿足用戶端用水足量供應下，進行合理水壓調配管理。爰此，本研究計畫案希冀透過用戶端用水設備清查與自動讀表傳訊設備回傳每日水量計數值，分析大用水戶用水紀錄與用水型態，提出合理用水模式與建議；另方面，透過小區水壓計與水量計即時回傳供水相關數值，觀察小區水壓變化，透過供水模式調整分析，更加精準掌握小區用水趨勢，在滿足民眾用水需求及維持供水穩定下，提供澎湖地區管理單位水壓操作模式，給予合理水壓管理建議，進一步輔助降低漏失水量與供水虧損。

本研究計畫範圍以馬北中區(10 個小區)與馬南中區(12 個小區)為主，第一部分係探討影響馬北與馬南中區之用水量波動之因素，除探討觀光人次對於用水量影響程度外，亦將氣候因子(包含溫度、濕度、雨量、降水日數與日照時數)納入分析，由統計檢定分析發現，「溫度」與「觀光人次」對於馬北與馬南等兩個中區用水量有顯著性影響。此外，14 個小區同時受到「溫度」及「觀光人次」等兩個因子影響用水量變化；文光與民生等兩個小區之用水量與「溫度」呈現低度相關，與「觀光人次」呈現中度相關；案山與三多等

兩個小區之用水量與「溫度」呈現中度相關，與「觀光人次」呈現低度相關；光華石泉、三總與北辰等小區之用水量與「溫度」及「觀光人次」皆呈現低度相關。

第二部分針對關鍵小區進行大用水戶用水型態分析，本研究案以自行設計問卷方式，擇月用水量 200 立方公尺以上大用水戶進行用水設備調查。

第三部分針對月用水量 1,000 度以上智慧水表用戶(計 20 戶)之每小時用水量分析，發現有水表故障、水表逆流、大用水戶進水量無規律等情形。

第四部份，透過掌握用戶用水型態於智慧小區中的代表性後，即可有效掌握該小區的供水情勢變化。當該小區自動讀表安裝程度足以代表該小區用水量時，則觀察與統計這些自動讀表用戶用水資料，即可掌握該地區用戶用水對該小區水壓影響，並以此進行推估用水變化與供水調整，達成「以需定供」的供水管理方式。

第五部分，裝設自動讀表除了可以提前通知用戶漏水，減少高成本低收益之自來水供應與減少供水虧損外，對於供水管理亦有相關助益。

此外，本研究案提出六點建議，第一點為利用溫度、觀光人次與售水量之相關性數據，進一步開發用水分析預測模型，以協助澎

湖地區管理單位及早掌握未來一週或一個月之用水量與趨勢，及早調整供水量因應，以滿足用戶端用水足量穩定。

第二點為建議澎湖地區管理單位針對非於離峰期間進水之大用水戶，逐一溝通輔導，於離峰期間採定量且穩定的模式進水，較不易發生搶水與無水情形，電費亦較低廉，對於大用水戶日常營運具有正面助益。

第三點為逐年增加智慧水表小區安裝數，建議可先針對馬南中區非智慧小區安裝智慧水表，可掌握馬公系統即時售水量由 42.86% 提高至 57.74%；後續再針對馬北中區非智慧小區安裝智慧水表，可再提高馬公系統之即時售水量至 78.47%。

第四點為精進小區建置封閉，原本以關閉邊界閥方式作為小區劃分的方式，可以改成以流量計做為區域分界，減少小區遭遇突發狀況時，需打開小區邊界閥，破壞小區封閉性，達到監測管網供水狀況以及強化小區供水穩定性。

第五點為找出一個有效的統計分析方式以避免設備故障造成之統計誤差與維持一定的數據即時性，以及如何強化設備穩定度是未來可以研究之方向。

第六點為如何進行即時水力分析以了解管網供水狀況，以及應規定多久即需針對整個地區進行供水情境分析，亦是未來可精進與

研究方向。

ABSTRACT

In the Penghu area, 70% of the water supply comes from desalinated seawater, which has an extremely high cost. To avoid over-reliance on energy-intensive desalinated water, efficiency management such as reducing leakage should be strengthened. In addition to replacing old pipelines and enhancing leak detection, Taiwan Water Corporation should manage water pressure distribution reasonably while ensuring adequate water supply to users. Therefore, this research project aims to analyze water usage records and patterns of large water consumers through equipment inspection and automatic meter reading systems that transmit daily water consumption data. Based on this, a reasonable water usage model and recommendations will be proposed. On the other hand, by using real-time water pressure and flow meters in neighborhoods to transmit water supply data, changes in neighborhood water pressure will be observed. Through adjustments in the water supply model, water consumption trends in neighborhoods can be more accurately monitored, ensuring that residents' water needs are met while maintaining supply stability. This will provide the Penghu management authority with water pressure operation models and reasonable water pressure management recommendations, further helping to reduce water loss and supply shortages.

The scope of this research project focuses on the northern district area and the southern district area of Magong System. The first part of the study explores the factors affecting water usage fluctuations in these two areas. In addition to examining the impact of tourist numbers on water usage, climate factors (including temperature, humidity, rainfall, number of rainy days, and sunshine hours) are also incorporated into the analysis. Statistical testing reveals that both "temperature" and "tourist numbers" have a significant impact on water usage in both the north and south district areas. Additionally, all 14 districts are influenced by both "temperature" and "tourist numbers" in terms of water usage changes. In the Wen Guang and Min Sheng districts, water usage shows a low correlation with "temperature" and a moderate correlation with "tourist numbers." In the An Shan and San Duo districts, water usage shows a moderate correlation with "temperature" and a low correlation with "tourist numbers." In the Guang Hua, Shi Quan, San Zong, and Bei Chen districts, water usage shows a low correlation with both "temperature" and "tourist numbers."

The second part of the study focuses on analyzing the water usage

patterns of large water consumers in major districts. This research uses a self-designed questionnaire to conduct a survey on water usage equipment for large consumers with a monthly water usage of over 200 cubic meters.

The third part of the study analyzes the hourly water usage of smart meter users with a monthly consumption of over 1,000 cubic meters (20 users). The analysis reveals issues such as meter malfunctions, meter reverse flow, and irregular water intake patterns among large water consumers.

The fourth part of the study focuses on effectively understanding the water supply situation in a smart water meter districts by grasping the representative water usage patterns of users. When the installation of automatic meter reading systems in the district is sufficient to represent the water usage of the area, observing and analyzing the water usage data of these users allows for an understanding of how water usage impacts the district's water pressure. This data can then be used to estimate changes in water usage and adjust the water supply accordingly, achieving a "demand-based supply" water management approach.

The fifth part of the study highlights that the installation of automatic meter reading systems not only allows for early detection of leaks, reducing high-cost, low-benefit water supply and minimizing water supply losses, but also provides relevant benefits for water supply management.

In addition, this research proposes six recommendations. The first recommendation is to utilize the correlation data between temperature, tourist numbers, and water usage volume to further develop a water usage analysis and forecasting model. This model would assist the management authority in the Penghu area to better anticipate water usage and trends for the upcoming week or month, allowing for early adjustments in water supply to ensure stable and adequate water availability for users.

The second recommendation suggests that the management authority in the Penghu area should communicate and provide guidance to large water consumers who do not intake water during off-peak periods. It is recommended that these consumers adopt a quantified and stable water intake pattern during off-peak times. This approach reduces the risk of water shortages or competition for water, lowers electricity costs, and provides positive benefits for the daily operations of large water consumers.

The third recommendation is to gradually increase the installation of smart meters. It is suggested to start by installing smart meters in non-smart meter district area in the south of Magong System. This would increase the real-time water sales volume in the Magong system from 42.86% to 57.74%.

Subsequently, smart meters should be installed in non-smart meter districts in the north of Magong System, further raising the real-time water sales volume in the Magong system to 78.47%.

The fourth recommendation is to improve the closure of districts. Instead of using boundary valves to divide districts, it is suggested to use flow meters as the boundary for each area. This change would reduce the need to open district boundary valves during emergencies, which can compromise the closure of the districts. Using flow meters will help monitor the water supply conditions in the pipeline network and enhance the stability of water supply within the districts.

The fifth recommendation is to identify an effective statistical analysis method to avoid errors caused by equipment malfunctions and to maintain data timeliness. Additionally, enhancing the stability of the equipment is a direction for future research.

The sixth recommendation is to explore how to conduct real-time hydraulic analysis to understand the water supply conditions of the pipeline network. It is also important to determine how frequently a comprehensive water supply scenario analysis should be conducted for the entire region, which is another area for future improvement and research.

第一章 緒論

1.1 研究緣起

澎湖縣行政區包含馬公市、湖西鄉、白沙鄉、西嶼鄉、望安鄉及七美鄉等，其中馬公市、湖西鄉、白沙鄉與西嶼鄉陸地合稱澎湖本島，澎湖地區由 90 座大小島嶼組成，四面環海，地勢平坦，缺乏高山，不利於形成地形雨及貯存雨水，除年降雨量少外，因風速及日照等氣候特性影響，平均年蒸發量又高於年降雨量¹。

澎湖地區早期民生用水利用水庫及地下水供應，惟澎湖地區島嶼面積不大，過度抽取地下水使地下水層遭受海水滲透影響，面臨地下水鹽化問題，為減少抽取地下水以涵養水資源，及為維持澎湖地區供水穩定，陸續興建海水淡化廠支應澎湖地區七成供水，致每度供水成本高達 60 元，而售水單價依據「離島建設條例」第十四條規定：「離島用水、用電，比照臺灣本島平均費率收取，其營運單位因依該項費率收費致產生之合理虧損，由中央目的事業主管機關審核後，編列預算撥補之。但蘭嶼地區住民自用住宅之用電費用應予免收。」，爰澎湖地區自來水水價須比照台灣本島以每度水平均 10 元計收，每售出一度水即虧損 50 元，供水成本甚高，海淡水資源極其珍貴。

¹ 依據中央氣象署氣候資料年報，澎湖地區 107 年至 111 年蒸發量為 1,454mm、1,425mm、1,530mm、1,599mm、1,487mm，降雨量為 958mm、926mm、720mm、788mm、921mm。

澎湖縣政府近年來大力推展旅遊觀光，配合島嶼上累積著歷史人文的智慧結晶，壯麗的海洋景色，讓澎湖處處充滿了大自然的禮讚，每年旅遊旺季帶來大量觀光人潮，尤其春夏的國際花火節火樹銀花綻放熱情與浪漫，每年的4月起至暑假結束8月底，期間吸引大批遊客到訪，享受澎湖碧海藍天與柔白細緻沙灘及各式各樣的沙灘水上遊樂設施，配合各種觀光活動致用水量需求大增，以民國112年全年度為例，旺季(4~8月)觀光人次月均數約18.3萬人，淡季(9~3月)約5.2萬人(澎湖縣政府旅遊處)，淡旺季觀光人次差異大致用水需求落差大，進而影響供水調配。

由於澎湖地區供水管線老化，自來水透過供水管線系統配送途中所造成管網漏失水量，在海淡水極高供水成本下，同時大幅提升調配操作成本，因此降低漏水迫在眉睫。再者，馬公地區第二海淡廠興建計畫經環境評估審查，為免過份仰賴耗能海淡水，應同時加強降漏等效率化管理，為降低供水成本並達民國116年環評承諾馬公系統降漏目標：漏水率目標應降低至11.06%(截至民國112年年底實際漏水率為11.74%)，爰台水公司研訂降漏策略積極辦理，分別為「水壓管理」、「修漏之速度及品質」、「主動防治漏水」、「管線及資產管理」等四大面向工作項目，其中以「水壓管理」係在滿足用戶端用水足量供應下，進行合理水壓調配管理。

台水公司於民國 102~106 年擇澎湖地區興辦「分區計量管網建置」，共劃設 6 個大區管網(馬公、白沙、吉貝、西嶼、望安與七美等供水系統)，10 個中區管網，57 個小區管網；中區管網於接水點後，均裝置計量總水表及水壓傳訊設備；各小區計量管網接水點依用戶數、面積、座落區位等考量設置計量窰井及水表，各計量窰井處及其他適當處所裝設水壓計，以監測供水壓力狀況是否正常安全。其中馬公系統依管網分布建立 43 個供水小區，小區內設置水壓計與水量計，以監控供水壓力是否正常，分析供水情勢。

另，民國 110~112 年配合水利署辦理「建置水資源智慧管理及創新節水技術計畫」擇馬公系統六個小區（三多、民生、民族、案山、城北與文澳等小區）用戶端全面裝設自動讀表，透過 NB-IoT (Narrowband Internet of Things) 物聯網方式傳送用水度數，掌握用戶端用水需求變化，同時開發「澎湖地區智慧水網管理資訊系統」，輔助自來水供水系統營運決策及業務管理，提升供水管理效率，及降低漏水率。

綜上，台水公司除戮力汰換老舊管線及加強檢漏外，如何在滿足用戶端用水足量供應下，進行合理水壓調配管理，以輔助降低管線漏水並減少澎湖地區供水虧損，實為當前應妥善管理之重要議題。

1.2 研究目的

本研究計畫案旨在建立澎湖地區合理水壓操作模式，藉由現行供水系統中「馬公系統」小區管網所建構自來水「智慧水網」及裝設用戶「自動讀表」，從水源及管線逐步擴展至用戶端，形成整體性管網供需監測及用水管理。

經由觀測觀光旅客人次與馬公系統各小區之用水需求變化，分析用水趨勢，以掌握易受觀光旺季用水波動較大之關鍵小區，進一步分析關鍵小區之大用水戶用水型態，以掌握其用水情形，同時結合小區水壓與供水量變化分析，據以達成以下研究目的：

1. 掌握觀光旺季之關鍵用水小區，分析關鍵小區之大用水戶用水型態，提出合理用水模式與建議。
2. 探討澎湖地區馬公系統自來水供需關係，提出合理水壓操作管理，提供供水調配決策支援，輔助降低漏水水量與供水虧損。
3. 協助澎湖地區管理單位維持供水穩定，減輕人力負擔，提升作業效率。

1.3 預期研究成果

本研究計畫希冀透過用戶端用水設備清查與自動讀表傳訊設備回傳每日水量計數值，分析大用水戶用水紀錄與用水型態，提出

合理用水模式與建議；另方面，透過小區水壓計與水量計即時回傳供水相關數值，觀察小區水壓變化，透過供水模式調整分析，更加精準掌握小區用水趨勢，在滿足民眾用水需求及維持供水穩定下，提供澎湖地區管理單位水壓操作模式，給予合理水壓管理建議，進一步輔助降低漏失水量與供水虧損，輔助達成民國 116 年馬公系統環評承諾降低漏水率目標，並提升用戶用水服務管理及機關作業效率等附加效益。

1.4 研究範圍與研究架構

本研究計畫係以用水型態與水壓管理為探討分析，研究架構共分為五個章節（詳圖 1），說明如下：

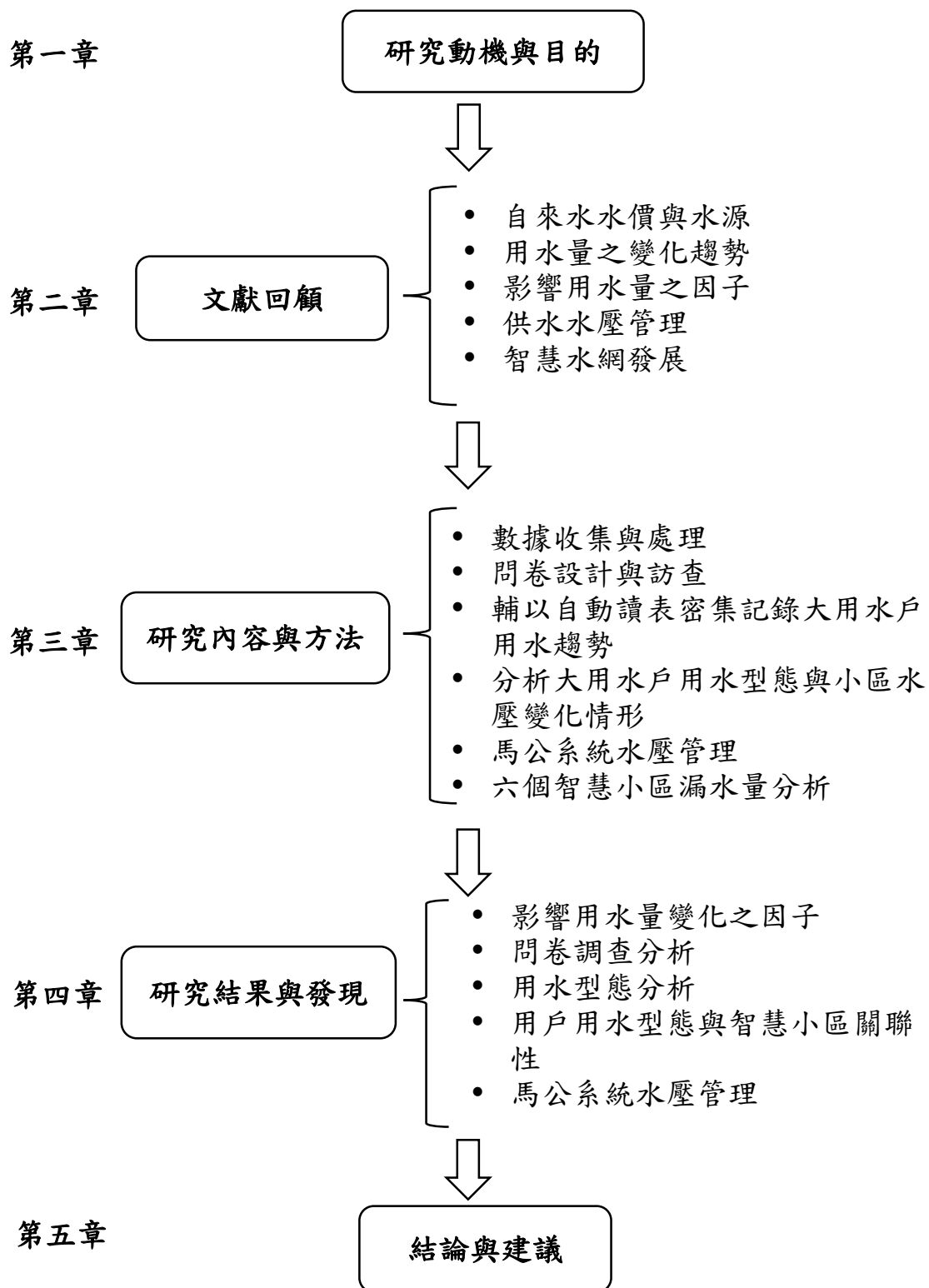
第一章「緒論」分為四個小節，首節以研究緣起為說明，次節敘明研究目的，續節為預期研究成果，後節為研究範圍與研究架構等。

第二章「文獻探討」分為五個小節，首節以自來水水價與水源關係為說明，次節探討用水量變化趨勢，續節說明用水量影響因子，再續節探討供水壓力管理，後節說明智慧水網發展等。

第三章「研究內容與方法」分為三個小節，首節說明澎湖地區用水與供水概況，次節敘明研究內容，後節以研究方法為說明。

第四章「研究結果與發現」分為五個小節，首節以影響用水量變化因子為說明，次節針對問卷調查結果進行分析，續節探討大用水戶用水型態，再續節分析用戶用水型態與智慧六小區之關聯性，後節以馬公系統水壓管理為分析。

第五章「結論與建議」係綜整歸納第二章至第四章，提出結論與建議。



資料來源：本研究案自行繪製

圖 1 研究架構圖

第二章 文獻回顧

2.1 自來水水價與水源

台水公司自來水水價自民國 83 年 7 月 1 日經台灣省政府核定迄今，已經歷約 30 年未調整，依據行政院主計總處資料顯示（如圖 2），民國 83 年 7 月消費者物價指數為 73.65，民國 113 年 1 月消費者物價指數為 106.59（中華民國行政院主計總處, 2024）。由此可知歷經約 30 年，國內各項物價指數約成長 34%，然而台水公司自來水水價長期未漲價，面對氣候變化所造成的降雨不穩定，使得台水公司應如何穩定持續供應自來水，面臨巨大挑戰。

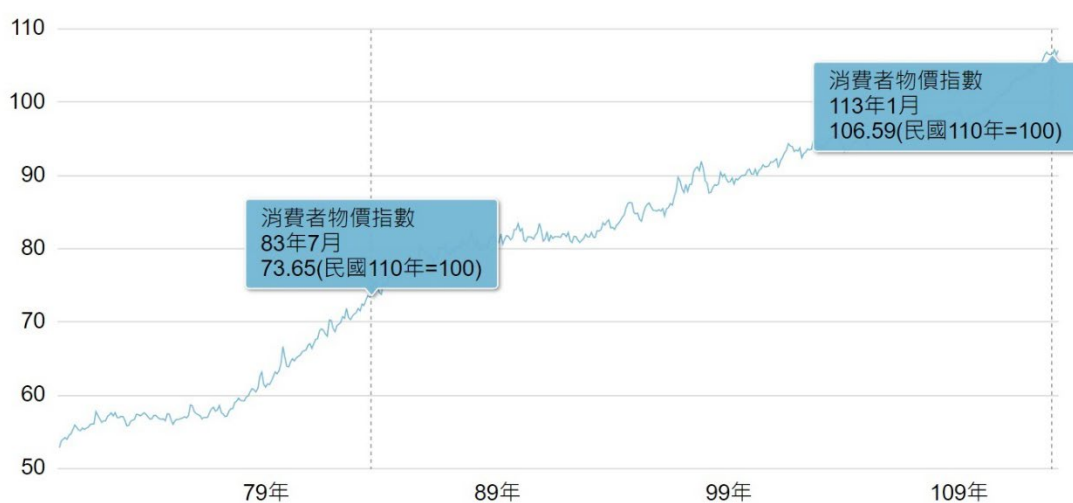


圖 2 我國消費者物價指數變化圖

目前不同國家或同一國家自來水價之訂定標準不一，常見由地方政府決定或與政治決策有關，但相關水價訂定對於環境考量與經濟問題考量並不全面，如：河川流域水文差異、社會如何公平分配

供水成本以及氣候變遷下穩定供水造成增加成本等。

西元 2017 年 Tsitsifli 等人在希臘 Kozani 提出以水價成本 (Full Water Cost, FWC) 為基礎，並將有效無計費水量 (Non-Revenue Water, NRW) 等因素列入水價成本中，相關自來水成本由民眾與自來水公司分配負擔，每度水價由 1.983 €/立方公尺折合新台幣約 69.312 元 (以匯率 1€換算新台幣 34.953 元計) 增加為 2.36 €/m³ 折合新台幣約 82.489 元 (Tsitsifli et al., 2017)。

西元 2018 年 Molinos-Senante 與 Guzmán 指出自來水廠仍消耗許多能源，並發現智利自來水廠對於減少碳排尚有進步空間，且智利自來水廠因碳排放所衍生成本約佔平均水價的 5.7%，因此針對減少碳排提供獎勵措施，可以促進低碳城市發展 (Molinos-Senante & Guzmán, 2018)。

西元 2019 年 Jia 等人以中國青島市進行研究，認為海淡水具有對沿海工業園區淡水供應之價值，在無政府補貼情形下，工業用水對海淡水需求為 28.8 千立方公尺/日，當海淡水補貼金額 0.2 \$ /立方公尺，折合新台幣 6.484 元/立方公尺 (以匯率 1\$ 換算新台幣 32.42 元計)時，海淡水需求達 36.9 千立方公尺/日；當海淡水補貼金額 0.36 \$ /立方公尺，折合新台幣 11.671 元/立方公尺時，海淡水需求達 70 千立方公尺/日。但海淡水高成本與高能耗是嚴重缺點，

在考量能源成本狀況下，政府對海淡水最佳補貼金額為 0.35 \$ /立方公尺，折合台幣約 11.347 元/立方公尺，此時海淡水供水量為 65 千立方公尺/日，更發現補貼金額越高，海淡水需求量增加 (Jia et al., 2019)。

西元 2015 年 Becker 表示水管理單位應就不同水源進行價格定價，包括非市場性質的價值以及不同國家之間的流域合作，因合理的水價格可對福祉產生更大的潛在影響 (Becker, 2015)。

依據國際水協會 (International Water Association, IWA) 於西元 2022 年 9 月份官網公布，調查西元 2021 年世界各城市「年用 200 度」之水價，經計算該 30 個國家(或地區)所轄 173 個城市之平均值作為每國家(或地區)之「平均單位水價」(如圖 3)。台灣平均單位水價 9.24 元/度，居世界各國第三低僅高於印度(位亞洲南部；4.20 元/度)、斯里蘭卡(位亞洲南方；2.58 元/度)，約占世界各國水價平均值 38.54 元/度之 23.98%，屬非常低廉。

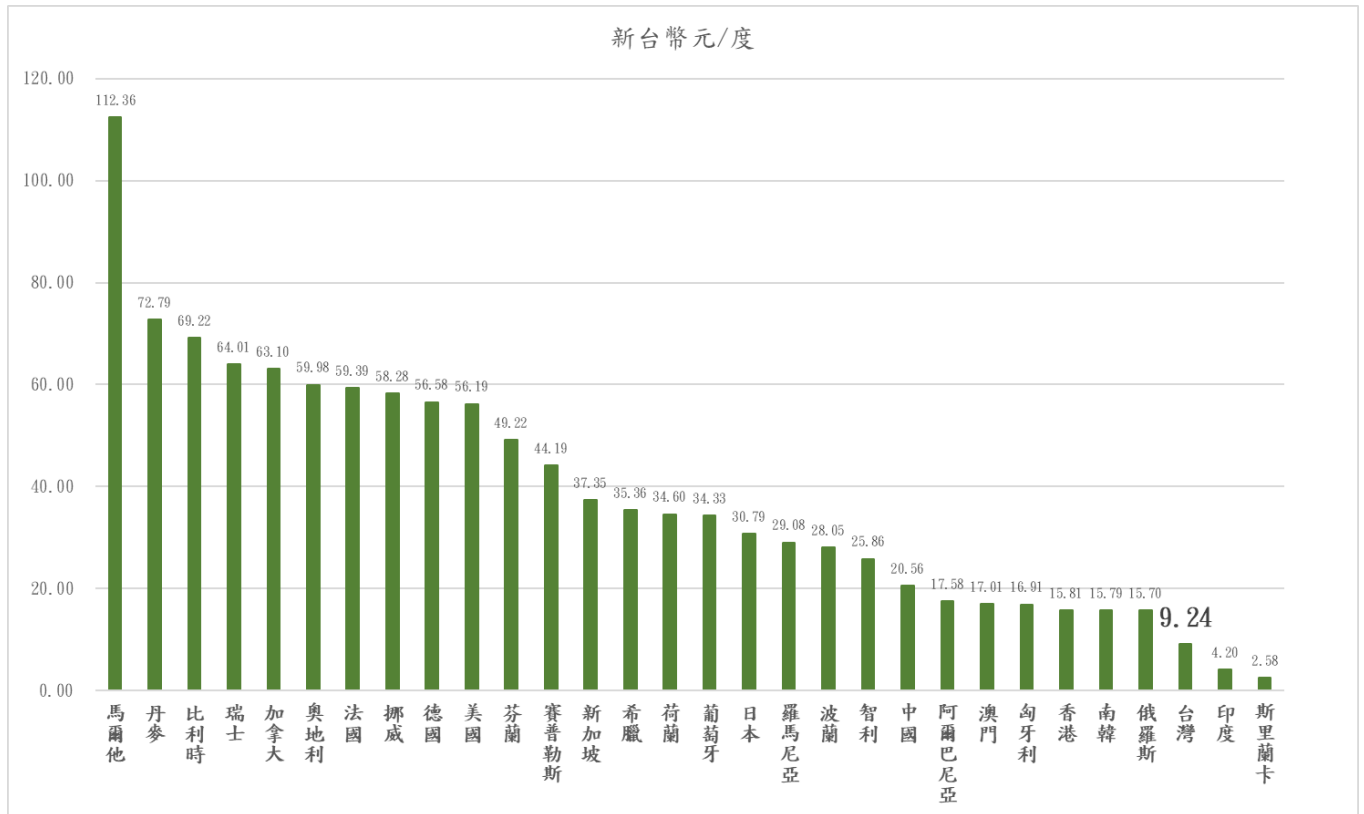


圖 3 世界各國平均水價一覽表

我國澎湖地區地勢平坦，無法隨地勢起伏產生地形雨，使得澎湖地區除梅雨季節與颱風外，基本上不降雨，加上澎湖地區四面環海，過度超抽地下水將使地下水層遭海水入侵而鹽鹼化，因此澎湖淡水資源缺乏，僅能依靠海淡水補充其水源不足。

依據台水公司「民國 110-112 年澎湖地區海淡廠營運狀況」與「民國 112 年度供應離島地區各供水系統成本表」資料顯示，澎湖地區馬公系統海淡水購水成本約為 43.80 元/立方公尺，連同其他外包費用、動力費、設備修護費、藥品及物料費、各項業務費、折舊費、稅捐及規費與其他各項供水成本計算後，平均每度自來水供水

成本約 67.68 元/立方公尺。

綜上所述，澎湖地區是我國重要旅遊觀光地區，如何有效控制
澎湖地區供水成本係台水公司離島供水一項重要議題。

2.2 用水量之變化趨勢

用水量係指普通用戶（一般家庭、商業、軍眷）、機關、優惠（公立國民中、小學）、工業用戶、船舶用水，及其他（工程、臨時買水）等之用水計費度；用水量多寡受到不同用水性質用戶而不同，一般家庭因用水人口變動較少，每日與每週用水較規律，工業用戶受到季節性、產業別或景氣循環影響，用水量短期波動較大，長期仍有一定的週期性或季節性變化。

西元 1993 年 Kulik 分析 1987 年 3 月至 1990 年 10 月澳洲坎培拉之月用水量，發現氣候變遷係影響用水量變化趨勢之主要因素，可由歷年月用水量變化趨勢得知，氣候變化對於月用水量有週期性變化之趨勢 (Kulik, 1993)。由此可知，用水量受到氣候變化影響，用水量會因季節轉變而有週期性或季節性變化。

西元 2004 年李紅艷等人分析中國鄭州市之年(1951~1985)、月(1991~1993)與日(1993)用水量，及榆次市之時(2002 年 4 月 14 日~16 日)用水量進行分析，發現年用水量週期性較不顯著，但趨勢性與隨機性則較為顯著；月用水量較日用水量較具有週期性，因日用水量會因假日與平日差異而有不同，故週期性較不明顯；時用水量較具有周期性，會因白天與晚上時間差別而變動 (李紅艷 et al., 2004)。

由上述學者相關用水量研究可發現，人類的生產、生活的規律性、生活型態的轉變及社會經濟的變動等會影響用水量變化，亦會隨著不同時間與空間的經濟生產與人類生活情形而變動，用水量具有趨勢性與週期性變動。

2.3 影響用水量之因子

許多影響因子與用水量具有相關性，例如：溫度、濕度、降雨天數、降雨量、人口數、平常日與假日、房屋面積大小等諸多因素，惟哪些因子係影響用水量程度較高(低)，及哪些因子係會互相影響後再影響用水量，需加以釐清探討。

西元 2001 年 Mukhopadhyay 等人針對科威特私人住宅淡水用水型態進行分析，研究樣本為 48 個家庭之每週用水量，發現與住宅用水量有關為「浴室數量」、「家庭所得水準」、「庭院大小」、「房間數量」、「氣溫」、「相對溼度」及「房屋成員數量」等 (Mukhopadhyay et al., 2001)。

西元 2005 年 Zhang 和 Brown 針對已開發國家的住宅用水量進行分析，發現家庭成員用水習慣及行為(例如：盥洗頻率、洗衣頻率、飲用水消耗量等)與用水型態有關 (Zhang & Brown, 2005)。

西元 2011 年 Al-Amin 等人對孟加拉 Manikganj 地區鄉村生活用水與社會經濟因子之關係進行研究，指出每人每日用水量、家庭面積、庭院面積、牲畜數量與用水量間為低度或無相關，而居住品質、住家大小、月收入和用水管線等則具顯著相關 (Al-Amin et al., 2011)。

西元 2011 年 Jethoo 等人以問卷調查蒐集印度 Jaipur 城市的用

水型態，指出收入所得與家庭用水量有高度相關，氣候變遷會影響用水量(如氣溫越高，用水量則越多)，生活方式不同亦會影響用水量 (Jethoo & Poonia, 2011)。

西元 2008 年駱佩婷針對台中市地區生活用水型態與需求進行分析，探討尚未縣市合併前之台中市生活用水量之變動趨勢與影響因子，進一步推估生活用水量之需求，透過文獻回顧方式整理出影響生活用水的變動因子有國民所得、國內生產毛額、國民生產毛額、消費者物價指數、家庭收支調查、水價、前一年每人每日生活用水量、供水人口、平均每戶人數、自來水普及率、售水率、前一年用水量等 12 個影響因子 (駱佩婷, 2008)。

西元 2008 年許盈松等人針對台灣地區生活用水量進行分析與模型預測，以文獻回顧方式整理影響生活用水量的變數因子，有供水人口、供水普及率、平均單位水價、國民所得、消費者物價指數、平均氣溫、降雨量、日照時數、降雨日數和前一年之月用水量 (許盈松 et al., 2008)。

西元 2017 年林志憲為探討用水量需求預測，以文獻回顧方式整理影響用水量之變數，有平日與假日、氣溫、濕度、降雨量、平均風速、日用水量、季節、過去用水量、區域人口比等 (林志憲, 2017)。

本研究彙整上開文獻整理影響用水量之因子，大致可歸納分成

六種類型(詳表 1)：

表 1 影響用水量之因子彙整表

影響因子	項目說明
人口因子	供水人口數、自來水普及率、家庭成員數量、區域人口比。
經濟因子	水價、國民所得、國內生產毛額、國民生產毛額及消費者物價指數等。
空間因子	家庭面積大小、庭院自來水灑水次數、浴室數量及庭院面積大小等。
氣候因子	氣溫、濕度、降雨量、日照時數、降雨日數與平均風速與季節等。
歷史用水量因子	前一年每人每日用水量、前一年用水量。
其他因子	平日與假日、家庭成員用水習慣與行為、用水管線大小、自來水售水率。

資料來源：本研究自行彙整

2.4 供水水壓管理

自來水已於世界各國發展已久，目前許多國家均因供水管網老舊劣化，因此容易有破管漏水之情事，為減輕漏水問題，進行水壓管理均為各國常用之手段。

西元 2018 年 Sudol 針對兩個 Upper-Silesian 直轄市, Bedzin and Czeladz 自來水管網分析，分析得出自來水管網水壓對管網損壞頻率與衍生之維修成本有顯著影響 (Sudol, 2018)。西元 2019 年 Al-Washali 等人對間歇供水區域之區域計量區 (District Metered Area, DMA) 進行夜間最小流分析 (Minimum Night Flow, MNF)，結果顯示 MNF 受到民眾水塔蓄水量影響，而且供水壓力太小將使漏水聲音變小，增加測漏難度 (Al-Washali et al., 2019)。西元 2021 年 Jara-Arriagada 與 Stoianov 透過降低水壓，使石綿水泥管以及鑄鐵管破管量減少達 18~30% (Jara-Arriagada & Stoianov, 2021)。

由上述文獻資料可發現，降低供水水壓可有效降低破管漏水，而漏水量亦與供水水壓有密切相關，漏水量與供水水壓可透過 FAVAD 公式 (Fixed and Variable Area Discharges) 可推測得知 (如式 1)：

$$\frac{L_1}{L_0} = \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^{N_1} \quad (\text{式 1})$$

式 1 中 L_0 代表平均漏水量 (立方公尺/日)， L_1 代表目前漏水量

(立方公尺/日)， P_0 代表平均水壓 (kgf/cm^2)， P_1 代表目前水壓 (kgf/cm^2)， N_1 代表系統漏水指數 (System Leakage Exponent)， N_1 值越大，代表漏水量對於水壓變化之敏感程度越高。

舉例來說，任何一個管網都會有漏水的情形存在，然而鑄鐵管為主的管網較不容易隨壓力變化而有明顯的漏水量變化；反之，塑膠管為主的管網，容易隨著壓力變化，造成塑膠管破裂，使得漏水量突增。 N_1 值大小不一定代表管網健康程度，僅代表管網漏水與壓力變化的關聯性。管網漏損水量、供水水壓與系統漏水指數關係如圖 4。

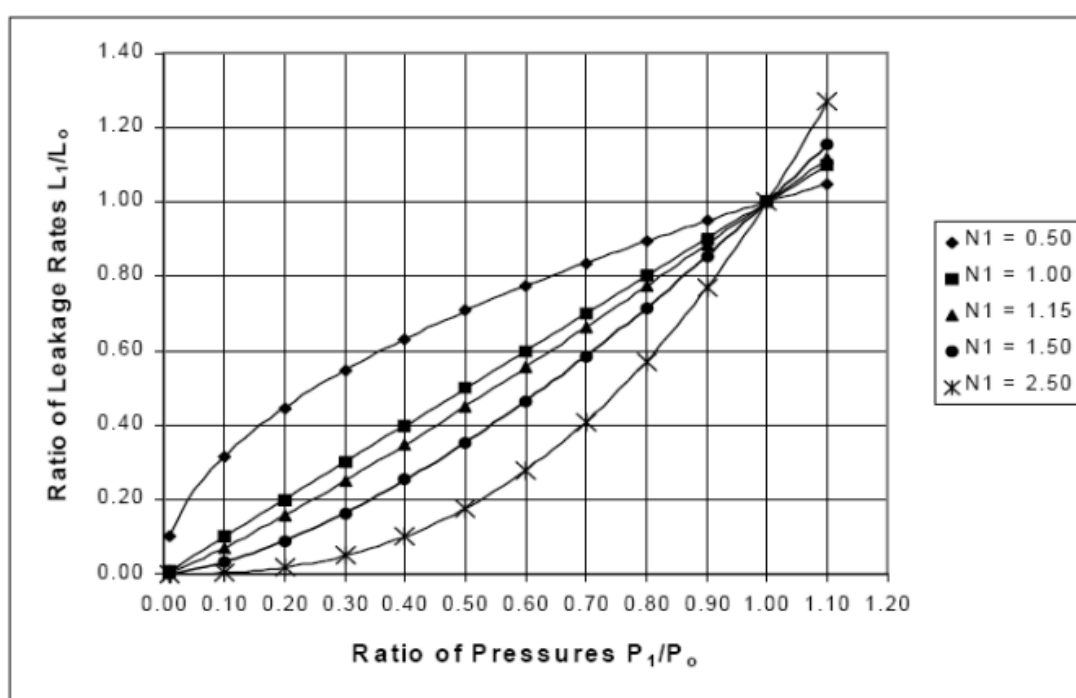


圖 4 管網漏損水量(L)、供水水壓(P)與漏水指數(N_1)關係圖

目前針對供水水壓穩定減少漏水率部分已有許多研究，隨著管網形態及管線材質之不同，全世界各國自來水事業 N_1 值也不相同，但多介於 0.5-2.5 之間。西元 2013 年王銘博等人指出在臺北市自來水事業處完成管線汰換之前，將水壓進行精準操作與管理能有效降低管網漏水量。（王銘博 et al., 2013）。

西元 2009 年張錫堅運用 EPANET 2.0 系統建置供水管網水力分析模型，將模擬水壓與實際水壓進行比對，針對差異過大節點進行管網測漏，能有效管理區域間供水水壓與進行漏水檢測（張錫堅, 2009）。

西元 2015 年隋忠寰等人採用進階水壓管理 (Advanced Pressure Management, APM) 與智能水壓管理 (Smart Pressure Management, SPM)，將既有持減壓閥 (Pressure reducing valve, PRV) 安裝控制器，藉由控制減壓閥後出水水壓滿足臨界區點最小水壓壓力需求（隋忠寰 et al., 2015）。

EPANET 是目前國際上常用來分析管網供水水量與壓力之水力分析模擬程式，該模擬程式結合許多公式進行運算，進而推估模擬管網水壓、水量與漏水量。

西元 2016 年 Kabaasha 等人指出， N_1 Power Equation (如式 2) 是 EPANET 系統常用的運算公式之一，然而 N_1 Power Equation 係

屬經驗公式，該公式中的 C 與 N1 並非定值，須配合現場狀況修正，且 N1 Power Equation 並未將漏水面積變化列入考慮，而 FAVAD 公式將漏水面積變化列入公式中，因此 EPANET 已將 FAVAD 公式使用於 Global Gradient Algorithm (GGA)，能有效增進漏水量估計精準度 (Kabaasha et al., 2016)。

$$Q = Ch^{N1} \quad (\text{式 } 2)$$

式中 Q 代表漏水率，C 代表漏水係數，h 壓力水頭，N1 代表洩漏指數。

台水公司針對水壓管理訂有「水壓管理作業要點」，考量各供水區地形高低差異大，供水管網相對獨立，各系統供水水壓各不相同，為加強規範各單位供水水壓之管理，即時掌握各供水系統壓力變化，督促各廠所長期實施水壓管理，延長系統管線使用壽命及透過合理的水壓操作以降低供水損失率，有效提升供水穩定度及縮短應變處理時效，爰訂定此要點，概述如下：

1. 各供水區之地形高低存在差異，應根據每一供水區之地理位置和地面高程及平常日、例假日時段妥善訂定合理操作水壓。
2. 各地區水壓標準應依據各供水系統清水池高程、抽水機揚程、供水區調配水池、持減壓閥、現狀供水水壓，並考慮

現有供水管網承壓能力等因素綜合考量制訂。

3. 各廠所可依其供水設施能力及轄區供水條件，分別訂定水壓標準，離峰時段可視當地用戶用水習慣及可接受程度調控管線水壓，以此方式來調配各場站操作水壓。
4. 對於供水管網應依據水力分析將高地區及低地區分別供水，避免高低地區混合供水，尤以地面高程較低或需加壓供水的區域，為避免供水水壓過高導致爆管事故，確保供水系統管網使用安全，應採取減壓、限壓措施，並優化調度配水，但須確保供水區最遠端或高程最高地區之供水滿足用戶需求。
5. 水壓監測站均應建立標示在監控系統中。已劃分分區計量管網之區域，供水管線監測站應配合「分區計量管網」大、中、小區規劃設置，於每一中區主取水點設置 1 處即時水壓監測站，而每一小區則設置 3 處水壓監測站（可視實際需求調整數量），分別位於進水點、管線臨界點(Critical point)及戶數權重高程點(Average zone point,AZP)，如監測站位置改變時，應儘速更新；尚未劃分分區計量管網之區域，水壓監測站設置在供水幹管末端、供水管網重要節點、敏感區域的供水管節點等位置。有關「管線臨界點」、「戶

數權重高程點」、「敏感區域」定義如次：

- (1) 管線臨界點(Critical point)：為管網內水壓減少時最先發生無水情況之處，通常位於小區內之高點、離進水點最遠處或長距離之小管徑給水管線末端。
- (2) 戶數權重高程點(Average zone point,AZP)：區內平均用戶地面高程為權重估算基礎。
- (3) 敏感區域：如學校、醫療院所、大型工廠或工業區、大眾運輸車站等。

2.5 智慧水網發展

依據 World Meteorological Organization(世界氣象組織)統計西元 2023 年 7 月 7 日為歷史紀錄最熱的一天，地球平均氣溫超過 17 °C (World Meteorological Organization, 2024)。氣候變遷劇烈與極端天氣(例如：極端高溫、海岸溢淹、極端降雨以及乾旱等)事件發生頻率增加，氣候災害對水事業單位之供水調配管理帶來更多挑戰。

為加強企業經營韌性，水事業單位利用通訊科技技術與物聯網串聯，建置智慧水網系統，透過感知設備(例如：流量計、水壓計與水質設備等)對數據進行監控與獲取，透過即時監控與數據傳輸，搭配系統平台進行解讀與分析，提供管理單位決策判斷，協助解決水資源管理調配問題。

國內自來水事業單位，包含臺北自來水事業處、連江縣自來水廠、金門縣自來水廠，及台水公司皆已建置智慧水網系統；國外水事業單位部份，例如日本與新加坡 (Devitama et al., 2020)、馬來西亞 (Abdul Aziz et al., 2022)、中國大陸深圳城市 (Zhu et al., 2019) 等亦已建置相關智慧水網系統。

西元 2020 年 Li 等人認為近幾年政府機關、產業界與學術單位對於建置智慧技術有濃厚興趣，包含感知設備監控、即時數據傳輸、即時監控系統等，但由於各水事業單位係依據本身需求各自建置智

慧水網系統，致水網系統之建構模型未標準化而無法大規模應用。因此，為促進智慧水網系統之應用，提出三項研究建議，其中一項為對於最終使用者之數據歸類與分析，智慧水表雖可即時讀取水量計數值，提供大量用水資料，然需要良好且強大的系統分析功能，擷取有用的數據，有效地辨識尖離峰期間之用水需求量、漏失水量與管線破損等，以降低用戶的水費支出與水事業單位的供水成本 (Li et al., 2020)。

本研究計畫預計利用澎湖地區已建置之智慧水表，獲取用戶每小時密集之用水數據，分析用水模式與進水趨勢，並搭配智慧水網系統之「管網監控管理模組」與「管網供水管理模組」，提供各監控點之即時水壓與水量數據，進行水壓分析探討，以利在滿足用戶用水需求前提下，妥善進行供水調配管理，進一步亦可提供澎湖智慧水網系統未來精進開發之方向。

第三章 研究內容與方法

3.1 澎湖地區用水情形與供水概況說明

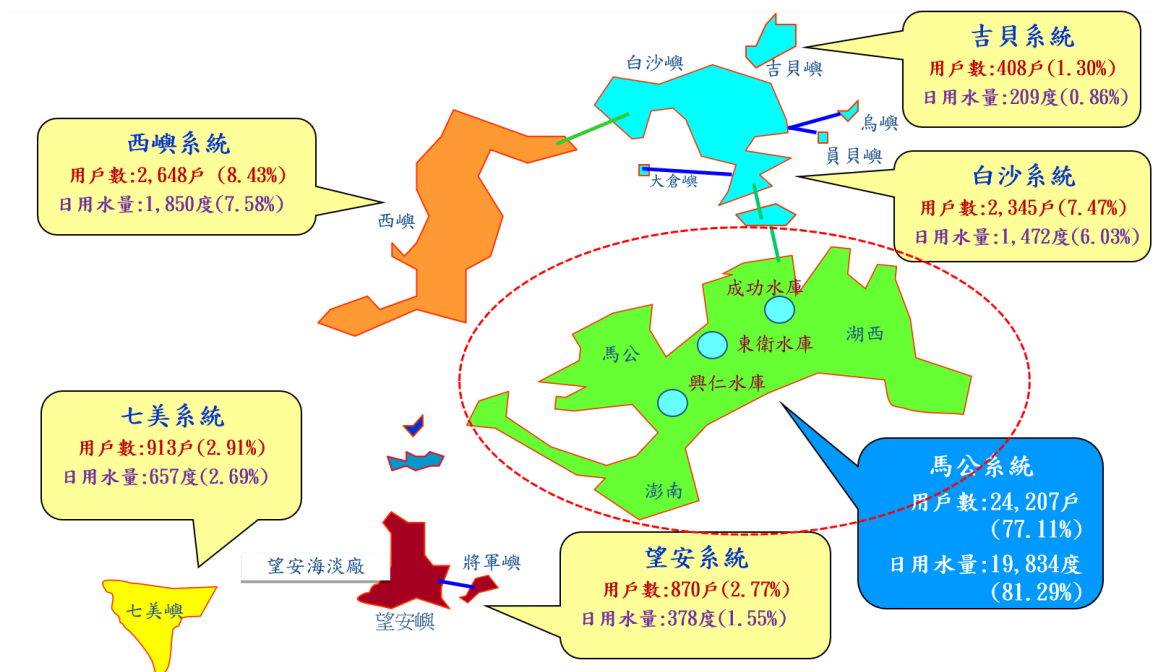
澎湖地區轄有 1 市(馬公市)與 5 鄉(湖西鄉、白沙鄉、西嶼鄉、望安鄉與七美鄉)，其中馬公市山水里、興仁里、烏崁里、虎井里與桶盤里，及望安鄉東坪村、西坪村、東吉村與花嶼村等村里係使用社區簡易自來水外，其餘地區皆屬台水公司供水範圍，統計至民國 112 年年底，用戶數計 31,391 戶，自來水普及率 92.91%。

澎湖地區用戶用水類別組成型態，以民國 112 年為例說明，全年度累計用水量 890.6 萬立方公尺，每月平均用水量 74.22 萬立方公尺，各類用水類別中，以一般用水佔比 82.94% 為高，機關及其他(例如：臨時用水、船舶用水等)用水佔比 17.06%，工業用水佔比 0%(表 2)，由前述數據可知澎湖地區用水類別主要係以一般用水戶為主，其次為機關與其他用水，而無工業用水戶。

表 2 澎湖地區 112 年各類用水情形統計表

用水類別	112 年度		
	累計用水量 (萬立方公尺)	每月用水量 (萬立方公尺)	用水佔比
一般用水	738.8	61.57	82.94%
工業用水	0	—	0.00%
機關及其他用水	151.8	12.65	17.06%
合計	890.6	74.22	100.00%

澎湖地區供水系統分為六大供水系統，分別為馬公系統、西嶼系統、白沙系統、七美系統、望安系統與吉貝系統，其中以馬公系統用戶數 24,207 戶(佔總用戶數 77.11%)為多，每日用水量 19,834 立方公尺(佔總日用水量 81.29%)，亦即 77.11%用水戶集中於馬公系統，每日用水量佔比達 81.29%，其餘供水系統之用戶數與日水量比例皆低於 9%如圖 5。



資料來源：台水公司澎湖營運所提供，本研究計畫案加以繪製。

圖 5 澎湖地區六大供水系統分布圖

馬公系統係由 5 個中區組成，中區內再細分為數個小區，分別為馬北中區(12 個小區)、馬南中區(10 個小區)、成功中區(6 個小區)、

湖西中區(8 個小區)與澎南中區(7 個小區)



資料來源：台水公司澎湖營運所提供

圖 6 馬公系統中區分布圖

各中區之用水量情形，以民國 112 年為說明，馬南中區之日用水量 10,069 立方公尺，佔馬公系統日用水總量 51.21%為最高，其次為馬北中區，日用水量 5,459 立方公尺，佔比 27.76%，依序為湖西中區日用水量 1,932 立方公尺(佔比 9.83%)，湖南中區日用水量 1,598 立方公尺(佔比 8.13%)、成功中區日用水量 606 立方公尺(佔比 3.07%)(表 3)，由前述數據可知馬公系統之日用水量有 51%比例來自於馬南中區，亦即馬南中區用水量變化對於馬公系統總用水量有一定程度之影響。

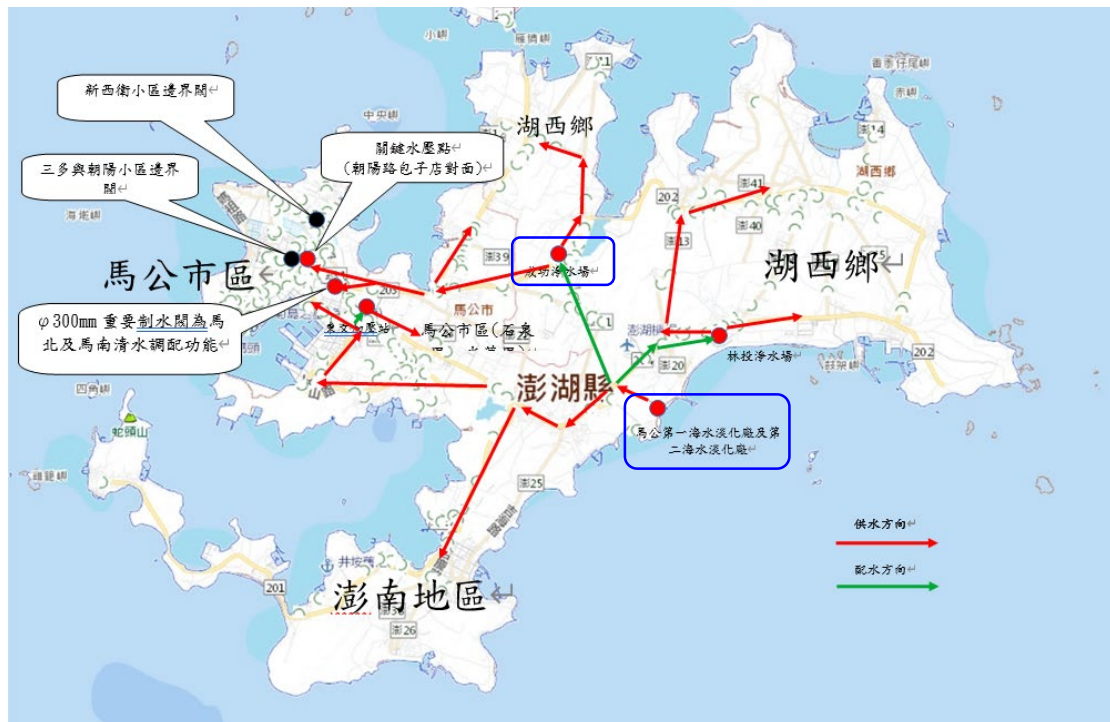
表 3 馬公系統各中區 112 年日用水量統計表

中區名稱	小區數	日用水量(立方公尺)	日用水量佔比(%)
馬南中區	12	10,069	51.21
馬北中區	10	5,459	27.76
湖西中區	8	1,932	9.83
澎南中區	7	1,598	8.13
成功中區	6	606	3.07
合計	43	19,664	100

資料來源：台水公司澎湖營運所提供，本研究案自行繪製。

澎湖馬公地區供水主要係透過馬公海淡廠與成功淨水場供水，因配合水利署針對成功水庫水位進行供水管控，馬公地區供水會依據不同供水管控狀態，由海淡廠調節供水，以滿足民生用水需求。

可明顯發現，海淡廠及成功淨水場供水至馬公市區，其距離並不一致，配合小區管網建置，相關邊界閥封閉後，造成不同供水來源會有不一樣的水壓分布，因此需透過關鍵水壓點呈現之水壓調整重要制水閥，以滿足民眾用水需求，必要時亦將開啟小區邊界閥，以達到管網供水穩定。



資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 7 馬公系統供水示意圖

目前澎湖地區供水主要限制如下：

1. 澎湖海淡廠(馬公第一海水淡化廠、馬公第二海水淡化廠)
保價保量供水 18,000 CMD。
2. 水利署控管成功水庫出水量，造成成功淨水場出水量低，
通常管制出水量為 1,000 CMD。
3. 為達成台水公司「降低漏水率防治計畫」漏水量管控目標，
目前馬公系統出水量管控值隨月份不同，管控值將進行滾
動調整，通常管控值介於日平均 23,000CMD~25,000CMD
之間。

4. 環評部分：

(1) 馬公第一海水淡化廠：出水量最大值 20,000 CMD。

(2) 馬公第二海水淡化廠：出水量最大值 10,000 CMD

(3) 地下水總抽水量：設計出水量最大值 2,484 CMD

5. 設備出水量上限：

(1) 馬公第一海水淡化廠：設計出水量 15,250CMD，在考量穩定供水情況下，目前最大出水量為 13,000CMD。

(2) 馬公第二海水淡化廠：設計出水量 15,000CMD，在滿足環評條件下，目前最大出水量為 10,000CMD。

(3) 成功淨水場設計出水量：15,400CMD，因水利署出水量管控，目前僅能出水 1,000CMD。

(4) 地下水井：為滿足環評條件限制，目前最出水量僅 2,484CMD。

(5) 鹽淡水廠：5 口鹽淡水井，每口出水量可達 1,000CMD，共計 5,000CMD，惟鹽淡水井水源不足，目前出水量僅 600CMD。

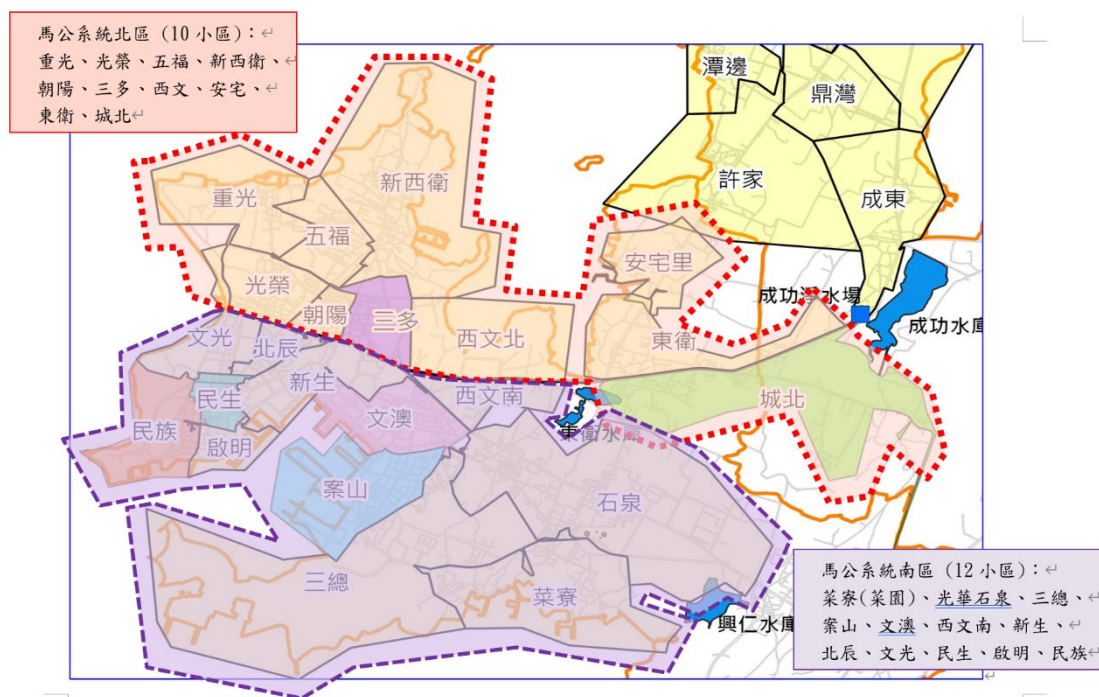
除台水公司內控管控值外，考量政府單位、環評限制與供水條件限制下，目前澎湖地區供水最大量能約為 27,084CMD。

綜上所述，澎湖地區係我國重要觀光旅遊地區，在如此複雜供水條件下，如何穩定滿足澎湖馬公地區供水問題，是本次研究重點

探討課題。

3.2 研究內容

由前小節表 3.2 可發現馬公系統約 8 成用水量來自馬南中區 (51.21%)與馬北中區(27.76%)，其餘湖西、澎南與成功中區用水量佔比皆低於 10%，爰本研究計畫範圍以馬北中區(10 個小區)與馬南中區(12 個小區)為主(圖 8)。



資料來源：台水公司澎湖營運所提供

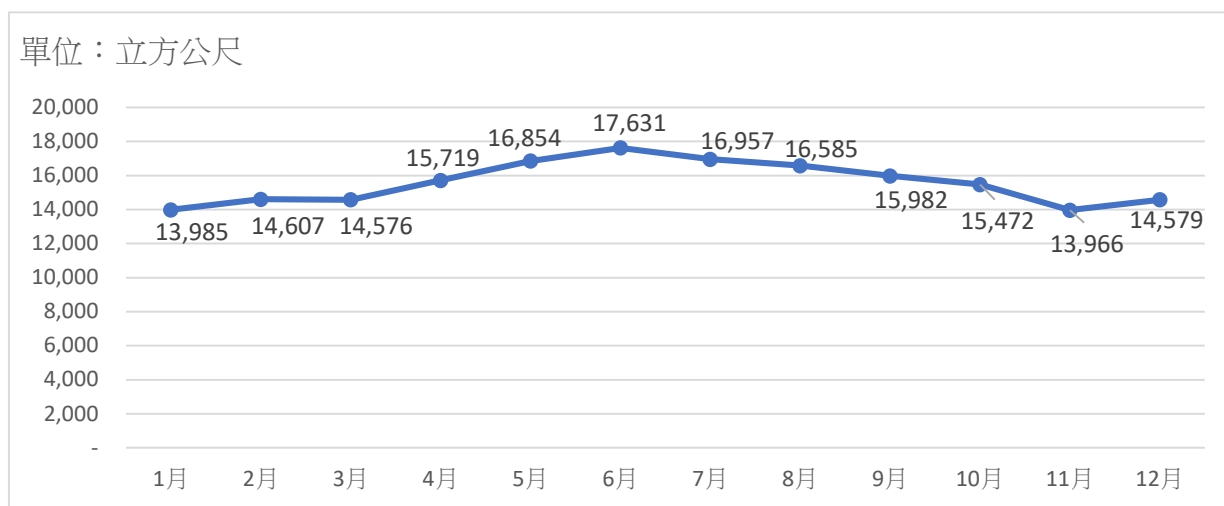
圖 8 馬北中區與馬南中區之各小區分布圖

表 4 與圖 9 顯示馬北與馬南中區之各月用水量在觀光淡旺季差異甚大，觀光旺季(4~8 月)月平均用水量 51.25 萬立方公尺、日平均用水量為 1.67 萬立方公尺，淡季(9~3 月)月平均用水量 44.63 萬立方公尺、日平均用水量 1.47 萬立方公尺。

表 4 馬北與馬南中區 112 年各月月用水量與日均量統計表

											單位：立方公尺	
112年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
日均量	13,985	14,607	14,576	15,719	16,854	17,631	16,957	16,585	15,982	15,472	13,966	14,579
月用水量	433,543	408,984	451,867	471,569	522,481	528,918	525,661	514,122	479,461	479,638	418,968	451,950

資料來源：台水公司澎湖營運所提供，本研究案自行繪製。



資料來源：台水公司澎湖營運所提供，本研究案自行繪製。

圖 9 馬北與馬南中區 112 年各月日用水量趨勢圖

由前段說明可發現馬北與馬南中區各月用水量非呈現穩定用量，而係隨觀光淡旺季而增減變化，由此可推論觀光人次多寡影響用水量，惟除觀光人次外，是否尚有其他因子亦影響用水量變化。

爰此，本研究內容分為三大部分，第一部分係探討影響馬北與馬南中區之用水量波動之因素，依據第二章、2.3 影響用水量因子可歸納為六部分，分別為人口、經濟、空間、氣候、歷史用水量與其他因素等；澎湖地區活動主要係以觀光為主，但因位居台灣南部

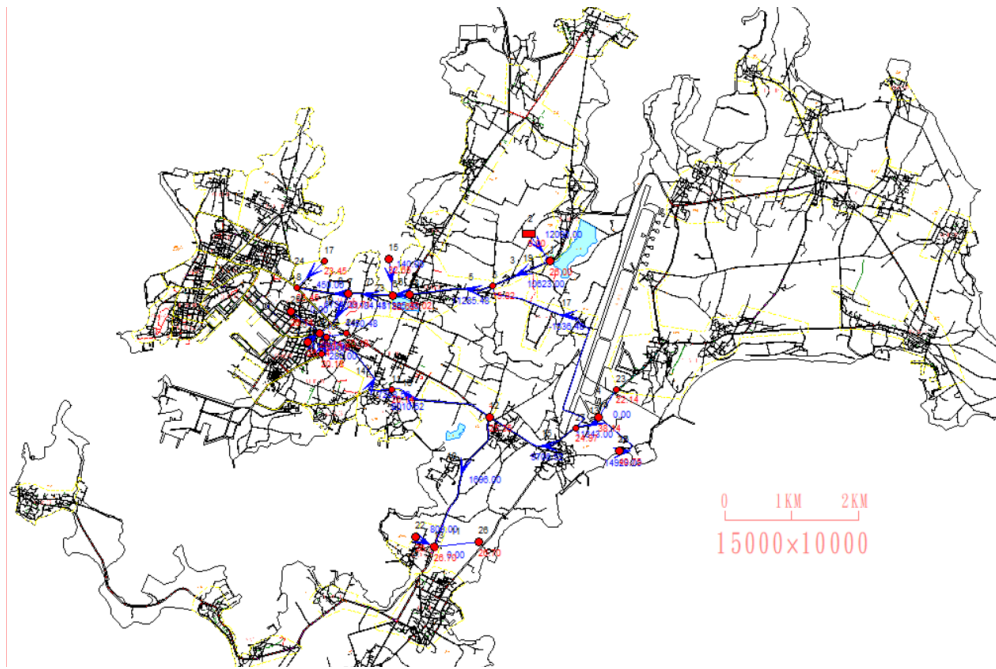
台灣海峽上，冬天東北季風風勢強勁，加上大陸冷氣團影響，又島嶼地形平坦無高山阻擋，致氣溫均低嚴寒，影響旅客赴澎湖觀光意願，爰除探討觀光人次對於用水量影響程度外，亦將氣候因子(包含溫度、濕度、雨量、降水日數與日照時數)納入分析，亦即本研究欲探討哪些因子與用水量有顯著相關或非相關，例如：溫度變化是否影響用水量增減。此外，再針對馬北與馬南中區內之個別小區(計 22 個小區)進行分析，以找出哪些小區用水量易受到氣候與觀光人次因子影響(本計畫稱為關鍵小區)。

第二部分係依據第一部份所分析之關鍵小區進行大用水戶用水型態分析，考量澎湖地區用水類別有高達 82.94%比例為一般用戶，月用水量 1,000 立方公尺以上僅 22 戶，為利本研究案分析與探討，擴大研究對象，擇月用水量 200 立方公尺以上大用水戶進行用水設備調查。本計畫將自行設計問卷，針對大用水戶的基本資料、用水量、自動讀表使用情形及滿意度調查等題項設計，採電話、郵寄與實地訪查方式取得相關資料，如受訪對象未裝置智慧水表，可藉由問卷調查取得用水設備資料，並與月用水量一併分析，推估用水週期；如係自動讀表用戶，除問卷資料外，再輔以台水公司自動讀表系統，可精確了解每小時用水曲線，進一步分析進水週期是否合理，提出合理用水模式與建議。

第三部分係藉由大用水戶用水型態分析，提出合理用水模式與建議，並觀察小區之水壓變化。

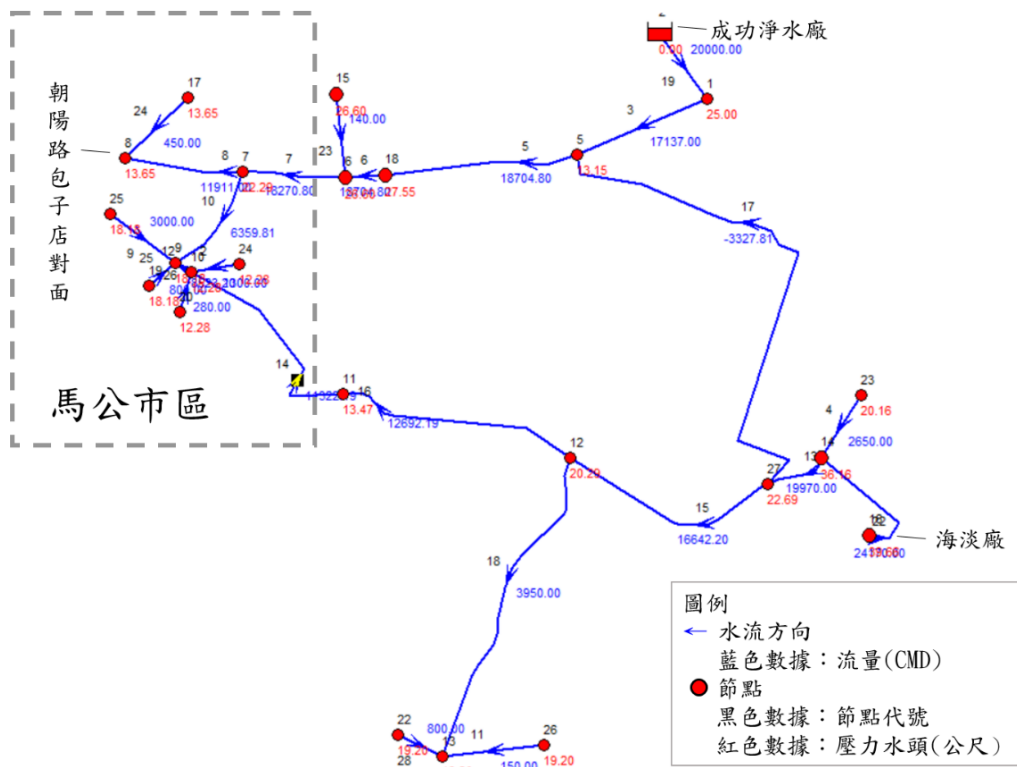
台水公司第七區管理處為建置澎湖地區分區計量管網，於民國 101 年 12 月完成「澎湖地區分區計量管網建置規劃」報告，以 EPANET 進行各供水系統與完成設置後之各分區計量管網水力分析。

本研究將依第二章文獻回顧第 4 小節「供水水壓管理」中提及運用 EPANET 進行水力分析，以及結合「澎湖地區分區計量管網建置規劃」報告建置之水力分析模型，利用該報告中馬公系統水力分析模型(圖 10)與澎湖馬公系統水力分析（豐水期最大時用水，圖 11）、豐水期最大日用水(圖 12)、枯水期最大時用水(圖 13)、枯水期最大日用水(圖 14)為基礎，配合用戶用水量預測修正馬公系統水力分析模型，以了解在不同供水條件下，系統模擬之成功淨水場出水壓力與出水量，以及馬公海淡場出水壓力與出水量，作為「以需定供」之供水調配依據。



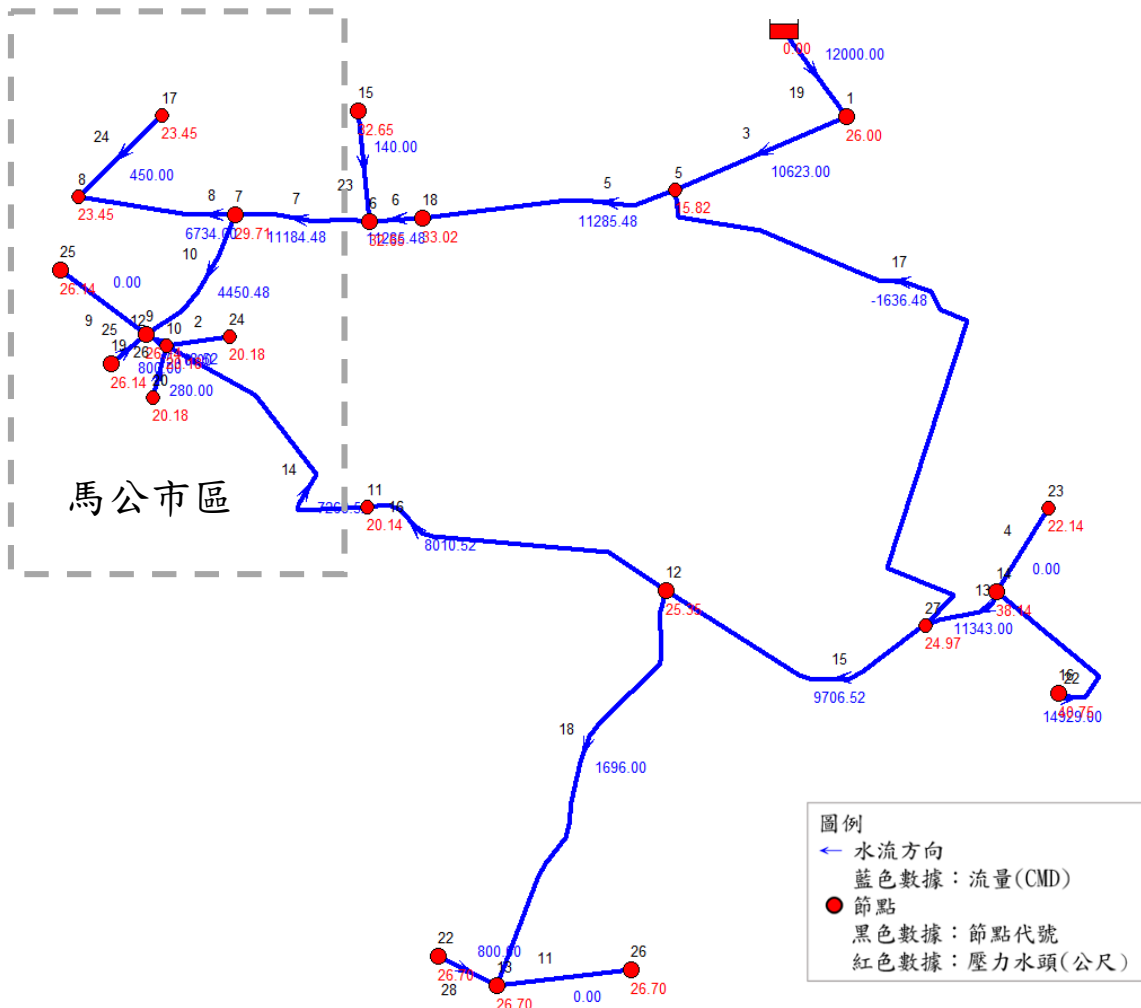
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 10 澎湖馬公系統水力分析模型



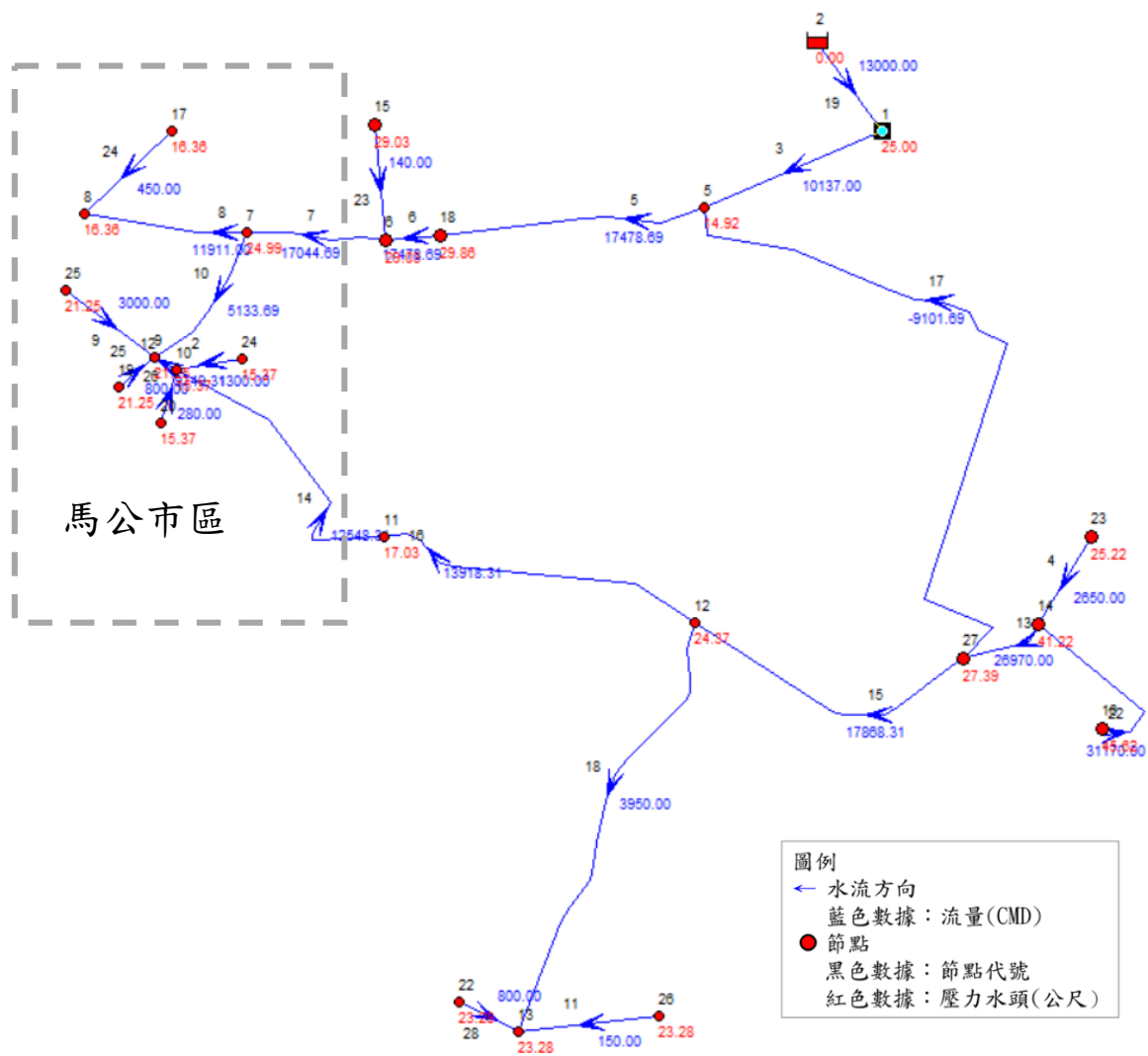
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 11 澎湖馬公系統水力分析（豐水期最大時）



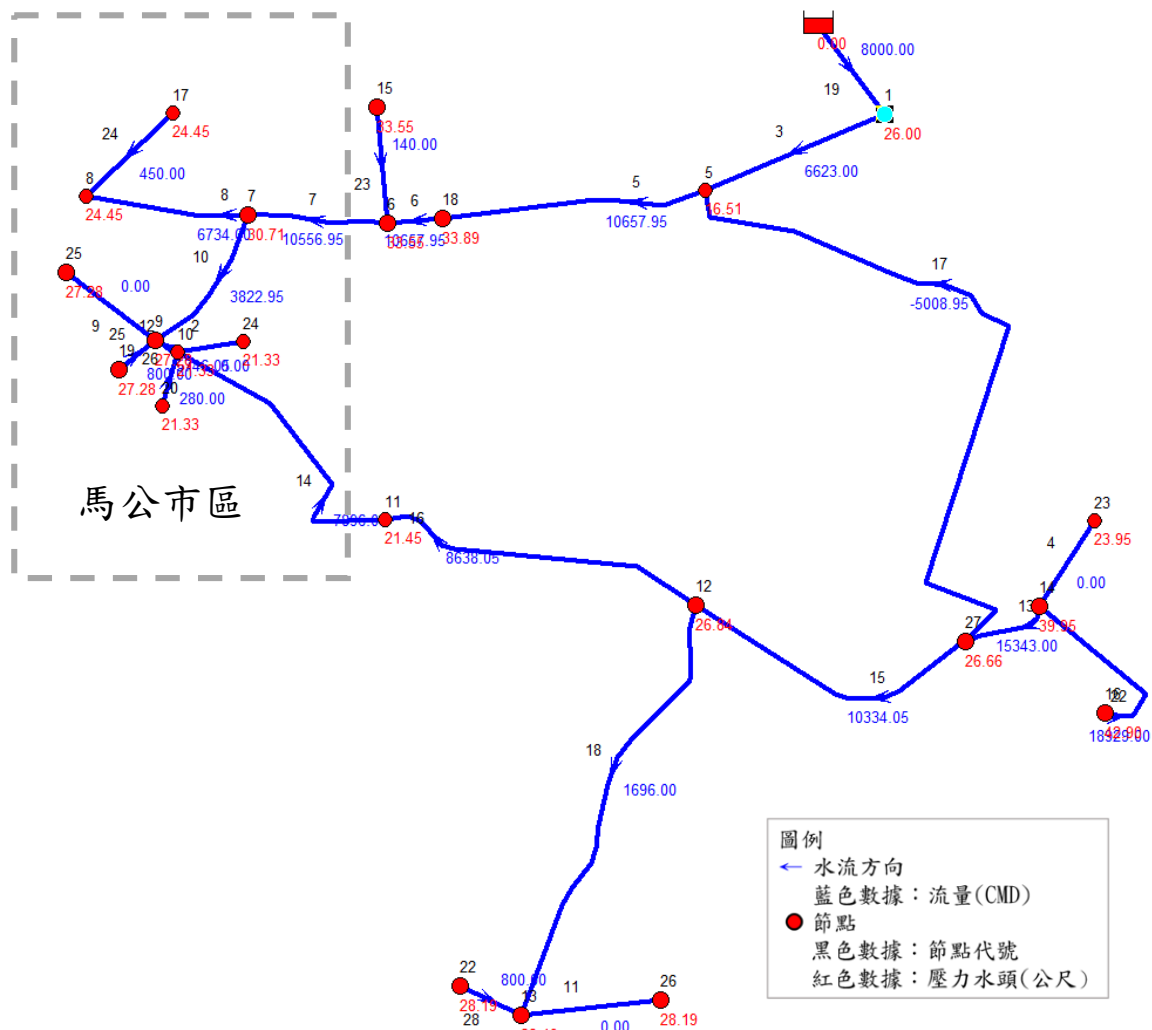
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101年12月)

圖 12 澎湖馬公系統水力分析（豐水期最大日）



資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101年12月)

圖 13 澎湖馬公系統水力分析（枯水期最大時）

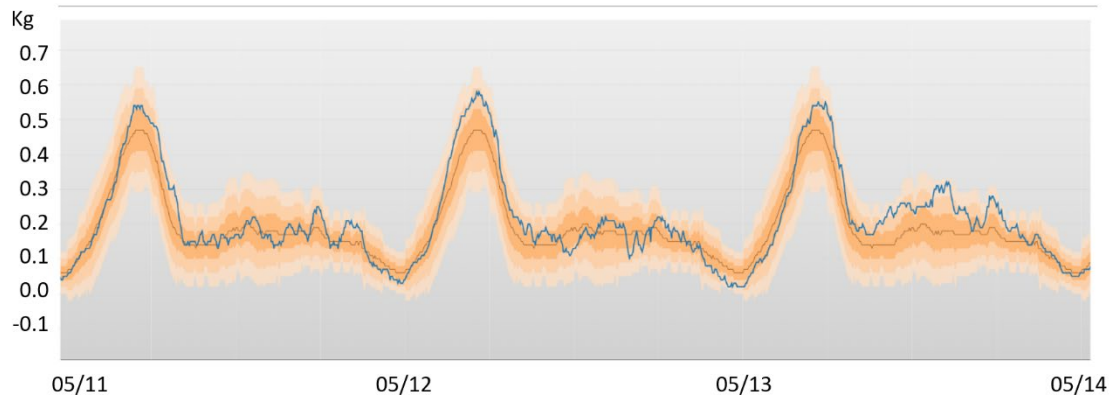


資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101年12月)

圖 14 澎湖馬公系統水力分析（枯水期最大日）

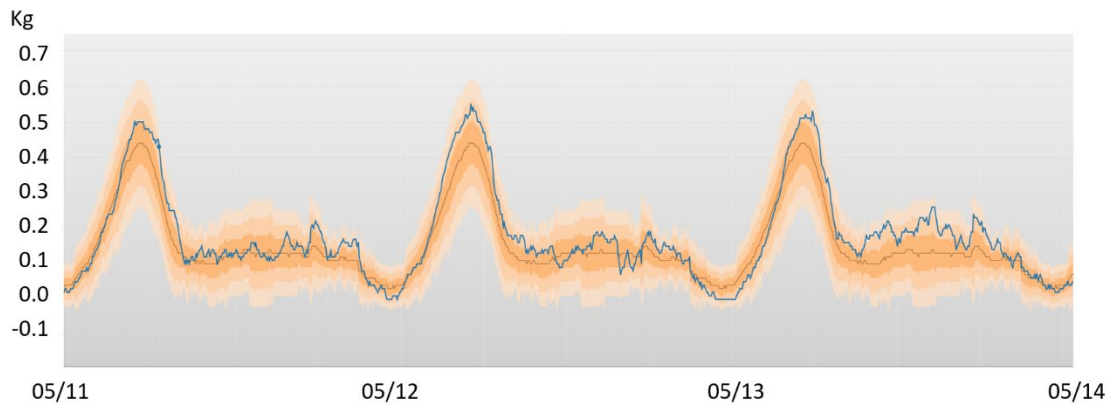
目前澎湖馬公市區供水最高點(高程約 13 公尺)係重要供水壓力關鍵點位，澎湖營運所將針對該點為壓力變化進行水壓控制，正常供水壓力約位於 0.1 kgf/cm² 至 0.5 kgf/cm² 之間(如圖 15 及圖 16)，如此二點位供水壓力不足時，則通知成功淨水場與海淡廠增量

出水，以維持馬公市區供水需求與穩定，管理單位將觀察關鍵點位水壓變化，調整供出水操作模式，未來本研究將依據用水變化再更進一步提出合理水壓管理建議。



資料來源：台水公司「供水監測平台」系統

圖 15 馬公市區供水關鍵點位（朝陽包子店對面）



資料來源：台水公司「供水監測平台」系統

圖 16 馬公市區供水關鍵點位（朝陽路 148 巷，中興國小側門）

3.3 研究方法

3.3.1 數據收集與處理

本研究計畫將探討澎湖地區氣候因子(溫度、濕度、雨量、降水日數與日照時數)，及觀光人次對於馬北與馬南中區內各小區用水量之影響程度，氣候數據資料由交通部中央氣象署-CODIS 氣候資料服務系統取得每月歷史氣象資料，觀光人次數據由澎湖縣政府旅遊處官網取得每月觀光人次統計資料。

考量馬北與馬南中區自民國 109 年起開始規劃建置小區，每月各小區抄見量係依據抄表收費月提供，惟台水公司抄表計費流程係採取先抄表後開單，例如：民國 110 年 1 月水費繳費單據，用水期間為民國 109 年 10-12 月，即 110 年 1 月水費單據之計收用水量係 109 年 10~12 月已經使用之水量，非當(1)月之用水量，爰依據各小區之抄表期間換算為每月實際用水期間，表 5 以案山小區民國 109 年 12 月實際用水量計算為例說明。

表 5 案山小區 109 年 12 月實際用水量計算表

收費月	用水期間	用水天數(天)	用水量(立方公尺)
110 年 1 月	109.10.15~ 109.12.11	58	49,646
110 年 3 月	109.12.12~ 110.02.05	56	45,641

$$\begin{aligned} &\text{實際月：109 年 12 月用水量計算} \\ &(49,646 \text{ 立方公尺}/58 \text{ 天}) * 11 \text{ 天} + (45,641 \text{ 立方公尺}/56 \text{ 天}) * 20 \text{ 天} \\ &= 25,716 \text{ 立方公尺} \end{aligned}$$

資料來源：台水澎湖所提供，本研究自行繪製。

馬北與馬南中區自民國 109 年中旬完成建置計 21 個小區，民國 110 年 5 月又將西文小區劃分為西文南小區與西文北小區，共計 22 個小區；考量資料分析期間如以西文南小區與西文北小區完成建置之時間點 110 年 5 月起至 112 年 12 月止，因 110 年與 111 年受 Covid 疫情愈趨嚴峻情形，中央防疫指揮中心規定 111 年 1 月 29 日起搭機或搭船前往澎湖金馬離島地區之旅客，出發當日有症狀者不得搭乘並至醫院接受 PCR 檢測等規定，致大幅影響赴澎湖地區觀光之旅客人數，進一步影響用水量。

為減少受 COVID 疫情影響，考量西文南小區與西文北小區每月用水量分別僅 3,000~4,000 立方公尺，用水人口分別為 100~150 戶，爰將前述兩小區合併計算(以分割前之西文小區為計算)，分析期間以 21 個小區完成建置之時間點 109 年 7 月起至 112 年 12 月等共計 42 個月。

為分析氣候因子與觀光人次對於用水量之影響程度，本研究採以皮爾森相關係數「Pearson' s correlation coefficient，簡稱相關

係數 r 」分析，如公式 3

<公式 3>說明：

設有兩組樣本， $x_1、x_2...x_n$ 及 $y_1、y_2...y_n$ ，其樣本平均數分別為 $\bar{x}、\bar{y}$ ，樣本標準差分別為 $S_x、S_y$ ，則相關係數 r 定義為

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

相關係數是在檢驗二個變項間(自變數與依變數)之關聯程度；

自變數，又稱獨立變數、解釋變數、外生變數，是可由研究者選擇、控制、研究，且能獨立變化而影響或引起其他變數變化的條件或因素，亦即係研究的「原因」；與自變數相對者為依變數，又稱被解釋變數、反應變數、研究的目標變數，其取值可被觀測且隨自變數的變化而變化，亦即係研究的「成果」。

本研究案之自變數為氣候因子(溫度、濕度、雨量、降水日數與日照時數)，及觀光人次等 6 個，爰將自變數編碼為 6 個，分別為 $X_1、X_2...X_6$ ：溫度、濕度....觀光人次；依變數為馬北與馬南中區之總用水量，及 21 個小區個別用水量，爰將依變數編碼為 22 個，分別為 $Y、y_1...y_{21}$ ：總用水量、菜寮小區用水量...光榮小區用水量等(表 6)。

表 6 自變數與依變數編碼表

自變數	編碼	X1	X2	X3	X4	X5
	名稱	溫度	濕度	雨量	降水 日數	日照 時數
自變數	編碼	X6				
	名稱	觀光 人次				
依變數	編碼	Y	y1	y2	y3	y4
	名稱	馬南與馬北中 區總用水量	菜寮小區 用水量	案山小區 用水量	文光小區 用水量	民生小區 用水量
依變數	編碼	y5	y6	y7	y8	y9
	名稱	啟明小區 用水量	民族小區 用水量	光華小區 用水量	三總小區 用水量	文澳小區 用水量
依變數	編碼	y10	y11	y12	y13	y14
	名稱	北辰小區 用水量	新生小區 用水量	東衛小區 用水量	三多小區 用水量	朝陽小區 用水量
依變數	編碼	y15	y16	y17	y18	y19
	名稱	城北小區 用水量	安宅小區 用水量	西文小區 用水量	五福小區 用水量	新西衛小區 用水量
依變數	編碼	y20	y21			
	名稱	重光小區 用水量	光榮小區 用水量			

資料來源：本研究案自行繪製

自變數與依變數編碼完成後，將歷史資料依照個別欄位放入，利用統計分析軟體 SPSS 進行相關係數分析，相關係數數值介於-1與 1 之間，相關係數的值愈大，表示二個變項間的關係愈密切，如果其中一個變項測量值愈大，另一個變項的測量值也愈大，則二個變項間的關係稱為正相關；若其中一個變項測量值愈大，另一個變

項的測量值愈小，則二個變項間的關係稱為負相關。

在解釋相關係數前，需先檢視相關顯著性考驗 p 值是否達顯著水準($p < 0.05$)，如 p 值未達顯著水準($p > 0.05$)，即使二個變數的相關係數值很高，卻係因取樣誤差造成的(亦即二個變數是來自同一個母體)，係不具任何實質意義。爰此，本研究在檢驗自變數與依變數之相關係數前，需先檢視 p 值，再針對 p 值達顯著水準者之二個變數解釋相關性程度。

此外，在檢驗二個變數的相關係數時，需一併考量共線性問題，共線性(Collinearity)是指兩個(含)以上自變項的相關性過高時，會導致主要的影響因子受到不良影響，依變數亦受到不良影響；亦即自變數 X(解釋變數)影響依變數 Y(被解釋變數)時，多個 X 之間因本身存在很強的相關關係，即 X 之間有著比較強的替代性，因而導致共線性問題。

本研究案將以 Variance Inflation (VIF)檢視自變數間是否存在共線性問題，如公式 4：

<公式 4>

$$VIF_i = \frac{1}{1 - R_i^2}$$

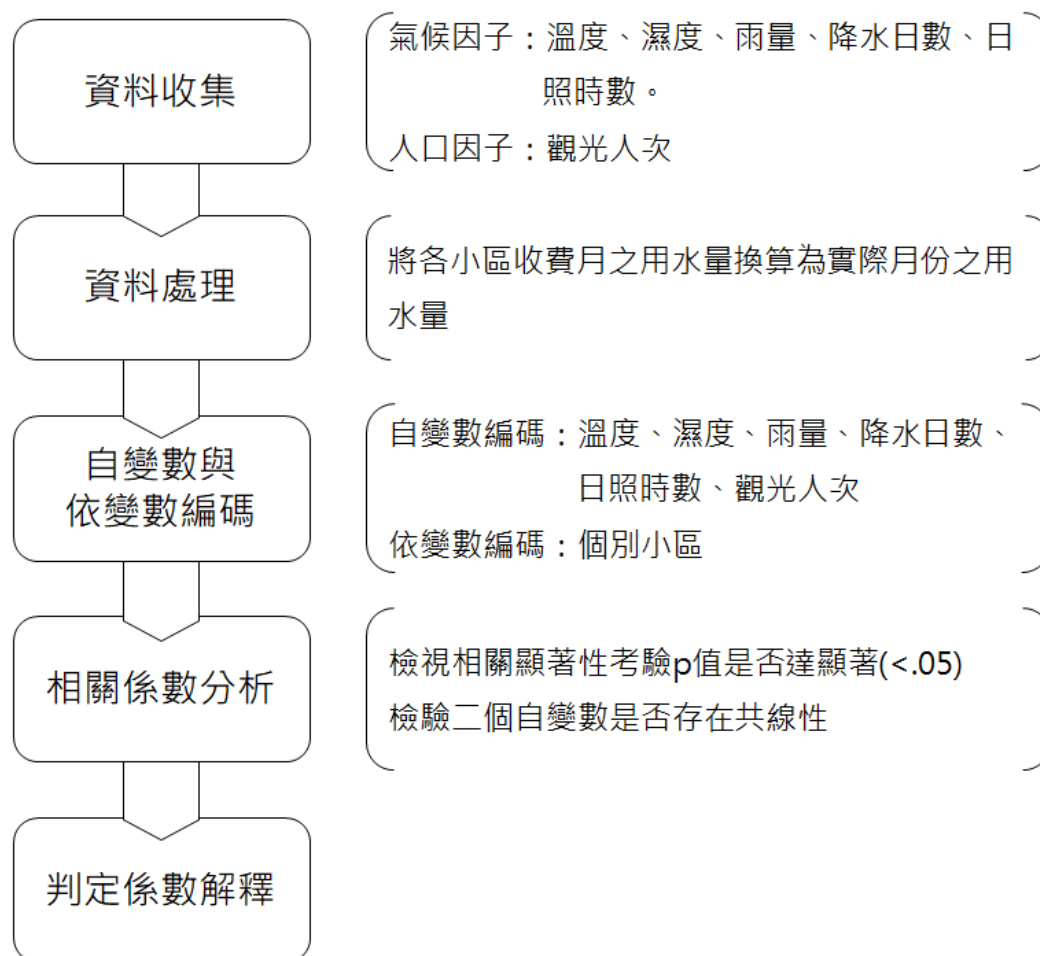
VIF_i ：第 i 個觀察值的變異數膨脹因子。

R_i^2 ：以第 i 個觀察值當作應變數，所計算出的回歸模型判定

係數。

一般而言係以 VIF 小於 10，則表示自變數間沒有多重共線性問題；反之，若 VIF 大於 10，表示自變數間存在較強的替代性。

另，相關係數比較只是程度的差別，沒有倍數的關係，如要評估變項間彼此的解釋量，亦即依變數的總變異量中，有多少百分比的變異數是自變數所能解釋的，可考量判定係數「Coefficient of determination，簡稱 R^2 」， R^2 範圍介於 0~1 間，越接近 1 表示變異解釋越好，本研究案亦會將判定係數納入探討分析。綜上，有關本小節針對所蒐集之資料進行處理與分析之流程，詳圖 17。



資料來源：本研究案自行繪製

圖 17 資料處理流程圖

3.3.2 問卷設計與調查

澎湖地區用水類別主要以一般用戶為主(佔比 82.94%)，以民國 112 年全年度用水量為例，每月月用水量 1000 立方公尺以上僅 22 戶，為利本研究案資料收集與分析，用水設備清查對象以月用水量 200 立方公尺以上用戶進行調查，以擴大研究樣本，經統計民國 112 年每月用水量 200 立方公尺以上有 188 戶，用水地點皆位於馬北與馬南中區內之小區，用水級距詳表 7。

表 7 112 年月用水量 200 立方公尺以上之用水級距統計表

用水級距 (單位：立方公尺)	戶數 (單位：戶)	用戶類型
≥10,000	2 戶	機關、飯店
5,000~10,000	2 戶	醫院、飯店
1,000~5,000	18 戶	機關、飯店、學校、工廠、醫院、市場用水等。
500~1,000	38 戶	飯店、機關、工廠、餐廳
200~500	128 戶	飯店、餐廳、民宿、學校

資料來源：台水澎湖所提供，本研究案自行繪製。

本研究案採以問卷調查方式以蒐集用戶用水設備資料，進而分析用水型態，問卷問項參考商業大用水戶用水調查與合理用水量估算技術之研究計畫(財團法人臺灣產業服務基金會，2013)，再依本研究案需求設計題目，規劃流程如圖 18。

為妥善設計本次調查問卷之問項，依用水用途可分為五項，包含衛浴用水、飲食用水、娛樂用水、環境清潔用水、植物/綠化/景觀用水等，衛浴用水主要由員工或住房人數之衛生需求而來；飲食用水包含 RO 設備造水量；娛樂用水包含泳池、戲水池、水療設施等之使用；環境清潔用水包含樓地板清潔；植物/綠化/景觀用水之主要用途為花木樹草及植栽綠地等景觀澆灌所需。

除針對上述用水需求設計問項外，亦將水源使用情形列入問項，如自來水、地下水、其他等水源，以掌握用水資訊。另，部分月 200 立方公尺以上用戶已裝設智慧水表，藉由本次問卷調查，一併將智慧水表使用滿意度納入 (表 8)。

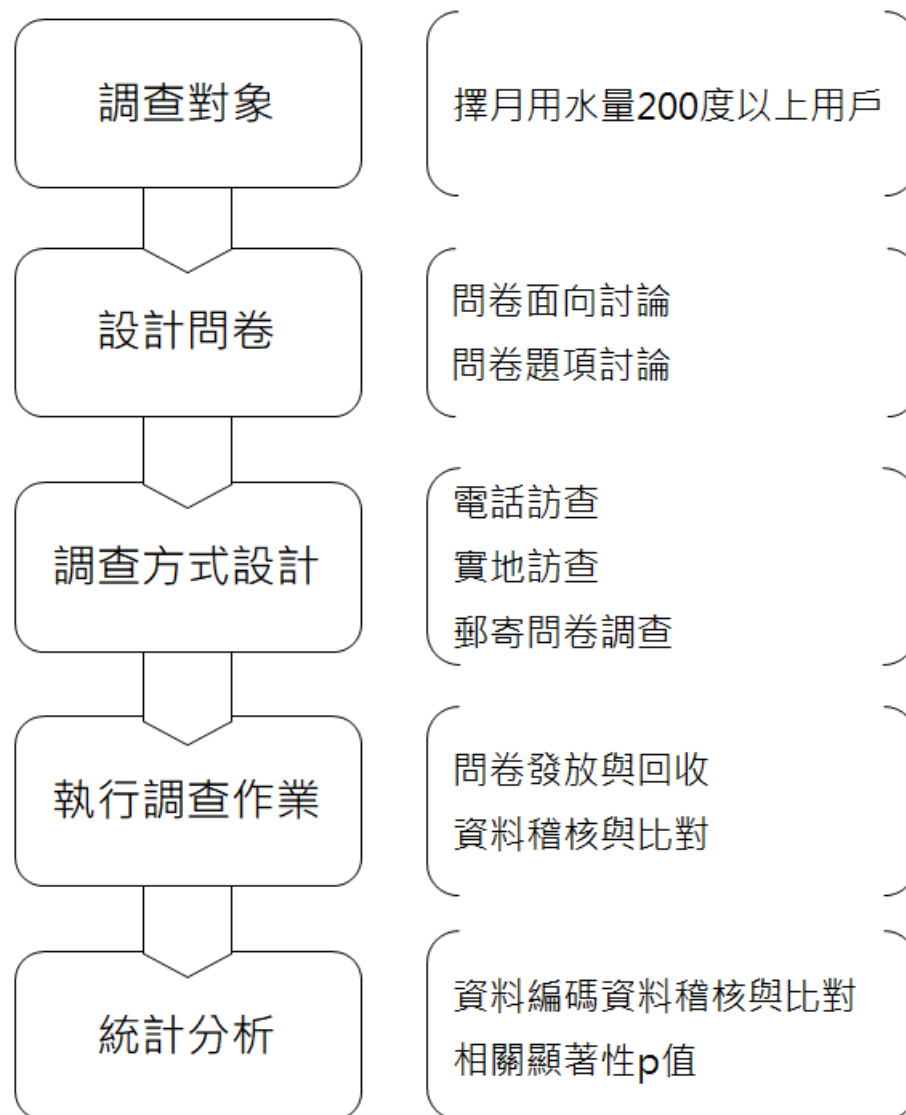


圖 18 問卷設計規劃流程圖

資料來源：本研究案自行繪製

表 8 大用水戶用水現況調查問卷

親愛的參與者您好:

這是一份研究問卷，題目為「小區用戶用水型態分析與合理水壓管理-以澎湖馬公系統為例」，本研究案旨針對關鍵小區進行大用戶用水型態分析，以掌握小區用水趨勢，進行合理水壓調配管理，滿足澎湖地區供水穩定，並輔助降低澎湖地區漏失水量與供水虧損。

您所提供的相關資訊僅供研究及分析使用，不會對外公開，敬請安心填答。
填寫完畢惠請掃描寄至信箱：@mail.water.gov.tw，或傳真:06-9273683。

感謝您的協助。

台灣自來水第七區管理處澎湖營運所
06-9273840

一、基本資料

填寫日期：113 年__月__日

單位名稱			有無裝置自動讀表	☐ 有 ☐ 無
水表數			口徑	
水號			小區別	
地址				
聯絡人/職稱			電話	
員工人數	固定(平均) _____人；臨時(平均) _____人			
總樓板面積	☐ 0~500 平方公尺(約 151 坪) ☐ 501~1,000 平方公尺(約 302.5 坪) ☐ 1,001~20,000 平方公尺(約 6,050 坪) ☐ 20,001~40,000 平方公尺(約 12,100 坪) ☐ 40,001 平方公尺以上			
經營類別	☐ 飯店旅館 ☐ 政府機關 ☐ 學校教育 ☐ 餐飲食品 ☐ 旅行業 ☐ 勤務機構 ☐ 交通運輸 ☐ 財團法人 ☐ 民宿 ☐ 生產製造 ☐ 娛樂服務			
登記房間數	總房間數_____間	住宿(房)人數	_____人次 /(112 年)	
餐廳及宴會廳	總座位數_____個	RO 設備	造水量_____噸(CMD)	
泳池(含戲水池)	總噸數_____噸(112 年)，自來水_____噸， 其他水源_____噸			

水療設施	總噸數_____噸(112 年)，自來水_____噸， 其他水源_____噸
景觀澆灌	總噸數_____噸(112 年)，自來水_____噸， 其他水源_____噸
蓄水池(水塔)	總噸數_____噸(112 年)，自來水_____噸， 其他水源_____噸

二、水源別與用水量(請就勾選的水源別，一併完成後方空格欄位的填寫)

☐ 自來水	112 年取水量_____噸(度)/年
☐ 地下水	112 年取水量_____噸(度)/年
☐ 地面水	112 年取水量_____噸(度)/年
☐ 回收或循環水	112 年循環水量_____噸(度)/年
☐ 其他水源	112 年取水量_____噸(度)/年

三、智慧水表使用情形及滿意度調查

裝設智慧水表對於您的自主用水管理是否有幫助？ ☐ 有 ☐ 沒有 ☐ 不知道
承上題，您認為裝設智慧水表的好處為何（可複選） ☐ 精準計量 ☐ 即時回傳用水度數 ☐ 漏水偵測 ☐ 節水規劃 ☐ 提升用戶居家隱私
對於裝設智慧水表之滿意程度： ☐ 非常滿意 ☐ 滿意 ☐ 普通 ☐ 不滿意 ☐ 非常不滿意
對本公司整體服務之滿意程度： ☐ 非常滿意 ☐ 滿意 ☐ 普通 ☐ 不滿意 ☐ 非常不滿意
關於裝設智慧水表相關意見或建議：（非必填）
其他用水相關事項的意見或建議：（非必填）

問卷調查方式採以記名問卷，以實地訪查、郵寄問卷、電話調查方式取得資料。實地訪查對象以餐飲業者與飯店業者為主，餐飲

業者於營業時間較為忙碌，電話中無法有足夠時間回應，爰於非營業時間實地受訪機率較高；部分大型飯店業者屬連鎖或集團式飯店，用水設備複雜，為避免大用水戶質疑訪查目地，爰台水公司澎湖所先行以公文函知(圖 19)，以利後續擇期實地調查。郵寄問卷調查對象以行政機關、學校與勤務機構為主，因單位組織屬多層級，建物為多且內線設備較為複雜，部分用水設備資料需相關時間查閱等因素。其餘非前述對象者，以電話方式調查。

主旨：本公司為了解澎湖地區大用水戶用水型態，以利掌握用水趨勢，並進行合理水壓調配管理，請貴單位協助填報用水現況調查問卷後惠復，請查照。

說明：

- 一、問卷如附件，填寫期限113年03月15日前，填寫完畢惠請掃描寄至承辦人員 信箱：@mail.water.gov.tw，或傳真:06-9273683。
- 二、有關本問卷內容係做為澎湖地區大用水戶用水型態研究報告，問卷內容如涉及商業機密，貴單位可視內容單項填寫，不對外公開。
- 三、如有疑慮惠請來電洽詢:(06)927-3840。

資料來源：台水澎湖所提供

圖 19 函文大用戶之公文摘錄

3.3.3 自動讀表密集記錄大用水戶用水趨勢

民國 112 年澎湖地區月用水量 200 立方公尺以上用戶有 188 戶，已安裝自動讀表為 124 戶，澎湖地區用戶水量計加裝自動讀表係緣自民國 110~112 年台水公司配合經濟部水利署「前瞻基礎建設計畫」-「建置水資源智慧管理及創新節水技術計畫」，建構自來水智慧水網，從水源及管線端逐步擴展至用戶端監測及用水管理，針對用戶內線漏水通報及用戶用水分析等加值服務列為工作重點。

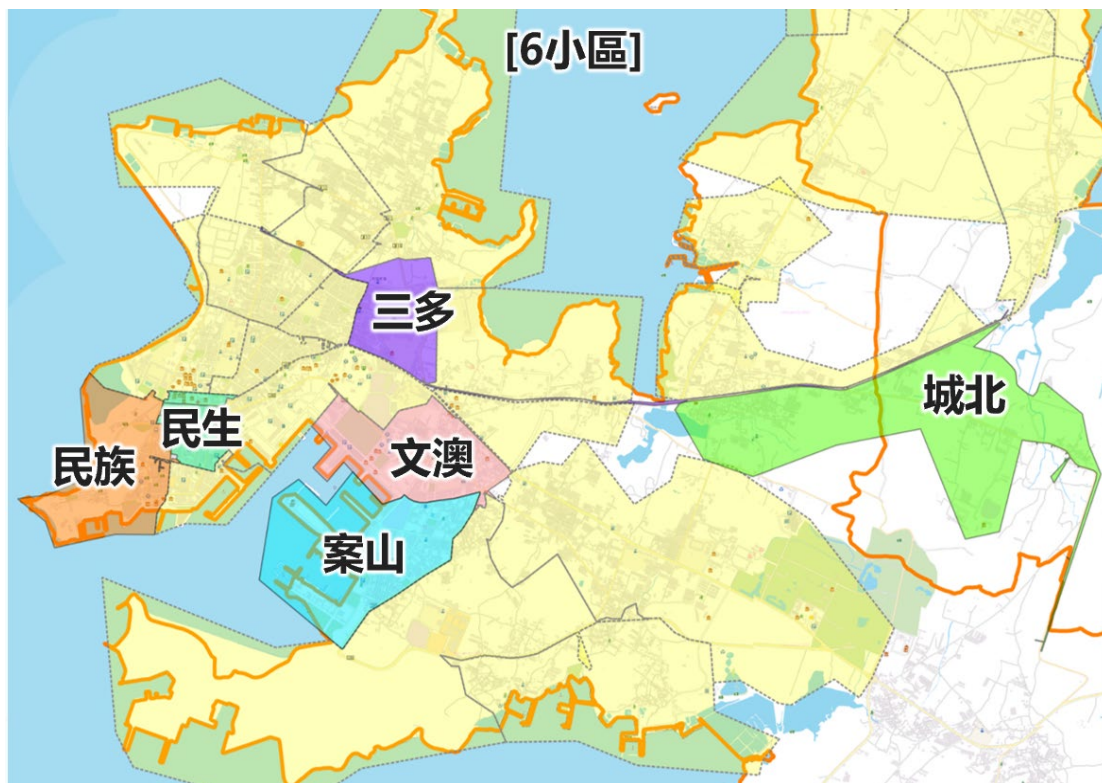
考量澎湖地區水資源匱乏，海淡廠供水佔 7 成以上，且依據澎湖馬公第二海水淡化廠環境說明書環評承諾，民國 116 年馬公系統漏水率目標應降至 11.06%，藉由安裝用戶端自動讀表，除可協助民眾掌握內線漏水情形外，亦可進一步應用於提升台水公司現有供水管網管理大數據分析技術之正確性與即時性，有助減少水資源開發壓力及改善供水效率。

爰此，台水公司擇馬公系統售水率低於 80%之六個封閉小區(表 9)建置用戶端自動讀表(圖 20)，且為有效降低漏水率與提升水量計計量精度，水量計口徑 13~40mm 全面換裝為 C 級表並加裝傳輸介面(圖 21)，水量計口徑 50mm 以上於既有大型水量計加裝傳輸介面(圖 22)。

表 9 馬公系統六個小區售水率統計表

	名稱	售水率(%)
馬北	三多小區01-03	52.88%
	城北小區01-09	66.93%
馬南	民生小區02-09	49.93%
	文澳小區02-05	69.58%
	民族小區02-11	77.64%
	案山小區02-04	75.94%

資料來源：110 年度台水公司第七區管理處第 8 次降漏會議



資料來源：台水公司澎湖營運所提供

圖 20 馬公系統六個小區安裝自動讀表分布圖

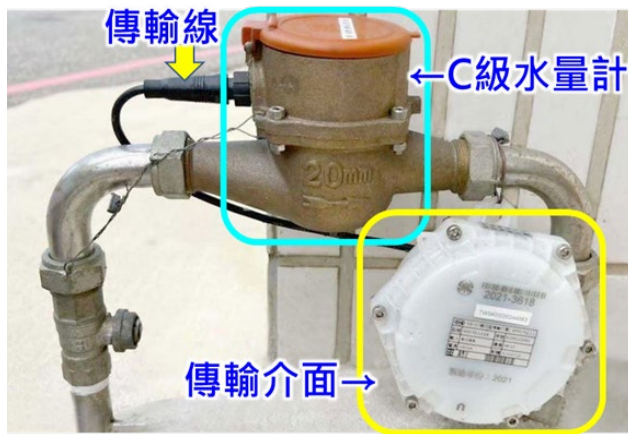


圖 21 20mm 水量計與傳輸介面示意圖



圖 22 75mm 水量計與傳輸介面示意圖

自動讀表記錄方式係採每小時記錄 1 筆水量計數值，每天回傳 1 次(計 24 筆)，以 NB-IoT 物聯網方式，透過通用接收 API，回傳至台水公司「全區用戶表監測系統」，詳自動讀表傳輸路徑架構圖。

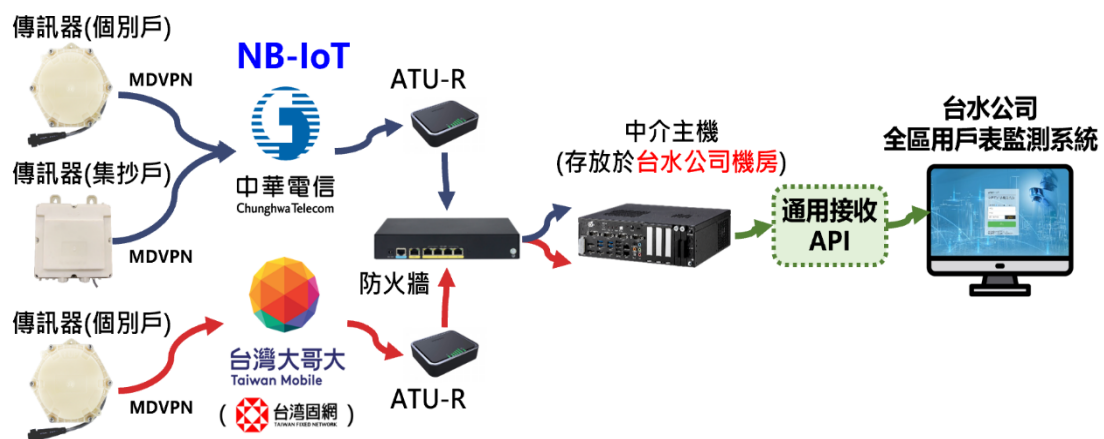
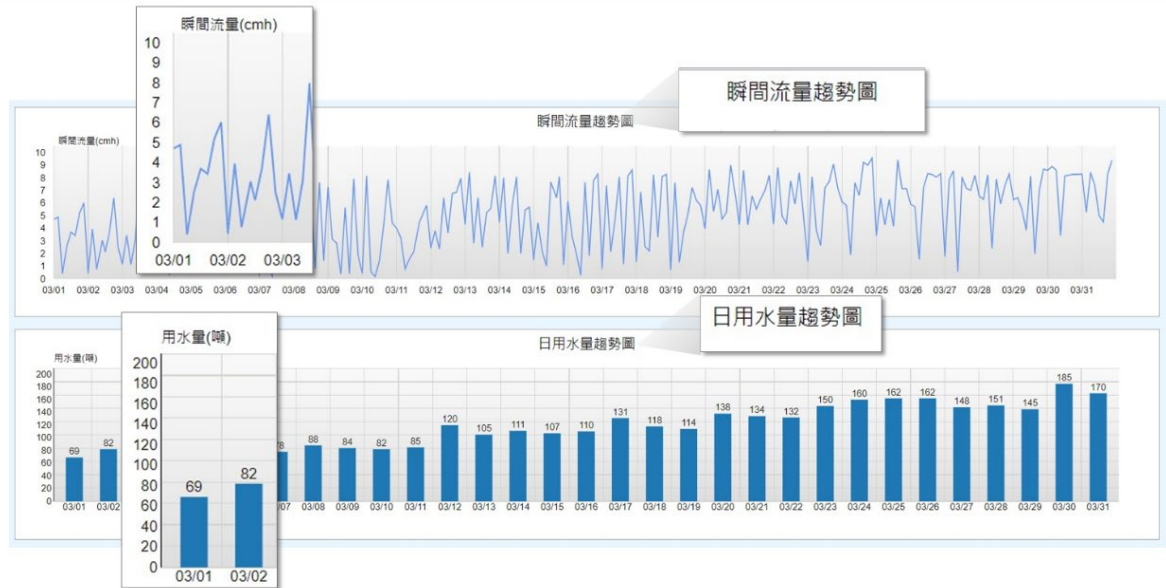


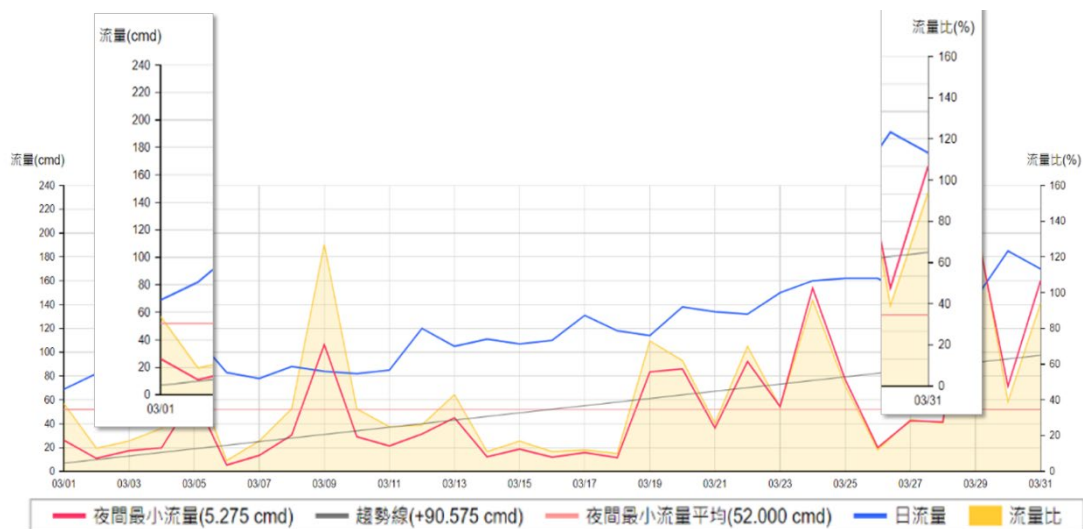
圖 23 自動讀表傳輸路徑架構圖

藉由密集記錄每小時水量計數值，透過系統分析每小時瞬間流量，每日/週/月用水量(圖 24)，及夜間最小流分析(圖 25)等，以了解大用水戶每日、每週或定期性之用水型態，進一步可針對用水型態提出建議，協助建立合理之用水模式。



資料來源：台水公司全區用戶表監測系統

圖 24 瞬間流量與日用水量趨勢圖



資料來源：台水公司全區用戶表監測系統

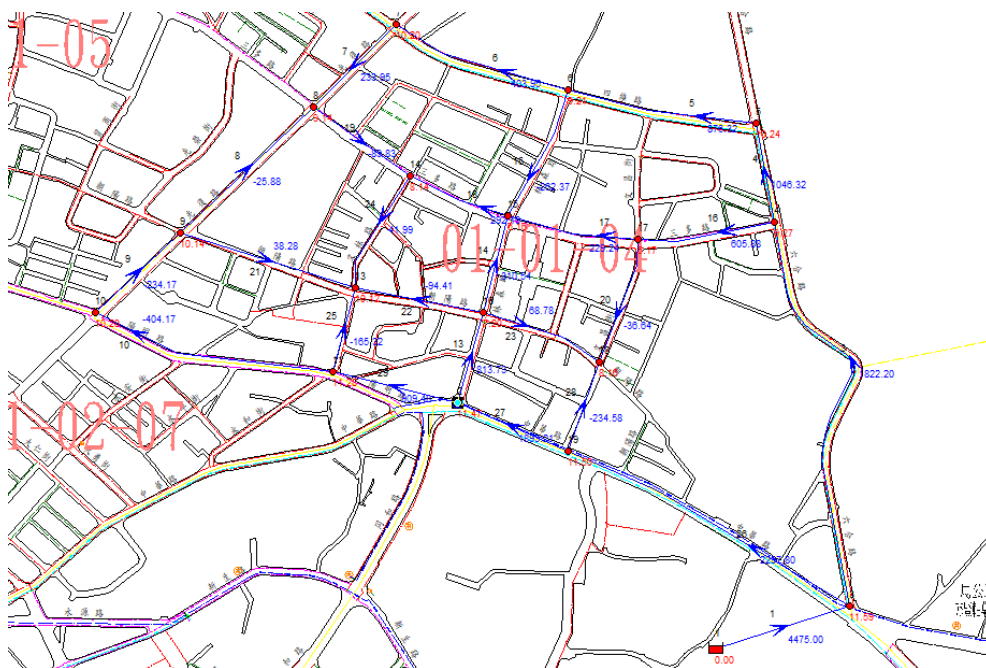
圖 25 夜間最小流分析圖

3.3.4 分析大用水戶用水型態與小區水壓變化情形

藉由分析大用水戶用水型態與用水模式，觀察小區之水壓變化，及目前澎湖地區管理單位之水壓操作模式，於關鍵小區供水先採人工密集調整，以利未來評估於澎湖地區建置持減壓閥與電動閥等特殊閥類可行性，期盼透過控制室遠端控制前述特殊閥類開度等相關設定，據以研擬「以需定供」供水方式，進而使管理單位能即時隨用水需求進行供水調配；遠端控制重要或特殊閥類操作方式並結合水力分析，進一步提出合理水壓管理建議，除可滿足澎湖地區用戶端供水穩定下，另方面可避免供水水壓過大造成漏水增加，以輔助降低漏失水量與供水虧損。

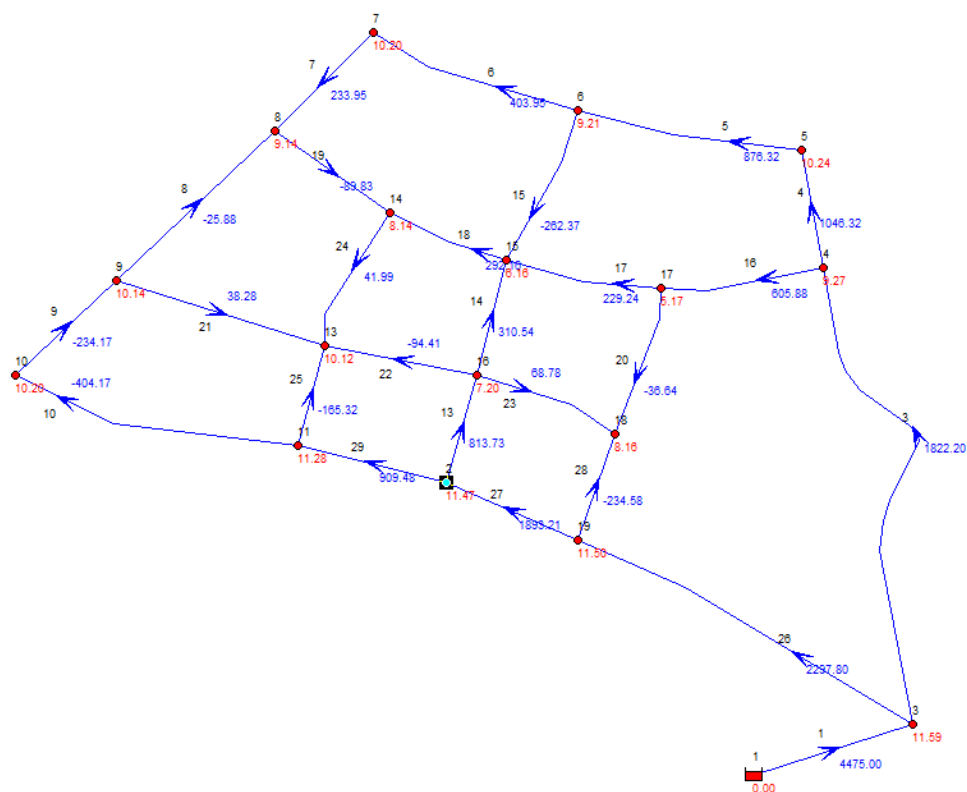
3.3.5 馬公系統水壓管理

將澎湖馬公系統中關鍵水壓觀測點位列出，並針對關鍵水壓觀測站水壓變化，規劃供水水壓管理政策。供水狀況將依據模擬推估用戶用水量需求，作為關鍵點位水壓調整之依據。本研究案中僅馬公系統三多小區、城北小區、文澳小區、案山小區、民生小區與民族小區等六小區全小區安裝智慧水表，爰將參考第二章文獻回顧第 4 小節水力分析文獻，結合智慧六小區用戶用水量變化與用水量推估，來修正 EPANET 水力分析模型(圖 26~圖 43)，以進行水壓管理，降低漏水量。



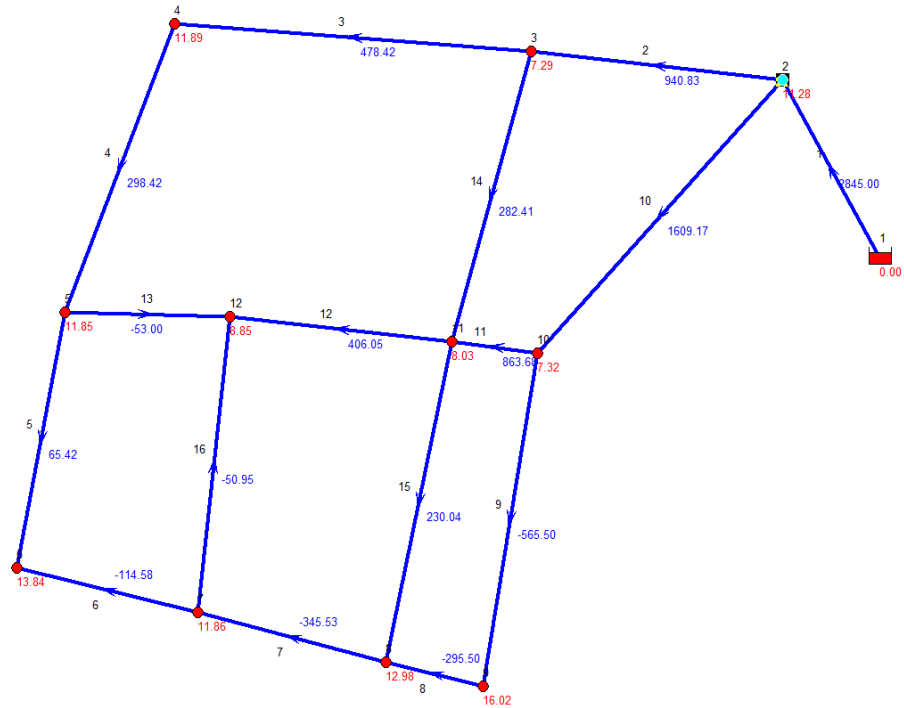
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 26 三多小區水力分析模型



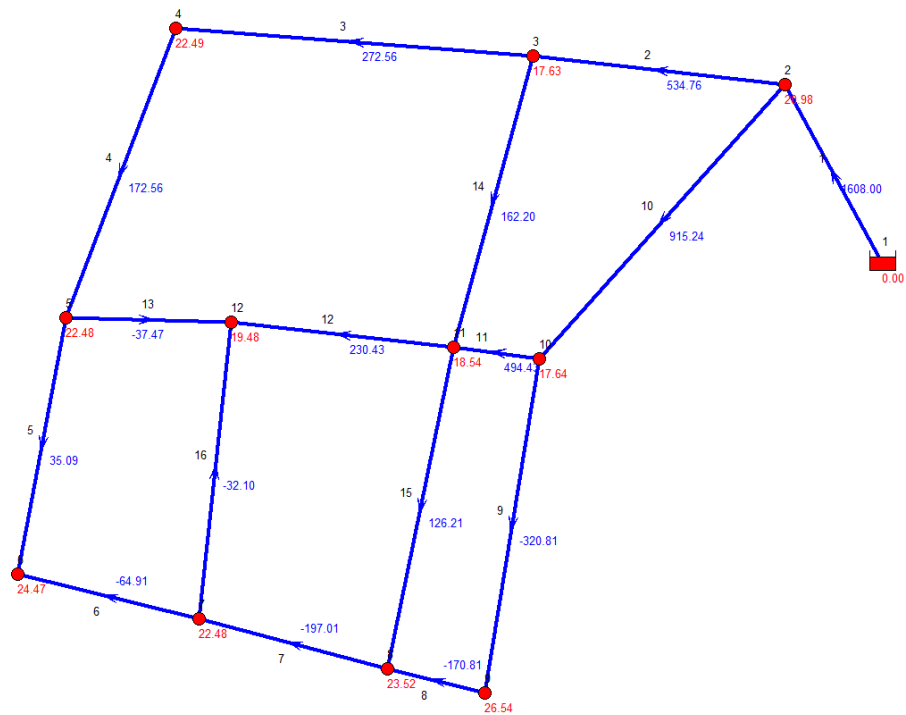
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 27 三多小區水力分析(最大時)



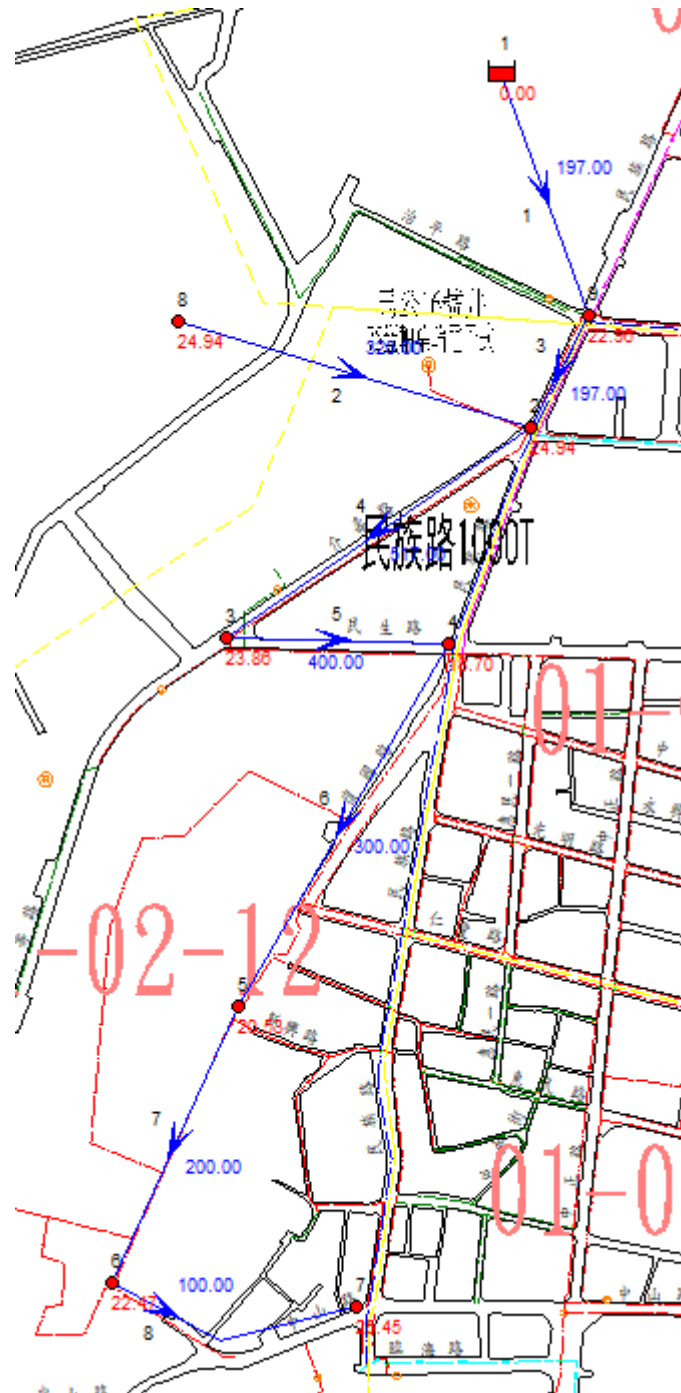
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 30 民生小區水力分析(最大日)



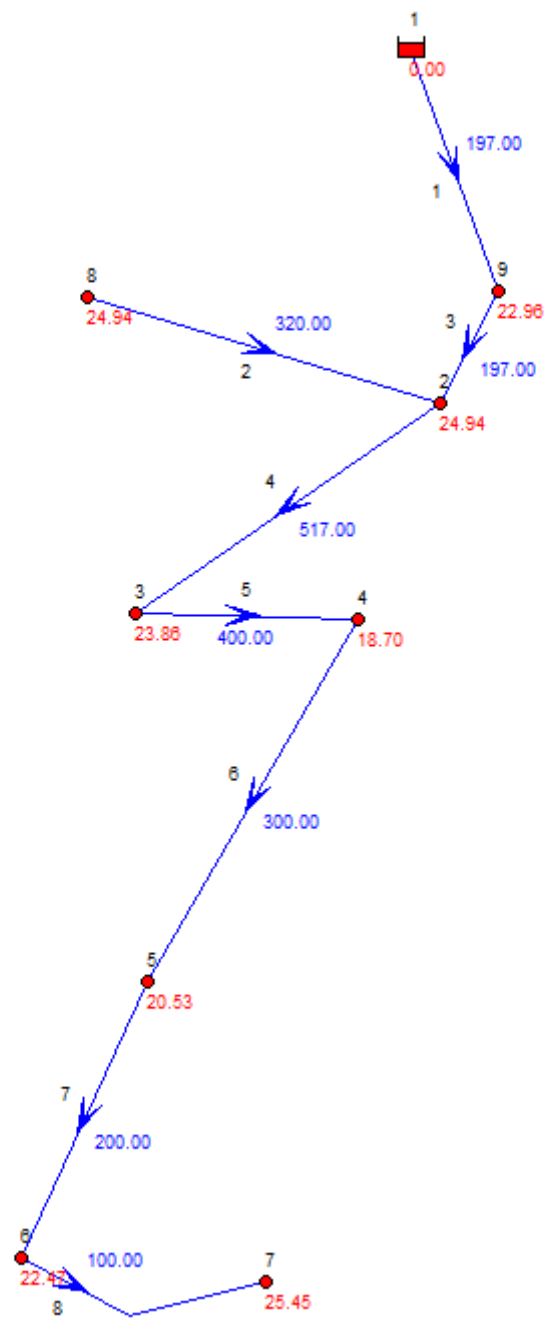
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 31 民生小區水力分析(最大時)



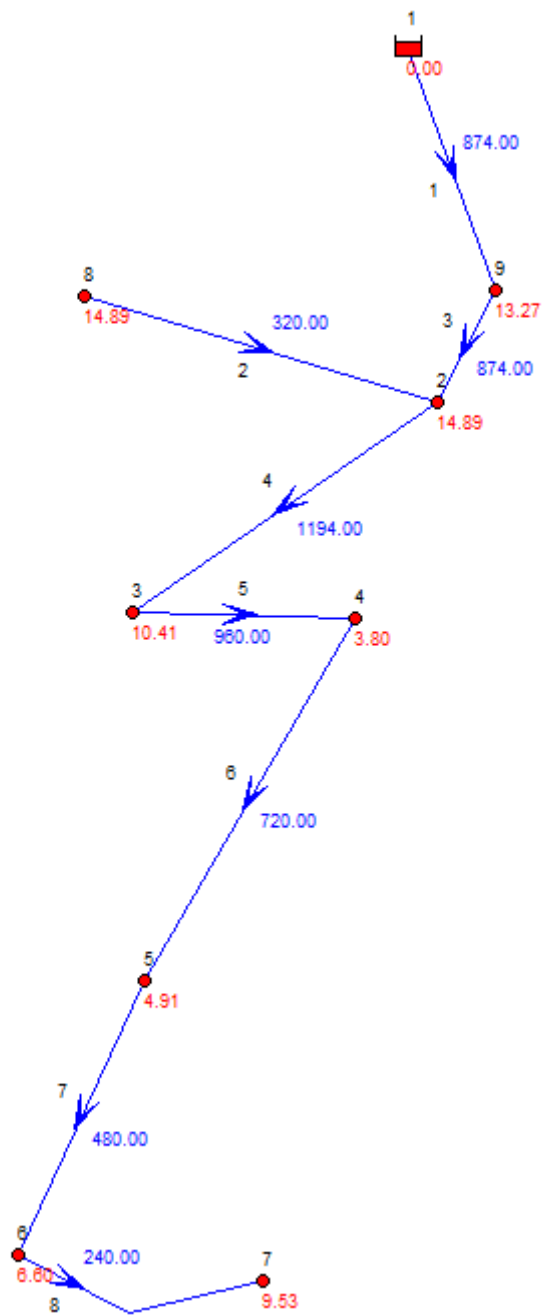
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 32 民族小區水力分析模型



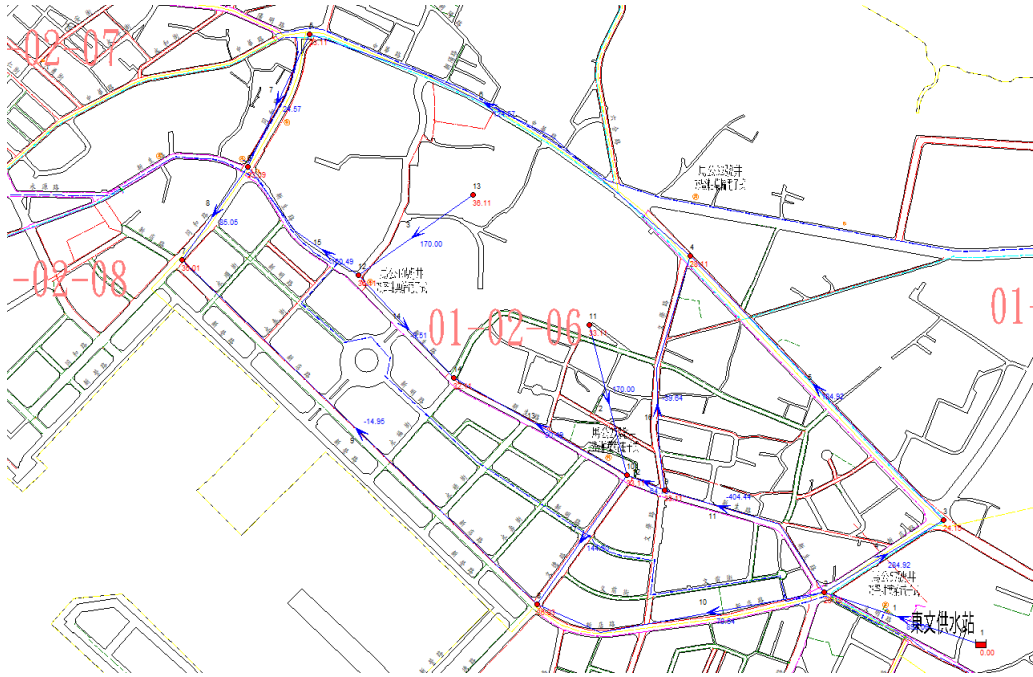
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 33 民族小區水力分析(最大日)



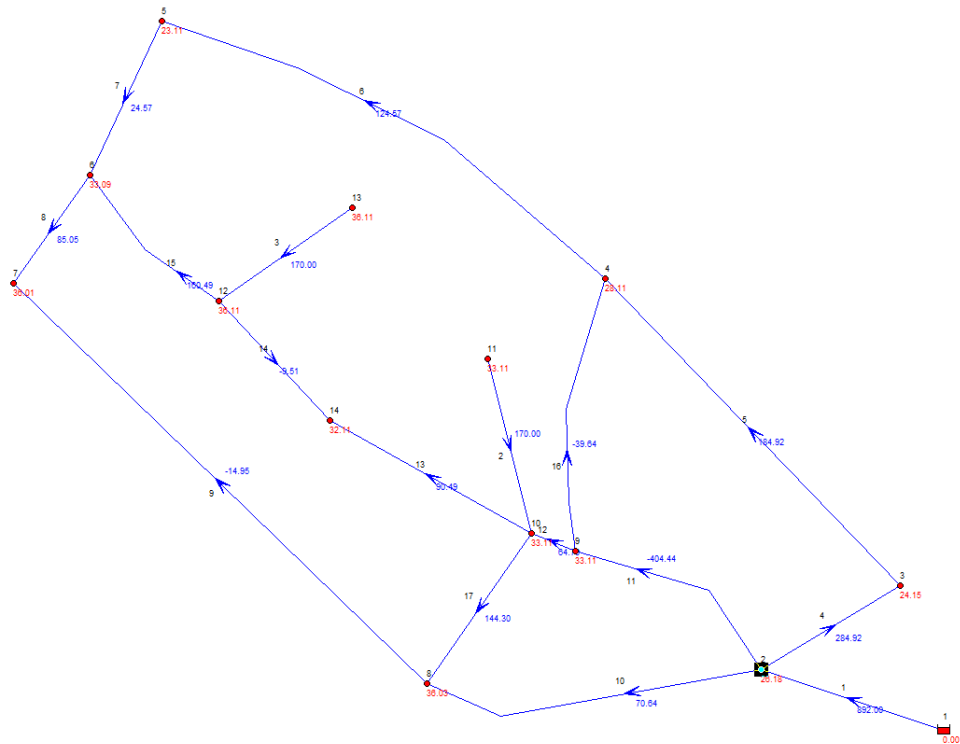
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 34 民族小區水力分析(最大時)



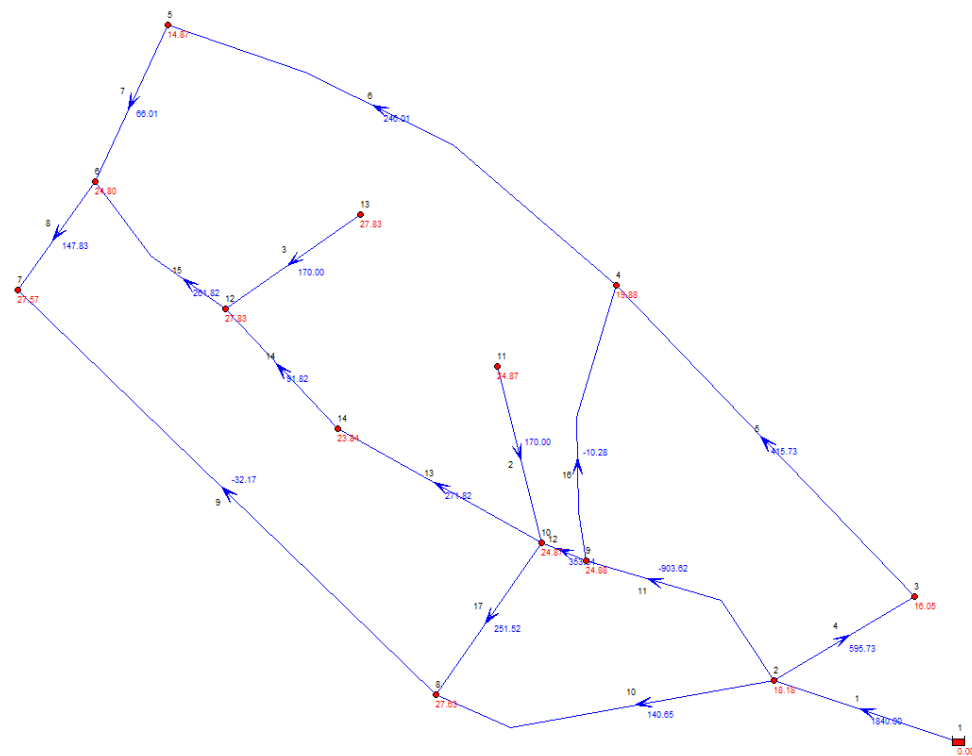
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 35 文澳小區水力分析模型



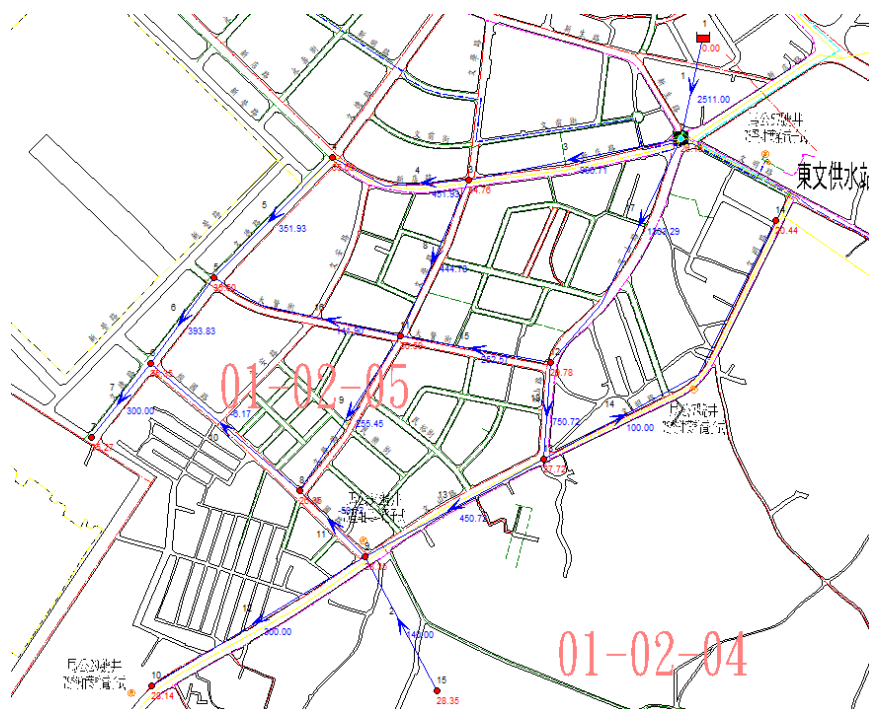
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 36 文澳小區水力分析(最大日)



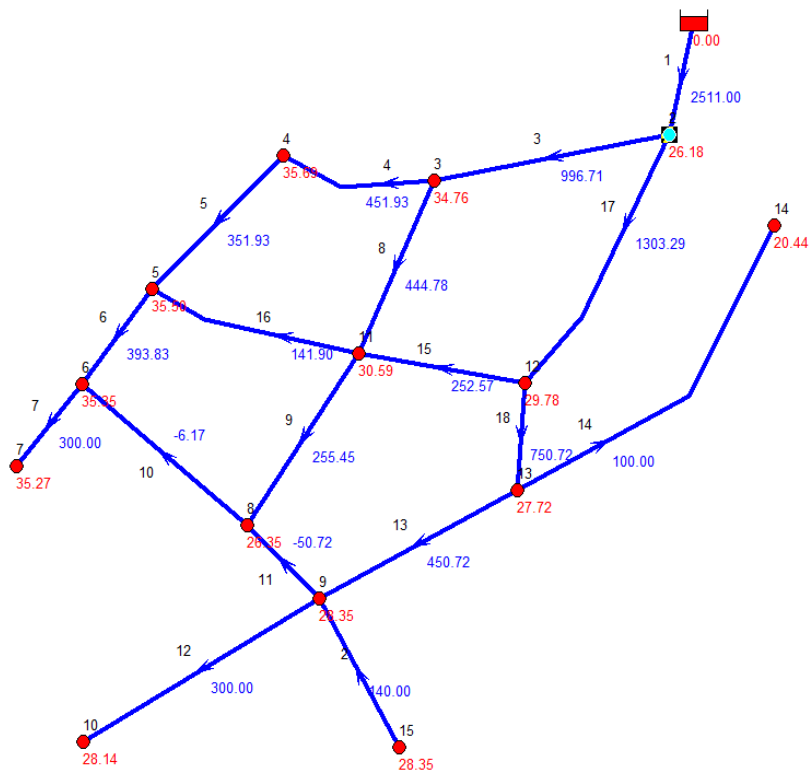
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 37 文澳小區水力分析(最大時)



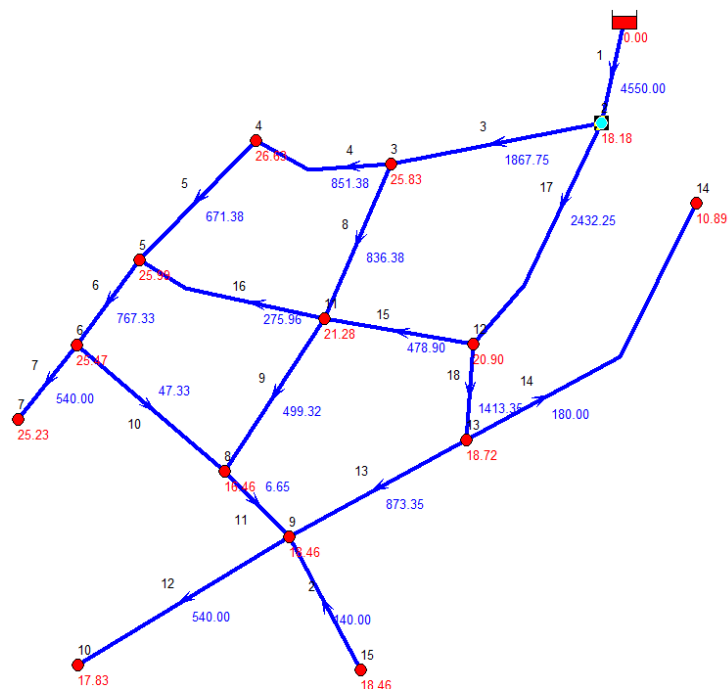
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 38 案山小區水力分析模型



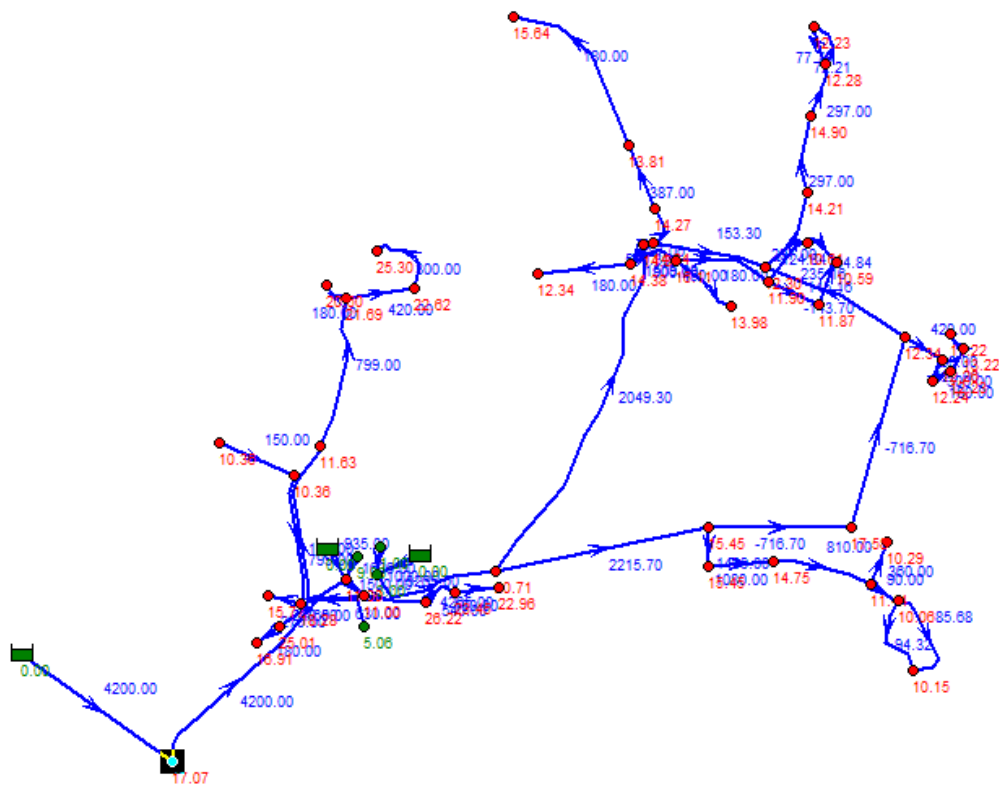
資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 39 案山小區水力分析(最大日)



資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101 年 12 月)

圖 40 案山小區水力分析(最大時)



資料來源：摘自台灣自來水股份有限公司第七區管理處「澎湖地區分區計量管網建置規劃報告」(101年12月)

圖 43 城北小區水力分析(最大時)

3.3.6 六智慧小區漏水量分析

本研究期間將記錄各項供水調整政策以及漏水紀錄，如有漏水狀況發生時，將關鍵水壓觀測點位水壓變化與漏水量進行推估，並將相關資料帶入 FAVAD 公式中推算智慧六小區管網 N1 值，作為判斷管網狀況，並將模擬出來之用戶預估用水量帶入 EPANET 中計算水壓分布狀況，並將該水壓數值帶入 FAVAD 公式中，利用推導之智慧六小區 N1 值推算預估漏水量，作為後續水壓管理與供水調配之依據。

第四章 結果與討論

4.1 影響用水量變化之因子

本小節係探討溫度、濕度、雨量、降雨日數、日照時數與觀光人次等六個外部因子對於馬北與馬南等兩個中區用水量變化之影響，資料分別由交通部中央氣象署-CODIS 氣候資料服務系統取得澎湖地區 109 年 7 月至 112 年 12 月等計 42 個月之氣象資料，澎湖縣政府旅遊處官網取得 109 年 7 月至 112 年 12 月之每月搭乘航空或輪船赴澎湖地區之總觀光人次數據，及由澎湖所提供馬北與馬南等兩個中區與 21 個小區用水量數據。

4.1.1 外部因子與總用水量之影響程度分析

資料取得後加以整理與編碼，利用統計軟體 SPSS 分析，首先針對六個外部因子對於馬北與馬南等兩個中區總用水量(以下簡稱總用水量)進行「平均數的差異比較 t 檢定 2」、「共線性 VIF 分析 3」及「相關係數」4分析，分析結果詳表 10。

² 平均數的差異比較 t 檢定主要是要判斷兩個樣本是否來自平均值不同的母體。

³ 共線性 VIF 分析是指檢測多個自變數之間是否存在相關性。

⁴ 相關係數是在檢驗二個變項間(自變數與依變數)之關聯程度。

表 10 外部因子與馬北馬南中區總用水量檢定分析表

		溫度	濕度	雨量	降水日數	日照時數	觀光人次
T		3.272	-1.658	0.055	0.898	-1.087	6.543
顯著性 (p 值)		0.002	0.106	0.957	0.375	0.284	0.000
信賴區間	下限	1539.865	-3595.855	-107.231	-1697.825	-230.239	0.239
	上限	6572.936	362.288	113.164	4391.473	69.620	0.454
共變數 VIF		3.874	1.918	3.216	3.443	3.539	1.608
相關係數 (r)		0.712**	0.088	0.308	0.273	0.563**	0.834**

** 本研究案採相關性在 0.01 層級上顯著(雙尾)

1. 顯著性考驗檢核：

在解釋相關係數前，需先檢視二個群體的平均數是否相等，由相關顯著性考驗 p 值檢核，p 值<.05 達顯著水準(二個群體的平均數不相等)，p 值>.05 未達顯著水準(二個群體的平均數相等)，由表 10 顯示 p 值<.05 有顯著差異者為「溫度」(t 值=3.272、p=0.002<.05)、「觀光人次」(t 值=6.543、p=0.000<.05)；p 值>.05 未達顯著差異者為「濕度」(t 值=-1.658、p=0.106>.05)、「雨量」(t 值=0.055、p=0.957>.05)、「降水日數」(t 值=0.898、p=0.375>.05)、「日照時數」(t 值=-1.087、p=0.284>.05)。

2. 95%信賴區間檢核：

除以顯著性考驗 p 值外，亦可由平均數差異之 95%的信賴區間來檢核，如果 95%信賴區間未包括 0 值，表示二個群體的平均數不相等，倘包括 0 值，則表示二個群體的平均數可能相等，即使得到的相關係數絕對值很高，係因取樣誤差造成的，不具任何實質意義。前段落以 p 值檢核有顯著差異為「溫度」與「觀光人次」，再以 95%信賴區間檢核分別為 (1539.386~6572.936)、(0.239~0.454)，上下限區間皆未包括 0 值。

3. 相關係數分析：

由顯著性考驗 p 值與 95%信賴區間皆顯示「溫度」與「觀光人次」對於總用水量有顯著差異，故檢視「溫度」與「觀光人次」對於總用水量之相關係數，r 值分別為 0.712 與 0.83。

二個變項間的相關程度，通常依其相關係數絕對值的高低分成三種不同的相關程度，相關係數絕對值在 0.400 以下者為「低度相關」、相關係數絕對值在 0.700 以上者為「高度相關」，相關係數絕對值在 0.400 以上，而小於 0.700 者稱為「中度相關」。相關係數間比較僅係程度的差別，沒有倍數的關係，積差相關的值界於+1 與-1 之間，二個變數的積差相關係數愈接

近 1，則表示二個變數之關聯程度愈強；相反的愈接近 0，表示二個變項間之關聯強度愈弱⁵。

爰由「溫度」與「觀光人次」之相關係數為 0.712 與 0.83，表示「溫度」與「觀光人次」對於總用水量具有「高度相關」。

4. 共線性檢核：

在檢驗相關係數時，同時一併檢驗共線性(VIF)，共線性是指兩個(含)以上自變項的相關性過高時，會導致主要的影響因子受到不良影響，依變數亦受到不良影響，由表 10 顯示「溫度」與「觀光人次」對於總用水量之 VIF 分別為 3.874、1.608，VIF 小於 10，表示自變數間沒有多重共線性問題。

5. 判定係數解釋：

相關係數比較只是程度的差別，沒有倍數的關係，如要評估變項間彼此的解釋量，亦即總用水量的總變異量中，有多少百分比的變異數是「溫度」與「觀光人次」所能解釋的，要以相關係數的平方，即「判定係數」解釋，判定係數範圍介於 0~1 間，越接近 1 表示變異解釋越好。由「溫度」與「觀光人次」

⁵ 吳明隆，「SPSS 統計應用學習實務：問卷分析與應用統計」，頁 6-27~28，台北，易習圖書，2 版，2013 年 12 月。

的相關係數 0.712 與 0.834 之平方值為 50.69%與 69.56%，表示「溫度」與「觀光人次」對於總用水量的解釋變異量分別為 50.69%與 69.56%。

綜上，由上述統計檢定分析可發現，六個外部因子(溫度、濕度、雨量、降雨日數、日照時數與觀光人次)對於馬北與馬南等兩個中區用水量有顯著性影響，且具高度相關性為「溫度」與「觀光人次」，能解釋用水量的程度為 50.69%與 69.56%。

4.1.2 外部因子與 21 個小區用水量之影響程度分析

由前段小節說明「溫度」與「觀光人次」對於馬北與馬南等兩個中區之總用水量有顯著影響，因此本小節將針對「溫度」與「觀光人次」二個因子對於馬北與馬南等兩個中區內 21 個小區之相關程度分析探討，分析結果詳表 11。

表 11 外部因子與 21 個小區之相關係數表

小區別	相關係數		月用水量 200 度以上用戶			小區總用水量(度)	說明
	溫度	觀光人次	戶數	經營類別	用水量合計(度) (佔比)		
啟明小區	0.627**	0.926*	14	飯店*4、 政府*1、 餐飲*7、 娛樂*1、 醫院*1	6.386 (40.95%)	15,594	啟明小區主要大用水戶為飯店(月用水量 2,390 度)，民宿有 10 戶，用水量易受溫度與觀光人次影響。

小區別	相關係數		月用水量 200 度以上用戶			小區總用水量(度)	說明
	溫度	觀光人次	戶數	經營類別	用水量合計(度) (佔比)		
民族小區	0.628**	0.873*	10	飯店*2、學校*1、餐飲*4、勤務機構*2、洗衣*1	5,509 (34.25%)	16,084	民族小區之飯店月用水量 1,486 度，民宿有 13 戶，用水量易受溫度與觀光人次影響。
新西衛小區	0.717**	0.836*	6	政府*1、民宿*1、套房出租*4	1,320 (5.89%)	22,403	新西衛小區之民宿數量高達 211 戶，用水量易受溫度與觀光人次影響。
新生小區	0.675**	0.830*	16	飯店*5、政府*1、學校*1、餐飲*5、加工廠*2、娛樂*1、零售*1	15,988 (44.25%)	36,134	新生小區主要大用水戶為飯店(月用水量 1.1 萬度)，民宿有 14 戶，用水量易受溫度與觀光人次影響。
文澳小區	0.625**	0.788*	14	飯店*2、政府*3、勤務機構*1、娛樂*2	16,252 (44.61%)	36,429	文澳小區主要大用水戶為飯店(月用水量 1.2 萬度)，民宿有 33 戶，用水量易受溫度與觀光人次影響。
菜寮小區	0.655**	0.786*	4	學校*1、養殖*1、勤務機構*2	1,285 (12.34%)	10,417	菜寮小區之民宿數量有 37 戶，用水量易受溫度與觀光人次影響。
西文小區	0.606**	0.685*	7	餐飲*2、財團法人*1、加工廠*1、汽車保養廠	2,504 (30.39%)	8,240	西文小區主要大用水戶為餐飲業者(干貝醬、黑糖糕)，月用水量 1,015 度，民宿有 21 戶，用水

小區別	相關係數		月用水量 200 度以上用戶			小區總用水量(度)	說明
	溫度	觀光人次	戶數	經營類別	用水量合計(度)(佔比)		
				*1、洗衣*1、零售*1			量易受溫度與觀光人次影響。
安宅小區	0.626**	0.685* *	0	--	--	3,233	安宅小區無大用水戶，民宿有 10 戶，用水量易受溫度與觀光人次影響。
東衛小區	0.620**	0.684* *	3	飯店*3、 民宿*1、 醫院*1	2,124(20.13%)	10,553	東衛小區之民宿數量高達 52 戶，用水量易受溫度與觀光人次影響。
五福小區	0.750**	0.534* *	5	政府*1、 民宿*1、 洗衣*3	907(5.01%)	18,109	五福小區之民宿數量有 23 戶，用水量易受溫度與觀光人次影響。
光榮小區	0.670**	0.517* *	9	飯店*1、 學校*1、 餐飲*4、 洗衣*3	2,852(7.42%)	38,415	光榮小區之民宿數量高達 40 戶，用水量易受溫度與觀光人次影響。
城北小區	0.663**	0.500* *	2	學校*1、 勤務機構*1	1,917(12.31%)	15,577	城北小區之民宿數量有 31 戶，用水量易受溫度與觀光人次影響。
朝陽小區	0.578**	0.468* *	3	餐飲*1、 洗衣*2	532(2.47%)	21,524	朝陽小區之民宿數量 13 戶，用水量易受溫度與觀光人次影響。
重光小區	0.720**	0.464* *	0	--	--	6,298	重光小區無大用水戶，民宿有 6 戶，用水量易受溫度與觀光人次影響。
文光小區	0.181	0.438* *	6	飯店*1、 政府*1、	1,454(12.25%)	11,865	文光小區除有飯店 1 戶外，民宿有 15

小區別	相關係數		月用水量 200 度以上用戶			小區總用水量(度)	說明
	溫度	觀光人次	戶數	經營類別	用水量合計(度) (佔比)		
				學校*1、 餐飲*2、 勤務機構*1			戶，用水量受觀光人次影響。 小區內尚有政府機關、學校與勤務機構，用水量穩定，不易受外部因子影響。 爰此，文光小區用水量易受觀光人次影響，不易受溫度影響。
民生小區	0.378	0.669*	18	飯店*4、 學校*1、 餐飲*6、 勤務機構*2、 加工廠*1、 美髮*1、 洗衣*1、 醫院*2	6,687 (26.28%)	25,448	民生小區之飯店月用水量 1,922 度，民宿有 9 戶，用水量受觀光人次影響。 小區內有醫院，月用水量穩定約 1,614 度，不易受外部因子影響。 爰此，民生小區用水量會受觀光人次影響，不易受溫度影響。
案山小區	0.435**	0.366	18	飯店*4、 政府*1、 餐飲*6、 製造*3、 加水站*2、 洗車*1、 出租套房*1	10.628 (39.82%)	26,688	案山小區主要大用水戶為製造業，分別為保麗龍製造廠、海產加工廠及 RO 水製造廠(月用水量 4,001 度)，用水量受溫度影響，不易受觀光人次影響。

小區別	相關係數		月用水量 200 度以上用戶			小區總用水量(度)	說明
	溫度	觀光人次	戶數	經營類別	用水量合計(度) (佔比)		
三多小區	0.397**	0.376	8	學校*5、 餐飲*3	6,595 (27.76%)	23,761	三多小區主要大用水戶為高中與大學，月用水量 5,714 度，用水量呈現季節性變化，受溫度影響，不易受觀光人次影響。
三總小區	0.373	0.276	4	勤務機構*1、 醫院*1、 學校*1、 加水站*1	32,129 (76.05%)	42,248	三總小區主要用水大戶為勤務機構(月用水量 2.5 萬度)，其次為醫院用水(0.67 萬度)，前述用戶用水特性穩定，不受溫度與觀光人次影響。
光華石泉小區	0.353	0.383	10	政府*3、 學校*3、 勤務機構*2、 娛樂*1、 加水站*1、 洗衣*1	6,077 (13.89%)	43,765	光華石泉小區主要大用水戶為勤務機構、學校與政府機關，月用水量 5,361 度，用水量穩定，不受溫度與觀光人次影響。
北辰小區	0.001	0.066	9	飯店*1、 政府*1、 餐飲*4、 加水站*2、 零售*1	3,320 (11.07%)	29,991	北辰小區主要大用水戶為菜市場，月用水量 1,178 度，用水量穩定，不受溫度與觀光人次影響。

自變數：溫度、觀光人次，依變數：售水量

** 本研究案採相關性在 0.01 層級上顯著(雙尾)

由表 11 顯示馬北與馬南中區之各小區內，同時受到「溫度」

與「觀光人次」等兩個因子影響用水量變化有 14 個小區，依觀光人次之相關係數排序，由高至低為別為「啟明小區」、「民族小區」、「新西衛小區」、「新生小區」、「文澳小區」、「菜寮小區」、「西文小區」、「安宅小區」、「東衛小區」、「五福小區」、「光榮小區」、「城北小區」、「朝陽小區」、「重光小區」等，係因前述 14 個小區之大用水戶主要以飯店、餐飲業者，及民宿為主，用水量易受溫度與觀光人次影響。

其餘小區中，文光與民生等 2 個小區之用水量與「溫度」呈現低度相關，與「觀光人次」呈現中度相關，表示用水量增減係受觀光人次因子影響，較不因溫度變化而影響，係因 2 個小區之大用水戶除飯店與民宿業者外，尚有政府機關、學校與醫院等，用水量較為穩定，致用水量易受到觀光人次影響而變化，較不易受到溫度影響。

案山與三多等 2 個小區之用水量與「溫度」呈現中度相關，與「觀光人次」呈現低度相關，表示用水量增減係受溫度高低影響，較不因觀光人次增減而影響，係因案山小區之大用水戶除飯店與餐飲業者外，尚包含製造廠，分別為保麗龍製造廠、海產加工廠及 RO 製造廠，月用水量合計約 4,001 度，用水量受溫度影響，不易受觀光人次影響。

其他 3 個小區，分別為三總、光華石泉與北辰小區等 3 個小區之用水量與「溫度」及「觀光人次」皆呈現低度相關。三總小區主要大用水戶為機關用水，月用水量高達 2.5 萬度，其次為醫院用水 0.67 萬度，前述用戶用水特性穩定，不受溫度與觀光人次影響；光華石泉小區主要大用水戶為勤務機構、學校與機關，用水量穩定，不受溫度與觀光人次影響；北辰小區主要大用水戶為菜市場，月用水量 1,178 度，用水量穩定，不受溫度與觀光人次影響。

綜上，同時受到「溫度」及「觀光人次」等兩個因子影響用水量變化之小區為菜寮小區、啟明小區、民族小區、文澳小區、新生小區、東衛小區、朝陽小區、城北小區、安宅小區、西文小區、五福小區、新西衛小區、重光小區與光榮小區等計 14 個小區；文光與民生等兩個小區之用水量與「溫度」呈現低度相關，與「觀光人次」呈現中度相關；案山與三多等兩個小區之用水量與「溫度」呈現中度相關，與「觀光人次」呈現低度相關；光華石泉、三總與北辰等小區之用水量與「溫度」及「觀光人次」皆呈現低度相關。

4.1.3 外部因子與智慧水表「民族小區」用水量之影響程度分析

前述兩小節係分析 109 年 7 月至 112 年 12 月等計 42 個月之每月氣象資料與觀光人次，對於售水量之影響程度，係以「月」為

單位進行分析。澎湖地區 111 年 9 月 16 日已完成六個小區(民族、文澳、城北、民生、案山與三多)全面建置智慧水表，可密集記錄每日售水量，爰本小節將擇一個智慧水表小區，探討「每日」溫度與觀光人次，對於「每日」售水量之影響，是否與以「月」為單位分析結果相符；此外，進一步分析觀光淡季(1~4 月、10~12 月)與旺季(5~9 月)期間，「每日」溫度與觀光人次，對於「每日」售水量之影響是否有差異。

本小節擇「民族小區」為分析對象，係因由表 11 外部因子與 21 個小區售水量之相關係數表顯示民族小區為六個智慧水表小區中，觀光人次與售水量之相關係數最高者，分析期間採智慧水表安裝完成(111 年 9 月 16 日)後之 112 年 1 月 1 日至 113 年 8 月 31 日等計 609 日，此期間「每日」溫度與觀光人次，對於「每日」售水量之影響，分析結果詳表 12。

表 12 外部因子與智慧水表「民族小區」售水量之相關係數表

	112 年 1~12 月 113 年 1~8 月		112 年 1~4 月、 10~12 月， 113 年 1~4 月 (觀光淡季)		112 年 5~9 月 113 年 5~8 月 (觀光旺季)	
	溫度	觀光 人次	溫度	觀光 人次	溫度	觀光 人次
T	10.464	17.760	6.378	16.450	-0.983	7.299
顯著	0.000 (<0.05 ，	0.000 (<0.05 ，	0.000 (<0.05 ，	0.000 (<0.05 ，	0.326 (>0.05 ，	0.000 (<0.05 ，

		112 年 1~12 月 113 年 1~8 月		112 年 1~4 月、 10~12 月， 113 年 1~4 月 (觀光淡季)		112 年 5~9 月 113 年 5~8 月 (觀光旺季)	
		溫度	觀光 人次	溫度	觀光 人次	溫度	觀光 人次
性 (p 值)		達顯著)	達顯著)	達顯著)	達顯著)	未達 顯著)	達顯著)
信賴 區間	上限	4.746	6.939	4.73	0.023	2.192	0.017
	下限	0.017	0.021	2.5	0.018	-6.568	0.010
相關 係數(r)		0.660**	0.750**	0.465**	0.719**	-0.055	0.407**

自變數：溫度、觀光人次，依變數：售水量

資料來源：本研究案自行繪製統計

由表 12 顯示 112 年 1 月 1 日至 113 年 8 月 31 日等期間，『每日』「溫度」與「觀光人次」對於售水量之 T 值分別為 10.464、17.760，p 值皆為 $0.000 < 0.05$ 達顯著水準，信賴區間為 0.660~4.746(不包含 0)、0.021~6.939(不包含 0)亦達顯著水準，表示民族小區每日用水量會受到溫度與觀光人次影響；相關係數分別為 0.660(中度相關)與 0.750(高度相關)，分析結果與表 11 以『每月』為單位所分析之相關係數 0.628(中度相關)與 0.873(高度相關)大致相符，表示民族小區每日或每月用水量會隨溫度或觀光人次增加(減少)而增加(減少)。

此外，進一步探討觀光淡季(1~4 月，10~12 月)與旺季(5~9 月)期間，溫度與觀光人次對於用水量影響是否有差異；經統計分析顯

示觀光淡季(112 年 1~4 月、10~12 月，113 年 1~4 月)期間，『每日』溫度』與『觀光人次』對於售水量之 T 值分別為 6.378、16.450，p 值皆為 $0.000 < 0.05$ 達顯著水準，信賴區間為 2.5~4.73(不包含 0)、0.018~0.023(不包含 0)亦達顯著水準，相關係數為 0.465(中度相關)與 0.719(高度相關)，表示民族小區於觀光淡季期間，每日用水量會隨溫度或觀光人次增加(減少)而增加(減少)。

觀光旺季(112 年 5~9 月、113 年 5~8 月)期間，『每日』溫度』與『觀光人次』對於售水量之 T 值分別為 -0.983、7.299，p 值為 $0.326 > 0.05$ 未達顯著水準、 $0.000 < 0.05$ 達顯著水準，信賴區間為 -6.568~2.192(包含 0)未達顯著水準、0.010~0.017(不包含 0)達顯著水準，相關係數為 -0.055(趨近於 0 相關)與 0.407(中度相關)，表示民族小區於觀光旺季期間，每日用水量與溫度無顯著相關，但與觀光人次有顯著相關，亦即每日用水量不隨溫度上升(下降)而變化，但會隨觀光人次增加(減少)而增加(減少)。

探究原因為 5~9 月之每日平均溫度雖高達 30 度，但澎湖縣政府每年此期間於民族小區之觀音亭園區舉辦年度重大活動，除國際海上花火節外，尚有泳渡澎湖灣、全國帆船錦標賽、追風音樂節及自行車活動等(詳表 13)，吸引大量遊客赴澎湖參與活動與觀光，故溫度雖高溫炎熱，但不影響旅客赴澎湖之意願，致溫度變化與用

水量無相關性，相關係數呈現 0 相關。

表 13 112 年 5~9 月、113 年 5~8 月澎湖縣觀光活動統計表

年度	期間	活動名稱	活動地點	小區別
112	5 月 1 日至 6 月 31 日	澎湖國際海上花火節	馬公市觀音亭園區	民族小區
	6 月 18 日	2023 泳渡澎湖灣	馬公市觀音亭園區、 馬公市、西嶼鄉	民族小區
	8 月 3 日至 6 日	112 學年度總統盃全國帆船 錦標賽	馬公市觀音亭園區	民族小區
	8 月 19 日至 9 月 30 日	2023 澎湖追風 音樂節	馬公市觀音亭園區	民族小區
	9 月 17 日	2023 澎湖跳島 101K 自行車 (101K Hopping Bike)活動	馬公市觀音亭園區、 澎湖本島	民族小區
113	5 月 1 日至 7 月 31 日	澎湖國際海上花火節	馬公市觀音亭園區	民族小區
	6 月 1 日至 2 日	澎湖吸館-音樂市集活動	洪根深美術館	民族小區
	6 月 16 日	2024 泳渡澎湖灣	馬公市觀音亭園區、 馬公市、西嶼鄉	民族小區
	8 月 15 日至 18 日	113 學年度總統盃全國帆船 錦標賽	馬公市觀音亭園區	民族小區

資料來源：澎湖縣政府官方網站

4.2 問卷調查分析

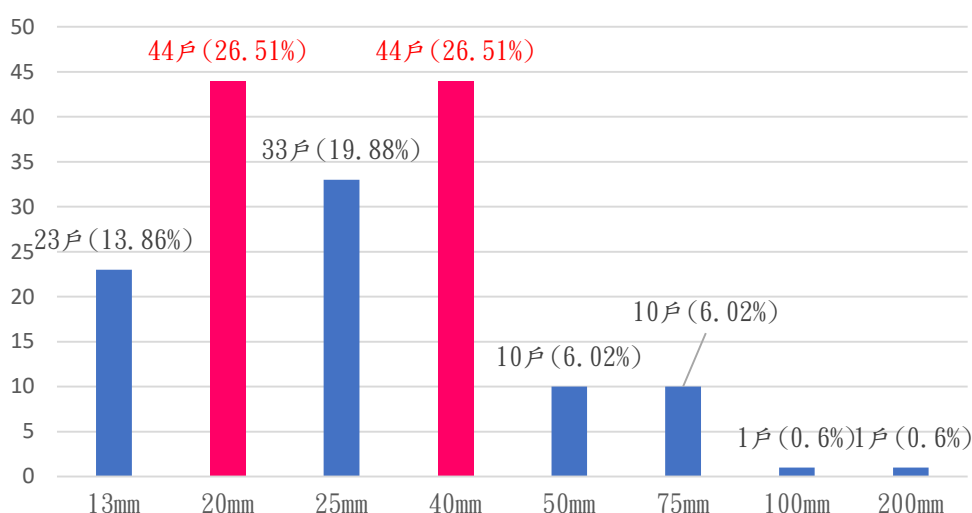
本研究案用水設備清查對象以月用水量 200 立方公尺以上用戶為主，經統計民國 112 年每月用水量 200 立方公尺以上有 188 戶，調查方式採公文函送(例如：連鎖大型飯店)、紙本或 E-mail 寄送(例如：行政機關、學校，因組織結構及建物較為複雜，需相當時間查找資料)、實地訪查(例如：餐飲業者，因較為忙碌，實地訪視受訪

機率較高)，及電話訪問等。

歷經 3 個月(民國 113 年 3~5 月)問卷調查與蒐集，排除無效問卷(包含不願意受訪、無法連絡、填答資料不完整等)22 份，有效問卷共計 166 份，經初步將問卷結果分析如下

4.2.1 受訪者資料分析

166 受訪戶之水表口徑以 20mm 與 40mm 居多，皆為 44 戶(占比 26.51%)，依序為 25mm 33 戶(占比 19.88%)、13mm 23 戶(占比 13.86%)、50mm 與 75mm 皆為 10 戶(占比 6.02%)，最少為 100mm 與 200mm 僅各 1 戶(0.60%)，詳圖 44。

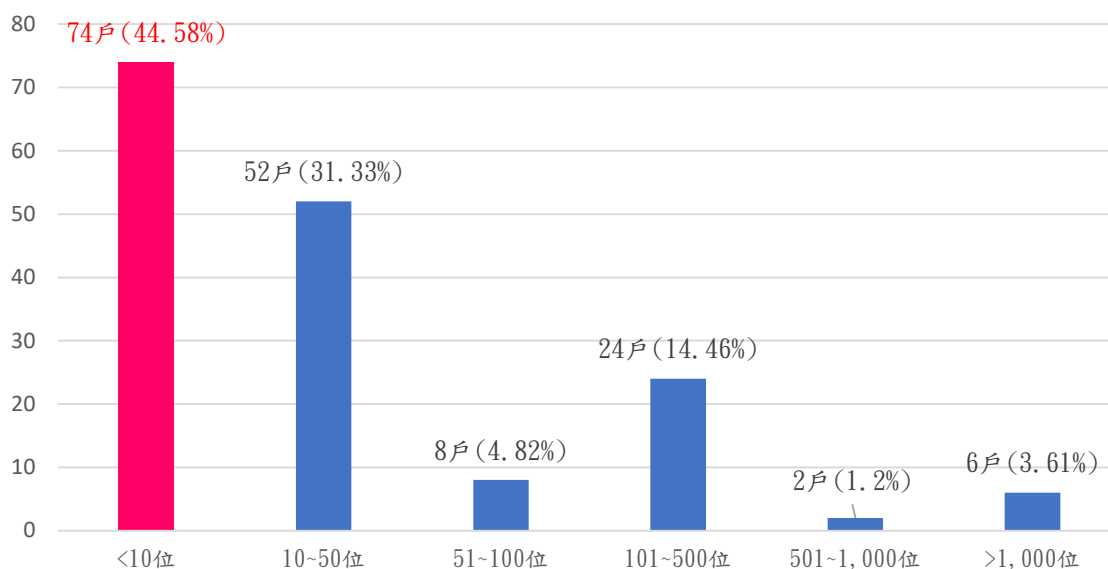


資料來源：本研究案問卷調查結果

圖 44 受訪戶之水表口徑分布長條圖

166 受訪戶之用水人口級距(本研究案係以「員工」為用水人口級距統計)，以 10 位以下為多，計 74 戶(占比 44.58%)，其次為

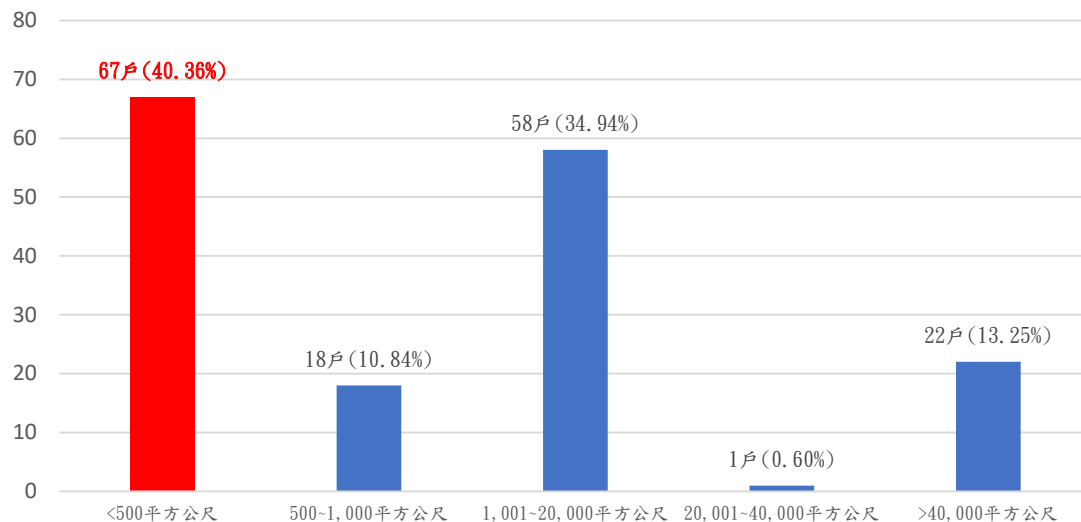
10~50 位計 52 戶(占比 31.33%)，依序為 101~500 位計 24 戶(占比 14.46%)、51~100 位計 8 戶(占比 4.82%)、超過 1,000 位計 6 戶(占比 3.61%)，最少為 501~1,000 位僅 2 戶(占比 1.20%)，詳圖 45。



資料來源：本研究案問卷調查結果

圖 45 受訪戶之用水人口級距分布長條圖

166 受訪戶之總樓地板面積級距，以小於 500 平方公尺以下為多，計 67 戶(占比 40.36%)，其次為 1,001~20,000 平方公尺計 58 戶(占比 34.94%)，依序為 500~1000 平方公尺計 36 戶(占比 21.69%)、超過 40,000 平方公尺計 22 戶(占比 13.25%)，最少為 20,001~40,000 平方公尺僅 1 戶(占比 0.60%)，詳圖 46。



資料來源：本研究案問卷調查結果

圖 46 受訪戶之總樓地板面積級距分布長條圖

166 受訪戶之蓄水池容量級距以 1~10 立方公尺為多，計 105 戶(占比 63.25%)，其中以 43 戶餐飲業者佔比居多；依序為 11~50 立方公尺計 30 戶(占比 18.07%)、51~100 立方公尺計 15 戶(占比 9.04%)、101~500 立方公尺計 9 戶(佔比 5.42%)、501~1,000 立方公尺計 3 戶(佔比 1.81%)與 1,001~5,000 立方公尺計 3 戶(佔比 1.81%)，最少為超過 5,000 立方公尺計 1 戶(占比 0.60%)，詳圖 47；另，統計 166 戶蓄水池之合計量計 17,382 立方公尺。

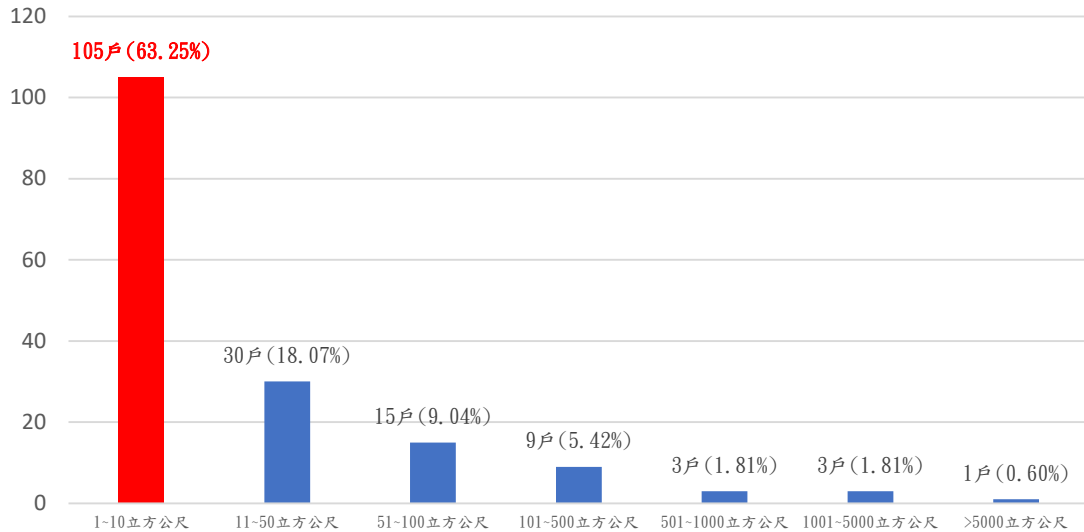
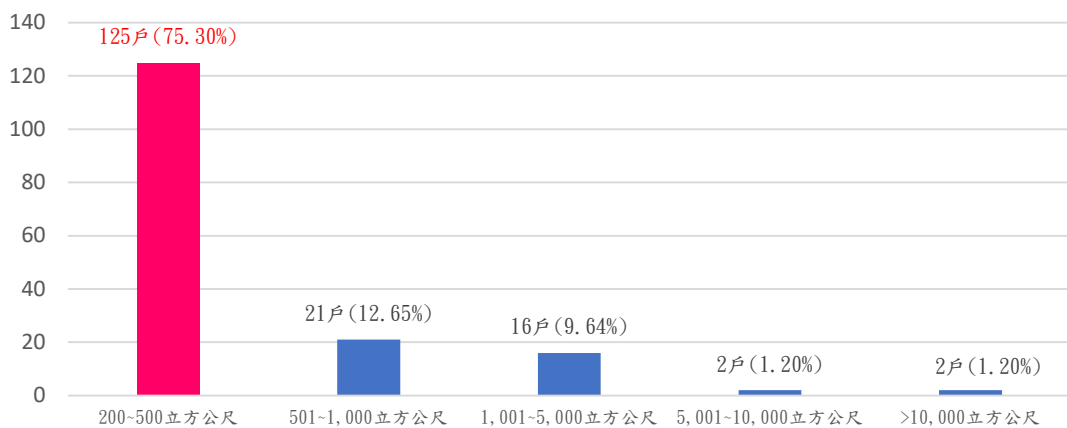


圖 47 受訪戶之蓄水池容量級距分布長條圖

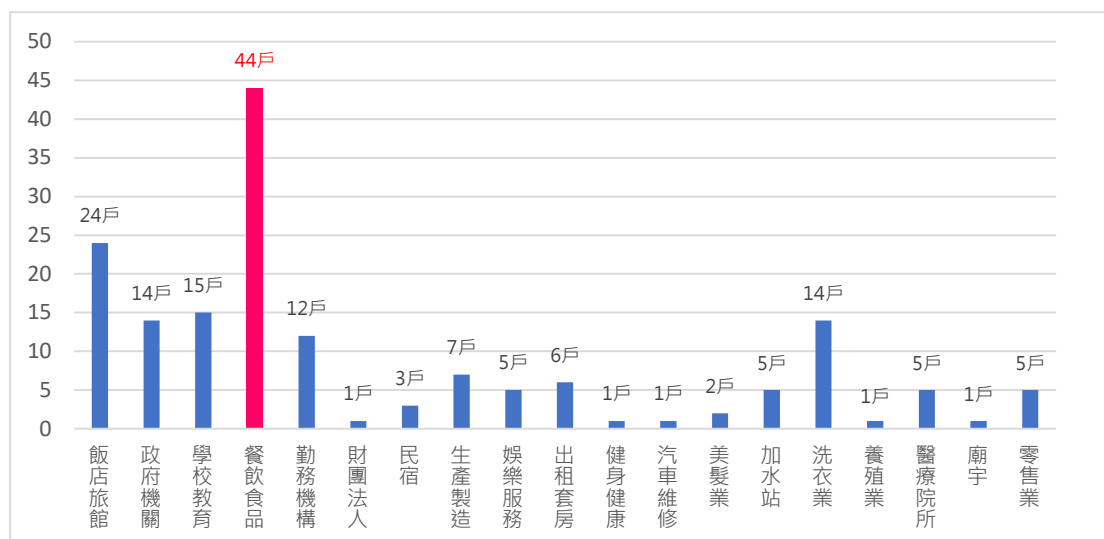
166 受訪戶之每月用水量級距以 200~500 立方公尺為多，計 125 戶(占比 75.30%)，依序為 501~1,000 立方公尺計 21 戶(占比 12.65%)、1,001~5,000 立方公尺計 16 戶(占比 9.64%)，最少為 5,001~10,000 立方公尺與超過 10,001 立方公尺等各計 2 戶(占比 1.20%)，詳圖 48。



資料來源：本研究案問卷調查結果

圖 48 受訪戶之每月用水量級距分布長條圖

166 受訪戶之經營類別，以餐飲食品為多，計 44 戶(占比 26.51%)，再者為飯店旅館計 24 戶(占比 14.46%)，其次為學校教育、政府機關與洗衣業者分別為 15 戶(占比 9.04%)、14 戶(8.43%) 與 14 戶(8.43%)，其他經營類別皆 10 戶以下，詳圖 49。



資料來源：本研究案問卷調查結果

圖 49 受訪者之經營類別分布長條圖

表 14 為 19 類經營類別之民國 112 年用水量統計表，用水量佔比前五大分別為勤務機構，民國 112 年每戶平均用水量 35,698 立方公尺，佔比 24.43%；第二為醫療院所，平均用水量 28,281 立方公尺，佔比 19.35%；第三為飯店旅館，平均用水量 16,776 立方公尺，佔比 11.48%；第四為娛樂服務，平均用水量 12,093 立方公尺，佔比 8.28%；第五為生產製造，平均用水量 8,648 立方公尺，佔比 5.92%。

表 14 各類經營類別之 112 年用水量統計表

經營類別	112 年總用水量(立方公尺) (A)	戶數 (B)	112 年每戶平均用水量(立方公尺) (C =A/B)	用水量佔比 (%)
勤務機構	428,375	12	35,698	24.43%
醫療院所	141,404	5	28,281	19.35%
飯店旅館	419,406	25	16,776	11.48%
娛樂服務	60,466	5	12,093	8.28%
生產製造	60,536	7	8,648	5.92%
學校教育	105,333	15	7,022	4.81%
零售業	33,376	5	6,675	4.57%
洗衣業	49,507	14	3,536	2.42%
政府機關	43,631	13	3,356	2.30%
民宿	9,895	3	3,298	2.26%
財團法人	3,017	1	3,017	2.06%
加水站	17,584	6	2,931	2.01%
餐飲食品	127,448	44	2,897	1.98%
健康健身	2,333	1	2,333	1.60%
宗教	2,082	1	2,082	1.42%
汽車維修	2,012	1	2,012	1.38%

經營類別	112 年總用水量(立方公尺) (A)	戶數 (B)	112 年每戶平均用水量(立方公尺) (C =A/B)	用水量佔比 (%)
出租套房	11,828	6	1,971	1.35%
美髮業	1,791	1	1,791	1.23%
生產養殖	1,709	1	1,709	1.17%
合計	1,521,733	166	146,127	100%

資料來源：本研究案問卷調查結果

1. 顯著性考驗檢核：

表 15 為用水人口數與自來水取水量之顯著性分析，T 為 3.361，p 值 0.001(<0.05)達顯著，信賴區間為 6.321~24.339(未包含 0)達顯著，表示「用水人口數」與「112 年自來水取水量」有顯著性相關，即用水人口數會影響自來水取水量。。

表 15 用水人口數與取水量之 T 檢定分析表

	T	顯著性 (p 值)	信賴區間	
			下限	上限
用水 人口數	3.361	0.001*	6.321	24.339

依變數：112 年自來水取水量

資料來源：本研究案分析統計結果

表 16 為總樓板面積、經營類別與自來水取水量之變異數(ANOVA)分析，本段落採以變異數分析，係因總樓板面積係以面積級距分類為名目尺度，經營類別亦為名目尺度，故以變異數分析不同母體之平均數是否差異。由表 4-2-3 可知總樓板面積之 F 值為 6.349，p 值 0.000(<0.05)達顯著，表示「總樓板面積」與「112 年自來水取水量」有顯著性相關，即總樓板面積增減會影響自來水取水量變化；經營類別之 F 值為 1.136，p 值 0.322(>0.05)未達顯著，表示「經營類別」與「112 年自來水取水量」未達顯著性相關，即不同之經營類別，不影響自來水取水量。

表 16 總樓板面積、經營類別與取水量之變異數分析表

	F	顯著性(p 值)
總樓板面積	6.349	0.000*
經營類別	1.136	0.322

依變數：112 年自來水取水量

綜上，166 受訪戶之基本資料，水表口徑以 20mm 與 40mm 數量比例最高(26.51%)、用水人口級距以 10 位以下數量為多(44.58%)、總樓板面積級距以小於 500 平方公尺以下數量居多(40.36%)、蓄水池容量級距以 1~10 立方公尺數量比例最多(63.25%)、每月用水量

級距以 200~500 立方公尺數量為多(75.30%)、經營類別以餐飲業數量最多(26.51%)。

表 17 166 戶基本資料統計表

基本資料	說明	戶數(佔比%)
水表口徑	20mm 與 40mm 數量比例最高	20mm：40 戶(26.51%) 40mm：44 戶(26.51%)
用水人口級距	10 人以下最多	74 戶(44.58%)
總樓板面積級距	<500 平方公尺最多	67 戶(40.36%)
蓄水池容量	1~10 立方公尺最多	105 戶(63.25%) 166 戶合計量計 17,382 立方公尺
每月用水量級距	200~500 立方公尺最多	125 戶(75.30%)
經營類別	餐飲食品最多	44 戶(26.51%)
用水量佔比	勤務機構	12 戶(24.43%)

資料來源：本研究案問卷調查結果

166 受訪戶之用水量統計，以勤務機構用水量佔比最高(24.43%)，第二為醫療院所(19.35%)、第三為飯店旅館(11.48%)、第四為娛樂服務(8.28%)、第五為生產製造(5.92%)。

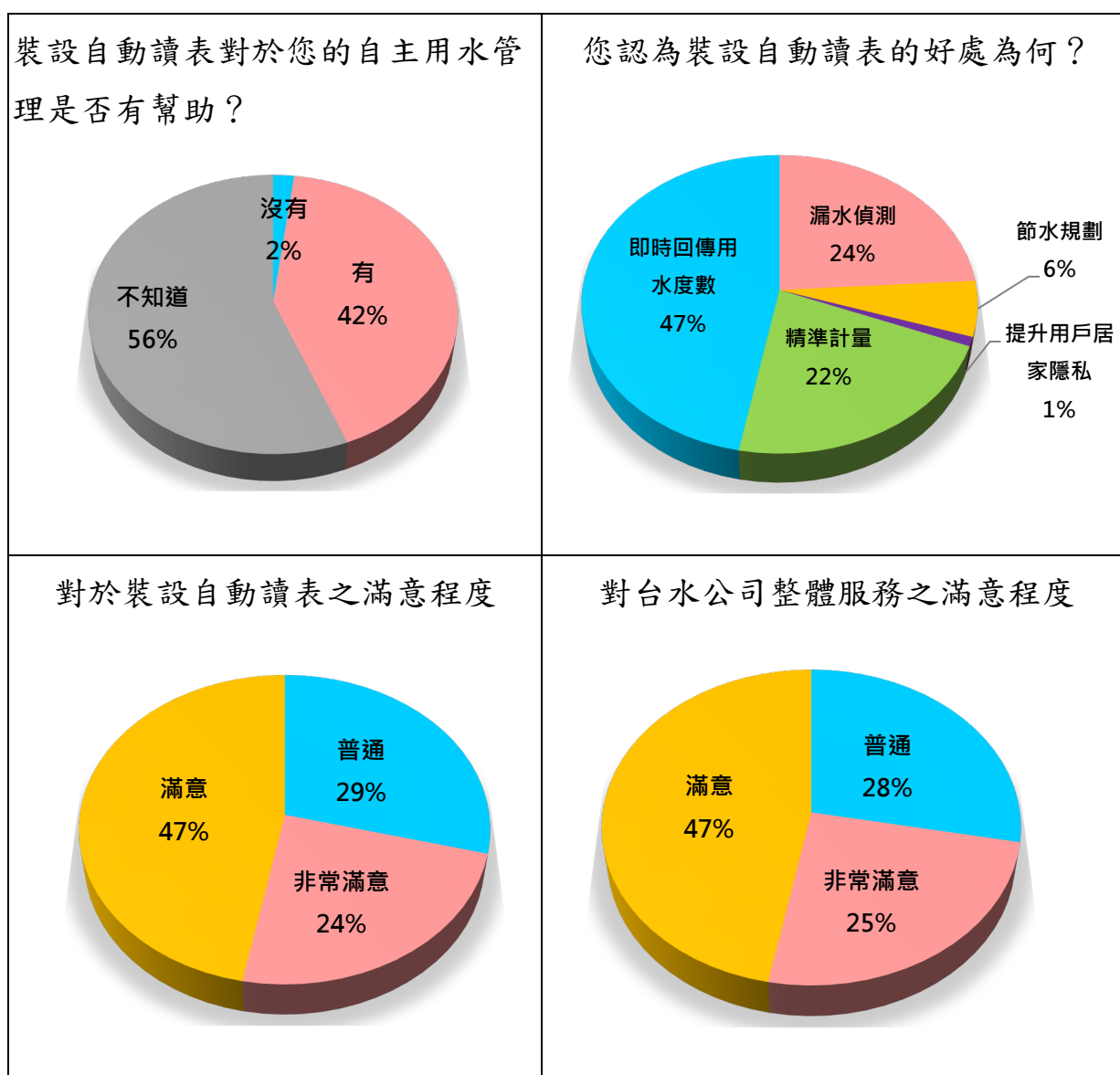
此外，根據顯著性檢定發現大用水戶之「用水人口數」與「總樓板面積」等兩個因子與「112 年自來水取水量」有顯著性相關，即用水人口數增減與總樓板面積大小會影響自來水取水量變化。

4.4.2 自動讀表用戶滿意度調查

表 18 為針對自動讀表用戶進行滿意度調查，166 受訪戶中，有裝置自動讀表為 124 戶(占比 74.701%)，前述 124 戶中有 42%用戶表示裝設自動讀表對於自主用水管理有幫助，好處為即時回傳用水度數(比例 47%)、其次為漏水偵測(比例 24%)與精準計量(比例 22%)；有 71%用戶對於裝設自動讀表感到滿意與非常滿意，有 72%用戶對於本公司整體服務感到滿意與非常滿意。

上述滿意度調查，有 56%用戶表示裝設自動讀表對於自主用水管理之效益不確定，係因在問卷調查期間，本公司自動讀表用戶系統尚未開放。為廣泛推廣自動讀表加值效益，本公司業於本(113)年 9 月 4 日起，開辦各區處受理用戶付費申請自動讀表，同時針對澎湖六小區自動讀表用戶開放使用自動讀表系統(水表 e 管家)，截至 10 月 21 日已有 84 戶用戶申請水表 e 管家系統，以協助用戶自主管理用水。

表 18 自動讀表用戶滿意度統計表



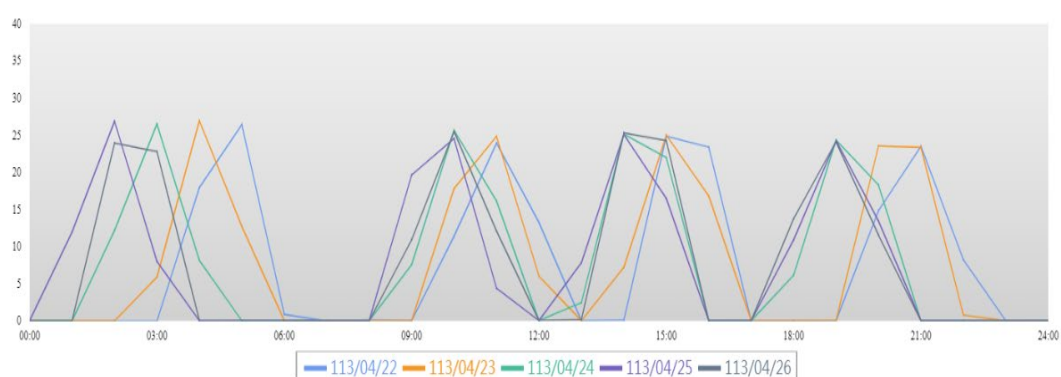
資料來源：本研究案問卷調查結果

4.3 用水型態分析

本小節是針對月用水量 1,000 度以上(計 20 戶)之每日 24 小時用水量分析，以水表故障、水表逆流、進水量無規律，及於離峰時間進水之用水型態案例說明。

1. 水表故障案例：

圖 50 為 C 醫院 4 月 22 日至 26 日每小時流量趨勢圖，顯示 C 醫院大部分於用水離峰時間(深夜 1:00~5:00、上午 9:00~11:00，下午 2:00~4:00，晚上 8:00~10:00)呈現規律性進水。

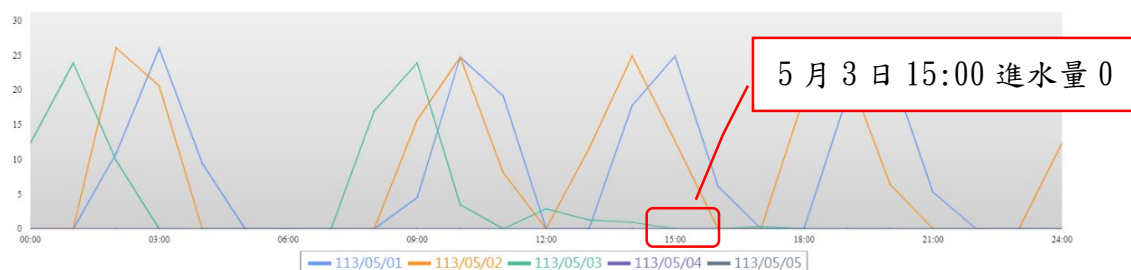


資料來源：台水公司全區用戶表監測系統

圖 50 C 醫院 4 月 22 日至 26 日每小時流量趨勢圖

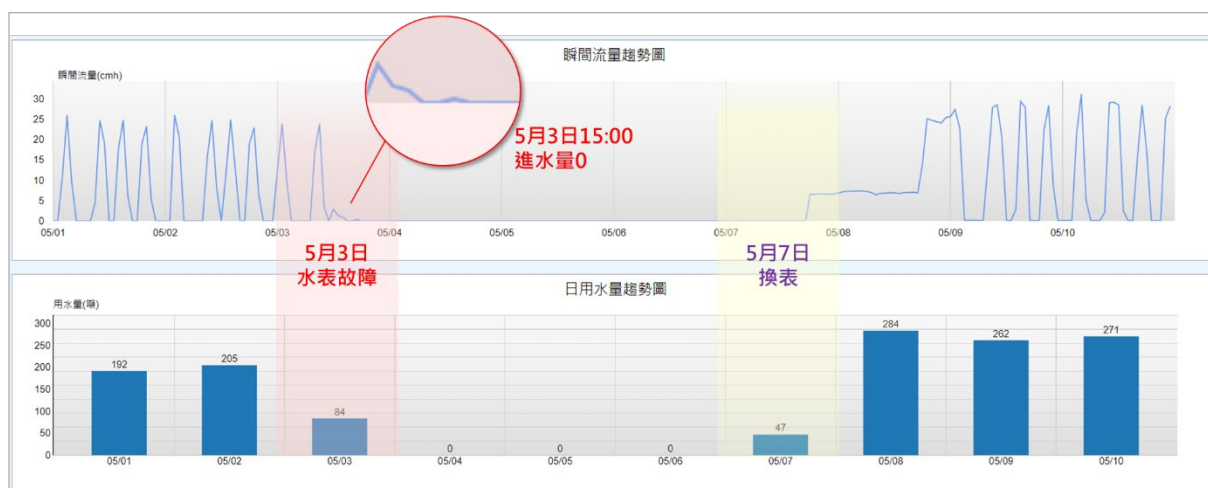
5 月 3 日下午 3:00 進水量降為 0 度，5 月 4 日無進水情形(詳圖 5)，與歷史用水趨勢不符，經派員現場勘查發現醫院有持續進水但水表呈現不轉，5 月 7 日換表，8 日後進水量恢復正常(詳圖

52)。



資料來源：台水公司全區用戶表監測系統

圖 51 C 醫院 5 月 1 日至 5 日每小時流量趨勢圖

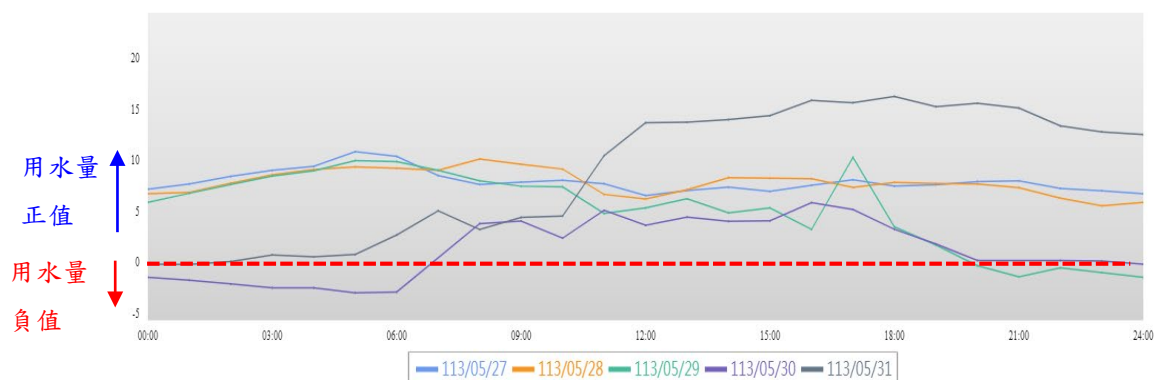


資料來源：台水公司全區用戶表監測系統

圖 52 C 醫院 5 月 1 日至 10 日瞬間流量與日用水量趨勢圖

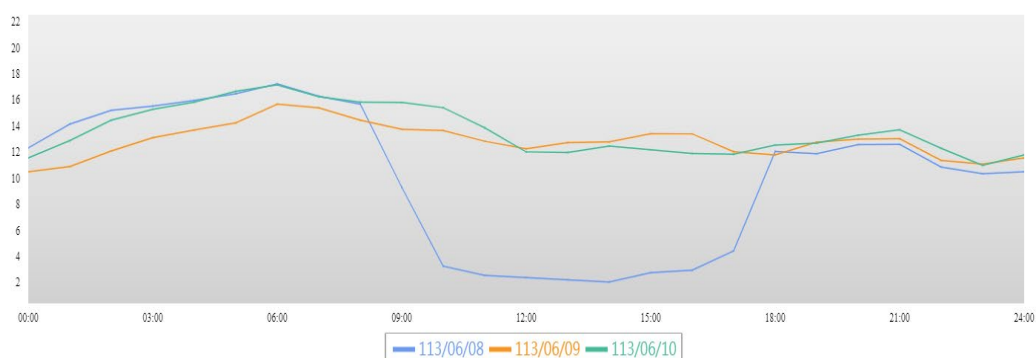
2. 水表逆流案件：

圖 53 為 D 娛樂商場 5 月 27 日至 31 日每小時流量趨勢圖，每小時皆有進水情形；5 月 29 日晚上 9:00 至翌(30)日上午 7:00 進水量呈現負值，表示水表有逆轉現象，經派員現場勘查疑為水表故障，6 月 7 日換表，8 日逆流未再發生，進水量恢復正常(詳圖 54)。



資料來源：台水公司全區用戶表監測系統

圖 53 D 娛樂商場 5 月 27 日至 31 日每小時流量趨勢圖



資料來源：台水公司全區用戶表監測系統

圖 54 D 娛樂商場 6 月 8 日至 10 日每小時流量趨勢圖

3. 用水型態無規律案例：

考量澎湖地區民國 113 年花火節活動自 5 月 2 日開始，爰以下用戶之用水流量趨勢以花火節開始後之翌週 5 日用水流量說明。

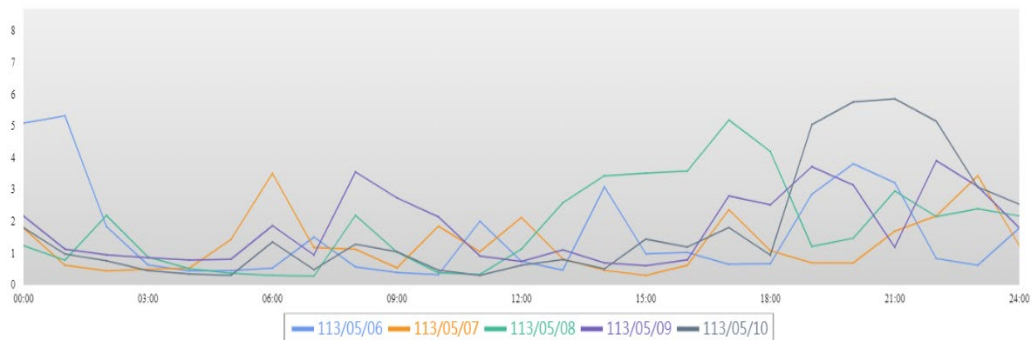
圖 55 顯示 E 勤務機構每日進水時間不固定(用水離峰與尖峰時間皆有進水情形)，進水時係以每小時 7 度之大量用水

型態呈現，推測疑為蓄水池容量較大所致；圖 56 顯示 F 勤務機構每日進水時間頻繁，進水量不固定，有大量進水與微量進水情形，推測疑為水池之進水水位控制太高，水位稍有即進水。由前述 E 與 F 勤務機構之進水趨勢易影響鄰近水壓，大量進水時恐造成本公司供給鄰近用戶之水壓下降，亦影響用戶用水穩定。



資料來源：台水公司全區用戶表監測系統

圖 55 E 勤務機構 5 月 6 日至 10 日每小時流量趨勢圖

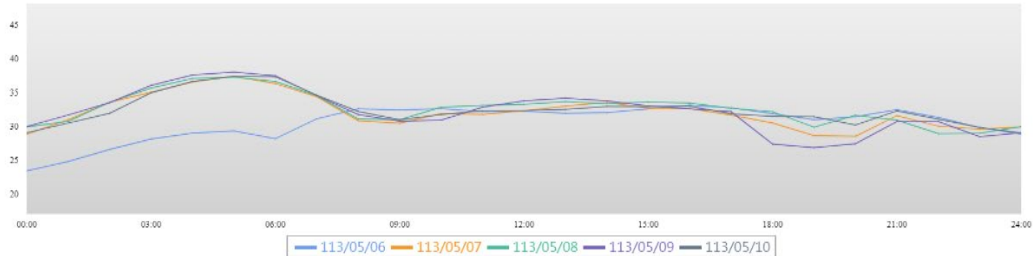


資料來源：台水公司全區用戶表監測系統

圖 56 F 勤務機構 5 月 6 日至 10 日每小時流量趨勢圖

圖 57 顯示 G 勤務機構長期以每小時 25 度以上之大量進水，恐影響本公司供水至鄰近用戶之水量與水壓；此外，E 機

關用水趨勢未有無進水情形(進水量 0 度)，疑長期有內線漏水情形。

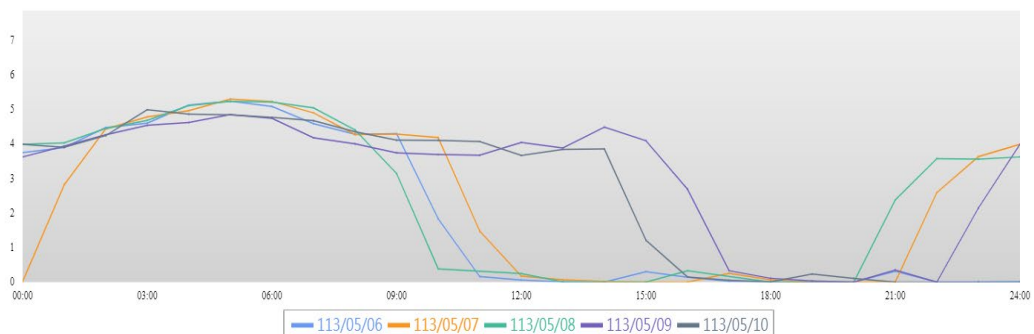


資料來源：台水公司全區用戶表監測系統

圖 57 G 勤務機構 5 月 6 日至 10 日每小時流量趨勢圖

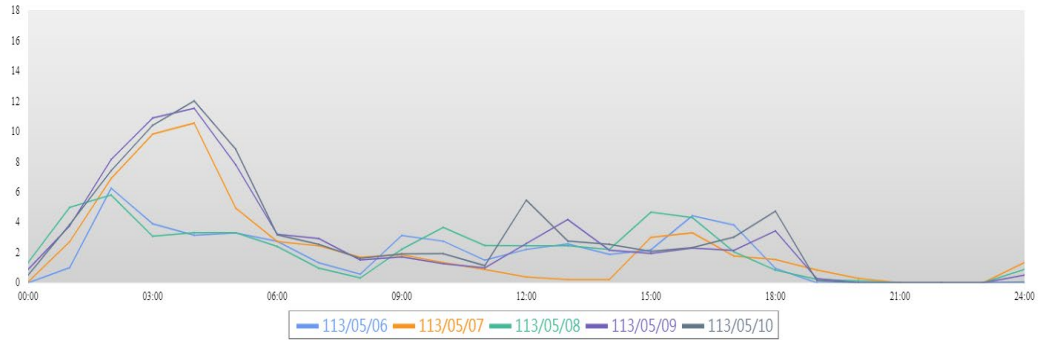
4. 離峰時間進水之用水型態案例：

圖 58 顯示 H 飯店進水時間大部分係於深夜用水離峰時間，進水量呈現每小時 4 度之穩定用量；圖 59 顯示 I 機關進水時間係於深夜用水離峰時間，進水量以每小時 10~12 度之大量進水型態。前述兩戶之進水時間與一般住家用水尖峰時間不同，進水時不易影響鄰近用戶之水壓。



資料來源：台水公司全區用戶表監測系統

圖 58 H 飯店月 6 日至 10 日每小時流量趨勢圖



資料來源：台水公司全區用戶表監測系統

圖 59 I 機關 5 月 6 日至 10 日每小時流量趨勢圖

綜上，E 勤務機構每日進水時間不固定，進水時以每小時 7 度之大量用水型態呈現；F 勤務機構每日進水時間頻繁，進水量不固定，有大量進水與微量進水情形，應建議 E 勤務機構與 F 勤務機構於夜間離峰時間進水，以維持鄰近用戶之水壓穩定。G 勤務機構長期疑有內線漏水，致每小時以 25 度大量進水，建議 G 勤務機構應盡速派員檢漏以查出漏水點並修復，一方面可減少機關之水費支出，另一方面亦可減少本公司供水量。

4.4 用戶用水型態與智慧小區關聯性

為有效釐清用水型態與小區供水量關聯性，且因漏水量與有效無計費水量實務上以概估方式為主，並無實際流量計進行統計，如要再針對漏水量與有效無計費水量進行討論實屬困難，因此本小節將以售水率變化推測小區漏水量與有效無計費水量變化情形。

在經費有限無法全面安裝智慧水表時，如何達到「以需定供」，將是日後全國推行智慧水表時的政策評估依據，因此本次研究將針對用水大戶對於小區中供水量、售水量與售水率進行比較，然而供水量又將涉及討論售水量、漏水量與有效無計費水量，為確認各小區管網供水品質問題，需針對大用戶用水量、小區供水量、小區售水量與小區售水率進行比較。

目前馬公地區僅針對三多、文澳、民生、民族、城北與案山小區全面裝設智慧水表，為討論用戶用水型態與小區售水量與用水量變化是否一致，因此將以六智慧小區 112 年每月用水量 100 度以上 (計 77 戶) 之每月用水量與小區供水量關聯性進行比較，六智慧小區大用戶用水量、小區供水量、小區售水量與小區售水率每月資料詳表 19。

進行此方面的數值統計時，目前設備傳訊問題與品質在此方面數據統計上備受挑戰，如設備傳訊斷訊等問題，112 年期間售水率

資料採自動讀表與人工抄表手動並行，如該用水大戶用水資料因自動讀表而有所缺漏時，該用戶用水資料 112 年全年度將以人工抄表資料進行統計。

表 19 112 年六智慧小區供售水量基本資料及用水大戶用水度數統計表

項次	小區	用戶名稱	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
1	三多	用戶 A	2,049	1,645	2,409	2,102	2,225	2,235	2,068	3,205	3,061	1,871	1,694	2,823	2,282
2	三多	用戶 B	524	630	630	873	1,014	768	810	210	584	766	1,031	668	709
3	三多	用戶 C	945	827	2,966	2,329	3,178	2,702	161	640	2,471	3,123	3,149	3,347	2,153
4	三多	用戶 D	207	272	352	268	373	449	587	303	267	216	219	201	310
5	三多	用戶 E	145	129	148	170	193	226	220	203	157	139	128	144	167
6	三多	用戶 F	275	295	332	314	385	396	403	418	271	250	234	238	318
7	三多	用戶 G	149	159	179	178	243	244	253	208	84	57	52	57	155
8	三多	用戶 H	226	233	261	156	169	304	338	332	319	303	282	280	267
9	三多	用戶 I	104	100	105	104	114	132	95	101	96	94	84	95	102
10	三多	用戶 J	96	108	128	135	281	233	157	148	172	178	193	159	166
大用水戶售水量小計			4,720	4,398	7,510	6,629	8,175	7,689	5,092	5,768	7,482	6,997	7,066	8,012	6,628
小區每月供水總計			385,077	395,032	406,246	408,446	415,502	420,397	424,961	430,639	431,895	442,347	452,631	468,209	423,449
小區每月售水量			298,617	299,332	299,946	299,777	300,244	301,514	302,553	304,048	304,306	303,429	302,806	302,958	301,628
小區每月售水率			77.55%	75.77%	73.83%	73.39%	72.26%	71.72%	71.20%	70.60%	70.46	68.60%	66.90%	64.71%	71.42%

項次	小區	用戶名稱	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
1	文澳	用戶 A	6,606	5,660	5,660	10,139	11,127	12,704	13,885	14,117	12,487	12,138	12,254	10,682	10,622
2	文澳	用戶 B	611	590	661	652	693	678	617	744	627	621	649	696	653
3	文澳	用戶 C	323	248	289	385	508	372	424	341	297	325	320	354	349
4	文澳	用戶 D	745	699	1,074	1,546	2,087	2,427	2,268	2,059	1,956	1,935	1,818	1,708	1,694
5	文澳	用戶 E	574	660	660	749	788	851	799	686	885	1,112	1,040	899	809
6	文澳	用戶 F	129	90	107	138	139	171	212	201	175	187	156	149	155

項次	小區	用戶名稱	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
7	文澳	用戶 G	442	353	446	572	653	756	795	782	600	631	470	493	583
8	文澳	用戶 H	277	249	294	266	265	268	217	199	195	228	289	365	259
9	文澳	用戶 I	177	90	125	142	106	102	164	192	376	371	497	104	204
10	文澳	用戶 J	168	150	166	221	291	369	442	410	377	379	289	209	289
11	文澳	用戶 K	111	95	120	129	133	155	138	112	140	145	131	134	129
12	文澳	用戶 L	106	127	192	202	222	203	192	187	195	176	162	174	178
13	文澳	用戶 M	318	224	245	314	366	353	320	373	295	270	246	277	300
14	文澳	用戶 N	199	100	116	112	142	187	185	238	269	266	235	224	189
15	文澳	用戶 O	201	140	185	198	205	235	233	175	147	130	131	170	179
16	文澳	用戶 P	83	85	144	135	165	187	136	131	189	248	182	166	154
大用水戶售水量小計			11,070	9,560	10,484	15,900	17,890	20,018	21,027	20,947	19,210	19,162	18,869	16,804	16,745
小區每月供水量總計			630,041	638,086	643,239	648,253	655,800	661,229	660,782	657,905	659,214	673,964	665,770	658,676	654,413
小區每月售水量			442,037	443,570	444,889	446,428	450,730	455,494	457,677	458,561	458,398	458,964	460,899	462,607	453,354
小區每月售水率			70.16%	69.52%	69.16%	68.87%	68.73%	68.89%	69.26%	69.70%	69.54%	68.10%	69.23%	70.23%	69.28%

項次	小區	用戶名稱	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
1	民生	用戶 A	1,733	1,640	1,663	1,459	1,682	1,504	1,575	1,421	1,899	1,964	2,007	1,631	1,682
2	民生	用戶 B	202	221	183	235	320	313	253	324	230	266	200	214	247
3	民生	用戶 C	330	313	340	339	639	631	678	665	643	662	664	675	548
4	民生	用戶 D	227	225	262	335	329	305	309	342	329	313	241	246	289
5	民生	用戶 E	180	118	117	159	161	171	160	173	128	139	133	145	149
6	民生	用戶 F	308	239	279	390	287	269	484	353	694	321	287	284	350
7	民生	用戶 G	149.5	149.5	149.5	149.5	176.5	176.5	324	324	315.5	315.5	223.5	223.5	223
8	民生	用戶 H	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130

項次	小區	用戶名稱	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
9	民生	用戶 I	147	148	235	601	792	694	510	504	451	408	209	198	408
10	民生	用戶 J	163.5	163.5	163.5	163.5	123.5	123.5	197	197	231	231	241	241	187
11	民生	用戶 K	127	118	263	438	498	531	542	478	411	392	223	149	348
12	民生	用戶 L	187.5	187.5	187.5	187.5	138	138	260	260	273.5	273.5	236	236	214
13	民生	用戶 M	170	157	164	208	192	187	214	196	172	191	243	182	190
14	民生	用戶 N	107	228	303	317	217	110	212	148	114	106	136	147	179
15	民生	用戶 O	103	113	119	136	143	143	140	138	137	90	128	141	128
16	民生	用戶 P	579	442	663	774	1,009	1,008	824	1,139	819	1,069	891	923	845
17	民生	用戶 Q	122.5	122.5	122.5	122.5	159	159	168	168	183	183	207	207	160
18	民生	用戶 R	286	230	288	382	408	419	391	419	293	317	262	287	332
19	民生	用戶 S	187.5	187.5	187.5	187.5	126	126	228	228	245	245	257.5	257.5	205
大用水戶售水量小計			5,439.5	5,132.5	5,819.5	6,713.5	7,530	7,138	7,598	7,606	7,698	7,616	6,919	6,517	6,811
小區每月供水量總計			604,005	599,817	601,281	603,463	607,482	610,966	611,227	609,043	606,643	607,741	608,378	612,433	606,873
小區每月售水量			302,558	303,484	304,481	307,996	311,805	314,460	316,631	315,672	314,798	316,112	316,904	318,155	311,921
小區每月售水率			50.09%	50.60%	50.64%	51.04%	51.33%	51.47%	51.80%	51.83%	51.89%	52.01%	52.09%	51.95%	51.40%

項次	小區	用戶名稱	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
1	民族	用戶 A	2,117	2,193	2,193	2,995	2,636	2,382	2,419	2,398	2,061	2,284	2,503	2,335	2,376
2	民族	用戶 B	562	329	329	823	877	1,083	1,105	1,102	1,033	939	985	850	835
3	民族	用戶 C	237	248	248	326	259	238	255	284	319	263	257	291	269
4	民族	用戶 D	370	103	155	172	183	203	167	214	178	152	102	69	172
5	民族	用戶 E	264	82	86	92	126	123	134	122	125	99	82	85	118
6	民族	用戶 F	157.5	157.5	157.5	157.5	179.5	179.5	172	172	172.5	172.5	173	173	169
7	民族	用戶 G	342	473	513	467	463	178	46	120	150	197	160	127	270

項次	小區	用戶名稱	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
8	民族	用戶 H	144	124	159	198	223	321	302	247	289	268	245	218	228
9	民族	用戶 I	163	147	160	184	206	223	230	257	176	153	153	177	186
10	民族	用戶 J	221	210	237	229	299	290	266	390	374	360	339	386	300
11	民族	用戶 K	259	235	439	734	747	903	876	893	757	643	366	287	595
大用戶售水量小計			4,836.5	4,301.5	4,676.5	6,377.5	6,198.5	6,123.5	5,972	6,199	5,634.5	5,530.5	5,365	4,998	5,518
小區每月供水量總計			17,760	16,832	23,456	26,130	28,211	21,935	21,398	30,337	28,543	29,096	30,585	28,795	25,256
小區每月售水量			16,065	13,768	16,205	18,730	20,727	20,779	19,397	18,414	16,890	16,405	14,762	15,147	17,274
小區每月售水率			90.49%	81.84%	69.09%	71.68%	73.47%	94.73%	90.65%	60.70%	59.17%	56.38%	48.26%	52.60%	70.76%

項次	小區	用戶名稱	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
1	城北	用戶 A	1,860	817	817	1,100	1,169	1,504	1,421	1,682	1,570	1,839	1,851	2,070	1,475
2	城北	用戶 B	387	378	378	432	408	453	523	418	411	445	515	559	442
3	城北	用戶 C	554	580	580	676	607	566	682	634	805	750	722	697	654
大用戶售水量小計			2,801	1,775	1,775	2,208	2,184	2,523	2,626	2,734	2,786	3,034	3,088	3,326	2,572
小區每月供水量總計			310,983	307,436	301,823	296,164	290,568	284,456	277,191	266,709	260,515	253,955	251,059	251,084	279,329
小區每月售水量			190,787	192,114	193,543	194,567	195,576	196,498	197,272	196,913	196,534	197,162	198,105	199,280	195,696
小區每月售水率			61.35%	62.49%	64.12%	65.70%	67.31%	69.08%	71.17%	73.83%	75.44%	77.64%	78.91%	79.37%	70.53%

項次	小區	用戶名稱	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
1	案山	用戶 A	2,452	2,010	2,010	2,953	3,270	3,311	3,899	3,891	3,409	3,349	3,569	3,366	3,124
2	案山	用戶 B	436	399	683	1,569	2,180	1,941	1,370	1,390	1,168	786	813	1,156	1,158
3	案山	用戶 C	2,048	1,822	2,557	2,373	2,658	4,010	3,906	3,605	3,178	2,766	2,616	2,539	2,840
4	案山	用戶 D	137.5	137.5	137.5	137.5	134.5	134.5	152	152	156	156	166	166	147
5	案山	用戶 E	117	106	112	101	102	100	113	112	104	95	96	115	106

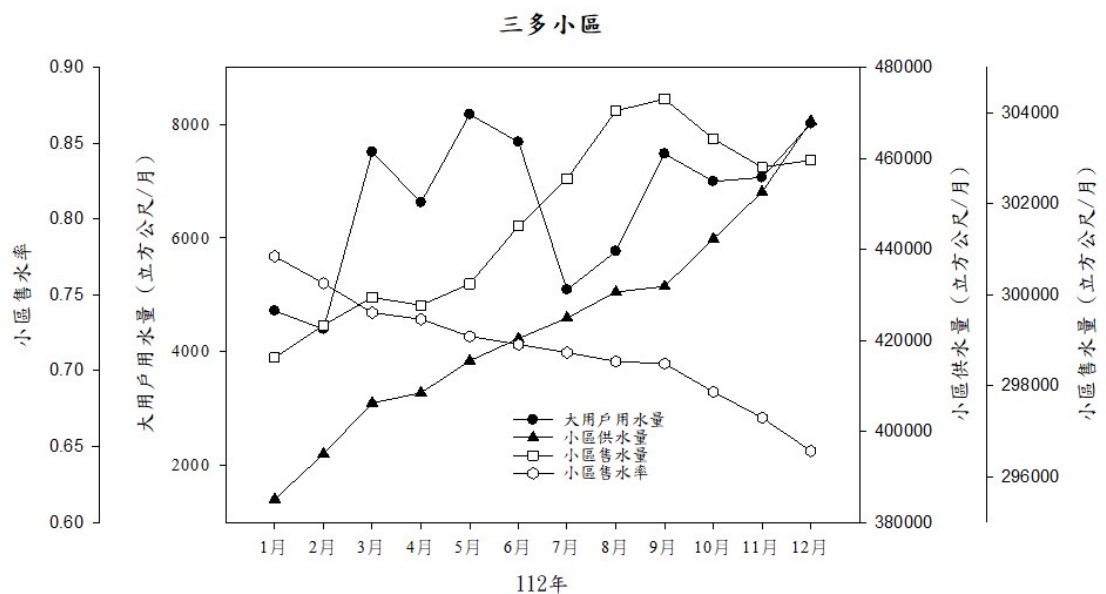
項次	小區	用戶名稱	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
6	案山	用戶 F	167.5	167.5	167.5	167.5	146.5	146.5	165	165	150	150	180	180	163
7	案山	用戶 G	248	236	399	641	701	596	485	531	573	526	514	474	494
8	案山	用戶 H	104.5	104.5	104.5	104.5	141	141	124	124	144	144	167.5	167.5	131
9	案山	用戶 I	392.5	392.5	392.5	392.5	279	279	476	476	530	530	599	599	445
10	案山	用戶 J	207	360	340	330	390	351	440	489	424	387	547	550	401
11	案山	用戶 K	140	140	140	140	138	138	211	211	165	165	157	157	159
12	案山	用戶 L	199	170	217	199	177	203	218	227	203	176	191	230	201
13	案山	用戶 M	213	211	198	173	174	193	185	189	212	161	181	201	191
14	案山	用戶 N	474	404	399	322	300	302	384	419	367	389	370	408	378
15	案山	用戶 O	139	139	158	167	178	175	230	231	160	164	161	167	172
16	案山	用戶 P	173	143	89	182	225	207	187	206	140	235	232	245	189
17	案山	用戶 Q	149	132	158	138	135	116	216	166	94	99	111	128	137
18	案山	用戶 R	251	206	222	197	224	237	275	217	194	206	210	232	223
19	案山	用戶 S	275	201	241	368	424	447	378	352	224	241	217	230	300
大用水戶售水量小計			8,323	7,481	8,725	10,655	11,977	13,028	13,414	13,153	11,595	10,725	11,097.5	11,310.5	10,957
小區每月供水量總計			523,271	541,258	544,746	545,137	549,535	553,002	553,196	550,378	546,325	544,926	543,334	524,898	543,334
每月售水量			323,584	325,967	328,493	329,971	331,816	334,450	336,442	336,450	335,963	336,444	337,905	338,750	333,019
每月售水率			61.84%	60.22%	60.30%	60.53%	60.38%	60.48%	60.82%	61.13%	61.50%	61.74%	62.19%	64.54%	61.31%

資料來源：本次研究自行彙整製作

六智慧小區月用水量達 100 度以上之用水戶組成分述如下：

1. 三多小區

學校與學生宿舍用水(共 4 戶)、餐飲(4 戶)、集合式住宅(1 戶)、教育產業(1 戶)，三多小區與大用水戶用水趨勢比較圖如下圖 60，經統計，大用水戶每月平均用水量 6,628 立方公尺/月，小區每月平均供水量為 423,449 立方公尺/月，小區每月平均售水量為 301,628 立方公尺/月，小區年平均售水率為 71.42%。



資料來源：本次研究自行彙整製

圖 60 三多小區與月用水量 200 度以上大用水戶用水趨勢圖

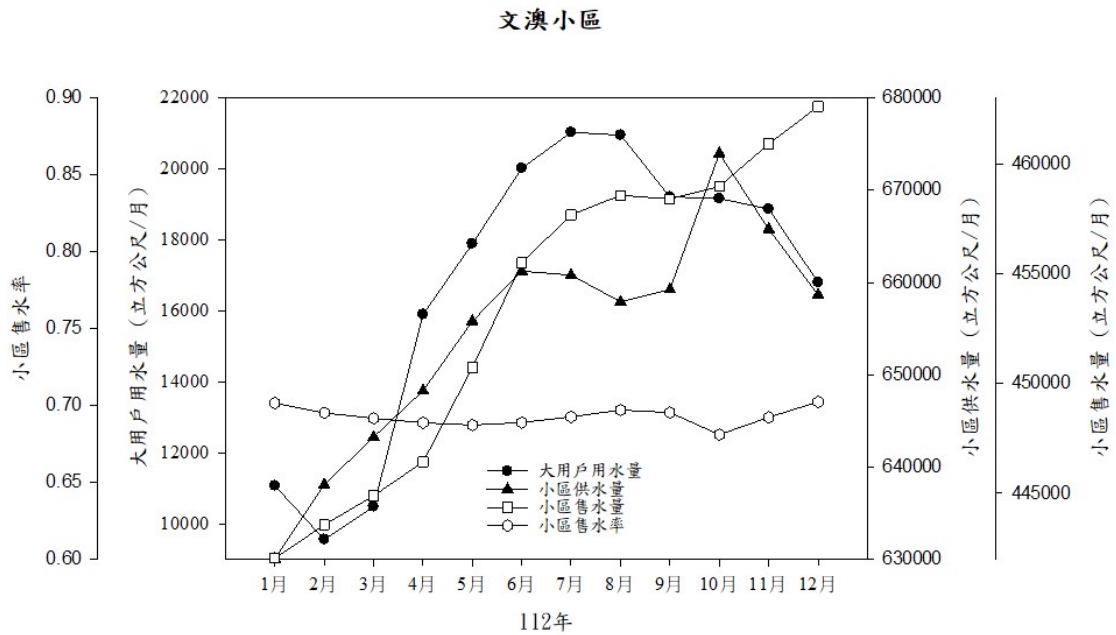
澎湖地區每年自 4 月起至 10 月止屬於旅遊旺季，由圖

60 中可明顯發現，112 年 8、9 月大用水戶用水度數較少，大用水戶總用水量降低，推測當時是暑假期間校內活動大幅減少所致。

該小區售水率自年初 1 月售水率約 77.55%，逐步下降，直至 112 年 9 月時，小區售水率尚達 70.46%，112 年 10 月至 12 月，售水率分別為 68.60%、66.90%與 64.71%，售水率明顯下滑，三多小區售水率下降係因其水量計算需扣除文光小區、重光小區、五福小區、光榮小區之流量後為其水量，其中因光榮小區於 9 月起傳訊故障無法修復致使此區水量計算至三多小區故造成售水率下降。

2. 文澳小區：

勤務機構(1 戶)、政府機關(5 戶)、旅宿(2 戶)、娛樂業(2 戶)、租賃業(1 戶)、廟宇(1 戶)、投幣式洗衣店(1 戶)、醫療產業(1 戶)…等，文澳小區與大用水戶用水趨勢比較圖如下圖 61，經統計，大用水戶每月平均用水量 16,745 立方公尺/月，小區每月平均供水量為 654,413 立方公尺/月，小區每月平均售水量為 453,354 立方公尺/月，小區年平均售水率為 69.28%。



資料來源：本次研究自行彙整製

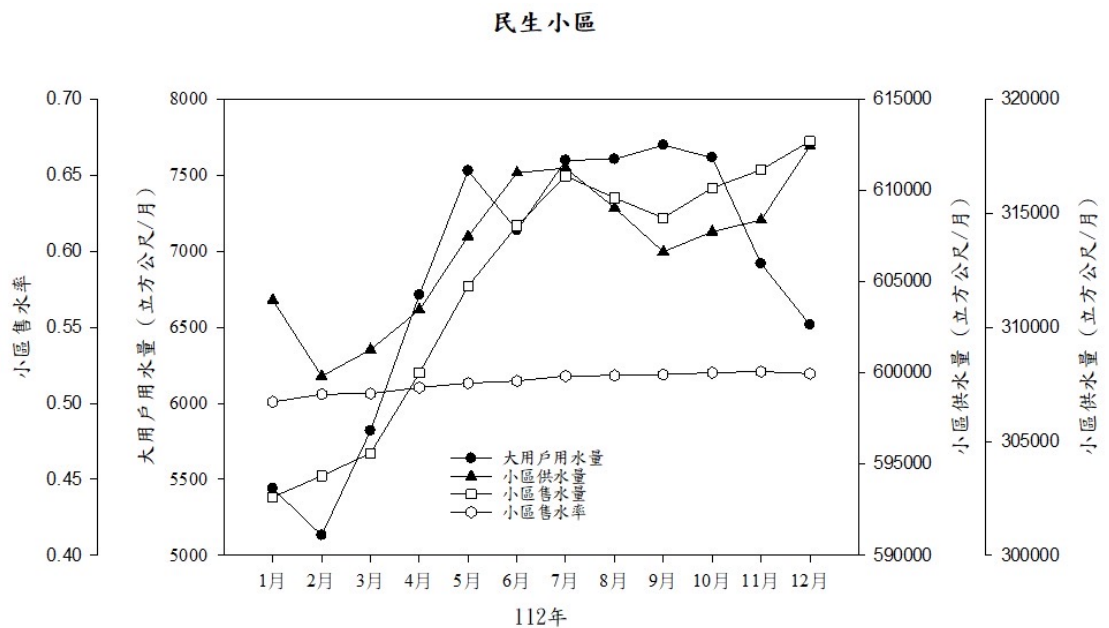
圖 61 文澳小區與月用水量 100 度以上大用水戶用水趨勢圖

由圖 61 中可明顯發現，文澳小區大用水戶用水量變化基本上係隨旅遊旺季用水量增加而增加，然而文澳小區售水量最少時為 112 年 1 月，售水量 442,037 立方公尺/月，售水量最多為 112 年 12 月，售水量 462,607 立方公尺/月。

112 年文澳小區售水率最高 70.23%，售水率最低為 68.10%，全年平均 69.28%，可明顯發現該小區售水率變化差異不大，表示該小區漏水狀況全年幾乎維持穩定，並無明顯惡化。

3. 民生小區

學校(1 戶)、醫療產業(2 戶)、勤務機構(2 戶)、餐飲業(7 戶)、理髮業(1 戶)、旅宿業(4 戶)、投幣式洗衣店(1 戶)，民生小區與大用水戶用水趨勢比較圖如下圖 62，經統計，大用水戶每月平均用水量 6,811 立方公尺/月，小區每月平均供水量為 606,873 立方公尺/月，小區每月平均售水量為 311,921 立方公尺/月，小區年平均售水率為 51.4%。



資料來源：本次研究自行彙整製

圖 62 民生小區與月用水量 100 度以上大用水戶用水趨勢圖

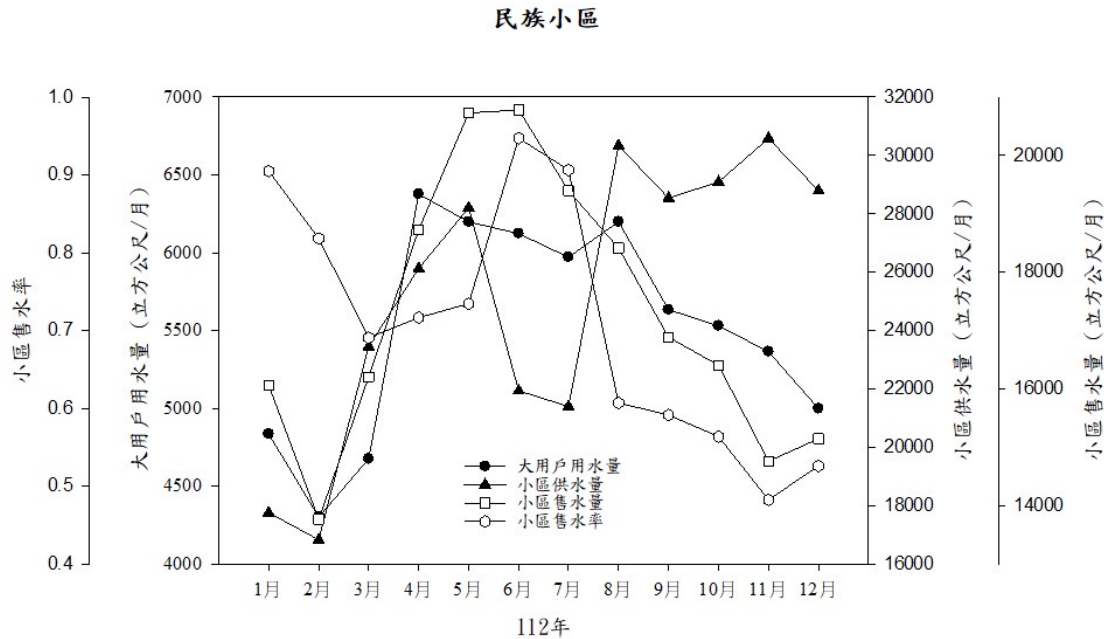
民生小區售水率 112 年均無超過 53%，112 年售水率最小值為 1 月 50.09%，最大值為 52.09%。該小區供水量

隨旅遊旺季逐漸到來，自 112 年 2 月由 599,817 立方公尺/月逐步上升至 112 年 7 月 611,227 立方公尺/月後，隨旅遊旺季結束逐步下降至 112 年 9 月 606,643 立方公尺/月，但卻又於 112 年 10 月開始增加小區供水量，由 607,741 立方公尺/月上升至 112 年 12 月 612,433 立方公尺/月。

民生小區係六智慧小區中售水率最差者，其中 112 年 10 月至 12 月供水量增加，雖經駐澎檢漏人員及台水公司第七區管理處漏防課多次派員檢漏，仍未能有效檢測出漏水點，台水公司原預計於 111 年辦理汰換工程，相關汰換管線工程於 111 年 2 月 25 日決標，惟該小區為馬公市最早開發商業區，管線老舊錯綜複雜，該小區多為商業用戶，施工期間可能會影響商家收益而遭遇地方抗爭，致使該案於 111 年 3 月 21 日解約，因此造成無法針對該小區進行管線汰換，該小區於 113 年 9 月份也辦理委外檢漏案，目前均查無漏水案。預計於明（114）年先劃分出次小區，先行汰換較無爭議區域（樹德路以北，治平路以南），其餘再逐步汰換，弭平施工爭端以期早日全區汰換完工。

4. 民族小區

學校(1 戶)、勤務機構(2 戶)、旅宿(2 戶)、娛樂業(1 戶)、餐飲業(4 戶)、投幣式洗衣店(1 戶)，民族小區與大用水戶用水趨勢比較圖如下圖 63，經統計，大用水戶每月平均用水量 5,518 立方公尺/月，小區每月平均供水量為 25,256 立方公尺/月，小區每月平均售水量為 17,274 立方公尺/月，小區年平均售水率為 70.76%。



資料來源：本次研究自行彙整製

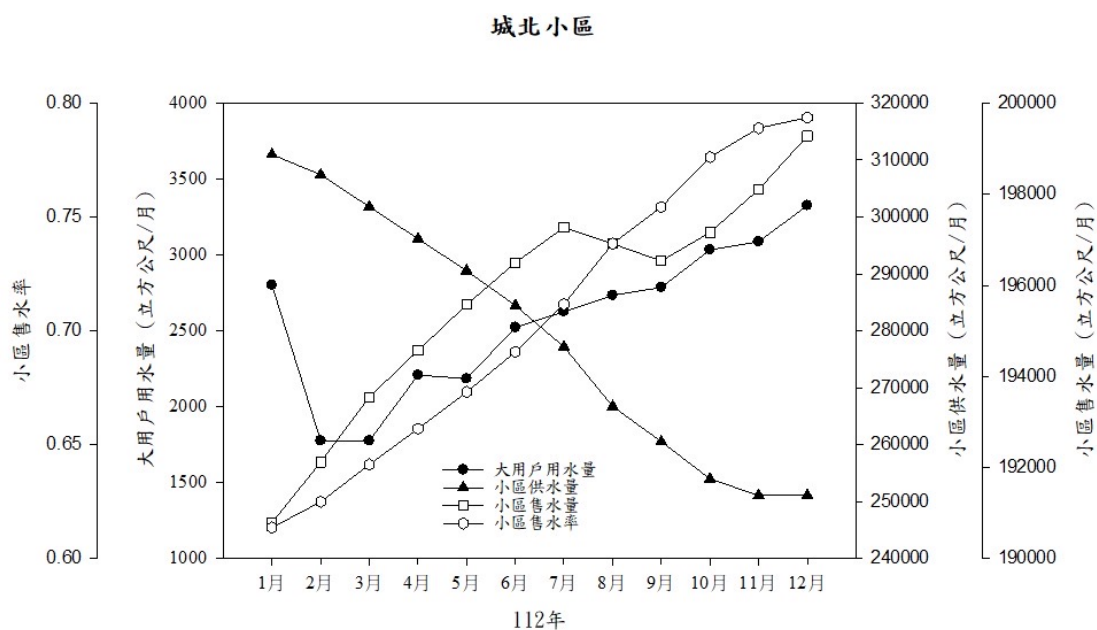
圖 63 民族小區與月用水量 100 度以上大用水戶用水趨勢圖

由圖 63 中可明顯發現，民族小區大用水戶用水量變化基本上係隨旅遊旺季用水量增加而增加，該小區自 112 年 1 月至 7 月平均售水率達 81.71%，自 112 年 8 月起，售

水率突降至 60.70%，截至 112 年 12 月時，售水率更只剩 52.60%，因此造成供水量與售水量變化不一致。民族小區售水率下降係因漏水所致，該漏水點於 113 年 4 月 19 日修復後，售水率已超過 85%以上。

5. 城北小區

勤務機構(2 戶)、政府機關(1 戶)，城北小區與大用水戶用水趨勢比較圖如下圖 64，經統計，大用水戶每月平均用水量 2,572 立方公尺/月，小區每月平均供水量為 279,329 立方公尺/月，小區每月平均售水量為 195,696 立方公尺/月，小區年平均售水率為 70.53%。



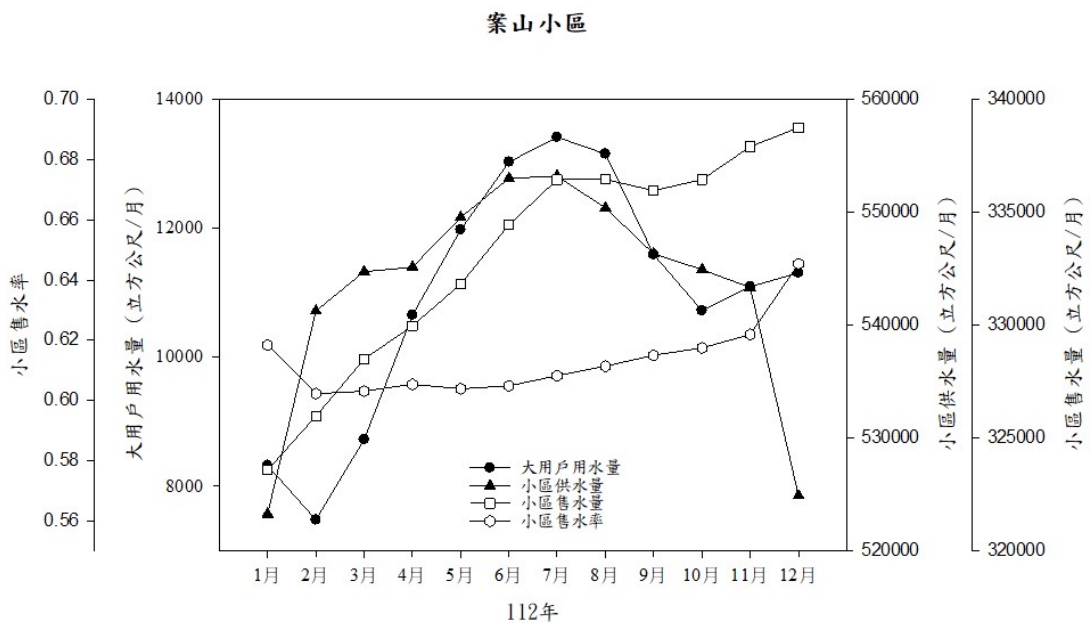
資料來源：本次研究自行彙整製作

圖 64 城北小區與月用水量 100 度以上大用水戶用水趨勢圖

城北小區售水率自 112 年 1 月 61.35%逐步上升，至 12 月 79.37%止，且大用水戶用水量節節上升。

6. 案山小區

政府機關(2 戶)、旅宿(2 戶)、工廠(1 戶)、餐飲業(1 戶)、加水站(2 戶)、員工宿舍(1 戶)、零售業(4 戶)、投幣式洗衣店(1 戶)... 等，案山小區與大用水戶用水趨勢比較圖如下圖 65，經統計，大用水戶每月平均用水量 6,968 立方公尺/月，小區每月平均供水量為 43,868 立方公尺/月，小區每月平均售水量為 29,184 立方公尺/月，小區年平均售水率為 68%。



資料來源：本次研究自行彙整製作

圖 65 案山小區與月用水量 200 度以上大用水戶用水趨勢圖

由圖 65 中可明顯發現，案山小區大用水戶亦以旅宿業為主，大用水戶用水量變化基本上係隨旅遊旺季用水量增加而增加，且案山小區漏水率變化幅度小，自 112 年月平均售水率最小值為 1 月 60.22%，最大值為 12 月 64.54%。該小區供水量最小值為 112 年 1 月 523,271 立方公尺/月，逐步增加至 8 月 550,378 立方公尺/月，而又緩步下降，於 112 年 12 月時又下降至 524,898 立方公尺/月。因 2023 年 11 月 23 日完成澎湖縣馬公市案山里文山路 118 號 150mm PVC 修漏，因此使供水減少。

為釐清大用水戶在各小區中影響供水量的輕重，將前揭六智慧小區中，每月用水 100 度以上之用水大戶用水量、供水量、售水量、售水率等資訊(如表 19)進行比較與計算相關係數後，可得表 20，用水大戶用水量、供水量、售水量、售水率對應之相關係數代表之涵義說明如下：

1. 用水大戶用水量與小區供水量相關係數：

- (1) 相關係數趨近於 1：代表用水大戶之用水型態與該小區大部分用水型態相符。表示漏水量與其他非用水大戶之

用水變化對該小區影響不大，如：該小區中以用水大戶組成為主，且該地區無明顯漏水情形。

(2) 相關係數趨近於 0：代表用水大戶用水量與小區供水量變化無明顯相關性。表示用水大戶之用水型態與該小區大部分用水型態不相符，或其他因素對供水量影響更大，如：管網中漏水量遠大於用水大戶用水量。

(3) 相關係數趨近於-1：代表用水大戶用水量減少或增加，而小區供水量卻增加或減少。表示有其他用水因素影響遠大於用水大戶，造成用水大戶用水量與小區供水量變化趨勢相反，如：在維持出水量不變前提下，當該用水大戶大量因產業旺季，24 小時大量用水時，造成小區脆弱管段壓力偏低，使得漏水量下降，進而促成小區供水量下降，一旦進入產業淡季減少用水時，容易造成脆弱管段壓力增加，進而使得漏水量增加，反而促成小區供水量上升。

2. 用水大戶用水量與小區售水量相關係數：

(1) 相關係數趨近於 1：代表用水大戶用水量增加且小區售水量也增加時。表示該小區其他用水型態與大用水戶用

水型態大致相同，或其他用戶用水量遠小於大用水戶用水量，如：用水大戶為飯店業者、其餘非用水大戶同時為其他觀光產業業者，因此用水型態大致一致，只有用水量上的差異。

(2) 相關係數趨近於 0：代表用水大戶用水量增加或減少，但小區售水量無明顯變化差異。表示用水大戶用水量遠小於小區內售水量，且其他用戶用水型態與該用水大戶用水型態不一致，如：某地區中均為一般住宅為主，其中僅一間旅遊業者，此時僅該業者受觀光旅遊影響，一般住家仍維持日常生活用水。

(3) 相關係數趨近於-1：代表用水大戶用水量增加，但小區售水量隨之減少時。表示用水大戶與該小區內其他用戶有互動、協議或事件，使得該地區只有大用水戶與其他用戶用水型態相反所致。如：該地區長期缺水，供水目標均先滿足醫療院所用水需求，其他一般民生用水進行分區供水，此時即造成用水大戶用水量增加，但是總售水量減少的現象。

3. 用水大戶用水量與售水率相關係數：

(1) 相關係數趨近於 1：代表該用水大戶用水量變化與小區

售水率變化具有一致性。表示當用水大戶用水量與用

水型態於該小區中具有代表性，且漏水量基本固定不

變，因此只要用水大戶用水量增加，售水率就增加；

反之，用水大戶用水量減少，售水率就下降。

(2) 相關係數趨近於 0：代表當用水大戶用水量增加，而售

水率無明顯變化時，表示用水大戶用水量變化遠小於小

區內售水率變化，如：旅遊觀光地區中，該小區用水量

以一般民生住宅用水為主，而非與觀光旅遊相關用水有

關。

(3) 相關係數趨近於-1：表示用水大戶用水量變化與售水

率變化明顯相反。這種情況可能是由於管網負荷增

加、基礎設施不足或供水優先權等因素引起的，如：

在高峰用水時段（例如夏季高溫期間），大型商業或工

業設施的用水量大幅增加，這會給供水系統帶來壓

力，使水壓變化較大。若供水系統的基礎設施不能有效

應對這種壓力，則可能導致管網中的漏水量增加，

進而降低售水率。

4. 供水量與售水量相關係數：

(1) 相關係數趨近於 1：代表售水量與供水量之間變化趨勢

一致。表示供水管網狀態持續變化中，可能持續改善中，也可能是持續惡化中。

(2) 相關係數趨近於 0：表示售水量與供水量之間幾乎沒有

線性關係。代表供水量的變化對售水量的影響很小，如：小區封閉經常破壞，造成供水量與售水量變化並不具一致性。

(3) 相關係數趨近於-1：代表售水量與供水量之間變化趨

勢明顯不一致，如：某一地區發生嚴重火災事件，但消防栓水壓不足，經供水調配後，短時間內增加消防栓出水水壓，但造成用戶端無進水使售水量下降，而供水量節節上升。

5. 供水量與售水率：

(1) 相關係數趨近於 1：代表供水量與售水率變化一致。表

示供水管網狀態持續變化中。

(2) 相關係數趨近於 0：代表供水量與售水率變化無明顯相

關。表示供水管網破管漏水情形穩定，用戶用水量與漏水量變化無明顯一致性。

(3) 相關係數趨近於-1：代表供水量與售水率變化完全相

反，供水量越多，售水率越差；供水量越少，售水率越好。表示供水管網狀態持續變化中。

6. 售水量與售水率：

(1) 相關係數趨近於 1：代表售水量變化與售水率變化有明

顯一致性，代表管網中漏水狀況有明顯改善，因此供水量均能有效轉換為售水量。

(2) 相關係數趨近於 0：代表售水量變化與售水率變化無明

顯相關，如：漏水率大致維持穩定，造成該地區售水率與售水量變化並不一致。

(3) 相關係數趨近於-1：代表售水量與售水率變化完全相

反，售水量越多，售水率越差；反之，亦可能代表售水量越少，售水率越好。表示管網狀態持續變化中。

表 20 六智慧小區與大用水戶用水量相關係數表

三多小區	大用水戶用水量	小區供水量	小區售水量	小區售水率
大用水戶用水量		0.543	0.313	-0.572
小區供水量	0.543		0.811	-0.998
小區售水量	0.313	0.811		-0.788
小區售水率	-0.572	-0.998	-0.788	
文澳小區	大用水戶用水量	小區供水量	小區售水量	小區售水率
大用水戶用水量		0.855	0.834	-0.294
小區供水量	0.855		0.886	-0.511
小區售水量	0.834	0.886		-0.054
小區售水率	-0.294	-0.511	-0.054	
民生小區	大用水戶用水量	小區供水量	小區售水量	小區售水率
大用水戶用水量		0.690	0.816	0.816
小區供水量	0.690		0.894	0.768
小區售水量	0.816	0.894		0.973
小區售水率	0.816	0.768	0.973	
民族小區	大用水戶用水量	小區供水量	小區售水量	小區售水率
大用水戶用水量		0.463	0.852	0.046
小區供水量	0.463		0.101	-0.845
小區售水量	0.852	0.101		0.438
小區售水率	0.046	-0.845	0.438	
城北小區	大用水戶用水量	小區供水量	小區售水量	小區售水率
大用水戶用水量		-0.797	0.652	0.801
小區供水量	-0.797		-0.913	-0.999
小區售水量	0.652	-0.913		0.919
小區售水率	0.801	-0.999	0.919	
案山小區	大用水戶用水量	小區供水量	小區售水量	小區售水率
大用水戶用水量		0.569	0.775	0.072
小區供水量	0.569		0.309	-0.685
小區售水量	0.775	0.309		0.481
小區售水率	0.072	-0.685	0.481	

資料來源：本次研究自行彙整製作

經檢視表 20，各小區目前供水現況大致說明如下：

1. 三多小區

用水大戶用水量與小區供水量相關係數 0.543，表示用水大戶用水量與小區供水量有一定程度相關性，但用水大戶用水量與售水率相關係數為-0.572，表示當用水大戶用水量越多的時候，使得小區售水率下降，表示三多小區用水大戶用水量的增加，容易造成該小區管網破管漏水。小區供水量與售水量相關係數達 0.811，表示小區的供水量確實有效轉換成售水量，但是供水量、售水量與售水率相關係數分別為-0.998 與-0.788，表示供水量與售水量增加的同時，易造成該小區破管漏水，使得供水量量增加時，小區售水率反而將會下降，該小區供水並不穩定，且該小區供水管網有惡化趨勢，因此該小區供水量、售水量與售水率變化趨勢呈明顯負相關。

2. 文澳小區

用水大戶用水量與小區供水量及售水量相關係數分別達 0.855 與 0.834，表示用水大戶用水量對小區供水量及售水量有明顯正相關，且該小區用水大戶用水型態在該小區

中具有代表性；此外，該小區供水量與售水量相關係數亦達 0.886，表示小區供水量與售水量變化具有一致性；惟小區供水量與售水率相關係數為-0.511，代表供水量與售水率變化呈一定程度負相關，表示當供水量增加時，漏水量也可能增加，因此造成小區售水率下降，且小區售水量與售水率相關係數僅約-0.053 趨近於 0，表示該小區漏水變化幅度與售水量變化差不多，惟小區售水量對小區供水量相關係數達 0.886，表示小區售水量影響因素仍大於漏水量所造成的因素，因此售水量變化與供水量變化具有較高一致性。

3. 民生小區：

用水大戶用水量與小區供水量及售水量相關係數分別達 0.690 與 0.816，表示用水大戶用水量對小區供水量及售水量有明顯正相關，其中對小區售水量影響更為顯著，表示該小區用水大戶用水型態在該小區中具有代表性。此外，該小區供水量與售水量與售水率相關係數亦達 0.894 與 0.768，表示小區供水量與售水量與售水率變化具有一致性，且小區售水量與售水率相關係數達 0.973 趨近於 1，表示該

小區售水率有持續好轉中，惟檢視該小區平均售水率僅 51.40%，長期偏低，代表該小區有系統性問題，造成該小區有漏水以外的問題尚須處理。該小區供水量約介在 599,817~612,433 立方公尺/月，因此判斷漏水量幾乎為定值。

4. 民族小區：

用水大戶用水量與小區供水量相關係數僅 0.467，表示用水大戶用水量對小區供水量相關性偏低，但是卻與小區售水量變化相關係數達 0.852，且與小區售水率變化相關係數僅 0.043，但對售水率影響不大，表示用水大戶對售水量有明顯影響。此外，該小區供水量與售水量相關係數僅 0.101，與售水率相關係數亦達-0.845，表示小區供水量與售水量變化無一致性，但供水越多卻將對與售水率有負面影響，該小區售水率有惡化趨勢。小區售水量與售水率相關係數僅 0.437，表示售水量與售水率相關性並不高，表示該小區漏水問題並不是太嚴重。

5. 城北小區：

用水大戶用水量與小區供水量相關係數達-0.797，與小區售水量變化相關係數達 0.652，表示該用水大戶在該小

區售水量中具一定程度代表性，但用水大戶用水型態與小區供水形式成反比；小區供水量與小區售水量與小區售水率相關係數分別達-0.913 與-0.999，表示供水量增加時，售水量與售水率均下降，代表該小區漏水狀況明顯惡化中；用水大戶用水量、小區售水量與售水率相關係數分別達0.801 與 0.919，表示該用水大戶與小區售水量有明顯正相關，且大用水戶用水量越多，則漏水情形越輕。

6. 案山小區：

用水大戶用水量與小區供水量相關係數僅 0.569，與小區售水量變化相關係數達 0.775，表示該用水大戶在該小區售水量中具代表性，且與供水量變化有一致性。小區供水量與小區售水量及售水率相關係數僅 0.309 與-0.685，表示小區漏水量問題有點嚴重，且小區售水量與小區售水率相關係數分別僅 0.481，表示該小區供水管網供水情形有惡化的趨勢。

一個漏水率低且供水量穩定之小區，且該小區用水量變化與用水大戶用水量變化具有一致性時，該小區相關係數關係應如下：

1. 大用水戶用水量與小區供水量：應趨近於 1。
2. 大用水戶用水量與小區售水量：應趨近於 1。
3. 大用水戶用水量與小區售水率：應趨近於 0。
4. 小區供水量與小區售水量：應趨近於 1。
5. 小區供水量與小區售水率：應趨近於 0。
6. 小區售水量與小區售水率：應趨近於 0。

綜上所述，目前六智慧小區中符合售水量高、供水量穩定且大用水戶具有代表性之小區為文澳小區，且依據表 11，該小區受觀光人次影響因子之相關係數為 0.788，符合本次研究目標，因此後續將以文澳小區進行大用水戶對小區供水量影響變化分析。

用水大戶用水量變化應與售水量變化具有一致性且售水率變化穩定時，透過售水量反推供水量應可行，惟目前馬公地區售水率變化仍受破管漏水影響，售水率並不穩定，使得目前尚無法以需水量管理出水量。

考量影響供水穩定性以主要送水管線為主，爰針對破管口徑達 40mm 以上管徑進行篩選，並檢視 112 年六智慧小區破管搶修資料(詳下表 21)，由搶修資料中可明顯發現，

破管管線均屬於塑膠管材(PVCP 與 HIWP)，因此可推斷目

前造成澎湖馬公地區售水率無法穩定原因與塑膠管材有

關。

表 21 112 年度六智慧小區 40mm 以上破管搶修案件

報修位置	案件屬性		修復時間	報修內容	智慧小區
	管材	口徑			
馬公市西文里西文澳○○○號	PVCP	50	2023/2/3 14:00	地面漏水	文澳小區
馬公市新生路○○○號	PVCP	200	2023/1/13 15:47	路面漏水	文澳小區
馬公市文學路○○○巷○○○號	PVCP	80	2023/3/5 16:00	漏水	案山小區
馬公市新營路○○○號	PVCP	80	2023/3/12 16:00	漏水	文澳小區
馬公市新生路○○○號	PVCP	200	2023/3/12 16:00	漏水	文澳小區
馬公市文山路○○○號對面	PVCP	200	2023/3/13 23:00	地下漏水	案山小區
馬公市六合路○○○巷○○○號	HIWP	40	2023/4/4 09:30	漏水	三多小區
馬公市西文里西文澳○○○號前	PVCP	100	2023/8/14 14:30	地下漏水	文澳小區
馬公市新店路○○○號	PVCP	200	2023/5/7 21:00	漏水	案山小區
馬公市六合路馬公高中口	PVCP	150	2023/5/8 16:00	漏水	三多小區
馬公市東衛里大城北環保局	HIWP	40	2023/8/2 19:00	漏水	城北小區
馬公市東衛里東衛○○○號	PVCP	80	2023/10/25 16:00	地下漏水	城北小區

報修位置	案件屬性		修復時間	報修內容	智慧小區
	管材	口徑			
馬公市陽明里新生路○○○號對面	PVCP	200	2023/11/16 16:30	地下漏水	文澳小區
澎湖縣馬公市案山里文山路○○○號	PVCP	150	2023/11/23 16:30	地下漏水	案山小區
澎湖縣馬公市西文澳○○○號	PVCP	50	2023/12/4 19:00	漏水	文澳小區

資料來源：台水公司修漏管理系統

因此為判斷六智慧小區 113 年管線的破管種類，針對六智慧小區供水管網分別計算 FAVAD 漏水指數，然而計算 FAVAD 漏水指數時，須提供漏水量與壓力值進行計算，期間須用戶自動讀表與小區流量計等設備均無故障，且智慧小區封閉性不可被開啟，才可計算正確供水量、售水量與無收益水量(NRW)，達成前揭條件才可藉由 FAVAD 公式計算各智慧小區漏水指數 N1，並依據文獻回顧 2.4 供水水壓管理一節判斷，合理的 N1 數值應介於 0.5~2.5 之間，經各項設備與供水狀況確認與排除異常值後，六智慧小區中僅文澳小區、民生小區與民族小區可計算出合理 N1 值，三智慧小區供水管網 N1 計算資料詳如表 22：

表 22 六智慧小區 FAVAD 計算表

智慧小區	文澳小區	民生小區	民族小區
P_0 (kgf/cm ²)	0.27	0.35	0.38
P_1 (kgf/cm ²)	0.76	0.71	0.53
L_0 (CMD)	272	707	411
L_1 (CMD)	537	1105	764
N_1	0.6573	0.6313	1.8634

由表 22 中可知，目前澎湖地區六智慧小區供水管網水壓平時水壓均不高，通常水壓均未達 1 kgf/cm²，此時可明顯發現三智慧小區 N_1 值約介在 0.63~1.86 之間，表示在目前水壓管控之下，可使文澳與民生小區破管現象屬於非張裂型破管，而民族小區破管現象偏向於張裂型破管。此時檢視六智慧小區管線資料詳如附錄七。

在目前嚴格水壓與水量控管狀況下，台水公司每年均符合環評條件與各單位管控，全力維持馬公地區供水需求。以民生使用需求來看，區域間合理水壓應屆於 0.5 至 1 kgf/cm² 之間，當供水水壓落於此區間內時，在考量用戶管線水頭損失狀況下，可滿足民眾於一樓設置間接加壓供水設備狀況下之用水需求。

然而在目前平均水壓大約控制在 0.3 kgf/cm²，一旦當民眾瞬間大量用水時，容易造成供水缺口，甚至因為瞬間

大量用水造成水壓變化過大，引起水槌效應，仍變相造成破管漏水問題。

以表 22 中可發現，澎湖地區供水水壓長期較低，然而在此壓力控制下，亦經常有破管情事發生，且破管管材均為塑膠管線，檢視附錄七「六智慧小區管線基本資料」後，更明顯得知 PVCP/PE 管線埋設除少數近期因管線聯絡處外，大部分埋設年份均於 2009 年以前埋設，六智慧小區 PVCP/PE 管線平均佔比 53.7%，大部分管線均已使用逾 20 年，因此面對水壓輕微變化，則容易破管。同時亦可由附錄七中發現，民生小區 PVCP/PE 管線佔比達 80%，且埋設年限為 1971~1999 年間，係六智慧小區中 PVCP/PE 管線佔比最高者，因此該小區目前售水率長期偏低，推測與管線老舊有關。

HIWP 管線自 2004 年起開始陸續埋設至 2023 年，最早埋設使用之管線截至今年也達 20 年，從表 21 中亦發現逐漸有破管搶修案件發生，六智慧小區 HIWP 管線平均佔比約 23.0%，未來須注意 HIWP 管線破管是否與 PVCP/PE 管線破管狀況情形有逐漸同步的趨勢。

綜上所述，如何加速馬公地區管線汰換仍應屬首要目標，透過汰換老舊塑膠管線，使系統供水水壓提升，且管線不隨壓力提升後造成破管漏水，使得售水率穩定，並且可有效面對瞬間大用水量用水需求。

4.5 非智慧小區與智慧小區應用於馬公系統水壓管理

澎湖地區 113 年度花火節開幕日期訂於 113 年 5 月 2 日，當日用入澎湖馬公地區遊客數達 8,601 人，因大量遊客湧入澎湖地區，造成 5 月 2 日澎湖馬公地區供水不足，當日馬公地區多處民眾反應無水，台水公司調度水車運補因應，以滿足旅遊旺季民眾供水缺口。

而 113 年 5 月 1 日為勞動節假日，故從 5 月 1 日起遊客就陸續湧入澎湖馬公本島，其中新西衛小區為民宿密度高之轄區，該地區於 5 月 2 日反應無水問題更為嚴重，在 4 月 30 日我們可以觀察到該地區之正常供水水壓如圖 66。

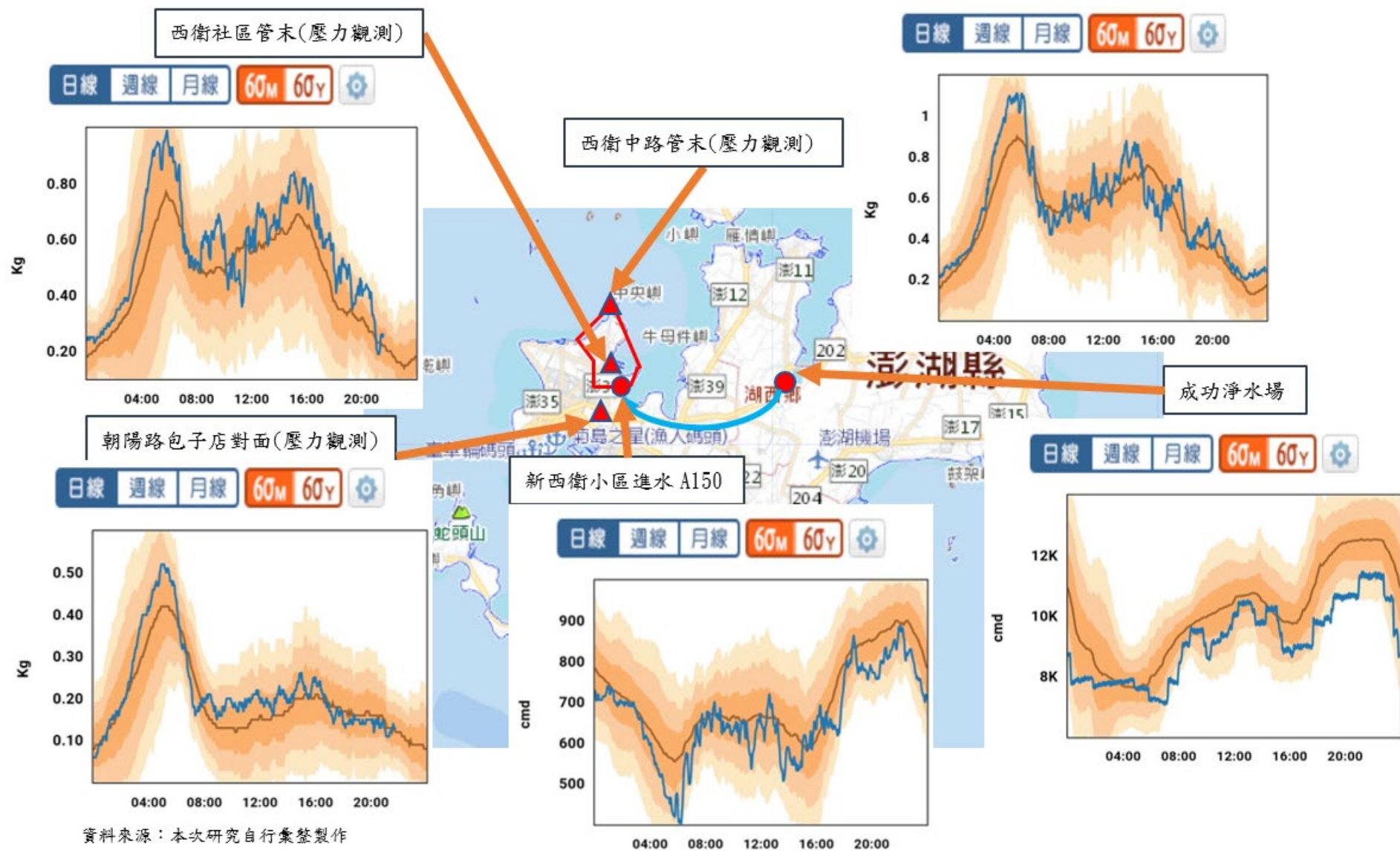


圖 66 113 年 4 月 30 日新西衛小區流量及壓力觀測站、成功淨水場出水量與朝陽包子店壓力變化

此時馬公系統供水重要觀測點(朝陽路包子店對面)供水水壓與往常無異(詳圖 66)，於平日上午約 5 時 30 分時達水壓最大值 0.48 kgf/cm^2 ，於當日 00 時 00 分達最低水壓 0.04 kgf/cm^2 。

113 年 4 月 30 日當日供水量為 660 CMD，19 時 12 分「西衛社區管末水壓」夜間用水尖峰水壓最低為 0.16 kg/cm^2 。在 5 月 2 日(星期四)澎湖花火節開幕後，從圖 67 可以發現供水量增加至 730CMD，而夜間用水尖峰水壓已降至 0 kg/cm^2 ，顯示目前的供水量仍有不足之現象，但此時朝陽路對面包子店壓力變化與往常無異，因此造成澎湖所操作人員無法掌握此時供水缺口係因破管漏水造成，抑或是遊客大量用水而造成問題。

台水公司澎湖所為達環評要求需管控漏水率，因此嚴格管控每日供馬公系統之水量，淨水場操作人員在供水時僅以管控水量為操作之標準，致使新西衛小區 5 月 3 日至 4 日之水壓持續下降，詳如圖 68 及圖 69，並且 5 月 3 日朝陽路包子店對面水壓仍與往常一致(詳圖 68)，直至 5 月 4 日朝陽路包子店對面水壓才有與往常不一樣的變化趨勢，當日最高水壓為 0.38 kgf/cm^2 ，後續於 9 時至 11 時降至 0.1 kgf/cm^2 左右，並於晚上尖峰用水期將水壓調升至 0.2 kgf/cm^2 以滿足用水需求(詳圖 69)。

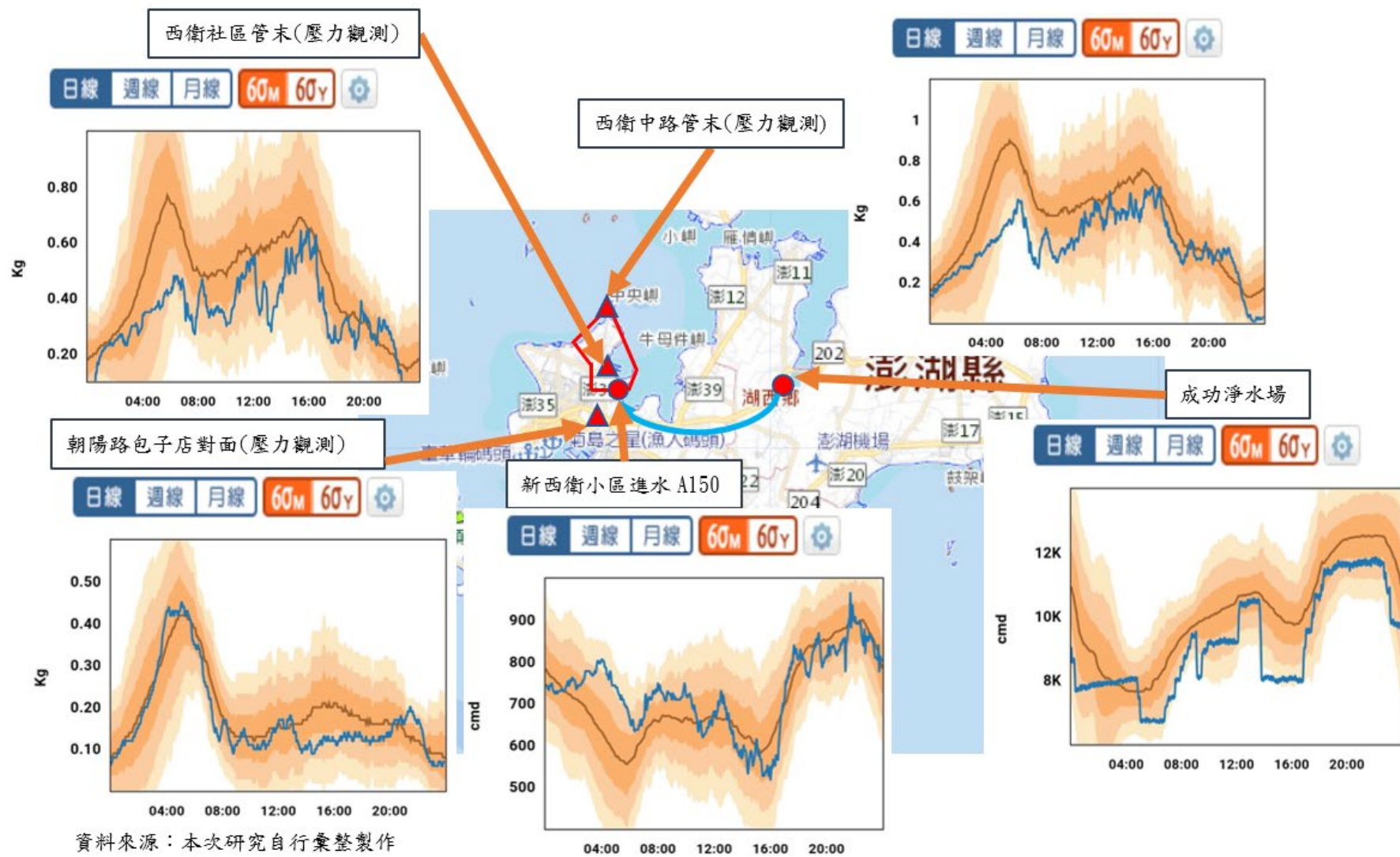


圖 67 113 年 5 月 2 日新西衛小區流量及壓力觀測站、成功淨水場出水量與朝陽包子店壓力變化

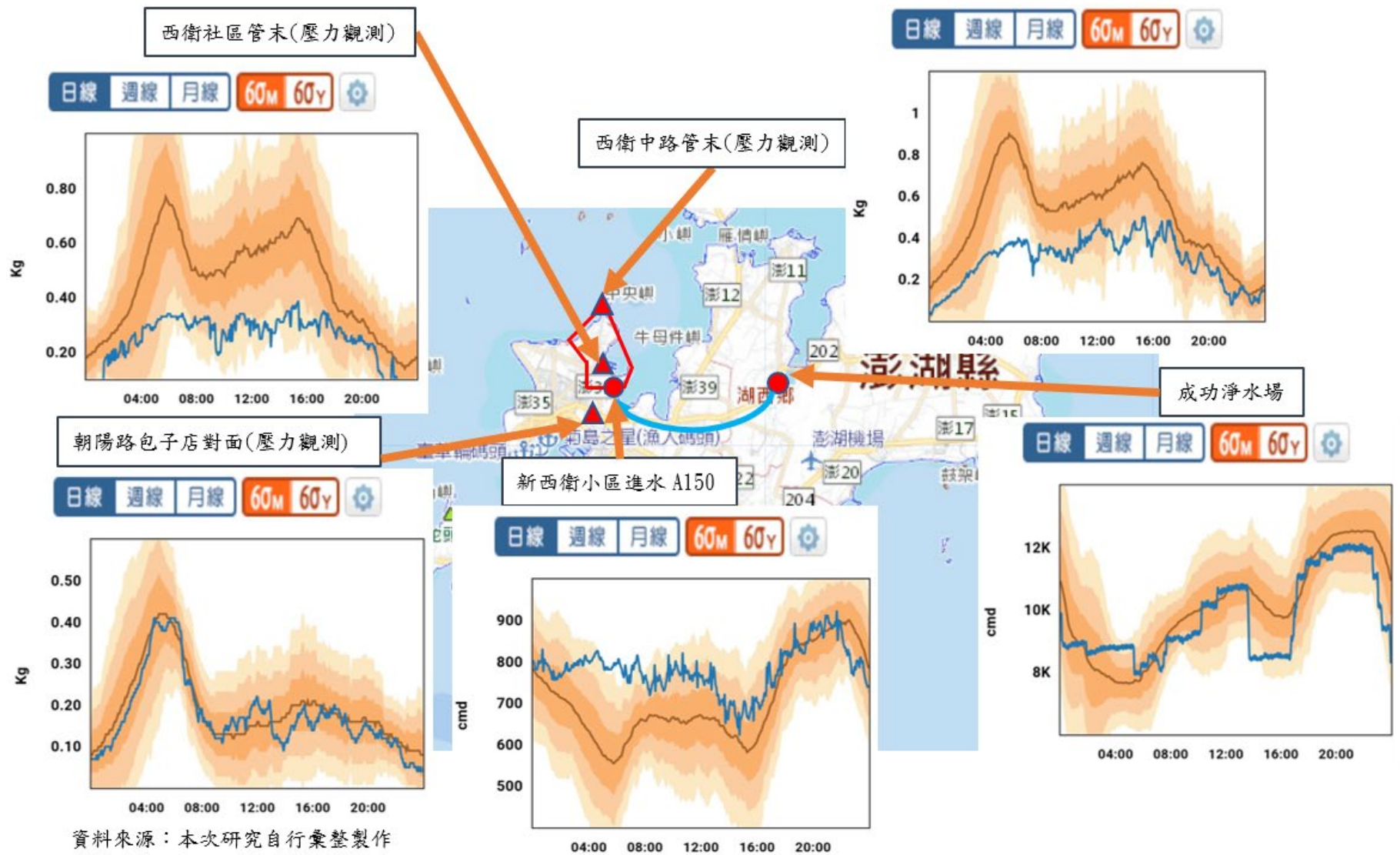


圖 68 113 年 5 月 3 日新西衛小區流量及壓力觀測站、成功淨水場出水量與朝陽包子店壓力變化

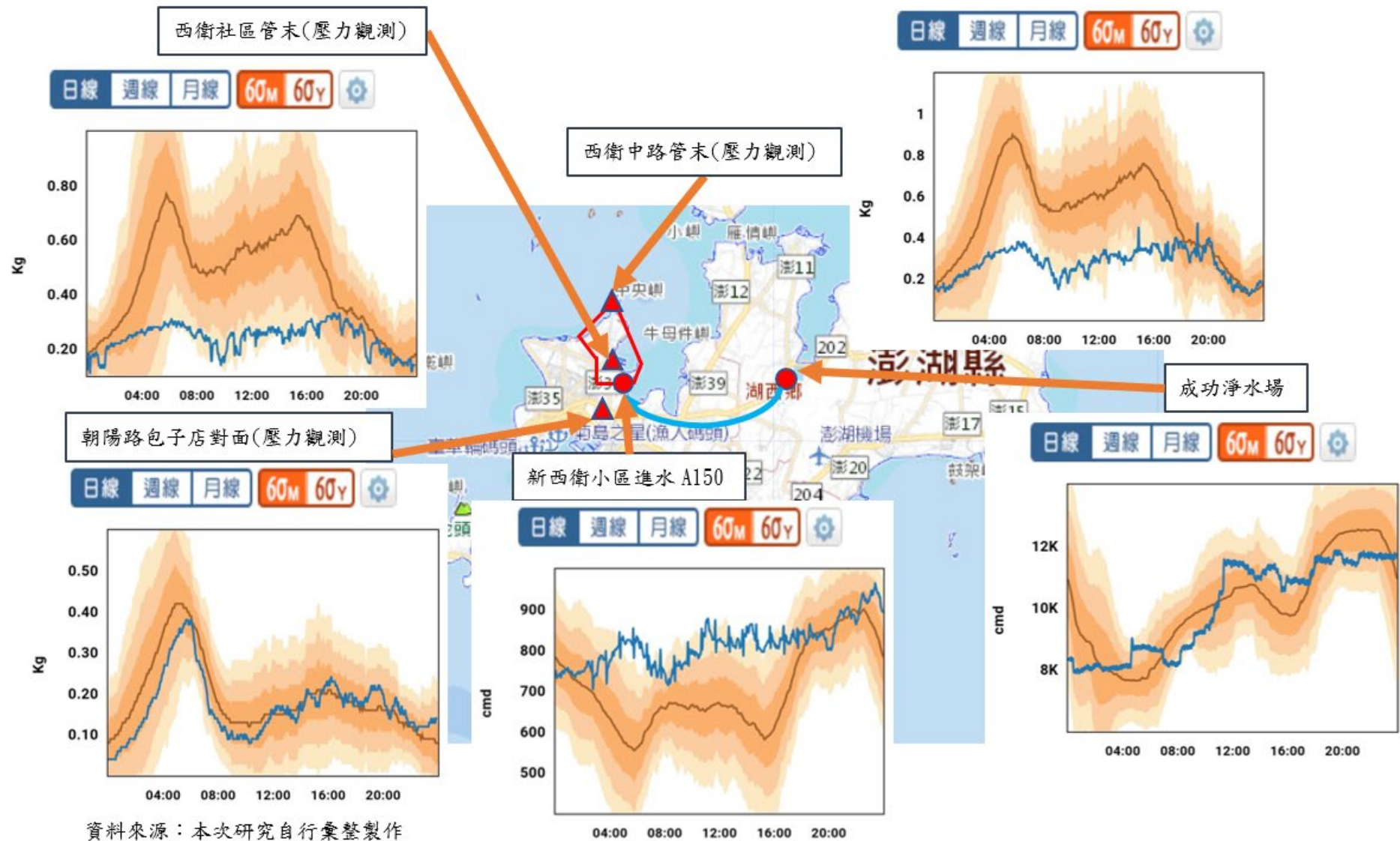


圖 69 113 年 5 月 4 日新西衛小區流量及壓力觀測站、成功淨水場出水量與朝陽包子店壓力變化

在水壓持續下降影響下，新西衛小區之用戶持續進線反應無水。

台水公司澎湖所於 113 年 5 月 4 日決定提高成功淨水場送馬公市區出水量(增加 1000 噸)之後，成功場送馬公市區出水量變化詳圖 68 (未增加出水量前)及圖 69 (增加出水量後)，自 5 月 4 日決定增出水量滿足供水缺口後，於 5 月 5 日開始逐步調整回原本供水模式(詳圖 70)，並於 5 月 6 日完成回復原本供水模式(詳圖 71)。新西衛小區之水壓同時於 5 月 6 日恢復之原本管網之壓力，朝陽路包子店對面壓力也趨於平日變化(詳圖 71)。

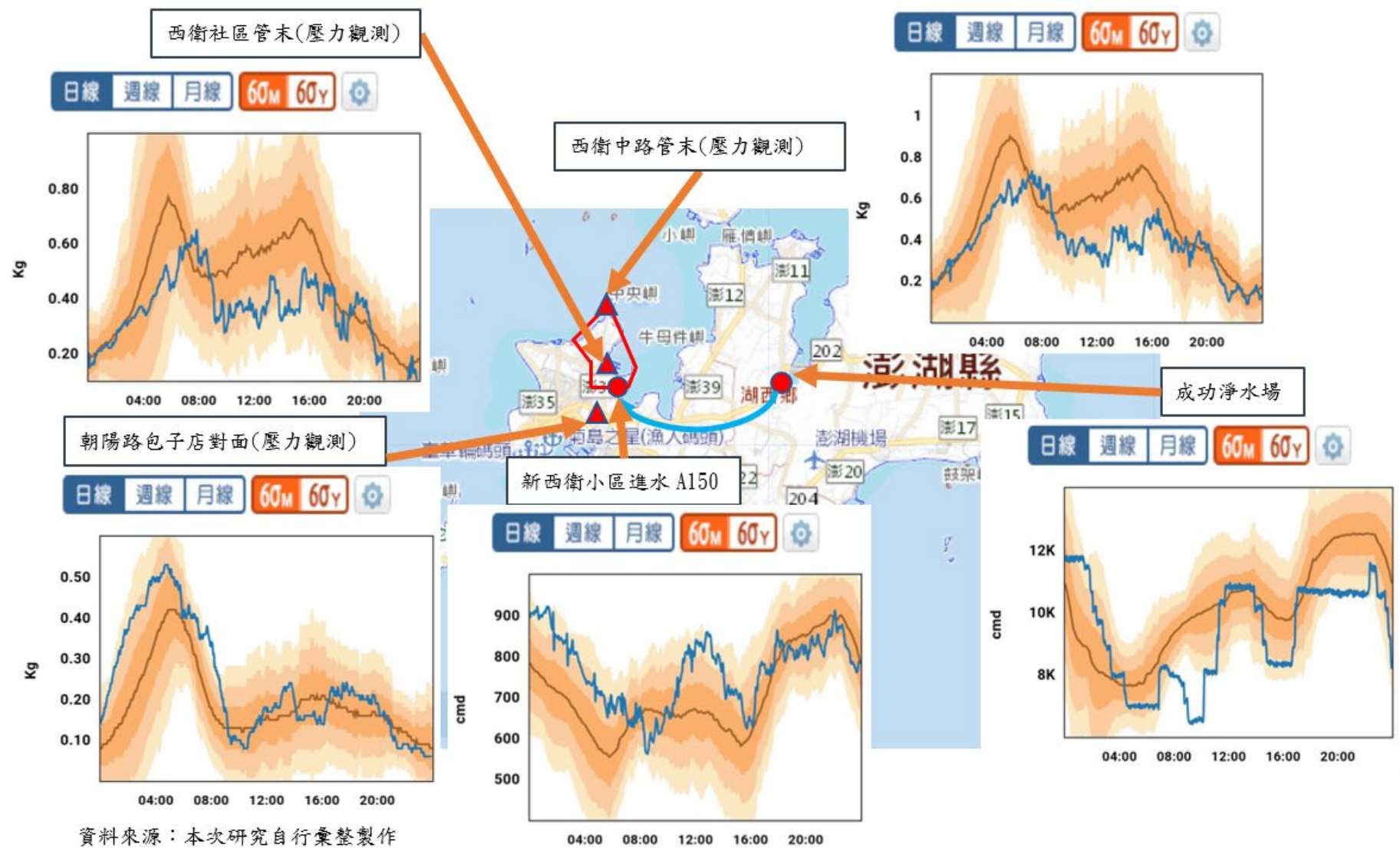


圖 70 113 年 5 月 5 日新西衛小區流量及壓力觀測站、成功淨水場出水量與朝陽包子店壓力變化

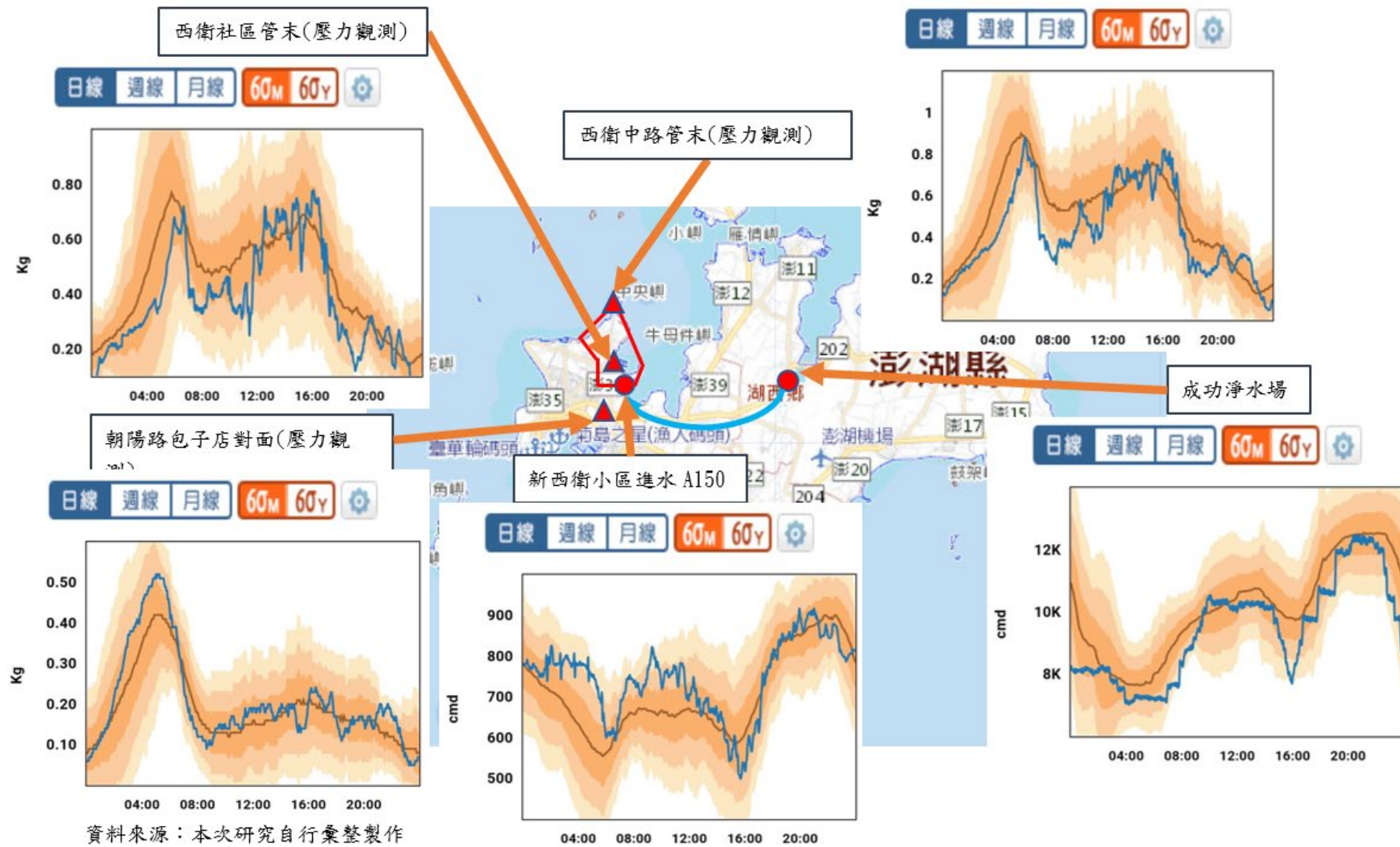
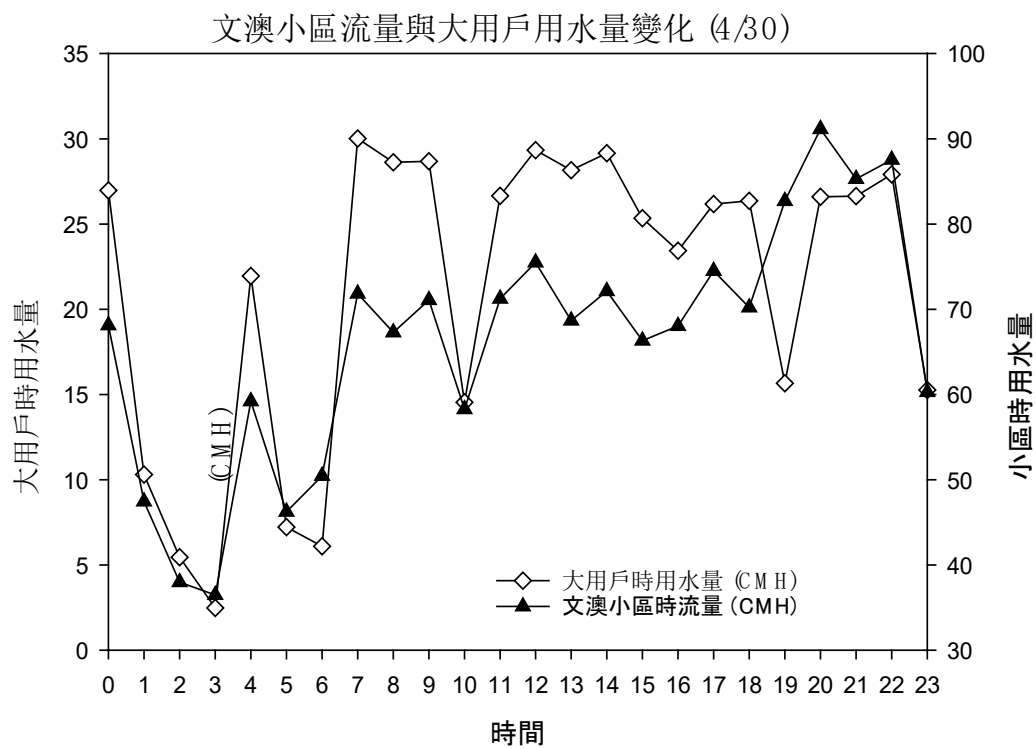


圖 71 113 年 5 月 6 日新西衛小區流量及壓力觀測站、成功淨水場出水量與朝陽包子店壓力變化

113 年 4 月 30 日，與 113 年 5 月 2 日起至 113 年 5 月 6 日各水源產水量及各小區供水量如附錄八及九，整個馬公市區於花火節期間，大部分小區供水量皆有增加，代表增出水量未必全部都進入新西衛小區。目前台水公司澎湖所僅依「朝陽路對面包子店」進行壓力系統水壓管理仍有不足之處，以 113 年 5 月 2 日供水事件為例，在目前的供水管控下，仍有可能會造成特定地區造成供水缺口，因此仍有許多待改進之處。

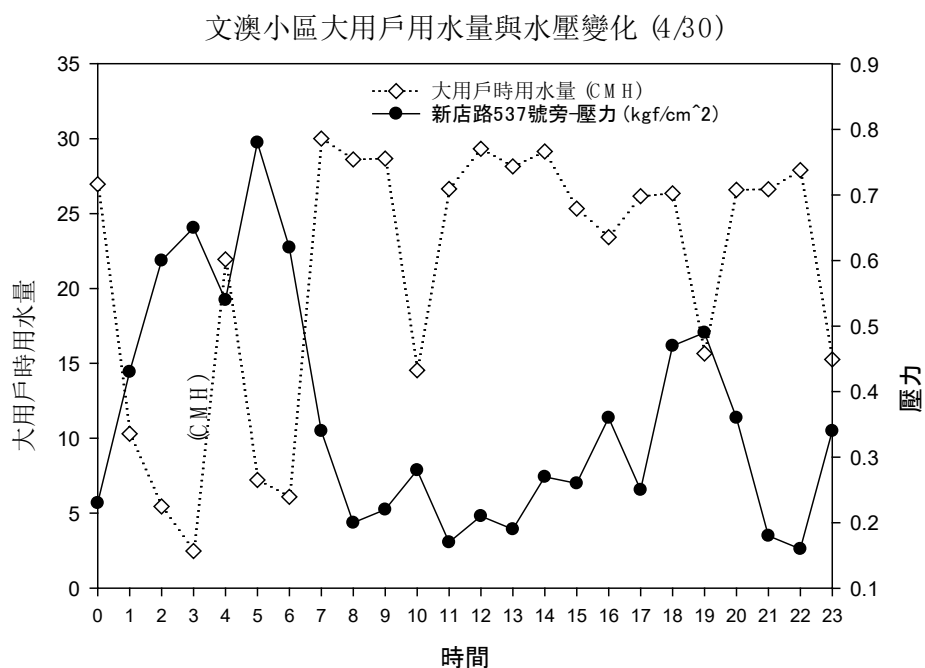
以 113 年 5 月 2 日供水事件中，新西衛小區因無全面裝設自動讀表，因此無法於第一時間確認供水缺口問題，這是目前傳統非全面裝設自動讀表之小區所遇到供水事件時，將遭遇之挑戰。依據第 4.4 節之結論，將 113 年 5 月 2 日供水事件文澳小區的大用水戶用水量與小區供水變化進行比較，如圖 72 與圖 73：

當供水狀況正常時(以 113 年 4 月 30 日為例)，圖 72 (a)可明顯發現大用戶用水量進水時，小區的供水量也很高，兩者變化趨勢有明顯一致性；圖 72 (b)亦可發現，當大用水戶進水時，將嚴重影響小區供水管網水壓，此時與圖 72 (c)比較後，可明顯發現，兩圖供水售水量變化與管網供水水壓變化趨勢圖大致一致。



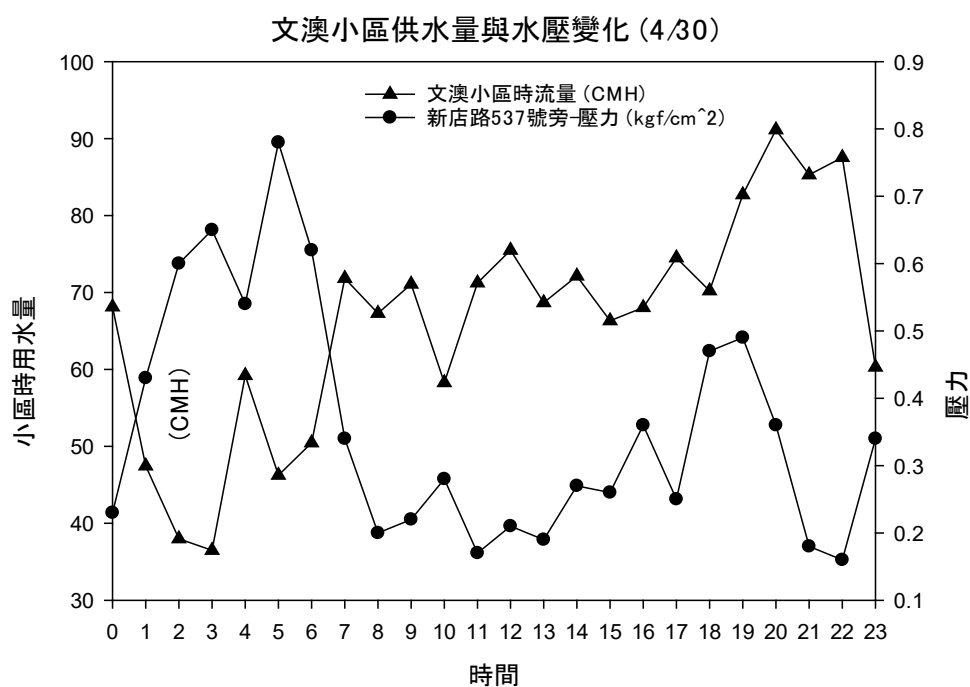
資料來源：本次研究自行彙整製作

(a)文澳小區流量與大用水戶用水量變化



資料來源：本次研究自行彙整製作

(b)文澳小區水壓與大用戶用水量變化

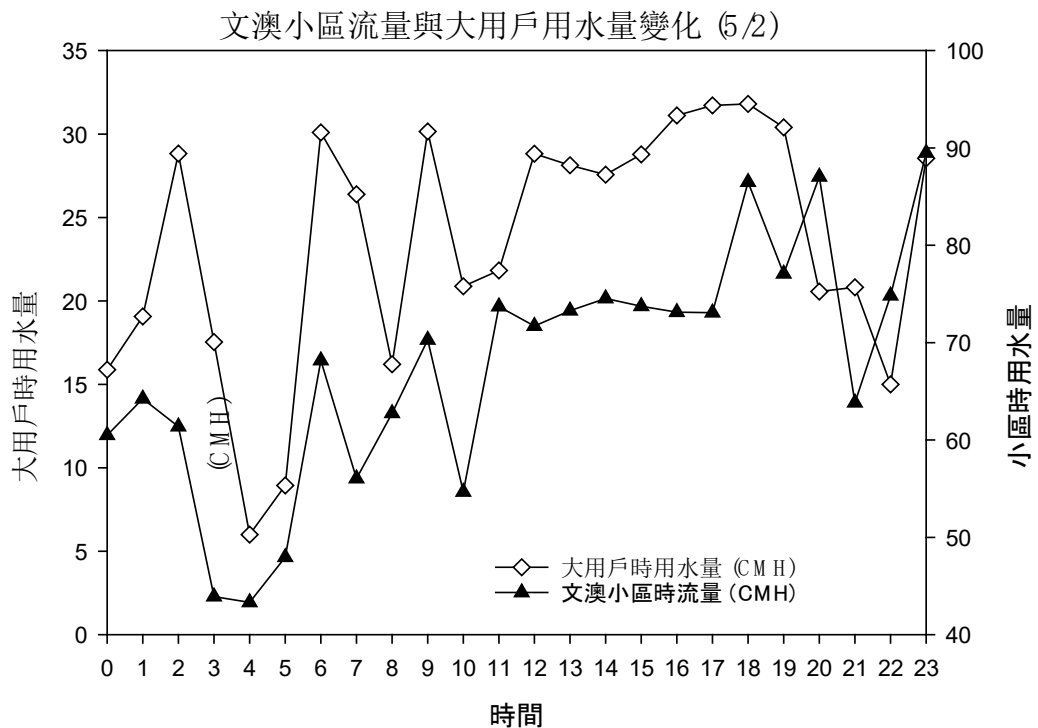


資料來源：本次研究自行彙整製作

(c)文澳小區壓力與小區供水量變化

圖 72 113 年 4 月 30 日文澳小區大用水戶用水量與小區供水變化

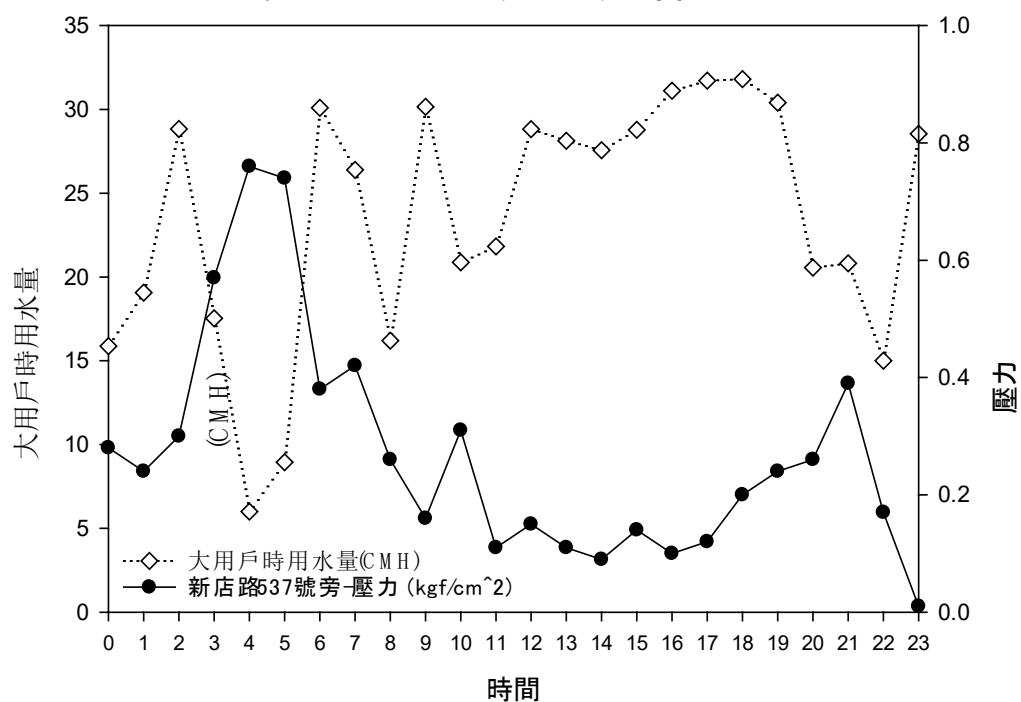
當 113 年 5 月 2 日花火節開幕旅遊人數大量增加時，圖 73 (a) 可明顯發現大用戶用水量與小區的供水量兩者變化趨勢與圖 84 (a) 一樣有明顯一致性；圖 73 (b)亦可發現，當大用水戶進水時，將嚴重影響小區供水管網水壓，此時與圖 73 (c)比較後，可明顯發現，兩圖供售水量變化與管網供水水壓變化趨勢圖大致一致。



資料來源：本次研究自行彙整製作

(a)文澳小區流量與大用水戶用水量變化

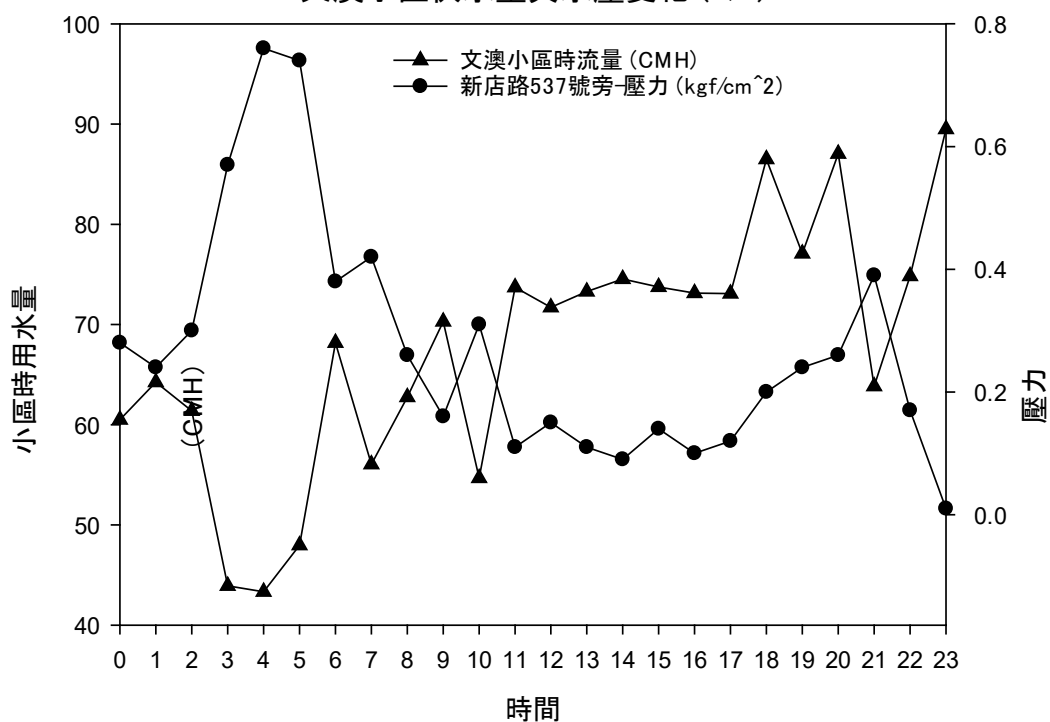
文澳小區大用戶用水量與水壓變化(5/2)



資料來源：本次研究自行彙整製作

(b) 文澳小區大用水戶用水量與供水水壓變化

文澳小區供水量與水壓變化 (5/2)



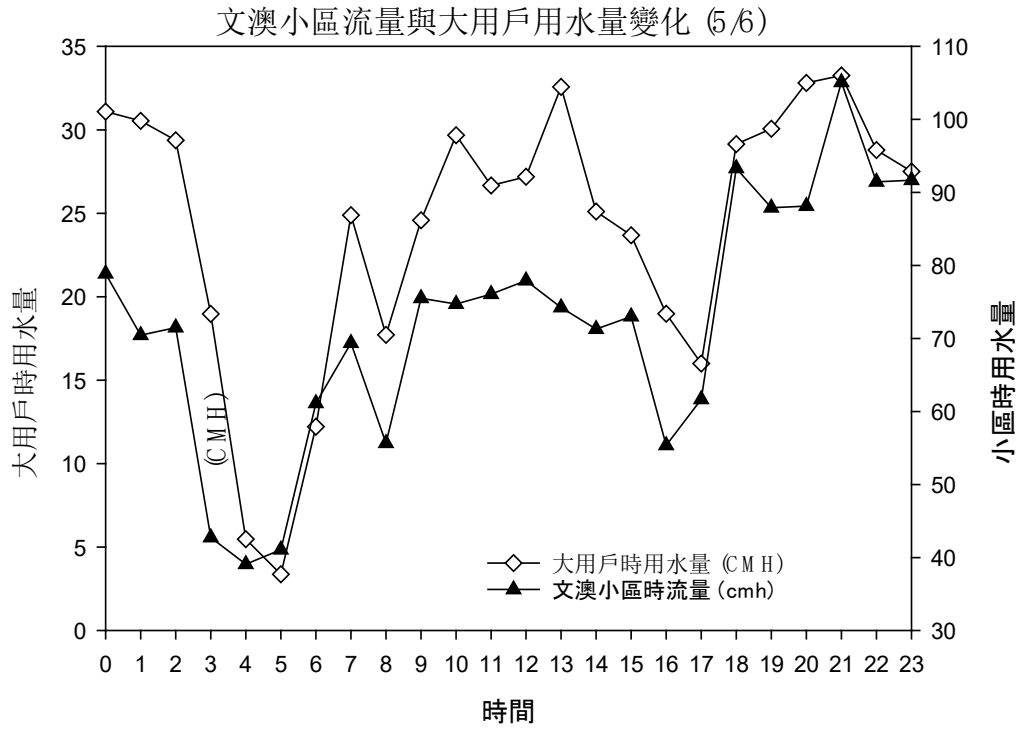
資料來源：本次研究自行彙整製作

(c) 文澳小區壓力與小區供水量變化

圖 73 113 年 5 月 2 日文澳小區大用水戶用水量與小區供水變化

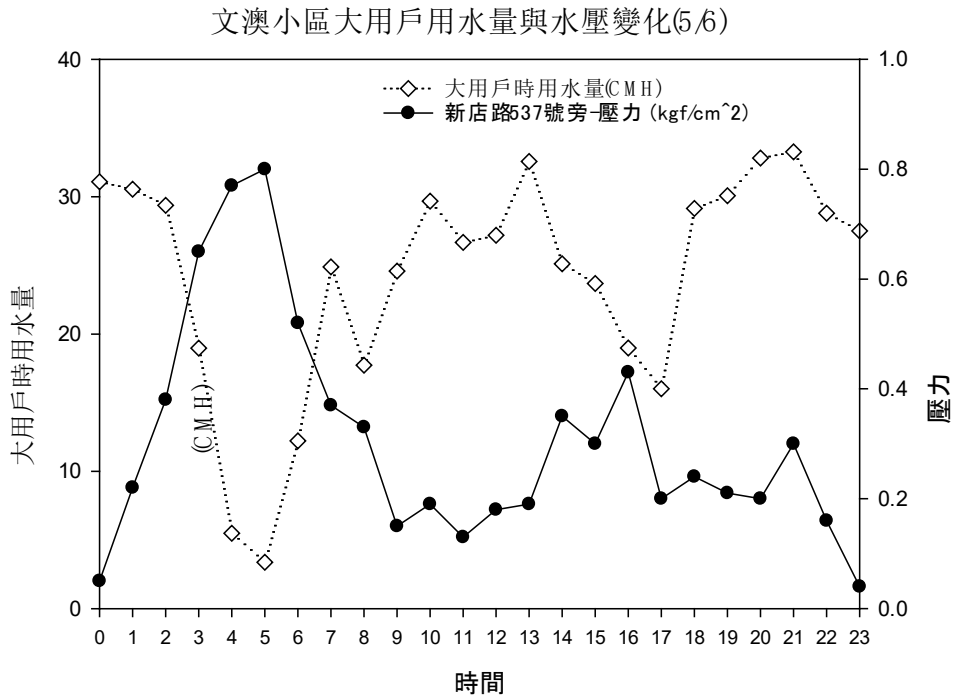
後續於 113 年 5 月 6 日回復原本供水狀況後，相關供水情形詳

圖 74。



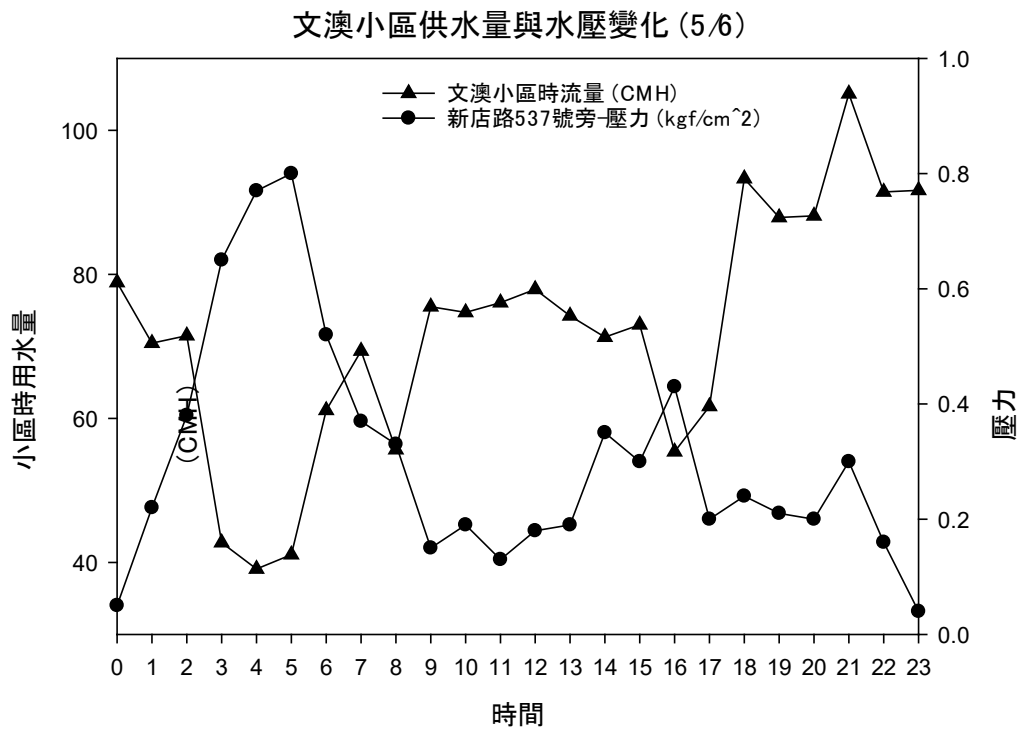
資料來源：本次研究自行彙整製作

(a) 文澳小區流量與大用水戶用水量變化



資料來源：本次研究自行彙整製作

(b) 文澳小區大用水戶用水量與供水水壓變化



資料來源：本次研究自行彙整製作

(c) 文澳小區壓力與小區供水量變化

圖 74 113 年 5 月 2 日文澳小區大用水戶用水量與小區供水變化

為比較大用戶用水大量用水與漏水之間的區別，因此需針對智慧小區中破管搶修前後數值變化與大用水戶大量用水前後數值差異進行比較。

考量文澳小區自 111 年 9 月份起全區用戶水表完成換裝自動讀表，並於 112 年 8 月起改由自動讀表取代抄表作業。因此檢視馬公系統中修漏明細表，針對 112 年 8 月之後 40mm 以上口徑的修漏案件進行篩選，發現 112 年 11 月 16 日於澎湖縣馬公市陽明里新生路 205 號對面有一 200mm PVCP 破管搶修案件(詳圖 75 與圖 76)，檢視破管搶修前一日(11 月 15 日)與完成搶修以及穩定供水後(11 月 18 日)大用水戶用水量對該小區的供水影響，相關變化情況如圖 77 與圖 78。

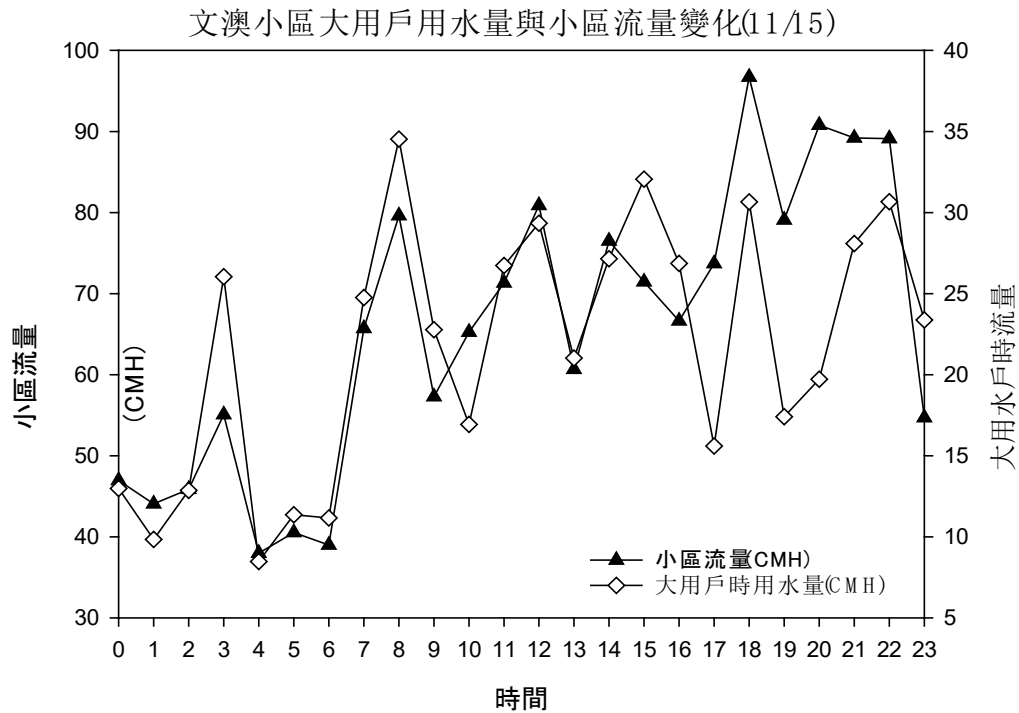


圖 75 現場檢漏畫面(路面無漏水)



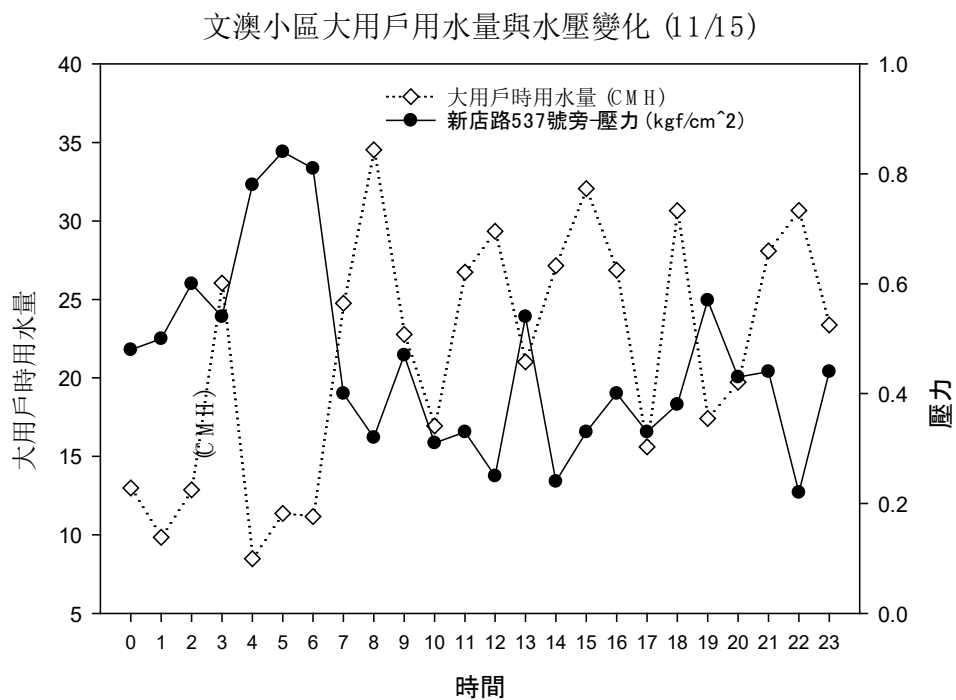
圖 76 200mm PVCP 破管狀況 (張裂型破管)

由圖 77 (a)可以發現，112 年 11 月 15 日破管搶修前小區流量與大用戶時用水量變化仍然一致，亦可從圖 75 (b)中發現大用水戶用水量仍會影響小區水壓，此時再比較圖 75 (c)，仍可發現小區供水量與水壓變化關係與大用水戶用水量變化趨於一致。



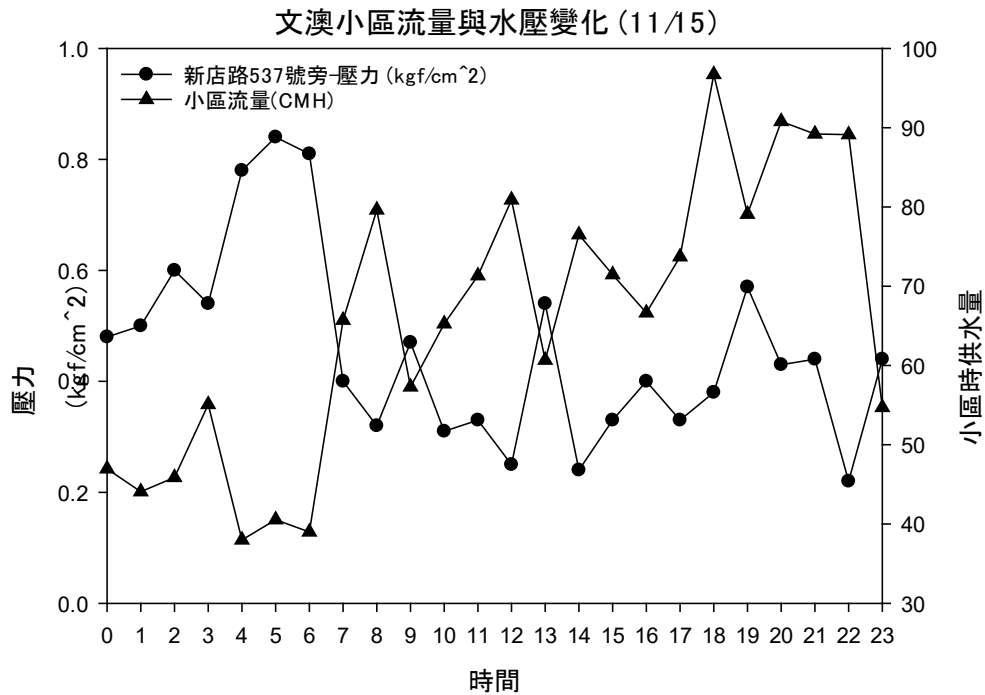
資料來源：本次研究自行彙整製作

(a) 文澳小區流量與大用水戶用水量變化



資料來源：本次研究自行彙整製作

(b) 文澳小區大用水戶用水量與供水水壓變化



資料來源：本次研究自行彙整製作

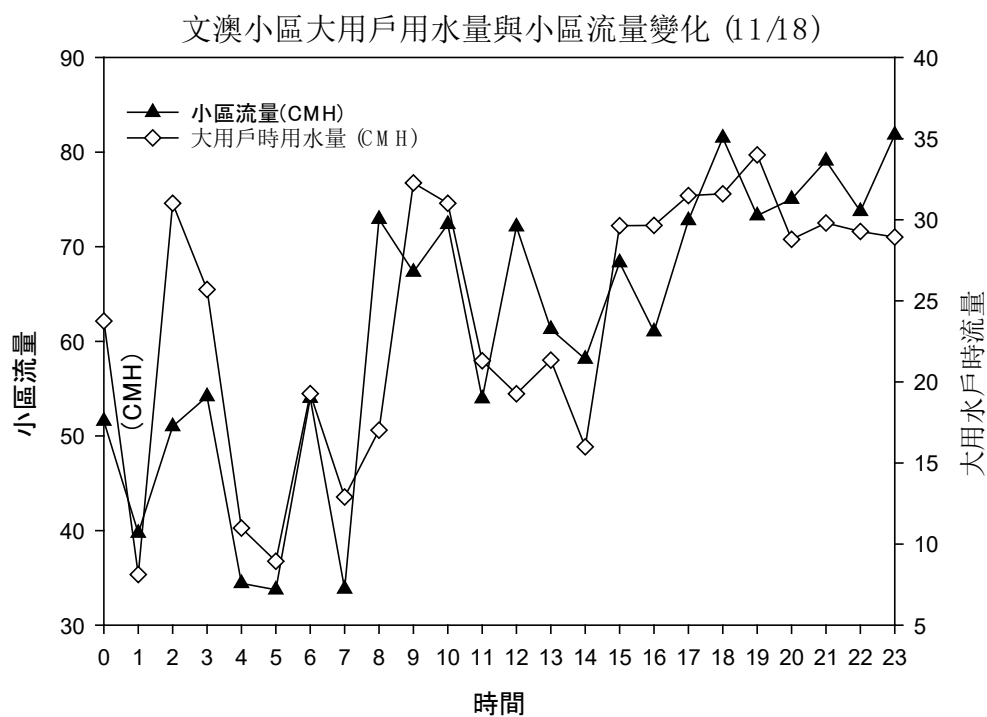
(c) 文澳小區壓力與小區供水量變化

圖 77 112 年 11 月 15 日文澳小區大用水戶用水量與小區供水變化

而 112 年 11 月 16 日完成破管搶修後，經過 1 日用戶完成停水期間供水補充後，11 月 18 日大用水戶用水量對該小區的供水影響如圖 78，由圖 78 可發現，112 年 11 月 18 日破管搶修後小區流量、大用戶時用水量及小區壓力變化與破管搶修前變化對應趨勢大致一致，因此僅透過數值變化趨勢進行判斷，容易無法直觀的判斷問題所在。

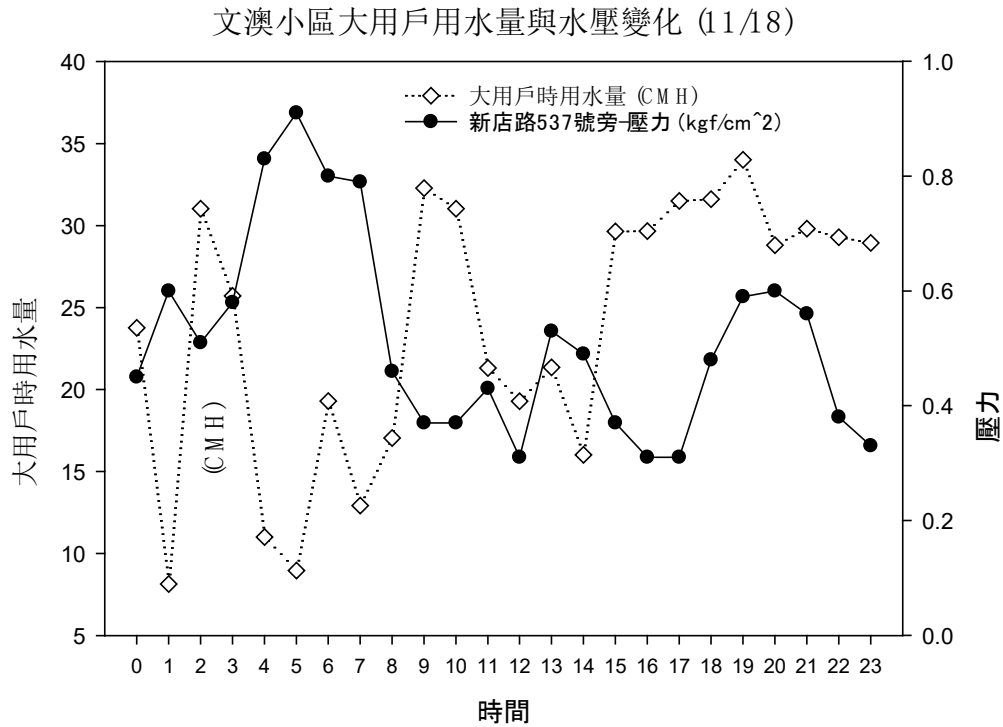
因此，為利判斷漏水事件與大用戶用水量突增差異，將以 112 年 11 月 16、11 月 18 日及 113 年 4 月 30 日、5 月 2 日、5 月 6 日

大用水戶用水量、小區供水量與小區供水壓力之關聯性，後續將針對三者與小區售水量進行相關係數分析，各項資料詳如表 23 至表 27。



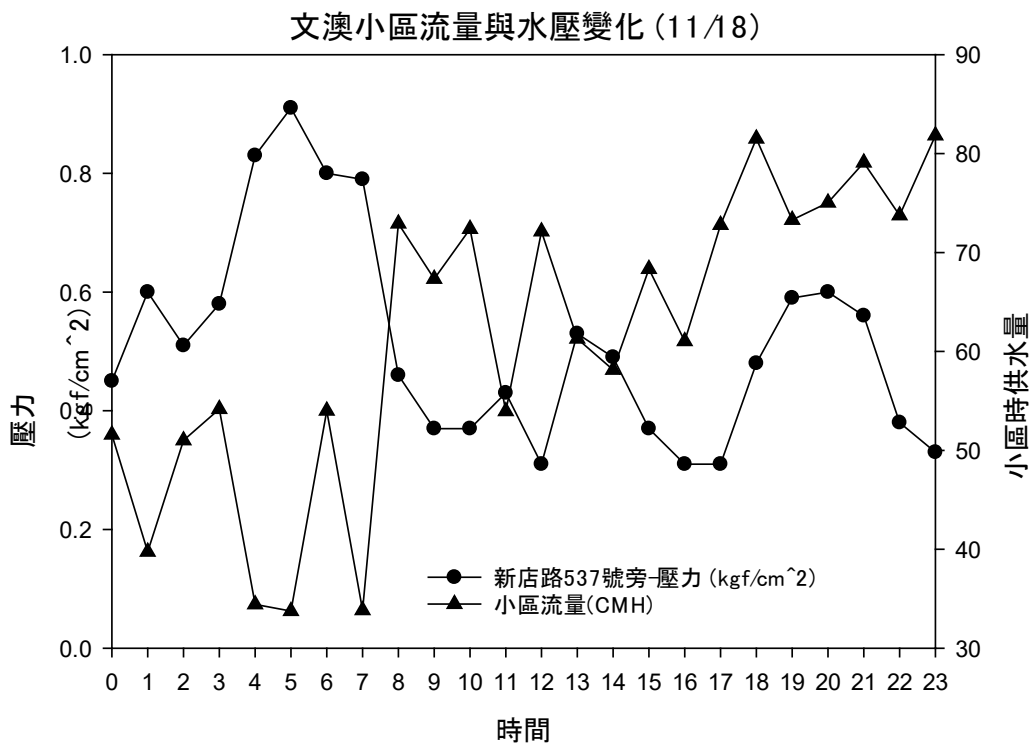
資料來源：本次研究自行彙整製作

(a) 文澳小區流量與大用水戶用水量變化



資料來源：本次研究自行彙整製作

(b) 文澳小區大用水戶用水量與供水水壓變化



資料來源：本次研究自行彙整製作

(c) 文澳小區壓力與小區供水量變化

圖 78 112 年 11 月 18 日文澳小區大用水戶用水量與小區供水變化

表 23 112 年 11 月 15 日文澳小區流量、壓力、售水量與大用水戶時用水量明細表

用戶	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	總合	供水	壓力	售水
0時	7.23	1.63	0.11	0.38	0.76	0.28	0.01	0.21	0.82	0	0.58	0.09	0.2	0.66	0.02	0	12.99	46.96	0.48	48.33
1時	0	1.41	0.12	3.86	0.69	0.16	1.39	0.25	0.89	0	0.01	0.05	0.03	0	0.02	0.95	9.85	44.08	0.5	34.24
2時	0	1.48	0.14	4.94	0.78	0.14	2.83	0.28	0.95	0	0.49	0.05	0.01	0.33	0.01	0.45	12.87	45.88	0.6	31.56
3時	16.28	1.47	0.12	3.92	0.64	0.23	1.09	0.28	0.94	0	0.34	0.05	0	0.37	0.29	0.04	26.05	55.08	0.54	39.69
4時	0	1.65	0.69	3.58	0.69	0.32	0.06	0.34	1.04	0.01	0	0.05	0	0	0.01	0.02	8.48	38	0.78	20.57
5時	0	2.29	0.9	5.47	0.73	0.53	0	0.34	1.04	0.01	0	0.05	0	0	0	0.01	11.37	40.54	0.84	20.91
6時	0	1.83	0.78	5.27	1.13	0.26	0	0.36	1.05	0	0	0.07	0	0	0.4	0	11.17	39	0.81	22.02
7時	13.83	2.01	0.54	3.73	1.52	0.2	1.63	0.29	0.93	0.02	0	0.06	0	0.01	0	0	24.76	65.71	0.4	46.36
8時	23.01	1.79	0.39	2.63	1.55	0	2.38	0.52	0.81	0.01	0.15	0	0.3	0.78	0.23	0	34.53	79.63	0.32	67.35
9時	12.89	1.62	0.35	1.86	1.4	0	0.84	0.84	0.8	0.01	0.58	0.04	0.86	0.01	0.26	0.43	22.78	57.29	0.47	54.89
10時	9.25	1.8	0.45	1.21	0.99	0	0.05	0.77	0.84	0.01	0.01	0.08	0.46	0	0.34	0.66	16.94	65.25	0.31	47.71
11時	19.91	0.85	0.52	0.64	0.75	0	0.02	0.69	0.86	0.77	0	0.2	0.64	0.83	0.02	0.04	26.74	71.33	0.33	58.91
12時	19.91	1.47	0.81	0.42	1.5	0	0	0.57	0.82	3.2	0	0.18	0.42	0.01	0.01	0.02	29.35	80.88	0.25	64.2
13時	10.41	0.39	1.29	0.4	1.11	0	0	0.59	0.95	3.21	0	0.93	0.58	0.83	0.33	0.01	21.03	60.67	0.54	51.72
14時	15.22	0.13	1.2	3.91	0.76	0	1.84	0.5	0.92	0.56	0.42	0.31	0.13	0.01	0.24	0.99	27.15	76.5	0.24	57.12
15時	19.09	1.28	0.78	4.15	0.83	0.01	2.36	0.4	0.85	0.05	0.29	0.06	1.5	0	0.28	0.12	32.06	71.46	0.33	58.24
16時	18.41	0.06	0.29	3.68	0.61	0.01	0.85	0.43	0.96	0.03	0	0.27	0.39	0.83	0.03	0.03	26.87	66.63	0.4	53.79
17時	7.66	1.02	0.26	3.42	0.89	0.01	0.06	0.4	0.97	0.01	0	0.33	0.53	0.01	0.01	0.01	15.6	73.71	0.33	45.79
18時	19.16	1.62	0.43	4.81	1.59	0	0	0.33	1	0.04	0.01	0.36	1.19	0.01	0.1	0	30.66	96.71	0.38	78
19時	3.4	1.71	0.41	5.11	2.38	0	0	0.39	1.12	0.03	0.01	0.65	1.14	0.1	0.78	0.19	17.41	79.08	0.57	69.75
20時	9.35	0.14	0.29	4.16	1.3	0	0	0.42	1.17	0.01	0	0.55	0.63	0.64	0.23	0.82	19.72	90.79	0.43	69.01
21時	19.36	0.03	0.26	3.27	0.97	0.4	0	0.37	1.1	0	0.19	0.69	0.94	0.01	0.45	0.04	28.09	89.21	0.44	79.76
22時	19.32	0.68	0.24	2.57	1.62	0.42	1.79	0.33	1.02	0.01	0.62	0.79	0.11	0.6	0.54	0.02	30.67	89.13	0.22	80.02
23時	14.4	0.46	0.17	1.56	1.42	0.46	2.32	0.26	0.89	0.01	0.03	0.76	0.1	0.49	0.03	0	23.38	54.71	0.44	70.32
平均	11.59	1.2	0.48	3.12	1.11	0.14	0.81	0.42	0.95	0.33	0.16	0.28	0.42	0.27	0.19	0.2	21.69	65.76	0.46	52.93

資料來源：本次研究自行彙整製作

表 24 112 年 11 月 18 日文澳小區流量、壓力、售水量與大用水戶時用水量明細表

用戶	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	總合	供水	壓力	售水
0時	15.41	0.06	0.16	1.96	0.63	0.5	2.39	0.28	0.9	0.01	0.12	0.25	0	0.84	0.01	0.24	23.75	51.58	0.45	58
1時	0.57	0.03	0.15	1.61	0.63	0.35	1.81	0.33	0.98	0	0.6	0.1	0	0	0	0.98	8.13	39.75	0.6	32.73
2時	23.37	0	0.11	4.23	0.76	0.15	0.08	0.31	0.94	0	0.19	0.05	0	0.76	0	0.06	31.02	51	0.51	48.57
3時	17.73	0.14	0.12	4.25	0.78	0.42	0.45	0.35	1	0	0	0.05	0.38	0	0	0.02	25.7	54.17	0.58	40.49
4時	0	1.01	0.14	3.83	0.9	0.42	3.16	0.4	1.05	0.01	0	0.05	0	0	0	0.01	10.99	34.42	0.83	22.53
5時	0	0.79	0.18	2.9	0.98	0.36	1.81	0.44	1.11	0	0	0.05	0	0	0.33	0.01	8.95	33.75	0.91	18.6
6時	13.15	1.29	0.21	1.47	0.78	0.01	0.05	0.42	1.08	0.01	0	0.07	0	0.7	0.02	0	19.28	54	0.8	33.18
7時	8.24	0.5	0.22	1.16	0.65	0.06	0	0.43	1.09	0.01	0	0	0	0	0.53	0	12.91	33.83	0.79	27.97
8時	6.22	1.68	0.34	4.89	0.81	0	0	0.34	0.99	0.01	0	0.07	0.48	0.01	0.29	0.88	17.03	72.92	0.46	42.03
9時	20.1	1.05	0.3	4.16	0.71	0	0	0.28	0.88	3.05	0.25	0.03	0.87	0.42	0.02	0.14	32.27	67.33	0.37	63.42
10時	20.09	0.05	0.47	3.42	0.6	0.06	0	0.28	0.89	3.07	0.46	0.02	1.09	0.48	0.01	0.03	31.02	72.38	0.37	66.9
11時	10.64	1.26	0.61	3	1	0	0	0.26	0.86	1.77	0.01	0.15	1.71	0	0	0.01	21.3	53.96	0.43	55.21
12時	12.72	0.13	0.81	2.05	0.71	0	0	0.55	0.85	0.08	0.01	0.11	1.23	0	0	0	19.27	72.13	0.31	59.44
13時	13.43	0.52	0.68	1.38	0.72	0.06	0	0.82	0.87	0.05	0.48	0.41	0.79	0.79	0.34	0	21.34	61.29	0.53	60.12
14時	8.16	1	0.42	2.36	0.88	0	0	0.72	0.88	0.03	0.31	0.26	0.39	0.01	0.58	0	16	58.13	0.49	53.83
15時	19.89	0.04	0.2	4.14	0.78	0	0.65	0.61	0.87	0.03	0	0.1	0.53	0.81	0.09	0.9	29.63	68.33	0.37	58.03
16時	19.88	0.02	0.15	3.37	1.18	0.06	2.36	0.51	0.85	0.02	0	0.25	0.83	0	0.03	0.13	29.65	61.04	0.31	56.12
17時	19.88	1.41	0.27	2.94	0.78	0	1.64	0.41	0.85	1.87	0	0.27	0.56	0.19	0.36	0.02	31.49	72.79	0.31	59.49
18時	20.25	1.56	0.46	2.36	0.85	0.06	0.1	0.41	0.99	3.12	0.01	0.36	0.1	0.85	0.13	0.01	31.6	81.5	0.48	72.56
19時	22.65	0.48	0.4	1.59	1.73	0	0	0.44	1.05	2.73	0.54	0.53	1.26	0.02	0.59	0.01	34	73.29	0.59	71.55
20時	19.61	0.69	0.48	1.09	1.59	0	0	0.44	1.09	0.11	0.31	0.72	0.69	0.53	0.42	1.03	28.79	75.04	0.6	70.12
21時	19.56	0.55	0.35	4.17	1.47	0.45	0	0.42	1.15	0.05	0	0.54	0.66	0.31	0.02	0.09	29.8	79.08	0.56	71.41
22時	19.51	0.02	0.2	4.97	1.33	0.42	0	0.41	1.11	0.04	0.56	0.63	0.03	0.01	0.01	0.03	29.28	73.75	0.38	74.37
23時	19.1	0	0.12	3.97	0.66	0.39	0.33	0.33	0.95	0.02	0.41	0.58	0.09	0.92	0	1.05	28.93	81.83	0.33	70.92
平均	14.59	0.6	0.32	2.97	0.91	0.16	0.62	0.42	0.97	0.67	0.18	0.24	0.49	0.32	0.16	0.24	23.84	61.55	0.52	53.65

表 25 113 年 4 月 30 日文澳小區流量、壓力、售水量與大用水戶時用水量明細表

用戶	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	總合	供水	壓力	售水
0時	18.51	0	1.51	2.44	0.27	0.71	2.15	0.39	0.16	0.01	0	0.11	0.33	0.29	0.02	0.06	26.97	68.13	0.23	59.35
1時	0	0.77	0.93	2.04	0.18	0.75	2.43	0.38	0.14	0	0.39	0.31	0.04	0.9	0.01	1.02	10.31	47.46	0.43	32.21
2時	0	0.64	0.34	1.24	0.17	0.56	0.27	0.39	0.13	0	0.59	0.26	0.02	0.42	0.01	0.4	5.46	38	0.6	19.91
3時	0	0.04	0.25	0.83	0.16	0.54	0.03	0.39	0.11	0	0.03	0.06	0.01	0	0	0.03	2.48	36.5	0.65	14.52
4時	19.42	0.01	0.22	0.5	0.17	0.5	0.61	0.36	0.1	0	0	0.06	0	0	0	0.01	21.96	59.21	0.54	33.24
5時	1.55	0.6	0.23	0.51	0.17	0.46	3.14	0.42	0.09	0	0	0.06	0	0	0	0.01	7.23	46.25	0.78	19.76
6時	0.11	1.7	0.2	1.03	0.65	0.76	1.13	0.36	0.07	0.01	0	0.06	0	0	0	0	6.1	50.46	0.62	22.48
7時	19.72	1.31	0.19	4.59	1.75	0.27	0.03	0.27	0.07	0.01	0	0.09	0	0.62	0.34	0.73	30.02	71.83	0.34	50.55
8時	19.56	0.95	0.56	3.98	1.98	0.27	0	0.23	0.08	0.01	0.1	0.07	0	0.53	0.02	0.28	28.62	67.29	0.2	53.22
9時	19.1	1.28	0.47	3.37	2.35	0.27	0	0.21	0.08	0.01	0.56	0.08	0.45	0	0.43	0.03	28.68	71.08	0.22	52.51
10時	6	0.08	0.64	3.09	0.92	0.28	0	0.24	0.1	0.77	0.36	0.13	0.77	0.8	0.37	0.01	14.55	58.29	0.28	39.42
11時	17.09	1.23	0.65	2.22	1.18	0.28	0	0.18	0.08	3.12	0.01	0.25	0.35	0	0.02	0	26.66	71.25	0.17	52.14
12時	19.3	0.95	0.68	1.43	1.47	0.28	0.38	0.16	0.08	3.12	0	0.43	0.35	0	0.01	0.7	29.33	75.5	0.21	58.57
13時	19.7	0.97	0.53	0.83	1.62	0.28	2.18	0.15	0.08	0.61	0.06	0.44	0.25	0	0	0.44	28.16	68.67	0.19	51.91
14時	21.47	0.85	0.86	0.59	1.23	0.21	2.15	0.66	0.08	0.05	0.58	0.22	0.19	0	0	0.03	29.16	72.13	0.27	50.38
15時	19.5	0.05	0.84	0.46	1.29	0	0.43	0.79	0.08	0.04	0.15	0.2	0.44	0.72	0.36	0.01	25.34	66.33	0.26	47.27
16時	19.55	0.7	0.48	0.34	0.91	0.22	0.04	0.64	0.08	0.02	0	0.35	0.1	0	0	0	23.44	68.04	0.36	47.73
17時	19.54	0.55	0.44	3.03	0.74	0	0	0.53	0.08	0.02	0.01	0.32	0.4	0	0.52	0	26.17	74.5	0.25	55.37
18時	14.33	0.21	0.69	4.64	1.13	0	1.15	0.48	0.1	0.01	0.39	1	1.18	0	0.03	1	26.36	70.21	0.47	56.81
19時	0	1.63	0.73	4.24	1.18	0	2.82	0.44	0.1	0.02	0.56	0.53	1.62	1.2	0.52	0.08	15.66	82.71	0.49	56.65
20時	17.03	0.26	0.7	3.19	0.98	0	1	0.37	0.14	0.01	0.57	0.67	0.78	0.53	0.36	0.02	26.6	91.13	0.36	69.03
21時	19.47	0.02	0.71	2.38	1.04	0.2	0.05	0.32	0.16	0	0.55	1.06	0.47	0.17	0.03	0.01	26.64	85.29	0.18	70.2
22時	19.24	0	0.97	1.28	0.83	0.25	1.43	0.23	0.13	0.01	0.53	0.78	0.12	1.01	0.34	0.77	27.91	87.54	0.16	75.94
23時	6.67	0	1.15	0.94	0.66	0.56	2.28	0.25	0.14	0.01	0.53	1	0.01	0	0.5	0.57	15.27	60.29	0.34	55.32
平均	13.2	0.62	0.62	2.05	0.96	0.32	0.99	0.37	0.1	0.33	0.25	0.36	0.33	0.3	0.16	0.26	21.21	66.17	0.36	47.69

資料來源：本次研究自行彙整製作

表 26 113 年 5 月 2 日文澳小區流量、壓力、售水量與大用水戶時用水量明細表

用戶	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	總合	供水	壓力	售水
0時	4.13	0.22	1.34	4.56	0.31	0.71	2	0.25	0.1	0.01	0.54	0.12	0.02	0.6	0.42	0.56	15.88	60.5	0.28	50.3
1時	9.89	0.9	0.81	4.25	0.25	0.62	0.2	0.25	0.1	0	0.39	0.06	0	0.68	0.03	0.62	19.07	64.25	0.24	40.41
2時	21.24	0.04	0.33	3.5	0.25	0.78	1.44	0.25	0.15	0	0.44	0.06	0	0.32	0	0.03	28.83	61.38	0.3	45.35
3時	9.17	0.01	0.3	3.29	0.25	0.78	2.62	0.3	0.14	0	0.61	0.06	0.01	0	0	0.02	17.54	43.92	0.57	30.47
4時	0	0.01	0.28	2.85	0.25	0.74	1.14	0.38	0.12	0	0.14	0.06	0.01	0	0	0.01	6	43.33	0.76	19.59
5時	1.76	1.05	0.29	4.06	0.27	0.57	0.05	0.53	0.1	0	0	0.06	0	0	0	0.19	8.95	47.96	0.74	20.49
6時	19.88	1.56	0.37	4.65	0.57	0.46	0.76	0.91	0.08	0.01	0	0.07	0	0	0	0.79	30.1	68.17	0.38	45.28
7時	13.41	1.51	0.58	5.42	1.15	0.16	2.48	0.74	0.08	0.01	0	0.07	0	0.66	0.08	0.04	26.39	56.04	0.42	46.79
8時	4.05	0.81	0.44	5.59	1.67	0	1.43	0.61	0.07	0.01	0	0.75	0.06	0.32	0.4	0.01	16.21	62.75	0.26	50.42
9時	19.36	1.39	0.65	4.63	1.77	0	0.08	0.46	0.07	0.01	0	1.12	0.27	0	0.34	0	30.15	70.29	0.16	55.27
10時	9.25	1.7	1.3	4.5	1.22	0	0.01	0.42	0.11	0.02	0	1.11	0.42	0.79	0.03	0	20.88	54.67	0.31	44.48
11時	11.9	1.54	1.24	3.61	1.32	0	0	0.33	0.13	0.01	0.55	0.5	0.63	0	0.02	0.05	21.83	73.71	0.11	49.3
12時	19.25	1.49	0.93	2.91	1.88	0	0	0.28	0.12	0.02	0.2	0.18	0.61	0	0.01	0.94	28.82	71.71	0.15	58.07
13時	19.25	1.5	1.28	2.4	1.74	0	0	0.25	0.1	0.02	0.01	0.63	0.51	0	0.39	0.06	28.13	73.29	0.11	57.3
14時	19.16	1.16	1	1.71	1.06	0	1.19	0.32	0.1	0.01	0	0.58	0.34	0.41	0.5	0.01	27.57	74.54	0.09	56.77
15時	19.18	1.2	0.74	1.09	1.29	0.01	1.97	0.81	0.11	1.04	0	0.21	0.49	0.42	0.09	0.13	28.78	73.75	0.14	53.85
16時	19.21	1.58	0.74	1.78	0.68	0	1.56	0.73	0.1	3.11	0	0.25	0.46	0	0.02	0.89	31.11	73.13	0.1	55.8
17時	19.21	1.37	0.7	4.18	1.64	0.01	0.13	0.65	0.13	3.04	0	0.34	0.27	0	0.01	0.05	31.72	73.08	0.12	55.71
18時	21.38	1.38	0.3	4	1.77	0	0.03	0.6	0.17	0.29	0	0.35	0.58	0.07	0.86	0.02	31.8	86.5	0.2	68.45
19時	19.39	1.74	0.5	3.6	1.17	0	0	0.52	0.19	0.05	0	0.57	1.24	1.32	0.1	0	30.4	77.08	0.24	67.57
20時	9.71	1.65	0.71	3.2	0.93	0.08	0	0.48	0.2	0.03	0.35	0.66	1.34	0.05	1.16	0	20.56	87.04	0.26	61.89
21時	9.86	1.37	0.58	2.6	1.19	0.55	1.15	0.44	0.2	0.03	0.4	0.76	0.45	1.09	0.15	0	20.82	63.83	0.39	60.55
22時	5.24	1.31	1.28	1.7	0.99	0.29	2.43	0.37	0.19	0.02	0.01	0.89	0.06	0.18	0.03	0	15	74.83	0.17	47.92
23時	20	1.13	1.46	1.58	0.6	0.39	1.42	0.26	0.13	0	0.13	0.85	0	0	0.03	0.56	28.54	89.5	0.01	69.8
平均	13.54	1.15	0.76	3.4	1.01	0.26	0.92	0.46	0.12	0.32	0.16	0.43	0.32	0.29	0.19	0.21	23.54	67.72	0.27	50.49

資料來源：本次研究自行彙整製作

表 27 113 年 5 月 6 日文澳小區流量、壓力、售水量與大用水戶時用水量明細表

用戶	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	總合	供水	壓力	售水
0時	18.78	0	1.56	3.94	0.24	0.68	1.86	0.13	0.13	2.09	0.01	0.54	0	0.34	0.03	0.76	31.09	78.88	0.05	60.19
1時	18.91	0	0.86	3.72	0.23	0.5	0.29	0.14	0.12	3.12	0.56	0.36	0.13	0.91	0.33	0.35	30.54	70.46	0.22	54.59
2時	19.17	0	0.3	3.51	0.24	0.57	1.39	0.18	0.11	2.19	0.18	0.06	0.21	0.41	0.01	0.85	29.37	71.5	0.38	47.05
3時	9.67	1.39	0.22	3.17	0.31	0.63	2.76	0.21	0.1	0.07	0	0.05	0.02	0.33	0	0.04	18.97	42.75	0.65	31.65
4時	0	0.19	0.2	2.43	0.38	0.58	1.19	0.28	0.1	0.03	0	0.05	0.01	0	0	0.02	5.48	39.08	0.77	14.77
5時	0	0.58	0.2	1.43	0.25	0.37	0.06	0.31	0.09	0.02	0	0.05	0	0	0	0.01	3.37	41.08	0.8	16.16
6時	7.91	1.68	0.25	0.81	0.56	0.19	0	0.28	0.08	0.01	0	0.07	0.37	0	0	0	12.21	61.13	0.52	24.73
7時	19.22	1.55	0.44	0.56	0.9	0.02	0.66	0.22	0.07	0.02	0	0.12	0.16	0.89	0.05	0	24.89	69.38	0.37	47.02
8時	7.8	0.84	0.47	3.6	1.06	0	2.35	0.57	0.08	0.01	0	0.09	0.42	0.1	0.34	0	17.72	55.67	0.33	46.01
9時	11.52	1.43	1.26	4.32	1.44	0	1.67	0.47	0.08	0.02	0.19	0.06	0.63	0.01	0.45	1.05	24.58	75.5	0.15	50.78
10時	20.22	0.67	1.29	3.6	1.16	0	0.11	0.38	0.08	0.02	0.57	0.09	0.65	0.74	0.03	0.08	29.68	74.71	0.19	59.1
11時	20.23	0.04	0.73	2.97	0.99	0	0	0.3	0.17	0.02	0.09	0.18	0.67	0.01	0.25	0.02	26.67	76.08	0.13	61.55
12時	20.22	0.25	0.49	2.63	1.57	0	0	0.26	0.17	0.02	0.01	0.31	1.09	0.01	0.16	0.01	27.19	77.92	0.18	56.61
13時	23.49	1.13	0.83	2.03	1.13	0	0	0.21	0.14	1.76	0.4	0.25	1.19	0.01	0	0	32.57	74.25	0.19	62.97
14時	15.3	0.05	1.16	1.35	0.79	0	1.31	0.21	0.18	3.11	0.53	0.09	0.8	0.01	0.21	0	25.11	71.29	0.35	55.11
15時	13.57	0.01	1.36	0.94	0.62	0	2.41	0.21	0.16	2.72	0.04	0.08	0.2	0.57	0.31	0.49	23.68	73	0.3	45.56
16時	12.52	0	1.31	0.58	0.87	0.01	1.16	0.2	0.11	0.11	0.57	0.36	0.43	0.16	0.03	0.54	18.98	55.38	0.43	43.23
17時	9.82	0.16	0.89	0.45	2.29	0.02	0.06	0.19	0.11	0.05	0.22	0.31	0.7	0.01	0.69	0.03	16	61.67	0.2	43.13
18時	20.3	1.46	0.51	3.7	1.18	0	0	0.16	0.15	0.04	0.01	0.4	0.91	0.01	0.34	0.01	29.15	93.29	0.24	70.7
19時	20.36	0.32	0.51	4.44	0.81	0	0	0.16	0.22	0.03	0.42	0.45	1.44	0.34	0.58	0	30.07	87.92	0.21	71.93
20時	20.37	1.42	1.21	3.81	1.19	0.01	1.41	0.15	0.21	0.02	0.56	0.38	1.36	0.59	0.12	0	32.81	88.13	0.2	72.27
21時	20.38	0.23	1.5	3.33	0.7	0.46	2.34	0.17	0.25	0.01	0.57	0.54	1.29	0.8	0.03	0.66	33.26	105.08	0.3	77.89
22時	20.39	0.02	1.56	2.55	0.67	0.32	1.26	0.14	0.2	0.01	0.26	0.35	0.36	0.1	0.28	0.31	28.79	91.46	0.16	77.84
23時	20.4	0	1.62	2.31	0.54	0.37	0.08	0.13	0.17	0.01	0.53	0.51	0.45	0.03	0.35	0.02	27.51	91.67	0.04	70.22
平均	15.44	0.56	0.86	2.59	0.84	0.2	0.93	0.24	0.14	0.65	0.24	0.24	0.56	0.27	0.19	0.22	24.15	71.97	0.31	52.54

表 28 相關係數表與當日售水率

日期	大用水戶 VS 小區供水量	大用水戶 VS 小區壓力	大用水戶 VS 小區售水量	小區供水量 VS 小區壓力	小區供水量 VS 小區售水量	當日售水率
112 年 11 月 15 日	0.740	-0.727	0.760	-0.729	0.882	80.5%
112 年 11 月 18 日	0.759	-0.624	0.827	-0.690	0.886	87.2%
113 年 4 月 30 日	0.811	-0.818	0.822	-0.686	0.943	72.1%
113 年 5 月 2 日	0.637	-0.700	0.738	-0.822	0.878	74.6%
113 年 5 月 6 日	0.840	-0.802	0.901	-0.777	0.933	73.0%

資料來源：本次研究自行彙整製作

由表 28 可發現，當有破管搶修案件時，完成搶修前 (112 年 11 月 15 日)，大用水戶與小區供水量相關係數呈現高度相關 (0.740)，完成搶修後 (112 年 11 月 18 日)，大用水戶與小區供水量相關係數無明顯影響，仍維持在高度相關 (0.759)，表示大用水戶用水量對小區供水量再修漏前後均有明顯影響，但是完成修漏後，對大用水戶對小區的供水影響更明顯，使大用水用水量與供水量變化的同步性將更進一步提升。

而大用水戶用水量與小區售水量變化趨勢於破管搶修前後均維持在高度相關(搶修前 0.760，搶修後 0.827)，表示破管搶修事件對大用水戶在小區中的用水量非常具有代表性。

此時亦可透過小區供水量與小區售水量相關係數可發現，完成破管搶修前，小區供水量與小區售水量呈現高度相關(0.882)，完成破管搶修後，小區供水量與小區售水量相關程度無明顯變化(0.886)，

表示破管搶修完成前後，使得供水量與售水量變化均具有明顯的一致性。

比較大用水戶用水量及小區供水量對小區水壓的影響後，可明顯發現，當破管完成搶修前，大用戶用水量進水時對管網的水壓的變化趨勢為高度負相關 (-0.727)，小區供水量與管網水壓變化亦為高度負相關 (-0.729)，完成搶修後，大用戶用水量進水時對管網的水壓的變化趨勢降為中度負相關 (-0.624)，小區供水量與管網水壓變化亦降為中度負相關 (-0.690)。表示完成破管搶修前，此時大用戶進水時，對管網水壓有明顯負影響，同時亦可發現小區供水能力非常容易受用戶用水量影響，表示此時管網供水能力不足，容易受用戶用水影響；完成破管搶修後，此時大用水戶進水對管網水壓影響略微下降，且此時管網供水量對水壓影響也略微下降，表示此時供水能力稍有改善，但供水能力仍屬脆弱。

將表 23 與表 24 大用戶用水量、小區售水量、小區供水量與小區供水水壓綜整及結合表 28 售水率後，可以得出表 29。

表 29 破管搶修前後數值變化

項目	完成搶修前 (112/11/15)	完成搶修後 (112/11/18)	差異
大用戶平均用水量 (CMH)	21.69	23.84	2.15 (9.9 %)
小區平均供水量 (CMH)	65.76	61.55	-4.21 (-6.4%)
小區平均售水量 (CMH)	52.93	53.65	0.72 (1.4 %)
小區售水率 (%)	80.5	87.2	6.7%
小區平均水壓 (kgf/cm ²)	0.46	0.52	0.06 (13%)

資料來源：本次研究自行彙整製作

由表 29 可明顯發現，因此完成破管搶修後，小區供水量減少供水 6.4%，但在小區大用戶與售水量都增加的情形下，小區平均水壓可增加 13%，表示小區供水能力提升，與前面相關係數表相互呼應。

比較突發事件 (113 年澎湖花火節 5 月 2 日開幕) 造成用水需求大幅增加與破管搶修的差異。由表 28 可發現，事件發生前 (113 年 4 月 30 日)，大用水戶與小區供水量相關係數呈現高度相關 (0.811)，大用水戶與小區售水量相關係數呈現高度相關 (0.827)，表示此時大用水戶在小區售水量非常具有代表性。事件開始當日 (113 年 5 月 2 日)，大用水戶與小區供水量相關係數下降至中度相

關 (0.637)，大用水戶與小區售水量相關係數雖有略微下降，但仍維持高度相關 (0.738)，表示大用戶以外用水量有明顯增加，降低了大用水戶在小區中的用水代表性。

在事件結束回復正常當日 (113 年 5 月 6 日)，大用水戶用水量與小區供水量相關係數更回復至高度相關 (0.840)，大用水戶用水量與小區售水量相關係數亦回升至 0.901，甚至比事件發生前更高。

此時檢視小區供水量與小區售水量相關係數變化，事件發生前 (113 年 4 月 30 日)，小區售水量與小區供水量相關係數呈現高度相關 (0.943)，事件開始當日 (113 年 5 月 2 日)，小區售水量與小區供水量相關係數雖維持高度相關 (0.878) 但有略微下降。事件結束回復正常當日 (113 年 5 月 6 日)，小區售水量與小區供水量相關係數回復至 0.933，表示本次的事件發生當日與大用戶以外的用水量對小區供水量影響有增加。

此時觀察事件發生前中後大用水戶用水與小區供水對水壓的變化影響，可以發現事件發生前 (113 年 4 月 30 日)，大用戶用水量與小區水壓相關係數呈現高度負相關 (-0.818)，小區供水量與小區水壓相關係數呈現中度負相關 (-0.686)。事件開始當日 (113 年 5 月 2 日)，大用水戶用水量與小區水壓的相關係數下降為高度與中度負相關的臨界值 (-0.700)，小區供水量與小區水壓相關係數增加

為高度負相關 (-0.822)，同樣表示大用水戶以外的用水有增加的事實。在事件結束回復正常當日 (113 年 5 月 6 日)，大用水戶用水量與小區水壓的相關係數回復至 -0.802，小區供水量與小區水壓相關係數仍維持再高度負相關，但已些微下降至 -0.777。表示在事件開始前，小區的供水能力就已吃緊，隨著事件開始到結束，小區的供水狀況在事件發生當日最為嚴峻，事件發生前後大用水戶用水量對小區供水影響不大，僅事件發生當日對供水影響較小。

將表 25、表 26 及表 27 大用戶用水量、小區售水量、小區供水量與小區供水水壓綜整及結合表 28 售水率後，可以得出表 30。

表 30 突發事件前中後數值變化

文澳 小區	事件發生前 (113/4/30)	事件當日 (113/5/2)			回復至事件前 (113/5/6)		
	數值	數值	相較 「事件發生前」		數值	相較 「事件當日」	
			差異數	增減 幅度		差異數	增減 幅度
大用戶平均用水量 (CMH)	21.21	23.54	2.33	11.0%	24.15	0.61	2.6%
小區平均供水量 (CMH)	66.17	67.72	1.55	2.3%	71.97	4.25	6.3%
小區平均售水量 (CMH)	47.69	53.65	5.96	12.5%	52.54	-1.11	-2.1%
小區售水率 (%)	72.1	74.6	2.5%		73.0	-1.6%	

文澳 小區	事件發生前 (113/4/30)	事件當日 (113/5/2)			回復至事件前 (113/5/6)		
	數值	數值	相較 「事件發生前」		數值	相較 「事件當日」	
			差異數	增減 幅度		差異數	增減 幅度
小區平均 水壓 ₂ (kgf/cm)	0.36	0.27	-0.09	-25%	0.31	0.04	15%

從上述資料變化趨勢可推測，事件發生前，小區供水能力已非常勉強，當大量遊客進入澎湖地區時，很容易就影響當地水壓，雖然平均水壓僅下降 0.04，但其下降幅度已達平常供水水壓的 25%，因此澎湖地區供水穩定性仍有待提升。

因此當一個小區供水管網呈現封閉，且該小區內用戶均裝設自動讀表時，透過掌握小區供水量、小區售水量相關係數變化趨勢即可了解破管情事有無發生。若小區供水量突增，可透過觀察小區供水量與售水量相關係數是否下降，若相關係數下降，表示有破管情事發生；若相關係數無明顯下降，表示此次突增原因係用戶用水量增加所致，並無破管漏水情事發生。同時透過觀察小區供水量與水壓變化及大用戶用水量變化，亦可掌握現行供水管網供水能力是否足以應付用戶的用水需求，若「供水量變化與水壓變化之相關係數」及「大用戶用水量變化及水壓變化之相關係數」越趨近於 0，表示供水壓力越穩定；反之，若供水量變化與水壓變化之相關係數」及

「大用戶用水量變化及水壓變化之相關係數」越趨近於-1，表示供水能力越薄弱。此時可以再透過大用戶用水量變化與供水水壓相關係數變化，可以掌握供水能力。此時只要售水率變化穩定時，小區內用戶智慧水表裝置量達到具有該小區中代表性後，要達成「以需定供」係具有可行性之供水操作模式。

此時結合「4.1.2 外部因子與 21 個小區用水量之影響程度分析」結論，可知用水量會受溫度與觀光人數影響，其中暑假又是觀光人數與溫度最高的時期，為確認「以需定供」為可行操作模式，因此擇定 113 年 7 月 23 日供配水資料進行澎湖馬公系統水力分析，將各小區供水量作為水力分析各節點 Demand 值，並透過文澳小區用戶自動讀表用水量變化後，可透過「時用水量」與「平均時用水量」比例進行供水系統內 Pattern 設定，相關設定參數如表 31。

表 31 113 年 7 月 23 日水力分析計算設定

計算依據：		澎湖智慧水網-管網供水管理-各區供配水量														
計算時間：		113 年 7 月 23 日														
小區名稱		供水量（CMD）			馬公市區外供水說明											
安宅		120			供水地區			出(供)水量（CMD）		備註						
東衛		771			供湖西			5472		成功送湖西：816 馬二送湖西：4656						
城北		780			供澎南			742								
西文南		174			抽水機與蓄水池設定值											
西文北		381			蓄水池名稱		容量（M³）		抽水機							
案山		1376							馬力（HP）		揚程(m)		額定出水量(CMD)		數量(台)	
三總		1396			成功淨水場			3000		50		50		4000		3
石泉		617			馬公第一海淡廠			5000		75		40		6500		1
新生		1465								40		40		3500		2
民生		1564			馬公第二海淡廠			4000		75		40		6500		2
文光		395								50		50		4000		2
啟明		767								25		50		2000		1
菜寮		475			東文供水站			5000		15		25		1760		1
重光		313								12.5		40		900		1
新西衛		724								5		55		700		1
五福		939			澎湖所隧道			1300		25		25		3840		1
三多		1348			深井抽水機設定值											
文澳		1869			名稱		馬力(HP)		揚程(m)		額定出水量(CMD)		數量(台)		備註	
朝陽		610			馬公 19 號井		12		120		390		1		以深井出水 限制作為額 定出水量	
北辰		1217			馬公 10 號井		7.5		120		140		1			
光榮		1512			馬公 22 號井		7.5		120		200		1			
民族		749			馬公 49 號井		7.5		120		120		1			
時間	0 時	1 時	2 時	3 時	4 時	5 時	6 時	7 時	8 時	9 時	10 時	11 時				
Pattern	0.78	0.91	0.77	0.71	0.64	0.68	0.68	0.88	0.99	1.07	1.08	1.09				
時間	12 時	13 時	14 時	15 時	16 時	17 時	18 時	19 時	20 時	21 時	22 時	23 時				
Pattern	1.18	1.17	1.09	1.08	1.03	1.03	1.13	1.24	1.21	1.15	1.23	1.17				

資料來源：本次研究自行彙整製作

將上述資料進行設定並進行 EPANET 水力分析後，成功淨水場(含鹽淡水)、海淡廠與深井產水資料與如表 32。

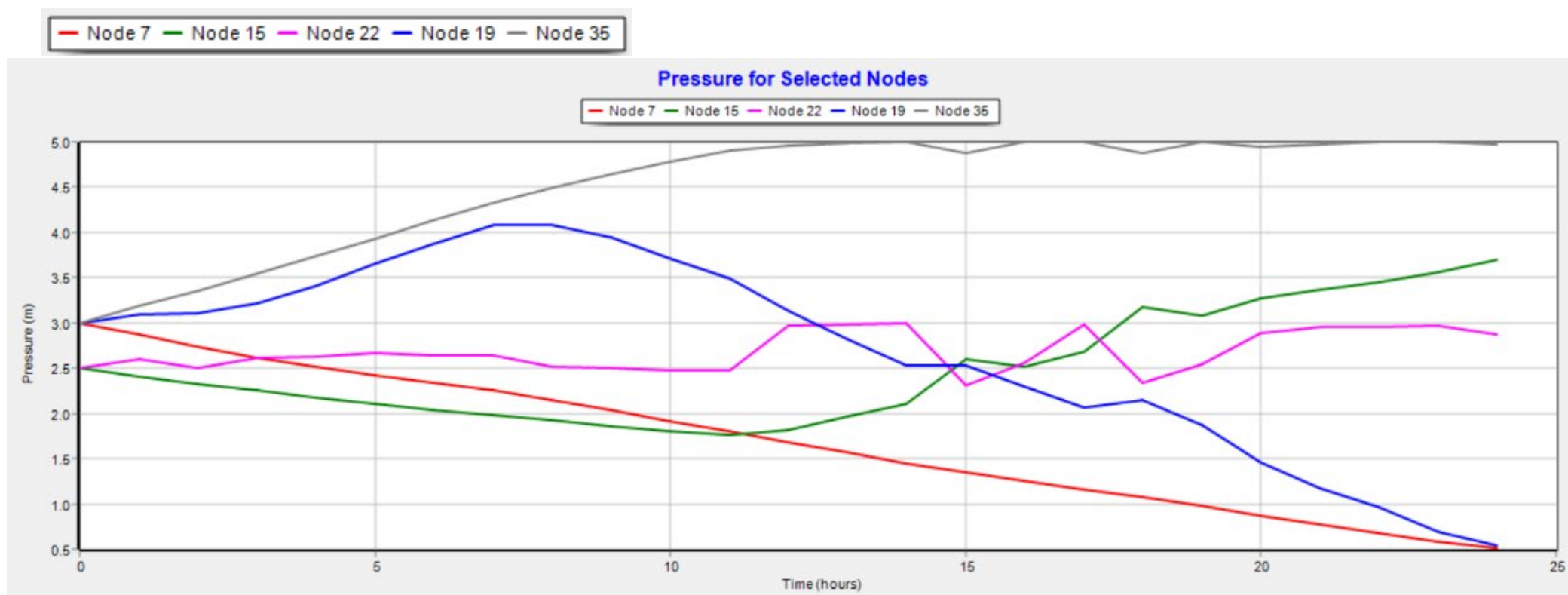
表 32 113 年 7 月 23 日成功淨水場、海淡廠、深井產水資料表

名稱	出水量 (CMD)		限制條件
	理論值	實際值	
成功淨水場 (含鹽淡)	3,083	3,000	水庫水 3,000 CMD 鹽淡水 600 CMD 共計 3,600 CMD
馬公第一海淡廠	12,577	12,500	設備出水上限 13,000 CMD
馬公第二海淡廠(4000T)	4,004	4,000	環評條件上限 10,000 CMD
馬公第二海淡廠(6000T)	5,352	5,500	
馬公 10 號井	242	136	地下深井出水量 2,484 CMD (供馬公市深井已達 1,413 CMD)
馬公 19 號井	597	387	
馬公 22 號井	377	197	
馬公 49 號井	197	124	
產水量總計	26,155	25,844	漏防處管控日平均 25,000 CMD
小區需水量總計 (馬公市區+湖西+澎南)	25,776	25,776	-

資料來源：本次研究自行彙整製作

由表 32 可發現，113 年 7 月 23 日各小區需水量加總為 25,776 CMD，以此值進行水力分析，在此條件下，調整各產水單元出水理論值接近實際值後，可使理論值與實際值差異在 1.2%以內；理論供水量與需水量差異 1.4%，實際供水量與需水量差異 0.3%。

在理論狀態下之水力分析模型，可明顯發現多處水頭未達 10 公尺 (水頭 10 公尺約等於 1 kgf/cm^2)，其中又以三多小區與文澳小區進水點水頭更是未足 1 公尺 (水壓小於 0.1 kgf/cm^2)。經檢視後，發現與與水池蓄水量變化有關，相關蓄水池水位變化資料如圖 79。



Node7：馬二海淡廠配水池

Node19：成功淨水場清水池

資料來源：本次研究自行彙整製作(使用 EPANET)

Node15：馬一海淡廠配水池

Node35：東文供水站

Node22：澎湖所隧道

圖 79 馬公系統重要配水池水位水力分析模擬變化圖

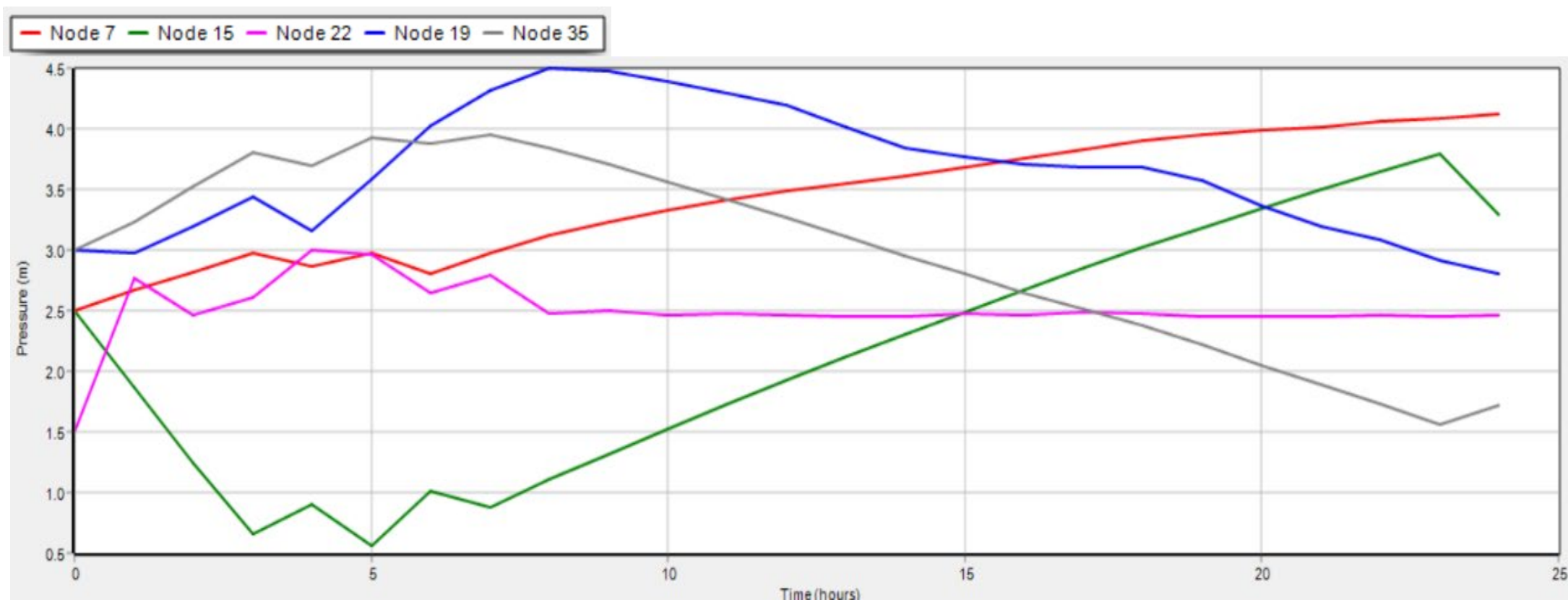
由圖 79 中可發現，馬二海淡廠配水池隨時間變化持續下降，直至夜間 24 時左右達最低水位而且整日清水池水位均無回升；成功淨水場清水池水位也會隨時間變化逐步降低，在上午 7、8 時達最高峰，隨後逐步下滑，亦於夜間 24 時達最低水位，自上午 8 時起至夜間 24 時水位均無回復，並可發現東文供水站蓄水量長時間無下降，表示該供水站出水量少於進水量。東文供水站清水水源來自馬一海淡廠，表示馬一海淡廠供水量過多至東文供水站，應調節至馬二海淡廠與成功淨水場蓄水量中，以穩定澎湖地區供水。

未調整供水操作條件下，只要連續二日有相同需水條件，許多抽水機將會因水池達低水位停止運作，而後隨水池水位回升，重新啟動時，造成馬公系統破管問題。

為改善當日馬公系統水力分析模擬之問題，經水力分析模擬調整後，能有效改善配水池水位變化問題(如圖 80)，使水池蓄水量能有效發揮調蓄能力，並進而解決水池水位過低造成抽水機停機，造成區域間水壓過低問題，經調整後，全馬公系統水壓可達 0.45 kgf/cm^2 以上，建議改善作為如下：

1. 東文供水站需新設 50HP 抽水機一部，揚程 50 公尺，額定流量 4000 CMD，以滿足其支援成功淨水場送馬公市區之供水缺口。

2. 將馬一海淡廠與馬二海淡廠連結，另考量馬一海淡廠清水池高程較低，馬二海淡廠高程較高，需埋設 300mm 管線 224 公尺，並新設 50HP 抽水機一部，揚程 50 公尺，額定流量 4000 CMD，將馬一海淡廠清水送至馬二海淡廠清水池中。



Node7：馬二海淡廠配水池 Node19：成功淨水場清水池
 Node15：馬一海淡廠配水池 Node35：東文供水站
 Node22：澎湖所隧道

資料來源：本次研究自行彙整製作(使用 EPANET)

圖 80 馬公系統重要配水池於新設馬二馬一連通管後，水力分析模擬水位變化圖

經此調整後，各水源產水狀況如表 33：

表 33 成功淨水場、海淡廠、深井產水資料表

名稱	出水量 (CMD)		限制條件
	調整前	調整後	
成功淨水場 (含鹽淡)	3,083	3,083	水庫水 3,000 CMD 鹽淡水 600 CMD 共計 3,600 CMD
馬公第一海淡廠	12,577	12,577	設備出水上限 13,000 CMD
馬公第二海淡廠 (4000T)	4,004	4,012	環評條件上限 10,000 CMD
馬公第二海淡廠 (6000T)	5,352	5,385	
馬公 10 號井	242	243	調整前：馬公市深井已 達 1,413 CMD 調整後： 馬公市深井已達 1,410 CMD)
馬公 19 號井	597	599	
馬公 22 號井	377	371	
馬公 49 號井	197	197	
產水量總計	26,155	26,467	漏防處管控日平均 25,000 CMD
小區需水量總計 (馬公市區+湖西+澎南)	25,776	25,776	-

資料來源：本次研究自行彙整製作

由表 33 可發現，在此調節狀況下，只要產水量多增加 312 CMD，即可有效改善相同供水條件下之澎湖地區馬公系統水力分析之供水壓力，與表 32 實際值相比則需多增加 623 CMD。在此調節狀況下，不同供水操作模式即容易造成售水率的不同。

以上述資料計算為例，實際值之「總小區供水量/淨水場出水

量」為 99.7%，未調整前之水力分析「總小區供水量/淨水場出水量」為 98.55%，調整後水力分析「總小區供水量/淨水場出水量」為 97.4%，此部分調整將容易使得進入蓄水池但未送出的水列入漏水量計算中，容易造成計算上誤差，進而造成操作同仁掌控出水量的時候，因出水量爰建議後續計算漏水率計算時，建議修改成「淨水場出水量-(加壓站入水量-加壓站出水量)」作為計算分母，以免部分清水進入蓄水池中調蓄水位，非因漏水造成供水量徒增，此計算誤差往往會發生在大區漏水率與中區漏水率計算中，並在每日出水量管控時，容易誤判現場狀況。

第五章 結論與建議

5.1 結論

本研究案之研究動機緣於澎湖地區有 7 成水源來自海淡水極高供水成本，為免過份仰賴耗能海淡水，應同時加強降漏等效率化管理，除戮力汰換老舊管線及加強檢漏外，應在滿足用戶端用水足量供應下，進行合理水壓調配管理。

研究目的係透過用戶端用水設備清查與自動讀表傳訊設備回傳每日水量計數值，分析大用水戶用水紀錄與用水型態，提出合理用水模式與建議；另方面，透過小區水壓計與水量計即時回傳供水相關數值，觀察小區水壓變化，透過供水模式調整分析，更加精準掌握小區用水趨勢，在滿足民眾用水需求及維持供水穩定下，提供澎湖地區管理單位水壓操作模式，給予合理水壓管理建議，進一步輔助降低漏失水量與供水虧損。

研究範圍以馬北中區(10 個小區)與馬南中區(12 個小區)為主，因前述兩個中區佔馬公系統約 8 成之用水量(馬南中區 51.21%、馬北中區 27.76%)。研究內容第一部分係探討影響馬北與馬南中區之用水量波動之因素，除探討觀光人次對於用水量影響程度外，亦將氣候因子(包含溫度、濕度、雨量、降水日數與日照時數)納入分析，

由統計檢定分析發現，「溫度」與「觀光人次」對於馬北與馬南等兩個中區用水量有顯著性影響。

此外，14 個小區(啟明、民族、新西衛、新生、文澳、菜寮、西文、安宅、東衛、五福、光榮、城北、朝陽與崇光等小區)同時受到「溫度」及「觀光人次」等兩個因子影響用水量變化；文光與民生等兩個小區之用水量與「溫度」呈現低度相關，與「觀光人次」呈現中度相關；案山與三多等兩個小區之用水量與「溫度」呈現中度相關，與「觀光人次」呈現低度相關；光華石泉、三總與北辰等小區之用水量與「溫度」及「觀光人次」皆呈現低度相關。

另，因澎湖地區 111 年 9 月 16 日已完成六個小區(民族、文澳、城北、民生、案山與三多)全面建置智慧水表，可密集記錄每日售水量，爰擇一個智慧水表小區「民族小區」，探討「每日」溫度與觀光人次，對於「每日」售水量之影響。

統計分析顯示民族小區「每日」用水量會受到溫度與觀光人次影響；此外，觀光淡季期間(1~4 月、10~12 月)，民族小區「每日」用水量亦會隨溫度或觀光人次增加(減少)而增加(減少)；觀光旺季期間(5~9 月)，民族小區「每日」用水量不隨溫度上升(下降)而變化，但隨觀光人次增加(減少)而增加(減少)，原因為 5~9 月之每日平均

溫度雖高達 30 度，但澎湖縣政府每年此期間於民族小區之觀音亭園區舉辦年度重大活動(國際海上花火節、泳渡澎湖灣、全國帆船錦標賽、追風音樂節及自行車活動等)，吸引大量遊客赴澎湖參與活動與觀光，故溫度雖高溫炎熱，但不影響旅客赴澎湖之意願，致溫度變化與用水量無相關性。

第二部分針對關鍵小區進行大用水戶用水型態分析，擇月用水量 200 立方公尺以上大用水戶進行用水設備調查，166 受訪戶之基本資料，水表口徑以 20mm 與 40mm 數量比例最高(44 戶，26.51%)、用水人口級距以 10 位以下數量為多(74 戶，44.58%)、總樓板面積級距以小於 500 平方公尺以下數量居多(67 戶，40.36%)、蓄水池容量級距以 1~10 立方公尺數量比例最多(105 戶，63.25%)且 166 戶蓄水池合計量計 17,382 立方公尺、每月用水量級距以 200~500 立方公尺數量為多(125 戶，75.30%)、經營類別以餐飲業數量最多(44 戶，26.51%)。

除用水設備調查外，亦針對 166 戶之用水量進行統計，以勤務機構用水量佔比最高(24.43%)，第二為醫療院所(19.35%)、第三為飯店旅館(11.48%)、第四為娛樂服務(8.28%)、第五為生產製造(5.92%)。

第三部分針對月用水量 1,000 度以上智慧水表用戶(計 20 戶)之

每小時用水量分析，藉由密集紀錄用水數據，分析用水趨勢，發現水表故障，即時換表以利正確計量；水表逆流異常，即時查明改善，以維護民眾飲用水水質安全；大用水戶進水量無規律，易影響鄰近水壓，大量進水時恐造成本公司供給鄰近用戶之水壓下降，亦影響用戶用水穩定。

第四部份，透過掌握用戶用水型態於智慧小區中的代表性後，即可有效掌握該小區的供水情勢變化。當該小區自動讀表安裝程度足以代表該小區用水量時，則觀察與統計這些自動讀表用戶用水資料，即可掌握該地區用戶用水對該小區水壓影響，並以此進行推估用水變化與供水調整，達成「以需定供」的供水管理方式。以本次研究之文澳小區為例，即可作為「以需定供」的供水管理模範，然而，每個小區用水情形未必僅與大用戶用水型態有關，從表 17 可以發現，民族、案山與城北小區的售水量與供水量相關係數均不屬於高度正相關，表示這幾個小區供水狀況還有受漏水影響，因此要達到「以需定供」的供水管理之前，應先降低漏水率，並穩定漏水率變化，為達到「以需定供」先決條件。

第五部分，裝設自動讀表除了可以提前通知用戶漏水，減少高成本低收益之自來水供應，稍微減少供水虧損外，對於供水管理有

相關助益，目前初步發現之效益如下：

- 一、當發生供水事件時，裝設自動讀表可有效釐清是否為瞬間大量用水造成之供水缺口，還是因為漏水造成的供水缺口，並透過掌握智慧小區內的用戶用水變化趨勢後，即可針對供水缺口事件進行原因分析，並採取對應作為。
- 二、透過統計用戶用水資訊後，可滾動檢討區域供水設備與供水狀況，並且可將相關資訊提供給工程設計規劃單位，結合用戶每小時用水量變化趨勢提供 EPANET 進行每小時的水力分析，能提前發現供水弱點，一旦出現需進行供水改善工程的問題時，能提供有效資訊予工程規劃單位進行規劃與評估。
- 三、透過掌握用戶每日用水狀況後，能滾動檢討用戶用水狀況，並規劃合理的每日供水政策與水壓管理，可有效提升供水品質。

5.2 建議

- 一、開發售水分析預測模型，以利及早調整供水量因應：

本研究案經統計分析顯示「溫度」與「觀光人次」會影響用水量波動，相關係數分別為 0.834 與 0.712，具有高度正相

關性，亦即溫度或觀光人次增加(減少)，用水量亦會而增加(減少)。

此外，由相關係數的平方，可得到判定係數，判定係數係評估變項間彼此的解釋量，爰可得「溫度」與「觀光人次」之判定係數為 50.69%與 69.56%，表示用水量的總變異中，有 50.69%是由「溫度」解釋，69.56%是由「觀光人次」解釋。

建議可利用溫度、觀光人次與售水量之相關性數據，進一步開發用水分析預測模型，並逐期比對每週或每月之實際數據與預測數據之落差，即時修正與調整，以使模型能符合實際情形，以協助澎湖地區管理單位及早掌握未來一週或一個月之用水量與趨勢，及早調整供水量因應，以滿足用戶端用水足量穩定。

二、 大用水戶進水模式，建議於離峰期間採定量進水：

大用水戶用水量極大，短期間大量進水，易影響鄰近用戶取水與小區內水壓偏低，建議澎湖地區管理單位針對非於離峰期間進水之大用水戶，逐一溝通輔導，於離峰期間採定量且穩定的模式進水，較不易發生搶水與無水情形，電費亦較低廉，對於大用水戶日常營運具有正面助益。

三、 逐年增加智慧水表小區安裝數，以利掌握馬公系統即時售

水量，及降低供水成本：

智慧水表可密集記錄用戶端每小時用水數據，提供即時用水量，以協助調配供水，馬北與馬南等兩個中區售水量佔馬公系統 78.97%，小區數計有 22 個，目前智慧水表安裝僅 6 個小區(馬北 2 個小區、馬南 4 個小區)，統計至 113 年 8 月底安裝數 5,198 只，佔馬公系統用戶數比例 21.47%，售水量每月約 25.5 萬立方公尺，佔馬公系統售水量比例 42.86%，表示馬公系統即時售水量掌握比例尚未達 50%，對於即時供配水與降漏效益仍有限；爰此，建議逐年增加智慧水表小區安裝數。

考量馬南中區佔馬公系統售水量比例 51.21%，可先行針對馬南中區尚未安裝智慧水表之 8 個小區(計 6,388 戶)安裝，可掌握馬公系統即時售水量由 42.86%提高至 57.74%(馬南系統+馬北系統 2 個小區)。

後續再針對馬北中區尚未安裝智慧水表之 8 個小區安裝，可再提高馬公系統之即時售水量至 78.47%(馬南系統+馬北系統)。

藉由馬南與馬北等兩個中區全面安裝智慧水表，即時掌握馬公系統近 8 成之售水量，由即時售水率變化，掌握小區供水

量，進一步協助分析漏水量，或由小區夜間最小流協助查明有無漏水情形，即時修漏以降低漏失水量，及供水虧損。

另方面，因澎湖地區之水源有七成來自海淡水，供水成本高，每售出一度水則虧損 50 元，藉由用戶端安裝智慧水表，針對用水異常增加、內線漏水之用戶，可即時通知用戶查修，除可減少用戶水費支出外，亦可協助降低澎湖地區之高供水成本支出。

四、 精進小區建置封閉並提升供水穩定：

目前為避免小區有過多進出水點，造成數據統計困難與過高設備建置成本，因此各小區進出水點數量均進行管控，以目前澎湖所小區規劃來看，最多約為 3 個進水點外加直供水井，最多共計約 5 個進水點，然而智慧小區已可於隔日進行即時分析，因此智慧小區進出水點數量應可放寬，原本以關閉邊界閥方式作為小區劃分的方式，可以改成以流量計做為區域分界，減少小區遭遇突發狀況時，需打開小區邊界閥，破壞小區封閉性，達到監測管網供水狀況以及強化小區供水穩定性。

五、 自動讀表與分區計量管網結合之挑戰：

在本次研究案中，因小區流量計及用戶智慧水表因設備傳

訊故障問題，造成統計錯誤，因此在本次研究案中供水量與售水量計算係以移動式供水量與移動式售水量計算大用戶用水量、小區供水量、小區售水量與小區售水率等相關係數。然而，就即時掌握供水現況而言，應依設備即時回傳訊資訊為主，惟在無正確的錯誤資訊排除狀況下，逕依即時回傳資料進行管控，反而容易造成其他問題，如：因 A 小區之甲進水點流量計故障無回傳，造成即時分析時，售水率上升，變相造成錯誤判斷。因此，找出一個有效的統計分析方式以避免設備故障造成之統計誤差與維持一定的數據即時性，以及如何強化設備穩定度是未來可以研究之方向。

六、 供水改善與水力分析自動化：

在本次研究案中發現，馬公系統供水限制條件非常多，並且容易受觀光客旅遊數量影響當地供水，本次研究透過 EPANET 水力分析模型可稍微了解原因所在，並於發現問題後，進行問題改善策略模擬。

然而澎湖馬公系統之供水情境相關分析報告，最近一次有全面進行 EPANET 水力分析資料係 101 年澎湖營運所分區計量管網建置報告。自 101 年迄今，供水管線、小區管網建置狀態、

管線埋設狀態等資訊均已經歷一段時間未更新，因此本次研究僅針對重要送配水管線資料進行修正並進行分析，實際供水水壓狀況與現場實務狀況仍有差距，其原因主要係與水力分析之資料模型資料無法即時更新所致，致使本次分析完之水力分析模型資料與實際監測數值仍有差異。

目前水力分析模型建置與資料修正均須依靠人力進行修正與調整。辦理此類業務同仁，需具有一定程度以上(含軟體操作與水力分析經驗等)才可有效進行資料修正，造成此部分資料調整往往曠日廢時，且資料有效期甚短。

目前水力分析 Pattern 設定往往係透過小區流量計之數值變化進行設定，然而這樣的計算方式容易受漏水量影響，造成無法有效判斷供水變化，水力分析通常係不考慮漏水問題，因此當供水量、售水量等資料均可完成即時性回傳後，進行即時水力分析，將可進一步提供資訊判斷管網水壓變化係因漏水造成水壓突降或用戶瞬間大量進水造成之水壓變化，同時可以透過水力分析模擬功能，能進一步規劃後續可行的辦理事項，以改善供水穩定問題。

當完成智慧小區建置後，如何進行供水系統即時水力分析

以了解管網供水狀況，以及非智慧小區系統應規定多久即需針對整個地區進行供水情境分析，亦是未來可精進與研究方向。

參考文獻

1. Abdul Aziz, N., Musa, T. A., Musliman, I. A., Omar, A. H., & Wan Aris, W. (2022). Smart Water Network Monitoring: A Case Study at Universiti Teknologi Malaysia. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 46, 3-7.
2. Al-Amin, M., Mahmud, K., Hosen, S., & Islam, M. A. (2011). Domestic Water Consumption Patterns in a Village in Bangladesh. *Proceedings of the 4th Annual Paper Meet and 1st Civil Engineering Congress*, December 22-24, 2011, Dhaka, Bangladesh,
3. Al-Washali, T., Sharma, S., Al-Nozaily, F., Haidera, M., & Kennedy, M. (2019). Modelling the Leakage Rate and Reduction Using Minimum Night Flow Analysis in an Intermittent Supply System. *WATER*, 11(1), Article 48. <https://doi.org/10.3390/w11010048>
4. Becker, N. (2015). Water Pricing in Israel: Various Waters, Various Neighbors. *WATER PRICING EXPERIENCES AND INNOVATIONS*, 9, 181-199. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16465-6_10
5. Devitama, F., Xinjie, L., Luziani, S., & Paramita, B. (2020). Implementation of Smart Water Grid System as a Green Technology N Gedebage Sports Centre, Bandung City, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*,
6. Jara-Arriagada, C., & Stoianov, I. (2021). Pipe Breaks and Estimating the Impact of Pressure Control in Water Supply Networks. *RELIABILITY ENGINEERING & SYSTEM SAFETY*, 210, Article 107525. <https://doi.org/10.1016/j.res.2021.107525>
7. Jethoo, A., & Poonia, M. (2011). Water Consumption Pattern of Jaipur City (India). *International Journal of Environmental Science and Development*, 2(2), 1-4.
8. Jia, X. P., Zhang, L. X., Li, Z. W., Tan, R. R., Dou, J. H., Foo, D. C. Y., & Wang, F. (2019). Pinch Analysis for Targeting Desalinated Water Price Subsidy. *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*, 227, 950-959. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.332>
9. Kabaasha, A. M., van Zyl, J. E., & Piller, O. (2016, 2016-11-07). Modelling Pressure: Leakage Response in Water Distribution Systems Considering Leak Area Variation.

10. Modélisation De La Réponse Fuite : Pression Dans Un Réseau D'alimentation D'eau Potable En Considérant La Variation De La Surface De Fuite. 14th CCWI international conference, Computing and Control in Water Industry, Amsterdam, Netherlands.
11. Kulik, V. (1993). Simple Weather-Water Demand Model. International Journal of Water Resources Development, 9(3), 293-304.
12. Li, J., Yang, X., & Sitzenfrei, R. (2020). Rethinking the Framework of Smart Water System: A Review. WATER, 12(2), 412.
<https://www.mdpi.com/2073-4441/12/2/412>
13. Molinos-Senante, M., & Guzmán, C. (2018). Reducing Co₂ Emissions from Drinking Water Treatment Plants: A Shadow Price Approach. APPLIED ENERGY, 210, 623-631.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.09.065>
14. Mukhopadhyay, A., Akber, A., & Al-Awadi, E. (2001). Analysis of Freshwater Consumption Patterns in the Private Residences of Kuwait. Urban Water, 3(1), 53-62.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1462-0758\(01\)00016-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1462-0758(01)00016-4)
15. Sudol, M. (2018). Selection Method of Measurement Points for Changes in Water Quality in the Water Supply Network Monitoring System. OCHRONA SRODOWISKA, 40(3), 41-46.
16. Tsitsifli, S., Gonelas, K., Papadopoulou, A., Kanakoudis, V., Kouziakis, C., & Lappos, S. (2017). Socially Fair Drinking Water Pricing Considering the Full Water Cost Recovery Principle and the Non-Revenue Water Related Cost Allocation to the End Users. DESALINATION AND WATER TREATMENT, 99, 72-82.
<https://doi.org/10.5004/dwt.2017.21552>
17. Zhang, H. H., & Brown, D. F. (2005). Understanding Urban Residential Water Use in Beijing and Tianjin, China. Habitat International, 29(3), 469-491.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2004.04.002>
18. Zhu, X., Yin, Z., Liu, Y., Feng, B., & Wang, Y. (2019). Study on Framework Design of Smart Water Management System in Shenzhen. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,
19. 中華民國行政院主計總處 (2024)。消費者物價基本分類指數。

上網日期：2024 年 2 月 17 日。檢自：

<https://nstatdb.dgbas.gov.tw/dgbasall/webMain.aspx?sys=210&funid=A030101015>

20. 王銘博、楊境維、黃欽稜（2013）。供水管網水壓精緻操作與管理—以臺北地區為例。中華民國自來水協會會刊，32（1），43-56。
21. 李紅豔、崔建國、張星全（2004）。城市用水量預測模型的優選研究。中國給水排水，20（2），3。
22. 林志憲（2017）。利用大數據以人工智慧之水量需求預測。中華民國自來水協會會刊，36（1），34-47。
23. 張錫堅（2009）。利用水力分析模擬水壓與現況水壓差異診斷供水管網異常區域。中華民國自來水協會會刊，28（1），58-64。
24. 許盈松、郭雅煊、陳昶憲、葉昭憲、王國樑（2008）。台灣地區生活用水量推估研究。農業工程學報，54（4），33-43。
25. 隋忠寰、蔡博淵、林志憲（2015）。國際水壓管理發展趨勢及應用探討。中華民國自來水協會會刊，34（1），30-37。
26. 澎湖縣政府旅遊處（2024）澎湖地區觀光人數統計。上網日期：2024 年 2 月 14 日，檢自：
<https://www.penghu.gov.tw/tourism/home.jsp?id=18>
27. 駱佩婷（2008）。台中市生活用水量之模式建構與模擬。逢甲大學。台中市

28. 財團法人臺灣產業服務基金會（2013）。商業大用水戶用水調查與合理用水量估算技術之研究計畫。台北市：經濟部水利署。

附錄

附錄一 自變數

年度	月份	X1	X2	X3	X4	X5	X6
		溫度 (°C)	相對溼度 (%)	雨量	降水日數 ≥0.1 毫米	日照 時數	觀光人次
		平均	平均	(毫米)	(天)	(小時)	人
109 年	7 月	29.8	83	8.5	4	284.4	253,121
109 年	8 月	29	87	225.5	11	252.3	272,045
109 年	9 月	28.3	79	32	1	233.3	149,171
109 年	10 月	25.1	75	T	0	153.5	112,009
109 年	11 月	23	81	24.5	4	91	49,339
109 年	12 月	18.5	83	15.5	4	47.2	37,590
110 年	1 月	15.5	80	0.5	1	128.5	35,239
110 年	2 月	17.7	83	28	2	151.5	45,815
110 年	3 月	19.7	84	4	2	155.6	63,703
110 年	4 月	22.9	80	12	2	154.1	148,278
110 年	5 月	27.5	85	119.5	1	275.8	113,861
110 年	6 月	27.8	89	96.5	9	190.5	3,676
110 年	7 月	28.9	87	104	4	286.8	7,272
110 年	8 月	27.9	91	402.5	10	231.3	31,272
110 年	9 月	29	83	2.5	3	280.1	52,641
110 年	10 月	26.6	78	1.5	2	190.5	45,819
110 年	11 月	22.6	76	3.5	3	155.7	37,232
110 年	12 月	19.2	76	13.5	2	106.2	33,205
111 年	1 月	18	81	24.5	6	82.4	31,730
111 年	2 月	14.9	89	85	11	39.4	36,176
111 年	3 月	20.5	86	79.5	8	159.8	57,558
111 年	4 月	23	81	4	2	199.9	111,791
111 年	5 月	24.3	88	311	16	98.7	118,241
111 年	6 月	27.9	89	225	10	222.6	152,492
111 年	7 月	29.2	86	36.5	4	294.7	172,665
111 年	8 月	29.3	85	132	7	281.3	167,660

年度	月份	X1	X2	X3	X4	X5	X6
		溫度 (°C)	相對溼度 (%)	雨量	降水日數 ≥0.1 毫米	日照 時數	觀光人次
		平均	平均	(毫米)	(天)	(小時)	人
111 年	9 月	28.2	79	3	4	258	135,399
111 年	10 月	25.4	79	7.5	3	148.3	86,121
111 年	11 月	23.3	88	6.5	2	78.9	39,973
111 年	12 月	18.1	79	7	3	88.8	34,010
112 年	1 月	16.2	84	2.5	1	97.9	43,163
112 年	2 月	16.4	86	9.5	2	63.9	32,240
112 年	3 月	20	80	10	6	203.3	56,464
112 年	4 月	23	83	70.5	4	150	162,353
112 年	5 月	25.7	83	82	5	165.3	208,686
112 年	6 月	28.5	86	104.5	8	221.8	227,915
112 年	7 月	29.4	84	292	9	261	164,776
112 年	8 月	28.8	87	7	4	242.6	149,198
112 年	9 月	28.3	86	120	7	224.5	88,714
112 年	10 月	26	79	6	1	131.6	70,790
112 年	11 月	23.3	76	T	0	198.5	39,837
112 年	12 月	20.1	79	3.5	2	84.6	30,453

附錄二 依變數

年度	月份		依變數																				
		Y	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10	y11	y12	y13	y14	y15	y16	y17"	y18	y19	y20	y21
		合計	菜寮小區	寨山小區	文光小區	民生小區	啟明小區	民族小區	光華石庫	三總小區	文澳小區	北辰小區	新生小區	東衛小區	三多小區	朝陽小區	城北小區	安宅小區	西文小區	五福小區	新西衛小區	重光小區	光榮小區
109年	7月	514,876	12,444	12,298	12,298	32,485	20,387	20,324	48,558	37,391	47,268	33,234	46,751	12,383	23,028	23,372	16,523	4,061	9,712	18,259	24,424	6,940	43,025
109年	8月	535,301	11,763	32,397	12,104	32,908	20,087	18,446	48,891	37,528	47,552	32,919	46,484	11,635	24,966	23,062	15,672	4,358	9,846	18,685	26,394	6,733	43,025
109年	9月	490,986	10,583	29,624	11,668	31,625	19,180	17,280	43,327	34,325	39,858	29,800	42,570	11,462	25,055	22,153	14,927	4,375	8,155	17,646	23,269	6,487	39,465
109年	10月	479,452	9,943	28,376	12,537	24,710	16,074	14,910	44,771	35,240	40,732	30,741	43,554	10,296	24,531	22,524	13,475	3,555	8,269	17,784	21,696	6,685	40,780
109年	11月	435,380	8,598	25,679	12,244	23,913	15,556	14,553	42,028	34,528	35,358	29,009	29,512	9,443	23,282	21,573	12,490	2,851	7,343	16,984	19,889	6,099	37,104
109年	12月	463,689	9,855	25,716	11,466	22,159	14,868	15,870	43,094	35,766	35,752	49,246	30,770	10,150	23,493	23,494	13,451	3,077	7,452	17,245	19,057	6,010	38,245
110年	1月	438,205	10,765	25,266	11,344	22,175	14,799	15,383	44,257	33,788	31,592	29,897	31,914	10,287	23,296	21,400	13,610	3,130	7,016	17,398	18,606	6,290	38,979
110年	2月	397,412	8,756	21,939	10,939	20,505	13,105	12,969	40,130	30,518	28,534	26,979	29,556	9,266	21,457	19,984	13,827	2,971	6,337	15,814	16,511	5,820	35,156
110年	3月	454,765	9,187	24,078	12,111	22,935	14,853	14,945	43,830	35,041	37,701	29,744	37,578	9,926	23,024	21,495	14,875	3,201	8,246	17,913	21,011	6,365	38,459
110年	4月	460,102	10,011	25,722	12,685	25,457	16,104	16,411	42,330	34,041	36,893	28,785	36,366	10,604	24,733	21,677	14,949	3,117	8,108	17,701	22,812	6,117	37,374
110年	5月	464,164	11,357	28,247	13,142	16,059	16,059	16,392	44,989	38,498	32,246	30,215	33,834	11,171	26,095	22,467	15,466	3,190	8,101	18,613	22,581	6,468	40,874
110年	6月	435,480	10,015	25,217	9,166	20,010	11,737	13,582	43,770	37,732	30,597	29,040	32,615	10,014	21,613	21,545	15,725	3,234	7,339	18,269	21,062	6,349	39,511
110年	7月	438,933	9,765	25,119	9,209	20,677	12,192	14,088	44,346	37,495	32,558	28,972	31,863	9,842	20,949	22,201	16,337	3,387	6,998	18,789	21,072	6,555	39,521
110年	8月	450,408	10,012	26,190	11,318	23,094	14,108	14,592	44,176	37,392	32,589	29,032	31,986	10,612	24,050	23,066	15,612	3,374	6,957	18,717	20,503	6,551	39,521
110年	9月	460,864	9,945	26,000	11,345	22,510	13,666	14,145	47,222	42,775	35,074	28,488	34,512	10,574	24,501	22,721	14,940	3,258	7,669	17,945	20,667	6,339	38,897
110年	10月	474,188	10,229	25,770	10,503	22,872	14,523	14,838	49,951	44,958	36,505	29,385	35,263	10,415	25,418	21,870	15,193	3,193	8,032	18,391	22,103	6,549	40,194
110年	11月	444,426	9,856	24,859	9,937	22,135	14,032	14,194	42,638	42,153	36,836	27,959	28,521	9,935	24,626	20,624	14,646	3,031	8,043	17,550	20,581	6,066	38,160
110年	12月	466,251	9,741	24,448	10,104	23,052	13,813	13,812	42,881	43,289	37,767	46,471	29,109	10,287	24,382	20,153	13,871	3,029	8,320	17,843	20,311	6,080	39,168
111年	1月	444,801	9,375	24,195	10,144	36,725	13,565	13,789	42,963	41,692	30,948	27,719	27,862	10,205	23,875	19,750	13,693	2,993	7,300	17,446	19,540	6,158	37,564
111年	2月	387,573	8,342	21,441	9,436	19,663	11,784	12,422	38,813	37,657	27,953	25,278	26,012	8,481	19,909	19,156	13,129	2,635	6,593	15,532	17,209	5,596	33,940
111年	3月	450,995	9,145	23,521	10,447	22,164	13,669	14,614	43,747	43,892	37,326	28,967	33,106	9,389	22,042	21,695	14,536	2,892	8,109	17,994	21,764	6,220	37,647
111年	4月	461,385	9,740	26,356	11,420	25,006	15,740	16,540	42,417	42,623	36,390	28,359	32,757	10,590	24,275	21,344	15,070	3,011	7,901	18,050	23,222	6,031	36,644
111年	5月	502,575	10,769	29,384	11,801	25,909	16,598	17,548	47,318	47,462	39,466	30,992	38,683	11,331	25,844	22,165	15,608	3,178	8,501	19,325	25,721	6,634	39,841
111年	6月	498,284	11,096	29,480	11,728	27,083	18,241	18,826	46,291	46,285	38,193	30,020	37,788	11,605	22,711	21,749	16,864	3,299	8,261	19,172	26,096	6,634	38,601
111年	7月	532,194	12,077	31,002	12,142	27,986	18,876	19,408	51,294	51,002	40,979	31,275	44,158	12,193	22,745	22,587	17,880	3,493	9,369	19,806	26,628	6,779	41,147
111年	8月	534,231	11,717	30,507	12,850	27,986	19,264	19,105	51,960	51,472	41,029	31,107	43,029	11,804	24,965	23,175	17,765	3,481	9,492	19,803	26,350	6,731	41,147
111年	9月	498,746	11,013	29,259	12,538	29,166	18,405	18,242	45,426	46,822	37,753	29,426	35,961	11,292	24,907	22,660	17,171	3,364	8,817	18,800	24,014	6,436	38,458
111年	10月	489,602	10,575	27,448	10,550	24,984	15,583	17,194	46,582	48,276	39,011	30,407	37,160	7,088	25,774	22,239	16,441	3,190	9,098	19,097	23,471	6,597	39,740
111年	11月	444,492	9,593	24,859	9,865	24,178	14,983	16,366	44,031	42,426	31,292	26,126	28,754	11,216	24,952	21,189	15,668	3,007	7,640	17,912	21,316	6,147	35,333
111年	12月	440,235	10,032	25,618	9,231	23,340	12,586	15,497	44,998	42,576	31,479	27,383	29,888	10,242	21,914	21,495	15,486	3,014	7,528	17,741	20,138	6,107	36,412
112年	1月	441,070	10,131	25,575	9,046	23,340	12,617	15,451	41,813	43,825	33,077	28,328	31,130	9,849	20,786	21,356	15,317	2,982	7,527	17,748	20,352	6,201	37,095
112年	2月	415,783	9,320	23,535	21,003	21,003	12,236	13,899	37,766	39,584	29,876	25,564	29,135	8,979	21,154	18,739	13,859	2,870	6,798	16,033	18,474	5,625	33,531
112年	3月	460,732	10,481	26,285	9,669	24,072	14,345	14,311	44,144	44,490	32,019	28,212	37,438	9,967	24,140	20,544	15,348	3,243	8,865	17,751	23,079	6,164	37,301
112年	4月	480,287	10,917	27,961	12,627	30,692	19,097	17,984	43,262	43,124	30,916	27,464	37,156	10,782	25,236	21,433	16,168	3,164	8,717	18,006	24,717	5,920	36,227
112年	5月	532,272	11,980	30,633	12,627	31,715	19,734	18,670	46,995	47,401	42,770	29,470	47,000	11,499	26,668	22,950	17,047	3,282	9,792	19,238	27,480	6,237	39,297
112年	6月	538,654	12,257	31,201	28,897	28,897	19,378	18,826	45,905	48,059	42,512	28,614	45,274	11,849	23,675	21,082	17,310	3,467	9,736	19,269	28,595	6,108	38,006
112年	7月	535,555	13,351	33,471	12,468	29,797	20,024	19,696	46,885	52,926	42,085	30,453	43,749	12,515	23,663	21,286	18,142	3,658	9,894	19,258	27,031	6,374	38,935
112年	8月	523,992	12,137	31,121	12,402	30,177	17,712	18,156	46,780	53,409	41,887	30,318	43,529	11,786	23,593	21,082	17,934	3,214	9,870	18,719	24,959	6,413	38,925
112年	9月	488,198	10,644	28,866	11,992	28,980	16,757	17,161	42,794	47,256	37,914	28,797	40,137	11,161	22,808	20,321	17,297	2,935	8,737	18,059	23,055	6,214	37,575
112年	10月	488,637	10,497	28,522	11,177	26,534	13,751	15,623	42,203	48,673	39,178	29,714	41,475	10,611	25,124	20,674	17,036	3,022	8,999	18,616	22,956	6,426	38,828
112年	11月	427,232	9,569	26,688	10,643	25,678	13,238	15,006	10,419	45,235	35,011	27,496	36,507	10,055	24,674	19,834	16,331	2,919	8,263	17,711	21,295	6,095	36,301
112年	12月	460,286	9,943	27,029	9,495	24,468	11,614	14,452	42,127	45,802	35,553	28,216	37,203	10,415	24,022	20,137	17,538	3,091	8,336	17,942	20,918	6,186	37,464

附錄三 氣候因子、觀光人次與用水量之統計檢定結果

X1：溫度， X2：濕度，X3：雨量，X4：降水日數，X5：日照時數，X6：觀光人次

Y：用水量

		相關					
		Y	X1	X2	X3	X4	X5
皮爾森 (Pearson) 相關	Y	1.000	.712	.088	.308	.273	.563
	X1	.712	1.000	.223	.389	.230	.834
	X2	.088	.223	1.000	.623	.663	.180
	X3	.308	.389	.623	1.000	.791	.285
	X4	.273	.230	.663	.791	1.000	.099
	X5	.563	.834	.180	.285	.099	1.000
	X6	.834	.579	.148	.262	.255	.526
顯著性 (單尾)	Y	.	.000	.290	.024	.040	.000
	X1	.000	.	.077	.005	.072	.000
	X2	.290	.077	.	.000	.000	.128
	X3	.024	.005	.000	.	.000	.034
	X4	.040	.072	.000	.000	.	.266
	X5	.000	.000	.128	.034	.266	.
	X6	.000	.000	.175	.047	.051	.000
N	Y	42	42	42	42	42	42
	X1	42	42	42	42	42	42
	X2	42	42	42	42	42	42
	X3	42	42	42	42	42	42
	X4	42	42	42	42	42	42
	X5	42	42	42	42	42	42
	X6	42	42	42	42	42	42

模型摘要^c

模型	R	R 平方	調整後 R 平方	標準標準誤	變更統計量		
					R 平方變更	F 值變更	自由度 1
1	.834 ^a	.695	.687	21532.75222	.695	91.125	1
2	.880 ^b	.774	.762	18770.08533	.079	13.641	1

模型摘要^c

變更統計量

模型	自由度	2	顯著性	F 值變更	
1		40		.000	
2		39		.001	1.925

- a. 解釋變數：（常數），X6
b. 解釋變數：（常數），X6, X1
c. 應變數：Y

變異數分析^a

模型		平方和	自由度	均方	F	顯著性
1	迴歸	42250975017.970	1	42250975017.970	91.125	.000 ^b
	殘差	18546376726.710	40	463659418.168		
	總計	60797351744.680	41			
2	迴歸	47057023717.452	2	23528511858.726	66.782	.000 ^c
	殘差	13740328027.228	39	352316103.262		
	總計	60797351744.680	41			

- a. 應變數：Y
b. 解釋變數：（常數），X6
c. 解釋變數：（常數），X6, X1

係數^a

模型		非標準化係數		標準化係數	T	顯著性	B 的 1 信賴區間
		B	標準錯誤	β			下限
1	（常數）	428023.118	5596.789		76.477	.000	416711.585
	X6	.462	.048	.834	9.546	.000	.364
2	（常數）	369234.750	16647.988		22.179	.000	335561.015

	X6	.351	.052	.634	6.791	.000	.247
	X1	2881.937	780.291	.345	3.693	.001	1303.649

係數 ^a							
模型		B 的 1 信賴區間	零階	相關		共線性統計量	
		間 上限		部分	部分	允差	VIF
1	(常數)	439334.651					
	X6	.560	.834	.834	.834	1.000	1.000
2	(常數)	402908.485					
	X6	.456	.834	.736	.517	.665	1.504
	X1	4460.224	.712	.509	.281	.665	1.504

a. 應變數: Y

共線性診斷 ^a						
模型	維度	特徵值	條件指數	變異數比例		
				(常數)	X6	X1
1	1	1.805	1.000	.10	.10	
	2	.195	3.040	.90	.90	
2	1	2.763	1.000	.00	.03	.00
	2	.223	3.517	.03	.71	.01
	3	.013	14.462	.96	.26	.99

a. 應變數: Y

殘差統計量 ^a					
	最小值	最大值	平均數	標準偏差	N
預測值	424882.5938	548368.0625	471016.4807	33878.19779	42
殘差	-38926.13281	30020.04102	.00000	18306.55489	42
標準預測值	-1.362	2.283	.000	1.000	42
標準殘差	-2.074	1.599	.000	.975	42

a. 應變數: Y

附錄四 氣候因子、觀光人次與民族小區用水量之統計檢

定結果

- 112 年 1 月 1 日至 113 年 8 月 31 日等計 609 日，「每日」溫度與觀光人次，對於民族小區「每日」售水量之統計分析

w：售水量，w1：溫度，w2：觀光人次

		相關		
		w	w1	w2
皮爾森 (Pearson) 相關	w	1.000	.660	.750
	w1	.660	1.000	.604
	w2	.750	.604	1.000
顯著性 (單尾)	w	.	.000	.000
	w1	.000	.	.000
	w2	.000	.000	.
N	w	603	603	603
	w1	603	603	603
	w2	603	603	603

模型摘要^b

		變更統計量					
模型	R	R 平方	調整後 R 平方	標準標準誤	R 平方變更	F 值變更	自由度 1
1	.794 ^a	.630	.629	54.12838	.630	510.629	2

模型摘要^b

		變更統計量		
模型	自由度 2	顯著性 F 值變更		
1	600	.000	1.336	

a. 解釋變數：(常數)，w2，w1

b. 應變數：w

變異數分析^a

模型		平方和	自由度	均方	F	顯著性
1	迴歸	2992166.577	2	1496083.288	510.629	.000 ^b
	殘差	1757928.749	600	2929.881		

總計	4750095.326	602			
----	-------------	-----	--	--	--

a. 應變數：w

b. 解釋變數：(常數)，w2, w1

		係數 ^a					
		非標準化係數		標準化係數			B 的 [^] 1 信賴區間
模型		B	標準錯誤	β	T	顯著性	下限 上限
1	(常數)	345.971	11.508		30.065	.000	323.371 368.571
	w1	5.842	.558	.326	10.464	.000	4.746 6.939
	w2	.019	.001	.553	17.760	.000	.017 .021

		係數 ^a	
		共線性統計量	
模型		允差	VIF
1	(常數)		
	w1	.636	1.573
	w2	.636	1.573

a. 應變數：w

共線性診斷 ^a						
模型	維度	特徵值	條件指數	變異數比例		
				(常數)	w1	w2
1	1	2.856	1.000	.00	.00	.02
	2	.129	4.713	.08	.01	.71
	3	.015	13.739	.91	.98	.27

a. 應變數：w

- 觀光淡季(112 年 1~4 月、10~12 月，113 年 1~4 月)期間，『每日』「溫度」與「觀光人次」對於民族小區售水量之統計分析
ww：售水量，ww1：溫度，ww2：觀光人次

相關		ww	ww1	ww2
皮爾森 (Pearson) 相關	ww	1.000	.465	.719
	ww1	.465	1.000	.346
	ww2	.719	.346	1.000
顯著性 (單尾)	ww	.	.000	.000
	ww1	.000	.	.000
	ww2	.000	.000	.
N	ww	332	332	332
	ww1	332	332	332
	ww2	332	332	332

模型摘要 ^b							
模型	R	R 平方	調整後 R 平方	標準標準誤	變更統計量		
					R 平方變更	F 值變更	自由度 1
1	.755 ^a	.570	.567	38.17869	.570	217.977	2

模型摘要 ^b			
模型	自由度 2	顯著性 F 值變更	變更統計量
1	329	.000	1.265

a. 解釋變數：(常數)，ww2，ww1

b. 應變數：ww

變異數分析 ^a						
模型		平方和	自由度	均方	F	顯著性
1	迴歸	635451.245	2	317725.623	217.977	.000 ^b
	殘差	479554.586	329	1457.613		
	總計	1115005.832	331			

a. 應變數：ww

b. 解釋變數：(常數)，ww2，ww1

		係數 ^a					
		非標準化係數		標準化係數			B 的 ¹ 信賴區間
模型		B	標準錯誤	β	T	顯著性	下限 上限
1	(常數)	382.071	11.352		33.656	.000	359.739 404.403
	ww1	3.615	.567	.246	6.378	.000	2.500 4.730
	ww2	.020	.001	.634	16.450	.000	.018 .023

		係數 ^a		
				共線性統計量
模型		允差		VIF
1	(常數)			
	ww1			.880 1.136
	ww2			.880 1.136

a. 應變數：ww

共線性診斷 ^a						
模型	維度	特徵值	條件指數	變異數比例		
				(常數)	ww1	ww2
1	1	2.837	1.000	.00	.00	.02
	2	.147	4.394	.05	.02	.94
	3	.017	13.098	.95	.97	.04

a. 應變數：ww

- 觀光旺季(112 年 5~9 月、113 年 5~8 月)期間，『每日』「溫度」與「觀光人次」對於民族小區售水量之統計分析
 wwwww：售水量，wwwww1：溫度，wwwww2：觀光人次

		相關		
		wwwww	wwwww1	wwwww2
皮爾森 (Pearson)	wwwww	1.000	-.055	.407
相關	wwwww1	-.055	1.000	-.001
	wwwww2	.407	-.001	1.000

顯著性 (單尾)	wwwww	.	.183	.000
	wwwww1	.183	.	.496
	wwwww2	.000	.496	.
N	wwwww	271	271	271
	wwwww1	271	271	271
	wwwww2	271	271	271

模型摘要^b

模型	R	R 平方	調整後 R 平方	標準標準誤	變更統計量		
					R 平方變更	F 值變更	自由度 1
1	.410 ^a	.168	.162	64.85297	.168	27.126	2

模型摘要^b

模型	自由度 2	顯著性 F 值變更	變更統計量	
1	268	.000		1.341

a. 解釋變數：(常數)，wwwww2, wwwww1

b. 應變數：wwwww

變異數分析^a

模型		平方和	自由度	均方	F	顯著性
1	迴歸	228177.615	2	114088.807	27.126	.000 ^b
	殘差	1127183.374	268	4205.908		
	總計	1355360.989	270			

a. 應變數：wwwww

b. 解釋變數：(常數)，wwwww2, wwwww1

係數^a

模型		非標準化係數		標準化係數 β	T	顯著性	B 的 [^] 1 信賴區 間 下限
		B	標準錯誤				
1	(常數)	621.911	65.038		9.562	.000	493.862
	wwwww1	-2.188	2.225	-.055	-.983	.326	-6.568
	wwwww2	.014	.002	.407	7.299	.000	.010

		係數 ^a		
		B 的 ¹ 信賴區間	共線性統計量	
模型		上限	允差	VIF
1	(常數)	749.961		
	wwwww1	2.192	1.000	1.000
	wwwww2	.017	1.000	1.000

a. 應變數: wwww

共線性診斷 ^a						
			變異數比例			
模型	維度	特徵值	條件指數	(常數)	wwwww1	wwwww2
1	1	2.934	1.000	.00	.00	.01
	2	.064	6.757	.01	.01	.98
	3	.002	39.438	.99	.99	.01

a. 應變數: wwww

附錄五 用水人口數與自來水取水量之統計檢定結果

相關

		volumn	employee
皮爾森 (Pearson) 相關	volumn	1.000	.258
	employee	.258	1.000
顯著性 (單尾)	volumn	.	.000
	employee	.000	.
N	volumn	160	160
	employee	160	160

模型摘要

模型	R	R 平方	調整後 R 平方	標準標準誤	變更統計量		
					R 平方變更	F 值變更	自由度 1
1	.258 ^a	.067	.061	26652.420	.067	11.295	1

模型摘要

模型	自由度 2	變更統計量	
		顯著性 F 值變更	
1	158		.001

a. 解釋變數：(常數)，employee

變異數分析^a

模型		平方和	自由度	均方	F	顯著性
1	迴歸	8023679730.170	1	8023679730.170	11.295	.001 ^b
	殘差	112235538231.528	158	710351507.794		
	總計	120259217961.697	159			

a. 應變數：volumn

b. 解釋變數：(常數)，employee

		係數 ^a					B 的 [^] 1 信
		非標準化係數		標準化係數			賴區間
模型		B	標準錯誤	β	T	顯著性	下限
1	(常數)	7159.907	2198.600		3.257	.001	2817.470
	employee	15.330	4.561	.258	3.361	.001	6.321

		係數 ^a		B 的 [^] 1 信賴區間
				上限
1	(常數)			11502.344
	employee			24.339

a. 應變數: volumn

附錄六 總樓板面積、經營類別與自來水取水量之統計檢 定結果

變異數同質性檢定

		Levene 統計量	自由度 1	自由度 2	顯著性
volumn	根據平均數	11.525	3	154	.000
	根據中位數	6.987	3	154	.000
	根據中位數，且含調整的自由度	6.987	3	26.882	.001
	根據修整的平均數	7.931	3	154	.000

變異數分析

		平方和	自由度	均方	F	顯著性
群組之間		17010552741.624	4	4252638185.406	6.349	.000
群組內		103151837564.310	154	669817127.041		
總計		120162390305.934	158			

變異數同質性檢定

		Levene 統計量	自由度 1	自由度 2	顯著性
volumn	根據平均數	3.661	13	146	.000
	根據中位數	1.359	13	146	.186
	根據中位數，且含調整的自由度	1.359	13	19.044	.264
	根據修整的平均數	2.160	13	146	.014

變異數分析

		平方和	自由度	均方	F	顯著性
群組之間		15516728874.355	19	816669940.756	1.136	.322
群組內		104990448894.063	146	719112663.658		
總計		120507177768.418	165			

附錄七 六智慧小區管線基本資料

小區名稱	三多小區			
管線口徑(mm)	管線材質	管線長度(m)	比例	埋設年份
40	PVCP/PE	1963	7.774%	未知
	HIWP	24	0.095%	2011
50	PVCP/PE	894	3.540%	未知
	HIWP	51	0.202%	2011
75	CIP	1	0.004%	1994
80	PVCP/PE	91	0.360%	1987~1994
100	HIWP	552	2.186%	2005~2020
	PVCP/PE	5128	20.308%	1990~2007
	DIP	2	0.008%	2004
110	ABSP	429	1.699%	2003~2004
	PVCP/PE	117	0.463%	2004~2007
150	HIWP	2	0.008%	2007~2023
	PVCP/PE	3495	13.841%	1992~2020
	ABSP	5	0.020%	2002
	DIP	1	0.004%	2020
160	PVCP/PE	252	0.998%	2004~2007
	ABSP	1772	7.018%	2002~2004
200	HIWP	1	0.004%	2023
	ABSP	692	2.740%	2004
	DIP	144	0.570%	2020~2022
300	DIP	3800	15.049%	1998~2004
350	PVCP/PE	63	0.249%	1985
400	DIP	2047	8.107%	2002~2003
	HIWP	1	0.004%	2022
500	DIP	3550	14.059%	1998~2019
600	PSCP	174	0.689%	未知
總計		25251	100%	1987~2023
管種長度計算		長度(m)	比例	埋設年份
ABSP		2898	11.477%	2002~2004
PVCP/PEP		12003	47.535%	1985~2020
HIWP		631	2.499%	2005~2023
CIP		1	0.004%	1994

小區名稱	三多小區			
管線口徑(mm)	管線材質	管線長度(m)	比例	埋設年份
DIP		9544	37.797%	1998~2022
PSCP		174	0.689%	未知
總計		25251	100%	1987~2023

小區名稱	文澳小區			
管線口徑(mm)	管線材質	管線長度(m)	比例	埋設年份
40	HIWP	47	0.148%	2022
	PVCP/PE	557	1.757%	未知
50	HIWP	307	0.968%	2007~2022
	PVCP/PE	586	1.848%	未知
80	HIWP	7	0.022%	2021~2022
	PVCP/PE	4206	13.266%	1993~1995
100	HIWP	3993	12.595%	2006~2022
	PVCP/PE	7837	24.719%	1989~2000
	DIP	231	0.729%	2009
110	ABSP	536	1.691%	2003~2004
150	HIWP	1446	4.561%	2008~2022
	PVCP/PE	494	1.558%	1984~1999
	DIP	1	0.003%	2008
200	HIWP	1395	4.400%	2006~2022
	PVCP/PE	7324	23.101%	1984~2009
	DIP	19	0.060%	1994~2009
300	DIP	753	2.375%	2000~2006
400	DIP	1965	6.198%	1995
總計		31,704	100%	1984~2022
管種長度計算		長度(m)	比例	埋設年份
HIWP		7195	22.694%	2006~2022
PVCP/PE		21004	66.250%	1984~2009
ABSP		536	1.691%	2003~2004
DIP		2969	9.365%	1994~2009
總計		31704	100%	2006~2022

小區名稱	民生小區			
管線口徑(mm)	管線材質	管線長度(m)	比例	埋設年份
40	PVCP/PE	362	2.909%	1986
50	HIWP	654	5.256%	2008~2022
	PVCP/PE	201	1.615%	未知
75	DIP	1	0.008%	1998
80	HIWP	299	2.403%	2022
	PVCP/PE	81	0.651%	未知
100	HIWP	508	4.082%	2006~2022
	PVCP/PE	4163	33.454%	1971~1999
	ABSP	50	0.402%	未知
	CIP	1	0.008%	1999
	DIP	3	0.024%	2006
110	ABSP	51	0.410%	未知
125	PVCP/PE	965	7.755%	1995
150	HIWP	670	5.384%	2006~2022
	PVCP/PE	2032	16.329%	1974~1999
180	PVCP/PE	1040	8.357%	1995
200	HIWP	6	0.048%	2019
	PVCP/PE	145	1.165%	1987
	DIP	7	0.056%	1995
225	PVCP/PE	997	8.012%	1995
300	DIP	208	1.671%	2006
總計		12444	100%	1971~2022
管種長度計算		長度(m)	比例	埋設年份
HIWP		2137	17.173%	2006~2022
PVCP/PE		9986	80.248%	1971~1999
ABSP		101	0.812%	未知
CIP		1	0.008%	1999
DIP		219	1.760%	1995~2006
總計		12444	100%	1971~2022

小區名稱	民族小區			
管線口徑(mm)	管線材質	管線長度(m)	比例	埋設年份
40	PVCP/PE	509	3.948%	1986~1995
50	PVCP/PE	60	0.465%	1995
75	PVCP/PE	17	0.132%	未知
	DIP	1	0.008%	1995
80	HIWP	237	1.838%	2007~2010
	PVCP/PE	1293	10.029%	1982~1995
100	HIWP	1014	7.865%	2007~2022
	PVCP/PE	2687	20.841%	1962~2008
	CIP	889	6.895%	1988~1999
	DIP	30	0.233%	1995~2014
110	PVCP/PE	219	1.699%	2007
	ABSP	629	4.879%	2002~2003
150	HIWP	212	1.644%	2006~2019
	PVCP/PE	1630	12.643%	1983~1999
	DIP	9	0.070%	2007
	CIP	389	3.017%	未知
160	PVCP/PE	248	1.924%	2007
200	HIWP	1162	9.013%	2010~2019
	PVCP/PE	402	3.118%	1998~1999
	CIP	18	0.140%	1992
250	PVCP/PE	49	0.380%	2002
300	PVCP/PE	170	1.319%	1992
	DIP	259	2.009%	1994~2019
500	DIP	760	5.895%	1994
總計		12893	100%	1962~2022
管種長度計算		長度(m)	比例	埋設年份
HIWP		2625	20.360%	2006~2022
PVCP/PE		7284	56.496%	1962~2008
ABSP		629	4.879%	2002~2003
CIP		1296	10.052%	1988~1999
DIP		1059	8.214%	1994~2019
總計		12893	100%	1962~2022

小區名稱	城北小區			
管線口徑(mm)	管線材質	管線長度(m)	比例	埋設年份
40	PVCP/PE	1016	3.192%	2004~2007
	HIWP	88	0.276%	未知
50	PVCP/PE	1495	4.696%	1974~2008
	HIWP	803	2.522%	2014~2021
65	PVCP/PE	114	0.358%	未知
80	HIWP	1	0.003%	2019
	PVCP/PE	349	1.096%	1998
100	HIWP	5015	15.754%	2005~2023
	PVCP/PE	942	2.959%	1998~2008
	ABSP	5	0.016%	2005
	DIP	89	0.280%	2009~2012
110	ABSP	524	1.646%	2003
150	HIWP	1	0.003%	2020
	PVCP/PE	3145	9.879%	1987~2009
	DIP	4	0.013%	2005~2009
160	ABSP	2056	6.459%	2003~2005
200	HIWP	738	2.318%	2012
	DIP	7	0.022%	2012~2020
300	PVCP/PE	3502	11.001%	1995~2005
	HIWP	1760	5.529%	2018
	DIP	5919	18.593%	1998~2018
500	DIP	4261	13.385%	1998~2019
總計		31834	100%	1974~2023
管種長度計算		長度(m)	比例	埋設年份
HIWP		8406	26.406%	2005~2023
PVCP/PE		10563	33.182%	1974~2009
ABSP		2585	8.120%	2003~2005
DIP		10280	32.293%	1998~2020
總計		31834	100%	1974~2023

小區名稱	案山小區			
管線口徑(mm)	管線材質	管線長度(m)	比例	埋設年份
40	PVCP/PE	76	0.316%	未知
50	PVCP/PE	119	0.495%	未知
	HIWP	274	1.139%	2004~2022
80	PVCP/PE	2865	11.910%	1985~1995
100	HIWP	9138	37.988%	2013~2022
	PVCP/PE	1384	5.753%	1990~1996
	DIP	193	0.802%	2009
110	ABSP	2118	8.805%	2006
150	PVCP/PE	4626	19.231%	1985~1995
	CIP	8	0.033%	1985
200	HIWP	2282	9.487%	2022
	PVCP/PE	189	0.786%	1994
	DIP	24	0.100%	1994~2019
300	DIP	599	2.490%	2009
350	DIP	1	0.004%	1994
400	DIP	159	0.661%	1995
總計		24055	100%	1985~2022
管種長度計算		長度(m)	比例	埋設年份
ABSP		2118	8.805%	2006
PVCP/PE		9259	38.491%	1985~1996
HIWP		11694	48.614%	2004~2022
DIP		976	4.057%	1994~2019
CIP		8	0.033%	1985
總計		24055	100%	1985~2022

附錄八 113 年 4 月 30 日及 5 月 2 日起至 6 日小區供水量

日期 小區別		安宅	東衛	城北	西文南	西文北	案山	三總	石泉	新生	民生	文光	啟明	菜寮	重光	新西衛	五福	三多	文澳	朝陽	北辰	光榮	民族
113 年 4 月 30 日	供水量 (CMD)	118	464	778	126	270	1,196	1,482	1,399	1,213	1,529	377	580	415	292	632	208	2,090	1,561	531	1,156	996	999
113 年 5 月 1 日		91	410	724	164	260	1,214	1,463	1,418	1,214	1,613	433	609	397	306	644	224	6,150	1,651	561	1,145	1,001	737
113 年 5 月 2 日		90	410	643	164	264	1,224	1,462	1,467	1,214	1,610	488	717	410	296	728	225	6,216	1,645	505	1,177	1,094	779
113 年 5 月 3 日		123	473	834	172	267	1,284	1,569	1,553	1,292	1,571	410	747	421	300	782	223	6,643	1,701	508	1,151	1,163	803
113 年 5 月 4 日		105	498	728	185	257	1,312	1,539	1,570	1,330	1,746	418	674	433	319	816	225	6,869	1,728	570	1,192	1,158	690
113 年 5 月 5 日		108	469	785	138	236	1,283	1,832	1,515	1,329	1,688	437	639	442	316	766	221	6,434	1,693	574	1,174	1,048	772
113 年 5 月 6 日		107	479	804	165	255	1,288	1,769	1,517	1,288	1,716	444	669	473	324	746	219	6,450	1,726	601	1,184	1,077	805

附錄九 113 年 4 月 30 日及 5 月 2 日起至 6 日各水源出水狀況與馬公市區外供水說明(CMD)

出水設備 日期	馬一	馬二 (一期+二期)	成功場	馬公 10 號井	馬公 22 號井	馬公 49 號井	馬公 19 號井	出水量 總計	供湖西	供澎南
4 月 30 日	11,340	10,120	11,740	140	230	120	380	23,950	3,680	1,150
		(10,120 進成功場)	(10,120 來自馬二海淡場)	深井出水共計：1,312.44 CMD					成功送湖西：930 馬一送湖西：2,900	
5 月 1 日	11,210	10,190	11,300	140	220	120	370	23,360	3,570	1,170
		(10,190 進成功場)	(10,190 來自馬二海淡場)	深井出水共計：1,312.44 CMD					成功送湖西：900 馬一送湖西：2,790	
5 月 2 日	11,380	10,130	11,400	140	220	120	380	23,640	3,520	1,150
		(10,130 進成功場)	(10,130 來自馬二海淡場)	深井出水共計：1,312.44 CMD					成功送湖西：900 馬一送湖西：2,740	
5 月 3 日	11,220	10,300	11,950	140	230	130	380	24,050	3,570	1,180
		(10,300 進成功場)	(10,300 來自馬二海淡場)	深井出水共計：1,312.44 CMD					成功送湖西：950 馬一送湖西：2,790	
5 月 4 日	11,350	10,480	12,350	140	220	110	380	24,550	3,610	1,230
		(10,480 進成功場)	(10,480 來自馬二海淡場)	深井出水共計：1,312.44 CMD					成功送湖西：980 馬一送湖西：2,820	
5 月 5 日	12,140	10,600	12,650	140	230	120	380	25,660	3,660	1,270
		(10,600 進成功場)	(10,600 來自馬二海淡場)	深井出水共計：1312.44 CMD					成功送湖西：900 馬一送湖西：2,880	

出水設備 日期	馬一	馬二 (一期+二期)	成功場	馬公 10 號井	馬公 22 號井	馬公 49 號井	馬公 19 號井	出水量 總計	供湖西	供澎南
5 月 6 日	12,470	10,180	11,680	140	220	120	370	25,000	3,690	1,300
		(10,180 進成功場)	(10,180 來自馬二 海淡場)	深井出水共計：1312.44 CMD					成功送湖西：970 馬一送湖西：2,920	

附錄十 澎湖馬公系統管線基本資料

管線口徑(mm)	管線材質	管線長度(m)	比例	埋設年份
40	HIWP	1,403	0.27%	2005~2022
	PVCP/PE	21,413	4.05%	1986~2008
50	DIP	7	0.00%	2007
	GIP	14	0.00%	1993
	PVCP/PE	57,382	10.86%	1971~2008
	HIWP	19,178	3.63%	2004~2024
63	PVCP/PE	63	0.01%	未知
65	PVCP/PE	3,247	0.61%	1976~2023
	HIWP	2	0.00%	2008
75	ABSP	6	0.00%	2002
	PVCP/PE	104	0.02%	1991~2008
	HIWP	18	0.00%	2004~2020
	CIP	27	0.01%	1992~1997
	DIP	20	0.00%	1995~2010
80	PVCP/PE	45,404	8.59%	1967~2018
	HIWP	2,366	0.45%	2005~2023
	DIP	12	0.00%	2004~2019
82	PVCP/PE	60	0.01%	未知
85	PVCP/PE	101	0.02%	未知
100	ACP	2	0.00%	未知
	ABSP	1,148	0.22%	1996~2006
	HIWP	84,695	16.03%	1999~2023
	PVCP/PE	98,127	18.57%	1962~2021
	CIP	919	0.17%	1988~1999
	DIP	1,936	0.37%	1992~2024
110	ABSP	12,873	2.44%	2002~2007
	HIWP	2	0.00%	2007
	PVCP/PE	730	0.14%	2004~2007
125	PVCP/PE	965	0.18%	1995
150	ABSP	5	0.00%	2002
	HIWP	11,226	2.12%	2005~2023
	PVCP/PE	43,413	8.22%	1963~2022

管線口徑(mm)	管線材質	管線長度(m)	比例	埋設年份
	CIP	433	0.08%	1985~1996
	DIP	763	0.14%	1989~2020
160	ABSP	9,536	1.80%	2002~2005
	HIWP	19	0.00%	2007
	PVCP/PE	1,493	0.28%	2004~2007
180	PVCP/PE	1,040	0.20%	1995
200	ABSP	11,044	2.09%	2002~2021
	HIWP	18,438	3.49%	2005~2023
	PVCP/PE	279	0.05%	1984~2019
	CIP	1,469	0.28%	1989~2006
	DIP	14,176	2.68%	1992~2022
	SP	5	0.00%	1994
225	PVCP/PE	2,400	0.45%	1995
250	PVCP/PE	524	0.10%	1974~2002
300	HIWP	2,605	0.49%	2007~2019
	PVCP/PE	9,488	1.80%	1989~2005
	DIP	22,437	4.25%	1994~2020
350	PVCP/PE	1,816	0.34%	1985~1997
	CIP	3	0.00%	1986
	DIP	66	0.01%	1994~1997
400	HIWP	1	0.00%	2022
	PVCP/PE	58	0.01%	2000
	DIP	7,843	1.48%	1994~2018
	SP	1	0.00%	1994
500	PVCP/PE	114	0.02%	未知
	DIP	15,309	2.90%	1994~2019
600	PSCP	174	0.03%	未知
總計		528,402	100%	1962~2024
管種長度計算		長度(m)	比例	埋設年限
ACP		2	0.0004%	未知
GIP		14	0.0026%	1993
ABSP		34,612	6.550%	1996~2021
PVCP/PE		288,221	54.546%	1962~2023
HIWP		139,953	26.486%	1999~2024

管線口徑(mm)	管線材質	管線長度(m)	比例	埋設年份
	CIP	2, 851	0. 540%	1985~2006
	DIP	62, 569	11. 841%	1989~2024
	PSCP	174	0. 033%	未知
	SP	6	0. 001%	1994
	總計	528, 402	100. 00%	1962~2024

附錄十一 期中報告修訂說明表

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
一	1. 透過馬公小型單一供水區域測試合理水壓管理有其研究及實務應用上之價值，本計畫之執行應予支持。 2. 在淡旺季用水需求差異大之情境下，對於供水系統之操作以何種調配方式維持供水穩定？淨水系統之營運如何評估其最佳化操作模式？在計畫開始執行前宜先有所討論，包括供水系統營運及大小用戶供水需求之分析。 3. 針對此計畫之執行其「管理」上之目標宜先加以釐清，例如以調整各供水淨	王根樹	1. 感謝委員支持。 2. 澎湖地區以馬公市區為用水大宗，馬公市區用水量達81%，目前澎湖馬公系統供水主要係透過單一關鍵點位（朝陽路包子店對面）進行供水壓力控制。該壓力點水壓控制於0.05~0.45 kgf/cm²，在目前操作條件下，可使澎湖地區供水滿足環評要求、水利署水庫出水管控與海淡廠保價保量等條件限制。本次研究後續將探討大用水戶用水型態對管網水壓影響，以作為供水管理分析。 3. 本次研究主要目的係	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	水場/海淡廠之供水量以降低營運成本？或透過水壓管理降低漏水率？宜先有所討論。 4. 問卷調查之目的為何？補足數位水錶無法提供之資訊或鼓勵降低用水量？在計畫執行前宜先確認。		因馬公地區有六智慧小區全面裝設用戶智慧水表，而六智慧小區用戶自動讀表資訊係自 113 年起全面改由自動讀表進行抄表，爰如何藉由用戶自動讀表來進行水壓管理並減少漏水量等資訊尚不充足，本案目前僅能針對導入自動讀表後，對於小區供水管理及應用面進行初步探討，後續的水壓管理與降低漏水率之精進作為，應為下一案研究計畫辦理事項。 4. 自動讀表僅係透過無線網路將水量計數值回傳至台水公司系統，而本案欲進行問卷調查，係針對馬公系統馬北中區與馬南中區月用水量 200 立方公尺以上之大用水戶（計 188 戶）之用水設備進	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	5. 針對島嶼型供水系統之水源取得淨水操作及配水管網主題，建議可彙整成果成稿 2025 IWA ASPIRE。		行清查，以了解大用水戶之用水設備相關資料，並進一步檢定與自來水取水量有相關性之用水設備。 5. 感謝委員建議，後續將評估相關內容是否足以投稿 2025 IWA ASPIRE。	
二	1. 因應澎湖地區水文條件日益惡化，高成本海淡水已成為主要水源趨勢下，本案對該地區研析如何有效分配與管理水資源，更顯具研究價值。 2. 按計畫主題「小區用戶用水型態分析」，對應研究目的「養成用戶自主管理用水，減少水費突增」似有些微程度落差，建議再予確認。	張順莉	1. 澎湖地區供水受限於環評要求、水利署水庫出水管控與海淡廠保價保量等因素影響，澎湖地區供水彈性極度受限。本次研究將藉由水力分析模型探討用戶用水型態，以作為供水管理分析，以利降低供水成本。 2. 本研究案研究範圍係針對馬公系統馬北中區與馬南中區之小區為範圍，再針對小區內月用水量 200 立方公尺以上之大用水戶進行用水設備清查（計	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	3. 為利研究成果擴散運用，建議將本案水壓管理區建置方式等基本資訊納入背景說明。		188 戶)，其中有 124 戶已加裝自動讀表傳輸設備，用戶如有用水異常，自動讀表可及時通知用戶查修，較採每期 60 天以人工抄表方式發現用水量突增後始通知用戶，大幅減少內線漏水期間與漏水量；有關此部分之數據將於期末報告呈現。 3. 本次研究將依委員建議，將水壓管理方式列入研究報告中。	
三	1. 已建置自動讀表對降漏有無效益？ 2. 既然觀光對澎湖售水有影響，則旅宿業者在馬公系統共有多少？占售水占比	林孟珠	1. 自動讀表用戶如有用水異常，系統可及時通知用戶查修，較採每期 60 天以人工抄表方式發現用水量突增後始通知用戶，大幅減少內線漏水期間與漏水量，對於用戶端之水費節省有顯著效益。 2. 以 112 年為例說明，依據交通部觀光署旅館	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	%?。		登記資料，澎湖旅宿業共計 1,271 家(旅館 55 家、民宿 1,216 戶)，佔馬公系統總戶數(24,207 戶) 5.25%；旅宿業者月平均用水量 7.3 萬立方公尺，佔馬公系統月用水量(589,920 立方公尺)12.37%。	
四	1. 合理水壓管理與空間、時間因素有關，試問如何應用小區用戶用水型態來調配水壓以滿足區域空間不均？ 2. 承上如何應用小區用戶用水型態來調配水壓以滿足時間不均？尤其是觀光季與非觀光季及每日的尖、離峰時間。	許敏能	1. 本次研究將藉由六智慧小區全面裝設智慧水表後，進而分析用戶用水型態，藉由比對六智慧小區售水量與供水量關係，歸納用戶用水型態對小區供水量之影響，以作為後續研究用戶用水型態調配區域供水之依據。 2. 目前藉由小區用戶用水型態之研究資料上不充足。目前實務上係透過觀測關鍵點位(朝陽路包子店對面)水壓變化，當該點位水壓低	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	3. 本研究案期以合理水壓降低漏失水量，降壓只是使漏水量減少屬消極作為，是否有積極作為？		於平時水壓時，即增加成功淨水場出水量，以滿足用水需求。 3. 經目前蒐集之資料，主要管線破管仍以塑膠類管種為主(如：HIWP、PVCP)，本研究亦將利用 FAVAD 公式探討小區漏水型態。相關積極作為仍應依靠管線汰換，以有效降低漏水，提高供水穩定與品質。	
五	1. 因疫情結束關係，旅遊報復性復甦，今年復甦情形可能更勝去年，因此所蒐集的資料如跨越 111、112、113 年，其數據可能變異甚大，如何甄別運用，請審慎。 2. 何謂「合理水壓」？供水水壓大部分是因應供水需求而變化，本研究除了要反映關鍵小區水壓變化外，還想透過瞭解因應用水趨	柯祖穎	1. 為避免資料蒐集受到 110~112 年 COVID 疫情影響，並考量澎湖地區各小區建置完成時間，爰本研究案相關資料(氣候資料與觀光人次數據)蒐集期間係以 109 年 7 月至 112 年 12 個月(共計 42 個月)進行統計檢定分析。 2. 本次研究將藉由六智慧小區與用水大戶用水型態進行比較後，歸納六智慧小區供水管	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	勢更有效掌握供水壓力，也許改為「最適水壓」更為恰當。 3. 研究過程中是否有考慮導入管網水理分析模型，利用各小區或大用戶的用水模態(Demand Pattern)，以動態分析方式，求取加壓站出水壓與監控點的壓力數據，以取得研究成果。 4. 供水壓力經常需要變化調整，也許在本研究不論是否得到預期的結論，或者建議的水壓控制建議，在執行時也難以適應所需的可能性也存在；但所蒐集分析的資料對於其他的管理上可能有很大的幫助，比如，每天分時產水量的掌握，可否利用離峰電價		網供水狀況，後續亦將討論馬公系統水壓應如何進行管理與調整。 3. 本次研究將藉由EPANET進行水力分析，作為澎湖馬公地區供水問題探討，惟目前澎湖地區僅六智慧小區全面裝設智慧水表，如要進行整個馬公系統分析個小區與大用戶用水模態，目前有數據蒐集上之困難，因此尚無法利用個小區與大用戶的用水型態進行用水模態(Demand Pattern)。 4. 本次研究屬國內第一次針對小區內用戶全面裝設智慧水表之研究案，依六智慧小區尚不足以作為整個馬公系統供水調配之依據。目前實務上係透過觀	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	降低成本、用戶或管線漏水狀況的即時掌控等，也許會成為本研究附加的成果。		測關鍵點位(朝陽路包子店對面)水壓變化，當該點位水壓低於平時水壓時，即增加成功淨水場出水量，以滿足用水需求，後續相關供水成本議題將列入討論。	
六	本研究利用 AMR 及 DMA 為分析工具，相信透過本研究成果，提升離島用戶服務及供水管理是非常值得期待。惟標題”合理水壓”部份建議再考量。Ex.”最佳化供水模式”。	楊境維	謝謝委員指導，後續依分析結果研議調整。	

附錄十二 期末報告修訂說明表

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
一	1. 摘要請補充計畫執行之定性成果及初步建議。 2. 表 15 之用戶滿意度顯示用戶對自動讀表之功能並不熟悉，後續宜再適度之宣導。 3. 針對 P144 所述事件，未來可能採取之改善措施為何？在期末報告宜有所說明。	王根樹	1. 已於研究摘要補上成果與建議。 2. 本公司業於本(113)年 9 月 4 日起，開辦各區處受理用戶付費申請自動讀表，同時針對澎湖智慧六小區用戶開放使用自動讀表系統(水表 e 管家)，截至 10 月 21 日止有 84 戶申請，以利用戶自主管理用水。 3. 有關 113 年澎湖花火節供水事件，其主要原因係觀光客大量至澎湖旅遊造成當地需水量突增，並且新西衛小區因未全面裝設自動讀表，使得水場操作人員無法於第一時間判斷供水缺口原因係漏水所致還是用戶大量用水所致。經由分析 6 智慧小區，當自動讀表於該小區可提供足具代表性之售水量時，即可使供水量與售水量相關	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	4. 針對影響用水量變化之因子，主要針對「溫度」及「觀光人次」影響程度進行分析，有無可能針對「觀光人次」數量及「溫度」高低之影響加以分析，以利預測未來用水量之變化？ 5. 針對用戶用水型態與智慧小區關聯性之統計分析，請補充統計分析結果與原先預期結果間落差之說明，以利未來改善策略之研擬。		係數達 0.7 以上，並可依此進行滾動檢討供水政策。建議未來可透過於新西衛小區增設自動讀表，使操作人員能第一時間掌握民眾用水狀況，縮短決定增供出水的時間。 4. 第四章節，新增 4.1.3 探討『每日』『溫度』及『觀光人次』對於民族小區『每日』『用水量』之影響程度，分析結果為觀光淡季期間，「每日」用水量會隨溫度或觀光人次增加(減少)而增加(減少)；惟觀光旺季期間，「每日」用水量不隨溫度上升(下降)而變化，但隨觀光人次增加(減少)而增加(減少)。 5. 經由分析 6 智慧小區，當自動讀表於該小區可提供足具代表性之售水量時(小區內自動讀表抄見量與小區內售水量相關係數達 0.7 以上)，且該小區售	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	6. 請參考委員建議修正報告書，並於期末報告納入相關建議。		水量與小區供水量相關係數也達到 0.7 以上時，此時方可進行「以需定供」之供水政策。然而 6 智慧小區用戶組成結構不同，因此僅文澳小區能達到月用水量度數 100 度以上售水量變化與小區供水量變化相關係數達 0.7 以上，其餘小區均無法達到此相關係數。因此，若要每個小區均要能達到「以需定供」，則需依各小區用戶用水量資料放寬裝設自動讀表之用戶用水量條件，以及提升管網穩定度，使得當地自動讀表得出之抄見量於該小區中，與供水量變化具有高度相關性，以利後續進行供水管理。 6. 已將委員建議納入期末報告，並於期末報告提出六點建議。	
二	1. 水壓管理具有降低管線破損頻率，短期內可降低	張順莉	1. 水壓管理主要目的係減少壓力變化，使得老舊塑膠	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	漏失水量及配水量節省操作及能源成本等優點。於管線汰換前，水壓管理對較低漏水率效果顯著，惟對長期輔助降低漏水率(由 112 年 11.74%降至 116 年 11.06%)之影響如何？ 2. 本案研究區域對於水壓管理作業具系統化，研究方法亦具體： (1) 蒐集數據：除探討氣候因子與觀光人次對用水量影響程度外，亦於供水小區關鍵點上設置水壓記錄器、水量計等，以取得管網分佈之實際水壓及水量		管儘可能不因壓力變化而造成張裂性破管。惟為落實水壓管理政策執行，區域管網經調整後，水壓往往會下降，使得目前無裝設間接加壓供水設備之用戶有較大衝擊，如：水壓自 1 kgf/cm² 下降至 0.6 kgf/cm²，即可能使原本 2 樓直接供水用戶反應家裡無水的情形。目前供水現場仍舊會遇到尖離峰用水時間，水壓變化問題，因此仍應儘速汰換老舊塑膠管線，以避免此類水壓變化造成破管問題。 2. 經由分析 6 智慧小區，當自動讀表於該小區可提供足具代表性之售水量時(小區內自動讀表抄見量與小區內售水量相關係數達 0.7 以上)，且該小區售水量與小區供水量相關係數也達到 0.7 以上時，此時方可進行「以需定供」	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	數據。 (2)資訊透明化:透過監測系統，改善供水資訊透明化。 (3)水壓管理:目前採人工密集調整，未來將採遠端控制持減壓閥設定。 未來依據監測資料進行遠端控制持減壓閥設定，或可進一步先將監測資料先上傳至遠端伺服器，經邏輯運算與分析後，計算出最適水壓管理模式，並發送指令控制持減壓閥設定，操作人員則針對模式進行確認與執行，而本案研究內容及成果有助於系統邏輯運算分析。		之供水政策。然而 6 智慧小區用戶組成結構不同，因此僅文澳小區能達到月用水量度數 100 度以上售水量變化與小區供水量變化相關係數達 0.7 以上，其餘小區均無法達到此相關係數。因此，若要每個小區均要能達到「以需定供」，則需依各小區用戶用水量資料放寬裝設自動讀表之用戶用水量條件，並維持供水管網穩定性，使得當地自動讀表得出之抄見量於該小區中，與供水量變化具有高度相關性。此時掌握各小區售水量變化後，才可有效進行計算最適水壓。	
三	1. 本計劃針對智慧小區之用水型態及供水量、售水量售水率相關性分析做很深入的探討，值得肯定。合理水壓管理模式或許是離峰減壓、尖峰增壓或與小	董書炎	1. 澎湖地區目前因降漏計畫以及觀光客數量變化甚大，目前主要供水水壓管理係觀察「朝陽路包子店對面」之壓力觀測站水壓變化 (0.04~0.48	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	區大用戶連結等，希望能夠建立合理水壓管理模式之執行經驗及成效加以明確說明。 2. 建立合理水壓管理模式 外，汰換老舊管線及加強檢漏也是當務之急，透過智慧水表建置及供水平台之介接，期能提供漏水區域預警及供水監測，本案		kgf/cm²) 進行出水量管控與調整，若水壓低於同時段水壓或高於同時段水壓時，則會增出或減供成功淨水場水量，以維持水壓。然而，經本次研究後，於花火節事件發生期間，「朝陽路包子店對面」壓力觀測站並不能有效反應新西衛小區供水缺口問題，因此後續亦將請本公司澎湖所針對馬公系統水壓管理進行檢討。透過本次研究亦可發現，觀察小區供水量、售水量、大用戶受水量與壓力觀測站之相關係數，可判斷該小區目前管網供水狀況。 2. 本次研究並未針對破管位置預估進行研究與探討，惟經由分析 6 智慧小區，當自動讀表於該小區可提供足具代表性之售水量時(小區內自動讀表	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	如有降低漏水率之經驗及成效請加以說明。 3. 第三章以後有些圖表未加註資料來源，建議加註以利研閱。 4. 第 107 頁表 17 字體太小，第 110 頁圖 60 到圖 65，第 113 頁圖 63 到圖 68 圖體太小，建議能適當放大以利閱讀。 5. 第 161 頁關鍵小區意義所指，應請說明。		抄見量與小區內售水量相關係數達 0.7 以上)，且該小區售水量與小區供水量相關係數也達到 0.7 以上時，此時方可進行「以需定供」之供水政策。於表 28 及表 29 中，有針對智慧小區對於破管搶修前後數值變化進行比較，未來可透過此方面數值掌握管網供水狀況。 3. 相關資料來源均已加註，感謝委員指導。 4. 已依委員意見修正與調整，感謝委員指導。 5. 本次研究探討「以需定供」之可行性，然而在管網售水率穩定度不高之小區，即很難估算該小區實際需水量，因此關鍵小	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
			區需具有以下特性： (1)大用水戶用水量與小區供水量相關係數趨近於1。 (2)大用水戶用水量與小區售水量相關係數趨近於1。 (3)大用水戶用水量與小區售水率相關係數趨近於0。 (4)小區供水量與小區售水量相關係數趨近於1。 (5)小區供水量與小區售水率相關係數趨近於0。 (6)小區售水量與小區售水率相關係數趨近於0。 若未能達到此條件，則無法進行「以需定供」供水管理可行性研究，本次研究中，6 智慧小區僅文澳小區最符合前述條件，因此文澳小區為本次研究之關鍵小區，後續將依此小區之資料進行馬公系統水利分析模擬之依據，以利後續研究。	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	6. 本案合理水壓之定義為何，敬請加以說明？		6. 目前馬公系統主要供水水壓管理係觀察「朝陽路包子店對面」之壓力觀測站水壓變化(0.04~0.48 kgf/cm ²)進行出水量管控與調整，若水壓低於同時段水壓時，則會增出成功淨水場水量，以維持水壓。惟經本次研究，發現目前水壓管理政策並不夠全面，因此產生 113 年花火節開幕供水事件，後續將請本公司澎湖營運所研商如何精進當地水壓管理。	
四	1. 台水公司自動讀表用戶版預計 113 年 9 月開放自動讀表用戶使用，請問在用戶尚未使用系統情況下，是如何回答問卷題項中之滿意度題目？	許敏能	1. (1)六小區自動讀表自 111 年 9 月 16 日驗收完成後，本公司即針對自動讀表訂定管控機制，如有接獲系統通知用水量異常(用水突增減、連續用水、連續無用水等)，廠所同仁需於 7 個工作天內查處完成，如係屬用戶端內線漏水，同仁	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	2. 請問澎湖地區前 10 大用水戶每月用水量，及佔該小區用水量之比例，及對該小區之影響程度？		將會通知用戶自行洽合格水管商查漏檢修。 (2) 因此，124 自動讀表戶有部分曾接獲本公司通知用水突增，似有內線漏水情形，爰對於安裝自動讀表與本公司服務感到滿意與非常滿意。 2. 澎湖地區前 10 大用水戶，因涉及個人資料與營業秘密，爰以小區內之用水種別呈現，依序為 (1) 三總小區之機關，月用水量 25,002 立方公尺，佔小區用水量比例 59.18%； (2) 文澳小區飯店業者，月用水量 10,622 立方公尺，佔小區用水量比例 29.30%； (3) 三總小區之機關，月用水量 6,692 立方公尺，佔小區用水量比例 15.84%；	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
			(4) 新生小區之飯店業者，月用水量 5,778 立方公尺，佔小區用水量比例 15.99%； (5) 光華石泉小區之機關，月用水量 3,134 立方公尺，佔小區用水量比例 7.16%； (6) 案山小區之飯店業者，月用水量 3,124 立方公尺，佔小區用水量比例 11.71%； (7) 新生小區之娛樂商場，月用水量 3,034 立方公尺，佔小區用水量比例 8.40%； (8) 案山小區之加工廠，月用水量 2,752 立方公尺，佔小區用水量比例 10.31%； (9) 民族小區之機關，月用水量 2,376 立方公尺，佔小區用水量比例 14.77%； (10) 三多小區之學校宿舍，	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	3. 請問目前六個小區抄表方式?裝置自動讀表對六個小區供水有什麼效益?有什麼管理機制?		月用水量 2,302 立方公尺,佔小區用水量比例 9.69。 (11) 由前述可發現三總小區之機關用水佔小區總用水量達 59.18%，表示該機關為三總小區之關鍵用水大戶，大用水戶用水量變化將影響供水量調配。 3. (1)六小區自收費月 112 年 10 月份起抄表方式由人工抄表改為自動讀表開單計費。自動讀表用戶如有內線漏水，系統即時通知，用戶可即時查修，較兩個月進行人工抄表後通知，大幅減少用戶端漏失水量及節省用戶水費支出，同時也降低本公司供水成本。 (2)經統計 111 年 9 月 16 日至 113 年 9 月底，經系統通知有用水異常增	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	4. 建議重新檢視報告的圖、表模糊不易閱讀。 5. P107~P109 缺少城北及		加，內線漏水者有 223 件，預估節省水量 23,688 度，節省用戶端水費 259,857 元，節省本公司供水虧損 1,179,781 元。 (3)本公司於 113 年 4 月 1 日修訂「抄表稽複查標準作業程序與稽核要點」，增訂『第十一章、人工抄表改由自動讀表計費開單管控作業』相關規定。 (4)本公司為強化本公司「全區用戶表監測系統」傳訊穩定，掌握自動讀表用戶用水量情形，及後續開放本系統用戶版(含申請方式與資格等)，113 年 4 月 11 日函頒「全區用戶表監測系統管理作業要點」。 4. 圖或表模糊處已修正。 5. 均已列入，惟因應排版緣	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	案山小區的資料，請補充。 6. P111 光榮小區傳訊故障無法修復致售水率下降，建議引用小區內用戶的用水資料總合計算。		故，部分表格有合併，已將合併之表格分離，以利閱讀，感謝委員指導。 6. 「三多小區」售水率計算，係計算「成功淨水場(清水池 3000T)400mm 流量」-9 個出水點，即為「三多小區」供水量，並透過計算小區售水量進行計算售水率，9 個出水點其中之一為「光榮小區」進水點。然而光榮小區非屬智慧小區，且該小區入水點除三民小區外，另外有 2 處進水點與 1 處出水點，因此亦無法僅扣除「光榮小區」售水量資料計算「三多小區」售水率。	
五	1. 依報告內容顯示澎湖供水量受觀光人數影響甚大，且研究區域又為觀光人潮住宿與主要餐飲的區位，因此對於觀光人數的資料掌握對於供水量的控制最為重要。	柯祖穎	1. (本次研究探討「以需定供」之可行性，然而在管網售水率穩定度不高之小區，即很難估算該小區實際需水量，因此關鍵小區需具有以下特性： (1)大用水戶用水量與小區	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	因此建立兩者的相關性應為研究重點之一，尤其節慶活動、星期假日關係更應明確分辨。		供水量相關係數趨近於 1。 (2)大用水戶用水量與小區售水量相關係數趨近於 1。 (3)大用水戶用水量與小區售水率相關係數趨近於 0。 (4)小區供水量與小區售水量相關係數趨近於 1。 (5)小區供水量與小區售水率相關係數趨近於 0。 (6)小區售水量與小區售水率相關係數趨近於 0。 若未能達到此條件，則無法進行「以需定供」供水管理可行性研究，本次研究中，6 智慧小區僅文澳小區最符合前述條件，因此文澳小區為本次研究之關鍵小區，研究中亦針對 113 年花火節事件前中後相關係數變化，以及該小區破管搶修時相關係數變化進行比較。感謝委員	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	2. 大用戶進水使用大口徑水表對管網壓力變化影響甚大，除使用持壓閥外，亦可分析其用水量與水池容量，改用較小口徑水表以降低進水影響，尤其是營區，因兵力減少是否仍須厚口徑水表亦應檢討。		提醒與指導。) 2. 用水量少卻以大口徑水表供水案，以馬公系統澎南地區一機關為例說明： (1) 該機關原為一級單位，用水人口約 400~500 人，月平均用水量約 1400~1500 度，其裝置 75mm 水表計量，95 年 7 月份單位縮編裁撤，後於 97 年 2 月份移撥給另一管理單位，平常用水人口約 10~15 人，月平均用水量約 40~50 度。 (2) 由於該表位距離機關內線長達 680m，因內線距離長遠，管線埋設淺層，時常遭到車輛輾壓破管漏水，用水量時常突增。 (3) 由於用水人口與原先設計已不同，曾建議該管理單位至所辦理改裝，管徑變更為 20mm 即足供單位用水，且如果漏水也不致於因管徑大漏量	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	3. 報告 4、5 節對於 113.5 花火節期間的供水檢討甚具意義，有更深入檢討納入未來操作參考，其中管理單位對於花火節期間的供水需求可能輕視，另多圖示已顯示水壓已低於平均水壓 2 以上，管理應變可能太慢。 4. 對大用戶的用水頻譜應要有搜集分析再搭配管網水壓變化，更能有效		量倍增，該單位因預算拮据問題無法辦理。 3. 造成 113 年花火節事件反應不夠快之原因，主要原因有二： (1) 馬公系統當地出水限制受水利署水庫出水量管控與環評承諾(詳細供水限制請參閱本研究第 3.1 節)，因此相關出水量增出與否均需有足夠理由才可判斷是否增出。 (2) 新西衛小區非屬智慧小區，因此當事件發生時，無法判斷是用戶大量用水，還是漏水，因此使得澎湖所決定增出水量的速度較慢。未來建議可透過新設自動讀表，縮短水場操作人員判斷增出水量時間。 4. 已於期末報告中補充，敬請參閱第 4.5 節圖 72 至圖 76。	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	分析水壓管理方案。			
六	1. 台水公司完成澎湖馬公地區六個小區約5000戶用戶安智慧水表，涵蓋獨立表、公寓及集合住宅，蒐集的相關數據可做為供水調配、漏水管理、智慧水管理及用戶關係管理，值得肯定亦可做為未來國內外自來水事業運用參考。 2. 有關用戶問卷調查中有42戶沒裝自動讀表（占25%），請問所調查的用戶是屬全面換裝自動讀表小區的用戶嗎？而未安裝的原因是什麼？ 3. 簡報第37頁提到用水型態無規律的分析，是否因為有用戶有水池的關係，而每有不固定的情況，是否可以做有無水塔用戶的交叉分析？	謝素娟	1. 謝謝委員肯定。 2. 問卷調查對象係以月用水量200立方公尺以上計188戶為對象，部分用戶非屬智慧六小區，爰未安裝智慧水表。 3. 本研究案調查對象為月用水量200度以上用戶，經營類別有勤務機構、醫療院所、飯店旅館、娛樂服務，及生產製造等，為用水大戶，非為一般住家，大用水戶皆有安裝水塔以因應臨時破管停水	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	4. 文中分析可發現小區售水率較低的原因多為開啟邊界閥的關係，扣除邊界閥因素或許售水率可再提升；另因研究中係以一年中的每個月份做比率分析，而目前供水量及售水量已可每日回傳，即供水量及售水量可同步，建議是否進一步以各小區每日的售水率來比較，以消除一個月中某些時段開啟邊界閥的天數再重新計算數值，或許可較接近真實值。 5. 依照統計分析的結果，溫度及觀光人次為相關因子，建議未來期末報告可將兩者進行整合分		時支應，爰無法比較有無水塔用戶之交叉分析。 4. 開啟邊界閥時，因邊界閥後並無流量計，且澎湖地區小區入水點大多不唯一，而且經常是多個小區相互支援，因此將造成計算複雜。然而，在本次研究中發現，傳統小區建置不希望太多入水點，其中一個原因係過多入水點，無法即時與售水量進行比對，因而造成統計誤差，無法判斷漏水狀況。考量智慧小區可即時計算售水量，因此建議智慧小區可以評估不設置邊界閥，改成設置流量計，即可有效避免此類問題，相關說明已列入本研究報告第五章建議4中。 5. 本次研究主要係針對自動讀表對水壓管理之幫助，相關觀光人數與氣溫之探討亦僅僅係初步探	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	析，以利未來合理水壓管理之推估較能符合該小區用戶特性而提供穩定的供水量。		討，若要詳細研究，建議於後續研究計畫中再進行，會較為全面。	
七	1. 本研究對於離島水資源珍貴且取得不易為前提，利用小區及 AMR 等工具，對漏水進行有效控制與管理，其成果極具參考價值，佩服本研究報告之用心。 2. (P29)表 1 內經濟因子之「民國」生產毛額，應修正為「國民」生產毛額 3. (P32)西元 2013 年王銘「博」，建議修正為「搏」。 4. (P42) 建議修正澎湖海「水」廠及統一名稱「海淡廠」或「海淡廠」。 5. (P49-50)圖 13、圖 14 枯水期「最大時」與枯水期「最大日」之水力分析圖為一樣，建請再釐清。	楊境維	1. 謝謝委員肯定。 2. ～4. 已依委員意見進行修正，感謝委員提醒與指導。 5. 經檢視，枯水期「最大時」圖誤植，已完成修正。感謝委員提醒與指導。	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	6. (P50-51)圖 15 與 16，觀察關鍵點位(朝陽包子店對面、朝陽路 148 巷)在尖峰用水時段供水壓力僅 0~0.2 公斤(澎湖地區供水水壓長期 0.5~1 公斤)，於滿足用戶需求之前提下，尖離峰時段是否在進一步針對水壓操作及調控，建請補充說明。 7. (P71~72)圖 27(最大時)和圖 28(最大日)，三多小區水力分析最大時之流量小於最大日，建請再確認。 8. (P91)圖 45，用水人口級距 501~1,000 戶占比 1.2%建議於圖內補上。 9. (P92) (1)受訪戶之總樓地板面積級距部分(含圖 46)，累計為 184 戶明顯多於		6. 本次研究已運用自動讀表提供之用戶用水變化對管網水壓變化影響資料，並模擬進行相關工程改善後，可提升系統水壓，惟此部分涉及馬公系統降漏目標，後續將與澎湖所研商如何精進水壓管理作為，以滿足用戶用水需求。 7. 圖 27 與圖 28 說明誤植，已完成修正。感謝委員提醒與指導。 8. 圖 45，用水人口級距 501~1,000 戶占比 1.2%已於圖內補上，感謝委員提醒與指導。 9. 圖 46 與圖 47 資料已修正，感謝委員提醒與指導。	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	受訪 166 戶，建請再釐清。 (2)另受訪戶之蓄水池容量級距分布長條圖(含圖 47)，累計為 167 戶明顯多於受訪 166 戶，建請再釐清。			
	10. (P105)用戶用水型態與智慧小區關聯性一節，建議善用 AMR 與次分區，另針對全面裝設 AMR 小區，進一步討論利用 AMR 讀數與次分區計量值，如此將可縮小漏水範圍甚至直接鎖定漏水區域，再針對漏水進行控制與改善。		10. 有關裝設自動讀表數量部分，若需達到「以需定供」之供水管理方式，需於該小區中裝設達具代表性之自動讀表抄見量，方可達到「以需定供」，因此有關 AMR 小區、次分區計量值與自動讀表安裝數量部分，建議由後續研究深入探討。	
	11. (P115)民族小區漏水點 113 年 4 月 19 日修復漏水點後，售水率即提升，惟以台北地區歷		11. 有關民族小區修漏部分，將持續觀察該需漏水狀況。有關六智慧小區管線資料已補充至第	

項次	委員意見	委員姓名	回應說明	備註
	年修理紀錄顯示，超過七成都是 PVCP 龜裂或接頭縫隙漏水，建議本區持續觀察，另將澎湖地區管材相關資料納入本研究範圍內說明。		4.4 節附錄七及十中。	