



九十五年度

高山地區加壓站控制電動閥取代  
機械浮球閥作業之研究

撰寫單位：第六區管理處白河營運所

撰寫人員：技術士 鍾佳佑

撰寫期程：95年03月至95年05月

# 目 錄

壹、研究緣起與目的.....	1
貳、研究方法與過程.....	5
一、常用浮球閥的種類.....	6
二、搖控浮球閥設計原理與需求.....	10
三、解決之道 .....	13
參、研究結果與說明.....	16
一、試車中的發現 .....	16
二、正常運作後之資料統合 .....	17
肆、研究發現與建議.....	21

## 壹、研究緣起與目的

加壓場站控制方式必須隨著時代進步而不斷的改進，從開始接觸機電巡迴操作，及瞭解山區各加壓站最佳操控方式，而依據加壓站壓差及環境之不同，進行調整控制元件及設定，來提高加壓站保持水位及減少異常時間，又再利用台電公司新電價表之尖離峰差異，來減少用電費用增加，而獲得如表一之成果，由成果可看出修改方向無誤，也使本所更有信心繼續走下去。

表一 關子嶺第三加壓站用電度數與用電費比較表

年度	92			93			94			95		
	用電度數	用電費	元/每度	用電度數	用電費	元/每度	用電度數	用電費	元/每度	用電度數	用電費	元/每度
1				12240	17472	1.43	15160	17091	1.13	17240	19219	1.11
2				11920	17132	1.44	14600	15955	1.09	13560	17257	1.27
3				19880	25577	1.29	18840	19695	1.05	25160	25038	1.00
4				16280	21758	1.34	16520	18492	1.12	18680	21801	1.17
5				16280	21065	1.29	14840	17425	1.17	17320	18865	1.09
6				14760	16674	1.13	13320	15926	1.20			
7	13560	20597	1.52	13560	17037	1.26	12960	17308	1.34			
8	14400	22278	1.55	16640	20881	1.25	14160	19151	1.35			
9	14800	22727	1.54	13600	16962	1.25	19600	24974	1.27			
10	12440	20079	1.61	11040	14790	1.34	14960	19960	1.33			
11	12800	18631	1.46	11480	13597	1.18	16880	20025	1.19			
12	12750	18450	1.45	16520	17737	1.07	17680	20629	1.17			
	145326	216933	1.49	174200	220682	1.27	189520	226631	1.20	55960	61514	1.10

上表紅字為當年過年用電月，黃色底色為一段用電其他二段，以下簡略說明：

- 一、93年5月起更改二段式用電，配合三時間電驛控制系統，盡量運用離峰用電，由表一92年與93年或94年比較，可看出全年每度水平均用電費，約降到0.3元。

二、紅字部份為春節大用水當月份，由表一中 93 年、94 年、95 年之一、二段用電比較，發現以二段式用電對休閒供水區較便宜。

表二 關子嶺第三加壓站出水量比較表

年度	92	93	94	95
月	出水量	出水量	出水量	出水量
1		25080	29176	33694
2		35552	32438	34396
3		29417	32685	40453
4		30244	28742	38050
5		30655	26701	33596
6		30122	25481	
7		26958	24140	
8	30892	28039	29470	
9	27396	27220	37641	
10	23843	21649	32165	
11	26573	26425	32783	
12	25179	30390	32180	
合計		341751	363602	

由表一可瞭解其成果，但是，關仔嶺溫泉區用電卻一直增加，從表二證實了用水量增加許多，尤其久旱未雨時期，以山泉水為主要用水之關仔嶺溫泉區差異更大，因此如何提昇供水能力，恐非短時間內能改善的，如今唯有先瞭解進水設備結構及原理，再由調整設備方式，來看是否有特殊效果。

機械式遙控浮球閥，這是巡迴操作同仁們一直以來最不能掌控的部份，而偏偏此設備卻關係著最重要的進出水控制。因為機械式遙控浮球閥進出水的正常開及關，直接影響著本所一整年用電及出配水量管控的成果。其主要原由是加

壓站控制方式為壓控，也就是利用管內壓力，作為起動及停止馬達之依據，如此機械式遙控浮球閥開關大小將直接影響壓力變化，而牽引全盤供水。事實上，其在運作上常造成無法進水與溢水等異常情況，這是供水正常之變因，以下實例說明：

- (一) 關子嶺第四加壓站，常因修管後小石子進入閥體造成溢水，禍源只是小石子使浮球閥無法關死，造成溢水。
- (二) 關子嶺第六加壓站及關子嶺第七加壓站，也有一段時間常溢水，原因在多次拆閥乃無解下，將池內小控制球閥向下調整，使浮球閥提前關閥而獲解決，所以判定可能因為大用戶多，一但大用戶進水量大，使管壓不足以讓機械浮球閥全關造成小溢水狀況，或閥體元件老化所致。
- (三) 頂埔高地配水池：此高地配水池常不進水，經調整後可進水卻不出水，值得探討。

上述三點閥體異常情況發生時，就必須由 2 至 3 個操作或管修人員進行拆修 4 至 5 個小時判定狀況，若是膜片破孔只要更新即好、若有小石頭亦好辦，但卻常常發生拆解後乃查不出原因的窘境。

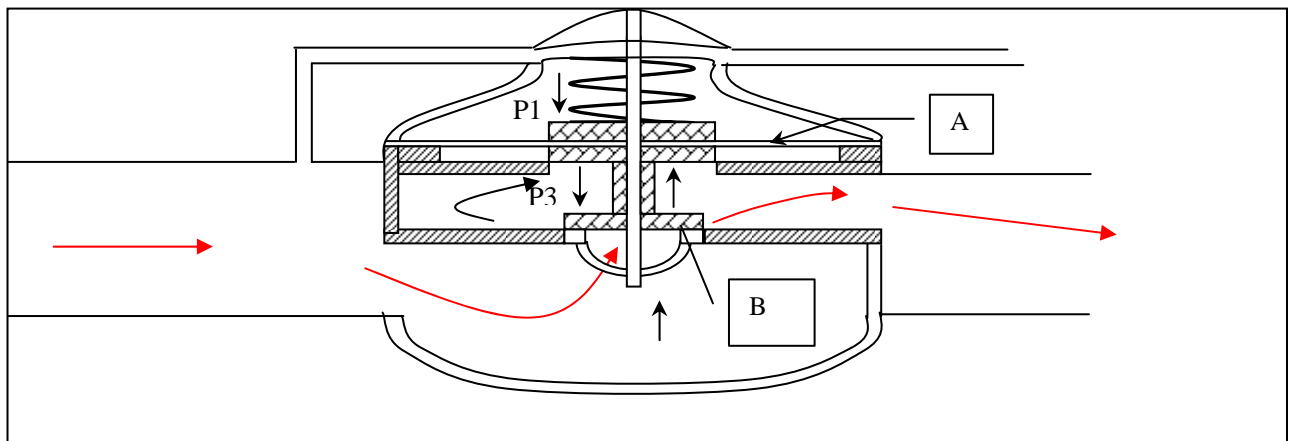
基此，進水閥功能研究將是操作人員最新學習課題及目的，因為要確實掌控進出水，就必須提高自修及調解能力，來節省不必要的異常及開支，實屬刻不容緩，因為，有些設

備維修商不見得常用，維修後不見得就真正符合本所需求，尤其是功能複雜之設備，一定要自己瞭解其功能，再依需求自調或請他人協助調整及維修，如此才可能達本所真正所需。爰此，欲做深入之探討，本研究之主要目的為：

1. 進水閥開度明白化:開度明白話不止能使操作方便，更能使監控全面化。
2. 依水位高低決定閥口大小：進水時水位愈高閥口愈小，出水時水位愈低開口愈大，使管壓變化較小，減少破管機會。
3. 進水時間減少：進水口大進水自然大，達滿水位較快時間就短。
4. 減少拆修人力與時間：機械浮球閥重且窰井空間小，維修困難且危險。

## 貳、研究方法與過程

為達上節所述之研究目的，就須先從現有設備瞭解起，而為瞭解浮球閥動作原理，第一步便是要瞭解其結構，其結構，在多次拆修中發現，機械浮球閥主閥其內部設備並不複雜，其示意圖如下：



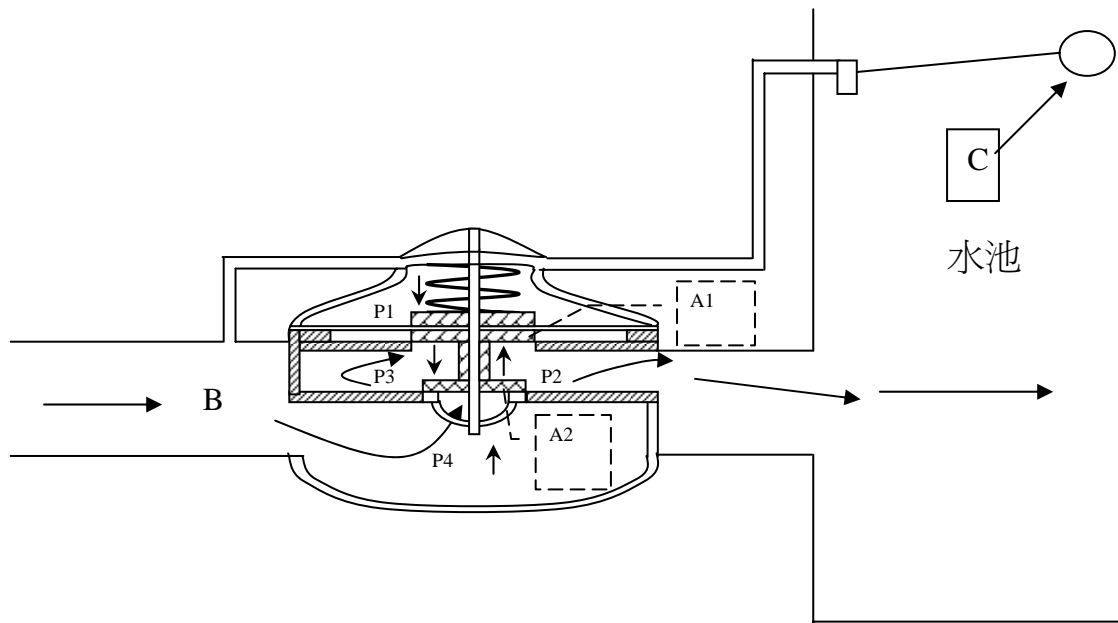
圖一 球閥主閥內部設備

由圖一可看出其內部元件，主要是有膜片(A)：功能在分開，上及下控制室，使閥體達到開及關的動作。(B)：像似反工字之止水設備，稱為雙導盤活塞，功能是利用自己之重力加上，上控制室之彈簧下壓力及壓差關閉閥門。而整個動作原理是利用下方進水室壓力，大於雙導盤活塞重，加彈簧下壓彈力，再加上控制室壓力時，將雙導盤活塞頂開進水(如圖一紅箭頭指示路徑)。當上控制室排水受阻(亦是池內水位已滿至小控制球閥關閉)時，因上控制室飽合而壓力加大，向下壓而關閥。如此的動作原理其實並不困難，但看似簡單的原理運作起來卻有相當多問題，故須詳細分析其動作原理

及結構關係，以求得異常原因之解決方法。如下利用簡易示意圖說明，各設備結構及動作原理：

### 一、常用浮球閥的種類及結構

#### (一)遙控浮球閥：(雙通閥)



圖二 遙控浮球閥示意圖

遙控浮球閥是白河所使用最廣泛之設備，其動作原理如上圖 B 點為入水端，當 B 入水同時送到 P1 及 P4 點，假若水池未滿至 C(池內控制小球閥)關閥點時，將使 B 入水由控制球閥出水排入水池，令 P1(上控制室)壓力比 P4 小，又當 P4 壓力大於  $P1+P3$ (雙導盤活塞重力及上控制室之彈簧下壓力)時，將直接頂開雙導盤活塞，使水由其四周衝入池內，完成進水功能。當水池水位漸高 P1 也將愈大，而使雙導盤活塞漸關、進水量漸減、B 區管壓也開始提高，直到水位達到滿



水，C 點控制球閥關使 P1 大於 P4 而關閥完成止水動作。

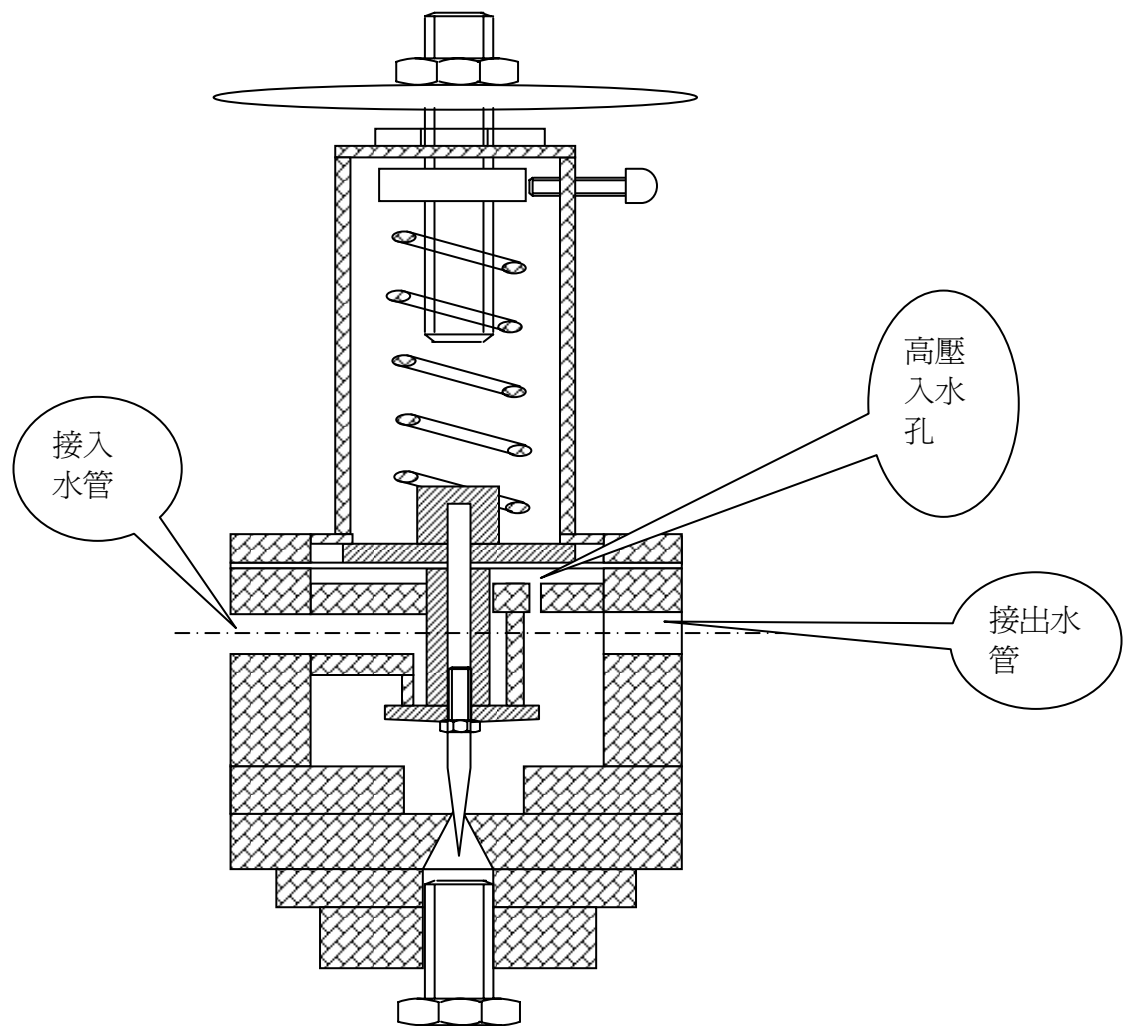
進水是本閥主要設計功能，但它在本所，還須扮演著出水控制閥的角色，由圖二可看出想要使水池水下放至進水管，就必須從下控制室，靠水池高位壓力，送給 P2 點，並將雙導盤活塞向上頂才可，但若閥體一但全關時，P2(上頂)及 P3(下壓)力量是相同的，唯一不同是 A1(上盤面)比 A2(下盤面)大故有機會開起，但其所須壓力，就可能不只廠商所說，之管前壓力只要  $0.2\sim 0.3\text{Kg/cm}^2$  就可開閥，而已。所以控制時應不可使下站馬達停止在上站浮球閥全關後，否則連水搥吸收功能也難發揮，然而，高山採壓力控制之場站，想完全於關閥前停止馬達，將有相當困難存在，因為每站位差大、距離又遠，且又須考量開閥一定壓力及浮球閥漸關功能，致使高液位停止點難判定，只有等待閥全關後壓力明顯提升，才得以明確判定，否則將造成夜間因用水少而壓力較高，造成一起動及達上限壓力而停機，使離峰用電時間無法儲水。

## (二)遙控浮球兼高度閥

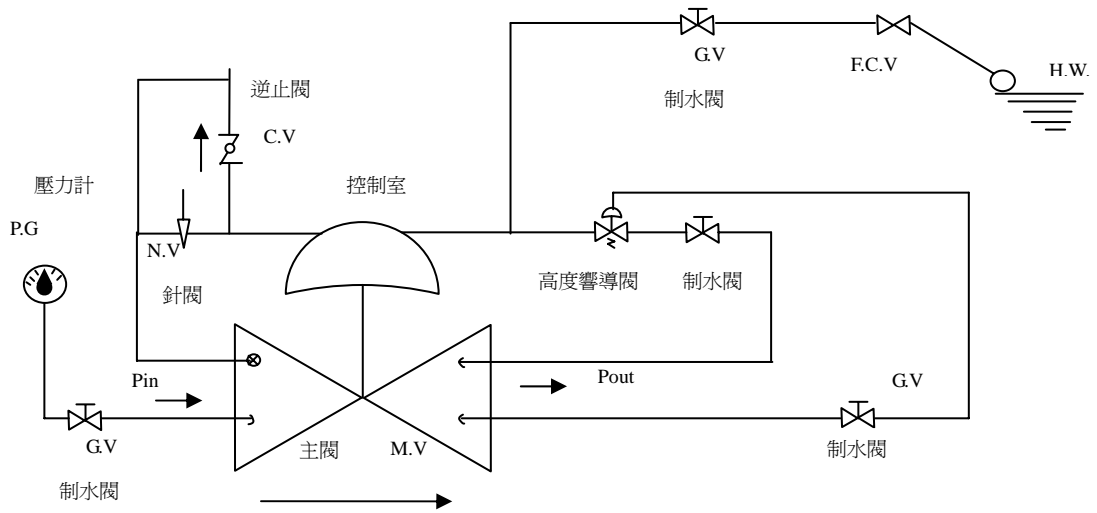
此閥同遙控浮球閥，但因水池較高使控制球閥位置較高，入水管壓若不足以使上控制室之 P1 壓力排出控制球閥(圖二 C 點)，將造成永遠無法開閥進水，故須另接一常開響導閥，將 P1 在響導閥設定壓力內之入水壓力，由響導閥排出口排出，使 P1 無壓力而主閥便全開進水。而一旦已進之

水位已達響導閥調整壓力時，由響導閥高壓入水孔之壓力將關閉響導閥，使主閥上控制室壓力(P1)加大而關閥。此便是常開響導閥，又可叫高度響導閥之動作功能，其主要在輔助閥前壓不足之特殊環境使用。

由下面之圖三高度響導閥示意圖，及圖四浮球閥兼高度閥控制管路示意圖，將可更進一步瞭解：



圖三 高度響導閥示意圖

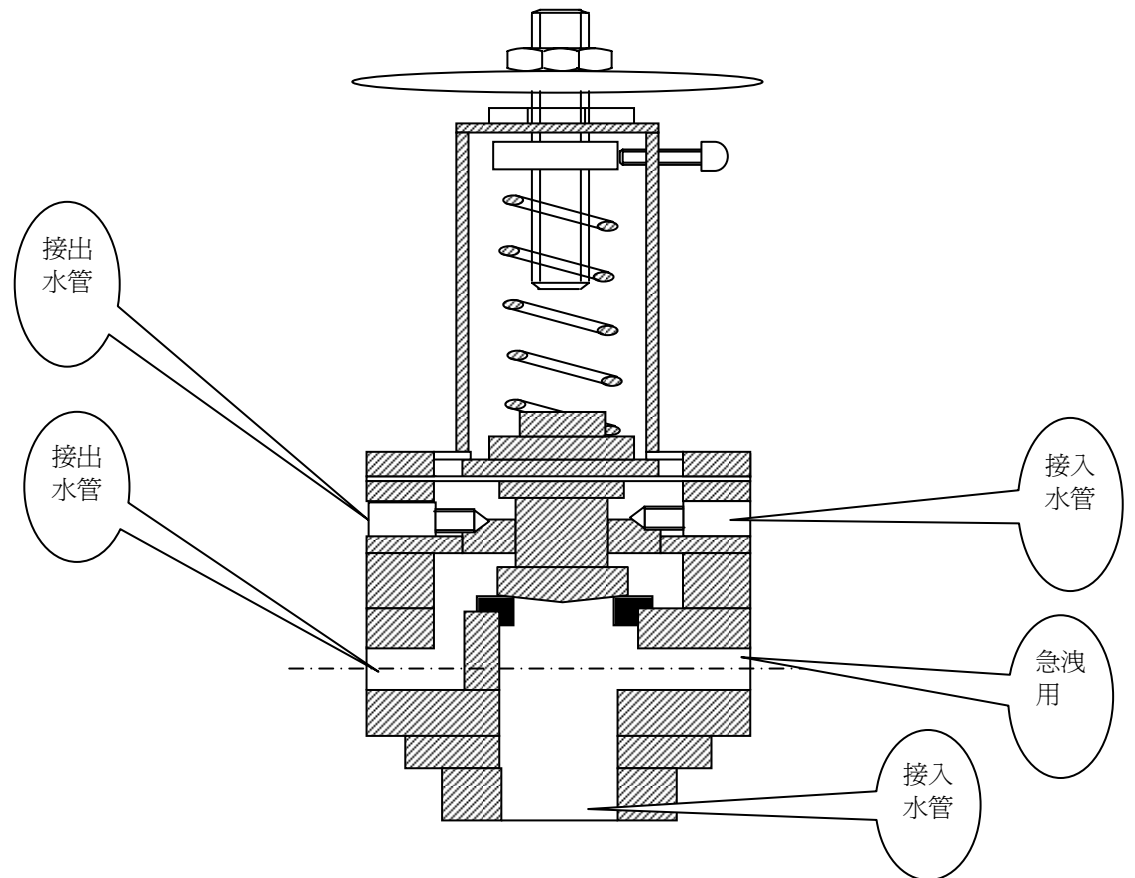


圖四 浮球閥兼高度閥控制管路示意圖

由圖三可知，因彈簧壓力使閥一直全開，讓上控制室 P1 之所有進水排開，直到水池滿後關閥。圖四浮球閥兼高度閥控制管路示意圖，可看出利用高度響導閥之全開特性將控制室水排出之原理。

### (三) 洩壓閥(持壓閥)

洩壓與持壓閥同其主閥亦都同前述之浮球閥，只是其響導閥為常閉型，如圖五：



圖五 常開型響導閥

洩壓與持壓響導閥，功能是入水壓低於響導閥設定壓時，將保持入水管壓，但一旦壓力超過設定值時，將頂開響導閥使上控制室壓力洩出，而主閥開啟排出超出之壓力。

整理完上述閥體後，對浮球閥已有相當認知，雖然閥體不只這些，但現階段本所問題點在於遙控浮球閥，其它閥待後續再研究。

## 二、遙控浮球閥設計原理與需求

從上階段認知了浮球閥的動作與功能後，我們就進入主題，將遙控浮球閥所需條件與需求作一整理，並逐項比較討論本所所遇問題，下面為比較內容：

### (一) 下方進水室壓力之需求

下方進水室(圖二 P4 區)經詢問製造商，其最低開閥壓力為  $0.2\sim 0.3\text{Kg}/\text{cm}^2$ ，如此之需求對於高程較高之加壓場站無形中增加  $2\text{M}\sim 3\text{M}$  之加壓高度，如表三。

表三 白河所關子嶺加壓站高程統計表

	水池高程		有效高度	低壓啟動 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	高壓停止 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
	M		M		
	H. W. L	L. W. L			
白河淨水場	35.30	31.50	3.80		
	35.30	31.45	3.85		
關仔嶺第一加壓站	55.00	45.00	10.00	6.36	7.85
關仔嶺第二加壓站	113.00	110.00	3.00	6.60	8.30
關仔嶺第三加壓站	178.00	174.80	3.20	6.86	9.90
關仔嶺第四加壓站	246.00	243.50	2.50	7.32	9.50
關仔嶺第五加壓站	320.00	316.80	3.20	4.50	6.00
關仔嶺第六加壓站	371.00	367.80	3.20	6.40	8.10
關仔嶺第七加壓站	461.50	458.50	3.00	7.45	8.25

由表三可看出本所有效水位大多在  $4\text{M}$  以內，也就是水池前之進水壓力只要  $0.4\text{Kg}/\text{cm}^2$  便可達滿水位，但為開起浮球閥卻必須再增加一半以上之壓力來達成滿水位，然而這只是最低需求，我們以表一之關一站來看，關二高程  $113\text{M}$  減關一低程  $45\text{M}$  為  $68\text{M}$ ，故達滿水理論上應需  $6.8\text{Kg}/\text{cm}^2$ ，但實際滿水高壓卻須設定在  $7.85\text{Kg}/\text{cm}^2$  才得真正滿水，實際差  $1\text{Kg}/\text{cm}^2$ ，故在此點上便使動力費無形中浪費許多。

## (二)進水空間受限

由於須  $0.2\text{Kg}/\text{cm}^2$  以上壓力才得頂開反工字型之雙導盤活塞，再由圓週縫隙衝入槽裡，故入口已非原管尺寸，又加上閥口會因水位增加而漸小，且又由槽底進水，故壓力因水

位增加而加重於雙導盤活塞，致阻力增加，這重重的關卡使進水量受限，增加了馬達送水時間，亦增加動力費(每度電=KWH)。

### (三)水槌防止

遙控浮球閥被選定的原因之一，便是能因液位壓力來控制主閥關閉程度，進而吸收水槌作用。當然這必須將馬達停止於閥全關前，否則效果一樣有限，但是以表三看出低壓起動與高壓停止關係中，壓差大多在  $1.5 \text{ Kg/cm}^2$  以下，故想在關閥前停馬達會有一定困難，下一點中有說明。

### (四)壓差小

因須有最少  $0.2 \text{ Kg/cm}^2$  之閥前壓力，又加上由池底進水，故在有效蓄水液位在 3M 以下之場站，想在未關閥前便利用壓差來停機是有困難的，因  $0.2 \text{ Kg/cm}^2$  到  $0.3 \text{ Kg/cm}^2$  即由不足液位到滿水壓差太接近，且因本所管線是同一管線送至高地池，又同時供應用戶，在運作上會因管線用戶用水與否而發生誤動作，故一般都要等到關閥後才得明顯看出壓差。如此供應方式其控制起停壓差才約  $1 \text{ Kg/cm}^2$ ，不如此，將造成供水不及提供上站抽水之狀況。

### (五)回流不穩定

由於無法確定於閥全關前停止馬達，使水池水因未關閥即因 P4(圖二)及 P1(圖二)水壓減少，令 P2(圖二)水由未全關之雙導盤活塞口，順利下放出池水之情形發生，而必須在

閥體全關後，利用 2M~3M 以上之水位壓力，才得以獨立開啟雙導盤活塞來下放出水。但由表三看有效水位在未扣除溢流孔高下，實在已無多少 2M~3M 以上之水位，更何況還有浮球閥老舊或隔膜劣化等問題。而更嚴重的問題是一但進水管與用戶管連通，用戶大用水時因管內產生負壓，致使再滿的水也無法下放，因 P4 下吸 P1 開放空間，如此雙導盤活塞將被吸住無法開啟，這便是頂埔高地池現階段所面臨到的問題。

### 三、異常解決之道及研究目的達成方式

為解決上述問題，以浮球閥而言，只有第五點可解決，就是將浮球閥並接一只可下不可上之逆止閥，使浮球閥純粹當進水閥用，這也是廠商提供之唯一方式，但如此壓差將會小。

但是，其他狀況將無法解決嗎！應思考著電動閥是否有辦法解決，於是，假若電動閥也能同浮球閥有依液位高度決定其開度的功能，那一切便能迎刃而解。以下為尋找及判定可行否的過程：

(一) 利用現有閥體定位方式突破：本所 93 年底前所用之閥體定位方式全都為微動開關定位型，且都為開、關兩定位式。如此控制方式無法比例控制，只能多段控制，其方式有二：

1. 在閥體開及關之定位微動開關間加入雙動式微動開關，再將三腳式液位計改成五腳或再加一只三腳式液位計，於滿

水位前多加一段或以上之液位點，供自動控制配線，將閥體多段控制即可。

2. 利用可程式控制(PLC)內部時間電驛，將閥體開、關時間總合分段控制輸出，再利用類比式電子液位計，直接用類比輸入模組傳入 PLC 當控制，如此可比 A 款方法多段且不因增段而增加微動開關。

(二) 發現比例控制功能：在一次設備新設中發現了關子嶺第二加壓站有乙只電動蝶閥，其有全功能比例控制功能，但因只是輔助浮球閥進水，故並未使用此功能。於是職便要求廠商提供完整之設備說明書供職參考，發現此設備是最高等級，有著完整之配備。此時職便想到變頻器控制之 PID 控制器，有反向輸出值能力，可將類比液位信號直接轉入電動蝶閥，來達到依液位比例控制閥開及關之功能。如此電動蝶閥便可同浮球閥有著依液位高低而改變閥門開度，更有著浮球閥所沒有之控制開度及顯示開度之功能。

有上數兩種方法的思考後，應再回頭想上述浮球閥問題，作以下思考及判斷比較，來思考判定比例控制電動蝶閥之可行性：

(一) 下方進水室壓力之需求：電動蝶閥直接由水池上方注入雖乃有水池高程差壓，但不須受底部入水所造成之水壓重力及元件重，相信起動中壓力一定會下降，縱使無法從上方注入，至少可省下頂開閥之  $0.2\sim 0.3\text{kg/cm}^2$  之力。



(二)水槌防止：水槌是電動蝶閥不被認同的主因，但是電動蝶閥能比例控制，就能依水位高低來控制閥體高度，如此已有了浮球閥的功能，水槌自然能防止，況且電動蝶閥能比例控制，開、關明顯更能有效的在閥全關前判定下站之水壓，方便設定停機壓力，若於監控環境下更可全面控制。

(三)進水孔較大：進水口是由電動蝶閥體全開開始進水，相信當水位達 2/3 滿時其開度乃比浮球閥大，如此進水量及馬達運作時間將會有大改善。

(四)異常判定開度功能：浮球閥是利用水池水位浮球閥控制大浮球閥開度，故其開度無法判定及確定，一旦有異常狀況時增加了判斷異常原因的困難度，而電動蝶閥不是有開度指示就是有開及關極限開關可確認，方便異常時明確判斷異常原因，若於監控環境下更可全面控制。

(五)電動蝶閥多段起停之可行性：由於擔心電動蝶閥多段起停，怕壽命會較短，便直接請問廠商，廠商回答有比例控制便不怕起停頻繁。

經上述幾點之判定後，職便有著相當之信心，能將此想法成真，便開始詢價及施工可行性，由於電動蝶閥是原有，且其必要之設備又附送，故只須增加一 PID 控制器、開度顯示器及最高液位保護即可。在職主任及操作管理單位的充分信任下便於 94 年過年前完成此項工程。

## 參、研究結果與說明

### 一、試車中的發現

完工後進行試車，過程中發現了許多浮球閥所不及之處，也證明上述討論的問題：

(一) 開度的明白確定性：由閥體類比輸出 4-20mA 於有開度計顯示，所以判斷開度便不再是問題，在增加監控時更可經 PLC 顯示及控制，達到操控明白化，使操控更省時省力。

(二) 進水速度大增使進出水達平衡：關子嶺第一站為 75HP，關子嶺第二加壓站 60HP，而電動蝶閥便裝置於二站之入水口，由於由全開進水，進水量明顯增加，因未裝電動蝶閥前，關一站入水速度都不足關二站出水，如今二站液位於 0.98M 及開度 81.6% 時液位不再下降，達到入出平衡。

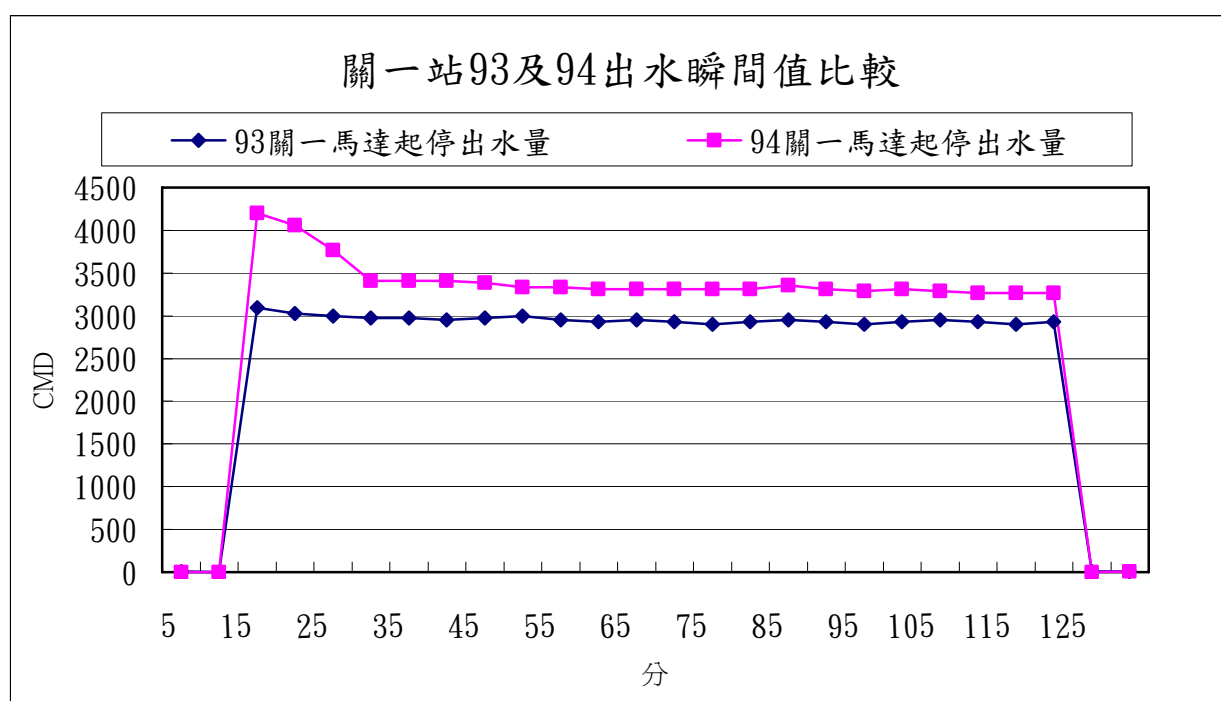
(三) 滿水停機壓力改變：93 年 12 月以前關子嶺第一加壓站高壓停止壓力為  $7.85 \text{ Kg/cm}^2$ ，但 94 年 1 月比例電動蝶閥試車時，關子嶺第二加壓站液位 0.98m (滿水設定 2.0m)，開度 81.6% 時，關一加壓站壓力為  $6.98 \sim 7.00 \text{ Kg/cm}^2$  與開度 48.6%、液位 1.57m 時，關一加壓站壓力為  $6.99 \sim 7.02 \text{ Kg/cm}^2$  相近，如此證實關閥一半開度前壓差影響不大。當試車一直到閥開度剩 10% (0%~90%) 以下、液位 1.8m 以上時，壓力才保持於 7.1 以上，故停止壓力改設  $7.15 \text{ Kg/cm}^2$ 。從此現象看停止壓力就下降  $0.7 \text{ Kg/cm}^2$ ，如此之差異就己能斷定可省下不必要之壓力損失，也證實比例控制開關電動蝶閥比

搖控浮球閥優，雖如此但出水量增加電流亦增加，用電度數將也會增加。

## 二、正常運作後之資料統合

試車時已發現比例控制電動蝶閥的許多優點，我們現在以運作三個月後之監控報表來逐一比較證明，其比例控制開關浮球閥與搖控浮球閥，確實之差異點在那裡：

### (一)、出水瞬間值增加：

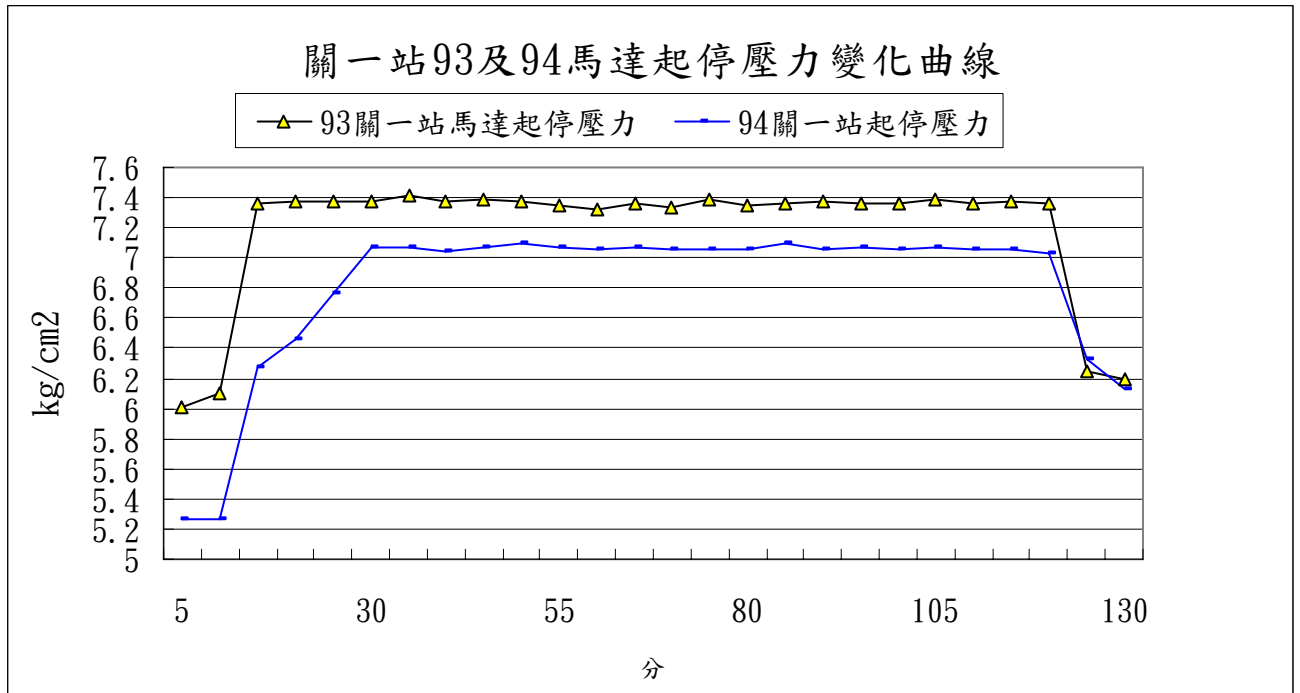


圖六 出水瞬間值比較曲線圖

圖六為電動蝶閥運作三個月後，取 93 及 94 之 4 月份其中一日馬達起停之時控報表來比較，曲線圖中非常明顯可看出其出水量差異，如此證實電動蝶閥比例開關比浮球閥進水瞬間流量大約 500CMD，如此數量對關一加壓站一日 1900~2300CMD 之需求量而言，馬達運轉時間將可節省不少，當然動力費也會因運轉時間減少而減少，再不然關一日出水

量也可增加。如此之電動蝶閥比例開關對加壓場站，實質有相當可觀的幫助。

## (二) 出水壓力下降

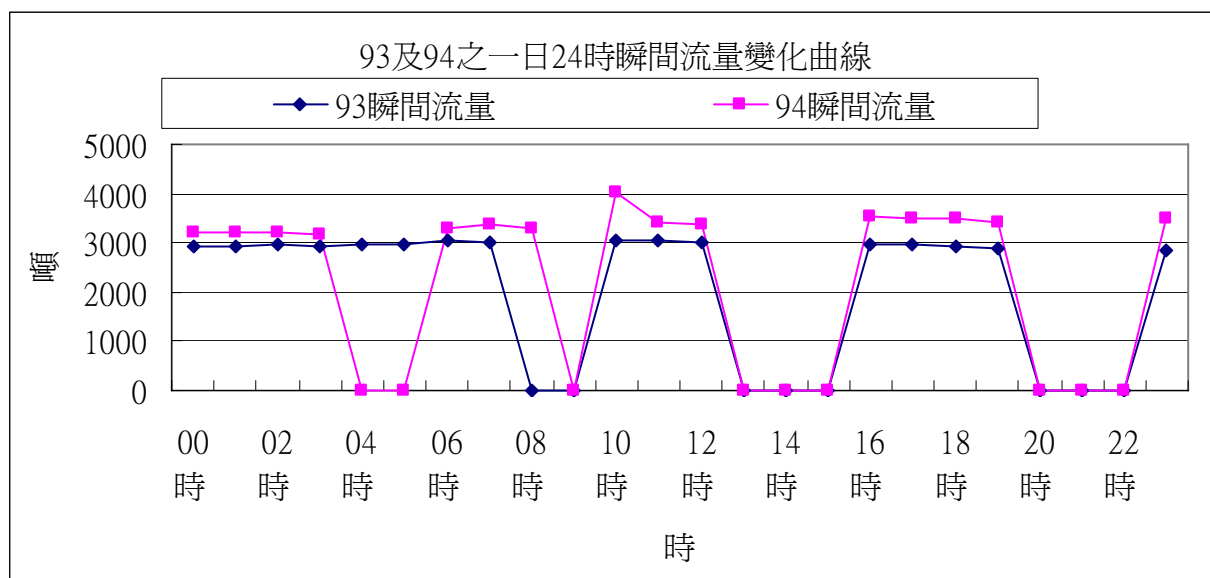


圖七 出水壓力比較曲線圖

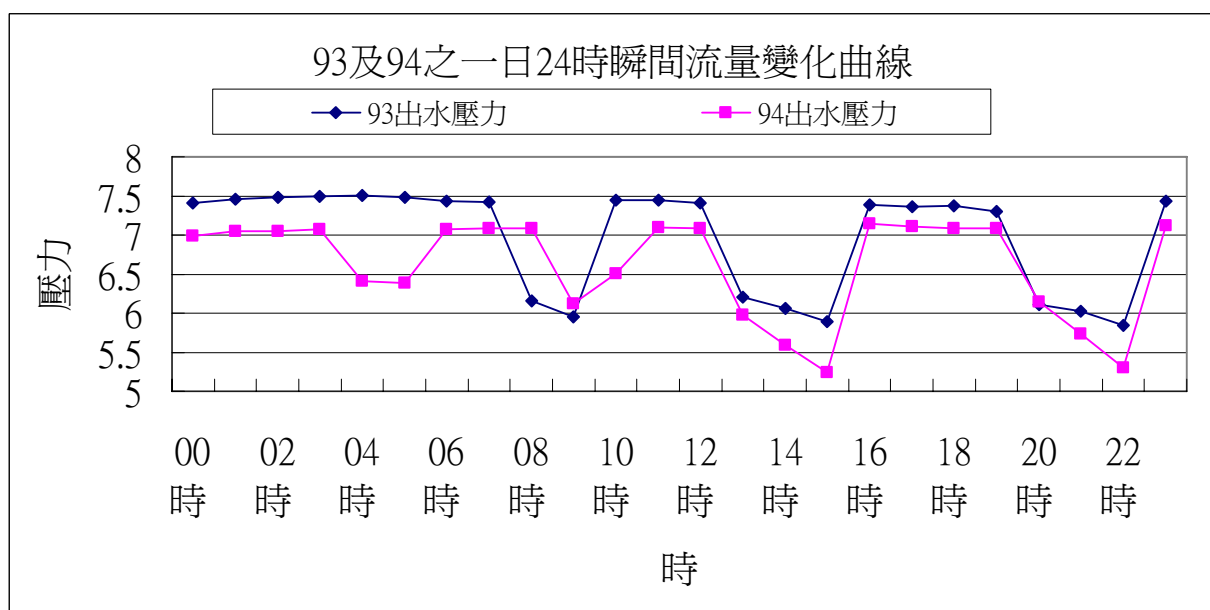
圖七與圖六為同一時段報表壓力差異值，可互相參考。我們從圖七很明顯的可看出壓差在  $0.4 \text{ Kg/cm}^2$ ，除證實出水增加正常外，也確定電動蝶閥當入口閥，比機械搖控浮球閥當入口閥，在運作中壓差平均約少  $0.4 \text{ Kg/cm}^2$ ，再從表三，參考其關一站 L.W.L 為 45m 及關二站 H.W.L 為 113m 之相差值 68m 約  $6.8 \text{ Kg/cm}^2$  判定，與關一站運作時出水壓力保持  $6.8\sim 7.1 \text{ Kg/cm}^2$  間較合理。如此也證實想開啟機械遙控浮球閥需約  $0.4 \text{ Kg/cm}^2$  才足。

下面由以全日控報表之出水(圖八全日出水瞬間流量變化曲線圖)及壓力(圖九全日壓力瞬間流量變化曲線圖)變化

曲線圖，補充證明上兩點之論點：



圖八 出水瞬間流量變化曲線圖



圖九 壓力瞬間流量變化曲線圖

(三)水槌狀況：從圖七起動壓力變化來看，電動蝶閥花了 30 分鐘才達  $7.0 \text{ Kg/cm}^2$ ，而浮球閥確只花 15 分鐘就達  $7.4 \text{ Kg/cm}^2$ ，如此水槌發生機會，將會是浮球閥機會較大。而停機部份也因浮球閥控制壓差大  $0.4 \text{ Kg/cm}^2$  故機會也較

大。

#### (四)總出水量之差異

表四 關子嶺第一站總出水時間及出水量比較表

月份	92 年 4 月		93 年 4 月		94 年 4 月	
日期	日運轉時數	日累積流量	日運轉時數	日累積流量	日運轉時數	日累積流量
10	12.6	1668	15.5	1938	16.1	2275
11	15.9	2057	18.2	2200	14.4	2039
12	12.8	1679	15.1	1873	11.3	1701
13	13.8	1777	16.2	1985	11.8	1752
14	14.7	1880	15.1	1905	12	1796
15	10.4	1373	13.9	1814	13.5	1969
16	12.4	1568	12.7	1670	14.4	2020
17	12	1477	14.2	1862	16.7	2303
18	12.6	1545	18.5	2262	13.9	1935
19	16.4	1906	16.5	1978	13.5	1915
20	14.8	1870	15.2	1827	12.6	1822
21	12.9	1638	15.5	1888	12.7	1848
22	11.4	1404	13.9	1677	12.4	1796
23	14.3	1787	15.1	1887	14.3	2070
24	13.2	1658	18.8	2291	15.4	2231
25	14.3	1746	17.8	2162	12.7	1880
26	15.8	1969	16.7	2017	11.6	1726
27	16.2	2064	16.1	1973	12.1	1790
28	12.5	1577	17.5	2070	11	1632
29	13.5	1680	15.5	1903	7.9	1162
30	14.2	1767	16.9	2056	14.3	2070
月累計	286.7	36090	334.9	41238	274.6	39732
每時出水量	125.88		123.14		144.69	

由表四可知，電動蝶閥於 94 年運作 3 個月後，與前兩年之每小時累積出水量做比較，從 92 年每小時可出水 125.88m<sup>3</sup> 到 93 年每小時可出水 123.14m<sup>3</sup> 可看出差異不大，但 94 年更換比例開關電動蝶閥後，立即提升 19~21m<sup>3</sup> 達到每小時出水 144.69m<sup>3</sup>。如此改善是非常可觀的。

(五)綜合供水評估

表五 關子嶺第三站出水量/電費

年度	93			94			95		
	出水量	用電費	單位電費	出水量	用電費	單位電費	出水量	用電費	單位電費
1	25080	17472	0.70	29176	17091	0.59	33694	19219	0.57
2	35552	17132	0.48	32438	15955	0.49	34396	17257	0.50
3	29417	25577	0.87	32685	19695	0.60	41301	25038	0.61
4	30244	21758	0.72	28742	18492	0.64	38050	21801	0.57
5	30655	21065	0.69	26701	17425	0.65	33596	18865	0.56
6	30122	16674	0.55	25481	15926	0.63			
7	26958	17037	0.63	24140	17308	0.72			
8	28039	20881	0.74	29470	19151	0.65			
9	27220	16962	0.62	37641	24974	0.66			
10	21649	14790	0.68	32165	19960	0.62			
11	26425	13597	0.51	32783	20025	0.61			
12	30390	17737	0.58	32180	20629	0.64			
合計	341751	220682	0.65	363602	226631	0.62	181037	102180	0.56

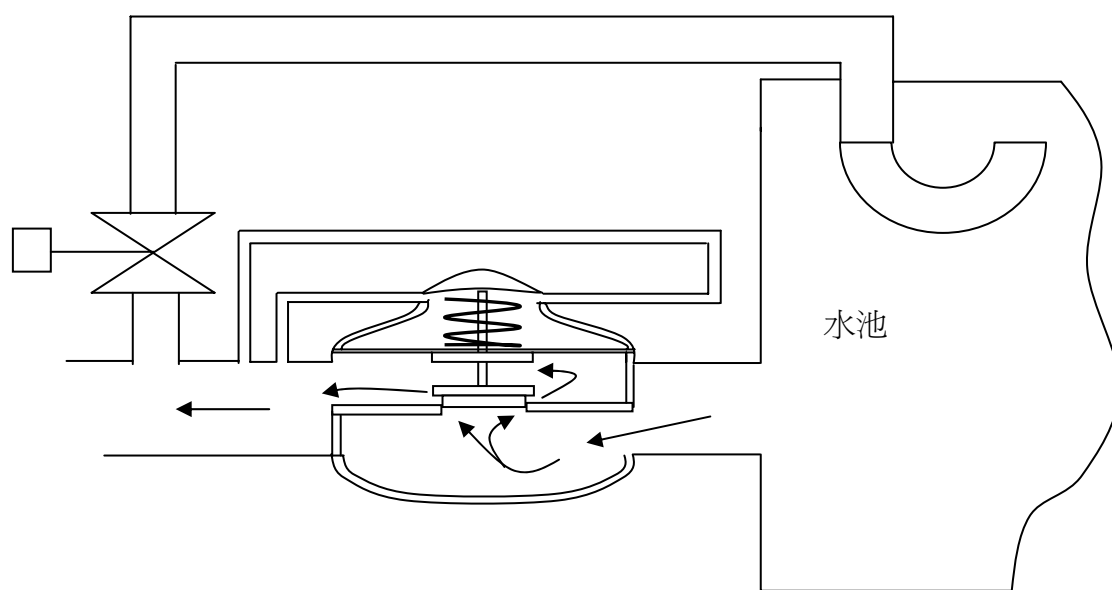
上表為關子嶺溫泉區用水主要供應站，而其給水站是由關子嶺第一站打至第二站，再到本站，本表可明確看出在94年4月更換電動閥後，供給關子嶺溫泉區之最大量由93年35552噸，95年升到41301噸，也使關子嶺區供水於95年春節期間供水正常。但如此職發現一缺點，就是動力費增加，因出水量大，重力重而使電流增加，雖在同水量需求上可因運轉時間減少而省動力費，但對用水量一直在增加的關嶺區，在與去年比較動力費上，將造成須於責任中心政策下解釋之差異。

#### 肆、研究發現與建議

從上述各圖與表比較，已明顯證明出比例開關浮球閥在

管壓、入水、用電、馬達運作時間等等，都優於遙控浮球閥，應可供高山場站整修時考慮。再說監控操作控制將是往後必走之路，而比例控制開關電動蝶閥可完全提供監控及操作數據，供遠方控制器(RTU 或 PLC)操控，是一個可考慮更換之設備。

所以，高山場站進水閥更改為比例控制開關電動蝶閥，除可改善現今無法得知閥開度問題外，更可期待省電及管壓下降減少水槌等功能。另應思考現今可用設備續延用的可能性，下面以圖來表示。



圖十 加入電動蝶閥後原設備延用示意圖

加入電動蝶閥後，原遙控浮球閥應拆除改裝逆止閥，但遙控浮球閥主要設計在進水，若將其反相裝時，可能有下列優點可供參考：

一、當逆止閥用：因上控制室入水管都接於主管入口，故



進水時壓力大，直接推動雙導盤活塞關閥，如此將與逆止閥同功能。

二、回流供水：當水池內水  $0.2\sim 0.3 \text{ Kg/cm}^2$  (2~3M 高)以上時，因負壓不會從控制球閥排出，故將吸雙導盤活塞往上，幫水池液壓開閥回流供水，如此可能不須  $0.2\sim 0.3 \text{ Kg/cm}^2$  (2~3M 高)之水，便得以順利開閥回流供水。

三、回流壓減低：因可扣除須頂開雙導盤活塞之壓力減少位差大之場站回流壓力，且依水高差比例放水減低壓力，及穩定壓力。

四、起停高低壓差不變：起動高壓因用電動蝶閥而下降，將拉進與低壓起動差距，利用須頂開雙導盤活塞之壓力使回流壓減少，降低起動壓力，使控制起停壓差保持不致變化太大。

五、負壓時再供水：因管內無水產生負壓，將吸升反工字止水設備之雙導盤活塞，可將剩餘水在管內缺水時下放，不致發生有水卻不供給情形。

上述方式是得延用既有之機械浮球閥，但若是發生因局限空間，致無其餘空間接管時，將無法使用上述方式，如此可考慮只須將機械浮球閥，直接換成全比例式電動閥方式，但須注意一點，就是須在全比例式電動閥旁並接一只小逆止閥( $\text{Ø}40\text{mm}$ )，其主要功能是當上站水位滿位、電動閥全關、下站馬達停止時，依下方管內水壓放流池內水，解除滿水位

時須全關閥之限制，一旦水位未達滿水位，電動閥便會開啟，且依下方用水量大而水位愈低使開度愈大，而達到平衡管壓及放流功能。