

修平科技大學機械工程學系  
實務專題論文

機械手臂製造與組合

指導教授：洪振聰  
班級：四機三乙  
組長：楊仁助 BA103068  
組員：塗韋翔 BA103087  
林子翔 BA103090

中華民國一〇六年五月三十一日

## 摘 要

近年來，機器人由於具備靈活的操控性，可靠度高、速度快且可全年無休，已廣泛運用於自動化產業。例如工件組裝、取放物料、噴漆、加工等繁瑣的工作，皆可能以機器人取代人工作業。除了工業用途外，在商業、農業、水下、醫療、服務、娛樂、軍事等領域都可以發現其應用的價值。然而，機器人的單價極高，如果無法提升其運用的附加價值，或是讓其使用成本低於人工作業的成本，則無法滿足業界的實際需求。因此，如何擴展機器人的應用層次，或是能研發出與機器人協同作業的自動化裝置，即成為重要的研究議題。機器人的本體包括機身、行走機構、手臂（包含臂部、腕部、手部）、及傳動件等部分，所有的計算、分析與控制均要通過本體的運動以完成特定的任務，因此機器人本體各部分的基本結構、驅動方式、與材料的選擇將直接影響整體性能。典型的工業機器人僅實現人類手臂的部分功能，所以稱作機器手臂，本研究即著重於探討機器手臂的應用與控制。

## 致 謝

首先，誠摯的感謝專題指導老師 洪振聰 教授，我們在歐教授細心的指導和適時的提供建議下，讓我們在本次專題製作中得到不只是一份研究成品，也從中獲得了一股成就感。在製作專題的過程中，雖然曾遇到許多挑戰與挫折，比如說意見不合、時間上的不能配合、成品不滿意 但是當我們一一克服了這些困難。也要謝謝組長與組員們之間互相幫忙，各自發揮自己的所長，團隊的精神，大家都辛苦了！

# 目 錄

摘要.....	I
致謝.....	II
目錄.....	III
圖目錄.....	V
研究背景與動機.....	1
時間進度與管制.....	2
工作分配.....	3
成品繪製.....	4
1.1 零件繪製.....	4
1.2 SolidWorkS 介紹.....	4
程式製作.....	6
2.1 眾宇科技公司 介紹.....	6
2.2 SoftLathe/SoftMill 介紹.....	7
2.3.1 Arduino 介紹.....	8
2.3.2 Arudino 程式撰寫.....	9
使用機台介紹.....	11
3.1 眾程科技 EQUIPTTOP EMV-600.....	11
3.2 機能規格.....	12
機械手臂使用馬達.....	14
4.1 TowerPro MG996R (數位式伺服馬達/舵機).....	14
4.2 TowerPro SG90 舵機馬達.....	16
SolidWorks 繪製零件工程圖.....	17
CNC 加工方式.....	26
CNC 程式撰寫與模擬.....	27
CNC 車削與車削零件成品/組裝與控制.....	28
完成概念圖.....	39
實體圖.....	40

結果與結論.....41

## 圖目錄

圖 1.1 Dassault Systemes SolidWorks.....	4
圖 1.2 SolidWorks.....	5
圖 2.1 Mastercam.....	6
圖 2.2 SoftLathe/SoftMill.....	7
圖 2.3.1 Arduino Mark.....	8
圖 2.3.2 Arduino 程式碼.....	10
圖 3.1.1 工廠使用CNC綜合加工機.....	11
圖 3.1.2 眾程科技 EQUIPTTOP EMV-600.....	11
圖 3.2.1 機能規格(1) .....	12
圖 3.2.2 機能規格(2) .....	13
圖 4.1.1 TowerPro MG996R(1) .....	14
圖 4.1.2 TowerPro MG996R(2) .....	15
圖 4.2 TowerPro SG90 舵機馬達.....	16
圖 5.1 零件 0 至零件 3.....	17
圖 5.2 零件 4 至零件 6.....	17
圖 5.3 零件 7.....	18
圖 5.4 零件 8 至零件 10.....	18
圖 5.5 零件 11.....	19
圖 5.6 零件 12 至零件 13.....	19
圖 5.7 零件 14 至零件 15.....	20
圖 5.8 零件 16 至零件 17.....	20
圖 5.9 零件 18.....	21
圖 5.10 零件 19.....	21
圖 5.11 零件 20.....	22
圖 5.12 零件 21 至零件 23.....	22
圖 5.13 零件 24.....	23
圖 5.14 零件 25 至零件 27.....	23
圖 5.15 零件 28 至零件 30.....	24

圖 5.16 零件 31.....	24
圖 5.17 零件 33.....	25
圖 5.18 零件 34.....	25
圖 6.1 Base_1.....	26
圖 6.2 Base_2.....	26
圖 7.1 CNC 程式撰寫(1).....	27
圖 7.2 CNC 程式撰寫(2).....	27
圖 8.1 CNC 加工中.....	28
圖 8.2 CNC 加工半成品檢視.....	28
圖 8.3 加工半成品檢視.....	29
圖 8.4 CNC 加工半成品檢視.....	30
圖 8.5 CNC 加工半成品檢視.....	30
圖 8.6 CNC 加工成品檢視排列(1) .....	31
圖 8.7 CNC 加工成品檢視排列(2) .....	31
圖 8.8 CNC 加工成品檢視排列(3) .....	32
圖 8.9 嘗試組裝與檢視錯誤.....	32
圖 8.10.1 成品組合前.....	33
圖 8.10.2 成品組合中.....	33
圖 8.10.3 工件與鉚釘組裝(1) .....	34
圖 8.10.4 工件與鉚釘組裝(2) .....	34
圖 8.11 試裝馬達 檢查誤差.....	35
圖 8.12 馬達與底座組裝.....	35
圖 8.13 成品試裝(1) .....	36
圖 8.14 成品試裝(2) .....	36
圖 8.15 成品試裝(3) .....	37
圖 8.16 成品試裝(4) .....	37
圖 8.17 Arduino 程式寫入與操控實作(1) .....	38
圖 8.18 Arduino 程式寫入與操控實作(1) .....	38
圖 9.1 成品完成概念圖.....	39

圖 10.1 實體圖 .....40

## 研究計畫之背景及目的

### 背景：

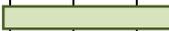
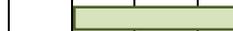
我們曾經看過一則新聞報導，裡頭寫著：「台積電啟動打造一座無人工廠，總計斥資 80 億美元，今年進入奈米時代。張忠謀說，今年台積電的新技術是 40 奈米，下半年又有下一代 28 奈米技術。去年聞到景氣復甦後，將打造一座無人工廠。台積電員工表示，張忠謀曾在這座無人工廠的中央走廊駐足好久，驚嘆這座自動化工廠將改變全世界。」由上述的新聞中，我們得到啟發，越先進的自動化工廠具備許多不同技術，例如：自動化生產與製造、自動化搬運與倉儲、製造整合資訊系統等。所以我們與老師討論的結果，決定以 DIY 的方式，用 CNC 方式製作機械手臂，因為在自動化工廠裡，一定會使用機械手臂來幫助工作。

### 目的：

這次專題之所以研究機械手臂，是因為科技越來越發達，慢慢的工廠也開始導入了機械手臂，成為了工作上的好助手，現在的機械手臂不再只是能夾夾東西，而是開始導入了許多自動控制以及遠端監控的功能，這時候我們可以不必待在旁邊或是工廠內，而是可以透過遠端操控來進行工作，遠端操控適合用在高危險工作環境上，這樣能有效降低工安意外的發生，不僅僅如此，遠端遙控也能在工廠發生問題時，能即時監控不必再親自到現場。然而減少人力成本是我們的目標，機械手臂也是許多工廠必定會用到的設備之一，藉由圖形監控及遠端監控設備，我們只要在一個工作室內，看著螢幕監視著機器的運作，一旦問題發生也可以立刻發覺，由於現在生產技術發展的速度以及產品品質要求不斷提升，品質穩定度也是一大考驗，而機械手臂不只生產速度快，品質更是穩定，機械手臂的技術發展都是為了讓人類在工作與生活中得到更多的便利性

## 時間進度與管制

本專題研究內容共分為資料收集及研究、程式設計與測試、機台學習與操作、實務操作與測試、成品製作、尋找錯誤、成品分析與修改、報告製作與修改共 8 項，個工作項目時程進度如下圖所示。

工作項目	月次												備註	
	第九月	第十月	第十一月	第十二月	第一月	第二月	第三月	第四月	第五月	第六月	第七月	第八月		
1.資料收集及研究	 													
2.程式設計與測試			 											
3.機台學習與操作			 											
4.實務操作與測試				 										
5. 成品製作				 										
6 尋找錯誤.				 										
7.成品分析與修改					 									
8.報告製作與修改					 									
預定進度累計百分比	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	00%		

預定進度



實際進度



## 作分配

- 資料收集：楊仁助、林子翔、塗韋翔
- 資料彙整：楊仁助、林子翔、塗韋翔
- 報告製作：楊仁助、林子翔、塗韋翔
- 零件繪製：楊仁助
- 專題加工：塗韋翔
- 專題組裝：林子翔

# 成品繪製

## 1.1 零件繪製

本次專題零件繪製程式使用 Dassault Systèmes(達梭系統)的 SolidWorks 軟體，SolidWorks 公司成立於 1993 年 12 月，其總部設在美國麻州康克爾郡，西元 1995 年發表其第一款產品 SolidWorks 95，1997 年被達梭系統併購，SolidWorks 公司現在是達梭系統的子公司。SolidWorks 的是產品設計師和機械工程師使用的軟體，全世界其用戶範圍從個人到大公司，涵蓋非常廣泛的橫截面製造業細分市場。商業銷售是通過間接渠道，其中包括遍及世界各地的交易商和合作夥伴。



圖 1.1 Dassault Systemes SolidWorks

## 1.2 SolidWorks 介紹

SolidWorks 是 Parasolid 的基礎堅實建模，並採用 參數化 特徵為基礎的方法來建立模型和組件。

參數指的制約，其值確定的形狀或幾何模型或組裝。參數可以是數值參數，如線路長度或直徑圓圈，或幾何參數，如切線，平行，同心，水平或垂直等數字參數可以與對方的關係，通過使用，這使得他們捕捉設計意圖。

設計意圖是如何創造者的部分要它響應變化和更新。例如，您希望該洞的頂部的一個飲料罐留在頂面，無論高度或大小的可以。SolidWorks 的允許您指定該洞是一個功能的頂部表面，然後將您的設計意圖榮譽不管你後來給了高度的可以。

特徵指的是積木的一部分。他們的形狀和操作構建的一部分。基於形狀特徵通常開始於 2D 或 3D 草圖的形狀，如管路接頭、孔、槽等形狀，然後這擠壓或削減到添加或刪除材料的一部分。經營性功能沒有素描基礎，包括功能，如魚片、倒角、貝殼、草案的適用面臨的一個組成部分，等等螢幕快照捕獲從 SolidWorks 的自頂向下的設計方法。

在 SolidWorks 中建立一個模型通常始於一個 2D 草圖（儘管 3D 草圖可用於高級用戶）。該草圖由幾何，如點，線，弧，圓錐曲線（雙曲線除外）和公式。尺寸添加到素描來定義的大小和位置的幾何形狀。關係是用來定義屬性，如切、平行、垂直、同心圓。SolidWorks 的參數化性質意味著驅動器的尺寸和幾何關係，而不是相反。在草圖的尺寸可以獨立控制，或由其他參數的關係，以內部或外部的素描。

SolidWorks 的開創能力的用戶回滾透過歷史的一部分，以便進行修改、添加額外的功能或改變順序的操作執行。後來基於特徵的實體建模軟體複製這個想法。

在一個集會，模擬素描關係是隊友。正如素描關係的界定條件，如切，平行，同心度和幾何方面的素描，集會隊友定義等價關係方面的個別部件或組件，使施工簡便的程序集。SolidWorks 的還包括其他先進的配套功能，如凸輪從動齒輪和隊友，這讓為藍本，以準確地重現齒輪組件的旋轉運動的一個實際的齒輪火車。

最後，圖紙可以創建或者從零件或組件。點擊自動生成的實體模型，並指出尺寸和公差然後可以很容易地添加到繪圖的需要。該繪圖模塊包括大部分的紙張大小和標準(ANSI、ISO、DIN、GOST、JIS、BSI and GB)。

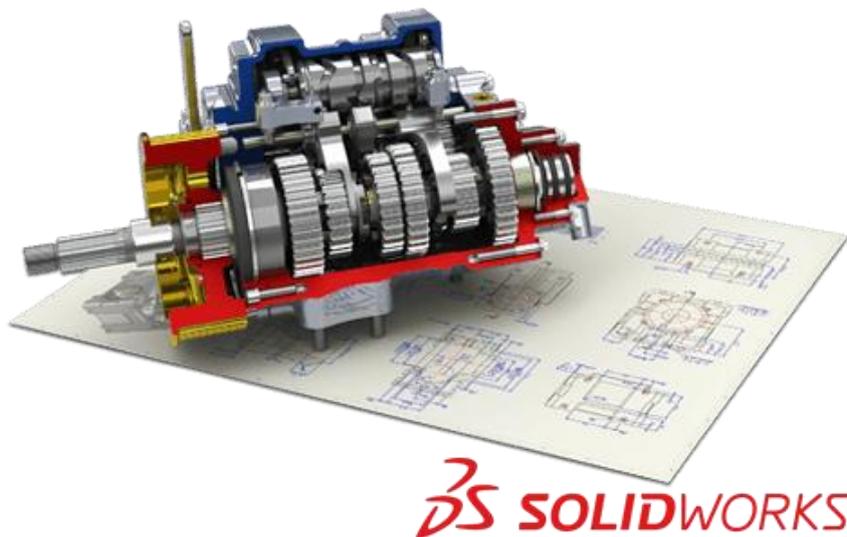


圖 1.2 SolidWorks

# 程式製作

## 2.1 眾宇科技公司 介紹

本次專題使用眾宇科技的 SoftLathe/Mill 軟體，眾宇科技成立於民國七十八年，成立之初有感於近年來各種產品樣式一斷地求新求變，導致產品開發期的縮短，加上勞力的缺乏，勞工意識的提高，工資不斷地上揚，各行各業間為了縮短交貨期及提高生產效率，無不致力於自動化的推展，尤其模具、機械、電子等加工業，更是勞力與技術密集的工業，因此推展自動化更是當務之急。

有鑑於此，本公司即網羅 CAD/CAM 及模具、機械製造等多年經驗之青年才俊，以資訊、科技服務為宗旨，成立眾宇科技有限公司，並為業界培養 CAD/CAM 工程師，及解決各種專業問題，特成立研發部及 CAD/CAM 教學中心，以協助業界解決 CAD/CAM 導入所需之人才，及相關之難題。

秉著經營理念，眾宇科技提供 CAD/CAM 整體之規劃服務方案，提供客人完整性之科技服務。期能與業界共同步入全廠自動化之領域。

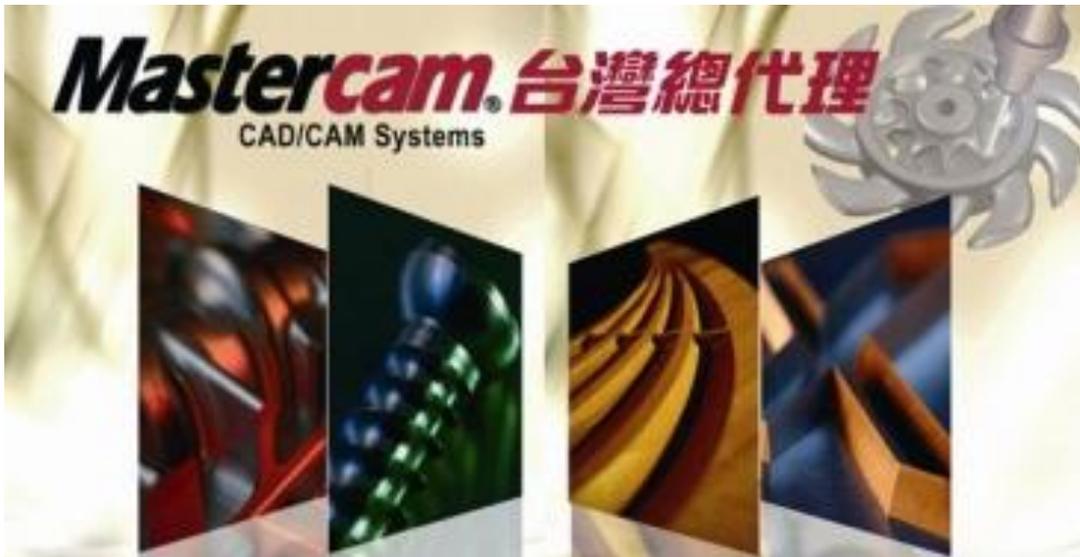


圖 2.1 Mastercam

## 2.2 SoftLathe/SoftMill 介紹

SoftMill/SoftLathe 是一套功能完整且操作簡易的 CNC(Computer Numeric Control 電腦數值控制)銑床/車床模擬系統。可模擬三菱與 FANUC 全系列 CNC 銑床/車床控制器之 NC 程式，是針對初學 CNC 數值控制銑床程式碼的使用者開發完成的軟體。



圖 2.2 SoftLathe/SoftMill

### 2.3.1 Arduino 介紹

Arduino 的核心開發團隊成員包括：馬西莫·班齊 (Massimo Banzi)、大衛·奎提耶斯 (David Cuartielles)、湯姆·伊果 (Tom Igo)、贊布羅塔·馬提諾 (Gianluca Martino)、大衛·梅利斯 (David Mellis) 和尼可拉斯·蘭比提 (Nicholas Zambetti)。

據說馬西莫·班齊之前是義大利 Ivrea 一家高科技設計學校的老師。他的學生們經常抱怨找不到便宜好用的微控制器。2005 年冬天，馬西莫·班齊跟大衛·奎提耶斯討論了這個問題。大衛·奎提耶斯是一個西班牙籍晶片工程師，當時在這所學校做訪問學者。兩人決定設計自己的電路板，並引入了馬西莫·班齊的學生大衛·梅利斯為電路板設計編程語言。兩天以後，大衛·梅利斯就寫出了程式碼。又過了三天，電路板就完工了。這塊電路板被命名為 Arduino。幾乎任何人，即使不懂電腦編程，也能用 Arduino 做出很酷的東西，比如對感測器作出回應，閃爍燈光，還能控制馬達。隨後馬西莫·班齊、大衛·奎提耶斯和大衛·梅利斯把設計圖放到了網上。保持設計的[開放源碼](#)理念，因為版權法可以監管開源軟體，卻很難用在硬體上，他們決定採用創用 CC 許可。<sup>[1]</sup>[創用 CC](#) 是為保護開放版權行為而出現的類似 GPL 的一種許可 (license)。在創用 CC 許可下，任何人都被允許生產[印刷電路板](#)的複製品，還能重新設計，甚至銷售原設計的複製品。你不需要付版稅，甚至不用取得 Arduino 團隊的許可。然而，如果你重新發布了引用設計，你必須說明原始 Arduino 團隊的貢獻。如果你調整或改動了電路板，你的最新設計必須使用相同或類似的創用 CC 許可，以保證新版本的 Arduino 電路板也會一樣的自由和開放。唯一被保留的只有 Arduino 這個名字。它被註冊成了商標。如果有人想用這個名字賣電路板，那他們可能必須付一點商標費用給 Arduino 的核心開發團隊成員。



圖 2.3.1 Arduino Mark

### 2.3.2 Arduino 程式撰寫

```
/*  
Controlling a servo position using a potentiometer (variable resistor)  
by Michal Rinott <http://people.interaction-ivrea.it/m.rinott>  
  
modified on 8 Nov 2013  
by Scott Fitzgerald  
http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Knob  
*/  
  
#include <Servo.h>  
  
Servo myservo0; // create servo object to control a servo  
Servo myservo1; // create servo object to control a servo  
int potpin0 = 0; //analog pin used to connect the potentiometer  
int val0; // variable to read the value from the analog pin  
  
int potpin1 = 1; //analog pin used to connect the potentiometer  
int val1; // variable to read the value from the analog pin  
  
void setup() {  
  myservo0.attach(9); //attaches the servo on pin 9 to the servo object  
  myservo1.attach(8); //attaches the servo on pin 8 to the servo object  
}
```

```

void loop() {
    val0 = analogRead(potpin0);           // reads the value of the
potntiometer (value between 0 and 1023)
    val0 = map(val0, 0, 1023, 0, 180);    // scale it to use it with the
servo (value between 0 and 180)
    myservo.write(val0);                 // sets the servo position
according to the scaled value

    val1 = analogRead(potpin0);           // reads the value of the
potntiometer (value between 0 and 1023)
    val1 = map(val0, 0, 1023, 0, 180);    // scale it to use it with the
servo (value between 0 and 180)
    myservo.write(val1);                 // sets the servo position
according to the scaled value

    deley(15);                            // waits for the servo to get
there
}

```

```

sketch_jun25a | Arduino 1.8.3
sketch_jun25a.g
*/
#include <Servo.h>

Servo myservo0; // create servo object to control a servo
Servo myservo1; // create servo object to control a servo
int potpin0 = 0; //analog pin used to connect the potentiometer
int val0; // variable to read the value from the analog pin

int potpin1 = 1; //analog pin used to connect the potentiometer
int val1; // variable to read the value from the analog pin

void setup() {
  myservo0.attach(9); //attaches the servo on pin 9 to the servo object
  myservo1.attach(8); //attaches the servo on pin 8 to the servo object
}

void loop() {
  val0 = analogRead(potpin0); // reads the value of the potntiometer (value between 0 and 1023)
  val0 = map(val0, 0, 1023, 0, 180); // scale it to use it with the servo (value between 0 and 180)
  myservo.write(val0); // sets the servo position according to the scaled value

  val1 = analogRead(potpin0); // reads the value of the potntiometer (value between 0 and 1023)
  val1 = map(val0, 0, 1023, 0, 180); // scale it to use it with the servo (value between 0 and 180)
  myservo.write(val1); // sets the servo position according to the scaled value

  deley(15); // waits for the servo to get there
}

```

圖 2.3.2 Arduino 程式碼

## 使用機台介紹

### 3.1 眾程科技 EQUIPTOP EMV-600



圖 3.1.1 工廠使用 CNC 綜合加工機



圖 3.1.2 眾程科技 EQUIPTOP EMV-600

### 3.2 機能規格

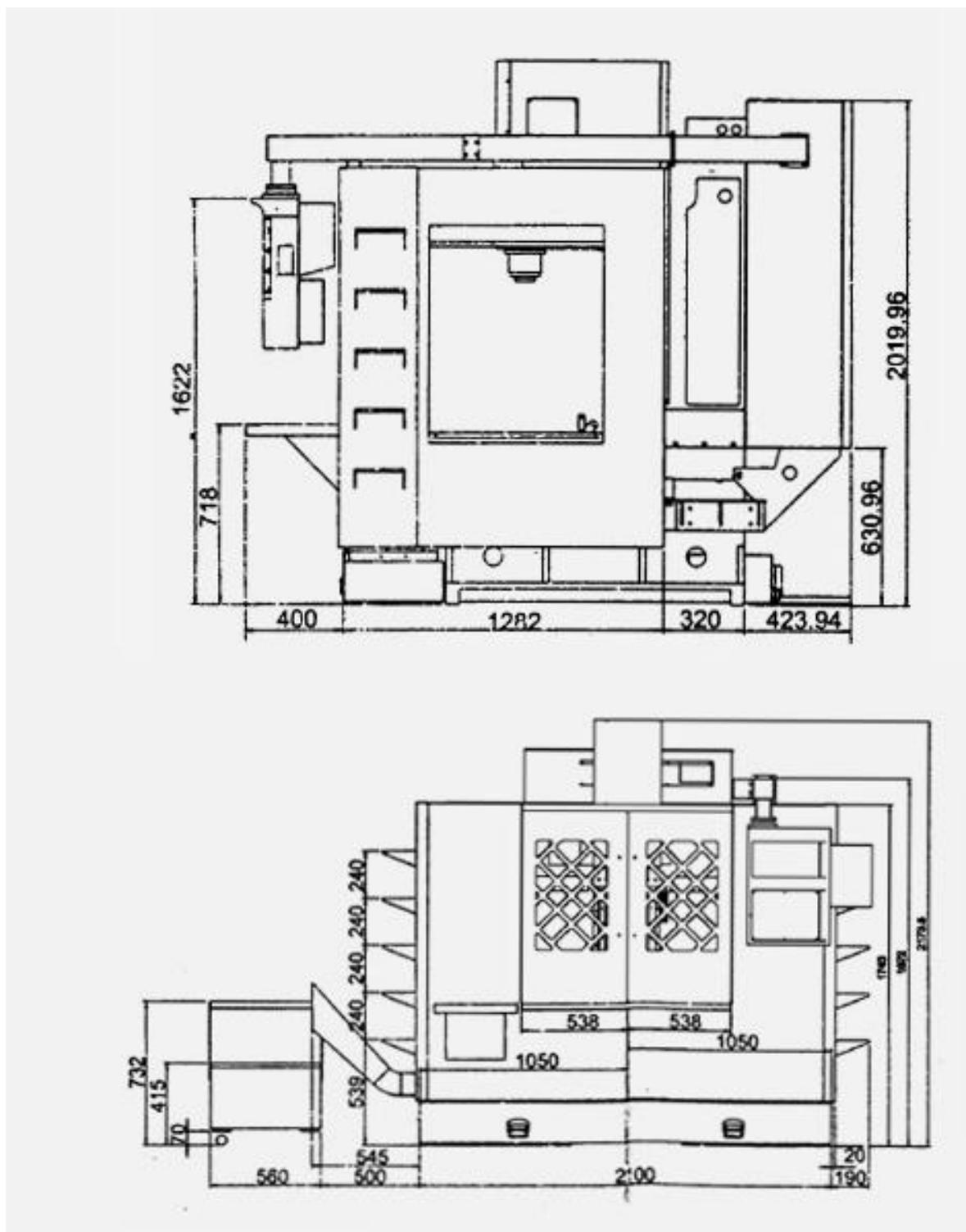


圖 3.2.1 機能規格(1)

機型		ETM-600
行程	X 軸行程	610mm
	Y 軸行程	460mm
	Z 軸行程	480mm
	主軸鼻端至工作台面	150~630mm
鞍座橫向移動	工作台面積	700x450mm
	工作台最大荷重	600mm
	T 型槽(槽 x 寬 x 中心距)	125x18x3mm
	工作台高度	850mm
馬達	主軸馬達	5.5Kw
	X / Y / Z 軸馬達	0.5/0.5/1 1.2/1.2/2.5
	主軸轉速	rpm 8000;10000,12000 ,15000(Optional)
快速位移	刀具規格	BT 40
	X / Y / Z 快速進給	24/24/20;36/36/24 . 48/48/32(Optional)
	切削進給速度	1-10000
自動刀具交換系統	可用最大刀具直徑	MAS403 P30T-1(45)
	刀具數量	Turret type type12T
	可用最大刀具直徑	65mm
	最大刀具長度	200mm
	最大刀具重量	3
	換刀時間 (T-T)	1.9sec [turret type]
	換刀時間 (C-C)	4.8/150mm [turret type]
其他項目	Floor Space Requirement	2150 x 1550 x 1860 mm
	機器高度	1860mm
	機器重量	2800kgs
	空壓源	6kg/cm <sup>2</sup>
	電源需求量	10kva
	電機冷卻水	1/2hp

圖 3.2.2 機能規格(2)

## 機械手臂使用馬達

### 4.1 TowerPro MG996R (數位式伺服馬達/舵機)

這款 MG996R 是輝盛 Tower Pro 的大扭力舵機，主要面向專業用途，內置優質高速摩打及金屬傳動齒輪，更採用雙耐震滾珠軸承，擁有最高 13.5kg/cm 的力矩，在 6V 的電壓下能夠達到 0.14s/60°，擁有極高的性能。常用於 1:10 和 1:8 平跑車、越野車、卡車、大腳車、攀爬車、雙足機器人、機械手、遙控船，適合 50 級-90 級甲醇固定翼飛機以及 26cc-50cc 汽油固定翼飛機等模型。這款是 90° 標準舵機也可以當 180° 用只要脈寬信號改變成 500-1500-2500，對應的角度是 -90 度~+90 度。因此，作為機器手臂的馬達非常適合。

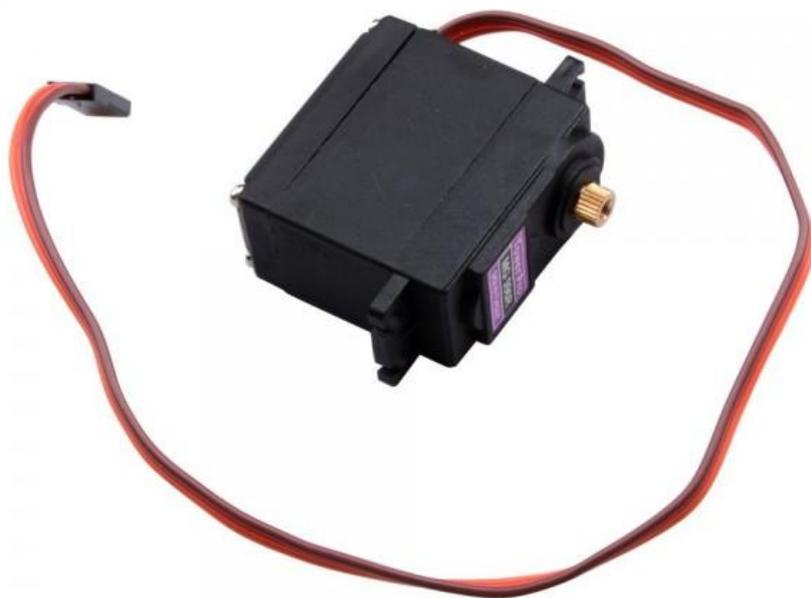


圖 4.1.1 TowerPro MG996R(1)

## 產品規格

尺寸:40.8\*20\*38mm

重量:55g

速度:4.8V@0.20sec/60°

6.0V@0.19sec/60°

扭力:4.8V@13kg-cm

6.0V@15kg-cm

電壓:4.8V-7.2V

空載工作電流: 120mA

堵轉工作電流: 1450mA

響應脈寬時間： ≤5usec

角度偏差：回中誤差 0 度， 左右各 45°誤差≤3°

齒輪： 5 級金屬齒輪組

連接線長度： 300mm

接口規格： JR/FUTABA 通用

產地：中國



圖 4.1.2 TowerPro MG996R(2)

# 機械手臂夾手使用馬達

## 4.2 TowerPro SG90 舵機馬達

舵機是遙控模型控制和機器人的動力來源。該舵機採用高強度 ABS 透明外殼配以內部高精度尼龍齒輪組，加上精準的控制電路、高檔輕量化空心杯電機使該微型舵機的重量只有 10 克，而輸出力矩達到了驚人的 1.8kg。

扭力的單位是 kg-cm，意思是在擺臂長度 1 公分處，能吊起幾公斤重的物體。這就是力臂的理念，因此擺臂長度愈長，則扭力愈小。速度的單位是 sec/60°，意思是舵機轉動 60°所需要的時間。

技術規格：

轉矩：1.8kg/cm (4.8V)

速度：0.14sec/60deg (4.8V)

工作電壓：4.8V

死區寬度：10us

外形尺寸：23X 12.2 X 29mm

重量：10g



圖 4.2 TowerPro SG90 舵機馬達

# SolidWorks 繪製零件工程圖

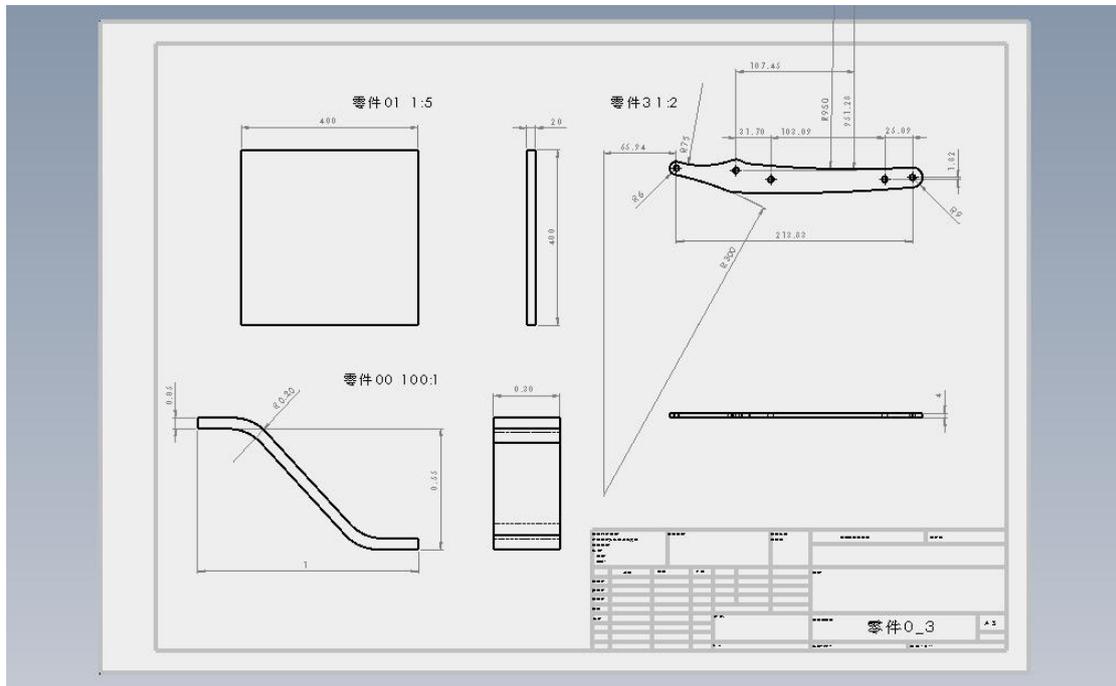


圖 5.1 零件 0 至零件 3

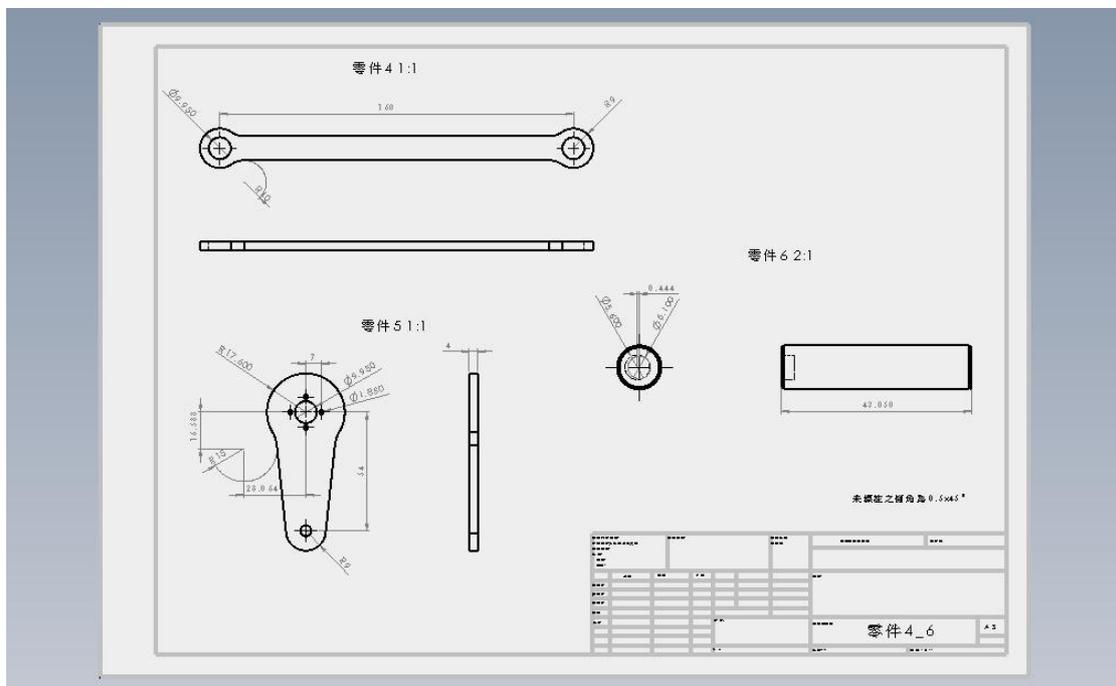


圖 5.2 零件 4 至零件 6

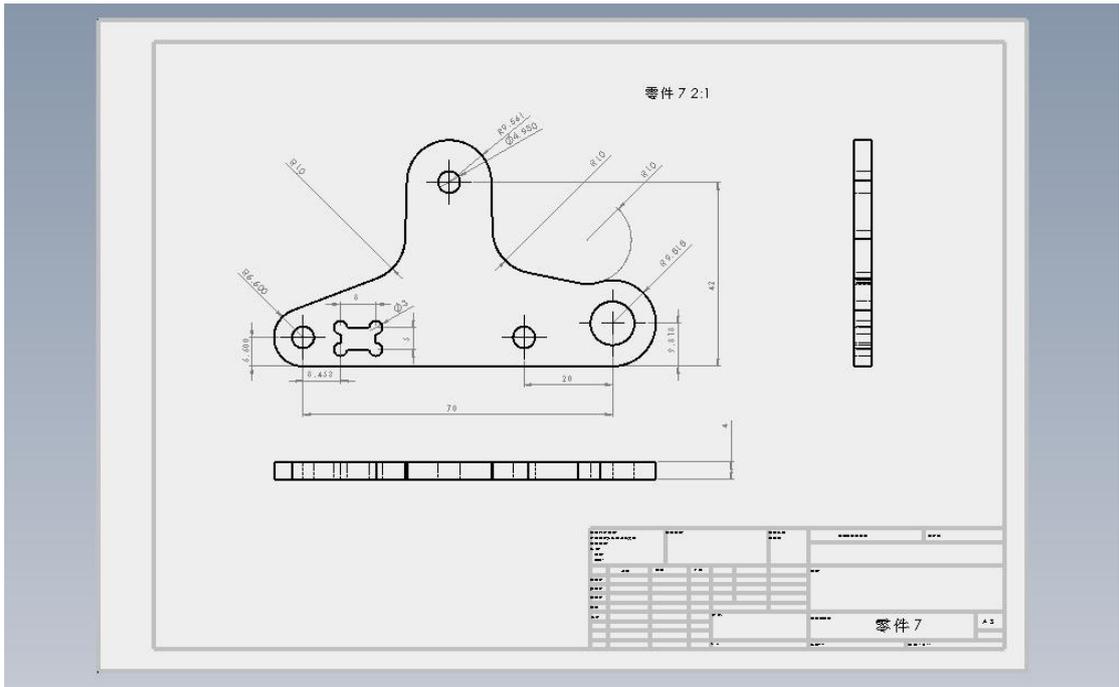


圖 5.3 零件 7

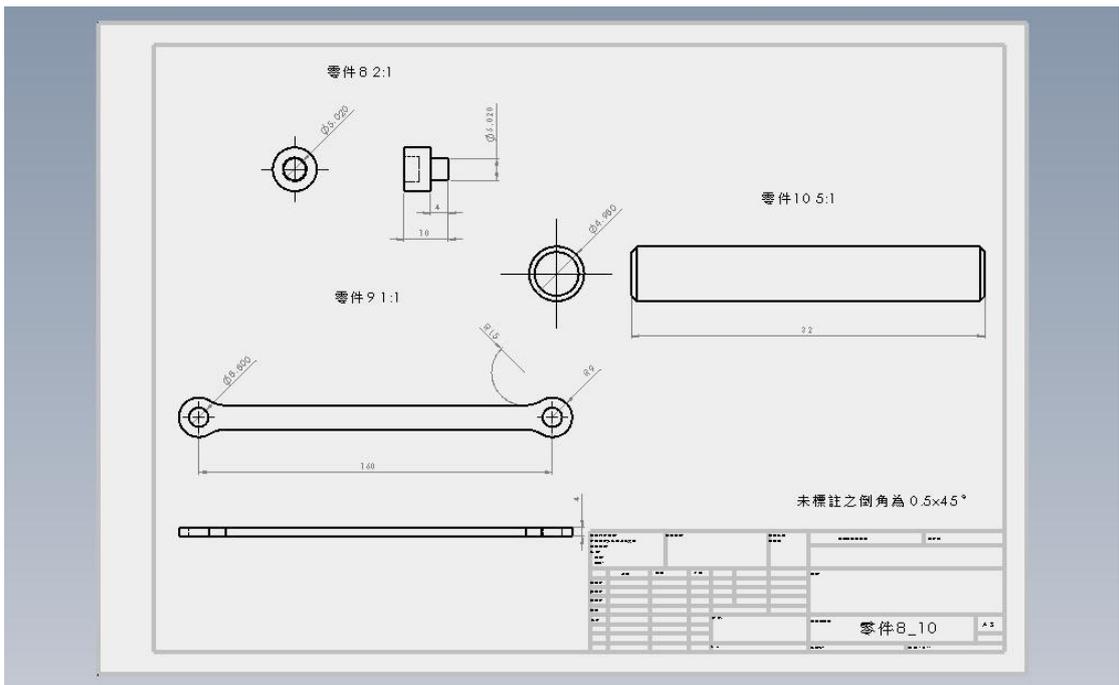


圖 5.4 零件 8 至零件 10

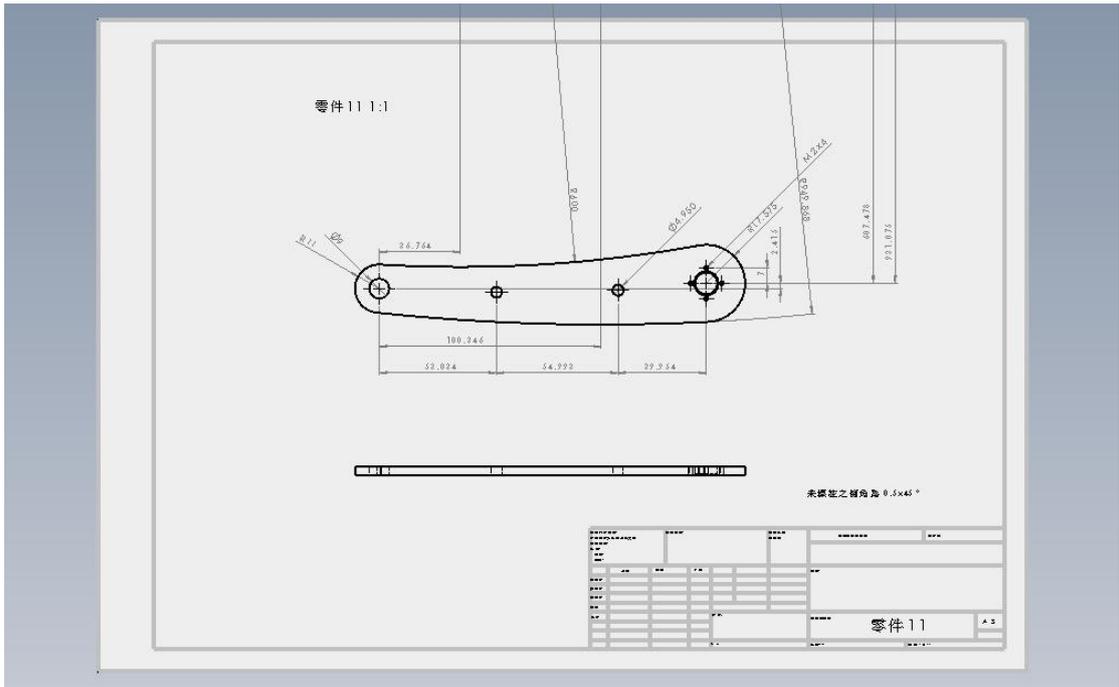


圖 5.5 零件 11

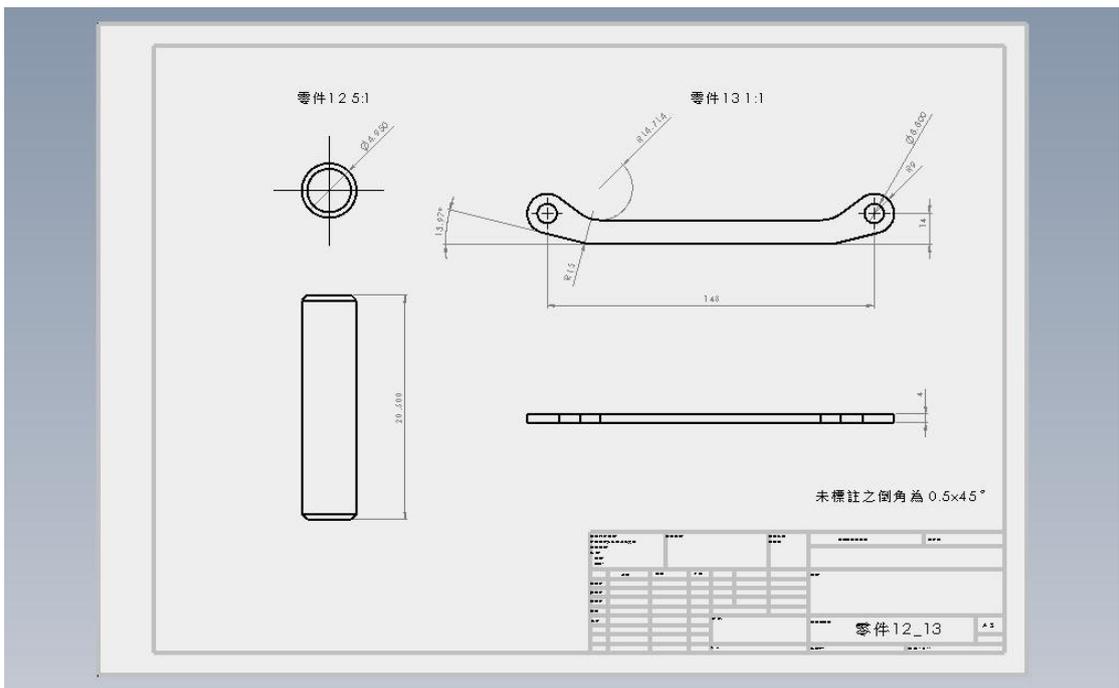


圖 5.6 零件 12 至零件 13



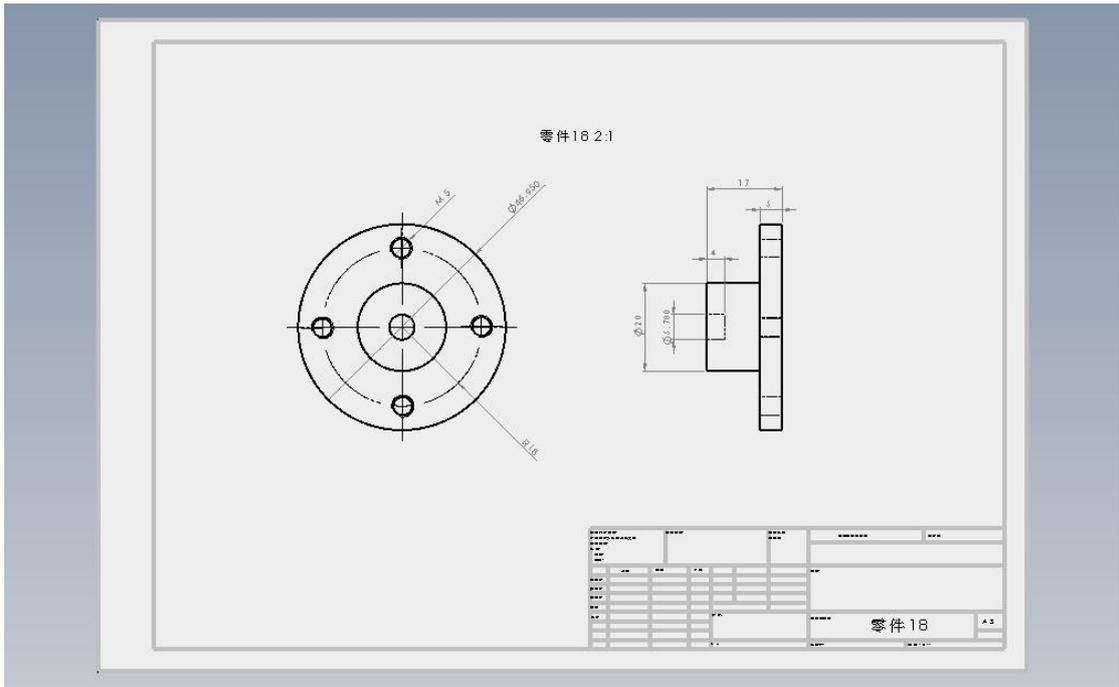


圖 5.9 零件 18

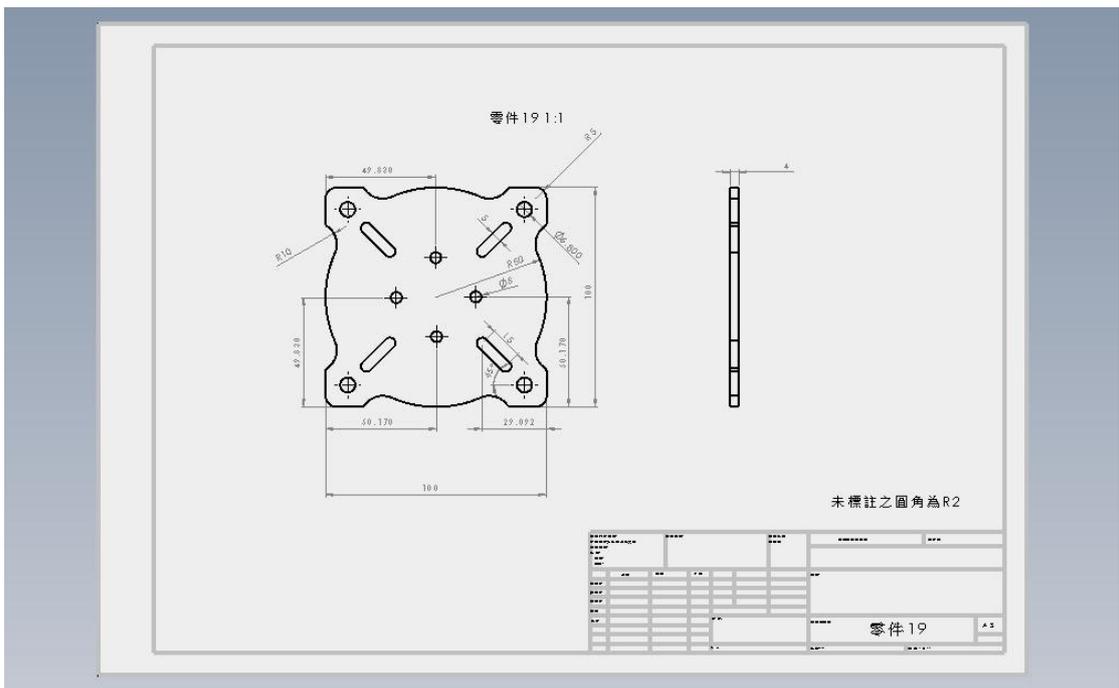


圖 5.10 零件 19

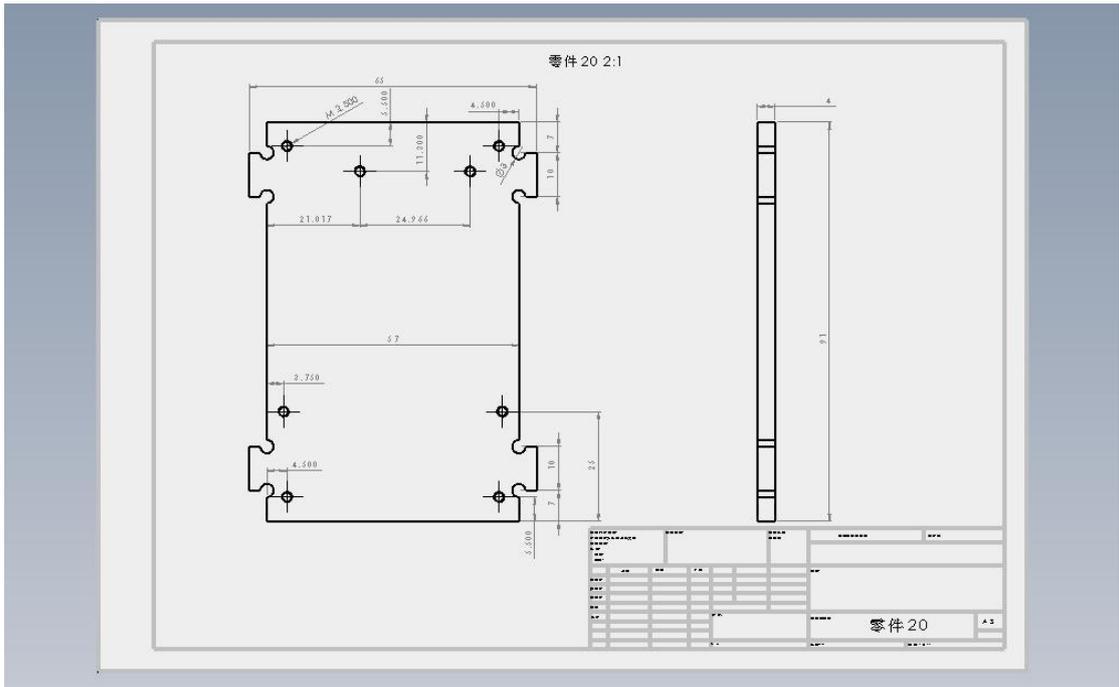


圖 5.11 零件 20

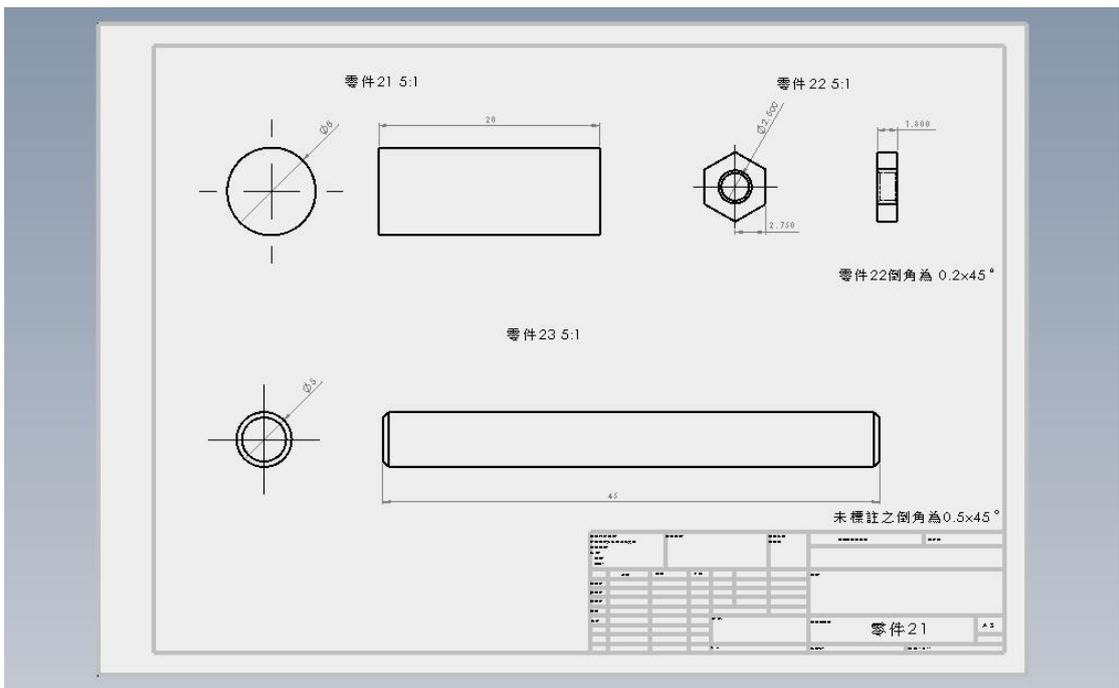


圖 5.12 零件 21 至零件 23



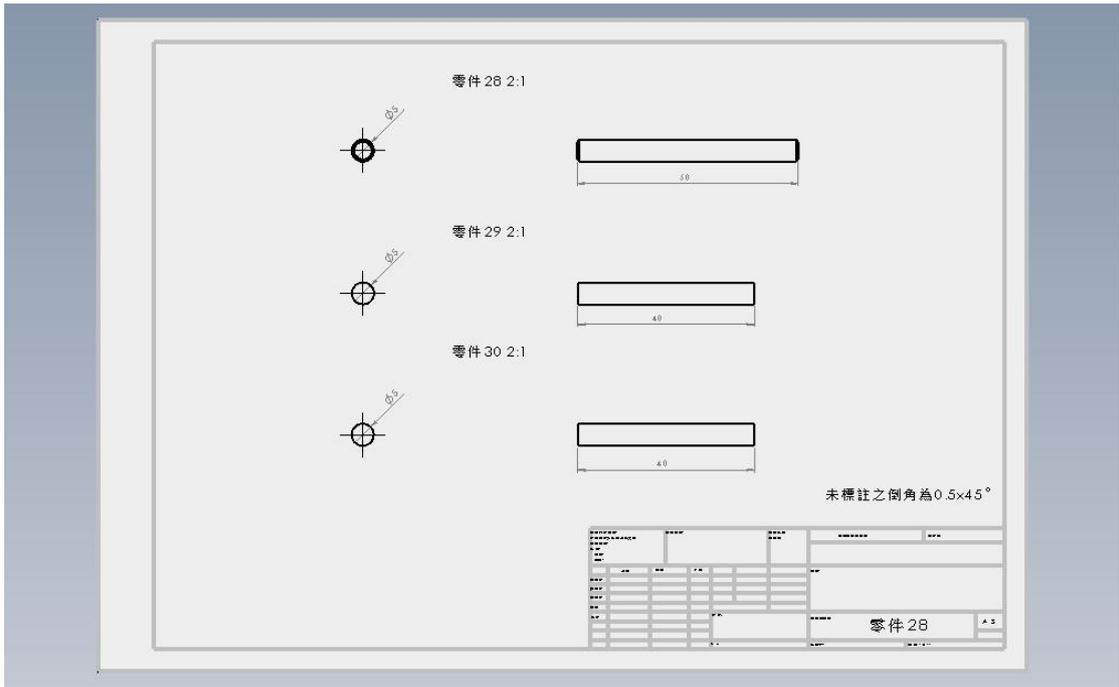


圖 5.15 零件 28 至零件 30

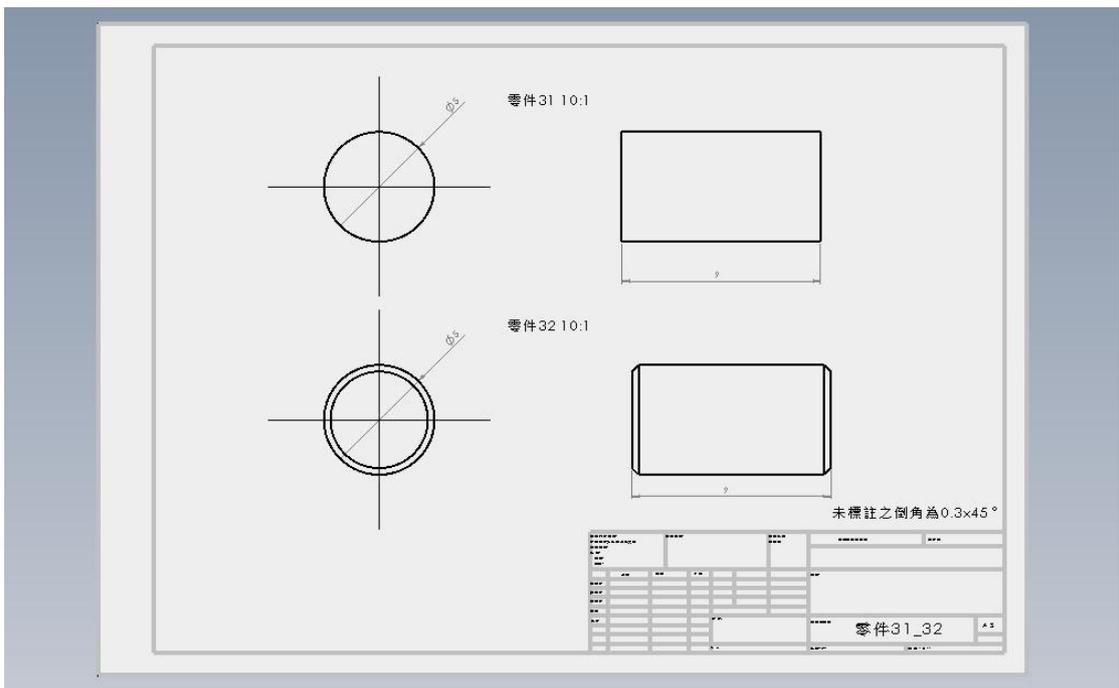


圖 5.16 零件 31



## CNC 加工方式

將預加工零件放置大型零件板再進行 CNC 加工

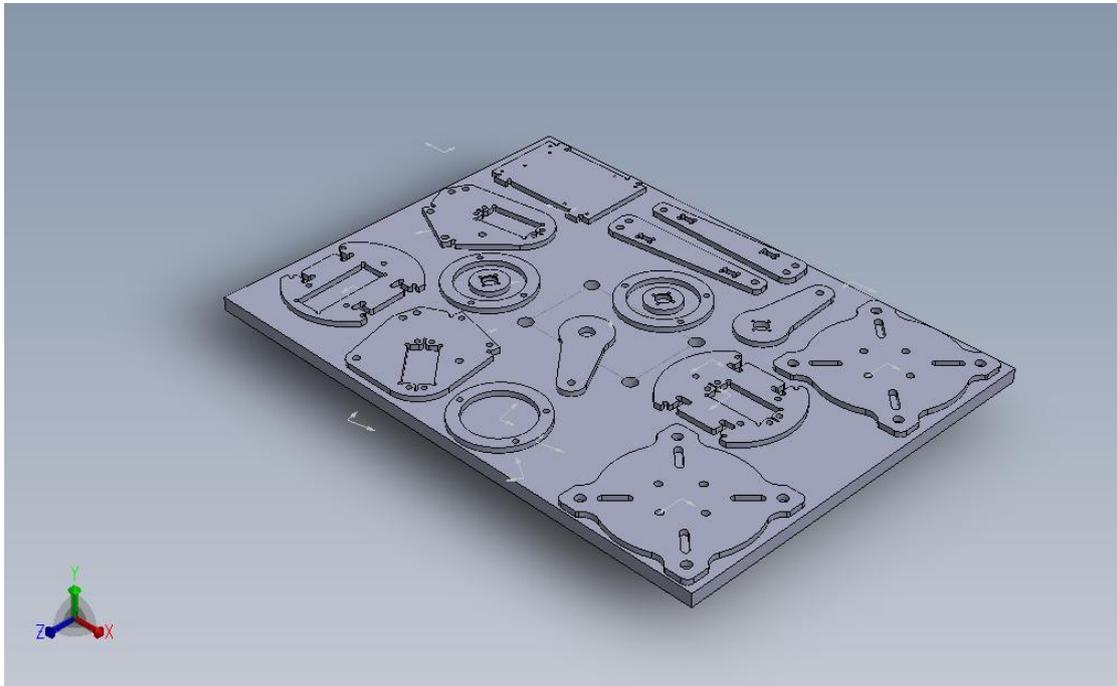


圖 6.1 Base\_1

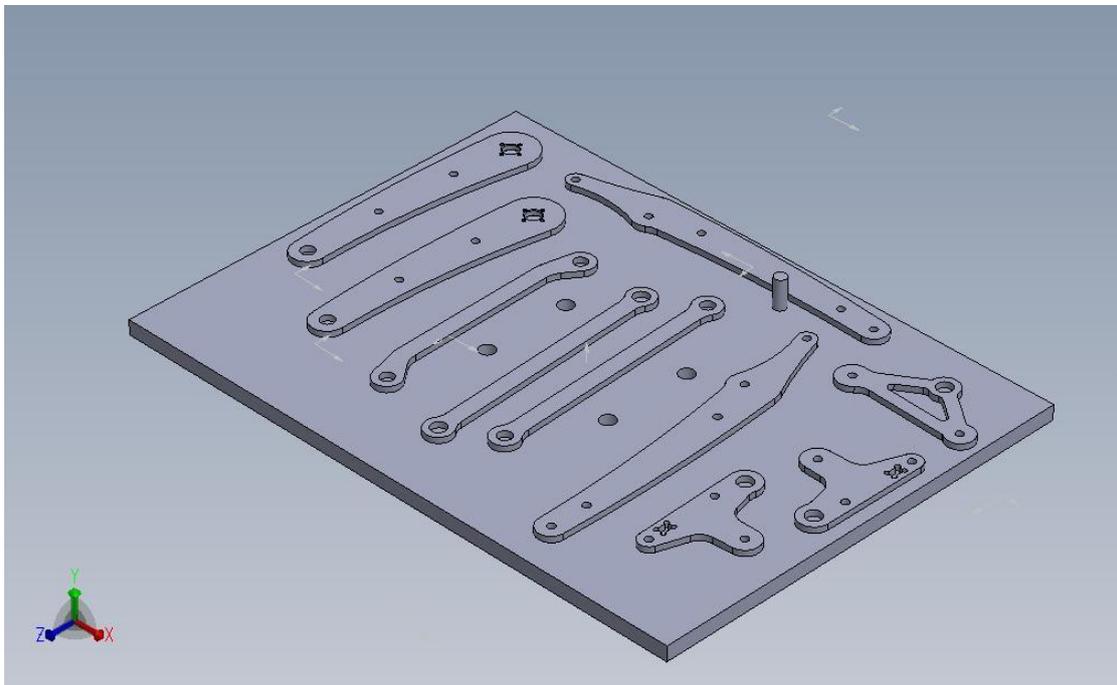


圖 6.2 Base\_2

## CNC 程式撰寫與模擬

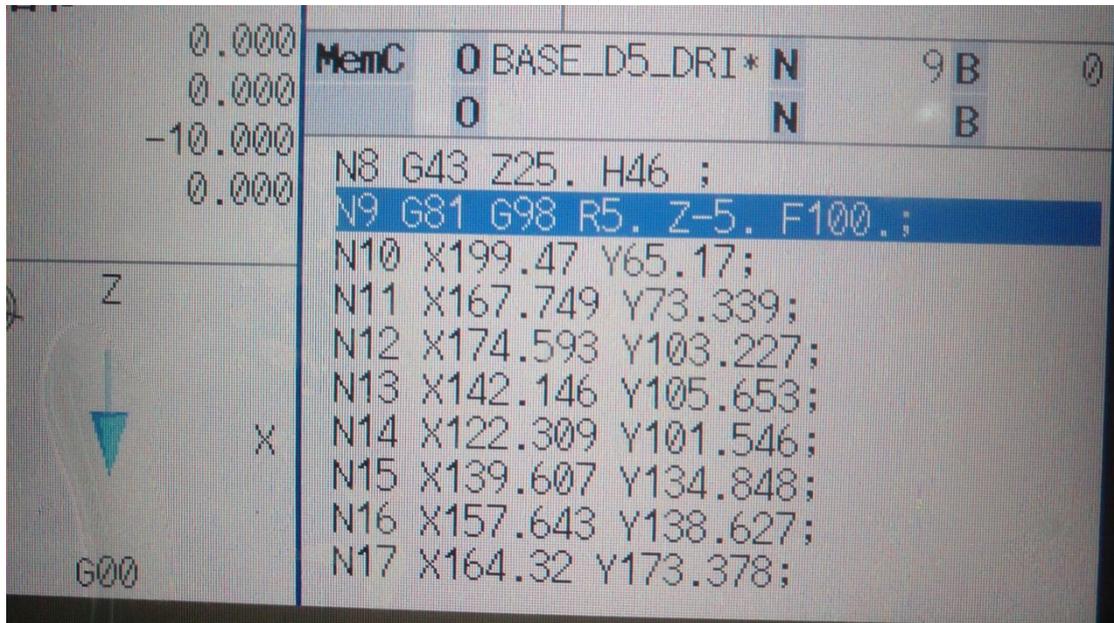


圖 7.1 CNC 程式撰寫(1)

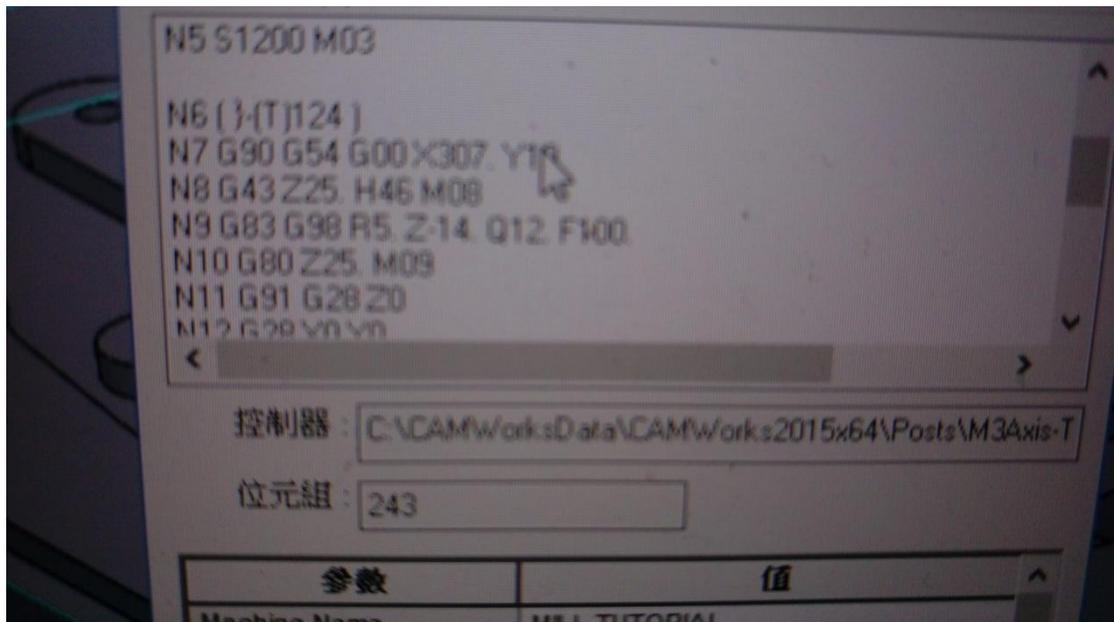


圖 7.2 CNC 程式撰寫(2)

## CNC 車削與車削零件成品/組裝與控制



圖 8.1 CNC 加工中

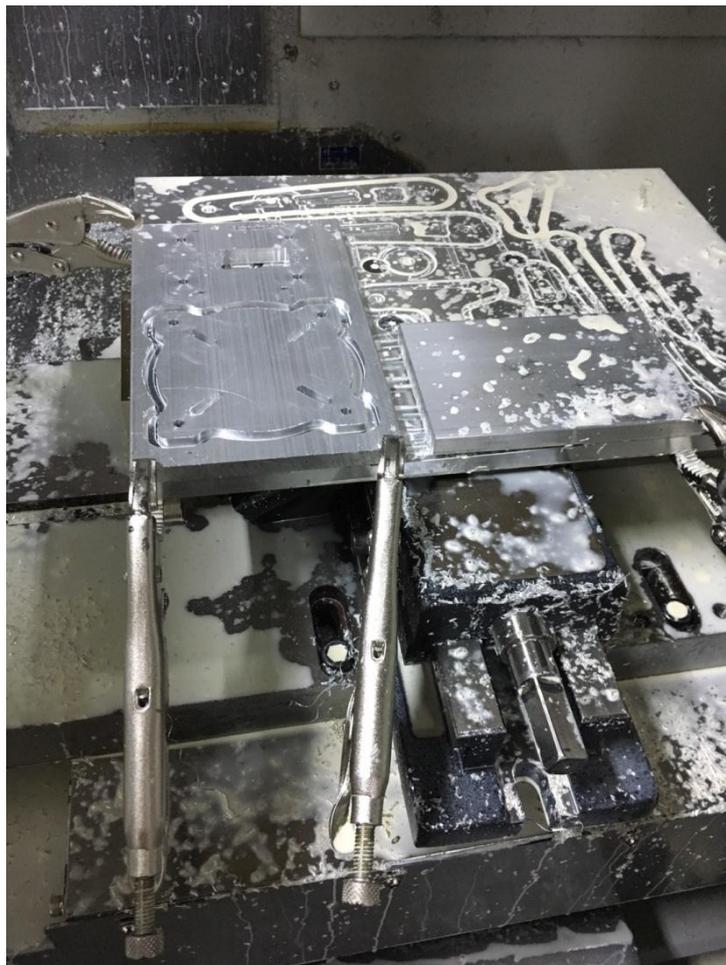


圖 8.2 CNC 加工半成品檢視



圖 8.3 加工半成品檢視

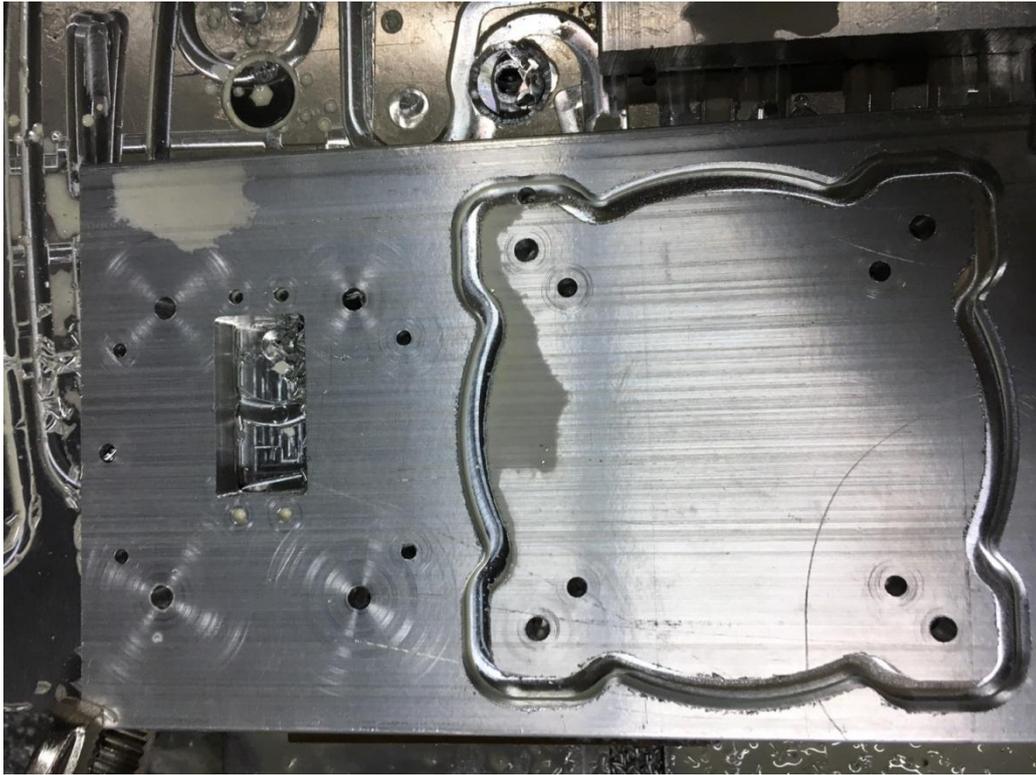


圖 8.4 CNC 加工半成品檢視

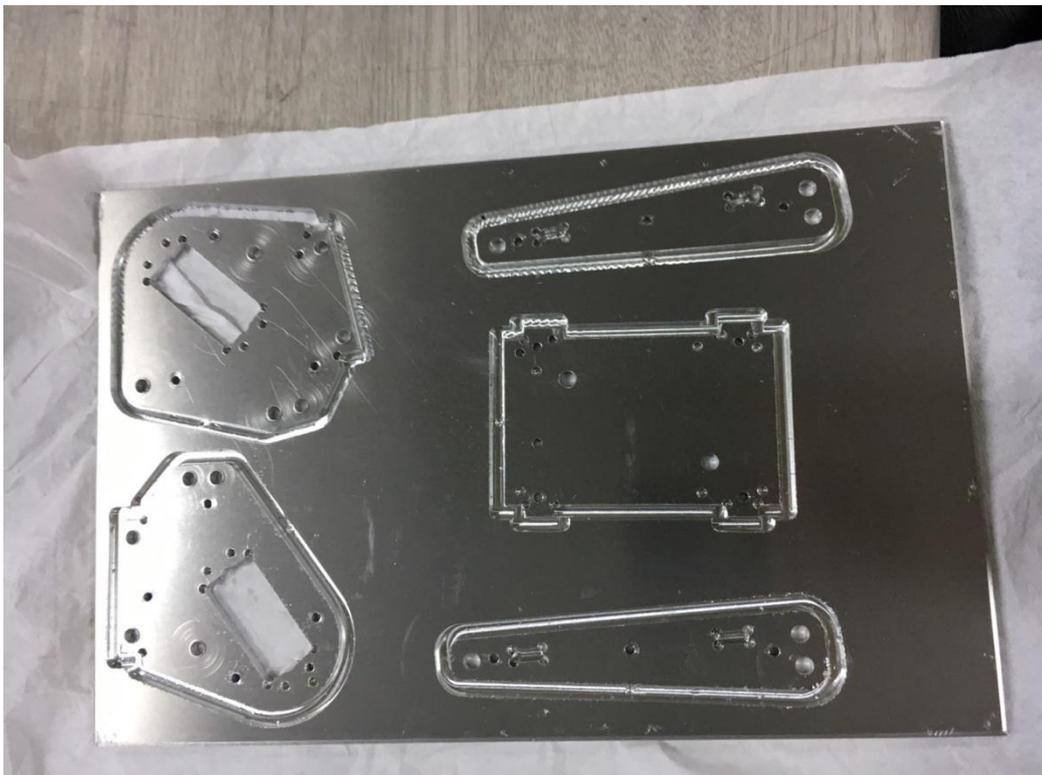


圖 8.5 CNC 加工半成品檢視

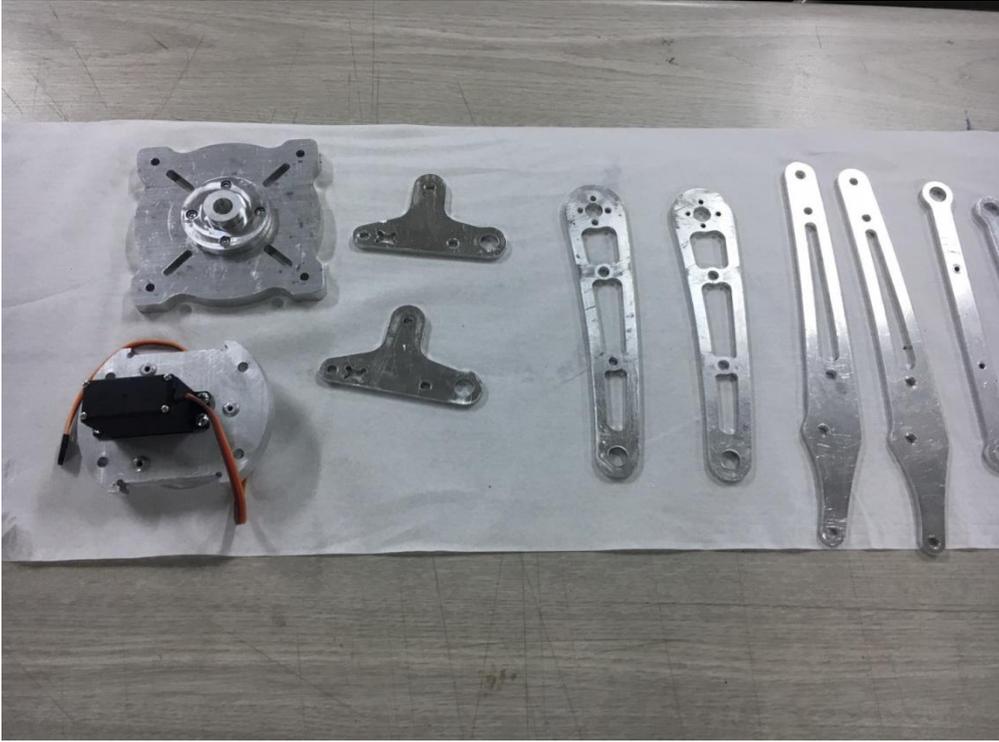


圖 8.6 CNC 加工成品檢視排列(1)



圖 8.7 CNC 加工成品檢視排列(2)



圖 8.8 CNC 加工成品檢視排列(3)



圖 8.9 嘗試組裝與檢視錯誤

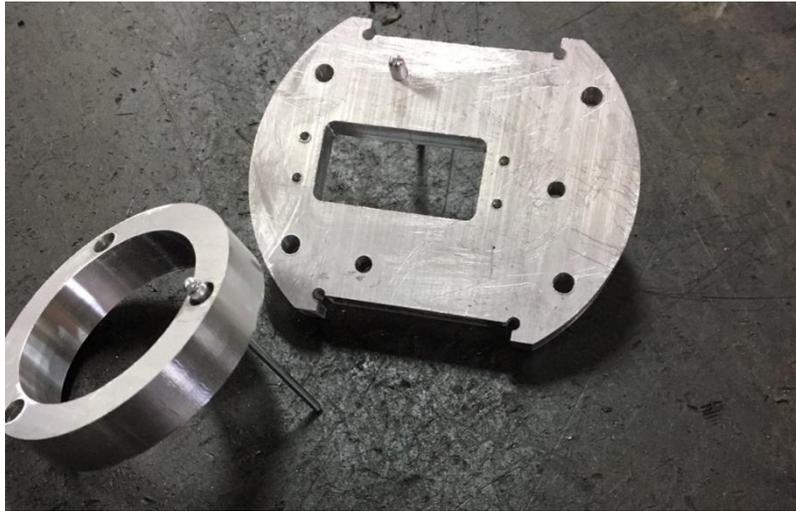


圖 8.10.1 成品組合前



圖 8.10.2 成品組合中



圖 8.10.3 工件與鉚釘組裝(1)



圖 8.10.4 工件與鉚釘組裝(2)



圖 8.11 試裝馬達 檢查誤差



圖 8.12 馬達與底座組裝



圖 8.13 成品試裝(1)



圖 8.14 成品試裝(2)

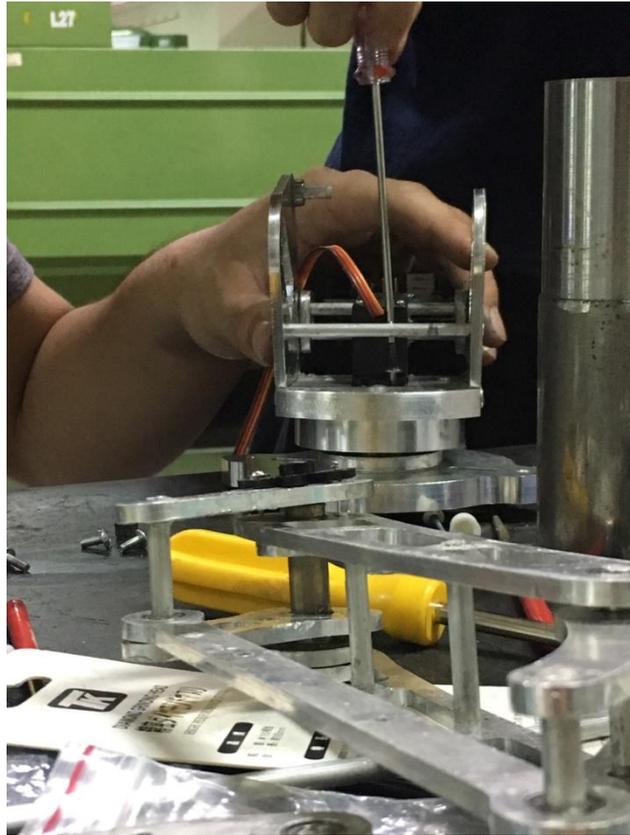


圖 8.15 成品試裝(3)



圖 8.16 誠品試裝(4)

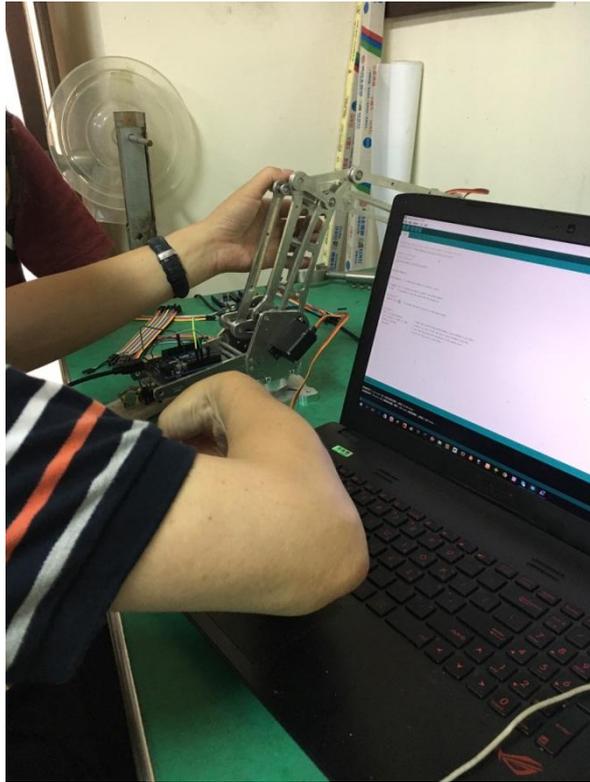


圖 8.17 Arduino 程式寫入與操控實作(1)

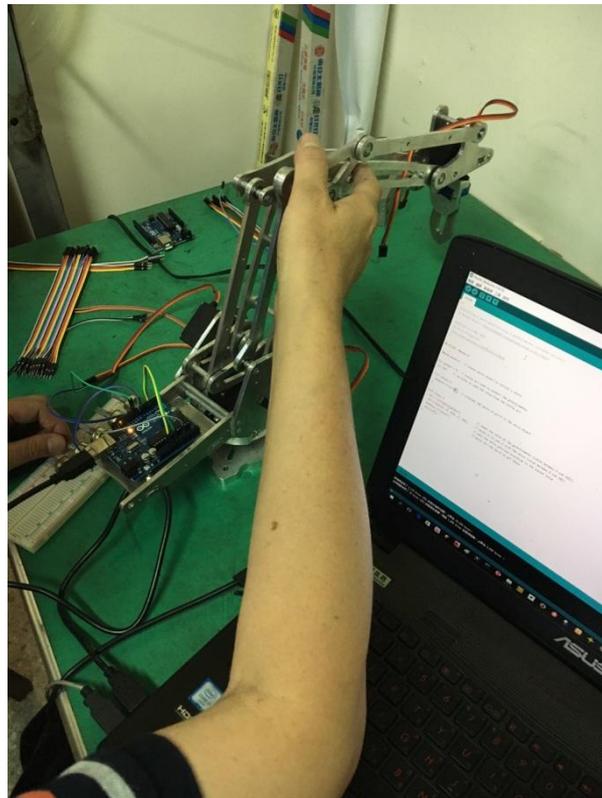


圖 8.18 Arduino 程式寫入與操控實作(2)

# 完成概念圖

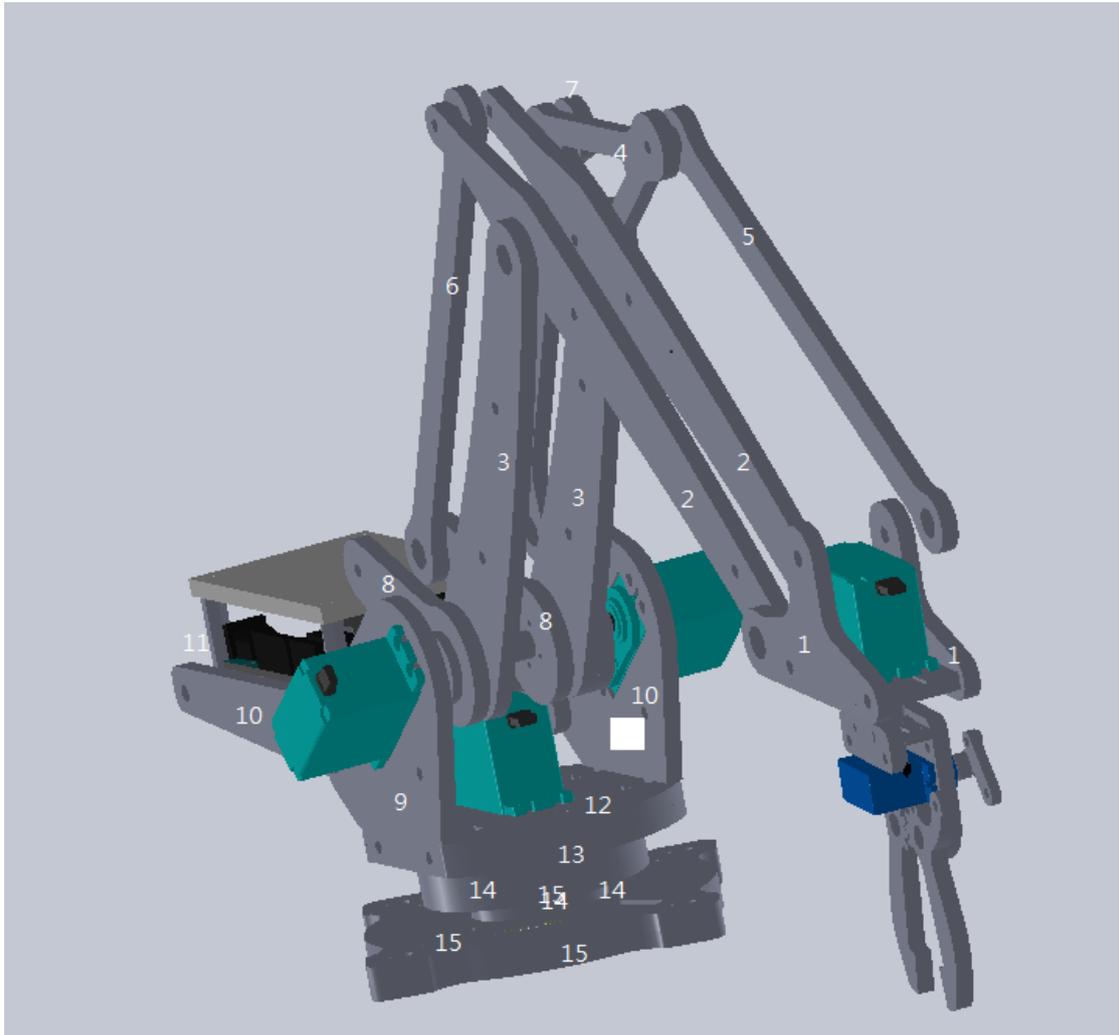


圖 9.1 成品完成概念圖

## 實體圖

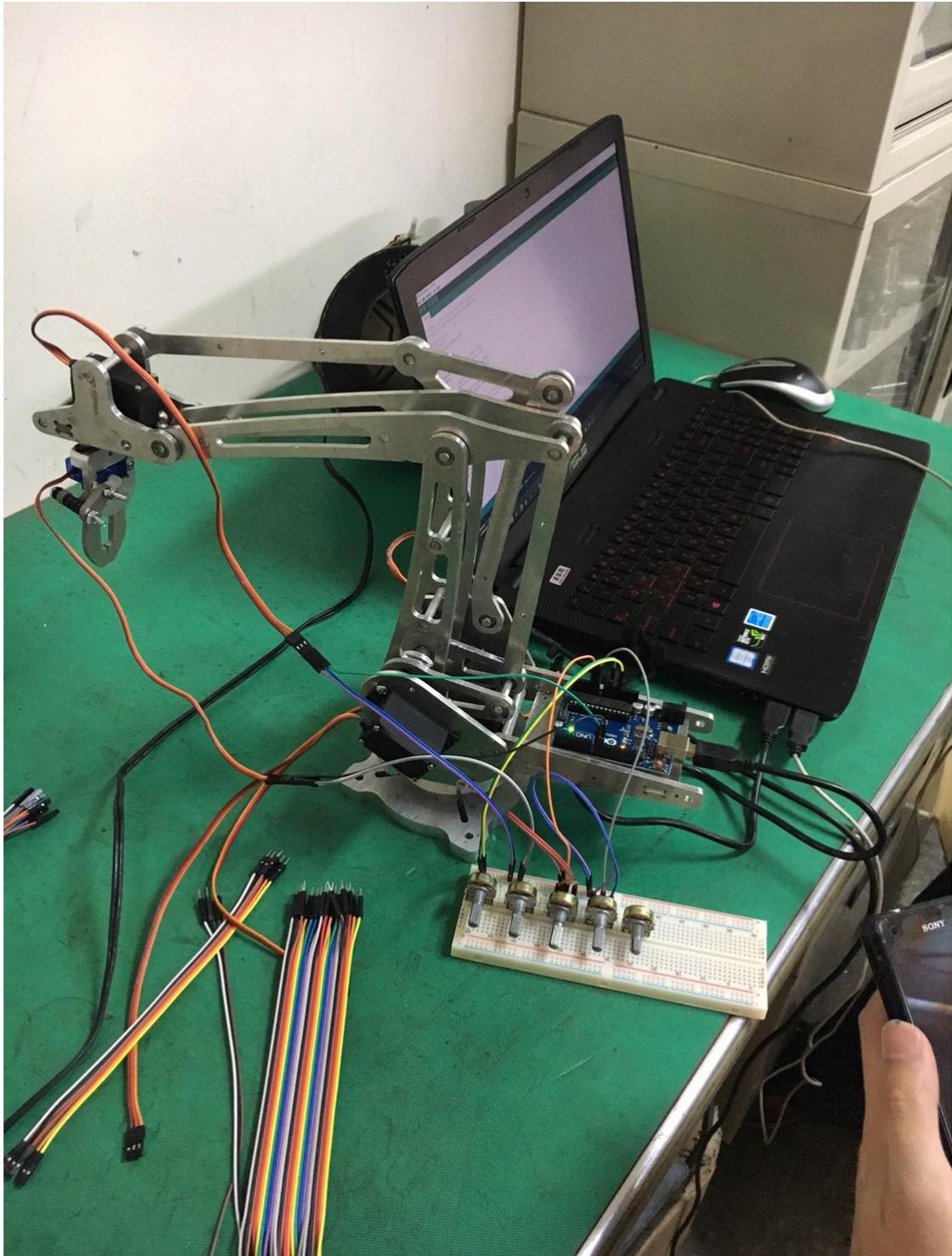


圖 10.1 實體圖

## 結果與結論

專題一開始還有點害怕，很害怕程式編寫、參數設定等等會出錯，雖然在高中三年裡我已經學習過很多也編寫過 CNC 車床，但也忘掉了很多，進而在這大三上學期，跟隨指導老師一步一步走，讓自己從頭開始學習。

我們在學校利用一些在學校的時間，在程式編寫完後，機台操作時發生了很多問題，程式寫錯，下刀點的位置、進給速率、切削速率以及在之間有發生參數變動與刀具變換的狀況發生，但多虧了自己的組員和指導老師，糾正與研究哪裡出了問題，並停下當時的腳步，更改程式才又開始洗削工件。

雖然在這途中發生了很多事，不管是程式的編寫、參數的設定、組裝過程、工件量測、孔徑大小等等.....，但我們也在大家相互扶持下，更加的把團隊精神給表現出來，專題是學校所規定的必修科目，專題是考驗我們的能力與驗收自己成果的時候，在這接近快一年的時間了，在指導老師與隊友，在這個小團隊裡，每個人的付出與努力，讓我更加體會到了團隊是非常重要的，一個團隊要是散了，我想有很多東西都不能把作品做得更加淋漓盡致更加完善，成品繳交的那剎那，不僅僅是代表自己，而是代表整個團隊，那種成就是指導老師與隊友賦予給我的也賦予了這團隊的意義，在這之間這些時光都是無比珍貴的經驗，也很感謝在這之中發生的大大小小的一些事，讓我們更加鞏固了這個團隊。

對於這個專題我們原本甚麼都不了解，機械手臂甚麼是機械手臂，對於我認知的機械手臂不就是外面工廠在弄得嗎，我一開始很緊張不知道怎麼下手後來主任叫我們畫圖再一一把零件圖分解出來，再用 B111 的那個五軸加工機械來加工，在寫那個程式的時候我看專題老師和我的夥伴是弄得焦頭爛耳，再來是要顧機台在過程中我們每一個人都有去操作過等到第一個零件版出來了我們把板子上的零件一一打下來在作以加工，加工完呢我們在依序看圖組裝裡面的桿子還要去 B110 借用傳統車床加工把它們車的精確，在組裝的過程有缺少了零件不過我也是是傳統車床車出不然還要為了那個零件我們還要從心找出程式在加工，過程中我看得了我們團隊的努力也非常感謝專題老師為我們付出，肯為我們花時間來陪我們一起做的老師已經不多了。