

出國報告（出國類別：考察及會議）

出席「2023 空氣品質監測方法暨技術研討會」及參 訪加州南岸空氣品質管理局

服務機關：環境部

姓名職稱：戴忠良高級環境技術師、
謝知行環境技術師

赴派國家：美國

報告日期：113 年 2 月 18 日

出國時間：112 年 11 月 7 日至 11 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 考察內容重點整理	13
3.1 參訪南加州空氣品質管理局	13
3.2 訪問在美專家交流討論	30
3.3「2023 空氣品質監測方法暨技術研討會」(2023 Air Quality Measurement Methods and Technology Conference).....	35
第四章 心得與建議.....	49
4.1 心得	49
4.2 建議	50

表 目 錄

	頁 次
表 2-1、本次參訪行程及內容	7
表 2-2、參訪加州南岸空氣品質管理局議程.....	8
表 2-3、「2023 空氣品質監測方法暨技術研討會」議程	10
表 3-1、RULE 1401 新設、搬遷或變更之許可單元之風險限值	15
表 3-2、RULE 1402 既存設施之風險值	16
表 3-3、SCAQMD 周界監測包含之空氣污染物	45
表 3-4、SCAQMD 社區監測使用的監測設備	46
表 3-5、社區監測之污染物濃度公眾通知閾值	47
表 3-6、特定測站於 MATES IV 期間之黑炭周界監測濃度	48

圖 目 錄

頁 次

圖 3-1、SCAQMD 對 HAPs 重要排放源之許可證修改或更新條件	18
圖 3-2、放置於環境控制秤重室之粒狀物調理條件要求.....	25
圖 3-3、SCAB 各測站粒狀物(PM2.5)濃度監測結果.....	25
圖 3-4、掃描電子顯微鏡搭配能量散射 X 光光譜儀(SEM/EDX)	26
圖 3-5、採樣筒分區放置.....	26
圖 3-6、採樣筒分區放置(續).....	27
圖 3-7、採樣筒(CANISTER)資訊卡	27
圖 3-8、緊急空污事件用採樣筒.....	27
圖 3-9、氣相層析質譜儀(GC/MS)	27
圖 3-10、低成本空氣感測器性能測試設備.....	28
圖 3-11、移動式監測車.....	28
圖 3-12、塗料商品專用實驗室.....	28
圖 3-13、SCAQMD 總部之電動車充電站及停車位	29
圖 3-14、SCAQMD 總部之加氫站及轄區內加氫站位置	29
圖 3-15、SCAQMD 之電動接駁車(VANPOOL).....	29
圖 3-16、2023 AIR QUALITY MEASUREMENT METHODS AND TECHNOLOGY CONFERENCE 會場 及相關演講與設備商展覽區	36

第一章 前言

美國空氣與廢物管理協會(Air & Waste Management Association)於 112 年 11 月 14 日~16 日假北卡羅來納州德罕舉辦「2023 空氣品質監測方法暨技術研討會」，邀請美國環保署、專家及學者，針對空氣污染物監測技術發展、大氣污染監測技術應用現況、新興空氣污染物監測調查等相關議題進行報告。

本次行程拜訪美國南加州空品管理局及在美華裔空氣污染防治專家，針對有害空氣污染物管制策略進展及執行現況、固定源及移動源之有害空氣污染物重要管制法規及管制效益、有害空氣污染物排放資料及有害空氣污染物許可制度與健康風險評估做法等項目，進行經驗交流。

本次參加會議內容及參訪機構，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，並與第一線執行有害空氣污染物管制工作之專家交流，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 112 年 11 月 7 日至 11 月 18 日，主要行程內容包括參訪加州南岸空氣品質管理局及出席「2023 空氣品質監測方法暨技術研討會」發表論文及，行程表詳如表 2-1，說明如下：

- 一、 拜訪加州南岸空氣品質管理局 (South Coast Air Quality Management District, SCAQMD，該局負責有關南加州空氣品質管制法規訂定及策略規劃工作)，考察研習加州對於有害空氣污染物管制最新現況、空氣污染管制有關之環境正義法案執行經驗、建置有害空氣污染物排放係數及納入許可證管制等經驗交流等議題，議程詳如表 2-2。
- 二、 「2023 空氣品質監測方法暨技術研討會」(Air Quality Measurement Methods And Technology) 為美國空氣與廢物管理協會 (Air & Waste Management Association) 主辦，於 112 年 11 月 14 日~16 日在北卡羅來納州德罕舉辦，邀請美國環保署、專家及學者，針對有害空氣污染物監測技術發展、甲烷監測技術發展、環境正義 (Environmental Justice, EJ)- 包含社區監測及全氟和多氟烷基物質 (Per- and polyfluoroalkyl substances, 以下簡稱 PFAS) 檢測技術等相關議題進行報告，議程詳如表 2-3。

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		
11	7	二	台北	洛杉磯	啟程前往(洛杉磯)	
11	8	三	-	-	參訪加州南岸空氣品質管理局	參訪及參與討論會議
11	9	四	-	-	參訪加州南岸空氣品質管理局	參訪及參與討論會議
11	10	五	-	-	訪問美華裔空氣污染防治專家 Dr. Elaine Chang及Mr. Jay Chen	討論會議
11	11	六	-	-	無	資料收集整理
11	12	日	-	-	無	資料收集整理及研討會準備事宜
11	13	一	洛杉磯	德罕	啟程前往(北卡羅來納州)	移動日
11	14	二	-	-	參加2023空氣品質監測方法暨技術研討會	參與會議
11	15	三	-	-	參加2023空氣品質監測方法暨技術研討會	發表「Proactive Emission Monitoring in Petrochemical Industries: A Case for the Extended Use of PAMS」及「Characterization of Ambient Hazardous AirPollutant and Control from Gas Stations」論文
11	16	四	德罕	舊金山	參加2023空氣品質監測方法暨技術研討會	參與會議，返程前往舊金山國際機場
11	17	五	舊金山	台北	回程	
11	18	日	-	-	返抵臺灣	

表 2-2、參訪加州南岸空氣品質管理局議程

Wednesday, November 8, 2023		
8:45 am	Meet in South Coast AQMD Lobby	Sam Wang <i>Program Supervisor Planning, Rule Development & Implementation</i>
9:00 am – 9:45 am	Tour of Laboratory	Stephen Dutz <i>Laboratory Manager</i>
9:45 am – 10:00 am	Break	
10:00 am – 11:00 am	Tour of South Coast AQMD Campus	TBD
Break		
1:00 pm – 1:45 pm	Permitting	Dr. Jillian Wong <i>Assistant Deputy Executive Officer Engineering & Permitting</i>
1:45 pm – 3:00 pm	Community Air Protection and Air Monitoring	Dr. Anissa “Cessa” Heard Johnson <i>Deputy Executive Officer Diversity, Equity & Inclusion and Community Air Programs</i> Dr. Jason Low <i>Deputy Executive Officer Monitoring & Analysis Division</i>
3:00 pm – 3:45 pm	Air Toxics Regulations and Stationary Sources	Michael Krause <i>Assistant Deputy Executive Officer Planning, Rule Development & Implementation</i> Dr. Kalam Cheung <i>Manager Planning, Rule Development & Implementation</i>
Thursday, November 9, 2023		
8:00 am – 9:00 am	Multiple Air Toxics	Dr. Scott Epstein

	Emission Study, Air Quality Forecasting and Advisory	<i>Program Supervisor Planning, Rule Development & Implementation</i>
9:00 am – 10:00 am	AB 2588 Toxic Hotspots Program	Eugene Kang <i>Manager Planning, Rule Development & Implementation</i> Victoria Moaveni <i>Program Supervisor Planning, Rule Development & Implementation</i>

表 2-3、「2023 空氣品質監測方法暨技術研討會」議程



CONFERENCE PROGRAM

AIR QUALITY MEASUREMENT METHODS AND TECHNOLOGY
NOVEMBER 14-16, 2023 • DURHAM, NC

Sponsored by:

CONFERENCE PROGRAM

General Information

Conference Overview
One of our most popular specialty conferences, the Air Quality Measurement Methods and Technology Conference provides extensive coverage of all aspects of air measurement methodologies, including associated quality assurance protocols and how to use and interpret data. Sessions will also focus on the assessment of the substances of concern for humans and the environment, including criteria pollutants, greenhouse gases, and air toxics.

Conference Committee
Conference Co-Chairs: Ingrid George, US Environmental Protection Agency (EPA); Ned Shappley, US EPA
Technical Program Committee: Sara Head, York Engineering; Ray Meyers, US EPA; Rick Oia, ERM; Eric Winegar, Sonoma Technology, Inc.

Location
Sheraton Imperial Hotel Raleigh-Durham Airport at Research Triangle Park
4700 Empower Boulevard
Durham, NC 27703
Phone: 919-941-9050

Registration
Register online at www.awma.org/measurments and save on fees if you register before the advance deadline of October 17. Your registration will not be processed without payment. Conference check-in and badge pickup will be held in the Imperial Foyer at the Sheraton Imperial Hotel during the following hours:
Tuesday, November 14: 7:30 am - 5:00 pm
Wednesday, November 15: 7:30 am - 5:00 pm
Thursday, November 16: 7:30 am - 12:00 pm

Refund Policy
If written notice of cancellation is received on or before October 17, 2023 payment will be refunded, less a \$100 cancellation fee. Cancellation fees apply regardless of payment method. Substitutions may be made at any time; payment for any difference is due at the time of substitution. This refund policy applies to all occurrences, including weather-related events and other natural disasters. In the unlikely occurrence of event cancellation, the Association is not liable for any expenses incurred by the registrant other than the full refund of registration fees.

Presenters' Meeting
Presenters and Session Chairs will meet on the day of their session involvement in the room in which their session will be held to review program details. Presenters should bring their presentations on a memory stick/USB to this meeting, as well as a brief biography.

Conference Proceedings
Conference proceedings will be accessible to all full conference registrants for viewing and download for a limited time following the conference. Attendees will be notified by email when the presentations are available.

Continuing Education Units
Conference attendees may be eligible for continuing education credits and can apply to receive a Certificate of Participation for the sessions attended. For more information, please contact Gloria Henning at +1-412-904-6021 or ghenning@awma.org.

Special Accommodations
The Air & Waste Management Association supports the Americans with Disabilities Act (ADA). Attendees requiring specific equipment, food, or services should contact Cindy Fontenot at cfontenot@awma.org to make those needs known in advance. AWMA will make every reasonable effort to accommodate them.

About the Air & Waste Management Association
AWMA is a non-profit, nonpartisan professional organization that enhances knowledge and expertise by providing a neutral forum for technology exchange, professional development, networking opportunities, public education, and outreach to more than 5,000 environmental professionals in 65 countries. AWMA also promotes global environmental responsibility and increases the effectiveness of organizations to make critical decisions that benefit society. For more information, please visit www.awma.org.

Conference Events
EPA Facilities Tour
Monday, November 13, 1:00 pm - 4:00 pm ET
Cost: \$45. Pre-registration required by October 17.
This tour will highlight various unique laboratories and research that help support regulations and protect human health and the environment at EPA's campus in Research Triangle Park (RTP).
Government issued photo ID required to enter the facility. Closed-toe shoes and full-length pants required. Comfortable walking shoes are recommended.

Technical Program – Tuesday, November 14, con't.

<p>Session 1A: GHG Monitoring – Landfills [concurrent with Sessions 1B and 1C] Imperial 123 Chairs: Roger Green, WM, and Eben Thoma, US EPA</p> <p>10:15 am – 10:40 am ME21 Validating the Effectiveness of Drone Based Methane Surface Emission Monitoring in Municipal Solid Waste Using EPA Approved APT-150 David Barron, Swiffer Robotics</p> <p>10:40 am – 11:05 am ME37 An Examination of Temporal and Spatial Variations in Methane Emissions from Landfills Ali Lashari, Ryan Bruch, Project Canary, PBC</p> <p>11:05 am – 11:30 am ME81 Field-deployable Sensor Networks, Rivers and Fluvial Chambers: Exploring the Utility of Low-cost Air Sensors in Quantifying Surface Methane Concentrations, Hotspot Detection and Surface Emissions at Landfills Evan Coffey, Hideo Pizako, Michael Harrington, University of Colorado Boulder, Boulder, CO; Roger Green, Amy Barnister, Anomide Duchesne, WM</p> <p>11:30 am – 11:55 am ME114 Using Surface Emissions Monitoring (SEM) Data to Locate Leak Locations and Estimate Methane Emissions Flows from Landfills Tara Klechko, EMS/USU, Near North AI; University of Guelph, Roger Green, WM</p>	<p>Session 1B: Advances in Open-path Optical Remote Sensing [concurrent with Sessions 1A and 1C] Empire ABC Chairs: Jason DeWees and Jeff Ryan, US EPA</p> <p>10:15 am – 10:40 am ME23 Next Generation of BTEX Monitoring Inside Refineries: UCLAS Optical Test Jochen Stutz, Fedke Colson, Sol Cosperdock, University of California Los Angeles, Los Angeles, CA; Olga Pilehayan, Andrea Polidori, South Coast Air Quality Management District, Diamond Bar, CA</p> <p>10:40 am – 11:05 am ME38 Technical Evaluation of an Innovative Open-path Hydrogen Sulfide Air Monitoring System David Gamble, Agos Scientific, Inc., W&E; Eric Stevenson, Agos Scientific, Inc., CA; Cliff Gordon, MKC Tech Group North America, CA; Pavel Ruzayev, Air Optics, Ramon, Poland</p> <p>11:05 am – 11:30 am ME103 Using Mobile Optical Remote Sensing for Emission Estimates of Air Pollutants from Stationary Sources: Need for Standard Method Development Olga Pilehayan, Jack Porter, Catalina Tsai, Andrea Polidori, South Coast Air Quality Management District, Diamond Bar, CA; John Mellqvist, Jeri Samuelson, Marianne Ericsson, Fluosense Inc., San Diego, CA</p> <p>11:30 am – 11:55 am ME101 Leak Detection from Oil Wells in Los Angeles Using Optical Remote Sensing Mobile Platform: Enhancing Knowledge and Mitigation Strategies Catalina Tsai, Jack Porter, Para Mudherjee, Yibo Yu, William Song, Vengay Co., Arany Hill, Robert Williams, Mike Handman, Matt Pruthi, Olga Pilehayan, Andrea Polidori, South Coast Air Quality Management District</p>	<p>Session 1C: Particulate Matter [concurrent with Sessions 1A and 1B] Auditorium Chairs: Tim Harley and Kanelle Barkjoh, US EPA</p> <p>10:15 am – 10:40 am ME09 Geometric Validation and Spatial Variability of PM10 and Heavy Metals in Two US Ferrous Communities as Part of the HAP-Map Study Peter DeCarlo, Mina Tehrani, Shikang Agarwal, Amine Yassin, Edward Fortner, Benjamin Worden, Eric Robinson, Ace Rule, Kirsten Koehler, John Hopkins University</p> <p>10:40 am – 11:05 am ME22 A Field Comparison of PM10 Measurements Between the DustTrak II 8530, Gravimetric Methods and Tapered Element Oscillating Microbalance (TEOM 1405) Hani Chikay, Maarten D. Schreiner, Johannes E. Yman, Brian M. Schmidt, Romation Environmental, LLC, Sacramento, CA</p> <p>11:05 am – 11:30 am ME120 Morphology and Heterogeneous Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Fine Particulate Matter in Mumbai, India Jyoti Marth, Laxmi Tadi, Sachin Gupta, Wilson College, Mumbai, India; Harijain Singh, Jacob Institute of Biotechnology and Bioengineering, Sam Higginbottom University of Agriculture, Technology and Sciences, Prayagraj, Uttar Pradesh, India</p> <p>11:30 am – 11:55 am ME105 Evaluation of Metals in Ambient Air Using a Field Deployable XRF and Passive Sampling Techniques Ruger Wood, Kristin Bunker, Tracy Lersch, Gary S. Canaccia, RI Lee Group, Pittsburgh, PA</p>
--	--	---

CONFERENCE PROGRAM

Technical Program – Tuesday, November 14, con't.

<p>Session 2A: GHG Monitoring – Landfills [concurrent with Sessions 2B and 2C] Imperial 123 Chairs: Eben Thoma, US EPA, and Roger Green, WM</p> <p>1:00 pm – 1:25 pm ME19 Understanding and Reducing Fugitive Landfill Emissions Using Combined Wet Performance and Methane Air Monitoring Methods Stina Sims, Peter Quigley, Chris Malvaros, LCI Controls, Inc., Waltham, MA; Brent D. Thoma, Megan MacDonald, Wyatt Champion, Susan Thombley, US EPA Office of Research and Development (ORD), RTP, NC; Max Krause, US EPA ORD Cincinnati, OH</p> <p>1:25 pm – 1:50 pm ME75 Providing Accessible Data on Landfill Methane Emissions Using Airborne and Satellite Remote Sensing Tia Scarpilli, Carben Mapper, Pasadena, CA; Akana Ayres, University of Arizona, Tucson, AZ; Dan Casworth, Carben Mapper and University of Arizona; Riley Dunn, University of Arizona; Carben Mapper, and NASA Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA; Eben Thoma, Max J. Krause, David Heintz, Susan Thombley, US EPA</p> <p>1:50 pm – 2:15 pm ME133 Large Scale Landfill Emission Measurement Across Canada: Measurement Methods David Pisk, Ashish Bhargava, Evellie Bourbon, Rebecca Martino, Jordan Stewart, St. Francis Xavier University, Antigonish, Canada</p> <p>2:15 pm – 2:40 pm ME105 Application of a Novel Airborne LIDAR Measurement to Quantify Landfill Methane Emissions and Leak Locations Madeline Bunker, Kristin Bunker, Grant Alvaizon, Michael Theop, Bridger Photonics, Inc., Paul Imhoff, University of Delaware; Ramon Tadeu, University of California Davis</p>	<p>Session 2B: Advances in Optical Gas Imaging [concurrent with Sessions 2A and 2C] Empire ABC Chairs: Gerri Garwood, US EPA, and Tracy Footes, ERG</p> <p>1:00 pm – 1:25 pm ME26 An Alternative Annex to Appendix K – Development of Compound Specific Response for OGI Cameras Ram Hashnony, Ogeel</p> <p>1:25 pm – 1:50 pm ME29 Next-Generation Image-based Quantification John Lebel, Konica Minolta Sensing Americas</p> <p>1:50 pm – 2:15 pm ME93 Partially Single-Blind Controlled Release Assessment of the Performance of Quantitative Optical Gas Imaging (QOGI) Instrument Chinmoy Baner, Clay Bell, Daniel Zimmerman, Colorado State University Fort Collins, CO; Jieping (Jinyi) Wang, Arvind P. Ravikumar, University of Texas at Austin, Austin, TX</p> <p>2:15 pm – 2:40 pm ME104 Gas Detection and Quantification Methodology Using an Innovative Infrared Hyper-spectral Gas Cloud Imaging System Quan Chen, Jianchao Shi, Anon Kwong, Robert Nestor, Honeywell Process Solutions, Houston, TX</p>	<p>Session 2C: Community Monitoring [concurrent with Sessions 2A and 2B] Auditorium Chairs: Corey Mocks and Rachelle Duxall, US EPA</p> <p>1:00 pm – 1:25 pm ME26 Inverse Modeling of Formaldehyde Based on MOUDI Measurements Edwards Ologun, Michigan Department of Environment, Great Lakes, and Energy (EGLE)</p> <p>1:25 pm – 1:50 pm ME4 Community Monitoring: Hyper-spectral Choudhury – The City of Paramount Randall Blanes, Trinity Consultants</p> <p>1:50 pm – 2:15 pm ME58 Hyper Local Community Monitoring With an Integrated Mobile Platform in Sacramento, CA Justin Goughlin, Abhishek Vijayan, Eric Winegar, Steve Brown, Hilary Adreth, Andrew Pavlovic, Charles Scarborough, Sonoma Technology, Inc., Petaluma, CA; Nick Spaul, University of California at Davis, Davis, CA; James Lam, Snyder, Levi Ford, David Wang, Katherine Chin, Sacramento Metropolitan Air Quality Management District, Sacramento, CA; Anthony Miller, Aeris, Maricopa, Entertainment Technologies, Inc., San Bruno, CA</p> <p>2:15 pm – 2:40 pm ME25 Exploring Ways to Communicate Mobile Air Toxic Data to Communities Jason C. Schroder, Derek Price, Ashley Collier, Chantelle, Natalie Smith, Eric Levin, Radna Pablot, Colorado Department of Public Health and Environment</p>
---	---	--

12:00 pm – 1:00 pm Lunch for all sessions Empire DE

2:40 pm – 3:10 pm Networking Break, Exhibition Viewing, and Poster Viewing Imperial 4507 & Foyer

CONFERENCE PROGRAM

Technical Program – Wednesday, November 15

<p>7:30 am – 5:00 pm Conference Registration Imperial Foyer</p>	<p>7:30 am – 8:30 am Continental Breakfast and Presenter Meeting Imperial 4567 and Session Rooms</p>	<p>7:30 am – 3:30 pm Exhibition Viewing Imperial 4567</p>			
<p>Session 3A: GHG Monitoring – Landfills [concurrent with Sessions 3B and 3C] Imperial 123 Chairs: Ali Lashgari, Project Canary PBC, and Bryan Staley, Environmental Research & Education Foundation</p> <p>3:10 pm – 3:25 pm ME85 Measurements of Fugitive Emissions of Methane Using Modified SDF John McElroy, Jorder Samadpour John Johnson, Brian Offin, Fluorose Inc. Huntington Beach, CA; Foster Anderson, Fluorose Inc. and South Coast Air Quality Management District, Diamond Bar, CA</p> <p>3:25 pm – 4:00 pm ME87 Gaussian Plume Versus Modeling of Methane Emissions from Landfills Eduardo Ojaguer, Michigan Department of Environmental Control, Lansing, MI</p> <p>4:00 pm – 4:25 pm ME112 A Controlled Release Experiment For Investigating Methane Measurement Performance at Landfills David Kirk, Colin Vibert, Elise Canning, Pypip Buntin, Yuri Dudzik, St. Francis Xavier University, Antigonish, Canada</p> <p>4:25 pm – 4:50 pm ME56 Advances in Data-driven Design of Tracer Dispersion CFD Models for the Purpose of Urban-scale Evolution and Quantification of GHG Emissions Jorge Guerra, Nathan Eichenlaub, Project Canary PBC</p>	<p>Session 3B: Remote Sensing of Flares and Stacks [concurrent with Sessions 3A and 3C] Empire ABC Chairs: Tracy Foster, ERG, and Gerri Ganwood, US EPA</p> <p>3:10 pm – 3:25 pm ME29 Hyperspectral Thermal Infrared Imaging of Fugitive Methane Emissions from Flare Stacks Mark L. Norman, Tebops Inc., Quebec City, Canada</p> <p>3:25 pm – 4:00 pm ME69 Precision and Accuracy of the VISIR Lite Method for Flare Monitoring Youyong Zeng, Jon Morris, Providence Photonics LLC, Baton Rouge, LA; Tracy Foster, Eastern Research Group, Inc.</p> <p>4:00 pm – 4:25 pm ME70 Measurements of Methane, Soot, and NOx from Flares Subjected to Coaxial Wind Alexis D. Torres, Mital Mohammad, Matthew R. Johnson, Carleton University, Ottawa, ON, Canada; Brian M. Goodwin, Cambridge University, Ottawa, ON, Canada; Gregory A. Ropp, Western University, London, ON, Canada</p> <p>4:25 pm – 4:50 pm ME2 Evaluation of the Potential Accuracy of a UAV-Based Methodology for Flare Combustion Efficiency Sina A. Reza-Blocher, Mital Mohammad, Alexis D. Torres, Matthew R. Johnson, Carleton University, Ottawa, ON, Canada; Gregory A. Ropp, Western University, London, ON, Canada</p> <p>4:50 pm – 4:55 pm ME49 Overview of the Porter Ranch Community Air Monitoring Project Taryn Jubelski, Donald Gaudin, Agos Scientific, Inc., CA; Jochen Stutz, Foster Coburn, University of California, Los Angeles, CA; Ramy Gaudin, Aliso Viejo, CA; Olga Pilechaga, Yifan Yu, Andrea Polidori, South Coast Air Quality Management District, CA</p>	<p>Session 3C: Community Monitoring [concurrent with Sessions 3A and 3B] Auditorium Chairs: Andrea Clements and Corey Morka, US EPA</p> <p>3:10 pm – 3:25 pm ME30 Combining Fixed Site and Mobile Measurements of VOCs, Metals, and PM to Quantify Community Exposures and Risks Results from the HAP-MAP Peter DeCaro, ERI Robinson, Mitsu Tahara, Roger Sheu, Carolyn Gigot, Andrea Chiger, Megan Griffin, Ed Fortner, Manjula Gangarathna, Connor Decker, Ben Windsor, Rob Rowland, Jordan Koehner, Scott Van Buren, Ana Rute, Kristen Koehler, Tara Yacovitch, Thomas Burke, Kevin Nachman, John Hopley, University</p> <p>3:25 pm – 4:00 pm ME71 Evaluation of the Impact Large Scale Pollution Source on a Nearby Public School in an Environmental Justice Community Marilyn Bunker, Kathy Kerridge, Nancy Land, David Lindqvist, Benica Community Air Monitoring Program, Benicia, CA</p> <p>4:00 pm – 4:25 pm ME59 Overview of an Innovative Community Air Monitoring Program in the SF Bay Area David Lindqvist, Benica Community Air Monitoring Program, Benicia, CA</p> <p>4:25 pm – 4:50 pm ME22 Methane Venting from Production Storage Tanks: Temporal Variability and Implications for Measurement Simon A. Fort, Benjamin Matthew R. Johnson, Carleton University, Ottawa, ON, Canada</p>	<p>Session 4A: Oil and Gas Studies [concurrent with Sessions 4B and 4C] Imperial 123 Chairs: Melissa Weitz, US EPA, and Ali Lashgari, Project Canary, PBC</p> <p>8:30 am – 8:55 am ME81 A National-Scale Measurement-Based Oil and Gas Methane Census Matthew R. Johnson, Bradley M. Conrad, David R. Tyner, Colorado State University, Fort Collins, CO</p> <p>8:55 am – 9:20 am ME82 Methane Emissions from Abandoned Oil and Gas Wells in Colorado Anna Hobbins, Stuart R. Rickard, Mengyu Ma, Arthur Santos, Ethan Emmons, Fanny Choptouk, Catherine Houlihan, Younghi Cho, Wendy Harzard, Dan Zimonek, Colorado State University, Fort Collins, CO</p> <p>9:20 am – 9:45 am ME19 Evaluating Natural Gas Emissions from Upstream Oil and Gas Facilities in West Virginia Using Next Generation Measurement Methods Tracy L. Foster, Eastern Research Group, Inc., Cotuit, MA; Eben Thomas, US EPA, RTP, NC; Derek Johnson, Nigel Clark, West Virginia University, Morgantown, WV; Scott Henderson, ConocoPhillips, Bismarck, ND</p> <p>9:45 am – 10:10 am ME2 Methane Venting from Production Storage Tanks: Temporal Variability and Implications for Measurement Simon A. Fort, Benjamin Matthew R. Johnson, Carleton University, Ottawa, ON, Canada</p>	<p>Session 4B: Advances in Stationary Source Method [concurrent with Sessions 4A and 4C] Empire ABC Chairs: Ray Merrill and Jeff Ryan, US EPA</p> <p>8:30 am – 8:55 am ME32 Non-rubbing Protocols for Part, Accurate, 3-D Velocity Measurements in Stacks A. Johnson, J. Shinder, J. Filla, J. Boyd, M. Molokov, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD</p> <p>8:55 am – 9:20 am ME123 Characteristics of Condensable Particulate Formation in the EPA Method 202 Sampling Train Paul Ken Rogay, Dave Nash, Ned Shephard, Walter Liu, US EPA, ORD, RTP, NC; Peter Kueber, US EPA, ORD, RTP, NC; Jason Deves, US EPA, ORD and ORD</p> <p>9:20 am – 9:45 am ME20 Updates on an Analytical Method for Detecting Per- and Polyfluorinated Substances (PFAS) from Stationary Source Air Emissions – Other Test Method 45 (OTM-45) M. Scott, J. Jacobs, Stephen Jackson, Erin Shukla, US EPA, ORD, Raymond Merrill, US EPA, ORD, RTP, NC; William Preston, CSS Inc., Durham, NC; Laura Miller, Hannah Calder, Stephen Davis, Market International, Bridgend, Wales, UK</p>	<p>Session 4C: Emissions from Agriculture [concurrent with Sessions 4A and 4B] Auditorium Chairs: Ian Rumsey and John Walker, US EPA</p> <p>8:30 am – 8:55 am ME55 Using Machine Learning to Optimize Hyperparameters for Process-based Models for Estimating Ammonia Emitted from Stored Dairy Manure Rana Gendey, Jactone Gyorgy, Virginia Tech</p> <p>8:55 am – 9:20 am ME134 Ammonia Concentrations and Modelled Dry Deposition Across the Snake River Valley J.T. Walker, J. Beak, US EPA, ORD, Durham, NC; A. Johnson, US Department of Agriculture, Kimberly, ID; C. Wu, RTI International, Durham, NC; G. Boachey, US EPA, Office of Atmospheric Protection, Washington, DC; C. Beaulieu, US EPA, ORD and O&P, Durham, NC</p> <p>9:20 am – 9:45 am ME14 Interaction Between Increased Animal Welfare and Emissions from Pig Houses Michael Jagerman, Patrick Garcia-Perez, Lisa Borne, Guldberg, Andrew Fellingner, Aarhus University, Aarhus, Denmark; Michael J. Dally, Michael J. Hansen, Aarhus University, Aarhus, Denmark</p> <p>9:45 am – 10:10 am ME136 Determination of Methane Emission from Pig Manure Management by Combining Emission Measurement and Modelling Sathya D. Harsh, Frederic R. Dally, Michael J. Hansen, Aarhus University, Aarhus, Denmark</p>

5:00 pm – 6:00 pm
Networking Reception in the Exhibit Hall
Imperial 4567 & Foyer

Explore our exhibits, learn about their services, and make connections with all conference attendees

10:10 am – 10:40 am
Networking Break, Exhibition Viewing, and Poster Viewing
Imperial 4567 & Foyer

Technical Program – Tuesday, November 14, cont'

<p>Session 3A: GHG Monitoring – Landfills [concurrent with Sessions 3B and 3C] Imperial 123 Chairs: Ali Lashgari, Project Canary PBC, and Bryan Staley, Environmental Research & Education Foundation</p> <p>3:10 pm – 3:25 pm ME85 Measurements of Fugitive Emissions of Methane Using Modified SDF John McElroy, Jorder Samadpour John Johnson, Brian Offin, Fluorose Inc. Huntington Beach, CA; Foster Anderson, Fluorose Inc. and South Coast Air Quality Management District, Diamond Bar, CA</p> <p>3:25 pm – 4:00 pm ME87 Gaussian Plume Versus Modeling of Methane Emissions from Landfills Eduardo Ojaguer, Michigan Department of Environmental Control, Lansing, MI</p> <p>4:00 pm – 4:25 pm ME112 A Controlled Release Experiment For Investigating Methane Measurement Performance at Landfills David Kirk, Colin Vibert, Elise Canning, Pypip Buntin, Yuri Dudzik, St. Francis Xavier University, Antigonish, Canada</p> <p>4:25 pm – 4:50 pm ME56 Advances in Data-driven Design of Tracer Dispersion CFD Models for the Purpose of Urban-scale Evolution and Quantification of GHG Emissions Jorge Guerra, Nathan Eichenlaub, Project Canary PBC</p>	<p>Session 3B: Remote Sensing of Flares and Stacks [concurrent with Sessions 3A and 3C] Empire ABC Chairs: Tracy Foster, ERG, and Gerri Ganwood, US EPA</p> <p>3:10 pm – 3:25 pm ME29 Hyperspectral Thermal Infrared Imaging of Fugitive Methane Emissions from Flare Stacks Mark L. Norman, Tebops Inc., Quebec City, Canada</p> <p>3:25 pm – 4:00 pm ME69 Precision and Accuracy of the VISIR Lite Method for Flare Monitoring Youyong Zeng, Jon Morris, Providence Photonics LLC, Baton Rouge, LA; Tracy Foster, Eastern Research Group, Inc.</p> <p>4:00 pm – 4:25 pm ME70 Measurements of Methane, Soot, and NOx from Flares Subjected to Coaxial Wind Alexis D. Torres, Mital Mohammad, Matthew R. Johnson, Carleton University, Ottawa, ON, Canada; Brian M. Goodwin, Cambridge University, Ottawa, ON, Canada; Gregory A. Ropp, Western University, London, ON, Canada</p> <p>4:25 pm – 4:50 pm ME2 Evaluation of the Potential Accuracy of a UAV-Based Methodology for Flare Combustion Efficiency Sina A. Reza-Blocher, Mital Mohammad, Alexis D. Torres, Matthew R. Johnson, Carleton University, Ottawa, ON, Canada; Gregory A. Ropp, Western University, London, ON, Canada</p> <p>4:50 pm – 4:55 pm ME49 Overview of the Porter Ranch Community Air Monitoring Project Taryn Jubelski, Donald Gaudin, Agos Scientific, Inc., CA; Jochen Stutz, Foster Coburn, University of California, Los Angeles, CA; Ramy Gaudin, Aliso Viejo, CA; Olga Pilechaga, Yifan Yu, Andrea Polidori, South Coast Air Quality Management District, CA</p>	<p>Session 3C: Community Monitoring [concurrent with Sessions 3A and 3B] Auditorium Chairs: Andrea Clements and Corey Morka, US EPA</p> <p>3:10 pm – 3:25 pm ME30 Combining Fixed Site and Mobile Measurements of VOCs, Metals, and PM to Quantify Community Exposures and Risks Results from the HAP-MAP Peter DeCaro, ERI Robinson, Mitsu Tahara, Roger Sheu, Carolyn Gigot, Andrea Chiger, Megan Griffin, Ed Fortner, Manjula Gangarathna, Connor Decker, Ben Windsor, Rob Rowland, Jordan Koehner, Scott Van Buren, Ana Rute, Kristen Koehler, Tara Yacovitch, Thomas Burke, Kevin Nachman, John Hopley, University</p> <p>3:25 pm – 4:00 pm ME71 Evaluation of the Impact Large Scale Pollution Source on a Nearby Public School in an Environmental Justice Community Marilyn Bunker, Kathy Kerridge, Nancy Land, David Lindqvist, Benica Community Air Monitoring Program, Benicia, CA</p> <p>4:00 pm – 4:25 pm ME59 Overview of an Innovative Community Air Monitoring Program in the SF Bay Area David Lindqvist, Benica Community Air Monitoring Program, Benicia, CA</p> <p>4:25 pm – 4:50 pm ME22 Methane Venting from Production Storage Tanks: Temporal Variability and Implications for Measurement Simon A. Fort, Benjamin Matthew R. Johnson, Carleton University, Ottawa, ON, Canada</p>
---	---	---

Technical Program – Wednesday, November 15, cont'

<p>Session 5A: GHG Monitoring – ONG [concurrent with Sessions 5B and 5C] Imperial 123 Chairs: Chiemee Ilwaco, Colorado State University, and Melissa Weitz, US EPA</p> <p>10:40 am – 11:05 am ME76 Development and Testing of the Sensit FMO Methane Sensor and Progress Towards Collaborative NSEM Methods Jason Gu, Jacob Moly, Sensit Technologies, Inc., Vancouver, BC; Wyatt Champion, Megan Macdonald, Eben Thomas, US EPA, ORD, RTP, NC</p> <p>11:05 am – 11:30 am ME12 Finding & Quantifying Fugitive Emitters with Novel Quantum Lidar Gas Imaging Aaron Van Nieuwen, QLM Technology Ltd., Andrew Spink, SLB</p> <p>11:30 am – 11:55 am ME14 Probabilities of Detection for Aerial Survey of Oil and Gas Sector Methane Emissions Michael J. Thoppe, Dominic Altamura, Cameron Durlak, Bridge Photonics, Inc., Houston, TX; Bradley M. Conrad, David R. Tyner, Matthew R. Johnson, Carleton University, Ottawa, ON, Canada</p> <p>11:55 am – 12:20 pm ME63 Laser Analyzers for Quantitative Measurement of Greenhouse Gas Emissions Hamid Adam, Borel Laser, Inc., Edmonton, Canada</p>	<p>Session 5B: Fenceline and Near-source Studies [concurrent with Sessions 5A and 5C] Empire ABC Chairs: David Berlowitz and Ray Merrill, US EPA</p> <p>10:40 am – 11:05 am ME27 Utilization of Broadband Cavity Ring-down Spectroscopy for Mobile Leak Detection in the Port of Rotterdam Hugo Bloor, DCMR Regional Environmental Service, Schiedamschen, The Netherlands; Anneli Maric, Anthony JM, Entertainment Technologies, Inc., San Bruno, CA</p> <p>11:05 am – 11:30 am ME127 Advanced Long Path FTIR Monitoring for Ethylene Oxide Troy M. Boley, Spectrum Environmental Solutions LLC, Austin, TX</p> <p>11:30 am – 11:55 am ME14 Assessing Fuel Storage Tank Fugitive Emissions Using Low-cost Sensors and Triggered Canisters: The Greenhouse Storage Tank Assessment with Remote Sensing Technologies (G-STRT) Project Wyatt M. Champion, Megan Macdonald, Ingrid George, Eben Thomas, US EPA, ORD, RTP, NC; Jacob J. Carpenter, Ryan Brown, Daniel George, US EPA Region 4, Atlanta, GA; Brittany Thomas, Jacobs Technology Inc., Tallahassee, TN</p> <p>11:55 am – 12:20 pm ME43 Demonstration of a Novel Odor Identification System using Remotely Operated Canister Samplers (ROCS) with an Odor Reporting Tool in Rubbertown Ingrid George, Rochelle Dawn Williams, Mitchell Lillian Alton, US EPA, ORD, RTP, NC; Nina Warren, Oak Ridge Associated Universities, Oak Ridge, TN; Garrett Wiley, Matthew Collins, Jacobs Technology Inc., RTP, NC; Cheryl Good, EPA Region 4, Atlanta, GA; Billy O'Neil, Michelle King, Louisiana Metro Air Pollution Control District, Louisiana; R. Catherine Seppens, University of North Carolina-Chapel Hill, Chapel Hill, NC</p>	<p>Session 5C: Emissions from Agriculture [concurrent with Sessions 5A and 5B] Auditorium Chairs: John Walker and Ian Rumsey, US EPA</p> <p>10:40 am – 11:05 am ME27 Slurry Funnels with Partial PV Ventilation and Frequent Flushing as a Strategy to Mitigate Emissions from Sows Farms Pablo Garcia, Anders Fellingner, Lise R. Guldberg, Michael J. Hansen, Aarhus University, Aarhus, Denmark</p> <p>11:05 am – 11:30 am ME127 Engineered Windbreak Wall Can Reduce Odor and Ammonia Emissions from Livestock Barns Sanjay Shah, Richard Goforth, Jonas Adell, Proven Robit, North Carolina State University, Raleigh, NC</p> <p>11:30 am – 11:55 am ME94 Significant Underestimation of Broiler House Emission Rates with Static Chamber-Based Methods Huan Chen, Clemson University, SC; Changrong Jiang, Louisiana State University Agricultural Center, Bossier City, LA; Iyouna S. Ro, USDA Agricultural Research Service, SC</p> <p>11:55 am – 12:20 pm ME16 Ammonia and Ammonium Concentrations and Deposition in the Near Fields of Poultry Production Facilities Sam Chon, Chon, Sungsik, Lingling Wang, Li, Lingying Zhao, Amy Anderson, John Claxton, Wei Shi, North Carolina State University, Raleigh, NC</p>	<p>Session 6A: GHG Monitoring – ONG [concurrent with Sessions 6B and 6C] Imperial 123 Chairs: Mery Moun, Colorado State University, and Paul Van Booy, US EPA</p> <p>1:30 pm – 1:55 pm ME72 Quantifying Emissions from a Small Oil Sands Demonstration PV Lake using DP-RTD Measurements coupled with Vertical Radar Plane Mapping Yousaf Taha, Ignacio Gallardo, Ahmad Kja, Randy Rudolph, AECOM</p> <p>1:55 pm – 2:20 pm ME82 A Data-Driven Algorithm for Optimizing Continuous Monitoring Point-Sensor Placement on Oil and Gas Sites Meng Jia, Troy Summers, Dar Hammerling, Colorado School of Mines</p> <p>2:20 pm – 2:45 pm ME93 Assessing the Progress of the Performance of Continuous Emission Monitoring Solutions Under a Single-Blind Controlled Testing Protocol Chiemee Ilwaco, Ethan Emerson, Daniel Zimonek, Adam Duggan, Colorado State University, Fort Collins, CO</p> <p>2:45 pm – 3:10 pm ME102 Detection, Localization and Quantification of Methane Emissions on Oil and Gas Sites Using Point in Space Continuous Monitoring Systems Dorit Hansaring, William Daniels, Meng Jia, Colorado School of Mines</p>	<p>Session 6B: NSEM for Ethylene Oxide [concurrent with Sessions 6A and 6C] Empire ABC Chairs: Megan Macdonald and David Berlowitz, US EPA</p> <p>1:30 pm – 1:55 pm ME10 Ethylene Oxide (EO) Field Ambient Method Evaluation (FAME) Ali Ghipou, Jillian Alton, Ingrid George, US EPA, ORD, RTP, NC; Faith Weldon, Norman Burnett, Jacobs Technology Inc., RTP, NC; Alexis Scott, Eastern Research Group, Nina Warren, Oak Ridge Associated Universities, Oak Ridge, TN</p> <p>1:55 pm – 2:20 pm ME82 Performance Evaluation of CEMS-Based Ethylene Oxide Monitoring Systems for Workplaces and CEMS Applications J.D. Kent, G. Lucic, D. Mikes, J. Arvanitis, K. Baumann, K. Slego, Picoarr Inc, Santa Clara, CA</p> <p>2:20 pm – 2:45 pm ME11 Mobile and Multipoint Process Unit Monitoring of Ethylene Oxide Emissions at a Chemical Facility in EPA Region 7 Eben D. Thomas, Ali Ghipou, Ingrid George, Peter Karber, Megan Macdonald, Wyatt Champion, US EPA, ORD, RTP, NC; Alex Edwards, US EPA Region 7, Lenexa, KS; Josh Oskiers, Volker Schmidt, CleanK Engineering Inc., Pittsburgh, PA</p> <p>2:45 pm – 3:10 pm ME126 Ethylene Oxide Measurements Near a Chemical Facility in Verona, Missouri: Interim Results Alex Edwards, Andy Hawkins, US EPA Region 7 Air and Radiation Division; Adam Zachary, US EPA Region 7 Laboratory Services and Applied Science Division; Mike Davis, US EPA Region 7 Office of Inter-governmental Affairs; Eben Thomas, Ingrid George, Ali Ghipou, Megan Macdonald, US EPA, ORD</p>	<p>Session 6C: Air Toxics/VOC Ambient [concurrent with Sessions 6A and 6B] Auditorium Chairs: Doris Chen, US EPA, and Randy Bowen, EPA</p> <p>1:30 pm – 1:55 pm ME135 Determination of Ethylene Oxide at Ultra-Trace Concentrations in Ambient Air Using EPA Method TO-15A: Optimization of VOC Pre-concentrator and GC/MS Analytical Method Parameters Tarnita Covert, Karen Oliver, Andrew Whitehill, US EPA, ORD, RTP, NC; Carthon Wilberforce, Jacobs Technology Inc., Tallahassee, TN</p> <p>1:55 pm – 2:20 pm ME107 A Ciprogen Free TO-15 Pre-concentrator with No Aural or Background for Measuring Ethylene Oxide at Low Part Per Trillion Levels Daneil B. Cavitts, Tom X. Robinson, Daneil B. Cavitts, John Quintana, Entech Instrument, San Jose, CA</p> <p>2:20 pm – 2:45 pm ME12 Incorporating Ethylene Oxide into TO-15a: Discussion on the Development of the Analytical Method and Efforts to Achieve the Lowest Possible Detection Limit Erica Hadenstein, Market International Inc., Sacramento, CA; Hannah Calder, Laura Miller, Market International Ltd, Bridgend, UK</p> <p>2:45 pm – 3:10 pm ME129 Method TO-15 – Overcoming the Difficulties of Implementing TO-15a in Ambient Air Laboratories Mitchell Howarth, Kyle Ramos, Julie L. Swift, Donna Toddler, Ecorem Research Group, Inc., Montville, NJ</p>
---	---	--	---	---	--

12:20 pm – 1:30 pm
Featured Presentation and Lunch
Empire DE

A Historical Perspective on Black Carbon Aerosols
Dr. Tony Hansen, President, Magee Scientific Co., Lawrence Berkeley National Lab (retired)

3:10 pm – 3:40 pm
Networking Break, Exhibition Viewing, and Poster Viewing
Imperial 4567 & Foyer

CONFERENCE PROGRAM

Technical Program – Thursday, November 16

<p>7:30 am – 12:00 pm Conference Registration Imperial Foyer</p>	<p>7:30 am – 8:30 am Continental Breakfast and Presenter Meeting Imperial 4567 and Session Rooms</p>	
<p>Session 8A: Advances in Underground NG Leak Detection (concurrent with Sessions 8B and 8C) Imperial 123 Chair: Hannah Halliday, US EPA, and Ram Chhainay, Ogeel</p> <p>8:30 am – 8:55 am ME9 Methane Emissions Quantification using Advanced Mobile Leak Detection and EQ Platforms Ahmed Ibrahim, John D. Drumheller, Southern Cross Spans Holdings, Norcross, GA</p> <p>8:55 am – 9:20 am ME11 Using Controlled Subsurface Releases to Investigate the Effect of Leak Variation on Above-ground Natural Gas Detection Mingyue Zhou, R. Siddick, Fanny Chertoussi, Gode Houlihan, Younqi Qiu, Daniel J. Zimmerman, Colorado State University, Fort Collins, CO; Bharat Tans, The University of Texas, Arlington, TX; Kathleen M. Smith, South Methodist University, Dallas, TX</p> <p>9:20 am – 9:45 am ME6 Drastically Reduce Methane Emissions: Accelerate the Detection and Repair of Large Sources Robby Vaughn, Picarro, Santa Clara, CA</p> <p>9:45 am – 10:10 am ME20 Modeling Approach to Quantify a Below Ground Pipeline Leak Using Aboveground Instruments Fanny Chertoussi, Stuart N. Siddick, Dan Zimmerman, Colorado State University, Fort Collins, CO</p>	<p>Session 8B: Advancement in ETO Measurements (concurrent with Sessions 8A and 8C) Empire ABC Chair: Ali Gilgour and Neilson Watkins, US EPA</p> <p>8:30 am – 8:55 am ME57 Vest Ring-Down Spectroscopy Method Validation and OTM Development Josh Childers, Chem-Air Engineering, Inc., Pittsburgh, PA</p> <p>8:55 am – 9:20 am ME97 OE-FTR Field Data Christa Madenka, Kelly McFarland, ThermoFisher Scientific, East Windsor, CT</p> <p>9:20 am – 9:45 am ME115 Speciated Volatile Organic Compound and Ethylene Oxide Emissions from Residential Wood and Pellet Stove Appliances Nina Warren, Oak Ridge Associated Universities, Oak Ridge, TN; Jagjit Garg, Larry Vranec, Edgar Thompson, Peter Karber, Joseph Martin, Michael Hoag, Tanya Fabelo, Amara Holder, Lillian Arias, US EPA, ORD, RTP, NC; Angelina Baulow, US EPA, OHP, RTP, NC; Dye Yang, Jacobs Technology, Inc., RTP, NC</p> <p>9:45 am – 10:10 am ME16 Unreported VOC Emissions from Road Transport Including from Electric Vehicles Leslie Silva, Nathan Hoggens, Syb Technologies, Los Angeles, CA; Samuel Cliff, Ally Lewis, Marvin Chou, James Lee, Stephen Anderson, Jim Hoopes, Ruth Purvis, Amber Yeoman, University of York, York, UK; Michael Flynn, University of Manchester, Manchester, UK</p>	<p>Session 8C: Mobile Source Emissions (concurrent with Sessions 8A and 8B) Auditorium Chair: Eric Weiger, Sonoma Technology, Inc., and Joe Martin, US EPA</p> <p>8:30 am – 8:55 am ME48 Personal Exposure to Particulate Number Concentration in Various Transport Modes During Rush Hour Along a Road Route in Delhi Akash Kumar Singh, Daksh Mehta, Arun Sivaraman, Jawaharlal Nehru University, New Delhi</p> <p>8:55 am – 9:20 am ME1 Variability of Light-duty Vehicle Emissions in Utah County Doreen Sontag, Amber Allen, Brigham Young University</p> <p>9:20 am – 9:45 am ME121 Desorption and Quantification of 6PPD and 6PPD-quinone from Tire Wear Particulate on Quartz Fiber Filters Joseph Martin, US EPA ORD</p> <p>9:45 am – 10:10 am ME16 Unreported VOC Emissions from Road Transport Including from Electric Vehicles Leslie Silva, Nathan Hoggens, Syb Technologies, Los Angeles, CA; Samuel Cliff, Ally Lewis, Marvin Chou, James Lee, Stephen Anderson, Jim Hoopes, Ruth Purvis, Amber Yeoman, University of York, York, UK; Michael Flynn, University of Manchester, Manchester, UK</p>

10:10 am – 10:40 am
Networking Break
Imperial 4567

Technical Program – Wednesday, November 15, cont'

<p>Session 7A: GHG Monitoring – ONG (concurrent with Sessions 7B and 7C) Imperial 123 Chair: Mery Miza and Chienmei Horan, Colorado State University</p> <p>3:40 pm – 4:05 pm ME20 Examining Advancements in Sensor-based Methane Sensors: Reducing Moisture Interference in Stationary Methane Emissions Detection Units Michael Krenck, Field Gas Services, Inc.</p> <p>4:05 pm – 4:30 pm ME25 Comparing Mass and Laser Spectroscopy Technology in Point Sensor Methane for Continuous Monitoring of Methane Emissions Janis Billoe, Sensation Connected Solutions, Switzerland</p> <p>4:30 pm – 4:55 pm ME46 A New Instrument for Ambient Atmospheric Methane Measurement Alan Wilburn, David Borer, Anna Ferganah, Geoff Hershaw, Aeroqual</p> <p>4:55 pm – 5:20 pm ME20 Comparative Performance Analysis of Ground-based Continuous Methane Measurement Systems Dustin Salomon, Al Lashgari, William Folio, Project Canary, PBC</p>	<p>Session 7B: Fugitive and Fenceline NGE (concurrent with Sessions 7A and 7C) Empire ABC Chair: Stephen Jackson and Ali Gilgour, US EPA</p> <p>3:40 pm – 4:05 pm ME17 Towards Application-based Automated Processing of Fenceline Sensor Data Megan McDonald, Ben Thome, Wyatt Chapman, Logixr Geosys, US EPA ORD, RTP, NC</p> <p>4:05 pm – 4:30 pm ME33 Strategies for Geospatial Mobile Monitoring with the DART Alicia Scott, EPC, Morristown, NC</p> <p>4:30 pm – 4:55 pm ME84 Continuous Community Monitoring of Air Quality Around Major Refineries in Los Angeles Area Using Mobile-interactive FTIR and DOAS Julius Samadpour, John Molytuit, Anthony Buresh, Daniel Ruiz, FluSense, Inc., Huntington Beach, CA; Olga Pilevskaya, South Coast Air Quality Management District, Channah Bay, CA</p> <p>4:55 pm – 5:20 pm ME19 Using Multiple Air Detection Methods for Effective Leak Detection and Repair at Refineries Elise Anand, Anil Saggi, Ramon Ojeda, Haldex, Israel; Mark Wicking, Baid, Argon Scientific Africa, Inc., Cape Town, South Africa</p>	<p>Session 7C: Air Toxics, VOC Ambient (concurrent with Sessions 7A & 7B) Auditorium Chair: Randy Bower, EPC, and Davis Chen, US EPA</p> <p>3:40 pm – 4:05 pm ME124 Update on Diffusive Sampling of Volatile Organic Compounds on CarboPac/MSA and CarboPac/MSA STD Andrew F. Winkler, Tamara Couette, Karen Oliver, US EPA ORD, RTP, NC</p> <p>4:05 pm – 4:30 pm ME110 Optimizing EPA Method 225 by Performing Secondary Trapping of TD Tube Recovered Compound Inside of the GCMS Oven Daniel B. Carlini, Daniel J. Cardin, Tom Robinson, Water Hous, John Quintana, Entech Instruments, San Valley, CA</p> <p>4:30 pm – 4:55 pm ME118 Highly Resolved Formaldehyde Measurements in Suburban Outdoor and Indoor Air: Long-term Monitoring of Concentrations and Emission Rates Suitable for Model Validations Katerina Bousmina, Jonathan Brent, Jan Wolski, Juan Carlos Guerrero, Kai Skog, Chris Rella, Joel Arvanitis, Picarro, Inc., Santa Clara, CA</p> <p>4:55 pm – 5:20 pm ME17 Using Remote Gas Chromatography for Continuous Monitoring of Ambient Air Toxics in Communities Yifan Yu, Catalina Tsai, Olga Pilevskaya, Andrea Polidori, South Coast Air Quality Management District, Diamond Bar, CA; Tsang-Kuan R. Chou, Trish Wu, Douglas Chen, Tricontech Corporation, San Jose, CA</p>
---	--	--

11

12

CONFERENCE PROGRAM

Technical Posters

<p>ME02 What's in Your Air Brian White, WW Consulting, LLC</p> <p>ME10 Method TD-15A: When is This the Appropriate Analytical Method? Chris Johnson, Pace Analytical</p> <p>ME11 Advanced Mobile Monitoring Platform Paul Wehner, Health Consultants</p> <p>ME13 Vertically Integrated Greenhouse Gas Measurement Ecosystem Best Management Practices J.R. Ehrhard, Encho Environmental Services, Katy, TX</p> <p>ME16 A Low-Cost Sensor Platform for Mobile Methane Measurements Jonathan Silberstein, University of Colorado at Boulder, Boulder, CO</p> <p>ME28 Proactive Emission Monitoring in Petrochemical Industries: An Expanded Application Case for the Extended Use of FAMS Chung-Liang Tai, Jim-Shao Hsieh, Tsang-Chin Chen, EPA, Executive Yuan, Taiwan; Chi-Pin Li, Yen-Ting Lu, Tao-Hao Kuo, Sirotech Engineering Services, Ltd., Taipei, Taiwan</p> <p>ME31 Characterization of Ambient Hazardous Air Pollutant and Control from Gas Stations Yung-Chen Yen, Shih-Ru Tsai, Industrial Technology Research Institute, Taiwan; ROC; Chung-Liang Tai, Environmental Protection Administration, Executive Yuan, Taiwan; ROC; Wen-Tzu Liu, Chang Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan, ROC</p> <p>ME35 High-Resolution Mobile Community Air Monitoring in Disadvantaged Communities Across New York State Joseph Martin, Dominic Monette, James Lemley, Amanda Tseng, New York State Department of Environmental Conservation, Albany, NY</p>	<p>ME51 A Pilot Study of Hazardous Air Pollutants (PAPs) Network for Next Generation Emission Measurement (NGEM) in Taiwan Hung-Po Hsu, Yen-Chun Chen, Pin-Fei Hsieh, Environmental Protection Administration, Executive Yuan, Taipei, Taiwan; Sh-Yan Li, Heng-Hsi Lin, Chieh-Hsing Wang, National Central University, Taoyuan, Taiwan; Jie-Lin Wang, National Central University and Chinese Environmental Analytical Society, Taoyuan, Taiwan; Wen-Tzu Liu, Chinese Environmental Analytical Society and Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan</p> <p>ME59 Review of Ethylene Oxide Monitoring and Measurements with AROMA-ETO Anthony Miller, John Margolis, Annela Marotta, Michael Arnes, Entanly Environmental, Inc., San Ramon, CA</p> <p>ME91 A Multi-disciplinary Approach to Estimate the Temporal and Spatial Emissions of Fugitive Dust from Desert Area Sources Moumen D. Schroeder, Yohannes T. Yimam, Brian M. Schmidt, Hank Olsby, Formation Environmental, LLC, Sacramento, CA; Jessica Hames, Imperial Irrigation District, Imperial, CA</p> <p>ME111 Reliable Long-Term Sampling into Vacuum Sampling Canisters Daniel B. Carlini, John Quintana, Entech Instruments, San Valley, CA</p> <p>ME112 Advanced Quantification of Methane Emissions Using UAV, Curtain Flux Method and Competition with Flux Chamber Method Ramin Yazdani, Sajjad Karazi, University of California at Davis; Paul Inhoff, University of Delaware; Masafumi Delkash, Delkash Consulting; Mint Karlet, Michael Thoppe, Bridger Photonics, Inc.; Ebadat Hoggings, Stephane Shaw, EPA</p> <p>ME127 Advanced Leak Measurement in Reducing Emissions and Marketing Natural Gas Ankur Kankaria, Ionic Air</p> <p>ME130 Towards UAV-based Monitoring Approach for Landfills Operation and Maintenance Peng Patricia Sun, Syed Zahab Hassan, Jianwan Chen, Delta Research, University of Central Florida, Orlando, FL</p> <p>ME131 Use and Modifications to the Ambient Ion Monitor for use in Source Characterization in Agricultural Environments Philip J. Shaw, USGS AIG, Bowling Green, KY</p>
---	---

Posters will be on display in the Imperial Foyer to view during networking breaks throughout the conference!

14

Technical Program – Thursday, November 16, cont'

<p>Session 9A: Advancements in GHG Mobile Monitoring Platforms (concurrent with Sessions 9B and 9C) Imperial 123 Chair: Auricle, Marotta, Entanglement Technologies, and Hannah Halliday, US EPA</p> <p>10:40 am – 11:05 am ME4 Towards Understanding Methane Emission Uncertainties from Datasets Simulating UAV-mounted TDLAS in-situ Measurements Nyle Davison, Abigail Corbett, Brandon Smith, Peter Barber, Iain Cooper, SeeQOps, Inc.</p> <p>11:05 am – 11:30 am ME4 Industrial GHG Emissions Monitoring from In-situ Methane and CO2 Concentration Measurements On-board an Unmanned Aerial Vehicle Leahic Donnet, Catherine Audry, Olivier Ventre, Florent Pireaux, Abel Meunier, Nicolas Galès, Loren Ousemans, Rachel Levi, Theo Hirth, Caroline Cantano Urbic, Nicolas Huret, Total Energies, OneTech France; Elinor Jolly, Jean-Louis Bonne, Nicolas Duménil, Armand Bagnard, Nicolas Chauvin, Julien Couzin, Thomas Decarpentier, Reims University</p> <p>11:30 am – 11:55 am ME26 Drone Based Measurements of Emissions of CH4 in Industrial Applications John Mellgren, Vladimir Conde, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden; Samudh Ranaivohar, Samuel Brodeur, Pontus Andersson, Brian Offenberg, Jeter Samadpour, FluSense AB, Gothenburg, Sweden</p> <p>11:55 am – 12:20 pm ME17 Site Level Continuous Emission Monitoring Based on Optical Gas Imaging Ram Chhainay, Ogeel</p>	<p>Session 9B: Air Shed Measurements and Analysis (concurrent with Sessions 9A and 9C) Empire ABC Chair: Neilson Watkins and Andrew Whitehill, US EPA</p> <p>10:40 am – 11:05 am ME50 Observations of Volatile Organic Compounds and Nitrogen Oxides at Carlsbad Camerra National Park: Source Attribution and Impacts on Ozone Formation Andrey Marinov, Da Pan, Yong Zhou, Amy B. Sullivan, Lillian E. Nominé, Ilana B. Pollack, Juliette F. Anonzo, Colaborators: Emily F. Fischer, Bradley C. Sive, Jeffrey L. Collett, Jr., Colorado State University, Fort Collins, CO; Anthony J. Prenni, B. R. A. Schofield, Colorado State University and National Park Service, Air Resource Division, Lakewood, CO; Katherine B. Benedict, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM</p> <p>11:05 am – 11:30 am ME4 A Deep Dive into Next Generation BTX: Ambient Air Monitors Jason C. Schroeder, Pamela Rigler, Derek Price, Heather McIntyre, Jon Kinney, Colorado Department of Public Health and Environment</p> <p>11:30 am – 11:55 am ME36 Using a Spatial Gasifier Network to Determine Source Contributions and Local Emission Rates of Methane and Volatile Organic Compounds Jeffrey L. Collett, Jr., Emily Lachmann, Weixin Zhang, F. Ting Ku, Da Pan, Yong Zhou, Colorado State University, Fort Collins, CO, Brent Buck, Morgan Fratzer, Ajan Analytics, Fort Collins, CO</p> <p>11:55 am – 12:20 pm ME8 Estimating Local-scale Impacts of Air Pollution Sources Using High Time Resolution Measurement Data Janet Burke, US EPA ORD, Durham, NC; Ronald Henry, University of Southern California (retired), Los Angeles, CA; Will Wetzel, Missouri Department of Natural Resources, Jefferson City, MO; Katherine Hale, Scott Hamilton, US EPA Region 5, Chicago, IL; Charles Scarborough, Crystal McCombs, Sonoma Technology, Petaluma, CA; Tim Hanley, Neilson Watkins, US EPA OAR, Durham, NC</p> <p>12:20 pm – 12:45 pm ME138 Resolving Pitfalls in Nitrogen Dioxide Measurements Charles Odian-Arshar, GlobalAnalyzer Systems Ltd</p>	<p>Session 9C: Data Quality and Quality Assurance (concurrent with Sessions 9A and 9B) Auditorium Chair: Joe Martin, US EPA, and Eric Wisniewski, Sonoma Technology, Inc.</p> <p>10:40 am – 11:05 am ME55 Development of an Efficient Method for Trace-level Analysis of Ozone Depleting Substances in Ambient Air Lian Zhou, Zhichao Liu, Yujin Liu, Shuai Wu, Qingyu Zhang, Sheng Lian, Gesheng Dai, Metech Instruments, Inc.</p> <p>11:05 am – 11:30 am ME01 An Improved Approach to Analysis of Air Quality Data David R. Weiss, USDA Forest Service, Riverside, CA; Javier Palomares-Rodriguez, University of Girona, Girona, Catalonia, Spain</p> <p>11:30 am – 11:55 am ME25 A Remote Calibration Methodology for Urban Air Sensor Networks Loren F. Weisner, Geoff S. Henshaw, David E. Williams, Aeroqual</p> <p>11:55 am – 12:20 pm ME30 Performance Evaluation of VOCs and PM 2.5 Low Cost Sensors in Harris County, TX Lorena Suci, Bradley Flowers, AECOM Technical Services Inc., Houston, TX</p>
--	---	--

13

第三章 考察內容重點整理

3.1 參訪南加州空氣品質管理局

美國加州南岸空氣品質管理局 (South Coast Air Quality Management District, 以下簡稱 SCAQMD) 管制區包括橘郡(Orange County)的全部, 以及洛杉磯(Los Angeles)、聖貝納迪諾郡(San Bernardino County)、河邊郡(Riverside County)市區, 涵蓋面積 10,743 平方英里, 區域人口有 1,650 萬(約占加州人口的一半, 為美國排行第二之人口密集都市)。

SCAQMD 為加州的地區空氣品質管制當局之一, 負責有關該地區固定污染源管制工作, 主要固定污染源包括大型電廠、煉油廠、礦場及加油站等, 其主管 25,000 個排放許可, 全區內設有 30 個空氣品質連續監測站, 民眾可依據監測數據瞭解當地空氣品質狀況。

SCAQMD 近年來持續制定管制法規, 以減少各種污染源之排放, 包括特定工業製程、塗料和溶劑等消費性商品。並訂定各類行業別排放管制規定, 落實許可證管理, 以確保符合空氣品質規定。另透過推廣低排放量和清潔燃料型運輸工具、制定引擎/汽車改裝規定及研究使用氫燃料、燃料電池、充電式油電混和車技術研發, 以推動移動污染源之氮氧化物減量。另在實施「清潔環保」計畫方面, 倡導和促進可持續的實務策略, 例如倡導綠色建築、鼓勵利用太陽能, 並減少能源、水源使用和對環境之不利影響。

自從加州陸續通過環境正義相關法案(AB617 及 Rule1180)後, SCAQMD 除延續先前執行有害空氣污染物暴露研究(Multiple Air Toxic Exposure Study, 以下簡稱 MATES), 加強推動對於劃分為環境正義社區之污染監測(如社區空氣毒物調查(Community Air Toxics Investigation, CATI))及減量, 並與當地民眾加強溝通及解決問題, 以使弱勢族群之環境權益獲得保障。

3.1.1 固定污染源有害空氣污染物管制規範及許可制度

SCAQMD 對固定污染源有害空氣污染物管制, 主要於 SCAQMD 規章 XIV (Regulation XIV Toxics and Other Non-Criteria Pollutants)下訂定, 共有 28 項法規(Rules)。一般性管制要求於「Rule 1401 新設排放源有害污染物審核」(New Source Review of Toxic

Air Contaminants) (簡稱新設源 HAPs 規則) 及「Rule 1402 既存排放源有害空氣污染物控制」(Control of Toxic Air Contaminants from Existing Sources) (簡稱既存源 HAPs 規則) 等二項規則訂定；再搭配訂定各行業別標準(Rule 14XX 系列)，以減量技術基準管制行業排放。

與有害空氣污染物相關之許可要求規定，於 Rule 1401 新設源 HAPs 規則及 Rule 1402 既存源 HAPs 規則有說明，並與許可規章 II (Regulation II Permits, Rule 2XX 系列) 及 Title V 許可規章 XXX (Regulation XXX Title V Permits, Rule 30XX 系列) 連結。

1. 新設、搬遷或變更之許可單元(Rule 1401)

Rule 1401 新設源 HAPs 規則最早於 1990 年通過，最新修正為 2017 年；任何新設(new)、搬遷(relocation)或變更(modified)之許可單元(permit unit)若排放表列的有害空氣污染物(HAPs)就須符合此法訂定的健康風險要求。若此許可單元(permit unit)之健康風險評估結果可能會超過表 3-1 所列風險限值(risk limits)，管理局應拒絕發給許可證(Executive Officer shall deny the permit)。

由表中可見採行有害空氣污染物最佳可行控制技術(T-BACT)的設施之健康風險限值較高，而 T-BACT 不是只單一種技術而是一個評估程序。許可審查小組透過蒐集相似操作程序採用的最新技術進行個案分析，來決定此設施使用的控制技術是否可被認定為 T-BACT。

在此規則(Rule 1401)，許可單元(permit unit)是指(1)可能導致或控制空氣污染物排放並需要根據 Rule 201 及/或 Rule 203 獲得書面許可證(written permit)的任何物品(article)、機器(machine)、設備(equipment)或其他裝置(other contrivance)或其組合(combination)。(2)對於已核發設施許可證(facility permit)或 Title V 許可證的**設施(facilities)**，此規則(Rule 1401)的**許可單位**是指任何可能導致或控制空氣污染物排放並根據 Rule 201 及/或 Rule 203 要求須有書面許可證(written permit)但未含在設施許可證(facility permit)或 Title V 許可證的任何物品(article)、機器(machine)、設備(equipment)或其他裝置(other contrivance)。(3)對於公立污水處理操作(publicly-owned sewage treatment operations)，於此設施多個程序許可單元(multi-process permit units)內的每個程序(each process within multi-process permit units at the facility)應被視為單獨的許可單元。

在此規則(Rule 1401)，設施(facility)是指位於空品區內一處或多處相鄰房產

(contiguous properties)上的任何許可單元(permit unit)、許可單元組(grouping of permit units)或其他空氣污染物排放活動(other air contaminant-emitting activities)，且為實質相鄰或僅被公共道路(public roadway)或其他公共通行權(other public right-of-way)分開，並由同一人(或具相同行政管理權的人)擁有或經營。

表 3-1、Rule 1401 新設、搬遷或變更之許可單元之風險限值

健康風險項目*	健康風險限值(risk limits)
(1) 累計增加之最大個體致癌風險(MICR) [說明]此許可單元(permit unit)排放所有 HAPs 最大個體致癌風險(MICR)之加總	於任何受體點 • 未採 T-BACT $\leq 1 \times 10^{-6}$ • 採 T-BACT $\leq 10 \times 10^{-6}$
(2) 致癌負荷(cancer burden) [說明]以此許可單元(permit unit)排放之所有 HAPs 最大個體致癌風險(MICR)之加總值來計算 ($\Sigma \text{MICR}_i \times \text{影響人口數}$)	於任何受體點 ≤ 0.5
(3) 累計增加之總慢性危害指數(total HIC) [說明]此許可單元(permit unit)排放所有 HAPs 排放量對任何器官別慢性危害值之加總	於任何受體點 ≤ 1.0
(4) 累計增加之總急性危害指數(total HIA) [說明]此許可單元(permit unit)排放所有 HAPs 排放量對任何器官別急性危害值之加總	於任何受體點 ≤ 1.0

* 最大個體致癌風險(MICR)：Maximum Individual Cancer Risk；慢性危害指數(HIC)：Chronic Hazard Index；急性危害指數(HIA)：Acute Hazard Index

2. 既存排放源(Rule 1402)

Rule 1402 既存源 HAPs 規則最早於 1994 年通過，最新修正為 2016 年；適用

對象為(1)管理局已公告(notified)須提出「有害空氣污染物排放申報」(Air Toxics Inventory Report)、「健康風險評估」(Health Risk Assessment)、「風險降低計畫」(Risk Reduction Plan)或屬於 AB2588 有害空氣污染物熱點法案(the Hot Spots Act)之任何設施(any facility)；(2) 總設施排放量所致影響可能會超過(≥)管理局依本規則批准的健康風險評估通知風險水準的任何設施(any facility)。

在此規則(Rule 1402)，設施(facility)是指位於空品區內一處或多處相鄰房產(contiguous properties)上的任何許可單元(permit unit)、許可單元組(grouping of permit units)或其他空氣污染物排放活動(other air contaminant-emitting activities)，且為實質相鄰或僅被公共道路(public roadway)或其他公共通行權(other public right-of-way)分開，並由同一人(或具相同行政管理權的人)擁有或經營。另若許可單元組位置較遠且連接陸地上僅有輸送管道，則此許可單元組不該視為一個設施。

Rule 1402 既存源 HAPs 規則透過訂定總設施排放量(total facility emissions)所致最大個體致癌風險(MICR)、致癌負荷(cancer burden)、非致癌慢性危害指數(HIC)及急性危害指數(HIA)等規定限值(specifying limit)來減少既存排放源有害空氣污染物所致健康風險。既存源總設施排放量所致 MICR、致癌負荷、HIA 及 HIC 若超過表 3-2 所列行動風險值(action risk level)，管理局可要求設施提出健康風險降低計畫(Risk Reduction Plans)，或提交有害空氣污染物排放清冊(此為針對熱點計畫中未提出整場有害空氣污染物排放清單之設施)。

表 3-2、Rule 1402 既存設施之風險值

既存排放源之總設施排放量所致	行動風險值(action risk level)
(1)最大個體致癌風險(MICR)	於任何受體點：25 x 10 ⁻⁶
(2)致癌負荷(cancer burden)	於任何受體點：0.5
(3)總慢性危害指數(total HIC)	於任何受體點及任何器官別：3.0
(4)總急性危害指數(total HIA)	於任何受體點及任何器官別：3.0
(5)鉛濃度	於任何受體點：NAAQS (空品標準值)

3. 有害空氣污染物納入許可之做法

SCAQMD 以許可(Permit)為基準納入有害空氣污染物(HAPs)管制項目。針對 HAPs **重要污染源(Major Source¹)**，於第一次申請許可或首次納入許可證時，須全面檢測該設施(facility)可能的 HAPs 物種，可能會排放的 HAPs 物種由其他相似製程的經驗獲得，並依風險評估結果列出會造成重大衝擊影響之 HAPs 物種(high potential species)。後續若製程無改變，則僅對造成重大衝擊之 HAPs 物種進行檢測，並以 5 年為一周期(cycle)，每周期進行 1-2 次重要 HAPs 物種檢測。新設源必須過排放檢測(source testing)來獲得物種排放資料以及排放係數。

當各級政府(聯邦/州/地方)新增有害空氣污染物法規或聯邦環保署(US EPA)加嚴空氣品質標準(如：鉛)時，會透過許可要求相關工廠/設施進行檢測並增加空氣污染防制設備(APCD)，以控制 HAPs 排放量；許可內容也會保留管理局要求設施重作健康風險評估(HRA)的權利。

基本上許可證為每五年更新(renew)一次，若工廠/設施五年內無違規，法規亦無變動，AQMD 公告許可證初稿(draft permit)，若屬 HAPs Major Source 之許可，該許可證初稿會送給該設施周界 1000 英尺內民眾，進行民眾告知(public notice)，民眾可於 30 天內向 AQMD 提出意見。此外，在 5 年期間內，若有(1)加嚴或新增相關法規、(2)設施內製程有局部修正、(3)設施有連續違規等情形，AQMD 可要求修改許可證內容；若該設施為重新操作(re-open)或有新增製程，則須重新審閱許可內容，並進行許可證更新。圖 3-1 為 SCAQMD 對 HAPs 重要排放源之許可證修改或更新條件圖。

獲得許可的設施需保留相關紀錄，例如原料購買紀錄、使用紀錄、製程操作溫度/壓力紀錄、防制設備操作紀錄...等等，以展現或證明其原物料使用量或操作條件等並沒有超過申請許可時的資料²。SCAQMD 稽查員會依據許可登載資料來確認該設施是否符合相關規定。例如噴塗房(Spray Booth)的許可證會登載含有害空氣污染物溶劑的允許使用量(每日使用量)，業者須提出證明以證實實際使用量沒有超過許可量，稽查員則會進行業者資料檢視以及於現場審視。含有害空氣污染物溶劑的允許使用量會以 SDS 資料的溶劑成分含量，並取保守值以最大含量比例計算該

¹ 依美國聯邦環保署定義，重要污染源(Major Source)為單一 HAPs 物種年排放量超過 10 公噸以上之污染源，或表列 HAPs 物種混合排放量每年超過 25 公噸以上之污染源。

² 申請許可時的排放量為潛在可能的排放量(Potential to Emit, PTE)，不是實際排放量。

物種排放量，並由允許風險值來計算此廠場可以允許的溶劑使用量。

在許可的審查及核發工作，SCAQMD 依轄區內污染源特性將許可部門分為多個小組，例如煉油廠、塗裝/印刷、電鍍、化學品製造等等，實際參與許可審查的人員約有 120 人。因許可涉及不同設施/製程特性，因此，許可證的審查無法制定單一的審核準則或 SOP，主要是靠許可部門的各小組成員累積經驗及資料；因此，小組成員資歷甚為重要。一般而言，具 5 年以上經驗的工程師可負責許可資料或健康風險評估的初審；具 10 年以上經驗的資深工程師可覆核許可資料或健康風險評估資料；具 15 年以上經驗的部門主管可核准無爭議之小型排放源許可資料或健康風險評估資料(無須進行民眾告知)；經理級人員才可進行 HAPs 重要污染源之核准，並須公告徵求意見。一般而言，重要污染源的許可審查時間可由 6 個月到 18 個月不等，依污染源複雜程度而定。

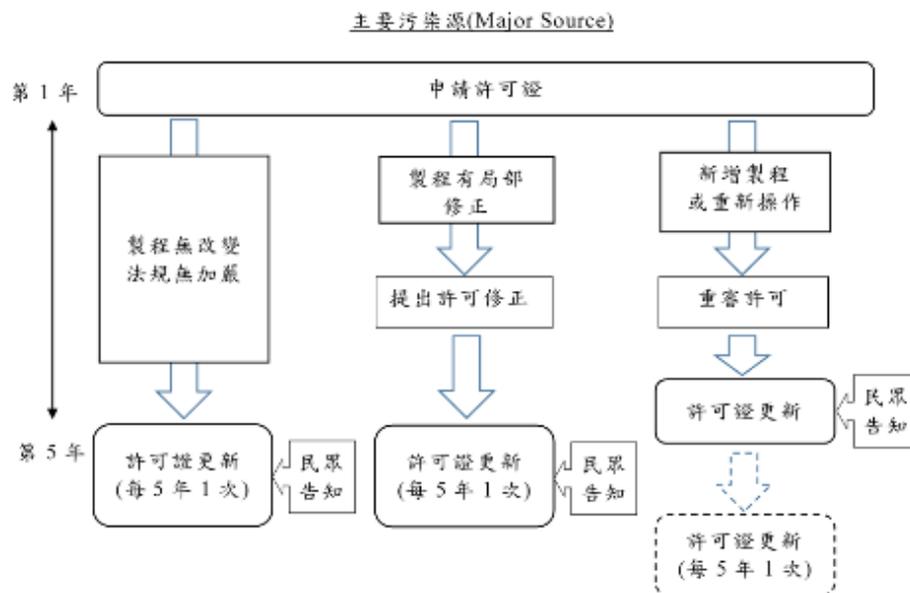


圖 3-1、SCAQMD 對 HAPs 重要排放源之許可證修改或更新條件

3.1.2 社區健康保護計畫與監測(AB 617)

美國加州州議會於 2017 年 7 月通過眾議員 Cristina Garcia 提案的「Assembly Bill 617 Nonvehicular air pollution-criteria air pollutants and toxic air contaminants」法案(簡稱 AB 617 法案)，要求訂定全州策略降低弱勢社區(disadvantaged communities)之有害空氣污染物及基準污染物，保護社區健康。加州空氣資源局(CARB)為 AB 617 法案主責機關，要求加州各空品區的管理局採取行動以降低在「環境正義社區³」之基準污染物及有害空氣污染物；SCAQMD 則於法律授權下，因應州級要求，於轄區內推動「社區空氣保護計

³ 環境正義社區是指受到不成比例空氣污染危害之社區，多為相對弱勢社區。

畫”(Community Air Protection Programs, CAPP), 並成立”多元、公平與包容性辦公室”(DEI) 專責執行此計畫。

AB 617 法案之主要項目包括以下：

1. 社區空氣監測計畫(Community Air Monitoring Plans, CAMP)

蒐集空氣監測數據，作為篩選受影響區域優先順序、研訂社區排放減量計畫(CERP)之基礎，以及 CERP 施行後減量成效之追蹤指標；所獲得之相關監測數據必須與民眾及 CARB 共享。

2. 社區排放減量計畫(Community Emissions Reduction Plans, CERP)

SCAQMD 依據最新的空氣監測數據、當地的污染源特性等資料，篩選出受影響最嚴重的社區，並確定重點污染源，以量身訂做排放減量計畫，減少社區所承受之空氣污染；居民則可針對如何選出應進行 CERP 之社區提出建議。

3. 清淨技術投資(Clean Technology Investments)

主要為社區空氣保護計畫之誘因措施(CAPP Incentives)；由加州政府提供預算鼓勵/促使新技術發展，推動各種誘因計畫(incentive program)。自 2017 年起，CARB 提供 SCAQMD 約 3.7 億美元用於此項目；例如”清潔技術卡車貸款計畫”(Clean Technology Truck Loaner Program), 鼓勵居住在 AB 617 社區之老舊中型/重型道路柴油卡車車隊嘗試零排放技術(zero emission technology), 此計畫允許柴油卡車車隊的擁有者(車主)及經營者可在不承諾購買完整卡車(full-scale truck purchase)的情形下獲得卡車貸款，來確定零排放技術適用性。SCAQMD 自 2021 年起開始構思此計畫，於 2022/4 至 2023/3 送 CARB 審閱/修改並核准，預計於 2024 年春季正式推動執行。

4. 最佳可行改造技術(Best Available Retrofit Control Technology, BARCT)

BARCT 資料提供予 CARB 進行彙整以建立資料庫。社區排放減量計畫(CERP)之訂定可參考 BARCT 之資料庫，選用適當之控制技術，進行污染控制，以減少當地污染情形。

5. 取得排放數據的簡易途徑(Easier Access to Emissions Data)

利用網頁、手機應用程式(APP)等等方式，使民眾容易獲得該社區之排放監測數據。

當某一社區被選定為 AB 617 社區後，SCAQMD 會在各個社區協助成立”社區指導委員會”(Community Steering Committee, CSC), 並扮演諮詢顧問團的角色，使 CSC 運作；社區居民則透過社區指導委員會(CSC)參與社區計畫。社區指導委員會(CSC)的組成成員包括積極的居民及社區領袖(Active residents and community leaders)、社區組織(Community organizations)、當地企業主或勞工(Local business owners or workers)、當地土地利用主管機關(Local Land use authorities)、政府機關(即 SCAQMD)等；CSC 的工作

為包括(1)提供社區空氣監測以及排放減量計畫的指引策略、(2)辨識空氣污染議題、(3)於辨別社區時提供必要資訊、(4)追蹤進展。

SCAQMD 由多元、公平與包容性辦公室(DEI)之成員為主安排 CSC 會議(基本上為實體會議，疫情期間則因應防疫為視訊會議)，依每次會議目的安排議程、準備資料、安排講者等等，並由政府機關說明官方調查掌握之空氣監測情形、整合污染源/污染物分析結果、減量策略及方案等等，居民則參考政府資料研析結果，提出在地觀察及關注污染源，透過一系列 CSC 會議的交流討論聚焦獲得每次會議討論問題之共識在會議上提出討論。考量加州社會結構為多元種族，為使 CSC 會議能得到充分的溝通及共識，SCAQMD DEI 辦公室會視該社區人口之主要種族，由墨西哥裔、韓國裔、華裔等等之同仁搭配英文及外語進行會議，希望以相同文化及語言以促進溝通，更重要的是建立”信賴感”，讓民眾確實感受到政府是會”聆聽”並跟民眾站在一起的；此外，CSC 會議全程皆有直播錄影，並放至社群平台(如 SCAQMD 之 Your Tube)，資訊皆公開讓民眾知曉。

3.1.3 有害空氣污染物暴露研究(MATES)

有害空氣污染物暴露研究(Multiple Air Toxic Exposure Study, MATES)為 SCAQMD 為瞭解轄區內有害空氣污染物濃度及健康風險貢獻之調查研究計畫；自 1986 年起展開執行，迄今已完成 5 期計畫，並規劃第 6 期計畫。針對 MATE V 及 MATE VI 之內容概要說明：

1. **MATE V**：於 2018 至 2019 年執行監測，10 個測站位置略有微調，但仍接近原 MATES III、IV 測站位置，以延續進行結果比較。MATES V 監測結果顯示 HAPs 致癌風險較 2012 年降低約 50%，但整體風險質仍高；柴油微粒(diesel particulate)仍為總體風險重大貢獻者。港區內及周圍為高致癌風險值區域；貨物集散地以及主要公路也呈現較高致癌風險。由於 2017 年起 AQMD 導入環境正義計畫，開始針對社區加強監測⁴，MATES 測站監測濃度與 EJ 社區濃度比較，EJ 社區之 HAPs 濃度值雖有降低，但仍高於空品區的平均濃度。慢性非致癌健康影響第一次納入 MATES 估算，砷為慢性非致癌風險之主要貢獻物種。
2. **MATE VI**：於 2023 年開始規劃，先向全美徵求 20 位技術顧問專家小組 (Technical Advisory Group, TAG)的意見；重點將為著重在幾個工作：(1)擴充 2 個鄰近道路測站進行量測(10個固定式測站+新增2個鄰路測站)、(2)於 Coachella Valley (一直有呈現較高致癌風險值)擴大監測、(3)進行全面的污染源解析，以掌握 HAPs 排放來源，並找出空品區內風險的來源，以黑碳(BC)取代元素碳(EC)做為柴油微粒的標記、(4)於 10 個監測點導入環氧乙烷(EtO)量測，並依據 OEHHA 評估之環氧乙烷毒理資料進行風險分析，EtO 有可能會成為新的致癌風險貢獻物種(單位致癌風險值即低)、(5)持續改進排放清冊及空氣品質模式、(6)針對剎車皮及輪胎磨損(brake and tire wear)所致粒狀物進行初步研究，瞭解產生的粒狀成份(文獻相關資訊很少)。MATE VI 預計於 2024 年取得儀器並測試，於 2025 至 2026 年執行空氣監測(air monitoring campaign)，2026-2027 年分析所得監測數據及空品模擬數據；2027-2028 年提出 MATES VI 結果報告以及線上互動式數據視覺化工具(Online Interactive Data Visualization Tools)。

⁴ 即前述之環境正義社區

3.1.4 有害空氣污染物熱點法(AB 2588)

有害空氣污染物熱點法(AB 2588)為加州空氣資源局(CARB)管制有害空氣污染物之重要法案之一，與 1987 年訂定；AB 2588 對固定污染源設施(facility)要求(1)需申報特定空氣污染物之類型並定量、(2)辨識對地區具衝擊的重要優先設施(facilities)、(3)重要污染源需估算潛在的健康風險值、(4)高風險潛勢污染源($> 10 \times 10^{-6}$)需通知民眾、(5)重大風險須降低，高風險潛勢污染源須提出“風險降低計畫”。AB 2588 要求內容於 SCAQMD 是透過 Rule 1402 來執行，與許可制度結合，要求於許可證明列於該廠場之許可內容；另。透過執行 AB 2588 要求排放量申報，使 AQMD 易於檢視有害空氣污染物種於空品區內的排放及濃度情形，並透過自願減量促成更多 HAPs 減量進而降低風險值。

年排放申報計畫(Annual Emission Reporting program,AER)為 AB 2588 重要的基礎。固定源（點源及面源）排放清冊由 AQMD 年排放申報計畫(AER)所得資料統整獲得，AER 主要針對固定源要求進行空氣污染物（基準污染物及有害空氣污染物）排放量申報；AQMD 負責執行審查工作，確認申報資料正確性，所獲資料彙整後再交給 ARB 統整成全州的排放資料。申報資料正確性除由工程師就申報資料內容抽查外，並藉由 AQMD 人員至現場稽查確認排放情形。

排放量為後續估算環境濃度或研訂管制措施之基礎，因此相關計算方式應予以標準化，宜由環保主觀機關提供準則以供業者遵循。針對 HAPs 排放計算建議包括：

1. 提供預設之排放量計算方法供參考，同時保留讓業者自行計算之彈性，業者可自行選擇要使用預設排放係數或是根據管道檢測結果所建置之係數；然而主管機關進行稽查時，得選用較高值去評估是否符合標準
2. 排放量計算可採建議排放係數值及業者自廠係數二種方式；可要求業者在標準正式實施、需更換許可證時，進行一次全面性的排放調查(管道檢測)，後續在未改變相關操作程序、原物料的前提下，未檢測到的物種，則可不需要進行排放量計算及法規符合度評估。應不定期檢討預設排放係數的適用性：業者管道檢測結果可作為修正預設排放係數之參考。排放係數的來源包括：污染源檢測結果、安全資料表(SDS)、質量平衡、AP-42/CATEF、CARB 特定指紋特徵資料、SCAQMD 之 BACT 指引、SCAQMD 訂定規則(rule)或許可限值(permit limits)。
3. AB 2588 係不區分排放規模，所有固定污染源都應納管；但考量行政負擔可將排放源區分優先性依序推動。排放達一定規模以上之大型排放源為第一優先對

象，中型排放源其次，最後為加油站、金屬加工廠、鈹金廠等特殊小型排放源；關鍵工作為排放量掌握，以篩出納管排放規模及對像。

3.1.5 清淨空氣技術研究與發展

於環境正義相關計畫中亦包括推動清淨技術來改善空氣污染物，SCAQMD 陸續推動許多誘因計畫（或稱激勵計畫, incentive program），其中最著名為自 1998 年起推動的 Carl Moyer Program (CMP)⁵，由校車(school bus)開始提供資金，鼓勵柴油引擎透過改裝或更換為更新及更清潔的引擎（例如電動化），以達到超出法規規定的要求，達成額外的 NOx、PM 及反應性有機物排放，以落實清淨空氣的目標；此計畫至目前仍持續提供資金，推動清潔卡車。

SCAQMD 推動的誘因計畫主要與移動源相關，包括以下

1. 福斯汽車環境調適信託基金(Volkswagen Environmental Mitigation Trust funding)：由福斯汽車排放造假事件違規的罰款為經費，推動電動卡車的研發；屬於提供給商業、組織、政府機構等事業單位的誘因。
2. 清潔校車(Clean School Buses)：以推動低排放校車為宗旨，用新的替代燃料或零排放校車取代舊有柴油引擎校車，降低學童接觸柴油引擎排放之致癌污染物；屬於提供給學校單位的誘因。
3. 商用電動除草及園藝機具交換計畫(Commercial Electric Lawn & Garden Equipment Exchange Program, eL&G Program)：針對非道路移動源(offroad)的誘因計畫，將老舊污染嚴重使用汽油或柴油為動力來源的商用除草及園藝機具更換為新的零排放電池電動商業級機具。除草/園藝業者、組織、地方政府、學校都可申請參與，必須報廢一台仍在使用操作的汽/柴油機具，來獲得更換為電池動力機具的優惠券，可於購買全新電動機具獲得折扣（最多達 85%折扣），若購買的是改裝或翻新的機具則不能使用此優惠券。報廢機具由零售商送至指定拆除業者進行永久性的銷毀，避免報廢機具重新回到市場上。
4. 家用電動除草機折扣計畫(Residential Electric Lawn Mower Rebate Program)：除商用除草機外，亦有提供家用除草機（個人）的誘因計畫，程序與商用除草機相同，差別在於適用者為一般居民（消費者）。

⁵ Carl Moyer Program 以 Dr. Carl Moyer 命名，表彰他在改善空氣品質方面所做貢獻

5. 更換您的座駕(Replace Your Ride)：為針對個人提供的誘因計畫，適用於居住在 SCAB 的低收入戶，提供優惠券用以(1)購買先進技術車輛，如電動車、混合動力車；(2)購買符合較新排放標準的燃油車輛(指定年分)；或(3)獲得汽車共乘券或大眾運輸工具通行證等較乾淨交通或移動方式，來取代個人擁有的高污染車輛。優惠券金額會視更換的車輛類型進行估算，以零排放車輛而言，可獲得 9,500 美元（現提高至 12,000 美元）。
6. 與社區空氣保護計畫(AB 617)相關之誘因計畫
 - (1) 清潔技術卡車貸款計畫”(Clean Technology Truck Loaner Program)
 - (2) 公/私立學校空氣濾網誘因措施(Public / Private School Air Filtration Incentives)：提供資金給位於 AB 617 社區的學校（K-12、日托中心、學前教育機構、圖書館等等）⁶申請安裝及維護空氣過濾系統，降低學童接觸空氣污染物的機會。
 - (3) 家用空氣濾網誘因措施(Residential Air Filtration Incentives)：提供資金給位於 AB 617 社區的居民，可獲得攜帶式空氣過濾裝置及更換過濾器，以降低住宅暴露在粒狀物的機會；目前適用於 East Los Angeles, Boyle Heights, West Commerce and Eastern Coachella Valley 等四個 AB 617 社區。

除既有推動之計畫外，SCAQMD 刻正研議相關研發技術的補助，特別是技術發展至 TRL 8⁷的技術為優先。另也針對未來可能的先進技術給予補助，如：氫氣火車（跨州合作）、電動推土機、電動船等等。

3.1.6 SCAQMD 空氣檢測實驗室參觀

SCAQMD 實驗室參訪重點彙整如下：

1. 粒狀污染物

粒狀污染物樣品濾紙是在符合聯邦環保署要求的恆溫恆濕秤重室內進行調理（環境控制秤重室），因為溫度會影響揮發物，濕度會影響採樣濾紙上的水氣，為獲得準確的粒狀物質量濃度，如對 PM_{2.5} 空間溫度為 20-23°C 以及濕度為 30-40 % 相

⁶ K-12 為 Kindergarten to grade 12 (12 年級)；相當於我國的幼稚園、小學、國中至高中

⁷ TRL 8 是指此技術已完成測試或示範的實際系統並通過試驗具運行能力

對濕度間（圖 3-2）。SCAQMD 每年約處理 6,000 個粒狀物濾紙；因為是在符合聯邦環保署要求的實驗室進行，因此，量測所得粒狀物質量濃度可用於與聯邦及加州政府訂定的空氣品質標準比較，並掌握各測點粒狀物趨勢分析。

於此房間內並放置圖片呈現加州南岸空品區內測站之粒狀物濃度監測結果（圖 3-3），清楚呈現各測點區域可能之粒狀物濃度特性；例如於洛杉磯港測站（圖 3-3 左上位置），濾紙採集到的粒狀物顏色偏黑，質量濃度值為 68 ug/m³，於沙漠地帶之 Indio 測站（圖 3-3 右下位置）濾紙採集到的粒狀物顏色偏白，質量濃度值為 77 ug/m³，顯示二地之粒狀物成分不同，港區採集到的微粒成分主要為柴油微粒，元素碳較高；沙漠區採集到的微粒成分主要為地殼元素(塵粒)。

SCAQMD 實驗室另配有掃描電子顯微鏡搭配能量散射 X 光光譜儀(scanning electron microscope with energy dispersive x-ray spectroscopy, SEM/EDX)來觀察微粒的形狀及成分（圖 3-4），用以建立不同來源的微粒特徵，並建成資料庫(圖譜)，例如迪士尼煙火塵埃、金屬加工程序機具產生的粉塵、柴油引擎燃燒尾氣產生之柴油微粒等等，可提供與相關採集所得粒狀物樣品所得圖譜比對，藉以判斷可能的粒狀物來源。

**USEPA and European
Filter Conditioning Requirements**

• USEPA PM-10	• USEPA PM-2.5	• EN12341 PM-10
- Temperature range • 15 to 30 deg C	- Temperature range • 20 to 25 deg C	- Temperature range • 20 deg C
- Temperature control • +/- 3 deg C	- Temperature control • +/- 2 deg C	- Temperature control • +/- 1 deg C
- Humidity range • 20 to 65% RH	- Humidity range • 30 to 60% RH	- Humidity range • 50% RH
- Humidity control • +/- 5% RH	- Humidity control • +/- 5% RH	- Humidity control • +/- 2% RH
- Conditioning period • At least 24 h	- Conditioning period • At least 24 h	- Conditioning period • 48 to 72 h

圖 3-2、放置於環境控制秤重室之粒狀物調理條件要求



圖 3-3、SCAB 各測站粒狀物(PM_{2.5})濃度監測結果

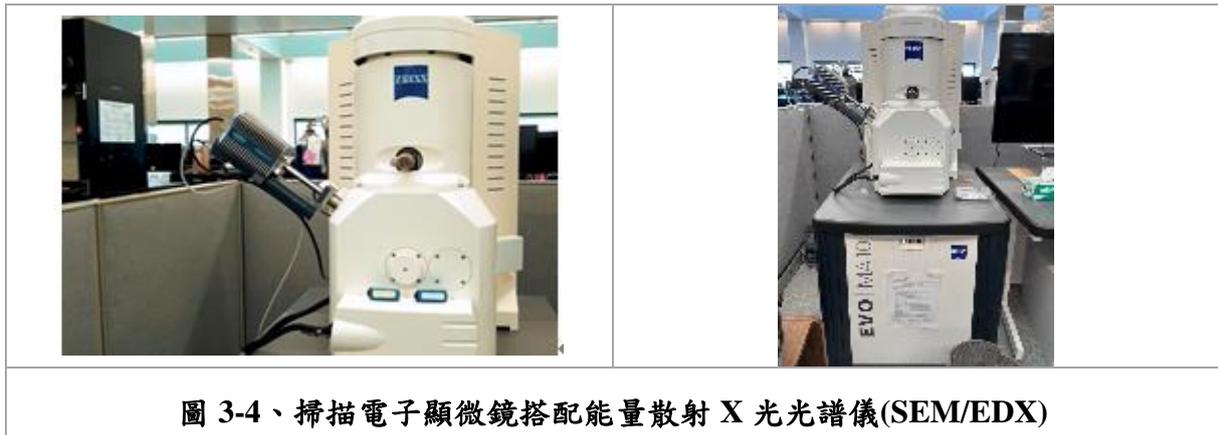


圖 3-4、掃描電子顯微鏡搭配能量散射 X 光光譜儀(SEM/EDX)

2. 揮發性有機物

空氣測站揮發性有機物樣品採集是以採樣筒(Canister)收集，並依不同狀態（乾淨筒、待清洗筒）、來源(PAMS 測站、空品測站、某特定測點...)、目的(Air Toxics、Carbonyl...) 等等分類存放(圖 3-5)，並標示清楚此採樣筒資訊(圖 3-6)。另備有緊急空污事件使用之小型採樣筒(圖 3-7)，於接獲緊急空氣污染事件時，由採樣/稽核人員即時攜出進行樣品採集，並送回實驗室分析。

對於揮發性有機物及其成分以氣相層析質譜儀(Gas Chromatograph Mass Spectrometer, GC/MS)進行分析(圖 3-8)，主要是用以確認各種來源揮發性有機物符合相關法令規範的限值或標準；針對 US EPA 目前關注的環氧乙烷(Ethylene Oxide, EtO)也可利用此方法分析到 ppt level。



圖 3-5、採樣筒分區放置



3. 其他量測

(1) 低成本空氣感測器測試設備

為評估市面上低成本空氣感測器的性能，SCAQMD 於實驗室設計可控制環境，在可控環境設備中進行商用空氣感測器與標準監測儀器的比較測試，並向大眾公布測試結果。圖 3-9 為 SCAQMD 實驗室設置的測試系統；為 Air Quality Sensor Performance Evaluation Center (AQ-SPEC)計畫的一部分。

(2) 移動式監測車

移動式監測車主要是提供社區空氣監測使用，為 AB 617 計畫(Community Air Protection Program；即社區健康保護計畫)的一部分，車內配有質子轉移反應飛行式質譜儀(PTR-TOF MS)，可以每秒量測數百種不同的有機物成分，用來快速掃描區域的有機空氣污染物成分，如社區、學校、汽修場(auto body shop)等特定面源，做為是否針對特定區域進行更仔細的研究，以保障民眾呼吸清淨空氣的權利。圖 3-10 為 SCAQMD 移動式監測車。

(3) 塗料含量成分

SCAQMD 具塗料 VOCs 含量成分標準管轄權，因此，會抽驗市售塗料商品之 VOCs 成分、含水量及固體含量，確保符合該商品標籤所標示的含量。圖 3-11 為 SCAQMD 塗料商品專用實驗室。



3.1.7 SCAQMD 現場參觀

本次參訪 SCAQMD 總部環境，AQMD 之室內及室外停車場已建置電動車充電站、天然氣加氣站及氫氣加氣站，提供清潔能源車輛使用(圖 3-12 及圖 3-13)；其中電動車充電站為多，並有部分以太陽能為電力來源。此外，SCAQMD 早於 2010 年左右即啟動將所有公務車輛皆改為清潔能源車輛，並大力推動共乘制度，由員工自發共乘或由管理局提供電動接駁車(Vanpool)鼓勵員工上下班時搭乘(圖 3-14)，並可透過登記獲得共乘獎勵金。近年因受 COVID-19 疫情影響採”在家上班(work from home)”模式並延續施行，雖有維持共乘制度但使用率已不高。



圖 3-13、SCAQMD 總部之電動車充電站及停車位

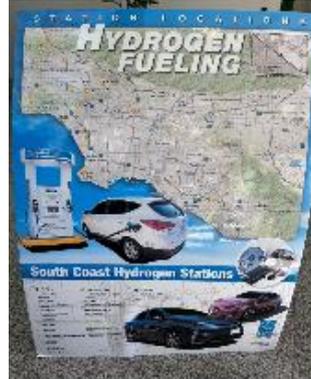


圖 3-14、SCAQMD 總部之加氫站及轄區內加氫站位置



圖 3-15、SCAQMD 之電動接駁車(Vanpool)

3.2 訪問在美專家交流討論

本次停留洛杉磯期間，分別與華裔空污管制專家 Dr. Elaine Chang（前美國南加州空氣品質管理局副局長）及 Mr. Jay Chen（前美國南加州空氣品質管理局代理副局長）會面，就有害空氣污染物管制策略、空氣污染防治方案、逸散性揮發性有機物管制經驗等議題進行討論。

3.2.1 有害空氣污染物管制

- 一、 AQMD 對 HAPs 不設定管制目標，而是以環境健康風險愈低愈佳，亦即以環境監測資料呈現環境健康風險趨勢。環境監測是必要的，但必須要能提供管制參考；例如 AQMD MATES 於初期執行階段是在既有監測點增加監測項目。
- 二、 環境大氣 HAPs 監測需要有系統的建立，臺灣現有環境監測資料，看起來可能因為各物種數值未檢出比例太高，且測站位置可能多在工業區周邊，做為判斷重要物種或重要來源的證據力較為薄弱，需先進行一次全臺灣環境監測，目的為獲得夠多的數據，以建立環境 HAPs 濃度現況以及確認問題。採樣位置可設定在人體呼吸高度左右，至少涵蓋四季，6 天或 12 天為監測週期皆可。執行前，需先進行數據強化要求，降低 ND 比例，提高數據可用度。
- 三、 而針對環境監測數據顯示具有高環境濃度之區域，可採社區基準之管制策略，由具代表性之環境監測數據分析出關注區域內具有高濃度及高危害潛勢之污染物，再找出可能之排放源，藉由技術要求更多的減量，以降低區域內污染物對民眾之健康影響程度；臺灣推動的熱區減量協談，似乎已有帶入類似的做法。
- 四、 管制固定污染源 HAPs 最有效策略仍是技術基準減量 (Technology-based)，以個別物種(環境健康風險值高物種優先)為基礎，以污染源類別(行業別或製程別)為管制對象，訂定污染源類型管制標準(source category)；新設源採有害空氣污染物最佳可行控制技術(T-BACT)，既存污染源採最大可達成控制技術(MACT)，要求 HAPs 排放減量。

五、 風險管理(Risk Management)策略為配套工具，可應用於單一污染源(source)或設備(equipment)，藉以要求正常操作條件下之 HAPs 排放不會造成民眾健康的危害。

3.2.2 空氣污染防制方案之執行建議

一、 考量減 VOCs 對 PM_{2.5} 達標幫助有限，南加州 2016 年版 AQMP 規劃時即以先達成 PM_{2.5} 空品標準為目的，因此，以推動 NO_x 減量措施為主，同時改善臭氧。於南加州，因為 VOCs 管制已到一定程度，且 VOCs 減量技術跟不上來，能再減量的技術有限，還看不到最終的解決技術，例如許多 VOCs 排放需靠原物料成分 reformulation 才能達到；依 Ozone isopleth plot (NO_x 跟 VOCs)，臭氧改善若靠 VOCs 減量可能無法達成。

二、 因為 2016 年版 AQMP 先以 PM_{2.5} 空品達標為主，著重 NO_x 減量；因此在 AQMP 中對有機溶劑的管理不特別強調 VOCs 對臭氧的影響，而是以有機溶劑含有害空氣污染物(air toxics)對健康影響來推動減量措施。

三、 考量氣候變遷相關減碳行動，例如最終將以電動化或氫能為主，可以預期 NO_x 將會持續減量；但同時須考量能源政策(包含能源配比、再生能源、儲能技術、電網等等配置)，不是只有環保單位的事情，需有其他主責單位(以及相關智庫)一起討論參與獲得共識。

四、 AQMD 面臨能源轉型或產業轉型時，在規劃 AQMP 時會成立跨部門的協調單位，於 AQMP 規劃時必須進行政策環境評估(EIR)。

(一) AQMP 的目標不是為氣候變遷提供做法，但是要知道推動 AQMP 的減量措施後對氣候變遷的影響(變好或是變壞)。例如推動電動化，可預期用電量會增加，電力來源為何？電動車使用後廢棄的電池如何處理？皆會影響空氣排放，因此需透過政策環評來掌握相關訊息，不能定量評估也必須要定性評估，才能評估推動此項措施是否有機會，以及是否需有替代措施或備案措施。

(二) 規劃 AQMP 時需要知道各項氣候變遷措施與空品改善間的相互影響，需在規劃 AQMP 時就要照會相關部會/單位，並藉以告知相

關部會；例如能源措施為能源部會主導，但可預期會對 NO_x 影響，但推動的進展不是 AQMP 環保單位可以控制的。

(三) Baseline 為環保單位可以掌握的空污減量，其他非環保單位可掌控的措施(如國家通過的減碳政策、淨零行動計畫等)則可視為” Black Box”(不確定減量)或為”Additional Action”(額外減量行動)，嘗試以適當的假設條件試算排放量。另外，重要的是必須要承認哪些措施是 AQMP 環保單位可以主責，哪些不是環保單位的責任需視其他政府部會推動的進展才能有空污減量成效。

五、 AQMP 是以達成或維持聯邦清淨空氣法(CAAA)及加州清淨空氣法(CCAA)訂定的空氣品質標準為目標，此目標不會改變，並須依 CAAA 法定期程執行工作。但 AQMP 目標達成進展會在 AQMP 執行期間的各年度檢核，並在法律授權範圍，AQMD 可依社會經濟技術因素，彈性調整 AQMP 目標達成期限。

六、 達成 AQMP 目標之執行策略具調整彈性；於每版次 AQMP 規劃前即執行相關研究，依環境監測及調查結果，定期檢視污染來源比重及減量目標，並提出討論以定調此版 AQMP 著重重點。

七、 技術先導性(先進技術)仍是 AQMP 推動污染減量之基本原則，相關先進技術導入實用計畫亦將持續執行，以供訂定法規參考。

3.2.3 逸散性揮發性有機物管制之執行建議

一、 溶劑及原物料揮發性有機物管制

(一) 溶劑及原物料揮發性有機物 (Volatile organic compounds、以下簡稱 VOCs) 須考量技術水準，並管制溶劑及原物料的製造商(manufacturer)及代理商(distributor)，以促使製造商研發新配方(reformulation)產品為方向；可行做法包括：

1. 依現有產品可達最好水準為依據，訂定溶劑或原物料 VOCs 成分標準。
2. 禁用某些溶劑或產品(如含高毒性成份)；若原使用溶劑已有新

配方更乾淨的溶劑可以取代，則可訂定禁用原使用溶劑並鼓勵使用新配方溶劑。若還無法禁用或尚無替代溶劑者，則盡可能以含較少有害成分(低毒性)之溶劑或產品為替代品。

3. 訂定某些溶劑或產品(如含高毒性成份)之落日條款(日期後不得再用)

(二) 新配方(reformulation)溶劑、原物料或產品之資訊可透過國內外產品技術資料收集或與代表性行業之業者(製造商、代理商或貿易商)交流來獲得該行業/製程/產品的技術發展趨勢。

(三) 可先以用量大、毒性高的溶劑或產品來推動，鎖定幾個主要的排放源開始管制，並試算該類溶劑或產品之健康影響做為評估依據。

(四) 對於小型業者之逸散源管制，最直接的方式是明訂哪些溶劑或產品(product)是可以使用的，因小型業者可能沒有受過專業訓練也沒有專業知識來判斷，要求小型業者加裝防制設備可能具成本高且有操作難度，會不容易推動管制。

(五) 即用狀態(as apply)之產品(漆料、塗料或樹脂)應禁止另行添加溶劑；管理做法可採將不得另行添加溶劑清楚列在採購規範中，若有相關行為，就會不符合約規定，涉及驗收事宜，才會有效果。

二、石化廠逸散源之精進作為

(一) 設備元件洩漏與修護之精進作為：針對高架元件、管線或設備腐蝕之洩漏檢測，依 SCQMD 經驗，設備元件的標準檢測方法是使用手持式有機氣體偵測器(OVA)，例如火焰離子偵測器(FID)，進行檢測。然而，因為 SCAQMD Rule 1118 Refinery Community and Fenceline Air Monitoring，規定煉油廠周界及社區連續自動監測，因此可以透過這些監測數據的加值應用及早得知洩漏源；進行洩漏檢測及修護(Leak Detection and Repair, LDAR)，進而降低元件洩漏量。

(二) 類似作法，如採光學氣體成像儀 optical gas imaging devices (OGI)，及部署低成本 VOCs 感測器等，這些感測器的偵測極限是 ppb 等級，較廠內工安偵測器的 ppm 等級，可以更早發現洩漏。

3.3 「2023 空氣品質監測方法暨技術研討會」(2023 Air Quality Measurement Methods and Technology Conference)

美國空氣與廢物管理協會(Air & Waste Management Association)於 112 年 11 月 14 日~16 日假北卡羅來納州德罕舉辦「2023 空氣品質監測方法暨技術研討會」(2023 Air Quality Measurement Methods and Technology Conference)，並邀請美國環保署、專家及各環保機關人員，本研討會總共發表 138 篇論文，分別為：次世代監測技術應用於排放量監測(NGEM)研究、環氧乙烷(Ethylene oxide, EtO)監測、環境正義(Environmental Justice, EJ)之社區監測及周界監測及全氟和多氟烷基物質(Per- and polyfluoroalkyl substances, 以下簡稱 PFAS)管制等四大類議題。本次會議本部共發表「Proactive Emission Monitoring in Petrochemical Industries: A Case for the Extended Use of PAMS」及「Characterization of Ambient Hazardous Air Pollutant and Control from Gas Stations」等兩篇論文。

此研討會之 keynote speech 邀請美國聯邦環保署空氣與輻射辦公室(Office of Air and Radiation, OAR)副助理署長 Tomás Carbonell 演講"Next Generation Emissions Monitoring in Today's Regulations"，點出次世代排放監測(Next Generation Emissions Monitoring, NGEM)重點在環境大氣中的環氧乙烷(Ethylene Oxide, EtO)、特定空氣污染物(如：VOCs、苯、氯乙烯、鉻...等等)之周界監測(Fenceline Monitoring)以及逸散源的排放監測。本次研討會會場及相關演講與設備商展覽區如圖 3-15 所示。

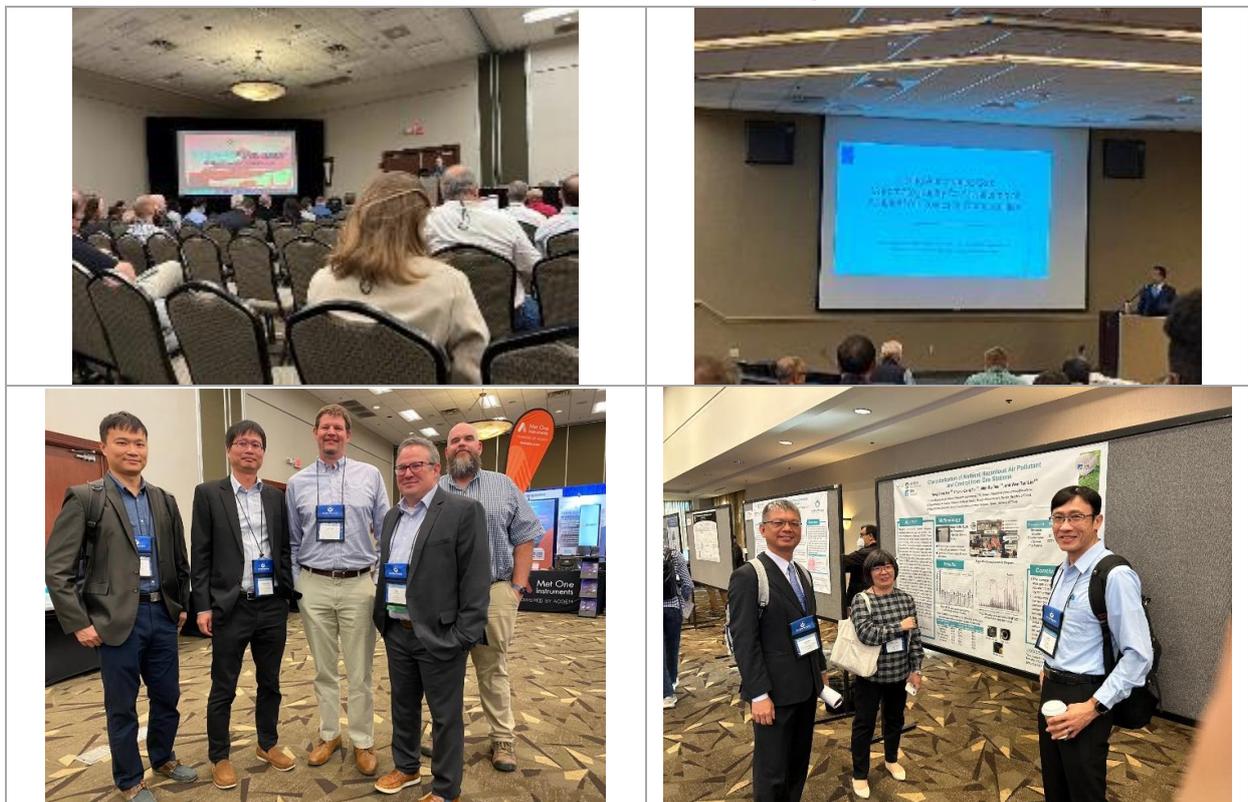




圖 3-16、2023 Air Quality Measurement Methods and Technology Conference 會場及相關演講與設備商展覽區

3.3.1 本部投稿論文之發表內容

一、石化業之主動排放監測-擴大 PAMS 應用為例(Proactive Emission Monitoring in Petrochemical Industries: A Case for the Extended Use of PAMS)

- (一) 石化產業在輕油裂解製程生產烯烴及芳香烴。並以此為原料生產 PE、PP、PVC、PS、ABS 等泛用塑膠或橡膠，具有同時排放 HRVOC(乙烯、丙烯等)及 HAPs(氯乙烯、1,2-二氯乙烷、苯、丁二烯等)特徵。因此可採用 PAMS 在石化工業區旁社區監測 HRVOC，若能擴大其功能來管理特定 HAPs，具成本效益。
- (二) 台灣參考美國經驗在都會區郊區也有設立光化站。因為台灣地狹人稠特性，石化工業區沒有足夠緩衝地帶，其排放 HRVOC 會影響鄰近 10KM 處之 PAMS。此外，台灣也參考德州 HRM 經驗，在石化工業區部署 HRM(PAMS)監測 HRVOC。近年來，因為 HAPs 管制趨勢，於 HRM 共站測試現址式 GC 監控 HAPs，在一次排放事件中發現 HRM(PAMS)之 MCP 與 EDC 有共析現象。受到上述啟發，本研究提出以 PAMS 之 MCP 監測濃度來管理 PVC 製程之 EDC 異常排放作法。該作法會每天發送前一日之 PAMS 之乙烯、MCP 等物種的風標濃度圖給 PVC 製程業者，當超過設定閾值時，請業者回復廠內異常狀況，達到警示效果。執行以來，發現歲修時段拆清，設備破損之逸散，以及防制設備異常之管道排放。業者也因受到監控，會調整為低洩漏操作，或設備異常及早發現及修復。
- (三) 本項作法在不額外增加監測站下，藉由擴大在鄰近工業區的 PAMS 功能來

達到有效監控特定 HAPs 異常排放的效果，具有成本效益。

二、 加油站環境大氣之有害空氣污染物特性與控制(Characterization of Ambient Hazardous AirPollutant and Control from Gas Stations)

- (一) 有害空氣污染物可能由多種來源排放，例如移動源、固定源及逸散源排放。而汽油成分含有含苯之化學物質，如苯、甲苯、乙苯、二甲苯等(BTEX)，這些化學物質屬於揮發性有機物，同時也是 HAPs，在加油過程中容易揮發到環境中，可能影響加油站工作人員及消費者的健康。本研究利用線上有機化合物監測儀，於全台 9 座加油站周圍進行加油站周圍環境中含苯化合物之濃度分析，並進行加油站卸油期間含苯化合物依逸散濃度。
- (二) 加油站周圍環境 BTEX 平均濃度結果顯示，甲苯濃度最高(12.7 ppbv)，其次是間,對-二甲苯(5.5 ppbv)、苯(3.8 ppbv)、鄰-二甲苯(2.1 ppbv)及乙苯(2.0 ppbv)。於油罐車在加油站卸油期間，環境中含苯化合物濃度略高於非卸油時期；建議在油氣回收系統之釋放管上增設球閥，以減少卸油期間含苯化合物的逸散排放。此外，配備氣罩的加油槍也可降低加油期間含苯化合物的逸散；有氣罩之加油槍其 BTEX 濃度較無氣罩者低約 27%至 50%，顯示氣罩可為減少汽油逸散排放的有效輔助工具。

3.3.2 研討會主題:次世代排放監測(NGEM)研究-應用於甲烷定量監測

甲烷是溫室氣體，其暖化能力是二氧化碳的 25 倍。在美國，甲烷占有所有溫室氣體排放約 11%，主要來源包括油氣開採、天然氣運輸和儲存、垃圾掩埋場沼氣、煤礦以及農業操作。上述的污染源，只有天然氣運輸和儲存比較值得我國參考，這是因為我國目前能源以進口為主少有自產，垃圾以焚化為主少採掩埋，另外農業操作在美國採用自願減量而非行政管制。甲烷排放主要受《清潔空氣法》(Clean Air Act，簡稱 CAA)的管制。CAA 的第 111 條(42 U.S.C. § 7411)授權美國環境保護署(USEPA)對某些類別的固定排放源進行規範，這些源排放任何 EPA 確定的「導致或對可能危害公共健康或福祉有重大貢獻的空氣污染物」。USEPA 已將甲烷確定為一種空氣污染物，並將石油和天然氣生產、運輸和儲存設施以及都市固體廢棄物填埋場列為排放甲烷的污染源類別。彙整 US EPA 於此研討會 NGEM 相關報告重點如下：

一、 EPA 要求大多數陸上油氣生產設施停止排放和燃燒甲烷，即停止將甲烷作為生產過程的廢物副產品排放或燃燒。設施將被要求捕獲甲烷，並將其引入管線以便於供應作為商業使用，或在現場將其用作燃料使用。如果這兩種選擇都不可行，該規則將允許繼續燃燒甲烷，但要求減排 95%，並增加額外的監測和報告要求。該法規將通過擴大對油氣生產設備和壓縮機站的甲烷洩漏檢測標準，擴大了檢查洩漏的零部件數量並增加了監測頻率。補充提案包括一個週期性和連續排放篩選的矩陣，其中包括不同的檢測閾值和監測頻率。較高的檢測閾值需要更頻繁的監測。補充提案還包括一個“**超級排放者應對計劃**”(Super-Emitter Response Program)，用於 100kg/hr 或更大的排放。如果檢測到這樣的事件，擁有人或運營商將被要求在五天內確定洩漏的原因並在十天內封堵洩漏。

二、 使用低成本感測器進行周界監測

(一) 肯塔基州路易斯維爾 Rubbertown 工業區(Rubbertown industrial district in Louisville, Kentucky)鄰近居民關注空氣品質及異味並提出擔憂後，US EPA 研究人員於 2017 年起開始部署他們的原型(prototype)VOC 測量技術；該系統稱為 SPod，是一種攜帶式低成本感測器系統，以太陽能為動力來源，以每秒量測 1 個樣品提供總揮發性有機化合物(total VOCs)濃度以及紀錄氣象

資料，可以收集大量的數據。VOCs SPod 可以沿著工廠或設施的周圍放置，以檢測可能導致大量污染物進入附近社區的逸散洩漏。

- (二) SPod 現已商業化提供做為周界監測的儀器；US EPA 持續以 SEnsor NeTwork INtelligentEmissions Locator (SENTINEL)應用程式，將部屬的多個感測器數據進行處理、分析並以視覺化方式提供給使用者；除了可以提供即時數據外，也可透過長期數據報告幫助使用者瞭解使用一段時間後的感測器的性能及數據品質。

三、 用於監測燃料儲存區逸散洩漏排放的感測技術(G-START)

- (一) US EPA 與北卡羅來納州環境品質部(NCDEQ)合作於北卡 Greensboro 石油產品散裝碼頭(bulk terminals)的附近進行新感測方法的研發、測試與驗證，計畫為期 1.5 年(2021 年至 2023 年)，稱為 Greensboro Storage Tank Assessment with Remote sensing Technologies (G-START)。散貨碼頭將燃料和其他產品儲存在大型儲槽中，並包括用於裝載至運輸車輛進行配送的基礎設施。碼頭的燃油儲槽以及卡車裝載作業會排放一些油氣，油氣屬揮發性有機物，逸散排放至大氣中會影響臭氧濃度並可能為有害空氣污染物。在此研究中，US EPA 研發辦公室(Office of Research and Development)以商業化的太陽能感測器 Sensit SPods (配有 10.6 eV 的光離子偵測器<PID>)在 Greensboro 石油產品散裝碼頭周圍的 4 個地點即時測量空氣中有機污染物濃度，每個 Sensit SPods 連續運作 7-18 個月；同時利用 2D 聲波風速計(sonic anemometers)獲得當地的氣象資料，搭配開發的'polar maps'來辨識可能的排放來源。此外，Sensit SPods 測得較高 VOCs 濃度時會觸發不銹鋼真空採樣筒(1.4 L Canister)進行瞬時空氣樣品採集(約 20 秒)，再攜回實驗室以 TO-15 方法進行成分分析。
- (二) 研究期間於測得 VOCs 濃度升高時獲得的 Canister 約有 50 個，相關成分濃度資料會再跟 VOCs 感測器以及氣象資料結合進而掌握 VOCs 訊號與 HAPs 物種濃度的關聯性，可協助碼頭業主進行排放監測，以掌握有機物排放情形，進而優化管理策略，以使相關逸散排放盡可能降至最低。

四、 以 NGEM 技術測量垃圾掩埋場甲烷(CH₄)排放

- (一) 垃圾掩埋場是已知的甲烷及其他空氣污染物的排放來源。這些污染物會影響人類健康和環境，並受到"清淨空氣法"規範。雖然大多數大型城市垃圾場收集垃圾掩埋氣體並將其輸送至燃燒技術以減少排放，但仍有其他來自井口

周圍的洩漏、滲濾液坑、土壤覆蓋層的裂縫和極端天氣事件造成的邊坡侵蝕所致的排放(逸散排放)。研究人員需要更多來自垃圾掩埋場的排放數據，但由於垃圾掩埋場設計和運作、廢棄物成分以及垃圾掩埋氣體收集和控制方式的變化，甲烷可能難以測量。

- (二) US EPA 與科羅拉多州立大學甲烷排放技術評估中心(Methane Emissions Technology Evaluation Center, METEC)於此研究中開發及測試 NGEM 技術 _Sensit FMD 感測器系統(Sensit's FMD sensor system)；此系統用於遠端監測石油、天然氣以及垃圾掩埋場產生之甲烷。FMD 以先前技術為基礎，如 Sensit VOC SPods，採閉路(closed path)、多通道可調諧二極體雷射光譜技術(multi-pass tunable diode laser spectroscopy technology)，可量測環境中低至 100 ppb 的甲烷濃度。
- (三) 連續收集之甲烷和氣象資料則透過叢集網路傳輸(cellular network)。在 METEC 為期 12 周的盲樣測試中，於甲烷洩漏場地(面積為 7600 m²)部屬 6 個 Sensit FMD 感測器，顯示 FMD 可測得約 66% 已控制排放，並對洩漏率大於 4.2 公斤/小時的洩漏，偵測機率達 90%。於主動式檢測(positive detections)，此系統可辨識出約 84% 的洩漏源所在的設備組位置。

3.3.3 研討會主題:環氧乙烷(Ethylene oxide, EtO)監測

- 一、 US EPA IRIS (美國環保署綜合風險資訊系統,Integrated Risk Information System)於 2016 年 12 月更新了環氧乙烷(EtO)的單位致癌風險(Unir Risk)評估結果，以此單位風險計算出的 EtO 癌症風險值約高出先前估算的 60 倍。根據終身吸入單位風險的估算，每一百萬人中有 100 人(10⁻⁴)罹患癌症的風險為 11 pptv (可接受的環境水準)；使得 EtO 環境大氣偵極限需由現行 ppb (10⁻⁹)降至 ppt (10⁻¹²)級數。於此次研討會有許多論文即是針對 EtO 檢測方法偵測極限的精進提出做法；另外，多家儀器商也有論文展示其設備儀器在 EtO 量測上的進展。
- 二、 環氧乙烷(EtO)主要用於滅菌、工業合成及軍事等用途，研討會部分論文提到污染來源調查，例如滅菌室的開蓋，EtO 裝載到工廠儲槽的逸散等。多數論文以 US EPA 檢測方法 TO-15 系列為基礎，提出超微量環氧乙烷檢測/分析需求；如 Cousett, T.等以 TO-15A 氣相層析/質譜儀

分析(GC/MS)所需的 VOC 前濃縮設備進行優化，並對 GC/MS 分析操作參數進行調整(升溫計畫)，以期提高儀器靈敏度及穩定性；測試結果顯示，於最佳條件下 EtO 偵測極限可得到約 20 ppt，偵測極限落於 20~90 ppt 之間。

三、Thoma, E.等以(1)固定多點採樣與分析方法以及(2)移動式測量等二種次世代排放量測(NGEM)技術，於 EPA Region 7 內之 1 家化學工廠進行 4 天的採樣與分析，以瞭解該工廠的排放特性，同時在實際環境中設置 NGEM 做為後續發展改善之參考。固定多點採樣與分析方法(a fixed multi-point sampling and analysis approach)使用配有 Picarro G2910 腔衰蕩光譜(CRDS) EtO 分析儀的 CleanAir MET-44 連續監測系統，於製程區域內外的 7 個位置進行順序採樣測量；其中一個位置 1 台 Picarro G2920 CRDS EtO 分析儀並置，以進行比較。移動式測量(mobile measurements)採 Picarro G2920 系統以高時間解析度進行部分天數的移動測量，並依 US EPA Other Test Method (OTM) 33 執行。

四、Edwards, A.等於密蘇裡州維羅納的化學工廠 BCP Ingredients (操作時會產生大量 EtO)周圍區域以不銹鋼採樣筒(canister)每 3 天採集 1 次 24 小時樣品，研究期間共採集 134 個有效樣品，利用 EPA TO-15/TO-15A 方法分析 EtO，所得方法偵測極限 < 0.05 ppb。另外，也使用次世代排放量測(NGEM)之移動式監測系統獲得數小時的即時 EtO 濃度數據，其方法偵測極限約為 1.2 ppb。

五、環境大氣環氧乙烷(EtO)監測儀器

(一) Thermo Scientific 公司以 MAX-iR FTIR 氣體分析儀結合該公司 StarBoost 光學增強技術，使 FTIR 氣體分析能力顯著提高，包括待關注的光譜帶內的靈敏度、線性和動態範圍，並利用專門的光學、電子及分析演算法，來超越傳統的 FTIR 氣體分析能力使偵測極限可降低到數個 ppb 等級甚至於 ppt 等級；儀器型號包含 MAX-iaQ 環境空氣監測系統(MAX-iaQ continuous ambient air monitoring system)及 EMS-10 連續排放監測系統(EMS-10 CEMS)。於環氧乙烷(EtO)的量測，MAX-iaQ 驗證之偵測極限為 1 ppb，一次分析的循環時間為 10 分鐘；另一款 EMS-10 CEMS 之偵測極限亦為 1 ppb。

(二) Syft Technologies 公司以 SIFT-MS (Selected ion flow tube mass

spectrometry，選定離子流管質譜儀)即時監測環氧乙烷(EtO)；SIFT-MS 儀器採用直接質譜法測量 EtO 及 VOC，其特異性依賴於選定離子流管檢測的能力。SIFT-MS 儀器使用三種試劑離子(reagent ion)：H₃O⁺、O₂⁺及 NO⁺，進行 EtO 檢測，這些離子在毫秒級上切換並允許三種電離模式同時發生，以區分乙醛和 EtO，對 EtO 偵測極限約為數個 ppb，但對某些有機物可低至 10 ppt。反應速率係數 k 是 SIFT-MS 靈敏度的主要衡量標準，NO⁺試劑離子對 EtO 的敏感度明顯低於 H₃O⁺和 O₂⁺ 試劑離子，因此 NO⁺產物離子(荷質比 m/z 74)只能在較高 EtO 濃度下實際使用。SIFT-MS 可以安裝在貨車(van)或於現場測量環境空氣，並可以在幾秒鐘內完成分析。

- (三) Picarro 公司採 Cavity Ring-Down Spectroscopy (CRDS) (腔體衰蕩光譜) 進行 EtO 分析，其儀器型號為 Picarro G2920 氣體濃度分析儀。CRDS 以其特有的低檢測極限和長期穩定性以及強大的特異性和可靠性而聞名，透過測量高反射腔中光訊號的衰蕩時間，以確定 EtO 濃度，且不需要層析儀及預濃縮程序。Picarro G2920 用於測量環境 EtO 濃度，於小於 2 秒的分析時間量測 EtO 濃度，檢測極限為 100 ppt。
- (四) Entanglement 公司介紹預濃縮增強型 CRDS (Preconcentration-enhanced CRDS)，其儀器型號為 Entanglement AROMA-ETO。AROMA-ETO 也是使用 CRDS 光譜並採用斜坡式熱脫附技術(ramped thermal desorption)，透過預濃縮吸附劑管(preconcentration sorbent tube)吸附空氣樣本，然後緩慢地升高溫度以分析捕獲具有不同揮發性質的化合物。AROMA 分析模式(Analysis Mode)利用斜坡式熱脫附技術在較長的採樣時間內(EtO 約為 15 分鐘)以較低的檢測極限測量更廣泛的化合物。驗證結果顯示 AROMA-ETO 可達成 11 ppt 偵測極限。
- (五) AerisTechnologies, Inc. 公司之 Aeris MIRA Pico 攜帶式中紅外線雷射氣體分析儀(Aeris MIRA Pico Portable Middle Infrared Laser-Based Gas Analyzers)利用中紅外線(mid-IR)吸收光譜及高解析度可調諧雷射(high-resolution tunable lasers)，在低檢測濃度下(1 -2 ppb)即時測量 EtO，結果顯示具有高精密度(accuracy)，偵測極限為 1 -2 ppb。此分析儀易於攜帶，可配置在移動式(mobile)及無人機(drone)監測部署。

3.3.4 研討會主題:全氟和多氟烷基物質(PFAS)監測

- 一、全氟/多氟烷基物質(Per- and polyfluoroalkyl substances, PFAS)是人工合成化學物「全氟多氟烷基物質」的總稱；這類化學物因碳原子與氟原子之間的鍵結力非常強，具有防油、防水、耐高溫、難分解等特性，廣泛地應用在工業中用於製造紡織品、黏合劑、陶瓷、塑膠、潤滑劑、電子產品、清潔產品、廚具、化妝品等等；另外，半導體等工業製程使用的洗滌劑中也含有微量的 PFAS。PFAS 已在全球環境中普遍存在，PFAS 家族穩定性高又不易分解，被冠上「永久化學物質」稱號，人體若不慎攝入停留在體內的時間會非常長、且排出困難；部分 PFAS 亦被證明會對人類健康產生有害影響，包括罹患癌症風險。因此，測量及減少 PFAS 排放源為 US EPA 關注的議題。
- 二、Wallace, M.等發表使用熱脫附-氣相層析/質譜法檢測排放源樣品中的全氟和多氟烷基物質(PFAS)，US EPA Other Test Method-50 (OTM-50) 為適用於固定污染源的採樣方法，可對空氣排放的 30 種 C1-C8 揮發性全氟化合物及其 1H 同系物(homologues)進行定性及定量；OTM-50 以真空不銹鋼罐(6 L)採集空氣排放樣品，再轉移到實驗室使用熱脫附氣相層析/質譜儀(TD-GC/MS)進行分析。標準品可用來定量約 30 種的 PFAS，包括四氟化碳(carbon tetrafluoride, CF₄)、六氟乙烷(hexafluoroethane, C₂F₆)、hexafluoropropylene oxide-dimer acid (HFPO-DA)、heptafluoropropyl-1,2,2,2-tetrafluoroethyl ether (E1)、2H-perfluoro-5-methyl-3,6-dioxanonane 等等，濃度範圍約 0.5 至 20 ppbv。
- 三、Smeltz, M.以 US EPA Other Test Method-45 (OTM-45)分析化學生產、工業設施以及熱處理技術等固定污染源空氣排放中的 PFAS。OTM-45 是第一個發布的用於檢測固定源空氣排放中 PFAS 的測試方法；此方法將氣態及粒狀物結合介質並以液相層析-串聯質譜(liquid chromatography-tandem mass spectrometry, LC-MS/MS)針對 40-50 種獨特極性半揮發性 PFAS 進行分析，如全氟辛酸(perfluorooctanoic acid, PFOA)和全氟辛烷磺酸(perfluorooctanesulfonic acid, PFOS)。OTM-45 自 2021 年 1 月發布以來，在全球實驗室和現場測試研究中獲得了廣

泛關注及採用。

3.3.5 研討會主題：環境正義(Environmental Justice, EJ)-HAPs 社區監測及周界監測

- 一、「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羣人都不應承擔工業，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：人們有機會參與可能影響其環境和/或健康的活動的決策；公眾的貢獻可以影響監管機構的決定；在決策過程中將考慮社區的關注；和決策者將尋求並促進那些潛在受影響的人的參與。
- 三、美國加州南岸空氣品質管理局(South Coast Air Quality Management District, SCAQMD)的環境正義計畫(EJ program)始於 1997 年，係為確保每個人都有權受到平等的保護，免於空氣污染，並公平獲得參與決策過程，以改善社區內的空氣品質。2017 年加州通過的加州議會議案 617，強化針對風險危害最劇之弱勢社區之環境監測計畫；同年 SCAQMD 制訂之 1180 法案，要求煉油廠需提出全面性周界監測計畫與提供社區監測資源-皆為連續自動監測，周界監測項目如表 3-3，包括法定污染物，VOCs 及其他污染物。
- 四、環境正義包含降低有害空氣污染物的熱區濃度，透過社區監測等來確認重點污染物曝露濃度，透過周界監測等調查方式確認污染來源，據以訂定法規減量。SCAQMD 訂有社區監測計畫-Rule 1180 Community Air Monitoring Plan，在該計畫中，明列 SCAQMD 社區監測使用的監測設備如表 3-4。社區監測為了要符合連續自動監測要求，除了傳統的 GC 以外，大量使用光學遙測技術(Optical Remote Sensing, ORS)，例如 FTIR 與 UV-DOAS。由於 ORS 的偵測極限較高、不需要校正特

性，研討會許多論文探討改善偵測極限、ORS 與標準方法比較證明定量數據可信度等。社區監測計畫之污染物濃度公眾通知閾值如表 3-5，與之相對的為我國固定污染源有害空氣污染物排放標準，以苯為例，我國為 20ppbv，SCAQMD 為 8ppbv，約為同一個級數。研討會許多論文探討透過社區監測等來確認重點污染物曝露濃度，透過周界監測等調查方式確認污染來源的方法及案例。特定測站於 MATES IV 期間之黑炭周界監測濃度如表 3-6。環境正義除了上述煉油廠外，黑炭是另一個重點。南加州擁有 2 個全美最重要港口：洛杉磯港及長堤港，進出口貨物透過柴油火車、卡車由高速公路運送，因此柴油火車轉運點，貨運集散站(warehouse)排放的黑炭特別受到關注，該熱區濃度改善為環境正義計畫重點項目。

表 3-3、SCAQMD 周界監測包含之空氣污染物

Air Pollutants	空氣污染物
Criteria Air Pollutants	法定空氣污染物
Sulfur Dioxide	二氧化硫
Nitrogen Oxides	氮氧化物
Volatile Organic Compounds	揮發性有機化合物
Total VOCs (Non-Methane Hydrocarbons)	總揮發性有機化合物 (非甲烷碳氫化合物)
Formaldehyde	甲醛
Acetaldehyde	乙醛
Acrolein	丙烯醛
1,3 Butadiene	1,3-丁二烯
Styrene	苯乙烯、
BTEX Compounds (Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylenes)	BTEX 化合物 (苯、甲苯、乙苯、二甲苯)
Other Compounds	其他化合物
Hydrogen Sulfide	硫化氫
Carbonyl Sulfide	羰基硫
Ammonia	氨
Black Carbon	黑碳
Hydrogen Cyanide	氰化氫
Hydrogen Fluoride+	氫氟酸+
+ If the facility uses hydrogen fluoride.	+若工廠有使用氫氟酸

資料來源：SCAQMD, Rule 1180

表 3-4、SCAQMD 社區監測使用的監測設備

Pollutant	Instrument	Method	Data acquisition	Quantification Range
Black Carbon (BC)	McGee Scientific AE33 Aethalometer	Attenuation of a beam of light transmitted through the filter	Continuous, real-time 5 min	0.05 – 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
VOCs (including BTEX)	TRICORNTECH MiTAP P320 Automated Field Gas Chromatography	Gas Chromatography (GC)	Continuous, real-time, ~1hr	0.1 ppb – 100 ppb (most compounds) .100 ppb nonlinear quantification response
VOCs (including BTEX and other air toxics)	Summa canister sampling triggered when auto-GC measures levels above a pre-determined threshold	Laboratory analysis using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and flame ionization detection (FID)	Event-specific	sub-ppb MDL
UV-DOAS Continuous optical multipollutant analyzers (BTEX, SO₂, HCHO)	Fluxsense Extractive UV-DOAS white cell (110 m effective pathlength)	Differential Optical Absorption Spectroscopy (DOAS)	Continuous, real-time, 3-5 minutes	1.5 ppb - 900 ppb Benzene, xylenes 6.5 ppb – 900 ppb toluene 8 ppb – 2 ppm ethylbenzene 9 ppb – 1 ppm styrene 10 ppb – 1 ppm SO ₂ Quantification above limits specified above is non-linear
FTIR Continuous optical multi-pollutant analyzers (1,3-butadiene, acetaldehyde, acrolein, ammonia, hydrogen cyanide, hydrogen fluoride, carbonyl sulfide)	Fluxsense Extractive FTIR white cell (110 m effective pathlength)	Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)	Continuous, real-time, 3-5 minutes	32 ppb – 44 ppm Acetaldehyde 50 ppb – 47 ppm Acrolein 8 ppb – 3.5 ppm NH ₃ 10 ppb - 13 ppm HCHO 10 ppb – 2 ppm HCN 5 ppb – 10 ppm HF 18 ppb – 600 ppb 1,3 butadiene

total VOC's)				8 ppb – 1500 ppb carbonyl sulfide 50 ppb – 30 ppm NO ₂ Quantification above limits specified above is non-linear
Hydrogen Fluoride (HF) and Hydrogen Sulfide (H₂S) (for refineries with HF)	Los Gatos Research G2205	Off-axis integrated cavity output spectroscopy (OA-ICOS)	Continuous, real-time, ~1min	1ppb – 2ppm (HF) >2ppm non-linear quantification response ~3 ppb – 500 ppm (H ₂ S) >500 ppm and above non-linear quantification response
Hydrogen Sulfide (H₂S) (for refineries without HF)	Teledyne T101	Chemiluminescence or pulsed fluorescence	Continuous, real-time, few minutes	0.4 ppb – 10 ppm
Meteorology	Met station	Sensors for wind speed, wind direction, T, RH	Continuous, real-time, <1min	

資料來源：SCAQMD, Rule 1180 Community Air Monitoring Plan, April, 2020

表 3-5、社區監測之污染物濃度公眾通知閾值

Compound	NAAQS 1-hr (ppb)	CAAQS 1-hour (ppb)	OEHHA Acute 1-hour (ppb)
Sulfur Dioxide	75	250	256
Nitrogen Dioxide	100	180	254
Formaldehyde			45.5
Acetaldehyde			265
Acrolein			1.1
1,3-Butadiene			303
Styrene			5,000
Benzene			8
Toluene			9,964
Ethylbenzene			
Hydrogen Sulfide		30	30
Carbonyl Sulfide			273
Ammonia			4,662

Hydrogen Cyanide			312
Hydrogen Fluoride			298
m-Xylene			5,142
o-Xylene			5,142
p-Xylene			5,142

註：美國國家空氣品質標準(National Ambient Air Quality Standards,(NAAQS)，加州空氣品質標準(California Ambient Air Quality Standards, CAAQS)，加州環境健康危害評估辦公室(Office of Environmental Health Hazard Assessment, OEHHA)

資料來源：SCAQMD, Rule 1180 Community Air Monitoring Plan, April, 2020

表 3-6、特定測站於 MATES IV 期間之黑炭周界監測濃度

(mg/m ³)	Anaheim	Burbank	Central Los Angeles	Compton	Huntington Park	North Long Beach	West Long Beach	LA Basin
Study Average	0.92	1.33	1.49	1.14	1.26	0.96	1.45	1.29
5%	0.16	0.23	0.19	0.16	0.04	0.16	0.21	0.16
25%	0.33	0.54	0.53	0.33	0.28	0.32	0.50	0.43
75%	1.15	1.75	2.03	1.28	1.59	1.14	1.70	1.66
95%	2.99	3.71	4.28	3.98	4.42	3.14	4.71	3.94

資料來源：SCAQMD, Rule 1180 Community Air Monitoring Plan, April, 2020

第四章 心得與建議

4.1 心得

- 一、有害空氣污染物納入許可之做法，可針對重要污染源於第一次申請許可或首次納入許可證時，須全面檢測該設施可能的有害空氣污染物項目；後續製程若無改變，則依風險評估結果對造成重大衝擊影響之 HAPs 物種進行檢測，並以 5 年為一周期，每周期進行 1-2 次重要 HAPs 物種檢測。
- 二、HAPs 排放量申報制度部分，排放量計算可採建議排放係數值及業者自廠係數二種方式並行，可先要求業者進行一次全面性排放調查（包括檢測），後續未改變相關操作程序、原物料的前提下，則不需持續執行檢測。另應不定期檢討公告排放係數的適用性，且業者自行定檢結果，亦可作為修正預設排放係數之參考。
- 三、SCAQMD 為執行環境正義法案，所成立專責執行單位「多元、公平與包容性辦公室」，加強與民眾溝通，屬於風險溝通之環節工作，並可落實民眾參與之政策精神。
- 四、面臨能源轉型或產業轉型，在規劃空氣品質管理計畫時須成立跨部門協調單位，另於規劃 AQMP 時，必須進行政策環境評估，以確保相關策略及影響皆可被兼顧。
- 五、針對環境監測數據顯示具有高環境濃度之區域，經由分析環境監測數據，找出具有主要危害潛勢之污染物，優先管制；再調查可能之排放源，要求執行更多減量，以降低區域內民眾健康影響。
- 六、美國政府為保護少數族裔或低收入戶區域民眾健康及避免受到環境污染影響，已在全美各地受指定區域推動空氣污染減量專案，包含降低有害空氣污染物的熱區濃度，透過社區監測等來確認重點污染物曝露濃度，透過周界監測等調查方式確認污染來源，據以訂定法規減量。本次研討會發表多篇論文探討透過各類新發展之監測技術或設備，用以調查確認污染來源之方法及案例。
- 七、揮發性有機物監測由光學氣體成像進展至定量光學氣體成像，以分析 OGI 相機記錄圖像方式，可用於定量揮發性有機物洩漏率，提升污染調查技術。

- 八、美國環保署於 2016 年更新環氧乙烷之致癌風險值，使環氧乙烷之偵測極限需由現行 ppb 等級，提升至 ppt 等級，惟現行檢測方法偵測極限約為 250pptv，仍待技術發展突破，以符合未來管制需求。
- 九、空氣中 PFAS 之檢測技術發展部分，本次研討會就 PFAS 檢測分析方法，提出改善精進做法，另由於 PFAS 長鏈特性，主要污染土壤地下水，而空氣濃度相對不高。惟含 PFAS 物質之廢棄物若在焚化處理後排放短鏈氟化物，則可能與第三代冷媒（全氟烴、氫氟烴）同具溫室氣體潛勢，仍須關注後續影響。

4.2 建議

- 一、本部所推動有害空氣污染物管制相關政策，參考國外執行經驗及作法，未來可推動 HAPs 納入固定污染源許可證管制，另亦可推動 HAPs 排放量申報制度，以健全 HAPs 管制制度。
- 二、參考美國執行環境正義法案之 HAPs 風險減量作法，我國已於六輕、臨海、林園及仁大工業區推動風險熱區減量工作，未來可再持續擴大至其他工業區執行，以維護民眾健康。
- 三、未來可參考美國技術發展，再強化精進環氧乙烷及空氣中全氟和多氟烷基物質之檢測分析方法，以作為未來新興污染物管制需求使用。