

# 中華民國第 55 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高職組 電子、電機及資訊科

091007

電升水、水生電

學校名稱：國立臺中高級工業職業學校

作者：  職二 林君達  職二 陳伯羿  職二 黃緻揚	指導老師：  王晨洋  吳士璿
---	-----------------------------

關鍵詞：PLC、抽蓄發電、水力發電

## 摘要

本研究以目前最熱門的“綠能環保”議題作為出發點，針對當下住宅中相當熱門的電梯為研究方向，來探討是否可以使用電梯這項交通工具來創造出能量，讓未來有電梯的住宅都可以達到節能省碳的目標。本系統是利用抽水幫浦的抽水原理，搭配電梯動作時所產生的反覆運動將地下汗水抽至頂樓，再由頂樓的儲水設備將汗水以自然的排放對地上的發電機產生作用力，進而達成發電的目的，未來可以再將發出來的電能儲存在電池或蓄電設備中，供給日常小電量的負載使用，例如：公共設備、電燈、花灑等，確切落實綠能環保的概念。

## 壹、研究動機

地球暖化日益嚴重，科技隨著時代在人類腳步下不斷進步，使用的能源也愈來愈多，造成的汙染與能源耗竭也日益增多；因此，我們希望能將汙染轉化成可用的能源，並找尋這些汙染的元凶之一，想到了『電梯』這種所需電量大且生活所需的交通工具，所消耗的能源對地球來說無疑是個龐大負擔；在現代，電梯已成為人類生活中最常使用的代步工具之一，尤其是在臺灣大樓林立的都市，是否能利用電梯的一些特性來達到減少耗電量或是把電梯省下的電用在其他用途呢？

每戶人家一定都會產生廢水，站在『節能減碳』及『珍惜水資源』的觀點上，我們深深覺得，這樣排放掉的廢水若能加以回收再利用，將會使水資源能夠達到最大的效益。

自來水與廢水比例由台灣自來水公司資料顯示，99 年度自來水每度用水排放 CO<sub>2</sub> 約當量

=0.193 公斤 CO<sub>2</sub>/每度，計算公式=
$$\frac{\text{本公司總用電量產生 CO}_2(\text{KG})+\text{本公司總用油量產生 CO}_2(\text{KG})}{\text{總供水量 (度)}}$$

其中 1 度水 =1000 公升=1000 公斤=1 公噸=1 立方公尺的水量。由此可知，每節省 1 度的用水，就能減少空氣中約 0.193 公斤碳的排放量，省水與減碳可以畫上等號，所以節約用水就是節能減碳。

所以我們將腦筋動到大樓上，又想起兒時在阿祖家所使用舊式抽水幫浦的機構，於是我們想到利用明潭水力發電廠的抽蓄發電原理，想辦法將電梯與這些原理做結合，運用古人的智慧—抽水幫浦，結合現代人的科技—電梯，利用大樓所產生的廢水，經過簡單的過濾，用電梯上下的運動帶動抽水幫浦將污水抽至高處，再利用高處向下的衝力將位能轉換成電能，運用明潭發電廠的抽蓄式發電原理，形成一個簡易水循環，即可達到利用汙染來產生能源，進而達到節約能源、永續利用的一種綠能概念。

## 貳、研究目的

根據研究背景與動機，歸納本研究目的如下述：

- 一、探討抽蓄式發電對於大樓回收廢水達到永續利用。
- 二、研究電梯跟抽水幫浦是否可有效結合並且行使活塞運動。
- 三、研究電梯使用頻率與頻段，歸納出完整產電效率。
- 四、歸納所有實驗結果加以數據化。
- 五、研究儲存電量效率並規劃用電，以達省電與用電之目的。

## 參、研究設備與器材

### 一. 硬體部分

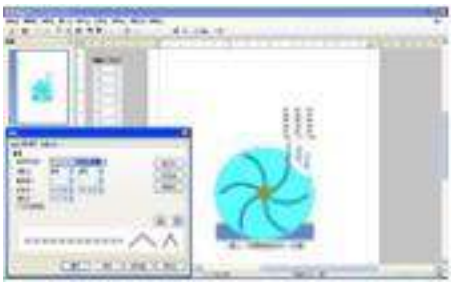

工具名稱	使用器材與數量	
水力發電模組	將水位自定點高度衝落至鐵片輪葉，帶動發電機軸心轉動。	
	發電機*2	木棍 6cm*1
	壓克力板*2	塑膠 pp 板*2

	軟鐵片*9	
抽水幫浦模組	將水自地下儲水槽，透過連通管原理，使水透過單向閥門流入幫浦，再透過上方之壓力將水引至高處儲水槽	
	針筒幫浦容器*1	濾心*1
	球狀逆止閥*1	磁鐵*1
	儲水槽*2	水管*1
電梯模組	透過配電盤之控制線路，結合 PLC 指令，最後以機械式控制開關模擬電梯控制。	
	控制盤*1	交流電動機 1/4 馬*1
	電線*2	車廂*1
	PLC*1	變頻器*1
	配重*10	滑輪*1
數位式三用電表	測量實驗中水力發電各項變化。	
	測試棒紅線*1	測試棒黑線*1
水管	作水力方向牽引與集柱用。	
	PVC 塑膠軟管管徑 2 分*3	PVC 塑膠硬管管徑 4 分*3
	PVC 塑膠軟管管徑 3 分*3	2 分轉接頭*1
	3 分轉接頭*1	
	滿足實驗過程中所需製造模組零件。	
	老虎鉗*1	螺絲起子*1

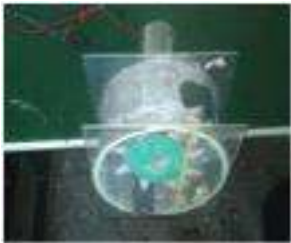


工具組	萬用鉗*1	手搖鑽*1
	電工膠帶*2	熱熔膠*4
	熱熔槍*1	塑鋼土*1
	強力膠*2	銼刀*3
	線鋸*1	管鉗*1
	止瀉帶*1	管鉗*1
	剪刀*1	捲尺*1
筆記型電腦及周邊配備	製作及尋找文書報告之內容。	
	滑鼠*2	行動電腦*3

## 二.軟體部分

軟體名稱	版本	說明	圖例
Word	2007	編寫研究過程之紀錄，彙整各類資料，統整研究數據集資料，並將統整後的資料製作成具比較性與分類化的表格，製作出具架構性的報告。	
Excel	2013	將各項可變因數配合實驗過程之各種數據資料一一比較製做出折線圖與長條圖以利統計與比較。	

Visio	4.3	製作電梯模組、發電機模組、抽水幫浦順序流程圖、電梯運作順序流程圖、及整套模組模擬圖、動作順序圖及各項所需圖例。	
PLC 軟體	FX-3G	編寫電梯上升下降模擬控制、變頻器緩衝、氣壓缸開關、水位偵測器、各項電梯模組設備之模擬用途所需控制碼。	

### 三、系統介紹

	<p>發電機系統模組： 將水位自定點高度衝落至鐵片輪葉，帶動發電機軸心轉動。</p>
	<p>抽水機系統模組： 將水自地下儲水槽，透過連通管原理，使水透過單向閥門流入幫浦，再透過上方之壓力將水引至高處儲水槽。</p>
	<p>電梯系統模組： 透過配電盤之控制線路，結合 PLC 指令，最後以機械式控制開關模擬電梯控制。</p>



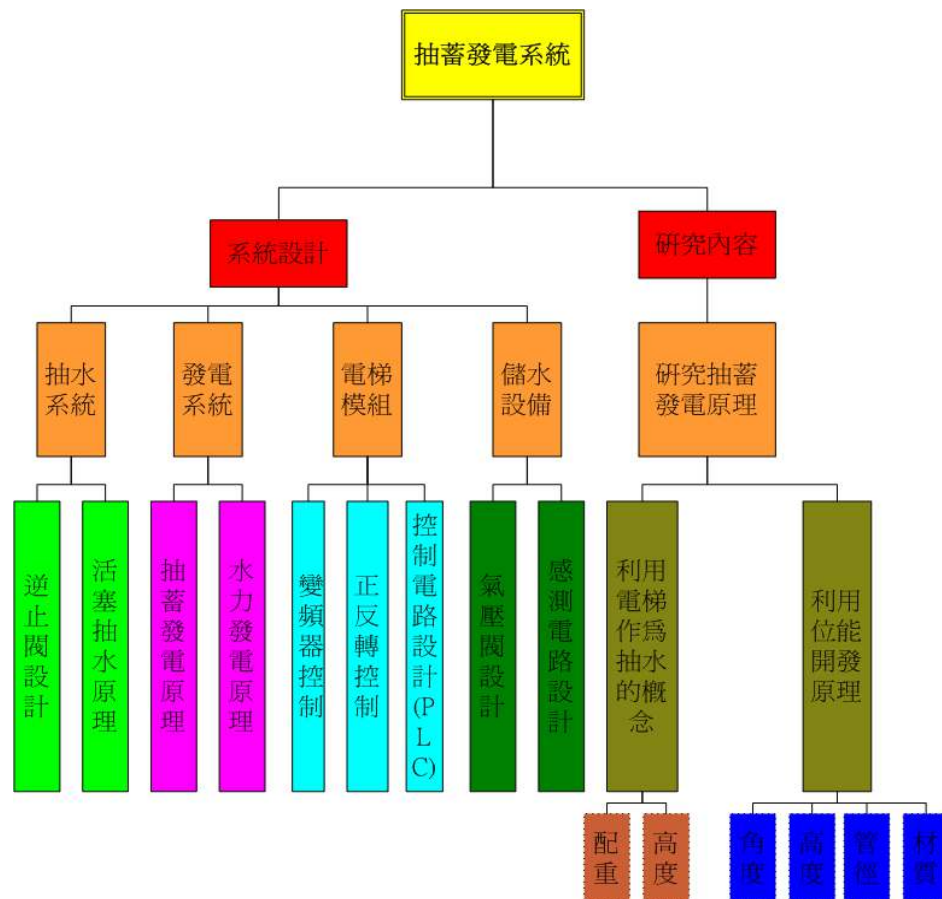
儲水系統模組：

透過 PLC 及液位感測器來控制儲水閥門的開啟及關閉，水位到達上限時閥門開啟，水位到達下限時閥門關閉。

## 肆、研究過程或方法

### 一、研究過程

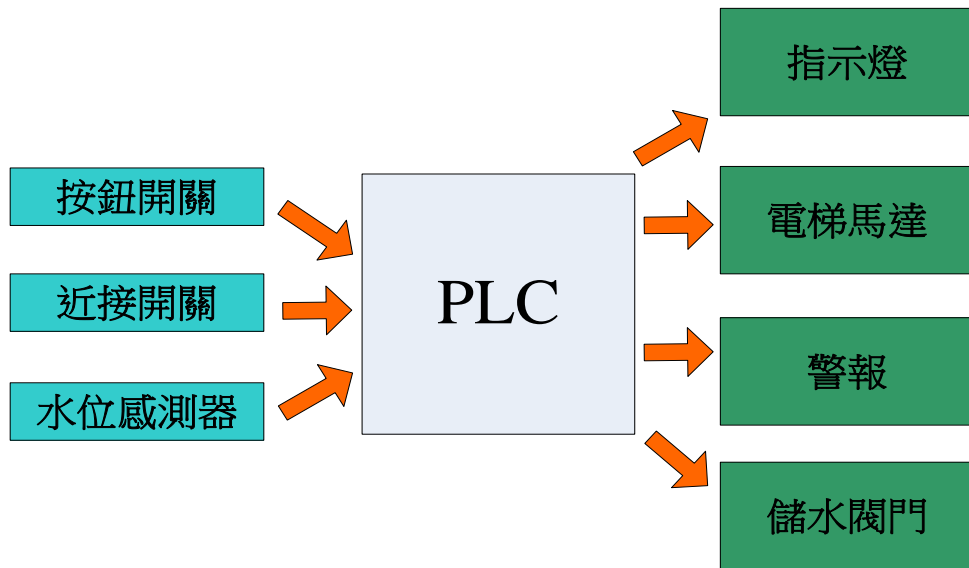
本研究所研製『電升水、水生電之抽蓄發電系統』，分為(1) 電梯抽水系統，及(2) 水力發電系統，分別採用研究設計及製作，再以電表及自製負載加以量測後進行校正及調整，以提升其工作效率，整體研究過程如圖(一)所示。



圖(一) 研究流程圖

## 二、研究理論

本研究所設計的系統架構如下圖（二）所示：



圖（二）系統架構圖

### （一）PLC 控制器

可程式邏輯控制器是一種數位運算操作的電子系統，專為在工業環境應用而設計的。它採用一類可程式的存儲器，用於其內部存儲程式，執行邏輯運算、順序控制、定時、計數與算術操作等面向用戶的指令，並通過數位或類比式輸入/輸出控制各種類型的機械或生產過程。可程式邏輯控制器及其有關外部設備，都按易於與工業控制系統聯成一個整體，易於擴充其功能的原則設計。如圖（三）所示為 PLC FX2N 的實體圖及配線圖。



圖（三）PLC 實體圖



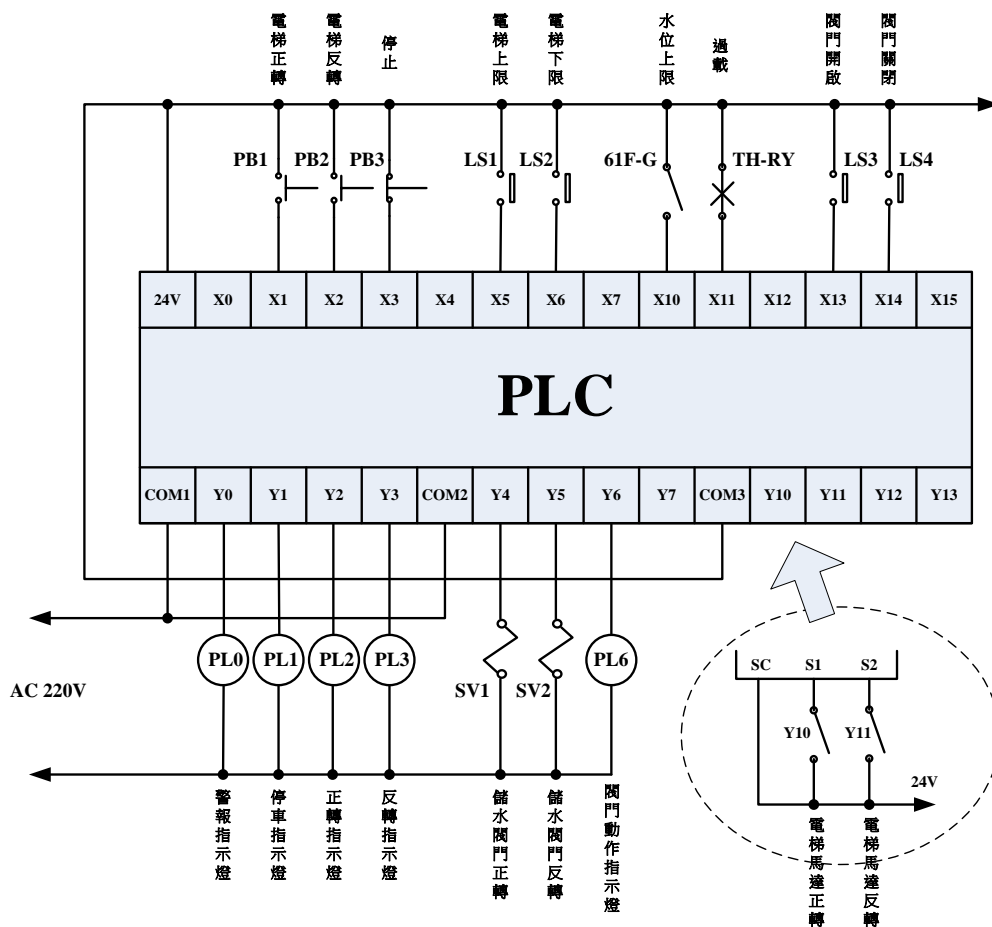
本研究所使用的 PLC 為三菱火狐狸 FX2N，輸入點與輸出點皆有 16 點，共 32 點。PLC 廣泛應用於鋼鐵、石油、話、電力、建材、機械製造、汽車、交通運輸、環保及文化娛樂等自動化控制，在這負載控制運用的基礎下，提出了幾項特點及優點：

1. 結構靈活：

PLC 運作後即可組建網路，較不受環境的限制，使資源保持較高的利用率，一方面也可運用在本系統區網建置部分，使管理者更加方便統一管控操作。

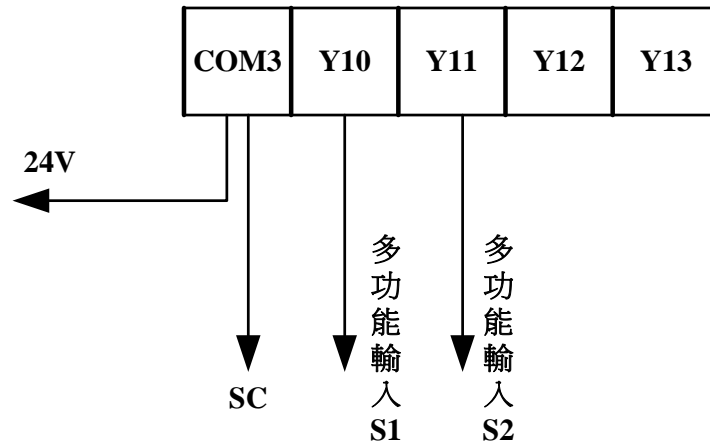
2. 有高可靠性：

在器具選擇中，往往最優先考慮的對象就是穩定性和可靠性，PLC 不像一般的電腦或電子組件使用上，有許多軟體或硬體組件上的限制及顧慮。PLC 功能完整，構造方面也非常具可靠性，不會因一些外界干擾而故障，應用上更加放心。如圖（四）所示為本實驗 PLC 的輸入與輸出規劃、設計：



圖（四）PLC 輸入輸出 I/O 設計

因變頻器的多功能輸入點為直流電源，有些輸出入點須共用，為避免兩套系統相互影響，如圖（五）所示為將 COM3 的部分輸入直流電供給變頻器使用。



圖（五）PLC 與變頻器溝通規劃

本研究之 PLC 輸出入點之規劃如表（A）及表（B）所示

表（A） PLC 輸入規劃

PLC 輸入點	輸入類型	功能
X1	按鈕開關 PB1	電梯正轉啟動
X2	按鈕開關 PB2	電梯反轉啟動
X3	按鈕開關 PB3	電梯停止
X5	極限開關 LS1	電梯上限控制
X6	極限開關 LS2	電梯下限控制
X10	水位控制 a 接點	水位上限控制
X11	積熱電驛	電梯過載控制

表 ( B ) PLC 輸出規劃

PLC 輸出點	輸出類型	功能
Y0	指示燈 PL0	過載警報指示燈
Y1	指示燈 PL1	停車指示燈
Y2	指示燈 PL2	正轉指示燈
Y3	指示燈 PL3	反轉指示燈
Y4	電磁閥 SV1	儲水閥門正轉
Y5	電磁閥 SV2	儲水閥門反轉
Y6	指示燈 PL4	閥門動作指示燈
Y10	變頻器多功能輸入 S1	低速正轉
Y11	變頻器多功能輸入 S2	低速反轉

本研究利用 PLC 來控制電梯模組的動作，如圖 ( 六 ) 所示：

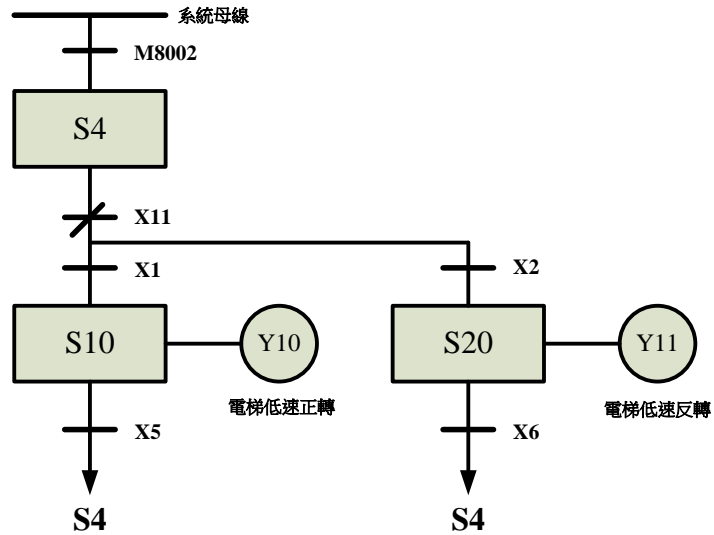
當電源開啟時，停車指示燈 PL1 亮，按下正轉按鈕，電梯低速正轉，此時正轉指示燈亮，停車指示燈熄，當電梯達到上限時，電梯停止運轉，停車指示燈亮，運轉指示燈熄；當按下反轉按鈕時，電梯開始低速反轉，此時反轉指示燈亮，停車指示燈熄，當電梯到達下限時，電梯停止運轉，停車指示燈亮，運轉指示燈熄。

運轉中，按下停止按鈕，所有動作停止，停車指示燈亮。

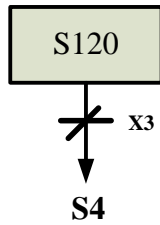
運轉中，若電梯馬達過載，積熱電驛動作，此時所有動作立即停止，停車指示燈及過載指示燈亮；須待積熱電驛復歸後始可恢復正常操作。

當儲水槽的水位達到上限時，此時儲水槽閥門開啟，閥門動作指示燈閃亮 ( 0.5/ON、0.5/OFF )，當水位達下限時閥門關閉，閥門動作指示燈熄

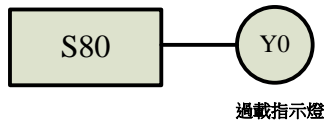
【電梯動作主程式】



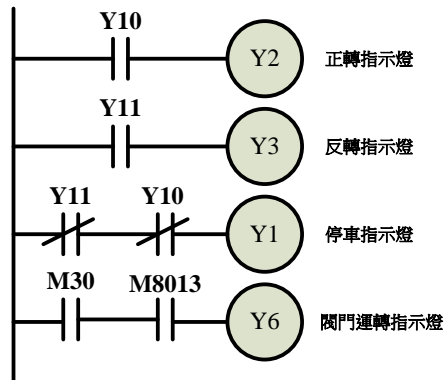
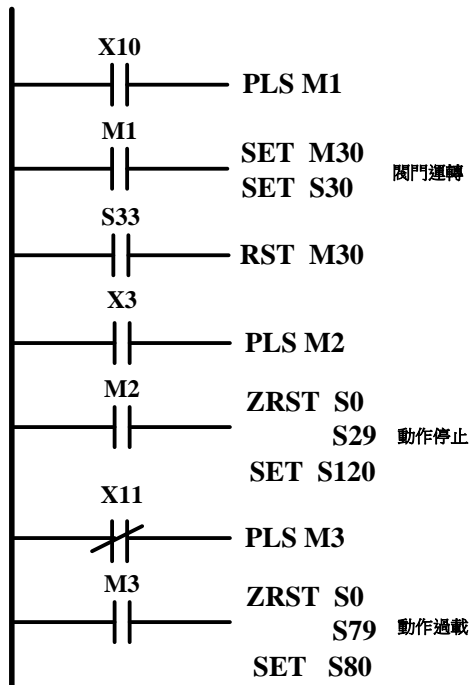
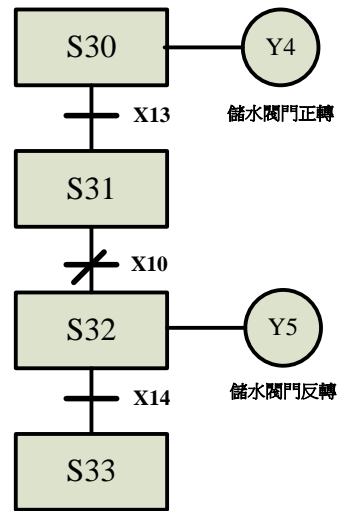
【電梯停止副程式】



【電梯過載副程式】



【儲水閥門動作副程式】



圖（六）程式流程圖

## (二) 變頻器

變頻器 (Variable-frequency Drive, 縮寫: VFD), 也稱為變頻驅動器或驅動控制器。變頻器是可調速驅動系統的一種, 是應用變頻驅動技術改變交流馬達工作電壓的頻率和幅度, 來平滑控制交流馬達速度及轉矩, 最常見的是輸入及輸出都是交流電的交流/交流轉換器。

本研究所使用的變頻器為 OMRON 歐姆龍 3G3JX-A2510, 利用變頻器來調整輸出的頻率進而用來控制馬達旋轉的速率, 確實達到研究的需求。如圖 (七) 所示為變頻器調整頻率的過程。



變頻器初始值為 0Hz, 調整按鍵使馬達運轉後頻率上升至 8Hz



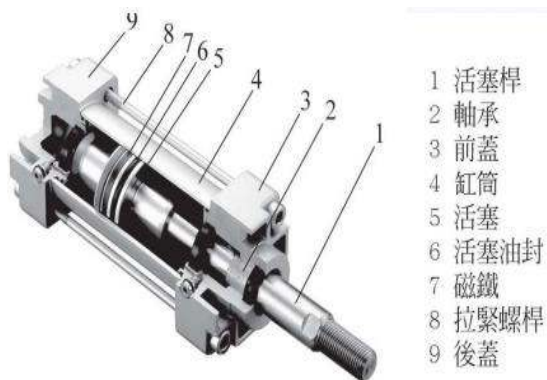
當馬達開始運轉後, 頻率由慢至快上升至 8Hz 後停止不再增加

圖 (七) 變頻器操作

## (三) 氣壓缸及電磁閥

雙動氣壓缸：

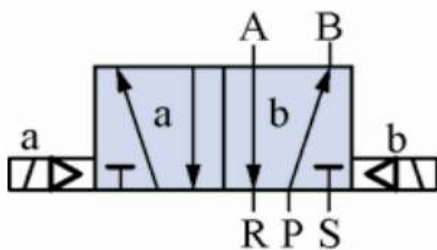
雙動氣壓缸則是活塞兩邊均能接受流體壓力, 在前進及後退兩方向均可以操作, 在前進及後退兩方向均可以操作, 如圖 (八) 所示是目前使用最廣的氣壓缸。本研究利用氣壓缸作為儲水槽的閥門裝置, 控制閥門的開與關。



圖（八）雙向氣壓缸實體

雙線圈電磁閥：

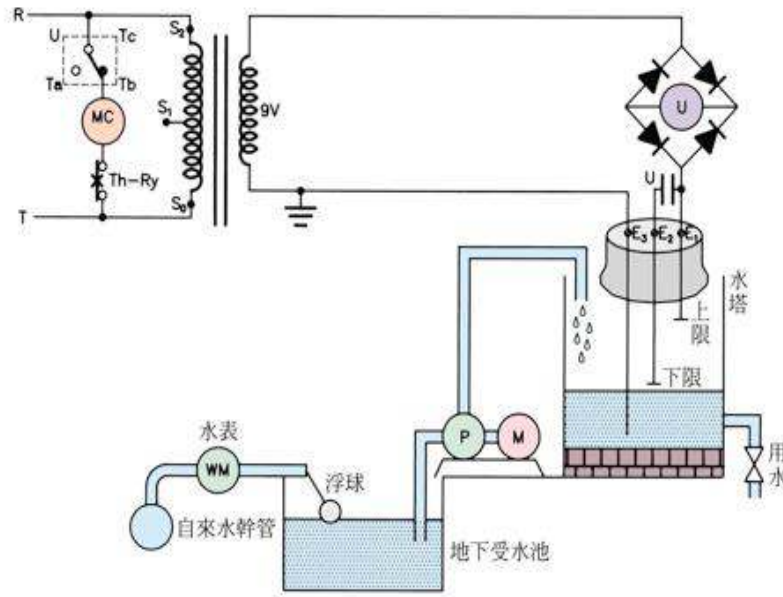
有兩個電磁鐵，分為 a 及 b 兩電磁線圈。當 b 通電時 P→B 通，A→R 通，S→不通。當 a 側通電時變為 P→A 通，B→S 通，R→不通。單線圈電磁閥構造簡單，但在控制上比較困難，如遇有故障或停電時，作動機構會有突然相反方向作動之顧慮，比較危險。雙線圈電磁閥，如遇故障或停電不會有變換閥之開關位置，如遇故障或停電不會有變換閥之開關位置。



圖（九）雙向電磁閥

### （五）液位控制器

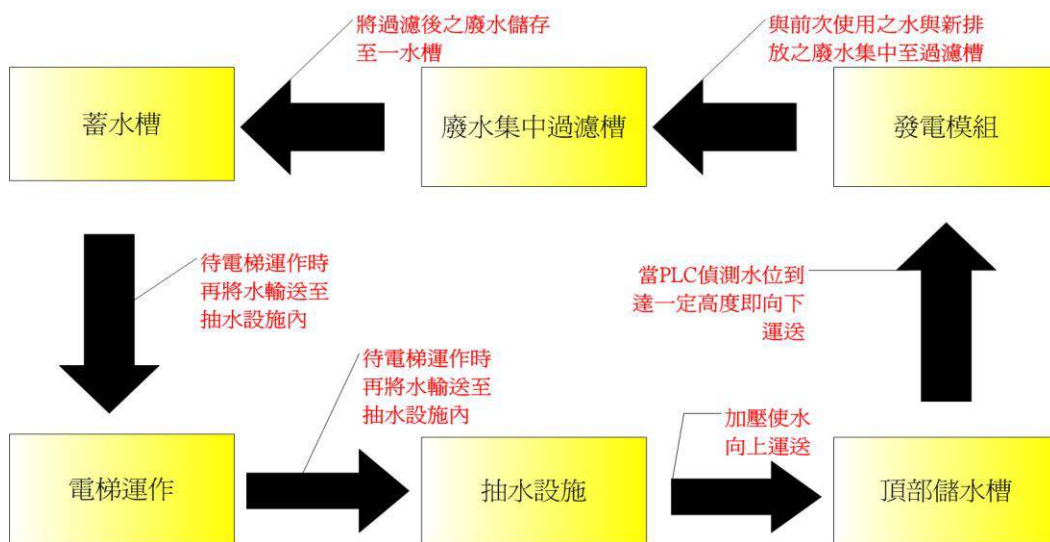
本研究採用 OMRON 61F-G 液位控制器，他與浮球開關功能相近，它提供比較穩定可靠的自動控制，而且控制模式可以有多種變化，如圖（十）所示。



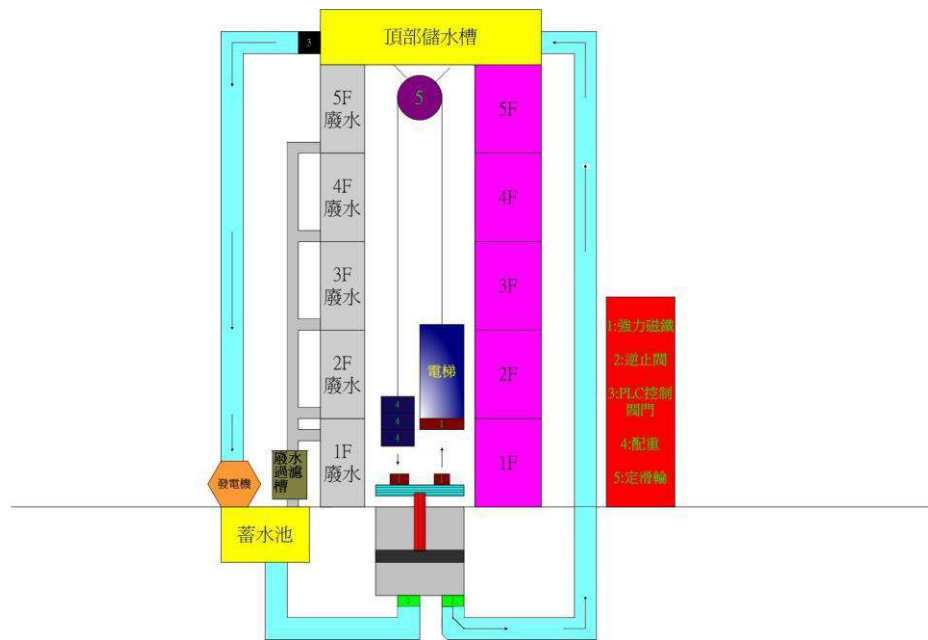
圖（十）61F-G 動作示意圖

- 1.單用型 61F-G 液面控制器，其外部接點為 Ta、Tb、Tc，此電驛受水塔電極棒 E1、E2、E3 之控制。
- 2.E1 最短→控制水位上限，使電路動作接點用。
- 3.E2 次長→控制水位下限，作為電路保持接點用
- 4.E3 最長→公用棒，必須接地。
- 5.E1、E2 間→水塔有效用水量；S0~S1→110 V，S0~S2→220 V。

### (七) 抽蓄發電系統



圖（十一）抽蓄發電流程圖

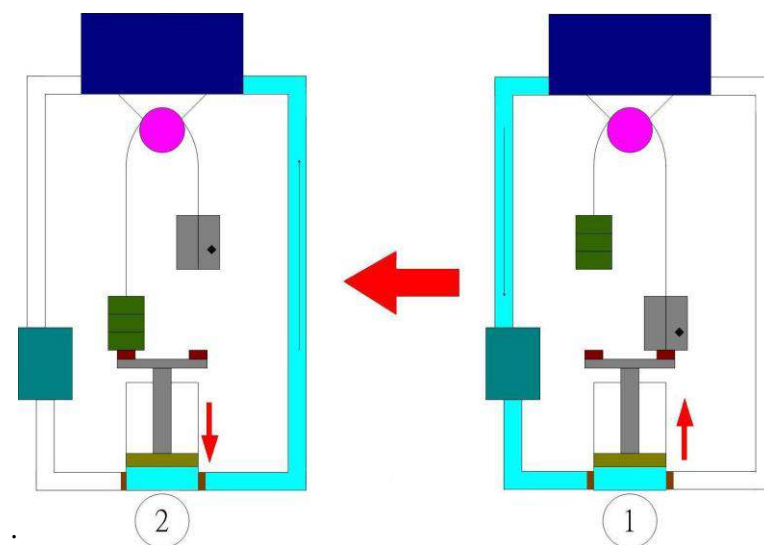


圖（十二）整體設計圖

1. 電梯及抽水系統模組運作流程：

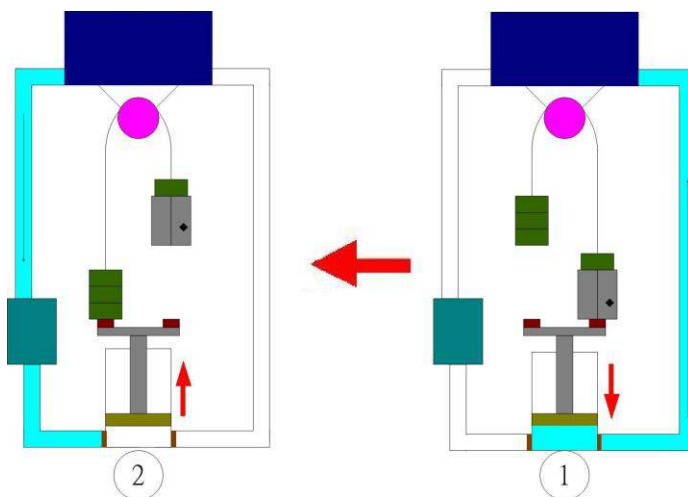
當乘客進入電梯且偵測到電梯內為輕負載上升或滿負載下降時，便會依情況分別啟用電梯端或配重端抽水裝置：

- (1) 當電梯輕載上升時(配重重量>車廂重量)，將抽水幫浦向上帶動，對電梯形成一向下施力並藉而使使電梯接近半載情況當電梯上升至一定高度時(電梯高度高於配重高度)，此時變為配重對幫浦向下施力使幫浦向下擠壓，幫浦將形成一反作用力向上，藉而減輕配重下降時煞車所需力量。



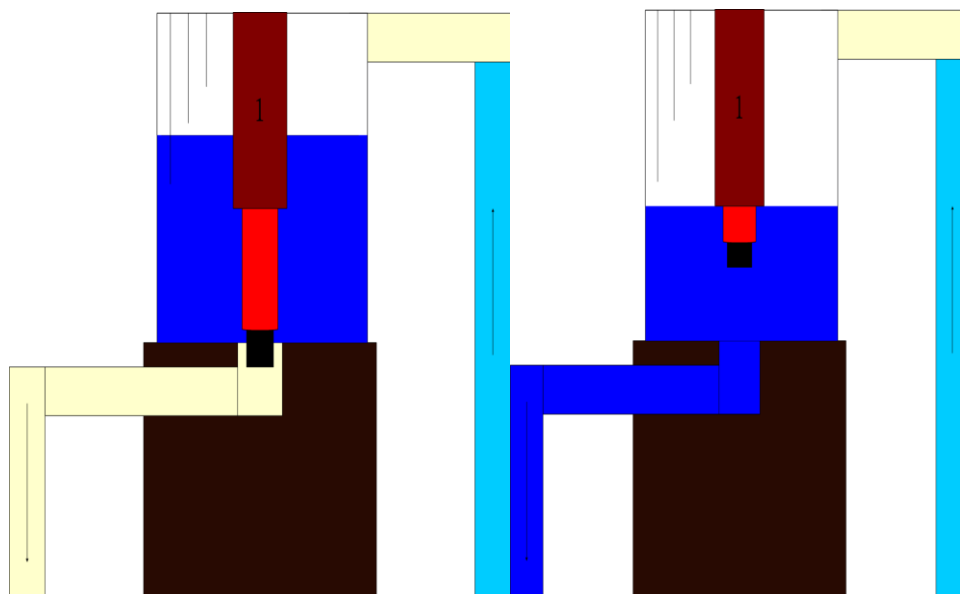


- (2) 當電梯**滿載下降時(配重重量<電梯重量)**，配重帶動幫浦向上抽拉，幫浦對配重形成一向下施力並藉而使電梯重量接近配重重量，當電梯下降至一定高度時(電梯高度低於配重高度)，此時變為電梯對幫浦施力向下擠壓，幫浦形成一向上反作用力，進而減輕電梯下降時煞車所需力量。



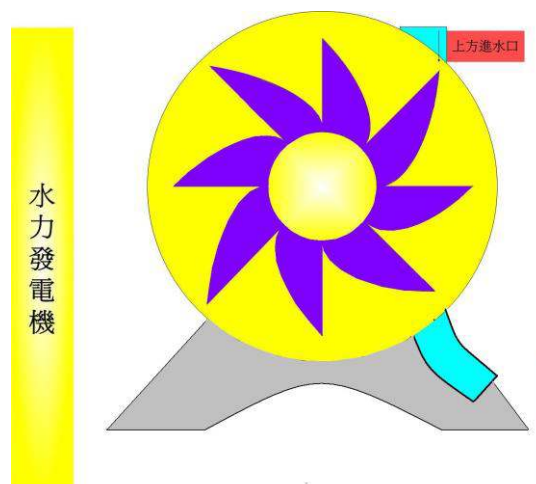
## 2. 儲水槽模組動作流程:

當溢位控制器 E1、E3 接腳偵測頂部儲水槽達滿水位時，將開啟頂部氣壓缸閥門，使頂部儲水槽內的水由濃轉為動能。



### 3. 水力發電模組動作流程:

頂部儲水槽閥門開啟後，水由位能轉為動能衝擊底部發電機輪葉，帶動發電機軸心轉動，使轉子電樞繞組切割定子磁場磁力線，產生電壓電流，發電所得能量將會作為供給負載或將電能進行儲存。



## 伍、研究結果

### (一) 電梯實際負載之耗電量

1. 從下方表格當中，可以歸納出當負載為 0% 及 25% 且電梯欲上升時與負載為 75%、100%、120% 且電梯欲下降時，為電梯運作最為耗電之時期，皆比半載費電。
2. 實際耗電數據

負載		上升			下降		
%	載重(KG)	電壓(V)	電流(A)	速度(公尺/分)	電壓(V)	電流(A)	速度(公尺/分)
0	0	220	20	29.8	220	18	30.3
25	175	220	18	29.8	220	17	30.2
50	350	220	16	30	220	16	30
75	525	220	18	29.1	220	17	29.3
100	700	220	19	29.6	220	18	29.8

120	840	220	20	29	220	18	29.7
-----	-----	-----	----	----	-----	----	------

## (二)模擬電梯根據負載情況加入抽水幫浦

- 在電梯**輕載上升**時(配種重量>電梯重量)，所以必須對電梯端施一向下力量來達到半載省電目的，因此便可以用抽水幫浦作出一施力向下，來減緩捲揚機兩端不平衡所需煞車耗電進而達到抽水目的，從表格中可以比對得到電梯載輕載有加幫浦及無加幫浦數據可以看出有加幫浦時可以幫助捲揚機減少煞車耗電，半載時由於捲揚機兩端配重擊電梯已達平衡，已為電梯最省電的耗電狀況，所以便不需加裝本裝置，而電梯**滿載下降**時(配重配重<電梯配重)，此時為解決捲揚機兩端不等重之問題，應使用配重端之抽水幫浦，對配重端施一向下拉力，使得電梯兩端能達到平衡，作出最省電的運動，並借以抽水，從下方表格數據中能看出電梯滿載下降時有加裝本設備會比無加裝此設備更為省電。

### 2.實驗數據

單位	無加裝抽水幫浦			有加裝抽水幫浦		
	電壓(V)	電流(A)	時間(s)	電壓(V)	電流(A)	時間(s)
輕載上升	220	0.6	0.7	220	0.4	0.6
半載上升	220	0.4	0.6			
半載下降	220	0.4	0.6			
滿載下降	220	0.7	0.7	220	0.5	0.7

## (三)歷代抽水設備比較:

- 根據各次討論結果結果改良抽水幫浦待加強處進行改良。

### 2.改良數據結果

發電機等級	一代	二代	三代	四代	五代	六代	七代	八代	九代
水高(cm)	50cm	90cm	95cm	95cm	80cm	200cm	125cm	250cm	200cm
水量(ml)	10 ml	10 ml	13 ml	15 ml	20 ml	20 ml	40 ml	130 ml	150 ml

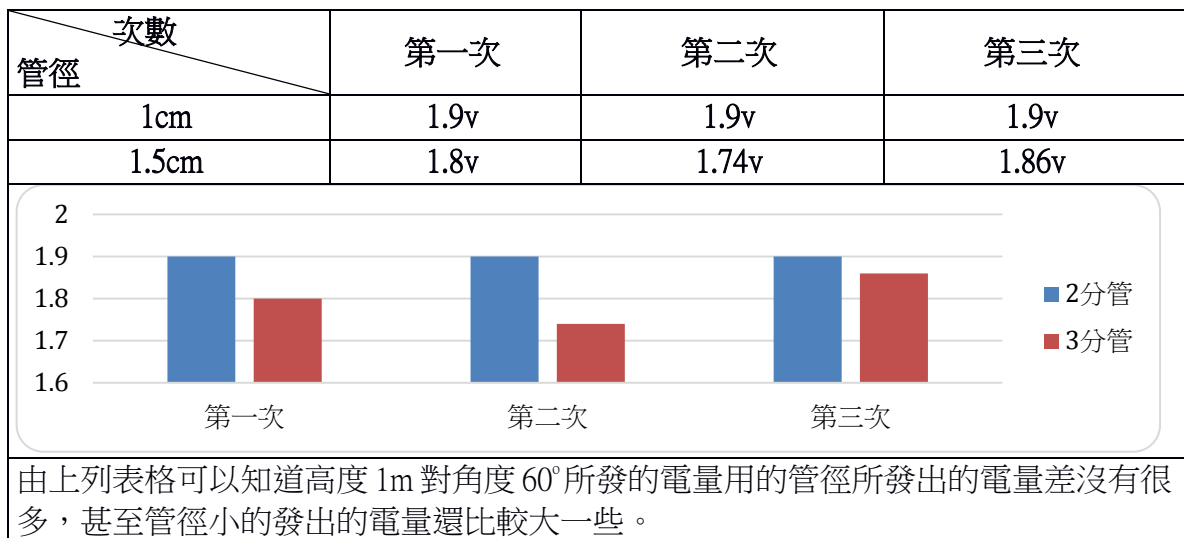
#### (四)高度對應角度之發電量

1.使用舊式水力發電機。

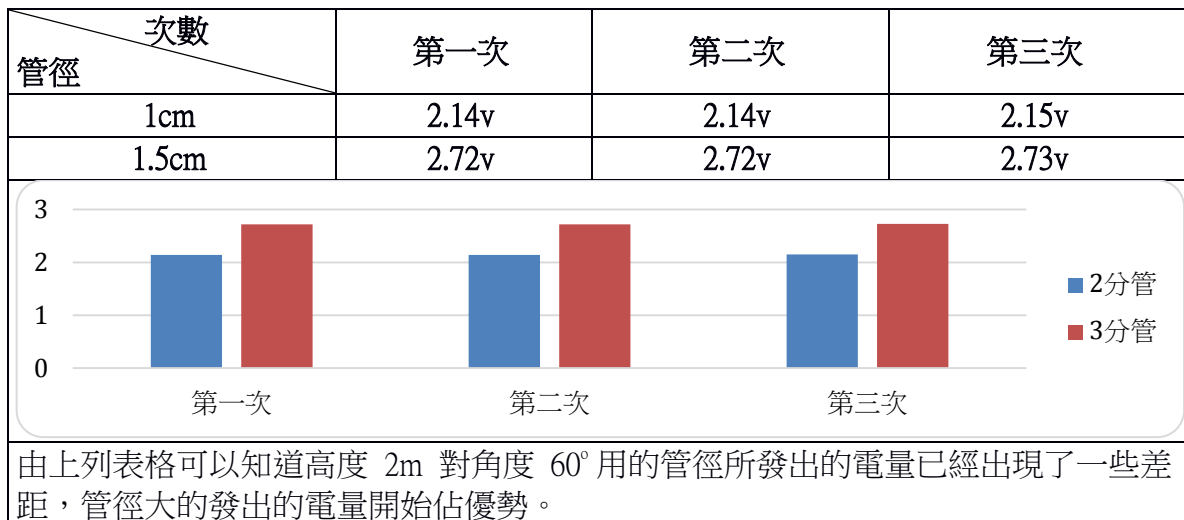
2.測試內容：分別測試角度 60°、75°、90°時，高度 1m、2m、3m 時所能發出的電量並記錄其變化。

3.測試結果

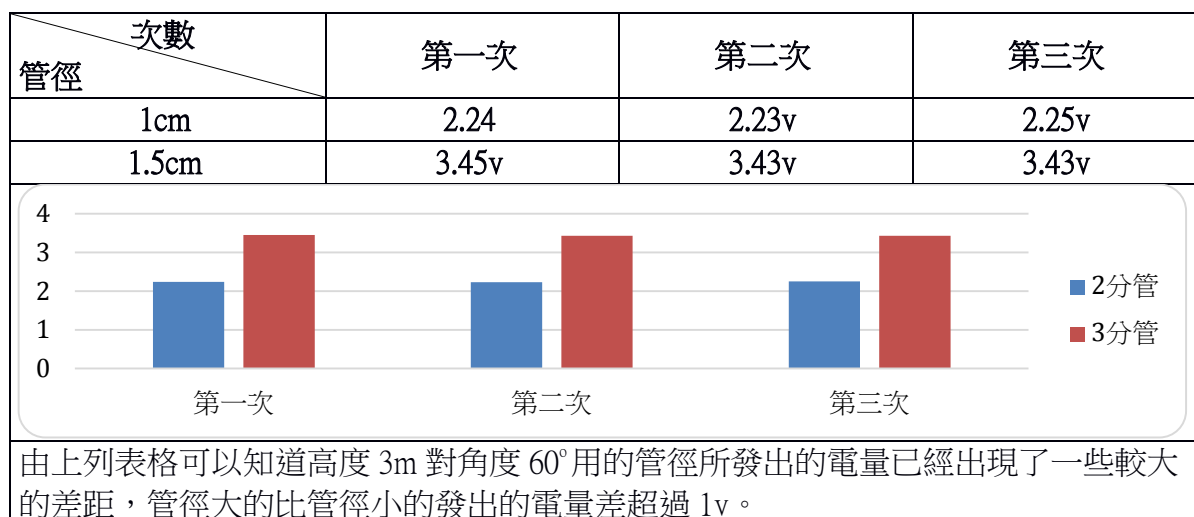
(1)高度 1m 對角度 60°所發的電量



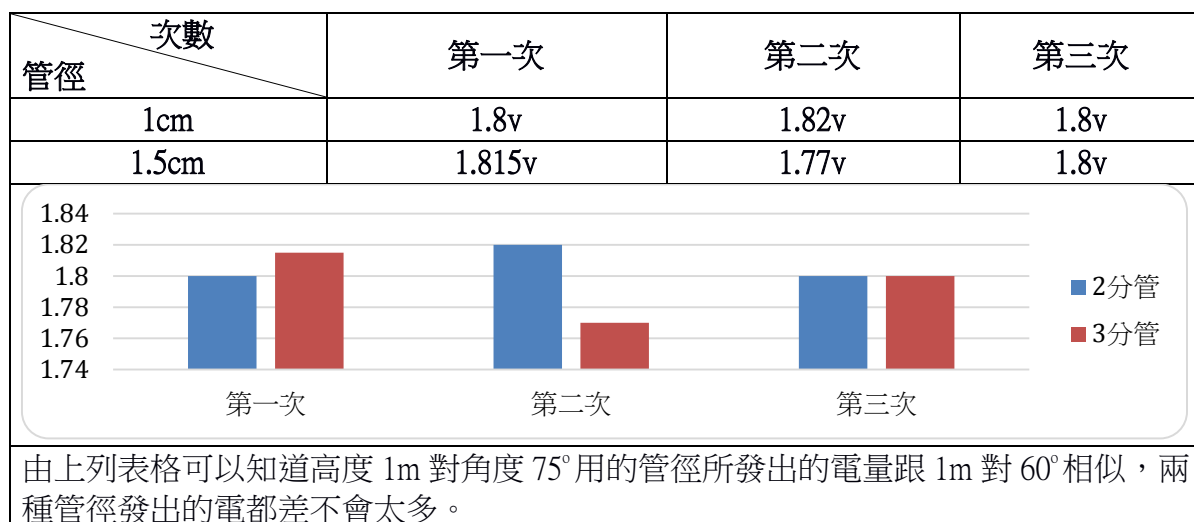
(2)高度 2m 對角度 60°所發的電量



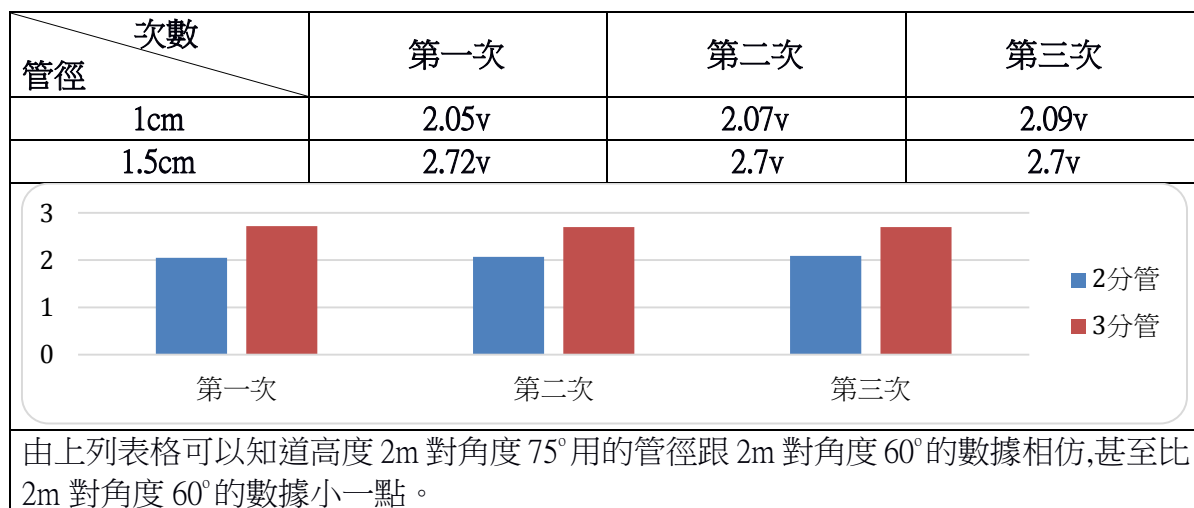
(3).高度 3m 對角度 60°所發的電量



(4).高度 1m 對角度 75°所發的電量

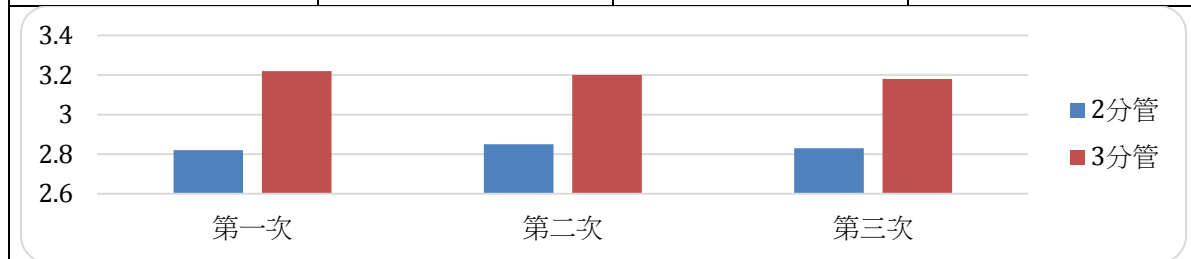


(5).高度 2m 對角度 75°所發的電量



(6).高度 3m 對角度 75° 所發的電量

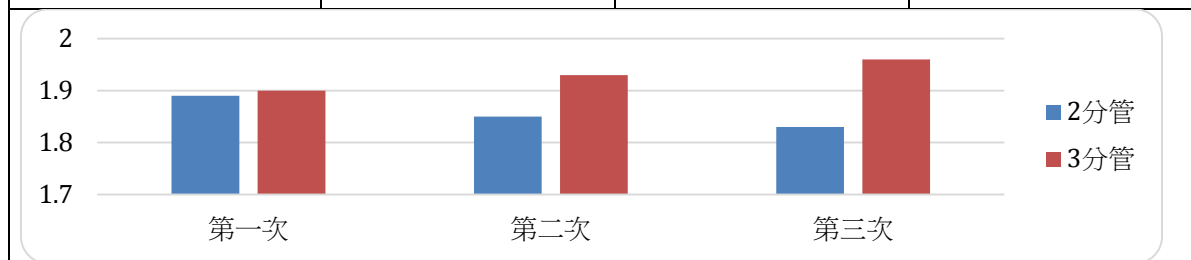
管徑 \ 次數	第一次	第二次	第三次
1cm	2.82v	2.85v	2.83v
1.5cm	3.22v	3.2v	3.18v



由上列所有表格可以知道角度 75° 的發電量數據跟角度 60° 的發電量數據比, 75° 比 60° 的結果較小。

(7).高度 1m 對角度 90° 所發的電量

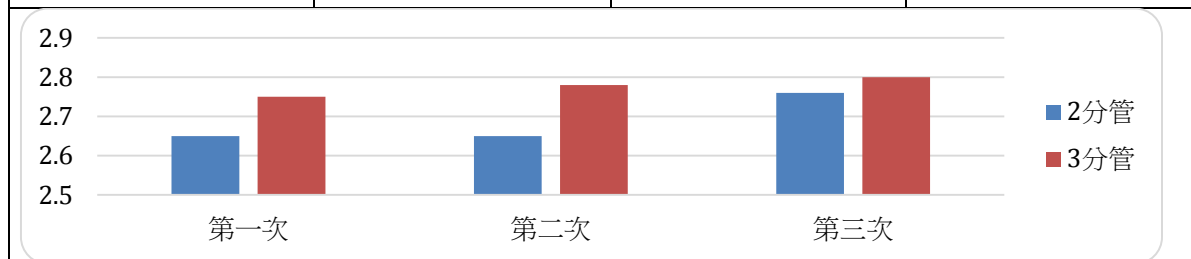
管徑 \ 次數	第一次	第二次	第三次
1cm	1.89v	1.85v	1.83v
1.5cm	1.9v	1.93v	1.96v



由上列所有 1m 的表格可以知道高度 1m 對角度 90° 跟 1m 對 60° 跟 1m75° 的數據相似, 歸類出角度跟發電量差別不大但 90° 最好。

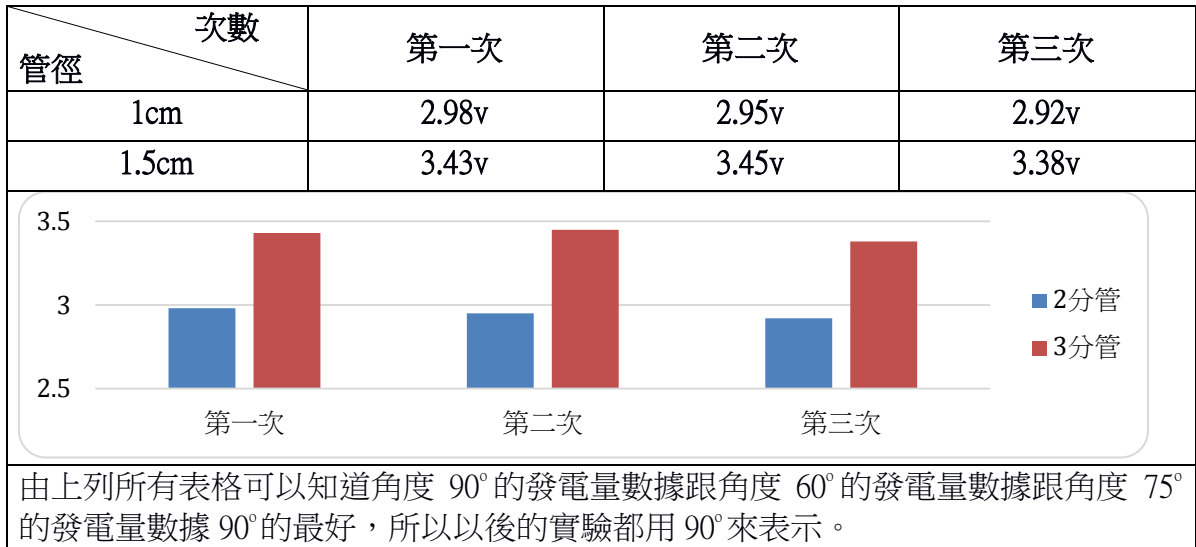
(8).高度 2m 對角度 90° 所發的電量

管徑 \ 次數	第一次	第二次	第三次
1cm	2.65v	2.65v	2.76v
1.5cm	2.75v	2.78v	2.8v



由上列表格可以知道高度 2m 對角度 90° 的管徑不管大小發電量都差不了多少, 但所有的 2m 表格得知角度 90° 的發電量最好。

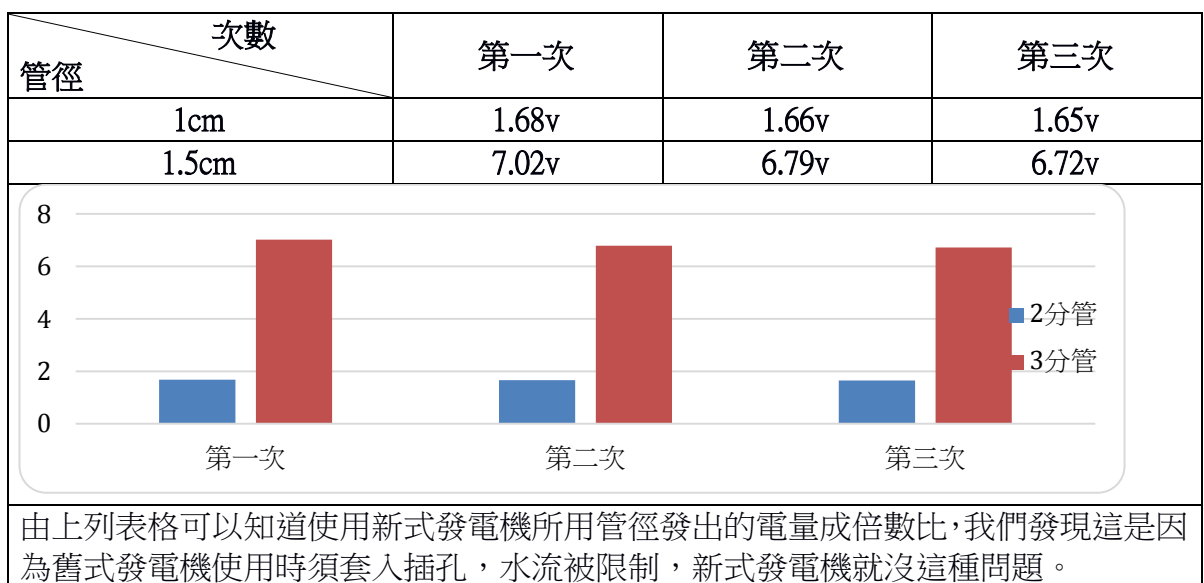
(9).高度 3m 對角度 90° 所發的電量



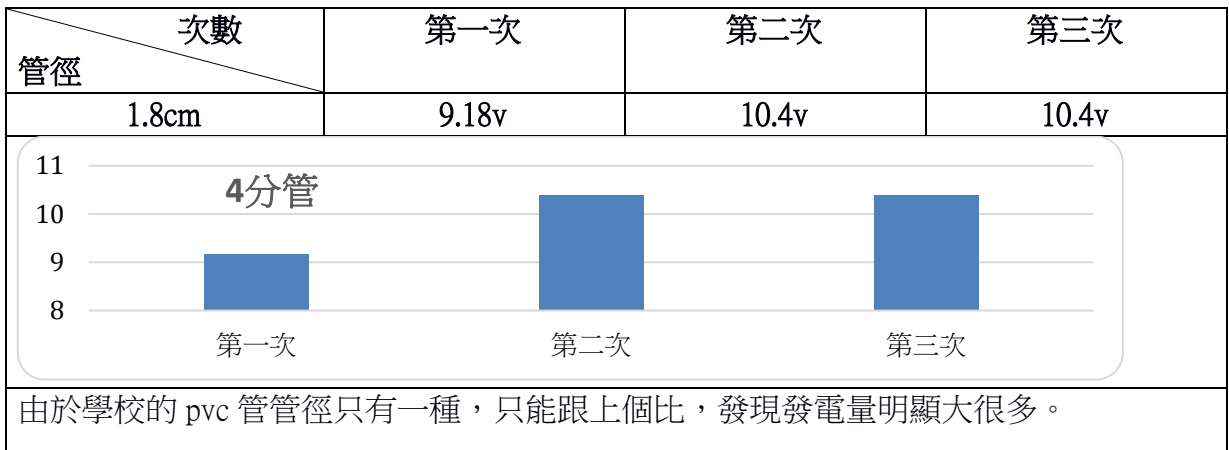
(五)硬管(pvc)與軟管測試實驗

- 1.由於舊式水力發電機壞掉所以改成新式水力發電機。
- 2.分別測試用硬管跟軟管在高度 1m、2m、3m 之發電量並記錄其變化。
- 3.測試結果

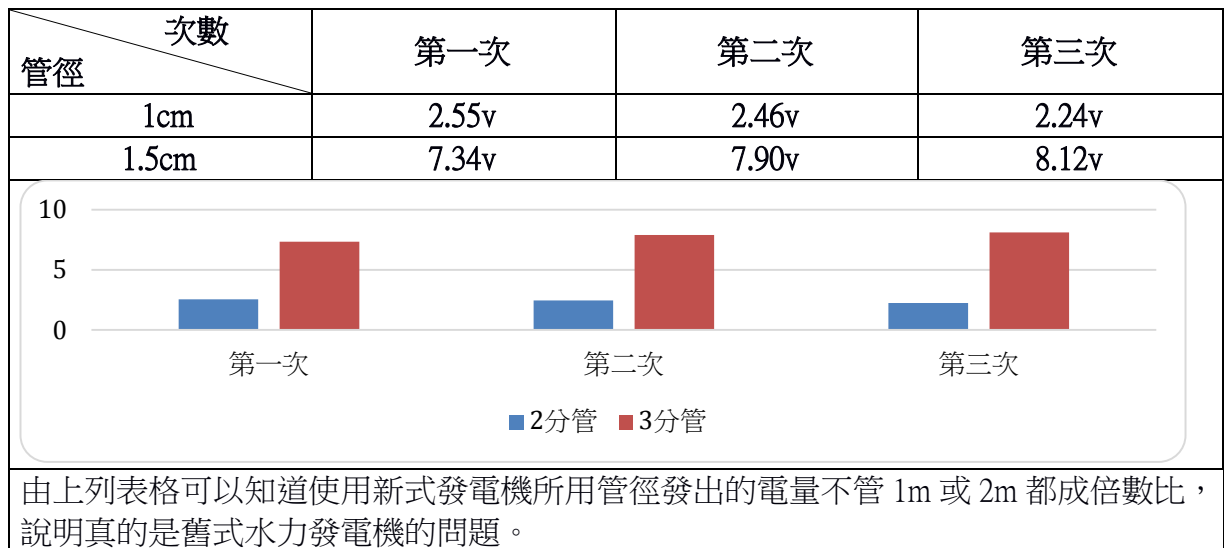
(1).高度 1m 之軟管所發出的電量



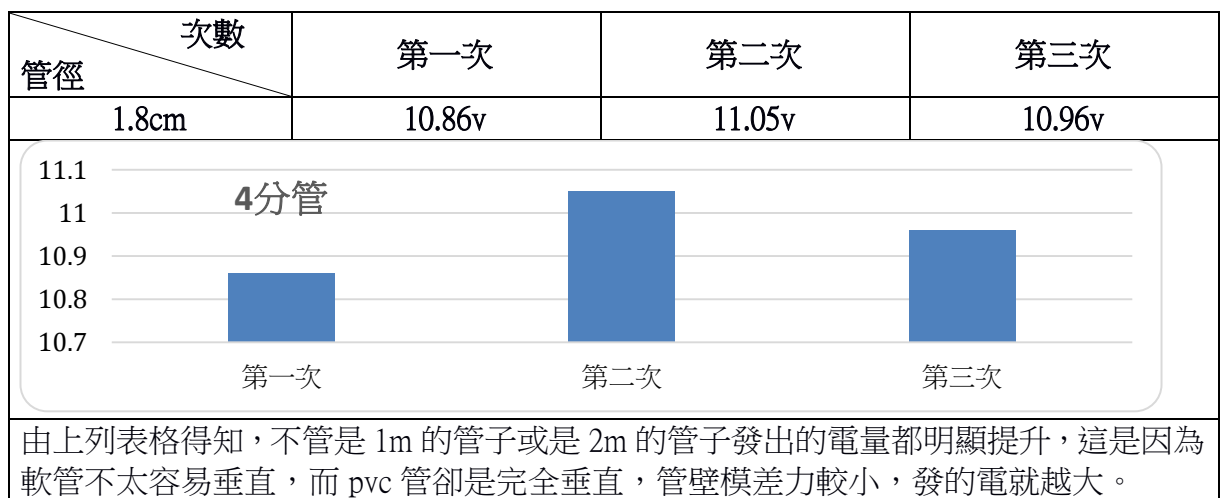
(2).高度 1m 之硬管所發出的電量



(3).高度 2m 之軟管所發出的電量



(4).高度 2m 之硬管所發出的電量





## 陸、討論

**討論一：**再生能源該從何取得。

**結果：**建構在綠能環保下利用大樓住戶必然產生的生活汙水或是雨水來形成一發電循環。

**討論二：**使用何種汲水原理來進行抽水，將水由地面引至高處。

**結果：**利用抽水幫浦之物理原理，結合在電梯底部，進行反復抽拉運動，使汙水能夠向上運送。

**討論三：**該如何使定量的產能原料製造出最大的發電量。

**結果：**嘗試使用不同管徑、高度、角度、材質之抽水與發電之引水通道，所得到結果為：愈粗的管徑、PVC硬管及較高的高度，並以垂直高度測試得出最佳抽水與發電效率。

**討論四：**進行發電時發電機之電壓該如何有效的提升。

**結果：**改良輪葉之設計，探討過各種形狀所造成的發電量與轉速後，得出最佳方案為 U 形輪葉槽配合半封閉式深槽可得出最佳電量數值。

**討論五：**除了能以大樓廢水進行發電原料的利用以外是否有其他方法可以進行汲水。

**結果：**由於大樓抽水幫浦之抽水是抽至大樓頂端，我們想到將頂樓儲水槽設計露天狀，在天候不佳降雨時即可汲取雨水，達到最有效最環保的集水方式。

**討論六：**電梯運作高度的問題

**結果：**經過了多次的實驗，我們發現本研究還是有值得我們再加以精進與改造的地方，電梯上下運作帶動抽水裝置，但是隨著乘坐電梯所至層數的不同，抽水幫浦就該運作至不同高度，因此我們為解決此項問題便將抽水幫浦改為多段式，當電梯運載至一定高度便利用磁鐵進行脫離，處理了高度極限問題。

**討論七：**抽水水高度與水量極限問題

**結果：**因為抽水的水量是控制發電量的主要因素，因此我們為這點進行改良得到可以更改配重重量，加大抽水裝置容量以及縮小出水口三種方法來解決此問題，最後得出最佳結果為兩端重量接近但配重端略大於電梯端之重量可以產生最佳運載效率，抽水

裝置上我們也嘗試各種改造方案，製作結果為抽水最高水高 200cm、抽水水量：150cc/次，但應為必須結合在地梯模組上，所以我們便暫不使用大型抽水機以小型裝置來作為我們最終實驗之基準，抽水水高尚我們進行諸多管徑實驗，得出結論為最小管徑能將水引至最高處。

#### 討論八：額外的施力

**結果：**在實驗過程中我們也發現了施力問題，當電梯加上此套模組運作時會較只有電梯運作時多出額外的啟動轉矩，而經過我們的思考後，我們以物理的概念來詮釋，我們可以協調最佳配重分配來減少所需轉矩。

## 柒、結論

本次研究應用 PLC、電梯、頻器概念及抽水裝置加以結合，並設計出一套抽蓄發電系統，透過電梯的使用帶動整套系統的運作，使用大樓住戶產生之汗水成功進行發電，打破以往搭乘電梯只會消耗電力的概念，並進一步達到節約能源、廢物利用的功效。

此系統設計成一水循環，使用大樓汗水並利用頂部儲水槽進行雨水之汲取，不須額外消耗水資源即可運作，本系統有三大成效：住戶廢水以及雨水再利用、電梯及配重端間的借力使力還有多坐益善。藉由廢水再利用，達到節約能源、綠能利用的概念；電梯及配重端間的借力使力則能夠相對減少馬達所消耗之功率；最後多坐益善則是，當頻繁的使用電梯時，進而促使系統不斷的運作，進行產能的動作，這正是所謂的“坐越多，電越多”的概念。

將來期許本系統能夠運用在更高樓層的大廈上，使得每棟大樓都能夠有節約能源、綠能利用的概念，並結合更多方面的應用，使得本系統逐漸成為一套健全之環保體制，促使人人都能享受到節能發電的美好饗宴。

## 捌、參考資料

- 一、可程式控制實習（適用 FX2N/FX3U）謝進發編著。台北市 台科大圖書
- 二、工業配線（術科指導）黃煌嘉編著。台北 全華圖書
- 三、三菱可程式控制器 FX3U 使用手冊。廖成旺發行。台北市 双象貿易
- 四、可程式控制實習（設計實務）彭錦銅編著。台北市 台科大圖書
- 五、人文旅遊網。<http://home.phy.ntnu.edu.tw/~eureka/contents/elementary/chap%205/5-5-4.htm>
- 六、宋明棟（2013）。水力發電。私立大同大學。<http://www.bioeng.ttu.edu.tw/reviewcontest/winnerspapers/201103001.pdf>
- 七、物理雙月刊(廿九卷三期) 2007 年六月 689-695
- 八、泵浦之結構特性及原理。三太造機廠。<http://www.santaipumps.com.tw/泵浦之結構特性及原理.pdf>
- 九、電梯資料網。<http://www.hkelev.com/index.html>
- 十、中國百科網。<http://www.chinabaike.com/t/9642/2014/0412/2022539.html>
- 十一、台電總理處主樓升降機延壽工程。<http://pcces.pcc.gov.tw/csnew/Tools/PDFandPPT/台電總理處主樓升降機延壽工程.pdf>
- 十二、三菱電梯。  
[http://www.mitsubishielectric.com/whatschanging/ecochanges\\_tw/elevators/index.html](http://www.mitsubishielectric.com/whatschanging/ecochanges_tw/elevators/index.html)
- 十三、電梯資料網。[http://www.hkelev.com/elev\\_str.htm](http://www.hkelev.com/elev_str.htm)
- 十四、升降機的基本構造。[http://www.hkelev.com/elev\\_str.htm](http://www.hkelev.com/elev_str.htm)

## 【評語】 091007

1. 本作品是利用抽水幫浦的抽水原理，搭配電梯動作時所產生的反覆運動將地下汗水抽至頂樓，再由頂樓的儲水設備將汗水以自然的排放對地上的發電機產生作用力，進而達成發電的目的。此作品具有節能省電的功能。
2. 整套系統具體完整，汗水以自然的排放，對地上的發電機也呈現有發電的功能。唯抽水幫浦的設計有缺完善，使得汗水往上輸送的高度受到限制。
3. 抽水幫浦的動力源非全部來自於配重塊的重力，而部份來自於電梯馬達的動力。此多消耗的電力與能源，本作品缺少探討。