

自來水用-延性鑄鐵管-

管內環氧・管外鋅層・層層把關・滴滴純淨

➡ 管內環氧樹脂粉體塗裝



❖ 表面光滑阻力小，
提高流速、加大流量

❖ 超優質塗層無溶劑、
無毒，符合飲用水標準

❖ 附著性強，不易剝落
維持餘氯，提高水質穩定性

➡ 管外金屬鋅層加環氧樹脂漆塗



❖ 成本較低、
施工簡單

❖ 具有犧牲陽極作用，
增強抗腐蝕性

❖ 適用於腐蝕性土壤
環境之埋設



興南鑄造廠股份有限公司

SHIN NAN CASTING FACTORY CO., LTD.

✉ supersales@snpipe.com.tw

營業專線：

■ 永康廠

台南市永康區鹽洲里洲尾街72號

☎ 06-253-4185 📠 06-253-3554

■ 北辦

台北市信義區基隆路二段149號9樓之3

☎ 02-23412580 📠 02-23943355



自來水會刊第 45 卷第 2 期(178)目錄



實務研究

- 道路孔蓋周邊圓形切割工法探討—以自來水小型閥栓手孔為例……………何政弘………… 1
- 供水系統竊水查緝實務與精進作為之探討……………林子立………… 7

本期專題 營運管理

- AI領航，台水客服再升級……………林孟珠、蔡文玲………… 15
- 運用影音、GIS與AI技術強化委外抄表交接管理之探討……………林承緯………… 23
- 北水地震災害緊急應變之探討—以403大地震為例 ……………林永芳………… 29
- 陽明山五段加壓切換為重力供水作業研究……………周家榮、何政弘………… 40
- 台水公司於0403花蓮地震之供水影響與應變機制……………黃心怡、簡學揚、廖宜德、王年鑫………… 46

一般論述

- 自來水從業人員應知悉—職場霸凌防治簡介……………謝彥安………… 54

工作現場

- 移動式超音波流量計V型與W型之性能比較與應用分析—以口徑100MM之HIWP為例
……………林聖桓………… 59

他山之石

- 赴紐西蘭基督城參加「IWA ASPIRE 2025」出國報告
……………周家榮、鄭志斌、宋奕穎、曾俊華………… 62

協會與你

- 協會訊息……………自來水協會………… 77
- 國際水協會活動訊息……………自來水協會編輯部………… 61
- 歡迎投稿115.116年「每期專題」…………… 14
- 中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法…………… 28

自來水會刊雜誌稿約

- 一、本刊為中華民國自來水協會所發行，係國內唯一之專門性自來水會刊，每年二、五、八、十一月中旬出版，園地公開，誠徵稿件。
- 二、歡迎本會理監事、會員、自來水從業人員，以及設計、產銷有關自來水工程之器材業者提供專門論著、實務研究、每期專題、專家講座、一般論述、業務報導、他山之石、法規櫥窗、研究快訊、學術活動、出版快訊、感性園地、自來水工作現場、自來水廠(所)的一天、會員動態、協會與您等文稿。
- 三、「專門論著」應具有創見或新研究成果，「實務研究」應為實務工作上之研究心得（包括技術與管理），前述二類文稿請檢附摘要。「每期專題」由本刊針對特定主題，期使讀者能對該主題獲致深入瞭解。「專家講座」為對某一問題廣泛而深入之論述與探討。「一般論述」為一般性之研究心得。「業務報導」為國內自來水事業單位之重大工程或業務介紹。「他山之石」為國外新知或工程報導。「法規櫥窗」係針對國內外影響自來水事業發展重要法規之探討、介紹或說明。「研究快訊」為國內有關自來水發展之研究計畫期初、期中、期末報告摘要。「學術活動」為國內、外有關自來水之研討會或年會資訊。「出版快訊」係國內、外與自來水相關之新書介紹。「感性園地」供會員發抒人生感想及生活心得。「自來水工作現場」供自來水從業人員，針對工作現場發表感想。「自來水廠(所)的一天」為提供自來水基層廠(所)的工作現況，增進社會各界對自來水服務層面的認識。「會員動態」報導各界會員人事異動。「協會與您」則報導本會會務。
- 四、惠稿應包含 300 字以內摘要及關鍵字，每篇以不超過十頁為宜，特約文稿及專門論著不在此限，本刊對於來稿之文字有刪改權，如不願刪改者，請於來稿上註明；無法刊出之稿件將儘速通知。
- 五、文章內所引之參考文獻，依出現之次序排在文章之末，文內引用時應在圓括號內附其編號，文獻之書寫順序為：期刊：作者，篇名，出處，卷期，頁數，年月。書籍：作者，篇名，出版，頁數，年月。機關出版品：編寫機構，篇名，出版機構，編號，年月。英文之作者姓名應將姓排在名之縮寫之前。
- 六、本刊原則上不刊載譯文或已發表之論文。投稿一經接受刊登，版權即歸本協會所有。
- 七、惠稿(含圖表)請用電子檔寄至 danielfresh@mail.water.gov.tw，並請註明真實姓名、通訊地址（含電話及電子郵件地址）、服務單位及撰稿人之專長簡介，以利刊登。
- 八、稿費標準為專門論著、實務研究、一般論述、每期專題、專家講座、法規櫥窗、他山之石、特載等文稿 900 元／千字，「業務報導」為 500 元／千字，其餘為 400 元／千字，封面照片及文稿中之「圖」、「表」如原稿為新製者 400 元／版面、如原稿為影印複製者，不予計費。
- 九、本會刊於 110 年開始發行電子會刊，內容已刊載於本協會全球資訊網站（www.ctwwa.org.tw）歡迎各界會員參閱。
- 十、本刊中之「專門論著」、「實務研究」、「一般論述」、「每期專題」及「專家講座」，業經行政院公共工程委員會列為技師執業執照換發辦法第四條第一項第六款之「國內外專業期刊」，適用科別為「水利工程科」、「環境工程科」、「土木工程科」。

自來水會刊雜誌

發行單位：中華民國自來水協會

發行人：李嘉榮

會址：臺北市長安東路二段一〇六號七樓

電話：(02)25073832

傳真：(02)25042350

中華民國自來水協會編譯出版委員會

主任委員

黃志彬

副主任委員

李丁來

委員

陳明州、康世芳、武經文、邱福利、

吳能鴻、王明傑、楊人仰

自來水會刊編輯部

臺中市雙十路二段二號之一

行政院新聞局出版事業登記證局第 2995 號

總編輯：李丁來

執行主編：唐俊成

編審委員

甘其銓、周國鼎、鄭錦澤、陳文祥、黃文鑑、
梁德明

執行編輯：吳宗昱

電話：(04)22244191 轉 537

行政助理：劉麗玉

協力廠商：松耀印刷企業有限公司

地址：台中市北區國豐街 129 號

電話：(04)22386769

道路孔蓋周邊圓形切割工法探討一 以自來水小型閥栓手孔為例

文/何政弘

摘要

政府為提升道路人手孔蓋與瀝青混凝土路面銜接平整度，實施道路更新後尚在管制期間內，若須辦理人手孔蓋提升、整平，須採用孔蓋周邊圓形切割工法。因人手孔埋沒或不平之態樣及形成原因不同，直接以孔蓋周邊圓形切割工法未能一次解決問題，增加工程經濟上之物料、時間及社會成本。主管機關及管線單位相關人員應充分了解人手孔施工方式及圓形切割工法侷限及適用性後，據以彈性選擇施工方式，銑鋪廠商遇人手孔時應採適當處理方式，共同維護人手孔及道路平整。

關鍵詞：圓形切割、平整度、人手孔埋沒

一、前言

臺北市政府工務局為提升道路人手孔蓋與瀝青混凝土路面銜接平整度，增進行車安全與舒適性，首次於 99 年試辦，引進日本人手孔蓋周邊圓形整平修繕方法，經過數年觀查後確認效果良好，復陸續於 106 年協請臺北自來水事業處辦理施工示範後，再邀請日本 PARABOLA 工法協會舉辦觀摩會後，隨即訂定孔蓋周邊整平圓形施工法規範^[1]。

經試辦及訂定規範後，107 年 7 月 1 日正式實施第一階段，於選定專案道路範圍，即道路更新後尚在管制期間內，若須辦理人手孔蓋提升，須優先採用孔蓋周邊圓形切割

工法。

二、道路孔蓋周邊圓形切割工法

本工法經推行後已擴展至雙北以外縣市，惟尚無全面納入強制辦理，故此先簡單說明其施工原理，以自來水小型閥手孔埋沒提升為例如下：

(一)確認人手孔位置

以金屬探測器覓測於道路上確認原有手孔位置後噴漆標定。施工機具就位前，直接以手持破碎機鑿除 AC 露出手孔中心以便定位圓形切割機（圖 1）。

(二)施工機具定位切割

依噴漆標定處，將圓形切割工法機具定位手孔中心後，進行圓形切割（圖 2）。

(三)切割完成開挖

一般情況下可將切割範圍 AC 連同舊箱盒吊除，並視孔內原有擋土設施及積土程度繼續開挖清理，需閥軸心帽設施周邊無妨礙可操作，箱盒可平放時止（圖 3）。



圖 1 手持破碎機鑿除 AC 露出手孔中心



圖 2 圓形切割機定位後進行切割



圖 3 開挖後須繼續清理

(四)固定手孔箱盒

安裝箱盒及調整螺栓，並視需要設置調整用底板一片，於 AC 路面齊平跨孔口拉水平線，再以調整螺栓調整箱盒高度使之與水平線齊平，並移動水平線交互調整確認箱盒各方向均與路面齊平（圖 4）。



圖 4 安裝箱盒及調整螺絲等

(五)澆置回填材料

澆置前須以內模將箱盒底部與擋土、底板縫隙封住，並予以支撐，再澆置回填料（圖 5），確保防止高流動性之回填料（一般為樹脂混凝土）洩漏進入箱內及孔底。



圖 5 澆置回填料

(六)完成

澆置完成後以鏟刀抹平，待養護 60 分鐘即開放通車（圖 6）。



圖 6 完成養護中

三、臺北市現行規定

經查臺北市政府工務局工程技術服務平台，臺北市工程施工規範目錄內並無孔蓋周邊整平圓形施工法規範專章；而網頁搜尋查有工程會留存 107 年 11 月 13 日「臺北市道路孔蓋管理暨孔蓋周邊整平圓形切割修

繕工法執行原則說明」共 14 頁簡報^[2]。其內容已含括人手孔圓形切割方式示意圖，平整度要求及量測方式，回填材料強度、凝固時間、流動性等性能標準（如圖 7、8）。

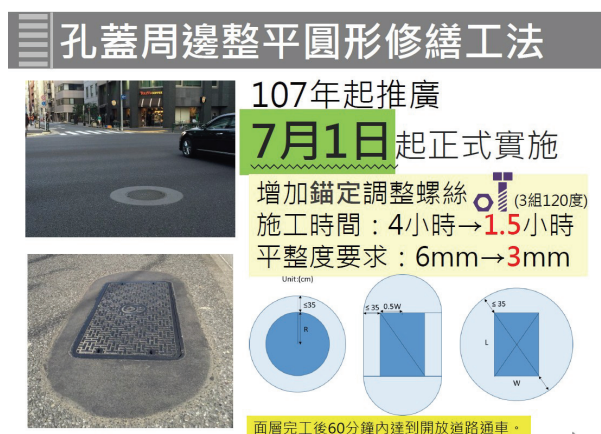


圖 7 圓形切割修繕工法執行原則說明

孔蓋周邊整平圓形修繕工法			
回填材料固化後，其表面應平坦，不得有超過3mm之針孔或其他之裂紋、傷痕、污垢等缺點。			
回填材料	試驗溫度	初凝時間	固化時間
	20℃	7~15 分	20~30 分
回填材料經固化後其抗壓強度應符合下表所列性能要求。			
凝固時間	1 小時	7 天	28 天
抗壓強度 (kgf/cm ²)	≥100	≥250	≥300
回填材料若為無收縮材料時，不得有收縮作用（即收縮率為0%），膨脹率為0~4%，膨脹率應依據ASTM試驗之規定。			
回填材料之高流動性，應符合CNS 14842坍落度試驗規定			
項目	要求		
坍落度 (cm)	[40 以上][]		

圖 8 圓形切割修繕工法執行原則說明

因臺北市政府於試辦後已多次召集各管線單位管進行宣導，107 年 7 月 1 日正式實施第一階段，於選定專案道路範圍，若須辦理人手孔蓋提升，須優先採用孔蓋周邊圓形切割工法。

臺北市道路挖掘施工維護管理辦法於 109 年 4 月 30 日訂定發布全文 28 條，並無全面限制人手孔施工方法。

112 年 10 月 5 日曾召開該管理辦法部分條文修正草案法規宣導說明會議，包含預定修正第 21 條第 3 項：「前項既設人（手）孔施工，應依臺北市政府工務局工程設計參考圖辦理。」惟 112 年 9 月 27 日府工道字第 1123027042 號公告修正條文並未將其納入。推測係最後考量各單位所屬孔蓋箱結構、型式差異，不宜單一參考圖示，維持原則即可，避免削足適履。

113 年 6 月 28 日臺北市政府府法綜字第 1133027946 號令再次修正該辦法，其中第 22 條第 1 項：「管線機關（構）於道路設置人（手）孔、閥箱及中心樁（含基座）等設施物之強度，應足以負荷載重車輛通行。各設施物頂面應固定、密合與路面齊平，且與銜接路面之高低差，以五十公分直規量取單點不得超過零點六公分；並應依主管機關要求之修繕工法辦理施工。」修繕工法已體現於挖掘系統內路證申請時之管制選項。

四、銑鋪與閥栓箱蓋

通常閥栓箱蓋不平或埋沒，絕大多數於道路銑鋪後出現，其中不平的情況以低陷於周邊路面占絕對多數，僅極少數有略高於銑鋪完成面情形，以下僅討論低陷情況。

(一)銑鋪前閥栓箱蓋不平

道路銑鋪時，若閥栓箱蓋原本就不平，無論是閥栓箱本體下陷、含周邊混凝土下陷或先前的銑鋪周邊加高順勢銜接所致，將閥栓箱蓋埋沒才能維持路面平整，此時銑鋪完成後辦理埋沒提升，依前述圓形切割工法施作，路面仍維持平整。

(二)銑鋪前閥栓箱蓋平整

若閥栓箱蓋原本平整但基於周遭現況全面調整路型及高程後，通常是低於預計平整面，此時若不將閥栓埋沒，而順勢銜接會形成路面一定範圍低陷，故採直接覆蓋再噴漆標示記號，後續通知所屬機構將閥栓箱提升，路面仍維持整體平整。

以上二種情況均屬銑鋪廠商過往實務做法，惟有部分銑鋪廠商於覆蓋埋沒孔蓋後未及時通知孔蓋所屬單位，或疏漏未標示孔蓋位置且未通知，造成日後要操作閥栓時才發現已埋沒，無法及時處理。最嚴重情況是刨除時將閥栓箱盒剷除且未標位置示，造成日後發現時已覓測困難。尤其是消防栓，緊急時刻令消防隊奔命，需立即改接用鄰近消防栓，若距離過遠有可能在分秒必爭情況下因布設水線多花時間而錯失黃金機會增加救災難度。

為避免埋沒情況發生，113 年 6 月 28 日臺北市政府府法綜字第 1133027946 號令亦修正該辦法第 6 條第 2 項：「施工範圍內有消防栓、瓦斯閥或自來水閥類設施…，且施工中不得損壞；並於施工後取得設施物所屬機關（構）確認設施物原留設地面部分未遭掩埋之相關證明，始得申請結案。」強制銑鋪單位通報以利提升，避免長時埋沒情形。

該辦法第 6 條第 3 項：「前項設施物因道路新築、拓寬或專案路面更新，調整道路路型或高程致遭掩埋時，設施物所屬機關（構）應依主管機關通知辦理提升設施物。」此項規定又限期孔蓋機構立即辦理埋沒提升。

五、不平問題探討

該修正立意良好但部分廠商誤解，惟恐無法結案，為避免埋沒閥栓孔蓋，造成無論現況如何，銑鋪時多採取周邊順勢銜接閥栓孔蓋，形成路面一定範圍低陷，整體路面反而無法平整，殊為可惜。

路面產生低陷狀況時行車有感，反映至路權單位再要求孔蓋機構改善。但無論是各孔蓋機構或道路機關同仁，部分人員因未曾接觸或囿於工程經驗、實務理解片面，認為只要通報孔蓋不平，無論情況如何一律採用孔蓋周邊圓形切割工法即可一招迎刃解決，不知強制採用孔蓋周邊圓形切割工法施工衍生新問題。

如圖 9 所示銑鋪採取周邊順勢銜接閥栓孔蓋情況，若採圓形切割工法整平提升，進行閥箱圓切施工時一般標準孔蓋周邊混凝土圓形直徑 B 僅為 0.5M，栓箱圓切時直徑 B 為 0.8M，若周邊不平範圍 A 大於直徑 B，則整平僅限於局部微小面積，整體範圍仍是不平。

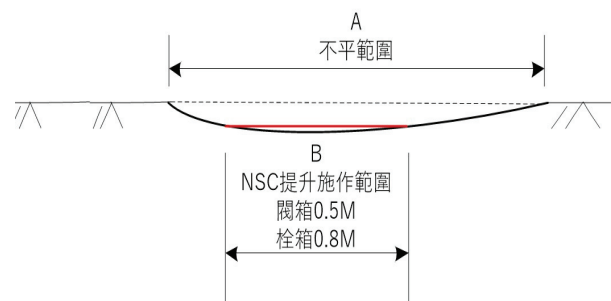


圖 9 圓形切割工法與路面不平示意

為符合採用孔蓋周邊圓形切割工法，並達路面平整目的，採取不同因應措施：

(一)方法一：重新銑鋪

採取重新銑鋪範圍須大於 A 在內，掩蓋閥栓，路面平整後再行提升，即回到圓形切割工法初衷，處理平整路面之埋沒孔蓋提升，通常用於 A 大於 B 約已達 3 倍以上。

本方法既然需要再銑鋪才能恢復路面平整性，何不於初次銑鋪時即將孔蓋掩埋，如此二次銑鋪施工除了浪費材料，動員大量機具增加交通不便與碳排放量外，民眾觀感不佳。其次原道路銑鋪需辦理驗收付款、路證結案等行政作業，而孔蓋機關申請二次銑鋪施工又因係新鋪道路，需增加各單位會勘、審核質疑說明等行政作業，彼此衝突時程延長增加紛擾。

(二)方法二：分段施工

第 1 階段直接以傳統方式方正切割挖除 AC，提升調平閥栓箱，回填 AC 熱料夯實整平。第 2 階段再以採用孔蓋周邊圓形切割工法，用於 A 大於 B 約略 3 倍以內面積較小情況（圖 10）。



圖 10 分 2 段施工圓形切割工法完成

本方法係因 AC 面積小，免除動員大量機具，申請路證較為常態，速度快。然第 1 階段以傳統工法方正切割整平已達成路面平坦目的後，為符合申請路證強制需求，第

2 階段通常於路證期限內再採用孔蓋周邊圓形切割工法施作，以利結案。

(三)方法三：擴大圓切直徑

仍採用孔蓋周邊圓形切割工法，但擴大直徑施工，用於 A 略大 B 情況（圖 11）。

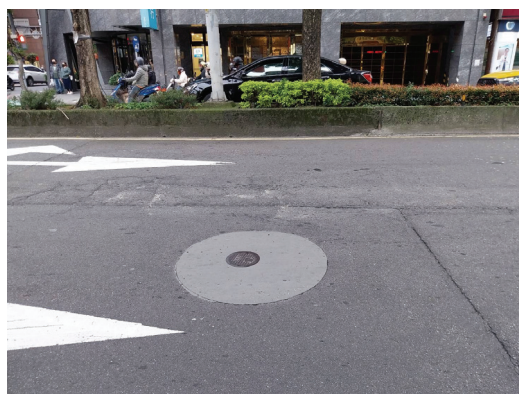


圖 11 擴大直徑圓形切割施工結果

因 AC 出料數量、時間無法配合時未能採用方法二，或時間緊迫，或現場屬交通流量大路段，逕以本方法擴大直徑施工，一次施工速度快，但樹脂混凝土用量攀升（如表 1），另外需放置鋼筋加固，總成本也提高。以整體工程經濟角度相較於旁邊 AC 路面而言實不符效益，乃迫不得已採用此法，且孔蓋周邊混凝土面積大於孔蓋本身面積，視覺上頗為奇特。

表 1 直徑改變與使用混凝土倍數變化

閥	0.5M	0.6M	0.7M	0.8M	1M
混凝土倍數	1	1.47	2.02	2.65	4.18
栓	0.8M	0.9M	1M	1.1M	1.2M
混凝土倍數	1	1.28	1.59	1.94	2.31

六、箱盒移位或移除情況探討

前述 3 種方式均為因應孔蓋整平之施工方式，另有二類特殊情況造成閥栓長久覓無主因，需擴大挖掘才能辦理。

(一)銑鋪時閥栓箱盒被移位埋沒

相對於龐大刨除機具，地面閥栓蓋顯得渺小，偶有衝擊閥栓箱盒情況，通常刨除厚度較大時箱盒周圍 AC 清除深到箱盒底部，大型機具一撞擊箱盒導致位移，若無特別注意去恢復原有位置，銑鋪完成後箱蓋已非原有孔位，此時箱蓋無埋沒也無法操作閥栓；若埋沒後標示號採用孔蓋周邊圓形切割工法提升，開挖後也找不到原孔內設施白忙一場，只能回頭採傳統逐漸擴大挖掘方正切割尋覓。

(二)銑鋪時閥栓箱盒被剷除

銑鋪時閥栓箱盒被剷除且銑鋪後無標示原孔為記號，此時完全無法以金屬探測器定位，而依圖卡、竣工圖尺寸定位其誤差已非圓切工法能接受。若採用孔蓋周邊圓形切割工法失去明確標定可依附，無法肯定原有孔洞於圓切範圍內，甚有可能在圓切外導致多次挖掘，且不確定之擴挖導致用料激增，墊高材料及工時成本，已失去採用圓切意義。故此種無箱盒情形應採傳統逐漸擴大挖掘方正切割較為妥適，而且可深挖將原箱盒下的擋土檢視換修、清理孔底後重新加固。

七、結語

(一)道路銑鋪以整體考量才能維持平整

自來水管線閥栓手孔僅是道路面積微小部分，其他管線單位所屬人手孔也是，若因銑鋪整體工程考量需掩蓋才能維持平整無可厚非，但應標示記號通知所屬機構，避免重複施工又降低道路平整效果。

(二)嚴禁銑鋪時將閥栓箱盒剷除或移位

水處閥栓箱是保護開關閥、消防栓之重

要設施，埋沒閥栓箱蓋即無法操作閥栓。埋沒尚可覓測提升，移除及移位閥栓箱將導致擴大挖掘，亦非道路主管機關所樂見。

(三)人手孔提升或調平工法應彈性化

閥栓箱蓋埋沒、周邊不平整形成原因不同，應依其特性考量施工方法，不宜統一硬性規定採用孔蓋周邊圓形切割工法，圓形切割有其適用侷限，因應情況調整施工方式才能獲得最佳結果。

(四)相關人員應了解人手孔施工

進行道路銑鋪不僅有道路主管機關，尚有各管線單位挖掘後銑鋪，彼此均有各種型式大量人手孔，也會遭遇類似問題，相關人員了解人手孔施工方式後，才能對其申請、審核、施工及相關銑鋪有所準據，選擇適當施工方式，共同維護人手孔及道路平整。

參考文獻

1. 臺北市政府工務局新建工程處，網頁 https://nco.gov.taipei/News_Content.aspx?n=BB8CF6F431E10630&sms=72544237BBE4C5F6&s=C148B79B1F832B22
2. 公共工程委員會，網頁 <https://www.Pcc.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvMjk3L2NrZmlsZS8wZmJhNjkzZS1jYjU1LTQ4OTctOWFkMy0yNmU1Njg2Yzc4ZjEucGRm&n=5aCx5ZGK5qGIMS3lj7DljJfluILmL%2FlupzlsLHlpoLkvZXnrqHnkIbkurrlrZTok4vjgIHntZDlkIjmlrDmi oDooZPlt6Xms5Xlj4rokL3lr6blubPmlbTopoHmsYLkuYvntpPpqZfliIbkuqsucGRm&icon=.pdf>

作者簡介

何政弘先生

現職：臺北自來水事業處陽明營業分處三級工程師
專長：給水及管網工程規劃、設計、施工

供水系統竊水查緝實務與精進作為之探討

文/林子立

摘要

「竊水」是自來水事業經營者的夢魘，只要具有水管裝接技術即能完成竊接，由於竊水查獲後的追償，是三個月以上、一年以下的水費裁罰，所以少數民眾，甚至大用水戶，對此犯法行為，也多視若無睹而行之。

「竊水」是隱蔽的行為，形成此行為，有多個外在的因素，讓盜竊者「刻意」完成該行為後，要查獲就有其難度了。

精進查緝竊水除篩選出高風險竊水嫌疑戶外，並善用科技設備，或能同步篩選出異常的「竊水」與「漏水」初步訊息，建置「查緝管理系統」，及開發「AI 輔助稽查系統」，於後續「提升售水率」與「降低漏水」的工作，將是包括竊水追償水費的增加，具一石三鳥的魚與熊掌同時兼得。

關鍵字：檢漏、竊水、提升售水率

一、前言

「竊水」一直是自來水事業經營者的夢魘，要竊接小管線並不難，只要具有水管裝接技術即能完成，在法律上，該行為屬於竊盜，在自來水法對竊水查獲後的追償，是三個月以上、一年以下的水費裁罰，即使竊水長達 10 年以上而被查獲者，最多也是一年期的追償費，雖然台灣的水費，在國際上是末段班的便宜，但是仍有少數民眾，甚至如大用水戶的餐廳、旅宿業等具營利事業者，只要現場條件允許，對此犯法行為，也多視

若無睹而行之。

國際水協會 (International Water Association 簡稱 IWA) 對自來水事業所訂的水量平衡表，「竊水」在該表內屬於無計費水量 (Non- Revenue Water 簡稱 NRW) 裡的非法取水量 (Unauthorized Consumption)，亦有稱違章用水量。「竊水」是隱蔽的行為，形成此行為，有多個外在的因素，讓盜竊者「刻意」完成該行為後，要查獲就有其難度了，雖然，在台水公司每年仍有約未逾百件的查獲追償，而此些案件有一部分，可歸類為臨時性的「非刻意」竊水行為，如：可目視的私自開啟消防栓用水、新裝未啟用或停用戶急需用水而於表箱內私接用水…，所以，很難得知已經具有長期且隱性的「竊水」件數及水量，也只能從 NRW 裡去推估一個概數而已，以不守法的公民而言，該等竊水行為，將無時無刻的持續發生。

統計 111~113 年台水員工職務查獲的竊水案共 247 件，其中可歸類為專業檢漏人員查獲的「刻意性竊水」案共 40 件，占總件數的 16.2%。

二、澎湖地區竊水量率之比較

以國際知名自來水水務管理與改善的以色列 Miya 顧問公司，在 2013(民國 102)年所規劃的台水公司轄管的澎湖縣馬公地區降低漏水率示範計畫書(管長 366km、20,686 供水戶)，與台水在 2014(103)年 5 月至 2016(105)年 4 月兩年期間的澎湖西嶼供水系

統(管長 49km、2,582 供水戶)降低漏水專案，擷取「竊水」(非法取水量)來做比較，雖然所選定的區域不同，但是皆屬於一個共同的島嶼，供水條件、地理環境與民風大致相同，相關數據仍值得參考：

(一)馬公示範計畫依據當時的資料建立 IWA 相關供水量平衡表：將非法用水量訂為 34CMD，占該系統供水量 22,901CMD 的 0.14%，但加註該預估水量為 $\pm 36\%$ ，即竊水量可能的範圍在 21~46 CMD 之間，占該系統總供水量的 0.202~0.095%，惟並無竊水件的推估數據。

(二)西嶼專案執行後的實際成效：

1.共查獲 20 件(戶)的刻意性(非臨時性)竊水，占當年總戶數 2,534 戶的 0.79%/戶 (20/2,534)，絕大部分僅追償 6 個月(每日以用水 8 小時計)，追償總水量 829,718 m^3 ，換算每日追償水量為 422CMD，以 103 年平均供水量 2376CMD 推算竊水量率，約為 17.76%(422/2376)，再以習慣性的每日用水時段，推估約 4 小時，則約為 211CMD、比率縮為 8.88%(422CMD/8 時 *4 時 /2376CMD)，據此推算系統的竊水量率。

2.西嶼系統成效比較表，如下：

2014/5~2016/4西嶼二年降漏專案 成效比較						
移動年月	日均售水量	日均供水量	售水率	用戶數	戶均日售水量	說明
2014年4月	1545	2649	58.32%	2582	0.598	專案啟動前
2015年4月	1678	2150	78.05%	2589	0.648	專案一年
2016年4月	1703	1968	86.53%	2594	0.657	二年專案結束
2017年4月	1741	2061	84.47%	2608	0.668	結束後一年成效
2025年4月	1733	2964	58.47%	2665	0.650	專案結束後第九年

以同期的戶均日售水量比較：2014 年 4 月啟動前一年為 0.598；2017 年 4 月專案結

束後一年為 0.668，前後比較，增加+0.070 (0.668-0.598)，年增售水 66,634 m^3 (0.070*2608 戶*365 日)，依當年售水單價 10.96 元/ m^3 計，約年增加營收 73 萬元(66,634*10.96)，相對的，因查獲竊水致減少非法用水量的場站出水成本，依 103 年西嶼系統單位供水成本 64 元/ m^3 計，約減少 426 萬元(66,634*64)的場站成本支出。

3.因西嶼降低漏水專案所查獲追償的竊水，致增加售水收入及減少場站出水成本，兩者的綜效，對虧損累累的營運單位而言，尚可年減少約 499 萬元(73+426 萬)的虧損，兩年專案的整體效益約達 2,200 萬元(詳參 2017 年 2 月水協季刊/西嶼降低 NRW 兩年專案成效探討)。惟迄今 2025(114)年 4 月移動年之戶日均售水量已降至 0.650 (1733/2665 戶)，較專案結束後一年，2017 年 4 年尚減少 0.018 (0.668-0.650)，初判竊水戶已持續增加。

(三)分析探討：

1.西嶼系統竊水量率推估 8.88%，Miya 顧問公司以國際級視角，評估馬公地區最高僅 0.095%，顯見同屬離島的西嶼系統，其嚴重性似更甚於國際上其他的自來水供水系統。

2.所查獲的數據分析顯示，離島地區似與地域性的民風有關，即某些村里地域性的件數有偏高的趨勢，惟不代表其他未檢出竊水案的地域，即無竊水之可能，則當某供水系統或小區售水率在檢修漏或管線汰換後，卻始終無法達到預期的售水率目標，在現階段人力不足的現況下，或可朝委外查緝竊水契約的方向來考量。

三、竊水檢測

(一)自來水法第四章營業第 58、68、69、70、71 等法條，對「竊水」均已有明確的相關規範，供自來水事業人員稽查。

(二)對「竊水」的行為而言，可大致區分為臨時性的「非刻意」，及排除前項因素以外之「惡意」的竊水行為。

(三)目前自來水事業所使用的外線管材，除了不鏽鋼可繞管外(沿海不適易腐蝕)，要竊接小管徑塑膠類的管線並不難，只要具有水管裝接技術即能完成，如於離島檢漏，曾查獲的案例…

- 1.埋設長達約 30 公尺於巷內的新裝外線後，再依規於該 A 屋前裝設水表，數週後巡檢漏水，查獲於 20 公尺處被前端 B 用戶截管私接分歧管，入其內廚房竊用。
- 2.用戶私接竊水，免費用水，再以「二房東」身分，由竊水管再私接給後端民眾，並以月收費方式，增加竊水者的固定收入。
- 3.所查獲竊水依規斷管拆除分歧管改直管後，隔年再行檢漏，發現之前斷管的竊水點，已被該用戶接回分歧管，持續竊水。
- 4.某些有大聲公廣播系統的社區，會在檢漏或查緝人員初出現時，即透過廣播系統告知並暗示村里民眾…有竊水者暫勿使用，以免觸法被查獲並追償水費，雖然，竊水檢測非專業檢漏人員職責，但是，檢出竊水畢竟是一種挑戰，也是與提升售水率有絕對的相關，類此，即使再專業、技優的查緝人員，也難為無米之炊。

綜上，追償水費對不守法的公民而言，該「惡意」的竊水行為，將無時無刻的持續

發生。

(四)至於「竊水」檢測的基本工具，除了必要的自由有效餘氯 DPD 試劑、電導度計、取水栓水壓計及長 1 公尺的普通聽音棒等四項外，尚有屬進階的測漏器、小管內視鏡、尋龍尺及管線簡易定位的「機器貓與頑皮鼠」等，可輔助檢出竊水分歧處，至於實際是否因設備齊全就能查獲竊水？則有賴於查緝人員的實務經驗累積及積極的工作態度。

(五)取締竊水的方法：

- 1.簡易檢視水表鉛封及外觀。
- 2.檢視用戶抄表紀錄。
- 3.現場查察，包括採樣測試→餘氯、電導度、水壓、水溫、水栓啟閉與水表同步檢視、水表流速觀察、用戶家境觀察、內線巡察、舊水表位置檢視及其他用水水源等。
- 4.用戶密報→路見不平。
- 5.稽查員態度：包括專業素養與敏感度、契而不舍的精神與意志力、法學素養、與用戶套話、違章用戶水栓的處理。

(六)開挖竊水點時機：應請修漏廠商配合，排定當天第一案，於上午開挖。

(七)造成竊水源頭的發生，大致有四種，即表位移設，舊位之止水栓未拆除；房屋改建，徒留外線於原址，有引誘用戶犯罪嫌疑；水溝重整，開挖屋前建築線的外線，成竊水的源頭；早期鄉鎮經營的簡易自來水管理不佳及特權免費用水。

四、竊水查獲案例

除竊水查獲過程概述外，加列後續精進

查緝竊水之高風險用戶綜合評分(1~6 分)=八項高風險類別+三項高風險要件。

(一)中美路餐廳竊水案

- 1.本案因是餐廳，所以入口有庭園、魚池美化，並設馬達抽取地下水，藉以混淆鬆懈查緝人員(圖 1)，經 2021/9/26 檢漏查獲竊水，追朔係 1988/02/05 人行道重整，表位後移 2M，當時舊表位開關未拆除續留，遭私設丁字竊水長達 33 年。
- 2.高風險用戶綜評 4 分(餐廳+抽水機、庭前水池、其他水源)。

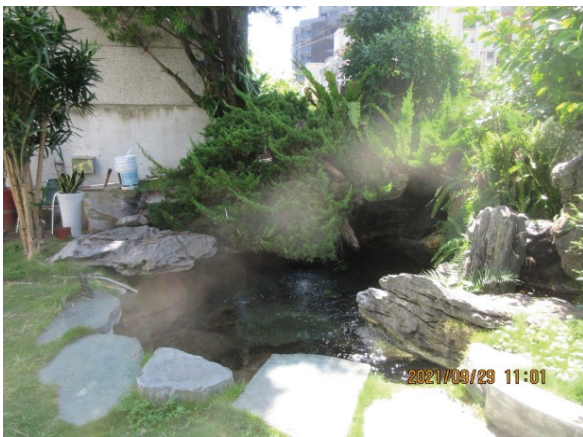


圖 1 入口設有庭園、魚池美化及加壓馬達抽取地下水，混淆鬆懈查緝人員

(二)中華路民宿竊水案

- 1.案 2021 年小區多循環檢漏，始終無法達到售水率 80% 目標，經 SOP 流程並由 GOOGLE 地圖，查出該段管線有旅宿業，且有大型的六水道游泳池，即鎖定該 40mm 水表的異常戶，查出設有抽水機及地下水源，終查獲竊水點位於水表前約 0.5 公尺處私接丁字另件(圖 2)。
- 2.高風險用戶綜評 5 分(民宿、泳池+抽水機、美園、其他水源)。



圖 2 表前私接 40mm 丁字供應六水道泳池及飲用水

(三)埔頂路民宿竊水案

- 1.案 2023 年小區未達 80% 售水率，採進階之用戶普查工法，在水表止水栓全開啟下，測試出給水栓竊水，複查水表前 1 公尺處私接三通接頭(圖 3)，用戶並具有庭園造景、抽水機、地下水儲水池等。
- 2.高風險用戶綜評 4 分(民宿+抽水機、美園、其他水源)。



圖 3 測試出給水栓竊水，複查水表前 1 公尺處私接三通接頭

(四)山澗水 24 戶集體竊水案

- 1.案係 2023 年的計畫性小區檢漏，查獲隔鄰尚未檢修漏的小區，有販售山澗水之私營公司大範圍供水 24 戶並收費，因常有旱季無水，約於 88 年藉橫越道路之水利大排水

溝改善之際，私接台水 $\phi 50$ 管線混接入水澗水管線系統(圖 4)，供水販售長達 24 年始查獲。

- 2.未檢修漏下，小區售水率由竊水點斷除前 30.49%(182÷597)，至竊水點斷管後，售水率提升至 44.07%(182÷413)，減少日竊水約 184CMD(597-413)。
- 3.高風險用戶綜評 2 分(水販賣+其他水源)。



圖 4 私接台水 $\phi 50$ 管線混接入水澗水管線系統，供水販售長達 24 年

(五)自來水、山澗雙水源竊水案

- 1.案係 2014 年山地小系統，由於山澗水豐富辦理水表停用，又恐山澗斷水時備源之用，藉表前水溝重整之際，私接外線入屋與內線混接使用(圖 5)，竊水遭查獲。
- 2.高風險用戶綜評 2 分(停用戶+其他水源)。

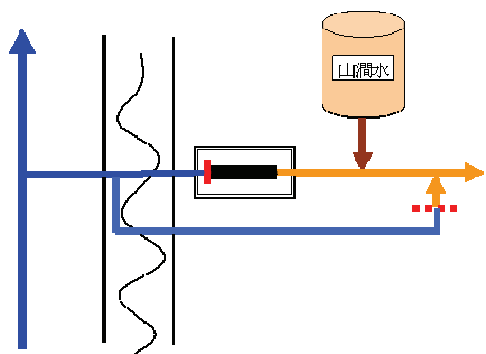


圖 5 停用戶，藉表前水溝重整私接外線，與山澗內線混接使用

(六)南海二街菜園竊水案

- 1.案係用戶反映水壓經常不足，檢漏查獲該戶外線 25mm 附著於水溝外側明管佈放，水表前端遭菜園私接 25mm 丁字竊水(圖 6)，長時間放水菜園而遭查獲。
- 2.高風險用戶綜評 2 分(菜園+其他水源)。



圖 6 外線 25mm 附著於水溝外側明管佈放，水表前端遭菜園私接

(七)保安路魚塢竊水案

- 1.本案係檢漏查獲用戶外線水表前端，遭私接至魚塢養殖場竊水(圖 7)。
- 2.高風險用戶綜評 3 分(養殖場+抽水機、其他水源)。



圖 7 用戶外線水表前端，遭私接至魚塢養殖場竊水

(八)大池角寬闊草原竊水案

- 1.案係高單價供水成本區，用戶大片美麗平坦草原需澆水養護(圖 8)，於水表前私接竊水，遭專案檢漏人員查獲。
- 2.高風險用戶綜評 2 分(一般用戶+美園)。



圖 8 離島地區大片美麗平坦草原需澆水養護，於水表前私接竊水

(九)裕民街建築工地竊水案

- 1.案係 2019 年建築工地(圖 10)未裝表之殘存管，遭私接竊水由檢漏人員查獲。
- 2.高風險用戶綜評 3 分(停用戶、建築工地+抽水機)。



圖 9 建築工地之殘存管，遭私接竊水

(十)販水加水站竊水案

- 1.案係 2014 年查獲未裝表之私接盜竊自來水，並再經高級過濾後，高價販售之加水站(圖 11)。
- 2.高風險用戶綜評 1 分(水販賣+0)。



圖 10 未裝表之私接盜竊自來水，並再經高級過濾後，高價販售之加水站

五、精進查緝竊水之策略探討

「竊水」非「漏水」，兩者差異在於：「漏水」具 24 小時的持續性，可藉由漏水音檢出；「竊水」戶與一般用戶無異，兩者差異僅在於「無水表」，為斷續性的使用，其音頻則為管內流水音，非漏水破洞的噴激音。

故欲藉「檢漏」找出竊水，實屬可遇不可求，有其難度與機遇性，「竊水」亦同，惟可善加運用科學數據，並訂定 SOP 有序的來輔助查緝人員，應行的方向指引：

(一)高風險竊水用戶綜評與售水量篩選

1.高風險竊水用戶綜評：

觀察現場並彙整實際查獲竊水的案例，分門別類、歸納出竊水機率較高者列優先查緝，可概分為 8 項竊水戶的類別，及 3 項竊水戶欲掩飾其竊水的障眼工具之高風險要件，並合計評分：

(1)高風險類別(A)：概分為八大項，①旅館、民宿；②餐廳；③製冰廠、罐頭工廠；④養殖場、泳池場；⑤菜園、果園；⑥新裝未啟用、停用、竊水戶；⑦建築工地；⑧販水業。

(2)高風險要件(B)：大致分為 3 項，①使用抽水機；②庭前水池、美園；③其他水源。

2.高風險各類別與戶日售水量，異常複篩分析：

(1)三年內，各期各戶日售水量列表初篩→開發軟體初步分析，異常探討。

(2)必要時，採現場每週或每日抄表，用水量進階分析。

(3)確認異常戶，現場稽查。

(二)小區與最小流量率之竊水機率評估

1.評估要件：

(1)確認小區之區內區外交界制水閥關閉及總表可計量狀態。

(2)已知的明、暗漏水件，皆已完成修復。

2.最小率與售水率的簡易評估：

最小率與售水率之簡易評估			
序	夜間最小流量率	售水率	評估
1	80% ↑	30% ↓	○
2	30% ↓	80% ↑	○
3	30% ↓	75% ± 3%	△
4	30% ↓	70% ↓	×
註	1.都會與鄉村型小區略異，管長10km以下為佳 2.微區、管段更易判斷		

(三)小區暨微區竊水戶篩選

- 1.藉由小區的最小流量率與售水率之評估，篩選出疑似竊水小區。
- 2.切割為微區，統計該微區日均售水量(分子)與微區日均供水量(分母)推估售水率，再與當日夜間最小流量率比較，須經數日的數值驗證為佳。
- 3.針對疑似區域或管段，由高風險竊水戶之類別與要件評分及篩選出可能的異常戶，優先進行進階普查，次為一般戶。

(四)新增專責竊水稽查班及建築工地突檢暨課程分享

1.新增 2 人組的專責竊水稽查班：

「竊水」有其地域性的風氣，基於人性，部分地區有高度新增的機率，辦理以下業務：

(1)「竊水檢出」有其經驗累積的專業性，建立 SOP，依前述篩選出之高風險用戶，列為稽查對象。

(2)建築工地竊水突檢：

①建築工地係高費率工程用水，多戶數的建築案均自設地下水使用、工地鄰近有舊管外線殘存者，有較高的竊水動機，建屋完工，未發現的竊水，將成為永久竊水。

②工地建屋期間，由專責稽查班辦理突檢，以降低工地竊水的僥倖心態：

A.各水栓餘氯及電導度檢驗，尤其是使用地下水的水栓更應關注。

B.必要時水表前外線內視鏡檢視。

(3)增列專責竊水稽查之案例課程分享：

①初期可擇數個區處，試辦專責竊水稽查班，依 SOP 執行，並於訓練班分享實務案例。

②由講師評比(優者列責任中心加分項)，加速學員累積增長經驗，尤其是難能可貴的失敗經驗。

(五)新增委外竊水稽查契約

於高風險區域辦理竊水稽查委外契約：

- 1.高成本的離島供水系統。
- 2.鄉村及農村型的小區。

上述兩項的主軸工作：

- 1.水表穩流度測試：內線水栓與水表啟動流(遲緩致短收水費)及竊水測試。
- 2.外線的內視鏡分歧管檢視。

(六)建置「稽查管理系統」

- 1.含既有表格，及前述高風險綜評、日售水初篩、機率評估、竊水戶篩選到查緝個案及委外契約等，均納入系統管理。
- 2.尤其是包括成功查獲與失敗未查獲的查緝個案之歷程記錄，登錄、分析與探討等完整呈現，納入「個案傳承」專項，利於實務與經驗的累積與傳承。
- 3.稽查竊水的查緝專業，不亞於聽音辨位的專業檢漏，故宜訂定「專業稽查人員管制要點」，併列年度考核、總處管控專業人員之異動。

(七)開發「AI 輔助稽查系統」

結合水資源管理與智能科技，整合用水偵測設備，克服現場安裝後，取得用戶外線的「量音壓」等關鍵資料，並研發創新出「AI 輔助稽查系統」，提供更具精確性的異常行為檢測依據，供後續專業稽查班現場複查驗證。

六、結論

「竊水」有其地域性的風氣及人性之因，故隨時都有新增的機率，然欲檢出竊水，實屬可遇不可求，有其難度與機遇性，「暗漏檢測」是依循聽音辨位，「竊水查緝」無此指引條件，只有善用科學數據、訂定執行的標準流程及個人實務經驗的累積與積極的工作態度。

以現今的科技，整併既有偵測設備，克服現場安裝後，取得「量音壓」關鍵資料，開發出大數據的「AI 輔助稽查系統」，再將其解析，或能同步篩選出異常的「竊水」與

「漏水」初步訊息，對「提升售水率」與「降低漏水」的工作，將是包括竊水追償水費的增加，具一石三鳥的魚與熊掌同時兼得。

參考文獻

- 1.Miya Arison Group，澎湖縣馬公地區降低漏水率示範計畫書(2013)，台灣自來水公司。

作者簡介

林子立先生

現職：前台灣自來水公司第九區管理處操作課課長退休

專長：漏水檢測及分區計量診斷與提升售水率

本刊 115.116 年「每期專題」

期別	主 題	子 題	時程
45 卷 第 3 期	水質處理	1.飲用水質政策及監管、2.水源水質管理、3.天然有機物去除處理、4.水安全計畫、5.先進水質檢測技術、6.新興污染物調查分析處理、7.水質監測與管理、8.淨水處理藥劑申請應用及管理。	8 月
45 卷 第 4 期	供水服務	1.提升服務品質、2.資訊管理與應用、3.自動讀表技術應用、4.物聯網及 ICT 技術、5.節約用水及效率措施、6.可持續的水價、7.進階抄表管理系統、8.氣候變遷、9.抗旱期間供水服務與經驗。	11 月
46 卷 第 1 期	工程技術	1.工程規設、施工及計劃管理、2.智慧供水技術、3.管線免開挖更生技術、4.環境友善及先進水處理技術、5.創新水源開發技術、6.薄膜技術、7.新興污染物處理技術、8.新興技術。	2 月

～歡迎各界就上述專題踴躍賜稿，稿酬從優～

AI 領航，台水客服再升級

文/林孟珠、蔡文玲

摘要

台灣自來水公司（下稱台水公司）為配合中央「行動創新 AI 內閣」及經濟部深化公務部門 AI 運用政策，積極導入生成式 AI 智能客服系統。此舉旨在應對 1910 客服專線長年面臨的服務挑戰，特別是話務量逐年攀升，以及突發事件期間話務集中造成應對不及的衝擊。

台水公司主動向經濟部爭取委託工研院辦理生成式 AI 運用於客服系統之研發，已達成初步成效。後續台水公司於 114 年規劃對外招標持續開發 AI 智能客服系統，預計分兩階段開發，第一階段以「常見問答」及「查詢停水」為重點；第二階段則增加「漏水通報」、「水費查詢」，服務入口涵蓋官網、APP 及 FB。期透過「人機協作」模式，達成客戶用水服務資訊整合，全面提升服務效率與品質，為打造智慧客服奠定穩固基石。

關鍵字：生成式 AI、智能客服

一、前言

(一)數位轉型之時代背景

人工智慧（AI）技術正以驚人的速度發展，其中深度學習（Deep Learning）已成為主流趨勢。AI 不再僅僅被視為傳統軟體，它是一個具備學習能力的模型，能夠持續優化。這種智慧系統的特性，促使各行各業加速數位轉型。特別是生成式 AI（Generative AI）的興起，正在重塑全球各行各業的樣

貌，它在處理文字、語音、圖像等各類資料方面展現出優勢，尤其在文稿生成、知識問答、以及資料歸納摘要等功能上極具潛力。生成式 AI 的技術發展趨勢，目前呈現閉源（如 OpenAI、Google、Microsoft 等國際大廠，追求通用 AI 且模型參數已超過 1 萬億個）與開源（以小模型為主流，針對特定應用做模型優化，例如以 70 億或 130 億個參數為主）並行的局面。

對於這種擁有高度專業知識和獨特資料集的企業而言，關鍵在於培養資料優勢（Data Advantage），即資料的質與量。訓練資料集的規模常是模型參數量的 20 到 2,000 倍，例如 Meta Llama3 便將比例推高到 2,000 倍，使用 15T token 的資料。台水公司與工研院合作研發生成式 AI 運用於客服系統，獲得初步成效，系統採用 RAG（檢索增強生成）與 NLP 語意分析技術，由 AI 依據法規、作業規範與內部知識庫進行檢索並生成回應內容，由台水專家審核確認正確性，形成「AI 輔助生成、專家驗證把關」的雙腦協作模式，確保內容有依據，可追溯、符合法規，並持續提升服務品質與應答效率。

(二)客服中心面臨的挑戰與瓶頸

台水公司於 99 年 6 月 15 日成立集中式客服中心，設置「1910」客服專線，提供全年無休的 24 小時服務管道，配合公司台水 APP 的需求，於 111 年提供真人文字客服服務（圖 1），落實政府便民服務之政策。客服中

心現有 55 席委外值機人員，分三班接聽，每月平均服務量約 7~10 萬通不等。然而，1910 客服專線面臨的首要挑戰是每月平均進線量的逐年攀升。99 年成立初期月平均進線量為 5 萬 4 千通，到 112 年已增加至 9 萬 3 千通。客服中心主要服務類別包括供水量問題（佔 26.33%）、修漏案件（佔 9.10%）、帳單問題（佔 6.81%）以及大量的各項諮詢（佔 44.18%）等 12 大類服務。



圖 1 現行客服中心架構圖

客服中心的嚴峻挑戰在於大規模單一突發事件造成話務量集中突量進線，嚴重衝

擊服務量能，導致服務水準（KPI）下降。以 113 年為例，10 月總進線量高達 10 萬 8,000 通，造成服務水準低於目標的主因係受到幾個單一事件的衝擊：包括山陀兒颱風（10/3 至 10/7 期間進線 3 萬 3,566 通）、三區新竹二場支援市區供水改善工程延後復水、以及六區配合臺南市政府工務局進行管線改遷工程延後復水等。其他造成話務衝擊的事件還包括 1 月份高雄竹寮 800mm 配合台電停電辦理三合一工程，因施工困難影響範圍擴大、4 月份 0403 花蓮地震、6 月份高雄仁武 2,000mm 他單位挖破管搶修與詐騙簡訊及 7 月份凱米颱風等，相關統計如圖 2。在這些突發狀況下，話務量的集中溢流是必須透過數位轉型解決的營運瓶頸。集中式的客服服務模式雖然有助於提升整體形象，但在面臨極端值衝擊時，極需更高效能的數位工具來分散壓力。

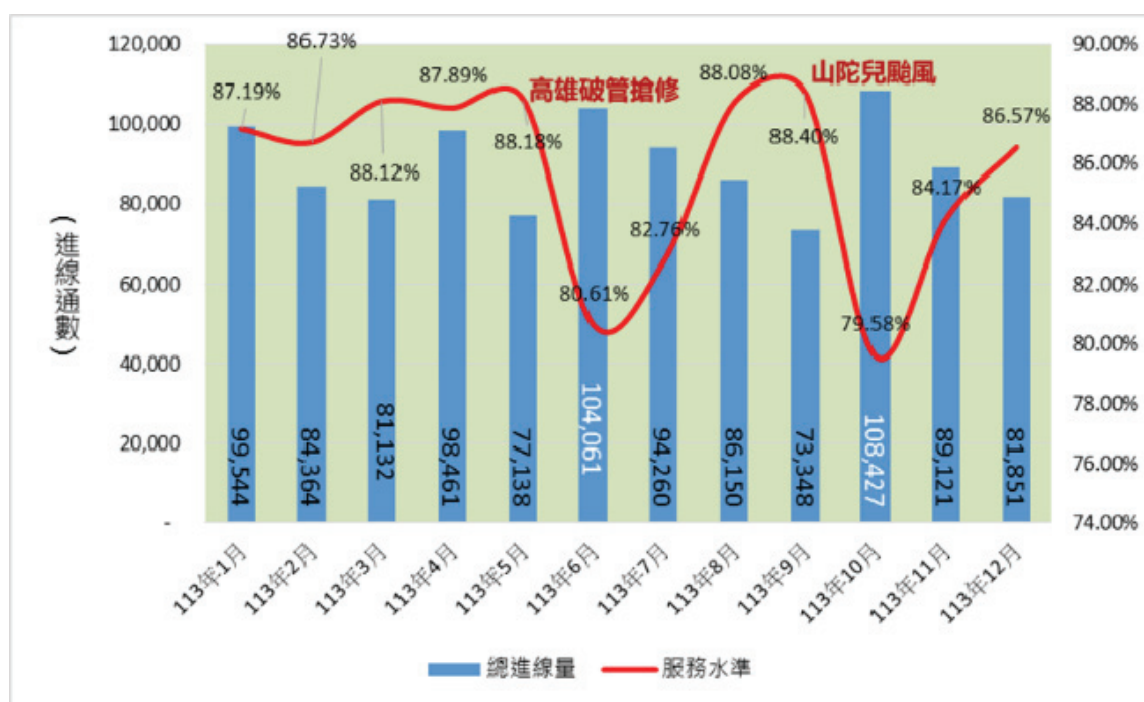


圖 2 客服中心 113 年各月份進線量統計圖

(三)導入生成式 AI 智能客服之目的

台水公司導入生成式 AI 智能客服系統，是應對客服挑戰的關鍵策略，旨在透過技術優化客戶服務模式。其目的涵蓋短期與中、長期規劃。短期目標主要集中於建置及優化 AI 智能文字客服，特別是針對「常見問答」及「查詢停水」等高頻次、制式化問題。AI 客服系統具備提供 24 小時不間斷服務的能力，能有效分散用戶大量集中進線的話務壓力，特別是在天災或突發緊急事件發生時，經過系統調教的 AI 智能客服，能透過高效率與精準的客戶互動，提升服務品質確保服務輸出的一致性，目標是將機器人誤解或不懂民眾問題的比例從 20%降低至 10%。中長期目標則延伸至發展 AI 智能語音客服及 AI 智能錄音分析。透過語音轉文字的大數據分析，不僅有助於語音對話的調閱檢索，更能協助營運單位分析隱藏的民眾意見，以全面提高服務及營運品質。此外，AI 的導入旨在實現「人機協作」模式，使 AI 承擔解決簡單重複性問題的角色，藉此減輕真人客服的負擔，使真人客服人員能夠專注處理複雜、非制式或情緒性較高的問題。同時，AI 也可作為輔助工具，透過學習快速熟悉業務，協助新進同仁，以提升整體客服中心的效率和穩定性，達成精進全方位服務品質的目標。

(四)客服中心既有數位分流精進作為

在導入生成式 AI 智能客服之前，台水公司已積極推動多項數位化和分流措施，以應對日益增長的客服話務量。自 110 年起，台水推出了行動化服務台灣自來水 APP，並

於 APP 內提供智能客服服務，將台水官網常見問題分為九大類（如申請類、用水類、收費類等），以圖卡方式呈現。用戶可在 APP 內輸入問題，系統自動列出答案，若對答案不滿意，則可轉接至 111 年 1 月正式上線的真文字字客服服務，這成功分流了部分客服壓力。此外，自 111 年 12 月起，台水限定代書、仲介業者使用文字客服為單一窗口，以撙節費用。為有效分散突發事件的話務衝擊，台水在 1910 專線中介接了 111 政府專屬簡訊平台。該機制是透過 IVR 語音引導民眾輸入手機號碼，由客服話務系統以「111」短碼發送含「供水現況回報平台」網址的簡訊。用戶可利用該平台自主查詢停水訊息或通報無水案件。此項措施成效顯著，例如在 113 年 10 月透過「供水現況回報平台」通報的案件暴增至 2,234 件，其中山陀兒颱風期間，啟動「111 簡訊平台功能」通報有 2,084 件，約佔當月案件量的 93%，顯示其有效分流話務的能力。同時，台水善用 Line Messaging API 服務，自 113 年 8 月起，透過 Line Messaging API 通知功能，每日定時通報各所二期欠費緩拆案件(平均每月約 1,500 件)，取代了過去值班主管繁瑣的電話通知，提升了案件處理時效並減少客服人力負擔。另外，客服 CSC 系統也已強化無水告警機制，若在集中地區逾 48 小時進線達 20 件以上的無水/修漏案件，系統會立即通報供水處「停水戶數 1 萬戶通報平台」Line 群組查處，即時預警以避免客訴及負面輿情，相關精進作為如圖 3 所示。

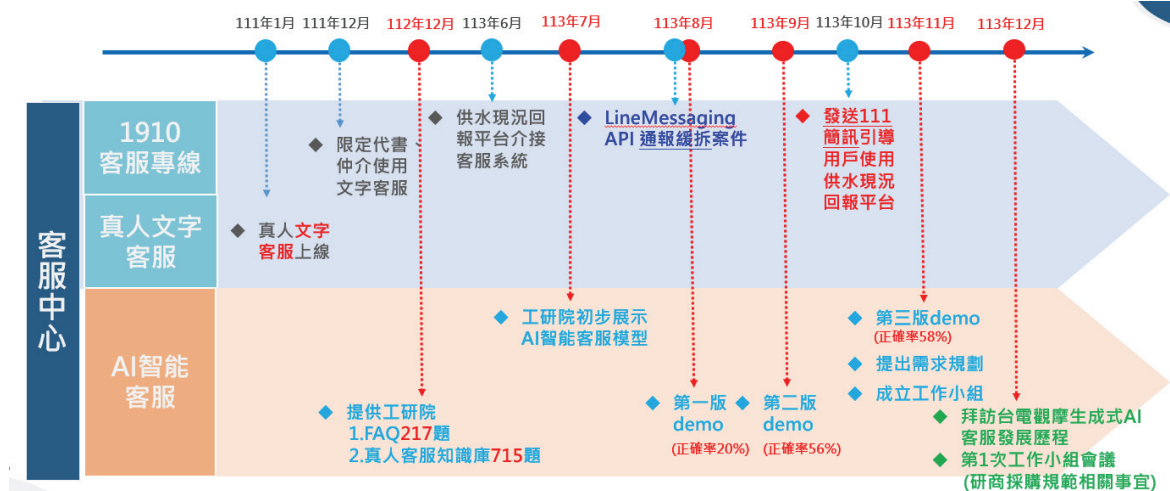


圖 3 台水公司近 3 年客服系統精進作為

二、方法及理論

(一)AI 技術概論與選型

AI 是一個具備學習能力的模型，不能以傳統軟體的思維來看待。技術選型上，必須區分鑑別式 AI（用於偵測瑕疵、分類）與生成式 AI（用於內容生成、知識問答），而台水客服系統鎖定生成式 AI，最主要是考量其在知識問答、文稿摘要方面的優勢。當前生成式 AI 發展趨勢，包括追求通用 AI 的閉源模型（如 ChatGPT），以及專注特定應用優化的開源小模型。對於台水而言，採用哪種模型並非唯一考量，資料量及品質才是成功的關鍵，專屬領域模型的建立旨在結合 AI 的通用能力與自來水客服的專業知識。這種模型可以從基礎模型（Foundation Model，技術上整合了生成式與鑑別式 AI）微調（Fine Tuning）發展出來。為了保護企業機密資料、降低推論運算成本及耗電量，台水傾向於開發專屬領域模型，並可考慮在私有運算裝置（Private Data Center）佈建。這需要將台水自有的私有資料（Private Data）與相關的專

屬領域公開資料（Public Data）結合，進行監督式微調（Supervised Fine Tuning, SFT）。這種模式的投入重點在於建立及培養資料優勢，由 AI 專家與領域專家進行「雙腦協作」，以專業知識導引強大的程式碼生成器（Strong Code Gen）來生成高品質的合成資料（Synthetic Data），從而建立訓練資料集，確保模型能理解自來水客服的專業語意。

(二)AI 智能客服系統規劃藍圖

台水公司對 AI 智能客服系統的規劃，旨在透過分階段實施，確保系統穩健落地並逐步擴展。短期目標是建置及優化 AI 智能文字客服（含建置及優化期），中長期目標則延伸至發展 AI 智能語音客服及 AI 智能錄音分析。錄音分析將透過語音轉文字大數據分析，進行語音對話調閱檢索及語音對話分析，以提高服務及營運品質。

系統入口規劃涵蓋台水官網、台水 APP 及台水 FB，提供多元管道服務。服務內容劃分為三大類別：用水類、收費類及申請類。系統短期先分兩階段開發：

1.第 1 階段開發：重點項目為「常見問答」及「查詢停水」。此階段除運用 AI 技術優化智能機器人的知識點(Q&A)，使其回答更口語化且完整，並作為分流天災或突發緊急事件話務量的關鍵工具。以「查詢停水」為例，功能要求包括口語化輸入、網頁或 APP 可支援轉出語音與語音轉成文字、系統能自動產生再確認問句，以及能搜尋有停水公告並 PO 出停水訊息。

2.第 2 階段開發：將加入「漏水通報」和「水費查詢」等進階功能。此階段將開始應用「檢索增強生成(RAG)」技術，透過網路爬蟲或介接 API 取得台水官網之資料、文件、訊息，輔以語意搜尋生成答案回應用戶的問題。

整體開發期程非常緊湊，第一階段開發目標預計於 114 年底正式上線。

(三)推動歷程與模型訓練

台水推動 AI 智能客服的歷程始於 112 年底，初期與工研院合作研發。推動過程中，台水提供了兩大類共計 217 題的台水官網常見客服問答(FAQ)以及 715 題的 1910 客服系統真人客服知識庫作為模型訓練基礎資料。

為確保系統的專業性與推進效率，台水公司於 113 年 11 月 14 日成立了 AI 智能客服推動工作小組，成員來自資訊處與營業處，藉由資訊專業加速 AI 客服推進。工作小組也積極向外部(如：台電公司、北水處)觀摩學習。從台電、北水處及台水的智能文字客服系統比較可見，三家公共事業在數位服務上呈現不同的發展樣貌。台電 AI 客服起於 107 年建置的機器人文字客服，111 年智能文

字客服改版，113 年 7 月智能 AI 客服上線，目前功能規劃最為完備，不僅有語音轉文字 STT 文本分析平台，且 AI 客服支援語音輸入與文字轉語音播放，提供無障礙服務，還設有轉接真人文字客服的機制，能有效處理複雜問題，其客服系統版面字體可調整，且透過文字階層式選單提供從最新消息到生活指數的豐富資訊，實用性高。

北水處亦於 107 年開始籌劃建置智能客服，在官網首頁以明顯圖示引導用戶，入口能見度最佳，可支援語音輸入，且採用圖像化選單具視覺吸引力，台水公司在功能規劃上參考台電與北水處的經驗分享，在官網的系統入口亦以明顯圖示引導用戶、同樣支援完整的語音互動與字體調整，並以圖像化選單便利使用者使用。期透過經驗分享交流，加速本公司導入智能客服的進程。

在模型訓練方面，工研院於 113 年 7 月完成初步生成式 AI 客服模組。模型經過台水客服組多輪測試與調校，準確率持續提升：

- 1.第一版 demo (113.8)：測試結果顯示正確率偏低，僅有 20%。
- 2.第二版 demo (113.9)：答覆正確率提升至 56%。
- 3.第三版 demo (113.11)：正確率進一步提高至 58%。
- 4.第四版 demo (114.3)：正確率達到 77%。

台水持續將測試中的錯誤態樣反饋給後續客服系統委託案進行調校。根據客服中心設定的上線目標，答案準確率需達到 90%。這目標顯示，系統仍需投入大量的專業人力進行調校，以克服自然語言理解不

足的瓶頸，達到正式上線的標準。

(四)關鍵技術應用：檢索擴增生成 (RAG) 與客製化深度探討

當前的大語言模型雖具備強大的語意理解與生成能力，但若未受過專門訓練，直接回答台水公司相關的专业問題時，可能會出現**「幻覺」(Hallucination)**現象，即模型生成看似合理但實際錯誤的內容，無法滿足台水公司對正確性與專業性的高要求。

為解決此問題，可行的生成式 AI 方案主要有三種：

- 1.直接訓練大語言模型：需蒐集並整理大量台水專業資料，並投入高昂的 GPU 算力、機房設備與維運資源（如電力、空調）進行模型訓練。由於技術門檻高、成本龐大，實務上可行性低。
- 2.fine-tuning (微調)：在既有語言模型上以台水資料進行微調，雖可提升模型對台水領域的理解，但仍需一定的算力與技術環境支援，且模型一旦訓練完成後不易即時更新，維護成本較高。
- 3.RAG (檢索增強生成)：模型僅在固定且可信的文本範圍內進行檢索與生成，能即時引用最新資料來源，兼具準確性與靈活性。

為確保生成式 AI 模型輸出的答案準確性，並最小化 AI 自行編造事實的「幻覺」，台水公司規劃在第二階段開發中應用檢索增強生成 (Retrieval-Augmented Generation, RAG) 的人工智慧技術。RAG 被形容為「開卷考試」(Open-book exam)，它能夠引用企業專屬領域的特定應用資料來生成答案，與傳統語言模型的「閉卷考試」形成鮮明對比。在台水客服應用中，RAG 將結合客服知

識庫、官網常見 FAQ、法規命令及歷史客服資訊等資料，確保 AI 的回答能運用準確性。

RAG 技術的成功實施需要高度的客製化，這也與台水建立專屬領域模型的策略緊密相關。客製化專屬領域模型通常需要進行監督式微調 (SFT)。這個過程極具挑戰性，需要克服訓練資料集準備的困難。

三、預期成果及效益

AI 智能客服系統正式上線後，將帶來顯著的預期效益可歸納為以下五大面向(如圖)。

首先，在「提升服務量能」方面，AI 文字智能客服具備 24 小時不間斷運作的特性，能夠同時服務多位用戶，徹底突破傳統一對一服務的模式限制。當面臨集中突發性的大量進線時，系統能自動進行流量調控與負載平衡，有效分散話務壓力，避免服務瓶頸的產生。此一能力不僅確保服務的即時性與可用性，更能在業務高峰期維持穩定的服務品質，為企業創造更高的營運彈性與客戶滿意度。

其次，在「輔助新進同仁快速熟悉業務」方面，AI 系統扮演著智慧導師的角色。透過結構化的知識庫與互動式學習模組，新進員工能夠在實務情境中快速掌握各類業務知識與處理流程。這種沉浸式學習體驗不僅大幅縮短傳統培訓所需的時間成本，更能確保知識傳遞的準確性與一致性。隨著系統持續學習與優化，其輔助教學的能力將不斷提升，形成良性循環的知識管理體系。

第三，在「提供多元服務」方面，AI 客服系統展現出卓越的適應性與包容性。系



統能夠根據不同世代用戶的使用習慣與偏好，提供包括文字、語音、圖文等多種互動模式。對於熟悉數位操作的年輕族群，可提供快速精準的自助服務；對於需要更多引導的年長用戶，則能透過更直覺的介面設計提供貼心協助。這種客製化的服務能力，讓每個用戶都能獲得最適合的服務體驗，有效提升整體服務的包容性與滿意度。

第四，在「確保客服品質一致性」方面，AI 系統具有無可取代的優勢。透過標準化的回應機制與持續優化的演算法，系統能夠確保每次客戶互動都維持在最高品質水準。無論是基本資訊查詢、常見問題解答，或是標準作業流程引導，AI 客服都能提供精準、完整且一致的服務內容。這種穩定的服務品質，不僅建立用戶對企業的信任感，更為服務流程樹立了可靠的品質標準。

最後，在「減輕真人客服負擔」方面，經過系統調教與優化後，AI 客服承擔大部分例行性、重複性的服務需求的有效性，仍需持續觀察及調教優化。這使得真人客服得以將專業能力與時間精力，專注於處理需要深度溝通、情感理解與臨場判斷的複雜個案。如此分工不僅優化了人力資源配置，更提升了整體服務團隊的專業形象與問題解決能力。現行已實施的 Line Messaging API 自動通報功能與 111 簡訊平台引導機制，已初步展現數位分流的效益，而 AI 智能客服的導入將進一步強化這一優勢。

實現這些效益的關鍵在於「雙腦協作」的實踐，由 AI 技術專家與領域專家緊密合作，將專業知識系統化地轉化為訓練資料，建立兼具質與量的「資料優勢」。這種跨領

域的協作模式，不僅是創造企業競爭優勢的根本，更是達成精進全方位服務品質這一戰略目標的重要保證。透過持續的系統優化與人機協作模式創新，AI 智能客服系統將成為台水公司服務升級的核心驅動力。



圖 4 AI 智能客服預期效益

四、導入挑戰與面臨問題

儘管 AI 智能客服預期效益顯著，在導入過程中也面臨了多項瓶頸與挑戰。首先是技術與資源的挑戰，包括初期開發與維護成本高昂。同時，智能客服適合處理簡單問題（如停水、帳單等查詢），較複雜的問題，仍需轉接由真人或真人文字客服處理。更重要的是，生成式 AI 系統需要持續投入專業人力進行訓練調教，以確保模型準確率。目前工研院初期模型雖已達到 77% 的正確率，但距離客服中心設定的準確率 90% 目標仍有差距。最後也是最關鍵的挑戰，是跨系統的資料同步與一致性問題。例如若區處或廠所未刊登停水公告、刊登範圍與實際停水範圍有落差，或新聞稿與停水公告的復水訊息不同步，未來 AI 客服上線時，恐會回答錯誤、不完整或無法回答，將嚴重影響服務滿意度。同時，停水公告的屬性、類別、原因等訊息若不正確，也會導致 AI 客服系統的統計數據不完整，影響通報時效及參考價值。

五、結論與建議

(一)結論

台水公司導入生成式 AI 智能客服系統，是應對高話務量衝擊、提升客戶服務效率與品質的關鍵戰略步驟，提升客服系統應變韌性，同時響應中央「行動創新 AI 內閣」的號召，並透過分階段開發模式，確保系統能穩健落地。台水公司已初步完成前期 AI 客服系統導入規劃，第一階段的「常見問答」及「查詢停水」服務預計於 114 年底上線。透過與工研院初期合作並借鏡其他單位經驗，台水公司正加速 AI 客服的推進。該系統的核心價值在於實現「人機協作」模式，使 AI 能全天候高效處理重複性問題，而真人客服則可專注於複雜且需要專業判斷的案件。雖然模型準確率有賴專業人力持續調教，但已確立了「雙腦協作」的成功理念，將領域知識有效地轉換成高品質訓練資料，為打造現代化、智慧化的客戶服務體系奠定了堅實的基石。

(二)建議

為持續優化 AI 智能客服系統並擴大其於自來水客服領域之應用效益，台水公司將參考業界推動生成式 AI 之成功經驗，從基礎架構、核心應用與人才培育三大面向著手深化：

在基礎架構與資安深化方面，將優先建構一個安全、合規且具彈性的生成式 AI 應用體系。整體設計採取地端與雲端分層架構，於地端 DMZ 區部署 Web Chat 服務，內網環境則設置後台系統與雲端介接主機，負責內外部資料交換與權限控管。

雲端環境採用 Microsoft Azure 平台，配置 RAG、Azure AI 服務與向量資料庫等核心功能。雙方透過專屬安全連線（不與台水一般網路共用）進行資料交換，確保傳輸的穩定性與合規性，降低公共網路傳遞風險，並強化整體 AI 服務的資安防護與營運可靠度。

其次，在核心應用與安全架構基礎上，擴展 AI 於內部行政與工程分析之應用，設立專屬 AI 服務環境，整合大型語言模型服務，提供內部同仁文本摘要、程式輔助撰寫、工程分析與知識查詢等智能支援，使員工能以熟悉介面進行 AI 輔助操作，提升工作效率與決策品質。

最後，在人才培育與預測維運方面，將規劃 AI 專責訓練與推廣機制，積極培育內部 AI 應用種子人員，建立跨部門合作與知識分享基礎。並持續投入專業人力進行模型調校與訓練，致力達成回答準確率 90% 目標。技術上，將結合營運資料分析與預測維運技術，把 AI 應用擴展至設備故障預診斷，以降低非預期停機風險。透過持續擴充 AI 應用範圍，逐步建構完善之數位水資源管理體系，邁向安全、智慧、永續之自來水客服新時代。

作者簡介

林孟珠小姐

現職：台灣自來水公司營業處處長

專長：經營管理、自來水營運管理

蔡文玲小姐

現職：台灣自來水公司營業處客服組長

專長：自來水營運管理及客服服務

運用影音、GIS 與 AI 技術強化委外抄表 交接管理之探討

文/林承緯

摘要

近年來，自來水事業抄表業務多採委外辦理，基層營運單位在實務操作上，陸續面臨招標不易、承攬人員高齡化、路順及表位資訊欠缺、稽核人力培育困難及管理不易等問題。自來水公司第五區管理處近年逐步建置抄表路順及表位錄影資料，並整合手抄機座標與 GIS 圖資，初步形成抄表作業數位化基礎。本文以台西營運所麥寮地區委外抄表為例，說明運用隨身錄影機及車載攝影設備建立影音資料、導入 3-2-1 備份及離線／線上應用模式之實務作法，並進一步研議結合 AI（人工智慧）技術於路順分析、影像辨識與異常偵測等面向之可行方向，期能在既有數位基礎上，逐步發展智慧抄表交接機制。期望藉由實務案例與前瞻構想之分享，提供各營運所規劃抄表數位轉型與 AI 應用之參考。

關鍵字：抄表、影像、AI

一、前言

隨著用水戶數與用水需求逐年增加，如何在既有的人力配置下，透過流程精進與科技工具運用，維持抄表品質並提升工作效率，已成為營運單位的重要課題。近年本公司推動抄表業務委外，確實在一定程度上紓解人力不足壓力，惟於實際執行及交接過程中，逐步浮現招標困難、抄表員高齡化、路

順與表位資訊未建置等問題，容易造成特定區域抄表工作不穩定，進而影響營收、催欠及用戶服務品質。

另一方面，政府及各公營事業近年積極推動數位轉型與智慧化應用，AI 技術在影像辨識、路線規劃與異常偵測等領域發展快速。若能善用既有之抄表影音資料與 GIS 圖資，結合 AI 模型與資料分析能力，將有機會由「人力經驗傳承」進一步邁向「資料與系統共同輔助決策」，以提高抄表交接之穩定度與效率。

本文係整理第五區管理處土庫、虎尾及台西等營運所歷年推動抄表路順及表位錄影紀錄之作法與成效，並在此基礎上，探討未來導入 AI 技術之可能應用情境及推動步驟，以供同業在規劃智慧抄表管理時參考。

二、現行工作概況及面臨問題

台西營運所三個抄表區（麥寮、台西、四湖）長期採委外抄表模式，其中麥寮區原委外抄表員年近 80 歲，因體力及膝關節功能逐漸退化，於 113 年契約期滿後即不再參與投標。由於台西所地處偏鄉，人力招募不易，加上年輕人口向都市移動，多次公開招標皆流標，或雖順利決標卻在合約期間提前終止，造成抄表業務接續安排困難。

綜合觀察近年本公司委外抄表之推動情形，基層營運所普遍面臨下列課題：

(一)招標困難：

抄表單價偏低，初次參與投標之自然人，在實際執行抄表工作後，多從時間投入與所得報酬評估，認為成本效益不佳，導致尚未到期便提前解約之情況時有所聞，使得營運所需頻繁辦理重行招標，行政及管理成本隨之增加。

(二)人員高齡化：

目前多數委外抄表員年齡層偏高，能負荷長時間步行與騎乘機車之人力逐漸減少；在缺乏足夠年輕人接續投入的情況下，各營運所遲早會面臨抄表人員斷層及重新招標的壓力。

(三)交接資訊不足：

不少營運所尚未完整建立抄表路順或表位位置等基礎資料，新任抄表員接手時，往往僅能依賴前任人員口頭說明或自行摸索，易出現表位難尋、抄表時間延長及當期無法全數完成抄錄等情形，增加基層同仁支援負擔。再者，部分委外抄表人員於遭他廠商得標或未再續約時，基於未來仍可能參與投標之考量，對於將既有抄表路順與表位資訊完整移轉予新得標廠商之意願有限，更使新契約人員難以及時掌握實際狀況，進一步加劇交接不順與作業延宕之風險。

(四)稽核人力培育不易：

隨著自抄人力逐步減少，具抄表實務經驗之同仁相對減少，未來在培養具備抄表背景之稽查或稽核人員時，所需的教育訓練時間與成本將同步增加。

(五)管理難度提高：

多數營運所之委外對象以自然人為

主，抄表品質與工作態度參差不齊。考量後續招標不易，本公司多優先以勸導及協調方式要求配合規範，對於違規或未達標情形多採漸進處理，使得單一抄表員之培育及管理成本，實際上已接近培訓一名稽查人員的投入程度。

上述問題一旦與偏鄉地區人力短缺相互交織，若再遇到抄表員無法續任或臨時離職，就容易使該區抄表業務陷入高度不穩定狀態，對場所業務推展相當不利。同時，相關資料若未結構化保存，也難以作為 AI 分析與智慧決策之基礎。

三、實務作法與啟發

(一)早期以手機錄影輔助交接之嘗試：

第五區管理處內勤同仁於民國 100 至 105 年間在土庫營運所服務時，受限人力短缺，每月約有 5 個工作天須全日從事抄表工作，期間持續約兩年多。初次接手抄表區時，前任抄表員即將返鄉，交接時間有限，遂由前任抄表員與接手同仁雙載騎乘機車，依其平日實際路順實地走訪；遇表位隱匿或較難尋找之處，再下車步行確認。過程中，同仁以手機錄影方式記錄路順及表位位置，做為後續回顧及交接參考。

惟此階段之實務操作，亦暴露若干問題，如手機容量有限、錄影畫面晃動嚴重、行車安全風險增加等。儘管當時尚未談及 AI 應用，但此舉已初步建立「以影音紀錄輔助經驗傳承」之概念，並讓本公司意識到，若能持續累積影像資料，未來將有機會結合影像辨識與自動標註等 AI 技術，進一步提升影片利用價值。



圖 1 AI 示意圖

(二)隨身錄影機與全轄路順建置：

其後，為提升錄影品質與安全性，土庫及虎尾等營運所改採隨身錄影機方式執行，並逐步完成虎尾鎮、土庫鎮、褒忠鄉及東勢鄉等全轄區之路順錄影。雖成功建置大量影音資料，但也面臨檔案容量龐大、備份不易等問題。

當時階段，影片主要用於新進抄表員交接與內部訓練，尚未串接 GIS 系統或 AI 模型。然而，事後檢視可發現，這些影片實際上已蘊含豐富的環境資訊與表位樣態，若能透過 AI 進行物件偵測（如自動框選水表位置）、路景特徵萃取與標籤化，將可大幅提升影片檢索與教學效率，並為後續智慧應用奠定資料基礎。

(三)台西營運所麥寮區實施錄影交接之經驗：

台西營運所在人力同樣吃緊之情況下，優先選擇範圍較大、用戶分布較分散且抄表耗時較長的麥寮區作為錄影重點區域，自 121 個工作區中擇定 20 個工作區進行拍攝。實務上採「車載＋隨身」雙機並行方式，以求完整記錄路線及周邊環境，並在營業處支援下，於所內配置專用主機集中備份約 436GB 之影音資料。

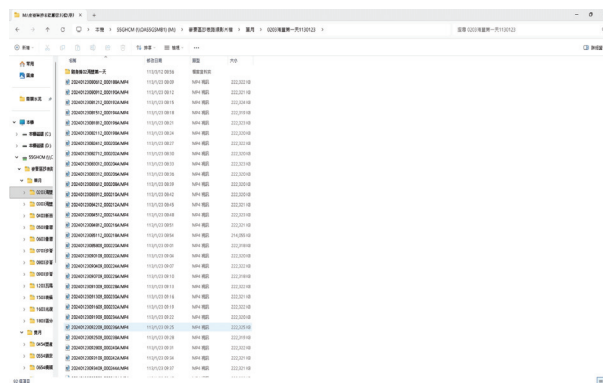


圖 2 影片集中管理於(M:)

目前，麥寮地區新任抄表員接手期間，已可透過播放路順影片及搭配地圖，縮短熟悉路線所需時間。未來若進一步導入 AI 技術，可考慮將既有影片轉為可分析格式，逐步建立「抄表影像資料庫」，供 AI 模型進行訓練與學習，例如：自動標註表箱位置、判斷表箱是否遭覆蓋、辨識樓層或門牌特徵等，讓影片由「單向觀看」提升為「可供系統理解與判讀之資料資產」。

四、建議事項

(一)錄製路順及表位之效益評估與 AI 資料基礎：

麥寮地區新任抄表員接手約兩個多月（自 113 年 8 月 20 日至 113 年 10 月 9 日），實務觀察顯示，善用路順及表位影片，可明顯降低推算及未抄見戶數。依不同學習風格，大致可分為「先看影片再實作」與「先實作再回看」兩類。

就 AI 視角而言，這些影片與其對應的用戶資料、座標資訊，即是未來訓練 AI 模型的重要素材。建議各營運所於既有抄表路順錄影之外，同步建立基本的「影片對應表」（如工作區、街道路段、時間、天候等欄位），作為後續 AI 樣本整理之依據，使影音

資料不僅服務當期交接，更可作為中長期智慧化應用的基礎。

(二)錄製設備之選擇與運用：

手持、背掛及車載等不同拍攝模式，各具優缺點。綜合考量安全性、畫面穩定度及實務操作便利性，建議各營運所至少配置背掛式與車載式各一台設備，以雙機並行方式執行錄製。

未來如欲導入 AI 進行影像辨識，亦建議在設備選購及設定時，注意下列事項：

- 1.畫質與解析度需足以辨識水表、表箱及周邊標誌。
- 2.錄影視角應盡量保持固定高度與角度，以利 AI 模型後續學習。
- 3.可考慮固定幀率與檔案格式，避免不同設備產出格式差異過大，增加資料前處理負擔。

(三)錄影檔案之儲存、備份與資料治理

在大量影片檔案產生的情況下，建議各單位參考「3-2-1 備份原則」，建立至少三份資料複本，並分別儲存在不同媒體及異地備援，以降低設備故障或資安事件造成資料遺失之風險。

同時，若未來要進一步運用 AI 技術，僅有備份仍不足，尚須強化「資料治理」，例如：

- 統一檔名與目錄結構，便於系統批次處理。
- 建立基礎標籤（如區處、營運所、工作區、日期等），作為 AI 模型訓練前的資料篩選條件。
- 研議個資與敏感資訊之處理原則，確保 AI 應用符合資安與隱私要求。

(四)透過離線與線上方式彈性運用影片資料：

為使抄表路順及表位影片之效益最大化，本公司建議同時規劃離線（Offline）與線上（Online）兩種使用模式，提供抄表人員依實務需求彈性選用。

離線部分（Offline），可透過壓縮或轉檔技術，將原始高畫質影片轉為容量較小且適合行動裝置播放之格式，並由各營運所定期將整理後之影片載入公務平板或指定之手機裝置，供抄表員於無網路或訊號不佳地區離線使用。未來亦可考慮導入具簡易 AI 功能之離線播放器，例如支援關鍵畫面快速跳轉或簡單物件標註，以提升影片瀏覽效率。

線上部分（Online），則可配合抄表契約期間及資訊安全規範，為承包商開放具時限性及權限控管之外部連線機制，例如透過本公司既有 GIS 系統或雲端平台，提供抄表員於現場以帳號登入查詢特定工作區的路順影片與表位資訊。未來若搭配 AI 搜尋功能，抄表員可輸入關鍵詞（如「某路段」、「特定巷口特徵」）或以地圖點選，即由系統自動篩選出相關影片片段，進一步提升現場問題排除速度。

(五)座標整合與 GIS 系統精進

本公司現行手抄機已具備記錄抄表座標之功能，如能定期將座標與 GIS 系統中用戶位置進行勾稽與修正，將有助於提升圖資正確性。

實務上可先針對座標差異較大或顯示位置明顯異常之點位進行篩選，安排現場查證並修正圖資。此一持續性作業除有助於抄表員定位表位，亦為未來 AI 進行空間分析

與路徑優化提供可靠基礎。

在 AI 應用層面，若能將座標、路順影片與管線資料結合，可進一步發展：

- AI 路線優化建議：依據以往抄表行走軌跡與用戶分布，自動建議較佳路順。
- 區域風險熱點分析：結合異常抄表件數、漏水記錄等資料，協助管理單位掌握高風險區域。

工作單次	抄表員	工作區	用戶水號	此次抄表讀數	上次抄表讀數	上次抄表時間	抄表時間
2025-02-01	001	0051	SY240001001	120.425383	25.425383	120.425383	2025/12/22 09:28:26
2025-02-01	001	0051	SY240002007	120.425323	25.530310	120.426417	23.530000
2025-02-01	001	0051	SY240003007	120.421508	25.518473	120.425307	23.519518
2025-02-01	001	0051	SY240004328	120.423912	25.518915	120.425307	25.519518
2025-02-01	001	0051	SY240005007	120.424745	25.518925	120.423162	23.518022
2025-02-01	001	0051	SY240005236	120.425398	25.518740	120.426438	23.518967
2025-02-01	001	0051	SY240006083	120.426072	25.517982	120.425303	25.518907
2025-02-01	001	0051	SY240006499	120.425932	25.517410	120.423375	23.516552
2025-02-01	001	0051	SY240006925	120.425558	25.517328	120.423265	23.516615
2025-02-01	001	0051	SY240007067	120.423078	25.516603	120.420368	23.515437
2025-02-01	001	0051	SY240007588	120.421807	25.516387	120.420305	23.515280
2025-02-01	001	0051	SY240008498	120.421784	25.416447	120.416783	23.414117
2025-02-01	001	0051	SY240009001	120.421070	25.516152	120.425968	23.517260
2025-02-01	001	0051	SY240009106	120.422918	25.516517	120.427303	23.517582
2025-02-01	001	0051	SY240009309	120.422878	25.516512	120.427748	23.517505
2025-02-01	001	0051	SY240009302	120.425248	25.516258	120.428037	23.517490
2025-02-01	001	0051	SY240009406	120.425817	25.516283	120.428037	23.517490
2025-02-01	001	0051	SY240009506	120.425817	25.516283	120.428037	23.517418
2025-02-01	001	0051	SY240009512	120.426548	25.516548	120.427977	23.517403
2025-02-01	001	0051	SY240009509	120.426697	25.516722	120.427977	23.517403
2025-02-01	001	0051	SY240009598	120.426015	25.516590	120.426972	23.515870
2025-02-01	001	0051	SY240009845	120.427798	25.515598	120.426733	23.515147
2025-02-01	001	0051	SY240009840	120.427798	25.515598	120.426733	23.515147
2025-02-01	001	0051	SY240009842	120.428028	25.516205	120.426968	23.515518
2025-02-01	001	0051	SY240009853	120.426273	25.514850	120.428283	23.515557
2025-02-01	001	0051	SY240009859	120.426273	25.514850	120.428272	23.515588
2025-02-01	001	0051	SY240009854	120.426148	25.514825	120.427965	23.515417
2025-02-01	001	0051	SY240009845	120.424372	25.514235	120.422357	23.514412
2025-02-01	001	0051	SY240009850	120.425442	25.514358	120.423917	23.515488
2025-02-01	001	0051	SY240009871	120.426112	25.514813	120.427372	23.515130
2025-02-01	001	0051	SY240009848	120.424346	25.416104	120.417916	23.414199

圖 3 手抄機所紀錄之抄表座標

(六)導入 AI 技術之可行方向與推動步驟

在既有影音與 GIS 基礎上，未來可研議逐步導入 AI 技術，建議方向如下：

1.影像辨識輔助找表與訓練

- 利用既有錄影資料訓練 AI 物件偵測模型，自動標註水表、表箱及遮蔽物位置。
- 供新進抄表員於訓練時使用，可透過互動式介面，讓系統先示範「表在哪裡」，再由學員操作比對，加速熟悉隱蔽表位。

2.AI 抄表路順優化與工作量分析

- 將歷史抄表時間、步行距離及推算戶數等資料輸入 AI 模型，分析各工作區之負荷差異，作為調整路順及拆分工作區之參考。
- 結合 GIS 進行模擬，提供「目前路順」與

「建議路順」之比較，協助營運所決策。

3.用水與抄表異常之 AI 偵測

- 結合歷史用水量、異常帳單與現場照片，建構 AI 模型偵測疑似錯抄、漏抄或異常用水情況，提供稽查單位優先查核清單。
- 長期而言，可望降低重抄、補抄及爭議案件之發生率。

4.AI 助理型知識庫建置（中長期構想）

- 將抄表作業規範、常見 Q&A、路順說明及影片片段整合成「抄表知識庫」，進一步結合對話式 AI，讓抄表員或新進人員可透過自然語言詢問，例如：「某某巷口那支表在哪裡？」系統即可提供地圖定位與影片片段連結。

推動過程中，建議採取「先資料、後模型；先試辦、後擴大」之原則，自局部試辦區域與單一應用情境起步，累積經驗後再行推廣，以降低導入風險並兼顧實務可行性。

五、結論

本公司在推動委外抄表業務過程中，面臨招標困難、抄表員高齡化、交接資訊不足、稽核人力培育不易及管理挑戰等結構性問題，尤其在偏鄉地區，更容易因承攬人員中途離場而造成抄表業務不穩定，影響營運效率與用戶服務品質。

透過錄影方式建置抄表路順與表位資料、強化 3-2-1 備份及 GIS 座標整合，本公司已逐步建立起抄表數位化之基礎。若在此基礎上進一步導入 AI 技術，除可提升新任抄表員交接效率、優化路順與工作量分配外，亦有機會在異常偵測、風險分析及知識傳承等面向產生綜效，邁向智慧抄表與智慧

步推動小規模試辦並累積實證成果，將有助於形成可複製、可擴充之 AI 應用模式。期盼本文之實務經驗與構想分享，能為各營運單位在規劃抄表交接管理、數位轉型與 AI 導入時，提供具體且務實的參考方向，共同提升整體供水服務之品質與韌性。

作者簡介

林承緯先生

現職：自來水公司第五區管理處民雄營運所業務股長

專長：抄表管理、資訊應用

中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法

中華民國 105 年 8 月 26 日第十八屆第八次理監事聯席會議審議通過

一、目的

為鼓勵本會會員踴躍發表自來水學術研究及應用論文，以提升本會會刊研究水準，特設置本項獎勵辦法。

二、獎勵對象

就本會出版之一年四期「自來水」會刊論文中分「工程技術」、「營運管理」、「水質及其他」等類別，分別評定給獎論文，每類別以 2 篇為原則，每篇頒發獎狀及獎金各一份，獎狀得視作者人數增頒之。

三、獎勵金額

論文獎每篇頒發獎金新臺幣壹萬元整，金額得視本會財務狀況予調整之。

上項論文獎金及評獎作業經費由本會列入年度預算籌措撥充之。

四、評獎辦法

(一)凡自上年度第二期以後至該年度第二期在本會「自來水」會刊登載之「每期專題」、「專門論著」、「實務研究」及「一般論述」論文，由編譯出版委員會於每年六月底前，每類別推薦 3-4 篇候選論文，再將該候選論文送請專家學者審查 (peer-review)，每篇論文審查人以兩人為原則。

(二)本會編譯出版委員會主任委員於每年七月底前召集專家學者 5 ~ 7 人組成評獎委員會，就專家審查意見進行複評：

1.評獎委員以無記名投票，每類別論文勾選至多 2 篇推薦文章，每篇以 1 分計算，取累計分數較高之論文，至多 2 篇，為該類給獎論文。

2.同一類別如有多篇文章同分無法選取時，以同分中專家審查總分數高低排序，分數再相同，則由評獎委員以無記名投票方式決定。

(三)選出給獎論文，報經本會理監事會議通過後公佈。

五、頒獎日期

於每年自來水節慶祝大會時頒發。

六、本辦法經由本會理監事會審議通過後實施，修訂時亦同。

北水地震災害緊急應變之探討—以 403 大地震為例

文/林永芳

摘要

本研究以 113 年 4 月 3 日花蓮規模 7.2 強震為案例，探討臺北自來水事業處（以下簡稱北水處）之地震災害應變機制與執行成效。因地震可能造成管線破損、場站設備異常、通訊中斷及水源濁度升高，進而影響供水穩定。北水處透過完善之應變組織架構、即時監控系統及平時演練整備等，建立分級動員與多元應變策略。於 403 地震發生後，迅速進行供水調配、設備搶修及通訊備援處置，多數區域於短時間內恢復正常供水，展現良好應變效率與供水韌性。案例分析顯示，老舊管線為主要災損來源，而採用延性鑄鐵管及不銹鋼管等耐震管材具較佳抗震表現。研究建議強化通報分級、防災資訊整合與通訊備援機制，並持續推動管網改善計畫，以提升供水系統整體韌性與災後復原能力。

關鍵字：地震、緊急應變、供水韌性、管網改善

一、北水處供水概況

北水處供水區域包括臺北市及新北市三重區（二重疏洪道以東）、中和區（員山路以東）、永和區、新店區與部分汐止地區，形成北臺灣最大都會區公共給水系統，供水範圍為 434 平方公里，並與台灣自來水公司（以下簡稱台水公司）之管網系統銜接，如三重、中和、永和、關渡、汐止等地區皆有設置支援點，常態支援板橋、中和、五股、

泰山、蘆洲、土城、樹林、新莊、汐止、烏來、深坑、淡水、八里等地區，必要時可由台水公司轄區局部反向支援北水處。

經查北水處供水普及率已達 99.71%，114 年底輸配水管總長度為 3,972 公里，給水管長度為 2,366 公里，總長度為 6,338 公里。114 年度轄區平均配水量為每日 168.7 萬噸，平均支援水量為每日 63.9 萬噸。在供水品質與效率方面，北水處持續推動「供水管網改善及管理計畫」（95-114 年），114 年老舊管線汰換逾 130 公里，年汰換率達 2.16%，其中輸配水管以抽換為防蝕、耐震、耐衝擊之球狀石墨延性鑄鐵管(DIP)為主，給水管線則更換為不銹鋼管(SSP)為原則。

為延續改善成果並邁向智慧化管理，北水處自 114 年起，啟動「供水管網改善及管理精進計畫」（114-123 年），計畫經費 150 億元，導入 AI 智慧科技，推動管網智慧管理機制，預計管線汰換 1300 公里。此外，北水處供水系統係由 5 座淨水場、11 座清水池、113 座加壓站及 155 座配水池組成，並搭配智慧化監控系統，確保水量調度與供水即時監測。面對未來氣候變遷與極端氣候挑戰，北水處也積極提升備援水源與應變能力，並與台水公司建立跨區供水合作，以確保枯水期及災時亦能穩定供水。

二、地震災害對供水系統之影響

(一)震度分級

依交通部中央氣象署於 109 年 1 月 1 日起實施的地震震度分級表，係以地動加速度 PGA(cm/sec²)與地動速度 PGV(cm/sec)來區分，共分為 0 級、1 級、2 級、3 級、4 級、5 弱、5 強、6 弱、6 強、7 級等 10 個等級，每個等級都對應著不同的感受以及可能造成的影響，等級越高可能造成的影響越大，分級表詳表 1。

表 1 地震震度分級表

震度分級	0 級	1 級	2 級	3 級	4 級	5 弱	5 強	6 弱	6 強	7 級
	無感	微震	輕震	弱震	中震	強震		烈震		劇震
最大地動加速度 PGA(cm/sec ²)	<0.8	0.8~2.5	2.5~8.0	8.0~25	25~80	80~140	140~250	250~440	440~800	>800
最大地動速度 PGV(cm/sec)	<0.2	0.2~0.7	0.7~1.9	1.9~5.7	5.7~15	15~30	30~50	50~80	80~140	>140

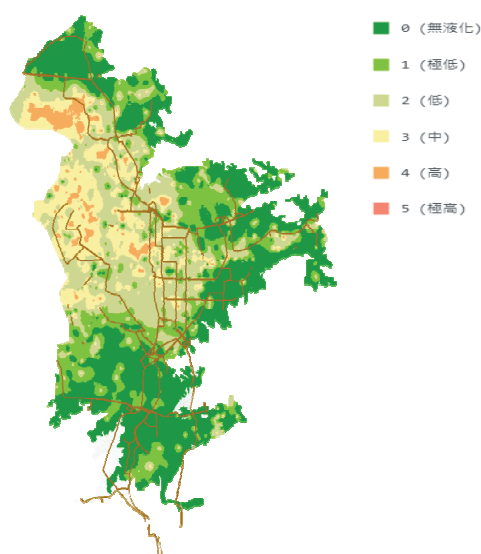


圖 1 北水處土壤液化潛勢圖

(二)地震可能造成影響

依北水處供水轄區土壤液化潛勢圖（詳圖 1），係以地震發生時可能發生液化嚴重程度區分為 0~5 級，5 級則為液化程度極高。由於大臺北地區屬於鬆軟沉積層的盆地地形，四周被堅硬地盤環繞，當地震波進入盆地後，能量會受到邊緣地盤反射並在盆地內

來回震盪，延長震動持續時間（果凍效應）。此外，鬆軟沉積層還會放大地震波 2 至 3 倍（場址效應），因此強震可能對供水設施造成嚴重損壞，進而影響正常供水。因此，針對高風險液化區除須辦理管線及設備耐震補強外，每年亦須定期辦理地震演練，模擬震災發生即時應變，確保供水系統穩定。

地震可能造成影響如下：

- 1.輸配水管破損：地震可能造成地層位移、土壤液化或基礎沉陷，易導致地下輸配水管拉裂、折損或接頭脫落等情形。
- 2.加壓站跳機或損壞：地震震動可能造成機組自動停機、電力中斷，導致區域性壓力降低等情形。
- 3.淨水場設備故障：震動可能導致淨水設備脫落、配電系統異常、藥劑供應中斷等情形。
- 4.水源取水設施受損：地震可能造成取水口取水閘門及相關設施損壞，或導致原水管受損，將嚴重影響原水輸送。
- 5.資訊與通訊系統癱瘓：基地台中斷或光纖斷線，將導致通報失靈，影響指揮協調作業。

依北水處歷年監控系統資料顯示，震度 4 級以下的地震，對淨水、供水設施及管線幾乎無影響，僅部分供水末端區域可能出現短暫水壓下降情形，且通常可於地震發生後 1 小時內恢復正常。（詳圖 2）

然而，113 年 4 月 3 日花蓮地區發生芮氏規模 7.2 之強震，臺北市觀測震度達 5 弱，導致自來水管線漏水、場站通訊中斷，以及陽明山水源濁度升高等多項災損情形。



圖 2 震度 4 級以下監視點壓力趨勢變化

三、地震緊急動員編組與應變策略

(一)地震緊急動員編組

北水處依市府災害應變中心開設情況，將應變指揮與分工分為未開設、二級開設、一級開設等三種狀態，並對應不同震度進行動員編組如表 2。

表 2 依災害應變中心開設狀態應變編組

災害應變中心開設狀態	地震震度	指揮官	應變單位
無開設	4 級以下 (無嚴重災情時)	副總工程司	監控中心、勞安室、供水科、淨水科、水質科、總務科、業務科、營業分處、工程總隊
二級開設	5 弱以上	總工程司	勞安室、總務科、業務科、供應科、企劃室、資訊室、財務科、會計室、政風室、淨水科、供水科、技術科、營業分處、水質科、工程總隊
一級開設	5 強以上	處長	勞安室、總務科、業務科、供應科、企劃室、資訊室、財務科、會計室、政風室、淨水科、供水科、技術科、營業分處、水質科、工程總隊

1.無開設：

當臺北市地震震度 4 級以下，指揮官由副總工程司擔任，由監控中心需蒐集地震資訊並檢視轄區內監控點壓力變化，依指揮官指示進行供水調配應變，必要時通知受影響區域管理單位緊急動員巡檢回報，任務分工架構詳如圖 3。

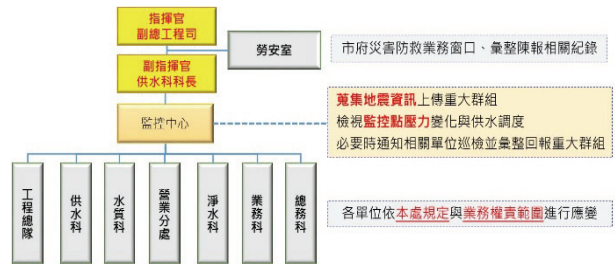


圖 3 無開設緊急動員編組任務分工架構

如震度達 4 級以上，指揮官將通知受影響區域管理單位緊急動員人力辦理特別檢驗，工作重點針對堰壩、淨水設施及場區、各加壓場站、清水幹線及重要輸水管線、水管橋及重要管線、施工中大型工程等進行檢查及回報結果，詳如表 3。

表 3 震度 4 級以上特別檢驗工作表

權管單位	重點工作項目
供水科 監控中心	於重大群組揭示以下訊息： ◇轄區震度達 4 級以上，請各單位立即啟動巡檢並回報結果。 ◇彙整各單位回報情形，上傳重大群組並更新進度。 ◇供水調配
淨水科	堰壩、淨水設施及場區檢查
供水科加壓股	各加壓場站檢查
供水科配水股	清水幹線及重要輸水管線檢查
分處	水管橋及重要管線檢查
工程總隊	施工中大型工程檢查

2.二級開設：

當臺北市地震震度達 5 弱以上，指揮官由總工程司擔任，北水處緊急動員編組分為「管網施工組」、「供水調配組」、「淨水施工組」、「大型設施施工組」、「媒體事務組」、「後勤支援組」、「應變督導組」等任務分工。

搶修施工分為 4 組，「管網施工組」負責管線漏水搶修、緊急維生取水業務，「供水調配組」負責供水調度及加壓場站故障排除，「淨水施工組」負責取水、淨水設備故障排除，「大型設施施工組」協助漏水搶修及堰壩、大型場站搶修作業。

行政支援分為 3 組，由「媒體事務組」

辦理新聞媒體、案件受理追蹤、供水站及水車送水作業及指揮所設置，「後勤支援組」辦理搶修物料供應事項、災情處理管考及緊急事件法律諮詢、資訊系統及設備支援與修復，「應變督導組」協助督導救災相關經費統籌動支核撥與監辦。

另緊急應變小組幕僚單位作為市府災害防救業務窗口，綜整相關災害應變事宜。各組各司其職並依指揮官指揮調度，因應地震導致災損緊急應變，其任務分工架構如圖 4 所示。

當臺北市地震震度達 5 強以上，指揮官由處長擔任，透過緊急應變小組啟動運作，通知相關單位及所轄廠商緊急因應，並於監控中心設置應變中心。考量重大災害新聞資訊重要性，將二級開設時之「媒體事務組」分設為「媒體新聞組」及「後勤事務組」，「後勤事務組」增加聯繫民間水車支援送水及緊

急限水作業，「後勤支援組」增加防、救災緊急物料採購作業及應變小組資訊設備安裝與修復。另「應變督導組」增加協助防救災安全維護事項，「淨水施工組」增加提供淨水場進出水量、濁度及水情分析、氯氣外洩緊急處理，「管網施工組」增加啟動防災水井提供民眾災時取水、聯繫水管公會所屬會員支援搶修及應變期水質安全與標準適用事宜，「供水調配組」協助停復水作業與聯繫台水支援供水及防災地下水井調度，「大型設施施工組」增加支援搶修人員及器材之運輸供應及協助自來水設備搶修之技術支援，其任務分工架構如圖 5 所示。

(二)應變策略分析

在應變機制方面，震度 4 級以下以監測、巡檢及供水調配為主要作為；震度達 5 弱以上或已出現災情時，則以管線與場站搶修為優先；當震度達 5 強以上或災情重大

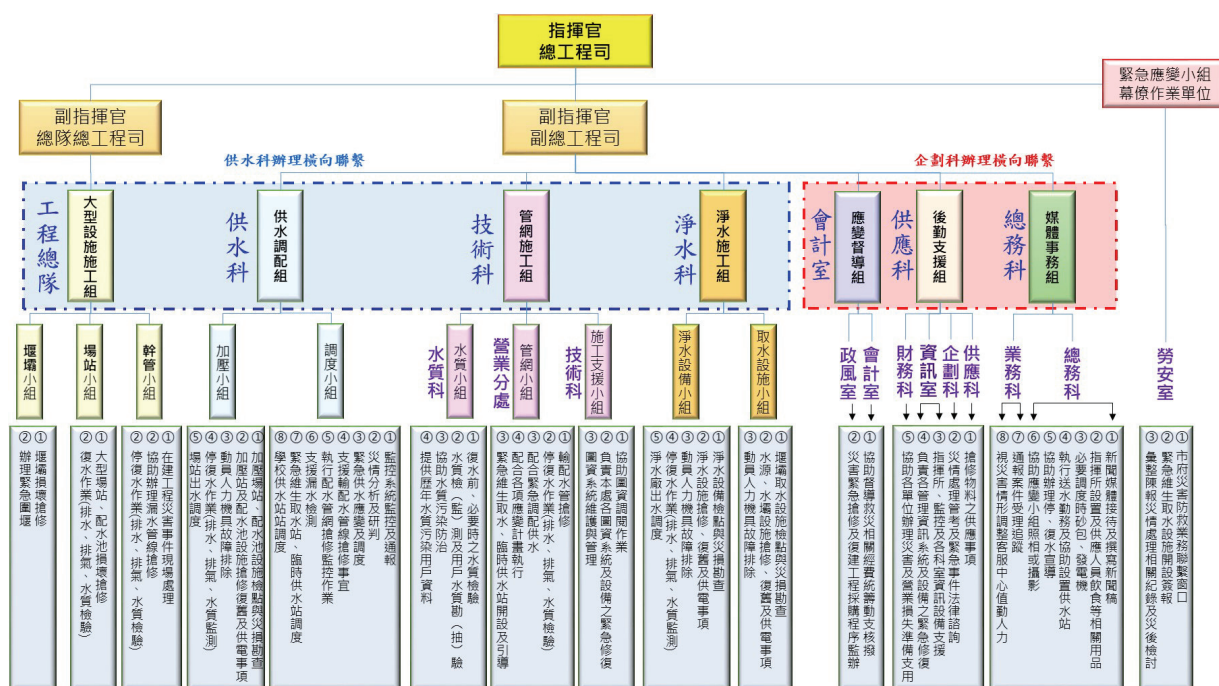


圖 4 二級開設緊急動員編組任務分工架構

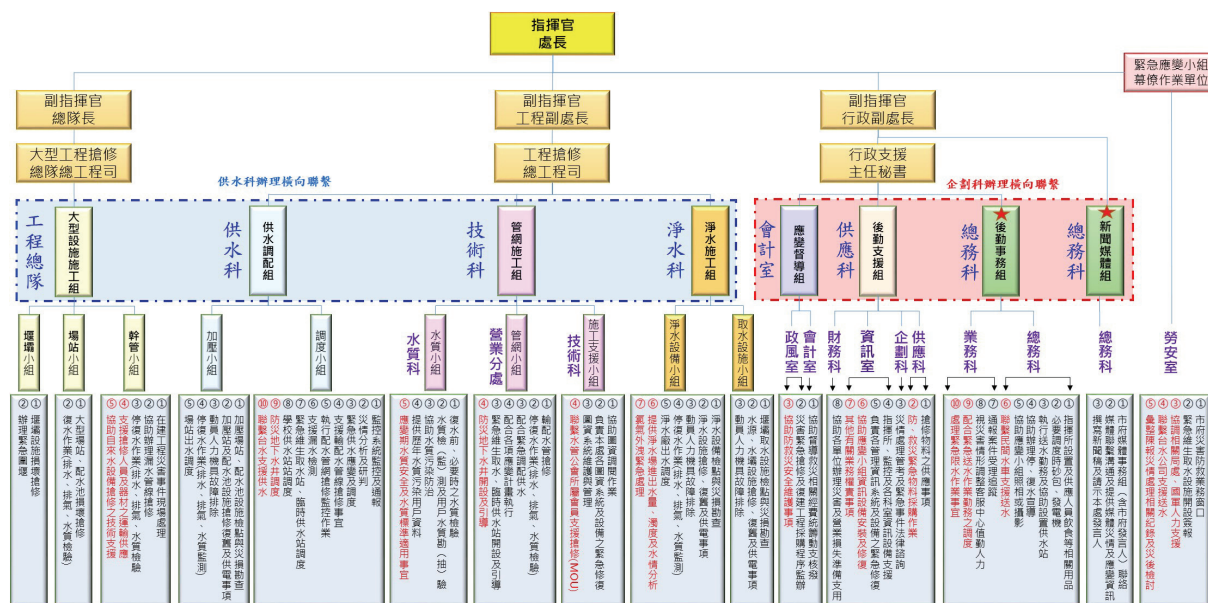


圖 5 一級開設緊急動員編組任務分工架構

時，將啟動全面動員機制，並強化外部協調，適時請求國軍、台水及民間資源支援送水與搶修作業。

重要支援措施包括戰備物料整備與廠商動員、設置緊急維生取水站與臨時供水站、防災地下水井啟用，以及建置衛星電話與無線電之備援通訊系統；另亦涵蓋水質檢測與異常排水處置機制，並強化客服中心於災時之優先派工與通報流程，以提升整體應變效能。

平時整備工作則包括管網與設施之耐震評估與補強、定期辦理人力、機具及物料盤點、堰壩與淨水設施操作演練、加壓站及配水池設備測試，以及緊急維生取水設施之維護管理；並依不同層級規劃演練策略，定期實施，以確保同仁熟稔應變流程與權責分工。

透過上述整備與應變策略，北水處得以有效降低強震對供水系統之衝擊，並於災後迅速恢復供水功能，確保市民用水之安全與

穩定。

五、403大地震災害應變案例分析

(一)啟動緊急應變機制及採取措施

113 年 4 月 3 日上午 7 時 58 分發生 403 大地震後，北水處處長及總工程司即刻進駐應變中心指揮，並指示各單位依其責任範圍與轄區迅速啟動特別檢驗機制，透過通訊群組即時回報巡檢結果；相關人員亦陸續進駐緊急應變中心執行輪值作業，全面啟動緊急應變機制。當日上午 8 時 3 分，應變層級提升至強化三級開設，各單位完成初步巡檢後，陸續回報各淨水場及加壓站之設備運作、通訊與供電狀況，並同步掌握清水幹線、重要輸水管線、水管橋及施工中大型工程之安全情形，另亦檢視各監控點訊號是否正常。其後於 8 時 13 分提升至二級開設，並於 8 時 38 分進一步提升至一級開設。

經查地震發生初期，北水處轄區內部分監測點出現水壓短暫下降情形；以松山供水

圖 6 403 大地震導致監視點壓力趨勢變化

北水處採取多項緊急應變措施如下：

- 1.因供水區域末端監測點出現水壓下降情形，緊急將部分加壓站變頻器之遠端回授PID 控制，調整為出口壓力控制，以穩定供水壓力。
- 2.緊急辦理區域供水調配，各場站視情況適時增壓以提升區域水壓；同時由高地配水池放水，補充區域水量及水壓。

3.因應高地區停電導致抽水機無法啟動之情形，緊急調派發電機供電，以確保抽水設備正常運作。

4.針對陽明山部分高地水源濁度偏高致無法供水之問題，立即進行閥控調整，改由其他水源之加壓站增量支援供水。

5.各單位同步增派廠商人力，加速辦理漏水搶修作業。

在北水處應變機制全面啟動後，供水系統迅速恢復穩定。地震發生約 1 小時內，除部分加壓站短暫通訊中斷外，其餘通訊系統已逐步恢復正常；約 2 小時內，除陽明山高地部分水源外，其餘區域供水均已恢復。其後經由陽明山高地加壓站全力支援及供水調配，最終確保高地區域無缺水之虞，大事記如圖 7 所示。

(二)市府 EOC 與客服通報案件處理時效

113 年 43 月日北水處接獲市府 EOC 共計 171 件通報案件(如圖 8)，其中近八成於 8 小時內完成，99%於 24 小時內完成，並於 36 小時內全數結案。

北水處於客服通報案件方面，4月3日8時至4月4日16時共計291件(如圖9)，截至4月7日18時全數完成。

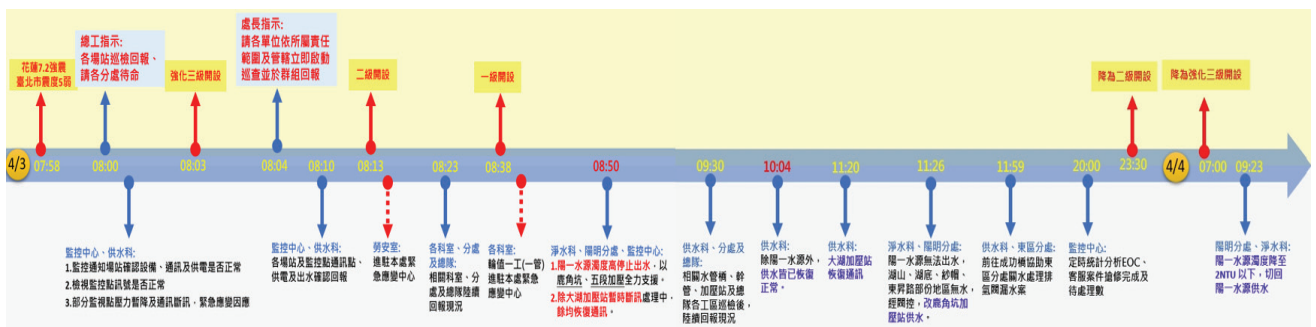


圖 7 403 大地震北水處緊急應變大事紀

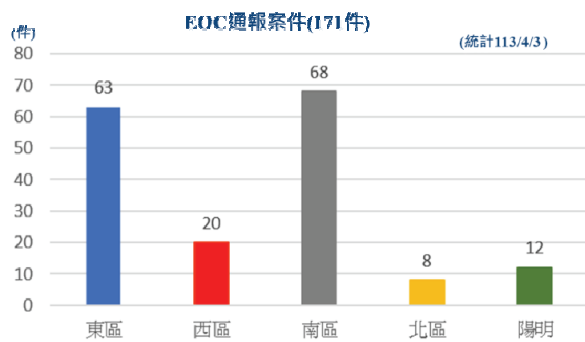


圖 8 市府 EOC 通報案件統計

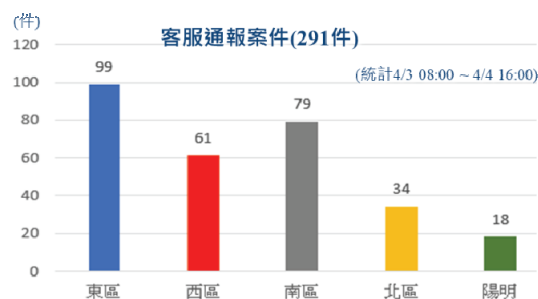


圖 9 北水處客服通報案件統計

(三)主要漏水態樣分析

北水處接獲通報案件係以「路面漏水」、「路面湧水」、「漏水勘查」、「制水閥維護」等項進行篩選，扣除案件重複、內線漏水及非自來水等案件，實際因地震造成管線漏水計有 68 件。經分析漏水管種，以給水管及排氣閥漏水為大宗(如圖 10)。

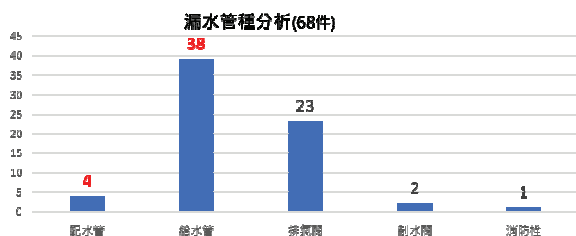


圖 10 漏水管種分析

另細分漏水管線材質，給水管以老舊管線 PVC 為主，配水管線以老舊 MJP 管為主(如圖 11)。

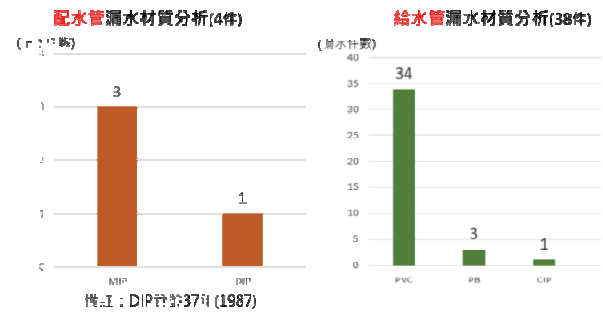


圖 11 漏水材質分析

然而，北水處於管網改善計畫中所採用之 DIP 管與 SSP 管，在地震發生時並未出現漏水情形，顯示北水處推動二十年長程管網改善計畫(95－114 年)已逐漸展現成效。

六、精進作為

此次應變經驗促使北水處進行深入檢討，並提出多項精進作為，以提升未來災害應變能力。

(一)訂定通報案件的分類、分級與優先處理順序，同步強化防災儀表板功能，提升應變效率及管控機制

因地震發生後，各類通報案件數量迅速增加。為有效掌握處理優先順序，需明確區分輸配水管、給水管、用戶內線漏水及報案地點等案件類型，並依災害處理之優先原則進行派案與責任分工。同時透過系統整合與統計各項處理情形，以提供應變中心指揮官作為決策之參考依據。(如圖 12)。

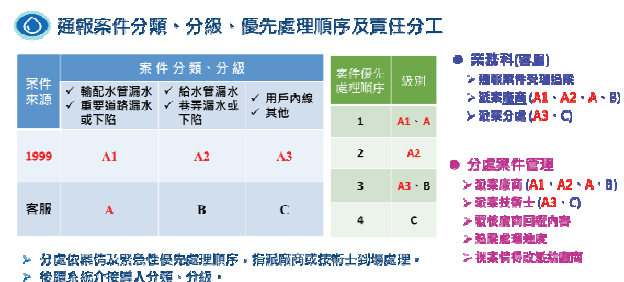


圖 12 通報案件分類分級

另針對本處防災儀表板功能進行強化，以利與市府 EOC 系統介接後進行後端資料分析，並可依不同災害模式進行系統切換，統整分析災害處理情形，以強化管控機制並提升執行效率，地震簡要資訊儀表板及案件統計分析詳圖 13。



圖 13 地震簡要資訊儀表板及案件統計分析

此外，針對各類災害（如地震、旱災等）之 EOC 報表格式進行修訂，並明確規範不同等級 EOC 開設時之進駐業務單位及應填報內容，以提升應變作業之標準化與效率。

(二)因應通訊全面中斷，建立加壓站備援通訊系統，並適時採購衛星電話，維持指揮調度正常運作

針對易斷訊的重要場站及監視點，採取分階段措施，強化相關通訊備援機制如下：

1.第一階段：強化重要訊號回傳備援機制，近年已陸續於偏遠場站建置約 20 餘套備

援系統。

2.第二階段：強化重要外站通訊替代機制，監控中心及中大型加壓站已於 112 年底陸續完成網路硬體及多路通訊備援架構，徹底解決過去全區或分區斷線的問題。

另因應強震可能導致通訊全斷，北水處已於 114 年採購可通話之衛星通訊設備 20 組，並搭配既有 100 餘組無線電對講機回報訊息。各單位每月定期進行衛星通訊設備功能測試，並於群組內回報測試結果，以確保災害發生時可發揮正常功能。如當重大災害致通訊全斷時，北水處各前進指揮所及權管單位皆可透過衛星電話，即時向應變中心回報巡檢結果及處置情形。

(三)強化地震災害應變演練作為及優化應變組織權責，提升整體應變效能

北水處於 114 年 5 月 27 日辦理地震災害演練，由總工程司擔任指揮官，想定狀況為「臺北市震度 5 級導致通訊全斷，請各權管單位成立前進指揮所」（如圖 14），同時啟動巡查機制，並將巡查結果透過衛星電話及無線電對講機回報相關訊息。

除模擬震度 5 級重大災情（含幹管或場站損壞），並將輸配水管漏水等災害納入腳本，以檢驗應變指揮體系與任務分工之有效性。

透過定期演練，明確化 EOC(緊急應變中心)啟動條件、進駐規範及組成架構，並持續檢討與精進緊急動員計畫，以確保各單位人員熟悉所轄責任分區，能於事件發生時迅速就位，落實巡檢與即時回報作業。



圖 14 本處前進指揮所組織表及位置圖

(四)持續滾動修訂應變計畫、作業程序及契約搶修規定，以確保制度完善

滾動檢討各項演練成果，並依實務運作需求持續修正地震應變計畫，同時優化客服案件之篩選與分流機制，確保非權責案件能即時回覆，權責案件得以迅速妥處。另同步修訂各權管單位前進指揮所之設置機制，透過衛星電話及無線電對講機進行即時通報，以全面提升災害應變之整體效能。

另針對淨水場緊急發電機等關鍵設備，加強教育訓練與操作熟稔度，並研訂地震期間陽明山高地水源異常之標準作業程序，以有效縮短復水時程、提升應變效率。

此外，針對跨區支援作業規範及緊急搶修契約內容（包括工期延誤處理及計價加成機制）進行通盤檢討與精進，以確保災害期間通訊順暢無礙，並強化修復資源調度之彈性與效率。

(五)持續推動管網改善計畫，並引進國外優質耐震管材(NS)施作，提升供水韌性

為延續並深化既有管網改善成果，北水處持續推動「供水管網改善及管理精進計畫」(114-123 年) (如圖 15)，預計汰換管線約 1,300 公里，以進一步提升供水系統之安全性與韌性。

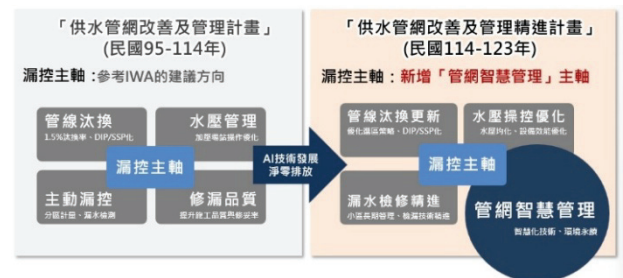


圖 15 供水管網改善及管理精進計畫(114-123 年)

此外，北水處除全面採用延性鑄鐵管（DIP）、不銹鋼管（SSP）及波狀型不銹鋼管等耐震管材外，並已針對大型水管橋進行耐震補強，近年更由日本引進高性能耐震管材（NS）(如圖 16)，擇液化潛勢風險較高區域，辦理老舊管線汰換更新工程，持續提升整體管網之耐震能力與供水系統韌性。

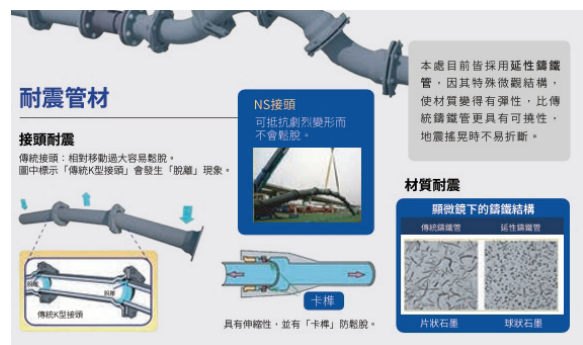


圖 16 由日本引進優質耐震管材(NS)

(六)與國內外相關單位簽訂合作備忘錄，強化技術交流與應變支援能力

北水處於 102 年 4 月 12 日與東京都水道局簽訂合作備忘錄 (MOU)，並於 113 年 11 月 6 日再與越南順化水公司簽署合作備忘錄，持續深化跨國技術交流與合作。

另為因應災害導致管線受損之緊急搶修需求，北水處於 112 年 8 月 24 日與台灣區水管工程工業同業公會簽訂合作備忘錄，每半年更新公會會員參與緊急搶修之合作廠商名冊，以強化災害應變與搶修調度能力。

(七)建置震後自來水管線損害即時推估機制，以掌握災損情形

因近年地震頻繁發生，北水處委託國家地震中心辦理震後自來水管線損害推估技術，依自來水管線材質、口徑等屬性，設定耐震屬性分類，建立管線特徵資料庫等。

於強震過後第一時間，自動完成自來水管線損害推估，並以手機簡訊、電子郵件及內部訊息群組通報推估結果予應變相關人員，使能即時掌握自來水管線可能的損壞數量及分布情形，如圖 17。

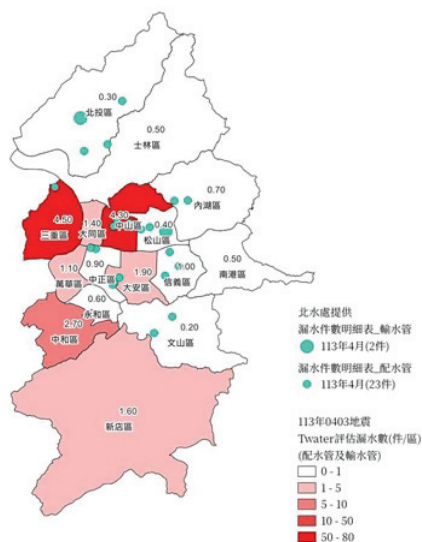


圖 17 Twater 模擬地震災損

七、結論

臺灣地處高地震風險區域，自來水系統作為維繫民生與城市運作之關鍵基礎設施，其抗震能力與緊急應變效能攸關社會運作之穩定。本研究以 403 大地震為案例，檢視北水處地震災害應變機制運作情形，結果顯示，在既有完善之應變組織架構、即時監控系統及跨單位協調機制支援下，北水處得以於短時間內完成供水調配與災損控制，展現良好之應變效率與供水韌性。

由本次實務案例分析可知，於強震下供水系統仍面臨管線破損、通訊中斷及水源異常等多重挑戰，惟透過即時啟動應變機制、靈活調度場站與水源、強化搶修動員及跨區支援等，均能有效降低衝擊並迅速恢復供水。此外，長期推動管網改善計畫亦已顯著提升管線耐震能力，驗證基礎建設投資對提升防災韌性之重要性。

然而，面對極端災害情境，仍須持續精進通報案件分級管理、防災資訊系統整合、通訊備援機制及前進指揮所運作模式，並透過定期演練與教育訓練，強化人員應變能力。同時，藉由跨區支援機制、民間資源整合及國際技術交流，進一步擴大應變能量，提升整體供水系統之恢復力。

綜上所述，北水處在地震災害應變方面已建立具體且可行之運作模式，未來仍持續以預防、整備、應變、復原之全週期防災思維，結合智慧科技與工程改善措施，精進供水系統之安全性與韌性，以確保在各類災害衝擊下，仍能穩定提供民眾安全、可靠之用水服務。

參考文獻

- 1.臺北自來水事業處，「北水處地震災害緊急應變計畫」(第2次修正)，2025。
- 2.楊承道、黃士軒、陳蓮安，應用ChatGPT技術於火災事件追蹤與地震引致水管風險評估輔助系統之開發，2025。
- 3.交通部中央氣象署地震測報中心網站
<https://scweb.cwa.gov.tw/zh-TW/Guidance/FAQdetail/36>
- 4.臺北自來水事業處，「臺北供水管網改善成果及展望」紀念專刊，2026。
- 5.黃欽稜、李承鴻，地震致水泵運轉點異常飄移之研究－0403地震後北水處案例分析，2025。

作者簡介

林永芳先生

現職：臺北自來水事業處二級工程師兼股長

專長：管網改善、供水調配、水理分析、災害應變

陽明山五段加壓切換為重力供水作業研究

文/周家榮、何政弘

摘要

陽明山因高地水源不足，故建立沿仰德大道上行之五段加壓供水系統（如圖 1），然因故於新至善加壓站（配水池）揚水管須局部管遷時，即面對水源不足須暫時切換為重力供水之應變評估。

研究由系統切換前的水源水量分析、供水系統健全評估、供水弱點華興配水池供水耐久性測試、華興配水池供水戶改接平地系統勸導、模擬系統切換測試、模擬缺失改正，最終完成系統正式切換與管遷作業等，作完整流程介紹；這包含將進水池前之十字濾管上蓋改為類似消防立管之排水設施，以便常年關閉重力進水閥之洗開作業，及供水量不足時之各水池供水調配流程，乃至發生轄區大用水戶大量進水產生管網壓降之緊急供水調配措施等，期能將此經驗傳承，有利類似作業之推展參考。

關鍵詞：五段加壓、重力供水、系統切換

一、前言

本案緣於新至善加壓站 400mm 揚水鋼管行經路徑遭遇水利處雨水箱涵包覆，影響雨水重力排水斷面，故須辦理該揚水管停水、局部管線遷移及施工期間備援系統切換測試作業，而此轄區包含文化大學、歐洲學校、陽明教養院等機關學校，每日有 1~1.2 萬噸供水量（原新至善加壓站約供應每日近 4,000 噸水量），若發生無、缺水及復水水污染情事，衝擊甚鉅。

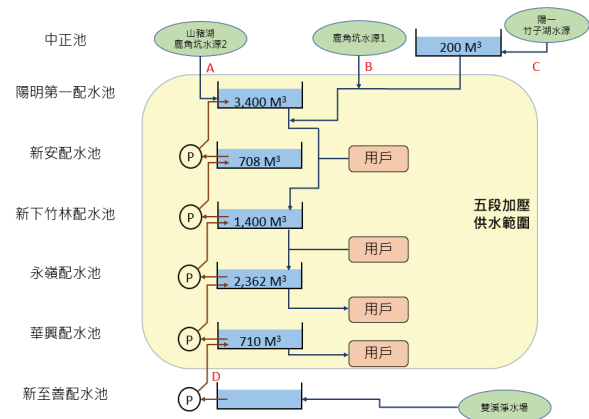


圖 1 陽明山五段加壓供水系統圖

故研究規劃如下，依序在如後章節闡述：

- (一)系統背景分析：包含供水系統水源水量分析與系統健全評估。
- (二)系統切換：包含供水弱點華興配水池供水耐久性測試、系統切換測試與系統正式切換及測試期間遭遇困難與應變。
- (三)系統切換缺失改善：華興配水池供水用戶改接平地系統及缺失改正等。

二、系統背景分析

(一)供水系統水源水量分析：如圖 1，為陽明山五段加壓供水系統圖，由圖中可見五段加壓供水用戶的水源有：

A：山豬湖、鹿角坑夢幻湖線水源。

B：鹿角坑小觀音線水源。

C：陽一、竹子湖水源。

D：雙溪淨水場經新至善加壓站五段加壓水源。

若扣除測試期間的 D 水源中止供應，相



關缺口將由 A、B、C 水源補足，但考量 C（陽一、竹子湖水源）為穩定輸出，有既有供應轄區、不便調配，而 A 水源之鹿角坑夢幻湖線水源雖可增加輸出，然因其轄區需供應高地用戶，依操作經驗，大量輸出將造成配水管失壓，高地將無水（未來可俟該供水區住 6-6 第 3 配水池啟用獲得改善），故現行 A 水源供應陽明第一配水池之電動閥開度僅為 3%，無法提供額外支援；因此實質評估上僅以 B 水源（鹿角坑小觀音線水源）增加輸出量及華興至陽一配水池蓄水容量調配進行評估。

以 D 水源新至善加壓站 113 年 1 月 8 日~14 日 7 天統計，平均每日泵送 3,616CMD，同時間 B 水源平均每日泵送 997CMD，而 B 水源每日最大泵送量約可達 3,200CMD，額外備援輸出約 2,203CMD，另華興至陽一配沿線配水池容量總和約 8,580 噸（如表 1），若以配水池總容量半數為備援（4,290 噸），備援測試應可維持 3.0 天。

補充說明，圖 1 之配水池容量與一般配水池結構體容積的計算有差異，以陽明第一配水池來說，一般標榜的容積為 4,500 噸、底面積為 1,000M²、水池深度為 4.5M，然實際運作上，水池出水下限 0.5M（太低會揚起低泥、造成水汙染），出水上限 3.9M，所以實質可用容量為 3,400 噸，各水池依此類推。

(二)系統健全評估：五段加壓供水轄區若要改為重力供水調配，其中一個前提是配水池除既有連接上下水池之揚水進水管外，亦需有重力進水與出水管線，惟經審視，華興配水池沒有重力進水管，因此華興配水池蓄滿容量為 710 噸，其

轄區用戶用完，用戶就沒水了，故須測試該水池無補水之供水時間；茲以圖資系統擷取華興配水池約 62 個用戶，每日用水量為 71CMD，若系統配水管未漏水，推估華興配水池可供應約 10 日。

表 1 五段加壓各配水池基本資料

水池基本資料	水池底面積(M ²)	低水位(M)	高水位(M)	水池實際容量(噸)
華興配水池	710	1	2	710
永嶺配水池	576	0.5	4.6	2,362
新下竹林配水池	400	1.3	4.8	1,400
新安配水池 A	154	1	3.3	354
新安配水池 B	154	1	3.3	354
陽一配水池	1,000	1	3.9	3,400
合計				8,580

三、系統切換

(一)華興配水池供水耐久性測試：

實際測試由 112 年 12 月 11 日開始，測試當天上午 10 時華興水池水位 2M 至晚間 24 時下降 1M，推測系統切換將撐不過 14 小時，此與用戶水費抄見、積算推估轄區用水量有明顯差異，經測試為平地與高地系統邊界開關未完全關死、回流平地系統。

後續遂將華興配水池供水用戶改接平地系統（詳後續章節說明）。

(二)系統切換測試：

1.測試期間：113 年 1 月 16~21 日上午 10 時，

測試 5 日。

2. 監控指標：

- (1) 各水池水位不得低於水位上下限之平均值：確保用戶供水穩定及預留應變時間。
- (2) S241 監視點壓力(近格致路、菁山路口)：不得低於 2.1kgw/cm^2 ，否則供水高點用戶如燒庚寮社區將無水。
- (3) 文化大學進水：文化大學進水瞬間約有 3,600~4,000CMD 流量，進水時間約 4~5 小時，每次進水量約 600 噸，造成管網瞬間壓降約 $0.8\sim 1.0\text{kgw/cm}^2$ ，測試期間曾於 1 月 16 日晚間 18~22 時使 S241 監視點壓力短暫降至 $1.9\sim 2.0\text{kgw/cm}^2$ ，後續分處立即派員縮小文化大學表前開關開度方得改善。

3. 測試期間遭遇困難與應變：

- (1) 配水池重力進水閥需人為控制：水池重力進水閥若開啟過大會造成上方用戶失壓，若開啟過小將造成水池補水不及，惟相關操作皆須遣人至現場處理，頗為折磨；本次測試完成後已由供水科委請契約承商於水池重力進水閥改裝電動頭，以利遠端操控（詳後續章節說明）。
- (2) 事先須訂定水池調配規則，評估可優先排空水池、分析水池每日供水量：經評估華興、新安配水池未供應用戶，可優先進行水池排空調配，惟考量水池水位過低時，進水易揚起底泥(若水池久未清洗)，故水池最低水位一般須高於 1 公尺以上；另每次水池間蓄水調配，建議保持至少具 1 日供水量之水位。
- (3) 各水池間揚水補水作業，儘可能選擇半夜用水離峰，且白天將重力進水閥關閉：水池重力進水閥若開啟過大會造成上方用

戶失壓，且水池同時泵送揚水及接受重力進水即表示能源虛耗，故建議評估各水池 1 日供水量後於夜間 1 次性泵送，若於日間進行水池間供水調配，將增加調配風險與難度。

4. 測試結果：原預計可辦理五段加壓改重力供水 3 日，實際測試延長至 5 日，且原預估將使用配水池水量 4,290 噸，實際僅使用 2,835 噸，推測可繼續切換 3 日以上（切換總日數可達 8 日），惟現場閥栓操作人員體力無法配合，適時暫停。

系統切換延長至 5 日原因：

- (1) 文化大學於 1 月 13 日起放寒假：文化大學雖然每日僅減少約 350 噸用水量，然鄰近商家用水一同時因顧客減少而用水量銳減。
- (2) 華興配水池用戶改由雙溪淨水場供應：透過協調供水轄區用戶自行安裝加壓馬達降低五段加壓供水負擔，以 112 年 11、12 月新至善與華興加壓站之泵水噸數差異約每日 643 噸，即每日減少供水量。

(三) 系統正式切換

1. 管遷停水期間：113 年 8 月 13 日 10 時 30 分~14 日上午 10 時 55 分，停水約 1 日。
2. 監控指標：同前節(二)系統切換測試之監控指標。
3. 測試期間遭遇困難與應變：
 - (1) 配水池重力進水巧遇文化大學進水，區域水壓下降：8 月 13 日夜間 11 時新下竹林與永嶺加壓站夜間離峰重力補水，惟適逢文化大學無預警進水，造成短時間區域水壓下降，遂緊急派員關閉文化大學進水閥，使區域水壓回升；經評估該時期文化

大學約每 25~26 小時進水 1 次，未來執行系統調控，需推估文化大學每次進水時間，並與新下竹林、永嶺加壓站重力補水時間錯開。

- (2)鹿角坑水源夏季支援水量不足：依陽明淨水場提供資料，近年鹿角坑供應小觀音(圖 1、B 線)與夢幻湖水池(圖 1、A 線)2 線，每日最大出水量合計為 4,600CMD，B 線最大為 3,200CMD，然本次雨水箱涵改管施工前，2 線合計已達 3,600CMD，B 線約 1,500CMD，故推估 B 線於本次改管至多僅能額外提供 1,000CMD 支援水量，另新至善加壓站，施工前供水量約 3,900CMD，故施工前預測每日需消耗 5 段加壓水池 2,900CMD，以水池有效總容量 8,580 噸推估，可斷水時間為 2.95 天，若以半數容量推估，可辦理系統切換停水 1.47 天。

- 4.測試結果：彙整各水池存量，推估斷水期間使用水池儲量 3,121 噸，較預估 2,900 噸稍多但差異不大。

四、系統切換缺失改善

(一)華興配水池供水用戶改接平地系統：

考量節能，北水處同仁嘗試一勞永逸勸說原華興配水池供應用戶改為平地雙溪淨水場系統供應，經查華興配水池供應管末最高用戶位於至善路 2 段 69、71、73 號等戶，由於長期高水壓，用戶無須裝馬達即可由本處外線壓力直接供應用戶位於 6 樓頂之水塔；查有 9 用戶需勸說同意改為自設加壓馬達之間接供水(如圖 2)，而在未完成改善前之過渡期間，評估可由鄰近平地系統連接，並提高此平地系統下游端之持壓閥一次側

設定 $2.8\sim 3.0\text{ kgw/cm}^2$ (如圖 3)，即可維繫用戶給水免馬達加壓直上頂樓之需求。

本案在北水處同仁積極勸說下，在 1 個月內完成直接供水改為馬達間接供水配置，而後可恢復下游端之持壓設定。

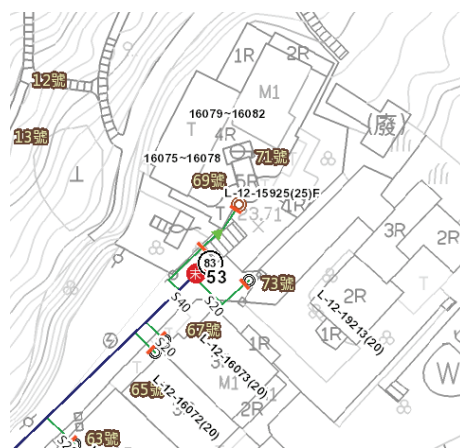


圖 2 華興加壓站供水管末高點用戶圖資

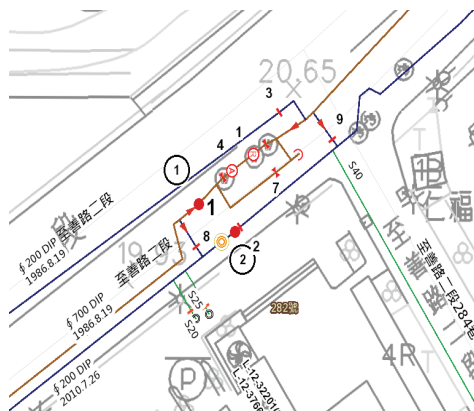


圖 3 華興加壓站供水管末高點用戶切換為雙溪系統持壓設置點

(二)系統缺失改正：

1.永嶺、新下竹林重力進水閥洗開作業：

就圖 1 分析，因永嶺與新下竹林重力進水閥為長年關閉，若開啟將造成黃水直接進入水池內，故北水處供水科規劃在制水閥後，拆除十字濾管上蓋，改成類似消防立管之排水設施，並於設定最終進入水池前浮球閥關閉狀態下，辦理 2 水池之重力進水閥洗

開作業，十字濾管連通排水設施組裝照片詳圖 4、5。



圖 4 永嶺配水池重力進水十字濾管上蓋改裝為排水管(照片：北水處葉信孝提供)



圖 5 新下竹林配水池重力進水十字濾管上蓋改裝為排水管(照片：北水處葉信孝提供)

永嶺、新下竹林水池安裝重力進水電動閥：由前述操作經驗來看，若該水池之加壓系統啟動同時（往上水池泵送），該水池同時接受重力補水，這是相當沒有效率的行為，為確保水池間供水調配的機動性與泵效率，以

提升五個配水池調控效能，評估後增設永嶺及新下竹林重力進水電動閥，由北水處供水科協助於 113 年 3 月 11 日完成，詳圖 6、7；較大水池、用戶較少之永嶺配水池可於白天將重力進水閥關閉，半夜再進行揚水補水至高位水池，補水時間需錯開文化大學大用戶進水時間，避免系統失壓。



圖 6 永嶺配水池重力進水電動閥



圖 7 新下竹林配水池重力進水電動閥

五、結論及建議

本研究貢獻如下：

- (一)盤點水源及供水系統，提供陽明山五段加壓切換為中正路配水池重力供水操作建議及備援時程評估，有利系統備援應變時程延長；另此實務規劃經驗亦可供自來水同業針對缺乏備援之山區供水緊

急應變計畫訂定參考。

(二)將華興配水池用戶改雙溪供應，減少 643CMD 新至善加壓站泵送水量，每年節約 13.9 萬度電、減少碳排，有利自來水事業符合 ESG 永續經營指標。

(三)完成 400mm 配水管穿越水利處雨水箱涵改善作業。

另對本案未來有如下建議：

(一)陽明山五段加壓切換為重力供水的期程，建議可由近期新至善加壓站每日平均泵送水量(如本案 113 年 8 月 13 日前 15 日平均約為 3,616CMD)，扣除鹿角坑小觀音線每日最大出水量與同線近日出水量差值 ($3,200-997=2,203\text{CM}$) 後為 1,413CMD，而這每日 1,413CMD 的消耗將由五個配水池的有效容量 8,580 噸來消耗，並視本處對水池水位安全下限之定義來推估切換天數(本測試僅以半數容量 4,290 噸來推估)，此推估結果將隨陽明山水源榮枯有所差異，故於夏季，受限上述小觀音線(B 線)與 A 線合計不超過 4,600CMD 之限制，再予修正，如前述 113 年 8 月 13 日~14 日改管期間水量分析。

(二)上述推估可考量用水大戶如文化大學、歐洲學校等寒暑假等差異，可適度延長，故亦建議計畫性施工辦理系統切換可選擇較長連假，學生都放假時進行。

(三)系統切換測試前各配水池需儘量補滿，測試期間須觀察文化大學進水、水壓監視點 S241 大於 2.1kgw/cm^2 、各水池是否達到設定水池水位安全下限。

(四)五段加壓切換為重力供水實際上因水源

不足，仍需由鹿角坑打水，另五個配水池間仍需自體循環加壓打水，電費其實沒有省多少。

(五)未來增加備援規劃：

- 1.目前五段加壓供水管末高點為陽明綠莊、燒庚寮地區(約使用 200CMD)，因燒庚寮高低差約達 63M，未來若配合燒庚寮接管增設減壓閥等措施，即可於五段加壓系統切換時，將前揭區域切換為山豬湖供水系統供水，減少五段加壓負擔。
- 2.鹿角坑小觀音線於豐水期實仍有餘裕支援陽明第一配水池，然因其轄區需供應高地用戶，大量輸出將造成配水管失壓，未來俟住 6-6 第 3 配水池啟用，供應高地用戶，供水調配將更為充裕、完善。
- 3.中正池目前僅 200 噸容量，對於每日輸出 7,000CMD~8,000CMD 要求，將產生一定的調控風險與壓力，故目前進行之中正池擴建(預計 117 年完成，容量提升至 1,600 噸)亦對未來備援多有助益。

作者簡介

周家榮先生

現職：臺北自來水事業陽明營業分處一級工程師

專長：資產風險管理、管網改善、小區計量實務及水量計、水壓研究等。

何政弘先生

現職：臺北自來水事業陽明營業分處三級工程師

專長：給水及管網工程規劃、設計、施工。

台水公司於 0403 花蓮地震之供水影響與應變機制

文/黃心怡、簡學揚、廖宜德、王年鑫

摘要

2024 年 4 月 3 日台灣發生芮氏規模 7.2 之地震，造成 12 萬 2,241 戶停水，以花蓮災情最為嚴重，四維監控站、固二加壓站、國慶、光華、新城淨水場等監控異常、供水系統多處破管滲漏，供水量由 12.6 萬噸突增至 14 萬噸，以及秀林鄉富世淨水場原水管遭落石砸毀破裂，中部橫貫公路道路坍方，無法進場搶修管線，花蓮市區、新城鄉、吉安鄉、壽豐鄉等部分地區無法供水。

台灣自來水公司立即啟動緊急應變機制，成立緊急應變小組，在花蓮設置前進指揮所，統籌搶修與復水工作，跨區處資源整合，以利人力、物力做最有效分配。災害搶修期間召開 12 次應變會議，調派全台 22 部水車、20 處加水站及百名人力緊急搶修。為盡速恢復花蓮地區供水，緊急調整供水模式，啟動新城淨水場備援取水設備，並於台八線道路搶通後即派員前進災區搶修，4 月 4 日修復 11 萬戶、復水進度達 92%，最終歷時 86 小時後於 4 月 6 日 22 時全面恢復供水。

花蓮地震對供水系統造成嚴重影響，搶修處理過程中餘震不斷，加深現場搶修困難度，停水期間與民意代表成立供水資訊平台，成功短時間內恢復供水正常。未來加速汰換花蓮地區老舊塑膠管，改用耐震性高的延性鑄鐵管，提升供水系統穩定性、增強水源調度與備援能力，強化區域供水調度機制，確保民眾在災害發生時仍能穩定供水。

關鍵字：花蓮地震、緊急應變機制、災害搶修

一、前言

根據交通部中央氣象署發布之地震測報，2024 年 4 月 3 日 7 時 58 分，花蓮近海發生芮氏規模 7.2 強震，花蓮縣最大震度達 6 強，其餘縣市震度介於 3 級至 5 強之間。地震發生適逢通勤尖峰時段，臺鐵、高鐵及各大捷運系統一度全面停駛；中橫公路、蘇花公路、蘇花改以及北迴鐵路暫時封閉；花蓮市區多處建物倒塌傾斜，及道路、橋梁、維生管線及學校等基礎設施不同程度損壞。

台灣自來水公司（以下簡稱台水公司）東部地區供水系統受地震嚴重衝擊，宜蘭縣多處自來水管線破裂或接頭脫落，導致水壓驟降，大量用戶供水受影響。花蓮地區多處加壓站及淨水場監控異常、新城淨水場設備異常無法出水、花蓮市多處管線破裂滲漏、富世淨水場原水輸送管遭落石砸毀破裂，中正橋 \$ 600DIP 過橋管脫接、米棧大橋管線脫接等災情陸續發生。

中橫公路因地震引發大規模坍方，搶修人員無法即時進場，導致花蓮市、新城鄉、吉安鄉及壽豐鄉部分地區持續無法供水，加上餘震不斷，提升二次災害風險，進一步延宕復水時程。台水公司於震後第一時間即啟動應變機制，動員所屬各區處人力全面勘查災情，掌握各項供水設施受損狀況，於最短時間掌握地震對供水設備受損狀況；花蓮地區則依災損嚴重程度分組處理，調派機具、搶修材料與人力進行重點搶修。

本次震災顯示花東地區供水設施面臨的高風險特性，反映既有監控系統與管網在強震下脆弱點，未來將以此次應變經驗為基礎，持續檢討應變流程、優化通報機制，並以「提升韌性、降低災損、迅速復原」為目標，確保全台供水系統於重大災變發生時仍具備基本穩定與應對彈性。

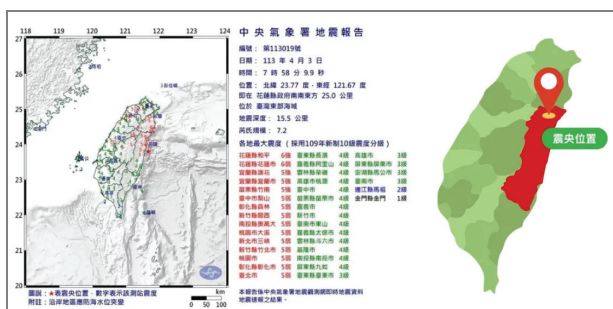


圖 1 中央氣象署 4 月 3 日地震報告

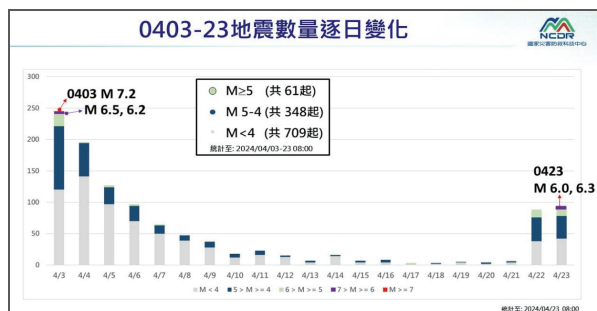


圖 2 4 月 3 日~23 日地震數量逐日變化

二、地震對花蓮供水系統影響

地震導致花蓮地區主要供水設施嚴重受損，造成全台 12 萬 2,241 戶受到供水中斷或水壓不足影響，其花蓮市、新城鄉、吉安鄉、壽豐鄉等地區最為嚴重，部分地區供水中斷長達 48 小時，嚴重影響民生與地方經濟，主要原因如下：

(一)秀林鄉富世淨水場導水管受損

富世淨水場為該地區重要淨水設施，負責供應太魯閣國家公園沿線村落及富世村

高地區等。受地震影響，花蓮山區新城、和仁至和平一帶（台 9 線）及由新城通往太魯閣國家公園的台 8 線路段，發生大規模山坡崩塌，道路嚴重破壞中斷。上游山坡大量土石滑落掩埋富世原水管，取水口導水管兩處斷裂、及電動閥門遭落石砸毀等供水設施嚴重受損，公路交通中斷，搶修作業受阻，進一步影響富世村高地區約 160 戶停水。



圖 3 富世淨水場取水口導水管斷裂漏水



圖 4 台 8 線及台 9 線道路中斷

(二)管線破裂與漏水嚴重

花蓮地區自來水管線嚴重損壞，包含輸配水管漏水、地層位移導致埋管變形及接頭鬆脫等問題，尤其新城鄉台 9 線沿線、花蓮市明禮路、中正路等自來水管，加上管線老舊抗震能力不足，多處小區大範圍漏水，日供水量由原本 12.6 萬 m^3 驟升至 14 萬 m^3 。



圖 5 米棧大橋管線漏水

(三)監控系統異常與通訊中斷

國慶淨水場、四維監控站、光華淨水場、固二加壓站、新城淨水場等發生監控無訊號、流量與壓力數值異常，以及三笠山淨水場通訊設施受損，中華電信斷訊，導致遠端監控站無法傳送即時數據，搶修期間需仰賴人工作業巡查及回報，大幅降低判斷效率與修復速度。

(四)原水高濁娑婆礑淨水場減量供水

娑婆礑淨水場主要水源為娑婆礑溪，地震造成上游山區大規模崩坍，土石流入溪流，導致水質嚴重混濁，娑婆礑淨水場主要水源為娑婆礑溪，地震造成上游山區大規模崩坍，土石流入溪流，導致水質嚴重混濁，快濾池濾砂超過負荷，無法僅靠水洗反洗完成洗淨，反洗時出現高濁水流入清水池與供水管網中，淨水場緊急減量供水，造成花蓮市區約 2 萬戶壓降低或無水情形。

三、應變策略與行動

(一)成立緊急應變小組

為因應地震災害防救事宜，台水公司於當日 8 時 26 分啟動緊急應變小組一級開設，由總經理擔任指揮官，統籌指揮、督導及協調各項災害應變作業，包括災情資料之蒐集、彙整與傳遞，掌握各區處災情及跨區支

援能量，集中調度人力與物資，以加速搶修進度及縮短復原時程，並同步派員進駐中央災害應變中心及經濟部緊急應變小組，九區處成立前進指揮所，達到縱向指揮及橫向聯繫，提升災害現場應變之效率。

- 1.行政組：負責協助受災區調度水車及規劃水車運補路線，支援用戶送水需求。並負責跨區支援人員住宿安排，適時發布新聞稿，澄清及回應負面輿論資訊。
- 2.營業組：協助受災區設置臨時供水站及規劃消防、大用水戶臨時載水站，滿足災區用戶之用水需求，發送內線漏水檢查宣導單，彙整通報用戶無水案件。
- 3.漏水防治組：統籌協力廠商人員調度，協助受災區域漏水檢測與修復，督導重大漏水工程施工進度。
- 4.供水組：綜理各項緊急應變業務、召開緊急應變會議，追蹤各項決議執行情形；掌握「供水監測平台」異常數值資訊，協助受災區辦理停復水作業，並統計災害期間機具、人力、裝備等資料。

各區處即時成立應變小組，動員人力緊急清點並查報轄內供水設施受損情形，各水庫亦依安全維護手冊啟動地震後檢查作業，實施每小時回報制度，若發現漏水或損壞情形，立即派員搶修，確保未受損地區持續穩定供水。

災害搶修期間，總處應變小組、前進指揮所及區處應變小組合計共召開 12 次應變會議，滾動檢討搶修進度、復水情形、人力支援、臨時供水站、水車派遣，與外單位協調事項等，確保搶修與應變工作順利進行，以期儘快恢復供水，避免用戶用水不便。



圖 6 緊急應變小組召開工作會議

(二)調派搶修資源

九區處原有檢漏人力共計 6 人，搶修工班 10 組，惟破管範圍廣泛，自有能量難以於短時間內完成全面巡檢與修復作業。為迅速提升搶修效率，總處應變小組於第一次工作會議即啟動跨區人力及機具調度機制，緊急徵調其他區處檢漏人員 17 人、搶修工班 5 組，前往花蓮地區協助投入作業。

九區處統一分派各檢漏與搶修任務，巡檢作業透過小區 WADA 系統資料，作為漏水熱點研判依據，依破管集中區域及異常流量分析結果，劃分各支援組責任範圍，明確任務目標與區域分工，有效提升人力資源運用效率與搶修精準度。震災初期，災區地形許多為山坡或偏遠地帶，加上道路破損、天候不佳，導致巡檢困難，各檢漏組不畏風雨與落石危險，持續進行巡查。

和平供水系統強震導致漏水嚴重，供水量由 4 月 3 日震前 691CMD，震後最高達到 6,120CMD，由於花蓮和平鄉對外交通中斷，檢修漏人員無法第一時間進入，俟 4 月 5 日台鐵公司搶通鐵路後，由九區處玉里營運所巫主任怡穎及檢漏人員，搭乘火車進入和平地區檢漏及搶修，檢漏車及機具則透過台鐵

公司與國軍跨機關合作，以鐵路協助載送，當日修復 $\phi 80$ PVC 肘管漏水，使供水量逐漸恢復正常。

本次在台水公司同仁與協力廠商全力動員搶修下，在短期內即完成復水作業。經統計花蓮搶修期間出動自有同仁 91 人、委外廠商 10 人，合計 101 人，共檢出 71 處漏水，完成修復 238 處漏水點，各區處分工合作無間，發揮資源共享與即時應變能力。



圖 7 檢漏人力巡視漏水處



圖 8 台鐵與國軍協助運送檢漏車

(三)水壓監測確認供水狀況

地震發生後水壓監測資料為判斷供水穩定、辨識潛在漏點的關鍵依據，亦是前進指揮所掌握災區供水狀況、加速搶修部署的重要工具。水壓數據即時反映各小區之供水情形，若某區域長時間水壓偏低，卻未發現

明顯破管點，初步判斷可能仍存在隱性漏水或未處理破管，透過修漏人員地毯式巡查與漏水檢測，進一步提升修復效率與精準度。藉由供水監測系統每兩小時彙整一次各小區水壓數據，分級距顏色管理，比對歷史壓力數值，掌握供水恢復狀況，包括水壓異常警訊及壓力回升趨勢，迅速研判並調整修復優先順序。

(四)彙整用戶無水案件掌握漏水熱區

為迅速掌握災後各地供水狀況，強化資訊蒐整與決策效率，導入「供水狀況回報平台」，作為災時資訊雙向溝通與資源調度的重要工具。花蓮強震後短時間內超過千筆來自用戶回報供水異常案件，以花蓮市、新城鄉與吉安鄉等地最為密集，回報項目多以「完全無水」、「水壓明顯不足」、「水色混濁」，有效於初步判定管網破損位置、研判損害嚴重程度與優先修復次序輔助依據。

此外，該平台提供用戶查詢搶修進度、預計復水時程與臨時供水站設置地點，建立用戶「看得到回應」資訊回饋機制，不僅有助於建立信任感，也有效降低災後客服專線的通話壓力，轉化民眾角色由「被動等待者」成為「主動偵測協力者」，參與災時資訊蒐集工作，讓復原作業更具效率與精準度。



圖 9 「供水狀況回報平台」用戶回報無水熱點

(五)啟動備援水源應變機制

富世淨水場原水導水管受損，導致原水水源不足，造成下游新城地區部分區域陷入無水可用的窘境，為彌補水源缺口，九區處評估立霧溪沿岸開鑿水井作為臨時備援水源之可行性，考量地質條件與流域水量，初步選定合適井點進行緊急規劃設置，以降低地震持續影響下供水系統長期中斷的風險。

在立霧溪水井方案尚在研析階段期間，同時啟用備援設施新興淨水場，因長期未使用，場內揚水管線與相關電機設備須進行整修與系統汰換。在時間壓力與資源有限情況下，立即調度機具與人力，進行舊管拆除與新管吊裝，更換鏽蝕電纜、抽水機組與啟動盤配線，經現場同仁日以繼夜作業，於 4 月 5 日正式啟動新興淨水場試運轉，經過測試水質與水量皆符合供水標準，恢復崇德與富世地區低地區用戶計約 1,231 戶，緩解當地用水壓力。



圖 10 緊急啟動新興淨水場備援水井設備

此外，鑒於富世淨水場復原作業尚需時間，且台 8 線中斷路段雖於 4 月 6 日搶通，沿線仍有餘震後續造成之落石風險，導致人員及設備調動仍受限制。九區處與地方政府積極溝通協調，同意開放需求之工程單位通

行，當日緊急派遣修漏班隊進入受災路段，沿線巡檢發現兩處漏水點，當場開挖與修復，成功恢復原水輸送至富世淨水場，逐步恢復供水穩定。

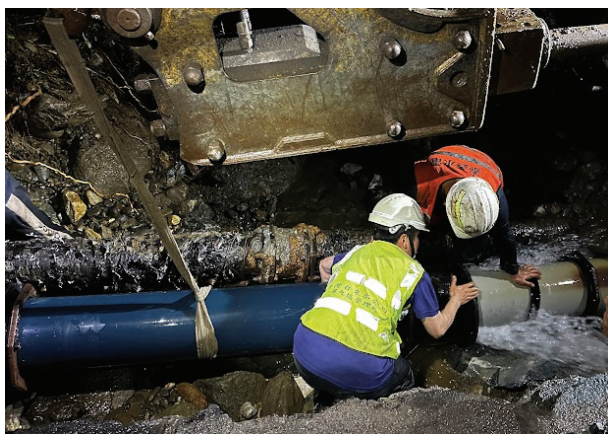


圖 11 富世淨水場破管搶修

(六)設置臨時供水站及水車機動調度

花蓮地區部分地區面臨停水或水壓不足情況，為供應災後用水需求，九區處於花蓮各地設置臨時供水站共計 20 處，分布於主要社區、醫療機構與其他民生用水熱點區域，作為災後過渡期間之臨時用水補充據點，每日派員巡查各臨時供水站水量、水質與取水狀況。

總處調派各區處水車計 22 部、出動水車運補 64 車次，支援臨時供水站與重要缺水區域，確保民生用水基本保障。針對高需求與特殊對象，如醫療院所、社福機構、集合住宅等大用水戶，除持續掌握用水狀況外，依實際需求彈性調整水車補水時段與路線，預先規劃多條補水動線，確保水車運補作業之穩定性與持續性。同步與消防局建立聯繫窗口與支援機制，如遇水車運補瓶頸，得跨機關請求派遣消防水車支援供水任務，提升整體災後供水應變效能與彈性。



圖 12 調派水車協助用戶取水

(七)新聞輿情作為

為即時釋疑社會關切、穩定民心並強化資訊透明，地震當日迅速啟動新聞輿情應變機制，臉書發布貼文及官網發布訊息等對外發布災情資訊與應變作為，說明地震發生後各地區供水受影響概況，並揭露各區處動員搶修情形、備援供水措施以及臨時供水站設置資訊等，以展現應變決心與積極作為。台水公司官網首頁設立「0403 震災專區」，發布新聞訊息並彙整各項災後搶修成果影片、照片、水壓監測數據與供水恢復進度報表，持續更新受影響地區之供水恢復時程、用戶查詢服務、搶修最新動態等資訊，強化與用戶、媒體間正向溝通。

在地方溝通方面，九區處與地方政府密切協作，整合鄉長、里長與地方民意代表成立「供水資訊平台」，作為災區民意反映、資訊通報與問題處理的橋樑。此外，台水公司公告災區用戶之減免措施，包括免收復水費、賠表費、扣減水費及基本費等，透過臉書、里幹事群組與廣播媒體加強宣導，並同步推廣住戶自主檢查措施，協助降低不必要的漏水，確保供水資源有效利用。



圖 14 新聞輿情作為及受災戶用水減免措施

四、應變策略與行動.震災復原

在災後初期，因地震造成水源設施損壞與管線破裂情形嚴重，加上餘震頻仍與部分地區道路交通中斷，搶修作業面臨極大挑戰。為穩定民生用水，台水公司秉持「分區搶修、同步推進」，透過緊急調配臨時水源、水車支援與破管檢漏及搶修等措施，加速供水恢復進程。經各單位不眠不休搶修。至 4 月 4 日上午 6 時止，全台已完成 11 萬 2,327 戶復水作業，僅剩花蓮縣仍有 9,914 戶尚未復水，其中大多集中於山區交通中斷地段。針對花蓮市及吉安鄉等地勢較低、道路暢通區域，優先調整區域供水壓力，啟動備援系統支援，優化供水調度模式，順利於 4 月 5 日恢復供水。

然而，秀林鄉和平、富世、崇德等村落地處台 8 線與台 9 線交會之高山地帶，因地震造成多處山崩、落石與邊坡坍方，交通完全中斷，導致約 1,400 餘戶住戶無法恢復正常供水，積極跨單位協調調度搶修機具，啟動水車機動補水，在各受災村落設置臨時供水站，透過派遣同仁搭乘鐵路進入災區，協助現場搶修與檢漏作業，維持當地基本用水

需求。4 月 5 日緊急啟用原停用之新興淨水場，迅速完成淨水場內之揚水管更換、抽水設備吊裝與電纜更新工程，4 月 6 日台 8 線道路搶通後，檢漏人員進入現場確認開挖漏水點，修復後原水進入富世淨水場，成功恢復崇德及富世低地區域供水。

五、檢討策進

(一)應變資訊不足，影響判斷與指揮

災害發生初期，九區處無法即時掌握壓降情形與停水影響戶數等關鍵資訊，致總處與區處之間資訊落差大，應變會議區處無法提供即時供水資料供指揮官決策，影響救災調度效率與復水預估準確，後續將加速推動「供水監測平台」功能強化，結合災時所需各項數據，包含水量、水壓及水質等資訊以圖示方式呈現，快速釐清及判讀各項異常數據，即時反映受影響區域，提供災情判讀、搶修優先順序決策與資源派遣依據。

(二)救災指揮體系待強化，前後線協調待釐清

震災期間總處「前進指揮所」與區處內部「應變小組」權責未明，出現資訊重複回報、命令傳達不一致、現場與後勤脫節等問題，影響搶修效率與橫向協調作業。總處檢討搶修經驗，研修「緊急應變小組作業要點」、「各類災害及緊急事件通報作業規定」，明訂各項資料納入緊急應變計畫，明確訂定「前進指揮所」與「應變小組」職責分工，建立標準作業流程，包含指揮權限、資料回報頻率、決策授權層級等，受災單位建立完整災情資訊，以確保正確的信息傳達，並納入年度緊急應變演練範疇，讓各區

處緊急應變小組明瞭相關規定及實地演練。

(三)新進人員缺乏大型災害應變經驗

災害發現多數新進同仁首次參與大型災害搶修任務，對現場作業、通報流程、應變指揮層級認知不足，對災情現場地形及水壓調度方式無法即時掌握。為培養各區處人員應變能力，總處收集收集近年發生之大型災害應變流程與經驗，研擬相關災害應變作業之培訓教材，幫助新進人員迅速進入狀況，以及邀集各區處同仁辦理緊急應變訓練班，包含模擬應變演練、現場搶修演練、停水公告系統操作教學與練習等，強化實務經驗與臨場反應能力，並於年度緊急應變演練設定各單位演練主題，再由區處依據以往實務應變作業經驗進行演練，以檢視各單位有無落實應變演練，應變小組各組成員是否熟悉付予之任務。

參考文獻

- 1.中央氣象署：0403花蓮地震主震資料。
- 2.楊清淵、塗冠婷、柯明淳、黃明偉、吳子修、吳佳容、吳秉儒、林佳瑩、許智豪、劉淑燕、鄧敏政、謝蕙如、柯孝勳(2025)，0403花蓮地震應變作業、地質特性及災情資料綜整，國家災害防救科技中心。
- 3.林子立（2024），2024年花蓮0403大震供水復舊紀實，自來水會刊第43卷第2期（170）。
- 4.蔡政翰、林武榮（2023），2022年池上地震台水公司九區處搶修紀實，自來水會刊第42卷第1期（165）。

作者簡介

黃心怡女士

現職：台灣自來水公司供水處

專長：供水成本分析與管理

簡學揚先生

現職：台灣自來水公司供水處

專長：緊急應變、供水調度

廖宜德先生

現職：台灣自來水公司供水處

專長：供水、防災及供水調度

王年鑫先生

現職：第六區管理處副處長

專長：供水、防災及供水調度

自來水從業人員應知悉－職場霸凌防治簡介

文/謝彥安

摘要

自來水從業人員在相關工作領域時，偶而會出現同仁間排擠或長官部屬間之嫌隙，事實上，一個良好的職場環境除了完善的安全設備與工作制度外，勞工的心理健康亦是雇主應重視的重要面向。而職場霸凌往往對勞工身心健康造成重大傷害，因此雇主不僅應避免自身成為加害者，也應在職場中建立適當的防治與處理機制，並在事件發生時提供受害者必要的協助。本文將從目前立法院審議中的《職業安全衛生法》修正草案出發，說明未來企業在職場霸凌防治方面可能需要注意的法律義務，同時亦介紹已完成修法的《公務員保障法》中有關職場霸凌的規範，藉此從法規層面分析我國職場霸凌防治制度的發展方向。

關鍵字：職業安全衛生法、公務員保障法、職場霸凌

一、前言

近年來，「職場霸凌」逐漸成為社會關注的重要議題。113 年 11 月間，勞動部曾傳出公務員因不堪遭受主管職場霸凌而於辦公室輕生的新聞，引發社會廣泛討論，使職場霸凌問題再度受到重視。

本文將從行政院院會於今年 8 月 28 日送交立法院排審，並於今年 10 月 30 日，立法院社會福利及衛生環境委員會初審通過之《職業安全衛生法》修正草案，去探討未來若是草案通過，雇主對於職場霸凌防治，可

能有哪些要注意的地方；同時本文也會順帶介紹目前公務員保障法中對於職場霸凌防治相關條文。

二、相關法規介紹：

雖說「職場霸凌」的概念在近年來備受社會大眾重視，但現行法規未就職場霸凌有明確定義，且若公司最高負責人如為霸凌加害者，現行法規也欠缺外部申訴、調查機制及對行為人之處分，故為了改善法制上的不足之處，行政院院會藉著預告修正《職業安全衛生法》部份條文草案的機會，順勢將職場霸凌防治規範納入草案中。

本次修正草案，直接藉由直接訂立職場霸凌防治專章方式，強化雇主防治責任及加強遭霸凌勞工之申訴、調查處理機制。並且也將職場霸凌明文定義：指勞工在勞動場所執行職務，因其事業單位人員利用職務或權勢等關係，逾越業務上必要且合理範圍，持續以冒犯、威脅、冷落、孤立或侮辱等之言詞或行為，致其身心健康遭受危害。但情節重大者，不以持續發生為必要。草案也明文要求雇主於僱用 10 人以上之勞工，即應訂定職場霸凌申訴管道，並且在僱用勞工人數超過 30 人時，除了應提供勞工申訴管道外，尚須訂定職場霸凌防治措施及相關懲處規範，且相關申訴管道、職場霸凌防治措施及相關懲處規範雇主必須公告，讓勞工能知悉。

草案將雇主對於透過內部申訴管道接獲霸凌申訴而知悉有職場霸凌情事時，應立即採取之措施明文化，明訂雇主應該採取下列措施：

1. 避免被害人再次遭受職場霸凌。
2. 提供相關諮詢或必要之協助及保護。
3. 進行調查；如被害人有意願者，得予協調；協調不成立，仍應繼續調查。這邊的協調，其實是考量到有些時候，可能是比較情節輕微、甚至是認定上比較模糊地帶的行為，使這些情節輕微、甚至是認定上比較模糊地帶之行為，能夠在被害人同意之狀況下，能夠有一個流程簡便、更加圓融之處理方式，避免調查、處理過程曠日廢時。
4. 對行為人（即加害人）適當懲處或其他處裡（如：調職）。

若是雇主不是透過內部申訴管道得知有職場霸凌情況，草案也有訂立，雇主應採取下列措施：

1. 就相關事實進行釐清。
2. 依被霸凌勞工意願，協助其協調、提起申訴、提供相關諮詢或必要之協助及保護措施。
3. 適度調整工作內容或工作場所。

另外，雇主接獲被霸凌勞工申訴，經調查認定屬職場霸凌之情形，應將申訴情況及處理結果登錄至中央主管機關（即勞動部）指定之網站。

草案也規定，如果地方主管機關（例如：直轄市政府勞工局、縣政府勞工局）對勞工提出職場霸凌之檢舉進行調查，雇主應予配合，並提供相關資料，不得有規避、妨礙或拒絕之情形。

若雇主未依規定採取職場霸凌之防治及相關保護措施，而使勞工遭受職場霸凌，因此造成勞工罹患職業病，將被處 3 萬元以上 150 萬元以下罰鍰，此處的職業病，除了生理上的疾病，心理上的精神疾病亦包含在內；且雇主未依規定採取職場霸凌之防治及相關保護措施，經主管機關通知限期改善而未改善，將被處 3 萬元以上 75 萬元以下罰鍰；雇主若接獲勞工內部申訴因而知悉有職場霸凌情形，但未就職場霸凌有任何處置，也將被處 3 萬元以上 75 萬元以下罰鍰。若職場的最高負責人是加害人之情形，將被處新臺幣 1 萬元以上 100 萬元以下罰鍰。

自上面這些草案的條文可知，本次修法的方向，是將「職場霸凌」的防治獨立出來自成一個章節，顯見立法者是將職場霸凌，視為與其他職業災害同等嚴重的行為，並且也透過明文化，賦予雇主防治職場霸凌之義務。

而且，以往的法院判決將職場霸凌，認定為須「有持續性」之行為方構成，例如：有判決揭示「職場霸凌係在工作場所中，藉由權力濫用與不公平處罰，所造成持續性的冒犯、威脅、孤立或侮辱行為，使被霸凌者感到受挫、被威脅、羞辱、被孤立及受傷，帶來沉重的身心壓力之行為」，惟本次修法將「不以持續性為必要」加入法條中，這是與以往法院判決對於職場霸凌的定義最大的不同之處，換言之，未來若是單次、且對於勞工人格上侮辱有情節重大之情形，也有可能被認定為職場霸凌。

綜上，因現行法規並未對「職場霸凌」有明確定義，若公司最高負責人本身為霸凌

加害者，亦缺乏外部申訴與調查機制。因此，行政院在修正《職業安全衛生法》時，特別將職場霸凌防治納入修法內容，並規劃以專章方式規範相關制度。本次修正草案的重要特色之一，即是明確定義職場霸凌。依草案規定，所謂職場霸凌係指勞工於勞動場所執行職務時，事業單位人員利用職務或權勢關係，逾越業務上必要且合理之範圍，以冒犯、威脅、冷落、孤立或侮辱等言詞或行為，使勞工身心健康受到危害。值得注意的是，草案亦規定若情節重大，並不以持續性行為為必要。此外，草案也明確課予雇主建立申訴與防治制度之義務。例如，僱用勞工達 10 人以上的事業單位，即須設置職場霸凌申訴管道；若僱用人數超過 30 人，則除了申訴管道外，尚須訂定職場霸凌防治措施及懲處規範，並將相關制度公告，使勞工得以知悉。

依修正草案規定，雇主一旦透過內部申訴管道得知可能存在職場霸凌情形，即應立即採取必要措施，包括：

1. 首先，應避免被害人再次遭受霸凌，例如調整工作環境或人員接觸情形。其次，雇主應提供被害人諮詢服務或其他必要協助，以保護其身心安全。第三，雇主應進行事實調查；若被害人願意，亦得先進行協調程序，但若協調不成立，仍須繼續進行調查。最後，如經確認霸凌事實成立，應對加害人採取適當懲處或其他處理措施，例如調職。
2. 若雇主並非透過內部申訴而知悉職場霸凌，例如透過其他同仁或外部資訊得知相關情況，仍應釐清事實並提供協助，包括

協助被害人提出申訴、提供保護措施或調整工作內容與工作場所。

此外，雇主若經調查確認職場霸凌成立，尚須將申訴及處理結果登錄於中央主管機關指定之網站；若主管機關進行調查時，雇主亦應提供必要資料並配合調查，不得拒絕或妨礙。

3. 違反防治義務之法律責任

修法草案亦對違反防治義務之情形設有罰則。例如，若雇主未採取必要防治措施而使勞工遭受職場霸凌，並因此罹患職業病（包含心理疾病），最高可處新臺幣 150 萬元罰鍰。若雇主未依主管機關通知改善，或知悉霸凌情形卻未採取任何處置，亦可能面臨 3 萬元至 75 萬元不等之罰鍰。更值得注意的是，若職場霸凌行為人為事業單位最高負責人，法律亦設有處罰規定，最高可處 100 萬元罰鍰。由此可見，本次修法方向係將職場霸凌視為與職業災害同等重要的職業安全衛生議題，並透過明確的法律規範加強雇主責任。

三、公務員保障法修法簡介

雖然一般受雇勞工適用之《職業安全衛生法》防治職場霸凌部分之條文，目前仍屬草案，尚未三讀通過，但就公務員權益保障的《公務員保障法》，已於 114 年 7 月 9 日三讀通過，並將在 115 年施行。

該法修正，將公家機關，應積極避免公務人員遭受職場霸凌之義務明文化，並且將防治職場霸凌之措施，視為一種必要的職業安全衛生措施，同時，該法也就職場霸凌有明確的定義：指機關人員於職務上假借權勢

或機會，逾越職務上必要合理範圍，持續以威脅、冒犯、歧視、侮辱、孤立言行或其他方式，造成敵意性、脅迫性或冒犯性之不友善工作環境，致公務人員身心健康遭受危害。但情節重大者，不以持續發生為必要，這邊的修法也是將「不以持續性為必要」加入法條中，但是要注意，只有在情節重大的情形，才有可能在沒有持續發生的狀況下，被認定為職場霸凌。

公務員遭受職場霸凌，申訴期限會隨著加害者是否屬具權勢地位而有 5 年及 3 年的不同，若是加害者在公務機關內，具有權勢地位，需要在職場霸凌行為終了時起，5 年內提出申訴；反之，若非權勢地位，需於職場霸凌行為終了時起，3 年內提出申訴，例如：若是像前面提到的新聞中，加害人為署長，而且還是官員的親信，這種具有權勢地位之人為加害者的情況，受害者需要在職場霸凌行為終了時起，5 年內提出申訴。另外，該法也對於知悉職場霸凌情形，但未能處理之人員，對相關人員懲戒予以明文化。

而且該法也將公務員若是因為機關疏於建立相關防治職場霸凌相關措施，導致權益受損，納入國家賠償的範圍；換言之，公務人員若是因為機關未提供防治職場霸凌相關措施，致發生職場霸凌，造成公務人員生命、身心健康受損時，得請求國家賠償。

綜上，除勞工法制外，我國亦已針對公務人員職場霸凌建立法律制度。《公務員保障法》於 114 年 7 月修正通過，並預計於 115 年施行。該法明文要求各機關積極避免公務人員遭受職場霸凌，並將防治措施視為必要之職業安全衛生措施。同時亦對職場霸凌作

出明確定義，即機關人員於職務上假借權勢或機會，逾越合理範圍，以威脅、冒犯、歧視、侮辱或孤立等方式造成敵意或不友善的工作環境，致公務人員身心健康受到危害；若情節重大，同樣不以持續性為必要。此外，法律亦設有不同的申訴期間：若加害人具有權勢地位，申訴期限為 5 年；若不具權勢地位，則為 3 年。若機關未建立防治制度而導致公務員權益受損，甚至可能構成國家賠償責任。

四、其他相關法規

雖目前《職業安全衛生法》部份條文修正仍屬草案，但不代表加害者能因此逍遙法外，因為職場霸凌行為仍有可能觸犯刑法：

- 1.刑法傷害罪：加害人如有施暴，導致被害人受傷的情況，構成傷害罪。
- 2.刑法強制罪：加害人有強迫要求被害人離職的情況，構成強制罪。
- 3.刑法恐嚇罪、誹謗罪或公然侮辱罪：若加害人是言語方式為之，則會視言論內容以及是否使被害人感到心生畏懼或是有侮辱情況而定：
 - (1)使被害人感到心生畏懼構成恐嚇罪。
 - (2)雖言論不會使被害人感到心生畏懼，但是是以散布不實謠言則是構成誹謗罪。
 - (3)雖言論不會使被害人感到心生畏懼，但是有侮辱人之情形，則構成公然侮辱罪。

此外，加害人除了刑事責任外，被害人亦可請求民事侵權行為損害賠償，且「職場霸凌」侵害的是被害人身體、心理健康的權利，所以還可以請求精神慰撫金。

綜上，即使《職業安全衛生法》修法尚

未完成，職場霸凌行為仍可能涉及其他法律責任。例如：若加害人對被害人施以暴力導致受傷，可能成立刑法傷害罪；若以強迫方式要求被害人離職，可能成立強制罪；若以言語恐嚇、散布不實言論或公開侮辱他人，則可能涉及恐嚇罪、誹謗罪或公然侮辱罪。除刑事責任外，被害人亦得依民法侵權行為規定請求損害賠償，並得請求精神慰撫金。

五、雇主於實務上可採取之處理流程

當企業內部發現職場霸凌情形時，建議可依下列原則處理。

首先，應立即將加害人與被害人分開，以避免霸凌行為持續發生。其次，應提供被害人必要的諮詢與保護措施。接著應進行客觀調查，如企業規模較大，可成立調查小組並給予雙方充分陳述機會。

在調查過程中應特別注意保密，以避免對被害人造成二次傷害。若確認霸凌成立，則應對加害人採取適當處置，並檢討公司既有防治制度是否仍有不足之處。同時亦可透過教育訓練，提高員工對職場霸凌防治的認識。

六、結語

自來水從業人員在相關工作領域時，偶而會出現同仁間排擠或長官部屬間之嫌隙，良好的職場環境有賴雇主與勞工共同維護，雇主應建立完善的職業安全與衛生制度，並提高對職場霸凌問題的警覺。若發生霸凌情形，雇主除應即時提供協助外，也應對加害者採取適當處置，並檢討制度缺失。未來自來水從業人員更應密切關注相關修法進展，以確保符合法律規範並提升職場安全。

作者簡介

謝彥安先生

現職：執業律師、土木技師、國立台灣大學兼任講師、

新北市立聯合醫院職場霸凌小組委員、台北自來水事業處「管線工程廠商領班人員訓練」法律講座、台北自來水事業處企業工會「112 年勞動法令研習活動」法律講座

專長：工程法律、廉政倫理、勞資法律

移動式超音波流量計 V 型與 W 型之性能比較 與應用分析－以口徑 100MM 之 HIWP 為例

文/林聖桓

一、前言

本報告針對 V 型與 W 型超音波流量計的檢測結果進行分析，並比較不同測試者的數據，以評估兩種測量方式的優缺點。本次分析的數據來自兩位測試者：A 檢測員、B 檢測員，並分別針對流量測試、聲速、信噪比等參數進行探討。

(一)目的

本研究的主要目的是比較 V 型與 W 型超音波流量計的測量表現，分析其在不同流速與環境條件下的適用性，並評估其測量精度、信號品質與穩定性。透過不同測試者的數據分析，確定兩種測量方式的最佳應用場景，並提供適用性建議，以利未來在不同流量監測需求下選擇最合適的檢測方式。

(二)測試環境描述

本次測試地點在本公司第十一區管理處，管材為耐衝擊硬質聚氯乙烯管(HIWP)，管徑為 100mm，測試水壓為 1.4kg/cm^2 。

二、超音波V型與W型檢測

V 法是目前台灣自來水股份有限公司(以下簡稱台水公司)用來檢測分區計量管網進出水點比較常見的標準安裝方式，使用方便，安裝時兩傳感器水平對齊，感測器在同一側方向，有標準尺量測測距且安裝間距較短，適合在空間狹小的局限空間使用。

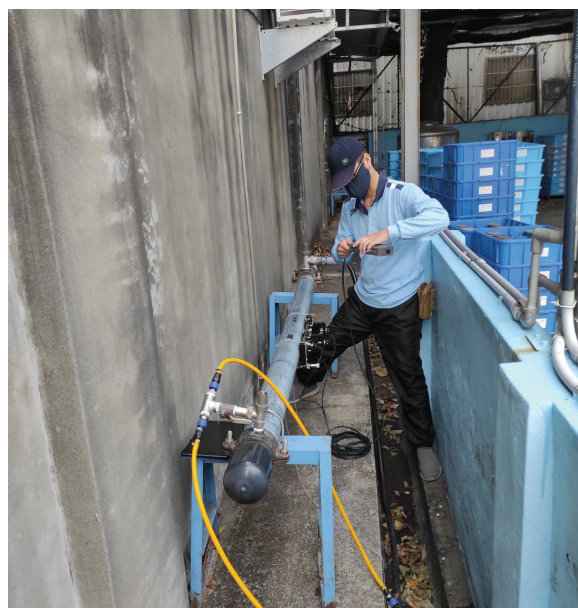


圖 1 超音波測試管



圖 2 V 型安圖

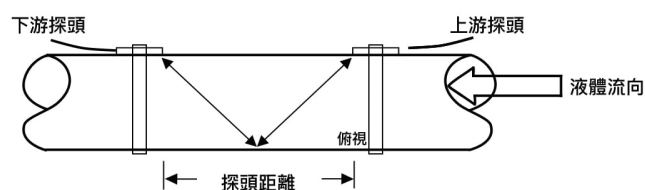


圖 3 V 型安裝示意圖(截自 LORRIC 網站)



圖 4 W 型安裝

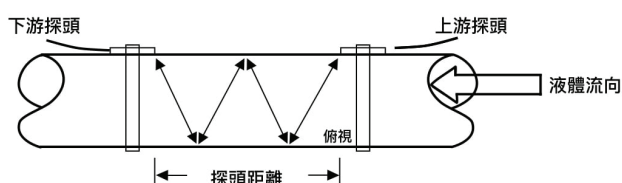


圖 5 W 型安裝示意圖((截自 LORRIC 網站))

W 法是通過延長超音波傳輸距離的辦法來提高小管徑測量精度，適用於測量 50mm 以下的小管。使用 W 法安裝時，超音波束在管內反射三次，穿過流體四次(稱為四音程)，但安裝間距較長，一般來說測距大約為 V 法的 1.5 倍，雖可測得低流量，但所需求的量測空間條件較高。

三、檢測數據比較

透過兩位測試者使用 V 法及 W 法的流速、體積流量數據比較，其數據顯示發現，V 型都為 W 所測得流量 2 倍，另外由信號幅值及信噪比來看 V 型都較 W 高，也就是 V 型相對信號穩定度較高。

四、數據分析

(一)流速與體積流量

V 型檢測的流速與體積流量顯著高於 W 型檢測，顯示 V 型較適合高流量測試。兩位

檢測員數據 W 型都為 V 型可測得流速和流量一半，亦是 W 型可感測到更低的流量。

表 1 數據比較表

項目	甲檢測員 (V 型)	甲檢測員 (W 型)	乙檢測員 (V 型)	乙檢測員 (W 型)
流速 (m/s)	0.0243	0.014	0.0283	0.0135
體積流量 (m ³ /d)	16.49	9.49	19.24	9.14
質量流量 (kg/h)	541.45	324.04	667.03	313.87
聲速 (m/s)	1502.16	1481.15	1510.7	1481.15
上行信號 幅值	26.35	25.28	28.83	26.49
下行信號 幅值	26.04	24.75	28.3	26.06
SNR Up	37.22	37.05	38.7	37.38
SNR Down	37.02	36.94	38.5	37.32

(二)聲速

V 型測量的聲速皆高於 W 型，顯示 V 型受測環境影響較小。

(三)信號品質(信號幅值與信噪比)

V 型測試的信號幅值較高，表示訊號強度較佳。V 型的信噪比較高，代表訊號穩定性較好，測量誤差較小。

五、小結

本次實測 W 型及 V 型之數據可得到以下幾點結論：

- (一)V 型測量信噪比較高，測量結果較穩定，但對於低流量的敏感度可能較低。
- (二)如本公司分區計量管網之用戶數少，用水量低，當窰井空間足夠時，可能以 W

型做進水點流量校驗，會比 V 型效果好，但 W 型因折射點多，訊號穩定度較差。

(三)針對管徑大小與測量需求選擇 V 型或 W 型，以確保最佳的測量效果。

作者簡介

林聖桓先生

現職：自來水公司總管理處漏水防治處工程師

專長：分區計量管網、主動漏水控制

國際水協會活動訊息

文/自來水協會編輯部

國際水協會預定辦理活動彙整表

項次	活動內容	辦理時間
1	2nd IWA Young Water Professionals European Conference (YWPEU 2026) 第二屆國際水協會青年水務專業人士歐洲會議	2026 年 6 月 14 日至 2026 年 6 月 17 日
2	5th IWA International Conference on Disinfection and Disinfection By-Products 第五屆國際水協會消毒消毒副產品國際會議	2026 年 7 月 7 日至 2026 年 7 月 11 日
3	9th IWA Specialist Conference on NOM 第九屆國際水協會天然有機物專家會議	2026 年 8 月 23 日至 2026 年 8 月 28 日
4	8th IWA Regional Membrane Technology Conference 第八屆國際水協會區域膜技術會議	2026 年 8 月 26 日至 2026 年 8 月 29 日
5	IWA World Water Congress & Exhibition 2026 2026 年國際水協會世界水大會暨展覽會	2026 年 10 月 4 日至 2026 年 10 月 8 日
6	2026 Utility Leaders Forum 2026 年公用事業領導人論壇	2026 年 10 月 6 日至 2026 年 10 月 6 日
7	2026 Emerging Water Leaders Forum 2026 年新興水資源領導者論壇	2026 年 10 月 6 日至 2026 年 10 月 7 日
8	11th International Water Regulators Forum 第十一屆國際水務監理機構論壇	2026 年 10 月 7 日至 2026 年 10 月 7 日
9	The 9th IWA Young Water Professionals BeNeLux 第九屆國際水協會比荷盧經濟聯盟青年水務專業人士大會	2026 年 10 月 26 日至 2026 年 10 月 28 日
10	Digital Water Summit 2026 2026 年數位水資源高峰會	2026 年 11 月 24 日至 2026 年 11 月 26 日
11	IWA Global Utilities Summit 國際水協會全球公用事業高峰會	2027 年 4 月 6 日至 2027 年 4 月 9 日

赴紐西蘭基督城參加「IWA ASPIRE 2025」出國報告

摘要

第 10 屆 IWA-ASPIRE 會議暨 2025 紐西蘭水務大會（10th IWA-ASPIRE Conference and Water New Zealand Conference & Expo）於 2025 年 9 月 29 日至 10 月 3 日在紐西蘭基督城 Te Pae 會議中心舉行。本次大會由國際水協會亞太分會與紐西蘭水務協會聯合主辦，主題定為「賦能未來」（Empowering Tomorrow），旨在匯聚全球水務專家、決策者與技術供應商，共同探討在氣候變遷與數位轉型雙重驅動下的水資源管理新範式。會議議程涵蓋了從政策監管、原住民智慧到前瞻科技應用的廣泛議題，展現了亞太地區在水務領域的創新活力與韌性建設成果。

本次大會的一大亮點在於深度融合了原住民智慧與現代水務治理。議程中特別安排了關於原住民社區 WASH（水與衛生）服務的專題討論，探討如何將紐西蘭毛利人的知識體系與自然解方及生物工程相結合，以強化共同治理模型並提升原住民社區的參與能力。這不僅是對文化多樣性的尊重，更是尋求永續環境解決方案的關鍵路徑。此外，針對紐西蘭當前推行的「在地水務優化」（Local Water Done Well）改革，會議也提供了關於資產轉移、服務交付計畫及新經濟監管模型的深入政策分析。

在技術創新方面，會議展示了人工智慧（AI）、機器學習與數位孿生技術在水務系統中的廣泛應用，例如利用 AI 優化曝氣控

文/周家榮、鄭志斌、宋奕穎、曾俊華

制以降低碳排放、預測廢水處理廠的氧化亞氮（N₂O）排放風險，以及透過智慧管網技術進行漏損偵測與資產管理。同時，面對極端氣候挑戰，大會設立了關於「行星健康」（Planetary Health）與災害韌性的全體會議，探討在行星邊界內實現水務服務永續性的策略，以及從地震、洪水等自然災害中復原並建立長期韌性的實務經驗。透過技術交流與實地考察，本次會議為構建具備氣候適應力與社會包容性的未來水務系統提供了寶貴的指引。

中華民國自來水協會補助國內自來水事業 6 篇論文發表，國內藉由派員出席、接軌國際會議，除可將國內最新研究成果、管理實務、技術應用實力分享交流，亦建立與各國的實質情誼，並帶回他山之石，解析最新水科技脈動，引進各國先進管理、技術能力，提升國內從業人員知能，進而成就與時俱進之自來水事業。

關鍵字：IWA ASPIRE 2025、展覽會、紐西蘭、國際水協會

一、會議綜覽

第 10 屆 IWA-ASPIRE 會議暨 2025 紐西蘭水務大會為期五天，議程設計緊湊且內容豐富，結構上分為會前研討會、三天的核心技術會議以及最後一日的實地技術考察。

會議首日（9 月 29 日）以兩大焦點活動揭開序幕：一是專為年輕水務領袖設計的「青年水務專業人員（YWP）」工作坊，強調跨世代的職涯發展與領導力傳承；二是聚焦於紐

西蘭重大政策變革的「在地水務優化 (Local Water Done Well)」研討會，邀請了監管機構與法律專家，深入剖析新的水務服務交付模型、資產管理標準及經濟監管架構，為理解該國水務改革提供了政策全貌。

正式大會第一天 (9 月 30 日) 的主題聚焦於「原住民智慧與風險韌性」。全體會議由多位國際與紐西蘭講者主講，探討原住民社區在水與衛生服務中的治理角色，以及如何結合傳統知識與現代工程技術。技術分組討論則涵蓋了地震與火山活動的基礎設施韌性準備、新興污染物 (如 PFAS) 的風險管理，以及智慧水務解決方案。當日亦包含了大量海報展示，內容涉及從微塑膠監測到抗生素抗藥性基因 (AMR) 分析等前沿科學研究。

會議第二天 (10 月 1 日) 以「行星健康與永續創新」為核心。哥本哈根大學 Katherine Richardson 教授發表關於行星邊界 (Planetary boundaries) 的主題演講，引導與會者思考水資源服務在地球生態極限下的永續路徑。當日的亮點還包括「One Water One Health」論壇，強調水資源管理與生態系統健康的不可分割性。技術議程深入探討了水務產業的脫碳策略，例如利用電化學技術處理生物固體、廢水回用技術及循環經濟模式的應用，展示了水務行業在淨零排放目標下的具體實踐。

會議第三天 (10 月 2 日) 則轉向「監管強化與災後韌性」。全體會議探討了衛生服務監管架構的強化，並邀請世界衛生組織 (WHO) 顧問與各國監管官員分享亞太地區

的實務經驗。下午的議程特別關注自然災害後的復原規劃，強調從單純的恢復轉向長期的韌性建設。技術分組繼續展示 AI 與自動化技術在提升水務運營效率上的應用，例如利用機器學習預測管網資產壽命與優化處理流程。

大會最後一天 (10 月 3 日) 安排了六條深具啟發性的實地考察路線。與會者將有機會親臨基督城的藍綠基礎設施現場，了解城市如何將排水系統轉型為結合生態與防洪功能的藍綠網絡；或前往雅芳河紅區，見證震後受損區域如何透過生態復育轉型為具備防洪功能的濕地公園，其他考察還包括班克斯半島的廢水處理與湖泊管理，以及坎特伯雷平原的辮狀河灌溉系統，這些實地參訪具體展現了紐西蘭在水務工程、生態保護與文化融合上的綜合實踐成果。

二、國際研討會 (International Seminar)

現今全球水務機構面臨氣候極端事件與基礎設施老化的雙重挑戰，必須走向跨領域整合模式，提升供水系統備援與應變能力，並確保水資源分配的公平性。本次研討會的核心精神，即是將工程技術、生態、文化與社會面向置於同一框架，提供各國專家學者進行技術經驗的交流分享。紐西蘭具備歐洲文化背景與南太平洋原住民毛利族 (Māori) 的文化特色，作為會議的主辦國，充分展示對於毛利文化的尊重，傳達水務推廣的工作不僅是技術層面，更是與文化及社區連結的核心價值。以下將綜述 4 場開幕演講的核心內容與對未來水務發展的啟發：

(一)講者 Susheel Arora (AFNWA 大西洋原住民水務局)執行長。主題：由原住民族主導的公用事業治理模式(First nations led utility governance)

第一場演講由大西洋原住民水務局 (AFNWA) 執行長 Susheel Arora 主講，介紹原住民族主導公用事業治理的模式，AFNWA 機構成立於 2018 年，是一個由原住民族社群擁有及營運的非營利、非政治機構，推動創新與長期水務管理解決方案，為原住民族群提供供水與污水處理的服務，並實現自主治理。

AFNWA 的案例被視為「由社區自主、科技導向、長期治理」的成功典範，展現了如何在政治、文化與技術需求之間取得平衡。演講強調，推動水務穩健發展有賴法律基礎、財務永續與人才培養來支撐，水務事業的成功關鍵在於擬訂長期計畫與完善治理制度的並重。



圖 1 Keynote 開幕演講圖(資料來源：現場自行拍攝)

(二)講者 Nina Braid (Aboriginal Partnerships Manager, Yarra Valley Water 澳洲維多利亞水務公營機構原住民族夥伴關係經理)。主題：攜手同行:從互動到合作夥伴關係(Walking Together: From Engagement to Partnerships)

第二場演講由澳洲維多利亞水務公營機構 (Yarra Valley Water) 原住民族夥伴關係經理 Nina Braid 分享，探討水務機構如何與原住民族建立信任與夥伴關係。在澳洲，水務工作的推動無論是在土地、水源及文化遺產均與原住民族社群有深厚聯繫。在澳洲原住民族世界觀中，「Country」被視為「活的祖靈」，將其視為祖先、法律與責任體系的一部分。這層深厚的文化連結促使水務機構必須以「尊重自然、輕旅行、取用有度」作為水務工作推動的原則，其中：

- 1.「尊重自然」：體現在原住民族視河流（如雅拉河 Birrarung）為「活的祖靈」，不僅是資源，更是文化與精神的根基，他們認為水有靈性與責任，將河流視為祖先、法律與責任體系的一部分，因此，水務機構的工作必須融入這種對自然的「互敬關係」與「文化義務」。
- 2.「輕旅行、取用有度」：這代表著與土地互惠共生的關係，其核心觀念包括：留下比來時更好的環境、取用有度與永續利用，及聆聽土地的訊息。

本篇演講的核心觀點在於水務機構不應僅是服務提供者，而應成為社區（特別是原住民族社區）中可信任的夥伴，水務工作的推展應能兼顧社區文化參與和策略夥伴關係，將有助於降低阻力，促進社區福祉。

(三)講者 Dr. Susan Chiblow (IJC, Commissioner and Assistant Professor 國際聯合委員會委員兼助理教授)。主題：跨國水資源治理的外交實踐(Diplomacy in Transboundary Water Governance)

第三場演講由國際聯合委員會(IJC)委員 Dr. Susan Chiblow 主講，聚焦於跨國水資源治理的外交經驗。IJC 是由美國與加拿大共同成立的機構，且納入原住民族代表，負責協調兩國間「跨境水域」(如五大湖與界河)的管理、污染防治及政策協調。IJC 管理世界上最長的國際邊界(近 8,000 公里)，涉及 300 多條河川、多個省級政府與原住民族群，肩負重大的治理挑戰。

演講提出跨界流域倡議原則，包括：雙邊合作、在地專業、公眾參與、包容決策、開放對話、調適管理及整合生態系統等。這場演講展現跨界外交、原住民智慧與生態治理相融合的成功經驗。

(四)講者 Dr. Jiuhui Qu (曲久輝教授，中國科學院)。主題：自然為本的水源治理模式(Nature-Based Solutions[NBS] for Water Sources)

第四場演講由中國科學院的曲久輝教授主講，提出了以生態哲學為基礎的水源治理模式，演講的核心理念是「Listen to Water, Be Friend with Water」(傾聽水，與水為友)，呼籲水治理應從強硬的「管理」模式，轉換為與水共生的「柔性思維」，體現「道法自然」(順應自然，非強行控制)的哲學。

演講提出了水體自淨理論(WSP)，結合自然科學與東方哲學，指出水體具有自我調節、自我淨化、自我恢復的能力。水體自淨的本質是物理、化學與生物過程的協同作用，無需外部干預即可發生，講者建議水務發展應走向以自然為本的解決方案(NBS)作為基礎，輔以科學方法，最終目標是從「工程文明」邁向「生態文明」(Ecological

Civilization)，未來流域管理模式，建議可多思考生態工法或自然為本的方案，而非完全依賴工程硬體。

綜合上述 4 場演講，為水務事業提出 1 個全新視野，打破傳統工程技術框架的創新思維，包含：

- 1.治理模式的轉變：演講內容強調，水務永續發展的關鍵在於管理的智慧、文化的包容與自然的和諧。水務機構必須從「技術導向」轉向「治理導向」，將水源保護、防災及都市韌性納入整體規劃。
- 2.社會與文化整合：紐西蘭的毛利文化背景和第 1、2 場演講的內容皆突顯了水務工作必須轉向「文化韌性與社會永續」的新階段。建立與社區及原住民族的共治與信任，方能降低反對阻力、強化社會支持度的關鍵。
- 3.生態思維優先：在因應氣候變遷的挑戰上，單靠傳統的工程思維已不足以因應，應以「自然為本」理念，鼓勵工程設計應順應自然力量，透過生態工法提升整體環境系統的韌性。

總體而言，未來水務發展需打破傳統工程框架，將文化包容、生態智慧、與跨領域治理納入核心，方能邁向卓越管理及永續經營。

三、展覽會 (Exhibition)

本次展覽會在 Te Pae 大廳及一樓會場展出，會場共有 140 個廠商，如 ABB、AVK、COSMO 等，及 13 個 IWA ASPIRE 會員攤位，如中華民國自來水協會、東京都廳、2021IWA ASPIRE 主辦國菲律賓等，詳圖 2~圖 3，茲

就部分展品進行介紹：

(一)Arad 水表：Arad 以其高精度的超音波水表著名，現場展示有口徑 20mm 家用 Sonata 水表，如圖 4，它的 Q3 為 2.5CMH，量程比高達 500，換言之 Q1 為 0.005CMH，換算每小時 5 公升流量，相較國內台水及北水現行使用的某廠牌多重噴嘴機械表，它的啟動流量便需要每小時 15 公升，更遑論準確，現場展示放流量為每小時 27.93 公升，另依該公司官網所示，電池壽命可達 15 年、支援雙流向水量計量、IP68 防水等級、支援 AMR 及 AMI、具備警報及統計功能等。

(二)Strongcast 表箱：係採可回收高密度聚丙烯 (HDPP) 材料製成，分為錐形及反向錐形 2 種，適用於家用和小型商用水表、閥門及組件；堅固、相容於智慧型裝置訊號傳送，配備專用鑰匙，可上鎖，尺寸為長 389mm×寬 220mm×深 275mm（深亦有 325mm 選擇），如圖 5，相對於傳統表箱應較環保、成本較低。

(三)AWASCHACHT 下水道組合式檢修井：如圖 6，係採聚丙烯材料製成，由下方可穿管、中段可依高度疊加及上蓋等 3 部分組成，直徑約 600-1000mm，下方開孔可連絡管 160mm-630mm 不等，加強筋與地面互鎖，即使在較高的地下水水位下也能防止浮力影響，已獲得德國建築技術研究所 (DIBt) 的建築主管部門認證，產品亦較傳統之預鑄式 RC 窰井為環保，且圓柱體之設計，亦可增加地表下之抗壓能力，或許這種趨勢將來可應用於自來水窰井之設計。

Ground Floor

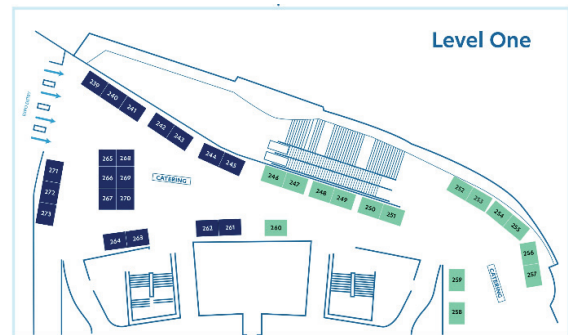


圖 2 展覽會場攤位配置圖(資料來源：官網)



圖 3 中華民國自來水協會攤位 (CTWWA)



圖 4 Arad 之 20mm 口徑 Sonata 水表 (左側)



圖 5 StrongCast 水表箱



圖 6 AWASCHACHT 下水道組合式檢修井



圖 7 Anteneh JerryCan



(資料來源：<https://hydroflowcivil.co.nz/downloads/technical-guide-21-3v1cd.pdf>)

圖 8 Geoflex 抗震接頭

(四)Anteneh JerryCan：如圖 7，這是由 Anteneh Gashaw 所設計的可攜式水桶，因環狀設計，背負人員可較輕鬆，排空後可作為救生圈使用，內部容量約 25 公升，這產品並不在展覽會場，是在海報區的論文展示。

(五)Geoflex 抗震接頭：如圖 8，這是 Hydro Flow 公司的產品，由球狀石墨鑄鐵管製成，可滑動、伸縮、壓縮和旋轉；設計在保護水管系統免受偶發性、巨大的地質事件造成的應力破壞；型錄上口徑 100mm~1000mm，可撓角由 38~30 度不等，垂直錯位容許 10-60 公分，抗脫能力約 30 噸~300 噸；而口徑 1100mm

四、論文主題探討

(一)作者：David Monteiro。主題：智慧水務解決方案：數位孿生在塑造公用事業未來中的角色 (Smart Water Solutions: The Role Of Digital Twins In Shaping The Future Of Utilities)

來自西班牙的 Qatium 公司，論文在行銷他們公司的產品，該公司的數位孿生模型是採用網路版，技術架構主要約有三方面：

1.Qatium 公司（負責數位孿生模型）：整合了 GIS、AMI、SCADA 資料，建立數位孿生

管網；另該公司可進行 AI 資料清理、管網斷點推斷，建立易用模型，協助資產管理、場景操作、網路最佳化等。

2. Specific Energy 公司（負責泵控制）：公司負責人以 20 餘年設計水泵的經驗，建立動態幫浦優化器 DPO，可協助尋覓管網中最佳幫浦設置，且在幫浦運轉期間，皆能確保泵處於高效率曲線間，並綜合評估老舊幫浦更換時機；另外，也可透過系統分析降低水齡、減少自來水投藥量。

3. Float IOT 公司（負責物聯網）：公司的 AMI 採用 Wave Distribution 電池供電通訊設備，可使水表保持全天候連接；另外它的 Wave 智慧手孔，支援每分鐘讀取 1 次壓力數據，如果發生緊急事件時，也支援每 5 分鐘由事件驅動的主動回傳資訊。

另透過它的官網 (<https://qatium.com/>) 的相關動態展示，可清晰看到相當多的動態展示，比如說，它可以對數位孿生管網進行任 1 分鐘的動態流向展示，也可以做到任 1 分鐘管網水壓分布（以不同色階六角形區塊區隔，每個小六角形表示區間的平均水壓）與各流量的區間比例分布，比如每秒小於 0.1 公升流量占比、0.1~1 公升占比、1~10 公升占比……1,000~10,000 公升占比等等；此外，系統也提供 AI 操作介面，比如你可以口說問它某區段管線要斷水，它便會回覆要關閉哪些制水閥，而這些要關閉的制水閥是可以排除不能關閉的制水閥（如小區進水開關），然後要開啟哪些替代開關，而後分析出真正受影響及有需要停水的用戶有哪些，同時顯示受影響的是哪些 DMA（小區）。

至於 Qatium 公司的數位孿生模型提供

那些功能，我們由它的網站收費來看：

1. 能源效率評估(每年 1500 歐元)：識別並可視化管網中的能源效率低下問題，依數據制定應對決策，優化幫浦應用。

2. 壓力感測器裝設位置選定（每年 800 歐元）：確認管網中裝設壓力感測器之最佳位置，以便進行漏水探測及提升供水調配效能。

3. 管線關閉影響（每年 500 歐元）：如前述案例，在派遣人員進行現場作業前，可先測試管線關閉的影響，尋找可能的替代供水方案與確認用戶受到影響，並推估管網產生的流向與流速轉變，以制定復水、排水計畫；另若在現場發現閥門無法操作，可迅速找到替代閥門進行關閉。以上所有操作，皆可在虛擬環境中測試與評估風險。

4. 洗管順序規劃(每年 1500 歐元)：透過系統可決定管網哪些管段無法達到自淨流速，接著設計及調整洗管順序，以確保提供清潔的水源，並將對客戶的干擾降至最低。

5. 蓄水池操作自主性（每年 1500 歐元）：透過評估水池之剩餘量，可清楚了解水池運作歷時，此有助於操作人員避免水池排空、溢流與供水中斷，進而優化水池的操作。

6. 增加 DMA 圖層檢視（每年 200 歐元）：增加 Qatium 管線圖層以符合業主所需，包含變更特定區域或 DMA 內管線的顏色等等…。

7. 了解水齡(每年 1500 歐元)：監測整個供水系統的水質，並透過清晰的視覺化方式，追蹤整個供水網路中的水齡（水質指標）。

8. 壓力管理（每年 1500 歐元）：透過優化減

壓閥設定來管理管網中的水壓。

綜言之，Qatium 智慧水服務平台，提供一優質的網頁版模型，公司同意主機可設於自來水單位，符合相當多自來水機構對資安的要求，其相關功能亦值得國內發展視覺化管網模型的水公司參考；在它提供的案例中，可在 1 個月內接軌自來水事業既有圖資系統，並開啟數位孿生平台供業主上線使用。

(二)講者：Tetsuro Goda。主題：污水管網的抗震韌性及其視覺化：(Seismic Resilience Evaluation And Visualization Method For Sewer Networks)

來自東京都下水道服務公司，這篇雖然是探討下水道的緊急修復計畫訂定及其成果的視覺化展現，但其分析方法與未來展望，值得國內自來水事業參考。

因應近年來天災（洪水、地震等等）頻繁、嚴重，且超出結構設計（迴歸週期）的災害，可能會對基礎設施造成嚴重損害，所以東京都下水道服務公司希望基礎設施具備抵禦重大災害的韌性，亦即在面臨災害時可做到主要功能不崩潰，及在災害中迅速恢復，因此本研究的目的首先是訂定有效的緊急恢復計畫及其視覺化的展現，其次是在有限的預算下，訂定多年的最優改善計畫。

視覺化模型建立的標的是「輪島市」，模型建立採用的是 QGIS 及 Blender 4.0 為開發工具，它套疊了 5 個圖層，包含「管線圖層」、「人孔模型」、「排水流域」、「建物模型」及「正射影像」等，它的相關數據採集及處理方法詳如圖 9。

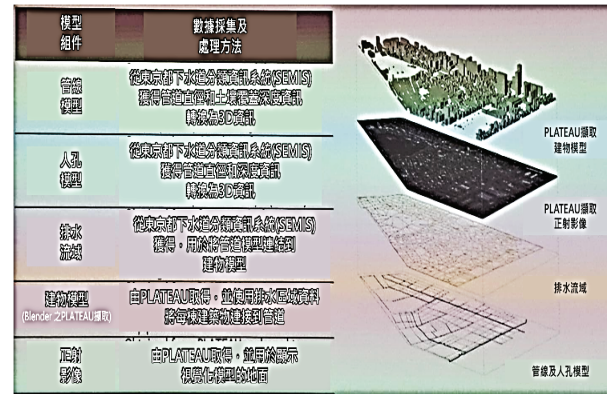


圖 9 輪島市模型的模型組件、數據採集及處理方法（資料來源：現場自行拍攝及翻譯）

至於產生最佳緊急修復計畫決策流程如圖 10，下方為下水道管網的通水狀態，上方為隨著震災發生當下（時間軸為 t_0 時）至下水道系統完全修復（時間軸為 t_3 時）期間的管網最末端人孔的累計通過流量；如圖 10 下方管網，當地震發生時，一開始往往柔腸寸斷，只有部分的管線可以排除污水，隨著時間推移，主要幹線逐漸修復到整個管網都可以正常通水，這時圖 10 上方的陰影部分面積 R 值，就是震災發生至修復時，受地震影響減少累計通水流量與時間的乘積，而因應地震影響期間修復管段排程順序的差異，產生面積 R 值亦會不同，因此，最小化 R 值的修復管段排程，就是研究所評定的最優的修復計畫。

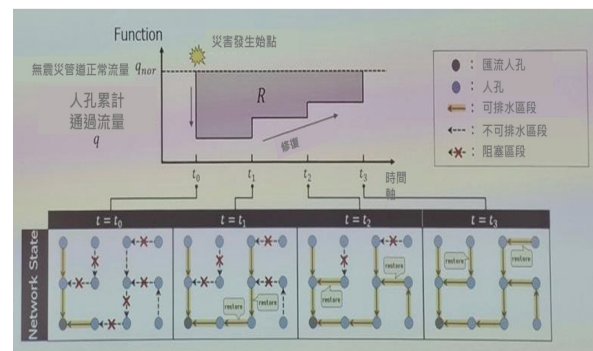


圖 10 輪島市震災後最佳化污水管緊急修復決策模型（資料來源：現場自行拍攝及翻譯）

另地震時，管道或人孔會因地震而受損，尤其是發生液化，沉積物會由受損管道部分的裂隙中流入，可能造成阻塞，分析下水道震災損壞態樣如圖 11，就下水道人孔言，有裂縫、沉陷及關節裂隙等；就管道言，有關節間隙、沉陷、偏轉及裂縫等；而震災後的搶修，依東京都防災會議的報告指出，緊急搶修量能的基本單位統一為每隊每天 400 公尺，每天修復能量則採 2 隊共計 800 公尺推估，而清理管道中的沉積物，主要有人力手動拆除、吸汙車或高壓清洗車等 2 種。至於汙水管長期的抗震防災、減災措施

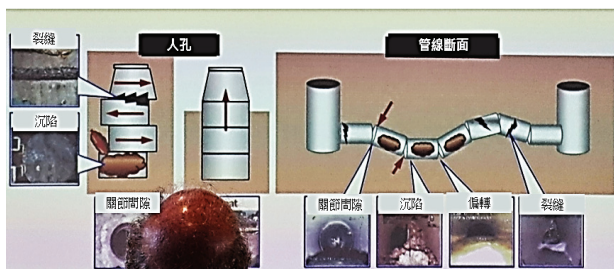


圖 11 下水道震災損壞態樣說明（資料來源：現場自行拍攝及翻譯）

係採 SPR（汙水管更新）工法，如圖 12 所示，首先在出發井人孔上方放置更新材滾筒，下放更新材至管道邊緣，然後透過人孔下方的更新管道修復系統繞線機，將修復材貼於既有管管內壁，同時透過動力推動已纏繞好的修復管材往到達井人孔前進，接著將管中注水，使修復管伏貼於既有管，然後在於修復管與既有管間灌注抗菌水泥砂漿。

接著論文提及選了兩個案例來進行最佳修復計畫的排程選定，第 1 個案例是採用傳統修復順序（現場沒聽到，若依自來水推斷則為主要幹線優先），第 2 個案例是使用遺傳演算法，測試的結果果然是使用遺傳演

算法，它可以提供較小的 R 值（如圖 13）。

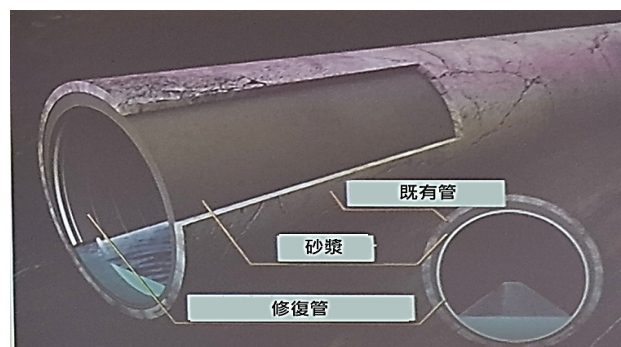
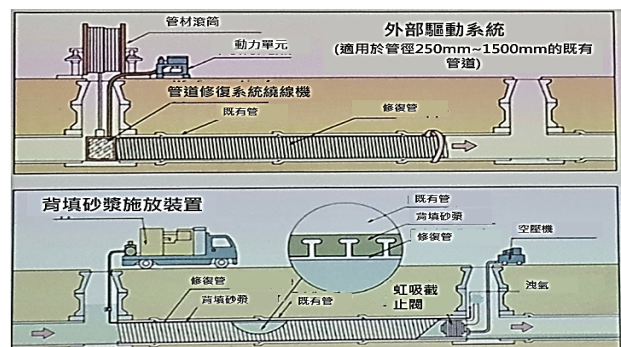


圖 12 汙水管更新 (SPR) 工法說明（資料來源：現場自行拍攝及翻譯）

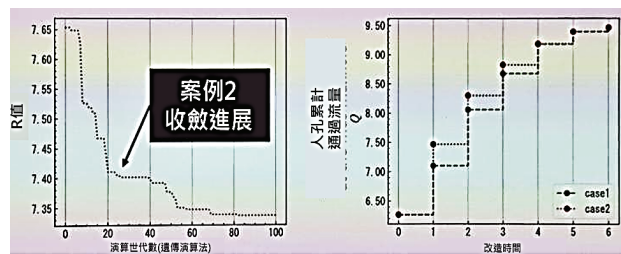


圖 13 傳統方法與遺傳演算法之修復時間比較（資料來源：現場自行拍攝及翻譯）

這篇論文旨在發展災後下水道修復最佳排程，但文末，提及未來工作展望時的觀點：

- 1.道路沒修好，管線單位可以如他們預期的計畫排程去修復嗎？
- 2.電力系統沒有修好，可以將自來水送到用戶家中、再用戶將水池水送至頂樓水塔嗎？
- 3.自來水管沒有修好，有辦法將水送到用戶



家中使用而產生污水嗎？

所以如果沒有通盤考量，環環相扣，論文也只是研究方法論。

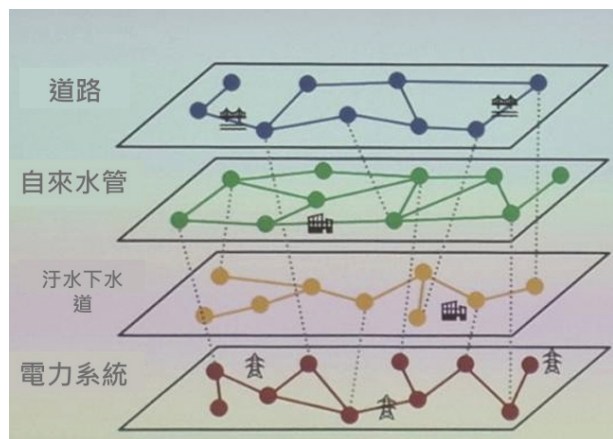


圖 14 震災後與下水道修復時程相關之系統(資料來源：現場自行拍攝及翻譯)

(三)講者：Mitchell Dixon, Ramboll。主題：智慧水務：透過智慧城市實現氣候調適 (Smart Water: Climate Adaptation Through Smart Cities)。

菲律賓碧瑤市面臨氣候變遷的多重挑戰：不僅有年年高降雨、突發性洪水與山崩，更有城市熱島效應以及因垃圾堆積和違建侵佔水道導致的排水系統功能受限問題。在預期極端氣候將使強降雨更頻繁的威脅下，城市迫切需要更精準的預警機制。

FEWS 是一個以數據驅動的即時線上預警系統。它的運作核心是透過在城市四條主要河流上設置的水位監測站，收集即時數據，並將其與歷史資料結合，輸入經過校準的水文與水動力模型，目標是系統能夠精準預測洪水發生地點，並發出警報，為市民爭取足夠的應變時間。目前系統仍在進行測試和調整，以確保其準確度與穩定性。

值得一提的是，這項專案進行了「遺失

聲音調查」，確保在專案設計階段就能識別出性別挑戰，專案發現傳輸智慧數據警報的主要方法是使用手機，但調查結果顯示，並非所有家庭都擁有 2 支手機以上，亦即在大多數情況下，手機會隨著外出工作的男性離開家庭，由於手機被帶走，留在家中的女性或少數族群將無法收到關鍵的洪水警報傳輸。

因此，專案團隊認為，缺乏有效的手機通訊是建置系統後所面臨的「最大挑戰」之一，因為這導致系統無法將警報傳達給每一個人。雖然這項調查識別出了性別和社會問題，但專案並未提出手機覆蓋率不足或家裡沒有手機，無法接收警報的解決對策。

(四)講者：Craig Thew, Hastings District Council。主題：飲用水與衛生設施服務：在自然災害後建立韌性。從復原走向韌性規劃 (Drinking water and sanitation services: building in resilience in the wake of natural disasters. From Recovery to Resilience Planning)。

傳統上單純依賴工程技術作為災害應變策略已不足以應對當前面臨的挑戰，人們必須轉向積極的社區參與、勇於挑戰制度性的安逸心態，並進行長期的策略性投資，這需要一種全面性、跨越工程、社會與政治領域的整合性思維。正如 Craig 所提到：「為未來制定一個降低風險的應對計畫，但要確保這個計畫廣為人知，並且是與你的社區共同制定的。」

放眼國際社會，水是連結我們的力量。荷蘭透過水外交 (water diplomacy) 來結交朋

友、分享防災經驗（如數十年甚至超過一世紀的長期水管理規劃）以及向他國學習（例如向孟加拉國和新加坡學習早期預警與行動）。此外，澳大利亞水協會（Australian Water Association）透過與亞太地區的國家（如越南、印尼、東加）建立「結對關係」（twinning relationships）來投資區域能力建設。例如，在東加遭受火山爆發、海嘯和疫情的複合式災害後，透過與 Unity Water 的合作，協助東加水務局（Tonga Waterboard）建立緊急管理框架，將應對責任從少數員工擴展到整個組織。

專家們強調，我們必須以「多重拼圖」（multi puzzled）的方式思考，準備應對所有挑戰，危機絕不應浪費；每一次災害都是一個機會之窗，可藉此證明建立韌性的必要性，而且水資源管理是一項需要「長期視野」的運動，「短期主義」只會讓我們一直在停留在處理上一場發生過的災難。最後，制定一個「社區知曉並共同制定」的未來應變計劃，並將西方科學知識與傳統原住民對水資源的管理知識相結合，才是一個真正具備韌性的災害應對策略。



圖 15 會場論文演講(資料來源：現場自行拍攝)

(五)講者：Joanna Reyes。主題：智慧與包容的非收益水管理，提升大馬尼拉地區供水服務韌性(Smart and Inclusive NRW Management for Resilient Water Services in Metro Manila)

面對全球水務單位普遍遭遇的水資源短缺、營運成本增加及服務效率低落等挑戰，Maynilad 提出了一項結合智慧管理與包容性參與的綜合行動方案。該倡議的核心理念在於，解決無收益水問題不能僅依賴技術修復，更需要透過廣泛的利益相關者參與以及行政流程的優化，來建立一個可持續的水資源回收架構。

在執行層面上，Maynilad 採取了雙管齊下的策略。首先是深度的公眾教育與社區參與。透過一系列的資訊宣導活動，該公司致力於讓大眾了解無收益水對水資源及服務品質的負面影響，並積極號召社區民眾成為水資源管理的夥伴。這包括鼓勵民眾主動通報管線洩漏以及在日常生活中實踐節約用水。為了建立公眾的信任與透明度，宣導活動還特別強調了 Maynilad 正在進行的具體減損努力，例如積極的洩漏控制與管線更換工程，讓民眾看見實際的進展。

策略的第二個關鍵支柱是簡化監管與許可流程。Maynilad 認識到行政延遲往往阻礙了修復工程的及時進行，因此與地方政府單位（LGUs）及國家機構展開密切合作，開發了一套標準化的「統一許可系統」（Unified Clearance System），透過政策倡議與對話，Maynilad 向地方政府展示了加速批准無收益水管理專案所能帶來的環境效益，成功促使相關單位調整優先順序以減少行政延

誤。這種跨部門的協作有效消除了繁瑣的官僚障礙，確保關鍵的基礎設施改善工程能夠迅速展開。

這項綜合策略最終產生了顯著的成效。在合作方面，與地方政府及監管機構的夥伴關係加速了許可審批，直接提升了專案執行的效率。在社會參與方面，提升意識的活動促使社區參與度大幅提高，民眾對於洩漏問題的通報數量增加，並更積極參與保育工作。最終，簡化的流程使 Maynilad 能夠更快速地實施減少無收益水的措施，導致水資源損失顯著減少及營運成本降低，並為建立具韌性的供水系統提供了一個可複製的成功模式。

為了形象化這個策略，可以將處理無收益水想像成一場與時間賽跑的「急診手術」：過去，水務公司像是被繁瑣掛號手續（許可證）卡住的醫生，而漏水點則是隱藏的病灶；Maynilad 的新策略不僅打通了快速通關的行政綠色通道，還訓練了全體市民成為敏銳的「檢測員」，第一時間指出病灶位置，讓修復手術能以最快速度完成，從而挽救寶貴的水資源。

(六)講者：Heiko Manzke。主題：以 Kevlar 強化柔性管線更新技術，支持紐西蘭降低碳排與無收益水量（Supporting New Zealand's Carbon & Non-Revenue Water Goals with Kevlar-Reinforced Flexible Pipe for Pipeline Renewal）

紐西蘭已設定了雄心勃勃的目標，旨在於 2050 年實現淨零排放，而建築業目前佔該國總排放量約 20%。與此同時，紐西蘭老化的飲用水管網面臨著無收益水損失的嚴峻

挑戰，部分系統的水損耗可達 20-30%，在高損耗地區的洩漏率甚至高達 41-52%。為了應對這些挑戰，Raedlinger Primus Line 推出了克維拉增強型柔性管，這是一種創新的水管內襯解決方案(圖 16)，旨在提升老化總水管的完整性、減少洩漏並改善水資源保育，從而符合紐西蘭的氣候與水資源效率目標。

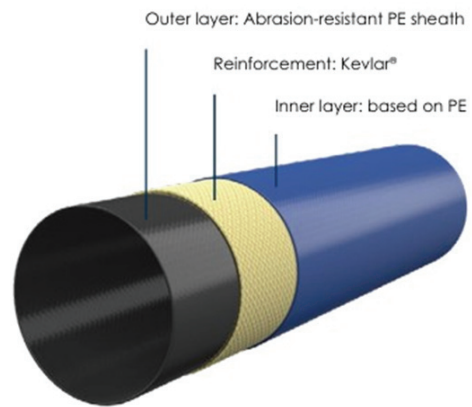


圖 16 Primus Line 管材構造(資料來源：講者簡報)

傳統修復舊管道的方法通常涉及大規模挖掘，被稱為「挖掘與修復」或「挖掘與更換」，這需要移除舊管並安裝新管，會造成土壤破壞、交通延誤以及對當地居民和商業的干擾。此過程依賴挖土機等重型機械，導致高排放和巨大的碳足跡，且成本高昂且耗時。相比之下，Primus Line 提供了一種現代化的非開挖解決方案，通過絞盤將柔性且經克維拉增強的內襯拉入現有管道中，再充氣並安裝特製的末端連接器，實際上是在舊管內形成了一條新管(圖 17)。這項技術能夠一次性修復長達 2,500 公尺的管道，並能通過多個彎道，包括高達 90 度的彎曲，從而最大限度地減少挖掘需求及相關的環境破壞。

這項技術的有效性在 2020 年澳洲布里

斯本的一個案例中得到了證實，當時 Urban Utilities 對一條長達 2.2 公里、可追溯至 1890 年的飲用水總管進行了修復。由於該管道位於通往市中心的主要道路下方，為了最大限度地減少交通干擾，業主選擇了 Primus Line 系統而非傳統的明挖溝槽法。該項目利用現有的訓練有素的人力進行管道清潔和準備，並由 Primus Line 團隊提供工程支援，主要在夜間進行安裝以減少對交通的影響。碳足跡計算顯示，與傳統方法相比，這種修復方式在施工過程中減少了 90% 的碳排放。

對於紐西蘭的資產擁有者而言，採用這種非開挖技術可以顯著支持碳減排和減少無收益水的目標。透過將施工碳足跡減少高達 90%，Primus Line 不僅符合紐西蘭的可持續發展目標，還能將現有管道的使用壽命延長至少 50 年，提供了一種具成本效益且可持續的管道維護方案。此外，這種方法因其微創特性，減少了噪音、污染及對社區的干擾，體現了對社會負責的基礎設施管理。

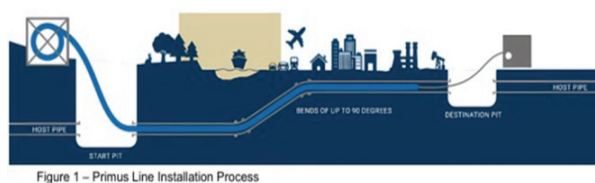


圖 17 Primus Line 施工方式(資料來源：講者簡報)

(七)講者：Jonathan Church。主題：藻類與藍綠藻風險之線上即時應變與預測 (Online Response and Prediction for Algae and Cyanobacteria Risks)。

本研究由紐西蘭 Lutra 公司與 K ā piti Coast District Council 合作，針對 Waikanae 河流域開發「藍綠藻線上監測與預測系統」，

以解決傳統人工採樣與實驗室檢測延遲的問題。系統整合螢光感測、pH 波動分析與自動加藥控制三項技術，實現對藍綠藻活動與臭味風險的即時偵測與應變。研究發現，pH 日夜變化幅度與藍綠藻活動呈高度相關，當藻層穩定附著時，pH 振幅規律明顯；而在暴雨沖刷事件後，濃度與 pH 振幅迅速下降，顯示藻層剝落。此一參數亦與 2-MIB 臭味物質濃度高度線性相關 ($R^2=0.887$)，可作為快速預警指標。

基於此特性，團隊建立自動加藥邏輯，依據 pH 振幅與藻類濃度分為「基礎劑量」、「事件劑量」與「臭味補償劑量」三階段控制，並於 SCADA 系統中即時運行。實場測試顯示，該系統能及早偵測藻層變化並自動調整 PAC 投加量，降低藥品消耗與人工干預，同時維持出水品質穩定。操作人員可透過線上儀器即時觀察藍綠藻濃度、pH 變化趨勢，提升決策信心。未來研究將進一步整合氣象因子與機器學習模型（如 XGBoost），強化藍綠藻活動與臭味事件之預測能力。此系統展示以「pH 為核心指標」進行藍綠藻智慧監測與自動化應變的可行性，對水源風險管理具高度實用與推廣價值。

(八)講者：Najibullah RASA。主題：小作淨水場水質異常事件之應變處理 (Responding to Water Quality Incidents at the Ozaku Water Purification Plant)。

本研究以東京都小作淨水場於 2022 年 11 月遭遇的油污污染事件為契機，檢討飲用水系統在突發性水質事故中的應變流程。該事件起因於河川上游遭非法排放油類，流入多摩川後在取水口形成油膜，導致異味及操

作困難。場方啟動緊急停水並進行加藥處理，但既有粉末活性炭劑量僅 3-5 mg/L，未能有效去除油味，顯示現行指引不足。

為提升應變效率，研究團隊進行多項改革：首先，以 Jar Test 重建加藥劑量曲線，結果顯示 40mg/L 為完全去除油味的臨界值。根據此結果，修訂操作準則，將警報觸發後的加藥步驟改為「立即高量投加」，並增加混合與反應時間，確保污染迅速抑制。其次，在通訊體系方面，建立局內跨部門資訊共享平台，整合電子資料夾、行動通訊與網路終端，確保現場即時回報可直達中央決策單位，顯著縮短反應延遲。水道局與淨水場共同推動年度聯合演練，模擬不同污染情境並持續改善通訊與現場協調。

在長期預防方面，場方增設上游排水渠巡查機制與監測點，擴大對非法排放源的監控範圍。這些措施使得小作淨水場的水質事故應變時間大幅縮短，並可在不影響供水安全的情況下進行快速處理。

此案例使供水系統由「被動反應」轉向「主動防禦」。加藥指引的量化修正、資訊共享平台的數位化、以及跨機關聯合演練的制度化，構成一個具韌性且可持續的水質應變體系。未來若能結合 AI 警報判讀與自動加藥控制，將可進一步縮短反應時間並減少人為失誤。此經驗對其他面臨工業污染風險的都市供水系統具有重要參考價值，實現日本水道事業的危機管理與品質保證。

五、心得與建議

經由本次研討會之觀摩，歸納出以下心

得與建議：

- 1.水務永續發展，不僅在於技術進步，更在於治理的智慧、文化的包容與自然的和諧，水務不再只是工程問題，而是生態、文化與治理的整合課題，本處可思考從「技術供水」邁向「文化韌性與社會永續」的新階段。
- 2.綜合大會主題與 Keynote 永續推動方向：
 - (1)從「技術導向」走向「治理導向」：水源保護、防災、都市韌性納入整體規劃。
 - (2)社區夥伴化，建立共治與信任：以社區為中心的營運模式，強化信任與參與。
 - (3)推動跨域與跨國合作：強化雙北合作，並建立國際合作與經驗分享平台。
 - (4)以自然為本，推動生態共生設計：工程導入自然為本解方，提升低碳與韌性。
 - (5)強化能力建構與知識傳承：建立內部培訓制度，培養跨領域人才。

因應氣候變遷，傳統工程不足以抵抗極端氣候事件，應彈性設計容忍災害衝擊，並以自然為本提升提升整體環境系統韌性。

從馬尼拉、雪梨到碧瑤市的案例，水務機構普遍強調「智慧監測、資料整合、AI 模型、公眾參與」整合應用。為提升供水韌性、降低 NRW，除持續推動老舊管線汰換，更需從技術、治理、社會參與三個層面跨領域整合管理。

澳洲布利斯本案例顯示，柔性內襯技術有效降低 90%以上施工碳排、減少交通衝擊、延長管線壽命，同步改善漏水與降低 NRW。相比傳統開挖更換，修復型工法在都市交通壓力高、開挖不易的區域更具優勢。

參考文獻

1. Qatium 官網 <https://qatium.com/>
2. Arad 官 網 <https://www.arad.co.il/products/residential/sonata-ultrasonic-residential-water-meter/>
3. Rehau 產 品 官 網 <https://bs.rehau.com/uk-en/solutions-for-civil-engineering/sewerage-systems/chamber-systems/awaschacht>
4. Pamline 產 品 官 網 <https://www.pamline.com/products/geoflex-fittings>

作者簡介

周家榮先生

現職：臺北自來水事業處陽明營業分處一級工程師
專長：管網改善、小區計量實務及水量計、水壓研究、
資產管理等

鄭志斌先生

現職：臺北自來水事業處陽明營業分處二級工程師兼
股長
專長：漏水控制、管網改善

宋奕穎先生

現職：臺北自來水事業處南區營業分處二級工程師
專長：小區計量漏水控制、智慧水表、管網改善

曾俊華先生

現職：臺北自來水事業處淨水科三級工程師
專長：淨水處理



協會訊息

文/自來水協會

一、115 年出國參加國際水協會會議補助審查委員會於 115 年 5 月 27 日召開，經審查委員會評審，最終核定補助 4 位優秀會員。恭喜童心欣女士（口頭發表）獲得機票與註冊費全額補助；謝素娟女士、陳昭明先生、張瑛興先生（海報發表）各獲得定額補助 8 萬 5 千元。

二、第 20 屆理事會第 15 次理事會議於 115 年 5 月 27 日召開。決議如下：

(一)通過「第 59 屆自來水節慶祝大會、21 屆第 1 次會員代表大會暨第 43 屆自來水研究發表會」由台灣自來水公司第二區管理處與本協會共同辦理，安排於 115 年 11 月 16 日(一)~17 日(二)舉行假「國立中央大學」(320317 桃園市中壢區中大路 300 號)。

(二)通過「115 年體育康活動」由台灣自來水公司北工處承辦籃球活動；台灣自來水公司第十二區管理處承辦桌球、羽球、慢壘活動，安排於 115 年 11 月 15 日(日)舉行假「國立中央大學」(320317 桃園市中壢區中大路 300 號)。

(三)同意通過 23 位個人會員申請入會案予以追認備查，由協會發函通知繳費入會。

三、第 43 屆自來水研究發表會盛大徵稿！

中華民國自來水協會「第 43 屆自來水研究發表會」將於 115 年 11 月 16 日(一)假「國立中央大學」隆重舉辦。本屆同步辦理「青年水務專家工作坊」，竭誠歡迎產官學界踴躍投稿，交流前瞻見解。

◆重要時程與報名

- 摘要截止：115 年 7 月 22 日(三)前，填寫線上報名並 Email 500 字摘要。
- 審查通知：115 年 8 月 7 日(五)前通知。
- 全文截止：115 年 8 月 28 日(五)前提交正式報告。
- 簡章下載：詳細公告及範本請參閱協會官網最新消息。

第 43 屆自來水研究發表會 徵文通告

主旨：增進產官學界對自來水相關技術及管理研究與應用之經驗交流，以提升供水技術、管理效能與服務品質。

說明：本屆發表會訂於 115 年 11 月 16 日(星期一)，假國立中央大學(桃園市中壢區中大路 300 號)舉辦(本屆另同時舉辦青年水務專家工作坊、聽證會、青年研究伙伴共賞盛會)，特廣徵與下列四大論文主題有關之研究報告，歡迎踴躍投稿。

A. 工程技術	B. 營運管理
工程機設、施工及計劃管理、智慧供水技術、管線免開挖更生技術處理技術、環境友善及先進水處理技術、創新水資源發展技術、海廢技術、新興污染水處理技術、新興技術、其他	供水設施營運操作、供水系統維護管理、管線失效故障分析、管線狀況評估、降低無收益水量、集水區保育治理、緊急應變及危機管理、管網建模及應用、其他

C. 水質安全	D. 供水服務
飲用水質政策及監管、水源水質管理、天然有機物去除處理、水安全計畫、先進水質檢測技術、新興污染物調查分析、水質監測與管理、整合供水最佳化、其他	提昇服務品質、營運管理、資訊管理與應用、自動讀表技術應用、物聯網及 ICT 技術、節約用水及效率措施、可持續的水價、進階抄表管理系統、其他

重要時程

- 115 年 7 月 22 日(三) 報名投稿截止
- 115 年 8 月 7 日(五) 審查通知
- 115 年 8 月 28 日(五) 繳交全文
- 115 年 11 月 16 日(一) 研討會

聯絡資訊

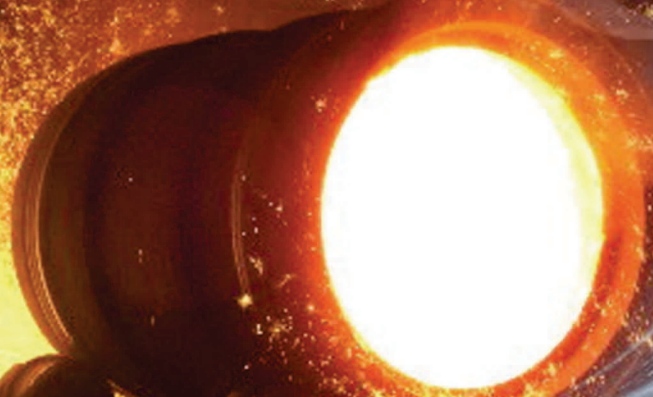
- 本屆籌備處設於台灣自來水公司第二區管理處(桃園市平鎮區水廠路 150 號)
- 聯絡人：郭冠貴、鄭祈維、吳俊弘
- 投稿信箱：water02@mail.water.gov.tw
- 電話：03-4643131#510、511、512

主辦單位：中華民國自來水協會，協辦單位：台灣自來水公司第二區管理處

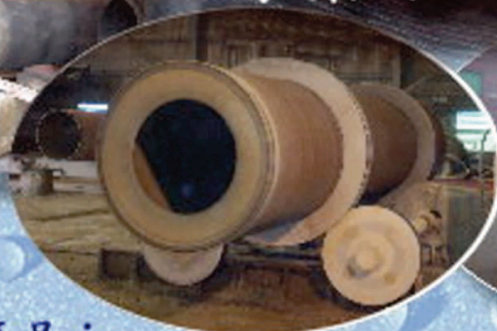
報名專用 範本專用



錦源鑄造工業股份有限公司
GIN YUANG INDUSTRIAL CO., LTD.



專業離心鑄管廠



主要產品：

- 口徑75mm~2600mm離心球狀石墨鑄鐵直管，長度4M~6M
- 口徑75mm~3000mm球狀石墨鑄鐵管件及配件
- 球狀石墨鑄鐵人孔、手孔及閥類
- 品質系統通過標準局ISO9001認證
- 實驗室通過全國認證基金會TAF實驗室認證

□總公司：台北市建國北路一段69號9樓 □鑄造工廠：桃園縣觀音工業區經建二路25號
公司電話：02-25082976 工廠電話：03-4839540
傳 真：02-25082980 傳 真：03-4838297

永和山水庫緊急取水方案

實績
案例

每台抽水機規格

額定揚程：15M

額定水量：20000CMD



泉溢電機工廠股份有限公司

CHUAN YI ELECTRIC MACHINERY WORKS CO., LTD.

公司地址：台中市南區五權南路175號1樓
TEL：(04) 226 271 71
web：www.cpem.com.tw

工廠地址：南投縣南投市永興路5號
TEL：(049) 225 272 7
e-mail：cp@cpem.com.tw



百晨企業有限公司

NAKOSIN ENTERPRISE CO.LTD.

一店購足管材供應商

產品多元 · 誠信專業 · 品質嚴格 · 備貨充足 · 交貨及時 · 售後服務

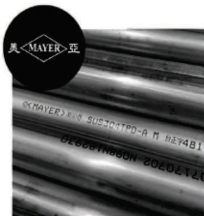
☑ 車隊齊全 ☑ 專業物流 ☑ 全台服務 ☑ 管線顧問



南亞塑膠工業股份有限公司



高興昌鋼鐵股份有限公司



美亞鋼管廠股份有限公司



富山精機廠股份有限公司



東光凡而工業股份有限公司

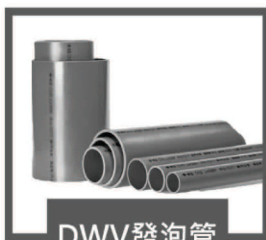
獲獎紀錄



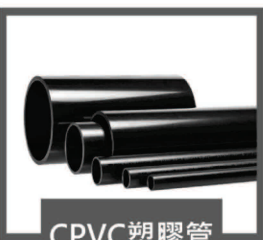
公共工程管線設備實績



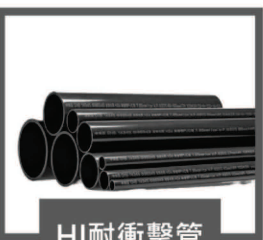
PVC-U塑膠



DWV發泡管



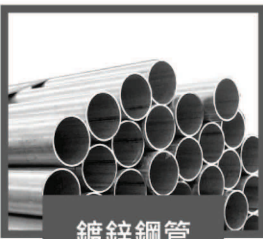
CPVC塑膠管



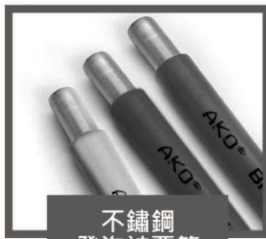
HI耐衝擊管



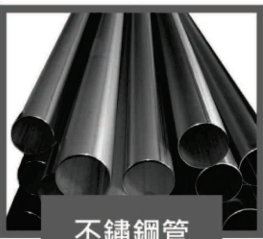
閥類



鍍鋅鋼管



不鏽鋼
發泡被覆管



不鏽鋼管

不鏽鋼配管 | 不鏽鋼-法蘭。免車牙快速-管件。單壓接-管件。承插式-管件(日本)。承插式-管件(韓國)。溝槽式-管件。焊口式-管件。牙口式-管件。管材料類。防震軟管。雙壓接-瓦斯專用。雙壓接-管件。
塑膠配管 | ABS-管件。CLEAR-透明。PVC-管件灰色。SCH80 CPVC-美規耐熱管。SCH80 PVC-美規管。可接CD-管件。
水電小五金 | 吊管小五金。小五金-水錶類。接線BOX。螺絲類。配電小五金。
配電系統 | 小電料。接地系統。無熔絲開關。變壓器。配電箱。開關插座。電力電纜。
鍍鋅鋼配管 | 保溫管。溝槽式-管件。焊口式-管件。牙口式-管件。管材料類。金屬軟管-管件。鑄鐵管。
閥體類 | 不鏽鋼。塑膠。溝槽閥。砲金銅。考克類。鑄鐵。石墨鑄鐵。黃銅。

百晨企業有限公司
NAKOSIN ENTERPRISE CO.LTD.

地址：新北市泰山區憲訓路48號
電話：02-29091617
傳真：02-29095107
02-29095105

Mail: service@nakosin.com.tw
http://www.nakosin.com.tw
FB: Nakosin1986





WATER PIPE.

TUNNEL BORING MACHINE.

-
- 管線推進工程
- 管道檢修工程
- 水池檢修工程
- 自來水管線工程
-

- 甲等自來水管承裝商，長年致力於自來水管線工程，擁有充足的專業人員、機械團隊、施工自主性高，無論新設檢視、清洗維護與管線修復等工法，皆累積深厚的施工經驗。



FAX. 傳真 — 02-28118943

TEL. 電話 — 02-28118945

ADDRESS 公司地址 — 新北市汐止區茄福街8號

MAIL 信箱 — huan.jan@msa.hinet.net

OFFICE 工務所 — 台北市士林區延平北路九段346號



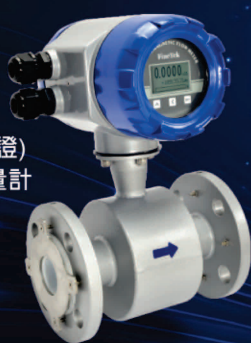
智慧水務新紀元



數據驅動， 精準治水

恒達科技，提供從水源到
家戶的全方位監測方案

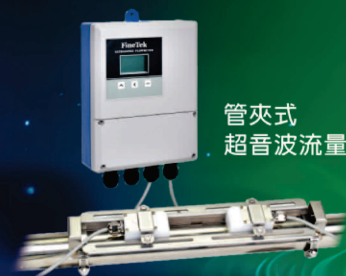
(OIML 認證)
電磁式流量計



一體式
超音波流量計



管夾式
超音波流量計



C級 型式認證
多重噴嘴電子水量計



面對漏水防治與能源管理的高標準要求，恒達科技憑藉數十年的
專業計量技術，為台灣自來水事業量身打造智慧化解決方案。

智慧讀表

電子式水錶結合物聯網通訊，告別人工抄表，精準掌握每一滴水。

管網優化

高精度超音波與電磁式流量計，即時監控供水品質，主動發掘漏水疑慮。

永續經營

低功耗設計與穩定數據傳輸，協助企業達成 ESG 減碳目標。



掃描QR Code
開啟您的智慧水務之旅

深耕專業 · 在地服務，與台灣水務界共同成長

恒達科技股份有限公司

FineTek Co., Ltd.

新北市土城工業區自強街 16 號

TEL: 886 2 22696789

EMAIL: info@fine-tek.com

台中營業處

高雄營業處

上海子公司

新加坡子公司

TEL: 886 4 23370825

TEL: 886 7 3336968

TEL: 86 21 6490 7260

TEL: 65 64526340

印尼子公司

美國子公司

德國子公司

TEL: 62 (021) 2923 1688

TEL: 1 909 598 2488

TEL: 49-(0)4185-8083-12

<http://www.fine-tek.com>



集美工程顧問股份有限公司

Jami Engineering Consultants, Inc.

規劃 / 設計 / 監造

■ 自來水工程
 ■ 污水下水道工程
 ■ 水利防洪工程
 ■ 潛盾 / 推進工程
■ 管道檢修工程
 ■ 道路 / 景觀工程
 ■ 建築 / 結構工程

金獎品質 卓越肯定

• 113年公共工程金質獎優等

• 113年臺北市政府公共工程卓越獎



輸水幹管潛盾工程



秀朗橋2,000mm管接頭修復



北水處伸仗板5,000噸水池



金門地區新建高架水塔、配水池及加壓站工程

地址：新北市樹林區中山路三段163巷7號5樓

電話：02-26683488 傳真：02-26683489

E-mail：jami0001@ms23.hinet.net

潔淨水環境，由川源開始 永續泵浦系統，守護每一滴未來的水

CVS型



HN型



MVN型



CP(T)型



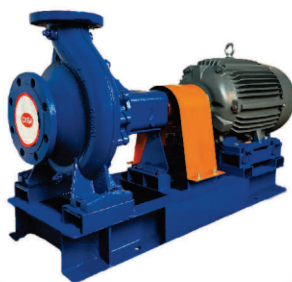
GES型



VAS型



KES型



KMP型



綠色・安全・永續經營

川源股份有限公司
GSD INDUSTRIAL CO.,LTD

Tel : (02)2694-2732
<http://www.cmsa-pumps.com/>
cmsa@cmsa-pumps.com



自來水用不銹鋼波狀管



PSB Singapore

Choose certainty.
Add value.

CNS 15604-G3276 / JWWA G119

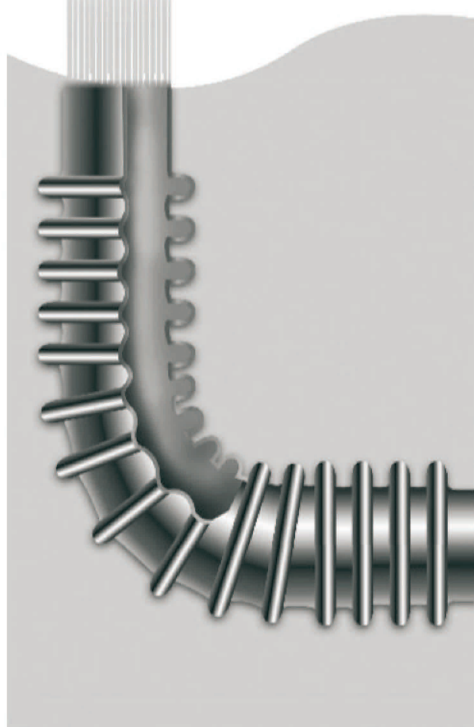
昭和的不銹鋼波狀管

日本公認防治漏水效果最佳的給水管

不銹鋼波狀管係由〈株式會社昭和螺旋管製作所〉於三十一前研製製造，因具有「徒手彎曲」、「不需接頭」等特性，在日本被視為最具耐腐蝕性之優質管材，且被多數的自來水事業單位採用。2011年，〈昭和國際科技股份有限公司〉成立後，不銹鋼波狀管正式在臺灣生產，並以嚴格的品質管理作為信用可靠產品之保證。

《CNS 15604-G3276 / JWWA G119》【昭和的不銹鋼波狀管】/ 品質 / Quality of CSSI

- 01 為日本檢驗單位認證，屬耐震性極佳之管材
故給水管能長期維持正常功能
採用較厚且具有高耐性之不銹鋼材，可承受強大衝擊力，於施工時不容易受到損傷。
- 02 依據埋設用途考量
採用具有耐久性與耐蝕性之優良不銹鋼材
採用具耐蝕性之SUS316，屬於耐久性佳之「綠色管材」。
- 03 方便於狹窄空間施工
且不需擔憂操作不當造成的漏水問題
因波狀部結構可「徒手彎曲」，能隨意調整彎曲角度，即使非資深技術人員操作也不會發生施工不良情形。
- 04 不需使用接頭，可降低施工成本與漏水風險
接頭是造成漏水的最大原因，不需接頭之不銹鋼波狀管不論在材料或施工程序，都可大幅降低成本。
- 05 嚴格品質管理，提供優質MIT產品
採國內優良廠商生產之高品質鋼材，製作過程嚴格品質管理，而【昭和的不銹鋼波狀管】更是唯一榮獲中華民國國家標準《CNS 15604-G3276》之廠家。



《CNS 15604-G3276 / JWWA G119》【昭和的不銹鋼波狀管】/ CSSI

種類	管徑	用途例
波狀管A	CSSI-SUS 304	一般給水配管
波狀管B	CSSI-SUS 316	具高度耐蝕性之給水配管

◎波狀部、尺度

波高	波長		波深	波距	波高	波深	波距
	標準	公差					
15	15.88	0	8.8	±0.05	8.8	±10	15
25	25.77	-0.37	1.0	±0.10	1.0	±10	25
35	35.65	0.34	1.2	±0.12	1.2	±20	35
45	45.53	±0.49	1.2	±0.12	1.2	±25	45

◎不銹鋼波狀管之尺度

管徑	管長		管厚		管重		管重
	標準	公差	標準	公差	標準	公差	
15	15.88	0	1.0	±0.05	475	±5	150
25	25.77	-0.37	1.0	±0.10	475	±5	150
35	35.65	0.34	1.2	±0.12	475	±5	150
45	45.53	±0.49	1.2	±0.12	475	±5	150



昭和國際科技股份有限公司
Showa Technology International Co., Ltd.

【工廠】

台灣高雄市大寮區和發路789號
TEL:03-4881220 FAX:03- 4881230
E-MAIL: sti.tw@outlook.com



株式會社昭和螺旋管製作所
Showa Rasenkan Seisakusho Co., Ltd.

【總公司】

日本174-0051東京都板橋區小豆澤2-26-10
TEL. +81-3-3967-5751 FAX. +81-3-3969-3287
【營業部、技術部】
日本115-0051東京都北區浮間5-3-3
TEL. +81-3-3966-2286 FAX. +81-3-3967-2085
【官方網站】 <http://www.showarasen.co.jp>



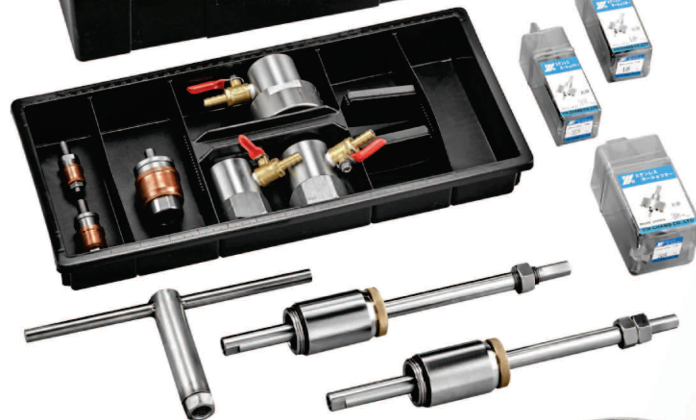
振維精密有限公司
CHEN WEI PRECISION CO., LTD.



專利
新品



鞍帶分水栓



不斷水式鑽孔機及銅套機(鞍帶分水栓用)

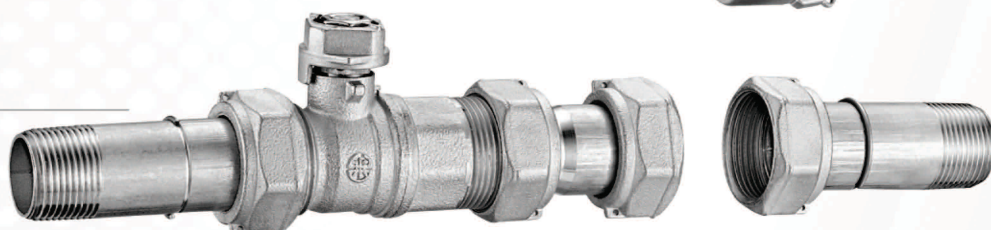
不銹鋼直型接頭



不銹鋼90°彎接頭



伸縮止水栓(球塞型)



不銹鋼波狀管



立式表位組(台水)

台中市潭子區潭富路二段288之1號

TEL: 04-2535-0556 Mobile: 0919-368-775

E-mail: chen.wei528@msa.hinet.net

FAX: 04-2534-6675

<https://www.chenwei528.com.tw>



官網看更多



LINE ID
h305123



惠民實業股份有限公司

HUIMIN ENVIRONMENTAL TECH CORP.

評價
優等

專業
工程

品質
第一

最完整水資源處理能力
及上下游整合



水利代操作
污水處理廠

淨水場-自來水

海水淡化

再生水廠

逆滲透薄膜清洗
廢棄物(污泥)處理



下水污泥處理礫化示範驗證廠
統包工程施工、設計
榮獲 第20屆公共工程金質獎



雲林高鐵特定區污水處理廠暨
新虎尾溪截流站維護管理
榮獲 第21屆公共工程金質獎



斗六市水資源回收中心維護管理
榮獲 第22屆公共工程金質獎



嘉義縣水門槩子崙抽水站維護管理
榮獲 第22屆公共工程金質獎

累積超過70年 專業接頭技術 (SK) 東霖國際興業有限公司
(株)川西水道機器 台灣總代理

HDPE管專用機械式可撓鑄鐵接頭 ISO04427-2



- ✓ 簡單快速搶修
- ✓ 不須熱熔電焊
- ✓ 耐震耐用50年

外徑：110、200、250mm、315mm



觀看裝接示範影片



觀看現場施工影片

特色

1. 不需內襯管、不需潤滑劑，無融接不良之漏水風險，**最適快速搶修**。
2. 管件長度不內縮，左右側高低差或切口不平整皆可接合，增加施工便利。
3. 防止因管內水壓及溫度變化所產生之伸縮變化，強化管件韌性。
4. SDR11 及 SDR13.6 可以共用，方便施工、減少備料降低庫存成本。
5. 特殊固定圈設計，**具伸縮可撓耐震、防鬆脫**發揮優異的接合力。



東霖官方網站

種類規格齊全 符合現場施工需求！



直管 HP-P



法蘭 HP-F



止水型 HP II



三通 HP-T



彎頭 HP-B



HDPE 250 × DCIP 200



HDPE 100 × DCIP 100

服務專線: (07) 558-1488
加入東霖 LINE@: @172nhbhn
E-mail: service@kawanishi.com.tw



JHS

金弘盛企業股份有限公司



金弘盛企業股份有限公司成立於民國98年，引進日本專業測漏技術，及美國、德國專業測漏設備，成為專業的台灣測漏公司，致力於分區計量管網建置、地下管線漏水檢測業務。為找回珍貴水資源而努力。

ECHOLOGICS®

a MUELLER brand



FAST
GROUPE CLAIRE

專業營業項目

1. 管線漏水檢測、定位
2. 分區計量管網建置
3. 閘栓、人(手)孔定位
4. 用戶計量表抄錄
5. 透地雷達探測、定位
6. 免開挖管線探管
7. 美、德測漏設備代理

金弘盛企業股份有限公司 台北辦公室
地址：台北市內湖區民權東路六段21巷31號5F
電話：(02)8791-6656 傳真：(02)8791-7303



國統國際股份有限公司

Kuo Toong International CO., LTD.



國創工程股份有限公司
Kuo Chuang Engineering Co., Ltd.



建壹營造股份有限公司
Chien Yi Construction Co., Ltd.

誠信經營/技術創新/永續治理/專業服務



營業項目

延性鑄鐵管、管件

輸水管線設計、施工、營運

可撓管、伸縮接頭

海水淡化廠設計、安裝及營運

鋼管、鋼製推進管

淨水廠、污水廠設計施工營運



TEL: 07-5573755
FAX: 07-5575300

<https://www.kti.com.tw/>
高雄市左營區大順一路91號8F-5

大地工程

萬聳山·刻地質紋理 掌握大地記錄的奧秘

> 湖山水庫由湖山主壩、湖山副壩及湖南壩組成
其中主壩為高 75 公尺之中央心牆分區型土壩
其基礎採用塑性混凝土處理為其特色，總蓄水量為 5,347 萬立方公尺
中興公司負責大壩、溢洪道、取水路等設施之詳細設計
與施工諮詢，完工後不僅可滿足雲林地區之民生與工業用水
並可減少地下水之超抽情況。

湖山水庫工程・設計與施工諮詢

SINOTECH

本廣告圖文未經同意不得轉載
中興工程顧問集團廣告

正派經營 品質保證 追求卓越 創新突破
 **中興工程顧問股份有限公司**
SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, LTD.





南亞塑膠工業股份有限公司 NAN YA PLASTICS CORPORATION



美規UL651耐高溫電線導管

- 亞洲第一家取得UL651認證
- 可用於90°C電纜配管，耐候性佳
- 不受電偶腐蝕或腐蝕性土壤的影響



HI 耐衝擊PVC-U管

- 耐衝擊強度為一般PVC管之三倍
- 適用於0°C以上冷凍水輸送
- 活套接頭可用於震動較大區域



FM埋地消防PE管

- 耐震強度達6強
- 通過內政部消防安全設備審核認可
- 可用於室外消防設備及公共危險物品等場所之地下配管



塑鋼板樁

- 採用強化塑膠，提高抗壓強度和抗衝擊能力
- 有效阻斷滲流，防止掏空、護土擋水及擋土
- 易施工不生鏽，使用壽命長



塑膠第三事業部 · PLASTICS 3rd DIV.

台北市內湖區南京東路六段380號A1棟2樓
2F, Building A1, No. 380, Sec. 6, Nanjing E. Rd,
Neihu Dist, Taipei City

電話/ TEL : 886-2-2717-8230

傳真/ FAX : 886-2-2514-0628



南亞塑膠公司



南亞雲端網絡商城



南亞塑膠管材



聯揚營造有限公司

Lianyang creates CO., LTD



潛鑽工程



推進工程



不斷水施工



熔接室專利申請中



鋼便橋



水管橋

高雄總公司: 高雄市左營區重平路15號 TEL: 07-3489991 FAX: 07-3505522
萬巒工務所: 屏東縣萬巒鄉重慶路1-8號 TEL: 08-7811209 FAX: 08-7811534
台南大潭工務所: TEL: 06-2783700 FAX: 06-2783500

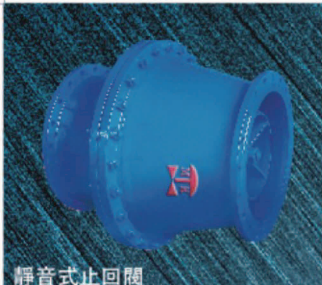


明冠造機企業股份有限公司

MING KUAN MACHINERY MANUFACTURING
ENTERPRISE CO., LTD.



對夾式蝶閥



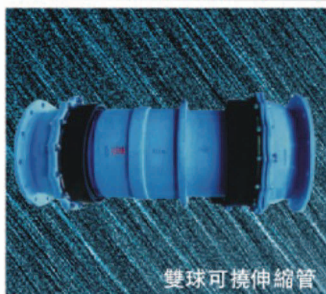
靜音式止回閥



TAIWAN



法蘭式蝶閥



雙球可撓伸縮管



動態測試系統



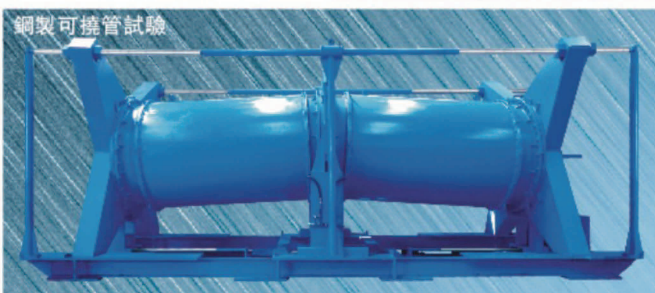
固定錐型閥



水力控制閥



彈性座封偏心旋塞閥



鋼製可撓管試驗



TCV斜盤式油壓緩衝止回閥



立體倉庫



MING
KUAN



多噴孔控制閥



球型控制閥



液控蝶閥



彈性座封閘閥



動態類比測試系統

VALVES

公司(工廠): 811 高雄市楠梓區加昌路635號
電話: (07)361-7112 傳真: (07)363-2905

業務部: 104 臺北市中山區民權東路3段66號8樓
電話: (02)2501-2901 傳真: (02)2505-7024
MAIL: mk8899.taipei@msa.hinet.net