

# 中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高職組 機械科

第一名

090901

自動化節能飲水機

學校名稱：國立花蓮高級農業職業學校

作者：  職三 王宣盛  職三 廖煜豪  職三 楊 迪	指導老師：  黃俊霖  張建興
---	-----------------------------

關鍵詞：飲水機、節能、人機介面

# 得獎感言

## 高職生活也可以不一樣

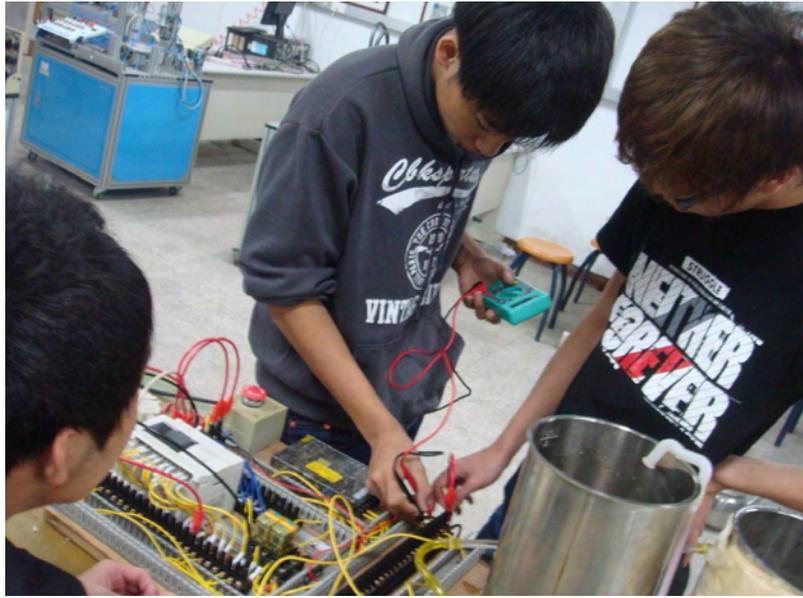
當初在要參加科展前，其實我們的作品並不是要參加比賽，這個構想源自於高三上學期專題討論課程，老師要我們想一個題目，而且這個題目要以高職生活所學的技術為基礎，並且能獨立完成為原則，因為我們念的是生物產業機電科，學的東西很廣。後來題目出來後，藉由每一週上課時與老師討論後的結論，每週一直不斷的累積，最終才完成這個作品，期間經歷很多的困難，這些困難讓我們學會自己找材料的方法，自己翻手冊的技巧，還有就是團隊的溝通。

高職生的我們其實學會很多的技術，但都只是會，並沒有真正應用在實際的機器上，而我們經過這一年的努力後，大家都覺得高職學的東西原來這麼有用，從開始有構想的電腦3D繪圖，到後來的配線技巧、程式書寫、觸控螢幕的控制技術還有就是作品的呈現方法，這些組織及綜合的能力讓我們獲益良多。

準備期間我們常常有要放棄的念頭，因為遇到的困難無法立即解決時真的很無力，每每要放棄的當下還好老師總是給我們鼓勵，最重要的是他總是扮演一個推手，適當的催促我們的進度，提高作品的要求，這才使得我們可以將作品朝最佳模式前進。

還記得在參加5月份東區科展競賽前，當時也只是抱著參加就好的心態，沒想到在成績公布的時候一舉取得特優的結果，那時候真的已經很高興了，之後因為高三的身分，馬上就面臨畢業的問題，組員在畢業典禮後，跟老師在談全國科展時，我們內心一直很猶豫，因為大家家境都不好，要升學的話，暑假期間需要去打工，那全國賽只好放棄，當時老師也只能同意，並不責怪大家，沒想到一通電話改變了這一切；老師說東區科展的評審在聽到我們說不參展時，打了一通電話給校長，他說太可惜了，題目很有創意，並且符合現在節能趨勢，應該鼓勵學生參展，所以又請老師跟我們談看看；我記得老師說了一句話，『每個月都可以去打工，但是很可能你一輩子只有這麼一次機會可以跟全國的好手一同競賽，這是多少人的夢想，你們卻要放棄。』當時我們都覺得好像是有那麼點可惜，只要花一個禮拜的時間參加比賽好像也不是太花時間，後來我們利用打工的空檔將作品再整理一遍，7月底正式參加比賽。

你問我結果如何的話，我想一念之間真的完全不同，能夠在全國競賽的殿堂，聽到司儀念到國立花蓮高農的剎那，真的快瘋了，真的是第1名的肯定，這對我們而言真的會永生難忘吧！事後花蓮所有的朋友、親人每個人都是難以想像的興奮，我們做到了，為我們的高職生涯畫下了一個很不一樣的句點。



專題期間利用六、日到校修改線路



原型機完成了，好像有一點像機器人



我們做到了，高職生活真的也可以不一樣

## 摘要

改良傳統飲水機總量加熱模形，採局部加熱方式僅將所需飲用量做加溫動作，以達到節能省電目的。而使用人機介面(觸控螢幕)操作，讓操作更便利，符合人性化需求，並且應用高職機電整合實習課程，將所學 PLC 可程式控制和迴路設計製作出讓不同喜好的使用者，依需要取得不同溫度的熱水或是溫水，並且能夠定量供水。

## 壹、研究動機

常常我們想吃泡麵、泡茶或沖牛奶時，水溫不是低於 100°C 就是太高，而且在等待加溫又要等很久，所以想到是不是可以只加熱需要的水量，將熱水瓶的加熱次數改為加熱生水一次到煮沸，不需要每天讓它做自動加熱升溫，當需要冷水就直接出水，需要不同溫度的熱水或是溫水時才加熱所需飲用量，以節省能源。

熱水瓶在加溫的時候非常消耗電量，之後會一直維持保溫狀態，而市面上熱水瓶幾乎是一天到晚都在耗電，除生水加熱到 100°C 外，在其水溫低於 85°C 或更低時又再度煮沸，水量幾乎是整桶，但使用者卻往往只需 200 cc~500 cc 的熱水，造成每戶家庭不太喜歡使用熱水瓶，大部分的家庭都改買飲水機，但飲水機熱膽也是一直在作保溫及加熱，只是多了一個溫水蓄水桶罷了。

## 貳、研究目的

- 一、減少耗電量。
- 二、改善飲水機加溫次數。
- 三、改善傳統飲水機及熱水瓶的缺點。
- 四、能顯示現在溫度及友善的使用介面。
- 五、更安全省電的加熱模式，平時不加熱就可以防止電線走火及火災的發生。

## 參、研究設備及材料

1. 止水閥 (24V, 7W)	2. 電熱棒 750W
------------------	-------------



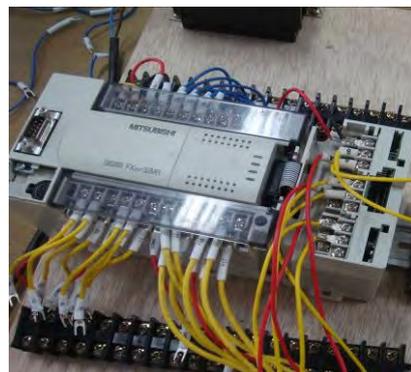
3.同心油鍋

4.鋁型材料



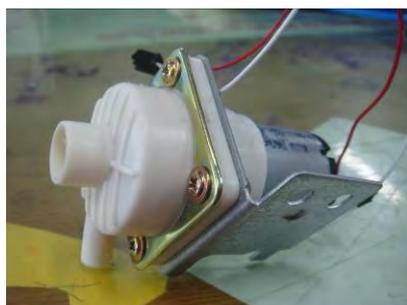
5.人機介面 (台達電 DOP-AE80THTD)

6.PLCFX-2N 含 4AD/PT100)



7.抽水馬達

8.溫度感測器



9.RO 接頭

10.塑膠硬管 (PU)



11. 瓦時計 (大同單相兩線式)



12. 熱水瓶 3L (加熱 680W 保溫 50W)



## 肆、研究過程及方法

### 一、市面上飲水機耗電調查：

市面上的熱水瓶消耗額定約為 680W~750W，電熱水瓶只要不是煮熱(沸)時都是保溫狀態，約為 50W~90W，且電熱水瓶裡面的水溫只要低於設定的溫度，(一般是 90°C、85°C、或更低) 就會自動啟動煮沸開關；以冬天來說，瓶中的水從常溫加熱到百度，大約需 20-30 分鐘故耗電約為 0.35~0.4 度電 (以瓦時計實際量測所得)，若一天加熱兩次，一個月下來就要用掉 22.5 度電 ( $0.375 \times 2 \text{ 次} \times 30 \text{ 天} = 22.5 \text{ 度電}$ )，其次沒加溫時熱水瓶也會保溫而保溫也會耗電，功率若為 90W 一天就是  $90W \times 23h = 2070W$  為 2.07 度，一個月為  $2.07 \text{ 度} \times 30 \text{ 天} = 62.1 \text{ 度}$ ， $22.5 \text{ 度} + 62.1 \text{ 度} = 84.6 \text{ 度}$ ，以台電目前電價 1 度為 3.02NT，一個月就要  $84.6 \text{ 度} \times 3.02\$NT = 255.492\$NT$ 。

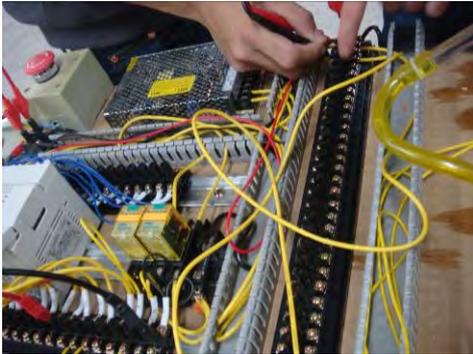
而大型飲水機的熱水桶約為 20L，溫水桶也有 10L，耗電量相對可觀，其花在再加熱或是保溫的電費相對驚人，以 20L 熱水桶及 10L 溫水桶的大型飲水機為例，光是待機保溫沒有飲用的情況底下，我們以瓦時計實際測量發現，一天就要花 3 度左右的電力，以學校動輒 50~100 台的飲水機來算，每天就要花 150 度~300 度在保溫上面，等於是 453\$NT~906\$NT。

### 二、改善一般飲水機浪費能源的可行性方法：

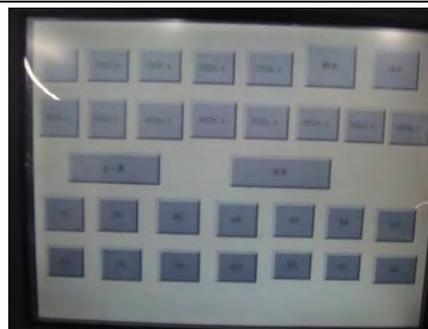
我們多加了一個小型熱膽，使用時將自來水加熱一次至飲用水，抽至到第二個蓄水桶，由於我們沒有加裝保溫系統，所以水會因為熱傳導慢慢降溫至室溫，緊接著再注水到第 1 加熱桶加熱，因為加熱桶具有普通保溫功能，故降溫較慢，第 2 蓄水桶就可以提供冷水飲用，當要喝溫度介於 25~60°C 之溫水可以在人機介面設定水量及溫度，水會被送到小型熱膽加熱，因加熱量及溫度低於 100°C，所以消耗電費也降低，改善了熱水瓶只提供 90 度以上的熱水，並減少耗電量。

### 三、 實作方式:

- (一) 我們利用了人機介面來做開關控制和溫度儀表，還有水位和溫度的控制，而且利用 PLC 來做操控，以簡化傳統控制介面，提昇操作及製作的便利性。
- (二) 以機電整合課程所學的 PLC 控制及溫度感測器 (PT100) 運用在加熱過程的水溫變化。
- (三) 因採用出水馬達做出水設計，故實際量測出水量與時間的變化，並利用程式來做水溫控制混水比。
- (四) 採用 PLC 及人機介面配合程式，除了方便修改及硬體配線容易外，也可以讓我們研究數據比較方便。
- (五) 實作

<p>1. 首先我們找了回收不要的熱水瓶，將它拆掉並取出適合使用的零件做後續實作使用，如右圖。</p>	
<p>2. 設計 PLC 的控制迴路及配置小型熱膽。</p>	
<p>3. 由於出水桶要有出水開關和加入我們的電熱棒，所以我們必須在桶子上鑽孔。</p>	

4. 寫 PLC 程式還有設計人機介面的樣式，如右圖。



5. 程式寫好在測試途中我們發現，桶子會有空燒狀況，老師建議我們可以使用滑輪來做水位開關，於是我們在桶子邊加了定滑輪，在底部加了金屬感測器利用水浮力來做低水位判別(後來改採微動開關以降低研發費用)。



6. 測試時又發現第 1 加熱桶沒有蓋子加熱速度會很慢，且導致溫度無法達到 100 °C，但蓋子又會引響到滑輪線，所以就將蓋子用砂輪機磨出一個缺口之後再做測試，溫度就可以正常升高了。



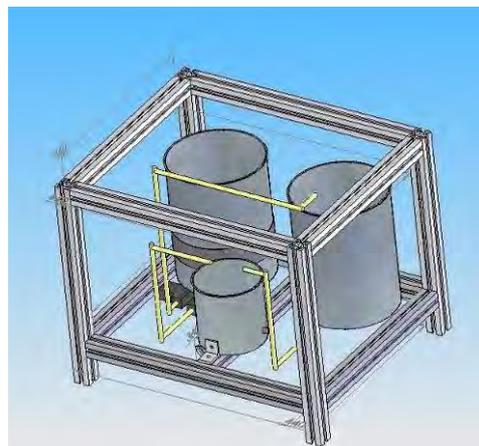
7. 接下來我們在加熱桶的部份加了 2 個止水閥，配合出水馬達使用，以當做分水及出水不同功能，讓第 1 加熱桶的熱水可以往 2 個方向走，以完成分水動作。



8. 把所有製作過程中的問題排除了之後，第一台原型機完成了。



9. 我們將初代的樣子做好以後，老師建議我們改用鋁材來作為支架，但是鋁材不好裁，而且要先規劃好再來做才不會浪費材料，於是我們就先用 SolidWorks 軟體來做支架設計的立體製圖，我們也稍微將桶子要擺設的位子做了定位 如右圖。



10. 設計圖畫好以後，我們開始切鋁材，並將鋁型材料組起來製作成設計圖的樣式如右圖。

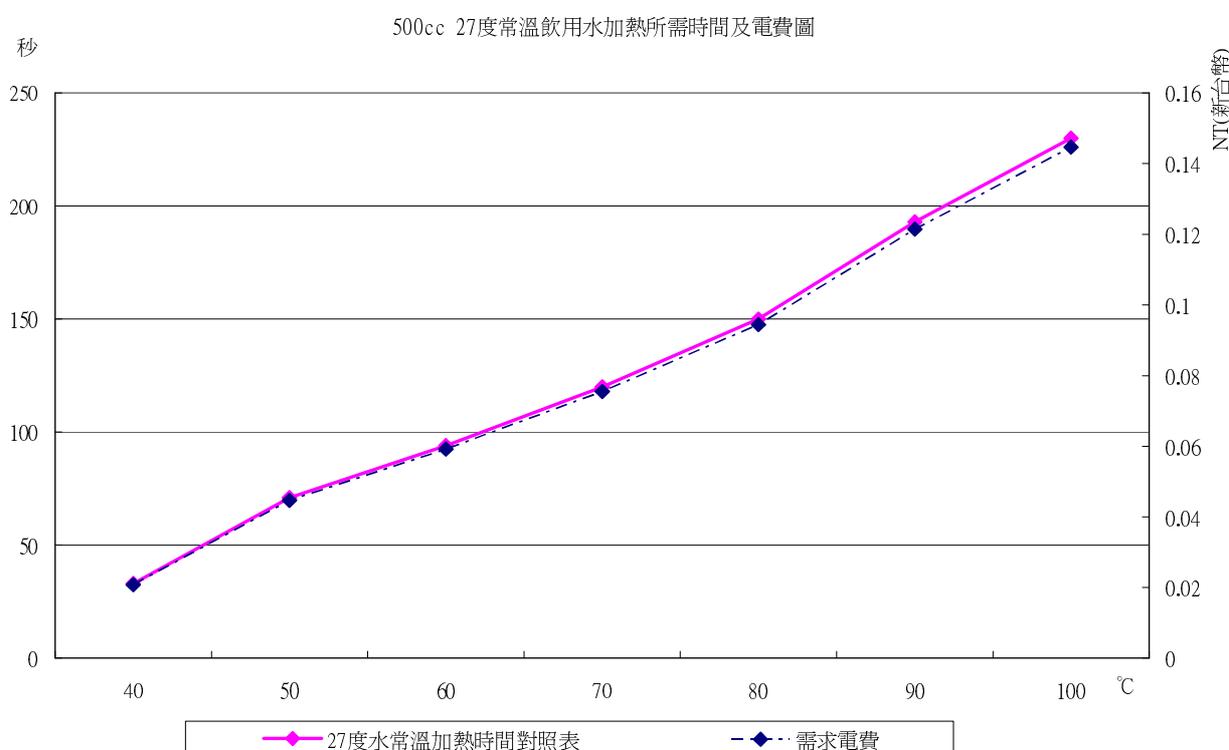


11. 我們把外框組好以後，將 2 個水桶固定在支架上，拿一塊木板將 PLC 固定於上方，將 PLC 的線重新配置好，就將 PLC 配線板鎖在支架旁把所有的配線繞過，加熱條和有水的危險部分，我們也把止水閥的位子鎖好水管裝好，把出水時間重新計算，把新的數值改進程式裡讓出水正常，如右圖。



## 伍、研究結果

- 一、一般日常生活中的飲用水往往不會超過 500cc，但是出水溫度卻只有 100℃ 或是溫水，有了本機貼心的設計，可以決定到底要 40、50、60、70、80、90 或是 100℃ 的水溫，而且因為加熱速度快，再也不必爲了泡麵要枯等 20 分鐘了。
- 二、耗電上因爲僅需加熱所需溫水或熱水，所以單次加熱時所耗電力爲一般熱水瓶或是飲水機的 1/6~1/3，相當節省。
- 三、等待加熱時間很短，以 500cc，27℃ 的冷水爲例，即便是加熱到 100℃，也只要 4 分鐘的時間，若是只要泡牛奶的 50℃ 溫水，也只要 1 分多鐘，真的是相當快速，而一般的冷水就只要直接出水即可，其加熱時間及耗電對照圖如下。



圖表 (1-1) 500cc 冷水加熱時間及電費曲線圖

四、省電能力表現：如下表所示，無論是一般熱水瓶或是本機在無飲用的情況下，單單將生水 3L 加熱至 100℃，每次均需花費 0.86 元，而平時保溫時，因本機僅做物理性保溫，故只有 PLC 及人機介面的待機耗電，本機一天僅需 0.71 元的待機電費，一般熱水瓶卻要 3.56 元以上，兩相比較，本機已經省下約 4.22 元(本機 0.86+0.71=1.57 元，熱水瓶 0.86+3.56+1.37=5.79 元，5.79-1.57=4.22 元)；因爲使用狀況不同很難比較，所以我們以單次定量及定溫使用下的耗電做比較。

(一) 最極端的情況是一天飲用 6 次，全部使用 100℃ 熱水的耗電，一般熱水瓶一直保持在高溫故不需要再加熱，耗電量爲 0，本機單次將冷卻後飲用水加熱至 100℃，每次需 0.145 元，共 6 次計，則需花費 0.87 元，兩相比較，一天下來本機需花費 2.44 元(1.57+0.87=2.44)，熱水瓶要 5.79 元，省電程度爲 58%

(二) 其它情況分別為 90℃、80℃、70℃、60℃、50℃、40℃，分別可以省電 60%、63%、65%、66%、68%及 70%，所以若是不喝熱水的人，可省下超高電費。

(三) 依照個人使用習慣，我們製作如下表格以供參考。

	基本耗電 1 個月 (本機)	基本耗電 1 個月 (熱水瓶)	備註
待機之耗電電費	47.03NT	173.56NT	1. 500cc 是一般水杯及泡麵杯的大小。 2. 本表的電費是以圖表(1-1) 500cc 冷水加熱時間及電費曲線圖為基礎作計算。 3. 熱水瓶僅能提供單一種溫度。
每天將 3L 儲水用完耗電			
每次取用 500mL 熱水 100℃ (1 天 6 次)	73.08 NT(省電 58%)	173.56 NT	
每次取用 500mL 熱水 90℃ (1 天 6 次)	68.89 NT(省電 60%)	173.56 NT	
每次取用 500mL 熱水 80℃ (1 天 6 次)	64.02 NT(省電 63%)	173.56 NT	
每次取用 500mL 熱水 70℃ (1 天 6 次)	60.62 NT(省電 65%)	173.56 NT	
每次取用 500mL 熱水 60℃ (1 天 6 次)	57.67 NT(省電 66%)	173.56 NT	
每次取用 500mL 熱水 50℃ (1 天 6 次)	55.07 NT(省電 68%)	173.56 NT	
每次取用 500mL 熱水 40℃ (1 天 6 次)	50.77 NT(省電 70%)	173.56 NT	

表(1-1)本機及一般熱水瓶耗電對照表

(四) 因為人機介面(觸控螢幕)的普及，價格也更平易近人，利用人機可增加操控的便利性，我們採用捷運代幣購買的模式，使用者只需依照溫度=>水量=>出水，即可在短時間內取得所需水量，可說是大大提升飲水機的使用範圍。

## 陸、討論

- (一) 我們在製作剛開始的時候為了配合 PLC 控制及人機介面控制，使用了舊的電熱水瓶，後來發現他的抽水馬達需要放在機構的底部，所以把外部及裡面的單晶片電路板給拆掉，再利用滑輪解決空燒問題，並增加混水方式，達到更節省熱能的方法，但是我們卻遇到了分水的問題，老師就建議我們用止水閥，利用止水閥的啓用功能解決了分水的問題，讓水從加熱桶分別可進入出水桶和冷水桶
- (二) 我們在程式上遇到了困難，老師把 PLC 相關程式的資料、書籍提供給我們做參考，利用書籍上的傳送、比較指令來做分水和水量輸出的比較，並使用四則運算指令作人機介面的顯示及混水時熱水和冷水的出水量控制。
- (三) 因為我們採用的是 PLC 及人機介面的組合，所以在研發階段的程式及配線上相當

容易，也因為 PLC 程式書寫及變更的方便性，對我們製作成品有相當大的幫助。

- (四) 因為要考量到安全性的問題，擔心有空燒的現象，所以老師建議我們要設計一個防空燒的安全機制，在就地取材的方便性上，我們採用浮球及極限開關作低水位安全限制。

## 柒、結論

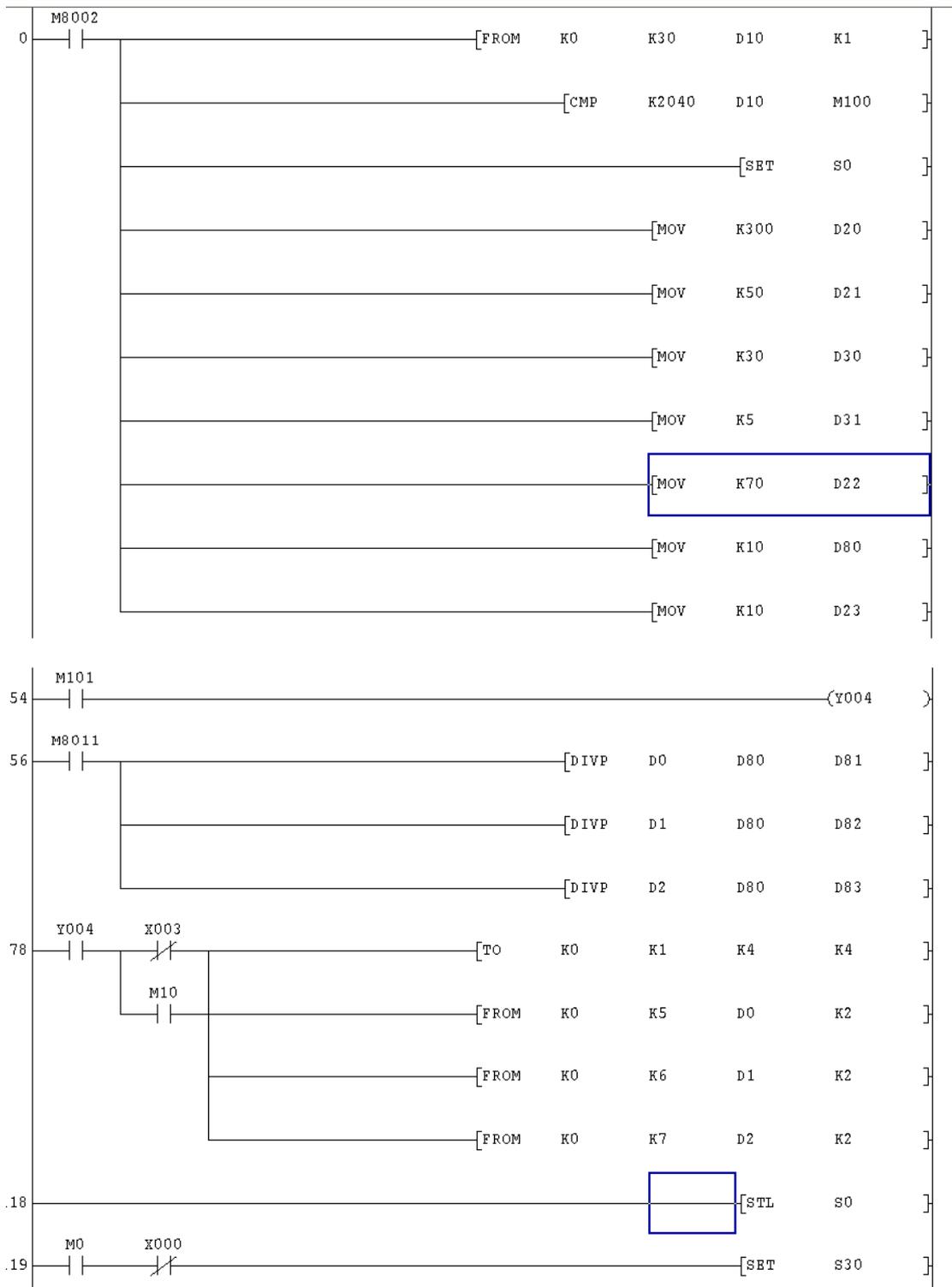
- (一) 本確含已初步達到節能電力與定量出水功能，更進一步和老師討論出使用混水的功能，能減少加熱時消耗的功率，而將來若有機會實體化量產，可以改採單晶片及人機配合，節省成本也更省電力。
- (二) 可再改進地方
1. 水位感測防空燒的方式。
  2. 提高生水加熱桶的保溫效率(目前使用玻璃綿做保溫)。

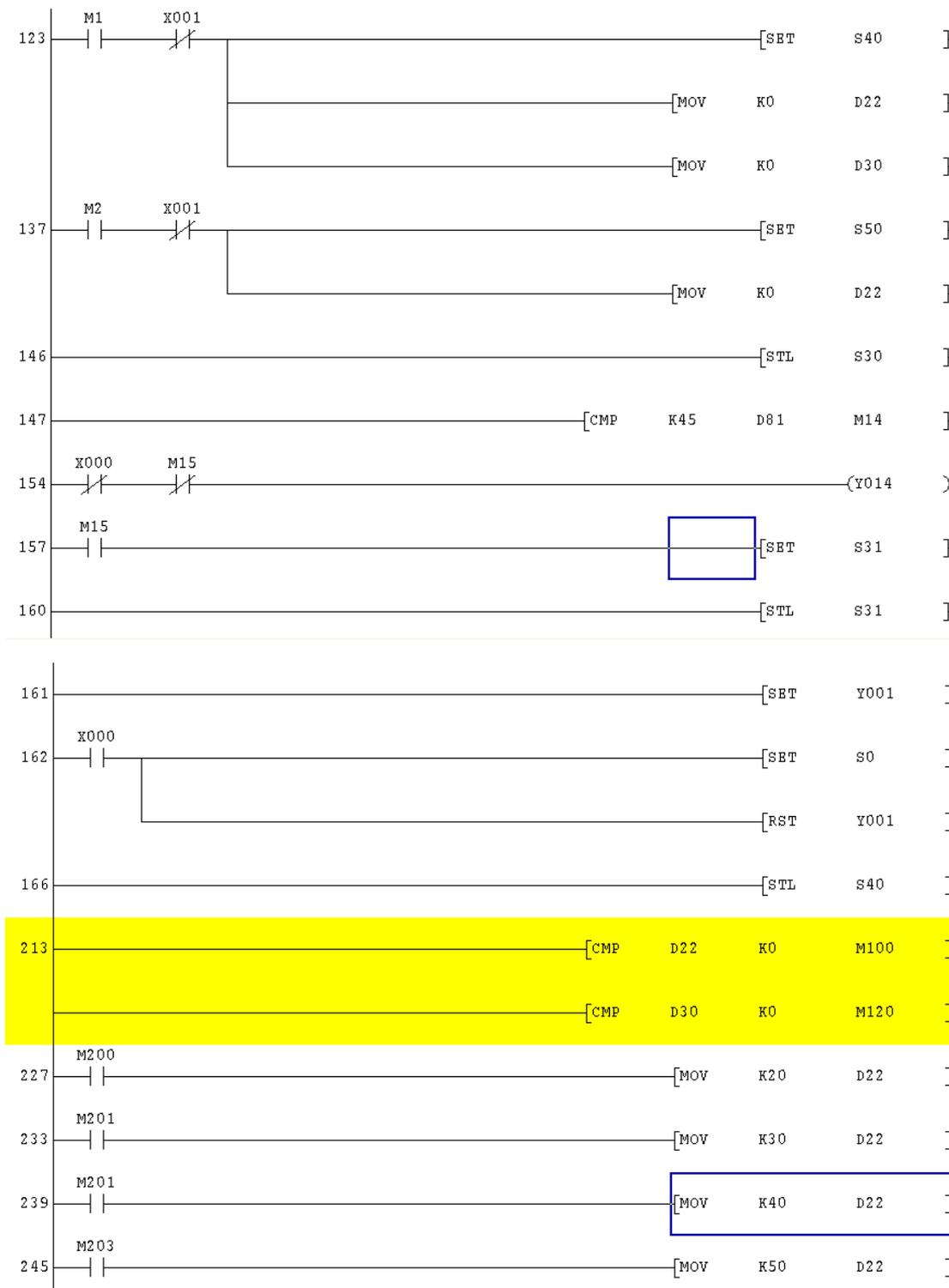
## 捌、參考資料

1. 陳福春編著，PLC 可程式控制器原理與實習，高立圖書有限公司
2. 謝進發編著，可程式控制實習(適用 FX2-FX2N)，勁園·台科大圖書股份有限公司
3. 雙向貿易股份有限公司編著，三菱可程式控制器(GPPW 中文使用手冊完整版)，第四版
4. 康鳳梅、許榮添、詹世良編著，循序學習 SolidWorks2008，全華圖書股份有限公司

## 玖、附件

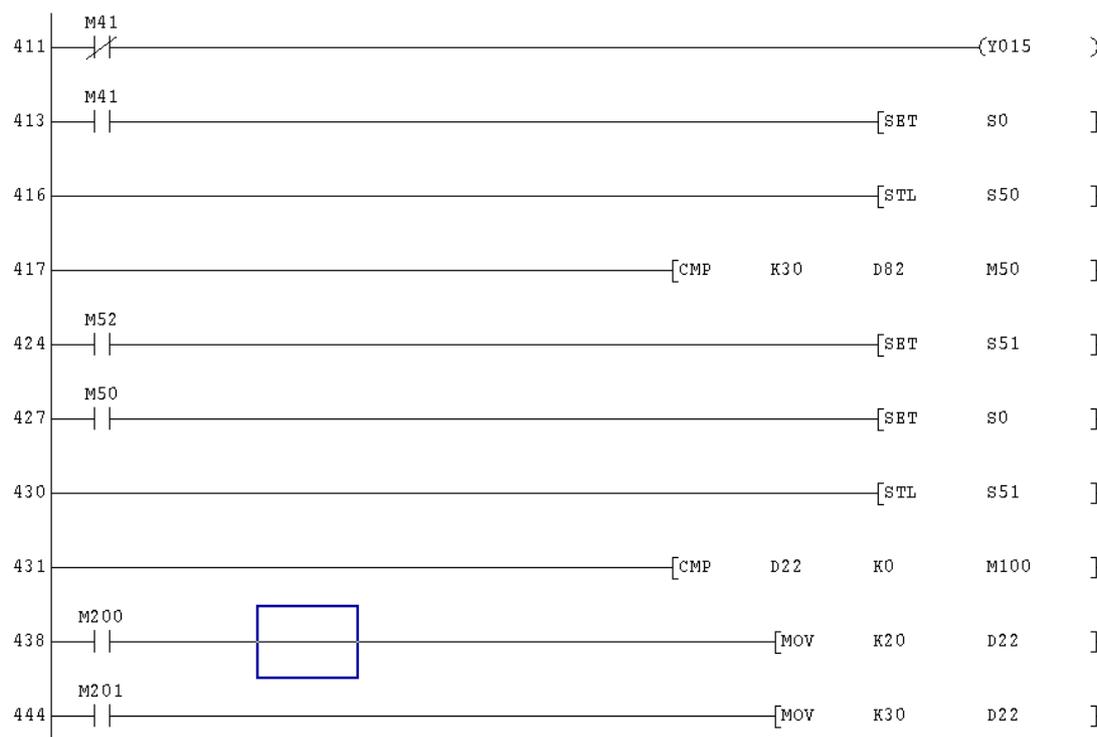
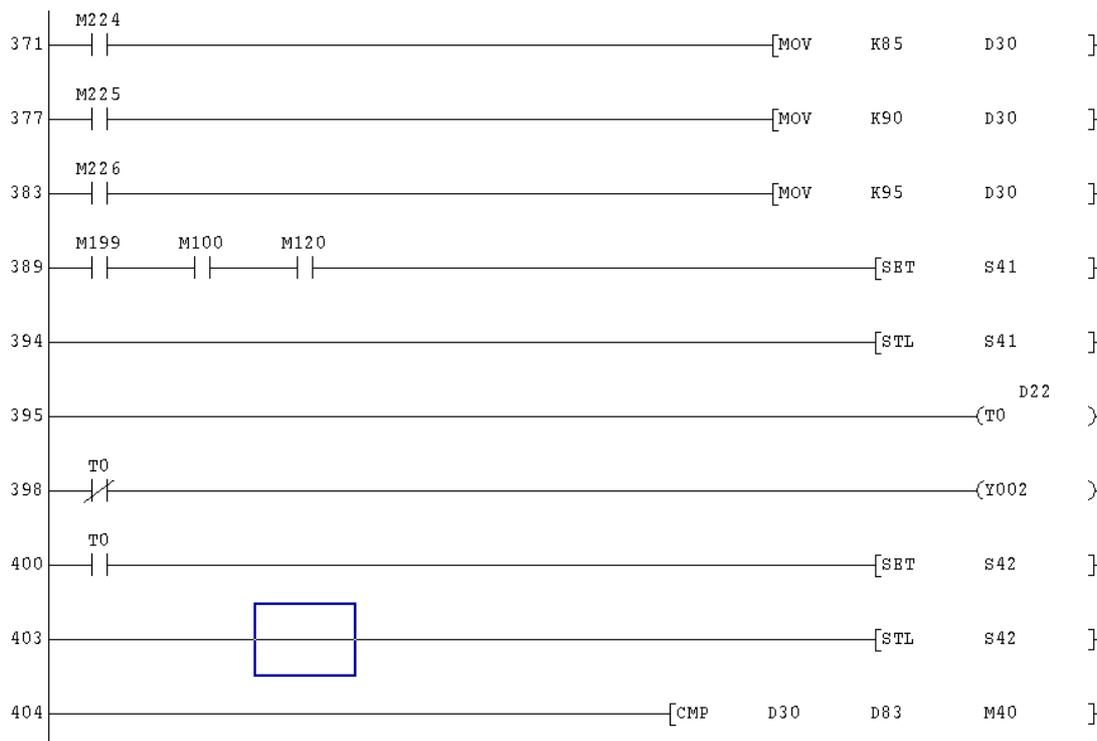
### 一、 PLC 程式

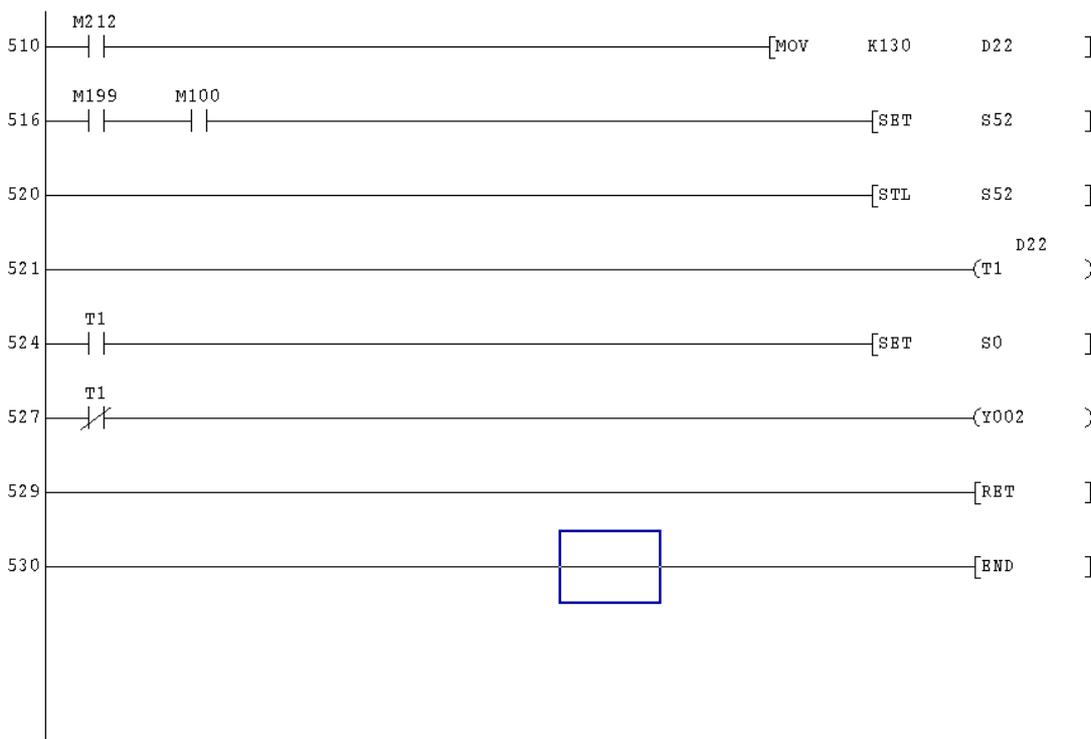




251	M204	[MOV	K60	D22	]
257	M205	[MOV	K60	D22	]
263	M206	[MOV	K70	D22	]
269	M207	[MOV	K80	D22	]
275	M208	[MOV	K90	D22	]
281	M209	[MOV	K100	D22	]
287	M210	[MOV	K110	D22	]
293	M211	[MOV	K120	D22	]
299	M212	[MOV	K130	D22	]
305	M213	[MOV	K30	D30	]

311	M214	[MOV	K35	D30	]
317	M215	[MOV	K40	D30	]
323	M216	[MOV	K45	D30	]
329	M217	[MOV	K50	D30	]
335	M218	[MOV	K55	D30	]
341	M219	[MOV	K60	D30	]
347	M220	[MOV	K65	D30	]
353	M221	[MOV	K70	D30	]
359	M222	[MOV	K75	D30	]
365	M223	[MOV	K80	D30	]





## 【評語】 090901

本作品掌握目前熱水器缺點，研發可節省用電之飲水機，關心地球節能綠化大趨勢，值得鼓勵。整組自動化節能飲水機之機構和電控設計和製作頗為成功，可達成預定目標。唯本節能飲水機之對比對象宜為市售飲水機，非家用熱水瓶，故比較和分析數據應更完整，如體積/效率/成本等，方能充分展示本作品進步性。