

2025 仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽

決賽成果報告書

隊伍名稱：空氣環保尖兵

作品名稱：智慧型空氣濾清器

科學概念 1 台灣近年來因垃圾燃燒、工業排放與交通運輸等因素，產生大量空氣污染物，污染物其中一種與灰塵大小相近的粒狀物稱為懸浮微粒 (Particulate Matter, PM)。依照粒徑大小分類，當顆粒直徑小於或等於2.5微米 (μm) 時，即被稱為PM_{2.5} [1]。由於PM_{2.5}的粒徑極為微細，能夠穿透人體呼吸道並深入肺部氣泡，使其攜帶的有毒物質進入血液循環，進而影響全身健康。長期暴露於高濃度PM_{2.5}環境可能導致過敏、肺部疾病、心血管疾病，甚至增加罹患癌症的風險。PM_{2.5}的主要來源包括火力發電廠、工廠廢氣排放、汽機車尾氣以及露天燃燒。由於人口密集區交通流量大、能源消耗高，PM_{2.5}的濃度通常較高，因此PM_{2.5}幾乎成為空氣污染的指標[2, 3]。

為了降低PM_{2.5}帶來的危害，政府與相關機構應加強空氣品質監測，並推動環保政策，如提高排放標準、鼓勵使用清潔能源、發展大眾運輸系統等。此外，民眾也可透過減少使用燃油交通工具、避免戶外燃燒及提升居家空氣淨化措施來降低PM_{2.5}的影響。唯有透過政府、企業與個人的共同努力，才能有效改善空氣品質，保障大眾健康。

決賽成果報告書內文

(最多 10 頁)

1. 發想動機：

當電子工廠進行焊接作業時，常伴隨產生大量微細懸浮粒子（PM_{2.5}），這些粒子中通常含有金屬微粒及其他有害化學物質，對人體健康構成嚴重威脅。所謂PM2.5，係指直徑小於或等於2.5微米的空氣懸浮微粒，因其粒徑極小，能深入肺泡，甚至進入血液循環系統，對呼吸系統與心血管系統造成潛在且長期的健康風險。為保障學生在教學與實驗操作過程中的健康安全，本研究團隊致力於開發一款具智慧控制功能之室內空氣淨化設備。系統核心採用Arduino開源微控制器，其具備高程式彈性與模組化擴充性，廣泛應用於嵌入式系統及創新自動化解決方案中。擬開發之智慧型空氣濾清器將整合車用等級高效濾材，能有效攔截PM_{2.5}與部分有毒氣體，並結合高靈敏度空氣品質感測模組進行即時監測。

在系統架構方面，Arduino將作為中央控制單元，根據所收集之空氣品質數據，自動調節濾清器運作模式與風速等參數，以達最佳過濾效率。此外，設計將包含一組LCD液晶顯示模組，用以呈現即時PM_{2.5}濃度及設備運作狀態，使用者可藉此直觀掌握環境品質，提升系統的實用性與互動性。本研究的發展動機不僅限於提升實驗室與教學空間之空氣品質，更著眼於構築一個兼顧健康防護與環保理念的智慧系統。透過有效降低PM_{2.5}暴露風險，有助於減少長期接觸電子製造環境下有害氣體與微粒所造成的健康損害，對學生與老師的健康安全保障具有積極意義。

此外，本系統的開發不僅體現了科技於實際生活中解決問題的應用潛力，也展示智慧化環保裝置於教育、產業場域中推動可持續發展之價值。本研究不僅是技術創新的實踐，更是落實未來健康與環境責任承諾的重要一步。

2. 作品創意性：

我們的作品創意性說明如下：

(1). 即時監測功能：

空氣濾清器內含空氣汙染感測器(PMS5003)，可即時檢測空氣中的PM_{2.5}濃度及有毒氣體含量，結合 Arduino 晶片(Atmega 328)及液晶螢幕顯示器(LCD 16*4)，可即時監測空氣品質並透過液晶螢幕顯示器(LCD)及發光二極體(LED)提醒學生空污風險。

(2). 多層過濾技術：

為了環保及材料取得方便，本實驗使用一般常見汽車空氣濾清器專用濾網，優點為高效能活性炭濾芯濾技術，專為捕捉微小懸浮粒子與化學污染物而設計，確保空氣品質達到安全標準。

(3). 微電腦控制系統：

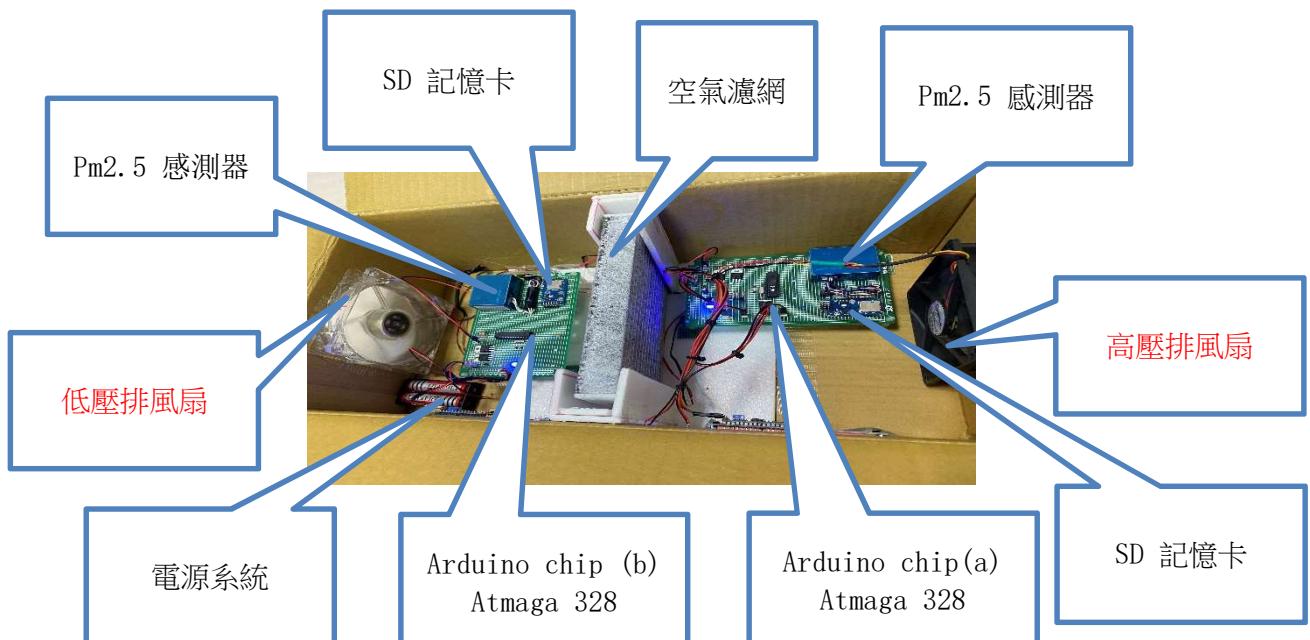
Arduino 微電腦控制濾清器，可根據電子工廠現場污染程度，自動調整運作模式，本機器主要功能有二種：

- (a). 待機模式：當機器監測到無汙染空氣，系統自動維持待機模式。
- (b). 啟動模式：當機器監測到有空氣汙染時，機器會自動開啟空氣清淨模式效果並在 LCD 顯示目前汙染數值及 LED 變為紅燈，方便學生觀測電子實習工廠空氣品質。

(4). 環保與可持續性：

我們團隊利用學校廢棄紙箱，安裝 PM_{2.5} 感測器電路，濾芯選用可回收材料製作濾芯(車用空氣濾清器)，並搭配 Arduino 晶片(Atmega 328)運作設計一組智慧型空氣濾清器，我們不僅希望改善焊接作業環境，也能以科技手段彰顯對健康與安全的關注，進一步提高學生學習效率及保護師生健康。

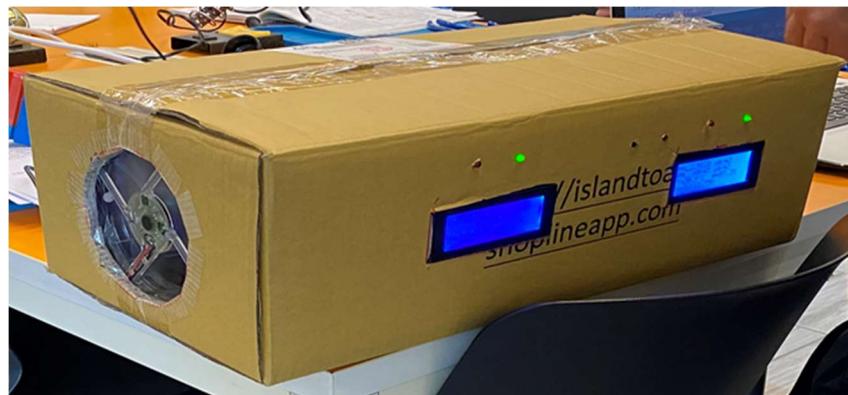
2. 硬體及電路架構圖：



〈圖一 電路架構圖_內部結構〉



〈圖二 電路架構圖_外部結構〉



〈圖三 電路架構圖_作品外觀〉

3. 作品預計成果及應用：（可透過圖表或照片說明之）

我們先利用烙鐵加熱產生高溫再與焊錫接觸即產生大量 $PM_{2.5}$ ，來模擬汙染源，方便觀察智慧型空氣濾清器運作是否正常，如圖四



〈圖四 智慧型空氣濾清器_作品成果測試〉

當烙鐵加熱產生高溫再與焊錫接觸即產生大量空氣汙染，右邊LCD 螢幕為空氣偵測輸入端， $PM_{2.5}$ 瞬間高達 $1511 \mu g/m^3$ ，亮起紅燈警示，經過智慧型空氣濾清器立即處理我們觀察到左邊LCD 螢幕 $PM_{2.5} 1269 \mu g/m^3$ ，智慧型空氣濾清器立即過濾45%有害空氣，如圖五。



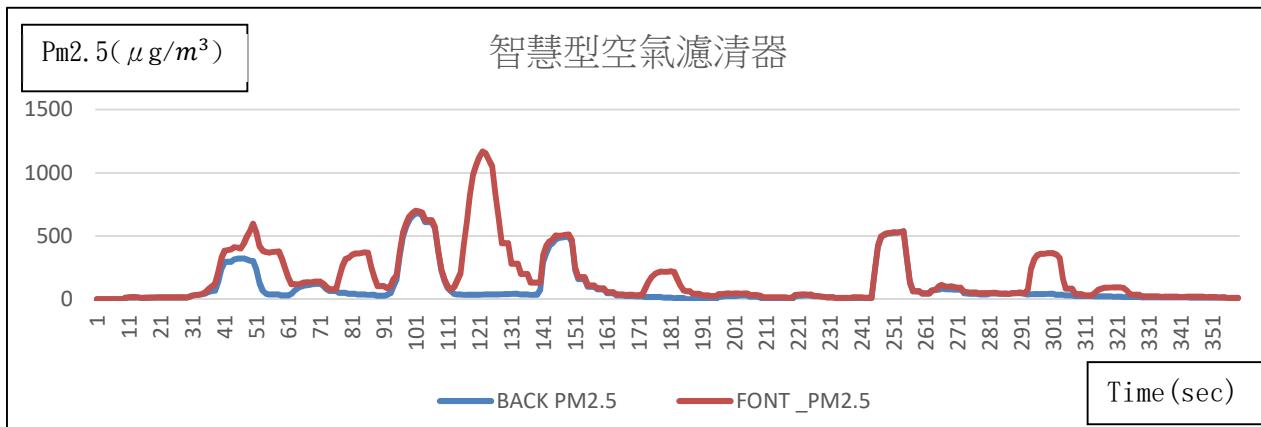
〈圖五 智慧型空氣濾清器_空污處理中〉

智慧型空氣濾清器處理完畢後右邊LCD 螢幕顯示PM _{2.5} 為 $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，亮起綠燈，並且觀察到左邊LCD 螢幕PM _{2.5} 為 $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，亮起綠燈如圖六。

最後我們利用SD卡將整過程紀錄下來並轉換至excel 檔案繪製圖形，以利觀察結果，如圖七。



〈圖六 智慧型空氣濾清器_空污處理完畢〉



〈圖七 智慧型空氣濾清器 SD卡紀錄結果〉

4. 參考文獻：

- [1]. 紀妙青、謝依倫、王玉純(2010)。台灣空氣汙染與呼吸道疾病健康風險。長庚科技學刊。13，1-16。
- [2]. 王建楠、李璧伊(2014)。細懸浮微粒暴露與心血管疾病：系統性回顧及整合分析。中華職業醫學雜誌。21，193-204。
- [3]. Shen, Y. L., Liu, W. T., Lee, K. Y., Chuang, H. C., Chen, H. W., & Chuang, K. J. (2018). Association of PM2. 5 with sleep-disordered breathing from a population-based study in Northern Taiwan urban areas. Environmental Pollution, 233, 109-113.
- [4]. <https://airtw.epa.gov.tw/cht/Information/Standard/AirQualityIndicator.aspx>