

# 中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

高職組 機械科

090902

可程式化氣壓式夾娃娃機

學校名稱：國立花蓮高級農業職業學校

作者：	指導老師：
職三 林育臣	張建興
職二 李在原	黃俊霖
職三 張智任	
職二 陳哲賢	

關鍵詞：夾娃娃機、氣壓、PLC

## 摘要

本次試驗在設計一個氣壓式的夾娃娃機，首先運用課堂上所學習的氣壓實習與機電整合實習來規劃氣壓與電控部分部分，再利用機械原理與電腦輔助製圖來進行機械部分的設計，先把氣壓缸、氣壓夾爪與鋁擠型等元件 3D 電腦化，利用 3D 電腦影像來進行設計，可以讓我們更容易的掌控機具的比例，對初次設計機構的我們有很大的幫助。設計完成之後，我們也希望可以控制娃娃機的夾持的成功率，所以，設計了兩種方式來作為控制策略，首先以節流閥來控制氣壓的通過速度，結果發現，節流閥只能控制氣壓缸的出缸速度，並不能控制最後的夾持力量；第二種控制策略，利用 PLC(可程式控制器)的程式來控制，結果發現，我們確實可以利用程式來控制，氣壓夾爪的點放時間和點放的次數，成功率都能夠依照我們的規劃來進行，是個又簡單又穩定的控制方式。

## 壹、研究動機

在平常生活上，常常在街上看到很多各式各樣的娃娃機，這些夾娃娃機都是利用電路配線在做控制，在課堂上老師明明有介紹到，利用氣壓夾爪與電路的配置，明明可以達到夾娃娃的效果，為什麼沒有廠商想到這點，因此我們組成一個小組花了很多的時間在這方面上，把這個想法實際的呈現出來，在老師的領導下，大家一起合力完成了這台氣壓式夾娃娃機，在這研發過程中，我們機械製作、加工方面能力稍嫌不足，因此我們利用 3D 電腦繪圖來輔助設計機構，再把工作圖交給廠商，請廠商幫忙製作機構，但所有的配線、PLC 程式、設計，氣壓迴路都是由我們自己一手包辦而成。

## 貳、研究目的

- 一、設計一個氣壓式的娃娃機
- 二、設計一個可以控制成功率率的夾娃娃機
  - (一)節流閥控制策略
  - (二)快速點放控制策略(PLC 程式控制)

## 參、研究設備及材料

### 一、研究設備

#### (一)機構

- 1、主體機構
- 2、確動帶輪軸組

#### (二) 機械設備：

- 1、PLC (FX2N)
- 2、PLC (FX0N)
- 3、繼電器
- 4、馬達 DC 24V (20 RPM)
- 5、電源供應器 (AC 110V ~ DC 24V)
- 6、按鈕開關
- 7、確動皮帶
- 8、無熔絲開關

#### (三)、氣壓設備：

- 1、雙軸缸 (TD 16\*100S) Y 型夾 HDS 16 x 1
- 2、氣壓三點組合
- 3、節流閥
- 4、五口二位單邊電磁閥
- 5、五口三位中位全閉雙邊電磁閥

#### (四)、工具設備：

- 1、剝線鉗
- 2、十字起子
- 3、一字起子
- 4、尖嘴鉗
- 5、萬用電工鉗

#### (五)實驗標的物：

- 1、玩偶

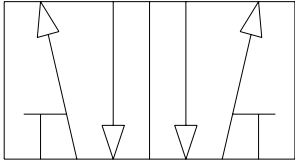
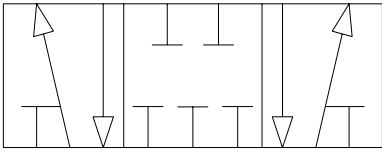
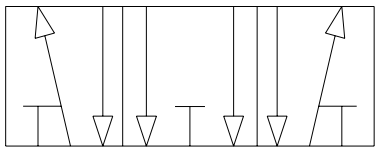
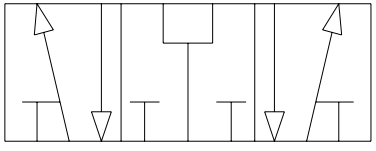
### 二、所需材料

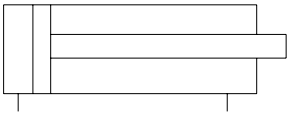
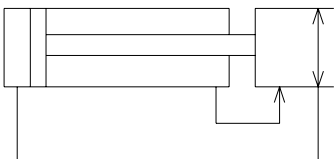
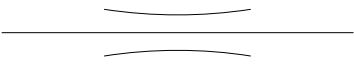
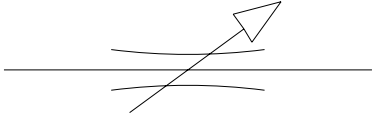
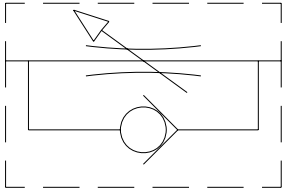
- (一)電線(絞線)乙捲
- (二)氣壓管乙捲

## 肆：研究過程及方法

### 一、氣壓迴路原理與設計；

要利用氣壓來做設計，以下是使用的氣壓元件圖與功能。

名稱	功能	符號
5 口 2 位閥	有兩個工作管路口及兩個排氣口，其餘同 4 口 2 位閥	
5 口 3 位閥	利用此閥可進行氣壓缸之鎖固及平衡控制，但因定位精度較差，固只可使用在較不重要的場合	
	(1)中立位置關閉	
	(2)中立位置浮動 (3)中立位置加壓	

<p>雙動氣壓缸</p>	<p>壓縮空氣可分別由活塞兩側加壓(前進及後退行程)。</p>	
<p>氣壓夾爪</p>	<p>配合滑台氣壓缸，導桿缸及迴轉缸可進行夾取作業。</p>	
<p>節流閥</p>	<p>藉控制壓縮空氣的進氣量及排放量，進而控制氣壓缸的往復數 度。</p>	
	<p>(1)固定節流</p>	
	<p>(2)單向節流</p>	
<p>(3)雙向節流</p>		

## 二、機構原理與方法

### (一)帶動機構

夾娃娃機要能左右、前後移動，因此我們要討論出各式的帶動機構，可能使用的機構如下。

#### 1、確動皮帶

優點	缺點
傳達動力時類似齒輪之節圓互相滾動而得平順的運轉，又似無聲鏈的動作，而兼具鏈條與齒輪的優點	皮帶為消耗品需定時更換
構造簡單	動力傳輸較不直接
維修簡易	
不需較複雜的潤滑系統	
噪音小	

#### 2、V 型皮帶

優點	缺點
可承受衝擊負載	不耐熱
傳動效率高	不耐油
兩帶輪間距可以很短	不耐水
兩輪軸稍有偏差，亦可正常運轉	長時間之使用，會慢慢地鬆弛
運轉時無噪音	

#### 3、圓形皮帶

優點	缺點
適用於輕負載之傳動	
通過加熱可簡單而牢固地進行連接。	
可進行多軸傳動和改變方向等稍微複雜的傳動。	
低溫問題少，啓動平滑。	
因撓曲或永久伸長而引起的張力下降小。	
耐臭氧性優良	

#### 4、平皮帶

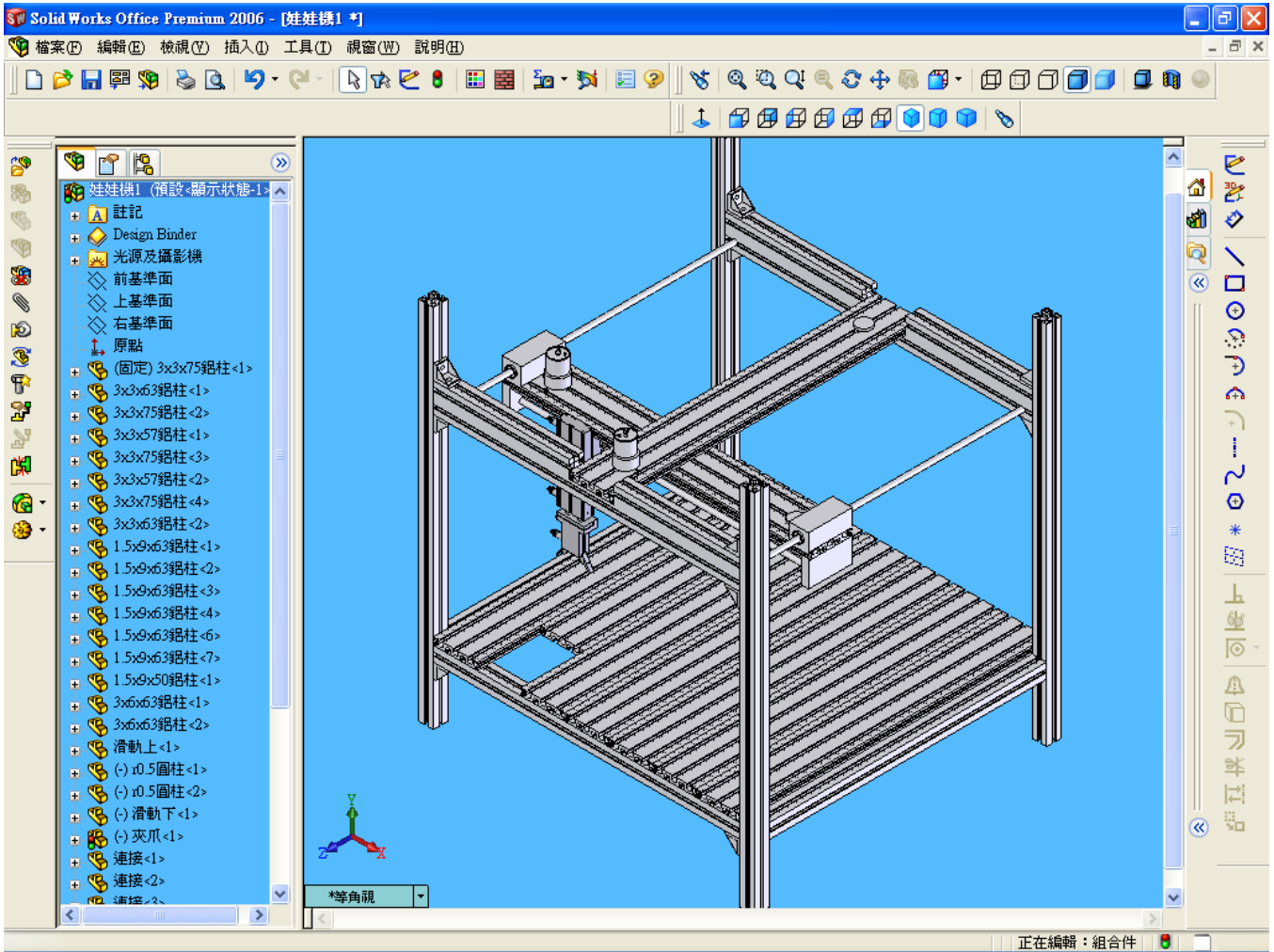
名稱	優點	缺點
皮革帶	具有很高的磨擦效率及曲性，且維修容易、使用壽命長，主要用於低、中轉數之動力	易受溫度與溼度影響而產生伸縮的現象
織物帶	具有高度之防潮、防熱及不易老化等特性	但其纏繞於帶輪之緊密度較皮革帶差，因此傳動效果較差
橡皮帶	抗拉性大、耐磨損、耐濕氣、不易伸縮且價格低廉	對於高熱及油污之抵抗能力小且散熱性差
鋼帶	抗拉強度高，耐久性佳，且不受天候影響，適用於精密機械	不易伸縮

由於確動皮帶傳達動力時類似齒輪之節圓互相滾動而得平順的運轉，又似無聲鏈的動作，而兼具鏈條與齒輪的優點，加上構造簡單維修容易、重量輕，因此我們決定採用，確動皮帶配合確動皮帶輪作為夾爪移動的帶動機構。

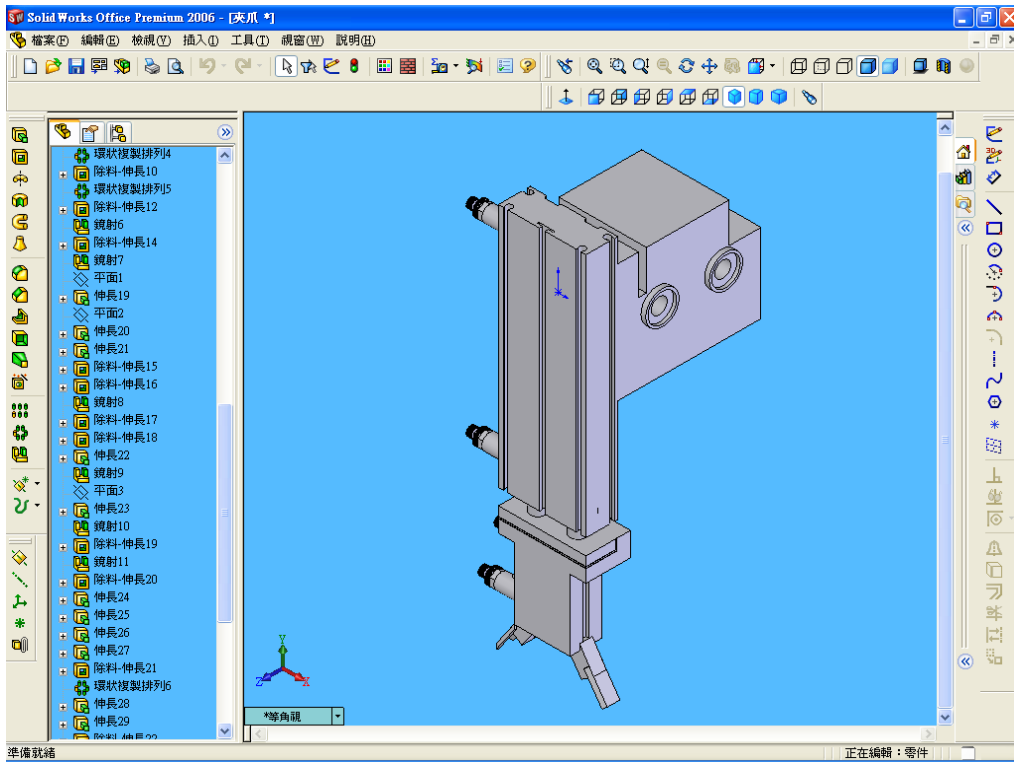


## (二)主結構設計

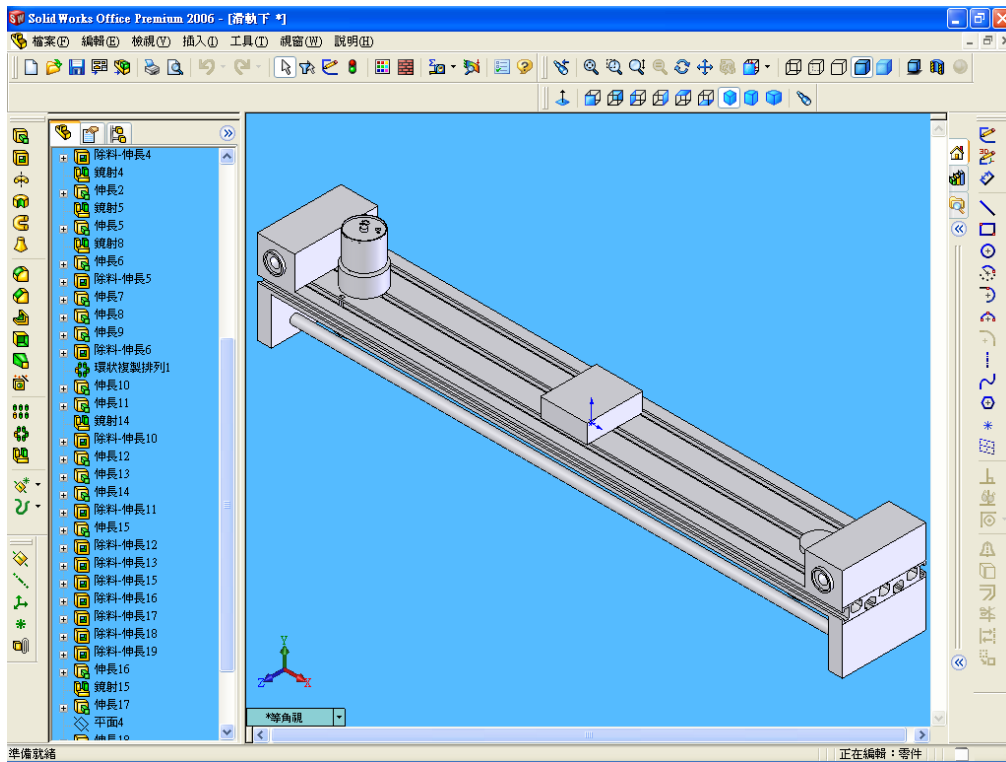
爲了使我們掌握設計後的樣子，我們使用 Solid Works 繪製立體圖，有了立體圖後可以讓我們更準確的看到成品的外觀，減少設計的失敗率，而且立體圖可以直接轉成工作圖，讓廠商可以看圖施工，對於初次設計的我們是個很好用的方式，(工作圖如附件)



【圖一 夾娃娃機本體】



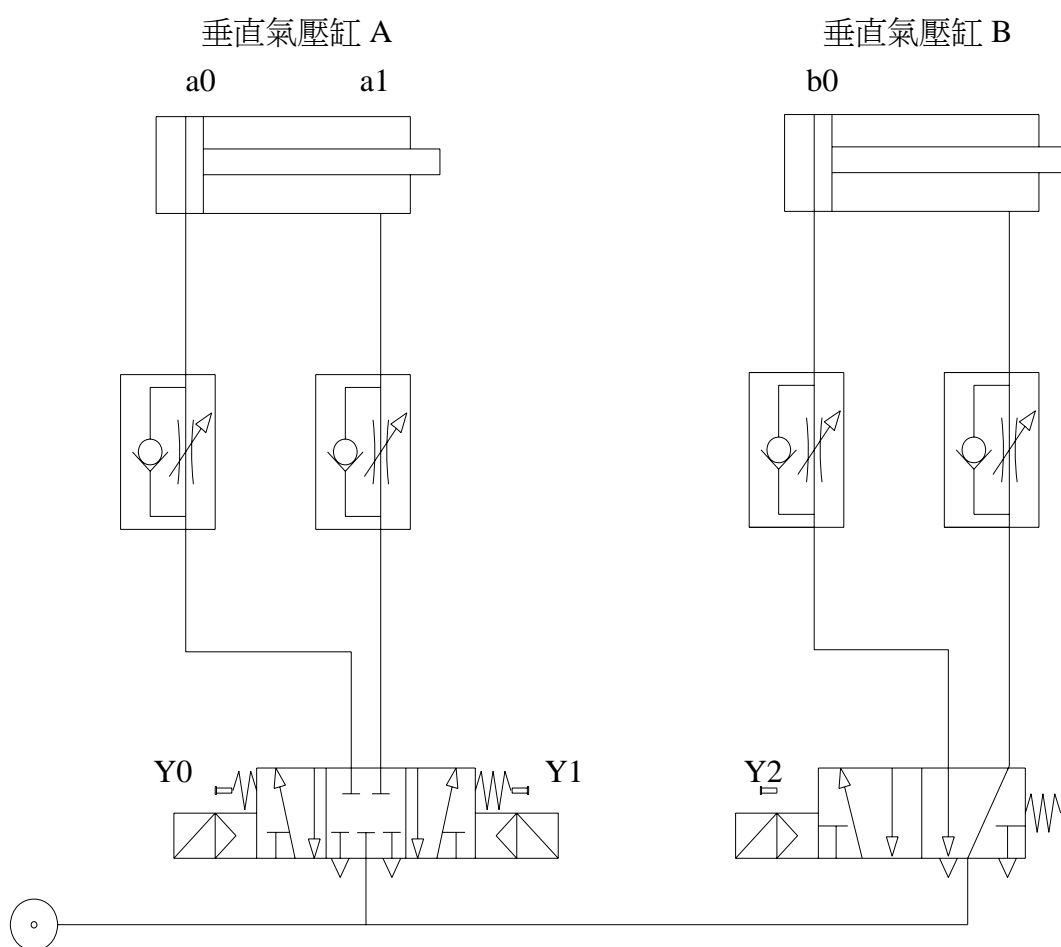
【圖二 夾爪機構】



【圖三 滑軌】

### (三)氣壓迴路設計

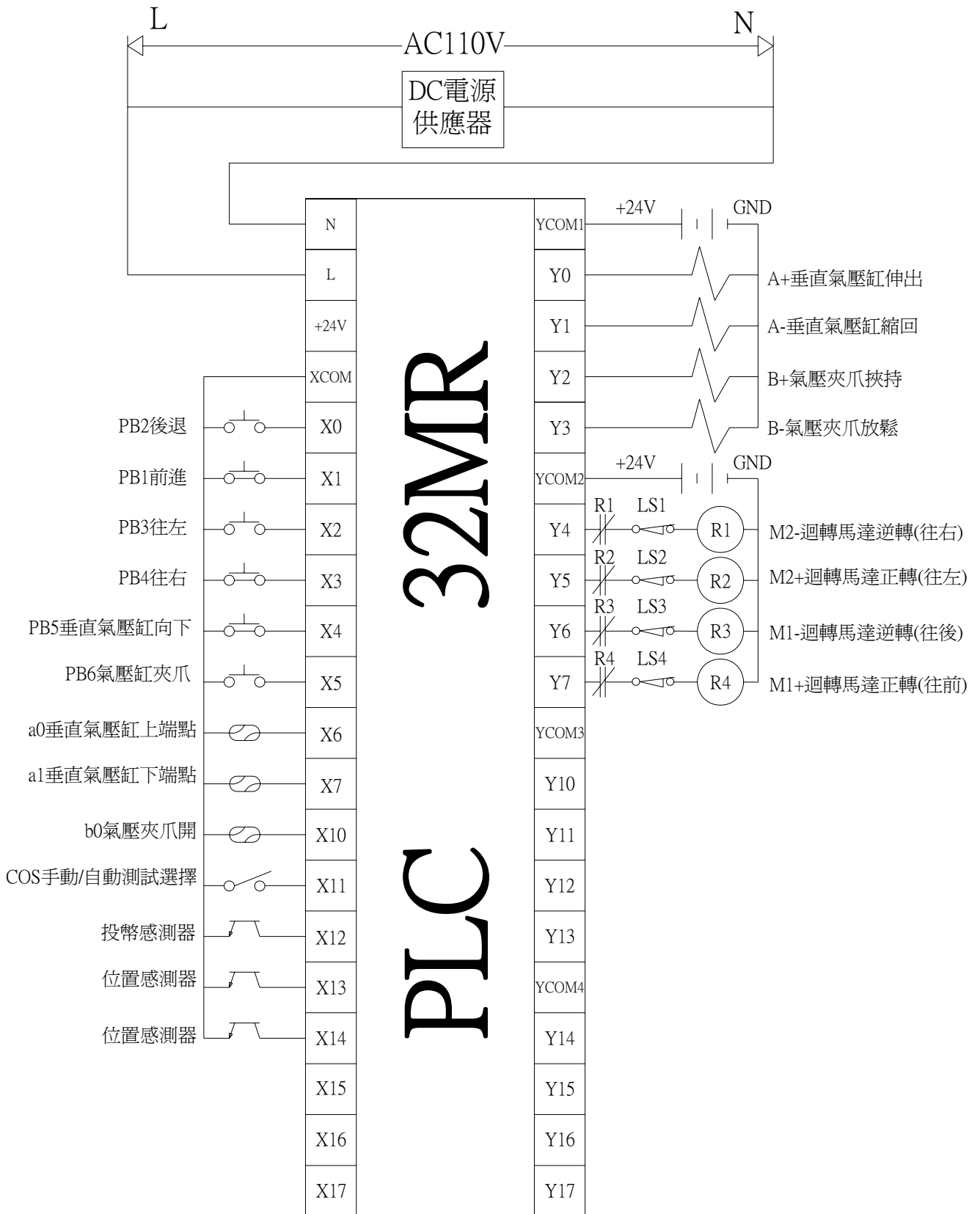
以選用適合的氣壓元件之後，設計如下的氣壓迴路圖。



【圖四 氣壓迴路圖】

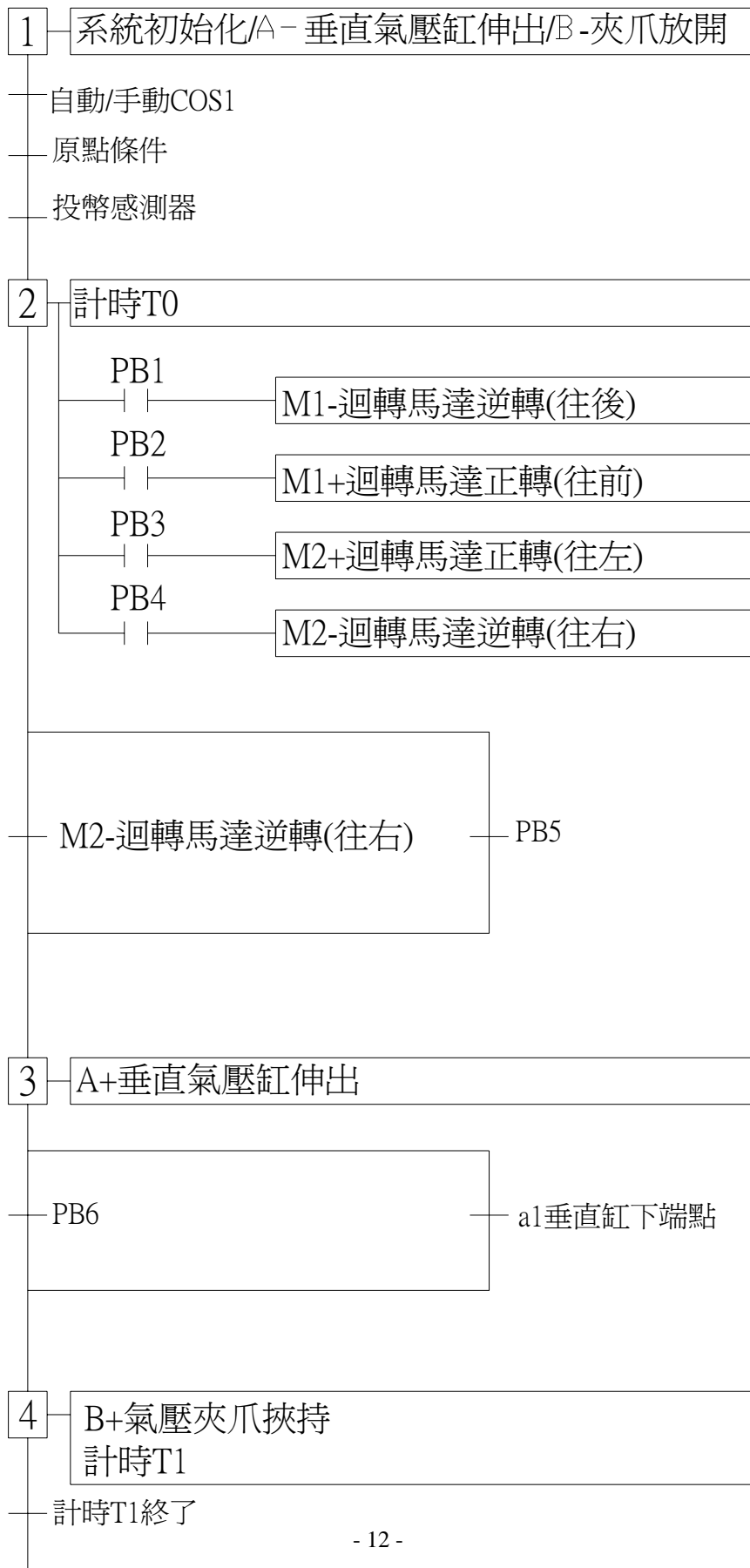
(四)、電路原理與方法

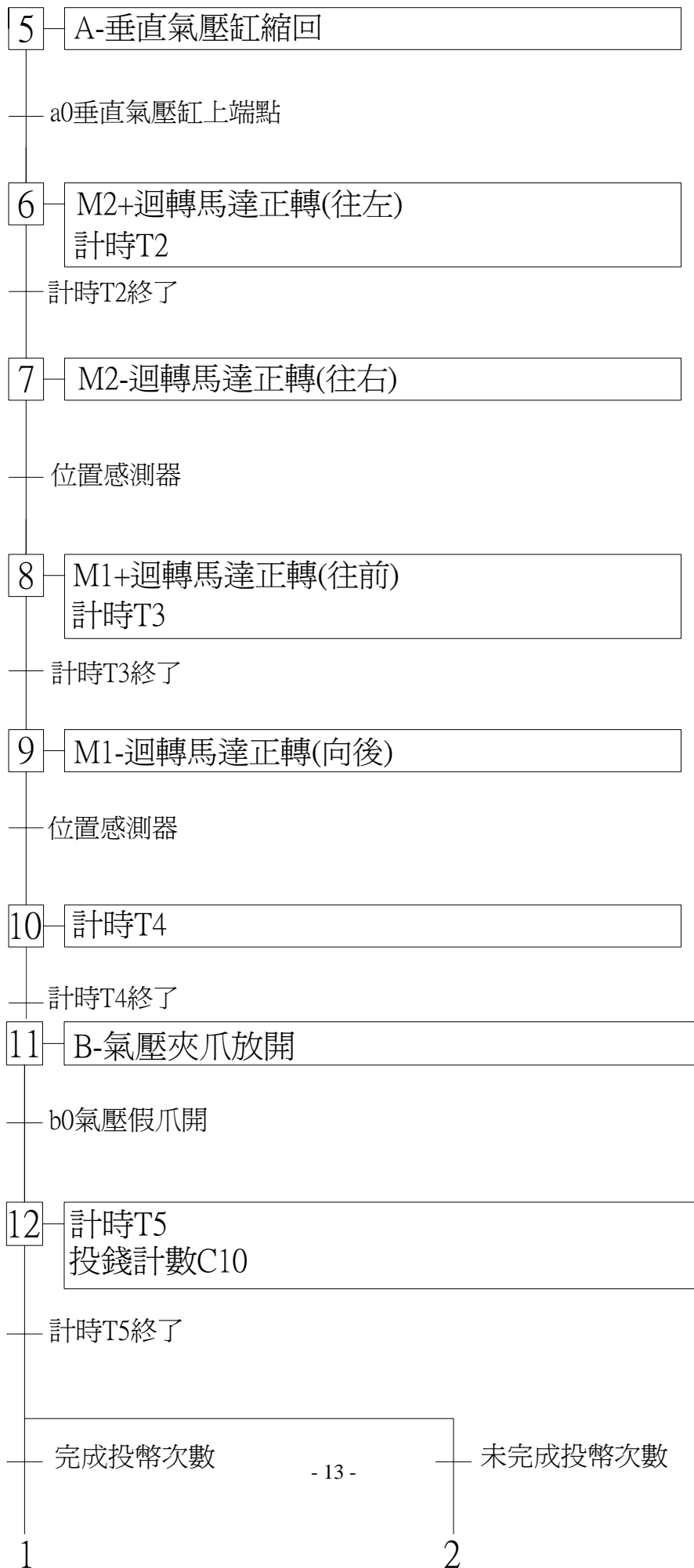
1、PLC 電路設計圖

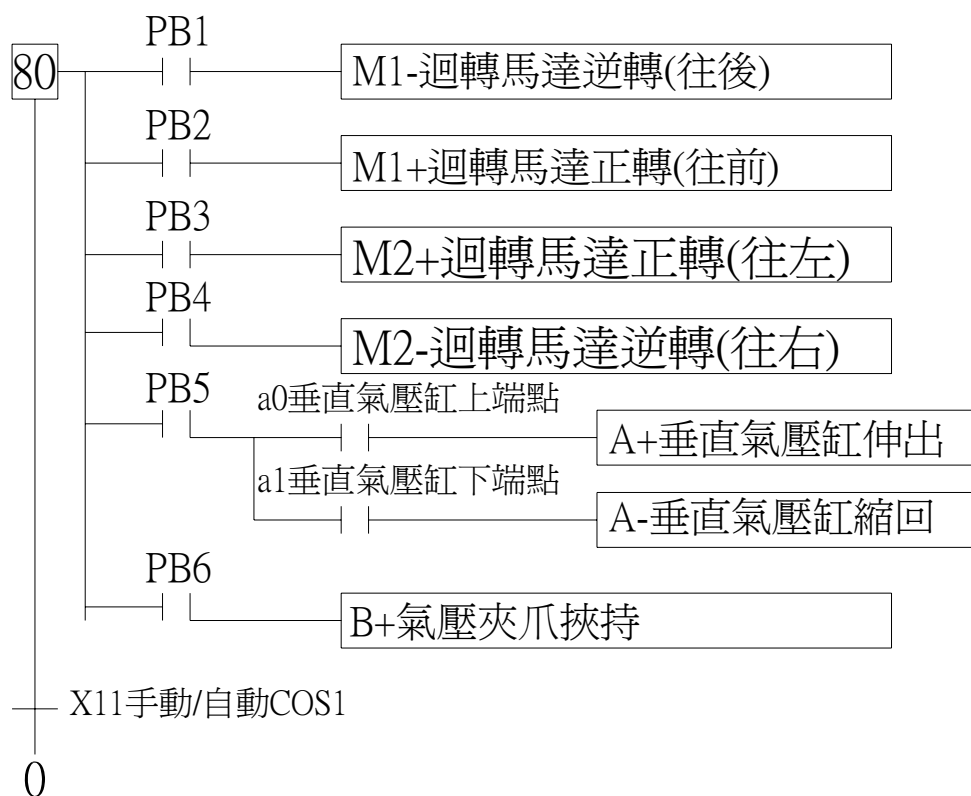


【圖五 PLC 接線圖】

2、SFC 圖





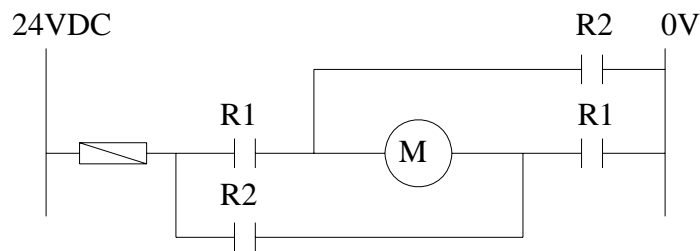
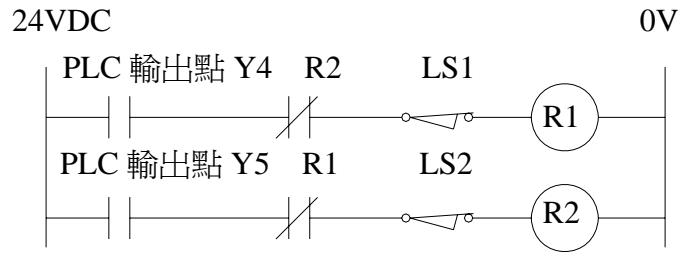


【圖六 SFC 圖】

### 3、PLC I/O 表

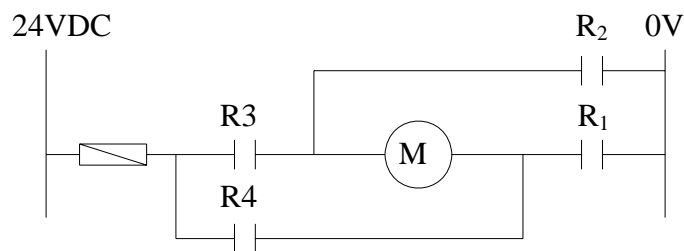
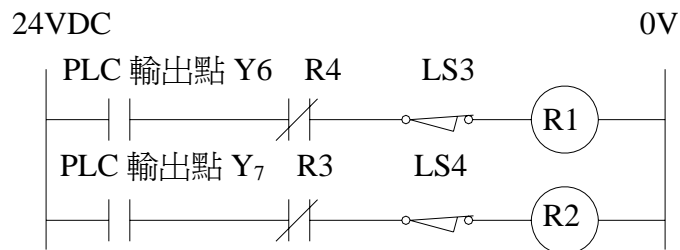
X0	PB1 後退	Y0	A+垂直氣壓缸伸出
X1	PB2 前進	Y1	A-垂直氣壓缸縮回
X2	PB3 左邊	Y2	B+夾爪氣壓缸挾持
X3	PB4 右邊	Y4	M1+迴轉馬達正轉(往右)
X4	PB5 垂直氣壓缸往下	Y5	M1-迴轉馬達正轉(往左)
X5	PB6 氣壓夾爪夾	Y6	M2+迴轉馬達正轉(往後)
X6	a0 垂直氣壓缸上端點	Y7	M2-迴轉馬達正轉(往前)
X7	a1 垂直氣壓缸下端點		
X10	b0 氣壓夾爪開		
X11	COS1 模式選擇		
X12	投幣感測器		
X13	位置感測器		
X14	位置感測器		

4、馬達迴路圖 (控制前後移動)



【圖七 馬達迴路圖(前後)】

5、馬達迴路圖 (控制左右移動)



【圖八 馬達迴路圖(左右)】



## (五)、實驗方式

### 1.減少變因

爲了讓測試過程與結果能夠穩定化，因此我們特別注意到幾件事情，第一：娃娃有高矮胖瘦，娃娃要避免選擇太扁、太瘦或是太矮的娃娃；第二：娃娃的擺放方式，要避免娃娃倒下，增加夾取的困難度，此外，要固定娃娃的擺放位置，讓夾取簡單化，減少測試者的操作時所造成的誤差。



【圖九 娃娃有高矮胖瘦】



【圖十 固定把娃娃放置在中間紅點】



【圖十一 娃娃站著】



【圖十二 娃娃倒下】

## 2.多次測試，取得常態分布結果

爲了避免實驗過程中的誤差，我們反覆夾取了五十次，使測試結果能趨進常態分布，讓試驗結果有意義。



【圖十三 夾取失敗】



【圖十四 夾取成功】

## 伍、研究結果

### 一、節流閥控制策略研究 (數據如下)

調節節流閥開 0%

夾爪次數	測試結果									
1~10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11~20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21~30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
31~40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
41~50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
成功率	0%									
原因	因為氣壓量不夠所以無法動作									

備註：O 代表夾成功 X 代表夾失敗



【圖十五 調整節流閥】

調節節流閥一半 50%

夾爪次數	測試結果									
1~10	O	X	O	O	O	O	O	O	O	O
11~20	O	O	O	X	O	O	O	O	X	O
21~30	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
31~40	O	O	X	O	O	O	O	O	O	O
41~50	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
成功率	92%									

備註：O 代表夾成功 X 代表夾失敗

調節節流閥開全開 100%

夾爪次數	測試結果									
1~10	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O
11~20	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
21~30	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
31~40	O	O	O	O	O	O	X	O	O	O
41~50	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
成功率	96%									

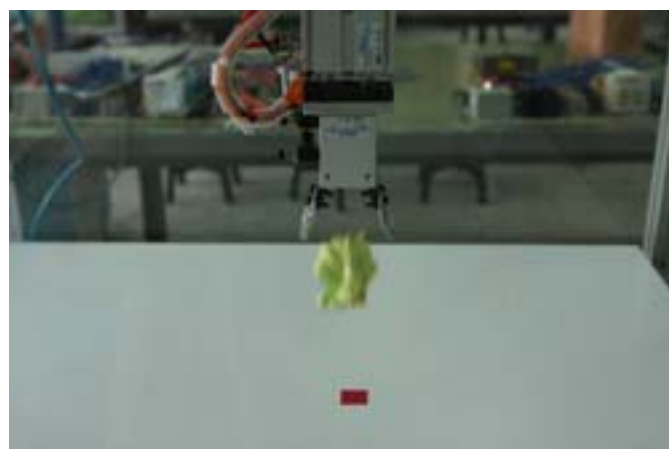
備註：O 代表夾成功 X 代表夾失敗

二、快速點放控制策略研究 (數據如下)

每次 4 夾取中會點放 1 次

夾爪次數	測試結果									
1~10	X	O	O	X	O	O	O	X	O	O
11~20	O	X	O	X	O	O	O	X	O	O
21~30	O	O	O	X	O	O	O	X	O	O
31~40	O	O	O	X	O	O	X	X	O	O
41~50	O	O	O	X	O	O	O	X	O	X
成功率	72%									

備註：O 代表夾成功 X 代表夾失敗



【圖十六 上死點快速點放】

每次 4 夾取中會點放 2 次

夾爪次數	測試結果									
1~10	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X
11~20	O	X	O	X	O	X	X	X	O	X
21~30	O	X	X	X	O	X	O	X	O	X
31~40	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X
41~50	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X
成功率	46%									

備註：O 代表夾成功 X 代表夾失敗

## 陸、討論

### 一、成功率

#### (一) 節流閥控制策略

經由實驗我們將節流閥設定三種通過率，全關、半開、全開三種，實驗後發現節流閥無法改變夾爪的挾持力，故成功率很高，因為，

$$P_{th}=F \times A, \text{ 式中 } F_{th} = \text{理論出力(Kg)}$$

$$P = \text{操作壓力(bar)(Kp/cm}^2\text{)}$$

$$A = \text{活塞的有效斷成面(cm}^2\text{)}$$

所以調節流量只會影響氣壓缸的夾爪快慢，並不會影響出力大小，因為出力的大小，只能改變「操作壓力」或「活塞的有效斷成面」才能控制夾爪的出力大小。

#### (二) 快速點放控制策略(PLC 程式控制)

經由試驗我們改變程式的撰寫方式，在夾取過程中讓夾爪快速的開合(點放)，用此種方式來控制夾持的成功率，結果發現，成功率都能夠依照我們的預期，利用程式來控制的確是個穩定且有效的控制策略。爲了不讓操作人員發現夾爪有點放的動作，我們特意把點放的時間點，設定在氣壓缸上升至上端點的時候，該時間點原本就會有震動，因此，操作人員會以爲是氣壓缸自然的震動，而忽略了夾爪其實有開合(點放)的動作。

### 二、機構設計

使用氣壓原件來設計夾娃娃機，必須要很小心的設計機構，一個使用不當，很可能就會把夾爪撞壞，除此之外，夾爪的大小也要配合娃娃的大小，夾爪太大會夾不到娃娃，夾爪太小，會把娃娃夾壞，因此，在設計上要多費一份心，在者，目前完成的夾娃娃機需要「電壓源」也需要「氣壓源」，因此一般店家要多設置打氣機來提供「氣壓源」，但是，如果能進一步的改善爲純氣控制(只用氣壓源來控制)，省下來的電費一定很可觀。

## 柒、結論

本次研究已經達到初步的成果，利用氣壓與 PLC(可程式控制器)成功的完成氣壓式夾娃娃機，反覆的測試過後，的確可以正確的夾持娃娃。透過 PLC 程式的設計，也可以來控制夾取娃娃成功率，爲了使本氣壓式夾娃娃機可以有更多元的操控，更貼近實際店家的需要，未來可以往以下三個方向來進行：

### 一、採用純氣控制

我們知道近年來國人越來越提倡環保，滿街的夾娃娃機，所消耗的電量十分可觀，因此，目前我們所設計出來的，夾娃娃機除了使用氣壓之外，還是需要電力來控制馬達的輸出、PLC 的程式運作，未來，我們可以利用相同的機構，配合純氣壓式的管路設計，來控制夾娃娃機的動作，如此一來，只需要供給氣壓源，即可讓夾娃娃機運作。

### 二、設計老闆模式鍵

目前設計的夾娃娃機比較單純，並沒有太多的輸出元件，爲了更貼近店家老闆的使用，我們可以增加「老闆模式鍵」，改變程式的輸寫方式，並解增加輸入模組，就可以讓老闆很容易的來設定，夾持的成功率。

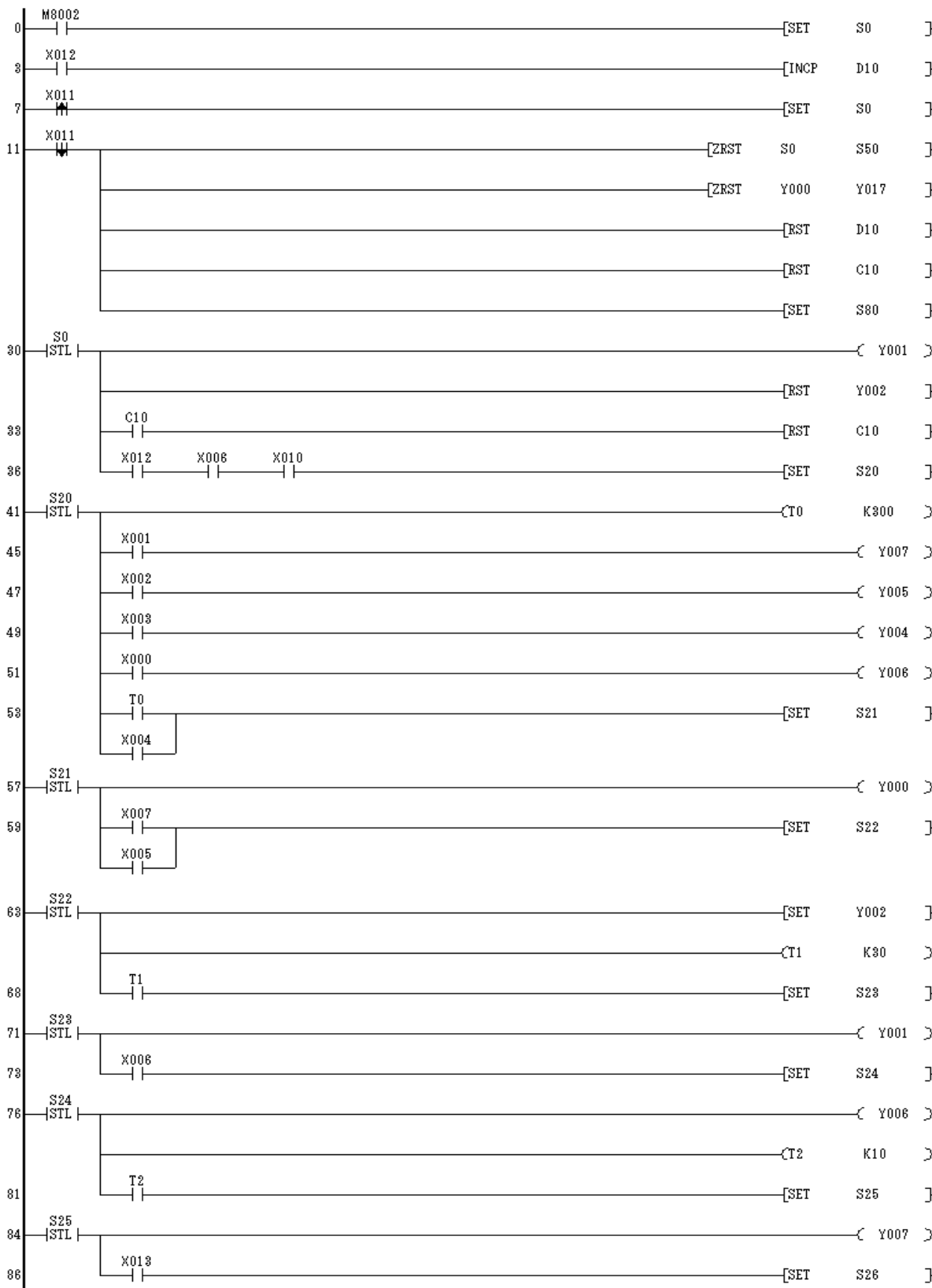
### 三、設計工程師維修模式鍵

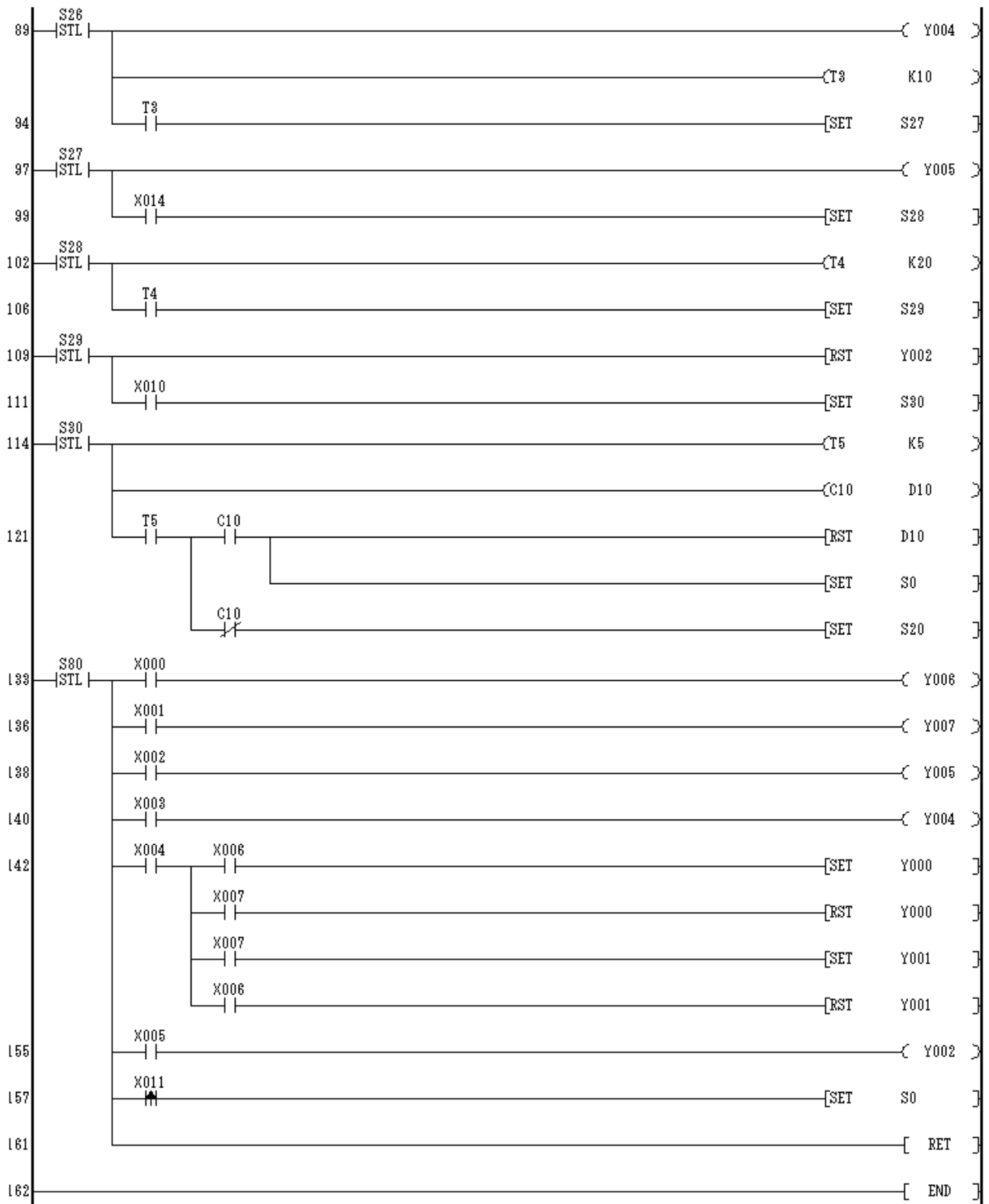
此外，如果我們娃娃機要商品化，「工程師維修模式鍵」是一定要有的，讓工程師到了現場開啓模式，就能更改程式的內容，把最新的程式輸入到夾娃娃機中。

## 捌、參考資料及其他

- 一、林錫麟、李新濤，液氣壓原理及實習，台灣復文，2008 年 2 月
- 二、葉倫祝，機件原理 I，全華，2008 年 7 月
- 三、王雪娥，陳進煌，電腦輔助製圖與實習，全華，2007 年 10 月

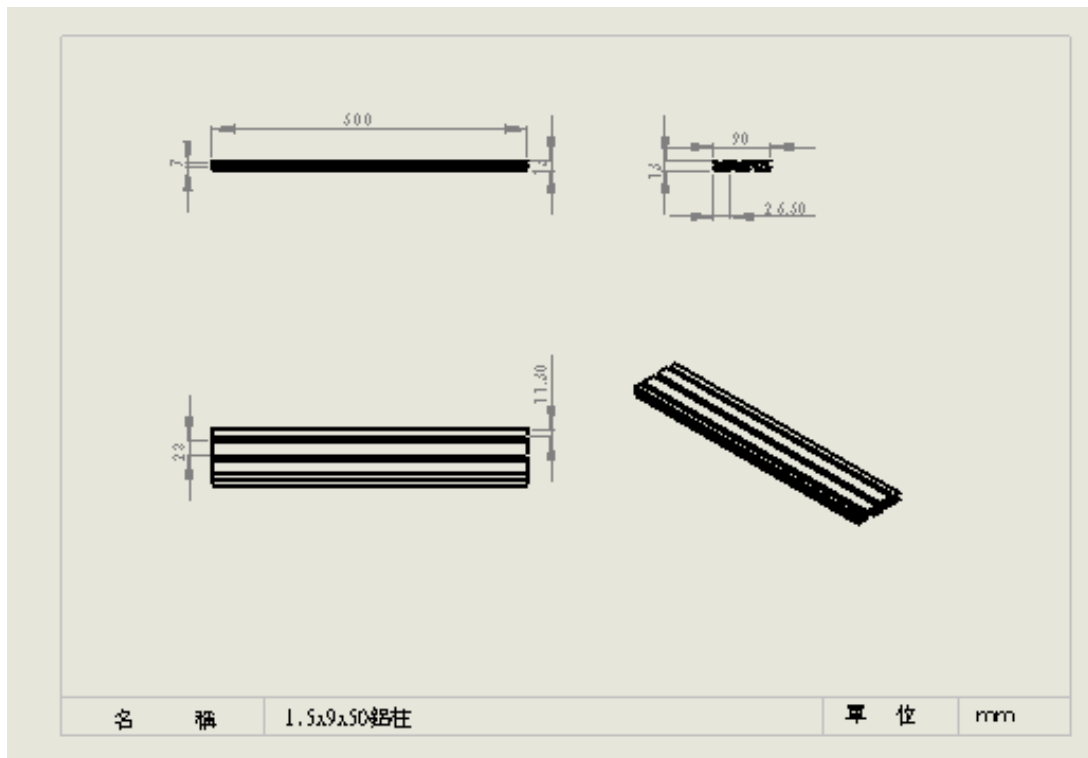
# 附件 1 PLC 程式



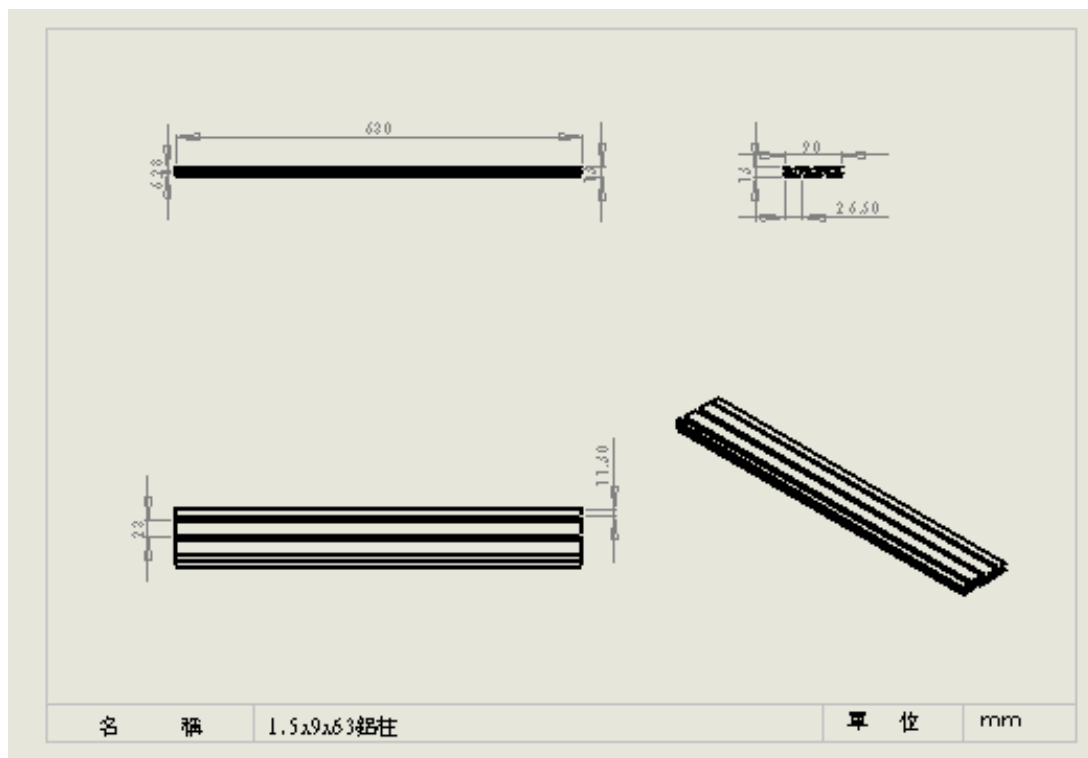




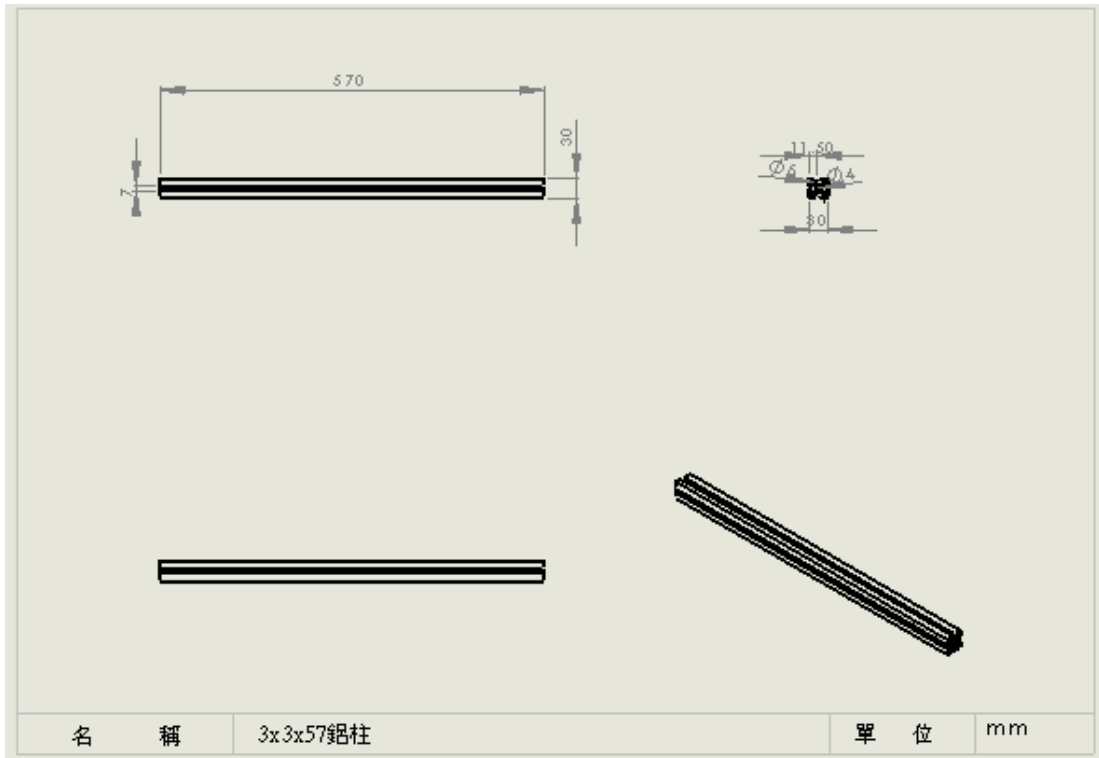
附件 2 工程圖



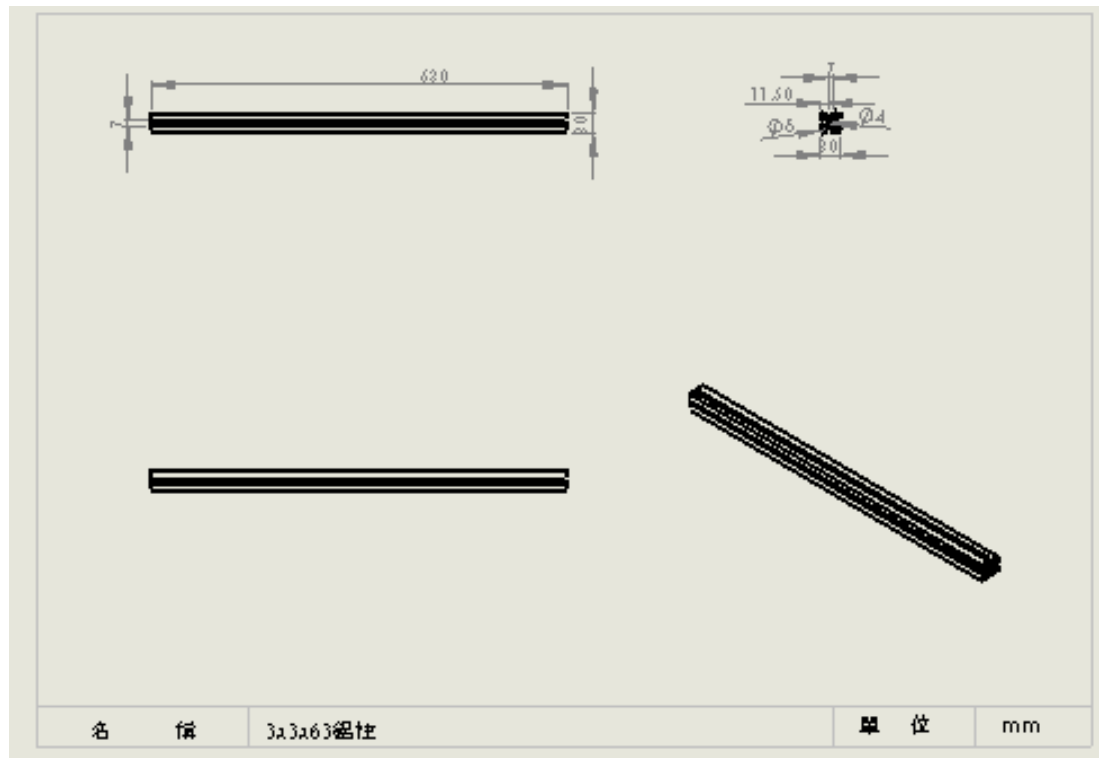
【1.5x9x50 鋁柱】



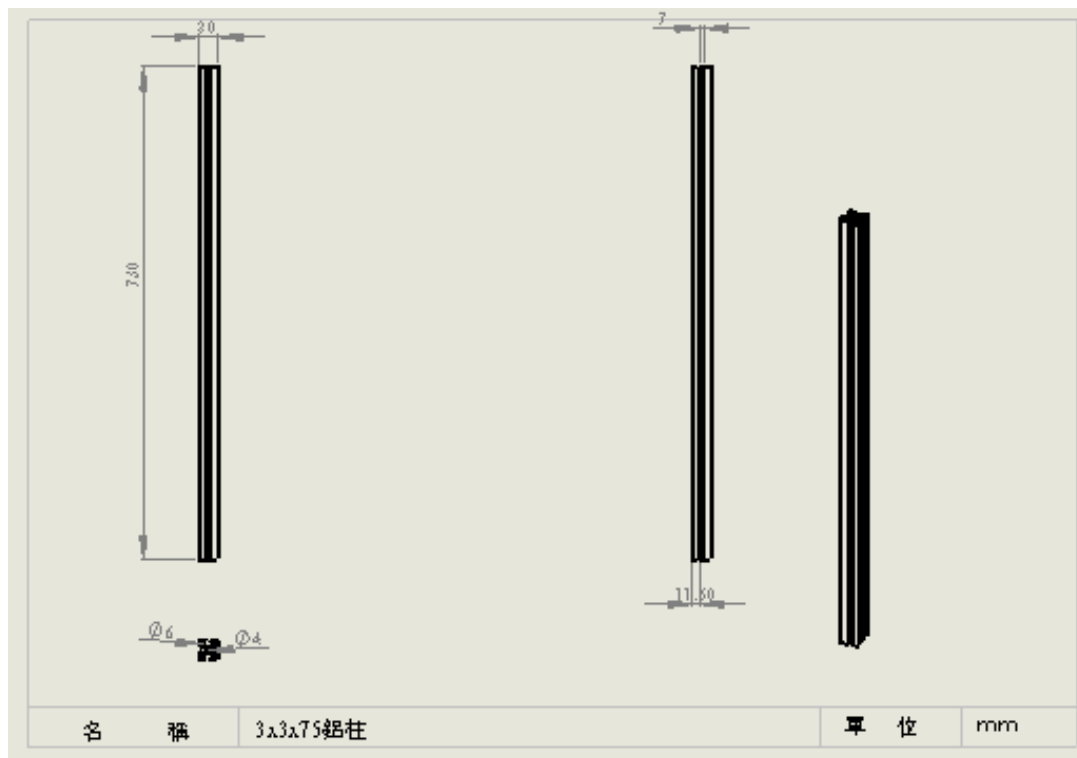
【1.5x9x63 鋁柱】



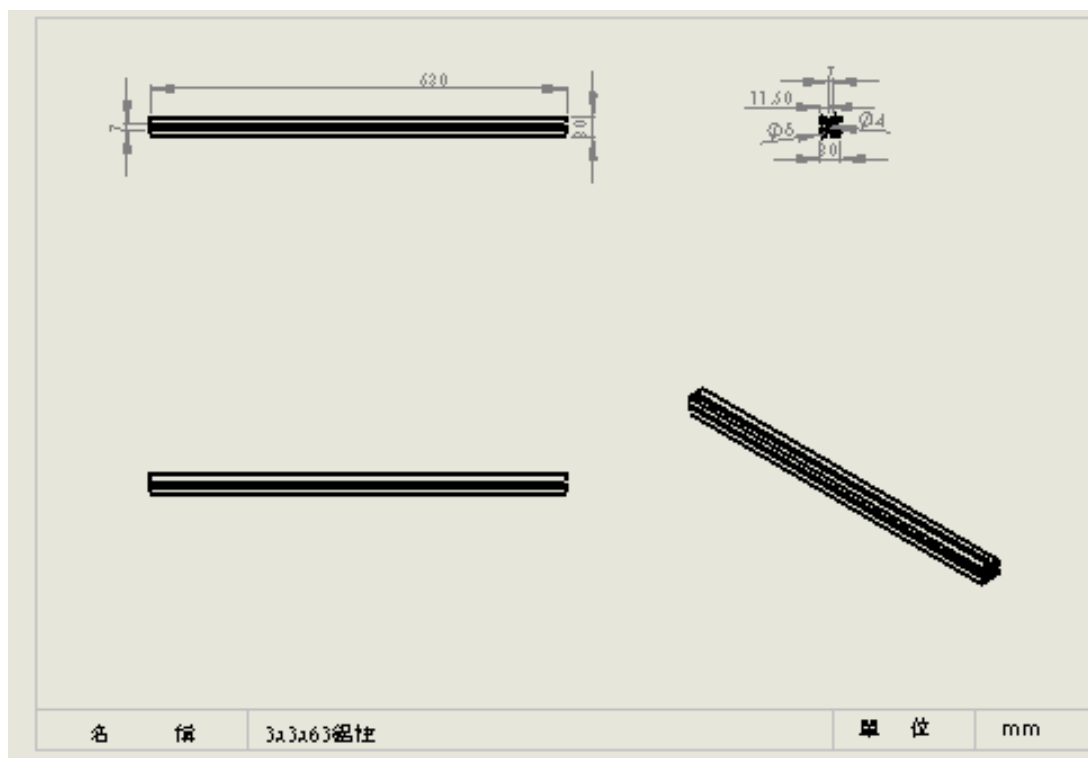
【3x3x57 鋁柱】



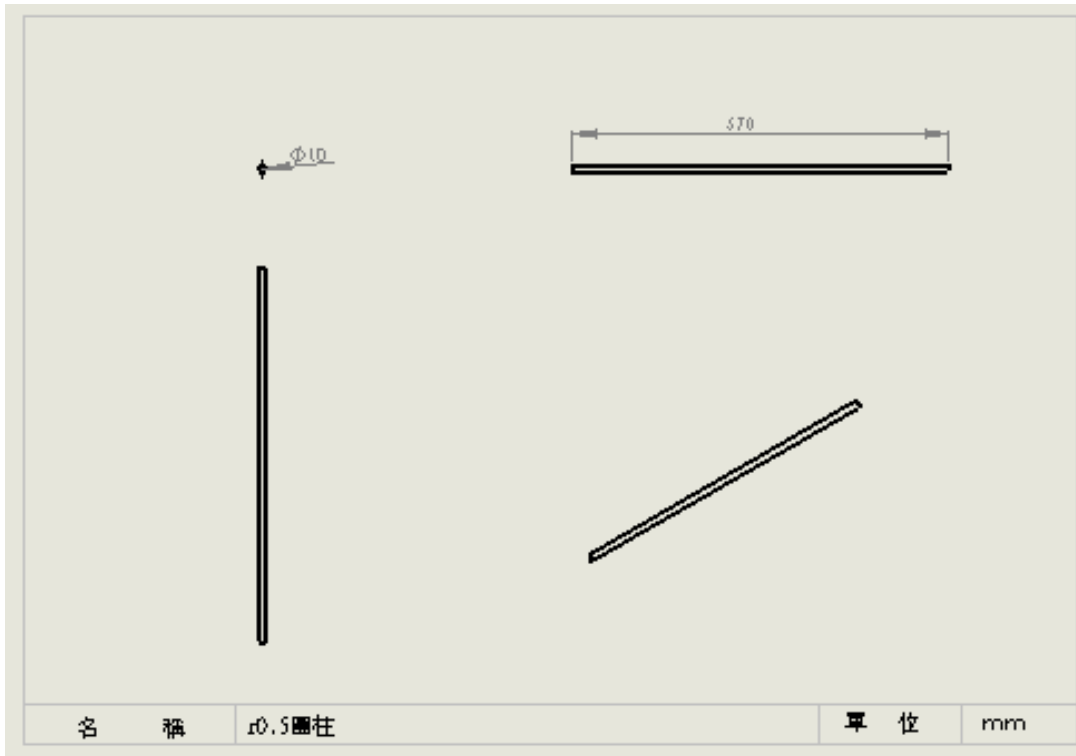
【3x3x63 鋁柱】



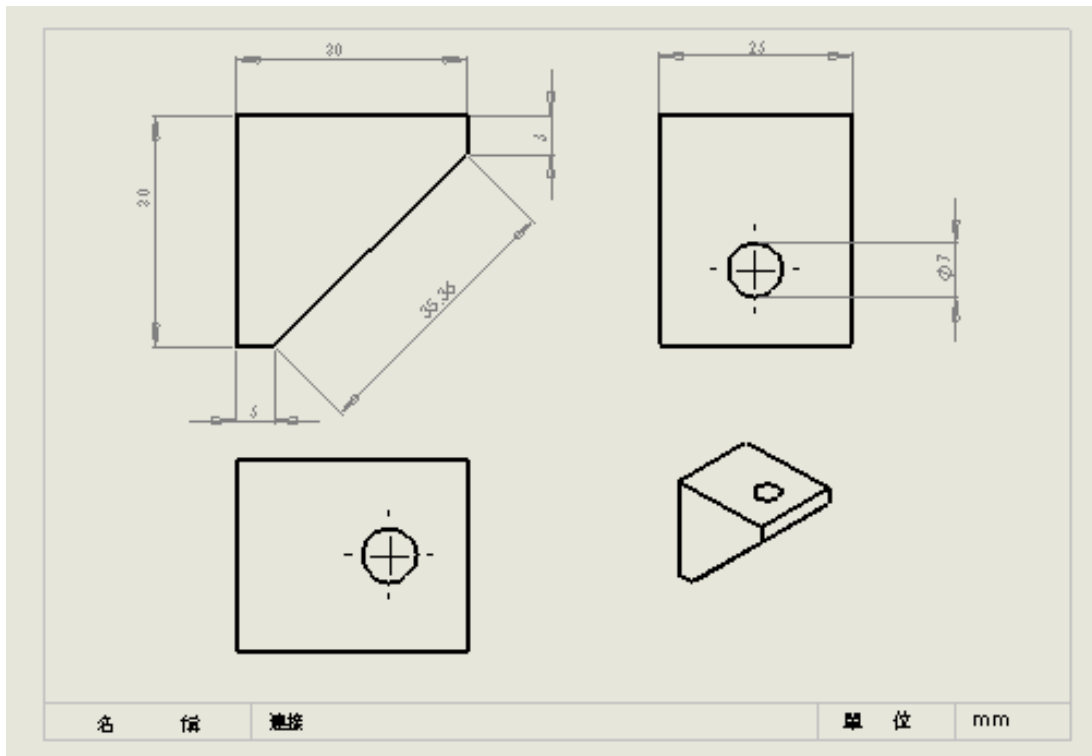
【3x3x75 鋁柱】



【3x3x63 鋁柱】



【r0.5 圓柱】



【連接】

## 【評語】 090902

- 1、 系統機構製作與迴路設計完善，能達準確控制。
- 2、 以可精確控制的氣壓系統製作夾娃娃機創意良善，惟主題用來控制夾持失敗率，有違其用途。
- 3、 點放控制夾持，造成失敗率有規則性，容易失去娛樂性。
- 4、 欲系統商品化，建議設計滿足顧客心理之商品較佳。