

調 查 報 告

壹、調查緣起：本案係委員自動調查。

貳、調查對象：行政院環境保護署、行政院衛生署。

參、案由：據報載，依照世界衛生組織（WHO）近期調查細懸浮微粒（PM2.5）濃度結果，全球 38 個受偵測國家中，我國名列第 35 名，臺北則在 565 個城市位居第 551 名，敬陪末座，顯示我國空氣污染十分嚴重；此對國民健康危害如何？主管機關有無違失？均有深入瞭解之必要乙案。

肆、調查依據：本院 100 年 12 月 28 日院台調壹字第 1000800523 號函，並派調查員○○○協助調查。

伍、調查重點：

- 一、國內空氣污染之相關主管機關、監管機制及相關法令依據。
- 二、行政院環境保護署對細懸浮微粒 PM2.5 採取之管制措施及研處情形。
- 三、行政院衛生署對細懸浮微粒 PM2.5 可能危害人體健康所為之研究及管制措施。
- 四、相關行政機關對細懸浮微粒 PM2.5 空氣污染的研究現況。

陸、調查事實：

為瞭解報載所稱，世界衛生組織（WHO）近期調查空氣中細懸浮微粒（PM2.5）濃度結果，全球 38 個受偵測國家中，我國名列第 35 名，臺北則在 565 個城市中位居第 551 名，敬陪末座，顯示我國空氣污染十分嚴重等情，經本院以民國（下同）101 年 3 月 8 日辦理該議題諮詢會議，邀請學者、專家詹長權教授、吳清平醫師、鄭尊

仁教授及劉紹興教授等提供意見並備諮詢；嗣於同年 5 月 31 日約詢行政院環境保護署（下稱環保署）葉副署長欣誠、經濟部黃次長重球、臺灣電力公司（下稱臺電公司）莊副總經理光明及臺灣中油股份有限公司（下稱中油公司）楊副總經理敬熙等及相關主管和承辦人員，並請提報本案書面說明；又於同年 6 月 6 日、7 月 13、18 日以處台調壹字第 1010831505、1010831896 及 1010831901 號等函，請環保署、行政院衛生署（下稱衛生署）、行政院國家科學委員會（下稱國科會）及中央研究院（下稱中研院）查復案關各該事項；全案業經調查竣事，茲將調查事實臚陳如下：

一、細懸浮微粒 PM2.5 形成的原因及對我國國民健康可能造成的影響

- (一) 依據空氣污染防治法施行細則第 2 條所定空氣污染物之種類為氣狀污染物、粒狀污染物、衍生性污染物、毒性污染物、惡臭污染物及其他經中央主管機關指定公告之物質，其中粒狀污染物中之懸浮微粒係指粒徑在 10 微米 (μg) 以下之粒子。又據本院辦理之諮詢會議與會學者及環保署資料指出，我國細懸浮微粒依其來源區分，有源自境外產生及境內產生二種，境外係來自大陸所形成之沙塵暴，每年約有 3 分之 2 是經由北京吹向日、韓或臺灣，另有 3 分之 1 由長江流域吹向香港，以及臺灣北部、南部，最遠甚至到菲律賓、印尼，境外傳輸對我國細懸浮微粒濃度貢獻比例據環保署表示約可達 30% 以上。境內細懸浮微粒濃度增加的來源則有固定污染源（如鋼鐵業、電力業及石化業等排放）及移動性污染源（如汽、機車等機動車輛排放）二種。
- (二) 又細懸浮微粒依其性質區分，包括原生性與衍生性細懸浮微粒，原生性細懸浮微粒包括天然的海鹽飛

沫、營建工地粉塵、車行揚塵及工廠直接排放的細懸浮微粒；衍生性細懸浮微粒的貢獻比例遠大於原生性，是二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、揮發性有機物（VOCs）與氨氣（NH₃）等氣態前驅物在大氣中經過複雜化學反應形成；由於SO₂、NO_x、VOCs與NH₃等排放源複雜，包括燃煤、燃油及燃氣電廠、煉鋼廠、石化相關產業工廠、機動車輛、船舶、建物塗料、農業施肥、禽畜排泄及生活污水等；再者，其反應過程包括氣相光化學反應、液相反應、氣固相反應與不同反應物間之競合作用等，因而細懸浮微粒濃度與前驅物排放量之間有顯著的非線性關係，使得細懸浮微粒的管制工作相當困難。

（三）細懸浮微粒對人體健康的影響：

- 1、依據環保署網站所載細懸浮微粒資料中指出，「空氣中懸浮微粒增加，容易引發過敏性鼻炎、咳嗽、氣喘、眼睛不適、皮膚過敏及皮膚癢等症狀」。
- 2、國內研究顯示沙塵對46歲以上心臟疾病、65歲以上嚴重呼吸道疾病、0至18歲及19至64歲輕微呼吸道疾病之急診人數有影響，另有研究指出可能與氣喘住院率、過敏性鼻炎及結膜炎門診病例數等增加相關，惟未具統計上之顯著差異。
- 3、國外文獻顯示沙塵暴期間住院風險增加，特別是心血管疾病之患者。據學者指出，細懸浮微粒PM_{2.5}係指懸浮在空氣中，氣動粒徑小於等於2.5微米的粒子，約為人類頭髮直徑28分之1，由於其粒徑極小，易隨呼吸進入人體，對健康造成影響。每年大陸沙塵暴侵襲臺灣，致細懸浮微粒PM₁₀及PM_{2.5}濃度增加，其中PM_{2.5}微粒因顆粒極小，被人體吸入肺部後會直接進入肺泡、血液

中，引發身體不適。尤其大陸沙塵在吹向臺灣途中，行經長江流域各大工業都會區，其所含細懸浮微粒多會沾黏都會區所排放之硫氧化物(SO_x)、NO_x及VOCs等毒性物質，一旦被吸入體內，將促發各類急性疾病，長期暴露於高濃度懸浮微粒環境中，有毒物質進入血管、細胞，致使其器官發炎，都會提高心血管慢性疾病罹患率。

- 4、據部分研究結果顯示，每年沙塵暴侵襲，會造成民眾因心肺疾病就診增加，也會提高因心血管疾病而死亡之比率；14年來，每次沙塵暴來襲，會使大臺北地區(臺北市、新北市)因此增加16人死亡，每年約為440人，統計10年來共約4,400人因沙塵暴細懸浮微粒致心血管疾病而死亡，足見如PM_{2.5}一類空氣污染對人體健康傷害至為嚴重。
- 5、又伴隨著沙塵暴細懸浮微粒所沾黏之硫氧化物、氮氧化物等毒性物質侵入肺部、心血管及血液中，甚至沉積於肺部最深處，除造成急性心血管疾病外，長期也會對肺部健康造成影響。2002年JAMA一篇空氣污染流行病學世代研究結果顯示，該研究選擇美國51個都會區，並有當地空氣污染濃度數據合計50萬名民眾資料分析，結果顯示經年齡、性別、教育、吸菸、及其他風險因素調整後，發現PM_{2.5}與肺癌死亡率之相關性為：大氣中PM_{2.5}濃度每上升10 μg/m³，肺癌死亡率約增加8%，顯示空氣污染濃度確實與肺癌罹患率有關；惟是否因此提高肺腺癌罹患率則仍無定論，肺腺癌的成因尚未有明確的結論，但主要還是可能與吸菸、二手菸暴露等危險因子有關，其中二手菸暴露被認為是造成從未吸菸者得到肺腺癌的主要危險因子之一。

二、依照世界衛生組織 WHO 近期調查細懸浮微粒 PM2.5 濃度結果，我國及臺北市全球受偵測國家及城市中，排名敬陪末座，顯示我國空氣污染十分嚴重，環保署對該項報導的解釋及因應之積極做法

(一)據環保署表示，世界衛生組織(WHO)於 100 年 9 月公布的 PM2.5 濃度資料，主要是其蒐集部分國家 PM2.5 監測結果，其中並未包括臺灣。而所公布 38 個國家及 565 個城市的 PM2.5 空氣品質濃度中，在 38 個國家中的細懸浮微粒監測站，大部分是位於美國及加拿大，分別為美國設有 728 座及加拿大設有 196 座監測站，其餘國家之監測站數量都很少，其中近 7 成國家的監測站數量都少於 10 座，甚至有如英國及瑞士僅有 1 座設在都會區的背景站來代表國家 PM2.5 濃度，而亞洲的日本、韓國、中國及臺灣的監測資料均未列入，代表性明顯不足，也顯示除了美國加拿大之外，PM2.5 目前在國際間仍未普遍進行監測。此外，該項調查結果亦未清楚說明各個國家所使用的監測或檢測方法，因此，媒體報導醫界團體引用環保署 PM2.5 連續自動監測結果，與 WHO 公布的數據比較並予以排序，所得之結果並不妥適。

(二)日前媒體、醫療或環保團體引用的我國 PM2.5 濃度數據，為環保署以貝他射線衰減法連續自動監測 PM2.5 濃度之數據。環保署從 95 年起使用連續自動監測方法監測 PM2.5 濃度，主要係作為評估 PM2.5 管制成效及針對敏感族群提出預警用途，而世界衛生組織所訂定之 PM2.5 空氣品質準則值及美、日等先進國家訂定之空氣品質標準值，係以用手動方法採集連續 24 小時 PM2.5 質量濃度值，與我國監測方法不同。不同方法所量測數據自然不同，環保署委

託學者進行連續自動監測及手動衝擊方法檢測結果比對顯示，兩者結果差異極大，其差異值平均約為30%，並依季節及地點差異而不同，如果將我國現有自動監測數據依前述差異比例換算為手動檢測數值，99年全國細懸浮微粒年平均濃度數值約為 $20.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，在WHO公佈的38國數據中，由濃度低到高是排序在第24位，相當該資料庫所列奧地利空氣品質；臺北市年平均濃度為 $16.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，為該資料庫565城市中第496位，相當於法國里昂空氣品質。

- (三) 環保署對於細懸浮微粒管制議題，其積極作為據該署稱早已開始規劃進行。除自95年起以連續自動監測方式，監測空氣中細懸浮微粒濃度，並將監測結果即時公布於該署網站上，提供敏感族群預警參考外，並針對細懸浮微粒原生性來源，及衍生性來源前驅物如 SO_x 、 NO_x 及VOCs等，持續透過加嚴固定污染源排放標準、燃料油含硫分限值、交通工具空氣污染物排放標準、車用汽柴油成分標準及徵收空氣污染防制費等管制方式，降低排放量，藉以降低空氣中細懸浮微粒濃度。從95年至100年全國57個一般空氣品質自動連續測站 $\text{PM}_{2.5}$ 監測結果顯示，各空氣品質區 $\text{PM}_{2.5}$ 質量濃度皆呈現下降趨勢，改善幅度5.1%。
- (四) 98年9月起環保署更擬定 $\text{PM}_{2.5}$ 管制上位計畫，由空保處、監資處及環境檢驗所共同推動 $\text{PM}_{2.5}$ 監檢測方法研訂、空氣品質監測及空氣品質標準制定與管制策略研擬相關管制工作。
- (五) 為維護國民健康，提高空氣品質，環保署將 $\text{PM}_{2.5}$ 納入管制後，將一併參考美國作法，以手動方法採集連續24小時質量濃度值，作為檢測大氣環境中

PM2.5 濃度之標準方法，檢測頻率為每 3 日或每 6 日進行一次，該檢測結果並將作為判別各地區 PM2.5 濃度能否符合空氣品質標準之依據。為執行 PM2.5 手動採樣作業，該署稱已規劃於全國現有 30 個空氣品質監測站設置 PM2.5 手動採樣儀器，定期監測 PM2.5 質量濃度；並已規劃辦理 PM2.5 手動監測檢驗測定機構許可核發、PM2.5 手動採樣監測計畫及監測品保查核作業，於本（101）年 8 月起執行監測。

- (六)由於 PM2.5 大部分是氣狀污染物排放後在大氣中進行化學反應形成之衍生物，來源及反應機制均相當複雜，管制工作推動不易，成效非一蹴可及。配合 PM2.5 空氣品質標準訂定，自 100 年 12 月 14 日預告該標準草案以來，該署已研議加嚴電力設施、鋼鐵業燒結工場空氣污染物排放標準、煉鋼業電爐粒狀污染物排放標準，並陸續依各地方空氣污染排放特性，核定「高雄市鋼鐵業燒結工場戴奧辛管制及排放標準」、「臺中市鋼鐵業空氣污染物排放標準」、「臺中市固定污染源六價鉻排放標準」；另外「臺中市電力設施空氣污染物排放標準」及「高雄市電力設施空氣污染物排放標準」則依法制作業程序辦理核定作業中，再加上近期已陸續生效的車用油品硫含量加嚴標準、石化業揮發性有機物管制標準、汽油車及柴油車空氣污染物排放標準等管制措施，均能有效降低 PM2.5、SO_x、NO_x 及 VOCs 等前驅物排放量，改善 PM2.5 濃度，另外依據國內學者研究，境外傳輸對我國細懸浮微粒濃度貢獻比例達 30% 以上，環保署於 100 年及 101 年兩度參與海峽兩岸氣溶膠技術研討會暨海峽兩岸環境保護雙門論壇，101 年度並辦理兩岸環保服務業交流平臺之

環境工程服務業交流計畫，將空氣污染管制納入交流議題，包括國內之污染源減量及長程傳輸影響之因應，均已積極推動中。

三、環保署參考美國、日本標準，規定 PM2.5 的日平均濃度不得超過 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，年平均濃度不得超過 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其訂立該標準緣由及實質內涵

(一)世界衛生組織(WHO)於 2005 年提出 PM2.5 空氣品質準則值(Air Quality Guidelines, AQG)為：24 小時值 $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 及年平均值 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，係一高標準值，作為空氣品質改善目標，藉以降低 PM2.5 對民眾健康之影響。

(二)另 WHO 指出，各國訂定空氣品質標準，應考量當地空氣品質對於人體健康風險、污染源現況、確實可行技術、社會及經濟發展等相關因素。因此，WHO 亦提出 3 個過渡期目標，其中 24 小時值部分分別為 75 、 50 、 $37.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ；年平均值部分則分別為 35 、 25 、 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其準則值及過渡時期目標內容如表 1。

表 1 世界衛生組織 PM2.5 空氣品質準則值及過渡時期目標

	濃度值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	濃度選擇依據
<u>年平均值</u>		
第一段過渡期目標(IT-1)	35	長期暴露於會提高15%死亡風險。
第二段過渡期目標(IT-2)	25	比較起第一段過渡期會降低6% (2-11%)死亡風險。
第三段過渡期目標(IT-3)	15	比較起第二段過渡期會降低6% (2-11%)死亡風險。
空氣品質指導原則(AQG)	10	相較於此濃度，濃度較高者，全死 因、心血管與肺癌死亡率會增加。
<u>24 小時值</u>		
第一段過渡期目標(IT-1)	75	增加5%短期暴露死亡率。
第二段過渡期目標(IT-2)	50	增加2.5%短期暴露死亡率。
第三段過渡期目標(IT-3)	37.5	增加1.2%短期暴露死亡率。

資料來源：環保署

- (三)為提昇國內空氣品質及維護國人健康，環保署經多次邀請十餘位專家學者進行研議標準訂定方法論、微粒健康風險評估、境外貢獻源比例分析、減量策略訂定、標準採樣方法與自動測站比對等工作，並依據98年及99年委託臺灣大學公衛學院鄭尊仁教授研究團隊辦理「空氣品質標準檢討評估、細懸浮微粒空氣品質標準研訂計畫」，進行PM_{2.5}對人體健康影響評估之研究建議，以健康影響為優先考量，考量我國空氣品質現況、確實可行技術、社會及經濟發展等相關因素，訂定我國PM_{2.5}空氣品質標準為24小時值 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，年平均值 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，此標準值與美國2006年及日本2009年發布之PM_{2.5}空氣品質標準值一致，為目前國際間納入法規規範中最嚴格的標準，該標準並已於本年5月14日發布實施。
- (四)國際間目前尚無任一國家以世界衛生組織(WHO)提出之AQG作為國家空氣品質標準，歐盟目前也僅有年平均標準 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，且未訂定短期暴露24小時標準值；加拿大目前也僅有訂定短期暴露24小時標準值 $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而未訂定年平均標準；鄰近韓國至今也都沒有細懸浮微粒空氣品質標準；中國在本年2月29日訂定發布之PM_{2.5}空氣品質標準在二級區與WHO第一階段過渡期值一致，為24小時值 $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，年平均值 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，在一級區為24小時值 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，年平均值 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，並自2016年實施；新加坡尚未訂定PM_{2.5}空氣品質標準，但

訂定於 2020 年達成 PM2.5 年平均值達成 $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 之目標。

四、環保署及衛生署對沙塵暴所引發細懸浮微粒 PM2.5 濃度提升，對民眾發布健康警訊之作業程序，以及與教育部共同研議對中小學生設定停課濃度標準之具體作為

- (一) 為防範大陸沙塵對於我國民眾健康及生活之影響，環保署訂有「中國大陸沙塵預警標準作業程序」，於每年 11 月至隔年 5 月成立「沙塵預警作業小組」，並設置沙塵網頁 (dust.epa.gov.tw)，每日觀察中國大陸沙塵動向，運用電腦模式綜合研判各項觀測資料，當確認沙塵將影響我國空氣品質時，即發布新聞，同時通報教育部、衛生署及各地方環保局等機關。
- (二) 因應大陸沙塵暴來襲可能造成空氣品質不良致影響民眾健康情形，環保署已訂定「空氣品質不良通報作業程序及因應措施」，當沙塵天氣事件開始影響臺灣時，環保署除前述訊息發布外，並以最速件發函通知各地方環保局，輔以簡訊及電話確認及督導各地方環保局是否落實因應措施之工作。
- (三) 地方環保局依監測結果及預報情形，加強洗掃、灑水等抑制揚塵措施，巡查固定污染源是否有異常排放並呼籲降載或減少操作頻率，以延緩或減輕沙塵暴來襲與本土污染結合之空氣品質不良現象。另外，也透過當地廣告、跑馬燈等宣導方式應提醒民眾於大陸沙塵暴來襲期間，儘量避免從事戶外活動及減少外出、提醒有心血管疾病、哮喘等呼吸道疾病民眾，或是老人、小孩等抵抗力較弱者，應儘量避免外出或從事劇烈戶外活動。
- (四) 又沙塵暴期間之中小學生應否停課事宜，教育部早

期為研議對中小學生設定停課濃度標準，曾邀集各相關部會研商「是否因沙塵暴訂定國中小停課標準」會議，會中衛生署提供教育部有關該署蒐集國內外相關沙塵暴相關文獻供各部會參考；並就沙塵暴與國內的過敏性眼、鼻、氣喘等疾病、心血管疾病、慢性阻塞型肺疾病住院有正向相關，惟多數未達統計上顯著意義。另教育部於99年3月29日依據環保署「空氣品質嚴重惡化緊急防治辦法」，召集環保署與相關單位研商「各級學校因應空氣品質惡化處理措施暨緊急應變作業流程」會議，並於同年3月31日發布該項緊急應變作業流程（內容詳附件），會中訂定監測、預警及聯繫作業處理原則，會議並決議：

- 1、統一用環保署公告空氣污染指標 PSI (Pollutants Standard Index) 值作為分級依據。
- 2、PSI 值達「100」時，即達基本防護階段，由受預警地區之縣（市）政府環保局橫向通知該府教育局及衛生局，由教育局轉知學校進行基本防護，對於高敏感族群之學生則須多加注意個人健康管理。
- 3、依 PSI 值達「100」至「300」時，提供分級防護措建議。但如果前日下午5時之次日 PSI 預報值（24小時預報值）達「400」時，則應列入各縣（市）政府停課標準。

五、環保署有無研議進行兩岸科技與資訊合作，共同建立細懸浮微粒預報及預警系統，以提供先期資訊，俾利民眾及早因應

根據監測資料顯示，中國大陸沙塵對空氣品質之影響主要以粗顆粒 PM10 為主。環保署近二年與中國

大陸環境監測單位機構持續互動，目前可經由網路間接取得中國大陸主要城市空氣品質監測即時濃度，對掌握沙塵傳輸路徑及強度多所助益。大陸在今年 2 月發布 PM2.5 空氣品質標準中，其主要城市標準已和我國一致，現階段會在合作共同防制平臺中有定期協調的機制。另環保署已將「推動兩岸空氣品質監測技術合作與交流」提報陸委會，規劃納入下次兩岸兩會優先協商議題，期提昇兩岸環境監測技術交流合作。

六、臺中火力發電廠係以燃煤為原料，其排放廢氣應具有高濃度之細懸浮微粒問題，雲林麥寮六輕恐有相同情形，臺電及中油公司對其所屬發電廠、煉油廠空氣污染防治情形、環保署對其進行周遭鄰近區域空氣及環境檢測狀況，以及衛生署相關具體作為

(一)臺電公司部分

臺電公司所屬臺中火力發電廠為減少空氣污染物(粒狀污染物、氮氧化物、硫氧化物)的排放，採行燃料選擇、控制燃燒或裝設燃燒後防制設備等方面來進行，有關之空氣污染防制措施如下：

1、粒狀污染物防制

(1)選用低灰分良質燃料(低硫煤)

(2)控制適宜的燃燒

(3)設置靜電集塵設備 ESP(electrostatic precipitator)

2、氮氧化物防制

(1)改善燃燒方法：採用火上空氣口、低 NOx 燃燒器、煙氣再循環燃燒法

(2)設置高效率之煙氣脫氮設備(選擇性觸媒還原設備 SCR)(selective catalytic recovery)

3、硫氧化物防制

(1) 使用低硫分燃料

(2) 設置煙氣脫硫系統，(濕式石灰石石膏法 FGD)
(flue gas dsulfurization)

4、煙氣最後經 250 公尺高煙囪排放大氣增加煙氣擴散效果，以降低著地濃度。其中粒狀污染物除先由效率高達 99.8% 靜電集塵設備去除外，再加上經過濕式石灰石煙氣脫硫設備處理，已能有效降低其排放濃度，相關空氣污染防制設備如圖 1

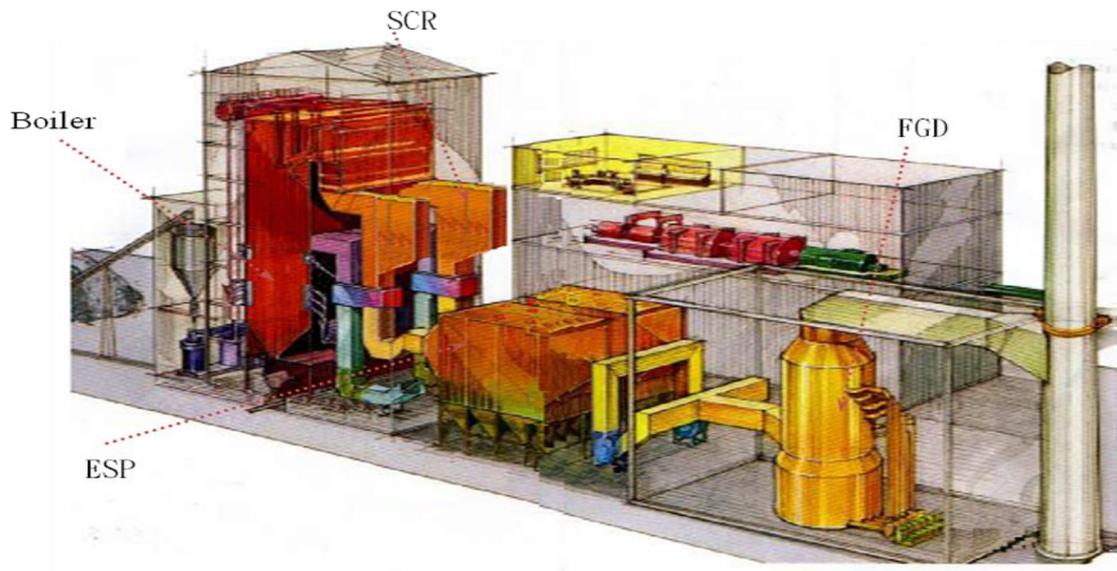


圖 1 空氣污染物防制設備示意圖

5、依據空氣污染防制法施行細則第 2 條第 1 項第 2 款規定，粒狀污染物包含總懸浮微粒、懸浮微粒（含細懸浮微粒）、落塵等項。臺中火力發電廠為降低粒狀污染物排放，裝設如前述之效率高達 99.8% 靜電集塵器，依據 98 年 5 月至 101 年 5 月檢測結果顯示，臺中火力發電廠粒狀物排放濃度值為 1 至 $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，低於環保署所發布之「電力設施空氣污染物排放標準」限值 $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。另環保

署對於電力設施亦訂定氣狀污染物(含氮氧化物、硫氧化物)之排放標準，臺中火力發電廠因此分別裝設高效率之脫氮、脫硫設備，故排放之氮氧化物、硫氧化物濃度均遠低於環保署規定之標準值，氮氧化物排放約 90ppm(法規規定 200ppm 以下)，硫氧化物排放則約 50ppm(法規規定 300ppm 以下)。

(二)臺灣中油公司部分

1、該公司對所屬煉油廠之細懸浮微粒 PM2.5 管制與減量主要內容及具體作法為：

(1)增加使用低污染性氣體(天然氣、燃料氣)為燃料，因燃料乾淨且燃燒完全，能大幅降低污染物排放，從源頭來進行懸浮微粒污染減量與防制工作。

(2)裝設排煙脫硫裝置(FGD)，降低 SO_x 排放濃度。

(3)採用選擇性觸媒還原法(SCR)及低氮氧化物燃燒器 LNB (low Nox burner)，減少廢氣之 NO_x 濃度。

(4)裝設靜電集塵器(ESP)或濕式洗滌塔，降低粒狀物質之排放。

(5)加強設備元件檢測、增設廢氣回收壓縮機，來降低揮發性有機物(VOCs)逸散。

2、由於 PM2.5 細懸浮微粒來源與燃燒行為息息相關，若能強化節能減碳工作，將有利於細懸浮微粒前驅物質之源頭減量工作，該公司從民國 94 年起即致力於節能減碳相關計畫推動工作，94 年至 100 年已完成 184 項計畫，累積達成 177.8 萬噸溫室氣體減量成果。

3、該公司亦要求各煉油廠應針對煙囪排放之硫氧化物、氮氧化物、不透光率等進行監測，並設置即時監測系統(CEMS)，將監測數值與當地環保主管機

關進行連線，即時監測及掌握各煙道之排放情況，均能符合國家排放標準。

- 4、廠周界處設立環境品質監測站，監測項目包括：臭氧、硫氧化物、氮氧化物、揮發性有機物、PM10等，其中部分監測站亦含PM2.5監測，而且PM2.5監測數據變化頗大，顯示環境中PM2.5數值高低與交通車輛數、揚塵、大氣環境(日照、風速、風向)等皆有相關性。
- 5、該公司表示若新興或擴建工廠時，均依環境影響評估法先進行環境影響評估，針對工廠所排放產生之各項空氣污染物(含粒狀污染物、硫氧化物、氮氧化物)，均參照環保署空保處模式支援中心建議模式(ISCST3、CMax)進行空氣品質擴散模擬分析，送環保署環評委員及學者專家審查通過方能進行，以降低開發行為對環境之不良影響，確保環境品質之維護。

(三)環保署部分

- 1、燃煤火力發電廠排放之空氣污染物主要為硫氧化物、氮氧化物及粒狀污染物，環保署於83年即訂定電力設施空氣污染物排放標準予以管制，近期更配合細懸浮微粒空氣品質標準實施，研議加嚴標準中。另外臺中市政府已依管制需求，研擬完成「臺中市電力設施空氣污染物排放標準」，加嚴對臺中火力發電廠之空氣污染管制，該標準草案將法制作業程序經環保署核定後實施。
- 2、依空氣污染防治法規定，各級環保機關均應選定適當地點，設置空氣品質監測站。環保署設置之空氣品質監測站，主要用以監測全國性空氣品質變化，反應大區域性空氣品質分布狀況。目前全國已設有76座監測站，在臺中火力發電廠周遭

20 公里內設有沙鹿站、線西站、彰化站、西屯站、忠明站等；在雲林麥寮週邊目前設有麥寮站、臺西及二林等監測站，另該署監測車可視需要停駐適當地點短期監測，近二年已分別派遣監測車於麥寮周邊執行 7 次監測，前述監測資料除公布於環保署網站外，並函送相關單位參考。

(四)衛生署部分

- 1、有關臺中火力發電廠周遭鄰近區域居民健康狀況查察乙節，衛生署未曾規劃相關研究。惟衛生署國民健康局於 99 年 7 月曾補助雲林縣衛生局 315 萬元，辦理「濁水溪沿岸揚塵危害居民健康篩檢計畫」，提供該縣麥寮鄉、崙背鄉、二崙鄉、西螺鎮、蔴桐鄉、林內鄉等 6 鄉鎮居民共 3,034 人，以「社區整合式篩檢」方式辦理居民健康檢查與相關篩檢，包含眼科及肺功能檢查，檢查結果：
 - (1)眼科檢查：異常者主要以「翼狀贅片」為主，異常人數 400 人，佔受檢人數 13.2%，惟曝曬於強烈紫外線亦是造成「翼狀贅片」主因，究為職業傷害或為細懸浮微粒所造成，尚待釐清。
 - (2)肺功能檢查：異常人數 239 人、異常率 7.8%，異常部分以老人居多，可能與吸菸或既有之慢性阻塞性肺疾病或其他胸腔科疾病有關。
 - (3)檢查結果異常者由衛生所醫師開具轉診單，轉介至專科醫師門診追蹤複查及治療，並提供後續追蹤照護服務。
- 2、衛生署對該計畫分析 6 鄉鎮居民健康檢查結果發現，檢查結果異常與揚塵未具統計上之相關性。揚塵引發之疾病與季節月份等時間性因素及地理性因素有關，同時亦與受檢民眾之既有疾病狀

態有關。因此，以定時定點的整合式社區篩檢方式辦理健檢服務，無法直接證明異常疾病與揚塵之因果關係。衛生署稱該計畫係以提供健康服務性質為主，非為嚴謹之學術研究，若欲進一步探討，應以環保單位之相關監測機制為基礎，進行客觀性之研究。

七、先進國家有關細懸浮微粒防制措施及具體預防做法，以及我國規劃及實施狀況

- (一)目前國際間對於細懸浮微粒的管制作法包括管制原生性污染源及管制 SO₂、NO_x、VOCs 與 NH₃ 等前驅物排放量著手。以污染源類別區分管制方式，在固定污染源部分，管制措施包括訂定固定污染源空氣污染物排放標準、固定污染源最佳可行控制技術、燃料含硫量管制、徵收固定污染源空氣污染防制費及逸散污染源管制等方式；移動污染源部分則是使用中車輛與新車排放及管制制度、發展及鼓勵使用低污染或零排放車輛、油品管制及徵收空氣污染防制費等相關措施。
- (二)在訂定細懸浮微粒空氣品質標準前，環保署已著手推動相關管制工作，包括實施固定污染源粒狀污染物、硫氧化物與氮氧化物的排放標準、徵收硫氧化物與氮氧化物的空氣污染物防制費與逐步加嚴車用燃料及工業用燃料中的硫含量等。以管制車用燃料含硫量為例，該署 78 年開始管制高級柴油之含硫量，78 年 7 月 1 日起含硫量上限為 5000ppm(0.5%)，82 年 7 月 1 日降為 3000ppm，86 年 7 月 1 日降為 1500ppm，87 年 7 月 1 日降為 500ppm，91 年降為 350ppm，94 年再降為 50ppm。而汽油含硫量標準，則從 89 年的 275ppm，逐期下降至 91 年的 180ppm，96 年再降為 50ppm。98 年 7 月 29 日再發布「車

用汽柴油成分管制標準」，於 100 年及 101 年陸續降低柴油及汽油硫含量至 10ppm，除可達到與歐、美、日國際油品管制標準相同的水準，歷年的努力更已使得我國硫氧化物與氮氧化物排放總量逐年下降，減少大氣環境中衍生性細懸浮微粒濃度。依據中興大學莊秉潔教授 2009 年所提出的研究實證指出，環保署過去推動之管制措施已使中部地區（臺中、嘉義與臺南）在 1996 至 2002 年間大氣 PM_{2.5} 濃度下降 4.2 至 7.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，從 95 至 100 年全國 57 個一般空氣品質自動連續監測站 PM_{2.5} 監測結果顯示，各空氣品質區 PM_{2.5} 質量濃度皆呈現下降趨勢，全國年平均濃度從 95 年 33.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 下降至 100 年 31.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，減少 1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，改善幅度 5.1%，歷年來推動之管制工作已展現初步成效。

- (三)配合細懸浮微粒空氣品質標準訂定，環保署已研議加嚴電力設施、鋼鐵業燒結工場空氣污染物排放標準、煉鋼業電爐粒狀污染物排放標準，並陸續依地方空氣污染排放特性，核定「高雄市鋼鐵業燒結工場戴奧辛管制及排放標準」、「臺中市鋼鐵業空氣污染物排放標準」、「臺中市固定污染源六價鉻排放標準」，另外「臺中市電力設施空氣污染物排放標準」及「高雄市電力設施空氣污染物排放標準」則依法制作業程序辦理核定作業中，再加上近期已陸續生效的車用油品硫含量加嚴標準、石化業揮發性有機物管制標準、汽油車及柴油車空氣污染物排放標準等管制措施，均能有效降低 PM_{2.5} 及 SO_x、NO_x 與 VOCs 等前驅物排放量。另外，針對境外傳輸對我國細懸浮微粒濃度貢獻部分，該署並自 100 年起參與兩岸空氣品質管制交流會議，針對各項空氣污染管制策略進行交流，同時推動國內及對岸空氣

污染物減量，早日達成改善空氣品質之目標。

(四)目前先進國家關於煉油廠防制空氣污染及降低排放懸浮微粒濃度具體作法，係以採用之最佳可行性技術來進行煉油廠的污染防制工作，主要內容為：

- 1、使用低污染性氣體作為燃料。
- 2、裝設排煙脫硫裝置(FGD)，控制SO_x排放濃度。
- 3、採用選擇性觸媒還原法(SCR)及低氮氧化物燃燒器(LNB)，減少廢氣之NO_x濃度。
- 4、裝設靜電集塵器(EP)或濾袋集塵器，降低粒狀物質之排放。

(五)臺電公司表示該公司所採用之火力發電廠防制空氣污染設備，均在國外先進國家已有實例。國外先進國家有關大型燃煤火力電廠採行之相關設備者為：

- 1、氮氧化物污染防制大致可分為減少氮氧化物之形成（低氮氧化物燃燒器、火上空氣法、煙氣再循環法、再燃燒法）及裝設煙氣脫氮設備（非選擇性或選擇性觸媒還原設備，SCR）。
- 2、粒狀污染物可採用之方式有乾式靜電集塵設備、袋式集塵設備、低溫靜電集塵設備及濕式靜電集塵設備。
- 3、硫氧化物可採用之主要方式有濕式石灰石石膏法及海水法。

八、我國相關環境、衛生研究機構對空氣污染（含細懸浮微粒 PM_{2.5}）對環境及人體健康危害所投入研究資源現況

國內對細懸浮微粒 PM_{2.5} 等空氣污染對環境及人體健康危害及其影響之相關研究及防制機關為環保署、衛生署及其出資成立之財團法人國家衛生研究院（下稱國衛院）、國科會及中研院等，各機關對是項議題

投入研究資源情形：

(一)環保署部分

- 1、依環保署組織條例第 22 條規定：「本署得設環境檢驗所、環境研究所、環境保護人員訓練所及其他環境保護機關；其組織以法律定之。」環保署環境研究所組織條例草案於 80 年 5 月 3 日函報行政院，80 年 10 月 21 日行政院核復應予緩議，環境保護之相關研究工作仍請依該署組織條例第 5 條及環境檢驗所組織條例第 2 條規定，以委託研究或自行研究方式辦理，並加強委託研究作業之協調與管理。另環保研究應為國科會任務目標之一，依行政院核復結果，關於環境污染及其相關影響因素之研究，環保署係建立環境污染基礎資訊後，委託學術或專業技術顧問機構辦理。
- 2、環保署推動空氣污染防制工作經費主要係以空氣污染防制基金支應，用途項目大致可分為補助、捐助及獎勵費用，專業服務費用及其他費用(包括用人費用、水電、郵電、印刷、廣告、材料及用品、旅運費及保險費等)，有關 PM2.5 細懸浮微粒研究調查費用主要係以補助、捐助及獎勵費用之補助辦理科技計畫及專業服務費相關經費支應，補助辦理科技計畫為環保署與國科會合作辦理之計畫，經費由該署空氣污染防制基金提供，計畫公開徵求、審查核定及期中、期末報告審查作業等相關事宜由國科會協助辦理，主要內容為細懸浮微粒 PM2.5 對健康影響研究及污染源減量技術開發等，專業服務費辦理內容主要為細懸浮微粒 PM2.5 空氣品質標準訂定、空氣品質監測及檢測技術開發等，自 96 至 100 年期間執行細懸浮微粒研究調查經費及該署 100 年度全年預

算總金額及總員額編制人數，如下表 2、3：

表 2 96 至 100 年環保署執行細懸浮微粒 PM2.5 研究調查經費統計表

項目 年度	補助辦理科技研究計畫						專業服務費		
	總經費 (千元)	總補助 件數	PM2.5 相關計畫				總經費 (千元)	PM2.5 相 關計畫經 費(千元)	PM2.5 相 關計畫經 費比率 (%)
			補助件 數	佔總補 助件數 比率(%)	補助經 費(千 元)	佔總補 助經費 比率(%)			
96	33,153	19	2	11	8,207	25	387,582	21,425	5.53
97	27,441	13	1	8	7,651	28	467,653	25,348	5.42
98	44,853	15	2	13	8,694	19	467,542	20,546	4.39
99	44,941	13	2	15	8,614	19	640,516	29,353	4.58
100	36,200	12	2	17	7,700	21	635,918	37,009	5.82

資料來源：環保署

表 3 100 年度環保署全年預算總金額及總員額編制人數統計表

名稱		預算金額 (千元)	員額數(人)			
			職員	約聘 僱	特約	小計
環境保護 署主管	環境保護署	6,092,948	551	108		659
	環境檢驗所	215,661	99			
	環境保護人 員訓練所	86,821	31			
行政院環 境保護署 環境保護 基金	空氣污染防 制基金： 來源 用途	3,376,935 2,705,612		10	28	38

	資源回收管理基金： 來源 用途	1,148,071 1,490,671		53	34	87
	土壤及地下水污染整治基金： 來源 用途	683,361 948,538			38	38
	水污染防治基金： 來源 用途	1 1				0
	環境教育基金： 來源 用途	132,310 126,990			10	10

資料來源：環保署

3、細懸浮微粒 PM_{2.5} 包括原生性與衍生性細懸浮微粒，原生性細懸浮微粒包括天然的海鹽飛沫、營建工地粉塵、車行揚塵及工廠直接排放的細懸浮微粒；衍生性細懸浮微粒的貢獻比例遠大於原生性，是 SO₂、NO_x、VOCs 與 NH₃ 等氣態前驅物在大氣中經過複雜化學反應形成。由於 SO₂、NO_x、VOCs 與 NH₃ 等排放源複雜，包括燃煤、燃油及燃氣電廠、煉鋼廠、石化相關產業工廠、機動車輛、船舶、建物塗料、農業施肥、禽畜排泄及生活污水等，投入研究經費，進行 PM_{2.5} 對健康影響研究，擬定 PM_{2.5} 空氣品質標準及管制策略後，從事 PM_{2.5} 改善需辦理之管制工作涵蓋層面相當廣泛，各項污染源管制標準訂定及稽查管制工作，均需投入龐大人力及物力，因此，空氣污染防治基金委託或補助執行空氣污染防治管制工作之

經費仍占支出經費大部分比率。鑒於建立空氣污染物對於健康影響之基礎資料作為訂定空氣標準依據及擬定有效之空氣污染管制策略為推動空氣污染防制工作之基石，環保署稱仍將持續於空氣污染防制基金編列相關經費，辦理相關研究。

- 4、依據環保署提供資料顯示，該署近 5 年（96 至 100 年）為執行細懸浮微粒 PM2.5 研究調查經費，來自「補助辦理科技研究計畫」及「專業服務費」兩部分，其中補助辦理科技研究計畫總經費平均每年為 3,732 萬元、總補助件數平均每年為 14 件，與 PM2.5 相關計畫補助經費平均為 817 萬元，占 22%（占該署空氣污染防制基金總預算用途費 270,561 萬元之 0.3%），補助件數平均為 2 件，占 14%；另專業服務費總經費平均每年為 51,984 萬元，其中 PM2.5 相關計畫經費平均為 2,674 萬元，占 5.14%（占該署空氣污染防制基金總預算用途費之 1%）。

（二）衛生署部分

- 1、衛生署補助財團法人國家衛生研究院執行 PM2.5 相關研究計畫有 1 件，其計畫名稱為：「臺灣地區肺癌相關風險因子-空氣微粒 PM2.5 的化學特徵與毒性之研究」，計畫期程為 97 年 5 月 1 日至 99 年 12 月 31 日，計畫經費 97 年度 2,640,296 元整、98 年度 4,205,420 元整、99 年度 3,763,254 元整。
- 2、該署近 5 年科技預算（含國衛院科技計畫預算）：97 年度為 4,709,356,000 元整，98 年度為 5,089,181,000 元整，99 年度為 5,177,348,000 元整，100 年度為 4,327,720,000 元整，101 年度則為 4,047,163,000 元整。

- 3、針對研究調查有關 PM2.5 細懸浮微粒對人體健康影響之研究支出金額占該署研究支出總金額比例：97 年度占 0.056%；98 年度占 0.083%；99 年度占 0.073%；100 年度及 101 年度則無該項研究。
- 4、另該署於 99 至 100 年補助雲林縣衛生局 300 餘萬元經費辦理「雲林縣濁水溪沿岸揚塵危害居民健康篩檢計畫」一案，其研究結論有無顯示民眾身體健康異常與揚塵(懸浮微粒)有其相關性。據衛生署表示該計畫分析 6 鄉鎮居民健康檢查結果發現，檢查結果異常與揚塵未具統計上之相關性；揚塵引發之疾病與季節月份等時間性因素及地理性因素有關，同時亦與受檢民眾之既有疾病狀態有關。因此，以定時定點的整合式社區篩檢方式辦理健檢服務，無法直接證明異常疾病與揚塵之因果關係；且該計畫係以提供健康服務性質為主，非為嚴謹之學術研究，若欲進一步探討，應以環保單位之相關監測機制為基礎，進行客觀性之研究。
- 5、該署相關主管及附屬單位預算、主管署立醫院預算總支出金額及該署編制員額、預算員額等統計數據，以 100 年為例如下表 4 至 7 所示：

表 4 100 年度衛生署主管單位預算 單位：千元

單位	預算總金額(歲出)
衛生署主管	69,015,098
衛生署	51,527,540
疾病管制局	5,927,336

國民健康局	3,498,231
中醫藥委員會	214,873
中央健康保險局	5,649,653
食品藥物管理局	2,197,465

資料來源：衛生署

表 5 100 年度衛生署主管附屬單位預算 單位：千元

項目	預算總金額 (總支出／基金用途)
衛生署主管	534,321,715
醫療藥品基金	28,012,074
管制藥品製藥工廠作業基金	345,154
全民健康保險基金	497,288,694
健康照護基金	8,675,793
醫療發展基金	2,306,675
全民健康保險紓困基金	1,630,539
藥害救濟基金	78,123
菸害防制及衛生保健基金	3,651,029
預防接種受害救濟基金	26,704
疫苗基金	982,723

資料來源：衛生署

表 6 衛生署主管署立醫院預算總金額 (總支出)

單位：千元

單位或項目	金額
醫療藥品基金	28,012,074

母基金	98,456
基隆醫院	1,812,556
臺北醫院	1,935,224
桃園醫院	2,530,480
新竹醫院	2,385,267
竹東醫院	430,450
苗栗醫院	984,006
豐原醫院	2,038,769
臺中醫院	1,920,833
彰化醫院	1,519,201
南投醫院	1,198,732
嘉義醫院	751,232
朴子醫院	435,469
新營醫院	486,007
臺南醫院	1,327,465
旗山醫院	355,570
澎湖醫院	361,015
屏東醫院	959,933
恒春旅遊醫院	160,225
臺東醫院	571,719
花蓮醫院	649,814
玉里醫院	902,504
桃園療養院	864,703
八里療養院	428,103
草屯療養院	769,305
嘉南療養院	489,789
樂生療養院	661,195
胸腔病院	402,460
金門醫院	581,592

資料來源：衛生署

表 7 行政院衛生署編制員額、預算員額統計表

機關名稱	編制員額	101年預算員額(職員)
行政院衛生署	307	283
行政院衛生署疾病管制局	893	866
行政院衛生署中醫藥委員會	53	47
行政院衛生署國民健康局(含派駐各縣市衛生單位之職員)	549	256
行政院衛生署中央健康保險局	3033	2913
行政院衛生署食品藥物管理局	505	484
全民健康保險監理委員會	22	17
全民健康保險爭議審議委員會	34	32
全民健康保險醫療費用協定委員會	12	12
行政院衛生署基隆醫院	205	200
行政院衛生署臺北醫院	349	331
行政院衛生署桃園醫院	504	490
行政院衛生署苗栗醫院	179	175
行政院衛生署豐原醫院	217	208
行政院衛生署臺中醫院	201	191
行政院衛生署彰化醫院	96	91
行政院衛生署南投醫院	138	132
行政院衛生署嘉義醫院	129	126
行政院衛生署朴子醫院	102	97
行政院衛生署新營醫院	116	112
行政院衛生署臺南醫院	314	302
行政院衛生署旗山醫院	75	74
行政院衛生署屏東醫院	161	154
行政院衛生署恆春旅遊醫院	55	45
行政院衛生署臺東醫院	159	149
行政院衛生署花蓮醫院	220	209
行政院衛生署玉里醫院	134	122
行政院衛生署澎湖醫院	88	86
行政院衛生署金門醫院	82	78
行政院衛生署胸腔病院	97	95
行政院衛生署樂生療養院	122	99
行政院衛生署八里療養院	128	123
行政院衛生署桃園療養院	189	180
行政院衛生署草屯療養院	252	235
行政院衛生署嘉南療養院	147	138

合計	9867	9152
----	------	------

資料來源：衛生署

- 6、國衛院為衛生署捐助成立之財團法人機構，非該署之附屬機關，並無公務機構法定員額編制。有關國衛院全年總預算數，該院於 101 年度預算為 2,241,032 千元。國衛院從事前述研究計畫之研究人員總數為 660 人，其他人員 241 人，合計 901 人。國衛院的任務可分為「執行醫藥衛生政策實證研究與建言」、「結合臨床與基礎醫學，致力於創新型轉譯醫學研究」、「配合政府政策，協助推動醫藥生技產業起飛」，以及「加強與國內外學術研究機構合作，並扮演整合、推動及提昇國內醫藥衛生研究水準之推手」，執行前述任務之研究預算總額為 1,804,686 千元。
- 7、國衛院國家環境毒物研究中心係於本年 5 月 1 日配合衛生署「百年衛生醫療改革計畫」之短、中程目標設立。101 年度研究經費預算，係國衛院 101 年「塑化劑環境毒素對健康危害之防治」1 年期行政院國家科學技術發展基金補助計畫項下，子計畫四「環境健康政策轉譯」共用經費，預計執行約 500 至 800 萬元。

該中心研究人員由國衛院相關研究單位依研究領域、專長及興趣共同參與研究計畫，目前正另行積極延攬相關研究人才中。關於 PM2.5 空污研究過去多年來環保署、經濟部及地方政府投入大量研究經費，該中心 101 年將蒐集過去研究成果，進行 meta-analysis 包括空氣污染物質暴露評估(exposure assessment)及健康效應評估(health effects assessment)，鎖定研究成果中有意義的污染

物質及顯著的健康效應，將於 102 年進行雲林、彰化地區家戶調查，建立研究追蹤世代，進行以健康效應為主的研究，期能釐清重要危害物質與主要環境健康效應，進而提出健康保護與促進之對策。

(三)國科會部分

- 1、依據國科會所提供資料顯示，該會近 5 年（96 至 100 年）研究經費每年平均為「自行研究」71 萬元、10 件，「補（捐）助研究」為 1,975,422 萬元、19,163 件。其中有關 PM2.5 細懸浮微粒研究經費及件數統計數據，「自行研究」部分無經費支出，「補（捐）助研究」部分平均為 997 萬元（佔總經費支出之 0.5%）、8 件（佔總件數之 0.04%）。
- 2、國科會的主要任務之一係為：「本會對國內科技研究的推動，主要是以經費補助大專校院及研究機構的研究人員從事專題研究，凡研究所需的人力、儀器設備、圖書資訊、耗材及國外差旅費等，經初審及複審通過後予以補助。」（依據國科會網站資料）故該會研究經費支出係以補（捐）助為主，自行研究個案較少。
- 3、國科會近 5 年度研究經費及件數統計，以及有關 PM2.5 細懸浮微粒對環境及人體健康影響相關學術研究經費及件數統計數據，詳如下表 8、9 所示：

表 8 國科會 96 至 100 年研究經費及件數統計表

單位：千元

年度	類別	經費	件數
96	自行研究	854.8	14
	補(捐)助研究	17,564,078.9	17,259
	其他類別	0	0

97	自行研究	926.5	12
	補(捐)助研究	18,395,084.2	18,099
	其他類別	0	0
98	自行研究	465.0	6
	補(捐)助研究	21,116,983.6	19,723
	其他類別	0	0
99	自行研究	595.0	11
	補(捐)助研究	21,123,250.6	20,421
	其他類別	0	0
100	自行研究	695.0	8
	補(捐)助研究	20,571,703.9	20,312
	其他類別	0	0

註：1、自行研究經費：係指該會機關內部提出研究，為該會科技行政研究發展計畫。補(捐)助研究經費：係該會補(捐)助其他機構，為 96 至 100 執行年度核定通過之研究案計畫。其他類別：不屬於自行研究經費及補(捐)助研究經費者，均屬之。

2、資料來源：國科會

表 9 國科會 96 至 100 年 PM2.5 細懸浮微粒研究經費及件數統計表

單位：千元

年度	類別	經費	占當年度總經費之比例(%)	件數	占當年度總件數之比例(%)
96	自行研究	0	0	0	0
	補(捐)助研究	6,187.0	0.04	5	0.03
	其他類別	0	0	0	0
97	自行研究	0	0	0	0
	補(捐)助研究	4,551.0	0.02	5	0.03
	其他類別	0	0	0	0
98	自行研究	0	0	0	0
	補(捐)助研究	2,379.0	0.01	3	0.02

	其他類別	0	0	0	0
99	自行研究	0	0	0	0
	補(捐)助研究	17,034.0	0.08	11	0.05
	其他類別	0	0	0	0
100	自行研究	0	0	0	0
	補(捐)助研究	19,717.2	0.10	15	0.07
	其他類別	0	0	0	0

註：1、計算公式舉例如下：X 年度有關 PM2.5 之補(捐)助研究經費占當年度總經費之比例 = X 年度有關 PM2.5 之補(捐)助研究經費 / [X 年度自行研究經費、補(捐)助研究經費、其他類別經費之加總] * 100% (4 捨 5 入至小數第 2 位)。例如 96 年度有關 PM2.5 之補(捐)助研究占當年度總經費之比例 = 6,187 千元 / (854.8 + 17,564,078.9 + 0) 千元 * 100% = 0.04%

2、資料來源：國科會

(四) 中研院部分

- 1、依據中研院所提供資料顯示，該院近 5 年 (96 至 100 年) 全院研究經費 (執行數) 每年平均為「自行研究」1,056,942 萬元，「補(捐)助及委託研究」為 284,452 萬元、973 件。其中有關 PM2.5 細懸浮微粒對環境及人體健康影響相關學術研究 (執行數) 統計數據，「自行研究」部分平均每年為 1,531 萬元 (佔總經費支出之 0.14%)、5 件；「補(捐)助研究」部分平均為 426 萬元 (佔總經費支出之 0.15%)、2 件 (佔總件數之 0.24%)。
- 2、中研院近 5 年度全院研究經費 (執行數) 及件數統計，以及有關 PM2.5 細懸浮微粒對環境及人體健康影響相關學術研究經費 (執行數) 及件數統

計數據，詳如下表 10 所示：

表 10 中央研究院近 5 年內有關「PM2.5 細懸浮微粒對環境及人體健康影響」相關研究案及全院研究經費統計表

單位：仟元

PM2.5 細懸浮微粒對環境及人體健康影響相關學術研究 (執行數)						全院研究經費(執行數)					PM2.5 細懸浮微粒對環境及人體健康影響相關學術研究所占比例			
自行研究 A			補(捐)助及委託研究 B			合計 C=A+B	自行研究 D	補(捐)助及委託研究 E		合計 F=D+E	自行研究 G	補(捐)助及委託研究 H=B/E		合計 I=C/F
件數	支出金額	件數	支出金額	件數	支出金額	支出金額	件數	支出金額	支出金額	金額(%)	件數(%)	金額(%)	金額(%)	
96	4	13,433	2	2,750	6	16,183	9,777,004	926	2,442,967	12,219,971	0.14%	0.22%	0.11%	0.13%
97	5	15,165	2	3,868	7	19,033	10,071,749	929	3,003,965	13,075,714	0.15%	0.22%	0.13%	0.15%
98	6	15,731	3	4,209	9	19,940	9,977,596	999	3,040,615	13,018,211	0.16%	0.30%	0.14%	0.15%
99	5	16,629	2	4,774	7	21,403	10,671,833	992	3,155,773	13,827,606	0.16%	0.20%	0.15%	0.15%
100	5	15,593	3	5,744	8	21,337	12,348,947	1,022	2,579,292	14,928,239	0.13%	0.29%	0.22%	0.14%

註：1、本院自行研究經費分配運用於各研究領域、學門及組別，因各自期程、範圍基礎不同，致無法針對研究案件數進行統計。

2、資料來源：中央研究院

九、其他調查事項

(一)先進國家有關細懸浮微粒 PM2.5 所引發影響健康之研究報告及具體作法

1、世界衛生組織(WHO)認為空氣污染是影響人體健康的主要環境風險，若能降低空氣污染程度，就

可減少罹患呼吸道感染、心血管疾病及肺癌人數。日本研究表示，亞洲沙塵暴可能會增加鼻子過敏反應；美國心臟協會聲明，懸浮微粒導致心血管疾病的發生率及死亡率，包括心肌梗塞、心臟衰竭、心律不整、腦中風等，此關聯性在老人、冠心症病人、糖尿病患者、肥胖病患、婦女族群中尤為明顯；香港大學研究發現，微粒空氣污染物質誘發心血管及呼吸系統疾病。

2、國際間對細懸浮微粒有無防制對策如表 11 所示：

表 11 主要國家對係懸浮微粒有無防制對策

	預警監測	降低暴露		衛教宣導
		個人防護	避免外出	
美國	○	○	○	○
日本	○	○	○	○
中國	○	○	○	○
澳洲	○	○	○	○
中華民國	○	○	○	○

資料來源：衛生署

3、基於預警機制，衛生署國民健康局（下稱國健局）配合環保署發布細懸浮微粒之即時濃度相關訊息，以新聞方式，提醒民眾罹患呼吸道疾病（如過敏性氣喘患者）或心血管疾病等慢性病患，尤其是孩童與老年人，應盡量避免外出和注意病情變化。如必要外出時，應避免佩帶隱形眼鏡，最好戴上口罩、護目鏡等個人防護工具。並呼籲慢性病患在沙塵影響期間，最好緊閉門窗、開啟室內空氣清淨機，外出時正確佩戴口罩，以阻隔沙塵中的懸浮顆粒。

4、為有效降低細懸浮微粒危害，應宣導民眾多使用

大眾運輸系統、自行車或電動車輛，以改善國內都會區機動車輛造成之空氣污染問題。另有關境外傳輸如沙塵暴，對我國細懸浮微粒濃度貢獻部分，應請環保署辦理兩岸空氣污染管制技術交流，並推動國內及對岸空氣污染物減量。

(二) 細懸浮微粒 PM_{2.5} 與肺腺癌致病成因相關性及菸害防制

- 1、部分研究指出，細懸浮微粒超標，導致肺癌逐年增加，肺腺癌的成因尚未有明確的結論，但主要還是可能與吸菸、二手菸暴露等危險因子有關，其中二手菸暴露被認為是造成從未吸菸者得到肺腺癌的主要危險因子之一。另由 2006 年美國 Surgeon General 發表的 "The Health Consequences of Involuntary Exposure to Tobacco Smoke : A Report of the Surgeon General"，其結論兩大重點，分別為 (1) 暴露於同住的吸菸者之二手菸，會增加 20% 至 30% 罹患肺癌的風險；(2) 已有足夠證據推斷二手菸暴露與從未吸菸者得到肺癌的因果關係。另外世界衛生組織國際癌症研究總署 (IARC) 於 2009 年出版的 「Evaluating the Effectiveness of Smoking-free Policies」也指出目前研究證據明確顯示二手菸導致從未吸菸者產生肺癌，且歸納各國對於環境二手菸暴露的研究，顯示罹患肺癌的風險介於 20% 至 40%。國內近 5 年有關肺癌標準化發生率呈現穩定狀態，而肺腺癌標準化發生率則介於 $14.4/10^5$ - $17.2/10^5$ 間，呈現上下波動情形。
- 2、肺癌根據其型態特徵分為小細胞癌及非小細胞癌，非小細胞癌包含鱗狀上皮細胞癌、腺癌及大

細胞癌。肺腺癌是國人最容易罹患的肺癌型別，肺癌和菸害有絕對關係，而肺腺癌致病成因，至今仍不確定，吸菸仍然是最顯著的風險因子，除此之外，尚包含遺傳因素（基因）、石棉曝露等。目前已有科學文獻資料顯示 PM2.5 暴露與肺癌具相關性，不過並未指出此關聯性存在於何種肺癌型態類別。

- 3、關於 PM2.5 對人體健康影響，於 2002 年美國醫學會雜誌 JAMA 一篇空氣污染流行病學世代研究結果顯示，該研究選擇美國 51 個都會區，並有當地空氣污染濃度數據合計 50 萬名民眾資料分析，結果顯示經年齡、性別、教育、吸菸、及其他風險因素調整後，發現 PM2.5 與肺癌死亡率之相關性為：大氣中 PM2.5 濃度每上升 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，肺癌死亡率約增加 8%。
- 4、國健局於 100 年至 102 年委託成大辦理「氣候變遷事件與慢性病就醫之相關分析及介入計畫」，目前該計畫尚在辦理中。
- 5、該署於「菸害防制法」新規定自 98 年 1 月實施迄今，有效保護民眾減少二手菸暴露，無論是在禁菸場所，甚至是在家中，二手菸暴露率都持續下降，禁菸環境良好，對於民眾在禁菸場所免受二手菸危害之保護程度已達九成以上。全國 18 歲以上成人吸菸率，已由 97 年 21.9% 降至 19.1%，推估過去 3 年約減少 42 萬吸菸人口。上述有關臺灣 18 歲以上吸菸總人口數（推估值），係以（該年成人吸菸行為調查之男性吸菸率 × 該年 18 歲以上男性年中人口數）+（該年成人吸菸行為調查之女性吸菸率 × 該年 18 歲以上女性年中人口數），以 97 年推估臺灣 18 歲以上吸菸

總人口數約 393 萬人，100 年推估臺灣 18 歲以上吸菸總人口數約 351 萬人，爰推估過去 3 年約減少 42 萬吸菸人口。相關統計如表 12 所示：

表 12 臺灣 18 歲以上吸菸總人口數（推估值）

項目	97 年	98 年	99 年	100
18 歲以上年中人口數(男性)	908 萬 7,494 人	912 萬 6,443 人	920 萬 2,572 人	927 萬 7,430 人
18 歲以上年中人口數(女性)	908 萬 1,233 人	914 萬 9,005 人	927 萬 4,024 人	938 萬 6,086 人
18 歲以上成人吸菸率	21.92 %	19.99 %	19.77 %	19.14 %
男性	38.57 %	35.36 %	34.98 %	33.46 %
女性	4.75 %	4.19 %	4.10 %	4.41 %
18 歲以上吸菸總人口數（註）	約 393 萬	約 361 萬	約 359 萬	約 351 萬
男性	約 350 萬	約 3,23 萬	約 3,21 萬	約 310 萬
女性	約 43 萬	約 38 萬	約 38 萬	約 41 萬

註：1、各年度 18 歲以上成人吸菸總人口數（推估值）＝（該年成人吸菸行為調查之男性吸菸率 × 該年 18 歲以上男性年中人口數）＋（該年成人吸菸行為調查之女性吸菸率 × 該年 18 歲以上女性年中人口數）

2、人口數資料來源：內政部戶政司人口統計年報

3、資料來源：國民健康局「成人吸菸行為調查」

（三）我國電動車輛推動情形

- 1、我國在 98 年推動電動機車政策初期，電動機車僅有 1 家廠商、1 種車款共 37 輛，至 100 年則有 8 家廠商、18 種車款，雖因各級政府補助，消費者購買電動機車的價格已和一般機車相當，惟因民眾使用習慣不同，或囿於居住公寓充電不易，推廣並不容易。
- 2、據經濟部表示，該部正積極推動電動機車實施計畫，以 4 年為期，擬推動銷售 16 萬輛，現今則為 1.4 萬輛。其中第 1 期計畫共有 10 個宣導案，

擬推動銷售 3,000 輛，已成案有 3 案，分別由臺中市、臺南市及臺北市（格上租車）申請共 400 輛電動機車，在這 3 個城市中將設置 462 個充電站，使電動機車充電更加便利；另即將審核之申請案為新北市及高雄市 2 案，是項計畫擬以區域性先行實施後再擴展至全國，目前仍屬示範運行階段。

- 3、現階段銷售極為熱門之油電混合車國內並未生產，全部都仰賴進口，由於該類車輛主要仍以汽油為主燃料，電力只是居於輔助功能，對空氣品質改善恐未有太多貢獻。至於大量使用電動車輛能否降低空氣污染情形，在城市中人口密集區域或許能達到部分效果，但電動車輛所使用之電力亦來自發電廠，有無將原屬於自身之污染排放轉嫁，抑或總體空氣品質有無改善，尚無研究論證及相關數據。

（四）機動車輛怠速政策規劃、研擬、研究及決策等所有相關數據及資料

- 1、為使民眾養成停車後立即熄火之習慣，避免車輛長時間怠速造成空氣污染，立法院於 100 年 4 月 8 日第 7 屆第 7 會期第 8 次會議，通過江義雄等 28 位立法委員提案修正空氣污染防制法，第 2 條增列第 12 款、增訂第 34 條之 1 及第 63 條之 1 條文，除對怠速加以定義，要求怠速時間過長之汽、機車應熄火外，並授權環保署訂定相關管理辦法及罰鍰標準，修正條文於 100 年 4 月 27 日公布。
- 2、本次空氣污染防制法修正前，臺南市政府早於 96 年 6 月 26 日公布「臺南市反怠速自治條例」，並自 97 年 1 月 1 日起實施；臺中市、新竹市及嘉

義市等縣市政府亦依據空氣污染防治法第 31 條規定，陸續公告怠速超過 3 分鐘未熄火為空氣污染行為。因此環保署訂定之「機動車輛停車怠速熄火管理辦法」主要係參考前述臺南市自治條例、臺中市等縣市政府相關公告內容，及包含香港、美國與加拿大等已實施怠速熄火國家相關規定研擬，並分別於 100 年 4 月 20 日及 5 月 25 日邀集縣（市）環保局研商，100 年 6 月 20 日邀集專家學者諮商，100 年 11 月 23 日召開研商公聽會，彙整各界意見檢討修正後於本年 2 月 16 日發布，並自同年 3 月 1 日起施行。

- 3、有關實施停車怠速熄火管制對空氣品質影響部分，環保署委託鼎環工程顧問股份有限公司進行「實施怠速熄火對能耗及污染排放之影響」相關研究計畫。實際測試結果為，汽車啟動引擎，因觸媒轉化器等污染控制設備未達工作溫度，污染排放較為嚴重，但啟動約 5 至 10 秒後，其排放即回穩，相關資料如下圖 2-1、2-2 及 2-3。
- 4、又依污染總量計算，凡怠速超過 1 分鐘，其排放總量已超過啟動時產生之污染總量。倘汽車駕駛人將引擎關閉減少怠速時間，不僅可減少廢氣排放，亦可減緩汽油消耗，對空氣污染改善有助益，亦可避免該車輛怠速未熄火致附近民眾吸入廢氣影響健康。

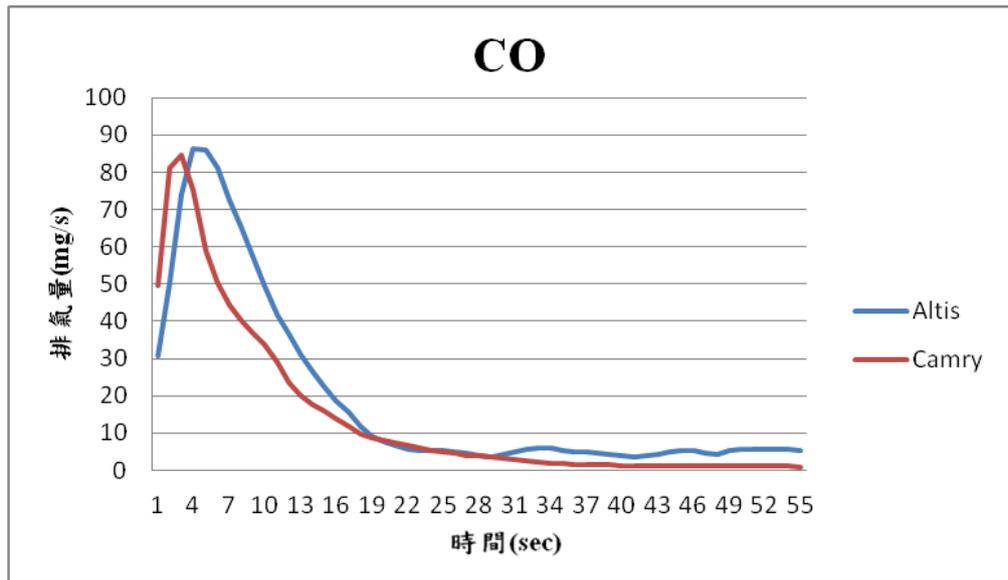


圖 2-1 汽車原地熄火 3 分鐘後再啟動之 CO 排放量逐秒變化

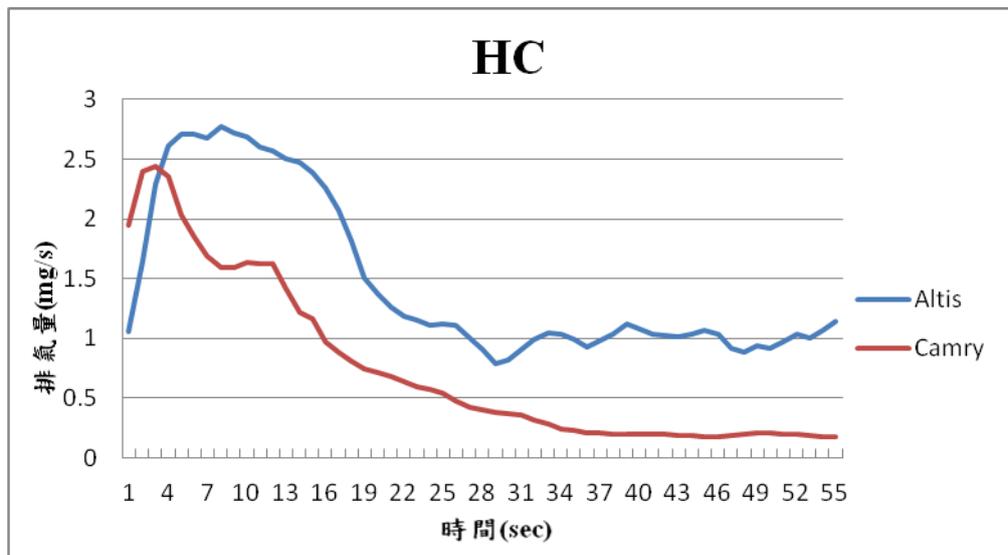


圖 2-2 汽車原地熄火 3 分鐘後再啟動之 HC 排放量逐秒變化

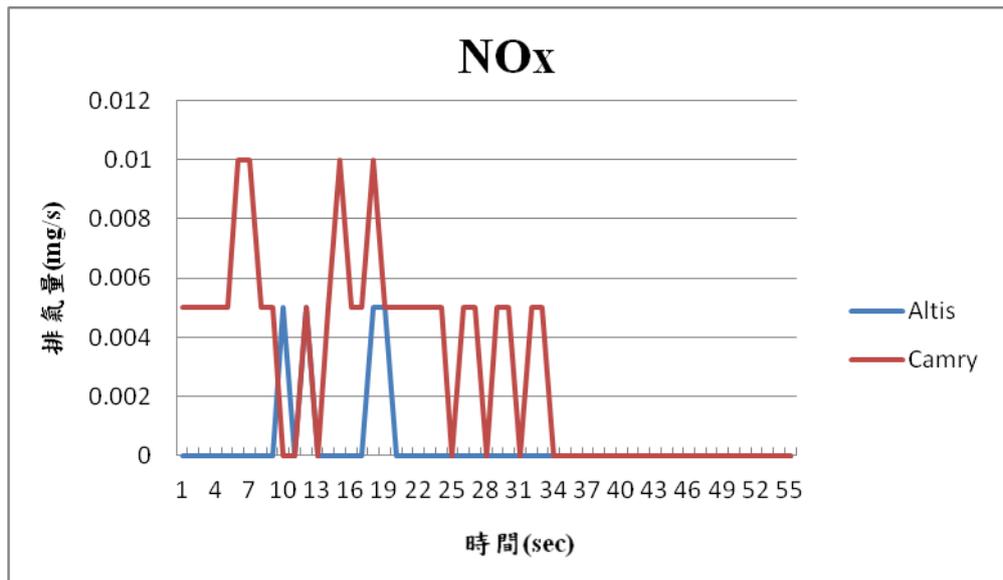


圖 2-3 汽車原地熄火 3 分鐘後再啟動之 NOx 排放量逐秒變化

柒、調查意見：

為瞭解報載所稱，世界衛生組織（WHO）近期調查空氣中細懸浮微粒（PM2.5）濃度結果，全球 38 個受偵測國家中，我國名列第 35 名，臺北則在 565 個城市位居第 551 名，敬陪末座，顯示我國空氣汙染十分嚴重等情，經本院以民國（下同）101 年 3 月 8 日辦理該議題諮詢會議，邀請學者、專家詹長權教授、吳清平醫師、鄭尊仁教授及劉紹興教授等提供意見並備諮詢；嗣於同年 5 月 31 日約詢行政院環境保護署（下稱環保署）葉副署長欣誠、經濟部黃次長重球、臺灣電力公司（下稱臺電公司）莊副總經理光明及臺灣中油股份有限公司（下稱中油公司）楊副總經理敬熙等及相關主管和承辦人員，並請提報本案書面說明；又於同年 6 月 6 日、7 月 13、18 日函請環保署、行政院衛生署（下稱衛生署）、行政院國家科學委員會（下稱國科會）及中央研究院（下稱中研院）查復案關各該事項；全案業經調查竣事，茲臚列調查意見如後：

一、行政院環境保護署允應持續加強改善空氣品質，並於中央山脈西側廣設空氣品質監測站，蒐集、分析相關資料，定期提供監測數據及檢討報告

- （一）依據空氣污染防制法（下稱空污法）第 3 條規定，空氣污染防制之主管機關在中央為行政院環境保護署，在直轄市為直轄市政府，在縣（市）為縣（市）政府。同法第 13 條規定：「中央主管機關應於石化工業區所在之鄉鎮市區、各級主管機關應選定適當地點，設置空氣品質監測站，定期公布空氣品質狀況。」又同法施行細則第 14 條規定：「各級主管機關應依下列規定，定期公布空氣品質狀況：一、每月月底前，地方主管機關應公布前 1 月之各項空氣污染物之監測統計值。二、每年 3 月 15 日前，各級主管機關應公布前 1 年之各項空氣污染物監測統計值

。三、每年 6 月 30 日前，各級主管機關應公布前 1 年空氣品質之分析及檢討報告。空氣品質狀況有嚴重惡化之虞者，各級主管機關應即時公布當時測得之空氣品質狀況。」準此，國內空氣污染防治之主管機關在中央為環保署，由該署訂定相關空污防制之管理規定，地方主管機關為直轄市政府及縣（市）政府，負有執行空污防制之責；另空氣品質監測由各級主管機關分別為之，應選擇適當地點（環保署另應於石化工業區所在地）設置空氣品質監測站（依據同法施行細則第 11 條規定監測站種類為一般空氣品質、交通空氣品質、工業空氣品質、國家公園空氣品質、背景空氣品質監測站及其他特殊目的所設空氣品質監測站 6 種），並應於法定期間內，公布相關監測統計值或分析檢討報告，合先敘明。

（二）有關媒體指稱，世界衛生組織（WHO）於 100 年 9 月公布調查空氣中細懸浮微粒 PM2.5 濃度結果，全球 38 個受偵測國家中，我國名列第 35 名，臺北則在 565 個城市位居第 551 名，敬陪末座一節，據環保署表示，世界衛生組織公布的國家及城市 PM2.5 濃度資料，並未包括臺灣，且其中大部分的細懸浮微粒監測站都位於美國及加拿大，分別為美國設有 728 座及加拿大設有 196 座監測站，其餘國家之監測站數量都很少，其中近 7 成國家的監測站數量都少於 10 座，而亞洲的日本、韓國、中國及我國等國的監測資料均未列入，其所公布之數據代表性明顯不足。

（三）又環保署自 95 年起，以貝他射線衰減法連續自動監測 PM2.5 濃度，主要係作為評估 PM2.5 管制成效及針對敏感族群提出預警用途，而世界衛生組織所訂定之 PM2.5 空氣品質準則值及美、日等先進國家訂定之空氣品質標準值，係以用手動方法採集連續 24

小時 PM2.5 質量濃度值，與我國監測方法不同。不同方法所量測數據自然不同，環保署委託學者進行連續自動監測及手動衝擊方法檢測結果比對顯示，兩者結果差異極大，其差異值平均約為 30%，並依季節及地點差異而不同，如果將我國現有自動監測數據依前述差異比例換算為手動檢測數值，99 年全國細懸浮微粒年平均濃度數值約為 $20.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，在 WHO 公佈的 38 國數據中，由濃度低到高是排序在第 24 位，相當該資料庫所列奧地利空氣品質；臺北市年平均濃度為 $16.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，為該資料庫 565 城市中第 496 位，相當於法國里昂空氣品質。因此，媒體報導醫界或環保團體引用環保署 PM2.5 連續自動監測結果，與 WHO 公布的數據比較並予以排序，所得之結果用以論定我國空氣品質維護並不妥適，亦造成外界誤解。

- (四) 據復，環保署表示已於本 (101) 年 5 月 14 日修正發布空氣品質標準，將 PM2.5 納入管制，並依據國內健康影響研究結果，以健康影響為優先考量，將 PM2.5 之 24 小時值訂為 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、年平均值訂為 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，該標準與 2006 年美國及 2009 年日本發布之 PM2.5 空氣品質標準值一致，為目前國際間納入法規規範中最嚴格的標準。該署初步訂於 109 年達成全國細懸浮微粒濃度年平均值 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 的目標，同時將依國際管制趨勢發展，逐期檢討我國 PM2.5 空氣品質標準，並以達成 WHO 提出之空氣品質準則值，即 24 小時值訂為 $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、年平均值訂為 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 為空氣品質改善努力目標。
- (五) 環保署近年來為維護空氣品質之種種措施，諸如對固定排放源如火力發電廠排放標準加嚴、研議電力設施、鋼鐵業燒結工場空氣污染物排放標準、車用

油品硫含量等標準加嚴、石化業揮發性有機物管制標準、汽油車及柴油車空氣污染物排放標準等管制措施，又與經濟部合作推動電動車政策等等，均致力於有效降低 PM2.5 及硫氧化物 (SO_x)、氮氧化物 (NO_x) 與揮發性有機物 (VOCs) 等前驅物排放量，頗值肯定。惟環保署允應重視中央山脈西側各鄉鎮之空氣品質，該地區位於臺灣沿海各大工業區 (如彰化縣彰濱、雲林縣麥寮六輕及高雄市等工業區) 之下風處，復因山脈阻隔，細懸浮微粒恐有蓄積之虞，為確保民眾身體健康，宜廣設空氣品質監測站監測該地區 PM2.5 濃度及其前驅物種類，並依空污法施行細則規定於法定期間內，公布相關監測統計值或分析檢討報告。

- (六) 又環保署允應檢討現行 PM2.5 監測設備及監測技術優劣，研議與國際標準接軌可行性，將目前自動監測系統改為國際認可之手動監測系統，抑或明定該二系統所取得資料數據換算機制，以避免如日前媒體報導將二者資料數據混用所衍生之誤解。環保署函復本院說明世界衛生組織所訂定之 PM2.5 空氣品質準則值及美、日等先進國家訂定之空氣品質標準值，係以手動方法採集所得值，與我國監測方法不同，不同方法所量測數據自然不同，二者差異值平均約為 30%，並依季節及地點差異而有所不同；爰此，我國既與美、日監測方法不同，所量測數據不同，但又制定與美、日相同之空氣品質標準，其緣由及意義為何？若無相關解釋與澄清，無怪乎造成外界誤解。且因監測方式不同，所得監測數據並不相同，縱經換算，其監測結果亦難令人信服，如環保署所稱我國 PM2.5 濃度年平均標準相當 WHO 資料庫所列奧地利空氣品質，臺北市則相當於法國里昂

空氣品質，恐與民眾一般性觀感不符；且若依該署所稱臺北市年平均濃度為 $16.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，為該資料庫 565 城市中第 496 位，排名成績並不理想，顯示環保署對我國空氣品質維護仍亟待努力。

(七) 綜上，環保署允應於中央山脈西側地區廣設空氣品質監測站，並依法將監測結果定期公布；檢討現行監測設備及技術，研擬與國際標準一致之可能性；並與鄰近國家資訊交流，共謀降低細懸浮微粒 PM2.5 濃度良策，持續加強維護空氣品質措施，避免其危害民眾身體健康。

二、行政院宜應督促所屬衛生署、環保署及國家科學委員會就細懸浮微粒 PM2.5 對公共衛生及人體所產生之不良影響與中央研究院、國家衛生研究院等研究機構共同合作，進行長期研究，以政府角色承擔起支柱之任務，並賦予必要之資源投入，使是類檢測及研究任務信而有徵，足昭公眾輿論之依循，以提高政府處理是類公衛議題之能力

(一) 空氣污染及其 PM2.5 對人體健康可能產生不良影響為：

1、世界衛生組織 (WHO) 認為空氣污染是影響人體健康的主要環境風險，若能降低空氣污染程度，就可減少罹患呼吸道感染、心血管疾病及肺癌人數。就細懸浮微粒 PM2.5 對人體健康可能產生不良影響之相關研究，有日本研究認為亞洲沙塵暴可能會增加鼻子過敏反應；有美國心臟協會聲明，細懸浮微粒導致心血管疾病的發生率及死亡率，包括心肌梗塞、心臟衰竭、心律不整、腦中風等，此關聯性在老人、冠心症病人、糖尿病患者、肥胖病患及婦女族群中尤為明顯；香港大學研究發現，懸浮微粒空氣污染物質誘發心血管及

呼吸系統疾病；我國學者研究結果顯示，每年沙塵暴侵襲，會造成民眾因心肺疾病就診增加，也會提高因心血管疾病而死亡之比率，統計之 14 年來，每次沙塵暴來襲，會使大臺北地區（臺北市、新北市）因此增加 16 人死亡，每年約為 440 人，換算 10 年來共約有 4,400 人因沙塵暴細懸浮微粒致心血管疾病而死亡。

- 2、肺癌根據其型態特徵分為小細胞癌及非小細胞癌，非小細胞癌包含鱗狀上皮細胞癌、腺癌及大細胞癌，肺腺癌是國人最容易罹患的肺癌型別，國內近 5 年有關肺癌標準化發生率呈現穩定狀態，而肺腺癌標準化發生率則介於 $14.4/10^5$ 至 $17.2/10^5$ 間，呈現上下波動情形。目前研究證據明確顯示二手菸導致從未吸菸者產生肺癌機率升高，且歸納各國對於環境二手菸暴露的研究，顯示罹患肺癌的風險介於 20% 至 40%；另細懸浮微粒超標，將導致肺癌逐年增加，依據 2002 年美國醫學會雜誌（JAMA）一篇空氣污染流行病學世代研究結果顯示，經年齡、性別、教育、吸菸、及其他風險因素調整後，發現空氣中細懸浮微粒 PM2.5 濃度每上升 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，肺癌死亡率約增加 8%。
- 3、相較於罹患肺癌和菸害有絕對關係，肺腺癌致病成因至今仍不確定，吸菸仍然是最顯著的風險因子，此外，尚包含遺傳因素（基因）、石棉曝露等，部分研究雖指出，二手菸暴露被認為是造成從未吸菸者得到肺腺癌的主要危險因子之一，惟行政機關針對細懸浮微粒 PM2.5 與肺腺癌罹患率相關性研究仍付之闕如。

（二）又國內對細懸浮微粒 PM2.5 等空氣污染對環境及人

體健康危害及其影響之相關研究及防制機關為環保署、衛生署及其捐助成立之財團法人國家衛生研究院（下稱國衛院）、國科會及中研院等，各機關對是項議題投入研究資源依據其提供資料統計如下：

1、環保署：

據復，環保署近 5 年（96 至 100 年）為執行細懸浮微粒 PM2.5 研究調查，其經費來自空氣污染防制基金總預算用途費之「補助辦理科技研究計畫」及「專業服務費」兩部分，其中補助辦理科技研究計畫總經費平均每年為 3,732 萬元、總補助件數平均每年為 14 件，與 PM2.5 相關計畫補助經費平均為 817 萬元，占 22%（占該署空氣污染防制基金總預算用途費 270,561 萬元之 0.3%），補助件數平均為 2 件，占 14%；另專業服務費總經費平均每年為 51,984 萬元，其中 PM2.5 相關計畫經費平均為 2,674 萬元，占 5.14%（占該署空氣污染防制基金總預算用途費之 1%）。

2、衛生署：

(1) 該署補助國衛院執行 PM2.5 相關研究計畫共有 1 件，其計畫名稱為「臺灣地區肺癌相關風險因子-空氣微粒 PM2.5 的化學特徵與毒性之研究」，該計畫期程為 97 年 5 月 1 日至 99 年 12 月 31 日，計畫經費 97 年度 2,640,296 元整、98 年度 4,205,420 元整、99 年度 3,763,254 元整。

(2) 又該署近 5 年（97 至 101 年）科技預算(含國衛院科技計畫預算)分別為：97 年度為 470,935.6 萬元，98 年度為 508,918.1 萬元，99 年度為 517,734.8 萬元，100 年度為 432,772 萬元，101 年度則為 404,716.3 萬元。

- (3) 針對研究調查有關 PM2.5 細懸浮微粒對人體健康影響之研究支出金額占該署研究支出總金額比例為 97 年度占 0.056%；98 年度占 0.083%；99 年度占 0.073%；100 年度及 101 年度則無該項研究。
- 3、國科會：依據該會所提供資料顯示，其近 5 年（96 至 100 年）研究經費每年平均為「自行研究」71 萬元、10 件，「補（捐）助研究」為 1,975,422 萬元、19,163 件。其中有關 PM2.5 細懸浮微粒研究經費及件數統計數據，「自行研究」部分無經費支出，「補（捐）助研究」部分平均為 997 萬元（佔總經費支出之 0.5%）、8 件（佔總件數之 0.04%）。
- 4、中研院：依據中研院所提供資料顯示，該院近 5 年（96 至 100 年）全院研究經費（執行數）每年平均為「自行研究」1,056,942 萬元，「補（捐）助及委託研究」為 284,452 萬元、973 件。其中有關 PM2.5 細懸浮微粒對環境及人體健康影響相關學術研究（執行數）統計數據，「自行研究」部分平均每年為 1,531 萬元（佔總經費支出之 0.14%）、5 件；「補（捐）助研究」部分平均為 426 萬元（佔總經費支出之 0.15%）、2 件（佔總件數之 0.24%）。
- 5、衡諸 10 年來共約有 4,400 人因沙塵暴細懸浮微粒致心血管疾病而死亡實情，上開各機關對細懸浮微粒 PM2.5 研究與防制投入資源極少，除環保署外，執行與研究經費皆未達其總經費支出之 1%，顯屬不足，對攸關空氣品質及民眾健康之重大環境影響因子輕忽未予重視至明，允屬不當。另衛生署為促進國民健康之主管機關，理應重視

細懸浮微粒 PM2.5 對人體健康不良影響，投入更多資源探究是項議題，惟該署近 5 年內僅執行 1 項相關研究計畫，100 及 101 年更無任何資源投入其中，復未善用國衛院及其所屬國家環境毒物研究中心之研究優勢，對此類影響人體健康之環境影響因子議題顯有輕忽之嫌，亦有未當。

(三) 綜上，行政院宜應督促所屬衛生署、環保署及國家科學委員會就細懸浮微粒 PM2.5 對公共衛生及人體所產生之不良影響與中央研究院共同合作，擬訂國家型、全面型之研究計畫，增加資源投入，進行長期且多元之研究，藉以提高研究報告之公信力。另衛生署亦應善用國衛院及其所屬國家環境毒物研究中心研究機能，致力探究及確認細懸浮微粒 PM2.5 與肺癌、肺腺癌之因果關連，並將研究結果轉換為政策報告，以民眾可以了解的語言呈現，藉以充分教育民眾遠離是類環境影響因子，以維護身體健康。

三、行政院應督導所屬各相關機關建立橫向聯繫機制，提供相關資訊，藉以提高評估細懸浮微粒 PM2.5 可能造成之不良影響，俾利教育及環保主管機關妥擬相關因應措施

(一) 「因氣象變異或其他原因，致空氣品質有嚴重惡化之虞時，各級主管機關及公私場所應即採取緊急防制措施；必要時，各級主管機關得發布空氣品質惡化警告，並禁止或限制交通工具之使用、公私場所空氣污染物之排放及機關、學校之活動。」 「前項空氣品質嚴重惡化之緊急防制辦法，由中央主管機關會同有關機關定之。」 為空氣污染防制法第 14 條所明定。環保署則依據其授權訂定「空氣品質嚴重惡化緊急防制辦法」，另教育部於 99 年 3 月 29

日召集環保署與相關單位研商訂定「各級學校因應空氣品質惡化處理措施暨緊急應變作業流程」，明定空氣品質惡化之監測、預警及聯繫作業處理原則，並規定中、小學停課標準，以因應是類緊急情況發生，合先敘明。

- (二)據復，環保署為防範大陸沙塵對於我國民眾健康及生活之影響，訂有「中國大陸沙塵預警標準作業程序」，於每年 11 月至隔年 5 月成立「沙塵預警作業小組」，並設置沙塵網頁 (dust.epa.gov.tw)，每日觀察中國大陸沙塵動向，運用電腦模式綜合研判各項觀測資料，當確認沙塵將影響我國空氣品質時，即發布新聞，同時通報教育部、衛生署及各地方縣(市)環保局等機關。

因應大陸沙塵暴來襲可能造成空氣品質不良致影響民眾健康情形，環保署已訂定「空氣品質不良通報作業程序及因應措施」，依據該因應措施規定，當沙塵天氣事件開始影響臺灣時，環保署除發布訊息外，並以最速件發函通知各地方縣(市)環保局，輔以簡訊及電話確認及督導各地方環保局是否落實因應措施之工作。地方縣(市)環保局依監測結果及預報情形，加強洗掃、灑水等抑制揚塵措施，巡查固定污染源是否有異常排放並呼籲降載或減少操作頻率，以延緩或減輕沙塵暴來襲與本土污染結合之空氣品質不良現象。另外，也透過當地廣告、跑馬燈等宣導方式應提醒民眾於大陸沙塵暴來襲期間，儘量避免從事戶外活動及減少外出、提醒有心血管疾病、哮喘等呼吸道疾病民眾，或是老人、小孩等抵抗力較弱者，應儘量避免外出或從事劇烈戶外活動。

- (三)另沙塵暴侵襲臺灣期間之中小學生應否停課事宜

，教育部早期為研議對中小學生設定停課濃度標準，曾邀集衛生署等各相關部會研商「是否因沙塵暴訂定國中小停課標準」會議，又教育部於 99 年 3 月 29 日依據環保署「空氣品質嚴重惡化緊急防制辦法」，召集環保署與相關單位研商「各級學校因應空氣品質惡化處理措施暨緊急應變作業流程」會議，並於同年 3 月 31 日發布該項緊急應變作業流程，訂定監測、預警及聯繫作業處理原則：

- 1、統一採用環保署公告空氣污染指標 PSI(Pollutants Standard Index) 值作為分級依據。
 - 2、當 PSI 值達 100 時，即達基本防護階段，由受預警地區之縣(市)政府環保局橫向通知該縣(市)政府教育局(處)及衛生局，由教育局(處)轉知高中以下學校進行基本防護，對於高敏感族群之學生則須多加注意個人健康管理。
 - 3、當 PSI 值達 200 時，應由環保署通知教育部、衛生署及受預警地區直轄市與縣(市)政府環境保護局，並由該等地方環境保護局緊急通知該等地方教育局(處)，並聯繫高中以下學校。
 - 4、依 PSI 值達 300 時，即已達到緊急防護程度，直轄市與縣(市)政府應啟動緊急聯絡網，立即通知轄區學校(含高中)，並請學校通知師生做好緊急防護措施。但如果前日下午 5 時之次日 PSI 預報值(24 小時預報值)達 400 時，則應列入各縣(市)政府停課標準。
- (四)環保署為避免因細懸浮微粒 PM2.5 等濃度遽增，引發民眾身體不適，依前述緊急防制辦法於不同情況下須發布各類警報，以及教育部及各縣(市)教育局(處)因環保署所提供之警報，依所訂定之緊急應變作業流程決定中、小學是否停課，均須有正確

資訊與數據以為決策準據。爰此，環保、氣象、衛生、教育及地方縣（市）政府等各相關機關允應建立橫向聯繫機制，積極提供必要資訊及協助，藉以提高評估細懸浮微粒 PM2.5 可能造成不良影響之能力，俾利教育及環保主管機關妥擬相關因應措施。如衛生署於中、小學因沙塵暴停課機制中，除提供教育部有關該署蒐集國內外相關沙塵暴相關文獻供參考外，更可積極督導縣（市）衛生局加強衛教宣導，擬定因應是項空氣品質不良的作業流程、自我健康管理、緊急防護作法及應注意事項，提供各級學校參用，非如該署於本院約詢時表示：「…本項空氣品質嚴重惡化緊急防制辦法為環保署主政，辦法中規定空氣惡化初級、中級、緊急作法規定明確，衛生署僅能提供健康諮詢…」云云，作法被動且消極，核有未洽。

四、行政院環境保護署對於停車怠速熄火政策，宜確認該措施對空氣品質及車輛維護之影響，並積極推動電動車輛普及政策，參酌國內外法例，研擬妥善之管理辦法，避免朝令夕改，戕害法制威信

(一)空氣污染防制法第 34 條之 1 第 1 項規定：「機動車輛於一定場所、地點以怠速停車時，其怠速時間應符合中央主管機關之規定。」同條第 2 項：「前項機動車輛之種類、一定場所、地點與停車怠速時間及其他應遵循事項之管理辦法，由中央主管機關定之。」據此，環保署訂定「機動車輛停車怠速熄火管理辦法」以為執行停車怠速熄火政策，先予敘明。

(二)據復，環保署為使民眾養成停車後立即熄火之習慣，避免車輛長時間怠速造成空氣污染，立法院於 100 年 4 月 8 日通過修正空氣污染防制法，第 2 條增列

第 12 款、增訂第 34 條之 1 及第 63 條之 1 條文，除對怠速加以定義，要求怠速時間過長之汽、機車應熄火外，並授權環保署訂定相關管理辦法及罰鍰標準，修正條文於 100 年 4 月 27 日公布。該署參考臺南市自治條例、臺中市等縣（市）政府相關公告內容，以及包含香港、美國與加拿大等已實施怠速熄火國家相關規定研擬，並邀集縣（市）環保局及專家學者研商與諮商，又召開研商公聽會，彙整各界意見檢討修正後於本年 2 月 16 日發布「機動車輛停車怠速熄火管理辦法」，並自同年 3 月 1 日起施行。

(三)有關實施停車怠速熄火管制對空氣品質影響部分，環保署表示已委託鼎環工程顧問股份有限公司進行「實施怠速熄火對能耗及污染排放之影響」相關研究計畫，實際測試結果為，汽車啟動引擎，因觸媒轉化器等污染控制設備未達工作溫度，污染排放較為嚴重，但啟動約 5 至 10 秒後，其排放濃度即開始下降，以受測 2 款車型檢測結果觀察，CO、HC 及 NO_x 皆在半分鐘以內回穩，又依污染總量計算，凡怠速超過 1 分鐘，其排放總量已超過啟動時產生之污染總量。倘汽車駕駛人將引擎關閉減少怠速時間，不僅可減少廢氣排放，亦可減緩汽油消耗，對空氣污染改善有助益，亦可避免該車輛怠速未熄火致附近民眾吸入廢氣影響健康。

(四)爰此，停車熄火固較怠速時可減少污染排放總量，亦可維護空氣品質，惟環保署宜就停車怠速熄火措施執行同時，另針對機動車輛於短時間內發動、熄火再發動，對其機械影響及油電損耗率進行完整研究，以證明本項措施除對空氣污染改善有所助益外，亦無傷車輛性能。又允應與交通部充分合作，加

強促進電動車輛（含電動機車、電動汽車及電動公車等）政策推廣，藉以減少車輛流動源排廢，降低都會中有害氣體及細懸浮微粒濃度。

- (五)另環保署表示，經參考國內外法律與相關規定，並邀集相關單位及專家學者研商與諮商，又召開研商公聽會後，發布「機動車輛停車怠速熄火管理辦法」，該署雖歷經嚴密妥善程序制訂該辦法，惟自本年6月1日正式施行後（3月1日至5月31日為宣導期），各界意見反映不一，有批評執法過於嚴格、未考量現實狀況者，為此，環保署於媒體表示將考量鄰近國家法令、臺灣氣候及民情，決定修正該辦法第四條規定，包括溫度超過攝氏三十度、下雨影響稽查儀器判讀、排班候客計程車、幼童專用車、遊覽車及大客車車上有乘客、正有任何人（不包含司機）上車或下車時的車輛、因實施道路救援或濾煙器手動再生須怠速運轉或因機械故障無法阻止引擎怠速的車輛等，均排除怠速三分鐘需熄火的適用對象等改進措施，惟此又遭抨擊排除範圍過於寬鬆，不如廢除本法等云。

查前開「機動車輛停車怠速熄火管理辦法」係由空氣污染防治法授權制訂，該法並未授權行政機關得恣意不予執行法令規定事項，環保署任意以一定溫度（攝氏28度或30度）以上者不執行停車怠速熄火違法案件取締工作，並無法律授權，又未列入或修正該辦法第四條除外規定，容有未當；復以該管理辦法自本年6月1日正式實施，迄今僅3個月餘，不僅引發民眾及媒體議論，主管機關環保署亦稱將著手修改該管理辦法部分內容，足見當時未能妥善研訂該管理辦法，致部分措施窒礙難行、朝令夕改，戕害法令威信，允宜檢討改進。

(六)綜上，環保署執行停車怠速熄火政策，係考量減少機動車輛排放污染總量，維護空氣品質，立意甚佳，惟宜就該措施對空氣品質改善及對車輛機械影響程度進行完整研究；另執行停車怠速熄火違法案件取締工作，若囿於民情或考量現實情況，確有窒礙難行之處，允應修改該管理辦法內容，不應於無法令規定下，逕予對外宣布在某種情況下不執行違法案件取締工作。又法令制訂及修改允宜妥善考量各項因素，並參酌國內外法例，衡諸國內實情，周詳為之，若於法令實施後極短期間內，復又修改相關規定，其朝令夕改作為，除斲傷民眾法律觀感，亦戕害法制威信，洵有未洽。

捌、處理辦法：

- 一、調查意見一、四函請行政院環境保護署研議辦理於二個月內見復。
- 二、調查意見二函請中央研究院研議辦理見復。
- 三、調查意見二、三函請行政院研議辦理見復。
- 四、本調查報告審議通過後上網公告。
- 五、檢附派查函及相關附件，送請財政及經濟委員會處理。

調查委員：周陽山

尹祚芊

中華民國 101 年 10 月 3 日
附件：本院 100 年 12 月 28 日院台調壹字第 1000800523 號函
暨相關案卷。

附件

教育部「各級學校因應空氣品質惡化處理措施暨緊急應變作業流程」 99.03.31

一、依據：

為落實行政院環境保護署(以下簡稱「環保署」)「空氣污染防治法」相關規定與教育部「校園安全及災害事件通報作業要點」，特訂定本作業流程。

二、目的：

- (一)為求校園迅速應變處理偶(突)發空氣品質惡化事件，統籌行政支援力量，俾使災害損失降低至最小。
- (二)積極有效防止災害擴大，降低影響層面，並及早完成災害善後工作，以維護校園及師生安全。

三、監測、預警及聯繫作業處理原則：

(一)監測：

- 1、由空氣品質中央主管機關(環保署)逐時監測並適時發布訊息。
- 2、依據環保署空氣品質監測之空氣污染指標Pollutants Standard Index(以下簡稱「PSI值」)連續2小時達「100」以上，即啟動聯繫作業，並通知學校進行防護措施。

(二)預警：

- 1、停課原則：依環保署空氣品質監測網(<http://taqm.epa.gov.tw/>)全國空品區空氣品質預報，前一日下午5時預報次日PSI預報值達「400」以上，即達停課標準。
- 2、若達停課標準，由直轄市與縣(市)政府邀集相關單位，參考各空品區的PSI預報值，共同會商決定是否停課及相關因應措施。如不停課，有氣喘、慢性呼吸道疾病、心血管疾病、過敏性體質等高風險族群之學生請假可採個案彈性作法，不列入個人日常生活表現評量。

(三)聯繫：

- 1、當PSI值 >100 ：由受預警地區直轄市與縣(市)政府環境保護局發布該區域對應等級之空氣品質不良警告，緊急通知該等地方教育局(處)，並聯繫高級中等(含)以下學校。
- 2、當PSI值 ≥ 200 ：依現行作業執行，由環保署通知教育部、衛生署及受預警地區直轄市與縣(市)政府環境保護局，並由該等地方環境保護局緊急通知該等地方教育局(處)，並聯繫高級中等(含)以下學校。

四、分級防範措施：

如於上課期間發生空氣品質惡化之情況，以不停課為原則，予以加強健康防護。基於維護學校師生健康考量、學校本位管理及區域因地制宜，並依據環保署公告空氣污染指標PSI值，建議採取以下防護措施：

(一)基本防護：(PSI值101~299)

- 1、加強學生及教職員工健康防護宣導。
- 2、學生於上、下學途中或進行戶外活動時，應配戴口罩等個人防護用具。
- 3、師生於室內上課時，可適度關閉門窗，減少暴露於不良品質之空氣中。
- 4、如學校地點位於交通繁忙街道上，宜避免長時間逗留戶外。
- 5、若PSI值達200(含)以上，如有懷孕、氣喘、慢性呼吸道疾病、心血管疾病、過敏性體質等高風險族群之學生及教職員工，應注意個人健康自主管理，盡量避免長時間戶外活動。

(二)緊急防護：(PSI值300(含)以上)

- 1、達到緊急防護程度，直轄市與縣(市)政府應啟動緊急聯絡網，立即通知轄區學校(含高級中等學校)(如：簡訊或傳真等)，並請學校通知師生做好緊急防護措施。
- 2、學生於上、下學途中或進行戶外活動時，應配戴口罩、護目鏡等個人防護工具。

- 3、國民中小學、幼稚園及托兒所應立即停止戶外活動。
- 4、學校應視室外課(體育課)、戶外教學或觀摩活動之活動地點空氣品質條件，將課程活動調整於室內進行或延期辦理。
- 5、如有懷孕、氣喘、慢性呼吸道疾病、心血管疾病、過敏性體質等高風險族群之學生及教職員工，應加強個人健康自主管理，並避免外出和戶外劇烈運動。

五、通報作法：

(一)校安通報作業：各級學校如有人員因空氣品質惡化肇致身體不適，或嚴重影響校務行政事項，至本部校安中心網頁 (<http://csrc.edu.tw/>) 點選「校安即時通」進行通報。

1、空氣污染事件通報：

事件類別請點選：主類別「天然災害」/次類別「環境災害」/事件名稱「空氣污染事件」進行通報。

2、沙塵事件通報：

事件類別請點選：主類別「天然災害」/次類別「環境災害」/事件名稱「沙塵事件」進行通報。

3、人為空氣污染事件通報(如工廠毒【廢】氣外洩)：

事件類別請點選：主類別「意外事件」/次類別「中毒事件」/事件名稱「其它毒化物中毒」進行通報。

(二)停課通報作業：各級學校如有停課事實，請於確定停課訊息後，於1小時內至本部校安中心「天然災害災損及停課通報系統」進行通報。

1、空氣污染事件停課通報：

請點選「表報作業」/「天然災害災損及停課通報系統」/「空氣污染事件」進行通報。

2、沙塵事件停課通報：

請點選「表報作業」/「天然災害災損及停課通報系統」/「沙塵事件」進行通報。

3、人為空氣污染事件停課通報：

請至「校安即時通報網」進行通報。

六、建議事項：

(一)請各單位隨時注意空氣品質監測網站

(<http://taqm.epa.gov.tw/>) 查詢最新空氣品質訊息。

(二)各級學校停課或停辦戶外活動，由直轄市與縣市政府宣布。

(三)有關高風險族群包含：懷孕、氣喘、慢性呼吸道疾病、心血管疾病、過敏性體質等之學生及教職員工，於上述各級狀況發生時，需特別加強防護，並採個人健康自主管理。

(四)由於大專院校與高中職以下學校之課程實施不同，本作業流程僅適用於高中職(含)以下學校，大專院校部份可視狀況，參酌使用本流程辦理。