

出國報告（出國類別：考察）

參訪美國固定污染源連續自動監測設施 (CEMS)管制策略

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：郭愛華環境技術師

赴派國家：美國

出國時間：101年10月14日至101年10月21日

報告日期：102年01月17日

目 次

	頁 次
第一章 前言	1
第二章 參訪行程及內容	3
第三章 本次參訪及研習內容.....	7
3.1 參訪 USEPA.....	7
3.2 參訪 ECMPS 管理合約廠商 SRA 公司.....	15
3.3 參訪 Morgantown 燃煤電廠	19
3.4 參訪 SCAQMD	23
第四章 心得與建議	28
4.1 心得	28
4.2 建議	29
附錄一 向 USEPA 介紹台灣 CEMS 管制現況簡報.....	30
附錄二 USEPA 介紹其 CEMS 品管圖應用情形之簡報	37
附錄三 向 SCAQMD 介紹台灣 CEMS 管制現況簡報	51
附錄四 SCAQMD 介紹其 CEMS 管制概況(一).....	58
附錄五 SCAQMD 介紹其 CEMS 管制概況(二).....	80

表 目 錄

	頁 次
表 2-1 本次參訪行程及內容	4
表 2-2 受訪對象單位人員清單	4
表 2-3 與 USEPA 討論議題.....	5
表 2-4 與 SRA International, Inc.討論議題.....	6
表 2-5 與 SCAQMD 討論議題	6
表 3.1-1 40CFR60 NSPS 中 CEMS 相關規定	12
表 3.1-2 與 USEPA 討論議題及其回復內容.....	12
表 3.2-1 與 SRA International, Inc.討論議題及其回復內容.....	12
表 3.4-1 SCAQMDCEMS 相關法規彙整.....	23
表 3.4-2 與 SCAQMD 討論議題及其回復內容.....	26

圖 目 錄

	頁 次
圖 3.1-1 USEPA Air Markets 排放量資料查詢網頁	14
圖 3.1-2 與 USEPA Air Markets Division 相關人員討論情形	14
圖 3.3-1 SRA 企業總部外觀.....	16
圖 3.3-2 USEPA ECMPS 網頁	18
圖 3.3-3 SRA 公司 ECMPS 網頁	18
圖 3.3-1 Morgantown 燃煤電廠外觀	19
圖 3.3-2 Hg CEMS 問題討論與參觀情形	220
圖 3.3-3 PM CEMS 及現場採樣管清理器具平台	21
圖 3.3-4 CEMS 站房內外參觀與討論情形	22
圖 3.3-5 由煙囪 CEMS 設置平台窗口遠眺(a)電廠之貯煤場(b)舊/備用排放管道.....	22
圖 3.4-1 與 SCAQMD 相關人員討論情形	27

第一章 前言

為即時有效掌握固定污染源操作及排放狀況，目前連續監測系統（Continuous Monitoring System, CMS）早已普遍應用於固定污染源。而世界各國環境保護主管機關為了落實各項空氣污染防制政策，亦透過各項法規要求大型固定污染源設置及操作固定污染源空氣污染物連續自動監測設施（Continuous Emission Monitoring System, CEMS），以掌握固定污染源空氣污染物排放情形。一般而言，CEMS 的用途包括：

- 一、掌握污染防制設施之操作狀況：可透過 CEMS 監測污染防制設施進氣口及排氣口之污染物濃度瞭解污染防制設施之操作條件是否恰當（加藥量過多或偏低）或失控（如濕式除硫系統噴嘴堵塞）。
- 二、調整污染源操作條件：可透過 CEMS 監測數據回饋給污染源操作人員調整相關操作條件（如改變操作溫度、燃料種類或用量），以確保污染源維持在最佳操作條件或排放濃度符合排放標準。
- 三、判斷污染源排放情形是否符合排放標準：可藉由 CEMS 監測數據瞭解污染源排放濃度是否超過排放標準，並可藉由設定適當之警示條件，提醒污染源及防制設施操作人員進行相關設施操作條件之調整。
- 四、徵收空污費及管理排放量
 - （一）計算排放量及徵收空污費：可藉由 CEMS 監測之污染物濃度及排放流率計算污染物排放量，並據以徵收及繳交空氣污染防制費。
 - （二）總量管制與排放權交易：為誘使固定污染源進行污染減量，目前國外許多空氣污染防制政策係以總量管制及排放權交易等經濟誘因手段，鼓勵固定污染源進行設備更新或加裝污染防制設施。如 USEPA 的酸雨計畫（Acid Rain Program, ARP）、氮氧化物交易計畫（NO_x Budget Trading Program, NBP）、跨州清淨空氣法（Clean Air Interstate Rule, CAIR）、歐盟溫室氣體排放交易系統（EU-ETS GHG Emission Trading）以及韓國首爾空品區排放交易系統（Emissions Trading System In the Seoul Metropolitan Area）等。
 - （三）廠區排放許可量總量管理與彈性調度：藉由排放量之計算，可協助固定污染源掌握逐月及年度累積之排放量是否超過排放許可量，以進一步調整污染源操作條件或提高污染防制設施去除效率，避免年排放量超過許可量而受罰。

目前我國已公告三批次應設置 CEMS 之固定污染源清單，除第一批清單係於民國 82 年公告之外，第二批清單於 91 年 7 月 16 日公告、93 年 7 月 16 日前應完成設置及連線，第三批清單則於 92 年 3 月 27 日公告，94 年 3 月 27 日前應完成設置及連線。這些依法應設置 CEMS 之大型固定污染源約有 287 根次，占全國總列管之排放管道比例約 3%，但由其監測並掌握之排放量高達 71%，由此可見 CEMS 管理之重要性。

CEMS 監測數據品質對於主管機關空氣品質政策的執行成效影響甚鉅，因此，環保署及地方環保局近十餘年來投入相當可觀的經費與人力進行 CEMS 相關法規制定與修訂、現場輔導查核與加強教育訓練等工作，以期 CEMS 監測數據品質具可靠性。

為促使我國固定污染源空氣污染物連續監測管制之相關管制策略與施行順利銜接其他相關法令及與國際 CEMS 法令與技術最新發展趨勢接軌，本次參訪美國環保署（USEPA）及南加州空品管理局（SCAQMD）CEMS 管制策略、法令規範、實施現況及技術成果等，其目的主要包括：

- 一、政策面：USEPA 自 1975 年開始應用 CEMS 監控固定污染源排放氣體濃度是否符合排放標準(40CFR60)，至 1990 年則訂定更嚴格之 CEMS 法規(40CFR75)。另 SCAQMD 基於其區域清淨空氣誘因市場管制措施而另訂有別於 40CFR60/75 之 CEMS 法規(R2011/R2012)，其相關管制精神與法規訂定經驗頗值得我國學習，將有助於我國未來 CEMS 管制與法規施行。
- 二、技術面：國外近年逐漸應用排放管道中汞及粒狀污染物質濃度連續自動監測設施於各項空氣污染排放標準相關法案，其相關操作經驗仍在起步階段，其操作困難及成本負擔是否適合我國現階段引進實施，除已透過相關資訊蒐集外，有必要進一步至國外相關公私場所現場觀摩與交換意見。
- 三、實務面：我國近年發生多起公私場所 CEMS 監測數據造假事件，而美國實施 CEMS 較我國早約 20 年，其相關經驗值得我國參考；USEPA 自 2009 年起開始運用固定污染源排放量資料收集及監測計畫系統(ECMPS)彙整 ARP 等燃煤/燃油電廠排放量，並透過 ECMPS 篩檢 CEMS 數據之完整性及合理性，其對於監測數據之查核與判斷經驗頗值得我國參考。

第二章 參訪行程及內容

本次出國期程為 101 年 10 月 14 日至 101 年 10 月 21 日，共 8 日，行程表詳如表 2-1，部分受訪人員如表 2-2 所列。參訪內容說明如下：

- 一、 拜訪 USEPA，討論議題如表 2-3 所列。目的主要瞭解 USEPA 所訂之 CEMS 法規新作法，如品管圖、標準氣體認證、檢測人員認證，及 ECMPS 管理與申報系統，以及未來管制趨勢等管理策略相關內容及其實際執行情形。
- 二、 參觀馬里蘭州摩根城燃煤電廠(Morgantown Generating Station)，交換其 CEMS 維護管理心得，並瞭解國內尚未設置之 PM CEMS 以及 Hg CEMS 之使用狀況，俾作為國內後續實施管制參考。
- 三、 參訪 SRA 公司，瞭解其為 USEPA 開發及維護管理 ECMPS 之理念與經驗，討論議題如表 2-4 所列。
- 四、 拜訪 SCAQMD，討論議題如表 2-5 所列。目的主要瞭解 SCAQMD 自行訂定有別於 USEPA 訂定之 CEMS 相關法令背景、發展演變及相關實務管理經驗等。

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		
10	14	日	台北	華盛頓特區	去程	
10	15	一	華盛頓特區	馬里蘭州	參訪燃煤電廠	參訪Morgantown Generating Station 燃煤電廠
10	16	二	華盛頓特區	華盛頓特區	參訪USEPA	參訪USEPA，CEMS相關法規討論及執行經驗交流
10	17	三	華盛頓特區	維吉尼亞州	參訪SRA公司	參訪SRA公司，瞭解ECMPS運作情形
10	18	五	華盛頓特區	洛杉磯	啟程前往加州	
10	19	六	洛杉磯	洛杉磯	拜訪SCAQMD	拜訪SCAQMD，討論SCAQMD自定之CEMS管制策略及法規
10	20	六	洛杉磯	台北	返程	
10	21	日	-	-	返程	

表 2-2 受訪對象單位人員清單

姓名	單位/公司	部門	職稱
Jeremy Schreifels	U.S. Environmental Protection Agency	Clean Air Markets Division	Senior Policy Analyst
Reynaldo Forte	U.S. Environmental Protection Agency	Clean Air Markets Division	Chief of Emissions Monitoring Branch
John Schakenbach	U.S. Environmental Protection Agency	Clean Air Markets Division	Environmental Scientist
Peter H. Kokopeli	U.S. Environmental Protection Agency	Clean Air Markets Division	Environmental Protection Specialist
Carlos R. Martinez	U.S. Environmental Protection Agency	Clean Air Markets Division	Environmental Engineer
Jenny Jachim	U.S. Environmental Protection Agency	Clean Air Markets Division	Environmental Engineer
John Travis	U.S. Environmental Protection Agency	Clean Air Markets Division	
Justin J. Harris	U.S. Environmental Protection Agency	Office of International & Tribal Affairs	Taiwan Program Manager

Michael Garibay	South Coast Air Quality Management District	Source Test Engineering	Supervising Air Quality Engineer
Michael D. Wickson	South Coast Air Quality Management District	Science & Technology Advancement Monitoring/Source Testing	Senior Air Quality Engineer
Michael A. Cecconi	South Coast Air Quality Management District	Monitoring & Source Test Engineering	Senior Air Quality Engineer
Christopher Worley	SRA International, Inc.		
Lenny Nimmerrichter	GenOn Energy, Inc (併購 Constellation Energy Group)	Morgantown Generation Station	Electric & Controls Supervisor
Jeremy Whorton	ThermoFisher Scientific	CEMS, Environmental & Process Monitoring	
John S. Rego	Stratus Solution, LLC		President

表 2-3 與 USEPA 討論議題

<p>1. 如何規劃 ECMPS 之建置與後續營運管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 建置費用？每年委外營運管理費用？ ● 系統架構為何？ ● 規劃之申報項目甚為完整，其後續分析及統計項目與指標包含哪些？如何將相關結果應用在相關法規之修訂？ ● 如何在短時間內透過 ECMPS 分析各公私場所傳送之監測數據完整性、準確性及合理性？ ● ECMPS 之數據如何應用到 Air Markets Program Data (AMPD)和其他資料庫？ ● SO₂/NO_x 與 GHGs CEMS 數據在 ECMPS 架構下係獨立或合併管理？
<p>2. 如何進行 40CFR75 CEMS 監測數據之品保品管查核</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 如何避免公私場所之 DAHS 軟體造假 ● 如何透過品管圖等工具確認監測數據之品質 ● 40CFR75 管制之 CEMS 數量高達 3,000 套以上，但其監測時數有效百分率高達 98% 以上，其所有 RATA 之相對準確度可小於如何達到高監測時數有效百分率及 RATAs ● 標準氣體認證制度推行之架構及成本？ ● 檢測機構及檢測人員認證制度由哪些單位執行？
<p>3. Hg CEMS 及 PM CEMS 之應用</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 在 40CFR75/MATS 管制對象中，已有多少污染源完成 Hg CEMS 及 Multi-metals CEMS 之設置及確認？其設置及操作成本為何？汞標準氣體來源問題如何克服？ ● 在 40CFR75 管制對象中，已有多少污染源完成 PM CEMS 之設置及確認？其設置及操作成本為何？
<p>4. 40CFR75 未來管制趨勢？</p>

<ul style="list-style-type: none"> ● 新增監測項目？ ● 是否對 CEMS DAHS 進行軟體認證？
5. 是否有意願透過「台美環保技術合作協定」提供 ECMPS 建置及營運管理之意見？

表 2-4 與 SRA International, Inc.討論議題

1. 如何規劃 ECMPS 之建置與後續營運管理 <ul style="list-style-type: none"> ● 建置費用及期程？ ● 每年營運管理費用？ ● 系統架構為何？所需硬體等級規格？ ● 投入人力需要多少？ ● 如何在短時間內透過 ECMPS 分析各公私場所傳送之監測數據完整性、準確性及合理性？
2. 參觀 ECMPS 站房 <ul style="list-style-type: none"> ● 參觀 ECMPS 站房之硬體設備 ● 於 SRA 公司連線觀摩 ECMPS 之操作管理

表 2-5 與 SCAQMD 討論議題

1. R218 及 R218.1 CEMS 管理辦法及其修正草案 <ul style="list-style-type: none"> ● 起停爐期間是否排除於監測時數外？監測時數有效百分率之計算為何允許每月最多 40 小時的時數(校正檢查、維修保養及查核)排除？如何認定？ ● 例行維護保養的期程是否需於品保計畫書或通報主管機關內載明，並經主管機關同意始得進行？ ● SCAQMD 轄內有多少 CEMS 係採用分時系統？其起停爐期間之監測數據是否亦造成低估？
2. R2011 及 R2012 RECAIM CEMS <ul style="list-style-type: none"> ● 對於超低監測數據，其監測數據低於全幅 10% 者得以 10% 替代或以其他規範證明，在 SCAQMD 有多少此類低濃度污染源採取這些規範？ ● 需要連續自動監測污染防制設施操作參數(CPMS)嗎？
3. 如何進行 CEMS 監測數據之品保品管查核 <ul style="list-style-type: none"> ● 如何避免公私場所之 DAHS 軟體造假 ● 公私場所 CEMS 管理人員是否需通過 CARB 之教育訓練課程(401 - Comprehensive CEMS)取得證照？
4. R301 <ul style="list-style-type: none"> ● 在 SCAQMD 有多少套 PEMS？ ● 其確認及 QA-QC 是否比照傳統 CEMS 之規範？

第三章 本次參訪及研習內容

3.1 參訪 USEPA

美國及德國自 1975 年率先開始應用 CEMS 於大型固定污染源空氣污染源空氣污染物排放監測及管制，其功能可讓固定污染源操作者及環保主管機關即時瞭解固定污染源排放情形並掌握污染防制設備之操作性能，後來其數據被用來計算排放量及空氣污染防制費。1990 年起美國酸雨計畫更運用 CEMS 來支持其二氧化硫（SO₂）排放減量目標，並透過每年分配給各污染源年度排放量以及建立市場交易機制（air market）等經濟誘因手段，成功誘使相關燃煤電廠安裝污染防制設備，並在 2008 年達成其全國排放量之上限。此成功經驗亦讓近年熱門的京都議定書仿效，作為溫室氣體排放量交易的計量工具之一。而我國自 1993 年起實施固定污染源空氣污染物連續自動監測設施之管制作業，並參考美國 40CFR60 附錄 F 的 CEMS 性能規範為基礎制訂「固定污染源空氣污染物連續自動監測設施管理要點」及其相關作業規範，其後則再參考 40CFR75 相關內容予以增修，並提升管理要點之法制位階，於 2003 年 12 月正式發布「固定污染源空氣污染物連續自動監測設施管理辦法」（以下簡稱 CEMS 管理辦法）。

美國是全世界最早實施 CEMS 管制之國家，其 CEMS 應用是在 40CFR60 各章節（見表 3.1-1 所列）依各類污染源分別予以規範，而其通用之性能規範則是統一規定於 40CFR60 附錄 F 中。其後因應 1990 年空氣清淨法（Clean Air Act Amendment, CAAA）修正內容所實施的酸雨管制及排放量交易機制而制訂更嚴格的 40CFR75 CEMS 規範。

近年則因美國國內汞（Hg）污染排放源主要係來自於燃煤電廠排放氣體和水泥旋窯，因此，陸續於相關章節中要求設置 Hg CEMS 或 STM（Sorbent Trap Monitoring），而 PM_{2.5} 的議題也讓 USEPA 決定開始要求部分污染源捨棄不透光率監測項目，而改為設置 PM CEMS 直接監測粒狀物質量濃度。另外，汞之外的某些重金屬在固定污染源排放氣體可能主要是以粒狀物型態存在，因此，在重金屬連續自動監測設施尚未普及前，相關法令同意公私場所可採用 PM CEMS 當作替代監測項目。

表 3.1-1 40CFR60 NSPS 中 CEMS 相關規定

污染源類別	Part 60 章節	應設置 CEMS 之污染源條件	生效日期	CEMS 監測項目
Fossil fuel-fired steam generators	D	Boilers > 73 MW	12/23/71	Opacity SO ₂ , NO _x
Electric utility steam generating units	Da	Boilers > 73 MW	6/11/79	Opacity SO ₂ , NO _x
Industrial – commercial – institutional steam-generating units ^c	Db	Boilers > 29 MW < 73 MW	11/25/86	Opacity SO ₂ , NO _x
Small industrial – commercial – institutional steam-generating units	Dc	Boilers > 2.9 MW < 29MW	9/12/90	Opacity SO ₂
Portland cement plants	F	Kiln and clinker cooler	12/14/88	Opacity
Municipal waste combustors	Ea	Combustor	2/11/91	
HNO ₃ plants	G	Process equipment	12/23/71	Opacity SO ₂ , NO _x , CO, NO _x
Petroleum refineries	J	Catalytic cracker Fuel gas combustor Claus recovery plants	3/8/74	Opacity, SO ₂ , CO SO ₂ SO ₂
H ₂ SO ₄ plants	M	Process equipment	12/23/71	SO ₂ ,
Primary copper smelter	P	Roaster/smelter, Cu converter Dryer	1/15/76	SO ₂ Opacity
Primary zinc smelters (Q)	Q	Sintering machine	1/15/76	Opacity SO ₂
Primary lead smelters	R	Blast/reverberatory Furnace, sintering machine	1/15/76	Opacity Opacity, SO ₂
Ferroalloy production facilities	Z	Submerged electric arc furnaces	5/4/76	Opacity
Steel plants	AA	Electric arc furnaces	10/31/84	Opacity
Kraft pulp mills	BB	Recovery furnace Lime kiln Digester Brown stock washer Evaporator, oxidation, and stripper system	2/23/78	Opacity TRS TRS
Glass manufacturing plants	CC	Glass Melting furnaces	10/7/80	Opacity

Lime manufacturing facilities	HH	Rotary lime kiln	3/7/78	Opacity
Phosphate rock plants	NN	Dryer and calciner grinder	4/16/82	Opacity
Polymer industry	DDD	Carbon adsorbers	12/11/90	VOC
Flexible vinyl and urethane coating and printing	FFF	Solvent recovery controls	6/29/84	VOC
Synthetic organic chemical manufacturing industry	III	Air oxidation process	6/29/90	VOC
Onshore natural gas processing	LLL	Sweetening units	10/1/85	Velocity
Synthetic organic chemical manufacturing industry	NNN	Distillation operations controls	6/29/90	VOC
Petroleum refinery wastewater systems	QQQ	Carbon adsorbers	11/23/98	VOC
Magnetic tape coating facilities	SSS	Carbon adsorbers	10/3/88	VOC
Mineral industries	UUU	Calciners & dryers	9/28/92	Opacity
Polymeric coating of supporting substrates facilities	VVV	Carbon adsorbers	9/11/89	VOC

而 USEPA 近年新採用的 CEMS 監測數據申報系統（Emission Collection and Monitoring Plan System, ECMPS）、新管制的標準氣體認證和檢測機構/檢測人員認證制度都是國內欠缺或有所差異的作法。因此，本次參訪目的係期望能當面請教相關法令制訂之背後意涵、管制現況與其未來管制趨勢，以作為本署研修 CEMS 管理辦法（草案）之參考。

本次係由本署先行介紹台灣目前 CEMS 管制現況（簡報如附錄一），再透過事前提供之議題與各業務負責人當面交換意見，相關議題及其回復內容如表 3.1-2，討論過程如圖 3.1-2，USEPA CAMD 人員亦有針對品管圖應用於 CEMS 監測數據之案例進行說明（簡報如附錄二）。討論重點說明如下：

一、ECMPS 的建置與應用管理：由於以往不同法規各有不同的 CEMS 監測數據申報規定，造成主管機關和公私場所在管理上極大的困擾。因此，USEPA 在 2003 年重新檢視 CEMS 所有相關法令之後決定，將以往透過排放數據申報系統（Emission Tracking System, ETS）和監測數據檢查工具（Monitoring Data Checking software, MDC）的電子化數據報表（Emission Data Report, EDR）整合為單一排放量申報監測計畫系統（Emission Collection and Monitoring Plan System, ECMPS），並歷經 1

年的檢討、2 年的規劃和 3 年的程式開發與測試後，至 2009 年才開始全面實施。ECMPS 不僅大幅減輕污染源以往面對不同管制作業所需相同資料卻需重複作業的工作時間，並可提高資料數據申報的完整性，但目前僅能藉由程式判斷季報的完整性，並主動寄發電子通知提醒公私場所補充不完整之處，至於季報的準確性及合理性仍須仰賴 USEPA 人員的專業判讀。另也因為管理工作繁雜，USEPA AMPD 部門本身即有 10 餘位人員參與此項業務，同時將相關程式/資料庫建置維護管理工作及污染源教育訓練與釋疑委由 SRA 公司協助，SRA 公司也有約 10 位工作人員負責相關工作，每年建置及維護費用約 300 萬美金。

- 二、CEMS 監測資料之應用：由於 USEPA 主要是負責 SO₂/NO_x 減量目標的達成、總量管制與排放交易，因此，ECMPS 僅彙整每季的排放量，據以判斷污染源是否有超過每年的許可額度（allowance），如果有超排（excess emission）者，則處以較原本的費率高出 30 餘倍之費率計算超排的空污費。相關污染源歷年相關排放量已可供外界查詢，如圖 3.1-1（網址為 <http://ampd.epa.gov/ampd/>），而該些資料亦可提供其他資料庫（如空氣品質模式）運用。
- 三、DAHS 軟體之認證機制：全球目前除了英國環保署要求公私場所需採用經過官方認證的 DAHS 軟體外，其他國家目前對於 DAHS 軟硬體方面並無實質的管制措施。USEPA 人員表示，美國境內或許也有類似國內於 2011 年發生華亞汽電 CEMS 造假事件案例，但目前 USEPA 尚未制訂 DAHS 軟體認證機制，僅在 40CFR75 中規定，公私場所負責人、專責人員需簽署相關文件，保證其提報之相關報表及監測數據為正確。
- 四、標準氣體認證機制：USEPA 早在 1997 年即已訂定“EPA Traceability Protocol for Assay and Certification of Gaseous Calibration Standards”，以供氣體製造商及公私場所依循。但 USEPA 在 1996 年、2003 年和 2010 年調查發現，40CFR75 列管污染源使用的 CEMS 校正氣體誤差頗大，影響排放量申報準確性及交易公平性甚鉅。因此在 2011 年 3 月 11 日將標準氣體認證制度納入 40CFR75 強制執行，另 USEPA 認為 ISO 認證體系不足以確保標準氣體品質，所以 USEPA 與美國國家標準技術局 (National Institute of Standard and Technology, NIST) 合作執行標準氣體認證計畫 (Emission Protocol Gas Verification Program, PGVP)，委由一

顧問公司每年針對有意願之氣體製造廠商隨機訂購相關標準氣體分析，確認其符合相關規範始可取得相關證書，並販售相關產品供 40CFR75 CEMS 使用。由於國內目前尚未訂有標準氣體國家標準，為進一步瞭解國內之標準氣體品質，本署爰參考 USEPA 作法於 101 年度「固定污染源空氣污染物連續自動監測設施擴大管理及數據統計應用計畫」委由工研院量測中心進行 CEMS 標準氣體檢測作業，目前初步分析結果顯示，也有部分標準氣體超過 USEPA 標準氣體規範之情形，而標準檢驗局亦已著手規劃制訂國內標準氣體之規範及檢測方法。

五、標準檢驗機構和人員管理及認證機制：由於 CEMS 例行的品質保證必須仰賴標準檢測機構使用標準檢測方法加以比對，因此標準檢驗機構和人員的素質相當重要。以往美國並未在相關法令要求檢測機構及檢測人員之品質，但是在相關公私場所一再反映類似問題後，USEPA 在 2011 年 3 月 11 日將檢測機構及檢測人員認證制度納入 40CFR75。但是相關認證工作並非由 USEPA 執行，而是委託 SES (Source Evaluation Society) 及 STAC (Stack Testing Accreditation Council) 等協會進行認證。其中 USEPA 要求的檢測人員認證僅強制規定該次 RATA 檢測小組的組長必須取得認證資格，這作法與英國規定每位檢測人員都必須取得各種等級的檢測資格有所不同，而國內對於檢測機構的資格係由本署環境檢驗所進行認證，但檢測人員則由檢測機構自行進行教育訓練。

六、Hg CEMS 和 PM CEMS 管制：由於美國有超過 40% 的汞是來自於燃煤電廠排放氣體，水泥旋窯也是排行第 4 大的污染源。因此，USEPA 近年開始在 40CFR63 相關章節要求燃煤電廠和水泥廠進行汞污染減量和設置 CEMS。目前 1,650 座中大型燃煤機組已有約 700 套 Hg CEMS。至於 Multi-metals CEMS 則因技術規範尚未正式公告且供應商有限，目前可先以 PM CEMS 作為替代監測項目。國內近年 CEMS 計畫曾評估應用 Hg CEMS 和 PM CEMS 之可行性，除了相關監測設施運轉經驗仍不多和技術門檻較高之外，主要是其設置和運作成本較現行 CEMS 高出 1 倍，國內如欲新增相關管制，可能會面臨頗大的挑戰。

表 3.1-2 與 USEPA 討論議題及其回復內容

討論議題	回復內容
<p>1. 如何規劃 ECMPS 之建置與後續營運管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 建置費用？每年委外營運管理費用？ ● 規劃之申報項目甚為完整，其後續分析及統計項目與指標包含哪些？如何將相關結果應用在相關法規之修訂？ ● 如何在短時間內透過 ECMPS 分析各公私場所傳送之監測數據完整性、準確性及合理性？ ● ECMPS 之數據如何應用到 Air Markets Program Data (AMPD)和其他資料庫？ ● SO₂/NO_x 與 GHGs CEMS 數據在 ECMPS 架構下係獨立或合併管理？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 每年由不同計畫分撥之經費合計約 300 萬美金。 ● 相關分析作業由 SRA 公司協助，每年將分析結果提報 USEPA，作為增修法令之參考。 ● ECMPS 系統目前僅能檢查報表之完整性，品管圖之應用仍在試用推廣階段，至於數據之合理性則仍須相關人員以人工判斷的方式查核。 ● ECMPS 在規劃階段已考量其他資料庫之需求，除納入相關參數外，並採用新檔案格式，以利於提供各資料庫所需之資料項目及格式轉檔。 ● 為因應美國新增之 GHG 管制法令需求，已在 ECMPS 原架構下擴建 GHGs CEMS 申報相關內容。
<p>2. 如何進行 40CFR75 CEMS 監測數據之品保品管查核</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 如何避免公私場所之 DAHS 軟體造假 ● 如何透過品管圖等工具確認監測數據之品質 ● 標準氣體認證制度推行之架構及成本？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 雖然公私場所的確可能使用 DAHS 軟體假造 CEM 監測數據，但目前 USEPA 相關法令尚未納入 CEMS DAHS 軟體認證之規定，後續可考慮修訂相關法令新增相關管制作業。 ● 40CFR75 仍為推廣階段，目前僅有部分廠商自願測試品管圖應用於 CEMS 監測數據分析，但已收到成效，確實可協助主管機關及公私場所發現問題。 ● 標準氣體認證制度已納入 40CFR75 之法令強制執行。由本署與 NIST 合作，委由一顧問公司每年針對有意願之氣體製造廠商隨機訂購相關標準氣體分析，符合相關規範始可取得相關證書，並販售相關產品供 40CFR75 CEMS 使用。

<ul style="list-style-type: none"> ● 檢測機構及檢測人員認證制度由哪些單位執行？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 檢測機構及檢測人員認證制度並非由 USEPA 執行，係委託 SES 及 STAC 等協會進行認證。
<p>3. Hg CEMS 及 PM CEMS 之應用</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 在 40CFR75/MATS 管制對象中，已有多少污染源完成 Hg CEMS 及 Multi-metals CEMS 之設置及確認？其設置及操作成本為何？汞標準氣體來源問題如何克服？ ● 在 40CFR75 管制對象中，已有多少污染源完成 PM CEMS 之設置及確認？其設置及操作成本為何？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 目前 1,650 座中大型燃煤機組已有約 700 套 Hg CEMS。Hg CEMS 校正所需之標準氣體仍暫時以“Interim EPA Traceability Protocols for the Qualification and Certification of Elemental and Oxidized Mercury Gas Generators”方式實施。至於 Multi-metals CEMS 則因技術規範尚未正式公告且供應商有限，目前可先以 PM CEMS 作為替代監測項目。 ● PM CEMS 主要係由 40CFR63 相關法令要求設置，且尚於管制初期，目前尚未統計已完成設置 PM CEMS 之數量。
<p>4. 40CFR75 未來管制趨勢？</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 新增監測項目？ ● 是否對 CEMS DAHS 進行軟體認證？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 在 40CFR75 管制範圍，短期內暫無新增監測項目之規劃，原本納管之 Hg CEMS 已回歸到 MATS 管制範疇。 ● 目前暫無對 CEMS DAHS 進行軟體認證之規劃，但未來可考慮。
<p>5. 是否有意願透過「台美環保技術合作協定」提供 ECMPS 建置及營運管理之意見？</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 未來可提出方案討論。

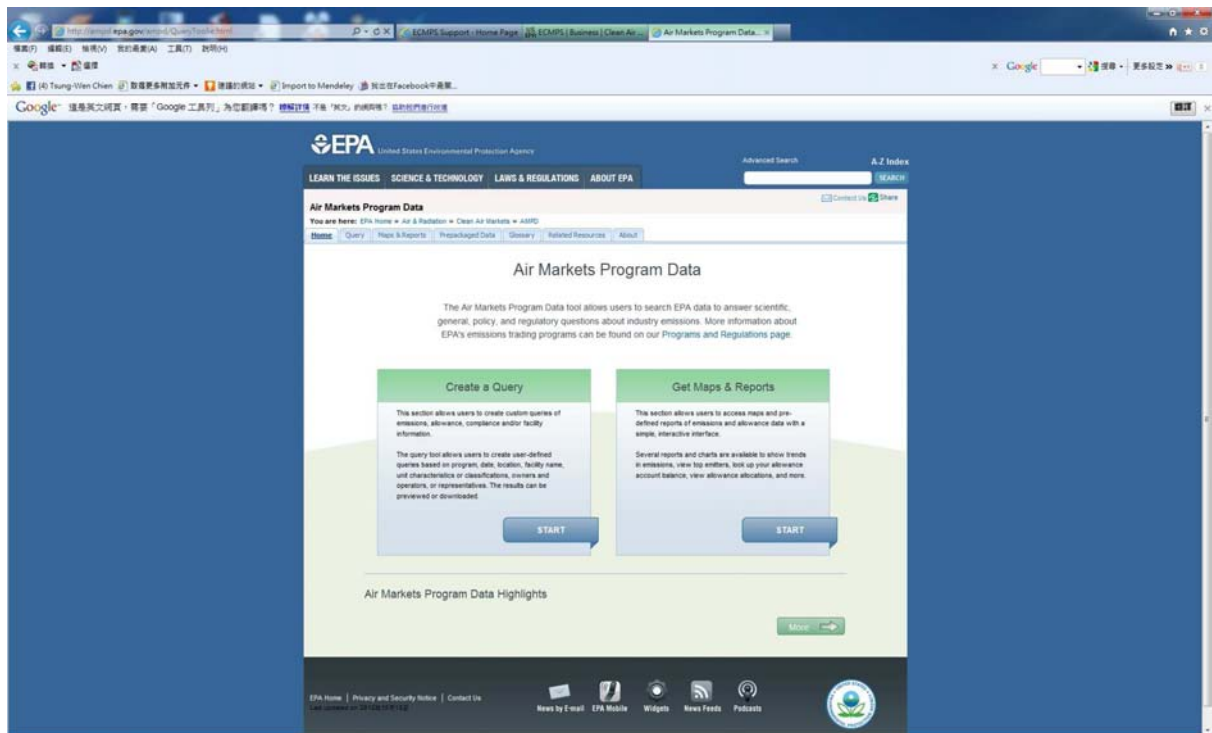


圖 3.1-1 USEPA Air Markets 排放量資料查詢網頁



圖 3.1-2 與 USEPA Air Markets Division 相關人員討論情形

3.2 參訪 ECMPS 管理合約廠商 SRA 公司

USEPA 為因應 1990 年空氣清淨法 (Clean Air Act Amendment, CAAA) 陸續衍生的酸雨計畫、總量管制計畫而成立清淨空氣交易市場部門 (Clean Air Markets Division, CAMD)。經過十餘年的施行後，USEPA 發現以往不同法規各有不同的 CEMS 監測數據申報之規定，造成主管機關和公私場所在管理上極大的困擾，因此，自 2003 年開始 CAMD 重新檢視 CEMS 所有相關法令之後決定，將監測數據相關所需的製程、監測計畫書、確認報告書、例行品保紀錄和監測數據報表等獨立申報系統重新規劃和建置，將以往透過排放數據申報系統 (Emission Tracking System, ETS) 和監測數據檢查工具 (Monitoring Data Checking software, MDC) 的電子化數據報表 (Emission Data Report, EDR) 整合為單一申報及管理系統-排放量申報監測計畫系統 (Emission Collection and Monitoring Plan System ,ECMPS)，其建置目標包括：

- 一、 提供單一用戶端工具給所有相關公私場所檢查和申報排放監測數據；
- 二、 提供公私場所在送出相關報表前，可輕鬆檢查相關數據之完整性及品質；
- 三、 提供公私場所即時及完整的回饋(feedback)服務；
- 四、 確保公私場所既有申報系統和工具可無縫升級和接軌；
- 五、 可透過使用端工具直接將相關資料傳送至 USEPA 資料庫；
- 六、 可將電子數據報表獨立維護管理；
- 七、 採用最新的檔案格式 (XML file format) ；
- 八、 建立更嚴謹的系統權限管理機制；
- 九、 增加彈性：
 - (一)無須於每份季報皆提報監測計畫書；
 - (二)例行品保測試結果可立即上傳，無須再等到季報申報時才一併上傳；
 - (三)XML 檔案格式可以日期和時間為基準將數據重新調整，取代以往以污染物種類為分類基準。

ECMPS 建置初期係由 PQA 公司承接 USEPA 之委託計畫進行規劃與開發工作，然而 PQA 公司於 2010 年 2 月被 SRA International, Inc. 併購，因此目前 ECMPS 的維護管理工作持續由 SRA 公司負責。SRA 總公司 (見圖 3.2-1 所示) 位於維吉尼亞州 Fairfax，其業務主要鎖定資訊服務，但應用範圍相當廣泛，包括生物

資訊、能源與環境、健康管理和模式模擬等。



圖 3.3-1 SRA 企業總部外觀

本次參訪 SRA 討論之議題及其回復說明如表 3.2-1 所列，其 ECMPS 係放置於北卡羅萊納州 Research Triangle Park 的美國國家電算中心內部，由於管制相當嚴格，因此當日通知無法進行 ECMPS 硬體現場參訪，僅由 SRA 及 USEPA 人員透過客戶端系統進行說明與展示相關操作。

表 3.2-1 與 SRA International, Inc.討論議題及其回復內容

討論議題	回復內容
<p>1. 如何規劃 ECMPS 之建置與後續營運管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 建置費用及期程？ ● 每年管理費用？ ● 投入人力需要多少？ ● 如何在短時間內透過 ECMPS 分析各公私場所傳送之監測數據完整性、準確 	<p>2004 ~2005：定義系統需求及規劃架構；Early 2006~mid-2006：開發出α版程式；Mid-2006 – 2007：提供各種β版程式供志願者(公私場所)進行試用，並根據回饋的意見進行修改程式；2008：部分行業污染源開始轉換舊系統至 ECMPS；2009：所有行業受 CEMS 相關規定列管之污染源全面使用 ECMPS 及申報。</p> <p>每年管理經費約 300 萬美金。</p> <p>不含 USEPA 之人員，SRA 公司投入 ECMPS 約 10 人，但相關人員並非只負責 ECMPS 之業務。</p> <p>ECMPS 系統目前僅能檢查報表之完整性，品管圖之應用仍在試用推廣階段，至於數據之合理性則仍須相關人員以人工判斷的方式查核。</p>

性及合理性？

USEPA 和 SRA 公司在 ECMPS 工作上的分工主要為：

- 一、 USEPA 負責對公私場所提供 ECMPS 有關法規和行政程序方面之解釋、每季報表的審查管理以及將 CEMS 監測數據提供其他相關資料庫使用。如圖 3.2-2 所示，其主要訊息網址為 <http://www.epa.gov/airmarkets/business/ecmps/index.html>，此網址包含相關使用手冊和技術手冊等文件。
- 二、 SRA 負責對公私場所 ECMPS 安裝和使用方面的技術問題解答、教育訓練和系統硬體管理與程式更新等工作。如圖 3.2-3 所示，其主要訊息網址為 <http://ecmps.camdsupport.com/>，此網址包含 ECMPS 最新訊息(如程式更新、各季報表上傳期程提醒)、程式下載與相關硬體需求、教育訓練文件/簡報/影音檔，以及 Q&A 等服務。

與本署 CEMS 管理系統相較，有下列幾點差異：

- 一、 ECMPS 已整合許可資料(如污染源及防制設施等訊息)、CEMS 設施設置及監測數據報表，可快速連結污染源操作及排放狀況，以協助相關人員判斷監測數據之合理性。
- 二、 ECMPS 已將 CEMS 例行 RATA 查核結果納入電子申報範圍，我國僅要求定期檢測摘要結果上網登錄。
- 三、 ECMPS 可每年取得固定污染源 CEMS 監測計畫書最新內容之電子版，可輕易統計其全國 CEMS 使用之類型、廠牌、型號等相關訊息，而我國則仍處於書面文件管理，在統計相關訊息方面需由各縣市環保局以人工方式彙整。
- 四、 ECMPS 所獲得之 CEMS 數據可輕易轉檔給相關資料庫(如 AMPD 或空氣品質模式)使用，我國目前在與其他資料庫整合與應用上仍有改善之空間。



圖 3.3-2 USEPA ECMPS 網頁



圖 3.3-3 SRA 公司 ECMPS 網頁

3.3 參訪 Morgantown 燃煤電廠

美國目前中大型燃煤機組約有 1,650 座，其中大型燃煤機組約 1,250 座。由於燃煤電廠排放氣體汞污染排放量為美國汞污染排放清冊中排行第 1 位，因此 USEPA 於 2005 年發布施行汞排放管制法（Clean Air Mercury Rule, CAMR），對燃煤電廠汞污染排放進行總量管制，並要求大型燃煤電廠應設置汞連續自動監測設施（Continuous Mercury Monitoring System, CMMS 或 Hg CEMS）。雖然 CAMR 於 2008 年被美國聯邦巡迴法庭廢止，但 USEPA 重新引用法源並制訂固定污染源汞及空氣毒化物排放標準（Mercury and Air Toxics Standards, MATS）自 2011 年生效，重新要求大型燃煤電廠應於 2012 年完成 Hg CEMS 的設置，並自 2013 年開始比照 SO₂/NO_x CEMS 進行連線申報。

本次現場參訪對象為摩根城燃煤電廠，係考量該廠已設有 PM CEMS 和 Hg CEMS，可以公私場所之觀點提供相關監測設施實際操作及維護保養經驗，亦可作為本署未來擬定相關規範之參考。該廠位於馬里蘭州 Newburg 鄰近波多馬克河（Potomac River）河畔，廠內有二座 626 MW 燃煤汽電機組，依序自 1970 年和 1971 年開始運轉迄今。



圖 3.3-1 Morgantown 燃煤電廠外觀

該廠目前設有約 30 台 CEMS 分析儀，其監測項目包括不透光率、SO₂、NO_x、CO₂、O₂、排放流率、粒狀物質濃度和 Hg CEMS。另該廠亦在濕式石灰石排煙脫硫設備（wet limestone Flue Gas Desulfurization, WFGD）前安裝 2 台 SO₂ 分析儀，以瞭解 WFGD 的處理效率。

本次進入該電廠後，直接在其煙囪旁之站房進行討論，其後再至監測站房參觀其廠內所有 CEMS，最後再搭乘電梯至煙囪上監測設施位置進行參觀。重點說明如下：

一、CEMS 維護保養管理經驗：摩根城燃煤電廠含 WFGD 前端監測儀及排放管道排放狀況監測儀共約 30 台監測分析儀，其每年的操作維護費用

大約 30 萬美元，平均 1 台分析儀之維護保養費用 1 萬美元（約為新台幣 30~40 萬元）。其廠內有 2 位工程師自行負責 CEMS 維護保養工作，與國內大多數的工廠採委託 CEMS 儀器廠商代為維護保養的管理方式不同，此作業方式雖然較為辛苦及耗費廠內人力，但可主動掌握 CEMS 儀器設備狀況與監測數據品質，同時還可累積排除故障之經驗與節省儀器廠商前來維護保養的費用，值得國內公私場所參考。

二、汞連續自動監測設施之操作維護經驗：該廠使用之 Hg CEMS 係 ThermoScientific 公司生產之 Model 80i Mercury Freedom™ CEMS，此廠牌型號於目前美國 Hg CEMS 之市佔率超過 70%。當天係先由該廠 Hg CEMS 儀器廠商於一樓監控站房以維修中之 Hg CEMS 實體介紹說明其 Hg CEMS 之分析原理；其後再轉至煙囪設置 CEMS 之平台現場參觀（如圖 3.3-2）。本次該廠儀器廠商代表及主要維護保養工程師提供 2 點經驗與建議分享：

1. 建議適度放寬 Hg CEMS 相關規範的品保/品管頻率
2. 建議可採用價格相對便宜之半連續式（以吸附管採樣後再行分析）CEMS 設施。



圖 3.3-2 Hg CEMS 問題討論與參觀情形

三、粒狀物質量濃度連續自動監測設施之操作維護管理經驗：該廠使用 SICK-MAIHAK 公司生產之 Dusthunter SF100 機型 PM CEMS。該廠工程師表示，由於 WFGD 之排放氣體含水率甚高，容易造成該款 PM CEMS 光徑之鏡片容易髒污而影響監測數據，因此需每週將採樣管抽出清潔，其使用之清潔器具及平台如圖 3.3-3 所示。由該廠提供之實務

經驗顯示，未來國內如欲實施 PM CEMS 管制，尚應考慮對國內公私場所增加 CEMS 維護人力之負荷程度。



圖 3.3-3 PM CEMS 及現場採樣管清理器具平台

四、CEMS DAHS 管理：該燃煤電廠主要為配合 SO_2/NO_x 之總量管制及排放交易制度規定，每季除須使用 ECMPS 向 USEPA 提報每季 SO_2/NO_x 排放季報外，亦須符合各地方主管機關之 CEMS 法令。因此，其 CEMS 監測數據尚須即時連線至地方環保局，此與國內僅由 CEMS 管理辦法及公告指定污染源應設置 CEMS 及與地方主管機關連線之管制架構有些許不同。

五、稀釋型 CEMS 應用情形：美國由於其排放標準（以單位產能之質量濃度）之制訂與我國（體積濃度）不同，因此其 SO_2 監測設施多採用濕基的稀釋型系統（dilution-type extractive CEMS）。由於此類型 CEMS 占其 SO_2 監測項目超過 90%，且恰逢國內地方環保局於本年度自行要求公私場所使用之稀釋型 CEMS 採樣管線增設加熱管線引起爭議，因此本次參訪一併請教同樣使用稀釋型 CEMS 的電廠人員其操作管理經驗。據其表示，由於該廠位於 Potomac 河畔，且冬天氣溫甚低，因此僅需於冬天氣溫較低時將加熱管線啟動，平時則無須加熱。此一寶貴資訊，可供本署作為 CEMS 管理辦法（草案）之參酌。

圖 3.3-4 為參觀 CEMS 站房及當時討論情形；圖 3.3-5(a)則是由煙囪 CEMS 設置平台窗口遠眺其貯煤場、燃煤運輸帶與運煤火車；圖 3.3-5(b)則是由煙囪 CEMS 設置平台窗口遠眺其舊的排放管道與煙囪，目前則是用來

作為新煙囪歲修時之備用或緊急排放煙囪，其背後即為 Potomac 河。



圖 3.3-4 CEMS 站房內外參觀與討論情形



圖 3.3-5 由煙囪 CEMS 設置平台窗口遠眺(a)電廠之貯煤場(b)舊/備用排放管道

3.4 參訪 SCAQMD

南岸空氣品質管理局（South Coast Air Quality Management District，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。

由於 SCAQMD 的污染特性緣故，致使 SCAQMD 在污染源管制方面經常有異於美國聯邦及其他各州的管制方式。譬如，SCAQMD 轄內即無燃煤等固體燃料的電力設施，自然不會出現需要符合 USEPA 最新公告管制燃煤電廠排放氣體中汞及空氣毒化物排放標準設置 Hg CEMS 的案例。SCAQMD 與 CEMS 相關法令如表 3.4-1 所列，其中 R218、R218-1、R2011 和 R2012 為 CEMS 相關規範，亦是本次參訪主要學習瞭解的目標。其他相關法規則是藉由 CEMS 進行排放濃度、排放量及總量管制方面的應用。

表 3.4-1 SCAQMDCEMS 相關法規彙整

項次	法規序號	法規名稱
1	Rule 218	Continuous Emission Monitoring
2	Rule 218-1	Continuous Emission Monitoring Performance Specifications
3	Rule 301	Permit Fees
4	Rule 430	Breakdown Provisions
5	Rule 431-1	Sulfure Content of Gaseous Fuels
6	Rule 1112	Emissions of Oxides of Nitrogen from Cement Kilns
7	Rule 1119	Petroleum Coke Cclculating Operations - Oxides of Sulfure
8	Rule 1135	Emissions of Oxides of Nitrogen from Eletric Power Generating Systems
9	Rule 1325	Federal PM2.5 NSR Program
		Regulation XX - Regional Clean Air Incentives Market (RECLAIM)
10	Rule 2000	General
11	Rule 2002	Allocations for Oxides of Nitrogen (NO _x) and Oxides of Sulfur

		(SO _x)
12	Rule 2011	Requirements for Monitoring, Reporting, and Recordkeeping for Oxides of Sulfur (SO _x) Emissions
	Rule 2011-ATTCH	Attachments A-F for Rule 2011, Appendix A
	Rule 2011A-1	Protocol for Monitoring, Reporting, and Recordkeeping for Oxides of Sulfur (SO _x) Emissions
	Rule 2011A-2	Major Sources - Continuous Emission Monitoring System (CEMS)
	Rule 2011A-3	Process Units - Periodic Reporting & Rule 219 Equipment
	Rule 2011A-4	Process Units - Source Testing
	Rule 2011A-5	Remote Terminal Unit (RTU) - Electronic Reporting
	Rule 2011A-6	Reference Methods
13	Rule 2012	Requirements for Monitoring, Reporting, and Recordkeeping for Oxides of Nitrogen (NO _x) Emissions
	Rule 2012ATT	Attachments A-G for Rule 2012, Appendix A
	Rule 2012A-1	Protocol for Monitoring, Reporting, and Recordkeeping for Oxides of Nitrogen (NO _x) Emissions
	Rule 2012A-2	Major Sources - Continuous Emission Monitoring System (CEMS)
	Rule 2012A-3	Large Sources - Continuous Process Monitoring System (CPMS)
	Rule 2012A-4	Process Units - Periodic Reporting & Rule 219 Equipment
	Rule 2012A-5	Large Sources and Process Units - Source Testing
	Rule 2012A-6	All Sources and Units - Determining Source Category Status
	Rule 2012A-7	Remote Terminal Unit (RTU) - Electronic Reporting
	Rule 2012A-8	Reference Methods
14	Rule 2503	Enforceable Procedures

本次 SCAQMD 參訪過程係由本署先介紹台灣目前 CEMS 管制現況(簡報如附錄三)，再由負責固定污染源監測及檢測業務團隊介紹 SCAQMD CEMS 概況(其簡報分別如附錄四及附錄五，如圖 3.4-1)。請教的議題及其回復內容彙整如表 3.4-2 所列，並就重點說明如下：

一、R218 及 R218-1：

(一)目前我國 CEMS 管理辦法關於監測時數有效百分率之定義主要係參考 40CFR75 的規定加以調整。而 SCAQMD 對於每月分析儀可利用百分率(Percentage of Monitor Availability, PMA)的定義則是在計算公式時，可分母的污染源操作時數直接規定最多可扣除 40 小時校正檢查、維修保養及查核等作業的時數。此作法國內亦有公私場所操作人員提

出類似修法建議。但 SCAQMD 在其認定方式目前仍倚賴主管機關人員的查核判斷，且公私場所無須事前向 SCAQMD 提出例行維護保養期程，因此國內如採納此一方式，可能會增加環保局管理人員的工作負荷。

(二)由於一般污染源在起停爐期間的排放濃度較高，加上國內目前排放標準大多並未針對起停爐期間訂定專門適用的標準或受限於環評承諾值遠低於通用的排放標準，因此極易造成污染源因為超過排放標準而受罰。為了避免罰單，目前有許多公私場所利用 CEMS 管理辦法監測時數有效百分率規範較為寬鬆之便，經常在起停爐期間，將 CEMS 關機或切換為維修狀態。為了杜絕國內公私場所日後再採取此一方式規避管制，本署已於 CEMS 管理辦法（草案）增訂提高監測時數有效百分率之規範，亦趁此次參訪瞭解 SCAQMD 之管制方式，以兼顧技術之合理性與公平性。

二、R2011 及 R2012：

(一)由於國內現行 CEMS 設置對象部分公私場所的 CEMS 監測數據常出現不太合理的低濃度值，除了污染防制設施操作條件外，外界經常質疑是否有可能產生如此低的監測數據？SCAQMD 的 R2011 及 R2012 是目前已知 CEMS 相關法規中，訂有 CEMS 產生超低濃度時公私場所應採取哪些具體作法的法令，但經此次訪談，SCAQMD 轄內實際上似乎並沒有適用此一條款之案例。

(二)國內近年發生多起 CEMS 監測數據造假或疑似造假之案例，如能輔以污染防制設施操作參數相關數據，應能幫助查核及管理人員更容易掌握監測及檢測數據之合理性。另外，美國目前也有部分法規已開始要求污染防制設施安裝操作污染防制設施操作參數連續監測設施(即 CPMS)。因此，本署除於近年相關計畫蒐集相關資訊外，亦透過此次參訪瞭解美國目前 CPMS 實際管制狀況。但由 SCAQMD 提供之訊息顯示，部分污染源雖已有安裝 CPMS，其實務面仍有一些困難，因此並未強制管制，僅訂定一些準則讓公私場所遵循及參考。

三、CEMS 監測數據品保品管查核：

由於國內於民國 100 年發生華亞汽電 CEMS 造假事件，為了防止及杜絕類似案例再發生，本署目前已於「CEMS 管理辦法」修正草案增訂

相關規定。而全球目前除了英國環保署要求公私場所需採用經過官方認證的 DAHS 軟體外，其他國家目前對於 DAHS 軟硬體方面並無實質的管制措施。SCAQMD 人員表示，其轄內或許也有類似案例，但目前 SCAQMD 仍只能以加強查核的方式確保 CEMS 監測數據品質。

四、R301：

預測型排放監測系統(PEMS)是國外近年逐漸採用的工具，除已證實適用於一些氣體燃料的污染源排放濃度監測外，其成本更較傳統的 CEMS 少了 1/2~2/3，頗值得國內管制參考。國內近年 CEMS 相關計畫除了曾評估其可行性外，亦有期中期末審查委員建議國內 CEMS 管理辦法增加相關規範。由相關文獻顯示，美國境內已有數百套 PEMS，但 SCAQMD 目前轄內共有 RECLAIM CEMS 約 383 套、非 RECLAIM CEMS 約 388 套，僅有約 5~6 套採用 ACEMS (即 PEMS)。

表 3.4-2 與 SCAQMD 討論議題及其回復內容

討論議題	回復內容
<p>1. R218 及 R218.1 CEMS 管理辦法及其修正草案</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 起停爐期間是否排除於監測時數外？監測時數有效百分率之計算為何允許每月最多 40 小時的時數(校正檢查、維修保養及查核)排除？如何認定？ ● 例行維護保養的期程是否需於品保計畫書或通報主管機關內載明，並經主管機關同意始得進行？ ● SCAQMD 轄內有多少 CEMS 係採用分時系統？其起停爐期間之監測數據是否亦造成低估？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 監測時數有效百分率之計算允許每月最多 40 小時的時數(校正檢查、維修保養及查核)的排除認定係由主管機關於查核時判斷。 ● 目前 SCAQMD 轄內公私場所的 CEMS 例行維護保養的期程並不需要於品保計畫書或通報主管機關。 ● SCAQMD 轄內污染源於起停爐期間的排放量係以排放係數(emission factors)計算。
<p>2. R2011 及 R2012 RECLAIM CEMS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 對於超低監測數據，其監測數據低於全幅 10% 者得以 10% 替代或以其他規範證明，在 SCAQMD 有多少此類低濃度污染源採取這些規範？ ● 需要連續自動監測污染防制設施操作參數(CPMS)嗎？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● SCAQMD 轄內目前似乎沒有公司場所的 CEMS 需要適用這些超低濃度的特別條款。 ● SCAQMD 轄內目前有規定 SCR 的操作溫度和噴氨量以及後燃器(afterburner)的操作溫度需監測，但其管制並不容易執

	行，因此目前僅訂定指導原則 (guidelines) 提供公私場所遵循或參考。
<p>3. 如何進行 CEMS 監測數據品保品管查核</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 如何避免公私場所之 DAHS 軟體造假 ● 公私場所 CEMS 管理人員是否需通過 CARB 之教育訓練課程 (401 - Comprehensive CEMS) 取得證照 	<ul style="list-style-type: none"> ● 雖然 SCAQMD 轄內 CEMS 設置對象亦有可能使用造假的 DAHS 軟體，但目前 SCAQMD 尚未針對此項問題採取相關措施，但未來可能會考慮如何防止此一問題的發生。 ● SCAQMD 並未規定公私場所管理人員需通過 CARB 之 401 - Comprehensive CEMS 教育訓練課程並通過考試後方能操作管理其 CEMS。
<p>4. R301</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 在 SCAQMD 有多少套 PEMS？ ● 其確認及 QA-QC 是否比照傳統 CEMS 之規範？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 目前約有 5~6 套 ACEMS (即 PEMS)。 ● 目前係依據 USEPA 發布之性能規範 PS-16 管制。

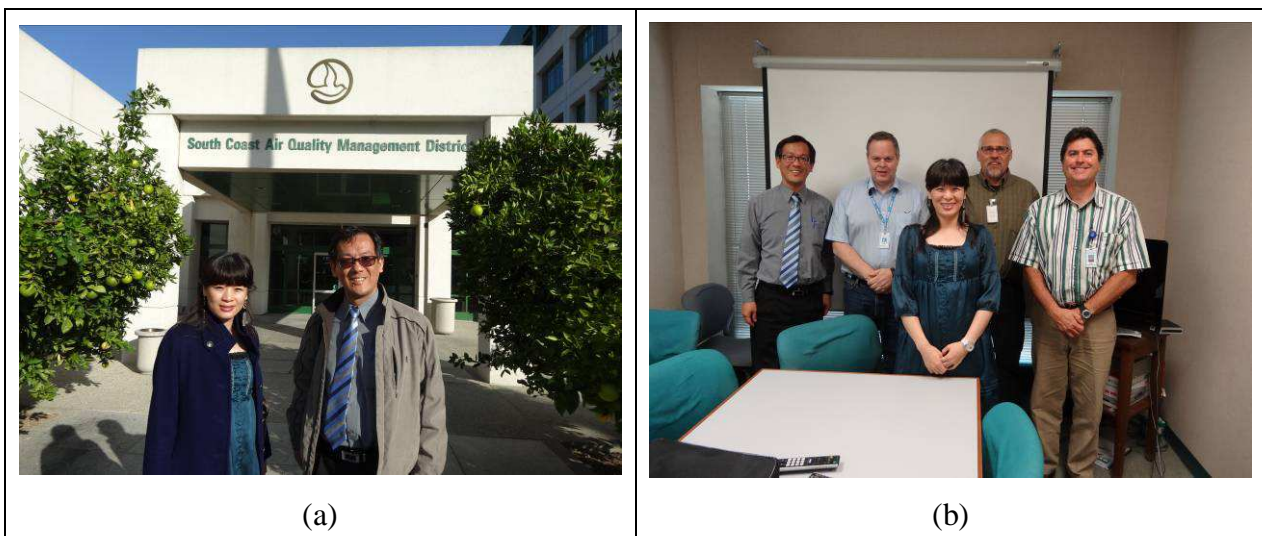


圖 3.4-1 與 SCAQMD 相關人員討論情形

第四章 心得與建議

4.1 心得

- 一、 摩根城燃煤電廠（Morgantown Generation Station，隸屬星座能源集團（Constellation Energy Group）旗下子公司）自 1970 年開始營運，設有 20 餘套 CEMS，除符合法規要求設置，亦自行於污染防制設施前端設置 SO₂ CEMS 以瞭解防制設施之處理效率，並作為防制設施操作參考。該廠設有 2 名負責 CEMS 維護保養的專用人力（每年投入的操作及維護費用高達 30 萬美金），解說 PM CEMS 操作管理方式，且該廠設有 2 套 Hg CEMS，其製程使用之污染防制設備種類（FGD 和 SCR）與國內燃煤電廠雷同。另現場維護人員與儀器公司人員依其操作經驗建議，建議我國未來如欲制訂 Hg CEMS 相關規範，其品保/品管頻率可適度放寬，或者採用價格相對便宜之半連續式（以吸附管採樣後再行分析）CEMS 設施，可作為國內未來研擬相關管制規範之參考。
- 二、 由於固定污染源連續自動監測設施（CEMS）業務的重要性，USEPA 在 CEMS 管制設置相關官方管制人力至少 10 人（總部及各區（共 10 區），不包括計畫委辦公司人力），以分擔相關法令、技術規範訂定及後續數據分析管理之工作。同時，USEPA 近年對 CEMS 相關管制持續進行效能及應用提升，除在相關法令中增加連續自動監測項目（汞及粒狀物質量濃度）外，對於其監測品質及比對檢測品質亦開始加強管制，如增加標準氣體的認證、檢測機構及人員的認證，同時亦開始針對監測數據進行管制圖的應用，確實能提升數據的可信度，值得作為國內未來施政之借鏡。
- 三、 SRA 公司自 2003 年起即協助 USEPA 重新設計新版電子申報軟體（Emission Collection and Monitoring Plans System, ECMPS），及負責系統執行、建置、維護、教育訓練及釋疑等管理工作（每年建置及維護費用約 300 萬美金）。該軟體主要係整合及改善以往舊版相關申報（Emission Tracking System, ETS）和檢查（Monitoring Data Checking, MDC）工具的問題，不僅大幅減輕污染源以往面對不同管制作業所需相同資料卻需重複作業的工作時間，並大幅提高資料數據申報的完整性，雖然維護費用驚人，但可供國內作為未來各項相關資料收集機制

規劃之參考。

- 四、南加州空氣品質管理局（SCAQMD）對於 CEMS 應用及管制之法規多達 15 項，其相關管制規範對象多為燃油或燃氣之機組，與 USEPA 主要管制對象為燃煤機組不同，且相關排放標準亦較 USEPA 嚴格。該局 CEMS 管制機制及規範，與國內 CEMS 管理辦法管制架構較相似，而現行國內 CEMS 管理辦法（草案）已參考該局制訂的 R2011 和 R2012，增訂超低濃度監測數據的品保品管相關規定，但其可同意在業者加強起停爐期間之品保品管操作情形下，排除監測；又該局對於防制設備操作參數之監測係回歸各排放標準予以規定，並非由 CEMS 統一規範；SCAQMD 對於檢測機構及廠方人員皆要求需經過實驗室認證（Laboratory Approval Program, LAP）；SCAQMD 轄內已有數個污染源（engine）採用預測型連續自動監測設施（PEMS），該局之管制規範值得本署繼續觀察其發展。
- 五、本次參訪除瞭解美國聯邦及地方環保主管機關 CEMS 管制之背後精神與沿革外，同時到污染源現場與廠方相關人員對談，直接瞭解污染源對 CEMS 相關法令之態度及實際管理作為，藉由本次參訪行程，雙方不僅建立初步的友誼，也為未來鋪設交流與合作之管道。

4.2 建議

- 一、由本次參訪行程經驗發現，USEPA 及 SCAQMD 對 CEMS 相關法令與管制的官方人力甚多，且兩個主管機關對於法規所面臨的問題皆會投入龐大的經費進行研究與改善，我國雖然在 CEMS 較美國起步晚了近 20 年，但國內實施近 20 年來所累積的經驗與該二主管機關仍有所不同，建議未來應可再進一步建立互相學習與交流之機會。
- 二、本次參訪的燃煤電廠設置的 Hg CEMS 和 PM CEMS 是國內尚未列管之監測設施，其現場的實務經驗對我國後續訂定相關法令時有相當的參考價值，且由本次經驗得知，往後在訂定國內相關法令及政策時，除了參考國外主管機關的相關文件及意見外，亦可再多瞭解其管制之公私場所實際因應經驗，可使研訂之法令與管制更臻完善及合理。

附錄一 向 USEPA 介紹台灣 CEMS 管制現況之簡報

CEMS Issues Discussed with USEPA

Ai-Hua Kuo and Tsung-Wen Chien
Oct. 16, 2012

▶ Mrs. Aihua Kuo

- ▶ **Environmental Technical Specialist**, Department of Air Quality Protection and Noise Control, Environmental Protection Administration, Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)
- ▶ Contact person of the projects about **air pollution control fee** relevant management and **CEMS**
- ▶ The Master's degree student of National Taipei University of Technology

Chronology of CEMS in Taiwan

- ▶ 1993: CEMS regulation promulgated
 - ▶ Performance Specification of QA/QC
 - ▶ 2001: CEMS data online reporting
 - ▶ 2003: CEMS regulation amendment
 - ▶ 2012: CEMS regulation amending
-

- ▶ 1993: First Announcement whom should install CEMS
 - ▶ 2002: Second Announcement whom should install CEMS
 - ▶ 2003: Third Announcement whom should install CEMS
 - ▶ 2002: Air Pollution Control and Emissions Standards for the Semiconductor Industry (NMHC & Flow CEMS)
 - ▶ 2006: Optoelectronic Material and Element Manufacturing Industry Air Pollution Control and Emission Standards (NMHC & Flow CEMS)
 - ▶ 2007: Adhesive Tape Manufacturing Industry Air Pollution Control and Emission Standards (NMHC & Flow CEMS)
 - ▶ 2011: Volatile Organic Compounds Pollution Control and Emissions Standards for the Stationary Pollution Source (Flare CEMS: NMHC, HRVOCs, Flow)
-

- ▶ There are 351 installed CEMS required by 1-3 announcement and EIA in Taiwan Now
- ▶ The CEMS data are reporting **to local authorities (EPB)** real-time, daily and monthly.

SO₂ emission from flue gases in Taiwan

	M_{total} (tonne/a)	M_{EF} (tonne/a)	M_{testing} (tonne/a)	M_{CEMS} (tonne/a)
2007	122326.05	5960.43	30410.02	85927.65
2008	109909.62	5374.47	26783.19	77736.3
2009	101111.86	5947.9	29922.04	65194.62
2010	114860.73	14879.35	30381.79	69599.56
2011	110825.95	6971.51	30845.96	73008.41

	M_{EF}/M_{total} (%)	M_{testing}/M_{total} (%)	M_{CEMS}/M_{total} (%)
2007	4.87%	24.86%	70.24%
2008	4.89%	24.37%	70.73%
2009	5.88%	29.59%	64.48%
2010	12.95%	26.45%	60.59%
2011	6.29%	27.83%	65.88%

NO_x emission from flue gases in Taiwan

	M _{total} (tonne/a)	M _{EF} (tonne/a)	M _{testing} (tonne/a)	M _{CEMS} (tonne/a)
2007	186669.6	14626.08	35135.6	136878.61
2008	177685.74	16705.23	35495.44	125474.21
2009	169783.16	15076.17	37264.12	117401.72
2010	192914.16	27294.32	40318.32	125301.43
2011	200770.88	22387.36	51096.06	127286.73

	M _{EF} /M _{total} (%)	M _{testing} /M _{total} (%)	M _{CEMS} /M _{total} (%)
2007	7.84%	18.82%	73.33%
2008	9.40%	19.98%	70.62%
2009	8.88%	21.95%	69.15%
2010	14.15%	20.90%	64.95%
2011	11.15%	25.45%	63.40%

Discussion Issues (1)

- ▶ The setup and operation of ECMPS
 - ▶ What are the costs of setup and annual operation/maintenance of ECMPS?
 - ▶ What is the structure of ECMPS?
 - ▶ What items and statistics index are the setup and analyzed after collecting the CEMS data through ECMPS?
 - ▶ How to evaluate the completeness, accuracies and rationality of CEMS data by ECMPS?
 - ▶ How does the ECMPS interchange CEMS data or information with other databases such as AMPD?
 - ▶ How do the GHGs CEMS data to be reported to ECMPS and analyzed by ECMPS?
 - ▶ Are the same team to manage the ECMPS for ARPs/CSAPR and GHGs reporting rules?
 - ▶ What is the difference between ECMPS and AMPD? Whose charge of analyzing the CEMS data?

Discussion Issues (2)

- ▶ The QA/QC and audit of CEMS data under 40CFR75
 - ▶ How to prevent the DAHS of Sources owners fabricate CEMS data?
 - ▶ How to use control chart to confirm the CEMS data quality?
 - ▶ How to reach and keep the high percent monitor availability (PMA) of 40CFR75, and high average relative accuracies of RATAs under 40CFR75?
 - ▶ What's the structure of PGVP? Who are the stakeholders of PGVP?
 - ▶ Whose responsibility AETBs/QSTIs
 - ▶ **Detection Limit?**
 - ▶ **The heating temperature of sample transporting line for dilution type CEMS which installed after wet FGD?**
-



Discussion Issues (3)

- ▶ Hg CEMS and PM CEMS
 - ▶ How many Hg CEMS and Multi-metals CEMS have been installed and certified under 40CFR75/MATS? How to resolve the problem of Hg calibration standard?
 - ▶ How many PM CEMS have been installed and certified under 40CFR75/MACT?
 - ▶ When will USEPA promulgate the final Hg calibration standards protocol?



Discussion Issues (4)

- ▶ What are the future developments of CEMS in the 40CFR60/75, MATS and MACT?
 - ▶ New monitoring items?
 - ▶ The verification of CEMS DAHS?



Discussion Issues (5)

- ▶ The USEPA CEMS/ECMPS's experience sharing through the "Agreement between the American Institute in Taiwan and the Taipei Economic and Cultural Representative Office in the United States for Technical Cooperation in the Field of Environmental Protection"



附錄二 USEPA 介紹其 CEMS 品管圖應用情形之簡報

Control Chart Methodology For Detecting Under-reported Emissions

Matthew Boze

US EPA Clean Air Markets Division;
Emissions Monitoring Branch
boze.matthew@epa.gov
202-343-9211



Intro

- ◆ Control charts are an effective tool for identifying unusual shifts in a parameter that should be fairly constant for a given operating condition
- ◆ A typical control chart consists of the following:
 - Points representing averages measurements taken over an interval of time
 - A center line, drawn at the overall mean for the data set
 - Upper and lower control limits ("natural process limits") that indicate the threshold at which the data is considered statistically unlikely



Objective

- ◆ To identify electronically the potential development of sampling system in-leakage that results in the under-measurement of emissions
- ◆ To estimate the magnitude of the bias caused by suspected in-leakage and compute an appropriate (yet conservative) correction factor, where appropriate.
- ◆ Note, EPA does recognize that a low bias in CO₂ data may be caused by other malfunctions other than sampling system in-leakage.



Why?

- ◆ EPA has received a number of petitions in the past few years, where sources have identified probable probe leaks
- ◆ Resubmissions were necessary to correct for the under-reported emissions
- ◆ These cases were identified after “true-up” and tended to affect large periods of data
- ◆ Excess emissions penalties were assessed in some cases where the source did not hold enough allowances



Data Used for Analysis

- ◆ CO₂ concentration is used as the control parameter given its relatively low variability in any given load band
- ◆ Load Bin Data
- ◆ MODC
- ◆ Date of Completion for last CO₂ RATA



Data Preparation

- ◆ Identify load bin to evaluate
 - Batch evaluation uses the most used load bin (load bin with highest % usage)
 - Other load bins can be evaluated as desired
- ◆ Minimum Criteria for Daily Data:
 - Discard all substitute CO₂ data from the load bin being evaluated (MODC = “01”)
 - Discard all CO₂ data for days with less than six quality assured measured values in the load bin of interest

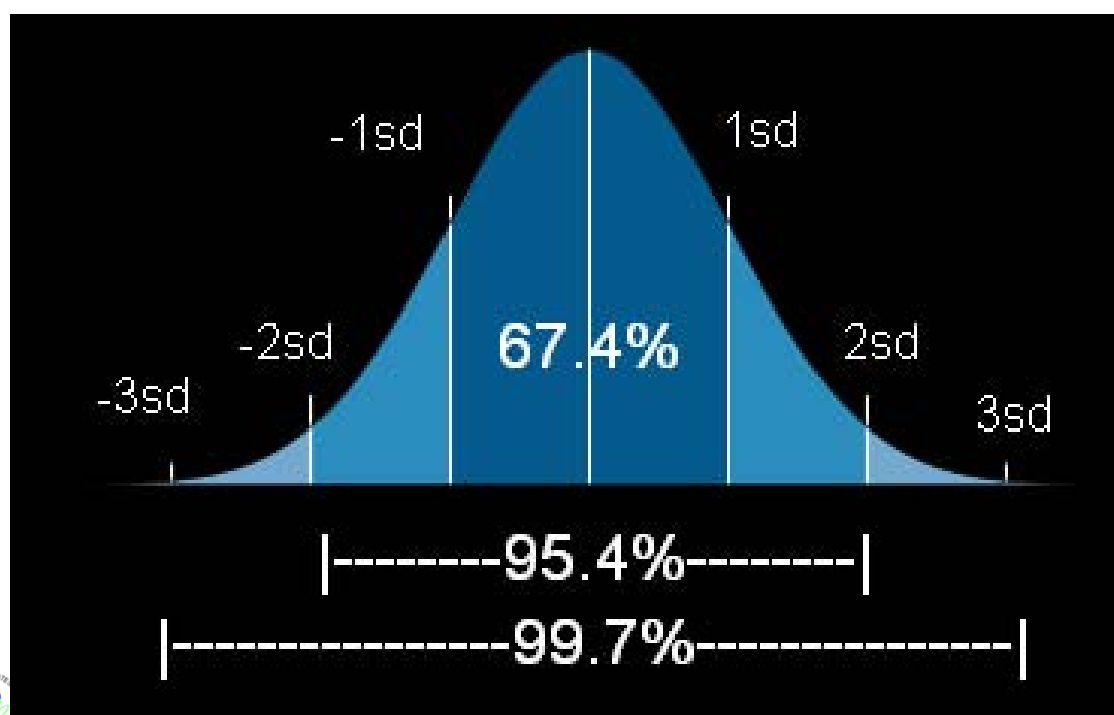


Determining Baseline Mean and Control limits

- ◆ Baseline data is compiled from the 30 calendar days following a successful CO₂ RATA (more if less than 15 days meet the minimum criteria)
- ◆ The following values are calculated for the baseline period:
 - The daily average CO₂ concentration, (AC_i);
 - The **baseline mean** CO₂ concentration, (AA_B); and
 - The standard deviation of the daily average CO₂ values over the baseline period, (SD_B)
- ◆ The control limits are set based on the standard deviation of the baseline data.



Normal Distribution



Determining Control Limits

- ◆ EPA uses $AA_B \pm 3 SD_B$ as the audit level as 99.7% of the daily averages should fall within this range.
- ◆ Therefore:
 - The upper control limit is:
$$XUCL = AA_B + 3 SD_B; \text{ and}$$
 - The lower control limit is:
$$XUCL = AA_B - 3 SD_B$$
- ◆ EPA recommend that sources use $AA_B \pm 2 SD_B$ as a control warning level



Evaluating Daily Data Against the Baseline

- ◆ The daily CO_2 data is collected from the most used load bin and is evaluated against the established baseline concentration (AA_B) and the control limits
- ◆ Only days with at least 6 hours of quality assured measurements are evaluated to ensure meaningful daily averages are used

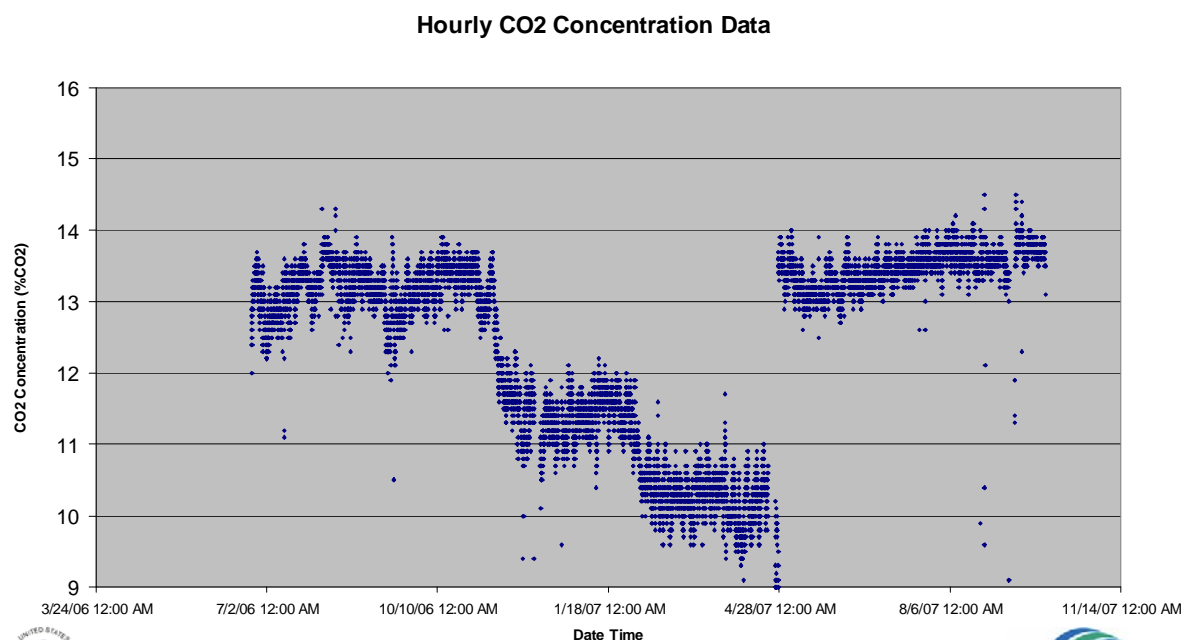


Evaluating Daily Data Against the Baseline

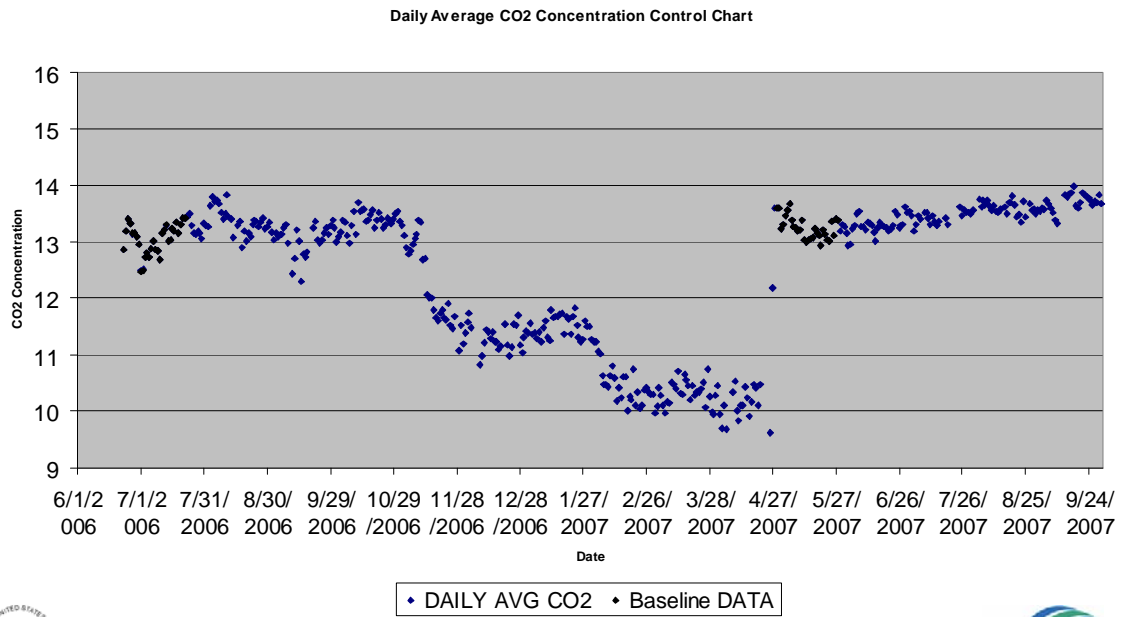
- ◆ Compare each daily average CO₂ concentration value to the calculated control limits.
- ◆ Flag any day where the average CO₂ value is outside of the control limits.
 - High and Low deviations are tracked separately
- ◆ Whenever 7 or more consecutive daily averages are out-of-bounds (consistently high or low) the data for the unit is flagged as having developed a potential bias, and possible sampling system leak.



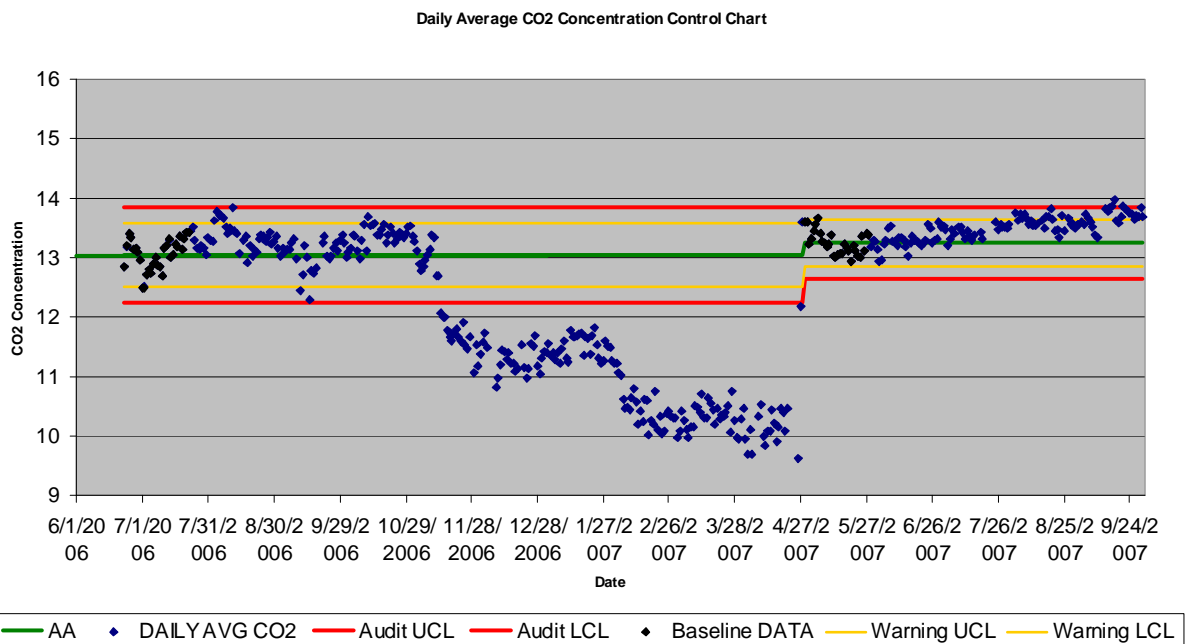
Example Hourly CO₂ Data



Example Daily Average CO₂

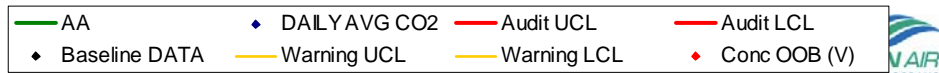
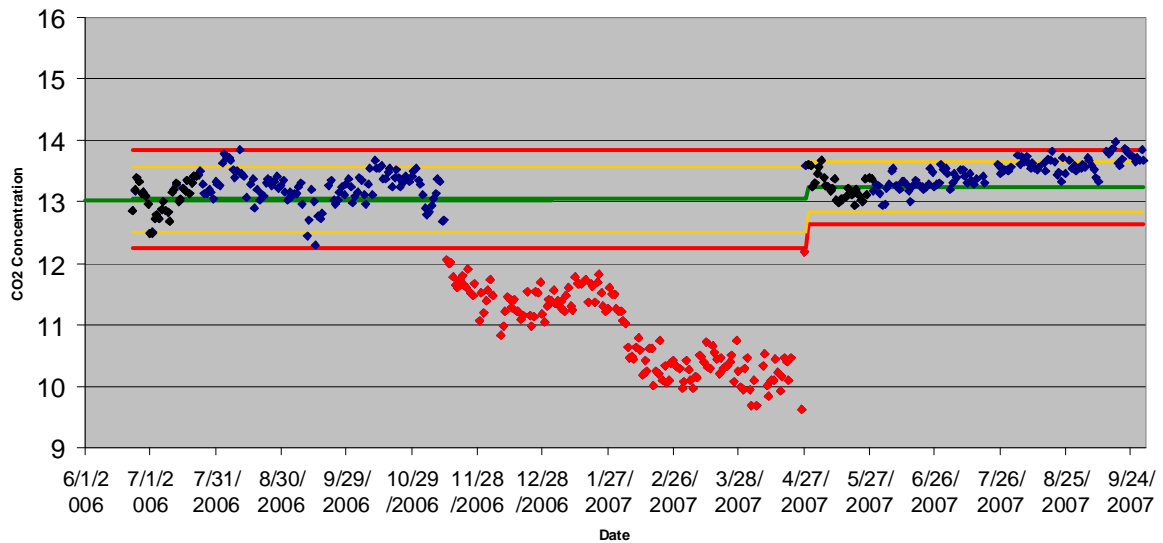


Add Control Limits



Identify Data Outside of the Control Limits

Daily Average CO2 Concentration Control Chart



So what should be done?

- ◆ Whenever EPA identifies suspected erroneous data, EPA will send a letter to the DR and monitoring contact to disclose our finding. The letter will provide the following options:
 1. If you concur that air in-leakage into the CEMS (or another malfunction of the monitoring systems) has occurred during the time period(s) in question and that the reported emissions are not accurate, then you should either:
 - » Resubmit the electronic data reports (EDRs) using the standard missing data procedures for SO₂, NO_x, and CO₂; or you may
 - » Submit a petition to EPA under 40 CFR 75.66, requesting an alternative to the standard missing data procedures.
 2. If you believe that the emissions have not been under-reported because, e.g., there is a technical explanation for the unexpected, low CO₂ concentrations identified by the EPA audit or that the bias in CO₂ was caused by a known malfunction that would not have affected the quality of the SO₂ or NO_x measurements you may provide that explanation to EPA with supporting documentation.



Determining Correction Factors

- ◆ Petitions for custom correction factors may be considered as an alternative to the standard missing data procedures
- ◆ Is a correction factor appropriate for the situation?
 - Does the biased data exhibit a constant bias?
 - Is there a single adjustment appropriate or are multiple adjustments more appropriate?
 - Or is the error too scattered to justify a correction factor?
- ◆ What can be done to make sure the correction is reasonably conservative to ensure that data are not understated after the correction is applied?



Correction Factor Determination

- ◆ If a correction factor is justifiable then has approved correction factors calculated as follows:

$$CF = \frac{AvgCO2_{base} \pm SD_{base}}{AvgCO2_{low} \pm SD_{low}}$$

or,

$$CF = \frac{AvgCO2_{base}}{AvgCO2_{low}} \left[1 \pm \sqrt{\left(\frac{SD_{base}}{AvgCO2_{base}}\right)^2 + \left(\frac{SD_{low}}{AvgCO2_{low}}\right)^2} \right]$$



Example Showing Single Correction Factor of 1.240



- ◆ The single adjustment applied in this example was calculated as follows:

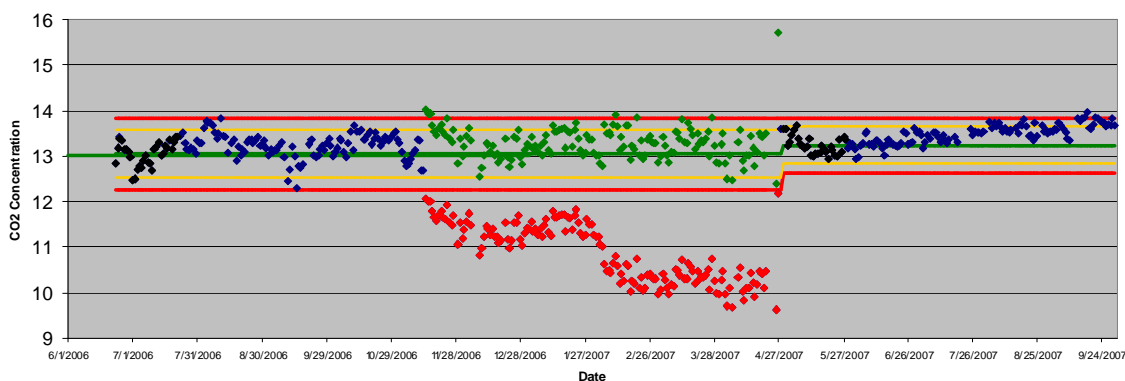
$$CF = \frac{13.03}{10.89} \left[1 \pm \sqrt{\left(\frac{0.264}{13.03}\right)^2 + \left(\frac{0.328}{10.89}\right)^2} \right] = 1.1965 \pm 0.0434 = 1.240$$

- ◆ This situation looks to have two distinct population so that a two tiered correction may be in order

The first population averages 11.45 % CO₂
 The second population averages 10.31 % CO₂



Example Showing Two Tiered Correction Factor of 1.174 & 1.304



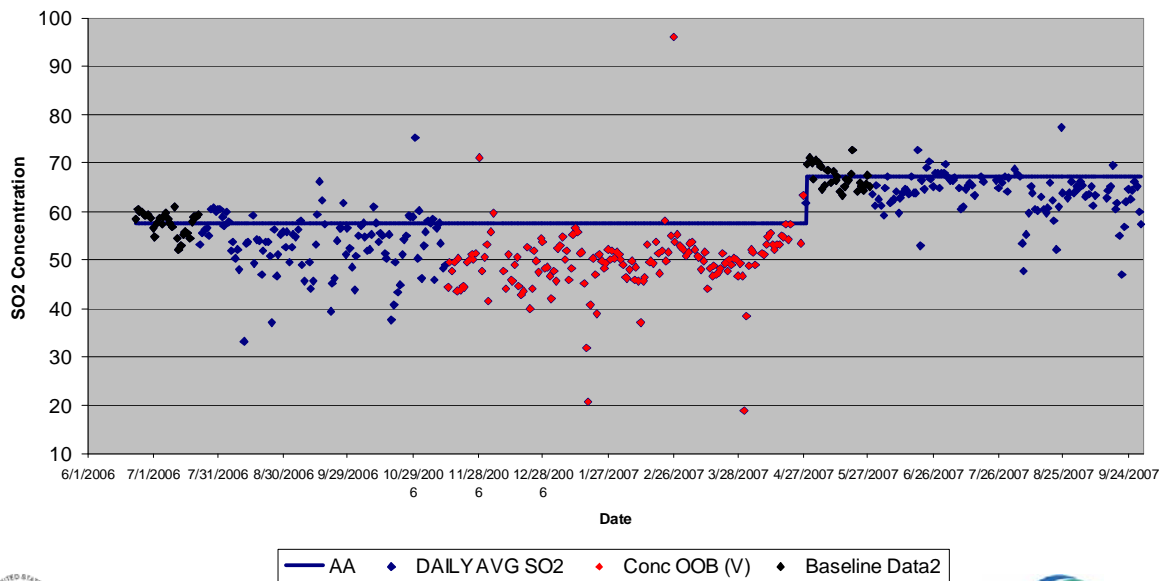
$$CF_1 = \frac{13.03}{11.45} \left[1 \pm \sqrt{\left(\frac{0.264}{13.03}\right)^2 + \left(\frac{0.278}{11.45}\right)^2} \right] = 1.1380 \pm 0.0360 = 1.1740$$

$$CF_2 = \frac{13.03}{10.31} \left[1 \pm \sqrt{\left(\frac{0.264}{13.03}\right)^2 + \left(\frac{0.253}{10.31}\right)^2} \right] = 1.2638 \pm 0.0402 = 1.304$$



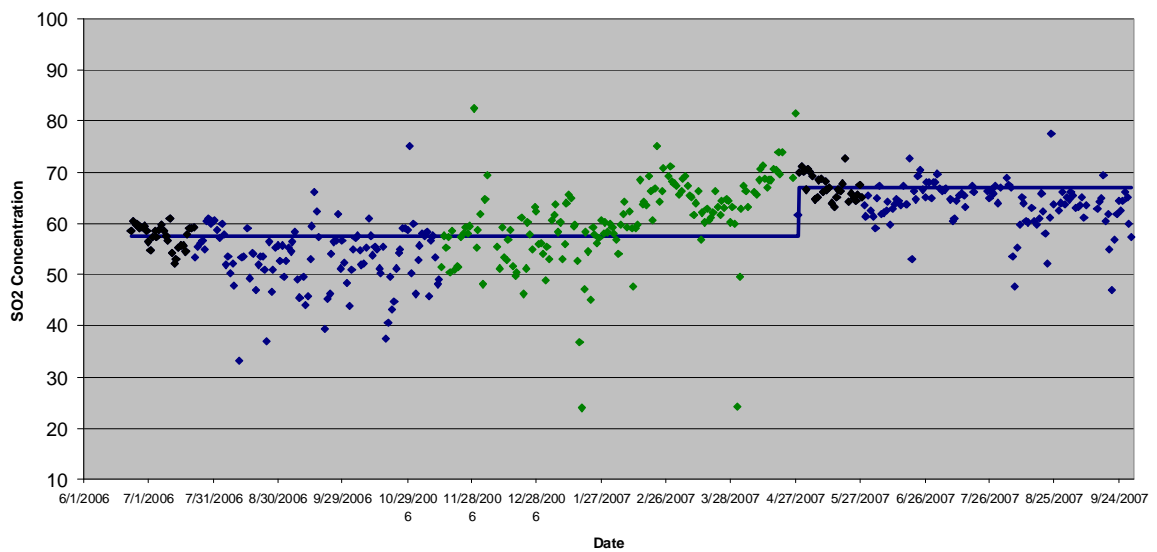
SO₂ Data Before Correction

Daily Average SO₂ Concentration Control Chart



SO₂ Data After Correction using the Two Tiered Correction Factor of 1.174 & 1.304

Daily Average SO₂ Concentration Control Chart with Two Tier Correction



EPA CO₂ Control Chart Auditing

- ◆ EPA is plans to run the control chart audit on CO₂ data quarterly so as to minimize in the future the amount of data that could be called into question
- ◆ This audit is run in an “ad-hoc” manner after the data has been submitted to EPA.
- ◆ EPA continues to refine this technique to “weed out” false positives.
- ◆ EPA also looks to use this sort of auditing on other parameters as appropriate to identify questionable data

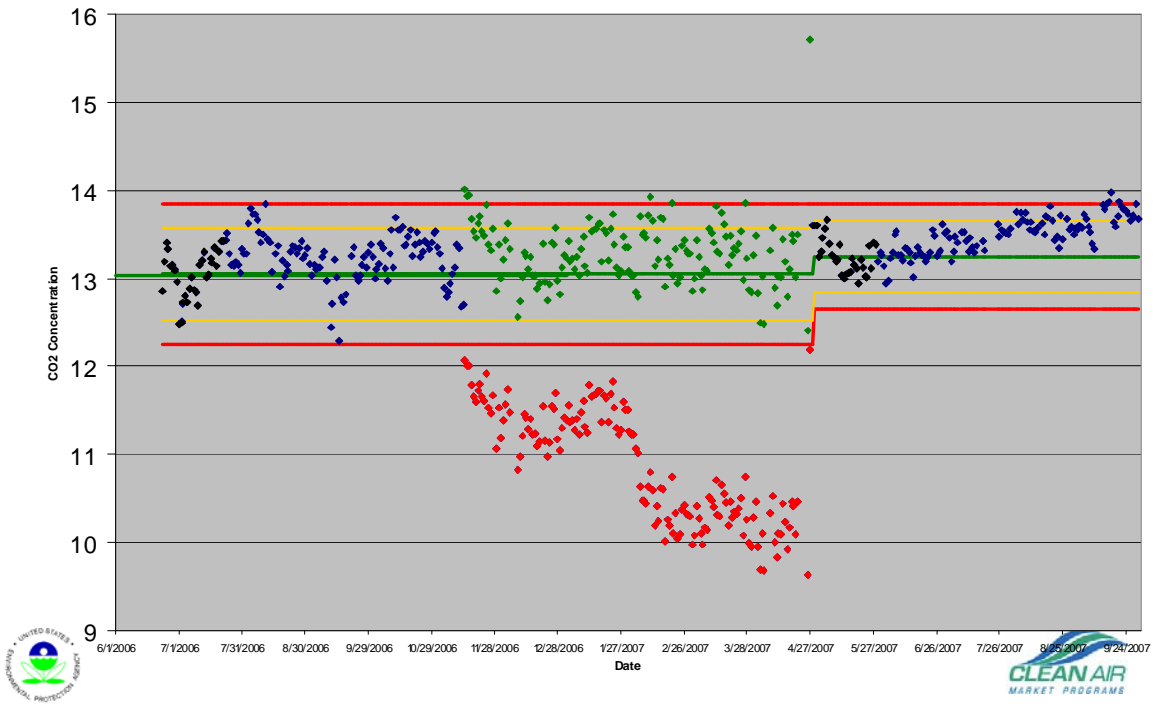


Passing the Audit and Avoiding the Letter

- ◆ EPA encourages all facilities with CO₂ CEMS data to follow the procedures described in this presentation to identify early any questionable data as an added QA step.
- ◆ If you see the CO₂ drop for more than a few days, investigate to find the cause and take appropriate action.
- ◆ EPA recommends investigation at the 2 σ level
- ◆ In such cases, consider the data validity for other parameters that might also need to be invalidated.
- ◆ Document all findings.



The END




附錄三 向 SCAQMD 介紹台灣 CEMS 管制現況之簡報


CEMS Issues Discussed with SCAQMD

Ai-Hua Kuo and Tsung-Wen Chien
Oct. 19, 2012

Chronology of CEMS in Taiwan

- ▶ 1993: CEMS regulation promulgated
 - ▶ Performance Specification of QA/QC
- ▶ 2001: CEMS data online reporting
- ▶ 2003: CEMS regulation amendment
- ▶ 2012: CEMS regulation amending

-
- ▶ 1993: First Announcement whom should install CEMS
 - ▶ 2002: Second Announcement whom should install CEMS
 - ▶ 2003: Third Announcement whom should install CEMS
 - ▶ 2002: Air Pollution Control and Emissions Standards for the **Semiconductor Industry** (NMHC & Flow CEMS)
 - ▶ 2006: **Optoelectronic Material and Element Manufacturing Industry** Air Pollution Control and Emission Standards (NMHC & Flow CEMS)
 - ▶ 2007: **Adhesive Tape Manufacturing Industry** Air Pollution Control and Emission Standards (NMHC & Flow CEMS)
 - ▶ 2011: Volatile Organic Compounds Pollution Control and Emissions Standards for the Stationary Pollution Source (**Flare CEMS: NMHC, HRVOCs, Flow**)
-
- 

-
- ▶ There are 351 installed CEMS required by 1-3 announcement and EIA in Taiwan Now
 - ▶ The CEMS data are reporting **to local authorities (EPB)** real-time, daily and monthly.
-
- 

SO₂ emission from flue gases in Taiwan

	M_{total} (tonne/a)	M_{EF} (tonne/a)	M_{testing} (tonne/a)	M_{CEMS} (tonne/a)
2007	122326.05	5960.43	30410.02	85927.65
2008	109909.62	5374.47	26783.19	77736.3
2009	101111.86	5947.9	29922.04	65194.62
2010	114860.73	14879.35	30381.79	69599.56
2011	110825.95	6971.51	30845.96	73008.41

	M_{EF}/M_{total} (%)	M_{testing}/M_{total} (%)	M_{CEMS}/M_{total} (%)
2007	4.87%	24.86%	70.24%
2008	4.89%	24.37%	70.73%
2009	5.88%	29.59%	64.48%
2010	12.95%	26.45%	60.59%
2011	6.29%	27.83%	65.88%



NO_x emission from flue gases in Taiwan

	M_{total} (tonne/a)	M_{EF} (tonne/a)	M_{testing} (tonne/a)	M_{CEMS} (tonne/a)
2007	186669.6	14626.08	35135.6	136878.61
2008	177685.74	16705.23	35495.44	125474.21
2009	169783.16	15076.17	37264.12	117401.72
2010	192914.16	27294.32	40318.32	125301.43
2011	200770.88	22387.36	51096.06	127286.73

	M_{EF}/M_{total} (%)	M_{testing}/M_{total} (%)	M_{CEMS}/M_{total} (%)
2007	7.84%	18.82%	73.33%
2008	9.40%	19.98%	70.62%
2009	8.88%	21.95%	69.15%
2010	14.15%	20.90%	64.95%
2011	11.15%	25.45%	63.40%



Discussion Issues (1)

▶ R218 and R218.1 CEMS

- ▶ Do the calculations of CEMS availability percentage exclude the data **during Startup or Shutdown Periods**?
- ▶ In R218.1 (a)(6), it allow the calculation of CEMS AVAILABILITY PERCENTAGE excluding periods of calibration, maintenance, repair, or audit, up to a maximum of 40 hours per month. **How SCAQMD confirm the periods of calibration, maintenance, repair, or audit?**
- ▶ How many Time-Sharing CEMS installed in the SCAQMD?



Discussion Issues (2)

▶ R2011 and R2012 RECAIM CEMS

- ▶ For Low SO_x/NO_x Concentrations, the owners or operators could use the Supplemental and Alternative CEMS Performance Requirements to prove their CEMS data quality. How many cases that use this performance requirements to prove their ultralow CEMS data to be qualified?
- ▶ Do the owners or operators need to install **continuous parameter monitoring system (CPMS)** for their air pollution control devices (APCDs)? What is the performance specification of CPMS
- ▶ **Detection Limit?**
- ▶ **The heating temperature of sample transporting line for dilution type CEMS which installed after wet FGD?**



Discussion Issues (3)

- ▶ **The QA/QC and audit of CEMS data**
 - ▶ How to prevent the DAHS of Sources owners fabricate CEMS data?
 - ▶ Do the operators of CEMS in SCAQMD need to have a training of CARB training course 401 (Comprehensive Continuous Emission Monitoring System)



Discussion Issues (4)

- ▶ **R301**
 - ▶ How many Alternative CEMS (ACEMS, such as Predictive Emissions Monitoring Systems, PEMS) installed in SCAQMD?
 - ▶ What is the performance specification of ACEMS in SCAQMD (or PEMS)



Discussion Issues (5)

- ▶ Could I get a copy of “Source Test Methods: Chapter X - Non-Standard Methods and Techniques”



附錄四 SCAQMD 介紹其 CEMS 管制概況（一）

Continuous Emission Monitoring (CEMS) for Stationary Sources

June 29, 2004

What I Hope to Cover

- CEMS from regulatory perspective (in particular at AQMD)
- Issues related to implementation of CEMS program
- Pros and Cons of CEMS Types of CEMS (generically)
- CEMS Certification Process (abbreviated)
- Relative Accuracy Test Audit Statistics (RECLAIM)
- Special Topics (if time permits)
 - Alternative CEMS (Predictive Emission Monitor)
 - Emerging CEMS Technologies

Continuous Emission Monitoring System (CEMS)

total combined equipment and systems required to continuously determine air contaminants and diluent gas concentrations and/or mass emission rate of a source effluent (as applicable). The CEMS consists of three major subsystems: sampling interface, analyzer and data acquisition system

CEMS Sampling Interface

that part of the CEMS that performs sample acquisition using one or more of the following operations: extraction, physical/chemical separation, transportation or conditioning of a representative sample from a designated source

Sampling Interface Issues

- Non-uniform distribution of pollutant of interest or diluent gas (stratification)
- Soluble pollutant of interest (SO₂, NO₂, NH₃)
- Reactive pollutant of interest (SO₂+NH₃, HCl+NH₃)
- “Sticky” pollutant of interest (NH₃, NO₂)

Stratification

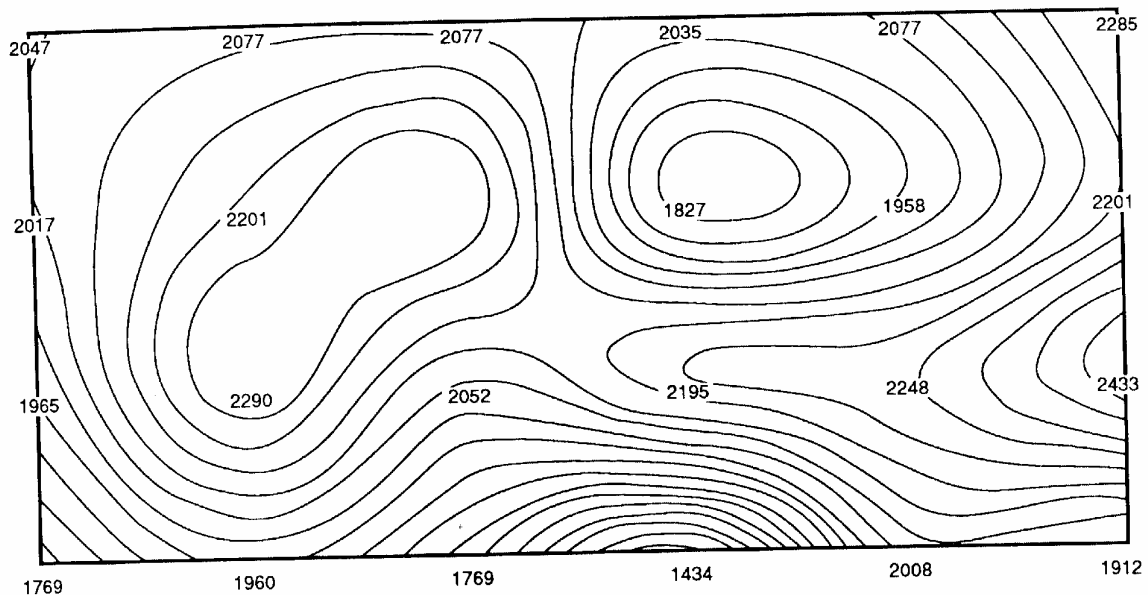


FIGURE 6-4. Gas stratification in a duct (Brooks and Williams 1976).

Addressing Sampling Interface Issues

- Conversion of pollutant of interest (NH₃ into NO, NO₂ into NO)
- Scrubbing of interfering species (“dry” phosphoric acid NH₃ scrubber)
- Rapid freezing of moisture (NO₂)
- Multi-point sampling probe systems
- Change or remove sampling interface
 - Dilution probe
 - Non-extractive (in-situ) detection

CEMS Analyzer

the part of the continuous emission monitoring system (CEMS) that analyzes the appropriate gaseous constituents of the conditioned gaseous sample or measures stack gas volumetric flow and fuel flow rates, as applicable

Contaminant Analyzer

the part of the CEMS that detects the air contaminant and represents those concentrations in a signal output

Contaminant Analyzer Issues

- Sensitivity, precision, accuracy at low concentrations
- Background matrix interference at low concentrations
- Costs for more sophisticated analyzers
 - FTIR
 - GC/MS
 - Mercury
 - Particulate

Addressing Contaminant Analyzer Issues

- Stay informed about new technology
 - be skeptical
 - look for long-term, real-world demonstrations
- Reconsider performance specifications written for high concentrations
 - convert from percent to absolute concentration
 - account for reference method uncertainties

Diluent Analyzer

the part of the CEMS that detects oxygen, carbon dioxide or other diluent gas concentrations and represents those concentrations in a signal output

Diluent Analyzer Issues

- Use of improper ranges making corrections inaccurate

Fuel Flowmeter

the part of the CEMS that detects the parameters of all essential measurement sub-systems (e.g., temperature, pressure, differential pressure, frequency, gas density, gas composition, heating value) and generates signal outputs which are a function of the fuel flow rate and all essential measurement sub-system parameters.

Fuel Flowmeter Issues

- Typically part of the facility process equipment, and often assumed to be accurate because the process is running “OK”
- Accuracy of operational pressure, differential pressure, temperature
- Improper installation configuration
 - No space available
 - Didn’t follow a set standard
- Attempt to use fuel flow and combustion equations when gas is highly diluted with air

Addressing Fuel Flowmeter Issues

- Require initial and periodic recalibration of critical fuel flowmeter components
- Require installations to be checked for conformance with a standard (e.g. ANSI)
- Provide for demonstration of calibration correction factor over range of operation
- Consider installation of stack flowmeter
- Require periodic audits of fuel flow derived stack flow rate with stack flow measurements
- Provide for alternative demonstrations of fuel flow accuracy (in-situ calibrations, tracer gas, replacement with calibrated meter)

Stack Flowmeter

the part of the CEMS that detects the parameters from all essential measurement sub-systems (e.g., temperature, static and atmospheric pressure, gas density, gas composition, molecular weight, gas moisture content) and generates signal outputs which are a function of the stack gas volumetric flow rate and all essential measurement sub-system parameters.

Stack Flowmeter Issues

- Add-on to an existing stack not ideally configured for flow measurement
- Space or building code limitations do not allow for ideal configuration for flow measurement
- Installed without regard for the harshness of the stack environment or for the fluid dynamics of the gas in the stack
- Attempt to use single point probe in stratified flow situation
- Poor reference method testing practices

Addressing Stack Flowmeter Issues

- For new construction work with the permitting authority
- Always conduct preliminary evaluation with reference method under various operating conditions
- Consider multi-point velocity probe or open-path integrating probe
- Consider fuel flow based calculation for pure combustion processes

CEMS Data Acquisition System (DAS)

the part of the CEMS that processes data generated by the analyzer and records the results, thus creating a permanent record of the output signal in terms of concentration, flow rate, and/or any other applicable parameter necessary to generate the required data in units of applicable standard. The DAS consists of all equipment such as a computer required to convert the original recorded values to any values required for reporting.

Data Acquisition System Issues

- Integrity of data (manipulation by hidden programs)
- Cost of customized programming
- Rapid hardware obsolescence

Addressing DAS Issues

- Secured data files
 - encrypted data (non-custom, commercially available encryption software)
 - restricted access through passwords
 - limit use of open PC platform programming
- Hardcopy recorder
 - direct connect to analyzer, or
 - from PLC (limited access programming)
- Audit Software

Continuous Monitoring

monitoring in which a minimum of one measurement (e.g. concentration or mass emission, flowrate) is taken and recorded each minute

Continuous Monitoring Issues

- Treating missing data periods
- Semi-continuous monitoring systems
 - time-shared systems (switching among multiple stacks)
 - gas chromatograph
 - integrated sampling systems
- Non-continuous emission sources
 - determination of regulatory averaging period
 - certification testing accommodation

Addressing Continuous Monitoring Issues

- Re-define valid data
 - minimum of one measurement every 15 minutes
 - hourly data must have 4 valid 15 minute data readings
 - missing data algorithms for RECLAIM emissions
- Require system response time to be limiting factor in time-shared systems
 - minimum of one system response time to flush sampling system and three system response times to make a valid measurement

Certified CEMS

a CEMS installed, tested, operated, maintained, and calibrated according to the applicable requirements of Rule 218; that has met the applicable performance specifications according to Rule 218(c)(1)(B), and has received written approval and conditions thereto applying, from the Executive Officer

Advantages of CEMS

- **Continuous determination of compliance with emission limits**
- Calculation of emission fees
- More accurate emission inventory
- Deterrent to non-compliance
- Incentive for better equipment maintenance
- Reduced enforcement costs to agency
- Opportunities for facility cost savings
- Well suited to quality assurance of data
- Less subject to manipulation of data when properly handled

Disadvantages of CEMS

- Significant initial capital investment
- Cost for certification testing
- Recurring costs for calibration, maintenance, repair, testing
- Breakdowns and penalties for untimely repairs
- (more recently) Not as accurate and reliable as predictive emissions monitoring systems (PEMS), and more expensive overall

Extractive Sampling

34 Continuous Emission Monitoring

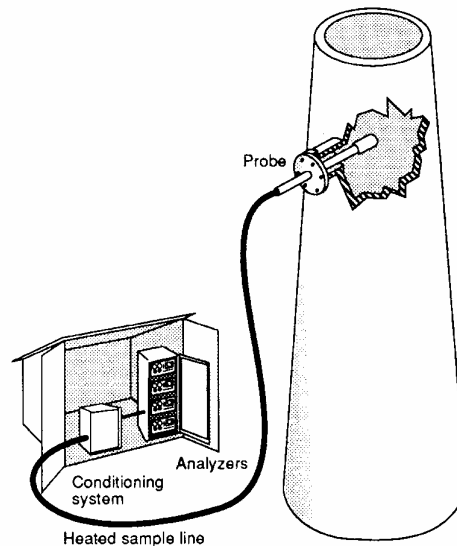


FIGURE 3-3. A cool and dry CEM system with conditioning at the CEM system shelter.

Extractive-Whole Sample

- most “traditional”
- requires all four parts of the basic CEMS except when a “hot-wet” analyzer is used
- issues with representative sampling, loss of sample during water removal and particulate matter filtration
- requires heated sample line all the way to the water removal system (possibly 100 ft downstream)

Extractive –Dilution Probe

- dilutes sample gas 1:50, 1:100 at the stack in heated sample interface
- popular with uncontrolled power plants
- removes issues related to sample conditioning and condensation of water during sample transport
- issues with representative sampling
- issues with detection of pollutants that are already at low concentrations in the stack
- issues with the purity of the dilution gas (typically house air with some clean up by filtration)

Dilution Probe

Extractive System Design 51

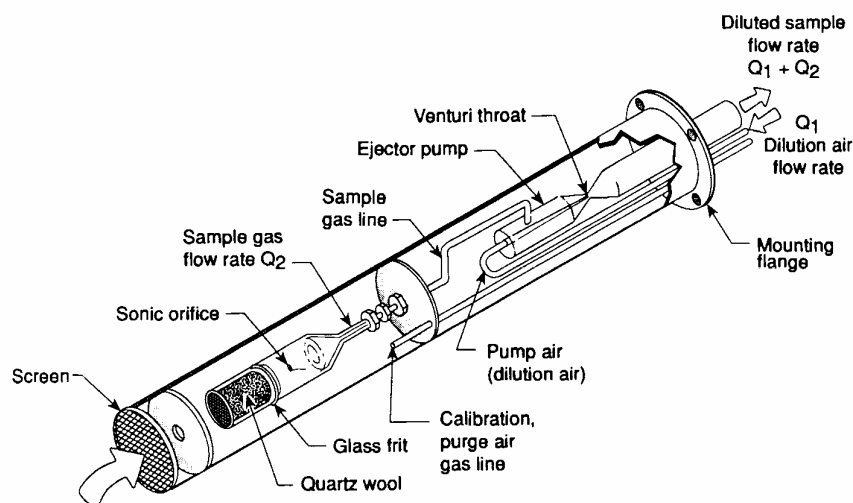


FIGURE 3-16. The dilution probe.

Stratification

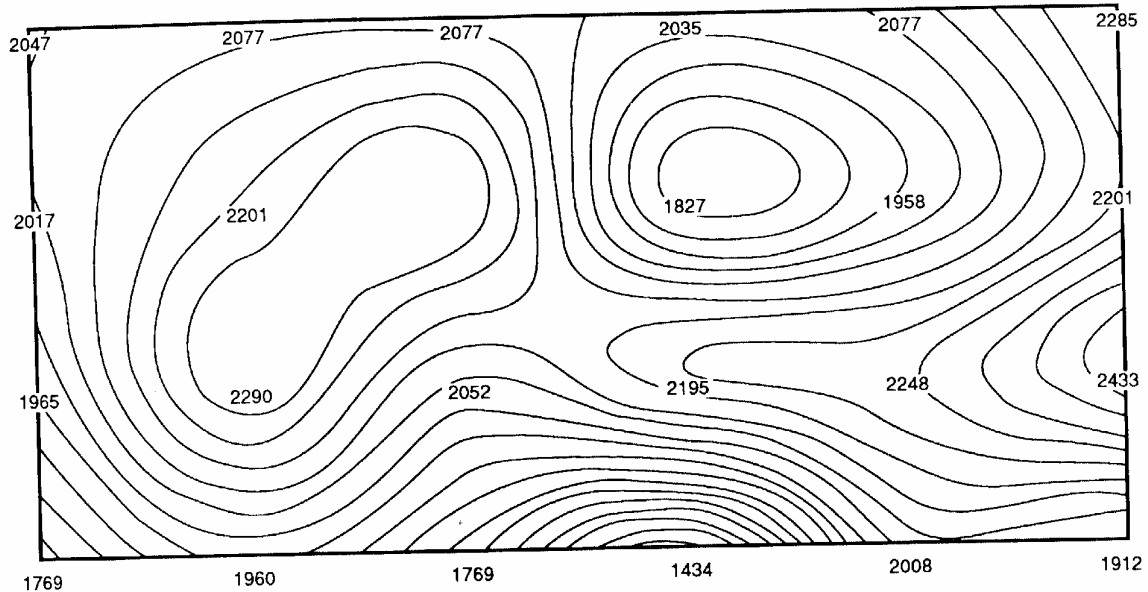


FIGURE 6-4. Gas stratification in a duct (Brooks and Williams 1976).

In-situ

- uses stack diameter as the path length of a detector cell; or insert a flow-through cell of a shorter length)
- popular in the early 1970's; regaining some popularity with very reactive pollutants
- eliminates sample conditioning and transport all together
- sensitivity limited by the stack diameter
- issues with contaminant and moisture interferences
- issues with daily calibration with certified calibration gases

In-Situ Sampling

Types of In-Situ Analyzers

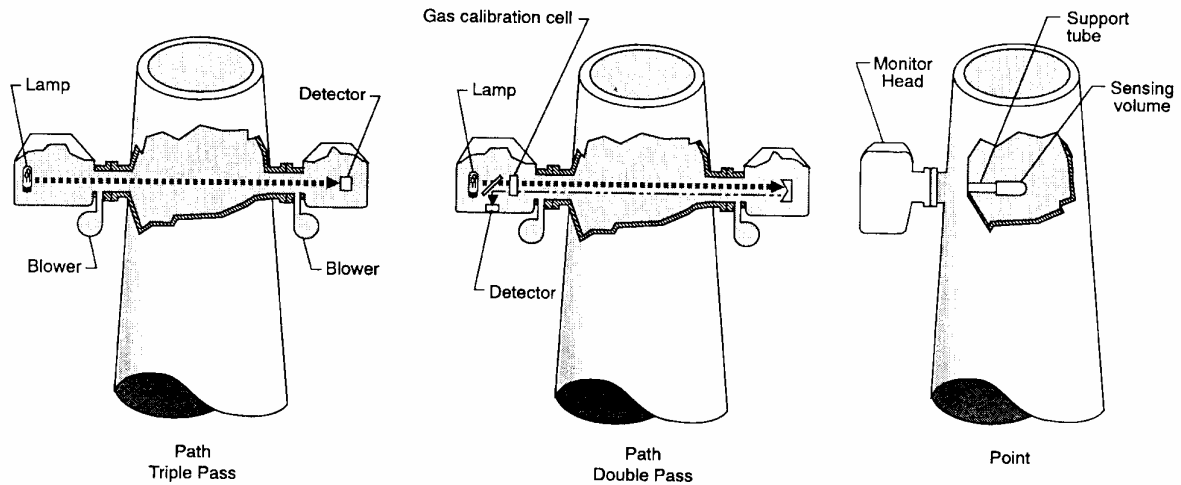


FIGURE 6-1.
Point in-situ CEM system.

FIGURE 6-2.
Path, single-pass in-situ CEM system.

FIGURE 6-3.
Path, double-pass in-situ CEM system.

Purpose of Certification

- Sound Technical Basis
 - Assure that CEMS is appropriate for the application
 - Assure that reference testing is conducted appropriately
 - Assure that CEMS meets regulatory performance specifications
- Sound Legal Basis
 - Assure that QA/QC is implemented to provide known level of uncertainty in data
 - Assure that reported data is representative of actual emissions from the stack

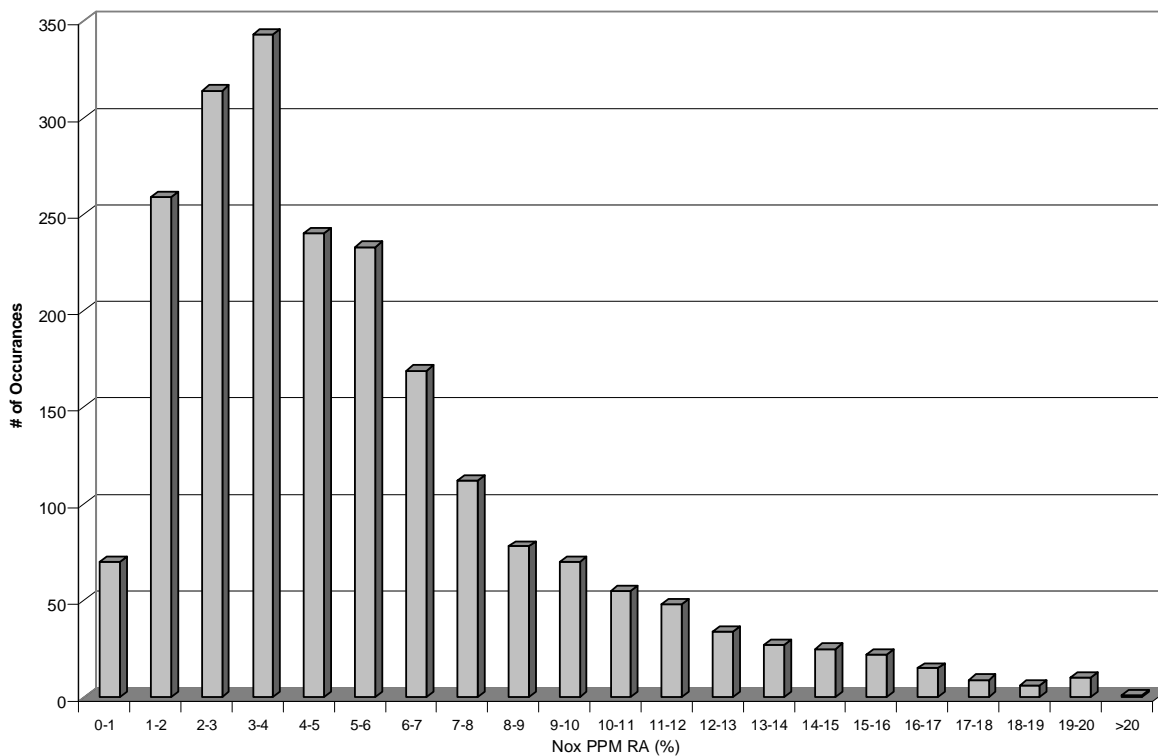
Phases of Certification

- Application Evaluation
- Initial Approval
- Certification Testing Protocol Approval
- Certification Testing & Evaluation of Test Report
 - test observation
- Final Approval – CEMS Certification Letter
 - enforceable conditions
 - limitations of approval

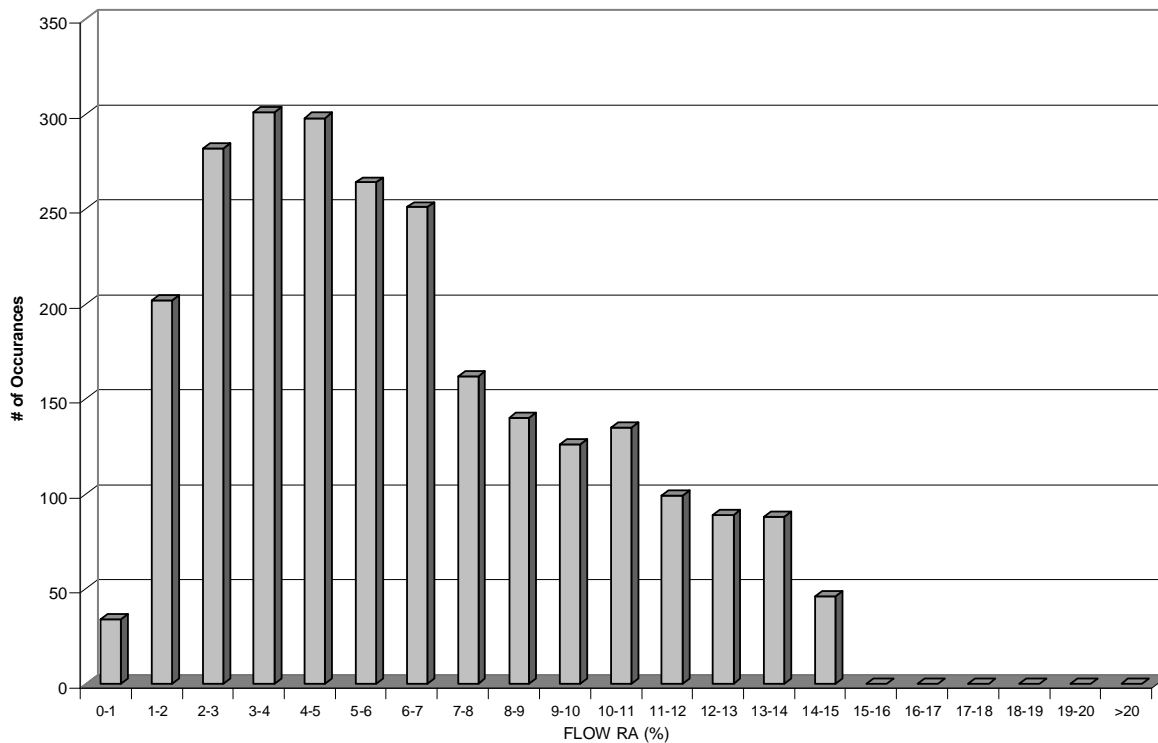
Quality Assurance Requirements

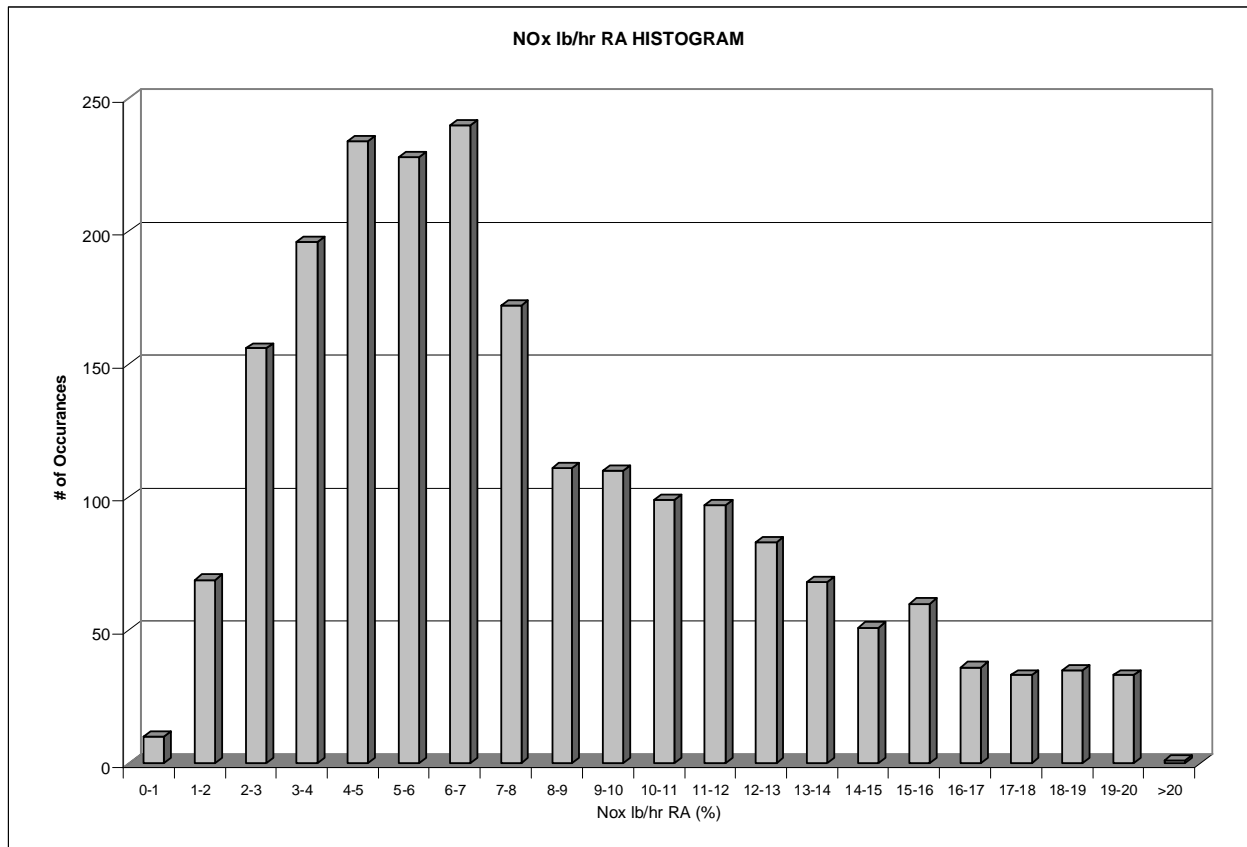
- Quality Assurance Plan Approval
 - includes standard operating procedures, preventive maintenance, periodic quality control, responsibilities
 - enforceable document
 - citation can result if not followed in “good faith”
- Periodic Quality Assurance Assessments
 - required by Rules, so enforceable
 - minimum necessary to assure valid data

NOx PPM RA HISTOGRAM



FLOW RA HISTOGRAM





Summary

- CEMS can be a useful tool for regulatory compliance and other purposes
- Planning a CEMS installation requires knowledge of the process, the stack gas composition, the stack environment, and the physical configuration of the stack
- Certification of CEMS is essential to assuring the validity and legal acceptability of the data
- Review of the certification test protocol and interaction between regulator, facility and testing company is necessary to assure that proper methods and techniques are employed and that any exceptions (and there are always exceptions) are worked out before hand
- CEMS are costly and require a significant and varying amount of care, depending on the harshness of the environment and concentration level

附錄五 SCAQMD 介紹其 CEMS 管制概況（二）

Continuous Emission Monitoring in the SCAQMD

CEMS Certification & QAQC

Ramiro Gonzalez
Source Testing & Engineering
Monitoring & Analysis
SCAQMD

April 9, 2008

201301/23

Overview

- Regulatory Basis
- Application for CEMS
- Certification Tests
- Quality Assurance
- Reporting & Recording
- Recordkeeping

Regulatory Basis

- Federal

40 CFR Part 60, New Source Performance Standards

- Subpart D – Steam Generators
- Subpart J – Petroleum Refineries

40 CFR Part 63, National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants

- Subpart UUU – Opacity for Fluidized Catalytic Cracker
- Subpart DDDDD – CO for Boilers

40 CFR Part 75 (Acid Rain)

201301/23

Regulatory Basis

- SCAQMD

- RECLAIM Major Sources Requirement

Rule 2011 for SO_x

Rule 2012 for NO_x

- Non-RECLAIM

Reg. XIII BACT

Rule Specific

- R431.1 – Gaseous Fuels
- R1110.2 – Internal Combustion Engines
- R1134 – Gas Turbines
- R1135 – Power Plants
- R1146 – Boilers

CERTIFIED CEMS IN THE SCAQMD

- RECLAIM NO_x = 313
- RECLAIM SO_x = 70
- Non-RECLAIM = 388
(NO_x, SO_x, CO, H₂S)

201301/23

WHAT IS A CERTIFIED CEMS ?

- Installed, Tested, Operated, Maintained & Calibrated Per Applicable Requirements
- Passed Performance Specifications
- SCAQMD Written Approval

APPLICATION FOR CEMS

- CEMS General Information
- Monitored Parameters
- Process/Equipment/Stack
- Analyzer
- Sample Acquisition System
- Data Acquisition System
- Reporting/Recording
- Quality Assurance Plan

201301/23

Certification Testing

- LAP Approved Testing Firms
- LAP List and Information
 - www.aqmd.gov
 - menu: - Business
 - Business Resources
 - click: Laboratory Approval Program

Performance Specifications

- Federal
 - 40 CFR Part 60, Appendix B
 - 40 CFR Part 75, Appendix A
- SCAQMD
 - RECLAIM Rules 2011 & 2012
 - Rule 218.1 Performance Specifications

201301/23

CERTIFICATION TESTS

- Calibration Error
- Response Time
- System Bias
- Linearity Error
- Cyclonic Flow
- Stratification
- Interference
- Relative Accuracy (RATA)

RELATIVE ACCURACY SPECS

RECLAIM & Rule 218

- Pollutant Concentration - 20%
 - De Minimus
 - NO_x 1.0 ppm
 - SO_x 2.0 ppm
 - CO 2.0 ppm
 - TRS 4.0 ppm
- Diluent Concentration - 10%
 - De Minimus
 - O₂ 1.0 %
- Stack Volumetric Flow - 15%
 - De Minimus
 - Velocity 2.0 fps
- Mass Emission Rate - 20%

201301/23

QUALITY ASSURANCE

REQUIREMENTS

- 40 CFR Part 60, Appendix F
- 40 CFR Part 75, Appendix B
- SCAQMD Rule 2011, Attachment C
- SCAQMD Rule 2012, Attachment C
- SCAQMD Rule 218.1(b)(4)

CEMS DATA QA

- Initial CEMS Certification
- Daily Calibrations
- Quarterly Cylinder Gas Audits
- Annual/Semi-Annual RATA
- SCAQMD On-Site Audits
- SCAQMD Source Test Audits
- Recertification on Major Modifications
- TGD R-002 QA - CEMS Modifications

201301/23

DATA REPORTING STANDARDS

- Concentration - ppm
 - Raw Stack
 - 15 Minute Average
 - Hourly Average
 - Corrected to % O₂
- Mass Emission Rate
 - lb/hr
 - lb/day
 - lb/mmBtu

201301/23

MONITORED PARAMETERS

Pollutants

- NOX
- SO2
- CO
- TRS, H2S

Others

- O2
- Stack Flow
- Fuel Flow
- Temperature
- Pressure

201301/23

DATA REPORTING FREQUENCY

- Daily - RECLAIM RTU
- Quarterly Reports - Acid Rain Program
- Semi-Annual Reports – Rule 218, NSPS
NESHAPS

RECORD RETENTION

- 2 Years
- Longer if Required by Other Rules

201301/23

Continuous Emission Monitoring in the SCAQMD

CEMS Certification & QAQC

Ramiro Gonzalez
Source Testing & Engineering
Monitoring & Analysis
SCAQMD

April 9, 2008