



實務研究

鉛管水質調查研究.....	張勝輝、林淑美、史午康.....	1
---------------	------------------	---

一般論述

自來水事業技術人員考驗制度推動.....	陳秋楊、張廣智、王圳宏、馬家驊.....	17
自來水事業永續發展初探.....	吳天瑛.....	29
從風險管理探討提昇臺北自來水調度備載能力及效益.....	鄭錦澤.....	33
淨水場廢水回收再利用之效益探討.....	蔡政翰.....	45
臺灣自來水公司的供水決策支援系統.....	徐享崑、羅健成、洪銘堅.....	50
自來水供水場站動力費節流之探討.....	陳信利、林秀霞、陳茂雄、李丁來.....	58

人物專訪

台水公司黃慶四總經理專訪

96年大禹獎得主——一個從臨時工到總經理的台水傳奇.....	陳淑芬.....	63
--------------------------------	----------	----

感性園地

水水人生由水而起.....	吳陽龍.....	69
---------------	----------	----

IWA 活動園地

國際自來水研討會訊息	編輯小組.....	71
國際瞭望台	編輯小組.....	72

協會與你

自來水協會第十六屆理、監事會第三次聯席會議紀錄.....	74
「自來水」季刊免費索閱登記調查.....	77
「自來水」季刊論文審查作業要點.....	78
入會申請書.....	80

封面照片：煙波翠碧的烏山頭水庫

鉛管水質調查研究

文/張勝輝、林淑美、史午康

摘要

鉛管是 30 年前普遍使用之給水管材，世界各大城市皆有相當比例鉛管之殘留，臺北自來水事業處（以下簡稱北水處）鉛管自 91 年起每年汰換 17~38 公里（2.7% ~ 6 % ），總長度由 625 公里迄 94 年 7 月降為 550 公里，佔總給水管線長 2643 公里中之 21 % ，鉛管用戶接點數約 76,500 戶。由於鉛污染飲用水之問題日益受到重視，本專案調查除藉地理資訊系統（GIS）全面掌握鉛管分佈狀況，並針對本處供水區鉛管用戶水質規劃採樣計畫、蒐集用戶屬性資料、邀請近百戶鉛管用戶協助採樣，進行含鉛量調查。本研究蒐集歐、美、日等先進國家對鉛之監測、管制情形，擷取值得本處參採之作法並綜合分析結果，提出建議因應策略。

一、前言^(1,2)

北水處水源維護良好，淨水處理及管網水質監控嚴密，故大臺北地區自來水之可口衛生普遍受到用戶信賴，近年來生飲的推動成效也廣受各界肯定。然而，若與先進國家的水質要求相較，本處水質唯一美中不足的是具腐蝕性（corrosiveness），2000 至 2005 年之數據顯示其藍氏飽和指標（Langelier Saturation Index，LSI）年平均値介於-1.2 至 -2.5；瑞氏穩定指標（Ryznar Stability Index，RSI）年平均値介於 10.2 至 12.0⁽¹⁾。自來水對管網造成腐蝕，不僅將導致水質惡化，管線鏽漏或阻塞，鉛管腐蝕更可能對健康造成不良影響。依據本處 2003 年全年鉛管報修件

數 5707 件中，損壞原因以腐蝕佔 85%為最高（如圖 1），而從拆回之廢鉛管中，均勻腐蝕及孔蝕現象是主要腐蝕模式⁽²⁾。美國在 1991 年訂定鉛銅法則（Lead & Copper Rule），對水龍頭自來水含鉛量及含銅量皆訂定行動值（Action level），超過該值者自來水事業就必須採取防蝕之水質改善行動；WHO在 1993 年的飲用水指針（WHO Guidelines for Drinking Water Quality）也已將鉛的水質指引限値由 0.05 mg/L提升到 0.01 mg/L。

北水處供水系統中並未使用鉛管做為輸配水管線，至於用戶用水設備（含給水外線）方面在民國 68 年以後即全面禁止使用鉛管，但仍有部分老舊社區之給水外線仍沿用早期鋪設之鉛管。由於鉛管用戶水質之安全性經常遭到質疑，因此本調查計畫先鎖定鉛管水質調查並經由現況調查及文獻回顧而研擬因應對策。期藉本調查研究而能對本處鉛管用戶之水質有所交代，掌握管材中鉛的來源及含量，並對今後之相關水質監測計畫、鉛管用戶之宣導教育等提出具體建議與做法。

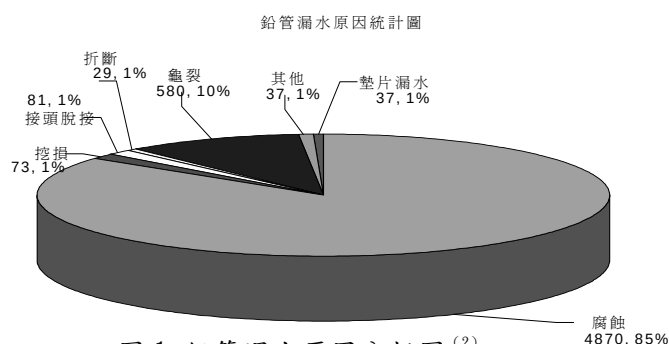


圖 1 鉛管漏水原因分析圖⁽²⁾

二、文獻回顧

(一) 鉛的來源及影響^(3, 4, 5, 6)

鉛是一種灰色柔軟重金屬，非常不易腐蝕，大自然中甚少存在（僅限於少數礦物），因其毒性而被禁用於孩童能接觸之產品。其可經由食物、水及空氣等方式進入人體，據WHO⁽³⁾之估計由飲用水攝入之鉛含量約為由食物總攝入量之1/10；都市環境（尤指含鉛汽油所致空氣污染）可能導致較食物更多之鉛攝入量，對孩童甚至可能高達3~4倍；成年人每天大約攝取200微克（ μg ）的鉛，如果長期每日攝取量超過0.6 mg（毫克），將造成終身性的累積鉛中毒。鉛急性中毒之情形極為少見，多為長期暴露所致累積性中毒。當血中鉛濃度高達40-60 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 時，即可能導致腦神經病變，逐漸造成四肢麻痺、增加心臟血管疾病、高血壓、貧血、消化系統障礙及慢性腎臟病的機率；當血中鉛濃度高達100~120 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 時，可能造成不可恢復性的腦部損傷，對孕婦（腹中胎兒）及孩童身體發育與智能發展造成遲緩，影響尤其嚴重。近年來更有研究顯示其可能導致男性不孕之問題。

在歷史上，鉛曾經被當作是很方便且適合使用的水管材質，因為它容易成形、切斷及銜接，而且延展性佳可抵抗路基下沉的應力，但製造商為增加鉛管的強度，會在鉛管中加入其他金屬，因此而導致加速水對鉛管的腐蝕速度。根據文獻⁽⁶⁾德國最早於1878年即有部份地區開始禁用鉛管，

一直到1940年代即全面停用，而我國與日本約至1970年代才停用鉛管。

影響鉛管鉛溶出之主要水質因素包括水之溫度、流速（接觸時間）、pH值、有機物（NOM）、無機鹽及接觸管材之電極效應等。就水中之鉛而言，一般是由含鉛之給水管線、銅合金（黃銅、青銅）配件（水龍頭、閥或接頭）等、鍍鋅鐵管、焊料（助熔劑不當使用更促成過量釋出）、以及家庭中所使用之鉛襯裡水塔或蓄水設備等溶出而進入飲水中。

(二) 各國對鉛之監測及管制情形

管制法規^(3, 4, 5)

我國飲用水水質標準規定，鉛含量最大限值為0.05毫克／公升；世界衛生組織1993年修正飲用水之指引值（guideline value）為0.01毫克／公升；歐盟1980年制訂最高容許濃度為0.05毫克／公升；英國1989年公告水法案（Water Acts）訂水質標準為0.05毫克／公升；德國1990年訂國家水質標準為0.04毫克／公升；日本2004年訂國家水質標準為0.01毫克／公升；美國環保署 1986年在安全飲用水法案（Safe Drinking Water Act）修正時要求立新法以降低鉛之風險；1988年鉛污染管制法（Lead Contamination Control Act），規定接觸飲用水之材料鉛含量應小於8 %。1991年訂定鉛銅法則（Lead & Copper Rule, LCR），對鉛管用戶水龍頭自來水含鉛量訂定行動值（Action level）0.015 mg /L，當第90

百分位數(90th percentile) 鉛含量超過該值時自來水事業就必須採取防蝕之水質改善行動，包括每年消除7%之鉛管及水質改善等水處理措施，並呼籲鉛管用戶每日排除滯留水，以維飲水衛生。同時美國環保署認為必須採取下列行動以減輕鉛及銅所造成的問題：

- 1.對鉛及銅之含量作密集監測，尤其在腐蝕控制計畫前後之監測。
- 2.發行最佳腐蝕控制處理技術之技術規定。
- 3.當鉛和銅含量達行動值（action levels：Pb 0.015 mg/L； Cu 1.3 mg/L）時，須從水源進行處理（source water treatment）。
- 4.大眾教育（public education）：當滯留6小時以上的用戶水質鉛含量超過行動值時，須呼籲用戶配合排放鉛管滯留水。
- 5.在自來水業者及用戶的合作下計畫性的有效抽換鉛管。

鉛管汰換之作法⁽⁶⁾

日本厚生勞動省委託日本水道協會成立「鉛管汰換促進策略檢討委員會」，以書面問卷進行調查，研擬因應對策，期能於2013年前完成鉛管之抽換；美國（紐約）及加拿大（艾德華島）並未擬定汰換計畫；英國以漏水、水質不良場所（巴斯）或檢查水質超過標準之場所（倫敦）為抽換之對象；澳大利亞（布里斯班）則以重新埋設管線而非進行抽換，且目前均已鋪設完畢；各國預計抽換完成期

限如下：德國（柏林、法蘭克福）於2—8年內，比利時（安特衛普）至2013年止，奧地利（維也納）將於2007年全面完成汰換。新設給水管全部禁止使用鉛管幾乎是各國一致之共識，然而各國鉛管禁用之時期，以瑞士於第二次世界大戰（1926年）前為最早，其他國家多在1960年代前後即已經禁止使用，只有美國（紐約）禁止時間是2000年9月⁽⁶⁾。然其禁用包括含鉛焊料及管材配件等合金之含鉛量，配合NSF對材質之含鉛量把關，是最具體而全面且照顧到用戶水龍頭者。

各國對鉛管水質調查結果^(3,7,8,9)

美國於1990年進行全美鉛管用戶調查；調查結果有 640萬個接點（connections）；330萬條鉛給水管線；鉛管抽換率每年 61,000條鉛管；隨機取樣水質調查中有2.5 % 鉛管用戶含鉛量大於10 μ g/L。英國 England 及 Wales於1990年進行鉛管用戶調查，結果41 % 之用戶給水管為鉛管；97 % 之用戶鉛含量小於50 μ g/L；81 % 之用戶鉛含量小於10 μ g/L⁽³⁾。

日本大阪市1993年將自來水pH由7.0調整為7.5後，鉛溶出量降低40 %；調整前不合格率（> 0.05 mg/L）38.5%，1年後不合格率降低為8%，鉛濃度由0.064 mg/L 降為0.025 mg/L，降低61%^(7,8)。2001年鉛管總長度4,017公里，共40萬用戶。其中為因應國家水質標準2004年修訂鉛含量為0.01 mg/L所作調查結果：管長7m者不合格率（>0.01mg/L）3.2%；7~11m者

不合格率7.0%；大於11m者不合格率15.5%⁽⁹⁾；顯示水中鉛含量與鉛管長度成正比關係。

(三) 美國自來水協會研究基金會 (AWWARF) 有關管網腐蝕及鉛銅法則之研究⁽¹⁰⁾

美國在鉛銅腐蝕的法規要求及管制做法，可謂世界最先進者，對自來水事業造成極大的衝擊，因此美國自來水協會十餘年來配合投入相當多的研究計畫，以期協助自來水事業因應日益嚴峻的法規要求⁽¹⁰⁾。從AWWARF對鉛銅腐蝕所做的研究得到的最重要結論是：每一個自來水事業所面臨的鉛銅挑戰都是獨一無二的：基於該自來水事業之原水、水處理程序、供水管網架構及材質。鉛銅之腐蝕控制，針對水處理策略、腐蝕控制策略及管網系統之管理等，並沒有一體適用於各自來水事業的標準秘方。然而，由這些研究對鉛銅腐蝕課題仍舊得到以下可適用於大多數自來水事業的共同結論：

1. 腐蝕措施控制對水質及腐蝕之影響：

- (1) 水質的負面影響大多發生於供水管網水質不穩定之情況下，包括短期的淨水場出水水質多重性變化或供水管網pH值的大幅波動。
- (2) 以適當的緩衝能力來維持管網pH值的一致性，可將水質之負面效應降至最低。管網之pH值即使短時間的降低0.5單位以上，將對腐蝕表面的抗蝕性造成中斷，尤其對黃銅及鉛錫焊料。

- (3) 在初期宜對水質作漸進式的改變，以避免將管網水質於短時間內暴露於巨大的水質變化。
- (4) 凡使用正磷酸鹽防蝕劑之系統，需在管網中維持適當的殘餘量，且將pH值維持在鉛銅控制之最佳範圍（7.3~7.8）。
- (5) 多參考其他自來水事業腐蝕控制之經驗。
- (6) 銅之腐蝕幾乎完全屬化學性，較易控制；鉛之釋出則包含化學、流力及其他機械因素之複合作用，較複雜而不易控制。

2. 淨水處理程序對鉛銅腐蝕之影響

- (1) 氯胺之殘餘濃度通常較氯為高，因此當系統由氯轉變為氯胺消毒時，視pH而定，腐蝕性可能會增加。
- (2) 在pH 6，無論氯或氯胺皆會增加銅及其合金之腐蝕；但於pH 8會降低腐蝕。在同樣濃度下，對銅及其合金之腐蝕性，氯較氯胺強。
- (3) 加強混凝時，硫酸鋁較氯化鐵對銅具更高之腐蝕性；腐蝕研究必須針對改變混凝劑之投資效益作確認。
- (4) 地面水之天然有機物（NOM）含量通常介於1- 4 mg/L，混凝或吸附所去除之NOM，對銅之腐蝕或釋出影響甚微。

3. 水質化學特性對鉛銅腐蝕之影響

- (1) 凡自來水屬高鹼度（> 100 mg/L as CaCO₃）低pH（< 7.7）者皆極可

能造成銅腐蝕問題。小幅提升pH至8.0以上即可降低或避免銅之腐蝕問題。現場之銅腐蝕調查將有助於得知必要的pH調整幅度。

- (2) 水中之自然有機物(NOM)可能為導致鉛管、鉛錫焊料、含鉛黃銅及青銅之鉛溶出的主因，在低pH及低鹼度情況下尤然。

4.有助自來水事業管理鉛銅腐蝕課題之工具

- (1) 美國自來水研究基金會之研究「含鉛量控制之管線迴路原型試驗」(AWWARF pipe loop protocol (Development of a Pipe Loop Protocol for Lead Control, AWWARF 90650, 1994))提供了一個實際可行模擬用戶鉛管水流鉛銅釋出特性的研究方法。該工具在腐蝕速率研究金屬釋出量之量測上相當實用，然極為耗時且所費不貲。管架之材料及工本費約需美金 \$ 10,000~ \$ 13,000。每一種水處理狀況之測試皆須一組AWWARF管架。操作人力需求為一位全職操作員耗時2-4週，例行操作約20小時/週，實驗需進行18個月以上，俾收集到適當之數據。

- (2)「採取最佳化鉛銅控制後之鉛銅監測策略」(Post Optimization Lead and Copper Monitoring Strategies, AWWARF 90996F, 2004) 為已採取最佳化鉛銅控制後之自來水事業提供了鉛銅監測計畫，包括在

用戶水龍頭的採樣原型(protocol)(採樣場所數量、每處採樣點之採樣數量、每季之評估、選點之準則、數據收集及分析準則)及統計評估方法。

- (3) LCR要求凡因超過鉛行動值而採腐蝕控制或淨水處理防蝕技術者，對滯流水鉛含量超過0.105 mg/L之鉛管需作抽換。「鉛管修復及抽換技術」(Lead Pipe Rehabilitation and Replacement Technologies (AWWARF 90789, 2000))提供了如何評估選擇適用的鉛管修復及抽換技術之工具。

(四) 鉛管用戶宣導教育⁽¹¹⁾

鑒於由飲用水攝入之鉛含量約為由食物總攝入量的1/10；當血中鉛濃度過高可能導致腦神經、心臟血管、紅血球及腎臟病變，尤其會造成嬰兒、孩童及孕婦（腹中胎兒）身體發育與智能發展遲緩。因此，先進國家無不將鉛管用戶的宣導教育列為重要事項。

以美國為例，美國環保署(EPA)進行用戶鉛管水質調查後，對於飲用水含鉛量超過行動標準(action level) 15 μ g/L的用戶實施宣導，建議採行下列預防措施⁽¹¹⁾：

1.排放鉛管滯留水

一般而言，自來水於鉛管中滯留超過6小時，若須用於飲水或烹煮，使用前務須打開水龍頭排放滯留水15~30 秒（該排放水可盛接作為洗滌、澆花使用），直至水溫由溫變冷為止，通常每次排放量不會超過2加侖。

2.如欲飲用熱水，使用冷水煮沸

由於鉛管於熱水釋出鉛的速率遠大於冷水，因此如欲飲用熱水，應由冷水水龍頭盛接自來水煮沸再飲用，切勿由熱水水龍頭盛接。

3.去除新裝用水設備鬆脫的焊料及殘渣

由於大部分焊料含有鉛成分，為去除新裝設用水設備鬆脫的焊料及殘渣，於新裝用水設備啓用初期，用戶每日卸除住家所有水龍頭濾網後，大量排水3~5分鐘並連續數日。

4.更換用水設備中含鉛的焊料

通常銅管用戶常會使用含鉛焊料進行焊接；建議洽請用水設備專業技師檢視用水設備，將鉛焊料更換為無鉛焊料。

5.檢視用水設備是否為鉛製

洽請用水設備專業技師勘查用水設備，同時查詢建物許可相關紀錄資料。檢視設備包括用戶用水設備、表後管線及表前管線；表前管線若為鉛管，且自來水含鉛量超過行動標準，則自來水單位須儘速汰換該部分鉛管。至於屬用戶財產的鉛管部分及鉛製用水設備，自來水單位應提供相關資訊及建議改善方式。

6.確認是否有電力設備或電線埋設於鉛管附近

如果鉛管附近埋設有電力設備或電線，由於電荷侵襲將使管線腐蝕度加快。可洽請電匠或電力公司儘可能將該電力設備或電線遷移。

7.購買包裝水飲用或加裝濾水器

鉛管用戶經大量排放滯留水後，自

來水含鉛量仍高於行動標準者，建議購買包裝水飲用及烹煮，或加裝逆滲透濾水器，以去除飲水中的鉛。

8.進行血中含鉛量檢驗

鉛管用戶可洽請家庭醫師或至醫院進行血中含鉛量檢驗，以了解血中含鉛的狀況及對健康的影響。

三、研究方法

本研究目的係為了解本處供水轄區內老舊鉛管用戶之水質狀況，同時針對鉛管用戶鉛釋出之情形及影響進行評估，對含鉛量較高之用戶了解其發生之原因並研擬對策，對鉛量較高之個案建立資料檔，最後提出客觀調查結果，以便為社會大眾釋疑。

1.鉛管屬性資料蒐集

本專案規劃初期，為期充分掌握採樣檢測地點之代表性及有效性，先行請各營業分處提供轄區內給水管線管齡超過30年之鉛管用戶清冊各30點鉛管用戶資料（管線較長者優先考量，每點含管線圖及附近用戶）包括供水方式、淨水場別、給水外線管材、管齡、管徑、管長與鉛管接觸之管件及管線之材質等，並請其確認採樣地點均屬有效(管線未抽換或改建)；若用戶內線材質無法判定，則請分處協助進行現場勘驗；本科即對該等用戶篩選100點用戶(包含直接及間接用水方式)，規劃採樣計畫並由專責人員採樣檢驗，以便掌握供水區鉛管用戶之水質狀況。至於檢測項目除鉛含量檢測外，亦同時檢測一般項目，包括水溫、pH計、濁度計、總溶解固體量、餘氯，以做為背景資料之參考。

2.採樣規劃

採樣初期首先進行採樣SOP之修正（包括需特別註明事項，如採樣點管線圖、採樣



點照片、採樣龍頭標示、放流體積等)，採樣前並對採樣人員進行採樣作業程序之說明以了解採樣方式。

樣品採集分二日進行，同時為期減少與用戶溝通之時間，以先擬妥之用戶通函帶至現場。第一日先拜訪選定之用戶，向用戶說明調查計畫目的及徵詢用戶配合採樣調查之意願，取得同意後，則將採樣地點（廚房為主）拍照，以紅色膠帶標示預定採樣之水龍頭；同時將採樣瓶交給用戶及向用戶解說採樣方法與注意事項，請其協處採集編號1之滯留水樣，並與用戶約定收樣日期。第二日則取回委託用戶採取之水樣，現場並採集編號2之現場隨機水樣並做現場背景水質檢測。另為期評估該鉛管用戶鉛含量溶出之相關性，請現場採樣員記錄該點相關資料（如採樣時間、水樣滯留時間、廚房水龍頭有無濾網、水錶材質、內線是否抽換、內線長度、實際採樣地點、住戶或店家、開店時間），並填入調查表。

3.採樣方式

(1)滯留水（委託用戶採集）：請用戶於清晨未用水前，打開水龍頭（應以廚房為主，儘量避開廁所位置）並以本處提供之塑膠瓶，不排水直接採集滯留之自來水二瓶。

1.A瓶：接取由水龍頭流出的第一公升水樣：檢測水溫、濁度、pH、DS、餘氯。

2.B瓶：由A瓶分裝250ml，檢測鉛。

(2)隨機水樣（本處採取）：與用戶約定取回委託代採水樣當日，於現場打開與用戶自行採樣之相同水龍頭，不排水直接以編號A之樣品瓶接取由水龍頭流出的第一公升水樣：再由A瓶分裝250ml至B瓶（檢測鉛

），並詢問用戶水樣滯留之時間，同時現場檢測水溫、濁度、pH、總溶解固體量、餘氯並記錄。

(3)專案調查：針對前述鉛濃度高於50ppb用戶作專案調查，並對附近鉛管用戶做鉛含量測定比對。

四、水質調查結果

（一）本處94年鉛管水質調查結果

本處於94年8月起迄12月止，連續針對各營業分處所提供轄區內鉛管用戶（包含直接及間接用水方式）進行水質調查，總計檢測用戶85戶236個點次。其中剔除滯流水或隨機採樣漏採水樣、重複採樣點及連續採集之水樣點次，篩選出完整性樣品進行分析，實際統計樣本數78戶156點次。用戶背景資料中濁度測值範圍0.10~21.6 NTU、平均值0.80 NTU、中位數0.30 NTU；pH測值範圍6.8~8.3、平均值7.2 NTU、中位數7.2；總溶解固體量測值範圍53~286 mg/L、平均值71 mg/L、中位數60 mg/L；餘氯測值範圍ND~0.80 mg/L、平均值0.37 mg/L、中位數0.41 mg/L；另鉛含量調查結果中最大值79.2 $\mu\text{g/L}$ ，最小值ND，中位數(median)1.4 $\mu\text{g/L}$ ，第75百分位數(75th percentile)為4.2 $\mu\text{g/L}$ ，第25百分位數(25th percentile)為0 $\mu\text{g/L}$ ，平均值則為6.9 $\mu\text{g/L}$ ，供水區鉛管用戶鉛濃度盒形圖(boxplot)如圖2；鉛管用戶鉛濃度分布百分率如圖3；鉛管用戶鉛濃度分布表如表1；其中測值為ND者計45點次（佔總點次之28.9%），另79.5%之檢測值均低於5 $\mu\text{g/L}$ （共計124點

次)；低於美國飲用水水質標準Action Level行動值 $15.0 \mu\text{g/L}$ 142點次(佔總點次之91.0%)；鉛含量第90百分位數(90th percentile)值經統計結果為 $13.8 \mu\text{g/L}$ 並未超過行動值(AL)；不符合飲用水水質標準者(大於50ppb)計3戶，7點次(佔總點次數4.5%)，分別為採樣代號N21、S45及Y44之採

樣點，本科除立即將檢測結果通知各分處，請其優先抽換該用戶給水外線外，並請其提供該用戶附近鉛管用戶清冊，做進一步專案調查，惟後續調查結果鉛含量均低於 $17.3 \mu\text{g/L}$ ，顯示該3案例應屬個案，另針對該等案例作進一步專案探討；以釐清彼等鉛含量偏高之原因。

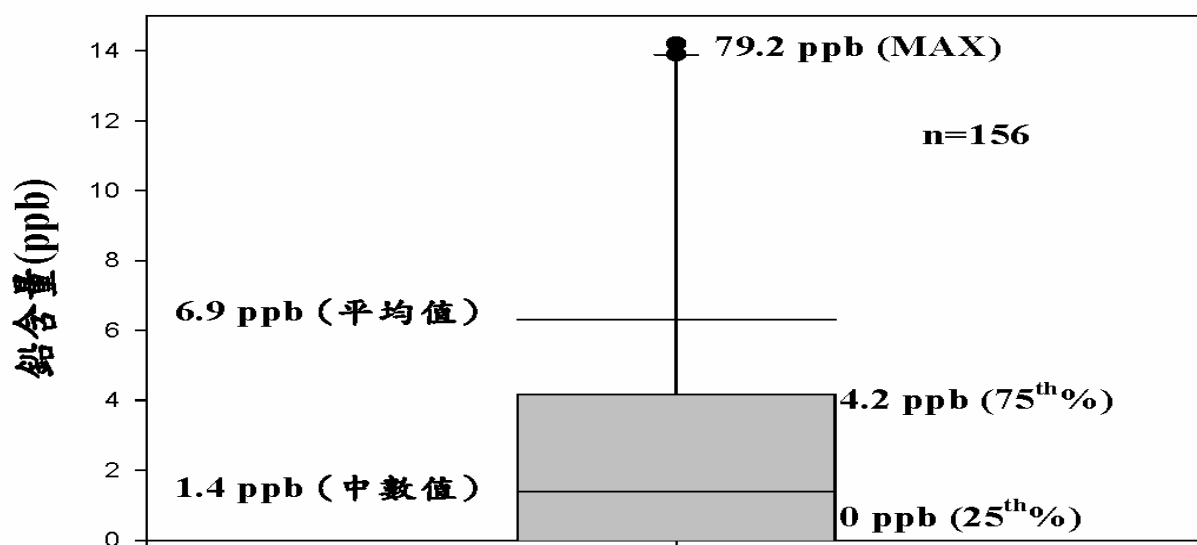


圖 2 供水區鉛管用戶鉛濃度盒形圖(boxplot)

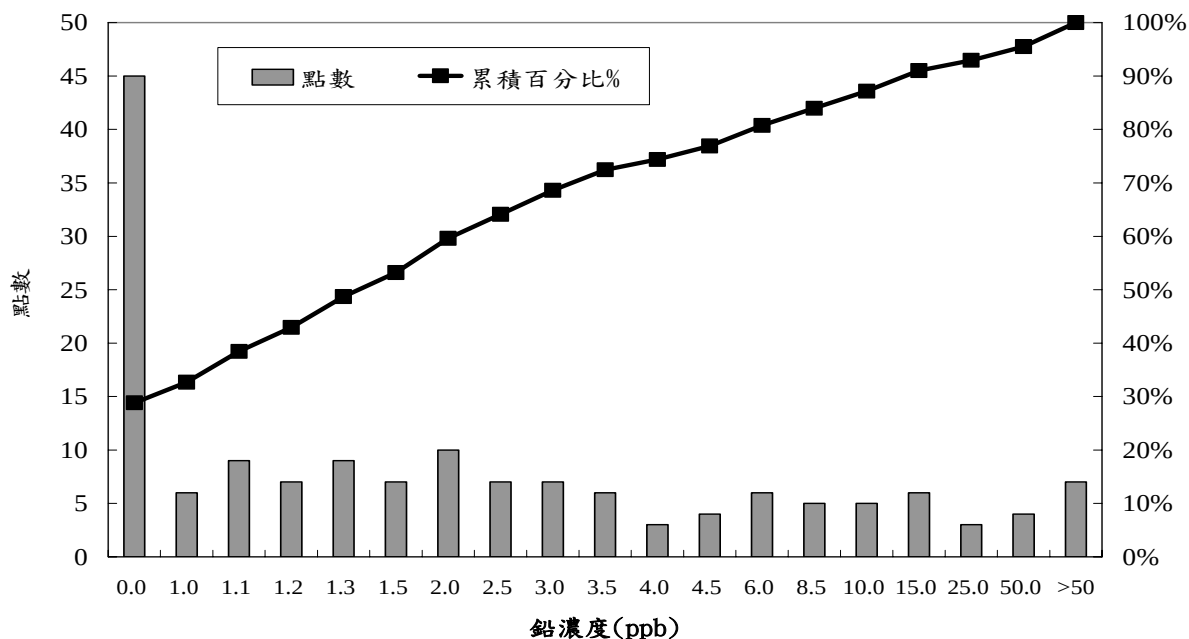


圖 3 供水區鉛管用戶鉛含量累積頻度



表 1 鉛管用戶自來水鉛濃度分布

鉛含量 $\mu\text{g/L}$	0	5	10	15	30	40	50	80
點次	45	79	12	6	5	1	1	7
百分比	28.8%	50.6%	7.7%	3.8%	3.2%	0.6%	0.6%	4.5%
累積百分比	28.8%	79.5%	87.2%	91.0%	94.2%	94.9%	95.5%	100.0%

滯留水及隨機取樣鉛濃度分布比較如表2，鉛濃度點數及百分比分布如圖4 (A)滯留水(B)隨機取樣，滯留水及隨機取樣鉛濃度百分比比較如圖5；滯留水及現場隨機採樣鉛含量最大值分別為 $68.4 \mu\text{g/L}$ 、 $79.2 \mu\text{g/L}$ ，最小值均為ND，平均值分別為 $7.0 \mu\text{g/L}$ 、 $5.6 \mu\text{g/L}$ ，故就統計值而言鉛管用戶鉛含量滯留水較使用過之現場隨機取樣為高。另由表2小於 $5 \mu\text{g/L}$ 二者均佔79.5%；低於行動值（action level） $15.0 \mu\text{g/L}$ 二者亦分別佔

88.5%及93.5%，惟美國飲用水水質標準行動值係以滯留水水樣為計算基準，由於滯留水第90百分位數(90th percentile)值為 $23.2 \mu\text{g/L}$ ，顯已超過行動值標準。未經排水之滯留水有4點不符合飲用水水質標準，另經充分排除給水管線內之滯流水後檢測之鉛含量則全數合格，顯示鉛管用戶為飲水安全仍宜每日清晨未使用水或長期未使用水前將管中滯留水先行排放。

表 2 滯留水及隨機取樣之鉛濃度分布

鉛 含 量 $\mu\text{g/L}$	0	5	10	15	30	40	50	80
滯留水 點數	19	42	5	2	4	0	1	4
百分率	24.4%	55.1%	6.4%	2.6%	5.1%	0.0%	1.3%	5.1%
累積百 分率	24.4%	79.5%	85.9%	88.5%	93.6%	93.6%	94.9%	100.0%
隨機取 樣點數	25	35	7	4	1	1	0	3
百分率	33.3%	46.2%	9.0%	5.1%	1.3%	1.3%	0.0%	3.8%
累積百 分率	33.3%	79.5%	88.5%	93.6%	94.9%	96.2%	96.2%	100.0%

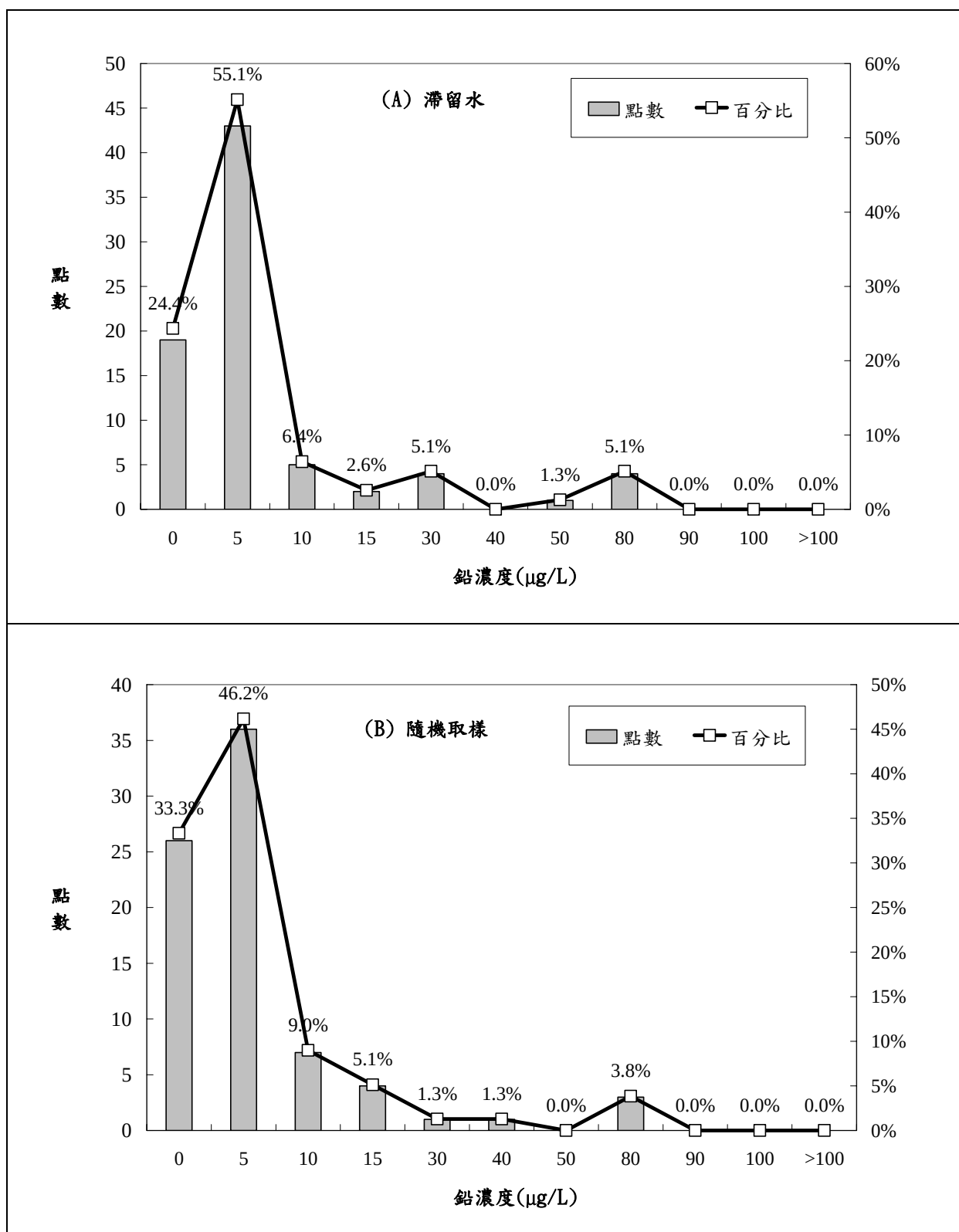


圖4 鉛管用戶鉛濃度點數及百分比分布圖(A)滯留水(B)隨機取樣

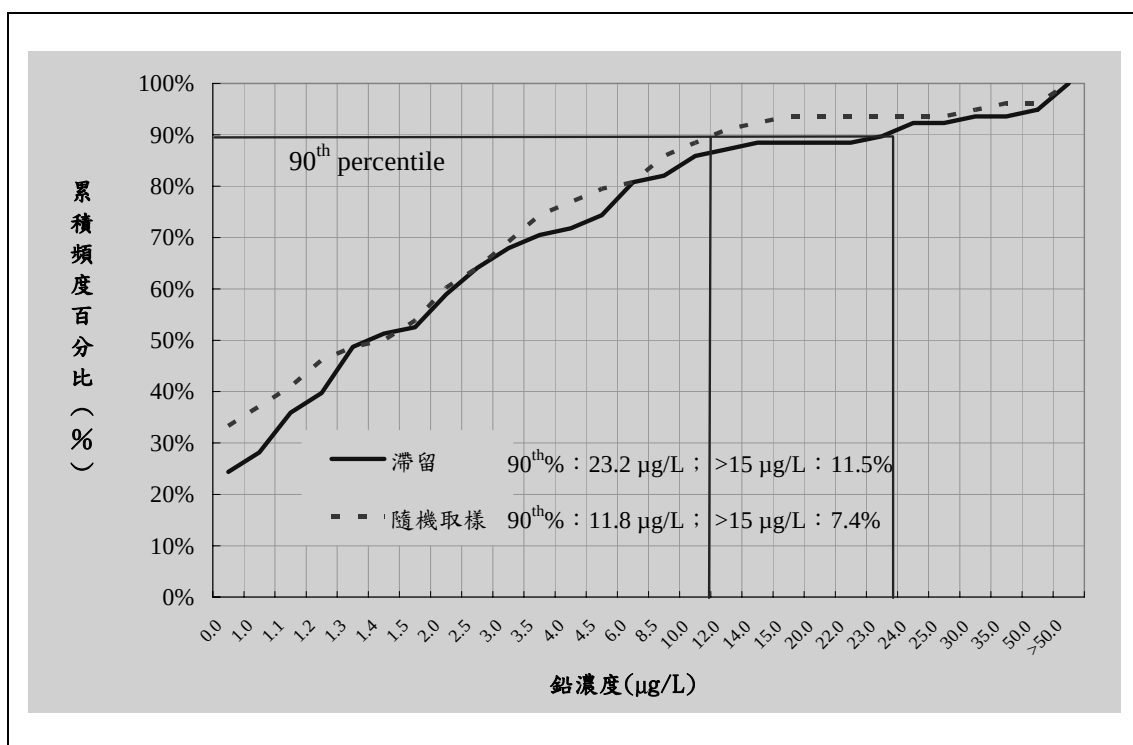


圖5 滯留水及隨機取樣鉛濃度百分比比較

(二) 含鉛量異常專案探討

案例一: N21

- 1.背景: N21採樣點管齡42年，鉛管長度19.5米，管徑13mm之直接用水住戶，歷次檢測值清晨滯留水介於 $94.1 \mu\text{g/L}$ ~ $25.0 \mu\text{g/L}$;隨機水樣介於 $37.9 \sim 23.6 \mu\text{g/L}$ 。
- 2.後續追蹤處理: 本科除立即將檢測結果通知該分處，請其考量優先抽換該用戶給水外線外，並與分處進行現場會勘，由於該用戶水錶係裝置於屋後，給水鉛管長19.5米，由於該用戶主要從事陶土藝術創作，平日僅充當工作室用，用水量少，用水滯留期長，且是否因周圍環境之影響，以致鉛含量過高，本科另請分處，提供該用戶附近鉛管用

戶清冊，做進一步調查，相關採樣點示意圖如圖6，惟檢測結果鉛含量均低於 $17.3 \mu\text{g/L}$ 如圖7，顯係本案例應屬個案。

3.表前鉛管抽換後水質複查：

本處分處於94年9月下旬派員優先抽換該住戶附近巷弄之管線，惟因該住戶係承租戶，雖經分處張貼公告並當面規勸，該用戶仍無法配合抽換內線，致僅將水錶遷移至屋前並抽換表前之給水管線，本科並進行水質複查，檢測結果表前鉛含量測值僅 $4.3 \mu\text{g/L}$ ，水龍頭接取之隨機水樣鉛含量則雖有降低但仍高達 $60 \mu\text{g/L}$ ，顯係未來鉛管抽換應協商用戶配合將內線一併抽換方可有效改善水質。

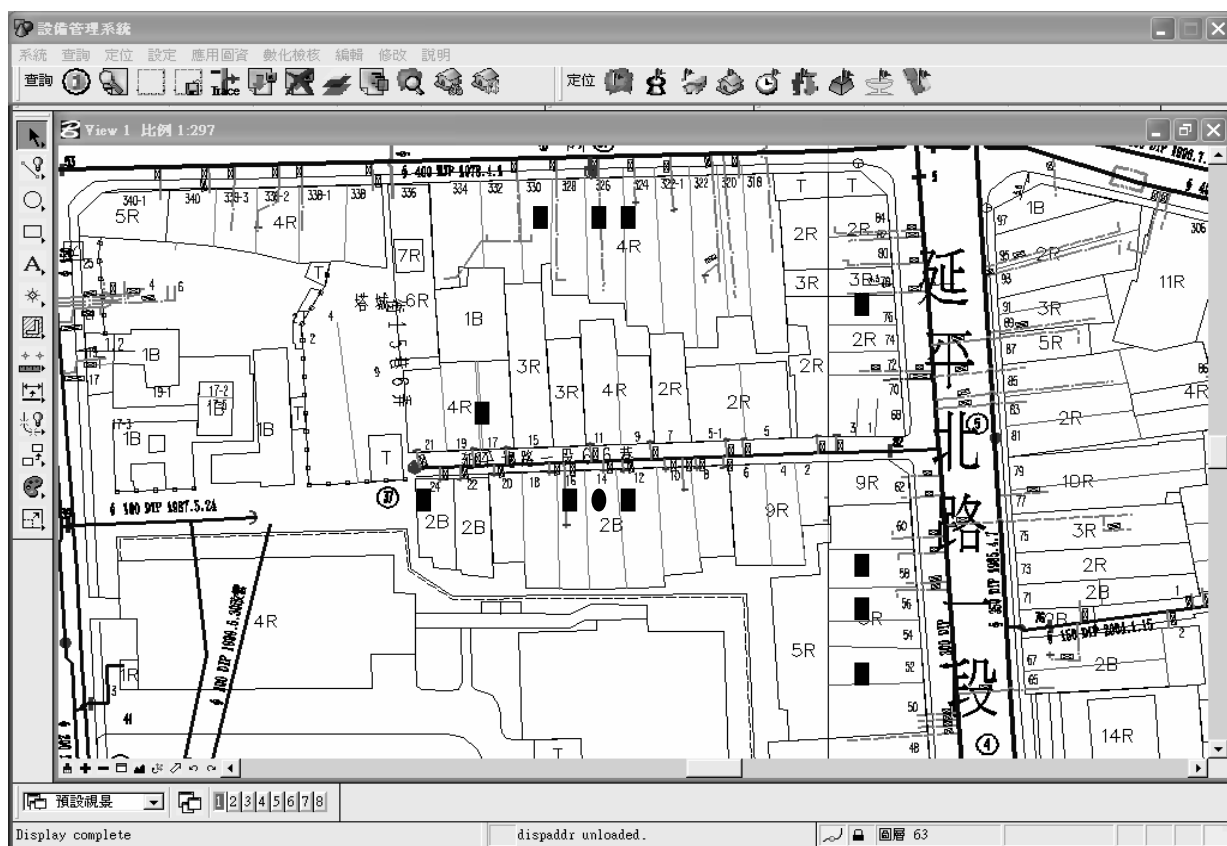


圖 6 N21 採樣點示意圖 (比例尺 1 : 295)

備註：

- 普查採樣點
- 高濃度採樣點

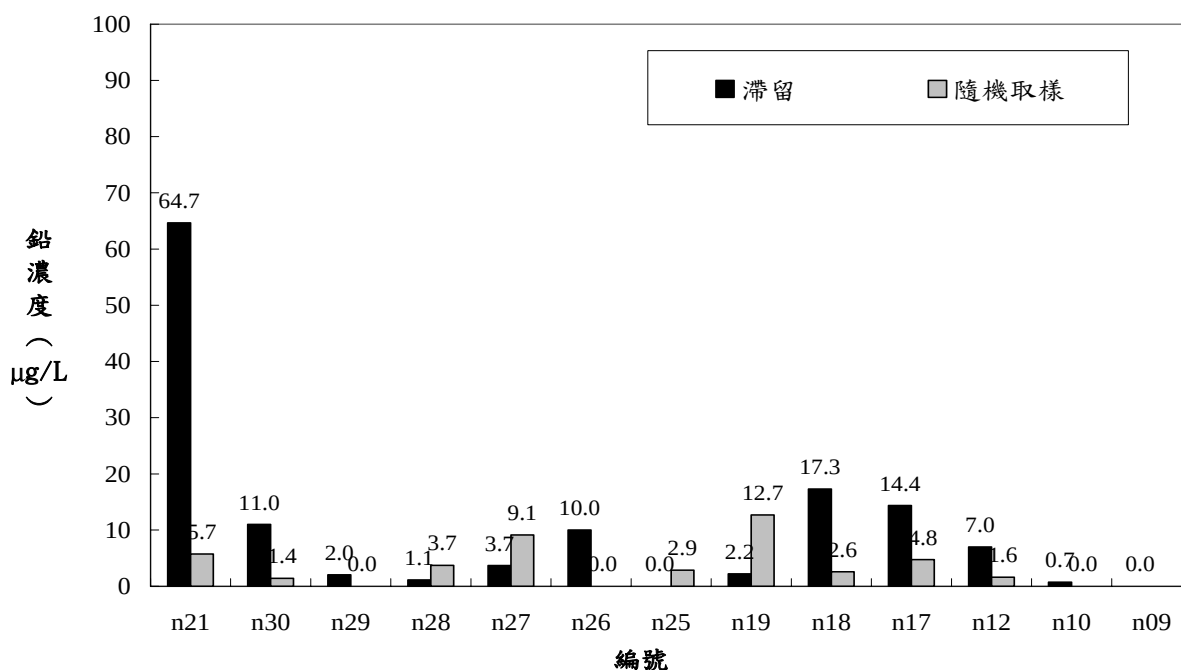


圖 7 N21 附近一帶滯留水及隨機取樣鉛濃度比較圖

(二) 案例2: S45

1.背景:S45採樣點管齡48年，鉛管長度約68米，管徑13mm之直接用水住戶，歷次檢測值清晨滯留水介於 $63.4\sim 97.9\ \mu\text{g/L}$ ；隨機水樣介於 $79.2\sim 87.8\ \mu\text{g/L}$ 。

後續追蹤處理：本科立即與分處進行現場會勘，並簽請分處優先抽換該給水外線，經現場勘查，用戶端給水外線接點較多，管徑由25mm逐漸縮減至13mm。由於鄰近住戶於多年前更換過管線，目前給水外線僅該單一用戶使用，且位於管線末端，因住戶人口少，用水量少，用水滯留期長，導致鉛含量偏高。後續專案探討係於現場以不同

排水量連續取樣，因該鉛管長度約68米，估算滯留水量約30公升，惟檢測結果排水量超過30公升後，鉛含量下降至 $30\ \mu\text{g/L}$ ，雖已符合飲用水水質標準，但隨後再排水40、50、60公升鉛含量並未有再降低趨勢，顯示對此類管線長，管線接點多之線路以水龍頭排水已無法有效降低鉛含量，故建議分處在未抽換管線前應定期至用戶水表前排水。本科另請分處，提供該用戶附近鉛管用戶清冊，做進一步調查，相關採樣點示意圖如圖8，惟檢測結果鉛含量均低於 $1.4\ \mu\text{g/L}$ 如圖9。

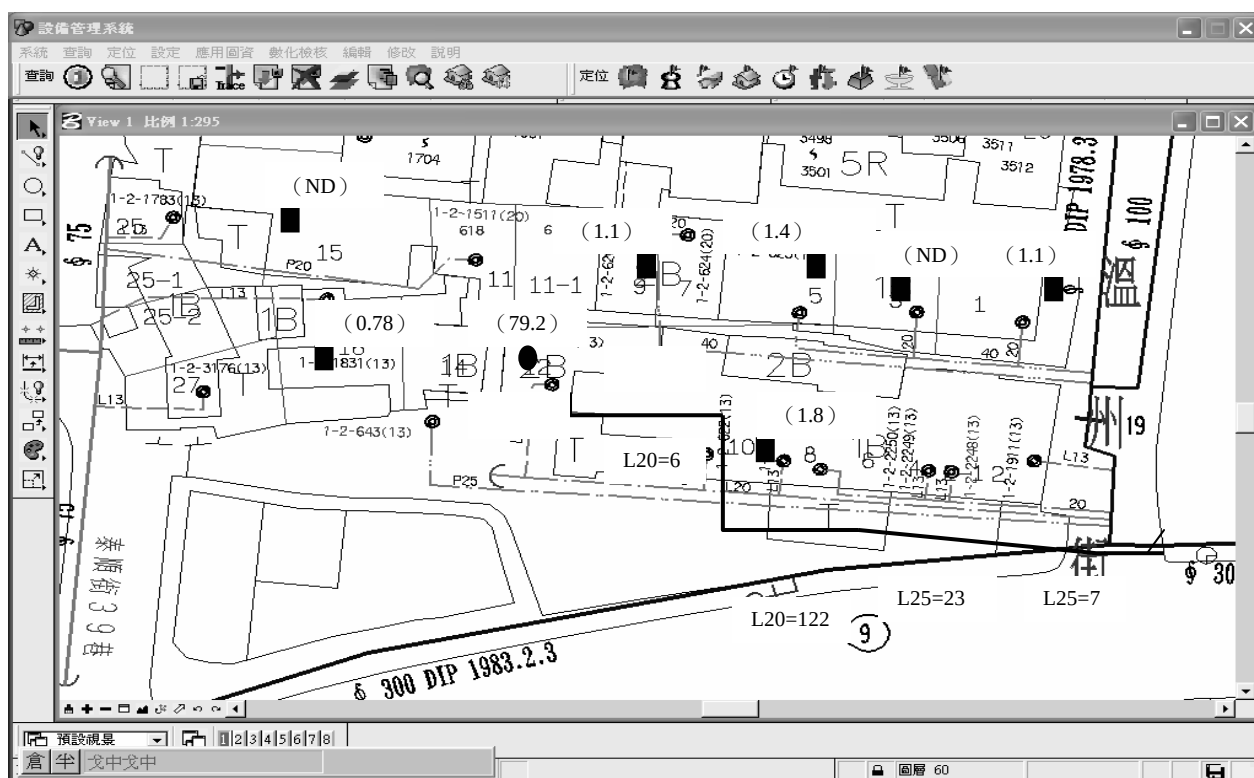


圖8 S45採樣點示意圖（比例尺1：295）

備註：

- 普查採樣點
- 高濃度採樣點

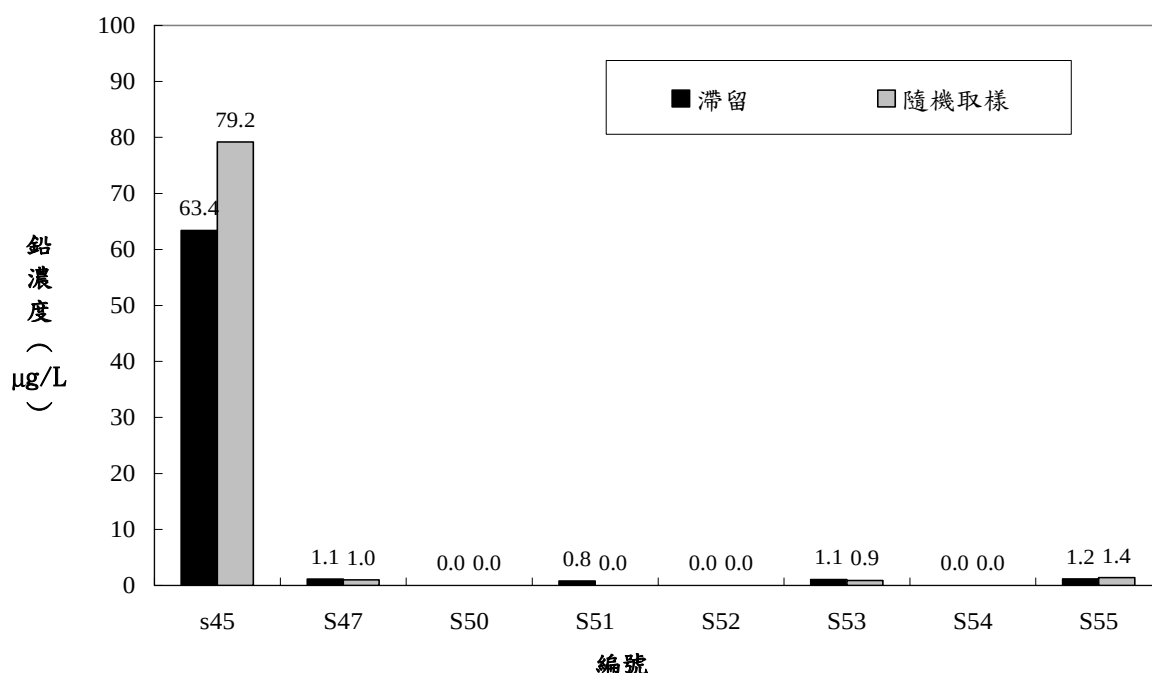


圖9 S45附近一帶滯留水及隨機取樣鉛濃度比較

五、結論與建議

結論：

- 1.鉛管用戶水質調查結果，滯留水與隨機水樣檢測，平均值分別為 $7.0 \mu\text{g/L}$ 、 $5.6 \mu\text{g/L}$ ；鉛管用戶滯留水鉛含量高於美國飲用水水質標準行動值（action level） $15.0 \mu\text{g/L}$ 者佔11.5%，第90百分位數(90th percentile)鉛含量 $23 \mu\text{g/L}$ 超過行動值。
- 2.鉛管近4年的汰換率由2.7% 逐步提升至6%，惟仍低於美國對鉛含量超過行動值者要求的7% 汰換率。
- 3.GIS鉛管圖資更新機制已建立，包括：圖面資料調查及分區、資料普查、圖資回報修正及更新作業等機制。

建議：

- 1.教育宣導：比照先進國家，加強對鉛管用戶的宣導教育及水質檢驗服務。

(1)鉛管汰換計畫事先（1~2個月前）照知用戶，並以說帖系統性的作教育宣導，以利用戶同時配合內線抽換，有效畢其功於一役。

(2)宣導鉛管用戶每日須排除滯留水供沖洗用，若須用於飲水或烹煮者，使用前務須打開水龍頭排放滯留水3分鐘；水龍頭有濾網者，應不定期清洗或更換濾網，以減少受鉛污染的機率。

(3)開放受理一定數額的鉛管用戶送樣，提供免費檢驗自來水鉛含量服務，俾使用戶安心。

2.監測：針對本次調查結果鉛含量較高之鉛管用戶，除應優先抽換管線外，將考量列入例行性採樣點，繼續追蹤調查。

3.汰換及圖資更新：

(1)依新建立鉛管圖資更新機制，將各

相關工程之圖資回報作業納管，除可及時update圖資，隨時更新最新統計資料外，並將每年鉛管之汰換數量（率）透明化，以利與先進國家比較，且便於向社會大眾交代。

(2)師法先進國家的鉛管汰換做法，以長度、用戶敏感度、風險度等為考量訂定汰換計畫，並期許以美國之鉛管年汰換率7%為目標；來日水價有調漲空間時，將鉛管全數汰換所需的28億元納入考量，則可比照先進國家加速汰換。

(3)對於本處供水區殘存的鉛管應擬訂計畫儘速抽換。依飲水安全考量，優先等級以管線長度超過20公尺的給水外線列為最優先；20公尺以下者，以學校（尤其托兒所、幼稚園與國小）、公共場所及捷運沿線兩側（電蝕效應考量）優先，其餘可配合小區計量區塊的管網改善計畫，或區域工程作業，逐步汰換。若從施工面考量，可將鉛管給水外線密度較高的區域，優先納為小區計量計畫，配合管網改善計畫進行汰換。

4.淨水處理提高pH降低腐蝕性：本處直潭、長興及公館淨水場清水屬低鹼度16~35 mg/L (as CaCO₃)，若藉調整pH來降低腐蝕性，須於清水之後加氯點加注鹼性劑，加藥點須能使其在短時間內有效混合，並以加藥後之pH即時回饋自動加藥監控系統。

5.後續研究：防蝕研究耗時費力並需相當高的專業技術配合，今後將密切參考先進國家的做法，逐步建立舊管線及新管材的管架實

驗（pipe-rack test）及試片實驗(coupon test)，以利進行調整水質或添加防蝕劑之實驗。

誌 謝

鉛管水質調查研究，所涉及之範圍甚廣，包括：管網鉛管現況調查、鉛管用戶水質調查及用戶屬性資料蒐集等；本調查工作經過兩年期間針對超過100個鉛管用戶進行採樣規劃，現場採樣並委託用戶配合採取隔夜滯留水等；本研究得以順利進行並完成報告，除北水處水質科全體同仁全力投入外，更有賴供水科及各營業分處同仁之鼎力相助，特此致謝外，也要感謝配合採取隔夜滯留水之全體鉛管用戶，使本調查研究得以順利完成。

參考文獻

- 1.史午康等，自來水防蝕控制探討，台北自來水事業處，94年12月。
- 2.孫文益等，供水壓力變化對自來水管材影響之研究，臺北自來水事業處，93年12月。
- 3.John DeZuane, Handbook of Drinking Water Quality (2nd Ed), 1997
4. Revised Guidance Manual for Selecting Lead and Copper Control Strategies, Office of Water (4606M), EPA-816-R-03-001, www.epa.gov, March 2003
- 5.Assisting Schools and Child Care Facilities in Addressing Lead in Drinking Water, American Water Works Association, 2005
- 6.鉛製給水管布設替促進方策檢討委員會報告書，日本水道協會 平成17年（2005年）3月。
- 7.影響鉛管鉛溶出之主要水質因素（市內給水栓水質現況調查 作者：上口浩幸），1989年（平成元年）
- 8.pH之控制及管網自來水水質調查降低鉛溶出之

效果（市內給水栓水質現況調查 作者：柴島實
驗室），1993年

9.大阪市使用鉛管自來水中鉛濃度檢測結果（經年
給水管（鉛管）對策檢討委員會報告書2002年2
月）

10.Traci Case, AWWARF Project Manager ,
Distribution System Corrosion and the Lead and
Copper Rule : An Overview of AWWARF
Research, AWWA Research Foundation,
Advancing the Science of Water , January 2005.

11.Lead in Drinking Water Regulation : Public
Education Guidance. Office of Water 4606 ,
EPA-816-R-02-010, www.epa.gov, Revised June
2002.

作者簡介

張勝輝先生

現職：臺北自來水事業處水質科檢驗股股長

專長：水質檢驗、資訊管理

林淑美女士

現職：臺北自來水事業處水質科正工程司

專長：水質管理

史午康女士

現職：臺北自來水事業處水質科科長

專長：水質管理

自來水事業技術人員考驗制度推動

文/陳秋楊、張廣智、王圳宏、馬家驊

摘 要

「自來水事業技術人員考驗辦法」於93年4月21日修正發布後，經濟部水利署隨即積極籌劃自來水事業技術人員考驗相關事宜，並於94年度辦理第1次及95年度辦理第2次已在職各類級自來水事業技術人員考驗，俾逐步落實自來水法及其相關子法之規定，藉以提升自來水事業技術人員之專業技能，建立專業證照制度，強化節約用水理念及經營管理效率，以確保自來水品質，維護國人用水衛生與安全。

依現行自來水法規定，中央主管機關宜積極研議，辦理自來水事業技術人員全國開放性考驗，籌設實地操作考驗示範試場，規劃自來水事業技術人員考驗之分類分級，協助各自來水事業或民間社團舉辦自來水事業技術人員專業課程研習或操作實務培訓，俾共同促進專業證照制度之建立與實施。

一、台灣地區自來水事業之發展

自來水事業於光復前與光復後在台灣地區的發展情況簡述如下：

- (一) 日人於1896年在現今之淡水鎮，由英籍工程師設計建造台灣之首座自來水廠，其設計供水人口為13,000人。
- (二) 光復前（民國34年7月）台灣地區先後設118座自來水工程系統，供水人口103萬人，普及率13%。
- (三) 光復後政府運用美援積極修復各地水廠，並分期擴建供水量。至民國62年止，供水人口580萬餘人，普及率提昇

至42%（台北市除外）。

- (四) 依照行政院之指示（為有效發展各地之公共給水，應立即成立全省性之自來水公司，統一作業；同時加速實施全省自來水長期發展計畫，以期集中有限人力，提高投資效益，減低營運費用），台灣省政府積極策劃，於民國63年1月1日依照公司法正式成立台灣省自來水股份有限公司（以下簡稱水公司），將原有自來水廠省營7處、縣市營8處、鄉鎮聯營7處、鄉鎮營106處，合計128處分三期併入水公司，採統一經營方式。至民國88年7月配合省府組織調整政策，水公司改隸為經濟部所屬國營事業機構。
- (五) 民國56年7月，台北市改制院轄市，分期擴建自來水設施，於民國65年合併六處水廠，升格為台北自來水事業處（以下簡稱北水處），為大台北地區供水服務。

台灣之自來水事業，自1896年迄今已經營逾百年，各地均有合乎衛生之公共給水，普及率甚高，在亞洲僅次於日本，不僅促進工商業繁榮，更提昇國家文明形象。

二、自來水事業之經營現況

- (一) 台灣省自來水股份有限公司

水公司依照公司章程設股東大會及董事會，以合併原128處水廠之淨值為股東之股金，以民國62年6月30日為

基準日投資百分比，省方占50.67%，地方占49.33%。依民國91年5月31日修正章程第五條之規定，水公司資本額為新台幣壹仟壹佰伍拾億元，分為壹億壹仟伍佰萬股，每股新台幣壹仟元，全額發行。目前經濟部持股為81.37%、高雄市政府為3.38%、縣市政府為7.18%、鄉鎮（市）公所為8.08%。

水公司之供水面積十分遼闊，約三萬餘平方公里，佔台灣省面積83.3%。供水區域內，有大都會（高雄市、台中市）、都市、鄉鎮以及廣大農村，並包括有人居住之離島與高山偏遠地區；此種供水區域聚居性質不同及不同質性，為世界自來水事業機構中所僅有。且供水區域內，地形起伏自海拔零公尺至高山二千餘公尺，落差變化之大，也為各國自來水事業機構所少見。

民國90年12月底之統計，12區處之設計供水人口計1,712萬餘人，行政區人口為1,850萬餘人，設計普及率為92.54%；平均日配水量為803萬立方公尺/日。

（二）台北自來水事業處

台北原有六個水廠，於民國65年合併成為北水處，升格為市政府一級主管機關兼理自來水事業。其供水區域包括台北市及部分之台北縣含三重市、中和市、永和市、及新店市等四個縣轄市以及汐止市之七個里，屬於大都會型供水區，人口密集。

其原水主要取自新店溪，佔總水

量95%。翡翠水庫由北市投資興建，水源經水庫調節後，使淨水廠出水量穩定而可靠，在枯水期且有餘水出售水公司。

北水處係台北市政府一級主管機關，具有公權力，故經營績效較佳。迄民國90年12月底止，其供水人口382萬餘人，普及率高達99.44%，每日平均出水量301萬1仟立方公尺。

（三）金門縣自來水廠

金門縣水廠為金門縣政府事業機關，負責自來水事業及污水處理。地面水源不足，興建海水淡化廠及台水運金配合工程，以供應軍民用水。水費收入有限，入不敷出，由縣政府列公務預算支應，至於水源投資，悉由中央政府全額補助。目前之供水人口53,400人，普及率95.4%，水廠之經營十分艱苦。

（四）連江縣自來水廠

連江縣水廠為連江縣政府事業機關，負責自來水事業，接受中央補助，逐年推動興建海水淡化廠及小型水庫。

由於馬祖多島，地面水極為缺乏，水處理成本較高，其水價較台灣者為高，其差額由政府補助。目前之供水區域不大，供水人口8,873人，普及率95.8%，水廠之經營十分艱苦。

三、自來水事業之特性

給水為水利事業之一種（水利法第3條）；我國之自來水事業，因具有下列之特性，為水利事業最具維生福祉性、外部性、獨佔等特性之公用事業（自來水法第7條規定

自來水事業為公用事業)，也是國家重要的基本建設（Infrastructure）。

（一）供水區域獨佔性

自來水法第14條規定，在劃定之供水區域內，中央主管機關得輔導二個以上自來水事業協議合併經營；如不能獲得協議時，並得以命令行之。同法第19條規定，經主管機關核准，於特定供水區域內，經營自來水事業之權為自來水事業專營權；自來水事業經營權之有效期間為三十年（同法第28條）。

由此可見，自來水事業已具供水區域獨佔之特性，使產品（自來水）獨家生產形式成自然壟斷。就理論而言，一旦缺乏外部競爭時，該資源常難以有效配置。

（二）維生福祉性

水與空氣、陽光，本為人類及萬物生存之三大要素，而合乎衛生條件之自來水，更是民生必需品，不可或缺，也難以取代。同時也是衡量國家發展文明進步的重要指標，具有國民之維生性及福祉性。

（三）外部經濟

自來水事業所提供之公共給水或工業用水，既是民生必需之維生品，也是各種產業的生產原料之一。其經濟行為之利益，並不歸自來水事業所享受，而具有促進工商業繁榮及地方發展之外部經濟效果。

（四）公共及公用性

自來水事業所提供之水質、水量以及較高之普及率，與國民健康及生

活素質息息相關，也影響產業繁榮及城鄉都會之成長與擴張，具有公共衛生、社會安全、消防、防災等公共功能。因此，也使自來水事業背負政府社會政策任務，增加成本之負擔，而削弱應有之合理利潤。

（五）生產流程較長

自來水之生產流程，分為水源開發、導水與淨水、送水及配水銷售服務等4個階段。水源開發及保護，為流程中之上游生產；導水與淨水是為中游生產；送水及配水服務為其下游生產。整個生產流程分散不同區位，以致事業範圍甚大，投入成本甚高，影響事業經營之規模以及管理方式。

（六）產品服務到家性

自來水事業之生產流程，從上游、中游至下游，須一貫作業，將產品（自來水）送到每一用戶，且可自行蓄存、調壓，此點非電力、瓦斯所及者。

（七）資本密集型產業

自來水事業生產流程不論上、中、下游，每項設施系統均須考量未來二十年發展之需求規模，各項設施先期長期投資成本很高；其維護營運及更新擴建，固定運維成本也大。如偏遠地區及高坡地供水，普及率越高，投入成本也遞增，均是長期性投資，屬資本密集型產業。由於水價不能任意調整，收入不豐，投資報酬率偏低，回收期漫長，增加財務經營困難及惡化程度。

（八）水價費率長期受限

與世界先進國家自來水事業相較，依我國生產毛額與國民所得條件言，台灣之水價偏低，又受到政治壓力，水價費率長期受限，無法隨物價上漲而調整，導致自來水事業之收入有限，財務週轉困難而趨惡化。同時，由於水價偏低，促使民眾不珍惜水資源，而導致資源濫用及浪費。

（九）經營永續性

自來水屬民生社會必需品，自來水事業開始營業後，非經核准不得歇業（自來水法第32條），亦不得任意停止供水（自來水法第62條）；可見自來水事業應屬經營永續性之事業。

（十）不適市場競爭性

自來水與一般企業商品或其他基本建設不同，其普及率愈高，自來水輸水損失及銷售量也愈高，所增加之邊際成本則更高，無法使平均成本因量增而遞減。復加上述各項特性，水價須顧及社會大眾能力，在產業市場上，缺少競爭性，對民間不具吸引力。

四、當前自來水事業經營之課題

近十年來自來水事業面臨下列各項課題，促使經營困難而日感嚴重，若干問題與自來水事業經營模式無關，也非自來水事業機構所能單獨解決，須由政府介入行使公權力及政策上全面支持。否則，採取任何經營模式，均難以改善經營困境。

（一）水源之保護問題

依照自來水法第11條之規定，自來水事業對其水源之保護，除依水利法之規定向水利主管機關申請辦理外

，得視事實需要，申請主管機關會商有關機關，劃定公布水質水量保護區，依本法或相關法律規定，禁止或限制貽害水質與水量之行爲。

水質水量保護區依照都市計畫程序劃定爲水源特定區者（如台北水源特定區），其土地應視限制程度減免土地增值稅、贈與稅及遺產稅（自來水法第12條之1）；於水質水量保護區內取用地面水或地下水者，除該區內非營利之家用及公共給水外，應向中央主管機關繳交水源保育與回饋費，該費得納入中央主管機關水資源相關基金管理運用，專供水質水量保護區內辦理水資源保育與環境生態保育基礎設施、居民公共福利回饋及受限土地補償之用（自來水法第12條之2）。

依飲用水管理條例第5條規定，在飲用水水源水質保護區或飲用水取水口一定距離內之地區，不得有污染水源水質之行爲。

由以上循三種法律（自來水法、都市計畫法及飲用水管理條例）途徑來劃設水源保護區，劃定方式、規範要求、補償及回饋方式以及經營管理，均互不相同，也引起當地居民紛起抗爭；使自來水事業無所適應，且補償負擔相當沉重。

（二）水源污染問題

有關地面水及地下水之水污染管制、水質保護，環保機關努力推動各種策略、措施與長期計畫，據環境白皮書之歷年統計，若干水體水質監測結果顯示，不論是主次要河川污染趨

勢、水質指標歷年達成率、重金屬達成率等均有改善進步。但在河川不法投棄廢棄物、養豬廢水、廢污水未徹底處理處置，污染水廠清淨水源仍時有所聞，淨水處理用藥量增加。尤其是在颱風豪雨或土石流發生後，河川長時間混濁，問題較嚴重。

（三）水源及水量調配問題

台灣地區平均年雨量（40年統計）約2,515毫米，降至地面扣除蒸發及地下入滲後，換算河川總流量約668億立方公尺，其中一月至四月平均逕流量93.5億立方公尺，僅為平均總逕流量之14%（環保署89年版環境白皮書，頁47~49），可見在枯水期河川流量不豐。1至4月正是水田需要灌溉期間，以致每年春季，農業用水與民生用水以及工業用水，鬧水荒而有搶水現象。由於水權核准登記量遠大於河川實際可用流量，政府每年雖然努力協商農業用水單位休耕讓水；或由不同供水區調度水量應急，但所付之代價甚高。自來水之水源每至枯水期無法掌握，對用戶也造成相當困擾。

（四）水價問題

自來水法第59條規定自來水水價之訂定，應以水費收入抵償其所需成本，並獲得合理之利潤。合理利潤，應以投資之公平價值，並參酌當地通行利率、利潤訂定。事實上，水價長期受限無法調整，近數年來之投資報酬率遠低於1%以下；且水價採統一制，無法反應各地區自來水之實際生產

成本及經濟效率，反而扭曲水之經濟價值，也誤導人民在水資源的浪費。

（五）財務問題

水價偏低，水源取得及處理成本大增；水價長期受限無法調整使財務週轉欠靈活；收入有限，盈餘不多，不足以償還貸款本息，使貸款利息年增，出現持續虧損，使自來水事業財務結構日趨惡化。

（六）經營管理問題

水價長期受限，政治力介入影響自來水事業正常運作；因是公營，經營效率不高，組織體系欠靈活，技術研發能力未提昇；管線老舊，漏水量未減，又乏資金改善，人事負擔亦重。

（七）防災應變能力問題

台灣之颱風、豪雨、地震、土石流、地盤沉陷、枯旱、水污染等災變經常發生，自來水事業之設施及營運常突受其害，自來水事業人員危機意識不足，風險管理及應變能力有待加強。

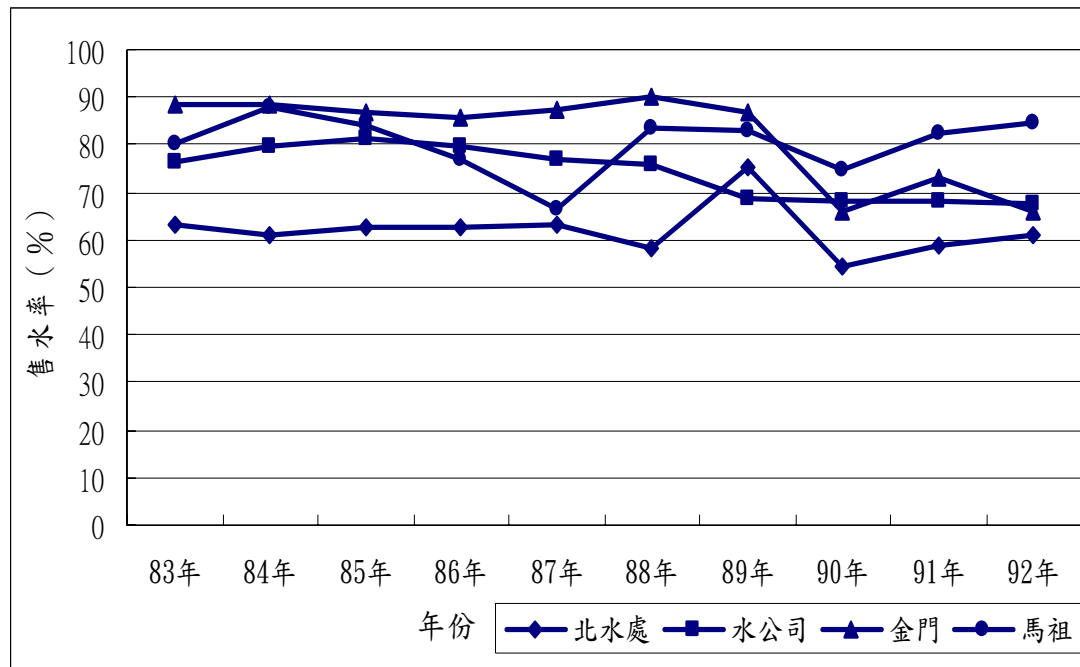
（八）設施老舊汰新及財源問題

台灣大多數水廠，係二十年前產物，設備老舊，亟待更新或擴建。輸水系統及管網，亦多是早年管料，接頭及閥控均欠佳，漏水率甚大，亟需汰換新管。過去未折舊提存，其投資財源則大成問題；此種汰新費用極高，中央政府財政吃緊，亦無能力支援，逐年積弊，使問題更形嚴重。

表 1 台灣本島自來水事業供水普及率統計

區處		供水範圍	總人口 (萬人)	供水人口 (萬人)	普及率 (%)
台北自來水 事業處		台北市、台北縣（三重、永和、中和、新店、汐止之北山、橫科、宜興、福山四里）	385.1	383.2	99.49
台灣省自來水公司	一區處	新店溪以北台北縣北部及基隆市	86.2	78.9	91.58
	二區處	台北縣林口鄉、桃園縣	192.2	176.8	91.96
	三區處	新竹縣、新竹市、苗栗縣	132.7	105.4	79.43
	四區處	台中縣、南投縣、台中市	311.5	272.0	87.32
	五區處	雲林縣、嘉義縣、嘉義市	157.1	145.4	92.57
	六區處	台南縣、台南市	185.6	183.0	95.58
	七區處	高雄縣、屏東縣、澎湖縣、高雄市	374.3	306.4	81.85
	八區處	宜蘭縣	46.3	41.0	88.59
	九區處	花蓮縣	35.1	28.5	81.13
	十區處	台東縣	24.3	18.4	75.70
	十一區處	彰化縣	129.0	119.0	92.26
	十二區處	新店溪以南台北縣南部	193.9	190.7	98.36
小計			1,868.3	1,665.5	93.29

註：民國 92 年底資料。



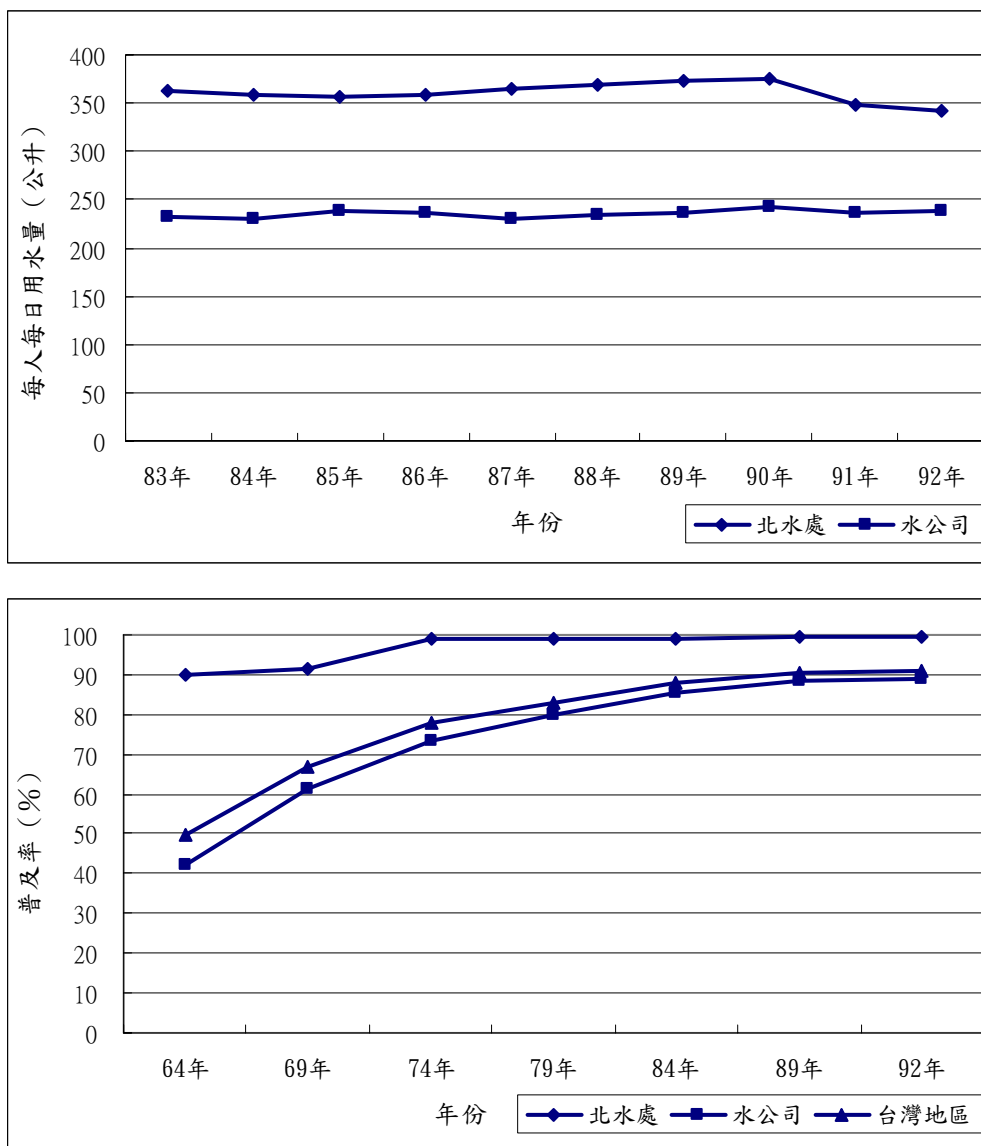


圖1 自來水事業歷年經營成效統計

五、技術人員考驗制度之建立

(一) 自來水法相關規定

依據自來水法第57條：

「自來水事業所聘僱之總工程師、工程師，均以登記合格之工程技師為限。其他施工、管理、化驗、操作等人員，應具有專科之技術，並經考驗合格。」

顯示各自來水事業所聘僱之工程師與總工程師，需具有登記合格之工程技師資格，而其他從事與自來水事

業經營有關的施工、管理、化驗、操作等人員，則應具有專科之技術，並經考驗合格。為落實人員資格之要求，自來水法第81條規定，前述應具備特定資格之人員應於就任或解任日起15日內層報主管機關備查。若自來水事業有違自來水法第57條之資格要求規定，即聘僱人員未具前述特定資格者，或有違自來水法第81條規定申報備查者，處五百元以下罰鍰。

(二) 自來水事業技術人員考驗辦法

為落實自來水事業技術人員之考驗，根據自來水法第57條第2項之規定，訂定「自來水事業技術人員考驗辦法」（以下簡稱考驗辦法），其中第11條規定（93.04.21）：「本辦法修正施行前，已在職之各類自來水事業技術人員，應於本辦法修正施行之日起六年內依本辦法之規定，取得合格證書；未取得合格證書者，不得執行該類職務。」

因此經濟部水利署依據考驗辦法之規定，於93年起積極籌劃辦理已在職自來水事業技術人員考驗，第1次考驗於94年度辦理，第2次於95年度辦理，協助已在職之各類自來水事業技術人員於99年4月21日前取得合格證書，俾落實「未取得合格證書者，不得執行該類職務」之精神。

（三）其他相關法規之參考

該法亦特別規定，技術上與公共安全有關業別之事業機構，應僱用一定比率之技術士（即需經技能檢定合格，取得技術士證）（該法第35條）。目前已有水匠（自來水管承裝技工）、電匠（電氣技術人員）、下水道設施操作維護等職類，均委託行政院勞委會統一辦理技術士技能檢定，未來自來水事業技術人員之考驗亦可參酌辦理，建立專業證照制度。

（四）自來水事業技術人員之分類

依據自來水法第57條及自來水事業技術人員考驗辦法第2條之規定，自來水事業技術人員分為四類：施工人員、管理人員、化驗人員、操作人員

。

1. 施工人員

係指從事自來水之取水、貯水、導水、抽水、輸配水系統、淨水設備等相關之工程監督（屬甲級能力）、工程監造（屬乙級能力）及工程施工操作（屬丙級能力）等工作人員。

2. 管理人員

係指從事自來水設施、管線、水源等相關之綜合（屬甲級能力）、一般（屬乙級能力）、及直接（屬丙級能力）操作及維護管理等工作人員。

3. 化驗人員

係指從事水質採樣與一般性物理化學生物等水質檢驗（屬丙級能力）、品質管制（屬乙級能力）、及負責微量分析（屬甲級能力）等工作人員。

4. 操作人員

係指從事自來水場站及管線相關設施之綜合（屬甲級能力）、單元（屬乙級能力）、及實際（屬丙級能力）操作及維護等工作人員。

（五）自來水事業技術人員之分級

依據自來水事業技術人員考驗辦法第4條規定，各類自來水事業人員之考驗區分為三級：甲級、乙級、丙級。

1. 參加甲級考驗資格

（1）大學或專科以上學校相當科、系、所畢業或同等學力，並曾任有關該類工作滿三年。

(2) 乙級考驗相當類及格，並於及格後任有關該類工作滿三年。

2. 參加乙級考驗資格

(1) 高中、職以上學校相當科、系、所畢業或同等學力，並曾任有關該類工作滿三年。

(2) 丙級考驗相當類及格，並於及格後任有關該類工作滿三年。

3. 參加丙級考驗資格

(1) 年滿18歲。

(2) 如經國家考試相關類科及格取得證書或取得其他政府機關考驗之相關專業證照者，經審查通過後，取得丙級考驗合格資格。

六、現職人員考驗之辦理情形

為協助已在職自來水事業技術人員於99年4月21日前取得合格證書，經濟部水利署於94年度與95年度分別辦理第1次與第2次已在職人員之考驗，相關辦理試務工作說明如下。

(一) 第1次已在職自來水事業技術人員考驗

1. 報名日期：95年1月2日至1月12日

2. 筆試日期：95年2月11日

3. 實地操作考驗：95年3月11日

4. 報名人數統計：如表2所示

(二) 第2次已在職自來水事業技術人員考驗

1. 報名日期：95年9月4日至9月20日

2. 筆試日期：95年11月11日

3. 實地操作考驗：95年12月2日

4. 報名人數統計：如表3所示

(三) 考驗合格人數統計

將第1次與第2次已在職人員考

驗合格人數統計如表4所示，合計94年度合格人數為2,211人（合格率77.4%，不合格率22.6%），95年度合格人數為1,675（合格率89.4%，不合格率10.6%）人。

七、未來發展與建議

自來水事業面對新世紀的挑戰，針對外部環境變遷、產業升級及民眾高標準品質要求，宜早日擬訂發展願景、經營目標、實施策略及推動方案，尤其有關人力資源品質的提昇，建立專業證照制度，發揮考、用、訓三合一之人力規劃功能，強化企業競爭力，以符合現代化自來水事業經營之需求。

中央主管機關一方面持續辦理現職人員之考驗，一方面規劃未來辦理全國開放性之考驗，相關事項建議如下：

(一) 自來水事業技術人員考驗分為四類三級，報考資格依自來水事業技術人員考驗辦法相關規定。

(二) 考驗方法分為筆試與實地操作，筆試以測驗題（選擇題）為主，實地操作以非測驗題或（與）現場實作為主；筆試通過人員始得參加實地操作考驗，筆試成績得保留三年。

(三) 有關實地操作考驗試場及所需設施，宜早日規劃建置完成後方能展開準備考驗事宜，前項工作所需經費中央主管機關宜早日配合編列預算挹注。

(四) 自來水事業中央主管機關可以考慮推動並配合鼓勵措施，協助與自來水事業技術人員專業屬性相關之民間社團，籌劃實地操作訓練及考驗示範場地，並開辦自來水事業技術人員相關技能與知識之學習課程，共同促進專業

證照制度之實施。

有關自來水事業技術人員考驗之經常性工作，也可考慮委託行政院勞

委會研議將其列入技術士技能檢定工作定期辦理之可能性。

表 2 經濟部第 1 次已在職自來水事業技術人員考驗人數統計

類別	級別	報名人數	資格不符	考驗方法			證照審查
				資料審查	筆試	實地操作	
施工人員	甲級	335	4	331	44	-	-
	乙級	308	17	291	43	-	-
	丙級	290	3	69	23	17	218
管理人員	甲級	206	0	206	31	-	-
	乙級	202	6	196	22	-	-
	丙級	197	2	60	13	-	135
化驗人員	甲級	78	0	78	16	2	-
	乙級	54	1	53	6	3	-
	丙級	65	0	27	8	4	38
操作人員	甲級	120	1	119	18	10	-
	乙級	393	23	370	39	15	-
	丙級	664	1	187	51	23	476
合計		2,912	58	1,987	314	74	867

註：“-” 指不適用。

表 3 經濟部第 2 次已在職自來水事業技術人員考驗人數統計

類別	級別	報名人數	資格不符	考驗方法			證照審查
				資料審查	筆試	實地操作	
施工人員	甲級	165	4	161	44	-	-
	乙級	138	5	133	31	-	-
	丙級	234	3	140	31	3	91
管理人員	甲級	190	17	173	24	-	-
	乙級	192	10	182	18	-	-
	丙級	501	7	391	43	-	103
化驗人員	甲級	22	0	22	3	1	-
	乙級	18	2	16	2	1	-
	丙級	25	0	12	0	-	13
操作人員	甲級	102	4	98	13	7	-
	乙級	89	4	85	4	1	-
	丙級	258	5	173	27	4	80
合計		1,934	61	1,586	240	17	287

註：“-” 指不適用。



表 4 已在職自來水事業技術人員考驗合格人數統計

類級		台北自來水事業處		台灣省自來水公司		金門縣自來水廠		連江縣自來水廠		其他	
		94 年度	95 年度	94 年度	95 年度	94 年度	95 年度	94 年度	95 年度	94 年度	95 年度
施工人員	甲級	81	43	187	84	0	6	0	0	0	0
	乙級	10	21	223	75	1	7	0	0	0	0
	丙級	32	62	191	138	7	27	0	0	0	0
	小計	123	126	601	297	8	40	0	0	0	0
管理人員	甲級	50	25	132	135	6	4	0	1	0	0
	乙級	10	11	140	118	3	2	0	0	1	0
	丙級	21	46	83	390	6	17	0	3	0	0
	小計	81	82	355	643	15	23	0	4	1	0
化驗人員	甲級	15	0	54	18	1	2	0	0	0	0
	乙級	3	0	33	14	1	0	0	0	0	0
	丙級	3	1	31	24	4	0	0	0	0	0
	小計	21	1	118	56	6	2	0	0	0	0
操作人員	甲級	9	6	89	87	1	0	0	0	0	0
	乙級	33	1	245	73	7	2	0	1	1	0
	丙級	55	75	421	142	21	7	0	7	0	0
	小計	97	82	755	302	29	9	0	8	1	0
合計	甲級	155	74	462	324	8	12	0	1	0	0
	乙級	56	33	641	280	12	11	0	1	2	0
	丙級	111	184	726	694	38	51	0	10	0	0
	小計	322	291	1,829	1,298	58	74	0	12	2	0

參考文獻

- 1.經濟部水利署（2002）自來水事業最佳經營模式之研究計畫，萬銘工程科技公司。
- 2.經濟部水利署（2003）自來水水質水量保護區縮編政策評估說明書，資源及環境保護服務基金會。
- 3.經濟部水利署（2006）21世紀自來水事業發展目標與策略研究，中華民國自來水協會。
- 4.經濟部水利署（2006）自來水事業技術人員考驗委辦計畫，東南技術學院。
- 5.經濟部水利署（2006）自來水淨水場操作管理評鑑及輔導計畫（1/3），台灣大學、嚴慶齡工業發展基金會。
- 6.經濟部水利署（2007）自來水事業技術人員之考驗（1/4），東南技術學院。

作者簡介

陳秋楊先生

現職：東南技術學院環境管理系教授

專長：環境工程、工業污染防治、都市計劃

張廣智先生

現職：經濟部水利署保育事業組副組長

專長：水資源保育與管理

王圳宏先生

現職：經濟部水利署保育事業組科長

專長：水資源管理

馬家驊先生

現職：經濟部水利署保育事業組正工程司

專長：水資源管理

自來水事業永續發展初探

文/吳天瑛

一、前言

自來水事業負責供應充裕而合於衛生之自來水，以改善國民生活環境並促進工商發達。民國93年颱風豪雨帶來豐沛雨量卻使得桃園地區缺水，其原因為淨水場處理陷入困境，對於高濁度原水無法有效的淨水處理致供應不及，另同年稍早台中地區缺水，原因係水壩閘門無法拉起造成原水供應量不足，兩次事件均演變成媒體持續報導的議題，屬於重大的社會事件，衝擊到民眾的生活及工商業之活動，94年桃園地區再度因颱風造成大範圍的停水，已突顯自來水事業對於民生用水及工商業的重要性，對於設施的健全性及備載能力應及早以風險管理的理念因應，以預防可能產生的不良後果。

自來水事業與其他產業或服務業不同處，一年 365 天都要供水不可中斷，自來水事業的社會責任如下：

(一) 提供飲水

世界衛生組織(WHO)曾提及改善鄉村環境，消除傳染病及降低死亡率，自來水之建設是必須的，因此自來水事業提供居民合於衛生的自來水，就要依據自來水水標準生產、製造及供應優質的自來水。

(二) 提供消防用水

都市中社會安全、居民生命財產之保障，自來水系統設置的消防設施不可缺少，一般均設於道路兩旁或道路下，以供消防滅火時即時開啓使用。另各種建築物設有用水設備，在高樓或大面積建物均依建築法規定設有消防設施，其水源亦大都是

採用自來水。

(三) 提升人民生活水準及品質

自來水建設為都市之基礎建設，自來水及電力充分供應至每個家庭、學校、辦公大樓、商業大樓後，都市的生命力就逐漸呈現。同時，因衛生條件已在一定水準之上，生活品質自然提升。

(四) 確保飲水安全衛生

自來水供應之水質必須符合自來水水質標準，以保障居民健康生活環境，維持飲水安全衛生標準。

二、自來水與都市

永續都市的概念絕非僅止於廢棄物妥善處理、資源再利用、下水道接管率提升等等環境保護作為，而是一種經濟、社會利益與環境及資源能源的利害關係的調和。永續都市是一個可長期增進其系統功能的都市，具有提升社經、人口、技術產出品質水準的潛力，雖然在演進中展現多變、安定或不安定、及無常的跳動，但可確保都市系統的長期運作。

都市中自來水系統是都市形成與發展不可缺少要素，自來水系統提供居民及工商業活動用水必備設施。近代由於人口增加，經濟的發展及國民生活水準的提高，用水之層面逐漸廣泛，如游泳、水療、溫度調節、水景、工業製造用冷卻、鍋爐及保護居家生命財產安全的消防用水等。再者，完善之自來水為都市繁榮的必要措施，亦為工業發展之基本條件，國民生活水準的高低，可由自

來水之使用量及普及率之高低作為指標。故自來水工程已被認為是都市及鄉鎮的基本公共工程建設。

生活在臺灣地區的居民應以地球上人類自我期許，關懷地球水資源的問題，同步考慮下列問題：

- 1.人類可無限制取水嗎？
- 2.何時人類必須適時補充水源？
- 3.環境需要多少水量？
- 4.誰受益？誰付費？

自來水系統在都市中之重要性，除供應符合水質標準之自來水供民眾飲用外，將傳染病阻隔以確保民眾及都市的安全。

(一) 都市的維生系統之一環

與其他維生管線例如電力、電信、交通、瓦斯、下水道等對都市之發展及居民（或工商業）日常活動必須之管線系統類似，提供都市基本機能，以改善都市生活環境及促進工商發達為目的。

供應都市居民及工商業用水是都市公用事業之一環，都市自來水供水系統之規劃是都市規劃的一部分，通常包括水源、導水管渠、淨水場及輸配水管網組成。人類文明與水的關係密切，人們最早居住的地區均接近河川。世界各大都市對於自來水之供應，均持續擴建工程及改善以滿足民眾需求。受全球氣候變遷異常及水源不足影響下，自來水事業如應變不及，則會有缺水之情事發生。

不僅都市如此，農、林、漁村亦是如此，以自來水為確保生活用水唯一手段，自來水事業所擔負的責任，營運正常並防止事故。

(二) 水量的調度與分配

都市自來水供水系統之規劃是都市規劃的一部分，通常包括水源、導水管渠、淨水場及輸配水管網組成。自來水工程的規劃營運目標為，水量充裕：滿足供水區域各種用途之需水量。水質安全：合乎自來水水質標準。水壓適當：維持正常的水壓，均勻供至區內任何地點。都市不斷的發展以及人口集中，供水系統複雜，自來水事業需要不斷的更新設備，以維持營運正常。

自來水工程內容包括：

- 1.取水工程：水源如為地下水，需鑿井取之，如為地面水源，則築堰或築壩攔蓄河水。
 - (1) 取水設備：
地面水：取水塔、取水門、取水管、分水堰。
地下水：淺井、深井、集水暗渠。
 - (2) 貯水設備：蓄水庫、人工湖或天然湖泊。
- 2.導水工程：是指自取水口將原水導送至淨水處理場之設施。
 - (1) 明渠或水管橋。
 - (2) 暗渠或導水管。
 - (3) 隧道。
- 3.淨水處理工程：是指淨化處理原水水質，使合乎自來水水質標準。
 - (1) 氣曝。
 - (2) 混凝及沈澱。
 - (3) 過濾(慢濾、快濾)。
 - (4) 消毒。
 - (5) 其他化學處理。
- 4.輸水工程：是指由淨水場輸送淨水至配水池。

(1) 壓力管或水管橋。

(2) 暗渠。

(3) 隧道。

5.配水工程:是以配水管網、加壓設備、配水池等設施以適當的水壓。均勻配送至供水區內用戶。

(1) 配水池或配水塔。

(2) 配水管網。

(3) 加壓設備。

(4) 制水閥、排氣閥、排泥閥、消防栓等。

(5)用水設備:依自來水法所稱係指自來水用戶，因接用自來水所裝設之進水管、量水器、受水管、開關、分水支管、衛生設備之連接水管及水栓、水閥等。

(三) 節約用水與保護水源責任

根據聯合國資料顯示，全球水資源可供人類消耗的部分約 1%，全球有 12 億人口無法取得生活所需的安全飲用水，25 億人缺乏適當的衛生條件，每年有 5 百萬人因水媒病而死亡，而這些疾病大多是可預防的。一個正常人的體重約有百分之七十來自於水，除飲用外，沖洗、沐浴、廚房、花木澆灌、街道清洗等皆需用水。自來水計量以裝設水表向使用者收費。

宣傳教育的重要意義，使民眾認識水資源是有限的，宣傳水資源各項政策，如何節約用水。如何保育水源以使水資源的開發利用觀念深植人心，使民眾了解水源是需要保護的，水是需要節約的。

三、自來水與永續發展

永續發展是人類有能力使開發持續下去，也能保證使之滿足當代需要，而不致危

及下一代，其內涵包括：

(一)目標

公平性、永續性及共同性三個原則，就社會層面主張公平分配以滿足當代及後代全體人民基本需求，就經濟層面而言，主張在保護地球系統上持續經濟發展，就自然生態而言，主張人類與自然和諧相處。

(二)策略

1.水資源管理與水環境管理同步進行。

2.建構全方位風險管理的機制。

3.鼓勵民眾參與並宣導水資源重要性。

(三)作法

1.環境方面

(1)改善水源區水環境管理，減少泥沙流入水庫。

(2)注重生態的保育，提昇地區環境品質。

(3)生產過程之必要用水回收再利用。

2.經濟方面

(1)落實風險管理引進備載容量、備用系統及緊急應變之觀念，以應付可能的事件或災害。

(2)提昇淨水處理效能，減少淨水損失並確保水質符合標準。

(3)節約能源，減少動力費之支出。

(4)更好的管理，以價制量。

3.社會方面

(1)加強輸配水系統檢漏、修理及汰換，以減少系統老舊易漏水情事發生。

(2)選用管線材質，是最適宜作為自來水系統所使用。

(3)持續推廣節約用水，養成民眾節約用水習慣。

(4)與社區建立良好互動關係，並教育民眾減少用水設備漏水

自來水永續發展指標建議如表 1，指出目標、策略及評估元素等。

表 1 自來水永續發展指標

目標 /達成結果	目標 /永續標準	成就目標的策略	永續指標核心元素
1.達到人類需求	1.提供特定可靠的服務去滿足顧客需求 2.保障民眾健康。 3.告知並教育內部及外部顧客，使他們參與決策制定。	1.利用需求供給層面。 2.符合民眾衛生標準與需求。 3.民眾參與。	1.水質。 2.顧客滿意度。 3.從業人員受傷數。
2.達到生態需求	4.達到環境成就。	4.封閉性水循環利用管理。 5.最大化可再生資源利用。	4.整體水利用情形。 5.成就水資源保育。
3.保持財務及提供社會經濟發展	5.利用人力、環境、財物資源，有效率有效能的成就組織目標。 6.保持商業性能自足 7.計算環境、社會、經濟的益本比。	6.將內部成果外部化 7.系統目標多重選擇 8.應用多元訓練途徑。 9.利用變革管理途徑。 10.風險管理。 11.平衡社會、經濟、環境目標與底限。 12.利用透明化報告練習。 13.具有彈性佳復原性強的供水系統。 14.成為回應型學習型組織。	6.直接能源消耗。 7.不符環境要求之處罰。 8.操作收益。 9.用戶繳款率。 10.操作管理成本。 11.人事成本。 12.資產週轉率。 13.間接經濟衝擊。

四、結語

水是生命，沒有水就沒有未來，亦無健康生活可言，21 世紀是爭水的世紀，水的安全關係經濟發展、社會穩定與生態安全。自來水是水資源開發利用管理之一環，隨著時代的進步，從水源區生態、集水區保育、健全自來水系統及可應變的備載，充分供應自來水與民眾享用，並促進都市繁榮。自來水事業應以永續發展之觀念，訂定願景，以預防、治理及控制三階段應對未來的挑戰。

參考書目

- 1.洪名梓譯，配水管理及相關事項，自來水會刊雜誌第53期，台北，中華民國自來水協會，1995年2月。

- 2.虞國興、蔡宜樺譯，21世紀水資源管理，台北，俊傑書局，2004年5月。
- 3.馮鍾豫，水資源規劃，台北，科技圖書有限公司，1996年7月。
- 4.李公哲，永續發展導論，台北，中華民國環境工程學會，1998年。
- 5.黃書禮，台北市都市永續發展指標與策略研擬之研究，台北，台北市政府，1996年。

作者簡介

吳天瑛先生

現職：台北自來水事業處東區分處修漏股股長

專長：自來水工程規劃、設計施工、維護管理及研究發展。

從風險管理探討提昇 臺北自來水調度備載能力及效益

文/鄭錦澤

摘 要

近年來台灣地區對於水資源開發日趨困難，在有限水資源情形下，有效利用變成政府及相關事業機構重要工作之一。另一方面，颱風高濁度或其他災害將造成缺水危機，從設施維護、危機應變及風險管理而言，備載能力是必要的。行政院於94年第2943次院會揭示：「行政機關推動整合性風險管理在國內係屬首創……，希望各機關能重視並積極配合辦理，並內化成爲機關文化的一部分。……，各機關如能重視風險管理及危機處理，將會減少人民的焦慮及不信任感」。基此，自來水爲民生必需品，爲提升風險管理及成效，藉由參訪及蒐集調查國外大都市案例，從主要水源及淨水場設施備載能力均相當高，其中部分甚至高達170%以上。臺北自來水事業處淨水場備載能力原並不充裕，尚須緊急支援板新地區或基隆供水區，因此，北部都會區自來水供水備載能力整體而言非常低。爲提昇水資源有效應用及應變能力，臺北自來水事業處（以下簡稱北水處）規劃辦理一系列計畫工程，諸如臺北區自來水第五期建設給水計畫工程（以下簡稱北水五期計畫）、臺北自來水供水管網改善計畫工程、板新供水改善計畫工程等，該等工程陸續完成後有效提昇系統調度應變能力，另可配合進行相關老舊設備汰換維護，諸如：青潭原水導水管路，以進一步改善整體供水機能。期間藉由相關系列測試及實際調度，進而衍化新

的新店溪水系水資源供水調度模式，以期提昇整體自來水系統維護檢修、應變及支援能力，此外如能進一步強化板新與桃園間等相鄰供水區間水資源設施調度備載能力，將有助於提昇改善颱風或其他災變等可能造成動輒數十億計之損害的風險效益。

一、前言

新店溪爲淡水河主要支流之一，以台灣河川特性而言，上游處山高水急之現象更爲明顯。該溪爲北水處唯一無可取代的主要水源，對於原水之取用，係採取南勢溪天然流量與翡翠水庫放流量（北勢溪）聯合運用之方式。枯水期水量小，只能依賴翡翠水庫續存調節。在暴雨期間，雨量相當密集常造成水源集水區嚴重坍方。颱風季節洪峰期間流量特別大，因河川特性原水水質不若歐美日國家穩定，濁度常因此發生驟然升降的急遽變化。此外，台灣位處環太平洋地震帶，數年前又遭921等大地震，地層、岩盤及土壤鬆動不若以往穩定。此外，水文異常現象日趨嚴重⁽¹⁾，北台灣91-92年間爲近40年來最乾旱時期，93年又逢颱風暴雨等現象

致入流量爲近40年來最豐時期，豐枯之間對於土壤造成甚大之損害，進而影響水源涵養及原水水質。

大台北水源區有專責機關台北水源特定區管理局負責，再加上翡翠水庫管理局等諸多其他機關共同努力，其水土保持、水源維護保育做得較好。但是，近年來，北台灣屢

遭颱風等重大災害，例如：象神、納莉及艾莉等風災，集水區原水尖峰濁度由二千多度、四千多度以至艾莉颱風時幾近七千度，節節攀升，再加上風大雨急，降雨量與流量及濁度已超出淨水設備設計所能負荷，造成莫大困擾必須配合降載出水，惟因大台北地區為政經中心首善之區，因此對於正常供水之壓力更甚於台灣其他地區。此外，鄰近地區之自來水系統調配能力有限，中央主管機關常以共體時艱，尚要求臺北自來水事業處勉力出水，致影響污泥處理時程，進而影響水處理效果，延長高濁度對淨水場之影響時程。

此外，對於公營事業而言，因為須肩負部分政府的角色，其所需衡量之因素，勢必較之一般企業有過之而無不及，其中對於水電等經濟發展不可或缺之企業，其必須扮演更為複雜之角色。其中如設備一旦無法運轉，其影響並不止於本身產品產量減少之業務損失，常引起龐大的連鎖效應，諸如：新竹科學園區資訊產業意外停電，以及艾莉颱風時桃園地區淨水場異常停止出水引起桃園華亞園區等科技產業巨大損失，如桃園地區淨水場異常停止出水更引起許多民怨。因此，如何在考量成本效益同時兼顧風險管理，將是企業永續經營必須衡量的重要因素之一，而備載能力多寡更影響風險管理成效，因此確有必要探討自來水供水調度與備載能力。

二、背景分析

2.1 鄰近國家地區水資源比較概況

依照聯合國國際人口行動組織資料（International Population Action）認定，每一國民每年可使用之可再生水量在1,000立方公尺以下列為缺水國（Water-scarce

nation），世界前二十名缺水國如表1所列。另在2025年前將有十至十五國其他國家將被列入缺水國之列，顯示世界水資源正面臨日益缺乏之情形。

對於水資源管理而言，參考鄰近國外案例，基於日本與台灣地理特性均屬海島型，以日本年均雨量約1788公釐而言，對於水資源開發與管理，已建立完整制度及調度機制，對於水污染防治工作亦投入相當多經費，進行相關研究及改善措施，獲得良好之成果，惟其水資源運用與風險管理仍難免有颱風或乾旱情事發生而受影響；前者常年經常發生，後者在1994年因太平洋高氣壓影響之下，仍于7月22日至9月9日發生程度不一的乾旱現象⁽²⁾。因此，其後對水資源運用管理陸續開發多水源聯合調度，以進行風險管理；分別以大阪及東京為例說明。

以大阪市為例，位於日本本島之中央位置，面積200餘平方公里，人口約260萬，其活動人口高達400萬，與台北市相當。其自來水水源主要為淀川上游之琵琶湖，為滿足供水需求，該水系及周邊河川之水資源運用，乃以流域整體開發為目標，已完成8個水庫，另正開發5個水庫及1個湖泊。上游各水庫依分配水權量供應原水，以聯合調度操作方式運轉，其不同支流間水源多重利用，為最佳水資源調度利用⁽³⁾。由於水資源開發完整，水源水量及水質穩定，且統一調度可相互支援。其次以日本東京等關東地區為例⁽²⁾，主要利用利根川（Tone river）流域水資源，集水區面積約16,840km²，



該河系長230公里，寬75公里，共有8個水庫聯合調度運用該流域水資源提供日本主要工業經濟約四分之一的產值，供應每天約600-1,000萬立方公尺水量。

另以鄰近之中國大陸北京地區為例，北京屬海河流域，從東到西分布有薊運河、潮白河、北運河、永定河和大清河5大水系。另有密云水庫、懷柔水庫、平谷水庫及官廳水庫等水庫構成主要及備援系統。其中密云水庫為華北地區第一大水庫，水庫按千年一遇洪水設計，最大水深60公尺，最高水位水面面積達188平方公里，最大庫容43.75億立方公尺，控制潮白河流域面積為15788平方公里。北京市自來水集團擁有水廠18座，每日供水能力約268萬立方公尺（詳細情形可參閱自來水會刊第100期特刊筆者參加國際水協會第五屆世界水大會論述不另贅言⁽⁴⁾）。

以中華民國台灣地區而言，降雨量每年平均分配有四千餘立方公尺，是世界平均值32,000立方公尺之八分之一；雖然聯合國未將台灣地區列入統計範圍內，然而台灣地區可再生水量每人每年約僅有851立方公尺，換言之，應為世界第十八名缺水國家（註：可再生水量：為在合理的時間期距內，可為水文循環繼續再生的水量，例如河川、水庫及其他水源，可為降雨或逕流儲存者，其可再生度端視自然補注率及人類利用率而定，當入不敷出時則不能視為可再生水。）。

2.2 臺灣與臺北地區水資源概況

表1、前20名缺水國單位人口可再生水量一覽表

排序	Country	國名	M ³
1	Djibouti	吉布地	23
2	Kuwait	科威特	75
3	Malta	馬耳他	85
4	Qatar	卡達	117
5	Bahrain	巴林	179
6	Barbados	巴貝多斯	195
7	Singapore	新加坡	221
8	Saudi Arabia	沙烏地阿拉伯	306
9	United Arabia.E	阿拉伯聯合大公國	308
10	Jordan	約旦	327
11	Yemen	葉門	445
12	Israel	以色列	461
13	Tunidia	突尼西亞	540
14	C.V	維德角	551
15	Kenya	肯亞	636
16	Burundi	蒲隆地	655
17	Algeria	阿爾及利亞	689
18	Rwanda	盧安達	897
19	Malawi	馬拉威	939
20	Somalia	索馬利亞	980

台灣經常從二千多公尺之山地，於甚短之距離下，奔流入海。另比較國內外主要河川，在洪水流量過程中，尖峰急升速退的特徵⁽⁵⁾（如圖1）。另進一步比較相鄰及主要國家年均雨量及人均雨量如表2，可以瞭解，台灣河川經常在短時間內因暴雨受限於河川特性而造成相當大之洪水流量，其中淡水河系相當嚴重。台灣地區年平均降雨量雖高達2,500公厘，但是人均雨量每人每年卻只有3,913噸，與世界平均值比較僅有12%（如表2所示），因此，水資源並不豐裕。須藉由有效水資源調度運用及風險管理，以提昇整體運用成效。

洪水流量過程線比較圖

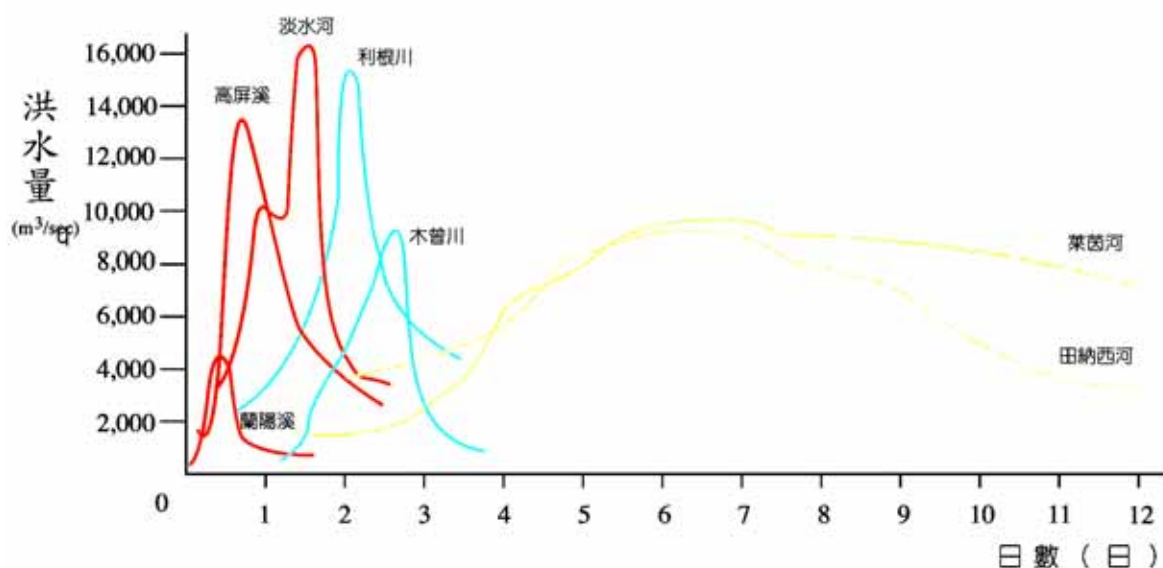


圖 1. 洪水流量過程線比較

表 2. 年均與人均雨量比較一覽表

國 家	年平均雨量 (mm/年)	人均雨量:A (噸/年/人)	A/B
菲律賓	2,360	16,868	0.50
日本	1,788	6,030	0.18
台灣	2,500	3,913	0.12
美國	760	33,313	0.98
澳州	460	264,930	7.80
法國	750	7,811	0.23
俄國	502	44,110	1.30
世界平均:B	973	33,975	

目前北台灣大台北地區，將近四百萬供水人口主要靠一個翡翠水庫，該水庫位於新店溪支流北勢溪之翡翠谷，主要供應台北市全部及部分台北縣地區自來水長期需求而開發建設，為單一目標水庫，計畫每日供應345萬立方公尺，為大台北地區提供最穩定供水來源。然而該水庫與鄰近之石門水庫間並無聯通管

線可供雙向調度⁽⁶⁾，且北水處尚須支援台灣省自來水公司第12區及第1區管理處等轄區內民生用水。當翡翠水庫發生缺水或供水能力不足時，不若石門水庫尚有其他標的用水可資移撥，亦無埤塘湖泊或寶山水庫等備援水源系統因應，就水資源調度供水風險較之於石門水庫仍屬偏高。

在水資源有限的條件下，如何維持河川或水庫之水源水質更顯得特別重要。近20年來翡翠水庫集水區平均降雨量高達3,770公厘，水源利用率甚高，其對於河川生態皆有所影響；此外鄰近地區如有工程等行為亦將影響水質。依近年來水質監測結果顯示，自民國85年取水水源水質有逐漸惡化趨勢。從87年起經加強取締水域污染行為，積極協調水源區相關機關，加強集水區治理及北宜高工程施工管理，雖有控制改善，水質大多能維持在普養級，但偶有達到優養級

，總磷仍有偏高之趨勢；此外，北宜高速公路坪林交流道等即將開放，其相關管理措施攸關整體水源區水源水質，進而影響淨水處理成效。

2.3北水處供水概況

北水處供水範圍包括台北市十二個行政區，及台北縣所轄三重（二重疏洪道以東）、新店、永和、中和（員山路以東及連城路以南）、汐止（北山、橫科、宜興、福山、東勢、忠山及環河等七里）等縣轄市，另在中和、三重、關渡、汐止、木柵等地連接台灣省自來水公司送水管支援台北縣各地用水。供應相關之人口近四百萬人，形成臺灣北部地區最大的都會區域公共給水系統。其原水97%來自於新店溪上游的南勢溪與翡翠水庫，其餘3%為雙溪、陽明山等高山水源，藉由直潭壩、青潭堰等蓄取水設施及2條導水涵渠幹管，導送至直潭、長興、公館、雙溪及陽明等5座淨水場，淨水設備處理能量每日366萬噸，其中直潭淨水場每日最大出水量為270萬噸。目前淨水操作邁入自動化監控及加藥作業，並且以比國家標準更嚴格的內控標準自我要求，出水水質優良。轄區內經由2條清水幹管，以及92座配水池、60座加壓站、3千多公里長的輸配水管線，構成雙線供水網絡，調配供應16個供水分區用戶用水；另外支援台灣省自來水公司第12區及第1區管理處轄區內用水。另監控中心可以透過「大臺北供水監控系統」全盤掌握供水系統運轉狀況，靈活調配水壓水量及緊急應變，並連結「自來水管線地理資訊系統」(GIS)、淨水處理資

訊系統、水質監控、客服系統及工程施工等監控系統，進行整體性管理及供水調度監控⁽⁷⁾。

2.4淨水場備載分析

有關於備載觀念，早年基於電力在產生後是無法儲存的，但是不同季節及每日不同時段的需求，差異相當大，為滿足最高峰的需求，以及系統中有機組故障或進行維修時，必須有備用機組立即補上而發展出來。其中主要包含備用容量率及備轉容量率，前者係對年尖峰負載（一小時平均值）而言，即全系統能力超出年尖峰負載的比例，全年只有一個數據；此項比例之大小代表當年系統供應可靠程度。由於此項比例並未扣除機組檢修等不可調度之容量，故不可用以衡量系統每天實際的供電可靠度，只適用於開發規劃之用途及說明，並常用以和國外同業間可靠度指標做比較，一般備用容量率約為15-20%；美國約採20-25%、日本約採8-10%、韓國約採18-20%。而備轉容量率係以每日最高瞬間負載（非一小時平均值）表示，且其供應能力是指當天實際可調度之容量，故備轉容量率是用來表示衡量系統每天供應可靠度的指標⁽⁸⁾。

自來水設施中淨水場之設計容量依自來水設備工程設施標準解說第7章第4條之規定，淨水設備之設計容量應大於計畫最大日供水量另加淨水場內用水量。依該解說在較單純之系統可以依前述規定；至於最大時之需要量則靠配（清）水池儲存調配。惟淨水場如在一定時段之要求出水量較大，或其操作時間小

於24小時，因此實際出水能力應隨之放大，淨水設備之設計容量應據以調整。另外為應付設備之故障、檢修維護，以及將來擴建時之需要，以提昇自來水供水品質之重要性，為避免一時或缺之現象存在，各項設備應儘量另備預備能力以維供水安全性。

另淨水場之水處理維持穩定，由配水池擔任儲存調配之功能，以維持轄區內供水，因此，如轄區配水池等調配容量足以因應最大時與平均日間之差額時，淨水場之容量可考量改以平均日為其設計參考值。此外，對於淨水場備載而言，如不易界定时，應據以達成提高維持供水安全性要求下，依個別情況考量，並於供水系統之規劃上加以安排。基於國外先進國家考量之備用容量定義不盡相同，為利比較，以平均日供水而言，比較國外16個大城市淨水場備用容量率介於51%--171%（如表3）。對於北水處備載能力而言從幾方面探討：

民國91-92年間因遭遇乾旱因此近年來北水處轄區採經濟水壓，以利水資源有效運用。然台北地區依北水五期計畫目的分別包含：安全用水、提高供水安全性及操作彈性，雖然基於主客觀因素尚須諸多因素配合，可是提昇供水品質仍是北水處追求之長期目標。前幾年間曾嚐試提昇供水壓力，以90年之平均日供水量分別曾高達2,944,292 CMD，其中尚包含支援省水公司用水。以民國90年將支援省水公司統計區分為支援第12區及第1區而言，第12區平均每日支援81,337CMD，當時淨水設備能量為

2,962,400CMD，此時以平均日供水而言，其備用容量率而言僅有0.6%，其最大日供水備用明顯不足須依賴配水池及清水池調配。

表 3. 淨水場備用容量率比較一覽表

	淨水場能量 (CMD)	日平均供水量 (CMD)	備用 容量率
東京	6,960,000	4,577,000	52.1%
雪梨	4,343,000	1,600,000	171.4%
柏林	1,140,000	600,000	90.0%
布拉格	777,600	432,000	80.0%
巴黎	1,940,000	970,000	100.0%
橫濱	1,818,700	1,201,000	51.4%
大阪	2,430,000	1,360,000	78.7%
神戶	1,150,900	559,000	105.9%
名古屋	1,420,000	860,000	65.1%
京都	1,050,000	650,000	61.5%
廣島	650,000	420,000	54.8%
北九州	710,000	370,000	91.9%
仙台	560,000	350,000	60.0%
札幌	840,000	540,000	55.6%
川崎	1,030,000	490,000	110.2%
福岡	748,100	395,000	89.4%

另以民國93年而言包含新增設之直潭淨水場第五座淨水設備為3,662,400CMD，如考量原民國90年時之供水品質時平均日供水情形，另考量直潭淨水場第五座淨水設備完成後須增加支援第12區供水量目標為530,000CMD，扣除原平均日支援量後，每日平均供水量約為3,390,000CMD，其平均日供水備用容量率僅有8%。以相同基準衡量最大日將達3,704,237 CMD，備用仍明顯不足須依賴配水池及清水池調配。

綜上所述，北水處現有淨水場備用容量率以平均日供水而言，比較先進國

家之情形明顯偏低，如再考量最大日供水情形將明顯不足。另大台北地區為台灣首善之區，惟其自來水供應，包含台灣省自來水公司所轄之第12區及第1區配水池等供水調配設施明顯不足，目前依賴本處支援供水。另台灣地區水文現象變化日趨極端，乾旱及颱風暴雨常超越原有惡劣之記錄，且台灣又位於環太平洋地震帶上，時有地震發生；為期穩定水處理品質，提昇供水安全及彈性，因此現有淨水場之備用容量仍顯不足，如再扣除計畫檢修、故障、暴雨減載等情形，其備轉容量將難以應付，進而影響整體供水品質，因此，淨水場應持續改善並提昇現有及擴增淨水處理設備，以維供水安全及彈性。

三、提昇供水與備載對策

「風險管理」的概念對於政府部門來說並不陌生，廣義而言，政府各部門提出決策或施政措施的形成過程中，或多或少均已分析考量各項因素與可能影響，此即與風險分析之概念相通。然而，行政院於94年8月8日「行政機關風險管理推動方案」⁽⁹⁾中所謂「風險管理」，強調的是「整合性」風險管理，亦即要求以組織整體的觀點，持續有系統地透過風險辨識確認、風險評估、風險處理監控，以及風險溝通之循環過程，俾將風險管理納入政策考量，以達成組織目標。易言之，風險管理之目的，在即於預先瞭解政府機關履行其職掌、任務，推動施政，以及面對內外環境需求採行決策時，可能會影響組織目標達成之事件有哪些？研析這些事件發生可能性與影響度，並在落實有效管理行動後，降低風險轉成危機事件之發生機率及使影

響衝擊最小化。北水處對於相關風險管理，藉由持續辦理北水五期計畫等一系統計畫工程，以提昇相關調度應變及備載能力。

3.1持續推動北水五期計畫

台北自來水供水區380餘萬人所倚賴之自來水系統，經各期建設已成為北台灣最大之都會區域公共給水系統，北水五期計畫係北水處為滿足大台北供水區至民國119年供水需求，確保供水穩定及提高供水品質，於民國77年規劃，並於民國80年經行政院核定，列入國家建設六年計畫。主要辦理項目有：(1)、清水第二輸水幹線：容量為2,480,000日立方公尺。(2)、直潭淨水場淨水設備：二座，容量分別為500,000及700,000日立方公尺。(3)、第二原水輸水系統：容量為2,480,000日立方公尺。(4)、配水池：12座，容量為239,100立方公尺。(5)、加壓站：18座，容量為1,514,000立方公尺。(6)、配水幹線：252,150公尺。(7)、污泥處理設備。總經費達219億元。95年每日平均供水量約達262萬噸，供水普及率約為99.5%。

此外，配合經濟部水利署辦理板新地區供水改善計畫⁽¹⁰⁾，該計畫一期工程完成後，台北縣八里、五股、泰山、蘆洲、新莊(部份)、板橋(部份)、土城(部份)等供水區，亦將利用新店溪水源所提供之原水，每日增加供應53萬立方公尺之自來水，其供水區之服務人口數增加達約130萬人。北水五期計畫訂定迄今已逾十餘年，同時第一階段工程已陸續完工。然因北台灣地區歷經艾利等風災，除造成三重、新莊淹水及新竹山區土石崩

場外，也因為石門水庫上游集水區大量泥沙流入水庫造成淤積，使得水庫供應之原水濁度太高，導致南桃園地區自來水系統無法正常供水。為提昇供水系統安全性、建立相鄰系統備援與容量備載之機制，以及劃分供水分區，達到有效管理之目標，乃須持續推動規劃北水五期後續計畫⁽¹¹⁾。

另外參考國外文獻與經驗及多次研討，相關自來水設施備載規劃考量主要包含：1.貯水設施：100day；2.取水設施：計畫取水量1.1day，備載：0.1day；（計畫取水量計畫取水量=最大日供水量+處理場內耗損水量+原水輸送損耗水量）；3.導水設施：1.3day，備載：0.3day計畫導水量；4.淨水設施：1.25day，備載：0.25day計畫淨水量；清水池：1hr計畫淨水量；5.輸送水設施：1.2day最大日供水量，備載：0.2day；加壓設施：1.2day最大時計畫配水量（管中加壓）；配水池：0.5day最大日供水量。以臺北供水區而言，最大日依歷年之資料平均約為1.15平均日⁽⁷⁾，最大時考量為1.3最大日；惟實務上尚須針對獨立系統個別考量，包含維修切換、故障、災變緊急調度時之應變能力。

未來計畫投入218.3億元，將推動包含新建直潭第二原水導水幹管、直潭壩等原水設備更新、直潭淨水場第6座淨水設備、淤泥處理設備、改建長興淨水場及增建民生加壓站內湖線、三重二號等相關配水池加壓站、陽明山加壓等供水系統，以及信義線、安華新店線、關渡線等輸配水管網等主要工程，以提昇相

關供水調度及備載能力。陸續推動建立原水取水完整備援、淨水備載率提昇至56%、清水雙線輸水靈活調度、各供水分區皆能相互支援。如遭遇重大災害，也能從容應變⁽¹²⁾。

3.2 廣續辦理供水管網改善計畫

近年來，臺灣水資源開發不易，如遇長時間乾旱，常造成供水吃緊，甚至需分區輪流供水。在無法獲得新水源的情形下，而且在共體時艱尚須配合水利署辦理板新供水改善計畫支援53萬日立方公尺至板新地區，以供北區水資源整體調度，因此如何有效利用水資源，成為北水處當前最重要的工作之一。為了提升自來水的售水率，降低無效水量，北水處於92-95年辦理供水管網改善中程計畫；並且持續推動「臺北自來水供水管網改善計畫」⁽¹³⁾。該計畫主要希釐清北水處供水管網問題，期間並借重國外先進城市自來水事業的經驗，針對系統需改善的問題，提出具體可行的建議。規劃漏水檢測、管線修漏時效與品質、管線汰換及水壓管理四大要項為主軸，並輔以廠商認證及員工培訓、監控及GIS資訊系統等，擬具20年供水管網改善計畫，預計將供水區劃分500-600個小區，推動管線汰換、小區計量、水壓管理、加壓設施改善、加壓站供水方式研究、監控系統及自來水管線資訊管理系統等工作項目，預計能夠解決北水處供水管網現所面臨的諸多問題，並在20年內（95年至114年）分為4階段，每一階段以5年為期，各階段工作完成後進行檢討，以作為下一階段修正依據，漏水率將由

現狀約27%降低至10%左右，投入計畫經費200億元。每年積留下來半座翡翠水庫的容量，有形無形中增加供水備載能力，以因應管理風險。

3.3改善原水導水系統工程

從民國91-92年間之北部地區旱象更可驗證台灣地區水資源量相當有限；使得原水管涵之漏水處理更爲人重視。另外，從93年5月間南化水庫與高屏溪攔河堰聯通管線，管徑2600公釐原水導水管爆管漏水，造成台三線路面隆起地裂長達50多公尺，令人觸目驚心，使得高雄地區原水供應中斷；且94年7月18日再度於不同地點發生爆管。基此，或從水資源有效利用或從危機管理的角度，對於原水導水管漏水或維護管理，將需要更爲重視及審慎因應。在原水量有限、清水調度支援不易、淨水設備擴充不及之情況下，希望藉維修青潭堰等（管徑3200公釐）老舊原水輸水幹管，賦予管線新的生命而減少漏水損失；加強管網相互支援能力，提升供水調度彈性；改善現有淨水設施，發揮最大效能而增加備載容量。

青潭堰原水輸水幹管由青潭堰取水口起，藉重力流方式輸送原水至長興及公館淨水場，全長約11公里，民國66年9月竣工，設計容量爲每日108.5萬立方公尺，目前每日輸送原水量90餘萬噸，供應量佔大臺北地區總自來水水量1/3。青潭至長興場間原水導水系統設置至今已30年，因老舊、地震等諸多因素導致原水漏損，爲預防年久失修，漏水擴大，影響供水安全，因此辦理相關系統檢修

及改善工作⁽¹⁴⁾，計畫經費1億元，分3年辦理。

爲達成邁向世界一流自來水事業，原水管檢修專案工程，在規劃階段爲期周全，即藉由專案工作會議，整合跨科室之經驗及智慧。在設計施工期間，更組成專案小組戮力辦理。在各階段研擬方案及對策後，經實際驗證、溝通協調、模擬測試、腦力激盪小組研討、拜訪業界擷取經驗、委外提供技術協助、研採檢視檢修併行，將工期由400天縮短爲60餘天，並且擬具配套等應變措施；再經回饋調整計畫方案或執行方式，並經多次教育訓練及研討，以提昇執行成效及品質要求；其後並將相關經驗以教育訓練、現地實際觀摩、邀請媒體報導，以利經驗傳承，作爲未來相關案例執行之參考。

有效提昇供水調度及應變能力：經事前進行危機管理規劃，在青潭堰原水管停水檢修之際，完全以直潭淨水場爲單一出水之淨水場，創造一個供水調度新模式（如圖2）。此一供水調度模式之建立，提昇了大臺北地區自來水系統調度彈性，進而提昇北部地區整體水資源調度應變，有效降低相關系統風險，同時提供了淨水設備定期維修保養之機會。該案執行後有形效益提昇導送容量26%，由95萬至120萬日立方公尺（計畫量108.5萬日立方公尺），以水利署現在以水資源調度替代開發政策而言，如以開發水源成本每立方公尺20元計（以湖山水庫爲例每立方公尺24元），換算潛在效益將達每日500萬元。另水資源調度新模

式，經兩個月長時期實場效能運轉圓滿達成任務後，將能充分供應北區水資源調度及緊急應變，以支援台北縣或經再支援桃園縣而言，每立方公尺5.9元計，換算潛在實質及風險效益將達每日300萬元。

持續改善淨水處理效能：該案除辦理原水管之檢視檢修外，長興場充分掌握三十年來難得之停止出水時機，對相

關加藥及淨水設施進行詳細之檢查。除同時完成包括部分加藥設備改善外，並已依據評估結果擬定包括陸續更新長興淨水場各淨水單元之閘門及迴流設施隔板，加裝沉澱池傾斜管設施以提高沉澱效能等具體計畫，俾能再進一步改善整體水處理成效。藉由持續地評估及改善再提昇現有改善工程之成效，充分達成品質再精進之要求及宗旨⁽¹⁵⁾。

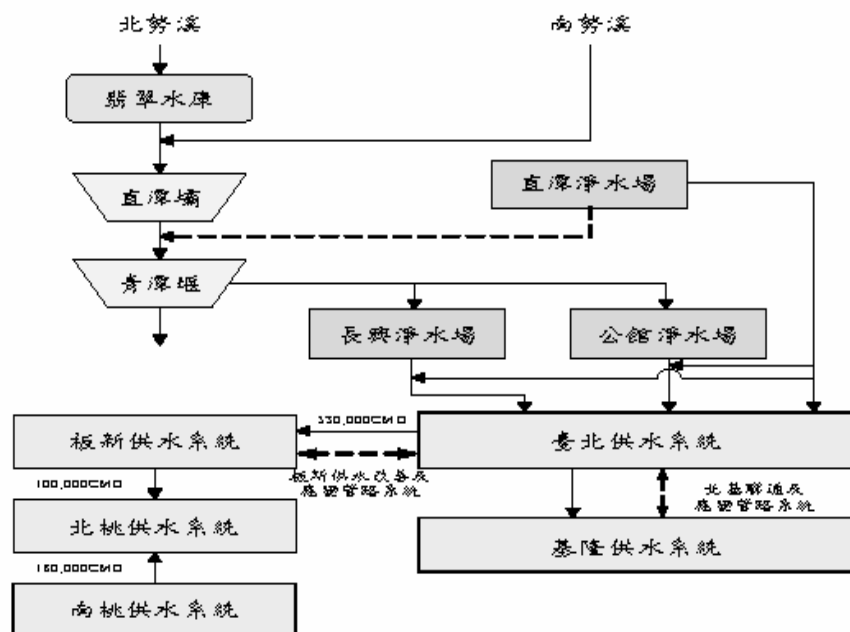


圖2 大臺北地區水資源調度模式示意圖

強化水資源調度協調：原水管檢修之幾次先期測試作業計畫之執行，新店溪水系之直潭、公館及長興淨水場之間，以及相關各場站間供水調度及已進入一個新的時代；將有助於北水處整體供水系統之調度及應變。此外，將充分運用與經濟部水利署、北區水資源局及臺灣省自來水公司多次協調之實際經驗，進一

步提昇水資源調度及協調機制。除增加大臺北地區自來水系統之調度彈性，對於北區水資源突發之各種狀況將更有彈性應變之空間。

該案歷經近兩年之努力，終能在台北市市長等親臨體驗，以及媒體見證下順利完成任務。在檢修過程中，同時完成了多項前置計畫，讓我們對各淨水場

之供水系統有更清楚的認識，更藉此機會建置了各獨立供水系統間相互支援的機制⁽¹⁶⁾；也藉由難得之停水檢修機會，完成了多項淨水設施及加藥設備改善等配套工程，有效提升了淨水效能、出水品質及應變能力。

四、結語

近年來台灣地區對於水資源開發日趨困難，在有限水資源情形下，有效利用變成政府及相關事業機構重要工作之一。從國際性相關研究報告中瞭解台灣地區降雨雖然不少，但是實際可利用水資源並不充裕，比較上屬於第18位缺水國家。另一方面，颱風高濁度或其他災害將造成缺水危機，從設施維護、危機應變及管理而言，備載能力是必要地；調查國外16個大都市主要淨水場備載能力約有51-171%，臺北自來水事業處淨水場備載能力原僅有20%，尚須緊急支援板新地區或基隆供水區，因此，整體自來水供水備載能力非常低。此外從水利署委託辦理相關研究、規劃辦理的工作，諸如：「北部地區水資源利用整體檢討規劃-北部地區水資源備用水源及管網之分析檢討」⁽¹⁷⁾等可以充分瞭解，北部地區水資源整體規劃確須再做諸多努力，以利水資源整體有效調度利用及應變。

為提昇水資源有效應用及應變能力，北水處在有限之財務預算下仍積極規劃辦理一系列計畫工程，諸如北水五期計畫、臺北自來水供水管網改善計畫工程，該等工程陸續完成後有效提昇系統供水能力、調度應變能力，以及減少水資源漏損、增加整體有效利用，減緩開發之壓力，進而提昇整體環境資源永續發展。此外配合水利署推動板新供水改善計畫工程等，以利調度支援板新地區，

乃至於再支援桃園地區，以利災害應變。

另外配合相關重大工程推動，進行相關老舊設備汰換維護，諸如：配合直潭淨水場第五座淨水設備完成，以及推動景美溪整治之時機、辦理青潭原水導水管路，以進一步改善整體供水機能。期間藉由相關系列測試及實際調度，須兼顧工程管理、品質管控、風險評估等考量，進而衍化新的新店溪水系水資源供水調度模式，以期提昇整體自來水系統維護檢修、應變及支援能力，此外尚有改善颱風或其他災變等可能造成數十億計之損害的風險效益⁽¹⁸⁾。另外藉由案例探討、經驗傳承及教育研討，可供相關自來水及水利從業人員參考。

從筆者參加第5屆世界水大會相關研討進一步體會，自來水為民生必需品，因此相關從業人員應做好相關自來水軟硬體建設及維護管理，並且須考量備載等風險機能。另外要維持良好自來水供水品質，尚須秉持「水、土、林」三位一體，需要從環境維護、保育造林、水土保持及水利建設等上下游共同努力永續經營，才能提供國人一個質優量足、無虞匱乏，安全衛生、顧客滿意的用水環境，共創健康活力、永續發展的美好未來。

參考文獻

- 1.賴伯勳（2005），「石門水庫集水區之永續經營」，經濟部水利署北區水資源局，環境變遷中之水資源論壇。
- 2.Mr. Toshikatsu Omachi, “Drought Conciliation nationwide Drought Summer of 1994”, Water Law Seminar, Bangkok, Thailand（2000）。
- 3.金近忠彥（2006），「日本橫濱市自來水水源區的經營管理實務及成果」，經濟部水利署，自來水

水源保護區共生管理論壇。

- 4.鄭錦澤（2006），「參加「國際水協會第五屆世界水大會」談水危機管理、漏水改善及市場經濟」，中華民國自來水協會會刊，第25卷，第4期，第77-100頁。
- 5.陳仲賢（2005），「新世紀水資源永續發展策略-談台灣水資源永續利用」，經濟部水利署北區水資源局，環境變遷中之水資源論壇。
- 6.鄭錦澤等人（2002），「臺北地區供水系統合理調配暨危機管理之探討」，台北市政府。
- 7.鄭錦澤等人（2003），「臺北區供水系統暨管網健全改善之研究」，台北市政府。
- 8.鄭錦澤，「臺北自來水調度及備載能力探討」，第十五屆水利工程研討會，（2006）國立中央大學，經濟部水利署。
- 9.「行政機關風險管理推動方案」，行政院（2005），行政院院授研管字第0940015433號函訂頒。
- 10.「板新供水改善計畫」（2001），經濟部水利署。
- 11.「台北區自來水第五期建設給水工程後續計畫」（2006），臺北自來水事業處。
- 12.「知水用水惜水」（2006），臺北自來水事業處。
- 13.「供水管網改善及管理計畫」（2006），臺北自來水事業處。
- 14.鄭錦澤等人（2005），「青潭堰原水管涵漏水檢視檢修經驗探討」，中華民國自來水協會會刊，第24卷，第三期，第30-53頁。
- 15.鄭錦澤等人（2005），「淨水場設備及操作管理改善評估探討」，台北市政府。
- 16.陳曼莉，鄭錦澤等人（2005），「由青潭原水管檢修經驗探討臺北供水系統危機管理新模式」，第一屆水資源及水質管理研討會，中華民國環境工程學會，第B3-2-1-14頁。
- 17.周乃昉等人，「北部地區水資源利用整體檢討規劃-北部地區水資源備用水源及管網之分析檢討」（2005），經濟部水利署。
- 18.Mr. Chin-Tse Cheng, "The Experience of Water

Security in Taipei”，5th IWA World Water Congress and Exhibition（2006）。

作者簡介

鄭錦澤先生

現職：臺北自來水事業處正工程司

專長：自來水工程規劃，設計、施工；淨水場加壓站操作及管理；危機應變及管理

淨水場廢水回收再利用之效益探討

文/蔡政翰

摘要

水，生命的泉源，更是人類賴以生活不可或缺的重要元素。然而據相關水文資料統計，台灣正邁向水文循環之乾旱年，近年來因經濟高度發展及生活水準躍升後對水消費使用量大幅增加，及文明產物破壞大自然生態造成氣候異變致洪患、乾旱頻繁，更是另一種嚴重的水資源災害問題，影響民生需求及經濟發展甚鉅。

為善盡水資源再利用，本場站砂婆礑淨水場實施淨水場快濾池洗砂廢水回收再利用，探討相關的法令政策、誘因機制及執行管理，使有限的水資源發揮最大效益。

一、前言

砂婆礑淨水場位於秀林鄉水源村，於砂婆礑溪上游建造集水井取水，取用砂婆礑溪南支流地面水，第一、三取水口由 600m/m 導水管以重力流至淨水場，第二取水口經導水渠入沉砂池後再由導水管送至淨水場，兩者均以重力流方式導送；另於水源村管制哨前設抽水站，以抽水機抽取伏流水送至淨水

場。抽取水量隨集水區降雨情形變化甚大（平均每日可取水量約七千立方公尺），為花蓮系統主要淨水場之一。砂婆礑溪平時水質甚佳，溪水濁度皆在 10 NTU 以下，除了颱風豪雨季節（4-10 月份），溪水濁度瞬間飆高外，約半天左右時間即可恢復澄清，水質狀況極佳。

惟花蓮地區雨季不均及砂婆礑溪地形陡峭腹地狹小，無法建造水庫蓄水，致乾旱枯水期間各水源枯竭時，需向水利會購買原水補充供應。基於地面水量不足及成本考量，本場快濾池洗砂廢水經廢水池重力沉澱污泥，其上澄液水質經檢測結果適合回收再利用，為公司節省為數頗豐的原水購置成本，兼具符合環保法規，永續經營的態勢。

二、淨水場水質水量及操作流程

本場原水濁度除 4-10 月份為颱風豪雨季節升高外，平常皆低於 10NTU 以下，顯示水質非常優良；惟乾估水期需調配地水水源及向水利會購買原水補充。

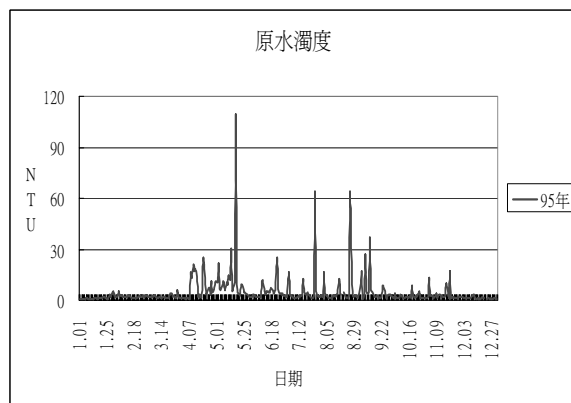


圖 1. 原水濁度變化

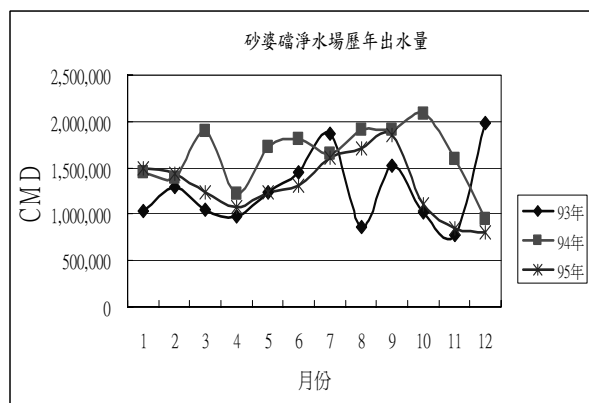


圖 2. 淨水場近 3 年出水量變化

砂婆礑淨水場淨水處理設備設計出水量為每日六萬六千立方公尺，主要淨水程序單元功

能表 1 及圖 3 所示。

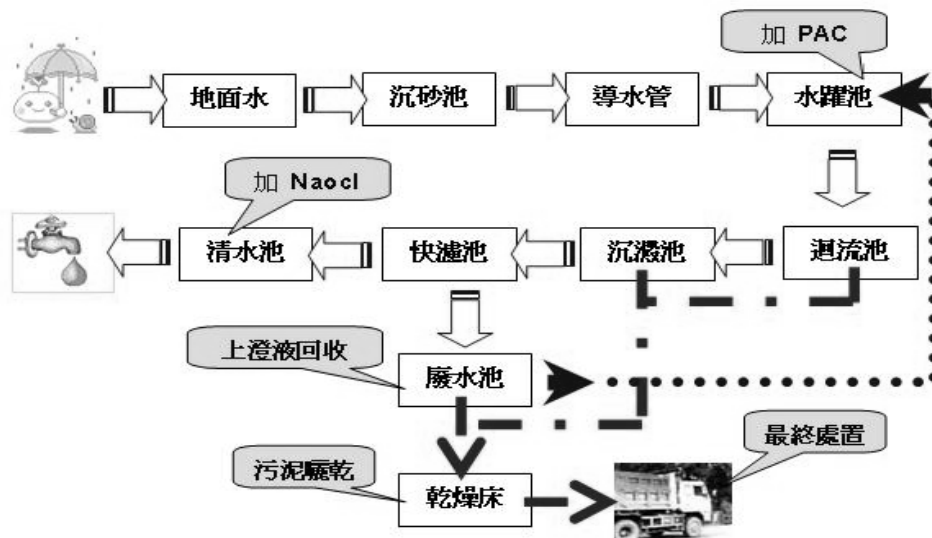


圖 3. 淨水流程

三、環保法令政策

依據環保署於 95.10.16 修正水污染防治法相關法規，規定事業或污水下水道系統產生之廢（污）水，全量回收使用需申請貯流許可文件，並應設置廢（污）水（前）處理設施管理及檢測申報管理。

- 1、設備增設：回收使用廢（污）水者，應設置獨立累計型專用電錶，並於廢（污）水產生及處理後，設置獨立專用累計型水量計測設施；回收前，設置回收使用之獨立專用累計型水量計測設施。廢（污）水回收使用者，應於回收使用前，設置廢（污）水（前）處理設施或貯留設施，貯存廢（污）水。
- 2、操作保養：廢（污）水（前）處理設施應具備足夠之功能及設備，並依操作參數，維持正常操作，定期實施保養及適時維修。
- 3、定期檢測水質：回收至製程使用者，免符

合放流水標準，然本場內控至少符合表 2 檢測標準限值。

- 4、申報計畫書：「水污染防治措施計畫及貯留許可申請書」，送當地主管機關審核。另依新修訂水污法於 95 年 10 月 17 日前，報經主管機關核備回收使用計畫者，應於 96 年 5 月 1 日至 98 年 8 月 31 日期間，向地主管機關申請換發水污染許可證（文件）。
- 5、定期申報表：每六個月（每年 1、7 月底申報前半年資料）申報一次之申報頻率。申報事業或污水下水道系統廢（污）水檢測申報表，送當地主管機關審核備查。

四、執行管理

- 1、硬體增設：專用電錶、專用流量計、回收管線、回收馬達，管線內流體名稱及流向清楚標示。
- 2、報表建立：用電量及回收水量每日抄表及設備維修記錄建檔。



表 1. 淨水單元說明

沈砂池	原水取自砂礫溪南支流地面水，由第二取水口經導水渠流入沉砂池後再由導水管送至淨水場，當濁度升高超過300NTU時，即關閉進水閘，暫時停止濁水進入淨水場；改由國慶、北昌等地下水源補充。
水躍池	原水利用入流水位差加(PAC)混凝劑快混，再流入迴流池膠凝。
迴流池	膠凝水進入迴流式膠凝池，藉著隔阪式等速混凝形成膠凝。
沉澱池	膠凝污泥結合，而形成更大的膠羽沉澱於池底，上澄液則進入快濾池。
快濾池	沉澱池未能去除的細微顆粒或水中懸浮固體、有機物、浮游物、藻類、細菌及色度等物質，可經由濾層去除達到淨水效果。當快濾池操作一段時間後雜質逐漸堆積於濾層內，當水頭損失超限或過濾水濁度超過內控標準時，即必須進行反沖洗砂作業。快濾池為深層單一濾料設計，ABW快濾池反沖水洗砂方式。
加氯消毒	加次氯酸鈉消毒，並維持清水中適度之餘氯量（0.4~0.6PPM）以確保供水水質安全。
清水池	處理水經過濾及消毒後流入清水池，以重力流方式輸送至花蓮地區。
廢水池	快濾池洗砂廢水流入廢水池經重力沉澱後，上澄液回收再生利用。

3、定期檢測：委託東典環安科技股份有限公司（環署檢字第 093 號），廢水定期檢測回收水水質如表 3 所示。

4、申報計畫書：93.02.02 花蓮縣環保局花環水字第 09304000420 號函同意備查

5、定期申報：每半年將事業廢（污）水檢測

申報當地主管機關。

表 2. 放流水檢測項目及標準

事業、污水 下水道系統 及建築物污 水處理設施 之廢污水共 同適用	水溫	一、放流水排放至非海洋之地面水體者： 1.攝氏三十八度以下(適用於五月至九月)。 2.攝氏三十五度以下(適用於十月至翌年四月)。 二、放流水直接排放於海洋者，其放流水口水溫不得超過攝氏四十二度，且距排放口五百公尺處之表面水溫差不得超過攝氏四度。
	氫離子濃度指數	六·0—九·0
自來水廠	化學需氧量	一00
	懸浮固體	五0
	總餘氯	0·五

表 3. 定期檢測回收水水質

日期	水溫(℃)		PH		COD (mg/L)		SS(mg/L)		總餘氯 (ppm)	
	廢水	回收水	廢水	回收水	廢水	回收水	廢水	回收水	廢水	回收水
95.03.13	11.4	10.8	7.9	7.6	20.8	8.8	67.7	6.7	0	0
95.08.07	21.0	20.8	7.8	7.8	46.9	10.1	51.2	4.2	0	0

五、誘因機制

1、廢水回水再利用：免設放流口、免申請排放許可證（每 5 年需展延乙次）。

2、免繳水污染防治費：為防杜水污染，環保署原訂自 95 年 1 月 1 日起，開徵「水污染防治費」，並設置水污染防治基金，將徵收的費用專款專用於水體水質改善。目前水污染防治費尚待立法院通過開徵，徵收對象為事業（含工廠與畜牧業等）及工

業區污水下水道系統。水污費採每半年繳費一次。繳費金額則依據所排放的廢水量及污染物（包含有機物質及懸浮物質）濃度計算。

3、水資源再利用：95 年共回收 282,284CMD，回收比列平均約 1.97%。

廢水上澄液回收水比例如圖 4 所示。

4、樽節成本：枯水時期本場為因應正常供水，須向水利會價購原水成本 2 元/M³，經實施廢水上澄液再利用節省購水成本效益如表 4 所示。

5、減少供應地下水：針對 94 年用戶滿意度調查表顯示，最差項目為水質項目，經檢討分析為乾枯水期時抽取地下水（花蓮為石灰岩地區）調配補充自來水供應，造成自來水經煮沸後產生白色碳酸鈣沉澱物，影響口感及民眾擔心對健康造成影響，經會同用戶檢測硬度後，皆為飲用水水質檢項標準內。

六、結語

1、砂婆礑淨水場廢水池上澄液回收再利用減少公司原水購置成本（95 年度約 564,568 元）。

2、免除申請放流水排放許可證、設置放流口等費用。

3、免繳行政院環境保護署即將開徵事業排放廢水之水污染防治費用。

4、增加水資源再利用，以節省動力成本費。

5、減少抽取地下水，供應優質自來水。

七、參考文獻

1、行政院環境環保署，環保法規。

2、陳仁仲，廿一世紀水資源之永續發展－加強推動

水的社會循環，http://www.water.tku.edu.tw/discuss/chat_discuss22.htm。

3、陳賜賢，從乾旱談台灣水資源問題，國政論壇，民國91年7月，第二卷第七期。

4、砂婆礑淨水場申報報表。

作者簡介

蔡政翰先生

現職：台灣自來水公司第九區管理處花蓮給水廠技術士

專長：廢水處理、廢棄物處理、淨水操作、工程監造

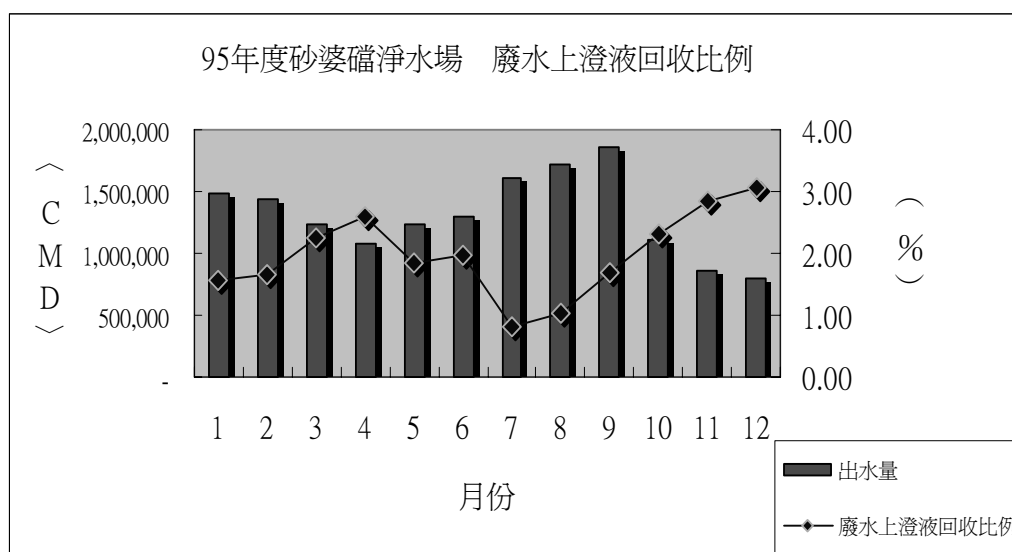


圖 4. 廢水上澄液回收水比例

表4. 廢水上澄液再利用效益

	水量 (CMD)	購水成本 (元)	節省購水成本 (元)	回收比 (%)
92 年價購原水	382,863	765,726	-	-
93 年價購原水	88,456	176,912	-	-
94 年廢水回收	253,091	-	506,182	1.31
95 年廢水回收	282,284	-	564,568	1.97

臺灣自來水公司的供水決策支援系統

文/徐享崑、羅健成、洪銘堅

一、前言

近年來由於氣候異常，頻頻發生枯旱及暴雨等災害事件。枯旱造成水資源的缺乏，颱風暴雨所引起之原水濁度異常，淨水場無法處理，兩者皆造成民生及工業用水的不足，影響至鉅。臺灣自來水公司(以下簡稱臺水公司)為達成供水調配管理現代化及強化供水管理之決策與應變能力，透過建立供水決策支援系統(Decision Data System, DDS)平台，提供各層級決策人員在暴雨颱風及枯旱情況下能作出有利公司供水的決策，避免及降低缺水風險，以達穩定、可靠、量足及質優的永續經營使命。

二、系統平台建立的構想

臺水公司現有「供水緊急通報系統」僅用來處理緊急應變事宜的有效通報。惟對於流域的水源量、淨水場的供水量及供水系統的需求等無法提供充份的資訊。因此建立具有供水調配管理之應變能力的決策支援系統平台為勢之所趨。「供水決策支援系統」平台著重提供平時供水、災情監控及災害緊急應變作業需要可提供的資訊能力。

經濟部水利署(以下簡稱水利署)與荷蘭戴伏特水工(Delft Hydraulics, 以下簡稱Delft)所合作發展的『FEWS_TAIWAN』平台包括集水區水資源管理功能的 RIBASIM 模組及水理計算功能的 SOBEK 模組等，可以銜接動態資料庫，以進行水文統計，處理河道、漫地流等計算，同時提供空間資訊展示，以進行臺灣地區各流域水旱災即時預報

與預警作業之推廣應用。所以供水決策支援系統平台可整合 FEWS 平台來解決水資源管理的決策資訊。

美國環保署的 EPANET 管網分析模組，常態可計算供水管網各管所通過的流量與特定節點的壓力，在異態某一供水點出問題(暴管或壓力不足)的異態時，可模擬支援或調配水量的方案分析，供水決策支援系統整合 EPANET 管網分析模組，則可解決供水調配的重要資訊。

三、平台的簡介

1.FEWS_TAIWAN 平台

FEWS _Taiwan 是以 FEWS (Flood Early Warning System) 系統為基礎，針對台灣的特性而設計，並簡化測預報流程，包括模擬專案的建立、水文氣象供水資料的匯出入、GIS 展示功能，並建立中文化的使用者介面。FEWS 平台其運作方式為將外部資料(external data sources)經由網路連結方式傳輸至 Client 端彙整，資料經過驗證模組、內插模組等功能，確認資料的完整性與正確性，再透過模式模組轉換成各類模式的輸入檔案格式，啟動模式進行預報運算或供水緊急應變的演算。

FEWS 強大的線上資料處理能力，可輕易地從遠端查詢、擷取、暨轉換任一格式的水文氣象及供水資料，如氣象局即時降雨時序性資料、氣象局雷達回波格網資料、水利署水文資料庫及公共給水等資料庫，來進行分析、處理、預報及緊急應變

等工作。

2.中央氣象局 QPESUMS 氣候預報系統

中央氣象局已於 90 年底完成位於台灣本島五分山、花蓮、七股及墾丁四個都卜勒雷達站的氣象雷達觀測網，其觀測範圍包括整個台灣地區及其鄰近海域，對於監測颱風、豪雨等劇烈天氣系統，具有提供即時且大範圍定量降雨資訊的潛勢。FEWS_TAIWAN 平台將中央氣象局 QPESUMS 氣候預報系統進行資料的連結整合，取得即時雨量資訊，以利氣候預報與水文模式整合模擬。

3.RIBASIM 水資源管理模組

RIBASIM(River Basin Simulation Model)模組由 Delft 所發展的水資源調配管理模式，在架構上是屬於一種網格式的模擬系統，是以在進行模式模擬工作之前首需完成模擬架構，以供模式演算之用。至於建立的方式則是將研究區域的水文站、水庫、電廠、取水工、灌區、水廠、供水區及輸水渠道等等，依據其位置及上下游關係分別以節點(Node)及線段(Link)相互連結成一個網路系統，並分別付予系統名稱及代號，如此便可將流域之實際系統轉換成可供電腦處理之數值網路系統。水量模式之計算，從河川的上游水文控制站開始，至河流入海結束，計算結點有公共給水(淨水場)、農業灌區、水庫、水力發電及引水工等。計算架構不僅包含了現有的水資源設施及水工結構物，規劃中的水工設施亦同時列入考慮。

4.SOBEK 流域管理模組

SOBEK 模組是由荷蘭 Delft 所發展，為一套整合了河川、都市排水系統與流域管理的套裝程式。SOBEK 依應用區域區分為三套模式，分別為 SOBEK Rural, SOBEK Urban 及 SOBEK River，三套模式共包含了降雨逕流、河道演算、水質模式、輸砂計算、鹽分入侵及即時控制等七種模組，在應用上可包含河川、都市下水道系統的水理計算及都市淹水區域的模擬，對於水利及水資源管理者在進行管理、決策與分析時提供了相當大的助益。

SOBEK 系統軟體系列中，SOBEK Rural 提供了河道演算(Channel Flow, 簡稱 CF module) 與漫地流演算(Overland Flow, 簡稱 OF module)的模組，在進行模組演算時，藉由輸入河川斷面、水工結構物、堤防…等模擬時所需要的資料，便可計算河川水位與淹水水深。本計劃於今年度將對河道演算模組進行瞭解，並針對河道演算模組之輸出與輸入資料進行前處理與後製作規劃，最後並以民國 90 年 9 月中之納莉颱風事件對淡水河流域進行測試，以瞭解 SOBEK 模式應用於台灣地區颱風事件之應用情形。

5.水利署水文水資源資料管理模組

水利署於 89 至 92 年以四年期間建置「水文水資源資料庫」及其管理供應系統，整合相關單位生產之資料，並依資料供需現況及業務應用需求加以彙整分析，修訂水資源資料格式標準，以建立水文水資源資料庫，提供水資源管理、河川整治、災害防救等施政決策及相關應用分析之基本圖資，其模組體系架構示意如圖 1。

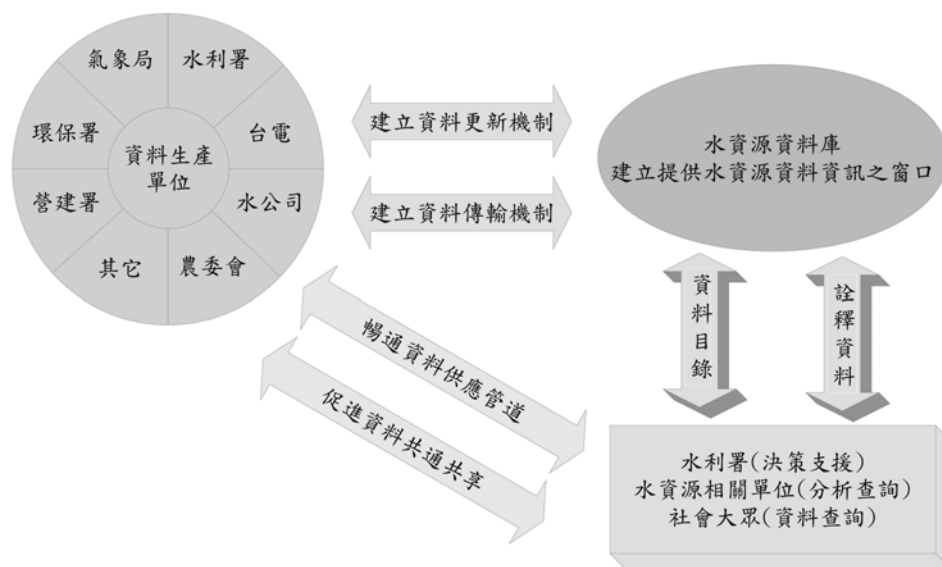


圖1. 水利署水文水資源資料供需體系架構

6. EPANET 管網分析模組

EPANET 模組係由美國環保署供水及水資源局 (Water Supply and Water Resources Division)開發的開放且免費軟體模組，可提供長期壓力管網的理及水質的模擬(simulation)。管網包括管、節點(管的交會點)、加壓站、閘、蓄水池或高架水塔。在進行 EPANET 不同時間模擬時，可求得管網各管的流量及化學物質的濃度。其解答以顏色標示管網、表格及一系列的等位線表示，如圖 2 所示。EPANET 的重要功能包括：1.可以處理任何大小的管網；2.可利用 Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, or Chezy-Manning 等公式計算摩擦水頭；3.可包括彎頭及附件等的次要損失；4.可計算抽水能量及成本；5.可計算關閉、逆流及壓力調整等不同型式的閘門模式；6.允許不同型式的蓄水池；7.可計算在不同時

間變化時各節點多重需水量。

四、系統平台成果

1.氣象局各地區雨量站的即時連線

中央氣象局 QPESUMS 氣候預報系統資料的即時雨量資訊，如圖 3 所示，可供氣候預報與水文模式整合模擬。

2.臺灣地區部份流域的水資源系統分析的建置架構

水利署推動臺灣地區重要流域的水資源管理，已完成淡水河、頭前溪、濁水溪及曾文溪等流域的 RIBASIM 的模擬演算，可提供該等流域水資源管理的依據，圖 4 為濁水溪流域的 RIBASIM 的模擬架構。

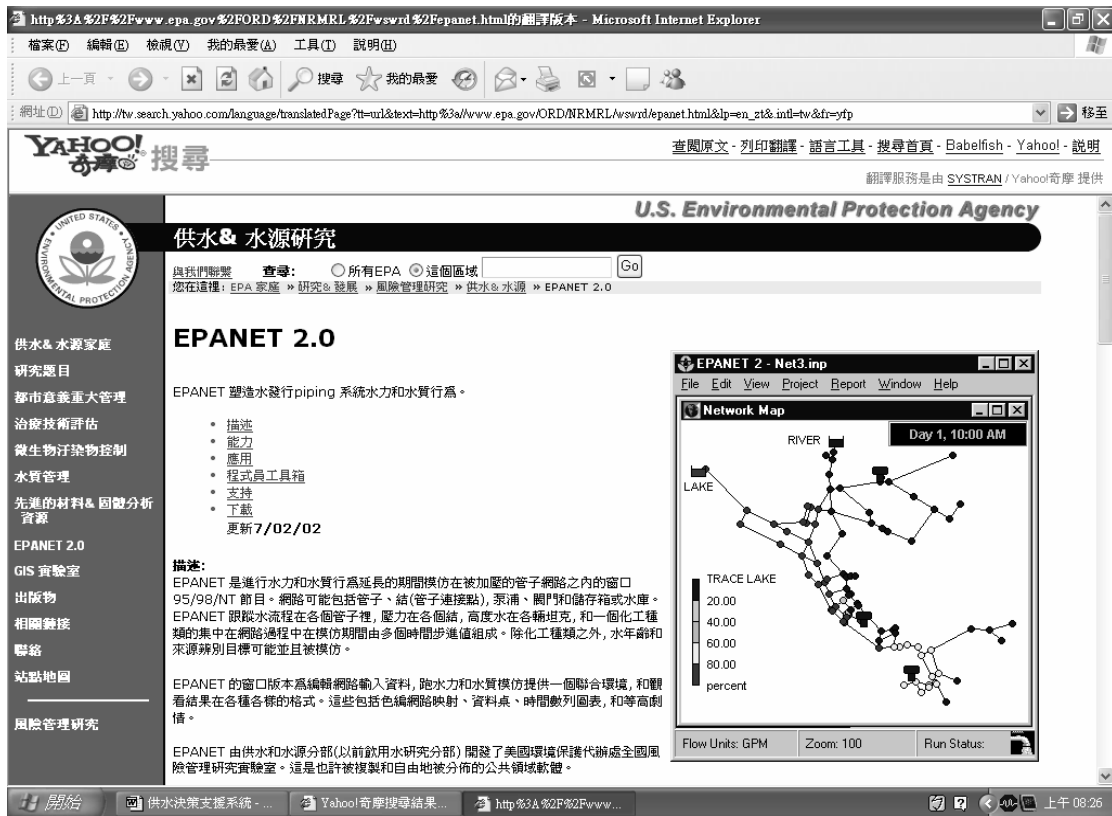


圖2. EPANET模組畫面

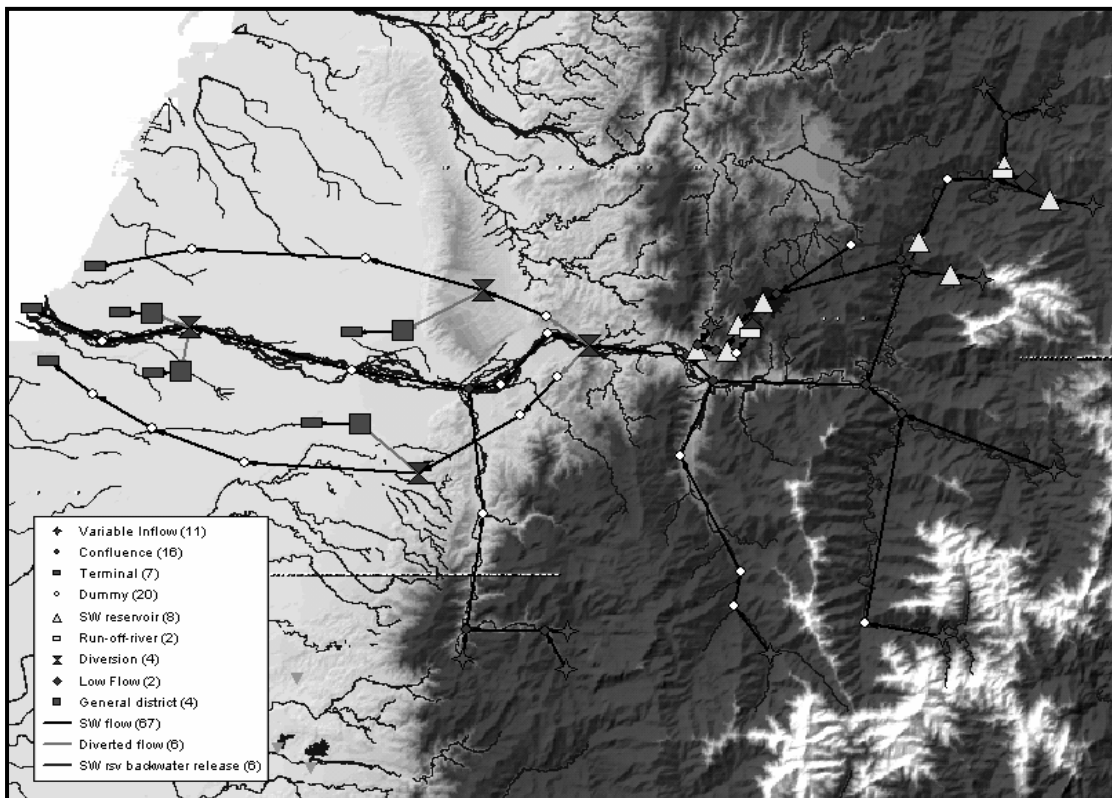


圖4. 濁水溪流域的RIBASIM的模擬架構

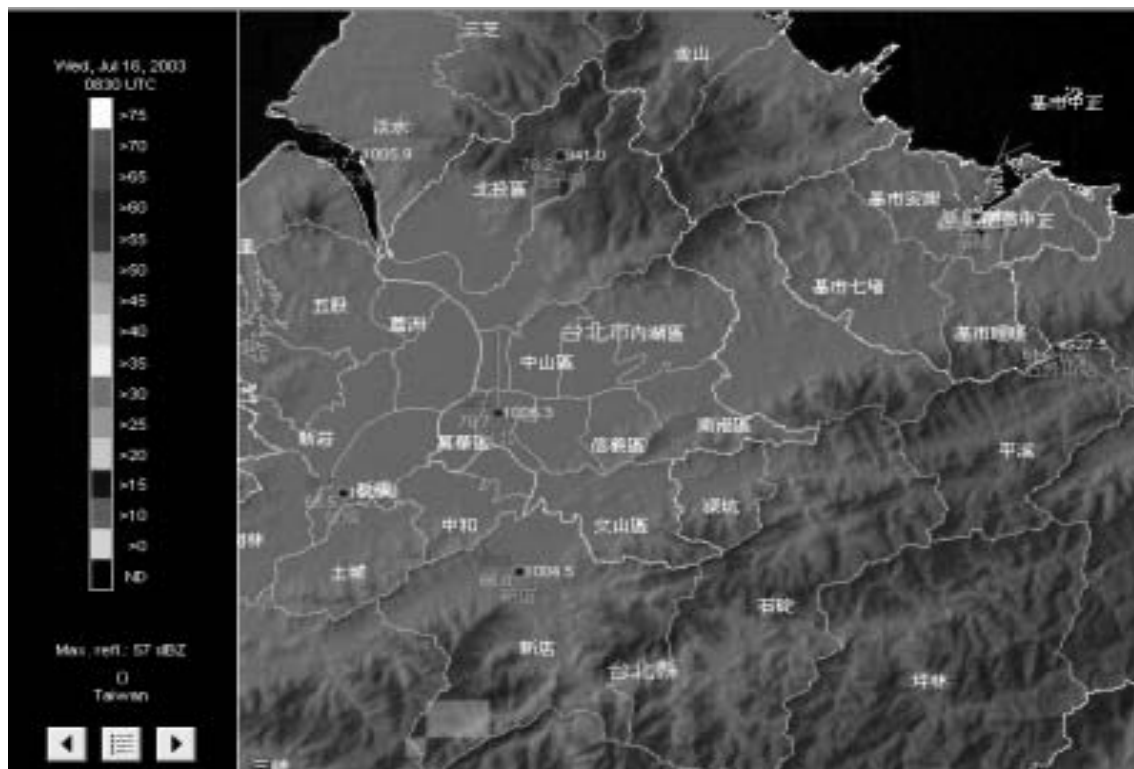
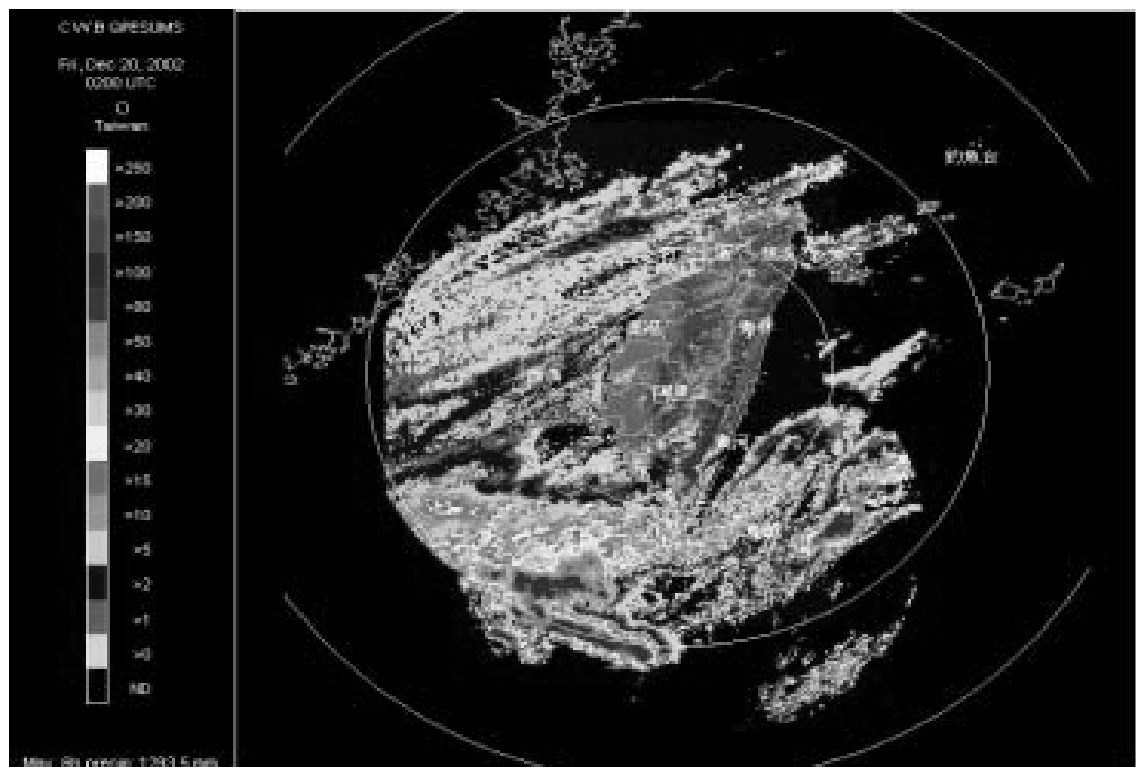


圖3. 中央氣象局定量降水資訊系統之降水估計雨量累積圖



3. GIS 資訊查詢

「公共給水管理系統」中之「公共給水資料庫」係水資源規劃、調配、分析應用之關鍵資料來源；臺水公司自八十五年起即配合國土資訊系統「自然環境基本資料庫分組」，與經濟部資訊中心、水利署及相關單位共同推動「水資源資料庫－公共給水」建置計畫，依據「水資源資料格式標準」，建立全公司淨水場加壓站、地表水取水口、配水池、地下取水井、水庫、供水支援點、廠所、輸配水幹管、導水管線、供水系統、流域、水資源分區及集水區位置圖等，可上網查詢主要供水量、供水管線及設施分佈狀況，圖 5 及圖 6 為 GIS 資

訊查詢畫面。

五、系統平台擬擴充建置的項目

(一)本年度擬擴充建置的項目包括：

1. 水利署未完成臺灣地區其他流域的水資源系統(RIBASIM)的分析架構建置與前述流域的水情資料的更新，另 RIBASIM 的水資源系統建置完成後，除共用水利署的水資源的資料庫，瞭解即時的水源分配，並可分析本公司未來的水源需求。另 RIBASIM 的水資源系統建置完成後，除共用水利署的水資源的資料庫，瞭解即時的水源分配，並可分析本公司未來的水源需求。



圖 5. 重要淨水場畫面



圖6. 輸配管網功能畫面

2. 臺水公司各重要供水系統管網資料的建置，臺水公司的現行的通報系統無法提供供水管網各幹管的即時流量及壓力，美國環保署所開發的開放且免費軟體 EPANET 模組則可提供管網系統這方面的解答。EPANET 多年來已廣為國際及各國政府水利機構應用於管網分析規劃實務，以 EPANET 發展本公司自有管網分析系統，除軟體可統一外，並可免除未來大量採購昂貴之商用管網分析軟體之花費，符合成本效益原則。

(二)未來擬擴充建置的項目包括：

1. 在各重要供水管網系統適當地點增設

無線傳輸(GPRS)的設施，以利即時傳輸其流量及壓力至監控系統。如此則可掌握降雨、水源的分析進而瞭解供水管往各地區供水量及壓力的分佈，『供水緊急應變（供水決策支援）系統』平台可完整有效。

2. 透過國網中心 TWAREN 連線，配合中央緊急應變機制啟動後，大量監測資料、災情資料及災情預報等大量資訊的彙整，以提升整體防救災作業系統的功能，如圖 7 水利設施的即時影像。

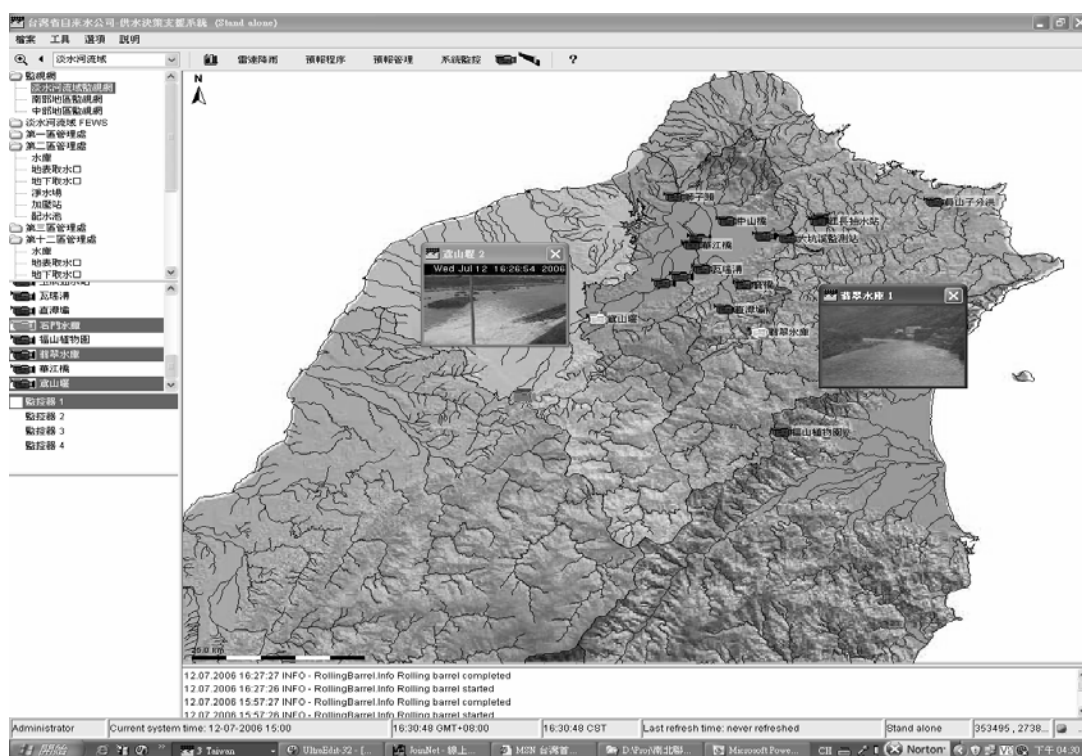


圖7. 水利署國網計劃中水利設施的即時影像

作者簡介

徐享崑先生

現職：臺灣自來水公司董事長

專長：水利行政及水資源事業管理

羅健成先生

現職：臺灣自來水公司資訊中心主任

專長：水資源規畫

洪銘堅先生

現職：經經部水利署水文技術組長

專長：水資源規畫

自來水供水場站動力費節流之探討

文/陳信利、林秀霞、陳茂雄、李丁來

壹、前言

電力供應對於自來水事業正常營運扮演相當關鍵的地位，近年來因水價未調整與新擴建自來水工程不易，使得自來水事業的經營困難度越來越高，且台灣地區自產能源十分缺乏，百分之九十七以上仰賴國外進口，故如何使自來水系統之耗電減輕至最低，以達節約用電就顯得格外重要。依據台灣省自來水股份有限公司（以下簡稱台水公司）歷年動力費用支出情形而言，與全省各地供水量逐年遞增呈現正比趨勢，如圖 1 所示，其中參考台水公司 95 年度各項重要營運費用支出（不計資產折舊與貸款利息）情形，所謂之電力費用約占總主要費用支出的 8.1%，高達 12 億 7,700 餘萬元。

台水公司為努力增加營收，降低生產成本以提高經營績效，均有定期掌控各項主要費用之執行情形，本文僅就動力費節流部分

進行探討，將台水公司近半年對於動力費節流專案，說明如何有效善用電力耗能並擷節動力費用支出。其實早在 91 年 10 月時，台水公司即因水價無法適時提高反映成本，而全省抽水機用電量又持續升高情形下，派員前往轄屬北、中、南區各一管理處進行輔導，列出各項控制動力費之因子如下：

- （一）契約容量。
- （二）功率因素。
- （三）高低供水區之分隔。
- （四）合理操作模式（含抽水機組合、尖離峰調節配水池水位等）。
- （五）抽水機效能檢討。
- （六）淨水設備耗能（操作水頭損失）。

藉以測試各供水系統最低電力耗能，以達提供量足、質優自來水，以提升國民生活水準、促進經濟發展。

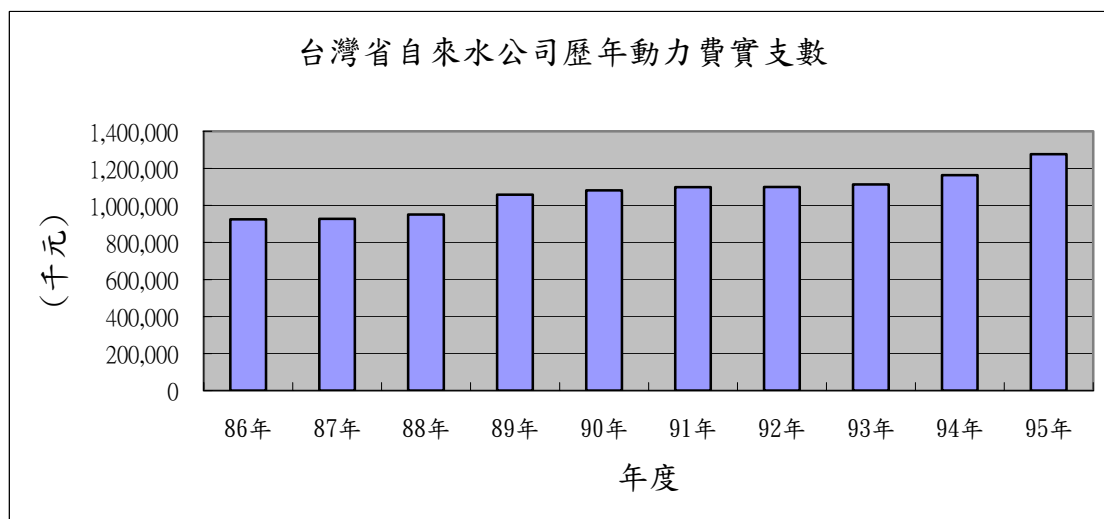


圖 1 台灣省自來水公司歷年動力費實支情形圖



貳、電費計價方式概述

電費計價主要依據台灣電力公司於 95 年 8 月 18 日報奉經濟部核備之「電價表」計價，因台水公司所轄各淨水場站大多屬於契約容量在 100 瓩以上者，以交流 60 赫，三相三線式 3,300 伏特、11,400 伏特、22,800 伏特高壓供電供電方式供電，故屬於高壓電力，並採用公用自來水用電按適用電價 70% 計算，以及依法將電費總金額除以 1.05，以

免計營業稅額計價。

二段式高壓電力計價方式如下列表 1 所示，其中尖峰時間可變動時間電價之指定時間為夏月（6 月 1 日~9 月 30 日），以及經台電公司指定日期之上午 10 時至 12 時止；下午 1 時至 5 時止，可視系統實際需要，於前一日下午 4 時前通知用戶，全年尖峰時間計 30 日，180 小時。離峰日期如表 2 所列。

表 1 二段式高壓電力電價表

（單位：元）

分 類				高壓供電		特高壓供電	
				夏 月 (6 月 1 日至 9 月 30 日)	非夏月 (夏月以 外時間)	夏 月 (6 月 1 日至 9 月 30 日)	非夏月 (夏月以 外時間)
基本電費 (每瓩每月)	經 常 契 約			223.60	166.90	217.30	160.60
	非 夏 月 契 約				166.90		160.60
	週六半尖峰契約			44.70	33.30	43.40	32.10
	離 峰 契 約			44.70	33.30	43.40	32.10
流動電費 (每 度)	周一 至 周五	尖 峰 時 間	07:30~22:30	2.32	2.24	2.31	2.23
		離 峰 時 間	00:00~07:30 22:30~24:00	0.91	0.84	0.90	0.83
	週六	半尖峰時間	07:30~22:30	1.42	1.35	1.32	1.24
		離 峰 時 間	00:00~07:30 22:30~24:00	0.91	0.84	0.90	0.83
	週日及 離峰日	離 峰 時 間	全 日	0.91	0.84	0.90	0.83

表 2 離峰日期說明表

中 華 民 國 開 國 紀 念 日	1 月 1 日
春 節	農曆除夕~1 月 5 日
和 平 紀 念 日	2 月 28 日
民 族 掃 墓 節	4 月 4 日或 4 月 5 日
勞 動 節	5 月 1 日
端 午 節	農 曆 5 月 5 日
中 秋 節	農 曆 8 月 15 日
國 慶 日	10 月 10 日

有關電費之計算採每月基本電費與流動電費總和，基本電費與流動電費計算內容簡略說明如下：

一、基本電費：

(一) 夏月：

基本電費 = 夏月經常契約電價 × 經常契約容量 + 夏月週六半尖峰或離峰契約電價 × [(週六半尖峰

契約容量+離峰契約容量)-(經常契約容量+非夏月契約容量) $\times 0.5$];惟後項計得之值為負時,則按 0 計算。

(二) 非夏月:

基本電費=非夏月經常契約電價 $\times$ 經常契約容量+非夏月契約電價 $\times$ 非夏月契約容量+非夏月週六半尖峰或離峰契約電價 $\times$ [(週六半尖峰契約容量+離峰契約容量)-(經常契約容量+非夏月契約容量) $\times 0.5$];惟最後一項計得之值為負時,則按 0 計算。

二、**流動電費**:依尖峰時間、週六半尖峰時間與離峰時間實用電度分別計算。

參、動力費節流措施

一、電費計價影響動力費因子

契約容量(即超約用電):

當月用電最高需量超出其契約容量時,超出部分依各該不同供電季節、不同供電時間之適用電價,按下列標準計收基本電費,並概不給予功率因數及基本電費等電費折扣。

- 1.在契約容量 10%以下部分按 2 倍計收基本電費。
- 2.超過契約容量 10%部分按 3 倍計收基本電費。

功率因素:

用戶每月用電之平均功率因數不及 80%時,每低 1%,該月份電費應增加 0.3%;超過 80%時,每超過 1%,該月份電費減少 0.15%,其中所稱電費為「基本電費」而言。

經常用電備用電力(即雙饋線供電):

1.低壓或高壓備用電力由同一二次變電所或配電變電所之另一饋線供應者,按經常用電適用電價加計 10%,若備用電力由不同二次變電所或配電變電所之另一饋線供應者,按經常用電適用電價 15%計算。

2.特高壓備用電力按經常用電適用電價 15%計算。

不同揚程抽水機組合測試及利用尖離峰時段調配供水區之供水壓力方式等。

二、節流成效

由於各場站之抽水機組合測試及利用尖離峰時段調配供水區,均由基層同仁不斷測試與檢討,大多已建立固定操作模式,在提供量足質優的先決條件下,只要於供水設備有調整、新購或汰換時,配合進行耗用電量檢討,應不致有太大影響,而經常用電備用電力(即雙饋線供電)部分,目前大多設於供水風險較大之場站,或供電異常較頻繁地區之廠所,以降低風險及保護供水設備,亦應投資與建置。故最易直接由操作人員檢討而節約動力費用部分,則屬契約容量(即超約用電)與提高功率因素。

「契約容量」訂定太高則導致浪費基本電費,太低則遭超約罰款,故為追蹤重要供水場站之動力用電「經常(尖峰)契約容量」與「經常(尖峰)最高需量」契合情形,以降低營運成本及節約能源,首先商請台電公司節約能源單位,以電腦軟體就各場站過去 12 個月歷史用電資料推估「最佳契約容量」、



「變更契約所需繳納線路補助費」及「預估全年可節省經費」，經台電公司分析結果，在未來 12 個月用電狀況及設備未改變情形下，試算台水公司場站用電經常（尖峰）契約容量在 100KW 以上之單一電號，逐一檢視無發生流動電費者，檢討是否辦理停用，功率因素偏低者（內控基準為 90%）進行改善等，預估每年可節省基本電費為 2,867 萬 9,427 元，惟為避免用電超約罰款情事，須調整增加契約容量，並繳納線路補助費計 1,106 萬 7,464 元。

為此，台水公司自去（95）年 10 月份起針對場站用電經常（尖峰）契約容量在 100KW 以上之較大型單一電號進行追蹤查核，經篩選統計全省合計共 234 個單一電表，而契約容量未達 100KW 者，則請相關區處自行比照辦理。

依據台水公司各單位實地檢討，囿於操作場站用電狀況及設備與功能，故與台電公司所分析之績效成果尚有所出入，經半年持續追蹤調查彙整結果，

辦理動力費節約仍需考慮：

- （一）若辦理降低契約容量，則無須繳交線路補助費，唯兩年內恢復契約容量時，應收供電設備維持費，故契約容量訂定應合理，否則節約「動力費」的情形下，可能造成「線路補助費」支出增加。
- （二）提升契約容量每 KW 需繳交線路補助費 1,759 元（高壓需量），其中半尖峰契約依 75 折，離峰契約依 2 折計算，故在不影響正常供水設備負載下，可考慮訂定半尖峰或離峰契約。
- （三）如需提升契約容量，建議申辦手續之時間點為每年 5 月或 6 月汛期來臨前辦理較為有利，以免遭受超約罰款。

經台水公司近半年檢討追蹤結果，全省 234 個單一電表有辦理調整者共計 114 件（佔 48.7%），其總契約容量調降 6539KW，提升 4608KW，預估每年可節省 1,957 萬 2,911 元（詳如附表 3 所示），成果斐然。

表 3 台水公司重要場站用電契約容量與最高需量契合情形之績效彙總表

月份別	完成件數 (件)	契約容量調整		提高功率 因素(%)	預估節省經費 (元/年)	備 註
		調降(KW)	提升(KW)			
95 年 10 月 至 12 月底	21	1,678	606	71	7,114,829	
96 年 1 月	43	2,944	412	0	3,836,412	
96 年 2 月	14	238	257	6	496,914	
96 年 3 月	36	1,679	3,333	3	8,124,756	
合計	114	6,539	4,608	80	19,572,911	

肆、結語

自來水事業為提高經營管理績效，大多

費用如原料費、外包費及物料費等，惟因動力費用屬浮動支出，並非每月每年均為定

值，故有賴操作人員定期檢視用電是否合理，未來應可研擬訂定電力節約執行要點，採相同考核基準督導操作單位在節能措施辦理評比，以行政配套永續推行節約能源措施。

在各項節能措施中，設備性能的改善是較廣為人知的，只要對於設備有一定程度的了解，多能達到良好的成效，因隨著自動監控設備的技術提昇及普及化，故未來除應加強設備維護保養工作，並應建立一套電力觀測紀錄系統，以爲統一間距且連續監測資料以利後續追蹤分析，便於長期觀察節約能源變化及趨勢。

參考文獻

- 1、經濟部,“自來水供水系統之電力能源指標探討”,95年度研究發展專題,2007
- 2、<http://www.water.gov.tw/>
- 3、<http://www.taipower.com.tw/>

作者簡介

陳信利先生

現職：台灣自來水公司供水處工程師
專長：機械工程

林秀霞女士

現職：台灣自來水公司供水處管理師
專長：供水成本分析

陳茂雄先生

現職：台灣自來水公司供水處經理
專長：自來水工程

李丁來先生

現職：台灣自來水公司供水處生產組工程師兼組長
專長：自來水工程



96 年大禹獎得主——一個從臨時工到總經理的台水傳奇

-專訪台灣自來水公司 黃慶四總經理



看似從《論語》走出來的賢哲般遙不可及。但言談之間卻如長者般親切和藹，侃侃而談。秉持著「務實」、「誠信」與「謙卑」的人生觀，一步一腳印，走出從臨時工到總經理的台水傳奇。

文/陳淑芬

一、楔 子

今年的 6 月 5 日，獲得「全國水利傑出貢獻獎-大禹獎」的殊榮，當我仔細去探究該獎項的甄選要點時，發現要想獲此殊榮還真的必須具備大禹治水的精神、宵衣旰食，持之以恆三十年以上，而且還要能「足以為水利從業人員之楷模」才有獲獎資格。我相信獲獎就是肯定，黃總經理這種夙夜匪懈的工作精神應該也是他之所以能締造台灣自來水領域的傳奇-「從臨時工升遷到總經理」的要訣之一吧！

基於建立水公司知識傳承的機制，我們邀請了黃總經理與我們分享了這幾年來他推動責任中心制度專案的執行心得與相關組織變革過程的管理技巧，相信這樣大型專案的經驗傳承與分享，一定能夠成為後生晚輩推動專案的指引與參考。

二、台水責任中心制度的推手

高效率的黃總經理在很短的訪談時間裡，從專案的歷史背景到制度推動過程中的心得與技巧都無私的與我們分享。在訪談過程中，我覺得黃總經理像極了管理大師 Jim

Collins 在《從 A 到 A+(Good to Great)》一書中所提到的第五級領導人。所謂的「第五級」是管理能力的五個層級中最高的一個等級；也就是具備不屈不撓的性格與專業堅持的毅力，盡己所能排除萬難的一位 A+領導者。

台灣自來水公司於 63 年整併地方水廠為 12 個區管理處，且於 66 年度開始對全省各區管理處實施經營績效考核的制度，但因該制度缺乏現代化目標管理機制及各地區事業單位成本考核觀念，且總管理處內部各處室、員工訓練所及南北水表修理場以及廠所以下之股級單位皆未能依目標管理精神分配責任目標，因此便無法明確落實總管理處的經營策略與方針。

時間的場景回到民國 90 年，當時國營會蒞臨水公司進行期中考成實地查核時提出推動責任中心制度的要求，因此當時的陳董事長志奕指派黃總經理（時任副總經理）來擔任專案召集人，因黃總經理擁有相當豐富的基層經歷，故深知責任中心制度之推行對自來水公司的永續發展案定有相當大的助益，適逢國營會提出要求，因此決心排除萬難戮力執行，經過了這幾年來台水團隊的

努力，責任中心制度已成為驅使水公司邁向卓越之路的礎石，其顯著且卓越實行成效，也已成爲引導台水國際化的墊腳石。

三、專案的規劃與執行目標

黃總經理與我們分享：「謹慎選擇專案推動的團隊成員就是確保落實及成功推動專案的基礎，他也提到就如同《從 A 到 A+ (Good to Great)》一書所述，專案成立推動組織要先找到對的人」。因此，黃總挑選了公司內部的管理精英，分別從制度設計、責任會計、資訊回饋系統及考核等類別分組進行，並且親赴其他國營事業單位拜訪進行標竿學習。

整個制度的推動透過以下的階段目標來實行：

- **啓始與規劃階段：**本階段目標爲成立專責推動單位，建立制度，推動規劃。
- **宣導階段：**本階段目標爲透過全面性推廣，使全體員工均能了解制度內容與其中內涵之雙贏概念。
- **試行階段：**本階段目標在試辦過程中，發現未見週全之處，及時補充與修正。
- **推展階段：**取得員工對制度的了解與共識後推展運作，並按績效目標檢討修正，就實行需求或業務需求修訂制度。

黃總經理回憶說：「他在 91 年正式開始研擬責任中心制度的架構，並深入基層辦理全省巡迴分區講習宣導責任中心的觀念，同時要求各級主管及操作單位落實戴明循環 (Deming Cycle)，透過嚴謹的企劃、執行、檢測、改善過程 (Plan-Do-Check-Action；PDCA)，以強化制度的推動成效，一步步建立區處的自主管理精神，激勵單位的主管就其職權範圍，施以高效能之管理，以達成總

管理處所賦予的責任目標，並以其權責範圍內所能控制之項目，作爲衡量評估績效依據，以建立綜合運用分權經營理念與目標管理的績效管理制度。」

四、責任中心的營運重點與目標

黃總經理也提到，由於自然生態與環境的變遷迅速，因此自來水事業也必須面臨較過去更爲複雜多變的「外在」環境考驗，因此在考量整個責任中心制度發展理念是依循著公司的願景及使命爲前提，同時依據未來的經營策略以擬訂年度總目標，並以此目標做爲一級責任中心的目標，據此向下延伸建立各層級的目標體系，使各層級的責任中心都有明確具體的努力目標與方向，同時整合原有相關管理制度，以提高整體管理效能。黃總經理在責任中心制度的目標設定方面，也有獨到見解，他認爲當務之急須先強化公司內在的管理效能，然後落實分權化的管理制度；明確地劃分各單位權責，使權有所屬、責有所歸，建立「權責相符」的自主管理精神，同時也建立各級人員的成本觀念，透過「團隊精神」的發揮，才能圓滿達成公司的「整體」目標。

在《執行力(Execution)》一書中提到「策略流程界定企業行進的方向，而人員流程則界定了該參與的人員，至於營運計畫則是爲人員指明路徑，並將長期的產出切割成短期目標。」有鑑於此，黃總經理也提出另一個專案成功的必備要件；就是責任中心制度的組織規劃必須與現有的營運方式相連結，各類型的責任中心所屬的營運重點不同其目標也不盡相同：

- **收益中心：**營運重點在追求收入的創造，考量爲目標銷售量的達成及銷售費

用的控制，區管理處之服務所即屬此型態，共計有 36 個「收益中心」。

- **成本中心：**營運重點在有效控制生產成本，主要任務在一定的產量及品質要求下，達到成本的降低，給水廠及水表修理場屬於此型態，共計有 26 個「成本中心」。
- **費用中心：**營運重點在追求費用的降低。該中心本身無法創造收入，但可藉由費用的降低，達成部門貢獻的目標。部門主管應在預算限度內，發揮最大效用及提供最佳服務，本公司各處、室、中心及管線隊均屬此種型態，共計有 27 個「費用中心」。
- **利潤中心：**即「收益中心」加「成本中心」及「費用中心」，再加上有自主的採購或銷售權。該中心主管綜理產銷，並負責提升生產效率，擴展銷售量及控制費用等，各區管理處、營運所、七區處之觀光課屬之，共計 76 個「利潤中心」。

黃總經理語重心長的說：「制度的改變，不見得每位同仁都能欣然接受，唯有用愛心與耐心承上啓下，從總管理處與各區處間雙向互動的目標建立與分配，到目標執行及經營成果檢視，並針對差異提出分析對策，並持續改善，才能提升經營績效。」

五、績效衡量指標的設計與考核

為因應公司的多元化目標，所以績效的衡量不能只侷限於盈餘目標的達成，必須同時兼顧成長、創新、人力發展及社會責任等目標。因此績效衡量指標的設計方面就包括「財務性」及「非財務性」兩項指標，並依不同中心類型分別訂定。財務性的指標就是

以達成法定預算為首要目標。而非財務性指標的訂定則依照《核心策略組織(The Strategy-Focused Organization)》一書的作者 Robert S Kaplan & David P. Norton 所提出的平衡計分卡架構，分成「內部流程改善」、「顧客滿意」及「專業養成及學習」三個構面來制定。另外，在目標值的訂定方面也依兩個面向來制定：財務性的指標的目標值；由總處各業管處室與各所屬一級責任中心協調溝通後，依其合理實際需求數予以分配訂定。各級責任中心就績效報告表，逐月自行檢討並依規定時間送會計單位彙辦。然後由總管理處會計單位依據一級責任中心績效報告表彙編全公司績效報表，提報討論。區處經理需針對該區重要成本(如：動力費、機修費、原料費及物料費)的其差異值超過標準者，於經理會報時，提出差異分析。而非財務性指標項目的目標值；由各業管處室依每一指標項目的屬性及其特性於各項評分標準內逐一訂定，且按其重要程度予以不同權重比率。由各級責任中心應就非財務性績效指標項目，逐季自行檢討並依規定送主管核定。然後由總管理處企劃處彙編各一級責任中心非財務績效報告表，提報次月主管會報或經理會報討論。其中差異值超過標準者，該區處應於次月主管會報或經理會報中，提出差異分析與因應對策。

由於自來水公司負責運籌民生與工業用水之供應，肩負著許多政策性的任務與目標，所以在營運管理的規劃上與一般民營企業僅以營利為目的的管理方式不盡相同。因此，整個制度的本質以經營策略為核心，透過目標管理的內涵來建立整體的架構，以合理指標連結經營績效，並且以分級檢核的機

制落實執行。除了在制度面的規範外也有配套的獎懲措施來激勵員工士氣。當然，責任中心制度能有效提升營運效率，其所運用的資訊透明化系統平台也功不可沒，責任中心資訊系統在設計上也區分為「財務性績效控管」、「非財務性績效控管」二大主軸，由系統提供各級責任中心成員與管理人員及時且有效的資訊，以掌握各項目標執行情形與進度，擬定改善方案與對策，協助責任中心達成其使命與目標。

另外，為配合多變的營運環境需求，在制度面也可依下列不可控因素，報請增配預算或併決算而調整績效目標，例如：不可抗力的天然災害、因其他機關疏忽而造成對公司的影響、或因政策因素改變而造成的影響、或當年度分配目標值時無法預知之新增業務造成支出增加；但可預知之新增加設備致增加支出等原因，則不屬於不可控制原因、或因物價波動所增加的支出以及其他屬不可控原因，經報奉總處業管單位審查認定的項目皆可提出調整績效目標的申請，整體制度的考量相當具全面性且合理周全。

黃總經理也提到之所以運用目標管理(Management By Objectives, MBO)的管理方式，是冀望同仁的工作目標能與公司的策略目標緊密結合，以提升營運效率與效能，因此，績效評核與獎懲制度的制定也相當重要。在績效評核方面，為強化其合理性故以書面查證為主、實地查證為輔的方式，由各責任中心進行定期評核與年度自評，依績效評比結果，獎優懲劣。依當年營運效能而提供不同的獎懲；內容可能是財務性獎勵，由當年度績效獎金提撥適當比例，做為責任中心制度的獎金(例如：95 年度即由績效獎金提

撥 8%)。或非財務性獎懲，包含：頒發獎狀、行政獎勵、行政責任等配套措施。

六、責任中心制度推廣的有形效益與無形效益

六年來，責任中心制度推廣的實施成效在有形效益的方面表現相當卓著；自 92 年度的 1.04 億元到 95 年度的 16.26 億元高成長。黃總經理提到：「在 92 年度時適逢北部地區乾旱，因此公司外購原水支出大幅增加，實支數較預算超支 5 億元，但全年度盈餘仍能超越目標值。原編列預算為盈餘 0.05 億元，決算數為 1.09 億元，即實際成效為 1.04 億元。而在 93 年度時本公司全面實施責任中心制度後，當年度法定預算為虧損 4.96 億元，執行結果仍能創造盈餘 0.10 億元，金額雖不大，但充分顯示員工共同努力開源節流，財務性績效卓著，實際成效為 5.06 億元。到了 94 年度，當年度法定預算為虧損 4.07 億元，執行結果創造盈餘 4.46 億元，加上因轉虧為盈提撥績效獎金 4.62 億元，實際成效為 13.15 億元。而 95 年度時，該年度法定預算為虧損 7.08 億元，執行結果卻創造盈餘 3.13 億元，加上因轉虧為盈提撥績效獎金 6.05 億元，實際成效已高達 16.26 億元。」。近兩年來透過台水團隊全員努力不懈，所建構出的高成長營運效能已轉虧為盈，也因此而獲得歷年來最佳的績效回饋獎金，分別創下亮眼成績達 13.15 億元及 16.26 億元。在無形效益方面，透過推動專案小組持續的修訂與改善；讓制度能更切合實際營運的需求。而且，在漸進式的推動過程中，透過宣導與實做階段，同仁皆已深植成本觀念，且對於自身單位的績效，錙銖必較，充分發揮良性競爭的成效。另外，資訊系統因



日趨穩定也逐步發揮線上即時管控的功能；可隨時精準評定及追蹤各單位的執行績效。整個專案的推動過程中，在耳濡目染之下也培養了許多公司內部的經營管理人才，這應該也算得上是一個無形的效益。任何一個高成長績效的背後，一定要有一位堅持要做對的事而且充滿耐心的「第五級領導者」，才會產生成功的結果。

七、推動責任中心制度的關鍵成功因素

有鑒於責任中心的主要特色是以人爲中心，而水公司的同仁組成是集合了 128 個地方的水廠的多樣化成員，因此我很好奇的請教黃總經理，在這樣的組織環境中要推動責任中心制度的關鍵成功因素是什麼？黃總經理說：「高階決策階層的支持」、「員工對責任中心制度觀念的認同與團隊合作」、「相關業務的熟練程度」、「主管要具備決策思維的本質並能充分授權」、「客觀、公平、公正的績效目標以及績效評估方法與激勵制度」、「透明化的資訊管理系統平台」、等項目，都必須詳加規劃考量才行。他也謙虛的說：「公司推動責任中心制度僅是一個達成公司策略目標的基礎，要順利達成質優、量足、服務好的任務，除了現有制度外尚賴週詳地規劃、有效地執行、詳實地考核，彼此環環相扣，方能美夢成真。」我認爲，成功絕不是偶然，在專案推動過程中，黃總經理以身作則，孜孜不倦地透過 16 場的大型宣導活動與無數次的溝通會議，努力的與同仁溝通、協調並宣導理念，也才能有今日豐碩的成果。

最後，我要誠摯地感謝黃總經理能在百忙之中與我們分享這個專案推動過程的點

滴與心得。整個訪談過程中黃總經理強忍著喉嚨的不適，仍然用他充滿磁性的聲音向我們解說整個責任中心制度從無到有的過程，那份專注的神情就好像在談一個孩子的成長過程一般，每個階段的精華部份都巨細靡遺且毫無遺漏。我相信整個專案推動，就是因爲黃總經理這樣的耐心、努力、執著與不計回報，才能有今日如此卓越的執行成效。而在訪談結束後，我益發覺得黃總經理就好像被譽爲「世紀經理人」-傑克·威爾許 (Jack Welch) 在《致勝(Winning)》一書中所提到那種具備 4E+P 贏家特質的專業經理人，具象化地出現在我的眼前。雖然訪談的時間很短，但我相信以黃總經理豐富的歷練並領導參與水公司多項業務興革，包括：全面進行人力評鑑、推動實施責任中心制度、業務多角化經營、執行廠所整併作業、抄表人力轉任委外計畫、推動水公司閒置土地處理以及活化不動產專案計畫等專案，其卓越之經營管理能力，一定還有許多的管理祕笈值得我們學習，希望未來有機會再邀請黃總經理與我們分享。

在離開之前，我又請教黃總經理一個與責任中心制度不相關的問題，因爲我想在水公司裡一定有同仁像我一樣想知道該如何自我驅策才有機會能像黃總經理一樣--「領遍所有水利產業的貢獻成就獎項」，進而成爲另一個水利產業的傳奇。黃總經理依然強忍著喉嚨的不適對此問題，提出他的看法與建議，內容非常精采豐富。所有與本次黃總經理專訪相關知識分享的影音資料，都將於整理後存放在 OPEE 專案的網站中，也歡迎所有對自來水領域的管理、專案推動或持續改善有興趣的水公司同仁，都能連上網站

([Http://OPEE](http://OPEE))點閱，並分享您的寶貴經驗。

人物簡介

黃慶四先生

現職：台灣自來水公司總經理

經歷：台灣省自來水公司副總經理、國會聯絡人及新聞發言人、第四區管理處、第十一區管理處主任、總管理處副理、第九、八、五、七、十二區處經理。

專長：自來水經營企業化管理、責任中心、責任會計、開源節流創造盈餘。

作者簡介

陳淑芬

現職：智磊知識服務股份有限公司行銷暨業務副總經理

專長：精專於行銷管理、知識管理及組織變革與創新管理相關方案規劃。

水水人生 由水而起

文/吳陽龍

95.11.17 自來水節，受中華民國自來水協會李理事長錦地頒發特殊功績獎，以表彰個人在自來水事業發展的工程技術上具有特殊重大貢獻，獲此獎項，實為協會各位自來水前輩和北水處長官的厚愛與指導，以及曾經一起共事的同仁一起努力的成果，特藉此表達敬佩感恩之意；回想過往，自 66 年 4 月至北水處報到以來，二十九年的自來水服務生涯，一連串的機運及不少貴人相助，才能盡我所能，為臺北自來水事業處立下一些汗馬功勞。

初任修漏股監工，即發生中央氣象局前口徑 500 mm 爆管事件，在工地站了三天三夜，股長說是給我震撼教育，也因此啟動要去了解原因加以改善的樂趣，開始了研究圖面及調閱相關文獻資料，以尋求解決之道。再調給水股設計，開啓內線設計的視野，當時興建的超高大樓台電大樓與新光大樓，均有幸參與，對有關給水、排水、消防等管線配置及容量計算方式，有了充分了解，73 年蒙選派赴荷蘭研習自來水工程一年，收獲頗豐，76 年調工程總隊任管線股長，編撰自來水管線工程供同仁設計參考。77 年接第一任的計畫股長，參與台北區自來水第五期建設給水工程計畫的規劃，其後，擔任正工程司、設計科長、總工程司至總隊長，迄今長達 17 年（1998 調供水科長一年除外）主要工作，均在推動五期計畫的各項工程，迄 95 年 4 月止，共執行三百餘件主要工程，128 億 6 千餘萬元，並將執行結果於 95 年 8 月彙集成冊，除紀錄各項工程之施作成果外，

亦希望將推動工程的經驗與努力的過程與大家分享，由報告內容可見每一件工程從規劃、設計至施工完成，均是多人共同投注心血的成果，執行時的甘苦只有參與其間的人才能體會，完成時的喜悅與成就感，也只有努力與付出過的人才能真正感受，在此，特別向參與五期計畫的各位英雄及在幕後默默協助的工作伙伴們，致上最高的敬意。基於未可預料的天災人禍均可能對供水產生或大或小的影響或中斷，為使台北區的供水能更安全及穩定，將系統的備戴及備援觀念納入，重新擬定五期第二階段相關計畫工程及五期後續工程計畫，總工程經費合計 213 億餘元，將自 96 年起依政策需求及優先順序，分年編列預算辦理。

80 年並受命組第二條清水輸水幹線工程推動小組（清二小組），配合北二高的興建，安康都市計畫修訂及新店溪畔的快速道路興建，以價值工程手法在維持原有規劃目標及輸水能量的情況下，重新檢討路線，節省土地費及工程費達二十餘億元。全線長 17.4 公里，口徑 3800mm~2400mm，共分為 18 標，包含隧道、管橋、潛盾、推進、箱涵、明挖等，在參與同仁與廠商努力之下，逐一克服完成，上游段（直潭至公館）長 8.1 公里於 86 年 12 月完工通水，使通水已 15 年的第一條清水輸水幹線得以利用擴大內需汰換管線經費辦理停水徹底檢修，下游段（公館至新生公園）於 91 年 9 月完工通水，全線完成後與第一條清水輸水幹線及長興、公館兩淨水場形成清水輸水系統，可分

段停水維修，大幅提升大台北地區供水的穩定與安全。

87 年任供水科長，適值政府推動擴大內需，擬定汰換老舊漏管線第一期六年實施計畫，總經費為五十九·三億元，辦理汰換老舊配水管、給水管外，亦包括區域檢漏工程、小區計量檢測工程、地理資訊系統工程、淨水設施改善工程、系統加壓設施改善工程、辦公廳舍及倉庫資訊化與自動化工程等，唯後因九二一大地震所需大量救災及重建財源，中央僅能補助十二·五億元，計劃總經費修正為二十五億元。北水處在各項設備更新改善、OA 及管理資訊化效能的大幅提升，該計畫之推動執行，功不可沒。

為滿足台北東區、內湖及南港地區未來的供水需求，78 年開始規劃民生配水池加壓站，並以 6.9 億餘元向空軍價購其位於台北市民生東路與光復北路、富錦街交會處，面積 1.3976 公頃的機場用地，為充分利用土地資源，使土地發揮最大使用效益，將原擬設公園以回饋地方，重新檢討規劃為地下二層 10 萬噸配水池，地上十四層辦公大樓(樓地板面積 16611 坪)及地上六層停車塔及加壓站和消防小隊(樓地板面積 4446 坪)，為使其能多目標使用，78 年由機場用地改為自來水機關用地，於 82 年 2 月變更增列辦公處所使用項目，94 年再辦理都市計畫變更為國際事務及公共服務特定專用區，規劃作為國際商務大樓、中小企業或其他產業創業育成中心使用，其中 30% 可作餐飲、販賣、運動中心等使用，已由資策會以年租金 6 千 9 百萬元，取得五年租約並可再續約 4 年，可為北水處增加了不少業外收益，並可作為自來水用地多目標使用及提升最高使用效能的範

例。

在業務推動過程中，如遇到瓶頸，便會參考像自來水雜誌等國內外相關資料，尋求突破，如潛盾工程、推進工程、共同管道、不斷水工法、內襯更生、小區計量及最小夜間流量檢測、緊急維生供水系統、三級品管以及工程電腦化等的引進及推動，均是參訪與研習所得，也喜歡將所習感想轉為研究報告及在國內外雜誌或研討會發表，所獲成果雖不敢說有何重大貢獻，但過程中自覺相當有趣亦是自我成長的動力。

在北水處工作，多彩而生動，除了不斷的工作挑戰，在北水處能遇到像廖宗盛、林文淵、蔡輝昇、郭瑞華、陳志奕、張順興等好長官對我的提拔與信任，放手讓我參與及推動各項重大計畫與工程建設，真的很感恩，也感謝並肩合作的兄弟們充分配合與任勞任怨，齊心協心，克服困難，才能成就每一次的任務，讓計畫可以逐一完成。凡走過必留下足跡，回味過時的辛勞，點滴在心頭，但也深深體會用心栽種所結果實的甜美。未來，還有一段長遠的路要走，敬請各位自來水先進及長官，能持續給予指導及支持，將與同仁更努力為水處更美好的明天和民眾更穩定安全的用水品質來打拼，也希望每一位自來水從業人員的「水水人生」更為璀璨美好。

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、施工及工程品質管理

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		
24-25 May 2007	International Workshop on the Security and Sustainability of Water Supply Systems,2007 (2007 永續安全自來水系統國際研討會)	Taiwan	National Taiwan University,Taipei ,Taiwan,ROC
	www.iseis.org/events/iseis2007/		
3-6 June 2007	4th IWA Leading-edge Conference & Exhibition on Water and Wastewater Technologies	Singapore	International Water Association
	www.iwa-let2007.com.sg		
14-16 June 2007	1st IWA Utility Conference on “Customer Connection”	Maastricht, the Netherland	International Water Association
	www.moorga.com		
25-28 June 2007	NOVATECH 2007 - 6th International Conference on Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management	Lyon, France	NOVATECH
	www.novatech.graie.org		
25-27 July 2007	Urban Water Planning and Management 2007	Australia	International Quality & Productivity Center (IQPC)
	www.iqpc.com/au/urbanwater		
12-18 August 2007	World Water Week in Stockholm	Stockholm, Sweden	Stockholm International Water Institute(SIWI)
	www.worldwaterweek.org		
12-14 Sep. 2007.	New Directions in Urban Water Management	Paris, France	The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)
	www.unesco.org		
24-26 Sep. 2007.	European Water & Wastewater Management Conference	Newcastle, UK	Aqua Enviro Group
	www.aqua-enviro.net		
96 年 11 月 16 日	中華民國自來水協會第 24 屆自來水研究發表會	桃園	中華民國自來水協會
	www.water.gov.tw		

國際自來水瞭望台

編輯小組

衣索比亞：世界銀行同意給水和公共衛生計畫的資金借貸 (30/04/07)

世界銀行已同意國際開發協會(IDA)供資 1 億美元來支援衣索比亞的都市給水和公共衛生計畫。這項目的是在使阿地斯阿貝巴（衣索比亞首都）及餘 4 個二級城市可持續增加供水及公共衛生服務的人口。此未來將幫助製造更多供水給全部用戶，並擴大分配給水網至目前缺乏供水的地區。在阿地斯阿貝巴的供水是每人每天 50 公升(lpcd)，但由於供水損失只有 35 公升可到達用戶。而在二級城市只有 20 至 30 公升可供給至用戶。（摘譯自 Water21-IWA-2007/04/30 global news digest，譯者從略）

紐西蘭：經濟合作發展組織（OECD）警告地表水及地下水遭受污染(17/04/07)

一份經濟合作發展組織對於紐西蘭的環境工作報告中指出：已經警告世人地表水及地下水需要更謹慎的保護，因為污染正在影響著國家的河流，溪流及湖泊。該國提倡有關水質的規章擬定或經濟評估來避免日益嚴重的污染問題。並提出需要加強氣候的保護政策且批評燃料稅制及撤消排放交易的計畫。（摘譯自 2007/04/17 global news digest，譯者從略）

愛爾蘭：調查報告中指出 20 %的供水已遭受隱孢子蟲污染(03/04/07)

地方報紙報導愛爾蘭的供水有高達 20 %已發現隱孢子蟲。國家環境保護機構正憂心許多市政的設備並沒有去除寄生蟲的技術。在高爾韋（Galway）許多隱孢子蟲案件發生，使得政府勸導不論城市及縣內的飲水都要燒開後才飲用。歐

洲共同體（EC）也警告愛爾蘭必需遵守 2002 歐洲共同體歐洲法院（ECJ）對於飲用水中的大腸桿菌檢項必需不得檢出的規定。（摘譯自 2007/04/03 global news digest，譯者從略）

印度：世界銀行檢視衛生及給水供應的計畫 (03/04/07)

世界銀行正在檢視一個提供 1.5 億美元的計畫來建設印度 Andhra Pradesh 的鄉村衛生工程及給水工程，如此可幫助提供可靠，持續及足夠的鄉村給水及衛生服務。此計畫結果將包含家庭改進飲用水及衛生條件的成長比例，使得鄉村家庭整年有安全、足夠的給水供應比例增加，並增進鄉村家庭採用增進衛生及改進衛生習慣的成長比例。（摘譯自 Water21-IWA-2007/04/03 global news digest，譯者從略）

中國：世界銀行通過珠江環境工程計畫 (03/04/07)

世界銀行已通過 9600 萬美元的借貸案給中國來幫助供給資金予廣東珠江三角洲都市環境工程計畫。此將有助於減少在廣東省珠江系統因執行的一整套主要行動所造成的水質污染，包括廢水處理和污泥清除，工業污染控制和水質監測，渠道內沉積物清除，以及洪水保護和河堤改進等。（摘譯自 Water21-IWA-2007/04/03 global news digest，譯者從略）

中國：水利部批准鄉村飲水供給計畫 (20/03/07)

中國水利部已宣佈進行為期十年的供水計畫，未來將保證在中國大西部主要的鄉村居民有

充足乾淨的水可供飲用。中央政府當局將投資近 40 億美元於此計畫至 2010 年。此項計畫從去年開始將成功的配送飲用水給 2900 萬個農民。水利部也將與國家環境保護機構密切合作來防止農村地區的水質污染。（摘譯自 Water21-IWA-2007/03/20 global news digest，譯者從略）

中國：西南方乾旱威脅重慶供水(06/03/07)

中國西南部嚴重的乾旱正威脅著重慶 600 萬人的供水。由於長江沿岸的持續乾旱，在 3 月上旬即已預測有嚴重的水源短缺。根據新華社報導，剩餘 5 億立方公尺的水使得飲水及灌溉短缺。現在都市的水庫存量也僅剩不到原有的一半。（摘譯自 Water21-IWA-2007/03/06 global news digest，譯者從略）

中國：世界銀行正借貸資金協助山東環境工程計畫(06/03/07)

世界銀行已核准資助中國 1 億 4700 萬美元的資金借貸來幫助山東第二項環境計畫。這項計畫是以中國東方海岸山東省的參與 9 個自治區、城市及縣市支援其環境條件的持續改進。全球環境設備（GEF）也正支持一筆 500 萬美元的資金，透過實驗污水處理槽廢棄物管理技術來減少煙台海岸及渤海沿岸的土地污染。（摘譯自 Water21-IWA-2007/03/06 global news digest，譯者從略）

小百科：4 月 22 日地球日 (Earth Day)

4 月 22 日的地球日是由 1970 年代環境運動

起源的年度紀念日。在 1970 年代，美國人大量使汽油，製造業也大量消耗能源而排放濃煙與各式廢棄物。社會大眾普遍接受了「空氣污染代表著繁榮與進步」的觀念。地球日的創辦人蓋洛尼爾森（Gaylod Nelson，後任威斯康計辛州參議員），發起第一次的全國性環保抗爭，以期「革新政治建制，並強迫此議題納入於全國性議程上」。

1970 年 4 月 22 日是第一屆地球日，由美國蓋洛尼爾森與丹尼斯海斯所發起有史以來規模最大的民眾遊行活動。兩千多萬名美國人爲了一個「健康且可持續的環境」而走上街頭，表達自己的期望，並遊說國會議員通過環境生態法案。當日的活動使參與的團體了解彼此之間有著共同的價值觀。

1970 年的地球日達成了超越政治結盟，超越了黨派、富翁與窮人、都市人與農民、資方與勞工各方支持。並促成了美國環保署及國會通過了各項環保法案。

1990 年 4 月 22 日地球日推行到全球，動員了 141 個國家共 2 億人口，使得環境議題的重要地位登上了世界舞台。此次地球日宣傳世界各地的資源回收運動，並爲 1992 年在巴西里約熱內盧舉行的聯合國「地球高峰會」鋪路。

2000 年 4 月 22 日地球日的焦點在全球溫室效應與推動乾淨能源上，利用了網際網路來聯繫全世界的行動者。當日世界各地約 5,000 個環保團體同時上網，與來自 184 國的數億人口進行互動，並傳遞「這個世界需要快速而果決的行動，朝向乾淨能源的發展」這項訊息。

台灣地球日網址：<http://www.earthday.org.tw/>

世界地球日網址：<http://www.earthday.net>

自來水協會第十六屆理、監事會第三次聯席會議紀錄

時間：民國九十六年五月十八日（星期五）下午二時卅分

地點：本會會議室(台北市長安東路二段 106 號 7 樓)

主 席：徐理事長享崑

出席理事：徐享崑 廖宗盛 謝啓男 楊清和 賴文正 王桑貴 高文浩 吳振欽 楊水源 陳曼莉
王文賢 宋金順 蘇金龍 陳宏濤 林 岳 吳陽龍 陳錦祥 駱尙廉 吳美惠

出席監事：監事會召集人 李錦地

王炳鑫 齊景新 蔡茂麟 謝堯煌 施澍育

列席人員：許培中 劉家堯 籃炳樟 王魯人 李美娥 蔡麗女巽 劉玉李 管惠嬋

請假理事：黃慶四 郭瑞華 陳福田 李公哲 胡南澤 王池田 鄧志清 張明欽 孫新惠 黃志彬
葉宜顯 林連茂

請假監事：翁自保 呂鴻光

記 錄：王魯人

一、主席致詞：

李監事會召集人，上級長官廖副署長，各位理監事、劉顧問，各位同仁大家好，現在理、監事出席均過半，即按照議程進行會議，首先請秘書長提出會務工作報告。

二、報告事項：

（一）秘長書綜合報告：詳如議程書面資料（略）

結論：

- 1.本會九十五年度決算監事會審查意見，要求本會之年度預、決算力求平衡，此點希望大家一起努力，本會之財務預、決算不但要達到平衡，更希望年年都要有盈餘，使本會之財務日趨健全、茁壯。
- 2.本會所有之山坡地，基於房地產長期均有調漲之趨勢，不急於變賣；惟應邀請理、監事、專家提出生產效益之辦法，再會同市政府有關單位協助解決，以增加本會之收益。
- 3.加強會員服務應包括(1)舉辦各項活動邀請會員參加(2)使會員有受益，不限於經費之補助，亦可包括自來水專業知識提供，供其攝取。
- 4.本會之專業叢書，以往已編集成冊者，應廣為行銷傳播，讓本會寶貴之專業知識能與大家分享，新的專業知識將持續編撰。
- 5.以上各點，請秘書處擬訂具體之工作計劃，予以有效落實執行
- 6.近期台灣省自來水公司將舉辦「2007 永續安全自來水系統國際研討會」，邀請許多國家出席，請本會理、監事亦能踴躍參加，同時將本會列為協

辦單位，甚至邀請經濟部水利署、臺北自來水事業處、金門水廠等共同協辦，擴大參與、以達資訊分享

7.爾後本會應與財團法人中華自來水服務社密切合作，提供對自來水之各項服務，以發揮事半功倍，相得益彰之效。

8.餘洽悉。

（二）各種委員會報告

1.國際事務委員會報告：詳如議程書面資料（略）

結論：

- (1)2009 年第三屆 IWA-ASPIRE 會議應定位為國家級重要會議，爭取不易，須積極進行規劃、籌辦。
- (2)即日起成立籌備會，籌備會成員請駱主任委員，提建議名單。
- (3)第二屆 IWA-ASPIRE 會議將於今年十月份在澳洲舉行，時間在即，有關我國重要的文獻介紹，各項籌備作業均要充分規劃進行，俾於會議中提出報告。
- (4)協會可先行墊支經費，作為各項運作之週轉金。
- (5)詳列會議之各項經費預算，提下次（第四次）理、監事聯席會議報
- (6)拜訪單位除報告第三項所列單位外，另增列外交部、教育部、國科會、行政院公共工程委員會、台北市縣政府、高雄市縣政府、桃園縣政及民間企業等。
- (7)由本會行文經濟部水利署，請就本項國際會議編列預算，俾申請補助
- (8)會議場地須預為訂妥。
- (9)有關會議之各項作業，授權駱主任委員可先行規劃、運作，補提下次(第四次)理、監事會報告
- (10)國際事務委員會，日後會議，除委員出席外，另邀相關單位派員參加，俾共同配合年第三屆 IWA-ASPIRE 會議之各項作業進度。
- (11)餘洽悉

2.編譯出版委員會報告：詳如議程書面資料（略）

結論：

- (1)本會編訂之「自來水工程設施標準解說」，經行文政及自來水事業位調查需求量計為六百餘份，擬以每本計收工本費方式發行。
- (2)本會之季刊內容請增列「IWA 活動園地」專欄，提供 IWA 各項活動訊息傳遞，同時協會之重要活動亦致函 IWA 有關刊物刊登，以增加相互間之交流，期促進與國際接軌。
- (3)餘洽悉。

3.會務委員會報告：詳如議程書面資料（略）

結論：

(1)游宏明先生等 47 人申請加入為本會個人會員案，通過追認備查。

(2)團體會員、個人會員之入會費，常年會費調整案，及所涉本會章程第三十三條本會會費計收準則及團體會員分級標準等各相關條文之修正，請列正式提案，提下次理、監事會議討論之。

四、討論事項：

(一)案由：擬聘第 40 屆自來水節慶祝大會暨第 16 屆第 2 次會員代表大會籌備委員會委員，請討論通過函聘。

決議：1.通過大會籌備會委員名單

2.增列(1)經濟部水利署及所屬北區水資源局(2)環檢所(3)水利會(4)桃園縣政府等單位。

3.大會會場由大會籌備會藍主任委員洽覓決定。

(二)案由：為本會網站之更新及系統建置，需經費 1,500,000 元，本會 96 年度未編列該項預算？可否併決算辦理，請討論公決。

決議：1.通過

2.授權秘書處完成本會網站之建置。

(三)案由：本會台北市信義區福德段山坡地，請研擬有效處理辦法，以避免本會資產閒置。請討論。

決議：本會所有之山坡地，雖已鑑價完成，惟不急變賣，由秘書處邀請理、監事、專家組專案小組，至現場實地勘察，研擬構想，提下次理、監事會報告。

五、臨時動議：無

六、散會：下午 4 時 45 分。



「自來水」季刊免費索閱登記調查

親愛的讀者您好，「自來水」季刊鑑於網際網路之便捷性與積極響應無紙化環保運動，並達節約預算經費之考量，配合季刊改版，自第 101 期起，紙本寄送對象將僅限回函索閱登記有案之「中華民國自來水協會」會員、各地公立圖書館及投稿作者為主，其餘讀者請至臺灣省自來水公司網站（[http：www.water.gov.tw](http://www.water.gov.tw)）「網網相連」之「自來水協會會刊」下載閱覽，便能快速閱覽每一期季刊的精彩圖文，本刊將持續不斷精進，以提供讀者更豐富多元的內容，感謝您的支持、鞭策及不吝賜教。

「自來水」季刊免費索閱登記表			
姓 名			會員編號
服務單位			職 稱
聯絡地址	(公)		
	(宅)		
	e-mail		
聯絡電話	(公)		
	(宅)		
	手機		

免費索閱登記表請逕寄至：台北市中山區 10491 長安東路二段 106 號 7 樓「中華民國自來水協會」收即可，聯絡電話：(02)2507-3832，或傳真：(02)2504-2350，也可利用 E-mail：ctwwa@ms48.hinet.net 索取。



「自來水」季刊論文審查作業要點

一、本刊論文分「一般性」及「專業性」兩類，其分類如表一。

表一、「自來水」季刊論文分類

一般性	專業性
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。	專門論著、實務研究等文稿，「每期專題」論文如經負責籌編委員認定為屬「專業性」論文者亦同。

二、「一般性」論文先經本刊編輯小組作格式審查，呈經總編輯核可後刊出。

三、「專業性」論文經本刊編審委員會以同儕方式作實質審查（審查表如下），審查完成後，總編輯依審查結果核可後刊出。

「自來水」季刊編審委員會

論文審查意見表

編號：

題目：

作者：

一、評論 (comments) (在適當之空格打勾)

	優良	良好	尚可	待改進	備註**
原創性					
論文之架構					
文獻回顧及引用					
文字、圖表清晰性					

	是	否	備註**
論文主題是否符合本刊發行宗旨			
論文題目、摘要與內容是否適當			
您是否見過內容相近論文在別處發表過			

二、綜合意見

- ☐ 推薦刊登 (照原稿刊登)
☐ 修改後推薦刊登 (修正意見填寫於下)
☐ 修改後再審 (修正意見填寫於下)
☐ 不推薦刊登

三、修改意見 (以下空格不夠時，請附頁)

中華民國自來水協會

入 會 申 請 書

收件日期		年 月 日		製會發 員證號碼													
收件編號																	
姓 名	中文			別 號		性 別		籍 貫	省 市	縣 市	出 生	前 民 國 年 月 日	黨 籍		粘貼相片處 (入會證之用。便審查通過後，填發會費，繳清，另浮貼一幀，以)		
	英文																
身份證號碼																	
學 歷	校 (院) 名		系 (科) 別	起 訖 年 月		畢 業 或 肄 業	學 位	考 試	考 試 名 稱		屆 別 或 舉 行 年 月	證 書 字 號					
經 歷	自	至	現 任 工 作 詳 細 記 載				小 計		現 職	服 務 機 關							
	年	月					年	月		年 數	月 數	職 稱					
							通 訊 錄	機 關 地 址									
	總 計		本 人 住 所														
			永 久 通 訊 處														
		聯 絡 電 話															
入 資 會 歷 介 紹 明 人	姓 名	會 證 員 號	詳 細 通 訊 處		簽 章	申請入會資格適用第六條第三款	附會籍登記(由本會填註)	審 議 編 號	號		附納費登記(由本會填註)	入 會 費		年 月 日	備 註		
			電 話 :					審 議 結 果				第 屆 第 次 理 事 會 議	常 年 會 費			年 月 日	年 月 日
								通 過 日 期	年 月 日				年 月 日	年 月 日			
									年 月 日				年 月 日	年 月 日			
									入 會 日 期	年 月 日			永 久 會 費			年 月 證 號	
			入 會 地 區					自 由 捐 獻									

申請人：

(簽章蓋章)

年 月 日

中華民國自來水協會章程 (摘要)

中華民國八十二年十一月三十日第十二屆第四次會員代表大會修正通過

內政部八十二年十二月廿二日台 (82) 內社字第八二二八七二〇號函准予備查

第五條：本會會員分爲個人會員、團體會員、名譽會員等三種。

第六條：凡合於左列各款之一者，由個人會員二人之證明介紹申請入會，經理事會審查通過，得爲本會個人會員。

- 一、專科以上學校畢業或高考或相當高考及格從事有關自來水工作者。
 - 二、高級職業學校相關學科畢業或普考或相當普考及格從事有關自來水工作一年以上者。
 - 三、高級中學或職業學校畢業，從事有關自來水工作二年以上者。
 - 四、從事有關自來水工作五年以上，具有成績者。
 - 五、現任自來水工程與器材之企業機構負責人具有聲譽者。
- 前項所稱有關自來水工作者；具有成績者；具有聲譽者；以及相關學科之範圍界定，由理事會定之。

第七條：有關自來水機關或自來水管理經營工程與器材企業機構具有聲譽，由本會團體會員二人之介紹，經理事會之審查通過，得加入本會團體會員。

團體會員按其規模大小分甲、乙、丙、丁、戊五級其分級標準由理事會定之。

團體會員依其分級標準推派會員代表大會代表人數如下：

- (1) 甲級：七人。
- (2) 乙級：五人。
- (3) 丙級：三人。
- (4) 丁級：二人。
- (5) 戊級：一人。

第八條：凡對自來水事業或學術有特殊貢獻者，由個人會員十人以上之署名推薦，經理事會通過，得爲本會名譽會員。

第九條：本會會員有左列權利：

- 一、表決權、選舉權、被選舉權與罷免權。每一會員爲一權，但名譽會員則無上述權。
- 二、享受本會所舉辦各種事業之權利。
- 三、得在本會業務範圍內請求協助。
- 四、其他應享之權利。

第十條：本會會員有左列之義務：

- 一、遵守本會章程及決議案。
- 二、出席各種應出席之會議。
- 三、擔任本會推選或指派之任務。
- 四、繳納會費。

第十一條：本會會員有違反法令章程或不遵守會員代表大會決議時得經理事會決

議予以警告或停權處分，其危害團體情節重大者得經會員代表大會決議予以除名。

第十二條：會員得以書面敘明理由，向本會申請退會。但其欠繳二個年度之會費，經本會函催二次仍不清繳者，其會員資格以自然喪失論。

第十三條：本會經費來源如左：

- 一、入會費：由會員於入會時繳納之，其標準爲個人會員新台幣三〇〇元，團體會員新台幣一〇〇〇元，名譽會員免繳之。
 - 二、常年會費：由會員按年繳納之。其標準爲個人會員新台幣三〇〇元。如一次繳納者，則爲新台幣三、〇〇〇元。團體會員其屬民有自來水管理經營工程與器材企業機構，年按新台幣五、〇〇〇元以上之原則。公設機構年按新台幣一、〇〇〇元以上之原則繳納之。
- △會員之被除名或退會或喪失會員資格者，已繳會費概不退費。

附錄：中華民國自來水協會會費計收準則

中華民國八十二年九月四日修正通過
第十二屆理監事會第十二次聯席會議

一、本準則依據本會章程第七及三十三條之規定訂定之。

二、凡加入本會爲會員者，除名譽會員外，應按左列標準，一次繳納入會費。

- 甲、個人會員：爲新臺幣參佰元。
- 乙、團體會員：爲新臺幣壹仟元。

三、凡本會，除名譽會員外，應按年繳納常年會費，其標準如左：

- 甲、個人會員：新臺幣參佰元；如一次繳納參仟元者，可永久免繳會費，並由本會發給證書。

乙、團體會員：

- (一) 自來水事業機構各按當年決算售水量計算：但先按上年度決算數字每年分上（三月）下（九月）兩期各繳半數，並於決算後多退少補。

子、年售水量在十萬公噸以下者，概爲新臺幣壹千元。

丑、年售水量超過一十萬公噸一百萬公噸以下者，每增加一十萬公噸加收新臺幣五百元。

寅、年售水量超過一百萬公噸一千萬公噸以下者，每增加一百萬公噸加收新臺幣一千五百元。

卯、年售水量在一千萬公噸以上者，每增加一百萬公噸加收新臺幣壹千元。

- (二) 自來水工程與器材企業機構，年按新臺幣五千元以上之原則，有關公設機構年按新臺幣壹千元以上之原則，於每年六月底前繳納。

四、凡加入本會之團體會員在當年未滿六月個者，常年會費按半數一次繳納。

五、本準則經理事會議通過施行，修正時亦同。