

ISSN 1025-7683

中華民國自來水協會會刊



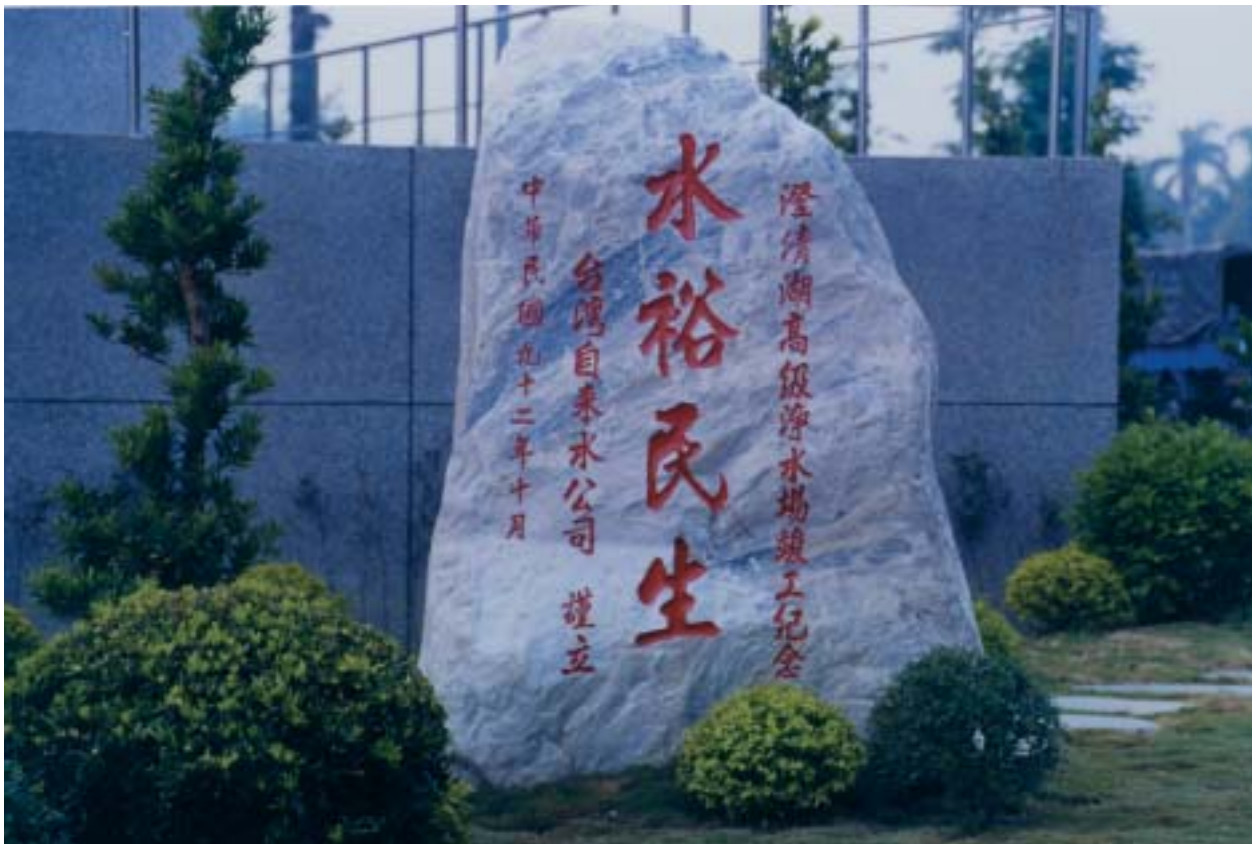
白

來

水

第22卷 第4期 (88)

中華民國九十二年十一月



**WATER SUPPLY QUARTERLY**

Volume 22 NO.4 November 2003

Water Works Association of the Republic of China (Taiwan)



9 771025 768008

# 自來水會刊第二十二卷第四期⑧出版目錄

## 專門論著：

澄清湖高級淨水處理模型廠試驗個案報告……………葉宣顯等五人 …… 3

## 每期專題：

大高雄地區自來水後續改善工程紀要……………陳志奕、陳榮藏 …… 19

大高雄地區自來水後續改善工程簡介……………李丁來…………… 23

大高雄地區增設高級淨水設備工程監造概述 ……………陳志鴻 …………… 39

澄清湖淨水場增設高級淨水處理設備操作訓練計畫……………陳建志 …………… 51

拷潭及翁公園淨水場增設高級淨水處理設備操作訓練計畫……………楊國洲 …………… 58

高級淨水處理設備之水質檢驗人力暨設備提升計畫……………陳佩足 …………… 66

高雄區配水中心監控系統工程簡介 ……………謝玉盛 …………… 72

大高雄地區自來水管線清洗工程 ……………蔡哲亮 …………… 77

大高雄地區清配水池清洗工程 ……………洪利民…………… 80

大高雄地區用戶內線設備普查……………吳文榮…………… 84

高雄迎新水——美夢成真 ……………施國琛…………… 91

## 一般論述：

學校飲用水管理之問題與對策……………黃炳輝等四人 …… 101

## 感性園地：

環工人物誌一

環工無國界老師——歐肯先生 (Daniel A Okum)……………姚關穆…………… 110

## 自來水會刊雜誌稿約

- 一、本刊為中華民國自來水協會所發行，係國內唯一之專門性自來水季刊，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、協會與你、會員動態、研究快訊、學術活動、出版快訊、感性園地等文稿。
- 三、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。
- 四、本刊原則上不刊載譯文或已發表之論文。
- 五、「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1~2人審查。「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。「協會與你」則報導本會會務。
- 六、惠稿請用稿紙繕正，如有圖表，請以黑墨繪製以便製版，其大小應顧及刊發後版面之清晰程度，所有圖表及照片以原件為佳，皆應附簡短說明，並依在文中出現之次序分別編號。
- 七、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。
- 八、惠稿請註明真實姓名、通訊地址（含電話及電子郵件地址）、服務單位及撰稿人之學經歷簡介與1吋照片一張，以利刊登，來稿文責由作者自負，來稿請寄至：[tunlai@mail.water.gov.tw](mailto:tunlai@mail.water.gov.tw)。
- 九、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1200元/千字，「業務報導」為800元/千字，其餘為500元/千字，文稿中之「圖」、「表」如原稿為新製者500元/版面、如原稿為影印複製者，不予計費。
- 十、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。
- 十一、本會刊內容自88年5月⑩期起已公布於台灣省自來水公司全球資訊網站（[www.water.gov.tw](http://www.water.gov.tw)）歡迎各界參閱。
- 十二、本刊中之「專門論著」、「實務研究」、「一般論述」、「每期專題」及「專家講座」，業經行政院公共工程委員會92年3月26日工程企字第09200118440號函增列為技師執業執照換發辦法第五條第一項第四款之「國內外專業期刊」，適用科別為「水利工程科」、「環境工程科」、「土木工程科」。

## 自來水會刊雜誌

發行所名稱：中華民國自來水協會

發行人：李錦地

會址：臺北市長安東路二段一〇六號七樓

中華民國自來水協會編譯出版委員會

主任委員：葉宣顯

委員：李泰雄

史午康

吳陽龍

蔣本基

廖述良

康世芳

謝永旭

沈進宏

曾浩雄

蘇金龍

李丁來

胡南澤

黃志彬

林岳

陳曼莉

張錦松

蔡錦松

鄭錦澤

張皓

林財富

樓基中

兼總編輯：劉廷政

編輯兼秘書：李丁來

校電

對：古貞荅

印

話：(04)22244191轉529

地

刷：威文彩色印刷公司

電

址：台中市工業區23路2-1號

出版地址：臺中市雙十路二段二號之一

行政院新聞局出版事業登寄證局版台誌字第2995號

中華郵政北台字第0473號執照登記為雜誌交寄

話：(04)23586977

# 澄清湖高級淨水處理模型廠試驗個案報告\*

葉宣顯<sup>1</sup>、曾怡禎<sup>2</sup>、林財富<sup>3</sup>、陳振正<sup>4</sup>、賴文亮<sup>5</sup>

## 一、前言

澄清湖淨水廠之原水抽自高屏溪，經曹公圳流入澄清湖水庫，經人工曝氣及自然淨化作用後，抽入淨水場，以預氯、快混、膠凝、沉澱(或浮除)、及快砂濾之淨水程序處理後，經配水系統供應大高雄地區，為最重要之民生用水來源。然因高屏溪及曹公圳受到人為之污染，使水庫優養化，浮游生物及藻類大量繁殖。再加上水質硬度偏高，燒開水時，產生白色之沉澱物，使消費者對自來水水質有所疑慮。

過去幾年，政府為求改善大高雄地區之飲用水水質，曾於83年6月完成「高雄地區自來水水質改善工程」，於澄清湖水庫內設置曝氣循環設備、增設除藻、除色、除臭設備，並抽換老舊之配水管線。同年10月完成「高雄地區工業用水與民生用水分開供應計畫」，將南化水庫、高屏

溪伏流水、深井等較佳之水源供應民生用水，鳳山淨水場之清水則專供工業用水。在此相關計畫完成後，高雄地區170處飲用水監測站之水樣，經高雄市政府及自來水公司檢驗，雖均符合現行臺灣省及高雄市自來水水質標準，但為進一步提昇自來水水質在口感、味覺等適飲性之品質，滿足民眾對高品質飲用水之要求，並因應未來日趨嚴格之飲用水水質標準。自來水公司參酌歐、美、日等先進國家之經驗，檢討國內現有之淨水設施，乃決定逐步推動高級淨水處理技術。為求規畫設計之周延，決定於澄清湖興建「高級淨水處理模型廠」，準備在現場就各種可能之處理流程進行模型試驗，以瞭解各程序之優缺點，並尋求可能之最佳流程，以提供未來實廠興建、操作、運轉時之參考。

本研究小組應台灣省自來水公司之邀請，提出模廠試驗計畫構想書，就改善現

\* 本文曾發表於中華民國自來水協會主辦之第十八屆自來水研究發表會

1. 國立成功大學環境工程系 教授
2. 國立成功大學生物系 副教授
3. 國立成功大學環境工程系 教授
4. 國立成功大學環境工程系 博士班研究生
5. 大仁技術學院環工系 副教授

有操作程序、新增高級處理單元及流程配置提出規劃案，中國鋼鐵公司則依與自來水公司所簽訂之技術合作開發協議，出資請工業技術研究院化學工業研究所進行模廠細部設計及建造工作，再交由本研究小組進行為期二年之試驗研究。第一年計畫自民國八十七年六月起至翌年六月止。第二年計畫則自民國八十八年十一月起至八十九年十月止。

## 二、試驗程序及方法

### 2-1試驗流程及操作參數

二年試驗期間所試驗過之主要流程共有14個，如表一所示。可概分為三大類，第一類為傳統淨水程序之改進，包括避免前加氯，使處理程序生物活性化，GAC床取代無煙煤/矽砂濾床，GAC取代二層濾料濾床上層之無煙煤，或無煙煤/矽砂濾料床串聯GAC床，及傳統淨水程序加入結晶軟化單元。第二類為傳統混凝、沉澱、過濾程序，再加上前、後臭氧，結晶軟化及GAC吸附等單元。第三類係以NF為主體之薄膜程序，再加上為防止其阻塞(fouling)之各種前處理程序。至於模廠主要單元之規格及操作參數則分述如下。

#### 1. 混凝沉澱

試驗期間，快混池攪拌機之轉速定於110 rpm，而液體硫酸鋁(7.5%,  $Al_2O_3$ )之

加藥點則設置在快混池之進水口處。本試驗期間明礬加藥量在50 ~ 80 mg/L之間。慢混池之G值兩流程均控制在40  $sec^{-1}$ ；沉澱池兩流程均採斜管沉澱池，沉澱池溢流率在18.8 ~ 69.8  $m^3/m^2-d$ 之間。

#### 2. 快濾床

兩流程之快濾床內之濾料均採雙層鋪設，下層為石英砂 25 cm，上層為無煙煤 35 cm，無煙煤與濾砂有效粒徑分別為0.89及0.51 mm。試驗期間，濾速控制在100 ~ 200 m/d之間。

#### 3. 臭氧接觸槽

臭氧接觸槽槽體材質為SUS304，包含三支接觸槽，槽管徑分別是25、25及38 cm，槽高度皆為4.5 m。進流水從槽體上端流入，進流口設於每一支接觸槽距槽頂下35 cm處，亦即水流採下流式。而臭氧氣體則可由任何一支接觸槽底部之散氣盤注入，氣體採向上流式，氣體注入量由各別之流量計以針閥控制之。臭氧是由臭氧產生機(OZAT CFS-1, Ozonia, France)以液氧製造。試驗期間，前、後臭氧量之劑量分別控制在0.9 ~ 3.5 mg/L及0.56 ~ 4.8 mg/L。

#### 4. 結晶軟化(fluidized bed crystallization, FBC)系統設備

結晶軟化系統設備包含有：三合一槽體、結晶軟化反應器以及砂濾機。三合一槽體(140 cm (L)×140 cm(W)×180 cm

(H)是由系統進水槽、軟化水出水槽，及調整pH值之中和槽所組成。試驗期間，結晶軟化反應器(直徑15.3 cm，高500 cm)之pH控制在 $9.0 \pm 0.2$ ，上昇速度為100~116 m/hr。以石英砂(有效粒徑0.51、0.62 mm)為擔體。

### 5. 粒狀活性炭(GAC)床

傳統淨水程序改進中使用到GAC之處，包括單獨之GAC床，濾料厚度60 cm (Filtrisorb 820, Calgon)，EBCT 4.3 min，及GAC/矽砂兩層濾料濾床，其中GAC厚度35 cm (Filtrisorb 820, Calgon, EBCT 2.5 min)，石英砂25 cm (有效粒徑0.51 mm)。至於後臭氧單元之後，則有二支GAC床，裏面分別填裝高度62及110 cm之粒狀活性炭(Filtrisorb 300, Calgon)，其EBCT分別控制在5 ~ 7.1 及12.5 ~ 15 min之間。

### 6. 薄膜硬體設備

薄膜單元最早加入模廠試驗者為NF (nanofiltration)系統，該系統以NF模組為主，模組分成兩個Stages，共有三根壓力管(pressure vessel)，以2:1的方式排列，每根壓力管中有3個Elements (size 4040)，以串聯方式聯接，試驗所用者係FilmTec NF70 (Dow Chemical)，材質為thin-film composite (TFC)，型式為螺旋式(spiral-wound)，系統回收率為75%。起初以混凝、沉澱及兩層濾料(或再串聯GAC床)為NF之前處理，後來為進一步改善NF膜之

阻塞(fouling)現象，於NF之前，再加上UF (ultrafiltration)及MF (microfiltration)。

UF系統 (Microza UF system, Asahi Chemical) 主要由兩支LGV-5210型膜管並聯組成。膜型式為中空絲 (hollow fiber)，材質是PAN (polyacrylonitril)，而每一根中空絲長為2.2 m，內徑0.8 mm，外徑1.4 mm，每根膜管有效表面積為41 m<sup>2</sup>，MWCO (molecular weight cut off) 為13,000，過濾時水由膜外側流向內通過中空絲 (稱之為outside-in)。MF(Microza MF system, Asahi Chemical)模管亦為中空絲 (hollow fiber)型式，材質為PVDF (polyvinylidene -fluoride)，過濾水方式亦為outside-in。中空絲長為2.2 m內徑為0.7 mm，外徑1.3 mm，薄膜孔徑約0.1 μm。

### 2-2水質參數之分析方法

本模廠試驗中各種水質參數之分析，除水質生物穩定性參數AOC (assimilable organic carbon)依van der Kooij之方法<sup>(1)</sup>外，其餘則以「美國水及廢水標準檢驗方法」(Standard Methods)為準<sup>(2)</sup>。

## 三、結果與討論

以下就模廠兩年操作結果，從各流程清水之一般性水質參數、有機參數、水質穩定性、臭味及口感等方面，作一綜合性之比較。

表一 模廠試驗主要流程

程序	試驗流程
I. 傳統淨水程序之改進	
1	原水→快混→膠凝沉澱→無煙煤/矽砂濾床→清水 ↑ NaOCl
2	原水→快混→膠凝沉澱→GAC 床→清水 ↑ NaOCl
3	原水→快混→膠凝沉澱→無煙煤/矽砂濾床→GAC 床→清水 ↑ NaOCl
4	原水→快混→膠凝沉澱→GAC/矽砂濾床→清水 ↑ NaOCl
5	原水→快混→膠凝沉澱→結晶軟化→無煙煤/矽砂濾床→清水 ↑ NaOCl
II. 包含臭氧、活性碳之流程	
6	原水→前臭氧→快混→膠凝沉澱→無煙煤/矽砂濾床→後臭氧→結晶軟化→GAC 床 →清水 ↑ NaOCl
7	原水→前臭氧→快混→膠凝沉澱→無煙煤/矽砂濾床→後臭氧→GAC 床→清水 ↑ NaOCl
III. 包括薄膜單元之流程	
8	原水→快混→膠凝沉澱→無煙煤/矽砂濾床→NF 膜→清水 ↑ NaOCl
9	原水→快混→膠凝沉澱→無煙煤/矽砂濾床→GAC 床→NF 膜→清水 ↑ NaOCl

10	原水→快混→膠凝沉澱→無煙煤/矽砂濾床→GAC床→UF膜→NF膜→清水 ↑ NaOCl
11	原水→快混→膠凝沉澱→無煙煤/矽砂濾床→MF膜→NF膜→清水 ↑ NaOCl
12	原水→快混→膠凝沉澱→結晶軟化→無煙煤/矽砂濾床→MF膜→NF膜→清水 ↑ NaOCl
13	原水→前臭氧→快混→膠凝沉澱→結晶軟化→MF膜→NF膜→清水 ↑ NaOCl
14	原水→前臭氧→快混→膠凝沉澱→結晶軟化→MF膜→後臭氧→GAC床→清水 ↑ NaOCl

### 3-1 一般水質參數

圖1為不同流程清水濁度之比較。圖中顯示，流程8、9、10、11、12、13及14之最後單元均有薄膜系統者，無論其前處理程序為何，其清水之平均濁度均可符合美國環保署現行「加強表面水處理規則」<sup>(3)</sup>濾床出水濁度95%之時間需小於0.3 NTU之規定。至於至少有兩種濾床者(如無煙煤/矽砂濾床及GAC床)之流程3、6及7，由於有多層之阻絕作用，故其清水濁度亦均可符合上述美國環保署濾床出水濁度之規定；而僅有一濾床之流程1、2、4及5，其出水濁度就無法完全符合上述之規定。其中混凝沉澱後接GAC床者之流程2，其出水濁度之平均值大於0.5 NTU，

顯示欲以GAC床取代無煙煤/矽砂濾床是有其困難性。至於流程1、4及5，清水濁度小於0.3 NTU之水樣數佔全部水樣數之百分比，以流程4最大，其值為94%，其次為流程1，其值為86%，最後則為流程5，其值為83.3%，此結果表示，欲達美國環保署現行濾床出水濁度之標準，採薄膜程序及多種濾床均是可考量的方向。

其次在硬度方面，由圖2得知，包括NF系統之流程8、9、10、11、12及13，其清水之總硬度平均值均已降至低於50 mg/L as CaCO<sub>3</sub>，而流程5及試程6，因有結晶軟化床之單元，故其清水硬度平均值約為130 mg/L as CaCO<sub>3</sub>，應可符合我國預計自94年7月開始實行之第三階段硬度限

值之150 mg/L as CaCO<sub>3</sub>管制值，而未採結晶軟化床或NF系統之流程1及4，因其不具有去除硬度之能力，故清水硬度平均值與原水相近，其值約為250 mg/L as CaCO<sub>3</sub>。

圖3為各流程清水TDS之比較。各流程中，除第6流程與採用NF系統之8、9、10、11、12及13流程外，其餘流程均無TDS分析數據。由圖可得知，採用NF系統之各流程，其清水平均TDS皆能控制於50 mg/L以下，遠低於94年7月預計實施之第三階段TDS限值250 mg/L，顯見NF對溶解固體物之優異去除效果。至於流程6，其清水平均TDS則高達約310 mg/L，與澄清湖原水平均TDS (約340mg/L) 值相比約只有10 %左右之降低，主要應由結晶軟化單元所貢獻。因吾人已知傳統混凝、沉澱、過濾單元以及臭氧、GAC等對TDS變動之影響甚為有限，故可推測流程1~5之清水TDS值應與原水相近。

### 3-2 有機參數

對於有機參數，首先比較各流程對NPDOC(非揮發性溶解有機碳)之去除，NPDOC 代表水中溶解性之有機物量。由圖4可知，流程中有NF系統之流程8、9、10、11、12及13清水中之平均NPDOC值，除流程8約為0.2 mg/L、流程9約為0.4 mg/L外，其餘流程均低於或接近偵測極

限(0.1 mg/L)。而流程14清水平均之NPDOC值為0.25 mg/L，較流程13之低於偵測極限為高，顯示後臭氧/GAC去除NPDOC之能力較NF為低。至於流程6及7，兩者除流程7中GAC床之前未接結晶軟化床外，其餘單元完全相同，而實驗數據顯示，兩流程清水之NPDOC值並無明顯差異；然從結晶軟化床之操作結果得知，該床對有機物應有某種程度之去除能力，此表示流程7之GAC床應較流程6之GAC床承受更多之有機物質。至於流程2及流程4，因均有GAC床之單元，故其清水之NPDOC相近，約為0.6 mg/L，而採無煙煤/矽砂濾床為過濾單元之流程1清水之NPDOC則為0.75 mg/L，此表示GAC對有機物吸附去效果應較無煙煤/矽砂濾床為佳。至於將無煙煤/矽砂濾床與GAC串聯之流程3，其清水之NPDOC又較流程1、2及4為高，此現象與前面結果相異，經分析此試程之操作期間為88年3月中旬至88年5月底，該GAC床自開始啓用，已操作近一年，故此差異性應與此有關。

其次為清水總三鹵甲烷 (TTHM) 之比較 (圖5)。所有流程之清水除流程2、4及10未有數據外，其餘TTHM平均值均小於10 μg/L，均遠低於我國環保署及US EPA之現行飲用水水質標準。與現行澄清湖實廠清水TTHM平均值約30 μg/L亦有明顯改進。其中包含NF系統之流程其TTHM

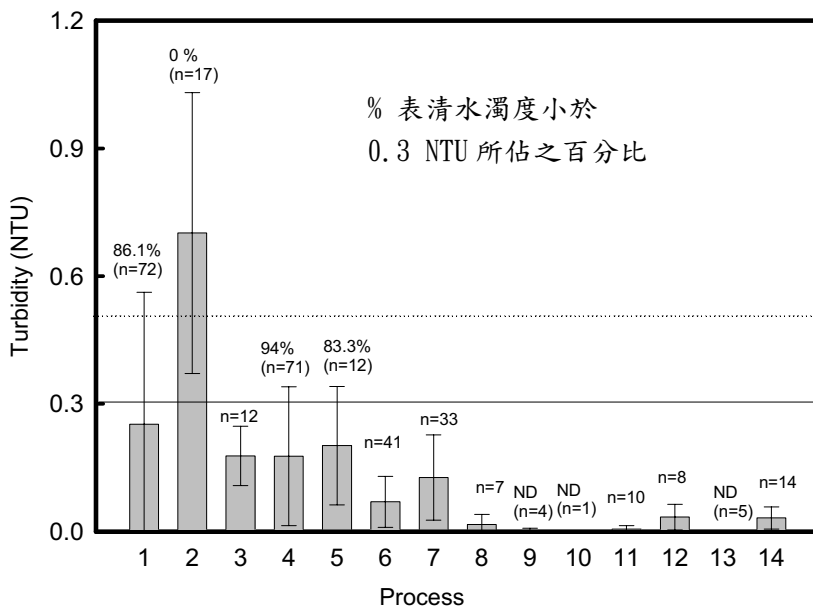


圖1 不同流程清水濁度之比較

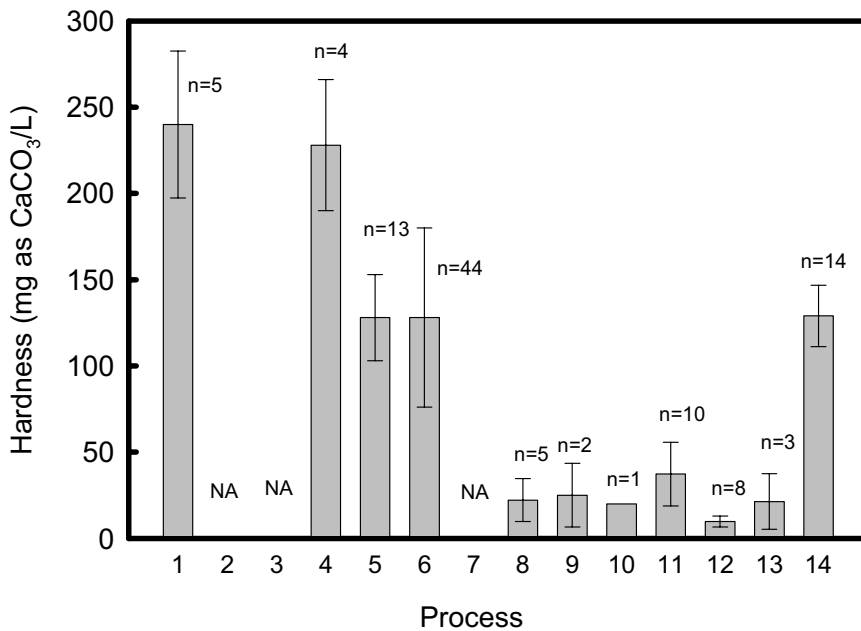


圖2 不同流程清水硬度之比較

最低 ( $< 3 \mu\text{g/L}$ )，其次為包含臭氧、GAC單元之流程 ( $< 5 \mu\text{g/L}$ )。

圖 6 所示為各流程清水之THMFP值。流程8、流程11及流程12之THMFP值均低於偵測極限 (CHCl<sub>3</sub>  $3.2 \mu\text{g/L}$ , CHCl<sub>2</sub>Br  $0.8 \mu\text{g/L}$ , CHClBr<sub>2</sub>  $0.76 \mu\text{g/L}$ , CHBr<sub>3</sub>  $1.19 \mu\text{g/L}$ )，顯示NF薄膜對三鹵甲烷前驅物質(precursor)有很好之阻絕功能。流程14之THMFP約為  $6 \mu\text{g/L}$ 。而採用傳統淨水及其改進程序之流程1至5之THMFP值，約為25至45  $\mu\text{g/L}$ ，與澄清湖原水之THMFP平均值約80  $\mu\text{g/L}$ 比較，其去除率約45~70%。另外流程6之前、後臭氧、GAC、結晶軟化，結合傳統混凝、沉澱、無煙煤/矽砂濾床之高級淨水程序亦可使THMFP低至2  $\mu\text{g/L}$ ，顯示該流程對THM前質亦有甚佳之去除效果。

### 3-3 餘氯穩定性

根據環保署所公告之「飲用水水質標準」，加氯消毒之供水系統，目前容許之自由有效餘氯量為0.2~1.0 mg/L，故餘氯在配水管網內之穩定性，將為自來水事業單位所關注者。圖7為取流程1、4、7、12及澄清湖實廠經加氯消毒之清水，置於數個乾淨之1公升棕色玻璃瓶內約九分滿，然後在不同時間間隔，採樣分析其殘餘之自由餘氯量，以瞭解各流程及實廠清水耗氯量之差異性。該圖顯示流程12包含薄膜

程序(MF+NF)，由前面數小節所述，知其出水之水質甚佳(NPDOC  $< 0.1 \text{ mg/L}$ )，故其25小時後之氯消耗量甚低(約為0.1 mg/L)，其次為包含前、後臭氧及GAC之流程7(總耗氯量約0.2 mg/L)，再者為流程4，而流程1及實廠之耗氯率則非常接近，其值約為0.5 mg/L。故得知隨著處理層級之提昇，餘氯之穩定性亦得以提昇。

### 3-4 水質之生物穩定性

圖8為澄清湖實廠清水及模廠所有處理流程清水AOC值之比較。由圖中可發現，僅有流程10、11及12採濾床配合NF薄膜單元者，其清水水質可符合荷蘭自來水界所要求之生物穩定性水質規範，即清水AOC值控制在10  $\mu\text{g-C/L}$ 以下<sup>(1)</sup>，而採兩種濾床串聯之流程10，其AOC平均值更低至3  $\mu\text{g-C/L}$ ，此應是模型廠之處理流程均未採前加氯，故濾床本身均具有生物活性，相對地可更有效地降低水中AOC值，然流程13雖有NF薄膜單元但其前未有濾床，故其AOC值又升高至22  $\mu\text{g-C/L}$ ，較有濾床配合NF薄膜單元者為高。流程13之處理程序中之NF單元，若以後臭氧/GAC取代時(流程14)，其AOC又降至15  $\mu\text{g-C/L}$ ，此結果顯示，後臭氧可將有機物轉化成生物分解性較高之親水性小分子者，而被後續之具生物活性之GAC床去除，故可將AOC值降低。對於未採

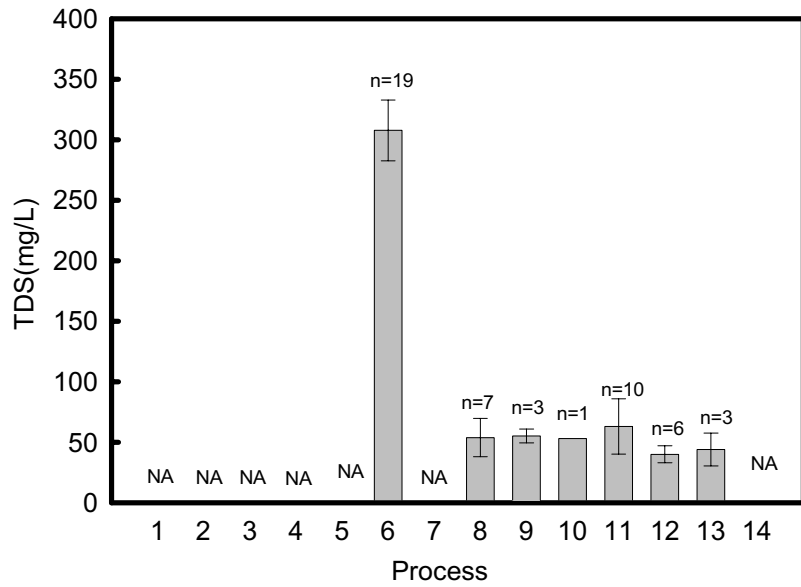


圖3 不同流程清水TDS之比較

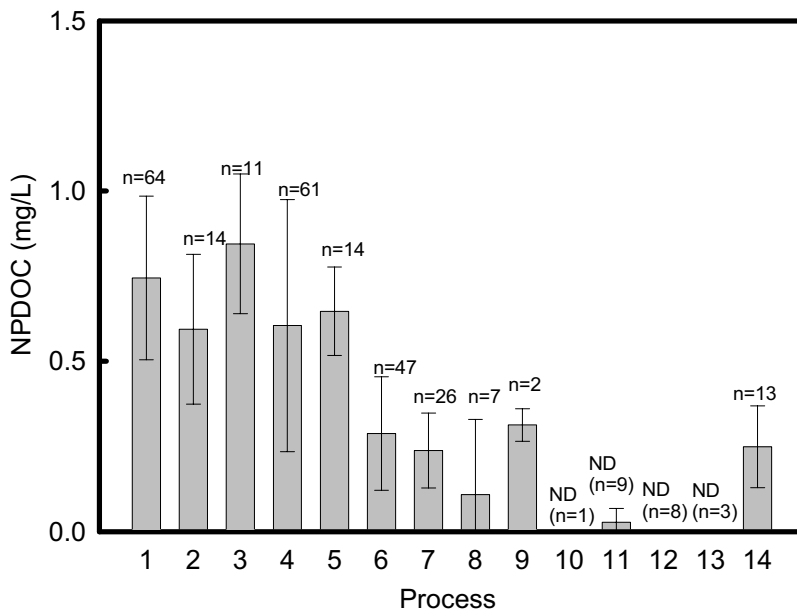


圖4 不同流程清水NPDOC之比較

NF薄膜程序，但採前後臭氧、結晶軟化床及配合兩種濾床之流程6，其AOC平均值為 $12 \mu\text{g-C/L}$ ，顯示其生物穩定性亦甚高。其它傳統處理流程1、2、4及5與採前加氯處理程序實廠比較時，發現實廠之AOC值高達 $113 \mu\text{g-C/L}$ ，而模廠數個流程除NPDOC值高之流程2有較大之AOC值外，其餘之AOC值則在 $24\sim 53 \mu\text{g-C/L}$ 之間，此應是實廠實施前加氯，氧化作用本來就會增加AOC值，而整個流程中都保持有餘氯，使生物作用無從發揮，亦使AOC值居高不下。

### 3-5 臭味及口感

表2 為各流程清水以Flavor Profile Analysis進行分析，各種臭味被檢測到機率及強度之比較。由表中得知，流程12包括MF及NF膜系統單元，及流程14採前後臭氧配合MF膜及GAC床者之清水經檢測無任何味道(odor free)。至於流程11同屬MF、NF薄膜程序者，6次採樣分析結果被檢測到odor free之機率仍高達為85.8%，但有一次檢測出氯味強度4，經進一步分析，知採樣時間為89年7月20日，此時恰為澄清湖廠原水來源高屏溪發生廢溶劑污染事件期間，當日原水被檢測出有油味(oily)，強度為6。而當日處理流程屬傳統程序之流程4，其清水可測得oily臭味，強度為2。由上可知水源遭受

污染時，水中之臭味，無法藉傳統程序有效去除，即使將混凝、沉澱、兩層濾料濾床之出水，再經MF及NF，臭味物質仍無法完全去除。傳統程序後接NF薄膜之流程8，其被檢測為odor free之機率為68%，而前後臭氧配合GAC床者之流程7，則

有一半的機率被檢測為odor free。

至於採前、後臭氧、結晶軟化及GAC吸附床之流程6清水，在7次採樣中，僅有28.6%之機率測出為odor free，其餘則為土霉味、魚腥味，其中土霉味被測出之機率最高，為57.1%，而強度平均值則為3.5。至於以傳統混凝、沉澱、過濾為骨幹之流程1、4及5，則其測到odor free之機率為6.7~25%，測到土霉味之機率大於魚腥味，但前者之強度低於後者，油味及其他未知名之味道亦會出現，但其機率更低。綜合來看，經薄膜處理清水之水質在臭味之去除方面仍然優於其他單元之出水。

另高雄醫學大學工業衛生研究中心為執行行政院環保署委託之專案計畫<sup>(4)</sup>，曾於88年4月15日至模廠採取流程三(無煙煤/矽砂濾床串聯GAC床)、流程六(無煙煤/矽砂濾床、臭氧、結晶軟化、GAC床)、實廠之清水及自來水經逆滲透(RO)膜處理水，經煮沸後，於隔日在高雄市政府及國立科學工藝博物館以盲樣方式供民眾試飲，並做問卷調查。總共380

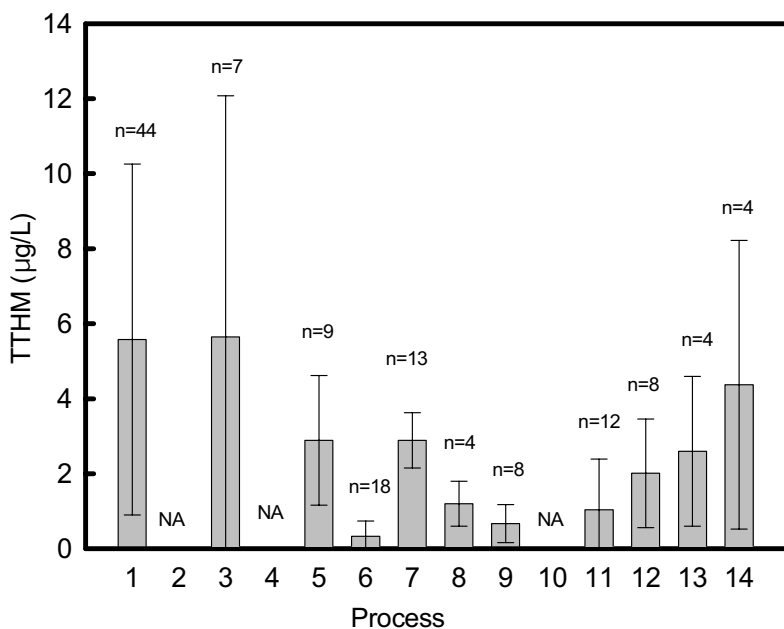


圖5 不同流程清水TTHM之比較

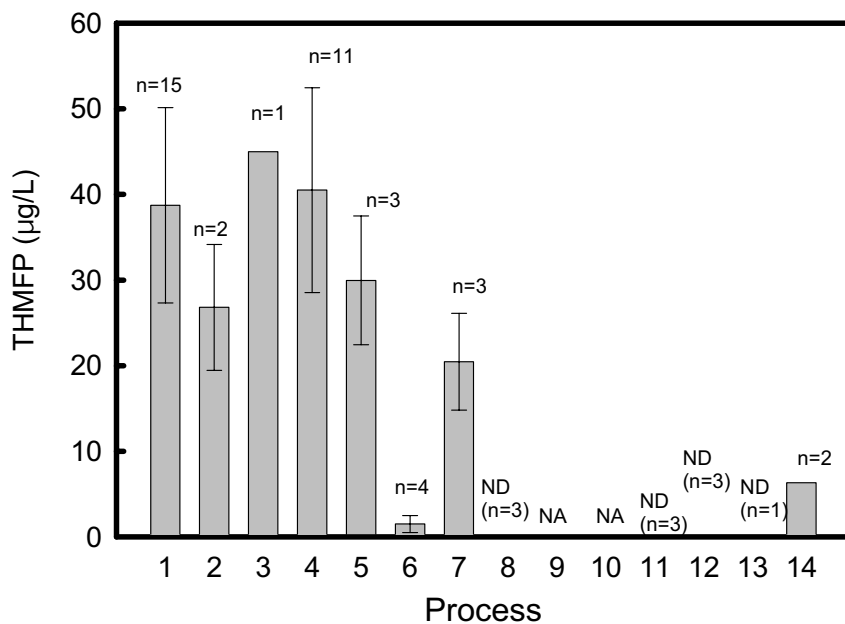


圖6 不同流程清水THMFP之比較

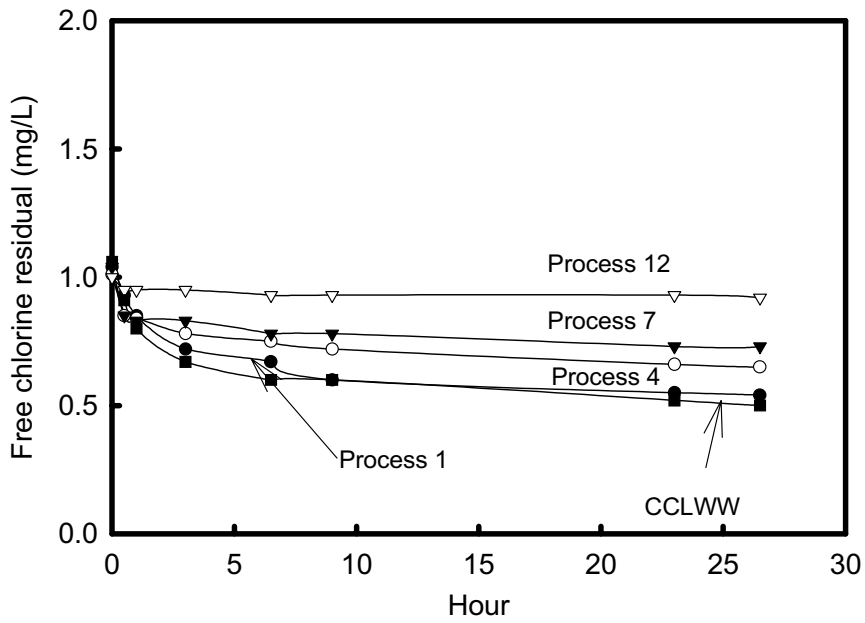


圖7 不同流程清水耗氯量之比較

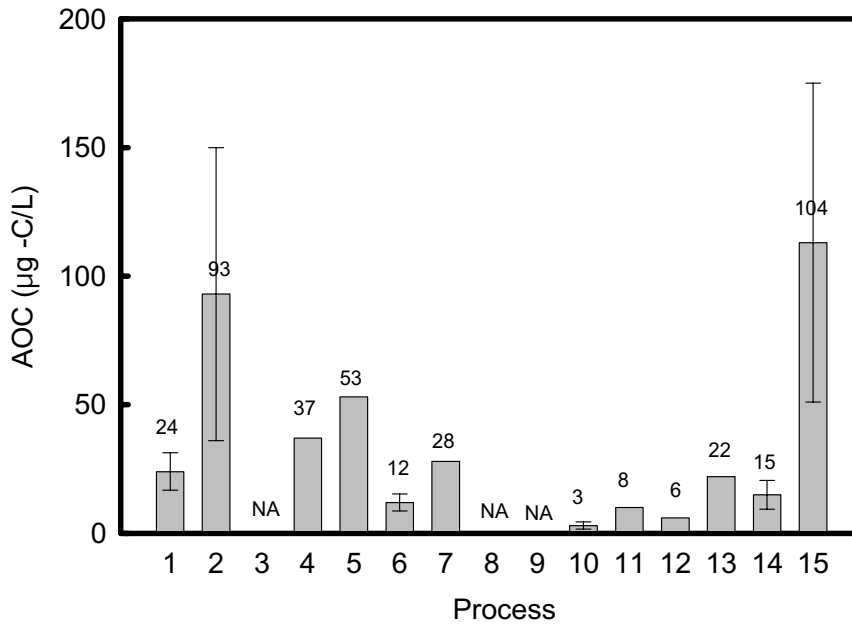


圖8 不同流程清水AOC值之比較

人參與試飲，男性佔43.9%，女性佔56.1%，其中75.8%為高雄市市民，餘為其他縣市。試飲結果，實廠、流程三、流程六清水及RO水之評分分別為58.6、66.6、70.5及76.3（最佳者給100分，最低者0分）。而上述水樣依序有34.7%、53.7%、64.7%及78.4%的試飲者認為可接受。至於不可接受之理由方面，實廠、流程三、流程六清水及RO水，分別有28.2%、21.1%、15.5%及10.3%之試飲者評為口感差，而分別有35.5%、9.7%、5.5%及3.4%之試飲者覺得水中有異味。由以上結果得知，可見民眾對現行實廠清水之抱怨主要在於水中之異味，而模廠無論流程三或流程六對異味之去除，均較實廠提昇許多。

88年5月18日高雄環保媽媽服務隊至模廠參觀，並推派代表試飲水樣，以流程3（無煙煤/矽砂濾床串聯GAC床）、流程6（無煙煤/矽砂濾床、臭氧、結晶軟化、GAC床）、流程10（即流程3+UF,NF）及實廠清水進行盲樣測試，係直接自試飲台龍頭取水試飲。並約定口感最佳者給4分，依序遞減1分，最差者給1分。當日共有11位完成試飲，其結果如表3所示。可見NF薄膜清水得到最高之評價，次之為流程3，再其次為流程6，而實廠清水得分最低。

### 3-6 流程綜合評述

1.流程1至5係實廠現有混凝、沉澱、快濾傳統程序之改進，包括添加GAC或結晶軟化單元，但均避免前加氯。其優點在於流程簡單，可就實廠現有硬體設施作局部修改即可，且對溶解性有機物之去除、清水之臭及味及生物穩定性等均較實廠之傳統淨水程序佳。但與包含臭氧、GAC或薄膜單元之流程相比均較差，在總硬度（流程5除外）及TDS方面亦無法符合環保署飲用水水質標準第三階段之限值。再者因無前氧化劑，處理設施內可能有滋生藻類等生物之問題。

2.流程6及7為傳統程序加上前、後臭氧及GAC，流程6更包含結晶軟化，其優點在於對溶解性有機物及消毒副產物前質之去除，清水水質之生物穩定性可進一步提昇，且各先進國家已累積有此方面大規模實廠相當多的經驗。臭氧-GAC流程對臭味之去除，雖較傳統程序為佳，但仍未臻理想，清水偶而仍可測出土霉味及魚腥味。文獻上亦曾報導法國有關臭氧-GAC程序對臭味去除之研究，包括實廠及模廠，結果顯示在剛啟動時，GAC對土霉味等有很好的去除效果，但在6至9個月之後，則有臭味物質貫穿之現象發生<sup>(5)</sup>。澄清湖原水中引起臭及味之化合物究竟為何？其在GAC上之吸附力如何？均有待

表2 各流程清水不同臭味之發生機率及強度

Process	樣本 總數	味道種類					
		土霉味	魚腥味	油味	氨味	未知	無味道
Process 1	15	46.7% (3.4)*	33.3% (4)	6.7% (4)	----	6.7% (4)	6.7%
Process 4	12	41.7% (2.4)	16.7% (4)	8.3% (2)	----	8.3% (6)	25%
Process 5	6	50% (3.3)	33.3% (4)	----	----	----	16.7%
Process 6	7	57.1% (3.5)	14.3% (6)	----	----	----	28.6%
Process 7	4	50% (2)	----	----	----	----	50%
Process 8	3	32% (2)	----	----	----	----	68%
Process 11	6	----	----	----	14.2% (4)	----	85.8%
Process 12	3	----	----	----	----	----	100%
Process 14	2	----	----	----	----	----	100%

\*括號內之數值代表臭味強度

表3 高雄環保媽媽服務隊試飲模廠水樣之結果

口感等級	不同流程出水			
	流程 3	流程 6	流程 10	實廠清水
最好	2	1	8	0
其次	4	4	3	0
中等	5	5	0	1
最差	0	1	0	10
總分	30	27	41	12

進一步之研究。再者台灣南部溫度較高，生物活性化之GAC床是否可能帶出輪蟲或線蟲等微生物，及其對水質之影響，亦是值得注意的。

3. 流程8至13包括NF薄膜單元，可生產最佳水質之清水，無論就濁度，有機參數如NPDOC、THMFP，生物穩定性，臭及味，微生物性水質觀之均然。而且在總硬度及TDS方面亦可符合環保署飲用水水質標準第三階段之限值。然NF薄膜程序用於表面水處理成敗之關鍵在於良好之前處理，以適當地控制阻塞(fouling)。根據本模廠試驗之經驗，傳統之混凝、沉澱、過濾程序不足以確保NF程序之順利運轉，UF或MF對防止膠體物及顆粒物之阻塞有很大幫助。而飼水pH值之控制及抑垢劑之適當添加，為控制積垢(scaling)必需者。再者NF程序清水回收率較低，高耗能量，且目前世界上大規模NF實廠之經驗仍不多，均為其缺點。

4. 至於流程14係結合結晶軟化、MF及臭氧-GAC，清水水質在有機參數、生物穩定性、臭及味、微生物水質方面均相當良好，僅有些項目略遜於NF出水，但其主要缺點在於TDS無法符合環保署飲用水水質標準第三階段之限值，且生物活性化GAC床可能帶出輪蟲、線蟲等微生物。

## 四、結論

1. 澄清湖實廠目前採前加氯、混凝、沉澱（或浮除）過濾、消毒之方式處理，清水水質如濁度、鐵、錳、三鹵甲烷等均能符合國內現行飲用水水質標準。但因採前加氯之方式，將生物活性排除於整個處理程序之外，致溶解性有機物無法去除，且有可能與藻體或其代謝物反應生成有異臭味之物質。同時亦使清水之生物可利用有機碳(AOC)含量升高，可促進配水管網內生物膜之生長及增加餘氯在管網內之耗減速率。如此亦迫使水廠在出廠之清水內必須維持較高之餘氯，以確保配水管網末端之餘氯仍能符合法規之要求。
2. 在混凝、沉澱、過濾傳統處理流程之改進上，包括避免前加氯，使處理程序生物活性化；GAC床取代無煙煤/矽砂兩層濾料濾床，GAC取代兩層濾料濾床上層之無煙煤，或者是兩層濾料濾床串聯GAC床。雖然此些措施，較之現有實廠之前加氯、混凝、沉澱、過濾之流程，均有增進NPDOC、THMFP之去除，降低TTHM之生成，提昇清水生物穩定性（低AOC值）的功能，但在味道、口感之改進上，未臻理想。且硬度方面亦未能降低。
3. NF薄膜對總硬度及TDS分別有90及85%

左右之去除率，NPDOC之去除率約75%，濾液濁度平均值只有0.02 NTU，THMFP值低於偵測極限。水質生物穩定性參數AOC值可達到荷蘭所要求小於 $10 \mu\text{g-C/L}$ 之穩定性指標，餘氯穩定性亦最高，臭味物質可完全去除，處理水達到無臭味之要求。另外，口感方面經消費者之盲樣測試亦最受肯定。故一般而言，包含NF之流程可產生最佳之清水水質。然NF程序成敗之關鍵在於適當之前處理，以控制阻塞及積垢現象，再者薄膜程序之高耗能量及缺乏長期、大規模實廠操作之經驗，為其實際運用時，必須考量之因素。

## 誌謝

本研究計畫得以順利完成，首先要感謝台灣省自來水公司提供研究經費。其中尤其要感謝第七區管理處檢驗室在水質分析工作上所提供之協助。同時要感謝中國鋼鐵公司提供模廠試驗設備經費，及在設備維護上提供多方之協助。也感謝林昇衡、蔡木川、葉益志、謝東穎、林銘洲、高山鎮、陳怡萱、汪俊育、陳郁仁、周青氣皓、楊豐誠等諸位先生之協助。

## 五、參考文獻

1. Van der Kooij, D. “Assimilable Organic Carbon as an Indicator of Bacterial Regrowth”, Jour. AWWA, 84 : 2 : 57-65., 1992.
2. APHA, AWWA, WEF, Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed., 1995.
3. US EPA, “National Primary Drinking Water Regulations : Interim Enhanced Surface Water Treatment,” Federal Register, Vol. 63, No. 241, pp. 69478 - 69484, 1998.
4. 洪玉珠 “高雄地區自來水配水系統影響適飲性物質的調查及改善對策之探討 (2/2)”，行政院環保署研究報告，1999.
5. Suffet, I.H., and Wable, O., “Removal of Taste-and-Odor Compounds by Activated Carbon”, In Advances in Taste-and-Odor Treatment and Control, Ed. by Suffet, I.H., Mallevalle, J., and Kawczynski, E., American Water Works Association, Denver, Colorado, USA, 1995.

## 大高雄地區自來水後續改善工程紀要

陳志奕<sup>1</sup> 陳榮藏<sup>2</sup>

政府為提昇大高雄地區民眾飲用水品質，籌資一百五十億元，責由經濟部水利署與本公司自民國九十年一月，開始執行大高雄地區自來水後續改善工程，規劃以管路聯通南化水庫與高屏溪攔河堰，並將原水取水口上移至高屏溪攔河堰，及增設高級淨水處理設備。其中取水口上移及增設高級淨水處理設備兩項工程由本公司負責辦理，經費合計為六十億三千八百萬元。取水口上移工程，係於大樹鄉竹寮村至大寮鄉昭明村之間，埋設口徑一千五百公釐至二千二百公釐導水幹管，總長度一萬五千四百一十公尺，高屏堰增設一萬六千馬力加壓設備及增設昭明村受水池暨六千一百馬力之加壓設備；並於澄清湖淨水場增設每日出水量四十五萬立方公尺、拷潭淨水場增設每日出水量二十二萬五千立方公尺、翁公園淨水場增設每日出水量三萬六千立方公尺等高級淨水處理設備。上述計畫完成可徹底改善大高雄地區自來水之口感與味覺，實現大高雄地區民眾多年

來期盼飲用「好水」之願望。

高級淨水處理設備工程於民國九十一年七月十一日開工，至民國九十二年十月三十一日完工。計畫執行期間因高級淨水處理設備工程為國內首次興建，故委請中華顧問工程司及荷蘭DHV Water B.V.公司擔任技術總顧問，負責工程設計審查、施工監造及試車事宜。本工程所引進淨水處理技術，如前後臭氧、結晶軟化、生物活性碳吸附、超微細泡浮除、超微薄膜過濾、奈米薄膜過濾等技術，皆為台灣自來水淨水處理工程之首見，使台灣自來水淨水工程邁入新里程碑。

本工程得以順利提早完成，應感謝政府改善大高雄地區民生用水之政策決心，施工期間各級長官親臨督導、鼓勵；各級民意代表、地方父老等諸多關心、支持、協助；總技術顧問中華顧問工程司及荷蘭DHV Water B.V.公司、承造商中鋼集團之中宇環保公司、法國Degremont公司、金棠科技公司等密切配合全力以赴，以及本

- 1.台灣自來水公司董事長
- 2.台灣自來水公司總經理

公司同仁齊心協力投入，始得竟其功。本工程完工通水渥蒙 陳總統水扁親臨，更彰顯中央對本計畫之重視。為軫念賢勞，爰是為辭，以資永誌。

贊曰：

活水自來 萬民心聲 奕新科技 中外協興  
荷蒙賢勞 濁水永清 竹寮昭明 幹管引通  
澄清拷潭 淨泉增生 歷經三載 大業方成  
特立 貞珉 以誌是行

中華民國九十二年十月三十一日

## THE PROJECT TO IMPROVE WATER SUPPLY QUALITY IN THE KAOHSIUNG METROPOLITAN AREA

In January of 2001 the Central Government did assign the Water Resources Agency and Taiwan Water Corporation to plan and execute a project to improve the drinking water quality in the Kaohsiung metropolitan area, allocating a budget of NTD 15 billion. The scope of the project was: firstly, to connect the Nanhwa Reservoir and Koaping Diversion Weir through a piping system; secondly, to relocate the water intake further upstream toward the Kaoping Diversion Weir; and thirdly, to implement advanced water treatment facilities.

Taiwan Water Corporation was placed in charge of the second and third items of the project with a budget of NTD 6.038 billion. The second item required the laying of 15,410 meters of pipe. The third item was to provide advanced water treatment facilities in the water treatment plants of Cheng-ching Lake, Kau-tang and Wong-kong-yuan with output capacities of 450,000 m<sup>3</sup>/day, 225,000 m<sup>3</sup>/day and 36,000

m<sup>3</sup>/day, respectively.

The completion of this project vigorously improves the taste and odour of the water supply quality in the Kaohsiung metropolitan area, thus realizing the local citizens' long held aspiration for potable water.

The implementation of the advanced water treatment facilities was commenced on 11 July 2002 and completed on 31 October 2003. As this project was the first of its kind in Taiwan, China Engineering Consultants Inc and DHV Water BV of the Netherlands were hired as general consultants in charge of engineering reviews, supervision of construction, and commissioning. The advanced technologies applied to this project, such as pre-ozonation, post-ozonation, pellet softening reactors, biological activated carbon (BAC) filtration, super-fine bubble flotation, ultra-filtration (UF) and low pressure reverse osmosis (LPRO), were seen for the first time in Taiwan water treatment projects, thus

marking a new milestone in the water treatment industry of Taiwan.

The completion of the advanced water treatment plant ahead of schedule is testament to the Central Government's strongly determined policy to improve the water supply quality in the Kaohsiung metropolitan area. Also the highest appreciation is due to all the governmental officials, legislators and local dignitaries who have given such great care, support, assistance and encouragement during the construction period. Further appreciation is also due to the turnkey contractors, China Ecotek Corporation of China Steel Group in joint venture with Ondeo Degremont of

France, and Kintech Technology Co., Ltd, who have put such effort into this project, and to the staff of Taiwan Water Corporation for their unswerving dedication to this task.

The inauguration ceremony was greatly honoured by the presence of President Chen Shui-bian, conspicuously emphasizing the Central Government's strong commitment to this water project.

By :

TAIWAN WATER CORPORATION

Chairman: Chih-yih Chen

President: Rong-tsang Chen

On the 31st day of October in the year  
2003

# 大高雄地區自來水後續改善工程計畫簡介

李丁來\*

## 摘要

大高雄地區自來水水源主要取自於高屏溪，因水質硬度較高，煮沸時會產生白色之沉澱物，使消費者對自來水水質有所疑慮，雖經高雄市政府及自來水公司檢驗，雖均符合現行臺灣省及高雄市自來水水質標準，但民眾仍未感滿意，為進一步提昇自來水水質在口感、味覺等適飲性之品質，並因應未來日趨嚴格之飲用水水質標準，自來水公司遂研提「大高雄地區自來水後續改善工程計畫」，藉由取水口上移至高屏溪攔河堰，以改善水源水質，及增設高級淨水處理設備方式，以提升飲用水水質，並結合其他配套措施如：改善原水水質、提升水處理技術、配水管網系統監控、管網清洗、加強宣導等，以期達成提昇整體飲用水水質之目的，業經陳總統水扁於89年8月5日在澄清湖淨水場宣示，自90年起3年內完成，本文乃說明高雄地區自來水供水概況及大高雄地區自來水後續改善工程內容及執行情形，以增進國人對本項工程之了解。

關鍵字：高級處理、硬度、適飲性、水質標準

## 一、前言

大高雄地區(高雄市及鄰近鄉鎮市)自來水水源主要取自高屏溪及東港溪，經自來水公司(以下簡稱水公司)處理後均能符合「臺灣省自來水水質標準」，但為提昇水質及充裕水量，乃於83年6月完成「高雄地區自來水水質改善工程」，包括辦理澄清湖、鳳山水庫水質改善曝氣工程、原水除藻、除臭、除色、抽換管線等工程，其工程費共計11.3億元；接續於83年10月完成「高雄地區工業用水與民生用水分開供應計畫」，將南化水庫、高屏溪伏流水、深井等水質較佳之水源供應民生用水，鳳山水庫水源則專供工業用水，總工程費25億元。上述工程完成後，經自來水公司與高雄市政府於170個監測站檢測結果，均能符合臺灣省及高雄市自來水水質標準。

然為進一步提昇自來水在口感、味覺、硬度等適飲性品質，水公司乃持續於

\* 台灣自來水公司第十一區管理處操作課工程師兼課長

88年11月委外辦理「大高雄地區自來水後續改善工程規劃」<sup>(1)</sup>，針對水源水質改善、澄清湖底泥處理、高級淨水處理及自來水管網改善等項目，進行規劃，以為後續改善工程之參據，水公司並據以於89年8月研提「大高雄地區自來水後續改善工程計畫」<sup>(2)</sup>，藉由取水口上移至高屏溪攔河堰，以改善水源水質，及增設高級淨水處理設備方式，以提升飲用水水質，並結合其他配套措施如：改善原水水質、提升水處理技術、配水管網系統監控、管網清洗、加強宣導等，以期達成提昇整體飲用水水質之目的。

本項計畫經 陳總統水扁於89年8月5日在澄清湖淨水場宣示<sup>(3)</sup>，自90年起3年內完成，並經行政院暨相關部會審議後，於90年1月核定辦理。

## 二、大高雄地區自來水概況

### (一)、供水區域

大高雄地區包含高雄市及高雄縣之鳳山市、林園鄉、大寮鄉、鳥松鄉、大社鄉、仁武鄉、大樹鄉、燕巢鄉、田寮鄉、阿蓮鄉、路竹鄉、湖內鄉、岡山鎮、橋頭鄉、永安鄉、茄萣鄉、彌陀鄉、梓官鄉等十八鄉鎮市，並供應高雄市臨海舊工業區、楠梓加工區、中油五輕及高雄縣林園、大發、仁武、大社等工業區。

### (二)、供水量<sup>(4)</sup>

本區82年至91年之供水成長情形，如表一所示。目前大高雄地區自來水之民生用水主要來自澄清湖、鳳山一期、拷潭、翁公園、坪頂、大崗山、台南支援之南化等七座淨水場，其水源及供水量如表二所示。其中澄清湖、拷潭、翁公園等三座淨水場總供水量為每日72萬立方公尺（設計容量為每日74萬立方公尺），主要供應高雄區七成以上的民生用水，如加上鳳山一期及坪頂淨水場增設每日處理65萬立方公尺之軟化設備，降低水中硬度，必要時再從南化淨水場支援每日最高30萬立方公尺之水量，已可充分供應高雄區所需每日130萬立方公尺之民生用水，因此若能先行配合中央政策，於澄清湖、拷潭、翁公園等三座淨水場增設高級淨水處理設備，將可有效提昇民眾在硬度等適飲性水質方面的滿意度。

### (三) 水質現況<sup>(5)</sup>

#### 1、原水水質

大高雄地區主要供應民生用水之七座淨水場民國86年至89年之原水及清水平均水質如表三所示；因高雄地區多屬石灰及泥岩地質，石灰質經雨水溶洗後流入地面水及地下水中。原水為地下水者（如原水部份取自井水之翁公園淨水場及拷潭淨水場）含有較高之總硬度及總溶解固體量

表一、大高雄地區供水量成長情形

供水人口	82年	91年	增加數量
行政人口(人)	2,552,487	2,587,970	35,483
供水人口(人)	2,320,894	2,489,292	168,398
供水量(CMD)	1,329,000	1,687,146	358,146
普及率(%)	90.93	96.19	5.26

表二、大高雄地區各主要淨水場之水源及供水量

淨水場	水源		供水量 (萬 CMD)	備註
澄清湖	高屏溪伏流水及地面水		35	設計處理容量 45 萬 CMD
拷潭	高屏溪伏流水、地面水及地下水		22	設計處理容量 25 萬 CMD
坪頂	高屏溪伏流水、地面水及地下水		45-55	設計處理容量 80 萬 CMD (增設軟化設備，並配合高雄地區其他淨水場及南化水庫水源聯合運用)
翁公園	高屏溪伏流水及地下水		3	設計處理容量 4 萬 CMD
大岡山	地下水		0	設計處理容量 7 萬 CMD，因水中硬度較高，故配合本計劃之完成而停止出水
南化	南化水庫		1-30	設計處理容量 80 萬 CMD (配合高雄地區其他淨水場聯合運用)
鳳山	一期	高屏溪地面水	10-20	設計處理容量 35 萬 CMD (增設軟化設備，配合高雄地區其他淨水場及南化水庫水源聯合運用)
	二期	東港溪地面水	32	全部供作工業用水
合計			169	

表三、大高雄地區主要淨水場原水及清水年平均水質(民國86年~89年)

淨水場	澄清湖		拷潭		翁公園		坪頂及鳳山一期		大崗山		南化	
	原水	清水	原水	清水	原水	清水	原水	清水	原水	清水	原水	清水
濁度(NTU)	26.67	1.03	69.00	0.55	15.67	0.57	15.00	0.53	2.80	0.75	7.30	0.43
色度(鉑鉻單位)	12	<5	22	<5	12	<5	8	<5	<5	<5	8	<5
總鹼度(mg/l)	147	135	157	166	238	234	141	139	169	167	129	125
pH值	7.9	7.2	7.7	7.4	7.5	7.4	7.0	6.8	7.5	7.5	8.0	7.7
氯鹽(mg/l)	6.23	11.67	11.62	20.57	11.50	14.97	7.07	14.33	4.59	5.75	3.60	6.80
硫酸鹽(mg/l)	83.4	94.2	86.2	91.6	103.0	103.1	84.7	79.1	84.7	85.0	45.3	70.8
游離氨氮(mg/l)	0.28	0.08	0.42	0.07	0.46	0.08	0.29	0.07	0.19	0.08	0.09	0.02
亞硝酸鹽氮(mg/l)	0.1340	ND	0.1493	ND	0.0403	ND	0.0513	ND	ND	ND	0.0023	0.0005
硝酸鹽氮(mg/l)	1.00	1.09	1.37	1.22	0.27	0.29	1.33	1.19	1.70	1.39	0.27	0.24
總溶解固體量(mg/l)	326	335	361	388	479	484	333	329	360	357	206	206
總硬度(mg/l)	228	225	248	256	342	339	219	217	255	257	137	136
鐵(mg/l)	0.30	0.06	1.11	0.06	1.70	0.07	0.37	0.10	0.28	0.06	0.30	0.02
錳(mg/l)	0.057	0.008	0.253	0.017	0.661	0.009	0.112	0.016	0.029	0.010	0.020	0.001
導電度( $\mu\text{v}/\text{cm}$ )	461	470	507	560	679	680	466	466	510	513	339	342

(Total Dissolved Solid, TDS)，而原水來自地面水者（如澄清湖淨水場），原水中此二項目的數值較低。若未來三座淨水場的原水完全取自於高屏溪攔河堰之地面水，其總硬度及總溶解固體量則會相對降低。

## 2、清水水質

根據表三的清水水質資料，目前大高雄地區自來水經淨化處理過後的水質，大部分的項目皆能符合「飲用水水質標準」，但民眾因對原水水質之安全性深感疑慮，對清水水質並未盡滿意，惟水中含有適量之總硬度及TDS對人體健康並無妨礙，如國內知名之礦泉水Evian及Perrier

中之總硬度及TDS，其含量<sup>(6)</sup>與高雄地區水質約同量，目前世界各先進國家<sup>(7)</sup>；如美國未訂定總硬度標準值，TDS建議標準值為每公升500毫克，日本總硬度標準值為每公升300毫克，TDS標準值為每公升500毫克，WHO總硬度建議標準值為每公升500毫克，TDS標準值為每公升1000毫克，歐洲共同體未訂定總硬度標準值，TDS建議標準值為每公升1500毫克，顯見高雄地區水質中之總硬度及總溶解固體量，較先進國家並未遜色，但國人一般有煮開水及泡茶之習慣，自來水經加熱後，水中之暫時硬度會形成白色碳酸鈣沉澱物析出，造成民眾對自來水水質安全產

生疑慮及認為口感不佳。

### 三、原水取水口上移至高屏溪攔河堰工程

設計取水量為219萬(含原有坪頂淨水場100萬)CMD，於豐水期時原水擬經由導水管線送水至坪頂、澄清湖、翁公園、拷潭淨水場、鳳山一期民生用水淨水場及鳳山水庫，其管線系統如圖1所示。茲將相關導水設施概述如下：

#### (一) 坪頂淨水場

坪頂淨水場目前已完成，其正常處理量為80萬CMD，最大處理量可達100萬CMD，未來視美濃水庫之興建情形，配合聯合運用，可能擴建到200萬CMD。相關配合工程包括連接攔河堰到坪頂淨水場長1,200公尺之導水管線(管徑3,200 m/m)埋設工程，再配合埋設長1,300公尺至竹寮取水站之導水管(管徑2,200 m/m)，俾便於豐水期時得以自高屏溪攔河堰取得較佳水質的原水。

此外，南部地區水源不足，南化水庫雖因甲仙攔河堰越域引水工程完工後，可增加出水量達每日80萬噸，但該地區尚須開發新水源，始可滿足未來之需水量，由於興建美濃水庫計畫，遭地方抗爭受阻，無法施工，乃由經濟部水利署提出「南化水庫與高屏溪攔河堰聯通管路計畫」，埋設南化水庫至坪頂淨水場導水量為80萬

CMD之原水導水管，平均導水量50萬CMD，以於枯水期高屏溪攔河堰沒有水權量時，由南化水庫取水送坪頂淨水場處理，處理後清水供應高雄及台南地區，此調配方式將可使坪頂淨水場維持全年運轉，同時南化淨水場可不必辦理擴建。本計畫總工程費53.1億元，由經濟部水利署另案辦理。

#### (二) 澄清湖淨水場

自竹寮取水站至磚仔窯埋設長3,300公尺之導水管(管徑2,200 m/m)與九曲堂送澄清湖淨水場之幹管(管徑1,750 m/m)連接，以供應澄清湖40萬CMD之水源。

#### (三) 翁公園及拷潭淨水場

自磚仔窯至萬大橋埋設長5,800公尺之導水管(管徑1,750 m/m)，並於萬大橋與拷潭淨水場之幹管(管徑1,200 m/m)連接，此段幹管供應翁公園4萬CMD及拷潭25萬CMD之水源。

#### (四) 鳳山水庫

於萬大橋至昭明村附近再埋設長6,700公尺之導水管(管徑1,500 m/m)，以輸送50萬CMD之水量至鳳山一期民生用水淨水場及鳳山水庫。

#### (五) 原水加壓設備及受水池

於高屏溪攔河堰增設加壓設備17,500 HP，於高雄縣大寮鄉昭明村增設昭明加壓站500 m<sup>3</sup>中間加壓受水池調節及加壓設備6,500 HP，購地約5,000 m<sup>2</sup>。

(六) 總預算經費16.6億元。

由於行政院環保署自89年7月至90年12月投入近70億元經費，加速辦理高屏溪水源保護區內養豬離牧與依法禁養政策、行水區垃圾場改善、補助高高屏三縣市河川巡守隊，稽查管制流域內污染源管制，順利削減水源保護區內51萬頭豬，並成立高屏溪流域管理委員會，專責高屏溪流域各項污染源管制、管理等業務，確保高屏溪流域之安全，使高屏溪水質中反映水質健康指標之氨氮含量由平均1mg/L-1.47mg/L，降低至0.27mg/L，大幅削減75%，詳如圖二，使高屏溪水源水質恢復至符合自來水水源用途要求之水質，也恢復其原有之潔淨面貌，故本公司積極趕辦本項原水導水管線，將高屏溪九曲堂下游之澄清湖、拷潭、翁公園、鳳山一期民生用水淨水場及鳳山水庫之取水口均上移至高屏溪攔河堰，經本公司工作同仁克服萬難，全力以赴下，於91年10月底提前埋設完成，有效降低40%之加氯量，詳如圖三，大幅改善自來水中之消毒水氣味，高雄地區民眾自91年11月底起已明顯感覺不到自來水中的漂白水味道了，有效改善民眾對水源水質不潔之疑慮，建立民眾對水質安全之信心，並減少淨水處理費用。

#### 四、增設高級淨水處理設備工程

本案所辦理之高級淨水處理設備規

模，就國內而言誠屬首創，與世界各國

辦理之實例相較<sup>(7)</sup>，可謂毫不遜色，國際上已被實際使用之高級處理流程種類甚多<sup>(7)</sup>，而水公司委託成功大學完成之處理流程試驗也達十四種<sup>(8)(9)</sup>，雖提供相當豐富之資訊，供工程辦理之參考，但仍難以確定本案最佳之處理程序，而本案之預定完工期限又極為緊湊，因此經水公司檢討後<sup>(10)</sup>，原則以統包工程方式辦理招標，並擬定二階段採購原則，第一階段先徵選工程技術顧問，由國內、外工程技術顧問機構合組技術顧問，提供工程招標文件之製作，包括：運轉功能之要求、設計準則之擬定、操作維護費用之限制、使用材質之等級、操作難易之考量等，並協助設計、施工、監造、試運轉等階段之審查、監督、諮詢等工程技術服務工作。第二階段採用統包方式辦理招標，將設計、施工合併發包，由同一家廠商負責，在整體時效上較能因應需求，而高級淨水處理設備可能採用許多具專利之處理系統或設備，也可由統包商自行考量運用調配，以提供整體功能運轉順利之保證。

然淨水處理設備之採購需考慮後續操作運轉及維修問題，經評估後，為期能迅速解決運轉期間發生之採購作業困難問題、提高行政效率、保障整體工程品質、減少新增人力之需求、落實技術移轉之目的，進而降低整體之經費支出，遂決定於

建造完成後由承包商負責全場15年之代操作，即以「設計-建造-操作」(Design-Build-Operate, DBO) 為採用之招標方案。

復考量高級淨水處理技術之轉移及同時能對檢驗水質之確認,本案另特別規定水公司操作人員至少8位須參與全場操作及維護之技術性工作,可藉以運用既有人力,也同時達到技術轉移之效果。

而基於本項工程採購個案之特殊性,並未採用國外常用之「選擇性」招標,也未採用國內一般常用之「最有利標」方式,而係採用改良示「最低標」方式,即以投標廠商之「統包工程計畫書」經水公司審查合格之全體投標廠商,依「初設費」、「15年操作年費現值」及「15年水污染防治費現值」之總和最低價,且其「初設費」及「單位水量代操作維護費率」皆未超過底價者得標,以預防廠商惡性競爭搶標之問題,並減少工程品質降低之風險。

#### (一)高級淨水處理設備增設原則<sup>(1) (7)</sup>

為求能提升淨水場出水水質、達到所訂定之水質目標及降低施工過程對用戶用水之影響,研擬基本原則如次：

- 1、 考慮因應飲用水水質標準之檢討修訂,處理流程應具提昇功能的彈性,俾便分期增設必要之處理單元。
- 2、 儘量減低對現有淨水處理設施的影

響及變動。

- 3、 需具備穩定且有效的除色、臭等處理功能。
- 4、 能配合現有淨水處理設施及可利用土地面積。
- 5、 能配合已定案而尚未實施、或已實施而尚未完成之淨水工程計畫。
- 6、 考慮未來原水水質可能變化。
- 7、 參考國外成功之實例。
- 8、 參考模廠測試結果。
- 9、 合乎成本效益。
- 10、 施工期間仍能維持水質水量穩定。
- 11、 考量操作運轉的方便。
- 12、 工程執行之可行性。
- 13、 總預算經費(含購地費及委託技術服務費) 43.8億元。

#### (二)、澄清湖淨水場增設高級淨水處理設備工程<sup>(11)</sup>

由國內中字環保工程公司與法國 Ondeo Degremont公司共同合作承攬,其初設費新台幣1,500,000,000元,較公告預估底價1,835,959,259元,節餘335,959,259元,15年操作年費之現值新台幣3,461,851,769元,較公告預估底價5,734,389,639元,節餘2,272,537,870元,其處理流程如圖四,所採用之設施及高級處理單元,包括:原水抽水站、兩室式前臭氧、快混和膠凝反應槽、沉澱池、結晶軟化進流站、結晶反應槽、雙層濾料快濾

池、三室式後臭氧接觸槽、生物活性碳濾床、後加氯、反洗廢水回收利用、污泥處理系統，設計平均出水量為每日45萬立方公尺，最大出水量為每日54萬立方公尺，於92年10月底運轉出水，預定之出水水質要求如表四。

主要高級處理設備及功能如次：

#### 1、前臭氧接觸槽

本工程採用前臭氧處理單元來取代前加氯，以改善混凝和膠凝程序，其臭氧可用來替代過錳酸鉀去除藻類、有機物。而現有的前加氯消毒設備仍將保持供必要時使用，前臭氧接觸槽設計為六個接觸槽，每一接觸槽共有2個臭氧注入池，2個接觸池，前臭氧的目的在改善混凝一膠凝過程，因臭氧劑量太高的結果會使沉澱水質變差，並導致臭氧副產物之生成，故平均劑量設計為1mg/L，接觸時間則為6分鐘，在任何情況下均不會有任何殘餘臭氧。

#### 2、結晶軟化設備：

用途是要將總硬度降至150 mg/L CaCO<sub>3</sub>以下，原水的硬度值範圍介於160到300 mg/L as CaCO<sub>3</sub>之間，平均硬度為228 mg/L，鈣與總硬度的比例約為60%，

只有在鈣含量減少時，才能達到硬水軟化的目的。共設計8個結晶軟化反應槽，所要軟化的水由反應槽底部進入，經裝有特殊噴嘴的分配板垂直流動，並均勻

地分散水量，其結晶砂種為砂或石榴石，呈流體化狀態，加入氫氧化鈉所析出之碳酸鈣附著於砂種表面會形成結晶粒，較大的結晶粒向反應槽的底部移動，以固定間隔排放至結晶漏斗，並注入新的砂種取代結晶粒。

#### 3、後臭氧接觸槽

前臭氧消毒可改善混凝和膠凝效果，但對去除微量污染物的效果很小，因為原水中的懸浮固體和有機物比例很高，反之，後臭氧具有消毒(尤其是病毒)、氧化殘餘有機物質、去除殺蟲劑等功能。設六個臭氧接觸槽，將可確保臭氧消毒效果，每個臭氧接觸槽具三個注入池及三個接觸池，這些接觸池在正常流量下的總接觸時間為12min，第一注入池的目標是符合臭氧需求，第二注入池必須確保清除病毒所需的充分接觸時間和臭氧劑量，一般標準之CT值約1mg×min/L，需要在四分鐘內維持0.4mg/L的殘餘量，第三注入池則進行微量污染物的自由基氧化作用(radical oxidation)，臭氧加藥率為2.5至3.5mg/L，臭氧對總有機碳量的影響雖不大，但它對總有機碳的種類確實有影響，轉換為短鏈化合物的有機物質，可以改善它們的生物分解能力。

#### 4、生物活性碳濾床

過濾水於經臭氧消毒後，再一次使用粒狀活性碳進行二次過濾，作為最後一道

處理程序(polishing process)，活性碳不僅是有機物和微污染物的一道物理化學屏障，主要還可做為生物濾床，本工程以生物活性碳濾池進行清除殘餘有機物、消除味道和微污染物質，此一處理單元包括14組專利接觸槽，以重力下流式，生物活性床(濾料)的深度為2.8公尺，接觸時間為15分鐘。

### (三)、拷潭及翁公園淨水場增設高級淨水處理設備工程<sup>(12)</sup>

由國內金業科技公司承攬,其初設費新台幣969,570,000元,較公告預估底價1,343,902,533元,節餘374,332,533元,15年操作年費之現值新台幣2,324,056,360元,較公告預估底價4,180,719,164元,節餘1,856,662,804元,其處理流程如圖五,全部原水經快混膠沈、超微細氣泡浮除、超過濾(UF)處理,依原水水質狀況,部分再經低壓逆滲透薄膜(Low Pressure Reverse Osmosis,以下簡稱LPRO)處理後,將UF及LPRO產水依比例混合,使最終出水達到設計之出水水質要求,當原水有機物高於設定值,則於前端加入粉狀活性碳吸附處理,然後流入既設之快混膠沈池,使處理後出水符合有機物之水質要求,設計出水量拷潭淨水場為每日225,000立方公尺,翁公園淨水場為每日36,000立方公尺,於92年10月底運轉出水,預定之出水水質要求如表四。

主要增設之高級處理設備單元及功能如次:

#### 1、超微細氣泡浮除池:

其功能在氣提降低水中CO<sub>2</sub>及NH<sub>3</sub>,防止LPRO形成積垢並提高LPRO之造水率,去除懸浮顆粒,降低臭味及色度。配合添加PAC,可降低原水之COD、氧化原水中之Fe、Mn等重金屬,維持穩定水質,減少後續薄膜處理流程所需之運轉操作費用,為薄膜處理之前處理設備,若吸入氣體為臭氧,不必使用分散接觸塔,其殺菌氧化效果特佳,係利用泵浦進氣閥之特性,吸入少量之氣體經蓄壓、釋壓擴散後,即可得直徑小於1 μm之超微細氣泡,其氣泡相當細膩在水中擴散後狀如牛奶般,氣泡擴散均勻,水中停滯時間長達3分鐘以上,底部預留維修清洗污泥坑及排泥設施。

#### 2、UF設備:

UF設備可除去水中之淤泥、浮懸顆粒,並可除去矽化物、鐵、鋁之氧化物、有機物質、細菌及膠體,能使產水淤泥指數(Silt Density Index簡稱SDI)小於1,可防止LPRO膜管阻塞,為有效的LPRO膜管前處理方法,操作壓力約1bar,UF膜片孔隙小於0.05 μm(分子量約為100,000 MWCO),因本工法未加入臭氧或其他氧化劑,原水中有機物分解程度低,不會造成AOC增量,故UF膜可因過濾作用而降

低水中可形成AOC的有機物質，UF膜片材質採用PVDF高分子材料製造，具有不黏結污泥及耐化學藥品的特性，UF設備型式採可反洗之板式構造具有容易沖洗的優點，且於必要時可拆解清洗UF膜片。

### 3、NF/LPRO設備：

LPRO設備主要功能為去除水中重金屬、毒性物質以及降低水中TDS與硬度，以提升自來水可口度與適飲性，而本工程為提高水利用率，採五段串聯排列，分段加壓方式，不僅節省電力每列壓力依序增加，Flux平均，且造水率可高達96%以上，LPRO膜管採螺旋纏繞式(Spiral Wound)，材質為TFC-PA，本工程LPRO設備設計數量為19套，操作時啓用套數因原水水質而變動，平常水質時啓用12套，產水量約為總出水量48%，最差水質時全部啓動，產水量約為總出水量的76%。LPRO設備五列操作壓力為5.2 bar至9 bar之間，除第一列動力直接加壓至操作壓力外，第二列之後係利用前一列排水餘壓予以增壓至設計操作壓力，並由變頻器控制，故動力費相當節省。薄膜處理後廢水排入濃縮廢液處理設施，經處理達到排放標準後，由專管排入林園排水溝，經由高屏溪出海口流入台灣海峽。

## 五、坪頂淨水場及鳳山一期民生用水淨水場增設軟化設備

高屏溪攔河堰工程已於八十八年九月完工取水，未來豐水期之最大取水能力可達每日二百萬立方公尺，惟枯水期因受水權及水文條件限制，可取之水量甚為有限，經經濟部水利署檢討，若與南化水庫聯合運用，則可增加整體穩定供水量，即豐水期於高屏溪攔河堰取水供應，減少在南化水庫取用水量，並引甲仙堰原水蓄滿南化水庫；枯水期再由南化水庫調蓄供應，故經濟部水利署於八十九年八月提報「南化水庫與高屏溪攔河堰聯通管路計畫」<sup>(13)</sup>，業奉行政院八十九年十月三十一日台八十九經字第三一二八四號函核定實施，計畫期程為九十年元月至九十二年十二月，為期三年，預期工程完工後，可增加南部地區穩定供水每日五十萬立方公尺，按區域分配原則，嘉南地區及高屏地區各增加每日二十五萬立方公尺之穩定供水，且高雄地區枯水期每日有五十萬立方公尺之用水可改由南化水庫水源供應；豐水期亦可視南部地區雨量豐沛與否等水文情況，彈性於南化水庫放水供應部份南部地區用水需求，對高雄地區之水量改善大有助益，惟其對供水水質之影響則未述及。依據歷年來水質資料統計結果，南化水庫與高屏溪攔河堰水源之清水分析資料顯示，南化水庫水源之清水總溶解固體量、總硬度、臭度，均低於高屏溪攔河堰水源之清水，雖均符合飲用水水質標準，但一般而言，

民眾對總硬度之感受較明顯，故如欲使用高屏溪攔河堰水源之坪頂淨水場及鳳山一期民生用水淨水場之總硬度，與南化水庫水源相近，則必需於該二場增設軟化設備，經本公司進行研究結果認為可行<sup>(14)(15)</sup>，坪頂場及鳳山一期民生用水淨水場經實施加NaOH軟化，並採取分流軟化，則坪頂場預定出水量為46-50萬CMD，鳳山一期民生用水淨水場出水量為10-25萬CMD，出水總硬度值低於140mg/L(as CaCO<sub>3</sub>)。

## 六、結語

國民生活水準提高後，對於公共給水品質之提升也日益殷切，因此提升淨水設備之處理能力已是自來水事業必須思考之課題，高雄地區自來水改善是民眾長久以來之期盼，也是政府相當關心的大事，新政府成立以來積極投入鉅資，從事根本的改善工作。水公司從原水品質改善、淨水技術提升、管網系統改善、建立監控系統、加強水池維護、加強宣導用戶用水設備定期清洗著手採標、本兼治方式積極進行改善，承蒙高雄縣市政府大力支持及協助，各項工程推動順利，並於92年10月底完工運轉出水，實現多年來高雄地區民眾之期待。

## 七、參考文獻

- 1、中興工程顧問公司&美商旭環股份有限公司，「大高雄地區自來水後續改善工程規劃」，台灣省自來水公司委託規劃報告，2000。
- 2、台灣省自來水公司，「大高雄地區自來水後續改善工程計畫」（原水取水口上移至高屏溪攔河堰工程、增設高級淨水處理設備），2000。
- 3、中國時報，8月6日，2000。
- 4、臺灣省自來水公司營運快報，2002。
- 5、臺灣省自來水公司水質年報，2002。
- 6、Mineral Waters of the World，[www.mineralwater.org](http://www.mineralwater.org)
- 7、財團法人中華顧問工程司&荷蘭商DHV Water B.V.，「澄清湖、拷潭、翁公園淨水場增設高級淨水處理設備委託技術服務工程細部實施計畫」第五章「高級淨水處理」，台灣省自來水公司委託技術服務報告，2001。
- 8、葉宣顯等，「澄清湖高級淨水處理模型廠試驗研究」（第一年），台灣省自來水公司委託研究報告，1999。
- 9、葉宣顯等，「澄清湖高級淨水處理模型廠試驗研究」（第二年），台灣省自來水公司委託研究報告，2001。
- 10、李丁來等，「高級淨水處理設備個案採購原則簡介」，自來水會刊第21卷第2期，p46-55，2002。
- 11、台灣省自來水公司，「澄清湖水場增

34 自來水會刊第二十二卷第四期⑧

- 設高級淨水處理設備工程合約」，  
2002。
- 12、台灣省自來水公司，「拷潭及翁公園  
淨水場增設高級淨水處理設備工程合  
約」，2002。
- 13、經濟部水利署，「南化水庫與高屏溪  
攔河堰聯通管路計畫」，2000。
- 14、李丁來、黃茂琳、蘇金龍、林岳、謝  
啓男“坪頂淨水廠軟化試驗研究”，  
第二十屆自來水研究發表會報告集，  
第265-280頁，2003。
- 15、李丁來、邱芬蘭、黃志彬“鹼性操作  
汙泥毯澄清池去除硬度之研究”，第  
二十屆自來水研究發表會報告集，第

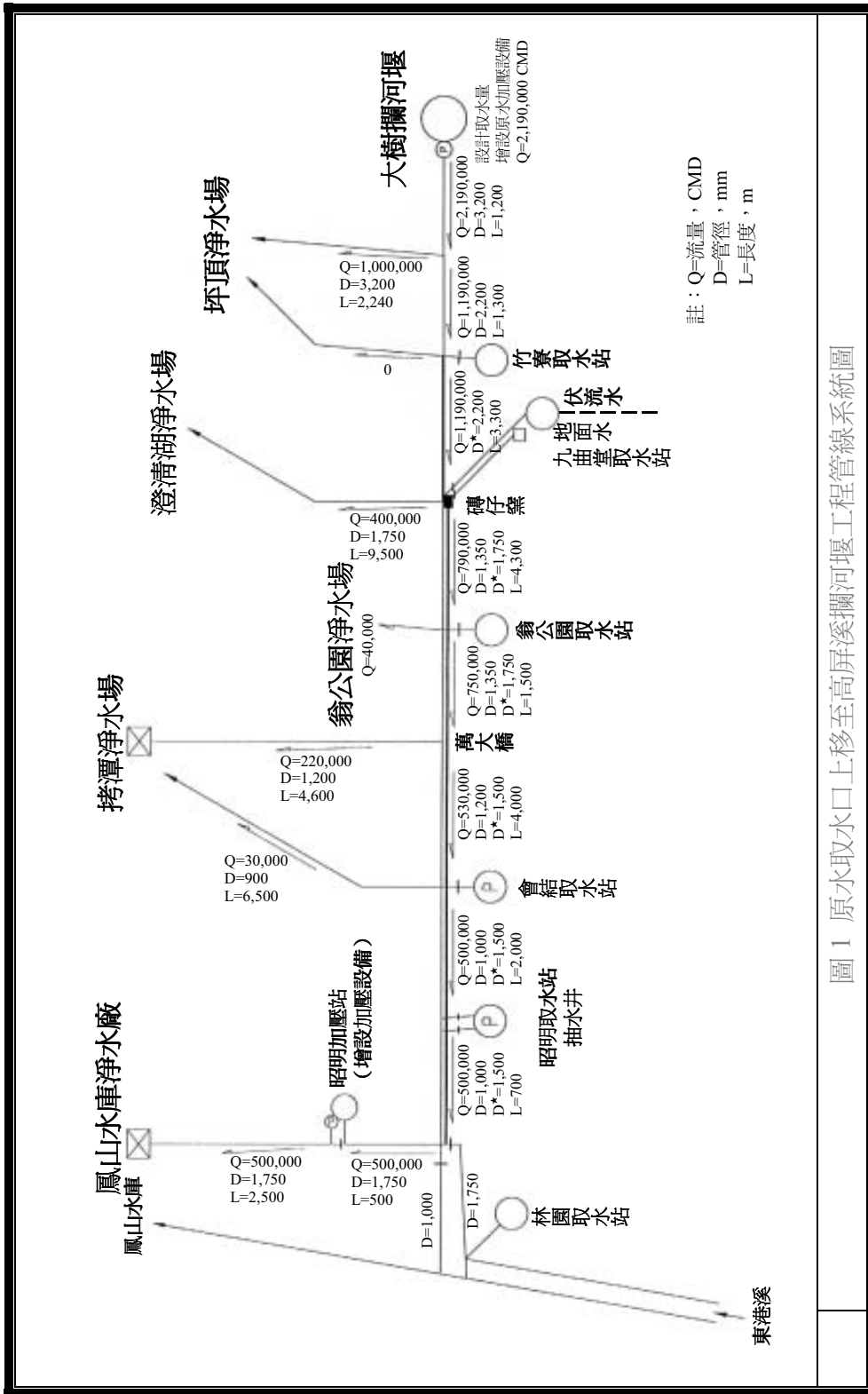
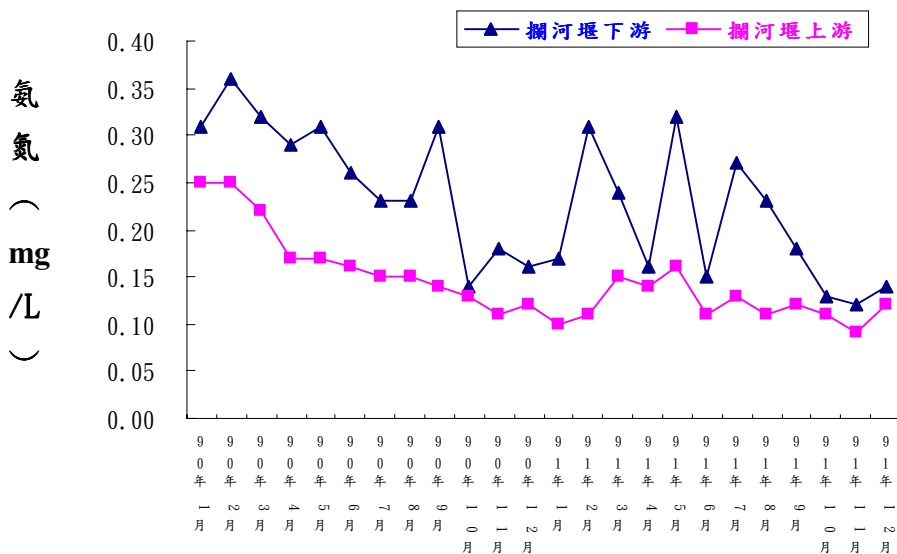


圖 1 原水取水上移至高屏溪攔河堰工程管線系統圖

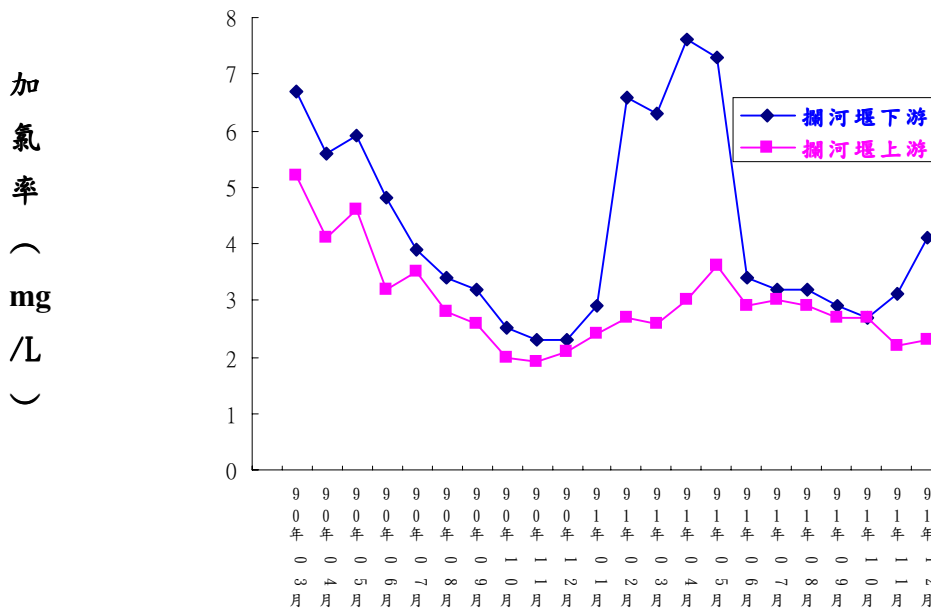
圖 1 原水取水上移至高屏溪攔河堰工程管線系統圖

表四、高級處理主要出水水質項目要求

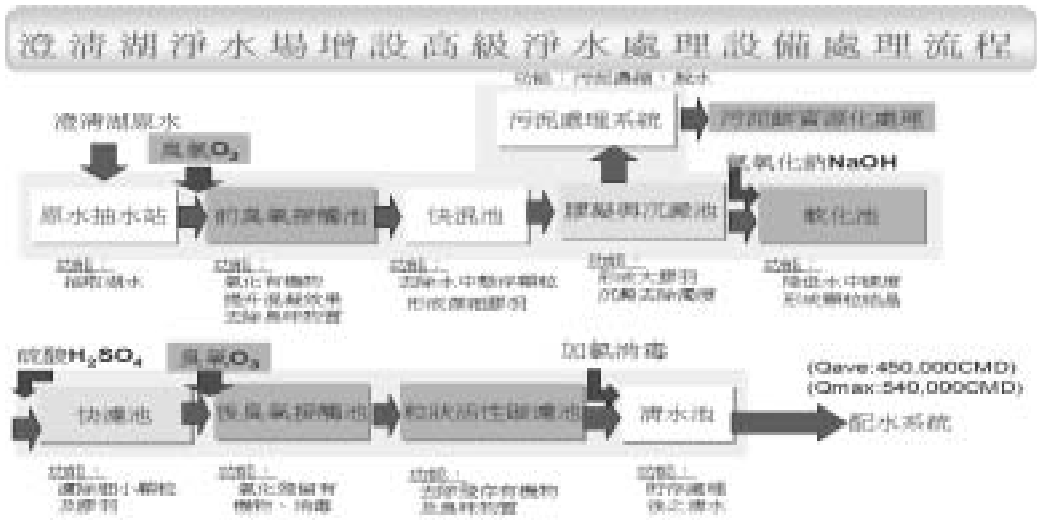
水質項目	原水水質 (上限值)	設計承諾水質目標 (最大限值)	
藍氏飽和指數(LSI)	無訂定	-1<LSI<1	
pH	6.5~8.0	6.5~8.0	
色度	30PCU	3PCU	
臭度	10 TON	1 TON(加氯消毒後再除氯後)	
濁度	200NTU(含)以下	0.2NTU 95% of the time	0.3NTU 100% of the time
	200 NTU (不含) ~ 500 NTU (含)	0.5NTU 95% of the time	1.0NTU 100% of the time
	500 不含) ~ 1500 (含)	5.0NTU 95% of the time	8.0NTU 100% of the time
總硬度	300 mg/L	150 mg/L	
總溶解固體量(TDS)	500 mg/L	500 mg/L	澄清湖場
		250 mg/L	拷潭及翁公園場
氨氮 (NH <sub>3</sub> -N)	1.2 mg/L	0.1 mg/L	
亞硝酸鹽氮 (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	0.4 mg/L	0.1mg/L	
硝酸鹽氮 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N)	10mg/L	10 mg/L	
砷(As)	0.05 mg/L	0.01 mg/L	
溴酸鹽	-	0.008mg/L	
自由有效餘氯	-	0.5 ~1.0 mg/L	
	當原水濁度大於 500 NTU	0.5 ~2.0 mg/L	
殘餘臭氧	-	低於最低儀器可偵測限值	
FPA	12	1(加氯消毒後再除氯後)	
總三鹵甲烷 (TTHMs)	-	30µg/L	
五類鹵化醋酸(HAA5)	-	30µg/L	
總菌落數	10 <sup>6</sup> CFU/mL	1.0 CFU/mL	
大腸大腸桿菌群	10 <sup>5</sup> MPN/100mL	0.0MPN/100mL(多管發酵法)	
	10 <sup>5</sup> CFU/100mL	0.0CFU/100mL(濾膜法)	
生物可利用有機碳 AOC	650µg/L	50µg/L	
鐵 (Fe)	2 mg/L	0.25 mg/L	
錳(Mn)	0.3mg/L	0.04mg/L	
汞(Hg)	0.01 mg/L	0.002 mg/L	
安殺番	0.0075 mg/L	0.003 mg/L	
靈丹	0.0005 mg/L	0.0002 mg/L	
硫酸鹽(以 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 計)	250 mg/L	250 mg/L	
酚類(以酚計)	0.004 mg/L	0.001 mg/L	
陰離子界面活性劑	1.25 mg/L	0.5 mg/L	
氯鹽 (Cl <sup>-</sup> 計)	250 mg/L	250 mg/L	



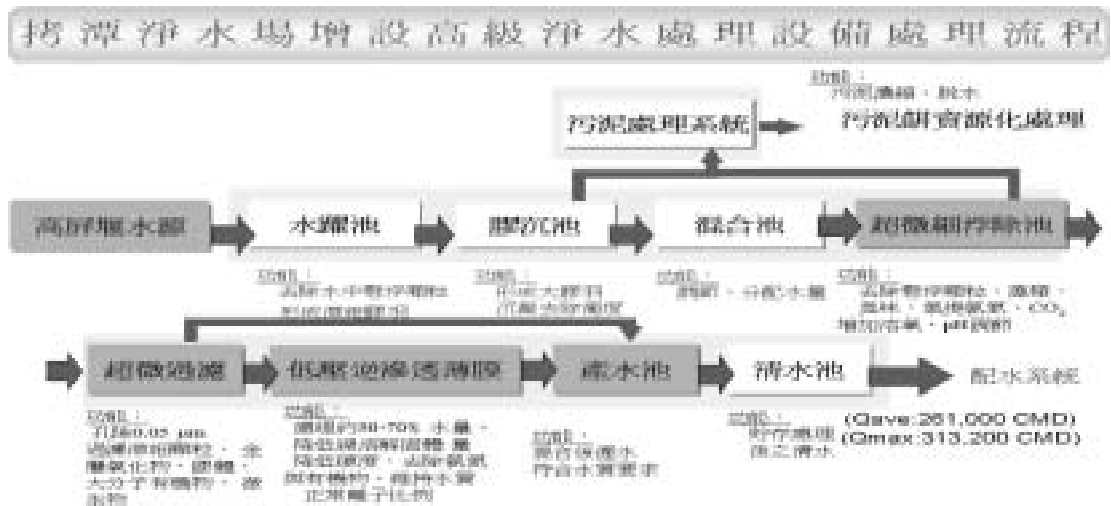
圖二高屏溪攔河堰上下游原水氨氮水質比較



圖三自攔河堰上游與下游取水之淨水場加氯率比較



圖四、澄清湖淨水場增設高級淨水處理設備處理流程圖 249-264頁，2000。



圖五、拷潭及翁公園淨水場增設高級淨水處理設備處理流程

# 大高雄地區增設高級淨水設備工程監造概述

陳志鴻\*

## 一、前言

為提昇大高雄地區自來水水質、充裕水量及改善口感，台灣自來水股份有限公司奉中央政府核定辦理大高雄地區自來水後續改善工程計畫。該計畫時程計三年，自90.01起至92.12止，主要工作內容包括「原水取水口上移至高屏溪攔河堰工程」及「增設高級淨水處理設備」兩大部分。其中「增設高級淨水處理設備」部分，係委託財團法人中華顧問工程司與荷蘭商DHV Water BV公司，分三階段推動澄清湖、拷潭及翁公園等三個淨水場增設高級淨水處理設備工程。第一階段主要工作在訂定統包商招商規範，並擇定統包商。第二階段之工作則在辦理統包商所提施工計畫及細部設計圖說之審查與施工監造。第三階段之工作則在辦理完工後之整體試運轉。為確保第二、三階段工作品質能符合契約規範及自來水公司品質要求，監造單位遂依據行政院核定之「公共工程施工品質管理制度」及「公共工程施工品質管理作業要點」之精神訂定監造計畫書，作為後續監造作業執行之依據。以下僅就「澄

清湖淨水場增設高級淨水處理設備工程」監造計畫書之主要執行內容作一概要說明。

## 二、工程內容

- (一)工程名稱：澄清湖淨水場增設高級淨水處理設備工程
- (二)工程地點：高雄縣鳥松鄉澄清湖淨水場
- (三)契約金額：新台幣1,500,000,000元，不隨物價指數調整。
- (四)工程期限：全部設備(含單體測試)及土建工程須於92.10.31日前完成，整體試運轉須於135日內完成。

(五)主要工程內容如下：

### A. 主要處理系統

- 1. 原水進流站
- 2. 前臭氧接觸槽
- 3. Putsatube 膠凝沉澱系統
- 4. 結晶軟化系統
- 5. 快濾系統
- 6. 後臭氧接觸槽

\*財團法人中華顧問工程司主任工程司

7. 生物活性碳處理系統

8. 廢水處理系統

B. 機械設備：

1. 臭氧產生系統

2. 制水閘門及控制閥

3. 結晶軟化及附屬設備

4. 活性碳添加/抽除系統

5. 桶槽

6. 脫水機

7. 泵浦

8. 加藥系統

9. 取樣系統

### 三、監造服務工作範圍

監造顧問將依據服務契約要求，與業主及承包商充分合作，以如期如質完成本工程為前提。主要服務範圍包括：

- (一) 負責監督及查證廠商履約。
- (二) 撰寫施工監造報告並督導各場承包廠商提出完工設計圖(竣工前最後一次變更設計圖)及竣工報告。
- (三) 協助業主審查統包商所提技術文件，如施工計畫、預定進度、施工圖、器材樣品及其他送審案件之審查。審查統包商所提技術文件時，本工程將就業主之立場為實質審查並負技術權責，業主僅做程序審查。
- (四) 督導及查核施工廠商辦理材料及

品質管理工作。

- (五) 督導施工廠商執行工地安全衛生、交通維持及環境保護、設施安全及勞安設施之評估等工作。
- (六) 施工廠商履約進度及估驗計價之查核。
- (七) 有關施工廠商履約界面之協調及整合。
- (八) 施工廠商機電、儀控設備測試及試運轉之監督。
- (九) 審查承包商所提水公司操作人員訓練計畫書，並安排及督促承包商辦理水公司操作維護人員之訓練。
- (十) 審查承包商編撰之操作維護手冊。

### 四、監造組織架構

為執行本工程施工監造與處理工程相關事宜，於工程實際進行施工時，即派駐實務經驗豐富之施工監造人員，長駐現場工地辦公室，負責監督及查證廠商履約。

有關監造組織職掌及工作項目劃分如表1。

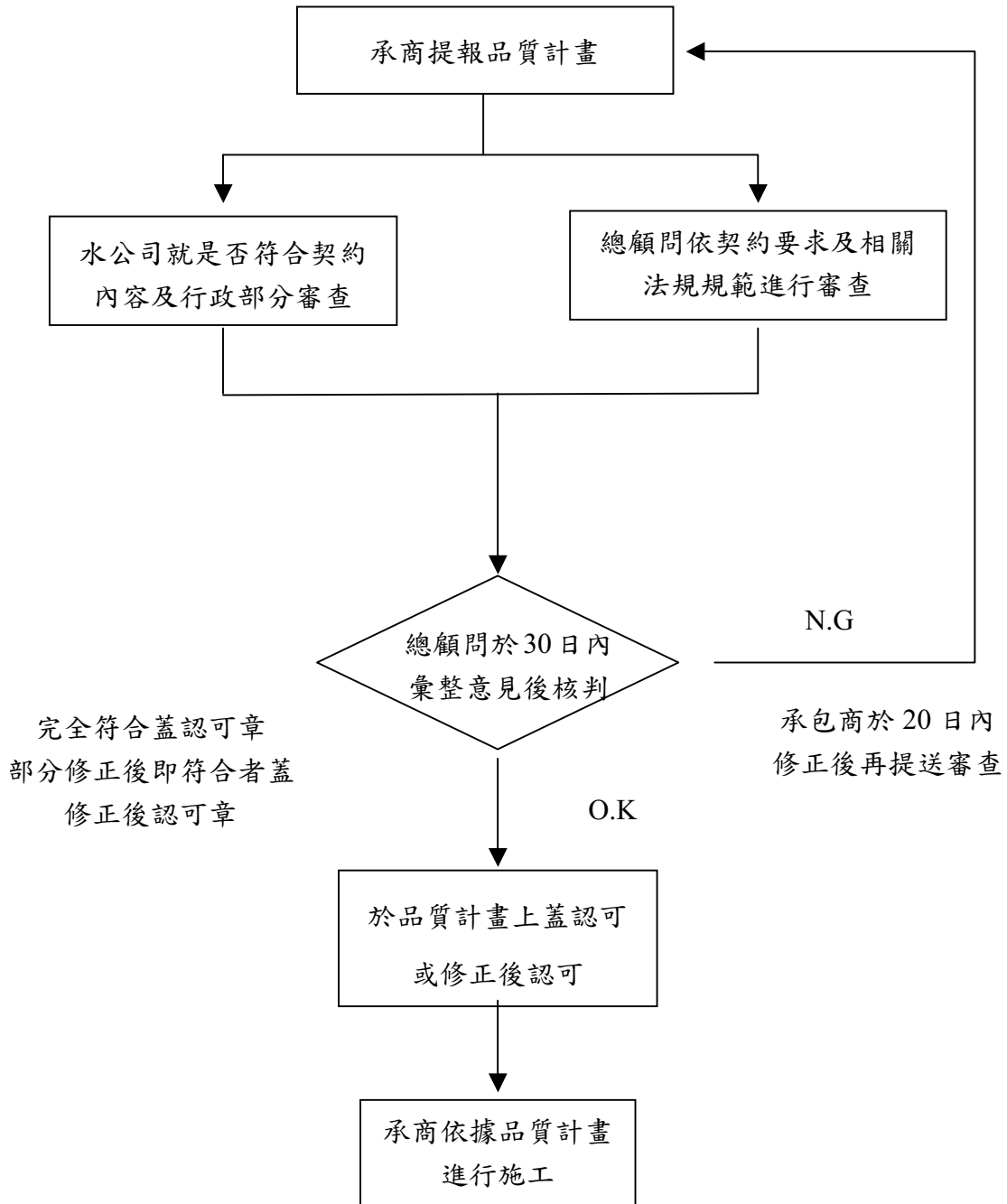
### 五、施工暨品質計畫審查作業

為有效審查承包商所送之品質計畫書及施工計畫書，達到契約規定之品質，遂訂定各項施工品質計畫及施工計畫審查作業程序如下：

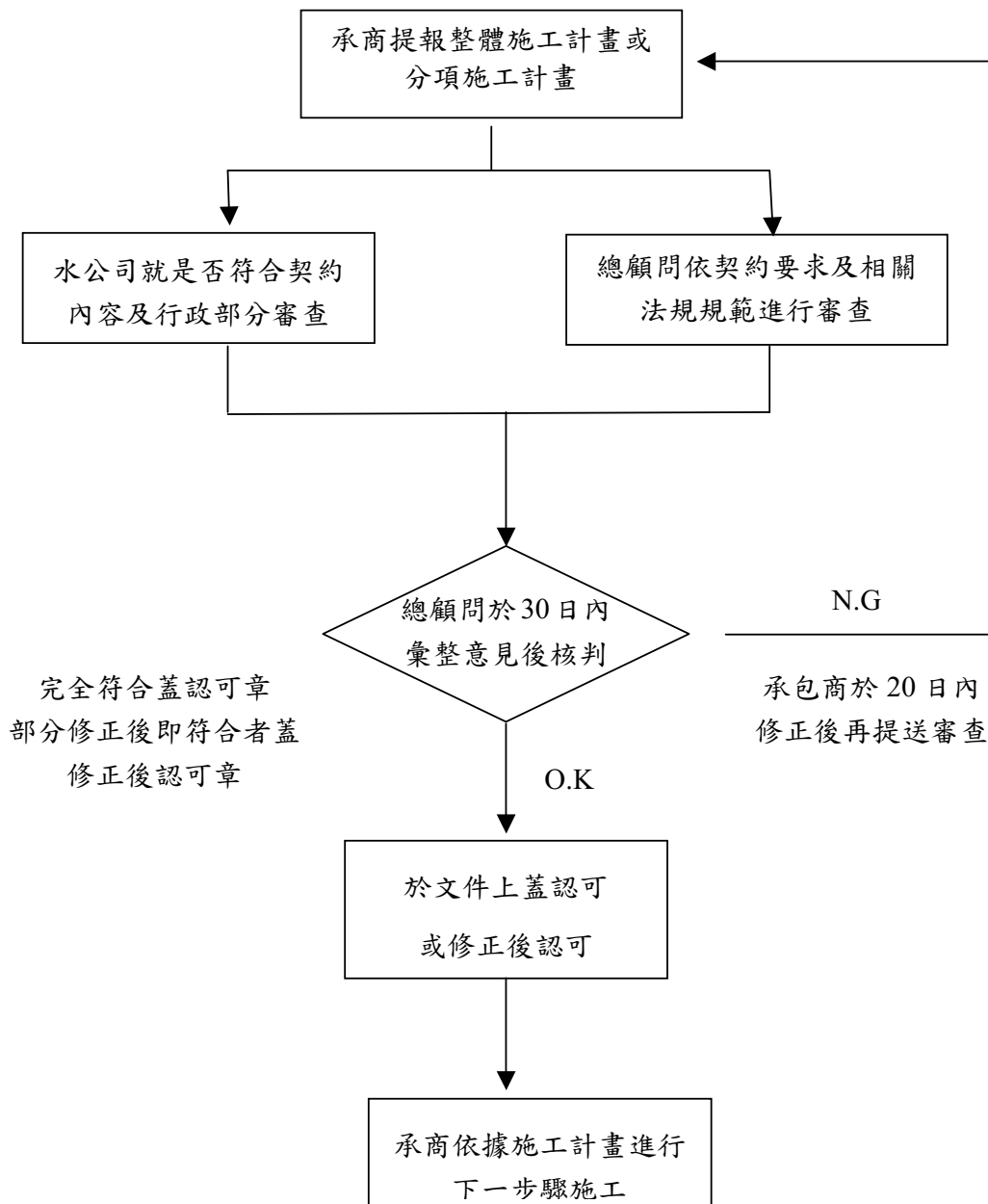
表1 監造組織職掌及工作項目劃分

職稱/組別	職 掌 及 工 作 項 目 劃 分
工務所主任	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 為本工程司監造計畫負責人，執行「工程司代表」之權責</li> <li>• 負責監造服務契約之執行，對工程進度、品質與預算執行追蹤考核</li> <li>• 綜理本工程監造計畫之策略及程序之執行</li> </ul>
圖說審查組	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 負責依據統包工程契約、規範及相關技術法規等，審查統包商所提送之設計圖說、設計計算書、設備功能及規格等技術文件，並依契約規定予以認可、修正後認可或退回重送。</li> </ul>
品保工程師	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 依據工程契約、設計圖說、規範及相關技術法規等，審查統包商品質計畫書並據以推動實施。</li> <li>• 執行內部品質稽核。</li> <li>• 品質缺失之統計分析、矯正與預防措施之追蹤與改善。</li> <li>• 品質文件、紀錄之管理。</li> <li>• 負責督導各項材料及施工有關之試驗及檢驗、審核配合設計試拌工作、驗廠及品管作業。</li> </ul>
計畫管控組	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 施工計畫審核</li> <li>• 施工進度審核及控制</li> <li>• 行政業務及協調</li> </ul>
安衛環保組	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 審查統包商提出之各項安全監測、環境監測及安衛環保交通維持等工作計畫</li> <li>• 督導統包商依核定之工作計畫執行上述各項工作及施工期間污染防治督導</li> <li>• 督導統包商執行安衛及環保計畫。</li> </ul>
土建組	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 土木建築監造，各場監造人員視工程進度須要相互支援</li> <li>• 測量及施工檢測</li> <li>• 排水工程監造</li> <li>• 施工排水計畫規劃、審核</li> <li>• 高級淨水處理廠監造</li> </ul>
機電設備組	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 機電工程監造</li> <li>• 機電工程配合措施協調</li> </ul>

(一) 施工品質計畫審查作業流程



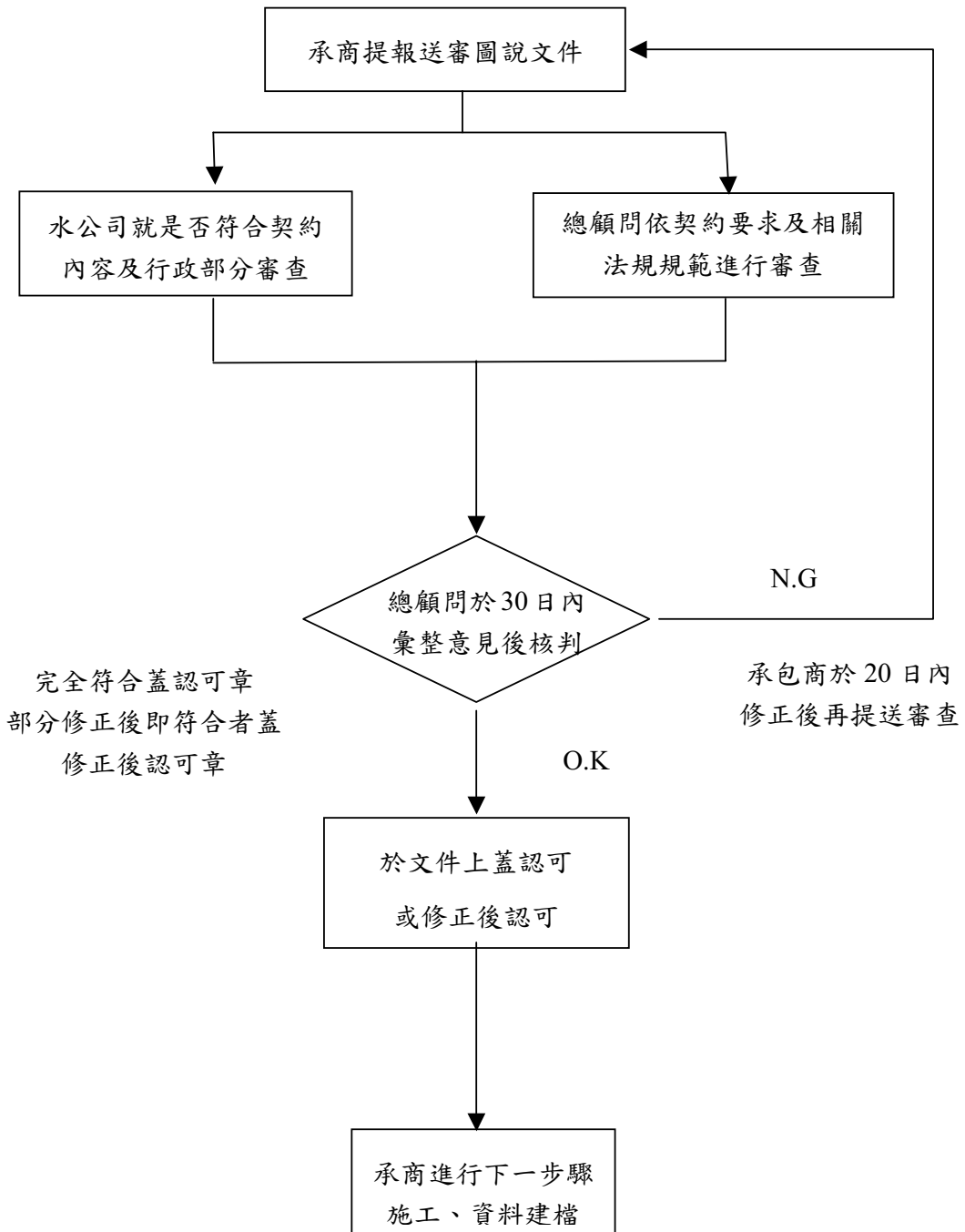
(二) 施工計畫審查作業流程：



附註：

為爭取較多施工時間，總顧問審查時間將配合承商施工時程儘量縮短，承商亦應本於統包責任，縮短修正施工計畫所需時間。

(三) 圖說審查流程

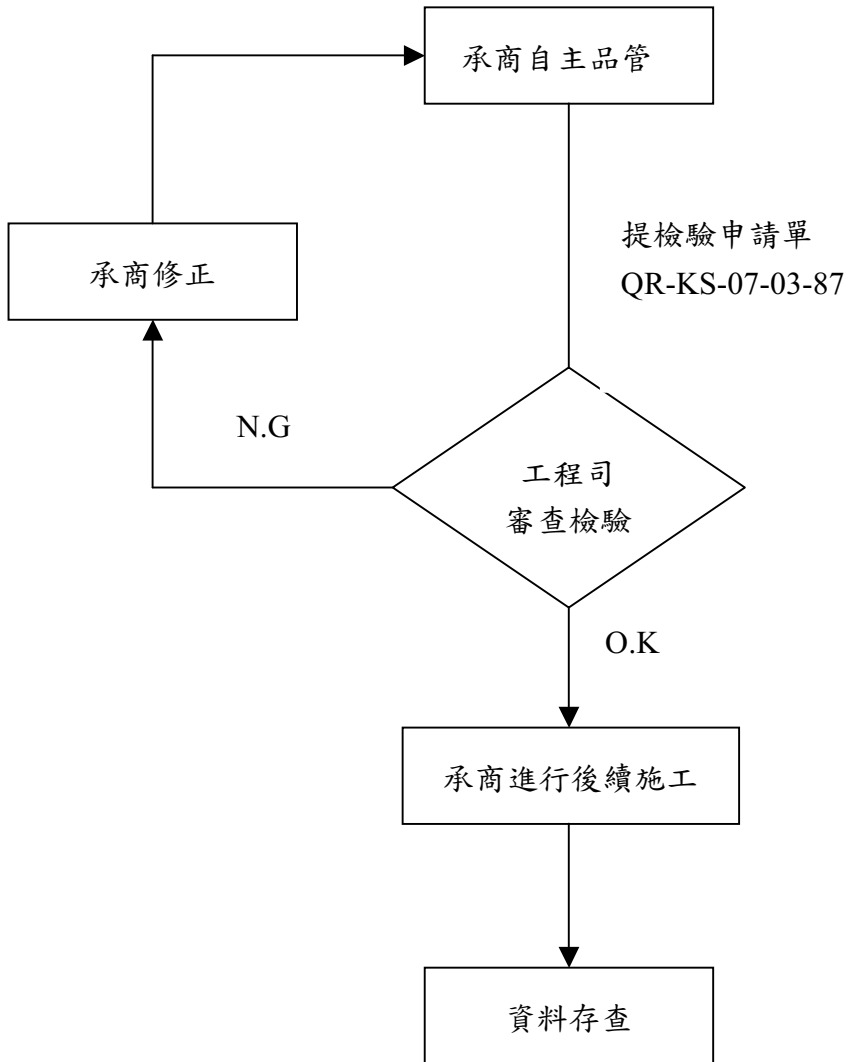


附註：

1. 為爭取較多施工時間，總顧問審查時間將配合承商施工時程儘量縮短，承商亦應本於統包責任，加快修正圖說所需時間。
2. 第二次送審時，總顧問審查時間縮短為15日。

#### (四) 施工檢驗流程

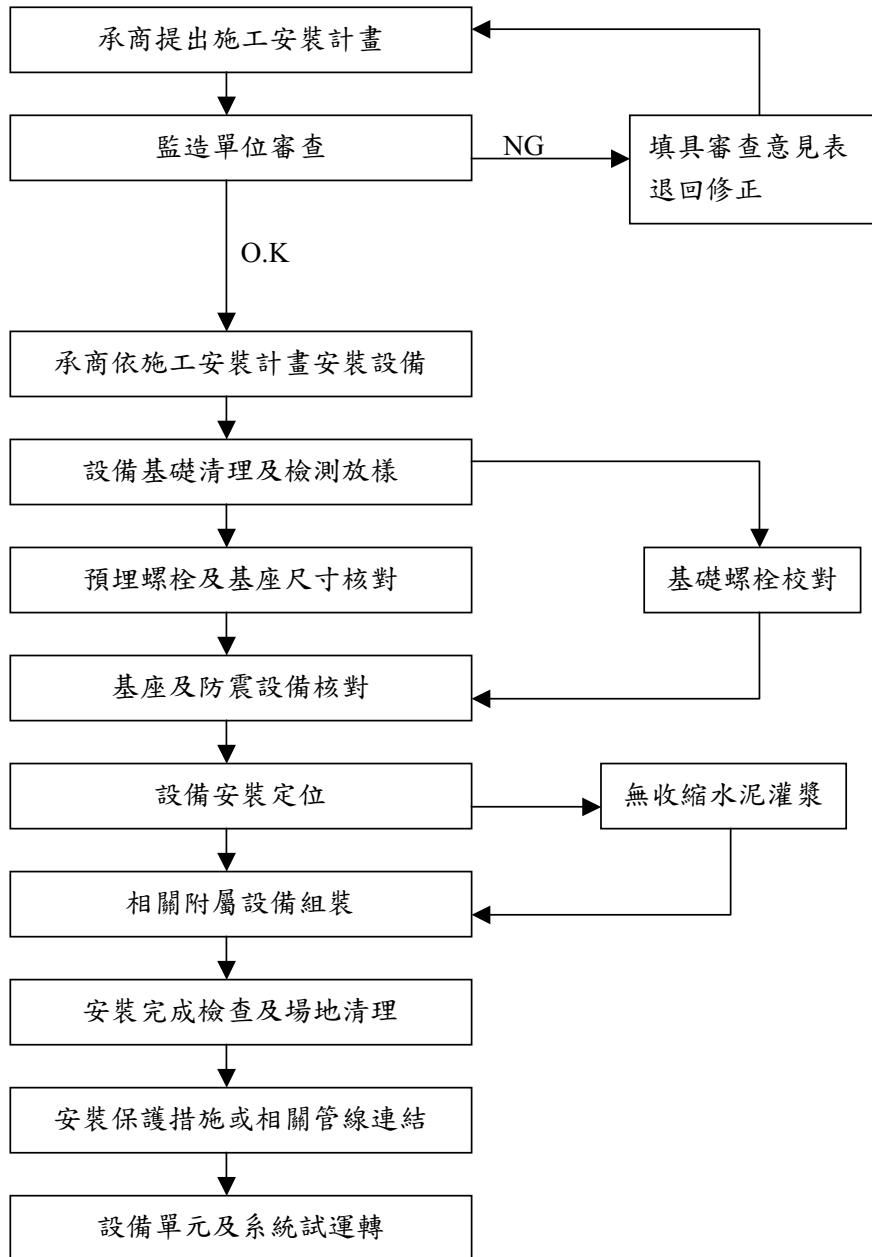
##### 1. 一般施工品管作業流程



附註：

1. 施工查驗內容、標準，依契約及施工規範各章節規定辦理。

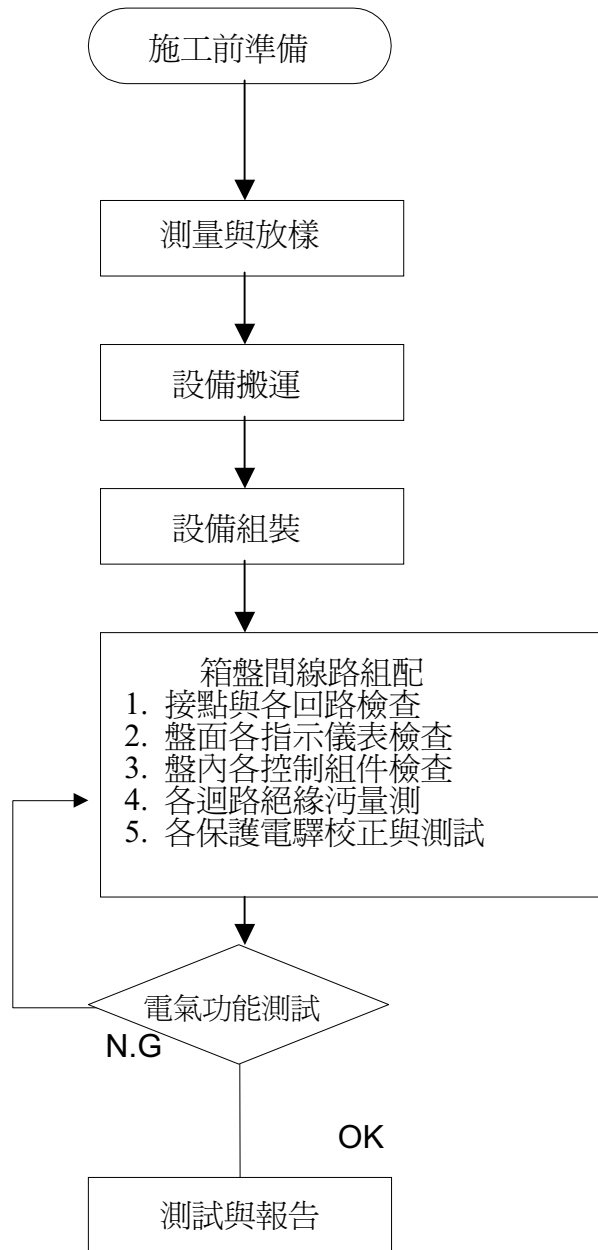
2. 機電設備安裝品管作業流程



附註：

1. 依各項不同設備分別填具檢查表。
2. 設備安裝時，填具『設備安裝檢查表』。
3. 檢查項目包含：基礎螺栓、基座尺寸、防震設備、吊裝方式等，是否符合合約規範及設計圖說之規定。

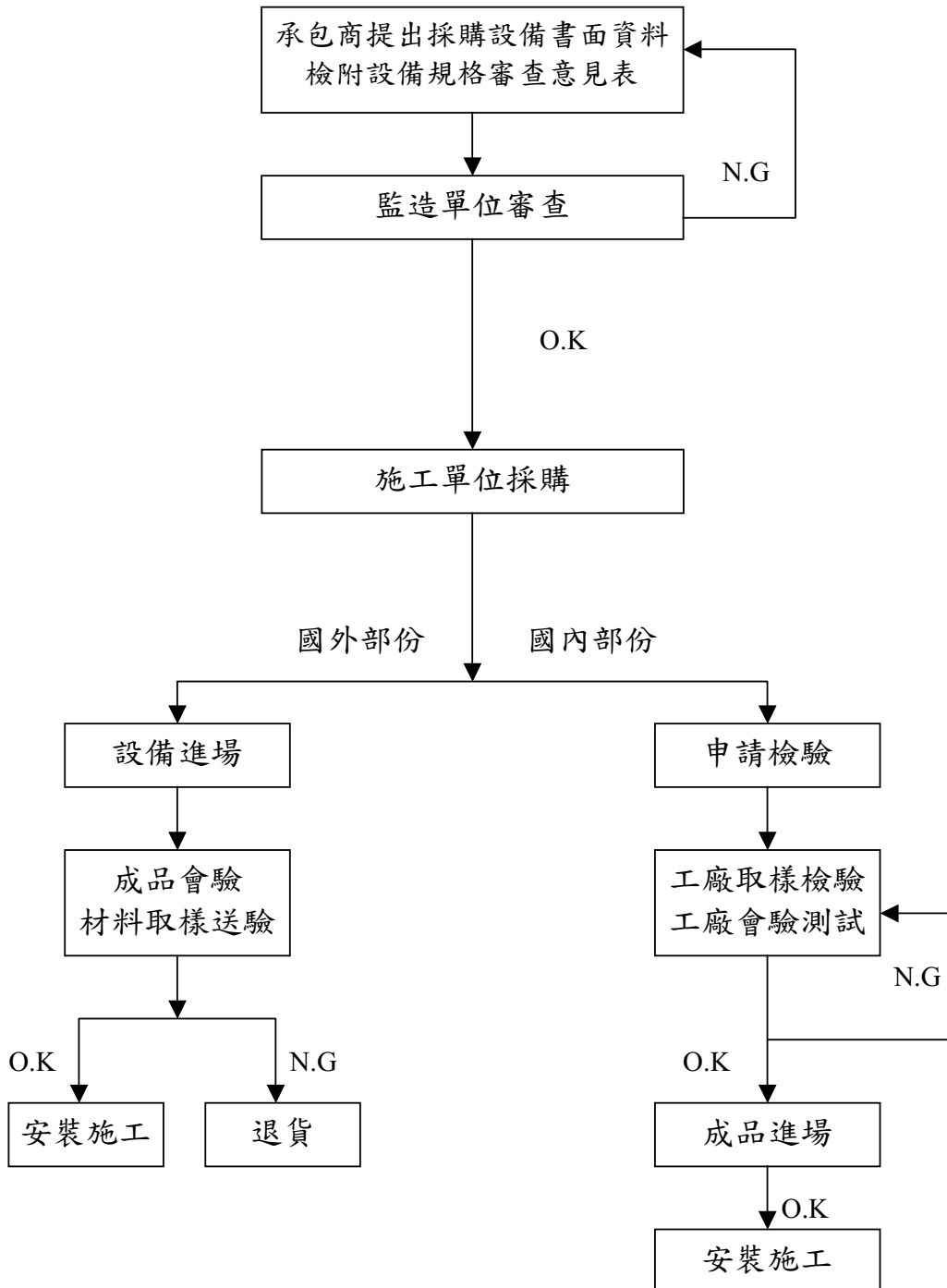
### 3. 電氣設備盤體安裝流程



附註：

1. 依各項不同設備分別填具檢查表。
2. 設備安裝時，填具『設備安裝檢查表』。

(五) 設備材料品管作業流程



## 六、設備功能運轉測試計畫

### (一)設備功能運轉測試作業程序

1. 統包商依工程進度於單體試車前30日提出試車計畫書及於試運轉前30日提出試運轉計畫書。
2. 試車計畫書經監造單位審查核可後送業主核備。
3. 於執行試運轉前，在業主之召集下召開試車協調會，檢討本工程進度執行試車之程序步驟，並協週相關單位以執行必要之配合協助。
4. 工作確認及協調事項如下：
  - a. 試車工作實施方針、方法、內容
  - b. 設備事前之點檢校核
  - c. 法定機關之勘驗及工安檢查許可(含証照申請)
  - d. 供電系統之確認及送電時機
  - e. 燃料、藥品、潤滑油等之分配補充及確保
  - f. 處理過程產生之廢棄物搬運、清除處置方法
  - g. 使用水源及供水方法
  - h. 各工程完工之實施體制、人員編組、預定執行日期及期限
  - i. 工程執行之實施體制、人員編組、預定執行日程及期限
  - j. 整體試運轉實施要領
- k. 操作人員配置及操作線上訓練之時機與配合
5. 單體試驗
 

本階段為預檢階段、各製造廠商應派遣技師或合格代表在現場進行單體機能校正、調整，自試運轉之確認，其進行內容如下：

  - a. 單元配管、設備組立、配線檢查及材質、型號規格、容量特性等數據現場實地確認核對
  - b. 槽類容器、配管等之洩漏及壓力試驗等結構上之確認
  - c. 機器設備運轉中之運轉方向、振動度、噪音及異常音、軸承溫度之試驗檢測及確認
  - d. 保護裝置及迴路之動作試驗、相關安全設定值之確認
  - e. 相關控制機具、程序起動、停止之動作認證、機能設定及試驗
  - f. 接地電阻、絕緣電阻、耐壓、導通等電氣試驗
  - g. 相關單元儀錶計器之校準、檢測及控能機能確認
  - h. 上述單體動作確認、試驗時間約為1~4hr之間，採間斷運轉，以進行單體調整及實際動作確認與相關機能之校核
6. 單體試驗完成後統包商應提出經原廠技術調整校核檢測數據簽認及單體試

驗性能成果報告書，經監造單位審查  
確認後，始得進行試運轉調整及整體  
9. 將上述試運轉功能測試期間之紀  
錄，彙整為成果報告，並由主要參與

單位人員簽認，提送監造單位審查後  
提報業主核備，即完成整體試運轉作  
業程序。

# 澄清湖淨水場增設高級淨水處理設備 操作訓練計畫

陳建志\*

## 一、前言

為提昇高雄地區自來水在口感、味覺等適飲性之品質，台灣省自來水股份有限公司依據政府採購法，辦理澄清湖淨水場增設高級淨水處理設備工程；並委由中華顧問工程公司及DHV荷商際星科技股份有限公司規劃增設相關處理設施以大幅提昇處理量及飲用水品質，中宇環保工程公司配合法商DEGREMONT公司負責整廠細部設計、建造、安裝、測試訓練及整體試運轉合格後之十五年相關之操作維護及技術服務工作。

因應上述之工作，特辦理操作維護訓練，以供未來驗收後移交業主操作時，操作人員能很順利且熟練操作相關設備及系統，及定期之維護保養工作。

## 二、操作維護訓練內容

### (一) 主要設備

(a) 機械設備

(b) 電氣設備

(c) 儀控設備，包括控制系統偵測元件

(d) 閉路電視系統(CCTV)

(e) 消防系統

(f) 通風空調設備

### (二)、主要課程分類有下列各科目類別：

A. 機械設備

B. 電氣設備

C. 儀表設備及控制系統

D. 閉路電視CCTV設備

E. 消防系統設備

F. 通風空調系統

### (三)、操作維護訓練內容主要包含下列項目：

A. 操作原理

B. 障礙及其原因對策

C. 操作安全指導

D. 例行檢點要項

E. 系統操作管理

\*中宇環保工程股份有限公司專案經理

F. 例行維護及修理

G. 應變方式

H. 實務操作解說

課程內容詳如表一。

### 三、澄清湖高級淨水處理廠處理功能說明

本高級淨水處理場主要核心單元為前臭氧接觸槽、後臭氧接觸槽、生物活性碳濾床及結晶軟化，相關單元系統的處理水質功能說明如次：

#### 1 前臭氧接觸槽

本工程採用前臭氧處理單元來取代前加氯消毒，以改善混凝和膠凝程序。其臭氧可用來替代過錳酸鉀去除藻類、有機物。而現有的前加氯消毒設備將保持繼續使用，但只在必要時使用。

其前臭氧接觸槽設計為六個接觸槽，每一接觸槽共有2個臭氧注入池，2個接觸池。

- 總體積 1980 m<sup>3</sup>
- 設計總接觸時間 6分鐘
- 設計臭氧添加量：  
平均 1.0 ppm，最大 1.5 ppm

#### 2 後臭氧接觸槽

後臭氧消毒具有下列效率：

- 消毒，尤其是消除病毒。
- 剩餘有機物質的氧化。
- 殺蟲劑去除。

其六個臭氧接觸槽將可確保臭氧消毒。每個臭氧接觸槽具三個注入池，三個接觸池：

- 總體積..... 3,900 m<sup>3</sup>

正常流量下的總接觸時間：

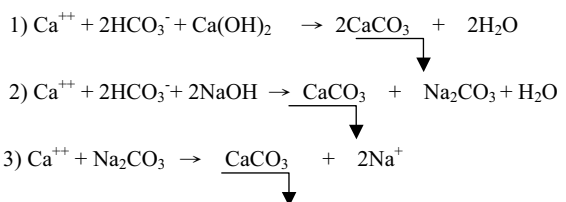
- 六個臭氧接觸槽..... 12 min
- 五個臭氧接觸槽..... 10 min
- 臭氧加藥率：
  - 平均..... 2.5 ppm
  - 最大..... 3.5 ppm

臭氧對總有機碳量的影響雖不大，但它對總有機碳的種類確實有影響。轉換為短鏈化合物的有機物質可以改善它們的生物分解能力。

#### 3、結晶軟化反應槽

結晶軟化設備的用途是要將總硬度降至150 ppm CaCO<sub>3</sub>以下。原水的硬度值範圍介於160到300 ppm CaCO<sub>3</sub>之間，平均硬度為228 ppm。鈣與總硬度的比例約為60%。只有在鈣含量減少時，才能達到軟水的目的。

根據下列公式，利用石灰或氫氧化鈉進行軟水製程以形成固體碳酸鈣：



石灰和氫氧化鈉之間的主要差別在於：

- 石灰:減少10 ppm的鈣需要減少10 ppm的鹼度。
- 氫氧化鈉:減少10 ppm的鈣需要減少5 ppm的鹼度。

依原水水質所做的計算顯示，如果採用石灰法，鹼度太低。基於這個原因，本工程案的結晶軟化將採用氫氧化鈉。

爲了要降低總硬度至150 ppm CaCO<sub>3</sub>的石灰值下，至少需要處理總流量的85%。

軟化的目的在處理自沉澱池D和Pulsatube沉澱池之沉澱水。

- 正常流量..... 405,000 m<sup>3</sup>/d
- 最大流量..... 486,000 m<sup>3</sup>/d

結晶軟化進流站將包含8 + 2個沉水泵設計，爲50,600m<sup>3</sup>/d (2,110 m<sup>3</sup>/hr)，其中三組爲變頻式以控制結晶軟化反應槽之進水流量，並藉由泵加壓經一個鋼管將水排至結晶軟化反應槽內，其設計爲8個結晶軟化反應槽，這些槽將配備管、閥和儀器，以便在下列情況下運轉：

- 反應槽數目..... 8
- 有效面積..... 4.8 x 4.8 = 23m<sup>2</sup>
- 正常流量..... 2104 m<sup>3</sup>/hr
- 最大流量..... 2525 m<sup>3</sup>/hr
- 正常流速..... 91.7 m/hr
- 最大流速..... 110 m/hr

- 床高度..... 6 m
- E.B.C.T..... 4min

所要軟化的水由反應槽底部進，經裝有特殊噴嘴的分配板垂直流動，並均勻地分散水量。其結晶砂種(seed material)爲砂或石榴石，呈流體化狀態。進水管配備有控制閥和一個流量計，以設定其流量範圍介於70-110 m/hr之間。

氫氧化鈉經加藥機，並與安裝在底層上的特殊噴嘴(約30個噴嘴/m<sup>2</sup>)所配送的進流水混合。其析出碳酸鈣附著於砂種表面會形成結晶粒。較大的結晶粒向反應槽的底部移動，以固定間隔排放至結晶漏斗，並注入新的砂種以取代結晶粒。

- 氫氧化鈉將自動依進流水之流量控制。
- 結晶粒將依進流水流量排放。
- 新的砂種將依結晶粒排放量添加。

氫氧化鈉的消耗已從原水分析、硬度減少量和注入混凝劑後的二氧化碳含量中計算出來：

- 最大硬度(原水)..... 300 ppm
- 平均硬度(原水)..... 228 ppm
- 硬度(處理水)..... 140/145 ppm

- 氫氧化鈉：
  - 最大劑量..... 76mg/L
  - 平均劑量..... 50mg/L

反應槽排放的碳酸鈣結晶粒數量將與氫氧化鈉的劑量成比例，平均爲每天45500Kg/d，最大量爲81000kg。

結晶後的粒徑為砂種粒徑的2到3倍。砂種的平均量約為2800 kg/d。

結晶軟化設備的出水其pH值預計在8.5左右，同時含有小量碳酸鈣顆粒。為避免造成沉澱物積於濾池並將其軟化後之處理水的pH值降到8以下，各軟化水渠均注入硫酸。硫酸將根據酸鹼度計來控制軟化水的pH值注入，快濾池入口處之平均添加硫酸的濃度約5 ppm。

#### 4. 生物活性碳濾床

過濾水臭氧消毒後，於第二次過濾階段使用活性碳乃是最佳的處理程序(polishing process)。活性碳不僅是有機物和微污染物的一道物理化學屏障，主要還可做為生物濾床。

本場以單濾料生物活性碳濾池進行處理已達成下列項目的後臭氧目的：

- 清除殺蟲劑，
- 減少有機物，
- 消除味道、氣味和微污染源。

此一處理單元包括一個14 ONDEO

Degremont Carbazur式接觸槽，以重力下流式，其濾料採用顆粒狀活性碳。每一接觸槽表面積為140m<sup>2</sup>，其過濾速率為10m/hr。進流水均勻分佈於流入每個濾池，以使各濾池都具有相同的處理流量。生物活性床(濾料)的深度為2.80m，接觸時間為15分鐘。

本單元採用的設計規範如下：

- 正常流量..... 19,300 m<sup>3</sup>/hr
- 最大流量..... 21,150 m<sup>3</sup>/hr
- 過濾池數目..... 14
- 濾池尺寸：
  - 濾床數量..... 2
  - 寬度..... 4.66 m
  - 長度..... 16 m
- 單一濾池表面積..... 140 m<sup>2</sup>
- 過濾速率..... 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hr
- 粒狀活性碳厚度..... 2.80m
- 反洗：
  - □ 反洗水速率..... 25 m/hr
  - □ 反洗空氣速率..... 55 m/hr

表一 澄清湖淨水場增設高級淨水處理設備操作維護教育訓練計劃內容表

類別	訓練科目	課程內容
高級淨水處理系統	高級淨水整廠系統說明	1.流程簡介 2.控制說明 3.現場操作說明
臭氧系統	LOX 設備 臭氧設備	1.設程原理及結構 2.操作原理及管理 3.障礙及其原因與對策 4.例行檢點 5.現場實務講解
結晶軟化系統	結晶軟化槽 砂種貯槽 結晶顆粒貯槽	
脈動式膠凝沉澱池/快混池/BAC	快混池 膠凝沉澱池 快濾池 BAC	
機械設備	沉水桶抽水機 沉水式泵浦 鼓風機 場內用水加壓泵及高壓輸送水泵 加氯用水加壓泵及 GAC 輸送水泵 濾布沖洗水泵 操作大樓清水泵及沉水式泵 加藥泵	
儀表設備	儀表設備設定與操作說明	電動操作蝶閥 電動球閥 指示記錄器 UPS 不斷電系統 氣動式膜片閥 調壓閥
		導電度計 PH 計 濁度計 UV-254 監測計 總有機碳(TOC)

		電磁閥 過濾調壓組合 三點組合(50A) 浮球式液位開關 電極式液位開關 電磁式流量計 超音波流量計(OPEN CHANNEL) 超音波液位計(OPEN CHANNEL) 壓力傳送器 壓力計(一般) 壓力計(隔模式) 壓力指示開關 溫度計 流量開關 面積式流量指示計 電源用避雷器 訊號用避雷器 突波消除器 積算器 電子式集合警報盤
通風空調系統	通風、空調設備	1. 簡介 2. 構造原理 3. 操作及注意事項 4. 保養維修 5. 故障排除
監控系統	監控系統操作說明	1. 系統概述 2. 硬體規劃 3. 軟體系統規劃設計 4. OS(Operation system)規劃 5. 圖形設計 6. 即時和歷史的資料記錄 7. 趨勢圖表 8. 警報記錄 9. 資料備份
閉路電視系統	CCTV、數位影像監視系統	1. 簡介 2. 構造原理 3. 操作及注意事項

門禁保全系統	語音送信總機、受信主機	4. 保養維修 5. 故障排除
會議室設備	桌上型麥克風單元、中央放大器、 投影機	
消防系統	1. 火警警報系統 2. 二氧化碳滅火系統 3. 緊急廣播及避難逃生設備 4. 滅火設備	
高低壓配電盤	高低壓配電盤系統解說	1. 設備原理及構造 2. 操作原理及構造 3. 故障原因與對策 4. 例行檢點 5. 現場實務講解
電話系統	電話系統解說	
工業型廣播系 統	工業型廣播系統解說	
緊急柴油發電 機	緊急柴油發電機	

# 拷潭及翁公園淨水場增設高級淨水處理設備工程 操作訓練計畫

楊國洲\*

## 一、前言

大高雄地區自來水水源主要取自高屏溪，水源污染除已由相關單位進行改善外，台灣自來水公司為提昇飲用水水質與1998年2月4日新修定公布之「飲用水水質標準」，及進一步提昇自來水在口感、味覺、硬度等適飲性品質，遂辦理本「拷潭、翁公園淨水場增設高級淨水處理設備」工程。

本工程採用先進之低壓逆滲透(LPRO)薄膜處理，產水水質已達到環保署公告2005年7月生效之飲用水標準。搭配奈米氣泡浮除與超過濾(UF)為前處理設備，產水SDI<1，不僅薄膜使用年限延長，操作費用低廉，且造水率高達96%以上，完成後將大幅提升高雄地區自來水品質，並符合飲用水水質之要求。

由於處理系統藉由大量監控設備及功能強大之分散式控制系統，以提昇自動化操控之程度及人員之精簡，故自場長至操作維修人員均需具備專業知識、操作技術

與系統之純熟度，藉由辦理教育訓練，達到上述之目的。

故本操作訓練計畫主要包含：

1. 整場設備及操作流程說明。
2. 各單元設備操作原理說明及系統程序控制解說與實況演練。
3. 日常例行維護要領及維護保養訓練項目實況演練。
4. 單元設備及處理系統故障項目辨識、檢修及排除演練緊急應變處置。

## 二、操作訓練課程概要

訓練課程內容如表1，概分：

- (1) 處理系統說明。
- (2) 機械設備功能、操作維護說明及操作示範。
- (3) 電氣儀錶設備功能、操作維護說明及操作示範。

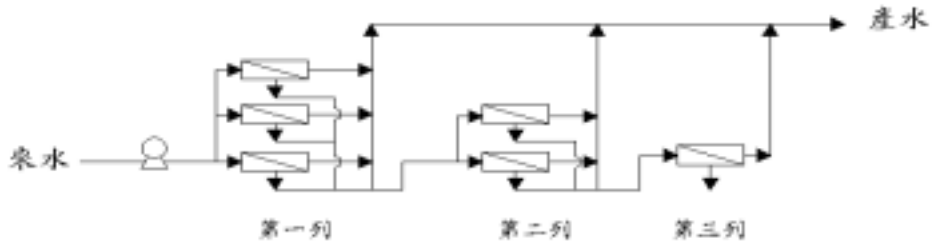
## 三、薄膜處理系統說明

### 1. 設計說明

\*金棠科技股份有限公司協理

表1 操作訓練課程概要

項次	課程內容	項次	課程內容
主 要 設 備			
1	UF設備	3	浮除循環及脫氣設備
2	LPRO設備		
機 械 設 備			
1	沉水及臥式橫軸離心泵	5	儀錶空氣源系統
2	USS304閘門及刮渣機	6	PROMINENT加藥機
3	電動操作機	7	自動加壓給水系統
4	活性炭設備及儀控		
電 氣 工 程			
1	1配電盤	3	緊急發電機
2	控制盤		
儀 控 工 程			
1	超音波流量計	6	pH監測儀器
2	電磁式流量計	7	濁度計，顆粒檢測儀，餘氯計
3	監視設備	8	定量礫
4	分散式控制系統	9	硬度計
5	TOC、AMMONIA及UV儀器		



圖一

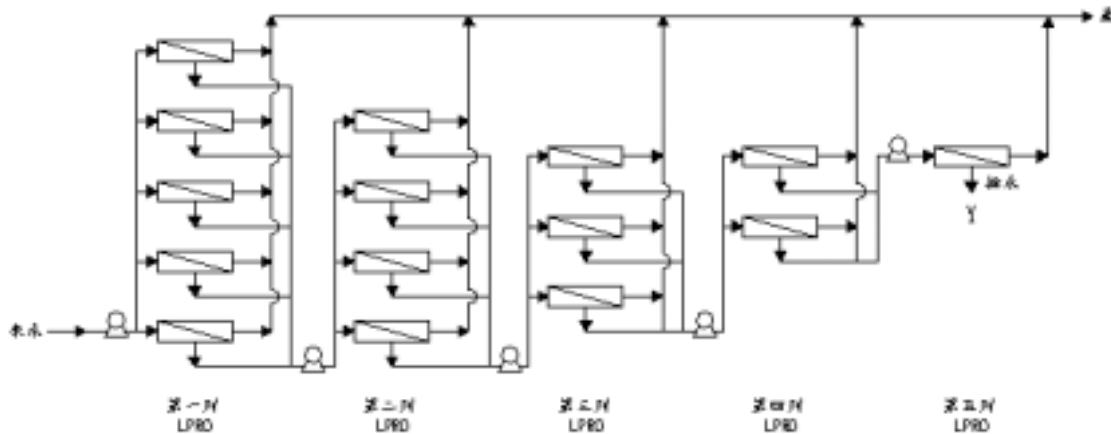
「拷潭及翁公園淨水場增設高級淨水處理設備工程」(以下簡稱本工程)採用薄膜高級處理系統，全部原水經快混膠沈，奈米浮除，超過濾(Ultra-filtration以下簡稱UF)處理，依原水水質狀況，部分再經低壓逆滲透薄膜(Low Pressure Reverse Osmosis，以下簡稱LPRO)處理後，將UF及LPRO產水依比例混合，使最終出水達到設計之出水水質要求。

當原水有機物高於設定值，則於前端加入粉狀活性碳吸附處理，然後流入既設之快混膠沈池，處理後上澄液送入奈米氣泡浮除池，浮除池分三槽，第一槽以奈米氣泡氣提除去大部分氨氮，第二槽以鹽酸(HCl)調節pH值為6.5左右，使原水中部份HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>酸化為CO<sub>2</sub>，並經空氣浮除脫CO<sub>2</sub>後，pH約為7.0，浮除三槽後，已除去原水大部分的藻類及懸浮物質，再以送水泵加壓送至UF膜組，UF膜組為Dead-end方式，操作中沒有排水，而快沖及反洗水取自LPRO之濃縮排水由邏輯控制單元(PLC)自動進行快沖及反洗，反洗水含

5 ppm餘氯，此反洗水中的餘氯並可降低LPRO濃縮廢液中的COD值。此外UF膜組定期以較高濃度的餘氯(100~500 ppm)浸泡清洗，以防止有機物及細菌造成的阻塞。

LPRO設備，低壓膜管有二種組成，一為Loose RO(低離子去除率)，一為Low pressure RO(高離子去除率)，為提高水利用率，一般為多支膜組串聯，採用一台加壓泵浦，由進水加壓，如圖(一)所示。

由於LPRO為低壓操作膜(約4-10 bar)，而單一系列膜組(每支管殼內裝6支40吋長膜管)壓降約為2 bar左右，如圖(一)三列串聯進水至排水壓降達6 bar以上，即第一列第一支膜管與最後一系列最後一支膜管受壓差距甚大，每列膜組顯然操作壓力不同，此法不僅造成泵浦壓降動力損失，浪費電力，且第一列膜組及最後一系列(第三列)膜組，單位面積產水量(Flux)相差常達數倍以上，此時最高造水率只能為85%，若要再提高造水率，必須繼續



圖二

串聯第四列，甚至第五列，但因第三列之 Specific Flux 已太低，無法再串聯膜組。若採用各列間增壓方式，如圖（二）所示。

UF 產水以第一台泵浦送入第一列 LPRO 膜組，第一列濃縮排水以第二台泵浦增壓送入第二列 LRPO 膜組，以此類推最後第五列濃縮排水收集於濃縮水槽，作為 UF 反洗之供水，反洗廢液經濃縮廢液處理池處理後澄清液直接排放，而污泥送入污泥脫水機房，脫水後泥餅予以運棄。

各列膜組間以變頻器控制連動，除比圖（一）所示方式節省電力外，每列壓力可依序增加，Flux 平均。串聯五列造水率可達 96 % 以上。

LPRO 之進水須加入亞硫酸氫鈉，抗垢劑及再次以鹽酸調整 pH 值。亞硫酸氫鈉用以還原 UF 產水因反洗而殘留之餘

氯，抗垢劑用以控制濃縮水硫酸鈣飽和限值達 230 % 不致沉積於膜表面，鹽酸用以確保 LSI 值小於 2。

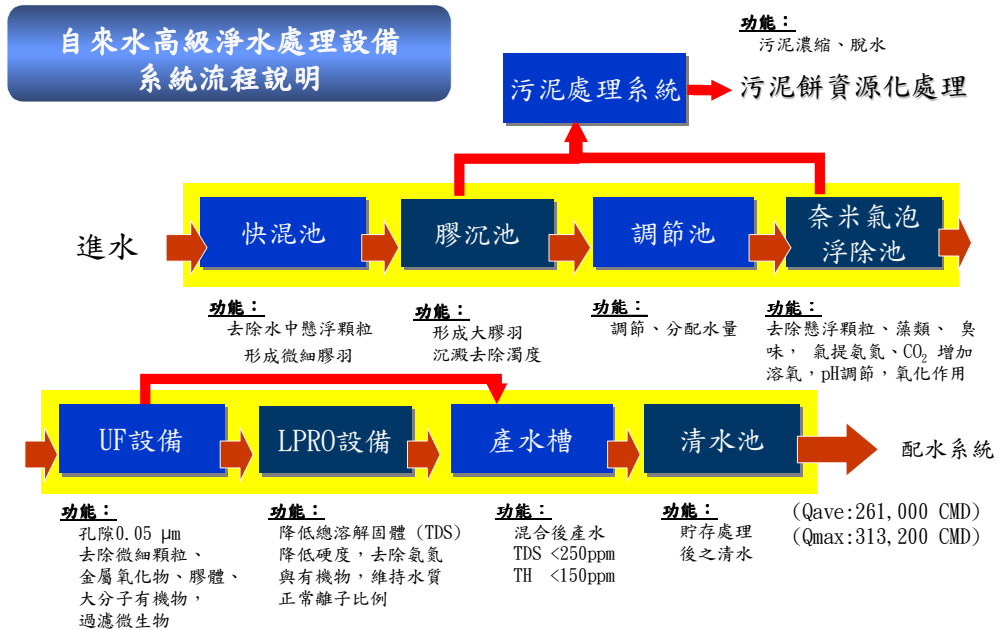
各列膜組產水合併流入產水槽，依合併後之水質 TDS、AOC、TH (硬度) 及 pH，依比例摻混部分 UF 產水，混合比例因原水水值而變動，使混合後水質達到 TDS < 250 ppm，TH < 150 ppm，AOC < 50  $\mu\text{g/L}$ ，pH > 6.5 此混合產水加氯後送入清水池，再供應至高雄地區自來水用戶。

## 2. 系統流程圖如圖三

## 3. 處理設備單元說明

### 3.1 粉狀活性碳設備

含活性碳粉貯槽、活性碳液攪拌及輸送設備，設置於濾前處理設備前端，並添加於原水進水管內，經水流充分混合，藉



圖三

著吸附作用能有效降低原水中之有機物、臭味及色度。另依據模廠試驗結果，添加適量之粉狀活性碳能延緩UF膜管阻塞時間。

### 3.2 濾前處理設備

包含快混、膠沈池與機械攪拌及沈澱排泥設備，為傳統淨水處理系統之混凝沈澱過程。主要功能為藉著藥劑之注入及機械攪拌混凝作用，去除水中懸浮固體物及膠體物以達到初步淨化效果，並減輕過濾設備之負擔。

混凝作用大致分成加藥、混合及膠羽形成三步驟，加藥為選用合適之混凝劑加入原水中，由快速攪拌之混合作用，將加入水中之藥劑急速擴散於處理水體，藉由

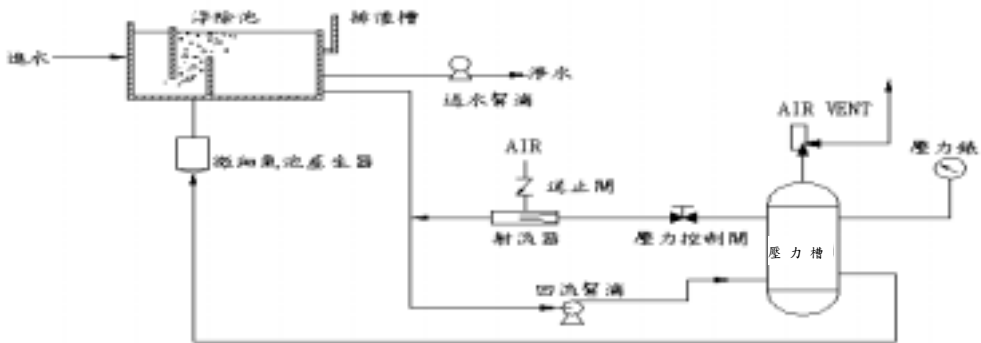
混凝劑中高價陽離子中和水中微細膠體表面所帶陰離子，使微細膠體互相聚合形成膠羽，然後再由緩慢之攪拌或流動使膠羽逐漸長大而沈降，甚至也可能將水中存在之無機物、有機物、生物、細菌等一起包納其中而沈澱去除。

本工程使用之混凝劑為聚氯化鋁 (PAC)。

### 3.3 奈米氣泡浮除設備

#### 3.3.1 設計原理

奈米氣泡製造方式，係利用泵浦進氣閥之特性，吸入少量之氣體經蓄壓釋壓擴散後，即可得直徑小於1 μm之超微細氣泡，其氣泡相當細膩在水中擴散後狀如牛



圖四 奈米氣泡加壓浮除設備示意圖

奶般，由於摒棄傳統以空壓機打入空氣之方法，不但減少設備佔地面積，管理維護容易，且氣泡擴散均勻，水中停滯時間長達3分鐘以上，故設計水力停留時間可相對減少。設備示意如圖四。

### 3.3.2 裝置方式

奈米氣泡產生器裝置於浮除池兩側，間距為2公尺，每一產生器兩個出水管，出水管間距為1公尺，浮除池設計為三槽，中間設隔牆使水流方向為上下左右流動，藉延長水流增加浮除效果。上層兩側設有浮渣刮除設備，底部預留維修清洗污泥坑及排泥設施。

### 3.3.3 主要功能

1) 脫氣—吸入空氣因氣提作用，可去除水中 $\text{CO}_2$ 及 $\text{NH}_3$ 。

於酸性狀態： $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

於鹼性狀態： $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

脫氣能力可達80%以上。

2) 去除懸浮顆粒—於膠沈池後懸浮微細顆粒（含藻類）可因微細氣泡浮除功能使SS值降至20 ppm以下（原水SS值愈大效果愈佳）。

3) 臭度及色度去除—因空氣中氧氣溶入水中之氧化作用及空氣氣提功能，臭度及色度可大幅降低。

4) 降低COD—單純奈米氣泡浮除可降低COD值30%以上，配合膠沈設備可達50%以上。

### 3.3.4 設計準則

由於採用迴流式加壓浮除法，經特殊之減壓閥，可產生直徑小於 $1 \mu\text{m}$ 之氣泡，使浮除槽內的水呈乳白色狀，由於氣泡之黏滯阻力與浮力幾乎達到平衡狀態，故氣泡上升緩慢，氣泡在水中停留時間亦相增長。

設計準則如下：

1) 水力停留時間：8 min以上。

2) 迴流比：8 %以上。

3) 壓力槽：4~8 kg / cm<sup>2</sup>左右

### 3.4 UF設備

#### 3.4.1功能說明與材質構造

UF設備，可除去水中之淤泥，浮懸顆粒，並可除去矽化物，鐵、鋁之氧化物、有機物質、細菌及膠體，能使產水淤泥指數（Silt Density Index簡稱SDI）小於1，可防止LPRO膜管阻塞，為有效的LPRO膜管前處理方法。

UF膜片孔隙小於0.05  $\mu\text{m}$  (分子量約為100,000 MWCO)，與MF不同處，在於UF可濾除大分子有機物及因膠沈時加硫酸鋁所產生的鋁的膠體，而MF僅為0.1  $\mu\text{m}$ 孔隙無法過濾有機物及部份膠體。因本工法未加入臭氧或其他氧化劑，原水中有機物分解程度低，不會造成AOC增量，故UF膜可因過濾作用而降低水中可形成AOC的有機物質。此外，UF將鋁及鐵氧化形成的膠體濾除，可以避免LPRO膜組阻塞。

UF膜片材質採用PVDF高分子材料製造，具有不黏結污泥及耐化學藥品的特性，UF設備型式採可反洗之板式構造具有容易沖洗的優點，且於必要時可拆解清洗UF膜片。

#### 3.4.2單元設備尺寸

UF設備由150片UF膜片組成一個

Stack (DS-160)，48個Stack與連接管線及控制閥組裝成一組框架，每套UF設備有五組框架，一台UF加壓泵及變頻器

Stack 尺寸： $\phi 45\text{ cm} \times 100\text{ cm (H)}$

框架尺寸： $300\text{ cm (L)} \times 100\text{ cm (W)} \times 595\text{ cm (H)}$

#### 3.4.3產水量與操作壓力

每一個Stack設計產水量：2.95 CMH

每組框架產水量： $2.95 \times 48 = 141.6\text{ CMH}$

每套UF設備產水量： $141.6 \times 5 = 708\text{ CMH/套}$

本工程UF設備設計數量為20套（含備用2套）

UF設備操作壓力為1 bar

### 3.5 LPRO設備

#### 3.5.1功能說明與材質構造

LPRO設備主要功能為去除水中重金屬、毒性物質以及降低水中TDS與TH（硬度）濃度以提升自來水可口度與適飲性，而本工程為提高水利用率，採五段串聯排列，分段加壓方式，不僅節省電力每列壓力依序增加，Flux平均，且造水率可高達96 %以上。

LPRO膜管採螺旋纏繞式（Spiral Wound），材質為TFC-PA。管殼材質為FRP（玻璃纖維管）。

#### 3.5.2單元設備尺寸

每套LPRO設備包含：

- 1) 62只管殼（每只管殼裝設6支膜管）。
- 2) 連接管線及控制閥。
- 3) 監視儀錶。
- 4) 五台加壓泵及變頻器。

管殼與連接管線及控制閥組裝成一組框架。

每組框架尺寸：700 cm (L) × 300 cm (W) × 485 cm (H)。

管殼尺寸為  $\phi 9.6'' \times 258''$  ( $\phi 24.4$  cm × 655.3 cm)。

膜管尺寸為  $\phi 7.88'' \times 40''$  ( $\phi 20.02$  cm × 101.6 cm)。

### 3.5.3產水量與操作壓力

每支膜管設計產水量：1.1～1.2 CMH/支。

每套LPRO設備產水量：437 CMH。

每套LPRO設備濃縮排水：15.4 CMH。

本工程LPRO設備設計數量為19套，操作時啓用套數因原水水質而變動，平常水質時啓用12套，產水量約為總出水量48%，最差水質時全部啓動，產水量約為總出水量76%。

LPRO設備五列操作壓力為5.2 bar至9 bar之間，除第一列動力直接加壓至操作壓力外，第二列之後係利用前一列排水餘壓予以增壓至設計操作壓力，並由變頻器控制，故動力費相當節省。

## 四、結論

教育訓練之執行雖使淨水場相關人員據備專業知識，以及操作技術、處理設備初步維修及保養能力，唯仍需透過考核，並且定期辦理相關教育訓練，以使高級淨水場能夠在最高效率及最佳操作狀況下穩定運轉。

# 高級淨水處理設備工程之水質檢驗 人力暨設備提升計畫

陳佩足\*

## 一、前言

澄清湖、拷潭、翁公園淨水場增設高級淨水處理設備工程為台灣省自來水公司(以下簡稱自來水公司)首次辦理的飲用水高級處理工程計畫,承包商之契約工作內容包括高級處理設備工程之細部設計、施工、安裝、供應、測試、訓練及整體試運轉合格後之十五年之操作及維護等。為配合辦理增設高級淨水處理設備工程試運轉、驗收及委託代操作期間之出水水質查驗工作,自來水公司乃改善及增設第七區管理處檢驗室檢驗設備,並擴充水質檢驗人力,同時進行檢驗室相關之空間調配。自來水公司依據「政府採購法」相關規定,辦理「增設高級淨水處理設備水質檢驗設備」及「增設高級淨水處理設備特殊水質檢項委託訓練」之採購。特殊水質檢項包括嗅覺層次分析(Flavor Profile Analysis, FPA)、生物可利用有機碳(Assimilable Organic Carbon, AOC)、五類鹵化醋酸(包含一氯醋酸、二氯醋酸、

三氯醋酸、一溴醋酸、二溴醋酸,稱HAA5)、藻類、Geosmin與2-Methylisoborneol(2-MIB)等。增購相關之水質檢驗設備則有氣相層析質譜儀(GC/MS)、離子層析儀(IC)、感應偶合電漿放射光譜儀(ICP)、顆粒計數器等及其所需之相關儀器設備、氣體供應系統、氣體管線配置及廢氣處理系統等。

## 二、水質檢驗人力需求

水質檢驗人力之需求,主要係於增設高級淨水處理設備工程試運轉階段及15年委託代操作維護期間,台灣省自來水公司第七區管理處須辦理契約所要求水質之檢驗與查驗分析工作。根據契約規定之之水質採樣項目、位置及分析頻率,及考量第七區檢驗室目前人力配置情形,第七區檢驗室應新增5名專業分析人員,其工作項目如表1所列。新增5名專業分析人員則由水公司現有員額中,考量調配,新增加之分析人員主要係為辦理生物可利用有機碳(AOC)、五類鹵化醋酸(HAA<sub>5</sub>)及溴酸

\*際星科技股份有限公司工程師

鹽 (Bromate) 之檢驗分析工作，而FPA之檢驗則由現有TON測試員及檢驗室人員經測試後挑選適合人選，訓練為FPA檢驗成員，辦理檢驗作業。

為配合辦理增設高級淨水處理設備特殊水質檢驗工作，自來水公司辦理「增設高級淨水處理設備特殊水質檢項委託訓練」之採購，以提供水質檢驗人員有關高級淨水處理之生物可利用有機碳 (AOC)、嗅覺層次分析 (FPA)、五類鹵化醋酸 (HAA<sub>5</sub>)、藻類、Geosmin與2-MIB等特殊水質檢測之訓練工作，該項訓練於92年6月委託財團法人成大研究發展基金會辦理，委託費用三百萬元。

### 三、檢驗設備需求

為配合辦理增設高級淨水處理設備工程試運轉、驗收及委託代操作期間之水質查驗等工作，除檢驗技術之提昇外，檢驗室之檢驗設備亦配合水質項目辦理擴充。因此，第七區檢驗室增設之檢驗設備包含氣相層析質譜儀 (GC/MS)、離子層析儀 (IC)、感應偶合電漿放射光譜儀 (ICP)、顆粒計數器等及其所需之相關儀器設備、氣體供應系統、氣體管線配置及廢氣處理系統等。另因檢驗室現有之火焰式原子吸收光譜儀 (AA) 已老舊，考量樣品數量、分析元素、操作困難度等原因，故以新增感應偶合電漿放射光譜儀

(ICP) 取代。須增購之儀器及其設備需求與檢驗項目之對照說明如表2所示，儀器設備操作現況則如照片1至照片4所示。水質檢驗設備採購作業已於92年4月完成發包作業，並於92年7月完成設備安裝及試車訓練。

### 四、檢驗設備之空間調配

而配合上述檢驗室新增之人力及儀器設備等，其新增之空間需求如下：

- 1、鹵乙酸分析實驗室 (GC/MS)：約23平方公尺。
- 2、陰離子分析實驗室 (IC)：約74平方公尺。
- 3、重金屬分析實驗室 (ICP)：約28平方公尺。
- 4、生物可利用有機碳分析實驗室 (AOC)：約31平方公尺。
- 5、嗅覺層析分析實驗室 (FPA)：約12平方公尺。

依以上空間規劃需求評估，並配合整體檢驗室之規劃如氣體、水、電等管線之配置，及特殊檢驗項目 (FPA、AOC) 所需不易受外界干擾或污染之獨立空間等因素，第七區管理處檢驗室經規劃調整後將整個二樓規劃為精密儀器分析區及特殊檢驗項目分析室，完工後之空間配置現況如照片5與照片6所示，原三樓則規劃為辦公室，其平面配置則如圖1。檢驗室空間規

劃工程期程於92年4月完成發包作業，並於92年7月底完工。全部空間調配規劃工程與水質檢驗設備採購經費合計約二千六百餘萬元。

## 五、結語

水質檢驗室之任務應是能達到快速及正確之檢驗，提供民眾對水質現況之了解，以加強民眾對安全衛生飲用水之信心；另一方面，新增檢驗設備與檢驗室的現有設備應具一致性與相容性，而使檢驗工作能做最有效及適當之調配運用。

第七區管理處檢驗室為配合辦理增設高級淨水處理設備工程試運轉、驗收及委託代操作期間之水質查驗等工作，辦理下列工作事項：

1. 新增5名專業分析人員辦理生物可利用有機碳、五類鹵化醋酸及溴酸鹽之檢驗分析工作。
2. FPA之檢驗由現有TON測試員及檢驗室人員經測試後訓練為FPA檢驗成員，辦

理檢驗作業。

3. 辦理「增設高級淨水處理設備特殊水質檢項委託訓練」提供水公司水質檢驗人員有關高級淨水處理之生物可利用有機碳、嗅覺層次分析、五類鹵化醋酸、藻類、Geosmin與2-MIB等特殊水質檢測之訓練工作，
4. 辦理「增設高級淨水處理設備水質檢驗設備」包含氣相層析質譜儀、離子層析儀、感應偶合電漿放射光譜儀、顆粒計數器等及其所需之相關設備。

## 六、參考文獻

1. 「澄清湖、拷潭、翁公園淨水場增設高級淨水處理設備工程-人力及檢驗設備需求計畫」，民國92年5月。
2. 「澄清湖淨水場增設高級淨水處理設備工程-統包規範」，民國90年11月。
3. 「拷潭及翁公園淨水場增設高級淨水處理設備工程-統包規範」，民國90年11月。

表1 檢驗室新增5名專業分析人員之工作項目

檢驗項目	人力估算	工作項目及操作事項
AOC (生物可利用有機碳)	4 人	培養基制作、水樣處理 菌落計數、器皿清洗滅菌等 每週一批次樣品
HAA5 (五類鹵化醋酸)	0.5 人	操作 GC/MS、水樣處理 檢量線製作、品管執行等 每週一批次樣品
溴酸鹽 (Bromate)	0.5 人	操作 IC、水樣處理 檢量線製作、品管執行等 每週一批次樣品

表2 新增檢驗項目之儀器及設備說明

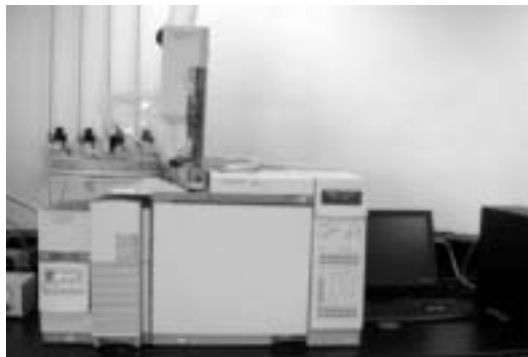
檢驗項目	新增儀器及設備說明
UV <sub>254</sub>	分光光度計
藻類	真空過濾器，顯微鏡
溴鹽、溴酸鹽	塗銀薄膜，H <sup>+</sup> 型離子交換膜、離子層析儀、 超音波洗淨機、流洗液前處理裝置等
顆粒數	攜帶型粒子計數器
五類鹵化醋酸	氣相層析質譜儀、樣品萃取裝置、吹氮氣濃縮設備等
生物可利用 有機碳	無菌操作室、無菌操作臺、恆溫冰箱、恆溫水槽、 定溫烘箱、高壓滅菌釜、無線式菌落計數器等
口感及臭味	恆溫循環水浴槽、無臭水製造裝置等
重金屬	感應偶合電漿放射光譜儀、微波消化裝置、 超音波洗淨機、加熱攪拌器等



照片 1 感應耦合電漿放射光譜儀-OPTIMA 2000 DV-PE



照片 2 離子層析儀-DIONEX DX6000



照片 3 氣相層析質譜儀-Agilent Technologies  
6890N(GC)-5973(MASS)



照片 4 顆粒計數器



照片 5 嗅覺層析分析實驗室現況照片



照片 6 生物可利用性有機碳分析實驗室現況照片

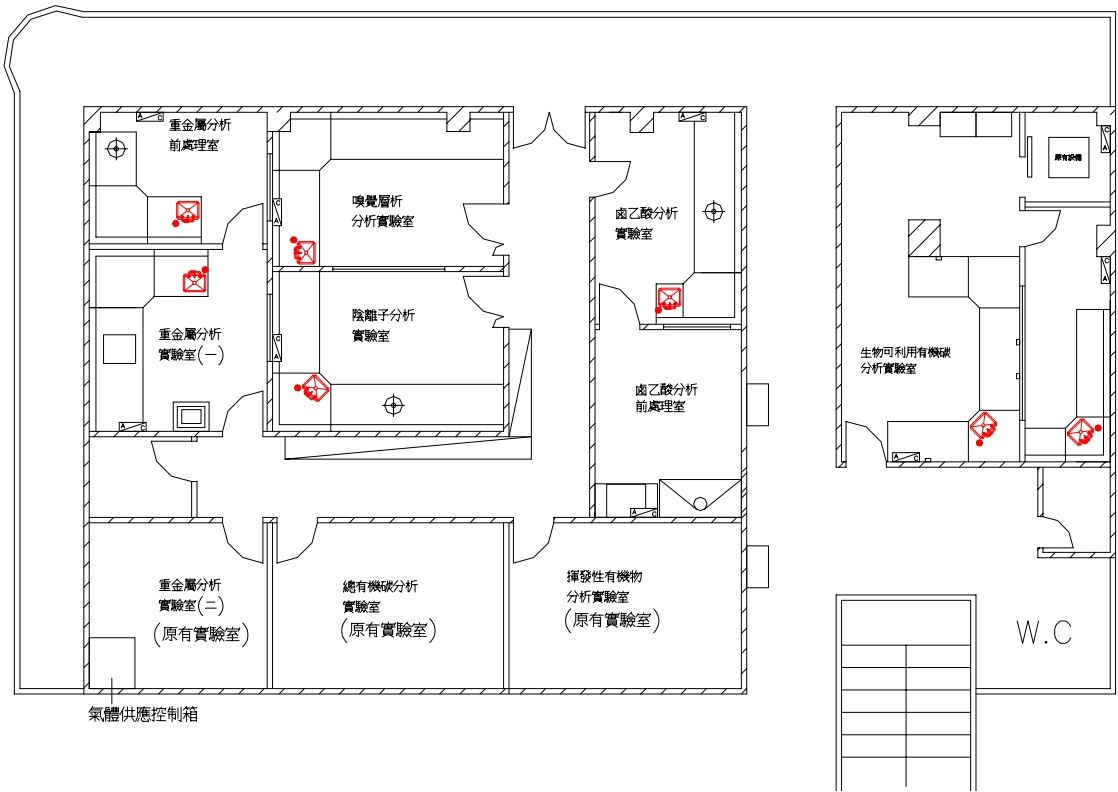


圖1 規劃後水質檢驗室二樓平面配置圖

## 高雄區配水中心監控系統工程簡介

謝玉盛\*

### 一、前言

隨著經濟繁榮，生活品質提高，人們對於民生首要必需品—自來水的品質要求亦相對提昇。自來水之品質主要是求水量充足、水質良好及水壓穩定等三方面，近年來由於用水激增，而潔淨充沛之水源難以覓得，致各水廠之供水難以圓滿調配使各區域用水正常。為提高供水品質及各水源能互相支援，以適時適量達到用戶所需及掌握調配效率下，本公司在高雄區配水系統中，選擇澄清湖淨水場成立高雄區配水中心，來統籌調配整個大高雄配水系統。本工程為配水中心監控系統，分別於整個高雄縣、市各重要淨水場、加壓站、配水池及管路裝設電腦、儀表及機電設備、藉中華電信之數據電路傳遞訊號，利用電腦設備自動監視配水系統水質、水壓、水位及水量之變化情形，監控主要抽水機運轉及配水管路電動閥開度情形，以提昇高雄地區自來水之供水品質，靈活調度配水系統使壓力均勻化，建立配水系統資料庫，統計各種配水設備運轉資料。

### 二、工程概述：

#### (一)系統架構：

本工程設置配水中心1站、淨水場(分區監控中心)6站、加壓站18站、監控站29站及監測站44站共98站，系統架構分為三個層級以通訊網路整合成一金字塔，層級間監控系統架構及監控項目示意圖，詳圖一。

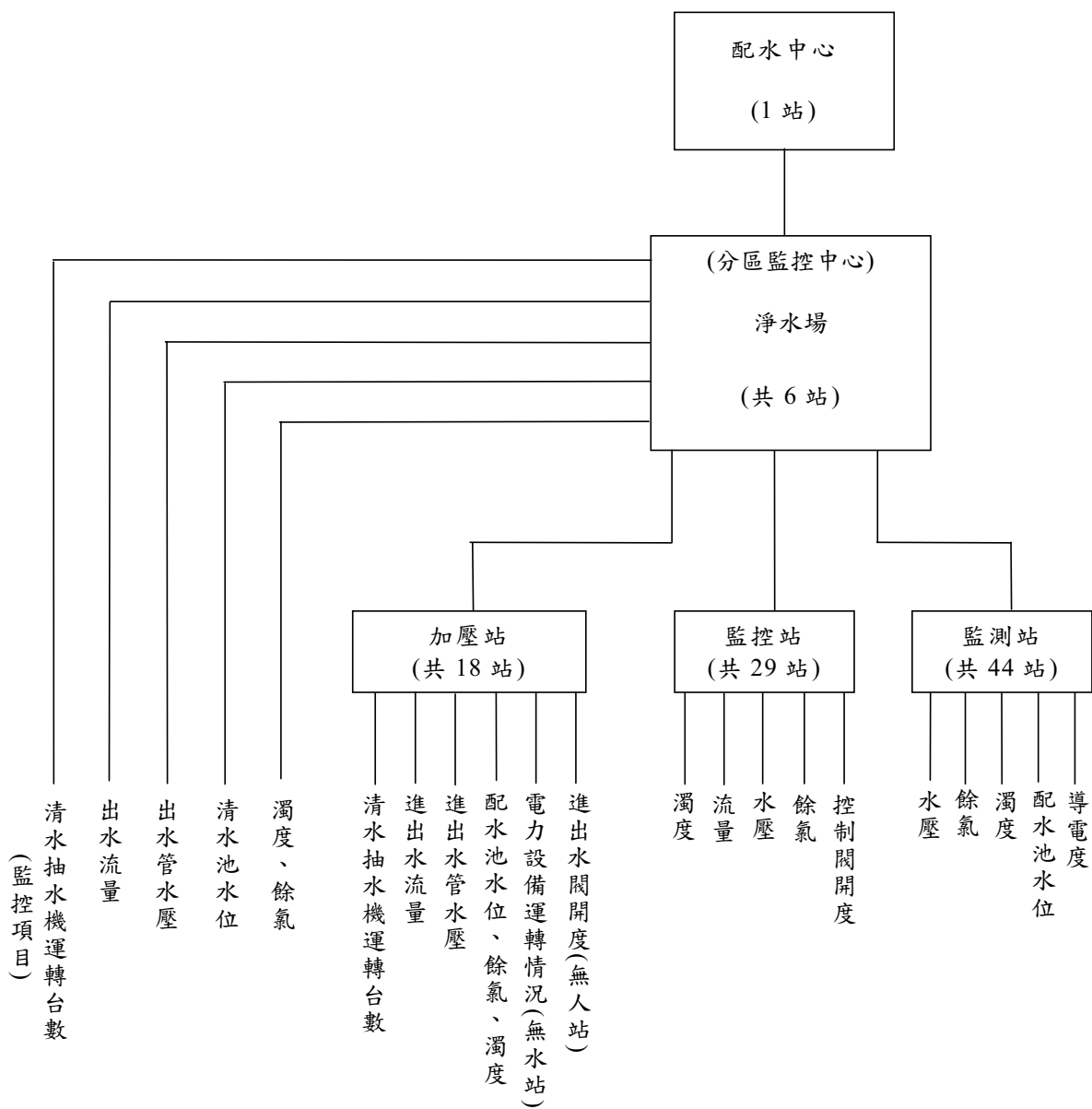
#### 1.一級監控層 — 配水中心

配水中心之配水系統為全系統最高指揮中心，負責執行全區管網系統之水質、水量與設施運轉狀態監測、模式演算、用水調配策略之擬定及配水設施遠方控制，為全區管網與配水系統監視、調配、控制及資料庫管理中心，指揮各分區監控中心執行小區管網配水。

#### 2.二級監控層 — 分區監控中心

各分區監控中心除管轄淨水場區內供水設施外，透過數據專線與所屬加壓站、監控站及監測站之現場控制器連線。分區監控中心之監控系統負責執行所屬管網之水質、水量與設施運轉狀態監測及控制等

\*台灣自來水公司南區工程處工程師



圖一 監控系統架構及監控項目示意圖

功能。

### 3. 三級監控層－現場控制站

分爲淨水場、加壓站、監控站及監測站。各現場控制站均配備全套現場控制器與檢測設備，經數據專線傳輸至所屬配水系統，並執行配水設施程序控制。

#### (二) 主要設備：

##### 1. 配水中心：

主要由複聯式伺服主電腦、複聯式操作電腦工作站、模式演算電腦工作站、訓練用電腦工作站、展示用電腦工作站、通訊設施、大型顯示幕與投影系統、大型圖示板與圖示板驅動單元、電腦桌、不斷電電源供應設備及突波消除設備所構成。

##### 2. 淨水場站(分區監控中心)：

主要由伺服主電腦、複聯式操作電腦工作站、通訊設施、電腦桌、數據機、不斷電電源供應設備、突波消除設備、控制器、電動操作機、量測儀表(水量計、壓力計、餘氯計、水位計及濁度計)、清水抽水機、配電盤與盤內保護開關及控制設備所構成。

##### 3. 加壓站：

主要由數據機、控制器、電動操作機、量測儀表(水量計、壓力計、餘氯計、水位計及濁度計)、清水抽水機、配電盤與盤內保護開關及控制設備所構成。

##### 4. 監控站：

主要由數據機、控制器、電動操作機、量測儀表(水量計、壓力計、餘氯計、水位計及濁度計)、配電盤與盤內保護開關及控制設備所構成。

##### 5. 監測站：

主要由數據機、控制器、量測儀表(壓力計、餘氯計、水位計、濁度計及導電度計)、配電盤與盤內保護開關及控制設備所構成。

#### (三) 配水系統功能：

##### 1. 程序控制功能：

- (1) 依配水流程需求，執行淨水場、加壓站、監控站及配水塔，各種閥類電動操作機、抽水機運轉程序控制功能。
- (2) 現場控制器可執行現場抽水機，各種閥類電動操作機自動與手動控制程序。
- (3) 高雄區配水中心及分區配水中心可執行遠方遙控與現場手動程序。
- (4) 高雄區配水中心可執行全區或分區即時管網模擬。
- (5) 分區配水中心可執行即時管網模擬。

##### 2. 監控設備運轉狀態顯示功能：

顯示內容包括淨水場、加壓站、監控站、監測站所屬抽水機與各類閥門電動操

作機及有關儀表之運轉狀態。

### 3. 自動監視現場即時量測值功能：

現場即時資訊：包括水量、水壓、水位、餘氯、濁度、導電度、電動閥開度、主要電源三相電壓、三相電流、負載功率因素、負載最大需量及抽水機供電回路三相電流等現場量測值。

### 4. 自動監視現場量測即時警報訊息功能：

- (1) 設施運轉警報：包括現場各控制站相關配水設備與儀表異常警報。
- (2) 蓄水位異常警報：包括淨水場清水池、重要配水池及重要配水塔水位超上限、水位超下限、瞬間水位變化值超限等異常警報。電動閥窰井、水量計窰井等水位異常警報。
- (3) 水壓異常警報：包括各量測節點水壓超上限、水壓超下限、瞬間水壓變化值超限等異常警報。
- (4) 水量異常警報：包括各量測節點水量超上限、水量超下限、瞬間水量變化值超限等異常警報。
- (5) 水質異常警報：包括各量測節點水質餘氯含量超上限、餘氯含量超下限、濁度含量超上限、導電度含量超上限、瞬間餘氯變化值超限、瞬間濁度變化值超限、瞬間導電度變化值超限等異常警

報。

### 5. 參數調整與管理功能：

#### (1) 系統組態參數調整功能：

屬應用軟體功能性之系統組態相關參數，經合理授權與管制程序後，可由操作人員自行調整。

#### (2) 控制參數調整功能：

有關現場控制器於執行程序控制所需控制參數，均可透過配水系統電腦工作站設定或調整；經鎖定之監控點，為防止非特定人員任意更改，將設置專用使用權，以強化系統管理機能。

#### (3) 現場量測資訊警報設定功能：

執行現場量測資訊警報所需警報設定值，可由操作人員自行調整。

#### (4) 監控設施異常警報參數調整功能：

複聯式伺服通訊軟體於執行配水系統監控設施異常診斷所需參數，可透過電腦工作站設定或修改。唯本項作業須經系統管理者授權後方可進行。

#### (5) 管網控制參數調整功能：

配水系統於即時管網系統、離線管網模擬系統及配水模擬訓練系統所應用之管網診斷、管網預測及管網負載分析所需之控制參數可透過電腦工作站設定或修改。唯本項作業須經系統管理者授權後方可進行。

### 6. 歷史性資料報表儲存功能：

儲存於關聯式資料庫之歷史性資料，包括時報表、日報表、月報表及年報表等存檔資料，可透過預先規劃之資料格式或依照操作人員即時規劃之資料格式及組成型態製成報表。

### 三、施工經費：

發包費含稅約為245,000,000元整，工程自87年7月1日開工至90年2月13日全部施工完成(包括整體模擬測試及個體試車，不含整體試車)，並於90年5月中旬開始辦理整體功能試車，91年2月12日前試

車完成。

### 四、監控系統設置效益：

- (一)迅速掌握配水系統水質、水壓及水量之變化情形。
- (二)配水系統壓力分佈均勻化。
- (三)配水系統靈活調度。
- (四)意外事件之即時偵測及預防。
- (五)增加意外事件之應變能力。
- (六)建立配水系統資料庫。
- (七)各種配水設備運轉資料之統計。
- (八)減少操作人員，提高操作效率。

## 大高雄地區自來水管線清洗工程

蔡哲亮\*

### 一、緣起

為配合大高雄地區自來水供水及水質改善計畫，增設高級淨水場處理設備，以降低總硬度及改善飲用水口感，提升水質，並配合高級淨水場處理設備之增設，同步就自來水既有設施之清水池、配水池管線及用戶水表濾網等全面清洗，以及老舊自來水管汰換，以提昇自來水品質為目的。

### 二、現況分析

大高雄地區涵蓋高雄市之鹽埕、鼓山、左營、楠梓、三民、新興、前金、苓雅、前鎮、旗津、小港等十一區及高雄縣之路竹、湖內、永安、茄萣、田寮、燕巢、阿蓮、岡山、彌陀、梓官、橋頭、仁武、大社、鳥松、大寮、林園、大樹、鳳山等十八鄉鎮市。

大高雄區供水人口共258萬人，用戶數82萬戶，供水管線綜錯複雜且用戶泰半為間接供水，相關送配管線及用戶用水設備之清洗工作，務必配合澄清湖、拷潭兩高級淨水場於九十二年十月底完成，而積

極加強全面辦理，否則將使政府一片美意大打折扣，而本公司的全面投入及成果亦將受到質疑而付之流水，故對用戶自行清洗其責任端之內線宜應配加強宣導，以竟事功。

### 三、計畫原則

為彰顯水質徹底改善效果，管線清洗按下列項目，以不相互牴觸，依序或併行方式為之：

- (一) 選擇老舊易漏管線辦理汰換；積垢嚴重管線設計採機械入管內刮除之特殊方式辦理；管內積垢較不嚴重者，則用高壓排水方式一併辦理清洗。
- (二) 本計畫採系統由上游往下游逐步清洗至用戶水表處。
- (三) 用戶外線表前濾網每戶均需拆下清理，公寓及大廈以拆洗總表為原則。
- (四) 送配水管線長度含口徑80mm以上，按實際長度計算；而用戶外線含65mm以下，則以平均每戶5公尺

\*台灣自來水公司第七區管理處操作課工程師

長度計算。

- (五) 高雄市以行政區域為一單元，共分爲11區，區內再以實際配合供水管網之需要分別劃定幾個小單元，以細部計畫辦理。
- (六) 高雄縣部分以鄉市鎮為劃分單元，共分爲18區，區內再以實際配合供水管網之需要，分別劃定幾個小單元以細部計畫辦理。
- (七) 用戶責任端之水池、水塔及其內線，則宣導用戶同步落實清洗，尤其錯接部分亦宜改善。

#### 四、清洗工法

清洗工作為顯現效果，應以有系統性的辦理，亦即由淨水場經水池、送水管線、水塔（配水池）、配水管線，直至用戶外線（含水表），當然宣導用戶內線之同步切實清洗亦不例外。茲以下述三方式辦理：

- (一) 機械式清洗：採用機械在管內刮除清洗管壁積垢，施工前及施工後，均應以自走式電視攝影機（CCTV）先行進入管線內全程錄影，可徹底均勻刮除清洗整個管路表面，清洗後減少新銹垢之沈積速度，機械清洗長度最長可達五百公尺，清洗後污水於出口處利用幫浦抽出運棄，保持管線清潔。

- (二) 高壓排水清洗：以本處員工自行清洗為原則，如必要時再行分區委外辦理；給水廠於夜間九點後，配合清洗人員作業，以加壓送水清洗管線，約提高水壓1公斤/cm<sup>2</sup>以上，採小單元分區、分段、分路，由上游往下游依序辦理。關閉分歧管線制水閥，打開要清洗路段之救火栓、排泥閥，以加壓送水。用制水閥連續開及關操作方式，以變動水中流速，造成水流擾動，清洗管內沈積之污水直到排放乾淨，符合水質標準為止。本清洗方法較節省經費及時間。

- (三) 用戶外線：全面配合拆洗表前濾網，惟公寓及大廈用戶，則拆洗其總表。

- (四) 用戶內線：用戶責任端之蓄水池、水塔及其老舊內線，將利用各種管道宣導用戶同步落實清洗或抽換，尤其錯接部分，更應切實改善以免再有污染情形發生。

#### 五、清洗內容及執行時程：

大高雄區地區管線清洗計畫採鄉鎮市別區分，則分29區，包括高雄市11區及高雄縣18區，本處最近五年來在大高雄地區已陸續抽換老舊管線總長度為74公里，故本計畫僅針對迫切實際需要部分選擇十條

積垢嚴重管線委外以機械式清洗。清洗採系統式，由上游往下游依序全面清洗，並依據平常用戶反映水質較劣地區，列為優先清洗順序之排訂。用戶外線，因屬PVC管，亦應配合送配水管線同步清洗，惟用戶表前濾網拆清部分，以本公司員工自行辦理為原則，必要時再分細部委外。

本計畫於九十二年一月底完成各單元

之細部設計，由於枯水季水源不甚充足，因此清洗工作擬先從管線抽換和管線內壁以機械刮除積垢方式進行清洗。雨季來臨時，再排序以提高水壓方式清洗內壁較無積垢之管線，亦即清除盲管污水及低地管底沉澱之砂石，於九十二年十月底前全部清洗完成。

## 大高雄地區清配水池清洗工程

洪利民\*

### 一、前言

水池之清洗為用水設備重要的維護工作，為提昇大高雄地區自來水在味覺等適飲性之水質，滿足民眾對高品質飲用水之需求，並配合大高雄地區水質改善措施，辦理澄清湖、拷潭、大崗山、坪頂及鳳山給水廠等五大給水廠轄區內，屬大高雄地區自來來供水區域內之各清配水池計76座進行普查，再將所需辦理清洗之清配水池計24座，訂定清(配)水池清洗作業，將池底淤泥或池壁污垢予以清洗，並檢視池內結構有無腐蝕、龜裂、漏水情況，以確保設備安全及耐用年限，維持供水管網內水質清潔。

### 二、清洗工法比較

水池底部淤泥及沉澱物與雜質之清除，最常以將水池放乾抽泥清洗方式及不斷水自動化機械進行清洗等二大類。

#### 2.1 放乾抽泥清洗

放乾抽泥清洗為台灣目前最傳統常用普遍之一種水池清洗方式，幾乎所有水池

均可使用此方法進行清洗。但必須面臨施工中將水池放乾，停止進水，而改用直接供水時，將會導致用戶水壓降低，甚而必須辦理停水公告，影響民生用水。一般小型水池，最常使用此施工方法。但部份區域，限於供水壓力，辦理停水困難時，須採用不斷水自動化機械進行清洗。

本法的優點為：

1. 水池放乾後，施工迅速，徹底清除水池底部各角落淤泥及沉澱物與雜質。
2. 清洗價格較低。
3. 工期較短。
4. 為一傳統廣為人知的施工方式，有很多廠商可支援施工。

本法的缺點為：

1. 若無其他供水替代方案，則必須辦理停水公告，影響民生用水。
2. 放乾水池時，造成水資源浪費。且水池排空後，池體因無蓄水，重量減輕，可能受地下水浮力影響。
3. 屬密閉空間作業，須訂定作業標準程序書，安全作業標準，工作程序安全檢核，以確保工作安全。

\*台灣自來水公司第七區管理處操作課工程師

## 2.2 不斷水自動化機械

為目前新式水池清洗方式，可在毋須停水並正常供水下直接進行清洗作業，施工中可正常供水，不影響民生用水。使用遙控方式操作清洗機具，將污泥水抽出，無須進入池內施工，且以廣角攝影，自動拍攝記錄為其一大特色。

為保持正常供水，所以不能擾動池底淤泥，亦就是施工時間可能會較長。每具清洗機械每日僅可清理 $30\text{m}^2\sim 40\text{m}^2$ 。

本法的優點為：

1. 毋須停水，可於正常供水下，進行清洗作業。不影響民生用水。
2. 清洗前，不須排除水池內蓄水，池體不因重量改變而受地下水浮力影響。
3. 人員於池外以遙控方式操作池內清洗機具，不屬侷限空間作業。
4. 自動攝影記錄，可全程監控清洗過程。

本法的缺點為：

1. 清洗價格較高。
2. 工期較長。
3. 清洗機具進口租用，可支援施工廠商少，且須專業技師操作。
4. 可能因操作不慎，擾動池底淤泥，因而影響水質。

## 三、工作項目

### 3.1 放乾抽泥清洗工作

本項施工法係參照台北自來水事業處配水池淤積物清除工程合約辦理，以每池平均淤泥高度為2公分，抽泥泵的工作泥水比率為1:9，估計高度為20公分。故以池底面積x 20公分作為估算基礎，包括牆面清洗(含柱面)、池底清洗、淤泥水清除。

### 3.2 不斷水自動化機械工作

本項施工法係參照本公司澄清湖給水廠西甲配水池之合約書辦理，以池底面積作為估價基礎，包括淤泥水抽除、淤泥水抽除。

### 3.3 工法費用比較

以目前本處清洗施工中之澄清湖給水廠西甲配水池作為二種工法費用之比較。池體尺寸(單位:公尺)為64(長)x32(寬)x5.3(高)。

池底面積：64(長)x32(寬)

$$=2,048 \text{ M}^2$$

池壁面積：[64(長)x5.3(高)+ 32(寬)x5.3(高)]x2

$$\doteq 1,018 \text{ M}^2$$

淤泥量：64(長)x32(寬)x0.2(泥水高度)

$$\doteq 410 \text{ M}^3$$

1. 以傳統放乾抽泥方式清洗所需費用：

$$2,048(\text{池底面積}) \times 61(\text{單價}) + 1,018(\text{池壁面積}) \times 123(\text{單價}) = 250,142 \text{ 元}$$

$410(\text{淤泥量}) \times 151(\text{單價}) = 61,910\text{元}$

小計： $250,142\text{元} + 61,910\text{元} = 312,052\text{元}$

2. 以不斷水自動化機械清洗所需費用：

$2,048(\text{池底面積}) \times 394(\text{單價}) = 806,912\text{元}$

3. 費用差：

$806,912\text{元} - 312,052\text{元} = 494,860\text{元}$ ，使用傳統放乾方式清洗僅為以不斷水自動化機械清洗所需費用一半，較為省錢。

#### 四、各清配水池清洗方式評估

各水池清洗所需概估經費如表一，計二十二池，共需經費約15,757,000元。其中有一池（澄清湖給水廠西甲配水池）已先進行清洗，施工方法為以不斷水機械清洗，所需經費為952,000元，澄清湖場九萬噸清水池及大崗山給水廠深水四萬三、000噸配水池經評估，因無其他替代方案，必須辦理停水公告，須採用不斷水機械清洗方式施工。

澄清湖給水廠半屏山六、000噸配水池係兩座三、000噸配水池，但兩池連通處未裝設閘門控制，且四台7Hp抽水機皆裝置於第一池。若以兩池輪流停水放乾抽泥清洗時，於清洗期間無法加壓供水，屆時高雄市左營軍區及軍眷區一帶用戶水壓將降低，於尖峰時段極可能無水可

用。本配水池仍依原規劃使用傳統放乾抽泥方式清洗。

壽山配水池興建於日據時代，目前臨時連通管已施工完成，即可停止進水辦理檢修，擬於選舉後，定於十二月十五日公告停水時，進行會勘。暫列以傳統放乾抽泥方式施工。

水池清洗時為符合「清洗後之淤泥水應處理至符合放流水標準始得放流，而棄置之淤泥亦應符合廢棄物清理法之規範。」，本處進行之水池清洗時所產出之淤泥水，一律以密封式槽車載運至本處各大淨水場之廢水處理池內，經污泥脫水設備或曬泥場脫水至含水率70%以下，另行處理。所以各水池淤泥處理並未於本計畫中估算。

若以放乾抽泥方式清洗時，因屬侷限空間作業，乃於預算書施工規範中要求承商須遵依本處侷限空間作業危害防止計畫，訂定「作業標準程序書，安全作業標準，工作程序安全檢核」，以確保工作安全。另為確認水池清洗成果，均於預算書施工規範中訂定「應於清洗前、清洗中及清洗後，照相、攝影或其他經本處同意可供查核方法，詳實紀錄清洗過程。」。

表一 大高雄地區自來水清、配水池清洗總表

清配水池名稱	清洗工法	清洗經費(元)
澄清湖淨水場 90,000m <sup>3</sup> 清水池	不斷水機械清洗方式	6,170,000
西甲加壓站 10,000m <sup>3</sup> 配水池	不斷水機械清洗方式	901,120
半屏山加壓站 3,000m <sup>3</sup> 配水池兩池	放乾抽泥清洗方式	281,000
壽山加壓站 4,000m <sup>3</sup> 配水池	放乾抽泥清洗方式	172,000
拷潭場 50,000m <sup>3</sup> 配水池一座	放乾抽泥清洗方式	1,186,000
翁公園淨水場 3,192m <sup>3</sup> 配水池	放乾抽泥清洗方式	144,000
五甲社區 500m <sup>3</sup> 配水池	放乾抽泥清洗方式	43,000
大坪頂舊部落 50m <sup>3</sup> 配水池	放乾抽泥清洗方式	8,000
清洗坪頂淨水場 5,000m <sup>3</sup> 清水池	放乾抽泥清洗方式	163,000
坪頂淨水場 900m <sup>3</sup> 清水池	放乾抽泥清洗方式	48,000
仁武淨水場 2,200m <sup>3</sup> 清水池	放乾抽泥清洗方式	114,000
仁武淨水場 700m <sup>3</sup> 清水池	放乾抽泥清洗方式	114,000
三和給水站 1,000m <sup>3</sup> 配水池	放乾抽泥清洗方式	49,000
竹寮取水站 500m <sup>3</sup> 清水池	放乾抽泥清洗方式	37,000
深水 43,000m <sup>3</sup> 配水池	不斷水機械清洗方式施工	3,093,000
嶺口清水池 10,000m <sup>3</sup>	放乾抽泥清洗方式	300,000
嶺口淨水場 5,000m <sup>3</sup> 清水池	放乾抽泥清洗方式	185,000
嶺口淨水場 2,000m <sup>3</sup> 清水池	放乾抽泥清洗方式	49,000
鳳山給水廠 30,000 m <sup>3</sup> 清水池四座	放乾抽泥清洗方式	907,000

## 大高雄地區用戶內線設備普查計畫

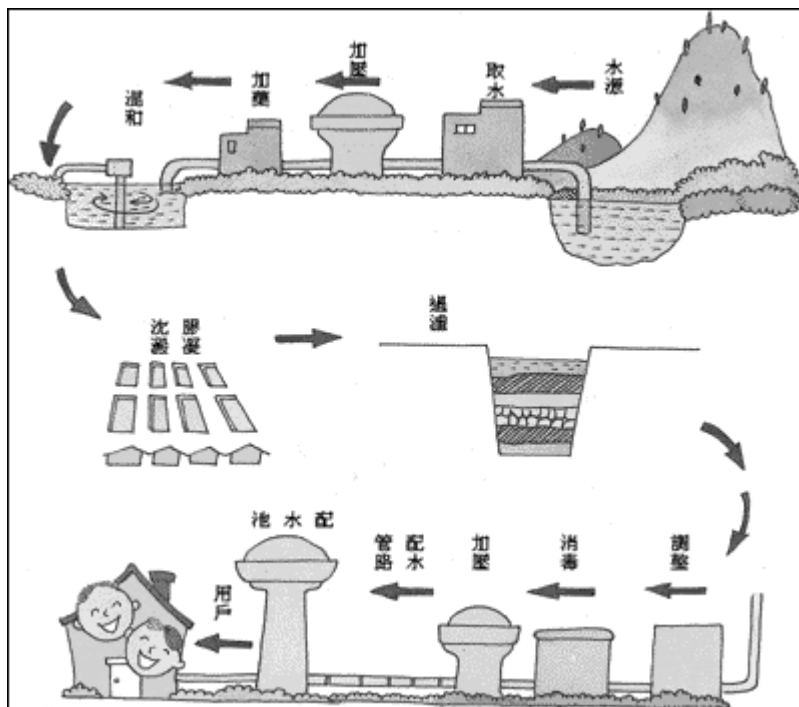
吳文榮\*

### 一、前言

自來水由水源地送到家戶需要經過，取水（在水源地以抽水機將原水抽送至導水渠道(圳路)中）、導水（將原水由水源地送至淨水場的過程）、淨水（原水進入淨水場後經過混和、膠凝、沈澱、過濾、消毒等淨水程序，以去除水中的雜質及病菌，使原水成為適合飲用的自來水）、送

(配)水（自來水以管線配送至家戶的過程）等流程（如圖一）。

上述自來水生產過程中，由原水取水、淨水處理至清水加壓供水，每一個階段都需經過嚴謹的處理及控制，方可確保用戶飲用水水質安全。本公司此次推動大高雄地區水質改善工程，上游部分係從源頭水源上移以改善原水水質，及使用高科技水處理設備以生產高標準之飲用水。中



圖一 自來水配送至家戶過程

\*台灣自來水公司營業處管理師

游部分除將老舊管線汰換外，並全面清洗配水管，以確保生產之高級飲用水至用戶水表端之水質安全無虞，然若無用戶家之內線用水設備配合維護，以防止飲用水遭到二次污染，則本公司所投入巨額經費與大量人力所得到高品質飲用水將功虧一簣，故有對大高雄地區用戶檢查其內線設備並宣導定期維護用水設備觀念必要。

## 二、用戶用水設備維護內容

用戶用水設備主要有水池、水塔、水栓及衛生設備，據環保署近年檢測飲用水水質，檢測水質不合格者絕大多數為間接用水部分，而造成間接用水水質不合格之原因，主要為水池、水塔未定期清洗及其設備設置不符規定。

水塔、水池之清洗，一般至少應每半年清洗一次（得視水質情況彈性調整），其清洗方法說明如下：（亦可洽本公司輔導之專業清洗業者來辦理）

1. 打開排水管之制水閥或使用抽水機迅速抽除殘留於槽內之積水。
2. 利用高壓洗淨機依出入口周圍、管線、頂板、壁面、底部順序洗淨。
3. 洗淨後，再以高濃度之氯溶液（餘氯 50~100ppm）進行噴霧消毒。
4. 最後採取水樣進行檢驗，若符合飲用水水質標準，始告完成。

蓄水池水塔主要設備，有進出水管、排水管、通氣管、溢流管、人孔、控制設備、扶梯、導流牆等，其設置及管理要點如下表一。

## 三、計畫普查對象

本公司大高雄地區包含高雄、鳳山、岡山、楠梓、路竹等五服務所，其用戶數計有八十二萬餘戶，其中各所用戶數如表一。

由於用戶數達八十二萬餘戶，若要逐一辦理普查，其所需人力甚鉅；又本項業務並非法定應執行業務，以致本公司應置員額並未配置本項人力，故本項普查作業實非本公司既有人力所能負荷。因此，本計畫有依輕重緩急分階段執行之必要，經研析最重要者為旅館飯店、機關、學校、醫院、總表戶，故本計畫採分階段執行：

第一階段：自本（九十二）年七月一日起至九月底止（旅館飯店、機關、學校、醫院、總表戶）。

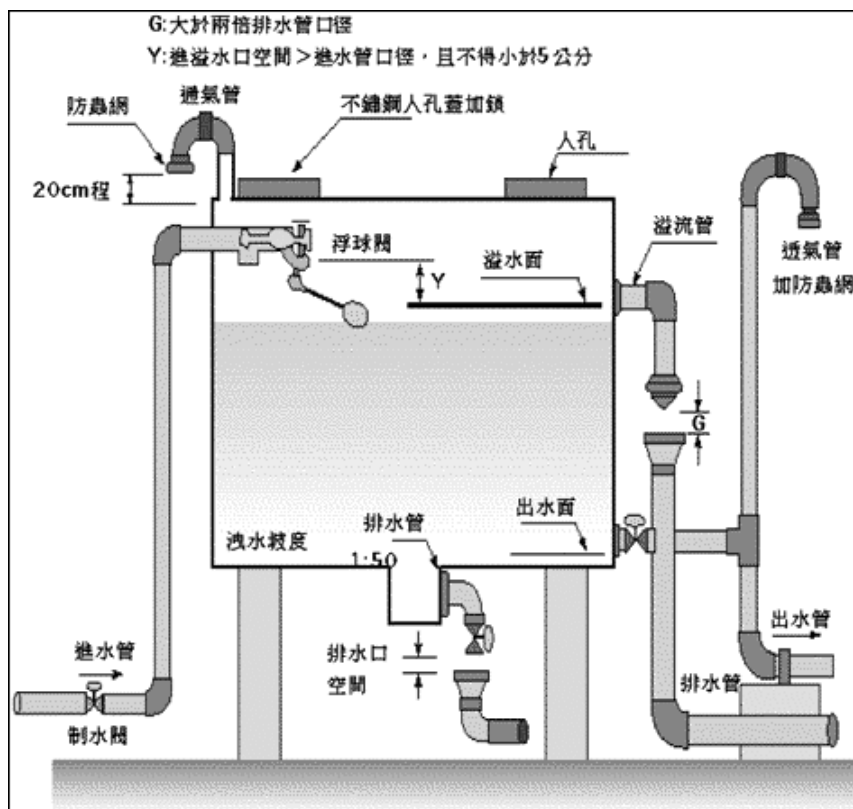
第二階段：自自本（九十二）年十月一日起至九十三年三月底止（市區獨立表戶）。

經參酌表二用戶設備設置要點及設備維護重點，用戶設備普查內容如表三及表四。

## 四、第一階段普查成果

表二 用戶設備設置要點及維護重點

項目	設置要點	管理要點
進水管	自水池頂部穿過池體直接向下，或距池頂二十公分以上側壁部位伸進池內，水池進水管應裝置制水閥、浮球閥等配件，以控制進水。進水口與出水口應對角配置，以免造成死水。	不及二十公分會影響浮球閥檢修及上下運作功能。水池外部應設置制水閥以利檢修控制。
出水管	設置於水池底部，管中心高度應低於最低水位下二倍口徑，且需距池底五至十五公分。出水管應設置制水閥及排氣或透氣管。	適當高度可防止渦流現象吸入空氣，且防止沉積物等流入管內影響水質。設置制水閥以利維修控制。
排水管	設於池底最低處，須能自然排放。一般水池採用至少五十公厘口徑排水管，低水位以下剩餘水量大於十噸以上者採用七十五公厘以上管徑。	管口與排水系統間隔二倍管徑以上，不得與排水系統直接連接，以免昆蟲穢氣進入。
通氣管	自池頂向上延伸後朝下開口，以利通風保持水質優良狀況；口徑至少四十公厘以上，管口處應設置不易鏽蝕之防蟲網。	防蟲網裝置宜採活動式，可拆卸清洗或檢查，出口端以塑膠套管套接，再用螺絲釘錨固定，定期檢查防蟲網有無破損，有無昆蟲進入。
溢流管	溢流管之溢水面應低於進水管口一管徑以上，並不得小於五公分，管徑原則上比進水管大二號；溢流管出口與排水管承口應保持十五公分以上間距，採間接排水。管口應設置不易鏽蝕之防蟲網。	溢流管設置不當，會有因虹吸現象溢漏而不覺。溢流管不得設置制水閥。定期檢查防蟲網有無破損，有無昆蟲進入。
人孔	人孔應設置於容易檢修且安全之位置（避開在樑下方），人孔有效內徑需六十公分以上；並有高出池頂五公分以上之突緣，外以外包密封式並加鎖之人孔蓋覆蓋，避免雨水、油污等滲入污染水池水塔。五十噸以上應設置二處人孔。	人孔蓋應採耐腐蝕材料如不鏽鋼等製品。人孔蓋應密閉並定期檢查突緣有無破損，污物污水有無進入之可能，人孔蓋有無上鎖。
控制設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 浮球閥：利用浮球浮力控制進水，當水池滿水位時應停止進水。</li> <li>◎ 水位控制器：用於水塔之水位控制，一般採用三叉電極棒，以控制抽水機之運作。</li> <li>◎ 防波板：防止浮球受到進水水波搖晃，以穩定浮球桿，保持上下一定方向之運作。如圖二</li> </ul>	浮球閥故障時即有溢流或不進水現象；向上拉緊時亦可控制或減少水池進水；浮球閥及水位控制器應設置於人孔附近，以利檢修作業。學生減班或使用人數未達設計人數時，降低水位自動控制器高度，可減少水塔進水量。
扶 梯	水池水塔高度距池（面）板一七〇公分以上時，應選擇較安全之一側設置外扶梯；池內淨深一五〇公分以上時，需裝設內扶梯。如圖三	內扶梯應採用不影響水質耐腐蝕之不鏽鋼等材質；亦應裝置在人孔附近，以利進出水池維修。
導流牆	五十噸以上大型水池，應設導流牆。如圖四	避免水滯流造成死水，破壞水質。
內外部	水池避免設置於廁所下方；周圍不堆積雜物，內牆貼白色小口磁磚，以利檢視。沉水式不鏽鋼抽水機無噪音不污染水質，不影響學生上課。抽水機不宜設置於水池上方，否則易遭油污污染，抽水機進水管以自水池側壁接管抽水為佳。	檢查本體有無龜裂，上方四周有無漏水積水及堆積雜物。定期檢查水池內部有無浮游物、沉積物。每學期開學前或每半年應清洗水池水塔。



圖二 蓄水池主要附屬設備示意圖

表一 大高雄區用戶內容

所 別	用戶數	分表戶	獨立表戶	總表戶
高雄所	460102	259498	200604	12136
鳳山所	175558	72190	103368	3424
岡山所	67814	8280	59534	277
楠梓所	78922	29683	49239	1398
路竹所	46425	2316	44109	57
合計	828821	371967	456854	17292

表三 各項用水設備之檢查項目、檢查重點與頻率

地點	檢查項目	檢查重點	檢查頻率
蓄水池	1.溢流管 2.通氣管、人孔(及溢流管) 3.水位計警報裝置 4.水池污染等之檢查	1.檢查有無溢流，若發生溢流時檢查水位計，浮球閥。 2.檢查是否有昆蟲、污物、污水進入，必要時更換防蟲網、人孔蓋。 3.手動檢查水位警報裝置。 4.每半年執行清洗。	1.每日一次 2.每月一次 3.每月二次 4.每年二次
高置水塔	1.溢流管 2.通氣管、人孔(及溢流管) 3.水位計警報裝置 4.水池污染等之檢查	1.檢查有無溢流，若發生溢流時檢查浮球閥。 2.檢查是否有昆蟲、污物、污水進入，必要時更換防蟲網、人孔蓋。 3.手動檢查水位警報裝置。 4.每半年執行清洗。	1.每日一次 2.每週一次 3.每週二次 4.每年二次
抽水機	1.壓力、電流、聲音、振動 2.潤滑油、軸承、外部清潔 3.起動開關 4.清洗水池時檢查底閥	1.檢查是否正常。 2.檢查是否異常噪音振動。 3.手動檢查動作情形。 4.檢查底閥避免抽水機空轉，必要時更換墊片。	1.每日一次 2.每週二次 3.每週二次 4.每年二次
給水器具	動作測試	檢查漏水，必要時更換。	每日一次

自92年7月至9月止，經本公司第七區管理處動員所屬高雄、鳳山、岡山、楠梓、路竹等五服務所外勤人員，利用正常工作時間外及假日完成第一階段普查作業，共計完成普查機關、學校、醫院、旅館、飯店及總表戶(公寓集中社區及大樓，僅普查總表水池及水塔)共計19,705戶，其中總表戶17,292戶所涵蓋之分表戶約371,967戶，普及範圍共約391,672戶，普查比率為47.26%。

普查結果，水池水塔設備有缺失或未符規定者計有15,103戶，其中未符規定項

目與數量如下：

#### (一) 蓄水池部分：

1. 蓄水池周圍堆積雜物195戶
2. 蓄水池結構體龜裂13戶。
3. 蓄水池與四周結構物無適當間隔有179戶。
4. 蓄水池與化糞池相鄰有40戶。
5. 人孔蓋生鏽破損94戶。
6. 人孔蓋未加鎖3,864戶。
7. 蓄水池無通氣管6,884戶。
8. 蓄水池通氣或排水管無防蟲網

12,028戶。

(二) 蓄水塔部分：

1. 蓄水塔周圍堆積雜物89戶
2. 蓄水塔結構體龜裂47戶。
3. 人孔蓋生鏽破損52戶。
4. 人孔蓋未加鎖4,309戶。
5. 蓄水塔無通氣管836戶。
6. 蓄水塔通氣或排水管無防蟲網

12,719戶。

依上項統計結果，可知水池水塔設備有缺失或未符規定者，以通氣或排水管無防蟲網為最多（蓄水池12,028戶、蓄水塔12,719戶），其次為人孔蓋未加鎖（蓄水池3,864戶、蓄水塔4,309戶）與未設通氣管（蓄水池6,884戶、蓄水塔836戶），對上項設備有缺失者本公司普查人員均已當場向用戶告知並請其改善，以確保其飲用水安全。

表四

自來水公司辦理大高雄地區用戶內線普查表			
姓名		水號	
地址		電話	
傳真號碼		Email	
水量計口徑	<input type="checkbox"/> 13mm <input type="checkbox"/> 20mm <input type="checkbox"/> 25mm <input type="checkbox"/> 40mm <input type="checkbox"/> 50mm(含以上)		
供水水源	<input type="checkbox"/> 自來水 <input type="checkbox"/> 共用其他水源		
供水方式	<input type="checkbox"/> 直接供水 <input type="checkbox"/> 間接供水 <input type="checkbox"/> 裝設馬達直接供水		
飲水	<input type="checkbox"/> 自來水 <input type="checkbox"/> 山泉水 <input type="checkbox"/> 其 他		
設備有無錯接	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有		
蓄水池	<input type="checkbox"/> 無		
	<input type="checkbox"/> 有	形 式： <input type="checkbox"/> 地上式 <input type="checkbox"/> 地下式	
		周圍環境： <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 堆積雜物 <input type="checkbox"/> 無適當間隔	
		結構體： <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 龜裂 <input type="checkbox"/> 與化糞池相鄰	
		人孔蓋： <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 生鏽破損 <input type="checkbox"/> 未加鎖	
		通氣管： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	
		防蟲網： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	
清洗頻率： <input type="checkbox"/> 3 個月 <input type="checkbox"/> 6 個月 <input type="checkbox"/> 1 年 <input type="checkbox"/> 1 年以上			
蓄水塔	<input type="checkbox"/> 無		
	<input type="checkbox"/> 有	形 式： <input type="checkbox"/> 地上式 <input type="checkbox"/> 地下式	
		周圍環境： <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 堆積雜物	
		結構體： <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 龜裂	
		人孔蓋： <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 生鏽破損 <input type="checkbox"/> 未加鎖	
		通氣管： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	
		防蟲網： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	
清洗頻率： <input type="checkbox"/> 3 個月 <input type="checkbox"/> 6 個月 <input type="checkbox"/> 1 年 <input type="checkbox"/> 1 年以上			
是否知道本公司辦理輔導優良清洗業名單		<input type="checkbox"/> 知道 <input type="checkbox"/> 不知道	
訪查人員：		用戶簽章：	
		年    月    日	

## 高雄迎新水—美夢成真

施國琛\*

### 壹、前言

水是人類賴以生存要素之一，它因工商業經濟快速成長，水資源環境被破壞的不變，使可用的水，隨著稀少性的增強，由原來大家認為隨手可得的公共財、自由財，變成目前你爭我奪的私有財、商品財。水的重要性亦隨知識時代的來臨及生活水準提高而倍受國人關心矚目。

南部地區受地層地質因素影響，水中含礦物質多，故大高雄地區水的「味道」及「硬度」多年來一直為人所不滿意，且提升水的品質亦是本公司多年重要的經營方針。基於此本公司於民國八十八年起響應政府政策的推動，遵奉中央指示從90年至92年度投資150億元進行大高雄地區水質一系列改善工程，透過水處理技術的提升有效改善水質硬度〈處理後為140MG/L〉及降低40%的加氯量。

本公司遵照指示，研擬從六方面著手改善：1、改善原水品質2、提升水處理技術3、改善管網系統4、建立自來水監控系統5、加強水池維護6、加強宣導。依據工程進度隨時將訊息釋放予新聞媒體，並且

辦理一系列開工、通水、完工等活動形成社會注目焦點，鞭策自我達成使命。

◎大高雄地區水質改善整體宣傳計畫

### 貳、整體策略

一、辦理一系列開工、通水、完工等活動，以彰顯下列目標：

- (一) 本公司落實政府宣示高雄喝好水之政策，戮力完成水質改善建設。
- (二) 讓社會大眾清楚自來水公司努力情形，成為社會注目焦點，以消除民怨，提升企業形象。
- (三) 減少阻力，間接促成水價合理化，以改善本公司財務結構。

#### 二、擬辦理活動計畫

- (一) 澄清湖、拷潭(含翁公園)淨水場高級淨水處理工程開工典禮。
- (二) 取水口上移通水典禮。
- (三) 澄清湖底泥清理開工典禮。
- (四) 澄清湖高級淨水處理設備啓用典禮。
- (五) 拷潭(含翁公園)高級淨水處理設備啓用典禮。

\* 台灣自來水公司第七區管理處業務課課長

## 參、各項活動宣導計畫

### 一、澄清湖、拷潭(含翁公園)淨水場高級淨水處理工程開工典禮

#### (一) 目的：

告知社會大眾澄清湖、拷潭、翁公園三座高級淨水設備已如期開工，明年底將如期每日生產七十四萬立方公尺高質水。

#### (二) 時間：91年7月11日

#### (三) 地點：第七區管理處

#### (四) 邀請對象：

行政院長

中央(經濟部、環保署、水利署)長官

高雄縣市長

高雄縣市委

高雄市議員

高雄縣議員 鳳山市長烏松鄉長

高雄市里長

消保團體

#### (五) 宣傳策略

1. 邀請行政院長蒞臨，由新聞媒體爭相報導，將更具宣傳效果。
2. 製作大幅羅馬旗，提前一週懸掛於重要路口(澄清湖、高雄市政府前、高雄縣政府廣場等)可引起民眾好奇，擴大宣傳效果。
3. 以「高雄好水不是夢」「高質水e起

來」響亮口號配合一系列海報張貼，讓民眾耳目一新。

#### (六) 宣傳方式

\* 文宣製作：請柬(以高級淨水處理工程設備完工圖為背景)、廣告旗〈製作羅馬旗100面〉、海報。

\* 新聞報導

1. 發新聞稿、專題報導給新聞媒體及高雄縣市新聞局。
2. 宣導資料：簡報、中宇、金棠資料，大高雄地區水質改善措施執行情形。

#### (七)、計畫效益

1. 邀請中央長官蒞臨開工典禮，向全國民眾宣示高級淨水處理設備已開工興建，九十二年指日可待。
2. 邀請高雄縣市首長及地方民代參加，感謝其長期支持與鼓勵，極具宣傳效果。
3. 本活動係為「高質水-水之旅」一系列活動中最重要活動之一，經由一連串活動，讓社動了解本公司工程進度與努力情形，形成社會關注焦點及熱門新聞，可提升公司知名度及企業形象。

## 二、取水口上移通水典禮

#### (一)、目的：

1. 向社會大眾宣示：原水取自高屏溪攔河堰，取水口上移原水水質大為

提升，可就近供應小港區大林埔、紅毛港，及前鎮等鄰近地區。

(二)、時間：91年12月

(三)、地點：攔河堰抽水站

(四)、邀請對象：

中央(南部聯合服務中心、經濟部、環保署、水利署、高屏河流域管理委員會)長官

高雄縣市長

高雄縣市立委

高雄市議員

高雄縣議員、烏松鄉、大樹鄉鄉長、代表會主席

供水轄區鄉鎮村里長

消保團體

(五)、宣傳策略

1. 設計活潑生動的通水典禮，請中央長官蒞臨按鈕，以吸引媒體及社會大眾注目。
2. 綠美化攔河堰抽水站(水利署部份協調配合)，開放供來賓參觀。
3. 向社會大眾介紹取水口上移原水水質改善等情形。

(六)、宣傳方式

\* 文宣製作：請柬(以攔河堰為背景)、廣告旗、海報、充氣拱門

\* 新聞報導

1. 發新聞稿、專題報導給新聞媒體及高雄縣市新聞局

2. 宣導資料：簡報

(七)、計畫效益：向民眾宣示原水取水口上移自高屏溪攔河堰水質已獲得改善之事實。

三、澄清湖底泥清理開工典禮

(一)、目的：告知民眾澄清湖底泥清理，水庫原水水質及自來水水質可獲得改善。

(二)、時間：92年1月

(三)、地點：澄清湖廠

(四)、邀請對象：

中央(南部聯合服務中心、經濟部、環保署、水利署、高屏河流域管理委員會)長官

高雄縣市長

高雄縣市立委

高雄市議員

高雄縣議員、烏松鄉鄉長、代表會主席

高雄市里長

消保團體

一般民眾(當天並招待免費遊澄清湖)

(五)、宣傳策略

1. 利用既有資源澄清湖，於開工典禮當天免費進出澄清湖，參加典禮活動之民眾亦可獲贈紀念品，以廣宣傳。
2. 於澄清湖廣佈典禮旗幟，標明澄清

湖再造，恢復澄清面貌之景象。當天可邀民間遊藝、康樂、學校樂團等於澄清湖露天廣場表演，並讓“鐘聲再響”“美景重現”，以帶動觀光區人潮。

3. 結合澄清湖觀光與底泥清理澄清再現開工典禮之活動，可吸引社會注目，藉由媒體廣泛報導可發揮綜效。
4. 若能於高雄市長選舉前舉辦，除可避免水質問題成為選戰焦點外，亦可端正視聽，導正民眾之正面效果。

#### (六)、宣傳方式

\* 文宣製作：請柬（以澄清湖為背景）、廣告旗、海報

\* 新聞報導

1. 發新聞稿、專題報導給新聞媒體及高雄縣新聞局。
2. 宣導資料：簡報、澄清再造美景

#### (七)、計畫效益

1. 澄清湖底泥清理攸關自來水水質，素為大高雄地區民眾所關心，開工典禮正可顯示本公司改善水質之決心與魄力。
2. 結合澄清湖觀光區辦理活動，讓澄清湖再現昔日美好風光，並可帶動觀光人潮，增加門票收入。

#### 四、澄清湖高級淨水處理設備啓用典禮

#### (一)、目的：

1. 讓社會大眾了解澄清湖淨水場每日生產45萬立方公尺高級淨水處理設備已經完工出水。
2. 自來水公司所投入的心血與努力於此活動可完全呈現，對提升企業形象大有助益。
3. 告知大高雄地區民眾，喝好水不是夢，自來水變得更甘甜。
4. 消除民眾反對水價調漲之聲音，早日促成水價合理化。

#### (二)、時間：92年11月

#### (三)、地點：七區處澄清湖廠

#### (四)、邀請對象

總統

中央(南部聯合服務中心、經濟部、環保署、水利署、高屏河流域管理委員會)長官

高雄縣市長

高雄縣市委

高雄市議員

高雄縣議員、鳥松鄉鄉長、代表會主席

供水轄區鄉鎮村里長

消保團體

一般民眾(當天並招待免費遊澄清湖)

#### (五)、宣導策略

1. 邀請總統剪彩，宣示完成政府照顧

民生之政策，並登上全國大新聞，讓民眾都看到。

2. 動員各種媒體宣導(電視台、廣播電台、報紙、公車廣告、光碟、電子看板等)並將大高雄地區水質改善各項建設，辛苦努力情形拍攝剪輯製成光碟、影帶，於媒體(電視台)播放，並廣為分發至民代、學校機關等處，以擴大宣傳效果。
3. 設計各項慶典活動配合，如當日開放澄清湖免收門票;當晚於澄清湖青年活動中心前辦理大型歡樂晚會，並施放煙火以示普天同慶。
4. 召開記者會，並主動爭取上電視報導，讓全國民眾知道高雄地區自來水已改善之事實。

#### (六)、宣傳方式

\* 文宣製作：

1. 請柬 (以澄清湖高級淨水處理工程設備實際完工圖為背景)、廣告旗〈製作羅馬旗〉、海報。
2. 光碟(一)：正確用水常識及清洗水塔資訊
3. 光碟(二)：大高雄地區自來水改善工程努力過程剪輯
4. 公車廣告：於高雄市公車大量懸掛外，可引起高雄地區民眾注意
5. 報紙廣告：於全國三大報地方版大幅刊登

6. 電台廣告：由電台製作並播放宣導自來水改善之錄影帶

7. 電視廣告：製作並播放宣傳影帶

8. 宣導手冊

\* 新聞報導

1. 發新聞稿、專題報等

2. 各項宣導資料提供-簡報、光碟、宣導手冊等

#### (七)、計畫效益

1. 由總統蒞臨通水典禮，宣示大高雄地區自來水水質已改善完成，花費高達150億，受益用戶高達81.8萬戶，可吸引全國注目，成為熱門新聞。

2. 由各媒體宣傳配合各項慶典活動，讓自來水公司努力之情形一一呈現在大眾眼前，可獲得正面讚賞，提升公司形象。

3. 消除水價調漲雜音，促成水價合理化之實現。

#### 五、拷潭〈含翁公園〉高級淨水處理設備啓用典禮—與澄清湖高級淨水設備啓用典禮合併舉辦

#### 肆、平時宣導計畫

##### 一、 宣導用戶清洗蓄水池及水塔

##### (一)、教導用戶正確清洗蓄水池及水塔方法

\* 利用本公司網站以供用戶查詢

\* 製作小光碟片，分送用戶

(二)、提供合格清洗業者名單

\* 印製合格清洗者名單

\* 利用抄表作業時，由抄表員分送

\* 利用村里民大會宣導及分送

\* 利用本公司網站以供用戶查詢

\* 放置本公司各服務〈營運〉所櫃檯供用戶取閱

(三)、舉辦清洗水塔常識講習會

二、宣導用水常識及觀念

(一)、編印宣導用水常識手冊

\* 內容以節水措施、檢修漏方式及防止二次污染措施為主。

\* 配合各項相關活動及村里民大會分送

\* 置放本公司各服務〈營運〉所櫃檯供用戶取閱

(二)、製作用水常識小光碟片

\* 內容與前所製作光碟片相同

三、宣導水質改善成果

(一)、主動發佈新聞

(二)、以mail或傳真信函至民代、里長處

四、加強與市府聯繫

(一)、主動提供工程進度及文宣資料

(二)、每週派員參加市府會議?

五、舉辦中小學教師自來水研習會

(一)、於寒暑假辦理，以教師為種子向學生教育播種

(二)、以澄清湖進去免費一年為誘因，吸引眾多教師參加

伍、大高雄地區水質改善宣傳活動執行情形

(一)91年4月13、23日5月2日分別辦理三梯次「水之旅」活動，共有來賓約600人參加。

(二)91.7.11辦理「高級淨水處理工程開工典禮」行政院長蒞臨動土。邀請中央長官(行政院、經濟部、水利署)高雄縣、市立法委員高雄縣長、縣議員高雄縣、市環保局建設局、媒體記者、消保單位、中鋼、中宇、中華顧問公司等來賓共計二百名，製作羅馬旗、設計一系列海報、邀請函等一系列文宣資料。

(三)91.8執行完成分發轄區大樓用戶，清洗水塔業者名單一萬份。

(四)91.11.19假高屏溪攔河堰舉行「高屏溪取水口上移通水典禮」：於典禮中設立電子看板、標示水質改善前及後的成果宣導。

(五)91.11.29辦理「澄清湖底泥清理開工典禮」邀請高雄謝市長及楊縣長蒞臨與本公司陳董事長主持開工典禮。

(六)製作「大高雄地區自來水水質改善事實」宣導短片，並透過鳳信有線電視股份有限公司協助於九十一年十二月

一日起至九十二年二月二十八日止，每日中午十二時及晚上十九時等時段播放宣導。

(七)91.12製作「宣導大高雄水質改善及加強用戶節約用水理念」之小光碟。

(八)92.1由七區大高雄地區抄表員分發大樓清洗合格人員名單。

(九)92年1、7、8月份辦理高雄縣、中小學教師「認識自來水」研習會參加學員約計400名，會中邀請高雄謝市長、楊縣長及本公司陳董事長共同主持開訓典禮，並由陳董事長、本處楊經理、魏秘書、南工處曾處長及各課室課長主任等多位講師主講「大高雄地區水資源開發與水質改善計畫」、「自來水製程」．．．課程以宣導本公司大高雄地區水質改善成果。

(十)92年2月8、9日於高雄工商展覽中心所舉辦之「行動環保博覽會」，提供二套不同高級處理模式流程圖，並現場發放節水三十六計及大高雄地區水質改善措施執行情形，且免費提供高質水杯水供參觀市民飲用。

(十一)92.2.17辦理用戶大樓總水表清洗工作由高雄所、鳳山所、楠梓所、岡山所、路竹所分別組成清洗小組，發通知單通知用戶並提供用戶輔導合格清洗水池水塔業者名單以及清洗水塔前後比較圖

片，呼籲用戶配合清洗水池水塔，每隔半年一次定期清洗及檢查用水設備以確保水質純淨安全。

(十二)92.3.10舉行記者聯誼會，由本處楊經理主持，計有聯合報、中國時報、自由時報、台時、中視等二十多家新聞媒體參加，會中介紹大高雄地區自來水後續改善工程進度，並發新聞稿宣導用戶水表濾網清洗工作已陸續展開，並請用戶配合清洗水池、水塔。

(十三)92.3.28上午八點四十五分七區處楊經理受邀至河濱國小演講「認識自來水」及「自來水改善工程」，共有師生五百多名參加。

(十四)92.4.4七區處假高屏溪攔河堰辦理九十二年第一次顧問會議，共有四十一名顧問參加，會中除楊經理作簡報及提案討論外並參觀高屏溪攔河堰、坪頂給水廠及澄清湖底泥圍堰工程。

(十五)第七區處透過透視報導92年3、4、5月份第38、39、40期，刊登報導「高雄好水不是夢」—大高雄地區水質改善措施執行情形雙頁廣告、「大高雄地區水資源開發與水質改善計劃」及「民眾節約用水宣導」文宣二篇，高雄地

區民眾對節約用水理念及本公司「大高雄地區水質改善計畫」。

(十六) 92.5印製「告用戶書」停水期間避免用戶端自來水污染民眾應注意事項宣傳文宣共計二萬五千份，於停水或限水前請各服務〈營運〉所張貼於轄區內大樓及公寓大門口及發送村里長辦公室。

(十七) 92.6.11至92.6.13由經理致「高雄縣市議員、縣市代表及村里長等一封信」說明本處對大高雄水質改善等工程正積極努力推動，目前正進行的工程為：閘栓類整修、汰〈抽〉換管線暨配水池、管線與大樓用戶水表濾網之清洗等各項工程。除已完成取水口上移至攔河堰工程外，其餘工程均已超越進度密集推動……。

(十八) 辦理用戶內線普查，自九十二年七月起至九月止，以三個月時間共完成大高雄地區機關及大廈總表戶19,702件，內含分表戶共391,661戶，占大高雄地區用戶數828,750戶47.26%，並分發「合格清洗水池、水塔業者名單」二萬份，呼籲住戶定期清洗大樓水池、水塔。目前正持續普查密集地區獨立用戶內線，並加強宣導中。

(十九) 92年8月15日、20日分兩梯次由環保媽媽董事長周春娣帶隊共計七十員參觀攔河堰取水口，拷潭高級淨水場及澄清湖監控中心等。

(廿) 92.8.25本處魏祕書金松及操作課陳課長嘉興參加工研院假高雄縣婦幼館辦理「乾旱時期機關學校用水大戶缺〈限〉水應變措施暨節約用水推廣說明會」，會中講解「自來水污染防治之介紹」及「限水、停水緊急應變措施之介紹」等課程，並宣導本處「大高雄水質改善之工程」，參訓人員約計三百人。

(廿一) 本處於10/19、10/22、10/24分三梯次與高雄市環保局合辦「大高雄地區自來水用戶端水塔、水池、管線及登革熱孳生源清除宣導會」，參加人員共有235名。

(廿二) 10/22發布新聞稿：呼籲大高雄地區用戶配合十月底高級淨水場完工出水進行清洗自家用設備。

(廿三) 提供「自家水池、水塔清洗DIY」給新聞局、高雄縣市政府供做文宣素材，並自行印製約五萬份配合此次通水典禮活動分發。

(廿四) 92.11.10辦理媒體記者參訪會，參觀三座高級淨水場計有中時、聯合、自由等報社記者二十位參

加，並於媒體上揭示居家用水衛生，用戶水塔應勤清洗等訊息。

- (廿五) 92.11.23於自來水公司第七區管理處傳習齋前廣場，舉辦高雄迎新水一大高雄地區水質與水量改善完工通水典禮，活動中恭請陳總統水扁主持通水按鈕儀式，且有行政院游院長、副院長林信義、經濟部長林義夫、高雄市長謝長廷及高雄縣縣長楊秋興等多位長官蒞臨指導。復於廣場與高雄縣、市政府合辦地方農魚特產園遊會，約有三千名民眾參加本次盛會，並透過民視及臺灣時報、民眾日報、聯合報及中國時報等媒體現場採訪播報。活動當天人潮洶湧、熱鬧非凡，本公司又特提供台水自製杯水試飲且接送民眾參觀高級淨水場，民眾對本公司水質改善成果給予高度肯定，大家一同歡欣鼓舞迎新水。

## 陸、大高雄地區水質改善宣導活動檢討

- 一、大高雄地區水質改善宣導活動，自九十一年元月起迄九十二年十一月二十三日 陳總統蒞臨通水典禮會場，宣佈高質水順利生產共歷經二十三個月，其間舉辦水之旅開工典禮、取水

口上移、通水典禮大型活動有九次，教師研習會三次，清洗水塔講習會五次，說明會協調會籌備會數十次。且陳總經理率總處副總經理及各處室主管每月月底南下，與七區同仁開會檢討各項工作進度，督促各項宣導計畫執行情形。陳董事長掌握整體進度，在接近完工通水階段，更是每二週即南下巡察，每日詢問各項工程進度，上下一心整體所動員的人力、物力可謂空前，而宣導工作延續二年，以活動喚起媒體注意，於於通水典禮請 陳總統宣佈通水完工，劃下了美麗的休止符。造成整體社會對「高雄好水」連鎖正面效應。整體而言，宣導是成功的，台水人的努力，社會大眾看得到。

- 二、辦理各項活動前，即設計宣導主題「高雄好水不是夢」「高雄水e起來」，並委外設計一系列精美邀請卡、海報、旗幟。通水典禮鑒於活動太龐大，即委請民視負責，規劃一系列媒體宣導活動，如董事會專題報導，媒體參訪活動，第四台跑馬燈播出等。行政院新聞局召集水利署與本公司合併舉辦以「高雄迎新水」為通水活動宣傳主題，在公司高層首長相繼於媒體上出現接受專訪，高雄縣市政府也配合發起「清水塔，迎新水」

活動後，高雄地區自來水頓時被抄熱成爲全國注目的焦點，十一月二十三日通水典禮即躍登全國報紙首版。

三、宣傳計畫歷經二年在長官督促指導下均按時程執行，總花費僅約六百萬元而已，可謂本輕利重。惟一遺憾的是，原本規劃好董事長至高雄縣市大專院校演講介紹大高雄地區水質改善工程，以加深青年學子印象因SARS流行而取消。教師研習會雖於寒暑假舉辦三次，共有約四百名中小學教師參加，口碑良好效果顯著。由教育著手向下紮根，可改變社會對自來水錯誤觀念提升公司形象，值得繼續推廣辦理。

四、自來水公司以往辦理活動，限於經費與固有沿襲難有突破。七區處辦理取水口上移典禮，迎賓舞即由女性同仁扮七仙女；澄清湖底泥開工典禮由業務課同仁扮演哈利波特出場演出，該團於高雄縣勞資和諧運動甫獲冠軍，使活動更親切感人，DIY效果更佳。即使本次通水典禮大多委外辦理，但會場佈置美侖美奐，首次舉辦園遊會，人多卻不混亂，莊嚴中有歡樂，贏得社會大眾的好評。這些活動

已超脫以往水公司「保守」、「一成不變」、「古板」的舊印象，而趨向活潑化、精緻化、創新化值得以後辦活動參考。

五、即使通水完成，宣導工作並不因此結束。由於慕名前來參訪高級淨水場的機關、學校、社團、民代、里長、學生、民眾等蜂踴而至，高級淨水場已成高雄人朝聖所在，配合這些參觀民眾進行簡報講解等工作，宣導又進入另一新里程碑，可謂延續進行沒有止境。

### 柒、結語：

大高雄水質改善工程歷經三年，宣導工作長達二年，已喚起社會注目，將水公司執行力表露無遺，雖然艱辛，但得到社會的肯定與認同。從「高雄好水不是夢」、「高雄好水e起來」到「高雄迎新水」可謂美夢成真。一系列的宣傳活動。從計劃、執行、檢討...混含著台水人的汗水與腦汁，在台水人宣導活動史上留下不可磨滅的腳印，值得借鏡，期待來者更能推陳出新，好還要更好。

# 學校飲用水管理之問題與對策

黃炳輝<sup>1</sup> 李澤民<sup>2</sup> 鄭權鑫<sup>3</sup> 劉惠元<sup>4</sup>

## 壹、前言

根據環保署九十一年度民眾學生環保知識調查報告<sup>(1)</sup>顯示，小學生「從家中帶飲水」至學校的比率高達六成八。學校是教育的主要場所，為發揮潛移默化之「境教」功能，理當提供衛生、安全、健康化的飲用水設施。因此，在飲水來源多元化及強調品質之時代，我們應更關心與重視學校飲用水衛生、安全問題。

八十二年九月台中市某國小三百名學童，因該校地下水水源遭受化糞池之污染，集體感染阿米巴原蟲及志賀氏桿菌痢疾；八十四年十二月桃園縣某國小發生百餘人桿菌性痢疾；八十六年十月新竹縣關西鎮某國小因飲用地下水，陸續爆發學童集體感染桿菌性痢疾事件，擴散到該地區其他學校及幼稚園，共有一百五十七名師生及家屬受到感染。在高自來水普及率的台灣發生此種情事相當令人震驚，此類案件嚴重影響師生健康亦深受社會詬病。因

此如何徹底減少類似的事件一再發生，落實學校飲用水設備維護與管理實是刻不容緩的課題。

「飲用水管理條例」於八十六年五月二十一日公布施行。而學校飲用水設備屬於第四條規範之「公私場所供公眾飲用之連續供水固定設備」，故受飲用水管理條例規範。民國八十七年七月一日「飲用水設備維護管理辦法」公布施行後，部分學校害怕受罰或不願正視問題解決，乾脆拆除或停用飲水機，以逃避法令規範，對學童飲用水影響很大，更是一種負面教育，因此本文將先分析學校飲用水管理之問題與對策，再探討飲用水管理條例與學校飲用水相關之規範與罰則，供作學校相關人員參考。

## 貳、學校飲用水管理問題分析

依行政院環境保護署「台灣地區環境保護統計年報」資料<sup>(2)</sup>顯示，民國九十年自來水使用戶數達92.22%，使用人數達

1.彰化縣水尾國小教師、國立台中師範學院環境教育研究所研究生

2.中國技術服務社環保科技中心副主任

3.彰化縣育德國小教導主任、國立台中師範學院環境教育研究所研究生

4.國立台中師範學院環境教育研究所副教授

90.53%，由此觀之，大部分學校應以自來水為飲用水的主要來源。此外，各級學校通常設有飲水機或飲水台，因此將從自來水與飲水管理而言，分析探討學校飲用水管理之問題。

### 一、自來水管理方面：

一般學校均設有蓄水池或水塔儲水，再經管線將自來水接到各個出水口（水龍頭）後，供學校師生使用，此為間接供水。環保單位於民國八十八年針對自來水直接供水點與間接供水點抽驗結果顯示，直接供水合格率高達99.63%，間接供水點水質合格率為69.23%<sup>(3)</sup>，可見經由水塔或蓄水池後自來水受污染機會大幅增加。一般而言自來水二次污染的原因<sup>(3)</sup>有：

#### （一）水塔水池部分

1. 位置設置不當：學校因規模、需求不同設有蓄水池或水塔。蓄水池普遍設置在屋外地下層或屋內之地下基礎層，若與化糞池或消防水池為鄰，容易造成污水直接流入；一般學校的水塔，大多數是設計在屋頂樓梯間或電梯間機房上方，造成攀爬困難，不利於檢查維修與清理，而導致長期水質受到污染。
2. 功能構造不足：水塔或蓄水池之人孔周圍邊如未高出塔頂或池頂，容易使污水、雜物流入，造成污染；此外通氣管、溢流管、排水管口未裝設防蟲網，

常導致昆蟲、小動物、塵埃進入，嚴重影響水質安全。

3. 水池水塔容量太大：學校常因水池、水塔容量太大，或因連續假期（週休二日）前，未適當減少水池、水塔之蓄水量造成一次進水量使用時間增長，產生水滯留，以致餘氯量不足，孳生細菌。
4. 維護管理不良：水池、水塔之人孔蓋、若未密蓋、或未上鎖或孔蓋材質不堅實，常導致雨水、塵埃、昆蟲及雜物等進入，污染水質。

#### （二）管線部分：

1. 紅水問題：飲用水之自來水管線常使用鍍鋅鐵材質，常因管線腐蝕，使得水龍頭流出之水含有鐵鏽，而呈現黃色或紅色。
2. 含鉛量過高：學校老舊建築物如使用鉛管，含鉛之配水管線及其配件與自來水接觸後，將使得鉛溶出而進入水中，造成水中鉛濃度之增加。

#### （三）其他

除此之外，有些學校因水塔設置位置較高或位於管線末端水壓不足，自來水無法直接送達水塔，便由馬達直接由自來水配水管抽水，容易造成水管內負壓而吸入污水<sup>(4)</sup>。

### 二、飲水設備方面：

一般來說，學校飲水系統問題大約有下列五項<sup>⑤</sup>：

(一) 飲水系統使用水源的水質不良：

以往學校為節省水費通常會鑿井，抽取地下水混入自來水或直接使用，若地下水井鑿的夠深，且離排水溝及化糞池15公尺以上，這已符合環境衛生，水質應能達到相當的保障。但因台灣地區下水道系統興建比率偏低，家庭污水及工業廢水等可能四處漫流或其它不明原因的土壤污染及有毒廢棄物的污染事件，使得地下水潛藏著被污染的危機。這一問題經民國八十八年教育部學校飲用水衛生改善四年計畫，應已獲得改善。

(二) 供水管線老舊或設置不當：

有些學校具有百年歷史，飲用水之供水管線也相當老舊，竟然還有鉛管、鑄鐵管及石棉管等。鉛管容易溶出鉛離子而影響學童的智力發展以及引起鉛中毒的症狀；鑄鐵管則容易導致鏽水現象，使得水質變成褐色而混濁；石棉管則會釋出石棉纖維，釋出量雖然不多，但因不易被人體排出且可能致癌，早已被世界各國明令禁止使用。對於這些老舊的管線應該及早更換。

(三) 飲水系統欠缺維修：

任何機械設備都需要適當的維修才能維持其正常運作，飲水系統亦不例外。一般飲水機均是利用過濾材料（如活性性

碳、矽藻土、濾膜）過濾及離子交換樹脂軟化，或輔以其他滅菌設備（如紫外線燈、臭氧發生機、電化學氧化法……等），以達到淨化水質的目的。過濾材料必須定時清洗、更換，否則，常會滋生細菌和藻類，造成進入飲水系統是乾淨的自來水，流出的是較髒的飲水。一般學校常因人手不足或負責人專業知識不足而未能定期清洗維護，導致飲水設備管理大多因為飲水機未定期清洗維護，以致總菌落數逾越標準<sup>⑥</sup>。

(四) 飲水機水質檢驗未能符合標準：

單機式的飲水機至少都能供應冷、熱兩種水，甚至有冰、溫、熱三種水，但大部分的單機式飲水機的冷水或冰水的水質僅經活性碳、矽藻土、或紗布等濾材過濾，或再行冷卻後，即供飲用，完全未經煮沸的過程。絕大部分的濾材的孔隙直徑為5微米左右，但大部分的細菌長度約在0.5~5.0微米之間，寬度約為0.3~1.5微米之間，因此絕大部分飲水機的濾材僅有過濾功能，無法確保飲水水質安全。

(五) 飲水機系統設置不當或費用太高：

一般淨水系統的種類相當多，各有不同適用的情況及範圍。學校為確保飲用水安全及衛生，對於各部分功能系統及設計不甚了解之下，往往會有重複設計或不當設計出現；這直接影響飲用水系統的設置費及維護費用，還可能使飲用水水質不合

格。

### 參、學校飲用水管理對策之建議

為提供學生安全衛生、潔淨之飲用水，學校應落實飲用水管理工作，從水源管理及飲水設備管理二方面探討如次：

#### 一、自來水供應管理方面：

(一) 落實水池、水塔清理維護工作：水塔、水池之清洗為飲用水設備重要的維護工作，至少應每半年（利用

寒、暑假期間）請自來水公司輔導之優良清洗水池、水塔業者依清洗規範清洗一次。

(二) 定期檢驗水塔、水池、管線及其他設備：檢查項目、重點、頻率如表1。

(三) 使用大小合宜之水池、水塔：蓄水池及水塔等之總容量應有一日設計用水量的十分之四以上，但不得超過二日用水量，以確保水質的安全

表1 水池水塔設備檢查項目、重點及頻率表

地點	檢查項目	檢查重點	檢查頻率
蓄水池	1.溢流管 2.通氣管、人孔(及溢流管) 3.水位計警報裝置 4.水池污染等之檢查	1.檢查有無溢流，若發生溢流時檢查水位計，浮球閥。 2.檢查是否有昆蟲、污物、污水進入，必要時更換防蟲網、人孔蓋。 3.手動檢查水位警報裝置。 4.每半年執行清洗。	1.每日一次 2.每月一次 3.每月二次 4.每年二次
高置水塔	1.溢流管 2.通氣管、人孔(及溢流管) 3.水位計警報裝置 4.水池污染等之檢查	1.檢查有無溢流，若發生溢流時檢查浮球閥。 2.檢查是否有昆蟲、污物、污水進入，必要時更換防蟲網、人孔蓋。 3.手動檢查水位警報裝置。 4.每半年執行清洗。	1.每日一次 2.每週一次 3.每週二次 4.每年二次
抽水機	1.壓力、電流、聲音、振動 2.潤滑油、軸承、外部清潔 3.起動開關	1.檢查是否正常。 2.檢查是否異常噪音振動。 3.手動檢查動作情形。	1.每日一次 2.每週二次 3.每週二次
	4.清洗水池時檢查底閥	4.檢查底閥避免抽水機空轉，必要時更換墊片。	4.每年二次
給水器具	動作測試	檢查漏水，必要時更換。	每日一次

資料來源：（台灣省自來水公司網站 <http://www.water.gov.tw/sample1/know/use/use3.htm>）

表2水池水塔設備設置及管理要點

項目	設置要點	管理要點
進水管	自水池頂部穿過池體直接向下，或距池頂二十公分以上側壁部位伸進池內，水池進水管應裝置制水閥、浮球閥等配件，以控制進水。進水口與出水口應對角配置，以免造成死水。	不及二十公分會影響浮球閥檢修及上下運作功能。水池外部應設置制水閥以利檢修控制。
出水管	設置於水池底部，管中心高度應低於最低水位下二倍口徑，且需距池底五至十五公分。出水管應設置制水閥及排氣或透氣管。	適當高度可防止渦流現象吸入空氣，且防止沉積物等流入管內影響水質。設置制水閥以利維修控制。
排水管	設於池底最低處，須能自然排放。一般水池採用至少五十公厘口徑排水管，低水位以下剩餘水量大於十噸以上者採用七十五公厘以上管徑。	管口與排水系統間隔二倍管徑以上，不得與排水系統直接連接，以免昆蟲穢氣進入。
通氣管	自池頂向上延伸後朝下開口，以利通風保持水質優良狀況；口徑至少四十公厘以上，管口處應設置不易鏽蝕之防蟲網。	防蟲網裝置宜採活動式，可拆卸清洗或檢查，出口端以塑膠套管套接，再用螺絲釘錨固定，定期檢查防蟲網有無破損，有無昆蟲進入。
溢流管	溢流管之溢水面應低於進水管口一管徑以上，並不得小於五公分，管徑原則上比進水管大二號；溢流管出口與排水管承口應保持十五公分以上間距，採間接排水。管口應設置不易鏽蝕之防蟲網。	溢流管設置不當，會有因虹吸現象溢漏而不覺。溢流管不得設置制水閥。定期檢查防蟲網有無破損，有無昆蟲進入。
人孔	人孔應設置於容易檢修且安全之位置（避開在樑下方），人孔有效內徑需六十公分以上；並有高出池頂五公分以上之突緣，外以外包密封式並加鎖之人孔蓋覆蓋，避免雨水、油污等滲入污染水池水塔。五十噸以上應設置二處人孔。	人孔蓋應採耐腐蝕材料如不鏽鋼等製品。人孔蓋應密閉並定期檢查突緣有無破損，污物污水有無進入之可能，人孔蓋有無上鎖。
控制設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>□浮球閥：利用浮球浮力控制進水，當水池滿水位時應停止進水。</li> <li>□水位控制器：用於水塔之水位控制，一般採用三叉電極棒，以控制抽水機之運作。</li> <li>□防波板：防止浮球受到進水水波搖晃，以穩定浮球桿，保持上下一定方向之運作。</li> </ul>	浮球閥故障時即有溢流或不進水現象；向上拉緊時亦可控制或減少水池進水；浮球閥及水位控制器應設置於人孔附近，以利檢修作業。學生減班或使用人數未達設計人數時，降低水位自動控制器高度，可減少水塔進水量。
扶 梯	水池水塔高度距池（面）板一七〇公分以上時，應選擇較安全之一側設置外扶梯；池內淨深一五〇公分以上時，需裝設內扶梯。	內扶梯應採用不影響水質耐腐蝕之不鏽鋼等材質；亦應裝置在人孔附近，以利進出水池維修。
導流牆	五十噸以上大型水池，應設導流牆。	避免水滯流造成死水，破壞水質。
內外部	水池避免設置於廁所下方；周圍不堆積雜物，內牆貼白色小口磁磚，以利檢視。沉水式不鏽鋼抽水機無噪音不污染水質，不影響學生上課。抽水機不宜設置於水池上方，否則易遭油污污染，抽水機進水管以自水池側壁接管抽水為佳。	檢查本體有無龜裂，上方四周有無漏水積水及堆積雜物。定期檢查水池內部有無浮游物、沉積物。每學期開學前或每半年應清洗水池水塔。

新鮮。若因減班致學生數減少或寒、暑假期間以致水塔、容量過大時，應調低水位自動控制器或控制進水閥門，減少蓄水池、水塔容量，以常保新鮮水質。

- (四) 依設置要點增設水池水塔設備：對於舊有之水塔、水池，應依表2「水池水塔設備設置及管理要點」裝置進行檢視，不符合規定者應加裝相關設施。
- (五) 辦理水質檢驗工作：對於學校若若發現有水質異常現象時，可向自來水公司當地營業處、縣市環保局申請檢驗水質或自行委託環保署認可之環境檢驗測定機構檢驗，以確保飲用水之安全。

## 二、飲水供應方面：

### (一) 使用自來水為飲用水水源

各級學校應盡量以自來水為飲用水之水源，因自來水由淨水場送出時，其水質均符合飲用水水質標準，一來可以確保水質，二來可減少因使用非自來水為飲用水源之水質檢測所花費的人力與物力。

### (二) 建立飲水機「維護資料表」定期清洗維護飲用水設備

依「飲用水設備維護管理辦法」第六條規定，飲用水設備管理單位應自行或委託專業機構辦理維護，每月至少一次，並

將每次維護內容詳細記載於飲用水設備水質檢驗及設備維護紀錄表，紀錄應保存二年，以備主管機關查核。因此學校應每月至少維護清洗一次，以確保師生飲水安全。

### (三) 成立專責單位定期送驗並公布水質

依「飲用水設備維護管理辦法」第七條規定，以自來水為水源者，飲用水設備之水質應每隔三個月檢測大腸桿菌群及總菌落數。因此為符合法令規定及確保師生飲水安全衛生，學校應定期送驗飲水，落實飲水管理。

### (四) 優先選用中央煮沸系統及開水機

中央煮沸系統及開水機，因其設置費及維修費低廉，且操作簡單，建議優先使用。中央煮沸系統應注意管線不要太長，以防細菌滋生；供水管線最好採用不銹鋼或耐熱三層式塑膠鉛管。此外，儲水桶應經常清洗，供水點要經常以酒精燈燻燒，放長假之前應將管線內的水排掉<sup>(5)</sup>。除此之外，若中央煮沸系統及開水機流出之飲水在90°C以上者，依飲用水設備維護管理辦法第七條之第二項規定，得免檢測大腸桿菌群及總菌落數則又可省下一筆檢驗經費。

### (五) 籌措經費更換鉛管、鑄鐵管及石棉管

對於一些百年老校或歷史較悠久之學校，校內飲水系統若還使用鉛管、鑄鐵管

及石綿管者，應向上級單位申請經費補助更換飲水管線，以確保飲水安全。

### 三、飲用水管理條例規範與罰則：

飲水機提供人們直接的飲用水，而飲用水是否衛生、安全，直接影響到學校師生的健康，飲用水設備的管理措施合宜與否，又關係飲用水品質的確保。依飲用水管理條例及飲用水設備管理辦法，對學校飲用水設備管理相關規定與罰則列述如下<sup>71</sup>：

#### 一、維護：

每月至少自行或委託專業機構辦理維護一次，維護的內容並未限定，可以是更換、清洗濾心、濾材或濾料、消毒機台、管線或其他維護等（飲用水管理條例第九條及飲用水設備管理辦法第六條）。

若違反飲用水設備維護管理辦法者，處1萬元以上、10萬元以下罰鍰，並通知限期改善，屆時仍未完成改善者，按日連續處罰。

#### 二、檢驗：

每隔三個月應委託環保署許可之環境檢驗測定機構檢驗處理後的水質狀況，檢驗的項目為大腸桿菌群及總菌落數兩項，檢驗的比例為所有台數的八分之一，未滿一台者以一台計，且應採輪流並迴避之前已完成檢驗設備之方式辦理，若該台飲水

機或飲水檯僅有熱水出口，且其出水溫度維持於攝氏九十度以上者，則該台飲水機或飲水檯處理後水質得免檢驗大腸桿菌群及總菌落數；而該台飲水機或飲水檯若不是以自來水為水源者，則其水源水質應每隔三個月增加檢測硝酸鹽氮及砷兩項，連續一年符合水源水質標準者，自次年起，改為每隔六個月檢驗一次水源水質。（飲用水管理條例第十二條及飲用水設備管理辦法第七、八條）。

對於規避、妨礙或拒絕查驗或提供樣品、資料，或提供不實之樣品、資料者，處3萬元以上、30萬元以下罰鍰，並按次處罰及強制執行查驗。

#### 三、紀錄：

飲用水設備維護內容及水質檢驗狀況，應詳細記錄在「飲用水設備水質檢驗及設備維護紀錄表」，紀錄及相關檢驗資料應保存二年備查。（飲用水管理條例第九、十二條及飲用水設備管理辦法第六、七條）。

若未依規定作成飲用水設備維護記錄，處1萬元以上、10萬元以下罰鍰，並通知限期改善，屆時仍未完成改善者，按次連續處罰。對於明知為不實之事項而申報不實或於業務上作成之文書為虛偽記載者。處三年以下有期徒刑、拘役或科或併科新臺幣六萬元以下罰金。

#### 四、公布：

應將「飲用水設備水質檢驗及設備維護紀錄表」公布張貼於飲用水設備的明顯處。（飲用水管理條例第九、十二條及飲用水設備管理辦法第十一條）。

若未依規定公布水質狀況者，處1萬元以上、10萬元以下罰鍰，並通知限期改善，屆時仍未完成改善者，按次連續處罰。

#### 五、管理水質：

學校依規定辦理飲用水設備水質狀況檢驗，若發現水質不符合飲用水水質標準時，該飲用水設備應即依序採取下列措施（飲用水設備管理辦法第十條）：

- （一）關閉進水水源，停止飲用。
- （二）懸掛「暫停使用」告示警語。如附圖一。
- （三）進行設備維修工作。
- （四）定期檢驗結果知悉水質不符合飲用水水質標準後三日內向所在地主管機關申報水質檢驗數據。
- （五）在完成前項維修工作後，應再進行水質複驗，其若已符合標準者，應檢具符合飲用水水質標準之證明文件向所在地主管機關報請查驗，完成改善後，始得再供飲用。

學校屬於公私場所，提供公眾飲用之飲用水水質，若違反飲用水水質標準，依

法處6萬元以上60萬元以下罰鍰，並通知限期改善，屆時仍未完成改善者，按日連續處罰，情節重大者，禁止供飲用。若飲用水水質不符合飲用水水質標準，經禁止供公眾飲用而不遵行者，處一年以下有期徒刑、拘役，得併科新臺幣六萬元以下罰金。

#### 肆、結語

學校是教育的主要場所，普遍設有衛生、安全、健康化的飲用水設施，理當能提供安全、乾淨、衛生的飲用水供師生使用，但多因無專責人員負責該項業務或只由學校教師兼任，往往因教學與行政繁忙而疏忽了定期維護、清洗工作，以致造成飲用水出狀況，爲了防止類似情形再度發生，實有必要加強飲用水之管理。

對於飲用水的管理，除加強自來水供水系統的設備使其符合設置標準，更應定期檢查與維護，落實水塔或蓄水池、管線清洗與維護以防止自來水的二次污染；並對學校飲水設備依「飲用水管理條例」所規範之五項義務：維護、檢驗、紀錄、公布、管理水質，確實執行，如此當能提供安全衛生之飲用水，暨能合乎法規要求，避免因管理不善而受罰，又能落實飲用水之管理，達成維護全體師生健康之目標。

#### 參考文獻

1. 環保署(2002)九十一年度民眾、學生環保知識調查摘要分析。
2. 環保署(2002)九十一年版環境保護統計年報。
3. 葉俊宏 儲雯娣(2000) 自來水用水設備二次污染預防之探討。水資源管理, 7, 34-39。
4. 環保署(1998)安全飲用水手冊。
5. 林明瑞(1996)學校飲水衛生問題及設備之探討。環境教育, 29, 40-49。
6. 環保署(1999)環保署澄清有關飲用水

設備拆除相關問題。

7. 李澤民(1999)飲用水之管理與法規內涵。中華民國自來水協會會刊, 18(4), 52-68。

### 參考網站：

台灣省自來水公司網站

<http://www.water.gov.tw/sample1/index.asp>

行政院環保署全球資訊網

<http://w3.epa.gov.tw/epalaw/index.htm>

### 作者簡歷

姓名：黃炳輝

地址：彰化縣溪州鄉忠孝路34號

電話：048899939 0928964396

電子郵件：[hut.tw@msa.hinet.net](mailto:hut.tw@msa.hinet.net)

服務單位：彰化縣溪州鄉水尾國小教師

學歷：國立台中師範學院環境教育研究所研究生

國立台中師範學院社教系

姓名：鄭權鑫

地址：彰化縣永靖鄉永社路192號

服務單位：彰化縣二林鎮育德國小 教導主任

學歷：國立台中師範學院環境教育研究所研究生

姓名：李澤民

地址：台中市繼光街6號6樓

服務單位：中國技術服務社環保科技中心

姓名：劉惠元

地址：台中市南屯區大英街594巷1號

服務單位：台中師範學院環境教育研究所 副教授

## 環工人物誌

### 環工無國界老師歐肯先生 (Daniel A Okum)

姚關穆\*

第二次世界大戰期間，美國成爲同盟國的兵工廠，刺激國內工業急劇發展。加上大量外來移民，人口增加很多。對環境的沖擊，在戰後日漸顯現出來，其中包括嚴重河川污染，終於促成1948年美國首度通過聯邦水污染防治法，環工專業人材的需要也隨之激增。當時美國不少大學在1950年代趁勢紛紛開辦環工碩士課程。其中有一處就是位在北卡羅林那州教堂山的北卡大學。由於北卡大沒有工學院，這個叫衛生工程的學系，是設置在公共衛生學院下面。據我記憶所及，環境工程這個名稱好像是在1960年代才出現，過去都叫衛生工程。那時候北卡大這個學系主任就是歐肯先生，只收研究生，沒有大學部。

1954年我承環工界前輩劉永楸先生推薦，獲得美國洛克斐勒獎學金一年，到美國北卡大進修衛生工程碩士學位。到學校報到後，見到了說話慢吞吞，態度親切的歐肯先生，一副教育家的樣子。同時也深深感受到歐氏辦教育的國際觀。他的學系

和美國政府境外機構美國國際發展總署 (AID)，聯合國世界衛生組織 (WHO)，以及像洛氏基金會等民間團體，都有特別安排，接受這些機構發給獎學金，資助來美進修衛生工程的外國學生。因此一班二十多個學生中，往往有一半不是本地學生。我們這一班就有來自台灣、菲律賓、伊拉克、智利、秘魯、烏拉圭和葡萄牙等地學生。從台灣去的有我和周懋平先生等二人。這些外國學生，背景不同，英語程度不一，生活習慣和宗教信仰也大有差異，校方安排，實在是煞費苦心。其中問題較大的是伊拉克的巴克先生。他日常總是衣冠楚楚，打領帶，是一位虔誠的回教信徒，嘴唇上一片小鬍子修得極其雅緻。那時候伊拉克還是費瑟國王統治的太平時代，伊拉克人重視友誼，相當容易相處，不過在一件事情上絕不含糊，就是對猶太人的疑慮和敵視，偏偏歐肯先生是猶太人。巴克先生可能在英文上面根底不太好，歐肯先生教的又是不可避

\*國立中央大學兼任教授

免的上、下水道必修課程，巴克先生每次考試和作業成績都不太理想。其實我們初到美國求學的外國人，英文上面總吃點虧，但是巴克先生卻認定是歐肯先生種族歧視，故意讓他難堪，以致和歐肯先生之間的關係，弄得非常緊張，甚至有意中途輟學回國。對歐肯先生這位無國界教育家來說，實在不願意看到這種發展。當時他看到我和巴克先生走得很近，有一天特別找到他辦公室，拜託我照顧巴克先生，我受到這項重託後，也就儘量和巴克先生共同修習，尤其是歐肯先生的課程，後來情形確有大幅改善。雖然巴克先生最後並沒有拿到學位，至少待到學年結束。此後我和巴克先生倒成了摯友，回國後每年總不忘互相寄賀年卡，直到費瑟國王被謀殺後，伊拉克局勢大亂，才失去聯絡。不過歐肯先生對即使對他有偏見的學生，仍然作如此細膩的安排，實在令人衷心折服。

後來由於不少到美國進修環工的，是上了年紀有相當經驗的工程師，並不真正在意碩士學位，歐肯先生又刻意特別設置了一個短期環工工程設計訓練班，清一色是爲了外國學生。據我所知，不少台灣環工界前輩，曾經在這個訓練班受益。

1970年代，美國興起一種純氧活性污泥法。通常活性污泥法是用空氣來曝氣，由於空氣中含氧比例只有21%，以致曝氣時輸入污水中氧氣量有限，溶氧成爲活性

污泥法的重要限制因素。於是有些廠商發展出用純氧代替空氣的活性污泥法，提高氧氣輸送量，據說在處理效率，污泥性質上面，都有很大改善。歐肯先生在1960年代，曾經利用純氧研究過活性污泥，因此有關純氧活性污泥法的學術論著，開頭總會提到1960年代，歐肯先生首先在研究活性污泥時利用純氧。想不到歐肯先生不止一次，公開否認他應該得到這份光榮，因爲他認爲他的研究目的，只是觀察純氧對污泥結構的影響，並不是純氧活性污泥法。對於一般學者來說，有人自願把名譽加在他頭上，喜歡還來不及，更談不上公開否認了，何況歐肯先生的研究，多少還帶點關係。記得多年前，台大一位資深環工教授埋怨，國內不少引用他論著的作者，竟然在參考文獻中提一提都不願意，和歐肯先生的品德，比起來真是不可同而語了。

歐肯先生除了學識豐富外，實際環工經驗也素爲環工界所尊重。他和Fair及Geyer合著的「上下水道工程學」，是國際環工界最流行、大專學校教科書和環工工程師參考書籍之一。因此他在課餘之暇，常到各國去擔任工程顧問工作。在這項工作中，他總不忘在國外發掘有可造就的人材，給予到北卡大進修的機會。有一次帶回來一位伊朗學生哈比勃先生。使人驚奇的是居然外表和歐肯先生長得一模一

樣，連臉部的皮膚光彩也極其神似，不少人以為是歐肯先生的弟弟。這件事也可顯出猶太人、阿拉伯人、巴勒斯坦人、伊朗人，遠祖可能同出一系。如今互相間卻像有深仇大恨似的，爭得你死我活，實在令人浩嘆。

1970年代歐肯先生對環工科技的最大興趣，是推動他所創導的「雙重供水系統」(Dual Water Supply)。他的理論根據是，由於人類活動，造成水污染日趨嚴重，乾淨清潔的自來水水源越來越少。當這種良好水源日趨枯竭的同時，大部份自來水卻用來當作沖洗抽水馬桶這樣用途，實在不合理，也很可惜。因此他提議都市給水應該有兩個平行系統，一個採用高山的純淨好水作為水源，供飲用等高級用途，另外一個採用就近水質較差河川水源，經簡易處理後，作為沖洗抽水馬桶等使用。這個觀念的基本精神，和近年推動的中水道，以及污水回收再利用等相似，不過在規模上擴及整個都市給水系統。他的「雙重給水系統」，目前已正式納入美國工程實務手冊中。

歐肯先生退休後，按照慣例是退而不休，除擔任北卡大學榮譽教授外，也仍然在國內、外擔任顧問工作。至於最近的專業興趣是推廣污水回收再利用。另外由於子女都已長大，經濟可以自立，他利用目前的收入，和夫人共同設立了一個慈善基金會，常常到弱勢族群地區做公益事業。據我所知有一件是，對美東山區印第安學校兒童，每人贈送鞋子一雙，以免他們要赤足上學。不過美國竟然有學童家庭買不起鞋子，倒著實令人驚奇。

從歐肯先生的德行中，我看到了先賢孔夫子的影子。泱泱大度，有教無類。同時也想起一位友人，對環工教育一樣執著的歐陽嶠暉先生。他在中央大學創辦了環境工程研究所，後來也設立污水下水道工程人員訓練班。所著「下水道工程學」等書籍，極受環工界歡迎並且普遍使用。真是「十步之內，必有芳草」，中外皆然。我們對這些環工界傑出人士，實在應該給予最高度的頌景和尊重。他們的風格已替環工界建立了典範。

## 大高雄地區水質改善完工實錄



水裕民生紀念碑石



行政院林副院長主持高屏溪取水口上移至攔河堰工程通水典禮 (91.12.20)



澄清湖淨水場前臭氧接觸池Pre-Ozone Contactor



澄清湖淨水場新設膠凝沉澱池Pulsatube



澄清湖淨水場新設快濾池  
Mediazor V Rapid Filter



澄清湖淨水場新設結晶軟化池  
Pellet Softening Reactor



澄清湖淨水場新設後臭氧接觸池及操作中心  
Post-Ozone Conitactor and Operation Center



澄清湖淨水場新設生物活性碳濾池BAC Filter



澄清湖淨水場新設臭氧產生機Ozone Generator



澄清湖淨水場新設液態氧氣槽LOX Tank



翁公園淨水場超微細浮除設備  
Super-fine bubble Flotation Facility



翁公園淨水場超微過濾設備  
Ultrafiltration(UF)



翁公園淨水場低壓逆滲透薄膜  
Low Pressure Reverse Osmosis(LPRO)



澄清湖淨水場操作中心  
Operation Center



拷潭淨水場超微細浮除設備  
Super-fine bubble Flotation Facility



拷潭淨水場超微過濾設備  
Ultrafiltration(UF)



拷潭淨水場低壓逆滲透薄膜  
Low Pressure Reverse Osmosis(LPRO)



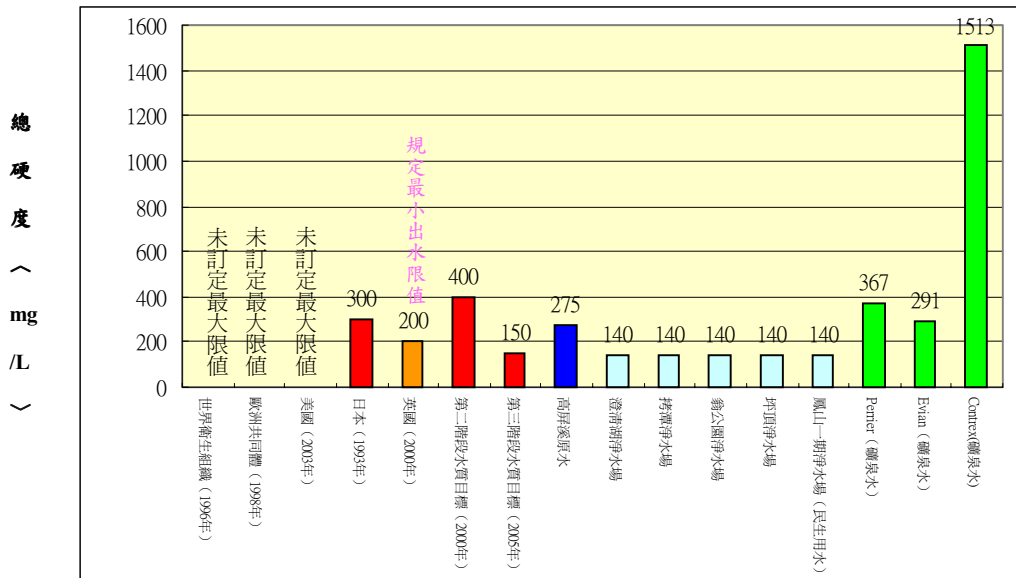
拷潭淨水場操作中心  
Operation Center



坪頂淨水場軟化工程



鳳山一期民生用水淨水場軟化工程



高雄區各淨水場出水水質與各國水質總硬度標準比較

## 高雄區配水中心監控系統工程



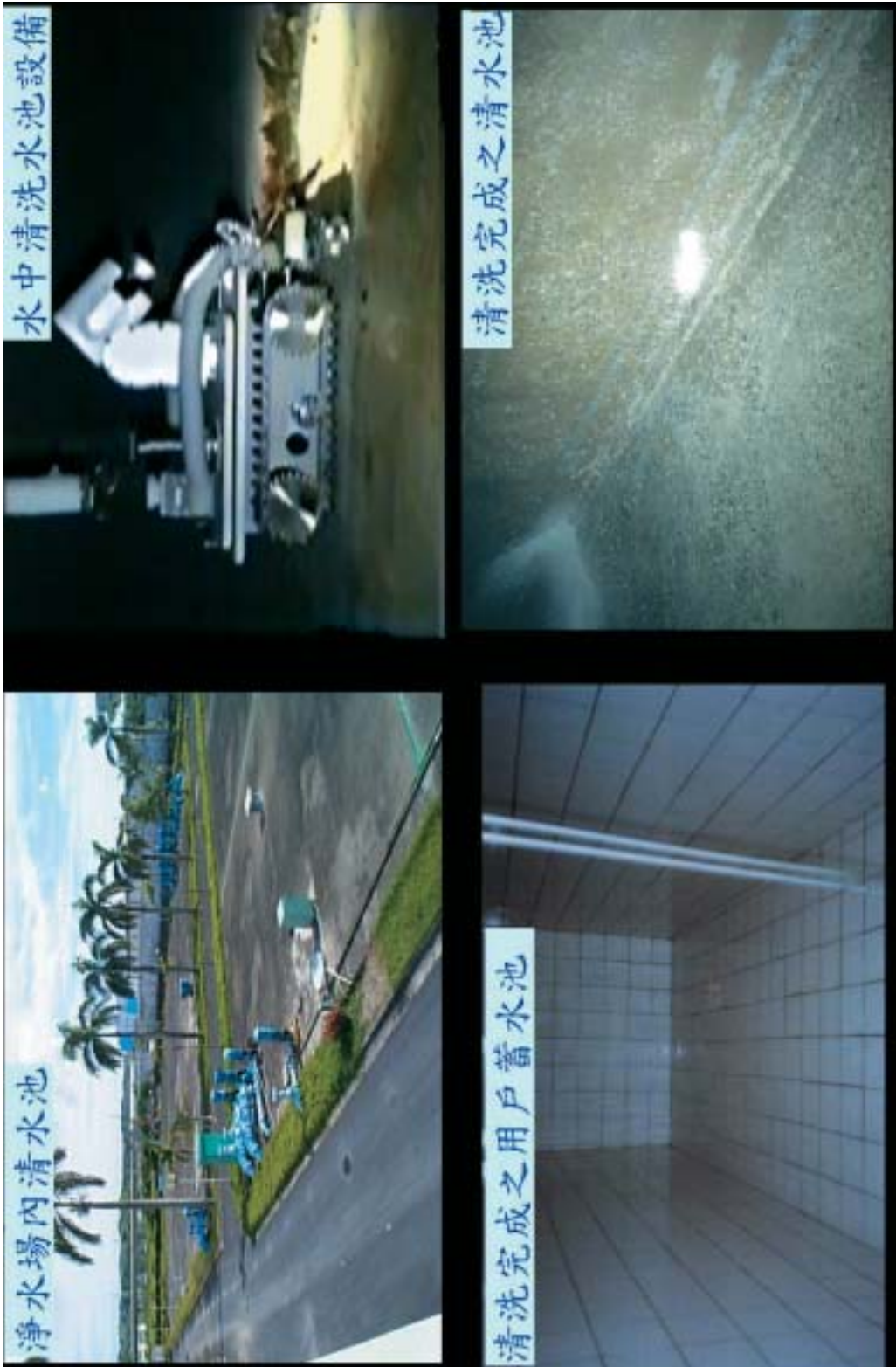
# 大高雄地區自來水管線清洗工程



# 大高雄地區自來水管線清洗工程



## 大高雄地區清配水池清洗工程





# 中華民國自來水協會章程 (摘要)

中華民國八十二年十一月三十日第十二屆第四次會員代表大會修正通過  
內政部八十二年十二月廿二日台(82)內社字第八二二八七二〇號函准予備查

第五條：本會會員分為個人會員、團體會員、名譽會員等三種。

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

- 一、專科以上學校畢業或高考或相當高考及格從事有關自來水工作者。
- 二、高級職業學校相關學科畢業或普考或相當普考及格從事有關自來水工作一年以上者。

三、高級中學或職業學校畢業，從事有關自來水工作二年以上者。

四、從事有關自來水工作五年以上，具有成績者。

五、現任自來水工程與器材之企業機構負責人具有聲譽者。

前項所稱有關自來水工作者；具有成績者；具有聲譽者；以及相關學科之範圍界定，由理事會定之。

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

團體會員按其規模大小分甲、乙、丙、丁、戊五級其分級標準由理事會定之。

團體會員依其分級標準推派會員代表大會代表人數如下：

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

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

第九條：本會會員有左列權利：

- 一、表決權、選舉權、被選舉權與罷免權。每一會員為一權，但名譽會員則無上述權。
- 二、享受本會所舉辦各種事業之權利。
- 三、得在本會業務範圍內請求協助。
- 四、其他應享之權利。

第十條：本會會員有左列之義務：

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

第十一條：本會會員有違反法令章程或不遵守會員代表大會決議時得經理事會決

議予以警告或停權處分，其危害團體情節重大者得經會員代表大會決議予以除名。

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

第十三條：本會經費來源如左：

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

## 附錄：中華民國自來水協會會費計收準則

中華民國八十二年九月四日修正通過  
第十二屆理監事會第十二次聯席會議

一、本準則依據本會章程第七及三十三條之規定訂定之。

二、凡加入本會為會員者，除名譽會員外，應按左列標準，一次繳納入會費。

甲、個人會員：為新臺幣參佰元。

乙、團體會員：為新臺幣壹千元。

三、凡本會，除名譽會員外，應按年繳納常年會費，其標準如左：

甲、個人會員：新臺幣參百元；如一次繳納參千元者，可永久免繳會費，並由本會發給證書。

乙、團體會員：

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

子、年售水量在十萬公噸以下者，概為新臺幣壹千元。

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

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

卯、年售水量在一千萬公噸以上者，每增加一百萬公噸加收新臺幣壹千元。

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

四、凡加入本會之團體會員在當年未滿六個月者，其常年會費按半數一次繳納。

五、本準則經理事會議通過施行，修正時亦同。

# MEMO





# 振鍵產業股份有限公司

CHENG JAN METAL INDUSTRY CO.,LTD.

- △ 榮獲商檢局ISO 9002國際品保認證及正字標記
- △ 建設廳甲等水管承裝商及2600口徑鋼管合格廠商

## 專營項目

橋樑鋼構	廠房鋼構	配管鋼構	汽電共生	鋼模工程	配管工程	海事工程	環保工程	電廠設備	石化配管	桶槽製造	壓力容器	直縫鋼管	不鏽鋼管	螺紋鋼管	管配管	鋼管基樁	鋼管推進
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------

公司地址：嘉義市四維路364號 TEL:(05)2342468 FAX:(05)2342479



財團法人  
中華顧問工程司

統合專業技術

## 馳騁於環境工程領域

專業服務項目與您分享：

- 自來水系統規劃、設計、監造
- 污水下水道系統規劃、設計、監造
- 水污染防治工程規劃、設計、監造
- 廢棄物處理系統工程規劃、設計、監造
- 空氣污染防治規劃、設計、監造
- 噪音振動管制規劃、設計、監造
- 環境影響評估及監測
- GIS地理資訊系統及應用
- e-CMIS營建管理資訊系統
- 華光營建網 <http://www.econst.com.tw>
- 交通千里眼 <http://www.e-traffic.com.tw>



聯絡地址：台北市106大安區辛亥路二段185號28樓

Tel: 02-27363567 | Fax: 02-27363692

e-mail: [pr@ceci.org.tw](mailto:pr@ceci.org.tw)

<http://www.ceci.org.tw>

# 興南水泥製品股份有限公司

HSING NAN CEMENT PRODUCTS CO.,LTD.

## 主要營業項目

- (一) 預力混凝土管  $\phi$  500 m/m ~ 2000 m/m
- (二) 鋼襯預力混凝土管  $\phi$  1350 m/m ~ 3200 m/m
- (三) 前項有關水管鋼製配件接頭之製造
- (四) 自來水管承裝

公司：高雄縣大寮鄉溪寮村12-2號

電話：(07) 6512166,6512769

傳真：(07) 6518644

工廠：屏東縣里港鄉戴興村戴南路17號

電話：(08) 7752277

傳真：(08) 7750145

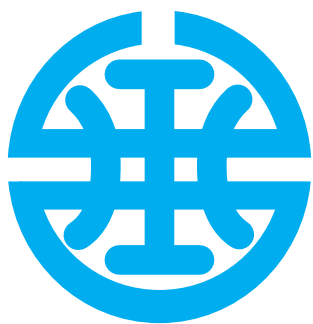
祝

中華民國自來水協會

第十五屆第二次會員代表大會暨  
第卅六屆自來水節慶祝大會

群策群力·拓展水源

- 一、協調同業關係，維護會員權益，增進共同利益。
- 二、謀劃工業之改良推廣，促進經濟發展。
- 三、為會員、政府單位、自來水事業機構之  
聯繫橋樑。



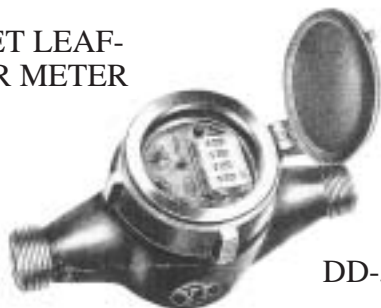
## 服務項目

台灣區水管工程工業同業公會  
理事長周敏雄及全體理監事  
賀

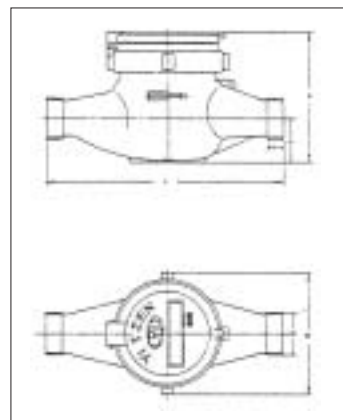
**PRODUCED TO CUSTOMER SPECIFICATIONS  
GENUINE REPRESENTATIVE**

**TWO CASE WET LEAF-  
WHEEL WATER METER**

DD-20



DD-50



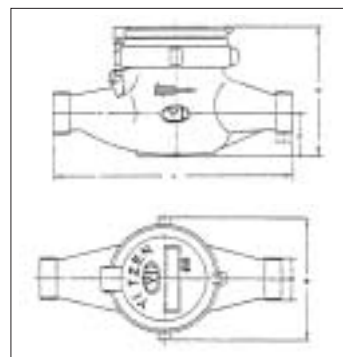
**Specification**

Type	Max. Flow Loss Under 10-Meter Pressure	Size (m/m)			Entrance & Exit Flute			h (m/m)	Min. Indication (L)	Max. Indication (m³)	Weight (kg)
		L	H	W	D (m/m)	Flute Number (flute/inch)	L (m/m)				
DP-13	2	165	95	95	26.44	14	11	31	1	10,000	1.5
DD-13	2	165	97	95	26.44	14	11	31	1	10,000	1.5
DP-20	3	190	105	100	33.25	11	13	35	1	10,000	1.9
DD-20	3	190	107	100	33.25	11	13	35	1	10,000	1.9
DP-25	4	225	105	100	41.91	11	15	35	1	10,000	2.1
DD-25	4	225	107	100	41.91	11	15	35	1	10,000	2.1
DP-40	10	245	137	125	59.62	11	20	45	1	10,000	4.2
DD-40	10	245	137	125	59.62	11	20	45	1	10,000	4.2
DP-50	20	245	154	136	75.18	11	25	65	1	100,000	7.4
DD-50	20	245	154	136	75.18	11	25	65	1	100,000	7.4

**TWO CASE WET LEAF-WHEEL WATER METER (Adjust  
Piston Outside)**

Direct-Reading Accumulative Calator  
DDTYPE

DP-20A



**Specification**

Type	Size (m/m)			Entrance & Exit Flute			h (m/m)	Min. Indication (L)	Max. Indication (m³)	Weight (kg)
	L	H	W	D (m/m)	Flute Number (flute/inch)	L (m/m)				
DP-13A	165	110	100	25.8	14	14	35	1	10,000	1.4
DD-13A	165	110	100	25.8	14	14	35	0.1	10,000	1.4
DP-20A	190	110	100	33	14	14	35	1	10,000	1.8
DD-20A	190	110	100	33	14	14	35	0.1	10,000	1.8
DP-25A	210	110	100	39	14	14	35	1	10,000	2.1
DD-25A	210	110	100	39	14	14	35	0.1	10,000	2.1
DP-40A	245	145	123	56	11	18	51	1	10,000	3.8
DD-40A	245	145	123	56	11	18	51	0.1	10,000	3.8

**Main Capacity & Quality**

Type	Max. Flow Loss Under 10-Meter Pressure	Starting Point	Approximate Correct Point	Correct Low Limit Point	Inspected Flow Speed		Min. Inspected Quantity of Water	
					Small Flow	Large Flow	Small Flow	Large Flow
DP-13A.DD-13A	3	18	40	150	0.2	1.0	50	300
DP-20A.DD-20A	5	25	60	250	0.3	2.0	50	300
DP-25A.DD-25A	7	35	80	350	0.4	2.5	50	300
DP-40A.DD-40A	20	90	200	1000	0.7	6.0	100	1000



**YI-TZEN PRECISION INSTRUMENT CO., LTD.**

32-8, Makou Li, Matou Chen, Tainan Hsien, Taiwan, R.O.C.

Tel:(06)5701277,5701720



# 錦源 鑄造工業 水泥製品 股份有限公司

ISO 9002 國際品質保證制度認證合格廠商

公司：台北市建國北路一段69號9樓

電話：(02)25082976 (代表號) 傳真：(02)25082980

## 主要產品

### 鑄造廠

1. 球狀石墨鑄鐵直管  $\phi$  100m/m-2600m/m
2. 球狀石墨鑄鐵零件  $\phi$  75m/m-3000m/m
3. 各種閘類、人孔蓋等鑄造器材
4. 自來水、瓦斯用石墨鑄鐵配件
5. U型球狀石墨鑄鐵管  $\phi$  1000m/m-2600m/m

廠址：桃園縣觀音鄉樹林村經建二路25號

電話：(03)4839540 · 4839941-2

傳真：(03)4838297

### 水泥製品廠

1. 無鋼襯預力混凝土管  $\phi$  500m/m-2000m/m
2. 鋼襯預力混凝土管  $\phi$  1350m/m-3000m/m
3. 預力混凝土基樁  $\phi$  300m/m-1000m/m
4. 預力混凝土電桿

廠址：桃園縣大溪鎮南興里西尾20號

電話：(03)3801592 · 3803592

傳真：(03)3805171