

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組 工程學(一)科

第二名

052314

馴風高手

學校名稱：臺中市立大甲工業高級中等學校

作者： 職三 陳柏宇 職三 蘇俊祺 職三 黃彥捷	指導老師： 張士田 陳慶至
---	-----------------------------

關鍵詞：風向感測、智慧導風、Arduino

作品名稱：馴風高手

摘要

本作品研究在於設計製造出一款能裝置在一般窗戶外側的“智慧型導風機”來引導室外自然風進入室內，以增加室內空氣的流通，構想是依操作者個人對進風量之喜好感受，設定按鈕電動驅動左右兩片導風窗板外推至適當角度後，再由風向感測器偵測出當下的風向數據，透過 Arduino 程式運算控制左右兩片導風板的葉片組，依不同風向進行一開一合的動作，讓側向風亦能導入室內，使得室內的空氣流通得到最大化，藉以改善室內的空氣品質。

壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)

一、 研究動機

每到初夏，天氣漸漸轉為炎熱，雖然吊扇轉個不停，仍吹不散教室裡的悶熱，尤其是上完體育課後，教室內充滿了汗臭味，讓人等不及下課就想衝出教室到走廊上吹風透氣，我們不禁想，明明戶外就有風，為什麼就是吹不進來？這兩年因為 covid-19 疫情的關係，即使教室溫度達到開冷氣的標準，學校仍要求我們教室兩邊窗戶要打開一些，讓室外空氣進入使室內流通，以減低密閉空間裡的病毒量。但是開了窗風就進來了嗎？答案仍是不能肯定的。

為此組員們對這個引風入室成為“馴風高手”計畫的構想引發討論，我們搜尋維基百科[1]了解到“風是由氣壓的差異造成的。空氣會從高壓區域向低壓區域移動，從而產生風速大小不同的風”。而“臺灣位於季風氣候範圍內，夏季多為西南季風，秋冬則多為東北季風，有時也會受氣團位置而改變風向。以氣象學的定義，臺灣的夏季可達3月到11月”[2]。因此我們明白原來我們學校的教室區大樓門窗多朝東北向，夏季多與風向交錯，難怪風常進來的很少。

因此為解決此一問題，我們決定應用所學設計出一款裝置在窗外的“智慧型導風機”，一種不用機械抽風設備就可以將自然風導入室內的機器，並且能透過風向感測數據，自動將當下不同風向的風導入室內，以期能配合建築物原有室內通風設計，增加室內空氣流通與降溫的效果。

二、 研究目的

本作品的研究目的，在於運用學校所學之機械加工及機電整合之專長，以研究並設計製造出一台“窗外智慧型導風機”，能有效引導不同風向之自然風進入室內，同時藉此一研究探討風速與風向的相關性，期許未來能結合建築物室內通風設計，節省空調能源，為綠能環保目標努力。

三、 文獻回顧

針對外推導風板引“風”入室的構想，我們搜尋相關主題，發現有許多建築論文期刊都有探討，即當建築物室內通風不良時，容易造成有害物質無法排出室外，影響室內空氣品質，一般需輔以機械通風增加空調之額外的能源耗費。若能有效利用自然通風來改善室內環境，兼具節能之功效(朱佳仁，2006)[3]。

又陳念祖驗證垂直導風板功能結果發現；裝設垂直導風板後，如圖1所示，普遍會額外增加室內之風擊，可增加室內平均換氣次數，以導風角度45°通風效能較佳，導風角度67.5°對室內氣流流動影響較小。(陳念祖2007)[4]

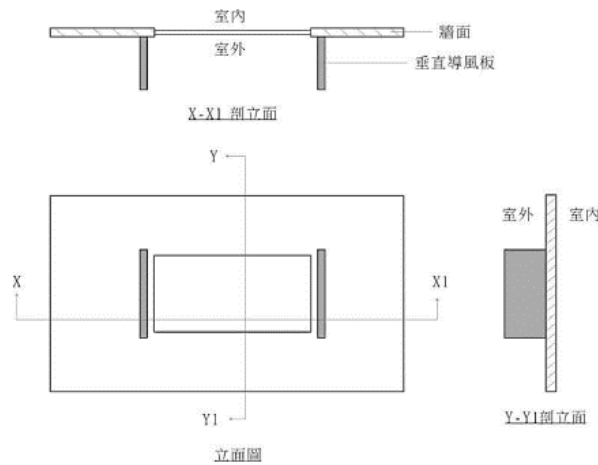


圖 1 垂直導風板示意圖

鄭明華透過分析結果比較推拉窗與外推窗型中發現，外推窗窗扇亦會形成導風板功能，可將室外風引進室內，通風效能為最佳；繼而針對外推窗之不同開窗角度進行數值模擬後，如圖 2 所示，發現外推窗開窗角度的通風效能是 $22.5^\circ < 45^\circ < 67.5^\circ < 90^\circ$ 。鄭明華(2021) [5]

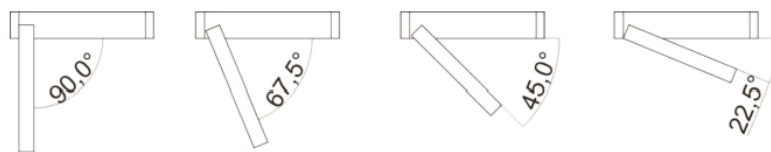


圖 2 水平外推窗窗扇開啟角度示意圖

從以上文獻探討中，我們不難發現外推式的窗戶或導風板都能有效引導室外風進入室內，所以我們決定在不更動現行校園內普遍採用的水平推拉窗外，加裝一種能自動控制外推的導風板設施，以做到有效引導室外風進入流通以改善室內空氣的品質。

貳、研究設備及器材

本作品在加工製作部分，涵蓋機械加工實習所學，除了使用傳統工具機如車床、銑床、鑽床、砂輪切割機等加工部分零件外，還用到光學尺定位的精密銑床、3D 列印機、CO2 雷射加工機等特殊機台。使用設備與器材如表 1 及表 2 所示

設備工具	細目	尺寸規格	數量	單位
	立式銑床	1870*1485*2330	1	mm
	車床	EL400*1000	1	mm
	靈敏鑽床	300*500*1070	1	mm
	砂輪切割機	砂輪直徑：355mm 500* 280 * 620	1	mm
	十字螺絲起子	PH2*100mm	*1	mm
	手鋸弓	12"*1/2"*18T	*1	mm
	直柄鑽頭	Φ2.5，Φ3.3，Φ6.8，Φ9.8， Φ12	各1	mm
	手工鉸刀	Φ4	*1	mm
	螺絲攻	M4*0.7-SKS2 M3*0.5-SKS2	各1	mm
	螺絲攻板手	1/4"*480	1	mm
	端銑刀	Φ12*55*12	1	mm
	面銑刀	Φ5*9.5*40	1	mm
	液晶游標卡尺	150 0.01mm	1	mm
	個人電腦	含高階顯示卡	1	pc
	電腦輔助製圖軟體	SoildWorks2021	1	pc
	雷射切割機	CO2雷射	1	pc
	3D列印機	ABS材料	1	pc

表 1 加工設備與器材表

編號	元件名稱	數量	備註
1	PC 電腦	1	
2	Arduino UNO R3 相容板	2	Microchip ATmega328P
3	Arduino IDE 編譯程式	1	Arduino IDE 1.8.19 版
4	USB 線傳輸線	1	B 型
5	風向感測器	1	八向位，輸出：0-5V 輸入電壓：DC10-30V 啟動風速：≤0.5m/s
6	風速感測器	1	三杯式，輸出：0-5V 輸入電壓：DC10-30V 啟動風速：≤0.3m/s
7	LCD 1602 LCM 液晶藍屏板	1	含 I2C TWI 轉接板 8051
8	LM2596 DC-DC 可調降壓模組	1	輸入電壓：4V-35V 輸出電壓：1.23V-30V 輸出電流：3A(最大)
9	L298N DC 馬達驅動模組	1	ST 晶片
10	DC motor 直流減速馬達	1	DC 24V120RPM
11	杜邦線	若干	公對公及公對母
12	單芯線	若干	0.6mm
13	可充電鋰電池	1	12v， 5v
14	DC 電源供應器	1	19v， 12v
15	伺服馬達	2	M996R(5V-7.2V)
16	12T 小型銅齒輪	10	0.5M
17	傳動軸磨光圓棒	10	Ø 2.0 X50 mm
18	微型軸承	10	MR52ZZ
19	船形開關 117S	1	8.5*13.5MM 銅腳
20	按鈕開關(紅色)	3	PB05A

表 2 電機控制器材與元件表

參、研究過程或方法

一、 確定作品主題與建立流程

確認本研究主題後，建立出本作品的研究流程，如圖 3 所示



圖 3 研究流程圖

二、 設定作品設計架構

在資料蒐集與多次討論後，團隊將本作品的設計架構如圖 4 所示，分為結構、傳動與控制三個部分進行深入研究，分別說明如下：

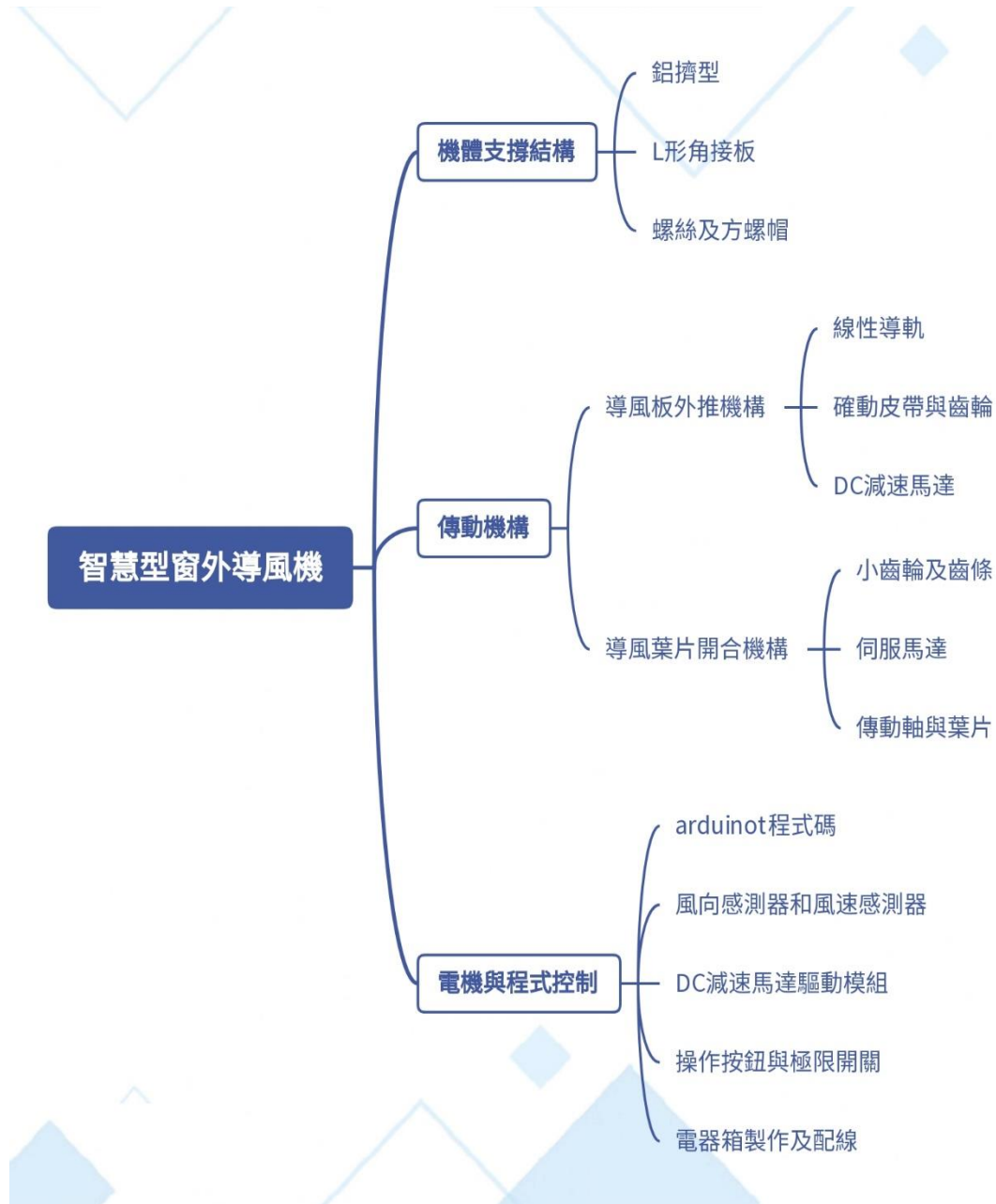


圖 4 作品架構圖

(一) 機體結構

實驗之初，為了縮短實作與驗證時間，本作品就機體部份做了幾項設定：

1. 參考實際窗戶，並縮小約 1/3 長寬比。
2. 機體結構採用鋁擠型及其連接件製作，以便於加工與組裝。

(二) 傳動機構

主要包含兩個傳動機構：

1. 導風板外推機構：為等腰連桿機構 (ISOSCELES SLIDER-CRANK MECHANISM) 的運用，其中主動件為線性滑塊推動兩扇導風窗板(即等腰連桿)外推伸出，由 DC 馬達搭配齒輪與確動皮帶致動。
2. 導風葉片開合機構：為運用雙齒條的直線運動搭配多個小齒輪同步轉動形成的葉片平行機構，動力源為伺服馬達，其中微型軸承與傳動軸精準定位的配合需求，是確保葉片轉動自如的關鍵。

(三) 電機與程式控制

本作品如何透過機電整合來控制導風板外推機構，以及利用風向感測器偵測，數據演算後由程式控制葉片開合機構作動，使其達到側向風流進室內的功能，分述如下：

1. 導風板外推機構控制：作動簡易流程如圖 5 說明如下

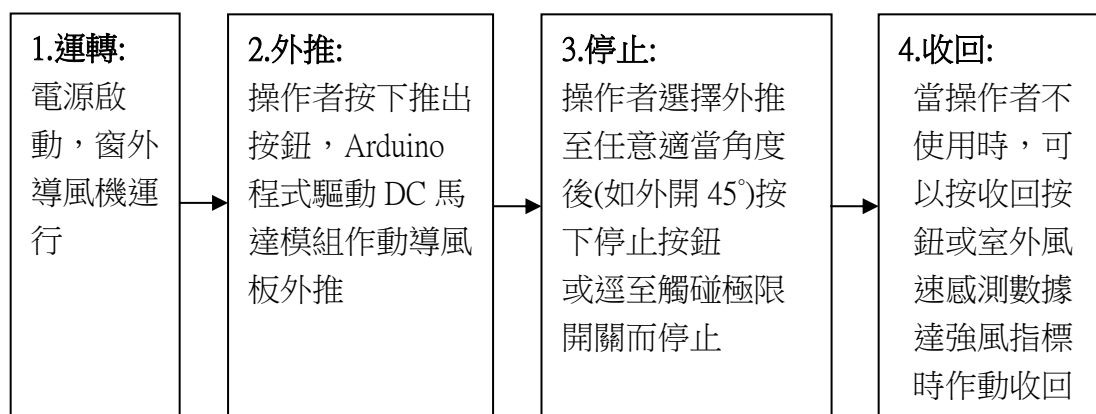


圖 5 導風板外推機構控制作動簡易流程圖

使用電機元件及相關接線圖示意如圖 6

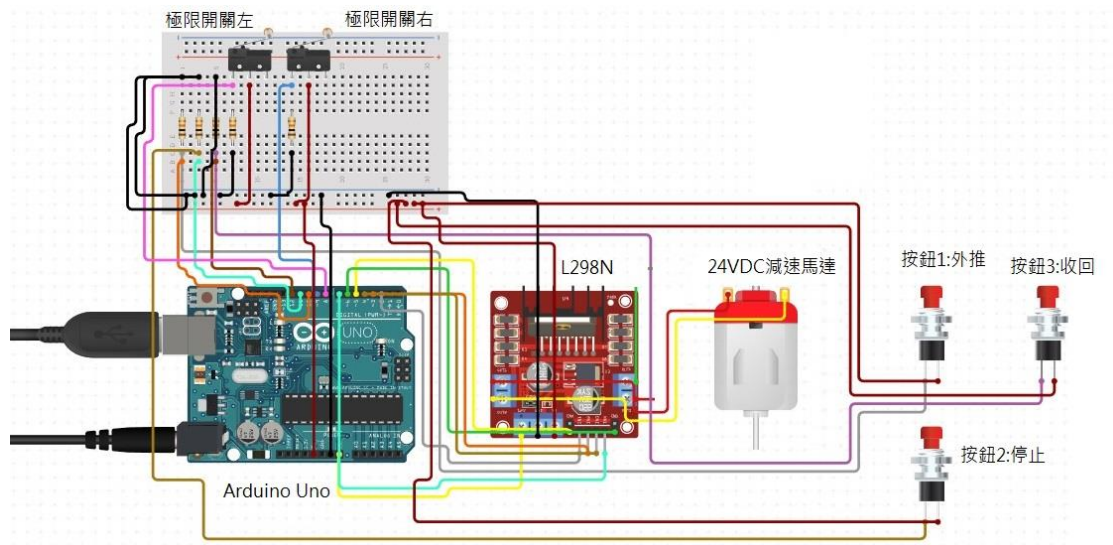


圖 6 Arduino、按鈕、極限開關與 DC 馬達驅動模組接線示意圖

2. 導風葉片開合機構控制: 作動簡易流程如圖 7 說明如下

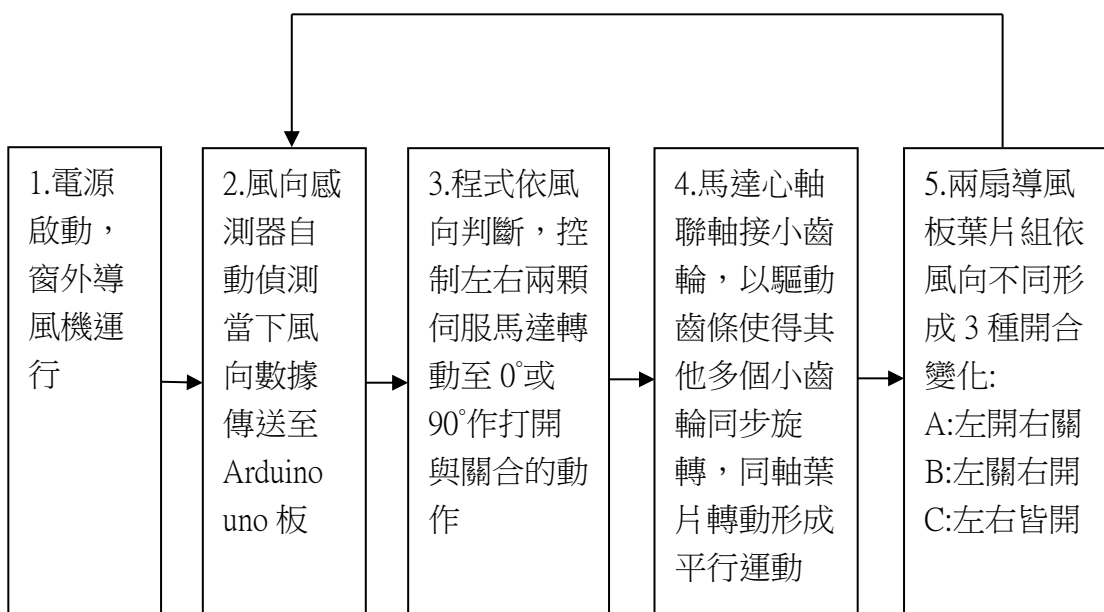


圖 7 導風葉片開合構控制作動簡易流程圖

使用電機元件及相關接線圖示意如圖 8 所示。

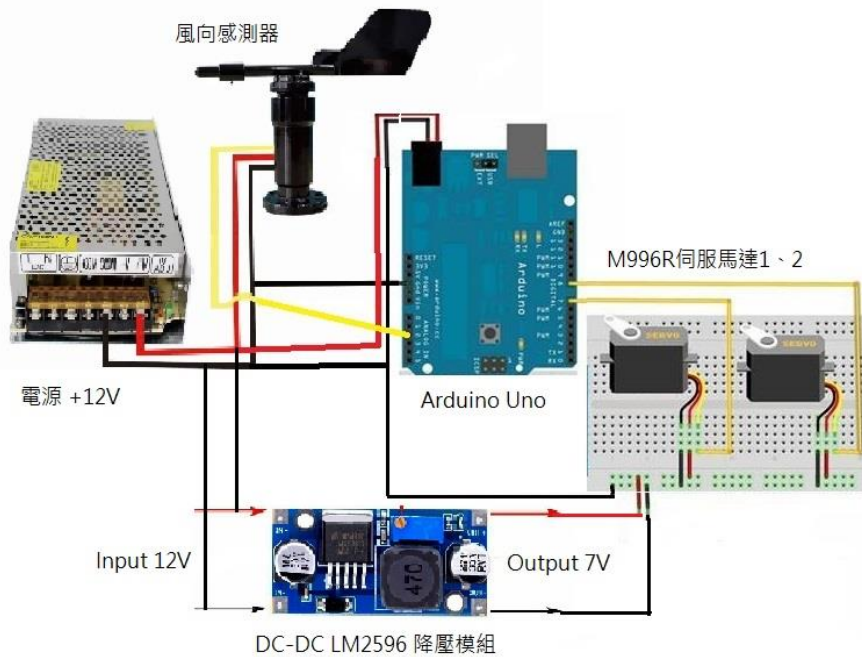


圖 8 Arduino、風速感測器與伺服馬達接線示意圖

在作品完成後期，為了補強作品的安全性，我們增加了風速感測器，設定導風機的操作環境限制，以避免於強風中運行損壞。同時為了進一步了解導風機運行中風向及風速值的變化，另外加入 LCD1602 顯示模組，以便操作者觀察作品的運行依據。通訊方式如圖 9 所示。

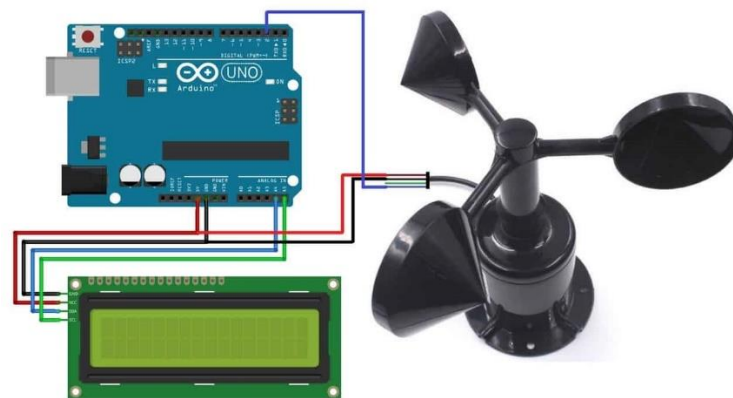


圖 9 Arduino、風速感測器與 LCD1602 的通訊

三、電腦繪製工作圖、組合圖與動畫模擬

(一) 零件圖

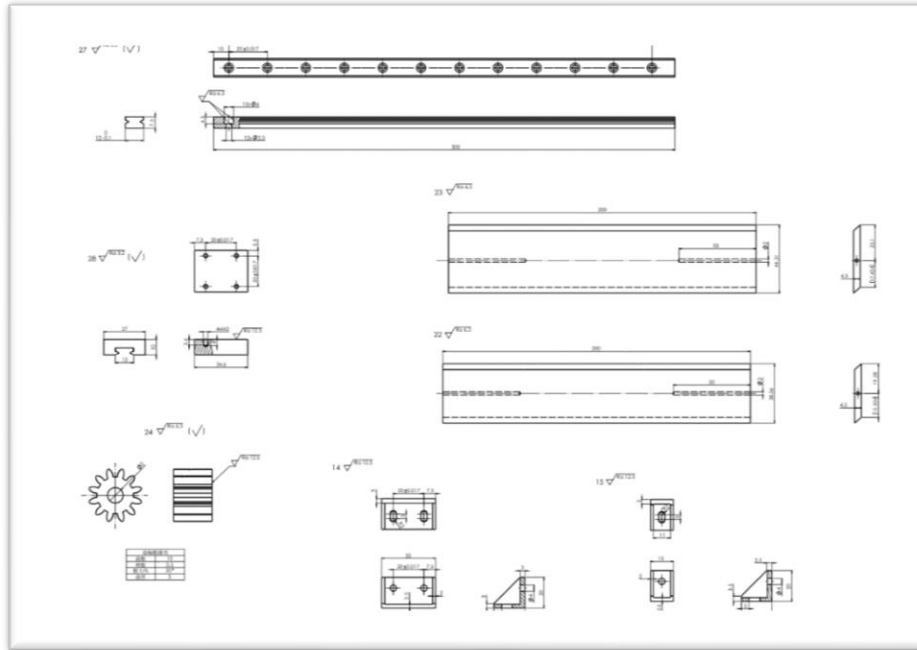


圖 10 零件圖

(二) 組合圖與立體圖

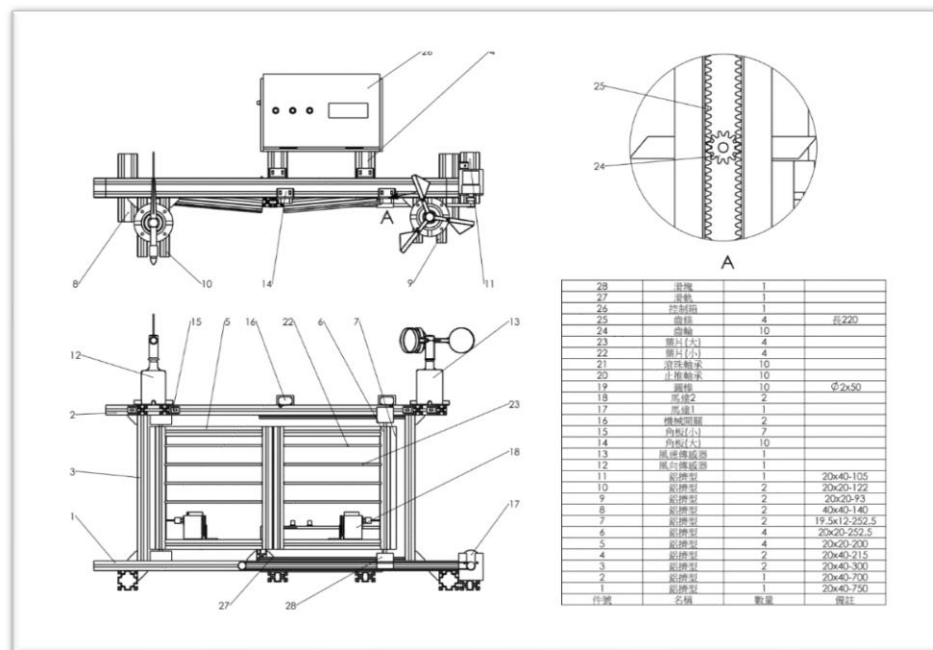


圖 11 組合圖



圖 12 立體組合圖

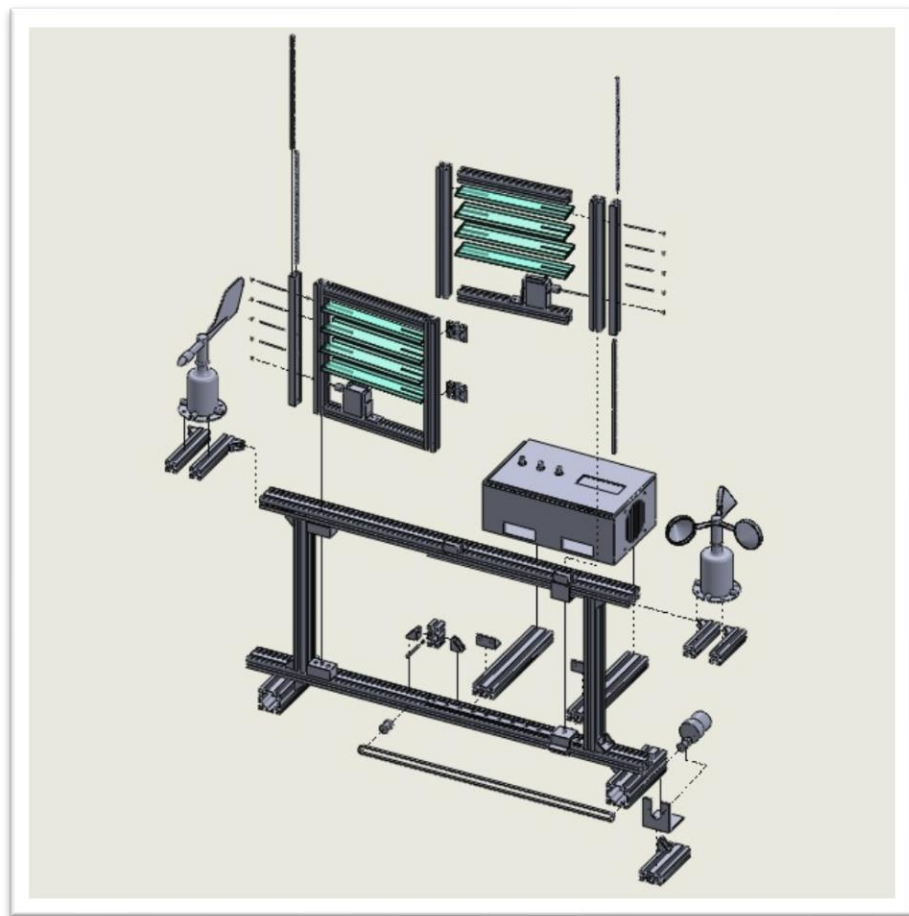


圖 13 立體系統圖(爆炸圖)

(三) 動畫模擬



圖 14 模擬運行動畫

四、 作品製作、功能測試與修正

(一) 作品製作流程

此次作品實作，團隊發揮在校所學，使用到的機器設備包括了，車床、銑床、鑽床、3D 列印、CO2 雷射切割機及砂輪切割機…等等來實加工。並利用電腦繪圖軟體完成工作圖、立體圖及組合圖的建製，同時動態模擬分析桿件的運動干涉情形，以進行尺寸的調整及零件加工。在零件組裝的過程中，深切體會加工程序、公差與配合的重要性。另外機電控制程式與配線的修改與調整，更是經過無數次的重複失敗後的測試與修正。最後完成作品，達成本作品的研究目的。作品製作的流程，如圖 15 所示。過程記錄照片如圖 16、17



圖 15 作品製作流程圖


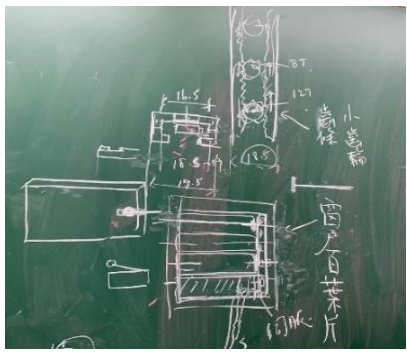



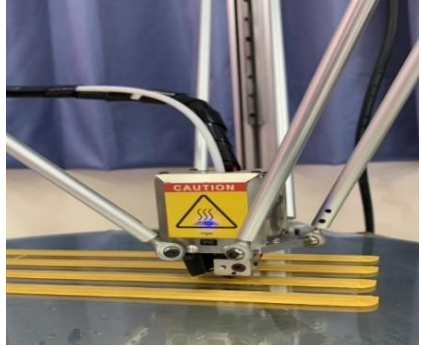


	
<p>討論作品架構</p>	<p>建立草圖</p>
	
<p>砂輪切割機裁切鋁擠型</p>	<p>鋁擠型結構組裝</p>
	
<p>齒條繪製</p>	<p>3D 列印齒條</p>
	
<p>葉片銑削加工</p>	<p>小齒輪與齒條組裝於滑軌</p>

圖 16 作品製作過程記錄照片-1


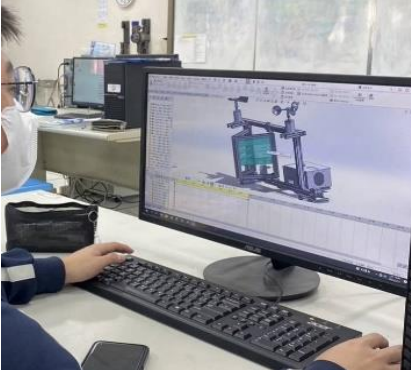
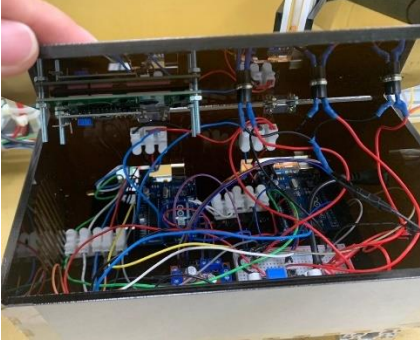
	
<p>傳動軸與葉片組裝</p>	<p>線性滑軌組裝</p>
	
<p>電腦繪製動畫模擬</p>	<p>電路元件焊接</p>
	
<p>程式測試與修正</p>	<p>雷射切割製作電氣箱</p>
	
<p>Arduino 線路的配置</p>	<p>作品完成</p>

圖 17 作品製作過程記錄照片- 2

(二) 程式撰寫

本作品電機控制部分使用 Arduino UNO 板及電控感測元件，因考量需同時控制多項元件會有時間延遲及程式冗長不易撰寫的因素，故將兩傳動機構分開獨立撰寫個別控制程式，並使用兩塊 Arduino Uno 板分別控制兩機構之作動，相關程式碼及註解內容詳述如下。

(1) 導風板外推機構控制 Arduino 程式碼

```
//定義區
#include <ezButton.h>// 載入 ezButton.h 函式庫
ezButton limitSwitch_1(A0); // create ezButton object that attach to pin A0; 極
限開關 1 插 pinA0
ezButton limitSwitch_2(A1); // create ezButton object that attach to pin A1; 極
限開關 2 插 pinA1

ezButton button1(2); //按鈕開關 1 插 D2
ezButton button2(3); //按鈕開關 2 插 D3
ezButton button3(4); //按鈕開關 3 插 D4
const byte speed = 220; //速度設定 0~255
const byte ENB = 11; //設定輸出 pwm 的腳位
const byte INA3 =10;
const byte INA4 =9;
int tmp;

//初始化區
void setup() {
  Serial.begin(9600);//使用 序列埠監控視窗 傳輸速度 9600

  limitSwitch_1.setDebounceTime(50); // 開關 1 反應緩衝時間 50ms
  limitSwitch_2.setDebounceTime(50); // 開關 2 反應緩衝時間 50ms
  button1.setDebounceTime(50);// 按鈕 1 反應緩衝時間 50ms
  button2.setDebounceTime(50);// 按鈕 2 反應緩衝時間 50ms
  button3.setDebounceTime(50);// 按鈕 3 反應緩衝時間 50ms

  pinMode(INA3,OUTPUT);
  pinMode(INA4,OUTPUT);
}
//-----
```

```
//主程式區
```

```
void loop() {  
  limitSwitch_1.loop(); // 呼叫極限開關 1 迴圈函數  
  limitSwitch_2.loop(); // 呼叫極限開關 2 迴圈函數  
  button1.loop(); // 呼叫按鈕開關 1 迴圈函數  
  button2.loop(); // 呼叫按鈕開關 2 迴圈函數  
  button3.loop(); // 呼叫按鈕開關 3 迴圈函數  
  
  int sensorValue2 = analogRead(A3); //取得 A3 的風速數值  
  float outvoltage = sensorValue2 * (5.0 / 1023.0);  
  float speed = 6*outvoltage; // 風速等級和輸出電壓值呈線性關係  
  if (button2.isPressed()) {  
    Serial.println(F("Button2 is pressed."));  
  } //條件句:若按鈕 2 被壓則正轉(收回)  
  if (button3.isPressed()){  
    tmp=1-tmp;  
    Serial.println(tmp);  
  } //條件句:按鈕開關被按 1 次 tmp=1 再壓一次為 tmp=0  
  
  if (button3.isPressed()&&tmp==1) {  
    dcMStop(); //停止  
    Serial.println(F("Button3 is pressed."));  
  } //條件句:若壓按鈕 3 且 tmp 為 1 則停止  
  if (limitSwitch_1.isPressed()||limitSwitch_2.isPressed()) {  
    dcMStop(); //停止  
    Serial.println(F("The limit switch: TOUCHED"));  
  } //條件句:若極限開關 1 或極限開關 2 壓住則停止  
  if (button1.isPressed()&&limitSwitch_2.isReleased()) {  
    dcMRE(); //反轉(外推)  
    tmp=0;  
    Serial.println(F("Button1 is pressed."));  
  } //條件句:若按鈕 1 被壓則反轉(外推)  
  if (button2.isPressed()&&limitSwitch_1.isReleased()) {  
    tmp=0;  
    dcMFO(); //正轉  
    Serial.println(F("Button2 is pressed."));  
  } //條件句:若按鈕 2 被壓則正轉(收回)
```

```

    if (speed>7&&limitSwitch_1.isReleased()) {
        tmp=0;
        dcMFO(); //正轉
        Serial.println(F("Button2 is pressed."));
    }//條件句:若按鈕 2 被壓則正轉(收回)
}
//自定義函式區
//=====
//馬達停止
void dcMStop(){
    analogWrite(ENB,0);
}
//=====
//馬達啟動-正轉
void dcMFO(){
    analogWrite(ENB,speed);
    digitalWrite(INA3,HIGH);
    digitalWrite(INA4,LOW);
}
//=====
//馬達啟動-反轉
void dcMRE(){
    analogWrite(ENB,speed);
    digitalWrite(INA3,LOW);
    digitalWrite(INA4,HIGH);
}

```

(2) 導風葉片開合機構控制 Arduino 程式碼

```

#include <Servo.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
// Set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
Servo myservo1; // create servo object to control the servo1
Servo myservo2; // create servo object to control the servo2
int val1; // variable to read the value from the analog pin9
int val2; // variable to read the value from the analog pin10
int x1;
int x2;

```

```

// 設定平均值讀取數
const int numReadings = 10;
// 定義儲存讀入數值的陣列變數
int readings[numReadings];
// 定義指示陣列索引參數
int readIndex = 0;
// 定義儲存數總和
int total = 0;
// 定義儲存數的平均數
int average = 0;
void setup() {
    Serial.begin(9600);//
    myservo1.attach(9); // attaches the servo1 on pin 9
    myservo2.attach(10); // attaches the servo2 on pin 10
    // initialize the LCD,
    lcd.begin();
    // Turn on the backlight and print a message.
    lcd.backlight();
    // 初始化每一數值的陣列為 0 ,
    for (int thisReading = 0; thisReading < numReadings; thisReading++) {
        readings[thisReading] = 0;
    }
}
void loop() {
    // read the input on analog pin A2 A3:
    int sensorValue1 = analogRead(A2); //取得 A2 的數值
    int sensorValue2 = analogRead(A3); //取得 A3 的數值
    float voltage = (sensorValue1*5.0)/1023.0;
    float outvoltage = sensorValue2 * (5.0 / 1023.0);
    float speed = 6*outvoltage;//風速和輸出電壓值呈線性關係
// 平均值濾波運算
    total = total - readings[readIndex];
    readings[readIndex] = map(sensorValue1, 0, 1023, 0, 360);
    total = total + readings[readIndex];
    readIndex = readIndex + 1;
    if (readIndex >= numReadings) {
        readIndex = 0;
    }
}

```

```

average = total / numReadings;
Serial.println(average);
int direction=average;
//設定伺服馬達開合控制
if(direction<220&&direction>130){
    val1=11;
    val2=11; }//左開右關
else if (direction<130&&direction>50){
    val1=11;
    val2=75; }//雙開
else if(direction<50){
    val1=75;
    val2=75; }//左關右開
else{
    val1=11;
    val2=75; }//雙開
if(x1==val1 && x2==val2){
    Serial.print("same");
}
else {
    myservo1.write(val1);
    myservo2.write(val2);
x1=val1;
x2=val2;}
//LCD1602 顯示內容設定
lcd.clear();// clearn previous values from screen
lcdDisplay(0, // character 0
           0, // line 0
           "Direction",
           10, // character 11
           0, // line 0
           direction,
           13, // character 13
           1, // line 1
           "");
};
lcdDisplay(0, // character 0
           1, // line 1

```

```

        "Windspeed",
        10, // character 11
        1, // line 1
        speed ,
        13, // character 14
        1, // line 1
        "m/s"
    );
    delay(500); }
void lcdDisplay(int tc, int tr, String title, int vc, int vr, float value,int wc, int wr,
String units)//自訂 lcd 函數定義參數
{
    lcd.setCursor (tc,tr); //
    lcd.print(title);
    lcd.setCursor (vc,vr); //
    lcd.print(value);
    lcd.setCursor (wc,wr); //
    lcd.print(units); }

```

(三)功能測試及修正

作品從製作之初到完成，過程遇到了許多問題，經過不斷的修正、再測試，最後也一一克服，達到初步的目標。其中歷程也收穫滿滿。以下列出幾項修正成果。

1. 導風板葉片傳動系統修正：
 - (1)修正前:連桿式傳動，結構複雜不易加工，驅動裝置較難隨導風板移動。
 - (2)修正後: 於滑軌中行使小齒輪與齒條間傳動，系統較簡單且不占空間，裝置容易安裝調整。
2. 導風板外推機構傳動軌道修正:
 - (1)修正前:起初設計，以包塑軸承放入鋁擠 U 型槽軌中傳動導風板，因無法做到上下軌道傳動一致，導致下軌推動時，上軌延遲並震動干涉，傳動不確實，
 - (2)修正後:以線性導軌取代原設計，改善了傳動不確實和大大減少摩擦阻力的問題。
3. 導風板外推機構動力修正:
 - (1)修正前: 採用兩相四線 42 步進馬達，啟動扭力較不足，雖能精確控制前進步進角，但動力不足，易產生震動、噪音及運轉一段時間後馬達驅動板過熱的現象。
 - (2)修正後:更換成 24V DC 減速馬達，改善前述問題。
4. 導風板外推機構死點修正:
 - (1)修正前:機構採用等腰連桿機構作動，當曲柄與浮桿作動位置成一直線時，會產生一個運動死點，使得啟動時會有連接點往前或往後的不確定作動。
 - (2)修正後:為避開此死點，調整回程終點之極限開關位置向前，另加裝一個彈簧推銷在導風板收回之終點，這樣窗戶接近打平處(約 3°)，停止並壓到彈簧，再次啟動後可以產生一個向前的推力，幫助導風板順利外推。

肆、研究結果

一、 室外風力數據收集與探討

為明確了解室外實際風力運行情況，作品利用風速及風向感測器收集風力數據，並透過 PLX DAQ V2. 中介程式，將 Arduino 的類比訊號，轉至 Excel 中，藉由 Excel 的圖表呈現出來。下圖 18 為 2023/2/3 日上午 10 點實驗所得，當時中央氣象局當地的觀測站顯示平均風速為 1 級 (0.3~1.5m/s)，風向為北北西風。

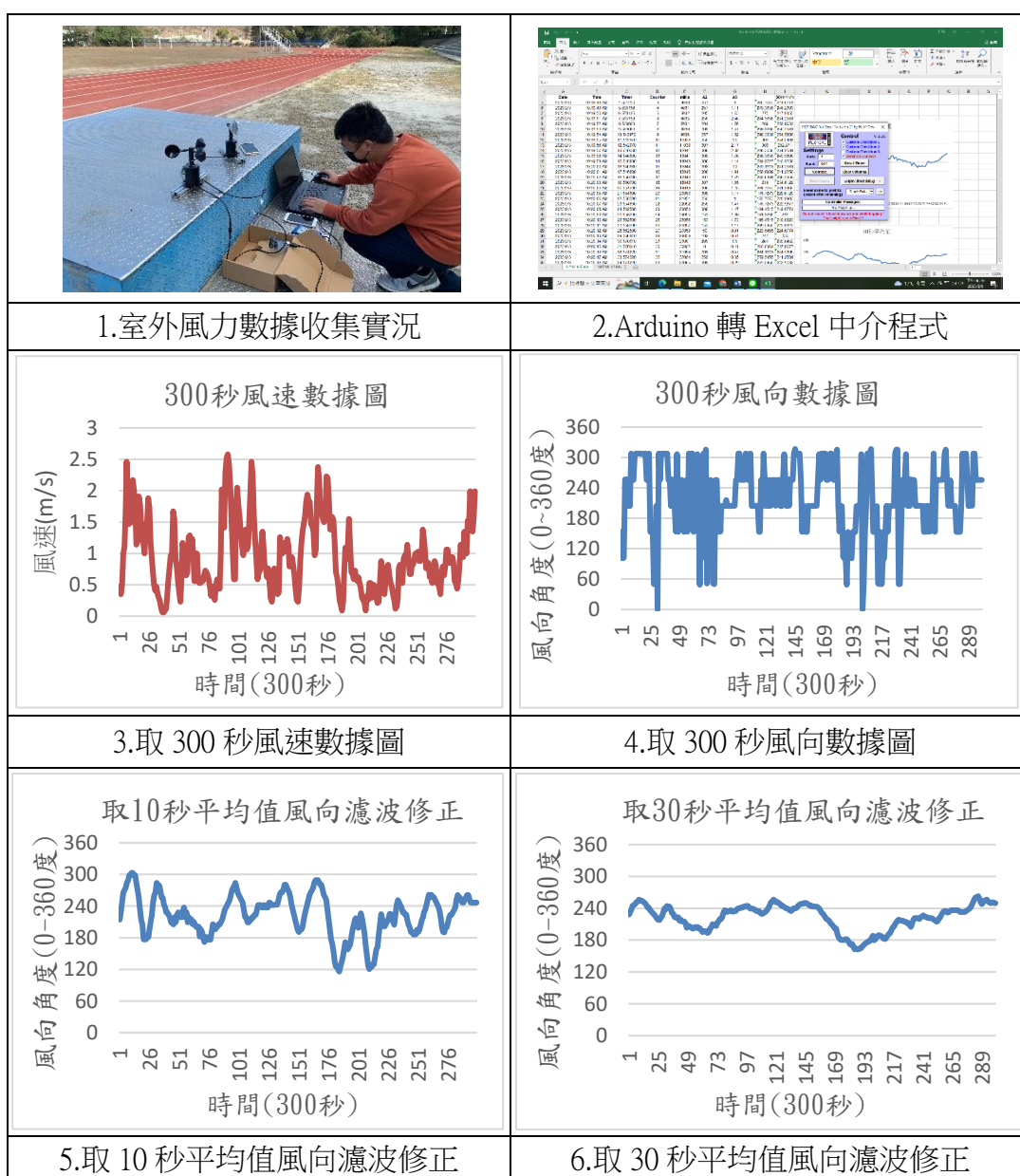


圖18 室外風力數據收集與分析

根據實際測得的數據樣本，取 180 秒、300 秒及 600 秒製表發現其變化雷同，故我們就 300 秒的數據作以下討論分析：

1. 以當日氣象局風速 1 級而言，測得最低與最高陣風達 0-2.5m/s，如圖(18).3 所示。
2. 比較圖(18).3 與圖(18).4 當風速低於 0.3m/s 以下時，風向感測器難以轉動或因慣性而不穩定偏轉。瞬間風速加減速大時，風向感測器亦容易左右大角度擺動。

從以上觀察，不難發現實際風向感測器受到風力的影響，產生過高的靈敏度，對於葉片控制將造成過於頻繁的運動。因此我們採用算術平均濾波法來修正此一現象。取 10 秒平均值與 30 秒平均值如圖(18).5 與圖(18).6，比較原圖數據，觀察發現以下變化：

當連續取 N 個採樣值進行算術平均運算時：

1. N 值較小時：信號平滑度較低，但靈敏度較高。例如取 10 秒平均值，此時風向變化約為 120° 至 300° 間。
2. N 值較大時：信號平滑度較高，但靈敏度較低。例如取 30 秒平均值，此時風向變化約為 170° 至 250° 間。

研究結論，為避免風向感測器靈敏過高，造成葉片過度擺動，建議以 30 秒或更長的取樣時間平均演算較佳。

二、 作品實物運行結果驗證與說明

實際利用工業風扇產生側向風，對作品做穩定風力測試，如圖 19 所示，比較不同外推夾角紙片飄起的高度推估，進風量的大小為夾角 $3^{\circ} < 30^{\circ} < 45^{\circ} < 60^{\circ}$ ，其因素除了風向的折射效果外，與導風板夾角越大其伸出長度越長也有很大的影響。從以上實驗中我們看到作品的確具有良好的導風效能。但因為人體對於風速的感受因人而異，風速在 1.0 m/s 以下時，可將人體的熱量帶走，多數人感到涼爽、愉快的感覺。當室內風速超過 2.0 m/s，桌面上紙張會被吹散、亂飛，影響辦公工作。所以作品設置了可調外推角度的按鈕設計，讓操作者可以自我選擇調整進風量大小。

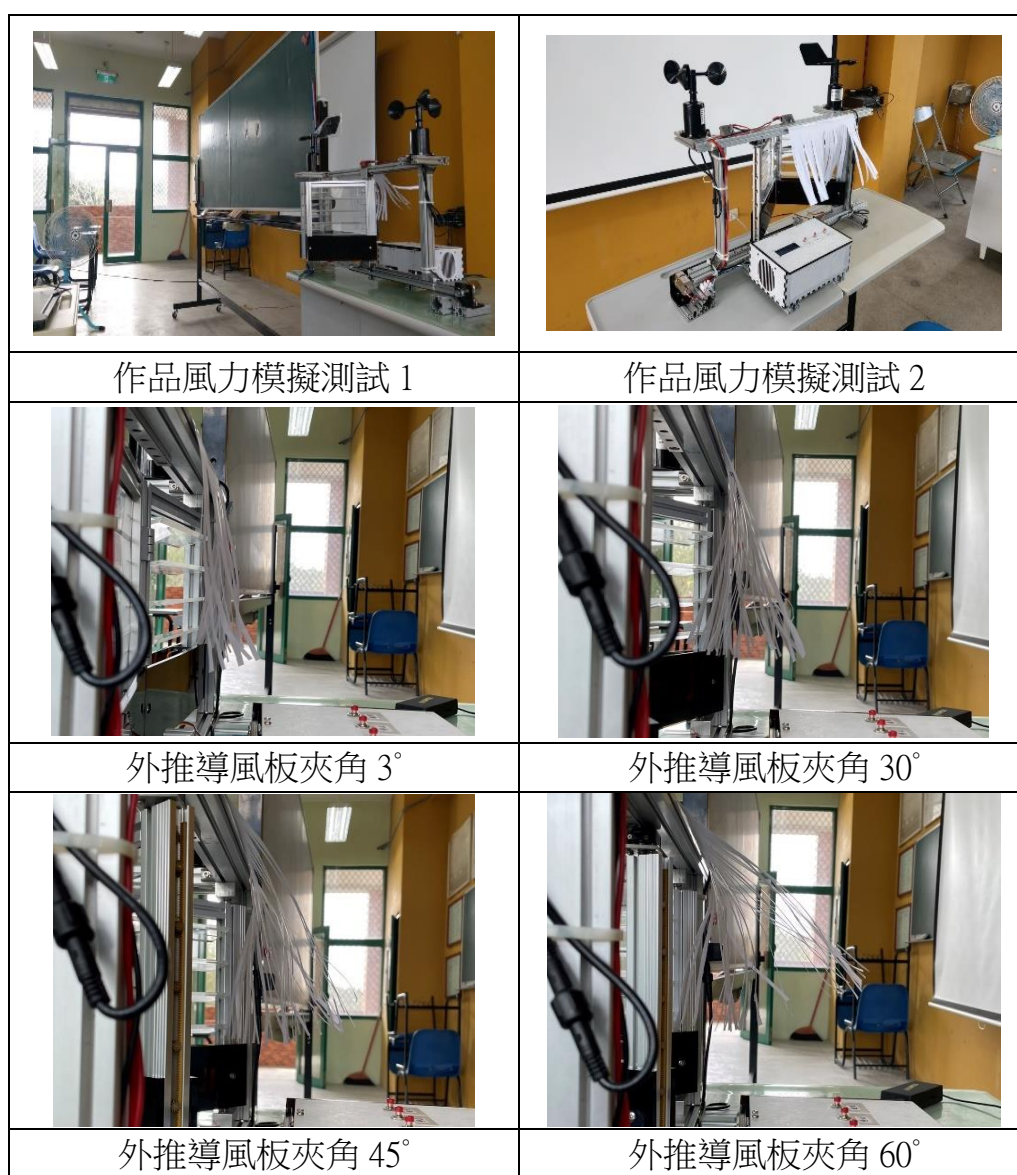


圖19 作品進風量測試

伍、討論

一、 作品創意性:

- (一) 作品係以引導室外自然風折射進入室內的原理，而非採機械送風空調的耗能方式，具節能環保的功效。
- (二) 作品採智慧型控制作動葉片，透過風向感測器收集當下風向數據後，由程式演算驅動左右導風葉片進行開合動作。
- (三) 導風板採外推式設計，運用等腰連桿機構原理，以滑塊為主動運行於線性導軌上，以極小的摩擦阻力，推動導風板(即連桿)。
- (四) 按鈕式操作設計，可讓使用者依個人感受，操控導風板外推至 3°至 60°間之任意角度。
- (五) 導風葉片驅動是運用齒輪及齒條傳動之往復直線運動原理，以伺服馬達轉動其一小齒輪造成多個小齒輪同步連動，並帶動葉片形成多葉片的平行運動機構。

二、 作品實用性:

- (一) 能有效將不同風向的室外自然風導入室內，以增加室內空氣流通，改善室內空氣品質。
- (二) 獨立的窗外機設計，不會影響原本建築物窗戶的結構，裝設與維護較容易。
- (三) 就台灣地區而言，春夏季多為南風及西南季風，秋冬季多為北風及東北季風，對於建築地理環境及通風較差的面向窗而言，此設計可以有效改善通風功能。
- (四) 亦建議裝設於建築物室內通風設計之對流進氣窗外，以增加空氣對流量。

三、 作品未來展望

- (一) 本作品未能針對進入室內的風速與流量進行精確計量與控制，未來希望能進一步結合建築物內的空氣流量模擬分析等研究，來控制導風板外推角度與葉片開合角度引導最舒適的風量進入，以達到最佳化的設計。

陸、結論

本作品之研究目的是在研發出一種能將窗外側向風自動引導至室內的「智慧型導風機」，它能裝置於一般窗戶外透過風向感測器收集當下建築物窗戶面向的風向數據，藉由外推適當的導風板角度及動態調整導風板葉片的左右開合狀態，有效達到引風入室的效果。作品經過實測，能初步達成此一研究目地，完成了“馴風高手”的初衷，希望未來能做更一步的改良和研究，以廣泛應用於學校、工廠、醫院等大型公共建築物整排不迎風面向的窗戶，讓自然風能更有效地進入室內。

柒、參考文獻資料

- 一、維基百科 (2023)。風。摘自 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%A8>
- 二、維基百科 (2023)。台灣氣候。摘自 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%87%BA%E7%81%A3%E6%B0%A3%E5%80%99>
- 三、朱佳仁 (2006)。風工程概論。科技圖書。
- 四、陳念祖 (2007)。建築開口部裝設導風板對自然通風之效益 [未出版之博士論文]。國立成功大學建築研究所。
- 五、鄭明華 (2011)。外推窗對居室導風效能之研究 [未出版之碩士論文]。中國科技大學建築研究所。
- 六、楊仁聖 (2021)。機械原理。科友圖書股份有限公司。
- 七、楊仁聖 (2019)。機械基礎實習。科友圖書股份有限公司。
- 八、蔡佩珊 (2019)。基礎電學。紅動創新股份有限公司。
- 九、林英明、卓漢明、林彥伶 (2019)。機械製造。全華圖書股份有限公司。
- 十、康鳳梅、許榮添、簡慶郎、詹世良 (2019)。機械製圖實習。全華圖書股份有限公司。
- 十一、艾迪諾 (2015)。Arduino 全能微處理機實習。全華圖書股份有限公司。

【評語】 052314

1. 作品設計製造出一能裝置在一般窗戶外側的“智慧型導風機”，來引導室外自然風進入室內，可增加室內空氣的流通，增加室內的舒適度，讓自然風能更有效進入室內。整個構想具通風節能的創意，具實用性及節能的效益。
2. 從研究動機、文獻回顧、研究設備及器材、研究過程方法、作品製作、功能測試與修正、研究結果、討論等說明詳細，有具體成果。
3. 未來進一步結合建築物內的空氣流量模擬分析等研究，來控制導風板外推角度與葉片開合角度引導最舒適的風量進入，以達到最佳化的設計，具體可行。

作品海報



馴風高手



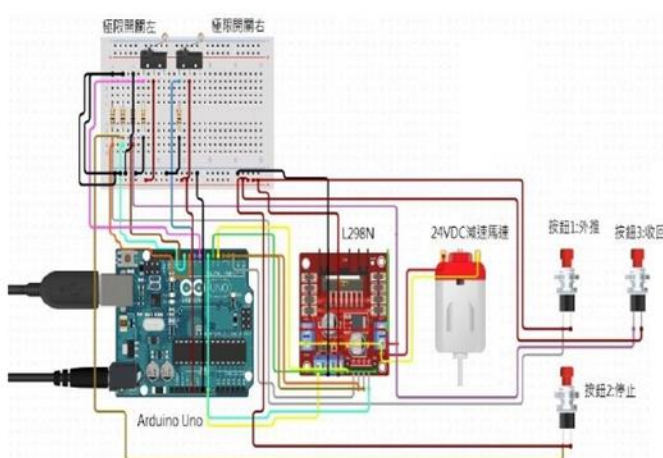
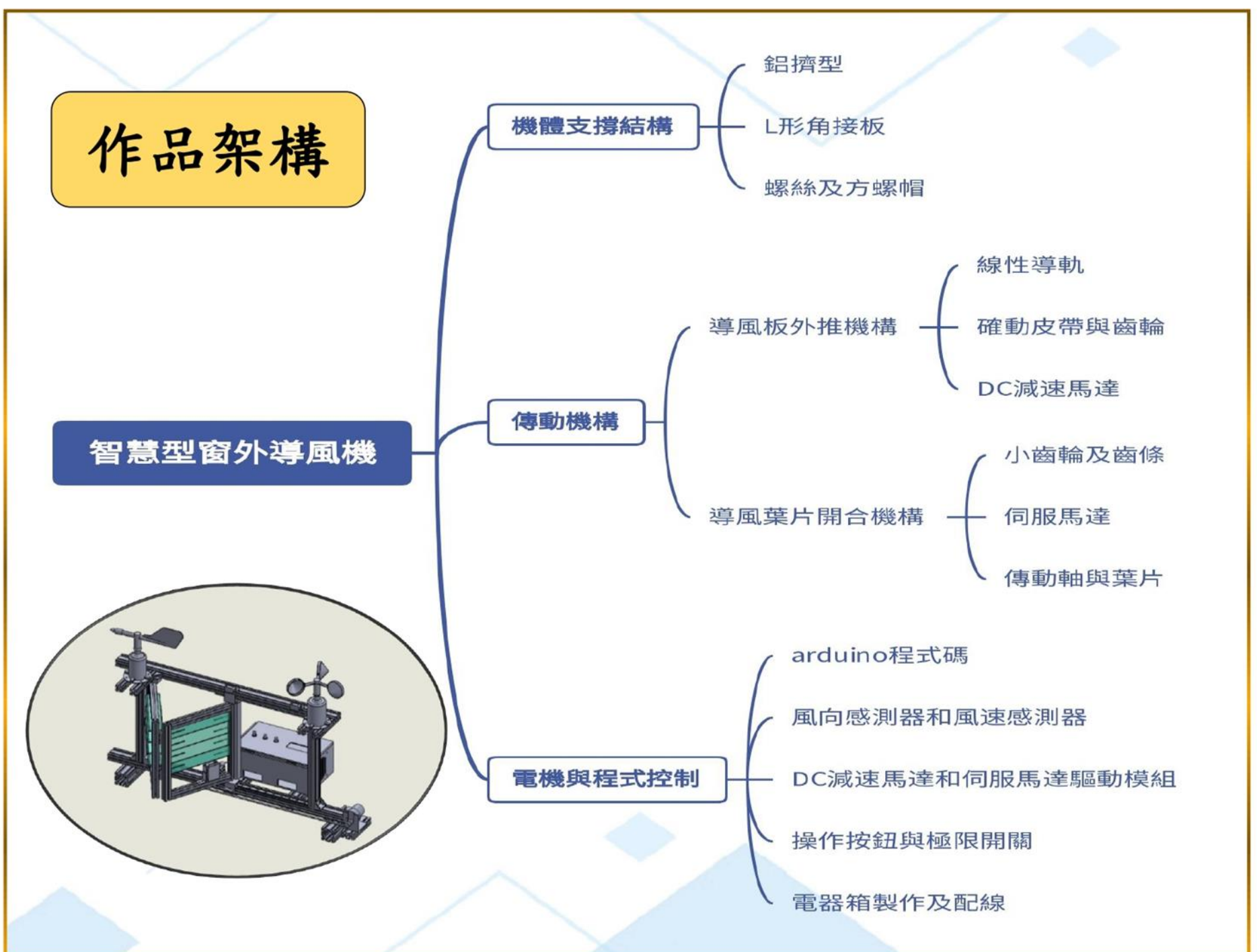
研究動機

每到夏天，尤其是體育課後，吊扇總是吹不散教室裡的悶熱及汗臭味，讓人等不及下課就想衝出教室到走廊上吹風透氣，明明戶外就有風，為什麼感覺吹不進來？這兩年因為疫情的關係，即使溫度達到開冷氣的標準，學校仍要求教室要開部分窗戶，讓室外空氣進入流通，以減低密閉空間裡的病毒量。但是開了窗風就進來了嗎？為此團隊“馴風”的構想引發熱烈討論，最終決定研究出解決的方案。

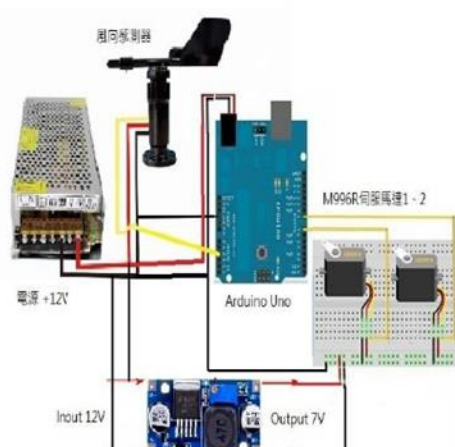
研究目的

本作品的研究目的，在於運用學校所學之機電整合及機械加工之專長，設計並製造出一台“**智慧型窗外導風機**”，以有效引導不同風向之自然風進入室內，且同時藉此研究自然風的特性，未來能結合建築物室內通風設計，節省空調能源，為綠能環保目標努力。

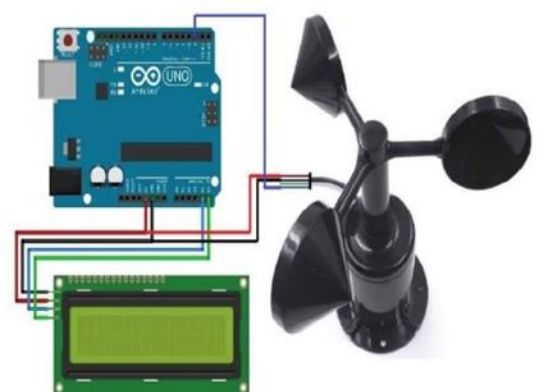
研究過程



Arduino、按鈕、極限開關與 DC 馬達接線



Arduino、風速感測器與伺服馬達接線



風速感測器與 LCD1602 接線

與課程相關

機械製造
機件原理
機械力學

製圖實習
電腦繪圖實習

機械基礎實習
機械加工實習
多元學習課程

基礎電學實習
PLC實習

專題製作

學習歷程
成果發表

作品製作過程

• 概念設計與草圖繪製
• 擬定加工方法
• 設備與材料之準備

• 繪製零件工作圖
• 繪製立體圖及組合圖
• 電腦模擬分析干涉

• 零件加工
• 撰寫程式

• 作品組裝與校正
• 電控元件按裝與配線

• 作品功能測試與修正

• 作品完成實際運行

修改
討論

發現
問題

修改
討論

發現
問題

作品修正歷程：

1. 導風板葉片傳動系統修正：

- 修正前：一般百葉窗的連桿式傳動，結構複雜不易加工，致動馬達難以安裝移動。
- 修正後：齒條於滑軌中與小齒輪間傳動，系統較簡單且不占空間，裝置容易安裝調整。

2. 導風板外推機構傳動軌道修正：

- 修正前：以包塑軸承滾輪放入鋁擠 U 型槽中傳動，因無法做到上下軌道傳動一致，導致下軌推動時，上軌延遲並干涉震動，傳動無法確實。
- 修正後：以線性導軌取代，改善了傳動不確實和大大減少摩擦阻力的問題。

3. 導風板外推機構動力修正：

- 修正前：採用兩相四線 42 步進馬達，啟動扭力較不足，雖能精確控制前進步進角，但動力不足，易產生震動、噪音及運轉一段時間後馬達驅動板過熱的現象。
- 修正後：更換成 24V DC 減速馬達，改善前述問題。

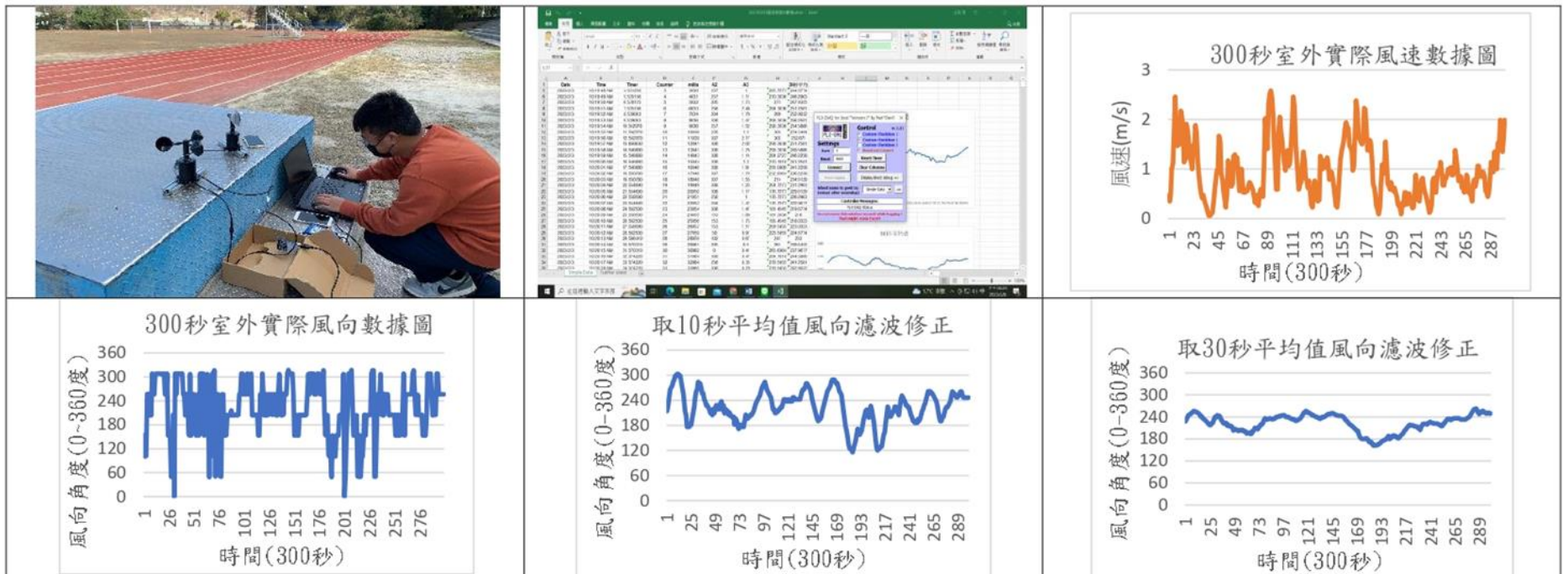
4. 導風板外推機構死點修正：

- 修正前：機構採用等腰連桿機構作動，當曲柄與浮桿作動位置成一直線時，會產生一個運動死點，使得啟動時會有連接點往前或往後的不確定作動。
- 修正後：為避開此死點，調整回程終點之極限開關位置向前，另加裝一個彈簧推銷在導風板收回之終點，這樣窗戶接近打平處(約 3°)，停止並壓到彈簧，啟動時產生作用力，幫助導風板順利外推。

研究結果

一、室外風力數據收集與探討：

利用風速及風向感測器收集室外實際風力數據，並透過 PLX DAQ V2. 中介程式，將 Arduino 的類比訊號轉至 Excel 中，藉由 Excel 的圖表呈現出來。下圖為 2023/2/3 日上午 10 點實驗所得，當時中央氣象局當地的觀測站顯示平均風速為 1 級(0.3~1.5m/s)，風向為北北西風。

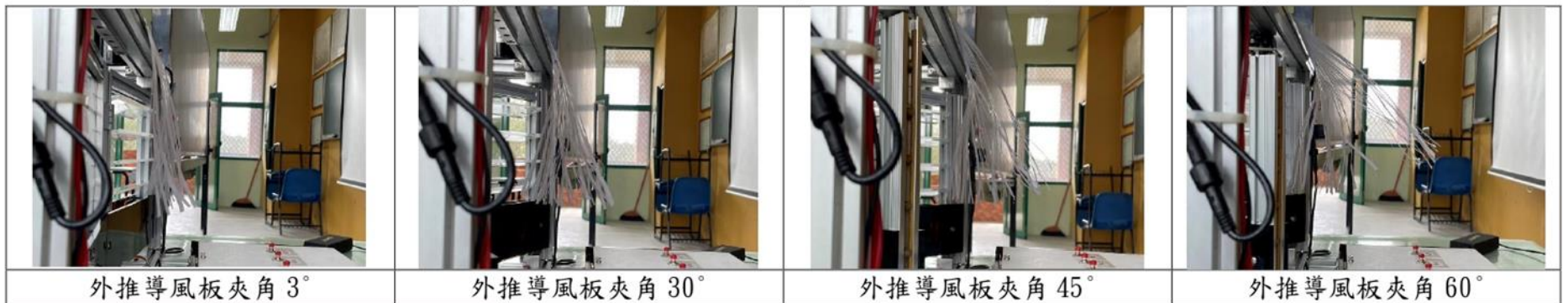


結果分析：：

1. 以當日氣象局風速 1 級而言，實際測得高低陣風達 0-2.5m/s。
2. 比較圖表中當風速低於 0.3m/s 以下時，風向感測器難以轉動或因慣性而不穩定偏轉。瞬間風速加減速大時，風向感測器亦容易左右大角度擺動。
3. 為避免風向感測器受到風力的影響，產生過高的靈敏度，造成葉片過於頻繁的運動。因此採用算術平均濾波法來修正此一現象。取 10 秒平均值與 30 秒平均值，比較原圖數據，建議以 30 秒或更長的取樣時間平均演算較佳。

二、作品運行結果與說明：

利用工業風扇產生側向風，對作品做穩定風力測試，如圖所示，比較不同外推夾角紙片飄起的高度推估進風量的大小為夾角的關係為 $3^\circ < 30^\circ < 45^\circ < 60^\circ$ ，究其因素除了風向的折射效果外，與導風板夾角越大其伸出長度越長有很大的影響。



討論與結論

一、作品創意性：

- (一) 作品以引導自然風折射原理，非機械送風的耗能方式，具節能環保功效。
- (二) 作品採智慧型控制作動葉片，透過風向感測器收集當下風向數據後，由程式演算驅動左右導風葉片進行開合動作。
- (三) 導風板採外推式設計，運用等腰連桿機構原理，以滑塊為主動運行於線性導軌上，以極小的摩擦阻力，推動導風板(即連桿)。
- (四) 按鈕式操作，讓使用者依個人感受，選擇導風板外推角度引進適當風量。
- (五) 運用齒輪及齒條傳動之往復直線運動原理，以伺服馬達轉動其一小齒輪造成多個小齒輪同步連動，並帶動葉片形成多葉片的平行運動機構。

二、作品實用性：

- (一) 能有效將不同風向的風導入室內，以增加室內空氣流通，改善室內空氣品質。
- (二) 獨立的窗外機設計，不會影響原本建築物窗戶的結構，裝設與維護較容易。
- (三) 台灣春夏季多為南風及西南季風，此設計可以有效改善面向差的窗戶通風功能。
- (四) 建議裝設於建築物室內通風設計之對流進氣窗外，以增加空氣對流量。

三、作品未來展望：

- (一) 本作品未能針對進入室內的風速與流量進行精確計量與控制，未來希望能進一步結合建築物內的空氣流量模擬分析等研究，來控制導風板外推角度與葉片開合角度引導最舒適的風量進入，以達到最佳化的設計。