

出國報告（出國類別：開會）

2016 美國空氣與廢棄物管理學會（A&WMA）
年會暨研討會

服務機關：台灣電力股份有限公司

姓名職稱：蔡幸枝 主管

派赴國家：美國

出國期間：105 年 6 月 18 日至 105 年 6 月 24 日

報告日期：105 年 8 月 22 日

出國報告審核表

出國報告名稱：美國空氣與廢棄物管理學會（A&WMA）2016 年年會暨研討會		
出國人姓名	職稱	服務單位
蔡幸枝	主管	台電公司環境保護處
出國類別	☐ 考察 ☐ 進修 ☐ 研究 ☐ 實習 ☒ 其他（例如國際會議、國際比賽、業務接洽等）	
出國期間：105 年 6 月 18 日至 105 年 6 月 24 日		報告繳交日期：105 年 8 月 22 日
出國計畫主辦機關審核意見	☒ 1.依限繳交出國報告 ☒ 2.格式完整（本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」） ☒ 3.無抄襲相關出國報告 ☒ 4.內容充實完備。 ☒ 5.建議具參考價值 ☐ 6.送本機關參考或研辦 ☐ 7.送上級機關參考 ☐ 8.退回補正，原因： ☐ 不符原核定出國計畫 ☐ 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 ☐ 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 ☐ 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 ☐ 電子檔案未依格式辦理 ☐ 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 ☐ 9..本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： ☐ 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 ☐ 於本機關業務會報提出報告 ☐ 其他 ☐ 10.其他處理意見及方式：	

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報告人		審核人		單位主管		主管處主管		總經理	
-----	---	-----	---	------	---	-------	---	-----	---

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：2016 美國空氣與廢棄物管理學會（A&WMA）年會暨研討會

頁數 26 含附件：☐是 ☒否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司人力資源處/陳德隆/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

蔡幸枝/台灣電力公司/環境保護處/主管/02-23667227

出國類別：☐1 考察 ☐2 進修 ☐3 研究 ☐4 實習 ☒5 其他

出國期間：105/06/18~ 105/06/24

出國地區：美國

報告日期：105 年 08 月 22 日

分類號/目

關鍵詞：

空氣污染物、污染防治、氮氧化物、氣候變遷、二氧化碳、溫室氣體、再生能源

內容摘要：（二百至三百字）

美國空氣與廢棄物管理學會為一國際知名的環保學術性組織，每年定期舉辦年會暨研討會；會中討論議題相當多元化，由世界各國學者、專家、政府機關代表、業界與會發表有關空氣品質監測與污染控制技術、空氣品質模擬、暴露分析、廢棄物處理與再利用、氣候變遷策略、環保政策與法規、健康與風險評估及永續發展等學術研究及技術研發等論文，供各會員研討交流分享資訊，俾使全世界邁向永續發展的目標。

本次第 109 次年會暨研討會於 2016 年 6 月 20 日至 6 月 23 日在美國路易斯安納州紐奧良 Hyatt Regency New Orleans 飯店會議中心舉辦。台電公司為該學會會員，應邀出席該項會議，並藉此機會了解先進的環保技術、經營管理方法及環保法規含有害空氣污染物的加嚴趨勢與對策，俾供台電公司規劃火力發電廠、空氣污染防治與管理、溫室氣體控制之參考。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

目 錄

壹、 行程及工作內容	1
一、 出國緣由與目的	1
二、 出國行程	1
三、 年會議程與重要會議心得	2
貳、 參加會議心得	15
一、 美國空氣品質模擬評估工具	15
二、 空氣污染管制及控制技術	17
三、 可攜式空污量測技術	20
四、 美國未來環保工作之重點	23
參、 結論與建議	25

壹、行程及工作內容

一、出國緣由與目的

美國空氣與廢棄物管理學會成立於 1980 年，為一國際知名的環保學術性組織，每年定期舉辦年會暨研討會；會中討論議題相當多元化，由世界各國學者、專家、政府機關代表、業界與會發表有關空氣品質監測與污染控制技術、空氣品質模擬、暴露分析、廢棄物處理與再利用、氣候變遷策略、環保政策與法規、健康與風險評估及永續發展等學術研究及技術研發等論文，供各會員研討交流分享資訊，俾使全世界邁向永續發展的目標。

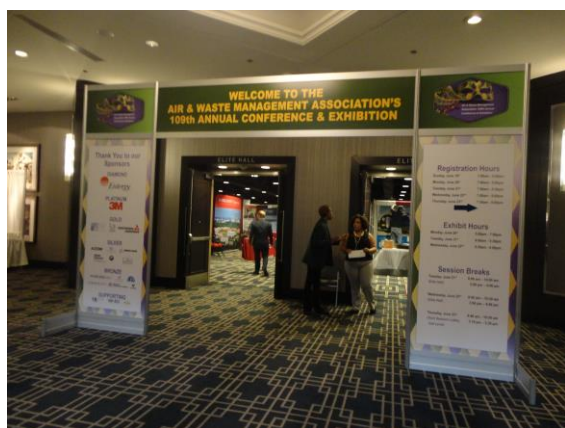
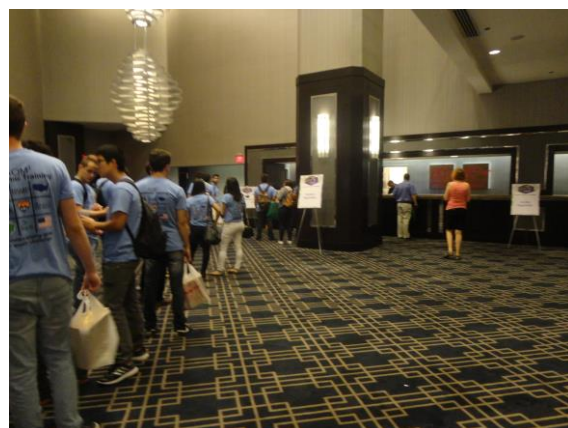
本次第 109 次年會暨研討會於 2016 年 6 月 20 日至 6 月 23 日在美國路易斯安納州紐奧良 Hyatt Regency New Orleans 飯店會議中心舉辦。台電公司為該學會會員，應邀出席該會議，並藉此機會了解先進的環保技術、經營管理方法及及環保法規加嚴趨勢與對策，俾供台電公司空氣污染防治及火力電廠規劃之參考。

二、出國行程

105/6/18~105/6/19	台北-洛杉磯-紐奧良
105/6/20~105/6/23	參加 A&WMA 會議
105/6/24	返程(台北-洛杉磯-紐奧良)

三、年會議程與重要會議心得

(一) 本年年會主要有三大主軸，包括論文發表會(約 400 篇以上)、論文海報展(共 70 篇論文)及展覽會(含顧問服務、監測設備、污染防治技術等廠商公司設約 97 個攤位展示)。

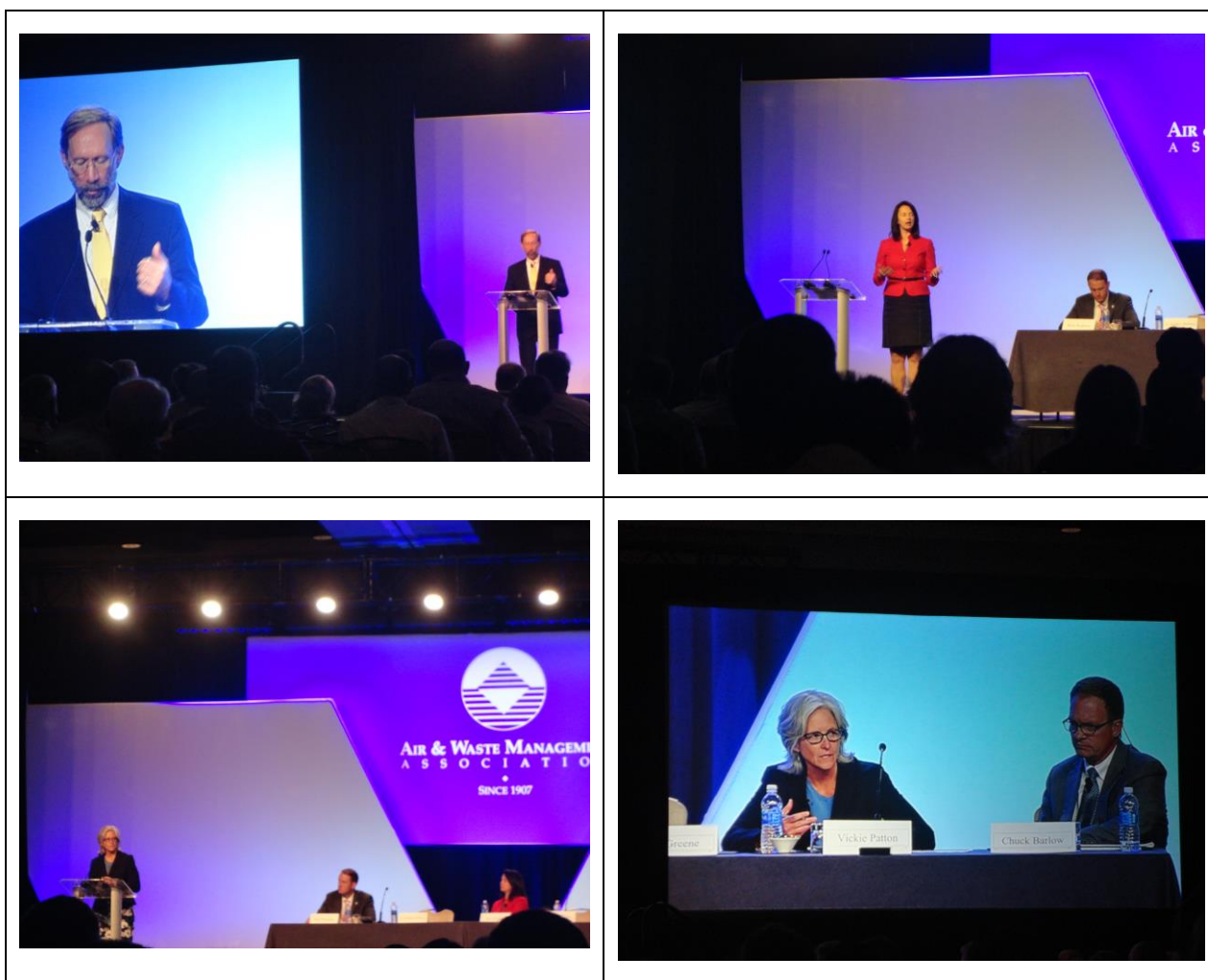


大會報到及展覽入口處



展覽會場

(二) 本次大會主題為「Unmasking the Industrial Renaissance」，大會特別邀請美國環保署副署長 A. Stanley Meiburg 擔任專題主講人，另外安排 Entergy 公司副總裁 Chuck D. Barlow、南方公司的首席營運官 Kim Greene、環境保護基金會總顧問 Vickie Patton 等 3 人舉行座談會。



大會專題演講會場照片

演講內容重點摘述如下：

美國環保署對於美國國內公司與機構取得第三方環境安全衛生相關認證是給予非常支持的態度，一方面是負起對於環境保護的職責，同時也對機構本身環保形象及節約能源具有正面效益。

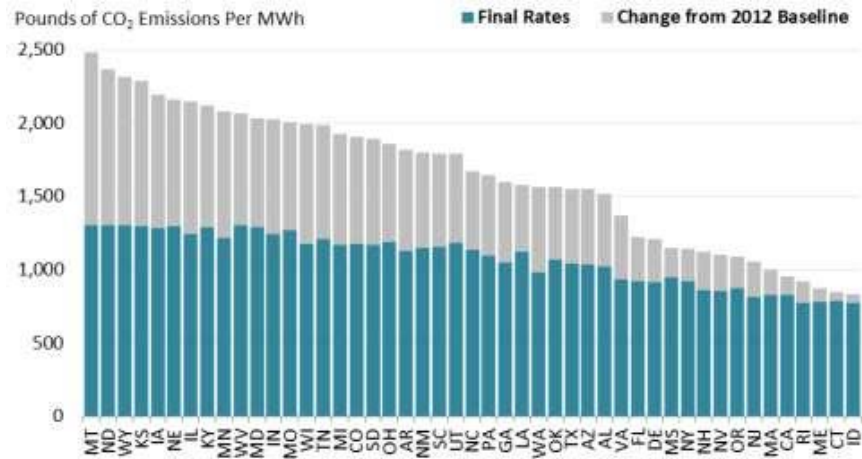
2015 年 8 月 3 日美國環保署已宣布最終版「潔淨電力計畫」(Clean Power Plan)，進一步制定美國電力碳排放標準，以促使電力部門至 2030 年達成 CO₂ 排放量能較 2005 年降低 32%之目標。

相較於 2014 年夏天美國環保署公布的草案，最終版本的部分細節有所調整：

1. 2030 年電力部門排放需較 2005 年水準削減 32%(草案僅 30%)
2. 調整用來制訂各州目標之公式。
3. 各州最遲開始實施減碳計畫之時間由 2020 年調整為 2022 年。
4. 至 2030 年，最終版本預期再生能源裝置容量占比可達 28%(草案僅預期達 22%)
5. 部分州(如南卡羅萊納州與喬治亞州)建造核電廠可獲得更多稅賦抵減。

「潔淨電力計畫」規定各州電廠必須減少的碳排放目標，由美國環保署設定各州之減量比例目標（原比例公式為「州內化石燃料電廠排放之溫室氣體總量／州內之總發電量（包含化石燃料電廠及其他低碳燃料電廠）」，再依各州環境條件進行修正以訂定各州目標，但彈性的允許各州自訂計劃，並透過「改善現行燃煤電廠之效率」、「增加燃氣電廠之運轉」、「增加潔淨能源

之發電（再生能源、核能）」等措施，達成溫室氣體減排之最終目標。



美國潔淨電力計畫各州減量目標圖

該計畫雖然有助於降低 CO₂ 排放量，然而對以化石能源為燃料的傳統火力電廠衝擊不小，故制定過程中受到相當的關注。EPA 以具彈性的標準，做為各州遵守之準則，各州可依自身實際情況訂定措施，以達標準。同時亦要求各州在制定減量計畫時，應加強與低收入、少數和原住民群體等特定族群之溝通。未來各州推廣使用潔淨能源之期間可以有一定彈性，即原應於 2016 年 9 月前需提交潔淨能源設施安裝計畫（Early Deployment of Clean Energy）；如作業不及，可先提交初步方案，並在 2018 年 9 月前提提交達成計畫的最終版，若各州不提交相關計畫，環保署有權利強制實施聯邦規劃，同時

EPA 亦透過清潔能源獎勵計畫之獎勵措施，加速各州發展相關潔淨能源開發，使各州能夠盡早達成減量之目標。

此政策需要投入數十億美元鋪設新天然氣管道以提供新電廠使用，另需要投入數十億美元建設新的輸送網，以支援日益增加的再生能源容量。該政策將使煤礦業遭受極大的打擊，預估全美 300 千千瓦（GW）的燃煤電廠產能 35% 將於 2040 年退役，實際上，燃煤發電廠也預期在 2022 年時逐步完成淘汰。

此外另訂定相關配套措施如：確保電網可靠度相關措施，允許各州可長時間進行計畫研究，最遲於 2022 年開始實施相關減碳計畫並持續至 2030 年，以解決電網可靠度的問題。同時將蒐集與參考各利害關係方之意見，根據電網運作情況、潔淨能源技術之成本、所有燃煤電廠及燃氣電廠排放績效等調整各州目標。

美國自 2015 年 8 月 3 日「潔淨電力計畫」一發布後，已在全美各地產生極大反對聲浪，有 24 個州加入針對該計畫的聯合訴訟，主要原因除政治因素外，因在全

美燃煤電廠有超過 600 座，縮減燃煤電廠之數量，引起州政府、大型企業與產業團體之反彈，特別是許多經濟高度仰賴煤礦開發或是便宜燃煤電廠之地區，因計畫關閉大量燃煤電廠，將產生失業問題；同時逼迫電力公司改用天然氣、再生能源等，將大大增加電力事業之成本，最終亦會反映於電價上漲。「潔淨電力計畫」將衝擊電力供給穩定，進而影響各州經濟之發展。105 年 2 月份，美國最高法院作出暫停執行此一計畫的裁決，最終能否得以實施要看 105 年秋季的最終判決。

雖然「潔淨電力計畫」的實施被最高法院暫停，但美國各地淘汰煤電、大力發展可再生能源的步伐並未放緩。最新統計顯示，2015 年美國一次能源中的煤炭占比由 2014 年的 18%降至 16%，煤炭總消耗量為 1982 年以來的最低水平。同期再生能源繼續擴張，風力和太陽能發電在 2015 年分別增長了 31%和 5%。根據相關新能源金融公司報告，2015 年全球可再生能源領域總投資達到 2,658 億美元，是化石能源總投資的兩倍多，美國在再生能源領域的投資較 2014 年增長了 19%達到 441 億美元，僅次於中國位列全球第二。

美國南方電力公司(Southern Company)為了打造一個乾淨、安全、可靠又符合經濟效益的能源體系，因此致力於使用混合能源(Energy mix)，過去十年中已明顯降低碳排放。依該公司統計 2005 年的煤炭能源佔據總能源的 70%，天然氣佔 10%，水力發電佔 3%，核能發電佔 16%。2013 開始加入再生能源後，到了 2016 第一季時，該公司混合能源之使用由高至低為天然氣 50%，煤炭則大幅降至 25%，核能為 17%，水力為 6%，再生能源為 1.8%。同時，相較於 1990 年時，2005 年的二氧化碳排放量已經減少 25%，二氧化硫從 2005 年起已減少 91%，氮氧化物減少 84%，汞排放減少 73%，且同時美國東南方的人口成長為 51%，此成果乃基於 25 年將近 1.15 百億的環境相關設備投資。目前南方電力公司正要建造兩座新的核能電廠，因為核能可穩定供應電力，所製造的污染物排放量也較低，但也提到核能發電兼具安全性則未必能讓所有人認同。

Entergy 為美國另一家電力公司，在過去 7 年半積極參與 EPA 及聯邦單位研擬環境政策。在研擬環境政策時同時須考量其四個利益相關者，分別為客戶、業主、

員工及共同體，站在各方角度做出最全面的考量與客觀的判斷。

- (三) 大會亦安排第 46 次之年度的重要議題評析，題目是「Emissions from Oil and Gas Operations in the United States and Their Air Quality Implications」，主講人為德州大學奧斯汀分校化學工程系副教授 David T. Allen, Ph.D.，並邀請 Shell 公司空氣首席顧問 Gary R. Mueller、美國環境保護基金會氣候與能源項目首席高級科學家 Ramón Alvarez、科羅拉多州立大學教授 Anthony J. Marchese 及氣象測量專家 Eric Stevenson 等人與談。

評論內容重點如下：

美國過去十年中最顯著的能源成長為天然氣，根據（Energy Information Administration）的預測，到 2035 年時，美國 46%的天然氣供給將來自頁岩氣。頁岩氣已成為美國一項日益重要的天然氣資源，同時也得到了全世界其他國家的廣泛關注。2000 年，美國頁岩氣產量僅占天然氣總量的 1%；而到 2010 年，因為水力壓裂、水平

鑽井等技術的發展，頁岩氣所占的比重已超過 20%。開採頁岩氣主要為水平鑽探及水力壓裂。美國近五年開採天然氣的量已超越俄羅斯，卻仍須進口天然氣。

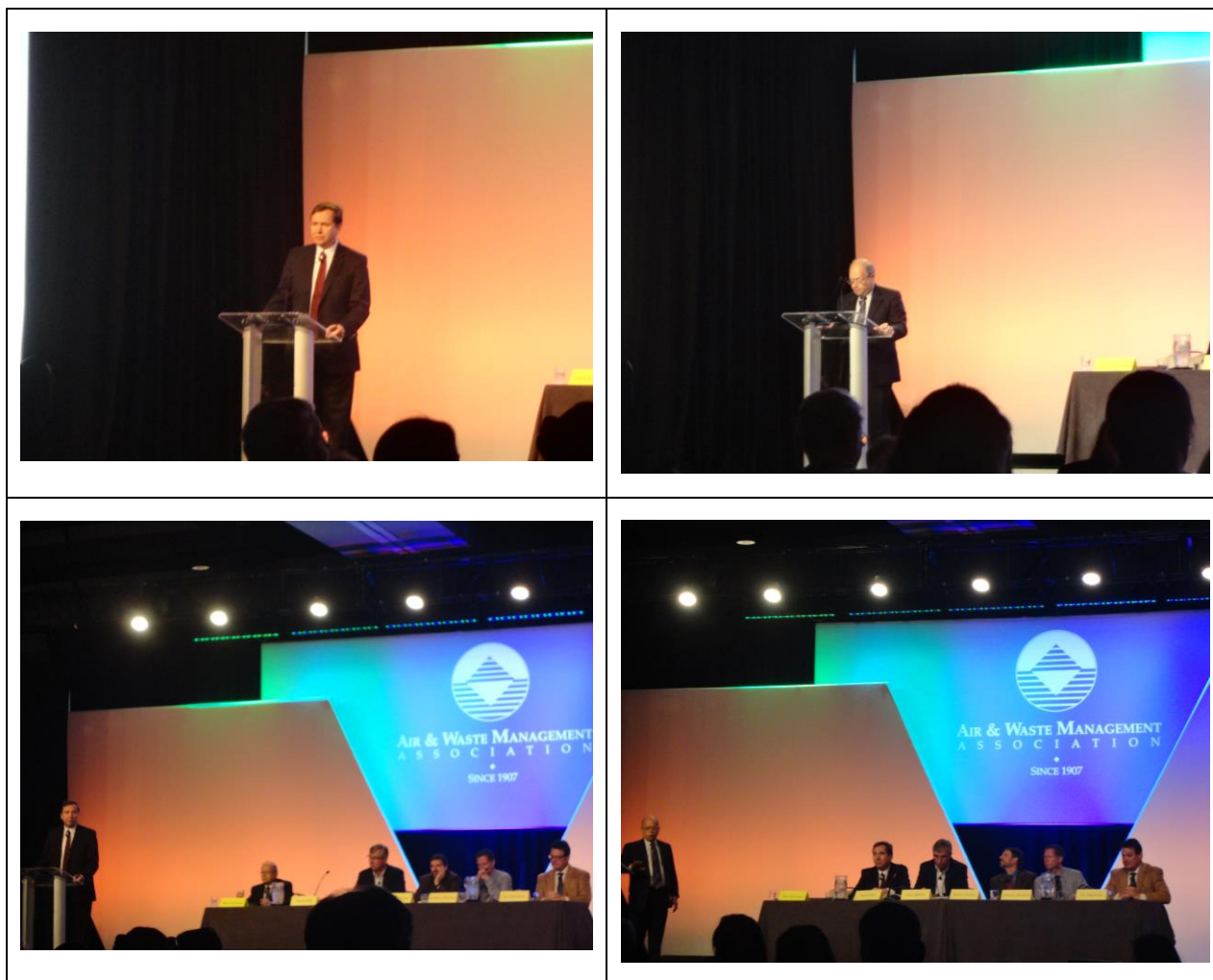
美國開採原油量依舊持續攀升，可能引發的問題包含土地使用、水資源及水質、地震活動、空氣品質、交通及噪音…等等，亦須加以重視。關於油品類的空氣污染包含臭氧的前身如揮發性有機化合物、氮氧化物、有毒氣體例如苯及溫室氣氣體例如二氧化碳、甲烷。量測方法包含直接量測來源、固定地面量測網路、移動型地面監測、空中監測、衛星測量。綜合上述量測方法可互相補足各自技術上的缺陷，提供更完善的資料。量測的結果可提供空間上的排放分佈資訊、時間點排放分佈資訊及較嚴重排放來源。時間點排放分佈可以分鐘至數年為單位。

根據 Miller et al. (2013)及 Brandt et al. (2014)的研究，由上自下的數據顯示甲烷排放較目前由下往上的推測來得高(有超過 50%來自各方由下自上的人造排放量)。在美國德州 Texas Air Quality Study (TEXAQS-2000)可提供空氣品質管理方案之分析，以德州東南地區為應用對象，在為了解過去空氣污染議題中(ex.

Evolution of Houston ozone spike)扮演重要角色。重量級的排放源通常為因為年久失修或改裝後的汽機車，或者故障、有瑕疵之設備。重量級的排放源對於環境空氣品質有極大的殺傷力，需要更廣泛的宣導，並且應禁止該來源的運作。

另外美國一項由近一百位健康和科學專家費時三年研究調查的研究報告顯示，熱浪導致近幾年美國每年 670 至 1300 人死亡。研究估計到 2100 年，熱浪導致美國每年過早死亡人數可能比 1990 年的基準增加超過 2.7 萬人。氣候變化帶來的熱浪預計在未來幾十年裡將導致美國每年過早死亡的人數增加，而颶風和洪水等極端氣候也將加劇精神健康問題。這份報告顯示極端炎熱的天氣可能引發更多森林火災，增加空中散佈的粉塵量，影響空氣品質，對哮喘和其他肺病患者構成威脅。氣候變化也對精神健康構成威脅，受極端氣候如颶風和洪水影響的地方會出現創傷後壓力症候群、憂鬱和一般性焦慮等問題，但需進行更多研究以評估精神健康面臨的風險。此外，蚊蟲和昆蟲病菌傳播的疾病恐也會增加，而且二氧化碳濃度增加，恐導致糧食營養度下降，大麥、稻米和馬鈴薯的蛋白質含量恐減

少，進而影響人類健康。



年度議題評析會場照片

(四) 本次 A&WMA 第 109 次年會暨研討會共有政府機關、學者、專家、業者、研究生等約千餘人參加，本年大會的論文發表會包含了多項主題，如氣候變遷、二氧化碳控制技術與策略、空氣品質與空污排放量測、空氣品質模擬、粒

狀物與透光度、毒性物與室內空氣品質、能見度、空污防
制技術、大氣化學、有害空氣污染物控制技術、人體健康
影響、能源、法規、永續發展、廢棄物再利用、風險管
理、資源保育等。由於論文主題繁多，且同時間數個不同
場次同時進行發表，因此選擇參加與本公司電廠較有關係
的議題，如美國空污法規之趨勢與公告情形、空氣污染防
治技術、與溫室氣體排放控制技術等項所研提的論文均與
目前國際間所關注的環境保護與永續發展議題有密切關
連，且提出相當實務的對策，可做為後續本公司執行環保
改善策略參考。

貳、參加會議心得

一、美國空氣品質模擬評估工具

美國環保署為有效利用科學及資訊化工具進行空氣品質決策資訊之提供，多年來發展出一套結合排放清冊、控制成本、空氣品質模式以及健康風險評估的決策支援系統 Air Benefit And Control Assessment System (ABACAS)。此系統能夠計算各種空氣品質改善的情境，並提供所需要的成本及所造成空氣品質變化，且能進一步評估伴隨情境下民眾健康風險改變的情況。ABACAS 有三大主要部分，一為 ACN (Air Control Net)，二為 RSM (Response Surface Model)，三為 BenMAP (Environmental Benefits Mapping and Analysis Program)，我國經由中美環保技術合作協定計畫已經建立本土的 ACN，也就是 TECAS (Taiwan Emission Control Analysis System)，此結合排放清冊、控制技術及控制成本的平台，已成功運用到我國清淨空氣計畫。

ACN (Air Control Net) 是美國一個針對空氣品質管理的決策支援系統，可以發展運用對其控制策略及成本的估算，該系統可以讓決策者了解可以的控制策略及獲得所產生的污染物排放減

量及該策略所需的花費，在控制策略中包括各種點源、面源、移動源污染物如 NO_x 、 SO_2 、 VOC 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 OC 、 EC 等等的減量策略並與效率及成本的關連性連結，然美國 ACN 無法讓其他國家使用，必須藉由建立起其所屬排放源資料庫，因此，在中美環保技術合作計畫下完成建立我國 ACN 系統介面並予以中文化即為我國排放控制分析系統 TECAS (Taiwan Emission Control Analysis System) 並將 GHG 污染物加入 TECAS 系統功能。TECAS 的開發是建立在我國空氣污染物排放清冊及相關控制策略和成本資料庫，依污染源的特性分四項來源、點源、面源、移動源、生物源：

(一) 點源：點源是固定的污染排放，如電廠，點源常分為兩種，Electricity Generating Units (EGU) or utilities and Non-Electricity Generating Units (non-EGU).

(二) 面源：面源可能來自於小的點源，如加油站或乾洗店、或廣泛分佈的固定源，如野火、農業施肥，當如果各別來看這些來源的話，其實也不足以夠成點源，如一個乾洗店在一個城市，但如果若如將一個城市內每個乾洗店都包函在內，那所產生的污染供獻就非常可觀，因此，這些污染源都包函在排放清單裡面。

(三)移動源：移動源的來源是由各車輛或具有燃燒汽油及柴油引擎，這些包 涵道路上的交通工具（車輛），非道路上的交通工具（飛機、船、割草機等）。

(四)生物源：生物源的排放是非屬人為排放的清單，主要來源都是由植物所排放，經由 SMOKE 中 BEIS2 土地分類檔案獲得生物性 isoprene, monoterpene, non-methane VOCs and nitric oxide NO 排放速率計算其排放量，並考慮不同季節排放情形。

美國環保署在空氣品質決策系統工具上的新穎技術，以結合空氣品質成效、成本估算及風險健康三大主軸連結系統為目標，未來亦將成為美國制定各種法規標準及策略制定的工具，此一研究開發值得我國效法。

二、空氣污染管制及控制技術

美國聯邦依清淨空氣法(Clean Air Act, CAA)共訂有懸浮微粒(PM10)、細懸浮微粒(PM2.5)、臭氧(O3)、二氧化硫(SO2)、二氧化氮(NO2)、一氧化碳(CO)及 鉛(Pb)等污染物空氣品質標準，美國制定或修正空氣品質標準後，依據空氣品質監測結果，劃定空

氣品質區為符合空氣品質標準(Attainment)或不符合空氣品質標準地區(Non-attainment)，不符合空氣品質標準地區又依據空氣品質超過標準程度分為最嚴重(Extreme)、嚴重(Severe)、重度(Serious)、中等(Moderate)及輕度(Marginal)等不同等級，較嚴重地區給予較長達標期程。

州政府必須訂定州執行計畫(State Implementation Plan, SIP)，不符合空氣品質標準地區 SIP 內容需包括改善空氣品質作為及改善期程，雖然此法具有彈性，空氣污染較嚴重地區可有較長之改善期程，但過程仍需有合理進展(Reasonable Further Progress)，逐漸朝符合空氣品質目標方向推動管制措施。

加州南岸空氣品質區(South Coast Air Basin, SCAB)位於美國西岸加州南部，包括洛杉磯郡、橘郡、河濱市與索爾頓市等 4 個郡縣，涵蓋加州最大都會區，人口數約 1,700 萬(佔加州人口數一半)、土地約 28,000 平方公里，人口極為稠密。當地工業極為發達，產業及經濟活動為加州之冠，加上地形及氣候影響，長期以來，為全美煙霧最嚴重地區之一，被美國環保署劃定為「嚴重空氣污染區域」，其中臭氧為最嚴重(Extreme)等級，懸浮微粒為嚴重(Severe)等級。考量空氣具流通性質，單一縣獨立執行管制工作不易展現成效，南岸空氣品質管理局(South Coast Air Quality

Management District, SCAQMD)藉由實施空氣品質管理計畫(Air Quality Management Plan, AQMP)整合執行 4 個郡縣之空氣品質改善工作，透過持續性管制減量措施達成聯邦空氣品質標準。

加州南岸空氣品質管理計畫之擬訂係以科學實證為依據，並將氣候變遷、交通運輸及能源使用等與空氣污染相關因素，整合納入考量與規劃。加州南岸 AQMP 首要工作為建置空氣污染物排放清冊資料，加州南岸空氣污染物排放清冊依固定污染源及移動污染源，分別推估訂有空氣品質標準之空氣污染物及其前驅物排放量。另外，空氣污染物排放清冊除建置基準年排放量資料外，亦依據經濟、人口與行業別發展趨勢，推估未來年排放量消長情形。掌握污染物排放量資料後，下一步驟為估算達到空氣品質改善目標所需削減之各種空氣污染物排放量。接著，納入合理可行控制措施(Reasonably 14 Available Control Measures, RACM)與合理可行控制技術 (Reasonably Available Control Technology, RACT)，逐一估算各項可行控制技術可達之空氣污染物削減量，將排放清冊未來年排放情形以各項可行控制技術所得之減量情境納入，重覆進行模擬工作，決定達成改善目標採行之減量管制技術。

美國環保署 2016 年 11 月底建議更新「跨州空氣污染法」

(Cross-State Air Pollution Rule, CSAPR)，以解決州際空氣污染因西元 2008 年臭氧空氣品質標準帶來的衝擊。可減少因發電廠夏季氮氧化物排放造成美國東半部下風處臭氧問題，讓西元 2017 年臭氧季節的空氣品質顯著提升。美國環保署也提議當一州未能提出可行之州執行計畫(State Implementation Plan, SIP)時，該州應採行聯邦執行計畫(Federal Implementation Plan, FIP)。

美國環保署估計這項跨州空氣污染法更新提案加上其它發電業已展開的相關改變，西元 2017 年臭氧季節時氮氧化物的排放將比西元 2014 年減少 15 萬噸，減少了 30%以上。氮氧化物排放在大氣反應產生臭氧污染或煙霧。這些污染物可以擴散至很遠，往往跨越州界，建立臭氧的空氣標準才能保障公眾健康。

具體來說，東半部順風顯著貢獻的臭氧空氣污染問題，可以使用有效的控制技術，削減全國 23 個州電廠氮氧化物排放量。削減氮氧化物排放量可使 2017 年臭氧季節空氣污染顯著改善。

藉由降低對臭氧的暴露，該提案在西元 2017 年可望帶來每年 7 億至 12 億美元的利益，遠超過 0.93 億美元的預估成本。

三、可攜式空污量測技術

美國環保署提供了總額 450 萬美元的經費，旨在鼓勵美國各地社區參與降低空氣污染水準；這項由 EPA 旗下科學實現

(Science to Achieve Results, STAR)專案所贊助的先進空氣監測技術 (Advanced Air Monitoring Technology) 經費，將透過 crowdsourcing 模式開發、測試並佈署新一代可攜式、低成本、易用的空污量測技術。

EPA 的贊助經費不只將教育大眾有關於為何要使用、如何使用先進空氣品質感測器技術，以及這些技術為何，也將量化空氣監測技術的效益與準確性，探索如何取得高品質的監測資料以及可行動的分析結果。

EPA 的 450 萬美元經費將分成六個部分，分別由美國卡內基美隆大學(Carnegie Mellon)、堪薩斯州立大學(Kansas State)、麻省理工學院(MIT)、三角研究所(Research Triangle Institute)、美國南海岸空氣品質管理局 (South Coast Air Quality Management District)，以及華盛頓大學(University of Washington)負責管理。

卡內基美隆大學將專注於利用空氣污染感測器的精確度，強化所收集的資料對一般民眾的實用性；透過開發佈署空氣品質參數的地圖與互動工具，研究人員將與社區團體合作，改善減少碳足跡的方法。

堪薩斯州立大學負責管理的經費則會花在與南芝加哥(South Chicago)地方建立合作關係，旨在強化以社區為導向的、對空氣污染的認知，包括空污成因以及解決方案；堪薩斯州立大學與社

區組織將開發永續性策略以監測、分析並減少空氣污染物。

麻省理工學院將專注於其現有的夏威夷島火山煙霧感測器網路(Hawaii Island Volcanic Smog Sensor Network, HI-Vog)；透過與夏威夷當地的 Kohala 中心學校(位於 Waimea)以及保健中心合作，麻省理工學院將針對火山煙霧污染對民眾健康與農業帶來的影響進行量測、教育並提出減輕污染的方案。

三角研究院的目標是與科羅拉多州 Denver、Globeville 與 Elyria Swansean 等地的國家猶太醫學研究中心(National Jewish Health center)合作，利用低成本感測器監測空氣品質，並與非專業人士導向設計的顯示器通訊。

美國南海岸空氣品質管理局將專注於與加州大學洛杉磯分校(UCLA)合作，降低空氣品質監測感測器的成本，並將開發能報告其精準度以及轉譯資料的工具套件，為地方民眾提供空氣污染防治的最佳方案。

華盛頓大學則將採用低成本的空氣粒子感測器，來評估華盛頓州郊區之雅基馬原住民文化保留區(Yakima Nation)內，暴露於木柴燃燒煙霧下的粒子空氣污染；華盛頓大學將與 Heritage 大學合作規劃一套課程，教育當地民眾有關於暴露於煙霧粒子下對健康的影響。

四、美國未來環保工作之重點

(一) 注重氣候變化和改善空氣品質

美國環保署將努力減輕來自交通運輸和能源部門的碳排放和其他溫室氣體的排放，並繼續關注於建築物的能效改進。在與其他機構合作方面，美國環保署將建立與國家、部落，和當地社區強有力的夥伴關係，以加強當地基礎設施的彈性作為 EPA 的可持續發展社區計劃的一部分。

正在進行的 EPA 計劃，如能源之星，智能公路，水意識計畫，電子產品環境評估工具（EPEAT），以及經濟、能源和環境（E3）計劃，以及與商業和製造業的合作夥伴關係，將繼續成為關鍵打造創新，幫助消費者節省金錢，同時減少污染。國際減災工作，在與其他機構的合作夥伴關係，也是美國環保署一個重要工作。同時繼續改善環境空氣品質，減少有毒污染物排放量。



會議會場照片

(二) 注重防毒和化學品安全

美國環保署必須實現現有的有毒物質控制法案，以在短期內提供技術援助。繼續監督農藥的引進和使用，提高綜合風險信息系統（IRIS）計劃，減少氬風險，並解決兒童的健康風險。

化學品貯存和生產監督仍將是環保署關注的重點，也將努力減少城市空氣有毒物質排放。另必須加強通過現代電子跟蹤系統的跟蹤和危險廢物管理，不斷改進監控和氣體排放，並提供美國家庭需要了解和減少不利健康影響的信息能力。

(三) 保護水資源

環保署除了重視空氣面控制改善外，採用綠色基礎設施和其他地方推動的解決方案恢復退化的水系，利用社區集中資源，以減少污染水域和保護高品質的水，美國環保署已意識到並不是從事在這個重要的工作投入的唯一實體，要納入當地的相關機關共同執行才能發揮具體成效。為了配合這些努力，並提高履行的能力，環保署將與當地，州和地方的利益相關者，包括民選官員，行業，非政府組織，環保機構密切協調訂定相關策略才得以有效保護水資源。

參、 結論與建議

本次 A&WMA 第 109 次年會暨研討會共有政府機關、學者、專家、業者、研究生等約千餘人參加，所研提的論文均與目前國際間所關注的環境保護與永續發展議題有密切關連，且提出相當實務的對策，出席此次大會廣增見聞，獲益良多。

美國聯邦依清淨空氣法(Clean Air Act, CAA)訂有空氣品質標準，依據空氣品質監測結果，不符合空氣品質標準地區又依據空氣品質超過標準程度分為最嚴重(Extreme)、嚴重(Severe)、重度(Serious)、中等 (Moderate)及輕度(Marginal)等不同等級，較嚴重地區給予較長遠改善目標期程。美國環保署提議當一州未能提出可行之州執行計畫時，該州應採行聯邦執行計畫。因我國細懸浮微粒(PM_{2.5})年平均區域性差異極大，有些縣市之年平均濃度甚至是高達 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上，未來我國對 PM_{2.5} 及 O₃ 未達標之地區若研擬分區污染防制減量計畫訂定管制期程及目標值，美國火力電廠的因應經驗值得本公司借鏡。

美國環保署在空氣品質決策系統工具上的新穎技術，以結合空氣品質成效、成本估算及風險健康三大主軸連結系統為目標，未來將成為美國制定各種法規標準及策略制定的工具，此一研究開發值得我國效仿。ACN (Air Control Net) 是美國一個針對空氣品質管理的決策支援系統，可以發展運用對其控制策略及成本的估算，該

系統可以讓決策者了解可以的控制策略及獲得所產生的污染物排放減量及該策略所需的花費，現階段我國已經由中美環保技術合作協定計畫已建立本土的 ACN，我國政府應持續支持建立此一本土空氣品質決策系統工具，除可掌握科技之新趨，未來更可助於各種空氣品質保護政策執行，並可即時提供減量策略評估數據供做參考。

因應空氣污染防制法規之趨嚴，本公司之更新改建燃煤機組空氣污染防制設備技術亦更精進，達到空染物控制及減量效果，然而針對懸浮微粒及二氧化碳的控制，仍是世界關注努力改善的焦點，而我國發展天然氣能源，又受限於天然氣來源需仰賴進口，如何突破天然氣原之供應量，以發展天然氣電廠，是未來努力的方向，且由美國重視空氣污染防制外，對廢棄物及水資源處理日趨重視來看，因應未來相關法規之趨嚴訂定，火力電廠之開發規劃除重視空氣污染控制外，對於廢棄物及廢水處理規畫也須朝向更減量及提升再利用設計。