

# 中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

高級中等學校組 工程學(一)科

052302

無線主動式溫控外送箱

學校名稱：治平學校財團法人桃園市治平高級中等學  
校

作者： 高三 楊麒玄 高三 黃宥奇	指導老師： 劉生武 文定宇
-------------------------	---------------------

關鍵詞：外送、環保、智慧控制

# 摘要

本專題製作主要以「控制簡便」、「即時顯示」、「快速製冷製熱皆可」為原則開發出的智慧外送保溫箱，而主要解決在於現今普及的外送服務，因某些不可控因素而導致外送延誤，讓食物到顧客手上變得不新鮮，同時也可解決食物保溫上的問題。

## 壹、前言

### 一、研究動機

近年來，全球疫情爆發，雖然初期台灣政府守護的非常完美，讓台灣確診率近乎為零，但是民眾的危機意識讓大部分人不敢出門，深怕一個不小心就得病，此時就有一個新興的行業出現了，這就是現在大街小巷都可以見到的「外送」服務，這個行業解決了大家只能待在家不出門時，如何買到食物的問題。這些外送人員會努力的在時間內把新鮮的食物盡快送到客戶的手裡。但是台灣地狹人稠，馬路常常會被擠的車水馬龍，導致食物常常無法在時間內送達，這樣的話，熱的食物就變得不溫熱了，冷的飲料也就同樣也就不冰了。目前已經有人發明了主動式升溫的保溫箱，但比較少人做出主動式降溫的保溫箱，再加上現在全球暖化愈發嚴重，冰品相對也比熱湯更加難保存，且目前主流降溫設備都是使用變頻式壓縮機較不適用於攜帶式的市場。所以本專題想要研發出可以主動降溫且主動式升溫的溫控箱，希望可以藉此解決這些食物保鮮的問題，讓生活變得更美好。

### 二、製作目的

- (一) 了解製冷&製熱晶片原理
- (二) 運用 Wi-Fi 來達成智慧控制
- (三) 打破外送箱限於被動保溫的窘境
- (四) 將主動溫控設備體積減小，不影響外送機動性
- (五) 製冷時，不使用冷媒以達到環保之目的
- (六) 結合機車電瓶電源，達到穩定電源供應及避免增加重量

## 貳、研究設備及器材

### 一、使用材料

表一、硬體相關規格

資料來源:製作者自行繪製

材料名稱	規格	數量	用途
外送箱	個	1	讓箱體內被動保溫&保冷
ESP8266	NodeMCU	1	連接手機 Wi-Fi
繼電器	5 VDC	3	控制電路
21700 電池	松下 3.7 V	1	供應電路控制電源
溫溼度感測器	DHT11	1	感測箱體溫濕度變化
搖頭開關	10 A	1	電源切換
水冷液	700 c.c.	1	冷卻TEC1-12706 晶片
半導體製冷晶片	TEC1-12706	1	製冷&製熱
水冷管	2 m	1	輸送水冷液
水排	10 cm × 10 cm	1	冷卻液流經為其散熱
風扇	12 V	1	把冷風&熱風加以進行對流
杜邦線	公對母	若干	數據連接
杜邦線	母對母	若干	數據連接
杜邦線	公對公	若干	數據連接
寶特瓶	個	1	作水箱使用

### 二、使用軟體

表二、使用軟體

資料來源:製作者自行繪製

軟體名稱	用途
Arduino	撰寫程式碼
Chrome	連接 IP 位置控制製冷晶片

### 三、研究設備

表三、研究設備

資料來源:製作者自行繪製

設備名稱	用途
桌上型電腦	撰寫報告
智慧型手機	連接 Wi-Fi

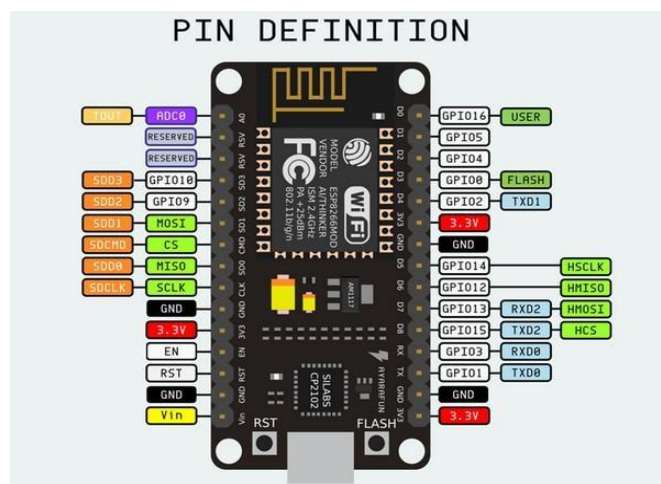
### 參、研究過程或方法

#### 一、理論討論

##### (一)ESP8266介紹

ESP8266模組支援 STA/AP/STA+AP 三種工作模式；第一種為 STA 模式：ESP8266模組通過路由器連接物聯網，手機或電腦通過物聯網實現對設備的遠端控制；第二種為 AP 模式：ESP8266模組作為熱點，實現手機或電腦直接與模組通信，實現區域網路無線控制；第三種為 STA+AP 模式：兩種模式的共存模式，即可以通過物聯網控制可實現無縫切換，方便操作。

而其耗電最多是200 mA 平常是100 mA，可傳送距離測試，原始板子的天線可達到366 M，外掛天線可達479 M。

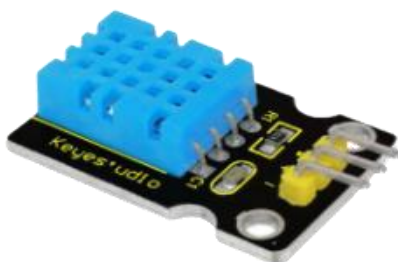


圖一、ESP8266 PIN 腳功能圖

資料來源:擷取至網路

##### (二)DHT11溫溼度感測器介紹

DHT11溫溼度感測器是一款含有已校準數字訊號輸出的溫溼度複合感測器，內部由一個八位微控制器控制一個電阻式感溼元件和一個NTC測溫元件；DHT11溫溼度感測器雖然也是採用單匯流排協議，但是該協議與DS18B20的單匯流排協議稍微有些不同之處；因在此專題採用DHT11溫溼度感測器。



圖二、DHT11溫濕度感測器圖

資料來源:擷取至網路

表四、DHT11與DS18B20比較

資料來源:製作者自行繪製

名稱	DHT11	DS18B20
優點	溫度和濕度皆可檢測	測量範圍大
缺點	測量範圍小	只能測量溫度

### (三)TEC1-12706晶片介紹

接通直流電源後，電子由負極出發，首先經過P型半導體，在此吸收熱量，到了N型半導體，又將熱量放出，每經過一個NP模組，就有熱量由一邊被送到另外一邊，造成溫差，從而形成冷熱端。

額定最大電壓為12 V，電流為4.5 A，功率大約是50 W~60 W，最大溫差可達68 °C，外型尺寸約為長4 cm、寬4 cm、高0.4 cm，重量約25 g。

工作特點是一面製冷而一面發熱。冷熱兩面溫差68 °C（只要熱面溫度保持68 °C 以下，冷面溫度就能控制在0 °C 到-68 °C 或者更低）接上12 V 的電源製冷片的兩面就會出現溫差，一面冷，一面熱，不可在無散熱器的情況下為製冷器長時間通電，否則會造成製冷器內部過熱而燒毀。



圖三、TEC1-12706晶片圖

資料來源:擷取至網路

### 1.理論公式

$$K = \frac{Q}{t} \times \frac{L}{A \times \Delta T}$$

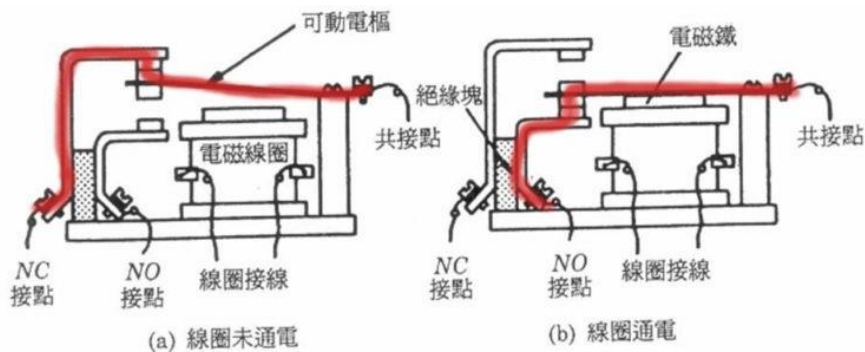
表五、理論公式

資料來源:製作者自行繪製

代號	名稱
K	導熱係數
Q	熱量
t	時間
L	長度
A	面積
$\Delta T$	溫度差

熱傳有三種方式，熱傳導、熱對流與熱輻射，本專題主要採用熱傳導和熱對流來進行溫度控制，在一樣的時間下，加入散熱鰭片將面積提高，再增加風扇提高空氣流動，藉此達到更好的傳導。

### (四)繼電器介紹



圖四、繼電器構造圖

資料來源:擷取至網路

繼電器 (Relay)，也稱電驛，是一種電子控制元件，具有控制系統（又稱輸入迴路）和被控制系統（又稱輸出迴路），通常應用於自動控制電路中，實際上是用較小的電流去控制大電流的一種「自動開關」。

故在電路中有自動調節、安全保護、轉換電路等作用。其主要原理是透過電磁線圈產生的磁場來吸引金屬可動電樞，讓被控制的迴路切換。

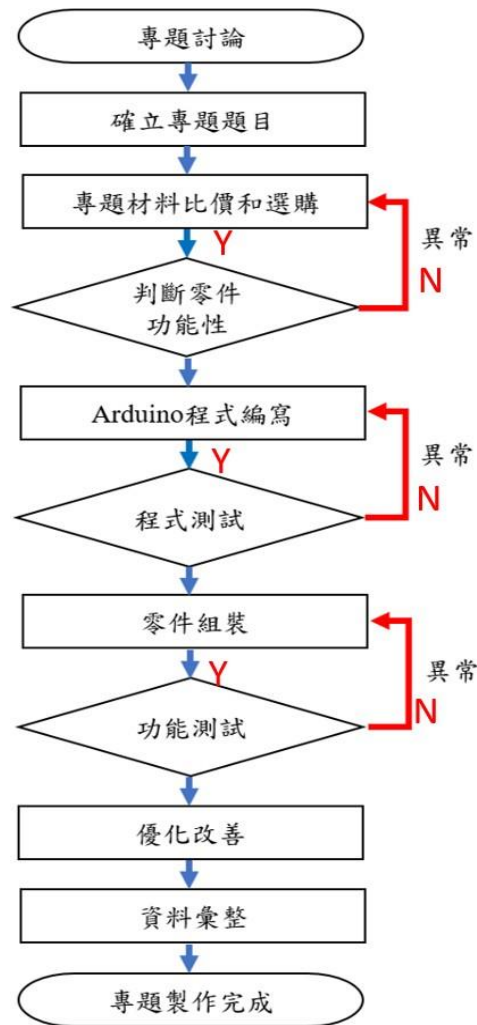
表六、繼電器開關功能

資料來源:製作者自行繪製

名稱	功能
NO (Normal Open)	常開
NC (Normal Close)	常閉
COM(Common Ground)	共接點(公共端)

## 二、專題製作流程

首先先上網查尋是否有相關產品並蒐集資料，確定主題是否可行，開始分配每個人該做的事，以及每個禮拜的進度規劃，再將蒐集的資料彙整，才去網路搜尋、比價並且訂購材料，之後若遇到問題，先小組討論並解決，如果都無法解決，把問題備註，繼續往下個階段前進，整體完成後直接諮詢老師，再將資料彙整及完成實作並報告。



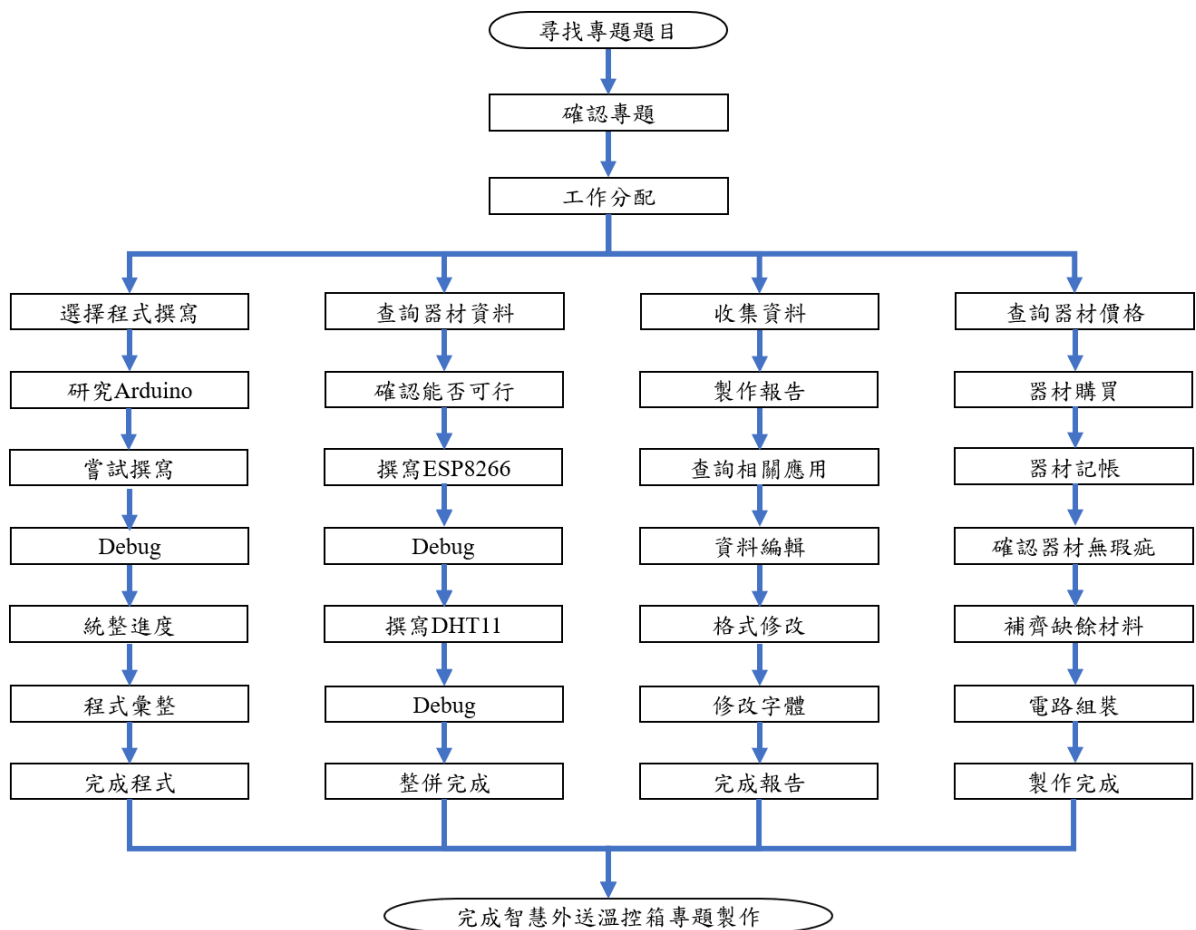
圖五、製作流程圖

資料來源:製作者自行繪製

### 三、製作方法與步驟

本專題研究採用的是行動研究法的方式，主要是藉由循環歷程所構成的，其中包括準備、實驗教學、電路資料分析及報告撰寫等階段。





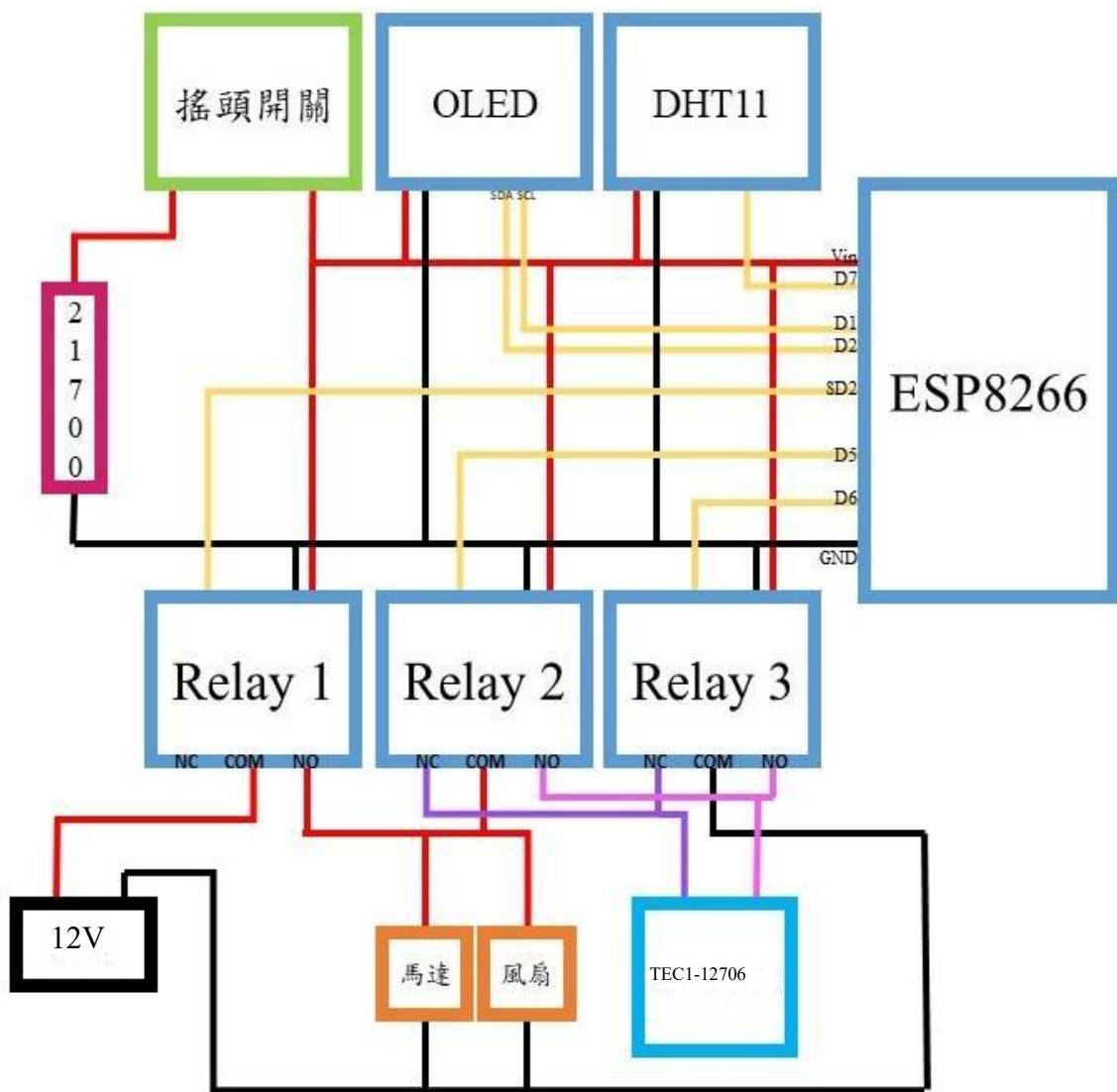
圖六、製作分工與步驟

資料來源:製作者自行繪製

## 肆、研究結果

### 一、操作流程

智慧溫控外送箱首先將正負極夾子安裝於機車電瓶上（或穩定 12 V 電源），冷排安置於空氣流通處，確認水冷液的液面高度是否足夠，將搖頭開關撥至開，等待 OLED 螢幕顯示溫度後就表示開機完成，手機開啟 Wi-Fi，連線至 Temperature Smart Box，接著開啟瀏覽器將網址欄輸入192.168.4.1。需先選擇製冷或製熱（即第二或第三行的開關），再將第一欄電源開關撥至開，即開始運作，運作期間可自由切換冷熱。

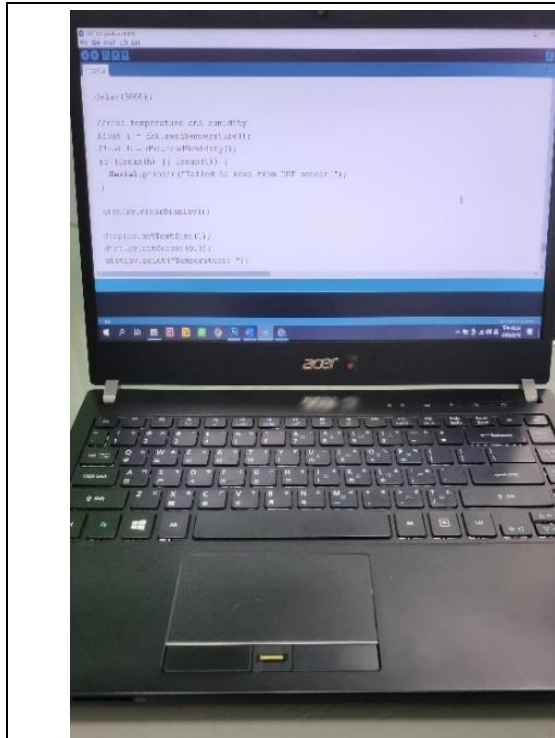


圖七、電路圖

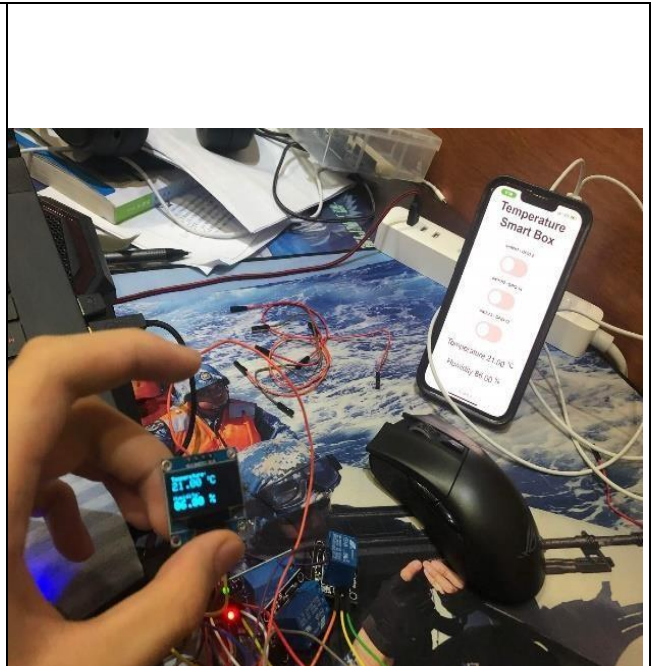
資料來源:製作者自行繪製

## 二、軟體編寫

程式撰寫主要分成四大部分，OLED 的顯示溫度、DHT11溫溼度感測器偵測與傳輸、繼電器控制電路、AP 連線模式（Wi-Fi 連接）；撰寫時首先匯入相關程式庫，再設定硬體各個連接腳位；用杜邦線連接設備並開始撰寫程式。



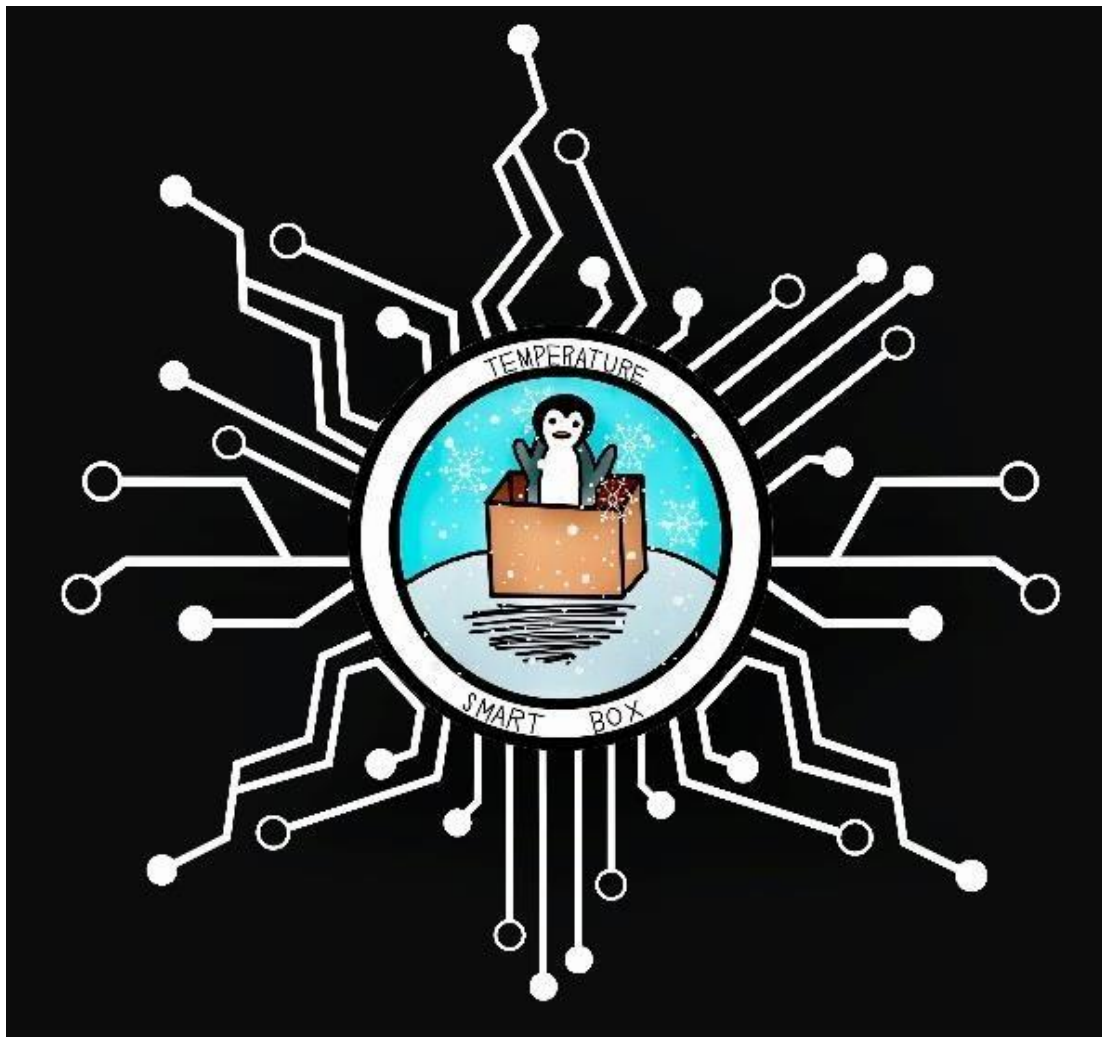
圖八、撰寫程式



圖九、程式測試成功

### 三、Logo 設計

本專題是製作製冷&製熱保溫箱，起初本專題只有製冷功能，於是就聯想到南極的企鵝，所以在設計圖中畫一隻雪地裡的企鵝來當 Logo 的主角，象徵本專題的箱子能夠冰冷，同時在 Logo 四周畫一圈的電路，來代表本專題的手機控制功能，也讓整個圖騰看起來更具科技感。

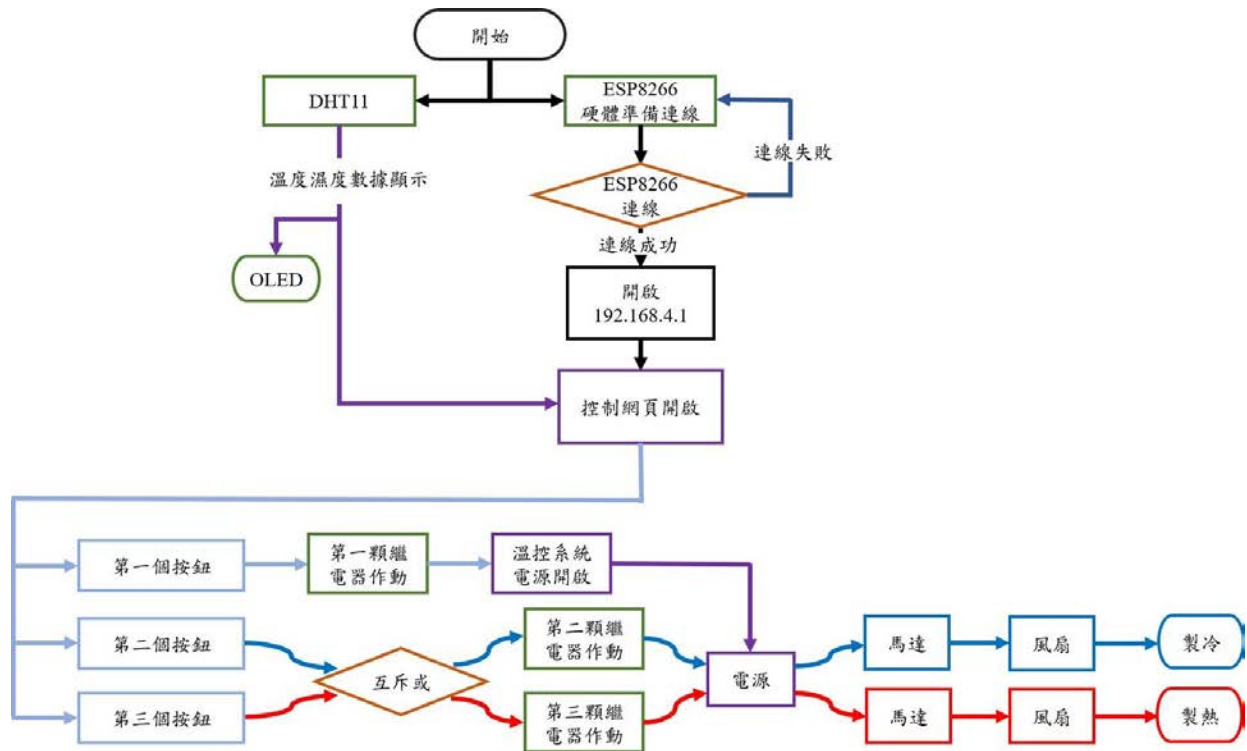


圖十、Logo 設計

資料來源:製作者自行繪製

#### 四、動作說明

整體運作流程我們分為兩個部分，DHT11 溫濕度感測器與 ESP8266；操作流程如下所示。

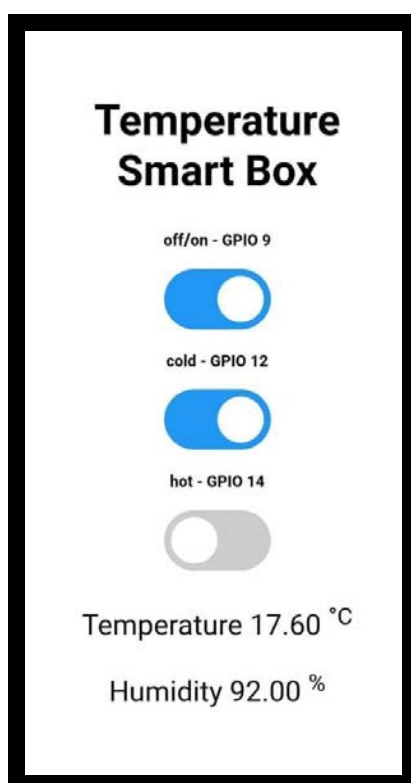


圖十一、整體運作流程  
資料來源:製作者自行繪製

### (一) 撰寫時發現的問題

1.由於設置類似馬達正逆轉電路，導致兩顆繼電器同時處於開或關的狀態，會產生短路的情形發生，所以須先將第二或第三個開關打開才能開啟總電源；為防止使用中不小心將開關同時開啟，因此結合電子學中的「互斥或閘」來撰寫此電路。

2.原預計撰寫電壓警示模組與溫度異常警示模組，由於時間問題以及技術問題來不急完成，所以將此功能移置未來展望。



圖十二、控制網頁  
資料來源:製作者自行繪製

## 五、實際測試

測試分為兩部分，製冷的效率與製熱的效率，實際測試時間分為三個時間週期；測試時當時環境溫度為22℃。

表七、製冷&製熱實際測試

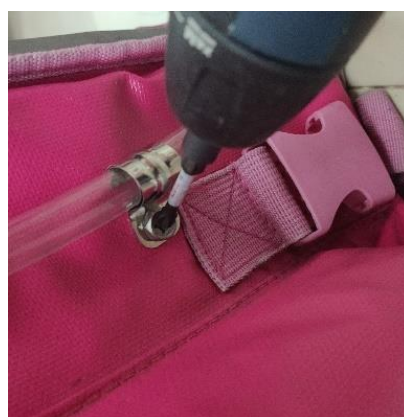
資料來源:製作者自行繪製

製熱時間	溫度	製冷時間	溫度
開始	17.3℃	開始	23.4℃
五分鐘	23.1℃	五分鐘	21.9℃
十分鐘	26.6℃	十分鐘	19.5℃

測試途中遇到問題主要是在教室測試，導致電瓶無法一直處於理想電壓12V，以及新舊箱體上的差異會導致整體溫度效率較差。



圖十三、熱溶膠固定



圖十四、鎖軟管



圖十五、用熱溶膠固定主要零件



圖十六、排線完成



圖十七、用電工膠帶包裹線材



圖十八、固定水冷管



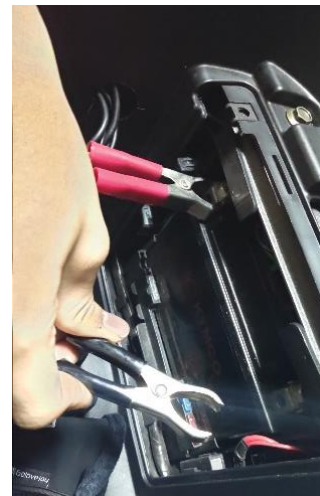
圖十九、測試 OLED 成功



圖二十、室內各個零件測試



圖二十一、實際測試



圖二十二、上機車電瓶測試



## 伍、討論

### 一、螢幕選擇

市面上螢幕主流為 LCD 與 OLED，本專題採用 OLED 螢幕的主要原因為功耗相比 LCD 螢幕低了許多，且成色也可自行客製化調整。

### 二、保溫箱選擇

起初是自行網路採買錫箔紙來自製保溫箱，經過小組多次討論最終決定改用以現今外送箱的標準來製作，能使數據誤差降低。

### 三、水箱液體選擇

在測試時發現用純水會有生鏽的問題，這本身需要做密封處理，所以本專題才改用水冷液來使用，這樣冷卻效率也能有些微幅度的提升，也可避免生鏽造成水質惡化。

### 四、作品之優點

表八、作品優點

資料來源:製作者自行繪製

一	Wi-Fi 連線方便控制與顯示
二	水冷散熱效率高
三	隨意冷熱切換
四	DHT11精準控溫
五	無壓縮機，環保又輕巧
六	水冷聲音小

### 五、作品之缺點

- (一)晶片瓦數低，溫度影響差（實際功率約60 W）
- (二)箱體老舊，密閉性較差，導致無法發揮其原始效能
- (三)晶片模組內建風扇風量小導致循環差

## 六、傳統製冷與晶片製冷比較

表九、傳統製冷與晶片製冷比較

資料來源:製作者自行繪製

傳統製冷（壓縮機）	製冷晶片（水冷）
體積大、重量重	體積小、重量輕
需添加冷媒	無冷媒較環保
噪音大	無噪音
不可倒放	無角度限制
需變流器	結合電瓶
價格高昂	價格親民（約八分之一）

## 七、製作此專題之花費

表十、製作專題花費

資料來源:製作者自行繪製

材料名稱	數量	價格（NT）
母對母杜邦線	數條	10
公對母杜邦線	數條	11
公對公杜邦線	數條	免費（自行收集）
外送箱	1	免費（自行收集）
ESP8266	1	120
軟水管	1	75
水冷液	1	100
繼電器	3	105
管束環	4	40
寶特瓶	1	免費（自行收集）
溫溼度感測器	1	免費（自行收集）
電瓶	1	免費（自行收集）
搖頭開關	1	35
21700電池	1	90
製冷套件	1	380
總計		NT966

## 八、與現行外送箱之差異

表十一、與現行外送箱之差異

資料來源:製作者自行繪製

	一般外送箱	智慧溫控外送箱
控制	無法控制	利用程式來進行溫度感知與控制
顯示	無法顯示	運用 Wi-Fi 模組傳到手機顯示
感知溫度	無法得知確切溫度	利用 DHT11溫溼度感測器來辨別溫度

## 九、未來展望

- (一)將晶片改成 TEC1-12715SR(高功率)讓控溫效率更好一點
- (二)箱體需更新確保不易受外界影響
- (三)增加溫度智慧控制模組（溫度到自動斷電、使用可變電阻調節功率）
- (四)編寫 APP 讓連線與操控起來更便利、同時控制多個外送箱，也利於後續增加模組，例如: 電壓偵測模組，確保晶片穩定輸出；溫度異常模組若箱體異常做出提醒與保護

## 陸、結論

### 一、結論

- (一)專題製作主要是在訓練小組成員分工合作的精神。
- (二)透過專題製作能先行了解未來工作模式，例如獨立完成原先分配的工作以及小組開會進行討論進度。
- (三)專題製作的過程可以培養創造力與想像力，以及累積更多的相關知識。
- (四)小組成員必須學習對自己的工作負起責任。
- (五)專題製作可以培養解決問題、反省能力。
- (六)系統化的分工合作使效率達到最佳化。
- (七)能讓學生更加活用網路資源查詢資料。
- (八)活用 Word 相關應用，讓學生更加融會貫通。
- (九)比起讀書考試，更能讓學生有參與感。
- (十)主動研究課堂以外的知識，不再侷限於課本上的內容。

### 二、建議

- (一)如有需要量產，可省下更多的時間與經費:當數量越多時，施工時間就省的越多，大量減少了人事費用的支出。

- (二)過程中如果遇到段考、連假，都很難一起做技術討論，導致進度延誤，若有再做類似活動必須嚴格執行規劃好的進度，避免產生交件前的時間壓力。
- (三)如有更多經費可再進一步提升製冷效率。
- (四)可先擬定專題目標所需之方向，將方向與標題結合，避免製作環節偏離主題。
- (五)可把專題製作課程拉長至一次四堂或更多，這樣時間就不會緊迫導致做到一半就要收拾，這樣可以節省很多來往的時間。
- (六)下次如有再做類似專題，可先把材料列出來，避免浪費許多來回的時間與運費。
- (七)如有更多時間可再進一步改裝硬體外觀。
- (八)在專題製作的過程中，老師在旁進行指導，可以讓學生提早發現缺失，並進行改善。
- (九)記帳的部分應先確實列好，避免之後拆分製作費用的麻煩。
- (十)製作專題前，老師應先讓學生清楚專題製作流程，並在事前進行相關規範。

## 柒、參考文獻資料

- 「科普」細說 OLED 與 LCD 螢幕的優缺點:

<https://reurl.cc/Zr4yYM>

- 阿喵就像家深入淺出 Wi-Fi 晶片 ESP8266 with Arduino。西元 2015年7月19日。

<https://reurl.cc/jgXrm2>

- DHT11詳細介紹:

<https://reurl.cc/6Dpqky>

- TEC1-12706半導體製冷晶片:

<https://reurl.cc/6DpqRM>

- 維基百科 繼電器:

<https://reurl.cc/q19Y33>

- ESP8266 NodeMCU 繼電器模塊-控制交流器電器:

<https://reurl.cc/Kry98e>

- ESP8266 NodeMCU 用於 Web Server 的 AP 架構:

<https://reurl.cc/oe8Vxv>

- 熱傳導專區:

<https://reurl.cc/Zr8mKa>

## 【評語】 052302

1. 研究主題為製作「控制簡便」、「即時顯示」、「快速製冷製熱皆可」之外送保溫箱，解決外送食物的保鮮問題，議題很生活化，也有大量的需求，值得鼓勵。
2. 建議應該調查與進一步瞭解有關外送保溫箱的現況，是否有類似系統。
3. 建議對現今標準外送箱進行保溫及保冷的熱力系統進行討論，了解保溫箱之降溫及升溫之特性，並把熱傳學理論應用於所考慮的問題。
4. 目前所設計系統約能持續運作 30 分鐘，未來如果要在實際場域運作，仍需持續精進。
5. 數據（製冷與製熱）測試可以增加測量次數或者拉長週期，會更有說服力。

## 作品簡報

# 無線主動式溫控外送箱

組別：高中組

科別：工程學科（一）

# 研究動機

因為在前年時疫情爆發，許多的人都不敢出門，外送行業逐漸的興起，外送箱的運輸成為了最大的難題，因此我們想製作一個可以解決現今外送運輸的問題，決定製作可以升降溫的外送箱，讓食物到顧客手上不會變得不新鮮，同時也可解決食物運送時保存問題，本組的製作理念如下。

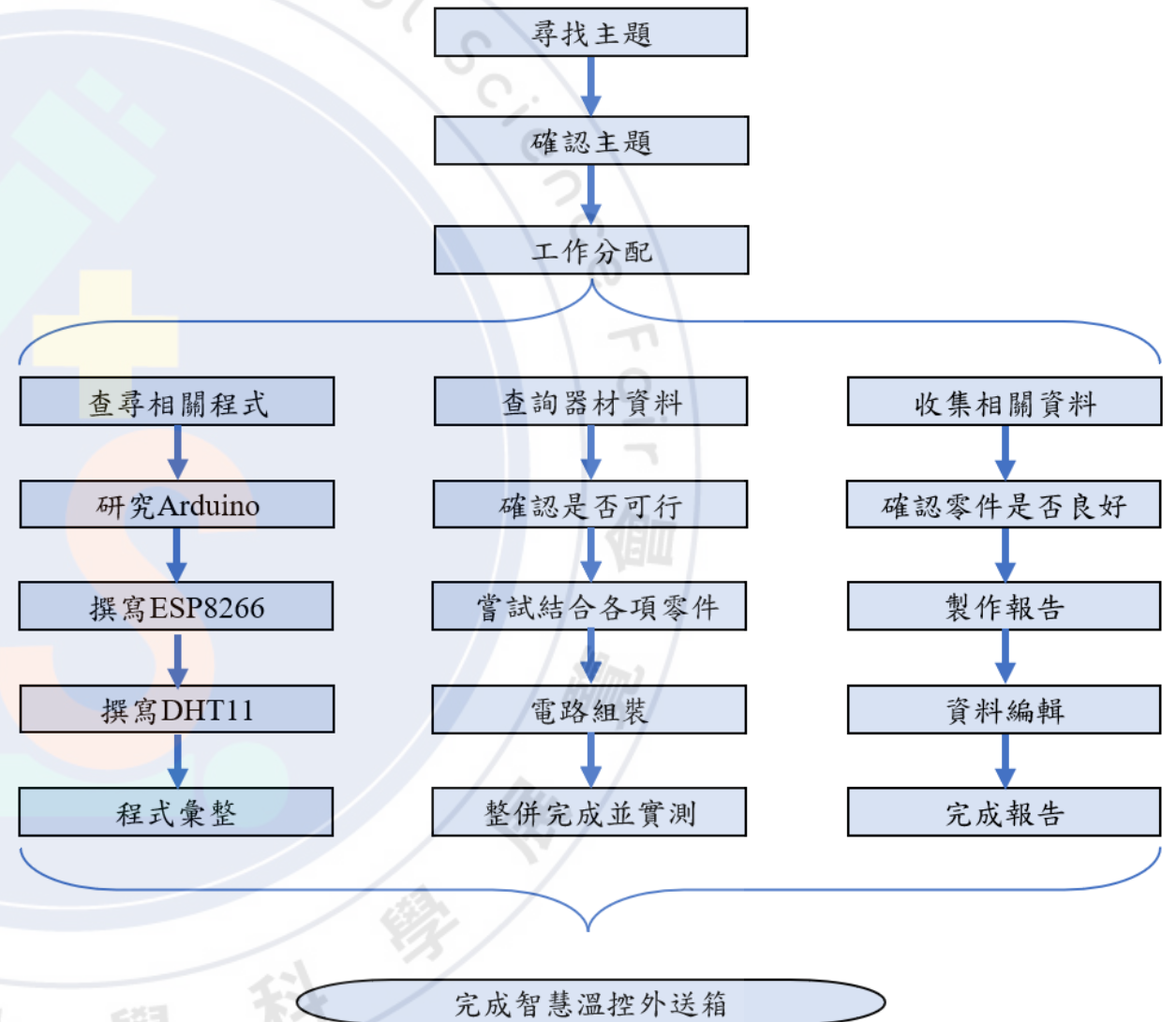
- 一、操作簡單符合人性化
- 二、提升顧客收到食物的新鮮度進而給與更好的評價
- 三、體積較壓縮機小





# 研究方法

首先先上網查尋是否有相關產品並蒐集資料，確定主題是否可行，開始分配每個人該做的事，以及每個禮拜的進度規劃，再將蒐集的資料彙整，若遇到問題，先小組討論並解決，如果都無法解決，把問題備註，繼續往下個階段前進，整體完成後直接諮詢老師，再將資料彙整及完成實作並報告。



# 傳統製冷與晶片製冷比較

## 傳統製冷(壓縮機)

- 體積大
- 重量重
- 需添加冷媒
- 噪音大
- 不可倒放
- 需變流器
- 價格高昂

## 製冷晶片(水冷)

- 體積小
- 重量輕
- 無冷媒較環保
- 無噪音
- 無角度限制
- 結合電瓶
- 價格親民(約八分之一)

勝

# 研究過程

保溫箱選擇起初是自行網路採買錫箔紙來自製保溫箱，經過小組多次討論最終決定改用以現今外送箱的標準來製作，能使實驗數據誤差降低。

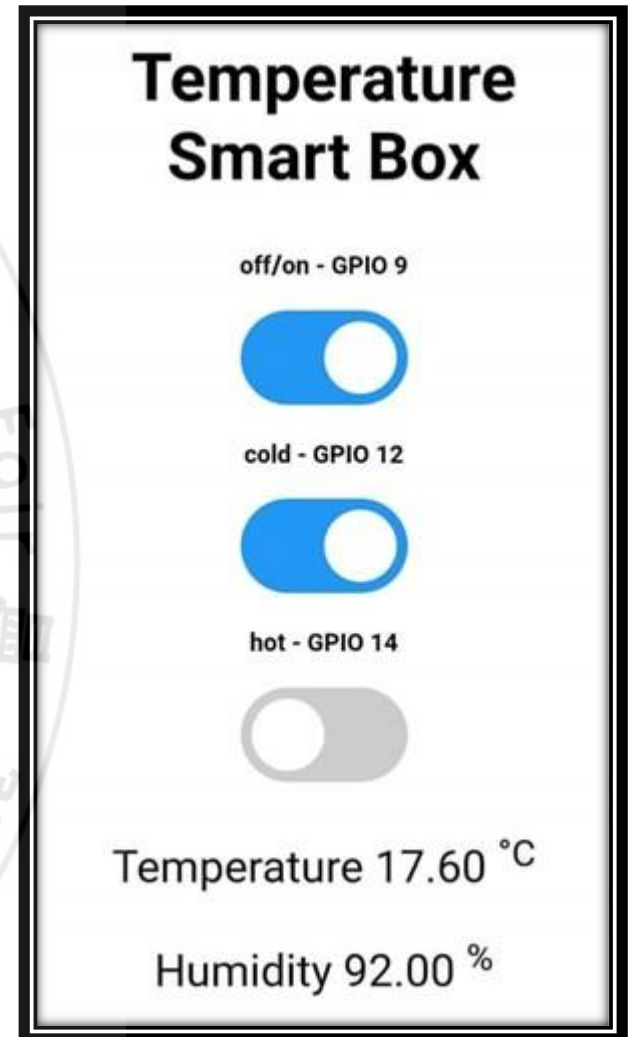
水箱液體選擇在測試時發現用純水會有生鏽的問題，這本身需要做密封處理，所以本專題才改用水冷液來使用，這樣冷卻效率也能有些微幅度的提升，也可避免生鏽造成水質惡化。

在我們的研究途中發現如果同時把製冷晶片開啟製冷與製熱，會導致短路的發生，因此才而外撰寫了互斥或閘的設計，避免了短路的發生。

# 操作流程

智慧溫控外送箱首先將正負極夾子安裝於機車電瓶上(或穩定 12 V 電源)，冷排安置於空氣流通處，確認水冷液的液面高度是否足夠，將搖頭開關撥至開，等待 OLED 螢幕顯示溫度後就表示開機完成，手機開啟 Wi-Fi，連線至 Temperature Smart Box，接著開啟瀏覽器將網址欄輸入 192.168.4.1。

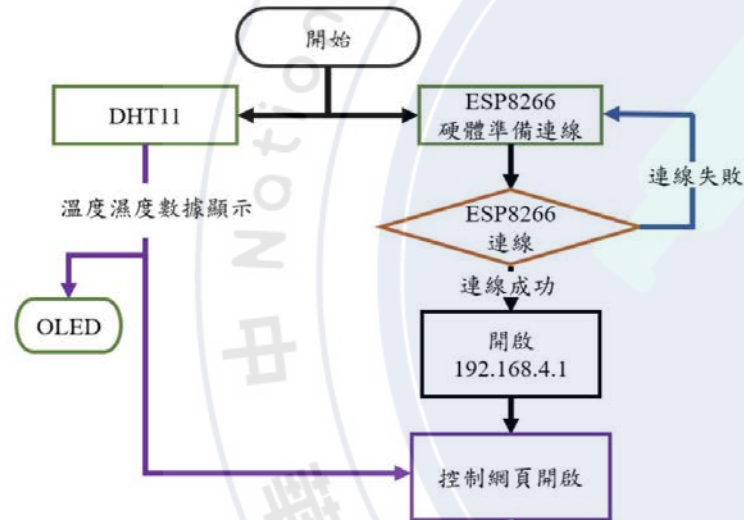
需先選擇製冷或製熱(即第二或第三行的開關)，再將第一欄電源開關撥至開，即開始運作，運作期間可自由切換冷熱。



手機即時顯示箱體溫度  
以及控制冷熱的運作

# 動作說明

整體運作流程我們分為兩個部分，DHT11 溫濕度感測器與 ESP8266 ；操作流程如下所示。



實際測試



冷排散熱



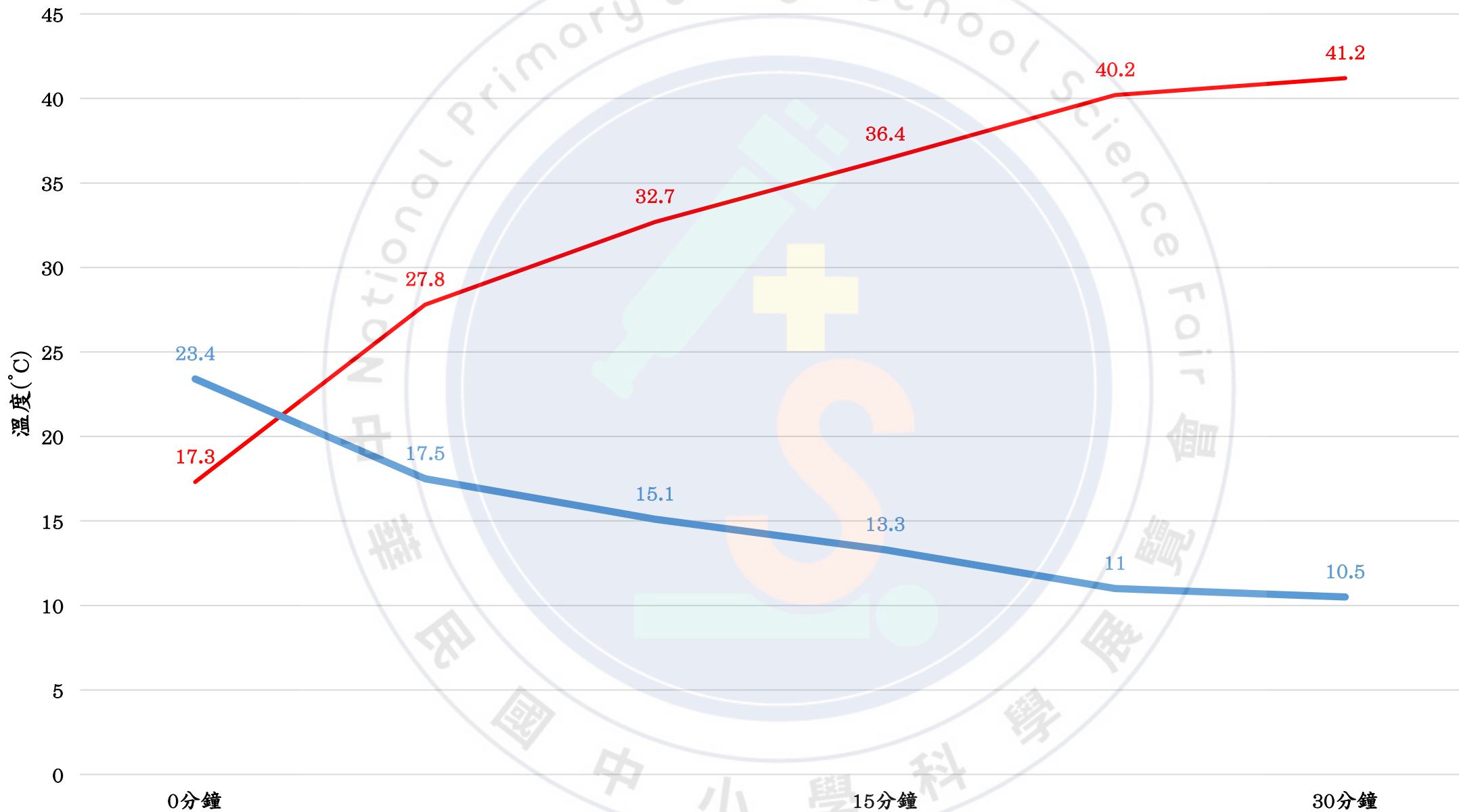
箱內風扇



# 研究結果

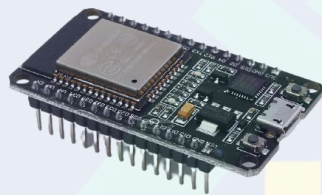
在我們的測試途中，我們使用的機車是 9AH 的容量，騎行時充電約 1.2AH，但我們的作品由於更換了更高功率的晶片，使我們的總消耗來到 76W，我們次是時間為 30 分鐘，換算之後所消耗約為 3.16AH(12V/6.3A 30min)，因此建議單次使用時間盡量不要超過 30~40 分鐘，需要先讓機車把電量回復，以免造成發動不了的現象。

# 時間與溫度關係



# 作品之優點

Wi-Fi 連線方便控制與顯示



無壓縮機，環保又輕巧



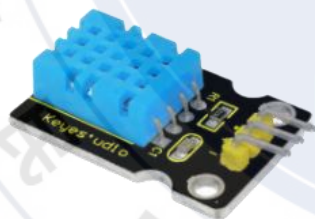
水冷散熱效率高



隨意冷熱切換



DHT11 精準控溫



水冷噪音少





# 結論

我們這次的作品所帶來的意義是希望可以為現今的外送產業多一個新的提升品質的方法，也能讓我們多獲得一些平常上課無法學習到的東西，例如分工合作的精神與 Arduino 的撰寫以增加學員的邏輯思考能力，OLED 及水冷散熱器等這些應用讓我們體悟到自己的不足，科展讓我們主動研究課堂以外的知識，不再僅侷限於教科書上的內容。

# 參考資料

- 「科普」細說OLED與LCD螢幕的優缺點。 <https://reurl.cc/Zr4yYM>
- 阿喵就像家 深入淺出 Wi-Fi 晶片 ESP8266 with Arduino。西元 2015 年7月19日。 <https://reurl.cc/jgXrm2>
- DHT11 詳細介紹。 <https://reurl.cc/6Dpqky>
- TEC1-12706 半導體製冷晶片。 <https://reurl.cc/6DpqRM>
- 維基百科 繼電器。 <https://reurl.cc/q19Y33>
- ESP8266 NodeMCU 繼電器模塊-控制交流器電器。 <https://reurl.cc/Kry98e>
- ESP8266 NodeMCU 用於 Web Server 的 AP 架構。 <https://reurl.cc/oe8Vxv>
- 熱傳導專區。 <https://reurl.cc/Zr8mKa>