

101 年度

中崙加壓站供水操作改善之研究

研究單位：第六區管理處台南給水廠

研究人員：工程師兼廠長 郭得祿

工程員兼股長 林信忠

工程員 陳豐富

技術士 邱建良

研究期程：100 年 6 月至 101 年 5 月

中崙加壓站供水操作改善之研究

目 錄

	頁次
壹、緣起	1
貳、現況說明	2
參、研究及改善過程	4
肆、效益分析	10
伍、結論	16
參考文獻	17

中崙加壓站供水操作改善之研究

壹、緣起

中崙加壓站隸屬於台灣自來水公司第六區管理處台南給水廠，位於台南市安定區中沙里中崙 13 之 5 號，創建於民國 74 年，中崙加壓站承接烏山頭給水廠 1350 mm 幹管清水，先進入 2 萬 5 千立方公尺配水池，接著進入 5 萬立方公尺配水池後，經定量加藥機加入次氯酸鈉消毒劑後，補充提高清水餘氯量至 0.80~0.90 ppm，再利用下列加壓設備：

豎軸式、屋外型電動清水抽水機：

200 馬力 1 台，揚程為 30 公尺，揚水量 30,000 CMD。

350 馬力 3 台，揚程為 30 公尺，揚水量 60,000 CMD。

加壓輸送供應原台南市西半部及安南地區之用水，每日配水量約 145,000 CMD。

貳、現況說明

烏山頭給水廠 1350 mm 幹管清水，沿途供應台南市官田、善化、安定區後進入中崙加壓站清水配水池，為穩定調節烏山頭淨水場出配水量，以利淨水場之產水操作，中崙加壓站承接烏山頭給水廠 1350 mm 幹管清水，先進入 2 萬 5 千立方公尺配水池，接著進入 5 萬立方公尺配水池後，其清水餘氯量在管線內消耗減量至 0.50~0.60 ppm 之間，為滿足原台南市(改制前)西半部及安南地區之用水餘氯量，以符合行政院環保署公告之飲用水水質標準—清水自由有效餘氯量(0.20~1.00 ppm)，中崙加壓站清水在加壓輸送前，先於配水池內以定量加藥機加入消毒劑次氯酸鈉 (10.0% NaOCl)，補充提高清水餘氯量至 0.80~0.90 ppm，再以電動清水抽水機加壓輸送，加壓操作模式：

利用夜間(22:00~05:30)離峰少量用水期間，以 350 馬力清水抽水機 1 台，加壓輸送 2,500 CMH 清水，將多餘清水蓄積於配水池內；日間(05:30~22:00)尖峰大量用水期間，將夜間蓄積於配水池內之清水，以 350 馬力清水抽水機 2 台，加壓輸送 5,500 CMH 至供水區域用戶端，以平衡清水配水池出配水量，如下表所示：

表一 中崙加壓站電動清水抽水機改善前加壓操作模式

加壓操作模式	抽水機運作	每小時輸送水量 (CMH)
夜間 (22:00~05:30)	1 台 350HP 抽水機	2,500
日間 (05:30~22:00)	2 台 350HP 抽水機	5,500

目前中崙加壓站配置淨水及機電操作技術士 5 人，辦理清水抽水機加壓供水調控保養操作、補充提高清水餘氯量之次氯酸鈉定量加藥機操作、淨水藥劑次氯酸鈉(10.0 % NaOCl)貯藥桶進貨採送樣作業及清水水質自動監測儀器比對、校正等業務。

參、研究及改善過程

由廠長召集有關人員，共同針對中崙加壓站供水操作改善案進行探討研究：

1. 計畫辦理中崙加壓站供水操作改由潭頂淨水場遠端監控操作改善工程，將原來 5 人輪班操作，減為 1 人巡迴操作模式，降低操作人力成本，使本廠操作人力運用，更具彈性。
2. 改善中崙加壓站清水進入配水池方式及出配水供水加壓輸送設備操作方式：

將烏山頭給水廠 1350 mm 幹管 A 閥門（詳圖一）開啟，使大部份清水改以直接供水，只有少量進入中崙加壓站之配水池，經加入次氯酸鈉補充提高清水餘氯量至 0.80~0.90 ppm 之後，於 00:00~18:00 期間以 200 馬力清水抽水機 1 台，加壓輸送 1,250 CMH 清水，另於 18:00~24:00 期間則以 350 馬力清水抽水機 1 台，加壓輸送 2,500 CMH 清水至供水區域，調節控制供水管線壓力約在 2.4 kg/cm²，如下表所示：

表二 中崙加壓站電動清水抽水機改善後加壓操作模式

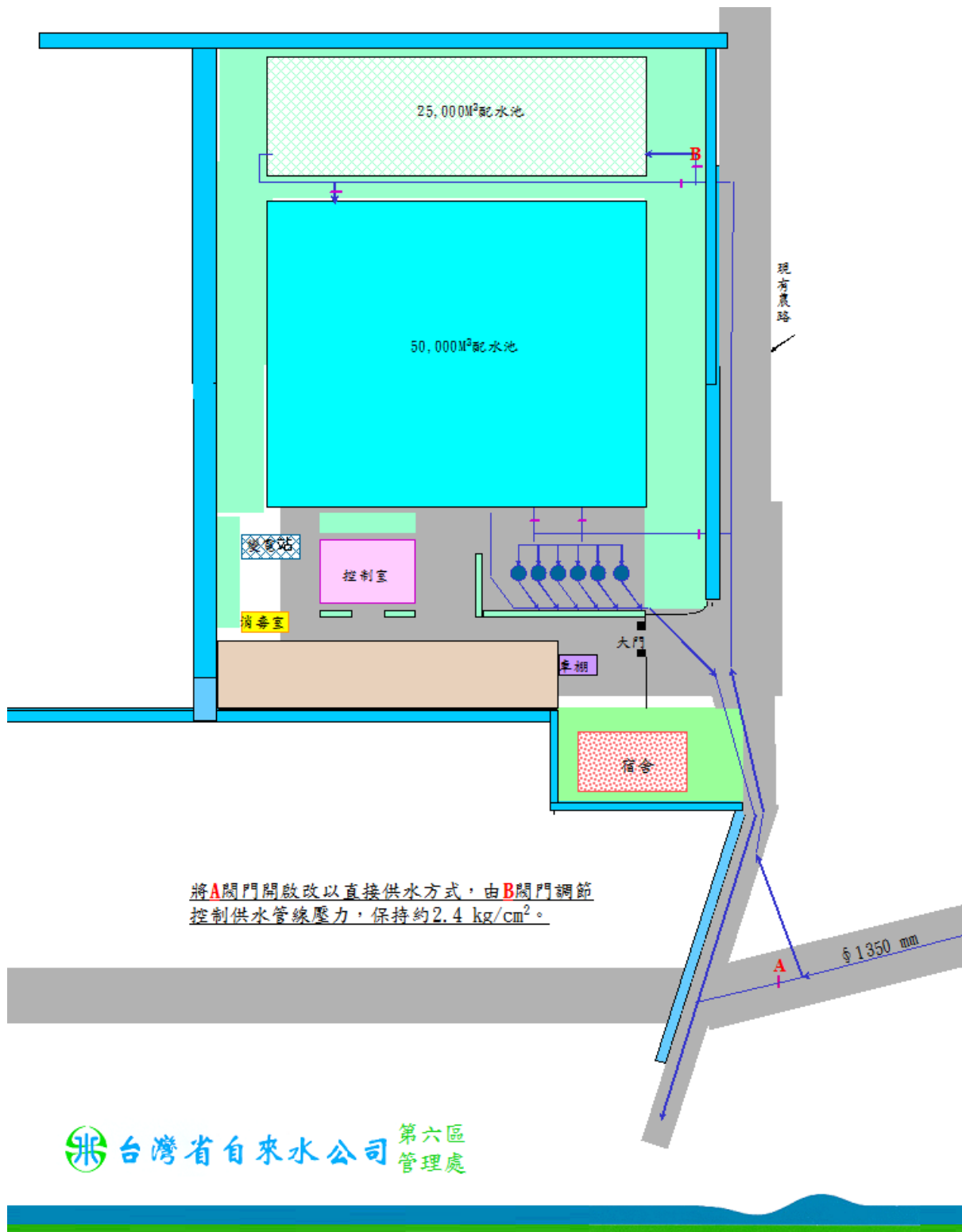
加壓操作模式	抽水機運作	每小時輸送水量 (CMH)
18:00~24:00	1 台 350HP 抽水機	2,500
00:00~18:00	1 台 200HP 抽水機	1,250

這樣的操作方式，可減少淨水藥劑次氯酸鈉的使用量，另因改以直接供水方式，減少進入配水池後能量的消耗，可減少電動清水抽水機使用，節省電力消耗及維修保養費用：

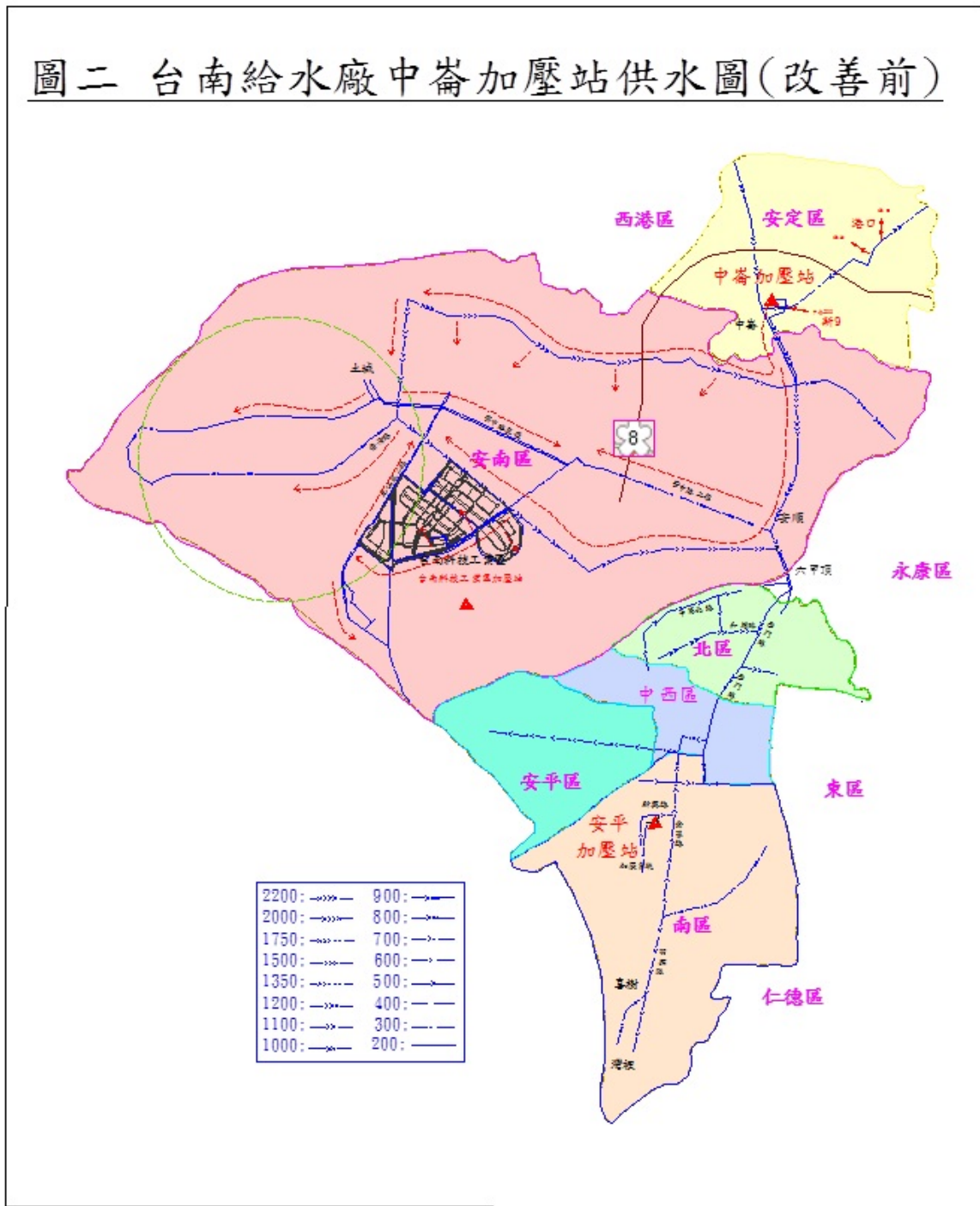
- (1) 烏山頭給水廠 1350 mm 幹管清水大部份改以直接供水，降低清水餘氯於配水池中揮發之消耗量，相對地減少補充次氯酸鈉的使用量。
 - (2) 每日電動清水抽水機之運轉由原來 350 馬力 2 台 16.5 小時和 350 馬力 1 台 7.5 小時，改為 350 馬力 1 台 18.0 小時和 200 馬力 1 台 6.0 小時，大幅降低電動清水抽水機之運轉數量及時間，預期將可有效節省電費及維修保養費，提高經營績效，達到節能減碳。
3. 由中崙加壓站供水區域圖(詳圖二)中原台南市(改制前)西半部與安南區之東半部供應之清水餘氯量均可達 0.70 ppm 以上，而安南區西半部中之四草、顯宮、土城等地區

清水餘氯量僅 0.25~0.35 pmm，但台南科技園區之清水餘氯量可達 0.55~0.65 pmm，經檢討清水餘氯量不足之地區供水水壓均非常良好，而安南區西半部地區係由安通路 1000 mm、安明路 1000 mm、公學路 1500 mm 等輸水幹管所形成之迴路，就目前而言輸水管徑尚屬過大，造成前述地區供水產生停滯現象，導致清水餘氯量於管線內消耗殆盡。為使中崙加壓站供水之清水餘氯量不致因於管線內滯留消耗降低，在檢討供配水區域需水量後，進行輸水管線閘門調整，改變供水管線及供配水區域，詳圖三。

圖一 台南給水廠中崙加壓站平面配置圖



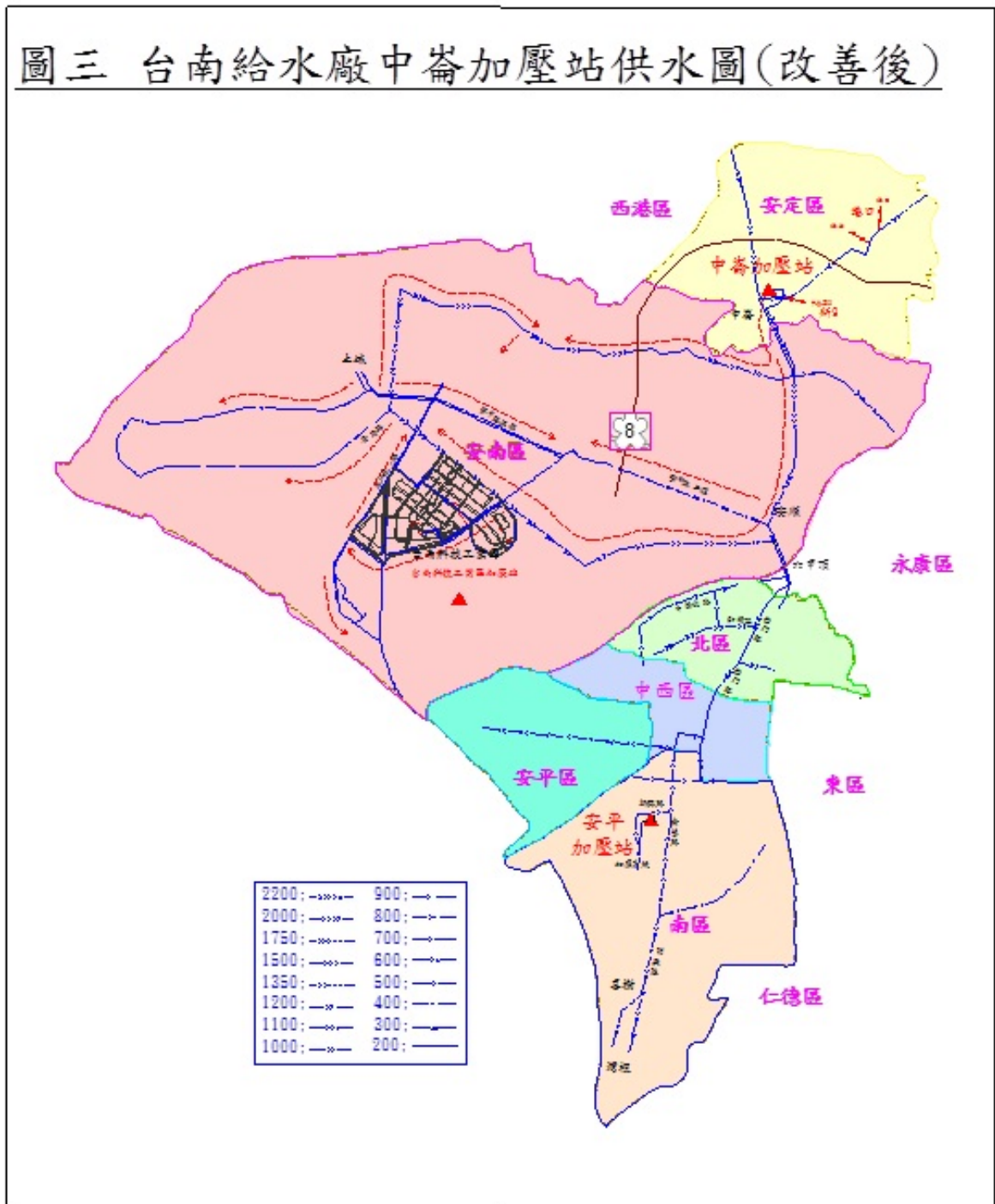
圖二 台南給水廠中崙加壓站供水圖(改善前)



-----> : 供水方向

○ : 輸水幹管所形成之迴路區域

圖三 台南給水廠中崙加壓站供水圖(改善後)



-----> : 供水方向

肆、效益分析

1. 中崙加壓站供水操作改由潭頂淨水場遠端監控操作改善後，降低操作人力成本分析：

表三 中崙加壓站供水操作改善人力成本分析表

供水操作模式	操作人力成本 (元/人·年)	操作人數	合計金額 (元)
原有操作模式	900,000	5	4,500,000
巡迴操作模式	900,000	1	900,000
減少人力成本		4	3,600,000

操作人力可減少 4 人，用人費從 4,500,000 元/年降低至 900,000 元/年，每年可節省用人費約新台幣 3,600,000 元。

2. 由於中崙加壓站每日電動清水抽水機運轉總馬力數降低，從改善前 14,175 HP·hr/日，降低至改善後 5,700 HP·hr/日，平均每日電動清水抽水機運轉總馬力數減少 8,475 HP·hr，達到 59.79 %。

改善前 $1 \times 350 \text{ HP} \times 7.5 + 2 \times 350 \text{ HP} \times 16.5 = 14,175 \text{ HP} \cdot \text{hr/日}$

改善後 $1 \times 350 \text{ HP} \times 6.0 + 1 \times 200 \text{ HP} \times 18.0 = 5,700 \text{ HP} \cdot \text{hr/日}$

隨著電動清水抽水機運轉總馬力數降低，每月總用電量 (KWH) 及每月總用電費用 (元) 亦隨之減少，從改善前每月平均總用電量 361,063 (KWH)、每月平均總用電費用 565,033 (元)，降低至改善後每月平均總用電量 136,575 (KWH) 每月平均總用電費用 248,576 (元)，平均每月總用電量減少 224,488(KWH)、平均每月總用電費用減少 316,456 (元)，每年可節省約新台幣 3,797,472 元。

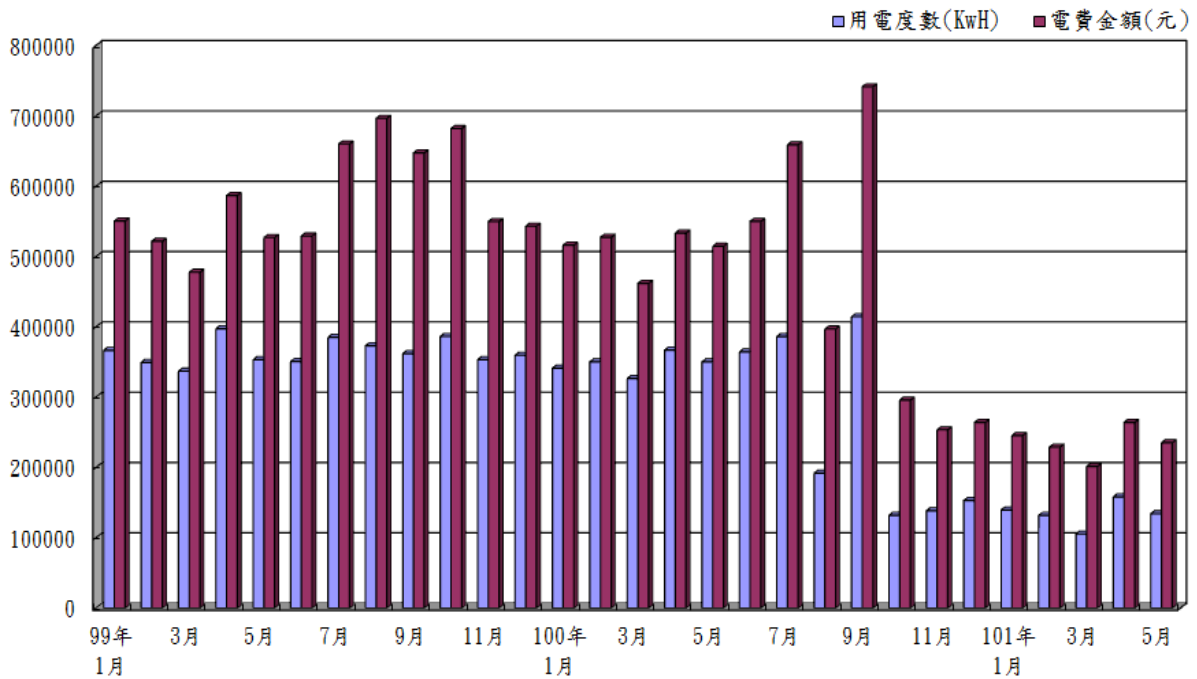
3. 中崙加壓站改以直接供水後，大幅減少進入配水池之水量，降低清水餘氯於配水池中之消耗量，相對地減少補充次氯酸鈉使用量，因此，每月次氯酸鈉消毒劑使用量及每月次氯酸鈉藥品費用：從改善前每月平均用藥量 8,359 (Kg)、每月平均用藥費用 39,100 (元)，降低至改善後每月平均用藥量 4,582 (Kg) 每月平均用藥費用 13,476 (元)，平均每月用藥量減少 3,777 (Kg)、平均每月用藥費用減少 25,623 (元)，每年可節省約新台幣 307,479 元。

(註：次氯酸鈉藥品費用單價隨著每年公開招標而改變)

表四 99~101年中崙加壓站每月用電量及用電費統計表

月份	總用電 度數	基本電費	流動電費	電費 總金額	營業稅	應繳 總金額
99年 1月	366600	74187	520892.4	550590	27530	578120
2月	349400	74187	489791.3	521814	26091	547905
3月	337000	74187	442165	477749	23887	501636
4月	397400	74187	560121.8	586887	29344	616231
5月	353400	74187	495553.6	527146	26357	553503
6月	350800	74187	497775.9	529202	26460	555662
7月	385200	95189.6	618441.9	660279	33014	693293
8月	373000	99390.2	653527.9	696629	34831	731460
9月	362000	99390.2	624233.1	647451	32373	679824
10月	386400	99390.2	637782.2	682060	34103	716163
11月	353400	76707.3	517526.3	549808	27490	577298
12月	359600	74187	512907.1	543202	27160	570362
計	4374200	989376.5	6570718.5	6972817	348640	7321457
100年 1月	341400	74187	483686.3	516166	25808	541974
2月	350200	74187	495919	527484	26374	553858
3月	326600	74187	425043	461907	23095	485002
4月	367000	74187	502318.6	533405	26670	560075
5月	350200	74187	481997.6	514603	25730	540333
6月	364400	74187	520325.4	550066	27503	577569
7月	386200	93712	618726.3	659175	32959	692134
8月	192000	97668.4	331443	397030	19852	416882
9月	414600	97668.4	703785.6	741536	37077	778613
10月	132000	97668.4	222016.2	295785	14789	310574
11月	138400	75378.5	198832.4	253710	12686	266396
12月	153000	72901.9	212378.6	263952	13198	277150
計	3516000	980119.6	5196472	5714819	285741	6000560
101年 1月	139,600	72901.9	192684.8	245351	12268	257619
2月	131,800	72901.9	174899.2	228921	11446	240367
3月	105,400	72901.9	145230.4	201512	10076	211588
4月	158,200	72901.9	213106.6	264217	13211	277428
5月	134,200	72901.9	181651.4	235159	11758	246917

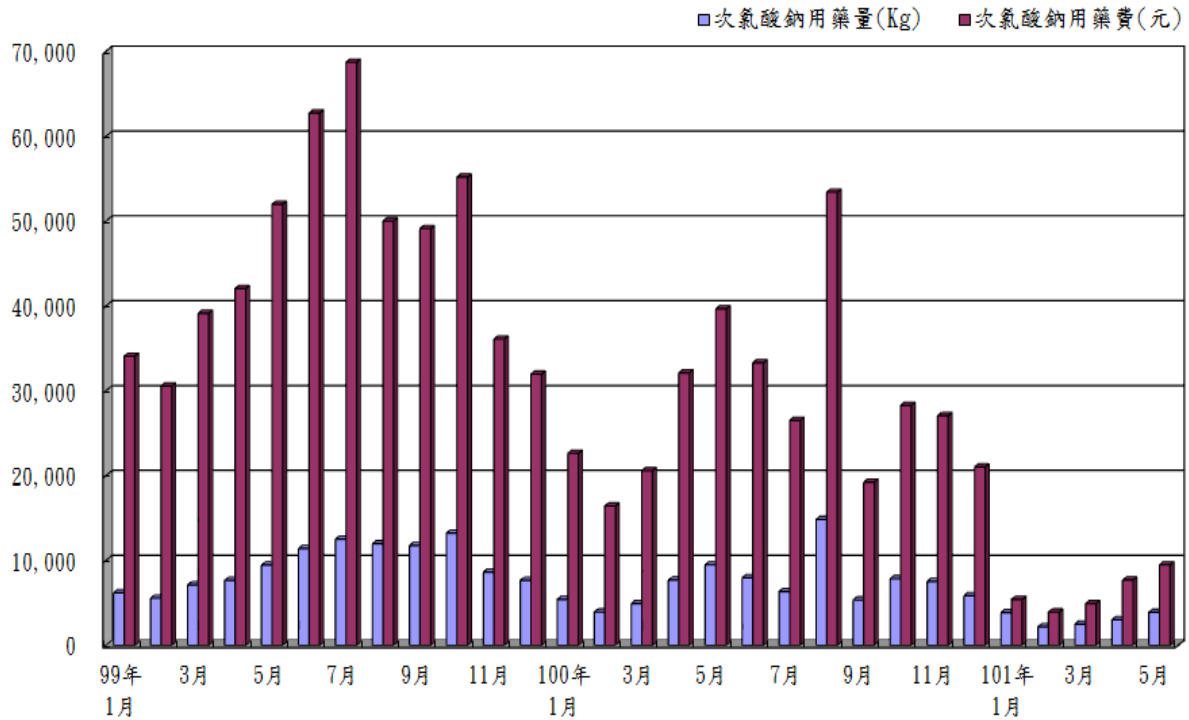
圖四 99~101年中崙加壓站每月用電量及用電費統計圖



表五 99~101年中崙加壓站每月次氯酸鈉用藥量及用藥費統計表

月份	次氯酸鈉用藥量(Kg)	次氯酸鈉用藥費(元)	月份	次氯酸鈉用藥量(Kg)	次氯酸鈉用藥費(元)	月份	次氯酸鈉用藥量(Kg)	次氯酸鈉用藥費(元)
99年1月	6,195	34,073	100年1月	5,416	22,639	101年1月	3,869	5,416
2月	5,557	30,564	2月	3,929	16,423	2月	2,184	3,929
3月	7,115	39,133	3月	4,921	20,570	3月	2,489	4,921
4月	7,646	42,053	4月	7,684	32,119	4月	3,013	7,684
5月	9,452	51,986	5月	9,487	39,656	5月	3,887	9,487
6月	11,407	62,739	6月	7,965	33,294			
7月	12,496	68,728	7月	6,344	26,518			
8月	11,965	50,014	8月	14,834	53,402			
9月	11,753	49,128	9月	5,343	19,235			
10月	13,204	55,193	10月	7,856	28,282			
11月	8,638	36,107	11月	7,518	27,065			
12月	7,646	31,960	12月	5,841	21,028			

圖五 99~101年中崙加壓站每月次氯酸鈉用藥量及用藥費統計圖



4. 成本效益分析：

(1) 工程施工成本：

中崙加壓站供水操作改由潭頂淨水場遠端監控操作改善工程，工程實際結算金額為新台幣 2,078,336 元整。

(2) 工程及供水操作改善效益：

a. 降低操作人力成本：

用人費從 4,500,000 元/年降低至 900,000 元/年，預計每年將可節省用人費約新台幣 3,600,000 元。

b. 降低加壓動力使用電力成本：

平均每月總用電量減少 224,488 (KWH)、平均每月總用電費用減少 316,456 (元)，預計每年將可節省約新台幣 3,797,472 元。

c. 降低次氯酸鈉消毒藥劑使用成本：

平均每月用藥量減少 3,777 (Kg)、平均每月用藥費用減少 25,623 (元)，預計每年將可節省約新台幣 307,479 元。

$$3,600,000 + 3,797,472 + 307,479 = 7,704,951$$

總計每年將可節省約新台幣 7,704,951 元整。

伍、結論

1. 中崙加壓站供水操作改善後，烏山頭給水廠 1350 mm 幹管清水大部份改以直接供水，部分由中崙加壓站以電動清水抽水機加壓輸送供水，配水管網之管線供水壓力較為穩定，產生水錘(Water Hammer)作用影響較小，較不容易造成管線破裂發生漏水現象，可減少管線維護管理成本；另因配水管線內部流況穩定，附著於管壁之濁度物質不易揚起，確保供水水質穩定。
2. 由於大部份清水改以直接供水，電動清水抽水機和次氯酸鈉定量加藥機的運轉使用頻率降低，可減少機械耗損、故障率及維護管理成本。
3. 中崙加壓站供水操作，改由潭頂淨水場遠端監控操作配合巡迴操作模式後，每年將可節省操作人力所需用人費、用電費、用藥費等，總計新台幣 7,704,951 元整。
4. 辦理中崙加壓站供水操作改善後，平日並無操作人員輪值，因此，為注意提昇緊急事件應變處理能力，應研撰緊急應變計劃和標準操作程序(SOP)，並加強辦理緊急應變演練，以確保供水穩定和安全。

參考文獻：

1. 高肇藩，1990，給水工程（衛生工程，自來水篇），國立成功大學環境工程學系。
2. 潭頂淨水場監控設備改善工程（工程編號：WR-00-0601-15）工程預算書圖及工程結算書圖。