

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 機械科

第二名

090903

遠控氣壓式窗戶控制機構

學校名稱：高雄市立高雄高級工業職業學校

作者： 職三 柯名鎧 職三 胡佳龍 職三 邱仲英	指導老師： 陳慶龍 吳育賢
---	-----------------------------

關鍵詞：藍芽、氣壓、窗戶控制

摘要

本研究藉由智慧型手機，結合藍芽通訊協定與 PLC 可程式控制器遠端連結，再利用工廠內常見的空壓機與儲氣筒當動力源，達到遠端控制窗戶為受控體。

為考慮業界的成本考量，設計之機構動作必須要符合預期功能的前提下，本團隊利用成本較低的有桿式氣壓缸代替市面上較昂貴的螺桿式馬達，並合成一組自動開窗機構，來使窗戶作動，利用 PLC 可程式控制器進一步設計定時與行程控制之功能，如圖 1。



圖1 簡易流程說明

壹、研究動機

本研究團隊在進行學校CNC數控機械實習課程時，觀察到學校實習工場的氣窗過高，人工開啟非常不便，常常調水油與機油味道臭味夾雜，使實習工場環境空氣品質極差，導致同學與老師操作機具時非常難受。本團隊進而想利用手機控制窗戶解決該問題，並可以定時開啟與關閉，保持室內通風。

經蒐集資料後，發現市上多採用螺桿式馬達自動開窗機構，但因該產品精度配合高，常經風吹日曬雨淋後，造成機構運作時發生卡住問題，導致馬達受損，本研究欲改良此機構，將原制動器馬達替換成氣壓缸，另外利用大部分工廠皆有的氣壓為動力，一台空壓機結合儲氣桶即可使多個開窗機構同時作用，並將螺桿更換成有桿式氣壓缸，以磁簧開關控制行程，並加入遠端控制的功能，可定時、可調整窗戶開關大小。而且空氣具可壓縮性，當行程行進中卡住異物時，並不會造成機構損壞，也達到低耗能、低成本、低維修率之目的。

※教材相關性：

- 一、連接器製作 → 機件原理之『連桿機構』、機械基礎實習。
- 二、窗戶摩擦討論 → 機械力學之『同平面平行力系』。
- 三、配線部分 → 機械電學實習之『低壓工業控制配線』。
- 四、PLC 可程式控制、氣壓原理 → 液氣壓學、機電整合實習。



圖2 利用螺桿式馬達自動開窗。

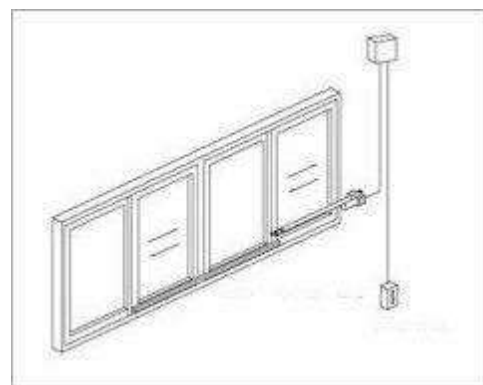


圖3 平開窗型螺桿式推窗機構，利用螺桿式馬達自動開窗。

貳、研究目的

本研究目的為利用工廠現有儲氣筒內的閒置空壓動力源並結合遠端控制概念，來解決用人力開閉工廠內龐大的氣窗數量。

- 一、利用氣壓動力源及氣壓缸取代馬達及螺桿的工作行程來帶動窗戶，若由馬達帶動螺桿，當有異物捲進螺桿間隙中，易造成機構損毀而無法如預期般正常運作，如圖4所示。
- 二、利用「氣壓差」原理的氣壓缸構造簡單，成本低，比起製造困難，需要加裝馬達運作的螺桿式相對來說便宜，更可廣泛利用在工廠、居家環境中。
- 三、為了能更方便的使用，我們以定時及遠端控制的方式，使生活更加方便，並運用於工廠中，也能減少意外發生的機率。
- 四、使用氣壓缸，用電量低，只需要靠儲氣筒內閒置空壓動力源即可作動，相對來說螺桿式需要馬達來傳動，用電量較大，且在注重環保之下，也造成較大的汙染。
- 五、利用現今智慧型手機結合氣壓缸，可以利用智慧型手機選擇部分窗戶開啟、定時開啟等功能。

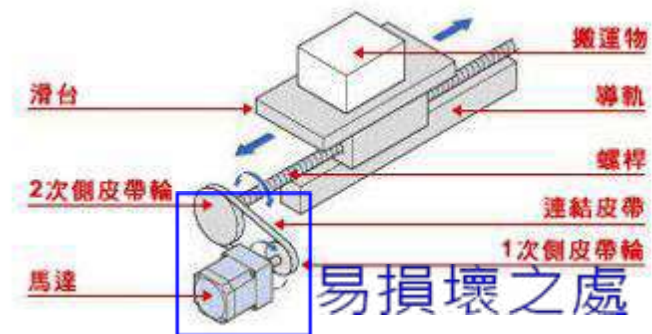


圖4 損壞示意圖

參、研究設備與器材

一、設備

號數	項目	數量	備註	圖示
01	圓金屬鋸片鋸床	1 台	-	
02	氣壓式釘槍	3 台	-	
03	電腦輔助設計軟體	1 個	Solid Works 2012	
04	空壓機	1 台	1.5 Hp	
05	智慧型手機	1 台	Android OS	
06	CNC 銑床	1 台	銑製氣壓缸連接器	

二、材料

號數	項目	數量	備註	圖示
01	電磁閥	1 只	五口三位 雙邊控制閥	
02	電源供應器	1 只	DC 24V	
03	有桿氣壓缸	1 支	Ø 25 * 300 mm	
04	藍芽接收器	1 只	RS-232	
05	磁簧開關	3 個	2 線式 DS1-M	
06	可程式控制器 PLC	1 台	三菱 FX3U	

號數	項目	數量	備註	圖示
07	節流閥	2 個	Pt 1/8 - Ø 6mm	
08	直徑轉接頭	2 個	Ø 8mm -> 6mm	
09	Y型 T型轉接頭	3 個	Ø 6mm	
10	消音器	2 個	Ø 6mm	
11	螺紋轉接頭	2 個	螺紋接頭轉 氣壓接頭 Ø 6mm	
12	木材	1 式	50mm x 70mm	

肆、研究過程與方法

一、設計原理分析

(一) 有桿式氣壓缸(單動式)：

單動式氣壓缸壓縮空氣只在活塞之單側施加，壓力源消失後活塞的回行靠其內裝彈簧或利用外力自動復位。單動式氣壓缸只在作動方向需要壓縮空氣，故可節省一半壓縮空氣。主要用在夾緊、退料、壓入、舉起、進給等操作，如圖5所示。

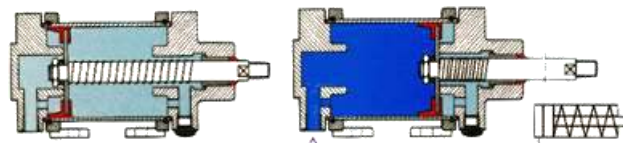


圖 5 有桿式氣壓缸(單動式)

(二) 電磁閥:

電磁閥(solenoid valve，簡稱SV或SOL)又稱電磁操作換向閥，是氣壓、油壓等流體動力機械的電氣控制使用之操作器，它利用電磁線圈導電後產生的磁力推動滑軸來改變流體的流向，以達操控氣、油壓缸前進與後退的工作，如圖6所示。



圖 6 五口三位中位閉氣電磁閥

(三) 本研究之選用材料過程與計算：

在本研究中，首先利用力量計測出推動窗戶所需的推力大小，進而從商品型錄中，挑選適當的氣壓缸與電磁閥，本團隊利用高一的基礎物理及氣油壓學，使用力量計測量施力大小、電子磅秤重覆確認，並代入公式求得氣壓缸、電磁閥與施力關係，選用公式如下，實驗過程如圖 7。

※氣壓缸選用 $d = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi \times \eta \times P}}$ ($F = P \times A$)

[d = 直徑(cm), P = 氣壓值(kgf/cm^2), F = 軌道滑動阻力(kgf), η = 機械效益(預設 60%)]

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0.3}{\pi \times 0.6 \times 5}} = 0.35691(\text{cm}) = 3.5691(\text{mm}) \text{ [直徑需大於 3.6mm]}$$

※依型錄選用 25mm 氣壓缸，並代回 $d = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi \times \eta \times P}}$ ， $2.5 = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi \times 0.6 \times 7}} \Rightarrow F = 20.6(\text{kgf})$

[25mm 氣壓缸在氣壓源 7 kgf/cm^2 壓力下，最大可施 20.6kgf 之力]

※瞬間最大用氣量 $Q = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times V \times 60 \times 10^{-3} \times \frac{P+1.033}{1.033}$

[d = 選用氣壓缸直徑(cm), V = 速度(cm/s), P = 氣壓值(kgf/cm^2), 把直徑 2.5 cm 氣壓缸及氣壓缸前進及後退的平均速度 10 cm/sec 代入缸徑 d 和速度 V 中]

$$Q = \frac{\pi}{4} \times 2.5^2 \times 10 \times 60 \times 10^{-3} \times \frac{7+1.033}{1.033}$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 6.25 \times 0.6 \times \frac{8.033}{1.033} = 22.89171 (l/min) \text{ (ANR)}$$

※電磁閥上下游壓力比 = $\frac{P+1.033}{\frac{\pi}{4} \times d^2 + 1.033}$

[d = 直徑(cm), P = 氣壓值(kgf/cm^2), F = 軌道滑動阻力]

$$= \frac{7+1.033}{\frac{\pi}{4} \times 2.5^2 + 1.033} = 1.535 < 1.893 \text{ (亞音速流動) (ANR)}$$

※電磁閥有效斷面積 $S = \frac{Q}{22.6 \times \sqrt{(P_1 - P_2) \times (P_2 + 1.033)}}$

[Q = 瞬間最大用氣量(l/min) (ANR), P_1 = 氣壓值(kgf/cm^2), $P_2 = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \times d^2} = 4.199$]

$$S = \frac{22.89171}{22.6 \times \sqrt{(7 - 4.199) \times (4.199 + 1.033)}}$$

$$= \frac{22.89171}{22.6 \times \sqrt{2.801 \times 5.232}}$$

$$= \frac{22.89171}{86.5165} = 0.26459 (mm^2)$$

[即從型錄中選用有效斷面積大於 0.265 mm^2 的電磁閥]



圖 7 利用力量計計算施力。

(四) 可程式控制器 PLC：

1.可程式控制器 PLC 基本介紹：

當輸入元件部分有變化時，可程式控制器即根據此段程式來做判斷、運算後再決定應該驅動哪一個輸出元件，如圖 8 所示。

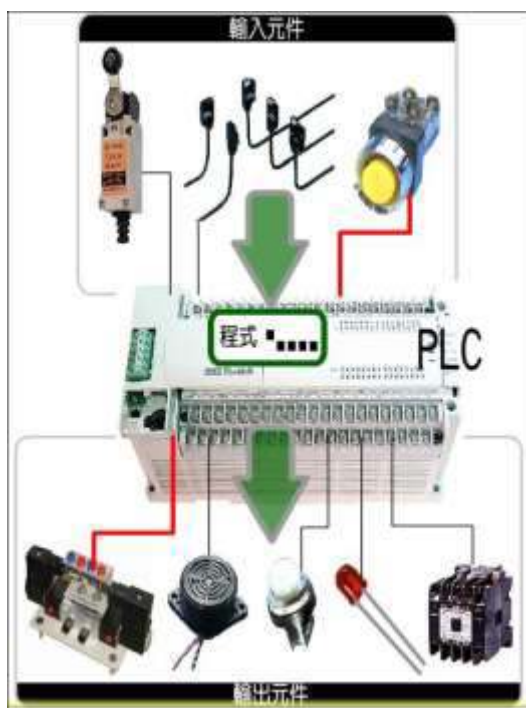


圖 8 PLC 傳輸示意圖

2.藍芽與可程式控制器 PLC 連結器：

轉換路線為藍芽訊號轉換 RS232 通訊介面格式，與 PLC 結合。接收智慧型手機之藍芽訊號，並轉換給 PLC 使用，使用鮑率為 9600，如圖 9 所示。

(附錄 1. RS232 與 RS422 差別)



圖 9 Bluetooth 轉 RS232

(五) RS232 轉 RS422 接頭：

RS-485/RS-422 轉換器都可將 RS-232 通信距離延長至 1.2Km 以上（9600bps 時）。都可以用於 PC 機之間、PC 機與單片機之間構成遠程多機通信網路，如圖 10 所示。



圖 10 RS232 轉 RS422 接頭

(六) 藍芽 APP：

可使用手機發射藍芽訊號，供接收器接收後，簡單控制 PLC，輸入輸出端簡易使用，可使 APP 能夠定時、指定開啟窗.....等功能，如圖 11 所示。



圖 11 APP 程式

二、工作流程與時間分配表(如圖 12 與表 1 所示)

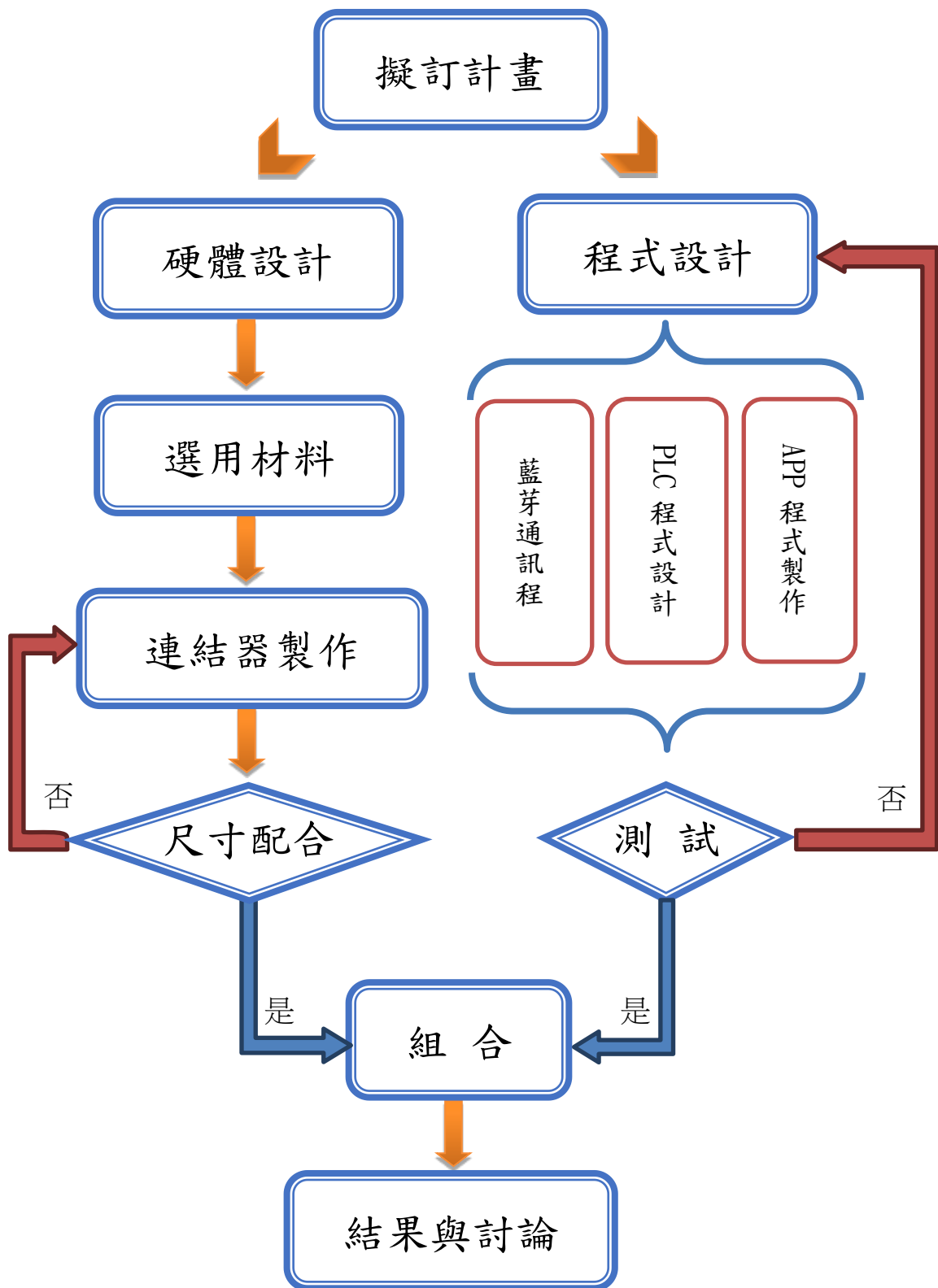
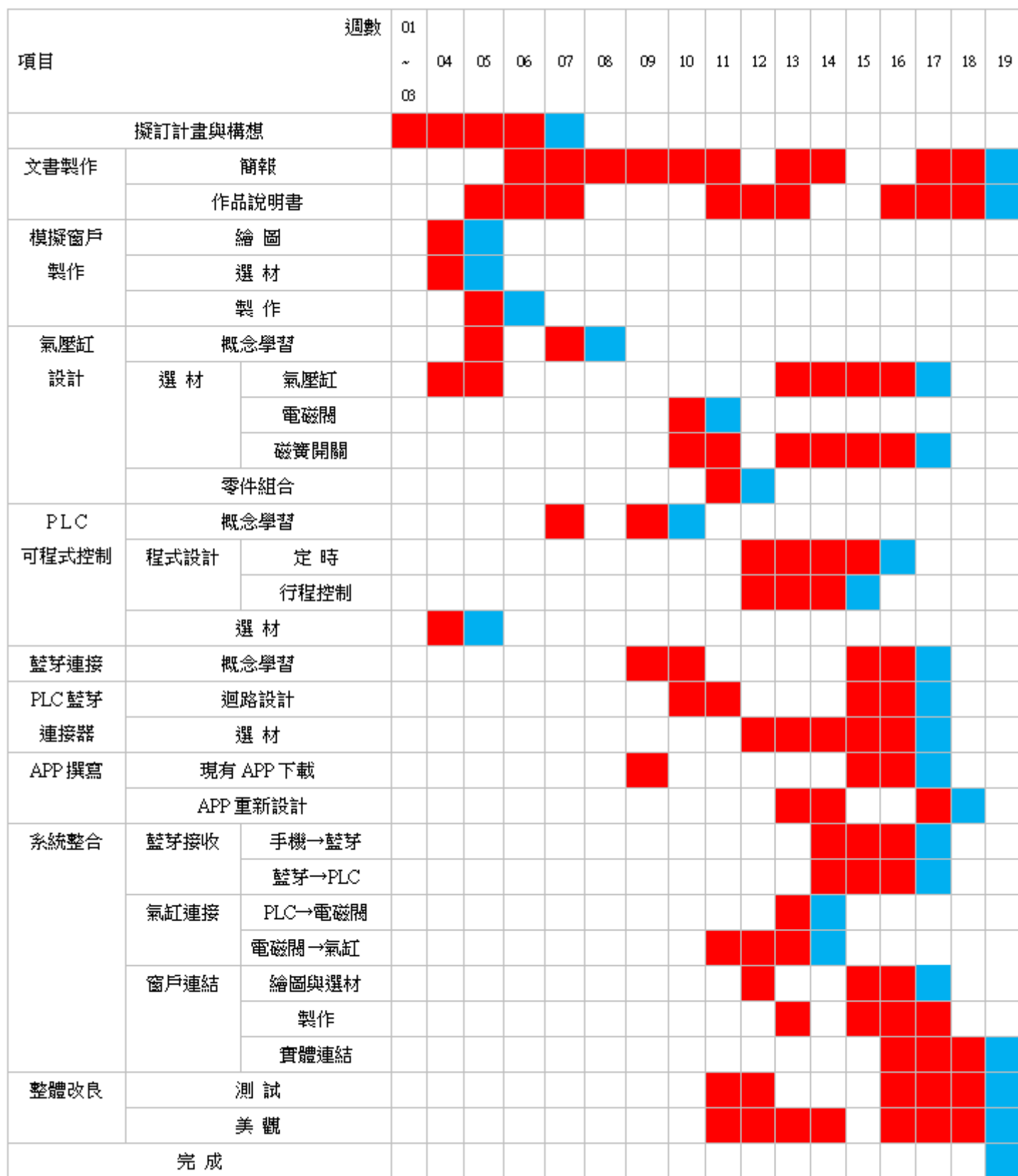


圖 12 工作流程圖

表 1 時間分配甘特圖



三、控制電路配線規劃圖

本研究依動作需求，設計出控制電路，並依規劃 I/O 來配線，如圖 13 所示。

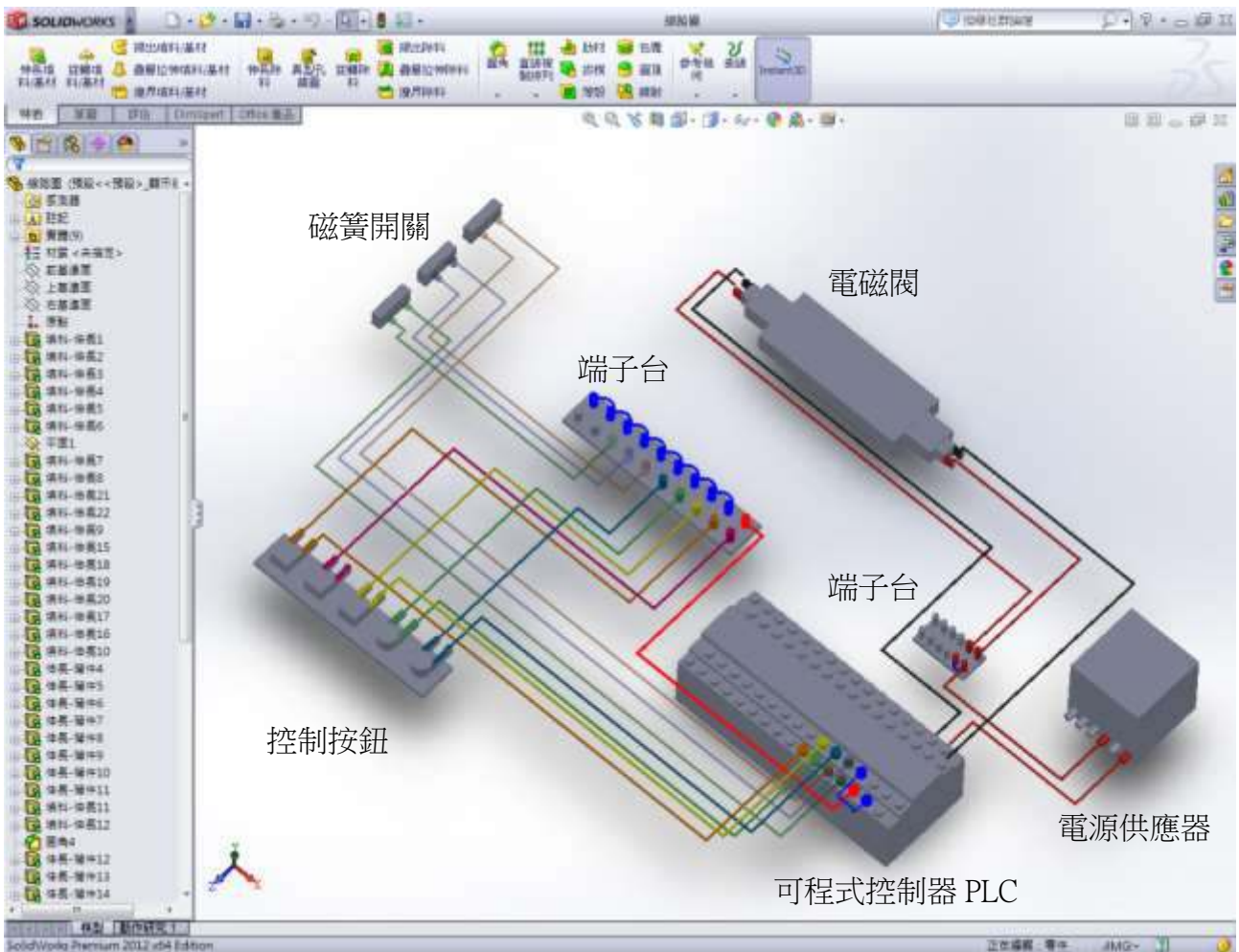


圖 13 整體連接線路圖

四、零件及機構設計

我們透過 CAD 電腦輔助設計程式〈Solidwork〉來設計出我們理想窗戶的外型，透過 Solidwork 中的「組合」，我們把每一個部分連接起來，可從其中觀察出是否有行程上的干涉、尺寸上的不當.....等等，如圖 14~19 所示。

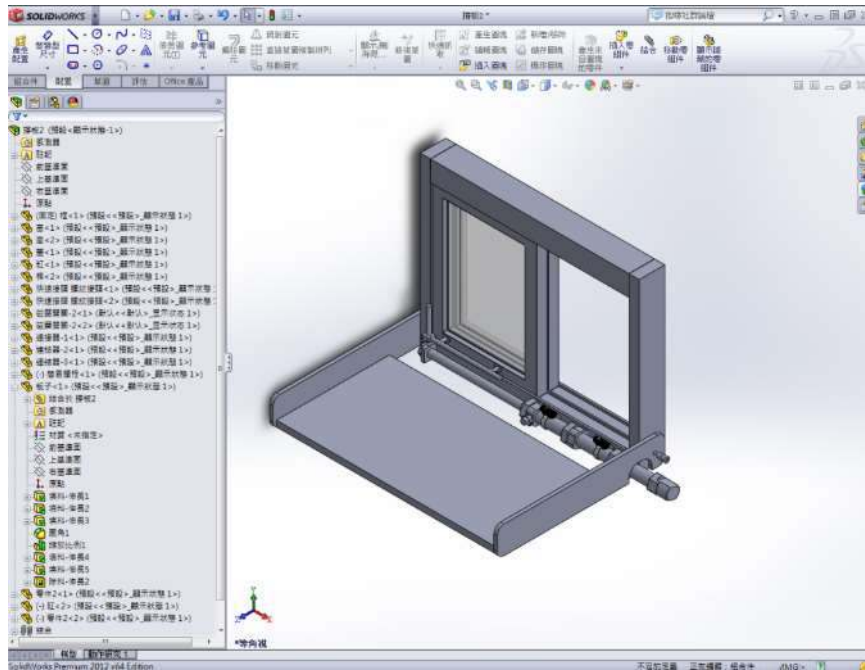


圖 14 窗戶架構圖

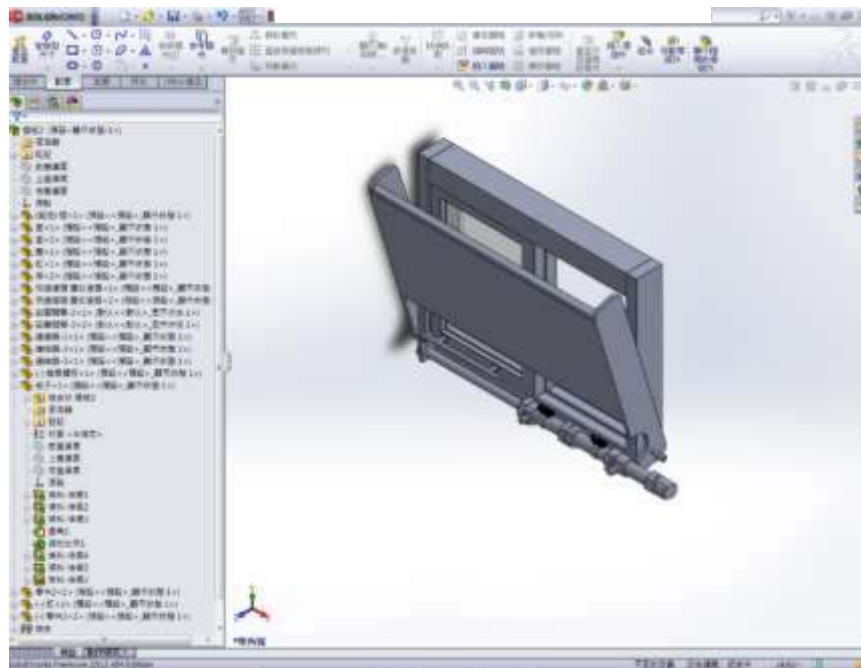


圖 15 窗戶架構圖(關閉)

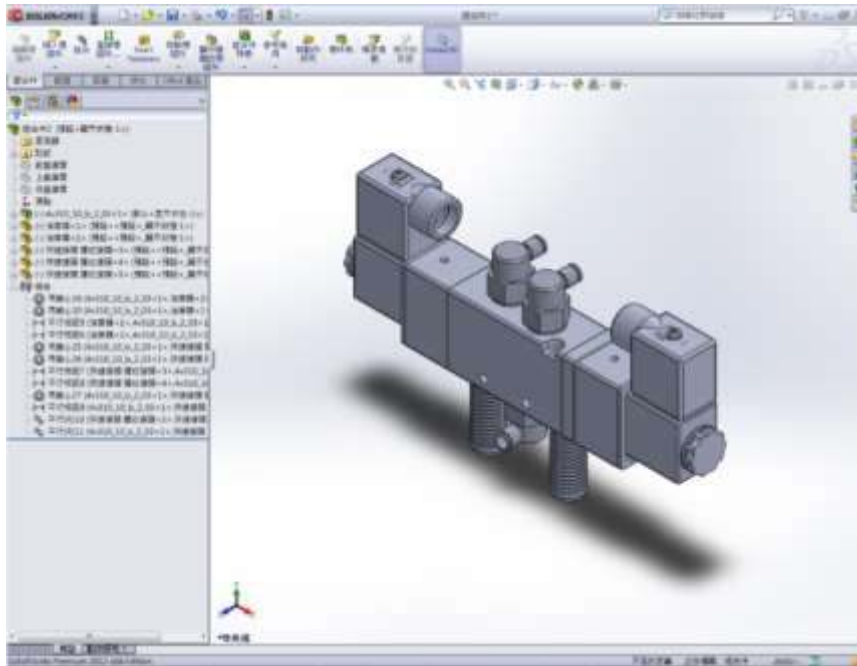


圖 16 氣壓閥

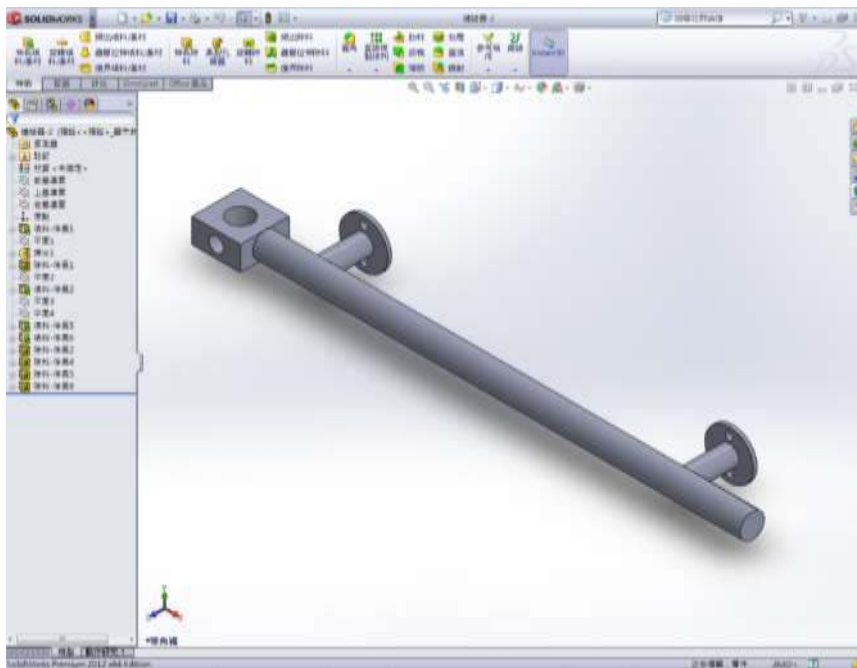


圖 17 氣壓連接器

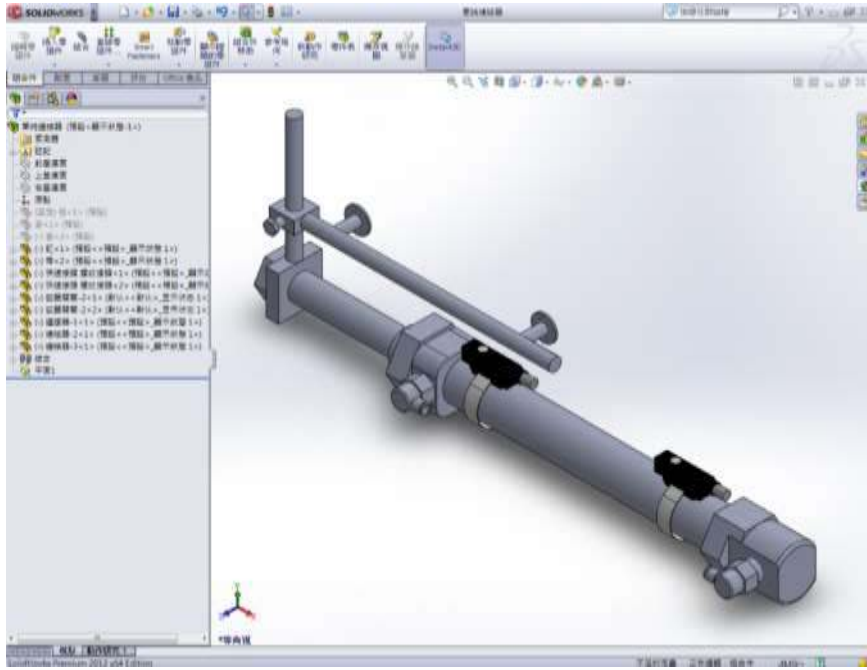


圖 18 有桿缸圖

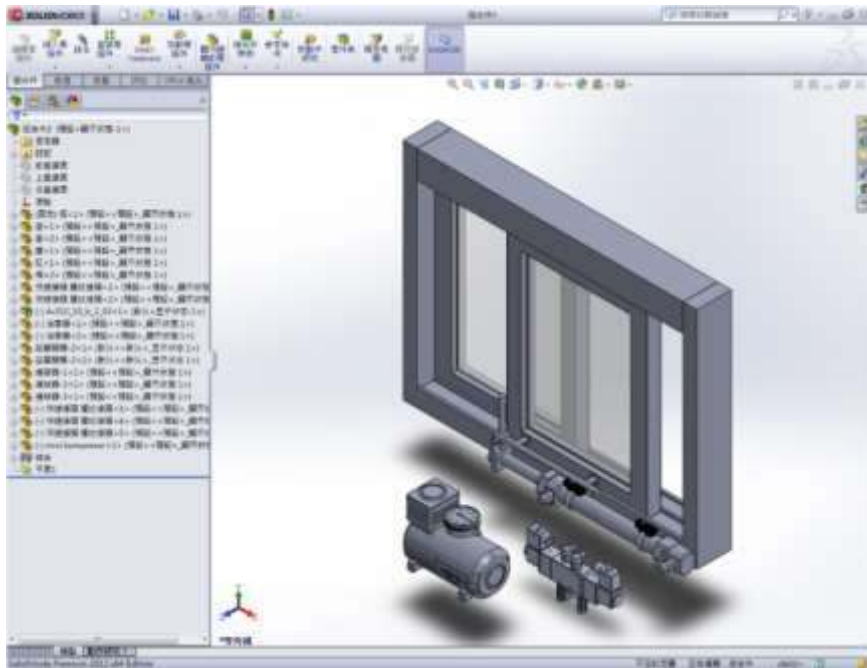


圖 19 整體位置擺設

伍、研究結果

一、作品完成結果

(一) 不需精密配合

使用空壓機帶動有桿缸來取代馬達傳動，且須精密度高且易損壞的螺桿式。

(二) 低成本、低耗能

使用有桿缸比起螺桿式需馬達和螺桿成本，以及馬達所需要耗費的電能，相對來說擁有低成本、低耗能的優點。

(三) 定時功能

利用 PLC 寫入定時功能，控制窗戶開關時間。

(四) 控制行程

在軌道上依個人需求加裝磁簧開關，控制滑軌行程。

(五) 可程式控制器

用可程式控制器 PLC 程式，使窗戶作動。

(六) 結合智慧型手機及藍芽

在智慧型手機普及，提出了書寫 APP 程式，運用 PLC(可程式控制器)及藍芽結合運用，使 APP 的介面來操控工廠的氣窗，比起使用遠端控制只能同時作動，擁有選擇和指定的功能。

(七) 用途廣泛

可以廣泛的安裝在工廠及身障人士及行動不便的老人的家中，利用觸控手機即可達成開關，大大減少生活中的不便利性。

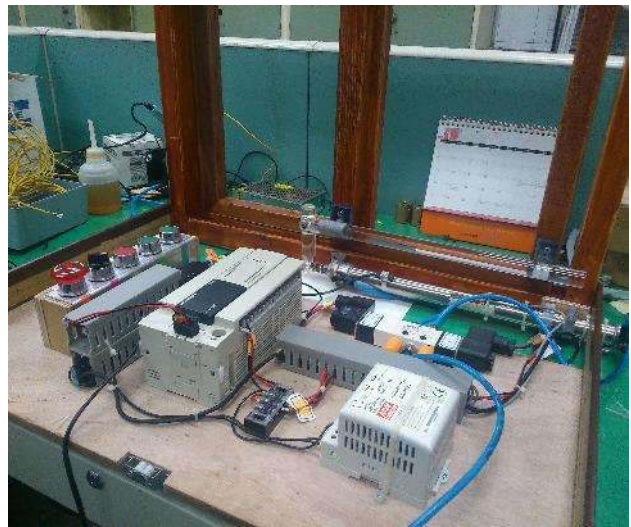


圖 20 第一代作品完成圖

表 2 螺桿式與氣壓式開窗機構差異

	原本 螺桿式開窗機構	改良 氣壓式開窗機構
制動器	馬達	氣壓源
導路	螺桿	氣壓缸
行程控制	利用通斷電	利用磁簧開關
消耗電力	馬達消耗電力	控制器
	較高	較低
遭遇障礙	強行繼續運作	利用空氣壓縮
	易損壞	不易損壞
成本	馬達制動器與螺桿皆需成本	本機構空壓機為工廠常見，只需氣壓缸成本
一制性	精度高，易跑掉	精度普通，不易損壞
遠端	需使用一般開關	手機操制、藍芽遙控
	若十個窗戶為一個開關，則關閉全關，無法指定	可選擇指定窗戶關閉

二、預期結果

(一)溼度感測

因應工廠處於濕度過高，密閉空間對流不易。本作品欲增設溼度感測器，偵測過度潮濕時，便能自動打開窗戶，使空氣流通，此外，也能因應天氣狀況的改變，若在外面下雨時，能夠自動關閉窗戶，如圖 21 所示。

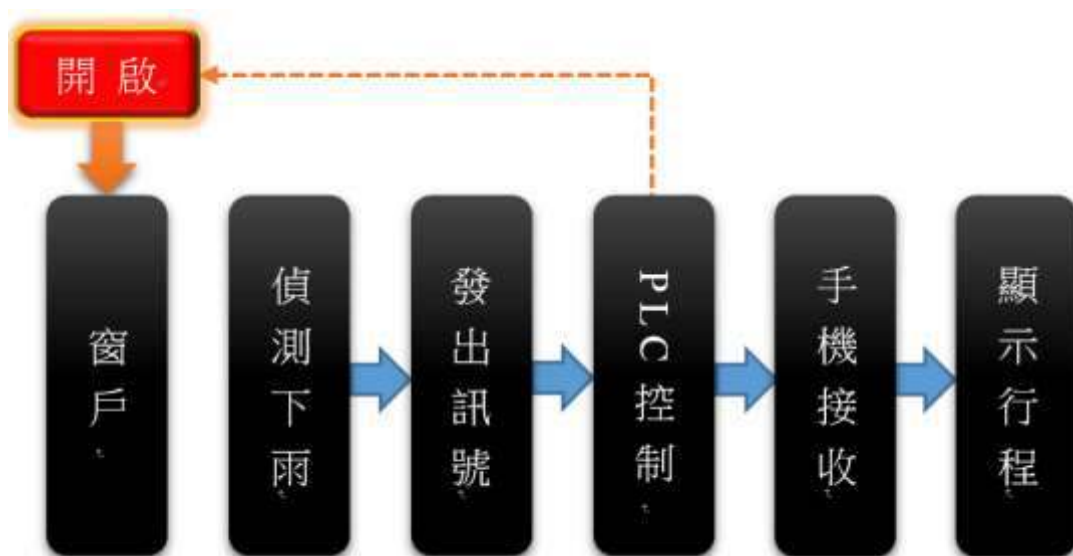


圖 21 濕度感測示意圖

(二)回報訊息行程

在多扇窗戶之開關操作下，避免有某一些窗戶因為障礙物、故障……等原因，導致窗戶無法順利到達預計之行程位置，所以設計一個回傳訊息之功能，使操作者可以從中知道所有窗戶開關動作之情況，確保所有窗戶完全達到操作者之操作目的，如圖 22 所示。

(三)異常自動急停產生警示音訊

若窗戶因異物卡住導致窗戶無法順利作動，將會立刻緊急停止，並用蜂鳴器大聲作響提醒操作者發生緊急狀況，以便人可以立即發現問題，快速排除困難，使窗戶能夠順利繼續作動，如圖 22 所示。

(四)異物阻擋行程之危險

多次測試後，在某一次測試時，發現如果有障礙物在窗戶軌道上，確實可以利用氣壓缸的「空氣壓縮原理」不至於造成太大的損壞，但因障礙物的干擾，使窗戶無法作動到該目標位置，導致空壓機持續進氣，氣體的壓力越來越大，回復行程時造成極大的拉力，機構差點損壞。

於是，我們在程式中多增設一個秒數限制的緊急裝置，當窗戶作動時，若在程式所規定的時間內沒有到預期位置，便會啟動緊急停止，不再持續的進氣，內部氣體壓力也不會過大，並且設置警示燈讓操作者察覺，對於操作者而言，即使未注意到異物存在的情況，也不會造成危險情況，如圖 22 所示。

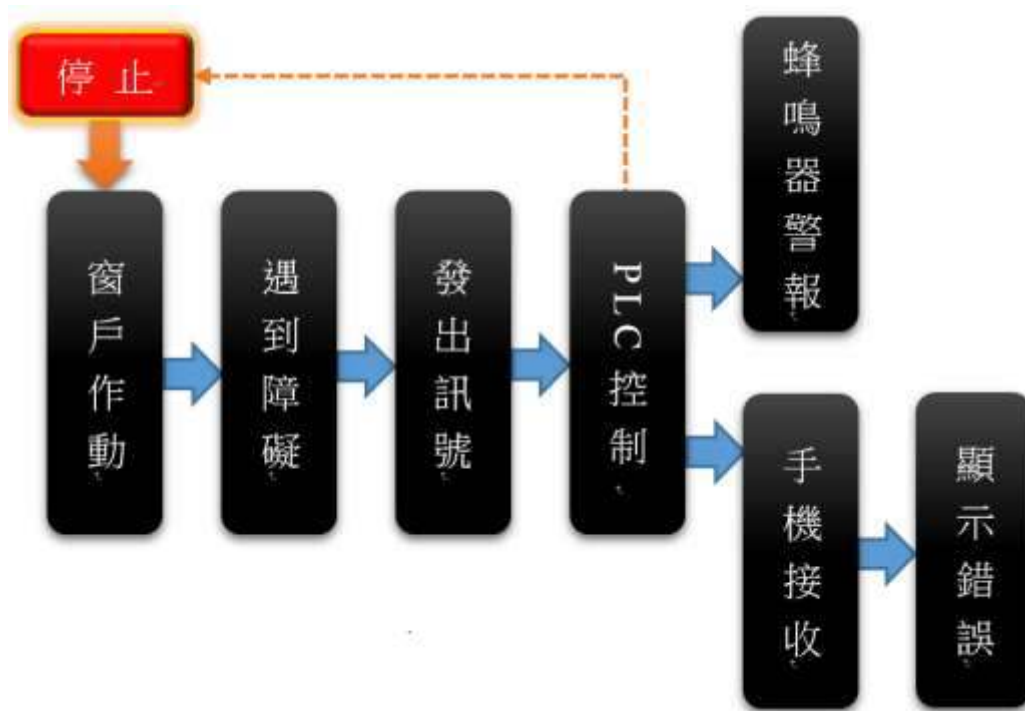


圖 22 遭遇障礙示意圖

陸、討論

討論 1：使用可程式控制器 PLC 當作本研究控制器代替單晶片 Arduino 微控制器。

本研究目的窗戶作動，原只需要使用一般家庭中用來控制開關的「單晶片」來控制即可，雖然 Arduino 微控制器有低成本優勢，但是後來發現單晶片無法負荷過大的電壓，且在大電壓的情況下，會場生磁場干擾，加上單晶片壽命不長與易當機之缺點，無法使用於大型工廠。

後來詢問老師後，決定使用可程式控制器 PLC 代替單晶片，且發現 PLC 除了價格較昂貴以外，幾乎已經完全取代單晶片，不但具有抗干擾能力，且壽命長、穩定性高、程式修改彈性大、容易測試……等優點，極適合使用在工業場所中，但若未來導入家庭居家窗戶安全時，則可考慮用 Arduino 微控制器取代 PLC 可程式控制器會更為經濟。

討論 2：連接器材料與製作過程。

在一開始製作連結器，原本選用的材料是鐵料，但是在與窗戶配合時發現，鐵料本身不好固定於窗戶上，且重量太重，後來重新討論後決定使用壓克力製作。

我們在壓克力桿上，鑽了兩個孔，製作插銷插至圓桿，但其配合為干涉配合，原以為硬打入即可完成，但最後卻因擠壓之應力導致壓克力桿產生裂痕，如圖 23。

後來重新製作，將圓柱的插銷前面多了錐度，縮小前端直徑，並利用錐度特性越打越緊，既不降低干涉且增加壓克力桿與插銷之結合，如圖 24~25。



圖 23 結合內部斷裂



圖 24 磨成錐度插銷



圖 25 結合內部無斷裂

討論 3：有桿式氣壓缸安裝位置。

在安裝有桿缸時，原本安裝的位子是在窗戶的上方，既美觀且方便製作，但因一般窗戶在外窗與內窗上面預留空隙拆卸，所以倘若氣壓缸安裝於上方，內窗下方與外窗發生摩擦力時，就會產生力矩，窗戶因此而翹起，無法順暢開關，如圖 26。

最終討論後我們把有桿式氣壓缸安裝於窗戶的下方，在作動時，因為推動的力與摩擦力之間的距離減少，使其力矩也大大降低，不至於使窗戶發生翹起的問題。

若 $\Sigma M < 0$ ，正向力 $N \times$ 力臂 $d -$ 施力 $F \times$ 力臂 $D < 0$ 時，則產生逆時鐘力矩 M ，故內窗翹起。

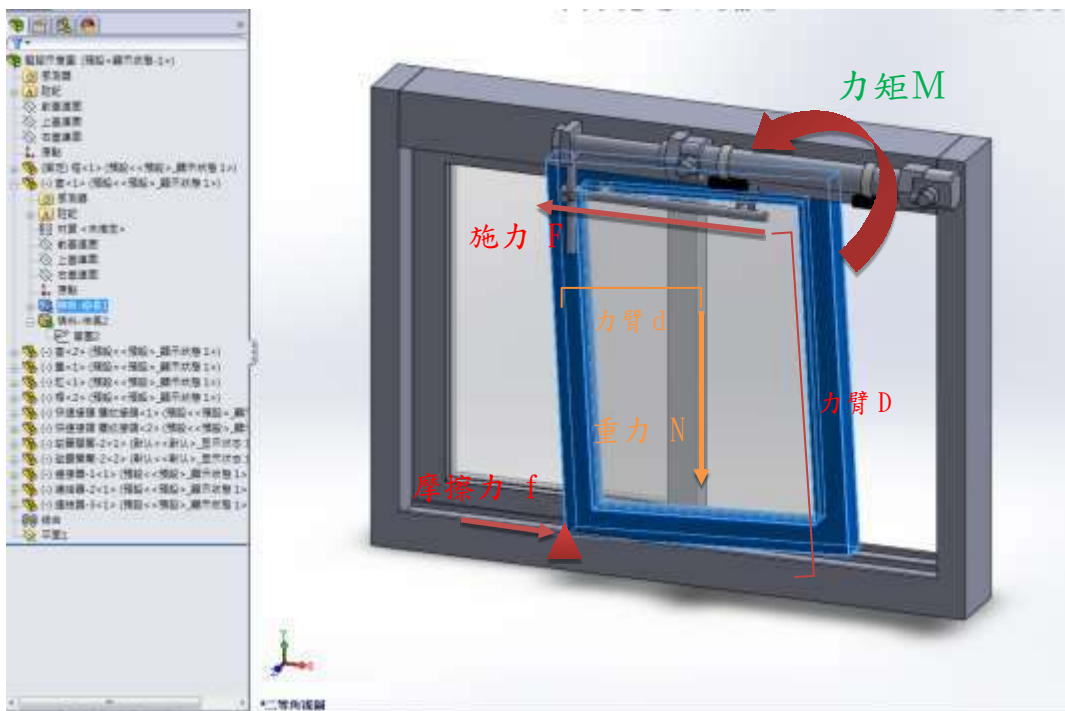


圖 26 窗戶翹起示意圖與自由體圖

討論 4：本研究之經濟效益與節省的硬體部分。

在本研究裡我們原本的操作模式是使用一組控制器和一支有桿缸來控制多扇窗戶進行特定的動作。跟市面上的螺桿式馬達的操作方式是有很大的差別，因為螺桿式馬達也是需要一組控制器，但是在開窗機構上則是每扇窗戶都各需要一組馬達與螺桿來配合，而且這些東西是屬於高成本及高維修費用的東西，相較一組控制器與一支氣壓缸的搭配顯得成本高出許多。

但是根據上述所說，一組控器搭配一支氣壓缸控制多扇窗戶進行同步開關，又會發現另一個問題。如果遇到當我們想要只有特定某些窗戶進行作動時，就會發現無法如此操作。所以我們請教了老師，詢問了老師之後，發現只要修改一下 PLC 可程式控制器和手機 APP 的程式便可達到我們所需的要求，變成我如果只要某一扇特定的窗戶開啟，就會進行動作，而其它窗戶並不會被影響到，如圖 27 所示。

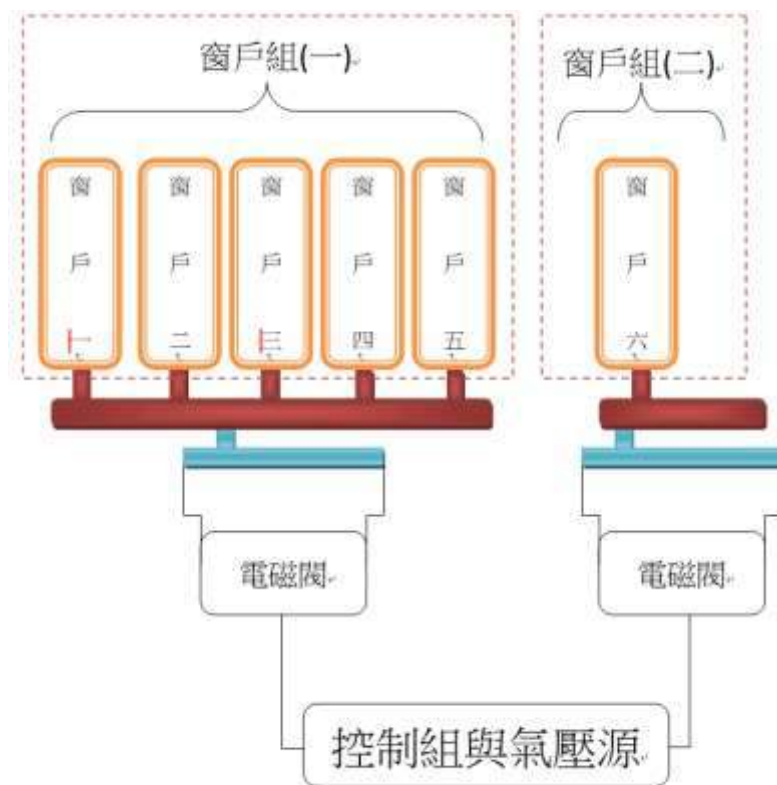


圖 27 窗戶指定控制示意圖

雖然「指定功能」需多一組氣壓缸與電磁閥，但依然共用控制組與氣壓源，經濟效益亦高。

柒、結論

本研究遠端氣壓式窗戶控制機構，從一開始窗戶的製作，大家意見不同，對研究的內容不甚了解，在對這次製作過程中，碰上的許多困難，例如：APP 的概念、藍芽遠端控制.....等，但是後來我們開始在網路上找尋新的資料，詢問本科老師的意見，隊員在過程中，大家分工合作，互相討論問題解決的方法，其中，每個人學習到很多在電學方面的知識，也運用了這三年在學校所學的技巧。

我們的窗戶機構利用有桿式氣壓缸代替馬達控制式螺桿，並且利用手機的藍芽功能結合自製 APP 程式，將訊號輸入穩定性高的 PLC，使 PLC 控制窗戶開關，作動行程，如圖 28 所示。

以整體而言，相對的成本可以降低，更可以同時操控多個窗戶，可以廣泛運用在工廠及身障人士與行動不便的老人家，期待未來可以在現實生活中被廣泛利用。

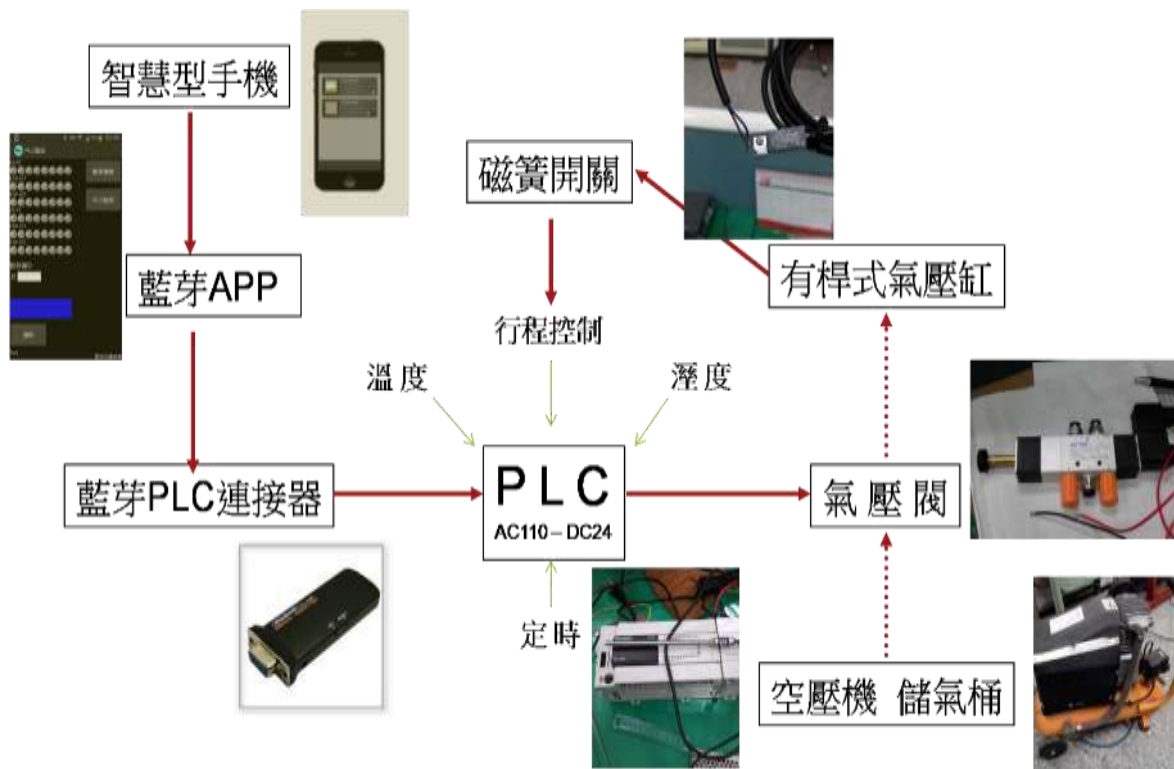


圖28 整體控制流程圖

捌、參考資料及其他

一、參考資料

(一) 圖 2 電動推桿式拉窗搖窗機 -利華工程有限公司

取自 <http://vip.arch-world.com.tw/product/ViewDetail.asp?ID2=3454>

(二) 圖 3 平開窗型螺桿式推窗機構 -螺桿式开窗器 阿里巴巴家裝建材

取自 <http://detail.1688.com/offer/449168453.html>

(三) 圖 5 有桿氣壓缸(單動式膜片)- 氣壓缸 工作元件

取自

<http://www2.kuas.edu.tw/prof/mau/www/complete/element/work/cylinder/single-act/single-act.htm>

(四) 圖 6 電磁閥(五口三位) - 鈺淳興業有限公司

取自 <http://www.sunrise-valve.com.tw/product-detail-314142.html>

(五) 圖 8 PLC 傳輸示意圖 -內湖高工專題製作

取自 <http://www3.ee.nihs.tp.edu.tw/plc/>

(六) 圖 9 Bluetooth 轉 RS232，型號為 HL-MD08P-PLC-C1 RS232 接頭 - HOTLIFE

取自 <http://www.hotlife.com.tw/HL-MD08P-PLC-C1.htm>

(七) 圖 10 RS232 轉 RS422 接頭 -Cart100

取自 <http://www.cart100.com/category/50019329/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B5%D1%80?&p=52>

(八) 氣壓式釘槍 -振宇五金連鎖超商

取自 http://www.ald.com.tw/products_cont.php?Key=4711829256559

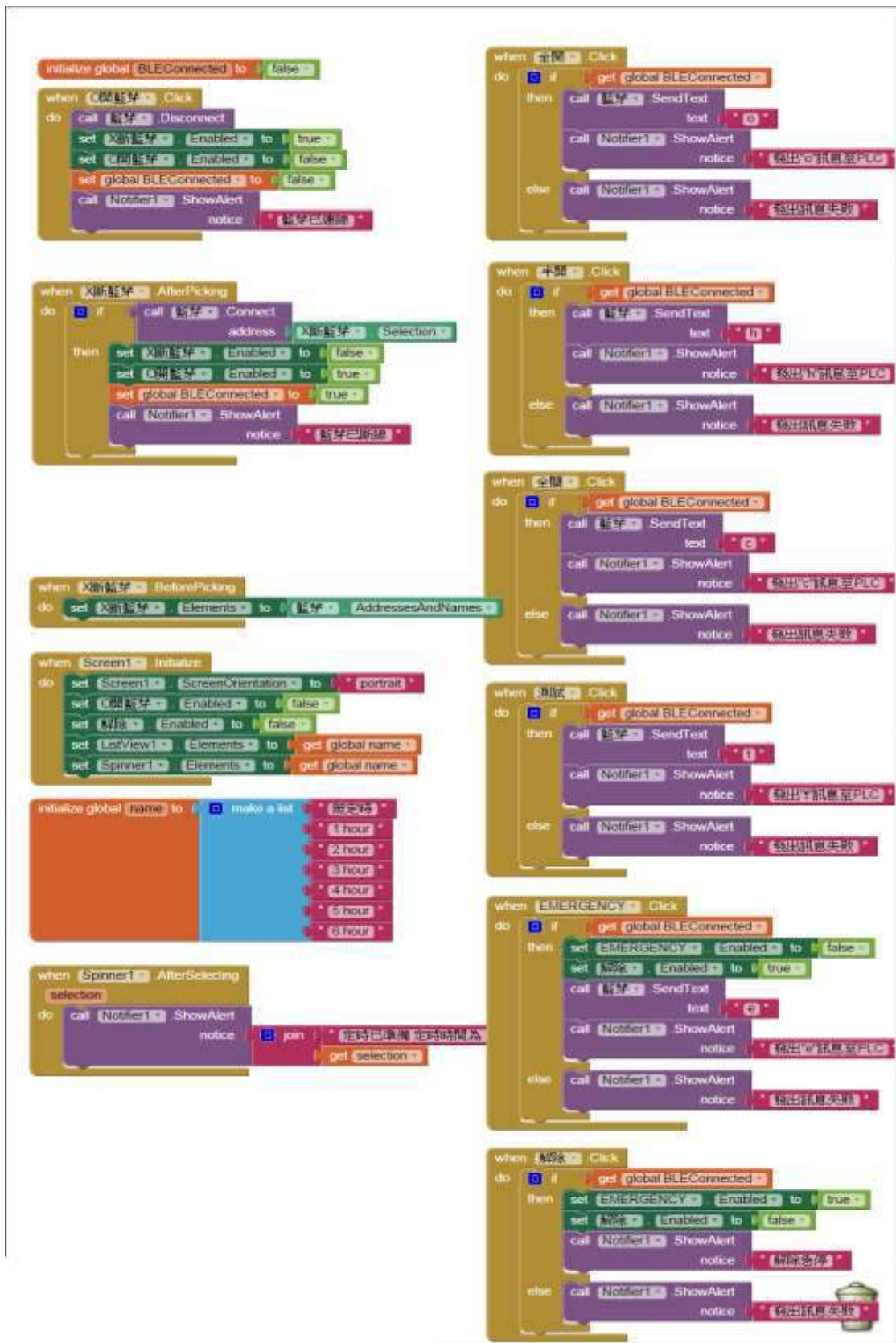
二、附錄

(一) 附錄 1. RS232 與 RS422 差別：

規定	RS232	RS422	R485
工作方式	單端	差分	差分
節點數	1 收、1 發	1 發 10 收	1 發 32 收
最大傳輸電纜長度	50 英尺	400 英尺	400 英尺
最大傳輸速率	20Kb/S	10Mb/s	10Mb/s
最大驅動輸出電壓	+/-25V	-0.25V~+6V	-7V~+12V
驅動器輸出信號電平(負載最小值) 負載	+/-5V~+/-15V	+/-2.0V	+/-1.5V
驅動器輸出信號電平(空載最大值) 空載	+/-25V	+/-6V	+/-6V
驅動器負載阻抗(Ω)	3K~7K	100	54
擺率(最大值)	30V/ μ s	N/A	N/A
接收器輸入電壓範圍	+/-15V	-10V~+10V	-7V~+12V
接收器輸入門限	+/-3V	+/-200mV	+/-200mV
接收器輸入電阻(Ω)	3K~7K	4K(最小)	\geq 12K
驅動器共模電壓	-3V~+3V	&n bsp;	-1V~+3V
接收器共模電壓	-7V~+7V	-7V~+12V	

※擺率（轉換速率）又稱壓擺率。它的意思就是運算放大器輸出電壓的轉換速率，單位有通常有 V/s，V/ms 和 V/ μ s 三種，它反映的是一個運算放大器在速度方面的指標。一般來說，擺率高的運放，其工作電流也越大，亦即耗電也大的意思。但擺率卻是高速運放的重要指標。表示運放所允許的輸出電壓 V_o 對時間變化率的最大值。

(二) 附錄 2. APP 程式編輯畫面：



(三) 附錄 3. PLC 程式：

LD M8002	STL S3	STL S11	OUT Y0
SET S0	OUT Y1	LD X5	LD X1
STL S0	LD X2	OR M5	SET S55
ZRST S1-S99	SET Y4	SET S12	STL S55
ZRST Y0-Y17	STL Y4	STL S12	OUT T3 K15
RST M6	LD X3	OUT Y0	LD T3
RST M9	OR M3	LD X0	SET S56
LD X3	SET S5	SET S0	STL S56
OR M3	STL S5	STL S50	OUT Y0
LDM4	OUT Y0	OUT Y1	LD X0
OR M4	LD X1	LD X1	SET S50
AND X0	SET Y6	SET S51	STL S100
SET S10	STL Y6	STL S51	LD M6
LD M8	LD X3	OUT T1 K15	OR X6
SET S50	OR M3	LD T1	SET S101
LD M6	SET S7	SET S52	STL S101
SET S100	STL S7	STL S52	ZRST S1-S99
SET S1	OUT Y0	OUT Y1	ZRST Y0-Y17
STL S1	LD X0	LD X2	LD M9
OUT Y1	SET S0	SET S53	OR M7
LD X1	STL S10	STL S53	SET S102
SET S2	OUT Y1	OUT T2 K15	STL S102
STL S2	LD X2	LD T2	OUT Y0
LD X3	OR M5	SET S54	LD X0
OR M3	SET S11	STL S54	SET S0
SET S3			

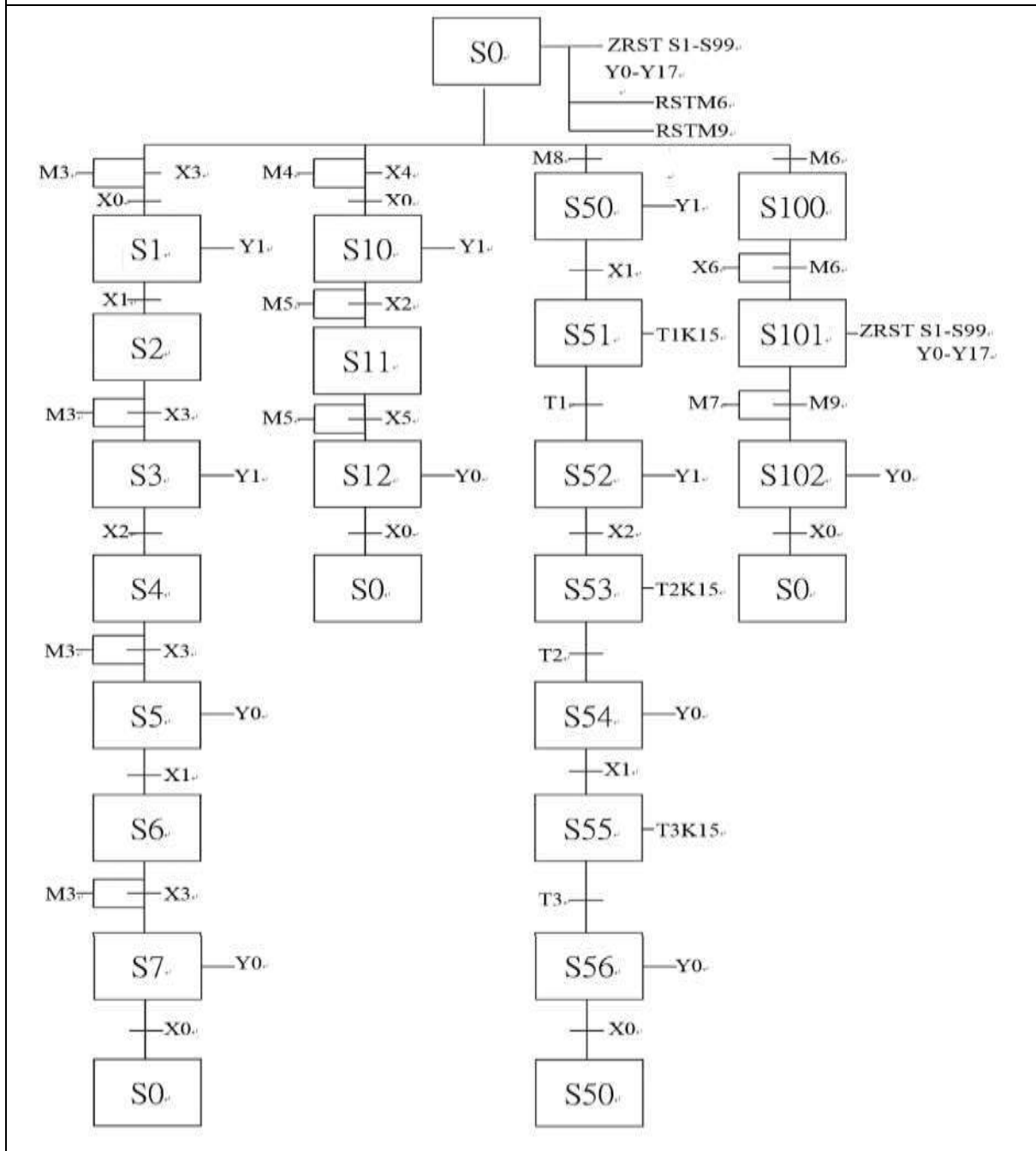
(四) 附錄 4. PLC I/O 規劃及程式流程圖：

輸出入 I/O 規劃：

X0 前限感測器、X1 中限感測器、X2 後限感測器、X3 半開 sw、X4 全開 sw、

X5 全關 sw、X6 急停 sw、X7 急停解除 sw

Y0 氣壓缸後退、Y1 氣壓缸前進



【評語】 090903

本研究藉由智慧型手機，透過藍芽傳輸介面連結 PLC，以氣壓缸實現廠房用遠端控制氣窗的機構。本案學理分析完整，提出以工廠配備的氣壓源推動氣壓缸以取代馬達驅動的螺桿裝置，在經濟上具有說服力。本作品具有自動與手動的功能，展示的動作俐落確實，具有工程美感。建議未來可嘗試加入溫度與濕度的感測器，依照室內溫度或晴雨狀況自動開關氣窗，或與網路連接，強化智慧功能。