

自來水會刊第 27 卷第 3 期目錄



特 載

- 環境永續、資源節約之體認與實踐—台水公司合理水價方案之說明……………
……………廖宗盛、廖忠清、吳素珠……………1

專門論述

- 光催化分解臭氧消毒副產物—溴酸鹽(BrO_3^-)之研究……………黃文鑑、楊佳霖、施富翔、張家瑜…15

實務研究

- 目標管理與責任中心制度—台水公司實例……………陳福田……………24

一般論述

- 台灣自來水公司供水決策系統擴充建置……………羅健成、洪銘堅、廖宗盛……………33
自來水中總三鹵甲烷及其健康風險評估之研究……………張森和、洪慶宜、巫月春、施雯玲…46

每期專題

- 低碳節能策略推動—跨域協調本質分析及GSEC法則應用……………許志浩……………51
節能減碳及環境保育之整合—深溝淨水場生態池簡介……………王炳鑫、黃基晏、侯毅倫……………57
新竹科學園區節水措施之回顧與現況探討……………郭詠琪、黃盟舜、楊琇瑩、徐靜怡、楊翠容…62

業務報導

- 與國際接軌自來水廠環境管理系統的建置—全台首座ISO14001驗證給水廠誕生……………
……………林正隆、洪世政、張嬉麗、吳美惠…70

IWA 活動園地

- 國際自來水瞭望台……………81

協會與你

- 中華民國自來水協會第十六屆理、監事會第八次聯席會議紀錄……………94

封面照片：深溝淨水場生態池

自來水季刊雜誌稿約

- 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季刊，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」。

自來水季刊雜誌

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)

自來水季刊編輯部

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

環境永續、資源節約之體認與實踐 — 台水公司合理水價方案之說明

文/廖宗盛、廖忠清、吳素珠

一、前言—有水斯有未來

日前，世界自然基金會(WWF, World Wild Fund for Nature)發表《富有的國家，貧窮的水資源》報告，指稱「全球性水荒問題因聖嬰現象、全球暖化等氣候變化，降雨減少且日趨嚴重，而水資源的短缺、污染越來越普遍」，警示已開發國家正面臨水資源危機，水資源已成為廿一世紀的重要課題。

近年來，隨著生活水準提高、需水之高科技產業活絡，臺灣地區民生與工業用水遽增，復因地狹人稠、水源開發不易，島上水資源面臨「缺水」臨界點，已被聯合國列為全球排名第十八位缺水國家，不僅部分地區承受缺水之苦，對於國家未來經濟發展亦形成瓶頸。

值得警惕的是，在新水源開發不易的同時，目前國內各大型水庫正面臨淤積及水位下降的難題。因此，在「開源」不易的情況下，若無法「節流」，未來臺灣地區水源不足的問題將日益嚴重。事實上，長久以來，政府一直不遺餘力地宣導民眾「節約用水」，惟其成效並不顯著，足見民眾並不珍惜水資源，其因或與水價長期偏低存有重大關係。是故，水價若不能合理反映水資源的經濟價值，節約用水將只是不能落實的口號。

在社會層面考量下，臺灣地區的水價偏低，不僅有誤導水資源使用之虞，而台水公司在「入不敷出」的情況下，需肩負鉅額負

債，並無充裕財力汰換全部舊漏管線，致面臨漏水率居高不下之困境，由而全省每年平白漏失數十億元的自來水。是以，為避免用水浪費，並喚起國人對水資源的危機意識，深入探討現行水價的「合理性」有其必要。

本文之目的在瞭解「環境、資源與水事業」三者之現況與問題，從而檢視彼等之因果；其次，比較水價的「實然」(現行水價)與「應然」(合理水價)，亦即探討「現行水價」的疑義與應有的「合理水價」；其末，闡明「增收水費之運用」及其「預期效益」。

二、生態環境、資源利用與台水公司

自來水事業之經營與生態環境、資源利用存在著交互影響的關係。舉例言之，資源利用不當(用水浪費)將導致用水短缺，由而增加新水源開發需求；建造水庫、地下水過度開發的結果，又將影響生態環境，水質因而惡化。

本節分就與水價有關之「生態環境面」、「資源利用面」、「水事業面」之現況與問題，舉其綦綦大者分項述明，從而檢視其間之因果關聯。

(一)影響生態

近年來，用水需求遽升，新水源之開發需求驟增，但卻也影響環境生態。

六十年代以來，臺灣地區經濟起飛、人口遽增，為應工業與民生用水需求，本省建造多座水庫，但開發過程也影響自然生態環境，付出極大之環境成本；再者，由於集水

區的過度開發，導致集水區環境品質惡化、水文不穩定、流域水質污染、地面水資源枯竭、河流生態危機等問題。

深究其理，水價偏低應係主因之一，致國人較不珍惜水資源、浪費用水，須增建水庫，進而影響生態環境。

(二) 浪費用水

目前，國人每日平均用水量超過 350 公升，較國際標準之 250 公升高出甚多，且超出歐洲先進國家二倍以上。根據經濟部水利署最新統計顯示，臺灣每年浪費的水量約 3,400 億公升，相當於 1.5 座石門水庫的蓄水量。

國人不珍惜水資源應與臺灣水價低廉有關。

(三) 缺水之苦

近年來，民生及工業用水需求驟增，因供不應求，缺水由是生焉。以往，在南部地區夏季少雨，致有缺水現象；近來，颱風豪雨過後，亦然。例如，桃園地區遭受 93 年艾莉颱風及 94 年海棠、泰利、馬莎等颱風，造成石門水庫集水區嚴重崩塌，庫區泥砂量激增；今(97)年卡玫基颱風豪雨傾盆，致台南縣南化水庫濁度驟升。該等原水濁度遠非本公司淨水廠所能處理，致有分區輪流供水、停水情事。

颱風豪雨帶來雨量，惟因興建水庫造成的生態影響、地震造成的土石鬆軟，致土石流竄，使原水濁度驟增，超過淨水場之淨水能力，缺水、停水因而難免。

(四) 漏水嚴重

本公司(96)年漏水率達 23.11%，遠高於美國 14.5%、日本 7.1%、德國 9.0%、瑞士 9.1%。

早期，為積極加速提高普及率且囿於財

源，故臺灣各地輸水、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。根據台水公司的估算，漏水成本每度高達 3.41 元，全省每年平白漏失數十億元的自來水。

降低漏水率不僅可少建蓄水設施(水庫、人工湖等)，亦可保護生態環境；欲降低漏水率，有賴充裕的資金。惟因水價偏低，致本公司須借貸資金、支付龐大利息，從而財務捉襟見肘。

(五) 鉅額負債

83 年迄今，水價未獲准調整，惟十餘年來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…等外在因素逐年攀高，以致水費收入無法抵償成本，本公司無法自營運中獲取合理利潤、籌措自有資金，常以舉債方式辦理各項建設，造就「以債養債」之困境。

檢視上述「生態環境、資源利用、水事業」各項問題的因果關聯，「水價長期偏低」應係問題之「源」。臺灣水價偏低，多年來未獲調整，至今仍停留在十五年前的計價基準，加上物價波動、水源開發困難，致本公司步履蹣跚。一方面民眾「浪費用水」，另一方面本公司自有資金闕如，須「以債養債」；同時，因投資報酬率偏低，致本公司無力全面汰換舊漏管線，導致「漏水嚴重」；漏水率高，益增「新水源開發」之需求，由而造就「缺水之苦」，亦且付出極大的「環境成本」。茲圖示上述問題之因果關聯如圖 1。

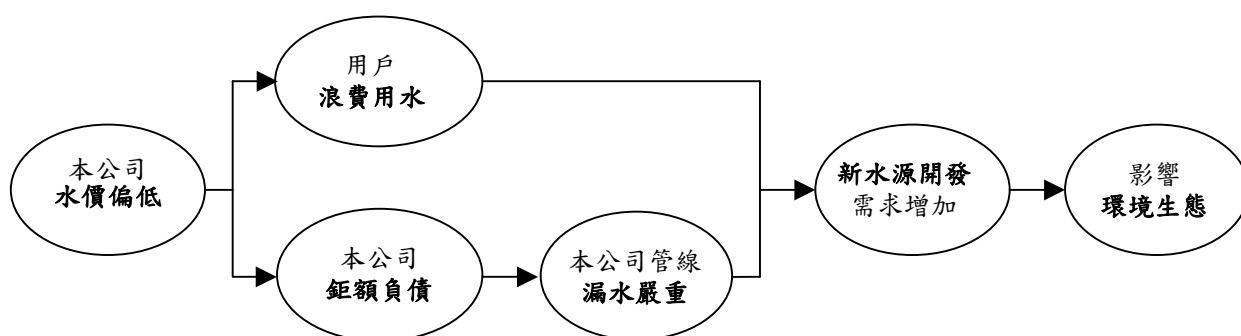


圖 1 水價與環境、資源利用之因果關聯

三、現行水價

(一)與其他國家水價之比較

15 年來，本公司水價迄未調整，平均單價每度為 10.84 元(未含營業稅)。茲據 94 年 4 月我國駐各國代表處蒐集之資料，臚列各國水價如表 1。

若不考量國民所得因素，亞洲新興國家中，除韓國、馬來西亞較低外，日本、新加坡、香港等地區之平均單位水價均高於本公司，而歐洲國家之平均單價約為本公司之 3 至 17 倍。若考量國民所得因素時，經國民所得平減後平均單位水價，本公司在 17 個國家中，排名第 5 低，在亞洲工業新興國家中，除韓國外，日本、新加坡、香港及馬來西亞等地區均高於本公司。準此觀之，臺灣雖屬缺水國家，惟水價卻很低廉。

世界衛生組織認為，合理之水價支出應占家庭消費支出的 2% 至 4%，而國內每戶每年水費只占家庭消費 0.5%~0.6%，足見比重偏低。另根據經建會的統計彙編資料顯示，近年來，台灣每人每年水費支出，約占平均國民所得 0.23%；以目前國人的所得額及消費能力而論，水價確有檢討必要，俾免扭曲水資源之合理利用。

(二)現行水價費率

現行水費之計價，除按用戶大小收取不同的基本費外，再按實際用水量採分段(級)累進費率計收水費。目前本公司之基本費及分段累計費率如表 2、表 3。

雖然經濟部訂頒之「水價計算公式及詳細項目」明文規定：「自來水事業計算平均單位水價公式中各項因子，應以擬定水價時最近三年度之審定決算平均數，加營運發展需要及物價變動因素推算之」。實際上，水價調整拘泥於社會層面束縛，以致八十三年迄今，本公司水價未獲准調整。

(三)現行水價之特色及其疑義

本公司屬公營事業，兼負經濟性、社會性與政策性等任務，致水價呈現如下特色。

1.重視社會公益

本公司兼負政策任務如供水普及率、特定對象補助及偏遠地區的建設等，致公益特性極強，社會公益因素成為訂定水價主要考量因素之一。政府常以「水為基本民生必需品」為由，暫緩水價調整之議。

2.社會考量

水價之調整理應秉持理性、客觀、專業之原則，惟因社會層面之諸多考量，往往凌駕上揭原則，致使水價無法依市場價格機能運作、調整。

3. 累進費率

為提高節水誘因、促使國人珍惜水資源，我國水價採行累進費率。根據不同用水

量級別，分段制定費率，亦即用量越多，單價越高。

表 1 世界各國主要城市水價比較表

A 欄 排名	國家或地區	平均單位 水價 (新台幣元M ³)	95 年平均每人 國民所得 (GNI: 美元/年)	各國國民所得占本 國國民所得倍數 (倍)	平減後平均 單位水價 (新台幣元M ³)	D 欄 排名
		A	B	C=B/本國國民所得	D=A/C	
1	丹麥 (哥本哈根)	181.70	51,700	3.59	50.64	1
2	法國 (巴黎)	99.50	36,550	2.54	39.23	2
3	德國 (柏林)	89.70	36,620	2.54	35.30	3
16	馬來西亞 (吉隆坡)	10.74	5,490	0.38	28.19	4
4	日本 (東京)	65.00	38,410	2.67	24.39	5
5	英國 (倫敦)	61.60	40,180	2.79	22.09	6
8	新加坡	39.50	29,320	2.03	19.41	7
6	荷蘭 (阿姆斯特丹)	55.60	42,670	2.96	18.78	8
7	芬蘭 (赫爾辛基)	51.80	40,650	2.82	18.36	9
9	西班牙 (馬德里)	34.40	27,570	1.91	17.98	10
10	紐西蘭 (威靈頓)	31.60	27,250	1.89	16.71	11
11	中國大陸 (香港)	27.00	28,460	1.98	13.67	12
14	中華民國 (台灣)	10.80	14,410	1.00	10.80	13
17	韓國 (漢城)	8.24	17,690	1.23	6.71	14
13	加拿大 (渥太華)	16.00	36,170	2.51	6.37	15
12	美國 (華盛頓)	19.30	44,970	3.12	6.18	16
15	澳洲 (坎培拉)	10.74	35,990	2.50	4.30	17

表 2 台水公司各口徑基本費 (含營業稅)

水表口徑 (公厘)	月基本費 (元)	水表口徑 (公厘)	月基本費 (元)
13	17.85	150	5,301.45
20	35.70	200	10,531.50
25	66.15	250	18,599.70
40	196.35	300	29,184.75
50	357.00	350	41,626.20
75	963.90	400 以上	58,119.60
100	1,909.95		

表 3 台水公司分段累計費率表（含營業稅）

段 別	月用水量 (M ³)	單價 (元)
第一段	1-10 度	7.350
第二段	11-30 度	9.450
第三段	31-50 度	11.550
第四段	50 度以上	12.075

綜上剖析，現行水價存在如下疑義。

1. 水價低廉而僵固，降低水資源之配置效率

國人用水浪費，應與我國水價偏低、僵固有關。水價未能因應水資源日益稀少而適當調漲，不僅國人節水習慣不易養成，而水資源之配置效率亦難提升。

2. 現行水價未反映水源開發成本，造成全民負擔

本公司平均水價為每度 10.84 元，惟依經濟部水利署之估計與統計資料，水源開發之財務成本卻高達 20-30 元/噸。現行價格遠低於水源開發財務成本，亦未反映開發之環境成本。長久以來，水源開發財務成本由政府補貼，造成全民負擔之不當轉嫁。

3. 本公司之投資報酬過低，不僅未能反映財務需求，亦有損民眾健康及公共衛生

根據經濟部訂頒之「水價計算公式及詳細項目」規定：「自來水事業給水投資報酬率定為 5%~9%」。然而，本公司五年來實際給水投資報酬率約 0.10~-0.42%（平均為-0.10%），均低於法定報酬率，造就本公司自有資金短缺、須舉債挹注之窘境。

另者，投資報酬率過低，致使本公司無力全面汰換舊漏管線，由而漏水率偏高，不僅浪費珍貴之水資源，而老舊管線的持續使用，亦有損民眾健康及公共衛生。

4. 水價之累進幅度太小，違反公平、效率原則

現行水價依實際用水量分級（段）累進計費，旨在反映供水成本之隨量遞增並符合鼓勵節約用水之精神，立意高尚。惟累進幅度小，未能針對高用水量用戶徵收合理的用水成本；亦即用水浪費者，未能付出相對代價，其用水浪費部份之供水成本，反由節約用水者予以補貼，不僅降低水資源之配置效率，亦且違反水價之公平原則。

四、合理水價

公用事業費率應漲而未漲，致常須仰賴政府補助或投資；惟政府施政千端萬緒，其對自來水事業不足資金之挹注勢將壓縮政策迴旋空間，為經濟體系注入巨幅波動的風險，因此，政府似應降低政治考量，而讓公用事業費率依循合理的計價公式或市場機制調整，合理反映成本，以經濟手段達成「以價制量」的目標。

(一) 水價調整的必要性

由於水價長期偏低且各項給水成本逐年增加，致平均給水投資報酬率為負。其結果是，水公司無法累積自有資金，各項供水改善建設須以借款支應，而還本付息之沈甸重量，亦惡化本公司財務結構。預計 100 年度本公司負債高達 965 億、給水投資報酬率為 -1.03%（詳如表 4、表 5），其對自來水安全、衛生及穩定供應實有不利影響，故水價確有合理調整之必要。

表 4 本公司 93~96 年度財務狀況

項 目 \ 年 度	93 年度	94 年度	95 年度	96 年度
長期借款餘額	510.6	490.7	474.7	461.0
給水投資報酬率	-0.42%	0.10%	-0.16%	-0.07%
資 金 缺 口	97.9	106.9	98.6	115.8
政府投資或補助	5.4	10.3	13.6	3.8
舉借新債	92.5	96.6	85.0	112.0

說明：1. 資金缺口 = (資本支出 + 還本) - (盈餘 + 折舊)。 2. 舉借新債金額 = 資金缺口 - 政府投資。

表 5 水價若未調整，97~100 年度財務預估

項 目 \ 年 度	97 年度	98 年度	99 年度	100 年度
長期借款餘額	460.1	609.8	814.4	965.3
給水投資報酬率	-0.24%	-0.58%	-0.70%	-1.03%
資 金 缺 口	147.1	237.7	281.5	236.5
政府投資或補助	13.5	4.5	-	-
舉借新債	133.6	233.2	281.5	236.5

(二)訂定合理水價的原則

合理水價之訂定應兼顧效率與公平，並能反映供水系統之財務需求，亦須考量公共衛生安全與環境效率。各定價原則或有相互衝突之情況發生，茲分述如下。

1.效率原則(Efficiency Principle)

使用水資源之效率可有多種詮釋，例如從較廣義的社會淨效益最大化，到較狹義的技術效率與配置效率的最大化。水資源的合理訂價，不但可以直接提昇配置效率（例如降低漏水率、誘導用水人節約用水，或以更有效率的方式用水），亦可間接改善技術效率（例如誘發節水設備的發明或創新），甚且達成社會效益的極大化。

2.公平原則(Equity Principle)

公平原則因主、客觀之立場不同而有不同的定價主張。「主觀的」公平是以「社會

正義」之實現為主要的考量，較著重偏遠及低收入戶基本用水需求的滿足，即考慮用水者的負擔能力；而「客觀的」公平則強調「成本」的合理分配及回收，較不考慮用水者的經濟負擔能力。

3.財務需求原則(Financial Requirement Principle)

水費收入應能支付營運成本及債務的利息支出。自來水事業雖不以營利為目的，但為了能夠有長期發展的基金，給予合理投資報酬應屬適當。合理報酬率的決定，應以資金運用的機會成本來衡量，方不致違反投資的配置效率。

4.公眾健康原則(Public Health Principle)

為使全民飲用健康、安全的自來水，自來水訂價應避免過高；否則，常使用戶另取水源（水井、地下水、自然流等），而邊際用戶則因水費過高而不使用。

5. 環境效率原則 (Environmental Efficiency Principle)

水費的訂價，應考慮水源開發導致之生態環境的影響。若以地下水為水源，或將引起水源耗竭與地層下陷；若將該等成本反映於水費中，將使自來水事業亦能提供「環保基金」，俾供生態保育之用。

(三) 成本、利潤與水價公式

合理之水價理應反映成本與合理利潤。從社會經濟及資源利用的整體角度看，合理之成本內涵為何？合理投資報酬率為何？水價應如何訂定？本節試就上述問題析論如后。

1. 水價公式

依據經濟部訂頒之「水價計算公式及詳細項目」規定，水價計算公式如下。

平均單位水價 = $\frac{\text{【(成本 + 合理利潤) / 售水度數】} \times (1 + \text{營業稅率})}{}$ 。

2. 成本內涵及本公司控制成本之努力

目前國內僅以自來水事業之「營運管理成本」為基礎的水價訂定方式，除將導致自來水事業的財務窘困及國人用水浪費外，實際上是將用水者應付之「水源開發成本」及「環境成本」轉嫁給所有納稅人，有違使用者付費的公平原則。

根據台灣經濟研究院研究成果顯示：「台水公司的成本控制和先進國家，即使是和極為效率的日本東京都相比都毫不遜色」。在現行審計機關嚴謹監督之下，本公司厲行「開源節流計畫」，除積極增加收入外，亦嚴格控管各項支出，致使原 95 年預算數虧損 7 億元，轉虧為盈 2.9 億元；原 96 年預算數虧損 3.4 億元，轉虧為盈 2.2 億元，足證本公司控管成本之努力。

3. 合理利潤

自來水事業為公用事業，雖不能像一般企業以追求最大利潤為目的，但亦為經濟性事業，需有合理之利潤以供事業發展之用。報酬率過高，將促使資金流入，造成投資過度；相反地，若報酬率太低，將造成投資不足，導致產能不足之風險。因此，自來水法第五十九條規定：「自來水水價之訂定，應以水費收入抵償其所需成本，並獲得合理利潤」。

經濟部訂頒之「水價計算公式及詳細項目」規定：「給水投資報酬率定為 5%~9%」。雖然法有明文但並未落實，本公司給水投資報酬率不但低於下限 5%，甚且為負。在未獲取合理利潤情況下，本公司不僅產能受限，其風險承受力亦因而脆弱，終使本公司身陷「部份業務應辦，惟因財力不足而未辦」之窘境。

(四) 合理水價芻議

1. 費率

依據自來水法有關條文、經濟部訂頒之相關規定及經續會決議，並考量對一般家庭、工商業、及總體經濟之影響，參酌社會各界之意見，經本公司多次研討後，研擬兩種水價費率調整方案詳如表 6（方案一）及表 7（方案二）。

上揭費率具備如下特色。

(1) 雖經濟部訂頒之「水價計算公式及詳細項目」規定：「自來水事業給水投資報酬率定為 5%~9%」，惟為減輕一般家庭、工商業之負擔，考量對總體經濟之影響，經評估公司營運發展需要，未來每年需辦理各

項改善設備及提昇水質工程所需經費（於後第五節敘明），訂定給水投資報酬率為 4.502%，平均單位水價由 11.382 元/M³（含營業稅）調漲為 16.45 元/M³（含營業稅），平均漲幅 44.56%。

- (2) 因水價平均漲幅大於 30%，故本公司遵經續會決議，採「一次核定，分二階段調整」原則。第一階段先調漲 30%（方案一）或調漲 20%（方案二），餘由第二階段漲足，調漲後平均單位水價（含營業稅）均同為 16.45 元/M³。
- (3) 自來水是生活必需品，故自來水事業有義務以較低費率對用戶提供基本民生用水。根據林秋裕、李漢鏗（1998）等學者所提「台灣地區家庭生活用水量之探討」報告，指出「台灣地區每人每日平均飲用

水量、炊煮水量及盥洗水量，合計約為 86 公升」（註：能邦科技顧問公司，水價合理化之研究與推動，經濟部水利署，民國 92 年 12 月，第四章第 7 頁），即每戶（以 3.41 人計）每月必需用水量約為 8.8 度。又參考日本等鄰近國家水價費率結構第一段均為 1~10 度，故本公司以 10 度為基本用水量，其費率與現行相同，本次不調漲。

- (4) 經查本公司每戶每月用水量約為 25 度。為鼓勵節約用水，本公司以 20 度為分界，20 度以內視為一般家庭民生正常需水量，水價不調漲；反之，20 度以上之水價費率調幅較高。此外，現行水價第四段費率為「51 度以上」，再予以細分為「51~200 度」及「200 度以上」，擴大累進價差，以強化以價制量效果。

表 6 合理水價分段累計費率表(方案一)

調整方案		現行價目 單價 (含營業稅) (元/M ³)	第一階段調整 (平均漲幅 30%) 單價(漲幅) (含營業稅) (元/M ³)	第二階段調整 (平均漲幅 11.17%) 單價(漲幅) (含營業稅) (元/M ³)
分段	用戶數佔 百分比			
段別 (月用水量)	用水量佔 百分比			
	%	%	(元/M ³)	(元/M ³)
第一段：1-10 度	25.92	35.04	7.35	7.35 (0.0%)
第二段：11-20 度 (現行：11-30 度)	16.96	27.5	9.45	9.45 (0.0%)
第三段：21-50 度 (現行：31-50 度)	15.84	31.54	11.55	12.71(10.0%)
第四段：51-200 度	7.58	5.27	12.075	14.73 (22.0%)
第五段：201 度↑	33.71	0.65	12.075	16.23 (34.4%)
平均單位用水費			10.08	12.11
平均單位基本費			1.302	2.69
平均單位水價			11.382	14.80 (30.00%)
				16.45 (11.17%)

表 7 合理水價分段累計費率表(方案二)

分 段	調 整 方 案		現行價目	第一階段調整 (平均漲幅 20%)	第二階段調整 (平均漲幅 20.44%)	
	段 別 (月用水量)	用水量佔 百分比				用戶數佔 百分比
		%	%	(元/M ³)	(元/M ³)	(元/M ³)
第一段：1-10 度	25.92	35.04	7.35	7.35 (0.0%)	7.35 (0.0%)	
第二段：11-20 度 (現行：11-30 度)	16.96	27.5	9.45	9.45 (0.0%)	9.45 (0.0%)	
第三段：21-50 度 (現行：31-50 度)	15.84	31.54	11.55	11.90 (3.0%)	13.86 (16.5%)	
第四段：51-200 度	7.58	5.27	12.075	12.92 (7.0%)	16.91 (30.9%)	
第五段：201 度↑	33.71	0.65	12.075	13.64 (13.0%)	20.10 (47.4%)	
平均單位用水費			10.08	10.97	13.76	
平均單位基本費			1.302	2.69	2.69	
平均單位水價			11.382	13.66 (20.00%)	16.45 (20.44%)	

2.增收水費

茲依不同給水投資報酬率，試算合理水價及增收水費如表 8。

值得一提的是，上表所設算平均水價之成本項目，僅列計「營運管理成本」，未含「水

源開發成本」及「環境成本」。若依「環境效率」原則，「水源開發成本」及「環境成本」實宜列入「成本」項目；今應列入而尚未列入，乃為避免肇致物價波動太高之政策考量。

表 8 不同給水投資報酬率試算之平均水價及增收水費

給水投資報酬率	4.502%	5%	6%	7%	8%	9%
平均水價(元/度)	16.45	16.78	17.67	18.55	19.44	20.32
增收水費 (億元/年)	106	114	132	151	170	188

五、增收水費之運用及其效益

(一)現代化建設之資金需求

為促進自來水公共建設現代化，滿足近年遽增之民生及工業用水之需求，本公司研提「臺灣自來水現代化經營管理綱要計畫」(98 年至 105 年)，陸續辦理(1)逾齡及漏水頻

率偏高管線(2)經濟管材之配水管(3)淨水場擴建與改善及增設廢污泥設備(4)增設監控系統(5)提升售水率等相關設施，預計至民國 105 年，共需投入資金 1,247 億元，各執行計畫及資金需求詳如表 9。

表 9 各項執行計畫投資彙總表 (98~105 年)

主計畫	執行計畫名稱	工程計畫名稱	98-105 年合計
提升淨水處理能力，提升淨水能力及備載空間	現代化淨水場計畫	南科及南科液晶園區短中程供水計畫	12.3 億
		員峽淨水場擴建工程	10.1 億
		通霄五期擴建計畫	39.3 億
		坪林淨水場擴建工程	1.7 億
		雲林湖山水庫下游供水計畫	138.0 億
		曾文水庫越域-下游自來水工程計畫	178.6 億
		后里 60 萬 CMD 第二淨水場及下游送水幹管計畫	83.3 億
	產水設備更新計畫	產水設備更新計畫	30.0 億
	增設汙泥處理設備計畫	新山、石門、新竹第二、水上、潭頂、烏山頭、板新等 7 場增設汙泥處理設備計畫	4.8 億
降低漏水率	降低漏水率計畫	小區管網建置、管線更生	526.0 億
提升水質	產水高級處理設備計畫	坪頂場產水高級處理設備計畫	13.0 億
穩定供水	自來水連通計畫	寶山-竹北、芎林幹管連通工程	4.5 億
		鯉魚潭淨水廠至苗栗地區送水管計畫	12.2 億
		南化原水延送拷潭廠(竹寮-磚仔寮)導水管工程	4.0 億
		貢寮-基隆第二條送水管	19.3 億
		五股-八里幹管連通工程	5.7 億
	監控系統整合工程計畫	監控系統整合工程計畫	52.0 億
		地理資訊系統建置計畫	3.4 億
	供水系統計量設備改善計畫	供水系統計量設備改善計畫	5.9 億
提升供水普及率	無自來水地區供水改善計畫	無自來水地區供水改善計畫	3.7 億
	原住民地區部落水資源規劃及供水計畫	「原住民地區部落水資源規劃及供水計畫」(第二期 94~98 年)--自來水延管工程	1.0 億
其 他	已奉核及目前進行之計畫	寶山淨水場第三期擴建及下游送水工程計畫	6.7 億
		宜蘭羅東堰下游供水計畫	15.6 億
		豐原一、二場廢水處理計畫	5.9 億
		中埔系統擴建修正規劃	1.4 億
		集集淨水場二期擴建工程計畫	1.2 億
		后豐大橋水管橋	1.0 億
		台東成功供水系統擴建計畫	1.2 億
		大台中區支援彰化送水幹管大度橋水管橋工程計畫	1.8 億
		板新地區供水改善計畫二期工程	60.1 億
穩定供水設施及幹管改善計畫	2.8 億		
合 計			1,247 億

(二)增收水費之運用

經濟部水利署 92 年 12 月「水價合理化之研究與推動」研究報告結論，認為漲價增加之收入應優先辦理「汰換舊漏管線」及「水質改善」等事項，其皆屬本公司過去「應辦而無足夠經費辦理」的項目。

為提供「質優、量足、穩定」之自來水，本公司將前揭「綱要計畫」中各工程計畫，依「需求面」歸類，按其輕重緩急，臚列辦理各項專案投資計畫(不包含一般性計畫)優先次序如后。

1.減少漏水措施（預計每年投入 50 億~68 億元）

(1)辦理小區管網建置：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，冀期降低水資源浪費。

(2)辦理管線更生：從漏水情形、給水狀況各方面作綜合性的考量，就輕重緩急，以決定實施之優先次序並有計畫地推動，將用戶外線設備一併更新。

2.改善水質（預計每年投入 4 億~5 億元）

本公司進行「淨水場設備汰換更新」以及「增設高級處理設施」，以因應日益惡化之原水水質及日趨嚴格之飲用水水質標準，冀求自來水之可口、適飲。

3.提升淨水處理能力（預計每年投入 25 億~155 億元）

除辦理「淨水場擴建與新建」以增加自來水系統之供水能力；同時，亦辦理「淨水場設備汰換更新」及「增設汙泥處理設備」，以達成穩定供水之目的及符合日趨嚴格之放

流水環保標準。

4.提升供水穩定度（預計每年投入 20 億~35 億元）

(1)自來水連通管計畫：完成北、中、南各項供水連通管路之「備援計畫」後，可降低桃園、新竹、臺中、臺南及高雄地區之高缺水風險，進而提高台灣整體供水穩定性。

(2)監控系統整合工程計畫：目前的監控系統分散各區自行建置管理，總管理處無法及時取得系統數據，造成跨區調配水時效性與掌握性不足。為提升供水品質及營運績效，實有整合監控系統的必要性。

(3)供水系統計量設備改善計畫：目前大都以人工方式進行抄表，耗費相當人力又缺乏時效性。為有效掌控原水取水量、淨水場處理量、出水量、配水量、乃至重要用水戶抄見量，隨時提供各種查詢服務，使管理者與決策者掌握供水系統(含場站)之營運狀況。本公司積極改善供水系統之計量設備，除可節省人力，亦可避免抄表數據失真。

5.加強顧客服務（預計每年投入 5 億元）

(1)提供全天候多元服務管道。遇有緊急事件，24 小時客服中心亦可成為資訊彙流中心，提升服務效率。

(2)為照顧偏遠地區及原住民部落之飲用水安全，除針對供水管線已到達而尚未接用自來水戶加強宣導用水之安全及衛生外，並辦理「無自來水地區供水改善計畫」及「原住民居住地區供水改善計畫」，以期至民國 105 年之供水普及率可達 95%以上。

增收之水費收入，除優先辦理上述專案計畫外，以下重要事項亦納入考量，其運用之優先順序如下。

- 1.減輕政府投資或補助本公司之財政負擔。
近五年，政府投資或補助本公司專案計畫平均每年 9.3 億元；水價調整後，預計每年減輕政府對本公司之投資約 4~9 億元。
- 2.依照行政院「生產事業研究發展費用列支辦法」規定，本公司須每年提列研發經費約 1 億，辦理相關研發工作，以提昇自來水整體經營效能。
- 3.為求本公司之永續發展，避免財務狀況持續惡化，有必要逐年降低負債比例，以改善財務結構（預計每年還本付息 20~30 億元）。

以 98 年度為例，茲臚列水價調整所增收水費運用情況如表 10。易言之，給水投資報酬率提高，增加收入所辦理之事項亦隨之加廣、加深。

(三)預期效益

實則，水價合理化僅是「環境永續、資源節約」之手段，而非「增加水事業收入」之目的；易言之，水價合理調整，將對「生態環境」(第 1 項)、「資源利用」(第 2、3 項)、「水事業」(第 4、5 項)、「政府財政」(第 6 項)、以及「水利產業」(第 7 項)產生如下預期效益。

1.環境永續

經由水價合理化，真正反映水資源的經濟價值，民眾將更加「惜水」，將可減緩新水

源開發壓力，「青山常在、綠水長流」之生態環境得以永續，由而嘉惠後代子孫。

2.節約用水

為避免水資源的誤用與浪費，水價應予合理調整，以確實反映其經濟價值，提高節約用水之誘因。透過「以價制量」的手段，杜絕用戶浪費用水，復可提升資源配置效率。

3.降低漏水率

在合理報酬下，自來水事業即可有能力自行負擔自來水管線之汰舊換新經費。漏水率之降低，不僅可減少水源開發，復因少建水庫，生態環境亦因而獲得保育。

4.質優量足之供水

水價合理化後，本公司財務狀況獲得改善，當有能力改善自來水「質、量、壓」相關設施，以提供「質優、量足、服務好」之自來水。

5.健全水公司財務

財務健全之台水公司，除有能力供給「質優、量足、服務好」之自來水，其長期、永續之發展亦將可期。

6.有利國家整體資源之運用

經由水價合理化，台水公司將獲致充裕之自有建設資金，除無須仰賴政府補貼或投資，亦可避免排擠其他公共建設或社會福利經費。

7.促進水利產業發展

可提高民間參與投資海水淡化廠、水利用再生廠之意願，將有利於水利產業之發展。

表 10 台水公司增收水費之運用(98 年度為例)

給水 投資報酬率	平均水價 (元/度)	增加之收入 (億元/年)	收入運用 (以 98 年度為例)	
4.502%	16.45	106	1.彌補舉借新債額度 2.減少漏水措施 3.改善水質 4.提升淨水處理能力 5.提升供水穩定度 6.減少政府投資	50 億元 28 億元 4 億元 12 億元 8 億元 4 億元
5%	16.78	114	1.彌補舉借新債額度 2.減少漏水措施 3.改善水質 4.提升淨水處理能力 5.提升供水穩定度 6.減少政府投資	50 億元 30 億元 4 億元 15 億元 10.5 億元 4.5 億元
6%	17.67	132	1.彌補舉借新債額度 2.減少漏水措施 3.改善水質 4.提升淨水處理能力 5.提升供水穩定度 6.減少政府投資	50 億元 40 億元 4 億元 20 億元 13.5 億元 4.5 億元
7%	18.55	151	1.彌補舉借新債額度 2.減少漏水措施 3.改善水質 4.提升淨水處理能力 5.提升供水穩定度 6.加強顧客服務 7.減少政府投資 8.還本付息	50 億元 40 億元 4 億元 20 億元 13.5 億元 3 億元 4.5 億元 16 億元
8%	19.44	170	1.彌補舉借新債額度 2.減少漏水措施 3.改善水質 4.提升淨水處理能力 5.提升供水穩定度 6.加強顧客服務 7.減少政府投資 8.研究發展 9.還本付息	50 億元 50 億元 4 億元 20 億元 15.5 億元 4 億元 4.5 億元 1 億元 21 億元
9%	20.32	188	1.彌補舉借新債額度 2.減少漏水措施 3.改善水質 4.提升淨水處理能力 5.提升供水穩定度 6.加強顧客服務 7.減少政府投資 8.研究發展 9.還本付息	50 億元 50 億元 4 億元 25 億元 20 億元 5 億元 4.5 億元 1 億元 28.5 億元

六、結語—為生民立命

經濟部 尹部長於今（97）年三月接受中國時報專訪時表示「台灣經濟發展有三隻腳要均衡，即除了經濟發展之外，第二隻腳是要有社會公義；第三隻腳則是要永續發展」。本公司當奉 尹部長「三隻腳均衡理論」為圭臬，秉持「品質(Quality)、創新(Innovation)、信賴(Credibility)、專業(Knowledge)」之經營理念，做到「關懷顧客，堅持品質；關懷同仁，堅持發展；關懷社會，堅持貢獻」。

實則，水價之合理調整，僅是「環境永續、資源節約」之手段，而非「增加水事業收入」之目的。易言之，水價之合理調整對用戶而言，增加的負擔有限，但是獲致的效益無限；此外，水價合理調整不僅可健全水公司財務，利其長期發展，亦將造就「青山常在，綠水長流」之生態，造福萬代子孫。誠乃兼顧「環境、用戶、水事業」之三贏效益。惟水價雖有調整之必要，但水公司為國營事業之一，須配合政府政策及考量社會觀感，選擇適當時機，循行政程序陳報經濟部准予合理調整。

北宋大儒張載揭櫫「為天地立心、為生民立命、為往聖繼絕學、為萬世開太平」，以彰顯聖哲之宏願，其中，「為生民立命」乃為民眾提供「安身立命」之優質生活環境。本公司當藉由現代化、優質化的精緻管理，提供「質優、量足、服務好」之自來水，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.丘昌泰，水價調整、水權費開徵的執行困境與水資源永續，行政院國家科學委員會專題研究計畫，民國94年。
- 2.能邦科技顧問股份有限公司，水價合理化之研究與推動，經濟部水利署委託計畫，民國92年。
- 3.盛德乾，自來水分段累進費率及成本組成之研究，中央大學農業經濟研究所碩士論文，民國89年。
- 4.黃宗煌，民生及工業用水合理水價訂定暨實施策略之研究，經濟部水資源局研究計畫報告，民國87年。
- 5.Howe,C.W.,Water Resources Planning in a Federation of States : Equity versus Efficiency, Natural Resources Journal,36(1), 1996
- 6.OECD, Household Water Pricing in OECD Countries, May 1999.

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

廖忠清先生

現職：台灣自來水公司企劃處處長

專長：企劃控制、經營策略

吳素珠小姐

現職：台灣自來水公司財務處處長

專長：公司理財、資本預算規劃與控制、土地管理、行政管理

光催化分解臭氧消毒副產物-溴酸鹽(BrO_3^-)之研究

文/黃文鑑、楊佳霖、施富翔、張家瑜

摘要

近年來，國內淨水廠使用預氯法所產生消毒副產物的問題日受重視，國內目前計畫採用高級淨水程序已漸成共識，其中引進臭氧作為消毒劑或氧化劑已漸成趨勢。然而使用臭氧進行自來水消毒，在原水中含有溴離子(Br^-)條件下，將可能生成致癌物-溴酸鹽(BrO_3^-)，目前世界衛生組織(WHO)及我國對此種致癌物的管制標準是 $10\mu\text{g/L}$ 。而就工程技術而言，一旦生成的 BrO_3^- ，傳統處理程序不容易將其去除至管制標準以下濃度，因此本研究嘗試利用光催化反應程序，以二氧化鈦(TiO_2)結合 UV 光分解飲用水中的 BrO_3^- 。實驗內容包括光催化反應分解 BrO_3^- 之動力分析、 TiO_2 覆膜在載體的效力、覆膜載體材料的選取、UV 光源的控制及 UV 光波長的選擇等。經各組試驗結果，顯示以直接利用奈米 TiO_2 粉末輔以 185nm 波長之光催化程序，甚至對 $500\sim 650\mu\text{g/L}$ 高濃度範圍之 BrO_3^- ，可達到 99% 以上去除效果(反應後殘留水中之 BrO_3^- 濃度低於 $1\mu\text{g/L}$)，本研究中也發現利用粒狀活性炭(GAC)當作 TiO_2 覆膜載體，在 UV-254nm 波長的光催化程序，對 BrO_3^- 之去除，亦可達成 90% 以上的去除技術，因此針對光催化去除致癌物 BrO_3^- 之方法，經本研究的一系列實驗顯示可行性很高，目前需建立一組在工程實務上較可行的組合程序。

關鍵字：飲用水、臭氧消毒、溴酸鹽、光催化、二氧化鈦

一、前言

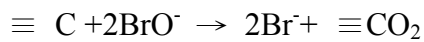
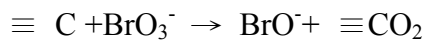
臭氧在消毒過程中亦有其副產物生成，在飲用水中仍有潛在危害，其中在含有較高濃度溴離子(Br^-)的原水條件下，若有足夠之臭氧劑量，將產生溴酸鹽(Bromate, BrO_3^-)副產物。溴酸鹽已經由動物實驗證實將會導致動物腎細胞腫瘤的形成，因此溴酸鹽對人體可能會導致癌症的發生，由高級淨水所產生出的臭氧副產物— BrO_3^- 已成為國內、外高級淨水處理中的一項重要課題。

臭氧消毒過程中可能產生之副產物，包括無機性之 BrO_3^- ，及有機性之溴仿(bromofom)、溴化乙酸(bromoacetic acids)、溴酚(bromophenols)、醛類(aldehydes)及生物可利用有機碳(assimilable organic carbon, AOC)等。溴酸鹽是屬於一種無機的臭氧副產物，當使用臭氧進行消毒氧化時，水中存在溴離子容易與臭氧進行反應而形成 BrO_3^- ^[1]。在低 pH 條件，臭氧會先將水中的溴離子氧化成 HOBr 或是 BrO^\cdot ，再與臭氧反應形成 BrO_3^- 。一般而言，臭氧和溴離子的反應在低 pH 值下，所生成的 BrO_3^- 會經由質子傳遞而形成 HOBr ；由於 HOBr 幾乎不會與臭氧反應，故 pH 值降低，會降低 BrO_3^- 的生成潛能。若針對 BrO_3^- 生成的控制策略而言，pH 值的調整是最合適且有效的處理方式，但對於高鹼度原水，調整 pH 值需要較多經費，且為了防止管線腐蝕，需再將 pH 值調高^[2]。

溴酸鹽已經由動物實驗證實會導致動物腎細胞腫瘤形成，因此 BrO_3^- 對人體可能會導致癌症發生。美國環保署對 BrO_3^- 進行

風險評估，一個 70 公斤的成人每日攝取 2 公升含 BrO_3^- 濃度為 $5 \mu\text{g/L}$ 的水，所計算出的 Life-time 風險值為 10^{-4} ，表示每 10000 人當中就會有一人因 BrO_3^- 的攝取而導致癌症的發生^[3]。我國及美國環保署在對於 D/DBPs 的法規訂定 BrO_3^- 的 MCL 值為 $10 \mu\text{g/L}$ ^[3]。

以目前水廠處理單元之功能來看，活性碳能有效去除 BrO_3^- ，根據文獻表示，活性碳可藉由表面鍵結之某些官能基與 BrO_3^- 行氧化還原反應：



式中 $\equiv \text{C}$ 表活性碳表面， $\equiv \text{CO}_2$ 表活性碳表面之氧化態，反應過程，活性碳官能基先將吸附之 BrO_3^- 還原成 BrO^- ，接著進一步轉變成 Br^- ，其中有部份之 Br^- 釋放於水相中，一般水相中活性碳與 BrO_3^- 反應隨等電位點 (isoelectric point, pH_{zpc}) 及表面鍵結之酸鹼官能基 (acid-basic groups) 有關，一般而言，活性碳含有較多鹼性官能基及較高 pH_{zpc} 對 BrO_3^- 較能發揮吸附或還原力^[5-7]。

利用半導體觸媒進行光催化作用可有效降解和消除污染物，在水處理的應用潛力，已有許多文獻研究證實，例如水中表面活性劑、染料、有機氯化物農藥、油脂、氰化物等都能有效的進行光催化反應，經脫色、去毒、礦化為無機小分子物質，從而消除對環境的污染。一般所謂異相光催化反應 (Heterogeneous photocatalysis reaction) 是指光催化劑與反應物存在於不同物理相，通常發生於固-液兩相之間，反應物存在於液相中並擴散而吸附於固體催化劑之表面，催化劑吸收光子後，於固態顆粒表面引發一連串之氧化還原反應，而達到反應物完全礦化之目

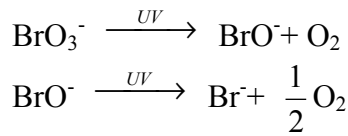
的^[8]。而常用於光催化劑的半導體有二氧化鈦、氧化鋅、硫化鎘等，其中二氧化鈦由於具有低溶解性、高穩定性、無毒性及價廉等優點，因此成為最廣泛使用之催化劑^[9]。

光催化反應是藉由一種半導體光電材料作為觸媒，藉由紫外光或太陽光激發光觸媒，在價電子帶(valence band, VB)的電子(e^-)被紫外線之能量所激發跳升到傳導帶(conduction band, CB)，此時在價電子帶便會產生帶正電之電洞，而形成一組電子-電洞對 (electron-hole pair)，利用所產生的電洞之氧化力及電子的還原力和表面接觸的 H_2O 、 O_2 發生作用，產生氧化力極強之自由基 $\cdot\text{O}^-$ 、 $\cdot\text{O}_2^-$ 、 $\cdot\text{O}_3^-$ 及 $\cdot\text{OH}$ ，而進行殺菌、除臭、分解有機物等作用。許多半導體光電陶瓷皆可作為光觸媒如： TiO_2 、 ZnO 、 CdS 、 WO_3 等，目前使用最多之光觸媒為 TiO_2 ，它除了能激發具有相當強之氧化與還原物質能力外，另外具有化性安定、對環境無害、價格低廉等優點。一般而言，影響光催化在水相殺菌及分解污染物效能之因子，包括誘導的光強度/波長、光觸媒物化性質、水溫、pH 值、溶氧(DO)濃度及存在截取自由基之干擾物(OH scavenger)等，其中誘導光能量大部份是採 UV 光，亦即在波長 $< 320 \text{ nm}$ 對光觸媒進行自由基(OH radical)及電洞對之激發，另利用可見光(visible light)或太陽光作為激發光源對一些複合光觸媒(如 $\text{TiO}_2\text{-Nd}$ 、 $\text{TiO}_2\text{-Pt}$ 、 $\text{TiO}_2\text{-Co}$ 、 SrTiO_3 、nitrogen-containing ZnO 、 $\text{ZnO-Fe}_2\text{O}_3$ 、 ZnO-WO_3 等)亦具有誘導作用^[10]。

對於去除溴酸鹽方法中，除了活性碳吸附還原外，其他方法有二價鐵離子(Fe^{+2})的還原反應及紫外光光解法。近年來文獻報告指



出利用短波紫外光 (185 nm) 可有效光解 BrO_3^- ，但如提高 UV 光的波長(例如 254nm) 則會發現 BrO_3^- 被破壞效果不大，有關 UV 光分解 BrO_3^- 之可能反應式如下式^[11]：



一般 UV 光解 BrO_3^- 的反應時間為 0.6~60 秒，強度的控制在 900~1900 Mw/cm^2 ，水中的有機物、濁度等水質因子對其光解效率有相當影響。

本計畫是利用光催化反應破壞臭氧生成之 BrO_3^- ，研究目的是為了瞭解在水中利用短波長 UV 光配合光觸媒進行 BrO_3^- 的分解，研究過程希望能獲得光催化程序的較佳操作參數，例如：光觸媒覆膜方式、反應速率、操作參數的影響等。研究方法的進行是以不同粒徑經過覆膜 TiO_2 後的載體活性碳或氧化鋁 ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$)，分別加入適量濃度之 BrO_3^- 來進行動力吸附實驗，接著以紫外光源進行光催化反應實驗，藉以比較對 BrO_3^- 去除能力及反應過程之最佳操作條件。實驗中亦將針對光催化分解 BrO_3^- 之動力實驗及可能的破壞途徑進行探討。

二、實驗方法

(一)材料及設備

TiO_2 的選取是根據目前國內、外水廠或實驗室使用之較普遍之商品，表 1 是選取奈米級氧化鈦之基本物化性質表，圖 1 是 TiO_2 顆粒之場發式電子顯微鏡(FESEM)圖。本研究使用之反應槽主體是玻璃材質(圖 2 所示)，尺寸為 10x60 cm (ID x H)，槽體下方利用磁石攪拌機進行攪拌，UV 激發光源是以 UV-254 及 UV-185 分別進行反應(表 2 為

UV-254 及 UV-185 光燈管規格)。

實驗方法及架構包括 (1) TiO_2 光觸媒的篩選及基本物化性質分析，(2) TiO_2 覆膜於載體 (GAC 及 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) 實驗，(3) 批式光催化動力試驗，(4) 光催化分解 BrO_3^- 的較佳參數試驗。

表 1 奈米氧化鈦(TiO_2)之基本物化性質

Index	Nano-size
Appearance	White powder
Content of titanium oxide (%)	>99%
Grain size (nm)	10~20
Specific surface area (m^2/g)	≥ 330
Loss of weight in drying (%)	≤ 0.5
Loss of weight in burning (%)	≤ 1.0
pH vale of aqueous suspended metter	7-8(untreated type)

表 2 為 UV-254 及 UV-185 燈管規格

燈管	UV-254	UV-185
燈管長度	17 3/4"	17 3/4"
燈管功率	20W	20W
主波長	254nm	185nm
消耗電力	15W	15W
燈管尺寸 (HxD)	435x25mm	435x25mm
燈管電流	0.425A	0.425A

(二)實驗步驟

1. TiO_2 覆膜於載體之製備實驗

首先取 46 g 的無水酒精並且將其 pH 值以 HNO_3 滴定至 2~3 的範圍，然後取 0.5g 的 GAC 或 Al_2O_3 加入酒精中，並且將 7.1065g

的 Titanium Tetraisopropoxide 緩慢加入到無水酒精中，然後以旋轉攪拌器緩慢旋轉 12 小時以上，等到酒精揮發後再取出 GAC 或 Al_2O_3 移至高溫爐，以 400°C 鍛燒 1 小時，冷卻後送至國科會貴重儀器中心（國立中興大學）進行場發掃描式電子顯微鏡 (FESEM) 及電子分散光譜 (EDS) 及 X-ray 繞射儀分析，以確認 TiO_2 是否有覆膜在 GAC 或 Al_2O_3

表面。(圖 3 所示)

2. 動力吸附實驗

首先配製濃度 $640\ \mu\text{g}$ ($5\ \mu\text{M}$) 的溶液，加入稱取好的 TiO_2 、 Al_2O_3 、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ 、GAC、GAC/ TiO_2 後，封入血清瓶中，轉速為 150rpm，然後在不同時間內採樣，分析 BrO_3^- 之吸附效率，並求出速率常數值。

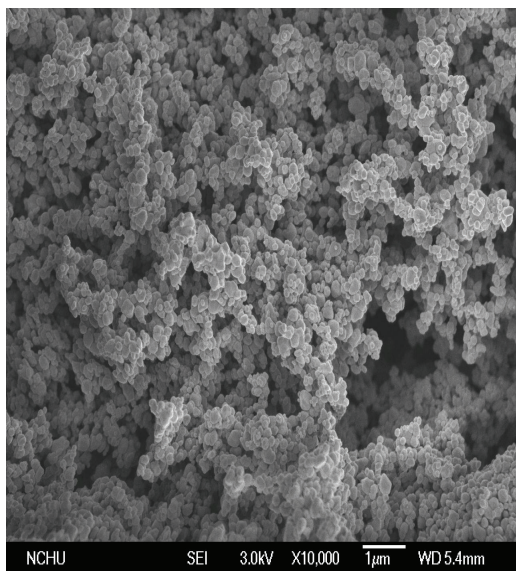


圖 1 奈米 TiO_2 粒徑之 FESEM 圖

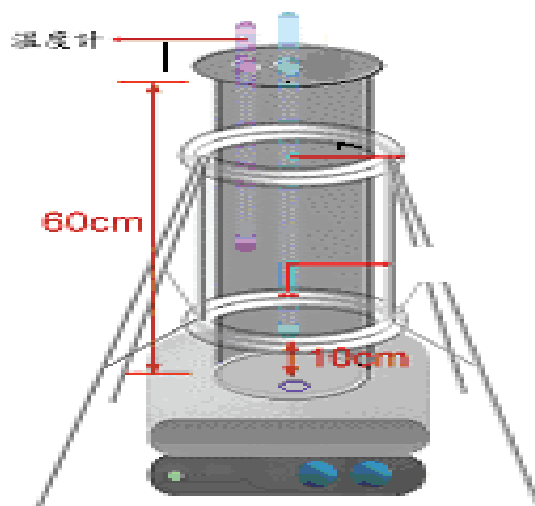


圖 2 光催化反應槽配置圖

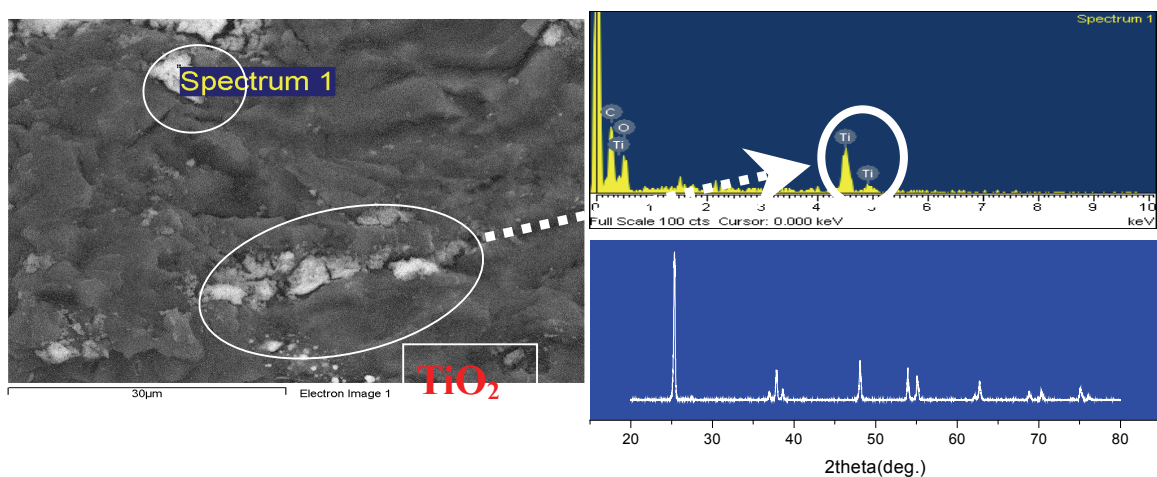


圖 3 GAC/ TiO_2 FESEM 之 EDS 及 X-ray 圖



3.BrO₃⁻光催化反應

首先配製適當濃度的 BrO₃⁻溶液，濃度配置在 640 μg (5 μM) 的範圍。取適量濃度之 TiO₂ 或已覆膜好的 GAC/TiO₂ 或 Al₂O₃/TiO₂ 加入光催化反應槽中，光源以 UV 光為主進行光催化，並且在不同時間內採樣，然後進行 BrO₃⁻液相殘留濃度的分析，比較光觸媒在各種載體上對 BrO₃⁻之光催化效果。

實驗中將利用不同的 UV 光源來進行 TiO₂ 光催化 BrO₃⁻ 的效果，主要以波長 254nm 及低波段 180nm 之 UV 光進行光催化反應，在 BrO₃⁻ 濃度方面，由 5 μM 降至 1 μM，藉以找出何種 UV 光為光催化的最佳激發光源。實驗中亦將直接以波長 254nm 及 180nm 之 UV 光直接對污染物 BrO₃⁻ 進行光解反應，所獲得結果再與光觸媒之效果比較。

4.分析方法

本實驗分析方法是離子層析儀 (IC) 分析液相中 BrO₃⁻ 及 Br⁻ 殘留濃度，詳細分析流程是參照美國水及廢水標準分析方法。

三、結果與討論

(一)GAC 及 GAC/TiO₂ 動力吸附比較

針對 GAC 吸附還原 BrO₃⁻ 之去除效率，實驗結果如圖 4 (a) 所示，GAC 對於 BrO₃⁻ 有相當好的去除效率，其中又以小粒徑的去除效果較大粒徑的為佳，可能是因為小粒徑所占的比表面積較大粒徑者大，且外部擴散效率較好，因此吸附效果較佳。圖 4 (b) 為 TiO₂ 覆膜在 GAC 載體 (GAC/TiO₂) 對 BrO₃⁻ 之吸附去除效率，顯然 GAC/TiO₂ 對 BrO₃⁻ 沒有相當大的去除效率，可能是因為 GAC 表面的活性吸附點遭到 TiO₂ 遮蔽所導致。因此就單純吸附的觀點，GAC 及 GAC 覆膜

TiO₂ 對 BrO₃⁻ 之去除，由兩者實驗結果可以得知 GAC 的去除效果遠大於 GAC/TiO₂。

由圖 5 動力吸附方程式可以看出 GAC 吸附效率明顯大於 GAC/TiO₂，其中又顯示出三種粒徑之活性碳以粒徑最小的 350-400 mesh 者有最佳吸附容量。

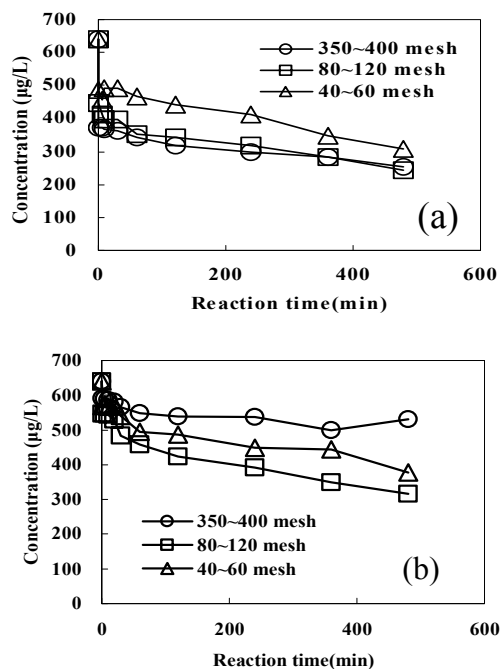


圖 4 動力吸附實驗中各種不同粒徑 GAC 及 GAC/TiO₂ 對 BrO₃⁻ 之去除效率 (a)GAC (b) GAC/TiO₂

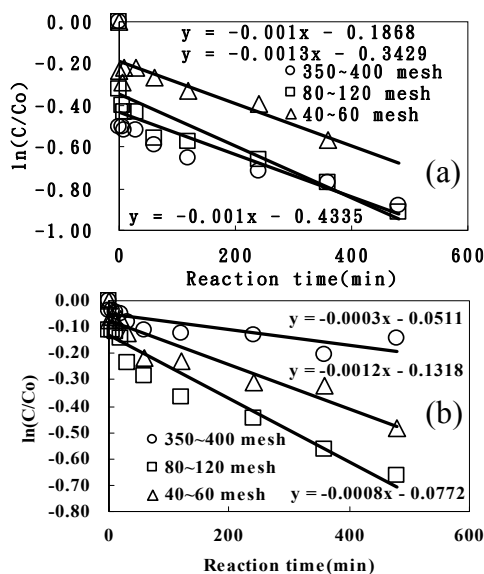


圖 5 (a)GAC 及 (b)GAC/TiO₂ 對 BrO₃⁻ 的吸附/還原動力分析

(二)UV-254 組合 GAC 及 GAC/TiO₂ 之光催化反應分解 BrO₃⁻ 結果

利用 UV-254 對 GAC 及 GAC/TiO₂ 進行光催化反應，圖 6 顯示，UV-GAC 對 BrO₃⁻ 有較佳的去除效率，此可能是因為 GAC 對 BrO₃⁻ 吸附還原效果，並非是光催化反應所導致。另外，GAC/TiO₂ 對 BrO₃⁻ 分解效果不佳，可能是因為大部份 TiO₂ 覆膜於活性碳內部孔隙表面，導致無法接收到光源，因此去除效果有限。由圖 7 獲得之 UV-GAC 及 UV-GAC/TiO₂ 兩組實驗對 BrO₃⁻ 之一階動力方程式及表 3 所獲之反應常數 k 值，可得知光催化反應可提高 GAC 對 BrO₃⁻ 較高分解去除效率，同時具有較高之反應速率。

(三)BrO₃⁻ 在光催化程序還原成 Br⁻ 之途徑探討

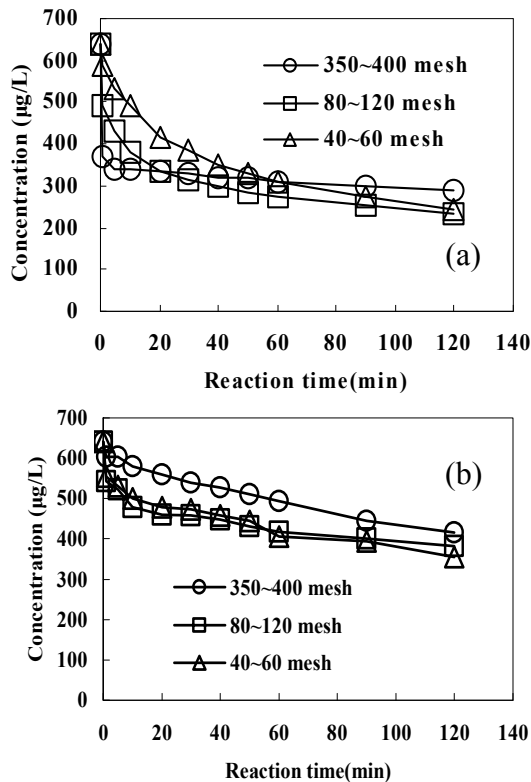


圖 6 光催化反應程序 UV-GAC 及 UV-GAC/TiO₂ 對 BrO₃⁻ 之去除效率比較 (a)UV-GAC (b)UV-GAC/TiO₂

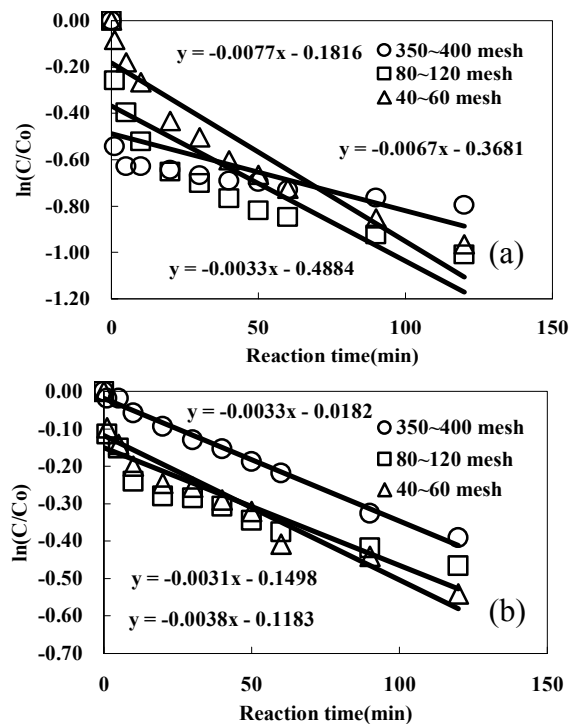


圖 7 光催化反應 GAC 及 GAC/TiO₂ 動力分析結果 (a)GAC (b)GAC/TiO₂

由圖 8(a)可見 BrO₃⁻ 與 GAC 的還原反應，隨著反應時間增加 BrO₃⁻ 還原成 Br⁻，從圖 8(b)亦可發現 BrO₃⁻ 還原成 Br⁻ 之比值，在水相約有 50~70% 左右，而其他 30~50% 可能仍鍵結於活性碳表面。

(四)不同 UV 光波長激發 TiO₂ 光觸媒對 BrO₃⁻ 去除效率之比較

由圖 9(a)可以發現，在 UV 波長 254nm 下，幾乎對 BrO₃⁻ 完全沒有去除效果，而在低波長的 UV 光 (185nm) 激發下，則明顯有去除 BrO₃⁻ 跡象，因此在選擇光源上以低波段波長為最佳光源。圖 9(b)以 TiO₂ 為催化劑，在不同波長下對 BrO₃⁻ 的去除，可以看出以 UV-254 為光源時，對 BrO₃⁻ 去除效果並不佳，而以低波段 UV-185 進行催化時，則有達到 99% 的去除率。由圖 10 可以看出在相同光源下，使用不同的催化劑對 BrO₃⁻ 去

表 3 動力吸附實驗與光催化反應實驗之一階反應速率常數 k 值比較

活性炭粒徑	動力吸附實驗		光催化反應實驗	
	GAC	GAC/TiO ₂	UV-GAC	UV-GAC/TiO ₂
350~400 mesh	0.0010	0.0003	0.0033	0.0033
80~120 mesh	0.0013	0.0012	0.0067	0.0031
40~60 mesh	0.0010	0.0008	0.0077	0.0038

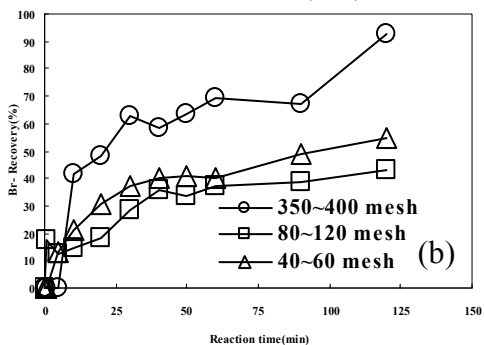
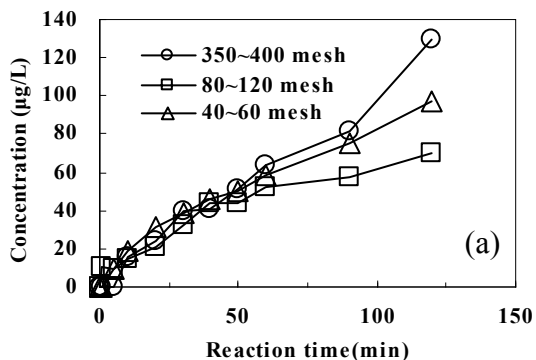


圖 8 不同粒徑在光催化後 BrO₃⁻還原成 Br⁻之(a)Br⁻濃度, (b)Br⁻回收率

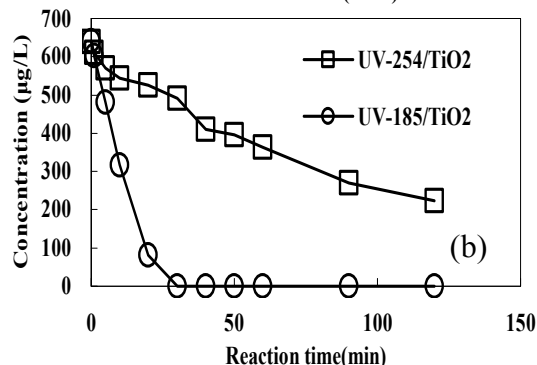
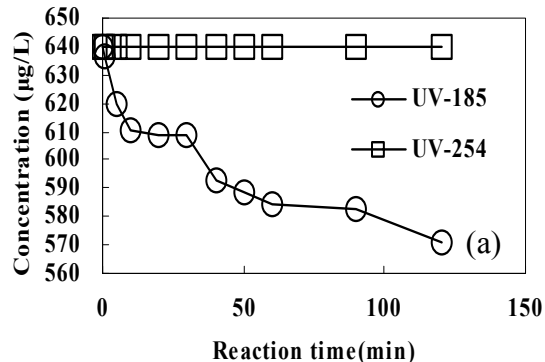


圖 9 不同 UV 光波長對 BrO₃⁻分解去除之比較, (a)單獨利用 UV 光分解 BrO₃⁻效率(b)UV/TiO₂ 程序分解 BrO₃⁻。

除的效果, 其中還是以直接添加 TiO₂ 粉末之效果為最佳。

(五)不同 UV 光源激發 Al₂O₃/TiO₂ 光觸媒對 BrO₃⁻ 去除效率

圖 11 顯示, 在不同光源下, 添加 Al₂O₃/TiO₂ (劑量=2500mg/L) 對 BrO₃⁻ 去除效率以 UV-185 最佳, 可達 99% 以上的去除效率。另圖 12 可見 UV-185 以光觸媒 Al₂O₃/TiO₂ 計算之一階動力式所獲之反應常數 k 值, 得知 UV-185 光源對 BrO₃⁻ 具有較高分解去除效率, 同時具有較高之反應速率。

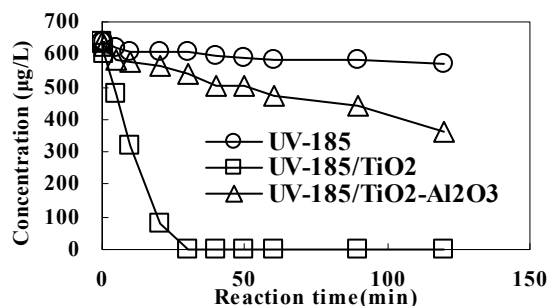


圖 10 UV-185 與各光觸媒催化反應對 BrO₃⁻ 進行去除

再者, 本研究利用催化反應動力學之 Langmuir-Hinshelwood 模式:

$$\frac{C_0}{r_0} = \frac{1}{k} C_0 + \frac{1}{kK_H}$$

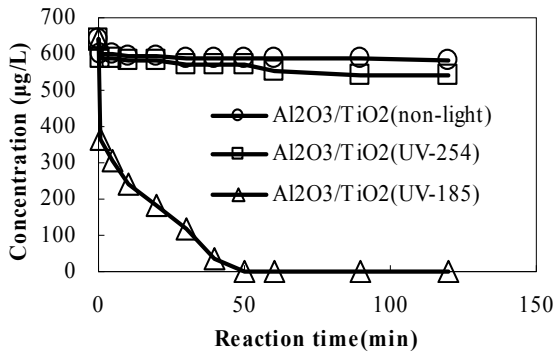


圖 11 不同光源在 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ 懸浮液光催化對 BrO_3^- 去除效率

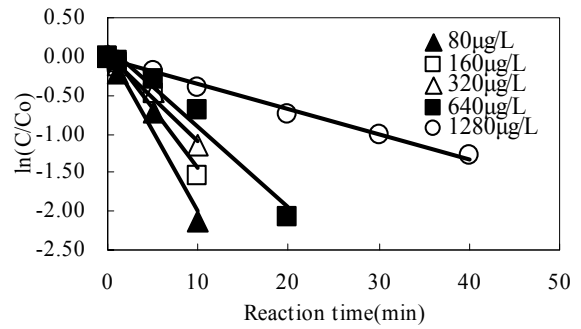


圖 13 不同起始 BrO_3^- 濃度下所得之一階動力反應方程式

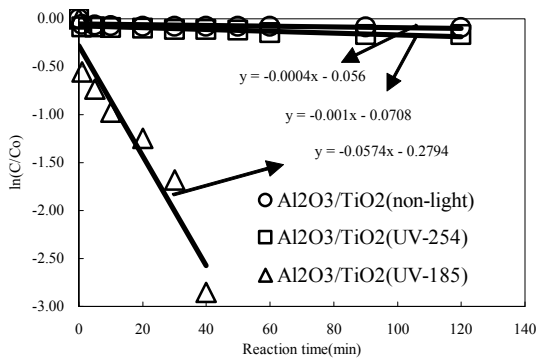


圖 12 不同光源與 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ 光催化之一階動力反應式

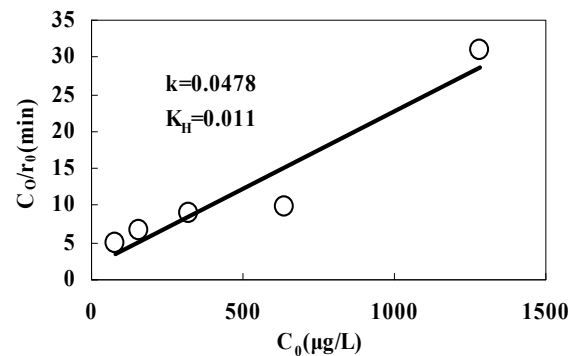


圖 14 $\text{TiO}_2/\text{UV-185}$ 催化分解 BrO_3^- 之 Langmuir-Hinshelwood Model 線性迴歸值

針對光催化分解之 BrO_3^- 催化劑吸附-反應-脫附機制，計算反應動力常數 (K_H) 及吸附平衡常數 (k)，圖 13 是控制各 BrO_3^- 起始濃度 ($80\sim 1280 \mu\text{g/L}$) 所獲得之一階動力式，顯示在本研究控制的五種起始濃度中，濃度越低者有較高之速率常數。另由圖 14 所計算 Langmuir-Hinshelwood 模式之各常數，發現其 $K_H=0.011\text{m}^3/\text{g}\cdot\text{min}$ ， $k=0.0478\text{g}/\text{m}^3$ 。

四、結論與建議

(一)利用 GAC 及 GAC 覆膜 TiO_2 (GAC/TiO_2) 對 BrO_3^- 進行單純吸附實驗，發現 GAC 之吸附容量及速率均大於 GAC/TiO_2 者，此現象可能是 GAC 表面之活性吸附

- 點 (Active sites) 被 TiO_2 遮蔽所致。
- (二)光催化程序利用 GAC/TiO_2 進行對 BrO_3^- 分解，發現其效果不佳，主要原因可能是 GAC 鍵結 TiO_2 大部份分佈在孔隙內，導致無法接收到光源，因此對 BrO_3^- 分解效果不佳。
- (三)比較 UV-254 及 UV-185 直接光分解 BrO_3^- 發現 UV-185 具有約 30% 去除率，UV-254 則幾乎未去除。
- (四)利用 UV-185/ TiO_2 光催化 BrO_3^- 可獲得近 99% 去除效果，與 UV-254/ TiO_2 結果相比，顯然對 BrO_3^- 的光催化光源須選擇 UV-185。
- (五)本實驗進行到目前為止雖發現 UV-185/ TiO_2 對 BrO_3^- 具有最佳分解效

果，但是因 TiO_2 粉末不易自水中分離，因此本實驗仍在繼續試驗 TiO_2 覆膜在 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 載體，發現 TiO_2 覆膜量在等當量 TiO_2 濃度添加條件下，其對 BrO_3^- 分解效率亦可達到 99%。

(六)本研究以 $\text{TiO}_2/\text{UV-185}$ 之光催化反應組合對 BrO_3^- 有最佳分解效率，其中在反應機制上，利用 Langmuir-Hinshelwood 模式計算之 $\text{KH}=0.011\text{m}^3/\text{g}\cdot\text{min}$ ， $k=0.0478\text{g}/\text{m}^3$ ，顯示符合吸附-反應-脫附之催化反應機制。

參考文獻

- 1.葉宜顯，鄭潔虹，(1997)，”水質參數對臭氧消毒副產物生成影響之研究”。
- 2.Brunt, R., Bourbigot, M., and Dore, M.,”The Influence of the Ozonation Dosage on the Structure and Biodegradability of Pollutants in Water, and Its Effect on Activated Carbon Filtration,”*Ozone Sci. Eng.*,4:15-32,1982.
- 3.USEPA Office of Ground Water and Drinking Water, ”Draft D-DBP Rule” ,Washington,D.C., 1994.
- 4.Servais, P.,Billen, G., Bouillot,P.,and Benezent, M.,”A Pilot Study of Biological GAC Filtration in Drinking Water Treatment,” *Jour.Water SRT-Aqua*.41:3:163-168,1992.
- 5.Siddiqui,M.,Amy, G. L., and Rice, R. Q.,”Bromate Ion Formation:A Critical Review,”*Jour.AWWA*, 87:10:58-70, 1995.
- 6.WHO (1993) ,”Guidelines for Drinking Water Quality “, Volume 1,Recommndations , Genwva.
- 7.Amy, G. M., et al., “Threshold Levels for Bromate Ion Formation in Drinking Water,”*IWSA Workshop, Paris*, 1993.
- 8.Roland, B., “Optical and photoinduced electron transfer in ion pairs of coordination compounds”, *Coordination Chemistry Reviews*, Vol. 159, 257-270, (1997).
- 9.Xie, Y., Yuan, C., “Photocatalysis of neodymium ion modified TiO_2 sol under visible light irradiation”, *Applied Surface Science*, Vol. 221, 17-24, (2004).
- 10.Emeline, A.V., Otroshchenko, V.A., Ryabchuk, V.K. and Serpone, N, “Abiogenesis and photostimulated heterogeneous reactions in the interstellar medium and on primitive earth: Relevance to the genesis of life”, *J. Photochemistry and Photobiology, C: Photochemistry reviews*, Vol. 3, 203-224, (2003).
- 11.Siddqui, M., Amy, G.,Zhai, W. and McCollum, L.,”Removel of bromate after ozonation during drinking water treatment ,”*In Disinfection by-products water treatment*, R.A., Minear and G.L., Amy, CRC press, N.W.,1996.

作者簡介

黃文鑑先生

現職：弘光科技大學 環境與安全衛生工程系教授兼系主任

專長：自來水淨水處理，消毒副產物分析及控制

楊佳霖先生

現職：國立中興大學 環境工程系 碩士生

專長：自來水淨水處理

施富翔先生

現職：弘光科技大學 環境與安全衛生工程系碩士生

專長：自來水淨水處理

張家瑜小姐

現職：弘光科技大學 環境與安全衛生工程系碩士生

專長：自來水淨水處理

目標管理與責任中心制度—台水公司實例

文/陳福田

一、前言—眾星拱月

基本上，組織經營的目標有二，一為求生存，一為求成長。惟若僅求生存而不謀成長，將在同業、異業的競爭壓力下，難於市場立足。競爭優勢之保有，植基於顧客需要的滿足，誠如寶僑 (Procter & Gamble) 公司美髮產品之廣告詞：「我們的光彩，來自您的風采」。

組織為求生存、成長，端賴有效之管理。易言之，管理乃是組織追求生存、成長的工具；經由有效之管理，組織方得生存，由而茁壯成長。

傳統之管理強調「分工」(Division of Labor)；晚近之管理則強調「整合」(Integration)。易言之，若各部門僅追求本身最大績效，往往導致組織之整體目標無法達成，此即所謂的「部份最佳化」(Suboptimization) 或「本位主義」。

Drucker 提出「目標管理」(Management by Objectives) 的觀念，即在彌補上述缺陷。Drucker 以為，基於激勵 (Motivation) 與參與 (Participation)，由主管、部屬共同參與整體目標、部門目標與個人目標之擬訂。一方面，循整體目標→部門目標→個人目標，往下衍生；一方面，實施成果由個人成果→部門成果→整體成果，向上歸總。易言之，經由整體、部門與個人等目標之分工與整合，期使個人、部門皆對整體目標提供最大之貢獻，此即所謂的「最佳化」(Optimization) 或「團隊主義」。

本公司遵循「目標管理」之理念，於 91

年研擬責任中心制度，分區講習、宣導責任中心制度之概念；93 年起正式實施，迄今已逾 4 年。經由分權化管理，除明確劃分各單位權責，使權有所屬、責有所歸；亦且經由同仁之共同「參與」以激發團隊精神並輔以「獎優罰劣」之激勵措施，冀期達成公司的整體目標。實施以來，每年均能轉虧損預算為小盈，其因除係本公司同仁流汗之結晶，責任中心制度確亦發揮其輔助之功。

本文之目的在探討「管理程序」、「目標管理」之內涵，進而就「台水公司之目標體系」闡釋「台水公司責任中心制度實施方案」之實務。

二、管理程序

Drucker(1974)提及，過去五十年，世界上所有已開發國家都已轉變為「機構性社會」(Society of Institutions)。許多重要社會任務，諸如經濟生產或衛生保健，教育或環境維護，新知識之追求或國防安全，皆由一些大型組織擔負。這些機構績效的高低，直接影響社會的生活、福利和安全。但僅僅設立這些機構，並不能保證所擔負的任務皆能有效地達成，尚需藉助良好的管理，方能賦予該等機構活力與效能。

Connor (1974) 以為，管理本身可視為一種程序 (Process)。經由這種程序，一組織得以運用其資源，以求有效達成其既定目標。前述管理程序包括若干性質不同的功能 (Functions)。唯應強調者，將管理程序劃分為若干種功能，乃是一種抽象化或概念化的分

析方法。事實上，它們之間具有不可分割的互動關係，任何一種功能發生變動，其他功能必然受到影響，此即所謂「牽一髮而動全身」。易言之，要瞭解個別功能之作用，必須自整個管理程序著眼，即如研究人體的生理作用，不宜將各部器官隔離解析，致有「見樹不見林」之偏頗。

對於管理功能之區分，學者所言互異。或謂「規劃－執行－考核」（行政三聯制）；或謂「規劃－控制」；或謂「規劃－組織－領導－用人－溝通－激勵－控制」等，不一而足。如前所述，管理功能僅代表一種概念化的產物，而非客觀事務之描述，自難求其一致。

本文所稱「管理程序」係指「規劃－執行－查核－改善行動」，四者週而復始循環運作且相互影響，亦即 P-D-C-A「管理循環」（Management Cycle）。茲繪圖（如圖 1）並略釋彼等意義如下。

「規劃」(Planning)：謂經由政策(Policy)、策略 (Strategy)、程序 (Procedure)、時程 (Schedule)、預算 (Budget) 之釐訂，以確定未來目標 (Objective) 之程序。

執行(Doing)：謂劃分部門、指派權責之程序，期以「分工」為手段，達到「合作」之目的。

查核(Checking)：依據設定的評估標準以

查核實際成果，亦即比較「實績」(Performance) 與標準 (Standard)，並經由分析，找出差異原因。

改善行動(Acting)：實績與標準存有差異並非全然出自部門或個人之操作因素，或與環境、衡量工具（或考核者）有關，諸如環境改變、衡量工具（或考核者）不公等。是故，若差異源自環境或衡量工具（或考核者）因素，則宜重訂標準；否則，則須採取改善行動。既經評核優、劣，則須「獎優罰劣」，冀期激勵士氣、規範正確之行爲。

三、目標管理

誠如前言，管理是組織追求生存、成長的工具。惟如何才能有效地管理，各時代的學者紛紛提出不同的觀念、理論。其中，Drucker (1954) 提出「目標管理」(Management by Objectives，簡稱 MBO) 之觀念，迄今仍為多數人奉為圭臬。

傳統上，目標的設定有由上往下 (Top-down) 和由下往上 (Bottom-up) 兩種方式。由上而下的目標訂定是由高階管理者決定目標後，逐層往下分配；而由下往上的目標訂定則是由部屬訂定自己的目標，而後往上彙總形成組織的整體目標。「目標管理」則強調，目標之設定既不是單純地由上往下，也不是由下往上，而是由下屬與上司共

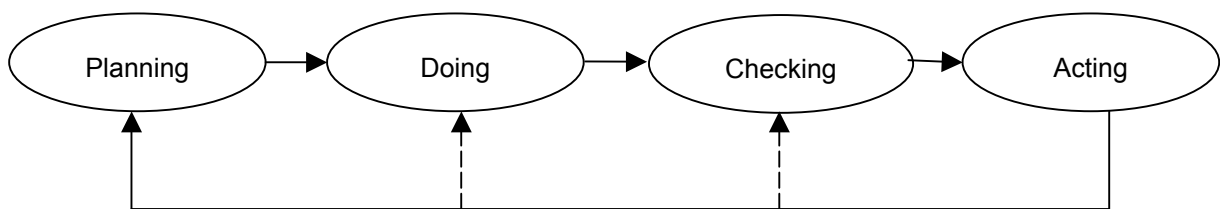


圖 1 管理循環

同參與各階層目標之設定。所以，「目標管理」是融合「由下往上」與「由上往下」兩種程序的制度。

(一)「目標管理」是一種管理哲學

「目標管理」並非僅以「目標」作為控制的手段，更將「目標」視為一種自我激勵的方法。因此，與其說「目標管理」是一種制度，不如說「目標管理」隱寓「Y 理論」之管理哲學。

麻省理工學院麥克理哥(McGregor)教授於其鉅著《企業的人性面》(The Human Side of Enterprise)一書，歸納現代管理學說及措施之觀點，稱之為「Theory Y: the Integration of Goals」。Y 理論對於人性行為的基本假設為：

- 1.個人用於工作的心智與體力的消耗，正如遊戲與休息一樣的自然。
- 2.外在的控制與懲罰的威脅，並不是達成個人努力於組織目標的唯一方法。個人對其確認的目標有自我指導與自我控制的能力。
- 3.獻身於目標的實現是個人成就動機獲得獎勵的結果。
- 4.一般人在適當的情況下學習，不僅接受並且尋求責任。
- 5.每個人都有相當的想像力、智慧與創造的才能，以解決組織上的問題。
- 6.一般人的潛在能力常未充分地發揮。
- 7.準此而觀，「目標管理」係以 Y 理論為基礎，採分權式管理，即鼓勵參與、注重溝通並充分授權。

(二)「目標管理」是參與式管理

目標管理的重點在於透過員工參與目

標之設定，對該等目標產生認同，從而內心產生一種自我激勵和自我控制，並心甘情願地達成組織目標。

為使員工自我激勵和自我控制，組織應持續對員工回饋其個人目標達成度，俾使員工修正自己的行動。此外，組織並應定期地召開檢討會議。在會議中，主管與部屬不僅共同檢討進度，並提出改善對策。

對個別成員而言，目標管理提供個人績效目標。因此，每一個人都很清楚知道他們對部門、組織整體目標的貢獻。如果每位成員都達成其個人目標，則部門目標、組織整體目標亦得以實現。

綜上所述，「目標管理」係基於「激勵」與「參與」，透過主管、部屬共同擬訂個人、部門、組織整體等目標，並依據設定之評核標準定期評核、獎優罰劣之「管理哲學」。易言之，「目標管理」乃是結合全體員工的智慧、力量、才能，齊心合作，以設立「目標」為管理工作的起步，以「目標」為計畫的依據，以「目標」為組織(Organizing)、用人(Staffing)、指揮(Directing)等功能的指針，終以「目標」為管考(Controlling)績效的準則。

四、本公司之目標體系

自來水事業之經營首重「水質優、水量足及服務好」，須時時審視產業之「內、外在環境」，結合企業之「經營理念」，據以擬訂企業之「使命」與「願景」，由而訂定「經營目標」。

茲將釐訂經營目標之程序，繪如圖 2。

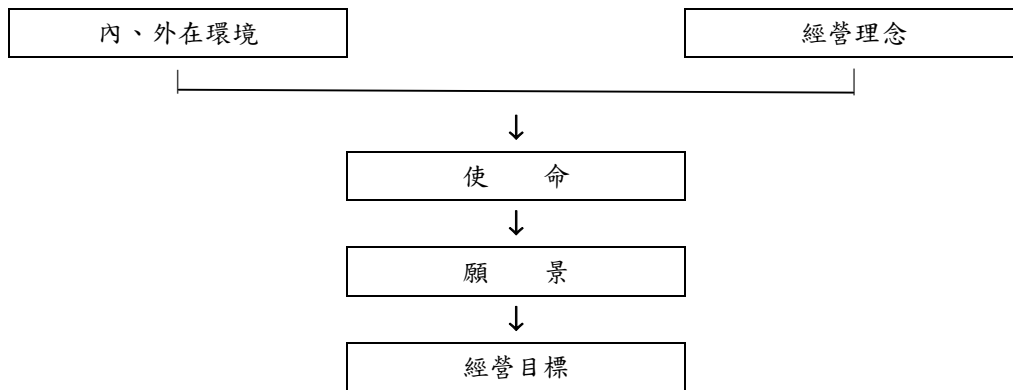


圖 2 台水公司釐訂經營目標之程序

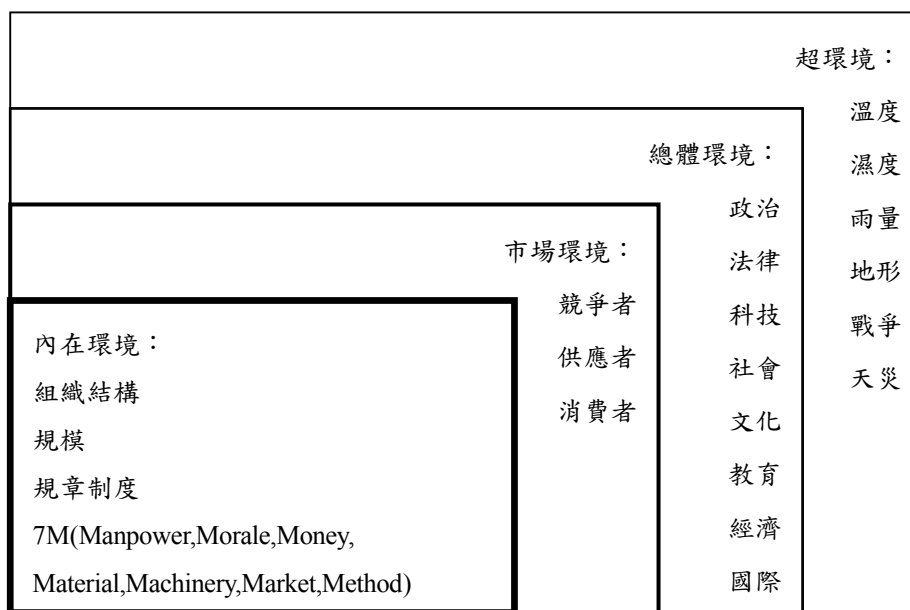


圖 3 組織內、外在環境

(一)內、外在環境

「內在環境」(Internal Environment) ，指組織本身條件(如組織結構、規模、規章制度等)及擁有之資源(即組織 7M，涵括 Manpower, Morale, Money, Material, Machinery, Market, Method) ，其豐瘠影響組織之供給能力及成本。

「外在環境」(External Environment)指影響組織生存、成長之外在因素，涵括：

- 1.市場環境(Market Environment)
- 2.總體環境(Macro-Environment)
- 3.超環境(Extra-Environment)。

茲將組織之內、外在環境繪如圖 3。

本公司初由各單位對「內在環境」提出認知與評比，經召開會議審議確認，計有下列七項對本公司較具影響之內在環境。

- 1.組織人力老化、人才斷層
- 2.固定資產週轉率低
- 3.固定成本投資大
- 4.生產操作與營運管理成本高
- 5.普及率越高，單位成本越大
- 6.一般用水量成長空間有限
- 7.無自行選擇市場自由

本公司初由各單位對「外在環境」提出

認知與評比，經召開會議審議確認，計有下列九項對本公司較具影響之外在環境。

1. 消費者意識高漲
2. 環保意識抬頭
3. 水資源有限且水源水質日益惡化
4. 離島水源不足及水源區嚴重污染
5. 輿情壓力
6. 近年全省氣候異常，降雨量較歷年平均值低
7. 水資源短缺
8. 河川污染嚴重
9. 水價調整屬政府政策性決定，不能機動合理調整水價

(二)經營理念、使命及願景

「經營理念」係指企業負責人對企業經營的哲學(含價值觀、人生觀、社會觀)。本公司之經營理念為「品質(Quality)、創新(Innovation)、信賴(Credibility)、專業(Knowledge)」。

「使命」係本公司對政府、社會、用戶之承諾。本公司之使命為「提供質優、量足之自來水，以提升國民生活水準、促進經濟發展」。

「願景」係本公司對自己之期許，亦即本公司應該是(想要成為)什麼樣的事業？本公司之願景為「成為國際級水事業的標竿企業」。

(三)目標體系

植基於「經營理念」並審視內、外在環境，由而確定本公司之「使命」及「願景」，續以釐訂「綱領計畫」、「四年經營計畫」及「年度事業計畫」(繪示如圖 4)。其中，「綱領計畫」用以導引組織方向，期求「創新力」之提升；「四年經營計畫」居於承先啓後之樞紐，期求組織「管理力」之發揮；而「年度事業計畫」則係組織「執行力」的具體展現。

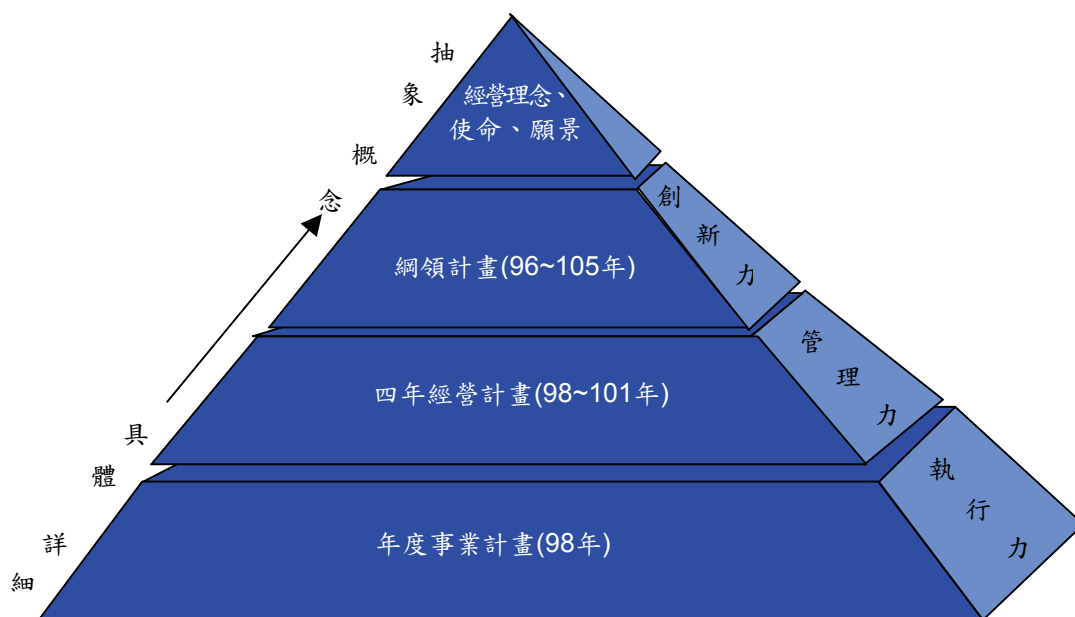


圖 4 台水公司之目標體系

上述「綱領計畫」、「四年經營計畫」與「年度事業計畫」，分屬本公司之長、中、短程計畫，三者瓜藤相連，彼此間上下轄屬、平行整合，存在著系統性、關聯性、整合性之關係。其屬性之差異如下表 1 所示。

吾人皆知，「目標」係組織或個人於某一時點所欲履及之境界（質化）或成果（量化）。上述「綱領計畫」、「四年經營計畫」與「年度事業計畫」，本公司均分別訂定「質化」、「量化」之目標。

(四)本公司 98 年度之經營目標

1. 量化目標（詳如表 2）
2. 質化目標
 - (1) 加強水質檢驗及監測，確保供水品質。
 - (2) 辦理新、擴建工程，充裕民生及工業用水。

水。

- (3) 掌握資訊科技脈動，提高服務品質。
- (4) 推動組織優質化，提高經營績效。

五、責任中心制度實施方案

(一)責任中心制度之意義

企業往往依據財務報表衡量績效，但財務報表難以顯示各部門對企業之貢獻程度。為明示各部門對組織目標之貢獻程度，「責任中心制度」乃應運而生。

所謂責任中心(Responsibility Center)，就是以各單位所負的「重點責任」及其對組織整體目標之貢獻程度來衡量各單位的績效，而該單位的績效歸由該單位全體員工(含主管)負責。

表 1 台水公司綱領計畫、四年經營計畫與年度事業計畫之屬性比較

計畫別 差異變數	綱領計畫	四年經營計畫	年度事業計畫
著眼點	「問題與利基」之檢視、釐清	「時期」之分割	各「業務部門」之作爲
時間幅度	長(十年)	中(四年)	短(一年，即四年經營計畫之第一年)
目標型態	主要之政策、策略	次要之政策、策略	程序、時序、預算
具體化程度	低	中	高

表 2 台水公司 98 年度量化目標

項目	目標值
售水量	22 億 4,536 萬立方公尺
供水人口數	1,738 萬人
普及率	90.93%
供水能力	39 億 3105 萬立方公尺
漏水率	22.36%以下
水質	達到符合當時飲用水水質標準之水質

責任中心制度就是將組織分成若干責任中心，以分權管理為原則，授以職權並課以職責，且就各責任中心可控制的 (Controllable) 「項目」訂定「標準」，並定期衡量績效，做為對人獎勵、對事檢討的一種制度。

實則，「目標管理」係基於「激勵」與「參與」，透過主管、部門共同擬訂個人、部門、組織整體等目標，並依據設定之標準定期評核、獎優罰劣之「管理哲學」；「責任中心制度」則係基於「目標管理」之管理哲學，循 P-D-C-A 管理程序(管理循環)，以評核各責任中心績效之一種「管理制度」。

本公司自 91 年開始研擬責任中心制度，先分區講習、宣導責任中心制度之概念。於 93 年起正式實施，迄今已逾 4 年。茲循 P-D-C-A 「管理程序」闡明本公司責任中心實施方案如下。

(二)規畫(Planning)

為達成 98 年度之質化、量化目標，本公司建構各責任中心之指標「項目」及「標準」，並經由「責任中心資訊系統」，及時提供績效資訊予各責任中心，俾供檢討、改善。

1.指標「項目」與「標準」

本公司績效考核包括財務性指標及非財務性指標。

財務績效指標：凡指標項目及目標值係以預算金額執行程度為評核依據者，均稱之。由總管理處分別列出各責任中心之指標「項目」；並由總處各業管處室與各所屬一級責任中心協調溝通後，再訂定可量化之目標值及評分「標準」。

非財務性績效指標：以各單位重要工作

為主，並配合經濟部對公司工作考成項目、公司質化目標，訂定非財務性指標「項目」目標值及評分「標準」。

2.目標值及評分「標準」應具備之要件 (Requirement)或特性

(1)彈性

對不可抗力之外在因素，容許做必要調整後再予評核。

(2)客觀性

目標值及其評分標準之訂定，係由總處業管單位邀集所屬各單位召開研商會議，始頒定實施。

(3)相關性

指標項目及評分標準之訂定，應導向本公司整體目標，並兼顧長、短期利益之均衡。

(4)可比較性

原則上，所訂目標值以時間、品質、數量等可量化者為主。

(5)可達成性

綜合考量各責任中心之經營環境、過去實績及未來展望等因素，訂定合理、可達成之目標值。亦即，由總處業管單位邀集所屬各單位召開研商會議，期求目標值之合理性、可達成性。

(三)執行(Doing)

各責任中心按照年度目標及執行計畫予以執行。各責任中心主管適時、適地與部屬交換意見以提高部屬的工作意願並提供必要的支援，期求責任目標之達成。

另，本公司「責任中心資訊系統」隨時對各責任中心成員與主管提供必要資訊，俾供檢討、改善。茲將執行流程繪如圖 5。

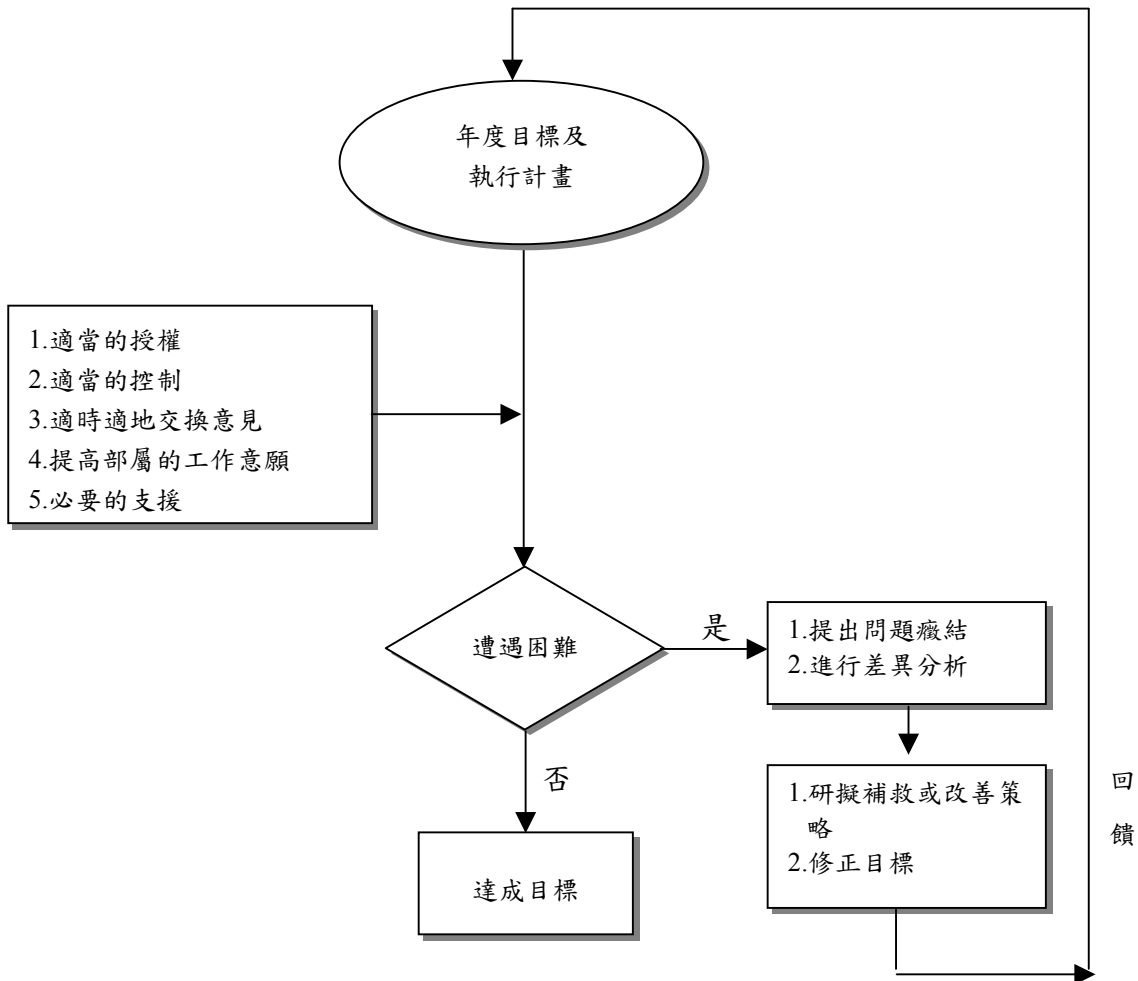


圖 5 台水公司責任中心執行流程

(四)查核(Checking)

本公司對各責任中心績效之衡量，以書面查證為主，實地查證為輔。各責任中心主管執行其責任目標時，另可運用「分級檢核」或「內部品質稽核」等自我評核工具，定期追蹤執行情形，並透過「責任中心資訊系統」線上查詢功能，隨時掌握目標執行實績。

為比較實績與標準，本公司各責任中心遵循下列「查核」原則。

1.80/20 原則

謂花費 80% 的時間，專注僅佔所有項目 20%

之「重點項目」，如售水率、盈餘等項目。

2.早期警告原則

「早期警告」即是「預防重於治療」的觀念。在問題未發生前，即應注意先行出現之癥兆，期求及早糾正。

3.例外原則

「例外原則」係指僅在實績與標準存有「重大」差異或特殊意外時，則予以「特別」查核。

(五)改善活動(Acting)

實績與標準存有差異並非全然出自部

門或個人之操作因素，其或與環境、衡量工具(或考核者)有關，諸如環境改變、衡量工具(或考核者)不公等。是故若差異源自環境或衡量工具(或考核者)因素，則宜重訂標準；否則，須採取改善行動。

既經評核優、劣，則須「獎優罰劣」，冀期激勵士氣、規範正確之行爲。依據「本公司核發經營績效獎金應行注意事項」、「責任中心績效考核獎懲要點」等，給予「財務性獎勵」及「非財務性獎懲」。

- 1.財務性獎勵：由績效獎金提撥 8%做爲責任中心制度獎金。
- 2.非財務性獎懲：訂有頒發獎狀、行政獎勵、行政責任等配套措施。

六、結語—築夢踏實

民眾對自來水之追求，先求其「有」，次求其「好」，終求其「美」。有者，水量之充分供應；好者，水質之安全、衛生；美者，服務品質之提升。

爲提供「質優、量足、服務好」之自來水，端賴有效之管理。本公司依附「目標管理」之管理哲學，確實執行「責任中心制度實施方案」，循 P-D-C-A 管理循環，亦即用心地規劃、盡心地執行、誠心地查核與改善，克盡厥責，冀期達成「提升國民生活水準、促進經濟發展」之使命。

實則，規劃、執行與管控(含查核與改善行動)皆僅係管理之一環，彼等如鳥之雙翼、車之二輪，相輔相成。若無「目標」，則「管控」失據；反之，若無「管控」，則「目標」無法自致。惟欲順利達成「提升國民生活水準、促進經濟發展」之使命，尙賴有效之「執行」，環環相扣，方能美夢成真。

參考文獻

- 1.林建煌，管理學，新陸書局，民國95年。
- 2.許士軍，管理學，東華書局，民國72年。
- 3.陳定國，現代企業管理，三民書局，民國92年。
- 4.Connor, Patrick E., Dimensions in Modern Management, Boston: Houghton Mifflin, 1974.
- 5.Drucker, Peter F., Management: Tasks, Responsibilities, Practice, London: Heinemann, 1974.

作者簡介

陳福田先生

現職：台灣自來水股份有限公司總經理

專長：自來水工程規劃、設計、監造及專案管理

台灣自來水公司供水決策系統擴充建置

文/羅健成、洪銘堅、廖宗盛

一、前言

近年來由於氣候異常，頻頻發生枯旱及暴雨事件。臺灣自來水公司(以下稱臺水公司)為掌握枯旱及暴雨造成淨水場因原水濁度太高而無法處理的最佳供水調配決策。已於 96 年完成第一階段「供水決策系統」，並發表在自來水會刊第 26 卷 2 期，本系統與經濟部水利署「FEWS_TAIWAN」平台的介接。透過「FEWS_TAIWAN」可整合水利署、氣象局及本公司相關供水資料，並可配合圖文展示功能，提供首長及應變人員所需之即時水文情勢及供水狀況，俾為防救災應變決策之依據。

96 年為擴大現有系統的功能，增加水資源的調配及自來水管網的分析，以提升澇旱災害及供水管理的預警及強化供水管理之決策與應變能力，避免及降低缺水風險。此外，本系統並與國家高速電腦中心所開發之線上監控系統連結，利用水情觀測攝影機達到網路監看之即時功能。

二、系統傳輸架構

本系統為配合水利署 FEWS 整合推動計畫，進行資料傳輸架構之更新，其更新前後之資料連結架構如圖 1(a)及圖 1(b) 所示。此項作業主要是建立本公司伺服器資料庫伺服器 (TWMC05) 定時利用專線連線到水利署網域內取得資料庫伺服器 TWMC00 內存放之水文氣象資料。而 TWMC00 資料內容主要是利用排程方式配合作業流程定時呼叫

預報伺服器 FSS00 向水利署網域資料庫主機下載或取得最新之氣象與水文資料內容。

TWMC05 即可提供相關 FEWS_TAIWAN_OC 客戶端取得目前水利署相關之水文氣象資訊內容，而 FEWS_TAIWAN_OC 客戶端連線登入 TWMC05 後 FEWS_TAIWAN_OC 客戶端會定時向 TWMC05 利用資料同步技術定時更新客戶端之水文與氣象資料內容。使用者可以利用此作業內容取得最新之水文氣象觀測資料內容。

同時利用 TWMC05 配合預報主機 FSS00 內之水資源模式，TWMC05 可以採用定時排程方式呼叫 FSS00 進行計算相關水資源調度資料。而 FEWS_TAIWAN_OC 客戶端在相關運算程序完成後也可透過展示介面檢視相關運算成果內容。若有多台 FSS 預報伺服器則可啟用不同運算作業達到不同區域位置之水資源調度資料運算處理工作。以加速相關運算分析時間。

三、系統功能說明

本系統的功能包含水資源資料查詢、決策支援查詢、水資源調配查詢、管網分析演算查詢及國網即時監視網等項目。

1. 水資源資料查詢

如圖 2 雨量資料查詢、圖 3 水位資料查詢、圖 4 水庫資料查詢、圖 5 原水取水量查詢、圖 6 供出水量查詢、圖 7 自動讀表水量資訊、圖 8 地理資訊系統查詢等。

2. 決策支援查詢

- (1)重要淨水場大雨查詢
- (2)水庫雨量站連續不降雨天數查詢
- (3)各區處出水率展示
- 3.水資源調配查詢(詳述於第五節)
- 4.管網分析演算查詢(詳述於第五節)
- 5.國家高速電腦中心即時監看功能(如圖 9)

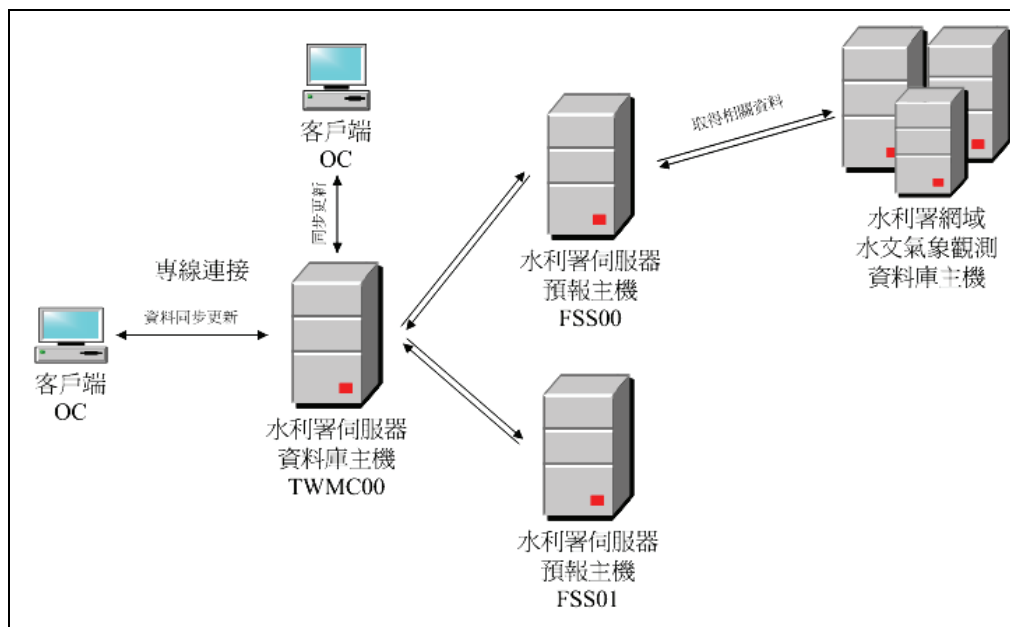


圖 1(a) 供水決策系統資料傳輸架構 (更新前)

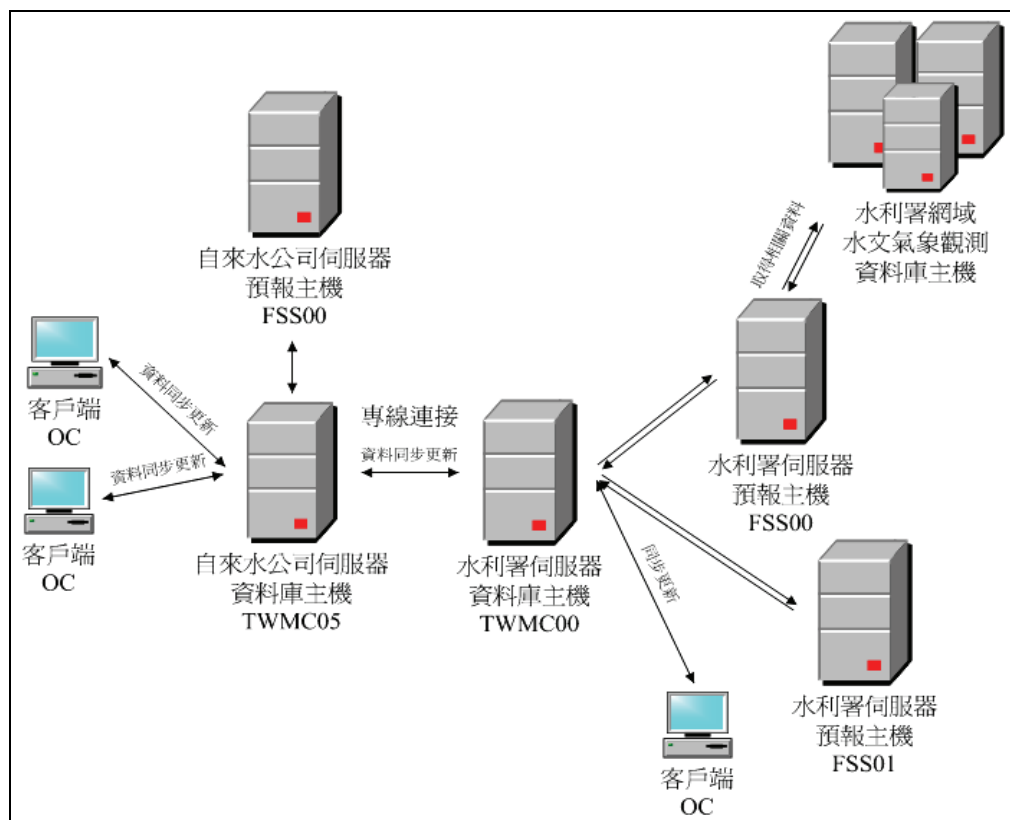


圖 1(b) 供水決策系統資料傳輸架構 (更新後)

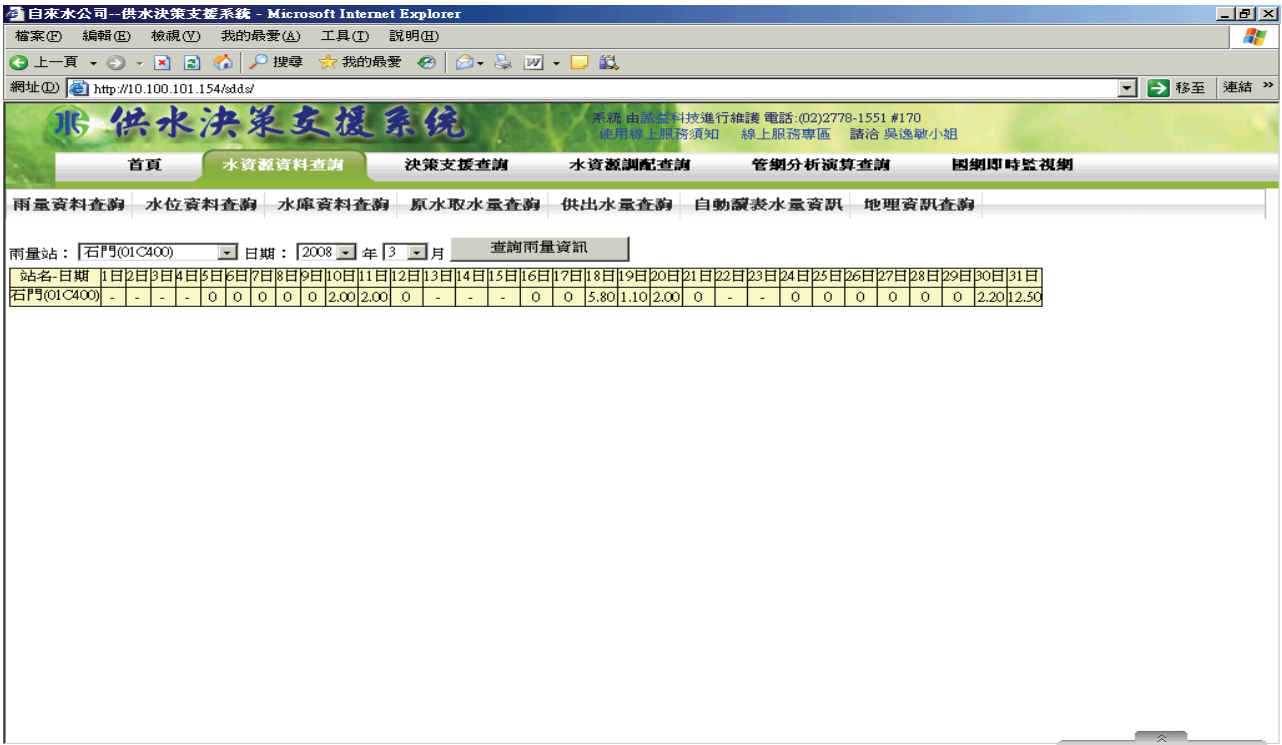


圖 2 雨量資料查詢

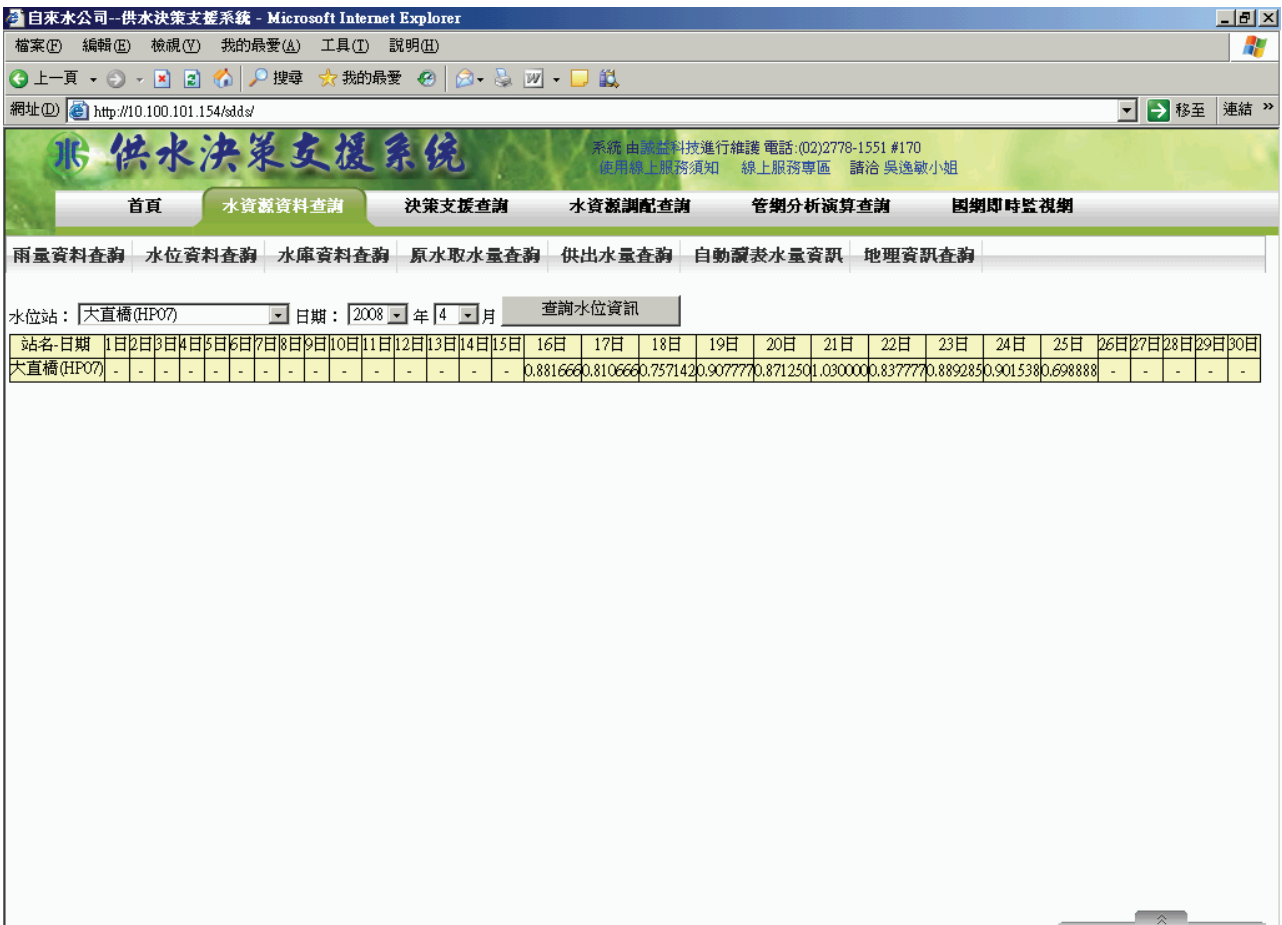


圖 3 水位資料查詢

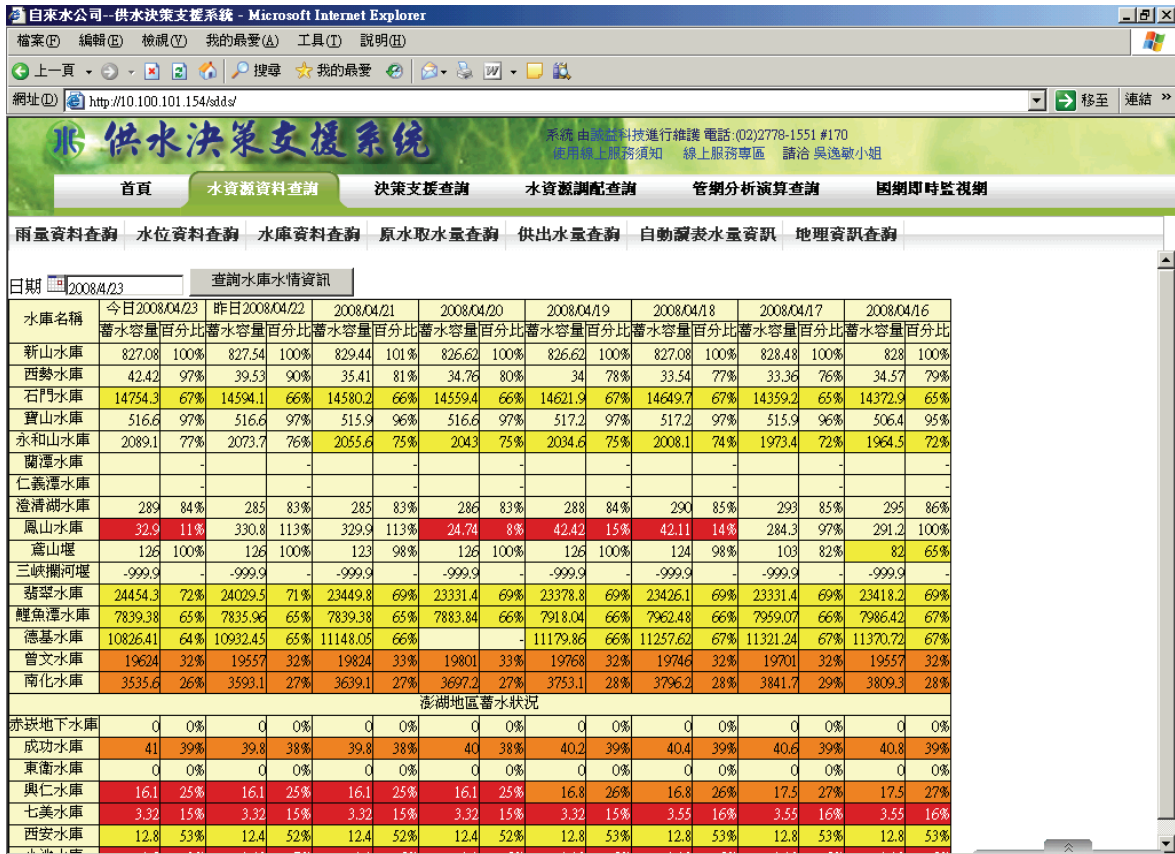


圖 4 水庫資料查詢



圖 5 原水取水量查詢

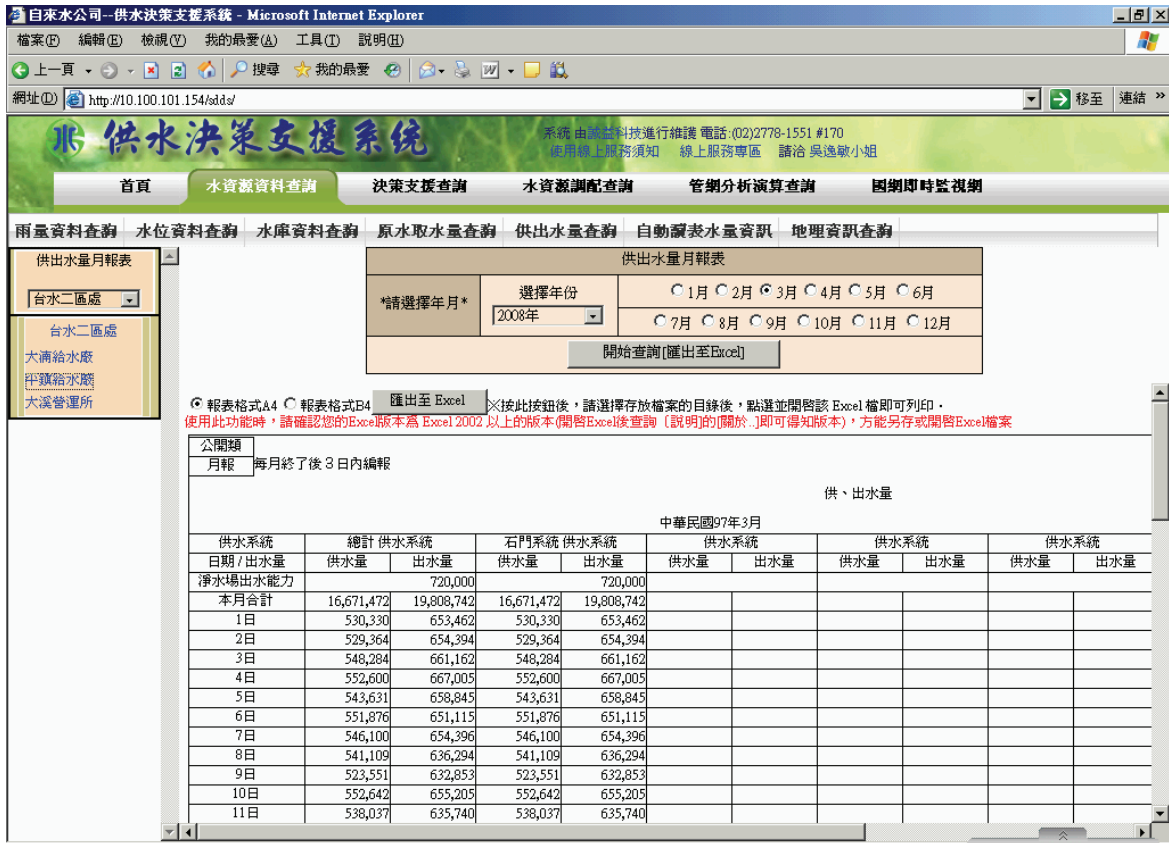


圖 6 供出水量查詢

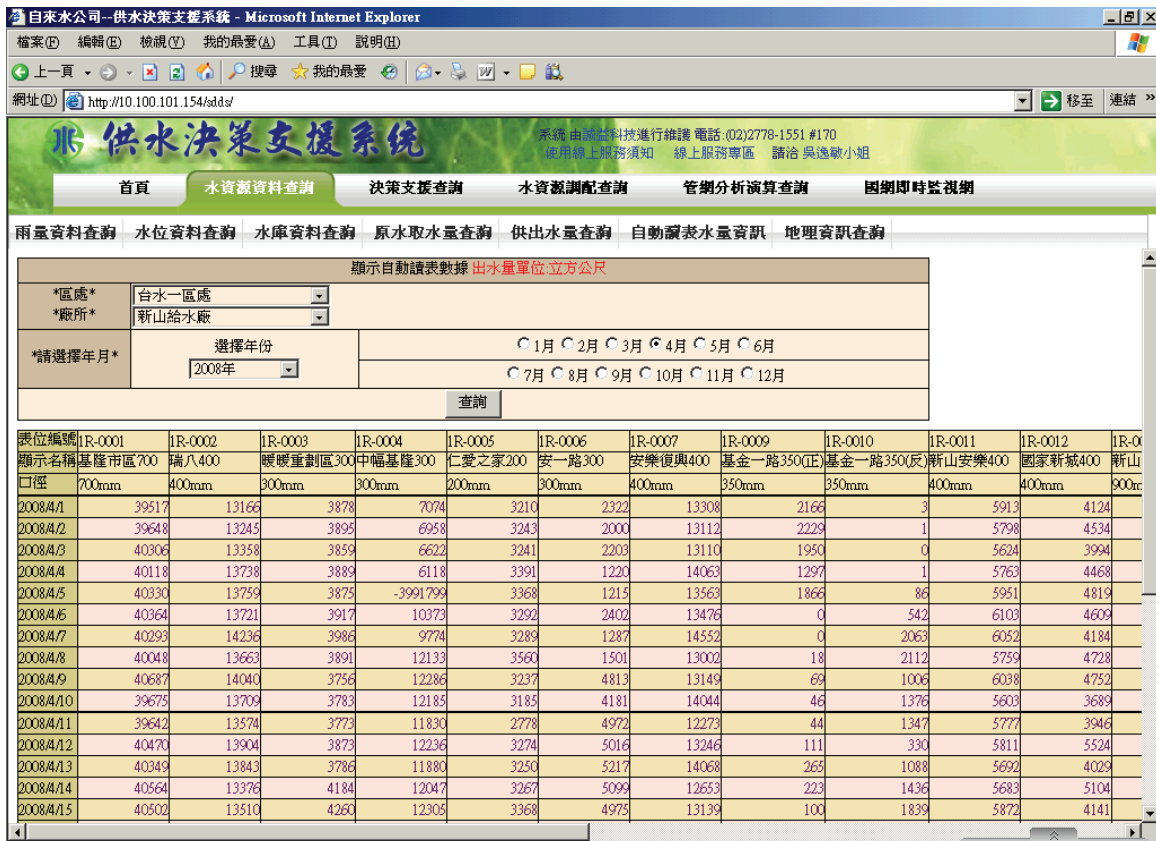


圖 7 自動讀表水量資訊

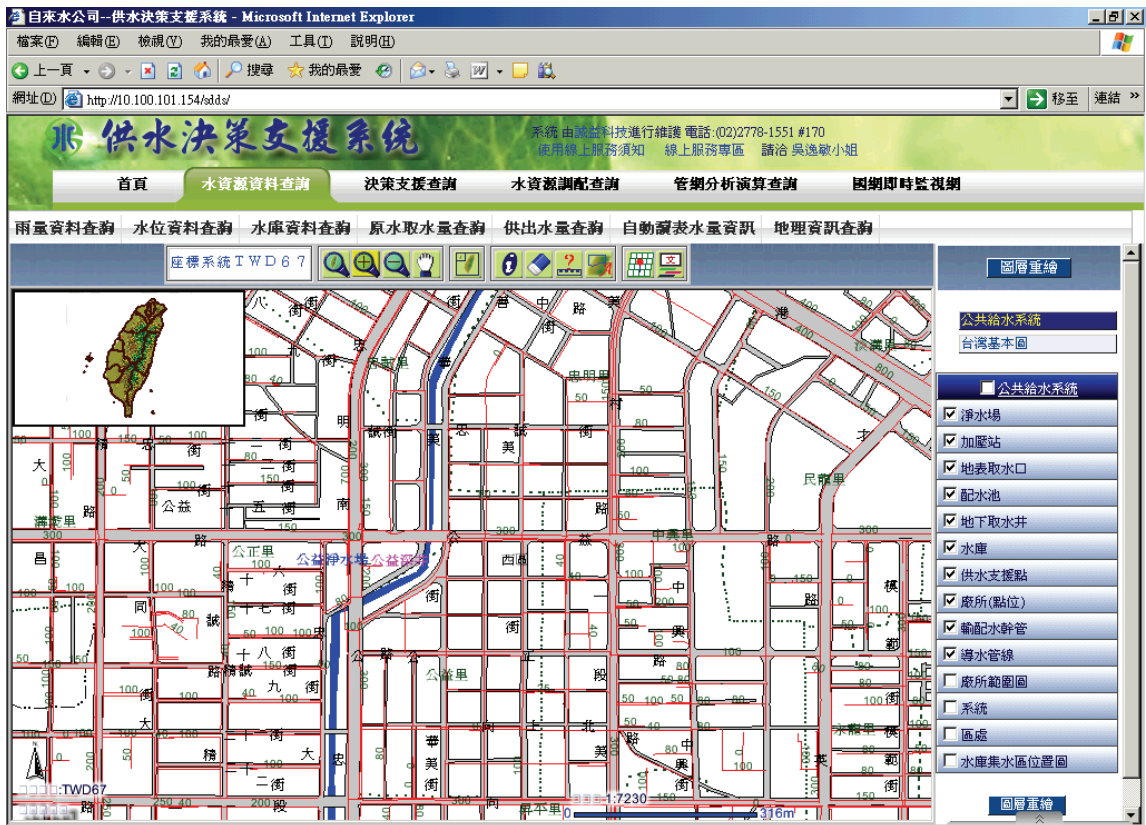


圖 8 地理資訊系統查詢



圖 9 國家高速電腦中心即時監看功能

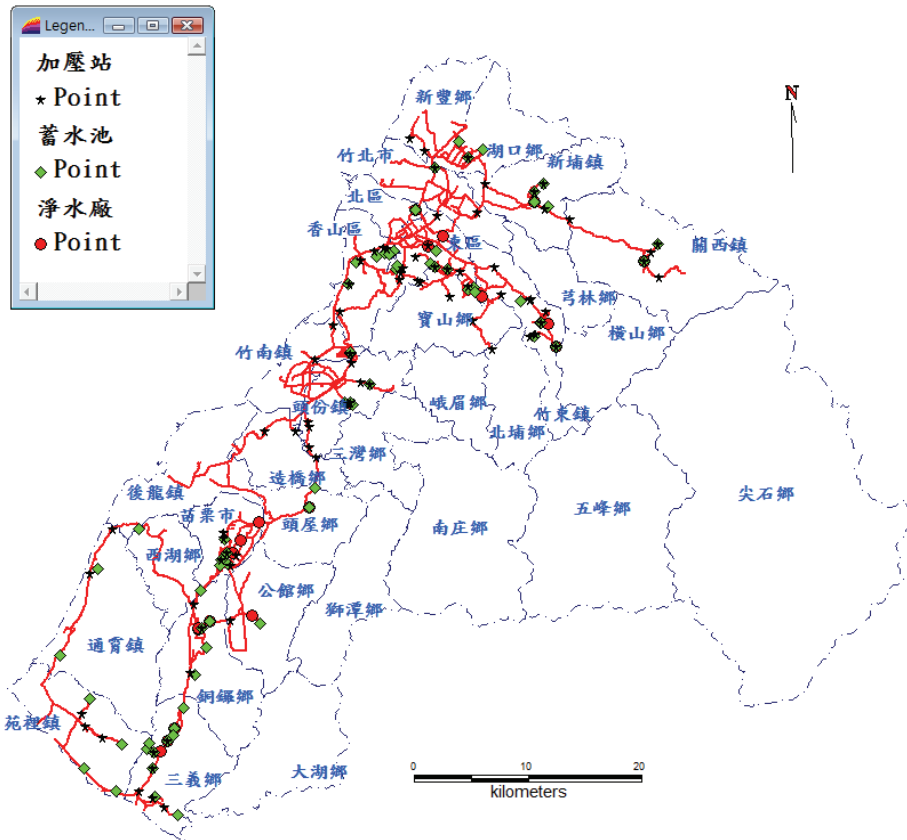


圖 11 新竹及苗栗地區管網分析架構圖

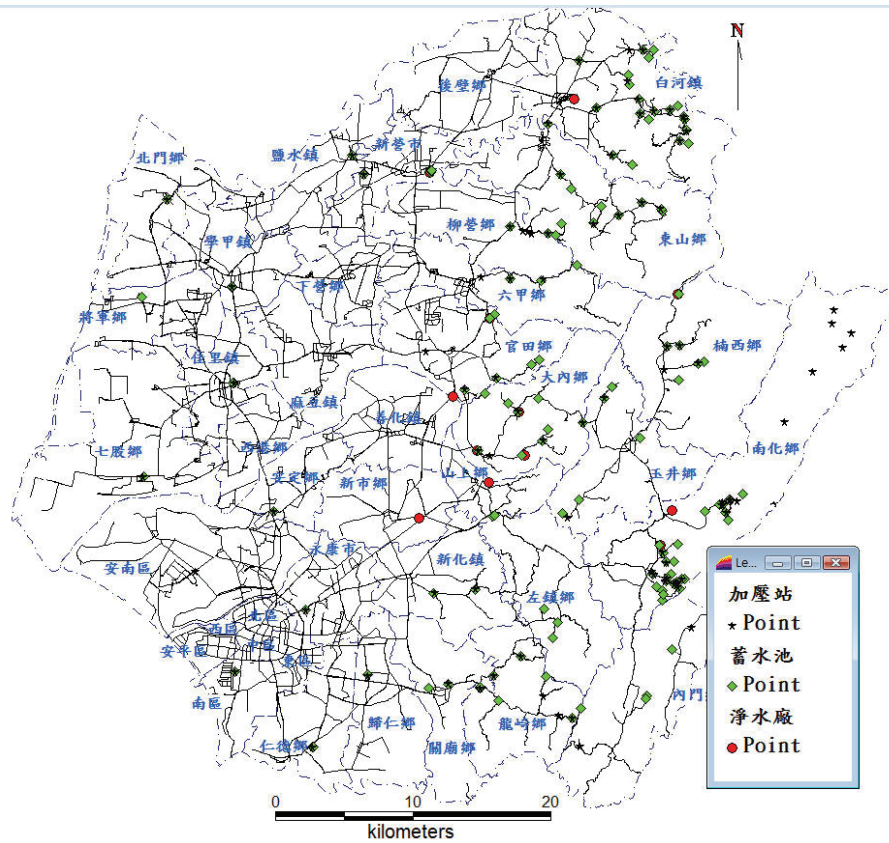


圖 12 臺南地區管網分析架構圖

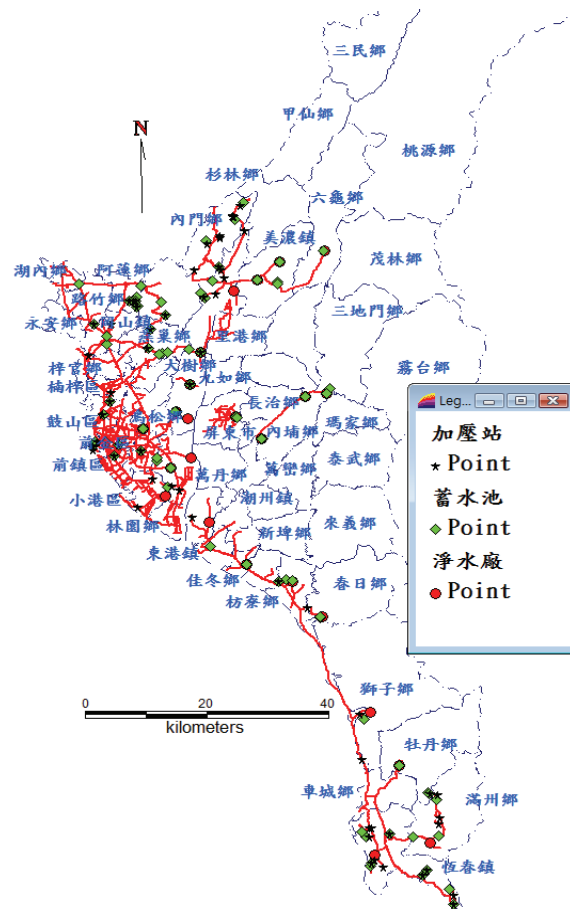


圖 13 高雄及屏東地區管網分析架構圖

五、水資源調配分析系統(RIBASIM)

台灣的水資源調配已由傳統的流域性規劃邁向區域性的水資源整體聯合調配，對各標的用水之供需情況有必要有效掌握。為求區域水資源之有效運用，水利署與荷蘭戴伏特水工試驗室(Delft Hydraulics)合作建立一套針對台灣地區設計的水量分配與水質分析電腦模式，稱為水資源流域水量整合分析模式，對於大區域或複雜供水系統之用水需求、水量分配、水質分析、經濟評價等分析工作提供一套分析工具。

RIBASIM模式提供一個具GIS功能的Netter模組供建置水源系統使用，可將計畫區域的地圖引入作為系統底圖，即利用結點

(Nodes)及連線(Links)之相互連結，將一個地區或跨區域的水源實體系統轉換成可供電腦處理之數值網路系統；該系統可為開放式或封閉式系統。其中，結點用以描述各種不同的水資源設施，其中天然設施如河川、分流及匯流等，而人工設施如水庫、攔河堰、抽水井及農業灌區等；各式結點依其特性各有不同的物理資訊及屬性，依一定的分類包含於結點資訊設定檔中。至於連線則係用來描述系統中之水流及取水方向，如河道、渠道及隧道等。

本系統已完成大漢溪、頭前溪、中港溪、後龍溪、大甲溪、大安溪、濁水溪、曾文溪、高屏溪及東港溪的分析，可提供這些流域水資源調配的資料查詢。

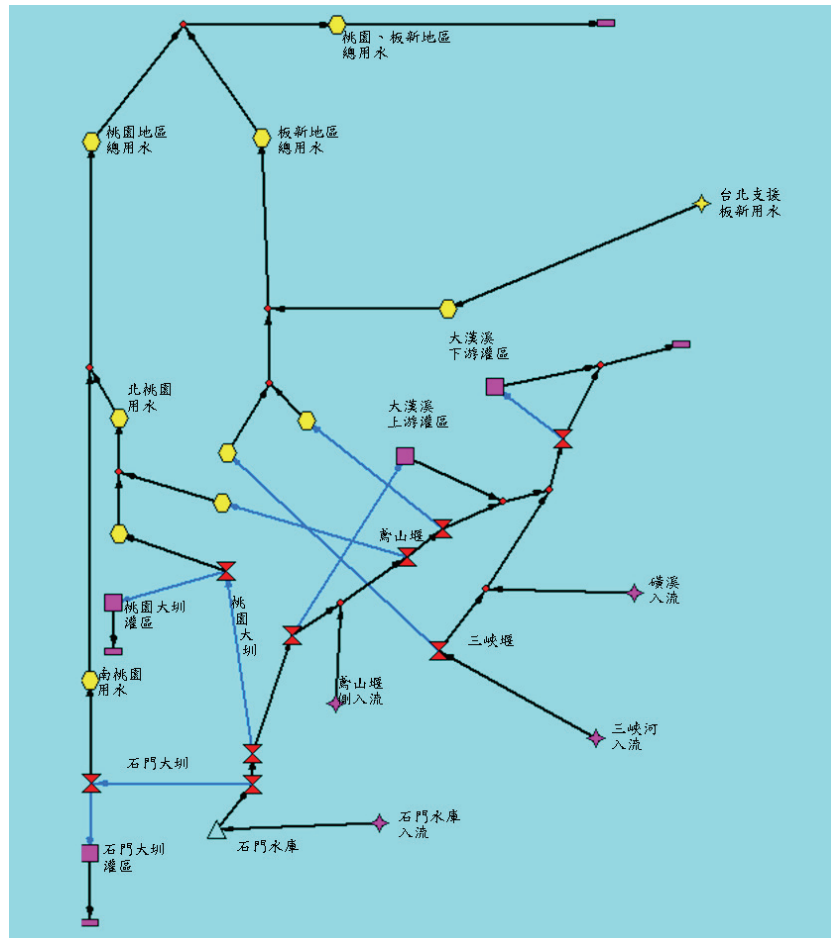


圖 14 大漢溪水源系統架構

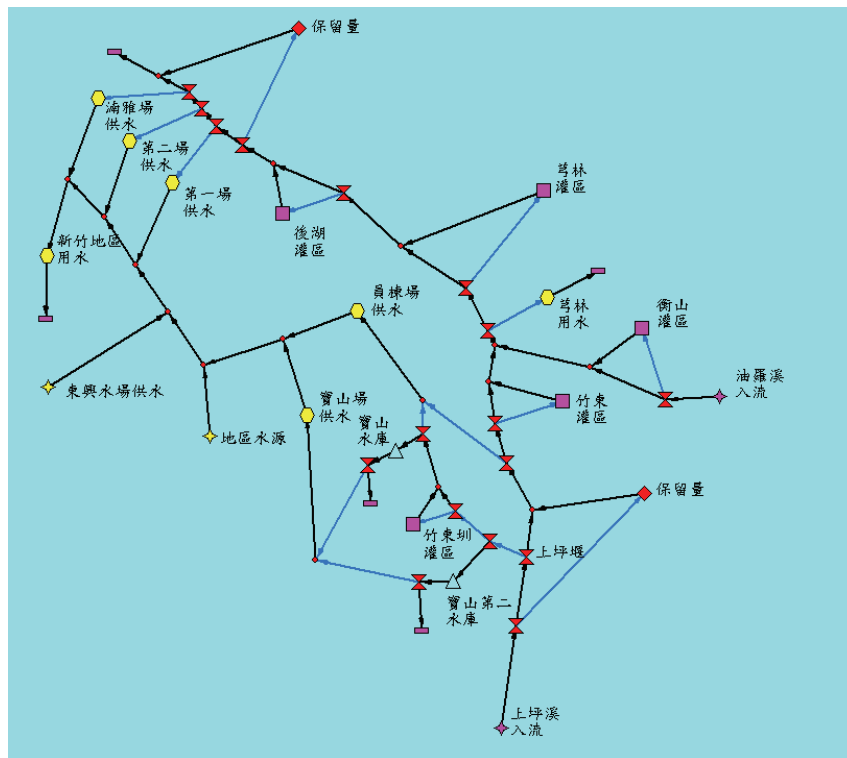


圖 15 頭前溪、中港溪及後龍溪水源系統架構

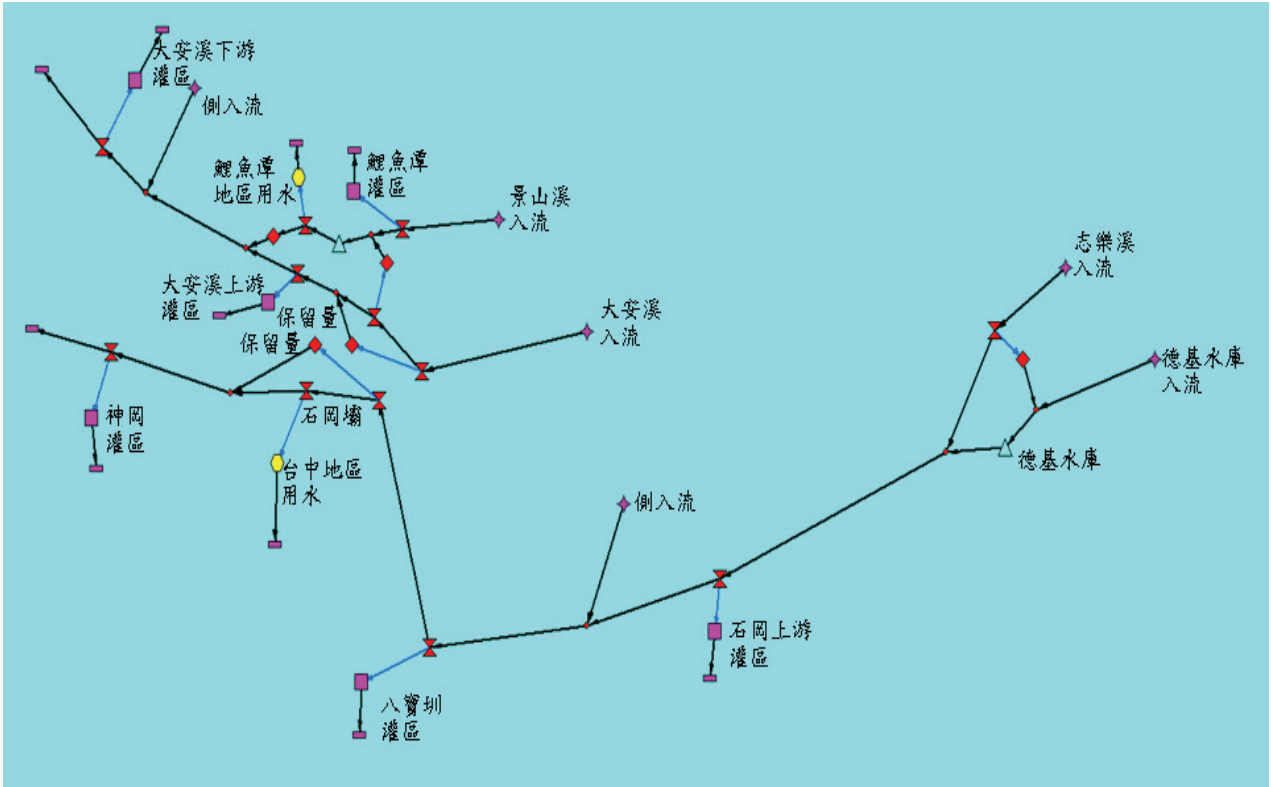


圖 16 大甲溪、大安溪水源地系統架構

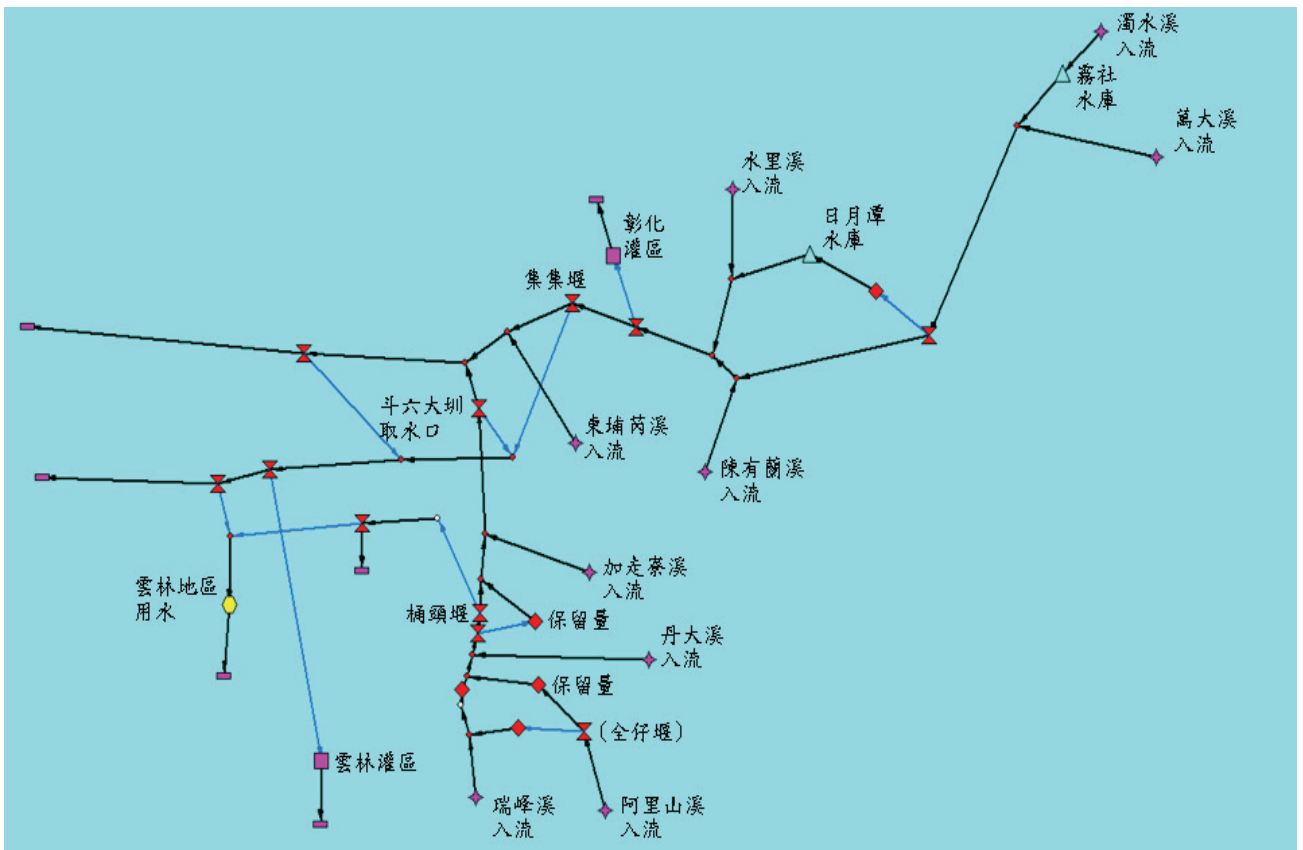


圖 17 濁水溪水源地系統架構

六、結論與建議：

1. 本系統已完成與經濟部水利署「FEWS TAIWAN」平台的介接，可取得氣象局的即時氣象資料，再透過「FEWS_TAIWAN」平台RIBASIM模組的分析，可為各流域的水資源供水調配，能作為預警應變決策之依據。
2. 透過EPANET建置分析，可提供各供水系統未來管網擴建的水力分析。另供水區有異常情形發生時(淨水場出水量減少或送水管破管等)，可透過EPANET的水力分析，以提升供水調度的應變能力。
3. 本系統尚需完成部份流域及供水系統RIBASIM與EPANET的架構的建置，如此，本系統可提供的供水決策的更完整性。

作者簡介

羅健成先生

現職：臺灣自來水公司資訊處處長

專長：水資源規畫

洪銘堅先生

現職：經濟部水利署水文技術組長

專長：水資源規畫

廖宗盛先生

現職：臺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

自來水中總三鹵甲烷及其健康風險評估之研究

文/張森和、洪慶宜、巫月春、施雯玲

摘要

自來水中總三鹵甲烷是因原水淨水處理過程中加氯消毒之副產物，總三鹵甲烷之健康風險可能引起人體致癌的部位為膀胱、腎及肝。台灣自來水公司所轄 12 區管理處 95 年 321 處淨水場作為本研究對象，其清水總三鹵甲烷的檢測年平均值為 0.00788 毫克/公升，遠低於環保署所定飲用水水質標準中總三鹵甲烷管制值 0.08 毫克/公升(美國管制值亦為 0.08 毫克/公升)，顯示該公司淨水處理良好。國人長期飲用該公司供給的自來水，承受致癌機率為百萬分之 37，致癌風險相當低。國人如仍對總三鹵甲烷有所疑慮，可煮沸開水後打開蓋子再煮沸 3-5 分鐘，進一步降低自來水中總三鹵甲烷的含量。

關鍵語：三鹵甲烷、致癌斜率、健康風險評估

一、前言

三鹵甲烷(Trihalomethanes, THMs)是指甲烷(CH₄)中的三個氫原子，為鹵族元素氯與溴所取代，一般很少自然存在於水體中，但在自來水淨水場加氯去除臭味及消毒過程中，水中有機物與氯、溴反應所形成；而主要的生成物包括氯仿、一溴二氯甲烷、二溴一氯甲烷、溴仿等，此四者合稱總三鹵甲烷，其中以氯仿的出現頻率及濃度較高^[1,2]。氯仿可使中樞神經系統衰退，並且還會影響肝、腎的功能，長期慢毒性可能引起膀胱、腎及肝等癌症。氯仿的急毒性為失去知覺，然後可能會隨著昏迷而造成死亡。

總三鹵甲烷(Total Trihalomethanes, TTHMs)中的氯仿、一溴二氯甲烷在 1993 年已被世界衛生組織國際癌症研究署(IARC)之致癌性分類為 Group 2B(可能人體致癌物)，二溴一氯甲烷、溴仿之致癌性分類為 Group 3(目前無法證實為人體致癌物)^[3]，世界衛生組織(WHO)^[4]依成人平均體重 60 公斤，每天飲用 2 公升的水，終生致癌風險為 10⁻⁵時，訂出氯仿之管制標準值為 0.03 毫克/公升、一溴二氯甲烷 0.06 毫克/公升、二溴一氯甲烷 0.1 毫克/公升、溴仿 0.1 毫克/公升，經由飲用水途徑每天攝入總三鹵甲烷的量有 75%是由氯仿貢獻、20%是由溴仿與二溴一氯甲烷貢獻。至於美國環保署於 1994 年修訂飲用水中總三鹵甲烷最大限值為 0.08 毫克/公升(年平均)^[5]，並於 1998 年公告飲用水消毒副產物要求所有公共給水系統於 2004 年符合前述管制值。目前美國環保署認定氯仿為 B2(可能是人體致癌物)。此污染物會提高膀胱、腎、肝的罹患癌症機率。

本研究之目的在瞭解台灣自來水公司所轄 12 區管理處 95 年 321 處淨水場每季檢測 1 次清水總三鹵甲烷的濃度及該年檢測平均值，評估其對國人之健康風險，並提供以煮沸法去除自來水中總三鹵甲烷的含量。

二、材料與方法

自來水中總三鹵甲烷之健康風險評估，依據美國環保署整合風險資訊系統 6(見表 1)顯示，總三鹵甲烷四種成分之致癌性分類，氯仿、一溴二氯甲烷及溴仿為第二類

(Group B2) 屬「可能是人體致癌物」，而二溴一氯甲烷則為第三類 (Group C) 屬「也許是人體致癌物」。另國際癌症研究署將二溴一氯甲烷及溴仿歸類為第三類 (Group 3) 屬「目前無法證實為人體致癌物」，此與美國環保署對總三鹵甲烷的致癌分類略有不同。除氯仿之外，一溴二氯甲烷、二溴一氯甲烷及溴仿等 3 種三鹵甲烷的致癌斜率分別為 6.2×10^{-2} 、 8.4×10^{-2} 及 $7.9 \times 10^{-3}(\text{mg/kg/day})^{-1}$ ；另其飲用水單位濃度風險分別為 1.8×10^{-6} 、 2.4×10^{-6} 及 $2.3 \times 10^{-7}(\mu\text{g/L})^{-1}$ 的致癌機率 (見表 1)。

自來水中總三鹵甲烷四種成分之單位濃度致癌風險，由於美國環保署正在重新評估氯仿的致癌風險，故相關資料仍未知，其餘一溴二氯甲烷、二溴一氯甲烷及溴仿等 3 種三鹵甲烷成分之單位濃度致癌風險詳見表 2，致癌風險萬分之一 (1×10^{-4}) 機率的濃度分別為 $60 \mu\text{g/L}$ 、 $40 \mu\text{g/L}$ 及 $40 \mu\text{g/L}$ ；致

癌風險十萬分之一 (1×10^{-5}) 機率的濃度分別為 $6 \mu\text{g/L}$ 、 $4 \mu\text{g/L}$ 及 $4 \mu\text{g/L}$ ；致癌風險百萬分之一 (1×10^{-6}) 機率的濃度分別為 $0.6 \mu\text{g/L}$ 、 $0.4 \mu\text{g/L}$ 及 $0.4 \mu\text{g/L}$ (詳見表 2)。

台灣自來水公司所轄 12 區管理處 95 年 321 處淨水場作為本研究對象，每區每年 4 季或每年至少 1 季檢測 1 次清水總三鹵甲烷的濃度，並作成紀錄，由該公司每年彙整各淨水場檢測數據且編印成水質年報，本研究僅針對 95 年度水質年報之檢測數據加以統計分析，統計方法採用敘述統計與 T 檢定。

三、結果與討論

台灣自來水公司所轄 321 處淨水場，原水類別包括山澗水、水庫水、伏流水、地下水、地面水及海水等 6 種水源，每日清水總供水量為 10,457,974 CMD，淨水處理過程均採用含氯之消毒劑，表 3 顯示，使用次氯酸鈉之每日清水供水量為 2,895,774 CMD，占每

表 1 自來水中總三鹵甲烷之健康風險評估資料

名稱	CASRN	美國環保署 致癌分類	致癌斜率 ($\text{mg/kg/day})^{-1}$	飲用水單位濃度($\mu\text{g/L})^{-1}$ 風險
氯仿	67-66-3	B2	—	—
一溴二氯甲烷	75-27-4	B2	6.2×10^{-2}	1.8×10^{-6}
二溴一氯甲烷	124-48-1	C	8.4×10^{-2}	2.4×10^{-6}
溴仿	75-25-2	B2	7.9×10^{-3}	2.3×10^{-7}

1. 資料來源：美國環保署整合風險資訊系統 (<http://www.epa.gov/iris/>) online 8/15/2008。

2. 備註：氯仿由美國環保署重新評估中，故其致癌斜率及單位濃度風險仍未知。

表 2 自來水中總三鹵甲烷各項成分之單位濃度致癌風險

濃度單位： $\mu\text{g/L}$

致癌風險 程度	一溴二氯甲烷		二溴一氯甲烷		溴仿	
	單位濃度風險	濃度	單位濃度風險	濃度	單位濃度風險	濃度
1×10^{-4}	1.8×10^{-6}	6×10^1	2.4×10^{-6}	4×10^1	2.3×10^{-7}	4×10^2
1×10^{-5}	1.8×10^{-6}	6×10^0	2.4×10^{-6}	4×10^0	2.3×10^{-7}	4×10^1
1×10^{-6}	1.8×10^{-6}	6×10^{-1}	2.4×10^{-6}	4×10^{-1}	2.3×10^{-7}	4×10^0

資料來源：美國環保署整合風險資訊系統 (<http://www.epa.gov/iris/>) online 8/15/2008。

日清水總供水量的28%；使用液氯之每日清水供水量為7,562,200 CMD，占每日清水總供水量的72%。在自來水原水加氯消毒之淨水處理過程中容易產生三鹵甲烷之衍生物，尤其加氯消毒劑量越大，產生氯仿、一溴二氯甲烷、二溴一氯甲烷及溴仿等4種衍生物越多。根據該公司編印之95年度水質年報，經統計分析結果，表4顯示台灣自來水公司95年清水中總三鹵甲烷檢測結果，在該公司所轄321處淨水場中，清水中總三鹵甲烷之年平均值為0.00788毫克/公升，且一年四季檢測結果之平均值分別為第一季0.00740毫克/公升

、第二季為0.00730毫克/公升、第三季為0.00951毫克/公升及第四季為0.00755毫克/公升，比較第三季檢測平均值與其他三季檢測平均值有統計上的顯著差異（P<0.005），由此可見第三季自來水中總三鹵甲烷的檢測平均值偏高。

自來水飲用者之健康風險，表4顯示該公司所轄321處淨水場，95年清水中總三鹵甲烷之年平均值為0.00788毫克/公升，則飲用者終生平均每日劑量（Lifetime Average Daily Dose, LADD）依公式^[8]計算如下：

$$LADD = \frac{C \times IR \times EF \times ED \times f}{BW \times AT} = \frac{\text{污染物濃度} \times \text{攝入量} \times \text{接觸頻率} \times \text{暴露期間} \times \text{吸收之率}}{\text{平均體重} \times \text{終生年數}}$$

表 3 台灣自來水公司 95 年淨水處理使用消毒劑之每日出水量統計
出水量單位：CMD

原水類別	淨水處理使用消毒劑		總計
	次氯酸鈉	液氯	
山澗水	530	0	530
水庫水	14,200	0	14,200
伏流水	15,123	0	15,123
地下水	1,230,322	0	1,230,322
地面水	1,626,599	7,562,200	9,188,799
海水	9,000	0	9,000
總計	2,895,774(28%)	7,562,200(72%)	10,457,974(100%)

資料來源：台灣自來水公司編印「95年度水質年報」，民國96年8月^[5]

表 4 台灣自來水公司 95 年清水中總三鹵甲烷檢測結果統計分析

單位：mg/L

淨水場	年平均值	第一季		第二季		第三季		第四季	
		淨水場	平均值	淨水場	平均值	淨水場	平均值	淨水場	平均值
12 區 管理處 321 處淨 水場	0.00788	233 (73%)	0.00740	196 (61%)	0.00730	168 (52%)	0.00951	153 (48%)	0.00755

資料來源：台灣自來水公司編印「95年度水質年報」，民國96年8月。

公式中

C：年平均值；IR：攝入量2L/day

EF：接觸頻率365day/yr；ED：暴露期間70yr

f：吸收率90%；BW：平均體重60kg

AT：終生年數70yr

$$LADD = \frac{0.00788 \times 2 \times 365 \times 70 \times 0.9}{60 \times 365 \times 70} = 2.364 \times 10^{-4} \text{ mg / kg / day}$$

一溴二氯甲烷之致癌風險(Cancer Risk, CR)

$$CR_1 = LADD \times SF = 2.364 \times 10^{-4} \times 6.2 \times 10^2 = 14.7 \times 10^{-6} = 15 \times 10^{-6}$$

二溴一氯甲烷之致癌風險(Cancer Risk, CR)

$$CR_2 = LADD \times SF = 2.364 \times 10^{-4} \times 8.4 \times 10^2 = 19.8 \times 10^{-6} = 20 \times 10^{-6}$$

溴仿之致癌風險(Cancer Risk, CR)

$$CR_3 = LADD \times SF = 2.364 \times 10^{-4} \times 7.9 \times 10^3 = 18.7 \times 10^{-7} = 1.9 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-6}$$

$$\Sigma CR_i = CR_1 + CR_2 + CR_3 = 15 \times 10^{-6} + 20 \times 10^{-6} + 2 \times 10^{-6} = 37 \times 10^{-6}$$

另致癌斜率 (Slope Factor, SF) 除氯仿未知外，其餘3項三鹵甲烷係採用美國環保署之公告值，分別為 6.2×10^2 、 8.4×10^2 及 7.9×10^3 (mg/kg/day)⁻¹ (詳見表1)。

綜合言之，台灣自來水公司所轄某一供水地區民眾長期飲用含總三鹵甲烷之年平均值為0.00788毫克/公升的自來水，飲用期間長達70年，且總三鹵甲烷之年平均值維持在0.00788毫克/公升左右，則當地民眾每一百萬人口在暴露70年後，可能會有37人因飲用自來水而罹患癌症，致癌風險相當低。此項健康風險評估因缺少氯仿的致癌斜率資料，故無法計算氯仿的致癌機率。

為去除國人長期飲用含有總三鹵甲烷之自來水而致癌的疑慮，環保署環境檢驗所研究結果指出^[9]，因自來水原水中含有腐植酸等三鹵甲烷的前驅物，在煮開水的過程中會反應生成三鹵甲烷，並在水剛煮沸時達到最高點，此時只要打開蓋子，再讓水繼續煮沸3~5分鐘，總三鹵甲烷的濃度就會迅速降

至10%以下。因此，環保署建議當水煮開後可開蓋再沸騰3~5分鐘，讓總三鹵甲烷與餘氯量降低，既安全又可得到較佳的口感。在颱風天豪雨過後，導致自來水原水濁度升高時，建議民眾在煮開水時，當水煮開後再繼續煮沸3~5分鐘，可降低自來水中總三鹵甲烷的含量。

環保署近五年來已督導各縣市環保局執行抽驗自來水中總三鹵甲烷，一般飲用水平均濃度為0.02毫克/公升，遠低於飲用水水質標準之管制值0.08毫克/公升10，應可保障民眾飲用水的安全衛生，民眾無需購買自來水淨水處理器材。

四、結語

自來水中總三鹵甲烷是原加氯消毒之副產物，由於總三鹵甲烷是影響人體健康物質，因此，飲用水水質標準訂定總三鹵甲烷之最大限值為0.08毫克/公升，從台灣自來水公司95年度水質年報顯示，清水中總三鹵甲烷檢測之年平均值為0.00788毫克/公升，遠低

於管制標準值，由此可知該公司已重視自來水中總三鹵甲烷可能影響飲用者健康與致癌風險，要求所屬321處淨水場每季或每年至少1季檢測1次清水中總三鹵甲烷的濃度，因此，95年321處淨水場中僅春日及稻香等2處淨水場全年未檢測總三鹵甲烷的含量。

台灣自來水公司所轄321處淨水場95年清水中總三鹵甲烷之檢測年平均值為0.00788毫克/公升，遠低於環保署所定飲用水水質標準中三鹵甲烷管制值0.08毫克/公升(美國管制值亦為0.08毫克/公升)，顯示該公司淨水處理良好。國人長期飲用該公司供給的自來水，承受總三鹵甲烷引致癌機率為百萬分之37，致癌風險相當低，飲用水相對安全。國人對總三鹵甲烷如仍有所疑慮，可煮沸開水後打開蓋子再煮沸3-5分鐘，進一步降低自來水中總三鹵甲烷的含量。

參考文獻

1. Rook J.J., Formation of haloform during chlorination of natural water, J. Water Treat. Exam., Vol. 23, pp. 234-243, 1974.
2. Bellar T.A., Lichtenberg J.J., and Kroner R.C., The Occurrence of Organohalides in Chlorinated Drinking Water, EPA-670/4-74008, Cincinnati, Ohio, 1974.
3. International Agency for Research on Cancer (IARC), Overall Evaluations of Carcinogenicity to Humans, List of all agents, mixtures and exposures evaluated to date (<http://www.iarc.fr/>) online 8/15/2008.
4. World Health Organization (WHO), Health-based targets, Guidelines for Drinking-water Quality, First Addendum to 3rd Edition, Vol. 1 Recommendations, pp. 37-47, 2006.
5. USEPA, National Primary Drinking Water Regulations, Drinking Water Contaminants (<http://www.epa.gov/safewater/contaminants/>) online 8/15/2008.
6. USEPA, Integrated Risk Information System (IRIS), <http://www.epa.gov/iris/> 8/15/2008.
7. 台灣自來水公司，95年度水質年報，民國96年8月。
8. Eduljee G., Assessment of Risks to Human Health from Landfilling of Household Wastes, Risk Assessment and Risk Management, Hester R.E. and Harrison R.M. (ed.), The Royal society of Chemistry, p. 122, 1998.
9. 江木泳、李欽慧、張玉玲，煮沸法去除自來水中三鹵甲烷之研究，行政院環境保護署環境檢驗所編印，環境調查研究年報第2號，pp. 431-468，1994。
10. 行政院環境保護署，飲用水水質標準，飲用水管理相關法規彙編，p. 15，民國95年10月。

作者簡介

張森和先生

現職：環保署環境檢所副所長

專長：流行病學、生物統計學、健康風險評估

洪慶宜先生

現職：長榮大學職業安全與衛生學系助理教授

專長：環境化學、廢棄物分析與管理、河川水質分析

巫月春小姐

現職：環保署環境檢驗所簡任研究員

專長：檢驗機構管理、檢測方法研發、飲用水檢測

施雯玲小姐

現職：環保署環境衛生及毒物管理處第三科薦任技士

專長：飲用水水質管理、飲用水處理藥劑管理

低碳節能策略推動—跨域協調本質分析及 GSEC 法則應用

文/許志浩

摘要

氣候變遷為全球性問題，牽動各國經濟與環境。1997 年 12 月全球 169 國在日本京都簽署議定書，對控制溫室氣體排放的行動達成協議。我國為因應國際環保潮流，於 87 年召開第一次全國能源會議，就能源政策與產業政策提出因應對策。迄今國際環保與能源情勢已有相當程度的變化，首先「京都議定書」於 2005 年 2 月 16 日正式生效，全球多數國家從抱持觀望態度，逐漸體認到未來生存環境的影響與面臨經濟發展的衝擊。

依資料顯示，臺北市溫室氣體排放以住商部門為大宗，佔總排放量 70%，其主要來自於建築物的用電需求，因此由公部門率先做起，希透過政府單位率先推動低碳節能，以作為民間表率，並引導全民於日常生活中落實節約能源，共同為減緩全球暖化盡一份心力。有鑑於經濟部訂頒「加強政府機關及學校節約能源措施」規定，及市府責成各機關學校應確實成立各機關學校之節約能源推動小組，臺北自來水事業處依「研商如何落實執行加強節約能源措施」，由副首長擔任召集人，成立節約能源推動小組，負責擬定節約能源目標與工作計畫，並編列預算執行。

由於節約能源推動小組需由各單位協同辦理，因此推動各項節能措施面臨跨科室的協調工作，首先，節能不屬於任一單位職掌業務，卻與每一個單位都有關。第二、由非業務執行單位負責整合全處各單位執行情形，較難掌控改善成效。第三、節約能源

已淪為一種口號，如何喚醒大家的重視，極具挑戰性。因此本研究利用組織間聯繫網絡本質分析法，以 1.互賴模式 2.規模 3.網絡結構 4.複雜度 5.自主程度 6.任務性質等 6 種尺度，進行小組合作程度解析，經分析結果，該小組合作度屬中、高等級，若將同質或相似設施再予整併改善，可提升改善成效。另以 GSEC 法則推動節約能源措施，1.設立具體目標：降低自來水生產及調配時所需用電量，相對於降低這些電量生產時的 CO₂ 排放量。2.選用最佳策略：經策略分析後，選擇最佳策略訂定節能措施行動方案。3.有效執行：各單位對所訂定的節能措施改善計畫應嚴格執行。4.嚴格掌控：掌控各項流程，並以關鍵績效指標 KPI 進行績效評估。

經分析，節能推動小組若改採打破建制、而以業務性質合組推動小組，應可提升改善成效。為避免節約能源淪為口號，應從視覺、聽覺顛覆節約能源窠臼，從另一個角度、轉換心態執行節能措施。節約能源、存乎於心、身體力行，節約能源不再是一種口號，而是一種心念常存於心，藉由每個人在各方面進行節能改善活動。

一、前言

地球暖化是一個全球性的問題，美國前副總統高爾先生在「不願面對的真相」影片中，以科學的數據為基礎，加上全球暖化造成各地天氣異象的紀錄影片，大力倡導全球暖化問題的嚴重性。目前專家學者針對延緩全球暖化的具體建議有三：降低二氧化碳排

放、增加環境綠覆率及資源再利用，其中以降低二氧化碳排放為首要重點工作。

地球持續暖化，台灣也跟著高燒不退！中央氣象局統計分析，2007 年台灣年平均氣溫達攝氏 24.1 度，比氣候平均值高 0.7 度，是歷年第四高溫；整體則創自 1998 年以來，連續十年偏暖的紀錄。依據統計數據，臺灣氣候暖化的速度是全球暖化速度的 2 倍，過去 15 年來，臺灣地區二氧化碳總排放量倍速成長 111%，是全球成長值的 4 倍，每人平均年排放量是全球平均值的 3 倍。以平均氣溫而言，百年以來，臺灣平均溫度增加 1.3 度，是全球平均值的 2 倍，其中臺北市夜間氣溫平均上升近 2 度^[1]。90 年納莉颱風重創臺北縣、市，隔年北臺灣的旱災，造成史無前例的分區供水，這種氣候變遷所造成極端的氣候變化不僅發生在臺灣，甚至全球各地都有案例。

二、緣起

（一）京都議定書的衝擊

因地球暖化，產生的溫室效應，觸動全球人類生存的警訊，氣候變遷為全球性問題，亦牽動各國經濟與環境。有鑑於控制溫室氣體的排放，全球 169 個國家在 1997 年 12 月於日本京都簽署議定書，並達成行動的協議。我國為因應國際環保潮流，於 87 年召開第一次全國能源會議，就能源政策與產業政策提出因應對策。迄今國際環保與能源情勢已有相當程度的變化，首先，即是「京都議定書」於 94 年 2 月 16 日正式生效，全球多數國家從抱持觀望態度，逐漸體認到未來可能的影響與衝擊，必須審慎嚴肅地面對。

為因應京都議定書生效與國際環保及

能源新情勢，行政院國家永續發展委員會第 18 次委員會議游前院長指示，「就京都議定書生效後，經濟部於 94 年上半年召開全國能源會議，重新思考我國之能源結構。一方面維持經濟成長，一方面減緩溫室氣體整體排放，…」。

94 年全國能源會議係我國於「京都議定書」生效後，首次有系統地整合政府與民間力量，共同探討在面對國際新規範架構下，我國的能源策略性定位。我國能源供應高度依賴進口，能源使用排放之 CO₂ 占我國溫室氣體排放大約七成，本次能源會議規劃之減量目標，係依據各部門規劃之政策措施所達之減量效果，以由下往上(bottom-up)的方式累計估算，為一可執行且可檢視之具體目標。希能兼顧經濟、能源與環境的永續發展，研擬出我國未來能源結構整體調整方向，透過政府各相關部門的總動員，規劃各部門階段性減量策略，進而達成溫室氣體減量的目標^[2]。

（二）臺北市政府 96 年 5 月 3 日府授秘總字第 09630391700 號函送，96 年 4 月 16 日「研商如何落實執行加強節約能源措施」會議紀錄

有關市府暨所屬各單位之「加強政府機關及學校節約能源措施」95 年度夏月執行成效，業經經濟部統計，其中市府各機關學校執行成效不佳，顯見本項節能措施本府及所屬各單位多未加以重視並落實實施，又據報載台灣 CO₂ 排放密度世界第一，以當前環保意識高漲，節約能源要求日高之際，市府執行節約能源措施已刻不容緩。

依經濟部訂頒「加強政府機關及學校節約能源措施」規定，市府各機關學校應確實



成立各機關學校之節約能源推動小組，由副首長擔任召集人，負責低碳節能教育宣導，深化並落實市府推動低碳節能各項措施。

三、成立節約能源推動小組

主要參與單位，如圖 1。

召集人：副處長。

副召集人：副總工程司。

淨水科：負責生產自來水，所轄 5 個淨水場。

供水科：負責供水區域調配水（重力、加壓供水），所轄 19 個加壓站。

總務科：負責事務、庶務。

業務科：負責營業相關業務。

企劃科：負責管考落實業務推動。

技術科：負責研發業務（本專案幕僚單位）。

工程總隊：負責新建工程。

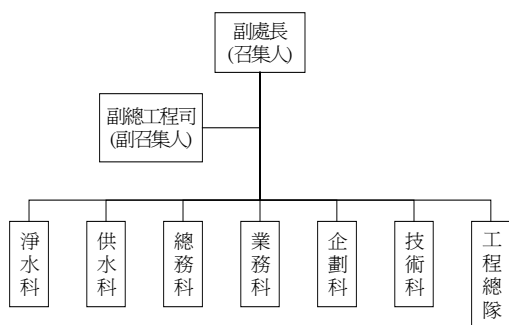


圖 1 節約能源推動小組架構

四、跨域管理

(一) 理論基礎

傳統行政學的研究當中，對於跨域管理的思考方向大概可以分為下列三種。其一，關於官僚行為的論述；其二，以聯邦主義（federalism）為主的中央與地方關係研究，從政治、財政與管理等方向，討論政府之間各種關係的問題；其三，是從政策執行（policy implementation）的角度，探討決策與執行之間落差的成因與對策，由於該學說

總攬部際與府際的關係，因此隱含跨域管理的問題與需要^[3]。Catherine Alter 與 Jerald Hage 二人，更曾於《組織合作》(Organizations Working Together) 一書中提及所謂的「組織協力概念」，指出在跨域合作事項中，各組織通常基於（1）本身有合作的意願；（2）專業需求考量；（3）財政資源以及風險分擔的需要；（4）追求效率的需求…等，因而方採取（1）有限合作；（2）適中合作；（3）大型合作等方式來從事區域合作，以滿足實際考量或現實需求^[4]。

(二) 跨域協調本質分析

利用組織間聯繫網絡本質分析法^[5]，解析小組合作程度。

- 1.互賴模式：自來水的供應自處理原水、輸送清水、供水服務，環環相扣，合作度很強。
- 2.規模：整個節能小組組織達 7 個科室，科室規模均為中、大等規模，合作較不易成功，如表 1。

表 1 組織規模

組織規模的大小	參與其中的組織數		
	非常多	許多	很少
很大			
中等			
很小			

- 3.網絡結構：節能小組設有幕僚單位，負責彙辦整合作業，且小組召集人為副處長，合作度很強，如表 2。

表 2 網路結構

中心性	連結性		
	很強	中等	很弱
集中			
分散			

4.複雜度：節能小組科室業務性質同質、異質性均有，合作度屬中等，如表 3。

表 3 複雜度

分化程度	異質性		
	很高	中等	很低
很高			
中等			
很低			

5. (對外在環境的)自主程度：對外在環境有相當自主性，合作度屬中低程度，如表 4。

表 4 自主程度

對外資源依賴性	對外開放性		
	很高	中等	很低
很高			
中等			
很低			

6.任務性質：節能小組的任務單純明確，涉及多種設施，合作度屬中等程度，如表 5。

表 5 任務性質

複雜程度	任務範圍		
	很大	中等	很小
很高			
中等			
很低			

經分析結果，該小組合作度屬中高等級，若將同質或相似設施再予整併改善，可提升改善成效。

五、節能推動時面臨的難處

- (一) 節約能源已淪為口號：如何以舊思維，激發新動力，來推動節能措施，避免舊瓶新裝，能將其冷飯熱炒。
- (二) 由非業務單位負責整合，較難掌控改善成效。
- (三) 節能不屬於任一單位職掌業務，卻與每一個單位有關：因此需加強橫向聯

繫工作。

如何排除各單位因分工過細所產生的政策盲點與執行落差，在遇及困難時能以協調、和諧代替潛在的衝突，以團隊合作精神消弭本位主義的作祟，主動積極的溝通與協調及密切有效的橫向聯繫為其不二法門。首先職權區分的態樣、橫向聯繫失敗及成功的原因分別為⁶⁾：

1.職權區分的態樣

- (1)互相推諉
- (2)重複辦理
- (3)業務尚無任何機關辦理
- (4)現有業務中不應屬於本機關職掌
- (5)常需召集其他機關開會協調
- (6)與其他機關有關，惟聯繫不易或困難
- (7)過度分工，需整合由單一機關辦理

2.橫向聯繫失敗的原因

- (1)心理因素：堅持己見、態度消極
- (2)聯繫方式：開會、公文簽會、電話、傳真
- (3)職權方面：法令不明確、朝令夕改
- (4)承辦作業：人員異動、拘泥專業領域、機關內部無共識
- (5)其他：預算未適時檢討、配合

3.橫向聯繫成功的因素

- (1)心理因素：誠意、摒除本位主義
- (2)聯繫方式：開會、公文簽會、電話、傳真
- (3)職權方面：法令規章清楚、權責明確、政策命令前後一致
- (4)承辦作業：事前資料準備充足、意見明確

因此如何排除橫向聯繫失敗原因，掌握橫向聯繫成功的因素，除了採多元化聯繫方

式：如電話、傳真、E-mail、MSN、公文簽會、開會協調等方式外，可藉由掌握臺北市政府各機關加強橫向聯繫要點辦理：

- (1) 強調主動積極的精神
- (2) 採行逐級協調聯繫模式
- (3) 著重事前橫向聯繫
- (4) 加強縱向領導
- (5) 規範橫向聯繫方式
- (6) 強化機關人員代表性
- (7) 訂定相關罰責

六、節能推動的方式—GSEC法則^[7]

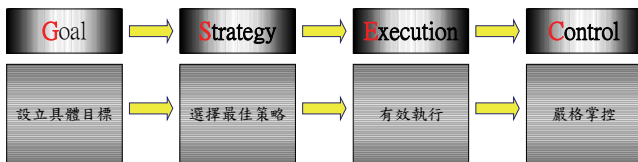


圖 2 GSEC 法則

- (一) 設立具體目標：節約用電、降低自來水生產、加壓及調配所需使用電力。
- (二) 選用最佳策略：經策略分析後，選擇最佳策略訂定節能措施行動方案。
 1. 檢討用電契約容量：台電公司以時間電價、季節電價、契約容量等管理機制，管理電力的供給。而在契約容量的影響下，產業往往會高估本身的生產用電需量，使得國內產業在契約容量訂定上產生多餘的浪費。如此，不僅造成台電須提高區域供電量規劃，間接地影響地區性的溫室氣體排放，更產生產業用電成本過高問題。淨水場及加壓站因供水區域改變，其出水量及出水壓亦隨之更動，應訂定最佳之契約容量，避免用電超約被罰款或契約容量訂太高而多付電費，故每年定期

- 檢討用電契約容量，使其合理化。
2. 改善用電功率因數：改善用電之功率因素亦是節省電費項目之一。功率因數低，表示無效電力偏大，也就會使線路電流增大，而增加線路及用電設備的電力損失。一般改善方法，除用電設備選用高功率設備外，在靠近負載端的地方，加裝電容器，以提高功率因數。任何改善功率因數的設備都可抵減無效電力的 KVAR 值，如果供給電容過量時，又會形成部份電容性的無效電流，而降低原來的省電效果。因此，採用自動功率因數調整器來適時調節適當的 KVAR 值，更可收到最大的效益。台電公司為鼓勵用戶提高用電設備功率因數，在電價表中訂定用戶用電的功率因數如超過 80% 時，每超過 1% 當月電費減收千分之一點五，如低於 80% 時，每低於 1% 當月電費加收千分之三。因此改善功率因數，除了可以減輕電費並減少電力損失外，還可穩定電壓提高用電品質。
3. 裝設變頻設備：節省動力費用支出(調節尖離峰時間出水壓力)，配合檢視用電量及出水量間之關係，研擬最適調配作業方式。
4. 辦公照明區劃合理化及燈具調整：各單位隨時檢討所管區域照明需求，規劃適當照明燈數以配合燈具迴路調整開關，並指派專人負責管理，另對非經常使用之照明場所，可裝設感應式照明設備。照明燈具

所用電量相較佔淨水場及加壓站的生產用電量之百分比甚低，以目前淨水場及加壓站日光燈多使用傳統式及電子式安定器兩種，因電子式安定器較傳統式安定器省電約 30%，應計劃性編列預算逐步更換為電子式安定器及省電燈管。

(三) 有效執行：各單位對所訂定的節能措施改善計畫應嚴格執行。

(四) 嚴格掌控：掌控各項流程，並以關鍵績效指標 KPI 進行績效評估。水處各項作業較無直接排放 CO₂，但在生產用水與加壓供水時需耗費大量電能，也間接造成生產這些電能時所產生的 CO₂ 排放。透過採行節能措施，調節尖離峰時間出水壓力，KPI 績效值設定每年平均每噸水用電量減少 1% 為努力目標。其計算方式為：

CO₂ 產生量降低率 = $\left[1 - \left(\frac{\text{今年當期每 m}^3 \text{ 水之 CO}_2 \text{ 產生量}}{\text{去年同期每 m}^3 \text{ 水之 CO}_2 \text{ 產生量}} \right) \right] \times 100\%$

今年當期每 m³ 水之 CO₂ 產生量 = (今年累計用電量 / 今年累計配水量) * 0.67

去年同期每 m³ 水之 CO₂ 產生量 = (去年同期累計用電量 / 去年同期累計配水量) * 0.67

藉由每年平均每噸水用電量減少百分比，作為推動節能措施改善成效的評估指標。

七、結語

(一) 為避免節約能源淪為口號，安排相關人員觀看「不願面對的真相」紀錄片及相關動態資料，從視覺、聽覺顛覆節約能源窠臼，從另一個角度、轉換心態執行節能措施。

(二) 節約能源、存乎於心、身體力行：節能的心念必須常存於心，再從每個人各方面進行節能改善。

(三) 節能推動小組若改採打破建置、而以業務種類合組推動小組，或可提升改善成效。

(四) 將節能概念及綠覆率，於規劃時即納入工程設計內，並積極尋求降低施工對環境影響衝擊之對策。

參考文獻

1. 蕭富元，「全球暖化台灣發燒」，天下雜誌，369期，2007年。
2. 「2005年全國能源會議」，經濟部能源局，2005年。
3. 陳敦源，「跨域管理：部際與府際關係」，商鼎出版，1998年。
4. 紀俊臣，「地方自治團體跨區域事務合作」，中國地方自治，第57卷第8期，2004年。
5. Alter, Catherine & Hage, Jerald, 「Organizations Working Together」, London: Sage Publications, 1993年。
6. 許敏娟，「政府內部的跨域協調」(橫向聯繫) 實務演講，2007年。
7. 臺北市政府，中階管理才能精進班，領導與激勵課程教材，2007年。

作者簡介

許志浩先生

現職：臺北自來水事業處副工程司

專長：工程設計、施工；設施維護管理；分區計量；
低碳節能

節能減碳及環境保育之整合-深溝淨水場生態池簡介

文/王炳鑫、黃基晏、侯毅倫

一、緣起

深溝淨水場生態池新建工程獲得內政部建築研究所 96 年度「綠廳舍暨學校改善補助計畫」全額補助 420 萬元經費由台灣自來水公司第八區管理處(以下簡稱本處)辦理，為挑戰 2008 國家發展重點計畫「水與綠建設」與「綠建築推動方案」之一環。藉由本生態池新建工程案將深溝淨水場北側原為雜草覆蓋及樹種單調之空地，融入節能減碳概念，改造為一兼具生態、教育及景觀功能之生態水池，以符合綠建築指標中生物多樣性的目標。

深溝淨水場為一具備豐富自然生態資源的淨水場，本處為發展深溝淨水場特色，委託專業規劃團隊進行藍與綠規劃案，遵循環境保育理念計畫將深溝淨水場逐步建設為水源水文生態展示園區，本生態池新建工程亦屬於整體藍與綠計畫的一環，讓藍與綠計畫能真正進入實質建設階段。

二、深溝淨水場豐富的生態資源

深溝淨水場座落在員山鄉藁巷村及尙德村，在群山環抱的綠野水田間，四周環境自然優美。淨水場面積約 23 公頃，大致可分為自來水處理區、涵養池、水道與原生林。整體環境自然舒適，水域與植群的面積廣大，佔淨水場的 2/3 以上；淨水場內屬於近山平原的楠榕林帶，林相相當原始，使得這裡的生態樣貌完整，成為生物的重要棲息環境。且在週遭均普遍人為開墾的情形下，這片保存的森林景觀彷彿是生態島嶼一

般，提供了附近生物適當的棲息地。

1.植物

淨水場內屬於近山平原的楠榕林帶，宜蘭縣的楠榕林帶，主要分佈於海拔 500 公尺以下之平地或山坡地，蘭陽平原的「楠榕林帶」與大部份臺灣平地一樣，都因為人為開發之故，自然的植生環境幾乎已消失殆盡，唯一能讓植被自然演替的林相，就只剩下位於宜蘭縣員山鄉的「深溝淨水場」了。

2.鳥類

深溝淨水場留鳥的種類及數量均屬最多，主要係因淨水場內的林相大多為原生樹種，且林相完整，相當適合台灣的留鳥棲息，甚至偶而可以看到棲息在低海拔地區稀有的留鳥—朱鷗出現，以及較不易見的黑冠麻鷺族群。在淨水場內渡冬的冬候鳥種類亦不少，惟數量上則遠遜於留鳥的族群。

3.昆蟲

因為深溝淨水場內水質清澈，形成昆蟲類繁殖的良好棲息地，場內可紀錄的蜻蛉目（俗稱之豆娘及蜻蜓）種類已占全台 1/5 以上，連數量稀少的蜻蛉目朱背樸螳(台灣僅一科一屬一種)及宜蘭平地已難得一見之棋紋鼓螳，也能在此發現。

4.兩棲爬蟲

深溝淨水場內紀錄到的兩棲與爬行動物共計有 9 科 11 屬 15 種。其中，在蛙類的部分，目前紀錄到 3 科 4 屬 8 種，其中有 2 種特有種(褐樹蛙、面天樹蛙)，有 2 種保育類(面天樹蛙、貢德氏赤蛙)；蛇類部分，目前紀錄到 3 科 4 屬 4 種，且 4 種均為保育類(含

雨傘節、中國眼鏡蛇、龜殼花、盲蛇)。蜥蜴部分，目前紀錄到 1 科 1 屬 1 種，河龜科有 1 屬 1 種；鼈科也有 1 屬 1 種。

5. 魚類

深溝淨水場水源自蘭陽溪的伏流水及地面湧泉，故水質清澈，魚類資源豐富。魚類計有 9 科 23 種，並可見蝦及蟹類，種類及數量十分豐富。包括保育類魚類有鱸鰻一種，臺灣特有種的台灣石魚賓，需要清澈水質的魚類有羅漢魚、革條副鱗、高體鱒、平頰鱨、台灣石魚賓、台灣鏟頰魚、圓吻鮡、中華花鰻、唇魚骨等。

在如此豐富的生態資源下，深溝淨水場生態池新建工程僅為展現深溝淨水場生態特色的一個起點，透過專業者的規劃設計，將深溝場源源不絕的清澈湧泉水與生態、教育與景觀相互結合，塑造出可被觀賞的生態據點。

三、工程內容

「深溝淨水場生態池新建工程」利用木棧道將規劃之沼澤區、水生植物區及原有混合密林三者串連，並藉由廣場、平台與涼亭，作為自然觀察與體驗的學習場所，形成一戶外多樣性的自然教室，如圖 1 至圖 3。

新增植物包含喬木、灌木、及漂浮植物、挺水植物、浮葉植物等水生植物等四十餘種台灣原生種植物，如土肉桂、茄冬、水柳、台灣赤楊、水社柳、筆筒樹、穗花棋盤腳、風箱樹、細葉饅頭果、桉木、樹蘭、山棕、野牡丹、台灣澤蘭、浮萍、蓮花、水丁香、空心菜、香蒲、野薑花、筊白筍、石昌蒲、野慈姑、鳶尾、蘆葦、芋頭、睡蓮、台灣萍蓬草、蓴菜、野菱、田字草、銅錢草、馬鞍藤、宜蘭水蓑衣、大葉穀精草、台灣木賊、馬利筋等，其中部分屬誘鳥、誘蝶植栽，豐富的新增植物讓民眾可近距離觀賞，並結合基地內原有混合密林，以達到綠建築指標中生物多樣性的目標。



圖 1 施工前照片

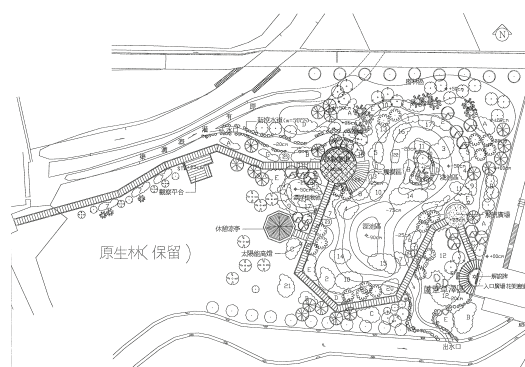


圖 2 配置圖



圖 3 生態池完成照片



圖 4 深溝淨水場各式解說牌

為便於參觀民眾了解深溝淨水場生態池特色，特別在入口處設置一面大解說牌說明生態池配置；另外還設有四面方形小解說牌及一面弧形大解說牌如圖 4，選取場區內具代表性的動植物加以解說，提供參觀民眾達到生態教育功能。

生態池區域之照明燈為遵循綠環保原則，採用 4 盞太陽能高燈，利用白天儲存的太陽能提供夜間照明所需電力，不必額外使用電力資源，具有節能效益。

四、工程效益

1.符合節能減碳及綠建築生物多样性指標

照明採用太陽能燈，達到節能效益。採用木材作為主要工程建材，減少材料生產過程的二氧化碳排放量。

本景觀生態池面積約為 2,250 平方公尺，其植栽增加包含誘鳥、誘蝶及各式水生植物，種類有四十餘種，共計 2,500 株以上，預計 40 年間可固定二氧化碳量達 20 萬 kg 以上；另本工程共採用木料約 35 立方公尺，可固定二氧化碳量達 3 萬 1,000kg。

新增植物包含喬木、灌木、水生植物等四十餘種台灣原生種植物，其中並有誘鳥、誘蝶植栽，並結合基地內原有混合密林，以達到綠建築指標中生物多样性的目標。

2.增進為民服務提昇自來水公司形象

生態池工程將深溝淨水場原為雜草覆蓋及樹種單調之空地，改造為一兼具生態、教育及景觀功能之生態水池，提供民眾團體一處全新的參觀據點，使得本處持續辦理的

深溝淨水場區開放參觀導覽行程更加豐富，透過本處導覽人員的細心解說讓參觀民眾團體進行一趟豐富的水文生態教育之旅，依統計數據深溝場參觀人數逐年增加，預估 97 年參觀人數可超過 3,000 人如圖 5，增進為民服務作為並提升自來水公司形象。

五、綠生態工程推廣

因地球資源有限需要善加珍惜，在進行任何新建工程時均應將環保永續概念納入考慮，以減少對於地球環境的衝擊。近來政府也極力倡導節能減碳概念，深溝淨水場生態池新建工程本於綠生態概念下進行設計並興建完成，充分落實永續使用原則達到節能減碳效益，可作為未來進行綠生態工程之參考。

六、後續計畫及相關措施

1. 依深溝淨水場藍與綠計畫目標，繼續爭取經費持續推展逐步落實。

藍與綠計畫目標計有三項：

- (1) 生態、水文、人文資源特性的發揮
- (2) 完善保留生態敏感區，以人的利用、觀察、教育為主
- (3) 地方生活、自然生態、休閒產業的均衡發

展

2. 向林務局申請免費苗木，更加充實植栽。

為使生態池植栽更加充實，本處於 97 年 3 月向林務局羅東林管處申請免費苗木，獲撥配桂花、茶花、八重櫻共計 90 株。

3. 與水生植物專家合作進行生態池後續管理

深溝淨水場生態池栽種多種喬木、灌木及水生植物，為保持生態池良好參觀環境，其後續管理維護工作應交由具備水生植物等相關專業知識人員負責才可適任，本處已洽請荒野保護協會宜蘭分會進行合作，將提供深溝場生態池作為荒野保護協會其社區大學課程教學場地之一，並藉由該協會的義工及學生協助進行水生植物管理，可達到互惠互利並擷節本處環境整理費用開支。

4. 設計吉祥物標誌

本處以深溝淨水場內可記錄的珍稀蜻蛉目昆蟲「朱背樸螳」及「水滴寶寶」設計成兩種造型可愛的吉祥物標誌如圖 6，有助於吸引民眾目光及增加親和力，吸引更多民眾前來參觀。

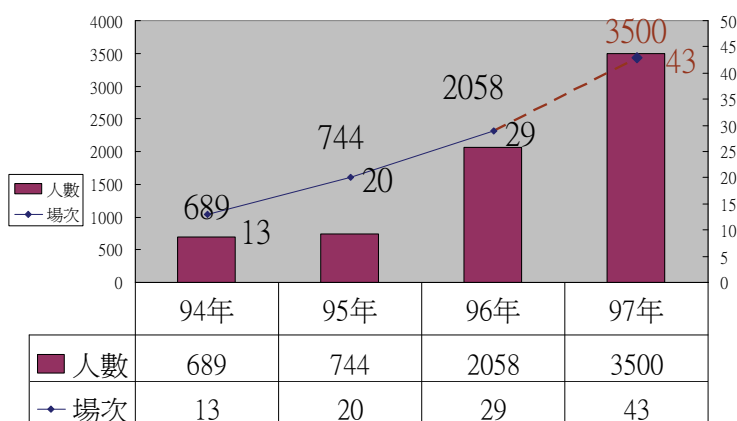


圖 5 深溝淨水場歷年參觀人數統計



朱背樸蟪



水滴寶寶

圖 6 吉祥物標誌造型

「朱背樸蟪」於深溝淨水場內曾有出現紀錄，為相當少見的蜻蛉目昆蟲，用來當吉祥物標誌可讓民眾了解深溝場的珍貴，讓民眾共同愛惜深溝場的豐富生態資源，提升民眾對於深溝場生態保育工作的重視。

「水」是自來水公司的事業核心，以造型可愛的「水滴寶寶」當吉祥物可讓民眾容易聯想到自來水公司，有助於營造本公司親和力。

本處以藍與綠計畫的規劃基礎，積極爭取中央各機關補助經費，在不增加本公司財務負擔的原則下，並由本處員工結合荒野保護協會志工共同擔任參觀解說導覽工作，朝向設立完善的水源水文生態展示園區方向努力，持續進行深溝淨水場的環境保育工作，努力維護場區內的生物多樣性環境，在深溝淨水場生態池新建工程完成後，得以呈現藍與綠計畫初步成果，後續仍將持續推動計畫案。

在日益強調地球生態環保的世界趨勢下，台灣民眾也愈加重視，台灣自來水公司作為國營事業體系的一份子，推廣符合節能減碳及綠生態原則的工程除了可對於地球環境作出正面貢獻外，也可讓各界民眾了解

水公司重視生態環保議題進而提升公司形象，值得水公司同仁共同繼續努力。

參考文獻

1. 深溝淨水場水源水文生態展示園區-藍與綠計畫報告書，日商日亞高野景觀規劃股份有限公司台灣分公司，2005。
2. 綠建築解說與評估手冊，林憲德主編，內政部建築研究所出版，2005。

作者簡介

王炳鑫先生

現職：台灣自來水公司第八區管理處經理

專長：自來水經營管理

黃基晏先生

現職：台灣自來水公司第八區管理處工務課工程員

專長：建築工程、自來水工程

侯毅倫先生

現職：台灣自來水公司第八區管理處北區服務所業務股長

專長：自來水經營管理

新竹科學園區節水措施之回顧與現況探討

文/郭詠琪、黃盟舜、楊琇瑩、徐靜怡、楊翠容

摘要

新竹科學園區是台灣最早成立的科學園區，由於發展時間長及其產業特性，自來水的用水量一直是備受外界關注的焦點，然竹科管理局自民國 91 年起與工研院合作針對廠商節水進行宣導與管制，也因為園區廠商在節水過程中相當盡心配合，至 96 年度單年增加節水量達 54,679CMD，成效相當驚人，所節省的環境效益更是無價之寶。『產業節水』其實並不困難，也不一定要花費鉅資方能達成，從一些關鍵的主要用水點著手，即可有事半功倍的效果，如：冷卻水塔、洗滌塔及待機時關閉水源等，多年的推廣讓廠商瞭解進行節水可以使得自身得到更大的受益，進而自發性的進行節水，是推動這個活動最終的目標。

一、前言

新竹科學園區的成功，帶來的不僅是工作、地位與驕傲，更讓台灣科技揚威於國際舞台，「科技島」、「科技城」、「綠色矽島」、「台灣矽谷」、「文化科學城」等，更成為台灣描繪未來的共同願景。民國六十九年十二月，新竹科學園區正式揭幕。第一年進駐的廠商只有七家，後來隨著電腦產業的盛行，引進的廠商日益增多，至八十九年增加至三百餘家。科學園區的年產值也以倍數成長，世界大廠所需之半導體產品，亦仰賴台灣供應，園區也因此成為台灣工業升級的希望，並以晶圓代工製造業聞名全球。園區內涵蓋高科技公司及國家實驗室，其中高科技公司

分為積體電路、電腦及周邊、通訊、光電、精密機械及生物技術等六項科技產業，彼此形成垂直分工與水平整合，奠定我國發展高科技產業的基礎；國家實驗室則為科技研發提供堅強的後盾，成為孕育我國高科技產業發展的搖籃。

由行政院國家科學委員會統計資料中顯示，於 96 年 12 月 31 日新竹科學園區累計核准廠商家數已達 433 家^[1]，並逐漸增加(圖 1)，於目前各產業於園區內所佔比重也有所不同，各產業對於自來水的用水量及水質要求相差頗巨，因此由圖 2 中顯示目前於新竹科學園各產業中所佔比率最高的仍為積體電路，約佔 46%^[1]。

新竹科學園區為台灣發展歷史最久的一個科學園區，在用地方面也因為廠商進駐飽和進而拓展竹南、竹北、銅鑼及龍潭園區，用水量上也逐年提高(圖 3)^[2]，在民國 94 年更因為颱風造成原水濁度提高，導致桃竹地區供水量銳減，廠商為保持產線運作紛紛以高價聘用水車載水，雖然台灣每年的平均降雨量為全球平均的 3 倍；然而台灣人每年平均可獲得的水量，僅為全球的六分之一，是世界排名第 18 位的缺水地區。主要原因是台灣地狹人稠，人口密度高，且地形陡峭、河川短促及水流湍急，再加上降雨時空分佈不均，實際可用水量僅年降雨量之 26% 左右。為解決缺水問題，政府自民國 84 年起即陸續推動節約用水的相關計畫。近年由於全球暖化及聖嬰現象逐漸明顯，雖然以目前進步的科技已能事先預知可能的影響，但



反聖嬰年會使得台北地區的春天降雨量偏少，因此使得北部地區水資源供給無法滿足需求。由於北部地區有國內重要的科學園區的設立，就桃園科學園區而言，全國 18 座光電廠便有 12 座設置在桃園，包括中華映管、友達光電、翰宇彩晶等大廠，總投資金額約 7 千億，年總產值達 5 千億以上。而新竹科學園區的產值高達新台幣 1 兆 9,664 億

元^[2]，相當於台灣全年生產毛額的十分之一。因此水資源的供給產生不穩定時，將對台灣的經濟發展產生重大的影響。若能事先準確預測降水量的情況，並擬定水資源的調配，例如由農業用水移轉至工業或民生用水，並給農業部門或農民某一補償金額，除了可以解決高科技廠用水問題，政府亦可營造雙贏的局面^[3]。

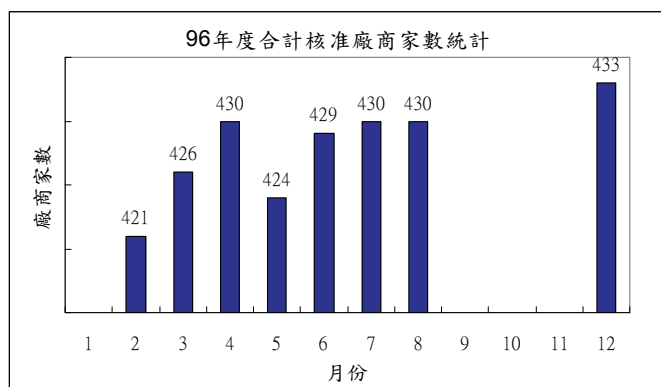


圖 1 行政院國家科學委員會 96 年度各產業合計核准廠商家數統計表^[1]

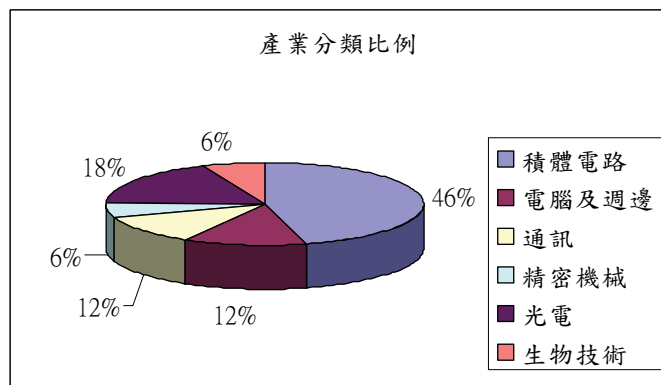


圖 2 新竹科學園區 96 年 12 月各產業核准家數統計^[1]

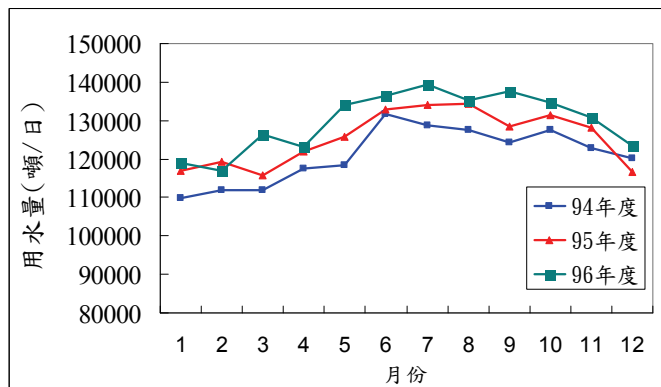


圖 3 新竹科學園區民國 94-96 年各月份用水量

新竹地區主要河川為頭前溪，早年為計畫成立新竹科學園區因而在新竹縣寶山鄉設立『寶山水庫』，寶山水庫由頭前溪的支流柴梳溪供應水源，水庫的集水面積為 3.20 平方公里，滿水位面積 60.20 公頃，總蓄水量 5,470,000 立方公尺，除供應新竹科學工業園區之工業用水外，仍包含部分飲用水及下游 65 公頃農田之用水(灌溉:面積 65.00ha, 增產稻穀，供應自來水:42,000 CMD，計畫年供水量 15,330,000 立方公尺)[4]，隨著新竹科學園區逐漸發展成熟，進駐廠商及生產量與日遽增，用水量已經無法滿足，為了能讓園區廠商不至於承受無水可用之苦，政府在民國 85 年 9 月規劃興建寶山第二水庫，並於民國 86 年 4 月開始興建，全部工程於民國 94 年 6 月完成，水庫的集水面積僅 2.88 平方公里，但總蓄水量可達 31,340,000 立方公尺，估計每日可供水 28.2 萬噸，滿足新竹地區至民國 110 年用水需求^[5]。

二、園區節水活動之起始

經濟部水資源局（水利署前身）為積極宣導節約用水，於民國 86 年 12 月 3 日頒訂「經濟部水資源局表揚節約用水績優單位及個人實施要點」，希望經由辦理「節約用水績優選拔」來表彰致力於節水工作且績效卓越的單位及個人，並將節約用水的經驗與成效推廣至全國各地，以擴大示範推廣的效果。由於各科學園區指標意義重大，經常受到各方矚目，故各個科學園區管理局也積極與工業技術研究院合作，推廣節約用水策略；其中以竹科管理局最為積極，於民國 91 年開始與工研院合作，隨後並加入由園區廠商所組成的『科學園區同業公會』水電小組成員，作為科管局與廠商間的溝通橋樑。水

電小組成員通常為園區內廠商的資深人員，對於各種製程有相當程度的瞭解，並由於其多任職於公安環保部門，得以同時站在廠商及管理局的立場來進行推廣，讓廠商容易接受節水之措施；竹科進行節水計畫已久，園區內知名度較高的大廠，如：台灣積體電路、聯華電子及華邦電子等，屬於光電產業的友達光電，各廠區都先後接受節水輔導。此外對於部分用水量較小的廠商，也會加強宣導，因為若僅針對用水量大的廠商進行宣導，則沒有達到當初節水建立的宗旨，因此藉由廠內或甚至園區內資訊的流通，使較後期所興建的廠房，在設計規範時能多將一些回收設備考慮進去，且預留空地或管線，以便未來裝設或新增，使得節水活動的推廣越來越趨容易；同時水電公會亦定期進行園區廠商內部交流，分享各廠之節水心得與經驗。

為了讓社會大眾瞭解園區管理局及廠商對於節約用水不遺餘力，在發展多年的新竹科學園區，訂定園區內廠商製程及全廠回收率之標準(表 1)，初期並未對不同年份興建之廠商做出不同的規範，而後水電小組成員、工研院節水團對及園區管理局三方不斷討論下，遂針對不同時期興建之廠商訂定不同回收標準，同時可以迫使廠商對於後續增建的廠房必須有更完善的節水措施，藉此讓廠商瞭解節水的好處，並限制後續進駐廠商必須達到一定的節水水準。目前台南及台中科學園區標準皆依照竹科最新第三期之標準。

半導體製程發展至今，已經由微米(μ m)進入奈米製程(nm)。因此微污染的重要性也就越來越被重視(表二)，因為是奈米製

程，所以任何的微污染，例如基板表面無塵粒(particles)或雜質(impurities)，都會影響良率。因此在每一道半導體製程中都需要大量的超純水來清洗基板表面，以確保下一道製程之穩定。也因為如此，高科技產業會需要用到大量的超純水。超純水與一般工業用水不同，需將自來水經過多道前處理程序後才能進入處要的純水系統中(圖四)，而後才能達到製程上的需求，如：1. 薄膜系統(membrane system)：逆滲透(reverse osmosis，RO)單元、超過濾(ultrafiltration，UF)單元、薄膜過濾器(membrane filter)；2. 離子交換系統(ionexchange system)：雙濾床超純水單元

(two-bed ultrapure water unit，2B tower)、混合濾床離子交換塔(mixed-bed ion-exchange tower，MB tower)；3. 除氣系統(deaeration system)：除氣機(degasifier，DG tower)、真空除氣機(vacuum degasifier，VDG tower)；4. 其他：幫浦、儲水池、紫外線殺菌燈管(ultraviolet sterilizer，UV)及化學品供應單元等，其中各的單元皆有其功用，使其水質達到標準才能進入製程使用^[6]。國內各廠所使用之純水設備不盡相同，其產水率從 45%~75%之間，若純水設備維護不當將可能導致產水效率降低，也是一種水資源的浪費。

表 1 新竹科學園區廠商節水標準

	第一期	第二期	第三期
	83 年以前建廠	83 年~88 年建廠	88 年以後建廠
製程回收率	> 50%	> 70%	> 85%
全廠回收率	> 30%	> 50%	> 60%
全廠排放率	< 80%	< 80%	< 70%

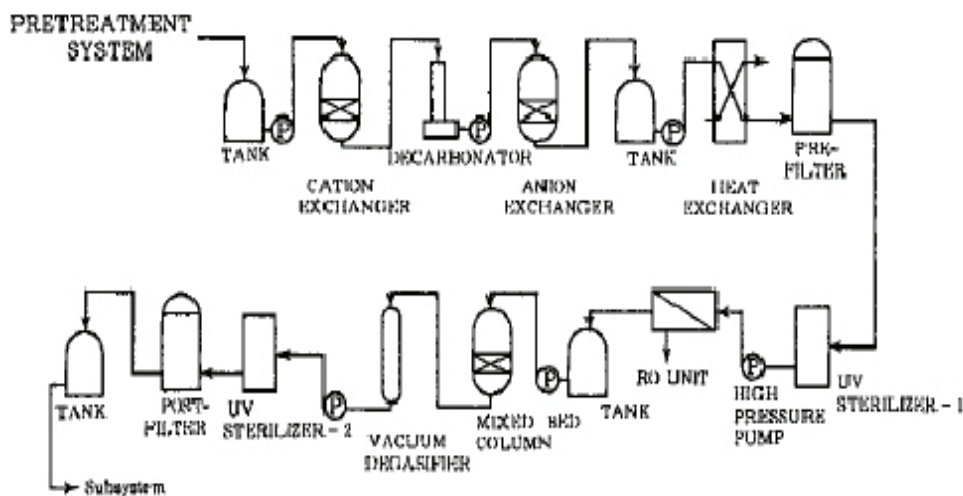


圖 4 純水製造主系統：2B3T+RO+MB^[6]

表 2 半導體製程對純水品質的要求^[6]

Device	64K	256K	1M	4M	16M
Resistivity (MΩ, cm, 25°C)	>15	>17	>18	>18	>18
Particle (ps/cc)>0.2 μm	100-200	<50			
Particle (ps/cc)>0.1 μm		<100	<20		
Particle (ps/cc)>0.08 μm				<1	<0.5
Particle (ps/cc)>0.06 μm					
TOC (μgC/l)	<500	<100	<50	<20	<10
Bacterium (ps/cc)	<1	<0.1	<0.05	<0.01	<0.005
Resolved oxygen (μgO/l)		<100	<100	<50	<50
Silica (μgSiO ₂ /l)		<10	<10	<5	<5

三、產業主要用水點節水方式概述

由於台灣地區水價相對便宜，在推廣初期許多廠商都以『影響良率』為由，寧願使用大量自來水而拒絕進行製程用水回收；具聯華電子公司發表之研究顯示，一座滿載月產量三萬片 8 吋晶圓的廠房，製程純水消耗量約在 2,000~3,000CMD 之間，計算單片晶圓所消耗的水量約在 2.0~2.5m³/片^[7]，就光電廠而言，則因為其玻璃基板面積逐漸加大，用水量較晶圓廠更大，就南科管理局表揚之節水績優廠商『奇美電子二廠』，其自來水用量約 3,000~4,000CMD 之間，進入製程端之純水量約為 6,000CMD^[8]。經多次推廣及解說，逐漸有部分用水量大的廠商願意進行評估測試，經過廠內模組回收測試之後，證明回收製程用水經過適當的處理，回用至製程不會導致良率降低的問題，先進行廠商的信心建立之後，開始推廣廠內用水的全面回收處理再利用。由於一個廠房內有許多複雜的結構與用水管線，工研院節水輔導團先與廠商建立互信關係，逐漸瞭解廠內純水端及廢

水端，甚至針對製程所使用的化學藥品等都需要進行瞭解狀況，再進一步針對可能的節水點提出具體建議，由於製程用水部分影響廠商及操作人員甚巨，所以在進行節水措施時盡量以不影響廠商製程，或增加操作人員負擔為重點，大多建議廠商可以在用水量較大的機台主要管路處加裝簡易水錶，定期派人登記以瞭解機台用水量是否有異常，或針對機台『待機』時用水是否會自動關閉等機構進行瞭解，以上這些情況較容易出現在新竹科學園區，因為此處是台灣最早開始發展高科技的重鎮，部分廠房所使用的機台較為老舊，當時的設計並沒有很完善的考量。

除針對製程上的用水，後續也逐漸將範圍延伸至冷卻水塔、洗滌塔或甚至檢測用水的回收等。對於製程用水方面工研院節水輔導團初期針對部分非高潔淨度之廠商推廣『串集利用』，將後方較為乾淨的水導入前方再次利用，需要高潔淨度的廠商則是以推廣『機台分流』為主，以往開發的機台僅針對酸性、鹼性、液體粗略分類接管，將所有的液體混合在一個中間儲槽進行暫存，然而

其實有部分清洗用水是極少污染的，如果能夠將機台分流細緻化，就能夠依照製程時間不同，利用電磁閥進行切換，將可回收或易回收的水進行回收處理，如此一來廢水水處理廠將較容易操作，降低突發狀況可能必須添加大量藥劑中和的問題，對於水回收處理設備的負擔也將減輕，能夠達到節約用水又減少成本的雙營局面。

依照以往與園區廠商溝通之經驗，在此敘述部分主要節水標的。除了製程是各廠中用水量最大及最注重水質要求的地方外，因為無塵室及辦公室必須嚴格控制溫度及濕度，故空調用水所佔之比率也相當高，以一大型高科技廠為例而言，冷卻水塔每日蒸散量可達數千噸 (1,000~1,500CMD)，僅蒸散所損失的水量即可供應一中小型工廠的日用水量而有餘，因此減低冷卻水塔蒸散量是我們一再向廠商宣導的措施之一。新設立之廠商或汰舊換新時應考慮採用『變頻式』的冷卻水塔馬達，如此一來則可以依照室內設定溫度與戶外溫度自動調控，使冷卻水蒸散量大幅降低，定期清洗保養冷卻水塔也相當重要，通常廠商都將冷卻水塔以維護合約方式分包給設備廠商進行維護，廠商為維持良好的運轉都會添加些許抗垢劑及除藻劑等，然而僅能減緩，卻不能避免結垢的狀況發生。若未能盡心維護將導致冷卻水塔效能降低，使冷卻水塔一直持續以高速運轉，會使得水氣飛散更為嚴重對於能源的耗損也會增加。冷卻水塔之設計是利用水的循環降低空氣的溫度，以往設備商都會建議使用自來水作為冷卻水補充水，然而經過節水推廣之後，有許多廠商改用 RO 排水等次級水導入作為補充水，部分水質甚至更甚於自來水

水質，再配合適當添加部分藥劑之後，可以讓循環水循環次數增加；在經過測試後，冷卻水排放的導電度標準可以設定在 1800 μ s/cm，雖然比起以往廠商的建議值稍高，但卻不會影響其效能又能大量減少用水量，此些小細節加以注意即可為公司及環保盡一份相當大的心力。

再者針對製程中所產生的各種酸性或鹼性揮發氣體，必須使用專用導管導往屋頂，使用氣提塔進行處理後，才能達到園區空氣之控管標準。由於氣提塔必須有大量的水進行循環才能達到去除效果，待循環水吸收氣體達一定程度(通常由 pH 值或導電度控制)後會排入一般廢水處理廠中進行處理，以往廠商使用自來水做為水源並以添加液鹼等方式調整 pH 值，使得循環水可以增加使用次數，或於氣提塔水循環路徑上再加設一組小型砂濾塔，去除水中懸浮微粒去除，以避免在循環過程中阻塞洗滌塔的噴灑系統，然而此處理程序中循環水的水質要求並不高，目前多會建議廠商使用同樣設置在屋頂的冷卻水塔排水作為補充水，或是使用中水、雨水等次級水經簡易處理後使用。

節水活動推廣的另一個主要重點為『雨水截留』，台灣地區因為地形及環境時空分佈的原因，降水的情況在四季並不平均，因此若能在降雨季節透過屋頂簡單佈設的集水管線，將降水導引至閒置的儲槽或筏基中，作為沖廁或是澆灌之用途，將能節省部分自來水用水。

在與廠商數年的溝通過程中，常可聽聞廠商有各種不同的原因導致無法進行節水計畫，身為環境工程出身的我以及各水處理工程師，對於這些種種因素通常也只能默默

接受，經瞭解新竹科學園區內廠商有許多因為廠房興建時間已久，當初並未考慮到這些回收用水的空間及設備，導致目前即便相當有意願，仍無法順利進行；隨著高科技產業的蓬勃發展，設備供應商也逐漸研發出更自動化的機台，在此同時所需要的管線、化學物質及空間也逐漸增加，並且因為產能連年提升，許多舊有廠房要將機台改管有相當的困難度，此兩個因素都是因為其先天不足而導致的問題，加上園區內部建築物有相當嚴謹的建蔽率規範，故增建其他結構幾乎是不可行的方法；其次部分廠家因為用水量並不高，然而為了達到管理局的回收標準，而必須要增設回收設備，當回收量未達經濟水準時，廠商會認為回收成本過高，導致其回收意願降低，如何發展出回收處理設備成本低廉，又能將處理後的水善加利用，是最為重要的一點；高科技產業產值相當驚人，其製程技術門檻相當高，其製程必須經過數百到繁瑣的程序才能完成，在這當中只要一點點小污染可能就會讓價值數百美元的商品化為烏有，因此若非有將當的把握及決心，廠商是不可能貿然進行的。

科管局利用表揚節約用水績優單位及個人選拔活動，在各界踴躍的參與下，節約用水的推廣上已有不錯的成效。以台灣積體電路公司五廠為例，極力推廣節水並參與科管局所舉辦之節水輔導，製程用水節用 766,500 噸/年，另每年節省 200 萬噸廢水排放，環境效益可觀^{9]}。

四、結語

其實，台灣在經過這幾年的缺水危機，民眾已普遍感受到水資源的短缺，也更能體認節約用水的重要性。但要能確實達成台灣

水資源永續發展的目標，除有賴政府積極推動之外，更重要的是要全民共同身體力行。也唯有社會大眾及民間企業的主動配合，施行各項節水措施，才是促進水資源永續利用的長久之計。

針對科學園區內的廠商，在此提出幾項建議，可由製程中的小地方進而達到最大的節水效益：

- 1.製程用水分流細緻化，將可回收之水資源進行回收處理回用。
- 2.機台待機時，應設定可關閉進水，避免不必要的溢流。
- 3.針對冷卻水塔等空調系統進行評估，如可延長冷卻水更換時間等，亦可省下大量水資源。
- 4.氣提塔使用原水水質要求不高，可改用次級用水供應。
- 5.可將廠內頂樓原有的雨水收集管線改管進行雨水收集，用於澆灌或沖廁等次級用水。
- 6.廠內更換省水器材，如：省水水龍頭及省水馬桶等。
- 7.針對廠內員工進行節水宣導，減少水資源浪費的情況。

節水的目的在於減少用水，並且以最簡單、低成本及最具效益的方式來進行，若是勉強要達到管理局之標準，而花費許多金錢購買回收設備，卻無法達到經濟效益，也視同為一種資源的浪費；其次當廠商在考慮節水時，應優先考慮何處可以運用，以免將水回收後卻無處可用的窘境。經過數年的努力，在新竹科學園區已經逐漸看見節水的成果，希望廠商能以無私的精神將其經驗多加分享，讓不論是否為高科技的廠商都能為台灣的水資源盡一點心力。

參考文獻

1. <http://web1.nsc.gov.tw/mp.aspx?mp=1>，行政院國家科學委員會，科學工業區，園區統計。
2. <http://www.sipa.gov.tw/>，新竹科學工業園區管理局。
3. 聖嬰現象對台灣水資源市場的經濟影響，行政院國家科學委員會，2008/4/17，主持人：人文處 廖處長炳惠，報告人：中興大學應用經濟系陳吉仲教授。
4. <http://wrm.hre.ntou.edu.tw/wrm/dss/resr/n15.htm>，經濟部水資源-寶山水庫。
5. <http://wrm.hre.ntou.edu.tw/stat/query1.php>，國立台灣海洋大學水資源研究室，水庫蓄水即時資訊。
6. Tadahiro Ohmi, Ultraclean Technology Handbook, Volume 1:Ultrapure Water, 1993, Marcel Dekker, Inc., New York, U.S.A.。
7. 半導體工廠用水節約之研究，聯華電子公司，江岱叡。
8. <http://www.ftis.org.tw/water/2006prize/history/94c/company/company09.htm>，財團法人台灣產業服務基金會，公布『2005節約用水績優單位』。
9. <http://www.ftis.org.tw/>，台灣產業服務基金會。

作者簡介

郭詠琪小姐

現職：財團法人工業技術研究院 能源與環境研究所
副研究員

專長：高科技用水處理技術、高科技產業節水技術推廣、微生物水處理技術、臭氧去光阻技術，微污染技術

黃盟舜先生

現職：財團法人工業技術研究院 能源與環境研究所
研究員

專長：高科技用水與廢水處理、高分子材料開發與應用

楊琇瑩小姐

現職：財團法人工業技術研究院 能源與環境研究所
研究員

專長：水質生物處理技術、水質分析與管理、環境微生物、生態環境淨化、生物技術、

徐靜怡小姐

現職：財團法人工業技術研究院 能源與環境研究所
研究員

專長：高科技用水處理技術、臭氧去光阻技術、微污染技術、分子生物技術應用

楊翠容小姐

現職：財團法人工業技術研究院 能源與環境研究所
助理

專長：水處理技術、GC/MS 儀器分析、LC/MS.MS 儀器分析

與國際接軌自來水廠環境管理系統的建置 — 全台首座 ISO14001 驗證給水廠誕生

文/林正隆、洪世政、張嬉麗、吳美惠

摘要

台灣自來水公司（以下簡稱本公司）為配合政府落實國營事業 TQM（全面品質管理）制度，以提供民眾質優量足的自來水為目標，特別引進 ISO14000 管理制度，並以第四區管理處鯉魚潭給水廠為優先示範標的，經過一年來的努力，鯉魚潭給水廠業於 97 年 1 月取得 ISO14001：2004 驗證通過，成為全台首座通過 ISO14001 驗證的自來水廠，並於 3 月初辦理該廠 ISO14001 頒證典禮暨全公司的示範觀摩，由驗證公司法國·貝爾國際驗證機構進行頒證。

在推動 ISO14000 環境管理系統過程中，本公司依 ISO14000 的規定並參考國內外公司經驗，訂定環境政策，其內容為「本公司以供應質優量足之自來水為目標，推動國家自來水建設以提昇國民生活水準、促進經濟發展，並因應全球水資源的匱乏，善盡環境保護責任，願意藉由建立環境管理系統，持續改善提高環境績效，以達永續經營之目標」。主要精髓為「符合環保法規、著重污染防治、落實資源利用、全員一同參與、促進社區和諧、持續提昇改善」，將以此作為本公司未來環境政策的最高指導原則。

環境管理系統依據公司環境政策及 ISO 14001：2004 國際標準為主體架構再考量給水廠本身，從原物料、製程、產品、服務及污染物管理等作業對環境之衝擊，有效管理其可能對環境造成之任何負面衝擊或不符

合規定事項，並對整體環境績效進行持續改善。並藉由系統中 P(plan 計畫)-D (do 執行)-C (check 查核)-A (action 矯正) 之管理方式，經由環境考量面的辨識，目標、標的及環境管理方案的設定，建置環境管理系統作為工作平台，藉由制度的建立、維持及持續的改善，達成環境友善之目的，並樹立為民服務之新形象，以逐步實現本公司「提供質優量足之自來水，以提昇國民生活水準、促進經濟發展」之使命 (Mission)，進而成為「國際水事業之標竿企業」之願景 (Vission)。

一、前言

水是萬物生活的根本，人類賴以維生之要素。而水資源如何有效利用，建立正確的環境資源利用觀念，以邁向水資源之永續發展為當前政府推動的重要目標。本公司依照廖董事長所提的「QUICK」經營理念，及達成「國際水事業的標竿企業」的願景及永續經營之目標。並配合政府落實國營事業 TQM（全面品質管理）制度，以提供民眾質優量足的自來水為目標，特別引進一符合國際性標準及邁向永續發展的管理制度--ISO 14000 環境管理系統。

管理大師戴明博士提出 P-D-C-A 管理方式循環，就是由 P 計畫 (Plan) -D 執行 (Do) -C 查核 (Check) -A 矯正 (Action) 四大步驟過程所構成的一連串追求改善的行動，這也是 ISO14000 環境管理系統管理的精神所

在。而經濟部水利署委託台大蔣本基教授團隊已執行數年的「自來水淨水場操作管理評鑑及輔導計畫」中，管理評鑑也將此 ISO14000 環境管理系統的 P-D-C-A 管理模式及目標、標的的制訂導入其中。且在水利署目前擬訂的「經濟部淨水場評鑑小組設置及作業設置要點」在制訂的目的中第一點即表示「落實 ISO14000 環境管理制度，持續改善並提昇自來水事業經營之服務品質、環保貢獻及競爭力」。

ISO14000 環境管理系統，主要是針對有關環境議題方面做改善，以符合國際環保法規及本國環保法規的要求，改善本公司內外部環境問題，減少對環境產生不良的影響及污染，避免環境問題重覆的發生，減緩環境生態衝擊並逐漸改善，藉由環境考量面的辨識，目標、標的及環境管理方案的設定，找出給水廠存在的問題並加以改善，進而改良給水廠體質，以提昇給水廠淨水能力，為公司節省成本與創造利益，奠定永續經營的基礎。

環境管理系統自從 1996 年九月歐洲國際標準組織（ISO）所訂定的 ISO14000 正式出爐以來，主要是在強企業追求環保的意願與決心，在國內各行各業為與國際接軌均已普遍取得 ISO14001 的驗證，然對於國內給水廠卻仍是一個新的管理系統，惟考量本公司各給水廠目前人力普遍不足，且對此新的系統的導入心理上仍有些許的抗拒，故經通盤評估後，以取得環保署評定為優質自來水淨水場之一的第四區鯉魚潭給水廠為本公司推行 ISO14000 的示範觀摩廠，並由總管理處水質環保處主導執行。經公開採購程序辦理「本公司 ISO14000 環境管理系統

（ISO14001）認證輔導顧問案」招標案，最後由輔導經驗豐富的科建顧問股份有限公司得標，負責協助本公司第四區鯉魚潭給水廠推行 ISO14001 驗證事宜。

二、ISO14000 簡介及目的

ISO（International Organization for Standardization）創立於 1946 年，總部設於瑞士日內瓦，係由各國標準團體所組成的世界性聯盟，總共有 91 個會員國所組成，各國均以最具代表性之標準制定組織為加盟代表。ISO 即為國際標準組織之意，而 14000 是代表有關環境管理方面的系統架構的一個代號，整個意思就是表示環境管理系統。

ISO14000 主要是針對有關環境議題方面做改善，以符合國際環保法規及本國環保法規的要求，改善公司內外部環境問題，減少對環境產生不良的影響及污染，避免環境問題重覆的發生，使全球的環境生態衝擊得以減緩並逐漸改善，進而創造一個良好的生活環境。ISO14000 旨在鼓勵廠商自願性建立其本身適用之環境管理系統，以污染預防及持續改善為手段進行組織環境的改善。經由 PDCA（PLAN、DO、CHECK、ACTION）之管理模式如圖 1，透過定期審查與評估，找出可以應用與改進之處，且經環境管理系統的不斷運作，達成環境持續改善，提升環境績效。該系統的實施與維持如圖 2。

實施 ISO14000 的目的為藉由環境考量面的辨識，目標、標的及環境管理方案的設定，找出公司存在的問題並加以改善，為公司節省成本與創造利益。使業者由被動遵守環保法規，轉而成為環保工作積極的參與者，並進而改良企業經營體質，善盡與社會大眾溝通之責，以建立永續經營的基礎。

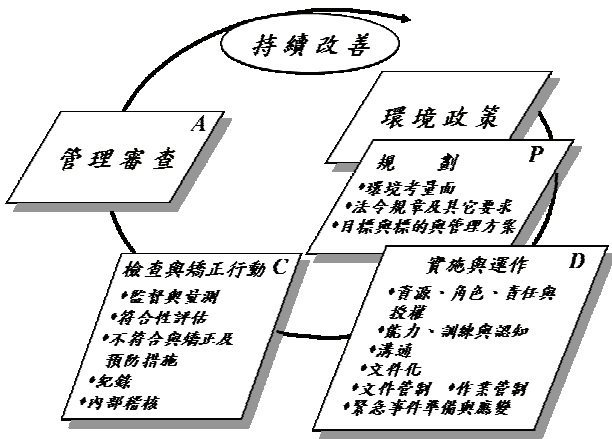


圖 1 環境管理系統模式

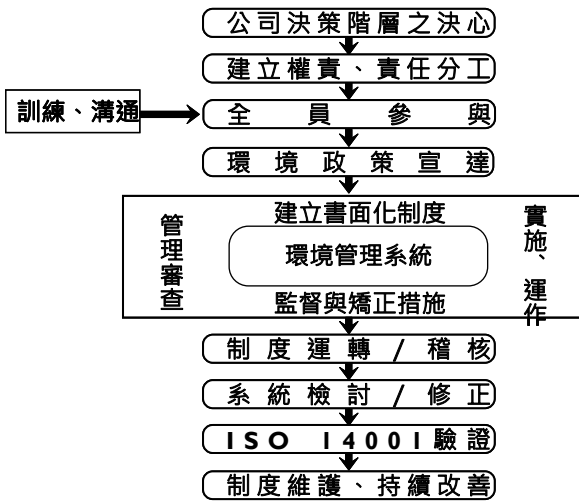


圖 2 ISO 14001 管理系統實施與維持

三、鯉魚潭給水廠環境管理系統推行

鯉魚潭給水廠成立於民國 83 年，主要負責大台中地區民生用水每日需水量約 110 萬噸，鯉魚潭給水廠擔負主要供水廠所，目前平均每日出水量約 50~80 萬噸，主要水源為鯉魚潭水庫，另大安溪水源后里圳為備用。供水區域包括北送三義、銅鑼、通霄、日南、苑裡，南送后里、豐原、台中，西送大甲、外埔等地，並配合豐原給水廠共同形成一聯合運作配水管網，供應大台中及苗栗地區 165 萬人口之民生、工商及國防用水，

使供水區域之用戶皆享有量足質優之自來水。

鯉魚潭給水廠為環保署 96 年評定優質自來水淨水場之一，該場亦已取得 BS7799 (ISO27001) 資訊安全驗證通過。該廠環境管理系統係依據公司環境政策及 ISO 14001:2004 國際標準為主體架構，再考量給水廠之組織活動、產品、服務，對環境之衝擊而建立。ISO14001 環境管理系統建置的期程如圖 3，可概分為四個階段，分別為導入階段、系統建置階段、落實階段、驗證階段^[7]。以下分別針對各階段進行說明：

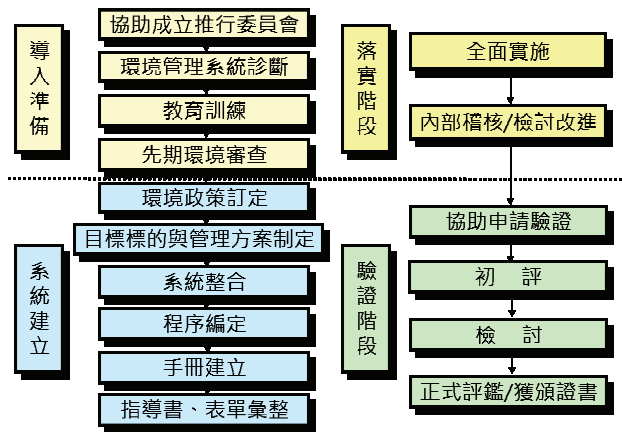


圖 3 ISO14001 建置期程

(一)導入準備階段

1.協助成立推行委員

系統推動首要之工作即須獲得高階主管之支持，故於系統之導入初期協助成立推行委員會（架構如圖 4 所示）並定期召開會議以便了解系統建置之進度。確立推行委員之組織架構與權責，選派最適切之執行秘書（推行總幹事）主導整個推動事宜。為使系統順利推動，由廠長指派一人擔任執行秘書，協助輔導顧問師於系統導入期間之諮詢。

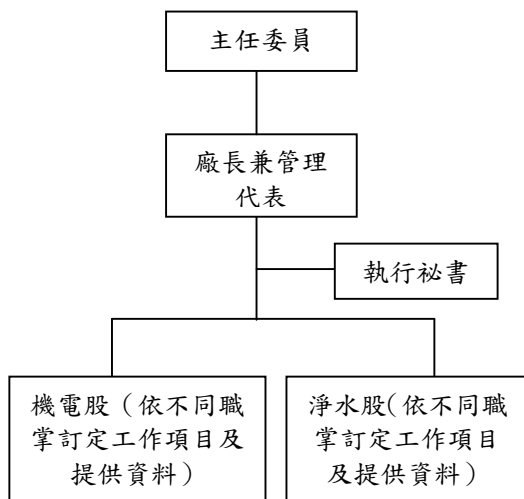


圖 4 鯉魚潭給水廠 ISO14001 推行委員會架構

2.環境管理系統診斷

協助輔導顧問師了解給水廠之環境管理現況及自來水淨水處理流程中污染來源種類及相關防治措施，包含相關環境管理運作狀況及相關文件內容，根據環境管理作業現況基礎，配合給水廠特性，保留現況優良部分，修改不適當部分及補充不足部分，以建立鯉魚潭給水廠體質之管理系統。提出診斷報告，以瞭解給水廠環境管理作業與 ISO14001 條文要求間之差距。

3.教育訓練

透過現場診斷的實地瞭解後，規劃並進行環境管理系統相關課程之教育訓練，以取得建置環境管理系統之基本共識，方能順利推展環境系統的建置和落實實施環境管理系統。先針對種子人員灌輸建置環境管理系統之基本共識，並配合顧問師至各現場調查環境污染源(衝擊)。在此階段須完成種子人員的訓練項目有「ISO 14001 簡介暨導入要領」、「環境考量面鑑定」、「ISO 14001 條文具體說明」等課程。另可配合給水廠之廠務會議針對全體員工進行 ISO 14000 簡介暨導入要領教育訓練。

4.先期環境審查

此為建置 ISO 14001 環境管理系統時之最重要階段，透過先期環境審查可使鯉魚潭給水廠種子人員能配合顧問師做全面性徹底的調查。從相關環境議題釐清後確認重大環境考量面，訂定重點工作項目，並決定 ISO 14001 與現有各項管理制度之系統整合方式，並完成先期環境審查報告。包含「環境相關法規之清查」、「環境考量面鑑定」、「環境管理現況」、「過去不符合事件調查」等四項內容，其先期環境審查架構如圖 5。分別敘述如下：

(1) 「環境相關法規之清查」：針對環保署環保法規或要求之事項，納入環境管理系統中管理，以達成環境政策之承諾。符合法規是導入 ISO 14001 最基本之要求，透過環境考量面之鑑定完成後確認給水廠需遵守哪些法規要求？並確認其不符合狀況。

本廠主要依據法規為環保法令，適用法規有空氣污染防治法、水污染防治法、廢棄物清理法、噪音管制法、毒性化學物質管理法、飲用水管理條例、自來水法，並參考勞工安全衛生法及消防法等。

(2) 「環境考量面鑑定」：各承辦人員能配合全面性徹底的清查登錄及鑑定所有環境考量面(及環境衝擊)，透過分類、量化、分析，篩選出重大環境考量面。

經鑑別各區域流程之環境考量面，將全廠依其工作性質及區域分成七大流程。分成淨水流程、廢水流程、檢驗室、機電設備維護保養、管線維護、化學槽(包含 PAC 槽、氯倉、柴油桶、NaOH 槽)及所有辦公室活動，分別針對各流程正常、

異常及緊急狀況下所產生之環境考量面評分量化。

- (3)「環境管理現況」：整合既有之管理系統要求，水利署「自來水淨水廠操作管理評鑑及輔導計畫」針對其管理、操作、維護及水質檢驗四個構面了解目前之環境管理之現行措施與 ISO 14001 要求有多遠。
- (4)「過去不符合事件調查」：針對近幾年鯉魚潭給水廠是否有發生不符合事件（包括每年水利署「自來水淨水場操作管理評鑑及輔導計畫」、環保局或中檢所之罰單、附近民眾之意見等）調查並確認其回覆狀況。

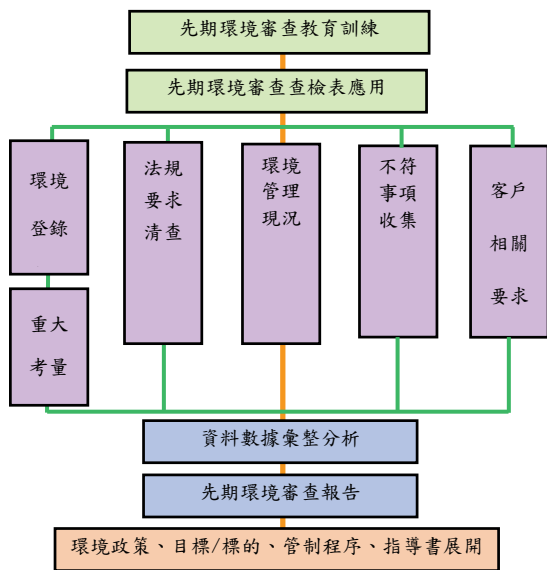


圖 5 先期環境審查架構

經由先期審查可達到以下目的：

- (1)作為建立環境管理系統及設定改善指標之參考，了解目前組織運作的環境考量及管理措施，以掌握與環境之互動情形。
- (2)有助於了解給水廠營運對環境的衝擊有多大；了解給水廠在作業過程當中所產生污染源及其影響程度，以確定重要的顯著環境考量面。
- (3)有助於了解給水廠的環境績效及管理措

施是否完善；環境考量面確定後，始能針對考量面制訂污染防治、減廢、節約能源及回收再生之各項管理措施。

- (4)喚起環保意識之重要性；透過同仁對作業環境之評估，使其了解環保為每一份子之責任及使命。
- (5)了解給水廠現況與 ISO14001 的要求差距有多遠。
- (6)可協助判斷建立新環境管理系統的最迫切需求之處。
- (7)可明確定義組織實施 ISO14001 的目標；環境審查為建立
- (8)ISO14001 環境管理系統之首要工作，而藉由推行 ISO14001 來改善給水廠內部體質，維持競爭能力及提升公司形象，並透過減廢、污染防治及持續改善等措施，提升經營效能，建立企業永續經營之基礎。

基於保護地球環境之承諾，必須將過去全體之員工認為環保工作只是環保專責人員或承辦人員之職責的心態修正。並擴大推展為全體員工之參與，這也是邁向國際環保之必然趨勢。並及早主動進行環境管理系統規劃，使全體員工能提早展開環境管理系統規劃，以迎接全面品質管理時代的來臨。

(二)系統建立

在系統的建立中公司環境政策、目標、標的及管理方案最為主要，可建立公司全員推動環境管理之共識，建立並達成足以顯示公司推動環境管理之成效的環境目標、標的。以下分別說明如下：

1.環境政策訂定

依據 ISO 14001 4.2 節環境政策條文之要求，應制訂適合公司之活動、產品、服務及環境考量面，並包含符合法規、污染預

防及持續改善之承諾要求之環境政策。

此次 ISO 14001 環境管理系統之導入之驗證範圍為本公司第四區管理處所屬鯉魚潭給水廠。但為確保本公司環境政策有一致性，故仍由總管處理最高階管理階層（董事長）所訂定，並由總公司函頒各區遵循，若有特殊者亦可比照修正。

本公司環境政策之訂定乃參考國內外公營民營公司之環境政策內容並配合公司經營理念。經由水質環保處草擬政策內容，再由最高階主管董事長簽核後認可（原經由前董事長徐享崑簽核，再經現任董事長廖宗盛再次簽核確認），並透過公文及海報方式傳達至各區處如圖 6，內容亦同步公告於公司網站中，讓所有利害相關者皆能了解公司之政策。

台灣自來水公司環境政策為：

台灣自來水公司以供應量足質優之自來水為目標，推動國家自來水建設以提昇國民生活水準、促進經濟發展，並因應全球水資源的匱乏，善盡環境保護責任，願意藉由建立環境管理系統，持續改善提高環境績效，以達永續經營之目標，並努力達成以下承諾：

符合法規：恪遵環保法規，提升公司形象。

污染預防：嚴控處理流程，杜絕污染機會。

善用資源：反洗廢水回收，污泥餅再利用。

全員參與：普及教育訓練，強化環保認知。

社區和諧：加強溝通協調，做好敦親睦鄰。

持續改善：提高環境績效，確保永續經營。

2.環境目標標的及管理方案之制定

依據 ISO 14001 4.3.3 目標及標的條文的要求、先期環境審查的結果並考慮法令規章

與其他相關要求事項、本身重大的環境考量面，技術面取捨與財務、作業及業務等要求，以建立並達成足以顯示鯉魚潭給水廠推動環境管理之成效的環境目標、標的。在此階段訂定了幾項管理方案詳如表 1 所示：

- (1)符合環保署新修訂水污染防治措施及檢測申報管理辦法規定。
- (2)降低氯氣外洩機率至零、減少污泥餅二次污染。
- (3)於 96 年底前完成環境管理教育訓練達至少 6 時/人。
- (4)加強敦親睦鄰、保障周遭居民權益。
- (5)飲用水濁度優於法規要求。

3.系統整合

整合鯉魚潭給水廠既有「ISO 27001 系統」、「淨水場綜合效能評估」暨「自來水淨水場操作管理評鑑及輔導計畫」等系統，並依先期環境審查之資料及環境考量面評估之登錄鑑定結果，將可能產生較大衝擊之重大環境考量面，納入改善方案。並依 ISO 14001 條文之要求訂定環境管理手冊、程序書、作業指導書、表單等相關之文件與紀錄，以做為實施和執行環境管理系統之基本依據與要求。

4.環境管理手冊、程序書、作業指導書及相關表單紀錄

確認好文件撰寫格式，依各功能運作之關係及其流程，由各相關人員的配合落實執行與運作，以有效達成環境管理系統之規劃及績效目標。其執行方法為：

- (1)延續既有 ISO 27001 文件架構，將文件分為一階（環境管理手冊）、二階（程序書）、

三階（作業指導書）、四階（表單），並整合相關文件，制定文件格式，文件編碼系統，以及決定制訂那些程序，其文件分級如圖 7 環境管理系統文件記錄層級所示。

- (2)包括程序、指導書、表單之格式訂定，由顧問師講解、個別指導及整合，完成文件編訂。
- (3)第一個程序起草完成，經場所人員與顧問師檢討確認後，即協助有關單位人員逐步實施，並逐次檢討修正，以達 ISO 14001「說寫作一致」之精神。
- (4)程序即將全部完成時，陸續編訂手冊、指導書、表單、報告等；並逐步實施。並由科建顧問師與場所人員逐次檢討實施狀

況，問題解答。共完成一份環境管理手冊、14 份程序書及 3 份作業指導書。

(三)落實階段

1.執行系統運行及紀錄

- (1)依據文件之內容留下運作紀錄。各項必要紀錄皆可獲得有效保存，並易於調閱及查證，如教育訓練紀錄、溝通紀錄、廢棄物管理運作紀錄、緊急應變演練紀錄等。
- (2)釐清組織架構及權責，以利分工合作全力推動環境管理系統。
- (3)明訂教育訓練之需求，使員工能依計畫接受訓練，並取得資格來執行特定作業。
- (4)給水廠內外部溝通管道的建立，使員工能主動反應環保議題並獲得解決。

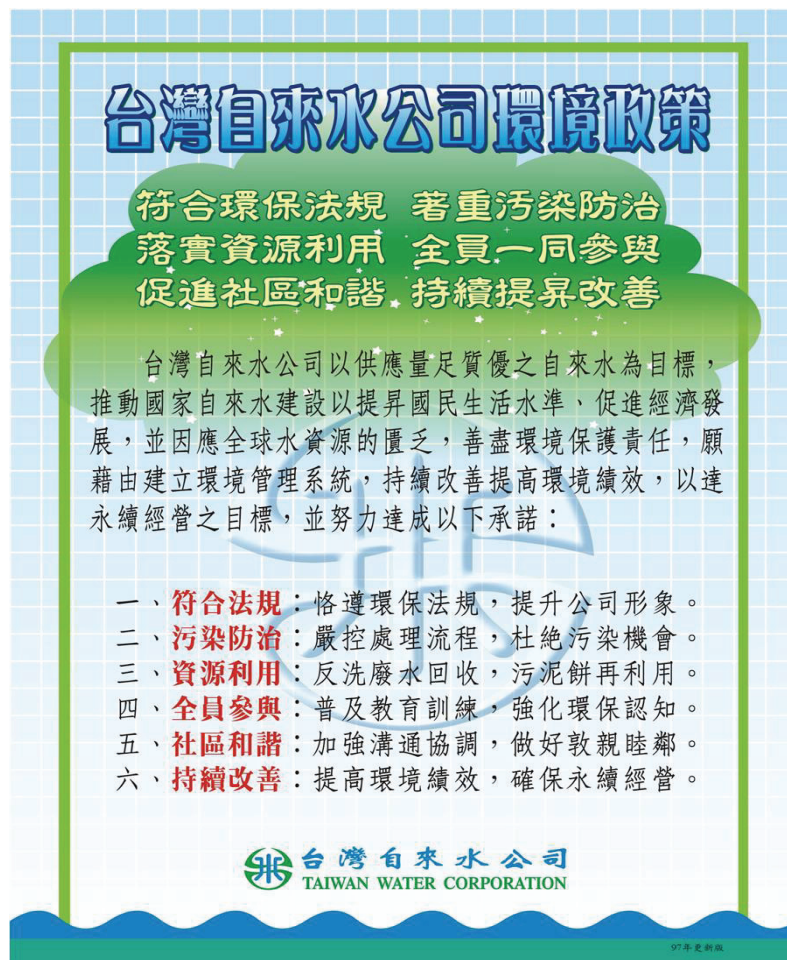


圖 6 自來水公司環境政策海報

表 1 環境政策、目標、標的及管理方案管理表

環境政策	環境目標	環境標的	環境管理方案	負責部門/人員
1. 恪遵環保法規，提升公司形象。 2. 嚴控處理流程，杜絕污染機會。 3. 反洗廢水回收，污泥餅再利用。 4. 普及教育訓練，強化環保認知。 5. 加強溝通協調，做好敦親睦鄰。 6. 提高環境績效，確保永續經營。	符合法規	符合環保署新修訂水污染防治措施及檢測申報管理辦法規定	1. 變更廢水回收許可文件取得貯留許可 2. 設置專用電錶及流量計 3. 完成廢水設施與管線名稱標示 4. 完成建築物污水排放口設置	總務部 /○○○
	污染預防	降低氯氣外洩機率至零	1. 增加演練次數 2. 加強設備妥善率	淨水管線股 /○○○
		減少污泥餅二次污染	增加污泥餅再利用查核頻率	
	全員參與	於 96 年底前完成環境管理教育訓練達至少 6 時/人	環境管理教育訓練計劃	淨水管線股 /○○○
	社區和諧	加強敦親睦鄰	主動邀集社區民眾參觀	
		保障周遭居民權益	投保氯氣外洩第三責任險	
持續改善	飲用水濁度優於法規要求	將飲用水濁度控制於 0.5NTU 以下	總務部 /○○○	

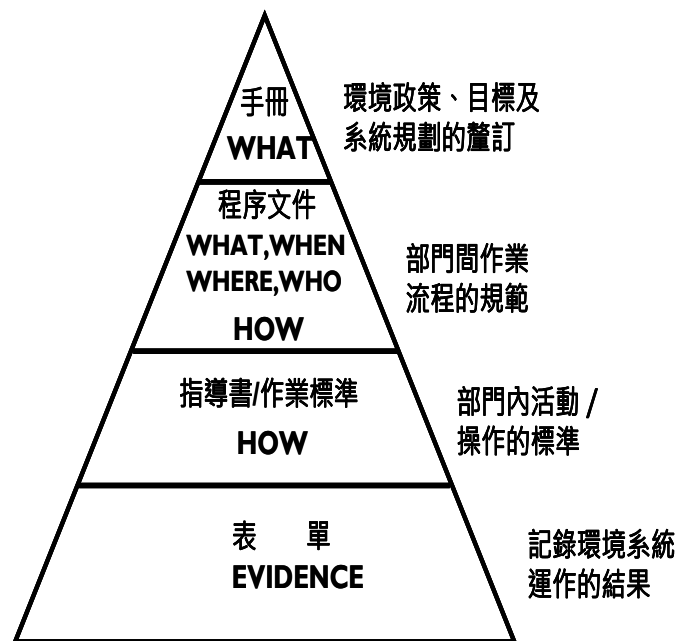


圖 7 環境管理系統文件記錄層級

- (5)使對環境有重大衝擊之作業均能有一套標準化作業程序，便於操作。
- (6)可根據作業標準判斷是否超出管制界限。
- (7)定期演練以使應變小組能從容應付事件發生中及發生後的相關工作。
- (8)確保量測設備處於可正常使用狀況，以客觀呈現量測結果。
- (9)確保給水廠的各項作業符合法規及其他環境要求。

2.內部稽核

建立系統可行的內部稽核程序，透過執行、稽核、改善之良性循環，養成全員良好的作業習慣。並定期發掘管理面之執行問題，持續檢討改善。

各種文件完成應配合環境管理系統之執行，對文件進行適用性之檢討，並依其要求留下運作紀錄。經實施修改後；由「內部稽核小組」，確認系統之有效性與適當性。由主管指派人員成立內部稽核小組，此小組成員可以與 ISO 27001 合併。由科建顧問訓練成合格稽核員，帶領實施內部稽核。稽核時發現之問題，於稽核後開會討論，以達成共識，各流程負責人員則依稽核員所開立之缺失進行矯正並提出預防措施，並設定改善時間表，追蹤改善之。

3.外部稽核

此外在內部稽核實施後，為確保稽核之客觀性，在內部稽核實施後，由科建顧問安排其他科建顧問師群，再對給水廠進行外部稽核，顧問師群以更客觀的角度進行模擬驗證的稽核，再一次掃除各系統的盲點，以作最好的準備。

4.管理審查會議

完成內部稽核後，應召開管理審查會

議，並邀集高階主管參與，藉此機會報告環境管理系統導入所獲得之績效，並確認其系統之適用性、適切性與有效性。審查內容包括

- (1)內部稽核之結果，以及法規要求與本廠同意遵守的其他要求之符合性評估結果。
- (2)來自外部利害相關者之訊息，如抱怨。
- (3)環境績效。
- (4)目標與標的之達成程度。
- (5)矯正與預防措施之狀況。
- (6)先前管理階層審查之跟催措施。
- (7)變更的狀況，包括與其環境考量面相關的法規要求與其他要求之發展。
- (8)改進的建議。

(四)驗證階段

1.申請驗證

依據平時輔導進行狀況及內部稽核結果，瞭解 ISO 14001 環境管理系統實施程度，並判斷何時可接受驗證單位評審。由科建公司協助準備文件，提出申請。正式驗證前一個月，由科建顧問師實施「驗證前教育訓練」講解驗證應對技巧，使各單位相關承辦人員，能作最有效之配合。

2.初評及缺失檢討

鯉魚潭給水廠 ISO14001 驗證係，驗證公司法國·貝爾國際驗證機構進行初評及正評，該公司於 97.01.03 至鯉魚潭給水廠進行初評，稽核員開立建議事項如下：

- (1) (4.2) 環境政策應由新任董事長簽署
- (2) (4.4.1) 權責職掌可統一於環境手冊規範或引述。
- (3) (4.4.4、4.4.5、4.5.4)
- (4) 文件/紀錄的目錄(一覽表)→Link 考量資安(備份、不能被修改、緊急需求...等)。

- (5) 應有紀錄保存期限一覽表。
- (6) (4.4.7) 緊急應變程序涵蓋了原水異常、原水高濁度但環境考量面未鑑別。
- (7) (4.5.1) 未建立監督量測一覽表(自檢/委外週期、允收標準)、儀器(內/外/免/游校、週期、允收標準)、內校方法/允收標準、人員資格。
- (8) (4.3.2) 危險物/有害物標示及通識規則法規未鑑別。

經由上述初評意見，鯉魚潭給水廠立即依據其所開立的缺失提出矯正預防措施，並附上相關證據，完成其缺失改善。

3. 正評及缺失檢討

法國·貝爾國際驗證機構復於 97.01.16 進行正評，本次僅開立一項次要缺失為：「(4.3.2) 關於法令規章及其他要求，應涵蓋上級機關的命令或規定，如禁用紙杯。」，針對此一缺失該廠已提出矯正及預防措施，並附上相關公文，完成正評程序。成為全國第一座取得 ISO 14001 驗證的自來水單位，鯉魚潭給水廠 ISO14001 證書如圖 8。並

於 3 月 7 日由法國·貝爾國際驗證機構辦理頒證典禮如圖 9。

(五) 後續維護

取得證書只是一個開始，證書的有效期限為三年，每年需辦理外部稽查乙次，未來為持續擁有證書仍應盡力維護此系統的正常運行，應持續進行下列事項：

1. 環境考量面每年之更新。
2. 法規之定期收集更新（每季一次）。
3. 環境目標之訂定及管理方案之實施（這是確認系統績效且達到持續改善的最佳途徑）。
4. 環境管理系統文件之運作紀錄，如檢驗室化學品清單之更新等。
5. 內部稽核（每年一次）。
6. 管理審查會議（每年一次）。

四、結論

本公司為配合全面品質管理（TQM）的推行，特別將與環境友善的 ISO14000 環境管理系統導入本公司，並優先選定第四區管理



圖 9 魚潭給水廠 ISO14001 頒贈典禮

處的鯉魚潭給水廠為示範觀摩廠，這也是全國第一座導入 ISO14000 環境管理系統的給水廠，過程中相當艱辛，在科建管理顧問公司的輔導暨總管理處及第四區管理處鯉魚潭給水廠大家一年來共同的努力，鯉魚潭給水廠終成為全台首座通過 ISO14001 驗證的自來水廠。同時亦訂定了本公司對環境友善的最高指導原則--「環境政策」主要內容為「符合環保法規、著重污染防治、落實資源利用、全員一同參與、促進社區和諧、持續提昇改善」，並為達成環保政策目標與任務，建置環境管理系統（ISO 14001）作為工作平台，藉由環境管理系統之建立、維持及持續改善，以改良給水廠體質，進而提升給水廠淨水能力，以樹立為民服務之新形象。

鯉魚潭給水廠取得 ISO14001 驗證通過，只是一個開端，未來如何正常落實本系統的運行才是最重要的關鍵。另本年度第六區南化給水廠亦已著手進行 ISO14001 驗證事宜，未來並計畫將此管理系統推廣至本公司大型給水廠，希望藉由此系統中 P(plan)-D (do) -C (check) -A (action) 的管理方式達成環境改善，逐步實現「提供質優量足的自來水，提昇國民生活水準、促進經濟發展」的使命，以達成了「國際級水事業標竿企業」的願景。

參考文獻

- 1.經濟部工業局編印，「環境管理系統持續改善指引」。
- 2.經濟部工業局編印，「簡易型中小企業環境管理系統手冊」--邁向產業永續發展之路。
- 3.經濟部工業局編印，「ISO14000系列—中小企業環境管理系統建制指引」。
- 4.楊致行，「ISO14000環境管理系統」。
- 5.經濟部工局編製，「ISO/CNS14001標準條文解讀」，環境管理輔導人員研習訓練—教學影片。
- 6.經濟部工局編製，「環境稽核技術與應用」87年12月。
- 7.台灣自來水公司「ISO14000環境管理系統」（ISO14001認證）輔導認證顧問服務案」正式報告書，科建管理顧問股份有限公司，97年5月。
- 8.梁志賢，挑戰ISO14000認證經驗談，環保資訊季刊，19期，P28~33，1997年3月。
- 9.黃怡，ISO1400對台灣產業的震撼教育，PROECO環耕期刊，第4期，P39~44，1996年12月。
- 10.莊素玉，ISO14000來趨洵洵，天下雜誌，15週年紀念特刊，P38~85，1996年6月。

作者簡介

林正隆先生

現職：台灣自來水公司水質環保處水污染防治組工程師

專長：淨水處理、水污染防治、廢棄物管理

洪世政先生

現職：台灣自來水公司水質環保處水污染防治組組長

專長：淨水處理、水污染防治、廢棄物管理

張嬉麗小姐

現職：台灣自來水公司水質環保處副處長

專長：水質管理

吳美惠小姐

現職：台灣自來水公司水質環保處處長

專長：水質管理



國際自來水瞭望台

氣候變遷及能源：水資源所面臨的難題

低碳的能源生成技術似乎是氣候變遷現象下必然的趨勢及答案。然而，它的發展對於水的供給卻無法避免的帶來相當程度的衝擊。為此，將在十二月於波蘭舉行的聯合國氣候變遷會議(UNFCCC COP14)將針對降低全球溫室氣體排放的後續措施進行討論。

隨著化石燃料價格的竄升，評論家開始抨擊開發耗水量極高的生化燃料、水力發電、核能、及太陽熱能發電廠等建設。他們強調，這類建設不僅會使水的供應更加惡化，更會使水體嚴重受損。然而，聯合國氣候變遷會議提出的策略及各國的多項政策卻一致導向高耗水量能源生成技術的開發。今年四月間，跨政府氣候變遷調查小組(Intergovernmental Panel on Climate Change)發表了一份氣候變遷及水資源相關的技術性報告，其中概述了去年各國政府商議的第四屆評估報告中所提到的「在適應及減輕現狀的計劃/工程中可能對水資源造成的衝擊。」

近代兩項對於水資源極具影響且飽受各界爭議的能源政策分別為：歐盟的生質燃料指令(European Union Biofuels Directive) - 目標將於 2020 年前將供以交通運輸系統的 10% 用電轉以生化燃料生產；以及於美國通過的生化燃料補助計劃。

在亞洲方面，中國政府於 2007 年六月頒布的一項全面性且橫跨多個領域的全國性氣候變遷行動計畫更將大量拓展生化燃料、水力、及核能發電的使用。

爲了更深入的了解這些政策的相關效

應，此篇文章將探討上述各項能源生成技術及其對於糧食生產、人類飲用、及環境等用水供應的影響。

生化燃料

隨著生化燃料使用的增加，許多用以生產生化燃料的主要作物，如乙醇的來源 - 甘蔗等的需求也跟著急速上昇。在過去四年間，全球的乙醇產量以雙倍的速度成長，並在 2007 年間達到五百億公升。對此，《新科學家週刊》(New Scientist)在 2007 年 12 月發表了一篇報告，指出根據斯德哥爾摩環境研究院(Stockholm Environment Institute)提出的計算，如果在 2050 年前將百分之五十用以發電的煤、石油、天然氣等化石燃料以生化燃料取代，那麼每年將額外使用 4,000 至 12,000 立方公里的水；相較之下，全球河川每年 14,000 立方公里的總流量是否負擔得起則是一大考量。

然而，另一項由國際水資源管理研究所(International Water Management Institute)進行的研究則樂觀的表示，突然暴增的乙醇產量對於水的使用及整個食物系統造成的衝擊就全球層面來說很可能僅止於適度的影響，並不會造成太大的傷害。可是對許多缺水的國家而言，情況就不是如此了。對這些國家來說，缺水的問題在開發生化燃料前就已經相當顯著了，生化燃料的生產將更進一步對其河川及地下水系統造成威脅。這類問題對於近代成長快速的中國及印度將尤其嚴重。隨著人口及經濟的成長，這些國家對於食物的需求也同步急速上昇。而爲了達到該國對生化燃料的目標量，中國必須將其玉蜀黍的產量大幅增加 26%，印度則須增加 16% 的甘

蔗產量；而爲了增加這些作物的產量，在中國，每人每天將必須額外支援 75 公升的灌溉水，印度每人每天則須多出 70 公升，遠超過眼下用以灌溉既有作物的水量。

即使面對接踵而來的反對聲浪，生化燃料的提倡者仍持續提出其他論點回應各界關切的議題。針對生化燃料對於水及其他資源帶來的負面影響，他們表示上述這些對於環境的傷害僅限於以農作物爲原料的第一代燃料生成技術，並已在第二代以植物纖維爲基礎，甚至第三代的微生物提煉技術中獲得大幅度的改善。然而，這些新進技術的執行的能力尚未在實際操作中證實，而低碳且有效的能源生成技術仍有待開發。

水力發電

除了生化燃料外，同樣頗具爭議的還有擴展水力發電的計劃。目前全球的大型水力發電廠除了已經具備 740GW 的發電力外，還擁有可以在符合經濟效益的情況下開發至 1,530GW 的潛力 - 其中 120GW 正在擴建中，445GW 則將在未來有計劃的開發。目前中國、印度、伊朗、土耳其、巴西等國已積極進行水力發電設備的擴充。國際水力發電協會(IHA)在其四月分的公開聲明中指出：「水力發電不僅在全球致力開發的再生能源方面身居要位，對於降低開發中國家貧困問題上也頗具供獻。超過五十個開發中國家將倚賴其水力發電的潛力享有現代能源的服務。」大自然保護協會(The Nature Conservancy, TNC)世界淡水小組的負責人 Brian Richter 表示：「非洲外圍的江河流域向來以富有全球最多的魚種及多項環境價值著名。然而，現在這些自然生態的樂園已經變成眾多水壩的預定地，而水棲生物與現代化的建設無法共存的情形向來就是不爭事實。」

即便如此，部分環保團體仍然支持適度的擴建水力發電設施。世界自然基金會 (World Wildlife Fund, WWF) 水壩建設推廣部的經理 Joerg Hartmann 表示：「水力發電的發展對於達到全球能源需求上的成效仍略顯不足，特別是在大部分的建設都集中於僅開發其潛能一小部分的開發中國家這種情況下。我們估計，在全面控管環境傷害的先決條件下，建立能供應 250GW 的大型水壩或於小規模的區域興建 150GW 的水庫都不成問題。」

評論家也指出，當氣候轉變造成世界主要地區蓄水池流量減少時，以水力做爲替代的方案就沒有必要列入考量了。舉例來說，在紐西蘭，水力發電供給了全國 60%-70% 的用電；所以當乾早在 1992、2001、2003、及今年襲擊時，紐西蘭就面臨了電力供應不足的窘況。在乾旱的侵襲下，紐西蘭今年五月的儲水量更低於歷年平均達 40%。一般來說，乾燥的年度可能使水力發電量降低 20% 之多。當這種情況發生時，當地政府無可避免的必須以提高電價來限制用量。今年五月，紐西蘭政府就爲了供應短缺將電價調漲了 30.6%。更值得關注的是，因乾旱降低水力發電產量對於各國經濟造成的衝擊在巴西及東非等開發中國家相較於紐西蘭將更爲嚴重。

除此之外，問題真正的本質比眼前所見的還更加複雜。許多環境保育專家極力推崇的太陽能及風力發電技術都必須在已儲存足夠能量的情況下才能加以運用。其中一項名爲「抽水蓄能」的技術就必須在一開始使用大量的電力將水自較低處的調節水庫抽往高處的蓄水池加以儲存，之後才能在需要的時候用以發電。大自然保護協會(TNC)的 Brian Richter 表示：「我們對於這項技術抱持著願

意多加了解的態度。然而當抽蓄發電場建立在河道內而非離川建廠時，魚群的通路將面臨雙重的阻礙。反之，調節蓄水池可以用來緩和高峰期不定量的釋水在下游對環境帶來的嚴重傷害。除此之外，將現有的水庫翻新成抽水蓄能電站則提供了為這些舊型建設添加新裝備，減少並限制其對環境環境傷害的機會；舉例來說，更先進的出水口設備就具備了管理熱污染的功能。」同時，國際水力發電協會(IHA)方面也將水力發電定位為「再生能源系統中的骨幹」並加以推廣，強調其儲備能源及在顛峰時期達到發電需求的能力。

清潔發展機制及水力發電

儘管在這個經歷劇烈氣候轉變的時代以水力發電為主要能源生成方法的可行性及持續性受到各界不斷的爭論，聯合國氣候變化綱要公約(UN Framework Convention on Climate Change)中提出的清潔發展機制(Clean Development Mechanism, CDM)仍針對其有效降低碳排放量的能力而認可並資助了多項於開發中國家進行的水力發電企劃案。為了達到補助的標準，當地的水壩建設必須符合兩項條件：第一，確實遵守世界大壩委員會(World Commission on Dams)於 2000 年訂立的方針，將建設對環境及社會的影響降到最低；第二，證明水壩的修建為推動 CDM 計劃的相關建設，而非單一的主要目標，並以 CDM 帶來的盈餘作為此項建設的主要經費來源。

然而，在上述兩項條款的審核標準下，水力發電的主要反對者國際河流組織(International Rivers Network, IRN)仍指出，截至 2008 年 1 月中，755 項水利企劃案總計容積 25,362MW 已經申請 CDM 的補助，合格者中約三分之二位於中國，三分之一遍佈印度及巴西各地。而這些申請者中多數都被

證實在簽署 CDM 認證前即開始興建水壩的工程，也就是說，這些建設並不符合「CDM 計劃相關建設」的標準；除此之外，其他尚有多項對環境及社會造成負面影響的因素未通過既定的審核。「換句話說，」IRN 的顧問 Barbara Haya 表示，「CDM 的補助標準非但沒有之前公告的嚴緊，其資助的工程對於河川及環境整體的影響反而與其最初設立的目標背道而馳。」

而水力發電的後續發展及經營規範的管理困難度也使得昔日的對手－國際水電協會(International Hydropower Association, IHA)，世界自然基金會(WWF)，及大自然保護協會(TNC)於今年成立了「水電可持續性評估規範論壇」(Hydropower Sustainability Assessment Forum)來「共同建立一個由多方背書的持續性評估工具，用以測量及指導水力發電這個區塊的發展及執行成效。」

熱能發電場即是解答？

那麼，生化燃料及水力發電的負面評價是否表示核能及其他熱能發電就是最合適的取代方案？事實證明，即便是最傳統的能源生成方法都會加重因氣候變遷造成的水資源短缺現象，進而為環境帶來負擔。《自然》期刊在其三月份的報告中指出，乾旱問題對於美國 104 座核能發電場中的 24 座在冷卻水的供給上造成了極大的威脅。在美國，電力生產佔全國淡水總使用量的 39%，而逐年上升的冷卻水需求量也與其他用水戶的權益相互抵觸。

同樣地，於 2003 年八月間發生在歐洲的熱浪衝擊迫使法國多座核能反應器因此關閉，造成原子能發電場的產量在五個星期間下降了 15%，水力發電的產量則下降 20%。法國的 58 座核能發電場負擔了全國近八成

電力的供給，其中 37 座採用河流來取得及排放其冷卻系統的用水。然而，愈發嚴重的水資源短缺問題急需其他冷卻技術的發明。無論是有效減少冷卻水用量的新機種或改用鹽水、廢水等的發電方法，甚至轉往風力、太陽能等其他不需冷卻水的型式都是當下迫切需要思考的範圍。

是否還有其他替代的能源？

至於該如何在維護水資源的同時達到全球對能源的需求，WWF 的 Joerg Hartmann 表示：「天下沒有白吃的午餐，這點在能源的領域也不然。WWF 眼下最關注的就是淡水植物群及動物群的減少等因能源生成所產生的嚴重負面影響。WWF 相信，以現今的科技一定可以發展出能逐步降低以至淘汰化石燃料及核能的技術，並且以合理的成本供應全球的需求。除此之外，WWF 也在其「氣候解答 2050 方案」(Climate Solutions 2050) 中提出以天然瓦斯作為過渡時期的替代能源，並大規模的研發再生能源，並確實做好需求量的管理。然而，即便 WWF 已經針對現狀提出了適度增加生化燃料及水力發電的計劃，這對氣候變遷現象的整體解決方案來說也只是非常小的一環。」

任職於德國波茨坦學院氣候衝擊研究所 (Potsdam Institute for Climate Impact Research) 及斯德哥爾摩環境研究院 (Stockholm Environment Institute) 的研究員 Holger Hoff 表示：「社會各界應從單一目標導向的策略改以橫跨不同領域，同時鎖定不同目標的多元化實行方案，綜合眼下如生化燃料、糧食、及各項生態系統等各類問題規劃出一套可行的策略。除此之外，各界也應依不同測量方式及操作型態仔細評估各項措施成本及結果間的效益。」

身為水質及氣候合作計劃的協調人，同時也是國際水質學會氣候變遷因應小組 (IWA Specialist Group on Adaptation to Climate Change) 委員的 Henk Schaik 表示：「能源及水資源間的連繫愈來愈明確。因此，決策者在締訂相關政策時必須將兩者同時列入考量。同時，各級政府也應將這個概念及其後續的影響傳遞給社會大眾，以確保民眾在用水及用電的決擇上都能考慮到相關後果。眼下最重要的是，如何穩定的供給用以基本民生需求的用水。畢竟水及能源並不是兩個相互衝突的議題，所以它們的維護及再造工程也應該是相通且互惠的。以這個概念為基礎，相信將來還會有許多創新的技術來同時鞏固水及能源的生成及管理。」

總結

諸如此類針對氣候變遷、能源、及水資源相關議題的爭論將持續擴大。對此，歐洲及澳洲各地已設置許多深入的研究計劃。另外於今年八月在斯德哥爾摩舉辦的世界水周 (World Water Week) 及明年三月的第五屆世界水論壇 (World Water Forum) 也都將此類議題併入研討內容。

然而，目前的氣候變遷、能源規劃、及水資源管理等策略皆被當成三項沒有交集的議題各自進行，忽略了能源生成、食物生產、及淡水維護間息息相關的連繫，更為彼此的政策帶來了不可避免的衝突。

因此，眼下各國政府應致力整合先前各項單獨設置的法令及條款，並積極鼓勵不同能源生成技術的開發，以確保糧食耕作、人們飲用、及野生生態用水上的無慮。

(摘譯自 Water21-Magazine of the International Water Association Aug, 2008, 譯/范家瑋)

車輛與水污染

交通運輸對環境造成的議題，傳統上聚焦於壅塞、噪音和空氣品質方面，近來則有愈來愈多的關注在水環境議題方面，尤其在關於鉛、銅、鋅、多環芳香烴和油污的排放。油污為都市水路之主要污染物之一，估計英國每年約有 20000 -24000 噸油(主要來源於商業化的工業廠區及交通繁忙的高速公路)污染了受水體，估計都市地區之逕流油污染為 13.22kg/ha/yr(得以跟較熟悉之污染源區作比較；例如僅在英格蘭西約克夏地區，每年即有相當於 17 個公路槽車的油漏失於都市地面水排放系統中)。

在一項對蘇格蘭地區小都市河流調查中，單單油污染即可能使河流成為在定期檢測中呈現不良生物品質之理由，雖然有些其他毒性物質亦可常被測到，對於街道與高速公路的油污，其來源來自街車的重要性之證據不言可喻。至少對英國而言，大量煉油廠精煉物被使用於交通運輸。

分攤水污染負荷於其他上述污染物，而與其他污染來源比較是困難且有爭議的，尤其是在排水區域，有許多其他污染源包括金屬、多環芳香烴化合物，其重要性變化很大。而在美國三藩市灣區，有一項超過 10 年期的計劃，其主要工作則在於嘗試探究車輛煞車皮與銅的問題。

可以用什麼來預防或降低此等產自車輛的污染物呢？有一個三點策略已被提議用來降低污染物進入水體，第一點係在排放水系統中擷取和吸附污染物，最理想可能的話是讓它分解(例如油)，此在結構上為最佳管理運

作(BMP；best management practice)或是可永續承受之都市排水系統(SUDS；sustainable urban drainage systems)，可應用於新近發展和既有重點位址，而以緩慢方式引入於既有位址中。第二點包括降低交通流量，降低與爆炸、磨耗、扯損相關車輛物件例如輪胎、煞車等之污染。這表示加入了包含陸上的和水體環境的污染到原有噪音、健康、空氣品質以及壅塞及交通流量議題。第三點在於引進潔淨技術，降低污染源上之污染物，而此需要工業界之參與。

在 1990 年中期，加州南舊金山灣區被確認為 Section 303d 清單水體之一，而在美國淨水法案(Clean Water Act)下，因包括銅在內的數種毒性物質以至於該水體無法符合水質標準，在其時該放流區域之其一主要污染源暫被認定係因車輛煞車皮磨耗而引起。在較南舊金山灣區，溶解銅濃度常接近或超過加州毒性物質規定(California Toxics Rule)中所規定溶解銅上限 3.1ug/L 之規定。在舊金山由一個非營利組織 Sustainable Conservation 的促成協助下，煞車皮夥伴關係協會提出了夥伴協會解決方案，成員包括環保法規制定者(聯邦 EPA 和地區水局)，受規範的市政單位以及剎車皮產業代表。

超過 100 萬美金的研究(含人事費用)已被用於調查，最後的模式報告建議來自剎車皮磨損耗的銅佔舊金山灣區平均年銅總負荷量之 10-35% (中值 23%)。儘管結果遠低於原始所估計，卻已足以使剎車皮物件生產業者展開共同的努力去回顧探討及嘗試尋找替代性物質以降低對環境的影響。

舊金山剎車皮夥伴關係協會說明了尋找

替代性物質以降低污染技術之挑戰。剎車皮成份與製造生產在物件製造商間是極為細微敏感之議題。如果能有一真正永續解決方案被找到，則剎車皮必需符合安全需求，符合汽車生產廠商之規範（其乃是剎車皮廠商之最終客戶），也要能夠維持市場的銳勢及商業上的持續活存能力。

至於如何產製滿意的剎車皮是該產業專家而非環境專家的事務，不過經由兩組人馬同心協力，瞭解對方的需求後，希望可以找出一個雙方都滿意的結果。

Tim Merkel 是一個在剎車皮業界有將近 30 年經驗之獨立顧問，從開始及參與剎車皮伙伴關係協會，他強調了本項工作的正面情勢，其在永續發展保護成員的協助下，一個互信的情境已被發展出來，允許各方表示強勢看法，產生良好水平之互相瞭解，此等見解被剎車皮伙伴關係協會其他業界代表 Morse Automotive 之 Mark Phipps 及 Akebono Brake Corporation 之 Bob Peters 所認同。剎車皮業界代表和環保界代表已在互信下開始一起作業。另外由剎車皮業界提起的商業議題需求是要確保他們的產品符合歐洲標準。歐洲產品可預期的能被美國市場所接受，但如果歐洲比廣泛美國汽車業在環境改善走得更快的話，那美國產品不見得可以順利賣往歐洲。而目前全球性對銅的需求增加也推促剎車皮業界嘗試尋代降低銅使用量之解決方案。

剎車皮伙伴關係協會新近正在領導發展一項立法提案，促請加州政府建立行駛於州內地區車輛剎車皮最高銅含量限之規範，本法案形樣在業界的領軍之下，將會產生兼顧創新維持，環境保護和業界存活的結果。

不過當加州立法規範銅含量，勢必會對業界產生一遊戲平台之際，業界關心的是其在全球業界的更廣泛競爭議題。是以剎車皮伙伴關係協會支持全球化的通力合作努力，譬如透過 IWA Diffuse Pollution Specialist Group' s Initiative On Automobiles 的檢視。

在 Washington DC 的聯邦環保署，Jim Prendergast 保有剎車皮伙伴關係協會一開始迄今之觀察摘要，包括對標準提供技術建議，並鼓勵在科學基礎下做決定。Jim 注意到剎車皮伙伴關係協會也允許可能替代配方之模式，允許業界接續性的進行測試，允許指出是否有一滿意替代方案，可以在安全界限內真正進行可測得之改進以符合環保標準之規定。

EPA 亦對車輛所例示廣泛議題之污染擴散感到興趣。EPA 可以禁止那些會對人體健康和環境產生主要風險之化學品（例如石棉和鉛），但是對於在廣大範圍的產物中（不單僅是車輛）之許多其他污染物，污染程度影響不一，而當產品被使用時，並沒有一個簡單的法規選項可以去禁止它們。

結果是 EPA 要對剎車皮伙伴關係協會與相關業界所從事探研較潔淨技術可能性之研究強有力背書，只要交通為人所關心，銅即是一個議題，而為人所注意。而至少在加州立法之前，對於銅在剎車皮物件內可接受含量之上限，剎車皮伙伴關係協會必需持續工作及取得共識。

(摘譯自 Water 21—maganize of the International Water Association, February 2008, p64-66, 譯／江弘斌)

豬的排泄物問題：尋找一個永續發展的解決方案

豬的排泄物是一氣味濃烈的排泄物，它含有高濃度的有機物和氮含量。它的濃度會隨著豬的體重、飼料的種類、餵食的方式和氣候而有所改變。在溫度較高的時候，豬隻常因為喝入較多的水而使豬隻產生的排泄物的濃度變淡了。豬隻大約需要 4 公斤的食物及 6 公升的水來使活豬體重增加 1 公斤的肉。

圖一顯示豬排泄物的整個處理系統，同時也以平均重量 50kg 的豬隻為基礎估算每隻豬每天產生的基本的污染物或營養物排出速率。以每隻豬每天 5 公升最小的排泄物

流出值計算，其釋出的污染物濃度將是每公升 100 公克的化學需氧量 (COD)、6 公克的氮和 2 公克的磷。如果將固體分離，其濃度能降低至每公升 10 到 20 公克的化學需氧量 (COD)、2 到 4 公克的氮和 300 毫克的磷。

現今豬排泄物的處理問題

畜牧業現在使用排泄物儲存及曾經普遍被實際應用的方式如圖一所示，因為肥料不是隨時被需求，因此糞肥在被應用到土地之前必須被穩定化以及被儲存。用桶槽或池子儲存液體排泄物總是會產生臭味，有時會因桶槽破裂漏出或暴流溢出。不同於液體施用於土壤，它被加入大量的試劑變成堆肥的固體才能使用。

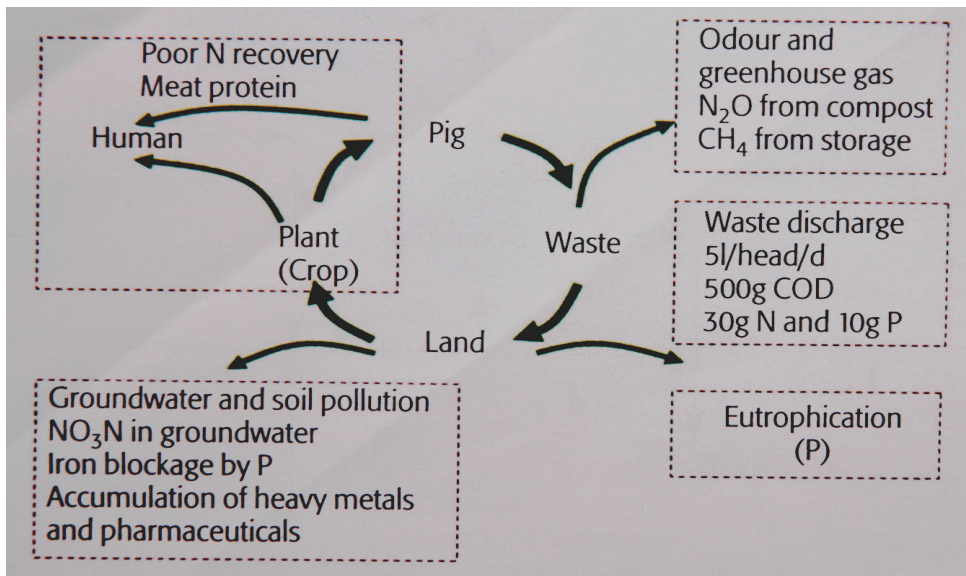


圖 1 豬排泄物的整個處理系統及其相關問題

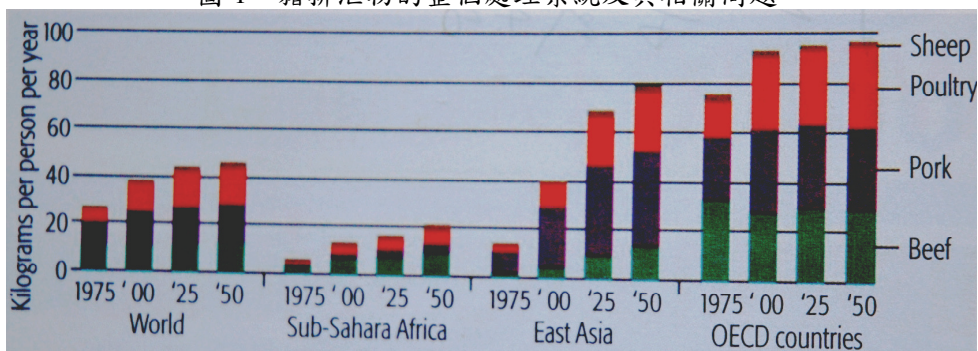


圖 2 東亞地區對肉類的需求到 2050 年其生產量將加倍 (IWMI, 2007)

排泄物應用的土地限制

這項實務現存的問題是很困難在排泄物來源附近找到適合土地。因為肉類需求持續增加使養豬場的數量和規模持續增加，導致豬排泄物的量增加相當可觀。在 1991 年 1 月全球肉類生產總量是 229 百萬噸，而且 IWMI（國際水資源管理研究所）在 2007 年估算到 2050 年其生產量將加倍變成 465 百萬噸。

另外，人類蓄養的動物種類已有改變，單胃動物種類（豬和家禽，它們大多以工業化方式生產）的生產量快速增加，同時間反芻動物（牛、綿羊、山羊，它們通常被飼養於戶外）的生產量卻變緩了。肉類需求和各國的經濟狀況十分相關，在過去 30 年期間，中國人對肉類需求變成四倍多，如圖二所示，這些需求的增加反映在整個東亞地區，豬肉需求在東亞地區也高於其它地區。

全球暖化趨勢(GWP)

即使有充足的土地可供利用，臭味問題和溫室氣體釋放對鄰居及氣候變化也是重要的。動物排泄物產生的二氧化碳量約佔全球總量的 18 %（分別是每年 535 百萬噸甲烷和每年 17.7 百萬噸 N₂O），這比運輸行業的貢獻量還多。甲烷的釋放量(23 倍 CO₂ GWP) 主要來自儲存階段，而 N₂O 的釋放量(296 倍 CO₂ GWP) 則是來自堆肥階段(FAQ, 2006)。

營養過飽合

豬排泄物曾被用來當作氮肥的一個主要來源。氮可以藉由氣提作用和鳥糞石沉澱來回收。但是，土壤使用太多的豬排泄物被發現會造成地下水被硝酸鹽氮污染。因此被建議修正氮和磷的正確使用量為每公頃 100 公斤 N 和 20 公斤 P₂O₅（Ondersteijn 等 2005 年）。來自豬排泄物之過多的氮必須被製成其它地方所需的氮肥或被處理成可被棄置的物

質。

重金屬和微量元素

鳥糞石可以由含有各種藥物的豬排泄物中萃取氮和磷，這些鳥糞石回收可以說是一門乾淨的技術(Larsen 和 Lienert, 2007)。然而，它的沉澱物中可能含有鋅和銅，而且被發現的濃度比豬排泄物中的濃度還要高。藥物通常不會抑制硝化作用，雖然如此，但是我們並不完全了解這些物質 (Kim, 2005)。重金屬和使用的藥物大部份是積累在污泥之中。

現今的處理實務

美國已經採用一個系統來儲存整個的豬排泄物，它不用施設一系列為了穩定化及固液分離的氧化渠 (lagoons)，它的流出物可使用於土壤。一些氧化渠技術的改良曾經被建議，包括比如為了阻止臭味的考量在氧化渠上加蓋和在表面噴洒已硝化過的流出物，以及為了水再利用的除氮程序(Bull 2005)。

將 MBBP(manure based biogas production，糞肥產生的沼氣)應用在電力生產上及將流出液應用於土壤是在歐洲共同體普遍的實例 (Banks 等 2007)。包括韓國、日本和中國等人口密度較高的東方國家，允許被處理過的流出物排放到水體。在韓國被允許的集中處理廠的排放濃度為化學需氧量 200mg/L 或生物需氧量 30 mg/L、懸浮固體量 30 mg/L、氮含量 60 mg/L、和磷含量 8 mg/L（Korean MOE 2005）。

實務上發現，來自脫水設備的排出水用來洗滌被發現會明顯地增加生物營養源去除 (BNR) 單元的入流速率。另一發現是當有機物負載增加時，生物反應槽的溫度會增加至攝氏 40 度以上。由 BNR 流出的 NH₄N 濃度通常在 20mg/L 左右，然而城市污水處理廠

卻可以處理至 1mg/L 以下。

假如滯留時間短，硝化是主要反應，這時候增加鹼度通常是不需要的。氮的去除效率通常取決於流入物的化學需氧量和氮的比率，這是因為脫硝反應取決於可用且受限的碳量（圖 3）。如鳥糞石和磷灰石等沉澱物在硝化過程可被溶解，但是廢污泥中仍然含有比 8.5% 更高含量的磷(Choi,2007)。

在韓國的實例上還可以發現一些特點，其中之一是有一台同時產生甲烷和進行脫硝反應的混合式厭氧反應器。另外還有一個是包括臭氧化後被溶解的漂浮物和生物好氧的過濾器(BAF)的生物營養源去除程序(BNR)。生物好氧的過濾器是用來去除藉由臭氧化將非生物可分解轉換成生物可分解的化學需氧量，以及來自先前 BNR 階段殘留的 NH_4N 和 NO_xN (Eum YJ, 2007; Kim MD, 2007)。

養豬的永續發展

畜牧業仍有其優點，但是現今要找到需要的土地變得更加困難。有效率的牧場經營需佔地少而且可以減少從動物排泄物應用所釋放的溫室氣體量，這也是未來牧場發展的

目標。

豬的一生可說是淒慘的，因為他們從出生到死亡都居住在窄小的豬舍中。在工業化牧場中，更特別的是，提供比家庭牧場更小，而且具有開槽的地板的豬舍來養豬。當豬隻蓄養在在開放庭院中，牠們通常會挖遍整個庭院，解決這個問題的辦法也許是可以將豬養在深的天然肥料堆中。他們能在天然肥料堆挖來挖去，藉由翻轉混合物促進天然肥料反應。他們能在天然肥料堆中挖掘或許比被關在豬舍內愉快。但這些仍然只是人類的看法。

大家都知道，養豬要比養牛需要的飼料少，或許可以確定的是，養豬產業比養牛產業對人類更重要。最後，或許我們需要改變我們的生活方式、適應素食食物或進行地中海式飲食（低飽和脂肪和高纖維）消耗較少肉來解決動物排泄物問題。

(摘譯自 Water 21 – magazine of the International Water Association, February 2008, p19-21, 譯／李貞慧)

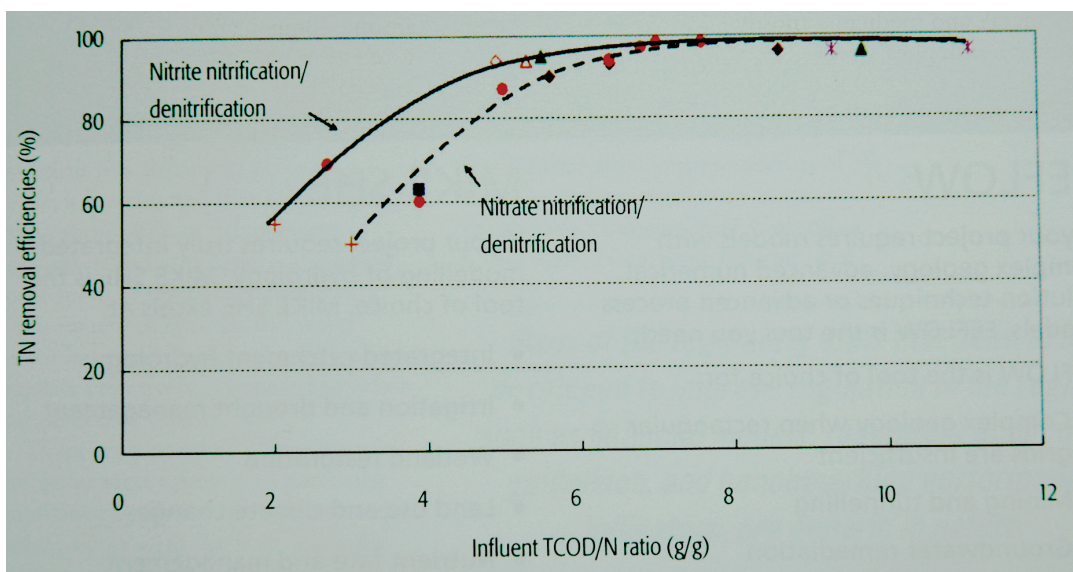


圖 3 氮的去除效率通常取決於流入物的化學需氧量和氮的比率。資料來自 Choi (2007)

飲用水處理程序進展：去除天然有機物質、殺蟲劑和內分泌干擾物

天然有機物質、內分泌干擾物(disruptor)和合成製藥活化性化合物(pharmaceutically active compounds)於飲用水供給上備受關注。Kader Gaid、Philippe Sauvignet、Manuel Chesneau 和 Raphael Bro Capron 等人檢視 Veolia 公司新形式之 Actiflo Turbo 淨水程序：應用粉末活性碳以加強前述化合物之去除。

天然有機物質(NOM)被定義為存在自然水體中相當複雜之有機基質，這些物質對淨水處理有許多面向之重大影響，涵括單元程序如氧化、膠凝、吸附、及消毒劑的應用和生物穩定性等，其衍生的結果；造成對飲用水水中消毒副產物(DBPs)、配水系統生物再生長、色度、味、嗅等(Owen et al, 1995)的影響。

有機物質有不同來源，這些有機物質來自生長在水體中的生物體稱之內在(autochthonous)天然有機物質，主要來源為水中細菌、藻類和維管植物等生物體之分泌物、排泄物和生物體的腐敗所致。而外來(allochthonous)有機物質是經由集水區進入水體中，如陸生植物被分解物和暴雨後土壤中之濾出物，有些外來天然有機物質更與內分泌干擾化合物(EDCs)有關。

然而至今，仍無法一一鑑別水體中所有的有機分子，其困難度主要來自這些被發現的化合物均具有很複雜之有機基質且其濃度極微量；因此而採以替代參數如總機碳(TOC)或溶解性有機碳(DOC)等，作為總有機物質之濃度指標。

Karickhoff 檢視疏水性化合物的吸附作

用時，證實針對某一固定顆粒大小的有機物其分配係數與有機物含量相關，如內分泌干擾化合物(EDCs)的溶解度和有機物的含量間被發現有很好之線性相關性。溶解性有機物質(DOM)對疏水性化合物的宿命扮演重要角色，當溶解性有機物質從水中被去除時，發現 n-alkanes(烷烴類)含量減少 50~99%。

溶解性有機物質(DOM)能顯著的增加污染物於水中的溶解度，因為有機物較不容易溶解分配到固相中，亦即不易利用固相方式去除，所以在水相中較穩定。有一種處理程序能提供加強有機物質去除，特別是溶解性有機物質(DOM)的去除，這也將是去除水中 EDC 的最好機制。

粉末活性碳(PAC)因為有大家熟知的凡得瓦爾力而被運用於有機物質、殺蟲劑、味、嗅物質的去除。天然有機物質(NOM)也可運用 PAC 吸附之能力而達到去除效果。因此，Veolia Water 公司已經開發出結合 PAC 的 Actiflo Turbo 去除程序：亦即以 Actiflo Turbo 沉澱程序和 PAC 反應器結合，提供更好去除天然有機物質(NOM)之能力。

Actiflo Turbo

Actiflo Turbo 是一個物理-化學程序：即在傾斜板沉澱池中利用穩定膠羽及穩定沉澱兩者效益之結合，膠羽靠高密度的砂粒而更穩定且快速沉澱，這樣的程序是非常有效率且緊密而節省空間。Actiflo 是很適合飲用水之沉澱，尤其是表面水。

Actiflo Turbo 附加 PAC 結合程序是穩定沉澱和 PAC 吸附能力效益之結合。經由初步沉澱後之水進入一個維持高濃度 PAC(至少 2-3g/L)之特殊反應器中，這反應器可依所需之處理程度提供 3-10 分鐘接觸時間。

然後流入膠凝池，加入少量膠凝劑 (0.5-2mg/L，如金屬鐵或鋁鹽)，後續的處理流程是在傾斜板沉澱池中與微砂形成穩定膠凝和沉澱作用，這就是所謂的 Actiflo Turbo Process。這些微砂靠水力旋轉之重力回收，PAC 再循環到處理前端之 PAC 反應器。使用過後之 PAC 需從處理系統排出，並依 PAC 種類、所需處理 TOC 濃度及處理效能等更新 PAC(速率 5-30mg/L)，圖 1、2 為 Actiflo Turbo 附加 PAC 處理程序及設施。

Actiflo Turbo 附加 PAC 結合的處理程序效益如下：

- 一個特殊接觸槽，被處理水直接進入後與高濃度之 PAC 接觸，使天然有機物質(NOM) 去除之最適化成為可能。
- 加強攪動動能，特別是膠羽穩定成熟池，促使膠羽的增大和成熟。
- 以微砂穩定膠羽之影響，由此沉澱區會是相當緊密而對環境的影響是相對的降低，這樣的程序成本較低，且較容易改進更新。
- PAC 再循環強化了有機物質及殺蟲劑吸附作用動力。

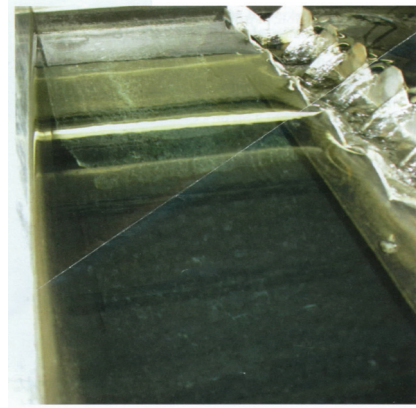


圖 2 Actiflo Turbo 附加 PAC 模廠設施

Actiflo Turbo 附加 PAC 在水處理之順序

這程序是爲了去除天然有機物質 (NOM)，確保消毒副產物和殺蟲劑符合規定。Actiflo Turbo 附加 PAC 程序通常是設置於沉澱程序階段之後如傳統沉澱、浮除 (DAF)、Actiflo 等之後端，或直接運用於表面水或地下水之處理。這技術因 PAC 吸附 NOM 之能力而促進 TOC 的去除。

一個初步沉澱階段，尤其是 Actiflo 系統之後端再結合 Actiflo Turbo 附加 PAC 程序有很多的效益：

- 即使是大量其衍生之衝擊影響是非常的小。

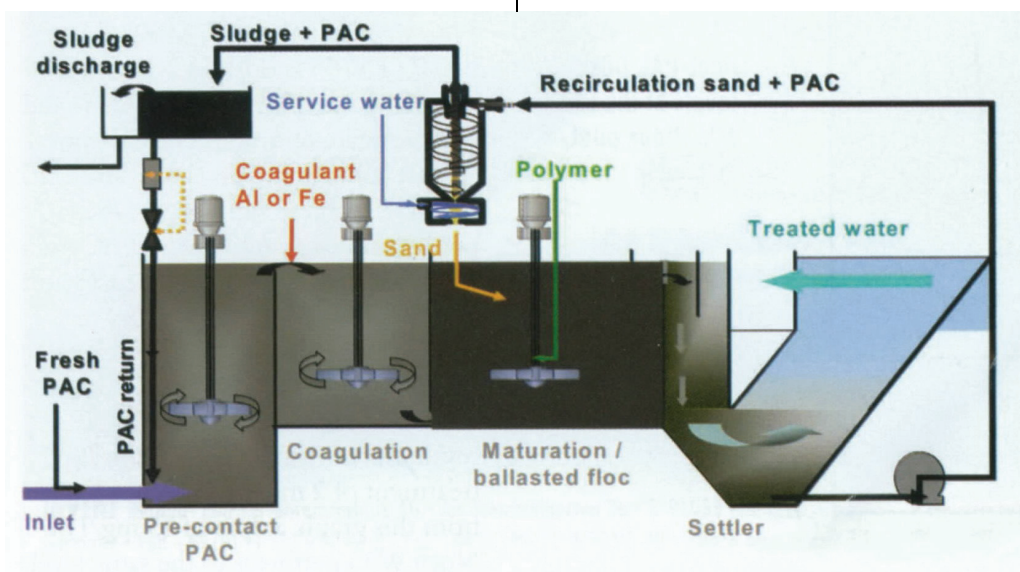


圖 1 Actiflo Turbo 附加 PAC 處理程序

- 程序效能可靠，特別是固體物的去除。
- 能有效去除藻類。

Actiflo Turbo 附加 PAC 階段是著重於殘餘溶解性有機物質之去除，由於水中所含的固體物於第一階段之 Actiflo 程序已去除，故 PAC 吸附能力不會因固體物之存在而降低。在運轉維持期間這樣的雙重沉澱觀念提供濁度與有機物質去除更進一步之安全防禦。

標準廠試驗(Prototype plant trials)

Veolia 水公司建造 50m³/hr—100m³/hr 設計水量的 Actiflo Turbo 附加 PAC 標準廠，做為評估多種水質狀態之處理效能，並測試於既設處理廠沉澱程序之後，如英國 Iver 水處理廠處理的硬質低地河川水源及法國西部 Loire Atlantique Gatineaux 處理廠處理的水庫水，測試不同之 PAC、不同劑量及更換速率。Iver 水處理廠結果

英國 Iver 場的主要目標是研究將原水高達 4mg/L 以上 DOC 降至 2mg/L 以下的能力，研究進行 DOC 去除率及 UV254 分析。這研究顯示於第一階段之沉澱程序後之 Actiflo Turbo 附加 PAC 程序對 DOC 有顯著的去除率，這顯著的效果可在接觸時間 20 分鐘內及沉澱區溢流率 40m/hr 時即可全面達到。

表 1 Iver 場運用 Actiflo Turbo 附加 PAC 之測試結果

	Turbidity (NTU)		PAC concentration in the pre-contact tank (g/l)	Absorbance 254 nm (cm ⁻¹)		TOC (mg C/l)		
	Inlet	Outlet		Inlet	Outlet	Inlet TWV	Outlet TWV	Removal
Average	1,1	0,87	5	0,08	0,05	3,1	2,2	31%
Min	0,6	0,32	1	0,07	0,02	2,8	1,0	
Max	1,6	2,83	10	0,10	0,07	3,4	3,4	
95 %ile	1,4	2,21	9	0,10	0,07	3,4	3,2	
Average	1,1	0,27	7	0,08	0,03	3,5	1,4	59%
Min	0,9	0,21	3	0,07	0,02	3,1	1,1	
Max	1,4	0,32	15	0,08	0,03	3,7	1,8	
95 %ile	1,4	0,32	13	0,08	0,03	3,7	1,8	
Average	1,4	0,33	9	0,08	0,02	3,6	1,7	54%
Min	1,1	0,28	3	0,07	0,02	3,4	1,4	
Max	1,9	0,43	15	0,08	0,03	3,8	1,9	
95 %ile	1,9	0,42	15	0,08	0,03	3,8	1,9	

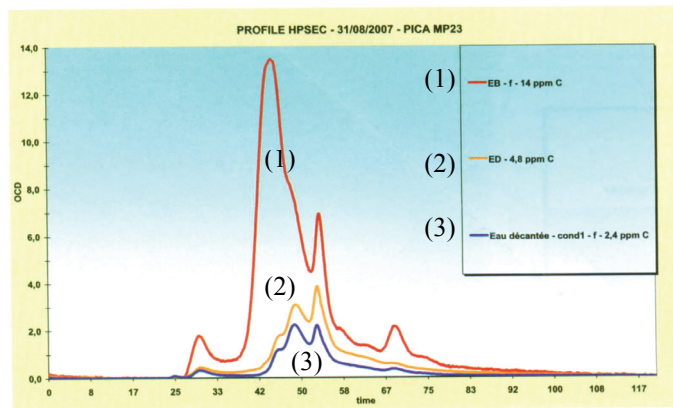


圖 3 法國 Loire Atlantique 處理廠進流水(1)、前段 PAC(2)、後段 PAC(3) DOC 去除程度

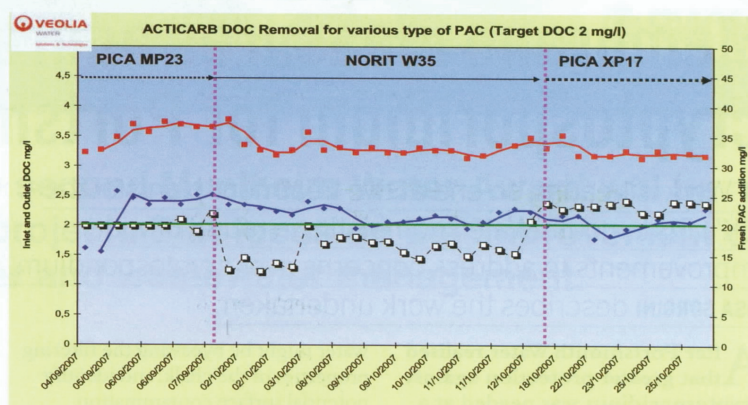


圖 4 法國 Loire Atlantique 處理廠 PAC 試驗成果

Loire Atlantique 處理廠結果

主要目標是將水庫水中高濃度之 NOMs(DOC 高達 17mg/L 以上) 去除降至 2mg/L 以下, Actiflo Turbo 附加 PAC 標準廠是被設置於既設 Actiflo 系統的第一階段沉澱程序之後。第一階段 Actiflo 系統對濁度、DOC 已有顯著的去 除(通常進流原水 DOC13-15mg/L, 出流水 DOC 約降至 4mg/L), 去除率約為 70% (見圖 3)。而後續之 Actiflo Turbo 附加 PAC 程序對剩餘 DOC 仍有 50% 去除效率。

於本試驗期間, 以三種 PAC 即 PICA MP23、NORIT W35、PICA XP17, 以不同劑量 PAC 進行測試, 來評估 DOC 去除最佳化與 PAC 操作成本。圖 4 顯示每一種 PAC 及添加劑量 15-25 mg/L 之結果, 顯示圖上在 Actiflo Turbo 附加 PAC 程序去除 DOC 達 2mg/L 之不同 PAC 添加劑量, 由圖可得 NORIT W35 需 15 mg/L, PICA MP23 需 20 mg/L, PICA XP17 需 25 mg/L。不過, 由於每一種 PAC 產品單價是不相同, PAC 選用將決定成本。

另外, 同一種 PAC 不同添加率將有不同有機去除成效: 這可由以 NORIT W35 進行測試證實, 當 PAC 添加量於數天內由 15 mg/L 增至 20 mg/L 時並讓系統穩定後, 明顯顯示有高濃度之 NOM 能由 Actiflo Turbo 附加 PAC 處理程序去除。

可見於第一階段沉澱程序後之 Actiflo Turbo 附加 PAC 程序對 DOC 有顯著的去 除, 其成效在接觸時間小於 20 分鐘內; 沉澱區溢流率 40m/hr 時可全面達到。

更進一步測試評估活性碳去除內分泌干擾物(壬基苯酚 nonylphenol)及合成製藥活性化化合物(pharmaceutically active compounds, 如 naproxen 拿百疼、抗癲癇藥物

carbamazepine)。Actiflo Turbo 附加 PAC 程序的優點是在 PAC 反應器中使用高濃度之 PAC 3-5g/L 時, 對這些物質提供相當大的去除潛能。此程序可作為一個傳統廢水處理後之三級處理或直接運用於遭受有機或內分泌干擾物污染表面水之處理。

結論

Veolia 水公司發展一個新的 DOC 及微污染物去除程序: Actiflo Turbo 附加 PAC, 結合了 PAC 吸附作用和穩定膠羽、沉澱的優點。這樣的結合是非常效率且結實的, 通常設置於已存在沉澱程序之後端。

Actiflo Turbo 附加 PAC 程序顯示於第一階段沉澱程序後對 DOC 仍有超過 50% 去除效率, 並能將 DOC 維持於 2 mg/L 以下。視不同種類之 PAC, 其更換劑量由 15 mg/L 至 25 mg/L 均可將 DOC 去除, 伴隨著有機物質之去除, 內分泌干擾物之去除率亦相當的高。(摘譯自 Water 21—magazine of the International Water Association, February 2008, p37-p39, 譯/鐘錦珍, 校譯/張嬉麗、洪世政)

中華民國自來水協會第十六屆理、監事會第八次聯席會議紀錄

時 間：民國 97 年 9 月 2 日（星期二）下午 2 時 30 分

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、胡南澤、李公哲、賴文正、王桑貴、孫新惠、
吳振欽、楊水源、高文浩、陳曼莉、王文賢、王池田、鄧志清、宋金順、
蘇金龍、吳美惠、陳宏濤、吳陽龍、駱尙廉、吳美惠

出席監事：李錦地、王炳鑫、齊景新、翁自保、蔡茂麟、謝堽煌、

列席人員：許培中、劉家堯、蔡秋蘭、王魯人、蔡麗女巽、李美娥、管惠嬋

請假理事：陳福田、謝啓男、林 岳、陳錦祥、楊清和、張明欽、黃志彬、葉宜顯、
林連茂

請假監事：施澍育、呂鴻光

記 錄：王魯人

一、主席致詞：(略)

二、報告事項：

(一)秘長書綜合報告：詳如議程書面資料（略）

結論：同意備查

(二)各種委員會報告：

1.諮議委員會報告：詳如議程書面資料（略）

結論：同意備查

2.國際事務委員會報告：詳如議程書面資料（略）

結論：(1)同意備查

(2)大會展覽事宜：國內、外參展廠商之招商，負責之區塊與展盟公司 2009

水科技展攤位規劃之分際，及其他有關展覽事宜，請事先協商釐妥。

3.財務委員會報告：詳如議程書面資料（略）

結論：同意備查

4.會務委員會報告：詳如議程書面資料（略）

結論：同意備查

(三)會務各組工作報告：詳如議程書面資料（略）

結論：同意備查

三、討論事項：

第 1 案 類 別：會務

提案人：第 41 屆自來水節慶祝大會暨第 16 屆第 3 次會員代表大會籌委會主任
委員 郭瑞華

案 由：遴聘大會籌備會幹部暨各組工作人員名單與各組人力配置暨經費預算，提請討論。

決 議：通過。

第 2 案 類 別：會務

提案人：第 41 屆自來水節慶祝大會暨第 16 屆第 3 次會員代表大會籌委會主任
委員 郭瑞華

案 由：擬訂慶祝大會活動日程表暨典禮程序，提請討論。

決 議：通過。

第 3 案 類 別：會務

提案人：第 41 屆自來水節慶祝大會暨第 16 屆第 3 次會員代表大會籌委會主任
委員 郭瑞華

案 由：依往例舉行市政建設技術觀摩活動，參訪地點提請討論。

決 議：通過。

第 4 案 類 別：會務

提案人：第 41 屆自來水節慶祝大會暨第 16 屆第 3 次會員代表大會籌委會主任
委員 郭瑞華

案 由：學術研討會論文發表舉辦時間、地點，提請討論。

決 議：通過。

第 5 案 類 別：會務

提案人：第 41 屆自來水節慶祝大會暨第 16 屆第 3 次會員代表大會籌委會主任
委員 郭瑞華

案 由：自來水節慶祝大會國內外來賓邀請，國內貴賓部份敬請討論，國外貴賓擬請自來水協會理監事會建議。

決 議：1.國內邀請貴賓部份修正通過。

增列：經濟部次長 施顏祥。

臺灣自來水公司產業總工會理事長 簡焜勳。

連江縣自來水廠廠長 林貽德。

2.國外賓邀請貴賓待參加維也納會議後再行決定。

第 6 案 類 別：會務

提案人：第 41 屆自來水節慶祝大會暨第 16 屆第 3 次會員代表大會籌委會主任

委員 郭瑞華

案 由：有關專題演講建議人選，提請討論。

決 議：通過邀請國立臺灣師範大學黃教授蒞臨演講環境保育經營理念。

第 7 案 類 別：會務

提案人：第 41 屆自來水節慶祝大會暨第 16 屆第 3 次會員代表大會籌委會主任
委員 郭瑞華

案 由：為使本屆自來水節慶祝大會暨會員代表大會與自來水研究發表會，有
共同主題標誌以彰顯其精神，研擬主題文宣（logo），提請討論。

決 議：以議程第 67 頁之 logo 並設計加入協會之 logo。

第 8 案 類 別：會務

提案人：第 41 屆自來水節慶祝大會暨第 16 屆第 3 次會員代表大會籌委會主任
委員 郭瑞華

案 由：籌委會工作計畫及計畫控管表，提請討論

決 議：通過。

第 9 案 類 別：會務

提案人：第 41 屆自來水節慶祝大會暨第 16 屆第 3 次會員代表大會籌委會主任
委員 郭瑞華

案 由：配合本次慶祝大會，建邀自來水業界廠商，於大會召開期間，同時展
覽自來水相關設施及節約用水宣導攤位，藉以宣導節水政策，並增長
會員見聞，提請討論。

決 議：通過，邀請自來水業界廠商共襄盛會。

第 10 案 類 別：會務

提案人：第 41 屆自來水節慶祝大會暨第 16 屆第 3 次會員代表大會籌委會主
任委員 郭瑞華

案 由：因本次慶祝大會及相關活動經費不足，擬請相關業界贊助廣告，挹
注拮据財務，提請討論。

決 議：通過。

第 11 案 類 別：會務

提案人：第 41 屆自來水節慶祝大會暨第 16 屆第 3 次會員代表大會籌委會主
任委員 郭瑞華

案 由：本年度會員、貴賓及參加大會等各類紀念品，提請討論。

決 議：採用環保馬克杯。

第 12 案 類 別：會務

提案人：諮議委員會召集人 廖宗盛

案 由：本會本(97)年度各項表彰案，經本委員會審議結果，詳如說明，提請審審定，俾於本(97)年度自來水節大會典禮中頒獎表揚。

決 議：通過。

第 13 案 類 別：財務

提案人：財務委員會主任委員 黃慶四

案 由：為本會九十八年度事業計畫（工作綱要）草案及九十八年度歲入歲出預算草案各一份，提請審議。

決 議：1.通過。

2.若器材檢驗業務服務移轉，年度預算再予修正。

第 14 案 類 別：會務

提案人：會務委員會主任委員 許培中

案 由：為申請加入為本會團體會員、個人會員入會申請案，提請同意追認備查

決 議：通過，同意追認備查。

第 15 案 類 別：會務

提案人：祕書長 許培中

案 由：本會自來水器材檢驗業務服務擬移轉由財團法人中華自來水服務社辦理，提請討論公決。

決 議：1.本案原則通過，服務組器材檢驗設備擬以租賃方式提供服務社使用，服務組人員年資結清。

2.請胡常務理事南澤、陳理事曼莉、王理事池田與許祕書長代表本會與財團法人中華自來水服務社就雙方有關之權利、義務合約之訂定，請儘速研議。

第 16 案 類 別：人事

提案人：理事長 廖宗盛

案 由：本會專員兼代組長劉玉李退休案，自本(97)年 10 月 1 日起生效。擬發給一次退休金新台幣 2,743,650 元正，請討論。

決 議：通過。

四、臨時動議：無

五、散會：下午 4 時 45 分。