

## 出國報告（出國類別：國際會議）

### 出席「2018 國家環境空氣監測會議」及「第十一屆 洛杉磯環境論談大會」

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：戴忠良高級環境技術師

赴派國家：美國

報告日期：107 年 11 月 16 日

出國時間：107 年 8 月 6 日至 8 月 18 日

## 目 錄

	頁 次
第一章 前言 .....	5
第二章 參訪行程及內容.....	6
第三章 會議過程及內容重點整理 .....	12
3.1 2018 年洛杉磯環境論壇(2018 Los Angeles Environmental Forum , 2018 LAEF).....	12
3.2 「2018 國家環境空氣監測會議」(National Ambient Air Monitoring Conference , NAAMC) .....	37
第四章 心得與建議.....	54
4.1 心得 .....	54
4.2 建議 .....	54
附錄一 會議報告簡報檔.....	56

## 表 目 錄

	頁 次
表 2-1 本次參訪行程及內容.....	7
表 2-2 空氣污染防治技術與管理研習會議程.....	8
表 2-3 空氣污染防治技術與管理研習會議程.....	9
表 3.1.1 常用空氣品質模式比較表 .....	31
表 3.1-2 SCAQMD 風險評估程序.....	32

## 圖 目 錄

	頁 次
圖 3.1-1 SCAQMD 空氣品質管理循環架構.....	13
圖 3.1-2 南加州環境典型 VOCs 物種.....	16
圖 3.1-3 我國環境典型 VOCs 物種.....	16
圖 3.1-4 PAMS 監測站點分布情形(2017 年).....	16
圖 3.1-5 NATTS 監測點位分布情形.....	17
圖 3.1-6 EMFAC MODEL 網站介面 .....	20
圖 3.1-7 EMFAC MODEL 輸出格式 .....	20
圖 3.1-8 加州常見輕型電動車.....	21
圖 3.1-9 加州常見重型電動車.....	21
圖 3.1-10 SCAQMD 許可審查流程.....	27
圖 3.1-11 SCAQMP 之社會經濟分析流程.....	30
圖 3.2-12 社區空氣品質相關海報.....	47
圖 3.2-13 煉油廠周界監測相關海報.....	48
圖 3.2-14 自動氣相層析質譜技術相關海報.....	48
圖 3.2-15 煉油廠監測的補充方法.....	51
圖 3.2-16 地理圍欄技術(GEOFENCING) .....	52
圖 3.2-17 FLUXSENSE 移動監測原理圖示.....	53

## 第一章 前言

本次藉由出席「2018 國家環境空氣監測會議」(National Ambient Air Monitoring Conference, NAAMC)及「第十一屆洛杉磯環境論壇大會」(Los Angeles Environmental Forum, LAEF)，發表我國推動石化工業空氣污染防治及有害空氣污染物減量工作執行成果，並藉由會議中發表與參與會議人員進行經驗分享及討論，交流有害空氣污染物之管制實務，將有助提升我國有害空氣污染物管理品質及執行能力。

本次參加上述兩個研討會及發表論文，分別將我國於石化工業空氣污染管制成果，及應用先進監測儀器於固定污染源有害空氣污染減量工作之成效，於會議中向國際各國分享，並藉此提升我國國際能見度。

本次參加會議內容與有害空氣污染物管制及空氣品質管理有關，藉由會議發表論文與參與會議之專家學者進行經驗分享及討論，有助提升我國有害空氣污染管制、石化業空氣污染管制及空氣品質管理等工作之經驗與執行能力。

## 第二章 參訪行程及內容

本次出國期程為 107 年 8 月 6 日至 107 年 8 月 18 日，主要行程內容包括出席「第十一屆洛杉磯環境論壇大會」(Los Angeles Environmental Forum, LAEF)及「2018 國家環境空氣監測會議」(National Ambient Air Monitoring Conference, NAAMC)，行程表詳如表 2-1，說明如下：

- 一、「第十一屆洛杉磯環境論壇大會」(Los Angeles Environmental Forum, LAEF)辦理日期為 107 年 8 月 7 日至 8 月 11 日，地點為美國加州洛杉磯，第一天及第二天為「空氣污染防治技術及政府管理」專題研習會 (Special Workshop: Air Pollution Prevention Technologies and Government Management) (以下簡稱空氣污染研習會)，研習會議程詳如表 2-2，第三天為現場參觀，第四天及第五天則為論壇會議會，議程詳如表 2-3。
- 二、「2018 國家環境空氣監測會議」(National Ambient Air Monitoring Conference, NAAMC)為美國環保署、美國國際清淨空氣協會(NACAA)與空氣污染控制協會(AAPCA)合作，於 107 年 8 月 13 日~16 日在波特蘭舉辦，邀請美國環保署、國際專家及學者，針對大氣污染監測技術、大氣污染監控技術及管理措施、數值模型與大氣排放清單在大氣污染管理中的應用等相關議題進行報告，議程詳如表 2-4。

表 2-1 本次參訪行程及內容

日期			地點		行程	工作內容
月	日	週	起	訖		
8	6	一	台北	洛杉磯	啟程前往(洛杉磯)	
8	7	二	-	-	參加第十一屆洛杉磯環境論壇大會	空氣污染防治技術與管理研習會
8	8	三	-	-	參加第十一屆洛杉磯環境論壇大會	空氣污染防治技術與管理研習會
8	9	四	-	-	資料收集整理	
8	10	五	-	-	參加第十一屆洛杉磯環境論壇大會	參與會議
8	11	六	-	-	參加第十一屆洛杉磯環境論壇大會	參與會議，其中發表「參考美國加州經驗於臺灣推動石化工業區揮發性有機物改善歷程執行」成果
8	12	日	洛杉磯	波特蘭	啟程前往(奧勒岡州)	移動日
8	13	一	-	-	參加2018國家環境空氣監測會議	參與會議
8	14	二	-	-	參加2018國家環境空氣監測會議	參與會議
8	15	三	-	-	參加2018國家環境空氣監測會議	參與16場有害空氣污染物管制相關專題討論，其中發表「Integrated Method of Combining Fixed and Mobile Stations for Air Pollution Tracking and Reduction」成果
8	16	四	波特蘭	舊金山	參加2018國家環境空氣監測會議及回程	參與參與會議，返程前往舊金山國際機場
8	17	五	舊金山	台北	回程	
8	18	日	-	-	回程	

表 2-2 空氣污染防治技術與管理研習會議程

項次	題目	講者
1	空氣質量管理總體規劃和議題總覽(Overview of Air Quality Management)	張林怡 博士
2	空氣品質監測與數據分析-揮發性有機物與臭氧監測(Air Quality Monitoring and Data Analysis – VOC and Ozone Monitoring)	盧建杭 博士
3	空氣品質監測與數據分析-監測儀器研發(Air Quality Monitoring and Data Analysis – Instrumentation Development for Air Quality Monitoring)	張勁松 教授
4	移動污染源管理-概要(Mobile Source Programs – Overview)	李偉 博士
5	移動污染源管理-港口與船舶廢氣零排放和近零排放技術(Mobile Source Programs – California Ports Emission Reduction- Near Zero Emission and Zero Emission Technologies)	黃維義 博士
6	空氣污染法與執行-執法與訴訟實務討論(Air Quality Law and Enforcement)	許珮宜 博士
7	經濟激勵制度-排污交易制度經驗(Economic Incentive Programs – RECLAIM)	蔡克柔 高級空氣品質工程師
8	美國與加州空污許可制度介紹-美國整廠許可制與加州設備許可制度探討，許可申請與審核過程，及相關法規介紹(Introduction to U.S. and California Air Quality Permitting Programs)	陳爵 空氣品質專家
9	空氣品質管理的成本效益評估-應用於政策和法規制定(Benefit-Cost Considerations in Air Quality Management)	沈怡伶 博士
10	空氣品質影響評估與數值模擬-工具、應用、與限制條件(Air Quality Impact Assessment and Modeling)	王宣善 空氣品質專家
11	有害空氣污染物管理-健康風險評估與排放量清單(Air Toxic Programs)	吳震球 空氣品質專家



表 2-3 空氣污染防治技術與管理研習會議程

Special Workshop			Special Workshop		
Date: August 7th, 2018 Special Workshop (9:00 AM - 5:30 PM)			Date: August 8th, 2018 Special Workshop (9:00 AM - 5:30 PM)		
Time	Topics	Speakers	Time	Topics	Speakers
09:00 – 09:05	SCCAEPA LAEF Welcome Remark	Weixing Tong, Ph.D., P.G., Chairman of LAEF	09:00 – 10:00	Economic Incentive Programs – Discussion of lessons learned from a cap-and-trade program	Susan Tsai
09:05 – 09:10	SCCAEPA Welcome Remark	Eric Wu, Ph.D., P.E. President of SCCAEPA	10:00 – 11:00	Introduction to U.S. and California Air Quality Permitting Programs - The US EPA's facility-based and California's equipment-based permit programs will be reviewed, along with brief discussions of permit application and evaluation process as well as its underlying rules and regulations	Jay Chen, P.E.
09:10 – 10:40	Overview of Air Quality Management and Workshop Organization	Elaine Chang, Dr. PH	11:00 – 12:00	Air Quality Law and Enforcement – Discussion of enforcement and litigations	Daphne Hsu, Esq.
10:40 – 11:00	Break		12:00 – 13:30	Lunch Break	
11:00 – 12:00	Air Quality Monitoring and Data Analysis – VOC and Ozone Monitoring	Jianhang Lu, Ph.D.	13:30 – 14:30	Benefit-Cost Considerations in Air Quality Management - Discussion of B/C analysis for policy and regulatory development	Elaine Shen, Ph.D.
12:00 – 13:30	Lunch Break		14:30 – 15:30	Air Quality Impact Assessment and Modeling - Discussions of tools, applications, and limitations	Sam Wang, CPP
13:30 – 14:30	Air Quality Monitoring and Data Analysis – Instrumentation Development for Air Quality Monitoring	Jingsong Zhang, Ph.D.	15:30 – 16:30	Air Toxic Programs - Health Risk Assessment and Emission Inventory	Robert Wu
14:30 – 15:30	Mobile Source Programs – Overview	Wei Li, Ph.D.	16:30 – 17:30	Open Forum and Discussion	
15:30 – 16:30	Mobile Source Programs - Portable Emission Measurement System (PEMS) and It's Applications	David Chou, D. Env.			
16:30 – 17:30	Mobile Source Programs – California Ports Emission Reduction- Near Zero Emission and Zero Emission Technologies	Eddy Huang, Ph.D.			

7

8

表 2-4 2018 國家環境空氣監測會議議程



2018 NATIONAL AMBIENT AIR MONITORING CONFERENCE  
Marriott Portland Downtown Waterfront  
August 13-16, 2018

AGENDA

SUNDAY, AUGUST 12, 2018 – EARLY REGISTRATION

5:00pm – 7:00pm Registration  
1:00pm – 7:00pm Exhibitor Set Up

MONDAY, AUGUST 13, 2018 – TRAINING SESSIONS

7:00am – 5:00pm Registration  
7:00am – 5:00pm Exhibit Hall open  
8:00am – 5:00pm Optional Trainings  
8:00am – 5:00pm DART office hours (see sign up info on welcome page)

8:00am – 12:00pm Training Sessions

Salon D	Salon F	Salon I	Salon E
<b>AIR QUALITY SYSTEM (AQS)</b> Chris Chapman, Michael Brooks and Stuart Gray	<b>QUALITY ASSURANCE 101 TRAINING</b> EPA/OAQPS/Regions and Invited Speakers	<b>PAMS CLASSROOM LESSONS</b> Kevin Covender	<b>AMBIENT MONITORING AND METHODS</b> Tim Hanley and Lewis Weinstein
This training will cover: – General Background and Definitions – Monitoring Regulations (Part 50 and Part 58) as they relate to AQS – Submitting Data to AQS – Batch Submissions – Data Formats (Delimited, XML) – AQS Forms (Edit and creating data) – Retrieving AQS Data – Submitting QA Data to AQS – QA Transaction Generator	This session will cover ambient air monitoring quality assurance requirements in 40 CFR Part 58 Appendix A for monitoring related to the NAAQS. Training will focus on the regulatory requirements, quality control, performance evaluation programs, technical systems audits/corrective actions, data quality assessments/assessment tools available to monitoring organizations, the data certification conformance process and typical QA issues EPA observes during systems audits.	<b>8:00am</b> Welcome and Overview of PAMS Program <b>8:45am</b> Summarize Technical Assistance Document (TAD) and Quality Assurance Project Plan (QAPP) <b>9:45am</b> Intro to Colimeters and Mixing Height Measurements <b>10:30am</b> Considerations for Developing an Enhanced Monitoring Plan <b>11:15am</b> DART Training for PAMS	<b>8:00am</b> Basics This training is geared towards new staff and others that would like to learn the basics of ambient air monitoring for PM and gases. Training will be conducted through presentation slides and Q and A. <b>10:00am</b> Advanced This training will cover advanced topics for PM continuous methods and gas monitoring. Training for PM continuous methods will include best practices and assessments through presentation slides and Q and A. Training for gas monitoring methods will be supplemented through hands on demonstration by instrument manufacturers. Topics may include Gas Phase Titration (GPT), low-level audits, and the latest in nitrogen methods.
12:00pm – 1:30pm	LUNCH – on your own		

1:30pm – 5:00pm Training Sessions

Salon D	Salon F	Salon I	Salon E
<b>AIR QUALITY SYSTEM (AQS)</b> (Continued) Chris Chapman, Michael Brooks and Stuart Gray	<b>QUALITY ASSURANCE 101 TRAINING</b> EPA/OAQPS/Regions and Invited Speakers	<b>PAMS HANDS ON LESSONS</b> Kevin Covender and Equipment Vendors	<b>1:30pm NETWORK DESIGN AND ASSESSMENT 101</b> Lewis Weinstein, Ben Wells & Bob Judge
Continuation of morning training.	Continuation of morning training.	<b>1:30pm</b> Introduction to Auto GCs and Carbonyl Sampling <b>2:30pm</b> Vendor Training Markes Agilent CAS Vaisala	This session will cover the strategies needed to design an effective ambient network, including information on the development of annual network plans and 5-year assessments from HCL, Regions and State/local perspectives. New analytical tools under development for the 2020 assessment will be demonstrated.
			<b>3:30pm</b> WHAT'S ON THE HORIZON Eric Stevenson and Jason Low Participants will discuss new techniques, methodologies and requirements. Topics will include a discussion of the requirements of California's Assembly Bill 617 that require focusing on disproportionate community impacts; partnership of New York City's department of health and monitoring, and other topics once identified.

TUESDAY, AUGUST 14, 2018 – PLENARY SESSION  
SALONS E & F

	7:00am – 5:00pm 7:00am – 7:00pm	Registration open Exhibit Hall open
8:00am	<b>Welcome and Logistics</b> Office of Air Quality Planning and Standards (OAQPS)	
8:30am	<b>AAPCA and NACAA Welcome</b> Sam Rubens, Akron Regional Air Quality Management District, NACAA Representative DeAnna Oser, Georgia Environmental Protection Division, AAPCA Representative	
9:00am	<b>EPA Welcome and NAAQS Update and Monitoring Networks</b> Lewis Weinstein, Ambient Air Monitoring Group, EPA Office of Air Quality Planning and Standards	
9:30am	<b>QA Strategic Plan</b> Clint Woods, Deputy Assistant Administrator, Office of Air and Radiation	
10:00am	BREAK	

10:30am	<b>ORD Update</b> Gayle Hagler, Assistant Laboratory Director for Air and Energy, National Exposure Research Laboratory, U.S. EPA Office of Research and Development
11:00am	<b>FEATURED SPEAKER: Challenges, Changes, and Collaboration: Tackling Challenges with Changes in Monitoring Strategies and Collaborating with Partners</b> – Brian Baling, Oregon Department of Environmental Quality
12:00pm	LUNCH – on your own
1:30pm	<b>Sensors Presentation</b> Andrea Polidori, South Coast Air Quality Management Division
2:30pm	<b>Logistical Instructions for Afternoon</b>
2:40pm	BREAK
3:00pm	<b>REGIONAL MEET AND GREET</b> – State, Local and Tribal Agencies can take this opportunity to meet their EPA Regional Representatives.  Region 1 Meet and Greet – Salon B Region 2 Meet and Greet – Eugene Region 3 Meet and Greet – Salon A Region 4 Meet and Greet – Salon I Region 5 Meet and Greet – Salon C Region 6 Meet and Greet – Salon D Region 7 Meet and Greet – Salon H Region 8 Meet and Greet – Salon G Region 9 Meet and Greet – Salon E Region 10 Meet and Greet – Salon F
5:00pm – 7:00pm	<b>POSTER SESSION/NETWORKING RECEPTION</b> – Exhibit Hall

WEDNESDAY, AUGUST 15, 2018 – TECHNICAL SESSIONS

8:00am – 10:00am Technical Sessions

Salon E	Salon F	Salons A-D	Salons G & H
<b>AIR TOXICS METHODS COMMUNITY STUDIES</b> David Shelow and Sid Stephens	<b>CSN DATA VALIDATION AND DART</b> Joann Rice and Matt Harper	<b>PAMS</b> Kevin Covender and Kristy Weber	<b>AIR QUALITY SYSTEM (AQS)</b> Chris Chapman, Michael Brooks and Stuart Gray
<b>8:00am</b> Update on the Optimization of EPA Method TO-11A – Ian MacGregor	<b>8:00am</b> This session will cover CSN measurement and data life cycle: how data are generated from the lab, what state/local validators should look for in the preliminary data, and how to review data in DART.	<b>8:00am</b> Introduction to PAMS and Program Update – Kevin Covender <b>8:30am</b> Overview of PAMS TAD and Model QAPP – Doug Turner <b>9:00am</b> Enhanced Monitoring Plans in the Ozone Transport Region – Bob Judge	<b>8:00am</b> AQS User Registration, Access, Authorization & Support <b>9:00am</b> Site and Monitor Metadata in AQS
<b>8:25am</b> Application of Proton Transfer Reaction Mass Spectrometry for Trace VOC Monitoring – Joe Sears			
<b>8:50am</b> Hexavalent Chromium in Ambient Air: A Practical Guide to ASTM Method D7614-12 Determination of Total Suspended Particulate (TSP) Hexavalent Chromium in Ambient Air Analyzed by Ion Chromatography (IC) and Spectrophotometric Measurements – Sheri Heldstab			

Salon E	Salon F	Salons A-D	Salons G & H
<b>AIR TOXICS METHODS COMMUNITY STUDIES</b> David Shelow and Sid Stephens	<b>CSN DATA VALIDATION AND DART</b> Joann Rice and Matt Harper	<b>PAMS</b> Kevin Covender and Kristy Weber	<b>AIR QUALITY SYSTEM (AQS)</b> Chris Chapman, Michael Brooks and Stuart Gray
<b>9:15am</b> Using Ambient Halocarbons as Sample Monitoring Compounds for TO-15 Analysis – Wayne Whipple		<b>9:30am</b> Reviewing Progress in Meeting the 8-Hour Ozone Standard in the South-Central United States Through Evaluation of Historical and Current Photochemical Assessment Monitoring Stations (PAMS) Measurements – Mark Sather	
<b>9:40am</b> Update on Method TO-15A – David Shelow			

10:30am – 11:45 am Technical Sessions

Salon E	Salon F	Salons A-D	Salons G & H
<b>AIR TOXICS COMMUNITY STUDIES</b> David Shelow and Sid Stephens	<b>SPECIATION</b> Joann Rice and Matt Harper	<b>PAMS</b> Kevin Covender and Kristy Weber	<b>AIR QUALITY SYSTEM (AQS)</b> Chris Chapman, Michael Brooks and Stuart Gray
<b>10:30am</b> Local Tools for Addressing Air Quality Concerns Around Oil and Gas – Margan Hill	<b>10:30am</b> Continuity of the CSN Data – Warren White <b>10:55am</b> IMPROVE Monitoring Network Overview – Nicole Hyslop <b>11:20am</b> Interlaboratory Comparison of CSN Measurements – Nicole Hyslop	<b>10:30am</b> Mixing Layer Height Retrieval Using Aerosol Backscatter from Commercial Colimeters – Vanessa Calcedo <b>10:55am</b> Evaluation of Continuous Formaldehyde Measurements – Andrew Whitehill <b>11:20am</b> Development of a Field Portable Submillimeter Wave Sensor Prototype for Real Time Detection of PPB Levels of Formaldehyde and Other Carbonyls in Ambient Air – Christoph Baal	<b>10:30am</b> AQS Status & Plans <b>11:30am</b> Ambient Air Monitoring & AQS: Current Issues
<b>11:20am</b> Field Study of Online Monitoring Network of Air Toxics and Trading Near a Petrochemical Industrial Park – Tsung-Kuan A. Chou		<b>11:45am</b> On-Line Monitoring of VOCs and Characteristics of its Concentrations in Shanghai, China – Shan Zang	

11:45am – 1:15pm LUNCH – on your own

THURSDAY, AUGUST 16, 2018 – TECHNICAL SESSION

7:00am – 2:00pm Registration open  
7:00am – 10:30am Exhibit Hall open

8:00am – 10:00am Technical Sessions

Salons A, B, C & D	Salon F	Salon E	Salons G, H & I
<b>QUALITY ASSURANCE TSA TRAINING</b> QA Team	<b>TOPICAL OPEN DISCUSSIONS</b>	<b>DATA VISUALIZATION AND DATA ANALYSIS</b> Liz Naess	<b>AIR QUALITY SPECIAL STUDIES</b> Neelason Workins & Ken Burkley
<b>8:00am</b> You Found What? Images from Real TSAs (Round 1)	<b>8:00am</b> PAMS Program	<b>8:00am</b> Ambient Air & Emissions Data Visualization Tools – Liz Naess	<b>8:00am</b> Wildland Fire Smoke from Long Range Transport Enhances Ozone in Southeastern United States – Nathan Pavlovic and Dan Jaffe
<b>8:15am</b> TSA Overview – A Look at the TSA Process and TSA Guidance Document (Part 1)	<b>8:30am</b> NCORE/PM Mass	<b>8:30am</b> A Desktop Application Used to Perform Data QA/QC with AQS Output – Kristy Weber	<b>8:24am</b> Source Attribution Using Volatile Organic Compound Measurements to Assess Air Quality Impacts at Five National Parks in the Western United States – Barkley Siv
<b>9:00am</b> Quick Break	<b>9:00am</b> State and Local Issues	<b>9:00am</b> Using ArcGIS to Map 5-minute Intervals of Meteorological and Ozone Data – James Boyle	<b>8:48am</b> Exceptional Wildfire Events and Ozone the Olympic Peninsula – Odele Hadley
<b>9:10am</b> TSA Overview – A Look at the TSA Process and TSA Guidance Document (Part 2)	<b>9:30am</b> Air Toxics	<b>9:30am</b> Using the R Statistical Language for Air Quality Data Analysis and Visualization – Nathan Pavlovic	<b>9:12am</b> Recent Particulate Matter Monitoring Enhancement in Imperial Valley – Michael Miguel
<b>9:40am</b> What's Wrong with this Picture?			<b>9:36am</b> Kansas City Transportation and Local Scale Air Quality Study – Stephen Krabbe

10:00am – 10:30am BREAK

10:30am – 12:00pm Technical Sessions

<b>10:30am</b> You Found What? Images from Real TSAs (Round 2)	<b>10:30am</b> CASTNET Program	<b>10:30am</b> Exploring the Performance of Machine Learning Algorithms in Short-term Forecasting of PM2.5 – Rao Meenukshi	<b>10:30am</b> Long-Term Assessment of Sunset O3/EC with Chemical Speciation Network Measurements – Steve Brown
<b>10:45am</b> Implementing TSAs in your Organization	<b>11:00am</b> Grants	<b>11:00am</b> New AirNow-Tech Features and Demonstration – Marcus Hytzer	<b>11:00am</b> OWLET52 – The Chesapeake Bay Air Quality Study – Michael Woodman
<b>11:15am</b> TSA Resources	<b>11:30am</b> Wildcard - Any question you want	<b>11:30am</b> Open Discussion about Visualization tools/needs/resources - Liz Naess	<b>11:30am</b> Elemental Characterization of PM2.5 and PM10 in Dense Traffic Areas in Toronto and Vancouver, Canada – Volbono Celso

12:00pm – 1:00pm LUNCH

1:15pm – 3:15pm Technical Sessions

Salon E	Salon F	Salons A-D	Salons G & H
<b>AIR TOXICS COMMUNITY STUDIES</b> Dave Shelow and Billy Dewitt	<b>QAPPS AND QC DISCOVERIES</b> Stephanie McCarthy and Melinda Ronco-Battista	<b>SENSORS AND OTHER EMERGING TECHNOLOGIES</b> Joann Rice and Kristen Benedict	<b>AIR QUALITY SYSTEM (AQS)</b> Chris Chapman, Michael Brooks and Stuart Gray
<b>1:15pm</b> Monitoring for Chloroprene in LaPlace, Louisiana: From NATA to Now – Frances Verhalen	<b>1:15pm</b> Ambient Air Monitoring QAPP Guide – Stephanie McCarthy	<b>1:15pm</b> Air Quality Community Action Network – Michael Ojettee	<b>1:15pm</b> Obtaining AQS Data Reports
<b>1:40pm</b> Passive Benzene Sampling in a Community Monitoring Study – Erica Shipley	<b>1:45pm</b> Florida DEP QAPP Experience – Oriane Saphique Thomas	<b>1:45pm</b> Creating a Network of Low-cost, Field Deployable Sensors to Characterize Regional Dust Sensitivity – Katie Kalesar	<b>1:45pm</b> Changes to AQS Reports
<b>2:05pm</b> A Community Focused, Near-Road Toxics Study in Seattle's Chinatown International District – Phil Swartzendruber	<b>2:05pm</b> QAPPs – Melinda Ronco-Battista	<b>2:05pm</b> Gaseous Performance Audit Evaluations at Low Concentration Levels – Richard Payton	<b>2:30pm</b> Q & A
<b>2:30pm</b> Integrated Method of Combining Fixed and Mobile Stations for Air Pollution Tracking and Reduction Assessment – Chung-Liang Tai	<b>2:25pm</b> Gaseous Performance Audit Evaluations at Low Concentration Levels – Richard Payton	<b>2:50pm</b> Improving Assessments of the Trace Level Ambient Gaseous Monitors – Ranjit Bhullar	<b>2:45pm</b> Particulate Matter Sampling – Do Low-cost Sensors Fit into the Picture? – Lance Giles

3:15pm – 3:45pm BREAK

3:45pm – 5:30pm Technical Sessions

Salon E	Salon F	Salons A-D	Salons G & H	Salon I
<b>NATIONAL AIR TOXICS TRENDS SITES</b> David Shelow and Billy Dewitt	<b>TIPS AND TRICKS AND GENERAL DISCUSSION</b> Tim Hanley and Colleen Williams	<b>SENSORS AND OTHER EMERGING TECHNOLOGIES</b> Joann Rice and Kristen Benedict	<b>AIR QUALITY SYSTEM (AQS)</b> Chris Chapman, Michael Brooks and Stuart Gray	<b>TRIBAL AIR MONITORING</b> Farshad Forzi & Melinda Ronco-Battista
<b>3:45pm</b> Performance Visualization of the NATTS Network – New Ways of Seeing the Data – Michael Schmitt	The goal of this session is to identify issues and solutions in Ambient Air Monitoring that are often outside the scope of methods and guidance. We encourage participation from monitoring agencies, instrument manufacturers, and any other monitoring stakeholder that has ideas to share. We will start with a panel session and then open for discussion.	<b>3:45pm</b> Using Low-cost Sensors to Mitigate Risks to the Community – Patrick Clark, Justin Cyrus	<b>3:45pm</b> Frequently Asked Questions from First Level Support	<b>3:45pm</b> Joe Cebe-Forrest County Potawatomi, FCPC Class 1 Designation
<b>4:00pm</b> Sampler Certification for NATTS – Randy Bower		<b>4:15pm</b> Sensor Comparison to Oregon DEQ Station – Jodi Lee	<b>4:30pm</b> I wish AQS would...	<b>4:15pm</b> Stan Belone-Active Management of Agriculture Particulate Matter in Tribal Air Monitoring
<b>4:35pm</b> Use of Air Data by the Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) and State Health Agencies – Motria Caudill		<b>4:45pm</b> Approaches to Sensor Calibration – Hilary Hufner		<b>5:10pm</b> Melinda Ronco-Battista "RT" and other QA-related topics/discussions
<b>5:00pm</b> Effective Auditing for Air-Monitoring Programs – Lesson Learned from NATTS Technical Systems Audits – Doug Turner		<b>5:15pm</b> Assessing Community Exposure to Hazardous Air Pollutants Using Next-Generation Air Monitoring Technologies – Andrea Polladori		

THURSDAY, AUGUST 16, 2018 – CLOSING PLENARY SESSION

Salons E & F

1:00pm	Characterizing Air Quality in a Changing World: The Emergence of Sensors Kristen Benedict, EPA, Air Quality Assessment Division
1:45pm	Fire Side Chat with Air Monitoring Managers from EPA, AAPCA and NACAA
2:30pm	ADJOURN

THANK YOU!

## 第三章 會議過程及內容重點整理

### 3.1 2018 年洛杉磯環境論壇(2018 Los Angeles Environmental Forum, 2018 LAEF)

「第十一屆洛杉磯環境論壇大會」(Los Angeles Environmental Forum, LAEF)由南加州華人環保協會(Southern California Chinese American Environmental Protection Association, SCCAEP)舉辦，為每年辦理一次之環境議題培訓講座和專題會議，往年主題著重於水污染防治及水質資源議題，今年度論壇主題則納入空氣品質議題，辦理專題研習會，為全球華裔環境科學家、工程師和專業人士提供了互相交流的學習平台。本次參與研習會目的為，瞭解加州於空氣品質管理計畫之核心項目設計原意，並學習加州固定源及移動源推動管制措施之經驗。

#### 3.1.1 「空氣污染防制技術及政府管理」專題研習會(Special Workshop: Air Pollution Prevention Technologies and Government Management)

空氣污染研習會議題包括空氣品質管理、空氣品質監(檢)測、數據分析、移動源管制計畫、誘因策略、許可制度、法規執行、有害空氣污染物管制等等。各議題以專題演講方式進行，由各講題講師進行簡報報告，再由與會人員提問討論。

##### 一、 空氣質量管理總體規劃和議題總覽(Overview of Air Quality Management)

主講者：張林怡博士/時間：107年8月7日9:10am-10:40am

(一)空氣品質管理(Air quality management)不僅是一般污染物的管理，還包括有害空氣污染物，甚至是溫室氣體；在進行空氣品質管理策略之思考時，應考量所關注之空氣污染物問題，規劃整合性的管制策略。整體架構如圖 3.1.1，分項說明如下：

## Holistic Air Quality Management



圖 3.1-1 SCAQMD 空氣品質管理循環架構

1. 空氣品質監測(Air Monitoring)：獲得相關數據做為評估空氣品質、發展管制策略、評估改善成效、進行模式驗證之參考依據。
2. 策略研擬及規劃(Planning)：系統性的針對各類型污染問題，研訂管制策略。
3. 訂定法令規範(Rules and Regulations)：納入技術可行性、產品性能、成本有效性、產業負荷、地方競爭力、行政負荷、達標期程等等考量後，訂出法令規範。
4. 許可制度規劃(Permitting)：為法規是否能落實執行之關鍵，需考量行政成本、可執法性、數據管理、資料一致性等因素，同時需將適當的資訊予以公開。對固定源而言是許可證、對移動源是使用執照或驗證合格證明。
5. 落實執法(Enforcement)：依據上開許可內容執行，執法原則、規則須明確執法，不能因人而異且具公平性，亦即不同查核者對同一違法事件應有相同的判斷，不能因為查核者不同而有執法上的差異。最終管制成效會回饋反應至空氣監測數據結果，如此即形成一個完整的空氣品質管理循環系統。

(二) 當各污染物之管制策略出現互相衝突矛盾時，須由”政策”來做決定；對南加州空氣品質管理局 (South Coast Air Quality Management District, 以下簡稱 SCAQMD) 而言，決定原則是對人體健康有影響的物種優先管制(即有害空氣污染物)，其次是區域性空氣品質影響(PM 及 O<sub>3</sub>)，最後才是國家或全球尺度之污染問題(溫室氣體)。

(三) 空氣品質管理計畫(Air Quality Management Plan, 以下簡稱 AQMP)為聯邦環保署依「清淨空氣法」(Clean Air Act, 以下簡稱 CAA)之規定，未符合空氣品質標準

地區之地方應發展空氣污染管制策略計畫，主要目的為確保一個適當控制管理計畫執行後可以使污染地區達到以健康為準則之空氣品質標準，亦即改善空氣品質推動策略之依據為空氣品質管理計畫。而 SCAQMD 則透過上述循環架構持續規劃、訂定加州南海岸空氣品質管理計畫(South Coast Air Quality Management Plan，以下簡稱 SCAQMP)以達成空氣品質標準。

(四) 發展 AQMP 的關鍵項目如下：

1. 空氣品質分析(air quality analysis)：分析監測資料掌握空氣品質趨勢、時序及空間分析、問題特徵、污染源的責任分攤等；另亦須考量扣除氣候及經濟增減等外在因素後之空氣品質狀況。
2. 空氣污染物排放清冊(emissions inventory)：掌握轄區污染來源、活動強度及排放量，包括過去、現在及未來年的排放資料；清冊資料須包括固定源(點源、面源)、移動源(道路、非道路)及生物源排放之各類污染物資料(含粒狀物及揮發性有機物物種)，同時須可供模式模擬使用。
3. 發展控制措施(control measures)：針對重要污染物、重要排放源研提污染減量控制措施，並評估污染減量潛勢與控制後排放量降低狀況。控制措施評估重點包括：技術可行性、成本有效性、排放量減量潛勢、行政資源影響程度、法規可行性、法規授權等。控制措施可為管制作為、誘因措施及先進控制技術。
4. 空氣品質模式模擬(modeling)：檢視執行控制措施後於未來年之空氣品質，展示是否可達成聯邦及州政府訂定之空氣品質標準。
5. 社經資料(socioeconomic analysis)：評估實施AQMP各項控制措施後潛在就業與其他社經影響。
6. 政策環境影響評估(The California Environmental Quality Act，CEQA)：評估AQMP執行後對其他環境介質(水、廢棄物等)之影響。

(五) 依據加州清淨空氣法(California Clean Air Act，CCAA)規定，SCAQMD 必須每三年提送空氣品質管理計畫，經核可後併入「州執行計畫」(State Implementation Plan，SIP)，成為具法律效力文件；因此，AQMP 對加州空氣資源局(California Air Resources Board，以下簡稱 CARB)、SCAQMD 及相關機構具有約束力，若地方環保單位未盡力執行，聯邦政府或州政府可對地方環保單位提出訴訟。

## 二、 空氣品質監測與數據分析-揮發性有機物與臭氧監測(Air Quality Monitoring and Data Analysis – VOC and Ozone Monitoring)

主講者：盧建杭博士/時間：107年8月7日 11:00am-12:00am

(一) 空品監測站之重要性在於瞭解空氣品質現況，監測結果可作為評估管制成效之依據，其特性應包含具代表性濃度值、污染源影響、趨勢分析、測站間比較、即時數據呈現等。而有鑑於揮發性有機物(Volatile Organic Compounds, 以下簡稱 VOCs)為臭氧(以下簡稱 O<sub>3</sub>)之前驅物之一，因此需藉由大氣環境監測以掌握 VOCs 濃度現況與變化趨勢，在 SCAQMD 揮發性有機物相關監測計畫包含基準污染物監測計畫(State and Local Air Monitoring Sites, 以下簡稱 SLAMS)/(National Core, 以下簡稱 NCore)、光化學評估監測網(Photochemical Assessment Monitoring Stations, 以下簡稱 PAMS)及國家有害空氣污染物趨勢測站監測網(National Air Toxics Trends Stations, 以下簡稱 NATTS)，分項說明以下：

### 1. SLAMS/NCore：

- (1) SLAMS 為區域型測站，於特定地區的測站設置，SCAQMD 設有 35 站，主要監測 CO、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub> 及 Pb 等基準污染物，提供全國資料。
- (2) NCore 為多種污染物監測系統測站，SCAQMD 設有 2 站，主要監測 SO<sub>2</sub>、CO、NO 及 NO<sub>y</sub>、O<sub>3</sub>、PM<sub>2.5</sub> 及 PM<sub>10-2.5</sub> 等基準污染物。

### 2. PAMS：

- (1) 主要設於 O<sub>3</sub> 嚴重地區，主要監測內容為影響近地 O<sub>3</sub> 之各項因子，包含 O<sub>3</sub>、CO、NO、NO<sub>2</sub>、NO<sub>y</sub>、58 種 VOCs 及地表氣象參數等，獲得光化污染物趨勢並提供揮發性有機物物種清單。
- (2) 自 1992 年建置，至 2017 年全美共有 68 個監測點，南加州地區設有 6 站 PAMS 測站。而南加州環境中 VOCs 濃度呈現典型日變化及季節性變化，每日 6~9 點會發生高值，冬天揮發性有機物濃度明顯高於夏天，而常見個別物 VOCs 包括乙烷、丙烷、乙烯、異丁烷、異戊烷、正戊烷、甲苯、間,對-二甲苯，與我國光化測站監測結果相似，惟我國大氣環境中甲苯濃度高，如圖 3.1-2、圖 3.1-3 所示。2017 年 PAMS 站點分布情形如圖 3.1-4 所示，共分為四種不同類型監測站：Type 1 表示為上風背景站；Type 2 為最高前驅物站；Type 3 為最高 O<sub>3</sub> 濃度站；Type 4 為最高

下風濃度站。SCAQMD 設有 6 個 PAMS 測站。

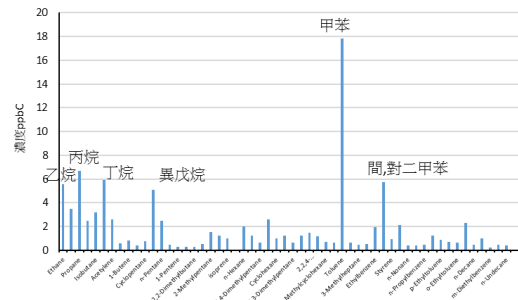
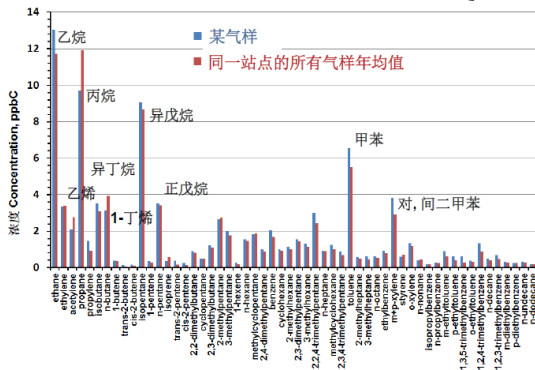


圖 3.1-3 我國環境典型 VOCs 物種

圖 3.1-2 南加州環境典型 VOCs 物種

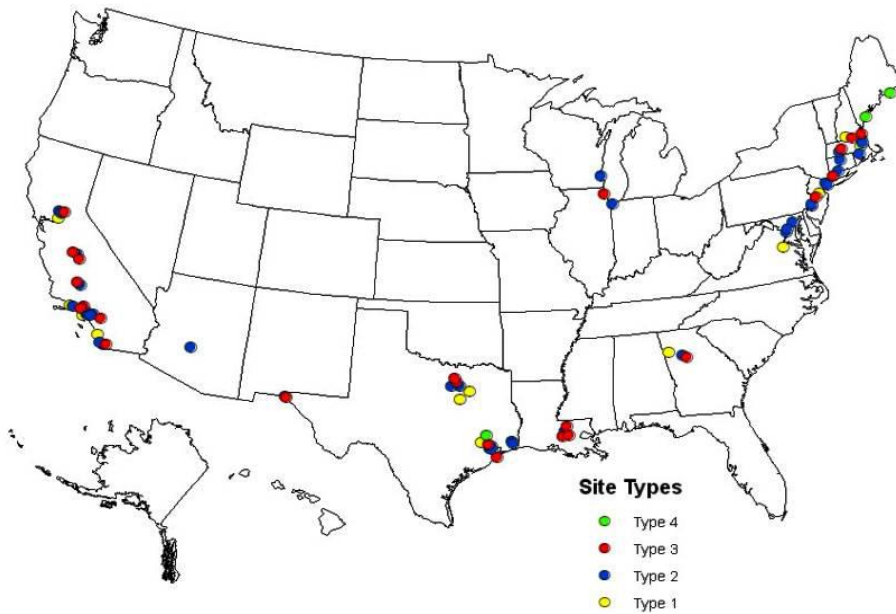


圖 3.1-4 PAMS 監測站點分布情形(2017 年)

### 3. NATTS :

- (1) 美國環保署為評估環境中有害空氣污染物資料，長期收集及評估國家規模之有害空氣污染物資料，於特定固定地點獲得橫跨全美之長期環境有害空氣污染物濃度數據及其變化趨勢，以解析主要污染來源等。
- (2) 自 2001 年計畫開始到目前全美國共有 33 個監測點，SCAQMD 設有 2 站，主要監測項目包含重金屬、多環芳香烴碳氫化合物(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs)及醛酮類化合物(Carbonyls)共 19 項有害空氣污染物物種，目前採樣頻率為每 6 天 1 次。
- (3) 主要任務在於降低民眾於有害空氣污染物下暴露及風險，主要目標為能測定 2 個連續 3 年的年平均濃度在可接受程度內，作為評量空氣品質模式之實證資料；次要目標包括評估鄰近測站個人暴露濃度與環境空氣濃



度之程度、風險評估、減量作為有效性評估以及改善有害空氣污染物排放清測及模式。圖 3.1-5 為目前全美國 NATTS 監測點位分布情形。

4. PM<sub>2.5</sub> Speciation Program，共有10站，用以研究微粒特性、建立污染暴露量與健康影響關係研究及進行研究方法之測試，特別是柴油引擎微粒 (Diesel Particulate Matter，DPM)。

(二) 美國 NATTS 之監測規劃，目前我國已有「特殊性工業區緩衝地帶及空氣品質監測設施設置標準」之法規，針對特殊性工業區如：離島工業區、臨海工業區及林園工業區等，亦有類似監測項目。然而美國規劃監測點主要考量民眾暴露，故設置於人口集中區，我國則是針對工業區，監測目的不同。

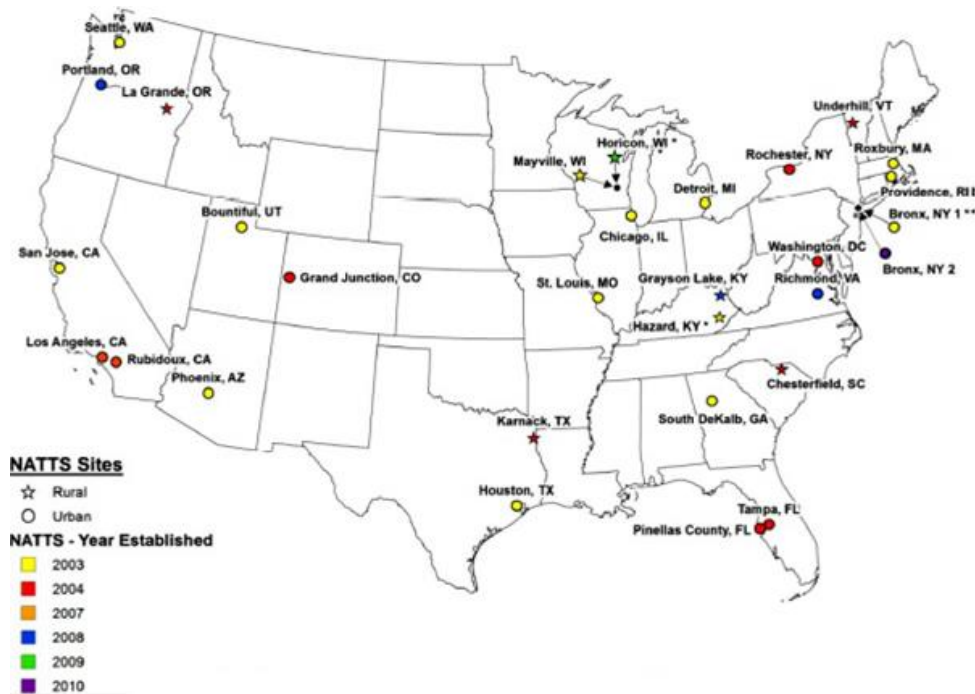


圖 3.1-5 NATTS 監測點位分布情形

### 三、 空氣品質監測與數據分析-監測儀器研發 (Air Quality Monitoring and Data Analysis – Instrumentation Development for Air Quality Monitoring)

主講者：張勁松教授/時間：107年8月7日 13:30pm-14:30pm

(一) 空氣污染物監測之採樣方式可分為萃取式及即時監測；其中萃取式採樣主要藉由濾紙、擴散管、吸附管、採樣袋、不銹鋼採樣筒等方式進行樣品採集。樣品採集後則可透過化學法、氣相層析法(GC)、質譜法(MS)、光譜法等進行樣品分析。光譜法主要可分為吸收光譜及放射光譜二種，其中吸收光譜包含紫外光(UV)、紅外

線(IR)、差分吸收光譜(DOAS)及腔體振盪光譜(CRDS)等；放射光譜則包含化學發光及螢光光譜等。

- (二) 腔體振盪光譜(CRDS)：原理為激光光源發射後在腔體中所裝設之一對高反射鏡子(反射率 99.99%)之間來回振盪並衰減。因化合物種類及濃度將使衰減速度有所不同，則可藉此進行定性及定量的分析。此方法可用於  $\text{HNO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_3$ 、 $\text{RNO}_2$  等化合物之量測。
- (三) 化學放大法(PERCA-CRDS)：量測大氣中  $\text{HO}_2$ 、 $\text{RO}_2$  等過氧自由基之濃度可藉此瞭解光化反應機制，然而  $\text{HO}_2$ 、 $\text{RO}_2$  為光化學反應過程中的中間產物，因此極不穩定，且其於大氣中的濃度極低，無法以傳統的 IR、UV-可見光)等光譜法進行量測，因此可透過化學放大法將  $\text{HO}_2$ 、 $\text{RO}_2$  反應為較穩定  $\text{NO}_2$  並進行放大後再進行量測。PERCA-CRDS 的設計為雙通道，其中一個為參考通道，用以量測大氣中的  $\text{NO}_2$  及  $\text{O}_3$  反應生成之  $\text{NO}_2$ ；另一通道為經過 PERCA 反應，主要包含大氣中的  $\text{NO}_2$ 、 $\text{O}_3$  反應生成之  $\text{NO}_2$  以及過氧自由基經 PERCA 反應生成的  $\text{NO}_2$ ；將反應通道與參考通道的訊號相減即可獲得過氧自由基之濃度。

#### 四、 移動污染源管理-概要(Mobile Source Programs – Overview)

主講者：李偉博士/時間：107年8月7日 14:30pm-15:30pm

- (一)  $\text{O}_3$  為目前加州主要空氣污染物之一，加州空氣品質管理局也在空品改善計畫中逐步檢討改善目標，預計 2023 年達到 1997 年 8 小時  $\text{O}_3$  標準 80ppb，2031 年達到 2008 年 8 小時  $\text{O}_3$  標準 75ppb，近年則針對 2015 年之 8 小時  $\text{O}_3$  標準 70ppb 設立達標期限，故  $\text{O}_3$  前驅物之 VOC 及  $\text{NO}_x$  為加州加強管制之重點污染物。初步檢視洛杉磯  $\text{NO}_x$  排放來源，固定源佔 12%，移動源佔 88%，當中又以重型柴油車排放  $\text{NO}_x$  最多，顯示移動源為現階段關注改善重點，相關執行重點分項說明如下：

##### 1. 新車型排放標準

- (1) 美國環保署 CAA 授權加州針對機動車設立特別標準，而歷史上加州標準皆較聯邦標準嚴格，目前已有 13 州採納加州新車型排放標準，而新車排放標準分為輕、中型客車(Light- and Medium-Duty Vehicles)及重型柴油引擎車輛(Heavy-Duty Engines)。
- (2) 輕、中型客車新車型排放以整車測試，管制污染物包含 NMOG+  $\text{NO}_x$ 、CO、HCHO 以及 PM，近年檢討粒狀物標準，針對不同車型將於 2017 至 2028 年間持續加嚴，由 10mg/ml 分階段降低至 1~8mg/ml。

(3) 柴油車車重 14,000 磅以上屬於重型柴油車輛，檢測方式主要以引擎做測試，管制物種包含 NO<sub>x</sub> 及 PM，SCAQMD 重型車輛管制以聯邦法與州法為標準，2007 年以後製造之引擎均須加裝 PM 濾過器，2010 年製造之引擎需達最嚴格的排放標準，PM 及 NO<sub>x</sub> 排放標準分別為 0.01g/bhp-hr 及 0.2g/bhp-hr。另外 SCAQMD 與加州空氣資源委員會以自主管理角度，建議聯邦政府針對 NO<sub>x</sub> 標準能夠繼續下修，評估能由原本 0.2 g/bhp-hr 加嚴至 0.02 g/bhp-hr。

## 2. 既有車輛排氣檢測

(1) 加州排煙檢測方案針對輕型既有車輛於前 6 年不需做排氣檢測，之後需每兩年檢測一次，而排氣檢測分為三種類型：

- i. 加強排氣檢測：在加州空氣品質較差地區(如南加州)排氣檢測需做 ASM 測試，檢測污染物包括 HC、CO 及 NO。
- ii. 基本排氣檢測：其他地區排氣檢測執行雙怠速測試(Two-Speed Idle Test)，檢測污染物包括 HC、CO。
- iii. 車輛轉手時需做加強或基本排氣檢測。

(2) 另一方面，在 2000 年以後生產之汽油車以及 1998 年後生產之柴油車不需執行排氣檢測，只需檢驗車上診斷系統(On-Board Diagnostic，以下簡稱 OBD)。目前遇到 2000 年汽車或 1998 年柴油車已經算是老舊車輛，但仍不需做排氣檢測，後續將進一步檢討。隨科技進步，近年發展出遠端遙感 OBD 系統，於各大路口設置 OBD 系統將省去大量人力、時間，為未來發展之趨勢。

## 3. 老舊車輛維修汰換

(1) 考量重型車為重大污染來源，SCAQMD 立法針對不同車型、不同時期之車輛規定淘汰期限，如 2007 年~2009 年出廠、重量在 14,000~26,000 磅的車輛，必須在 2023 年 1 月 1 日汰換；而 2007 年以後出廠、重量大於 26,000 磅的車輛，必須在 2023 年 1 月 1 日汰換。州政府針對重型車輛有相關補助計畫如 Carl Moyer Program、Goods Movement Emission Reduction Program、MSRC 等，針對道路、非道路、公用車、巴士等皆在補助範圍之內，補助金額大約為購買新車之一半金額。

(2) 輕中型車輛並無法強制汰換，以主要以補助方式鼓勵民眾加速淘汰，美國環保署則有相關計畫 Consumer Assistant Program，提供低受入戶民眾

當排氣檢測沒過則補助 US\$500 元修理或 US\$1,000~1,500 元汰換新車。SCAQMD 則以數據庫資料召回高污染車輛進廠檢測，同聯邦環保署一樣，提供 US\$500 元修理或 US\$1,000~1,500 元汰換，針對低收入戶更增加補助至 US\$2,000 元。另一方面，加州州政府則針對老車汰換電動車提供高額補助，對低收入戶補助金額高達 US\$9,000 元，統計到目前約淘汰三千多輛老舊車輛。

(二) 移動源排放清冊：

排放清單在空氣品質管理上扮演重要角色，EMFAC(EMission FACtor) Model為加州移動源排放量推估模式，目前移動源排放量資料庫已更新至2017年，相關排放輛資料及條件皆能在網站上選擇並輸出，操作介面如圖3.1-6、3.1-7所示。

(三) 零排放與近零排放技術：

SCAQMD持續推動移動源零排放及近零排放之電動車輛，包含輕、中型車及重型車輛，如圖3.1-8、3.1-9所示。主要策略為分期將汽油車汰換成為油電混合車(Conventional non-plug in Hybrids)、插電油電混合車(Plug-in Hybrid Electric Vehicles)及氫氣燃料電池車(Hydrogen Fuel Cell Vehicles)，並設立2050目標年能達到87%輕型車輛使用電池電動車及氫氣燃料電池車的目標。

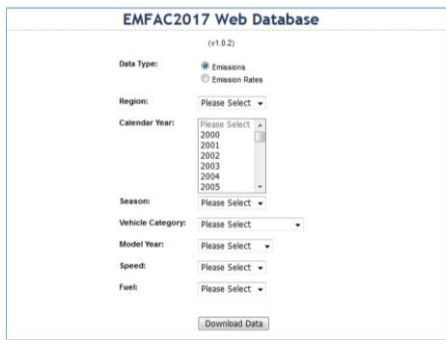


圖 3.1-6 EMFAC Model 網站介面

Region	Calendar	Vehicle Category	Fuel	Population	VMT	Trips	ROG_RUN	ROG_IDLE	ROG_STRI	ROG_TOTI
SOUTH CO	2023	All Other	Aggregate Aggregate DSI	3282.2M	200394.7	27973.27	0.001723	0.000319	0	0.002043
SOUTH CO	2023	LDA	Aggregate Aggregate GAS	669793	2476740	30522030	2.721679	0	6.165889	6.887569
SOUTH CO	2023	LDA	Aggregate Aggregate DSI	60890.37	2412432	28943.5	0.041287	0	0	0.041287
SOUTH CO	2023	LDA	Aggregate Aggregate ELEC	347003.8	6085000	73389.4	0	0	0	0
SOUTH CO	2023	LDT1	Aggregate Aggregate GAS	727058.4	27059295	3407819	0.873333	0	1.081668	1.954991
SOUTH CO	2023	LDT1	Aggregate Aggregate DSI	352.3732	8196.099	1229.487	0.001645	0	0	0.001645
SOUTH CO	2023	LDT1	Aggregate Aggregate ELEC	6905.302	276673.7	34944.53	0	0	0	0
SOUTH CO	2023	LDT2	Aggregate Aggregate GAS	2212329	82875940	10414096	1.64421	0	2.59247	4.23679
SOUTH CO	2023	LDT2	Aggregate Aggregate DSI	15172.34	633608.1	74551.81	0.054223	0	0	0.054223
SOUTH CO	2023	LDT2	Aggregate Aggregate ELEC	28043.71	893283.3	141324.2	0	0	0	0
SOUTH CO	2023	LHD1	Aggregate Aggregate GAS	13972.5	6057759	2582296	0.201223	0.000202	0.305717	0.507222
SOUTH CO	2023	LHD1	Aggregate Aggregate DSI	121835.8	4855937	152541	0.534313	0.014741	0	0.549054
SOUTH CO	2023	LHD2	Aggregate Aggregate GAS	29133.37	1003759	434841.7	0.021649	0.013817	0.022888	0.038355
SOUTH CO	2023	LHD2	Aggregate Aggregate DSI	48325.81	1881224	610911.4	0.130036	0.005871	0	0.135907
SOUTH CO	2023	MCV	Aggregate Aggregate GAS	297900.2	2034754	595200.4	5.416348	0	1.052458	6.468787
SOUTH CO	2023	MDOV	Aggregate Aggregate GAS	1540239	53902323	7427094	1.399997	0	2.598963	3.99896
SOUTH CO	2023	MDOV	Aggregate Aggregate DSI	39308.87	1383747	17265.7	0.020348	0	0	0.020348
SOUTH CO	2023	MDOV	Aggregate Aggregate ELEC	15019.81	573884.1	81148.81	0	0	0	0

圖 3.1-7 EMFAC Model 輸出格式



圖 3.1-8 加州常見輕型電動車



圖 3.1-9 加州常見重型電動車

## 五、 移動污染源管理-港口與船舶廢氣零排放和近零排放技術(Mobile Source Programs – California Ports Emission Reduction- Near Zero Emission and Zero Emission Technologies)

主講者：黃維義博士/時間：107年8月7日16:30pm-17:30pm

(一) 港口主要污染來源包含遠洋船舶、港務船、貨物裝卸設備、機車及重型卡車等，加州針對境內港口實施綠色全方位碼頭計畫(POLA Green Omni Terminal Project)。改善策略主要以清潔卡車計畫及推動岸電系統。長灘港、洛杉磯港已經執行十年的清潔卡車計畫，成效相當顯著，而遠洋船舶需配合遠洋海事，有出發港及抵達港不同、各國港口管制方式之差異，岸電系統推動仍需努力。

(二) 清潔卡車計畫(Clean Truck Program, CTP)

1. 清潔卡車計畫的核心為逐步禁止、淘汰較老、污染最嚴重的卡車，轉而採用符合2007年聯邦環保署較嚴格排放標準的卡車。在2012年全面實施後，所有卡車必須符合2007聯邦環保署標準才能進入港口碼頭，目前為止已有超過10,000輛符合美國環保署標準的清潔卡車在港口運營。除清潔柴油發動機外，新的重點將放在替代燃料上，包括壓縮天然氣(Compressed Natural Gas, 以下簡稱CNG)卡車，混合動力電動卡車和電池電動卡車，兩個港口運行將近1,000輛CNG及液化天然氣(Liquefied Natural Gas, LNG)車輛，港區柴油粒狀物排放已減少80%。
2. 由於成功推動清潔卡車計畫，洛杉磯港口和長灘港口贏得了許多獎項，包括美國環保署Clean Air Award、Environmental Justice

Award以及AAPA Communication Awards等，現階段如紐約紐澤西港、中國上海港及青島港皆已跟進推動岸電系統。

### (三) 岸電(Shore Power)系統

1. 船舶為港口空污排放主要污染源之一，2006年CAA計畫將岸電定為船舶污染控制方案之一，惟岸電推動上遇到困難相對要多，大致如下五項：
  - (1) 基礎建設和船舶改裝需大量資本投入。
  - (2) 船舶種類繁多，能源、安全和操作需求不同。
  - (3) 各國港口泊位空間及配置限制。
  - (4) 需要出發和抵達港合作以達最高效率。
  - (5) 較無法強制規定，目前以自主改善為主。
2. 加州政府則在2014年規定岸電相關法規，在洛杉磯港投資約一億八千萬美元設立24岸電泊位，預估港口內船隻參與率達90%，空污減排約90%。

## 六、空氣污染法與執行-執法與訴訟實務討論(Air Quality Law and Enforcement)

主講者：許珮宜博士/時間：107年8月8日 11:00am-12:00am

- (一) SCAQMD 於立法部門下設有法務辦公室(General Counsel's Office)，主要任務包含：提供各項法律諮詢、協助制訂法規、確保政府機關符合各項法規、違規事項查核、當有民事事務時作為 SCAQMD 之代表。
- (二) 排放源有違法情事時之裁罰類別包括民事處罰(罰款)(civil penalty)、強制減排(abatement)及刑事處罰(criminal penalty)等。
- (三) 民事處罰會依違反行為的情節處以不同罰款，愈屬故意行為罰款愈重，如無過失責任之罰款約 10,000 美元，存心/故意排放污染之罰款為 75,000 美元，若為存心/故意排放污染且造成重大的身體傷害或死亡之罰款則為 100,000 美元。
- (四) 違法行為應採罰則之評估考量因素，包括：
  1. 違法行為造成的傷害程度。
  2. 違法行為的性質及持續性。
  3. 違法行為發生後持續的時間。
  4. 同一污染源過去違法行為的頻率。

5. 過去設備維護紀錄。
6. 未經證明可行或創新的控制設備。
7. 違規單位在違法行為後是否有採取為減輕違法行為的清理和改善工程，以及所進行清理改善作業的程度與時間。
8. 違規單位的經濟負荷能力。

(五) 針對違法行為所判定之罰則，若執法單位與違法單位無法達成共識，則需透過辦理聽證會(Hearing)，由來聽證委員會(Hearing Board)進行討論與裁決；聽證委員會組成包含律師、工程師、醫療人員以及民眾。常見之案件類型有：申請排放減量額度(Emission Reduction Credits，ERC)被拒絕之上訴(Appeals)、許可申請之上訴、暫時性寬限申請之請願(Petitions)、強制減排之請願等。

(六) 以福斯集團利用作弊裝置(defeat device)使車輛排放尾氣通過測試之案件為例，2016年美國政府正式起訴福斯集團(包括福斯、奧迪及保時捷)違反清淨空氣相關規定，彙整目前相關裁罰結果如下：

1. 違反聯邦CAA及「加州健康與安全法」(California Health and Safety Code)之和解協議內容：

- (1) 和解金額超過 150 億美元；其中 30 億美元為用於減輕環境影響之專案研究。
- (2) 買回安裝有作弊裝置的車輛或提前解約。
- (3) 公司整頓改革。
- (4) 持續車輛排放測試。

2. 成立NOx排放減量基金：

- (1) 以 10 年時間於加州投入 8 億美元發展零排放車輛專案計畫(ZEV projects)。
- (2) 投入 4.23 億美元成立福斯環境減災信託基金(Volkswagen Environmental Mitigation Trust)，著重於重型車輛(如：貨車、接駁車、校車等)之汰換及取代(scrap and replace)專案；其中 1.5 億美元供 SCAQMD 發展相關專案計畫。

3. 刑事處罰方面，目前已於刑事處罰上罰款28億美元，並緩刑3年；目前仍持續進行調查。

4. 除前述政府提出之訴訟外，消費者亦提出集體訴訟；全美擁有福斯集團旗下廠牌車輛之車主提出集體訴訟，要求250億美元的和解金。

## 七、經濟激勵制度-排污交易制度經驗(Economic Incentive Programs – RECLAIM)

主講者:蔡克柔高級空氣品質工程師/時間:107年8月8日 09:00am-10:00am

(一) 美國 1990 年代當時經濟不景氣，傳統行政管制手段(command and control，以下簡稱 C&C)已達一定成效，針對不同設備/行業訂定法規管制之成本升高，而訂定法規耗時且花人力，因此 SCAQMD 開始思考不同於行政管制之誘因機制，進一步降低排放量，包括徵收排放稅/費，以及排放交易(Emission Trading)等。SCAQMD 於 1990 年起開始研議區域清空誘因市場計畫(REGional CLean Air Incentives Market Program，RECLAIM)，1993 年 10 月訂定為法規，1994 年 1 月開始執行。

### (二) 納管對象及污染物

1. 納入RECLAIM的工廠為NO<sub>x</sub>及SO<sub>x</sub>排放量於1990年及以後排放量在4公噸/年以上者；但不包括Rule 219設備(Rule 219 Equipment Not Requiring a Written Permit Pursuant to Regulation II)、出租設備、現場移動源及船舶。
2. 起初RECLAIM有將VOCs及總懸浮微粒(TSP)納入考量，但排放量計算變數多且污染排放性質多元(管道、逸散；燃燒、溶劑；原物料、衍生產物)，不易分配排放量額度，也不易確認污染源實際排放量；因此，僅針對NO<sub>x</sub>及SO<sub>x</sub>實施(屬燃燒產生，僅由管道排放，易定量)。

### (三) RECLAIM 計畫之污染源

1. 仍須符合SCAQMP設定之減量目標(1994年版SCAQMP目標年定為2015年)。
  - (1) 採 C&C 管制污染源需於法規生效後才能呈現減量效果，減量曲線階梯式下降
  - (2) 採 RECLAIM 因分配排放額度，則可每年皆有減量，減量曲線為直線降低
  - (3) 1990 年研議 RECLAIM 時，SCAQMD 僅計算 1994 年及 2000 年排放分配額度(allocation)，因不確定 2000-2003 年排放控制技術水準，2003 年後(至 2015 年)的減量目標以線性估算。
2. 評估可以較低的成本，達成SCAQMP預期減量目標。
3. 更高的監測機制規範：以更高的監測頻率提供排放資料，以掌握更準確的排放量，確保符合RECLAIM之減量規劃。



4. 每年給予排放源一定的排放量額度(Allocation)，並逐年減少給予的排放量；以許可證核發日期列出逐年的分配額度，SCAQMD發出許可證時即試算好該工廠每年的排放量分配額度。污染源可依每年可獲得的排放量進行操作。
5. 以最佳可行改造技術 (Best Available Retrofit Technology，以下簡稱BARCT)可達成減量，定期(每年)減少排放量分配額度。參加RECLAIM之工廠仍須符合BARCT減量要求，只是時間拉長。
6. 有能力且願意多進行空氣污染物減量的工廠，其排放量低於分配排放量額度時，差額則可以產生RECLAIM交易點數(RECLAIM Trading Credits, 以下簡稱RTCs)，賣出RTCs賺的錢可以貼補增加控制之投資，因此產生誘因。對於污染改善具困難，短時間內無法達成之工廠，則可購買RTCs，以爭取較多時間來完成排放減量的控制及改善，以期於目標年達成排放減量目標。買賣RTCs比例為1:1 (1磅換1磅)。RTCs分為NO<sub>x</sub>及SO<sub>x</sub>。
7. 移動源產生的排放交易點數若能以特別訂定的方式處理，仍可納入交易計畫內，例如移動源的排放減量需發生一定的地理區域內，如僅在工廠內部使用的運輸車輛及非道路機具(堆高機、搬運機、吊車等等)、港區內使用的運輸車輛/非道路機具、非跨縣市營運之市區公車。
8. RTCs是以年為基準估算，一年使用期，到期後即失效，不能儲存；分為二個cycles，重疊時間期內的Cycle 1(該年度1月1日起算，於該年度12月31日過期)及Cycle 2(該年度7月1日起算，於次年度6月30日過期)的RTCs都可使用。
9. 考量加州南海岸氣候特性，位於內陸及位於海岸之工廠RTCs各自交易，不能相互交易。
10. RECLAIM有更高的污染源排放管道監測要求，以掌握更準確的排放量，其中主要污染源每日提交排放資料(須採用連續自動監測設備(Continuous Emission Monitoring Systems，CEMS)執行監測)；大型污染源須每月提交排放資料；次要污染源須每季提交排放資料；一般C&C監測每年提報一次。
11. 排放減量點數 (Emission Reduction Credits，ERCs)不適用在RECLAIM交易市場，參加RECLAIM計畫的工廠只能用RTCs進行排放量額度交換。

12. 監測資料遺失(Missing data)訂有一套處理程序，依據不同數據缺漏情形訂有不同的處理方式。

(四) 2001年發生能源危機，用電需求量大，南加州地區電廠所有機組(包括老舊機組)全數投入發電，產生排放量遠超過該廠之排放分配額度，電廠對 RTCs 需求量大，造成 RTCs 市場價格大幅升高(NO<sub>x</sub> RTCs \$2/lbs 升高至\$65/lbs)，主要影響到小型污染源，RTCs 價格太高，無法買到 RTCs。SCAQMD 因此要求電廠暫時退出 RECLAIM 計畫，先要求電廠達成 BARCT，停止電廠 RTCs 交易。電廠於 2001 年至 2005 年期間不屬於 RECLAIM 計畫，SCAQMD 因此修改 RECLAME Program 規範，要求電廠提交達標計畫，回到傳統行政管制手段(command and control, C&C) 要求污染控制，加裝污染防制設備達成 BARCT。

(五) RECLAIM 退場機制；2015 年以 BARCT 算出之 NO<sub>x</sub> 排放減量為 12 噸/年，未達州政府之減量要求(14 噸/年)；州政府不滿意 RECLAIM 之執行成效；另加州 AB617 法案要求所有參加 RECLAIM 計畫且有排放 NO<sub>x</sub> 之工廠，至 2023 年須達成 BARCT 之水準，並回到新污染源審核(New Source Review, NSR)系統管理，後續執行方式及規定仍在討論階段。另 SO<sub>x</sub> 部分，現暫不討論退場機制，仍先持續執行 RECLAIM。

#### 八、美國與加州空污許可制度介紹-美國整廠許可制與加州設備許可制度探討，許可申請與審核過程，及相關法規介紹(Introduction to U.S. and California Air Quality Permitting Programs)

主講者：陳爵/時間：107年8月8日 10:00am-11:00am

(一) 美國國家空氣污染物許可證係以整廠為單位，主要分為設置許可(Pre-construction Permits)及操作許可(Operating Permits)2種，分別於 1977 年及 1990 年在 CAA 中規範，並由聯邦政府授權州政府、地區政府進行管理，許可證內容主要以空氣污染物排放設備以及空氣污染物防制設備為基礎。

##### 1. 設置許可(Permit to Construct, P/C)

- (1) 適用對象：新設污染源及申請變更之既存重大污染源
- (2) 申請人應評估污染排放之法規符合情形
- (3) 對於會增加污染排放之污染源，要求應實施最佳可行控制技術(Best Available Control Technology, 以下簡稱BACT)或最低可達成排放率(Lowest Achievable Emission Rate, 以下簡稱LAER)。

##### 2. 操作許可(Permit to Operate, P/O)

- (1) 適用對象：所有重大污染源，定義如下表。
- (2) 強化許可審查過程的公眾參與機制
- (3) 強化污染源監測、紀錄保存及申報之要求
- (4) 更新頻率：垃圾焚化廠為每12年1次，其他污染源為每5年1次。

SCAQMD 對於重大污染源之定義

污染物	定義
一般污染物	固定污染源排放一般污染物(CO、VOCs、NO <sub>x</sub> 、SO <sub>x</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、Pb)達 250 公噸/年；28 類指定設施且達 100 公噸/年者。
HAPs	單一有害空氣污染物物種年排放量 10 公噸或所有有害空氣污染物年排放量加總 25 公噸者
溫室氣體	年排放量 100,000 公噸 CO <sub>2e</sub>

3. 許可審查流程：SCAQMD下轄27,000個固定污染源，每年需處理約10,000件許可證申請案，許可證審查流程如圖3.1-10所示。加州許可制度收費項目包含以下3項，主要用於執行各項清潔空氣行動。

- (1) 許可證手續費：用於許可項目審查
- (2) 年許可費：用於進行現場監督、查核
- (3) 排污費：用於進行排放監測、政策規劃與法規制定

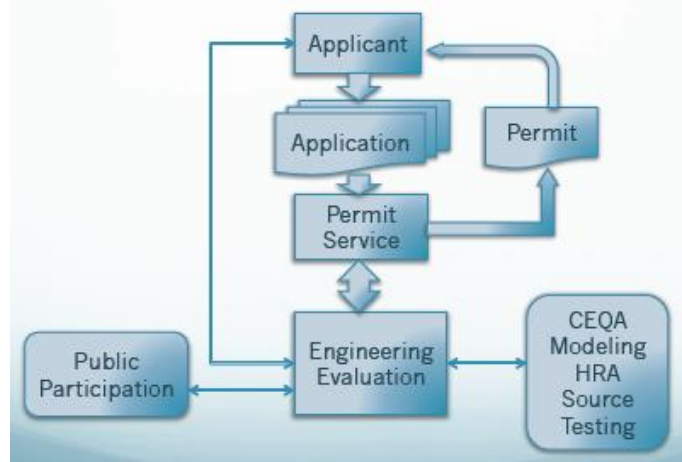


圖 3.1-10 SCAQMD 許可審查流程

(二) 加州許可證管理制度是 1975 年在「加州健康與安全法」(California Health and Safety Code)之 Section 42300(a)中立法規範，要求任何人在建造、設置、修改、替代、操作或使用任何可能產生空氣污染物之物品、機器、設備或其他裝置前，需先取得主管機關核發之許可後始得進行。加州空氣污染物許可制度係以設備(facility)為單位(亦稱為許可單元 t, permit unit)，包含設置許可(Permit to Construct, P/C)及操作許可(Permit to Operate t, P/O)，需申請許可證之設備包含會產生空氣污染物之設備，以及可用以減少或控制空氣污染物之設備；以下設備除

外：

1. 靠本身動力進行移動之設備
2. 小型燃燒設備：引擎< 50 HP；天然氣鍋爐< 2 MM Btu/hr
3. 空調系統
4. 燃料電池
5. 4個家庭以下集合住宅之設備

(三) SCAQMD 作為區域固定污染源之主管機關，轄區內共有 27,000 個固定污染源，每年需處理約 10,000 件許可證申請案。加州許可制度收費項目包含以下 3 項，主要用於執行各項清淨空氣之行動/計畫。

1. 許可證手續費：用於許可項目審查
2. 年許可費：用於進行現場監督、查核
3. 排污費：用於進行排放監測、政策規劃與法規制定

(四) 申請許可證所需提交資料包括

1. 企業基本資訊與申請費(每件約數百至數萬美元不等)
2. 申請理由(新設、變更或補發等)
3. 設備、流程圖、配置圖、使用物料/燃料等技術資訊
4. 排放點資訊、排放量計算方式及結果、防制設備類型及效率等
5. 適用之法規與法規符合情形
6. 聲明現有工廠是否符合應適用之法規；若屬美國環保署定義之重大污染源，則需說明其位於加州的其他污染源是否亦符合法規要求。
7. 申請表格(含環評檢核表)

(五) 許可審核重點項目包括

1. 適用的排放標準與規定
2. 是否實施最佳控制技術BACT/LAER
3. 污染排放增量抵減情形
4. 點源模擬與健康風險評估結果
5. 環境影響評估結果
6. 公眾參與情形

(六) 許可證登載項目包括

1. 污染源排放限值
2. 操作參數
3. 監、檢測要求
4. 紀錄保存及提報要求
5. 其他管制要求(重大污染源、排放有害空氣污染物之污染源)

## 九、空氣品質管理的成本效益評估-應用於政策和法規制定(Benefit-Cost Considerations in Air Quality Management)

主講者：沈怡伶博士/時間：107年8月8日13:30pm-14:30pm

(一) SCAQMD 為符合美國環保署所訂定之國家空氣品質標準(National Ambient Air Quality Standards 以下簡稱 NAAQS)，SCAQMD 需針對不符合標準之空氣污染物研擬 AQMP。依據「加州健康與安全法」(California Health and Safety Code)，任一個地方環保機關(如 SCAQMD 等級之單位)在研擬 AQMP 時，針對為使空氣品質符合 NAAQS 所研提之法令標準、管制策略，皆需進行社會經濟分析，針對影響產業類型、對區域經濟及就業市場之衝擊、可能增加之成本、其他替代方案之可行性及其成本、減量效益、法規施行之必要性等進行評估，且需透過公聽會、向公眾工作小組報告等方式，向大眾公開評估方法及結果，以強化民眾參與機制。

分析內容包括：

1. 哪些產業會受到影響(包括中小型企業)
2. 對員工就業及區域經濟的影響
3. 可能的成本範圍
4. 是否有替代方案及其成本有效性
5. 排放減量潛勢
6. 為達成聯邦環保署訂定/修正或廢止此法令/規範之必要性

(二) 針對 AQMP 所研擬管制措施所需執行之社會經濟分析流程如圖 3.1-11 所示。首先需估算為達空氣品質標準所需要達到的排放減量；接著分別針對所研擬管制措施所需花費之成本以及空氣品質符合標準後可獲得之公眾健康及福祉效益進行評估，並評估各種管制措施之成本有效性；最後需針對管制措施之施行對當地就業機會及其他經濟因子造成之衝擊，以及不同地區可獲得之改善成效與效益進行評估，將「環境正義」納入考量，瞭解收入及種族等因素是否會影響可獲得之效益，避免風險承擔的不正義。

(三) 空氣品質管理計畫之社經分析是以 REMI Model(區域經濟模式) 評估實施 AQMP 控制對策及/或訂定法規後潛在就業與其他社經影響，並以聯邦環保署發展之 BenMAP (The Environmental Benefits Mapping and Analysis Program) 模式進行空氣污染對健康衝擊之評估分析，並將公眾健康效益貨幣化。

(四) 空氣品質管理計畫之社經影響評估報告(分析結果)須在召開公聽會的 30 天前提供公眾閱覽及評論。以 2016 年版 AQMP 為例，社經影響評估報告每完成一章報

告內容初稿，即會公開提供公眾閱覽及評論，透過辦理各種型式的會議(專家會議、工作小組會議、公眾研習會、公聽會等等)針對社經分析的方法及結果進行討論。

### AQMP Socioeconomic Analysis

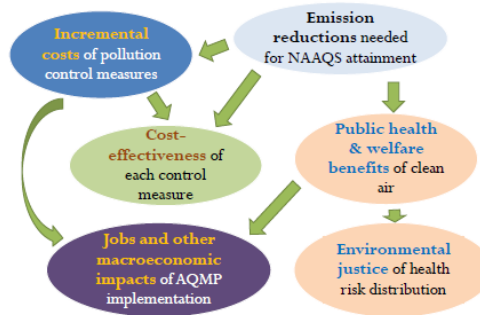


圖 3.1-11 SCAQMP 之社會經濟分析流程

(五) 2016 年 AQMP 之評估結果顯示，為使大氣環境中 O<sub>3</sub> 濃度符合 NAAQS，2023 年及 2031 年的 NO 排放量需分別較基線排放量減少 45% 及 55%，則 2017 年至 2031 年間可獲得之健康效益為：

1. 每年減少 2,500 個氣喘急診病例
2. 每年減少 200,000 人因病缺課或缺工
3. 2017 年至 2031 年累積獲得 1,730 億美元的健康效益

### 十、空氣品質影響評估與數值模擬-工具、應用、與限制條件(Air Quality Impact Assessment and Modeling)

主講者：王宣善/時間：107 年 8 月 8 日 14:30pm-15:30pm

(一) 為確保決策者已將開發行為/政策/方案對環境之所有衝擊納入考量，作為評估是否執行該開發行為/政策/方案之參考依據，美國聯邦政府及加州州政府分別於「國家環境政策法」(National Environmental Policy Act, NEPA)及「加州環境品質法」(California Environmental Quality Act, CEQA)中要求需針對相關環境議題進行影響評估分析。空氣品質模擬為空氣品質影響評估(Air Quality Impact Assessment, AQIA)之一種分析方式，主要係藉由電腦估算排放源對受體暴露濃度之影響。然而使用模式進行空氣品質模擬主要面臨下列限制：

1. 空氣品質模擬是一種均化的計算過程，模擬結果無法提供某一個地區在特定一時間點的濃度資訊。
2. 輸入參數(座標、排放源資訊、氣象參數、地形參數、背景濃度、建築物尺寸等)之品質會影響模擬結果的正確性與可靠性。

(二) 目前國際間常用的空氣品質模式大致可依其計算原理分成高斯擴散模式、拉格朗日軌跡模式及網格模式，整理 3 種模式如表 3.1.1。為減少小型污染源之模擬工作負擔，SCAQMD 有建立一個不同排放量與落地濃度之對應表，可提供小規模污染源使用作為評估其污染排放對於當地空氣品質是否有顯著負面影響之判斷依據。

表 3.1.1 常用空氣品質模式比較表

空品模式	原理	適用性	常見模式
高斯擴散模式	以穩定之高斯煙流(Steady-State Gaussian Plume Model)為基礎，將污染源假設為連續排放，且在大氣中經過擴散、稀釋、沉降等作用而達到穩定的狀態。穩定狀態時，煙流內部污染物濃度分布係以高斯分布(Gaussian distribution)之原則進行擴散。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 適用於離污染源 50 km 以內區域的模擬(近域模式)</li> <li>➤ 適用於惰性污染物之模擬</li> <li>➤ 在低風速的情況下誤差較大，可達 10%~40% 以上</li> </ul>	ISCST3、AERMOD
拉格朗日軌跡模式	以拉格朗日(Lagrangian)理論為主體模擬氣團之移動，經由模擬一氣柱隨大氣流場水平移動，沿途吸入所經污染源的排放物(NO <sub>x</sub> 及 VOCs 等)，經垂直紊流擴散(eddy diffusivity)的作用、混合層高度的限制及光化學反應機制等，最後計算出在軌跡終點時各種污染物之濃度。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 適用於離污染源 50 km 以上區域的模擬(遠域模式)</li> </ul>	CALPUFF
網格模式	將真實大氣以網格劃分(包括水平網格與垂直網格)，並假設每個網格內的物理、化學特性均一致，最後針對每網格求解其統御方程式的數值解，由此即可獲得污染物濃度在空間上的分布及其隨時間的變化情形。考量污染物在大氣中的物理與化學過程(包括傳輸、化學反應、乾沉降、雲與濕沉降、氣膠等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 用於探討區域與都市尺度的空氣污染問題(regional and urban scale air quality)</li> <li>➤ 適用於細懸浮微粒(PM<sub>2.5</sub>)及 O<sub>3</sub> 等衍生性污染物之模擬</li> </ul>	CMAQ、CAMx

## 十一、有害空氣污染物管理-健康風險評估與排放量清單(Air Toxic Programs)

主講者：吳震球空氣品質專家/時間：107年8月8日 15:30pm-16:30pm

(一) SCAQMD 針對有害空氣污染物主要法規有 Rule 1401 - New Source Review for Air Toxics 及 Rule 1402 - Control of Toxic Air Contaminants from Existing Sources，其中 Rule 1401 是針對新設污染源，Rule 1402 是針對既存污染源進行管制。

1. Rule 1401 新設污染源：Rule 1401於1990年6月1日開始施行，適用於1990年6月1日以後向郡縣機關申請新建、重建及改建許可之單元。Rule 1401 要求新設污染源需執行「有害空氣污染物之最佳可行控制技術」(Best Available Control Technology for Toxics，T-BACT)，並要求每個許可單元需符合法定新設污染源之風險標準。
2. Rule 1402 既存污染源：Rule 1402則以既存許可單元為管制對象，要求污染源風險值需符合法定既存污染源之風險標準，否則需提出風險減量計畫，進行污染改善。

(二) SCAQMD 研擬之風險評估程序可分為四步驟，整理如表 3.1-2。

表 3.1-2 SCAQMD 風險評估程序

步驟	說明
Tier I 排放量篩選	以最大個人致癌風險(The Total Maximum Individual Cancer Risk，MICR)不超過 $10^{-6}$ 或HI不超過1為基準，利用最大擴散因子( $\chi/Q$ )回推計算，訂定污染物篩選等級(Pollutant Screening Level，PSL)對照表。利用此對照表可確認設施之污染排放量(Q)是否超出排放閾值，若應用篩選指數(Application Screening Index，ASI)超過1，則應進入Tier II之程序。
Tier II 簡易風險評估	需針對距離排放源最近的受體資訊，計算長期暴露民眾的MICR和慢性HI、週期性暴露的8小時HI，以及短期暴露的急性HI。單一設施計算所得之各項危害特徵值若超過規定限值，則應進入Tier III之評估程序。



(三) 有害空氣污染物暴露研究(Multiple Air Toxic Exposure Study，以下簡稱 MATES)：SCAQMD 在風險管理除透過排放量、模式模擬等，自 1986 年起即在大洛杉磯地區執行 MATES 計畫，該研究執行全面性的大氣環境有害空氣污染物濃度監測作業，以持續蒐集及建置該地區之長期環境有害空氣污染物暴露資料庫。目前為止已完成並發布 MATES I~IV，現階段針對 MATES V 進行評估分析中，預計 2019 年完成。

### 3.1.2 洛杉磯環境論壇專題講座 - 空氣品質研討會 (Platform Sessions- Air Quality)」

本次參與「第十一屆洛杉磯環境論壇大會」(Los Angeles Environmental Forum, LAEF)其中之「空氣品質研討會(Platform Sessions- Air Quality)」，由各國專家學者分享空品管制經驗，包含本署於 107 年 8 月 11 日發表之「參考美國加州經驗於台灣推動石化工業區 VOCs 改善歷程」，另摘錄兩項重點議題說明如下：

#### 一、參考美國加州經驗於台灣推動石化工業區 VOCs 改善歷程(報告人:本署戴忠良高級環境技術師)

- (一) 石化工業區排放之 VOCs 為光化學污染物(臭氧)前趨物，部分 VOCs 另有健康風險疑慮，被歸類為有害空氣污染物。台灣針對石化業 VOCs 管制重點，由臭氧前驅物逐漸轉向有害空氣污染物，管制步驟大抵可分為監測、溯源、法規修正執行、及成效追蹤。
- (二) 在臭氧方面，台灣自 83 年以來推動『天網計畫』，於全台灣設有 66 個法定污染物空氣品質監測站。自 86 年起，臭氧為台灣空氣品質不良主要原因，並以台灣南部高屏空品區最差。由於高屏空品區為台灣重工業區，污染來源複雜，高濃度臭氧成因一直無法釐清。自 87 年起，台塑企業於雲嘉南空品區內六輕工業區開始營運，該區臭氧事件日亦逐年增加。由於該區為傳統農業區，推測臭氧事件日可能受到六輕影響。為掌握臭氧前驅物濃度，96 年環保署於六輕工業區下風處等地設立光化站(PAMS)，並觀測到高濃度臭氧與乙烯、丙烯高值同時發生，透過污染溯源指向燃燒塔排放。經參考加州等推動經驗，後環保署於 100 年修正發布「揮發性有機物空氣污染管制及排放標準」，推動石化業製程尾氣回收取代重油為燃料之政策。
- (三) 統計改善前後，台灣石油煉製業之單位煉油量燃燒塔廢氣量(年廢氣量(m<sup>3</sup>)/年煉量(桶)) 平均值已自 2007 年 1.10 降為 2016 年之 0.07，減量 94%，並達到加州水準。雲嘉南空品區乙烯及丙烯濃度，於 96 年為 2.99ppbC 及 5.83ppbC(ppb as methane)，至 106 年降為 1.97ppbC 及 2.77ppbC(ppb as methane)，高屏空品區則由 96 年為 15.33ppbC 及 7.87ppbC(ppb as methane)，至 106 年降為 5.25ppbC 及 3.37ppbC(ppb as methane)。雲嘉南空品區臭氧事件日(日/年-站)由 96 年的 14 日/年-站降為 2017 年 0.1 日/年-站、高屏空品區則由 23 日/年-站降為 4 日/年-站。石油煉製業將尾氣回收取代重油，重油熱值佔整體輸入熱值比，由 99 年約 27%，至

106年約降至6%，硫氧化物排放量約降低43%。業者投資廢氣回收系統約1~3年回本，達到環保與經濟雙贏。

- (四) 在有害空氣污染物管制方面，經參考 SCAQMD 的 MATES IV 推動經驗，推估 105 年台灣空氣毒物風險高於 SCAQMD 之 418 E-6。兩地相同物種包含醛、柴油引擎微粒(DPM)、丁二烯、苯等，台灣則另有氯乙烯等石化業物種。目前台灣以國內自主研發之微型氣相層析質譜儀，推動污染溯源，並將依據溯源結果推動研擬石化製程有害空氣污染物標準、加油站管制標準、並搭配台灣 PM<sub>2.5</sub> 減量計畫，推動移動污染源等管制作業，希望能在短期內降低到 SCAQMD 之風險值水準。
- (五) 台灣在推動空氣品質改善歷程，除了參考美國加州執行經驗，並以台灣業者自主研發之監測儀器推動本土產業污染減量，且已取得初步成果。本研究對於其他具有類似問題的地區，可提供改善經驗之參考。

## 二、 The challenge for PM<sub>2.5</sub> control in Taiwan(報告人:台灣環保署梁喬凱 技士)

- (一) 根據空氣品質模式的分析結果，PM<sub>2.5</sub>的年平均濃度的60%至66%來自國內污染源比例，而34%至40%來自境外。為解決PM<sub>2.5</sub>問題，除頒布PM<sub>2.5</sub>空氣品質標準，PM<sub>2.5</sub>的年平均值為15μg/m<sup>3</sup>，24小時的PM<sub>2.5</sub>為35μg/m<sup>3</sup>。更承諾到2019年將年平均PM<sub>2.5</sub>降至18μg/m<sup>3</sup>。每個空氣測站記錄的紅色警報天數(PM<sub>2.5</sub>>54μg/m<sup>3</sup>)必須減少20%，並在四年內減少50%，以降低居民暴露於PM<sub>2.5</sub>危險之中。
- (二) 為達成目標，106年台灣環保署提出的空氣清淨行動計畫，實施14項措施，逐步推進其他項目。目前的成果包括：替換或改善約240座商用鍋爐，約2,800家餐廳家裝煙霧控制設備，約15,000公噸之金紙集中燃燒，營建工程空污控制符合度達87%，稻桿露天燃燒減少99%，移動源部分有一、二期柴油車更換約10,000輛，約714輛三期柴油車安裝濾煙器，淘汰50多輛二行程機車等等。預估PM<sub>10</sub>減少33,000噸/年，PM<sub>2.5</sub>減少17,000噸/年，SO<sub>x</sub>減少33,000噸/年，NO<sub>x</sub>減少174,000噸/年。統計空氣品質監測結果，近五年呈現顯著改善，PM<sub>2.5</sub>改善約20%，PM<sub>10</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>及臭氧改善約11~29%，結果顯示相關管制措施具減量效益，後續環保署將持續與各部會及地方政府合作，並鼓勵民眾參與，以實現空氣品質改善目標。

## 三、 Study on pollution control scheme of volatile organic compounds in China(報告人:華南理工大學環境與能源學院葉代啟院長)

- (一) 本次講題內容包含“十三五”時期中國 VOCs 排放特徵與變化趨勢。近年來中國 SO<sub>2</sub> 及 NO<sub>2</sub> 排放已基本得到控制，但以 PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub> 等二次污染物為特徵大氣複合污染問題卻日益突出。VOCs 作為這兩者的重要前驅物，巨大的排放量及驚人的增長趨勢受到國家及地方的高度重視。自 2010 年中國政府相繼發布「重點區域大氣污染防治十二五規劃」、「大氣污染行動計劃」、「揮發性有機物排污收費試點辦法」及「大氣污染防治法大」等一系列政策法規。2016 年 3 月發布的「十三五規畫綱要」中提出：「在重點區域、重點行業推進揮發性有機物排放總量控制，全國排放總量下降 10% 以上」。以 2015 年為基準，2020 年為目標年，以情境分析法設置中國“十三五”時期 VOCs 控制的 3 種情境，綜合考慮各行業全過程控制措施的基礎削減率、投運率、折扣率和覆蓋率。
- (二) 此外，對全國典型區域的衛星遙感觀測數據、地面觀測數據以及氣象因素對 VOCs 排放的影響等進行分析，情境分析、衛星遙感觀測及地面觀測結果均表明 2020 年實現 10% 減量難度很大，須在全國範圍內全面嚴格實施 VOCs 減排。

### 3.2 「2018 國家環境空氣監測會議」(National Ambient Air Monitoring Conference, NAAMC)

美國環保署於 107 年 8 月 13 日~16 日在波特蘭舉辦「2018 國家環境空氣監測會議」(National Ambient Air Monitoring Conference, NAAMC)，並邀請美國各州空氣污染防治業務相關環保機關、國際專家及學者，針對大氣污染監測技術、大氣污染監控技術及管理措施、數值模型與大氣排放清單在大氣污染管理中的應用等相關議題進行報告。本次會議本署於 107 年 8 月 15 日發表「Integrated Method of Combining Fixed and Mobile Stations for Air Pollution Tracking and Reduction Assessment」之論文。

#### 3.2.1 國家環境空氣監測會議之研討會

##### 一、 Review of Goals/Outcomes of Current Network Review of Goals/Outcomes of Current Network

主講者：Eric Stevenson and Jason Low /時間：107 年 8 月 13 日 15:30pm

- (一) 因美國加州議會於 2017 年 7 月與 10 月分別通過 AB 617 與 AB 1647 法案，針對煉油廠周界與煉油廠周邊之社區需要提供連續即時監測方案，保護受煉油廠空污影響之弱勢社區(Disadvantage community)居民，南加州空氣品質管理局與北加州灣區空氣品質管理局對於兩法案提出初步量測方案與成果，煉油廠周界監測部份，主要以光學測線方法，如 Open-Path FTIR、Open-Path UV，亦可使用非光學量測方法，如氣相層析儀做為量測工具。
- (二) 社區監測部份，目前 SCAQMD 已規範出弱勢社區地點，將在法規規定 2020 年 1 月 1 日前陸續裝設社區監測站；北加州灣區空氣品質管理局統計之弱勢社區僅有 2 處，亦會陸續裝設測站完畢。社區監測設備主要有微型感測器與氣相層析儀等量測方法，南加州空氣品質管理局已對 PM 感測器做出測試報告，VOCs 與有害空氣污染物量測方法則因物種複雜，目前剛開始對 VOCs 或有害空氣污染物之量測方法與物種作研析，初步會採用 Auto-GC、可攜式微型氣相層析儀等同步執行社區量測。

##### 二、 Optimization of U.S. EPA Method TO-11a

主講者：Ian MacGregor /時間：107 年 8 月 15 日 08:00am

TO-11a 為美國環保署針對環境中醛酮類物種公告之檢測方法，但 TO-11a 存在容易受 O<sub>3</sub>、二氧化氮、水份干擾以及採樣方法之收及效率不佳等問題，本報告主要在評估流速、O<sub>3</sub> 及二氧化氮對於 TO-11a 量測甲醛、乙醛以及苯甲醛之影響，結果如下：

- (一) TO-11a 對於醛酮類在 1L/min 採樣下平均收集效率達 75% 以上，隨濕度上升收集效率上升，但濕度達 85% 時，收集效率明顯下降，影響最大為乙醛及丙醛。
- (二) 採樣前端裝設 Ozone denuders 能有效去除 O<sub>3</sub> 之干擾
- (三) NO<sub>2</sub> 干擾可以透過解讀色譜從甲醛中分離出來

### 三、 Hexavalent Chromium in Ambient Air

主講者：Sheri Heldstab / 時間：107 年 8 月 15 日 08:50am

- (一) 原始環境中影響 Cr<sup>6+</sup> 因素：
  - 1. 空氣中的 Fe<sup>2+</sup> 可能會將 Cr<sup>6+</sup> 轉化為 Cr<sup>3+</sup>
  - 2. Cr<sup>3+</sup> 與 O<sub>3</sub> 反應轉化為 Cr<sup>6+</sup>
- (二) 都市環境中影響 Cr<sup>6+</sup> 因素：
  - 1. SO<sub>x</sub> 或 NO<sub>x</sub> 煙霧產生酸性空氣，可將 Cr<sup>6+</sup> 轉化為 Cr<sup>3+</sup>
  - 2. O<sub>3</sub> 將 Cr<sup>3+</sup> 轉化為 Cr<sup>6+</sup>
  - 3. 硫化物和各種微生物可以將 Cr<sup>6+</sup> 轉化為 Cr<sup>3+</sup>
  - 4. Mn 可以將 Cr<sup>3+</sup> 轉化為 Cr<sup>6+</sup>
- (三) 使用方法與國內環檢所公告「空氣中六價鉻檢測方法」相似，以含有碳酸氫鈉之無灰纖維濾紙進行空氣中 Cr<sup>6+</sup> 採樣，濾紙經碳酸氫鈉萃取、離子層析管柱分離六價鉻，透過可見光偵測器檢驗樣品之 Cr<sup>6+</sup> 含量，為避免碳酸氫鈉與其它可能干擾，採樣前後濾紙需至於冷凍櫃。面對環境中 Cr<sup>6+</sup> 採樣之困難，採樣人員如何確實觀察到 Cr<sup>6+</sup> 原始價態，需要技術上持續精進。

### 四、 Monitoring Samples for Volatile Organic Compounds in Air Using Ambient Halocarbons

主講者：Wayne Whipple / 時間：107 年 8 月 15 日 09:15am

- (一) 空氣污染成為全球人類過早死亡的原因之一，O<sub>3</sub> 為美國重點管制污染物，研究顯示，二氯甲烷對於 O<sub>3</sub> 影響日益增加，同時對於全球暖化、健康危害扮演重要角色，故應加強環境中鹵烴類之量測。
- (二) 過去以標準方法透採樣罐採樣帶回實驗室分析，較能分析未知環境或樣品之成分

組成，但長時間運輸增加干擾的可能性。現階段針對環境中之物種為已知且可量測濃度下，採用現址式採樣分析克服運輸過程之干擾，並提升樣品處理數量。目前美國國家海洋和大氣管理局(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)於全美，甚是其其他國家進行現址式監測。結果顯示，鹵烷類化合物主要來源為冷凍設備、溶劑、起泡劑等。

## 五、 EPA Method TO-15A

主講者：David Shelow /時間：107 年 8 月 15 日 09:40am

(一) 由於標準方法 TO-15 前次更新為 1999 年，今年準備更新 TO-15 方法，稱為 TO-15A 標準方法，目前初稿已完成，即將在一年內送交公開對外審查，主要修正內容：

1. 新方法會將有害空氣污染物納入管理
2. 將不合時宜之圖片，文字做修正或移除，放上更新檔案
3. 加入新技術如飛行式質譜儀(TOFMS)等
4. 方法偵測極限(Method Detection Limit, 以下簡稱MDL)與濃度檢測範圍下修，原有MDL為 $\leq 0.5$  ppbv，新修訂為 $\leq 0.010$  ppbv；原有濃度檢測範圍為0.5-25 ppbv，新修訂為0.01-10 ppbv。

(二) 最終修訂完成版本並將最後會在 Ambient Monitoring Technical Information Center (AMTIC)網站公告，預計明年公告完畢。

## 六、 Local Tolls for Addressing Air Quality Concerns Around Oil and gas Development

主講者：Morgan Hill /時間：107 年 8 月 15 日 10:30am

研究區域在科羅拉州的加菲爾德縣，科羅拉州為全美第二大石油及天然氣開發地區，主要經濟以能源開發、觀光及農業為基礎，為回應民眾關心石油及天然氣開發對於空氣品質影響，本研究於 2008 年開始進行空氣品質調查。採樣位置分布於污染源上下風、背景地區等五個點位，監測法定污染物(O<sub>3</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>等)以及 VOCs，VOCs 則分析 90 種物種，包含 21 項有害空氣污染物、O<sub>3</sub> 前驅物以及石化業特徵物種。採樣分析結果，PM<sub>2.5</sub> 之 24 小時值以及 O<sub>3</sub> 的 8 小時值皆符合 NAAQS 標準，且逐年改善，VOCs 部分非甲烷總碳氫、苯、丙烷等皆呈現下降趨勢。現階段則針對工廠上下風處以及周邊加強監測，針對石化業特徵物種進行溯源及減量。

## 七、 Challenges of Designing an Affordable Monitoring Network for Community Air Toxics

主講者：Katie Kolesar /時間：107 年 8 月 15 日 10:55am

- (一) 奧勒岡州基於毒化空氣污染物許可計畫，目標於 2030 年現有設備所致健康風險降低到 100 E-06 以下，其中針對 260 種化合物進行評估。然而，環境中毒化物存在物種複雜、檢測成本較高、相關標準方法侷限性等問題。為完成環境調查，本研究透過由上而下(Top-down)以及由下而上(Bottom-up)方法解決，相關說明如下：
1. 由上而下(Top-down)：優先了解Cleaner Air Oregon計畫需提交之污染物排放清單，並彙整相關檢測方法，可能預到存在現有方法無法調查之污染物或採樣方法過於昂貴等問題。
  2. 由下而上(Bottom-up)：尋找價格合理的採樣方式，並針對此方法進行設計。例如自行研發CO<sub>2</sub>、TVOCs及PM等sensor降低成本。
- (二) 在有限資源及經費下，建立經濟實惠之社區型空氣品質監測網絡，其解決方法應多方測試，可透過社區參與，但仍需要專家提供技術支援，現階段低成本之感測器可靠性、準確度逐漸提高，初步掌握比沒有好，建立社區型空品監測網絡有助於民眾更加了解空氣品質。

## 八、 Field Study on Online Monitoring Network of Air Toxics and Tracking near a Petrochemical Industrial Park

主講者：Tsung-Kuan A. Chou /時間：107 年 8 月 15 日 11:20am

- (一) 石化工業與眾多產業關係相當密切，其產值約佔台灣全體製造業之三成左右，為台灣地區最重要的產業之一，大高雄地區更是台灣石化產業的重鎮，其所使用的原料、中間產物及產品多數為 VOCs，其製程、設備、管線輸送、儲存及運輸過程等單元，均可能成為污染物之排放源或逸散至空氣中，恐對人體健康造成危害。本研究針對高雄市仁大工業區鄰近地區排放揮發性有機物時空變化趨勢，並探討移動源逸散空氣污染物對周遭環境空氣品質的影響進行探討，監測期間 7 個月，仁大工業區位於高雄市仁武區，石化塑膠相關製造廠約 13 間，屬都會與石化工業複合區域。
- (二) 本研究使用創控公司(Tricornstech)之可攜式微型氣相層析儀 MiTAP Auto-GC 對有害空氣污染物與工業區個別 VOCs 進行長期監測，選定高雄市仁大工業區鄰近學



校設置四處受體。實驗結果顯示微型站針對常見石化產業與移動污染源的 15 種揮發性有機化合物具良好的分析效果，儀器長期精確度與準確度都在產品合格範圍內(<25%)。搭配採樣罐濃度分析結果顯示長期測值數據具有優良一致性，物種濃度結果比對結果良好，現地測試結果可被信賴。台灣自製微型站提供了工業區長期連續監測系統平台，穩定提供可靠數據，供環保單位或主管機關定期監控環境 VOCs 變化，減少維護及人力成本支出。

## 九、 Monitoring for Chloroprene in LaPlace

主講者：Frances Verhalen /時間：107 年 8 月 15 日 13:15pm

National Air Toxics Assessment(NATA)於 2011 年報告結果，洛杉磯拉普拉斯地區風險增加顯著，與當地某工廠氯丁二烯排放量升高有關。環保單位於廠區周圍以採樣罐以及連續自動監測兩種方法進行氯丁二烯濃度調查，透過溝通協調方式要求業者減量，至 2017 年該業者投資 3,200 萬美元進行環保改善，排放量明顯減少，於環境監測結果顯示，氯丁二烯濃度呈現降低趨勢。美國環保署針對空氣毒化物建立監測計畫，預期針對不同監測目的適用何種監/檢檢測方法進行評估，而本案例可提供參考，未來也持續蒐集相關降低氯丁二烯濃度的控制措施。

## 十、 Passive Benzene Sampling in a Community Monitoring Study

主講者：Erica Shipley /時間：107 年 8 月 15 日 13:40pm

- (一) 美國環保署發布 Method 325A/B 是為了監測石化工廠周圍污染逸散情形，紐約地區則針對區域及污染源差異，以低成本方式修正 EPA Method 325，研究區域為奧爾巴尼南端，污染源包含卡車、火車、港區排放以及石化工業等較為複雜，採樣方式以採樣筆(Sampling pens)吸附大氣中 VOCs，採樣結束攜回實驗室以 GC/MS 分析，並同時紀錄氣象條件。分析各區域苯濃度變化，住宅區約 0.07~0.18 ppb，工業區 0.22~3.32 ppb，道路旁 0.18~0.22 ppb，加油站旁 0.07~0.17 ppb，顯示工業區苯濃度偏高。後續配合 FLIR 採證，確認工業區因浮頂儲槽的苯洩漏造成濃度偏高，洩漏設施修正後將持續進行監測，調查其他可能污染來源。
- (二) 本方法成功取代原有採樣桶方式，降低採樣成本，能建立良好空間研究，能依目的配合短期、長期採樣，協助掌握環境毒物於長期及短期暴露之影響程度。

## 十一、 Chinatown-International District Community Toxics Study

主講者：Phil Swartzendruber /時間：107 年 8 月 15 日 14:05pm

- (一) 研究區域高速公路、柴油卡車是眾所周知的重要污染源，並且為 EJ Mapping Tool 中列為前 1% 影響最大之區域，各項條件說明如下：
1. 空氣品質相關健康問題為最高 1%
  2. 高社會經濟風險因素
  3. 低收入戶，教育水平、英文水平較低之少數族群。
- (二) 整體調查計畫於 2015 年 9 月開始進行，除了一般環境、特定位置污染程度調查，工作內容包含與社區團體建立關係、透過環境教育達到傳達訊息之成果。
- (三) 本次報告針對環境監測部分，於區域內設置 3 站固定站搭配 8 點機動式的採樣桶採樣，監測時間為期一年，採樣結果將以空間分布表示，估計癌症和非癌症風險，使用不同“指紋”分析來識別和量化來源推斷該區的風險。研究結果，主要影響該區之來源包含冬天燒柴火、森林悶燒事件、柴油車輛及周圍金屬工業等，其中以柴油車仍然是污染和風險貢獻的最大來源。

## **十二、 Integrated Method of Combining Fixed and Mobile Stations for Air Pollution Tracking and Reduction Assessment**

主講者：戴忠良 /時間：107 年 8 月 15 日 14:30pm

- (一) 有害空氣污染物因具人體急毒性與致癌風險，為近年空氣污染專注重點，以石化工業區為例，其製程使用之原物料、產品、溶劑或觸媒，易因設備老舊、管理不當造成不當排放或逸散至環境周界。鑑於有害空氣污染物具健康風險疑慮，臺灣環保署於 106 年 9 月 29 日預告訂定「固定污染源有害空氣污染物排放標準」(草案)，明定各污染物周界年平均值與小時標準，因應未來法規推行，臺灣亟需發展有害空氣污染物監測與污染溯源技術，達到污染源確認與減量排放，並掌握大氣有害空氣污染物背景濃度與長期變化趨勢。
- (二) 本研究選擇臺灣某石化工業區做為實場案例，以有害空氣污染物連續自動監測儀器，發展周界有害空氣污染物溯源方法，分為四步驟。步驟一：於工業區下風處架設 2 座連續固定監測站，依據高污染有害空氣污染物物種及風向，搭配排放指紋特性判定可疑來源；步驟二：確認排放源，於可疑污染源周界或近距離範圍監測確認該廠排放；步驟三：拜訪該污染廠商，請廠商提出可能洩漏源，協助找尋解決方法與促請該廠提出污染改善方案；步驟四：改善完畢後，依連續固定監測站數據判定改善成效。

- (三) 研究結果顯示該工業區主要有害空氣污染物為苯、丁二烯與氯乙烯主要污染物，藉由執行移動監測車溯源後顯示三種有害空氣污染物分別來自三家工廠製程，藉由與廠商溝通與實場勘查後，三廠皆提出數項改善方案且付諸執行，改善前後差異直接反應於固定站長期監測數據中，2 個測站長期監測結果顯示削減率分別為苯(81%與 42%)、丁二烯(73%與 67%)、氯乙烯(38%與 73%)。本研究成功補足有害空氣污染物低濃度長期連續監測數據，有利評估管制與減量成效。
- (四) 本研究所採用為臺灣自行研發之新型研發微氣相層析設備，優勢為對於有害空氣污染物可連續監測並即時顯示、微型化、機動性等特性，將可作為未來用於環境監測之利器。

### 十三、 Performance Visualization of the NATTS Network New Ways of Seeing the Data

主講者：Michael Schlatt /時間：107 年 8 月 15 日 15:45pm

- (一) NATTS 針對監測數據持續發展方便民眾閱讀、理解之圖象化表示方法，主要執行目標：
1. 數據更加透明
  2. 提供高規格圖象表示
  3. 允許相關單位針對監測數據深入研究
  4. 隨著時間的推移污染變化趨勢，以確保最佳應用資源的位置
- (二) 後續將整理使用端反應回饋，修正或添加功能列表，並舉辦培訓研討會。

### 十四、 VOC and Carbonyl Sampler Certification for NATTS

主講者：Randy Bower /時間：107 年 8 月 15 日 16:10pm

- (一) 本報告主要針對取得 NATTS 之 VOCs 及醛酮化合物採樣認正程序，依 NATTS 於 2016 年 10 月 3 日公告，VOCs 以 TO-15 方法進行採樣，其規範，針對目標污染物回收率要在 85~115%，而零級氣體較正結果，目標污染物濃度需 < 3 倍 MDL 或者 0.2ppbv(取較低者)。醛酮物種以 TO-11a 方法採樣，其規範其零級氣體較正，目標污染物濃度需 < 零基準 + 0.2 ppbv。TO-11a 之校正程序需於採樣前認證通過，而 TO-15 則依不同物種分為：
1. Tier 1 targets: 校正程序需於採樣前認證通過
  2. Non-Tier 1 targets: 如果採樣結果失敗，則必須在 AQS 中對結果進行限定。
- (二) 而 Tier 1 targets 包含氯乙烯、丁二烯、苯、丙烯醛、氯仿、四氯化碳、三氯乙烯、

四氯乙烯。

## **十五、 Use of Air Data by the Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) and State Health Agencies**

主講者：Motria Caudill /時間：107 年 8 月 15 日 16:35pm

(一) 有毒物質和疾病登記處 (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 以下簡稱 ATSDR) 是美國衛生和公眾服務部內的聯邦公共衛生機構。全美國各地設有 10 處區域辦事處，區域辦事處與環保署，州和地方衛生部門，衛生專業人員，社區團體和其他合作夥伴合作，實施計劃和措施。主要執行工作：

1. 評估可用的環境數據
2. 與居民和利益相關者交談，了解他們的關心議題
3. 確定人們是否有風險，建議採取措施預防暴露
4. 需要時收集其他數據

(二) ATSDR 與美國環保署差異之處：

1. ATSDR 不是監督機關
2. ATSDR 為提供諮詢服務的公共衛生機構，建議屬於諮詢性質
3. 與 EPA 和其他機構為合作夥伴
4. ATSDR 針對公眾的健康，提出保護建議

(三) ATSDR 收集環境監測資料，提出公共衛生評估 (Public Health Assessment, PHA) 以及暴露調查 (Exposure Investigation, EI)，另外，針對其他空污議題 (如異味等) 皆為該機構積極關注工作項目。

## **十六、 Effective Auditing for Air Monitoring Programs - Lessons Learned from NATTS Technical Systems Audits**

主講者：Doug Turner /時間：107 年 8 月 15 日 17:00pm

NATTS 起始於 2003 年，目前共設置 27 站，6 站於郊區 (沒有污染源影響)，21 站位於都市，監測包含 VOCs、PAHs、醛酮類以及 PM<sub>10</sub> 中重金屬等污染物。如何針對這些空氣品質監測站執行有效查核作業，為重要課題，依美國環保署經驗，建議下列幾點參考：

- (一) 內部審查可以有效發現重點查核結果
- (二) 事先研擬查核規劃能節省時間
- (三) 仔細檢查、掌握數據，追蹤由生成到報告產出

(四) 後續處理工作建議於一周內執行完畢

(五) 分享調查結果

### 3.2.2 國家環境空氣監測會議研討會海報論文展

今年度海報論文展覽主要分成三大主題，分別為社區空氣品質(Community Air Quality)、煉油廠周界監測(Fenceline Monitoring)與自動氣相層析質譜技術(Auto GC/MS)。

#### 一、社區空氣品質(Community Air Quality，如圖 3.2-12 所示)

##### (一) Argos Scientific：

1. 第一篇為開發開徑式紫外光遙測(Open-Path UV)之標準品檢量技術，將已知濃度苯標準氣體裝入封裝之玻璃中校正Open-Path UV，該法僅能執行單一標準品與單一濃度檢量，無法自動執行多點與多物種檢量，雖然該廠商想推廣於社區有害空氣污染物固定點監測，但無法定期執行校正，適合任務型高濃度VOC洩漏巡檢使用。
2. 第二篇為Open-Path UV作為社區緊急應變量測，結合氣象資料測得甲烷氣體洩漏，呼應上一篇論文該設備適合高濃度VOCs洩漏巡檢使用，對於低濃度長期監測不適合。

##### (二) Montrose：

論文主要為藉由質子轉移反應飛行式質譜儀(PTR-TOFMS)之快速VOCs量測優勢應用於移動載具平台之社區空氣品質監測，台灣目前有本署環境檢驗所與中研院環境變遷中心使用。VOCs之量測濃度為根據各VOCs與 $H_3O^+$ 之反應係數理論計算產生，適合置放於車載平台繞行各社區執行移動量測，若要做社區內定點監測恐因價格與維護費用較為昂貴而不適合。

##### (三) 紐約州立大學阿爾巴尼分校(NYSU at Albany)

該團隊主要以上、下風站點量測PM、黑炭與一般空氣污染物如NO<sub>x</sub>等，分別設置微型站、固定測站、監測櫃、人體簡易型穿戴量測設備等，該區以移動污染源為主。2018年春與夏季紐約州環境保護局移動源與科技部門(NYSDEC Bureau of Mobile Sources and Technology Development)架設一套雷射量測啟動影像辨識技術，若是測得PM濃度較高時會自動開啟影像錄影，並藉由錄影結果探討高值成因。

##### (四) 2B Technology

主要產品為個人穿戴式裝置與社區監測設備，皆使用微型感測器，量測CO、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、PM等一般空氣污染物作為監測空氣品質，並藉由大

數據資料庫儲存空氣品質數據。該篇論文中並未對感測器校正、效能與使用壽命多闡述，和台灣的空氣盒子概念類似。

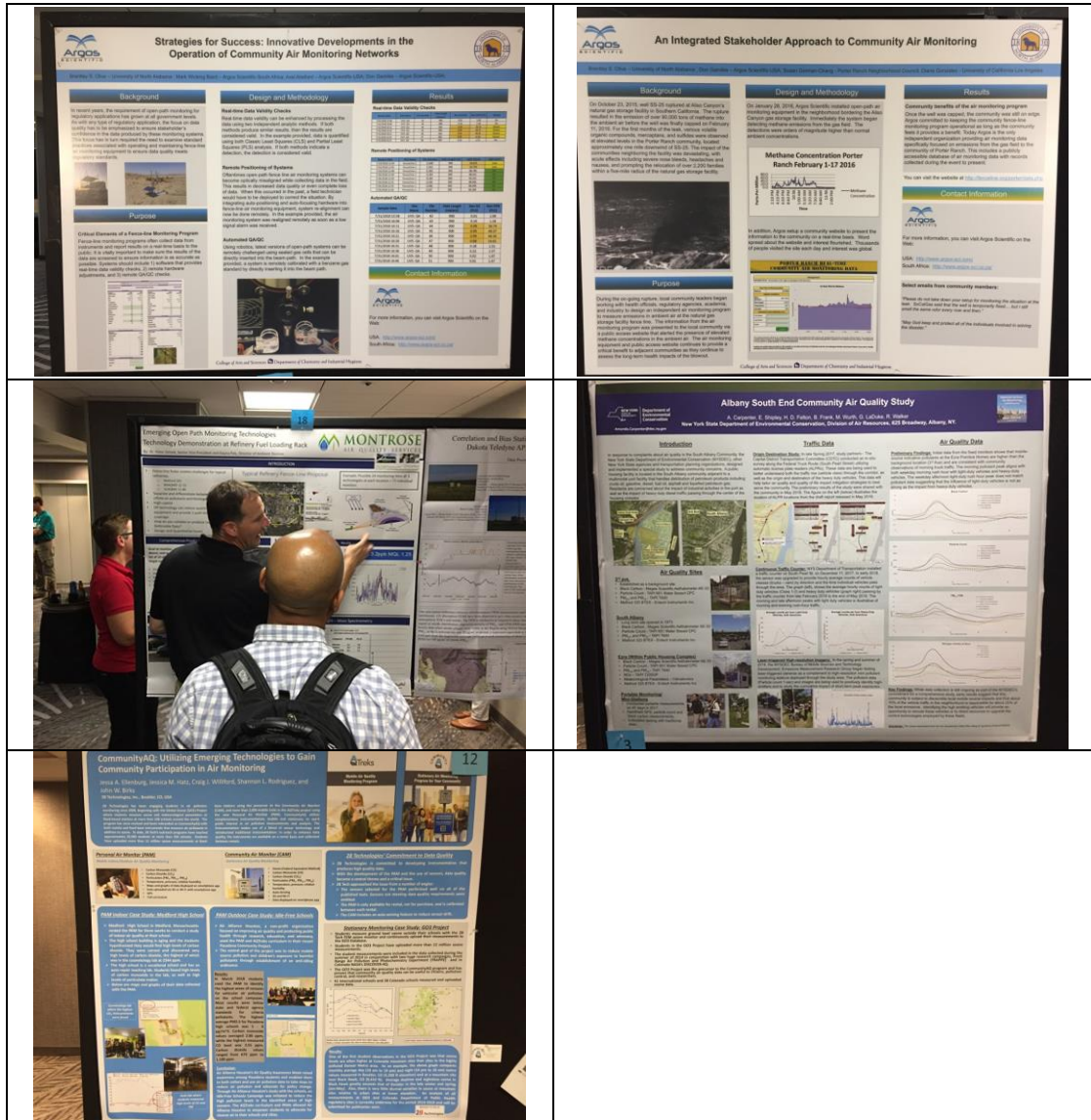


圖 3.2-12 社區空氣品質相關海報

## 二、煉油廠周界監測 Fenceline Monitoring(如圖 3.2-13 所示)

### (一) Argos Scientific

將 Open-Path UV 置放於煉油廠周界，以光學測線方式監測煉油廠周界污染物，此論文以苯為量測對象，量測濃度可測得 0-30 ppbv，類似台灣使用紅外光遙測。並未提到校正方法，下雨或濕度造成之偏差未提。

### (二) Kassay :

為 Open-Path FT-IR 紅外光遙測技術應用於煉油廠周界監測，臺灣對於紅外光遙測技術之應用已相當成熟，國內工研院及環境檢測顧問公司皆有

類似設備可做使用。

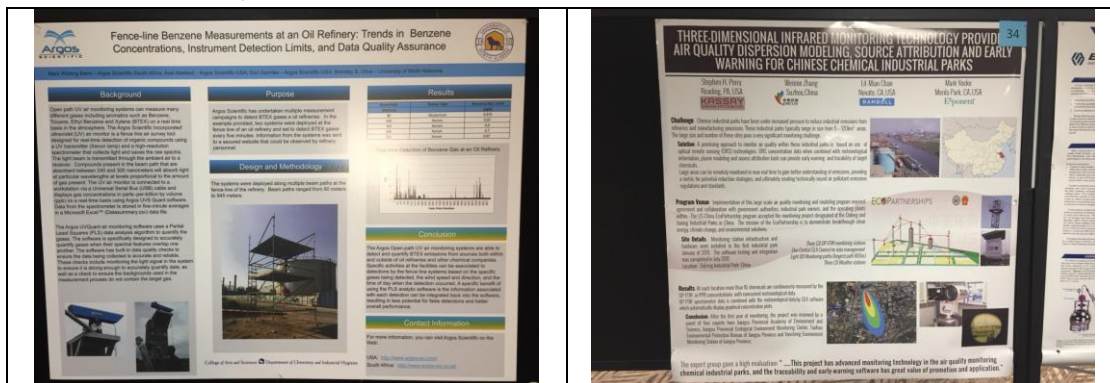


圖 3.2-13 煉油廠周界監測相關海報

### 三、自動氣相層析質譜技術 Auto GC/MS(如圖 3.2-14 所示)

#### (一) Markes

電子晶片式前濃縮系統，針對 TO-15、PAMS 56 種 VOCs 均可量測，優點為定量準確、介面操作便利、適合固定式測站等；缺點為儀器設備較大、冷開機至量測較慢、移動量測不便利。

#### (二) Entech

與傳統吸附劑型之前濃縮設備不同，新產品為使用毛細管柱作為前濃縮裝置，因吸附劑經過長期升溫與降溫會造成吸附劑釋放微量黑碳，以毛細管柱做為吸附材號稱可以提昇 VOCs 分析之準確度與降低分析誤差。

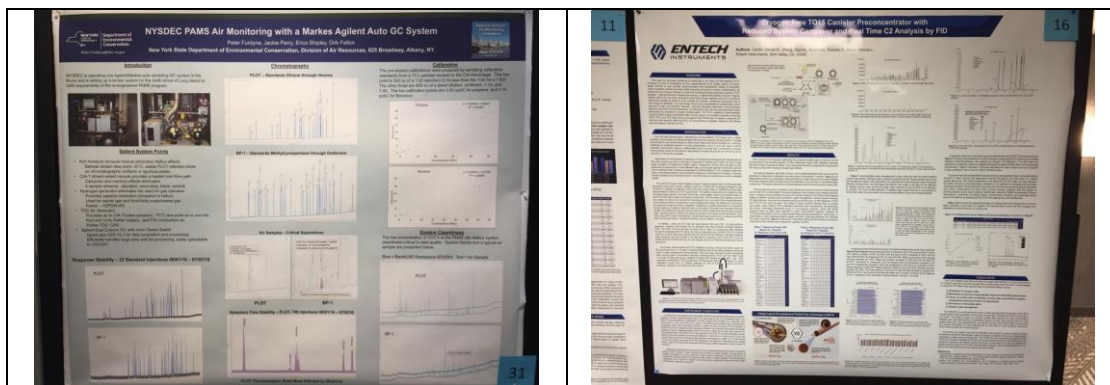


圖 3.2-14 自動氣相層析質譜技術相關海報



### 3.2.3 國家環境空氣監測會議重點議題探討

美國 VOCs 管制問題重點，除了 O<sub>3</sub> 前驅物外，有害(或稱毒性)空氣污染物逐漸受重視，由於有害空氣污染物暴露程度與受體點至污染源之距離有顯著相關，該議題被納入環境正義的概念進行管理。對於有害空氣污染物監測需求由較大範圍之區域性(regional)監測，逐漸縮小為熱區性質之地方性(local)監測網路。另對照美國長期推動環境正義相關政策，因應監測技術近年來長足進步，使得環境正義議題在空氣污染管制方面，獲得可執行之工具。綜上，由於監測需求量增加，近來美國環保署、加州政府、或者各地方空氣品質管理局都在發展低成本(low cost)，連續性有害空氣污染物監測儀器，並針對目前已市場化或研究中的監測儀器，進行性能評估。以下針對美國環境正義概念及相關法規、監測技術需求等研討會討論重點摘錄如下：

#### 一、 環境正義概念及相關法規

「環境正義」一詞源自於美國，起因於 1980 年代中期美國黑人為抗議垃圾傾倒於其生活區域而提出的一種概念。近年此種概念已經擴展到空氣污染等其他領域。參照臺灣現況，已有部分民間團體採用環境正義的訴求，用於檢討石化工業區健康風險議題。美國如何將環境正義的概念納入空氣污染法規，未來也將是我國參採推動的方向。

#### 二、 環境正義(Environment Justice, EJ)之定義

環境正義是所有人的公平對待和有意義的參與，無論種族、膚色、國籍或收入，在環境法律、法規和政策的制訂、實施和執行方面。公平對待意味著任何一群人都不應承擔工業，政府和商業運營或政策造成的負面環境後果的不成比例的份額，有意義的參與意味著：

- (一) 人們有機會參與可能影響其環境和/或健康的活動的決策;
- (二) 公眾的貢獻可以影響監管機構的決定;
- (三) 在決策過程中將考慮社區的關注;和
- (四) 決策者將尋求並促進那些潛在受影響的人的參與。

#### 三、 美國加州推動狀況

加州 2017 年底通過的 AB617 法案。此法案不但要在 2018 年內劃出所謂的 EJ 地區(或稱為弱勢地區)，2019 年開始在這些地方加強監測，包含社區監測(community air monitoring systems)及鄰近固定源周界監測(fenceline monitors)，作為未來推動空氣污染物，尤其是有害空氣污染物減量的基礎。而且也規定區內工廠在 2023 年起，所有的污染防制都要達到 BARCT 之水準，不管是否受到排污交

易制度納管。若需要更多時間，則個案追蹤處理。除此之外，南加州空氣品質管理局據此於 2017 年 12 月通過 Rule 1180 煉油廠周界及相關社區監測規定，將執行細節法制化。

(一) SCAQMD 空氣監測和分析小組因應 EJ 之任務

SCAQMD 的空氣監測和分析小組由 115 名工作人員組成，在整個 4 郡縣地區運營和維護 43 個常設站，並分析在這些站點收集的空氣樣本。除監督該空氣監測網絡外，空氣監測和分析團隊還啟動了各種創新研究和空氣監測計劃，如美國首個空氣品質感測器性能評估中心(Air Quality Sensor Performance Evaluation Center, AQSPEC)和第五代多重空氣毒物暴露研究(MATES V)。MATES V 研究將使用最先進的監測技術和低成本感測器網絡來收集近即時數據。這項工作背後的動機是測量整個南加州空品區的空氣毒性水平，以描繪煉油廠的排放及其對附近社區的影響，並提供有關空氣毒物“熱點”的近即時資訊。這將通過使用先進的空氣監測技術來實現，例如：飛行測量，調查煉油廠和其他工業區，以創建詳細的空氣毒物地圖；光學帳篷(optical tent)部署，提供連續煉油廠監控和即時洩漏檢測；針對監測煉油廠和其他工業設施，可由平地執行的高空煙流、排放、與潛在洩漏之技術。這些努力將使 SCAQMD 擴大目前正在派拉蒙(Paramount)和康普頓(Compton)進行的社區空氣毒物調查(Community Air Toxics Investigation, CATI)工作。MATES V 和 CATI 等小組項目的潛在影響包括改進社區對空氣毒物和一般空氣污染物的暴露估計，然後將反映在受影響社區的未來政策和規則制定中，並防止未來暴露於此類不健康的排放。

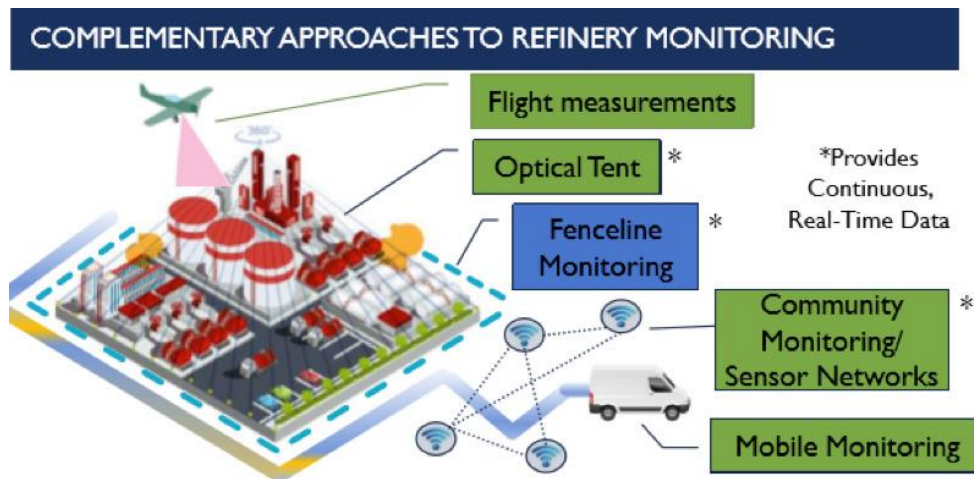


圖 3.2-15 煉油廠監測的補充方法

## (二) CARB 因應 EJ 之研究計畫

環境正義是空氣品質管理最重要的目標之一，CARB 繼續致力於減少弱勢群體中不成比例的空氣污染物暴露。CARB 的研究計畫持續監測弱勢群體的有害污染物水平。為解決低收入和少數族群易受空氣污染以及由此產生的與空氣污染有關的疾病的脆弱性問題，CARB 支助了各種內部和委外研究工作。依據加州 2017~2018 年度研究計畫，提出為了支持環境正義，所需要之計畫如下：

### 1. 弱勢地區 PM<sub>2.5</sub> 濃度高值溯源

本研究的目的是為加州中的原生性和衍生性 PM<sub>2.5</sub> 攝入比例(intake Fraction，以下簡稱 iF)地圖，並利用這些地圖來確定在環境正義社區中觀測到 PM<sub>2.5</sub> 高濃度之污染源貢獻優先性。iF 是由人們實際吸入的污染源排放的空氣污染物的一小部分。更高的 iF 意味著，每單位質量排放，人們吸入更多的空氣污染物，因此可能對健康產生更大的影響。iF 可以用來比較不同排放源的相對重要性，根據其產生的暴露，因此是確定控制源優先順序的有用指標。這項研究的結果將有助於確定需要進一步控制的排放源，以降低 EJ 社區中 PM<sub>2.5</sub> 濃度高值，並儘量減少加州 EJ 及非 EJ 社區的暴露差異。

### 2. 地理圍欄技術(Geofencing)作為降低弱勢群體排放的策略

本研究的目的是評估弱勢地區，在空品不良時期，以地理圍欄技術來降低重型卡車排放的管制策略。地理圍欄技術允許用戶在真實世界特定地理區域上定義虛擬邊界。當安裝在重型車輛上的設備穿過地理圍欄周邊時，設備的用戶和地理圍欄操作員都會收到警報。可設計策略讓警報觸發時，要求用

戶修改動作以降低排放，例如降低加速度，降低最大速度，混合動力汽車切換到電動模式，以及引擎調校等。或使用地理圍欄技術在零排放和傳統混合動力操作模式之間切換。當卡車進入零排放地理圍欄區域（通常是貨運量大的地方，例如港口）時，卡車以純電動模式運行。當在零排放區域之外時，例如在前往火車場或配送中心的路上，柴油引擎啟用，允許混合操作和電池再充電。

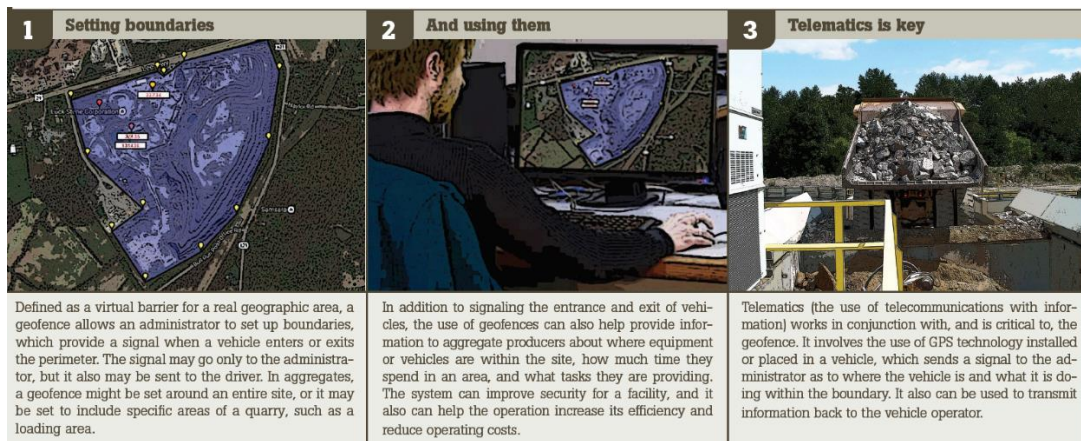


圖 3.2-16 地理圍欄技術(Geofencing)

### 3. 弱勢地區苯和其他空氣毒物高值溯源

- (1) 本研究的目的是在全加州範圍被選定的弱勢地區進行空氣毒物監測調查，以量化當地空氣品質濃度，並確認導致空氣污染熱點的潛在污染源。儘管CARB和空品區已有一般空氣污染物空氣品質監測網絡，但該網絡無法為空氣毒物監測提供足夠的覆蓋率，特別是在社區規模。此外，空氣毒物監測通常需要長期採樣和隨後的實驗室分析，這限制了即時回饋以及有關熱點空間解析度的有用資訊。本研究將利用FluxSense公司提供的移動監測服務，可測量烷烴、烯烴、芳香烴（BTEX）、甲醛及甲烷的即時濃度。
- (2) 在社區範圍內，在有限的時間內對污染源的排放行為進行特徵和量化。該團隊在長灘地區測量當地煉油廠，油氣井，天然氣處理設施和加油站，發現可能有高於預期的BTEX和VOCs排放。這項技術可用來識別和量化高污染熱點。除了在可能具有BTEX排放源的區域進行社區監測外，FluxSense技術還可用於描述造成高空氣毒性熱點的排放源特徵。機器原

理來看，FluxSense屬光學儀器，車內裝設一套solar tracker，以紅外光作為光源，只要污染物通過測線可由吸收計算污染物濃度，原理如圖3.2-17。

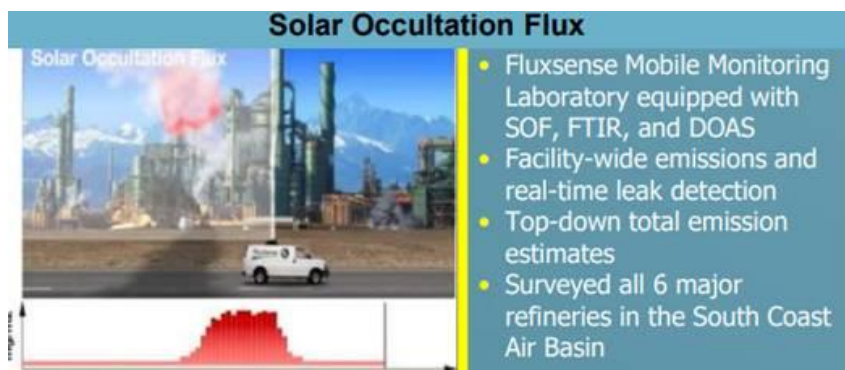


圖 3.2-17 FluxSense 移動監測原理圖示

#### 4. 開發便攜式有毒金屬的即時篩選方法

本研究的目標是贊助具挑戰性的便攜式即時環境有毒金屬濃度篩選技術。儘管已經有篩選有毒化合物(如苯、甲苯和許多一般空氣污染物)的技術，但社區監測所需要具有相同監測效果的有毒金屬監測技術仍缺乏。部署可即時監控有毒金屬的便攜式設備將有助於 CARB 和社區確定這些金屬的來源，並制訂減少排放的策略。通過低成本金屬監測設施於社區進行即時測量，以及快速部署便攜式設備的能力，將使空品區能夠快速識別和警示排放事件，從而大幅度地減少健康危險事件的影響。這些努力特別重要，應優先考慮弱勢群體和靠近工業來源的社區。研究人員將研究各種便攜式金屬濃度即時監測技術的效能。測試的技術包括目前已商業化的技術，以及仍處於研究和開發階段的技術。在該研究期間關注的金屬的範例包括鉛，六價鉻，以及諸如鎘，鎳，砷，鐵，銅，鋅，汞和鈹的其他金屬。該項目的結果將確定支持 CARB 空氣毒物計劃的最具成本效益和最有效的技術，以檢測各種金屬的環境濃度。

## 第四章 心得與建議

### 4.1 心得

- 一、空氣品質管理計畫(AQMP)為推動空氣品質管理工作之依據，SCAQMD 提出之 AQMP 為具法律效力之文件，AQMD 若未能落實執行 AQMP 所擬措施，須受到州級政府乃至於聯邦政府之檢核。
- 二、為有效推動管制措施並展現成效，固定源管制配套工具為關鍵基本，包括排放清冊(排放量計算)、許可制度、模擬工具/程式、環境大氣有害空氣污染物監測等等皆為須持續建立且分析之重要資料。
- 三、社經分析為研擬空氣品質管理計畫之必要項目，採區域經濟模式評估實施 AQMP 控制對策及/或訂定法規後潛在就業與其他社經影響，並以美國環保署發展之 BenMAP 模式進行空氣污染對健康衝擊之評估分析，相關結果皆會向民眾公開，可使民眾瞭解完整資訊。
- 四、於法規符合度上政府與業者(排放源)基於互信原則相互信任皆會依法操作，行政單位依法及明訂準則執行稽核/查核，確保固定源依規定操作；固定源業者依規定記錄各項操作條件，若被查到違反事宜則視情節輕重予以重罰。
- 五、於推動有害空氣污染物管制上，SCAQMD 以加州州政府有害空氣污染物政策為基礎，兼具技術、產業發展與社會大眾健康；以許可制度管制重大源，以空氣監測數據掌握熱點，同步推動減量與社區監測及教育，降低民眾健康衝擊。推動策略具系統性整體思考，且由基礎作業逐步建置，循序推動。
- 六、固定污染源有害空氣污染物管制工作非一蹴可成，亦非以單一策略即可達成管制目標；管制策略需以排放源類別之技術減量(技術基準)為主軸，搭配一般性之固定污染源有害空氣污染物排放標準(風險基準)強化管道排放，同時以社區保護為考量之熱區管制，針對危害高潛勢區域加強管制力道，採多種策略並行之方式建構全面性有害空氣污染物管制架構。

### 4.2 建議

- 一、SCAQMD 於研訂空氣污染管制計畫或策略時，以上位管理角度思考提出整體性管制架構，參與人員各具專業各司其職提供各項技術支

援，排放清冊、排放量申報、空氣品質模式、環境大氣空氣監測分析等皆為關鍵基礎工作。加州推動空氣品質管制策略及相關作業原則上本署皆有參考導入國內，惟礙於國內行政架構與美國不同，較欠缺與整體政策及不同需求間之連結支援，未來可強化系統性彙整及分析工作。

- 二、加州空氣污染管制法規之執法原則與規則明確清楚，於訂定法規或核發許可時即已透過不斷收集資料、溝通討論，獲得執行共識，有共同執行源則，不會因人、因地或因對象而產生差異，可作為本署在研擬相關管制法規可參考之面向。
- 三、加州政策形成過程中之另一重要工作為社會經濟影響分析，評估實施AQMP控制對策或訂定法規後潛在就業與其他社經影響，包括對區域就業機會的影響、經濟(GDP)影響、生產競爭力以及健康助益等，藉以找出最小成本、最低環境衝擊以及達到最大減量之管制作法。本署目前於政策或管制法規之形成過程中，尚未將社經分析納為重要項目，因此對於政策或法規推動後所致社會經濟影響掌握度仍有進步空間，形成污染減量與經濟發展共同競爭之態勢。建立環境經濟分析人才或研究群，並將經濟資料與環境影響分析需求連結建立資料庫及評估工具(模式)亦為未來可考量推動之要項工作。
- 四、美國環保署及各州政府所屬環保機關正在推動有關環境正義應用於空氣污染改善之工作，為未來數年執行之重要項目，與本署現正持續推動之石化工業區監測及減量工作類似，未來應持續積極推動。

## 附錄一 會議報告簡報檔



