

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

Method of Testing Indoor Air Cleaners

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2211-E-040-002-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：中山醫學大學職業安生衛生學系

計畫主持人：賴全裕

共同主持人：陳志傑

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 31 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

室內空氣清淨機測試方法評估

Method of Testing Indoor Air Cleaners

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC93-2211-E-040-002

執行期間：93年8月1日至94年7月31日

計畫主持人：賴全裕 助理教授

共同主持人：陳志傑 教授

計畫參與人員：

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫
及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中山醫學大學職業安全衛生學系

中華民國 94 年 10 月 31 日

中文摘要

關鍵詞：空氣清淨機、過濾、靜電集塵器、臭氧、室內空氣品質

根據歐美地區的研究指出，在現代化的國家中，每人每天約有 90 % 的時間是在室內的空間活動，而室內空氣污染物的濃度常常是室外的數倍甚至於有可能達百倍之高，而對於小孩、老人以及一些患有慢性疾病的病人來說，相對地必須花更多的時間於室內環境（包括學校、醫院、住家等等），因此室內空氣品質是一個不容忽視的問題。然而相當多民眾均只認知室外空氣污染會對人體健康造成危害，卻忽略室內空氣污染也可能造成更顯著影響之事實。美國環境保護署及其諮詢委員會，常年以來一直都將室內空氣污染列為對公共衛生危害最大的前五個環境因子。除了污染源控制與通風之外，室內空氣清淨機是去除健康危害之氣懸微粒最有效的方法之一。

依據空氣清淨機收集氣懸微粒的方式，一般市售產品可分為以下幾類：機械式過濾集塵、電子式靜電集塵、以及離子產生器，此外也有將上述兩種方法一齊使用的混合式集塵機，一般的室內空氣清淨機大都是可攜帶式，其大小與集塵效能有相當大的差異。美國家電製造協會與美國國家標準局，共同擬定 ANSI/AHAM AC-1-2002 以評估小型室內空氣清淨機的性能良窳。擬定乾淨空氣釋放率 (Clean Air Delivery Rate, CADR) 為測試空氣清淨機有效處理風量，也是目前歐美廠商較廣泛採用的空氣清淨機性能指標。

本研究將探討 ANSI/AHAM AC-1-2002 所訂定測試標準的合理性，包括測試微粒選擇合理性、微粒粒徑量測儀器適用性。實驗中主要微粒量測儀器將以掃描式電移動度粒徑分析儀（涵蓋粒徑範圍為 0.02 至 0.8 微米）及氣動粒徑分析儀（涵蓋粒徑為 0.8 至 30 微米）進行，以蒸發凝結式單一粒徑微粒產生器產生所需之挑戰氣膠，以 Am-241 中和挑戰氣膠至波茲曼分佈。並以傾斜式壓力計進行空氣阻抗或壓降的變化監測。本研究最終在評估各空氣清淨機之 CADR 值與其他指標（如：能量、噪音、氣狀污染物移除等）之總和效率，以擬定出真正評估室內空氣清淨機效能的指標，以提供消費者一選擇參考依據。

Abstract

Keywords : Air cleaner, Filtration, Electrostatic precipitator, Ozone, Indoor Air Quality

Studies from America and Europe have shown that people stay indoors more than 90 % of a day. With more energy-efficient building construction and less ventilation with outside air, indoor air quality can suffer. The indoor air quality has found to be worst 2-5 times, or even more 100 times than outdoor. The USEPA and its Science Advisory Board have ranked indoor air pollution among the top five environmental risks to public health. However, most people only concern about outdoor air pollution but do not aware the adverse health effect from the indoor air. Removing airborne particles may reduce allergic reactions of people suffering from asthma, hay fever, sinusitis and other respiratory problems. In addition to the Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC) system, air cleaners may be one part of the solution. For this reason, indoor air cleaners are used to control and reduce the indoor air pollution.

Air cleaners are usually classified for removing particles of various sizes from the air. There are three general types of air cleaners on the market: mechanical filters, electronic air cleaners, and ion generators. Hybrid units, using two or more of these removal methods are also available. Most of the indoor air cleaners are portable, vary in size and effectiveness in pollutant reduction capabilities. They range from relatively ineffective table-top units to larger, more powerful console unit.

American National Standards Institute and Association of Home Appliance Manufacturers have normalized the ANSI/AHAM AC-1-2002 to evaluate the performance of commercially available indoor air cleaners. However, the Clean Air Delivery Rate (CADR) can only show the initial performance of these

cleaners. The pressure drop caused by filter loading is not included in the estimation. Therefore, the study built a small room similar to the ANSI/AHMA AC-1-2002 air cleaner certification chamber to measure the CADR of the commercially available indoor air cleaners and make comments to ANSI/AHMA AC-1-2002. The size of test field, instruments using, energy consuming, noise, the concentration decay of gaseous pollutions, the service time of filter, the pressure drop after filter loading were all evaluate in the measurements. A Condensation Monodisperse Aerosol Generator (CMAG) was used to generate challenge aerosol particles. A radioactive source, Am-241, was used to neutralize the challenge particles to the Boltzmann charge equilibrium. The main aerosol size-spectrometers was a Scanning Mobility Particle Sizer (working size range 20 nm ~ 0.8 μm) and an Aerodynamic Particle Sizer (0.8 ~ 30 μm). An inclined manometer was used to monitor the pressure drop across the air cleaners.

計畫之前言及目的

- 一、 根據統計顯示，現今國內約有 40 % 的就業人口從事所謂「白領階級」的辦公室行業，如此高比例凸顯出室內空氣品質對長期室內工作者的重要，如果再將居家室內時間、通車時間等併入考量，則不良的室內空氣品質將無形的傷害人類健康。
- 二、 今日，各式各樣的空氣清淨機已經普遍地存在於市面上，然而，對於這些已經上市的空氣清淨機到目前還尚未有一套客觀且完整的測試方法，以供評估類似的設備，也並沒有要求廠商提供相關的測試報告，所以消費者在選購這些產品的時候就顯得無所適從，所能得到的也都只是商家較主觀的一些資訊，在這樣的情況之下，對於消費者的權益無疑是一種傷害。
- 三、 根據過去相關的研究顯示，許多因素會影響空氣清淨機的除塵效率，然而卻鮮有研究提供微粒粒徑與效率之間的資訊，以至於無法訂定出一套較為客觀的測試標準。
- 四、 本研究的目的除了將針對 ANSI/AHAM AC-1-2002 的標準方法進行分析研究，擬定一適合評估市售空氣清淨機性能測試標準方法。另外，如何藉著這些研究結果以評估、改善現有的空氣清淨機，並提供一個較客觀的測試方法與要求，亦是本研究的一個重點。如此一來，不但保障了消費者的權益，對於產品品質的提昇亦有所助益，而本研究的結果亦可應用於相關的除塵設備評估與改良上。

文獻回顧

ANSI/AHAM AC-1-2002 家用室內空氣清淨機評估方法簡述

空氣清淨機之污染物收集效率，主要與清淨機本身之污染物收集效率以及清淨機操作風量有關。因此美國家電製造協會(Association of Home Appliance Manufacturers, AHAM)與美國國家標準局(American National Standards Institute, ANSI)共同擬定 ANSI/AHAM AC-1-2002 以評估小型室內空氣清淨機的性能良窳。ANSI/AHAM AC-1-2002 所擬定的測試室內空氣清淨機的一個標準操作程序。擬定乾淨空氣釋放率(Clean Air Delivery Rate, CADR)為測試空氣清淨機有效處理風量(feet^3/min)，更嚴格而言，CADR 為在測試腔中空氣清淨機運轉時所造成微粒的移除率減室內環境自然衰減率，再乘以測試腔體積。它是目前歐美廠商較廣泛採用的空氣清淨機性能指標，此標準下可以提供廠商與消費者對於清淨機的使用效能與特性一個基本準則。

測試標準中所用的測試房間大小為 10.5 ft.×12 ft.×8 ft.，總體積為 1008 ft^3 。為確保氣膠不會因擴散或通風稀釋而造成濃度下降，房間換氣率必須事先使用 SF_6 當成追蹤氣體量測，且必須小於 0.03 L/hour。清淨機測試過程中環境之溫濕度須控制於 21 ± 2.5 °C、 40 ± 5 %，清淨機之供應電源為 120 ± 1 V、 60 ± 1 Hz。測試前空間之微粒背景濃度須潔淨至香煙 90 particles/cc，粉塵 0.03 particles/cc，花粉 0.03 particles/cc，清淨機測試之粒子初始濃度為香煙 24,000 ~ 35,000 particles/cc，粉塵 200 ~ 400

particles/cc，花粉 5 ~ 15 particles/cc。在測試前先使用 HEPA 濾材將測試腔潔淨至規定濃度，啟動風扇使其均勻混合一分鐘。關上風扇後三分鐘，進行濃度測量。當達初始濃度範圍時即進行自然沉積或清淨機效能測試，經由以微粒量測儀器測量測試腔中微粒自然衰減及清淨機運轉時的濃度變化。在開始量測第二分鐘，一分鐘記錄一筆，在微粒到達儀器可量測的最低濃度時，應至少紀錄九筆數據，否則此數據將不被認可。由於測試腔中的換氣率可以忽略，所以在計算衰減常數時，可以省略換氣率計算。其理論依據為：假設於體積大小為 V 之完全密閉空間內，即無滲透及外洩風量，且無粉塵產生源，則粉塵濃度的質量守恆方程式為：

$$\frac{d\bar{C}}{dt} = -K_n \bar{C} - \frac{Q(C_{in} - C_{out})}{V} \quad (1)$$

其中 C：微粒濃度
 Q：空氣清淨機運轉風量
 K_n：微粒自然沈降常數
 V：測試腔體積

而空氣清淨機集塵效率為：

$$\eta = \frac{(C_{in} - C_{out})}{C_{in}} \quad (2)$$

空氣清淨機短循環效率：

$$E_d = \frac{C_{in}}{C} \quad (3)$$

則式 (3) 可簡化成：

$$\frac{d\bar{C}}{dt} = -\left[K_n + \frac{\eta E_d Q}{V} \right] \bar{C} \quad (4)$$

解微分方程式可得粉塵平均濃度變化的特性方程式：

$$\bar{C}_t = \bar{C}_i e^{-kt} \quad (5)$$

另外，當清淨機無運轉時，

$$K = K_n \quad (6)$$

清淨機運轉時，

$$K = K_n + \frac{\eta E_d Q}{V} = K_a \quad (7)$$

則

$$CADR = (K_a - K_n) \times V = \eta E_d Q \quad (8)$$

故 CADR 為考慮清淨機效率 η 及短循環係數 E_d 兩項因素後，所得之空氣清淨機有效處理風量。因清淨機效率及短循環係數不易計算求得，故藉由實驗方式及統計方法先將 K_a 、 K_n 求得，再帶入上式，即可求得清淨機有效處理風量。

研究方法及步驟

研究操縱變項則如下所述：

1. 測試微粒選擇

由前述之文獻探討可知濾材過濾機制，包含有擴散、攔截、慣性衝擊、重力沉降以及靜電力作用等機制。一般而言，次微米微粒較重要的作用機制有擴散及靜電作用，而慣性衝擊及攔截則大都作用在大微粒上，至於重力沉降在一般過濾理論上，因所占份量甚微，一般均可忽略不加以考慮。由於此兩極化的作用力使得大、小顆粒均易被濾除，而僅剩下中間所謂最易穿透粒徑。而 ANSI/AHAM AC-1-2002 測試規範所使用之測試微粒：香菸微粒（粒徑介於 0.5 ~ 11 μm ）、室內粉塵（粒徑介於 0.5 ~ 11 μm ）、花粉（粒徑介於 0.5 ~ 11 μm ），所指出粒徑範圍涵蓋甚廣，沒有清楚說明測試用微粒其氣動粒徑的眾數（Mode）。如此則會造成若所取得微粒粒徑越接近最易穿透粒徑則所測得 CADR 值會越高，反之亦然。本研究將探討不同微粒粒徑分佈時對 CADR 量測產生的影響。

3. 採樣時間對於 CADR 值的影響

微粒量測時間的長短，針對 ANSI/AHAM AC-1-2002 測試規範應訂定一適當的測試採樣時間以減少 CADR 值計算之差異性。

2. 微粒濃度量測儀器適用性

不同微粒量測儀器有不同的抽氣量，例如針對超細微粒（Ultrafine Particle）的粒數濃度量測，P-Trak（Ultrafine Particle Counter, Model 8525 P-TRAK™, TSI Inc., St. Paul, MN, U.S.A.）、UCPC (Ultrafine Condensation Particle Counter, Model 3025A, TSI Inc., St. Paul, MN, U.S.A.) 採樣流量前者為 0.7 L/min，後者為 0.3 L/min。而氣流經過量測儀器皆會經過 HEPA 濾材後排放至測試空間內，顯示量測儀器本身也會有收集粒狀物的效用。另外，若儀器背面有散熱風扇的運轉，亦將增加測試腔內氣流擾動程度。此利用不同實驗儀器所量測到的 CADR 值是否會有影響，也將一併於研究中探討。

結果與建議

研究初以建立一標準之微粒產生方式，以提供 ANSI/AHAM AC-1-2002 測試規範之相關研究使用，首先架設一與 ANSI/AHAM AC-1-2002 測試規範中所使用的大小尺寸相同的測試空間，如圖一，以進行此研究。而改變操作變相後之測試用的空氣清淨機為 Honeywell 所出產，型號 HE8120，其基本資料如圖二所示。

研究開始，針對 ANSI/AHAM AC-1-2002 測試規範中所使用的香煙微粒產生源，探討其適用性。首先將產生的香煙微粒釋放至前述所設置之測試空間中，在空氣清淨機未運轉的情況下，觀察其長時間之粒徑分佈的變化。實驗結果如圖三顯示，微粒起始粒徑之 mode 約為 40 nm 左右，當經過約三個半小時後其粒徑之 mode 約為 80 nm 左右。推測可能原因為較小的粒徑因擴散機制的的作用而造成微粒數目濃度較快速的衰減。為了了解這樣的變化對於測試結果是否會產生差異，本研究接著設計不同大小的粒徑做為測試之用。

實驗設計以蒸發凝結式單一粒徑微粒產生器 (Condensation Monodisperse Aerosol Generator, CMAG, Model 3457, TSI Ins., St. Paul, MN, USA) 產生接近最易穿透粒徑區間之三種微粒粒徑, 分別為0.09 μm , 0.3 μm , 及2 μm 。預期找出粒徑大小與微粒衰減率之間的關係。圖四為上述三種大小微粒在三十分鐘的測試時間內其測試結果。不論是在空氣清淨機未運轉時的微粒自然衰減率, 或是空氣清淨機運轉所造成的微粒衰減率, 相對於粒徑的關係都可以發現: 在接近微粒最易穿透粒徑 (約0.3 μm) 時其微粒衰減率, 相對於較大或較小的粒徑來說是最低的。這是因為不同的粒徑對於微粒衰減的主要作用機制的不同所造成, 較大的微粒主要衰減機制為經由重力沉降, 而在測試空間中造成微粒濃度的衰減; 而較小的微粒則因擴散機制相互碰撞, 或附著於測試腔的表面上造成微粒數目衰減。

在量測時間方面, 由圖五可知在空氣清淨機運轉時其微粒的衰減率隨著時間的增加並非維持定值, 由圖六可見, 於本測試空間不論高或低的數目濃度在空氣清淨機開啟的情形下, 約在四十分鐘後濃度已趨近於 0 particles/cm³。而這樣較小的數目濃度, 由於樣本數的不足, 容易造成儀器採樣計數的準確性偏差, 使得超過40分鐘後的微粒衰減率呈大幅度的下降。因此當採樣時間延長, 於後段時間的影響而使整個微粒衰減率的值減小。這對CADR值的計算會產生極大的影響, 將使CADR值下降甚多。

研究亦針對所使用的氣懸膠體量測儀器, 其本身在運轉進行採樣時是否會產生微粒, 並響測試腔內的微粒濃度以進行測試。如圖七所示, 當測試空間濃度為定值時, 再將量測儀器SMPS開啟, 另外再由P-Trak量測SMPS開啟後濃度是否增加的趨勢, 結果顯示在SMPS開啟後30分鐘內濃度並沒有因量測儀器的開啟而有顯著的上升。因此可確保實驗中儀器的使用對微粒濃度的增加是沒有影響的。

本次研究結果探討了最易穿透粒徑對空氣清淨機運轉時, 乾淨空氣釋放率(Clean Air Delivery Rate, CADR)之空氣清淨機性能指標。由於最易穿透粒徑之製備技術及量測技術已臻成熟, 未來將選擇除了0.09 μm , 0.3 μm , 及2 μm 之外的單一粒徑分佈, 持續深入研究探討。

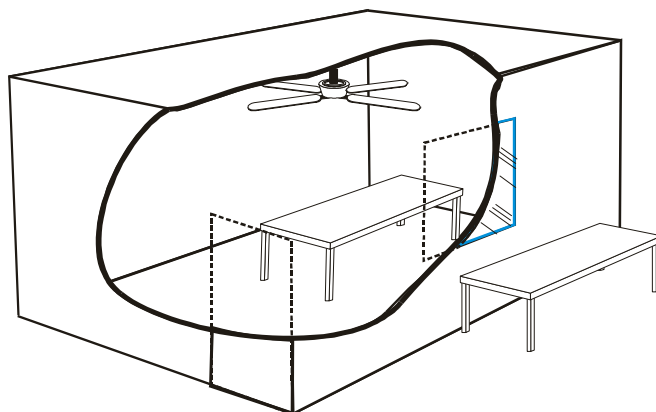
重要參考文獻

- A Test of Small Air Cleaners. New Shelter. p.48, 1982 July/Aug.
- AHAM, Method for Measuring Performance of Portable Household Electric Cord-Connected Room Air Cleaners, Standard AC-1-2002, Association of Home Appliance Manufacturers, Chicago, 2002.
- Air Cleaners: Some Really Did Clear The Air Of Smoke And Dust; But The Ones That Worked Aren't Cheap. Consumer Reports. Jan:7, 1985.
- American Lung Association (1996). When You Can't Breathe, Nothing Else Matters. From <http://www.lungusa.org/noframes/global/news/report/viron/virozonefac.html>.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice, 23rd., ACGIH, Cincinnati, OH., 1998.
- American Society for Testing and Materials: Standard Test Methods For Determining Aid Change in a Single Zone by Means of a Tracer Gas Dilution, ASTM Standard E741-93, ASTM Philadelphia, 1993.
- Association Of Home Appliance Manufacturers, American National Standard Method For Measuring Performance Of Portable Household Electric Cord-Connected Room Air Cleaners, ANSI/AHAM AC-1-2002, Chicago, IL: Association Of Home Appliance Manufacturers, 2002.
- Cheng, Y. S., Lu, J. C. and Chen, T. R., Efficiency of a Portable Indoor Air Cleaner in Removing Pollens and Fungal Spores, Aerosol Science and Technology 29: 92-101., 1998.
- Code of Federal Regulations, Mineral Resources, Title 30, Pt, 11. 1983. pp. 7-71.
- DOE standard, Specification for HEPA Filter Used by DOE Construction, DOE-STD-3020-97, January, 1997.
- Emi, H., C. Kanaoka, Y Otani, and T. Ishiguro, Collection Mechanisms of Electret Filter. Particulate Sci. and Technol. 5:161-171, 1987.
- High efficiency air cleaners: which ones work best? Allergy Relief. April:4, 1986.
- Hinds, W.C., Aerosol Technology. New York, John Wiley and Sons, Inc. 164-186., 1982.

- Kirk, R. E., and Othmer, D. F., *Encyclopedia of Chemical Technology* 4th ed. Wiley, New York, vol. 17, pp. 953-990, 1996.
- Lathrache, R., and H.J. Fissan, Enhancement of Particle Deposition in Filters due to Electrostatic Effects. *Proc. of the Filtration Society* 418- 422, 1987.
- Lathrache, R., H.J. Fissan, and S. Neumann, Deposition of Submicron Particles on Electrically Charged Fibers. *J. Aerosol Sci.* 17:446-449, 1986.
- Lee, K.W. and B.Y.H. Liu, Theoretical Study of Aerosol Filtration by Fibrous filter. *Aerosol Sci Technol.* 1:147-161, 1982.
- Lin, C.Y. and Li, C. S., Evaluation of Surface Disinfection by Ultraviolet Germicidal Irradiation, J. American Industrial Hygiene Association, (submitted), 2003.
- Liu, B.Y.H. and K.L. Rubow, Air Filtration by Fibrous Media. In *Fluid Filtration: Gas, Volume I*. R.R. Raber, ed. ASTM STP 975, pp 1-13, 1986.
- Marshall, J. W., Vincent, J. H., Kuehn, T. H., and Brosseau, L. M., Studies of Ventilation Efficiency in a Protective Isolation Room by the Use of a Scale Model. *Infect Control Hop Epidemiology* 17:5-10., 1996.
- Moyer, E.S. and G.A. Stevens, Worst Case, Aerosol Testing Parameters: II.Efficiency Dependence of Commercial Respirator Filters on Humidity Pretreatment. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 50(5):265-270, 1989.
- Moyer, E. S, and Stevens, G. A., Worst Case. Aerosol Testing Parameters: III-- Initial Penetration of Charged and Neutralized Lead Fume and Silica Dust Aerosols through Clean, Unloaded Respirator Filters. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 50(5):271-274., 1989.
- Nelson, H. S, Hirsch, S.R., Ohman, J. L., PlattsMills, TAE, Reed, C. E., and Solomon, W. R., Recommendations For The Use Of Residential Air-Cleaning Devices In The Treatment Of Allergic Respiratory Diseases. *Journal Of Allergy And Clinical Immunology*, 82(4): 661-669., 1988.
- Nguyen, X. and J.M. Beeckmans, Single Fiber Capture Efficiencies of Aerosol Particles in Real and Model Filters in the Inertial-Interceptive Domain. *J. Aerosol Sci.* 6:205-212, 1975.
- Nicholas, P., William, P., Ronald, P. D, and Matthew, A. L., A Simple And Inexpensive Method For Determining The Effective Ventilation Rate In A Negatively Pressurized Room Using Airborne Particles As A Tracer. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, Vol 17(10):704-710., 2002.
- Reischl G, John W, and Devor W., Uniform Electrical Charging of Monodisperse Aerosols, *J. Aerosol Sci.* (8)55-65, 1977.
- Shaughnessy, R. J., Leventin, E., Blocker, J. and Sublette, K. L., Effective of Portable Indoor Air Cleaners: Sensory Testing Results. *Indoor Air* 4:179-188, 1994.
- Small, W. S., Report of the Subcommittee on Air Processing-American Academy of Allergy. *J. Allergy.* 28:455., 1957.
- Solomon WR, Burge HA, and Boise JR. Exclusion of Particulate Allergens by Window Air Conditioners (abstract). *J. Allergy Clin. Immunol.* 65:305, 1980.
- Stockham, J. D, Jones, D. R., and Moschandreas, D. J., Performance of Portable Household Air Cleaner. Chicago: IIT Research Institute.
- The Merck Index, Merck Research Laboratories Division of MERCK & CO., Inc., 12th ed.:7112-7113, 1996.
- Trasoff A., Blumstein G, The Value of Air-Conditioned Room in the Treatment of Seasonal and Perennial Asthma. *J. Lab. Clin. Med.* 22:147, 1936.
- US EPA, Residential Air Cleaning Devices: A Summary Of Available Information., 1990.
- Vaughan WT, Cooley LE, Air Conditioning as a Means of Cleaning Pollen and Other Particulate Matter and of Relieving Pollinosis. *J. Allergy.* 5:37, 1933.
- Weber, A. M, and Daftarian, H., NIOSH Health Hazard Evaluation Report – Lockheed Martin Aeronautical Systems, HETA 98-0347-2758. National Institute for Occupational Safety and Health. Cincinnati, OH., 1975.
- Whitby KT, Anderson GR, Rubow KL. Dynamic Method for Evaluating Room-Site Air Purifiers. *ASHRAE Trans.* p.89:parts A and B, 1983.
- 李芝珊、林雅晴、侯博安與蕭欣杰：室內空氣品質問題調查研究—空氣清淨機效能之評估。EPA86-FA41-09-05，1996。

附圖

Inside Dimension 3.2*3.65*2.44 (m)

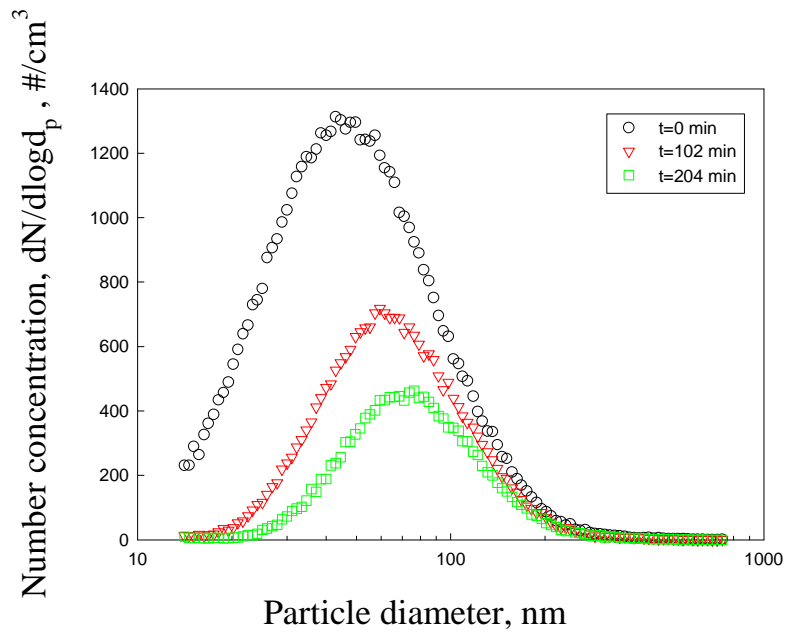


圖一：測試房間示意圖

Maker	Honeywell		
Model	HE 8120		
Capacity varies	144 – 288 ft ³		
Application	110V 60Hz		
Power	Flow	High	88 W
		Med	73 W
		Low	57 W
Charcoal Filter model	HF-8120/38002		
HEPA Filter Model	HEP-7120		
Size	38 x 17 x 36.5 cm		
Weight	4.1 kg		

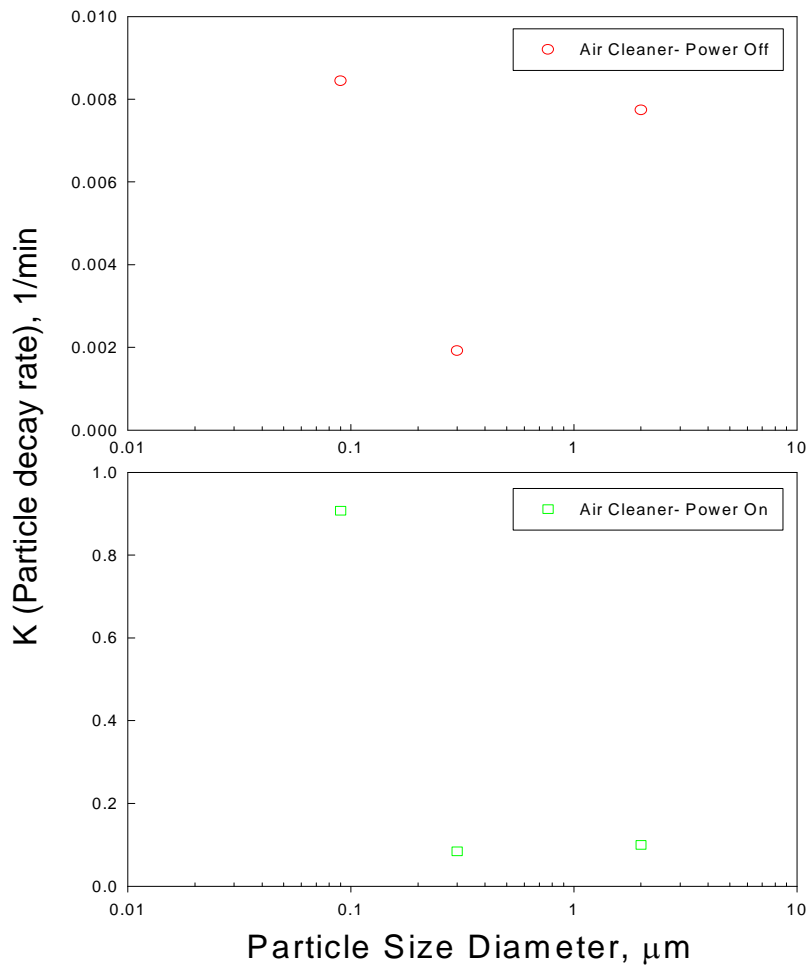


圖二：測試清淨機-Honeywell HE8120

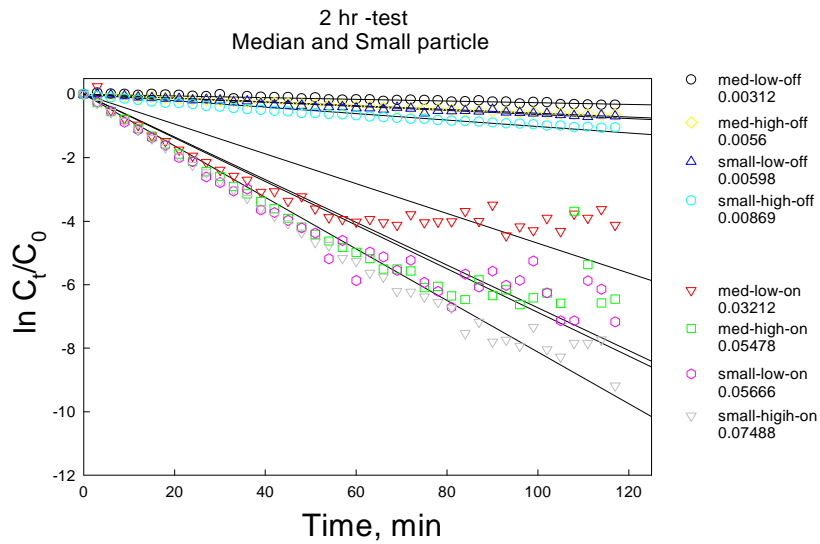


圖三：香煙微粒之粒徑分佈隨時間的變化

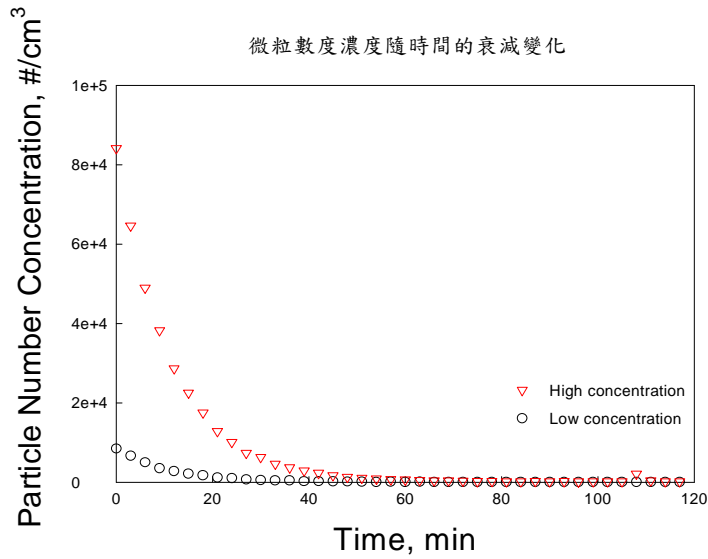
不同粒徑之微粒在空氣清淨機on/off的情形下其微粒衰減率的變化



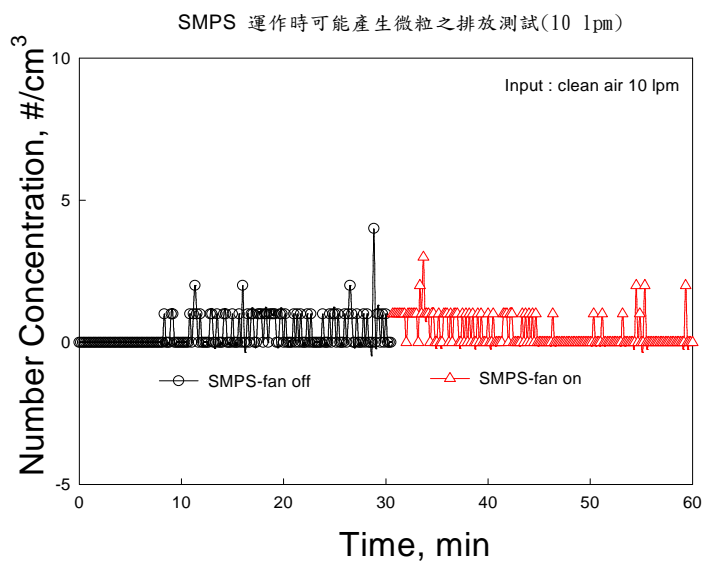
圖四：不同尺寸之微粒其微粒衰減率之變化



圖五：微粒衰減率隨時間變化圖



圖六：微粒數目濃度隨時間衰減變化圖



圖七：微粒量測儀器 SMPS 產生微粒測試圖

計畫成果自評

1.完成之工作項目

- 1.1 不同測試粒徑對微粒衰減率的影響。
- 1.2 微粒量測採樣之時間長短，對於空氣清淨機的評估指標 CADR 值之影響。
- 1.3 氣懸膠體量測儀器本身是否會對測試環境中的微粒濃度產生影響。

2.對於學術研究、國家發展及其他應用方面預期之貢獻。

- 2.1 協助及提供政府訂定空氣清淨機相關測試規範之參考。
- 2.2 加強工業界與學術研究合作，提高國際競爭力，共創雙贏局面。
- 2.3 改善發展私校研究環境，整合校際資源，加強學者團隊研究合作。

3.對於參與之工作人員，預期可獲之訓練。

- 3.1 研究人力有效整合，加強團隊合作。
- 3.2 鼓勵學者將學術研究成果回饋貢獻於社會。
- 3.3 培養研究人員社會及國際觀，關心環境及影響國際脈動。