

# 中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高級中等學校組 環境學科

第三名

052604

廢棄物大改造-環保創新多功能攜帶式空調

學校名稱：國立苗栗高級農工職業學校

作者：  職三 吳浚愷  職三 宋皓維  職三 李祈鋒	指導老師：  李國禎  鄧旭揚
---	-----------------------------

關鍵詞：冷暖雙用、環保、攜帶式

## 摘要

本研究的產品目標為輕巧攜帶方便，計可用於室內小坪數的房間，和室外露營場所，直立式設備配合台灣窗戶形狀，並透過配重均勻設計可安裝於窗戶或者直接放置於地面，而目前國人露營風氣盛行，但全球暖化的影響，在郊區的露營區夜晚的舒適度。研究成果經過性能測試，可以有效將四人帳在環境溫度控制在 30°C 下有效降溫至人體舒適溫度 22°C，並且在環境溫度控制在 19°C 下，可將帳棚內溫度保持在 28°C。證明此設備是可以做冷、暖氣器使用。

## 壹、研究動機

實習課上我們學到學除濕機時，老師把除濕機拆解，給我們看內部構造，它的構造就跟冷氣是類似的，有冷凝器、蒸發器和壓縮機，這些是組成冷氣機要素，且科裡正準備廢棄一台除濕機，我們覺得這是一個好機會，可以拆下它的元件來廢物利用做一台冷氣機。

## 貳、研究目的

現在冷氣的價錢愈來愈便宜，因此很多人也不管是書房還是很少用到的房間都會裝設冷氣，要是每間房間都加裝冷氣，那製造這些冷氣的過程中，會用到許多塑膠、金屬、電力等資源，廢棄的時候又會產生很多的垃圾，還有很多在外讀書或工作的人，通常都是一個人租用小坪數的房間，只有一個人時，要是使用消耗功率較大冷氣，會消耗多餘的電，上述都會造成地球環境的破壞，因為這些原因，於是我們的冷氣做成可攜帶消耗功率小的個人冷氣，可以隨時移動到你想要吹的房間，就不必每間房間都要加裝冷氣，他的消耗功率也比較小，非常適合一個人租房或是房間內只有一個人時使用，可以省下一些電，還有為了講求環保，

我們的設備，大部分都是利用廢物回收改造，外殼是用廢棄電腦主機殼，元件也是廢棄除濕機拆解下的，銅管、泡綿等也都是科裡準備要回收的，如此一來可以對減少對環境的傷害。此設備因為可攜帶還可以用於戶外活動，例如像露營時，帳棚內不會有冷氣，而且露營區的天氣是時冷時熱，因此我們冷氣還多加冷暖的功用及溫度控制，可以製造我們想要的溫度。此設備拆裝的方式都非常簡單，只需要一個框架卡在窗戶上，要用到其他地方的時候，可以直接拿下，重量也只有 13kg，也不需要額外鑽孔。

## 參、研究設備及器材

### 一、材料

編號	名稱	單位	數量	備註
1	電腦主機殼	台	1	
2	冷凝器	個	1	
3	蒸發器	個	1	
4	四方閥	個	1	
5	壓縮機	台	1	
6	過載保護器	個	1	
7	電容器	個	1	20uf 300V AC
8	2 分銅管	捲	1	
9	毛細管	公分	170	
10	乾燥過濾器	個	1	
11	交流風扇	台	4	
12	直流風扇	台	2	
13	直流離心風扇	台	2	
14	變壓器	個	1	
15	針閥	跟	2	
16	M4 螺絲	包	1	
17	M4 螺帽	包	1	
18	鋁擠型	公分	100	
19	電線	捲	1	1.25mm <sup>2</sup>
20	U 型 O 型端子	包	2	各一包
21	端子台	個	1	
22	選擇開關	個	1	

23	墊片	包	1	
24	PP 塑膠板	片	2	
25	束帶	包	1	
26	水管	公分	30	1.5

## 二、設備

編號	名稱	單位	數量	備註
1	R-134a 冷媒	瓶	1	
2	直流電源供應器	台	1	
3	冷媒磅秤	台	1	
4	抽真空機	台	1	
5	電腦	台	1	
6	電子溫度記錄器	台	1	
7	風速計	台	1	
8	3D 列印機	台	1	
9	氧、乙炔、氮氣	瓶	1	各一瓶
10	風扇	台	1	
11	四人露營帳	組	1	

## 三、工具

編號	名稱	單位	數量	備註
1	十字起子	個	1	
2	一字起子	個	1	
3	萬用鉗	個	1	
4	電工鉗	個	1	
5	尖嘴鉗	個	1	
6	鐵皮剪	個	1	
7	美工刀	個	1	
8	電鑽組	盒	1	
9	電烙鐵	台	1	
10	熱熔槍	台	1	
11	尺	把	1	

## 肆、研究過程或方法

從高一開始對於焊接技術的練習與空調系統的認識，到高二學習相關家電產品，了解到除濕機與熱泵相關產品都是和空調系統息息相關，這一次開始進行專題，從一開始廢棄除濕機的拆解，保留有用元件，並且將冷暖氣機系統有了深刻的認識，將所學的焊接技術用在銅管處理，當系統架設完成後，一開始先用過去除濕機額定的冷媒量進行嘗試，發現冷凝器散熱會大幅影響系統效能好壞，並且蒸發器風扇的擺設方法與風量，會最直接影響體感溫度，因此最初的研究過程中，機構上的散熱處理與蒸發器的熱交換方式，不斷影響系統效能。

經過不斷的反覆測試，並且詢問老師，才找出最佳的風扇設置方式，與系統初步架構，總共完成 3 台不同架構之設計，在確認系統各大元件擺放位置與風扇主架構後，進行系統最佳化冷媒量測試，找出系統需充填的最佳冷媒量，並且接下來進行性能測試，利用露營用四人帳，將環境溫度控制在夏天(30°C)與冬天(19°C)下進行系統能力測試，最終再將相關電路設計安裝完成，而完成本次專題研究與產品開發。

相關的研究過程如圖所示，其中系統架構是經過不斷調整與修正，避免散熱不良，造成系統損壞。

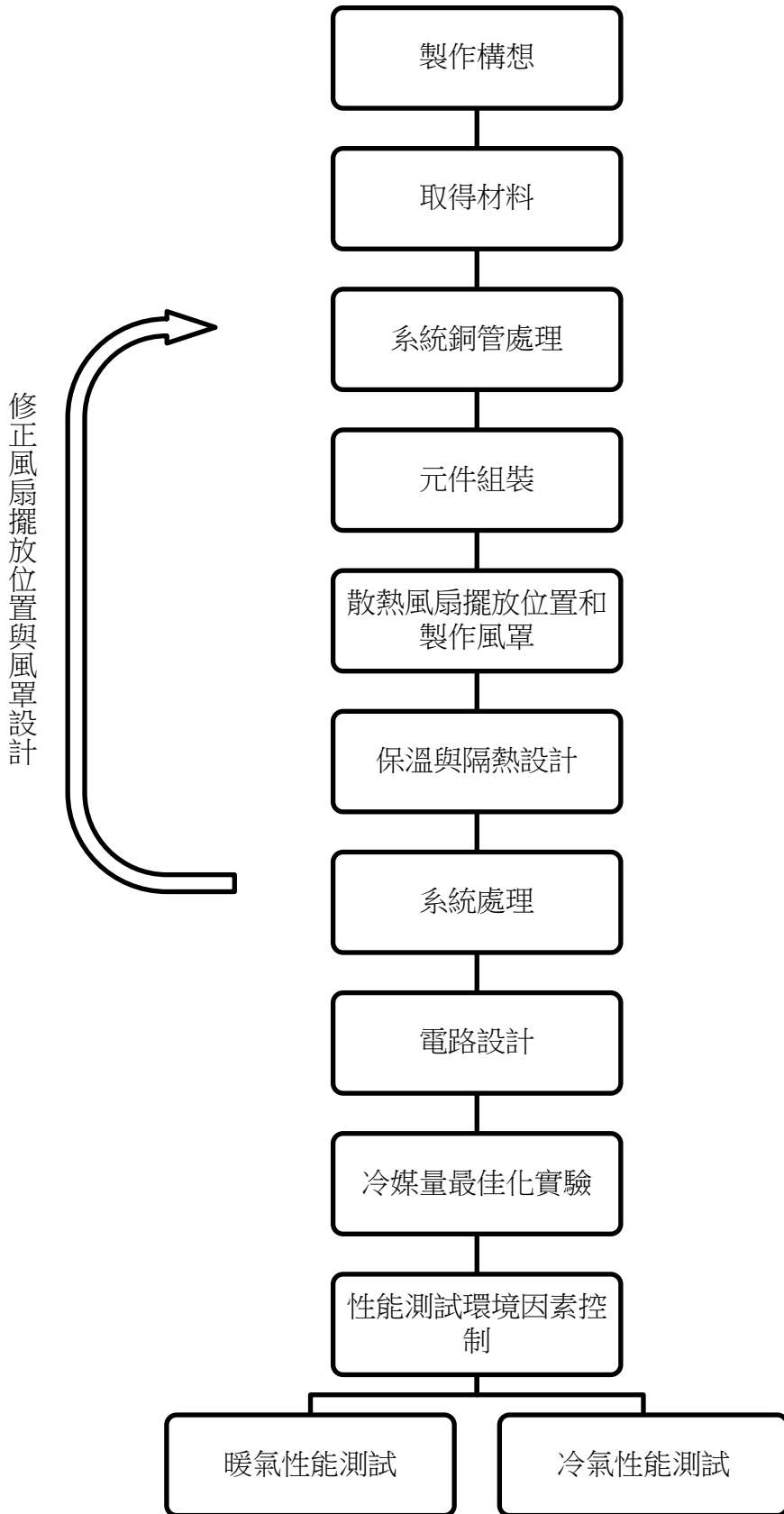


圖 1.研究流程圖

## 一、文獻回顧

### (一)空調系統四大元件

空調系統的四大核心元件分別為壓縮機、冷凝器、蒸發器和膨脹閥，由圖 2 所表示，藉由冷媒於各大元件移動，當冷媒進入壓縮機後，離開時冷媒壓縮成高壓高溫氣態冷媒，接著進入冷凝器，從冷凝器出來後凝結成高壓常溫液態冷媒，冷媒接下來要進入毛細管降壓，因此從毛細管出口為低壓低溫氣液混和冷媒，最後在蒸發器內吸熱製冷，使冷媒於蒸發器出口為低壓低溫器氣態冷媒，接下來會再次進入壓縮機進行循環。

而冷媒是利用管路連接，形成一密閉式冷凍循環系統，循環系統可說是完全抵賴壓縮機之運轉，才能達成，因此壓縮機就形同人體的心臟，沒有它整個系統將無法正常循環作用。

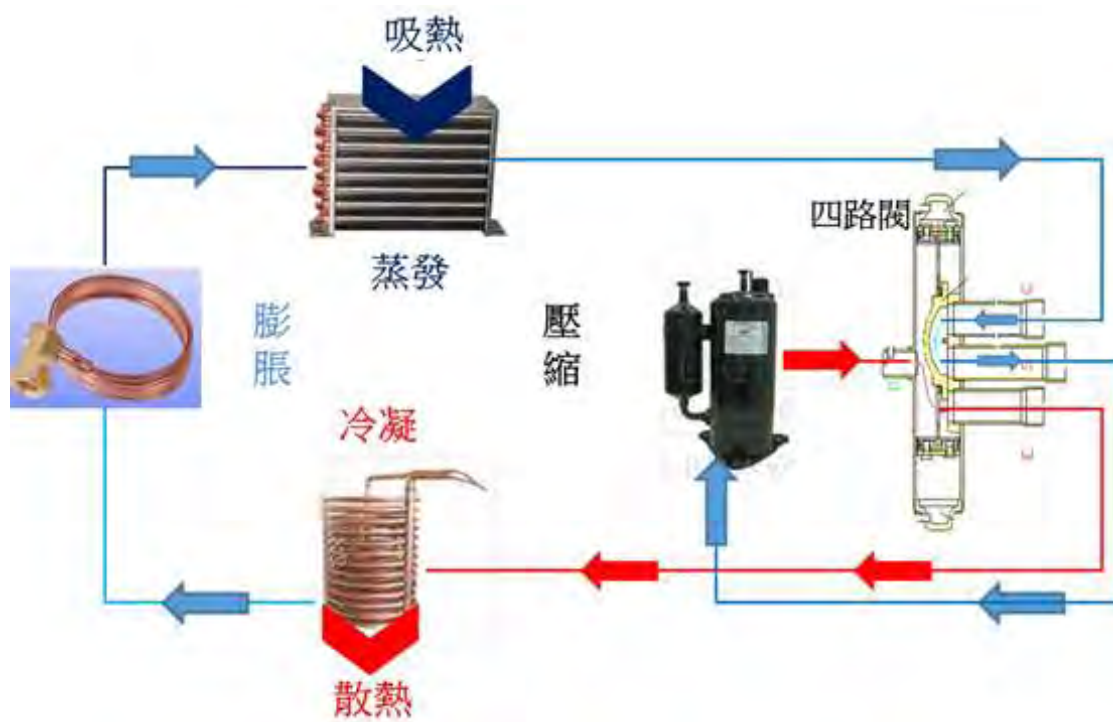


圖 2.空調循環系統

## (二)旋轉式壓縮機

旋轉式壓縮機的體積小、重量輕、零件少且噪音低等優點，適合功率較小的小型空調機，除濕機就是選用旋轉式壓縮機。而旋轉迴轉式壓縮，利用偏心轉輪在汽缸內高速旋轉，把低壓低溫氣體冷媒，壓縮成高壓高溫氣體，如下圖索是偏心轉輪旋轉，沿著汽缸壁滾動，滾動時與汽缸壁接觸，偏心輪逆時針轉動，完成吸氣及排氣的動作。

## (三)冷媒

冷媒為冷凍系統內的流體冷凍劑，利用物理變化，系統內不斷地循環和熱傳遞，蒸發器內液態變氣態吸收冷凍空間的熱量，冷凝內氣態冷凝液態放出熱量把在冷凍空間所吸收的熱量排出，吸收熱量和排放熱量作用外並無化學變化，即冷凍之性質不變，冷凍系統中的循環量也不會改變，必須視冷凍系統的目的，選用適當的冷媒，也要適原件大小功用，選擇灌入多少冷媒。

## (四)R-134a 冷媒介紹

冷媒的編號，是由美國冷暖空調工程協會(ASHRAE)定下的，R 即是冷媒(Refrigerant)，可表示為 R-□□□，而其計算方式可如下所示：

碳(C) 原子數-1 即為百位數 K

氫(H) 原子數+1 即為十位數 L

氟(F) 原子數，即為個位數 n

$2K+2=L+m+n$  m 為氯(Cl)原子數

可知 R-134a 的化學式:C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub> 沒有氯原子的存在，當(Cl)原子原子漂浮到地球外表之同溫層時，經一連串的觸媒化學反應，而加速毀滅在同溫層中的臭氧，使O<sub>3</sub>無法正常吸收或放射來自太陽有害人體的紫外線幅潑，且這些冷媒也會吸收太陽的熱能，使地球變暖，即產生所謂的溫室效應(Globai Warm-ing Potential，簡稱 GWP)。

HFC 冷媒目前正在研究開發的氟氫碳化物，因其未含氯原子，所以對臭氧成破壞不



會造成影響，目前市面已經量產最多以替代 R-12 冷媒之產品為 R-134a 冷媒，冷媒特性可以如表 1 所示，其化學式為 $CH_2FCF_3$ ，不含 Cl 原子。

表 1.R-134a 冷媒特性

冷媒名稱	R-134a
冷媒屬性	HFC
飽和壓力(KPa)	164
液態比熱 (KJ/kg · K)	1.29
氣態比熱 (KJ/kg · K)	0.82
氣化熱 (KJ/kg · K)	210
冷房 COP	4.61
壓縮比	4.70
冷凍效應(kJ/kg)	147.9
一大氣壓之沸點	-26.18 (°C)
一大氣壓之冰點	-101 (°C)

#### (五)電磁四通換向閥結構及工作原理

電磁四通換向閥主要應用在熱泵式空調器中，由於在結構上主要有四根管道與它相連，因此會簡稱為四通閥，它的作用是透過改變系統中冷媒的流向，來改變空調系統中蒸發器與冷凝器的功能，實現暖氣與冷氣功能的切換。

其主要結構由兩部分組成，一部分為電磁導向閥，另一部分為四通換向閥，四通換向閥是通過電磁導向閥來控制的，二者之間用三根導向毛細管連接，其結構如圖 3 所示：

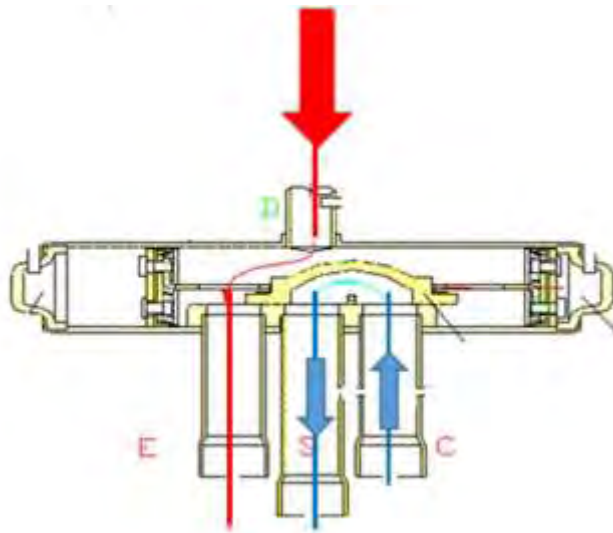


圖 3.電磁四通換向閥結構示意圖

#### (六)絕熱材料

每種材料的熱傳導率不同，絕熱材料主要功用是防止外熱侵入冷盤，熱傳導率愈小，其絕熱效果愈好，導熱係數是 1m 厚的材料，兩側表面的溫差為 1 度(K, °C),在 1 秒內，通過 1 平方米面積傳遞的熱量。而保麗龍是取得容易，且具有良好的絕熱效果，很適合作為空調機的隔熱材料，其物理性質如表 2 所示。

表 2.保麗龍的物理性質

項目	保溫材	
	保麗龍	炭質軟木
密度(g/cm <sup>2</sup> )	0.025	0.12
壓縮強度(kg/cm <sup>2</sup> )	0.7	3.5
熱傳導率(Kcal/mh°C)	0.028	0.2
吸水性(體積比%)	1.5	15
安全溫度(°C)	-70~70	-100~100

## 二、研究製作方向

本次專題研究利用廢棄除濕機重新再製，創造出產品新的價值，並且改善目前市售產品之缺點，將集資平台上集資多年後未開發完成的產品製作完成，從台灣地區住宅設計的觀點出發，將攜帶型冷暖空調產品設計完成，以下為本機的功能：

- (一) 露營時可放在地板上，到了房間也可放在窗戶上。
- (二) 可用遙控開機。
- (三) 可調整出風風速(強、中、弱)。
- (四) 回風溫度(監控室內溫度)達到設定溫度，會停止壓縮機，控制適合溫度。
- (五) 本機同時具有冷氣及暖氣的功能。

其功能說明可如圖所示，安裝位置可由圖 5 和圖 6 別安裝於窗戶和帳棚內，並且可使用萬用遙控器利用紅外線控制冷暖氣機啟動，利用按鈕開關進行出風口風速調整，結合溫控器達到溫度控制，並且利用搖頭開關切換冷暖氣機運轉。

## 三、實物製作

### (一) 第一代



圖 4.廢棄除濕機



圖 5.廢棄電腦主機殼



圖 6.壓縮機



圖 7.拆解冷凝器與蒸發器



圖 8.管路焊接



圖 9.第一代組裝完成

(二)第二代



圖 10.切割改造冷凝器及蒸發器



圖 11.組裝冷凝器



圖 12. 鋁冷凝器



圖 13. 製作蒸發器



圖 14. 焊接好的蒸發器水中探漏

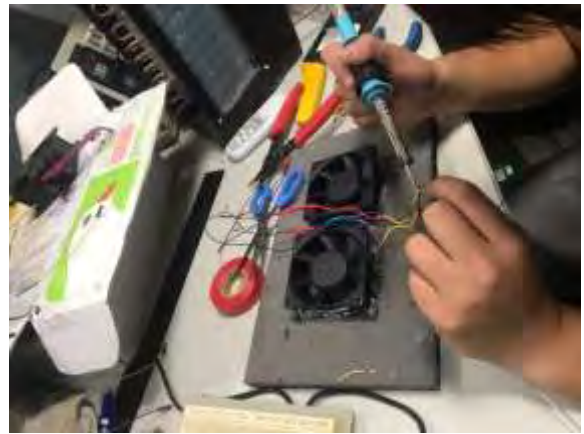


圖 15. 安裝風扇



圖 16. 製作蒸發器



圖 17. 製作毛細管銲接



圖 18.管路銲接



圖 19.拆解主機殼



圖 20.組裝完成



圖 21.二代完成

### (三)第三代



圖 22.切割鋁擠型



圖 23.組裝機體架構圖

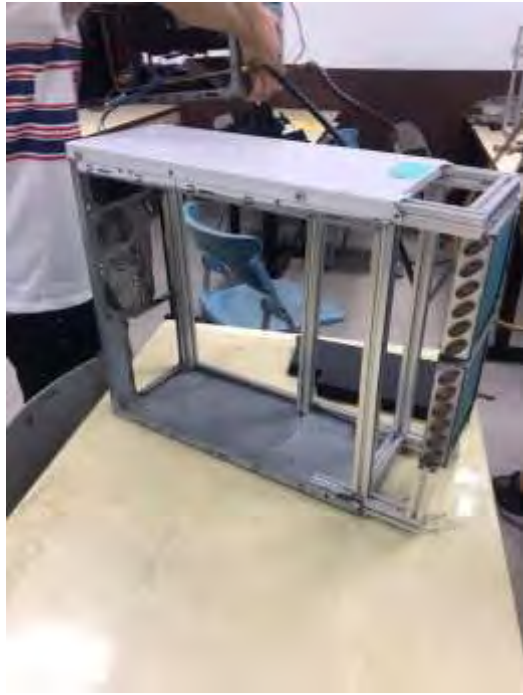


圖 24.機體組裝

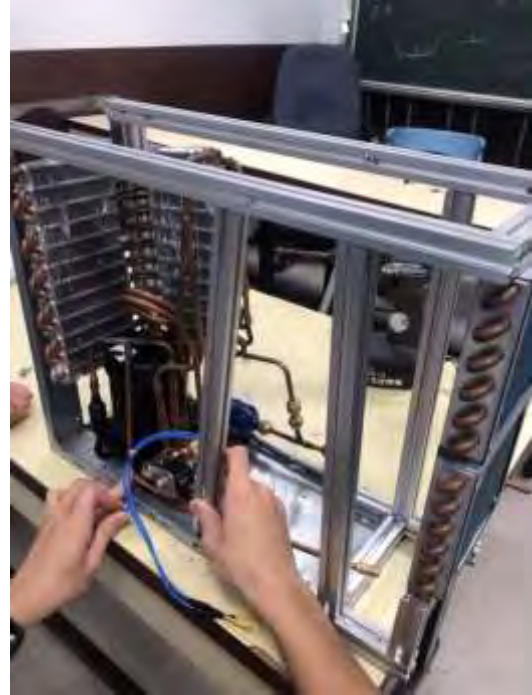


圖 25.機體組裝



圖 26.焊接

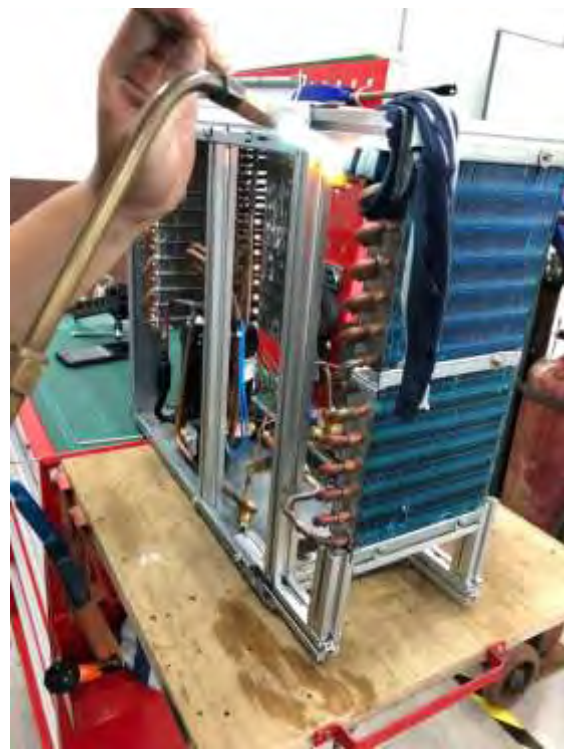


圖 27.焊接



圖 28.切割保麗龍



圖 28.保麗龍牆進行絕熱



圖 30.電路裝配

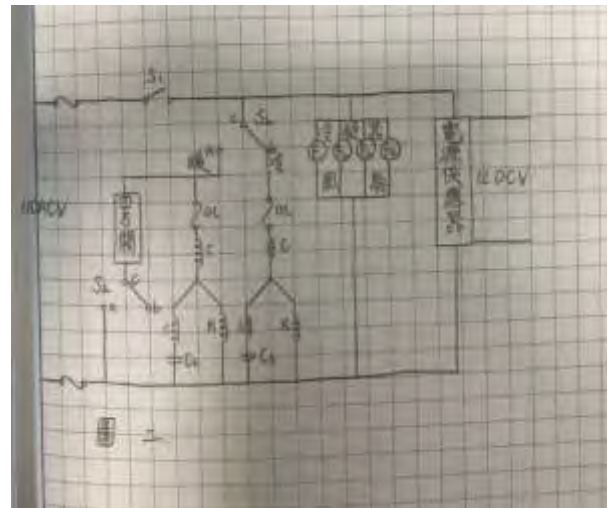


圖 31.電路裝配





圖 32.組裝風扇



圖 33.組裝風扇



圖 34.鑽孔安裝開關



圖 35.組裝風罩



圖 36.真空幫浦抽真空 10 分鐘



圖 37.系統站空 看壓力表維持真空狀態



圖 38.破空



圖 39.充灌冷媒



圖 40.冷媒量最佳化測試



圖 41.在帳棚內運轉，量測數據

#### (四)市售產品比較

目前市售的產品中，可以從表 3 所了解，只要在 GOOGLE 打上『隨身空調』第一個跳出來的結果，絕對是 Evapolar(EV-1000)這一個產品，但對於學習冷凍空調的學生來說，看到這一個產品與規格，一下子就發現，其實這是一個水冷風扇，簡單來說是利用蒸發冷卻的原理將空氣降溫，使身體接受到的氣流溫度是下降，並且巧妙利用體感溫度感受的錯覺，讓人體感受到有涼爽的錯覺，從過去學長製作的科展題目中可以了解，蒸發冷卻的效果絕對可以讓風降溫，但是否可以讓一個空間冷卻是無法達成。

表 3.市售隨身空調產品整理

產品名稱	Kapsul	廢棄除濕機改造	Evapolar(EV-1000)
外型尺寸(長×寬×高)	46×38× 14cm	59×18×41cm	17.4 × 17 ×17 cm
重量	13.60 kg	12.6Kg	1.3 kg
安裝方式	僅提供橫向窗戶安裝	直立式窗戶安裝， 放置桌面和地上	放置桌面
冷媒	R410A	R134A	無
製冷量	5000 BTU / hr	2000 BTU / hr	1200 BTU / hr
功耗	460W~480W	240W	10W.
供電形式	220V	110V	5V (DC)
售價	目標售價：599 美元	造價 1800 元台幣	209 美元
備註	未上市		濾心耗材 29 美元

簡單來說，EV-1000 的運作原理為利用致冷片將水降溫，並且將水吸附致濾心耗材上，當氣流經過此濾心時達到降溫的概念，但此產品因為價格不斐，因此我們也沒有實際買來拆解過，以上的運作流程都是從網路影片和產品說明中得知。因此先將我們的成果與市面上可購買的『隨身空調』進行比較，外型尺寸來說，利用致冷片作為冷源的來源，可以大量減少產品的體積，但效率較低，並且在空調這大空間內，根本無法達到冷的效果，充其量不過是循環風扇，並且此 EV-1000 為了達成最佳的降溫目的，搭配了水最為熱交換的媒介，因此在濾材的方面是此產品的耗材，使用一段時間後須重新更換，以免濾材上因為灰塵或雜質過多，導致氣流無法通過，所以與『市售隨身空調』比較可發現，我們的優勢有 1.製冷能力，可以使封閉空間達到冷卻。2.持有成本低，免耗材。3.使用場

所多元。4.製造成本低。劣勢為：1.體積大。2.相較之下耗電量大，但製冷能力是遠勝於此產品。

再來針對美國集資平台上『Kapsul』進行比較，這一個產品是 2016 年底，於集資平台 kickstarter 進行集資作業，標榜一台每個人都可以獨力完成安裝的空調系統，當時高一的我們看到這個新聞覺得很新奇，但當我們到高三的現在，此產品還無法完成當初的承諾進行交貨，而 Kapsul 的集資總共 3,715 人參與，募集到 1,468,736 美元，整體產品目標為可以使封閉空間達到有效降溫，是一台真正的『冷氣』，因此在進行科展時，我們的目標就是創作出一個真實可以運作的產品，比較與『Kapsul』的優缺點，優點：1.已開發完成，並且進行性能測試。2.具冷暖空調功能。3.供電為 110V 台灣地區是用電壓。4.直立式設計，符合台灣地區之設計，非橫式窗戶。5.低耗電量。劣勢：1.外型不符合流線與科技感。2.無法使用 APP 無線控制。

本次科展研究的成果與市面上的產品比較可發現以下特點：1.低成本 2.高攜帶性 3.冷暖空調功能 4.超越集資平台設計 5.多種適用區域 6.產品化設計。有以下可改進之地方：1.外型尚未具有科技感 2.運轉噪音較大 3.無聯網設計，無法雲端操作。

綜觀以上兩種市售『隨身空調』，本次研究的成果具有實際冷『房』能力，並且完成開發，不是一台循環風扇，而是一個可以達成冷暖效果的產品，並且利用廢棄家電組裝再製，成本低讓老舊家電再度創造出它新的價值，並且超越現有的產品。

## 伍、研究結果

### 實驗 1—冷媒量最佳化實驗

表 4.冷媒量與出風溫度-耗電量實驗數據

冷媒量(g)	第一次實驗		第二次實驗		第三次實驗	
	出風口溫度(°C)	耗電量(W)	出風口溫度(°C)	耗電量(W)	出風口溫度(°C)	耗電量(W)
120	18.3	197	18.8	199	18.1	197
150	10.5	213	10.7	214	10.2	211
170	11.1	220	11.3	221	10.6	218
190	12	223	12.2	225	11.7	222

由圖 42 中可發現，在室溫固定為 20°C 的情形下，出風口風速為 2m/s，此時量測不同冷媒量對於出風口溫度之影響，並且由表 4 的紀錄數值中，可發現當冷媒充填量為 120g 時，出風口溫度為 18.3°C，總耗電量為 197W，並且觀測冷媒回流管，無結露現象，此可表示冷媒量嚴重不足，室內空氣與蒸發器盤管熱交換後，無降溫現象。接下來在相同實驗條件下，將冷媒充填量調整至 150g 時，可發現出風口溫度為 10.5°C，總耗電量為 213W，並且觀測冷媒回流管，無結露現象，此表示室內空氣與蒸發器盤管熱交換完成後，達到良好的熱交換效果，但冷媒回流管無結露現象，可表示冷媒量稍嫌不足，於蒸發器內蒸發完成後，冷媒溫度回到室溫空氣露點溫度之上，此現象會造成壓縮機溫度稍高，無法利用回流管冷媒幫助散熱。再者一樣固定實驗條件下，將冷媒充填量調整至 170g 時，可發現出風口溫度為 11.1°C，總耗電量為 220W，並且觀測冷媒回流管，有結露現象，表示在此冷媒量下，室內空氣與蒸發器盤管有良好的換熱效果，使出風口溫度達到 11.1°C，並且冷媒回流管溫度在空氣之露點溫度之下，此可幫助壓縮機散熱，提高壓縮機運轉效率。接下來調整冷媒量至 190g，可以發現出風口溫度為 12°C，總耗電量為 223W，並且觀測冷媒回流管，有結薄霜現象，此時可發現出風口溫度上升，綜觀此現象，可判定目前充填的冷媒量過多，而回流管結霜現象可能導致壓縮機液壓縮而損壞。

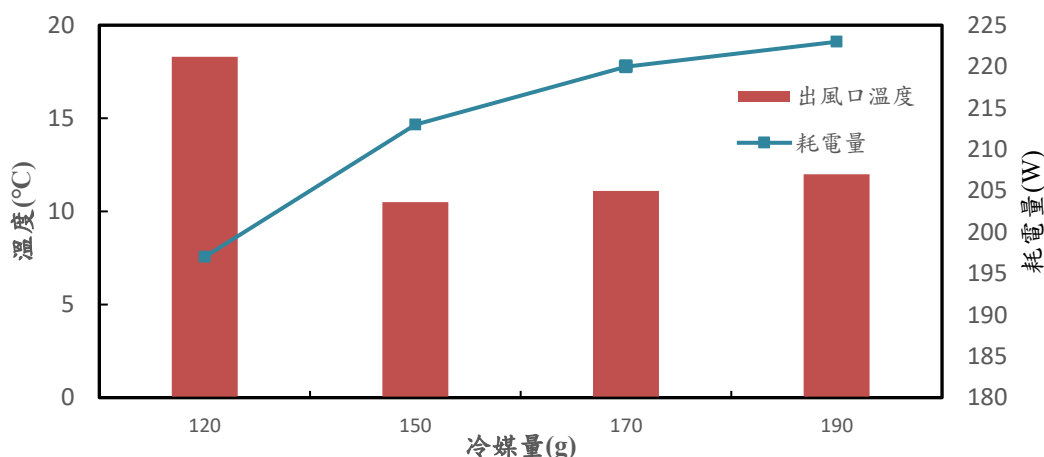


圖 42.冷媒量最佳化測試結果

由上研究數據可知，較佳的出風口溫度為充填量 150g 和 170g，但當冷媒量為 170g 時，冷媒回流管有結露現象，有較佳的壓縮機冷卻效果，並且可達到好的熱交換效果，因此本實驗選用冷媒充填量 170g，做為本實驗機具之冷媒充填參數設定，接下來在機構設計、冷氣機性能測試和暖氣機性能測試中，均使用此冷媒充填量，進行風扇選擇和風速調整之性能測試。

實驗 2—冷氣性能測試實驗

表 5.冷氣性能測試 3 次平均紀錄數值

時間 (min)	弱風		中風		強風		時間 (min)	弱風		中風		強風	
	帳篷 室內 溫度 (°C)	運轉 總電 流(A)	帳篷 室內 溫度 (°C)	運轉 總電 流(A)	帳篷 室內 溫度 (°C)	運轉 總電 流(A)		帳篷 室內 溫度 (°C)	運轉 總電 流(A)	帳篷 室內 溫度 (°C)	運轉 總電 流(A)	帳篷 室內 溫度 (°C)	運轉 總電 流(A)
1	28.7	2.3	28.7	2.27	28.4	2.24	31	24.32	2.46	21.8	2.38	20.5	2.49
2	28.5	2.27	28.8	2.28	27.5	2.11	32	24.47	2.45	21.8	2.38	20.5	2.48
3	28.2	2.34	27.3	2.31	26.6	2.09	33	24.22	2.47	21.8	2.37	20.3	2.48
4	27.6	2.35	26.9	2.32	24.9	2.17	34	24.27	2.47	21.8	2.4	20.2	2.38
5	27.2	2.38	25.6	2.34	24	2.2	35	24.32	2.47	21.8	2.4	20.1	2.48
6	26.3	2.4	25.1	2.35	23.4	2.31	36	24.17	2.47	21.8	2.37	20.2	2.48
7	25.8	2.39	24.8	2.35	22.5	2.33	37	24.22	2.48	21.8	2.3	20.1	2.49
8	25.5	2.4	24.5	2.36	22	2.38	38	24.17	2.48	21.7	2.39	20.1	2.49
9	25.2	2.41	24.2	2.36	21.5	2.39	39	24.12	2.47	21.8	2.41	20.1	2.49
10	25	2.41	23.9	2.36	21.4	2.41	40	24.07	2.47	21.6	2.41	20.5	2.49
11	24.9	2.41	23.3	2.37	21.2	2.42	41	23.92	2.48	21.7	2.43	20.7	2.5
12	24.8	2.41	23.1	2.36	21.1	2.42	42	23.97	2.48	21.7	2.44	20.5	2.5
13	24.8	2.34	22.8	2.37	20.9	2.44	43	23.92	2.49	21.8	2.43	20.9	2.51
14	24.9	2.41	22.8	2.32	21.2	2.45	44	23.77	2.49	21.8	2.42	20.6	2.51
15	24.9	2.41	22.6	2.31	20.8	2.45	45	23.82	2.49	21.7	2.44	21	2.51
16	24.8	2.41	22.4	2.31	20.8	2.46	46	23.67	2.48	21.8	2.43	20.9	2.51
17	24.7	2.43	21.9	2.27	20.5	2.45	47	23.52	2.5	21.7	2.43	20.7	2.51
18	24.7	2.43	21.9	2.3	19.8	2.38	48	23.47	2.5	21.8	2.45	20.7	2.52
19	24.7	2.43	21.8	2.28	20.2	2.45	49	23.42	2.5	21.7	2.44	20.6	2.52
20	24.7	2.43	21.9	2.27	20.2	2.47	50	23.47	2.49	21.8	2.41	20.5	2.41
21	24.8	2.44	21.8	2.29	20.2	2.46	51	23.22	2.49	21.6	2.37	20.6	2.5
22	24.57	2.44	21.7	2.32	20.8	2.47	52	23.37	2.49	21.7	2.38	20.4	2.51
23	24.82	2.43	21.7	2.32	20.3	2.47	53	23.42	2.5	21.7	2.33	20.4	2.5
24	24.67	2.45	21.6	2.33	20	2.47	54	23.27	2.49	21.8	2.33	20.4	2.49
25	24.72	2.44	21.6	2.32	20.4	2.47	55	23.32	2.48	21.8	2.35	20.5	2.48
26	24.67	2.44	21.7	2.32	20.6	2.48	56	23.17	2.49	21.7	2.34	20.5	2.49
27	24.62	2.44	21.7	2.32	20.5	2.48	57	23.22	2.48	21.8	2.33	20.4	2.47
28	24.67	2.44	21.8	2.32	20.5	2.48	58	23.17	2.47	21.7	2.34	20.4	2.48
29	24.42	2.46	21.8	2.32	20.6	2.49	59	23.22	2.49	21.8	2.35	20.5	2.47
30	24.17	2.45	21.8	2.35	20.3	2.49	60	23.17	2.5	21.7	2.34	20.4	2.49

圖 43 環境溫度固定為 28°C 下，調整不同出風口風速，在不設定停機溫度下，進行性能實驗，詳細的紀錄數值平均後如表 5 所表示，測試空間為四人帳室內溫度，帳棚內安排兩名同學作為負載，並且進行實驗數值紀錄與儀器操作，當風速微弱風時，可發現冷氣的冷房能力較差，帳內溫度緩慢下降，直到測試時間達 1 小時，最終帳內溫度約為 23°C，而隨著出風口風速提升，帳內溫度下降速度變快，當出風口風速為強風時，帳內溫度可下降至 22°C，因此可發現在帳內人數為 2 名同學時，帳內溫度可達一般市售小型空調系統之溫度，由表 5 中可發現，風速影響帳棚內溫度冷卻的時間，當風速較慢時，經過一小時性能測試後，最低溫度僅達 23°C，但當風速提升後，其降溫的效果更為明顯，主要是因為當風速過慢，無法使整個空間的氣流分布均勻，導致帳棚內的溫度無法下降，而出風溫度以風速最慢時為最低溫，平均為 13°C 左右，主要是風速慢時可以與蒸發器充分進行熱交換，但出風口風速太慢，無法將整個帳篷有效降溫，而當風速加速時，出風口溫度約為 14°C，此時雖然出風口溫度較低風速時高，但風速高可以使帳棚內的溫度分布均勻，而實驗中負載雖為兩名同學，但實驗設備機具均安裝於帳棚內，其運轉產生之廢熱會造成空調系統之負荷，因此由上述實驗可知，此冷氣性能足以達成四人帳空間之冷房效果。

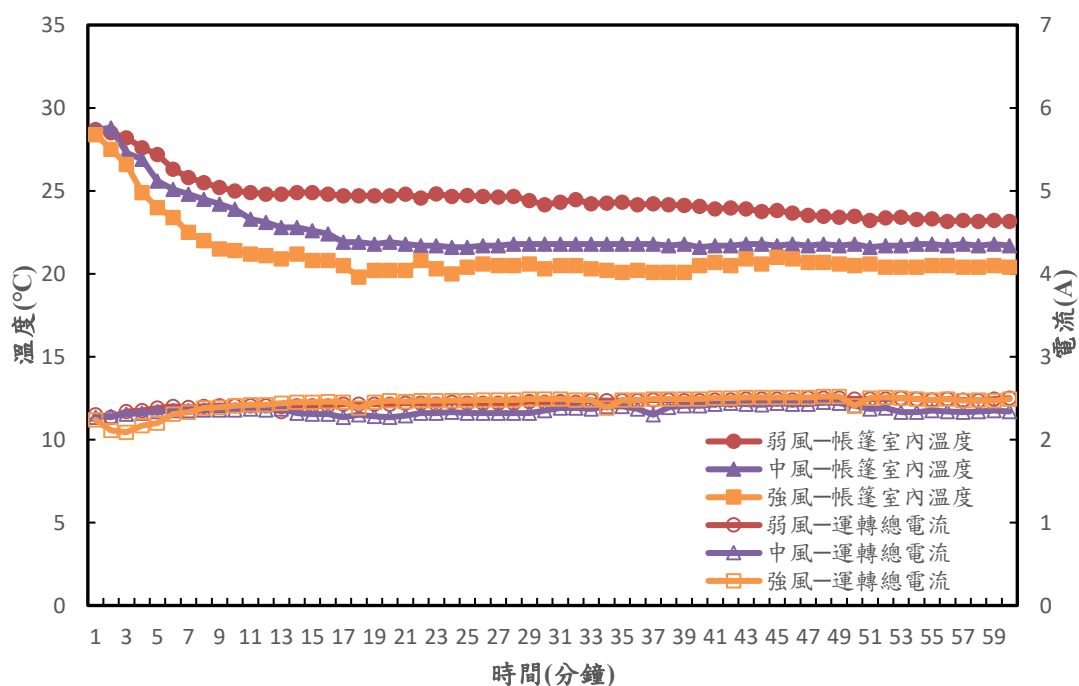


圖 43.冷氣機性能測試結果

實驗 3—暖氣性能測試實驗

表 6.將紀錄時間設定為相同，3 次紀錄平均數值

時間 (min )	弱風		中風		強風	
	帳篷室內溫度 (°C)	運轉總電流 (A)	帳篷室內溫度 (°C)	運轉總電流 (A)	帳篷室內溫度 (°C)	運轉總電流 (A)
1	18.1	2.01	18.3	1.96	18.5	1.95
2	18.9	2	20.3	2.01	18.6	1.96
3	20.1	2.05	20.6	2	19.5	1.95
4	20.7	2.11	21.1	2.02	20.2	1.99
5	21.4	2.16	21.9	2.05	21.1	2.01
6	22.1	2.21	23.1	2.11	21.9	2
7	23.2	2.25	23.9	2.11	22.9	2.01
8	24.4	2.31	24.5	2.18	23.9	2.02
9	25.4	2.46	25.7	2.21	25.5	2.05
10	26.4	2.66	26.1	2.35	26.1	2.1
11	26.8	2.85	26.3	2.44	26.5	2.15
12	27.2	2.96	26.8	2.72	26.9	2.19
13	27.5	3	27.1	2.82	27.2	2.2
14			27.6	2.99	27.9	2.22
15			28.2	2.97	28.3	2.24
16			28.9	3.02	28.9	2.25
17					29.2	2.26
18					29.5	2.36
19					29.6	2.43
20					29.6	2.5
21					29.4	2.6
22					29.2	2.71
23					29.5	2.93
24					29.9	3.01

圖 44 環境溫度固定為 19°C 下，調整不同出風口風速，在不設定停機溫度下，進行性能實驗，測試空間為四人帳室內溫度，由於實驗監控器具擺放位置安排，因此帳棚內測試人員為兩名，並且在確保機具於安全總電流下進行實驗，實驗 3 次的平均數值於表 6 所示，當電流值逼近 3 安培時，將關機停止實驗，在未設定停機溫度下，帳篷室內溫度會不斷上升，而出風口風速會決定熱交換能力，可以發現當風速較低時，高壓端因散熱不良，所以電流快速



上升，並且風速太慢使帳棚內空氣無法分布均勻，因此帳棚內室內溫度約為 27°C，並且風速慢使熱交換效果不好，無法達成良好散熱，故當總運轉電流高於 3 安培時停止實驗。而當風量提升，相對來說是提供一個良好的散熱能力，因此在不設定停機溫度下，可有較長的工作時間，但隨著長時間運轉，帳棚內之溫度也升高，在運轉約 25 分鐘後，運轉總電流一樣達到 3 安培，但此時帳內溫度已逼近 30°C，故此暖氣機在設定停機溫度為 27°C 下，可正常安全運作，並且使用弱風，在帳內為兩人之情況下，僅耗費約 10 分鐘可到達目標溫度，隨著風速越快，所花費時間有些微縮減，由上述實驗中可發現本設備能滿足四人帳空間之暖氣功能，若人數增加，人體的體溫也可幫助帳內溫度提升，使能力更為顯著。

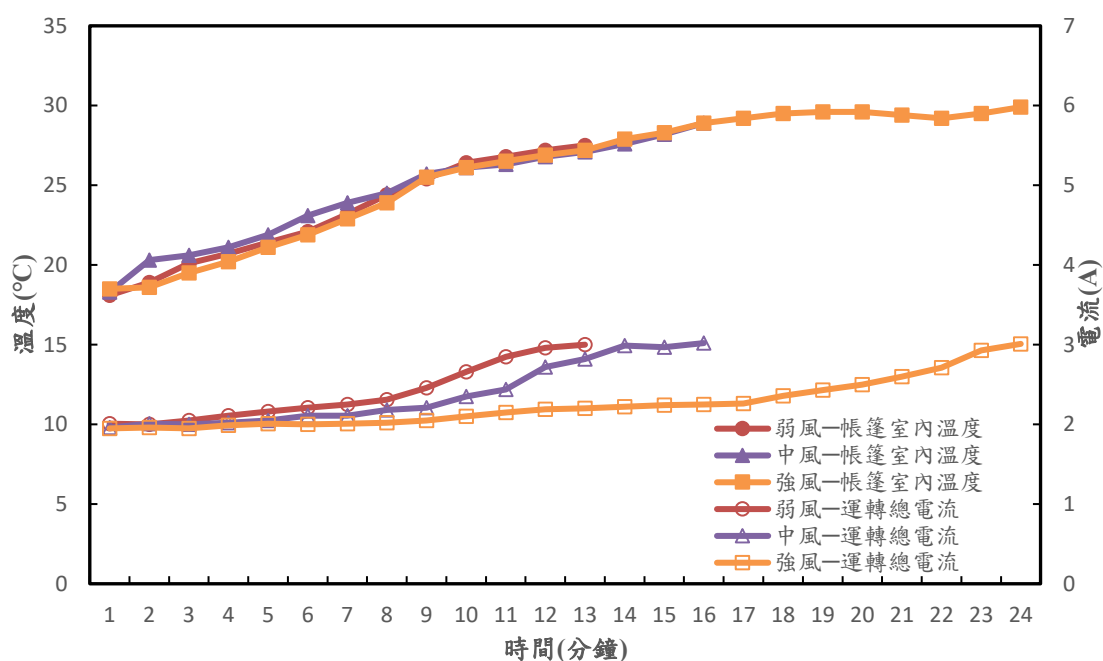


圖 44.暖氣機性能測試結果

## 陸、討論

本研究以報廢除濕機內部四大元件為主體，以電腦主機殼為架構。期望能夠縮小體積實現可攜式冷氣的功能。以下幾點尚可討論：

一、從第一代系統的圖片中可以發現，因為原本冷凝器與蒸發器形狀是無法以放入主機殼內的，經過本組人員討論並依據主機結構，切割冷凝器與蒸發器後再重新銲接過裝置在主機殼上。過程中我們必需充氮來銲接以避免銅管內過度碳化而造成冷凍循環管路有塞住

的可能性，也因為管路的改變。毛細管也必需重新製作，本研究使用 Danfoss 冷凍空調工程公司的軟體設計找出適合的滿細管長度。

二、也因為管路的拆解及重新的配置，冷媒量也需要重要充填，本研究經實驗 120g、150g、170g、190g 等冷媒量的測試，發現 170g 的冷媒量不僅讓出風口溫度能降到 11 度左右，也可使冷媒回流管能夠結露。代表著蒸發器全面積足以降溫，讓出風口溫度下降。

三、為何希望本研究具有冷、暖功能，特別在管路中加入四路閥來改變冷媒循環方向而產生暖器，在銲接中我們也特別注意要對四方閥做斷熱的保護避免加熱毀損功能性。並且在測試中發現，要轉換冷、暖功能時，要先停止壓縮機後過一段時間才再啟動由冷氣到暖氣或是由暖氣到冷氣，以保護壓縮機。

## 柒、結論

目前研究成果經過性能測試，可以有效將四人帳在環境溫度控制在 30°C 下有效降溫至人體舒適溫度 22°C，並且在環境溫度控制在 19°C 下，可將帳棚內溫度保持在 28°C，並且機構設計除了開發時使用廢棄主機殼作為主體架構，若要進行量產開發，相關結構可由開模設計或鋁擠型材料架設，並且取用的壓縮機、蒸發器和冷凝器，均由市售產品上拆解下來，因此相關元件均量產化，所以取用方便，若外來結合廠商一同發展，具有快速量產化之能力。

此設計可用於室內小坪數的房間，和室外露營場所，目前都市發展居住密度越來越高，夏天沒有空調系統會難以入睡，而安裝空調系統目前都需要專業人員才可完成安裝，因此本研究的產品目標為輕巧攜帶方便，相較於一般窗型主機重量沉重搬運不易，並且直立式且配重均勻設計可安裝於窗戶或者直接放置於地面，而目前國人露營風氣盛行，但全球暖化的影響，在郊區的露營區夜晚的舒適度已不復以往，因此需要空調系統提升露營的品質，而設計的電源為使用 110V 的交流電，適用於一般家庭的電源設計，總運轉電流在 3 安培之內，因此在露營區的供電不會造成負擔，所以可使用於室內和室外多種場域使用。

## 捌、參考資料及其他

### 一、書籍資料

許祺清、陳聰明(2001)·冷凍空調工程(I)·新北市：弘揚圖書有限公司

許祺清、陳聰明(2001)·冷凍空調工程(II)·新北市：弘揚圖書有限公司

許祺清、陳聰明(2012)·冷凍空調原理(I)·新北市：弘揚圖書有限公司

許祺清、陳聰明(2012)·冷凍空調原理(II)·新北市：弘揚圖書有限公司

### 二、網路資料

#### 【華人百科文章】

華人百科(2019年2月13日)·絕熱材料·取自

<https://www.itsfun.com.tw/%E7%86%B1%E5%82%B3%E5B0%8E%E7%8E%87/wiki-7642386>

#### 【維基百科文章】

維基百科(2019年2月15日)·R-134a 冷媒介紹·取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/1,1,1,2-%E5%9B%9B%E6%B0%9F%E4%B9%99%E7%83%B7>

#### 【維基百科文章】

維基百科(2019年2月15日)·冷媒特性介紹·取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%88%B6%E5%86%B7%E5%89%82>

#### 【維基百科文章】

維基百科(2019年2月18日)·冷媒特性介紹·取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%88%B6%E5%86%B7%E5%89%82>

#### 【產業文章】

河北暖通(2019年2月18日)·空調四通閥原理·取自

<https://kknews.cc/zh-tw/science/9yvyg8.html>

#### 【產業文章】

一丞通訊(2019年2月18日)·壓縮機的技术動向·取自

[http://www.hvac-net.org.tw/archive/files/97\\_08\\_08\\_24.pdf](http://www.hvac-net.org.tw/archive/files/97_08_08_24.pdf)

【産業文章】

Noria Home (2019年3月3日)・Kapsul 技術規格・取自

<https://www.kickstarter.com/projects/kurt/noria-cool-redefined/posts/2407626>

【産業文章】

Evapolar (2019年3月3日)・Evapolar(EV-1000)技術規格・取自

<https://shop.evapolar.com/tw/products/evalight-ev-1000/>

## 【評語】 052604

1. 本研究將廢棄除濕機改裝成移動式冷暖氣機，在機體組裝完成後測試不同冷媒量與一般市售類似功能機型相比，具有設計輕巧攜帶方便，造價相對便宜，冷熱效果良好等許多優點，也非常符合廢棄物資源回收再利用之特性，團隊努力值得肯定。
2. 本研究的另一項特點為同時提供冷暖功能，且設計遙控器，整合許多電機工程專業知識，建議冷氣凝水盤也可以增加滿水指示設計或排水管，嘗試降低風扇噪音或隔音，評估適用空間大小的最佳化關係，讓設計產品更具實用價值。
3. 實驗測試不同冷媒充填量效益，比較出風口溫度與耗電量，並觀察冷媒回流管外觀，決定最佳冷媒充填量。建議建立較具科學性且客觀的冷媒充填量最佳化評選方式。例如若考慮不同冷凝器、壓縮機、回流管等組件功能大小時，目前結論建議的冷媒充填量數值就不一定適用。





拆解除濕機



拆解主機殼



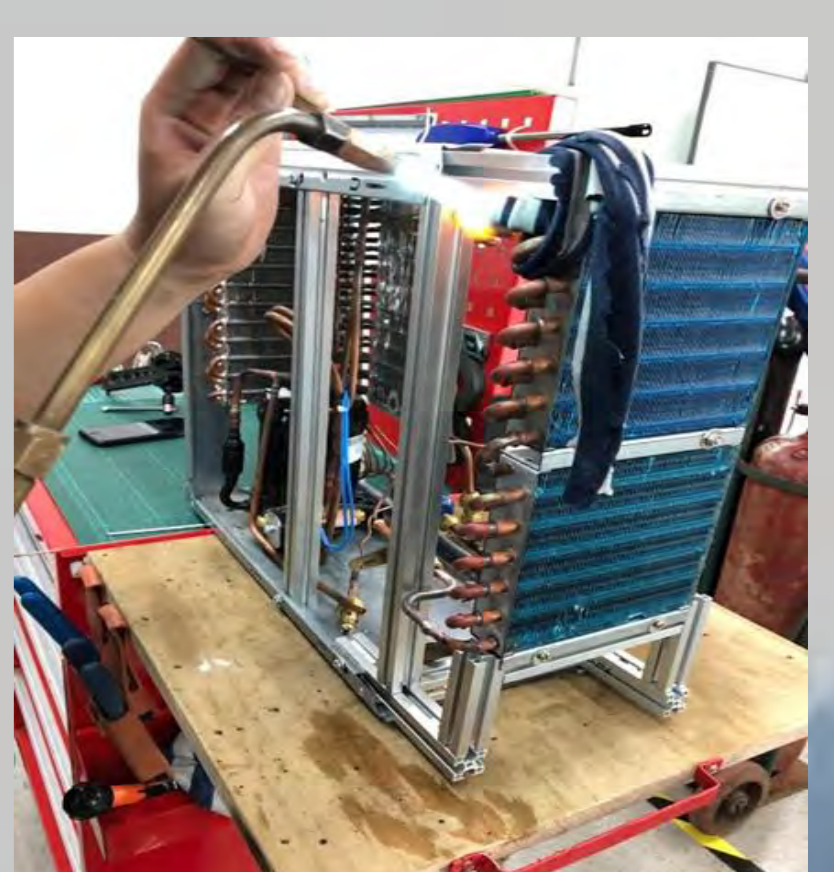
切割冷凝器



焊接L型冷凝器



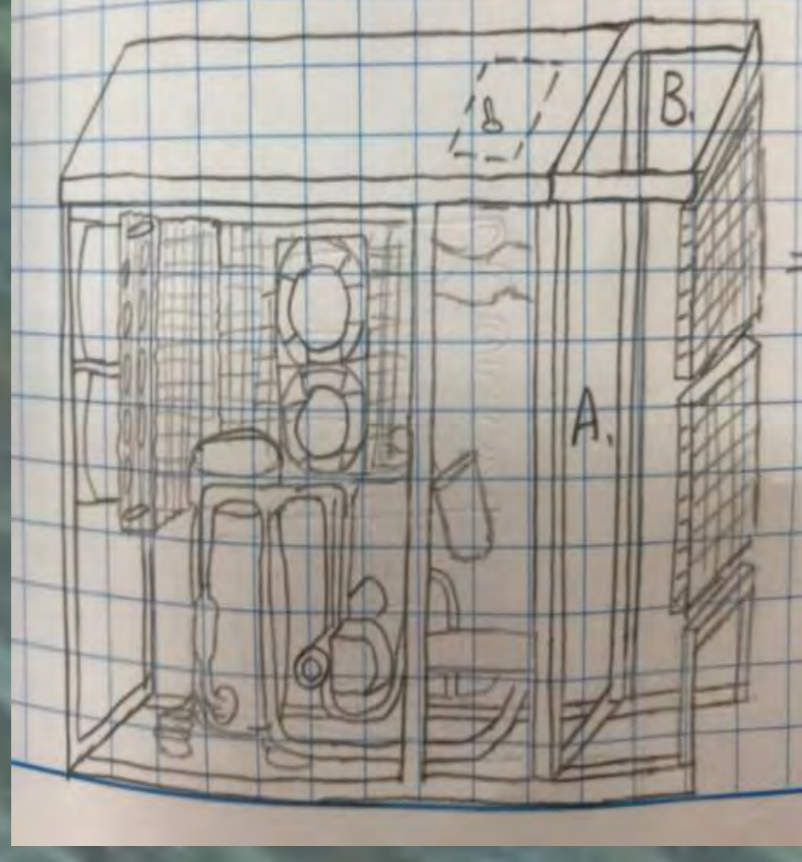
焊接壓縮機



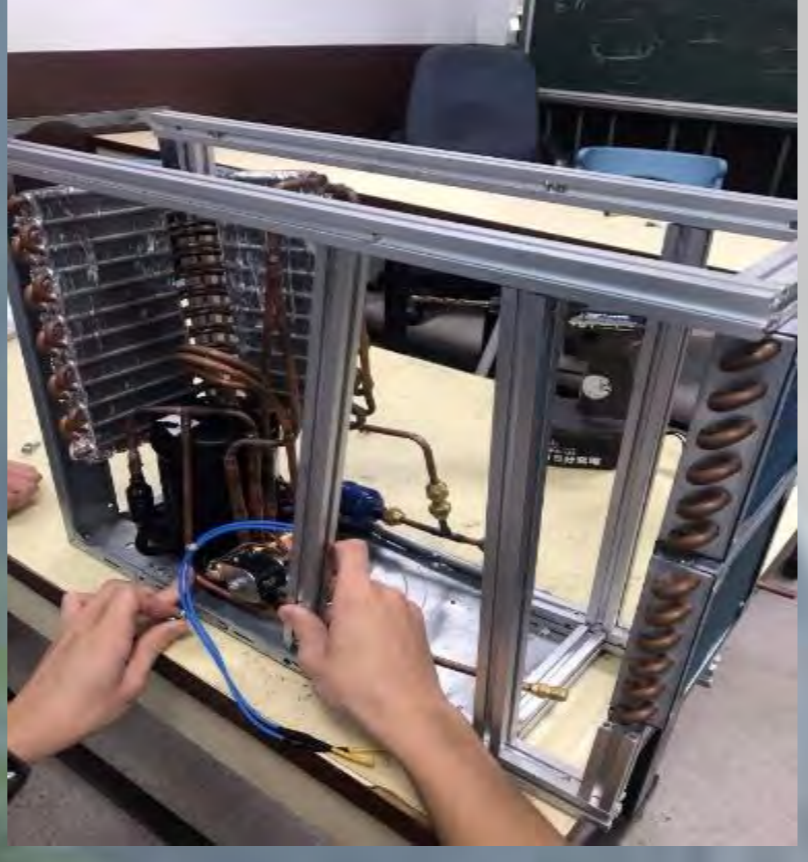
蒸發器焊接



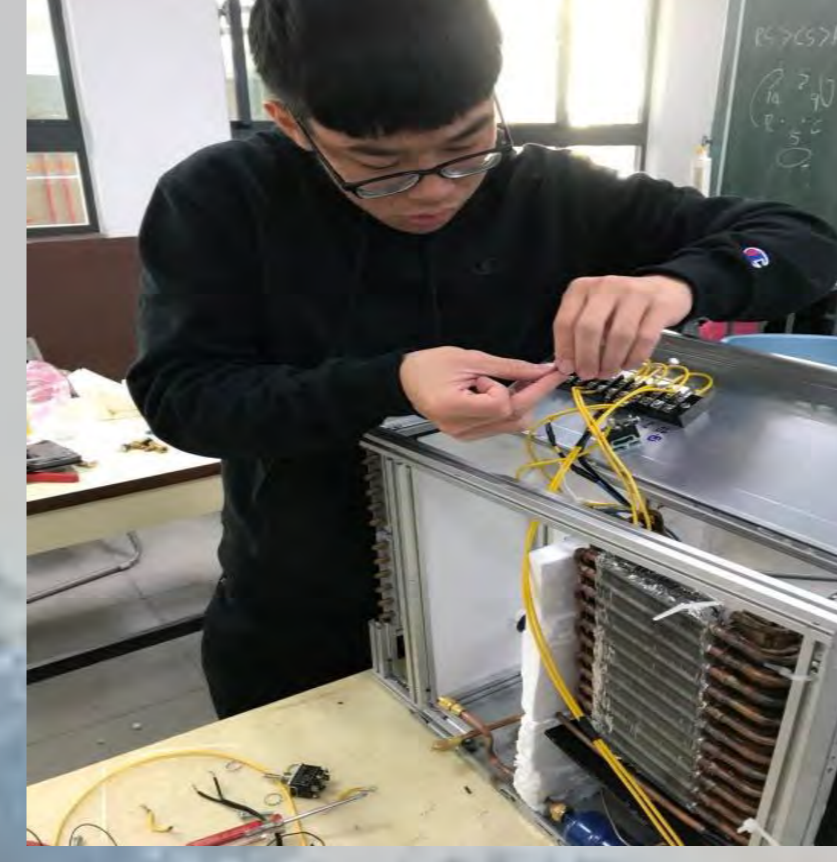
四方閥焊接



繪製架構圖



組裝設備



電路及配置

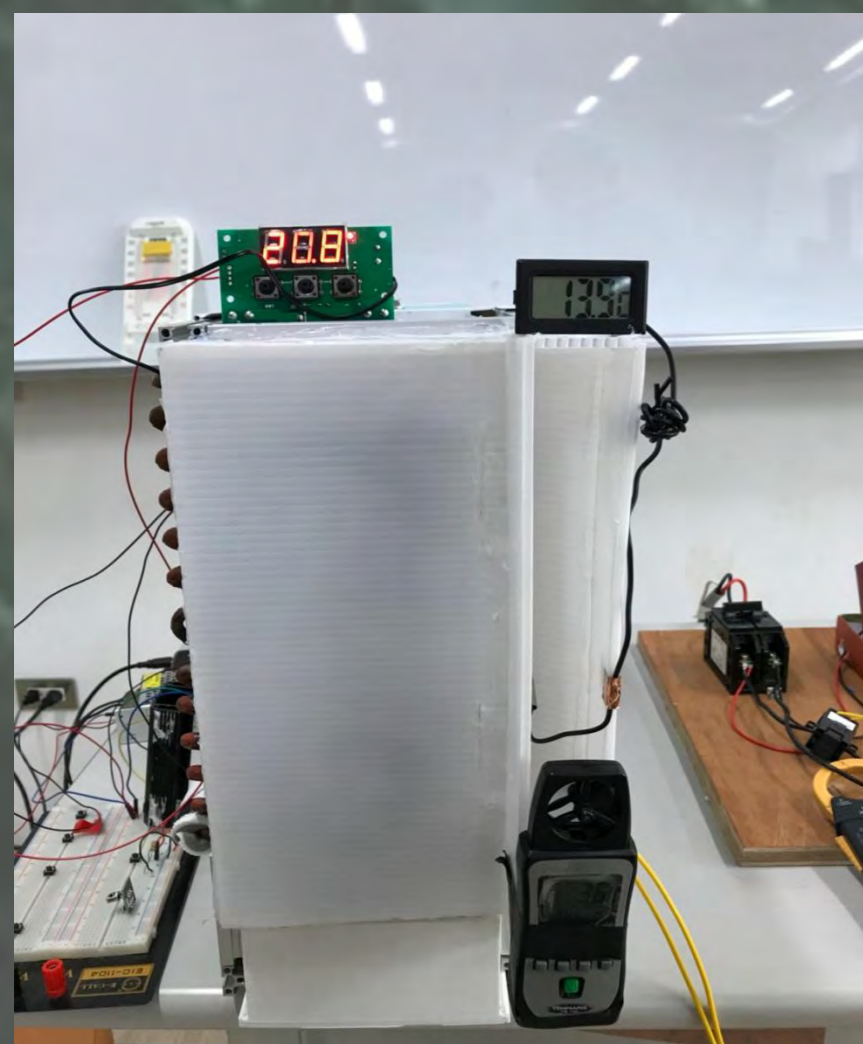


電路測試



系統處理測試

實驗及量測



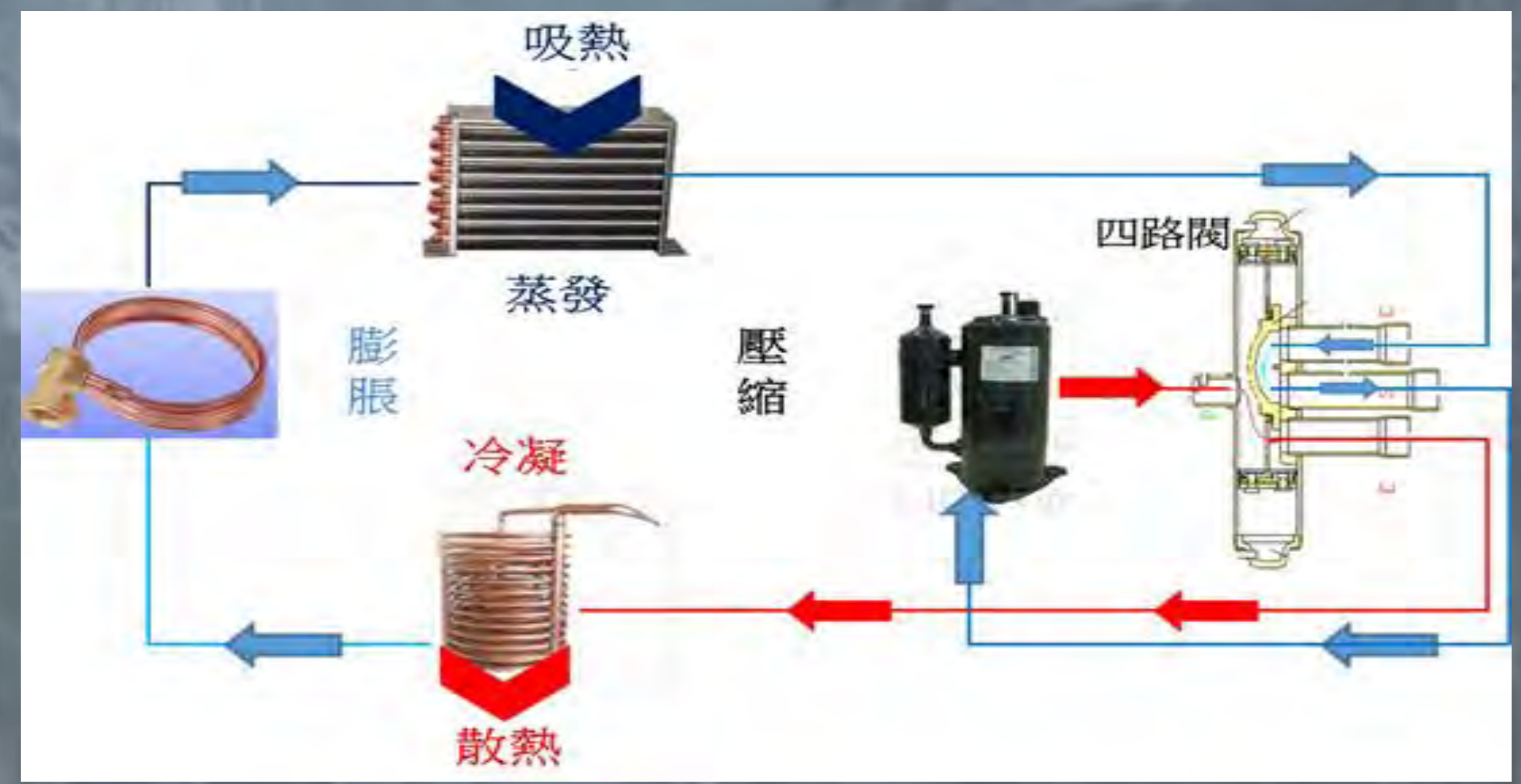
冷氣性能測試



暖氣性能測試



量測最佳冷媒量



系統循環(四大原件)

產品名稱	本研究設備 (攜帶式空調)	SAMP聲寶移動式 冷氣AH-PC122A	HITACHI日立 3-5變頻分離式冷氣	HITACHI日立 3-5坪左吹窗型冷氣
尺寸	尺寸(cm): 寬19X高47X深59	尺寸(cm): 寬41.5X高69X深31.5	內機尺寸(cm): 寬81×高30×深21.5 外機尺寸(cm): 寬73×高60×深29	機器尺寸(cm): 寬60x高40x深78
冷氣能力	600Kcal/h	1900Kcal/h	1900Kcal/h	1900Kcal/h
售價	1800元(材料費)	12900元	23690元	16290元
耗電量	220w	786w	508w	647w
重量	13kg	23kg	總重:43kg	47kg
冷暖功能	有	無	無	無
EER(Kcal/W)	2.727	2.417	3.740	2.936
電壓	110V	110V	220V	220V
是否安裝	否(可攜帶)	否(可攜帶)	是(不能移動)	是(不能移動)



帳棚內量測數據

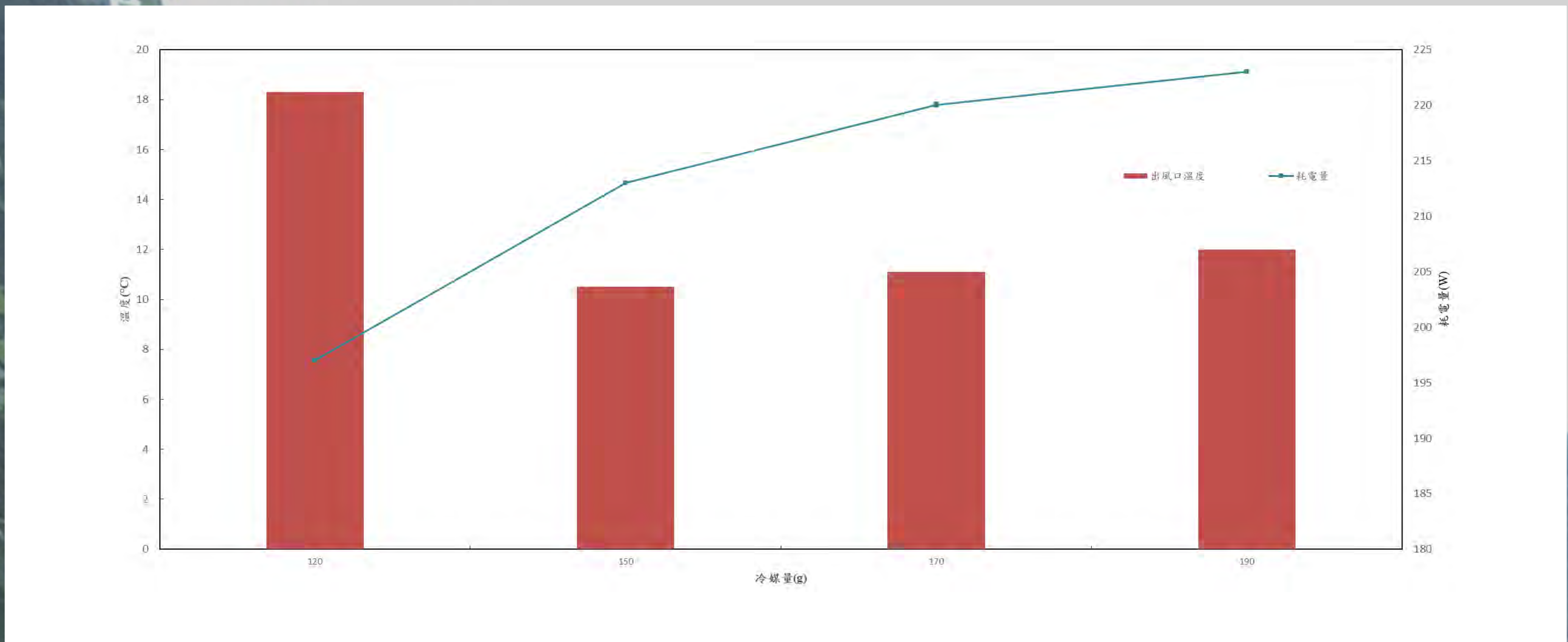


帳棚內量測數據

冷媒量 (g)	第一次實驗		第二次實驗		第三次實驗	
	出風口 溫度(°C)	耗電量 (W)	出風口 溫度(°C)	耗電量 (W)	出風口 溫度(°C)	耗電量 (W)
120	18.3	197	18.8	199	18.1	197
150	10.5	213	10.7	214	10.2	211
170	11.1	220	11.3	221	10.6	218
190	12	223	12.2	225	11.7	222

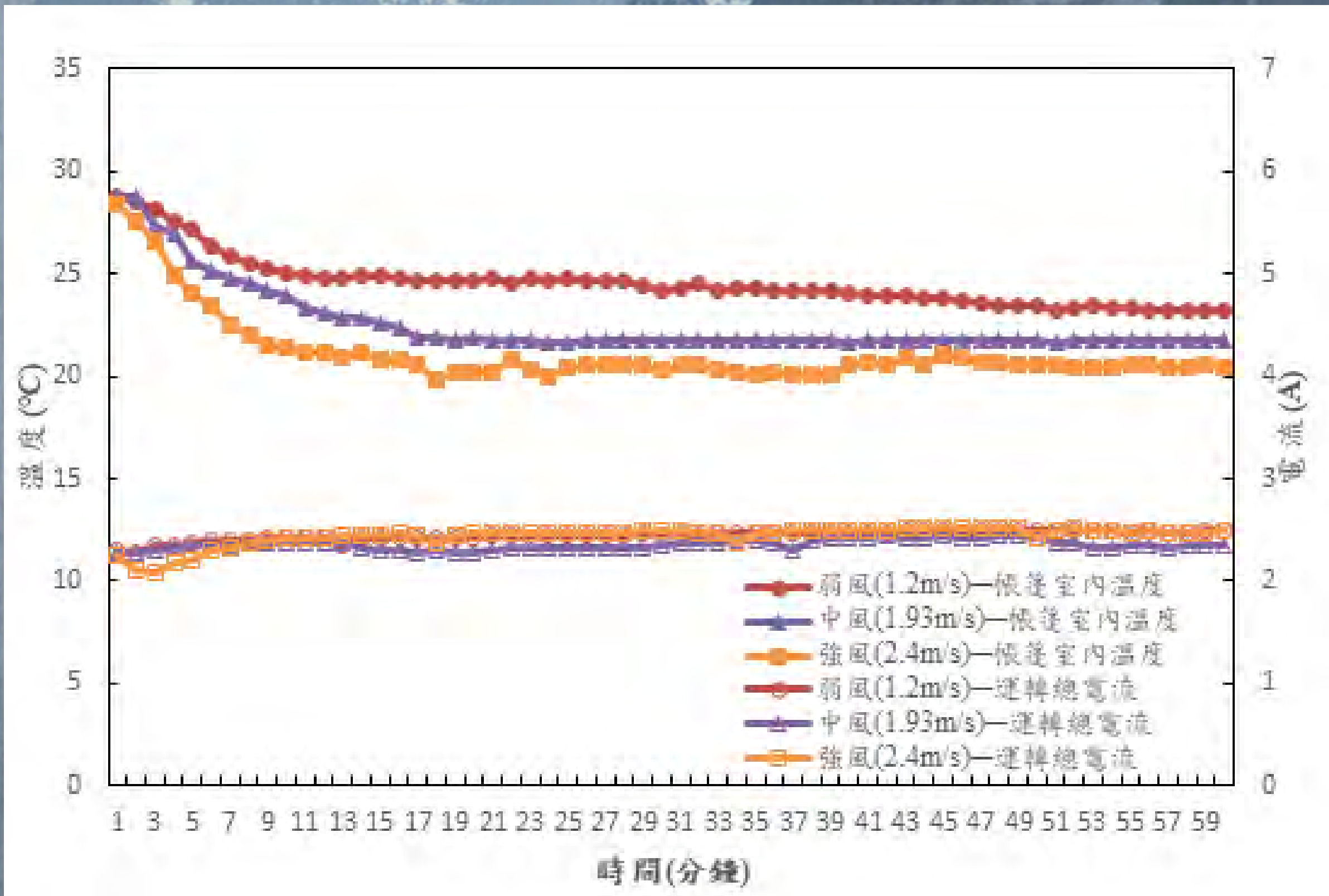
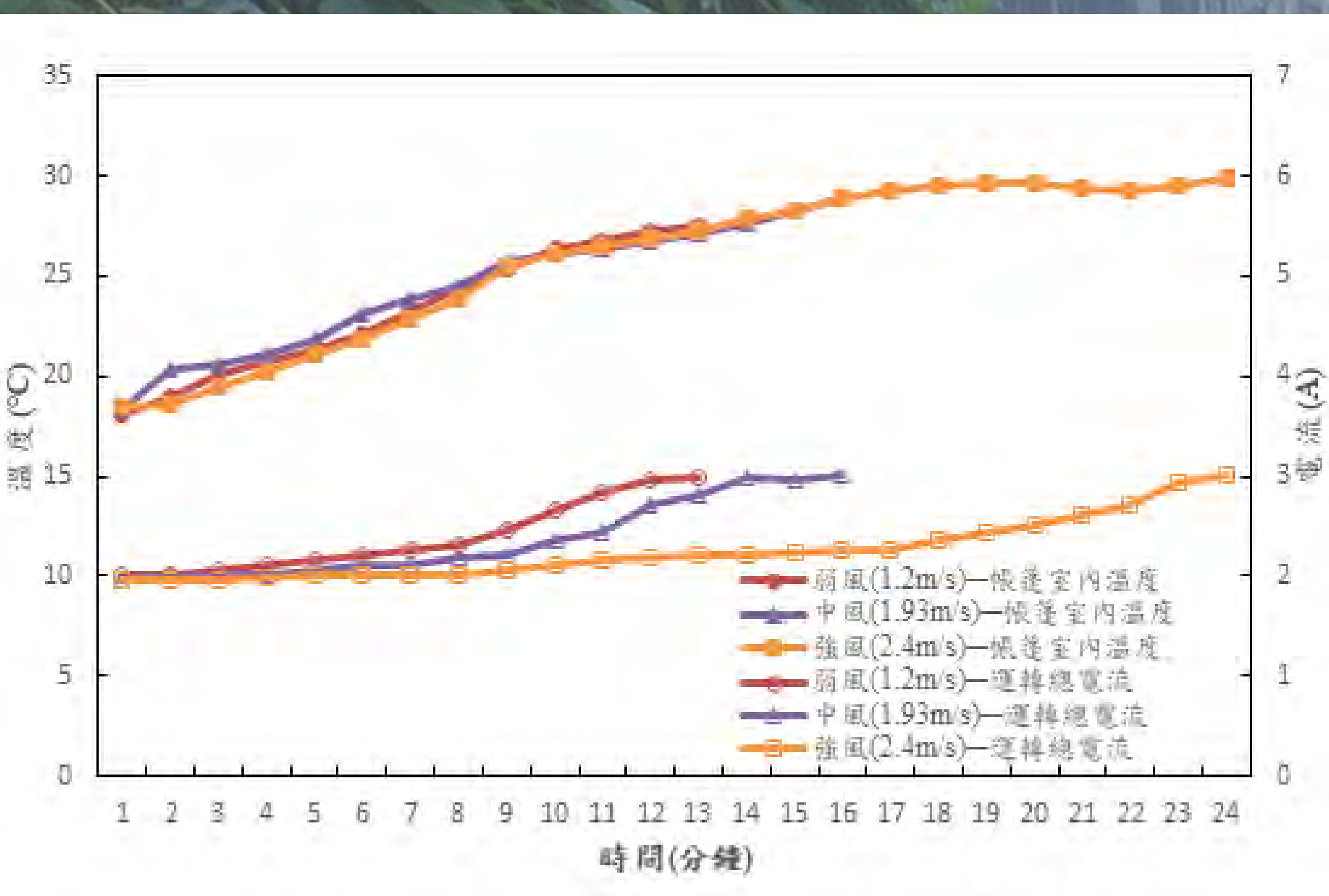
冷媒最佳量測試

# 研究結果



冷媒最佳量數據

可以看到圖中看到150g. 170g的溫度較低，最後我們選擇了170g，是因為灌入170g冷媒時，壓縮機的回流管會結露，表示回流的冷媒是冰冷的，這可以幫助壓縮機降溫。



## 暖氣性能測試

1. 暖氣及冷氣測試都是在帳棚裡測試，主要是為了模擬小坪數房間使用時的狀況
2. 暖氣性能測試剛好在冬天19度的環境下實驗)由圖可知強中弱風對溫度的影響不大，但會造成電流上升的幅度不同，這是因為強風可以幫助冷媒盤管散熱，使系統的電流量降低。

## 冷氣性能測試

1. 此項實驗主要是為了測試冷氣狀態時，出風口風速對帳棚內溫度的影響
2. 在做冷氣測試時的天氣為冬天，為了模擬夏天的環境，我們以空調加上電暖器，製做出28°C的室溫
3. 由圖可知強風的曲線下降最快，其次是中風，溫度最低的也是強風。這項實驗得知風速愈快，溫度下降愈快，溫度也愈低，這是因為強風可更有效帶動室內空氣的循環，使冷氣有更好熱交換效果。

# 結論與展望

## 結論

進行冷氣測試時，室溫為28°C，帳棚內穩定後的溫度可降低至22°C，出風口溫度為13.9°C

進行暖氣測試時，室溫為19°C，帳棚內穩定後的溫度可升高至22°C，出風口溫度為38°C

總結:冷氣及暖氣的效果，都達到標準，我們的研究非常成功。

我們做此項研究學習到更多知識 在實習課上學的冷氣，工廠已經幫你做好了，但實際自己組裝冷氣後，才知道原來做一台冷氣也不是簡單的事，從只是元件，一步一步組裝到完成，花了非常多的時間與精力，我們還碰到許多課堂上沒教過的問題，我們也透過實驗來映證了課本上的理論。而且誰也沒想到報廢的除濕機做出的冷氣，效果可以如此的好，不僅環保，還具有多功能，冷暖的效果也並不差。雖然有種種缺點，但在這研究中，我們受益良多