

出國報告(出國類別：開會)

出席「2013 年海峽兩岸 PM<sub>2.5</sub> 污染控制  
與能源利用研討會」案  
出國報告

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：空保處謝炳輝 副處長

派赴國家：中國大陸

出國期間：102 年 4 月 22 日至 102 年 4 月 25 日

報告日期：102 年 7 月 5 日

# 出席「2013 年海峽兩岸 PM<sub>2.5</sub> 污染控制與能源利用研討會」案

## • 摘 要

空氣品質管理與污染防制需與能源管理結合，目前海峽兩岸均已發布細懸浮微粒的環境空氣品質標準，如何有效控制為兩岸共同面對的課題。細懸浮微粒因顆粒細微，對人體健康危害性大，在大陸造成嚴重之霾害，引發國際的重視。

一般而言，細懸浮微粒主要來自天然的海鹽與街塵、機動車輛、工廠及農廢燃燒等一次性的排放，以及衍生性的二次污染物。對於污染控制技術及管理策略，一般著重在污染源加強排放管制，推動燃料品質提昇及交通管理等源頭改善。為促進兩岸科技研究的交流，由國內空污領域教授組團，與大陸各主要學校環境學院、國家環境科學研究院、北京市環保局等學者專家共同研討及交流，結合兩岸的學術研究機構及行政機關，針對空氣污染的問題以學術研究為基礎，搭配行政管理，共濟一堂研討改善空氣污染。

本次研討會自 2013 年 4 月 23 日至 4 月 24 日共二天。4 月 23 日以兩岸學者以總體及個案研究發表為主，讓彼此雙方對於 PM<sub>2.5</sub> 防制規劃、污染成因及管制現狀有所瞭解，台灣及大陸學者各十篇論文，論文內容係包括：PM<sub>2.5</sub> 環境監測、PM<sub>2.5</sub> 污染來源鑑定分析、PM<sub>2.5</sub> 傳輸效應、PM<sub>2.5</sub> 控制技術研發、PM<sub>2.5</sub> 健康風險評估、PM<sub>2.5</sub> 環境管理、燃料加工與轉化技術、高效、節能環保的火力發電、能源利用管理等。

4 月 24 日上午進行圓桌會議，由兩岸代表綜整 4 月 23 日的研討成果，同時也規劃未來的合作方向及後續具體可行的內容，下午則實地參訪大陸環保部的中國環境科學研究院，由孟偉院長接見及說明環科院的研究重點方向及成果，實際參訪及觀摩主要的空氣污染防制研究室，並與環科院的科學家討論及進行經驗交流。

# 目 次

壹、目的	1
貳、行程	2
參、過程	2
肆、心得及建議	16
伍、附件	19

附件一 「台灣空氣品質管理政策」簡報資料

附件二 大陸「重点区域大气污染防治“十二五”规划」

# 出國報告

## 壹、目的

我國長期投入空氣污染防治，近幾年來在管制策略上採取各項積極精進作為，包括通盤檢討修正各法規標準，加嚴各行業別排放標準，開徵揮發性有機物空氣污染防治費，精進燃油品質標準，推動移動污染源減量，落實逸散源管理，推動河川揚塵防制等等，在各級環保機關的努力及相關單位的配合下空氣品質逐年提升，101 年空氣污染指標 PSI > 100 不良率為 0.97%，較 96 年（3.68%）、97 年（2.87%）、98 年（2.87%）、99 年（1.44%）、100 年（1.38%）大幅改善。其中 101 年 PM<sub>10</sub>-PSI > 100 不良率為 0.10%，與 100 年比較改善幅度達 72%；101 年 O<sub>3</sub>-PSI > 100 不良率占 0.87%，和 100 年比較改善幅度達 9%。

相對的，依據大陸環保部所發布的 2013 年第一季度大陸全國 74 城市空氣質量報告顯示，污染較重的前 10 個城市有 6 個位于河北，天津和北京分列 16 和 17 位。報告稱：1 至 3 月份，74 個城市總體達標天數比例為 44.4%，超標天數比例為 55.6%，其中輕度污染占 25.3%，中度污染占 11.5%，重度污染占 13.0%，嚴重污染占 5.8%。首要污染物為 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>，其中 PM<sub>2.5</sub> 平均超標率為 49.1%，PM<sub>10</sub> 平均超標率為 33.6%。按照城市空氣質量綜合指數進行評價，石家莊、邢臺、保定、邯鄲、唐山、濟南、西安、衡水、廊坊和烏魯木齊等部分城市的空氣污染較重；海口、拉薩、舟山、福州、惠州、廈門、深圳、珠海、江門和麗水的空氣質量較好。

就現況而言，大陸各城市的空氣污染狀況較我國嚴重。雖然我國空氣品質已有大幅改善，然而為更進一步保護民眾健康，在 101 年 05 月 14 日發布粒徑小於等於二·五微米 ( $\mu\text{m}$ ) 細懸浮微粒 (PM<sub>2.5</sub>) 之空氣品質標準，24 小時值  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (微克/立方公尺)，年平均值則為  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。本署沈署長更於 101 年署慶中宣布，改善空氣中懸浮微粒為未來環境資源部的首要目標，要達成此一目標，除了賡續各項空氣污染源防制外，各種污染來源中包括境外傳輸，如何加強合作減低境外空氣污染物的傳輸衝擊及影響，為另一項重要的課題。學者統計分析境外傳輸則以來自中國大陸的影響最大，因此有必要加強兩岸的產官學研空氣污染防治交流，共創兩岸空氣品質保護雙贏的契機。

## 貳、行程

活動日期	活動地點	活動內容
102 年 4 月 22 日 (一)	台北至北京	啓程、搭機及抵達北京
102 年 4 月 23 日 (二)	清華大學環境學院	上午：開幕及研討會 下午：分組研討
102 年 4 月 24 日 (三)	清華大學環境學院 環保部中國環境科學研究 院	上午：圓桌會議 下午：環境科學院參訪及討論
102 年 4 月 25 日 (四)	北京至台北	返程

## 參、過程

### 一、研討會目標

空氣品質管理與污染防制和能源管理結相關甚大，目前海峽兩岸均已發布細懸浮微粒的環境空氣品質標準，如何有效控制其來源為兩岸共同面對的課題。細懸浮微粒因顆粒細微，對人體健康危害性大，在大陸已造成嚴重之霾害，並引發國際的重視，而我國也在 101 年發布細懸浮微粒的國家空氣品質，未來從污染源的監測調查及分析，以及後續管制策略的研訂，管制措施的推動及落實，經由兩岸的學術合作及管制經驗交流，可以共創雙贏的契機。

就一般而言，細懸浮微粒主要來源包括海鹽、街塵、機動車輛、工廠及農業廢棄物燃燒等排放，以及衍生性的二次污染物。對於污染控制技術及管理策略，一般著重在污染源加強排放管制，推動燃料品質提昇及交通管理等源頭改善。為促進兩岸科技研究的交流，由國內空污領域教授組團，與大陸各校環境學院、國家環境科學研究院、北京市環保局等學者專家共同研討及交流。

「2013 年海峽兩岸 PM<sub>2.5</sub> 污染控制與能源利用研討會」，本項兩岸學術研討會，主要由我國台灣大學環境工程研究所蔣本基教授及清華大學清華大學環境科學與工程研究所郝吉明院士所共同策劃。研討會特邀請國內各校環境學系所教授與大陸主要環境學院教授，針對 PM<sub>2.5</sub> 污染控制與能源利用等相關主題，

進行技術討論與學術交流。透過海峽兩岸學者專家之專題演講、論文發表及座談，分享「PM<sub>2.5</sub>之控制與能源利用技術研發」與「管制策略擬定」之經驗。

本研討會主要係匯集海峽兩岸致力於 PM<sub>2.5</sub> 控制與能源利用之研究團隊，建立一個技術交流與合作平台，並希望能達成以下兩大目標：(一) 建立海峽兩岸知識與技術交流平台，提升國內「PM<sub>2.5</sub>污染控制與能源利用技術」能量。(二) 規劃海峽兩岸合作研發主題，共同發展關鍵技術，研討管制策略。

## 二、出席學者專家

大陸與會學者專家由清華大學環境科學與工程研究郝吉明院士安排邀約，主要出席的學者包括清華大學環境學院賀克斌教授、清華大學環境學院汪誠文教授、清華大學環境學院王書肖教授、中國環境科學研究院柴發合副院長、北京市環境保護局大氣處李立新副處長、中國科學院生態環境研究中心賀泓研究員、中國科學院大氣物理研究所王自發研究員、復旦大學環境科學與工程系陳建民教授、浙江大學化學工程與生物工程學系高翔教授、南京大學大氣物理系系主任王體健教授、中國科學院城市環境研究所杜克教授、清華大學環境學院蔣靖坤副教授。

台灣與會學者由台灣大學環境工程學研究所蔣本基教授率團，出席的學者專家包括台灣大學公共衛生學院黃盛修教授、成功大學環境工程學系蔡俊鴻教授、清華大學王竹方教授、交通大學環境工程研究所蔡春進教授、雲林科技大學環境與安全衛生系張良輝教授、輔仁大學醫學院公共衛生學系劉希平教授、宜蘭大學環境工程學系張章堂教授、環保署空保處謝炳輝副處長。

## 三、交流之必要性

空氣品質管理、污染排放防制需與能源管理結合，在海峽兩岸將細懸浮微粒納入環境空氣品質標準之際，如何有效管理及控制為兩岸共同面對的課題。細懸浮微粒因顆粒細微而且容易吸附有害重金屬及有機物質，對人體健康危害性大，大陸的嚴重霾害，已成為國際間重視的空氣污染焦點。為促進兩岸科技研究的交流，由國內空污領域教授組團，與大陸各校環境學院、國家環境科學研究院、北京市環保局等學者專家共同研討及交流。

本次研討會自 2013 年 4 月 23 日至 4 月 24 日共二天。4 月 23 日以兩岸學者研究概況發表為主，使彼此雙方對於 PM<sub>2.5</sub> 防制規劃及污染研究現狀有所瞭解，台灣及大陸學者各十篇論文，論文內容係包括：PM<sub>2.5</sub> 環境監測、PM<sub>2.5</sub> 污染來源鑑定分析、PM<sub>2.5</sub> 傳輸效應、PM<sub>2.5</sub> 控制技術研發、PM<sub>2.5</sub> 健康風險評估、PM<sub>2.5</sub> 環境管理、燃料加工與轉化技術、高效、節能環保的火力發電、能源利用管理等。4 月 24 日上午進行圓桌會議，由兩岸代表綜整 4 月 23 日的研討成果，同時也規劃未來的合作方向及後續具體可行的內容。



圖 1. 我方代表團學者在清華大學合影



圖 2. 研討會所在地清華大學

#### 四、會議議程

2013 年 4 月 23 日 星期二 環境學院 119 會議室

9:00 報到

9:30 開幕時段

貴賓致辭 蔣本基特聘教授 台灣大學環境工程學研究所

開幕致辭 郝吉明院長 清華大學環境科學與工程研究院

10:00 第一單元 主旨報告

主 持 蔡春進教授

主旨發言 建置細懸浮微粒污染管制落實低碳永續能源政策(25')

蔣本基特聘教授 台灣大學環境工程學研究所

主旨發言 大陸大氣污染控制策略探討(25')

柴發合副院長 中國環境科學研究院

10:50 茶歇

11:00 第二單元 主旨報告

主 持 賀泓教授

主旨發言 台灣空氣質量管理政策(25')

謝炳輝副處長 台灣環保署空保處

主旨發言 北京市大氣污染防治情況(25')

李立新副處長 北京市環境保護局大氣處

12:00 午餐

13:30 第三單元 分組討論：PM<sub>2.5</sub>監測議題 環境學院 119 會議室

主 持 劉希平教授、王體健教授

主題發言 排放管道中 PM<sub>2.5</sub> 檢測方法研究(25')

黃盛修教授 台灣大學公共衛生學院職業醫學與工業衛生研究所

主題發言 無組織排放顆粒物煙羽不透光度及 PM<sub>2.5</sub> 排放通量的光學遙感監測方法

杜可教授 中國科學院城市環境研究所

主題發言 PM<sub>2.5</sub> 的檢測技術研究進展(25')

蔡春進教授 交通大學環境工程研究所

主題發言 中國大陸 PM<sub>2.5</sub> 污染來源與控制(25')

賀克斌教授 清華大學環境學院

13:30 第四單元 分組討論：能源再利用議題 環境學院 122 會議室

主 持 張良輝教授、王自發教授

主題發言 科學園區 PM<sub>2.5</sub> 特性分析與防治策略(25')

王竹方教授 台灣清華大學生醫工程與環境科學系

主題發言 中國機動車污染控制(25')

吳燁副教授 清華大學環境學院

主題發言 台灣清淨空氣計畫有關細微粒防制策略思考(25')

蔡俊鴻教授 成功大學環境工程學系



主題發言 上海市 PM<sub>2.5</sub>與大氣灰霾治理(25')

陳健民教授 復旦大學環境科學與工程系

15:10 茶歇

15:20 第五單元 分組討論：PM<sub>2.5</sub>監測議題 環境學院 119 會議室

主 持 蔡俊鴻教授、賀克斌教授

主題發言 煙道排放懸浮微粒中 PAHs 含量及其健康風險評估(25')

劉希平教授 輔仁大學醫學院公共衛生學系

主題發言 南京 PM<sub>2.5</sub>污染特徵及來源解析(25')

王體健教授 南京大學大氣物理系

主題發言 各種行業煙道氣中 PM<sub>2.5</sub>排放特性與防制設備效率評估(25')

張章堂教授 宜蘭大學環境工程學系

主題發言 黑碳顆粒物在大氣中的氧化性老化過程(25')

賀泓研究員 中國科學院生態環境研究中心

主題發言 1-3nm 氣溶膠測量及大氣新粒子形成機制研究(25')

蔣靖坤副教授 清華大學環境學院

15:20 第六單元 分組討論：能源再利用議題 環境學院 122 會議室

主 持 王竹方教授、陳建民教授

主題發言 2013 年 1 月我國中東部強霾污染的數值模擬和成因解析(25')

王自發教授 中國科學院大氣物理研究所

主題發言 台灣大氣中 PM<sub>2.5</sub>及其成分之區域性來源仿真分析(25')

張良輝教授 雲林科技大學環境與安全衛生工程系

主題發言 水泥、鋼鐵行業煙氣污染物控制技術(25')

高翔教授 浙江大學能源工程學系

主題發言 柴油車引擎排放微粒及持久性有機污染物之特徵及減量(25')

王琳麒教授 正修科技大學土木與工程信息系

主題發言 長三角灰霾污染特徵與成因分析(25')

王書肖教授 清華大學環境學院

17:30 休會

18:00 招待會

2013年4月24日 星期三

圓桌座談 環境學院 205 會議室

9:00 議題一：PM<sub>2.5</sub>控制技術

主 持 郝吉明院長、蔣本基教授

引導發言 柴發合副院長 中國環境科學研究院

蔡春進教授 交通大學環境工程研究所

10:00 綜合討論

10:20 茶歇

10:35 議題二：能源再利用議題

主 持 郝吉明院長、蔣本基教授

引導發言 蔡俊鴻教授 成功大學環境工程學系

高翔教授 浙江大學能源工程學系

11:35 綜合討論

12:00 會議結束



圖 3. 清華大學郝吉明院士致詞



圖 4. 台灣大學蔣本基教授專題演講

## 五、會議內容

### （一）大陸空氣污染原因及防制策略

大陸環境科學研究院柴發合副院長就在其專題報告中指出，大陸空氣污染嚴重的原因為經濟發展粗放，產能及產量均過剩；能源消費量成長超過計畫，結構與利用不合理；機動車輛快速增加，燃油品質問題嚴重；個別污染物排放量雖有降低，但多數污染物排放量持續增加；環境監測嚴重不足，無法掌握基礎資料。因為長期以追求經濟高度發展為施政目標，所以造成趨複雜及嚴重的空氣污染狀況，然而在另一方面，也因資源充裕，相對的也投入大量經費與人力進行研究。

柴副院長指出大陸未來所採行的防制策略包括：改變發展模式，調整產業結構；淘汰落後產能，減限過剩產能；清潔能源結構，提高能源效率；多物協同削減，多源深度控制；建立預警制度，應對灰霾天氣；健全法規標準，嚴格執法監督；發揮市場作用，完善經濟政策；區域聯防聯控，城市強化責任；企業守法自律，創新升級達標，信息共享，全民參與。

為防止霾害日益嚴重，大陸環保部並全面推出史上最嚴的防污產業政策，同時限定在 19 個省市區內的 47 個地級市以上的城市中，設有石化、鋼鐵、水泥、火力發電、化工與有色金屬等 6 大重污染產業，必須進行「特別排放限值」的管制，其中鋼鐵與火力發電等行業已自 2013 年 3 月 1 日起正式列管新設項目。另外現有項目，火力發電燃煤機組從 2014 年 7 月 1 日開始執行煙塵特別排放限值，鋼鐵行業燒結特別機組，自 2015 年 1 月 1 日執行顆粒特別排放限值。石化行業及燃煤工業鍋爐專案等，俟現有專案過渡期滿後，分別執行揮發性有機物、煙塵特別排放限值。由於大陸經濟、產業及城市快速發展，在污染管制策略上特別強調區域的聯防聯控，其中津京冀、長江三角及珠江三角等三大區域，更是聯防聯控的重點區域。



圖 5. 環科院柴副院長專題演講演講

## (二) 細懸浮微粒的管制

賀克斌教授則指出，中國大陸在 2006 年以前空氣污染是一次排放的高值區。隨著經濟和產業發展，二次污染物日漸嚴重，其中以懸浮微粒而言， $PM_{2.5}/PM_{10}$  平均約 65%，最高可達 80%。賀教授更進一步指出，霧霾與  $PM_{2.5}$  具有高度的相關性。綜合排放特徵、地面監測和衛星影像資料的反演，分析中國大陸  $PM_{2.5}$  污染特徵。近 30 年來，大陸細懸浮微粒  $PM_{2.5}$  及其主要前驅物排放，除二氧化硫 ( $SO_2$ ) 外均呈明顯增長趨勢。其次，大陸主要城市  $PM_{2.5}$  (細微顆粒物) 濃度均超過世界衛生組織第一階段的質量濃度標準，而  $PM_{2.5}$  的質量濃度和化學組成具有區域性的變化。一般而言，西部城市要高於東部城市，北方地區高於南方地區。

根據調查統計，北京地區細懸浮微粒的主要來源為機動車輛排放約占 25%，燃煤和長程傳輸約各占 20%。其次在大陸各主要城市的灰霾天數，以成都最高，其次是太原、南京、天津，都超過 200 天。就組成成分而言，有機顆粒物是大陸  $PM_{2.5}$  中的重要物種，所占比例為 15% ~ 53%；但是相對的在東部地區的城市、農村和森林地區，則以二次無機離子(SNA) 在  $PM_{2.5}$  中占主導地位( 比例為 40% ~ 57%)。監測調查也發現，排放增長最快的區域是人口在 200 萬人左右的中等規模城市。大陸在污染防治上所面臨的挑戰，賀教授歸結幾個面向，包括在於大陸正面臨有史以來最高速的城市化過程，人口、產業及資源急速向都會集中。其次，則是中等規模城市氮氧化物排放持續增加，而且中等規模城市數量亦逐漸增長。第三，則

是大陸正處在過往已開發國家所經歷的工業化高成長高排放階段，此一階段仍持續發展。

對於大陸細懸浮微粒的管制，賀教授提出六大策略，包括加大速度及加大力度，實現經濟成長方式的轉變；儘速建立預警應及變緊急減排工作機制，並強化基礎科學研究；對於多污染物的協同減排，應儘速建立制度化；重點區域的聯控聯防，應儘速建立並落實推動；強化空氣品質監測網建置，推展基礎資料調查，加大重點污染物及關鍵污染物的減排；Cleaning China's Air；改變民眾生活習慣，推動節約型及環保型的生活。

事有輕重緩急，在探討大陸空氣污染的成因及應採取的策略後，該如何採取有效的行動方案，而其中重要且急迫的首要任務在於基本資料的調查監測建立。賀教授從過往的經驗和實務提出應結合大型城市群（京津冀、長江三角、珠江三角）區域聯防聯控，並參考 2008 年北京奧運等案例，落實 PM<sub>2.5</sub> 區域複合污染的多污染物協同控制策略，推動夏季削減 PM<sub>2.5</sub>，改善能見度。

賀教授同時也強調，污染控制目標的訂定、策略的規劃和採行、減排的推估和驗證，均需要具高分辨率的排放清單和空氣品質監測系統。建立高準確性及高時空解析度的排放清單準，建構空間、時間和化學物種分配等功能之網格化排放清單技術，換句話也就是說，所建立的監測及排放資料庫需具準確性、精確性、代表性、完整性、可比較性。只有依據完整的監測和排放源資料，才能擬訂可靠的管制策略，也才能評估及驗證管制策略及行動方案的成效。

### （三）2013 年 1 月霧霾個案探討及模擬

今（2013）年 1 月北京發生嚴重的霧霾事件，由於空氣品質持續不良，北京當局在 1 月 13 日發出該市歷史上首個大氣污染次最高級預警—橙色警報，引起國際媒體關注，此一霧霾事件，依據媒體報導因呼吸系統問題就醫的孩童及敏感族群超過千人。同時在 1 月 13 日 14 時，北京也首次實施“極重污染日應急措施”應對：中小學及幼稚園減少或停止體育課、課間操及戶外活動，施工工地停止土方施工，公務車帶頭停駛……等等。

就細懸浮微粒的質量而言，根據美國大使館自行設置的監測設備測得的最高值為 886 微克/立方公尺，而北京市所發布的監測值亦高達 700 微克以上。大陸中國科學院大氣物理研究所研究員王自發博士指出，北京發生霧霾平均每年超過 160 天，而上海則平均超過 200 天。在 1 月 13 日的個案中，粒徑小於 1 微米的細懸浮微粒（PM<sub>1.0</sub>）濃度超過 500 微克，而且在粒徑小於 2.5 微米細懸浮微粒，整個北京都會區在短短的 2~3 小時內增加 300 微克~500 微克，而能見度普遍低於 1000 公尺，甚至不到 200 公尺。

王博士分析此一事件發生時的氣象條件包括：天氣形勢異常，逆溫層極低不利污染物的垂直擴散；相對濕度很高有利霧霾的形成和持續；平均風速每秒低於 1.5 公尺，污染物水平傳輸及擴散均受影響。此外則是受到天然環境的影響，北京市位於華北平原的西北邊緣，北京平均海拔高度 43.5 米，背靠太行山餘脈和燕山山脈，由於受山地屏障的影響，區域傳輸來的細懸浮微粒容易累積，這是質量濃度持續上升的主要推手。郝院士也表示在高污染當日曾派人開車前往北京郊區的八達嶺，沿路霧霾茫茫能見度極低，但是車行至海拔高度 585 米-630 米的八達嶺小鎮，就已不受霧霾影響，若以此推論，2013 年 1 月 13 日的逆溫層應該遠低於 500 公尺。

至於 1 月 13 日霧霾形成機轉，王博士認為在基本資料不足的情況下，需更進一步的研究，分析過往的天氣資料，亦曾有過類似的氣象狀況，然而為何此次霧霾如此嚴重，發生的充分條件、必要條件及形成的主客觀機轉仍無法掌握，尤其是精準排放源資料的掌握，目前仍是很大的課題。雖然基本資料有所不足，但是王自發博士相信，他所領導的國家科學院的大氣邊界層物理和大氣化學國家重點實驗室，在污染的累積擴散和傳輸模擬的研究和相關模式的發展，因得到國家充足的人力和經費支持，模式模擬精準度已達世界一流水準，依據大氣氣象資訊和推估的排放源資料庫，未來逐步建立排放源資料庫後，對於霧霾將可以有效而精準時的模擬，提供管制及應變應用。

此次研討會於 4 月 22 日飛抵北京，飛機落地看到北京的天空仍受霧霾的影響，能見度欠佳，抵達住宿的飯店往外可以看到明顯的霧霾狀況，而在 4 月 25 日則是晴空萬里，由住宿的飯店可以清楚遠眺圍繞北京的八

達嶺山區。



圖 6. 研討會期間北京的能見度  
(4月22日)



圖 7. 研討會期間北京的能見度  
(4月25日)

#### (四) 北京空氣污染防制的策略

此次研討會大會特別安排北京環保局大氣處李立新副處長對北京空氣污染防制進行專題報告，李副處長指出未來北京空氣污染管制將推動 9 大策略：

1. 完善質量監測網絡和信息發布制度。
2. 積極發展綠色運輸，控制機動車污染，2015 年公共交通使用比率達 50 %，2020 年則提高至 55%。
3. 大力發展清潔能源，減少煤碳總量，2015 年將減至 1500 萬噸以下，2020 年則減至 1000 萬噸以下。
4. 推進產業結構調整，深化工業污染治理。
5. 加強科技支持，促進污染減排。
6. 強化城市細緻化管理，控制揚塵污染管理。
7. 加強生態建設，增加環境容量，5 年內將增加 100 萬畝的林地。
8. 制定重污染日應急預案，實施應急管理。
9. 加強宣傳引導，促進公眾參與。

在這些主要的防制策略中，對於空氣品質監測站網的設置及品報保查核、固定源的排放管理、營建工程的揚塵管制、緊急應變的規劃和演練、裸露地的管理及綠美化、擴大公眾的參與等等，本署已長期推動並得到具體成效，未來可透過交流提供北京環保主管機關參考。



圖 8. 北京市環境保護局大氣處  
李立新副處長專題報告



圖 9. 清華大學前的交通狀況

### (五) 環境基礎及應用的研究

102 年 4 月 24 日下午則實地參訪環保部中國環境科學研究院，由孟偉院長接見及親自說明環科院的研究重點方向及成果，孟院長指出環科院目前總研究人力超過 1000 人。環科院是為了解決問題而成立，在 80 年代的 6/5 時期，環科院的研究重點就是解析經濟社會發展過程中所會面臨的問題，而且是針對具有前瞻性、戰略性、預先性的課題進行研究。長期以來環科院在主要的環境議題均有豐碩的科研成果。例如環境容量的研究、總量控制技術與戰略的研究，質量管理的研究，全國性酸性沉降的研究，水污染控制及涵容戰略及技術研究…等等。

為吸引一流的研究人才，大陸的學術研究機構有許多創新的做法，例如環科院除與頂尖學術研究機構合作外，同時也可招收研究生並授與碩士及博士學位，而領導全國科技發展的龍頭大陸國家科學院亦是可招收研究生並且授予博士學位。此外，為充裕教學研究經費，學術研究機構也可以成立控股公司，例如此次研討會主辦的清華大學就設有控股公司，此次會議大會安排住宿的清華紫光國際交流中心（Unisplendour International Center Hotel）即是清華大學控股公司所經營，此與我國公有民營制度類似，但具有更大的彈性。





圖 10. 代表團訪問環科院與柴副院長等合影

## (六) 我國空氣品質保護及污染防制策略

此次我方學者專家的報告，並由領隊台灣大學蔣本基特聘教授擔任貴賓發言並就「建置細懸浮微粒污染管制落實低碳永續能源政策」發表專題演說，由於我方學者在研究上較為深入及細緻，所以相關專題的發表著重在科學研究成果。其中成功大學環工所蔡俊鴻教授，因曾協助本署規劃我國未來空氣品質保護與污染防制的中期發展，乃就「我國台灣清淨空氣計畫有關細微粒防制策略思考」進行專題報告。

蔡教授在台灣清淨空氣計畫中指出，我國空氣品質保護未來所面對的主要挑戰，包括長程傳輸對國內影響漸增，臺灣及離島地區空氣污染物背景濃度逐年上升；自然環境變遷衍生問題對空氣品質影響程度漸增，區域及局部地點極端高濃度污染事件發生頻率增加。重大開發案持續推動進行，交通運輸負荷持續增長，空氣污染排放負荷未能減輕。空氣污染排放強度空間分佈差異性增大，區域性傳輸影響及管制愈趨複雜；污染源特性多元化，減量技術與成本大幅提高。民眾對生活舒適度期望日益殷切，針對各類干擾或突發事件管控防制負荷大幅增高。未來面臨新興議題(溫室氣體、PM<sub>2.5</sub>、有毒空氣污染物)之管制策略複雜度極高。

其次為為達成民國 105 年所設定的空氣品質目標，蔡教授也指出核心策略為減少空氣污染物排放量，並應依循現階段以行政管制與經濟誘因雙軌並行，對於固定污染源與移動污染源空氣污染物進行減量對策，同時考

量控制對策，在經濟可行的原則下採技術可行性的策略，分階段依序推動。推動的策略則是依循現階段空氣污染防制作業架構，以「擴大管制對象、提昇防制效率」為主軸，以有效減少污染物排放量為優先任務。此外，依循現行管制作業系統，組合各項污染物管制減量對策，針對不同的污染源擬訂管制方案加以推動，主要包括固定污染源管制方案、移動污染源管制方案、區域性空氣品質管制方案，並透過部會橫向協調分工及中央與地方環保主管的縱向分工來達成預定目標。

蔡教授也以細懸浮微粒主要來源的固定污染源為例，提出我國未來的努力方向：加嚴固定污染源的排放標準：加嚴及增訂各行業別的排放標準，對於既存、新增及變更之固定污染源須採行減量措施，提高控制效率以有效減少排放量；提高最佳可行控制技術效率，擴大適用對象：新設大、中等規模污染源與既設大規模污染源皆須提升控制效率以減低污染物排放量。推動指定削減量，落實許可證登錄條件，提高防制效率。加嚴乾淨氣體燃料規範，徵收使用氣體燃料排放空氣污染防制費。提高逸散污染源控制效率。提高各類別污染源納管率：執行清查更新擴充作業，全面掌握所有點源、面源排放，落實稽查，確保符合法規標準。

## （七）雙方未來的合作規劃

2013年4月24日舉行圓桌會議，就後續合作進行研商，環科院柴副院長在會中提出應以「從交流到協作，建立兩岸合作長效機制」為前題，加強PM<sub>2.5</sub>的污染控制合作。柴副院長指出目前對於細懸浮微粒的屋污染防制綜整有下列幾項主要問題，包括機理不明、底數不清、技術不足、成果不系統、機制不順、示範效果不顯著，而解決的方案在於摸清機理、建構平台、優化技術、整合成果、管理創新、改善空氣質量。

其次對於未來可合作的方向包括：

1. 環境中PM<sub>2.5</sub>監測和排放源監測技術，以及監測分析相關標準作業流程的建立。
2. 空氣污染嚴重事件的模擬，以及預警預報制度的建立，尤其是72小時預報技術的發展。

3. PM<sub>2.5</sub>的排放清單的調查建立，污染源控制與排放的時空資訊。
4. VOC 的排放清單的調查建立，污染源控制與排放的時空資訊。
5. 重點行業多污染物協同控制技術的發展。
6. PM<sub>2.5</sub>的最佳控制方案，經濟與技術可行的多措並舉。

其次兩岸合作的具體方向包括：

1. 建立長效機制，建立長設機構。
2. 加強資訊及人員交流。
3. 參與對方的研究項目。
4. 共同開發並實施研究計畫。
5. 推動官方交流，相互借鏡環境監管經驗。
6. 推動企業合作，相互交流大氣污染防制經驗。

## 參、心得與建議

### 一、心得

1. 中國環境科學研究院柴發合副院長就在其專題報告中指出，大陸空氣污染嚴重的原因為經濟發展粗放，產能及產量均過剩、能源消費量成長超過計畫，結構與利用不合理、機動車輛快速增加，燃油品質問題嚴重、雖有個別污染物排放量降低，但多數污染物排放量持續增加、環境監測嚴重不足。因一直追求經濟發展，大陸空氣污染情形日趨複雜及嚴重，相對的也投入大量經費與人力進行研究。
2. 大陸今（2013）年 1 月因發生多次嚴重的霧霾天氣，霾害面積超逾 100 萬平方公里，局部地區能見度不到 500 公尺，引發民眾及國際的關注，並引起中央領導階層的高度關切。然而學者對於發生原因的解析，就所能掌握的天氣狀況，包括異常氣溫、微弱的風速與高度在 300 公尺以下極低的混合層外，對於細懸浮微粒濃度為何會在短時間內快速形成及累積的機轉，仍待更深入的研究。
3. 為讓大陸學者專家瞭解我國空氣品質保護及污染管制的發展，本次會議亦就我國空氣品質管理，進行專題報告。報告內容包括空氣品質現況、空氣

品質管理政策、空污改善策略、固定污染源及移動污染源管制、電力及相關行業設施加嚴管制、電動公車、推動建置電動車電池交換營運系統及電動公車等進行簡報說明，我國長期在空氣品質保護與污染管制的努力成果，讓與會大陸學者專家離留下深刻印象。

4. 企業強調人才是最重要的資產，在科學研究上人才也是最重要的資產，102年4月24日下午地參訪環保部中國環境科學研究院，孟偉院長指出為吸引一流人才參與環境科學研究，環科院長期與國內外頂尖學術研究機構合作，同時也可招收研究生並授與碩士及博士學位，讓研究人員安身立命專心的投入研究。不只環科院如此，大陸國家科學研究院也是如此，大氣物理研究所研究員王自發博士就指導博士研究生，大陸對於人才的重視由此可見一斑。
5. 此次研討會大會特別安排北京環保局大氣處李立新副處長對北京空氣污染防治進行專題報告，李副處長指出未來將推動9大策略。在北京市的主要的防制策略中，對於空氣品質監測站網的設置及品報保查核、固定源的排放管理、移動源的管理及綠色運輸的推動、營建工程的揚塵管制、緊急應變的規劃和演練、裸露地的管理及綠美化、加強教育宣傳及擴大公眾的參與等等，我國已長期推動並得到具體成效，未來可透過經驗及實務交流提供北京環保主管機關參考。

## 二、建議

1. 環科院柴副院長在圓桌會議中提出未來的合作方式包括：建立長效機制，建立長設機構；加強資訊及人員交流；參與對方的研究項目；共同開發並實施研究計畫；推動官方交流，相互借鏡環境監管經驗；推動企業合作，相互交流大氣污染防治經驗。在這幾個面向中有關推動官方交流，本署今年初籌辦「兩岸大氣保護學術研討會」，已與大陸環保部建立官方交流管道，未來可持續推動。
2. 大陸雖然投入許多的人力及經費從事污染防治等相關研究，但是基本資料的建立仍有很大的發展空間。研討會中大陸學者指出，要取得較準確的排放源及環境空氣品質資料，往往需自行檢測，政府所提供的監測資料只能

供參考。另一方面，在環保法令的執行上，一直無法落實，所以污染管制不易看到成效。本署在污染源排放資料庫的檢測建立與環境空氣品質監測站網的設置，為污染控制研究及管制策略擬訂，提供充分可信的資料，大陸專家學者認為這些施政成果是大陸該借鏡學習的，可以列為未來交流的重點。

3. 對於大陸細懸浮微粒的管制，清華大學賀克斌教授提出六大策略：加大速度及力度，實現經濟增長方式改變；儘快建立預警應變與緊急減排工作機制；儘快推動制度化多污染物的協同減排；儘速建立重點區域的聯防聯控；加大重點區域重點污染源的減排；節約型及環保型生活方式的推展。由此可略知大陸目前對於細懸浮微粒的管控，短期以建立緊急應變及區域污染源減量為主，中長期策略為調整產業結構及推展環保生活，在這些管制策略的推展，本署已累積許多成果及經驗。我國空氣品質一定程度受外來傳輸影響，要達成設定的空氣品質目標，未來仍宜加強合作推動兩岸空氣污染管制，有效改善空氣品質維護民眾健康。