



中華民國自來水協會

CTWWA

中華民國自來水協會 106 年度研究計畫

提升臺北自來水供水系統應變 管理效能之探討

- 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： 陳明州
- 研究人員： 許敏能、鄭答振、林永芳、陳晟彬、
李鴻利、鄭志斌
- 研究期間： 106 年 3 月至 106 年 11 月

中華民國 106 年 11 月

目錄

摘要.....	1
第一章、前言.....	6
第二章、北水處供水簡介.....	8
第三章、供水系統調度支援.....	13
3.1、輸水幹管檢修供水調度.....	14
3.1.1 士林北投供水分區輸水幹管檢修調度.....	14
3.1.2 清一幹線下游段檢修供水調度.....	26
3.2、陽明山高地供水系統調度.....	48
3.2.1 陽明山高地供水簡介.....	48
3.2.2 供水範圍及需求量.....	50
3.2.3 水源與供給量.....	51
3.2.4 配水池資訊.....	53
3.2.5 供水系統說明.....	53
3.2.6 山區供水調度案例—建立高地供水調配預警系統..	59
3.2.7 高地區供水系統操作精進作為.....	63
第四章、大規模停水的供水應變機制.....	71
4.1、大型社區、社福機構、醫療院所災前儲水宣導.....	71
4.1.1 大型社區及社福機構加強宣導.....	71

4.1.2 醫療院所加強宣導.....	75
4.2 緊急取水站、臨時供水站的實施說明.....	78
4.2.1 應用方法.....	79
4.2.2 執行成果.....	83
4.3、學校供水站的實施說明.....	84
4.3.1 規劃構想.....	85
4.3.2 蒐集基本資料.....	86
4.3.3 規劃方式.....	86
4.3.4 初步成果.....	89
4.3.5 學校現勘及訪談.....	89
4.3.6 學校供水站開設器材.....	90
4.3.7 學校供水站颱風準備作業.....	92
4.4、防災地下水井的實施說明.....	98
4.4.1 規劃構想.....	99
4.4.2 實施方式.....	99
4.4.3 維護管理事項.....	102
4.4.4 執行成果.....	104
第五章、提升區域復水能力.....	105
5.1 東湖地區.....	105

5.1.1 復水延遲原因探討.....	105
5.1.2 復水時程策進方案.....	109
5.1.3 東湖平地區評估成果.....	110
5.1.4 東湖加壓站執行成果.....	120
5.1.5 內湖三期及四期加壓站執行成果.....	129
5.2 木柵路 5 段一帶.....	134
5.2.1 復水延遲原因探討及策進方案.....	134
5.2.2 執行成果.....	136
5.3 提升區域復水能力標準作業流程.....	138
第六章、執行成果與建議.....	143
6.1 供水系統調度支援.....	143
6.1.1 士林北投供水分區輸水幹管檢修調度.....	143
6.1.2 清一幹線下游段檢修供水調度.....	144
6.1.3 陽明山高地供水系統調度.....	145
6.2 大規模停水的供水應變機制.....	146
6.2.1 大型社區、社福機構、醫療院所災前儲水宣導...	146
6.2.2 緊急取水站、臨時供水站.....	147
6.2.3 學校供水站.....	148
6.2.4 防災地下水井.....	149

6.3 提升區域復水能力	149
6.3.1 內湖東湖地區	150
6.3.2 木柵路5段一帶	151
附錄	154
附錄 1 106 年度研究計畫案期中報告審查意見表	154
附錄 2 106 年度研究計畫案期末報告審查意見表	160
附錄 3 陽明山高地區配水池基本資料	164
附錄 4 颱風期間各行政區設置緊急取水站一覽表	166
附錄 5 颱風期間主動設置臨時供水站一覽表	167
附錄 6 學校供水站清單	168
附錄 7 延性鑄鐵管耐震接頭(NS型)試辦介紹	169

圖目錄

圖 1 北水處供水區域圖.....	8
圖 2 清水送水管與加壓站間管線連接示意圖.....	11
圖 3 供水分區與水源加壓站位置關係圖.....	12
圖 4 北水處供水系統示意圖.....	13
圖 5 關渡線北投線雙線供水示意圖.....	15
圖 6 北投線檢修範圍示意圖.....	16
圖 7 北投線蝶閥保養及開度確認.....	17
圖 8 供水調配輸水幹線流量及流速變化情形.....	18
圖 9 作業通訊群組.....	19
圖 10 操作及水質檢測於通訊群組回報.....	20
圖 11 監視點濁度趨勢圖.....	21
圖 12 訂定停復水作業計畫書.....	21
圖 13 水質監控及取樣檢測.....	22
圖 14 各項作業於群組回報.....	22
圖 15 操作蝶閥，北投線達停水狀態.....	23
圖 16 拆除排氣閥及管件，抽除管中餘水.....	23
圖 17 管線清洗檢視及接頭量測.....	24
圖 18 施作內套環補強.....	24

圖 19 水質取樣檢測.....	25
圖 20 管線檢視結果與補強.....	25
圖 21 施工遭遇種種困難.....	26
圖 22 克服困難，完成管線檢修工作.....	26
圖 23 清一幹線下游及松山支線辦理檢視清洗範圍.....	27
圖 24 流量平衡及水頭平衡示意圖.....	28
圖 25 能量平衡.....	29
圖 26 鑄鐵管通水年數與 C 值(Roughness Coeff.)關係圖表	30
圖 27 管網模型建立及分析流程圖.....	31
圖 28 現況清一、清二幹線及相關支線水流方向圖.....	33
圖 29 關水前清一、清二幹線及相關支線水量圖.....	34
圖 30 關水後清一、清二幹線及相關支線水量圖.....	35
圖 31 關水前清一、清二幹線及相關支線水頭(水壓)圖... 35	
圖 32 關水後清一、清二幹線及相關支線水頭(水壓)圖... 36	
圖 33 關水前清一、清二幹線及相關支線流速圖.....	37
圖 34 關水後清一、清二幹線及相關支線流速圖.....	38
圖 35 相關閥類開度現況圖.....	40
圖 36 關鍵性(key point)蝶閥位置圖.....	40

圖 37 蝶閥開度-流量率曲線圖.....	41
圖 38 松山加壓站進水壓變化情形.....	43
圖 39 關水時大同市區線加壓供水示意圖.....	44
圖 40 區域供水調配示意圖.....	45
圖 41 清二幹線先前檢視、清洗時間圖.....	46
圖 42 輸水幹管施工停復水標準作業(SOP)流程圖.....	47
圖 43 陽明山水系圖.....	50
圖 44 陽明山供水範圍圖.....	51
圖 45 陽明山區主要水源及期供水區塊概況.....	53
圖 46 陽明山高地區供水系統示意圖.....	54
圖 47 中山樓慢濾池供水系統示意圖.....	55
圖 48 鹿角坑供水系統示意圖.....	56
圖 49 菁山苗圃供水系統示意圖.....	56
圖 50 中正路配水池及陽明山第一配水池系統示意圖....	57
圖 51 平地五段加壓系統示意圖.....	59
圖 52 持減閥、減壓閥及持減壓閥.....	64
圖 53 隔膜式持(減)壓閥作動模式.....	65
圖 54 多噴孔型持(減)壓閥.....	66
圖 55 多噴孔型持(減)壓閥作動模式.....	66

圖 56 制水閥開度監測器.....	68
圖 57 制水閥開度監測器透過固定架鎖在制水閥箱框上..	69
圖 58 RFID 感應器.....	69
圖 59 手機 app 閥栓管理.....	70
圖 60 中繼傳訊器.....	70
圖 61 大規模停水之供水應變圖.....	71
圖 62 颱風前維持社區水塔高水位狀態示意圖.....	73
圖 63 颱風前維持社區水塔高水位狀態宣導文宣.....	73
圖 64 社區自主儲水防災宣導文宣.....	74
圖 65 相關物業公會舉辦會員大會時，派員加強宣導照片	74
圖 66 訪查醫療院所用水設備容量照片.....	76
圖 67 臺大醫院戰備水井及相關設備現勘照片.....	77
圖 68 臺北榮民總醫院戰備水井及相關設備現勘照片....	77
圖 69 馬偕醫院戰備水井及相關設備現勘照片.....	77
圖 70 管狀維生貯水槽示意圖.....	79
圖 71 鋼筋混凝土維生貯水槽示意圖.....	80
圖 72 配水池之緊急維生取水站示意圖.....	81
圖 73 臨時供水站整備及現場水車補水照片.....	81
圖 74 緊急取水站及臨時供水站分布圖.....	82

圖 75 維生取水演練照片.....	82
圖 76 開設緊急取水站及臨時供水站供民眾取水照片....	83
圖 77 參考日本案例採用學校作為供水站.....	85
圖 78 學校供水站實施構想.....	85
圖 79 臺北市公立中小學數量.....	86
圖 80 學校供水站規劃.....	87
圖 81 學校供水站實施作業流程圖.....	88
圖 82 學校供水站規劃初步成果.....	89
圖 83 學校供水站訪談.....	90
圖 84 學校供水站導引標誌.....	90
圖 85 學校供水站取水軟管.....	91
圖 86 學校供水站節水龍頭.....	91
圖 87 「緊急取水站藏寶圖」文宣.....	92
圖 88 博愛國小學校供水站記者會.....	93
圖 89 學校供水站作業講習.....	93
圖 90 學校供水站自主水質檢測說明.....	94
圖 91 學校供水站開設演練.....	95
圖 92 颱風海警學校供水站儲水準備通知.....	96
圖 93 學校供水站群組回報及彙整.....	96

圖 94 尼莎颱風利用 google 表單回報儲水準備作業	97
圖 95 災害期間市民取水示意圖	98
圖 96 防災地下水井預計施作位置	99
圖 97 防災地下水井規劃位置及數量	100
圖 98 地質鑽探點位分佈圖	101
圖 99 防災地下水井相關設施	101
圖 100 以透地雷達作地下管線探測	104
圖 101 地下水井開鑿及共構式儲水槽	104
圖 102 東湖地區現有供水狀況	106
圖 103 東湖加壓站平時供水狀況	107
圖 104 東湖加壓站杜鵑颱風停水後復水時供水狀況	107
圖 105 內湖三期及四期加壓站平日供水狀況	108
圖 106 內湖三期及四期加壓站杜鵑颱風停水後復水供水狀況	109
圖 107 透過民生南港線分支管支援東湖平地區	111
圖 108 透過民生南港線 ϕ 1000 分支管支援東湖平地區 ..	112
圖 109 量測點操作期間之壓力變化	113
圖 110 東湖平地區現況供水模式之水理分析	114
圖 111 設置管中加壓站位址示意圖	115

圖 112 現場勘察照片及衛星圖.....	115
圖 113 揚程 10m 管中加壓站水理分析.....	116
圖 114 東湖平地區及管中加壓站相關示意圖.....	117
圖 115 民生南港線供給東湖平地區示意圖.....	118
圖 116 民生南港線供給東湖平地區之水理分析.....	119
圖 117 內湖配水池聯合供水.....	120
圖 118 東湖加壓站復水策進方案示意圖.....	120
圖 119 東湖加壓站新增進水管.....	121
圖 120 大湖公園加壓站支援供水示意圖.....	122
圖 121 大湖公園加壓站支援供水執行過程.....	123
圖 122 支援進水點洗管作業.....	123
圖 123 支援進水管段洗管作業.....	124
圖 124 大湖公園加壓站揚程測試.....	125
圖 125 大湖公園加壓站揚程測試.....	126
圖 126 東湖加壓站出水量與轄區內大表用水量關係圖..	127
圖 127 孔口片安裝情形.....	127
圖 128 大表孔口片安裝完成.....	128
圖 129 大用水戶 C 大表改善前後進水譜分析.....	128
圖 130 改善大用戶 C 大表改善前後之東湖加壓站出水量變化	

圖.....	129
圖 131 內湖三期及四期加壓站復水策進方案示意圖....	130
圖 132 內湖四期加壓站洗管作業.....	131
圖 133 在 ϕ 400mm 管線上新增消防栓.....	133
圖 134 ϕ 400mm 管線上之用戶給水改接.....	133
圖 135 新增進水管與出水管連絡.....	134
圖 136 木柵路 5 段現有供水狀況.....	135
圖 137 木柵路 5 段復水策進方案.....	135
圖 138 木柵路 5 段較高處增設排氣閥.....	136
圖 139 萬芳一加壓站備援管線洗管作業.....	137
圖 140 大湖公園加壓站支援東湖加壓站供水區域-洗管作業 操作流程.....	139
圖 141 大湖公園加壓站支援東湖加壓站供水區域-系統切換 操作流程.....	139
圖 142 大湖公園加壓站支援東湖加壓站供水區域-恢復原供 水模式操作流程.....	139
圖 143 東湖加壓站新增 ϕ 250mm 進水管線-洗管作業操作流 程.....	140
圖 144 東湖加壓站新增 ϕ 250mm 進水管線-進水作業操作流	

程.....	140
圖 145 東湖加壓站新增 ϕ 250mm 進水管線-恢復原系統操作 流程.....	140
圖 146 內湖四期新增 ϕ 400mm 進水點-洗管作業操作流程	141
圖 147 內湖四期新增 ϕ 400mm 進水點-系統切換操作流程	141
圖 148 內湖四期新增 ϕ 400mm 進水點-恢復原系統操作 流程.....	141
圖 149 萬芳一加壓站供水系統切換排水流程.....	142
圖 150 萬芳一加壓站供水系統切換排水流程.....	142
圖 151 颱風後萬芳一加壓站恢復原系統操作 流程.....	142

表目錄

表 1 關鍵性(key point)蝶閥操作速率表.....	41
表 2 不同揚程管中加壓站之水理分析結果.....	117
表 3 不同揚程管中加壓站之水頭損失.....	117

摘要

臺北自來水事業處(簡稱北水處)肩負大臺北地區 168 萬戶(約 394 萬人)生活用水，提供質優量足的自來水為北水處重要的供水使命。為因應氣候、環境及經濟的變遷，隨之而來各種可能的潛在風險(如豐、枯水期雨量的變化、原水濁度飆高等等)，北水處蒐集過往的災害事故，構思擬訂因應對策與精進手法，分述如下：

一、為提升清水幹線供水效能及延長輸水幹管使用年限，北水處逐年辦理輸水幹管檢視清洗作業；並以供水互相調度支援的方式維持正常供水，以利輸水幹管停水檢修，同時為避免供水系統切換過程中，發生管內流量及流速變化過鉅，而造成水質異常情形，故在系統切換前運用水理分析，事先瞭解系統切換過程管內流量與流速的可能變化情形，以作為供水調度相關作業之參考，確保供水系統的切換更為穩定及安全。

二、陽明山高地區域仰賴高地水源滿足用水需求，惟山區水源分散、水量有限，且易受天候及水文影響，以致枯水時期部分高地區域有供水不足現象，北水處近年來建置平地五段加壓供水系統，以新店溪水源補充陽明山次高地區，並嘗試藉由相關配水池水位即時資訊，建立標準操作模式，並規劃持減壓閥等智能管理方式，使山區水源得以充分有效運用，提昇供水服務品質。

三、民國 104 年杜鵑颱風期間，北水處首次面臨供水轄區大規模停水情形，此為過去從未有過之經驗，為因應颱風期間可能發生原水濁度過高導致無法供水，除了原有緊急取水站及臨時供水站外，本研究構思利用臺北市公立學校作為供水站，一旦大規模停止供水時，讓民眾住家附近 1 公里均有取(供)水站，提供更廣泛便捷的緊急取水地點。

四、位於供水系統末端且為高地區用戶，其所面臨為復水期程過長的問題，在大規模停水後之復水初期，易因前端用戶大量進水，造成後端地區復水困難與延遲，影響民眾生活作息甚鉅，故本研究分別以東湖地區、木柵路 5 段為例，研擬該區域供水系統改善方案，以加速復水時間。

綜上所述，北水處擬訂因應對策包含區域供水系統間的調度支援(含提升高地配水池蓄水能量)、加速管網復水作業(含大用水戶的進水管理)、大規模停水的供水機制等策略，期將危機化為轉機，用最壞的打算作最好的準備，當面臨下一次災害發生時，以迅速應變有效降低損害。

關鍵字：管理效能、緊急應變

Abstract

Taipei Water Department (TWD) is responsible for the service water of 1.68 million households (approximately 3.94 million of people). The supply of high quality and quantity of water is the key water supply mission of TWD. Due to the climate, environmental and economic changes, there are various possible potential risks (such as the rainwater changes during wet and dry periods, the soaring of the water turbidity, etc.). The TWD has collected past disastrous accidents and formulated the response strategies of countermeasures and improvements which are described in the following:

1. In order to enhance the water supply efficiency of water trunks and extend the life span of the water pipes, the TWD has annual inspections and cleaning operations year after year and uses the water supply dispatch support to maintain normal water supply when the water is cut and pipes are being examined. To avoid any dramatic flow and flow rate changes as well as irregularity in water quality when switching water supply systems, hydraulic analysis is used beforehand to understand the possible changes that may occur to the flow and flow rate when making the switches. This could be provided as a reference of water supply adjustment so as to ensure a stable and safe switching of water supply system.

2. The highland area in Yanming Mountain depends on the highland water to meet their needs. Only that the sources are dispersed with a limited amount of water and they could be easily affected by the climatic and hydrological changes. Thus, during dry seasons, water supply might not be sufficient for the highland areas. In recent years, the TWD has constructed 5-section pressurized water supply system in the ground so that the river water of Xindian can supply the highland area in Yanming

Mountain. A trial is made with the real-time information of the distribution reservoir(ex: water level)so as to construct a standardized operation mode. Also, pressure relief/sustaining valve and other intelligent management are planned so that the water sources at the mountain areas can be fully used and the water supply service quality could be improved.

3. The TWD faced a large-scale water-stopping situation at its water supply jurisdiction area for the first time when Typhoon Dujuan hit in 2015. It was an experience that has never happened before. As the water supply had to be suspended due to the high water turbidity, in addition to the existing emergency water acquisition stations and temporary water supply stations, this study is thinking of an idea of using the public schools in Taipei as water supply stations. When there is large-scale of water supply suspension, the public could acquire water at the water supply stations within one kilometer from their houses. This could provide a vast and convenient emergency water supply location.

4. Final-end users of the water supply system, as well as the highland users, could be facing a longer water restoration period problem. At the initial stage of water restoration after a large-scale water supply suspension, the water restoration might be more difficult and might delay as large amount of water are given to the first-end users. This will affect the public's life enormously. Thus, based on the cases located in Section 5 MuZha Road and Donghu District, this study has planned water supply system enhancement plans for both areas so as to speed up water restoration time period.

To sum up, the TWD has prepared a response measure that includes the adjustment support between the water supply systems of different regions (including an increase of the highland water reservoir energy), the increase of the water supply operation (including the water input

management of high amount of water usage household), strategical mechanisms to respond to large-scale water supply suspension, hoping to turn crisis into turning points. Having the best preparations for the worst situations, when the next disaster comes, we can quickly respond to the situation and effectively reduce the damages.

Keyword : management efficiency , emergency response

第一章、前言

臺北自來水事業處(簡稱北水處)肩負大臺北地區 168 萬戶(約 394 萬人)生活用水，提供質優量足的自來水為北水處重要的供水使命。隨著氣候、環境及經濟的變遷，隨之而來各種可能的潛在風險，如豐、枯水期雨量的變化、原水濁度飆高等等，都可能影響淨水場淨水處理效能，因而對自來水的供水造成嚴重衝擊。

在民國 104 年(以下年份均為民國)杜鵑颱風期間，北水處首次面臨供水轄區大規模停水情形，此為過去從未有過之經驗，因此為因應颱風期間可能發生原水濁度過高導致無法供水，除了原有緊急取水站及臨時供水站外，為滿足民眾緊急取水的需求，本研究團隊亦構思利用臺北市公立學校作為供水站，一旦大規模停止供水時，讓民眾住家附近 1 公里均有取(供)水站，提供更廣泛便捷的緊急取水地點。

而位於供水系統末端且為高地區用戶，其所面臨為復水期程過長的問題，在大規模停水後開始復水時，因前端用戶大量進水，即造成後端地區復水困難與延遲，影響民眾生活作息甚鉅，故本研究分別以東湖地區、木柵路 5 段為例，研擬該區域供水系統改善方案，以加速復水時間。

此外北水處為提升清水幹線供水效能及延長輸水幹管使用年限，亦規劃逐年辦理相關輸水幹管檢視清洗作業；在輸水幹管停水檢修期

間須進行供水調度以維供水正常，惟避免相關供水系統切換過程中，發生管內流量及流速變化過鉅，而造成水質異常情形，需在系統切換前運用水理分析，事先瞭解系統切換過程管內流量與流速變化情形，以作為供水調度相關作業之參考，確保供水系統更為穩定及安全，本研究即以「清一幹線 ϕ 2200mm 及 ϕ 2000mm 管線（自信義路至大同配水池加壓站）輸水管檢視清洗工程」及「松山支線 ϕ 1650mm(自建國北路至民權東路敦化公園)輸水管檢視清洗工程」進行探討。

另外北水處轄區尚包含臺北的後花園—陽明山，陽明山區受限於高程因素，為一獨立供水系統，採加壓與重力併用方式供水，由於山區水源分散、水量有限，易受天候及水文影響，且因地形關係，較難形成管網互相支援、調配，以致枯水時期部分地區有供水不足現象，北水處近年來即建置平地五段加壓供水系統，以新店溪水源補充陽明山次高地區，並嘗試藉由相關配水池水位即時資訊，建立標準操作模式，使該區水源得以充分有效運用，改善居民用水品質。

綜上所述，北水處蒐集過往的災害事故，構思擬訂因應對策與精進手法，包含區域供水系統間的調度支援(含提升高地配水池蓄水能量)、加速管網復水作業(含大用水戶的進水管理)、大規模停水的供水機制等策略，期將危機化為轉機，用最壞的打算作最好的準備，當面臨下一次災害發生時，以迅速應變有效降低損害。

第二章、北水處供水簡介

北水處供水轄區約 434 平方公里，包括臺北市行政轄區全部、新北市三重（二重疏洪道以東）、新店、永和、中和等 4 個區及汐止區 7 個里，用戶數 168 萬戶，供水人口數約 394 萬人（若含支援臺灣自來水公司則超過 500 萬人）。（如圖 1）

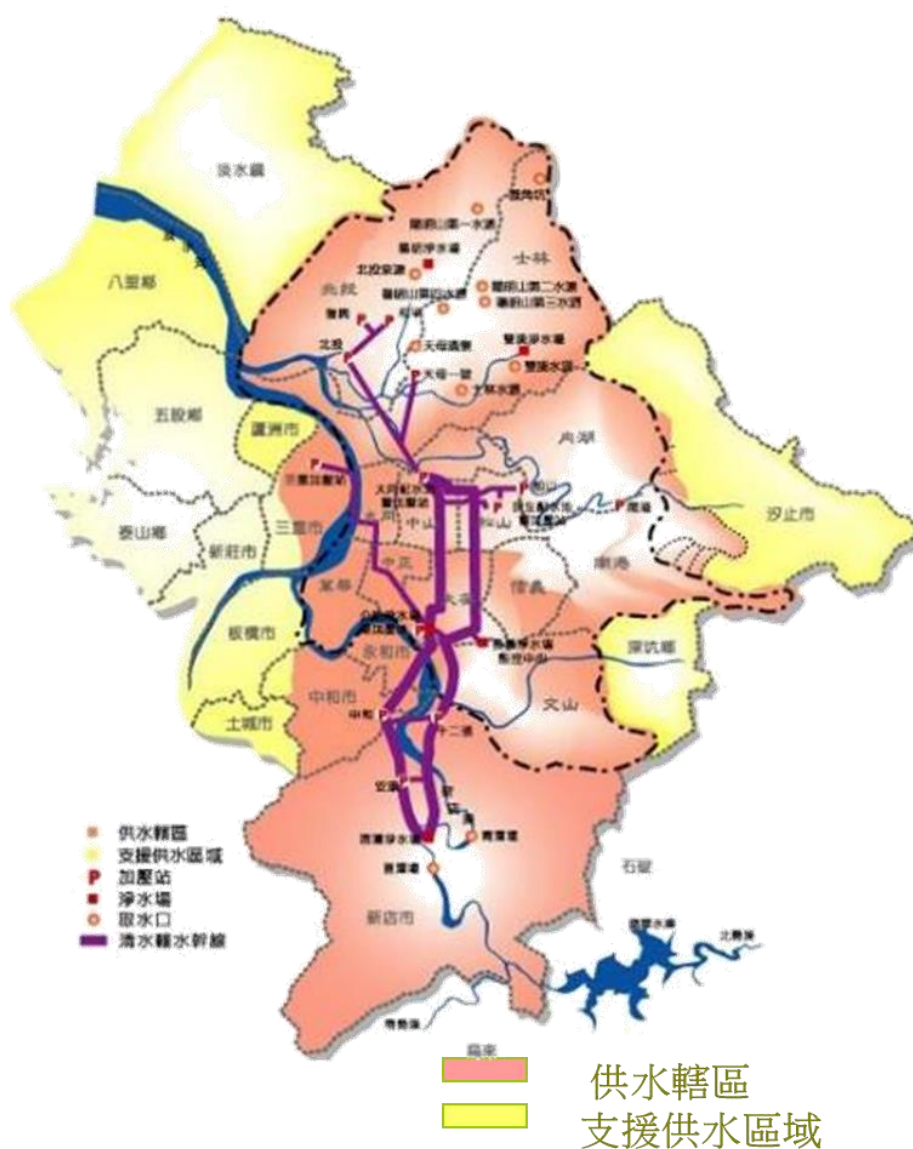


圖 1 北水處供水區域圖

在水源部份原水 97.5% 來自於新店溪上游的南勢溪與翡翠水庫，

集水區劃定為「臺北水源特定區」，由專責單位管理。其餘 2.5% 為雙溪、陽明山等高山水源，重要水源亦劃為水源水質保護區。

淨水處理部分則有直潭、長興、公館、雙溪及陽明等 5 座淨水場，設備處理能量每日 454 萬公噸，其中直潭淨水場每日最大出水量為 340 萬公噸。

供水系統部分，北水處轄區內有 2 條清水幹管 (Watermain)、131 座配水池 (總容量 43 萬噸)、83 處加壓站、輸配水管線長度

(Distribution water main) 3,935 公里，構成雙線供水網絡，以確保供水安全，茲將 2 條清水幹管詳述如下：

第一條清水送水管，管徑由 $\Phi 3,400\text{mm}$ 至 $\Phi 2,000\text{mm}$ ，主幹線自直潭淨水場向北延伸，穿越新店溪經安康、中和，再跨越新店溪經公館沿建國南、北路而至新生公園大同配水池暨加壓站，全長約 17.3 公里。其間自主幹線分出兩條支線，其一為三重支線，管徑由 $\Phi 1,650\text{mm}$ 至 $\Phi 1,000\text{mm}$ ，自公館沿水源路、羅斯福路、南昌路、愛國西路、中華路，跨越忠孝大橋至三重配水池暨加壓站，全長約 8.6 公里。另一為松山支線管徑 $\Phi 1,650\text{mm}$ ，接自建國北路與民生東路口，沿民生東路、敦化北路、民權東路而至松山配水池暨加壓站，全長約 3.9 公里。

第二條清水送水管，管徑由 $\Phi 3,800\text{mm}$ 至 $\Phi 2,400\text{mm}$ ，主幹線自

直潭淨水場向北延伸，以水管橋跨越新店溪，沿新店溪右岸環河快速道路堤外便道至福和橋下，經轉向公館圓環，再沿基隆路、敦化南路北上，終至大同加壓站暨第二座配水池，全長約 17.4 公里。為與第一條清水輸水幹線互為檢修備用幹管功能，設置 6 條支線，分別為安康支線、中和支線、公館支線、長興支線、信義支線及民生支線，自上游到下游依序分述如下：安康支線管徑 $\Phi 800\text{mm}$ ，自安康路與安和路口沿安康路至安康加壓站，全長約 1,250 公尺；中和支線管徑 $\Phi 2,000\text{mm}$ ，自秀朗橋東橋頭起，跨越新店溪經景平路至中和加壓站，全長約 1,060 公尺；公館支線管徑 $\Phi 2,400\text{mm}$ ，自福和橋下堤外便道穿越萬盛溪進入公館加壓站，與清一幹線系統連接進入公館前池，全長約 700 公尺；信義支線管徑 $\Phi 2,400\text{mm}$ ，自敦化南路沿信義路至建國南路，全長約 1,100 公尺；長興支線管徑 $\Phi 2,000\text{mm}$ ，起自基隆路沿長興街而至長興淨水場清水池，全長約 430 公尺；民生支線管徑 $\Phi 2,000\text{mm}$ ，自敦化北路沿富錦街而至民生配水池暨加壓站，全長約 330 公尺（如圖 2）。

北水處之供水區域甚為廣大，區域內雖設有多座加壓站，但因管網過於龐大複雜，相互干擾之因素極多，致使供水區域內平時調配水量、操作維護等均甚繁雜，配水系統殊難維持均勻而足夠之水壓，一旦系統發生緊急情況時亦不易偵測獲知與搶修，致造成水量浪費或水

壓驟降而招致用戶抱怨；因此在考量區塊需水量、水源調配、加壓系統、配水管網、營業分處轄區、行政區域、地理環境、地形地勢等層面之因素下，將台北供水區劃分為士林北投分區、三重分區、內湖分區、安康分區、新店分區、中永和分區、南港分區、大同分區、民生分區、長興分區、公館分區等 11 個供水分區（如圖 3），使每一個供水分區皆由所屬加壓站供水，並配合各項供水設備與設施，以使配水系統維持充足的水壓，並提高供水安全性與系統操作彈性。

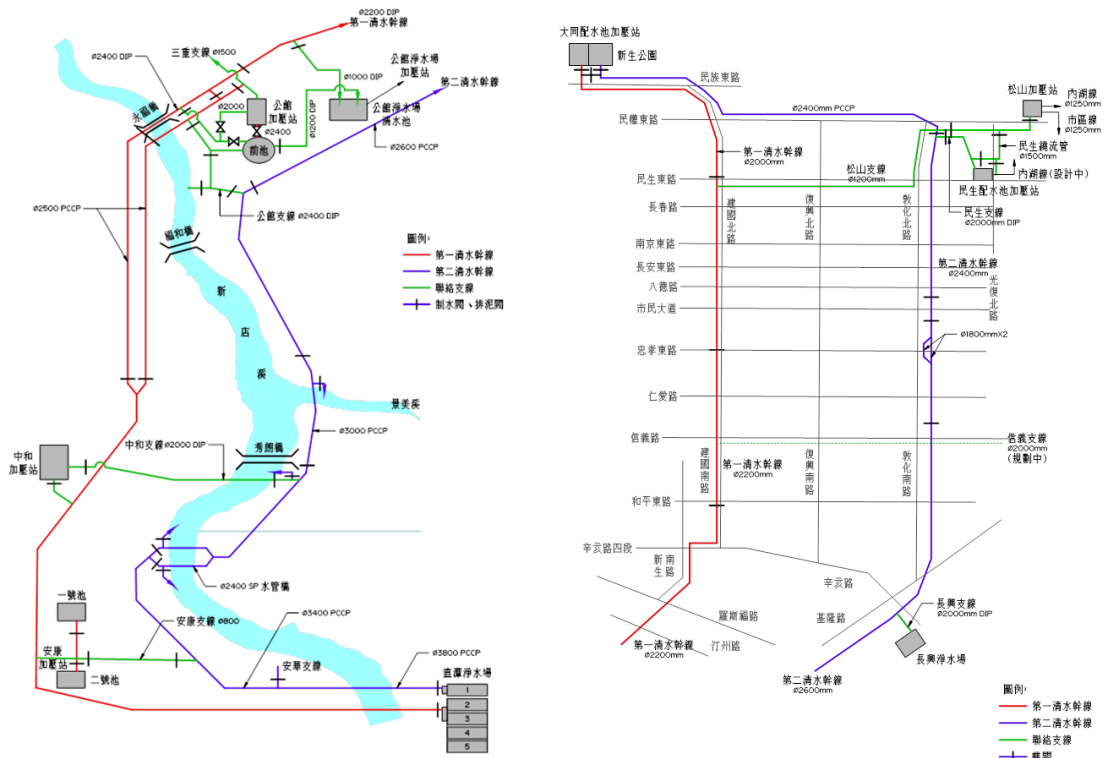


圖 2 清水送水管與加壓站間管線連接示意圖

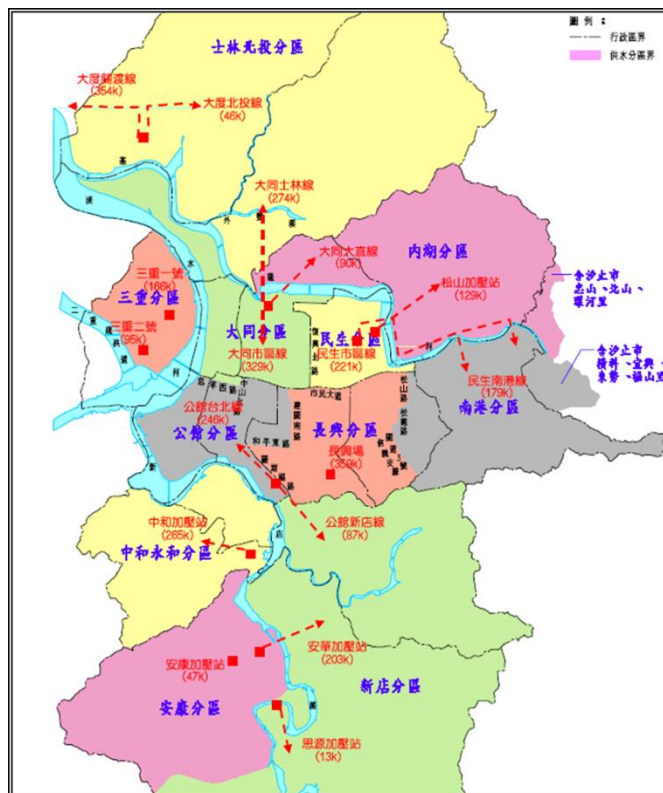


圖 3 供水分區與水源加壓站位置關係圖

第三章、供水系統調度支援

臺北地區自來水水源約 97.5% 來自新店溪水源（包括南勢溪及北勢溪之翡翠水庫），原水經過直潭淨水場混凝、沉澱、過濾、消毒等淨水處理程序成為清水後，經清水幹線送至下游各大加壓站，再經加壓站及輸配管線送至用戶住家。其中 2 條清水幹管，可構成雙線供水網絡，同時清水雙線間建置聯絡管線，使各供水分區皆能相互支援(如圖 4¹)；另供水分區內輸水幹管間亦互為備援，可應付本身災損維護及歲修之需求。為此，本研究針對前述輸水幹管檢修供水調度進行研究，以確保檢修期間供水穩定與安全。



圖 4 北水處供水系統示意圖

另陽明山地區仰賴高地水源(包含陽明山水源及雙溪水源)滿足用水需求，由於山區水源分散、水量有限，且易受天候及豐、枯水期水量的變化而影響供水，故如何妥善運用高地水源，透過各配水池互相調配運用及持減壓閥智能管理等方式，以維持高地穩定供水，並使餘裕水量匯入次高地區來充份運用，以減少加壓站耗能，為本研

¹資料來源：臺北自來水事業處，2014 台北的自來水，
<http://www.water.gov.taipei/public/Attachment/59916513773.pdf>

究重要課題。

3.1、輸水幹管檢修供水調度

本篇以「士林北投供水分區輸水幹管」及「清一幹線下游段檢修」為例，其中士林北投供水分區輸水幹管為北投線及關渡線，為辦理北投線停水檢修，需將北投線輸水量調配改由關渡線輸送，以維持區域穩定供水，但在管線流量、流速大幅改變的情形下，調配稍有不慎即可能造成大規模水質污染，故如何操作確保供水品質及用水安全為該案例研究重點。

「清一幹線下游段檢修」停水涉及清一幹線、清二幹線、信義支線、民生支線、民生加壓站、松山加壓站等管段流量、壓力、流速的複雜水理狀況，故於操作前需進行水理分析，另停水檢修時如何兼顧供水區域的供水穩定及加壓站正常運轉，亦為北水處辦理「清一幹線下游段檢修」的重點。

3.1.1 士林北投供水分區輸水幹管檢修調度

1. 士林北投供水分區介紹

士林北投供水分區(含支援新北市淡水、八里)係新店溪原水經直潭淨水場淨水處理後，由 2 條清水幹管輸送至位於新生公園的大同加壓站，再由 2,000mm 輸水管線（簡稱北投線）供應用水，尖峰時段供水量約 35 萬 CMD。北投線於 77 年興建，長年以來一直扮演著重

要供水角色，由於為單線供水沒有替代管線，一旦管線損壞發生漏水時，將嚴重影響士林、北投、淡水、八里一帶用水，也因為無法停水辦理管線檢修作業，故存在供水潛在風險。

有鑑於此，北水處著手新設大同關渡線(簡稱關渡線)，由大同加壓站至玉門街堤防外沿基隆河左岸高灘地、雙溪右岸高灘地，到達承德路雙溪橋下，並與橋下北投線既有 3 支 1,000mm 幹管銜接連絡，此一區域輸水管線於 101 年 2 月新設完成，部分地區已具備雙線供水能力。另為因應北投士林科技園區、淡海新市鎮開發案及未來可能開發地區，105 年 12 月完成新設雙溪橋至大度路大度加壓站間輸水管線，後續俟大度加壓站完成後(預計 107 年 1 月完工)可與原有輸水幹線—北投線形成相互備援之雙線供水系統(如圖 5)。



大度加壓站(施工中)

圖 5 關渡線北投線雙線供水示意圖

關渡線於劍潭水管橋至雙溪橋間管線完成後，可作為北投線部分區段的替代管線，在供水穩定及用水安全的前提下，北水處著手規劃北投線停水檢修的方案，將北投線 35 萬 CMD 的輸送水量改由關渡線輸送，並透過試關水作業確認方案的可行性，以達成北投線停水檢修的目標。

2.北投線預計檢修範圍

北投線預計檢修的範圍由士林區劍潭水管橋起至雙溪橋止，全長約 2.7 公里，其中劍潭水管橋至劍潭路口為口徑 2,000mm 的 PCCP 管，長度約 900 公尺，劍潭路至雙溪橋管段口徑為 2,000mm，長度約 1,800 公尺，管材分別為 PCCP、DIP、SP(如圖 6)。



圖 6 北投線檢修範圍示意圖

3.試關水前置作業

(1)蝶閥維護保養

蝶閥為輸水管線重要控制開關，為確保輸水管線切換過程供水無虞，工作團隊首先調閱管線竣工圖說，確認 500mm 以上蝶閥所在位置，逐一檢視並記錄開度，如有積土、積水、度盤不轉等情形立即進行保養維護，確保蝶閥操作正常，輸水管線沿線蝶閥保持全開維持順暢供水(如圖 7)。



圖 7 北投線蝶閥保養及開度確認

(2)水質監測及控制措施

大型輸水管線進行水量調配時，將原該輸水管線供水區域改由另一輸水管線供水，由於涉及大規模水量調度，操作稍有不慎即可能造成大規模區域水質污染，影響民眾用水安全並損及企業形象。

北投線停止供水後，關渡線流量將由 5 萬 CMD 大幅提升至 35 萬 CMD，流速粗估增加約 7 倍(如圖 8)，部份管網區段亦可能發生流向改變，為避免流速劇烈變化與流向改變揚起管垢，工作團隊訂定蝶閥操作速率，操作期間透過水質監測數據分析，時時檢討修正蝶閥

操作的速度，另除既有供水系統的水質監測點外，並排定人員於現場做水質取樣即時檢測，確保水質安全。

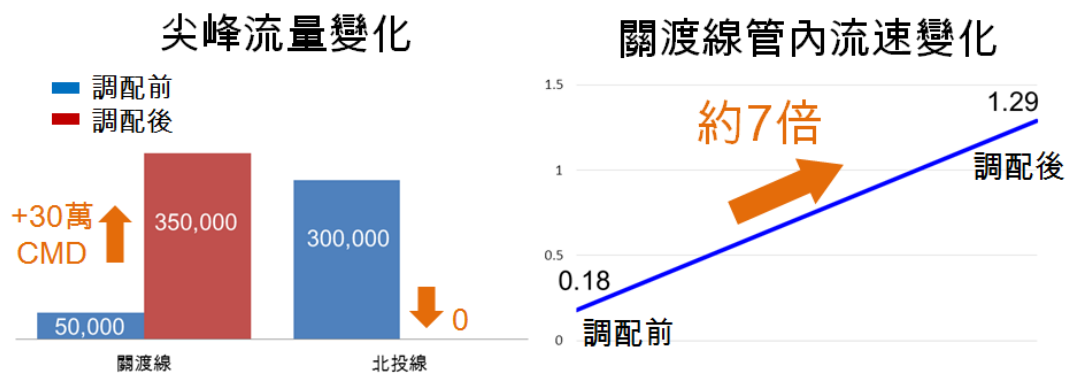


圖 8 供水調配輸水幹線流量及流速變化情形

4. 試關水調配作業

(1) 成立作業通訊群組

工作人員依執行任務進行編組，分別辦理蝶閥操作、現場管網水壓及水質檢測、供水系統水壓、水質監視點監測，並成立作業通訊群組(如圖 9)，各組人員辦理操作、檢測、監測均需於群組回報，以利指揮官掌握供水狀況，即時調整操作步驟及頻率。

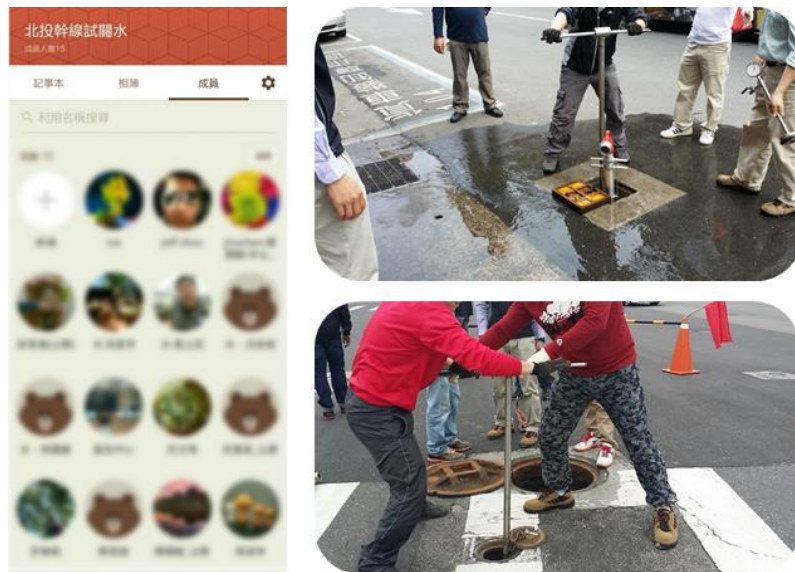


圖 9 作業通訊群組

(2) 試關水調配操作步驟

- A. 當日蝶閥操作前，工作人員確認回報該閥開度，並同時檢測供水管網水壓、水質等資料。
- B. 蝶閥操作時，每操作 1 次即於作業群組回報閥號、操作圈數及累計圈數(如圖 10)。
- C. 每操作數次，即於作業群組回報水質檢測結果，並請監控中心回報管網監視點水壓、流量及濁度。
- D. 逐次記錄蝶閥啟閉時間、開度及管網水質、水壓量測結果。
- E. 當日操作完畢後，確認蝶閥最終開度。



圖 10 操作及水質檢測於通訊群組回報

(3)作業成果

本次供水調配作業計 19 工作天，動員 193 人次，作業期間管網水質濁度最高 0.86ntu，多數時間維持 0.2ntu 以下(如圖 11)，且未發生水質異常(案件數 0)、區域水壓下降致無(缺)水申訴案件，在供水穩定及用水安全的前提下，順利將北投線 35 萬 CMD 的輸送水量改由關渡線輸送，確認調配操作方案可行。

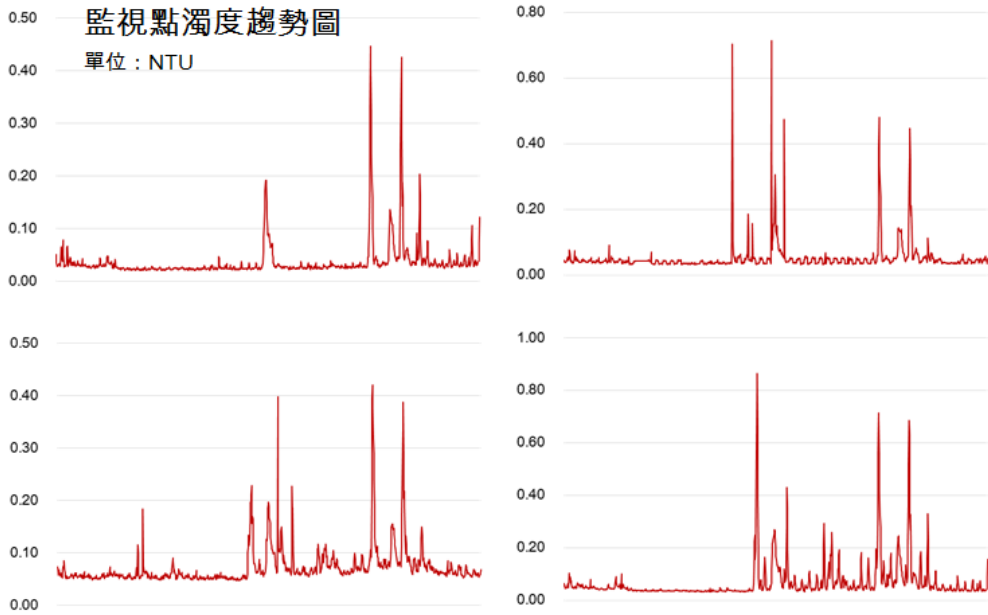


圖 11 監視點濁度趨勢圖

5.施工作業

試關水作業確認供水調配操作可行後，北水處訂定停復水作業計畫，包含停復水作業、閘類操作順序及速率、水質檢驗點、施工作業及緊急應變機制等，並依作業計畫辦理施工事宜(如圖 12)。

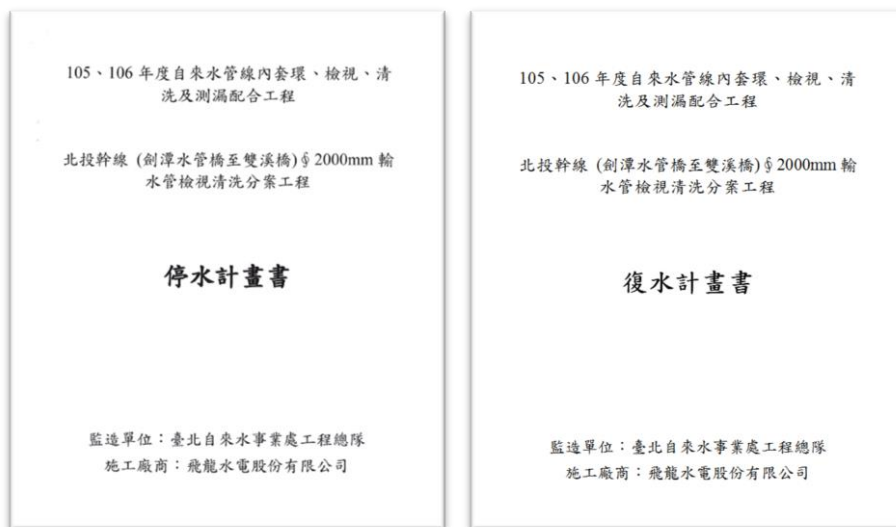


圖 12 訂定停復水作業計畫書

(1)任務編組及操作回報

依據施工計畫書的工作事項進行任務編組，包含蝶閥操作、水質檢測、管網水壓水質監控等，並依試關水結果訂定操作速率，操作蝶閥切換供水系統，操作過程監控中心即時監控管網水壓，水質檢測人員於現場進行水質檢測，各項工作均於作業通訊群組回報，以利指揮官掌握供水管網整體狀況(如圖 13、圖 14)。



圖 13 水質監控及取樣檢測



圖 14 各項作業於群組回報

(2)管線檢修作業流程

歷經 15 天的供水調配作業，士林北投供水區由關渡線獨立供水，北投線達停水狀態並接續辦理北投線管線檢修(如圖 15)。施工人員首先拆除 150mm 排氣閥及其管件(如圖 16)，歷時 2 天抽除輸水

幹線餘水，餘水抽除後派員進入輸水幹線進行管壁清洗，隨後檢視管身是否破損、接頭是否有間隙過大、撓曲角度過大等情形並作成紀錄(如圖 17)，管身如有破損，採用環氧樹脂塗佈補強，接頭如有間隙過大、撓曲角度過大的情形，則採用內套環工法補強，確保管線供水安全(如圖 18)。



圖 15 操作蝶閥，北投線達停水狀態



圖 16 拆除排氣閥及管件，抽除管中餘水



圖 17 管線清洗檢視及接頭量測



圖 18 施作內套環補強

管線檢修完成後開始辦理復水作業，首先進行洗管排水，些微開啟單側邊的蝶閥進行洗管(含正向洗管及反向洗管)，排除管內滯流水，歷時9天並確認水質濁度、餘氯、PH值已達標準。接著辦理復水作業，逐步開啟蝶閥恢復供水，操作過程亦指派專責人員即時監控管網水壓水質狀態，並現場採取水樣檢測水質(如圖 19)，歷時10天完成

復水作業，士林北投供水分區恢復為北投線、關渡線聯合供水。

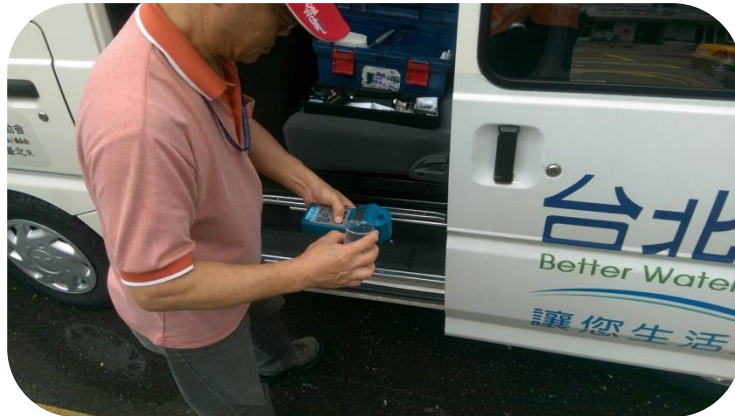


圖 19 水質取樣檢測

(3)管線檢修成果

北投線管線清洗檢視長度約 2.66 公里，管身大致良好無異常，但 12 處接頭有異常的情形，包含 5 處撓曲角度過大、2 處接頭間隙過大、1 處接頭間隙及撓曲角度均過大、4 處接頭外水滲入的情形，經現場會勘確認後，採用內套環方式修復，完成接頭補強工作(如圖 20)。

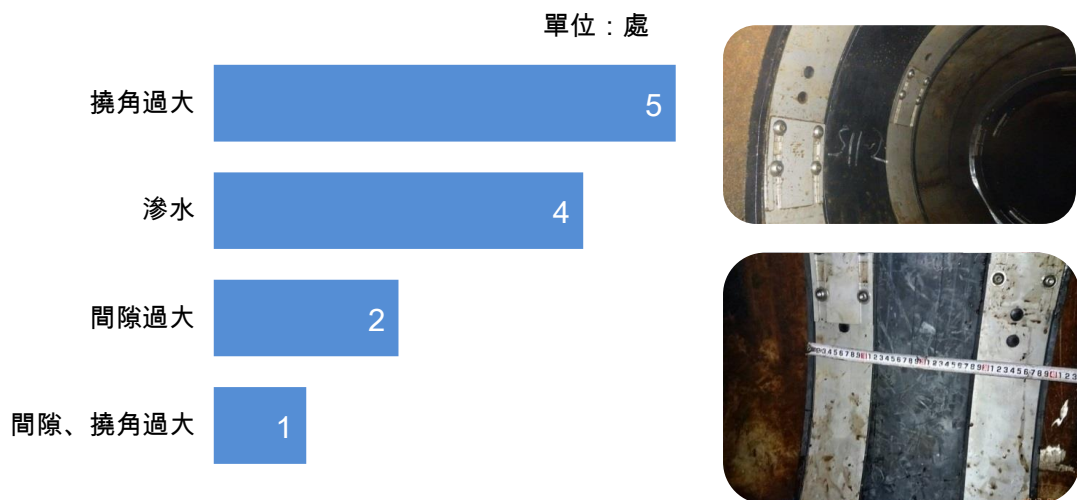


圖 20 管線檢視結果與補強

北投線的管線檢修工作，透過北水處各單位通力合作，包含供水系統切換的操作調配、蝶閥的保養維修、供水管網水質水壓監控及檢測、管線清洗補強施工等，過程中雖有遭遇夜間施工擾民、蝶閥位處交通要道車流量大、施工環境不佳等，仍克服困難完成任務，確保幹線供水安全(如圖 21、圖 22)。



圖 21 施工遭遇種種困難

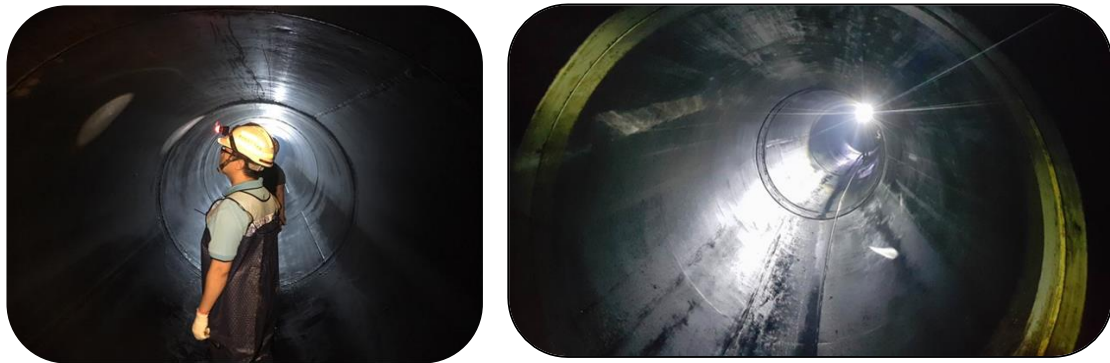


圖 22 克服困難，完成管線檢修工作

3.1.2 清一幹線下游段檢修供水調度

1. 案例說明

北水處為提升清水幹線供水效能及延長輸水幹管使用年限，逐年

辦理相關輸水幹管檢視清洗作業。配合大同加壓站第三座工程施工，辦理「清一幹線 ϕ 2200mm 及 ϕ 2000mm 管線（自信義路至大同配水池加壓站）輸水管檢視清洗工程，全長約 4 公里；同時一併辦理松山支線 ϕ 1650mm(自建國北路至民權東路敦化公園)輸水管檢視清洗作業，全長約 1.8 公里(如圖 23)。停水檢修期間須進行供水調度，以維持供水正常，惟為避免相關供水系統切換過程中，發生管內流量及流速變化過鉅，而造成水質異常情形，故系統切換過程中除需緩慢操作相關制水閥，觀察水壓及水量變化外，更重要的是供水系統切換之前，如能先行瞭解系統切換前、後管內流量及流速變化情形，將可作為供水調度相關作業之參考，讓供水系統更為穩定及安全。



圖 23 清一幹線下游及松山支線辦理檢視清洗範圍

2.應用方法及基本原理

本案例採水力分析軟體 EPANET 進行分析，EPANET 由美國環保署(U.S. Environmental Protection Agency)國家風險管理研究實驗室發展，可以用來模擬壓力管網的水力及水質行為之管網分析程式，係免費公用軟體。其管網分析係模擬實際管網系統，產製水力模型架構，於模型設定條件下，利用數學程式計算得到分析結果。管網分析模型可由數值反映真實的供水管網系統，模擬已存在或待規劃的管網系統，其分析基本條件及能量平衡概念如下：

(1) 分析基本條件

管內流體的水力行為須達流量平衡及水頭平衡，其質量不減(流量平衡)、能量不減(水頭平衡)示意圖如圖 24。

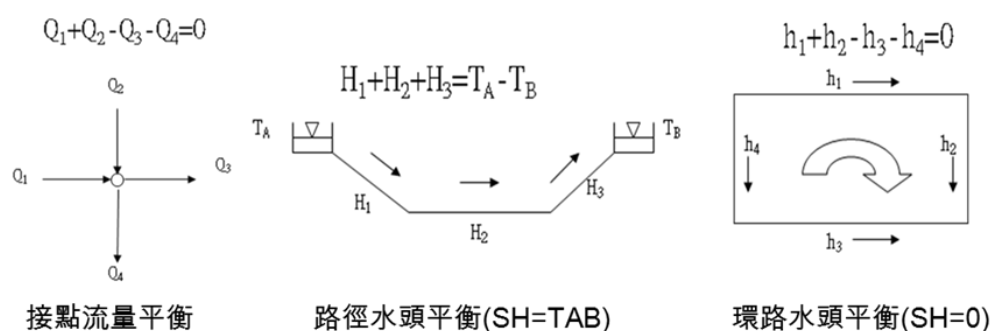


圖 24 流量平衡及水頭平衡示意圖

(2) 能量平衡概念

位置水頭：流體因所在位置所具有的能量(位能)。壓力水頭：壓力所作的功(壓力能)。速度水頭：流體因流動所具有的能量(動能)；

總水頭=位置水頭+壓力水頭+速度水頭。

能量坡降線(EGL)：系統中各點對總水頭的連線。水力坡降線

(HGL)：系統中各點對位置水頭與壓力水頭總和的連線。其能量坡降

線(EGL)與水力坡降線(HGL)如圖 25。

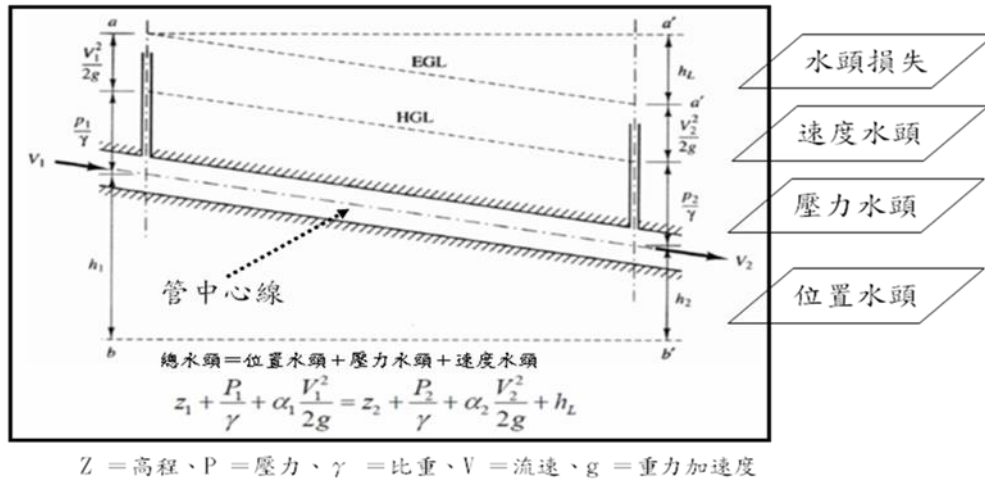


圖 25 能量平衡

(3) 水頭損失(hL)

水頭損失：係指由於管內管壁的阻力，所造成的能量損失，一般長管線中此種損失佔總水頭損失的大部份，其管線摩擦水頭損失如下：

Hazen-Williams formula :

$$h_f = \frac{10.666 L Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.87}} = RQ^{1.852}$$

Darcy-Weisbach formula :

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g} \quad \text{或} \quad h_f = 0.0826 fL \frac{Q^2}{D^5} = RQ^2$$

Chezy-Manning formula :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{或} \quad h_f = 10.29 n^2 L \frac{Q^2}{D^{5.33}} = RQ^2$$

上述公式均為 SI 制，但 Hazen-Williams formula 較常被用作自來水之水力行為分析用，其 C 值(Roughness Coeff.)可透過查圖表取得(如圖 26)，亦可採過去成功經驗判斷推估。

Material	Hazen-Williams Coefficient - c -
ABS - Acrylonite Butadiene Styrene	130
Aluminum	130 - 150
Asbestos Cement	140
Asphalt Lining	130 - 140
Brass	130 - 140
Brick sewer	90 - 100
Cast-Iron - new unlined (CIP)	130
Cast-Iron 10 years old	107 - 113
Cast-Iron 20 years old	89 - 100
Cast-Iron 30 years old	75 - 90
Cast-Iron 40 years old	64-83
Cast-Iron, asphalt coated	100
Cast-Iron, cement lined	140
Cast-Iron, bituminous lined	140
Cast-Iron, sea-coated	120
Cast-Iron, wrought plain	100
Cement lining	130 - 140

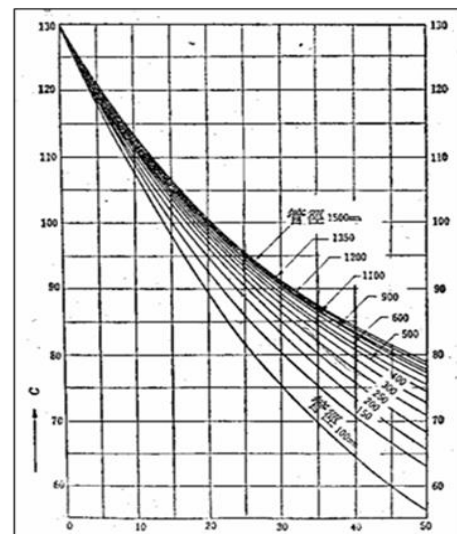


圖 26 鑄鐵管通水年數與 C 值(Roughness Coeff.)關係圖表

建立 EPANET 管網模型時，需先確認分析目的，於底圖建置完成後，將用戶需水量、管線及閥類屬性等資料輸入模型，並作模型校準，即可進行水力分析。(流程圖如圖 27)

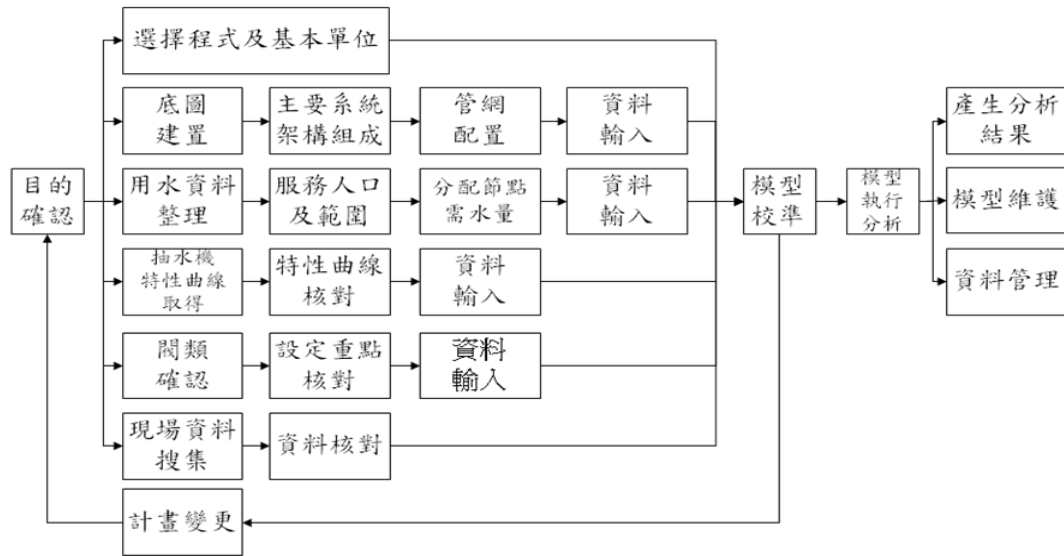


圖 27 管網模型建立及分析流程圖

3.水理模型建置與分析結果

(1)水理模型建置

首先依北水處「供水設備管理系統」，建置本案例相關場站高程、管線長度、口徑及 C 值等屬性資料，並將安康、安華、中和、公館、三重、大同、松山及民生等各大加壓站需水量現況值，輸入 EPANET 模型內，以 Hazen-Williams (H-W) 為本案例水頭損失公式。

俟水理模型建置完成後，與實際相關監視點水壓比較後，進行模型校正，並將清一幹線 C 值校正為 100、清二幹線 C 值校正為 90，以符實際狀況。

(2)現況清一、清二幹線及相關支線流向水理分析(如圖 28)

經水理分析北水處二條清水幹線之流向，清一幹線(ϕ 3400~2000 mm)之主幹線始自直潭淨水場向北延伸，首先穿越新店溪經安康、

中和，再跨越新店溪經公館沿建國南、北路而至大同配水池暨加壓站；清二幹線(φ 3800~2400 mm)亦起自直潭淨水場，向北延伸以水管橋跨越新店溪，沿新店溪右岸環河快速道路堤外便道至福和橋下，經轉向公館圓環，再沿基隆路、敦化南北路北上，終至大同加壓站第二座配水池。

經分析北水處二條清水幹線相關支線之流向，由清一幹線流出之支線分別為三重支線(φ 1650 mm~ φ 1500 mm)起自公館加壓站沿水源路、羅斯福路、南昌路、愛國西路、中華路，跨越忠孝大橋至三重加壓站；松山支線(φ 1650 mm)由清一幹線建國北路與民生東路口分支，沿民生東路、敦化北路、民權東路終至松山配水池；信義支線(φ 2400 mm)連接清一、二幹線，位在建國南路與敦化南路間之信義路上，並分支 φ 1000 mm沿信義路向東至松德路口銜接既有幹管。

另由清二幹線流出之支線分別為安康支線(φ 800 mm)自安康路與安康交流道口沿安康路至安康加壓站；中和支線(φ 2000 mm)自秀朗橋東橋頭起，穿越新店溪經景平路至中和加壓站；公館支線(φ 2400 mm)連接清一、二幹線，自福和橋下堤外便道穿越萬盛溪進入公館加壓站；長興支線(φ 2000 mm)起自基隆路長興街口，沿長興街而至長興淨水場清水池；民生支線(φ 2000 mm)自敦化北路沿富錦街至民生配水池，並分支 φ 1500 mm與松山支線在民權東路與光復北路口銜接。

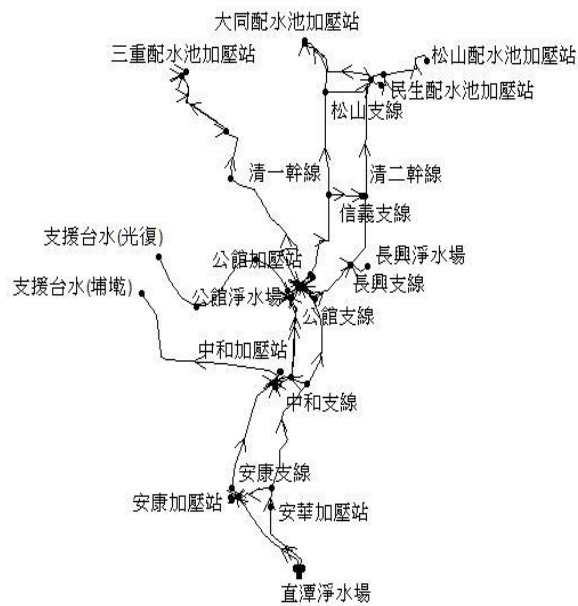


圖 28 現況清一、清二幹線及相關支線水流方向圖

(3)關水前、後水力分析

①關水前、後清一、清二幹線及相關支線水量變化：

關水前：大同加壓站清一進水量由清一幹線供應；大同加壓站清二進水量由清二幹線供應；民生加壓站需水量由清二幹線經民生支線供應；松山加壓站需水量由松山支線以及清二幹線經民生支線供應；信義支線水量由清一幹線流向清二幹線。(如圖 29)

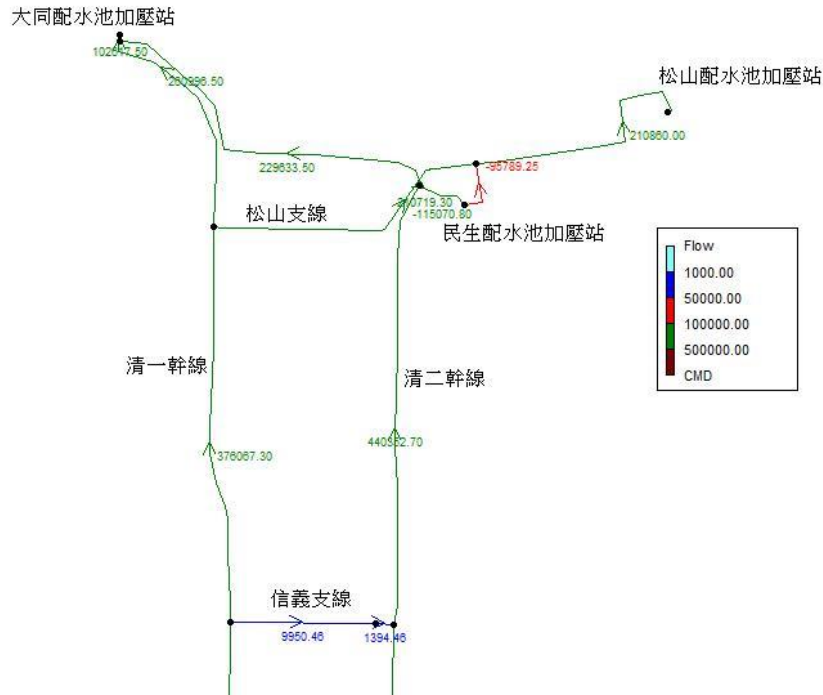


圖 29 關水前清一、清二幹線及相關支線水量圖

關水後：大同加壓站清一進水量已無進水，清一幹線下游段(信義支線至大同加壓站)亦無供水；大同加壓站清二進水量仍由清二幹線供應，但流量由 23 萬 CMD 增至 49.1 萬 CMD，流量變成 2.1 倍，清二幹線下游段(信義支線至民生支線)流量由 44.3 萬 CMD 增至 81.6 萬 CMD，流量變成 1.8 倍；民生加壓站需水量仍由清二幹線經民生支線供應，但民生支線流量由 21.1 萬 CMD 增至 32.6 萬 CMD，流量變成 1.5 倍；松山加壓站需水量則全由清二幹線經民生支線供應，因松山支線已無供應，而民生繞流管流量由 9.6 萬 CMD 增至 21.1 萬 CMD，流量變成 2.2 倍；信義支線水量仍由清一幹線流向清二幹線，但流量由 1 萬 CMD 增至 35.1 萬 CMD，流量變成 35.1 倍。(如圖 30)

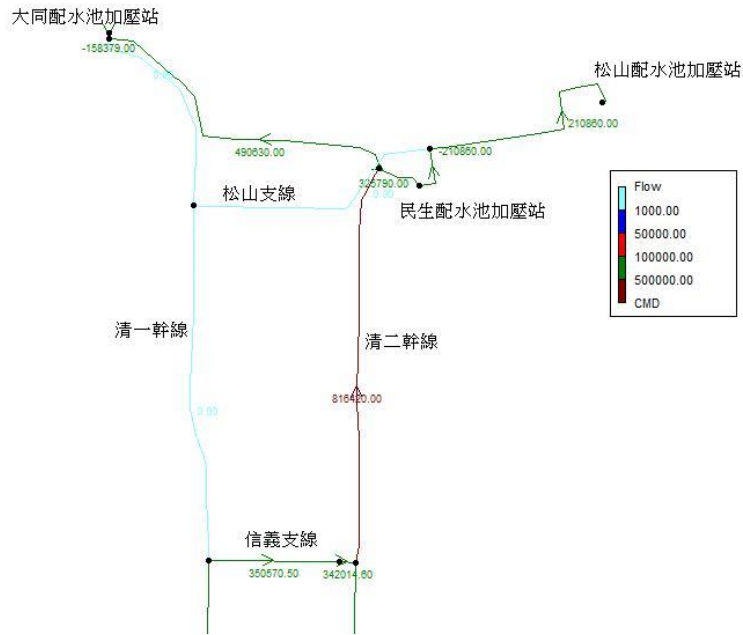


圖 30 關水後清一、清二幹線及相關支線水量圖

②關水前、後清一、清二幹線及相關支線水頭(水壓)變化：

關水前：大同加壓站清一及清二進水點水頭(水壓)為

23m(2.3kg/cm²)；民生加壓站進水點水頭(水壓)為 22m(2.2kg/cm²)；

松山加壓站進水點水頭(水壓)為 20m(2kg/cm²)。(如圖 31)

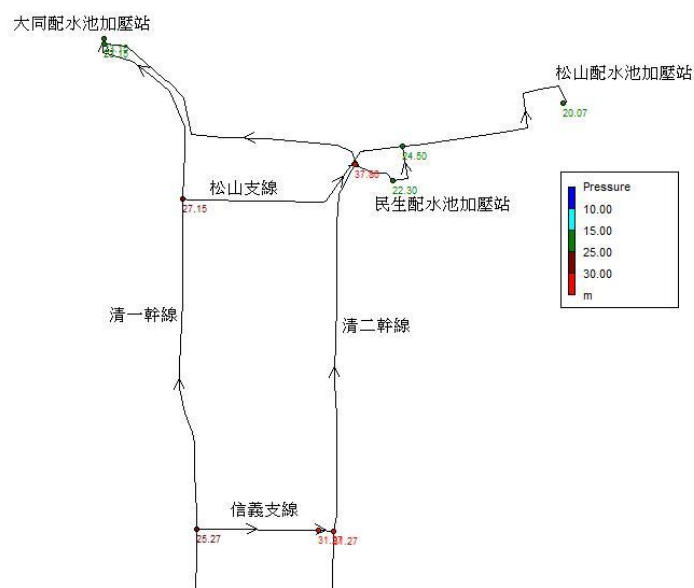


圖 31 關水前清一、清二幹線及相關支線水頭(水壓)圖

關水後：大同加壓站清一及清二進水點水頭(水壓)由 23m(2.3kg/cm²)降至 16m(1.6kg/cm²)，降低 7m(0.7kg/cm²)；民生加壓站進水點水頭(水壓)由 22m(2.2kg/cm²)降至 17m(1.7kg/cm²)，降低 5m(0.5kg/cm²)；松山加壓站進水點水頭(水壓)由 20m(2kg/cm²)降至 14m(1.4kg/cm²)，降低 6m(0.6kg/cm²)。(如圖 32)

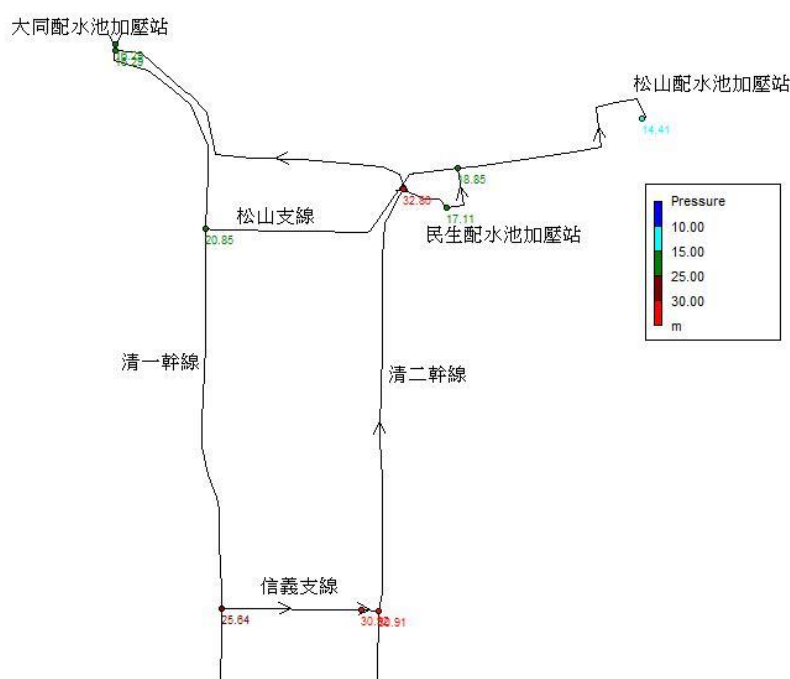


圖 32 關水後清一、清二幹線及相關支線水頭(水壓)圖

③關水前、後清一、清二幹線及相關支線流速變化：

關水前：大同加壓站清二進水之清二幹線下游段(民生支線至大同加壓站)流速為 0.59m/s；清二幹線下游段(信義支線至民生支線)流速為 1.13m/s；民生支線流速為 0.78m/s；民生繞流管流速為 0.63m/s；信義支線流速為 0.03m/s。(如圖 33)

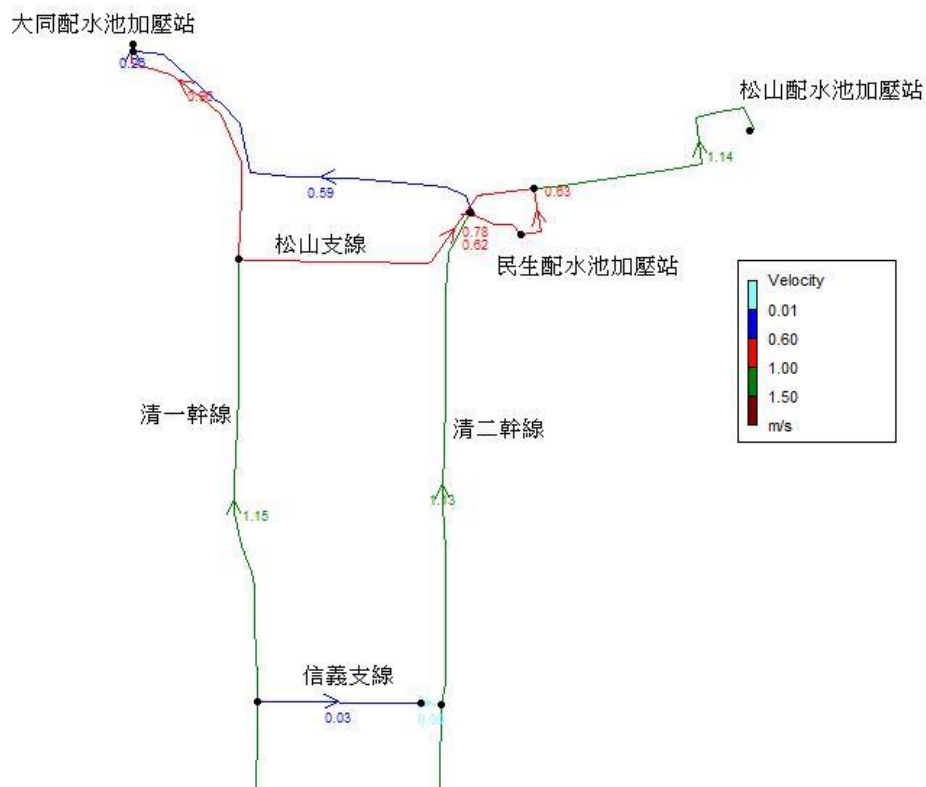


圖 33 關水前清一、清二幹線及相關支線流速圖

關水後：大同加壓站清二進水之清二幹線下游段(民生支線至大同加壓站)流速由 0.59m/s 增至 1.26m/s，流速變成 2.1 倍；清二幹線下游段(信義支線至民生支線)流速由 1.13m/s 增至 2.09m/s，流速變成 1.8 倍；民生支線流速由 0.78m/s 增至 1.2 m/s，流速變成 1.5 倍；民生繞流管流速由 0.63m/s 增至 1.38m/s，流速變成 2.2 倍；信義支線流速由 0.03m/s 增至 0.9m/s，流速變成 30 倍。(如圖 34)

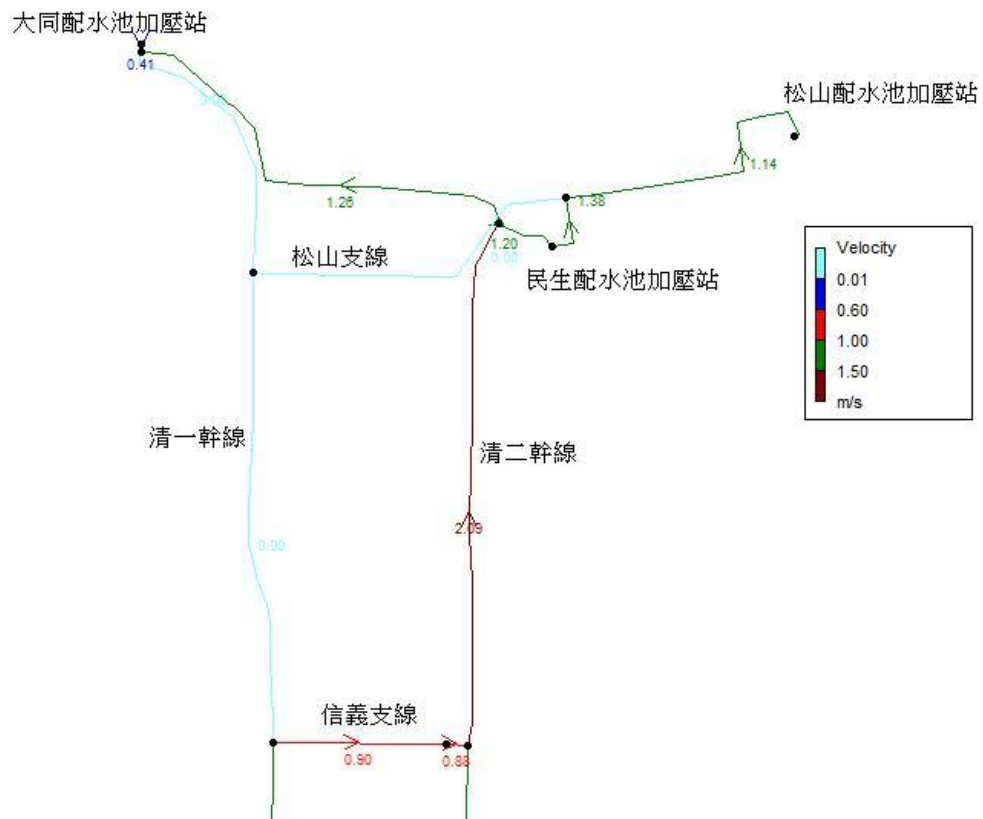


圖 34 關水後清一、清二幹線及相關支線流速圖

(4) 水理分析結果

關水後大同加壓站清二進水流量及流速變成 2.1 倍(流速 1.26m/s)；清二幹線下游段(信義支線至民生支線)流量及流速變成 1.8 倍(流速 2.09m/s)；民生支線流量及流速變成 1.5 倍(流速 1.2 m/s)；民生繞流管流量及流速變成 2.2 倍(流速 1.38m/s)；信義支線流量及流速變成 30 多倍(流速 0.9m/s)。

另關水後大同加壓站清一及清二進水壓降低 0.7kg/cm^2 (水壓 1.6kg/cm^2)；民生加壓站進水壓降低 0.5kg/cm^2 (水壓 1.7kg/cm^2)；松山加壓站進水壓降低 0.6kg/cm^2 (水壓 1.4kg/cm^2)。

4. 因應操作方式與供水調配

(1) 管內流量、流速變化甚鉅因應操作方式

依水理分析結果，關水後大同加壓站清二進水、清二幹線下游段(信義支線至民生支線)、民生支線、民生繞流管，其流量及流速均提高為 1.5~2.2 倍，且流速提高至 1.2~2.1m/s，均大於 1m/s。當管內流速變化大時，易將管內沉積物帶出，造成水質異常之風險隨之提高。

另關水後信義支線流量由 1 萬 CMD 增至 35.1 萬 CMD，且流速由 0.03m/s 增至 0.9m/s，其流量及流速變化量甚鉅，也容易將管內沉積物帶出，導致水質異常。

為避免閘類操作過程影響供水安全，本案例於施工停水前先參照上述水理分析結果，擬妥施工停水計畫書。

在擬訂停水計畫書之前，應先調查相關閘類開度現況(如圖 35)，確認其功能是否正常，並將勘查結果納入計畫書內。另為確保供水安全，依上述水理分析結果，找出閘類操作過程可能會造成管內流量及流速劇烈變化之關鍵性(key point)蝶閘(如圖 36)。除參考蝶閘開度-流量率曲線圖(如圖 37)，謹慎規劃操作步驟及速率(如表 1)，並採分日、分段緩慢操作，期間須隨時觀察相關監視點流量、水壓及水質變化是否有異常情形。。

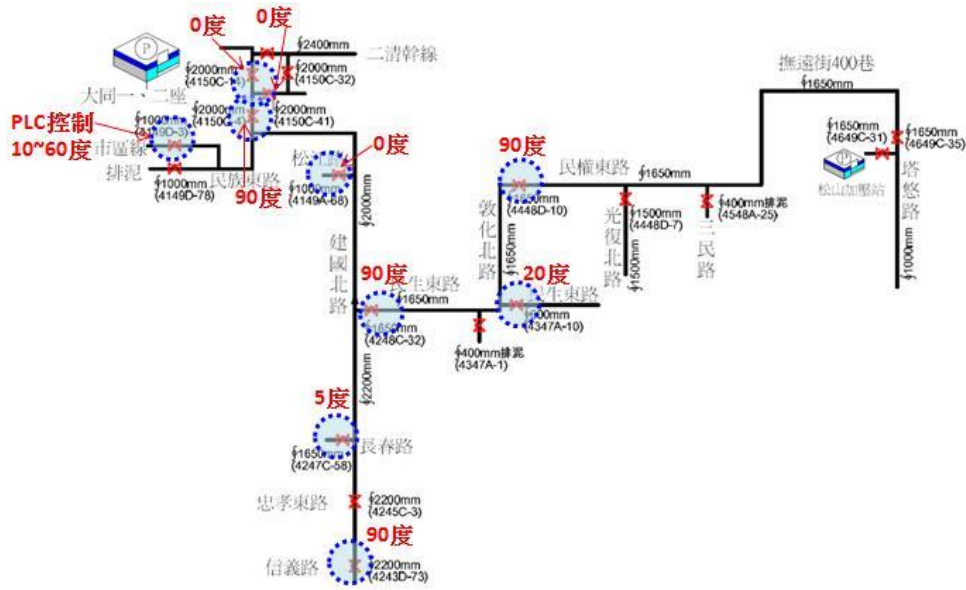


圖 35 相關閥類開度現況圖

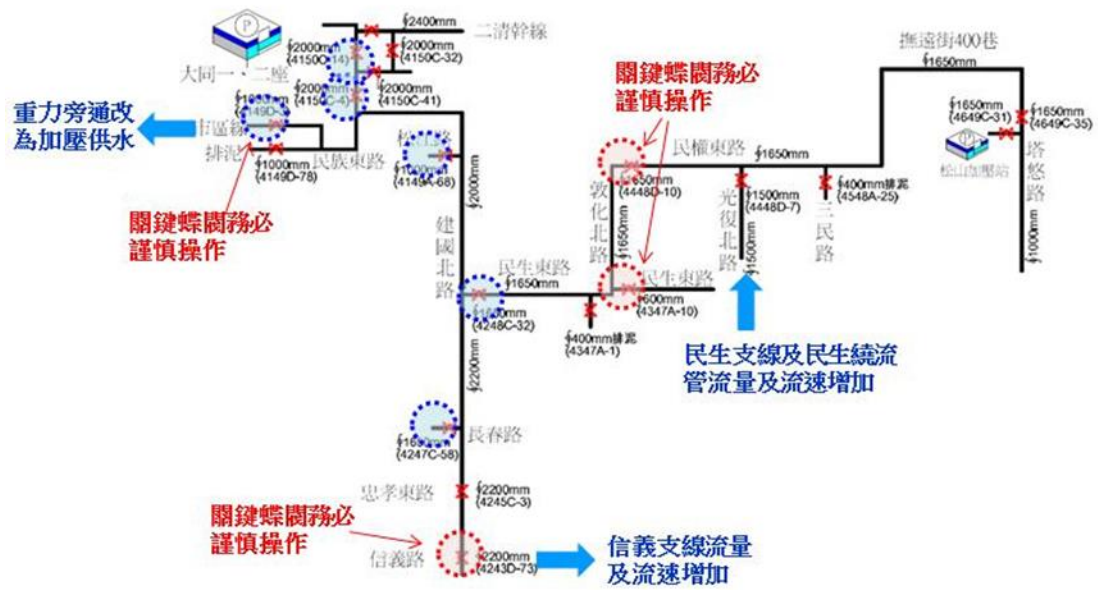


圖 36 關鍵性(key point)蝶閥位置圖

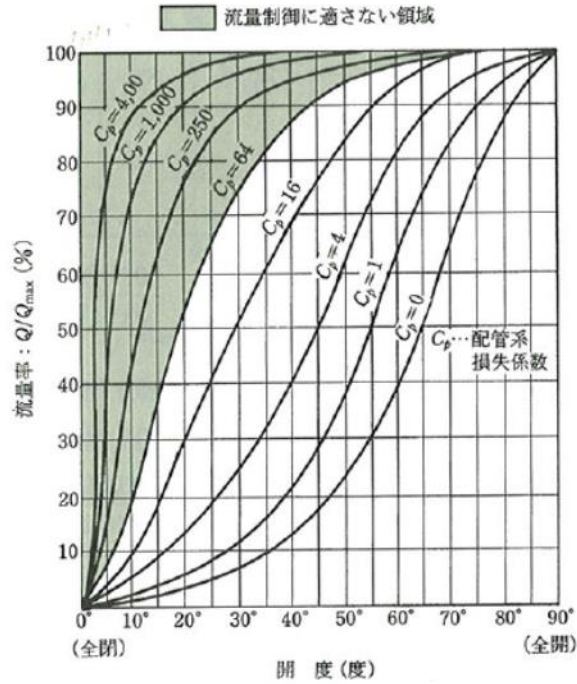


圖 37 蝶閥開度-流量率曲線圖

表 1 關鍵性(key point)蝶閥操作速率表

序號	地點	開度範圍	操作速率	所需時間	備註
1	信義路與建國北路口 ϕ 2200mm 蝶閥	90~50 度 (流量變化 100%→85%)	每分鐘關 7 圈(共 895 圈) 每隔 10 度觀察 5 分鐘	150 分鐘	共 2015 圈
		50~30 度 (流量變化 85%→51%)	每分鐘關 4 圈(共 448 圈) 每隔 10 度觀察 10 分鐘	140 分鐘	
		30~15 度 (流量變化 51%→19%)	每分鐘關 3 圈(共 336 圈) 每隔 5 度觀察 10 分鐘	150 分鐘	
		15~0 度 (量流變化 19%→0%)	每分鐘關 2 圈(共 336 圈) 每隔 5 度觀察 10 分鐘	200 分鐘	
2	民權東路與敦化北路口 ϕ 1650mm 蝶閥	90~50 度 (流量變化 100%→85%)	每 2 分鐘關 6 圈(共 245 圈) 每隔 10 度觀察 5 分鐘	110 分鐘	共 552 圈
		50~30 度 (流量變化 85%→51%)	每 2 分鐘關 3 圈(共 123 圈) 每隔 10 度觀察 10 分鐘	110 分鐘	
		30~15 度 (流量變化 51%→)	每 2 分鐘關 2 圈(共 92 圈) 每隔 5 度觀察 10 分鐘	130 分鐘	

		19%)			
		15~0 度 (量流變化 19%→0%)	每 3 分鐘關 2 圈(共 92 圈) 每隔 5 度觀察 10 分鐘	170 分鐘	
3	民生東路與敦 化北路口 ϕ 600mm 蝶閥	20~10 度 (量流變化 31%→ 10%)	每 3 分鐘關 1 圈(共 8 圈) 每隔 5 度觀察 10 分鐘	50 分鐘	共 61 圈
		10~0 度 (量流變化 10%→0%)	每 5 分鐘關 1 圈(共 8 圈) 每隔 5 度觀察 10 分鐘	60 分鐘	

其中大同舊市區線重力旁通 ϕ 1000mm 電動蝶閥，係透過可程式邏輯控制器(PLC)以遠端監視點 S133 回授壓力值，控制旁通閥開度介於 10~60 度不等，關水過程配合新市區線變頻抽水機啟動後頻率逐步提高，進而減少閥開度至全關，以完成供水系統切換作業。

本案例在實際操作閥類時，相關人員已隨時留意相關監視點流量及水質變化，期間並無用戶反映水質問題。

(2)區域供水調配

依水理分析結果，關水後大同加壓站清一及清二進水壓降低 0.7kg/cm^2 (水壓 1.6kg/cm^2)；民生加壓站進水壓降低 0.5kg/cm^2 (水壓 1.7kg/cm^2)；松山加壓站進水壓降低 0.6kg/cm^2 (水壓 1.4kg/cm^2)。

本案例在實際關水期間，因大同加壓站舊市區線重力旁通閥須關閉，故無法透過重力旁通管之出水壓(等同進水壓)來瞭解大同加壓站進水壓變化；但從松山加壓站實際進水壓變化趨勢來看，關水期間進水壓確實有遞減情形(如圖 38)，壓力降低約 0.5kg/cm^2 左右，與水理分析結果尚符(水理模型分析與實際操作結果得以驗證)，雖然前述加

壓站進水壓略有降低，尚不影響該加壓站正常供水。

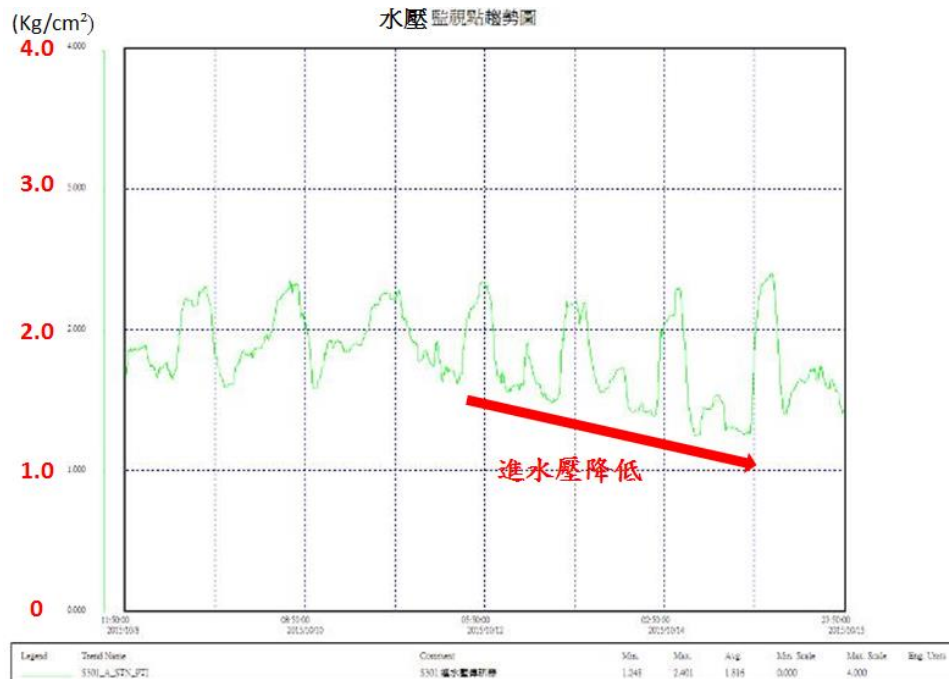


圖 38 松山加壓站進水壓變化情形

因關水後大同舊市區線無法採重力旁通方式供應市區用水(平均水量約 16 萬 CMD、尖峰瞬時最大水量約 24 萬 CMD)，市區線需改由加壓方式供水(如圖 39)，大同新市區線常態啟動 1 台 600HP 抽水機供水，用水尖峰時刻大同舊市區線再啟動 1 台 600 台 HP 及 450HP 抽水機支援供水(視舊大同配水池水位變化情形操作)。

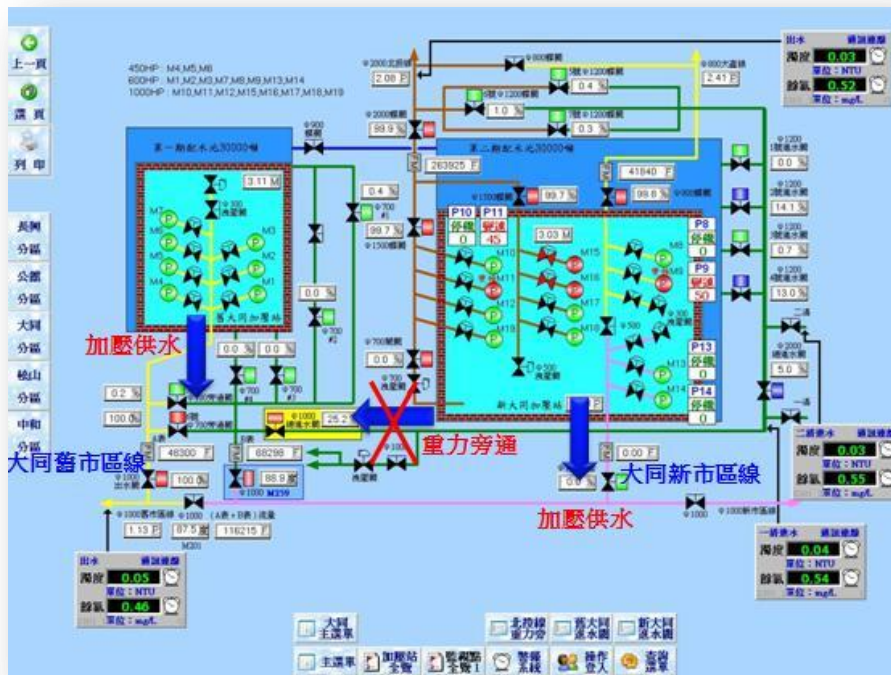


圖 39 關水時大同市區線加壓供水示意圖

另為滿足大同區用水需求，用水尖峰時刻適時開啟玉門街 ϕ 1000mm 電動蝶閥，由大同北投線支援市區線供水(如圖 40)。大同加壓站供水系統切換後，須留意新、舊大同配水池水位變化及變頻器遠端回授監視點(S133)壓力變化，以利區域供水調配。



圖 40 區域供水調配示意圖

北水處施工單位在實際操作閘類過程中，於操作前、後均須回報監控中心，對於大型閘類操作開度，已納入管控。針對轄區重要蝶閥，皆已裝設電動操作機，由監控中心透過電腦系統操作，以節省現場操作人力。

5. 未來相關應用及精進作為

(1) 為避免未來清水幹線停水檢修造成供水影響，擬訂標準作業流程

近 5 年北水處清一幹線及相關支線業已陸續完成檢視、清洗作業，惟清二幹線上、下游段於 86 年及 91 年完工迄今已逾 15 年以上(如圖 41)，為確保供水安全，未來清二幹線將分階段停水進行檢視、清洗

作業。

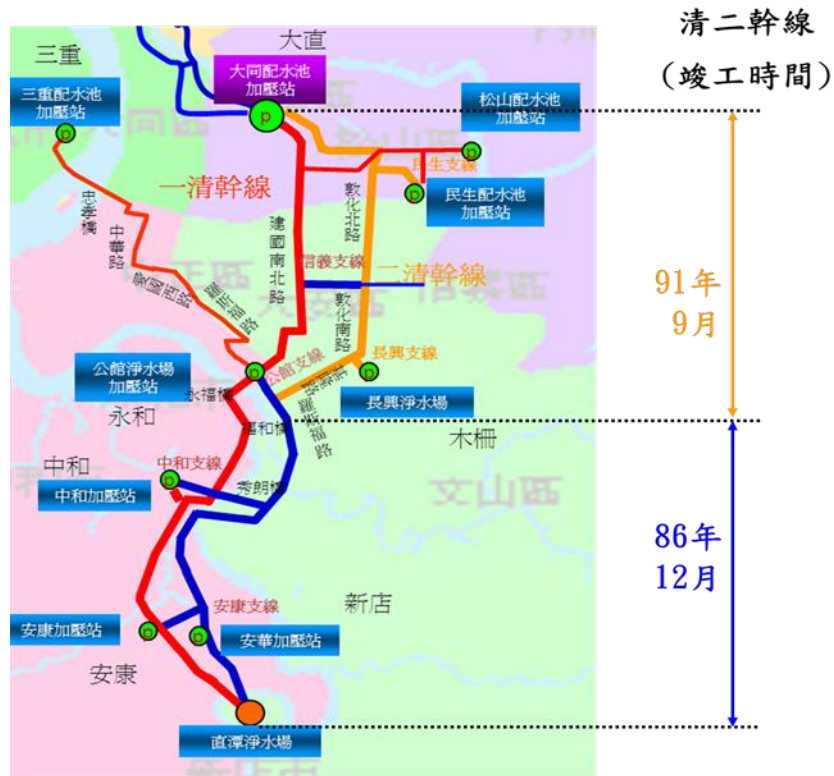


圖 41 清二幹線先前檢視、清洗時間圖

為確保未來清二幹線停水檢修期間供水穩定，避免相關閘類操作過程對供水造成影響，可參照本文經驗進行水力分析，並研擬施工停復水計畫書，以利後續操作及應變，爰訂標準作業流程(如圖 42)，提供自來水從業人員參考。

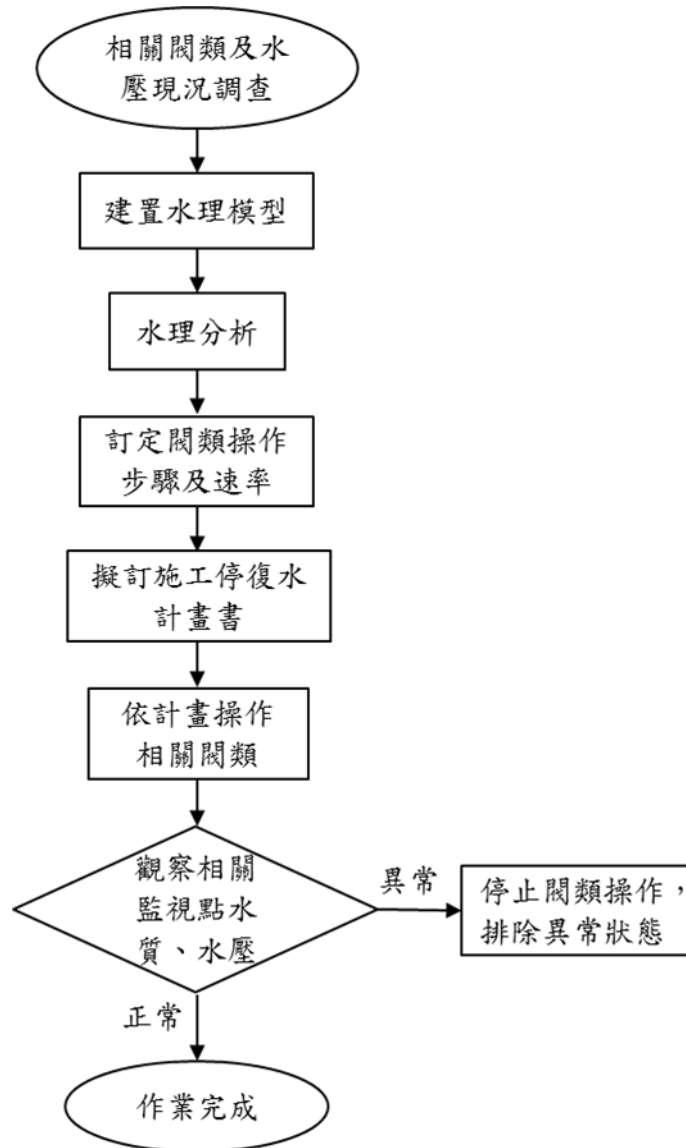


圖 42 輸水幹管施工停復水標準作業(SOP)流程圖

(2) 未來擴大 GIS 多元應用，加速管網水理模型建置時效

目前北水處刻正辦理供水設備管理系統 GIS 大躍進計畫，已委請廠商進行管網水理模型建立、校正、模擬及優化建議，所建置之模型檔案格式係以美國環保署 EPANET2.0 以及機關使用臺北市政府統一授權使用之 Bentley WaterGEMS V8i 軟體，進行開啟、編輯、執行等作業。

其作業方式需至現場量測水壓，將模型模擬分析結果與現場量測數據比對，以進行水理模型校正。模型校正後進行管網現有運作情形之模擬分析，如評估未來管網供水能力及可能供水瓶頸、輸水幹管停止供水時之影響範圍、幹管爆管之供水調度所造成之區域水壓變化、加壓站出水端遭污染後之污染擴散預測、因漏水控制逐年減少配水量、未來加壓站最適機組配置與抽水機樣式、既有加壓站抽水機效率與耗能及水齡分析等作業。

未來相關輸水幹管停復水作業，亦可透過前述 GIS 多元應用，擷取圖資系統之管線圖(結合水費水表系統)，迅速轉換為水理模型後，即可進行水理分析作業，節省水理模型建置所需人力及時間。

3.2、陽明山高地供水系統調度

3.2.1 陽明山高地供水簡介

陽明山高地區由於山區水源分散、水量有限，易受天候及水文影響，且受限於地形、地勢，部分地區難形成管網互相支援調配，以致往年夏季枯水時期，部分地區常有供水不足現象發生(如圖 43)。

而另一個造成陽明山地區缺水夢魘的因素卻是豪大雨。由於鹿角坑溪劃設為生態保護區，在歷經 921 大地震及納莉風災等數個颱風侵襲之下，保護區內山坡地沖刷情形嚴重，在水土保持不佳的情況下，豪雨夾帶大量泥砂致原有沉砂池淤積而無法發揮功能，原水濁度過高，

鹿角坑淨水設備無法處理而停止出水造成東昇路、登山路與陽明山格致路、文化大學與仰德大道等高地缺水。

由於自來水設施的規劃建設，必須未雨綢繆，以長期安全且穩定的供水為考量，又因高地水源得之不易，為符合「高地水源保留於高地區使用」之原則，如何妥善加以利用，作有效率之調配，使之互相支援，以滿足陽明山高地居民用水，改善居民用水品質一直是北水處努力的方向。

近年來北水處即積極辦理老舊漏管線汰換、加壓設施改善、設置足夠緩衝尖離峰需水量的高地配水池、檢討高地供水管網調配機制、統籌水源水權的管理、運用等，陽明山高地供水的質與量均有顯著的改善，現階段除以鹿角坑水源補充高地水源的不足、以及降低既有老舊管線漏水情形外，並以翡翠水庫水源補充陽明山次高地區，以平地水源取代原由高地水源供水區域，縮小高地水源供水範圍，以解決高地夏季缺水及暴雨造成部分淨水設備停止出水等相關問題。

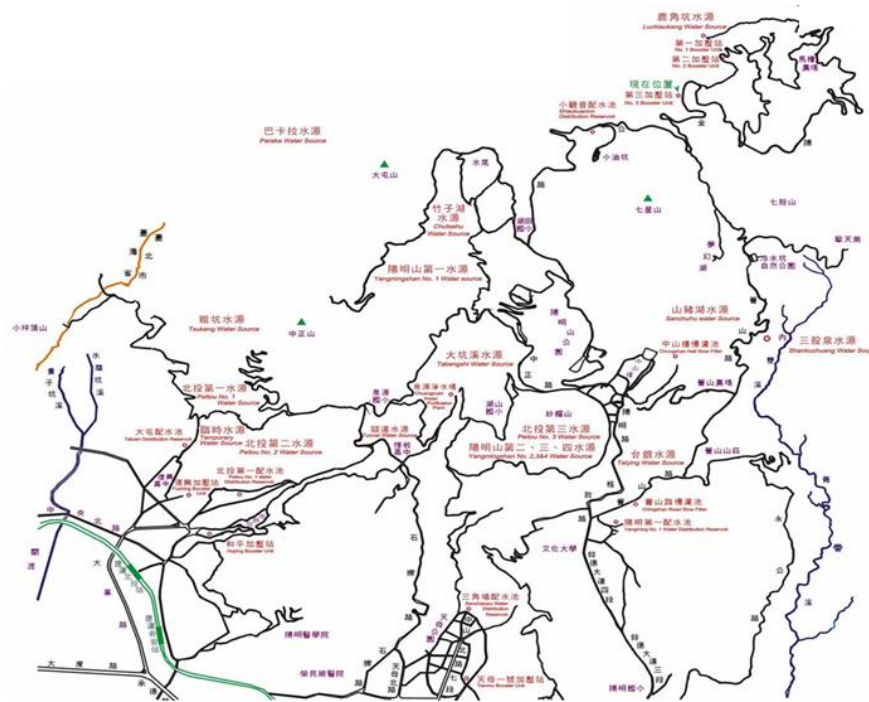


圖 43 陽明山水系圖

3.2.2 供水範圍及需求量

陽明山高地區供水範圍為竹子湖路（陽金公路）、中湖戰備道、湖山路、新生街、湖底路、東昇路（12 巷以上）、登山路、紗帽路、建國街、勝利街、陽明路 1、2 段、格致路、凱旋路、仁民路、大亨路、華岡路、愛富一、二、三街(含長生、厚生、樂生巷)、長春一、二街、國泰街、光華路、和平路、菁山路、建業路、中庸一路、中庸二路、中庸五路、新安路、永公路、莊頂路、仰德大道 3、4 段、仰德大道 2 段 28 號以上、德行東路 338 巷（10 號以上）、東山路 25 巷等，按行政區分包括北投區湖田里、湖山里、泉源里及士林區菁山里、公館里、陽明里、新安里、永福里、東山里與芝山里，目前總供水用戶數 5,048 戶，平均需水量為 7,453CMD(如圖 44)。

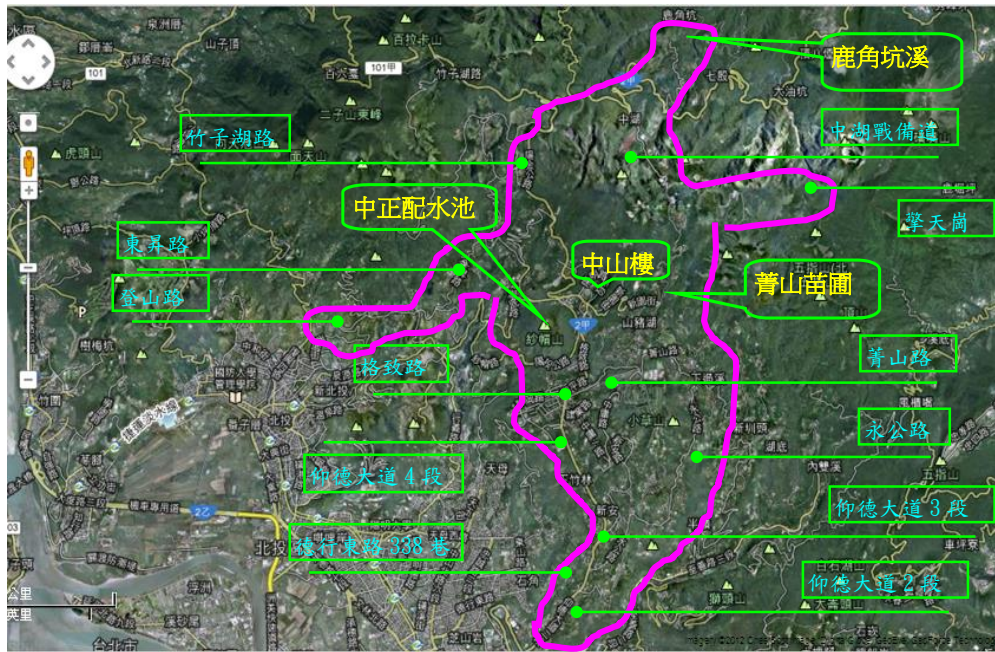


圖 44 陽明山供水範圍圖

3.2.3 水源與供給量

陽明山高地區自來水水源主要有鹿角坑水源、陽明山第一水源（陽一水源）、竹子湖水源、山豬湖水源及三溝泉水源等，另外有台銀水源與情報局水源等小水源，依據近 3 年統計資料，陽明山供水區主要水源平均供水量為 11,980CMD(如圖 45)。

鹿角坑水源屬地面逕流水，係於鹿角坑溪上游建壩取水，再以 3 段加壓方式上送至竹子湖路與中湖戰備道、然後下放至東昇路、登山路、湖山路及菁山路、永公路一帶。

陽一水源位在竹子湖以南一公里的七星山西麓，與竹子湖水源均為天然湧泉，兩湧泉水源地地質堅硬不怕崩阻、水量多、水質潔淨不需要沉澱過濾等淨水設施，又地處高處，採重力流方式集中送至中正

路配水池供水至文化大學、仰德大道一帶。

山豬湖水源屬地面逕流水，係於磺溪上游建壩取水，採重力流方式分別送至中山樓慢濾池與菁山苗圃快濾筒處理後供水；三溝泉水源亦為地面逕流水，屬內雙溪上游的一條小支流，取水後以重力流方式輸送至菁山路101巷79號附近再加壓至菁山苗圃快濾筒處理後供水；台銀水源與情報局水源均為天然湧泉，位於菁山路附近，屬於小水源。

近年來陽明山各主要水源出水量統計資料如下：

- 鹿角坑水源出水量 1,341CMD~4,338CMD，平均 3,316CMD
- 竹子湖水源、陽一水源出水量 6,606CMD~8,879CMD，平均 7,239CMD
- 山豬湖水源（含三溝泉水源、情報局水源）出水量 673CMD~2,658CMD，平均 1,425CMD

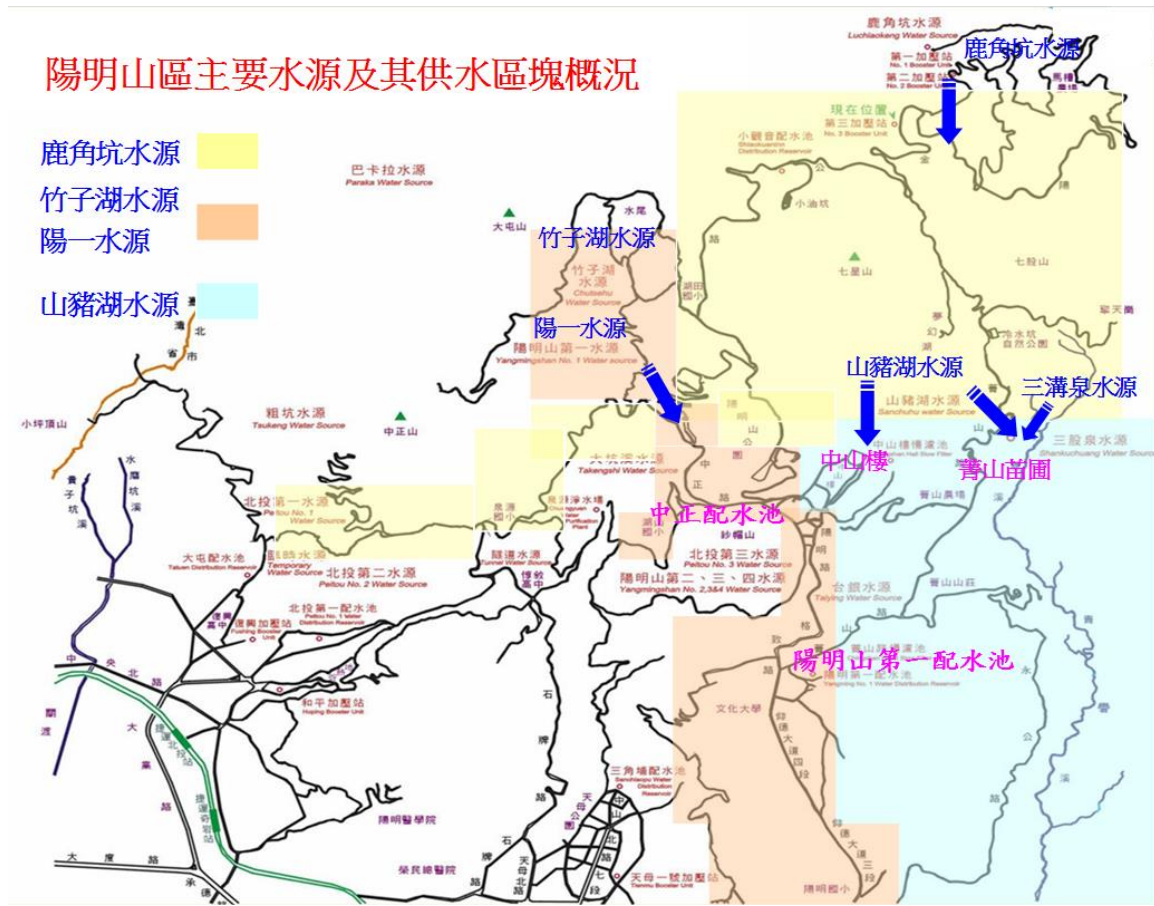


圖 45 陽明山區主要水源及其供水區塊概況

3.2.4 配水池資訊

配水池為貯蓄清水，用以調節配水量，提供穩定水源之重要設備，而高地配水池又有調節管網水壓的功能，具有減壓與穩定供水壓力的特性，陽明山高地區建置主要配水池約有 26 座，總容量為 17,220 噸，其設置地點及容量資訊如附錄 3。

3.2.5 供水系統說明

由於陽明山高地區水源分散，供水管線不若平地系統健全，不易形成管網靈活調度，以致枯水期全區供給量雖比需求為高，卻因地

1. 中山樓慢濾池系統

中山樓慢濾池系統（簡稱中山樓系統）為獨立供水系統，具有單一水源，其範圍僅包括湖山路 1 段 6 巷、陽明路 2 段及新園街等路段之用戶(如圖 47)。

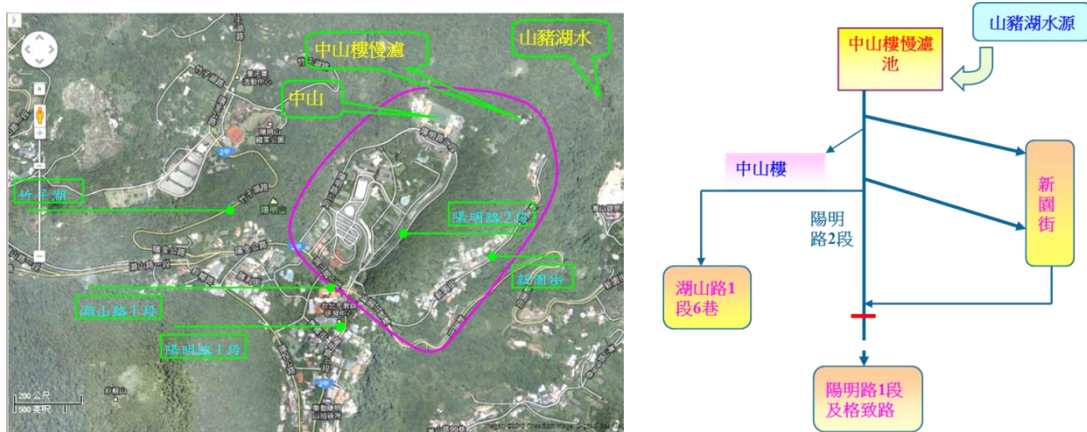


圖 47 中山樓慢濾池供水系統示意圖

2. 鹿角坑加壓站系統

鹿角坑加壓站系統位於陽明山供水區最北端，依其地理特性將鹿角坑溪水源以三段加壓方式分別上送至供水區最高點—竹子湖路小觀音配水池及中湖戰備道夢幻湖停車場配水池，再以重力流方式輸送供應竹子湖路、東昇路、登山路、湖山路與中湖戰備道沿線用戶，並支援陽明山高地區菁山苗圃系統與中正配水池及陽一配水池系統供水管網不足之水量。本系統最大供水能量可達 20,000CMD，為目前陽明山高地區最大之備援系統(如圖 48)。

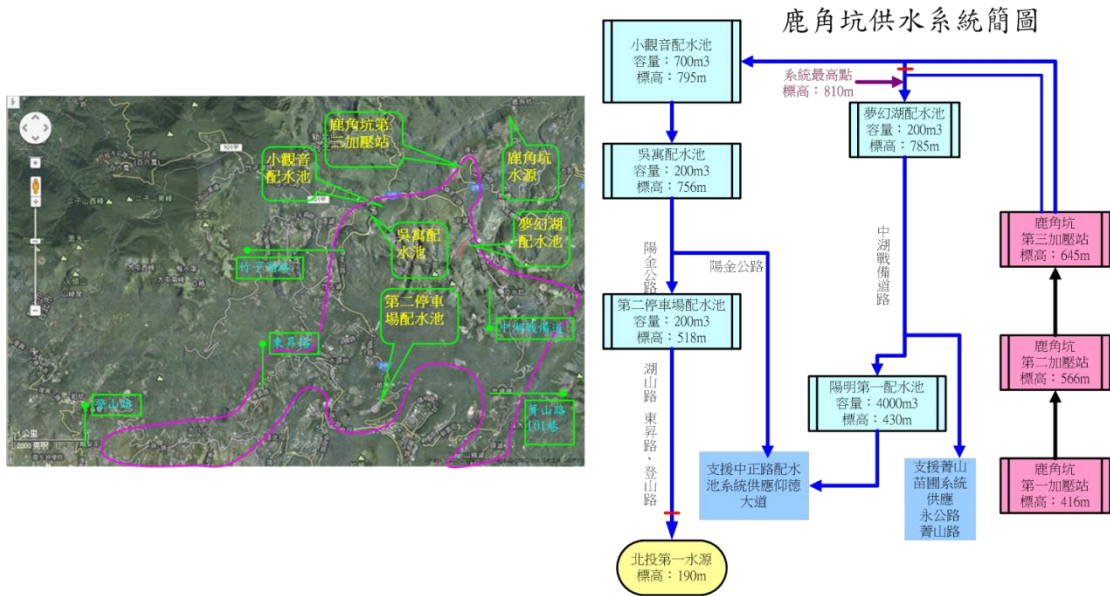


圖 48 鹿角坑供水系統示意圖

3. 菁山苗圃系統

菁山苗圃系統主要供水範圍包括菁山路 72 巷(不含)以上 (不含 101 巷 67 號以上)、永公路 247 號以上及 245 巷 34 弄 19 號以上之用戶。由於本系統因山豬湖水源及三溝泉水源出水量易受天候影響較為不穩定，雖又有情報局水源等小水源，仍有不足須藉由鹿角坑水源支援的情形(如圖 49)。

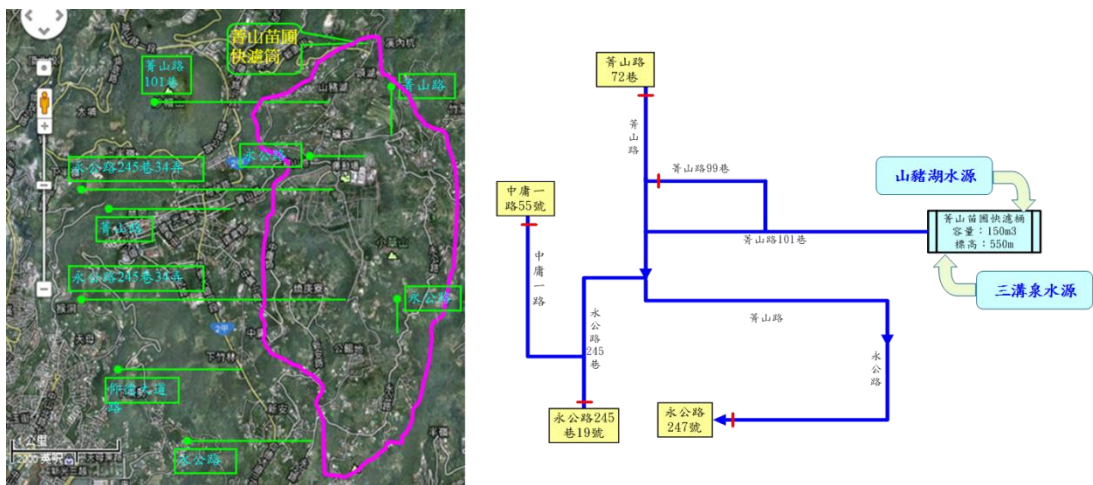


圖 49 菁山苗圃供水系統示意圖

4. 中正路配水池及陽明山第一配水池系統

陽明山第一配水池（簡稱陽一配）位於菁山路 72 巷口，目前其水源主要來自鹿角坑水源與台銀小水源。中正路配水池之水源來自陽一水源與竹子湖水源，此二股水源匯集於中正配水池並加藥處理後，以重力流方式經格致路菁山路口匯集陽一配水池出水供應仰德大道及其沿線相鄰道路之用戶(如圖 50)。

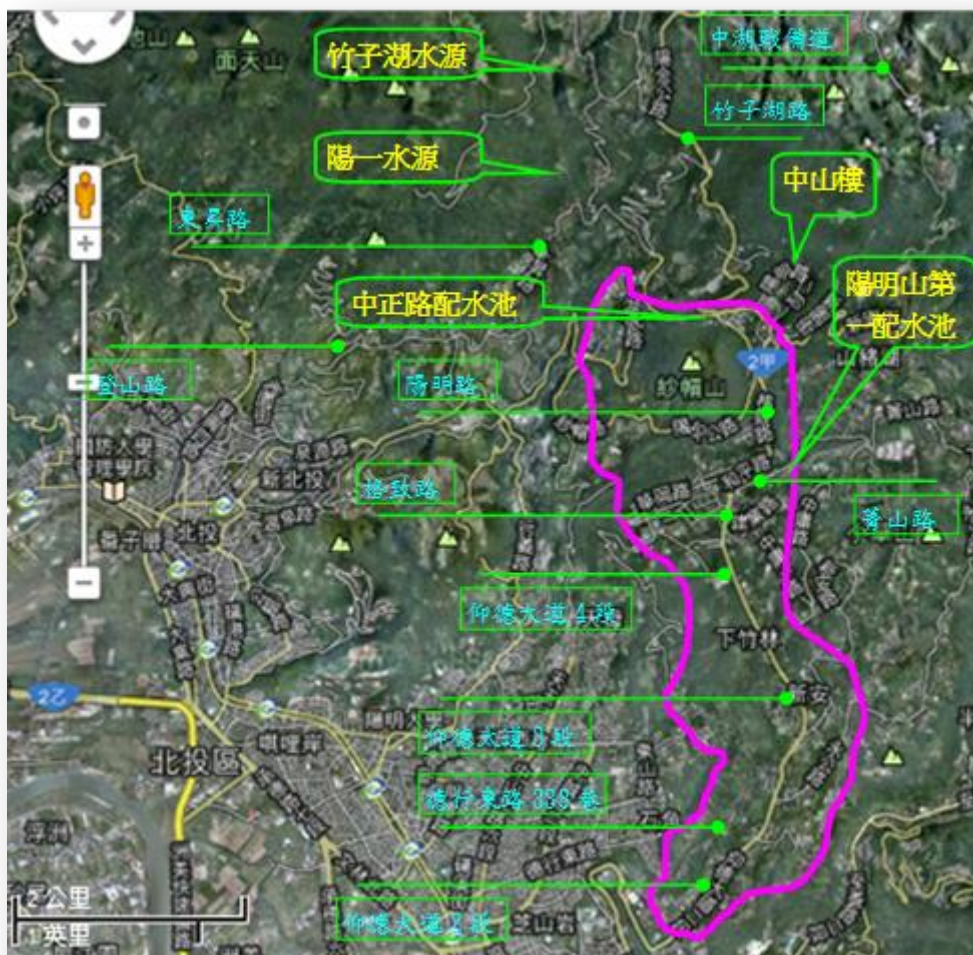


圖 50 中正路配水池及陽明山第一配水池系統示意圖

5.平地五段加壓系統

由於陽明山地區主要係由山區水源供水，惟隨著都市計畫變更，陸續開放陽明山保護區變更為住宅區後，山區需水量將大幅增加，即需將陽明山各小水源之供水區標高提高以縮小供水範圍，維持每人每日之安全用水量，其餘不足水量由平地水源分段加壓上送供水，因此北水處建置平地五段加壓供水系統，以翡翠水庫水源補充陽明山次高地區，以平地水源取代原由高地水源供水區域，縮小高地水源供水範圍，目前已完成新至善配水池暨加壓站（1500T、EL12M）、華興加壓站（現有配水池 3000T、EL90M）、永嶺配水池暨加壓站（1500T、EL182M）、下竹林配水池暨加壓站（1500T、EL266M）、新安配水池暨加壓站（1500T、EL340M）及陽明山第一配水池（4000T、EL430M），使陽明山高地供水系統不再有缺水危機（如圖 51）。

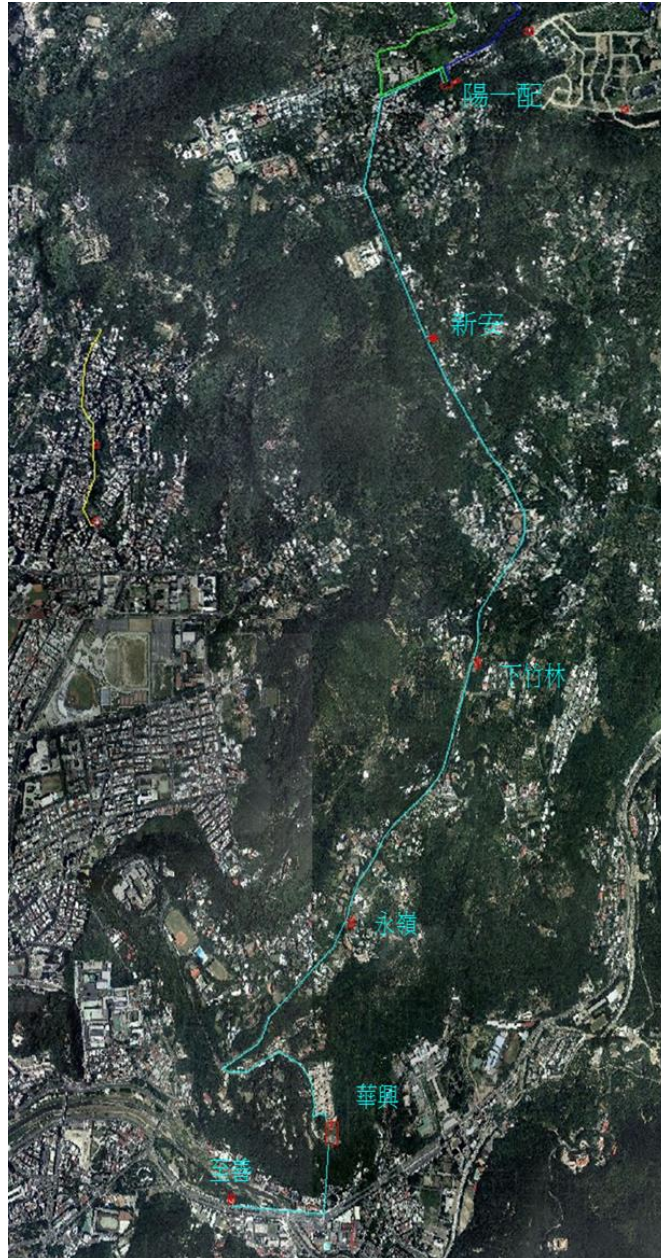


圖 51 平地五段加壓系統示意圖

3.2.6 山區供水調度案例—建立高地供水調配預警系統

1. 案例說明

鑒於陽明山高地區因供水系統出水能量易受天候影響，且受限於山區高程及地勢起伏，難以建立管網聯通調度，一旦進入枯水期發生缺水狀況，僅能以鹿角坑水量補充，致缺水風險高。又陽明山區季節

性水量豐枯明顯，豐水期部分系統甚至可無須支援。此外，夏季降雨時間分布嚴重不均，多集中於短暫之午後雷陣雨或颱風，因此蓄留運用不易，且可能造成山豬湖系統出水異常。由於鹿角坑系統需3段加壓上送，供水成本高，故在豐水期應盡量運用高地水源，而建立彈性即時的調度模式顯得非常重要，以防止供水中斷影響民生及企業形象。

2.調度模式

爰此北水處參考陽明山區各水源高程及特性，並經測試後，建立標準作業流程，當陽明山高地供水異常狀況發生時，藉由相關配水池水位即時資訊，機動啟動鹿角坑加壓站及現場操作關鍵制水閘，使該區水源得以充分有效運用，大幅降低缺水風險，其具體操作方式敘述如下：

(1)陽明山高地區供水風險較高地區為：菁山路、永公路、格致路文化大學一帶及仰德大道沿線等用戶。其中菁山路、永公路用戶水源來自山豬湖快濾桶，屬菁山苗圃供水系統；陽明路1段、格致路、仰德大道等用戶之水源主要系中正加藥池供應，不足量由陽一配水池補充，屬中正池供水系統。

(2)藉由鹿角坑系統建置完成、中湖戰備道管線於夢幻湖停車場設置配水池（200T）、竹子湖路管線增設吳寓配水池（200T）及第二

停車場配水池(200T)等措施，目前已可利用啟動鹿角坑加壓站支援菁山苗圃供水系統及中正池供水系統的不足。

(3)菁山苗圃系統：本系統控制點為山豬湖與三溝泉出水量，因山豬湖為地面水源，枯水期水量變化大，且暴雨後容易發生阻塞造成出水異常，故需即時彈性因應：

(A)夢幻湖配水池出水端電動閥平時開度 6%，當山豬湖加上三溝泉出水瞬間流量低於 900CMD 時(平時約為 900~ 1,200CMD)，即將電動閥開度增大至 12%，以補充供水。

(B)當巡檢持壓閥發現供水量不足，或用戶通報無水經勘查研判需增加供水量、或辦理施工須進行支援性調配時，即通知淨水場增加開度，並俟穩定後通知淨水場回復。

(4)中正路配水池系統：本系統控制點為中正路配水池，因系統用戶較多，平均日售水量約為 6,000CMD、配水量則為 8,500 CMD，且陽明山遊客平、假日數量差異頗大，故需依陽一與竹子湖水源出水量及需水量進行調配，以穩定供水情形，其操作情形如下：

(A)第二停車場配水池出水端電動閥平時開度 5%，例假日調整為 7%。

(B)吳寓配水池出水端電動閥平時開度 10%~12%。

(C)當中正路配水池水位低於 3.0M 時，將吳寓配水池開度增大至

25~30%，倘水位持續異常下降，則調整第二停車場配水池外控制閥，以加大鹿角坑系統補充能量。

(D)當中正路配水池水位偏低或仰德大道沿線監視點壓力異常時（S241 低於 1.5 KG，與 S242 或 S243 低於 4KG），或施工需進行支援性調配，即增加吳寓配水池開度並調整第二停車場配水池外控制閥。

(E)當中正路配水池維持高水位、仰德大道沿線壓力回復正常後，即恢復系統平時操作模式。

3.改善效益

藉由北水處建立高地供水調配預警操作模式，當陽明山高地供水異常狀況發生時，機動啟動鹿角坑加壓站及現場操作關鍵制水閥，使該區水源得以充分有效運用，大幅降低缺水風險，其具體成效如下：

(1)由於鹿角坑系統管線距離頗長，藉由建立預警系統及鹿角坑系統的啟動機制，可縮短加壓上送的時間差，迅速調度支援，具有提高民眾服務滿意度效益，且不須調派水車支援，亦可減少水車送水成本。

(2)如非中正池進水量不足，則由管巡作業清查是否有突發性管漏發生。除可大幅降低缺水風險外，且可減少鹿角坑送水動力耗能與費用。

3.2.7 高地區供水系統操作精進作為

為維持高地供水系統穩定性及滿足民眾用水需求，除利用各水源高程及特性建立彈性即時調度模式，並設置足夠數量的高地配水池以緩衝尖離峰用水量外，更需仰賴在管線系統適當位置設置制水閥、持(減)壓閥等控制閥件，以達到以下目的：(1)利用制水閥區隔各供水分區邊界或調整配水池水位。(2)以持壓閥保持主閥進口端上游地區之供水壓力維持在設定壓力以上，避免因下游地區大量用水而影響其上游地區供水。(3)以減壓閥保持主閥出口端下游地區之供水壓力低於設定安全壓力以下，避免因上游進口壓力過高或下游地區用水量減少時，造成下游地區水壓上升，而危害管線及設備等之安全。

惟目前在高地供水系統實務操作上，常面臨傳統隔膜型持(減)壓閥容易因膜片破損、停水復水後空氣阻塞、控制管路損壞漏水等問題，導致持(減)壓功能失靈，進而影響供水系統調配與運作，甚至造成管線系統發生更嚴重的損壞情形；另高地區各供水分區邊界制水閥的控制亦是高地供水操作重要的一環，若因人為因素誤操作邊界制水閥，亦將嚴重影響高地供水調配；因此本研究團隊即參考產業界在制水閥及持(減)壓閥等水力控制閥的最新研究發展，提出爾後可以再精進的作法與發展方向，茲分述如下：

1. 「多噴孔型持(減)壓閥」與「隔膜型持(減)壓閥」之比較

一般自來水事業在高地供水系統的壓力調控方式，大都運用「隔膜型持(減)壓閥」(如圖 52)，其作動模式主要是藉由隔膜所形成的壓力室、閥盤、控制管路、針閥、響導閥等所建構成的水力動態平衡系統，以達到管線系統水壓控制之目的。

當壓力室所形成之推力大於管線動水對閥盤的推力則閥盤關閉，當壓力室所形成之推力小於管線動水對閥盤的推力則閥盤開啟，當壓力室所形成之推力等於管線動水對閥盤的推力則閥盤處於平衡的浮動調節狀態(如圖 53)。

惟隔膜型持(減)壓閥，因控制管路配件多為小口徑銅管，易因停復水造成空氣阻塞或因管路破損等因素，造成閥體功能無法正常運作，進而影響高地停復時間及供水調配。



圖 52 持減閥、減壓閥及持減壓閥

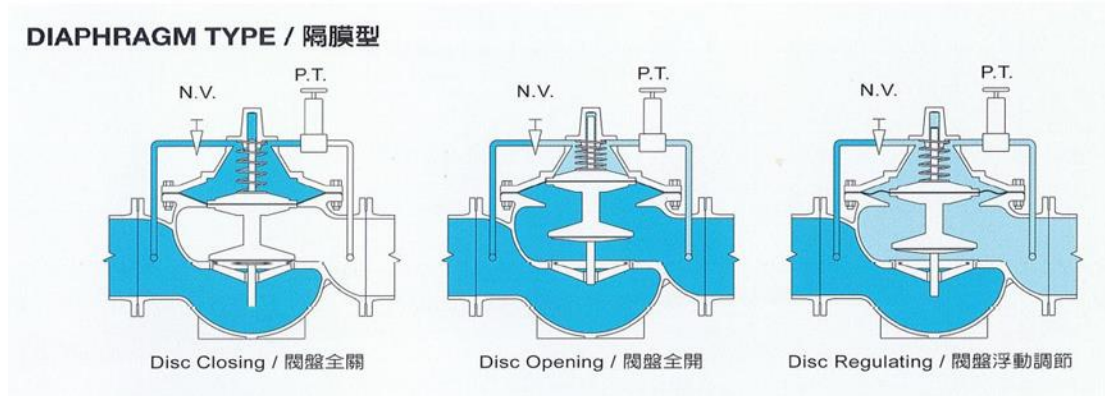


圖 53 隔膜式持(減)壓閥作動模式

為加強高地區供水調配的穩定性與降低人力操作所耗費的時間成本，本研究團隊對於產業界多噴孔型持(減)壓閥(如圖 54) 評估研析，以瞭解是否可增進高地供水調配的便利性。

多噴孔型持(減)壓閥採軸流式流道設計，使流道內的水流能平順的被控制，相較於其它控制閥有更小的噪音與穴蝕現象，且閥的流量係數 C_v 與行程幾乎呈線性關係，以達成精確控制的目的。

其作動方式係流體經由一組多噴孔所形成的噴孔管，引導流體形成高速水柱在噴孔管內部相互衝擊，藉以消除能量，噴孔管外部配置一可移動套筒，並藉此套筒之行程位置控制有效噴孔數量，同時因為整個消能撞擊過程都在消能管內部完成，因此可有效降低震動、噪音及避免沖蝕現象直接作用於閥體內壁，得以延長主閥使用壽命。(如圖 55)

多噴孔型持(減)壓閥可採水力操作(水壓缸)或電動操作機方式作動，惟水壓缸方式因採用管線自有水壓，其工作壓力至少需達 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ ，

且閥體所佔體積較大，在施作窰井時應考量留有足夠空間；另電動操作機部分則需仰賴外部電源，因此安裝時應考量山區接電之便利性。

多噴孔型持(減)壓閥因具有壓力(流量)控制精準、閥件構造簡單、不易故障及產生空氣阻塞情形等特性，只要能解決施作空間或外部接電的課題，應可有效減少人員操作、縮短高地停復水時間及增加供水系統穩定性。

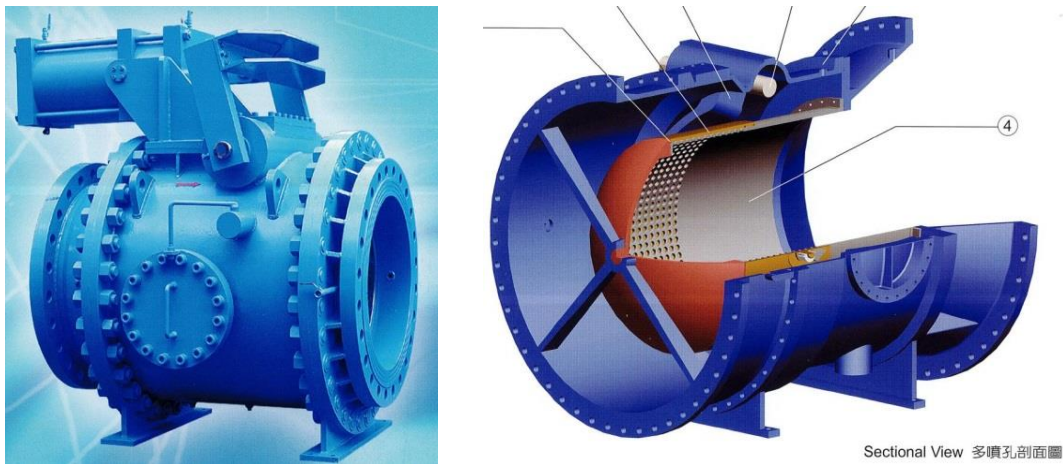


圖 54 多噴孔型持(減)壓閥

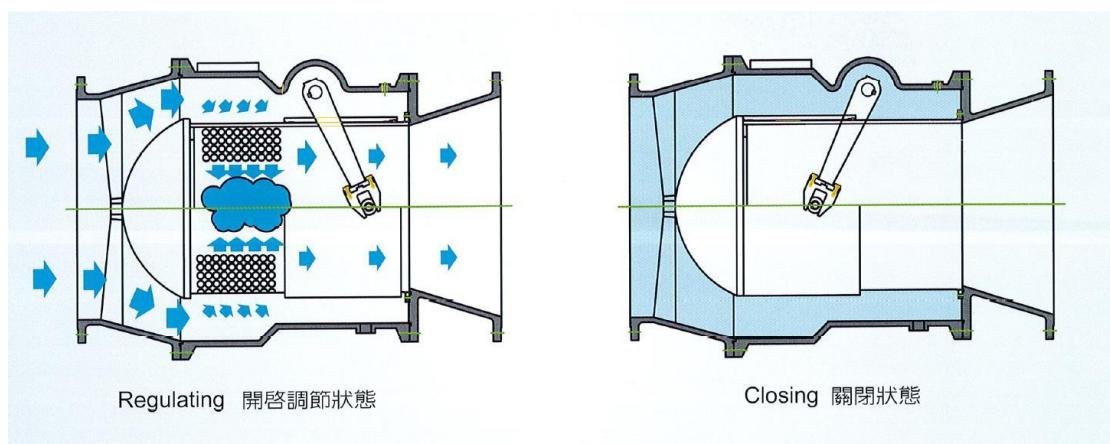


圖 55 多噴孔型持(減)壓閥作動模式

2.應用科技工具，提升制水閥智能管理

制水閥常用在區域管網流量控制及水壓調節，或作為小區、供水分區之邊界閥。在供水調配作業中，藉由制水閥操作調整，調節管網流量及水壓，故制水閥管理可說是供水調配管理中最重要的一環。

目前制水閥管理方面，常面臨無法即時監控部分重要 $\phi 400\text{mm}$ 以下制水閥之正確開度，其原因係 $\phi 400\text{mm}$ 以下制水閥並無度盤及自動開度顯示，可供判讀開度狀況；僅能透過現場閥操作，以人員經驗初判是否為全開或全關狀態，但遇舊式閘閥則不易操作旋轉閘桿時，就難以判斷其狀況；另倘若該制水閥非全開或全關時，則無法瞭解其正確開度。

在操作 $\phi 400\text{mm}$ 以下制水閥時，若無法瞭解其正確開度而貿然旋轉閘桿時，操作過程可能面臨以下風險：

- ①制水閥前後端壓力失調，造成管線漏水或用戶無水情形。
- ②管內流量、流速突增，造成水質異常情形。
- ③若誤開加壓站獨立供水區邊界閥，除可能出水量大增影響供水外，亦可能導致水流方向改變或管內沉積物沖出，造成水質異常情形。
- ④若誤開小區邊界閥，恐破壞小區管網封閉完整性，影響後續售水率計算或漏水調查等分析。

為解決前述制水閥管理問題，本案研究人員遂於106年10月19

日前往台南弓銓公司，觀摩該公司研發制水閥智能管理相關工具設備如下：

①制水閥開度監測器：

制水閥開度監測器安裝在繼足桿上(如圖 56)，校準圈數比例後，可透過電磁感應顯示開度(百分比)，快速瞭解制水閥開度狀況，人員無需重新旋轉閥桿計算開度。

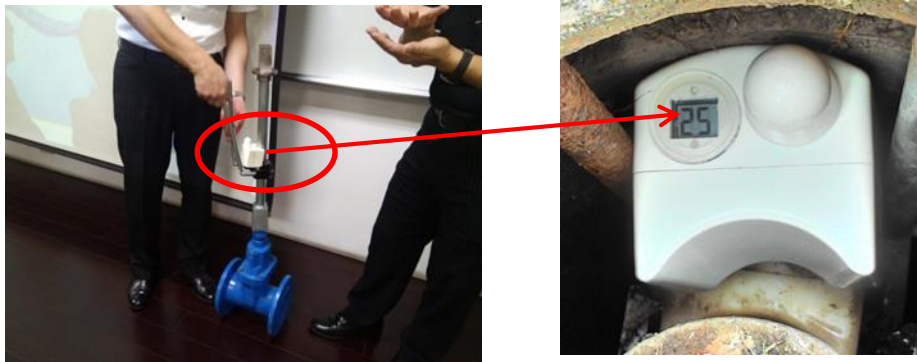


圖 56 制水閥開度監測器

②制水閥開度監測器固定架：

制水閥開度監測器透過固定架，以 2 顆螺絲將其鎖在制水閥箱框上(如圖 57)，固定支架可任意調整角度，以利安裝固定。



以 2 螺絲鎖在箱框上

圖 57 制水閥開度監測器透過固定架鎖在制水閥箱框上

③RFID 感應器：

閥開度訊號可透過 RFID 感應器傳遞不受箱蓋影響，現場人員實際操作制水閥調整開度，並將箱蓋關閉後，人員在 5 公尺外仍可透過 RFID 感應器接收到開度訊號，並於筆電螢幕顯示開度值(如圖 58)。由 RFID 感應無須開閥蓋即可瞭解閥栓狀況，可結合車抄或步抄，讓人員作業更迅速簡便。

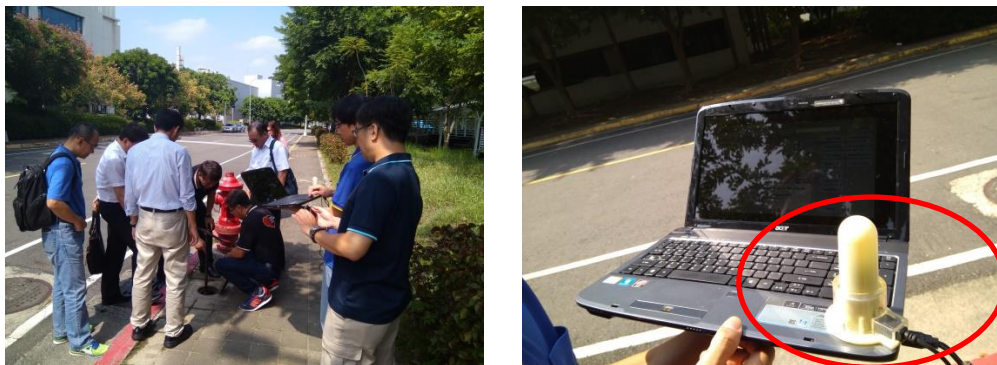


圖 58 RFID 感應器

未來亦可透過手機 app 軟體，於手機顯示制水閥位置及開度，以

利人員進行閘栓管理(如圖 59)。



圖 59 手機 app 閘栓管理

④ 中繼傳訊器：

RFID 訊號亦可透過中繼傳訊器(如圖 60)，將訊號回傳最近監視點，再透過數據機傳輸至監控中心系統，即時顯示制水閘開度值，除可隨時監視制水閘開度外，若人員未經許可擅自操作制水閘，系統將立即發出警訊通知，以提升制水閘智能管理。



圖 60 中繼傳訊器

第四章、大規模停水的供水應變機制

104 年杜鵑颱風襲臺曾造成新店溪原水濁度一度飆高達 2 萬度以上，遠超過淨水場最大處理能力 6 千度，各淨水場即依高濁度原水取用 SOP 進行減量或停止取水，下游各場站亦實施減壓或停止供水措施，為北水處首次大規模停水。為因應此種情況未來可能成為常態，特針對轄區大型社區、社福機構及醫療院所研究加強宣導方式；另為減少颱風停水期間民眾用水不便，研擬設置緊急取水站、臨時供水站及學校供水站等，讓民眾能就近取水使用。其供水應變架構圖如下(如圖 61)：

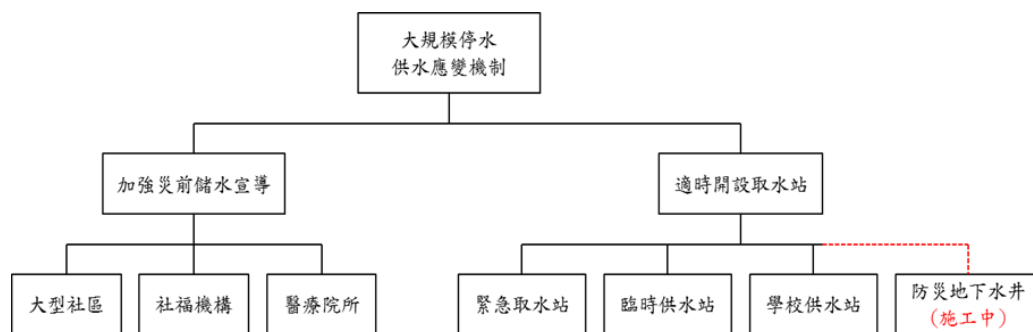


圖 61 大規模停水之供水應變圖

4.1、大型社區、社福機構、醫療院所災前儲水宣導

4.1.1 大型社區及社福機構加強宣導

為降低颱風停水期間對民眾之影響，並加強宣導颱風前社區及社福機構自主儲水防災觀念，特針對轄區大型社區及社福機構研究輔導改善方式。

1.應用方法

(1)颱風前發布新聞稿籲請儲水備用

颱風海警發布時，即時發布新聞稿籲請民眾及社區用戶儲水備用，並以簡訊通知里長以廣播系統通知民眾儲水。

(2)復水緩慢社區(含社區、大樓及敏感地帶)加強宣導措施

A.蒐集北水處轄區復水緩慢社區計 22 處資料，並建立對口機制。

B.颱風前針對轄區復水緩慢社區，先以簡訊通知社區將水塔維持在高水位狀態，並主動電話通知籲請用戶配合，以增加停水應變時間。

C.針對復水困難之高地社區，請社區管委會或公寓大廈管理維護公司通知水電維管人員，先行瞭解社區水塔高水位設定值，颱風前如水塔未達低水位自動打水狀態時，可先調整為手動模式，強制由水池打水至水塔，並維持水塔高水位狀態，以增加水塔蓄水容量(如圖 62)。颱風停水期間請社區務必關閉抽水馬達，避免馬達空轉故障；復水後重新開啟抽水馬達，恢復正常使用。

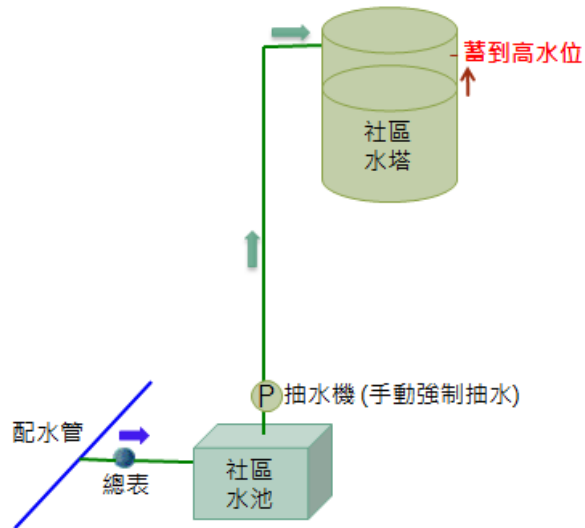


圖 62 颱風前維持社區水塔高水位狀態示意圖

(3)大型社區加強宣導措施

A.建立北水處轄區臺北市公寓大廈管理維護商業同業公會、臺北市保全商業同業公會、新北市保全商業同業公會暨新北市公寓大廈管理維護商業同業公會等相關物業公會對口機制。

B.製作社區水塔維持高水位狀態操作模式文宣資料。(如圖 63)

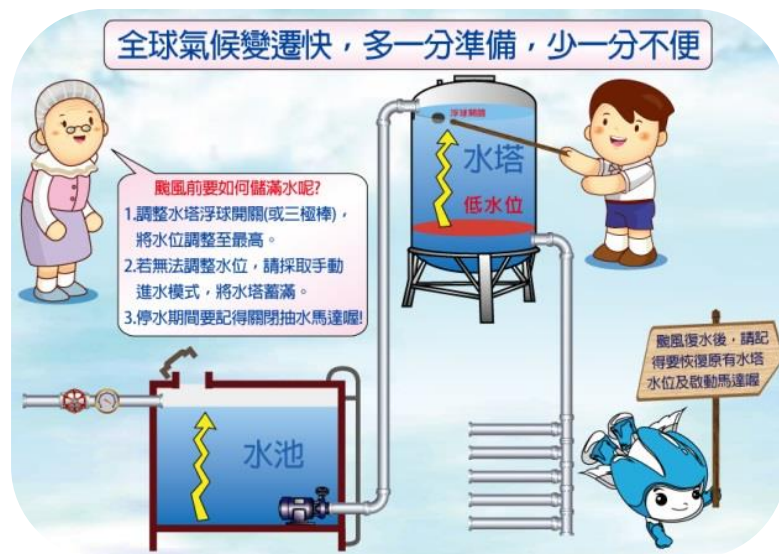


圖 63 颱風前維持社區水塔高水位狀態宣導文宣

C.製作社區自主儲水防災宣導文宣資料。(如圖 64)



圖 64 社區自主儲水防災宣導文宣

D.利用臺北市公寓大廈管理維護商業同業公會、臺北市保全公會等相關物業公會舉辦會員大會時，派員加強宣導颱風前社區水塔維持高水位狀態作業方式，並推廣社區自主儲水防災觀念(平時節水、災時儲水)。(如圖 65)



圖 65 相關物業公會舉辦會員大會時，派員加強宣導照片

E.社區如對水塔維持高水位狀態操作模式不清楚時，北水處會提供專業諮詢服務。

F.請相關物業公會協助將文宣電子檔，於公會官網建立文宣連結，加

強宣導；颱風前再以簡訊通知相關物業公會協助轉發文宣電子檔至會員公司，以利張貼在北水處轄區社區公告周知，加強宣導儲水備用。

(4)社福機構加強宣導措施

考量颱風期間獨居長者及行動不便者取水困難，針對相關社福機構研議加強宣導颱風儲水觀念。

A.蒐集轄區老人服務中心、社會福利服務中心及身心障礙者資源中心資料，並建立相關局處(社會局)對口機制。

B.颱風前北水處將簡訊通知社會局，轉知 14 所老人服務中心、12 所社會福利服務中心及 6 所身心障礙者資源中心，先行儲水備用；相關單位並依據臺北市天然災害處理流程，於接獲啟動問安機制簡訊時，配合提醒獨居長者等儲水備用。

2.執行成果

透過本研究應用方法，於颱風停水期間加強復水緩慢、大型社區及社福機構宣導儲水觀念，由社區及社福機構自主儲水防災，以增加停水應變時間，降低用戶用水不便。

4.1.2 醫療院所加強宣導

為因應颱風停水期間緊急醫療用水需求，北水處將保留木柵配水池、中和配水池及天母陽三水，提供醫療單位租用水車取用，並視緊急狀況於必要時協請消防局出動消防水車支援送水。惟醫療院所應

具備用水自主維生能力，特針對轄區醫療院所及洗腎中心研究輔導改善方式。

1.應用方法

(1)颱風前發布新聞稿籲請儲水備用

颱風海警發布時，即時簡訊通知醫療院所儲水備用，以降低災害期間醫療用水之影響。

(2)訪查醫療院所及洗腎中心輔導改善用水設備容量

A.蒐集北水處轄區醫療院所及洗腎中心計 107 所資料，並建立對口機制。

B.調查醫療院所、洗腎中心之水池、水塔容量及最大一日用水量。

C.針對水池、水塔容量不足一日安全用水量之醫療院所及洗腎中心，發文通知改善及派員進行訪查，並持續追蹤輔導改善。(如圖 66)



圖 66 訪查醫療院所用設備容量照片

(3)訪查具戰備水井之醫療院所輔導維持堪用

A.蒐集北水處轄區具戰備水井之醫療院所計 3 所資料，並建立對口機制。

B.派員至臺大醫院、臺北榮民總醫院及馬偕醫院進行訪查，瞭解其戰備水井相關設備狀態及使用情形，建議維持堪用狀態及適時啟用。(如

圖 67 至圖 69)



圖 67 臺大醫院戰備水井及相關設備現勘照片



圖 68 臺北榮民總醫院戰備水井及相關設備現勘照片



圖 69 馬偕醫院戰備水井及相關設備現勘照片

2.執行成果

(1)經北水處調查轄區共計 107 所醫療院所、洗腎中心之水池、水塔容量及最大一日用水量資料，其中 27 所未達一日安全用水量，

經派員進行訪談輔導並提出具體改善建議，目前已有 13 所完成改善，餘 14 所除持續輔導改善外，並請其在颱風無法供水時，應自行洽民間水車業者另覓其他供水來源送水因應，同時列為北水處優先輔導節水對象，以協助其提高用水效率。

(2)另估算臺大醫院、臺北榮民總醫院及馬偕醫等院戰備水井可出水量，臺大醫院戰備水井初估約 9,000CMD、臺北榮民總醫院約 2,000CMD、馬偕醫院約 500CMD，經派員訪查皆設有過濾及消毒設備，建議相關設備維持堪用狀態並定期檢查維護，以利颱風停水緊急狀況能適時啟用，有效提升用水自主能力。

4.2 緊急取水站、臨時供水站的實施說明

未來颱風造成高濁度停水時間可能較長，為減少颱風停水期間民眾用水不便，特研擬設置緊急取水站及臨時供水站，讓民眾能取水使用。北水處規劃設置緊急取水站之維生取水設施分為 2 種型式，第 1 種型式係在配水池旁建置緊急維生取水站，利用抽水機抽取配水池之清水儲放；第 2 種型式位於臺北市防災公園內，建置地下式管狀或鋼筋混凝土維生貯水槽。另臨時供水站係採用容量約 2~3 噸/只之白鐵桶，機動設置在災後無水緊急地區，以提供災區民眾基本飲用水。

4.2.1 應用方法

1. 規劃設置型式及數量

A. 緊急取水站(21 處)

目前規劃設置緊急取水站計 21 處，其中包含維生貯水槽 7 處及配水池取水站 14 處，可蓄留水量共計 25.4 萬噸。

維生貯水槽分為管狀維生貯水槽及鋼筋混凝土維生貯水槽 2 種型式，管狀維生貯水槽係利用配水管週邊之公園、綠帶、學校或道路人行道，埋設大口徑之管線，長度約數公尺至十餘公尺，口徑以 ϕ 1500mm \sim ϕ 2400mm 之管線設置，儲水容量約 100 噸，並設置連接管與旁邊之配水管連通，屬密閉式設施，故無須另設加壓設備，平時即可維持活水進出，此外，連接管上設置緊急遮斷閥，並兼做維修人孔，大型地震發生時，緊急遮斷閥自動關閉，將水留存於管中，利用取水設施，即可將水取出，提供災民緊急維生用水。(如圖 70)

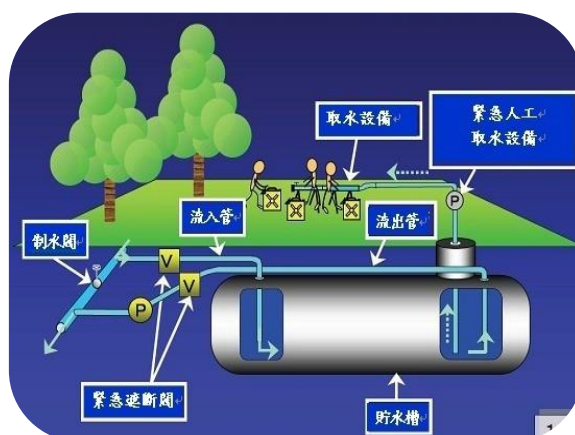


圖 70 管狀維生貯水槽示意圖

鋼筋混凝土維生貯水槽之儲水容量，較管狀維生貯水槽為大，儲

水容量約 500 噸，設置連接管與旁邊之配水管連通，屬大氣開放式設備，故需配置加壓設施，將貯水槽儲水加壓供至管網系統中，以補充新水，維持水質穩定。同樣於連接管上設置緊急遮斷閘，平時作為系統配水池供應住戶用水，大型地震發生時，緊急遮斷閘自動關閉，將水留存於貯水槽，再透過取水設施，即可將水取出，提供災民緊急維生用水。(如圖 71)

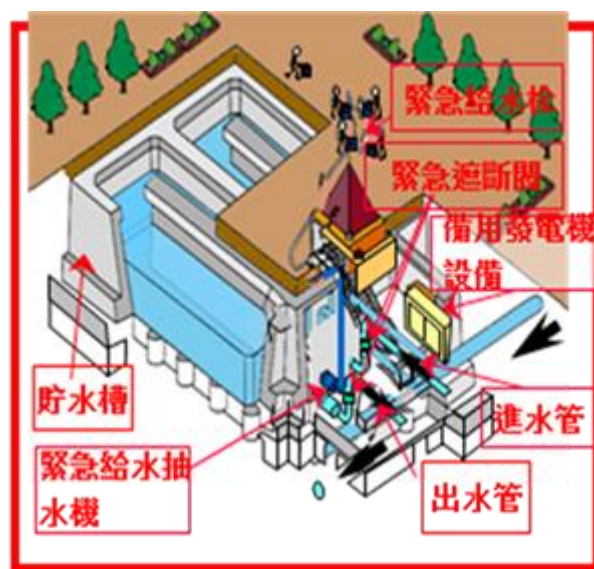


圖 71 鋼筋混凝土維生貯水槽示意圖

另配水池取水站係利用抽水機先將配水池內之儲水抽至地面之給水槽或給水塔，再由分水管分至取水口，取水民眾即可由取水口之水龍頭直接取水；為使取水調配更具彈性，大型配水池設置水車取水口，以利支援鄰近地區或緊急使用。(如圖 72)

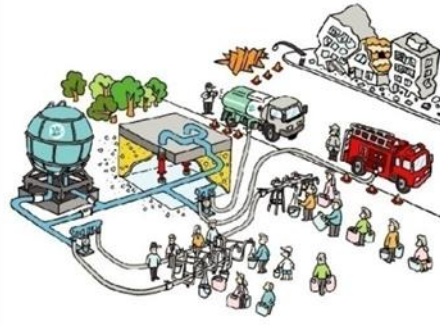


圖 72 配水池之緊急維生取水站示意圖

B.臨時供水站(20 處)

規劃設置臨時供水站計 20 處(如圖 73) ，每只容量約 2~3 噸，係設置在固定地點，相關訊息已公布在北水處官網，以供民眾查詢。屆時機動設置在災後無水緊急地區，水車將巡視各供水站狀況適時補水，適時提供災民緊急維生用水。



圖 73 臨時供水站整備及現場水車補水照片

針對復水困難地區，將預先告知用戶，復水後適時設置臨時供水站，提供民眾取水。目前北水處有 4 台水車(5 噸 2 台、10 噸 2 台)，遇緊急或山區需要送水狀況，將洽民間水車業者，提供水車支援。

2.規劃設置地點

颱風停水期間適時開設緊急取水站 21 處，其設置地點係參照各

4.2.2 執行成果

1. 颱風前緊急取水站將先行完成整備作業，颱風期間北水處 EOC 視當時風雨狀況（含風力、災害、道路交通狀況等）及實際需要，調派水車及架設臨時供水站支援供水，並視缺水緊急狀況，適時開設緊急取水站(21 處)及臨時供水站(20 處)，供民眾取水使用。(如圖 76)



圖 76 開設緊急取水站及臨時供水站供民眾取水照片

2. 為縮短臨時供水站設置時間，未來如發布颱風陸警，可先將不銹鋼桶放置在各場站內，颱風期間依北水處 EOC 指揮官指示，由各分處負責將各場站內不銹鋼桶載到現場設置並派員值勤，再由水車巡視各供水站狀況適時補水。臨時供水站開設後若無人取水，將請各站負責人員適時回報北水處 EOC，由指揮官決定該站是否關閉，避免浪費人力資源。

3. 除利用北水處水車緊急送水外，目前已與民間水車業者簽訂契約，必要時可由民間水車業者支援送水，臺北市政府消防局亦同意調派水箱車協助送水，另視狀況商請台水公司無災損鄰近區處提供支援協助。同時保留木柵配水池、中和配水池及天母陽三水源地供應醫療用

水。

4.近年北水處已增購供水桶至 31 只，將視當時無水緊急狀況再適時增設。

4.3、學校供水站的實施說明

為因應颱風期間可能發生原水高濁度的情形導致無法供水，除了原有緊急取水站及臨時供水站外，為滿足緊急取水的需求，研究團隊參考日本實施作法(如

圖 77)，構思利用臺北市公立學校作為供水站，運用 GIS 軟體以環域分析的手法，找出緊急取水涵蓋率不足的地區，再從中挑選適合的公立學校作為供水站，一旦大規模停止供水時，讓民眾住家附近 1 公里均有取(供)水站，提供更廣泛便捷的緊急取水地點，方便民眾取水使用，同時學校供水站的儲水量遠大於臨時供水站能提供的水量(每處設置不銹鋼水塔，容量約 2 至 3 噸，且需水車持續補水)，更能滿足民眾緊急取水的需求。



圖 77 參考日本案例採用學校作為供水站

研究過程及初步成果如下：

4.3.1 規劃構想

學校供水站的構想是利用校園的水龍頭來提供民眾直接取水，不另施工增設管線等取水設施。北水處提供作為供水站的學校全年水費以 8 折計收，作為用水費、動員人力費及管線維護費等相關費用(如圖 78)。



圖 78 學校供水站實施構想

4.3.2 蒐集基本資料

臺北市 104 學年度公立中小學校計有 235 所²，其中 55 所列為防災任務學校³(士林區溪山國小為簡易自來水)，為順利推動學校作為供水站，北水處研究團隊先邀集臺北市政府教育局(簡稱教育局)召開會議說明供水站規劃的構想及作法，並請教育局協助蒐集臺北市公立學校地址、水池水塔容量及平面圖等基本資料，交由研究團隊彙整分析(如圖 79)。



圖 79 臺北市公立中小學數量

4.3.3 規劃方式

為提升北水處緊急取水能量，研究團隊先以現有 20 處緊急取水站(不含新北市)予以佈點，然後加入 54 所防災任務學校作為學校供水站，並設定各站周圍 1 公里為取水範圍進行分析，結果顯示尚有部份區域的民眾需前往距住家較遠的供(取)水站方能取水，相當不便。

² 資料來源：臺北市政府教育局，104 年學年度臺北市高級中等以下學校概況總表，2015

³ 資料來源：臺北市防災資訊網，105 年臺北市各類防災任務學校一覽表，2016

因此針對這些取水不便的區域，挑選當地的公立學校作為供水站，以方便民眾就近取水，經分析採用 124 所公立學校(含防災任務學校)作為學校供水站時，將可滿足多數地區緊急取水需求(如圖 80)，學校供水站作業流程圖如圖 81。

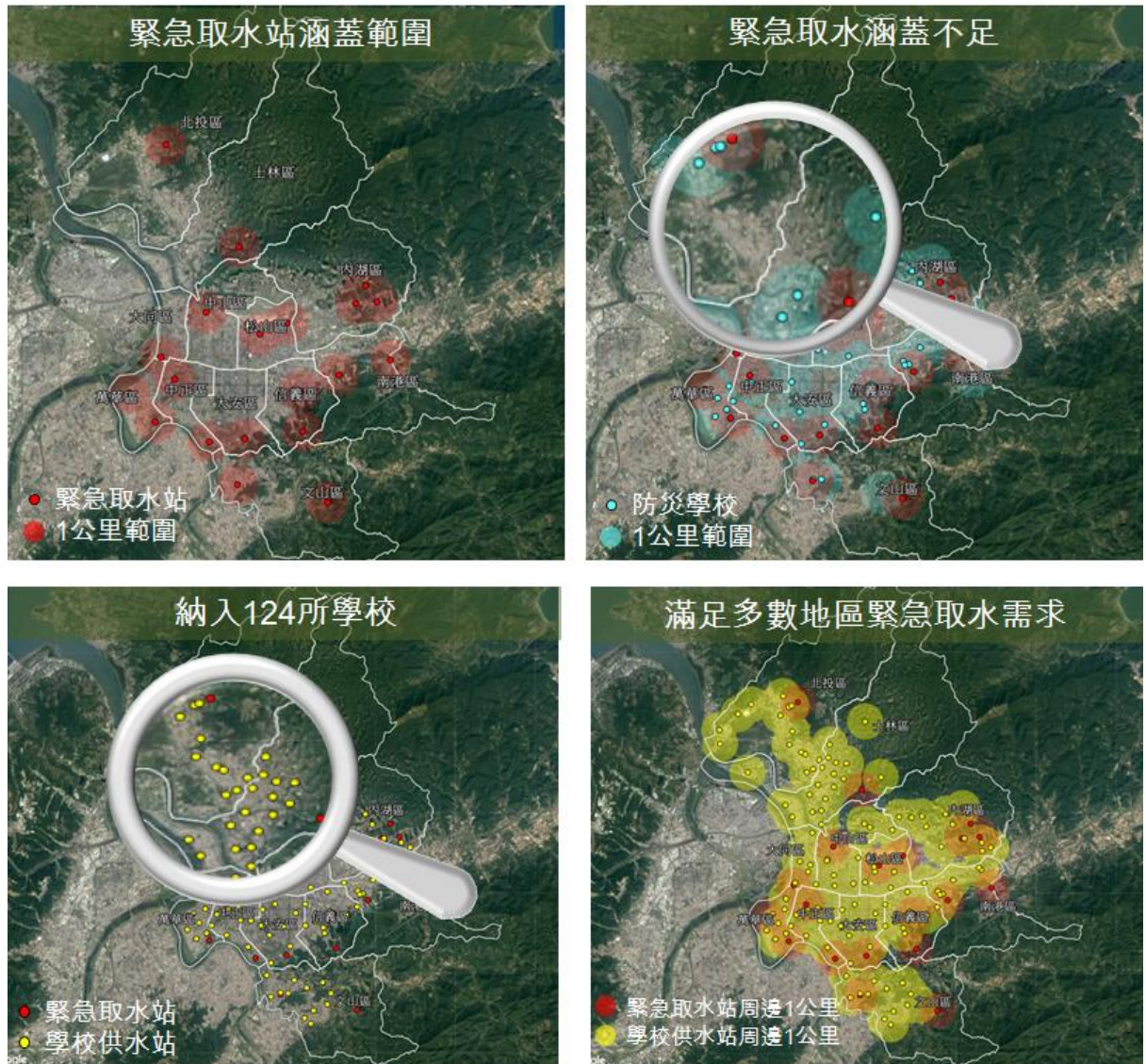


圖 80 學校供水站規劃

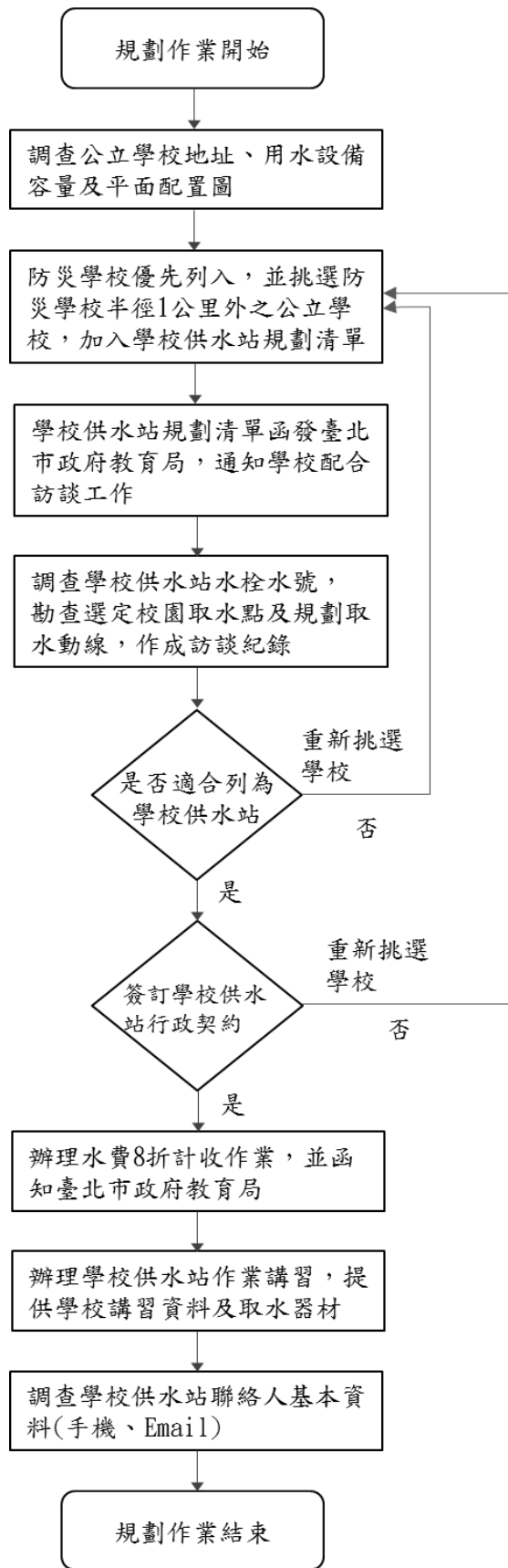


圖 81 學校供水站實施作業流程圖

4.3.4 初步成果

北水處原已設有 21 處緊急取水站及 20 處臨時供水站，加入 124 所學校供水站(清單如附錄 6)後，緊急取水點由 41 處增加至 165 處，數量增加約 4 倍(如圖 82)，且取水點更均勻廣佈於臺北市轄區，民眾住家 1 公里範圍均有供水站可提供緊急取水，更為便利。

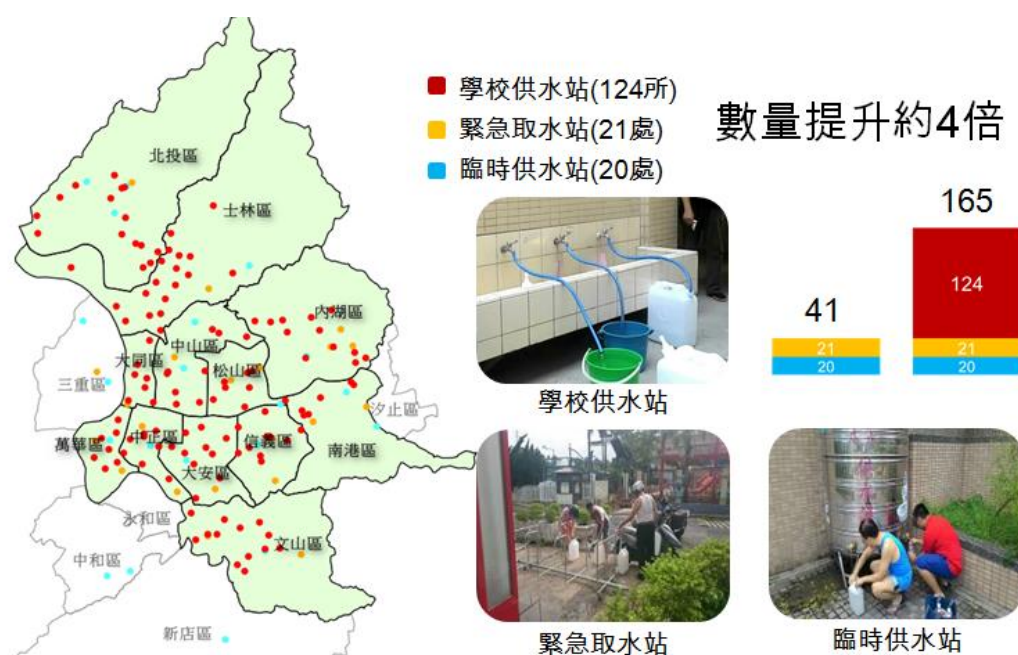


圖 82 學校供水站規劃初步成果

4.3.5 學校現勘及訪談

除分析選定公立學校作為供水站外，為規劃各校可提供取水位置，研究團隊派員赴學校辦理訪談(如圖 83)，除向學校說明供水站實施作法外，同時調查學校的水栓水號、勘查取水點、取水動線及製作取水動線圖等等，完成訪談後作為北水處的學校供水站，以備颱風停水時可提供市民緊急取水。



圖 83 學校供水站訪談

4.3.6 學校供水站開設器材

為學校供水站開設時，民眾到校時能清楚明瞭取水動線且便於民眾直接取水，北水處研究團隊特別準備開設所需器材，說明如下：

1. 印製導引標誌

學校供水站開設時，工作人員可將導引標誌迅速張貼於校園，指引民眾取水方向(如圖 84)。

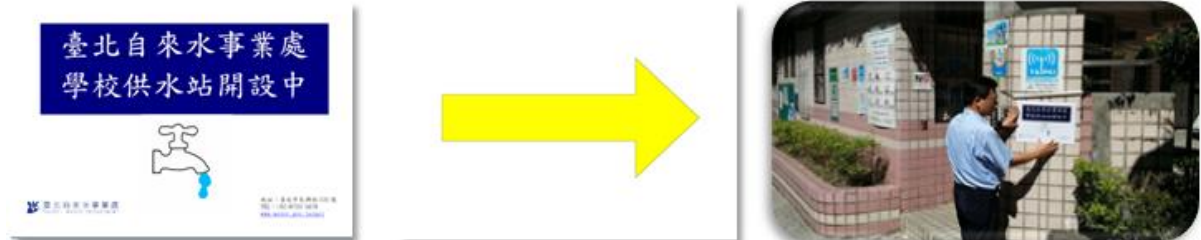


圖 84 學校供水站導引標誌

2. 詢訪取水軟管

因一般取水軟管容易產生塑膠異味，研究團隊多方詢訪選定無塑膠異味的取水軟管，學校供水站開設時可裝設於水龍頭提供民眾直接取水(如圖 85)。



圖 85 學校供水站取水軟管

3. 詢訪節水龍頭

因部份學校取水點水栓全數為節水型，將影響取水速度，惟為符合節水政策，北水處研究團隊派員多方詢訪節水龍頭擇定合適型式，平時可維持節水型出水量，開設時工作人員可採簡易工具快速切換為正常出水量，方便民眾取水(如圖 86)。



圖 86 學校供水站節水龍頭

4. 緊急取水文宣製作

為使民眾清楚了解颱風期間發生停水狀況時，住家附近可提供緊急取水的地點，北水處製作了臺北市 12 個行政區「緊急取水站藏寶圖」，標示各行政區學校供水站及緊急取水站的地點，除發送臺北市公私立國小，透過學生帶回家庭達到宣導效果外，並提供給各區里長，

讓里長及里民清楚了解緊急取水相關資訊(如圖 87)。

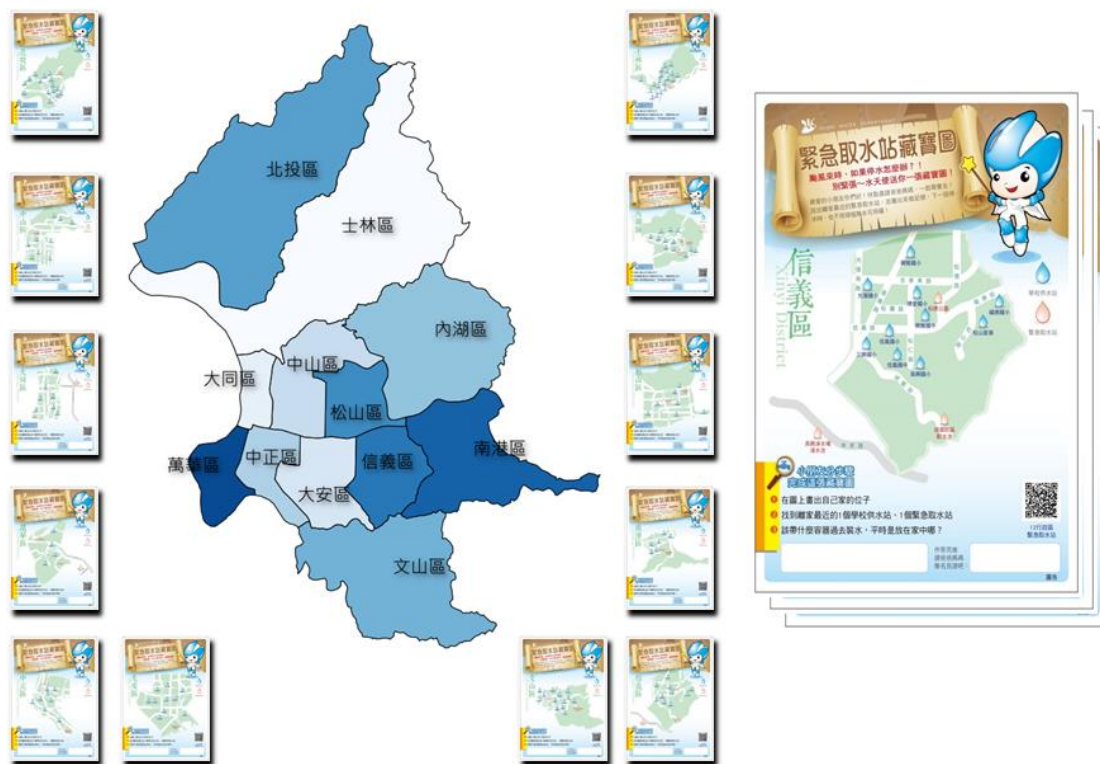


圖 87 「緊急取水站藏寶圖」文宣

4.3.7 學校供水站颱風準備作業

1. 學校供水站演練記者會

為使市民能充份了解學校供水站實施的政策，北水處於臺北市信義區博愛國小辦理演練記者會(如圖 88)，邀請各大新聞媒體採訪報導，除呼籲市民作好防颱及儲水準備外，萬一發生颱風原水高濁度致無法供水，市府 EOC 啟動緊急取水機制後，市民住家 1 公里附近均設有緊急取水點(含學校供水站及緊急取水站)可提供取水服務。



圖 88 博愛國小學校供水站記者會

2. 學校供水站作業講習

為使學校同仁熟悉學校供水站作業流程，並自主檢查學校內線設備及水質安全，北水處舉辦 2 場學校供水站作業講習，邀請學校同仁參加講習，內容如下：

1. 學校供水站開設作業說明：學校在颱風海警發佈時需確認完成儲水及器材準備，以及當學校供水站開設、解除時需辦理的工作事項。同時北水處將學校分成 5 個小組，由北水處 5 位同仁擔任小組對口人，各自成立作業通訊群組，以利雙方資訊的交流與聯繫(如圖 89)。



圖 89 學校供水站作業講習

2. 學校內線設備維護：介紹內線用水設備常見的缺失及改善方式，

如水塔孔蓋未密閉、突緣未提高等易受污染的情形，並請學校定期清洗及維護內線設備，確保用水安全。

3.水質自主檢測：說明水質餘氯檢測方式及注意事項，如檢測前先排水排除管線的滯留水等，並提供水質檢驗 DIY 工具組，以利學校自主檢測水質，確保用水安全(如圖 90)。



圖 90 學校供水站自主水質檢測說明

3.學校供水站開設演練

北水處排定 5 場學校供水站開設演練，製作大字報詳細解說各階段開設流程及工作事項，並實際示範模擬民眾到校取水的情形，演練過程由專人全程攝影並剪輯成影片，提供學校及同仁以熟悉作業方式(如圖 91)。



圖 91 學校供水站開設演練

4.學校供水站聯繫回報

颱風期間北水處客服中心將以手機簡訊通知學校聯絡人相關準備工作，包含海警發佈時的儲水準備、學校供水站的開設(如有發生停止供水)及解除，學校聯絡人需將準備情形回報給北水處，以利掌握各校準備及開設狀況(如圖 92)。



圖 92 颱風海警學校供水站儲水準備通知

有關學校回報方式，由於 124 所學校數量眾多，採用 Line 於學校供水站作業通訊群組回報時，因聯絡人名稱五花八門(有中文、英文、暱稱等)，回報資料格式不一，且資料將多達上百筆，需耗費大量時間及人力逐筆彙整，方能掌握學校回報狀況，如採用電話、Email、簡訊等其他方式回報時，效果更不理想(如圖 93)。



圖 93 學校供水站群組回報及彙整

為此，北水處利用 google 表單製作「學校供水站作業回報單」，

於簡訊附加連結網址，學校聯絡人於智慧型手機點取網址，或利用電腦連結網址即可回報，表單採勾選方式填報，回報格式一致且自動紀錄時間，並可迅速彙整產製 Excel 報表，達到事半功倍的效果(如圖 94)。

行政區 *	時間戳記	行政區	學校名稱	回報人	回報類別	A1.水池水塔水位回報	A2.取水器材回報
選擇	7/28/2017 9:59:35	士林區	社子國小		A.海上颱風警報發布	水池水塔維持滿水位	取水器材已備妥
學校名稱 *	7/28/2017 10:15:11	南港區	南港區修德國小		A.海上颱風警報發布	水池水塔維持滿水位	取水器材已備妥
填報格式: ○=國小、●=國中	7/28/2017 10:32:01	大同區	延平國小		A.海上颱風警報發布	水池水塔維持滿水位	取水器材已備妥
您的回答	7/28/2017 10:56:10	文山區	興華國小		A.海上颱風警報發布	水池水塔維持滿水位	取水器材已備妥
回報人 *	7/28/2017 11:14:17	中正區	市大附小		A.海上颱風警報發布	水池水塔維持滿水位	取水器材已備妥
Google表單	7/28/2017 11:20:50	信義區	福德國小		A.海上颱風警報發布	水池水塔維持滿水位	取水器材已備妥
回報類別 *	7/28/2017 12:20:51	萬華區	動國小	產	A.海上颱風警報發布	水池水塔維持滿水位	取水器材已備妥
<input type="radio"/> A.儲水準備	7/28/2017 12:23:48	士林區	雨聲國小		A.海上颱風警報發布	水池水塔維持滿水位	取水器材已備妥
<input type="radio"/> B.學校供水站開設	7/28/2017 12:35:08	文山區	萬福國小		A.海上颱風警報發布	水池水塔維持滿水位	取水器材已備妥
<input type="radio"/> C.開設階段學校儲水用罄	7/28/2017 13:17:04	中山區	吉林國小		A.海上颱風警報發布	水池水塔維持滿水位	取水器材已備妥
<input type="radio"/> D.學校供水站解除	7/28/2017 13:55:52	內湖區	碧湖國小		A.海上颱風警報發布	水池水塔維持滿水位	取水器材已備妥
繼續	7/28/2017 14:00:36	中山區	中正國中		A.海上颱風警報發布	水池水塔維持滿水位	取水器材已備妥
	7/28/2017 14:00:59	士林區	福林國小		A.海上颱風警報發布	水池水塔維持滿水位	取水器材已備妥
	7/28/2017 14:01:04	內湖區	臺北市明湖國小		A.海上颱風警報發布	水池水塔維持滿水位	取水器材已備妥

圖 94 尼莎颱風利用 google 表單回報儲水準備作業

北水處經歷了 104 年蘇迪勒颱風、杜鵑颱風造成高濁度原水的重大衝擊，為了因應未來颱風高濁度原水的情形可能再次發生，除了強化淨水場淨水處理效能及復水緩慢高地的供水改善等多項措施外，在 105 年特別將臺北市 124 所公立學校納入作為供水站後，緊急取水點數量達 165 處，可提供更廣泛便捷的取水地點，一旦發生颱風大規模停水時，民眾於住家附近 1 公里範圍即可緊急取水，維持基本用水需求。

臺北市學校供水站的推動實施，象徵北水處與教育局兩個機關的

攜手合作，以及 124 所學校的協助配合，無論是規劃作業、開設演練乃至颱風期間的聯繫準備，靠著團隊的齊心合作方能順利完成。北水處將持續借助教育局及所轄學校的力量，強化學校供水站的服務功能，用最壞的打算作最好的準備，通過颱風帶來高濁度原水的重重考驗。

4.4、防災地下水井的實施說明

為因應颱風暴雨等災害發生影響大臺北地區自來水的供應，北水處於臺北市 12 座防災公園已建置緊急維生取水設施，可提供市民每人每日 3 公升 28 天緊急維生飲用水。因災害期間飲用水彌足珍貴，故緊急維生設施首重提供給市民維生取用，對於提供市民盥洗、沐浴、清潔等生活雜用水則有所不足，因此，研究團隊構思規劃地下水作為防災用水，於災害期間提供市民生活雜用水使用(如圖 95)。



圖 95 災害期間市民取水示意圖

4.4.1 規劃構想

臺北盆地為地下水管制區域，地下水雖無法直接作為飲用水，但於災害期間卻可利用作為緊急備用水源，因此北水處研究團隊規劃於 12 座防災公園、55 所防災學校或附近鄰里公園，以鑿井方式收集地下水源，預計設置 70 口防災地下水井，計畫每口井抽水量為 300 噸/日，總水量約 2.1 萬噸，除於災害期間滿足每人每日 110 公升雜用水需求外，日常維護水量可配合現況送至水撲滿、生態池或澆灌使用(如圖 96)。

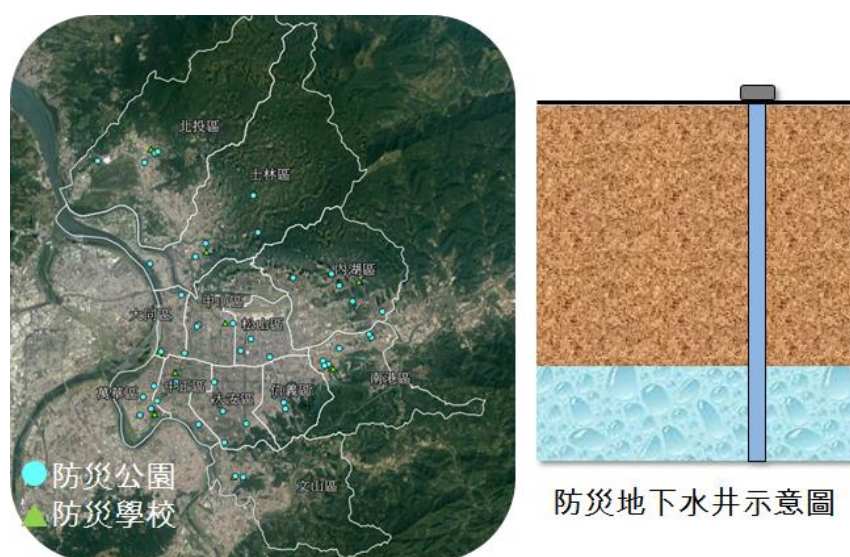


圖 96 防災地下水井預計施作位置

4.4.2 實施方式

1. 現勘作業

北水處研究團隊派員與臺北市政府工務局公園路燈公園管理處(簡稱公園處)及學校說明防災地下水井的理念與規劃構想，並勘查各

個防災地下水井預計位置，取得相關單位同意以利後續施工。經現場
 勘查計有 12 所學校分別因防災任務調整、校園腹地不足、校舍全面
 改建、校區下方為停車場或為捷運設施通過等因素無法施作，需調整
 至附近的防災公園或鄰里公園施作。經評估考量整體防災需求，調整
 後防災公園計 12 所、鄰里公園 7 所、防災學校 44 所、其他學校 1 所，
 水井數由 70 口調整為 72 口(如圖 97)。



圖 97 防災地下水井規劃位置及數量

2.地質鑽探

防災地下水井設置場址有多處位於臺北盆地邊緣及附近山地，水
 文地質狀況較不明確，為確認該場址是否適合設井以及取水的深度位
 置，故需進行地質鑽探，規劃鑽探孔數為 34 孔(如圖 98)，並依據地
 質鑽探成果，調整站址、增減井數井深及相關地上物設施。



圖 98 地質鑽探點位分佈圖

3.設施說明

防災地下水井相關設施(如圖 99)包含水井 1 座(佔地約 $0.3M^2$)，採 6 吋不鏽鋼井管，井深不超過 70 公尺、共構式儲水槽 1 組(容量 2500 公升，佔地約 $4M^2$)、排水集水井 1 組(佔地約 $1.4M^2$)，水井用電為 220V，規劃就近接用土地管理單位之市電(每年電費預估約新臺幣 40 元)。

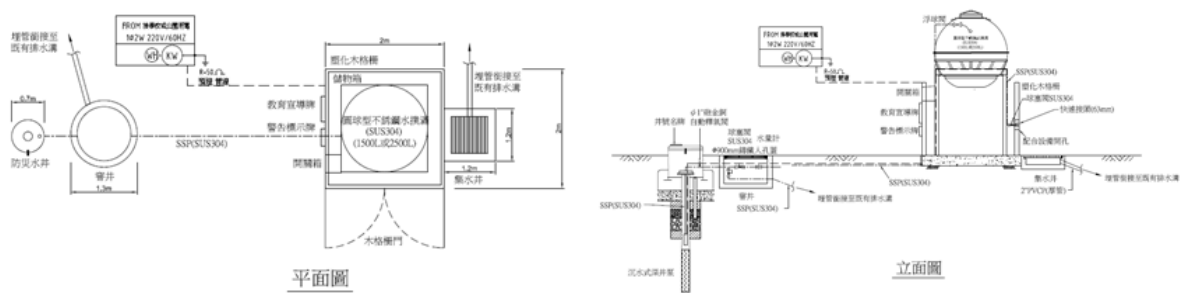


圖 99 防災地下水井相關設施

4.操作運轉規則

防災地下水井平時由北水處維護管理，災害期間則由臺北市政府

統籌操作，另依地下水管制辦法第 11 條規定：「符合第五條第一項第七款或第八款規定鑿井引水者，應於原有供水系統無法供水時，始得使用備用水源。」，故平時不開放公園或學校使用防災地下水井。

5.經費及工期

設置 72 口防災地下水井所需工程經費約新臺幣 1 億 4 仟 1 佰萬元，包含現場調查、探測及試驗、申請規費、井體設置、站房設置、設備及管線費、儲水槽設置、機電工程等費用，規劃分為 3 標執行，預計於 107 年底施設完成。

4.4.3 維護管理事項

防災水井建置完成後，將依據「防災地下水井操作運轉規則及維護管理方案準則」辦理水井維護工作，維護經費約新臺幣 1,300 萬元/年，維護項目如下：

1.防災水井

(1)每個月抽水 1 次，每次 1 小時。抽水期間應紀錄抽出水流量(抄錄水表讀數)、pH、導電度、溫度、氧化還原電位、井內靜水位與動水位變化。

(2)每 2 年執行 1 次分級抽水試驗，分析水井效率，並與原始之水井效率進行比較，若水井效率低於原始水井效率之 60%，則應進行擴水洗井。

(3)根據第 2 項之評估結果不定期進行擴水洗井，或每 5 年擴水洗井 1 次。

(4)必要時進行井內攝影，檢查井體結構狀況，例如，出砂或出水狀況不佳。

2. 抽水機電設備

(1)每個月抽水 1 次，每次 1 小時。檢查抽水機是否有異常聲響或震動。檢查線路是否有破損、腐蝕等異常狀況。

(2)每 2 年應起出抽水機進行例行保養維護。

3. 其他保養維護事項

(1)每 2 個月檢查輸水管線各項元件，儲水槽狀況，機房外觀、機房內儲物之保存狀況，排水溝是否通暢。下載自記式水位計資料。

(2)每 1 年應清洗儲水槽一次，水龍頭管架與延長水管應起出架設操作，以檢驗其堪用性。

(3)每 1 年檢測 1 次地下水質，水質分析項目包括，水溫、導電度、pH 值、溶氧（以上 4 個項目於現場檢測）、總溶解固體、總有機碳、硝酸鹽氮、氨氮、氯鹽、硫酸鹽、鐵、錳、鎘、鉻、銅、鋁、鋅、砷、鉛、硒、鉍、銻、鎳、大腸菌類密度、總鹼度、溶解性(鈣、鎂、鈉、鉀)、二氧化矽等合計 30 個項目。

(4)年度維護保養報告書，含水質與水位資料分析評估。

(5)地下水管制區水井，在每年1月底前，應將前1年的抽水保養紀錄彙整後，提送臺北市產業發展局備查。

4.4.4 執行成果

北水處於臺北市地下水管制區域設置防災地下水井相關計畫，已於105年12月奉經濟部核定，工程亦於106年5月完成發包，並陸續取得土地使用同意書，並就鑽井位置附近地下埋設物(包含管線、電纜等)進行調查(如圖100)。各場址鑿井前將先向臺北市政府產業發展局申請建造核准書，俟核准後辦理施工，目前已陸續進場施作(如圖101)，預計於106年完成施設23孔，107年完成施設49孔。



圖 100 以透地雷達作地下管線探測



圖 101 地下水井開鑿及共構式儲水槽

第五章、提升區域復水能力

杜鵑颱風期間，北水處首次進行全面大規模停水作業，為過去從未有過之經驗，復水作業亦為最大挑戰，故仍有檢討改進空間，其中東湖地區、木柵路 5 段因屬供水管網末端與高地區之用戶，在前端用戶大量進水時，即造成後端地區復水困難與延遲，為改善前述現象，故分別針對東湖地區、木柵路 5 段研擬該區域供水系統改善方案，以加速復水時程。

5.1 東湖地區

5.1.1 復水延遲原因探討

東湖地區除平地外，又以東湖加壓站、內湖三期及內湖四期加壓站供水區域復水最為緩慢，以下分別針對東湖平地、東湖加壓站、內湖三期及內湖四期加壓站復水緩慢進行探討：

1. 東湖平地

為探討東湖平地復水困難與延遲之原因，首先需瞭解東湖地區目前供水模式，東湖地區是由松山內湖線經民權東路 6 段，再於成功路 2 段交口分別由民權東路 6 段 $\phi 900\text{mm}$ 本線與成功路 2 段分支 $\phi 500\text{mm}$ 管線進行供水（如圖 102）。因東湖平地處於該供水區域末端，以致颱風期間大規模停水後，在前端用戶大量進水情況下，末端東湖平地用戶則無法有效進水，造成東湖平地復水困難及緩慢。



圖 102 東湖地區現有供水狀況

2.東湖加壓站

有關東湖加壓站部分，東湖加壓站日平均出水量約 1700CMD，出水壓約 6kg/cm²，加壓站水池水位幾乎保持在 4.2m 高水位（如圖 103）。杜鵑颱風停水後復水時，東湖加壓站水池在開始加壓供水後，因大用戶瞬間且間歇性持續大量進水，不僅加壓站出水壓無法達到平日出水壓 6kg/cm²，且造成加壓站水池水位快速下降（如圖 104），以致於東湖加壓站供水末端之用戶無法有效地進水，該末端用戶須俟大用戶水池蓄滿後方有機會開始穩定地進水，加壓站之水池才能開始上升至停水前之水池水位。故加壓站進水量不足以因應停水後需水量大幅增加，是造成東湖加壓站復水緩慢之主要原因。

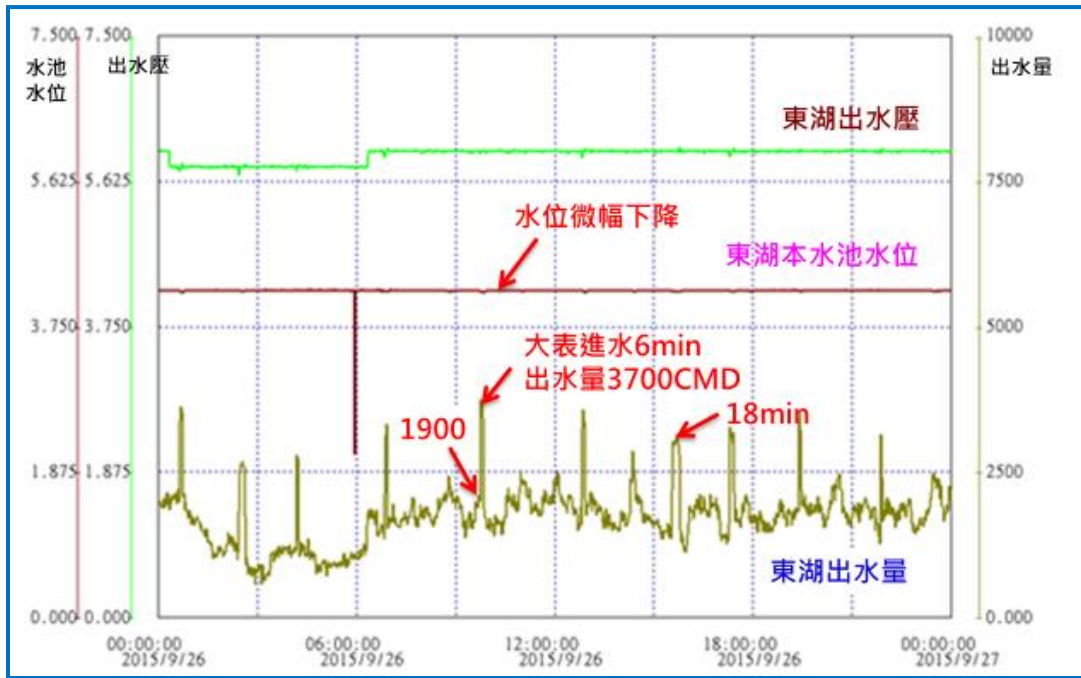


圖 103 東湖加壓站平時供水狀況

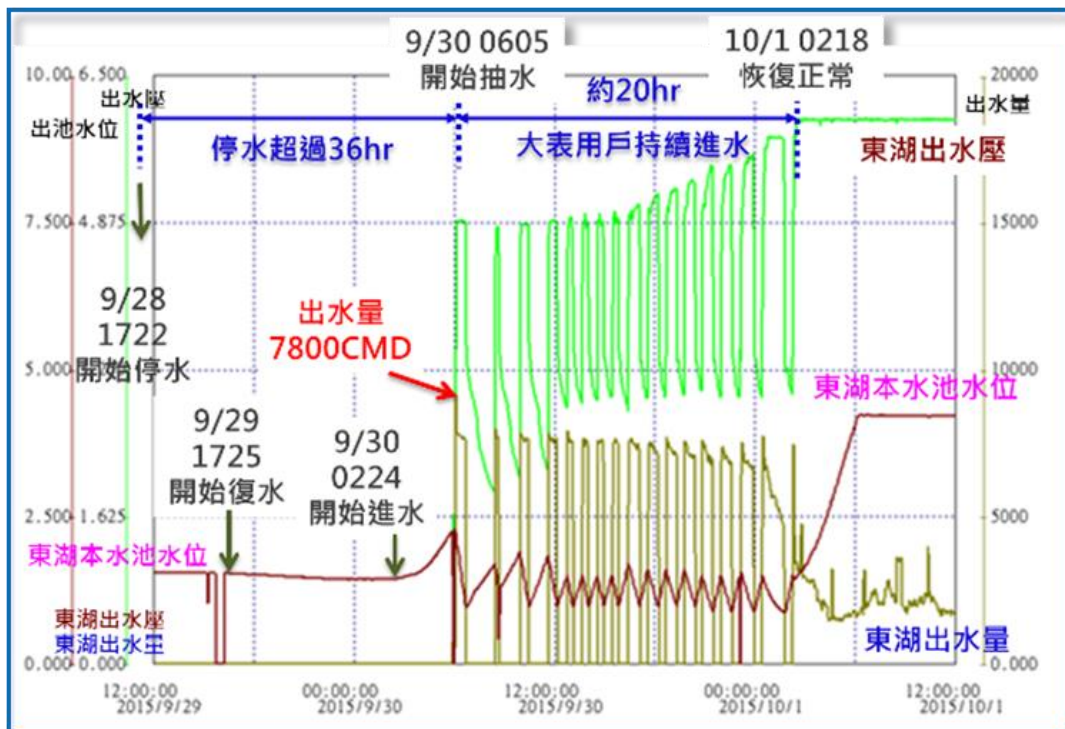


圖 104 東湖加壓站杜鵑颱風停水後復水時供水狀況

3.內湖三期及內湖四期加壓站

內湖三期加壓站平日進水壓 1.1 kg/cm²，出水壓 2.8 kg/cm²，出

水量 5600CMD；內湖四期加壓站平日進水壓 0.7 kg/cm²，出水壓 3 kg/cm²，出水量 2950CMD，因內湖三期加壓站同時供給內湖四期加壓站用戶用水，且內湖四期加壓站水池水位一直維持在高水位，故可推算內湖三期供水區域之用水量為 2650 CMD（如圖 105）。

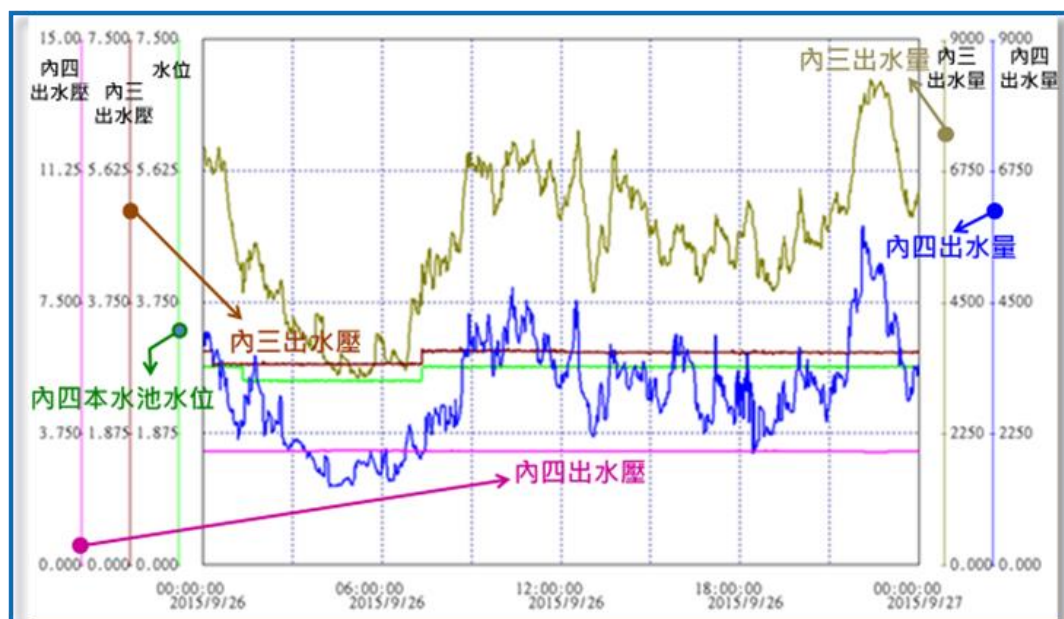


圖 105 內湖三期及四期加壓站平日供水狀況

杜鵑颱風復水期間，內湖三期加壓站出水量一直維持在 9600CMD 左右，接近 2 倍平時出水量；內湖四期加壓站瞬間出水量皆在 9800CMD 左右，由於進水量不足，遠小於出水量，造成水池水位一直無法有效提升，每次出水時間僅約 10 分鐘，需至內湖三期加壓站供水區域之用戶水池水塔蓄滿後方有能力提供內湖四期加壓站足夠進水量；另內湖四期加壓站自 9 月 30 日 16 時 30 分至 23 時 20 分一直維持在 7500CMD 高出水量，約為平時出水量之 2.8 倍，隨內

湖四期加壓站供水區域之用戶端水池水塔蓄滿後，出水量逐漸降低，內湖四期配水池水位才明顯地上升（如圖 106）。故內湖三期加壓站供水量因在停水後復水期間，需同時供水至內湖三期供水區內之用戶及內湖四期加壓站配水池，增加復水期間供水負擔，導致內湖四期配水池進水量不足，是造成該復水緩慢之主要原因。

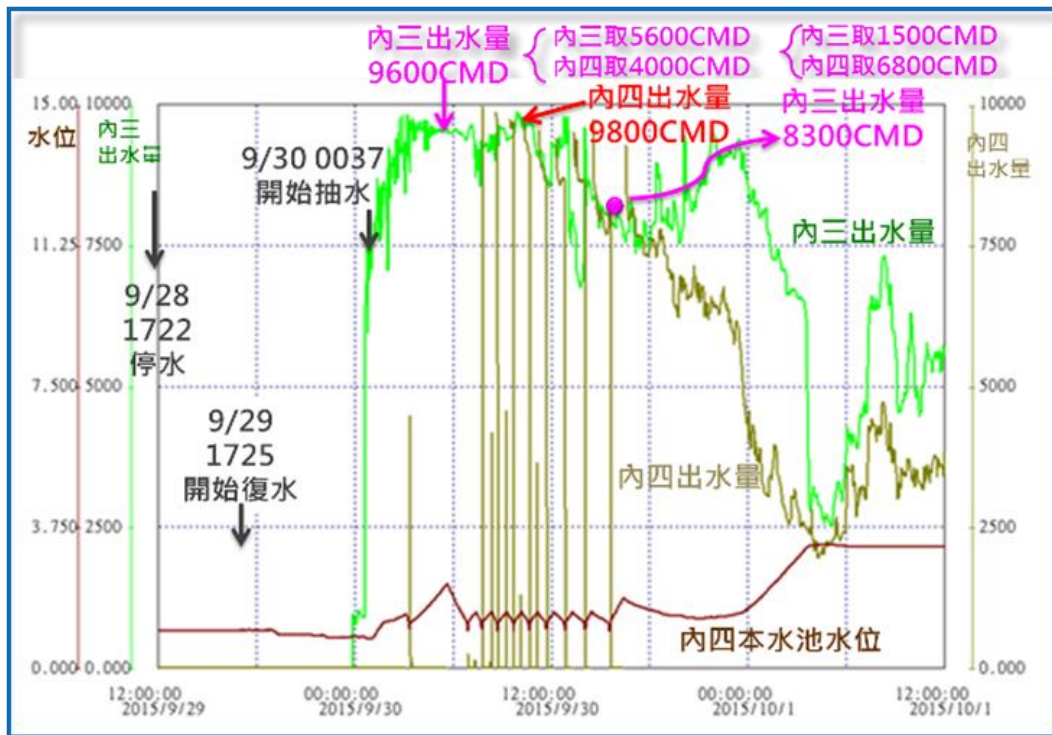


圖 106 內湖三期及四期加壓站杜鵑颱風停水後復水供水狀況

5.1.2 復水時程策進方案

為避免停水後復水困難與延遲情形再次發生，北水處分別針對東湖平地區、東湖加壓站及內湖三期及四期加壓站提出相關策進方案，茲說明如下：

1. 東湖平地區

- (1)透過民生南港線 ϕ 1000mm分支管支援東湖地區。
- (2)於安康路 ϕ 500mm管線設置管中加壓站提升東湖地區整體水壓。
- (3)內湖配水池聯合供水。

2.東湖加壓站

- (1)增設加壓站進水管，增加進水量。
- (2)部分區域改由大湖公園加壓站支援供水。
- (3)大用水戶進水模式調查。

3.內湖三期及四期加壓站

利用既有管線新增進水點，增加進水量。

5.1.3 東湖平地區評估成果

1.透過民生南港線 ϕ 1000mm分支管支援東湖地區。

有關東湖平地區整體策進方案係期望透過民生南港線 ϕ 1000mm分支管接成功橋過河段 ϕ 700mm管線，再經由安康路 ϕ 500mm管線來支援東湖平地區（如圖 107）。



圖 107 透過民生南港線分支管支援東湖平地區

為瞭解該方案是否可行，分別於安康路 $\phi 500\text{mm}$ 管線及適當位置裝設壓力記錄器（如圖 108 所示圓點），以瞭解操作過程中該區域之壓力變化，另為避免操作過程中造成水質異常，分別在成功橋過河段 $\phi 700\text{mm}$ 管線與安康路 $\phi 500\text{mm}$ 管線連絡處出水端最近位置之消防栓觀測水質及壓力變化（如圖 108 所示正方形），以便隨時掌控並做相關處置。



圖 108 透過民生南港線 $\phi 1000$ 分支管支援東湖平地區

本次分段操作成功橋過河段 $\phi 700\text{mm}$ 管線與安康路 $\phi 500\text{mm}$ 管線連絡處蝶閥，經現場觀測消防栓壓力及下載壓力記錄器資料分析結果（如圖 109），以民生南港線成功橋旁 $\phi 1000\text{mm}$ 分支管提升東湖平地區整體水壓，其效果有限，故需另研擬於安康路 $\phi 500\text{mm}$ 管線設置管中加壓站提升東湖地區整體水壓。

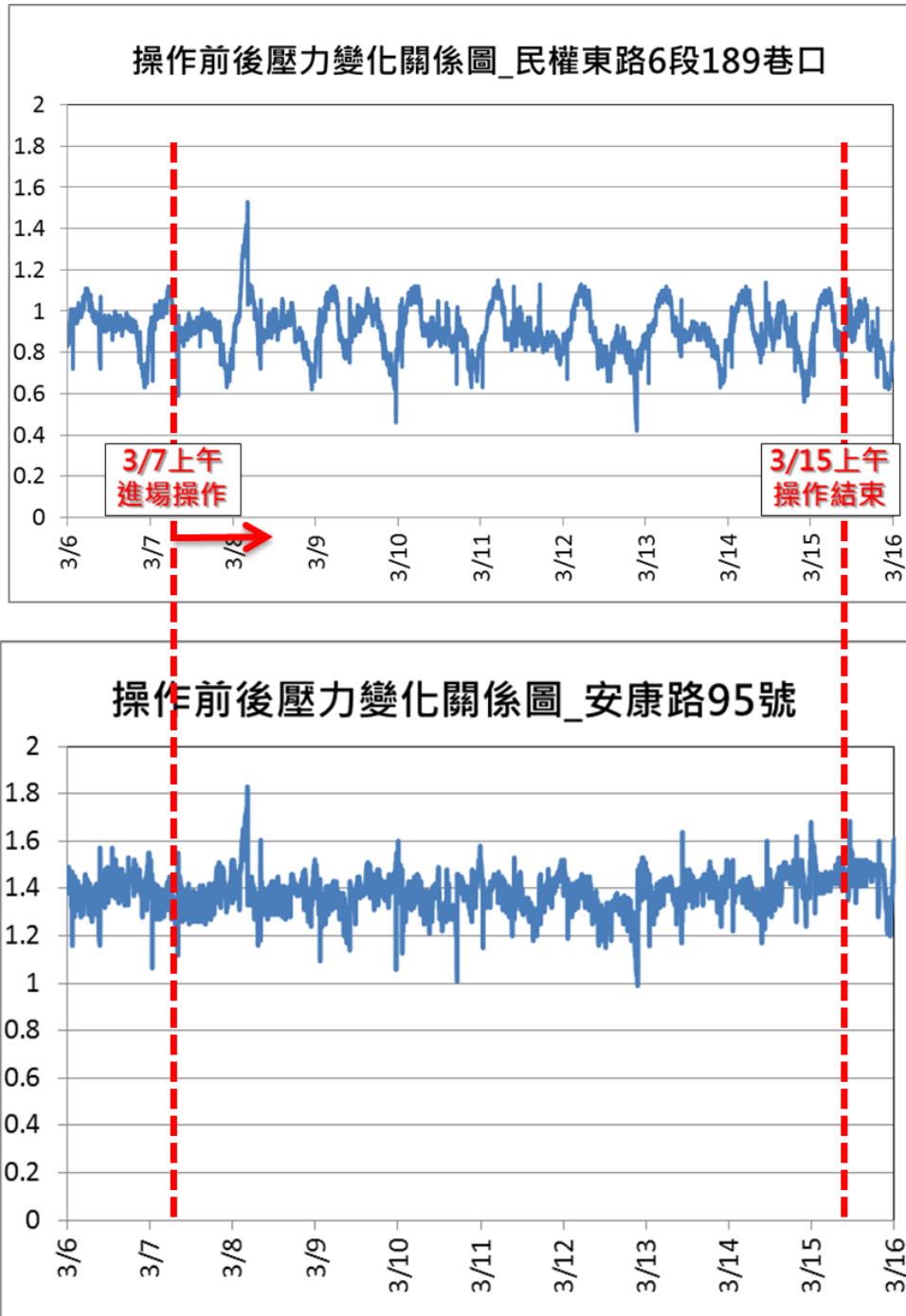


圖 109 量測點操作期間之壓力變化

2.於安康路 ϕ 500mm 管線設置管中加壓站提升東湖地區整體水壓。

經前揭供水調配結果，並無法有效提升東湖區整體水壓，故另研擬在安康路 ϕ 500mm 管線上設置管中加壓站以提升東湖平地區整體

水壓之策進方案，本策進方案採用 EPANET 軟體進行水理分析，藉以評估其可行性。首先，建立東湖平地區一帶現況供水模式之水理分析模型，以作為後續增設管中加壓站水理分析使用。現況供水模式之水理分析後，經水理分析值與實際量測值比較，顯示本水理分析模型與實際現況接近，可用該水理分析模型進行後續增設管中加壓站之水理分析（如圖 110）。

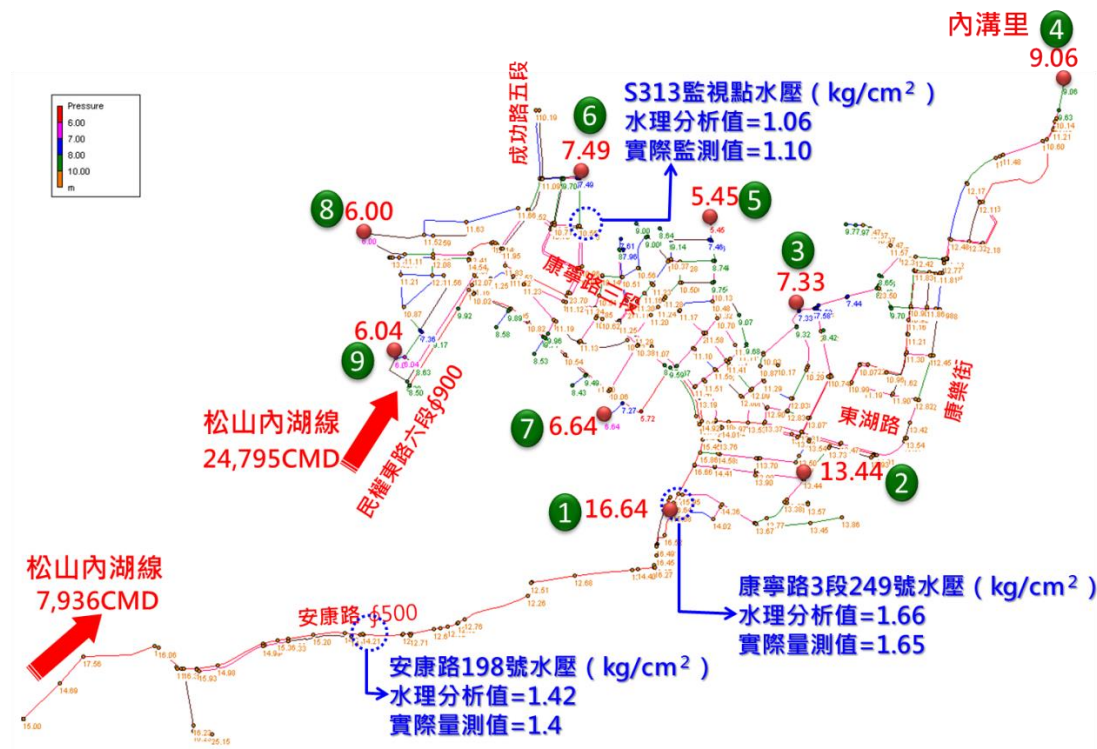


圖 110 東湖平地區現況供水模式之水理分析

其後需在安康路 ϕ 500mm 管線沿線上選擇適合設置管中加壓站之位址，經現場勘察後，於安康路近成功路 2 段附近之綠地適合設置管中加壓站（如圖 111 及圖 112），故修改先前之水理分析模型，於該模型上以此位址設置管中加壓站後進行水理分析。



圖 111 設置管中加壓站位址示意圖



圖 112 現場勘察照片及衛星圖

安康路設置管中加壓站揚程設定為 10m，經水理分析結果，東湖平地區之水壓僅提升約 0.02~0.05kg/cm²，揚程 10m 之管中加壓站無法有效提升東湖平地區整體之水壓（如圖 113 所示），故再測試不同揚程之管中加壓站進行水理分析。



圖 113 揚程 10m 管中加壓站水理分析

為瞭解不同揚程之管中加壓站對東湖平地區整體水壓之效果，分別採用 20m 及 30m 揚程之管中加壓站進行水理分析，分析結果如表 2，從表 2 得知縱使管中加壓站揚程提升至 30m，亦無法提升東湖平地區整體水壓。為探究其原因，首需瞭解管中加壓站之供水量與水頭損失之關係變化（如圖 114 及表 3）。在未設置管中加壓站時，供應至東湖平地區之供水量為 7,936CMD，自管中加壓站至東湖路水頭損失約 0.17kg/cm²。當管中加壓站揚程為 10 m 時，供應至東湖平地區之供水量為 19,960CMD，自管中加壓站至東湖路水頭損失約 1.09kg/cm²。當管中加壓站揚程為 30 m 時，供應至東湖平地區之供水量為 33,376CMD，自管中加壓站至東湖路水頭損失約 2.94kg/cm²。簡言之，管中加壓站透過安康路 φ 500mm 管線，經康寧路 3 段 φ 400 供水至東湖平地區，隨著揚程提高，送水量增加，管中加壓抽水機所提供揚程，在送水過程中幾乎耗盡，故在該 φ 500mm 管線上設置管中加壓站並

無法有效提升東湖平地區整體水壓。

表 2 不同揚程管中加壓站之水理分析結果

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
管中加壓站揚程 (m)	康寧路3段 249號 (kg/cm ²)	五分街與安康路口 (kg/cm ²)	東湖路 113巷 (kg/cm ²)	內溝里 加壓站前 (kg/cm ²)	康寧路3段 189巷 (kg/cm ²)	成功路5段 420巷 (kg/cm ²)	康寧路3段 56巷 (kg/cm ²)	金湖路 326巷口 (kg/cm ²)	民權東路6段 413巷 (kg/cm ²)
現況未設管中加壓	1.66	1.34	0.73	0.91	0.55	0.75	0.66	0.6	0.6
10	1.90	1.45	0.77	0.94	0.60	0.78	0.70	0.62	0.62
20	2.14	1.56	0.78	0.95	0.62	0.79	0.71	0.62	0.62
30	2.38	1.68	0.80	0.96	0.64	0.80	0.72	0.63	0.62

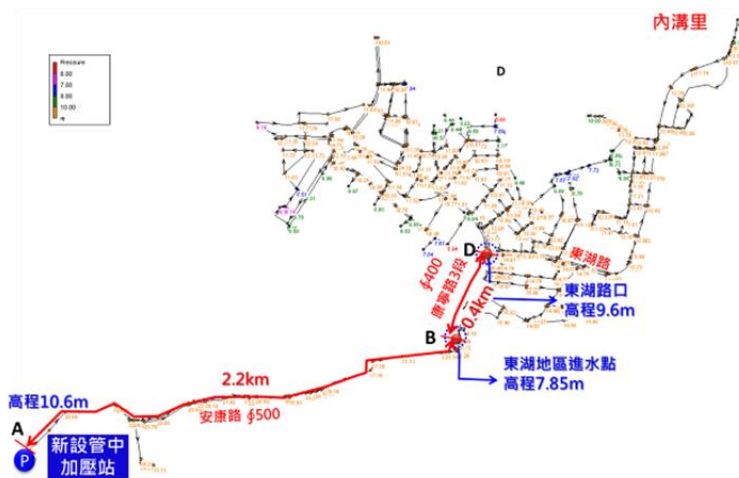


圖 114 東湖平地區及管中加壓站相關示意圖

表 3 不同揚程管中加壓站之水頭損失

管中加壓站揚程 (m)	管中加壓站 (高程10.6m 壓力1.5kg) 總水頭(m) A	供水量 (CMD)	東湖地區進水點壓力 (kg/cm ²)	東湖地區進水點總水頭(m) B	加壓站至東湖地區進水點 (φ500) 水頭損失 (m) C=A-B	東湖路口壓力 (kg/cm ²)	東湖路口總水頭 (m) D	東湖地區進水點至東湖路口 (φ400) 水頭損失 (m) E=B-D
現況未設管中加壓	25.6	7,936	1.65	24.35	1.25	1.43	23.9	0.45
10	35.6	19,960	2.01	27.95	7.65	1.51	24.7	3.25
20	45.6	27,413	2.37	31.55	14.05	1.58	25.4	6.15
30	55.6	33,376	2.74	35.25	20.35	1.66	26.2	9.05

有鑑於此，為提升東湖平地區整體水壓需另尋其他策進方案，故評估東湖平地區改由民生南港線供水之可行性，亦即由民生南港線南

湖大橋 $\phi 1000\text{mm}$ 分支新增 $\phi 1000\text{mm}$ 管線供水(圖 115 所示 1 位置)，並於東湖路與 $\phi 800\text{mm}$ 管線連絡(圖 115 所示 2 位置)，而松山內湖線 $\phi 900\text{mm}$ 管線不再供水至東湖平地區。經水理分析結果民生南港線分別透過安康路 $\phi 500\text{mm}$ 管線及南湖大橋 $\phi 1000\text{mm}$ 分支供至東湖平地區之水量為 6,710CMD 與 26,021CMD，大幅降低安康路 $\phi 500$ 管線供水負擔，減少水頭損失，可全面提升東湖平地區整體壓力，水壓平均可提升約 $0.45\text{kg}/\text{cm}^2$ 。故東湖平地區改由民生南港線南湖大橋 $\phi 1000\text{mm}$ 分支供水，經水理分析結果，可全面且有效提升東湖地區整體水壓(如圖 116 所示)。

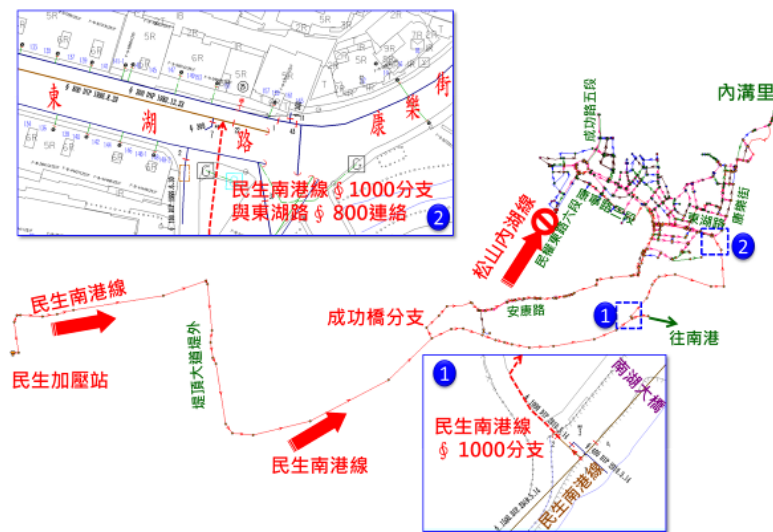


圖 115 民生南港線供給東湖平地區示意圖

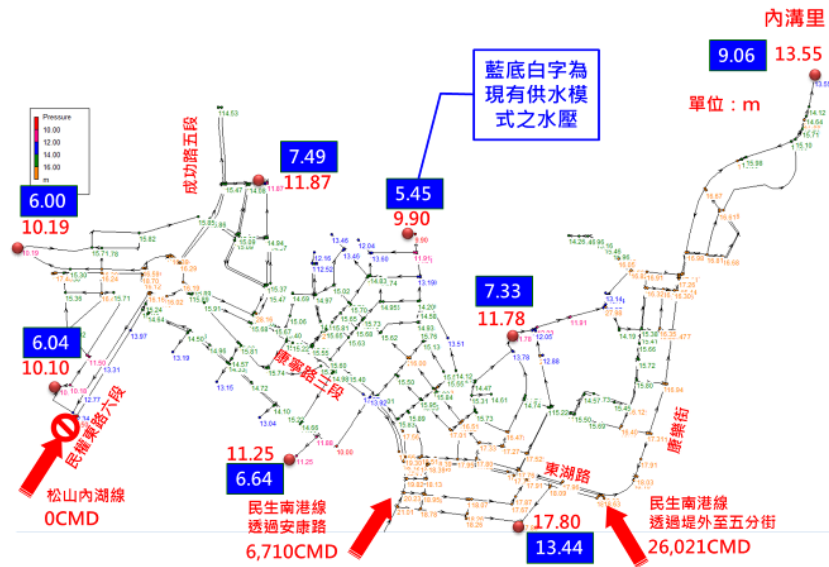


圖 116 民生南港線供給東湖平地地區之水理分析

3.內湖配水池聯合供水

在停水復水期間，因前端用戶大量進水情形下，造成供水管網末端之東湖地區復水延遲，為改善此現象，經調查位於內湖成功路既有內湖配水池容量約 2 萬噸，且該配水池位於該供水區域之中間位置（位置如圖 117 所示）。若在颱風前將內湖配水池水位蓄滿，則於復水時透過該配水池聯合供水，不僅直接向中、下游補滿空管，且可以降低內湖線前半段水頭損失。目前內湖配水池正進行「內湖配水池耐震補強及功能改善工程」，俟完成後加入供水行列，應可於颱風停水復水後，有效降低復水困難度及提升復水能力。

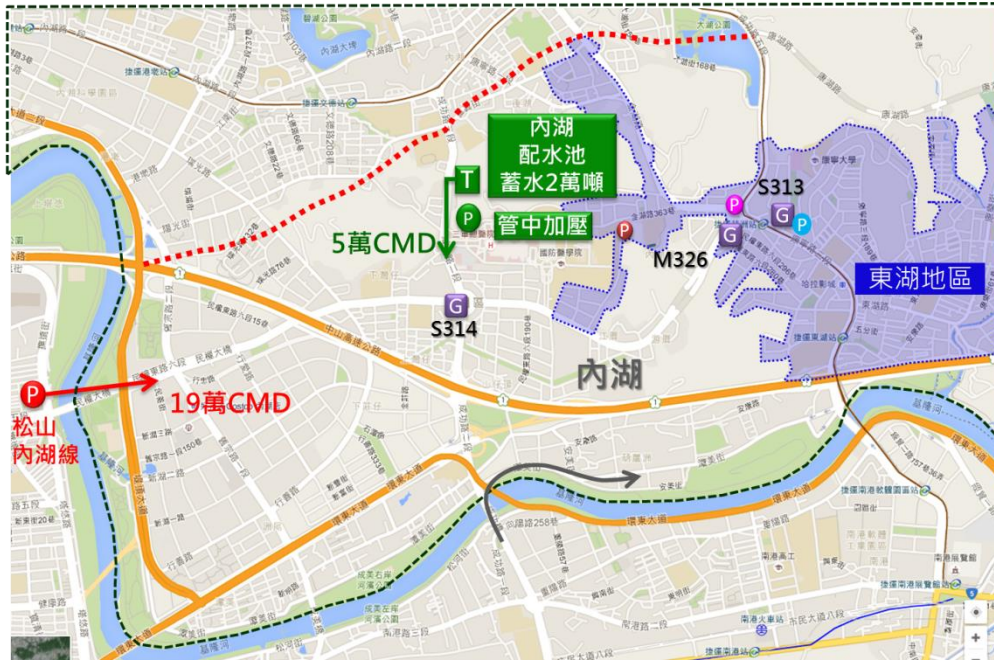


圖 117 內湖配水池聯合供水

5.1.4 東湖加壓站執行成果

為加速東湖加壓站供水區域之復水時程，訂定相關策進方案（如

圖 118），執行成果分別說明如下：



圖 118 東湖加壓站復水策進方案示意圖

1. 東湖加壓站新增進水管

東湖加壓站原進水管口徑為 $\phi 200\text{mm}$ ，在經過杜鵑颱風約 32 小時停水後，大部分用戶端之水池水塔幾已用盡，且因大表用戶大量進水，造成進水量無法滿足供給加壓站出水。為增加颱風停水後復水期間之進水量，調查東湖加壓站附近管線，經查康寧路 3 段 75 巷 $\phi 250\text{mm}$ 之既有管線可通往加壓站，再利用該既有管線於加壓站前新增 $\phi 250\text{mm}$ 進水管，即可於復水時同時進水，以增加壓站進水量（如圖 119 之虛線）。



圖 119 東湖加壓站新增進水管

2. 東湖加壓站部分供水區域改由大湖公園加壓站供水

本方案係為颱風停水後復水期間，減輕東湖加壓站供水負擔，故將東湖加壓站供水範圍（如圖 120 所示虛線所圍起之區域）中部分區域改由大湖公園加壓站支援供水，支援供水區域如圖 120 陰影範圍圍所示。



圖 120 大湖公園加壓站支援供水示意圖

本方案執行過程如圖 121，首先調查支援區域內之閥類現況，並對區域內之所有閥類逐只操作瞭解現況。



圖 121 大湖公園加壓站支援供水執行過程

由於支援進水點之管線係位於東湖加壓站供水區域之管末端，該進水點區域內外之管線需透過洗管作業以確保支援進水點水質安全（如圖 122）。透過可封閉且無用水戶之區域（如圖 123 陰影區域）進行洗管作業，即完成支援進水點之洗管作業。



圖 122 支援進水點洗管作業

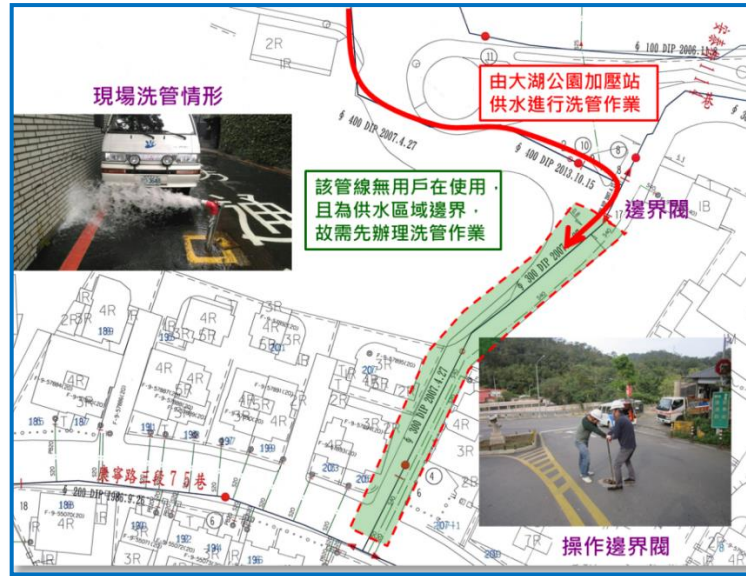


圖 123 支援進水管段洗管作業

接下來，為確認大湖公園加壓站實際是否能供水至東湖加壓站供水區域內，故需進行揚程測試。經調查支援東湖加壓站供水區域內最高點高程為 54m；而支援進水點高程為 41m，兩點高程差 13m。大湖公園加壓站原由 1 台抽水機運轉供水，經再啟動第 2 台抽水機後，加壓站出水壓由原先之 $3\text{kg}/\text{cm}^2$ 提升至 $3.6\text{kg}/\text{cm}^2$ ，量測支援進水點消防栓壓力由 $1.4\text{kg}/\text{cm}^2$ 上升至 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ ，推估支援供水區域內最高點之壓力應可達到 $0.7\text{kg}/\text{cm}^2$ （如圖 124）。



圖 124 大湖公園加壓站揚程測試

最後進行系統切換，關閉東湖加壓站供水點開關後（如圖 125 之 ①及 ②），再開啓支援進水點開關，支援供水區域內經由大湖公園加壓站供水後，量測支援區域內消防栓壓力變化（如圖 125），支援供水區域內最高點壓力由 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ 降至 $0.6\text{kg}/\text{cm}^2$ 。故測試結果，該區域在颱風停水後復水時，可由大湖公園加壓站支援供水，且依測試結果應可提供約 2 倍平均日供水量。



圖 125 大湖公園加壓站揚程測試

3. 大用戶進水模式調查

如前所述東湖加壓站於復水時，因大用戶瞬間且間歇性持續大量進水，造成加壓站無法達到平日出水壓及加壓站水池水位快速下降。為瞭解造成前述現象之原因，著手調查東湖加壓站供水區域內之大表用戶，經查共有 3 戶 $\phi 100\text{mm}$ 大表用戶，針對前述用戶進行進水譜分析，經由進水譜分析結果研判，其中大用水戶 C 用水模式是造成東湖加壓站出水突峰之主要原因（如圖 126）。

經前揭分析結果找出關鍵因素後，後續將針對大用水戶 C 進水模式研擬相關改善方案，藉由改善該用戶進水行為以降低東湖加壓站出水突峰現象。

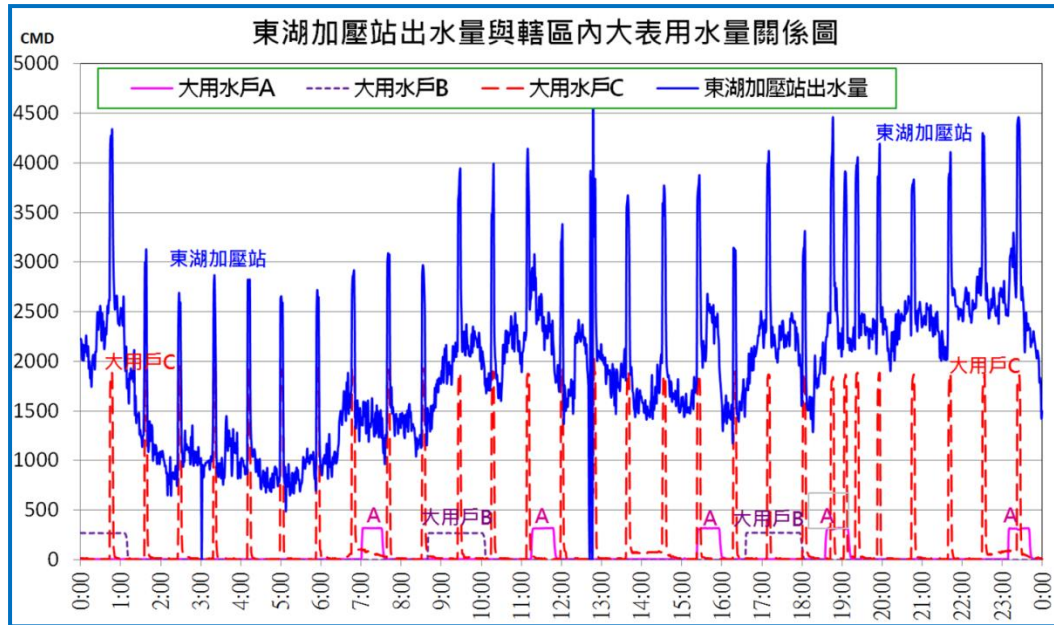


圖 126 東湖加壓站出水量與轄區內大表用水量關係圖

因此，針對該用戶進水模式進行改善，首先於於大表前裝設孔口片（如圖 127 及圖 128），裝設後再進行進水譜分析，由圖 129 顯示裝設孔口片前後，該大表瞬間進水量由 1900CMD 降至 1400CMD，惟進水時間約 7 分鐘，仍太短暫。為降低瞬間進水量及延長進水時間，故再調整該大表表前之制水閥，經調整後，大用水戶 C 瞬間進水量由 1400CMD 降至 700CMD，且每次進水時間也延長至約 14 分鐘（如圖 129）。



圖 127 孔口片安裝情形



圖 128 大表孔口片安裝完成

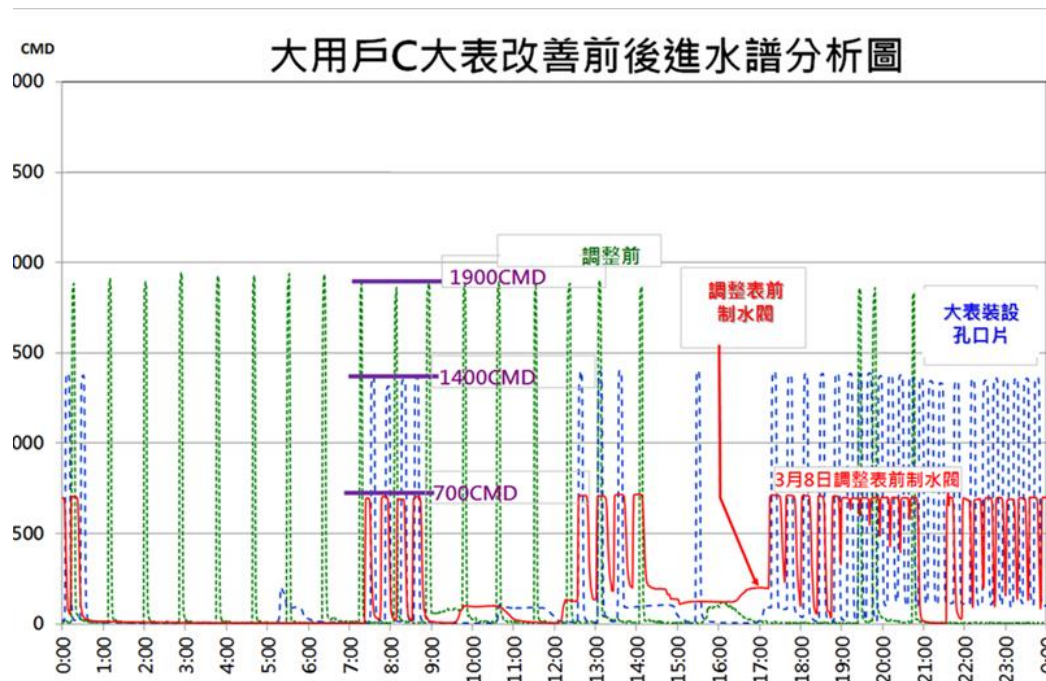


圖 129 大用水戶 C 大表改善前後進水譜分析

為進一步瞭解改善大用水戶 C 大表進水模式對東湖加壓站出水量之影響，分別取調整前、大表裝設孔口片後及調整大表表前制水閥開度後東湖加壓站出水量之資料進行分析，由圖 130 明顯看出，大表裝設孔口片後，東湖加壓站出水突峰明顯降低。在調整大表表前制水閥後，東湖加壓站幾乎無出水突峰。故透過改善大表用戶短時間內大量進水模式，已有效降低加壓站負擔。

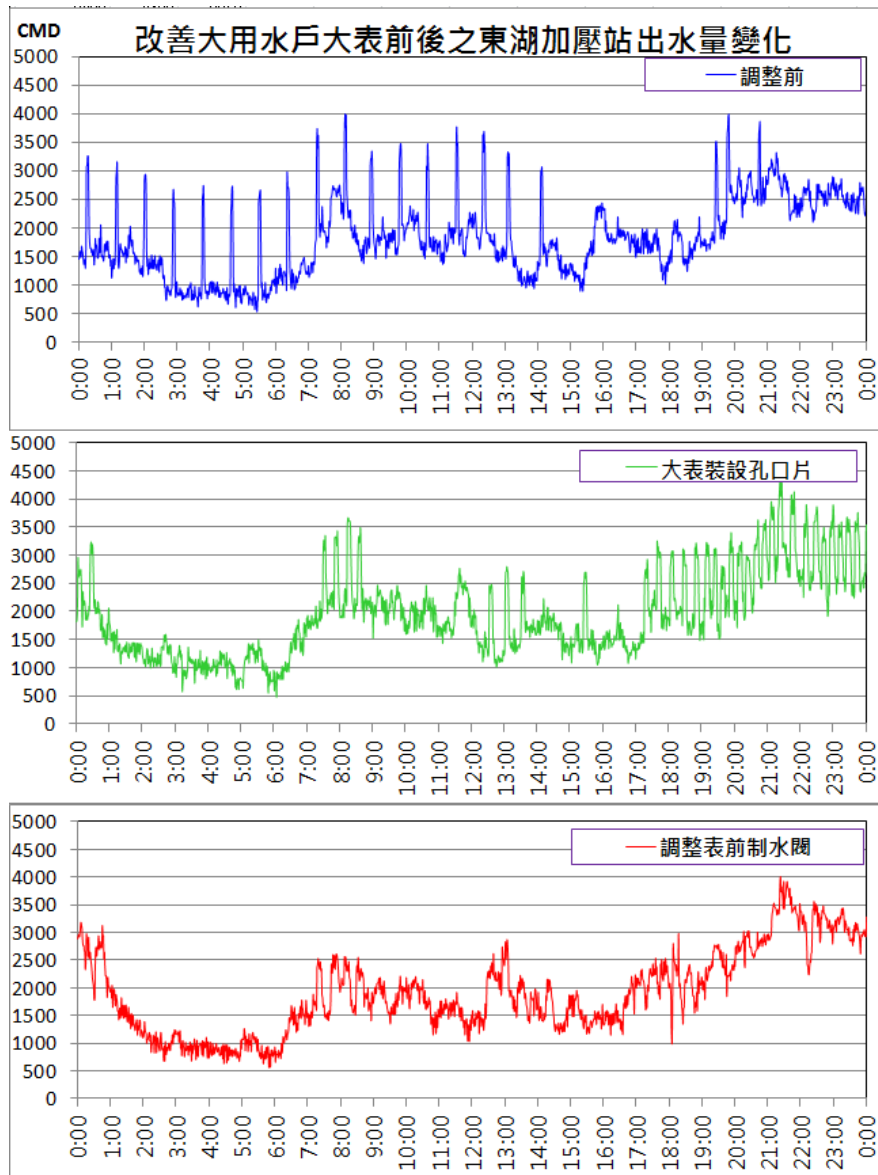


圖 130 改善大用戶 C 大表改善前後之東湖加壓站出水量變化圖

5.1.5 內湖三期及四期加壓站執行成果

內湖四期加壓站供水來源係由內湖三期加壓站管中加壓供應，為減輕內湖三期加壓站供水負擔，加速內湖三期及四期加壓站供水區域之復水時程，故在復水期間兩個加壓站個別透過松山內湖線進行供水。其中內湖四期加壓站利用供水區域內之既有管線由松山內湖線供水至內湖四期加壓站配水池，惟該既有管線長期供給少數用戶用水，故

需先透過洗管作業以確認水質無虞，且因新增進水管至內湖四期加壓站暨配水池有明顯之高程差，另需進行相關測試以確認既有管線復水時能順利進水至配水池，上述相關策進方案（如圖 131），執行成果分別說明如下：



圖 131 內湖三期及四期加壓站復水策進方案示意圖

1. 內湖四期加壓站新增進水管洗管作業

內湖四期加壓站新增進水管洗管作業，需先確認新增進水管適合之排水點，經查新增進水管本線並無消防栓或排泥閥可供排水，故需擴大停水範圍以供排水使用（如圖 132）。在確認洗管段為封閉狀態下，分別利用內湖三期加壓站（如圖 132 之❶）與松山內湖線（如圖 132 之❷）進行洗管作業，在歷經 8 個小時洗管作業後，水質方符合規定。



圖 132 內湖四期加壓站洗管作業

2.內湖四期加壓站新增進水管測試作業

為確認在颱風停水後復水期間，松山內湖線供水可經由新增進水點進水至內湖四期加壓站之配水池。需先調查該 $\phi 400\text{mm}$ 管線之地形變化，經查內湖四期加壓站新增進水管在新增進水點高程為 17.2m ，而新增進水管至內湖四期加壓站配水池間高程最高點為 31.44m ，兩者相差 14.24m ，而進水點前消防栓壓力現場量測約為 0.9kg/cm^2 ，故進水點前消防栓壓力尚需提高 0.52kg/cm^2 方可自進水點越過最高點進入內湖四期加壓站之配水池內。經現場測試結果，在提高松山內湖線出水壓，且進水點前消防栓壓力提高至 1.5kg/cm^2 ，關閉加壓站原進水處，改由新增進水點進水後，加壓站內之壓力表頭測得進水壓為

0.35kg/cm²，還原至進水管高程處之進水壓力為 0.75 kg/cm²。故提高松山內湖線出水壓，且進水點前消防栓壓力提高 0.6kg/cm²，即可越過該 ϕ 400mm 進水管最高處，應可順利進水至配水池內。

3.精進作為

本次洗管作業耗費近 8 個小時，且需逐戶關閉用戶表前止水栓，費時耗工，故規劃相關精進作為，以縮短洗管時程，相關精進作為如下，並分別說明如後：

(1) 在 ϕ 400mm 管線上新增消防栓。

(2) ϕ 400mm 管線上之用戶給水改接。

(3) 將新增進水管 ϕ 400mm 管線與 ϕ 200mm 出水管連絡。

在辦理前述新增進水管 ϕ 400mm 管線洗管作業時，因該管線本通無消防栓，故洗管時需擴大關水範圍以藉由既有消防栓及排泥閘排水，並需辦理用戶停水作業，倘爾後每次颱風前皆需辦理洗管作業，恐造成民怨，且考量洗管需足夠出水量，故在 ϕ 400mm 管線新增消防栓（如圖 133），以利洗管作業時縮小停水範圍及避免用戶發生水污染機率。



圖 133 在 $\phi 400\text{mm}$ 管線上新增消防栓

另有部分用戶係由新增進水管 $\phi 400\text{mm}$ 管線本線供水，為避免用戶用水品質不穩定及每次颱風前洗管作業時造成停水，需改接至內湖四期加壓站供水區域內之管線，如圖 134 所示虛線箭頭，將位於 $\phi 400\text{mm}$ 管線上之用戶改接至 $\phi 200\text{mm}$ 管線上。

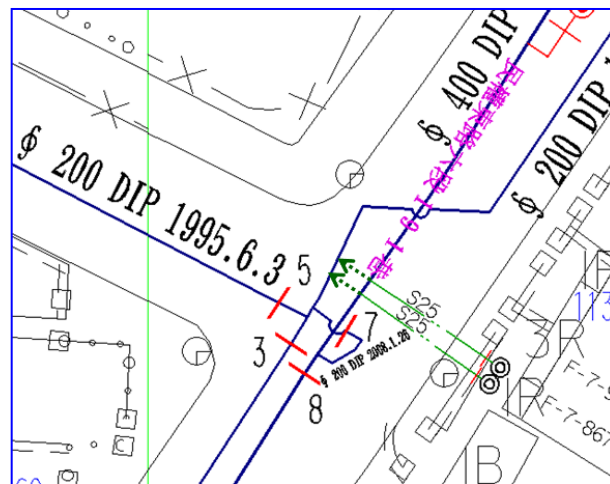


圖 134 $\phi 400\text{mm}$ 管線上之用戶給水改接

為減少颱風前洗管時間，已新增 $\phi 400\text{mm}$ 進水管與內四 ϕ

200mm 出水管進行連絡，並在連絡處增設制水閥（如圖 135），平時保持開啓狀態，不僅使管網活化，減少管中滯留水，亦可降低加壓站耗能，惟颱風停水復水後，該制水閥則需進行關閉，以利 ϕ 400mm 進水管進水作業。



圖 135 新增進水管與出水管連絡

本案已於莫蘭蒂颱風來襲前進行新增進水管洗管作業，約 2 小時完成，大幅縮短作業時間。故前述精進作為，可有效縮短洗管作業時程。

5.2 木柵路 5 段一帶

5.2.1 復水延遲原因探討及策進方案

木柵路 5 段由中和新店線及安華新店線加壓供水，且屬供水末端（圖 136）。在杜鵑颱風大規模停水後復水，造成管線受空氣阻塞影響水流，導致該管段水量不足，且前端用戶大量進水情況下，導致位於末端木柵路 5 段之用戶無法有效進水，造成該區域復水困難及緩慢。

北水處為避免停水後復水困難與延遲情形再次發生，針對前揭原因研擬以下策進方案（圖 137）：

1. 於木柵路 5 段較高處增設排氣閥。
2. 增加萬芳一加壓站中繼加壓調配木柵路 5 段一帶供水。



圖 136 木柵路 5 段現有供水狀況



圖 137 木柵路 5 段復水策進方案

5.2.2 執行成果

1. 於木柵路 5 段較高處增設排氣閥

杜鵑颱風停水期間，在地勢較高且位管末端區域因管內充滿空氣，且該區域未有設置排氣閥，造成復水困難，故於木柵路 5 段較高處增設排氣閥（如圖 138），屆時復水時透過排氣閥排氣可加速木柵路 5 段底復水速度。



圖 138 木柵路 5 段較高處增設排氣閥

2. 增加萬芳一加壓站中繼加壓調配木柵路 5 段一帶供水

為縮短颱風期間復水時間，故利用萬芳一加壓站中繼加壓調配木柵路 5 段一帶區域供水。為利颱風期間改由萬芳一加壓站加壓調配木柵路 5 段供水，該系統需進行切換調整。因萬芳一加壓站支援供水之管線為備援管線（如圖 139 陰影區域），故於颱風來襲前需先辦理洗管作業，以加速支援供水作業，並確保支援時水質安全。復水時，為避免萬芳一加壓站在備援管線加壓出水時再回流萬芳一配水池，需在

支援供水前需將控制閥關閉（如圖 139 編號 33 控制閥），在控制閥關閉後即可啟動萬芳一加壓站抽水機進行供水系統調整，支援末端木柵路 5 段供水。

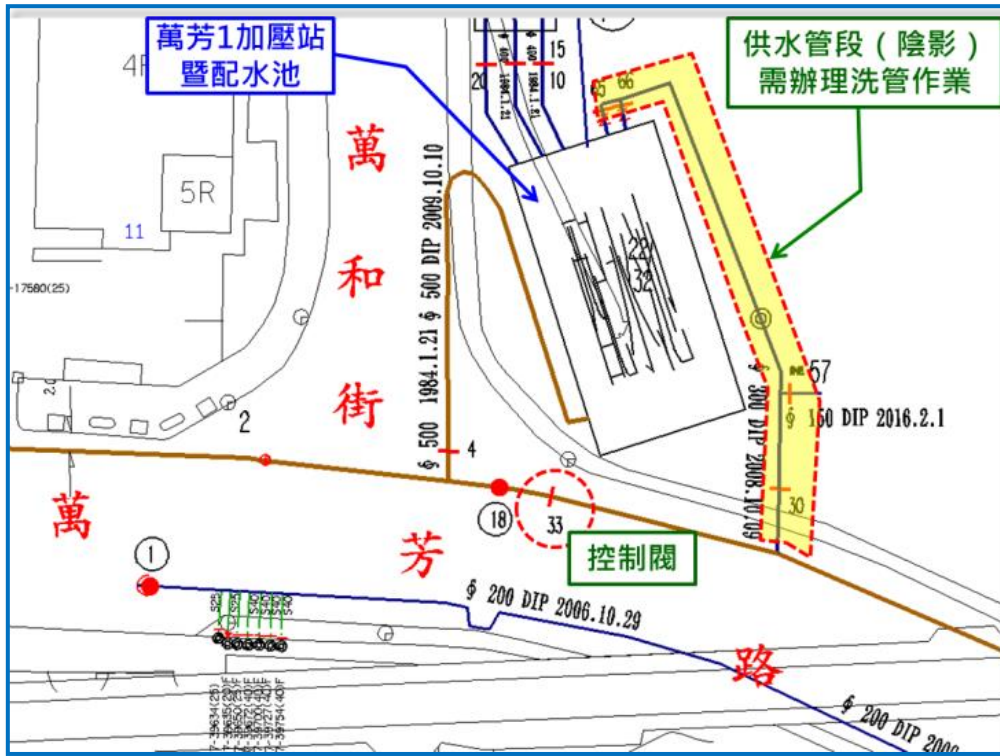


圖 139 萬芳一加壓站備援管線洗管作業

5.3 提升區域復水能力標準作業流程

本案經由相關測試後，相關策進方案可於類似大規模停水後復水時，提升區域復水能力。為利後續人員於操作時有所依循，故分別針對東湖加壓站（如圖 140~圖 145）、內湖三期及四期加壓站（如圖 146~圖 148）及木柵路 5 段（如圖 149~圖 151）擬訂相關停水前及復水時之標準作業流程，人員依標準作業流程演練即可熟悉各項復水作業，加速復水能力。

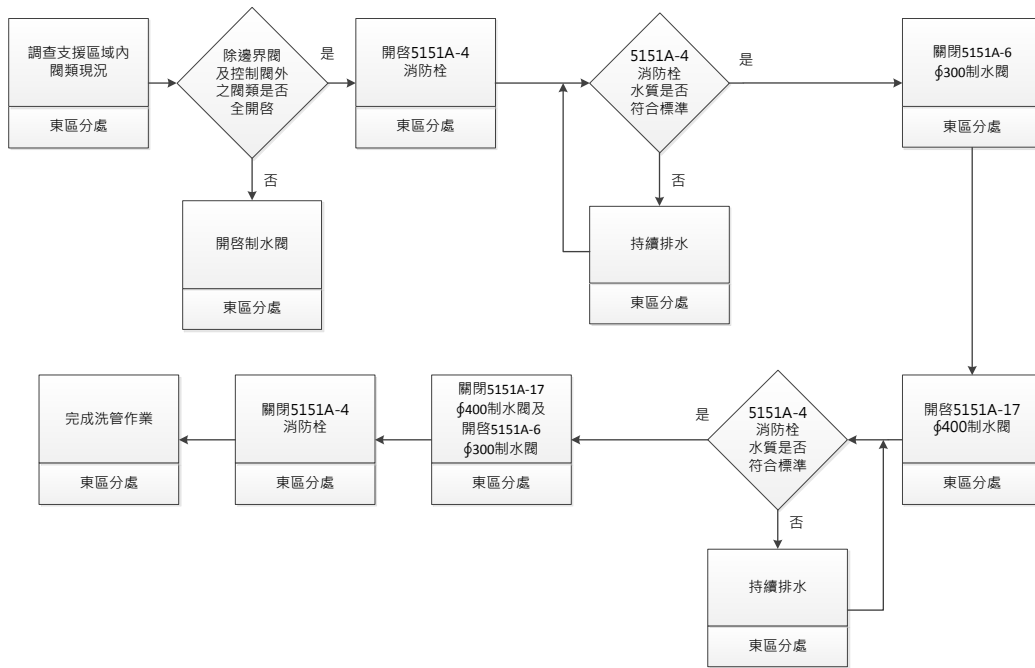


圖 140 大湖公園加壓站支援東湖加壓站供水區域-洗管作業操作流程

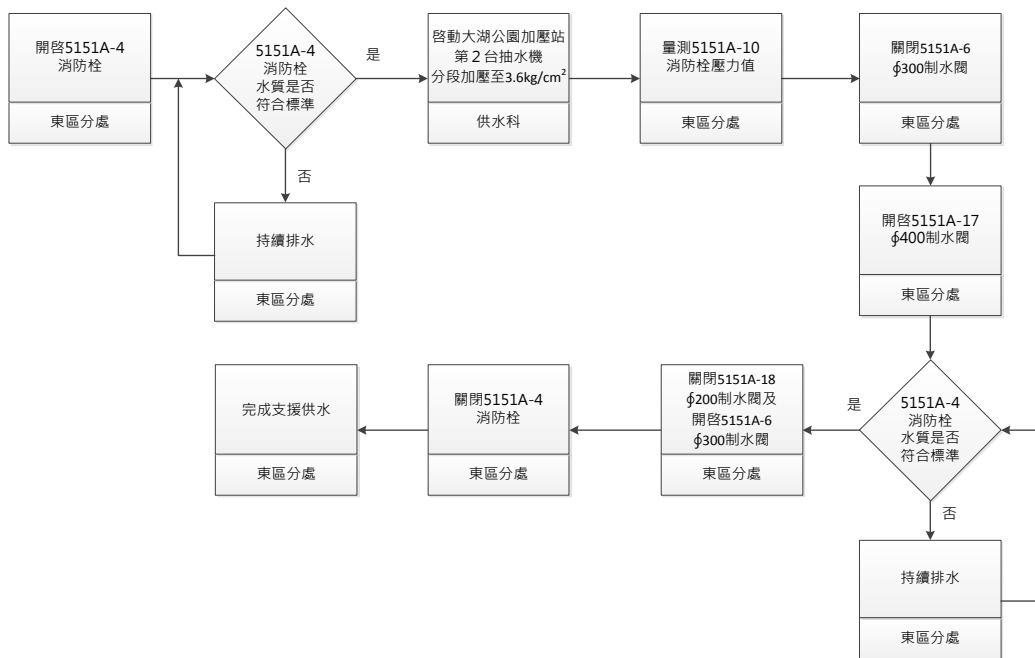


圖 141 大湖公園加壓站支援東湖加壓站供水區域-系統切換操作流程

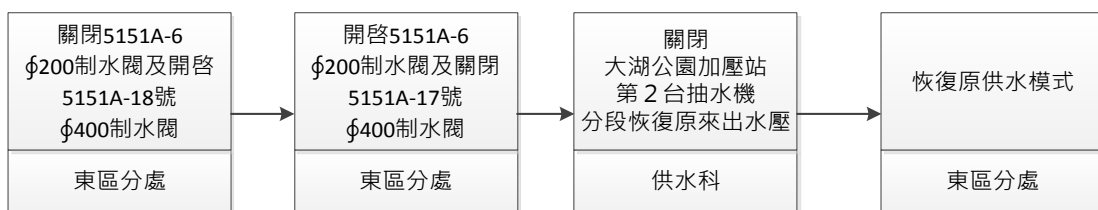


圖 142 大湖公園加壓站支援東湖加壓站供水區域-恢復原供水模式操作流程

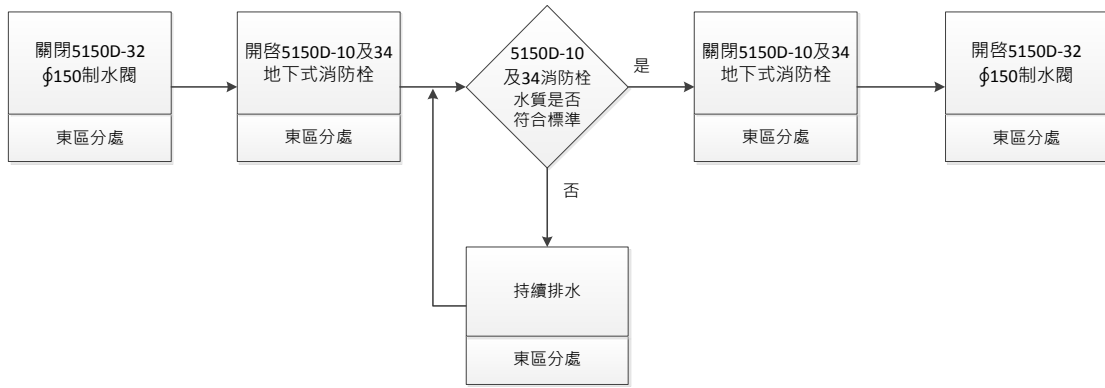


圖 143 東湖加壓站新增 ϕ 250mm 進水管線-洗管作業操作流程

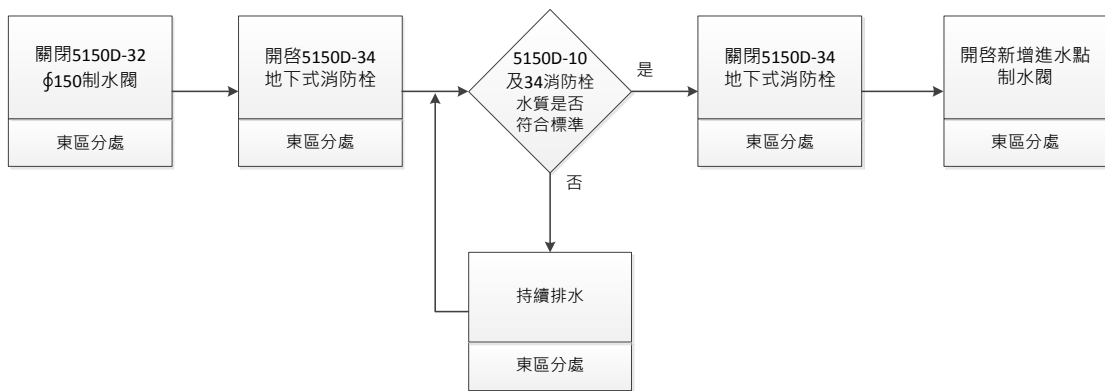


圖 144 東湖加壓站新增 ϕ 250mm 進水管線-進水作業操作流程

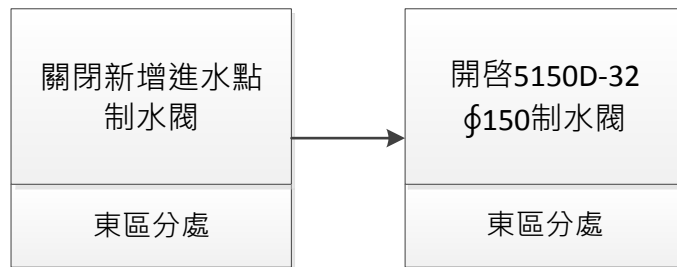


圖 145 東湖加壓站新增 ϕ 250mm 進水管線-恢復原系統操作流程

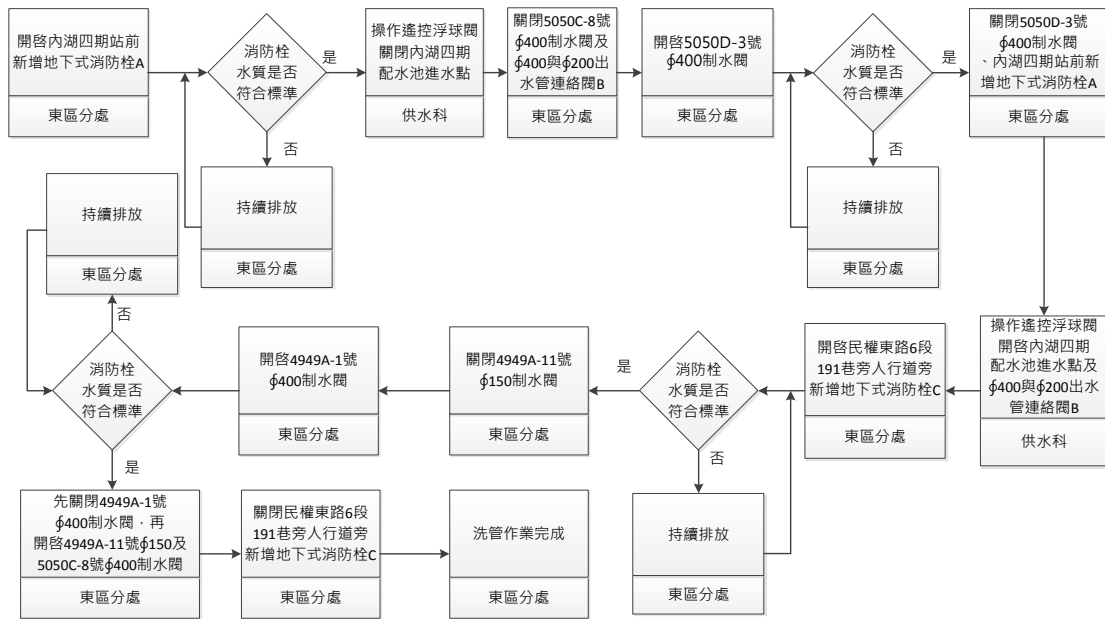


圖 146 內湖四期新增 $\phi 400\text{mm}$ 進水點-洗管作業操作流程

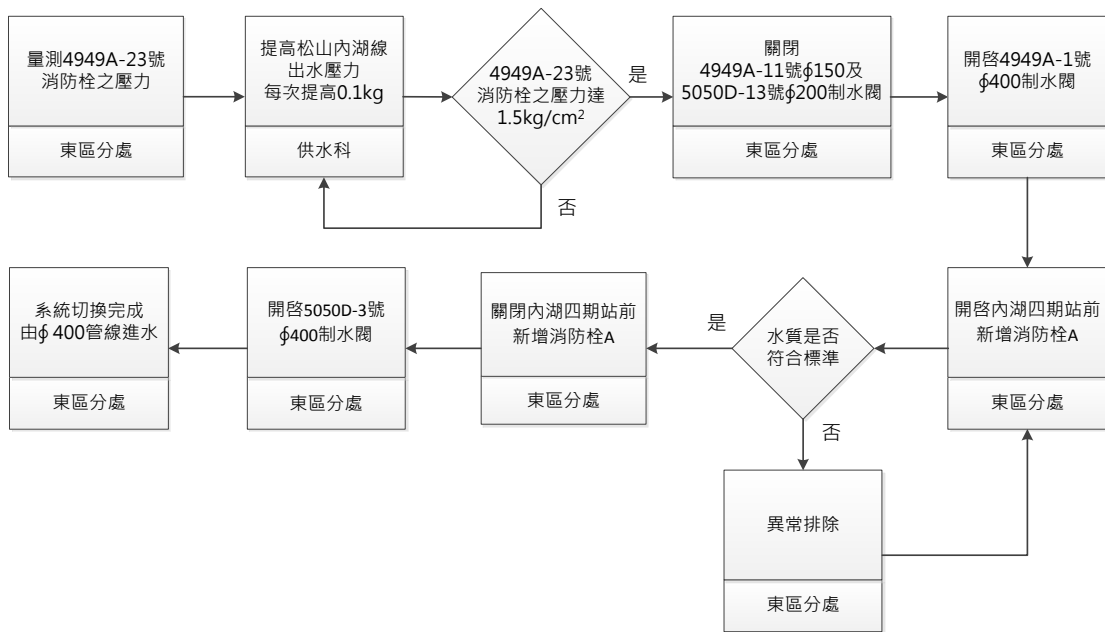


圖 147 內湖四期新增 $\phi 400\text{mm}$ 進水點-系統切換操作流程

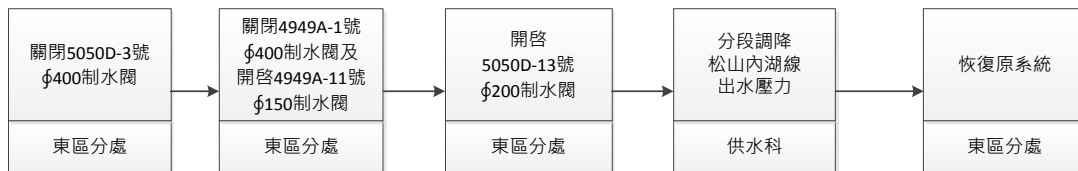


圖 148 內湖四期新增 $\phi 400\text{mm}$ 進水點-恢復原系統操作流程

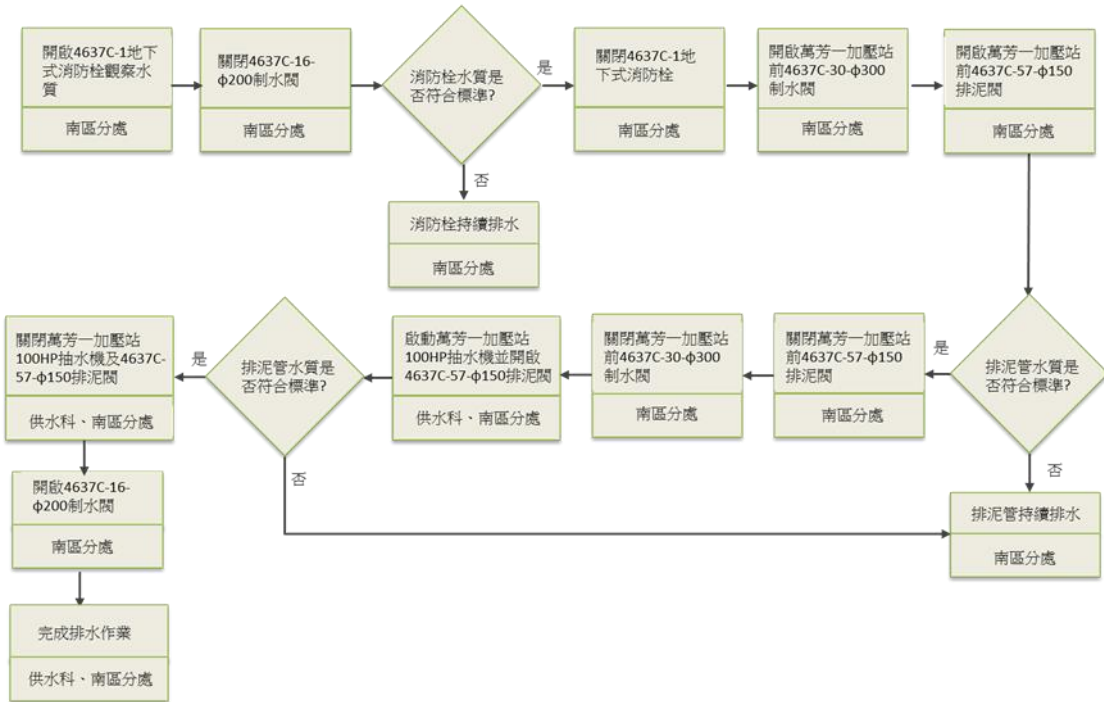


圖 149 萬芳一加壓站供水系統切換排水流程

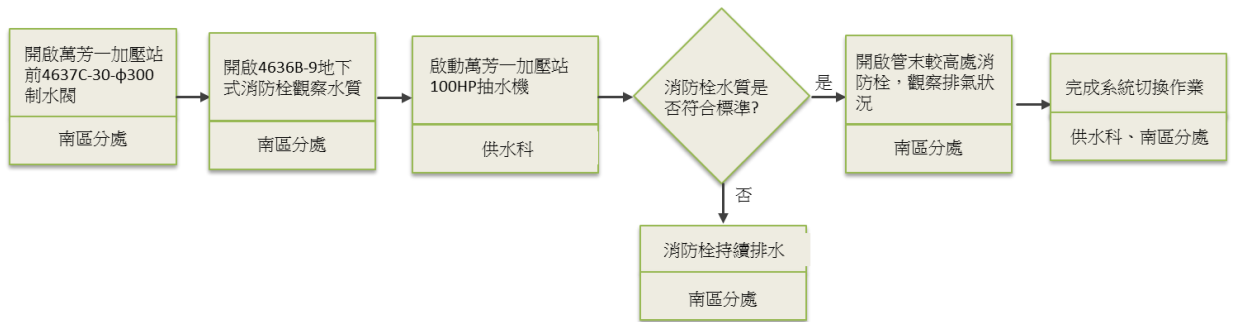


圖 150 萬芳一加壓站供水系統切換排水流程

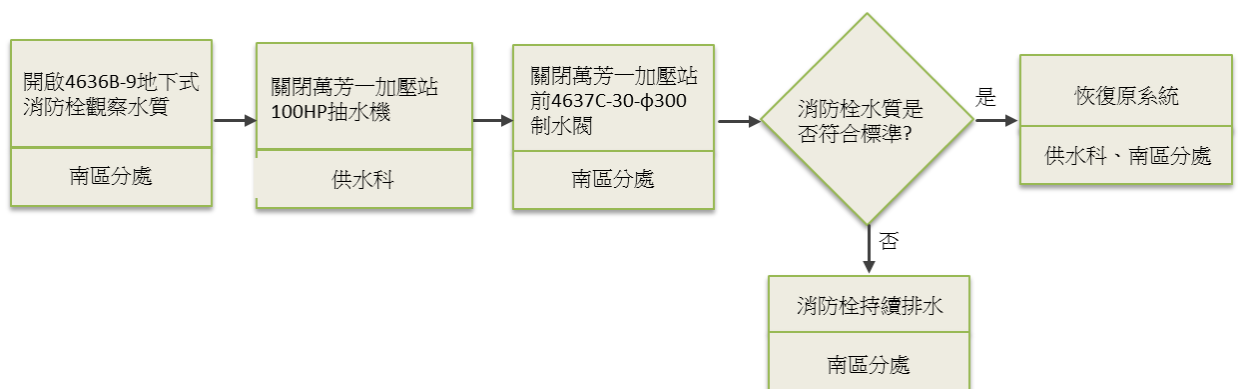


圖 151 颱風後萬芳一加壓站恢復原系統操作流程

第六章、執行成果與建議

本研究有關區域供水系統的調度支援、穩定陽明山高地供水作業模式、大規模停水的供水應變機制、加速管網復水相關作業及大用水戶的進水管理等執行成果與建議如下：

6.1 供水系統調度支援

北水處供水轄區建置雙線供水網絡及聯絡管線，各供水分區皆能相互支援，輸水管線可進行檢修保養工作，確保供水安全，同時陽明山各高地配水池間能互相支援調度，妥善運用高地水源，有效穩定高地供水，滿足市民用水需求。建議自來水事業相關單位可就供水轄區特性研擬供水備援備載系統，透過輸水幹管的定期檢修、老舊管線的汰換、採用耐震管材(如 SSP 波狀管、NS 管，如附錄 7)等，將可確保自來水事業單位的供水安全及穩定度，一旦發生嚴重災變，亦可迅速供水調配作緊急應變，提升系統緊急應變能力。

6.1.1 士林北投供水分區輸水幹管檢修調度

士林北投輸水幹線(北投線)於 77 年興建以來，一直扮演著重要供水角色，早期由於為單線供水沒有替代管線，始終無法進行檢修，存在供水風險，但隨著另一備援輸水幹線(關渡線)的完成，透過區域供水調配操作方案的研究，在兼顧水壓、水量及水質安全無虞的前提下，終於完成北投線(劍潭水管橋至雙溪橋)的管線檢修工作，管線清

洗祛除管垢，並就接頭異常處予以補強，延長管線使用年限，大幅降低損壞風險，提昇供水品質。

目前大度加壓站已與關渡線及大度路供水管網完成連接，後續俟大度加壓站運轉營運納入供水管網後，即可作為北投加壓站備援系統，屆時關渡線可提供北投等地區用水，建議就北投線(雙溪橋至北投加壓站)檢修的供水調配方案進行研究測試，辦理前述區段管線檢修工作，以降低供水風險。

6.1.2 清一幹線下游段檢修供水調度

為避免相關供水系統切換過程中，因管內流量及流速變化甚鉅而造成水質異常情形，本案例於供水系統切換前，先行透過水理分析軟體 EPANET 模擬實際管網系統之水力行為，瞭解系統切換前、後管內流量及流速變化情形，以作為供水調度相關作業之參考。

本案施工停水前已參照水理分析結果，擬訂施工停水計畫書，在閘類操作期間相關加壓站進水壓確實有降低，與水理分析結果尚符，故透過區域供水調配後，並無水壓不足之情形。另針對閘類操作可能造成管內流量及流速劇烈變化之關鍵性蝶閘，業已謹慎規劃操作步驟及速率，並採分日、分段緩慢操作，實際操作過程已留意相關監視點流量、水壓及水質變化，期間也未發生水質異常狀況。

為免未來輸水幹線停復水作業造成供水影響，業已擬訂標準作業

流程，可供自來水從業人員參考。另為分析閥類操作後之管網水力行為，建議透過 GIS 管線圖資(含用戶用水資訊)結合水理分析軟體，以加速管網水理模型建時效，將可節省水理模型建置所需人力及時間。

6.1.3 陽明山高地供水系統調度

高地區自來水供水仰賴高地水源開發，然而高地水資源極為珍貴有限，開發不易，隨著人口及經濟規模的成長，高地水源逐漸無法滿足用水需求，近年來北水處積極辦理老舊漏管線汰換、加壓設施改善、設置足夠緩衝尖離峰需水量的高地配水池、檢討高地供水管網調配機制、統籌水源水權的管理、運用等，陽明山高地供水的質與量均有顯著的改善，目前除以鹿角坑水源補充高地水源的不足、以及降低既有老舊管線漏水情形外，並以翡翠水庫水源補充陽明山次高地區，以平地水源取代原由高地水源供水區域，縮小高地水源供水範圍，以解決高地夏季缺水及暴雨造成部分淨水設備停止出水等相關問題。

且為維持高地供水系統穩定及滿足民眾全時用水需求，建議可在現場施作空間足夠或克服外部接電的情形下，運用多噴孔型持(減)壓閥以有效減少人員操作與失誤、縮短高地停復水時間及增加整體系統穩定性，提升高地區供水品質。

另為即時監控 $\phi 400\text{mm}$ 以下重要制水閥之正確開度，未來自來水事業相關單位亦可考量應用科技工具，如制水閥開度監測器，透過

RFID 感應器、手機 app 軟體等工具，於筆電或手機顯示制水閥位置及開度，或經由中繼傳訊器將訊號回傳至監控中心系統，即時顯示制水閥開度值，以提升制水閥智能管理。

6.2 大規模停水的供水應變機制

颱風來襲造成原水高濁度，可能發生淨水場停止出水，導致供水轄區停水情形，本研究已擬訂大規模停水時相關供水應變機制，建議自來水事業單位可參酌本研究成果及執行經驗，規劃適用供水轄區特性的緊急應變機制，例如符合在地需求的緊急取水範圍，運用當地配水池、設置不銹鋼水塔或學校等方式，提供民眾取水使用等等，期能健全供水系統緊急應變，加速災後復原能力。

6.2.1 大型社區、社福機構、醫療院所災前儲水宣導

本研究透過加強宣導復水緩慢、大型社區及社福機構儲水觀念，由社區及社福機構自主儲水防災，增加停水應變時間，降低用戶用水不便。

經調查北水處轄區共計 107 所醫療院所、洗腎中心之水池、水塔容量及最大一日用水量資料，其中 27 所未達一日安全用水量，經持續派員訪談輔導並提出具體改善建議，目前已有 13 所完成用水設備改善，餘 14 所除持續輔導改善外，並請其在颱風無法供水時，應自行洽民間水車業者另覓其他供水來源送水因應，同時列為北水處優先

輔導節水對象，以協助其提高用水效率。針對部分尚未完成用水設備改善之醫療院所，每半年定期追蹤改善情形，並將未改善完成改善之醫療院所通知轄管衛生局納入評鑑制度，以加速其改善時程。本研究相關執行經驗，可供自來水從業人員參考。

另調查臺大醫院、臺北榮民總醫院及馬偕醫等院設有戰備水井，經派員訪查皆有設置過濾及消毒設備，已建議相關設備維持堪用狀態並定期檢查維護，以利颱風停水緊急狀況能適時啟用，有效提升用水自主能力。

6.2.2 緊急取水站、臨時供水站

颱風前緊急取水站應先行整備完成，颱風期間北水處 EOC 可視當時風雨狀況（含風力、災害、道路交通狀況等）及實際需要，調派水車及架設臨時供水站支援供水，並視缺水緊急狀況，適時開設緊急取水站及臨時供水站，供民眾取水使用；另保留木柵配水池、中和配水池及天母陽三水資源供應醫療用水。除即時發布新聞稿周知用戶，期間亦透過臺北市防災資訊網、北水處官網颱風專區、市府官網、媒體、有線電視跑馬燈等管道，提供最新即時訊息，並以簡訊通知里長，必要時召開記者會說明，以利民眾取水。

另北水處已與民間水車業者簽訂契約，必要時可由民間水車業者支援送水，臺北市政府消防局亦同意調派水箱車協助送水，並視狀況

商請台水公司無災損鄰近區處提供支援協助。目前北水處規劃 20 處臨時供水站，係設置在固定地點，相關訊息已公布在北水處官網，以供民眾查詢。近年北水處業已增購供水桶至 31 只，將視當時無水狀況再適時增設。

6.2.3 學校供水站

北水處經歷了 104 年蘇迪勒颱風、杜鵑颱風造成高濁度原水的重大衝擊，為了因應未來颱風高濁度原水的情形可能再次發生，除了強化淨水場淨水處理效能及復水緩慢高地的供水改善等多項措施外，在 105 年特別將臺北市 124 所公立學校納入作為供水站後，緊急取水點數量達 165 處，可提供更廣泛便捷的取水地點，一旦發生颱風大規模停水時，民眾於住家附近 1 公里範圍即可緊急取水，維持基本用水需求。

學校供水站數量達 124 所，北水處與學校間雙方資訊的傳遞至為重要，包含講習影片大型檔案(1G 以上)的傳送、聯絡人資料異動、颱風期間的儲水通知、開設及解除等相關回報，而採用電話逐一通知學校費時耗力、Email 無法傳送大型檔案、Line 通訊群組回報資料不易彙整，均無法迅速有效完成上述工作。

北水處目前採用 Google 雲端硬碟提供大型檔案下載、Google 表單製作聯絡人異動及颱風作業回報單，以解決上述問題。建議雙方協

議建置共同作業平台，採雲端作業方式同步更新相關資訊(如聯絡人、檔案下載等)，以利雙方資訊的即時更新與傳遞。

6.2.4 防災地下水井

為因應颱風、暴雨或地震等災害發生影響大臺北地區自來水的供應，北水處於臺北市 12 座防災公園已建置緊急維生取水設施，可提供市民每人每日 3 公升 28 天緊急維生飲用水，後續俟 72 孔防災地下水井完成後，災害期間可採用地下水作為防災用水，除可提供市民盥洗、沐浴、清潔等生活雜用水使用外，亦可提供作為消防救災水源，提升災害期間緊急供水應變能力。

防災地下水井完成後，每月維護時將抽水 1 次，紀錄出水流量等相關事項，建議依各井現地條件，將防災地下水井儲水槽與中水系統(如雨撲滿等)串聯使用，維護時抽出的地下水可納入中水系統妥善運用，避免珍貴水資源的流失。

6.3 提升區域復水能力

104 年杜鵑颱風北水處首次全面大規模停水，復水期間發生部分管線末端及高地區域復水緩慢情形，為加速颱風停水復水後東湖地區及木柵路 5 段之復水時程，本研究針對東湖平地區、東湖加壓站、內湖三期及四期加壓站、木柵路 5 段提出相關策進方案，並訂定操作 SOP，透過供水分區的切換及設置專管、大用水戶的進水管理、鄰近

加壓站支援供水等方式，加速復水作業時程。建議自來水事業單位可參酌本研究提升區域復水的作法及經驗，透過實地測試研擬符合區域特性的復水方案，以加速災後供水復原能力。

6.3.1 內湖東湖地區

有關東湖平地區部分，經評估以民生南港線成功橋旁 ϕ 1000mm分支管提升東湖地區整體水壓，其效果有限。另經水理分析結果，在安康路 ϕ 500mm管線上設置管中加壓站並無法有效提升東湖地區整體水壓，惟東湖地區改由民生南港線南湖大橋旁 ϕ 1000mm分支新增 ϕ 1000mm管線並與東湖路連絡進行供水，經水理分析結果，可全面且有效提升東湖地區整體水壓，目前該工程正辦理設計作業中。內湖配水池部分，在颱風前將水池水位蓄滿，於復水時透過該配水池聯合供水，直接向中、下游補滿空管，並降低松山內湖線前半段水頭損失，達到加速復水之目的。

在東湖加壓站部分，東湖加壓站部分區域經測試結果，可改由大湖公園加壓站支援供水，且應可提供約2倍平均日供水量。另於加壓站前新增 ϕ 250mm進水管，推估颱風期間可提供約5,300CMD進水量，有效舒緩供不應求之情形。最後，透過改善大表用水戶進水模式，找出造成東湖加壓站出水突峰之關鍵用水戶再加以改善，經改善結果顯示，可減輕加壓站供水負擔。

有關內湖三期及內湖四期加壓站部分，透過內湖四期加壓站相關精進作為，可在颱風來襲前，有效縮短內湖四期加壓站新增進水管洗管時程，並由新增進水管提供內湖四期加壓站額外水源，可減輕內湖三期加壓站供水負擔。

因東湖地區位於供水轄區末端，且部分區域為高地，透過前述相關改善措施，可於颱風停水復水後，有效加速東湖平地區及東湖、內湖三期、內湖四期等加壓站供水區域之復水時程。

有關內湖配水池及民生南港線新增 ϕ 1000mm管線供水至東湖地區目前工程尚在進行中，俟完成後可進行本案策進方案相關測試，屆時評估該策進方案之復水成效。

為停復水操作時有所依循，故針對上述加壓站加速復水策進方案擬訂相關標準作業流程，爾後相關人員每年依標準作業流程進行演練，使熟悉各項復水作業，加速停復水時之復水能力。

6.3.2 木柵路 5 段一帶

因颱風大規模停水後復水，位於供水末端之木柵路 5 段，其管線受空氣阻塞影響水流，且前端用戶大量進水情況下，該區域之用戶無法有效進水，造成復水困難及緩慢。本次於該區域較高處增設排氣閥，並增加萬芳一加壓站中繼加壓調配木柵路 5 段一帶供水，於大規模停

水後復水時，應可加速復水速度。

本次亦對木柵路5段一帶復水策進方案建立相關標準作業流程，爾後人員每年依標準作業流程進行演練，熟練各項復水作業，在停復水時應可加速復水能力。

參考文獻

1. 104 年學年度臺北市高級中等以下學校概況總表. (2015). 臺北市政府教育局:
<http://www.doe.gov.taipei/lp.asp?ctNode=33661&CtUnit=19270&BaseDSD=56&mp=104001>
2. 105 年臺北市各類防災任務學校一覽表. (2016). 臺北市防災資訊網:
<http://www.eoc.gov.taipei/EOC/>
3. 日本水道協會. (2012). 水道施設設計指針.
4. 高肇藩. 給水工程.
5. 臺北自來水事業處. (2013). 建立陽明山高地供水調配最適化 SOP.
6. 臺北自來水事業處. (2013). 陽明山高地供水系統操作手冊.
7. 臺北自來水事業處. (2015). 2014 台北的自來水. 臺北自來水事業處:
<http://www.water.gov.taipei/public/Attachment/59916513773.pdf>
8. 臺北自來水事業處工程總隊. (2005). 陽明山供水規劃報告.
9. 鄭志斌、鄭答振. (2016 年 5 月). 颱風期間臺北市學校供水站開設實務探討.
自來水會刊第 36 卷第 2 期.
10. 鄭錦澤. 水理分析軟體 EPANET 操作教育訓練資料.

附錄

附錄 1 106 年度研究計畫案期中報告審查意見表

項次	委員姓名	審查意見	回應
1	楊委員 碧變	建議報告第 49 頁將臨時供水站及緊急取水站公佈於網頁，並發佈新聞稿讓民眾了解。(風險行銷)	有關 20 處臨時供水站及 21 處緊急取水站資訊，業已公佈在北水處官網颱風專區，颱風停水期間相關開設訊息將透過新聞稿發布周知用戶。
2	楊委員 碧變	報告第 52 頁北水處有 4 台水車，20 處供水站似有不足，必要時可請台水公司無災損鄰近區處支援，建議可以修正。(取水站建議要評估固定處所)。	北水處已與民間水車業者簽訂契約，必要時將由民間水車業者支援送水，臺北市政府消防局亦同意調派水箱車協助送水，同時將參酌委員意見，必要時請台水公司無災損鄰近區處提供支援協助。 另 20 處臨時供水站係設置在固定地點，相關訊息已公布在北水處官網，同時北水處已增購供水桶至 31 只，視無水狀況可再適時增設。
3	楊委員 碧變	報告第 65 頁設置 72 口防災地下水井，是否將建置後未來每口每年維護費用評估過?建議應評估納入及如何維護。	有關防災地下水井的維護機制，後續將訂定「防災地下水井操作運轉規則及維護管理方案準則」，維護工作包含每個月抽水 1 次，記錄出水量、水位變化等，每 2 年執行 1 次分級抽水試驗，分析水井效率，以及抽水機電設備等維護保養事項，以確保水井運作正常，維護經費概估約 1300 萬元/年。
4	楊委員 碧變	期末報告要有中英文摘要。	遵照委員意見辦理。
5	楊委員 碧變	簡報第 20 頁陽明山供水系統，除了設置自動閘外，可否設置配水	本處於陽明山供水系統設已有 26 座配水池，總容量為

項次	委員姓名	審查意見	回應
		池，讓供水較為穩定。	17,220 噸，以作為山區供水調配使用。
6	楊委員碧變	颱風過後或復水管線末端最重要是逐段透過排氣閥排氣，加速復水速度。	本計畫已納入颱風過後復水排氣相關機制，以加速復水速度。
7	歐委員秋聲	本篇針對供水系統調度支援及大規模停水的供水應變機制，有深入且專業技術性的研析，並現場實際模擬操作瞭解，相信在期末報告一定有豐碩的執行成果。	謝謝指教。
8	歐委員秋聲	報告第 11 頁現已規劃關渡線暫取代北投線的供水以利檢修，但北投線於民國 77 年埋設完成，其中有一段 $\phi 2000\text{mmPCCP}$ 長度 900 公尺，是否納入評估在原理管的位置辦理汰換為 DIP，以利供水穩定及安全。	北投幹線(劍潭水管橋至雙溪橋間)經檢視清洗，針對幹線弱點處採內套環補強後，大幅降低幹線損壞的風險，並可維持既有供水效能及延長使用年限。另俟大度加壓站完成後，關渡線即可與原有輸水幹線—北投幹線形成相互備援之雙線供水系統，提升供水穩定及應變能力。
9	歐委員秋聲	報告第 46 頁保留木柵配水池、中和配水池及天母陽三水供應醫療用水，請問是否需付費?若大型用水戶或高樓管委會租水車載水且同意付費，是否准許取水?或另有規劃開放其他付費取水地點?	颱風停水期間北水處將適時開設學校供水站、緊急取水站及臨時供水站供民眾取水，或開設木柵配水池、中和配水池及天母陽三水供應醫療院所水車取用，前述取水站皆屬便民措施，不另收取費用。若大用水戶或高樓管委會有水車載水需求，可至本處客服中心辦理付費載水事宜。
10	歐委員秋聲	報告第 55 頁規劃由公立中小學校做為臨時取水站是很好的構想，唯學校都是間接用水，若需利用學校既有管線及水塔，需注意水質的安全，避免遭受污染。	1. 北水處於 106 年 5 月 24、25 日辦理學校供水站作業講習，講授水池水塔常見的設備缺失與改善方式，以及學校水塔水質自主檢測方法，透過學校的自主檢查與管理，維持用

項次	委員姓名	審查意見	回應
			<p>水安全。</p> <p>2. 另臺北市政府環境保護局亦定期就全市中小學水塔水質進行檢測，一旦有水質檢測不符標準時，將請北水處派員至學校現場檢視及輔導，改善到水質合格為止，確保飲水安全無虞。</p>
11	歐委員秋聲	<p>防災地下水井抽取的水是提供市民盥洗、沐浴、清潔等生活雜用水，固其未經淨水處理，故每口水井的水質是否需有規範，以免使用後皮膚不適現象？又該水源也可規劃大停水時做為消防車滅火取水站。</p>	<p>1. 地下水井每年辦理 1 次地下水水質採樣檢驗分析，水質分析項目包含環保署較常執行的 19 項檢驗項目外(包含水溫、導電度、pH 值、溶氧等)，並增加生化需氧量、化學需氧量、大腸菌類密度等檢驗分析項目，合計 30 個項目，並送具有「行政院環境保護署環境檢驗測定機構許可證」認證的水質檢驗機構檢驗，確認水質是否有遭受污染的情形。</p> <p>2. 防災水井平時由北水處維護管理，不開放公園或學校使用，災害期間將交由臺北市政府統籌運用，亦可依消防法規規定作為火災搶救所需水源。</p>
12	范委員煥英	<p>第三章供水系統大範圍之調度支援及第五章提升區域復水能力，後續綜整研究案例提出辦理前、中、後之標準作業流程圖及注意事項，以作為自來水單位規劃與操作之參考。</p>	<p>遵照委員意見辦理，對於第三章供水系統大範圍之調度支援及第五章提升區域復水能力，提出前、中、後之標準作業流程圖及注意事項，以作為未來規劃與操作之參考。</p>
13	范委員煥英	<p>第四章大規模停水的供水應變機制，建議先就應變機制架構論述後再分項說明，並可增加構架圖以利閱讀。</p>	<p>遵照委員意見辦理，對於第四章大規模停水的供水應變機制，先就應變機制架構(增加構架圖)論述後，再分項說明。</p>

項次	委員姓名	審查意見	回應
14	陳委員 曼莉	報告中對各措施有詳細說明，建議應先對北水處整體供水系統之備援先整備，及停復水時之弱點進行分析，俾能對後續改善措施建立更完整的論述，也更能呼應報告名稱「”提升”臺北自來水供水系統”應變管理效能”之探討」。	遵照委員意見辦理，針對北水處整體供水系統之備援及整備狀況加強說明，並對大規模停復水之影響進行弱點分析。
15	陳委員 曼莉	建議對報告中所提到之案例，先進行分類，針對各種模式再進一步說明解決或改善方案，以增加報告對自來水業者之參考性。	遵照委員意見辦理，將報告所提案例進行分類，並針對各種模式再進一步說明解決或改善方案。
16	陳委員 曼莉	陽明山地區供水問題，建議對整體水源、配水池及高程等作整體論述。	遵照委員意見辦理，對於陽明山地區各水源、配水池高程、供水系統相互支援等議題作整體論述。
17	張委員 順莉	本報告對於北水處供水系統及調度現況說明，甚為完整，值得肯定。	謝謝指教。
18	張委員 順莉	期中報告內容較偏重技術面分析，建議增加管理面議題探討。	遵照委員意見辦理，增加管理面議題加以探討。
19	張委員 順莉	建議盤點供水系災害防救之整體復原力，以完整呈現應變管理效能。	遵照委員意見辦理，加強說明北水處供水系統災害防救之整體復原力及應變管理機制。
20	張委員 順莉	建議補充科技工具協助應變之執行成果與建議。	遵照委員意見辦理，補充說明應用科技工具協助應變之執行成果。
21	藍委員 炳樟	建議依實際操作閘栓獲得成果，納入自動控制，於配水操作中心電腦操作，可以節省人力並精準控制。	北水處施工單位在實際操作閘類過程中，於操作前、後均須回報監控中心，對於大型閘類操作開度，已納入管控。針對轄區重要蝶閘，皆已裝設電動操作機，由監控中心透過電腦系統操作，以節省現場操作人力。

項次	委員姓名	審查意見	回應
22	籃委員炳樟	防災水井維護十分重要，久未操作恐會淤塞井體，宜訂有維護操作規則。	有關防災地下水井的維護機制，後續將訂定「防災地下水井操作運轉規則及維護管理方案準則」，維護工作包含每個月抽水1次，記錄出水流量、水位變化等，每2年執行1次分級抽水試驗，分析水井效率，以及抽水機電設備等維護保養事項，以確保水井運作正常，維護經費概估約1300萬元/年。
23	籃委員炳樟	大規模停水應變機制建議客服中心應擴大電話容量，避免電話佔線讓民眾誤會。	颱風大規模停水期間，北水處客服中心將擴充值機席位由16席增加為20席，執勤人力亦會調整人力達到滿席狀態。並透過北水處官網颱風專區停水訊息圖形化查詢，提供用戶最新及完整的資訊，以減少人力服務之需求。
24	籃委員炳樟	提供即時供水訊息予民意代表，有助排除民眾情緒，另電子跑馬燈即時訊息亦十分重要。	颱風前及停復水期間，北水處將即時發布新聞稿周知用戶，期間透過臺北市防災資訊網、北水處官網颱風專區、市府官網、媒體、有線電視跑馬燈等管道，提供最新即時訊息，並以簡訊通知里長及召開記者會說明。
25	籃委員炳樟	即時恢復供水在操作上應避免自源頭供水致末端復水緩慢，宜思考如何自源頭端即時送水至末端水池達滿水位後，再由下游端逐次開放幹管分歧管供水，應可加速回復供水，並列入SOP供操作人員依循。	後續研究將入委員意見評估可行性，並建置相關SOP以供操作人員遵循。
26	李委員公哲	報告第62頁有關設置72口防災水井，因其用途包含飲用、盥洗、	1. 災害期間北水處於臺北市12座防災公園已建置緊急維

項次	委員姓名	審查意見	回應
		清潔等，宜針對其水質是否符合飲用水標準，亦宜列入維護管理項目中。	<p>生取水設施，水質符合飲用水標準，可提供市民緊急維生飲用水。</p> <p>2. 72口防災地下水井主要係作為災害期間市民生活雜用水(盥洗、沐浴、清潔等)使用，不包含飲用水，但考量防災學校作為收容場所，為避免災害停止供水期間發生飲用水不足的情形，另規劃2套移動式淨水設施(包含發電機、處理容量15CMD的淨水模組及500L飲用水儲槽)，可將防災水井的地下水淨化處理符合飲用水標準後，以車輛載運方式提供防災學校使用。</p>
27	李委員公哲	有關專案應變措施之模擬，建議配合必要之驗證，以評估其可行性及可靠性。	有關專案應變措施之模擬，遵照委員意見配合必要之驗證，以評估其可行性及可靠性。

附錄 2 106 年度研究計畫案期末報告審查意見表

項次	委員姓名	審查意見	回應
1	楊委員 碧燮	<p>第六章執行成果與建議:成效不錯，唯建議應整體性提出建議，讓台灣自來水事業均可適用，故建議應做文字性修正。例如：</p> <p>(1)140 頁:例如此次分析報告了解到雙管線設置有其必要性，建議自來水事業應評估辦理。</p> <p>(2) 142 頁: 建議事業單位可透過積極辦理老舊管線汰換……。</p> <p>(3)142 頁:RFID 監測制水閘位置及開度，請問國內外是否有廠商，建議尚未有類似廠家前，是否應建立閘栓紀錄卡，以記錄開啟紀錄。</p> <p>(4)143 頁:大規模停水的供水應變機制很不錯，滿值得其他事業單位參加，建議以整體性建議。</p>	<p>1. 謝謝指教，「結論與建議」依委員建議事項作文字性的修正調整。</p> <p>2. 有關利用 RFID 監測制水閘位置及開度，國內已有多家廠商進行開發研究，可提供自來水事業單位參考運用。另北水處對於閘栓管理除建立閘栓紀錄卡外，並建置手機 APP，閘類操作時需於現場以 APP 即時上傳操作紀錄至雲端系統，記錄開啟狀態。</p>
2	董委員 書炎	<p>本研究針對供水系統應變效能，包括調度支援、高地供水、大規模停水應變機制…等分析詳實，解說清楚，值得肯定。</p>	<p>謝謝指教。</p>
3	董委員 書炎	<p>大規模停水應變機制，如設學校供水站、貯水槽、供水站等，很值得效法，但新北市三重、中、永和未列入，可請未來參考列入。</p>	<p>1. 北水處於新北市供水轄區(包含三重、中和、永和、新店)亦有設置緊急取水站及臨時供水站，以備大規模停水緊急應變，供民眾取水。</p> <p>2. 臺北市學校供水站的實施，係與臺北市政府教育局多次協議實行方案，獲市長首肯及市府機關及學校團隊合作，終能順利推動執行。</p> <p>3. 另北水處亦與新北市政府水利局、教育局等單位就規劃學校供水站事宜進行討論，新</p>

項次	委員姓名	審查意見	回應
			北市政府對於所轄境內是否開辦「學校供水站」表示尚需評估。
4	董委員書炎	以住家附近一公里提供取水點，一公里取水點是否太遠，當然依各情境不同，依實務經驗可徵求里長意見來設置。	公立學校因學區劃設考量各校間有一定距離，故學校供水站規劃時設定1公里係為最大取水範圍，多數市民前往學校取水的距離少於1公里，北水處亦將視實際開設情形增設臨時供水站，以符實際需求。另北水處已印製「緊急取水站藏寶圖」提供給各區里長，讓里長及里民清楚了解緊急取水相關資訊。
5	陳委員瑞忠	本案僅就「大台北地區」用戶生活用水災變因應措施，就現有系統包括輸水幹管檢修調度供水實例，及大規模停水的供水應變、機制演練，做了很精闢的記錄、分析和探討，做成 SOP、D 作為將來知識管理運用的最佳材料。	謝謝指教。
6	陳委員瑞忠	地震災變的應變措施是否也納入探討研究報告，據悉北水處在地震應變方面有許多措施，值得肯定，若能納入研究報告，能更臻完善。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 北水處於12處防災公園已建置維生取水設施，災變發生時可提供市民維生飲用水，後續俟防災地下水井完成後，將可提供生活雜用水使用(詳報告第4章)。 2. 為提昇管線耐震能力，北水處採用 SSP 波狀管辦理老舊給水管線汰換，不僅減少接頭數量降低漏水機率，亦提升管線耐震能力，另配水管線已試辦延性鑄鐵管耐震接頭(NS型)新型接頭中，未來如能推

項次	委員姓名	審查意見	回應
			廣將可降低地震損害，維護供水安全。
7	陳委員 瑞忠	本專題研究計畫報告，內容取材詳實，有實際經驗及推理、演練記錄等，十分充實，是一篇很好的研究計畫報告，值得肯定鼓勵！ PS. 北水處目前所試辦的 NS 耐震防脫管線即為很好的案例。	謝謝指教，另延性鑄鐵管耐震接頭(NS型)於審查意見第6項回復。
8	郭委員 明欽	防災應變水之資源，天母、陽明山水資源有天母古圳、七星水利會的古圳可取水供用。	北水處於陽明山高地設有多處配水池提供民生用水，防災應變時可作為緊急取水使用，謝謝委員提供的寶貴意見，作為後續研究參考及方向。
9	郭委員 明欽	公園及停車場，應有地下儲水，災害應變可採用地下儲水來取用。	北水處於 12 座防災公園已建置緊急維生取水設施，提供市民每人每日 3 公升 28 天緊急維生飲用水，另規劃防災地下水井，利用地下水作為防災用水，於災害期間提供市民生活雜用水使用，預計 107 年完成。
10	陳委員 曼莉	在大規模停水供水應變機制之醫療院所部分，雖保留三處配水池供醫療院所用水，建議進一步與醫療院所建立取水機制。另部分醫療用水設備尚未完全改善，如有必要，建議透過衛生局之緊急應變機制進一步協調。	北水處已與轄區醫療院所建立對口機制，以利災害時緊急取水，並針對部分尚未完成用水設備改善之醫療院所，每半年定期追蹤改善情形，並將未改善完成改善之醫療院所通知轄管衛生局納入評鑑制度，以加速其改善時程。
11	陳委員 曼莉	學校供水站部分，是否可進一步協調學校自行辦理演練。	學校供水站已完成 5 場開設演練及 3 場作業講習，並將演練及講習內容製作為影像電子檔，可提供各校反覆觀看熟悉作業流程。

項次	委員姓名	審查意見	回應
12	陳委員曼莉	在山地供水調度部分，計畫應用科技工具，提升制水閘之管理，是否意味山地供水調度可達智慧管理目標。	運用多噴孔持減壓閘及制水閘開度監測器於山地供水系統，除可提升供水穩定度，並可即時監測流量、壓力及制水閘開度情形，有助達成山地供水管網智慧管理目標，提升作業效能。
13	陳委員曼莉	本案除了台北市政府之資源整合外，亦可增加與其他單位(例如：水利會…)之連繫與整合。	臺北市政府已與外縣(市)政府簽訂區域聯防相互支援協定，相互支援災害搶救或復原重建工作，並已與內政部(消防署)「防救災緊急通訊系統」(EMIC) 建立連繫機制與資源整合。 另北水處亦可透過「新北市政府防災資訊網」，進行災害報修案件查詢及回覆，並已與國家災害防救科技中心(NCDR)「新店溪上游流域災害監測預警系統」介接，提供颱風相關訊息即時監測及預警情資。
14	藍副主任委員炳樟	分析透徹，並對委員意見處理回覆，納入研究，予以肯定。	謝謝指教。
15	藍副主任委員炳樟	研究成果可供台水公司參考。	謝謝指教。
16	李主任委員公哲	本報告建立之多項標準作業流程，可供北水及台水參考，甚有應用價值，建議研究可否歸納成整體性或通則式之方式加以顯示。	謝謝指教，「結論與建議」已作文字性修正與調整。

附錄 3 陽明山高地區配水池基本資料

序號	場站名稱	位置地點	容量 (m ³)	備註	說明
1	下竹林配水池	臺北市陽明山下竹林 (仰德大道 4 段 32 號)	100		重力 供水
2	永福第 1 配水池	臺北市陽明山(仰德 大道 3 段 32 號旁)	50		重力 供水
3	福音配水池	仰德大道 2 段 200 號 中華基督衛理公會後 方	200		重力 供水
4	公館里配水池(1)	臺北市士林區公館里 永公路 245 巷路邊	30		重力 供水
5	公館里配水池(2)	臺北市士林區公館里 永公路 245 巷路邊	50		重力 供水
6	永公路配水池	臺北市士林區永公路 355 巷路邊	240		重力 供水
7	新至善加壓站配水池	至善路 1 段 118 號對 面至善公園內	1500		加壓 供水 至上 水池
8	新下竹林配水池	臺北市士林區仰德大 道 3 段 26 號上方	1800		重力 供水
9	陽明山 6-6 重劃區 配水池 (1)	臺北市士林區進賢街 上方山坡地	1000	備載中	重力 供水
10	陽明山 6-6 重劃區 配水池 (2)	臺北市士林區進賢街 下方山坡地	500	備載中	重力 供水
11	陽明山 6-6 重劃區 配水池 (3)	臺北市士林區菁山路 72 巷底	500	備載中	重力 供水
12	華興加壓站配水池	臺北市士林區仰德大 道 2 段 2 巷 50 號	2100		中繼 加壓
13	陽明山第一配水池 (陽一配水池)	臺北市菁山慢濾場旁	4000		重力 供水
14	菁山路配水池	臺北市菁山慢濾場下 方	300		重力 供水
15	陽明山中山樓第一 配水池	臺北市陽明山中山樓 慢濾池下方	300		重力 供水

序號	場站名稱	位置地點	容量 (m ³)	備註	說明
16	陽明山中山樓第二配水池	臺北市陽明山中山樓慢濾池下方	100		重力供水
17	中正路配水池	臺北市北投區湖山路15-1號	200		重力供水
18	菁山苗圃快濾桶配水池	臺北市菁山苗圃內	150		重力供水
19	鹿角坑第三加壓站配水池	臺北市北投區竹子湖段412-1地號上	1000		加壓供水
20	鹿角坑第三加壓站配水池(新)	臺北市北投區竹子湖段412-1地號上	600		加壓供水至上水池
21	鹿角坑第二加壓站配水池		900		加壓供水至上水池
22	鹿角坑第二加壓站配水池(新)		300		加壓供水至上水池
23	夢幻湖停車場配水池	臺北市中湖戰備道夢幻湖停車場	200		重力供水
24	吳寓停車場配水池	臺北市陽金公路吳寓停車場	200		重力供水
25	第二停車場配水池	臺北市陽金公路陽明山第二停車場	200		重力供水
26	小觀音停車場配水池	臺北市陽金公路小觀音停車場	700		重力供水

附錄 4 颱風期間各行政區設置緊急取水站一覽表

供應行政區	設置地點	取水地址
信義區	松德公園	臺北市松德路 180 巷 8 之 1 號對面
士林區	雙溪淨水場配水池	臺北市至善路 3 段 110 號
大同區	玉泉公園	臺北市西寧北路 28 號
大安區	長興淨水場清水池	臺北市長興街 131 號
中山區	大同加壓站配水池	臺北市新生北路 3 段 101 號 (新生公園)
中正區	228 公園	臺北市懷寧街與凱達格蘭大道口
中正區 (萬華區)	公館淨水場配水池	臺北市思源街 1 號
內湖區	大湖公園	臺北市成功路五段 31 號
內湖區	東湖加壓站配水池	臺北市內湖區康寧路 3 段 75 巷 24 弄 35 號旁
內湖區	內湖四期加壓站配水池	臺北市內湖區麗湖國小附設 幼稚園旁
文山區	木柵二期加壓站配水池	臺北市木柵政大一街 355 號
文山區	景華公園	臺北市景興路與景華街交會口
北投區	北投第一配水池	臺北市新民路 55 號
松山區	松山加壓站配水池	臺北市民權東路 5 段 41 之 1 號
松山區	民生加壓站配水池	臺北市民生東路光復北路交叉口
信義區	挹翠社區配水池	臺北市祥雲街 39 號(對面)
南港區	南港公園	臺北市東新街 170 號
南港區	南港加壓站配水池	臺北市研究院路 2 段 1 號
萬華區	青年公園	臺北市青年路 68 巷口
萬華區	華江社區配水池	臺北市和平西路三段 302 巷臨 1 號
新北市 三重區	三重加壓站配水池	新北市中正北路 25 巷 29 號

PS.開放期間請民眾自備盛水器具取水

附錄 5 颱風期間主動設置臨時供水站一覽表

編號	行政區	臨時供水站設置地點
1	信義區	信義區公所(臺北市信義路 5 段 15 號)
2	中山區	中山區公所(臺北市松江路 367 號)
3		通北加壓站(臺北市通北街 97 號對面)
4	南港區	南港區公所(臺北市南港路 1 段 360 號)
5		汐止宜興街橋頭(臺北市舊莊街 1 段 145 巷與大坑溪交口舊莊公園)
6	松山區	松山區公所(臺北市八德路四段 692 號)
7	內湖區	內湖區公所(臺北市民權東路 6 段 99 號)
8	中正區	中正區公所(臺北市羅斯福路 1 段 8 號)
9	萬華區	萬華區公所(臺北市和平西路 3 段 120 號)
10	文山區	文山區公所(臺北市文山區木柵路 3 段 220 號)
11	大安區	大安區公所(臺北市大安區新生南路 2 段 86 號)
12	北投區	臺北市北投區清江路 169 號媽祖廟前
13		臺北市北投區稻香路 81 號頂好超市前
14		臺北市北投區新民路 22 巷口中心新村
15	士林區	臺北市士林區中社路 2 段 46 巷口雙溪國小大門旁
16	新北市中和區	新北市中和區興南路 2 段 399 巷 2 號旁
17		新北市中和區華新街 109 巷 15 號前
18	新北市三重區	新北市三重區碧華公園(新北市三重區溪尾街 303 號對面)
19		新北市三重區光興公園(新北市三重區正義南路 62 號)
20	新北市新店區	新北市青潭國小(231 新北市新店區北宜路二段 80 號)

附錄 6 學校供水站清單

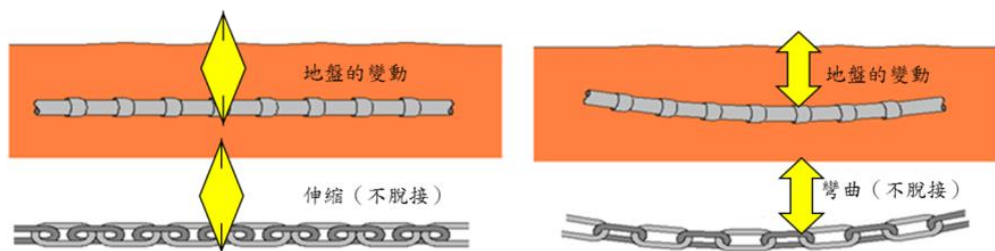
行政區	名稱	行政區	名稱	行政區	名稱	行政區	名稱
松山區	松山國小	中山區	大直國小	文山區	木柵國小	士林區	社子國小
松山區	民生國小	中山區	吉林國小	文山區	實踐國小	士林區	雨聲國小
松山區	民權國小	中山區	永安國小	文山區	明道國小	士林區	富安國小
松山區	三民國小	中山區	濱江國小	文山區	萬芳國小	士林區	劍潭國小
松山區	健康國小	中山區	新興國中	文山區	力行國小	士林區	百齡國小
松山區	敦化國中	中山區	五常國中	文山區	萬興國小	士林區	葫蘆國小
松山區	中崙高中	中正區	螢橋國小	文山區	萬福國小	士林區	雨農國小
松山區	民族國小	中正區	忠義國小	文山區	興華國小	士林區	天母國小
信義區	興雅國小	中正區	南門國小	文山區	景興國中	士林區	文昌國小
信義區	光復國小	中正區	東門國小	文山區	木柵高工	士林區	芝山國小
信義區	三興國小	中正區	市大附小	南港區	南港國小	士林區	蘭雅國小
信義區	信義國小	中正區	螢橋國中	南港區	成德國小	士林區	至善國中
信義區	吳興國小	中正區	中正國中	南港區	修德國小	士林區	格致國中
信義區	福德國小	中正區	弘道國中	南港區	成德國中	士林區	蘭雅國中
信義區	博愛國小	大同區	蓬萊國小	南港區	南港高中	士林區	百齡高中
信義區	興雅國中	大同區	永樂國小	南港區	育成高中	士林區	士林高商
信義區	信義國中	大同區	雙蓮國小	內湖區	內湖國小	北投區	北投國小
信義區	松山家商	大同區	蘭州國中*	內湖區	碧湖國小	北投區	逸仙國小
大安區	大安國小	大同區	建成國中	內湖區	東湖國小	北投區	石牌國小
大安區	幸安國小	大同區	忠孝國中	內湖區	西湖國小	北投區	關渡國小
大安區	建安國小	大同區	重慶國中	內湖區	康寧國小	北投區	清江國小
大安區	仁愛國小	萬華區	新和國小	內湖區	明湖國小	北投區	桃源國小
大安區	金華國小	萬華區	雙園國小	內湖區	麗山國小	北投區	文林國小
大安區	新生國小	萬華區	東園國小	內湖區	新湖國小	北投區	立農國小
大安區	懷生國中	萬華區	西門國小	內湖區	大湖國小	北投區	明德國小
大安區	民族國中	萬華區	老松國小	內湖區	麗湖國小	北投區	新民國中
大安區	龍門國中	萬華區	雙園國中	內湖區	麗山高中	北投區	明德國中
大安區	大安高工	萬華區	龍山國小	內湖區	南湖高中	北投區	桃源國中
中山區	中山國小	文山區	溪口國小	士林區	士林國小	北投區	石牌國中
中山區	中正國小	文山區	興隆國小	士林區	士東國小	北投區	關渡國中
中山區	長安國小	文山區	景興國小	士林區	福林國小	北投區	復興高中

註：大同區延平國小因校舍改建暫時遷校，改由大同區蘭州國中擔任學校供水站

附錄 7 延性鑄鐵管耐震接頭(NS 型)試辦介紹

一、源起

臺灣位處菲律賓及歐亞板塊交界處，屬環太平洋地震帶，地震發生次數頻繁，加上臺北盆地多屬軟弱沉積層，自來水管線耐震能力備受考驗。同屬環太平洋地震帶的日本，在遭逢數次大地震災害後，發現舊型鑄鐵管及非耐震型延性鑄鐵管均發生接頭鬆脫等損害，而 NS 型耐震接頭因具鎖鏈般伸縮及彎曲特性，加上防止接頭脫接的管線結構特性，故管線未受地震影響發生損害情形。



為提升自來水管線耐震性能，北水處規劃將 DIP 管接頭提升為耐震接頭，並引用日本延性鑄鐵管耐震接頭(NS 型)進行試辦，特挑選臺北市中山區龍江路以東、復興北路以西、民族東路以南、民權東路

3 段以北的高漏水、高液化潛勢地區，採用前述耐震管材進行管線汰換，期能提升管線耐震能力及改善老舊管線漏水問題，並盼藉由本區域管線汰換的試辦經驗，帶動國內鑄鐵管製造廠商逐步引進並生產耐震管材，以利耐震管材普及與應用，減少地震災害影響。

二、試辦情形

前述區域預計汰換 4,000m 自來水管線，106 年 11 月中旬已開始進場施工。由於為國內首次採用耐震接頭(NS 型)，北水處先於直潭訓練場進行為期 6 日教育訓練，邀請日本資深工程師解說，使北水處工程師與廠商作業人員熟練施工規範與作業方式，以利現場執行。



本區域每日約可汰換 25m 管線，至 12 月 8 日汰換長度已超過 400m，期間多次舉辦現場觀摩教學，期能推廣 NS 型接頭施工技術，以提升臺北地區自來水管線耐震能力，增進應變管理效能。

