

臺北市立大安高級工業職業學校專題實作競賽
「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：變風量空調系統

關鍵詞：空調系統、變風、文氏閥

目錄

壹、摘要.....	1
貳、研究動機.....	1
參、主題與課程之相關性或教學單元之說明.....	1
一、Tinkercad(如圖 1&圖 2).....	1
二、工業配線(如圖 3&圖 4).....	1
肆、研究方法.....	2
一、研究流程.....	2
(一)、研究步驟.....	2
(二)、操作步驟.....	3
二、使用材料.....	7
(一)、零件材料.....	7
(二)、使用模組介紹.....	11
伍、研究結果.....	11
一、硬體結構.....	11
二、成果展示.....	16
陸、討論.....	17
一、希望能增加遠端控制功能.....	17
二、降低成本與重量.....	17
三、增加更多可調節的風門檔位.....	17
柒、結論.....	17
捌、參考資料及其他網路資料.....	18
玖、附錄.....	19

表目錄

表 1 製作說明	2
表 2 時間分配表	3
表 3 變壓器規格	9
表 4 功率差異	16

圖目錄

圖 1 TINKERCAD 模型	2
圖 2 TINKERCAD 模型(剖面圖)	2
圖 3 繪製電路圖	2
圖 4 元件配置圖	2
圖 5 溫度設定	4
圖 6 冷風演示	5
圖 7 熱風演示	5
圖 8 動作流程	6
圖 9 冷風模式	6
圖 10 熱風模式	7
圖 11 鍍鋅鐵板	7
圖 12 阿姆斯特壯保溫材料板	8
圖 13 文氏閥	8
圖 14 加熱器	9
圖 15 變壓器	9
圖 16 輔助電驛	10
圖 17 濾網	10
圖 18 風鼓	11
圖 19 馬達	11
圖 20 江森模組	11
圖 21 成品圖 1	12
圖 22 成品圖 2	12
圖 23 成品圖 3	13
圖 24 空調風管系統	13
圖 25 風機設備	14
圖 26 功率測量儀	14
圖 27 風速計	14
圖 28 壓力傳感器	15
圖 29 溫濕度計	15
圖 30 數據採集系統	15
圖 31 傳統變風箱(左).....	17
圖 32 改良後的變風箱(右).....	17

【變風量空調系統】

壹、摘要

本研究目的為改善中央空調區域內各房間為供應溫度需求而改變時的能源消耗問題，首先將文式風量平衡閥結合迴風口風量補足設備以及出風口端的加熱器進行整合並進行分析，接著以多個變風量控制箱構成一個多區域動態變風量(VAV)空調送風系統，實驗變風量控制之效果包括風量平衡、反應速度和能源的耗損成效，本研究所建立的設備可以模擬室內建築物之 VAV 系統同時針對其控制器做局部或全面系的流量設定，如此可建立室內熱舒適環境並同時分析空氣流量的動態仿真流程，本研究測試結果發現變風量控制箱，依數據結果風量調整可達 (95%以上)精確度。在多個變風量控制箱構成之多區域變風量(VAV)送風，根據本實驗所設定的風量下，同時調整控制器的參數值，讓系統的流量控制能穩定及反應迅速，在約 80 秒內多區域送風量即可達到所設定的風量。本研究成果可用中央空調 VAV 控制系統，達到最佳的風量需求控制，有利於風機變風量之節能效果，(節能率可達 40~50%)。本研究結果驗證變風量控制箱應用於動態變風量系統之可行性，符合研究預期目標，提供空調系統節能設備建制選擇，創造舒適環境及節能共識。

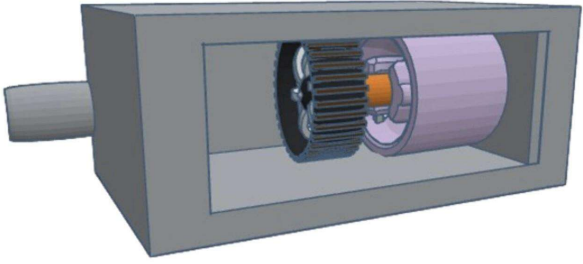
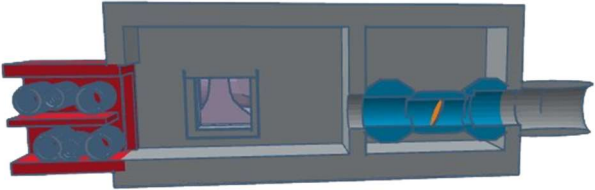
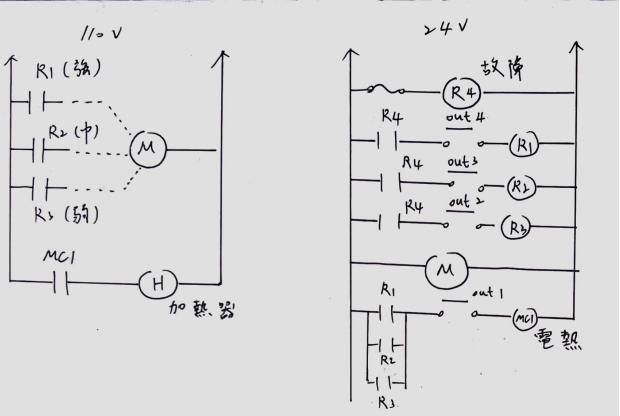
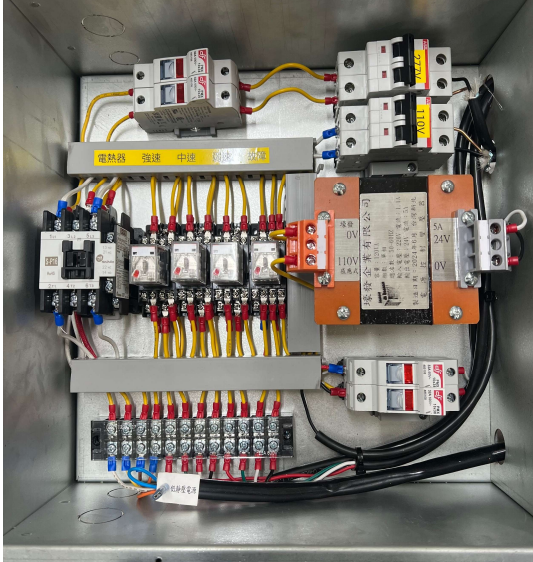
貳、研究動機

隨著全球能源危機的加劇各個行業面臨如何降低能號提升能源利用的挑戰。傳統定量空調系統(CAV)無法依據空調負荷需求的變化動態調節風量，在空調需求低的環境仍保持全風量供應，造成能源的浪費且舒適性與靈活性皆差靈活性與舒適性較差。變風量空調系統可依據不同區域的冷熱負荷需求有效調節風量，避免不必要的能源消耗達到節能效果與降低碳排放量。

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

- 一、Tinkercad(如圖 1&圖 2)
- 二、工業配線(如圖 3&圖 4)

表 1 製作說明

	
圖 1 Tinkercad 模型	圖 2 Tinkercad 模型(剖面圖)
	
圖 3 繪製電路圖	圖 4 元件配置圖

製作說明：

高二實習課學過如何使用 Tinkercad 製作建模，如圖 1&圖 2 所示。我們首先在 Tinkercad 中(如圖 1&圖 2 所示)製作出大略的模型，再依據空間和需求繪製出電路圖(如圖 3 所示)，再將電路依照工業配線安裝到動作盤上，完成配線盤(如圖 4 所示)。

壹、研究方法

一、研究流程

(一)、研究步驟

在 5 月下旬確認專題題目後，我們開始嘗試，為有效管控進度。，(作品進度甘特圖進度分配如表 2 所示)

表 2 時間分配表

	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
1.搜尋 資料									
2.元件 蒐集									
3.外殼 製作									
4.盤面 配置									
5.盤面 測試									
6.風量 對比									
7.成品 測試									
8.簡報 製作									
作品 進度 管控	5%	25%	55%	75%	80%	90%	90%	95%	100%

(二)、操作步驟

1、溫度設定(如圖 5 所示)

(1)、在控制屏幕上輸入使用者需要的溫度



圖 5 溫度設定

2、模組動作

(1)、判斷是否要進入冷風或熱風模式(如圖 8 所示)

3、冷風模式動作(如圖 6&圖 9 所示)

(1)、選擇手動或自動控制模式

{1}、進入手動模式

[1]、輸入需要的輸出風量

[2]、模組控制風門開度影響風量

{2}、進入自動模式

[1]、判斷條件是否足夠達成設定值

[2]、第一次判斷不足，啟動迴風口的設備嘗試補償

[3]、回到[1]重新判斷

[4]、條件依然不足，模組回饋資訊從冷水主機調整

[5]、系統重新平衡

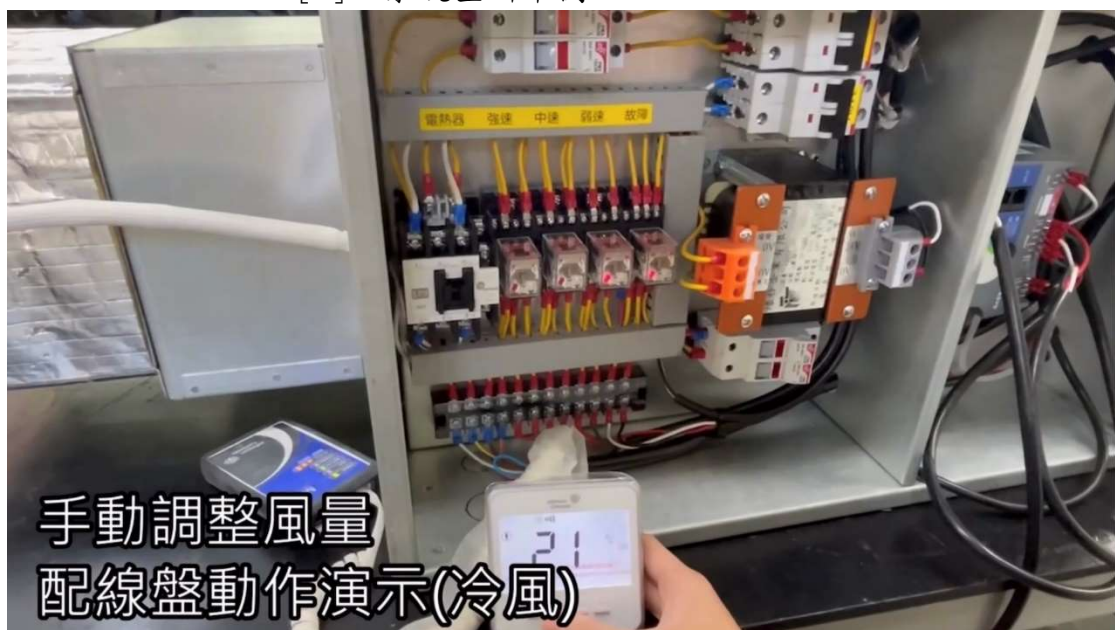


圖 6 冷風演示

4、熱風模式動作(如圖 7&圖 10 所示)

(1)、選擇手動或自動控制模式

{1}、進入手動模式

- [1]、輸入需要的輸出風量
- [2]、模組控制風門開度影響風量
- [3]、啟動加熱器

{2}、進入自動模式

- [1]、判斷條件是否足夠達成(1)設定值
- [2]、首次判斷不足，啟動迴風口設備補償
- [3]、回到[1]重新判斷
- [4]、條件依然不足，模組回饋資訊從冷水主機調

整

- [5]、系統重新平衡，並啟動加熱器

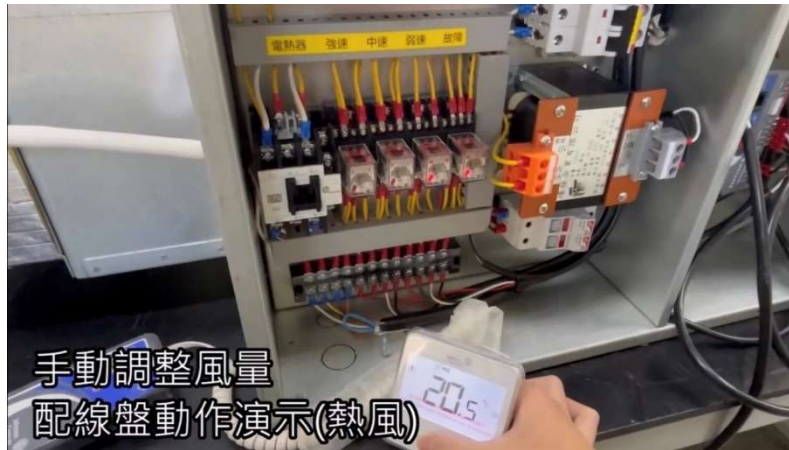


圖 7 熱風演示

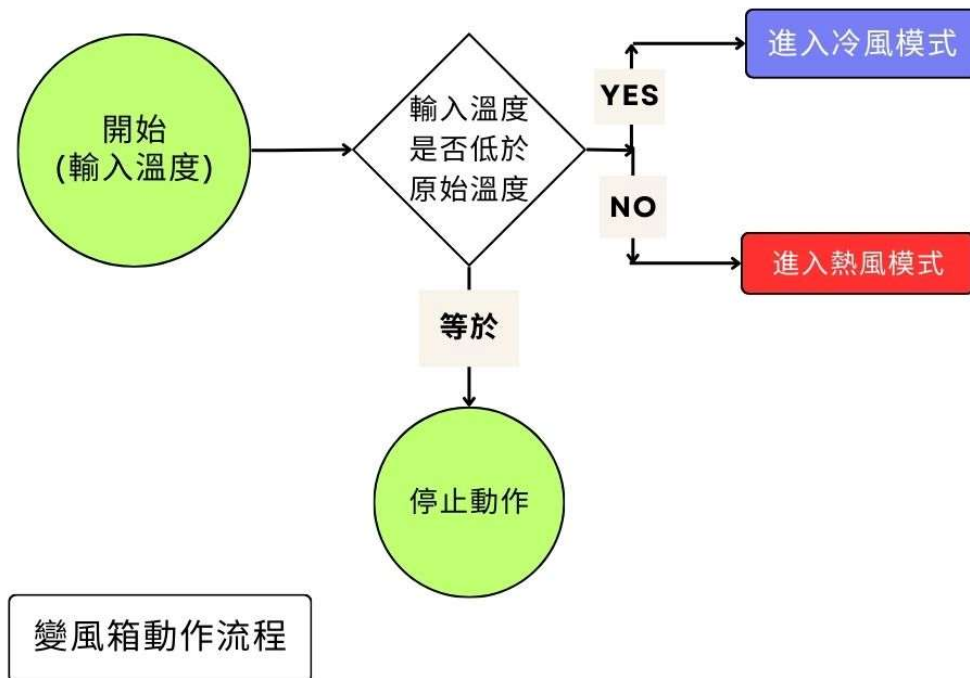


圖 8 動作流程

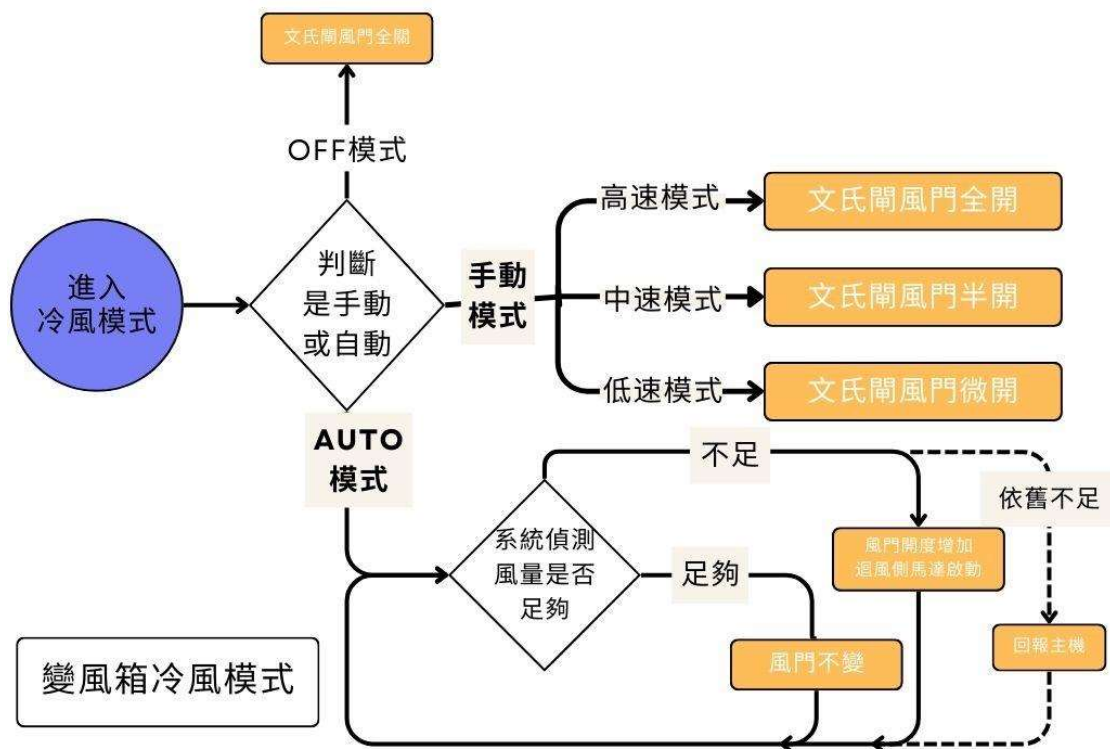


圖 9 冷風模式

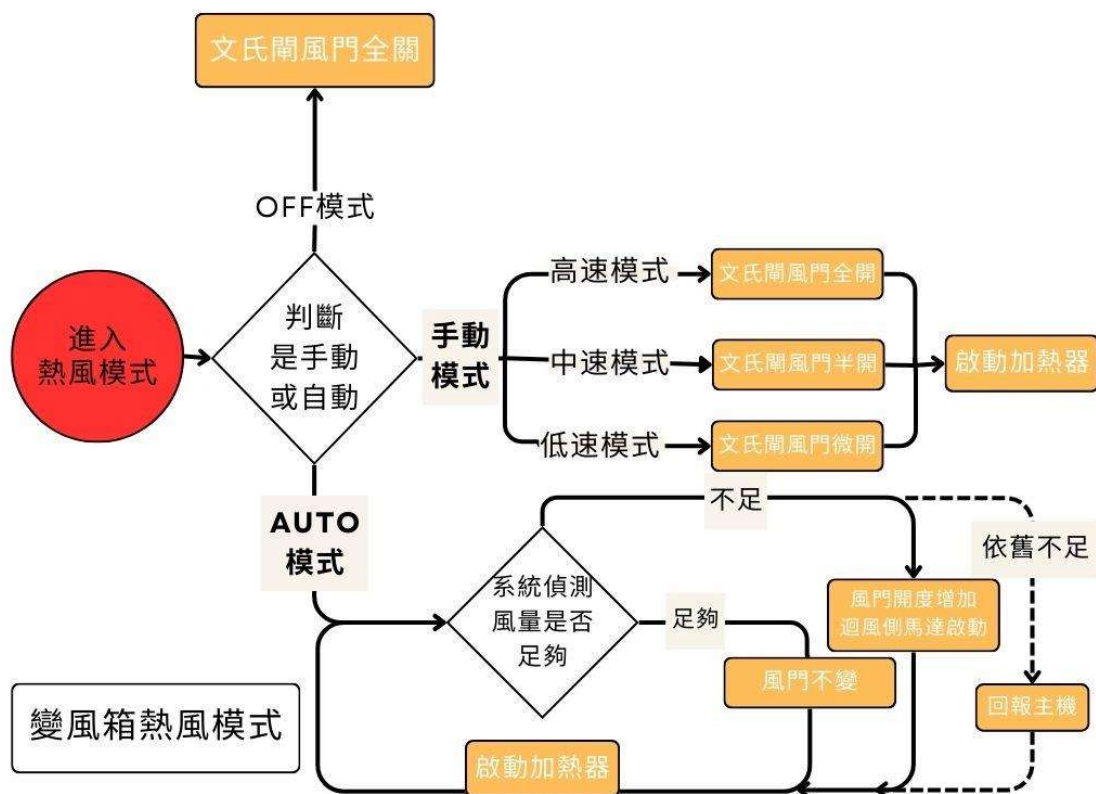


圖 10 熱風模式

二、使用材料

(一)、零件材料

1、鍍鋅鐵板(如圖 11 所示)

作為機體的整體外殼，具有許多優點例如:鋅層能有效保護鐵板基材，防止其與空氣中的氧氣和濕氣接觸，減少生鏽和腐蝕的風險，特別是在潮濕或腐蝕性環境中降低維護和更換成本，且易於切割、焊接、成型，適合用於各種結構。



圖 11 鍍鋅鐵板

2、阿姆斯特壯保溫材料(如圖 12 所示)

為不含纖維、不含粉塵、不含甲醛的柔性橡塑發泡絕熱保溫材料，具備優秀的絕熱保溫性能，配合獨特的閉泡結構，提高節能效率且不危害室內空氣品質，內置的隔汽層也水氣的滲透，以上都十分契合我們專題對於保持箱體內溫度的要求。



圖 12 阿姆斯特壯保溫材料板

3、文氏閥(如圖 13 所示)

文氏閥通過文氏效應（Venturi Effect）進行氣流控制，能夠快速且準確地調節風量，實現精準的空氣分配，有快速響應能力，可以即時調整風量，適應空間負荷變化的需求，提高系統的動態性能，特殊的結構設計有助於減少氣流噪聲，提供更安靜的運行環境，特別適合醫療、實驗室、辦公室等需要低噪聲的場所，通情況下採用高質量的材料製造，具有較長的使用壽命，並能在苛刻的條件下保持性能穩定，最後還具備能承受較高的壓力差，適合用於需要大範圍風量變化場合的能力。



圖 13 文氏閥

4、加熱器(如圖 14 所示)

使用電熱管通電後產生熱量由導熱性良好的不銹鋼對空氣進行加熱，加裝過熱保護器防止過熱或其他故障。

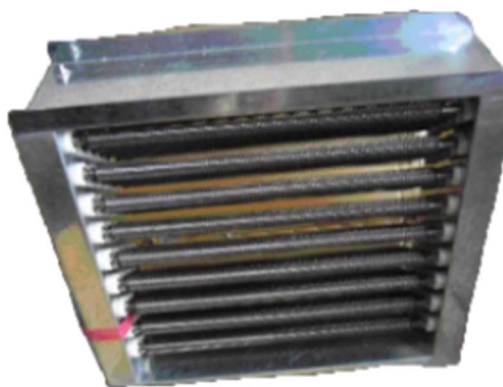


圖 14 加熱器



圖 15 變壓器

5、變壓器(如圖 15&表 3 所示)

由於電路中的江森模組所需的電壓為 24V，而其他設備使用電壓為 277V 和 110V，為避免使用過多電源，因此安裝了一顆 110-24V 的變壓器並聯於電源以提供提供電壓給江森模組。

表 3 變壓器規格

容量	120VA
相數	單相
週波數	50-60HZ
輸入電壓	110V
輸入電流	1.1A
輸出電壓	24V
輸出電流	5A

6、輔助電驛+輔助電驛座(如圖 16 所示)

輔助電驛（Auxiliary Relay）是一種用於電氣控制系統中的重要元件，其主要功能是透過觸點動作來控制電路，擴展控制範圍，提供信號隔離和放大功能。通過將單一的控制信號轉換為多路輸出，控制多個設備或不同電路，實現複雜的控制邏輯，輔助電驛的觸點可以組合實現邏輯運算（如與、或、非邏輯），滿足簡單控制系統的需求，達成控制風門開度的檔位變化。



圖 16 輔助電驛

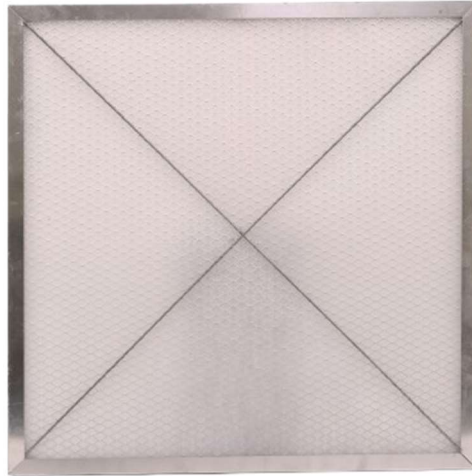


圖 17 濾網

7、濾網(如圖 17 所示)

H12 濾網對粒徑 0.3 微米的顆粒物具有 99.5%的過濾效率，可有效攔截灰塵、花粉、霧霾、細菌，可與活性炭層結合使用，吸附異味和有害氣體（如甲醛、苯），進一步提高空氣質量，通常具有較高的容塵量，能在長時間使用中保持過濾效率，降低頻繁更換濾網的成本，並且還不會過多增加空氣淨化設備的風機負擔，降低能耗。

8、風鼓(如圖 18 所示)

風鼓通過葉輪的旋轉，產生氣流壓力與流量，實現空氣的輸送與處理功能。其結構簡單、性能穩定，廣泛應用於通風、換氣、冷卻、乾燥等多個場景，為各行業的運行提供可靠支持。我們再迴風側使用風鼓達到補足風量的效果。



圖 18 風鼓



圖 19 馬達

9、馬達(如圖 19 所示)

由於我們想要增加迴風側的換氣速度，所以在迴風側多了馬達來帶動風鼓去提高風的流速。使得空間中能用更快的速度調節溫度，進而減少溫度變換中所多消耗的能量。

(二)、使用模組介紹

江森模組 (如圖 20 所示)

江森模組是實現系統控制、數據監測與設備管理的核心組件，通常為模塊化結構，便於安裝和集成，主要組成部分包括：控制器、感測器接口、執行器接口、通訊接口、電源模組、外殼與安裝結構主要功能涵蓋自動化控制、數據監測、系統集成。我們使用其幫忙判斷內部壓差後進行後續動作的執行。



圖 20 江森模組

貳、研究結果

一、硬體結構

作品主要由送風口(如圖 21 所示)、出風口(如圖 22 所示)、迴風口(如圖 23 所示)構成，而我們的改動為迴風處增加馬達和風鼓去藉由補足風量(如圖 23 所示)，降低變風箱需要回饋主機加強輸

出的頻率，而在出風口裝設加熱器(如圖 22 所示)，使作品能單獨上升一個室內中的溫度，也能有效減少回饋主機的需求及重新平衡的次數，並且藉由改變風閥設備使室內的溫度變化能更精準快速。且我們的作品在進風口處替換了原本的風閥裝置並增加了出風口的加熱器。



圖 21 成品圖 1



圖 22 成品圖 2



圖 23 成品圖 3

二、實驗過程

實驗地點是位在某間空調系統公司，其中包括的基礎設備：

1、空調風管系統(如圖 24 所示)：模擬實際應用的空調通風系統，包含送風管和迴風管。

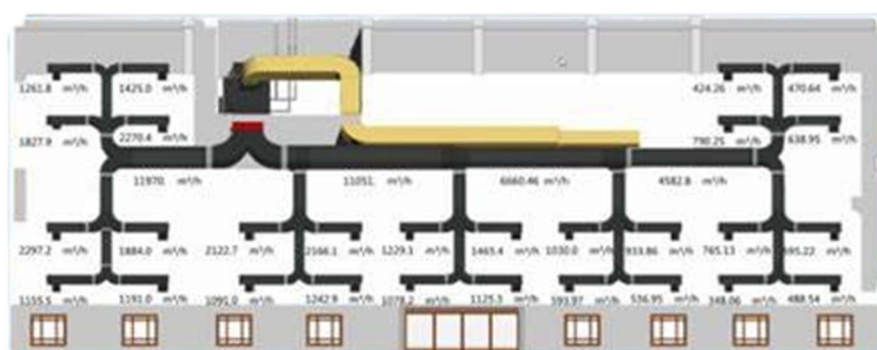


圖 24 空調風管系統

2、風機設備(如圖 25 所示)：用於提供氣流，可能包括中央空調系統或獨立的送風設備。



圖 25 風機設備

而測量儀器有：

- 1、功率測量儀(如圖 26 功率測量儀)：測量設備運行的實際功耗（瓦數或千瓦數）。
- 2、風速計(如圖 27 所示)：測量風管內的風速，確定風量變化。



圖 26 功率測量儀



圖 27 風速計

- 3、流量計：精確測量空氣流量（CFM 或 m^3/h ）
- 4、壓力傳感器(如圖 28 所示)：測量風管內的靜壓和總壓，了解系統壓損情況。



圖 28 壓力傳感器



圖 29 溫濕度計

5、溫濕度計(如圖 29 所示)：記錄送風和迴風的溫濕度參數。

6、數據採集系統(如圖 30 所示)：連接多個傳感器以記錄測試數據，便於分析。



圖 30 數據採集系統

按照實驗要求，將設備的控制參數設置到初始狀態（如初始風量、壓力或開啟角度）

開啟送風系統，提供穩定的氣流，模擬實際運行條件

當系統達到穩定運行（氣流和壓力波動較小）後，開始測量功率

使用功率測量儀連接至設備，記錄其即時功率改變設備的運行條件。例如：

風閥開度（模擬不同的負載需求）

送風量（增大或減小風量）

靜壓設置（模擬風管壓損）

重複測量多次以驗證數據的一致性和穩定性

最後計算設備的能效比（COP）或單位風量功率消耗（W/CFM 或 W/m³）

計算公式： $N=V \times n / Q$

其中：

N:風機數量（臺）；

V:場地體積（m³）；

n:換氣次數（次/時）。

Q:所選風機型號的單臺風量（m³/h）。

分析設備的效率變化趨勢。

二、成果展示

圖 31(左)的是傳統變風箱在最佳頻率時所消耗的功率，圖 32(右)的則是改善後的變風箱在最佳頻率時消耗的功率，計算後可以得知能達成近 50%的節能。

表 4 功率差異

	45HZ	35HZ
功率 KW	4.24	2.26
功率降低	4.24-2.26=1.98KW	
節能率	1.98/4.24=47%	

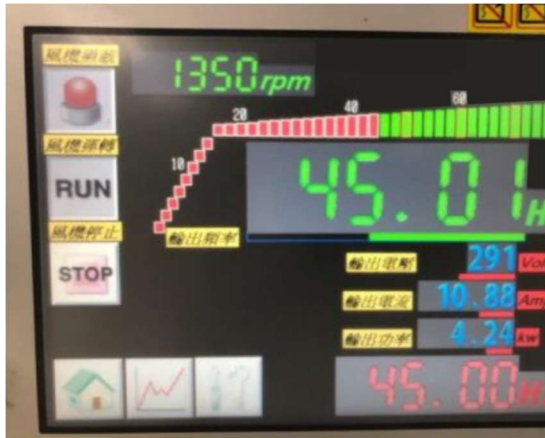


圖 31 傳統變風箱 (左)



圖 32 改良後的變風箱(右)

參、討論

一、希望能增加遠端控制功能

目前在溫度控制方面的控制使用的是配線盤上所連接的溫度控制器，想要改變溫度只能手動操作控制面板，希望未來能升級到可以使用紅外線或是藍芽進行遠端操控。

二、降低成本與重量

由於機體本身過於沉重，在移動上總是會有諸多困難，甚至導致一些空間根本無法進入，在測試時就多次因此只能更換測試地點，所以希望有辦法能使機體的重量減輕，或是在不減弱機體強度的狀況下製作成可拆卸式的，也更方便攜帶。

三、增加更多可調節的風門檔位

目前在配線盤上由於空間問題所以只有三種風速可以供我們選擇，只要有辦法更精簡的配置線路，就有辦法在原本的盤面設置更多的風速供我們選擇，找出更適合當下狀況的風速好增快溫度變化，以達到減少消耗的目的。

肆、結論

變風量空調系統的目的為帶給人們更舒適的環境和節省空調系統的能源損耗。傳統定風量系統(CAV)因無法隨著該空間溫度變化動態調整風量造成能源浪費且此系統通常以固定溫度及風量為單一控制點，無法應對不同區域的溫度需求變化導致某些區域

過冷過熱，舒適性較差。變風量空調系統希望能透過改善內部結構與加入其他功能使我們的專題能帶給人們更便利以及舒適得環境。

本專題透過內部的文氏閥改變輸出風量以提供室內所需的風量，藉此改善定風量系統以固定風量送風導致能源浪費的缺點。無論是夏季高負荷還是過渡季節的低負荷，此系統均可靈活應對，提升系統運轉效率。本專題的迴風側加裝馬達與風鼓在風量不足時啟動達到風量補足的效果且提高室內空氣品質。系統末端加裝的加熱器可在熱風模式下啟動，使室內達到預期的溫度。

製作專題的過程中我們用到高二學到的工業配線技術以及Tinkercad。透過在學校學到的電機專業技術使我們最後能順利完成我們的專題。過程中我們因為時間無法配合而困擾，也因此讓我們學會互相配合與討論共同解決問題。

伍、參考資料及其他網路資料

1.文氏閥

<https://www.crd.com.tw/news-detail/show-1066921.htm>

2.能源供給概況

https://www.moeaea.gov.tw/ECW/populace/content/Content.aspx?menu_id=14435

3.實驗模擬風機設備

<https://sl.bing.net/xgFfmWQoyi>

4.實驗模擬空調風管系統圖片

<https://sl.bing.net/eEyUv8G7Nkq>

玖、附錄

1、作品分工表

參賽學生	工作任務
A	3D 建模、影片拍攝、工作統籌、 PPT、說明書製作、報告
B	收集、整理資料、PPT、說明書製作
C	影片剪輯、PPT、說明書製作
D	收集、整理資料、PPT、說明書製作

2、競賽日誌

年	月	日	進度	工作
113	5	21	搜尋資料、元件蒐集	同學 A: 資料查詢 同學 B: 資料查詢 同學 C: 資料查詢 同學 D: 資料查詢
113	6	2	搜尋資料、元件蒐集	同學 A: 資料查詢 同學 B: 資料查詢 同學 C: 資料查詢 同學 D: 資料查詢
113	6	26	搜尋資料、元件蒐集、外殼製作	同學 A: 廠商協談 同學 B: 資料查詢 同學 C: 資料查詢 同學 D: 資料查詢
113	7	5	元件蒐集、外殼製作	同學 A: 廠商協談 同學 B: 元件採購 同學 C: 元件採購 同學 D: 元件採購
113	7	20	外殼製作、配線設計、PPT 製作	同學 A: 廠商協談 PPT 製作 同學 B: 配線設計 PPT 製作 同學 C: 配線設計 PPT 製作 同學 D: 配線設計 PPT 製作
113	8	15	外殼製作、配線設計、盤面測試、	同學 A: 廠商協談 PPT 製作 同學 B: 配線設計 PPT 製作

			PPT 製作	同學 C: 盤面測試 PPT 製作 同學 D: 配線設計 PPT 製作
113	9	10	配線設計、盤面測試、風量對比、PPT 製作	同學 A: 風量對比 影片拍攝 同學 B: 配線設計 PPT 製作 同學 C: 盤面測試 PPT 製作 同學 D: 配線設計 PPT 製作
113	9	29	盤面測試、風量對比、成品測試、PPT 製作	同學 A: 成品測試 影片拍攝 同學 B: 盤面測試 PPT 製作 同學 C: 盤面測試 影片製作 同學 D: 配線設計 PPT 製作
113	10	25	風量對比、成品測試、PPT 製作	同學 A: 成品測試 PPT 製作 同學 B: 成品測試 PPT 製作 同學 C: 成品測試 影片製作 同學 D: 成品測試 PPT 製作
113	11	28	風量對比、成品測試、PPT 製作	同學 A: 成品測試 PPT 製作 同學 B: 成品測試 PPT 製作 同學 C: 成品測試 影片製作 同學 D: 成品測試 PPT 製作
113	12	10	風量對比、成品測試、PPT 製作	同學 A: 成品測試 PPT 製作 同學 B: 成品測試 PPT 製作 同學 C: 成品測試 影片製作 同學 D: 成品測試 PPT 製作
113	12	29	報告測試	同學 A: 成品測試 PPT 製作 同學 B: 成品測試 PPT 製作 同學 C: 成品測試 影片製作 同學 D: 成品測試 PPT 製作
113	1	5	影片修改、海報製作、最終測試	同學 A: 報告練習 同學 B: 海報製作 同學 C: 最終測試 同學 D: 最終測試