

自來水會刊第 28 卷第 1 期目錄



專門論述

台水公司績效提升與風險管理之道.....	廖宗盛.....1
----------------------	-----------

每期專題 供水系統擴建與更新

臺北供水區近期重大工程建設計畫.....	郭瑞華、吳陽龍、朱撼湘.....11
台北區淨水設備工程擴建計畫.....	吳陽龍、范川江.....22
金門地區供水改善之擬議.....	吳陽龍、翁自保、柯祖穎、張武達、曾景良.....33
3D技術應用於淨水場改善計畫.....	黃靖修、卓昱宏.....42

一般論述

最小分區計量管網之規模.....	周國鼎.....49
利用水力分析模擬水壓與現況水壓差異診斷供水管網異常區域.....	張錫堅.....58
延性鑄鐵管 U 型管的介紹與接合方式.....	鄧景銘、許雍承、李豐收.....65

IWA 活動園地

國際研討會訊息.....	編輯小組.....74
國際自來水瞭望台.....	范家瑋.....75

協會與你

中華民國自來水協會第十六屆第三次會員代表大會 暨第四十一屆自來水節慶祝大會會議紀錄.....	78
中華民國自來水協會第十六屆理、監事會第十次聯席會議紀錄.....	86
中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法.....	73

封面照片：直潭淨水場

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、一般論述、每期專題、業務報導、專家講座、他山之石、法規櫥窗、協會與您、會員動態、研究快訊、學術活動、出版快訊、感性園地等文稿。
- 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），前述二類文稿請儘量附英文題目及不超過 150 字之中英文摘要，本刊將委請專家審查。「每期專題」由本刊針對特定主題，邀請專家學者負責籌集此方面論文予以並列，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。「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、惠稿每篇以三千至壹萬字為宜，特約文稿及專門論著不在此限。
- 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。機關出版名：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。
- 七、惠稿(含圖表)請用電子檔寄至 tinlai@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與 1 吋照片一張，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，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、本刊係屬贈閱，如擬索閱，敬請來信告知收件人會員編號、姓名、地址、工作單位及職稱，或傳真(02)25042350 會務組。本刊將納入下期寄贈名單。
- 十、本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。
- 十一、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 92 年 3 月 26 日工程企字第 09200118440 號函增列為技師執業執照換發辦法第五條第一項第四款之「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：廖宗盛

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

劉廷政

委 員

葉宜顯、盧至人、張怡怡、蘇金龍、吳美惠

吳陽龍、陳曼莉、張廣智、李丁來(兼秘書)

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：吳美惠

執行主編：李丁來

編審委員

鄭錦澤、周珊珊、黃建源、陳孝行、陳志銘

簡俊傑、林財富、洪世政

執行編輯：林正隆

電 話：(04)22244191 轉 514

行政助理：古藜苓

印 刷：松耀印刷企業有限公司

地 址：台中市北區自強街 50 號

電 話：(04)23607717

台水公司績效提升與風險管理之道

文/廖宗盛

一、前言—價值至上

在邁向 21 世紀的知識經濟時代，企業的經營目標已經由利潤的追求，提升為價值的創造。美國財星雜誌(Fortune)將「價值基礎管理」(Value-based Management, VBM)評為知識經濟時代最具整合性的經營理念和管理體系。申言之，企業成立之目的，已不再局限於傳統「股東利潤導向」之思維，進而擴展為所有利害關係人提供價值，「增益價值、防範價值減損、極大化價值」成為企業經營者責無旁貸的使命。

實則，組織之經營管理，須面對諸多不確定或風險，而這些不確定或風險有的導致危機(Crisis)，有的造就良機(Opportunity)。良機增加價值；危機減損價值。為極大化價值，管理者須「管理風險、掌握機會」；易言之，價值可以透過「提升經營績效」積極地被創造或透過「風險管理」消極地防範減損。不論是政府機構、營利性機構、非營利性機構，均係如此。

本文之目的乃基於「價值基礎管理」觀點，鋪陳自來水事業追求「價值極大化」方略。詳言之，一方面透過「提升經營績效」以創造價值、另一方面透過「風險管理」以防範價值減損，冀求「價值極大化」。

二、經營環境與風險圖像

現代企業係處於「產品多樣化、顧客多變化、價值多元化」之環境中，該等政治、法律、經濟、社會、科技、市場環境不確定

且變化迅速，其對企業而言，或帶來危機，亦可帶來良機。易言之，思謀組織價值最大化之前，須先檢視內、外環境，辨識經營管理可能面臨之重要變數，發掘主要風險，建構風險圖像(Risk Profile)。

本公司透過修正式德菲法 (Modified Delphi Method)，以低、中、高階主管為對象，進行三回合問卷調查，以瞭解影響本公司生存、成長的重要環境變數。茲舉其綦綦大者分述如下。

(一) 溫室效應，造成豐、枯水期水源量差異懸殊

近年來，全省氣候異常，降雨量較歷年平均值低，主要河川逕流量銳減，水庫蓄水量逐漸降低，逼近嚴重下限；另氣候變遷，造成豐、枯水期水源量差異懸殊，益增水源調配難度。

(二) 「飲用水管理條例」修正，飲用水水源水質標準提高

「飲用水管理條例」修正後，行政院環保署依該條例研擬「飲用水水源水質標準」，規定未符合所訂水源水質標準者，須採取改善措施或高級淨水處理，復因目前取用之水源諸多不符所訂標準，諸多淨水場之處理設備亟需改善。

(三) 環保意識抬頭，對綠色環保之關注與日俱增

21 世紀水資源經營管理之理念，除了滿足人類用水基本需求外，更必須兼顧生態的

平衡及社會的永續發展。因此，在規劃水資源開發時，更應積極地在環境保護與生態保育之前提下，優先推動水資源有效利用相關工作，以期能合理且有效率地利用水資源。

(四) 用戶要求更高之服務品質，對水質及停水之忍受度低

由於教育水準及國民所得之提高，民眾逐漸重視生活品質。自來水是一種衛生安全的保障，復因消費者保護意識之抬頭，社會大眾對於自來水服務品質之要求，將更加嚴格，尤以水質及停水最受關切。

(五) 高濁度水源水質，超過自來水目前之處理能力

台灣地區地形地質構造複雜，長期遭受沖蝕及不當開發，水源涵養能力降低。921 地震後，集水區表土鬆動，每遇颱風、豪雨，原水濁度驟增，自來水淨水場無法處理，常須停水，影響工業民生，故自來水事業必須提升備載處理能力及加設相關之沈澱池。

(六) 新水源開發不易，水權取得困難

台灣地區受限於特殊的地理環境，水源開發不易，且已有之水權多為農業取得，地下水又受限取用，致自來水水源之取得日益困難，水源開發成本亦越來越高。尤其是，移用農業用水部分，每度水高達 4.2 元，約佔給水成本之四成以上，致使經營益增艱辛。

(七) 災變頻仍，防災應變能力、安全穩定供水尚待加強

台灣經常發生颱風、豪雨、地震、土石流、地盤沉陷、水污染、枯旱…等災變，自來水事業之設施及營運常突受其害，致須減量供水，甚至暫時停止供水，造成民眾怨聲載道，尤對工業用水之影響至鉅。故自來水

事業之危機意識、風險管理及區域供水調度設施等仍須加強。

(八) 管線老舊，漏水嚴重

早期，為積極加速提高普及率且囿於財源，故台灣各地輸水、送水及配水系統多採用經濟管材；供水管線之接頭及閥控等亦多是早期落後器材，不耐重壓。該等管線、零件長期飽受重車動態行駛輾壓且汰換率低，致漏水量相當驚人。

(九) 給水投資報酬率偏低，財務負荷沉重

水價十餘年未調整，惟營運成本已因物價波動、水源開發困難、水質標準提高、用戶要求提高…等外在因素與日俱增，以致近年來水費收入無法抵償成本，本公司之經營日漸艱困。另由於水價長期偏低，無法自營運中獲取合理利潤、籌措自有資金，長期以舉債方式辦理各項建設，造就「以債養債」之困境。

依風險之可控程度區分，上揭(一)~(六)項係自來水事業所面臨之「外部風險因子」，意指組織外部環境的變化或不確定性，所引發不利組織之危險因子，係組織無法掌控的(Uncontrollable)；(七)~(九)項係存在於自來水事業之「內部風險因子」，肇因於組織內部經營管理的失當，係組織較可控制的(Controllable)。

茲依「因→果→影響」之思考邏輯，解析前揭各項風險因子對本公司帶來之風險，歸結計「供水不足」、「水質不佳」、「環保團體抗議」、「品牌形象受損」、「財務惡化」等風險(如表 1)；進而就「嚴重性」與「發生機率」評估，其中「財務惡化」為首要的風險，需立即採取行動；其次「供水不足」、「品牌形象受損」、「水質不佳」等為高度風險，需

研擬計畫並提供資源加以應對。茲勾勒本公司風險圖像如表 2。

基於前揭價值基礎管理之策略思維，為達價值極大化之目標，本公司採取「兩面下注」(Hedge Their Bets)之作爲。一方面透過「提升經營績效」積極地創造價值；另一方面透過「風險管理」消極地防止價值被侵蝕，本文分於下揭三、四論述。

三、績效提升之道

(一)績效標準

過去的經營績效衡量過於強調「財務面」

的股東價值，而哈佛大學 Robert Kaplan 教授與諾朗頓研究院 (Nolan Norton Institute) David Norton 執行長於一九九〇年所從事的「未來組織績效衡量方法」(The Future Ways to Measure Organizational Performance) 研究計劃，提出平衡計分卡觀念，其超越傳統以財務會計量度爲主的績效衡量模式，改以平衡爲訴求，強調 1.「財務」與「非財務」績效之平衡、2.「短期」與「長期」目標之平衡、3.企業「內部股東」與「外部利害關係人」價值之平衡。

表 1 各項風險因子「因→果→影響」關聯表

因	果	影響
(一)溫室效應	造成豐、枯水期水源量差異懸殊	供水不足之風險
(六)新水源開發不易	水權取得困難	
(七)災變頻仍	防災應變能力、安全穩定供水待加強	
(八)管線老舊	漏水嚴重	
(二)「飲用水管理條例」修正	飲用水水源水質標準提高	水質不佳之風險
(五)高濁度水源水質	超過自來水目前之處理能力	
(三)環保意識抬頭	對綠色環保之關注與日俱增	環保團體抗議之風險
(四)用戶要求更高之服務品質	對水質及停水之忍受度低	品牌形象受損之風險
(九)給水投資報酬率偏低	財務負荷沈重	財務惡化之風險

表 2 台水公司風險圖像

		發生機率		
		低 (1)	中 (2)	高 (3)
影響嚴重性	非常嚴重(3)		供水不足之風險	財務惡化之風險
	嚴重 (2)		品牌形象受損之風險 水質不佳之風險	
	輕微 (1)	環保團體抗議之風險		

平衡計分卡之績效衡量著眼於 1.財務 (Finance)、2.顧客(Customer)、3.組織內部程序 (Internal Business Process) 及 4.學習與成長 (Learning and Growth) 等四個不同的構面，以價值取向觀之，其策略標的 (Strategic Target) 不僅股東，也涉及員工、顧客等其他利害關係人，與上揭價值基礎管理不再局限於「股東利潤導向」之思維，有異曲同工之妙。

(二) 自來水事業之價值鏈

植基於「價值基礎管理」，參採「平衡計分卡」之績效標準，本文以策略大師 Michael Porter 於 1985 年「競爭優勢」(Competitive Advantage) 一書中提出「價值鏈」(Value Chain) 的觀念，指稱企業要發展獨特競爭優勢或創造更高附加價值，宜將經營模式 (流程) 析解為一系列的價值創造活動，該價值活動的連結即是「價值鏈」。一般言之，企業的價值創造活動可分成主要活動 (Primary Activities) 與支援活動 (Support Activities) 兩類。

援引上述價值鏈觀點，析解本公司價值創造流程如圖 1。其中，「原水→淨水→供水→顧客服務」屬於關鍵價值創造之主要活動；而「基礎活動(企劃、會計、財務、資訊

建設)、人力資源、研發創新、採購活動等」屬於支撐主要活動創造價值之支援性活動。

(三) 具體作為

茲分就主要活動及支援性活動，摹繪本公司發展優勢、創造價值之策略作為，用以應對前揭「財務惡化」、「供水不足」、「水質不佳」、「品牌形象受損」等風險。其中第 1~5 項屬於主要活動；第 6~9 項屬於支援性活動，茲分述如下。

1. 多元化水源開發，降低水源取得成本

(1) 為滿足國內工業及民生用水需求之逐年成長，本公司以水利署辦理之水資源開發計畫為前導計畫，配合辦理開鑿深井、地面、地下水源等後續作業，與水庫聯合調配運用，積極開發、擴充水源，以降低自來水供水之直接與間接成本。

(2) 充裕自有水源：本公司除辦理各區處之深井工程開發及荖溪水源開發計畫外，亦配合澎湖地區水資源後續開發修正計畫增建澎湖馬公 5,500 噸及興建西嶼 750 噸海水淡化廠興建。

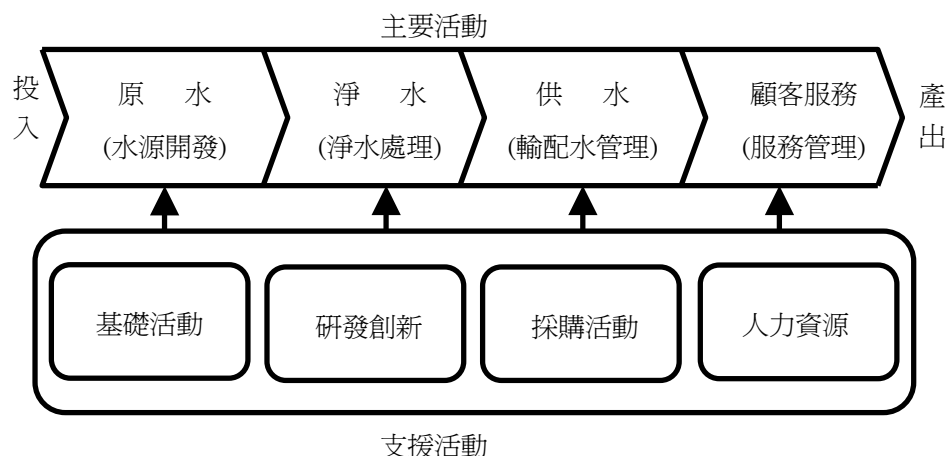


圖 1 自來水事業之價值鏈

2. 精進淨水技術，提升供水品質

- (1)加強淨水功能與警報機制，將持續充實檢驗設施、加強人員訓練、加速水質污染事件之處理、提升水質處理技術、強化淨水場之淨水功能與警報機制等，以確保用水品質。
- (2)致力質、量與壓三方面的改善，以有效提昇整體供水品質。再則，目前水質管控能力已能從原水到清水一覽無遺；未來必須將品質監控機制推廣到供水服務區，包括用戶端，以強化水質管控能力。

3. 強化供水系統，落實穩定供水

- (1)建立區域間相互支援系統：由於供水範圍廣大，又因一些無法掌控之外力，部分地區偶有停、缺水情事。本公司將建立區域間相互支援系統，以確保供水效益最大化。另規劃管線連通計畫，建立區域連絡管線，平時調豐濟枯；颱風或暴風期間可視狀況支援缺水區域。
- (2)加強各地區之穩定供水措施：近年因氣候變遷，颱風災害，河川原水濁度暴增，淨水不易，致偶有分區或全面停水情形。爰此，必須強化各地區之穩定供水措施，如增設自來水處理場、增埋各地區連通管線、以及改善取水、供水設施等，以有效調配、運用水資源，達到調豐濟枯之目的，使各地區無缺水之虞。

4. 有效降低漏水，降低水資源浪費

台灣漏水率達 23.11%，較世界各主要國家(美國 14.5%、日本 7.1%、德國 9.0%、瑞士 9.1%) 明顯偏高，降低漏水已是刻不容緩

的課題，研擬相關作為如下。

- (1)小區管網建置：預定每年建置 100 個小區，建置完成後依據總表計量之監控追蹤與抄見量作比較，抄見率偏低者進行檢修漏或管線更新，直至小區管網內漏水率低於 10% 為止，降低水資源浪費。
- (2)加強檢修漏：建立「及時報漏、即時修漏」機制，設置 0800 報修專線，鼓勵民眾報修；並結合 GIS 與 SCADA 技術，有效控管水壓、及時修漏；另外，規劃建立手機報修的免付費機制，以提高民眾報修的便利性。
- (3)加強管線更生：從漏水情形、給水狀況各方面作綜合性的考量，就輕重緩急決定實施之優先次序有計畫地推動，並將用戶外線設備一併更新。

5. 加強顧客服務，建立用戶信賴的品牌

- (1)規劃「客服中心(Call Center)」機制：導入 CTI(電腦電話整合)客服，提供 24 小時專業化客服值機，並與既有網路 e 櫃台、營運管理系統、修漏管理系統介接，迅速且及時的回應顧客需求，以真誠的服務來感動 601 萬客戶。
- (2)建置「線上即時服務(On-line Services)系統」：未來的新裝、復水申請等與民眾相關的服務，皆能透過標準作業程序(SOP)，讓民眾由網際網路查詢申請案件之辦理情形與相關資訊。
- (3)建構「無感停水機制」：本公司賡續要求所有計畫性的停水時間都不能超過 24 小時，以減少停水時間對民眾造成的不便。
- (4)關懷弱勢並提高供水普及率：戮力改善

水庫週邊居民、無自來水地區及原住民偏遠部落的供水，以及提升管線末端及地勢較高地區供水品質。

6. 活化人力資源，建構學習型組織

知識經濟時代，企業競爭力乃建立在知識及創新能力上，而知識及創新能力之本質即在於持續不斷之學習；亦即，組織必須能擁有「學習如何去學習」(Learning to Learn)的能力，並且落實學用相輔，而非僅擁有知識本身。

易言之，人力資源應作適當之確保、開發、維持與活用，例如落實員工在職訓練及第二專長轉換訓練，培養多職能員工，以提升企業人力資源的價值。更重要的是，組織必須給予員工學習成長的機會，在組織中塑造一種「學習文化」，肯定改變的價值和必要性，願意在工作中讓員工嘗試和學習新的觀念和作法。

7. 善用資訊科技，形塑電子化企業

- (1)運用電子商務、網際網路、全球資訊網、資訊系統建置與整合等資訊科技，強化企業營運效率，提升企業競爭力。
- (2)陸續推動創新 e 化整合服務及流程改造，以實現電子化政府便民為終極目標。強化系統與系統間整合，例如：營收帳項與現金數資訊化系統建置整合；客服、修漏、水產監控、GIS 等系統整合；營運管理資訊系統與材料、財產、會計等系統整合建置等，將整個組織的作業流程貫穿，使資訊透明化、即時化，達到企業資源運用之最佳化。

8. 強化公司治理，健全公司運作

公司治理乃著眼於透過法律之制定，有效監督組織活動，防範脫法亂序之行爲，以實現公司價值極大化。本公司為落實公司治理機制，採取如下措施。

- (1)強化董事會機能：遴選公正、客觀的董事，善盡監督之職能，檢查和指引公司重大策略，監視執行情形和公司績效。避免內部董事的利益傾向與經理人一致，形成一言堂，引進外部獨立董事，借重其專業，客觀地履行監督與評估之職能。
- (2)資訊透明化：資訊之揭露乃公司治理之重心，以減少資訊不對稱，滿足民眾「知」的權利，坦然接受外部監督。除重視財務資訊之揭露，亦應強化非財務性資訊，如經營團隊對營運之檢討、中長期經營策略、投資計畫等，將有助於取得民眾之信賴。
- (3)落實責任中心制度：為加強企業化經營，本公司 93 年度起訂頒實施「責任中心制度實施方案」，設立各類責任中心，授予職權，並課以相對責任，使權有所屬、責有所歸。同時，依各責任中心性質，事先訂定衡量績效之指標，作為考核之依據，每月追蹤執行成效，未達目標數者須做差異分析並擬定改善對策，以提升經營績效。
- (4)健全會計制度與內控機制：確保簽證會計師之獨立性、強化檢核室檢核業務等，以積極落實公司治理。

9. 強化財務管理，改善財務結構

面對長期水價偏低，無法合理反應成本，尚須肩負政府所賦予之政策性任務，致

財務狀況捉襟見肘，本公司除積極爭取水價合理化外，賡續勵行內部績效革新、提升供水及服務品質、並尋求各種開源節流措施，冀期改善營運績效。茲分就「開源」〔第(1)、(2)項〕、「節流」〔第(3)、(4)、(5)項〕說明如下。

- (1)籌謀多角化經營：善用本公司各項企業資源，以延伸核心能力為基礎，拓展相關事業，以增闢財源。目前除積極推動「活化不動產」相關業務外，亦進行委外產、銷「包裝水」；未來，規劃辦理與水相關之週邊業務，視市場利基與時點，評估投入效益，逐步推動多角化經營。
- (2)提高售水率，增加營收：相關措施諸如積極推廣用戶、汰換舊漏管線、加強檢修漏、查緝違章竊水並追償水量費、以及嚴格管控工程進度及品質，俾能提早加入營運。
- (3)推動非核心業務委外：將不屬於自己核心專長之業務活動，儘可能外包中衛體系或透過策略聯盟，以降低營運成本、增加本身經營上之彈性。
- (4)落實工程效益評估：整合各供水系統實

施自動監控系統，以減少用人及降低操作成本；落實工程效益評估，以避免過早投資或無效益投資。

- (5)擲節財務支出：嚴格控管預算，以擲節各項經費支出；並尋求長期低利貸款及善用短期低利資金，以減輕利息支出。

四、風險管理之方

(一)風險與危機

「風險」(Risk)狀況指未來各種可能發生之狀況(Situation)與機率(Probability)是可由歷史資料推估；「不確定」(Uncertainty)狀況為未來各種可能發生之情況可以辨別，但其機率無法推估；「確定」(Certainty)狀況為未來發生的情況是可以百分之百確知的（如圖 2 所示）。惟現實世界裏，個人或企業所面臨之環境隱含諸多不確定及風險，確定的狀況幾乎不可能存在。

風險或不確定可導致危機，亦可造就良機。良機增加價值；危機減損價值。企業面對充滿風險或不確定的環境，如何「防範危機、掌握良機」，不僅是一項挑戰，也是攸關組織生存、成長與否的重要關鍵。

不確定		風 險		確 定	
情 況	機 率	情 況	機 率	情 況	機 率
情況 1	無法推估	情況 1	可推估	情況 1	0
情況 2	無法推估	情況 2	可推估	情況 2	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
情況 n	無法推估	情況 n	可推估	情況 n	0

圖 2 不確定、風險與確定狀況

(二)風險管理與危機處理

風險是客觀存在之機率，無法消滅。是故，風險管理的目的並不是消滅風險，而是去辨認風險、分析風險、處理風險、控制風險，期求公司價值減損之最小化。

風險管理是一個系統化的過程，透過瞭解組織內在的運作與外在的情境脈絡，發現風險、分析風險、進而評估或衡量風險，並尋求及選擇最適對策加以控制所作的努力。冀期組織在變動的環境中，隨時辨認風險，進而處理風險，使危機(Crisis)衝擊最小化。

事前的風險管理重於事後的危機處理，所有的企業都處於不確定的環境中，沒有人知道下一秒鐘將會發生什麼事，企業經營者面臨不確定，所採取的應對方式，應由事後的危機處理，轉變為事前的風險管理，意謂「多一分風險管理，少一分危機處理」，預防勝於治療。

(三)風險管理之系統架構

傳統的風險管理範圍狹隘、欠缺整合性、較為被動性，且大都侷限在財務的決策，一般是於事情發生後才採取防範措施，無法達到防範未然的效果。

現代之風險管理強調「整合性」觀點，亦即以組織整體的觀點，而非以個別部門或產品的角度，持續以全方位視野透過風險辨識、風險分析、風險對策，以及風險溝通、監控之循環過程，俾將風險管理納入整體經營策略，除辨認可能發生之風險外，還必須辨認潛在之機會，並積極掌握該機會，冀期創造「風險轉嫁」、「危機防阻」之效益。

茲以系統觀點(投入、處理、產出、回饋)摹繪本公司「整合性」風險管理系統架構(如圖 3 所示)。其中，「風險辨識」與「風險分析」為投入項；「風險對策」為處理項；「風險轉嫁」與「危機防阻」為產出項；「監控與檢討」係回饋項，其與「溝通與承諾」係兩項持續不斷的活動。基於永續經營，「整合性」風險管理各項活動係首尾相連、循環不已的過程。

1. 風險辨識

運用 SWOT 分析，瞭解組織內部運作與外在的情境脈絡，辨識可能影響組織目標達成的事件(外在威脅與內在劣勢)，以辨認風險項目。

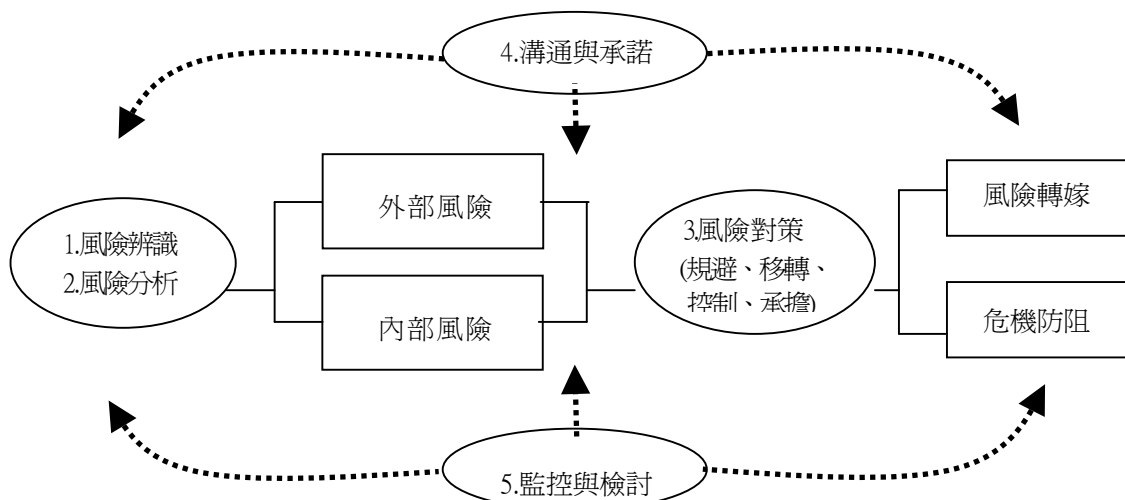


圖 3 台水公司「整合性」風險管理系統架構

2. 風險分析

研析這些事件（風險項目）發生的「機率」，以及發生後造成損失對組織的「嚴重性」，並依此決定事件的重要性，對風險項目分級，摹繪「風險圖像」(Risk Profile)。由於組織人力、時間、預算等資源有限，不可能無限制、全面性對每個可能的事件實施風險管理。因此，必須設定可容忍的風險水準，高於風險水準的事件優先管理；未達風險水準者僅以適度的觀察，而不列入風險管理活動中。

3. 風險對策

評估各項風險後，採取適當的對策，涵括風險規避、風險移轉、風險控制、風險承擔等作為，分述如后。

- (1)風險規避：對於風險損失發生機率高，損失嚴重性大的事件，可採取規避措施，與所有造成風險的因子保持距離，例如制定標準禁止高風險投資。
- (2)風險移轉：可轉由他人承受的風險，例如購買保險、金融避險工具、或業務委外。
- (3)風險控制：加強內部控制，以及早洞燭風險；制定緊急應變計畫，以減輕風險影響程度。
- (4)風險承擔：對於風險損失發生機率低，且損失衝擊性低的事件，經權衡(Trade-off)利弊得失，若採取作為「得不償失」，則直接承擔該風險。

4. 溝通與承諾

向全體員工宣揚風險管理的理念，促發全員風險意識。除應有適當的內部溝通之

外，亦須有適當的對外溝通，提供各個利害關係人所需的攸關資訊，使其瞭解組織所面臨的情況與風險。再則，溝通也包括了機關首長及各級主管的對風險管理的承諾、重視與支持，才能發揮上行下效之功。

5. 監控與檢討

監控活動必須融入企業正常、例行性的營運活動之中，而良好的風險監控機制，必須包含監控組織與監控程序。監控組織如董事會、檢核室、業管單位等；監控程序則為對風險承擔與風險管理執行與運作情形之監督與控制，儘早發現問題，進而思謀防範、改進對策。

值得一提的是，內部稽核在風險管理具關鍵地位。為了確保風險管理機制的持續執行與改善，定期或不定期的內部稽核是有必要的。現代組織的內部稽核應突破傳統「控制導向」的防弊觀念，落實「風險導向」之稽核，亦即內部稽核不僅限於監督組織運作、覆核法令遵行情形、舞弊的防範與偵測等，尤需積極辨認組織目標、策略、流程可能發生之風險，並確保各項風險管理機制執行之有效性。

(四) 案例

去(97)年 7 月的卡玫基颱風豪雨傾盆，造成南化水庫原水濁度驟增，遠非淨水廠所能處理，造成曾文溪以南約 66 萬用戶分區輪流供水、停水；9 月的辛樂克颱風挾帶連續豪雨，導致后豐大橋斷裂，過溪底管線被沖毀，危及大台中地區 80 萬戶民生用水及中科產業用水，甚至釀成人命。

上述危機事件幸賴本公司同仁任勞任

怨，堅守崗位，啟動「緊急應變機制」，將災損降至最低，然而損失已難避免。展望未來，自來水事業經營面臨之風險更嚴峻，風險管理之落實更形重要，除加速建立區域連絡管線及備援系統，逐步落實預防、整備、應變及復原等各階段能力，更應落實「整合性」的風險管理機制，以系統觀點取代局部、片斷的思維，洞燭機先、未雨繆謀，減輕災害及事故損失。

五、結語—利劍與護盾

傳統的「股東所有理論 (Stockholder Theory)」認為，股東因須承擔最後財務風險，因此公司屬於股東所有；但是，一家大型上市公司，在股權越來越分散之後，股東可輕易地在股市上進出公司股票，其風險承擔往往低於公司員工、供應商等其他利害關係人。針對這個事實，論者以為，公司不應僅屬股東，而應歸屬於股東與其他利害關係人。易言之，股東與其他利害關係人共同承擔(Sharing)公司成敗的風險，同時共享公司創造之價值，持這種觀點就是「利害關係人所有理論」(Stakeholder Theory)，與前揭「價值基礎管理」之論點不謀而合，蔚為管理典範(Paradigm)。

企業面臨諸多不確定性或風險之環境，沒有人能準確預測未來，此乃管理階層為其利害關係人創造價值時，所面臨最嚴格的挑戰之一。墨菲定律 (Murphy's Law) 揭示：「凡事只要有可能出錯，那就一定會出錯」(Anything can go wrong will go wrong)；準此觀之，企業面對不確定或風險，不能心存僥倖、冷眼漠視，必須抱持「毋恃敵之不來，正恃吾有以待之」的心態，而應重視風險管

理，及早採取應變措施，為利害關係人創造最高之價值。

本公司奉「社會所欲，常在我心」為圭臬，時刻心存為所有利害關係人「創造價值」，易言之，本公司當以績效提升之道為「利劍」，風險管理之方為「護盾」，冀期以有限的資源，創造無限的自來水價值，以不負政府之付託、社會之期許及對用戶之承諾。

參考文獻

1. 于樹偉，先進國家風險管理理念與架構，研考雙月刊，行政院研究發展考核委員會，民國95年4月。
2. 何鎮宏，漫談風險管理，今日合庫，臺北市：合作金庫調查研究室，民國95年12月。
3. 陳錦烽，整合性企業風險管理，內部稽核季刊，中華民國內部稽核協會，民國94年12月。
4. Walker, P. L., William G. S, and Thomas L. B, Enterprise Risk Management: Pulling It All Together. The Institute of Internal Auditors Research Foundation. 2002.

作者簡介

廖宗盛先生

現職：台灣自來水公司董事長

專長：水利工程、自來水工程、土木工程、營建管理

臺北供水區近期重大工程建設計畫

文/郭瑞華、吳陽龍、朱撼湘

摘要

為提供用戶更安全、安心及永續之用水環境，臺北自來水事業處長期持續的推動「臺北區自來水第五期建設給水工程計畫」除為滿足大臺北供水區至民國 119 年供水需求，並能提升供水系統備援備載之能力，降低供水風險。近期執行相關重大工程涵跨原水、淨水、輸配水及配水池加壓站等，本文將針對各工程計畫之內容、經費、期程及效益作概括性之介紹。此外，為強化水資源之有效利用，提升售水率，北水處擬具 20 年的「供水管網改善及管理計畫」，計劃將漏水率降低至 10%，經由精進作業方式及擴大辦理改善，近年來已有具體之成果，本文亦將介紹近期執行計畫之內容、目標與效益。

關鍵字：北水五期計畫、供水管網改善計畫、供水風險、備援備載

一、前言

臺北自來水事業處(以下簡稱北水處)負責供應大台北地區約 385 萬人之用水需要，以提供用戶質優量足安全無虞的自來水為使命。近年來，氣候遽變，豐水期與枯水期之分別特別明顯，且降水或颱風來襲時之暴雨強度增大，加上水源集水區之水土保持欠佳，山區土石鬆軟，在暴雨侵襲下即造成土石流及地表沖刷，導致濁度大幅增加，使淨水處理發生嚴重困難。例如民國 93 年艾莉颱風侵襲北部地區，因大漢溪上游帶入大量土石，使原水濁度高達數萬度，造成桃園地區長達 16 天的缺水，民國 94 年夏季數個颱風

也因原水濁度飆高造成板新、桃園及高雄等地區淨水處理困難而導致缺水。這些天災所造成無法穩定供水之事件，北水處皆引為殷鑑。

此外，有鑑於臺北縣對共飲翡翠水之需求殷切，依行政院經濟部水利署所擬定板新二期計畫，計劃調配區域間水源，運用新店溪水源替代大漢溪水源開發，將板新地區劃由新店溪水源供水，而台北縣現有板新淨水場之大漢溪水源則調度供應桃園地區，是故，北水處供應臺北縣板新地區之水量，將由目前每日最大 53 萬噸增加至每日最大 100.5 萬噸，這不但將使北水處規劃之備援備載系統部分轉為供應板新地區供水之用，減低北水處對於供水風險之因應能力，更使翡翠水庫之缺水機率驟升至 2 年 1 枯。

為提供用戶更安全、安心及永續之用水環境，自來水建設必須持續而計劃性的推動，北水處長期性的推動「臺北區自來水第五期建設給水工程計畫」(以下簡稱北水五期計畫)，以全面建置系統備援與容量備載之供水環境，本文將以該計畫架構將近期辦理的重大工程計畫臚列於后。此外，在水源開發極其不易之情形下，北水處擬具 20 年的「供水管網改善及管理計畫」(以下簡稱供水管網改善計畫)，分期分年推動，以逐步提升售水率，使水資源得以有效利用。上述計畫落實市縣合作、水資源共享之原則，更可大幅舒緩大臺北地區之供水風險，打造一座不缺水的城市。

二、原水系統建設及更新計畫

(一)直潭第二條原水輸水路新建工程

1.工程內容

本工程計劃利用台電粗坑電廠既設頭水路築設分水工引取原水。原水管口徑 $\phi 4000\text{mm}$ ，長度約 2.7 公里，路線如圖 1，完成後可增加原水取水量每日 270 萬噸。主要工程內容如下：

- (1)上游段跌水工及管涵長度約 93m。
- (2)鑽掘隧道長度約 1670 公尺，再內襯預力鋼筋混凝土管。
- (3)下游段埋設預力鋼筋混凝土管 823m，及 RC 跌水工內襯鋼管長約 34m

2.工程經費

本工程合約金額約 8.4 億元。

3.建設期程

本工程於民國 94 年 12 月開工，隧道段已於民國 97 年 7 月 16 日全線貫通，截至民國 97 年底正進行隧道內預力鋼筋混凝土管安裝作業，如圖 2，工程進度達 73%，較預定進度超前，預定民國 98 年 8 月完工。

4.計畫效益

直潭淨水場目前僅由單一原水輸水路取水，未來將無法滿足該場處理需求，故計劃新建直潭第二原水輸水路，完工後，除增加原水取水量每日 270 噸，並可與現有直潭第一原水輸水幹線相互備援，達到雙系統取水目標。此外，直潭第一條原水路，及取水口位置之直潭壩得以停水進行維修，進一步提昇取水穩定性及原水水質。

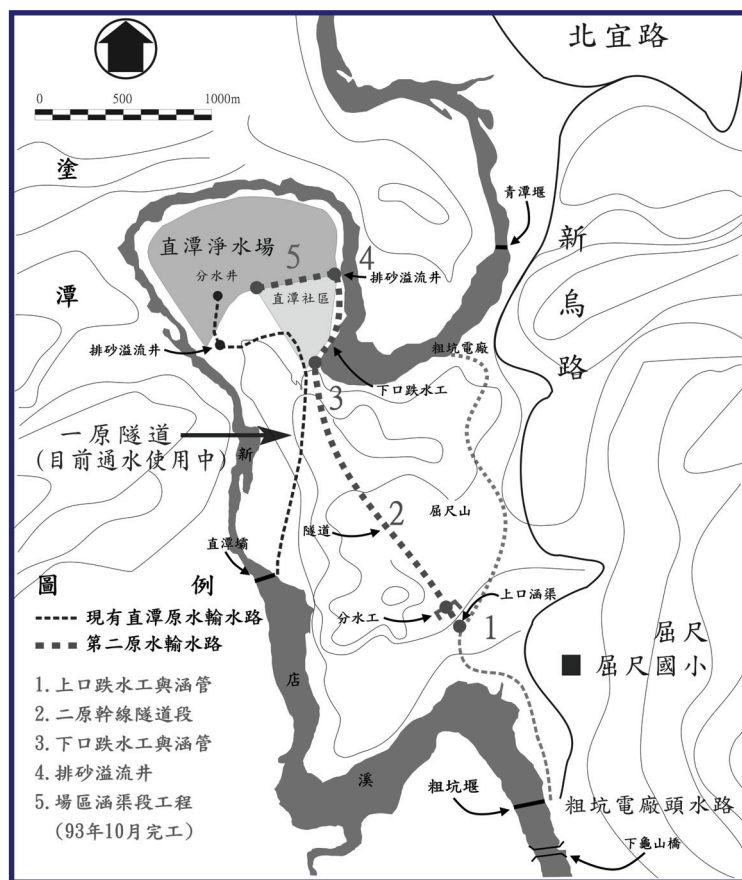


圖 1 直潭第二條原水輸水路路線



圖 2 直潭第二條原水輸水路隧道工程穿管施工照片

(二)直潭第一條原水輸水路更新工程

1.工程內容

直潭第一條原水輸水路自民國 73 年完工通水後，因無替代原水輸水路，故無法辦理停水檢視及維修。本工程計劃俟直潭第二條原水輸水路完工通水後，辦理檢視及維修工程。

2.工程經費

本工程預算約 0.7 億元。

3.更新期程

預計於直潭第二條原水輸水路新建工程完工後，於民國 99 年開始辦理。

4.計畫效益

本工程完成後，可延長輸水管壽命，避免原水管漏水發生，確保原水質量，達到提升資產效益，節省水資源，以及提升取水穩定性等效益。

三、淨水設備工程建設及更新計畫

(一)直潭淨水場第六座淨水設備新建工程

1.工程內容

考量颱風或暴雨後常導致原水濁度大增，使淨水場必須降載處理，造成供水量不足。此外，因為整體備載能力不足，造成淨水設施難以進行重大維修，這些因素均造成供水風險的增加。為此，本處計劃新建淨水能力每日 70 萬噸之直潭第六座淨水設備。工程內容包括：原水管涵及箱涵、濾前系統、過濾系統、清水池、加藥系統、廢淤處理、電氣工程、儀控工程及物、廢料貯置場等，如圖 3。

2.工程經費

本工程預算約 15 億元。

3.工程期程

本工程預定於民國 98 年 1 月上網公開招標，民國 100 年完成。

4.計畫效益

本工程完成後，直潭淨水場淨水處理能力可由現在 270 萬 CMD 增加至 340 萬 CMD，而北水處整體備載率預估可由 13% 提升至 34%。

平面配置

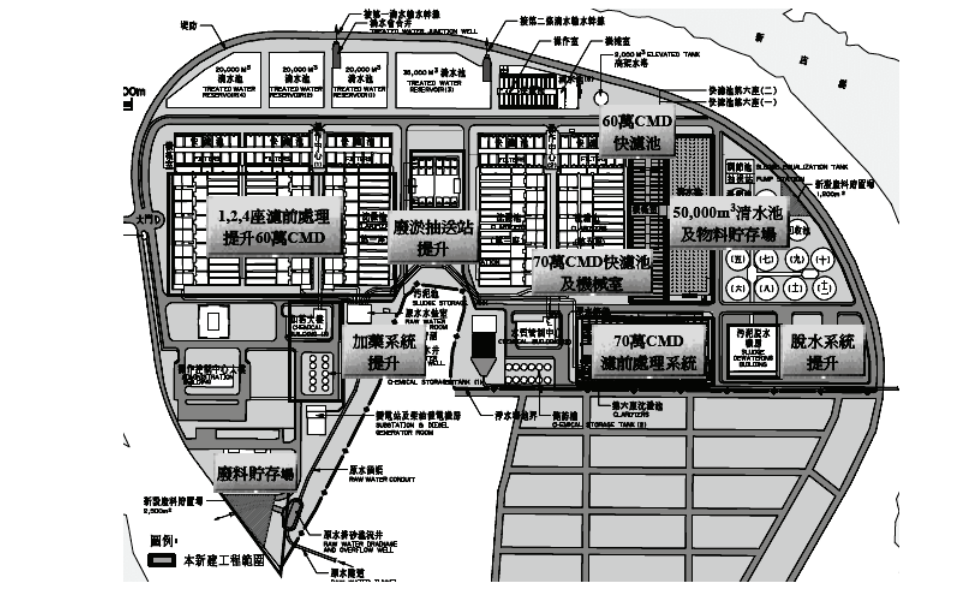


圖 3 直潭第六座淨水場平面配置

(二)長興淨水場淨水設備更新工程

1.工程內容

長興淨水場淨水處理設施使用已將近 30 年，經北水處進行淨水場處理效能評估後，發現沉澱及過濾單元之效能低於設計處理能量，且部分結構體亦有損壞之現象。故本工程計劃更新現有水平東西側淨水處理設備及結構體，工程內容包括：於沉澱池內增設傾斜管，更新過濾池之型式與濾料，及增設反沖洗設備等。

2.工程經費

本工程預算約 2 億元。

3.工程期程

本工程預定於民國 98 年進行設計，民國 101 年完成。

4.計畫效益

本工程完成後，預估淨水處理能力可增加 10 萬 CMD，北水處整體備載率再提升約 3%達 37%，並有助於整體淨水場之操作與維護。

四、輸配水工程計畫

(一)民生內湖輸水幹線

1.工程內容

為因應內湖科技園區、南港經貿園區等大規模重大市政建設開發後，用水需求量大增，由現有供水系統獨立供應，負荷相當沉重，北水處計劃由民生加壓站新建一條民生內湖輸水幹線，供應台北市東側區域。本工程路線由民生加壓站穿越基隆河至右岸高灘地，再沿高灘地至南湖大橋，管徑 ϕ 1,500mm，長度約 7.7 公里，依施工工法分成「潛盾」(約 3.9 公里)及「明挖推進」(約 3.8 公里)兩個標案，如圖 4。

2.工程經費

本工程潛盾部分，合約金額 9.6 億元，明挖工程部分，合約金額 3.8 億元。

3.工程期程

本工程潛盾部分，於民國 95 年 9 月開工，截至民國 97 年底，正進行潛盾隧道掘



進，如圖 5，工程進度為 59%。明挖工程部分，於民國 96 年 12 月開工，截至民國 97 年底，正進行管線埋設，工程進度為 20%。上述 2 項工程預定皆於民國 99 年 2 月完工。

4.計畫效益

本工程完成後，除可增加區域輸水能力每日 28 萬噸，並建立內湖南港地區雙系統供水，提升相互備援能力，大幅降低供水風險。

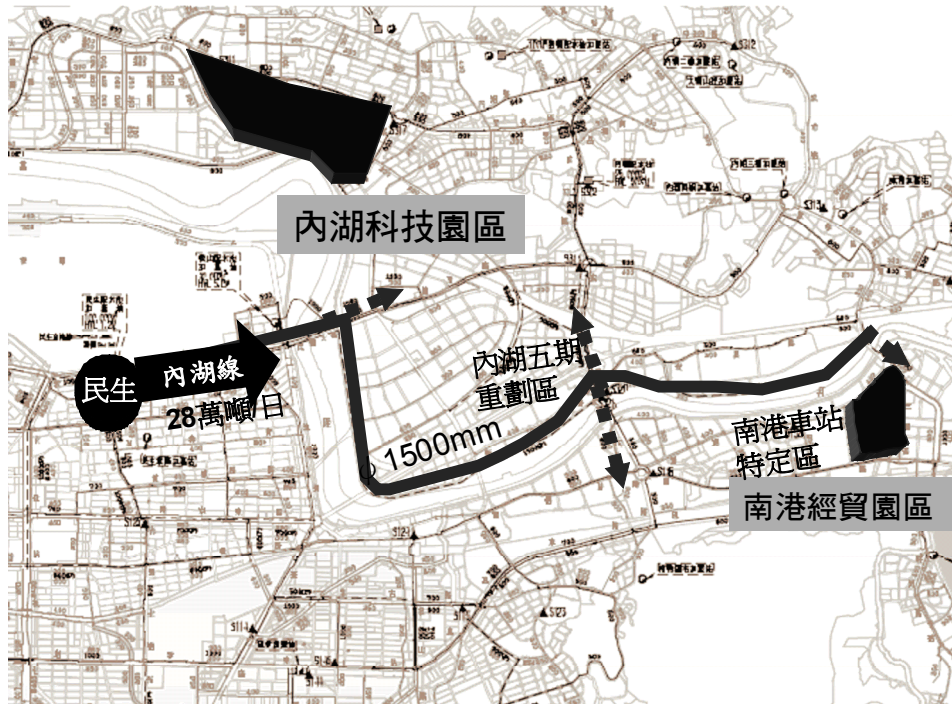


圖 4 民生內湖輸水幹線路線

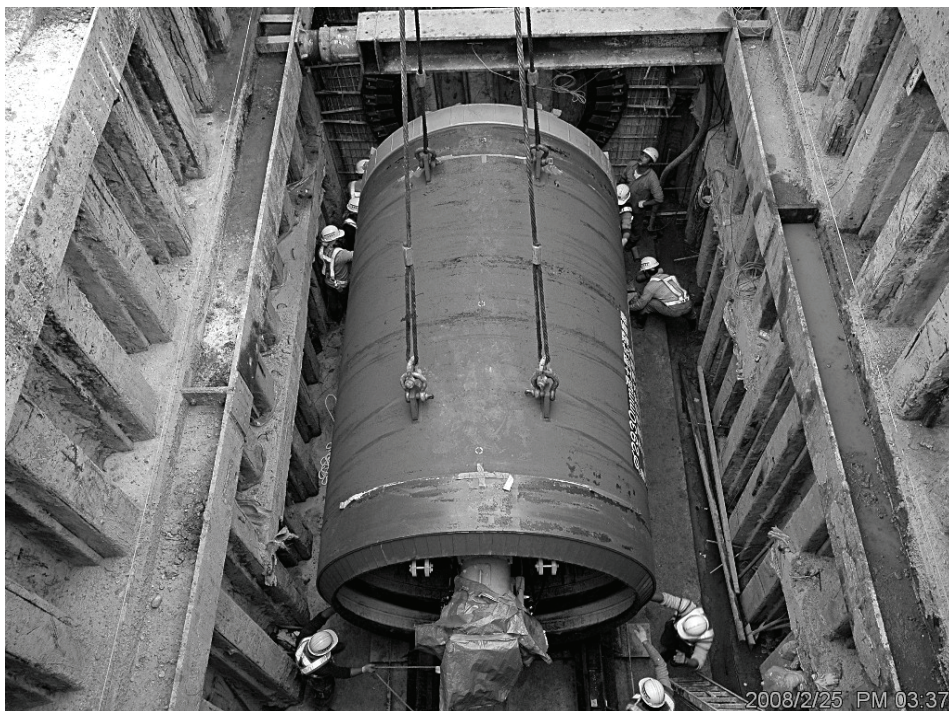


圖 5 民生內湖輸水幹線潛盾機吊放

(二)大同關渡輸水幹線

1.工程內容

士林北投地區位於台北市北邊之基隆河北岸，該地區供水來源係由基隆河南岸之大同加壓站供應，惟目前僅有單一輸水幹線過河供應該地區用水，如該管線發生事故，將會嚴重影響該區域正常用水，故為提升該地區供水安全，北水處計劃新建口徑 ϕ 2000mm，長度約 8.5 公里之大同關渡線。

本工程分為 3 階段執行，第 1 階段施工範圍自大同加壓站起至玉門街堤防外，長度約 2 公里；第 2 階段施工範圍起點自玉門街堤防外（銜接預留點），沿基隆河左岸高灘地、雙溪右岸高灘地，到達承德路雙溪橋下，與橋下既有 3 支 ϕ 1000mm 幹管銜接連絡，長度約 3.5 公里；第 3 階段施工範圍自雙溪橋至未來計劃新設之大度配水池加壓站，長度約 3 公里，如圖 6。

2.工程經費

本工程第 1 階段工程決算金額約 5.5 億元，第 2 階段工程合約金額 9.6 億元，第 3 階段工程預算約 8.5 億元。

3.工程期程

大同關渡線輸水幹線第 1 階段工程已於民國 95 年施工完竣，目前執行第 2 階段工程，已於民國 97 年 10 月決標，截至民國 97 年底，正辦理初步設計，預定民國 100 年 12 月完工。第 3 階段工程預定俟大度配水池位置經市府核定後，預定自 99 年起開始辦理設計發包作業。

4.計畫效益

本工程完成後，除可增加對於士林北投地區之輸水能力每日 40 萬噸，並與原有輸水幹線，形成相互備援之雙線供水系統，另可配合內政部營建署淡海新市鎮計畫，適度支援其開發之用水需求。

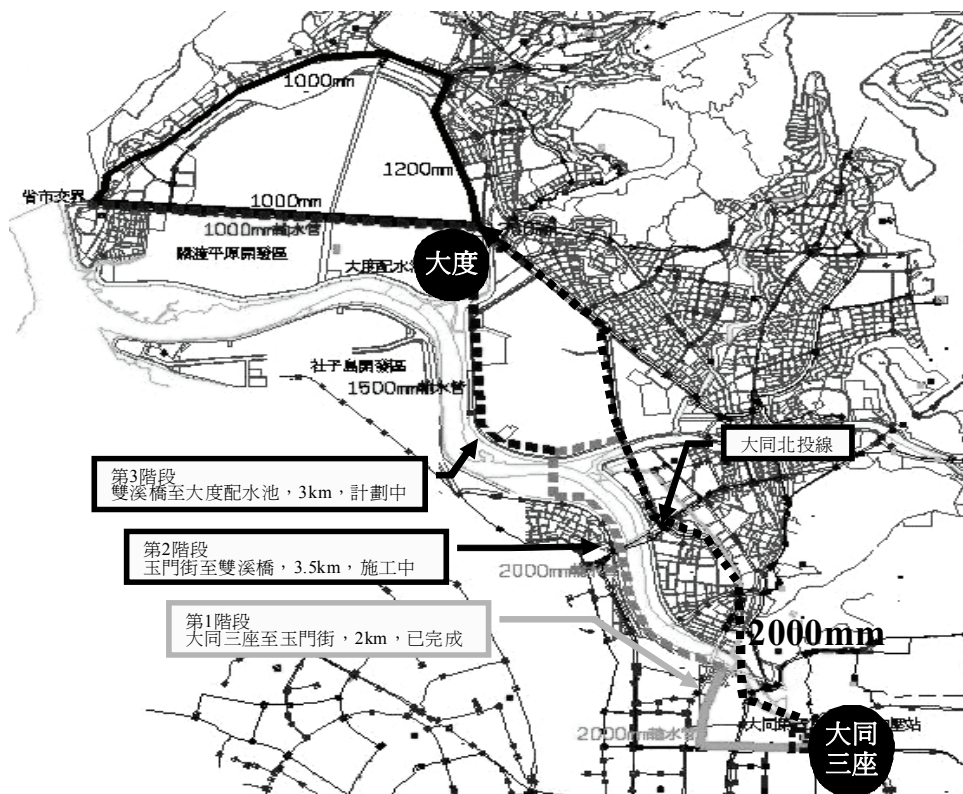


圖 6 大同關渡輸水幹線示意圖

(三)安華新店輸水幹線

1.工程內容

中和及木柵新店地區為於台北市南側，目前分別由中和加壓站中和線及新店線負責供水，因區域快速發展，用水量大幅增加，現有加壓機組及管線容量負荷大。故北水處計劃新設安華加壓站及安華新店輸水幹與中和加壓站新店線形成供水雙系統，負責供應景美、木柵及新店地區。

安華新店輸水幹線管徑 $\phi 1500\text{mm}$ ，長度約 2.4 公里，工程計劃採潛盾方式施工，連接安華加壓站出水管後，沿安康路穿越新店

溪，與木柵新店地區既有供水管線聯絡，如圖 7。

2.工程經費

本工程合約金額約 6.1 億元。

3.工程期程

本工程已於民國 97 年 12 月決標，預定民國 100 年 12 月完工。

4.計畫效益

本工程完成後，除可增加輸水能力每日 31 萬噸，並與原有中和加壓站供水系統相互備援，建立中和及木柵新店地區雙系統供水，增加操作彈性，降低供水風險。

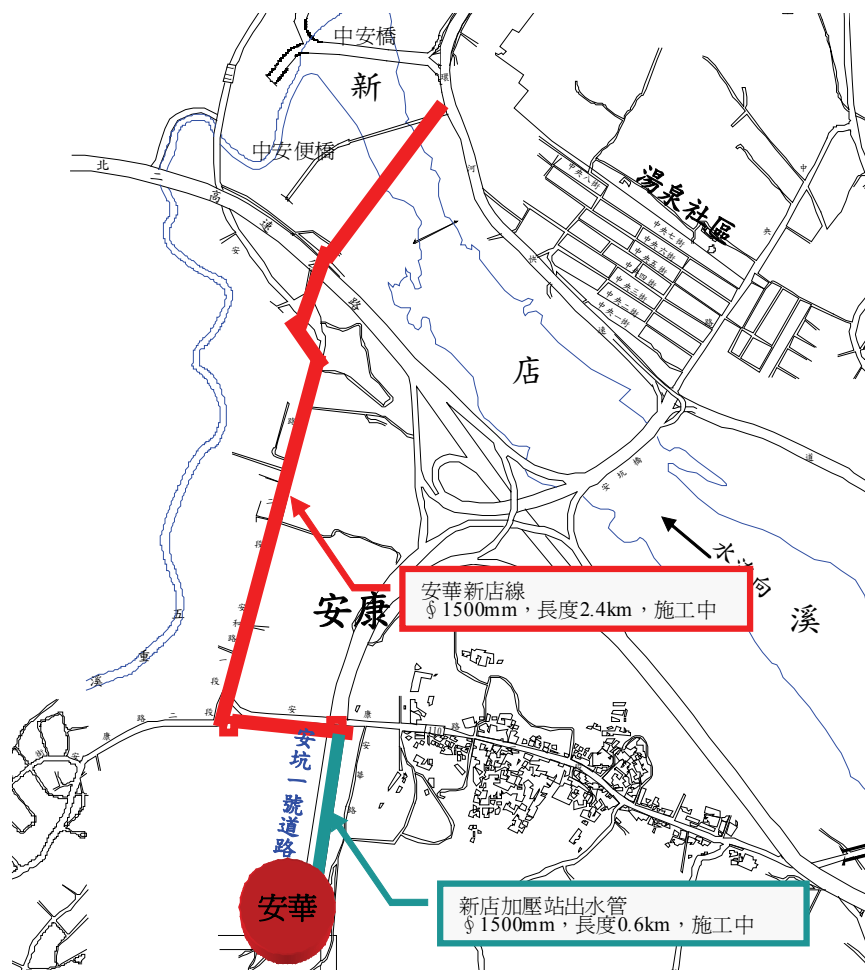


圖 7 安華新店輸水幹線示意圖

五、配水池加壓站建設計畫

(一)陽明山 5 段加壓系統新建工程

1.工程內容

陽明山地區於夏季水源不穩定，部分地區面臨供水不足。為根本解決此一問題，北水處計劃新建陽明山平地水源 5 段加壓上送系統，包括至善、華興、永嶺、下竹林及新安等 5 處配水池加壓站，如圖 8。

各配水池加壓站規劃如下：至善配水池 1,500 噸，抽水機馬力共 500HP；華興配水池 3,000 噸(使用既有配水池)，抽水機馬力共 600HP；永嶺配水池 2,300 噸，抽水機馬力共 600HP；下竹林配水池 1,800 噸，抽水機馬力共 400HP；新安配水池 1,200 噸，抽水機馬力共 300HP。

2.工程經費

至善配水池加壓站預算金額約 4,700 萬元。華興配水池加壓站預算金額約 4,500 萬元。永嶺配水池加壓站預算金額約 8,400 萬元(含土地有償撥用)。下竹林配水池加壓站預算金額約 5,500 萬元。新安配水池加壓站預算金額約 5,700 萬元(含土地有償撥用)。

3.工程期程

至善、華興及永嶺配水池加壓站預定 98 年底前完成，下竹林及新安配水池加壓站預定 100 年底前完成。

4.計畫效益

本工程全部完成後，可增加平地水源上送每日 1.7 萬噸，除可與既有高地供水系統相互備援，建立雙系統供水，解決夏季缺水問題，並可將高地水源保留於高地區，以便有效調配運用，並可大幅減少水車送水，具有節能減碳之效益。

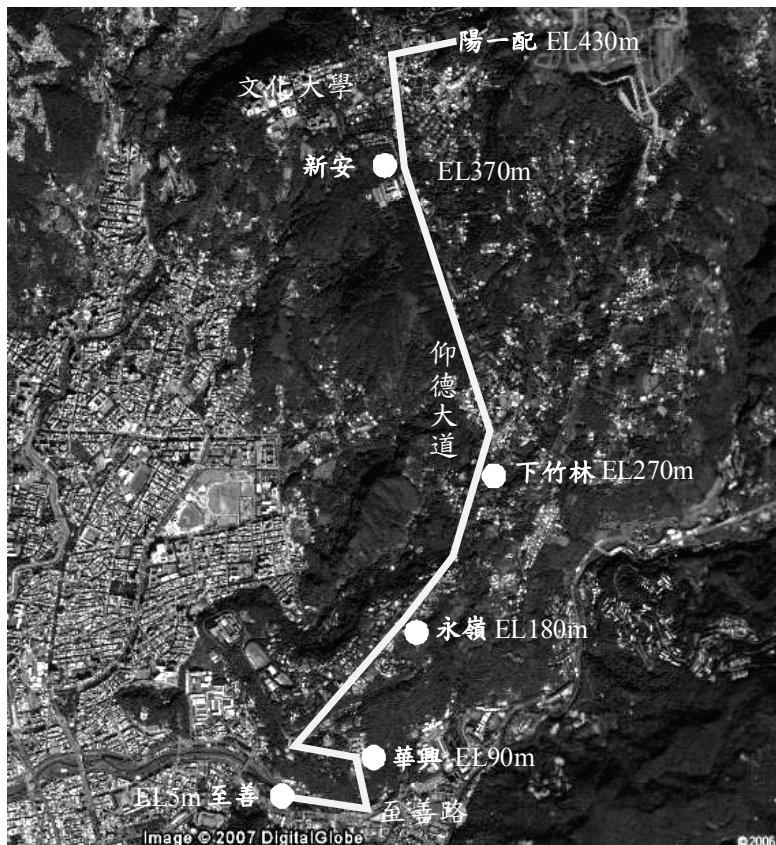


圖 8 陽明山 5 段加壓系統示意圖

(二)安華加壓站工程新建工程

1.工程內容

本工程係為降低中和加壓站供水負荷，取代其供應木柵新店地區，計劃新建 2 層樓加壓機房，並新設 6 組 500HP 加壓幫浦，及 $\phi 1500\text{mm}$ 出水管，長度 0.6 公里，位置如圖 7。

2.工程經費

本工程合約金額約 2 億元。

3.工程期程

本工程已於民國 97 年 9 月決標，98 年 2 月開工，預定民國 99 年 8 月完工。

4.計畫效益

本工程完成後，除可增加區域輸水能力每日 31 萬噸，並建立中和、木柵新店地區雙系統供水，提升相互備援能力。

(三)大同三座及大度配水池加壓站新建工程

1.工程內容

為滿足士林、北投地區用水需求及支援台水公司供應淡海新市鎮開發之用水需求，北水處計劃新建大同第三座配水池加壓站及大度配水池加壓站。

大同三座配水池規劃容量為 2.8 萬噸，加壓站為地上 2 層，抽水機馬力共 3,000HP，位置如圖 6。

大度配水池原規劃容量為 10 萬噸，計劃供應關渡平原、社子島及營建署淡海新市鎮等地區開發需求，惟考量關渡平原及社子島尚未開發，而營建署淡海新市鎮開發區用水在即，故計劃近期先依淡海新市鎮用水需求，先行規劃新建容量 2.5 萬噸配水池，以利計畫推展，並符投資效益。另新設大度關渡線及北投線 2 套系統，抽水機馬力預計共 3,400HP，位置如圖 6。

2.工程經費

大同三座配水池加壓站預算約 5 億元，大度配水池加壓站預算約 6.5 億元。

3.工程期程

大同三座配水池加壓站已完成設計，原訂於 97 年發包施工，惟因配合市府舉辦「臺北國際花卉博覽會」舉行，故預計延後至民國 100 年發包施工，預定 102 年完工。

大度配水池加壓站選址於關渡平原東側，洲美快速道路旁，因市府考量關渡平原整體發展，故要求都市發展局先進行通盤檢討，該項檢討預定 98 年上半年完成，確定位址後，再進行都市計畫變更及土地徵收取得作業，預定民國 100 年發包施工，預定 102 年完工。

4.計畫效益

本工程完成後，可與現有大同加壓站北投線及北投加壓站系統相互備援，建立士林北投地區地區雙線供水系統，另可支援台水公司，滿足內政部營建署淡海新市鎮計畫開發之用水需求。

六、供水管網改善計畫

(一)計畫內容

北水處供水轄區計有輸配水管線約 3,500 餘公里，用戶給水管線約 2,700 餘公里，合計管線總長度約為 6,200 餘公里。為提升上述水資源利用率，加速汰換管線及改善漏水，北水處於 92 年成立漏水改善小組，並自 92 年度起推動為期 4 年總工程經費 25.2 億元之「供水管網改善中程計畫」，該項計畫提前於 95 年中完成，共計抽換老舊管線 397.5 公里，較預定汰換管線長度超出 80%。

為賡續推動管線汰換，北水處乃訂定 20 年「供水管網改善及管理長程計畫」，其中

98 年至 101 年之主要計畫內容與目標概述如下：

1. 管線汰換

北水處計畫性採取小區計量方式，針對區塊內售水率偏低地區，以及漏水檢修頻率偏高、管線材質差、易漏水之管線，優先進行汰換。施工時採行全面開挖方式，澈底斷除不明殘存管，並整理巷弄內多條給水管線，以有效降低漏水。預計民國 98 年至 101 年期間將汰換老舊漏管線 480 公里。

2. 水壓管理

針對松山、中和及大同加壓站等老舊抽水機組進行更新，增設節能變頻裝置。透過監控中心精確掌握水壓變化，即時進行調整控制，使供水區域之水量、水壓調配達最佳化，並減低管線漏水量。

3. 主動檢測漏水

委託專業測漏廠商，採劃分區域方式，有系統地檢測供水區域內輸配水管線、給水管線之地下漏水，作為汰換或維修管線之依據。民國 98 至 101 年期間預計完成 12,000 處。

4. 提升修漏速率及品質

依每日查漏及民眾報修資料，建立漏水點基本管控資料，並採嚴格錄案管制，追蹤管制漏水案件。另針對漏水點分布、頻率、復發率等情形進行檢討分析，作為管網汰換之參考。

(二) 計畫經費

本計畫預估經費每年 10 億元，總經費為 200 億元。

(三) 計畫期程

本計畫期程自 95 年至 114 年，分 4 階段執行，每階段 5 年，共計 20 年。

(四) 計畫效益

經過北水處近年來積極執行計畫，已有具體之成果，累計 92 年迄今總計已完成管線抽換約 870 公里，自 92 年起已連續 6 年超越國際自來水協會建議，為維持系統漏水不致惡化之管線年汰換率 1.5% 之標準，且漏水率已由自 91 年底的 28.43%，逐年下降至 96 年底的 24.19%，已減少漏水率達 4.24%，詳圖 9。以 97 年 9 月份蓄蜜颱風來襲為例，因供水調度致三重地區短暫停水，復水後並未發生管線負壓污染情形，顯見近年來汰換管線已具成效。預期本計畫全部完成後，漏水率可降低至 10%，這些重新找回漏失的水量，無形中就像新增了一座虛擬水庫，對於供應民眾穩定的用水，將產生極大的幫助。

七、結語

提供穩定又優質的自來水是北水處永遠不變的承諾，然而近年來在全球暖化效應下，天災發生之頻率與嚴重程度更甚以往，造成供水風險日趨增高，為能讓大臺北地區之民眾享有用水無虞之生活，北水處已有通盤完整的規劃，包括持續推動北水五期第 2 階段計畫，全面建置備援備載系統，當面臨各種不可預期供水風險發生時，將影響程度降至最低。另積極推動 20 年管網改善計畫，將目前偏高的漏水率逐年降至 10% 以下，無形中亦可增加整體供水系統之備載量，有效紓解未來水源不足之壓力。此外，北水處於 98 年又積極爭取中央「振興經濟新方案－擴大公共建設投資」之補助，計劃自 98 年至 101 年投入 48 億元，執行「加速辦理臺北地區漏水改善及穩定供水計畫」，期能加速推動，讓民眾儘早享有穩定供水之優質服務，過著豐沛自在的水生活。

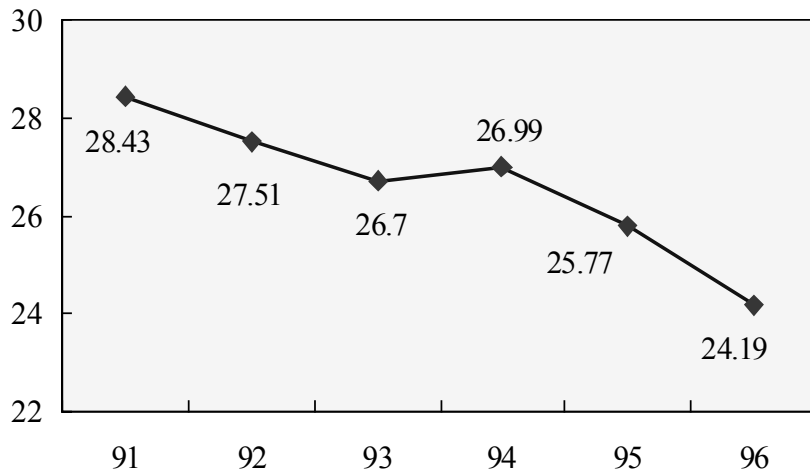


圖 9 歷年漏水率趨勢圖

參考文獻

1. 台北區自來水第五期建設給水工程計畫規劃報告，臺北自來水事業處，1991。
2. 台北區自來水第五期建設給水工程計畫第二階段規劃報告，臺北自來水事業處，2007。
3. 供水管網改善及管理計畫第一階段，臺北自來水事業處，2005。
4. 臺北市政府公共工程中期計畫(98-101年)，臺北市政府，2008。
5. 板新地區供水改善計畫二期工程計畫書，經濟部水利署，2006。

作者簡介

郭瑞華先生

現職：臺北自來水事業處處長

專長：自來水事業經營管理

吳陽龍先生

現職：臺北自來水事業處工程總隊總隊長

專長：自來水工程規劃、設計、施工、管理

朱撼湘先生

現職：臺北自來水事業處工程總隊設計科計劃股股長

專長：自來水工程規劃

台北區淨水設備工程擴建計畫

文/吳陽龍、范川江

摘要

臺北自來水系統依據「台北區自來水第五期建設給水工程第二階段計畫」辦理各項工程建設以滿足至民國 119 年供水需求，本文係探討台北區供水系統中淨水系統部分，除現況概述、各淨水場綜合性效能評估、系統現況檢討及需求評估等探討外，對直潭淨水場功能提升及第六座淨水設備工程擴建構想、工程方案研擬提出完整計畫說明。

一、前言

臺北自來水系統供水區域包括臺北市及臺北縣所轄三重、新店、永和、中和等縣轄市與汐止市 7 個里，並分水支援汐止市 4 個里、深坑鄉、石碇鄉、淡水鎮及三芝鄉等之用水。另外依據經濟部水利署「板新地區供水改善計畫」、內政部營建署「淡海新市鎮區外供水計畫」等，未來省水公司板橋、新莊、淡海新市鎮等地區用水，均將納入供水範圍。

需水量之多寡為淨水處理工程及其附屬設施設計容量決定之依據，因此需水量之推估為辦理淨水處理系統功能提升及擴建之首要課題，總需水量之推估與供水範圍內之人口數、供水普及率、人當量用水量(或稱每人每日用水量)及售水率有關，同時應考量供水的穩定及安全性，在設計淨水設備時應將備援、備載因素納入規劃設計考量。

二、現有淨水處理設備及未來需求評估

(一)系統現況

臺北自來水系統中現有淨水設備包含直潭、長興及公館三淨水場及山區供水系統，分述如下：

1.直潭淨水場

直潭淨水場(以下簡稱直潭場)位於直潭壩下游，青潭堰上游之直潭里，由新店溪環繞所形成的半島上，建場土地面積約 40 公頃。直潭淨水場預計設置 6 座淨水設備，其中第一~五座淨水設備已先後於民國 73、78、80、86、及 93 年完成。

每座淨水設備原規劃之設計處理能量均為 50 萬 CMD，但在第五座淨水設備工程中，除原有之 14 座快濾池外，另於新設清水池上方另增設設計處理能量為 3.5 萬 CMD 之快濾池 12 座，其中之 20 萬 CMD 快濾池處理能量由第五座濾前處理單元增加出水提供，另外 20 萬 CMD 由第三座處理單元提供，總計迄至目前完成之直潭場設計處理能量為 290 萬 CMD。

2.長興淨水場

長興淨水場(以下簡稱長興場)位於臺北市蟾蜍山麓之長興街上，共有水安東側、水安西側及水平東西側等 3 座淨水設備。第一、二座淨水設備之設計處理能量各為 20 萬 CMD，第三座淨水設備之設計處理能量為 24 萬 CMD，長興場之設計總處理能量為 64 萬 CMD，惟目前總出水量約為 47 萬 CMD。

第一、二座淨水設備之原水經由進水管之流量計流至迴流板快混池及機械攪拌式混凝池後通至 12 座傳統式沉澱池，再流入 16 座重力式過濾池，過濾後之清水經加氯消毒

流入清水池後再加壓供水；第三座淨水設備之原水則經由進水管、原水流量計及流量控制閥送至機械攪拌之快混池及混凝池，再進入 6 座傳統式沉澱池去除大部份之原水濁度後，流入 8 座改良綠葉式過濾池，過濾後之清水經加氯消毒送入清水池再加壓供水。

3.公館淨水場

公館淨水場(以下簡稱公館場)係於民國 67 年 6 月利用原有慢濾設備拆除之空地改建而成，其設計出水量為 48 萬 CMD。主要設施原包括分水井 1 座、快混池 4 池、機械式混凝池 8 池、傾斜板式沉澱池 8 池及惠勒氏濾床、定濾率式過濾池 14 池，另外尚包括加氯池 1 池、清水池 4 池及清水抽水井 1 池，但沉澱池內原設之傾斜板已經逐年更換為傾斜管，目前出水容量約 42 萬 CMD。

4.山區供水系統

在陽明山、士林、北投及雙溪等地區有使用大坑溪水源的陽明淨水場，設計處理能量 18,000CMD，取磨角坑水源的快濾設備處理容量約 10,000CMD，取雙溪水源的雙溪淨水場設計容量 40,000CMD，另外其他小水源及數個泉水水源之出水量共約 20,000CMD，以就近供應當地不同高程地區的用水需求。

依據本處於民國 90 年至 92 年間辦理各淨水場效能評估結果如表 1，長興場之沉澱及過濾單元之效能低於設計處理能量；在沉澱池部分，水安（第一、二座）及水平（第三座）皆有不足，在過濾池部分僅水平處理能量不足；公館場則是過濾池之效能不足；雙溪場之沉澱池及過濾池亦未能達設計效能；至於直潭場及陽明場之各單元，目前處理效能均可符合設計需求。

(二)系統現況檢討及需求評估

臺北自來水系統中淨水系統設備處理能量之分析檢討，主要需考量下列幾項因素：

1.最大日供水量：

自來水系統之需水情形於一年中有逐日之變化，而淨水設施之備載容量中所考慮之計畫淨水量，係以滿足最大日需水量為準，臺北自來水系統採平均日需水量之 117%(如表 2)。

2.備載容量：

備載容量係指設備之餘裕度，即供水安全係數之考量，臺北自來水系統所採淨水設施之備載容量為每日計畫淨水量之 25%；另清水池之容量應為 1 小時之計畫淨水量。

表 1 臺北自來水系統各淨水場效能評估

單位：萬 CMD

場別 \ 效能	長興場	公館場	直潭場 (1-4 座)	雙溪場	陽明場 (泉源場)
設計能量	60.7	48	200	4.0	1.8
混凝	86.9	67.6	452.7	5.4	2.6
沉澱	46.7	93.4	492.5	3.0	1.9
過濾	54.3	41.6	200	2.4	2.6

表 2 臺北自來水系統未來總需水量推估

區域或計畫	平均日需水量 (CMD)	最大日需水量 (CMD)	說明 (計畫目標年)
臺北自來水系統直接供水區 (含臺北市12個行政區及 臺北縣所轄新店、永和之全區與 三重、中和及汐止部份地區)	225萬	263.5萬	民國119年
臺北自來水系統分水支援區 (汐止市4個里、深坑鄉、石碇鄉、 淡水鎮及三芝鄉等地區部份用水)	14萬	16.5萬	民國119年
淡海新市鎮供水計畫	18.5萬	22萬	民國118年
小計	257.5萬	302萬	
板新供水改善計畫	101萬	118萬	民國110年
總需水量	358.5萬	420萬	

表 3 民國 119 年淨水設備總處理能量需求推估

時間	需水量 (CMD)				最大日 總需水量 (CMD)	考量備戴 總處理能量 (CMD)
	直接供水及 分水支援區	淡海新市鎮	板新二期	總需水量		
119年	239萬2千	18萬5千	101萬	359萬	420萬	525萬

3.備援需求：

前述二項所提為淨水系統規劃之基本需求，惟成熟之自來水系統中除滿足基本需求外，尚需能提供安全、穩定及可靠之供水，特別是在緊急或突發狀況時亦能維持基本之供水需求，因此適當之備援機制為成熟之自來水系統中所需具備。以臺北自來水系統系統而言，淨水系統主要為屬直潭原水輸水路之直潭場及屬青潭原水輸水路之長興、公館二淨水場，由於直潭場未來將有第一及第二原水輸水系統供應原水，且尚規劃有第二原水輸水系統延伸段可於特殊需求時提供濁度

較低之原水，因此系統穩定性較高，建議可作為備援機制之主要來源。所以對於淨水系統之處理能量規劃，亦將考量青潭原水輸水路及所屬淨水場或直潭場任一座淨水設備無法供水時之備援需求。

依據總需水量、最大日供水量及備載容量等基準所推算，臺北自來水系統至目標年民國 119 年淨水系統設備總處理能量(包括備載容量)之需求為 525 萬 CMD (如表 3)。

臺北自來水系統現有之 5 座淨水場，其原設計總處理能量為 391.5 萬 CMD(含直潭場第 5 座淨水設備)，經綜合效能評估結果，

實際總處理能量為 366.3 萬 CMD，較原設計值減少 25.2 萬 CMD 之處理能量(如表 4)。

因此，臺北自來水系統若考量滿足備載容量建議值時，至民國 119 年包含支援板新供水計畫等之供水範圍納入時，淨水設備之總處理能量需要 525 萬 CMD，與現有處理容量 366.3 萬 CMD，尚不足約 158 萬 CMD，必須對現有淨水設備功能加以改善提升，同時新建淨水設備，才能滿足計畫所需。

三、淨水功能提升及擴建工程之構想

(一)處理能量提升或擴充之分析

影響淨水場處理能量提升與擴充之因素很多，但最主要為水源供應、原水管線輸送能力及用地取得問題，其中特別是水源問題，因涉及到大自然環境之條件，而非全然可由工程技術所能克服，因此影響淨水場處理能量之擴充最鉅。依據上述所提考量因素，有關淨水系統後續處理能量提升或擴充工程方案之構想如下：

1.青潭原水系統部分：

青潭原水輸水路之輸送水量為 108 萬 5 千 CMD，不過由於淨水系統在處理過程中將有部份水量之損耗，一般常採原水量之 5% 作為淨水處理過程之損耗水量，所以若青潭原水輸水路之輸送水量為 108 萬 5 千 CMD，則實際清水產生量約可估計為 103 萬 CMD。

但長興及公館二淨水場現有總處理能量僅為 88 萬 3 千 CMD，約需提升 15 萬 CMD，因此應研擬後續處理能量提升之方案。

公館場處理能量提升之關鍵在於過濾單元，但若欲提升快濾池之處理能量，較可行之方法為增加過濾面積，惟公館場現已無適當之用地可作為擴建過濾單元所用，因此建議公館場處理能量暫以維持 42 萬 CMD 為目標，並妥善維護現有快濾池濾料及濾床之狀況，日後若快濾池處理效能有持續降低之現象，再以更換濾料之方式維持處理能量。

長興場設計總處理能量為 64 萬 CMD(如表 5)，依該場所進行之綜合效能評估結果如表 5。由先前之分析中已建議青潭原水輸水路所屬淨水場至少應維持 103 萬 CMD 以上之設備處理能量，若公館場處理能量以 42 萬 CMD 計，則長興場至少需有 61 萬 CMD 之處理能量。

2.直潭原水系統部分：

直潭原水輸水路上僅有直潭淨水場，現為臺北自來水系統處理能量最大之淨水場，而負責供應直潭場所需原水之現有第一原水輸水路，設計輸水量為 270 萬 CMD，另預定 2009 年底完成的第二原水輸水路，其設計量亦為 270 萬 CMD，則直潭場原水總量最高可達 540 萬 CMD。

表 4 臺北自來水系統淨水場處理能量統計

單位：萬 CMD

場別 能量	長興場	公館場	直潭場 (1-5座)	雙溪場	陽明場	合計
原設計處理量	64	48	270	4.3	5.2	391.5
現有處理量	46.7	41.6	270	2.8	5.2	366.3
處理量變化	-17.3	-6.4	0	-1.5	0	-25.2

表 5 長興場淨水設備綜合效能評估結果

單位：萬 CMD

	水安東西側	水平東西側	合計
原設計量	40	24	64
混凝單元	69.5	17.4	86.9
沉澱單元	33.4	13.3	46.7
過濾單元	45.1	9.2	54.3

對於淨水場處理能量之擴充，除需有充足及穩定之原水供應外，另一關鍵課題為是否有適當之土地可資利用。經檢討直潭場目前尚未利用，區塊面積完整，且位於合理水理動線上之較大面積土地包括：原規劃預留之第六座淨水設備擴建用地(220m×105m)，面積約 23,100m² 及水質管制中心東側現為物、廢料貯置場用地(180m×90m)，面積約 16,200m²，擴建用地尚稱充裕。對未來不足之淨水設備處理能量需求，可於直潭場中研擬相關方案予以滿足。

(二)淨水設備提升及擴建工程之構想

1.長興場處理能量提升計畫

長興淨水場依建設期程不同分水安東西側及水平東西側二部分，水安東西側僅沉澱單元現有處理能量為 33 萬 4 千 CMD 未達設計值 40 萬 CMD，其處理能量低於設計值主要原因應與濁度內控標準值提高有關，不過由於沉澱單元原未設置傾斜管，若沉澱單元增設傾斜管，以保守估計，可增加 60%之處理能量，則將可由原來之 33 萬 4 千 CMD 提升至 53 萬 CMD 以上，惟水安東西側之過濾單元現有處理能量為 45 萬 CMD，而長興場並無適當之用地可供擴建水安東西側之過濾單元，因此水安東西側改善後之總處理能量以 45 萬 CMD 計。

水平東西側各處理單元之混凝單元部分

現有處理能量為 17 萬 4 千 CMD，唯如打開與水安東西側混凝單元之連通涵渠，可提高至 20 萬 CMD 以上之能量；沉澱單元部分，6 池沉澱池中已有 1 池沉澱池改作為污泥暫存池使用，剩餘 5 池之總處理能量為 13 萬 3 千 CMD，建議已故障之 1 池應予補強改善，恢復進水使用；另安裝傾斜管後將有助沉澱單元處理能量提升為約 25 萬 CMD。過濾單元部份，依綜合效能評估為 9 萬 2 千 CMD，遠低於設計值，且為各淨水單元中最低，顯示目前濾料及濾床之處理效能欠佳，現有濾料及濾床已有嚴重之阻塞情形，均需予更新，建議採用操作狀況良好之水安東西側所採用之深層單濾料重力式快濾池，且全場之快濾池型式統一後，亦有利於未來之操作及維護，快濾池型式變更及更新後，快濾池處理能量應可提升為約 20 萬 CMD。預計長興場改善工程完成後之總處理能量為 65 萬 CMD。

2.直潭場擴建計畫

在經歷 921 地震後因地層土壤遭受擾動，致使近年來於颱風暴雨時南勢溪集水區內時有嚴重之坍方發生，而使原水濁度驟然大幅增高，由於各淨水場沉澱池內均未設有刮泥機，因此無法及時將池內迅速蓄積之淤泥排除，當沉澱池內蓄積過多淤泥時，將使有效深度降低，若水平流速過快會使已沉澱

之瘀泥翻騰而流出沉澱池，致過濾單元之負荷增加，同時反洗頻率及反洗水量亦同步增加，將影響淨水場之處理效能及水質安全，所以於必要時淨水系統需採取減量處理之措施，以降低超載風險及保障出水之品質。

經評估原水濁度與沉澱池內淤泥容量後訂定之出水減量原則：於沉澱池內蓄積淤泥小於有效深度 20% 之情形下，原水濁度為 500~1,000 NTU 時之處理水量為正常處理水量之 90%，原水濁度為 1,000~1,500 NTU 時之處理水量為正常處理水量之 80%，原水濁度為 1,500~2,000 NTU 時，處理水量則減為正常處理水量之 70%，處理水量並依沉澱池淤泥累積情形調整。通常原水濁度高達 1,500~2,000 NTU 之情形並不會維持很長之時間，所以會遇到最大日需水量之機率並不高，所以建議在此情形下，臺北自來水系統以維持平均日供水能力為目標。

有關直潭場處理能量之擴充，將針對於滿足上述不同考量因素之情形下，並分別就是否包含納入板新計畫供水範圍之不同需求，研擬 5 種狀況進行分析：

- (1)CASE 1：滿足包含納入板新二期供水範圍之供水需求，並有足夠之備載容量，處理能量後尚不足 140 萬 CMD。
- (2)CASE 2：當青潭原水路完全無法輸水時，滿足含支援板新一期之最大日供水需求，處理能量後尚不足 86 萬 CMD。
- (3)CASE 3：當青潭原水路完全無法輸水時，滿足含納入板新二期供水範圍之最大日供水需求，處理能量後尚不足 142 萬 CMD。
- (4)CASE 4：當原水濁度達 1,500~2,000 NTU，而淨水設備操作之出水能力為平常

70% 時，滿足包含支援板新一期之平均日供水需求，處理能量尚不足 41 萬 CMD，不過由於設備僅為正常處理能量之 70%，不足之設備處理能量應為 59 萬 CMD。

(5)CASE 5：當原水濁度達 1,500~2,000 NTU，而淨水設備操作之出水能力為平常 70% 時，滿足包含納入板新二期供水範圍之平均日供水需求，處理能量尚不足 89 萬 CMD，不過由於設備僅為正常處理能量之 70%，不足之設備處理能量為 127 萬 CMD。

由前述分析結果可知，當青潭原水路完全無法輸水時，直潭場所需擴增之處理能量最大，在包含納入板新二期供水範圍之供水需求情形下，設備處理能量分別不足 142 萬 CMD。其量除了擴建直潭六座淨水設備 70 萬 CMD 外，1~5 座之前處理容量設計均為 70 萬 CMD，每座可再增加過濾單元 20 萬 CMD，其中第 3 座過單元已配合直潭五座興建完成，餘 1、2、4 座視需要辦理。

四、直潭淨水場第六座淨水設備計畫

(一)系統流程及配置

直潭第六座淨水處理設備之處理流程將與既有五座淨水處理設備相同，即原水於排砂溢流井經預氯處理及加入混凝劑，再流經分水井及原水水錶室後流入快混池，再平均進流混凝池及傾斜管式沉澱池，沉澱池出水經快濾池過濾後之清水，再經加氯消毒送入清水池。至於反沖洗砂廢水則集中於洗砂廢水抽送站再送至排砂溢流井回收使用；而沉澱池所產生之淤泥先收集至淤泥抽送站後，再抽送至後續淤泥處理系統處理。

表 6 直潭場處理能量擴充分析表

單位：萬 CMD

	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5
平均需水量	359	311	359	311	359
最大日需水量	420	364	420	-	-
含備載需水量	525	-	-	-	-
所需淨水設備 總處理能量	525	364	420	311	359
雙溪及陽明場 總處理能量	8	8	8	6	6
公館及長興場 總處理能量	107	0	0	75	75
直潭場 1~5 座 總處理能量	270	270	270	189	189
不足處理能量	140	86	142	41 (59)	89 (127)

因直潭場已設置完整之淤泥處理系統將予沿用，直潭場既有淤泥處理廠主要處理程序包括淤泥濃縮與脫水。沉澱池淤泥自淤泥抽送站送至調節池，再分配進流快混池及重力式濃縮池，濃縮池上澄液原則排入回收池，現以泵浦送至第三座淨水處理設備之濾前系統快混池回收再處理，本工程將延伸回收管線，使之能進流排砂溢流井。

經濃縮後濃度約 4~8%之濃縮淤泥，以注入泵加壓進流壓濾式淤泥脫水機，將濃縮淤泥脫水至含水率低於 70%之淤泥餅，淤泥餅目前係與水泥業及製磚業合作回收再利用；淤泥脫水機所產生之濾液收集於濾液貯留槽內，濾布清洗水收集於濾布清洗廢水坑內，可依其水質狀況送回調節池再處理或由廢水

及雨水排放口放流。

直潭第六座淨水處理設備之淨水及淤泥處理系統流程圖如圖一。另全廠平面配置經檢討直潭場內現有可利用土地，及依前述處理流程之研擬，考量土地配置、土地面積大小、水理之順暢性及處理單元之完整性等，如圖二所示。其建設期程民國 98~100 年，總工程經費約新台幣 15 億元。

(二)設備單元之規劃

1.原水管及箱涵：

第六座淨水設備之原水管已由原水分水井接入水錶室內，水錶室內管徑 2,600mm 之管線及電動蝶閥均已安裝完成，惟量水及分水用之超音波流量計尚未安裝，需再設置口徑 2,600mm 之超音波流量計 1 組。由水錶室

至濾前處理單元之管徑 2,600mm 原水管及管外箱涵原已預留至第五座及第六座淨水設備間，但因第六座淨水設備之濾前處理單元原訂位置建議變更至物、廢料貯置場用地，所以預留原水管及箱涵需從中南轉，接入濾前處理快混池前之原水渠內。

2.快混池：

原水於原水渠中加入液鹼及液態 PAC 後，經整流板進流快混池，快混池之設計停留時間約為 28 秒，分為 2 池，每池之尺寸為 4.8m×4.8m×5m(SWD)，每池中各設有透平式快混機 1 組，可維持速度差以充分攪拌混凝劑。

3.混凝池：

快混池出水進流混凝池，設計停留時間約為 30 分鐘，共有 9 池，每池尺寸為 24.9m×15.5m×5m(SWD)，每池共分為 4 段，每段以導流牆區隔以避免短流，並設置水平葉輪式混凝機 1 組，以提供不同之速度差增進膠羽之成形凝聚。

4.沉澱池：

共有 9 池，含成形膠羽之混凝池出水進流沉澱池，池內設有傾斜管以提高表面溢流率，傾斜管佔沉澱池表面積之比例為 64%，沉澱池表面溢流率以傾斜管覆蓋面積計算為 140CMD/m²，水力停留時間約為 1.5 小時，沉澱池之尺寸為 55.25m×17.55m×5m(SWD)。

5.快濾池：

沉澱池出水進流快濾池以去除無法沉澱之微細膠羽，六座 (I) 快濾池採深層單濾料型式，濾率為 250CMD/m² 以下，因此所需之過濾面積至少需 2,800m²，由於快濾池係設於原第六座淨水設備用地，為配合用地之寬度，所以建議設置為 18 池，每池之尺寸為

15.8m×9.9m，實際濾率為 248 CMD/m²。

快濾池之濾床由下層為 5cm 厚之濾石及上層 140cm 深之濾砂所組成，整個濾砂層安放於長頸濾嘴型之預鑄濾版上；沉澱池出水經分水堰後均勻分水至各濾池，由二側之水渠進流過濾池，池面水深以水位控制元件維持於約 1.2m，以保持固定之濾率；經過濾床之清水由濾嘴集水後進流濾版下方之濾室內流出。

快濾池之反洗程序包括氣洗及水洗二部分，所以需設置鼓風機及反洗水泵，並藉由各類閥及閘門之開、閉，以達反洗濾床之目的。鼓風機及反洗水泵預計均設置 3 台，由 18 池共用，鼓風機之額定風量約為 90CMM、靜水壓約 3500mm 水柱，預估馬力數約 100HP，反洗抽水泵之額定水量約為 25m³/min、額定揚程約 9m，預估馬力數約 80HP，反洗所需之相關機械設備及操作中心設於新建之機械室中。

6.清水池：

設置於原預留第六座淨水處理設備用地之西半側，緊鄰新建快濾池，清水池尺寸約為 205 m×55 m×4.65 m (SWD)，容積約為 5 萬 m³，其水位配合其他各座清水池，高水位為 33.98m，設有涵渠與既有第五座淨水設備之清水池相連。

7.機械室：

設於新建處理能量 70 萬 CMD 快濾池北側，機械室下方為水池，可連通第六座淨水設備快濾池之出水，機械室內設置快濾池反洗所需之鼓風機及反洗水泵，相關機組除考量第六座淨水設備需求外，亦應保留未來可安裝一、二及四座淨水設備快濾池所需之反洗設備，機械室之尺寸約為 50m×20m。

另第一、二及四座淨水設備之處理能量均由原有之 50 萬 CMD 提升至 70 萬 CMD，其基本規劃如下：

1. 濾前處理單元之處理能量提升：

第一、二及四座淨水設備之原水涵渠及處理單元渠道、孔口、池體及出水堰等結構物之水力設計條件均採 70 萬 CMD，但單元中之處理設備及設施均採 50 萬 CMD 處理能量設計，需配合更換。

2. 分水及取水設施：

第一、二及四座淨水設備濾前處理單元之處理能量提升為 70 萬 CMD 後，過濾單元同樣需增加處理能量，不過各座淨水設備週邊已無可擴建過濾單元之用地，所以擴建過濾單元規劃設於新建機械室北側，則各座淨水設備濾前處理單元之處理水量，需分出預定之水量進流新設之過濾單元。

為節省動力、減少壓力輸送沉澱水風險及便利操作維護，第一、二、四座 60 萬 CMD 沉澱水經分水後將採重力方式輸送至新設六座（II）快濾池。定量分水設施設於各座淨水處理設備濾前系統之沉澱水渠末端旁，利用一堰寬約 10m 可改變高程之自動可調平頂堰，配合堰上方設置超音波液位計，以堰高之改變及所偵測之堰上水深定量分水。

第二、四座沉澱水經平頂堰分水後匯集至二座之間新設明渠，為避免因設置倒虹吸管浪費過多水頭，集水明渠末端設置集水深井，銜接 $\phi 2,600\text{mm}$ 輸水管線；第一座沉澱水分水後之亦以同樣方式銜接 $\phi 2,600\text{mm}$ 輸水管線，將沉澱水匯集送至新設六座（II）快濾池。

3. 快濾池：

六座（II）快濾池原則均同六座（I）快濾池設置池數為 16 池，實際濾率為 239 CMD/m²，其中第六座淨水設備及 5 萬 m³ 清

水池工程之工程費約新台幣 14 億元；第一、二及四座淨水設備處理能量提升工程費約 6 億 7 千萬元。

五、結語

臺北自來水系統未來完成規劃之後續工程方案後，其中公館、雙溪及陽明場處理能量並未變動；長興場於完成處理能量提升工程後，處理能量將由 47 萬 CMD 增加至 65 萬 CMD；直潭場當第六座淨水設備擴建完成，由 290 萬 CMD 提升至 360 萬 CMD，當第一、二及四座淨水設備再各擴建 20 萬 CMD 之過濾單元後，將再增加 60 萬 CMD，達到 420 萬 CMD，此時臺北自來水淨水系統設備總處理能量將達到 535 萬 CMD 之規模，較目前總計共增加 168 萬 CMD。

有關淨水系統處理功能提升及擴充需辦理之時程，主要需視供水範圍變化及需水量成長情形而定，未來臺北自來水系統由民國 93 年至 119 年間，於各種可能供水範圍內之需水量變化情形如圖 3 所示。

臺北地區自來水供應系統，近年來思考除供水量無虞外，如何有效降低供水之風險、提升供水系統安全性、建立系統備援與容量備載之機制等，成為自來水系統強化之重要課題。基於上述之緣由，對供水系統中淨水場現況功能評估及後續系統擴充，其中又以直潭場處理能量擴建工程最為重要，目前直潭六座淨水設備正辦理發包中，預計民國 102 年完工出水，長興場及直潭第一、二及四座淨水設備處理能量提升，配合未來政策編列預算及執行，全部建構完成後，除滿足未來供水需求外，將可建立大台北地區供水系統之備援與備載能力，提供民眾免於缺水之生活品質。

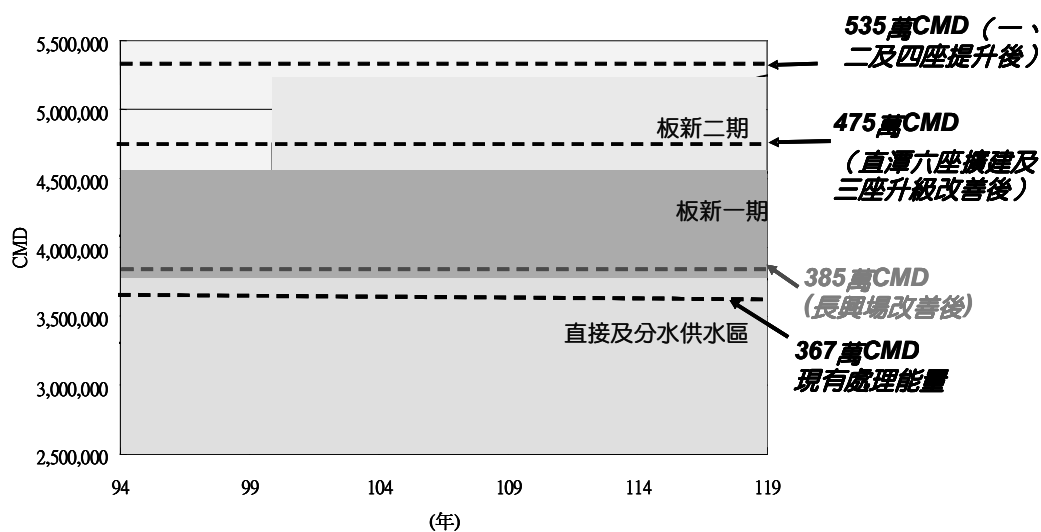


圖 3 淨水系統總設備處理能量需求變化圖

參考文獻

1. 「台北區自來水第五期建設給水工程計畫第一階段執行效益檢討報告」台北自來水事業處，民國95年12月。
2. 「台北區自來水第五期建設給水工程計畫第二階段計畫規劃報告」台北自來水事業處，民國95年12月。
3. 「台北區自來水第五期建設給水工程計畫後續工程計畫規劃報告」台北自來水事業處，民國95年12月。
4. 「板新地區供水改善計畫二期工程計畫」經濟部水利署，民國95年12月。
5. 「水道施設設計指針」日本水道協會，2002年。
6. 「自來水工程設施標準解說」，中華民國自來水協會，民國95年11月。

作者簡介

吳陽龍先生

現職：臺北自來水事業處工程總隊總隊長

專長：自來水工程規劃、設計、施工、管理

范川江先生

現職：臺北自來水事業處工程總隊股長

專長：自來水工程設計

金門地區供水改善之擬議

文/吳陽龍、翁自保、柯祖穎、張武達、曾景良

摘要

金門地區因無巨川長流，且年降雨量少，年蒸發量高，致枯旱季節有缺水現象。目前地面水以湖庫存蓄，因污水污染及湖水滯留等因素，致水質劣化；地下水因水位逐年下降，且有鹽化現象，致水源量與質堪慮；海淡水因成本高昂，且耗油電資源，致尚未大規模採用；因此，金門缺水問題尚待解決，本文針對金門供水現況及未來用水需求與所需面對問題，提出供水改善策略擬議，以期未來考量供水目標、期程、成本、效益等條件下，擬訂最佳供水計畫，確保金門地區供水無虞。

一、前言

金門地區位於福建省東南方九龍江口之廈門灣海面上，西距廈門島約 10 公里，東距台灣本島約 200 公里，總面積約 150 平方公里，最高點為太武山高度 253 公尺，戶籍人口約 8 萬人，因島上並無巨川長流，且年降雨量少，年蒸發量高，致枯旱季節有缺水現象。在缺水情形下，要面對兩岸開放政策，帶來觀光、旅遊、服務、工業等人潮，要滿足未來城市發展、開發行為等用水需求，特擬議供水改善策略。

二、金門地區供水現況

金門地區目前戶籍人口約 8 萬人，實際居住人口約 5 萬人，國防軍隊人口約 7,000 人，供水水源主要以湖庫及地下水為主，海水淡化為輔，每日平均出水量約 2 萬噸，其

中湖庫水源約佔 48%，地下水源約佔 48%，海淡水約佔 4%。

(一)水源供應

1.地面水

金門地區共有 12 座湖庫，蓄水容量約 530 萬噸，共有 3 座淨水場，淨水總處理能力約 25,000 CMD，主要供水給大金門自瓊林以東之地區（金東地區）及小金門。金東地區南側需水量約 7,500 CMD，計有太湖、田浦水庫、陽明湖，蓄水容量約 250 萬噸，由太湖淨水場負責處理，處理能力約 12,000 CMD。金東地區北側需水量約 2,500 CMD，計有榮湖、擎天水庫、山西蓄水塘、金沙水庫、蘭湖、瓊林水庫，蓄水容量約 220 萬噸，由榮湖淨水場負責處理，處理能力約 10,000 CMD。小金門地區需水量約 1,000 CMD，計有西湖、蓮湖、菱湖，蓄水容量約 60 萬噸，由紅山淨水場負責處理，處理能力約 3,000CMD。

就湖庫容量及淨水能力而言，供應金東地區及小金門用水量應足夠。惟地面水受點源及非點源污染及湖庫水滯留影響，原水水質惡化，目前金門淨水場屬傳統淨水處理程序，無法針對包括鹵化物、氨氮、總溶解固體量、殘餘藻毒、低分子量或溶解性有機物及 TTH_M 與 HAA₅ 前趨物等重點污染物予以完全去除，若欲使用現有劣質原水，則須藉由高級淨水處理程序，方得以有效解決藻毒及消毒副產物等問題，但高級淨水處理之產水率僅約 70%，每度水之淨水成本高達 72 元，耗能且開發成本高，致尚未採行，故地

面水水質問題仍待解決。

2.地下水

金門地區地下水主要分佈於大金門之西半島，連同小金門 1 口共計有 23 口深水井供應自來水，94 至 96 年金門縣自來水廠地下水平均抽水量約 9,600CMD，供應金西地區約 9,200CMD，供應小金門約 400CMD。依據現有資料顯示金門地區地下水水位有下降趨勢，雖降雨過後水位有回升，但顯見地下水之補充量與抽取量有不平衡現象，造成金門地下水有受海水入侵之威脅，臨海地區有鹽化現象，且金西地區需水量年年增加，故地下水供水量及保育問題，應及早面對處理。

3.海淡水

金門已於太湖淨水場旁興建 1 座海水淡化廠，目前設計產水量為 2,000 CMD，實際產能平均約 1,000 噸，供應金東地區。金門島四面環海，海水資源取用容易，惟海淡水係以油電能源將海水轉化為淡水，目前每度水之處理成本，若不計台電公司營運成本虧損補貼，仍需約 60 元，且金門油電資源亦缺

乏，故海淡水尚未大規模採行。

(二)供水系統現況

金門地區現有供水分區為金東南側、金東北側、金西及小金門共 4 個供水區。

1.金東南側供水區：供水區域以金湖鎮為主，需水量約 7,500CMD，水源為地面水，由太湖淨水場處理後，清水直接加壓由 $\phi 250\text{mm}$ 出水管配水，水壓不足地區由陽明加壓站與湖前配水池、鵲山配水塔及西村配水塔中繼供水。

2.金東北側供水區：供水區域以金沙鎮為主，需水量約 2,500CMD，水源為地面水，由榮湖淨水場處理後，清水直接加壓由 $\phi 300\text{mm}$ 管線送至五龍山配水塔、擎天配水池及西山前加壓站與美人山配水塔，採水塔自然流下配水。

3.金西供水區：供水區域以金城鎮及金寧鄉為主，需水量約 9,500CMD，水源為地下水，由金城、莒光、昔果山、西埔頭、瓊林 5 處供水站經 $\phi 300\text{mm}$ 、 $\phi 200\text{mm}$ 、 $\phi 150\text{mm}$ 出水管配水。



圖 1 金門地區現況湖庫及淨水場位置示意圖

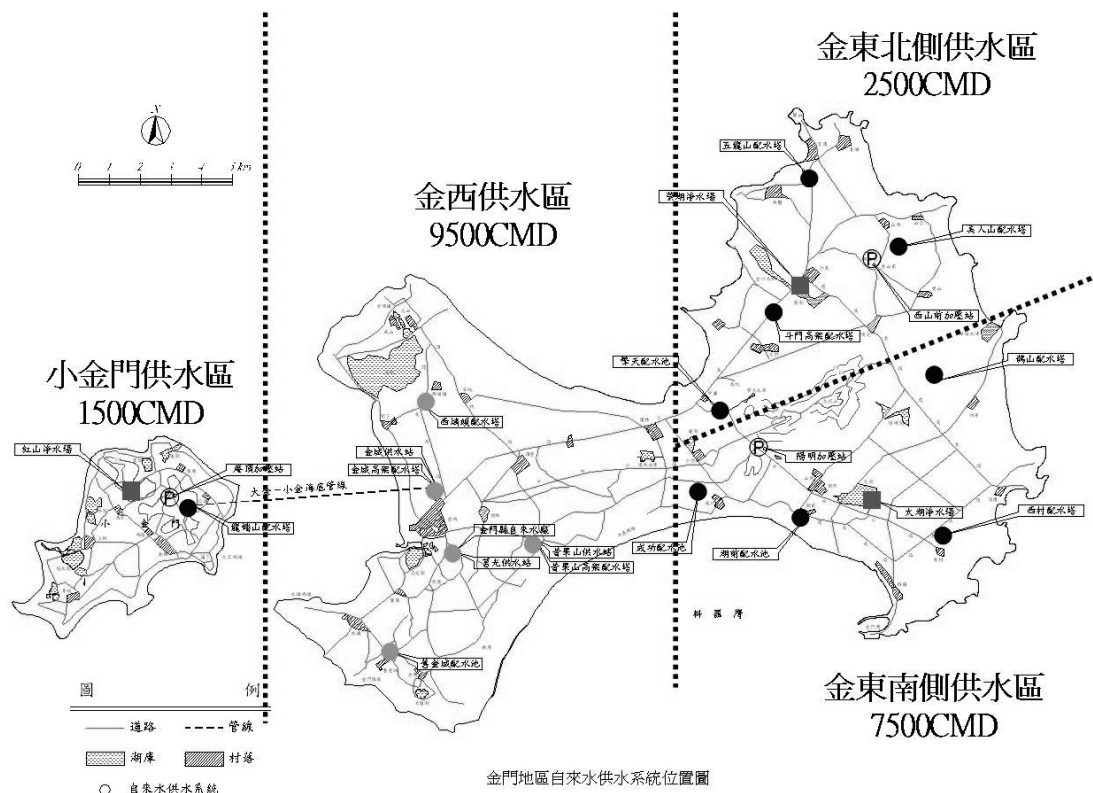


圖 2 金門現況供水分區及供水量示意圖

4.小金門供水區：供水區域以烈嶼鄉為主，需水量約 1,500CMD，水源以地面水為主，地下水為輔，由紅山淨水場、龍蟠山配水塔、后頭及庵頂 2 座加壓站負責配水。

目前金門供水分區已有建置由東向西之單向清水支援管線，即金東往金西 ϕ 300mm 及金西往小金門 ϕ 200mm 之清水調度幹管，惟尚待建置各供水分區完善之原水及清水備援備載系統。

三、未來需求與所需面對問題

(一)未來需水量

依行政院 95 年核定之「離島地區供水改善計畫」，以民國 110 年為目標，推估金門地區之未來用水需求如下：

1.民生用水需求推估

民生用水量 = 人口數 × 普及率 × 每人每日用水量 / 抄見率。

(1)人口成長推估

金門地區人口成長受政治、觀光及小三通等因素影響頗大，長期成長趨勢較難掌握，因此對於未來金門地區人口成長預測採用以較保守線性回歸之方式進行推估，推估結果顯示民國 110 年金門地區的常住總人口數約 8 萬人。

(2)自來水普及率：供水普及率訂為 100%。

(3)抄見率：民國 110 年設定約 75%。

(4)每人每日用水量：民國 110 年約 225 公升。

民國 110 年民生需水量約 24,000CMD。

2.工業用水需求推估

工業用水需求量 = 建廠用地面積 × 單位面積用水量 / 抄見率。

金門地區主要工業為金門酒廠及「金門特定區計畫」工業區。金門酒廠舊廠之生產用水由自來水系統供應，推估每日需水量約

1,500CMD,「金門特定區計畫」以建蔽率 70% 為基準(參考非都市土地之丁種建築用地), 60CMD/公頃為單位面積用水量(因多屬於中小型地方資源型工業), 推估需水量約 5,500CMD, 合計工業需水量約 7,000CMD。

3.國防用水需求推估

金門地區駐軍人數為因應國防部國軍精實政策, 且考量未來地方持續要求開放軍事據點及離島建設政策, 軍隊人數應不致再增加, 假設金門地區之軍隊人數維持不變, 國防需水量約 7,000 CMD。

4.觀光用水需求推估

觀光用水量 = 年觀光人口數 × 每人每日用水量 × 旅遊天數 / 365 天 / 抄見率。

依據金門縣觀光局之統計, 民國 90 年金門縣觀光人數估計為 451,459 人次。依金門縣觀光發展整體計畫穩定保守情勢為基礎(以每年平均成長率 6.0%), 至民國 110 年

觀光人口為 1,085,371 人次, 需水量約 2,000CMD。

5.總用水需求推估

綜上, 民國 110 年需水量民生 24,000CMD、工業 7,000CMD、國防 7,000CMD、觀光 2,000CMD, 合計總需水量約 40,000CMD。

(二)未來供水規模

1.供水設施備載容量基準

參採日本水道維持指南(日本水道協會, 1998)中設備餘裕度的標準, 再依各項設施的運作水量不同, 參考國內自來水工程設施標準及日本水道用語辭典的容量規定, 及「Performance Indicators For Water Supply Services」(IWA, 2000 年)中設施比較指標的定義, 建議各項自來水設施備載容量基準如表一。參照此基準, 檢核金門供水系統未來供水設備容量。

表 1 備載容量建議基準表

	設備容量要求	備載量	備註
貯水設施	100day 計畫取水量		取水量 = 最大日供水量 + 處理場內耗損水量 + 原水輸送損耗水量 ≙ 最大日供水量 * 1.1
導水設施	1.3day 計畫導水量	0.3day 計畫導水量	導水量 = 取水量
淨水設施	淨水設施： 1.25day 計畫淨水量 清水池： 1hr 計畫淨水量	0.25day 計畫淨水量	淨水量 = 最大日供水量 + 處理場內耗損水量 ≙ 最大日供水量 * 1.05
送配水設施	送水設施： 1.2day 最大日供水量 配水設施： 1.2day 計畫配水量 配水池： 0.5day 最大日供水量	0.2day 最大日供水量 0.2day 計畫配水量	配水設施係指抽水機組容量 加壓站直接供水或經管中加壓中繼加壓站供水時, 計畫配水量 = 最大時供水量。 加壓站供水至中繼配水池加壓站供水時, 計畫配水量 = 最大日供水量。 配水池容量不含私人蓄水池容量

2.目標年供水設施備載容量

金門地區民國 110 年需水量(平均日供水量)約 40,000CMD，以平均日供水量之 1.3 倍估算最大日供水量為 52,000 CMD，依建議備載容量基準，檢討金門供水系統未來設備容量如表 2。

未來金門地區若要滿足民國 110 年需水量 40,000CMD，最大日供水量 52,000 CMD 之供水需求，依建議備載容量基準，核算目標年供水備載容量，並與現況供水設施規模比較，了解未來供水設施尚需新建 32 萬噸蓄水湖庫，4.5 萬噸淨水場，1.5 萬噸配水池及須重新檢討供水分區、供水備援系統與供水管網配置等。

(三)所需面對問題

依金門地區未來需水量，檢討規劃供水規模後，需面對問題如下：

1.水源量何處來

- (1)金門地面水、地下水、海淡水？
- (2)台灣水？
- (3)大陸水？

2.水源質如何處理

- (1)地面水：傳統淨水場、高級淨水場？
- (2)地下水：直接抽取使用或淨化處理？
- (3)海淡水：海水淡化廠？
- (4)台灣水：載運清水使用？
- (5)大陸水：大陸原水採傳統淨水，引大陸清水使用？

表 2 金門供水系統未來設備容量表

項次	項目	計畫備載容量	金門既有容量	金門不足容量
		噸	噸	噸
1	蓄水設施	100 天計畫取水量	地面蓄水設施	320,000
		5,720,000	5,400,000	
2	導水管	1.3 天計畫導水量		
		74,360		
3	淨水設施	1.25 天計畫淨水量	太湖+榮湖+紅山	43,250
		68,250	25,000	
4	清水池	1hr 計畫淨水量	太湖+榮湖+紅山	
		2,844	6,000	
5	抽水機組	1.2 天最大日供水量		
		62,400		
6	送水管	1.2 天最大日供水量		
		62,400		
7	配水池	0.5day 最大日需水量	500 噸以上水池	14,900
		26,000	11,100	
8	配水管	1.2 天最大日供水量		
		62,400		
備註	民國 110 年中最大日供水量	52,000CMD		
	民國 110 年計畫導水量	最大日供水量*1.1		
	民國 110 年計畫淨水量	最大日供水量*1.05		

3.供水系統規劃

- (1)未來人口成長情形及用水需求量？
- (2)供水分區劃分？
- (3)供水設施配置？
- (4)供水備援備載系統建置？

四、供水改善策略擬議

(一)改善水量

1.節流

- (1)提升售水率：金門地區 96 年售水率約 73%，若售水率提升 5%，則能減少約 1,000CMD 配水量，應擬定漏水改善計畫，提升售水率，減少水量流失。
- (2)節水措施：金門地區舊有建物很多，其中軍事地區佔地廣闊，惟駐軍人數由 3 萬人減少至 7,000 人，其用水量仍維持約 7,000CMD，用戶內線漏水問題，應特別注意，可宣導節水觀念，並推廣採行節水措施，減少浪費水量。
- (3)湖庫整修：金門湖庫因經年累月使用，泥沙淤積，目前以抽砂方式，讓湖庫維持蓄水，並清淤，未來供水備援系統建立後，應可考量湖庫歲修，除清淤外，並進行湖庫整修，避免水量滲漏損失。

2.開源

- (1)增加湖庫：依建議備載容量基準，核算目標年供水備載容量，並與現況供水設施規模比較，了解未來供水設施尚需新建 32 萬噸蓄水湖庫，目前金門下湖人工湖 35 萬噸蓄水湖庫(經費約 6 億元)預定 98 年第 3 季完成，屆時湖庫容量應可足夠。因湖庫水質仍未改善，故後續仍需於現有淨水場增設高級淨水處理設備，預估所需經費約 2.5 億元，另新建 25,000 噸高級淨水場，概估經費約 5.5 億元，

惟高級淨水處理成本高，產水率僅約 7 成，浪費水資源多，耗能亦高。

- (2)海水淡化：若金門地區無境外水源引入，必須自給自足下，海淡水將扮演重要地位，目前每度水之處理成本約 60 元。因金門島四面環海，海水資源豐沛，在科技技術發展下，海水轉化為淡水之使用油電能源應可減少，成本應可降低，故應密切關心海淡水國際發展情形，初步概估新建 12,000CMD 海淡廠，所需經費約 10.8 億元。
- (3)台灣運水：金門距離台灣約 200 公里，嚴重缺水時，由台灣本島台中運水至金門，每趟耗時 3 天，運量約 3,000 噸，每噸水成本近 700 元，成本高昂，運量有限。
- (4)引進大陸水：金門距離大陸廈門、泉州晉江最長距離僅 11.5 公里，若政策許可下，可考慮由廈門九龍江、泉州晉江引進豐沛優質水量，徹底解決金門之民生、農業、觀光等用水需求及補充涵養保育地下水資源。初步概估自大陸泉州引水至金門之工程經費約 7.8 億元，若先預付 50%工程經費約 3.9 億元，金門島內增設原水導水工程及 25,000 噸傳統淨水場之工程經費約 5.9 億元。

(二)改善水質

1.避免污染

- (1)污水截流系統：金門地區現有湖庫水有民生、畜牧、農業、工業污水污染問題，應考量湖庫以收集雨水為主，除加強生活污水之家戶接管外，另於湖庫周邊設置截流系統，讓人為排放水引流至適當地點處理後排放入海，待雨量強度達一

定程度時，經湖庫周邊截流系統，溢流入湖庫存蓄調節，以達防洪及存蓄清潔之原水。

- (2)湖庫底泥清除：湖庫底泥沈積多年，因湖庫無法停用抽乾，徹底清除底泥，造成水質惡化，應配合未來湖庫整修，一併解決。
- (3)減抽地下水：地下水鹽化問題建議以減少使用地下水讓地下水位回升保育，讓海水與淡水水位差減少，減小壓差及海水入滲情形。

2.處理污染

- (1)高級淨水處理設備：金門湖庫水質不良，須藉由高級淨水處理程序，方得以有效解決溶解性有機物、藻毒及消毒副產物等問題，但每度水之淨水成本高達 72 元，且產水率約 7 成，其耗水及成本問題，應再考量。
- (2)活化湖庫水：湖庫間設置聯通原水管及考量設置觀光噴泉設施等，以增加溶氧，避免死水。
- (3)引進大陸原水：引進大陸優質原水，加以淨化以供應地區民生所需，並減抽地下水，減緩地下水鹽化情形。

(三)改善供水系統

1.訂定供水目標

- (1)依政府政策及都市計劃發展，訂定滿足金門地區供水目標年之供水需求。
- (2)依供水需求建立穩定與安全之供水系統，並建立容量備載與系統備援之機制。
- (3)解決湖庫水源水質不符法定標準問題。
- (4)減抽地下水，保育金門地區珍貴地下水資源。

2.規劃供水系統

依訂定之供水目標，確定目標供水年需水量及供水方針，並評估現有供水現況及能力，瞭解現況與未來之供水落差，據此，擬訂供水規劃方案，補足供水落差，並加強供水系統。

未來供水系統，包含水源、原水管、淨水場、配水池、加壓站及配水管網等規劃配置，並考量除常態的供水方式外，亦能建立備援、備載的相互支援系統，以利設備維修、故障檢修或枯旱限水時，能相互支援。

因金門地區未來觀光政策、都市發展及工業開發等用水需求及用水區域分布尚未確定，及未來採用之水源尚未定案，故尚無法進行島內未來供水系統實質規劃。惟不管未來水源為何？原則上可考量利用金門地形優勢，以島內中間丘陵或臺地，興建主要配水池，以重力方式供應金門島周邊海岸低地，並可規劃島內南北線主要供水幹管及聯通管，以期相互備援，穩定供水。

3.劃分供水分區及推動小區計量

為利未來供水系統有效操作管理，應重新檢討劃分供水分區，原則各供水分區應裝表計量，以瞭解配水量，並各供水分區平時由固定的淨水場及送配水系統供應，如因設備維修或故障時，可由鄰近的供水分區支援。

為有效管控管網，提升售水率，應劃設可獨立供水小區區塊，並推動小區計量工作，以瞭解各小區漏水情形，並評估篩選漏水嚴重之區塊，進行檢測、修漏、管線汰換等改善措施，且檢核驗證管網漏水改善成效。以金門地區供水特色，可於進出城鎮之配水幹管，裝設計量表，並於城鎮內劃設小區，以瞭解每個城鎮配水量及漏水量；可於進入村落之配水支管，裝設計量表，並以村

落為計量小區，且可劃設次小區，以瞭解每個村落之售水率，藉此改善供水管網。

五、結論

金門總面積約 150 平方公里，約 8 萬人口，現有供水量 20,000CMD，金東地區主要

由湖庫蓄水及太湖、榮湖共 2 座淨水場供水，因降雨不均及地形因素，湖庫蓄水不易，因地面水受污水污染及湖庫水滯留，湖庫水質惡化；金西地區抽取地下水供水，已有超抽及鹽化問題，故現況供水有待改善。

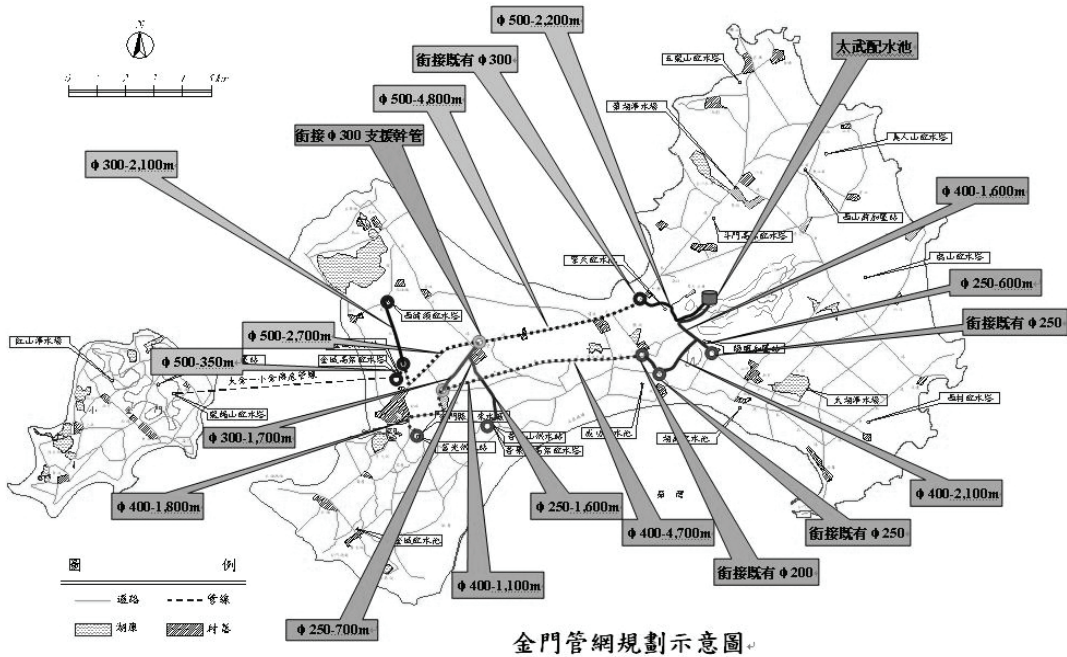


圖 3 金門未來供水系統規劃示意圖

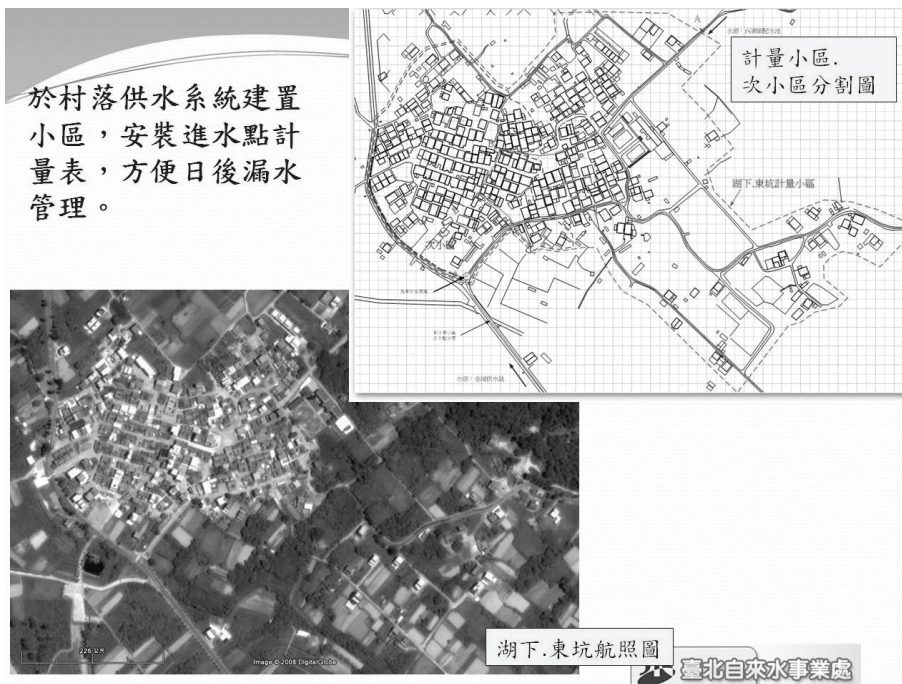


圖 4 金門村落小區計量規劃示意圖

金門地區未來供水系統，以民國 110 年為目標，每日供水 40,000CMD，其供水量為現在之兩倍，未來水源量如何取得？水源質如何處理？供水系統如何規劃？本文提供供水改善策略思考方向，以期在未來考量供水目標、期程、成本、效益等條件下，擬訂最佳供水計畫，確保金門地區供水無虞。

參考文獻

- 1.金門供水工程可行性研究，福建省水利水電勘测設計研究院，1997年3月。
- 2.金門供水線路方案，福建省水利水電勘测設計研究院，1998年3月。
- 3.金門海底輸水管線可行性之研究，許如霖等，海洋及水下技術季刊，第10卷第3期，民國89年。
- 4.金門與大陸通水先期規劃，中興工程顧問公司執行，金門縣政府委託研究計畫，民國92年12月。
- 5.離島地區供水改善計畫，經濟部水利署，民國95年8月。
- 6.金門地區自來水系統改善工程規劃報告，巨廷工程顧問股份有限公司，民國95年12月。
- 7.金門地區高級淨水處理設備設置計畫，金門縣自來水廠，民國97年3月。
- 8.金門辦理兩岸通水計畫，金門縣政府，民國97年5月。
- 9.金門自來水擴建初步規劃，臺北自來水事業處，民國97年6月。
- 10.金門自大陸引水評估報告，經濟部水利署，民國97年8月。

作者簡介

吳陽龍先生

現職：臺北自來水事業處工程總隊總隊長
專長：自來水工程規劃、設計、施工、管理

翁自保先生

現職：金門縣自來水廠廠長
專長：自來水事業經營管理

柯祖穎先生

現職：臺北自來水事業處工程總隊設計科科長
專長：自來水工程規劃、設計、施工

張武達先生

現職：金門縣自來水廠工務課代理課長
專長：自來水工程規劃、設計、施工

曾景良先生

現職：臺北自來水事業處工程總隊副工程司
專長：自來水工程規劃

3D 技術應用於淨水場設計及改善計畫

文/黃靖修、卓昱宏

摘要

近年來電腦軟硬體之快速進步，工程評估與設計已進入到 3D 的設計繪圖環境，針對具各種複雜工程界面之淨水廠工程，為解決設計過程之界面衝突，提高規劃設計階段品質，最佳方案是採用 3D 設計工具。

淨水廠 3D 設計整合平台(以 Bentley Systems 為例)包括了：Navigator 3D：模型檢視軟體、PlantSpace 廠房 3D 設計軟體(P&ID、Data Manager、Piping 及 Equipment 模組)及 Triforma 或 Auto Desk Revit 土木建竹模組等。其整體應用包括：1.管線儀錶控制流程圖具有屬性，可進行設備與管線資料管理與進行協同設計；2.設計成果可以定期輸出成 3D 視覺模擬檔案，提供定期審查；3.設計成果透過 Navigator 程式進行全廠區 3D 視覺模擬，可進行操作維護可行性查核；4.設計衝突與干涉檢查。5.施工進度模擬，結合 P3 或 Project 可以計行工程進度 3D 視覺模擬；6.設計圖面產出；7.材料表輸出及 8.管線 ISO 圖繪製。

目前除國外應用案例外，台灣亦引進應用在板新淨水廠改善評估計畫，期以對電腦 3D 技術應用在淨水廠設計及改善計畫作一簡介及說明其成效，提供未來國內未來應用之參考。

一、前言

近年來電腦軟硬體之快速進步，讓工程師設計工作由以往用徒手計算及製圖，進步

到電腦程式及電腦輔助繪圖(CAD)的程度，通常一座淨水處理廠，因包含了土木建築、機械、管線、儀控、電氣、消防、景觀等專業領域，設計工作相當繁複，通常細部設計圖會高達數百張以上，設計圖之品質與正確性須投入大量專業人力及嚴密整合，方能達到正確的設計，以傳統電腦輔助繪圖(CAD) 2D 方式設計，是將工程師設計理念，轉化成電子化的圖檔，每張設計圖是分別獨立，因在淨水廠設計多種專業界面存在時，常會造成設計介面衝突以致施工階段變更設計頻傳之狀況；另在淨水廠完工長期營運後，會因設施損壞或需辦理更新改善工程，此時會因竣工圖遺失或場地空間有限，造成改善工程在規劃評估及設計階段不易掌握實際資訊，改善方案於施工階段無法確實落實之狀況。

為解決設計過程之界面衝突，提高規劃設計階段品質，目前淨水或污水廠在設計階段採用 3D 設計方式已為一新的驅勢本。

本文將針對電腦 3D 技術應用在淨水廠設計及改善計畫作一簡介，並以相關案例說明其成效，以提供未來國內未來應用之參考。

二、淨水廠 3D 整合平台簡介

目前 3D 設計整合平台的軟體已有多種商業軟體可供採用，目前比較常見的有 AutoDesk 公司及美商賓特利系統(Bentley Systems)股份有限公司的產品，本文僅就 Bentley 公司於 1986 年推出的 MicroStation 整

合性電腦輔助設計軟體，透過建立物建的 3D 模型，進行實物的電子模擬，從物建的設計、施工到運作，物建的所有資訊及構造均可包含在各個模型裏，模型物件所需的各種剖面圖亦可透過軟體自動產生，可簡化專案管理並使設備做更經濟有效的運作。在 3D 整合平台內主要幾個應用程式說明如后(軟體架構如圖 1 所示)：

(一)Navigator3D：模型檢視軟體

此為提供 3D 設計成果視覺化導航圖形和非圖形設施環境資訊的程式，可讓使用者與 3D 元件進行互動式導覽，主要功能如下：

- 1.設計元件：可讓不熟悉 CAD 的使用者，透過 Navigator 的介面，可直接存取 Micrstation 的 DGN 與 AutoCAD 的 DWG 所建立的元件資訊。
- 2.排程及計畫資訊：可結合專案管理軟體，如 P3 或 Project，評估實際施工及計畫期程

的各項分析，以模擬設計/施工順序，提供替代方案。

- 3.動態模擬及動畫：以 4D 動畫方式模擬施工期間機具吊裝、維修動線，有助於了解實際施工動線及可能發生碰撞區域，並加以預防；
- 4.協力工具：除各種設備內部資訊(尺寸、名稱、性質等)，亦可加上額外註解以利設計上的分工交接。

Navigator 程式範例畫面如圖 2 所示。

(二)PlantSpace：廠房 3D 設計軟體

廠房設計軟體 PlantSpace，主要有幾個程式模組組合而成，包括設計資料庫管理模組(PlantSpace Data Manager)、管線儀錶流程圖設計模組(PlantSpace P&ID)、管線設計模組(PlantSpace Piping)及機械設備設計模組(PlantSpace Equipment)等，茲將各模組依序說明如後。

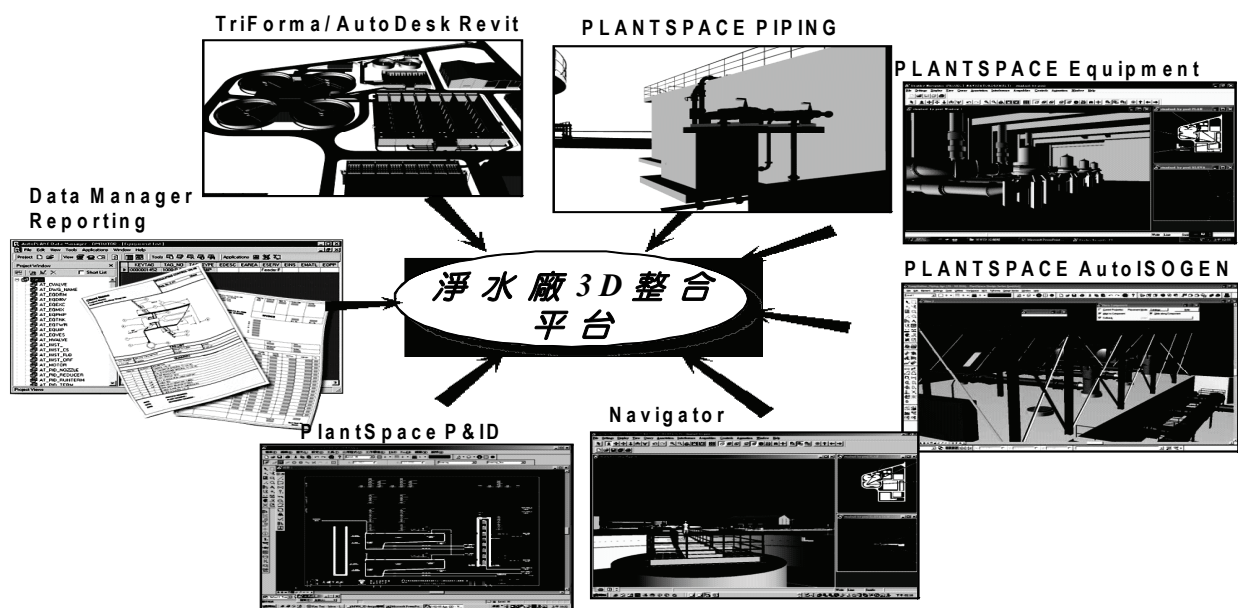


圖 1 3D 整合平台軟體架構圖

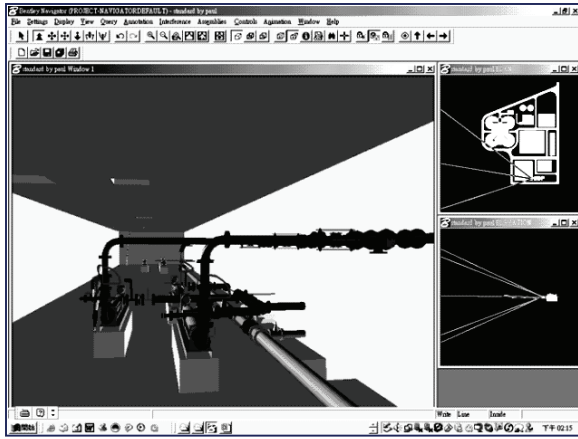


圖 2 Navigator 程式範例(沉澱池管廊)

PlantSpace Data Manager 為控制所有設計項目資料管理與輸出的外掛程式，透過將專案資料庫採分散式儲存的方式，以開放資料連結(Open Database Connectivity, ODBC)作為存取虛擬資料庫的應用程式介面，可將各項設計成果，輸出於網頁上，以利設計團隊間資訊流通，輸出結果畫面如圖 3 所示。

PlantSpace P&ID 為繪製操作流程儀控圖之外掛程式，透過資料整合系統，除了可以匯入其他軟體（如 AutoCAD）繪製的儀控圖元件使用，此程式使用物件導向概念，可在繪製完成後，自動進行元件數量計算，並註明繪製之圖號等相關管理資訊，以提高作業效率，程式範例畫面如圖 4 所示。

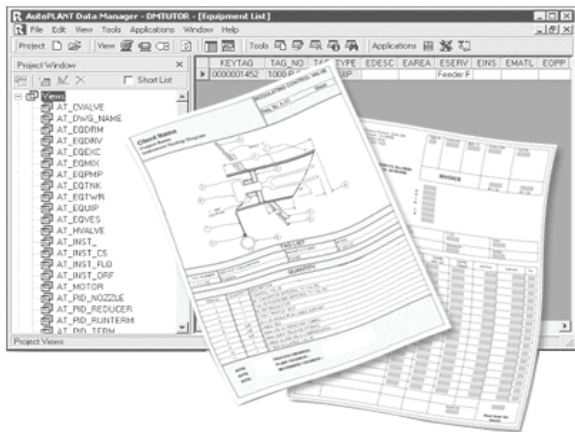


圖 4 P&ID 程式範例

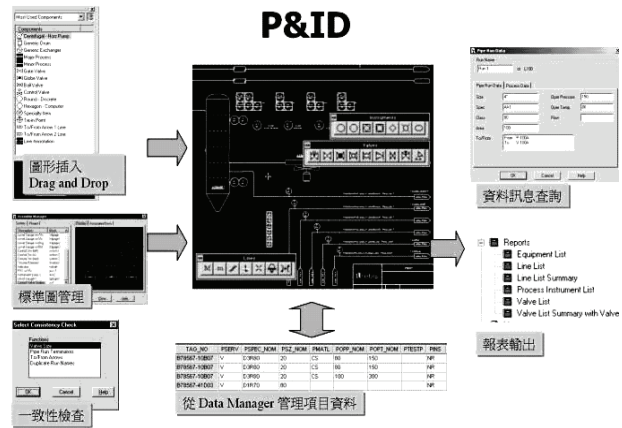


圖 3 Data Manager 程式範例

Piping 此為繪製 3D 管線之外掛程式，其管線設計採參數化及物件導向概念，可讓設計團隊同時針對不同區域進行配管，再予以整合，直接產生具相對位置之立體管線，程式範例畫面如圖 5 所示。

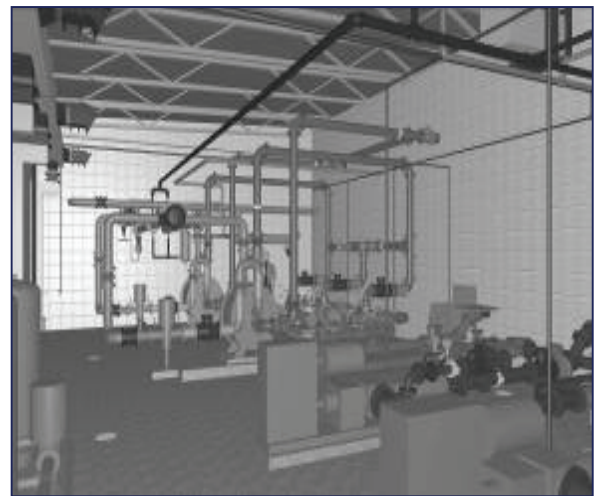


圖 5 PlantSpace Piping 程式範例

PlantSpace Equipment 為 3D 參數化設備建置之外掛程式，可以將各項設備的相關資訊與其元件一併編輯儲存，並可於未來設計時作即時性修正，以增加設計彈性。此外，將設備放置於虛擬廠區內，亦可於施工前預先了解動線配置及其相對位置校核，程式範例畫面如圖 6 所示。

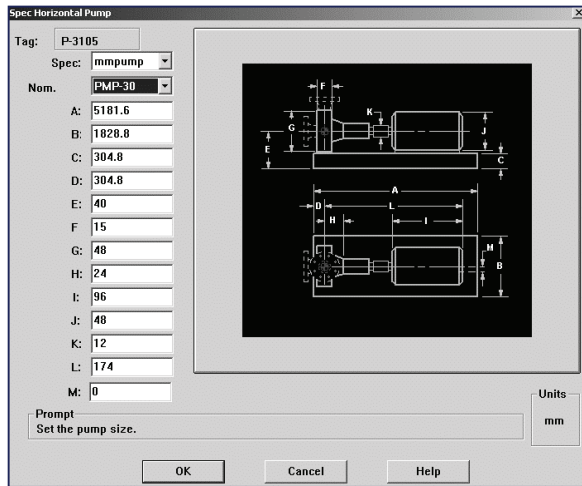


圖 6 Equipment 程式範例

(三)Triforma或 Auto Desk Revit：土木建築模組

此為針對建築及整廠設計需求所提供的工程模組，融合了模型建構工具、資料文件自動建立以及網際網路，依據「建築資訊模型」之觀念，提供一個簡易的介面以建立模型，並自 3D 模型中依照專案繪圖準則截取符合專案標準的平、立、剖面圖，產生材料及施工詳圖。程式範例畫面如圖 7 所示。



圖 7 Triforma 程式範例畫面

三、3D 整合平台之應用

3D 整合平台之應用，係依據上述多項軟

體進行整合後，可應用在新建淨水廠或改善規劃設計，其整體應用架構如圖 8 所示。

3D 整合平台之應用主要說明如后：

- (一)管線儀錶控制流程圖具有資料庫屬性，可透過 Data Manager 進行設備與管線資料管理，亦同時透過網際網路在不同工作地點，進行協同設計。
- (二)設計成果可以定期輸出成 3D 視覺模擬檔案，提供定期審查。
- (三)設計成果透過 Navigator 程式進行全廠區 3D 視覺模擬，可進行操作維護可行性查核。
- (四)設計衝突與干涉檢查，利用電腦檢查土木、機械、管線等不同設計界面有無衝突，並據以做適當修正，避免未來設計變更，設計衝突與干涉檢查成果如圖 9 所示。
- (五)施工進度模擬，結合 P3 或 Project 可以計行工程進度 3D 視覺模擬。
- (六)設計圖面產出：完成 3D 設計後，可以在系統內設定傳統 2D 設計圖面輸出規劃，完整輸出細部設計圖，若因作業期間有變更，在 3D 元件更動之尺寸可自動修改在 2D 圖面，此一設計方式除可大符降低傳統 2D 圖面繪製之時間外，更重要的是可以保持設計圖面之正確性。
- (七)材料表輸出：利用 3D 設計環境及元件式設計，設計完成後電腦將自動產生相關數量表，以正確估算工程數量。
- (八)管線 ISO 圖繪製：可以將所有設計管線輸出成 ISO 圖，詳圖 10。

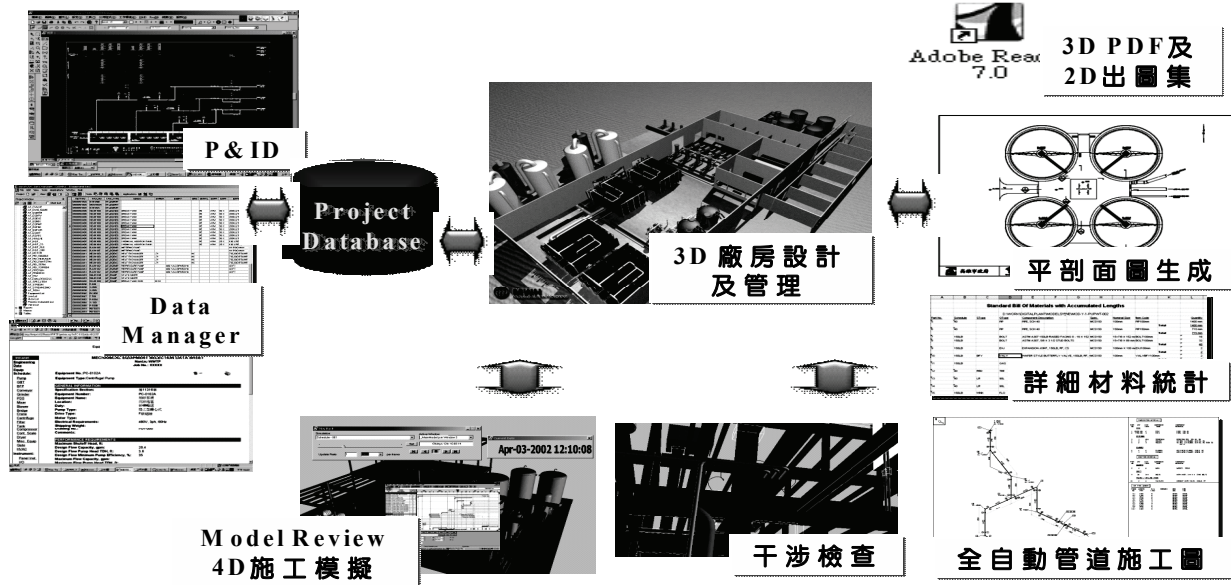


圖 8 3D 整合平台應用架構圖

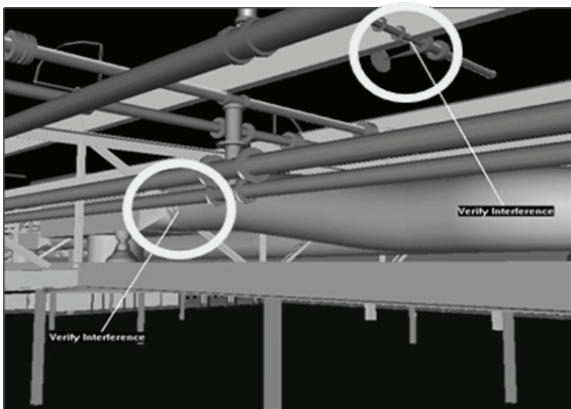


圖 9 設計衝突與干涉檢查示範圖

四、應用案例

本公司近年來在美國、英國、紐西蘭及澳洲應用 3D 技術辦理淨水與污水處理工程之設計、建造、整建、營運及永久設施管理解決方案之整合，以在美國為例，包括傳統淨水廠或較先進之薄膜處理淨水廠，已採用 3D 進行設計，其設計成果詳圖 11 及圖 12 所示。

為提升國內淨水廠設計水準，3D 設計

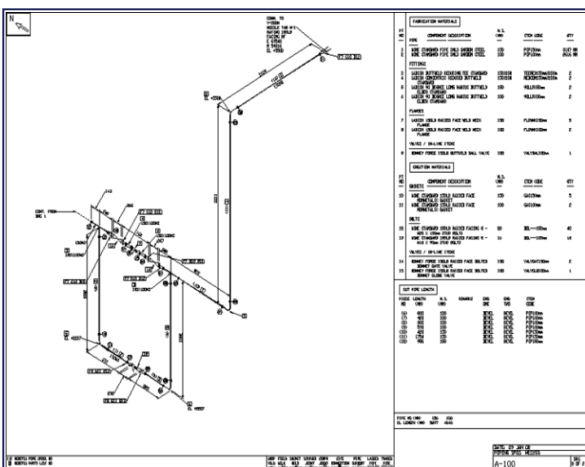


圖 10 系統 ISO 圖輸出範例

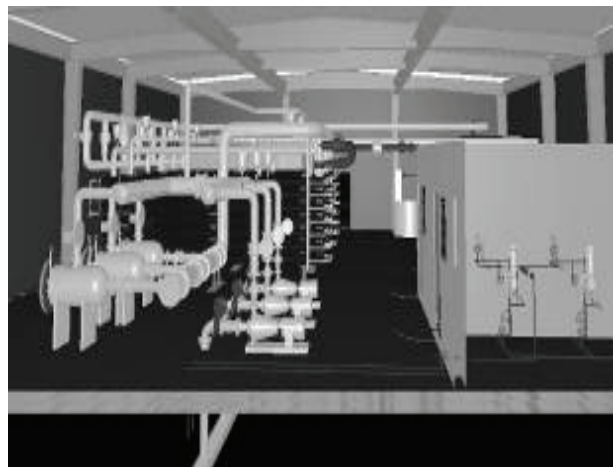


圖 11 傳統淨水廠 3D 設計成果(美國)

整合平台目前已引進國內，除已成功應用在污水處理廠設計外，近期亦將應用在板新淨水廠改善工程規劃評估計畫，茲將其應用說明如后：

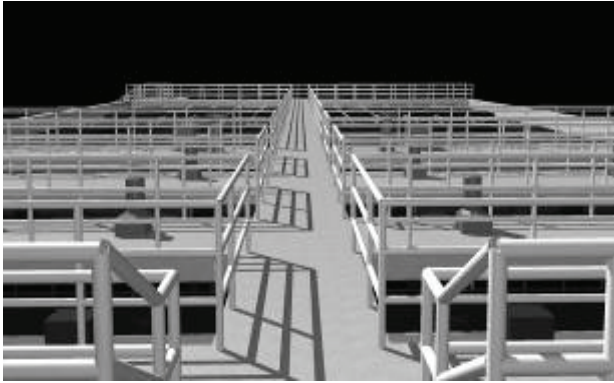


圖 12 薄膜淨水廠 3D 設計成果(美國 LEE COUNTY Water Treatment Plant)

(一)板新淨水廠之背景說明：

板新淨水場座落於台北縣三峽鎮，地理位置位於大漢溪畔，為一由大漢溪與南北第二高速公路（北二高）所形成之狹長地區範圍之內如圖 13，為板新地區供水系統之主要淨水場，其供水範圍除台北縣之九個鄉鎮外，尚包含桃園部分地區之用水。



圖 13 板新淨水廠相片

板新淨水場自 70 年啓用自今已接近 30 年，各項設施之連接、功能應進行重新檢討，以確保板新淨水場能持續符合環保署公佈之 99 年飲用水水質標準，故辦理「板新淨水場設施改善計畫」。

(二)板新淨水廠改善評估之方法：

由於板新淨水廠已運轉 30 餘年，目前主要問題雖以清水池漏水與廢水處理系統之處理能力不足為主，但考量其未來在板新地區供水改善計畫中角色變化及目前操作上所遇到之各類瓶頸，應以通盤性之考量來規劃此改善案。

本計畫依據未來供需水量分配與濁度歷史資料分析，先界定出改善計畫目標水質後，以確保規劃方向符合未來台水公司與供水區域民眾所需。在方案選用上，除考量其發揮之工程效益外，將同時考量經濟效益、操作與管理風險等，並將透過事先篩選方案機制，初步過濾並保留較佳方案後進行細部評估，並建議最適方案。

另因本廠供水量大(設計量為 120 萬噸/日)，30 餘年期間歷經三期擴建後，目前廠區面臨用地空間嚴重不足之狀況，在未來進行所有改善與評估方案時，必需在有限空間內進行規劃評估，因此採用 3D 環境下進行方案如圖 14，可施工性評估為一有效方案。

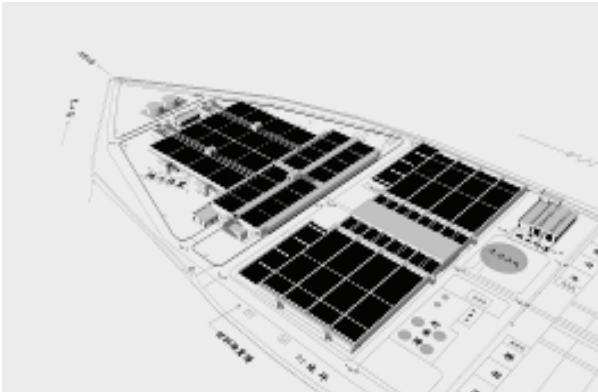


圖 14 板新淨水廠 3D 數位化圖示

五、結語

目前採用 3D 整合平台應用在板新淨水廠改善評估計畫中，未來期以電腦 3D 技術應用在淨水廠設計及改善計畫，未來其成果將提供國內自來水界之參考。

參考文獻

1. 「板新淨水場設施改善計畫」委託技術服務服務建議書，美商傑明工程顧問(股)台灣分公司，(2009)。
2. 黃靖修，「電腦技術應用於淨水及廢污水處理工程設計工作」，美商傑明工程顧問(股)台灣分公司，(2008)。
3. 「Design Drawings of LEE COUNTY Water Treatment Plant」，MWH，(2004)。

作者簡介

黃靖修先生

現職：美商傑明工程顧問(股)台灣分公司 資深協理

專長：自來水工程、下水道工程

卓昱宏先生

現職：美商傑明工程顧問(股)台灣分公司 經理

專長：自來水工程

最小分區計量管網之規模

文/周國鼎

摘要

在用水量成長及水資源日漸枯竭的影響下，自來水管線漏水問題顯得格外嚴重，因此政府將降低自來水管線漏水率列為重要課題，計畫在 2015 年前降低 5% 之漏水率。根據先進國家經驗，建置分區計量管網 (District Metering Area, 簡稱 DMA)，也就是台灣地區俗稱之「小區管網」，乃有效協助控制漏水率之工具之一，惟一般社會大眾、乃至於自來水從業人員對其認知均有普遍之誤解，可能發生事倍功半，投資效率不佳之情事。目前在台灣地區執行分區計量管網作業時，最為人爭論的就是最小分區計量管網之規模；此外，對於該規模究竟應以管網內配水管線總長度或是接管用戶數為依據也是莫衷一是。部份人士堅持分區計量管網應嚴格以配水管線總長度不可超過 2.5 公里或者 3.5 公里為上限，有些人則認為用水戶數 (總表加上獨立表之數量) 應以 300~500 個或 500~1,000 個為原則，也有人認為應將配水管線總長度及用水戶數二者同時列入考量。本研究除將探討如何定義最小分區計量管網之規模，同時並闡明 DMA 之意義，並就其名稱、合理數量等議題常有之錯誤認知予以釐清。近年來自來水事業機構紛紛辦理人員招聘，在新進自來水從業人員逐漸增加之趨勢下，本研究報告希望有助於自來水新血建立分區計量管網之正確觀念，進而有效推動降低漏水率之相關政策。

一、前言

(一) 研究緣起

台灣年平均降雨量約 2,500 公厘，約為世界平均降雨量之 2.6 倍，但每人分配平均降雨量卻只有世界平均的 1/6 弱，而且因為河流短，地勢陡，降雨量大都直接奔流入海。根據 1966 年經濟部水資料局的資料分析，約有 46.2% 之降雨量直接流入海中，而 33.3% 為蒸發散損失，使得可利用水量僅占降雨量之 20.5%，每人分配之可利用水量更形稀少，因此台灣乃屬於水資源貧乏地區。此外，降雨量分佈不均，約 80% 集中於 5 至 10 月之豐水期，且大部分為颱風暴雨，水量雖然豐沛，水質濁度卻也高的驚人，往往不適合作為自來水之原水，使得水資源調配益發困難。

在水資源日漸枯竭及用水量成長的雙重影響下，自來水管線漏水問題就顯得格外重要。統計資料顯示，我國自來水漏水率超過 20%，與部份先進國家已可將漏水率控制在 10% 之內相較，我國有很大有待努力的空間。因此政府將降低自來水管線漏水列為重要施政目標，其中台灣自來水股份有限公司 (以下簡稱台水公司) 已計畫在 2015 年前降低 5% 之漏水率。

根據先進國家經驗，將自來水管網劃分成為許多個可獨立計量之管網，再分別針對各獨立管網監測比對、可得知該管網之漏水量，進而評估其漏水嚴重性 (漏水率)，以及是否採取相關漏水防治之措施，此種方式即所謂「District Metering Areas」，國際間常簡稱為 DMA。經評估屬漏水嚴重之管網再

藉由檢測漏、修漏、管線汰換、及水壓管理等作業，就可有效降低管線漏水率。

DMA 對國內自來水事業而言尚屬萌芽階段，台灣地區一般俗稱為「小區管網」，該稱呼並非一個正確貼切之名稱，容易造成社會大眾、政府相關主管機關乃至於自來水從業人員普遍之誤解，以致作法上產生偏差，往往導致事倍功半，投資效率不佳。因此，政府如欲在期限內順利達成降低漏水率之目標，有必要將 DMA 之相關錯誤觀念予以導正，讓自來水從業人員以及相關主管機關對其有正確認知。

(二)研究目的

本研究探討之目的包括闡明 DMA 之意義，並就其名稱、合理規模（包括管線長度及用戶數）常有之錯誤認知予以釐清。近年來自來水事業機構紛紛辦理人員招聘，在新進自來水從業人員逐漸增加之趨勢下，本研究報告希望有助於其建立分區計量管網之正確觀念，進而有效推動降低漏水率之相關政策，以期早日達到先進國家自來水管線漏水率之標準。

二、DMA之意義

(一)屬「診斷」方法，非「治療」工具

根據前述 DMA 作業流程，可得知執行 DMA 後可了解該獨立計量管網內之漏水率，進而判斷是否具有採取檢修漏作業之必要性。因此，對於漏水防治而言，DMA 屬於「診斷」之方法，而非「治療」之工具。DMA 作業就如同初步人體健康檢查，可讓自來水事業單位了解自來水管網病情（即漏水率）之嚴重性，至於病因在何處（漏水點）仍有待後續進一步之檢驗。如果初步健康檢查之結果為一切正常，也就沒有進一步細項

檢驗之必要。

社會上乃至政府相關主管機關之部分人士常誤以為一旦完成 DMA 之建置，自來水管網之漏水率隨即就可降低之觀念並不正確，因為光是健康檢查並無法完成病因之治療，遑論自來水管線尚且具有「漏水復原」之現象。DMA 之建置有利於篩選高漏水率之管網，惟確實漏水地點之定位則有賴檢測漏作業，降低漏水率更須藉由修漏作業予以改善，光是管網分區計量作業是無法降低漏水率的，而該檢測漏作業之實施僅限於最小規模之分區計量管網，其他規模者則僅執行監測比對作業。

(二)避免無謂檢漏，提高效率

DMA 作業方式可讓自來水事業單位先診斷病因發生之大略部位，再逐步篩分，縮小範圍，最後藉由精密儀器確認病因所在。換言之，DMA 作業可使檢測漏作業只在漏水情況嚴重的區域執行，讓經費有效利用，並提高檢漏效率，避免無謂浪費。監測比對作業後如發覺自來水管網並無漏水，或漏水程度並不嚴重，該區域之管網即無檢測之必要，因為檢測漏作業需耗費龐大人力以及時間，並且所費不貲。

如圖 1 中之管網之漏水情況嚴重與否，可藉由安裝於該自來水管網進流點、及出流點之流量計，與用戶水表之計量比對後而得知。

監測比對後如發覺並無漏水，或漏水程度並不嚴重，該區域之自來水管網即無檢測之必要，因為如前述檢測漏作業需耗費龐大人力以及時間，成本不貲；如發現漏水率偏高，則將管網再細部分割，如圖 2 將原管網分割為 4 個小的管網（A、B、C、及 D 區），



並分別於其進流點、及出流點處安裝流量計，再與區域內用戶水表之計量比對後得知漏水情況。如此就可得知漏水點發生之區域為 4 區中之哪一區，之後再就該區管網進行細部分割或直接實施檢測漏作業，即可發現漏水點之確切位置。

就圖 2 而言，自來水事業單位僅需針對 A 區域內之自來水管網詳細檢測漏水點，而無須對 B、C、D 等三區實施檢測作業。如此一來，人力、經費、及時間均節省了 3 倍，效率亦提高 3 倍。像這樣由大而小、縮小範圍，逐步診斷之作法將可提高作業效率，避免無謂浪費，將經費確實花在刀口上，在漏水防治經費有限之困境下，此種作業方式顯的格外重要。

三、DMA 之名稱

(一) 英文名稱

關於 DMA 之論文或報告常見於國際間有關水科技之刊物，國際人士常使用之名稱包括 District Meter Area、District Metering Area、以及 District Metered Area；甚至亦有採用 Distinct Management Area (中文直譯為「分區管理區域」) 之寫法，惟較為罕見。以上不同之英文用詞，皆表示 DMA 之意，內容

上並無不同，讀者勿因見到英文用詞不同，而誤以為所指不同。此外，前述各英文用詞之第三字 Area，有時可見到以複數形式出現，例如「District Metered Areas」(亦可簡稱為 DMAs)，除非受限於英文文法對於複數名詞使用上之規定，否則中文字意也可視同 DMA 之意。

(二) 「小區管網」正名為「分區計量管網」

不論 District Meter Area、District Metering Area、District Metered Area、甚至或是 Distinct Management Area，就其英文字面作中文直譯，皆可稱之為「分區計量區域」，若考慮該名稱係應用於自來水管網之漏水防治上，「分區計量管網」之譯名則較為貼切與正確，或可再簡化稱之為「計量管網」。

不過，在台灣地區 DMA 並不被稱之為「分區計量管網」，而是常被翻譯為「小區管網」，該用辭可能係沿用日本之用語，原意應為藉由逐步分割縮小自來水管網成為可獨立計量之管網，以利後續監測比對及檢修漏作業之進行。日文「小區管網」代表的是一種觀念、一種作法，而非狹義指「小的」計量管網。

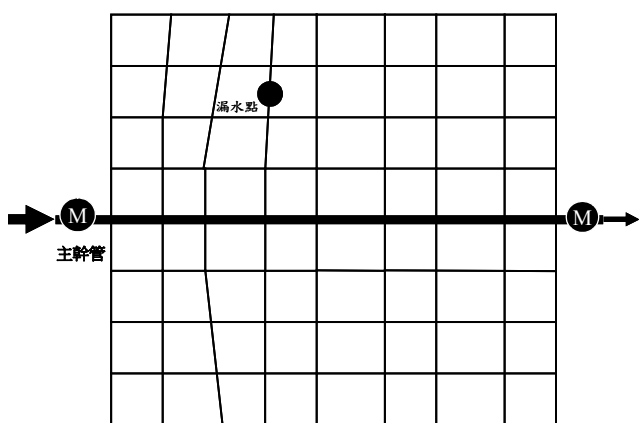


圖 1 初步診斷管網漏水區域

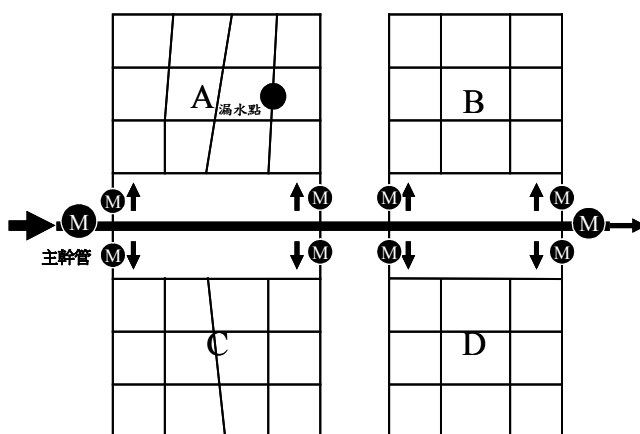


圖 2 細部分割管網診斷漏水區域

由於以往台灣地區俗稱 DMA 為「小區管網」，閱聽者容易對其意義產生錯誤認知，使人誤從字面上認為 DMA 僅有一種規模，而不知「分區計量管網」因使用目的不同可有多種大小，尤其是具有「網中有網」、「區中有區」之觀念。因此，台灣地區常使用「小區管網」之稱呼有必要予以更正為前述之「分區計量管網」（本文以下稱 DMA 為分區計量管網）或簡稱「計量管網」。

四、分區計量管網(DMA)之層級

前曾提及「DMA 作業就如同初步人體健康檢查，可讓自來水事業單位了解自來水管網病情（即漏水率）之嚴重性，至於病因在何處（漏水點）仍有待後續進一步之檢驗」，因此，為查出確實病因，自來水事業單位就類似醫生之作法，先診斷病因發生之大略部位，再根據當地特性及經費多寡逐步篩分，縮小範圍，藉由精密儀器確認病因所在。亦提及「如果初步健康檢查之結果為一切正常，也就沒有進一步細項檢驗之必要」，自來水事業單位就無須進一步分割管網，縮小範圍了。」

分區計量管網之規模及層次應視需要性、當地特性及經費多寡而定，經費充裕者計量管網可分割愈細，相對之層次愈多，因此將實施檢測漏作業之最小分區計量管網之規模愈小，計量管網之數量自然也就愈多。在分區計量管網數量愈多、最小分區計量管網之規模愈小的條件下，所形成的監測網絡愈綿密，愈可快速定位出漏水區域，以利後續檢漏、修漏作業之進行。分區計量管網之層次較少者，所需投入經費較少，相對的最小分區計量管網之規模會較大，後續檢測漏作業所需的時間也就愈多。

部份人士忽略管網應有層次之不同，而固執認為分區計量管網應嚴格以 300~500 個或 500~1,000 個用水戶數（總表加上獨立表之數量）為上限乃為錯誤認知。

(一)各層級分區計量管網之名稱

分區計量管網如果分為三層次，一般就會自然將該三層次之管網俗稱為「大區管網」、「中區管網」以及「小區管網」，屬於大裡有中、中裡有小、網中有網的自來水管網，而各層次之管網均可獨立計量，不過，檢測漏作業之實施僅限於最小規模之分區計量管網，其他規模者則僅執行監測比對作業，並不直接實施檢測漏作業。

不過，分區計量管網如果分為四層次，可能就必須要在「大區管網」之上層再加上「大大區管網」，或在「小區管網」之下層加上「小小區管網」，以茲區別。又如果是分為五層次、六層次呢？對於如何給予適當中文名稱將成為自來水事業從業人員本業外的難題。

在三之(二)中已說明 DMA 不宜稱為「小區管網」之原因，在此更可發覺使用「小區管網」名稱之不便，有必要加以正名。如果將計量管網由大而小依序編訂為「第一級計量管網」、「第二級計量管網」、及「第三級計量管網」，甚或「第四級計量管網」、「第五級計量管網」等，依此類推，如此不僅可正確傳達其代表意義及管網層級，亦可避免中文取名上之困擾，不論有多少層級之管網，皆可給予適當之名稱，而層級多寡端視作業需要及區域大小而定。不過，再次強調，檢測漏作業之實施僅限於最小規模之分區計量管網，因此該管網亦可稱為「檢漏計量管網」或簡稱「檢漏管網」。

(二)最小分區計量管網（以下稱檢漏管網）之規模

目前在台灣地區執行分區計量管網作業時，最為人爭論的乃最小分區計量管網之規模，也就是執行檢測漏作業之分區計量管網之大小；此外，對於該規模究竟應以管網內配水管線總長度或是接管用戶數為依據也是莫衷一是。部份人士堅持分區計量管網應嚴格以配水管線總長度不可超過 2.5 公里或者 3.5 公里為原則，有些人則認為用水戶數（總表加上獨立表之數量）應以 300~500 個或 500~1,000 個為上限，也有人認為應將配水管線總長度及用水戶數二者同時列入考量。

實際上，檢漏管網之規模因國情差異、地方特性、生活型態、及經費多寡而會有所不同。同一國家內，甚至同一城市內之檢漏管網之規模，不論是以配水管線總長度或是以接管用戶數計算也都會不一樣。

要探討檢漏管網之規模，應先了解檢漏管網之目的為何，進而選擇達到該目的之方法，而該方法將決定該檢漏管網之規模。

如二之(一)節所述「執行 DMA 後可了解該獨立計量管網內之漏水率，進而判斷是否具有採取檢修漏作業之必要性。」因此，分區計量管網之目的為得知該獨立計量管網內之漏水率（量），而量測漏水率（量）之方法包括「直接測量法」、「間接測量法」、以及「推估法」等，其準確度隨投入之人力、物力、及作業程序之繁瑣與否而有所不同，因此，自來水事業單位應視其需要而選擇適當之方法，以免無謂浪費有限之政府資源。

五、自來水管線漏水量測量方法

(一)直接測量法

直接測量法包括有下列二種方式：「全區量測法」及「局部量測法」，其作業方式說明如下。

1.全區量測法

關閉計量管網內所有止水栓，並且停止用水，以測量漏水量。

2. 局部量測法

選定全部管網 3%~5%之部分區域，關閉該區域計量管網內之止水栓，並且停止用水，以測量該部分區域內之漏水量，藉此推算該計量管網內全部區域之漏水量。

(二)間接測量法

間接測量法包括有下列二種方式：「傳統式間接測量法」及「修正式間接測量法」，其作業方式說明如下：

1.傳統式間接測量法

不關閉計量管網內的止水栓，在使用量少的時段，通常為深夜時段，利用用水空窗期來測量漏水量。

(1)夜間最小流量測量法

「最小夜間流量」(Minimum Night Flow 簡稱 MNF) 通常發生於早晨 2 時至 4 時，然而依據各地區之特性而會有所不同。該段時間用戶取水量極少，故真正流失量占系統載入量（系統配水量）之最大部份，故「最小夜間流量」對於分析真正流失量是最具有意義之資料。由最小夜間流量扣除管網區夜間正當用水量(Legitimate Night Flow)，即為淨夜間流量 (Net Night Flow 簡稱 NNF)。

夜間最小流量測量法（見圖 3）係屬間接測量法之一種，其假設一天當中自來水管線之最小流量發生於夜間時段，在夜間由於用水少，故多可假設夜間的最小流量為漏水

量，一般發生時間為深夜 2 時至 4 時。一般家庭的夜間流量均甚小，約是在 2 公升／戶／小時左右。然而因為生活習慣的改變（如夜間活動頻繁），或是非直接給水（如以屋頂蓄水池蓄水等）等因素導致夜間最小流量不再只有漏水量，惟夜間最小流量大致上和漏水量有正比的關係，因此可用來作為漏水量衡量的依據，不過對於夜間活動過於頻繁的區域，使用此法來評估漏水量將會因誤差過大而顯得並不恰當。

2.修正式間接測量法

僅關閉計量管網內之大用水戶的止水栓，以避免大用水戶之用水量占總配水量之比例過高，而對評估結果產生過大之影響，並在用水量最少的時段，通常為深夜時段，利用用水空窗期來測量漏水量。

(三)推估法

推估「有效水量」和「配水量」的差異為漏水量，將「售水量」與「無計費水量」（表差／事業用水等）視為有效水量，其他不明水量推定為漏水量。

(四)漏水量測量方法之比較

本研究將前述自來水管線漏水量測量

方法之優缺點比較列表如表 1。

由表 1 得知，「直接測量法」具有高準確度之優點，惟該法除費時、耗費大量人力、並會影響民眾用水，其中準確性最高者為「全區量測法」。「推估法」則最節省人力、物力、及時間，而且完全不會影響民眾用水，不過準確度也最低。「間接測量法」則兼具前述二者之優缺點，屬於一種折衷式之漏水量測量方法。自來水事業單位應視其需要、當地特性及資源多寡而選擇適當之方法。

以歐美社會而言，由於多數地區夜間活動較不頻繁，且大多採取直接供水之方式，「傳統式間接測量法」即可有效評估自來水管線漏水量，可說是省時、省力、又準確；如果進一步採用「修正式間接測量法」，更可大幅提高測量準確度。

然而台灣地區與歐美社會之生活型態迥異，「傳統式間接測量法」可能因假設條件不符預期，例如間接式供水普遍，或夜間活動頻繁等，導致誤差過大而無法準確分析漏水量（率）；而「修正式間接測量法」將計量管網內大用水戶的止水栓關閉，可降低測量之誤差度。

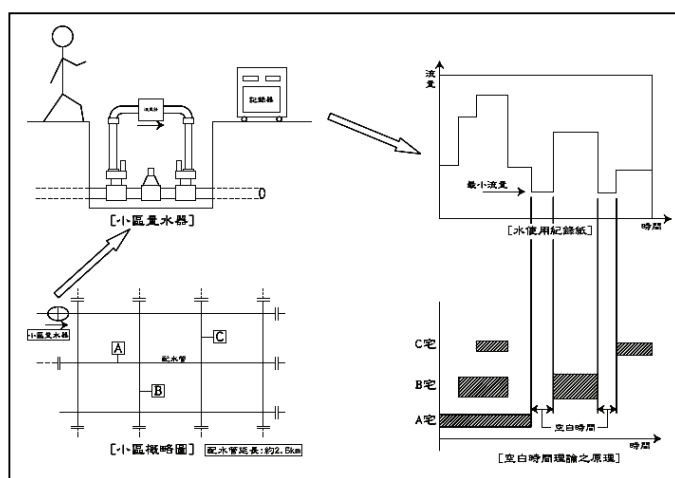


圖 3 夜間最小流量作業方式

表 1 漏水量測量方法優缺點比較表

測量方法		作業方式	優點	缺點
直接測量法	全區測量法	關閉計量管網內所有止水栓，並且停止用水，以測量漏水量。	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 準確性最高 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 需要大量人力 ◆ 事前準備作業多 ◆ 費時 ◆ 影響民眾用水
	局部測量法	關閉計量管網內部分區域(3~5%)內之止水栓，並且停止用水，以測量該部分區域內之漏水量，藉此推算該小區域管網內全部區域之漏水量。	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 準確性次高 ◆ 節省人力 ◆ 縮小停水區域 ◆ 減少受影響之用水民眾 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 準確性較全區測量法為低 ◆ 需事前準備作業 ◆ 區域選擇需要高度技巧
間接測量法	傳統式間接測量法	不關閉計量管網內的止水栓，並在用水量少的時段（用水空窗期），測量漏水量。	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 大幅節省人力 ◆ 完全不影響民眾用水 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 準確性不高 ◆ 大用水戶嚴重影響準確性 ◆ 社會生活型態影響準確性 ◆ 測量區域內人口數不宜過多
	修正式間接測量法	僅關閉計量管網內大用水戶的止水栓，並在用水量少的時段（用水空窗期）測量漏水量。	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 準確性較不關閉小區域管網內的止水栓者略為提高 ◆ 所需人力較不關閉小區域管網內的止水栓者為多 ◆ 縮小停水區域 ◆ 減少受影響之用水民眾 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 準確性不高 ◆ 社會生活型態影響準確性 ◆ 測量區域內人口數不宜過多
推估法		推估「有效水量」和「配水量」的差為漏水量，將「售水量」與「無計費水量」（表差／事業用水等）視為有效水量，其他不明水量推定為漏水量。	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 省時 ◆ 節省人力 ◆ 完全不影響民眾用水 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 準確性最低 ◆ 需要大量資料辦理推估 ◆ 大用水戶嚴重影響準確性 ◆ 有效無費水量之推估準確性不高

(五)漏水量測量方法之選擇

若漏水量（率）之資訊需作為檢測漏作業實施與否之判斷依據，由於檢測漏作業所需時間、經費、人力、物力龐大，決策之良莠影響深遠，為避免浪費有限之政府資源，漏水量（率）之量測應力求精準。在選擇測量方法時，如經費、人力、物力、量測範圍大小及停水條件許可，應以準確度較高者為

優先，其中又以準確度最高之「全區測量法」為首選，不過該方法在測量自來水管網漏水量時，必須關閉計量管網內之所有止水栓，並且停止用水。

漏水量測量方法依照準確度排序分別是：「全區測量法」、「局部測量法」、「修正式間接測量法」、「傳統式間接測量法」、「推估法」。「推估法」雖然最節省人力、物力、

及時間，而且完全不會影響民眾用水，不過由於台灣地區之部分有效無費水量（例如竊水、消防用水等）在現行制度下難以估計，以致準確度最低，建議不予採用。

不過，在選擇採用何種漏水量測量方法時，往往準確度並非唯一考慮項目，其他因素諸如經費、人力、物力、量測範圍大小及停水條件也應一併考量，綜合評估後才作出決策。

所有測量方法中，「直接測量法」或「修正式間接測量法」需要實施停水作業；「傳統式間接測量法」或「推估法」則完全無須該作業。此外，停水作業除需相關事前準備工作，停水作業期間也需要大量人力配合。為減少停水造成自來水用戶之不便，停水作業大都選擇在深夜時段實施，也就是從午夜 0 時至清晨 6 時之間。而準確度最高之「直接測量法」中的「全區測量法」，其停水範圍會較「局部測量法」者大的多，受影響用戶數當然也會比較多。

綜上所述，除非對於漏水量測量之準確度有較高之要求，例如需要實施檢測漏作業之分區計量管網，亦即檢漏管網，才有實施停水作業之必要；其餘者，則採用「間接測量法」之「傳統式間接測量法」即可。至於檢漏管網在作漏水量測量時，應採取「全區測量法」、「局部測量法」或「修正式間接測量法」，自來水事業單位須視其對於準確度之需求、當地特性及資源多寡而選擇最適當者。

六、定義檢漏管網之規模

(一)如何定義

檢漏管網係為實施檢測漏作業而存在，對於漏水量測量之準確度有較高之要

求，必須藉由停水作業來達到，而停水作業之方式與檢漏管網之規模息息相關。

「全區測量法」、「局部測量法」、及「修正式間接測量法」均須在停水作業配合下方得以實施，其作業流程（詳如圖 4）大致相同，各方法間之最大差異在於實施停水作業之範圍大小（或用水戶數多寡）。其中「全區測量法」之停水範圍最大，「局部測量法」及「修正式間接測量法」則分別視取樣區域大小及計量管網內之大用水戶之數量而定。

為減少造成自來水用水戶之不便，停水作業通常在午夜至清晨之間實施，大約是 0 時至 6 時。在停水作業之 6 小時期間內，測量流量作業約需 2 小時，其餘之 4 小時內則須完成計量管網內相關止水栓之關閉及開啓作業，其中採用「全區測量法」者所有止水栓都需要關閉及開啓，「局部測量法」及「修正式間接測量法」者則較少；換言之，採用「全區測量法」之檢漏管網其規模應該是最小的。由此可知，在此 4 小時內自來水事業單位所能夠完成關閉及開啓作業之止水栓數量決定了檢漏管網之規模。

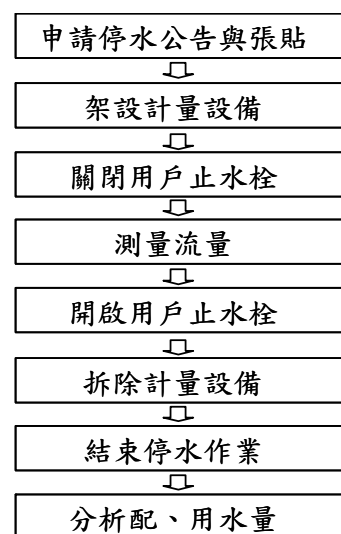


圖 4 停水作業流程

(二)影響因素

在午夜至清晨之間之 4 小時內，計量管網中可完成相關止水栓關閉及開啓作業之數量決定了檢漏管網規模，不過此規模並非一體適用於所有檢漏管網，而是隨著該計量管網內止水栓關閉及開啓作業之難易度、人力多寡、及幅員大小等因素而變動。

1.難易度

假若執行止水栓關閉及開啓作業之人員並不熟悉該計量管網內止水栓之位置，或者止水栓因機械故障等原因而不易關閉及開啓，都將降低於時限內關閉及開啓止水栓之數量。

2.人力多寡

作業人員之人數亦與計量管網內止水栓可完成關閉及開啓之數量成倍數比，如果作業人員之技術水準及對於止水栓之位置熟悉度相當，2 名作業人員於時限內關閉及開啓止水栓之數量原則上應該為 1 名人員之 2 倍。

3.幅員大小

在都會地區，用水戶較密集，止水栓間之距離可能較短，同樣管線長度內之用水戶數（限總表及獨立表）會較鄉村地區來的多，因而於時限內可完成關閉及開啓之止水栓數量會較多。

(三)不宜嚴格以用戶數或管線長度定義

由以上分析可得知，檢漏管網之規模不應嚴格以管網內配水管線總長度或是接管用戶數為劃分依據，而是依照各計量管網之當地特性及資源多寡而在此 4 小時內自來水事業單位所能夠完成關閉及開啓作業之止水栓數量來決定，因此每個計量管網之規模不宜嚴格以定值之用戶數或管線長度予以

定義。

(四)長遠規劃

此外，自來水事業單位在劃分檢漏管網規模時應有長遠規劃，不可僅根據現有條件作出決策，而忽略未來之變化。假若現有執行漏水量量測作業之人力不足，所劃分檢漏管網之規模勢必較小，相對之檢漏管網數量就將隨之增加，所需執行管網分割作業之經費亦將等比例倍增，對於目前因水價無法合理調整導致財務困難之自來水事業單位而言無異是強人所難。

反之，若現有執行漏水量量測作業之人力充裕，所劃分檢漏管網之規模勢必較大，若未來因財務拮据或人力精簡，可能發生無法於停水時限內完成所有止水栓之關閉及開啓作業。

參考文獻：

- 1.S Tooms, JAE Morrison (2005), DMA Management Manual by the Water Losses Task Force: Progress., Leakage 2005 - Conference Proceedings
- 2.台灣自來水公司，「降低漏水率實施計畫—試辦小區管網計畫成果報告（第二次修正版）」。
- 3.東京水道服務社，東京都小區防漏對策，臺北自來水供水管網改善計畫第二次研討會議。

作者簡介

周國鼎先生

現職：台灣自來水公司工程師

專長：水處理、空氣污染防治、環境規劃

利用水力分析模擬水壓與現況水壓差異 診斷供水管網異常區域

文/張錫堅

摘要

本研究主要應用 EPANET 2.0 建立本區處供水管網水力分析，求取模擬水壓後再與現場量測水壓實際值比較，篩選兩者差異大之節點，藉以診斷供水管網異常區域。

研究成果顯示，EPANET 2.0 所得模擬水壓與量測水壓值差異大之節點為供水管網異常區域，配合管線巡查及檢漏作業可尋獲漏水位置及未全開之閥栓，進而辦理修漏及調整閥栓以提高區域供水水壓。

一、前言

自來水供水管網由淨水場、管線、閥栓、配水池、用戶等所組成，自來水管理單位對於供水管網管理最感興趣之項目為流量及水壓，流量可瞭解供水量足夠性，水壓可瞭解供水強度。當供水管網隨建置時間加長而趨於龐大及複雜，管網中每條管線之流量及水壓越難以瞭解及掌控，供水管網之異常現象越趨模糊，本研究以水力分析為基礎先建立供水管網中之管線合理流量及節點之合理水壓，以此為基礎比對水力分析模擬水壓與現況量測水壓之差異，藉此診斷供水管網漏水或異常區域，定位漏水區域後藉由管線巡查及檢漏作業確認漏水位置再行修復以提供該區域供水壓力。

二、漏水檢測簡介

漏水檢測大致可分為三個階段：一、漏

水區域調查：利用質能守恆定律判定有無漏水，藉由供水量及抄見量可得知無計費水量並判斷漏水量。二、漏水管線檢漏：當發現漏水區域後，可利用聽音棒聽取管線、閥栓等漏水音。三、漏水點檢測：漏水點檢測方法是利用漏水探測儀器、聽音棒等而得，利用漏水相關的物理或化學特性來發現漏水(例如水流聲音強度頻率音色、水壓流量、水餘氯質等性質)，然而這些現象並非是漏水所獨有，提高鑑別度是重要之關鍵。



圖 1 聽音檢測作業

漏水檢測之計量方式有小區檢測法及分區計量法 1，小區檢測法如圖 2 又稱為浪費水流量計法，係選擇管線長度約 1-3 公里之區域，用戶 500 至 3,000 戶，於夜間離峰時間關閉適當制水閥後，該地區能經由一主幹管供水，並安裝能計量低流量的浪費水流量計測定該區夜間最小流量，據以估計該區漏水量。或由小區外之消火栓，使用消防管銜接流量計，再跳接小區內之消火栓，以記錄流進小區內之瞬間流量。小區測漏一般選在夜間離峰時段實施，其目的在量測夜間最小流 (minimum night flow rate)。小區計量又分直接法與間接法兩種。(一) 直接法所謂直接

法係關閉各用戶的止水栓，避免用戶給水設備漏水或夜間用水影響漏水量之測定，打開區域內流量計以得知區域內之漏水量。都會地區用戶普遍採間接用水，夜間離峰時段用戶水池仍會進水，關閉各用戶的止水栓將影響用戶蓄水或夜間用水之不便，另此法必須動員大量人力，成本太高。(二)間接法所謂間接法之小區測漏，係不關閉用戶止水栓，僅關閉制水閥分開計量區域。利用夜間用水量少之時段計量夜間最小流量，即為「夜間最小流量」，再藉以評估該地區之漏水量。

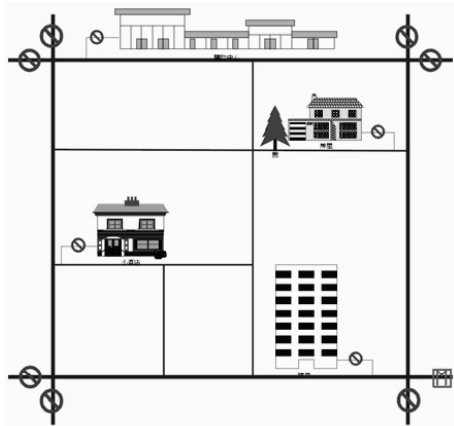


圖 2 小區檢測示意圖

分區計量法如圖 3 又稱為配水區流量法，係以輸配水管線長度約 2~6 公里，用戶數 2,000-5,000 戶為一分區，一般僅保留主、副接水點，避免接水點過多，影響計量正確性，增加維修管理負擔。分區計量 (DMAs: District Metering Areas) 又稱小區管網模式 3 係劃分獨立供水區，僅保留主、副接水點，副接水點平時關閉，當主水接點發生緊急狀況再開啓，主水接點處裝設流量計以記錄進水流量。分區計量水表採累積式記錄累積流量，水表口徑應能記錄夜間最小流量而不失準確，另外在尖峰計量時亦不能有太大水頭損失，搭配區域內抄表作業能夠得知計量分

區之售水率及漏水程度，以作為進行檢測作業之依據。

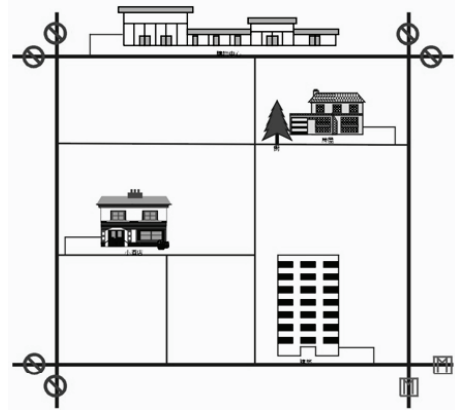


圖 3 分區計量示意圖

三、研究目的

聽音法測漏區域一般先由經驗判斷後所擇定之區域，易發生誤判之情事以致徒勞無功，小區檢測法及分區計量法測定區域漏水後仍須以聽音方式進行檢測作業，亦陷入聽音法以經驗判斷可能漏水區域之迷失。

本研究提出利用水力分析模擬現有供水管網以獲取合理之模擬水壓，再藉由現場同一時段所量測之現況水壓，比對兩者之差異，以提供管線維護人員科學方法研判供水管網異常區域與縮小檢漏區域。另外亦可提供供水調配人員調配適當水壓水量及場站操作人員操作最適水壓之參考。

四、假設

假設一、忽略供水管網中眾多閘栓、管線連接處及管線彎曲處之水頭損失。
假設二、一天中每時段用水量以過去觀測之用水特性推估用水量。

五、研究方法

(一)以 EPANET2.0 為模擬軟體，以其提供之繪圖工具建置本處轄區供水管網，模擬後

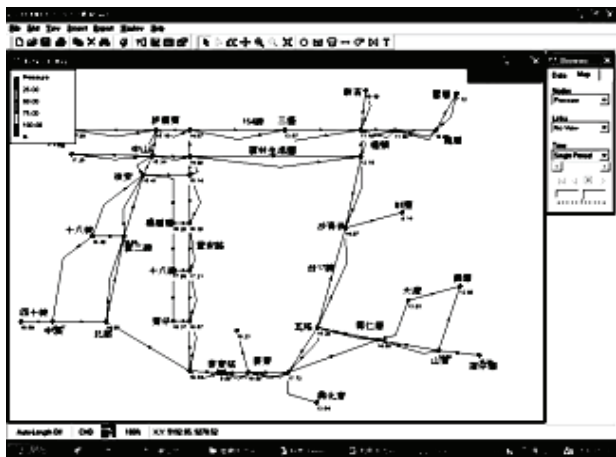


圖 6 麥寮淨水場供水管網圖

2.97 年 4 月 24 日量測之水壓

實地量測數值如下：實地測量時間 2008/4/24 09:30AM；操作水頭 2.5kg/cm²；安東橋(豐安路往三盛) 1.1kg/cm²；豐安路(楊厝寮) 1.6kg/cm²；豐安路(品強加油站) 1.9 kg/cm²；中山 1.3 kg/cm²；三盛 1.1 kg/cm²。

3.模擬之水壓

模擬數值如下：模擬時間 09:00-10:00AM；操作水頭 2.5kg/cm²；安東橋(豐安路往三盛) 1.467kg/cm²；豐安路(楊厝寮) 1.62kg/cm²；豐安路(品強加油站) 1.954 kg/cm²；中山 1.534 kg/cm²；三盛 1.367 kg/cm²。

4.水壓差異較大之位置為安東橋(豐安路往三盛) 差異 0.367 kg/cm²；三盛 0.267 kg/cm²；中山 0.234 kg/cm² 為可能漏水區域。

5.巡查管線

97 年 4 月 29 日及 5 月 2 日前往現場尋找可能漏水地點，經來回巡查於麥寮往後安豐安路旁發現 1 處疑似漏水點。

6.97 年 5 月 7 日修漏後

修漏後量測之水壓數值如下：

實地測量時間 2008/5/7 09:30AM；操作水頭 2.5kg/cm²；安東橋(豐安路往三盛)

1.5kg/cm²；豐安路(楊厝寮)1.6 kg/cm²；豐安路(品強加油站)1.9 kg/cm²；中山 1.4 kg/cm²；三盛 1.2 kg/cm²，差異值縮小為安東橋(豐安路往三盛) 0.003 kg/cm²；三盛 0.167 kg/cm²；中山 0.134 kg/cm²。

(三)案例三、北港所元長淨水場轄區元長鄉崙仔定位異常區域執行過程

1.建立元長淨水場供水管網圖

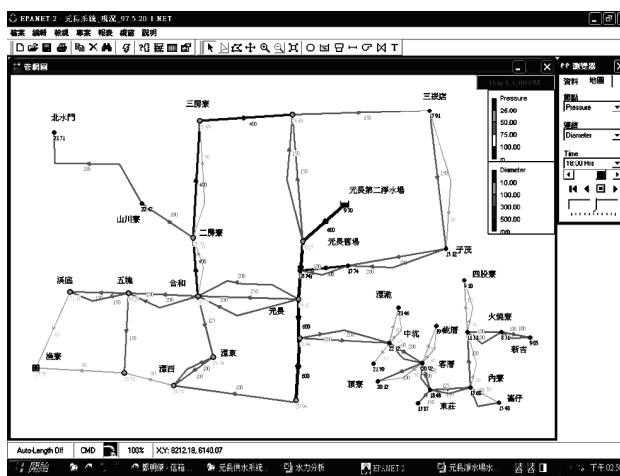


圖 7 元長淨水場供水管網圖

2.量測之水壓

實地量測數值如下：崙仔尖峰、半尖峰實際量測為 0.7 kg/cm²、0.8 kg/cm²。

3.模擬之水壓

模擬數值如下：模擬時間崙仔尖峰、半尖峰模擬水壓為 1.54 kg/cm²、1.50 kg/cm²。

4.水壓差異尖峰、半尖峰水壓為 0.8 kg/cm² 及 0.6 kg/cm²。

5.巡查管線

經全面清查制水閥開關，發現一只由 600m/m 引接 200m/m 制水閥未全部打開。

6.全部打開 200m/m 制水閥後

量測之水壓數值如下：

元長鄉崙仔尖峰、半尖峰水壓為 1~1.1 kg/cm²。



圖 8 開啟 200m/m 制水閥

(四)案例四、崙背所二崙淨水場轄區田尾村及 涌仔村定位漏水區域執行過程

1. 建立二崙淨水場供水管網圖

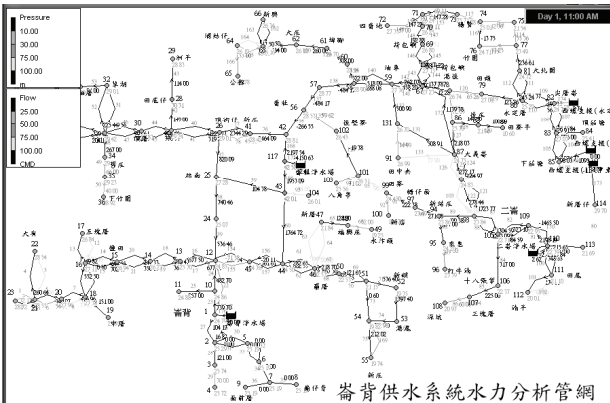


圖 9 二崙淨水場供水管網圖

2. 量測之水壓

實地量測數值如下：實地測量時間 11:30AM；操作水頭 $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$ ；田尾村及涌仔村半尖峰時段為 $1.8\text{kg}/\text{cm}^2$ 與 $1.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

場站	時段	尖峰、離峰、半尖峰	操作水頭 (kg/cm ²)	高程 (M)	總操作水頭 (M)	管末端地點 (一) 水壓	管末端地點 (二) 水壓	管末端地點 (三) 水壓
3	二崙淨水場	05:00~06:00	半尖峰	2.1	23.6	44.6	二崙田尾	1.8
4	二崙淨水場	06:00~08:00	尖峰	2.2	23.6	45.6	二崙田尾	1.9
5	二崙淨水場	08:00~12:00	尖峰	2.0	23.6	43.6	二崙田尾	1.7
6	二崙淨水場	12:00~21:00	尖峰	2.2	23.6	45.6	二崙田尾	1.9
7	二崙淨水場	21:00~23:00	半尖峰	2.0	23.6	43.6	二崙田尾	1.7
8	二崙淨水場	23:00~05:00	離峰	1.9	23.6	42.6	二崙田尾	1.6

圖 10 二崙淨水場供水管網量測水壓

3. 模擬之水壓

模擬數值如下：模擬時間 11:00-12:00AM；操作水頭 $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$ ；田尾村及涌仔村半尖峰時段為 $2.11\text{kg}/\text{cm}^2$ 與 $2.01\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

場站	時段	尖峰、離峰、半尖峰	操作水頭 (kg/cm ²)	高程 (M)	總操作水頭 (M)	管末端地點 (一) 水壓	管末端地點 (二) 水壓	管末端地點 (三) 水壓
3	二崙淨水場	05:00~06:00	半尖峰	2.1	23.6	44.6	二崙田尾	2.2
4	二崙淨水場	06:00~08:00	尖峰	2.2	23.6	45.6	二崙田尾	2.16
5	二崙淨水場	08:00~12:00	尖峰	2	23.6	43.6	二崙田尾	2.11
6	二崙淨水場	12:00~21:00	尖峰	2.2	23.6	45.6	二崙田尾	2.27
7	二崙淨水場	21:00~23:00	半尖峰	2	23.6	43.6	二崙田尾	2.15
8	二崙淨水場	23:00~05:00	離峰	1.9	23.6	42.6	二崙田尾	1.50

圖 11 二崙淨水場供水管網模擬水壓

4. 田尾村及涌仔村水壓差異值皆為 $0.31\text{kg}/\text{cm}^2$ 為可能漏水區域。

場站	時段	尖峰、離峰、半尖峰	操作水頭 (kg/cm ²)	高程 (M)	總操作水頭 (M)	管末端地點 (一) 水壓	管末端地點 (二) 水壓	管末端地點 (三) 水壓
3	二崙淨水場	05:00~06:00	半尖峰	0	0	0	二崙田尾	-0.35
4	二崙淨水場	06:00~08:00	尖峰	0	0	0	二崙田尾	-0.16
5	二崙淨水場	08:00~12:00	尖峰	0	0	0	二崙田尾	-0.31
6	二崙淨水場	12:00~21:00	尖峰	0	0	0	二崙田尾	-0.22
7	二崙淨水場	21:00~23:00	半尖峰	0	0	0	二崙田尾	-0.35
8	二崙淨水場	23:00~05:00	離峰	0	0	0	二崙田尾	-0.36

圖 12 二崙淨水場供水管網差異水壓

5. 巡查管線

經巡查發現田尾村五爪路口。

(1)發現路面凹陷，到涵管口耳聞有明顯漏水聲。次日經測漏器檢測確定該凹處為漏水點，開挖後發現是 $\phi 65\text{m/m}$ 鍍鋅鐵管經涵洞下方因老舊腐蝕大小漏水孔 22 處。



圖 13 田尾村五爪路口漏水處

(2) 檢視至滴仔橋查看發現橋頭下方有大量漏水，開挖後發現 $\phi 80\text{m}/\text{mpvc}$ 因角度差異造成裂縫丈量裂縫長度 $28\text{cm} \times 0.1\text{mm}$ 漏水面積約 2.8cm^2 。



圖 14 腐蝕大小漏水孔 22 處



圖 15 裂縫漏水面積約 2.8cm^2

6. 修漏前後水壓

(1) 修漏前檢測田尾水壓 $1.8\text{kg}/\text{cm}^2$ 滴仔水壓

$1.7\text{kg}/\text{cm}^2$ ，如下照片所示。



圖 16 修漏前檢測田尾水壓 $1.8\text{kg}/\text{cm}^2$



圖 17 修漏前滴仔水壓 $1.7\text{kg}/\text{cm}^2$

(2) 修漏後量測之水壓數值如下：

修漏完成後檢測田尾水壓 $1.9\text{kg}/\text{cm}^2$ 滴仔水壓 $1.8\text{kg}/\text{cm}^2$ 提升各 $0.1\text{kg}/\text{cm}^2$ ，如下照片所示。



圖 18 修漏後檢測田尾水壓 $1.9\text{kg}/\text{cm}^2$



圖 19 修漏後滴仔水壓 $1.8\text{kg}/\text{cm}^2$

作者簡介

張錫堅先生

現職：台灣自來水公司第五區管理處操作課工程師

專長：機電工程

八、結論

- (一)本處廠所供水區域利用水力分析、比對水壓差異、定位疑似漏水點後，配合現場管線巡查等措施發現多處漏水。
- (二)管網水力分析比對水壓差異可輔助定位供水管網疑似漏水區域，提供系統性檢漏區域判斷。

誌謝

感謝北港所鄭股長明傑、台西所葉技術士星顯、崙背所李技術士盈潭等協助提供現場照片及作業期間之協助。

參考文獻

- 1.駱尙廉、楊萬發，環境工程(一)自來水工程，茂昌圖書有限公司，第344-347頁。
- 2.自來水會刊，郭瑞華、陳錦祥、張世勳、鄭答振，臺北自來水事業處 漏水改善現況，第23卷第3期，第58頁，2004年8月。
- 3.自來水會刊，許志浩，分區計量區在管線汰換後售水率偏低之實務改善探討，第26卷第3期，第12-13頁，2007年8月。

延性鑄鐵管 U 型管的介紹與接合方式

文/鄧景銘、許雍承、李豐收

前言

水是人類生存的三大要素之一，從早期的挑水喝，進步到目前自來水輸送到家。輸送管線的材質，小管徑以塑膠管較多，中大型管徑的材質則以水泥管及延性鑄鐵管為主。因水泥管沒有韌性，受到外力及管內水壓之作用，容易破裂，造成大停水，使得人民生活非常不便，故漸漸趨向延性鑄鐵管。

其接合型式及標稱管徑如表 1。在日本標稱管徑大於 1,200mm 以上，大部份採用 U 型接口，U 型接口是從管裏面進行接口施工的構造，對於抵抗內外壓具有優良的性能，此外在設計施工和經濟上還兼有以下優點：

1. 可以減少挖管溝的寬度與深度(在接合處)以減少工安發生的危險。在狹小的地點，不用潛盾法也可以鋪設大口徑管道。
2. 即使在潛盾法施工穿過的狹窄的隧道內，也容易進行，適應隧道彎曲和偏心情況的配管而且可靠。

一、概言

(一)命名：U 型延性鑄鐵管

縮寫：U 型，U 是日文“UCHIGAWA”的字首，意指內部。

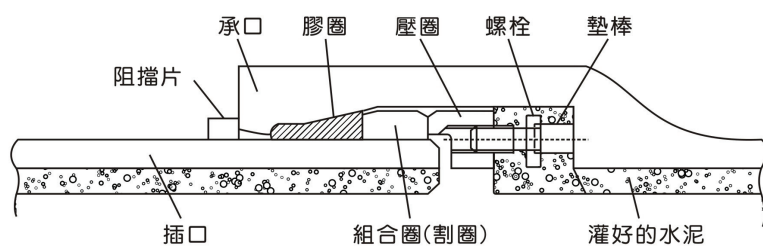


圖 1 U 型管的構造

符號：



(二)標稱管徑：700mm~2,600mm

(三)管厚：直管一分成等級 1、2、3、4；管
件—只有 1 等級

(四)直管有效的長度：

DN700~DN1,500mm—6 公尺

DN1,600~DN2,000mm—5 公尺

DN2,100~DN2,600mm—4 公尺

(五)實施規範(同 1979 年 3 月)：JDPAG1007
和 1008

二、U 型管的構造

- (一)阻擋片安裝於管尾的位置，如圖 1 所示。
- (二)在內部做所有的接合。
- (三)用安裝在壓圈裏的螺栓驅動組合圈壓住膠圈。
- (四)鎖完螺栓後，在管內部螺栓的區塊必須和管內襯用水泥一起填補。

三、接合

- (一)配件與工具的檢查：必須檢查和確認管接合的配件與工具。

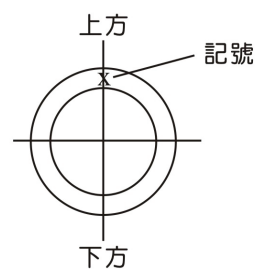


圖 2 安裝位置

(二)放置直管：小心吊起直管，並在放置時，將有記號“X”放至上方。

(三)清理直管：從承口內部至插口外部表面（從插口尾端至阻擋片），用鐵刷徹底的清除油漬、沙子與一些外來物質。

(四)潤滑劑的應用：必須在插口末端外部表面及承口末端內部塗上潤滑劑。

(五)排列與連結：

- 1.在挖空處使用鋼索以吊車或吊鏈吊起直管，並將直管排列連結。
- 2.在隧道中鋪設鐵軌以推車承載直管及排列設備靠鐵道進入隧道，使用 4 部遙控千斤頂支撐一支直管的方式來排列直管，用這種方法，直管的末端可被移到任何直向、橫向或是斜向方位，更好的是可以將直管排列到想要的方向，這種排列與連結的方法比移動式的吊車，吊鏈花費更少的時間。
- 3.在任何情況下，插口末端必須推進到與承口的末端並且頂住阻擋片。（有四個阻擋片分佈在周圍外）安裝承口末端與插口末端之間的距離請參考表 2 與圖 3。

(六)防止直管滑落：因為推 U 型直管與膠圈的方向與 K 型直管正好相反，直管通常會因為承裝膠圈時的摩擦而滑脫，所以表一量測值應在安裝膠圈前取得，以防止直管脫落。

- 1.如圖 4，挖空處使用的鋼板樁或是隧道內使用的鋼片，用木板放在鋼板樁之間並擋住承口末端。
- 2.如圖 5，用吊鏈與鋼索固定另一頭直管的連接處。

3.當使用直管推車與排列器具時，使用推車煞車可避免直管滑落(直管重量至少需要三噸)。

(七)安裝膠圈、組合圈與壓圈：

- 1.將潤滑劑塗在膠圈並儘量將膠圈推進承口末端，當膠圈裝好時，組合圈與壓圈則比較容易安裝。
- 2.從下到上安裝組合圈(分成 3 份)；首先將 2 片“Ⅰ”放置於底部，並將 1 片“Ⅱ”軸向地滑進“Ⅰ”中。
- 3.分別從上到下安裝壓圈(分成 4 片)與螺栓，用接合板固定第 3 片使它不會掉落，在壓圈安裝完成之後，膠圈、組合圈與壓圈分別放置在如圖 8 的相關位置。

表 1 延性鑄鐵管的接合型式及標稱管徑

接合型式	標稱管徑 mm
K 型	75~2,600
A 型	75~350
T 型	75~2,000
U 型	700~2,600
KF 型	300~900
UF 型	700~2,600
S II 型	100~450
S 型	500~2,600
US 型	700~2,600
PI 型	300~1,350
P II 型	300~1,350

表 2 承口末端與插口末端之間的距離

標稱管徑 (mm)	距離 l (mm)
700~1,500	105
1,600~2,400	115
2,600	130

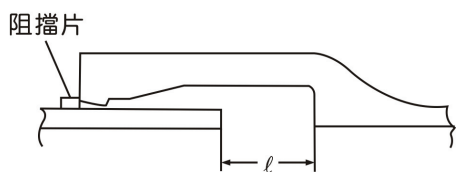


圖 3 承口末端與插口末端之間的距離 l

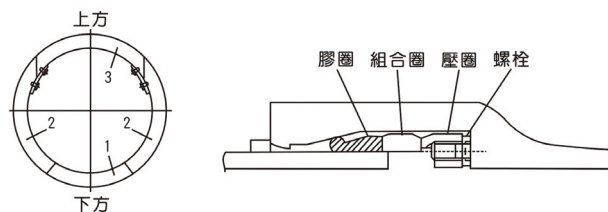


圖 8 膠圈、組合圈與壓圈放置在相關的位置

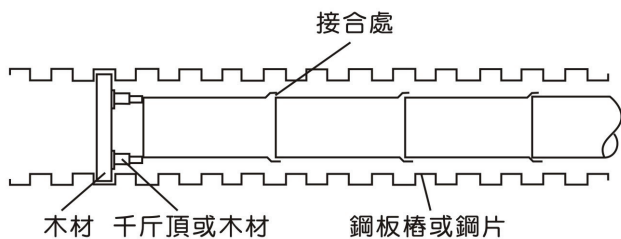


圖 4 使用木板放在鋼板樁之間並擋住承口末端，防止直管滑落

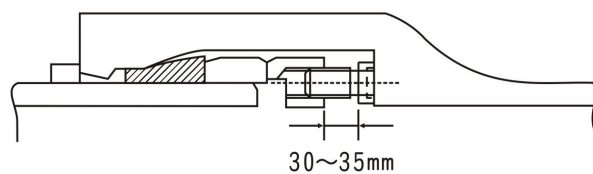


圖 9 螺栓與壓圈的距離

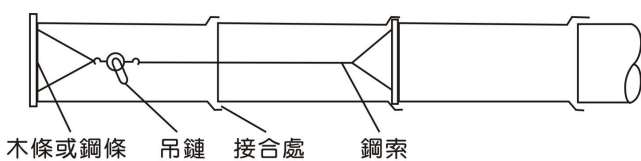


圖 5 用吊鏈與鋼索固定直管

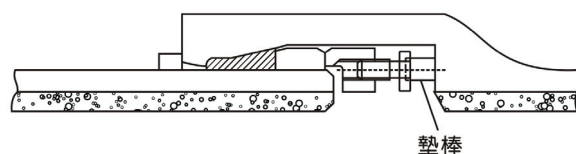


圖 10 安裝墊棒在螺栓的頭部

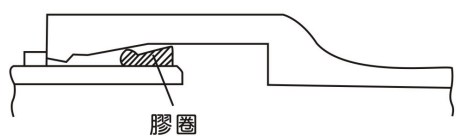


圖 6 安裝膠圈

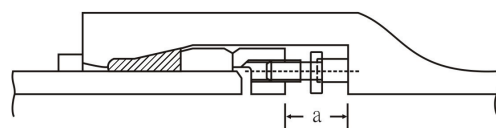


圖 11 壓圈與承口間完成鎖緊的距離 a

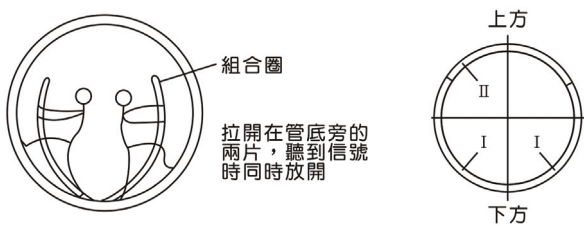


圖 7 安裝組合圈

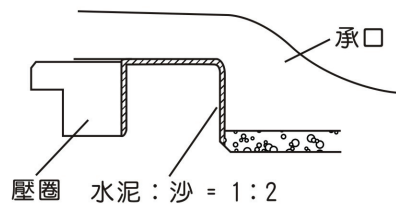


圖 12 水泥與沙之比例及塗上溼泥漿的範圍

表 3 在壓圈與承口間完成鎖緊的距離

標稱管徑 (mm)	在完成鎖緊時的長度 a (mm)
700~1,500	60
1,600~2,400	70
2,600	80

(八)鎖緊：

- 1.用扳手轉開壓圈上一部分螺栓(大約 3 個裡面轉 1 個),並且離壓圈約 30-35mm 讓膠圈推進。
- 2.在未鎖的螺栓上安裝墊棒,當墊棒安裝完成後稍微鬆開螺栓,首先將未鎖的螺栓鎖上,並在頭部安裝墊棒(這樣一來墊棒將被安裝在螺栓的頭部)。
- 3.鬆開所有的螺栓直到壓圈放在位置上(圖 11 上的尺寸 a 與表 3),促使未鎖緊的長度能一致。雖然很難將螺栓鬆開(因為鎖緊的扭力將會很高),但是必須在訂定的扭力下完成鎖緊(DN700 ~ 1,500mm-1,200kg/cm ; DN1,600 ~ 2,600mm-1,400kg/cm)[這樣就完成鎖緊]。

四、填充水泥

在裝完直管並完成水壓測試後,將水泥灌進承口與壓圈之間,其步驟如下：

- (一)用手或刷子在壓圈的內部及承口的適當範圍處塗上溼泥漿(水：水泥=0.35：0.40，水泥：沙=1：2)
- (二)充填球狀硬泥漿於承口與壓圈之間(水/水泥=0.2，水泥/沙=1/1)，之後用手抓緊承口與壓圈，使得這樣可以勉強固定它的形狀。
- (三)用槌子搗實水泥漿的表面：槌子搗實泥漿

可使另一邊的螺栓與墊棒被緊實包覆住。

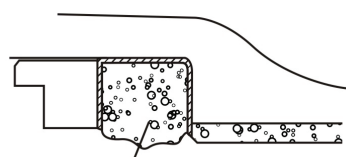
(四)用抹刀來抹平泥漿表面：一支直徑 2,000mm 的直管，用 3 個人去塗水泥漿所需的約在 40-60 分鐘之間。

(五)表 4 是水泥、沙和水一次結合所需的數量。

表 4 水泥、沙和水一次結合所需的數量

標稱管徑	水泥	沙	水
700	5.8kg	5kg	1.2kg
800	6.9	6	1.4
900	8.0	8	1.6
1000	9.2	9	1.8
1100	10.3	10	2.1
1200	11.6	11	2.3
1350	14.2	14	2.8
1500	16.7	16	3.3
1600	20.7	20	4.1
1650	21.8	21	4.4
1800	24.8	24	5.0
2000	28.7	28	5.7
2100	30.3	30	6.1
2200	32.3	32	6.5
2400	36.2	36	7.2
2600	44.6	44	9.0

註：上述重量比所需的重量多了大約 10%



硬水泥：沙 = 1：1

圖 13 球狀硬水泥與沙之比例及充填處

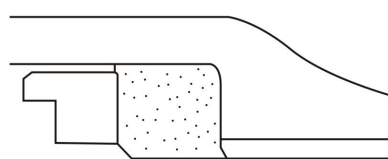


圖 14 用抹刀來抹平泥漿表面

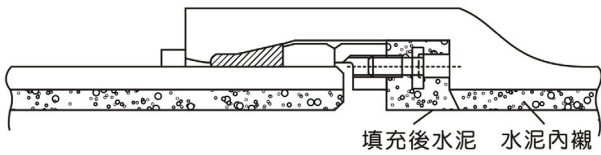


圖 15 填充後水泥與原有水泥內襯須平整

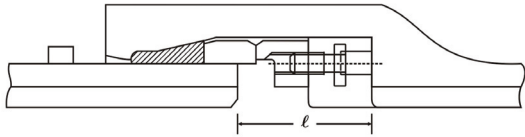


圖 16 可接受的平行偏斜距離 l

五、拆卸

安裝過後的直管，無論是連接不良或是經過一段時間後需要更換管件時，依照下列步驟安裝，直管與配件將不會受到損傷。

(一)移除填充過的水泥：用鑿子或是汽動槌移

除填充過的水泥。

(二)鎖上螺栓：壓圈上鎖上螺栓，並移除墊棒。

(三)移除壓圈與組合圈：與安裝步驟相反操作，一片一片的移除壓圈與組合圈。

(四)移除膠圈：用像螺絲起子的工具挖開後並將膠圈拉出來。

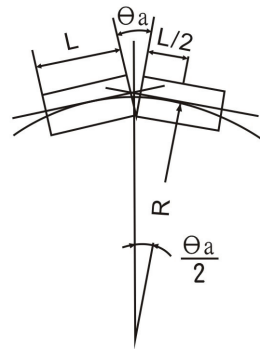
(五)分離直管

六、彎曲的管道

表 5 顯示當管線彎曲時，最大可接受偏斜的角度。表格 6 顯示彎曲的管線與直管連續接合所產生的彎曲半徑。在彎曲的管線中，要考慮可行的安裝方式必須是盡量使彎曲半徑在可行的角度內達到最小。

表 5 管線彎曲時可接受偏斜的角度

標稱管徑 (mm)	可接受的垂直偏斜距離 (cm)			可接受的 偏斜角度	可接受的平行偏斜 距離 l (mm)
	4m	5m	6m		
700	17	-	26	2° 30'	137
800	15	-	22	2° 10'	"
900	14	-	21	2°	"
1000	13	-	19	1° 50'	138
1100	11	-	17	1° 40'	"
1200	10	-	15	1° 30'	"
1350	"	-	"	1° 30'	141
1500	"	-	"	1° 30'	145
1600	8	10	-	1° 10'	148
1650	"	9	-	1° 05'	"
1800	7	"	-	1°	"
2000	"	"	-	1°	151
2100	"	-	-	1°	153
2200	"	-	-	1°	155
2400	"	-	-	1°	158
2600	10	-	-	1° 30'	200



$$R = \frac{L}{2} \cdot \frac{1}{\tan \frac{\theta a}{2}} \cong L \cdot \frac{1}{\tan \theta a}$$

R：可接受的彎曲半徑 (m)

L：管長 (m)

θa ：U 型接頭可容許偏差的角度

圖 17 可接受的彎曲半徑 R (m)

表 6 彎管與直管彎曲的允許半徑

標稱管徑 (mm)	管長 L (m)	可接受的彎曲半徑 R (m)
700	6	138
800	6	159
900	6	173
1000	6	188
1100	6	207
1200	6	229
1350	6	229
1500	6	229
1600	5	245
1650	5	267
1800	5	288
2000	5	288
2100	4	230
2200	4	230
2400	4	230
2600	4	153

註：安全係數以 2 計算

七、接合管的安裝

(一)安裝接合管的方式與承口連接插口的方式除了中心環需放在內部接合管中心的凸擋上，其餘幾乎都是一樣的。

(二)如圖 19 的組裝方式，當安裝接合管時須將中心環分成 3 片，分別安裝在接合管內部的表面上，旋轉直管 180 度讓接合板置放在底部。(如果不轉動，當接合版脫落時在 II 這個部份的中心環也會跟著掉落。)

(三)在安裝中心環後，連接的步驟就跟一般承口和插口的裝法是一樣的，但是當直管連接時的膠圈摩擦還是有可能會脫落，兩邊的直管應確保在兩端同時施力。

八、連接切管

使用切管在連接切管上

(一)有效長度：取決直管的有效長度如下列所示。

(二)當使用接合管時切管的長度(裝完管後)

1.切管 A

2.切管 B

針對二切管 A 與 B，切管長度 K 是利用下列公式並測量 x 所得到的。

$$K = x - (2Y + n - G)$$

假設 $2Y + n - G = z$ ，則方程式可重新寫成 $K = x - z$

數據 z 可參考表 7

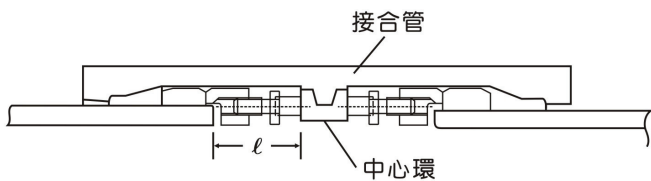


圖 18 中心環放在接合管中心內部的凸擋上

表 7 二切管 A 與 B 之數據 z

標稱管徑 (mm)	Y	n	G	$z=2Y+n-G$
700	105	60	160	110
800	"	"	"	"
900	"	"	"	"
1000	"	"	165	105
1100	"	"	"	"
1200	"	"	"	"
1350	"	"	175	95
1500	"	"	180	90
1600	115	"	"	110
1650	"	"	"	"
1800	"	"	"	"
2000	"	"	185	105
2100	"	"	190	100
2200	"	"	195	95
2400	"	"	205	85
2600	130	"	265	55

註：當在測量 x 時，以選擇圓周 4 點中最小的數據去計算切管的長度。

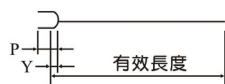


圖 20 切管 A

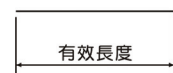


圖 21 切管 B

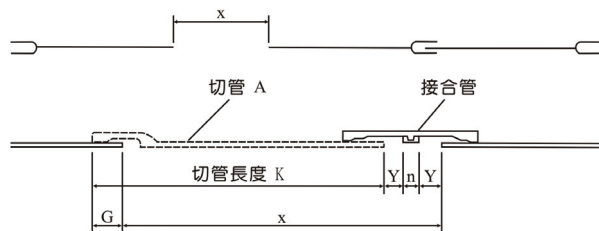


圖 22 使用接合管時切管的長度 K (切管 A)

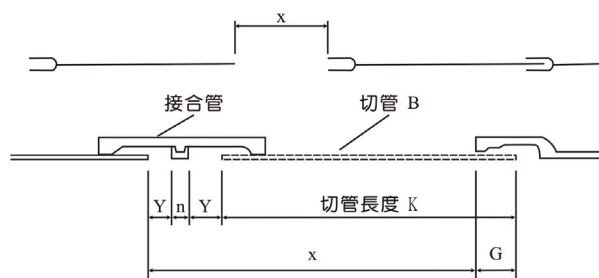


圖 23 使用接合管時切管的長度 K (切管 B)

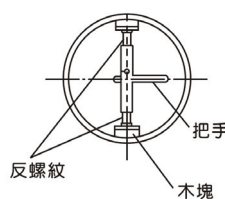


圖 24 內部修正器

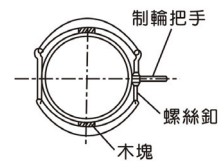


圖 25 外部修正器

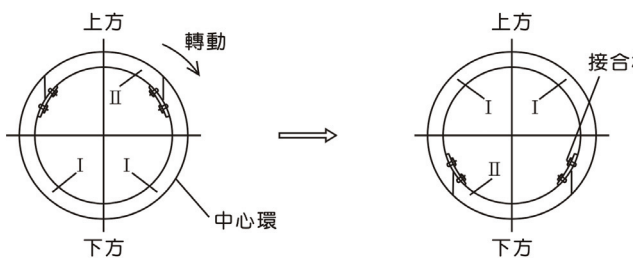


圖 19 接合管中心環(原分割為 3 片)轉動前與轉動 180 度後相對位置

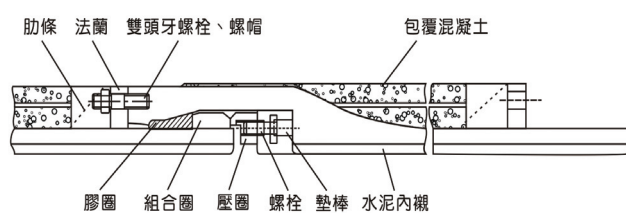


圖 26 U-D 型管的構造

九、連接橢圓管

因延性鑄鐵管在工廠須依規定實施熱處理技術，但鐵管有可能會稍微變成橢圓狀。在實際上，因為全部的管尾在出貨前都會再經過校圓以達到接近真圓的程度，所以在安裝上是沒有問題的。

延性鑄鐵管有著非常好的延展性，雖然有時候在切管時會產生橢圓形區塊，但是在連接時還是可以利用器具去修正。圖 24 的修正器是一種簡單的施用工具。修正器在放置木塊後可用於傳統的液壓機上。

十、U-D 型管

(一)命名：使用推進施工方法的 U 型延性鑄鐵管。

縮寫：U-D 型；D 是英文中“Driving”的字首。

(二)標稱管徑：700 至 2600mm。

(三)管厚：等級 1、2、3、4。

(四)有效長度：4 米和 6 米長直管口徑都是介於 700 到 1500mm 之間。

(五)肋條：有 2 種肋條：標準肋條與加強性肋條，且兩款肋條的長度不同加強性肋條長度 = 標準肋條長度 + 40mm。

(六)實施標準規範(同 1979 年 3 月) JDPAG1014。

(七)U-D 型管的構造：法蘭面與肋條用來傳輸推進力，焊接在 U 型直管的插口尾部，並將混凝土平均包覆在外管的周圍。(參照圖 26)

(八)連接程序：連接程序除了法蘭部分的連接以外，其餘幾乎和 U 型管一樣。

1.在承口末端的前面先鎖入 3 個導引螺栓(雙頭牙螺栓)。

2.在推進的通道上用吊鏈吊起直管並用引導螺栓將法蘭上的螺栓洞排成直列(圖 27)，且記號必須在上方。大型操作機器，如活動式起重機，無法做這種精準的調整，而且可能讓排列螺栓洞變得更困難。

3.用千斤頂將管尾推進承口底部。

4.確認法蘭孔與牙孔排列呈直線後，先將雙頭牙螺栓鎖進所有法蘭孔裡再鎖入螺帽。如表 8，在螺帽與法蘭面之間需留一段空間，表格中的數據指的是法蘭與承口末端之間的距離(等於螺帽與法蘭面之距離)。無論在管內/外的人員應隨時溝通。這樣當螺栓孔與承口的牙孔排成直線時，在插口尾部與承口尾部間間隙才會準確。

5.在直管外部鎖上螺栓和在內部連接 U 型管來完成校直動作。

6.連結程序與 U 型管相同

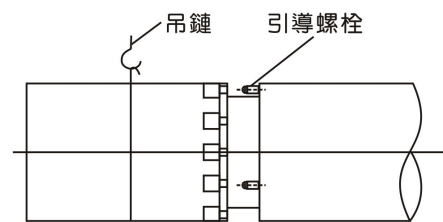


圖 27 引導螺栓與法蘭上的螺栓洞排成直列

表 8 法蘭與螺栓間間隙

標稱管徑(mm)	X 間隙(mm)
700-900	5
1000-1350	8
1500-1800	10
2000-2400	12
2600	15

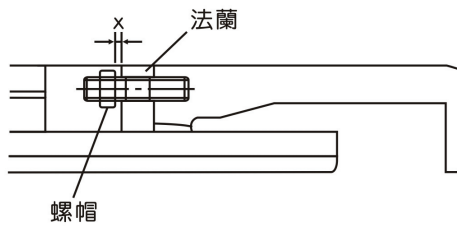


圖 28 法蘭與螺帽栓示意

十一、結論

U 型管接合方式是一種容易與快速的安裝方式，可以減少挖管溝的寬度與深度減少工安發生的危險。後續的維修保養工作，即使發生問題，亦是在管內進行檢查維修，不須開挖。這些優點，對於施工與維護的費用，它的經濟效益是值得大家來考量的。

作者簡介

鄧景銘先生

現職：興南鑄造廠股份有限公司永康廠經理

專長：延性鑄鐵管生產規劃及設計

許雍承先生

現職：興南鑄造廠股份有限公司永康廠工程師

專長：國貿業務

李豐收先生

現職：興南鑄造廠股份有限公司永康廠工程師

專長：機械設計

中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法

98 年 2 月 10 日第十六屆理監事會第十次聯席會議審議通過

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」會刊論文中評定給獎論文，最多三篇，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貳萬元整，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」及「實務研究」等論文，於編譯出版委員會委員推薦或由作者自行提出申請，由編譯出版委員會於每年六月底前召開初選會議，選出 6-9 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，選出給獎論文，報經本會理監事會議遴選核定後公佈。

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。

國際自來水研討會訊息

編輯小組

日期	會議名稱	地點	主辦單位
	會議相關訊息網址		
16-18 Mar. 2009	Australia's National Water Conference and Exhibition	Melbourne , Australia	Australian Water Association
	www.ozwater09.com.au		
8-10 Apr. 2009	AWWA Water Security Congress	Washington, USA	America Water Works Association
	www.awwa.org/conferences/security		
26-29 Apr. 2009	Water Loss 2009	South Africa	America Water Works Association
	www.waterloss2009.com		
28-30 Apr. 2009.	The 10th China Water Show for Water Supply, Drainage and Water Treatment	Shangh, China	Shanghai ZM International Exhibition Co.
	www.c-watershow.com		
18-22 May 2009	Water, Sanitation and Hygiene: Sustainable Development and Multisectoral Approaches	Addis Ababa	Water, Engineering and Development Centre (WEDC)
	www.wedconference.co.uk		
26 -27 May 2009.	Water Resources 2009	Langkawi, Malaysia	School of Professional and Continuing Education Universiti Teknologi Malaysia (SPACEUT M)
	seminar.spaceutm.edu.my/icwr2009		
28-29 May 2009	Integrated Water Resource Management in Theory and Practice	Brussels, Belgium	Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
	www.niva.no/striver		
1-2 Jun. 2009	Potable Water Treatment and Supply	Buxton, UK	Cranfield University
	www.cranfield.ac.uk/sas/water/conferences		
98 年 10 月 18~22 日	2009 年第三屆國際水協會亞太地區會議及展覽會	台北市國際會議中心	中華民國自來水協會
	www.aspire2009.org/		
98 年 10 月 17 日	第 26 屆自來水研究發表會	台南市	中華民國自來水協會



國際自來水瞭望台

譯/范家璋

拉丁美洲水資源再利用的持續發展

相較於其他開發中國家，拉丁美洲擁有全球 47% 的水資源，因此在供給這項基本民生需求上，拉丁美洲佔有極大的優勢。有了這項基礎，拉丁美洲在其他各項發展上表現地也都頗受各界肯定；特別是於致力達到聯合國千年發展目標(Millennium Development Goals) 的水資源維護方面及衛生條件的改善。值得一提的是，爲了滿足現今社會對於水質及衛生的需求，許多國家都開始嚐試跳脫傳統的處理方式，以更新、更完善的措施來提昇各方面的水準。

在 IWA 於今年九月預定在墨西哥舉行的第一屆開發會議中，與會者將討論的主題包含了目前慣用的各種不當的水資源及衛生處理方式。如果這些方式並不包含回收廢水再利用的操作，那麼墨西哥將可提供許多自身的經驗和大家分享。根據一項國際級的近期調查報告，墨西哥目前約將其 85% 的地方廢水回收並加以利用於農業灌溉，並計劃在未來將這項作業拓展至其他農業相關，甚至工業及地方用水。

回收再利用的拓展

在回收廢水再加以利用的實施上，墨西哥並不孤單。近代許多調查報告都顯示愈來愈多地區都有類似但程度不一的應用，其中最主要的不外乎農業灌溉，但園藝、山林管理、工業、甚至地下水的補注等各種多元的用方也愈見頻繁。巴西的聖保羅(Sao Paulo, Brazil) 就將其用以清洗市區的高速公路及人行道。

促使這些國家廣爲利用廢水的主要原因包括降雨量的缺乏，或是，如對巴西的聖保羅而言，使用“第一手”淨水成本的增加。在這些國家中，飲用水（即淨水）的使用成

本爲回收水的十六倍之多，因此毫無疑問的，回收水的發展也因應需求而逐年增加。

即便水的供給於巴西多數地區都不虞匱乏，少數缺水的地區對於回收水的利用卻有相當迫切的需要。然而，雖然單純缺乏水源的幾個區域尚可帶動完善的廢水回收計劃，逐步解決其供水問題，但在衛生環境同時較差的地區中，廢水回收系統因爲衛生設備上的缺失卻可能帶來更嚴重的問題。巴西的弗大雷(Fortaleza, Brazil) 因其不平均的雨量分布及地下水量的不足，自 1992 年起即廣泛發展回收水的利用，並以安定池塘(stabilization pond)的排放流實施水栽法及灌溉香蕉、甘蔗、可可亞、胡荽、及洋蔥等各種作物。

除了巴西外，愈來愈多國家相繼開發廢水回收再利用這項工程，目的除了培育高經濟價值的作物及飼料外，也將在淨水價格持續攀升的同時將其用以灌注地下蓄水層及供應工業用水。

阿根廷、智利、及墨西哥等國對於回收廢水並加以利用於農業及工業上的前景都相當看好。其中智利、哥斯大黎加、及祕魯更是著眼於基礎農業的開發；除此之外，祕魯還有計劃的開發價值高且具有外銷潛力的作物。

可預見的變化

然而，由於廢水處理於實際產能、執行、及管理上的長期缺乏及限制，許多廢水處理廠的營運都低於預訂目標，甚至錯誤地將充滿污染源的流出物排放於鄰近的水道。

除此之外，雖然廢水處理設備可有效移除有機體，但營養物的過濾卻未被規劃在起使的設計中，因此淨水水體優養化(Eutrophication) 的現象因回收廢水的排放有愈發嚴重的趨勢，同時也造成水力發電廠的

困擾。

相反地，營養物的存在對於當地的農民及園藝家來說卻因為其對於作物生長的供獻而成爲一大福音。加上當地普遍的怡人氣候等因素，毫無疑問的使安定池塘成爲被廣泛使用的廢水處理法首選，而農業灌溉則成了其排放流最佳的出口。

然而，雖然安定池塘目前於各種廢水處理法中身居主導的地位，包括聖保羅大學 José Mierzwa 教授在內的部分人士仍預測安定池塘使用的盛況將逐漸沒落。

隨著廢水回收再利用的快速擴展，包含巴西等許多國家都期待突破目前僅有的農業應用，將回收水逐步開發至工業，甚至都會區的使用。因此各界都積極投入更精密技術的研發。同時，由於舊有的法規開始逐漸縮緊，營養物的排放也被嚴格取締，特別是其中含有氮化合物 (nitrogen compounds) 的排放。依污染物排放量徵收的罰款加上回收水與飲用水間的明顯價差使安定池塘無可避免地步入被取代的局面。除此之外，José Mierzwa 教授也指出，詳盡土地使用規劃的缺乏也將影響灌溉農業的發展。

米納吉拉斯聯邦大學(University of Minas Gerais)的 Marcos von Sperling 教授同樣也對安定池塘未來的發展持保留態度：「雖然將安定池塘的排放流應用於農業的作法可行性頗高，但巴西目前在這方面的相關措施還不夠完善。即使巴西政府已經針對這項計劃籌備了多筆研究，其中甚至包括集合了多所大學及水利公司共同進行的基礎衛生研究計劃 (PROSAB, The Program for Research in basic Sanitation)，然而目前所得到的結果變數仍然偏大，並且缺乏大規模的執行例證，因此無法做爲基準。因此眼下最需要的就是解決一些管理上的爭議，並建立更完善的司法制度來協助督導相關計劃的實行。」

Blanca Jimenez 博士也於上述的跨國調查中的區域性總覽裡證實了智利、哥斯大黎

加、及墨西哥等國轉向使用其他技術的趨勢。可能造成穩定池於乾旱、甚至半乾燥地區逐漸沒落的原因包括水的蒸發過於嚴重、及因於安定池塘超過負荷所造成的異味、蚊蟲的滋生等，這種現象多好發於人口快速成長的都會區。

就第二項問題而言，擴大安定池塘的範圍及密度看似一項可行的解決方案，然而這項技術的大量土地需求卻是一大考量；加上鄰近市區的地段及主要農業區的土地價格不僅昂貴，還有持續攀升之勢，因此更加降低這項方案的可行性。除此之外，Jimenez 博士同時也提到，因爲設計上的缺失或維護方面的不足，無法徹底將病原體移除的弊端也是必須先解除的疑慮。

延伸自墨西哥的例子，Jimenez 博士於近期與 Water21 的討論中提到，由於 70 年代的建構成本及維護標準相對偏低，廢水安定塘 (WSP, Wastewater Stabilization Ponds) 總計約佔全國處理產能的 75% 都是於這段期間興建完成的。

「遺憾的是，這些安定池塘許多都在完工後不久就因故障而面臨停用了。其中很重要的一個因素就是墨西哥的雨季分布不均，多集中於一年的某些月份及一天當中的某個時段。過於集中的降雨量造成暴雨及洪流的機會頻繁，進而導致水中如礫石等的固體漂浮物增加。可想而知，這些固體漂浮物沉積於池底後將阻礙甚至堵塞安定池塘的作用，因此在缺乏合適維修的狀況下使其處理的效能大幅降低。」

針對降雨量及蒸發速度對於安定池塘間的影響，Jimenez 博士解釋：由於墨西哥中部及北部皆爲降雨量低的乾燥或半乾燥型氣候，因此大多數的時候水的蒸發量至少都是降雨量的三倍以上，流失的量相當可觀。

儘管安定池塘受限於氣候等因素在實際操作上擁有上述種種的缺陷與不足，但對拉丁美洲部分地區來說，以安定池塘處理廢水

的方式仍是相當盛行的。Marcos von Sperling 在一項針對巴西 166 個處理廠的全方位評估報告中發現，在與 6 種不同處理法的比較下，安定池塘得到了「中等」的評價，不僅超越了其他型式的後處理法(post-treatment)，在成效方面僅次於活性污泥處理系統(activated sludge systems)及上流式厭氧污泥處理法(UASB, Upflow Anaerobic Sludge Blanket)。除此之外，Marcos von Sperling 於近期的世界水大會(IWA World Water Congress)發表的一份報告中也指出，後處理法中效果最佳的應屬熟成池(maturation pond)，而後是以粗粒碎石過濾的上流式厭氧污泥處理法(coarse rock filter UASBs)。同時，活性污泥處理系統也被 Mierzwa 教授及 Jimenez 博士點為安定池塘外廣受認同的選擇。

毫無疑問的，與安定池塘相關的議題還會陸續在許多國際會議中倍受討論。今年四月，國際水質學會專任小組(IWA Specialist Group)就將於巴西的羅荷里桑得(Belo Horizonte)及米納吉拉斯(Minas Gerais)兩大城市舉辦相關論壇，稍早還有另一場國際聚會於聖保羅舉行，屆時將就廢水再利用及相關議題進行更深入的討論。由此可見，愈來愈多的地區對於改善其水質及衛生環境的狀況表示關切，並對各種新的處理方案產生極大的興趣。

除了上述的幾項工程外，巴西政府還出資贊助了一項雨水利用計劃(rainwater harvesting program)，以確保全國各地供水的無虞。自 2003 年起，這項工程已經支援了近 250 萬個貯水池共計 1 萬 6 千公升的水量。去年初，巴西的 Bahia 州又簽定了一項數百萬美元的建案，將再追加 1 萬個貯水池的建設，完工後估計可額外供應 115 個城市，6 萬人的用水。

回顧過去，許多國家因為環保意識抬頭，積極地參與多項水利及衛生的相關建設。時至今，多項設施都已穩定運行，且在

執行方面得到了預期的效果。對於未來開發的展望，各界也都抱持正面的態度。然而對於拉丁美洲地區而言，目前尚有許多工程待執行，特別是提昇廢水處理產能及上游管道的建設方面，以確實降低居住環境和自然水體可能遭受到的污染。

(摘譯自 Water21 - Magazine of the International Water Association Feb., 2009, 范家璋)

中華民國自來水協會第十六屆第三次會員代表大會暨 第四十一屆自來水節慶祝大會會議紀錄

時 間：97 年 11 月 14 日 9 時

地 點：中油公司國光會議廳

出席人員：應出席人會員代表 326 人，出席會員代表 250 人，另個人會員參加自來水節大會 480 人。

貴 賓：經濟部水利署陳署長仲賢、臺北市郝市長龍斌、臺北市議員厲耿桂芳、周議員柏雅、王議員正德、大眾捷運公司蔡總經理輝昇、翡翠水庫李局長公哲、臺北市人事處韓處長英俊、日本水道協會御園專務理事良彥，台灣區水管工程工業同業公會孫理事長新惠。

主 席：廖理事長宗盛

議 程：

壹、自來水工作績效回顧。

首先以 VCR 方式回顧這兩年水協會、台水公司及北水處在自來水工作重要成果與績效。司儀旁白如下：

一、過去 2 年重要工作成果：

1. 寶山第二水庫完成後，與現有寶山水庫及隆恩堰聯合運用，供應新竹地區經濟發展用水。
2. 曾文水庫越域引水工程，可提升水庫利用率，滿足南部地區用水需求。
3. 集集共同引水計畫工程，有效管理濁水溪流域水資源。
4. 北水處第二原水輸水幹線係採二端同時施作工法，當隧道左右二側分毫不差貫通的那一剎那，真的是大大的振奮在場所有人的士氣，謝謝所有參與與建計畫的同仁，你們太棒了。
5. 新竹寶山淨水廠三期工程的與建，不僅滿足了竹科發展需求，更大大提升了國家競爭力。
6. 為滿足澎湖地區建設及觀光需求，興建西嶼海淡廠，可解決澎湖旱季枯水問題。
7. 台水公司推動民間參與鳳山淨水場，於 96 年底營運，大幅改善大高雄地區水質及備載能力。
8. 北水處興辦直潭第六座淨水場，預計完工後可提升備載能力達 34%。
9. 南化、板新、東興、砂婆礑、深溝、鯉魚潭及直潭 7 座淨水場，榮獲 96 年優質飲用水獎。

- 10.長興、公館淨水場管理績效斐然，獲頒「淨水場操作管理評鑑」獎。
- 11.鯉魚潭給水廠為全台首座通過 ISO14001 認證的淨水場，足為表率。
- 12.民生配水池加壓站科技大樓目前由資策會負責營運管理，已有 33 家科技廠商及 2200 名員工進駐，是國際性商務及人才教育訓練的中心。
- 13.配合南港經貿園區開發及淡海新市鎮計畫，北水處弟兄們正如火如荼的推動民生內湖線及大同關渡輸水幹線工程
- 14.提升售水率，是自來水人積極追求的目標，北水處進行供水管網改善計畫，已連續 5 年超越國際自來水協會建議的 1.5% 年汰換率，此外創新採行小區計量工法，將大台北地區劃分為 500 小區，已完成 264 個小區，再加上推展全面開挖政策，能徹底斷除不明管，均大大提升了售水率。
- 15.辛樂克颱風造成后豐橋斷裂、送水管線裸露、大肚橋送水幹管沖毀，幸賴廖董事長率領台水弟兄們不眠不休的搶修及架設臨時管線，才能解除中台灣地區供水危機，台水公司的弟兄們，你們辛苦了。
- 16.北水處近年來積極建置備援系統，去年 3400 釐米清一幹線遭挖損後，立即切換備援幹管，使得搶修期間完全未停水，充分發揮備援效益。
- 17.南化水庫進行設施整備與緊急應變措施演練，獲頒經濟部「96 年度重要水庫戰備檢查評鑑」績優獎項。
- 18.為確保重大災害發生，維生用水無虞，北水處積極建置急維生取水系統，已建置緊急維生取水站 24 處及 5 座維生儲水槽，可供應轄區 387 萬人，24 天所需維生用水。
- 19.臺灣名列第 18 大缺水國，水資源彌足珍貴，水利署執行大用水戶節水輔導，北水處亦推動節水家戶化，以節水墊片發送，讓用戶不改變用水習慣仍能節水。
- 20.節能減碳是全民共同的責任，北水處將 2007 年訂為環境元年，提出環境報告書，善盡企業公民責任；台水公司亦由制度規範面著手，檢討動力費控制因子，擷節開支達 2,377 萬元，二單位均積極推動電子帳單服務，節能減碳績效卓著。
- 21.水協會與台水公司、北水處二自來水單位共同合作舉辦承裝商施工訓練，並聘請國外專家進行講習，以增進自來水基層人員技術，進而提升工程施工品質，對促進用戶用水品質居功甚偉。
- 22.北水處經營自來水園區，每年皆舉辦親水節活動，打造健康活力的企業形象，善盡社會責任。
- 23.為拓展國際視野，水協會積極爭取參加國際性活動，包含 IWA2007 年澳洲亞太地區年會、2008 年維也納國際年會，更值得一提的是，在國際外交處境艱困的此時，能爭取

到以中華民國名義，主辦 2009 年第三屆國際水協會亞太區會議及展覽會，是多麼光榮的一件事，在此特別感謝駱教授尙廉、廖理事長、許秘書長及所有參與本案的水協會理監事們，因為你們的努力，大大提升了國際地位，請所有會員們全力以赴，一同做好國民外交，讓明年在臺灣的年會，能有最完美的演出----IWA 執行主席 Paul Reiter 及新加坡辦公室主任 Ryan Yuen 為 2009 年會特地來台交換心得，並請郝市長支持。

24.為增進海峽兩岸經驗交流及技術合作，舉辦了第 3 屆海峽兩岸飲用水安全控制技術及管理研討會。

25.水協會邀請日本水道協會、東京都水道局、橫濱市水道局專家來台經驗分享。

26.北水處邀請世界最大自來水公司—美國南加州大都會供水局專家蒞臨演講。

27.北水處積極參與 2008 水科技展。

二、感謝各位自來水同伴的貢獻，使我們擁有豐碩的成果。

貳、中華民國自來水協會第 41 屆自來水節慶祝大會典禮。

一、典禮開始

二、恭讀總統賀電文

「中華民國自來水協會廖理事長宗盛暨全體與會人士公鑒：欣悉 貴會訂於本（97）年 11 月 14 日舉行中華民國第 41 屆自來水節慶祝大會暨第 16 屆第 3 次會員代表大會，特電致賀。至盼 賡續發揮組織功能，精進相關學術研究，提升民生用水品質，強化水資源管理維護，共同為我國自來水事業永續發展而努力。敬祝活動圓滿成功，諸位健康愉快。」

三、主席致詞：廖理事長宗盛致詞

各位與會貴賓：大家好！

第 41 屆自來水節慶祝大會暨第 16 屆第 3 次會員代表大會。

今天特別感謝前東京都水道局長及現任水道協會理事御園先生、水利署陳署長、臺北市郝市長、臺北市厲耿議員桂芳，周議員柏雅、王議員正德、水處前蔡處長、翡翠水庫管理局李局長、臺北市政府人事處韓處長蒞臨增添大會光彩。

北水處及臺水公司每天提供一千一百萬餘噸自來水給用戶及工商用水，這些全賴七千位自來水事業工作人員努力，也感謝配合的廠商，你們都是幕後的推手，感謝你們的付出。

正如佛里曼的著作「世界又熱又平又擠」所述，我們的環境由於全球暖化氣候變遷，今年連續的幾次颱風對自來水事業供水均造成威脅，但在自來水事業工作同仁的努力下，並未影響民眾用水，值得鼓勵。「平」是指 IT 產業發展，資訊發達下用戶要求提高，如何達成用戶要求。「擠」是人口稠密與產業發達，用戶密集需求集中，設施也必須考慮「擠」的問題。同業必須遵照總統指示發揮組織功能，精進相關學術研究，提升民生用水品質，強化水資源

管理維護，共同為我國自來水事業永續發展而努力。經濟發展環境保育社會公益，由於自來水價格已 15 年未調，造成有些該做未做的任務，希望水價能適度調整，讓我們更有力量來應付這種又熱、又平、又擠的環境，真正做到質優量足服務好。

今天感謝大家的參與。最後敬祝各位身體健康、萬事如意，謝謝大家。

四、上級長官致詞：

(一)臺北市郝市長：

大會主席、水利署陳署長、自來水處、臺北市議會厲耿議員、周議員、王議員、各位貴賓、各位全國自來水從業人員：大家早安，大家好！

自來水節快樂，首先我以東道主身分代表臺北市歡迎大家蒞臨並預祝大會成功。現在經濟不景氣，能在臺北市舉辦活動，對於改善臺北市的消費環境也有幫助，因此任何活動在臺北市舉辦，我們都會竭盡所能提供協助，先在此感謝各位。

因為我曾經擔任過環保署長，深知自來水品質是國家進步程度的指標，尤其自來水能否生飲更是先進國家的象徵。臺北市的自來水現在已可生飲，因為大家的辛勤奉獻，才能有此傲人的成果，感謝大家。我對臺北市的自來水深具信心，向各位報告，我每天一早起床後就是直接生飲自來水，到現在可看到我的身體這麼健康，就是最好的例子，表示我們水質真正是好。

自來水服務除了水質好，還有一個重要的議題就是確保供應量足、在枯竭時也不缺水，我知道在過去幾年，許多自來水從業人員努力的目標之一就是調節水資源，他們辛勤耕耘從事改善漏水工作，使得民眾用水無虞，除了供應充裕的民生用水外，甚至農業用水也不匱乏。如何做到不漏水，包括更新自來水事業的管線等，並不是一件容易的事，有賴高度專業的能力與全心付出。我個人前陣子到臺北自來水處參觀，體認到偵測漏水是高度專業的技術，也見識到水處的同仁如何發揮專業與科技。由於各位的努力，使民眾能擁有優質的自來水，過著不缺水的生活，並使台灣進入先進國家之林，從這個角度說起來，各位都是真正的台灣之光，謝謝大家，祝各位自來水節快樂！」

(二)經濟部水利署陳署長伸賢：

大會主席、郭處長、李前理事長、臺北市議會厲耿議員、周議員、王議員、蔡前處長、水管局李局長、北市府韓處長、各位貴賓、各位自來水業先進：大家早！

很榮幸參加自來水節及會員大會年會。水，是生命所必須，水的存在是一個星球是否有生命現象的判斷依據。依聯合國報告，目前全世界每年有 500 萬人因水而引發疾病或死亡，到 2050 年全球有一半人口會面臨缺水壓力，甚至在 21 世紀可能會因水而引發戰爭，因此有句口號：『no water, no future』。自來水品質可作為一個國家先進程度的指標，同時也是基本

人權。臺灣的普及率已達 90% 以上，水質可以生飲，在水質、水量、普及率方面，均為已開發國家水準。

自來水是重要維生系統，為了避免社會風險，重要國家多不同意將自來水民營化，所以 2002 年我到約翰尼斯堡參加世界永續發展高峰會，有關自來水事業不適合民營化，就是主要結論之一。現在我們的任務更艱鉅，需求的增加、氣候變遷及全球暖化都是重大的挑戰。面對這些挑戰，還有很多要進行的工作，包括：1、上游集水區整合性的管理保護。2、如何增加備援備載系統。3、水場如何擴建、增加產能及處理高濁度水。4、事業如何提高經營效率。5、漏水率減少。這些工作都是水價合理化的配套，水價合理化之後，可使民眾更珍惜水資源、落實節約用水、引進民間資源參與自來水建設，所以我們也將自來水價合理化當作目標之一。

我們做了很多，但是還有更多的挑戰在面前，讓我們大家共同勉勵，為更美好的台灣努力。祝大家自來水節快樂。

五、貴賓致詞：日本水道協會專務理事、前東京都水道局長御園良彥先生

大家好！我是日本自來水協會專務理事御園良彥。很高興大家邀請我參加這次自來水節及會員大會年會。日本自來水協會與中華民國自來水協會長期以來交流頻繁，希望今後繼續提昇彼此的技術、資訊交換層次。

日本自來水事業在 1887 年由橫濱開始。經過 120 年以後，現在日本的自來水普及率達 97% 以上，全國各地均可生飲，在世界也可算先進的自來水事業。以日本自來水事業來說，在水質、水量與經營等各方面的議題中，主要重點也是在如何有效利用水資源，以及漏水防止對策。

東京都水道局在日本自來水業居領導地位，我個人到去年 7 月止擔任日本東京都水道局局長，對東京都水道局的經營尚稱了解。漏水的調查及防止工作並非一蹴可及的，東京都為改善漏水率，將老舊水管換為 DIP 管，給水管由鉛管改為較佳的不鏽鋼波浪管等，都是防止漏水對策之一，經過改善後漏水率由 1980 年的 15% 到 2007 年為 3.3%，這些經驗在 2004 年自來水高峰會上發表，也引起驚訝。另外我們在 CO₂ 的減少上也有正面的貢獻。

雖然漏水率已經降低，但因日本與台灣同樣位在地震帶，對於防震措施必須加強，另外自來水專業技術人員退休後技術經驗的傳承，以及早期自來水設施建設已到更換年限，節約用水造成收入減少，都是新的課題與挑戰。2002 年臺灣發生大地震，最近日本也有地震現象，到 2005 年 3 月為止日本的耐震化設施比例在淨水場有 12%，配水池為 20%，清水管配水管 11%，尚不算良好。因為耐震化的推動並不會產生收益，因此日本的自來水事業設法與厚生省協調取得協助，並溝通民眾了解耐震化的重要，自 1997 年起即採用耐震工法。

2004 年 6 月，厚生省訂定自來水事業的展望，敘明未來的發展方向及分析評價指標。針

對這些六大構面的指標：安心、安定、環境管理等，日本自來水事業均有明確的評核機制。

另外如何讓日本自來水事業能與下一代連結，將這些經驗傳承給下一代，是目前要做的事之一。我們也希望與臺灣的自來水同業更緊密的合作提出發展的遠景。如有需要日本自來水協會協助之處，本人願盡最大力量。

最後祝各位貴賓身體健康，萬事如意，臺灣自來水事業蓬勃發展，謝謝大家。」

六、籌備會主任委員致詞：臺北自來水事業處郭處長瑞華

陳署長、廖理事長、各位議員、李局長、蔡總經理、日本貴賓、自來水先進，大家好！剛才聽到令人振奮的話，市長每天都喝生水，身體健康又有精神，證明臺北自來水不是蓋的。最近有 3 篇報導，消費者雜誌報導經比較國內外市售礦泉水及自來水，臺北自來水潔淨度最佳。另外成大林教授帶了世界頂尖專家參觀翡翠水庫，咸認水庫保護及原水水質是全世界最好的。此外還有學術單位研究東南亞地區自來水，咸認本處水質也是頂尖的。

今天是自來水界一年一度的大日子，北水處以十分興奮的心情來籌辦第 41 屆自來水節慶祝大會、第 16 屆第 4 次會員代表大會，暨第 25 屆自來水研究論文發表會。這是產、官、學各界代表間最佳交流機會，本日這麼多人參加大會，對籌備會是個十分大的鼓勵。

近年來氣候變遷全球暖化，水資源利用已為世界各地重大的考驗，2005 年地球日時聯合國就此訂為生命之水，並訂定 2005 至 2015 年為行動 10 年，目的是讓大家多愛惜水資源。我們自來水業更不能例外，所以為提供安全穩定自來水，臺北自來水事業處投入 200 億，預定花 20 年時間將漏水率降至 10%。同時我們也積極推動節約用水，去年我們對家戶節約用水發放 27 完戶節水墊片組，每日可節省幾萬噸的水，一方面推動管線汰換降低漏水一方面推動節約用水，預計將來每日可節省幾十萬噸水量，就等同建設水庫一樣。

預計於民國 110 年前將投入 218 億元進行供水系統的改善，希望建置原水完整備援，提升淨水場備載能力，打造清水雙線靈活調度，此外供水區可互相支援降低供水風險。本次強蜜颱風來襲原水濁度飆高，就是靠系統發揮功能度過難關，其目的是提供市民不缺水保單。

臺北自來水事業處同時也是環保尖兵善盡企業公民責任，建置環境系統推動環保節能，為環保盡一份力量。另外在安全許可範圍內將自來水園區儘可能開放，希望提供市民於市區難得的親水及教育環境，希望大家對知水、用水、惜水能夠有所共識。

今天最重要請到一位頂尖演講者—前師大校長黃生教授來進行演講，黃教授對生態有特別的研究，相信在他詼諧幽默的演說中提供生態方面可貴的資料，演講題目為「水、生態、文明」。下午是這次集會的重頭戲--自來水研究論文發表會，會中將發表 41 篇文章，分 4 個場地進行，包括淨水淤泥處理及管網改善管理實務、操作營運管理與資訊運用、管理工程與防蝕實務、水質檢測及薄膜處理技術，地點於台灣大學第二學生活動中心，有專車接送，每

一篇都很精采，歡迎諸先進選擇自己有興趣的議題踴躍參與。

本人謹代表臺北自來水事業處一千多位同仁，歡迎各位光臨到臺北來，敬祝大家身體健康。

七、頒獎：(以多媒體呈現介紹其學經歷及重大特殊事績)

(一)自來水發展重大貢獻工程技術獎及營運管理獎：臺灣自來水公司第八區管理處王經理炳鑫、臺北自來水事業處工程總隊黃總工程師德洋。

◎請廖理事長頒獎。

(二)表彰基層工作人員重大貢獻獎：

1.基層人員：工程技術重大貢獻獎共有 5 名，臺北自來水事業處工程總隊余正工程師碧和、臺北自來水事業處彭股長伊呂、臺灣自來水公司第八區管理處蔡廠長檜森、臺灣自來水公司第六區管理處賴股長建龍、臺北自來水事業處楊幫工程師境維。

◎請自來水協會陳常務理事福田頒獎。

2.基層人員：營運重大貢獻獎共有 4 名，臺灣自來水股份有限公司第七區管理處董股長龍玉、臺北自來水事業處李科員芳娟、臺灣自來水股份有限公司第二區管理處陳營運士春桃、臺北自來水事業處楊管理士玲琦。

◎請自來水協會王常務理事桑貴頒獎。

(三)表彰資深服務人員：

1.表彰服務年資滿 45 年資深人員，服務年資滿 45 年人員有陳在正、李松輝、陳蓮珠、吳秀月 4 位，請自來水協會廖理事長為我們頒獎。謝謝這 4 位前輩多年來對自來水工作的付出與貢獻。

2.表彰服務年資滿 40 年資深人員，服務年資滿 40 年人員有蔡清岳等 37 位，請陳慶龍、宋鍵和、陶毓、徐逢雄、倪克己等 5 位代表接受表揚。請自來水協會郭常務理事瑞華為我們頒獎。其餘未上台同仁亦請起立，讓我們一同為您鼓掌。

3.表彰服務年資滿 30 年資深人員，服務年資滿 30 年人員共有陳秀美等 62 位，我們請楊清和、曹力仁、吳建能、吳天煥、魏聖生等 5 位代表接受表揚。請水協會常務理事李常務理事公哲來為我們頒獎。其餘未上台同仁亦請起立，讓我們一同為您鼓掌。

4.表彰服務年資滿 20 年資深人員，服務年資滿 20 年人員共有林聖富等 34 位，我們請陳慶帆、鄭介眉、張丁晉、嚴貴女、何亞勝等 5 位代表上台受獎。請水協會胡常務理事南澤來為我們頒獎。其餘未上台同仁亦請起立，讓我們一同為您鼓掌。

八、專題演講：(40 分鐘)

主講人：臺北大學黃教授生。

講 題：水、生態、文明。

參、第 16 屆第 3 次會員代表大會：

一、理事會工作報告（詳大會手冊書面資料）。

二、監事會工作報告（詳大會手冊書面資料）。

三、討論提案：

編號：第一號（會計） 提案人：理事長 廖宗盛

案由：為提報本會九十六年度歲入歲出決算書，敬請追認通過。

說明：1.本會九十六年度歲入歲出決算，業經本會第十六屆理、監事會第六次聯席會議決議通過。並經送請本會同屆監事會第二次會議審查通過復依規定先以 97.3.19（97）國水協會字第 000044 號函報內政部核備。

2.依照內政部訂頒「社會團體財務處理辦法」第十三條及本會章程第三十五條規定，請大會追認通過。

辦法：檢附本會九十六年度歲入歲出決算書一份，連同審查報告一份敬請追認通過。

審查意見：無

決議：照審查意見通過

編號：第二號（會務） 提案人：理事長 廖宗盛

案由：為提報本會九十八年度事業計畫（工作綱要）草案，敬請討論通過。

說明：1.本會九十八年度事業計畫（工作綱要）草案，業經本會第十六屆理監事會第八次聯席會議審議通過。

2.依照本會章程第二十三條第四款規定應提會員代表大會通過實施。

辦法：檢附本會九十八年度事業計畫（工作綱要）草案一份，敬請通過以便實施。

審查意見：無

決議：照審查意見通過

編號：第三號（會計） 提案人：理事長 廖宗盛

案由：為提報本會九十八年度歲入歲出預算草案，敬請討論通過。

說明：1.本會九十八年度歲入歲出預算草案，業經本會第十六屆理監事會第八次聯席會議審議通過。

2.依照本會章程第二十三條第四款規定應提會員代表大會通過實施。

辦法：檢附本會九十八年度歲入歲出預算草案一份，敬請通過以便實施。

審查意見：無

決議：照審查意見通過

四、臨時動議：無

肆、散會：中午 11 時 50 分

中華民國自來水協會第十六屆理、監事會第十次聯席會議紀錄

時 間：民國 98 年 2 月 10 日（星期二）下午 4 時

地 點：本會會議室(台北市長安東路二段 106 號 7 樓)

主 席：廖理事長宗盛

出席理事：廖宗盛、黃慶四、郭瑞華、李公哲、胡南澤、楊水源、葉宜顯、王桑貴、謝啓男、賴文正、黃志彬、吳振欽、王池田、王文賢、高文浩、張明欽、黃進財、陳曼莉、陳錦祥、宋金順、陳宏濤、蘇金龍、吳陽龍、駱尙廉

出席監事：李錦地、王炳鑫、齊景新、翁自保、蔡茂麟、謝堽煌

請假理事：陳福田、林 岳、吳美惠、鄧志清、楊清和、林連茂、孫新惠

請假監事：施澍育、呂鴻光

列席人員：許培中、劉家堯、王魯人、蔡麗嫻、李美娥、管惠嬋、蔡宜靜、謝雅婷

記 錄：王魯人

一、主席致詞：各位理、監事大家好！

新春伊始，在此先向各位理、監事拜個年，祝各位身體健康、事事如意。第一屆國際管綫管理及安全會議訂於 2009 年 3 月 1-4 日在香港舉行，本人將出席本項會議，希望各位理、監事亦能踴躍參加，有意與會者，請於 2 月 16 日前向協會報名，俾便代辦出國手續。有關本會器材檢驗業務移轉中華自來水服務社理辦理事宜，經多次研議，由於事涉多項法規，仍以維持現狀為宜。

本案祕書長會在工作報告事項中再詳予說明。政府為提振國內經濟景氣，已提撥經費予經濟部水利署協助自來水事業單位進行管綫汰舊換新，以降低漏水率。本會應與台灣區水管工程工業同業公會加強連繫，參與本會與經濟部水利署共同辦理之「自來水配管工程施工承包商工作人員訓練講習」，以提升自來水工程施工品質。

由本會編撰之「自來水設施維護管理指南」現已編撰完成。本書籍有助於從事自來水設施工程施工及維護管理參考之用。在此要特別感謝編撰小組的辛勞。現在就依照議程進行會議，請祕書長報告。

二、報告事項：

(一)祕書長綜合報告：詳如議程書面資料(略)

結論：1.凡本會理、監事參加香港舉行之第一屆國際管綫管理及安全會議者，本會將補助註冊費 50%及每日生活費新台幣 5,000 元整。

2.餘同意備查。

(二)各種委員會工作報告：

國際事務委員會報告：詳如議程書面資料(略)

結論：1.截止目前，台灣自來水公司投稿量較少，請各位理、監事多參與鼓勵所屬投稿。

2.「2009 年第三屆國際水協會亞太地區會議及展覽會」為一重要國際水界會議，按國外舉辦國家均邀請總統或總理於開、閉幕時蒞會致詞，希望籌備會早日規劃，俾便總統或行政院長有充裕時間安排行程。

3.餘同意備查。

編譯出版委員會報告：詳如議程書面資料(略)

結論：1.「中華民國自來水協會設置會刊論文獎評選辦法」草案於提案時審議。

2.餘同意備查。

(三)會務工作報告：詳如議程書面資料(略)

結論：同意備查。

三、討論事項：

編號 第一號 類別 會務 提案人 理事長 廖宗盛

案由：為第 42 屆自來水節慶祝大會暨本會第 16 屆第 4 次會員代表大會如何籌辦？請討論。

決議：1.本屆大會委請台灣自來水公司第六區管理處籌辦。

2.大會日期、地點及籌備委員會委員名單，請蔡經理茂麟提報下次理、監事會議討論。

編號 第二號 類別 會務 提案人 理事長 廖宗盛

案由：為本會第 26 屆自來水研究發表會，委請何單位籌辦？請商討決定。

決議：委請台灣自來水公司第六區管理處統籌辦理。

編號 第三號 類別 會計 提案人 理事長 廖宗盛

案由：為編列本會九十七年度歲入、歲出決算表等一案，請審議。

決議：1.通過。

2.送請監事會審查。

編號 第四號 類別 會務 提案人 編譯出版委員會主任委員 黃志彬

案由：為訂定本會「中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法」(草案)提請同意通過後實施，請審議。

決議：1.通過並自本(98)年度實施。

2.由於本(98)年度未編列該項經費預算，以併決算辦理。

編號 第五號 類別 人事 提案人 理事長 廖宗盛

案由：本會為應因業務急需，自 97 年 12 月 1 日起服務組增聘謝雅婷組員一名，協助檢驗工作及自來水配管工程技能訓練業務。提請追認。

決議：追認通過。

四、臨時提案：

提案人 理事 謝啟男

案由：由本會編撰之「自來水設施維護管理指南」一書，對於從事自來水設施工程施工及維護管理非常具有參考價值。建議贈送本會理、監事每位一套，俾業務上參考之用。

決議：通過。

五、散會：下午 5 時 20 分