

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

可攜式 HEPA 級車用空氣清淨機研發與設計 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 100-2221-E-040-007-
執行期間：100年08月01日至101年07月31日
執行單位：中山醫學大學醫療產業科技管理學系(所)

計畫主持人：白佳原
共同主持人：張晴翔

公開資訊：本計畫可公開查詢

中華民國 101 年 10 月 29 日

中文摘要：汽車內部異味一直是困擾車主及乘客的主要問題，汽車內飾、空調以及座椅皮套都可能散發出讓您不愉快的異味，而其中有些異味還可能含有有毒物質包括苯、丙酮、二甲苯等，長期在這種環境裡行駛，可能會導致人體的免疫力下降，嚴重的甚至可能致癌，尤其是我國有 70% 以上的開車民眾，不使用外循環。

改善車內空氣品質之方法有數種，而本研究計畫擬針對後者，即車用空氣清淨機，進行研發與設計，期能夠協助民眾改善汽車內空氣品質。

車用空氣清淨機顧名思義，為於汽車內使用之空氣清淨機，其使用電源通常為汽車點菸器插孔。唯現行車用空氣清淨機在使用上，配合相關技術，例如 USB，已能隨時攜帶，不限於汽車內使用。現行車用空氣清淨機，如其運用之技術，則可以分為以下幾類：負離子車用空氣清淨機、臭氧車用空氣清淨機、濾網式車用空氣清淨機、以及綜合型車用空氣清淨機。總結來說，現行市場上不乏車用空氣清淨機，主要綜合型車用空氣清淨機，即結合二種功能以上，而其功能主要以負離子和臭氧型車用空氣清淨機為主，至於過濾型車用空氣清淨機則較少見。

本研究計畫針對車用空氣清淨機進行研發與設計，期能夠協助民眾改善汽車內空氣品質。擬開發設計之車用空氣清淨機規格如下：(1) 採用超高效濾網，以達到除塵效率達 99.97% 以上之目標，(2) 鋁質蜂巢狀除甲醛濾網，以達到消臭、抗過敏及消滅揮發性污染物質與生物性污染物之目標，(3) 等離子裝置排放正負離子，(4) 2.6' 的迷你機身可安置於多數車用杯架(5) 便利的電源設計，使其使用環境不限於車內，以及(6) 易操作的單鍵與單速操作。

中文關鍵詞：車用空氣清淨機，等離子裝置，超高效濾網

英文摘要：The uncomfortable air quality in the car has bothered the driver and passengers a lot. It may not smell good. Otherwise, it may contain harmful contaminants, such as benzene, acetone and so on which may have a bad effect on human immune system and cause the mutation of the normal cells (usually normal cells

transform into the cancer cells). Therefore, it is of vital significance to maintain good air quality in the car, especially 70% of car drivers in Taiwan do not use the outside air circulation function in the car.

There are many ways to improve the air quality in the car. In this project, we aim to design and develop portable HEPA car air purifiers to help the public improve the air quality in the car.

A car air purifier is an air cleaner used in car, usually plugging into the user's vehicle's cigarette lighter to get the power. However, due to the development of the technology, such as application of USB, the car air purifier can be used in home, offices etc. other than in the car.

According to the technology applied, the car air purifier can be classified into the following categories: anion car air purifier, O₃ car air purifier, HEPA car air filter, multi-function car air purifier. In a work, in domestic market, most car air purifiers are with multi-functions, usually with anion and O₃ car air purifiers. And, HEPA car air filters are few.

This project aims to design and develop portable HEPA car air purifiers to help the public improve the air quality in the car. The specifications of the portable HEPA car air purifier that the project aims to develop are as follows. First, the HEPA filter will be designed and adopted to retain and filter out all particles from the air that passes through it down to 0.3 microns in size at an efficiency rating of 99.97%. Second, the bio-tech filter with anti-bacteria and anti-allergy functions will be designed and adopted to kill bacteria, fungi or infected contaminants in the air. Third, the anion filter will be designed and adopted to dilute or remove HCHO. Fourth, the 2.6" mini design can fit in most of the car cup holder. Fifth, the power design can be used in both car and home. Finally, the easy to operate single bottom and one speed design for easy operation.

英文關鍵詞： air purifier for car usage, iso ion, high efficiency filter

研究計畫背景及目的

1. 研究計畫背景

汽車內部異味一直是困擾車主及乘客的主要問題，汽車內飾、空調以及座椅皮套都可能散發出讓您不愉快的異味，而其中有些異味還可能含有有毒物質包括苯、丙酮、二甲苯等，長期在這種環境裡行駛，可能會導致人體的免疫力下降，嚴重的甚至可能致癌。2002年8月間，中國北京市一民眾，買新車上下班，9月底發現身上有大量出血點，10月醫院診斷白血病，治療5個月後宣告治療無效病逝，究其病因為車內苯超標，引發白血病[1]。

根據美國密西根州安娜堡（Ann Arbor）生態學中心（Ecology Center）曾於2005年至2006年間針對美國11家主要汽車製造商隨機抽樣汽車，並針對車內擋風玻璃上的貼膜與粉塵進行採樣研究，研究發現車內的空氣品質不但比一般建築的室內空氣品質來得差，甚至遠比戶外的空氣還要糟，這其中至少就有兩種有毒化學物質會危害人體健康，例如車內化學物質十溴二苯醚，即Deca-BDE，為一種高效的阻燃劑，經動物實驗證實，這種化學物質類似其他有毒化學物質，會導致頭腦發育減緩、生育困難以及致癌等健康問題[2]。此外，美國室內空氣質量協會（IAQA）曾指出，車室內的空氣其實比車外還糟，多數車輛都有車內空氣品質不佳的問題，顯見車內空氣品質應成為車主需迫切重視的問題之一[3]，尤其是我國有70%以上的開車民眾，不使用外循環。

表 1 室內空氣污染物對於人體健康之影響

污染物	污染物來源	健康影響
石棉	管線及導管的絕緣包覆、火爐墊片、天花板、地板、隔熱片、以及受損的絕緣、耐火或隔音材質	肺癌、矽肺病、間皮細胞瘤
生物性污染物	黴菌、霉、真菌、細菌、病毒、塵蟎；濕或潮濕牆壁、天花板、地毯和傢俱；維護不佳的除濕機、空調；寢具及寵物等	過敏、刺激呼吸道、傳染病；刺激眼睛、鼻子和咽喉；發燒；流行性感冒
燃燒產物	密閉空間的暖氣設備（以天然氣、煤油、燃油、和木炭作為燃料），密閉的瓦斯爐和壁爐；抽菸；呼吸；室外空氣	頭疼、嗜睡、頭暈（二氧化碳）；視力及記憶力減退、不規律的心跳、噁心、精神錯亂、死亡（一氧化碳中毒）；呼吸困難和肺部損傷（二氧化氮）
甲醛	膠合的木板（三合板、粒合板，纖維板）以及利用這些木板製成的傢俱；含尿素甲醛的發泡絕緣材（UFFI）及塗料	皮膚、眼睛、鼻子和刺激咽喉；刺激呼吸道；呼吸作用損傷；癌症；染色體受損害
顆粒狀物	塵土，花粉，清潔及烹飪的油煙；香菸的煙；壁爐、煤油暖氣設備、密閉空間的	刺激眼睛、鼻子、咽喉；呼吸道感染和支氣管炎；肺癌（長期風險）

污染物	污染物來源	健康影響
	瓦斯爐或暖氣設備	
揮發性有機物	家庭化學製品和產品(包括殺蟲劑、油漆、溶劑、膠黏劑、清潔劑和蠟、空氣清淨劑、織品保護劑、含氯漂白劑)氣膠推進劑、乾洗劑；菸草燃燒過程	可能影響的程度從頭痛、眼睛和呼吸道刺激到破壞神經系統、影響肝腎功能、癌症、染色體損傷等

改善車內空氣品質之方法有數種，例如使用芳香劑即是，此種方法雖較為節省成本，但並不能有效消除車內空氣污染物，另一種方法則為使用車用空氣清淨機，此種方法較前者成本來得高，但較能有效率地消除車內空氣污染物，本研究計畫針對後者，即車用空氣清淨機，進行研發與設計，期能夠協助民眾改善汽車內空氣品質。

2. 車用空氣清淨機之發展現況

空氣清淨機(purifier)或又稱空氣過濾器(air filter)指可以過濾清除或殺滅空氣污染物，包括空氣中的微粒子(塵埃)或是微生物，並能夠有效提高空氣清楚度的產品。另一方面，此類產品係將過濾清淨器材與滅菌裝置放置在同一個可攜式的裝置中，故便於使用及移動。車用空氣清淨機顧名思義，為於汽車內使用之空氣清淨機，其使用電源通常為汽車點菸器插孔。唯現行車用空氣清淨機在使用上，配合相關技術，例如 USB，已能隨時攜帶，不限於汽車內使用。現行車用空氣清淨機，如其運用之技術，則可以分為以下幾類：

(1) 負離子車用空氣清淨機

運用負離子技術之車用空氣清淨機，主要去除揮發性有機化合物或懸浮微粒，其運作原理為提供電能以產生高反應之負離子，再利用負離子釋放針將負離子釋出與室內之污染物進行反應，以達到空氣淨化的目的，現行市場上之車用空氣清淨機普遍具有此類功能。

(2) 臭氧車用空氣清淨機

臭氧是一種不穩定且具有刺激性臭味之氣體，具有強大的氧化能力及殺菌能力。運用臭氧技術之空氣清淨機主要是運用臭氧強大的氧化能力，將污染物氧化，以達成空氣淨化的效果。運用臭氧技術之空氣清淨機在使用上有一個很大的缺點，就是臭氧的濃度過高將會對人體造成不適或傷害，例如眼睛不適、呼吸急促…等。目前市面上，亦有見具有此類功能之車用空氣清淨機，釋放穩定量(例如 0.05ppm 以下)的臭氧，達到清淨空氣的目的。

(3) 濾網式車用空氣清淨機

此類空氣清淨機主要利用小孔徑濾網，以物理原理阻絕粒子通過。此類空氣清淨機如有使用活性炭濾網(通常為第二道的過濾)，則變為活性炭型空氣清淨機，此類清淨機之去除機制主要是運用吸附技術，當氣流通過活性炭纖維織布時，織布上的活性炭孔洞會將污染物吸附在織布上，並利用汲附劑與吸附質之間的作用力，將吸附質限制在織布上，並讓其他成份通過，以達到空氣淨化的目的，但此種活性炭型空氣清淨機有其缺點，包括在高溫狀況下，吸附作用並不能有效的進行，其次是濕度高時，活性炭織布的吸附效果會降低，最後是如未按時更換活性炭織布，吸附飽合之活性炭織布會將污染物

釋出，造成二次污染。

如以空氣清潔機的過濾效率做為標準，則可以將濾網式空氣清淨機分為五類(表 2)，其中以 HEPA 空氣清淨機之過濾效能最好，其運用特殊玻璃纖維過濾空氣懸浮遊微小粒子(粒徑 $0.3\mu\text{m}$ 的粒子)，過濾效果達 99.97%以上。HEPA 空氣清淨機雖能夠過濾塵蟎排泄物，但對於病菌或細菌的抑制或殺滅並沒有任何效用，故此類空氣清淨機在使用過一段時間後，易產生異味。

表 2：空氣清淨機種類

空氣清淨機種類	測定方法	過濾效率
HEPA 空氣清淨機	計數法	99.97%以上
高性能空氣清淨機	大氣塵之比色法	以上
中性能空氣清淨機	同上	以上
低性能空氣清淨機	同上	以上
粗空氣清淨機	重量法	80%以上

具有此類功能之車用空氣清淨機亦有之，其搭載 4 層過濾裝置，第一層是能吸附大型塵埃的濾網，第二層則是能清除剩餘灰塵及花粉的靜電過濾網，第三層則是能清除廢氣和香菸味道的活性炭過濾網，最後，則是清除空氣中病毒、細菌及真菌的 Bio 過濾網。但，值得一提的是具有此類功能之車用空氣清淨機並不多見。

(4) 綜合型車用空氣清淨機：即同時具有上列多種功能之車用空氣清淨機。

總結來說，現行市場上不乏車用空氣清淨機，主要綜合型車用空氣清淨機，即結合二種功能以上，而其功能主要以負離子和臭氧型車用空氣清淨機為主，至於過濾型車用空氣清淨機則較少見。

3. 研究計畫之目的

本研究計畫針對車用空氣清淨機進行研發與設計，期能夠協助民眾改善汽車內空氣品質。擬開發設計之車用空氣清淨機規格如下：

(1) 採用超高效濾網，以達到基本除塵效率達 99.99%以上之目標

採用超高效濾網，其過濾效果優於 HEPA 濾網，過濾效果達 99.99%以上，得過濾粒徑 $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ 之粒子，以達到基本除塵效率達 99.99%以上之目標。其次，本濾材計劃由超細玻璃纖維經褶疊裝入框內，濾紙經由熱熔膠間隔，不會釋出化學性污染，使空氣以最低的壓損通過濾網。

(2) 等離子功能

運用等離子技術，除揮發性有機化合物或懸浮微粒，以達到空氣淨化的目的。

(3) 電源設計

為達到可攜之目的，本研究計畫所開發之車用型空氣清淨機，其電源設計除依賴汽車點菸器插座外，亦將配合其它電源技術，使其能夠於汽車以外之場所使用。

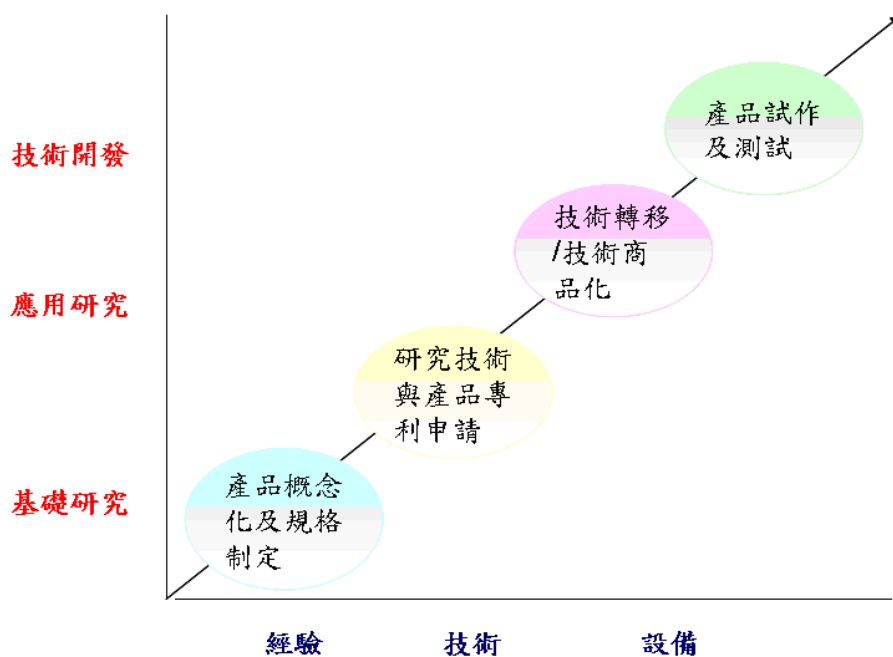
(三) 研究方法、進行步驟及執行進度

1. 研究方法與步驟

本研究計畫針對車用空氣清淨機進行研發與設計，期能夠協助民眾改善汽車內空氣品質，其研究方法與步驟，說明如下：

- (1) 產品概念化及規格制定：首就可攜式車用空氣清淨機之產品概念及規格進行討論與制定。
- (2) 技術開發與專利申請：將進行相關設計與技術開發，包括馬達、氣密、葉扇、過濾裝置等，並就關鍵技術之部分，進行專利申請。
- (3) 技術移轉與技術商品化：將已完成之設計和已開發之技術進行成品化，例如空氣清淨機外觀設計射出成型。
- (4) 產品試作與測試：將相關零組件進行組裝、機電整合…等，完成成品，並進行實際測試。

圖 1 研究方法與步驟



(四) 已完成之工作項目、成果及績效

1. 已完成之工作項目

本研究計畫針對車用空氣清淨機進行研發與設計，能夠協助民眾改善汽車內空氣品質，完成之工作項目，如下：

(1) 完成可攜式車用空氣清淨機之設計與開發，完成之子工作項目，如下：

- 完成具節能、靜音效能之空氣清淨機專用馬達之設計與開發。
- 完成離心扇葉設計。
- 完成超高效濾網之設計與開發，以達到基本除塵效率達 99.97% 以上之目標。
- 完成負離子功能與電源設計。
- 完成可攜式車用空氣清淨機外觀設計及模型製作
- 完成可攜式車用空氣清淨機之機電整合

(2)完成可攜式車用空氣清淨機之測試。

2. 預期成果與績效

已完成車用空氣清淨機之開發，如圖示。

機身尺寸: 98 x 66 x 148 mm



(五)參考文獻

1. 曾昭衡. 室內空氣品質. 2004 July 27 [cited 2010 Dec 20]; Available from: <http://www.ntut.edu.tw/~tsengco/IAQ/IAQintro.pdf>.
2. 張允. 車內有毒化學物質好比隱形殺手 嚴重危害健康. 2006 Feb 16 [cited 2010 Dec 20]; Available from: <http://tw.epochtimes.com/6/2/16/21767.htm>.
3. 車室清新好空氣 兩季安全健康行. 2010 March 15 [cited 2010 Dec 20]; Available from: <http://want-car.chinatimes.com/article.aspx?cid=1&id=252>.

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2012/08/05

國科會補助計畫	計畫名稱: 可攜式HEPA級車用空氣清淨機研發與設計
	計畫主持人: 白佳原
	計畫編號: 100-2221-E-040-007- 學門領域: 其他 - 機械工程技術
無研發成果推廣資料	

100 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：白佳原		計畫編號：100-2221-E-040-007-					
計畫名稱：可攜式 HEPA 級車用空氣清淨機研發與設計							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	1	1	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	1	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p style="text-align: center;">其他成果</p> <p>(無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p style="text-align: center;">無</p>
---	--------------------------------------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究之車用清淨機以與愛恩佳科技合作，計畫於 2013 年生產，並與中山醫學大學產學合作商標授權，回饋給學校。