

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

## 澳洲供電協會獎學金研習電力工程

服務機關：台灣電力公司  
出國人職稱：電機工程師  
姓名：劉運鴻

出國地區：澳大利亞  
出國日期：92.2.1-92.2.16  
報告日期：92.4.16

G3/c09201101

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：澳洲供電協會獎學金研習電力工程

頁數 30 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

劉運鴻/台灣電力公司/電力調度處/一位二等十二等電機工程師

/(02)2366-6604

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：92. 2. 1—92. 2. 16 出國地區：澳大利亞布里斯班

報告日期：92. 4. 16

分類號/目

關鍵詞：電力工程(Power Engineering)、資產管理 (Asset Management)、澳洲供電協會(ESAA)

內容摘要：(二百至三百字)

- (1) 獲澳洲供電協會(ESAA)提供獎學金，赴澳洲研習電力工程兩週。ESAA 每年舉辦短期課程兩週，輪流在各省舉行，內容豐富，收穫甚多，十分值得參加。
- (2) 主要研習內容包括澳洲電力自由化、自由化之後資產管理的改變、電力市場發展、電力品質及可靠度、發變電廠自動控制、小組討論(Syndicate)等。
- (3) 澳洲電力自由化之後，發輸變配電等資產管理的觀念改變甚大，由以往的定性分析轉成機率分析與預測，以便做風險管理，令人印象深刻。
- (4) 本課程內容豐富，授課講師均具實務經驗，研習人覺得成效甚佳。本公司發輸配電以往甚少與澳大利亞接觸，建議以後可派人參加此項短期訓練課程。

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

## 目 錄

一、前言.....	1
二、出國行程.....	2
三、研習內容.....	2
四、感想及建議.....	22
五、附件資料.....	23

## 一、 前言

2002年9月間，澳洲供電協會ESAA (Electricity Supply Association of Australia)致函本公司，提供一個獎學金名額給亞太地區 APEC 各會員國申請，獲選者可赴澳洲參加由 ESAA 主辦，在昆士蘭大學舉行的兩星期電力工程短期課程。

職經由公司長官厚愛，推薦參加 ESAA 之獎學金甄選。復於 2003 年 1 月 7 日，ESAA 通知本公司，獎學金甄選獲得錄取，提供本公司參加學員包括學雜費、食宿等在內之全額獎學金計澳洲幣伍千伍百元，遂有本次之出國研習。

ESAA 輪流在澳洲各大學舉行兩週短期訓練課程，每年一次。本年選在布里斯班昆士蘭大學(UQ, University of Queensland)舉行，參加者 27 名，來自澳洲各省、紐西蘭、馬來西亞、澳門、大洋洲小國家、台灣等，澳洲人約佔三分之二，其他國家佔三分之一。參加者大都具有十年以上工作經驗之工程師。所聘講師來自昆士蘭大學 UQ、昆士蘭科技大學(QUT, Queensland University of Technology)、昆士蘭各發、輸、配電公司(Energex、Powerlink、Ergon)、國家電力市場管理公司 NEMMCO、顧問公司等授課，並有一 Syndicate 小組討論及安排參觀。課程豐富，講師也具經驗，尤其探討澳洲 1998 年新電力市場實施後，對電力工業產生的重大影響，令人印象十分深刻。

## 二、 出國行程

92年2月1-2日 去程 台北-香港-布里斯班。

92年2月3-14日 澳洲昆士蘭大學研習電力工程。

92年2月15-16日 返程 布里斯班-香港-台北。

(去返程因逢農曆春節及元宵節，機位客滿，於香港轉機)

## 三、 研習內容

研習課程以主題方式進行，每天設定一個主題討論，包括分散型電源 (Distributed Generator, DG)、電力市場發展 (Market Development)、設備監視技術、資產管理 (Asset Management)、可靠度及電力品質、自動化控制及儀表、新電力市場下之投資策略主題及安排現場參觀，Syndicate 分組討論等主題及項目，茲將每日研習課程說明如下。

### (一) 2月3日(星期一) 分散型電源

介紹各種分散型電源及其技術，如太陽光電池(photo-voltaics, PV)、太陽能、風力發電、RAPS(Remote Area Power Supply Systems)、燃料電池(Fuel Cell)、系統併聯技術等，著重澳洲目前研發現況。講員分別來自各大學及政府研究機構(澳洲各大學、電力公司、研發機構大多為政府擁有)。分散

型電源乃基於潔淨、永續、土地廣大、適合偏遠地區之需要而產生，澳洲正好都符合這些條件。例如澳洲幅員廣大，陽光充足，中部、北部、西部等偏遠而廣大地區仍有居民需要電力，因此對於分散型電源需求甚為殷切，澳洲政府亦大力發展。其中，風力發電因技術成熟、效率大幅提昇、造價趨低，未來幾年將會出現指數型大大增加。太陽光電池、太陽能發電等，澳洲亦都有裝置。聯邦法律目前規定在 2010 年前，再生能源需提供佔比 2% 以上之能源，未來可能提高這個佔比數值。當然這個比例也不能太高，因為再生能源可以說是”看天吃飯”，來源並非可靠穩定，佔比太高將會影響整體供電之可靠穩定。因此這個佔比是若干，仍然尚未決定。講師提及佔比上限應在 10% 以下。

此外，有講師提及發展分散型電源，可以從以下幾個構面討論：

法規面：新市場競爭下法規之保證發電(包括機組排程及壅塞情況)。

技術面：併聯技術、容量、傳輸限制、可靠度、無效電力電壓控制、電驛保護等。

商業面：價格誘因、保險、投資報酬等。

運轉面：事故情形、檢修、網路限制等。

合約面：合約期限、套牢資產處理等。

各種考慮的構面仍然都必須注意。

本日晚上安排學員介紹，共有 27 位，大部分來自澳洲各省(含 Tasmania、西澳)，另有紐西蘭、馬來西亞、澳門、大洋洲小國家及台灣等國人員。大家介紹自己的國家、公司、部門工作等，場面輕鬆愉快，大家嘻嘻哈哈，拉近距離。比起其他國家，包括澳洲在內，我們台電系統可以說是很大，學員似訝異台電的裝置容量、用戶數等數字！

## (二) 2月4日(星期二) 市場發展(Market Development)

本日課題與調度業務較為相關，包括澳洲電力市場管理公司人員介紹系統安全、網路連接、解除管制之後對配售電影響、增進電力傳輸能力、昆士蘭省與新南威爾斯省連接、電腦安全管理、輸變電資產管理等，扼要說明如下。

澳洲近幾年解除管制後，發展出國家電力市場 NEM(National Electricity Market)，由國家電力市場管理公司 NEMMCO (National Electricity Market Management Company) 負責電力市場管理。NEMMCO 角色如同美國的電力調度交易中心 ISO。講員大致介紹澳洲電力市場後，即著重於介紹系統安全運

轉計劃。與我國不同的是，NEMMCO 考慮”single incredible contingency”，即一部發電機組跳脫；或 220kV 線路一回線兩相接地故障；或 220kV 以下一回線三相接地故障等。至於很少發生的事故 non-credible contingency，如 220kV 以上三相接地故障、兩回線跳脫、多部發電機組跳脫、匯流排故障等情形，NEMMCO 亦可考慮。法規授權 NEMMCO 考慮 single incredible contingency 或 non-credible contingency。但考慮嚴重的 non-credible contingency 時，需儘快聯繫市場參與者。

法規規定 NEMMCO 主管電力系統安全之責任包括：

- 電力系統即時監視
- 電力系統即時安全評估
- 壅塞管理(澳洲稱 binding constraint management)
- 檢修之核准
- 發輸電控制標置之核准
- 協調電力系統測試

而輸電公司 TNSP(Transmission Network Service Provider)負責

- 安排檢修計劃
- 規劃及發展網路擴充
- 定義電網安全



- 設計發輸變電安全標置
- 發輸變電新設備加入併聯測試
- 保護協調
- 電力系統即時監視
- 電力系統操作

講員亦介紹澳洲最近發展的即時動態監視 Power System Dynamic Monitors (PDMs)，分別在昆士蘭、新南威爾斯、維多利亞等三省裝置低頻震盪監視器。

心得：在電力系統技術上，澳洲並無先進之處，例如運轉計劃不如台電嚴格；即時動態監視(PDMs)台電比澳洲功能多，美國甚至有功能更強的 WAMS(Wide Area Measurement System)。雖然如此，澳洲在法規制定及管制單位方面，確實較台灣進步甚多，實為可取。例如電力法規 NEC (National Electricity Code)由電力法規局 NECA (National Electricity Code Administrator)管理；各種 Act、Code、Rule、Law、Guideline、Standard、Agreements 等甚多，法律基礎甚為強大，值得學習。

NEMMCO 設有兩個控制中心，一個在雪梨附近的 Carlingford，一個就在布里斯班附近的 Mansfield。當我知道到 Mansfield 離研習所在地昆士蘭大學只有十公里路程時，即要求安排參觀。經主辦單位聯

繫後，告以美國太空梭剛發生爆炸，懷疑是 career terrorism 所為，因為無法確認我的身分是否為 career terrorism，基於安全理由，不便安排參觀。想到澳洲電力調度中心就在附近而無法參觀，甚為可惜！如果早一點知道，或可儘早安排。

電網併聯相關事項包括有

- 國家電力法規 NEC
- 管制法規(Jurisdictional Regulation)
- 併聯合約(Connection agreements)
- 技術標準(Technical standards)
- 向 NEMMCO 註冊(NEMMCO Registration)
- 新設備併聯測試(Commissioning test)

澳洲對輸配電費率之管制採 CPI-x 方式。CPI 為 2.05%，x 為 2%。

澳洲供電可靠度，SAIDI(average annual duration of interruptions per customer)各配電公司不同，大約在 100 分鐘至 200 分鐘之間，不是很好。比起日美英德甚至台灣均較差。SAIFI (average number of interruptions per customer pa)大約在 1.0 至 2.5 次，也不是很好。CAIDI (average duration of each interruption) 大約在為 70 分鐘至 110 分鐘之間。每一千個用戶每年抱怨次數大約在 0.6 至 1.6 次之間，倒是在台

灣沒有見過的一種紀錄資料。

澳洲昆士蘭省與南邊的新南威爾斯省的電力系統以前並未連接，一直到 1996 年通過法律，解除管制，開放競爭後才正式規劃設計興建。2000 年 12 月 1 日建成併聯，2001 年 2 月 15 日開始商轉。包括 330kV，429 公里長，頭尾共四站，兩回線，每一回線在兩站均各有 30MVAR 併聯電抗器；及 275kV，128 公里，兩回線。合稱 QNI(Queensland - New South Wales Interconnection)。據稱早在 1980 年代就有相連的構想，但因政治因素，一直沒有實現。昆士蘭省是 275kV，新南威爾斯省是 330kV，可能也是原因。直到電力法規通過，建立全國性電力市場，兩省互聯才付諸實施。

QNI 建造費澳幣\$350 百萬元(新台幣 1 澳元約 20 元新台幣)，建好後半年就回收完成，怎麼說呢？原來澳洲新電力市場亦採用電力池制度，價格採 SMP(System Marginal Price)方式，QNI 尚未建好時，電力無法融通，常有壅塞，造成價格上揚。QNI 建好後，壅塞解除甚多，電力池 SMP 下來，僅僅半年，從電力池價格結算就省了澳幣\$400 百萬元，可以說十分划算投資，也是新電力市場實施後的好處吧！

當然 QNI 線路長達五百多公里，免不了有低頻震盪、穩定度這些問題。裝置有電力系統穩定器 PSS、加強 monitoring、裝置 Braking

resistor 等都是解決方法。另外系統發生 swing 時，採用電驛閉鎖，但是選定在線路中間一個站分裂系統(split)，是解決穩定度的方法。目前 QNI 北送電力限制在 500MW；南送電力限制在 750MW，以兩回線 330kV 來看，split 似乎影響不大。未來部分電廠蓋好，預計南送電力限送到 1000MW。各省發電容量 Qld 約 7GW；NSW 約 12GW；Snowy region 約 4GW；Vic 約 8GW；SA 約 3GW，惟各省可融通。尤其 Snowy region 約 4GW 都是送出去。

昆士蘭省最大一部機組 450MW，新南威爾斯省則為 660MW。低頻震盪在 1.6-2.5 rad/sec (or 0.25 – 0.4 Hz Qld-NSW 間 inter region)；2.7-3.5 rad/sec (or 0.43 – 0.56 Hz NSW – Victoria 間)；3.3-4.6 rad/sec (or 0.52 – 0.73 Hz SA – Victoria 間)。

本日晚上安排論壇，邀請本地輸配電人員介紹地權取得及居民溝通。用地取得困難大概是全世界民主國家共同的現象。

### (三) 2月5日(星期三)進步的監視(Advance in Condition Monitoring)

介紹電纜、變壓器、迴轉機監視及木質電桿等

電纜：電纜最怕溫度上升，故主要介紹溫度監視。引起電纜事故的原因大致歸納如下。

- 過熱(Overheating)

不正確的額定值計算/假設

土壤相關熱電阻值

環境變遷

使用度(負載率)增加

被覆(sheath)循環電流

過載

缺乏溫度資料

- 施工不良(Poor workmanship)

建造時

-poor bedding material

-exceeding allowing pulling tension(拉度  
過大)

-overbending(彎度過大)

-insufficient temporary support

-sheath and anti-termite protection fault

連接時

-lack of cleanliness

-incorrect stress relief

未報告災害 -falling cable slabs

-incorrect oil management

- 不牢靠(Loss of impregnant)

漏油、漏氣、水系統不良

- 外力損害

### 第三者破壞

#### 電纜包裝降等(degradation of cable packaging)

- 廠商製造及設計不良
- 磨損及撕裂(wear & tear)
- 破壞(vandalism)

變壓器：對於鐵心及繞組、絕緣油、套管 Bushing、有載分壓器 OLTC 之線上或離線監視溫度、部分放電、絕緣電阻、油氣成分分析等。

迴轉機之振動、部分放電、絕緣電阻、溫升等監視。

木質電桿(power timber)：根據估計、全澳洲約有五百萬支木質電桿，總現值一百億澳幣，數值龐大。木質電桿從選擇樹種、種植開始便觀察紀錄，各種非破壞性檢測 NDT 都應用在木質電桿上。我對電桿外行，一根小小木質電桿居然也蘊藏有很多學問在裡面，真是不可小閱。

下午參觀 ALSTOM 設在布里斯班的變壓器製造廠，生產線忙碌，生意看是不錯，招待也很周到。都製造一些小型變壓器。看來澳洲並無大型、集中之發變電站，或許與地方大有關吧！

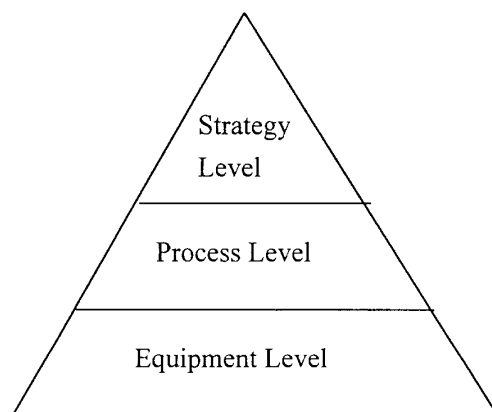
晚上安排一個外面的人來講笑話(comedy)，大家笑一笑。接著大

夥去打撞球、看電視、小 pub 喝酒。大學城生活很簡單。

#### (四) 2月6日(星期四)資產管理(Asset Management, AM)

整天都討論資產管理。包括發輸變電設備資產管理，範圍甚廣，主要集中在輸電線、變壓器、開關設備、電纜等。資產管理最重要的是要如何增加設備利用、減少事故、增進可靠，以達到設備最佳利用，減少支出，創造盈餘之目的。有所謂的 3Ps，即 Performance、Price、Profit，從這三個角度去檢驗資產管理。

理論上可以將資產管理分成三個層次，如下圖所示。(1)最基層的是設備層次：包括設備如何維護良好、不要出事故、資料 Data 取得及維護、通訊系統、SCADA 等等。(2)中間一層的是程序層次：包括資料的管理、解讀，以形成有用的資訊；智慧型變電所；系統的整合等等。(3)最上一層則是策略應用，包括資訊管理、風險管理、利潤創造、價值增加等等。



講員提及維護管理之工具及策略包括：

- 可靠度：最少的設備故障。
- 可維護性：最快的維護、修理速度。
- 可用率：最大的可用率。
- 品質：設備可以正確工作。
- 健康及安全：乾淨、安全的工作環境。
- 環保：低廢物、低洩漏、低污染、低法律問題、低爭議。

大致上，朝上述目標來進行維護管理。

維護功能上則可以分

預防管理(Preventive management)：預防發生 failure。

校正管理(Corrective management)：發現不期望情況之管理。

防範管理(Remedial management)：發生 failure 以後之管理。

預先管理(Predictive management)：事先有自動化 condition monitor，設定一個自動 trigger 的情況，再進行維護 (maintenance is triggered on occurrence of set condition)。

資產管理最基本的是自動化之資訊取得及分析。發電、輸電、變壓器、斷路器、開關，都需要數位化，智慧型的 SCADA、IED、Relay、RTU 等，才有辦法進行資產管理。

資產管理強調可靠度為中心的管理 RCM (Reliability Centered



Management), 畢竟可靠營運及維護是最重要且基本的要求。

(五) 2月7日(星期五)輸配電系統發展(Development in  
Transmission and Distribution System

由於澳洲正在發展 GIS(Gas Insulated Substation)及高壓地下電纜, 因此本日課程談及甚多潮濕引起的 XLPE 交鏈聚乙烯電纜水樹(water tree)現象、變壓器油氣分析、沖油電纜油氣分析等。如何用先進的儀器去監視(condition monitoring)。

另外也提到居民溝通, 電磁場 EMF、地役權 easement 等問題。民眾知道這些問題來自媒體報導 media、網際網路 internet、自覺 perception 等。民眾中, 22%關心地役權、22%關心是否對健康造成影響、16%關心視覺美觀 aesthetics、16%關心結構形式 structure type、8%關心影響生意、8%關心此書電線是否真的需要、8%關心資訊。很有趣調查報告。

另外一個調查報告是居民中各約有 5%的民眾是在兩個極端, 即極端反對與漠不關心; 三分之一的人關心 EMF, 另外最多數的 50%-60%的居民都是持開放的態度(open minded), 他們希望獲得更多資訊。

澳洲對線下之付出, 以市值值多少即付多少, 似乎不是補償制度。當然建設費 1%作基金這些澳洲也都有

(六) 2月8日(星期六)參觀 ABB 變壓器製造廠、SWAN BANK E

發電廠、275kV 變電所

本日雖為星期六，仍然安排現場參訪。上午參觀 ABB 公司在此間的配電變壓器製造廠。從鐵心片剪裁、堆疊到線圈繞線，油氣裝填，包裝等，大致了解製造過程。

上午十一點到 IPSWICH 城，安排參觀 SWANBANK E 發電廠。一個新的發電廠，2002 年 10 月才商轉，燃氣複循環機組，單軸 single shaft, 385MW, 275kV 送出，Cooling Tower 用水每秒 75 公升，煙囪高度僅 40 米，flue gas 100°C。發電機組為 ALSTOM，汽機則為 ABB 製造。採用 Cooling Tower 冷卻，電廠內有一個湖，很像公園，還可以 BBQ，感覺很好。

SWANBANK 本有二老舊機組，參觀機組為新機組，乃因應新電力市場後新造機組。效率可以達到 58%，啟停也快，適合競爭。

下午參觀 Powerlink 輸電公司所屬 Blackwall 275kV 變電所(精準的說應該是開關場，像中寮一樣)，共有 10 回 275kV 線路進出，在昆士蘭算是最大的開關場。揚棄以往的 Air Insulated Switch (AIS)，採用 ABB 公司所稱的 PASS (Power Plug and Switch Substation)。雖是屋外式，但佔地不算大，使用 GCB。是一個無人開關場，所有的 IED 都在一個小控制室內，全部用光纖通訊。線路兩套電驛，一套用 current

differential，另一套用 distance。維護極為精簡，採用 predictive maintenance，可說幾乎不需維護工作。解說員營運三年多來，沒有事故發生，似乎很滿意這個無人開關場。另外開關場尚裝有 SVC (Static Var Compensator) 120MVA。

整體而言，感覺這個變電所技術先進。

(七) 2月9日(星期日) 假日休息。到無尾熊保護區看無尾熊及袋鼠。

(八) 2月10日(星期一) 上午講授電力品質，下午講授可靠度

電力品質包含電壓驟降(或驟升)、諧波、不平衡、閃爍、頻率變化等。所講授者屬技術部分大抵與台電經驗相同。由於台灣有竹科半導體工業，電壓驟降這方面台電經驗甚多，與講師交換意見，講師也了解這情況。倒是在不平衡的改善方面，講師提出用無效電力 SVC 做改善工具，多年前曾在美國聽過，台電在這方面似無突出的改善方式提出。

講師也提出各種改善方式，大致台灣都有，不下於澳洲。倒是澳洲在管制法規這方面，又突顯較台灣進步甚多。各種電力品質都有國家標準 standard，台電似乎僅有暫行管制辦法，並無國家標準。講師提到國家標準需包括測量儀器的操作及效能(含精準度、轉換器等)、電網可接受的數值標準(含測量的地點、數目、期間、資料解讀、判

別等)、對中壓、低壓設備忍受度之影響等，均在國家標準中界定。

下午講授配電可靠度。以往規劃準則都採用 N-1 定性 deterministic 方式，好處是 100% 不會超載，但做資產管理時，無法量化，沒有數據可以做進一步的評估(即不易顯示財務狀況)，是其缺點。最近十年來，慢慢開始採用 probabilistic 方式，把風險管理，停電機率用馬可夫 MARKOV 預測(包含 SAIFI、SAIDI、CAIDI 等)，好處是可以量化，容易做資產管理、風險評估等，易於顯示財務狀況，缺點則是不保證 100% 不會超載。因此尚需搭配負載管理 load shedding 等。簡而言之，可靠度要花錢買，不想花錢，就多做一些風險管理，在安全與經濟之間，如何拿捏恰到好處，則是管理哲學了!

(九) 2月11日(星期二) 上午講授 monitoring and control，下午為 Syndicate(小組討論)

- 1 有關發電廠的控制系統，由於 1990 年以前電腦及網路技術的功能、速度、價格並不像現在這麼好，而且沒有電力市場的壓力，電廠的控制並不像現在這麼進步。現在的電廠用整體控制及監視系統 ICMS(Integrated Control and Monitoring System 或稱 DCS Distributed Control System)，對鍋爐保護及跳脫、空氣及油、燃料、水及蒸氣、飼水、電氣、汽機、飛灰等機組模擬控制，乃至燃煤運輸、冷卻水幫浦系統、化學物處理、同步對時等場功能，

都可以層次方式做整體監控。即基層的個別控制、中層的群組控制到上層的機組控制乃至全廠程控等。講師提到 ICMS 之特色及好處包括：

- 軟體及系統的標準化及模組化減少備品，訓練及維護成本；更少的人力；單一維護合約；簡化裝置及服役；可擴及全廠。
- 圖形化可以簡化工程、裝置、修改；易於閱讀、圖表顯示；文件處理容易(避免使用不同的繪圖系統)；易於偵測(diagnostic)
- 控制器、程控電腦及人機介面標準化，網路間 I/O 傳輸速度快
- DCS 元件 Redundancy 較佳，減少跳機。
- 異常時，快速尋找出問題所在，減少停機時間，減少生產成本。
- 具有線上維護能力

2 介紹有關電力品質測量所需儀器，電力市場計量儀表等。強調儀表 Metering=Information, Metering=Revenue。

3 介紹變電所遠端監視，類似 SCADA，但資料傳送都採光纖及透過網路傳送，稱 OpsWAN system。強調 data from anywhere to anywhere at anytime, information is available to analytical systems and for faults diagnosis/resolution。特色及好處包括：

- 資料取得安全
- 快速偵錯，減少故障時間

- 監視資料收集迅速
- 減少維護人力及現場出差
- 可遠端除錯(de-bug)

4 Syndicate 共六組，包括 diverse generator、fuel cell、transmission line design，energy management control、power transformer、power market development 等，每組約五人，我選擇在第六組，學習澳洲新電力市場競價情形。講師大致介紹內容，並上 NEMMCO 網站擷取最近幾天負載、價格等資料，學習使用競價模擬軟體等。Syndicate 共三天，今日 Syndicate 算是第一天，大致了解一下澳洲新電力市場情形。

晚上想在宿舍上網，不知道為什麼連不上，Ethernet 都接的上，Ethernet 卡片信號也有，自動連接 proxy 也沒問題，就是接不上。詢問其他同學都接的上。雖然不影響課程，感覺有點沮喪。回國後要請教專家、學習出差時也能上網才是。

(十) 2月12日(星期三) 上午講授新市場環境下的投資策略，下午為 Syndicate(小組討論)

今日講授新市場下對輸變電、配電設備之投資策略，印象深刻。以輸電擴充之規劃，以前的規劃方式，事先知道發電廠會蓋在哪裡，發電容量多少等資訊。但新市場情形下，發電業開放投資，電廠

要蓋在哪裡，對輸電公司而言很難事先知道，前置時間 lead time 縮的很短。在此情形下，到底要將輸變電蓋在何處，便需要有很多的情境分析(scenario analysis)，每一種情境都需要確認輸電瓶頸及擴充計劃，並對每一種情境進行評估(包括可靠度、停電機率、停電損失、用地取得、地役權 easement、投資金額等等)，提出投資費用 capital expenditure (Capex)。因此投資計畫都是以機率計算方式(probabilistic)進行，而非用從前以計畫(project)的方式進行。每年都要做未來五年的投資策略，並報 ACCC (Australia Competition and Consumer Committee)核准。目前昆士蘭省的輸電公司 Powerlink Company 一年的情境分析有 72 種，因此產生 72 種投資方式，一般當然是以安全可靠為優先考量。未來五年，昆士蘭省每年約投資澳幣 250 百萬(約 50 億新台幣)於輸變電。昆士蘭省電力系統容量比台灣小很多，尚且需要 72 種 scenario，台灣要比照做的話，恐怕幾百種情境。不過，自由化後，不確定因素大大增加，也將大大影響系統規劃方式，值得注意。

心得：兩個星期以來，一直聽到講師談 Asset Management，從投資規劃、營運管理、維護更新、資訊管理等各種角度去談 Asset management，都跟新市場有關。如何減少花費，促進資產效益，獲取最大利潤，並顧及安全，令人印象深刻。因為輸電價格用 RPI-x 方式管制，目前 RPI 為 2.05%，x 為 2%，算是非常緊，難怪輸電公司必

須精打細算。相對於以往 cost plus 的管制方式，有投資報酬率的保障，電業飯碗是越來越難捧了。

下午 syndicate，我們第六組共五位同學一起研究澳洲電力池競價模擬。ESAA 安排一家公司 iEnergy 提供澳洲電力池軟體競價模擬程式供同學使用。操作一下午，對澳洲電力池有大致了解。軟體程式含負載需求，競價投標、市場價格決定、每部機組之出力、收入、支出、盈餘；各地區(Qld、NSW、Snowy、VIC、SA)發電負載情形；各省之間幾條主要幹線 flow 量與 constraint 情形，蠻好玩也蠻複雜的模擬程式。三個同學研究軟體操作使用，一個同學負責打書面報告，一個同學負責星期五口頭簡報，分工合作，共同完成 syndicate。

(十一)2月13日(星期四)整日均為 Syndicate(小組討論)。晚上舉行惜別晚餐，由 ESAA 的 Mr. Patric McMullan 主持。感謝昆士蘭大學提供場地，昆士蘭科技大學提供教師及安排課程等。

(十二)2月14日(星期五)上午由 Syndicate 各組提出心得報告，同學互相發問，類似一場 Seminar 一樣，大家把這幾天的心得做一個報告。中午舉行結業式。下午賦歸，結束 2003 年的 ESAA 短期課程。

(十三)2月15日(星期六)搭機經香港轉機返回台北。2月16日凌晨抵台北。



#### 四、 感想及建議

1. 澳洲供電協會(ESAA)每年舉辦電力工程短期課程兩週，輪流在各省舉行，內容豐富，收穫甚多，十分值得。
2. 澳洲電力自由化之後，發、輸、變、配電等資產管理的觀念改變甚大，由以往的定性分析轉成機率分析與預測，以便做風險管理，令人印象非常深刻。
3. 本課程內容豐富，授課講師均具實務經驗，研習人覺得成效甚佳，學雜費合理(兩週含食宿為澳洲幣伍千伍百元，約合新台幣十一萬元或三千美元)。本公司發輸配電以往甚少與澳大利亞接觸，建議以後可派人參加此項短期訓練課程。
4. 澳洲之電力技術雖不若歐美日等國優異，但澳洲各種電力法規十分健全，甚且設置電力法規局專門做法規訂定、修訂、管理等工作，值得我們學習。
5. 澳洲電力自由化實施至今四年多，十分平順，無論供電可靠、品質、價格、服務等，均較以往進步，各電業透過競爭，效率亦提高甚多，值得我們學習及注意。電力市場管理單位 NEMMCO 在電力法通過後兩年可以在新南威爾斯省及昆士蘭省建立起來並運作，也值得我們學習及注意。
6. 由於一、二月間，澳洲正逢暑假，課程安排於此段時間。而這段

時間恰好是我們農曆春節期間，於課程結束座談時，請主辦單位  
未來安排時段時，考慮避開中國農曆春節假期。

## 五、 附件資料

1. 附件一：課程表
2. 附件二：參加同學名單
3. 附件三：複循環單軸發電機示意圖

**TIMETABLE WEEK 1**

	Sunday 2 Feb 2003	Monday 3 Feb 2003	Tuesday 4 Feb 2003	Wednesday 5 Feb 2003	Thursday 6 Feb 2003	Friday 7 Feb 2003	Saturday 8 Feb 2003
		<b>WORKSHOP</b> Distributed Generation	<b>Market</b> Developments	<b>Advances in</b> Condition Monitoring	<b>New Approaches in</b> Asset Maintenance	<b>Developments in</b> Distribution and Transmission Systems	<b>VISITS</b>
		<b>Chair: Peter Price</b>	<b>Chair: Tapan Saha</b>	<b>Chair: David</b> Birwhistle	<b>Chair: Simon Bartlett</b>	<b>Chair: Brian Pokarier</b>	
8.30 - 9.30	Dale Butler - Charter Pacific - Distributed Generation: International Scene.	David Bones - NEMMCO - Managing Power Systems Security in the NEM	Henry Kent, Energy Auctions - Power Cable Condition Monitoring	Henry Kent, Energy Auctions - Power Cable Condition Monitoring	Jennifer Chsp - QUT - New Approaches to Asset Management	Ken Barber - Olex - Moisture Ingress for ELPE Cables	Depart St Johns by bus
9.30 - 10.30	Peter Wolfs - Central Queensland University - Photovoltaics in distributed generation	Greg Hesse, Tarong Energy - Crossed Wires	Dave Allan - Powerlink - Condition Monitoring	Dave Allan - Powerlink - Condition Monitoring	Stuart Bell - Powerlink - Asset Monitoring	Tony Mayme - Powerlink - Condition monitoring and condition assessment using oil analysis	Arrive ABB Distribution Factory - Darra
10.30 - 11.00			<b>Morning Tea/Coffee</b>				
11.00 - 12.00	Gerard Ledwich - QUT - Grid support control	Tony Pfeiffer - Ergon - Regulation and Impact on Distribution Businesses	Barry Finlay - PPI - Rotating Machine Condition Monitoring (plus vibration)		David Birwhistle - QUT - On-line Condition Assessment of H.V. Switching Equipment	Mark Blundell - Powerlink - Hybrid Switchgear and the Advantages to Improved Asset Management	Depart ABB Distribution Factory for Swanbank
12.00 - 1.00	Glen Walden - Ergon - RAPS	Gerard Ledwich - QUT - Improved transfer capability	Henry Kent, Energy Auctions - Residual Life Estimation of Power Poles		Tapan Saha - UQ - Modern diagnostics for transformers insulation	Tony Gillespie - Powerlink Transmission line design for urban environment	Arrive Swanbank E Powerstation
1.00 - 2.00			<b>Lunch</b>				
2.00 - 3.00	Ray Pannam - Energex - A Framework for Embedded Generator Connection	Alan Jenner Powerlink - QNI - The engineering challenges of QNI	ALSTON VISIT <i>John Brander - PLC and Modern Transformers</i>		<b>Chair: Kev Hesse</b> Brian Sharp Powerlink - Asset Management Theory	Keith Callaghan - Powerlink - EMF and the Community	12.30pm Lunch at Ipswich
3.00 - 4.00	Edwin Foong - CFC - New Energy Conversion Technologies Bruce Godfrey	Kathryn Kerr - Computer Security			Ben Hayden - CS Energy - Asset Maintenance for Generation	Harry Schaap - ESAA - Environmental Legislation and issues	1.30pm Travel to Powerlink Substation, Blackwall, Allawah Road, Chuwar
4.00 - 4.15			<b>Afternoon Tea/Coffee</b>				
4.15 - 5.15	Peter Wallace - Monash Grid Connections of Wind Turbines	Brian Sharp - Powerlink - Asset Management Strategies (OPEX) in the New Market			Leith Elder - Country Energy - Cost structure analysis for economic regulation of infrastructure	<b>SYNDICATE</b> <b>INTRODUCTIONS</b>	Depart substation
5.15 - 6.45	Registration					City Cat to VINOS EagleSt Pier 5.50, 6.10	Return to Roma St Parkland, delegates free time in Brisbane
6.45 - 7.45	BBQ	<b>Dinner</b>	Forum: Lines, how do they grow	COMEDY	CIGRE	<b>Dinner - Free time</b> Dinner VINOS EagleSt Pier Return 10.00pm.	
8.00 - 9.00	<b>Introduction Evening</b>						

**TIMETABLE WEEK 2**

	Sunday 9 Feb 2003	Monday 10 Feb 2003	Tuesday 11 Feb 2003	Wednesday 12 Feb 2003	Thursday 13 Feb 2003	Friday 14 Feb 2003
		<b>WORKSHOP</b> Update on Power Quality/Reliability Issues Chair: Kev Hesse	Advances in Control, Metering and Automation Chair: Peter Brennan	Investment Strategies in the New Market Chair: Peter Wright		<b>OFFICIAL PRESENTATION DAY</b>
8.30 – 9.30	Gerard Ledwith – QUT – Overview of Quality	Phil Sparti – Automation of Major Power Station Control Systems	Merryn York – Powerlink – Investment Strategies (CAPEX) in the New Market Environment – The Powerlink Perspective		Terry Effeney, Ergon – Investment Strategies for Rural distributors (probable)	
9.30 – 10.30	Vic Gosbell – UoW -National Benchmarks and Standards	Andrew Thomas - EDMI - Market Related Metering	John Adams -Energex – Investment Strategies for Distribution Businesses		<b>SYNDICATES</b>	
10.30 – 11.00			<b>Morning Tea/Coffee</b>			
11.00 – 12.00	Chris Dunn/Kevin Nuttall Energex – Power Quality for Industrial Process	Shane Williams – Powerlink –OpsWAN Enabling On-line Asset Monitoring	Terry Effeney, (could be a shift to Thursday)		<b>SYNDICATES</b>	
12.00 – 1.00	Bob Coulter – Power Quality Driven by Regulatory Standards	G Nourbaksh – Distribution Reliability Analysis	Margaret Beardow – Drawing it together - the economics of asset management		<b>SYNDICATES</b>	
1.00 – 2.00			<b>Lunch</b>			
2.00 – 3.00	Chair: Mike Griffin Ana Smith de Perez – Energex – Distribution Reliability	<b>SYNDICATES</b>	<b>SYNDICATES</b>	<b>SYNDICATES</b>	<b>SYNDICATES</b>	Residential School concludes
3.00 – 4.00	Peter Austin – SPI Powernet – Equipment Reliability	<b>SYNDICATES</b>	<b>SYNDICATES</b>	<b>SYNDICATES</b>	<b>SYNDICATES</b>	
4.00 – 4.15		<b>Afternoon Tea/Coffee</b>				
4.15 – 5.15	Peeter Mutik – Alstom - Impacts on PQ from Industrial Loads	<b>SYNDICATES</b>	<b>SYNDICATES</b>	<b>SYNDICATES</b>	CEO's Forum – Patrick McMullan	
6.45 – 7.45		<b>Dinner</b>				<i>Course Dinner Dinner Speaker</i>

附件二

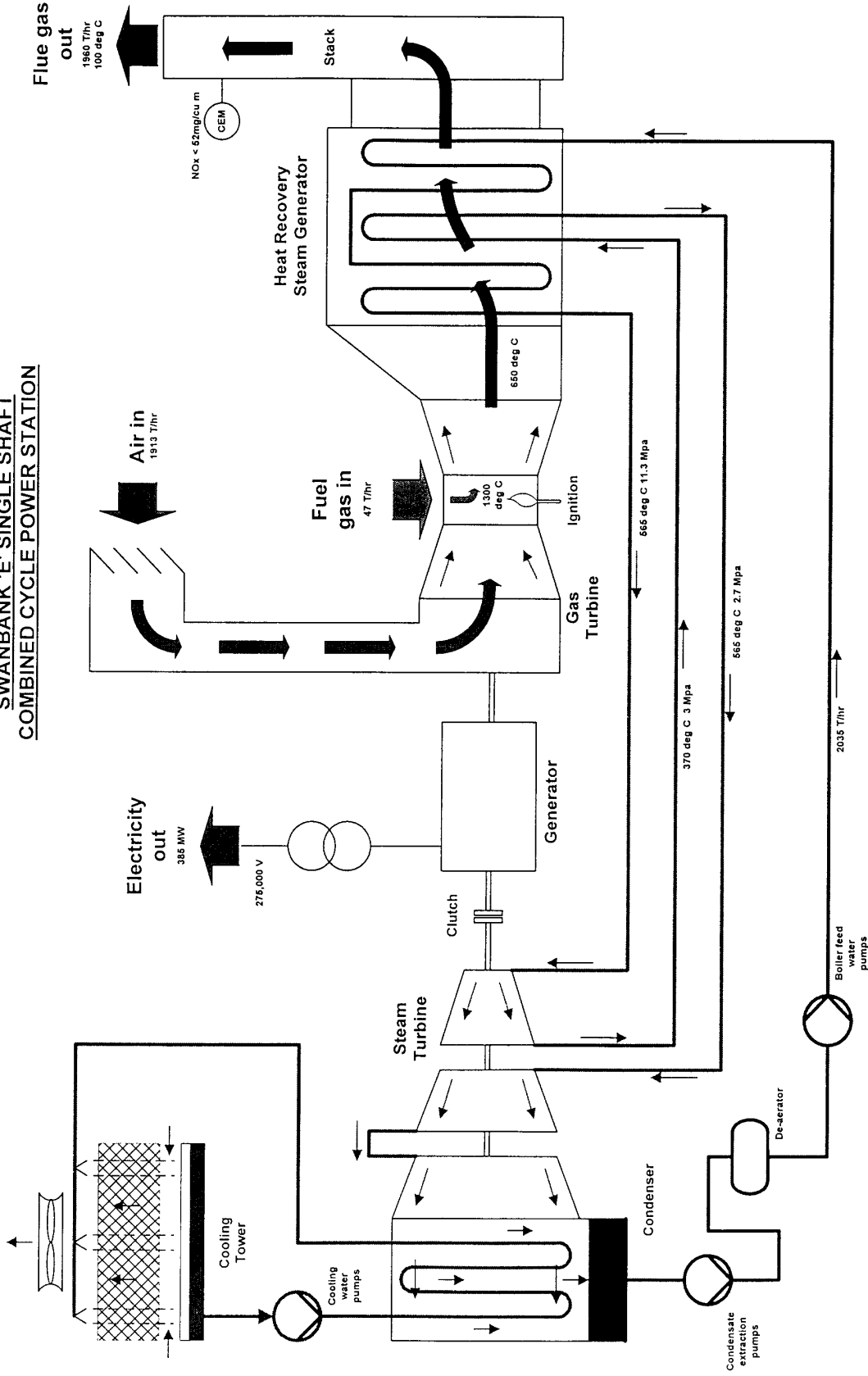
Given name	Surname	Position	Organisation
Steve	Abbot	Asset Strategy Team Leader	Western Power Corporation
Faisal	Abood Hareez	Training Engineer	Tenaga Nasional Berhad
Mohamad Seth Bin	Alias		Tenaga Nasional Berhad
Chris	Bailey	Professional Officer (Plant Owner)	Delta Electricity
Greg	Bartlett	Senior Technical Standards Engineer	Energex
Kiaiati	Birita		Pacific Power Association
Gordon	Burbridge	Project Development	Transgrid
Leigh	D'Arcy		Ergon Energy
Andrea	Dickinson	Substation Engineer	Aurora Energy
John	Dyer	Manager Network Development	Agility (AGL)
Russell	Fitzpatrick	Manager Network Finance	Powercor Australia
Gavin	Forrest	Network Innovation Team Leader	Western Power Corporation
Stuart	Graeff		Powerlink QLD
Peter	Hoerlein	Electrical Engineer	CSEnergy
Gary	Hunter		Ergon Energy
Grujica	Ivanovich		Ergon Energy
Cromer	Just	Electrical Plant Engineer	NRG Flinders - Augusta Power Stations
Charles Pou U	Leong	Engineer	Campanhia De Electricidade De Macau - CEM, SA
Yuin-Hong	Liu	Senior Engineer	Taiwan Power Company
Linus	Melivala	Engineer Substation Maintenance	PNG Power
Eric	Myers	Sales Development Manager	Aurora Energy
Abdul Rahim	Omar	Corporate Planning Manager	Tenaga Nasional Berhad
Leon	Rawson	Sales Development Manager	Aurora Energy
Matthew	Rooney		Western Power Corporation
Sri	Sampath	Design Group Leader	Powerlink QLD
David	Smyth	Generation Manager	Ergon Energy
Andrew	Speirs	System Officer (Turbines)	Loy Yang Power
Christopher	Stevens	Engineering Control Design Engineer	TransGrid
Tanh	Tang	Design Engineer	Power And Water Corporation
David	Urquhart		Ergon Energy
Wan Kamizi	Wan Ishak	Planning And Construction Manager	Tenaga Nasional Berhad
Ken	Windley	Line Manager South	Ergon Energy

<b>Work Phone</b>	<b>fax</b>	<b>e_mail</b>
08 9326 4871	08 9326 4007	steve.abot@westernpower.com.au
603 2296 6241	603 2285 1087	faisal@uniten.edu.my
603 2296 6241	603 2285 1087	ibrahimas@tnb.com.my
02 4352 6170	02 4352 6007	chris.bailey@de.com.au
3407 4934	3407 4886	gregbartlett@energex.com.au
679 3306 022	679 3302 038	pub.itc@tskl.net.ki
02 9284 3092	02 9284 3050	gordon.burbidge@transgrid.com.au
4931 2756	4931 2238	leigh.darcy@ergon.com.au
03 6271 6503	03 6271 6517	andrea.dickinson@auroraenergy.com.au
03 9201 7046	03 9201 7602	john.dyer@teamagility.com
03 9683 4398	03 9683 4355	rfitzpatri@powercor.com.au
08 9326 4871	08 9326 4007	gavin.forrest@westernpower.com.au
3860 2349	3860 2466	sgraeff@powerlink.com.au
4992 9434	4992 9413	phoerlei@csenergy.com.au
4931 2756	4931 2238	gary.hunter@ergon.com.au
4361 0440		grujica.ivanovich@ergon.com.au
08 8642 0655	08 8642 0614	just.cromer@nrgfinders.com.au
853 339933	853 308361	charles.leong@cem-macau.com
886 2 2366 6604	886 2 2367 0583	u026512@taipower.com.tw
324 3173	325 8955	
03 6324 7523	03 6324 7568	eric.myers@auroraenergy.com.au
603 2296 6241	603 2285 1087	rahimo@tnb.com.my
03 6271 6552	03 6271 6562	leon.rawson@auroraenergy.com.au
08 9734 0429	08 9326 6890	matthew.rooney@westernpower.com.au
3860 2349	3860 2466	ssampath@powerlink.com.au
4050 2948	4050 2709	david.smyth@ergon.com.au
03 5173 2642	03 5173 2043	don_wight@loyyangpower.com.au
02 9284 3369	02 9284 3355	christopher.stevens@transgrid.com.au
08 8924 5729	08 8924 5121	thanh.tang@powerwater.com.au
4153 9839		dave.urquhart@ergon.com.au
603 2296 6241	603 2285 1087	kamiziis@csd.tnb.com.my
46690257	4669 0210	ken.windley@ergon.com.au

Address 1	Address 2	Address 3	Suburb	State	Pcode	Country
363 Wellington St			PERTH	WA	6000	AUSTRALIA
8th Floor, HRPD	129 Jln Bangsar 59200		KUALA LUMPUR			MALAYSIA
3rd Floor	129 Jln Bangsar 59200		KUALA LUMPUR			MALAYSIA
Vales Point Power Station	C/- Post Office		MANNERING PARK	NSW	2259	AUSTRALIA
GPO Box 1461			BRISBANE	QLD	4001	AUSTRALIA
Private Mail Bag			SUVA			FIJI
PO Box A1000			Sydney	NSW	1235	AUSTRALIA
PO Box 308			Rockhampton	QLD	4700	AUSTRALIA
177 Main Rd			MOONAH	TAS	7009	AUSTRALIA
GPO Box 14120 McMC			MELBOURNE	VIC	3000	AUSTRALIA
Locked Bag 14090			MELBOURNE	VIC	3000	AUSTRALIA
363 Wellington St			PERTH	WA	6000	AUSTRALIA
PO Box 1193			Virginia	QLD	4014	AUSTRALIA
PO Box 392			BULOELA	QLD	4715	AUSTRALIA
PO Box 308			Rockhampton	QLD	4700	AUSTRALIA
South St			Toowoomba	QLD	4350	AUSTRALIA
PO Box 15			PORT AUGUSTA	SA	5700	AUSTRALIA
Edificio CEM	Estrade De D.	María II				MACAU
242 Roosevelt Rd Sec. 3	System Operation		TAIPEI		100	TAIWAN
PO Box 1105			BOROKO			PAPUA NEW GUINEA
PO Box 419			LAUNCESTON	TAS	7250	AUSTRALIA
6th Floor, Corporate Planning Office	129 Jln Bangsar 59200		KUALA LUMPUR			MALAYSIA
177 Main Rd			MOONAH	TAS	7009	AUSTRALIA
363 Wellington St			PERTH	WA	6000	AUSTRALIA
PO Box 1193			Virginia	QLD	4014	AUSTRALIA
PO Box 354			Cairns	QLD	4870	AUSTRALIA
PO Box 1799			TRANALGON	VIC	3844	AUSTRALIA
L10, Pacific Power Building	Elizabeth St		SYDNEY	NSW	2000	AUSTRALIA
PO Box 37471			NINELLIE	NT	0821	AUSTRALIA
Locked Bag 887			Bundaberg	QLD	4670	AUSTRALIA
Jln Cherong Lanjut 20673			KUALA TERENGGANU			MALAYSIA
PO Box 483			Dalby	QLD	4405	AUSTRALIA

附件三

### SWANBANK 'E' SINGLE SHAFT COMBINED CYCLE POWER STATION



CEM = Continuous emissions monitoring