

目 錄

- 一、 出國任務與行程
- 二、 第 38 屆東亞暨西太平洋地區電力事業協會(AESIEAP)理事相關會議
 - (一) 理事會議(Council Meeting)及會員大會(General Assembly)簡介
 - (二) 會議議程
 - (三) 會議報告內容
 - (四) 選舉事宜
- 三、 2012 年電力產業大會(CEPSI)
 - (一) 會議議程
 - (二) 會議主題
 - (三) 本公司參與之專題演講(Panel Session)
 - (四) 本公司論文發表(Technical Session)
- 四、 心得與感想

一、 出國任務與行程

今(2012)年東亞暨西太平洋電力事業協會(The Association of the Electricity Supply Industry of East Asia and the Western Pacific, AESIEAP)第 38 屆理事會年會與 2012 年亞太電協研討會議(Conference of Electricity Supply Industry, CEPSI)於 2012 年 10 月 15 日至 19 日假印尼峇里島(Bali)舉行，主辦單位為印尼電力公司(PT PLN)，印尼電力事業協會(MKI)協辦。

本公司自 1988 年 4 月加入亞太電協(AESIEAP)，每年均派員出席該協會之年會及隔年舉辦之高階主管會議(CEO Conference)與亞太電協大會(CEPSI)，本公司藉由參加該協會會務之推動與會員電業間的技術交流管道，並參與該協會之技術委員會(Technical Committee)之年度研發計畫(Study Plan of Working Groups)活動，與各會員電業均保持密切聯繫，並蒐集各會員國在電業經營管理與電力技術等方面之經驗及最新發展資訊，對本公司之經營策略與電力科技研發業務，助益良多。

今年亞太電協研討會議(CEPSI)之大會主題為「強化潔淨技術與確保電力事業之永續發展」(Enhancing Clean Technology and Securing Investment for Sustainable Electric Power Industry Development)，探討亞太地區電力事業所面臨之低碳電力技術要求及其未來之永續發展所需之必要投資。亞太地區各國電力事業面臨電力需求之快速成長，所引發之能源供應問題，包括初級化石燃料之碳排放及投資機會，期對公用電業所面臨之低碳或無碳發電技術等潔淨技術之發展，作更深入之瞭解與認識。

出國行程如下：

10 月 14 日	往程(台北→印尼)
10 月 15 日~10 月 19 日	出席 CEPSI 2012 研討會及相關活動
10 月 20 日	返程(印尼→台北)

二、 第 38 屆東亞暨西太平洋地區電力事業協會(AESIEAP)理事相關會議

(一)理事會議(Council Meeting)及會員大會(General Assembly)簡介

東亞暨西太平洋地區電力事業協會(AESIEAP)之理事會為該協會最高權力機構，由各國理事代表組成，本公司為代表我國之理事，為理事會之一員。理事會每年召開一次，本年為第 38 屆，併同 2012 年電力產業會議一起在印尼巴里島 Nusa Dua Convention Center (BNDCC)Kintamani 1 廳召開，召開時間為 10 月 17 日，而會員大會則接著理事會召開，主要向會員宣布理事會決議結果，並聽取會員意見。

(二)會議議程

本屆亞太電協理事會議(Executive Committee & 38th Council Meeting)於 10 月 17 日下午(13:30~15:30)在印尼巴里 Nusa Dua Convention Center (BNDCC)Kintamani 1 廳舉行，會議議程如下：

Schedule	議題項目 (Agenda Item)	主持人與報告人
13:30-13:35	1. Welcome Remarks by the President of AESIEAP, 2. Adoption of the Agenda	Mr. Nur Pamudji
13:35-13:40	3. Approval of the minutes of AESIEAP Executive Committee and 37 th Council Meeting on October 31, 2011	Mr. Nur Pamudji
13:40-13:50	4. Secretary General's Report	Mr. Suyyud Wartadipradia
13:50-14:00	5. Honorary Treasurer's Report 6. Presentation and approval of the 2013 Budget	Mr. Kwan-Chung Ming represent Mr. Edward Kwong
14:00-14:20	7. Technical Committee Chairperson's Report	Dr. Kwang-Lu Koai
14:20-14:30	8. Candidates' Presentation on the candidate of host of AESIEAP for the term of 2015-2016 : a. Presentation of the candidate from EGAT, Thailand. b. Presentation of the candidate from council members (if any)	Mr. Nur Pamudji Mr. Sutat Patmasiriwat
14:30-14:50	1. Election of the President, Vice President, Immediate Past President, and four other members of the Executive Committee for the term of 2013~2014 (1) Election of the President, Vice President (2) Election of four other members of the Executive Committee 2. Appointment of the Secretary General, Honorary Treasurer and Auditor 3. Election of Chairperson, Vice Chairperson, Honorary Secretary and two other Executive Team members of Technical Committee for the term of 2013~2014 4. Appointment of Honorary Fellows.	Mr. Nur Pamudji
14:50-15:00	13. Any other business: The proposed draft of amendment to the Constitution for "not quorum Meeting."	Mr. Nur Pamudji
15:00-15:05	10. Closing Remarks by the President of AESIEAP	Mr. Nur Pamudji

本年參加亞太電協理事會議的理事會員計有中華民國(由台電莊副總經理代表)、香港(Hong Kong Electric Co. Ltd.)、韓國(由 Mr. Bong-Soo Ha 代表)、日本、馬來西亞、泰國、菲律賓、中國大陸、斯里蘭卡、法屬波里尼西亞及主辦國印尼電力等 12 個會員國參加，新加坡、澳門、印度、越南請假，澳大利亞及紐西蘭仍未能聯繫而缺席。

(三)會議報告內容

1.秘書處秘書長報告事項

2012 年 AESIEAP 執行委員會暨第 38 屆理事會年會，理事長 Mr. Nur Pamudji 主持，在主席 Mr. Nur Pamudji 作簡短致詞後宣佈開會在簡短致詞後，由秘書長 Mr. Suyyud Wartadipradja 報告 AESIEAP 會務活動，包括會員變動情況及本屆會議出席狀況。

根據秘書長報告，目前亞太電協理事會員國或地區計有 19 個，其中，澳大利亞及紐西蘭在 2009 年退出後，即呈現該兩區域空缺狀態，惟秘書處於 2012 年 2 月接到澳大利亞前代表 Mr. Doug Aberle 來信表示其已自該公司退休。

1.1 會員及執行委員會成員變化情況：

目前會員中，自去年(2011.10)至今有 1 個在美國之正式會員 UMS Group Inc.退出；會員中因未繳交會員年費連續達 3 年以上而遭停止會員權利者有 13 個會員，包括 3 個正式會員，10 個副會員，根據財務長之查證，2011 及 2012 兩年會期間，截至 2012 年 9 月底為止，未繳納年費連續達 3 年以上者有 4 個，其中有 3 個正式會員，一個副會員，依據理事會之決議，該 4 個會員之會員權利將被停止。2012 年未繳會費之會員計有 23 個，包括：澳大利亞(1 家)、沙勞越、台灣(包括台汽電及其子公司 4 家、國光、大同及東元等)、香港(2 家)，印度(1 家)、韓國(2 家)、馬來西亞(5 家)、大陸(1 家)、新加坡(1 家)、泰國(1 家)及越南(1 家)等。財務長尋求理事會協助。理事會決議請秘書長再發函提醒繳交。

本協會會員資料經過秘書處一番努力，已經更新及補充，更新後之會員名冊已於本次研討會發給。

本會期之執行委員會成員，有些變動：印尼 Mr. Nur Pamudji (PTPLN)

替補 Mr. Dahlan Iskan，馬來西亞 Mr. Datuk Wira Ir Azzman Bin Mohd Noh (TNB)替補 Mr. Dato' Sri Che Khalib Bin Mohamad Noh，中華民國由黃重球先生替補陳貴明先生(Taipower)。

現任之執行委員會成員如下表：

職 稱	姓 名	<u>Country/Region</u>
President	Mr. Nur Pamudji PT PLN, Indonesia	Indonesia
Immediate Past President	Mr. Jung-Chiou, Hwang Taiwan Power Company	Chinese Taipei
Vice President	Mr. Chong-Young Kim, Korea Electric Power Corporation	Korea
Secretary General	Mr. Suyyud Wartadipradja PT PLN, Indonesia	Indonesia
Hon. Treasurer	Mr. Edward Kwong	Hong Kong
Hon. Auditor	Mr. Alex Wu	Hong Kong
Honorary Treasurer	Mr. Edward Kwong CLP Power Hong Kong Ltd.	Hong Kong SAR
Other Members	Mr. Liu Zhenya China Electricity Council	P. R. China
	DATO' IR Azman Mohd, Tenaga Nasional Berhad (TNB)	Malaysia
	Mr. Yoshinori Fukahori Kyushu Electric Power Co., Inc.	Japan
	Mr. Froilan A. Tampinco National Power Corporation	Philippines

其他會議出席情形如下表：

理事會成員	國家或地區	備註(與會情況)
Mr. Doug Aberle Western Power Corporation	Australia	失聯中
Mr. Haji Awang Usman Bin Haji Haji Mohd Tahir, Department of Electrical Services	Brunei Darussalam	請 假
Mr. Herve Dubost-Martin, Electricite de Tahiti	French Polynesia	與 會
Mr. C. T. Wan, Hong Kong Electric Co., Ltd.	Hong Kong SAR	與 會
Mr. Tony Kori, Papua New Guinea Electricity Commission	Papua New Guinea	與 會
Mr. Froilan A. Tampinco, National Power Corporation	Philippines	與 會
Mr. Liu Zhengya, China Electricity Council	P. R. China	由代表出席
Mr. Sim Kwong Mian, SP Power Grid Ltd.	Singapore	請 假
Mr., Ceylon Electricity Board	Sri Lanka	與 會
Mr. Franklin Willemyns Companhia de Electricidade de Macau - CEM, S.A.	Macau SAR	請 假
Mr. Do Mong Hung, (representing Mr. Dinh Quang Tri) Vietnam Electricity	Vietnam	請 假

1.2 技術委員會(the Technical Committee)之執行業務情況

技術委員會執行小組(The Executive Team of Technical Committee)

- (1) 主席：Dr. Kwang-Lu Koai, Taipower, Chinese Taipei.
- (2) 副主席：Mr. Satri Falanu, PT PLN (Persero), Indonesia.
- (3) 榮譽秘書：Dr. Harry Cheng, Taipower, Chinese Taipei.
- (4) 工作小組及主持人：

第一工作小組：智慧型電網研究，由韓國電力公司 Dr. Woohyun Hwang 擔任。

第二工作小組：電力部門之碳管理研究，由台灣電力公司 Mr. Shao-Pin Hong 擔任。

第三工作小組：電力事業之電價定價、成本結構及設計機制之模式研究，由馬來西亞電力公司(TNB)之 Mr. Kok-Seng Loo 擔任。

有關技術委員會三個工作小組之研究報告，則由技術委員會主席報告，主辦單位亦安排該三個工作小組主持人在 CEPSI 大會研討會專案報告。

1.3 出版品

1.3.1 本協會之重要信息報導(Newsletters)—由於缺乏資訊及論文可資報導，因此，本年度未出版報導。

1.3.2 會員名錄:本年度之會員資訊已更新，除了印編成冊發給所會員外，並納入本年度之 AESIEAP 「Goldbook 2013」中。

1.3.3 Goldbook 2013

本年度亞太電協年鑑(Goldbook 2013)在預算緊澀情況下出版，並已隨 CEPSI 2012 之資料發送所有與會代表，秘書長表示，要感謝印尼電力公司在印製成本上之協助，也感謝所有理事會理事成員在資料方面之貢獻，但仍有部分理事成員公司未能協助提供資料，希望各理事能提醒公司當局能提供即時更新後之資訊。

1.3.4 亞太電協之官方網站

官方網站已全部更新所有有關本協會之資訊，包括：本協會相關組織章程與規定、理事會、執行委員會及技術委員會等組織成員名錄，秘書長也對提供相關資訊之公司表示至深之感謝。

1.3.5 有關 CEPSI 2012 之研討議題

CEPSI 2012 之會議主題為「為電力事業之發展，增強潔淨技術與確

保投資」(Enhancing Clean Technology and Securing Investment for Electric Power Industry Development)，經過主辦單位 PT PLN 及 MKI (The Indonesia Electric Power Industry Society)提出並理事會通過採用。

PT PLN 與 MKI 主辦之 CEPSI 2012 的會時間與會議場所決定如後：2012 年 10 月 15 日至 19 日假印尼巴厘島之 Bali Nusa Dua Convention Center (BNDCC)舉辦，本次研討會議共計有 350 篇論文發表，並選出 4 篇最佳論文，刊登在 2013 年亞太電協年鑑(AESIEAP Goldbook 2013)。。

秘書長為向會員國電業報告其 CEPSI 2012 研討會議及第 38 屆執行委員會暨理事會之籌備情況，特地訪問了 5 個會員國電業，並以個人名義邀請各公司之代表共襄盛舉，包括：泰國電力公司(EGAT, Thailand)、馬來西亞電力公司(TNB, Malaysia)、中國電力企業聯合會(CEC, China)、韓國電力公司(KEPCO, Korea)及台灣電力公司(Taipower, Chinese Taipei)。

秘書長報告後，提出有關 AESIEAP 會員聯繫及資訊更新問題，由於部分理事會成員工作繁忙，無暇顧及其主辦單位之處理情形，因此，建議秘書長宜直接知會會員理事督促，以力求亞太電協之年鑑能夠及時更新，使其更具參考價值，菲律賓國家電力公司總經理也贊同此一作法。

2.技術委員會主席工作報告：

本次技術委員會之工作報告係本屆主席報告，即本公司綜合研究所副所長。

技術委員會會議(Special Panel Session for AESIEAP Technical Committee)於 10 月 17 日 10:45~12:15 召開，報告情形如下：

(1)技術委員會主席-本公司綜研所副所長報告

(2)第一工作小組報告(韓國 KEPCO)：

研究主題：智慧電網計畫標準程序(The Standard Procedure for Smart Grid Project)

(2.1 研究背景與目的

本研究計畫之目的為促進參與會員間有關構建智慧電網的知識、經驗

交流，期能有助於未來智慧電網之推廣，並透過標準化程度增加智慧電網之普遍性。參與會員有下列各電力公司：

- Korea Electric Power Corporation (KEPCO), Korea
- ETSA Utilities, Australia
- CLP Power Hong Kong Limited (CLP), Hong Kong
- National Transmission Corporation (TransCo), Philippines
- Kyushu Electric Power Company (KEPCO), Japan
- Tenaga Nasional Berhad(TNB), Malaysia

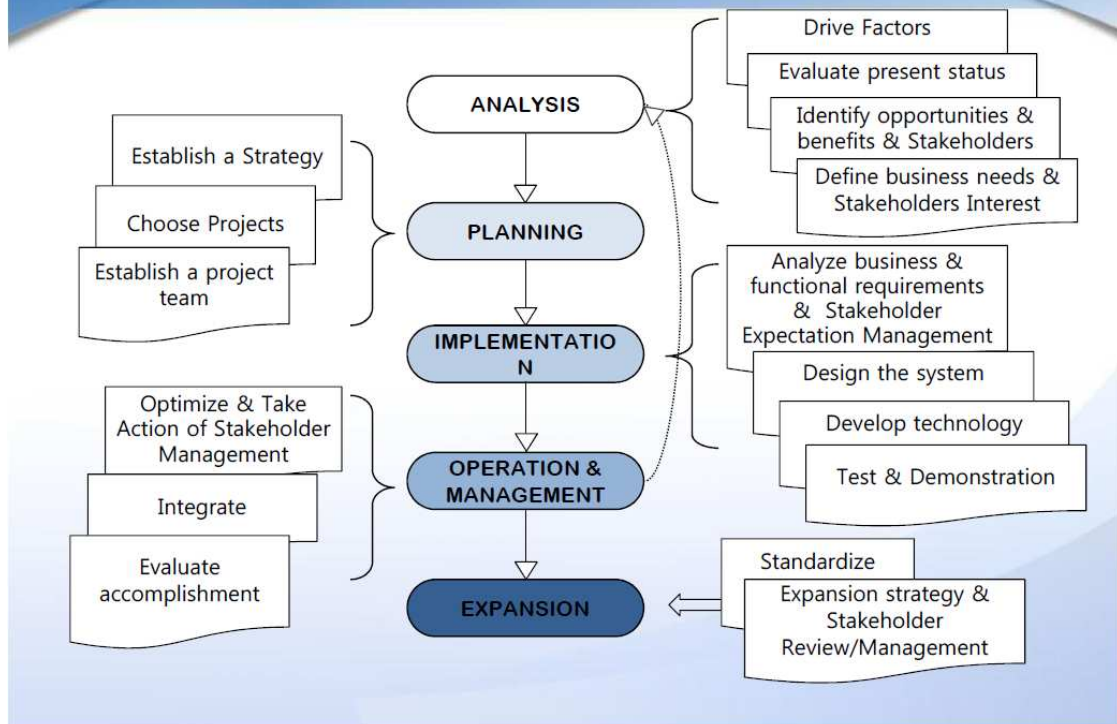
原本負責該工作小組工作的 KEPCO 建議以濟州島的智慧電網試驗平台(testbed)為基礎進行研究，之後經過三次工作小組成員間的會議討論，最後綜合各方意見，決議以「建立亞太地區公用電業之智慧電網計畫開發程序」為研究主題。

(2.2 研究成果

研究期間共召開三次工作小組會議：

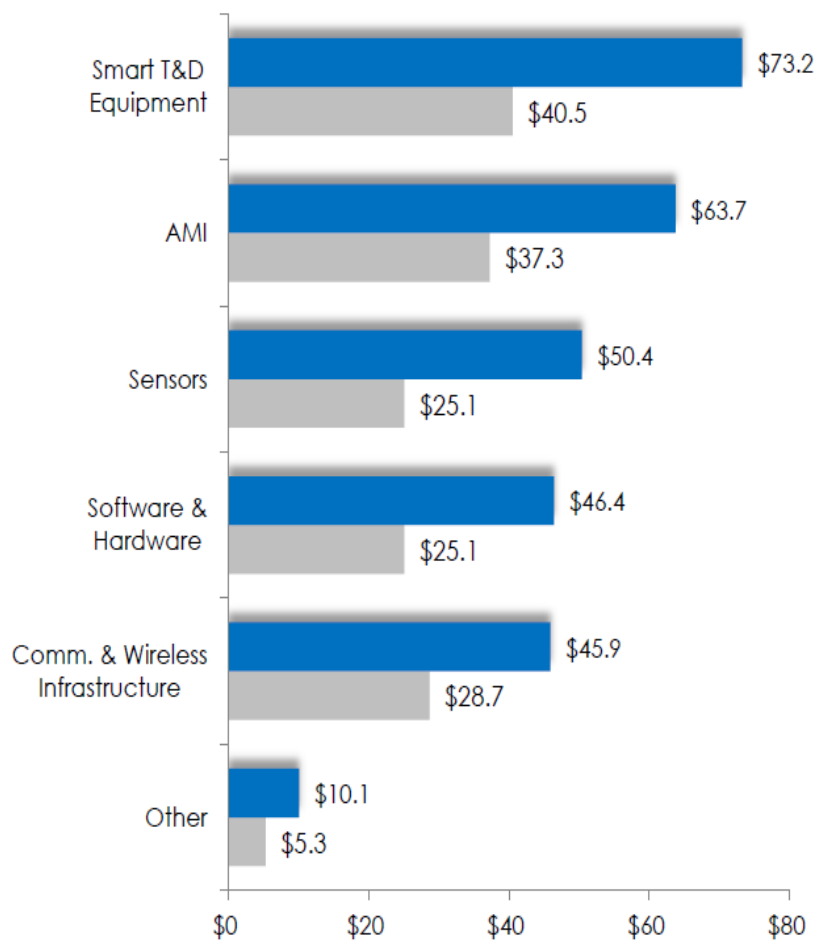
- 期初會議：2011 年 11 月 28 日~12 月 1 日在韓國首爾及濟州島舉行，由 KEPCO 主辦，共有 10 位成員與會，建立了期末報告之大綱及結構。
- 第二次會議：由 TransCo 主辦，2012 年 2 月 20 日~23 日於菲律賓馬尼拉舉行，共有 28 位成員與會，會中決定了標準程序之範本。
- 第三次會議：由 ETSA 主辦，2012 年 5 月 22 日~25 日於澳洲阿德雷德舉行，共有 20 位成員與會，會中對於智慧電網標準程序達成共識，共分為分析、規劃、執行、運轉及擴展幾個階段(如下圖)。

The procedures for Smart Grid Project



以全世界最大的智慧電網試驗場-濟州島(下圖)為例，韓國政府於 2009 年 6 月選定濟州島做為智慧電網試驗場場址，該島將是全世界最大的智慧電網社區，可供測試最先進的智慧電網技術及研發成果，並發展企業經營模式。2009 年至 2013 年間預計投資 645 億韓元，共有五個地區的十家財團參與技術測試及經營模式的發展。

至於智慧電網的市場規模，Zpryme 檢視了韓國智慧電網產業的六個不同部門(軟硬體、感應器、通訊及無線設備、智慧型輸配電設備、AMI、其他)後，認為 2010 及 2015 年的市場規模如下：(單位為百萬美元)



(3)第二工作小組研究成果報告(本公司綜研所洪紹平主任)

研究主題: Carbon Management for Electricity Sector

(3.1 研究目的與背景

第二工作小組延續上一屆進行的碳交易計畫，於本屆提出「電力部門碳管理」之後續研究主題，目的在於與亞太電協各會員國分享碳管理經驗，包括溫室氣體盤查、監測、申報、查驗、減量計畫管理、碳資產管理、風險管理等內容，此外，本計畫也探討如何整合相關系統，以提供電力部門最佳之解決方案。本計畫計有兩項產出：一為持續更新第二工作小組網頁 <http://www.aesieapwg2.org/>，提供會員最即時的碳市場及本研究計畫相關訊息，另一項產出為完成電力部門碳管理研究報告，預計將於今年 12 月底可完成期末報告，繳交給 TC 執行委員會，並發送給參與計畫的所有會員。

本屆的第二工作小組仍由本公司擔任主席，負責計畫全程的規劃、執行、協調、管控與彙整，在發送參與意願調查問卷給亞太電協全體會員後，陸續有下列會員共同參與本屆的研究：

- Taiwan Power Company (TPC), Taiwan
- Kyushu Electric Power Company (KEPCO), Japan
- CLP Power Hong Kong Limited (CLP), Hong Kong
- Companhia de Electricidade de Macau (CEM), Macau
- Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT), Thailand
- National Transmission Corporation (TransCo), Philippines
- Electric Power Research Institute (EPRI), US
- Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI), Japan

(3.2 研究成果

(3.2.1 已開發國家的電力部門溫室氣體盤查經驗 (GHG inventory experiences of electricity sectors in developed countries)

研究報告第一章提供了一些已開發國家既有的 MRV 規範的深入比較，如歐盟的排放交易制度、美國清潔空氣法(Clean Air Act)規定的強制申報制度、以及日本的自願性申報制度。在這些不同的制度之中，規範最嚴謹、複雜的是 2005 年就開始進行排放交易的歐盟；美國最近要求大規模的排放源必須申報其溫室氣體排放量，但無須經過第三方的查驗，去年已經公布了最初的數據；雖然日本政府必須向聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)提報年度排放量，惟其電力部門的申報制度仍為自願性質。前述三個地區的申報門檻及規定如下表：

	EU	US	Japan
Thresholds	Phase I(Y2005-2007): (1) 20MW (2) 10,000 tons CO ₂ /year Phase II(Y2008-2012) : (1) 25MW (2) 20,000 tons CO ₂ /year Phase III(Y2013-2020) : (1) 35MW (2) 25,000 tons CO ₂ /year	1. All source categories in table 2.2-1. 2. Source categories in table 2.2-2 that reach 25,000 metric tons per year. 3. No source categories list in table 2.2-1 and 2.2-2 that reach 25,000 metric tons per year and input capacity 30 (mmBtu/hr) of stationary fuel combustion.	N/A
Reporting Rules	1. E-PRTR (The European Pollutant Receive and Transfer Registry) 2. Bulk upload of XML files (Specific file formats) 3. Electronic templates	1. e-GGRT web forms 2. Bulk upload of XML files	Network platform

由表中的申報規定可知三個區域的申報都採用類似的方式使用網路與網頁上傳，以加速申報程序及強化整體的資料管理。

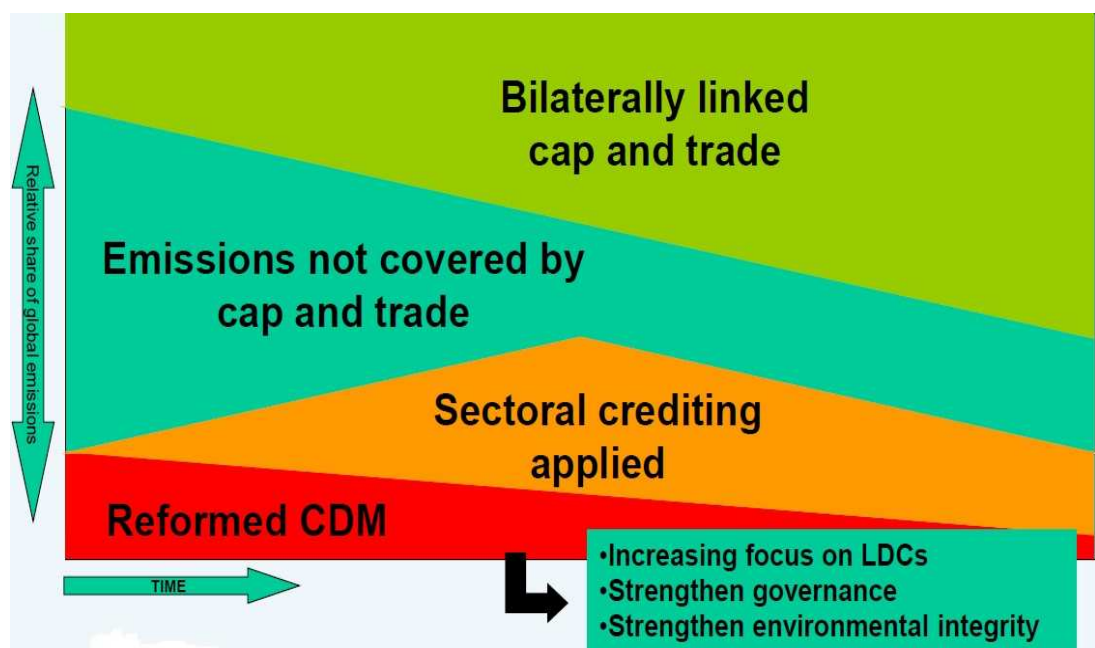
(3.2.2 開發中國家可能的量測、申報與查驗機制(Potential MRV schemes for the electricity sector in developing countries)

對於開發中國家，國際 MRV 規範的主要議題之一是國家適當減緩行動(NAMAs)的協商，目的是要監測減碳行動方案以及尋求國際支援的國內行動方案進度。在 UNFCCC 的協調下，未來 NAMAs 也可能轉型為新的市場機制，取代目前的 CDM，成為來自開發中國家碳權的主要來

源。因此本計畫也檢視了 NAMAs 制度的發展，以及 NAMAs 對於先進國家 MRV 制度的意義。

為因應未來 NAMAs 碳權制度，開發中國家發展 MRV 規則常面臨的挑戰包括：資料可獲性、減量計算方法學、個別政策成效的區別、政策外加性、計入期長度、統一的申報格式、查驗程序的透明性、稽查人力、正確查驗之誘因等，這些都是極待克服的問題。

前一次的碳交易機制研究著重於 CDM 及計畫型機制，然而後來的國際碳市場逐漸朝向部門減量(如 NAMAs)，甚至於是開發中國家的總量管制與交易制度發展(參見下圖)，因此建立完善的 MRV 系統是有必要的，對於開發中國家更是重要，而電力部門在系統開發的過程中應該扮演一個重要角色，因為電力部門通常是最具潛力的部門減量來源。



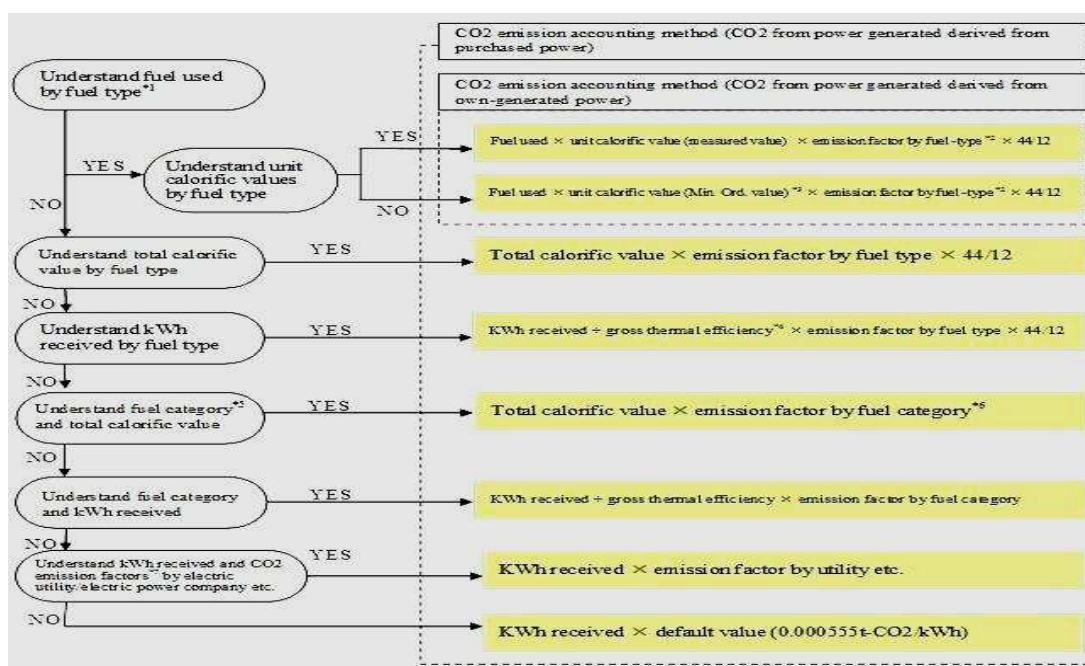
亞洲有一個國家已經由計畫性的減量邁向總量管制與交易制度－韓國，最近他們才立法通過，將於 2015 年開始國內的交易系統。在正式實施排放交易制度之前，韓國已經先實行了目標管理系統(Target Management System, TMS)，雖然是不允許交易的法令管制系統，但仍有助於改善資料品質、增加未來參與者之經驗，並建立排放交易制度必需的基礎建設。

3.2.3 亞太電協會員的溫室氣體管理經驗 Experiences of AESIEAP members in GHG related management

九州(KEPCO)

九州電力是本計畫參與會員中唯一來自已開發國家的電力公司，雖然日本國內的總量管制及排放交易法案尚未通過，該公司仍與日本其他電力公司共組之「電氣事業連合會」合作，擬訂「電氣事業における環境行動計畫」一起進行自願性的溫室氣體減量。在福島核災發生後，總量管制及排放交易面臨了更強大的阻力，使得日本政府不得不重新檢討減量目標及整體的能源政策。由「日本經濟團體連合會」擬提出政策建議，建議政府持續採行自願性減量方式來達成後京都議定書時代的減量目標。

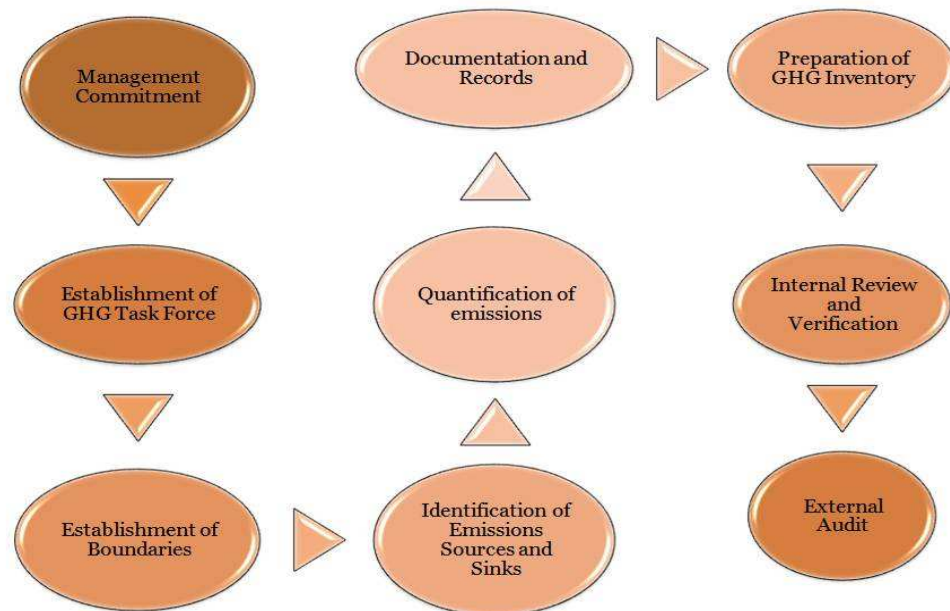
下圖說明九州電力目前使用的二氧化碳排放會計方法，先計算發電及購電所排放的二氧化碳量，再除以售電量，得出排放強度，以做為日本電力部門自願減量目標設定的基礎。



澳門(CEM)

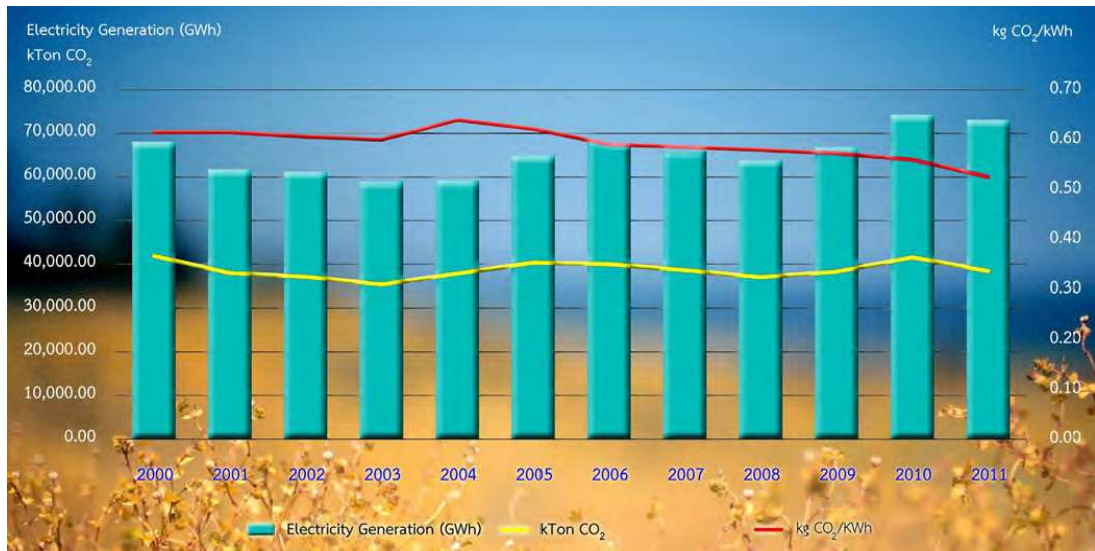
雖然澳門至目前為止仍然沒有本土的溫室氣體法規，但 CEM 為香港及澳門地區第一家通過 ISO14064 溫室氣體管理系統認證的電力公司，

且過程全部獨力完成，未倚賴任何外部的顧問協助。其推動 ISO14064 的步驟如下圖所示。同時，CEM 也自願揭露其溫室氣體排放量，包括了直接排放與間接排放，2011 年的直接排放量為 309,706 噸 CO₂ 當量，間接排放則為 147,602 噸 CO₂ 當量。



泰國(EGAT)

2006 年 EGAT 第一屆溫室氣體減量委員會成立，制訂了京都議定書與 CDM 的政策及指引，之後又建立了溫室氣體排放管理制度，將提高發電及書電的能源效率及需求面管理列為優先執行的項目。2009 年 EGAT 基於企業社會責任，開始發展單邊 CDM 計畫，多數的計畫皆已通過確證。EGAT 也研擬了出售 CER 的規則，但 CDM 市場的不確定行可能將阻礙 EGAT 採取實際行動。除了排放盤查外，EGAT 也為其核心業務擬訂了碳足跡評估的指引。雖然泰國政府尚未針對溫室氣體排放減量立法，EGAT 仍致力於降低溫室氣體排放量，以期對國家減量目標有所貢獻。



香港(CLP)

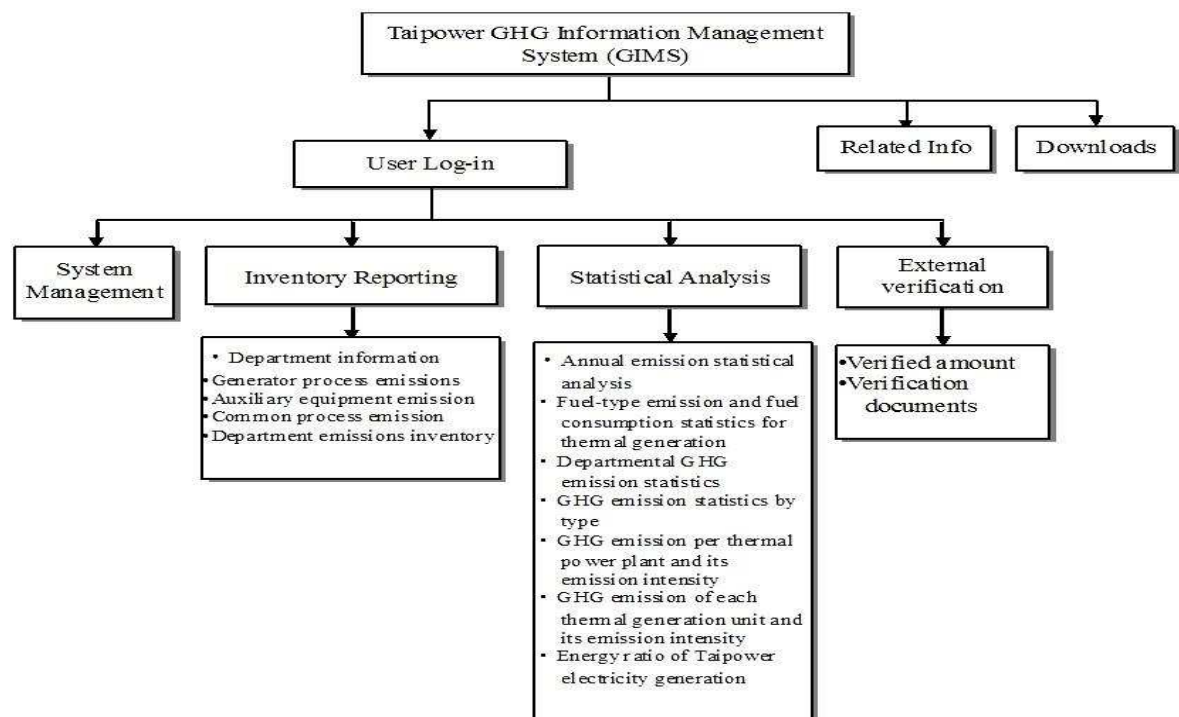
CLP 支持香港政府降低排放強度 50-60%的目標，但要達成此一目標對香港而言是極大的挑戰，因為香港的排放強度原本已經相當低，而且達成目標的期限非常短。為了滿足政府所定的目標，CLP 設立了降低排放強度的時間表，如下圖所示，期望能在 2020 年前降低 30%排放強度，2050 年前降低 75%的排放強度。



在碳管理方面，CLP 自願透過碳揭露計畫，公布其溫室氣體排放量，並開發全集團的溫室氣體盤查申報指引。每項設備都會依最適當的方法學，計算其排放量，之後在由獨立查驗機構驗證這些數據，定期陳報給 CLP 集團的環境事務部門。CLP 目前監測全部發電機組、儲氣設備、輸配電設備以及受電業務的 Scope1 和 Scope2 排放，在 2011 年的總直接和間接排放分別為 41,649,000 噸 CO2 當量及 248,000 噸 CO2 當量。

台灣(台電公司)

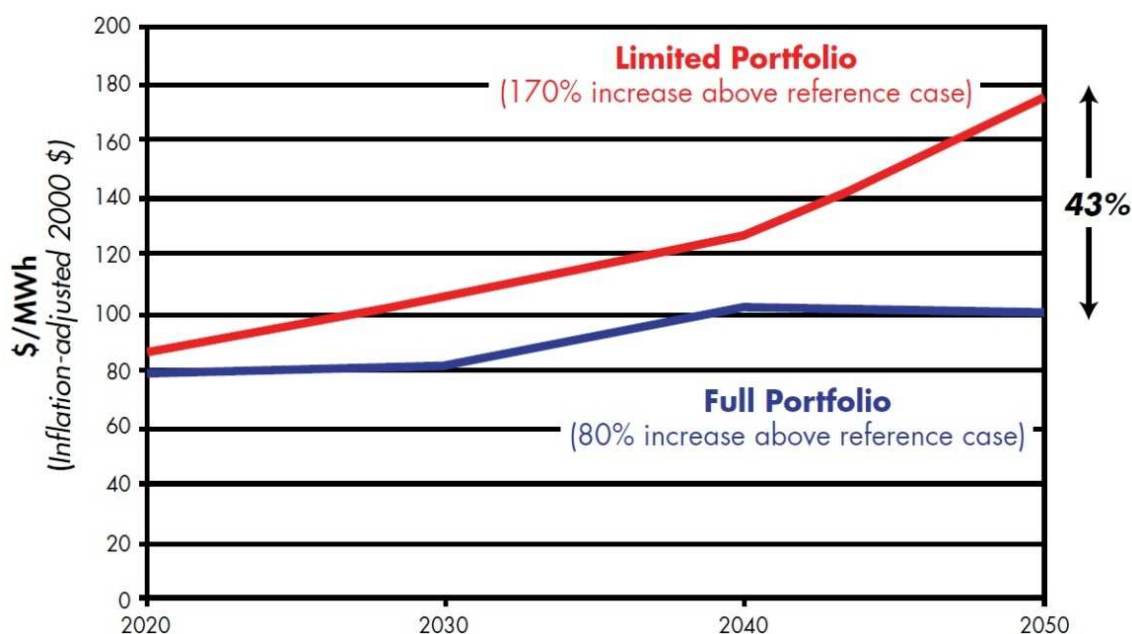
為了針對溫室氣體減量法預做準備，台電公司已於 2006 年構建內部電腦化的管理系統以管理其排放，包括溫室氣體資訊管理系統(GHG Information Management System, GIMS)、六氟化硫 SF6 申報管理系統和溫室氣體減量計畫資料管理系統(GHG Reduction Project Management System, GRPMS)。溫室氣體資訊管理系統採用以網際網路為基礎的設計，以滿足政府溫室氣體主管機構對溫室氣體申報的規範，可直接將資料匯出至政府的登錄平台。除了溫室氣體資訊管理系統以外，溫室氣體減量計畫管理系統又包含三個子系統：(1)減量計畫書、(2)大型的溫室氣體減量建造計畫、(3)溫室氣體減量計畫管理，以因應未來碳資產管理議題。



3.2.4 減碳政策與技術的經濟分析(Economic analysis of reduction policies and technologies)

為了評估減排可能產生的成本，減量政策和技術的經濟分析對於國家政府及企業的決策都是不可或缺的一環。整合資源規劃(IRP)是電力部門所使用的工具之一，可進行需求面及供給面的管理，使得電力系統規劃者能夠以具結構性、完整行及透明性的方式處理複雜的問題，同時也提供有利害相關人針對規劃決策，進行檢討、瞭解及提供意見的機會。

美國的電力研究院(EPRI)在 2007 年首次發布 Prism/MERGE 分析結果，提供了電力部門 CO₂ 減量潛能的完整評估，找出因應定量二氧化碳排放限制下的經濟最適技術組合，並預估在 2030 年，低碳或無碳能源將占發電配比的 60% 以上。2009 年的後續分析則預估 2030 年減碳量的 6.5% 將來自能源效率提升；此外，也預測美國在供給與需求完整組合(full portfolio)情況下，2050 年將能降低 43% 的減碳成本(如下圖)。



目前台電公司正與 EPRI 合作發展台灣 3E 整合模型，以評估不同政策對電力部門與總體經濟的衝擊。該模型包含兩個子模型：「由上而下」的一般均衡總體經濟模型及「由下而上」的電力部門最適化模型，兩模型間以疊代方式求出收斂解。

(3.2.5 電力部門碳排放系統的整合性管理(Integrated management of carbon emission systems for the electricity sector)

雖然各國的電力公司各自面對不同的管制，但無論在任何溫室氣體管制體制下，MRV 都是最基本的要素。除此之外，全球一致的 MRV 標準對於不同排放交易系統間的連結也是必要的。除了盤查、申報之外，其他減排相關因素還包括：減碳成本、減排量的查驗、避險策略、風險評估等，這些因素都應該被納入電力公司內部管理制度及決策流程中。企業在執行策略規劃和營運決策時，由政府管制法規而導致的碳風險，必須和傳統的風險如系統營運、燃料價格、電價、資產管理等一併考量。其中一種方式便是利用新近發展出來的碳管理軟體。全球日益嚴格的排碳限制將使得更多企業、組織對軟體的投資，以管理其排放。然而，此類軟體必須先客製化才能符合電力公司的需求，尤其是目前已經擁有管理系統的公司。

(4)第三工作小組報告(馬來西亞 TNB)

研究主題: Electricity Pricing, Cost Structure and Design Mechanism for Various ESI Models

(4.1 研究目的與背景

本計畫的目的是延續前一屆的研究方式與結果，匯整並分析成員國間各種產業模式下的訂價、成本計算、生產力、電價設計機制，以及補貼與成本正規化(normalization)分析。研究的工作項目包括：

- 針對訂價方式及成本結構中燃料差異(補貼)的部分做進一步的分析，包含個別國家的發、輸、配電的成本分析
- 納入補貼正規化分析，尤其是不同國家電力產業面對的燃料價格差異
- 分析目前的訂價與電價設計議題，以及訂價時考量的關鍵要素
- 進行更細部的標竿研究，納入生產力指標，如單位售電成本、員工售電量等
- 比較及分析公用電業績效，以瞭解可能影響績效因素

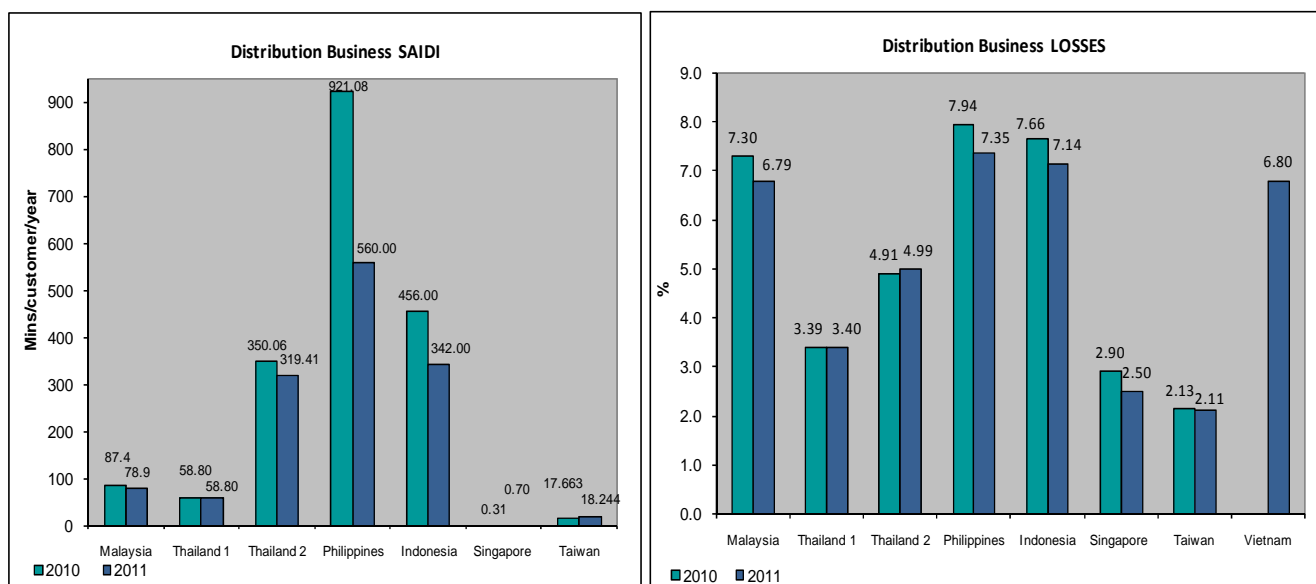
首先，TNB 將前一屆所用的財務及技術分析 excel 範本格式檔做為此次第二階段標竿研究之基礎，由各參與會員負責更新此範本之年資料，再由計畫領導人(TNB)透過 email 蒐集整理這些資訊，並舉行第三次工作小組會議，以得出最後的結論。共同參與本屆研究的有下列會員：

- Tenaga Nasional Berhad(TNB), Malaysia
- Singapore Power, Singapore
- MERALCO, Philippines
- MEA, Thailand
- PEA, Thailand
- EGAT, Thailand
- Taiwan Power Company (TPC), Taiwan
- EVN, Vietnam
- PLN, Indonesia

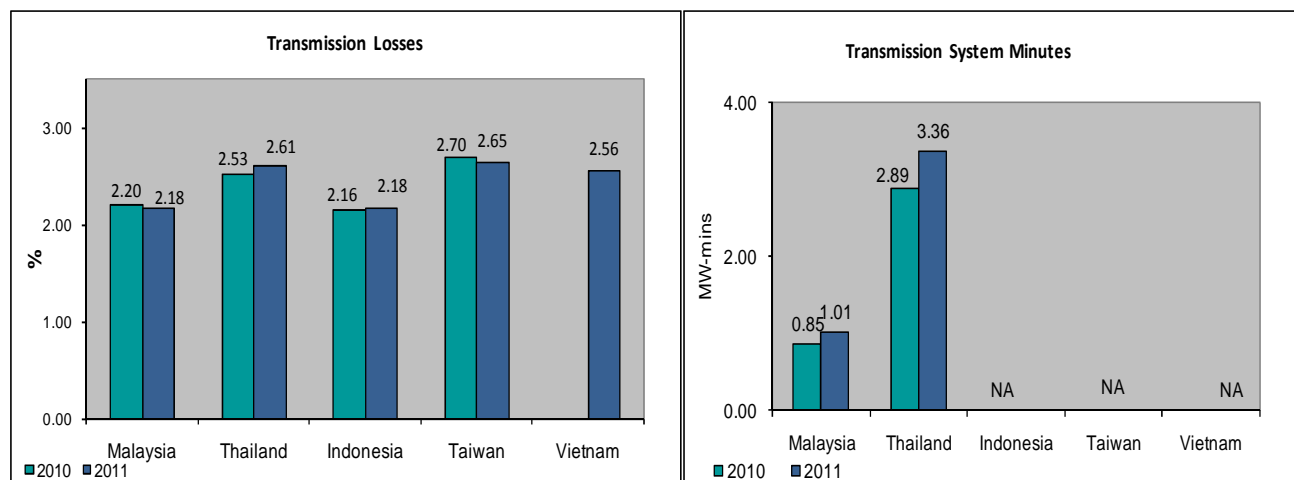
4.2 研究成果

4.2.1 績效標竿比較-技術分析

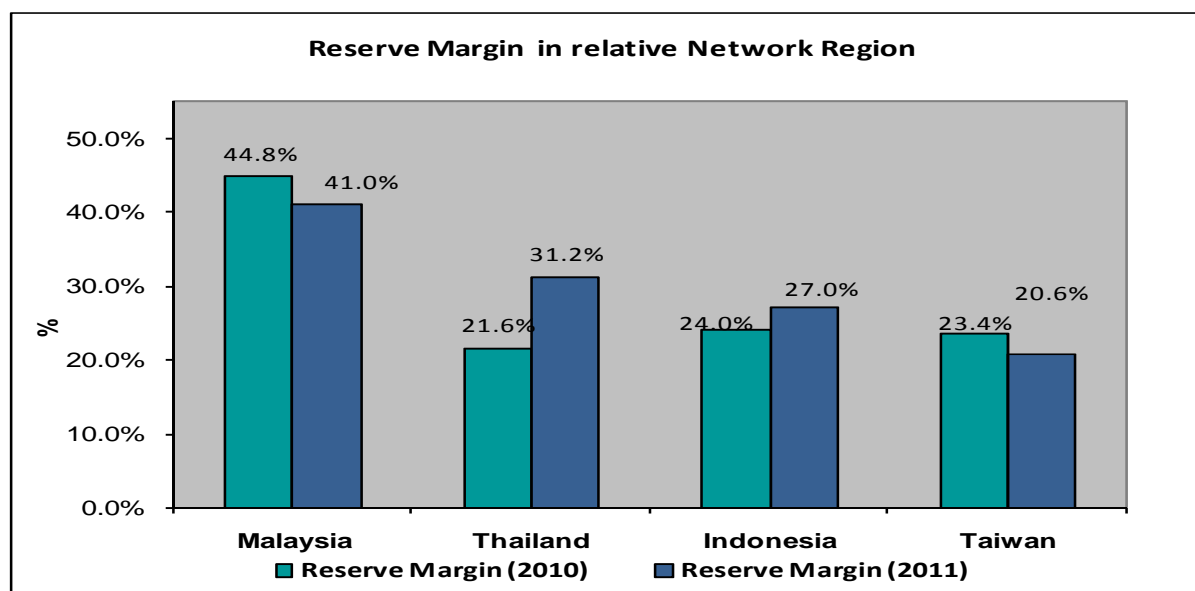
配電部門技術績效以停電時間指標 SAIDI 及配電損失率做為比較指標，台電公司在此兩項指標表現皆優於工作小組其他成員。



輸電部門技術績效以輸電損失與系統分鐘(System Minutes = $\frac{\text{Energy}_{\text{not supplied}}}{\text{system}_{\text{peak load}}}$)做為比較指標，台電公司的輸電損失稍高於於工作小組其他成員，但各成員差距不大。至於系統分鐘則僅有馬來西亞與泰國有此指標資料。



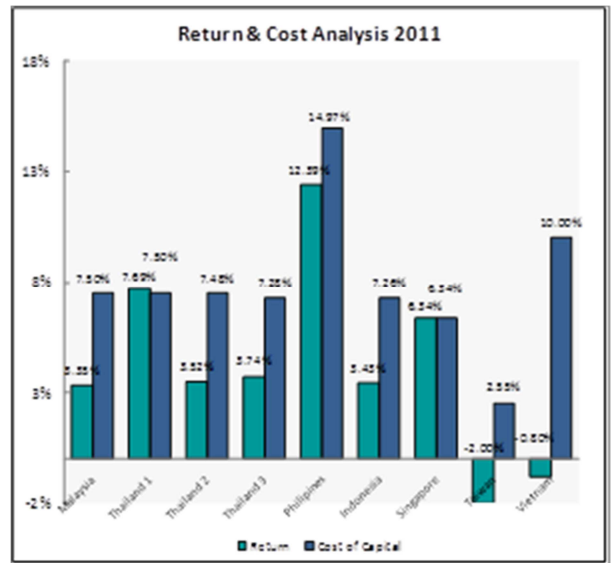
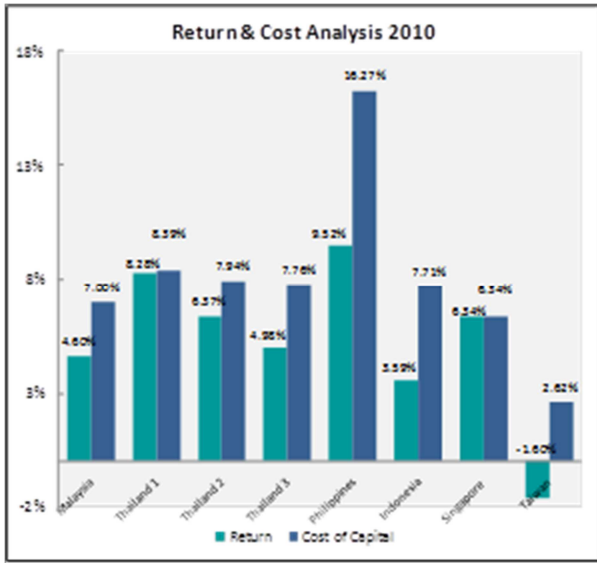
發電部門技術績效以備用容量率做為比較指標，台電公司的備用容量率稍低於於工作小組其他成員，除了馬來西亞顯著較高外，其他成員差距不大，惟備用容量率並非愈高愈好或愈低愈好，而應落於合理且符合法定標準範圍內為佳。



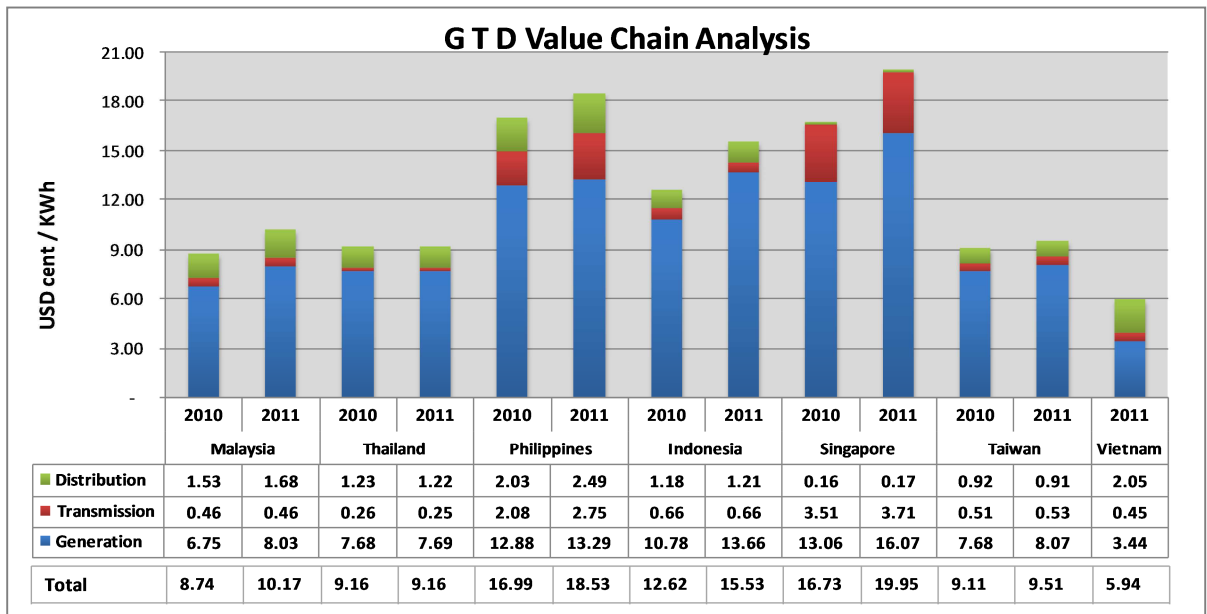
(4.2.2) 績效標竿比較-財務分析

多數公用電業 2011 的報酬率都低於 2010，且所有提供資料的電力

公司其報酬率都低於其資金成本率(WACC)。



在供電成本方面，依地理及設備特性而有不同占比，發電成本占比最高，界於58%~88%之間，輸電成本占比界於3%~21%，配電成本則界於1%~18%。與其他電力公司相較，雖然台灣並無自產化石能源，台電公司燃料全數仰賴進口，但供電成本並不高於其他國家電業。



由於各國政府管制方式不同，各國的電業型態、電價結構、調價機制、訂價方法皆有不同。其中仍維持綜合電業型態的有馬來西亞、印尼和台灣，已經廠網分離的有菲律賓和新加坡，這兩個國家的電價也具備

了定期檢討、調整的機制，菲律賓為每月，新加坡為每季，此外，馬來西亞政府則正在研議隨氣價調整電價。由下表亦可發現電業多少負有一些政策任務，就項目別來看，台電所負擔的政策任務數量是小組成員中最多的。

	Malaysia	Indonesia	Philippines	Singapore	Thailand	Taiwan
ESI Structure	Vertically Integrated	Vertically Integrated	Unbundled, regulated – Trans & Dist deregulated – Gen	Unbundled & Fully deregulated	Separated Utilities	Vertically Integrated
Type of Tariff for End User	Uniform	Uniform	Various, based on cust type - size of load, volt & cust class	Various, based on contestable and non contestable customer	Uniform	Uniform
Tariff Adjustment Mechanism (Fuel or Other Pass through)	Under Evaluation. Have a tariff pass through in event of gas price adjustment	No	Monthly adjustments based on Gen Charge, Trans Charge, System Loss Charge, Lifeline subsidy, Senior Citizen subsidy+D17	Quarterly tariff review for non contestable approved by Energy Market Authority (EMA)	Fuel & Power Purchased, Include Govern Policies expenses (e.g. RE purchase)	Fuel Adjustment Clauses (Not yet implemented)

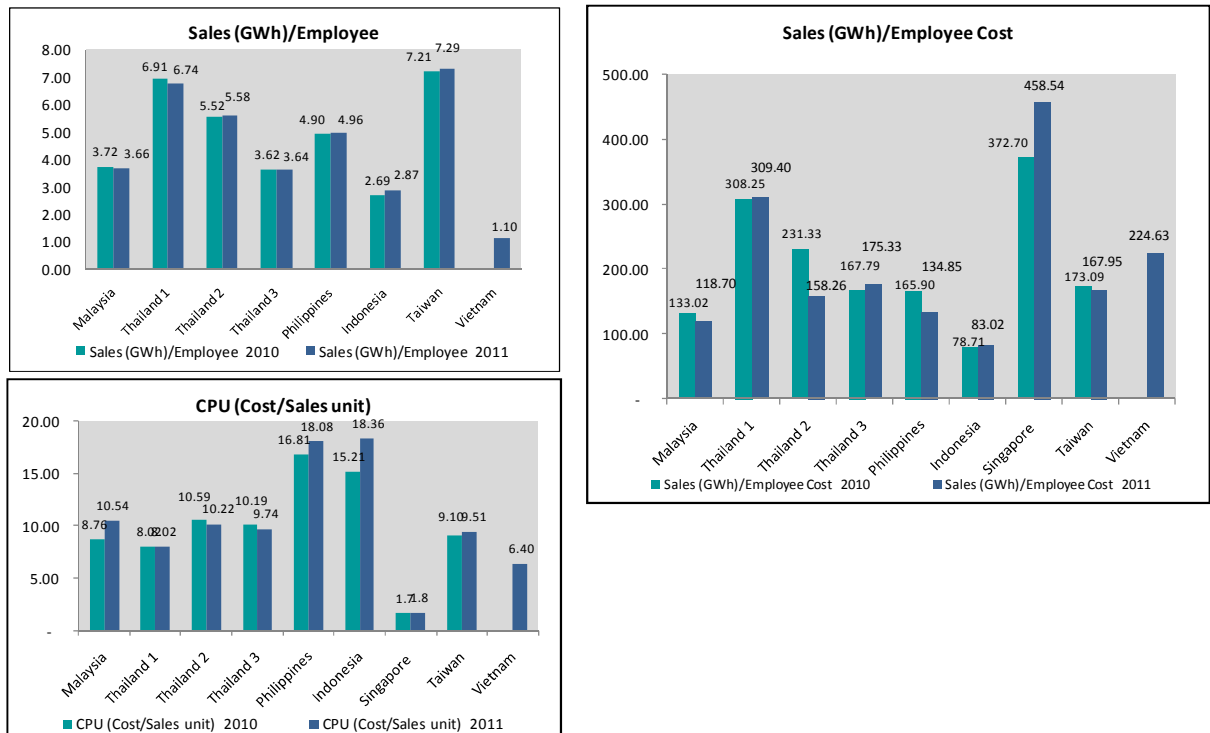
	Malaysia	Indonesia	Philippines	Singapore	Thailand	Taiwan
Methodology of Tariff Calculation (Base Tariff)	Financial revenue requirement (WACC target return, RORB) with Marginal Cost and Cost of Service as reference/guide	Budget (LRMC as benchmark)	LRMC, RORB	For Gencos, LRMC & WACC determined every 2 years ; For T&D and MSSL, WACC determined every 5 years	LRMC and ROIC (WACC)	Resonable rate of return
Component of Tariff	Maximum Demand Charge (RM/kW/month) Energy Charge (sen/kWh)	Energy Charge (Rp/kWh) Minimum Energy Usage Charge (Rp/kVA) Capacity Charge, Social Tariff	Gen Trans System Loss Dist Charges Subsidies Universal Charges Taxes	Generation charge, Grid charge, Market Support Services Fee, Power System Operation and Market Administration Fees	Base tariff (demand/Baht/kW), Energy (Baht/kWh) and service charge(Baht/month), Fuel Adjustment Charge, VAT	Base tariff (demand, energy and service charge), Fuel Adjustment Charge, Power Factor Charge, VAT

	Malaysia	Indonesia	Philippines	Singapore	Thailand	Taiwan
Subsidy	Household & Industry (SIT); Welfare and Worship Places, Govt Schools	Customer who has tariff below than cost production.	Lifeline Discount (Up to 20 kWh -100%, 21-50 kWh – 50%, 51-70 kWh – 35% , 71-100 kWh – 20%) , Senior Citizen	No Subsidy	Small Residential (≤150 kWh/m) by Large Residential (>150 kWh/m)	1.School Lighting and Power 2.Agricultural Power 3.Public Waterworks Power 4.Electrified Railways Power 5.Public Street Lighting
Procedure of Tariff Setting	TNB propose to the Government/ Ministry & approved by Cabinet	PLN propose to the Government of Indonesia and approved by Parliament	Pass-through charges (monthly changing rates) – calculated monthly based on the formulas as approved by the ERC	Tariff set by Energy Market Authority, Quarterly review by the Market Support Services Licenses (SP Services)	Retail Tariff approved by the Cabinet via NEPC which proposed by the Energy Regulatory Commission	Tariff approved by Ministry of Economic Affairs

本屆研究除了更新資料外，新增了一項財務分析-補貼正規化比較，計算所需要的資料包括：燃料補貼、燃料價格、燃料成本等數據，用於比較有/無燃料補貼時的電價差異。惟此新指標之資料尚未收集完全，比較分析結果將於期末報告中呈現。

其他財務指標還包括員工售電量、單位人事成本售電量及單位售電

成本，其中台電公司的平均每位員工售電量為小組中最高。新加坡則於單位人事成本售電量及單位售電成本兩項表現最佳。



該小組的研究計畫預計於 10 月底完成範本資料的彙整，11 月底完成期末報告，12 月發送期末報告給參與成員。其他會員若想參與亦可索取範本填寫，繳交之後便有權限可瀏覽全部的範本檔案、分析模型及報告。該計畫將持續進行至 2013 年，並納入補貼正規化、電價結構和設計機制的部分，供參與會員持續更新、比較，後續規劃研究方向包括建立網站，方便會員隨時更新資料，並強化標竿指標比較結果的質化說明。

3.財務長報告：

由於榮譽財務長 Mr. Edward Kwong 先生已在今年(2012)9 月底退休，因此由該公司派代表代為報告 2012 年之大會收支帳務，並經審核後，交由執行委員會表決通過。財務長說明，亞太電協截至 2011 年 12 月 31 日為止之總帳戶為：2010 年之總收入為 72,515 美元，總支出為 26,155 美元，結餘為 46,360 美元，2011 年之總收入為 81,020 美元，總支出為 20,878 美元，結餘為 60,142 美元 另外，亞太電協截至 2011 年 12 月 31 日之總結餘為 866,494 美元，較 2010 年 12 月 31 日之 806,352 美元增加。接著報告亞太電協之總資產情形為：2010 年總資產為 952,703 美元，2011 年增加到 1,012,845 美元。接著財務長提出 2013 年預算案提請核定，其預算如下：

收 支(單位：美元)	預算數
會員會費收入(A)	55,000
利息收入	400
小 計	55,400
支 出(B)	
AESIEAP 秘書處費用	29,000
技術委員會之活動費用	25,000
銀行費用	1,000
雜費	1,000
小計	56,000
預計預算短缺 (A-B)=	-600

經討論後，財務長所提請理事會批准之項目，決議如下：

- (1) 核准 2011 年 12 月 31 日之亞太電協審計後之財務報表及相關損益表。
- (2) 同意相關授權文件。
- (3) 2013 年之預算部分，秘書處之年度預算調整為 20,000 美元。
- (4) 報告第 9 頁有關連續 3 年未繳年費之會員權益停止一案，在請秘書長發函提醒，視其回應再做決定。

(四)選舉事宜

1.2013-2014 屆之理事長、副理事長與 4 位執行理事之選舉

2013-2014 屆之亞太電協執行委員會之成員，經選舉後決定如下：

	職位名稱	2011-2012	2013-2014
1	理事長	Mr. Nur Pamudji, PT PLN, Indonesia	Mr. Joog-Kyum Kim, KEPCO, Korea
2	即期卸任 理事長	Mr. Jung-Chiou, Hwang, Taipower, Chinese Taipei	Mr. Nur Pamudji, PT PLN, Indonesia
3	副理事長	Mr. Chong-Young Kim, KEPCO, Korea	Mr. Sutat Patmasirawat, EGAT, Thailand
4	執行理事	Mr. Liu Zhenya, CEC, China	Mr. Liu Zhenya, CEC, China
5	執行理事	Ygb Dato' Ir Azzman Bin Mohd, TNB, Malaysia	Ygb Dato' Ir Azzman Bin Mohd, TNB, Malaysia
6	執行理事	Mr. Yoshinoria Fukahori, Kepco, Japan	Mr. Yoshinoria Fukahori, Kepco, Japan
7	執行理事	Mr. Froilan A. Tampinco, NPC, Philippines	Mr. Froilan A. Tampinco, NPC, Philippines
5	執行理事	Ygb Dato' Ir Azzman Bin Mohd, TNB, Malaysia	Ygb Dato' Ir Azzman Bin Mohd, TNB, Malaysia
6	執行理事	Mr. Yoshinoria Fukahori, Kepco, Japan	Mr. Yoshinoria Fukahori, Kepco, Japan
7	執行理事	Mr. Froilan A. Tampinco, NPC, Philippines	Mr. Froilan A. Tampinco, NPC, Philippines

2.2015-2016 年之主辦單位選定

2015-2016 年 CEO Conference 與 CEPSI 活動之主辦機構，事前僅有泰國電力公司(EGAT)提出申請，惟在泰國電力公司簡報後討論時，馬來西亞電力公司(TNB)亦表示要申請主辦，其理由係因該公司想在其市場重組自由化前主辦較適合，市場開放後，要主辦 AESIEAP 及 CEPSI 活動可能有變數，經過討論並經表決後，由泰國電力公司(EGAT)取得 2015-2016 年之主辦權。

3.秘書長、財務長及監察人之選舉

依亞太電協之慣例，均由主辦單位派員擔任秘書長，財務長均由香港理事會員(中華電燈電力及港燈)派員輪流擔任，而監察人則由 Mr. Alex Wu 擔任，其名單如下：

	職位名稱	2011-2012	2013-2014
1	秘書長	Mr. Suyyud Wartadipradja	Mr. Bong-Soo Ha
2	榮譽財務長	Mr. Edward Kwong	Mr. C. T. Wan
3	榮譽監察人	Mr. Alex Wu	Mr. Alex Wu

4.技術委員會執行小組(the Executive Team)之主席、副主席及其他執行小組成員等選舉

依據亞太電協執行委員會暨 36 屆理事會之決議，下屆技術委員會(Technical Committee, TC)之主席(Chairman)，由當屆主辦亞太電協大會(CEPSI)之國家或區域的電業指派之，並由該受指派之主席籌組技術委員會執行小組(TC Executive Team)與其 3 個工作小組(Working Groups)之組織與成員。

下屆技術委員會執行小組成員經決定如下：

	職位名稱	2013--2014
1	主席	Mr. Satri Falanu
2	副主席	由韓電派員

3	榮譽秘書	Mr. Buyung Soflyanto Munir
4	執行小組成員	由中國 CEC 派員
5	執行小組成員	菲律賓派員

5. 榮譽會員之指定

本次理事會之榮譽會員由印尼電力公司提名 2 位，經決議通過如下：

- (1) Mr. Edward Kwong，為剛卸任之榮譽財務長
- (2) Mr. Fachmi Muchtar，為本屆 CEPSI 2012 研討會議之主辦單位 MKI 理事長。

三、2012 年電力產業大會(CEPSI)

(一)會議議程

10 月 15 日

09:00~10:00 開幕典禮

10:00~11:00 專題演講 1：潔淨能源科技的標準及獎勵措施(印尼能源及
礦產資源部部長 Jero Wacik)

11:00~12:15 特別演講：在福島事件所得到的教訓(東京電力公司國際事
務部 Toshiro Kudama 先生)

13:30~15:00 專家座談會 1：潔淨能源科技的標準及獎勵措施

與談專家：印尼能源委員會 Dr. Herman Danel Ibrahim 先生

澳洲專家 Andrew G. Weekes 先生

美國 USAID-ICED Bill Maede 先生

印尼電力公司 Murtaqi Syamsudin 先生

15:30~17:00 技術論文發表會(時段 1)

10 月 16 日

08:00~09:00 專題演講 2：潔淨能源科技的最佳可行技術(西門子公司 Vind
Sidhu 先生)

09:00~10:30 專家座談會 2：潔淨能源科技的最佳可行技術

與談專家：IBM 公司 Santhosh S. Nair 先生

Andritz Hydro 公司 Alexander Bihlmayer 先生

Tokyo Electron 公司 Shigeki Nakatani 先生

GE 公司 Kazunari Fukui 先生

10:45~12:15 特別專家座談會：亞太電協技術委員會

與談專家：台灣電力公司綜合研究所蒯光陸副所長

台灣電力公司綜合研究所洪紹平主任

13:30~15:00 技術論文發表會(時段 2)

15:30~17:00 技術論文發表會(時段 3)

10 月 17 日

08:00~09:00 專題演講 3：潔淨能源科技的投資機會(中國能源研究會能效與投資評估專業委員會劉振亞先生)

09:00~10:30 專家座談會 3：潔淨能源科技的投資機會

與談專家：台灣電力公司電源開發處鄭慶鴻課長

Alstom 公司 Gwen Andrews 小姐

印尼 Medco Power 公司 Fazil Erwin Alfitri 先生

10:45~12:15 技術論文發表會(時段 4)

13:30~15:00 技術論文發表會(時段 5)。同一時段另有亞太電協執行委員及理事會議

15:30~17:00 技術論文發表會(時段 6)。同一時段另有亞太電協會會員會議

10 月 19 日

08:00~09:00 專題演講 4：潔淨能源科技的運轉經驗(馬來西亞 TNB 電力公司 Datuk Ir. Mohd. Nazri.先生)

09:00~10:30 專家座談會 4：潔淨能源科技的運轉經驗

與談專家：泰國電力管制局 Suthep Chimklai 先生

日本九州電力公司 Koichi Nakayama 先生

斯里蘭卡錫蘭電力 Nihal Wickramasuriya 先生

10:45~12:15 技術論文發表會(時段 7)

(二)會議主題

亞太電協大會對本次會議分成四大研討主題，每一主題均特別每天安排一場主題演講，分別邀請(1)印尼能源及礦業部長 Mr. Jero Wack、西門子馬來西亞分公司(Siemems Malaysia Sdn. Bhd)之亞太國家事業部群總經理 Vind Sidu、中國電力企業聯合會(China Electricity Council, CEC)副事長、及馬來西亞電力公司(TNB)Mr. Datuk Ir. Mohd. Nazri 等四人，其四大研討主題之主講人與類別如下：

1. Mr. Jero Wack, Standard & Incentive for Clean Technology.
2. Vind Sidu, The Best available Technology in Clean Technology.
3. Liu Zhenya, Investment Opportunity in Clean Technology in China.
4. Datunk Ir. Mohd.Nazri, Experiences in Running Clean Technology.

四大研討主題類別下，又分 5 大研討領域如下：

第一專題：清潔能源之標準與獎勵

- 1.一般領域：包括政策與管制規章、法律與合約問題、人力資源與組織。
- 2.初級能源：包括能源價格定價、能源效率與節約、電力經濟-能源最佳配比。
- 3.發電：包括以經濟及碳排放為基礎之電力調度。
- 4.輸配電：資訊化之管理系統。
- 5.用戶端之產業及製造業：包括 DSM 最佳實務—能源效率與節約能源之驅動力、電價及家電製造廠商之節能電力設備。

第二主題：清潔能源之最佳可用技術

- 1.一般領域：包括政策規章、清潔能源之創新與新的研發。
- 2.初級能源：包括能源發展之狀態—地熱、小水力、海洋能及太陽能、生質能、風力及非食用之廢棄物、化石燃料之發電—淨煤、超臨界鍋爐、複循環及汽電共生及燃料電池。
- 3.發電：包括高效率發電及節能、集中式發電及分散型發電、供電端管理。

4.輸配電：包括智慧型電網、輸配電技術之研發、輸配電之維護管理、電力品質—電力損失、電壓穩定、及無效電力、高壓電壓器、開關場急電驛設備相關保護裝置。

5.用戶端之產業及製造業：包括電力設備製造：主要動力機、馬達及變壓器。

第三主題：清潔能源之投資機會

1.一般領域：包括財務與投資、企業結構與商業化、政策與規章。

2.初級能源：包括能源政治、綠色能源之加速商業發展、投資挑戰與機會。

3.發電：包括發電部門之高效率發電與能源節約、投資挑戰與機會。

4.輸配電：包括投資挑戰與機會。

5.用戶端之產業及製造業：包括電價、增加在電力設備與機械之區域性之跨國合作作法、投資挑戰與機會。

第四主題：清潔能源之經驗

1.一般領域：包括健康安全與環境、整合 U/S 與 D/S 電力計畫(含地熱與水力發電)之風險降低。

2.初級能源：包括新能源與再生能源之利用。

3.發電：包括老舊電廠之再生計畫，以經濟及低碳之電力調度。

4.輸配電：包括電腦化之管理系統、都會地區之 T&D 建設、智慧型電網、及 T&D 之技術發展。

5.用戶端之產業及製造業：包括維護管理、壽年維護之運轉與管理，節能措施。

本年度技術研討會之論文，獲選為最佳論文者有 4 篇，已刊登在亞太電協 2013 年鑑(AESIEAP Goldbook 2013)中，其論文名稱如下：

(1) Intelligent Voltage Control in Smart Grids with High Volatile Green Energy Feed-in. 2012

(2) Standard Procedures for a Successful Smart Grid Project Based On

KEPCO's Jeju Test Bed, Korea. 2012

(3) APG: A Step Towards Regional Energy Optimization and Conservation.
2012

(4) The challenges of Indonesian Electricity Development for Boosting Rural
Electrification and Energizing the Economic Growth Toward 2030.

(三)本公司參與之專題演講(Panel Session)

本公司獲大會邀請，於第 3 場專家座談會擔任與談人，主題為「潔淨能源科技的投資機會(Investment Opportunity in Clean Technology)」。該場座談會共 3 位與談人，每人先進行 15 分鐘之簡報，簡報後則接收現場與會來賓提問約 40 分鐘。本公司與談人由電源開發處鄭慶鴻課長擔任。

第一部分：各與談專家簡報

本公司簡報題目：台灣燃煤發電廠的效率提升及離岸風力開發介紹

簡報內容綱要：

1.台灣電力系統介紹

說明台電公司 2011 年之裝置容量結構、發電結構及火力發電之平均效率。

說明我國 99%能源依賴進口，自產能源有限，電力系統中包含水力之再生能源裝置容量占比僅 5%，發電量僅 2%，而火力發電之貢獻達 50% 以上，因此潔淨技術之發展除了持續開發再生能源之外，亦需關注在燃煤發電的效率提升。若能將燃煤電廠的效率提升 5 個百分點，二氧化碳排放強度約可降低 10%。因此，在二氧化碳捕捉與封存技術商業化之前，提升發電效率仍屬現階段降低二氧化碳排放之經濟可行做法。

2.燃煤火力電廠更新改建計畫介紹

列出台電公司規劃中及執行中之燃煤電廠更新改建計畫，包括規劃中之興達電廠更新改建計畫，及執行中之林口、大林電廠更新改建計畫。

以林口及大林電廠更新改建計畫為例，說明台電公司所訂定之效率獎

勵採購機制係考慮總評估費用最低者為決標對象，並非僅考量設備費用，俾於預算範圍內可選購具有高可靠度、高效率、低運維費用之發電設備。

說明總評估費用所包括之項目及所代表之意義，包括：初始投資費用、性能差異所造成的費用差異、運維費及其他費用。

說明總評估費用之評估期間(經濟壽年之半)及累積現值算法。

說明林口及大林兩計畫之決標結果，以低於底價甚多之金額購得高於預期熱效率之發電機組。由此可知，台電公司所訂定之效率獎勵機制具有成效，未來亦將持續加以改良、運用。

3. 再生能源發展目標

說明再生能源之開發規模與電價、供電可靠度、能源安全有關，同時日本福島事件也為再生能源的發展增加動力。

介紹我國政府於 2011 年公布之新能源政策，其中既有核能電廠不延役，再生能源則以「陽光屋頂百萬座」及「千架海陸風力機」為規劃，預計在 2025 及 2030 年分別將再生能源之總裝置容量增加至 9.95GW 及 12.5GW，相較於政府 2009 年公布之 6.5GW 及 10GW 更為積極。若可順利開發，2030 年我國再生能源占比將達 16.1%。

4. 離岸風力開發規劃

說明我國理論上可開發潛能約 57GW，在扣除軍事、海域限制、生態保護區、斷層及陡峭地形等區域後之預估可開發容量約 6.2GW。

說明台電公司離岸風力之開發規劃，擬於彰化海域興建 300 座風機、雲林海域興建 200 座風機，以及澎湖地區興建 40 座風機，共計 540 座，總裝置容量約 1,800~1,944MW。第一期之開發計畫係於彰工海域先興建 30 座 3.6MW 或 36 座 3MW 之風力機，預計於 2020 年完工。

第二部分、與會人員提問及答覆

提問 1：再生能源的保證收購費率(Feed-in Tariff)對於國家財政是不小的負擔，請問專家對該項措施的看法為何？

說明：再生能源目前在成本上仍難與核能、燃煤發電競爭，而且出力不穩定，因此若無保證收購機制，將不具開發誘因。收購費率會逐年調整，其設計理念即是希望再生能源之成本能逐年降低，最終能與傳統發電方式接近，屆時即可不再需要獎勵性質的收購費率，故收購費率屬於階段性的工具，如果要積極開發再生能源，即無可避免採用該項措施。

提問 2：台灣為何決定在 2025 年以前逐漸將現有核能電廠除役？

說明：台灣的 3 座核能電廠運轉執照預計於 2018 年~2025 年之間到期，原本希望延役 20 年，但日本福島事件後造成各界對於核能電廠的安全有所疑慮，即使台電公司進行了全面的核安總體檢，確認各廠安全無虞，政府在各方的壓力下決定舊有的電廠不再延役。然而，2011 年的新能源政策中亦指出，針對核電廠的除役時間，仍需基於「不限電、維持合理電價、達成國際減碳承諾」等 3 大原則。

提問 3：台灣政府訂定 2030 年完工之燃煤機組效率門檻值為 48%，似乎過高，是否可行？

說明：目前政府所訂定之效率門檻值係以目前國際間研究發展之進程來推估，但未來是否能夠達成仍有待時間證明，因此政府相關規範已明定未來可依屆時之最佳可行技術來做為效率審查的基準，而不會完全以 48% 為固定門檻。

提問 4：台灣的核能電廠於 2018 年後陸續除役，未來會用什麼能源來替代？

說明：目前台電公司考慮實際上工期的需要，首先會推動大潭電廠 4 部燃氣機組的計畫，也會同時提出新建的燃煤計畫，例如：台北港電廠計畫，因此核能電廠除役後原則上會以燃煤及燃氣等火力機組替代，不會偏重單一發電方式來替代。

提問 5：台灣政府對於煤灰是否有處理的政策？

說明：台灣法規並未硬性規定煤灰的處置方式，但台電公司目前大部分的煤灰會優先提供其他行業進行再利用，如果有無法處理的底灰，則再做為填海造地使用。

提問 6：林口、大林計畫的決標金額似乎過低？

說明：兩計畫決標金額是指 EPC 費用，不包括供煤系統的費用，其決標價確低於歐美各國之 EPC 價格。

提問 7：台灣政府是否有對於再生能源投資的保證？

說明：政府於 2009 年公布實施再生能源發展條例，採用固定電價與併聯義務保障收購再生能源的電能，並就電業購買再生能源電能價格超出其迴避成本的價差，成立基金予以補貼。

(四)本公司論文發表(Technical Session)

1.綜合研究所機械工程師李亦堅論文發表

1.1 中英文題目：

REDUCING NO_x EMISSION FROM #3 GAS-FIRED COMBINED CYCLE UNIT AT
TAIPOWER'S NANPU STATION(論文代號：A.206)

南 3 機 GT 燃燒調校之氮氧化物減量技術

1.2 發表場次：

2012 年 10 月 16 日下午 13：30-15：00 TS2-08 場次，Uluwatu7 會議室。

1.3 論文發表目的：

公司在發電設備上不斷的致力於機組效能的提昇以及環境之保護。本文為複循環發電機組之氣渦輪機污染排放氣體中之氮氧化物減量技術與成果之發表，改善目標主要針對南部電廠三號機組(西門子 GT84.2)進行原廠燃燒器更新(HR3 burners)及控制系統(SPPA-T3000)更新，並配以氣渦輪機燃燒穩定性調校工作，以達到氮氧化物減量排放之目的。

本篇之氣渦輪機更新與燃燒調校之論文發表，主要在與各會員國人員分享如何在原廠設備更新案中進行技術之提昇，有別於以往氣渦輪機更新案中由原廠主導慣例，本次更新案採取向原廠購置新型燃燒器，電廠維護人員安裝，原廠人員進行安裝後燃燒調校規劃，我方進行執行與分析工作，最後由雙方決定最佳化操作設定，整體更新與調校工程於 2012 年 2 月初完成，主要改善成果有在穩定燃燒狀態下，最佳化天然氣燃料分配，降低氮氧化物 10ppm 以上，並擴大了低氮氧化物可操作之運轉範圍。


1.4 論文發表過程與內容：

本次發表主要論述依序為介紹公司研究發展之政策與致力於環境保護之努力，公司南部發電廠之簡述介紹，以及本論文更新改善技術與成果，於本報告中將第一、二部分為公司所熟悉事物省略不在敘述(圖 1-1~1-3)僅就更新改善技術與成果提出報告供大家參考。



Introduction

TPRI - TAIWAN POWER RESEARCH INSTITUTE



綜合研究所

- Taiwan Power Research Institute (TPRI) is one of the departments in TPC. Under the guidance of TPC's short-Middle-long term R&D roadmap, TPRI makes great efforts in research development, technical service and testing business.
- Our objectives:
 - Promote Productivities and Decrease Costs
 - Promote Power Supply Quality and Decrease Outage Events
 - Develop Low Carbon Power Sources and Set Smart Grid Into Action
 - Deeply Cultivate the Core Technologies and Passing Down the Experiences





台灣電力公司
Taiwan Power Company


圖 1-1 公司研究方向與策略




Introduction

NANPU THERMAL POWER PLANT



綜合研究所

- was established in 1955 and located at Kaohsiung City , Taiwan.
- Three of coal-fired units was run originally and retired in 1993
- Four CC units were installed and commercial operation in 1995 and 2003.
- Units 1 to 3 include 2 GT SIEMENS V84.2 ,2 HRSG , and 1 ST per unit.
- Unit 4 includes MHI 1 GT MHI 501F ,1 HRSG , and 1 ST.
- The total capacity is 1,117.8 MW.
- The units' annual efficiency is up to 50% for units 1~3 and around 54% for unit 4 based on L.H.V.






台灣電力公司
Taiwan Power Company


圖 1-2 南部發電廠簡介

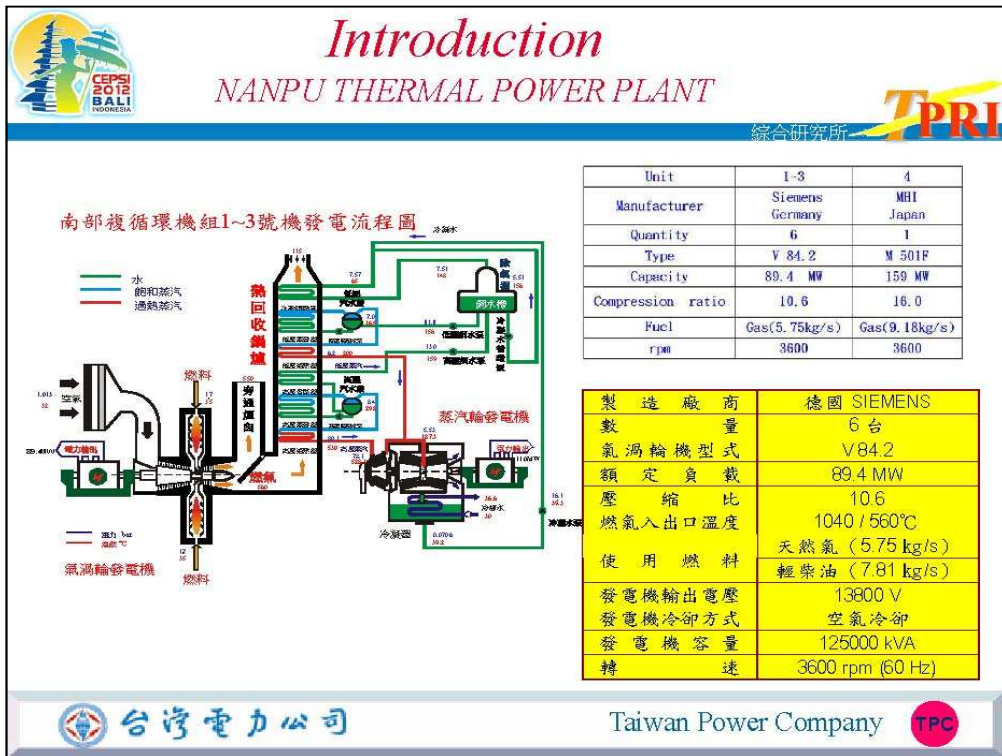



圖 1-3 南 3 機機組介紹


1.4.1 設備更新:HR3 burners.

西門子 1998 年針對 V94.2(50Hz)之 Combustor burner 進行 HR3 burner 更新，目前南部電廠已針對一機組進行更新，其燃燒器修改主要為強化 Fuel Gas 與 Air 之混合均勻度，Premix Fuel Gas 為 based Load 主要能量來源，原型燃燒器(R3 burner)機置利用圓管兩側開孔噴出 Fuel Gas，由於圓管在平行流場之物理特性，流場位於緊貼圓管下游尾端會有一迴流區(西門子稱之“Dead-Water”區域)，此區會充滿著濃度較高之 Fuel Gas(此處若達到 Fuel Gas/Air 混合之點火溫度，則會產生溫度高之擴散火焰，但一般正常情況，預混空氣噴出速度大於下游端燃燒室內預混火焰之燃燒速度，“Dead-Water”區域是無法形成燃燒，如圖 1-4)，但若在預混空氣流量不足時(尤其是事故發生造成局部 Air 量不足時)，局部地區預混空氣噴出速度小於下游端燃燒室內預混火焰之燃燒速度時，極易造成火焰回燒至“Dead-Water”區域(Flashback)，進而燒毀下游端 Diagonal blades。改進型 HR3 burner 更換了 Fuel Gas 噴出裝置，避免了 Flashback 產生機置，重新設計噴出孔徑(尺寸更小)及位置(利用

Blades 表面孔噴出 Fuel gas 更容易與外界預混空氣達到良好混合效果), 增加 Fuel Gas 與 Air 混合度及均勻度(不會產生下游端燃燒室局部 Fuel Gas 與 Air 混合濃度過高, 致使局部區燃燒溫度過高, 易生成 NOx), 由其降低 Nox 值即可看出其改善成效, 以避免了燃燒局部高溫。



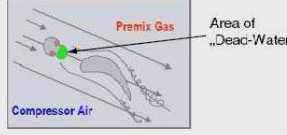
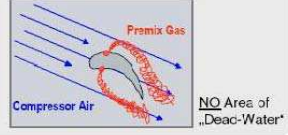


HR3 BURNER RETROFIT AND SETUP



綜合研究所

Comparison of H and HR3 Burner design

H - Design	HR3 - Design
	
<p>Gas injection through separate tube → Two Parts</p>	<p>Gas injection through vane → One Part</p>
 <p>Area of „Dead-Water“</p>	 <p>NO Area of „Dead-Water“</p>

- Extended range of stable combustion fuel gas operation
- Protection against flame flash back
- Decrease of NOx-emissions < 25ppm (15% O2, dry).




台灣電力公司
Taiwan Power Company


圖 1-4 HR3 燃燒器介紹

1.4.2 氣渦輪機燃燒穩定度調校

本次燃燒調校測試主要分成 5 大程序。

(1) Baseline emission 測試:

GT 機組由起動、加速、昇載、最後至基載設定多個量測點, 進行 CO 與 NOX 量測記錄, 如圖 1-5 程序。

(2) 氣渦輪機排氣溫度(OTC)增高測試 GT 機組在部份負載下, 增加 OTC 排氣溫度測試, 其目的為提升燃料燃燒溫度, 降低燃燒不完全所產生之 CO 量, 測試程序如圖 1-6 所示。

(3) 二次空氣量之測試

南部電廠西門子 GT84.2 機組為因應早期使用油、氣雙燃料之

功能，再結構上具有二次空氣孔，主要提供冷卻燃燒後氣體溫度用，此次測試主要將此功能測試是否可應用於新式燃燒器 HR3 burners 更新後，測試程序如圖 1-7 所示。

(4) 模式切換點測試 (switching point from diffusion to Premix modes)

更新後的 HR3 燃燒器應具有更穩定燃燒狀態與燃燒溫度，降低燃燒模式切換點可降低起動程序中氮氧化物總排放量及增加機組低負載運轉可操控範圍。測試程序如圖 1-8 所示。

(5) Pilot ratio 燃料比測試

在低氮氧化物燃燒技術中採用少量擴散火焰進行燃燒火焰之穩定性保持為目前各廠採用之技術。在更新 HR3 燃燒器後進行一次部份負載及一次基載運轉下，Pilot 燃料量測試以獲得正常運轉下，燃燒穩定性、NOX 排放量之最佳化設定值測試。

上述之詳細測試程序與參數設定範圍值可直接參考發表之論文內容，測試總共費時 3 天完成，電廠操作之負載趨勢圖如圖 1-9 所示。

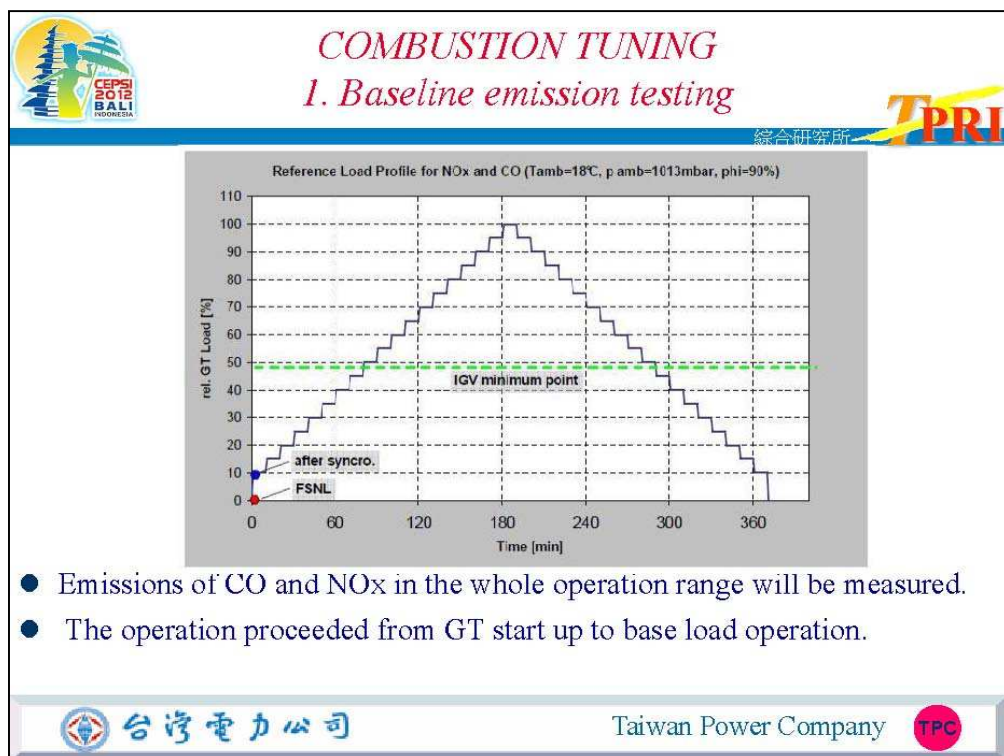
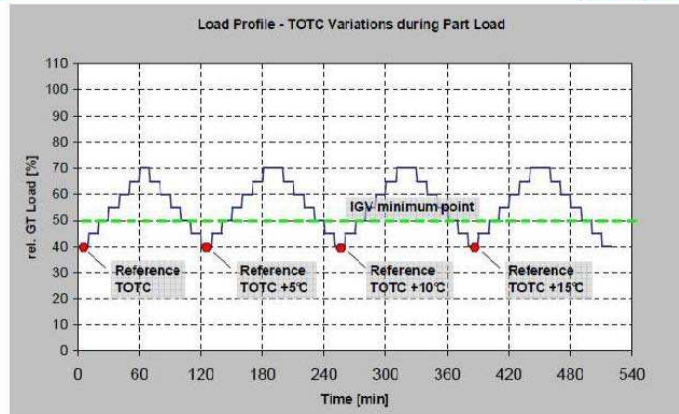


圖 1-5 Baseline emission 測試

COMBUSTION TUNING

2. Verification of OTC increased

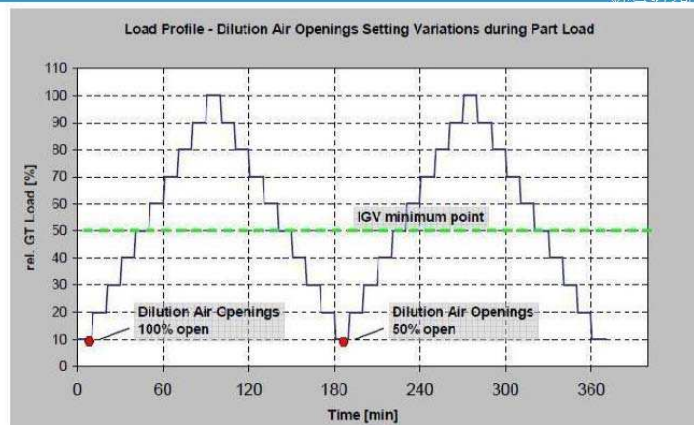


- During low part load operation, the increase of the turbine outlet temperature (OTC) is expected to benefit the CO emissions.

圖 1-6 氣渦輪機排氣溫度(OTC)增高測試

COMBUSTION TUNING

3. Verification of dilution air opening



- To evaluate the optimization potential of the dilution air openings.
- The air flow especially at part load might help to reduce CO emissions due to more homogenous combustion.

圖 1-7 二次空氣量之測試

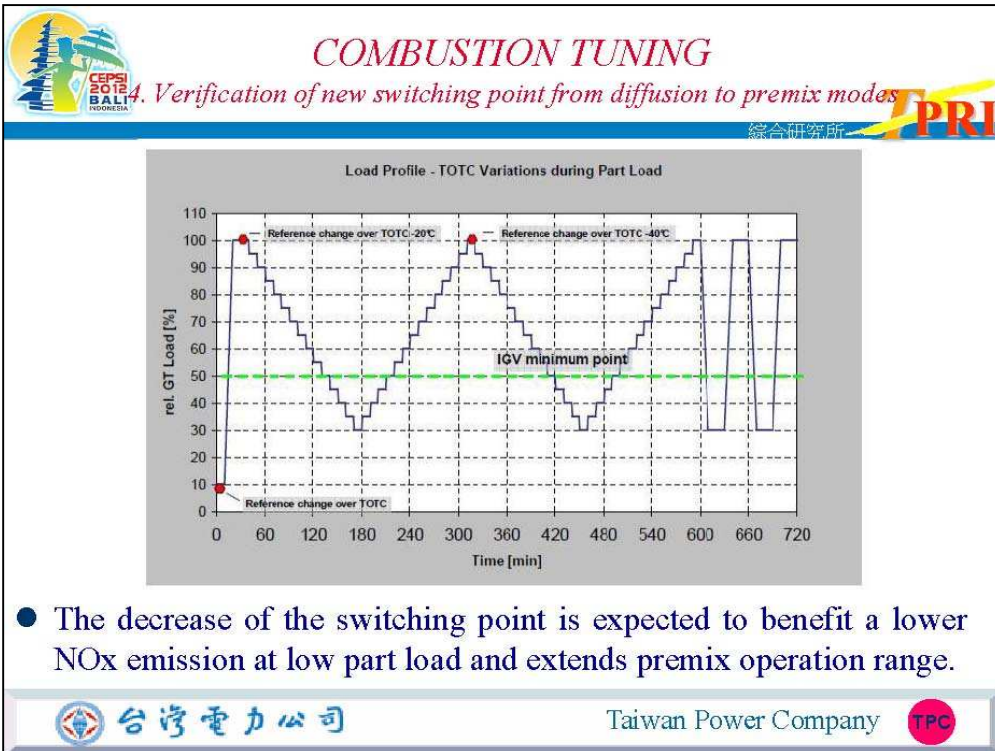


圖 1-8 模式切換點測試

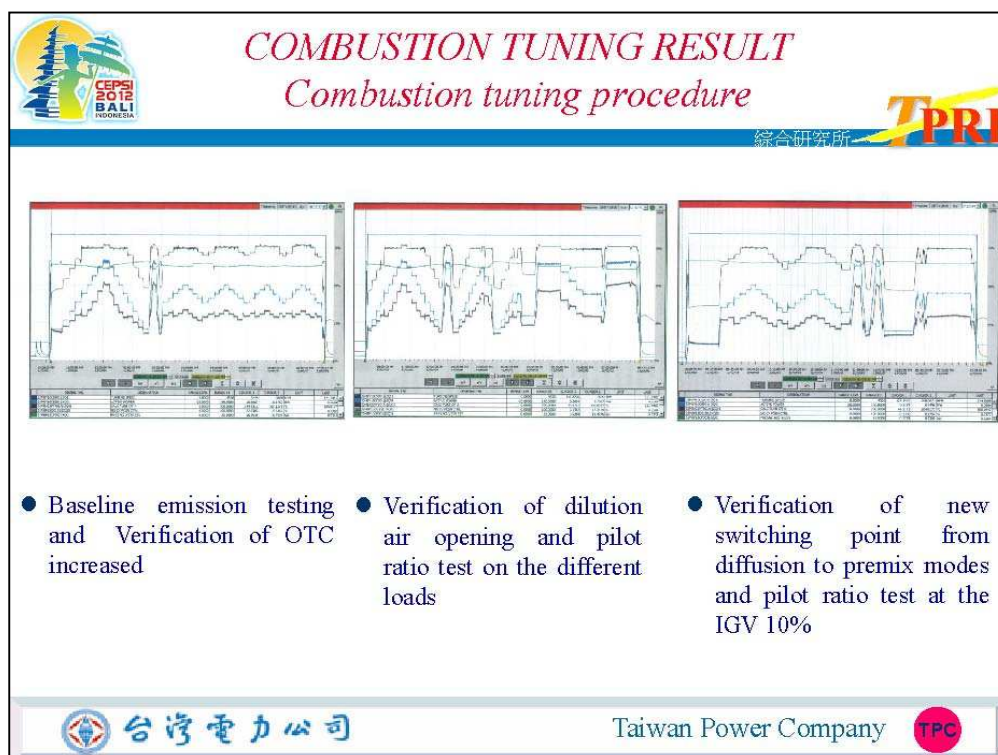


圖 1-9 電廠測試操作之負載趨勢圖

1.4.3 測試調校成果

經過多天 5 項測試程序，能有效降低氮氧化物排放量，並能保有燃燒之穩定性，圖 1-10 左側圖展示氮氧化物排放量隨負載之變化情形，於燃燒模式切換後，氮氧化物排放量由 105ppm，急劇降低至 20ppm 以下，圖中顯示降低氮氧化物排放量具有很好成效，在相同之運轉模式下分析未燃碳 CO 之變化情形，一氧化碳代表著燃燒室內燃燒完成程度，在部份負載下之擴散燃燒易產生局部區域未完全燃燒，當在模式切換成預混燃燒模式下，一氧化碳可達到最低排放量約 5ppm 以內，其中顯示在燃燒溫度較低之預混模式下仍保有完全燃燒條件，其結果顯示圖如圖 1-10 右側圖所示。

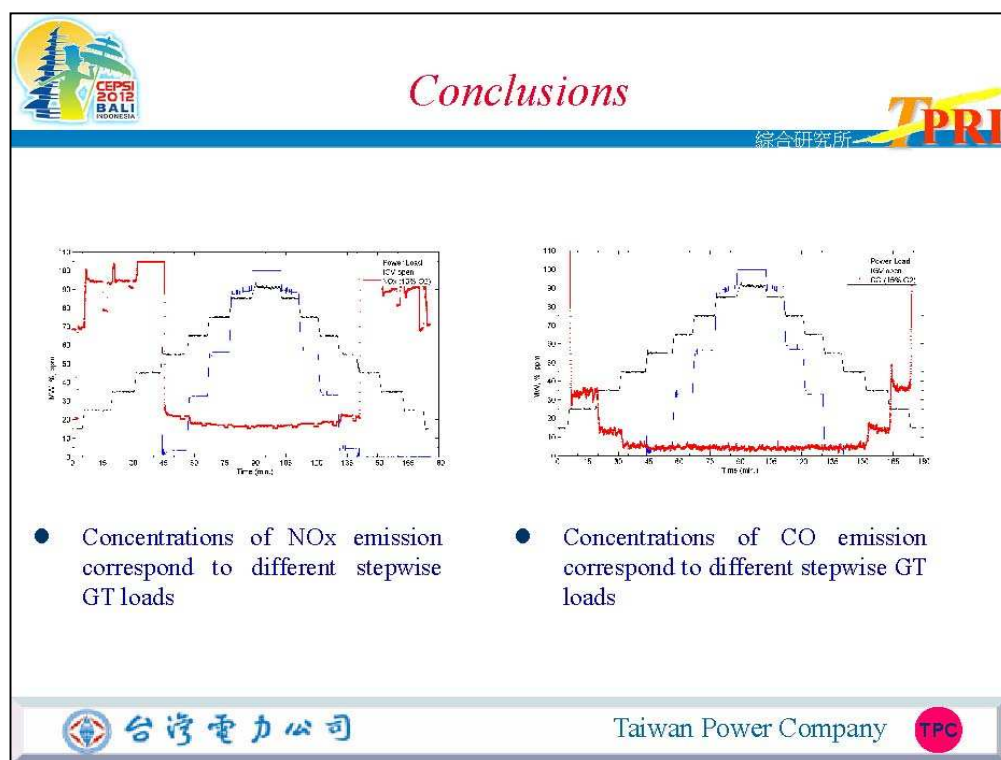


圖 1-10 氮氧化物及一氧化碳排放量隨負載之變化情形

更新後之燃燒器 HR3 burners，具有較均勻之燃料空氣混合，由前述之氮氧化物與一氧化碳排放量即可顯現其成果，氣渦輪機組硬體設備之更新對機組性能有絕對之成效，但運轉操作模式之調整與設定亦能在設備更新後或設備運轉多年後之效能提昇具有一定重要性。氣渦輪機燃燒穩定性調校技術在機組設備更新後具有正向提昇效能及減低污染排

放之效益，此部份在發電單位尤為重要之技術，此項亦為本論文發表與同業間經驗分享之重要價值處。圖 1-11 左側圖為在基載運轉下，擴散火焰燃料調控，以獲得最低氮氧化物排放量 4.3ppm。如圖 1-11 右側圖所示，相同測試分析在部份負載 10%下進行，其 Pilot 燃料調控結果，可控制達氮氧化物排放量至 5ppm。雖然由結果顯示氮氧化物排放量可降至 10ppm 以內，但低氮氧化物排放量之追求並非 GT 運轉最佳化設定其重要部份，其中仍需考量燃燒穩定性、機組性能等因素。

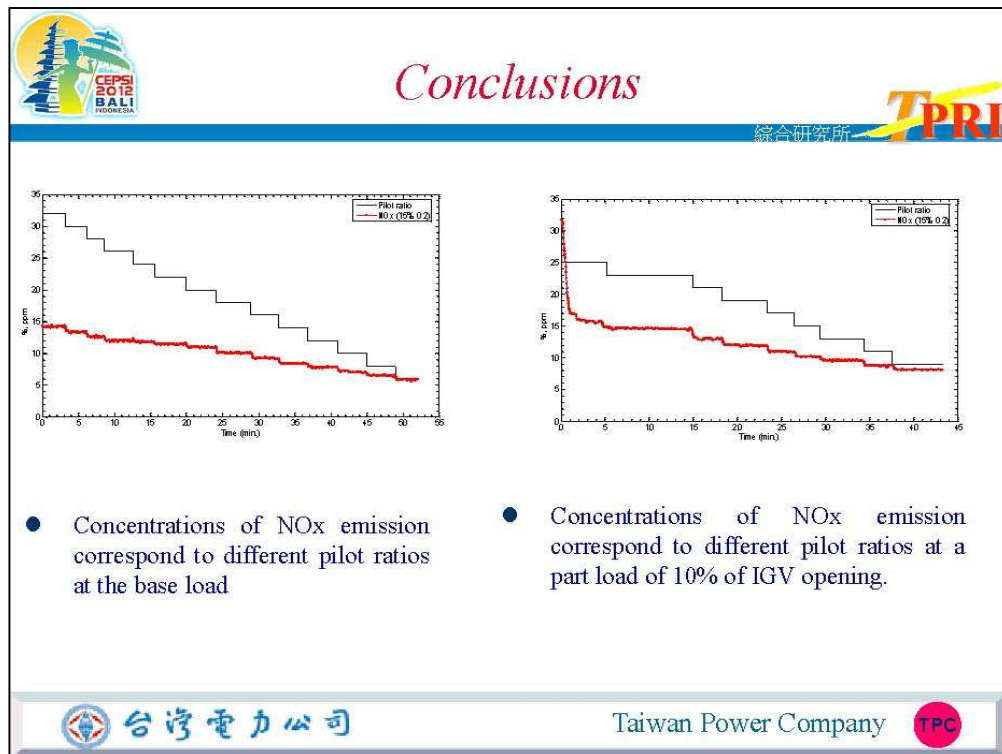


圖 11 基載及 10%負載運轉下，擴散火焰燃料調控之氮氧化物及一氧化碳排放量變化情形

2.綜合研究所企劃控制師陳鳳惠論文發表

2.1 中英文題目：

The Optimal Strategy for Taipower's Long-Term Low-Carbon Generation Expansion Planning(論文代號：A.207)

低碳發電模式下台電長期電源開發規劃最適策略研究

2.2 發表場次：

2012 年 10 月 15 日下午 15：30-17：00 TS1-08 場次，Uluwatu7 會議室。

2.3 論文摘述：

在全球氣候變遷衝擊以及節能減碳導向壓力下，電業經營朝向低碳發電模式，已成世界各國電力部門共同發展目標。本文依據台電公司未來 15 年減量碳目標，研擬低碳發電模式情境案例，進行電力系統最適發電結構配比模擬分析。研究結果顯示，在現有電業經營模式侷限下，減碳目標與實際碳排放基線存在極大落差，在低碳減量目標要求下，台電須為此付出高昂代價，諸如：拉高備用容量率、燃氣燃煤機組可能閒置等問題，這些潛藏的問題一旦具現，終將造成另類資源浪費的問題，以及電業經營上更為嚴苛考驗的開始。基此發現，本文提出七點台電長期電源開發規劃具體因應對策，包括：發展再生能源配套措施、儘早規劃燃氣相關供氣設施等，實具參考價值。

2.4 論文主要內容

2.4.1 研究目的

近年來，在二氧化碳減量目標及 3E 議題延燒下，電力部門的低碳電源規劃成為各界關注的焦點。根據粗略估計顯示，全球溫室氣體排放電力部門佔有 70%的貢獻度(Aqeel Ahmed Bazmi & Gholamreza Zahedi, 2011)；而在台灣二氧化碳的排放源 55%來自電力部門(能源局, 2011)。為協助電力部門二氧化碳減量目標順利達成，各式情境模擬分析案例相關研究紛紛出籠，大多數能源規劃模型著重於低碳情境的模擬分析，特別是在歐洲國家，分析二氧化碳減量目標下電力部門能源配比、擴大再生能源佔比、提升發電效率、調整能源價格、透過市場購售等各式情境

模擬分析紛起，都在為如何轉型過渡到低碳能源結構，尋求最佳解決方案(Stephan Nagl et al., 2011)。

台電公司係屬台灣的國營事業，在現有的法規規範下，其業務經營範圍涵蓋發電、輸電、配電與售電，獨占整個台灣電力市場。目前，台電公司擁有逾 1,100 萬用戶，24 個區營業處，遍及台灣本島及澎湖、金馬離島等，並負擔所有用戶之供電義務與安全，一個公司即等同於整個電力產業。所以，就台電的長期電源開發規劃來說，等同於規劃整個台灣電力產業未來之發展。是故，在規劃電力系統未來長期最適發電結構配比上，除了要儘量達到減少二氧化碳排放之目標外，亦須滿足各項條件之要求，以及符合現實上對於諸如：燃料用量限制、能源價格高漲，以及長期電力負載預測變化莫測等嚴苛議題之考驗。因此，如何在各方影響因素限制下，有效達到二氧化碳減排目標之要求，進行低碳發電模式之長期電源結構規劃，妥善配置電力供給面資源，對於台灣電力產業以及台電公司則不啻是一項重要的課題。

有鑑於此，本文擬依據台灣政府晚近重要能源政策(新能源政策)之規範要求，探討低碳發電模式下台灣電力系統最適發電結構配比之可能規劃。本文將應用台電公司業已開發的「長期電源開發規劃最佳化模型」，針對 2011 年因應日本福島事件而公佈的「新能源政策」，研擬模擬分析情境，進行案例模擬分析。然後，比對台電電力系統現階段概況以及模擬案例在未來 15 年發電結構配比上之差異，藉以探討台灣電力系統在未來要過渡到低碳發電模式可能產生的問題，最後並根據本文分析結果，進一步探討台電公司未來可行的二氧化碳減量措施和具體作為，俾提供相關決策制定時之有效參考。

2.4.2 案例模擬分析情境條件

台灣能源政策對於抑低二氧化碳之排放規定係起源於京都議定書(Kyoto Protocol)之規範。京都議定書於 2005 年 2 月 16 日生效，台灣隨即於同年 6 月召開「全國能源會議」，隨後並召開「國家永續發展會議」及「台灣經濟永續發展會議」，嗣後，政府於 2008 年發佈「永續能源政策綱領」，具體訂定二氧化碳減量目標。2011 年由於日本發生地震、海嘯，引發福島核災事件，政府於同年 11 月發佈「新能源政策」，提升天

然氣與再生能源之配比，規劃核能如期除役，以為因應。上述政府能源政策對於抑低二氧化碳排放之管制目標，重要內容摘述如下：

(1) 2008 年永續能源政策綱領管制目標

- 二氧化碳排放量在 2016 年至 2020 年間回歸到 2008 年標準、2025 年二氧化碳排放量回歸至 2000 年水平。
- 發展潔淨能源，發電系統中低碳能源占比由 40% 增加至 2025 年 55% 以上；其中再生能源於 2025 年發電占比要達 8% 以上，天然氣占比要達 25% 以上。此中再生能源包含慣常水力、風力、太陽能以及其他再生能源。
- 促進能源多元化，將核能作為無碳能源之選項，即核一至核三電廠延役使用。

(2) 2011 年新能源政策管制目標

- 核一至核三廠如期除役，核四廠如期商轉。
- 天然氣裝置容量於 2025 年占系統之 40% 左右。
- 再生能源部份機組裝置容量於 2025 年提升至 20% 以上，其中離岸風力與陸域風力合計要達到 4,200MW，太陽光電為 3,100MW，再加上水力發電、廢棄物與海洋發電等。

本文即根據上述政府能源政策及二氧化碳排放之管制目標作為案例模擬分析之假設情境依據。以下說明案例模擬情境。

新能源政策之模擬案例

本案例有關尖峰負載與供電量之預測資料，以及相關模擬分析所需參數條件，皆參照經濟部能源局 2011 年「未來電力供需分析與規劃研究」之中案進行，包括：核一廠至核三廠如期除役；核四廠如期商轉。核一廠一號機於 2018 年退役，二號機於 2019 年退役；核二廠一號機於 2021 年退休，二號機於 2023 年退休；核三廠一號機於 2024 年退役，二號機於 2025 年退役。而核四龍門電廠一號機於 2014 年商轉；二號機於 2016 年上線商轉。另外二氧化碳排放量限制則參考 2010 年「台電電源開發方案」之數據進行模擬。而有關

二氧化碳減量之目標以及其他重要情境條件為：

- (1) 全國二氧化碳減量，於 2016 年至 2020 年回到 2008 年排放量；2025 年回到 2000 年排放量。本文假設 2008 年發電部門二氧化碳排放量占全部排放量的比重與 2000 年相同，依據過去台電系統之實績資料，2008 年之排放量約為 115.2 百萬噸，2000 年之排放量約為 90.1 百萬噸，按此條件電力部門 2020 年二氧化碳排放量的限制目標為 115.2 百萬噸，2025 年發電排放管制目標則為 90.1 百萬噸。
- (2) 天然氣裝置容量於 2025 年占系統之 40% 左右。
- (3) 再生能源裝置容量於 2025 年提升至 20% 以上。

上述案例模擬情境條件，彙整如表 2-1 所示。

表 2-1 案例模擬分析情境條件

電源配比		目前占比(容量)*	新能源政策之要求
		2010 年 1 月	至 2025 年
再生能源* (不含抽蓄水力)		5.70%	• 裝置容量占 20% 以上
核能		12.80%	• 核一至三廠如期除役 • 核四如期商轉
傳 統 火 力	天然氣	36.50%	• 裝置容量達 40% 左右
	燃煤	29.60%	—
	燃油 (輕油及重油)	9%	—
二氧化碳排放量限制			• 2016 到 2020 年回到 2008 年排放量 • 2025 年回到 2000 年排放量

資料來源：本研究整理。

註 1：2010 年 1 月電源配比資料乃參考 2010 年「台電電源開發方案」。

註 2：再生能源包含慣常水力、風力、太陽能以及其他再生能源。

2.4.3 模擬分析結果闡述

圖 2-1 顯示新能源案 2010 至 2025 年機組燃料別容量配比結構，因為管制二氧化碳的排放量，以及設定核能核一至核三廠逐年正常除役下線，導致再生能源機組增長擴大，2025 年更達 3,474 萬瓩，占比 37%。然再生能源裝置容量雖一軍突起，因為核能如期除役，仍需仰賴燃煤和燃氣機組，在燃煤機組維持既有裝置容量，不再新增情況下(2025 年燃煤機組裝置容量 1,589.7 萬瓩)，燃氣機組裝置容量 2025 年達 3,369.3 萬瓩。

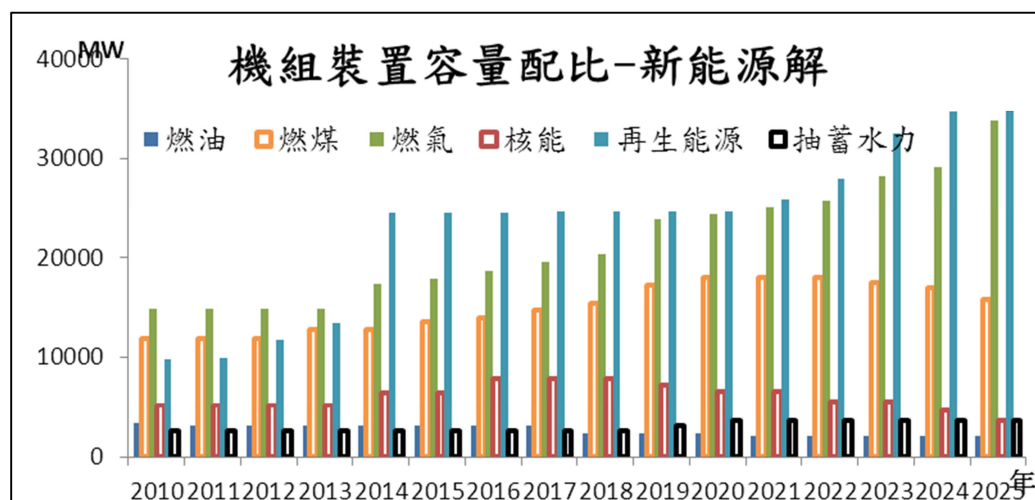


圖 2-1 機組容量配比-新能源政策

表 2-2 顯示，跟台電電力系統供電現況做比較，新能源案 2010 至 2025 年在發電結構配比與備用容量率的表現上，與 2010 年實績值差距甚大，特別是新能源案少了核能作為中間的過渡，將大量拉高再生能源裝置容量(從現況 5.7%增長至 2025 年 37%)、燃氣機組裝置容量(從現況 1,519.4 萬瓩增長至 2025 年 3,369.3 萬瓩)、擴大備用容量率(從現況 23.4%增長至 2025 年 47.4%)，其結果不僅是會衝擊到既有電力系統供電品質與供電安全問題、造成現有燃煤機組閒置、惡化電業經營財務結構與績效效能，更嚴重的是現有相關配套條件無法配合，例如：天然氣供氣限制、安全存量天數要求等問題。經由上述分析顯示，現有電力系統因應未來二氧化碳減量目標要求，實則裕度不大，復加上面對核能如期除役問題的衝擊，不異雪上加霜，而這也是現階段電業經營要好好深思的問題。

表 2-2 案例模擬結果摘要

項別/年/裝置容量占比 (%、萬瓩)		實績	新能源案	
		2010 年	2020 年	2025 年
再生能源 (%、萬瓩)		5.7%	31%	37% 3,474 萬瓩
核能(%)		12.8	8	4
傳統 火力	天然氣(%、萬瓩)	36.5% 1,519.4 萬瓩	31%	36% 3,369.3 萬瓩
	燃煤(%、萬瓩)	29.6%	23%	17% 1,589.7 萬瓩
	燃油(%)	9	3	2
備用容量率(%)		23.4	43.8	47.4
二氧化碳排放量(百萬噸)		111	116	91
排放強度(公斤/度)		0.55	0.38	0.27

資料來源：本研究整理，2011 年。

2.4.4 因應對策探討：

根據本文針對 2010 至 2025 年實地模擬分析結果，本文得出台電公司未來可採行之具體因應對策，如下所述：

(1) 二氧化碳減量目標應及早因應：

在新能源案中，電力部門 2020 年二氧化碳減量目標 115.2 百萬噸，2025 年 90.1 百萬噸，其所規劃出來的最適發電結構配比，確有目前實務上難以達到的地方，包括：過高的再生能源占比與備用容量率、既設燃煤機組利用率過低，以及燃氣機組裝置容量過高達 3,369.3 萬瓩，可能導致供氣短缺等，電力部門如不能及早因應，將造成另類資源浪費的問題，以及電業經營上更為嚴苛考驗的開始。

(2) 再生能源占比過高，宜有配套措施或是策略規劃作為因應：

在電業既有供需架構下，再生能源係屬不可調度之能源，配比愈多

再生能源的電力系統，愈需要重覆投資其他傳統火力電廠或配置儲能設備、輔助服務等，以確保供電品質。而當再生能源發電逐年成長時，亦可思維調整現有電力系統供需架構，由現有集中式架構轉變成納入區域資源整合之集中與分散複合式架構，俾發揮再生能源在地化特性，達到充分運用再生能源資源的目的。此外，搭配擴大再生能源所需發展區域資源整合規劃，亦可使電源開發規劃朝向區域供需平衡方向發展，減少區域間的電力輸送，降低線路損失，提升電業經營績效。惟當再生能源發展趨勢銳不可擋時，必須改善電網結構，提高輸電能力，甚至建置大型儲能系統。

(3) 挖掘電力部門其他減碳的潛力：

為了顧及現有電力系統可能支應的架構下之最適發電結構配比，宜考量積極尋求電力部門能夠有效減碳的方法，例如：持續推廣節約能源、強化現有負載管理措施與需求面管理效益、發展需求端電源使用效率、導入新的需量反應措施、實施碳捕捉技術、推廣生物固碳事業、擴大電能終端用電替代、以及提升發電效率等，以為替代。

(4) 因應提高燃氣占比之需，提早規劃供氣相關配套措施：

本文模擬分析結果，顯示在低碳發電模式要求下未來燃氣機組裝置容量將逐年遞增，須提早規劃供氣相關配套措施所需。

(5) 提升燃煤機組發電效率，避免既設機組閒置：

台電電力系統中既設燃煤機組包括：現有、施工與奉准機組，至2025年裝置容量為1,589.7萬瓩，由現有燃煤機組二氧化碳排放係數0.931水準來看，如果沒有進一步改善其排放係數水準，那麼依照案例模擬分析結果，新能源案未來須面對燃煤機組可能閒置的問題產生。因應之道，宜思考新設機組採高效率發電設備及持續電廠更新改善，尤有甚者，燃煤電廠亦可思維計畫酌留裝設養藻設備所需空間，搭配生物固碳技術之發展，例如：微藻固碳，可能是燃煤機組爭取未來存留發展空間，另一項迥異於當前的解決問題出路。

(6) 電價合理化：

根據本文模擬分析顯示，在現有電力系統架構下，要具體落實二氧

化碳減量目標，實要付出相當代價，例如：系統安全、供電品質、且不利於電業經營財務結構與績效表現，此外，尚需搭配相關配套措施等等。上述所及，均會增加電力部門之供電成本。因此，電力部門宜確實反映抑低二氧化碳排放所增加的供電成本，調整合理電價，進而達成以價制量、資源妥善配置之目的。

(7) 發展遠期電力永續事業架構：

由本文分析結果得知，為達到減量目標要求，電力部門可能需要付出相當代價和成本。所以，電力部門宜重新思考和規劃未來長遠發展方向，例如：聚焦於 3E 精神和生態導向之電業發展架構，營造一個「循環型」電力供應體系下，兼顧「能源供應安全」、「經濟競爭力」和「關心環境保育」的 3E 精神，從而與自然生態和人類社會共生共榮，朝向永續經濟、永續環境和永續社會發展之無悔政策「永續治理」生態事業發展藍圖。

2.4.5 小結：

經由本文模擬分析結果，本文提出 7 點電力部門具體因應對策，包括：二氧化碳減量應兼顧實務、發展再生能源宜有配套措施、努力挖掘電力部門其他減碳潛力、儘早規劃燃氣相關供氣設施、提升燃煤機組發電效率預防閒置、電價合理化、規劃電力永續事業發展架構等，實具參考價值。展望未來，台灣在 99% 以上能源均需依賴進口以及獨立電力系統特性之限制下，於規劃電力部門未來長期最適發電結構配比時，除了儘量達到減少二氧化碳排放目標外，亦須針對各項條件限制與實務需求，周延妥善一併納入考量。此外，本文也發現減碳目標係一整體性搭配組合的績效結果，非單獨電力系統發電結構配比所能達致，或是單一考量電力部門就能落實。就電力部門而言，未來如能在電力供給面資源與需求面資源整合規劃架構下發展電源長期開發作業，則各類資源組合動態搭配，即能創造更大的減碳空間與彈性，對於電力部門所能達致的減碳效益可能最大，這都是值得後續持續觀察研究的議題。

3.CEPSI 2012 技術研討會論文發表：TECHNICAL PAPER PRESENTATION：TS2-13

3.1 中文題目：

台灣科學園區電壓驟降電力品質調查與統計

在此次技術研討會中發表：「台灣科學園區電壓驟降電力品質調查與統計」論文，和與會專家共同探討台灣在科學園區電壓驟降議題的努力成果，並彼此分享相關經驗，如圖所示。其中馬來西亞 TNB 能源服務有限公司 Faisal 博士及泰國電力系統研究部門 Madtharad 博士，亦提出該國電力公司面臨客戶對電壓驟降電力品質的要求，所延伸出相關賠償之議題如何解決？會中以本公司對科學園區電力品質之管理機制與之分享，除從供電端進行規劃與防制事故的發生外，如何與用戶建立良好之溝通平台，共同檢討事故發生原因進行改善，並協助與教育用戶瞭解電壓驟降之現象，進而增進用戶本身設備對電壓驟降的容忍度，避免電壓驟降對設備的影響，在雙方共同努力下共創雙贏之目標。另加拿大 Copper 公司電力系統部門 Beauchamp 經理對本公司所建置電力品質監測系統之功能深感興趣，希望能有互相交流之機會，在大家互換名片下，期望其下次有機會訪台進一步進行相關技術之交流。以下針對本次技術研討會所發表論文之內容進行概述：

Date	SESSION CODE	No.	Paper No.	Topic	Author	Country
16/10/2012	TS2 - 13	1	A. 208	Power Quality Investigation and Statistics for Science based Industrial Parks in Taiwan	Ching-Jung Liao, Jin-Shyr Yang	Taiwan
	Room: Kintamani 5	2	A. 181	Constrained nonlinear minimization of THD in multi-level inverter using high frequency multi-winding transformer	Hesan Ziar, Ebrahim Afjei, Afshin Arjhangmehr, Saeed Tasouji Hassanpour	Iran
	Chairman: Mr. XXXX	3	A. 272	Power Quality Solutions Project For Customers Of Provincial Electricity Authority (Pea)	Komsan Naen-Udorn, Khet Chulakam, Chakphed Madtharad	Thailand
	13.30-15.00 WITA	4	AB102	Application of the Energy Recycling Power Electronics Load to the Energy Conservation and Carbon Emissions Reduction	Cheng-zhi Wang, Feng Jiang, Jiang Zhu, Ming Liu, Jian-min Zou, Yun Liu, Xu-dong Zou	China

3.2 摘要

本文主要針對台灣竹科、中科與南科三大科學園區電壓驟降進行調查與統計，首先介紹台電電壓驟降監測系統、電壓驟降概述與電壓驟降之國際標準，接著說明台灣科學園區 2003~2010 年之壓降事件引起點與事故程度分類，經由電壓驟降與歸類之分布情形比較，發現新竹園區之事件數遠多於其它二個園區，主要原因為該園區工廠數目較其它二個園區

多，輸配電線路散佈較廣。其次，發現三大科學園區引起電壓驟降事件之電壓等級分布不同，新竹園區以配電等級之佔比為首，345kV 系統較少。分析電壓驟降事件各年度之累積統計分布走勢圖，有逐年明顯下降趨勢，主要原因為電力公司與用戶長年改善的成果。最後，經比較國內外研究機構對電壓驟降調查結果比較，顯示國內電壓驟降發生統計指標優於國外(如美、加)，對國內業界是件很大的正面鼓勵。

本公司為配合政府積極推動產業升級，促進產業發展，提升投資環境政策，致力改善電力品質相關事宜，自 99 年起辦理供電品質滿意度調查，藉由調查結果，找出滿足用戶之改善方案，進而提升供電服務品質。為持續提升供電服務品質，滿足用戶需求與期待，本公司續辦 100 年供電品質滿意度調查，藉以瞭解區內用戶對台電公司供電品質是否符合其期待，並致力縮小實際提供服務與用戶期待之落差，期將用戶的建議作為改進之方針，找出滿足用戶之最佳方案，以提升供電服務品質水準。

99 年度滿意度調查各問項平均滿意度，正面評價為 97.2%，負面評價 1.8%，100 年度調查正面評價 98.9%，負面評價 1.2%，100 年度與 99 年度比較正面評價上升 1.7%，負面評價降低 0.6%，顯示本公司 100 年度整體供電品質較 99 年進步，並獲用戶肯定。

電壓驟降改善由用戶本身系統進行預防與改善最具效率，但長期而言還是應從設備本身之耐受力徹底解決，要求新購之機器設備能符合 SEMI F47 之標準，對舊有之設備要求廠商改善，使其亦能符合 SEMI F47 標準，增加設備對電壓驟降的容忍度為最務實的作法。

3.3 報告內容

3.3.1 緒論

台灣高科技產業在政府持續獎勵及設置科學工業園區的政策下蓬勃發展，不僅使台灣成為國際矚目的科技島，對國家經濟的發展，更佔有舉足輕重的地位。然而身負我國高科技產業之核心地位的新竹科學園區，曾於 86 年 5 月因供電電壓瞬間降低，造成產業界鉅大損失。

高科技業者曾表示，需要純金般 99.99999% 的電力保證，甚至是不

允許停電，電力若中斷，即使是一分鐘損失可能就是數千萬元。生產作業是連續的，如果電力供應網沒有辦法支應公司產能，那高科技業者會付出很高的成本。而且，高科技產業除製程及生產環境要求條件較為嚴苛外，業者用於製程管制與材料處理設備均具高精密度，對電壓變動的敏感度非常高。因此，台電公司於 86 年發展並執行一個長期及持續性的科學園區電力供給面的資源整合計畫與供電管理面的執行機制，並輔以最佳的專人服務網，促使國內三個主要科學園區的供電穩定性、供電品質和供電服務成為頂級的優質園區。

台灣電力系統為一長條型分佈，系統因區域發電與負載不平衡因素，通常分成北、中、南三區域描述系統特性。圖 3-1 為台灣 345kV 輸電系統圖，表 3-1 則為 2011 年台電系統尖載日北、中、南三區域發電與負載量。本文所探討之竹科、中科與南科三大科學園區，則分別座落於系統之北、中、南三大區域，因系統輸電距離短，導致三大園區之供電關聯性強，故任何區域輸電系統之事故，均有可能影響其他區域之供電品質，如何在此前提下建構優質之供電服務網，為台灣電力公司努力之目標。

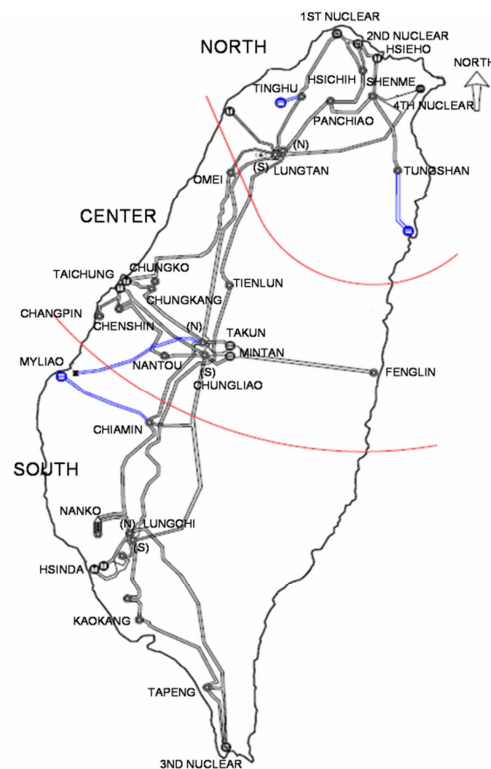


圖 3-1 台灣 345kV 輸電系統圖

表 3-1 台電 2011 年尖載日北、中、南三區域發電與負載量

AREA	Generation MW (%)	Demand MW (%)	Balance MW (G-D)
North	14,195 (34.8)	13,567 (40.2)	+ 628
Center	12,186 (29.9)	9,860 (29.2)	+ 2,326
South	14,376 (35.3)	10,360 (30.6)	+ 4,016
Total	40,757 (100.0)	33,787 (100.0)	--

註: 2011 年平均負載為 23,996MW.

電壓驟降主要由於電力系統輸配電線遭受雷擊或發生事故後，保護電驛檢出故障及斷路器動作清除故障前之短暫時間內，在鄰近之用戶所產生的電壓降低現象。故障可能發生的原因如接地故障、設備絕緣失效、動物、外物、狂風、雷害或鹽霧害引起的線路故障等等。在電力系統中不可能完全掌握且避免故障的發生，圖 3-2 為高科技產業監測到之電壓驟降之電壓(Va)與電流(Ia)波形。電壓驟降發生的原因主要可分為兩大類：電力線路故障與大型負載快速起動。電力線路故障可分為輸電或配電電壓層級之事故，常見的故障型態為單相接地故障，其次為兩相短路、兩相短路接地，最少發生者為三相短路故障，通常線路單相接地故障造成用戶電壓驟降降幅尚非嚴重，最嚴重為不常發生的三相短路故障。而大型負載快速起動所引起之電壓驟降，一般以大型馬達之起動為代表。

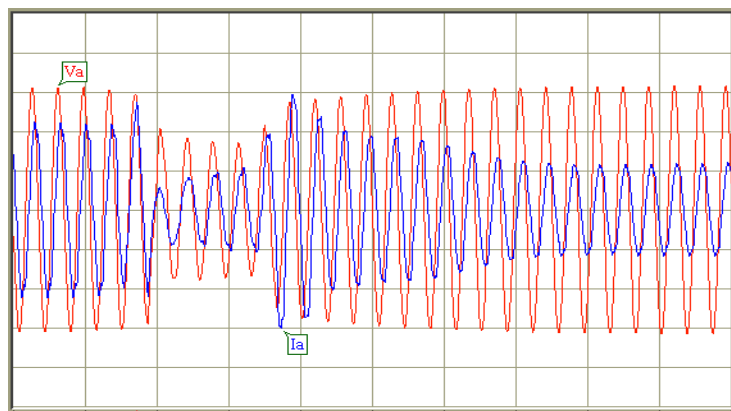


圖 3-2 電壓驟降之對應電壓(Va)與電流(Ia)波形

3.3.2 電壓驟降之標準

國際有關電壓驟降標準之組織如表 3-2 所示，其中 IEEE 及 IEC 均為國際性的組織。在 IEEE 之下設置 PES、IAS 及 EMC，而在 IEC 之下設置 TC77(Technical Committee 77)；負責電力品質及電磁干擾標準之研議。至於 CENELEC 及 ANSI 則屬於政府機構，而 CIGRE、UNIPED 等則由電業從業人士所組成，UIE、NEMA 由電氣設備製造業的從業人士所組成，而 CBEMA 為電腦製造業的從業人士組成[1,2,3]。

表 3-2 國際有關電壓驟降標準之組織或機構

IEC : International Electro-technical Commission
CENELEC : European Union Standards Organization
CIGRE : International Conference on Large HV Electric Systems
UIE : International Union of Electro-Heating
CISPR : International Special Committee on Radio Interference
IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers
PES : Power Engineering Society
IAS : Industrial Application Society
EMC : Electromagnetic Compatibility Society
ANSI : American National Standards Institute
NEMA : National Electrical Manufacturers Association
CBEMA : Computer Business Equipment Manufacturers Association
ITIC : Information Technology Industry Council
SEMI : Semiconductor Equipment and Materials International

不同於 IEC，北美的電力品質標準係根據各類品質(如：諧波標準為 IEEE 519、519A，突波標準為 IEEE/ANSI C62.41、C62.45 等)[4]。1995 年 IEEE 公佈「電力監測實務擬議」，即 IEEE -1159[1]，主要為電業的觀點。至於同年公佈的「對於瞬變電壓敏感之設備的供電指南(Guide Service to Equipment Sensitive to Momentary Voltage Disturbances)」，即 IEEE 1250-1995，以及「電力系統與電子處理設備之相容 (Electric Power

System Compatibility with Electronic Process Equipment)」，即 IEEE P-1346[5]，均以用戶的觀點為研議基礎。目前資訊界常用的 CBEMA 或 ITIC 曲線亦以資訊製造業為主要觀點，圖 3-3 即為 CBEMA 曲線，圖 3-4 為 ITIC 曲線，此為資訊業的標準，而非半導體製造業的標準[6]。

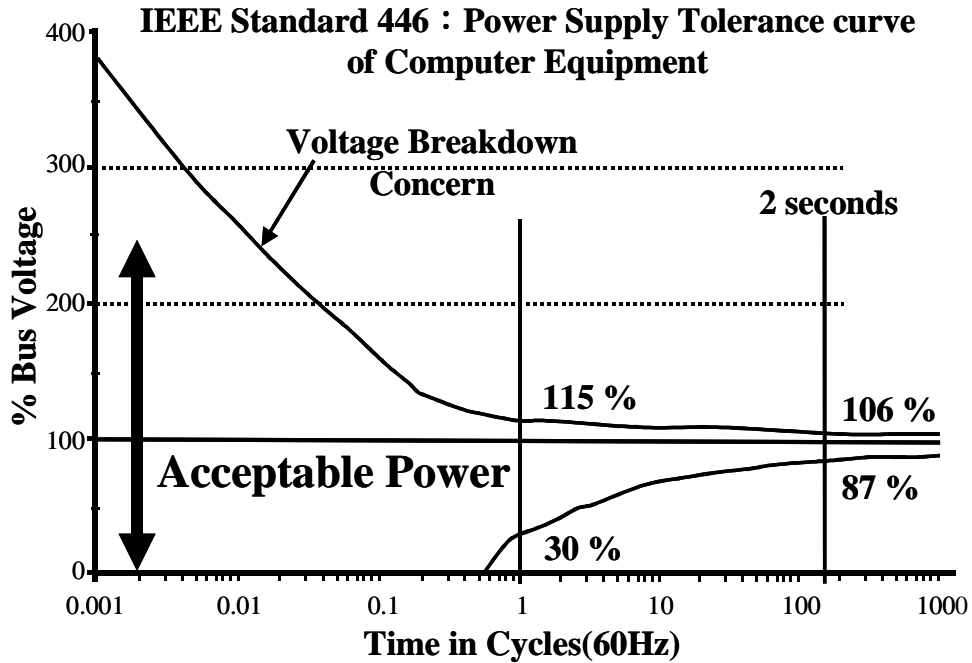


圖 3-3 CBEMA 曲線

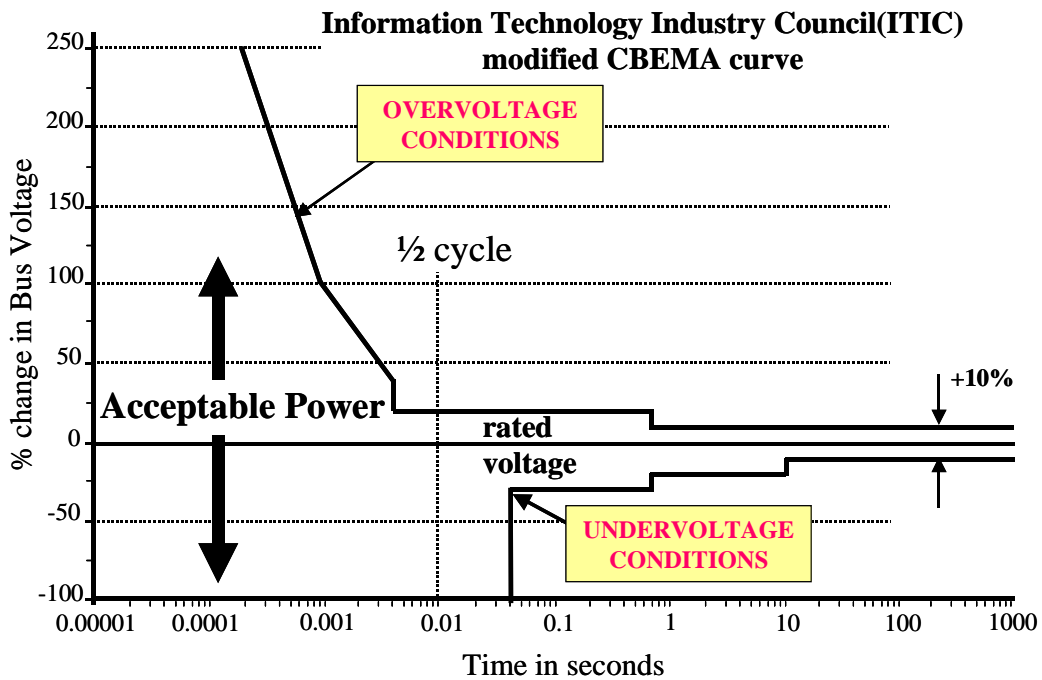


圖 3-4 ITIC 曲線

此外 SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International) 亦已公佈多項規格，SEMI 為一個國際貿易組織，代表半導體機台製造業，所發展的數種設備介面與相容標準以界定半導體生產器具在電力不正常下的過渡能力最具實用性，是半導體工業國際語言。SEMI 有關電壓驟降之相關標準包括 SEMI F42-0600、SEMI F47-0200、SEMI F49-0200 與 SEMI F50-0200。

SEMI F42-0600 說明半導體製程設備對電壓降免疫力測試方法[7]，SEMI F47-0200[8]定義半導體製程、度量、自動測試設備等對電壓驟降的容忍度，SEMI F49-0200[9]提供半導體工廠在廠內電力系統如何改善電壓驟降對其影響的指導方針，SEMI F50-0200[10]提供一指導方針給半導體廠商與其電力供應商如何減小電壓驟降對半導體製程的影響。圖 3-5 所示為 2010 年 1~12 月某科學園區電壓驟降統計。

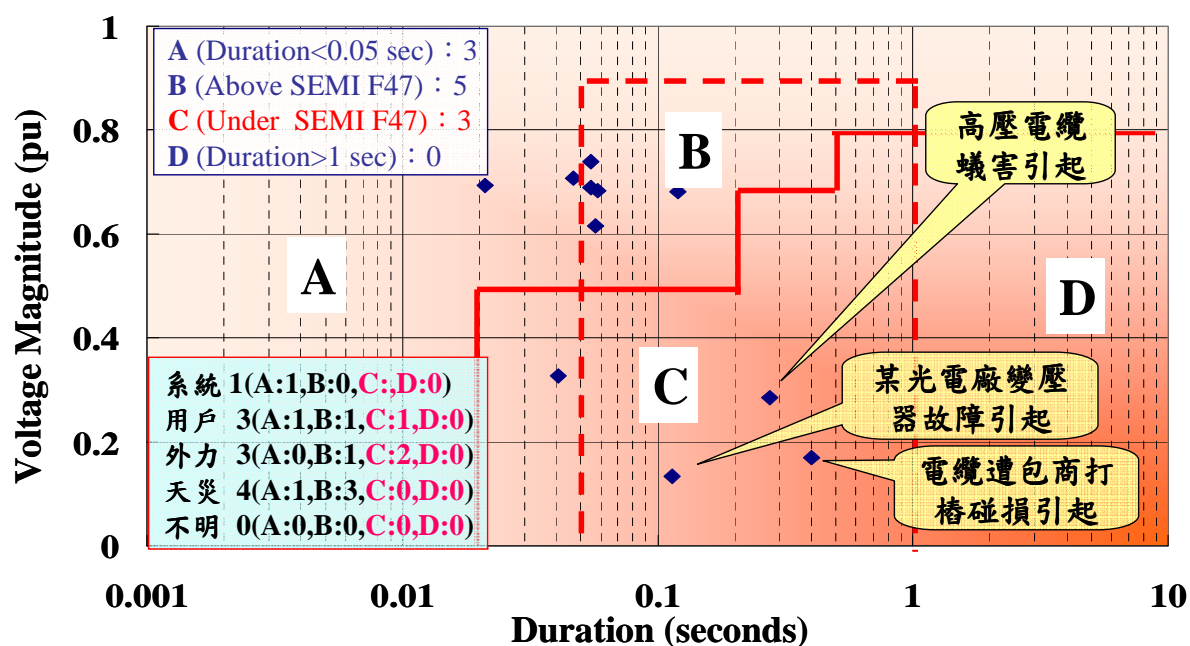


圖 3-5 某園區 SEMI 電壓驟降統計(2010 年 1~12 月)

3.3.3 台電電網穩定及電力品質監測系統

台電電網即時狀態監測系統

台電已利用同步相量量測單元(Phasor Measurement Unit, PMU)完成台電電網即時狀態監測系統，並整合科學園區電力品質監測系統，建

置台電電網穩定及電力品質監測系統，進而評估系統監測性能與系統保護功能之應用，並且可做長期電力系統電壓相量監錄、統計與分析電壓相量變化之趨勢，提供系統規劃與運轉控制策略之應用。輸電系統 PMU 架構如圖 3-6 所示，包括核三廠、龍潭變電所、峨眉變電所、中寮變電所(2 套)、嘉民變電所、龍崎變電所(2 套)、及核二廠等 9 套遠端 PMU 監錄設備，並於樹林綜合研究所內，設立中央監控站，以便於遠端即時監測與研究分析之用[11,12]。

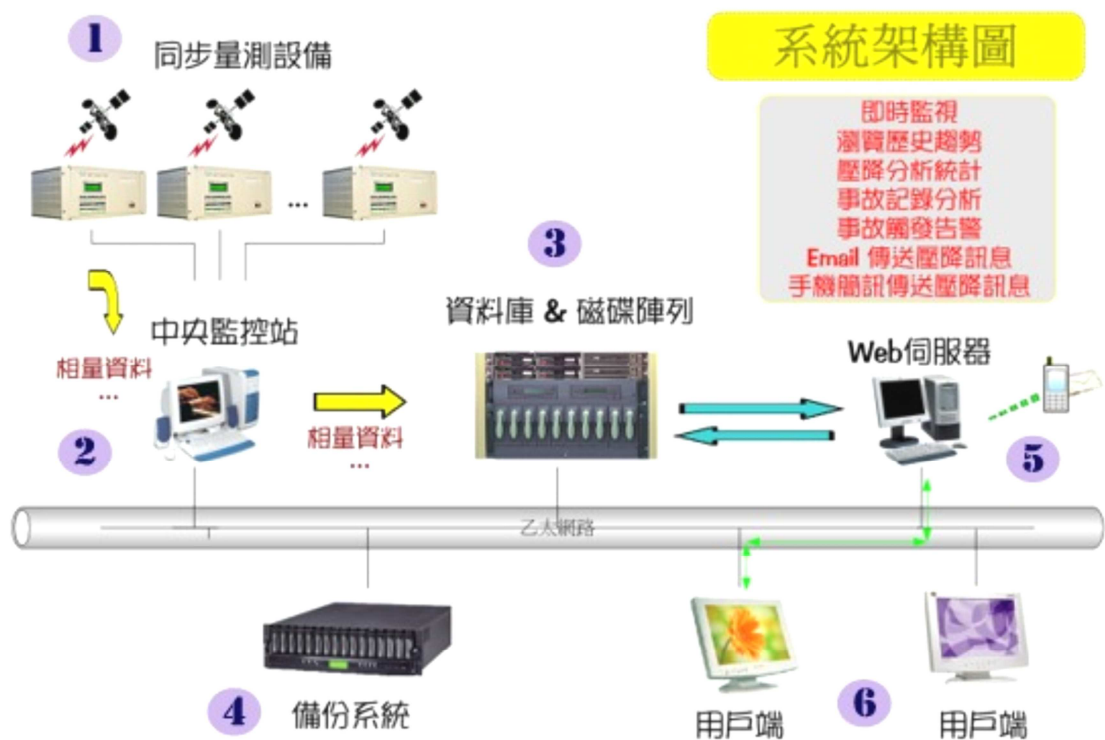


圖 3-6 台電電網穩定及電力品質監測系統

台電電網穩定及電力品質監測系統主要基本功能包括：(1)即時系統狀態監視，(2)動態行為監錄分析，(3)系統事故記錄分析，以及(4)系統穩態相量記錄分析，可長時間記錄系統穩態、暫態三相電壓、電流大小相量變化趨勢等資訊，提供系統狀態之直接量測資訊，作為台電與業界系統規劃、調度運轉之參考。

此系統可由中央監控站電腦，直接從遠端 PMU 裝置讀取監視各站的即時相量資料，亦提供使用者透過網際網路查詢、顯示及分析資料。PMU 的硬體方面，最高 10kHz 的取樣速度，可配合 GPS 的標準秒脈衝

校時的同步取樣脈衝產生器。利用全球衛星定位系統(GPS)內的每秒脈衝(Pulse Per Second, PPS)做為類比訊號取樣同步的基準，並使不同儀器的各筆資料取樣時間誤差落於 ± 1 微秒以內。通訊介面包含 RS-232 串列介面，具有數據通訊功能，可與 PC 連線[13,14]。

電力品質電壓驟降監測系統

科學園區供電系統提供大部分高產值半導體產業生產控制設備之電源。由於其生產設備對電源具有高靈敏度之特性，為此台電整合不同的系統與技術，包括前端電壓驟降監測系統、高可靠度叢集資料庫系統以及網路技術，將這些不同技術運用於網際網路領域，針對不同區域建立起電壓驟降系統與資訊服務網站，提供使用者透過網際網路與瀏覽器查詢壓降相關資訊等部分，並與前述 PMU 台電電網即時狀態監測系統進行整合，進而建構完整台電電網穩定及電力品質監測系統，針對電壓驟降事故發生原因進行系統性之檢討，以做為台電與用戶間改善之依據及溝通平台，達到雙贏之目標。圖 3-7 為電力品質電壓驟降監測系統之監視點分布[11]。

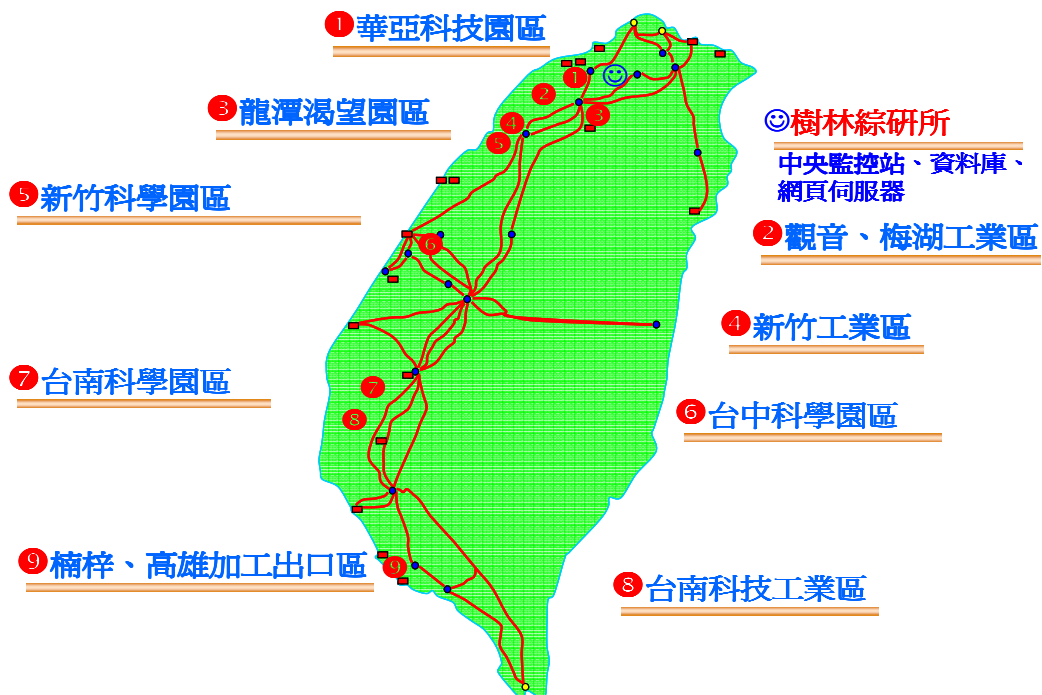


圖 3-7 電力品質電壓驟降監測系統監視點分布

3.3.4 科學園區電壓驟降調查與統計

根據 SEMI F47 驟降規範進行壓降事件統計，以事故地點落於園區內外進行分類，並對停電影響戶數進行統計與事故責任分類，以及電壓驟降之嚴重性分 A、B、C、D 四類，完成驟降發生的壓降程度對持續時間的密度表與驟降發生的壓降程度對持續時間的累積表，針對某一事件，進行電壓驟降的詳細分析，包含電壓驟降索引表的詳細訊息說明[15, 16]，表 3-3 所示為以事故電壓等級及事故原因之交叉分析圖，以下則以事件引起點及事件發生電壓等級進行統計分析。

事件引起點分類統計分析

表 3-4 所示為台灣三大科學園區 2003~2010 近八年來壓降事件分類統計分析，事件引起點與嚴重性，分電力系統、用戶、人為、天災與不明原因等五大類。電壓驟降嚴重性如圖 3-4 所示，分 A、B、C、D 四類，例如新竹科學園區 2003 年電力系統，事件分類統計為 5 件 (A=1, B=0, C=1, D=3)，簡化為 5(1,0,1,3)。事件發生地點分類統計分析結果整理下列結論[17]：

- (1) 台中園區因成立較晚，只有六年事件統計資料，新竹、台南科學園區有八年完整統計資料。
- (2) 主要電壓驟降事件引發點為用戶，其次為電力系統、天災與人為、不明原因。
- (3) 事件嚴重性，新竹園區集中在 A、C 類，台中集中在 C 類，台南園區集中在 B 類，D 類皆為最少。
- (4) 分析 2005~2010 年，六年壓降事件分類統計發現新竹園區之事件數遠多於台南、台中園區，主要原因可能新竹園區工廠數目較多。而台南、台中園區工廠數目相近亦為事件數相近之可能原因。

表 3-3 以事故電壓等級及事故原因之交叉分析

Area	Voltage\Cause	Utility	Customer	External force	Natural disasters	Unknown	Total
HSIP	345 kV	2 (0,1,1,0)	-	1 (0,1,0,0)	7 (2,5,0,0)	-	10 (2,7,1,0)
	161 kV	2 (0,1,1,0)	3 (0,0,3,0)	3 (0,1,2,0)	11 (1,7,3,0)	3 (1,2,0,0)	22 (2,11,9,0)
	69 kV	4 (0,0,1,3)	8 (0,2,5,1)	7 (0,2,5,0)	10 (0,1,9,0)	1 (0,0,1,0)	30 (0,5,21,4)
	Distribution	29 (21,1,7,0)	39 (19,2,18,0)	15 (5,2,8,0)	3 (1,0,2,0)	9 (7,2,0,0)	95 (53,7,35,0)
	Total	37 (21,3,10,3)	50 (19,4,26,1)	26 (5,6,15,0)	31 (4,13,14,0)	13 (8,4,1,0)	157 (57,30,66,4)
	%	23.6%	31.8%	16.6%	19.7%	8.3%	100%
NSIP	345 kV	13 (1,3,9,0)	-	10 (6,4,0,0)	14 (3,8,3,0)	1 (0,1,0,0)	38 (10,16,12,0)
	161 kV	5 (0,2,3,0)	3 (0,1,2,0)	2 (0,2,0,0)	7 (1,5,1,0)	1 (0,1,0,0)	18 (1,11,6,0)
	69 kV	-	-	-	-	-	0
	Distribution	4 (1,1,2,0)	11 (5,1,5,0)	4 (1,2,1,0)	-	5 (0,5,0,0)	24 (7,9,8,0)
	Total	22 (2,6,14,0)	14 (5,2,7,0)	16 (7,8,1,0)	21 (4,13,4,0)	7 (0,7,0,0)	80 (18,36,26,0)
	%	27.5%	17.5%	20.0%	26.3%	8.7%	100%
CSIP	345 kV	1 (0,1,0,0)	-	3 (1,2,0,0)	17 (7,3,7,0)	-	21 (8,6,7,0)
	161 kV	5 (0,1,4,0)	2 (0,0,2,0)	1 (0,0,1,0)	11 (2,5,4,0)	-	19 (2,6,11,0)
	69 kV	1 (0,0,1,0)	-	-	1 (0,0,0,1)	-	2 (0,0,1,1)
	Distribution	1 (0,1,0,0)	6 (3,0,3,0)	1 (0,0,1,0)	-	1 (0,1,0,0)	9 (3,2,4,0)
	Total	8 (0,3,5,0)	8 (3,0,5,0)	5 (1,2,2,0)	29 (9,8,11,1)	1 (0,1,0,0)	51 (13,14,23,1)
	%	15.7%	15.7%	9.8%	56.8%	2.0%	100%

Note: 1. The statistic of voltage sag is based on the events with a drop greater than 20%.

2. The numbers in the brackets indicate the number of voltage sag in the areas (A, B, C, D) of SEMI F47.

表 3-4 台灣三大科學園區電壓驟降統計分析與嚴重性彙

西元年份	科學園區	電力系統	用戶	人為	天災	不明原因	合計
2003	新竹園區	5 (1,0,1,3)	7 (1,2,3,1)	7 (1,0,6,0)	6 (1,1,4,0)	7 (5,1,1,0)	32 (9,4,15,4)
	台南園區	6 (0,2,4,0)	2 (0,1,1,0)	5 (1,4,0,0)	2 (0,2,0,0)	5 (0,5,0,0)	20 (1,14,5,0)
2004	新竹園區	3 (0,1,2,0)	7 (1,0,6,0)	3 (0,1,2,0)	6 (0,2,4,0)	2 (0,2,0,0)	21 (1,6,14,0)
	台南園區	4 (0,1,3,0)	1 (1,0,0,0)	3 (1,2,0,0)	3 (1,2,0,0)	0	11 (3,5,3,0)
2005	新竹園區	3 (0,1,2,0)	4 (1,1,2,0)	3 (0,2,1,0)	10 (1,3,6,0)	0 (0,0,0,0)	20 (2,7,11,0)
	台南園區	2 (0,0,2,0)	2 (1,0,1,0)	0	6 (0,6,0,0)	0	10 (1,6,3,0)
	台中園區	1 (0,1,0,0)	0	1 (0,1,0,0)	9 (1,4,4,0)	0	11 (1,6,4,0)
2006	新竹園區	9 (7,0,2,0)	3 (1,0,2,0)	4 (1,1,2,0)	3 (1,2,0,0)	3 (2,1,0,0)	11 (9,2,0,0)
	台南園區	2 (1,0,1,0)	1 (0,0,1,0)	3 (1,2,0,0)	2 (0,1,1,0)	0	8 (2,3,3,0)

西元 年份	科學園區	電力系統	用戶	人為	天災	不明 原因	合計
	台中園區	0	2 (0,0,2,0)	1 (0,0,1,0)	3 (1,2,0,0)	0	6 (1,2,3,0)
2007	新竹園區	9 (7,0,2,0)	3 (1,0,2,0)	4 (1,1,2,0)	3 (1,2,0,0)	3 (2,1,0,0)	22 (12,4,6,0)
	台南園區	1 (0,1,0,0)	3 (2,0,1,0)	1 (0,0,1,0)	2 (1,0,1,0)	1 (0,1,0,0)	8 (3,2,3,0)
	台中園區	3 (0,0,3,0)	0	0	12 (4,1,7,0)	1 (0,1,0,0)	16 (4,2,10,0)
2008	新竹園區	11 (9,1,1,0)	12 (5,0,7,0)	2 (1,0,1,0)	1 (0,1,0,0)	0 (0,0,0,0)	26 (15,2,9,0)
	台南園區	1 (0,1,0,0)	3 (2,0,1,0)	1 (0,0,1,0)	2 (1,0,1,0)	1 (0,1,0,0)	8 (3,2,3,0)
	台中園區	2 (0,1,1,0)	0	1 (0,1,0,0)	3 (1,1,0,1)	0	6 (1,3,1,1)
2009	新竹園區	4 (2,0,2,0)	9 (4,0,5,0)	1 (0,0,1,0)	0 (0,0,0,0)	0 (0,0,0,0)	14 (6,0,8,0)
	台南園區	2 (0,0,2,0)	1 (0,1,0,0)	0	0	0	3 (0,1,2,0)
	台中	2 (0,1,1,0)	1 (1,0,0,0)	2 (1,0,1,0)	0	0	5 (2,1,2,0)

西元 年份	科學 園區	電力系統	用戶	人為	天災	不明 原因	合計
	園區						
2010	新竹 園區	1 (1,0,0,0)	3 (1,1,1,0)	3 (0,1,2,0)	4 (1,3,0,0)	0 (0,0,0,0)	11 (3,5,3,0)
	台南 園區	4 (1,2,1,0)	2 (1,0,1,0)	4 (4,0,0,0)	2 (2,0,0,0)	0	12 (8,2,2,0)
	台中 園區	0	5 (2,0,3,0)	0	2 (2,0,0,0)	0	7 (4,0,3,0)
小計	新竹 園區	37 (21,3,10,3)	50 (19,4,26,1)	26 (5,6,15,0)	31 (4,13,14,0)	13 (8,4,1,0)	157 (57,30,66,4)
	台南 園區	22 (2,6,14,0)	14 (5,2,7,0)	16 (7,8,1,0)	21 (4,13,4,0)	7 (0,7,0,0)	80 (18,36,26,0)
	台中 園區	8 (0,3,5,0)	8 (3,0,5,0)	5 (1,2,2,0)	29 (9,8,11,1)	1 (0,1,0,0)	51 (13,14,23,1)
%	新竹 園區	23.6%	31.8%	16.6%	19.7%	8.3%	100%
	台南 園區	27.5%	17.5%	20.0%	26.3%	8.7%	100%
	台中 園區	15.7%	15.7%	9.8%	56.8%	2.0%	100%

事件發生電壓等級分類統計分析

表 3-5 所示為台灣三大科學園區引起電壓驟降事件電壓等級分析。電壓驟降嚴重性分類為 A、B、C、D 類與表 3-2 相同，統計分析結果整理下列結論：

- (1) 三大科學園區引起電壓驟降事件電壓等級分布不同，新竹園區以配電等級，統計資料 60.5% 為首，其次 69kV 系統，反而 345kV 系統最低，主要原因為新竹園區係在傳統電力系統架構上進行園區相關電力設施的改善，另因用戶數較多形成輸配電線路散佈較廣所致。
- (2) 台南、台中園區壓降事件統計資料反而以 345kV 系統為首，發生佔比皆四成以上，其次 161kV 系統與配電級，反而 69kV 系統最低，台南、台中園區均為新規劃之園區，均建置一專屬超高壓變電所供應該區域之用電需求，導致相臨 345kV 輸電線路所引起之驟降事件較多。
- (3) 電壓驟降嚴重性之合計，表 3-3 與表 3-2 相同分布。
- (4) 分析 2003~2010 年，八年壓降事件分類統計發現新竹園區之事件數比台南、台中園區總合還多，主要原因為大部分科技廠集中在新竹園區。而台南園區又多於台中園區，與工廠數目有關[18,19,20]。

表 3-5 園區電壓驟降事件發生電壓等級分析

西元 年份	科學 園區	345KV	161KV	69KV	配電	合計
2003	新竹	0	6 (2,1,3,0)	13 (0,2,7,4)	13 (7,1,5,0)	32 (9,4,15,4)
	台南	7 (1,4,2,0)	4 (0,2,2,0)	0	9 (0,8,1,0)	20 (1,14,5,0)
2004	新竹	0	4 (0,3,1,0)	11 (0,2,9,0)	6 (1,1,4,0)	21 (1,6,14,0)
	台南	7 (0,4,3,0)	2 (1,1,0,0)	0	2 (2,0,0,0)	11 (3,5,3,0)
2005	新竹	0	4 (0,3,1,0)	6 (0,1,5,0)	10 (2,3,5,0)	20 (2,7,11,0)
	台南	6 (0,4,2,0)	2 (0,2,0,0)	0	2 (1,0,1,0)	10 (1,6,3,0)
	台中	2 (0,2,0,0)	9 (1,4,4,0)	0	0	11 (1,6,4,0)
2006	新竹	0	1 (0,1,0,0)	0	10 (9,1,0,0)	11 (9,2,0,0)
	台南	3 (2,1,0,0)	2 (0,1,1,0)	0	3 (0,1,2,0)	8 (2,3,3,0)
	台中	0	6 (1,2,3,0)	0	0	6 (1,2,3,0)
2007	新竹	2 (1,1,0,0)	4 (0,3,1,0)	0	16 (11,0,5,0)	22 (12,4,6,0)
	台南	4 (0,1,3,0)	2 (0,2,0,0)	0	2 (0,0,2,0)	8 (0,3,5,0)
	台中	12 (4,1,7,0)	3 (0,0,3,0)	0	1 (0,1,0,0)	16 (4,2,10,0)
2008	新竹	2 (0,2,0,0)	3 (0,0,3,0)	0	21 (15,0,6,0)	26 (15,2,9,0)
	台南	2 (1,0,1,0)	2 (0,2,0,0)	0	4 (2,0,2,0)	8 (3,2,3,0)
	台中	3 (1,2,0,0)	0	2 (0,0,1,1)	1 (0,1,0,0)	6 (1,3,1,1)
2009	新竹	1 (0,0,1,0)	0	0	13 (6,0,7,0)	14 (6,0,8,0)
	台南	1 (0,0,1,0)	2 (0,1,1,0)	0	0	3 (0,1,2,0)
	台中	2 (1,1,0,0)	1 (0,0,1,0)	0	2 (1,0,1,0)	5 (2,1,2,0)

西元 年份	科學 園區	345KV	161KV	69KV	配電	合計
2010	新竹	5 (1,4,0,0)	0	0	6 (2,1,3,0)	11 (3,5,3,0)
	台南	8 (6,2,0,0)	2 (0,0,2,0)	0	2 (2,0,0,0)	12 (8,2,2,0)
	台中	2 (2,0,0,0)	0	0	5 (2,0,3,0)	7 (4,0,3,0)
小計	新竹	10 (2,7,1,0)	22 (2,11,9,0)	30 (0,5,21,4)	95 (53,7,35,0)	157 (57,30,66,4)
	台南	38 (10,16,12,0)	18 (1,11,6,0)	0	24 (7,9,8,0)	80 (18,36,26,0)
	台中	21 (8,6,7,0)	19 (2,6,11,0)	2 (0,0,1,1)	9 (3,2,4,0)	51 (13,14,23,1)
%	新竹	6.4%	14.0%	19.1%	60.5%	100%
	台南	47.5%	22.5%	0%	30%	100%
	台中	41.2%	37.3%	3.9%	17.6%	100%

3.2.5 電壓驟降 SARFI 統計指標

壓驟降系統平均每年有效值(RMS)變動次數統計指標 (System Average RMS Variation Frequency Index - SARFI(V%))，為針對某特定地點或科學園區每年電壓驟降低於 V%之次數，SARFI(V%)公式定義如式(1)所示：

$$SARFI(V\%) = \frac{\sum N_i}{N_T} \quad (1)$$

V%：電壓有效值(RMS)變動門檻(Threshold)百分比

N_i：第 i 個事件低於變動門檻事件的用戶數

N_T：總用戶數

圖 3-8~3-10 所示為各科學園區引起電壓驟降事件 SEMI 標準指標之 SARFI(SEMI)各年度與累積統計指標分布走勢圖，圖 3-11 為全部園區 SARFI(SEMI)各年度與累積統計指標分布走勢圖，由年度走勢圖可清楚發現引起電壓驟降

事件有逐年明顯下降趨勢，主要為電力公司與用戶長年努力經營與改善成效[21,22,23]。

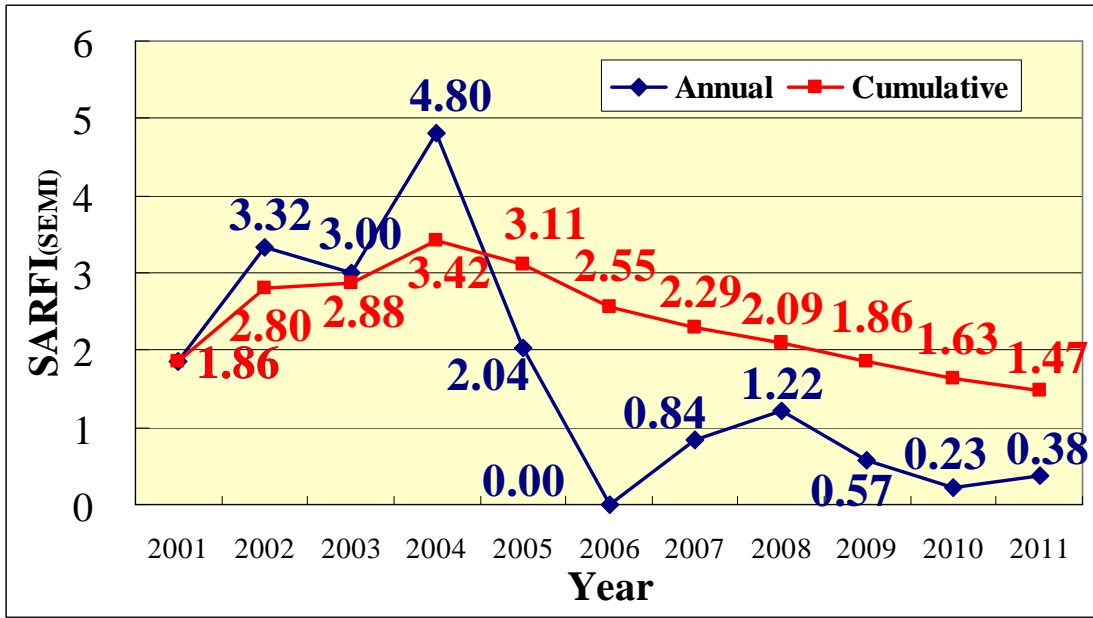


圖 3-8 新竹園區電壓驟降 SARFI_(SEMI)統計指標分布

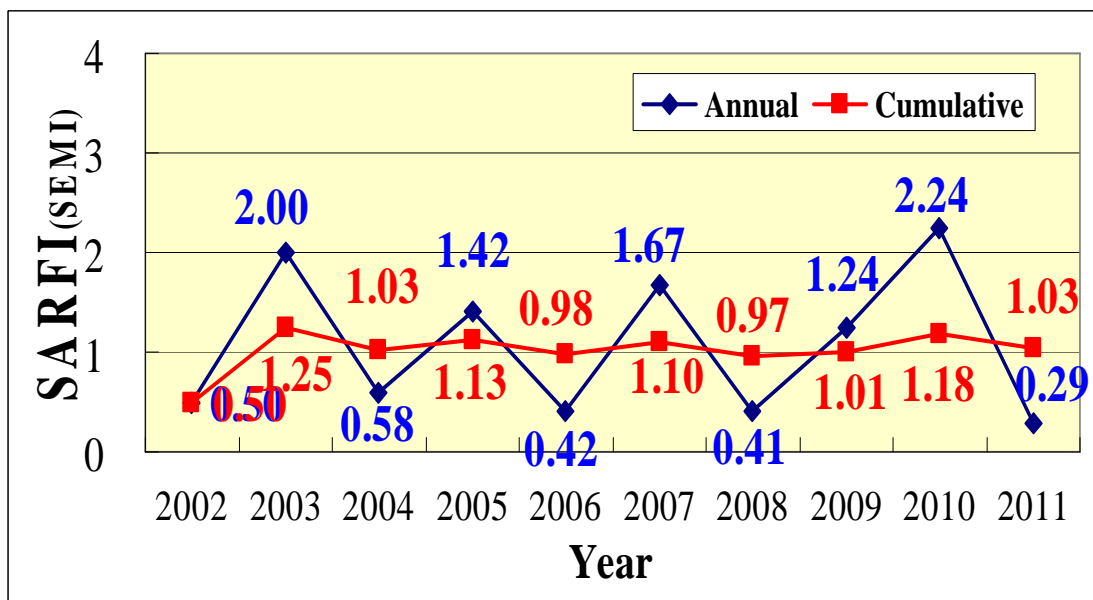


圖 3-9 台南園區電壓驟降 SARFI_(SEMI)統計指標分布

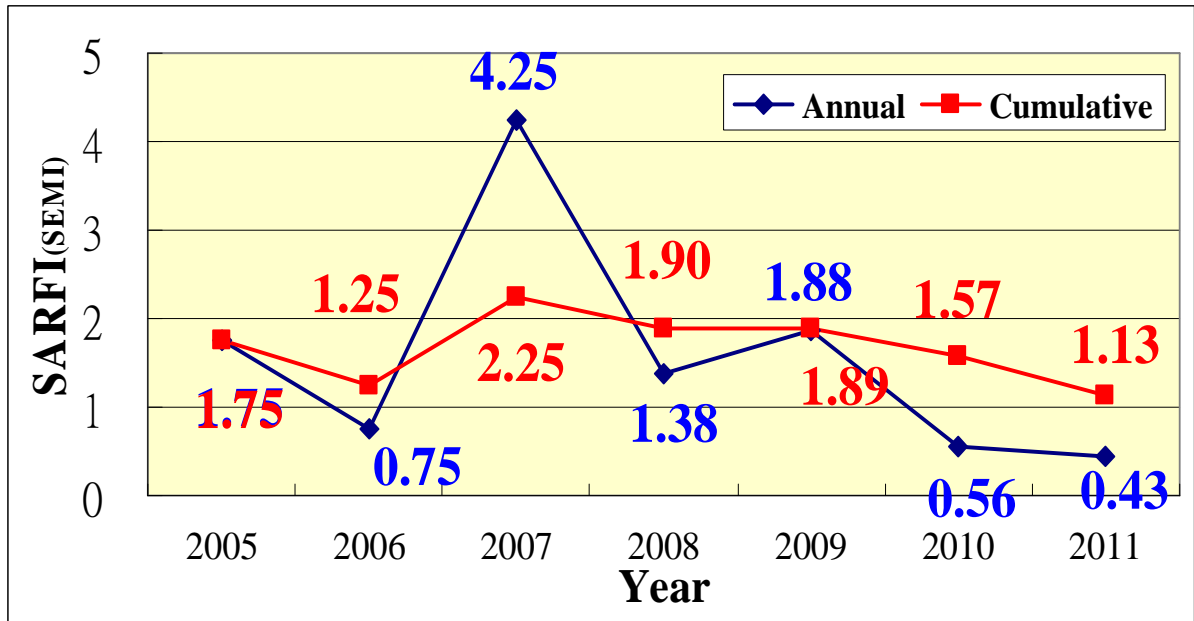


圖 3-10 台中園區電壓驟降 SARFI_(SEMI)統計指標分布

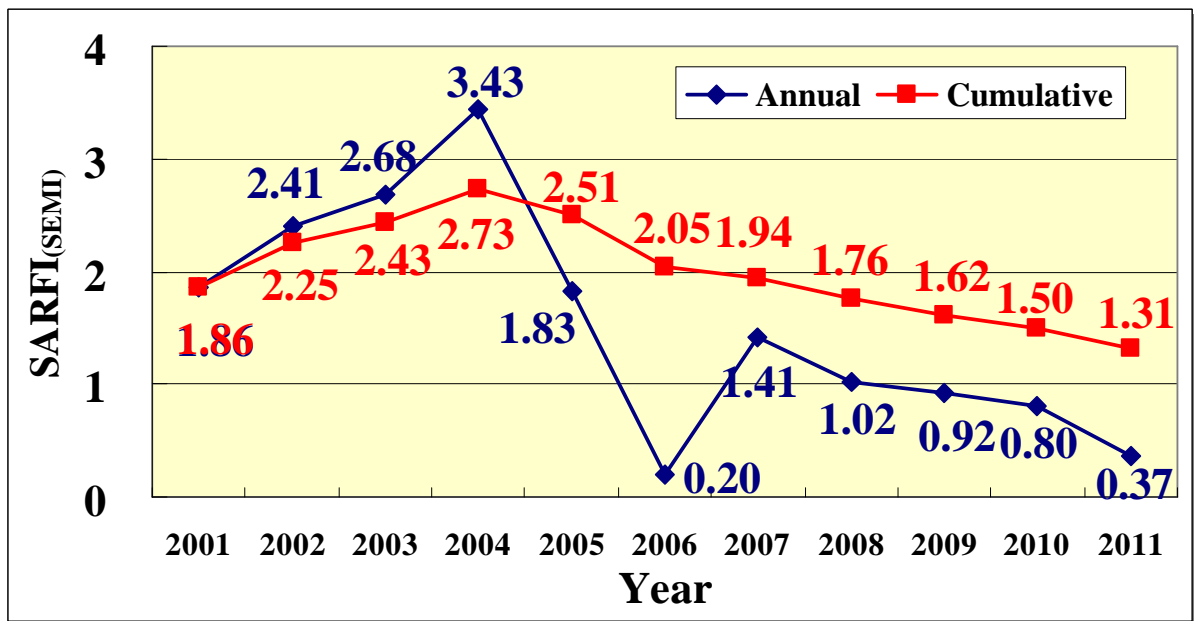


圖 3-11 全部園區電壓驟降 SARFI_(SEMI)統計指標分布

表 3-6 所示為電壓驟降國內外調查研究比較表，經由電壓驟降國內外調查研究比較，顯示國內電壓驟降發生統計指標優於加拿大電機協會、美國電力實驗室與美國電力研究院

所進行之電壓驟降調查研究統計指標，對國內業界是件很大的正面鼓勵[24]。

表 3-6 電壓驟降國內外調查研究比較表

區域	SARFI _(SEMI)	SARFI ₋₅₀	SARFI ₋₇₀	SARFI ₋₈₀	SARFI ₋₉₀
CEA	--	4.8	9.4	12	20.3
NPL	--	15.9	23.1	44.8	126.4
EPRI	--	7.9	16.1	29.1	70.8
新竹園區	1.63	1.80	3.15	5.33	11.19
台南園區	1.18	1.19	3.13	5.86	14.57
台中園區	1.57	2.08	4.76	6.84	15.10
全部園區	1.50	1.68	3.30	5.64	12.56

註：

1. CEA：加拿大電機協會 The Canadian Electrical Association (CEA) survey.-Three years, 550 sites for 25 days each.
2. NPL：美國電力實驗室 The National Power Laboratory (NPL) survey.-Five years, 130 sites, 1200 monitor months of data.
3. EPRI：美國電力研究院 The Electric Power Research Institute (EPRI) survey.-Two years, 277 sites, 5691 monitor months of data.
4. 全部科學園區：台電綜研所 The Taiwan Power Research Institute (TPRI) survey.全部科學園區，3~10 years, 98 sites, 529 monitor years of data。

3.2.6 精進作為

電壓驟降是指供電電壓瞬間低下，並於短時間內(可能是數毫秒)回復到原來的電壓大小。發生原因可能是台電公司或園區內外用戶供電設備遭受事故波及影響所產生的結

果。台電系統為全國連網，任何地點的供電事故，都會造成各地產業不同程度的電壓品質影響，但對大多數民生用電戶影響很小。台電公司辦理電壓驟降防範改善如下：

- (1) 宣導推動由台電與產業依據 SEMI F47 國際標準，共同努力改善電壓驟降問題。
- (2) 設置電壓驟降監測設備，以快速準確找出擾動源，提供用戶電力品質資訊，進一步釐清應屬台電或產業改善的適宜範疇。
- (3) 加強供電設備的維護、架空線地下化、配置快速保護電驛、調整系統電網結構、執行雷害與鹽霧害預防管理措施。
- (4) 建議用戶提昇機台與製程對電壓驟降之容忍度，可減少未來生產損失與改善投資。
- (5) 請管理單位協助管理區內各類工程施工時，注意輸電線路之安全，避免吊車等碰觸或挖損輸電線路之事故。

一般而言，電力公司致力於改善供電可靠度，用戶則致力於提高電壓驟降的免疫程度(各產業忍受程度不一)，最為經濟有效。供電品質改善非僅台電公司單方可解決，須台電、園區雙方共同努力。

3.2.7 結論與建議

結論

經統計分析台灣三大科學園區 2003~2010 年之壓降事件引起點與嚴重性分類，經由電壓驟降與歸類之分佈情形比較，並與國外研究機構電壓驟降調查結果比較，整理出下列幾點結論：

- (1) 台中園區因成立較晚，只有六年事件統計資料，新竹、台南科學園區有八年完整統計資料。
- (2) 主要電壓驟降事件引發點為用戶，其次為電力系統、天災與人為、不明原因。
- (3) 事件嚴重性，新竹園區集中在 A、C 類，台中集中在 C 類，台南園區集中在 B 類，D 類皆為最少。
- (4) 三大科學園區引起電壓驟降事件電壓等級分布不同，新竹園區以配電等級，統計資料 60.5% 為首，其次 69kV 系統，反而 345kV 系統較少，主要原因為新竹園區係在傳統電力系統架構上進行園區相關電力設施的改善，另因用戶數較多形成輸配電線路散佈較廣所致。台南、台中園區壓降事件統計資料反而以 345kV 系統為首，發生佔比皆四成以上，其次 161kV 系統與配電級，反而 69kV 系統最低，台南、台中園區均為新規劃之園區，均建置一專屬超高壓變電所供應該區域之用電需求，導致相臨 345kV 輸電線路所引起之驟降事件較多。
- (5) 分析 2003~2010 年八年壓降事件分類統計發現，新竹園區之事件數比台南、台中園區總合還多，主要原因為大部分科技廠集中在新竹園區。而台南園區又多於台中園區，與工廠數目有關。
- (6) 電壓驟降事件各年度與累積統計分布走勢圖，有明顯逐年下降趨勢，主要原因為電力公司與用戶長年改善的成果。
- (7) 經由電壓驟降國內外調查研究比較，顯示國內電壓驟降發生統計指標優於美國與加拿大，對國內業界是件很大的正面鼓勵。

建議

電壓驟降改善由用戶本身系統進行預防與改善最具

效率，但長期而言還是應從設備本身之耐受力徹底解決，要求新購之機器設備能符合 SEMI F47 之標準，對舊有之設備要求廠商改善，使其亦能符合 SEMI F47 標準，增加設備對電壓驟降的容忍度為最務實的作法。

參考文獻：

- [1] IEC 61000-2-8, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-8: Environment – Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement results.
- [2] IEEE Std 1159-2009, IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality.
- [3] IEEE Std 1100-1999, IEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment.
- [4] IEEE Std 446-1995(Orange Book), IEEE Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications.
- [5] ITI (CBEMA) Curve, 2000. ITIC publications are available from the Information Technology Industry Council (<http://www.itic.org>).
- [6] SEMI F42-0600, Test method for semiconductor processing equipment voltage sag immunity.
- [7] SEMI F49-0200: Guide for semiconductor factory systems voltage sag immunity.
- [8] SEMI F50-0200: Guide for electric utility voltage sag performance for semiconductor factories.
- [9] SEMI F47-0200, Provisional specification for semiconductor processing equipment voltage sag immunity, SEMI, September 1999.
- [10] SEMI F47-0706, Specification for semiconductor processing equipment voltage sag immunity, SEMI, 2006.

3.3 心得與建議：

3.3.1 大陸電動車營運模式，換電為主充電為輔

在本次技術研討會中，大陸亦發表多篇有關電動車充電及電動車營運相關論文，在電動車發展過程中，購置成本、續航力與充電時間長短是消費者所最為關注的問題，為消除大眾對購買電動車輛妥當性之疑慮，目前大陸針對電動車之發展策略是以換電為主、充電為輔為趨勢，並採電池租賃車電分離之銷售營運模式，由電池租賃、替換與充電服務公司建構智慧電動車輛服務平台，透過網際網路以電動車智慧管理系統掌握行駛電動車輛蓄電池的殘電量、剩餘可行駛公里數等電動車輛狀態資料，更結合衛星定位系統(GPS)、即時路況、替代道路、鄰近充電站位置、站內充電機使用狀態、充電價格、相關服務項目等資訊，為智慧電動車輛駕駛人自動規劃最佳的行駛路徑與充電計畫，提供友善、優質的使用環境，藉以提升民眾購買電動車輛的意願。

電動車具備慢速充電車輛與設備成本較低，對電網衝擊較小，但充電時間長，交通運輸與土地運用效率低，車輛的使用受到一定的限制；具備快速充電之車輛，則對電池使用壽命影響大，對充電的可靠性和安全性要求較高，電網與供電品質的衝擊也大；然以電池交換為主之電動車，在車輛設計與電池規格標準、可靠性與安全性方面的困難尚待突破。

為降低電動車購置成本、電池維護成本，延長電池壽命，並避免配電網無法承受大規模隨機充電負荷的瓶頸，因此大陸電動汽車能源供給模式策略以換電為主，充電為輔，並結合電池交換與充電設施建立充換電服務網路。

台灣於 99 年 4 月 30 日由行政院核定之智慧電動車發展策略與行動方案，主要在扶植國內電動車相關產業，並

結合車載資通訊發展，推動電動車相關之基礎建設，建構適宜之電動車使用環境，有關大陸相關標準與營運模式之發展值得政府及產業借鏡與持續關注。

3.3.2 善用智慧電網技術，建構多贏營運模式

電動汽車車載蓄電池的雙重屬性將成為智能電網的重要資源和技術應用對象，與智慧電網、智慧電表、Wi-Fi 網路、電力線載波、感測等技術與功能整合，以即時電價，進行電動車蓄電池能量回售至電網(V2G)或向電網購入電能(G2V)之需量反應應用，藉以達到削峰填谷紓緩用電尖離峰電力供需不平衡問題，為未來智慧電動汽車發展應用之趨勢。

目前，國內外智慧電網的建置，尚處示範推廣與摸索階段，技術標準的制定、測試平臺的建構、時間電價及需量反應等制度面的問題均待處理。在電動汽車方面仍有多項車載蓄電池相關技術，目前刻正研發、精進中，尚未臻成熟，如蓄電池的功率密度、能量密度、殘電量估測技術、蓄電池組(battery banks)間充放電平衡控制技術、回收再利用效益評估技術、故障電流估算與保護協調技術等而言，欲以回收電動車蓄電池做為電力系統之儲能設備，在控制與管理技術上亦待研發，尚無經濟效益可言，但應甚具應用潛力，值得再深入探究。電動車示範系統的建置、實測資料的取得及穩態與動態數學模型的建立應為首要完成的工作，方能期待進一步有效與普遍之應用。

電動汽車與智能電網的融合，可為電網和電動汽車用戶帶來更大收益，但需奠基在浮動電價基礎上，且電業須根據市場機制適時反映燃料成本；在用戶方面，利用峰谷分時電價降低充電成本、利用智能充電服務網路優化充電行為達到高效便捷的充電服務、利用為電網提供輔助服務

增加額外收入；在電網方面，可減小配電網路過載提高供電可靠性，避免配電網路改造或降低改造成本、削峰填谷改善電網運行效率等。如何善用智慧電網技術與電動汽車的雙重屬性，進而建構多贏營運模式為未來研究之重點。然有關智慧電網之推動，應以財務面及技術面，審慎評估其投資規模之妥適性及對電力公司自身之成本效益。

3.3.3 電動汽車與電網通訊標準之訂定

要將電動汽車車載電池成為智慧電網的分散儲能單元，需奠基在電網和電動汽車信息雙向流通的基礎上，進而實現電動汽車和電網的雙向能量流動，達到削峰填谷、微網應用、調頻輔助服務、促進可再生能源接入等，為電網和電動汽車用戶帶來更大收益。

國際有關電動汽車與電網通訊標準目前亦正在加緊研議中；如 ISO IEC 聯合工作組電動汽車與電網通訊之 ISO 15118 系列標準草案；美國汽車工程師協會正在制定的 SAE J2847、SAE J2836、SAE J2931 等電動汽車與電網通訊系列標準及 SAE J2293、SAE J2758 等電動汽車與電網的能量傳輸系列標準；另大陸亦在進行『電動汽車車載充電機與交流充電樁通訊協議』之 GB 國家標準。

上述標準主要建構在電動汽車與電網的雙向互動，從能量與信息的交換訂定標準。如何在智慧電網架構下，訂定符合未來智慧電網與電動汽車之能量與信息的交換標準，為一急需克服的重要課題。

惟在充電設施設備標準、充電站設計規範、工程驗收標準等相關領域，應考慮充電設施的運轉對電網產生電壓變動與諧波污染的規範。更應建立充電設施併網檢測標準，實施併網檢測，從源頭進行電力品質的把關工作，促進充

電設施建設與電網建設相協調。

3.3.4 再生能源整合智慧電網及儲能系統應用

各國或地區因面臨之能源情況與電網條件不同，所規劃之智慧電網內容也有所差異，惟一般短期推動計畫皆以配電自動化、智慧型電表基礎建設 (AMI)，及導入分散式能源，提供電網與用戶的雙向互動機制，引導用戶節約能源，降低尖峰負載。長期發展，以本公司而言，為提高再生能源併網占比、提升發電廠運轉效率與可靠度、提高輸電效率及增加輸電安全、提升配電安全與效能及強化分散式能源整合、用戶/終端資訊建設及前瞻用戶服務規劃。

本次研討會在再生能源之整合與儲能系統應用亦有幾篇論文發表，美國智慧電網計畫已將再生能源整合電網及儲能系統應用，分別列為其六大領域之一。儲能系統加入系統有助能於減緩再生能源對系統之衝擊，惟目前儲能系統之建置成本高，在投資成本效益之考慮下，仍無法有效與再生能源整合應用。然在全球暖化、二氧化碳減排之壓力下，再生能源佔比勢必與日俱增，如何兼顧系統運轉安全，增加系統再生能源佔比，進而訂定各種系統狀況下，各區域之再生能源容許上限；當大量再生能源加入系統時之運轉調度策略為何；再生能源擴增之費率影響；再生能源擴增之電力品質影響及改善策略；建立再生能源系統分析工具；利用相量量測單元(PMU)增進系統再生能源增加的運轉可靠性等議題，值得進一步探討與研究，以因應未來再生能源之發展。

4. 論文發表

4.1 中英文題目：

Detection and Pattern Recognition for Partial Discharge in Power Transmission Cable

輸電電纜局部放電檢測與圖譜辨識

4.2 摘要

本報告針對 69 kV 與 161 kV 之輸電電纜局部放電檢測，探討在不同線路環境下的實際檢測結果，藉以評估送電中輸電線路之絕緣狀況，並且在含有雜訊干擾的環境中檢測，提出有效的檢測流程與方法。

為克服輸電電纜線路在不同的環境下，可能存在不同訊號干擾源，本研究利用電纜三相電壓振幅與訊號出現時間及集中區域等關聯性作為辨識基礎，提出檢測判斷的方法。研究中，根據局部放電之電氣訊號特性，分析外部與內部訊號彼此之差異，利用圖譜辨識技術，提高準確度。實際檢測過程以電氣特性檢測法為主，以非電氣特性檢測法為輔，藉由比較兩者結果，評估電纜接續與電纜終端之絕緣狀況。最後，藉由多組不同環境下的局部放電訊號檢測結果，彙整各環境下的檢測重點，擬定出實際的檢測流程，以評估電纜絕緣劣化情形。

4.3 簡介與出國目的

台灣早期輸電線路以架空線路作為主要架構，隨著整體經濟發展與民情需要，電纜線路系統有逐漸取代架空線路系統之趨向。但是，在電纜線路之構造特性下，架空線路的維護經驗並無法適用於輸電電纜線路，並且無法如同架空線路

巡檢等觀察程序，藉由外部瞭解目前線路的供電狀況是否有潛在的問題。

近年來，輸電電纜線路相較於架空輸電線路，事故比例明顯有成長的趨勢。無法預期的電纜絕緣崩潰所導致的供電中斷，造成龐大的營運損失，並且嚴重影響電力事業之整體形象。因此輸電電纜從業人員逐漸瞭解，如何有效評估供電中電纜絕緣狀況，對於整體供電品質有著極大的影響。但是，除了現有一般電纜維護程序之外，是否可以利用更主動的方式來瞭解線路供電狀況，並且擬定處理程序在事故發生之前提前處置，藉以提高供電穩定度。因此有關電纜相關的研究領域中，絕緣狀況評估逐漸成為主要的關切議題，必須探討如何瞭解送電中電纜的供電狀況，藉此降低絕緣破壞的事故發生。

局部放電檢測最大的價值是在平時維護程序中能夠發現異常狀況提前處置，才可藉此降低營運損失與提高供電品質。因此，基於上述論點，本文試著研究如何利用現今主要的檢測設備，實際量測輸電電纜線路，彙整檢測過程中可能遭遇的問題，並且擬出可行的檢測程序，以利局部放電研究之前端設備開發者以及在局部放電相關研究領域上，提供實測數據以利後續研究。

4.4 報告內容

4.4.1 案例一分析過程

因應現場實際狀況，設備架設於戶外終端電纜台架下方之 SB-1 接地線引出位置進行檢測，首先選擇 2 MHz 作為檢測的中心頻率，而因為開放空間的雜訊皆被感測器接收，因此訊號間彼此覆蓋，且訊號的強度超過 1000 pC 以上，導致檢測之圖形無判讀的價值。

為瞭解決上述檢測上的困擾必須提高檢測頻率避開大多數的雜訊。因此本線路所選用的測試頻率中心為 8 MHz，並且選擇 1 MHz 頻寬進行檢測。圖 4-1 為檢測設備收到為期五分鐘的累積訊號以及各相的最大訊號量，依圖表由上而下依序 T、S 以及 R 相訊號，並且利用電流勾表截取 T 相作為參考相位。

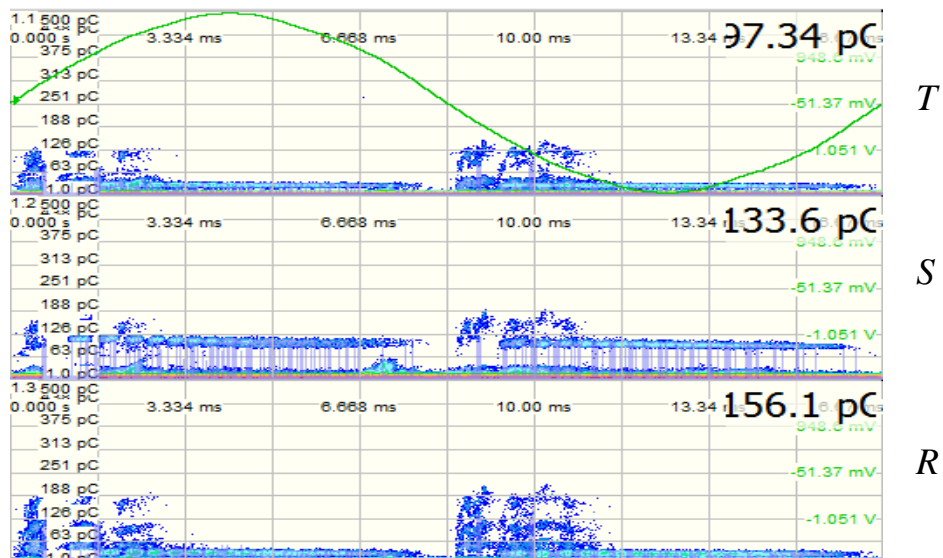


圖 4-1 8 MHz 之原始訊號

將所收集的圖形進行三相振幅的比對，如圖 4-2 所示。從圖中可觀察到四個主要的訊號來源，分別依四個訊號源，框選各訊號獨立分析是否有屬於電纜內部產生的局部放電訊號。

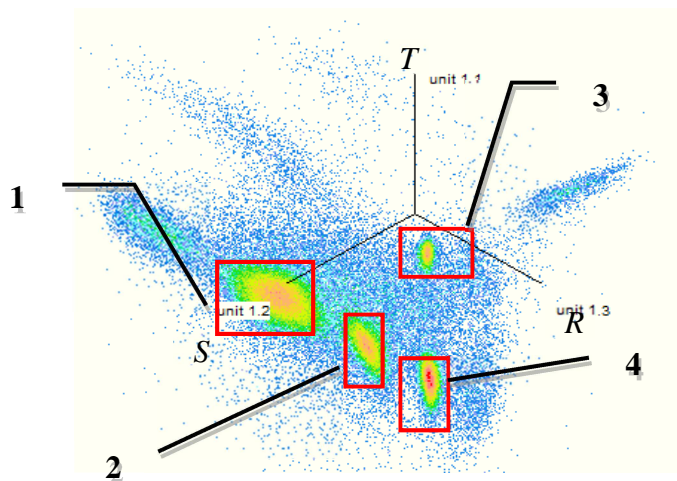


圖 4-2 三相振幅關係

圖 4-3 為第一組訊號源的電荷量與相位分佈狀況，藉由前章節的判讀經驗以及相位橢圓圖觀察訊號於 360° 相位差關係，可以瞭解此訊號為外部訊號，並非內部產生的局部放電訊號。

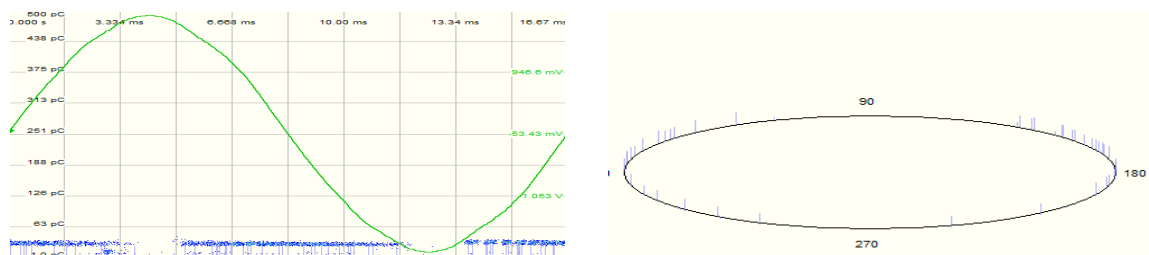


圖 4-3 第一組訊號之相位分佈

有關第二、三以及第四組訊號源，觀察電荷量與相位的分佈如圖 4-4、4-5 以及 4-6 所示，三組訊號出現的位置皆存在有 180° 的相位差，根據電纜放電判讀依據，必須選擇其他的檢測頻率再次觀察。但是在更換頻率中心的檢測結果發現訊號仍然存在，因此必須利用其他的時間點再次

檢測，瞭解同樣的位置是否仍然存在疑似內部產生的放電訊號。

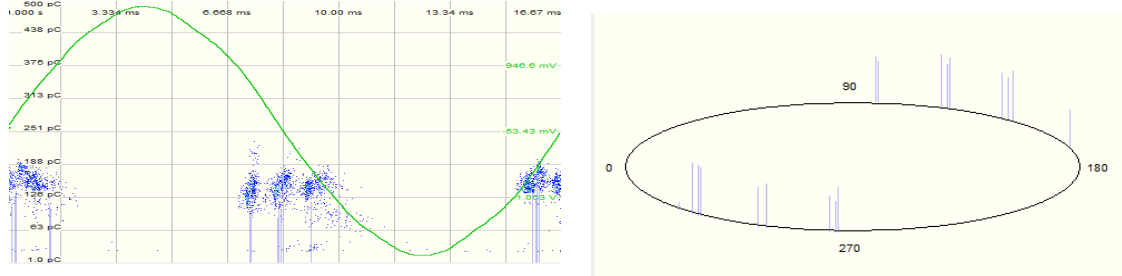


圖 4-4 第二組訊號之相位分佈

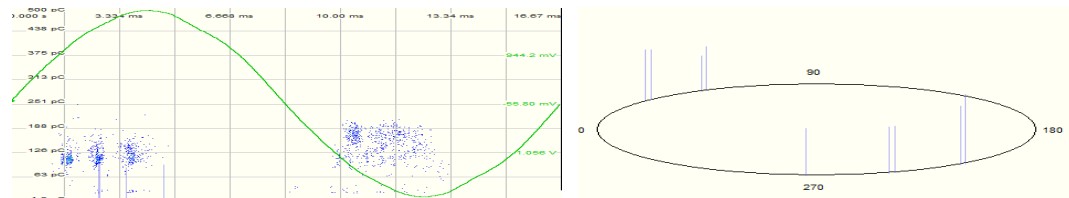


圖 4-5 第三組訊號之相位分佈

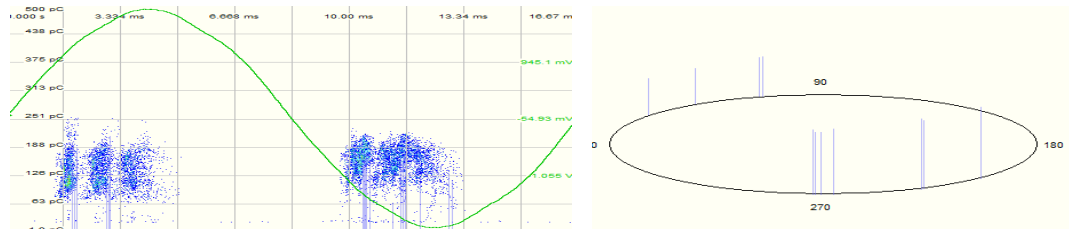
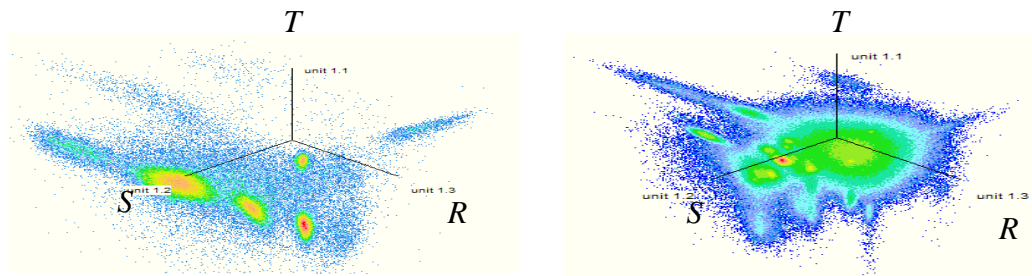


圖 4-6 第四組訊號之相位分佈

除了上述三組訊號每秒的出現次數並不完全符合局部放電基本原則外，在日後所作的第二次檢測當中，與第一次檢測的三相振幅關係圖比較如圖 4-7 所示。觀察兩次檢測的差異，在同樣的檢測頻率與頻寬以及相同的架設方式下，所觀察到的訊號已經改變，並且進一步分析第二次檢測各主要訊號來源，並沒有再次發生同樣疑似存在 180°

相位差的訊號，因此判定此電纜目前並沒有局部放電的現象。



民國 98 年 4 月 6 日

民國 98 年 5 月 10 日

圖 4-7 不同時間點之三相振幅關係

4.4.2 案例二分析過程

在同一變電所內，利用前述同樣的檢測技巧，同樣針對充油電纜進行檢測。本線路所選用的測試頻率中心為 8 MHz，並且選擇 1 MHz 頻寬進行檢測。圖 4-8 為檢測設備收到為期五分鐘的累積訊號以及各相的最大訊號量，依圖表由上而下依序為 T、S 以及 R 相訊號，並且利用電流勾表截取 T 相為參考相位

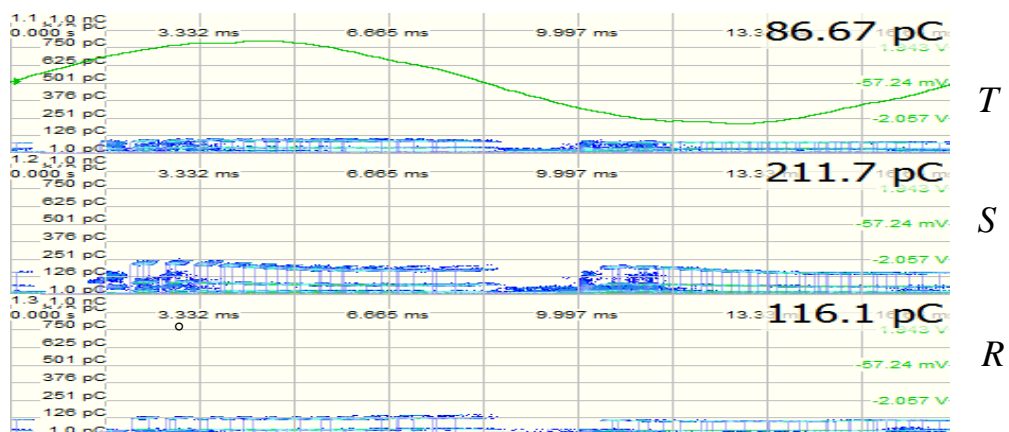


圖 4-8 原始訊號

將所收集的圖形進行三相振幅的比對，如圖 4-9 所示。從圖中可觀察到數個主要的訊號來源，分別依主要訊號源框選各訊號獨立分析訊號是否有存在電纜內部產生的局部放電訊號。

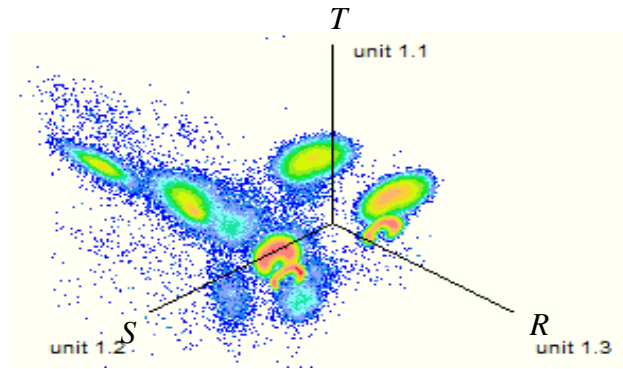


圖 4-9 2 三相振幅關係

依據相同檢測技巧，同樣針對各個主要訊號源進行分析，檢測結果並沒有發現異常的可疑訊號。針對屋外式變電所電纜終端檢測，包含上述兩個線路，在此變電所內其餘戶外電纜終端，在實際的量測結果當中，並沒有發現可疑的訊號值得進一步討論。

4.4.3 案例三分析過程

此線路所選用的測試頻率中心為 5 MHz，並且選擇 1 MHz 頻寬進行檢測。圖 4-10 為檢測設備收到為期兩分鐘的累積訊號以及各相的最大訊號量，依圖表由上而下依序為 S、R 以及 T 相訊號，並且利用電流勾表截取 S 相為參考相位。

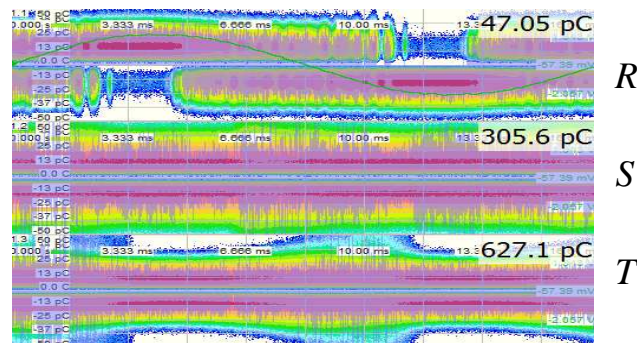


圖 4-10 原始訊號

從原始訊號可以瞭解，各相訊號間並無太大關連性，在確認三相模組光纖連接與校正程序並無錯誤的情況下，為了能夠使訊號單純化，將檢測中心頻率提高至 8 MHz 作觀察。

圖 4-11 為在中心頻率 8 MHz 的三相振幅關係，利用前述檢測技巧選取兩個主要訊號源進行觀察。但是，在檢測頻率提高至 8 MHz 後，各相訊號之間仍然非常凌亂並且訊號間覆蓋狀況嚴重，因此並不容易瞭解三相電纜的訊號分佈情況。為了避免在各相背景值內存在有可觀察的局部放電訊號，必須進一步辨析覆蓋嚴重區域內訊號與相位的關係。

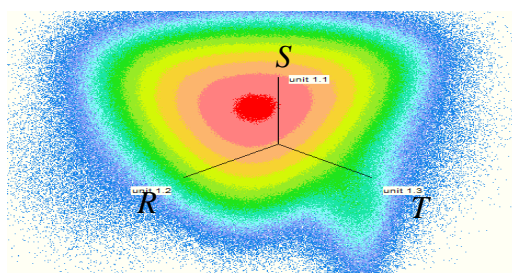


圖 4-11 三相振幅關係

為了釐清雜訊覆蓋嚴重區域內之訊號分佈，利用相角、電荷量以及每秒脈衝數之三維關係進行觀察。圖 4-12 為各相的訊號分佈狀況以及針對每秒脈衝數集中區域，利用三維關係進行比對之圖譜。從圖中觀察到 S 相存在一組 180° 相位差關係的訊號，並且在不同測量時間點仍有上述的訊號存在。有關 T 相訊號藉由局部放電訊號基本原則評估並不屬於內部放電，因此無需特別關切。

本案電纜連接站為充油電纜，為了瞭解目前的檢測結果是否為內部產生的局部放電訊號，必須另外安排時間將油體送檢，並且使用其他的檢測設備再次進行評估。

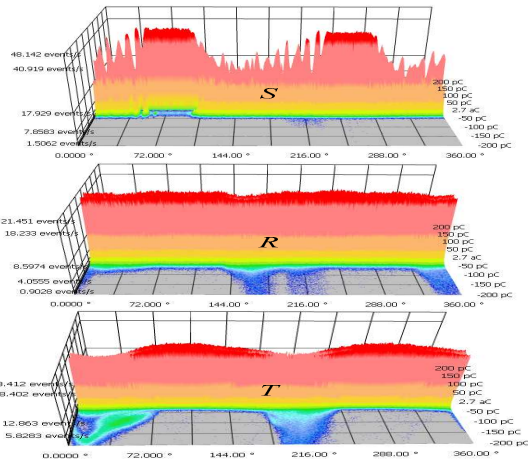


圖 4-102 訊號覆蓋嚴重區域之相位分佈狀況

電力設備內部故障之早期，通常先有絕緣油或固體絕緣物之局部加熱，使有機物熱分解因此出現障氣。障氣為可燃性氣體成份之總稱，一般有氫氣、甲烷以及乙炔等氣體。可燃性氣體的總量與各成份氣體含量以及增加傾向的研判，可作為判讀是否有電弧放電或局部放電的參考依據。表 4-1 為本線路之 S 相歷次的油體分析資料，且民國 98 年度第一次起，為發現異常訊號後的後續追蹤情形。針對充油電纜主要的關切目標為乙炔與氫氣的含量，當乙炔或氫氣含量增加則有可能內部有電弧放電或者局部放電的現象，並且必須配合其他數據之量值，判斷該次檢測是否有取油瑕疵導致資料異常。在民國 97 年之例行檢測資料中發現 S 相油中並沒有乙炔含量的問題。但是，藉由局部放電檢測發現異常訊號後的油體分析資料，發現乙炔含量有上升的狀況並且氫氣含量也有過高的情形。雖然在第四次的油體分析結果乙炔含量下降，但是，觀察民國 99 年第一次的檢測結果中的氧氣含量明顯有偏高的情形，極有可能為取油過程不慎造成油體混雜環境氣體成份，並且上述的瑕疵也可能造成氫氣含量明顯下降的主要原因。因此在民國 99 年第一次的檢測資料並沒有太多的參考價值，必須再藉由

其他時間點進行採樣分析。從民國 98 年第一次與第二次的油體分析之乙炔與氫氣之異常變化，這樣的分析結果與前次的局部放電檢測所疑似異常的訊號來源為同一相，為了評估目前檢測結果的正確性，必須再次使用第二組電氣特性的局部放電檢測設備進行評估。

表 4-1 S 相之油體分析結果

採樣日期	民國 99 年 (1)	民國 98 年 (2)	民國 98 年 (1)	民國 97 年
氧氣	23696	5384	1912	4100
氮氣	79583	23515	8547	18884
二氧化碳	162	74	69	76
一氧化碳	21	21	20	26
氫氣	49	147	147	30
甲烷	34	28	22	37
乙烷	10.5	12	13	13
乙烯	107	93	83	143
乙炔	27.8	59.5	54.9	-
可燃性氣體總量	249	361	340	520
試驗方法：ASTM D3612，檢測單位：ppmv				

依目前本文所使用的電氣特性局部放電檢測法，皆將測試頻率停留在 1 MHz 至 10 MHz 之間，試著在眾多環境訊號中釐清放電訊號。在國外局部放電研究文獻中，有提出利用局部放電零點交越的原理比對相位關係，作為區分外部干擾與內部局部放電訊號之依據。但是，於實驗室內利用針狀電極在開路的情況下逐步加壓，瞭解檢測設備收

集之訊號所呈現的相位與振幅關係，針對輸電電纜檢測上，實際驗證資料仍略嫌不足。因此利用相位關係直接定義訊號的類別，在本文目前研究進度仍無法找到既有局部放電現象電纜情況下，並不妥當利用上述的方法直接判斷訊號的類別。因此有關相位分辨技巧仍需仰賴更多的實際案例，才可評估上述方法利用於輸電電纜檢測上實際的佐證價值。

除了利用相位判斷訊號的類別，另一個有效方式為將檢測頻率範圍提高至超高頻範圍進行檢測，藉以避開大部份的干擾訊號。圖 4-13 為本線路檢測環境的訊號頻譜，可以瞭解主要的訊號都落在 30 MHz 以下，因此在利用 VHF 設備進行檢測時，外部訊號干擾嚴重並且容易擷取到類似內部放電的外部干擾訊號。

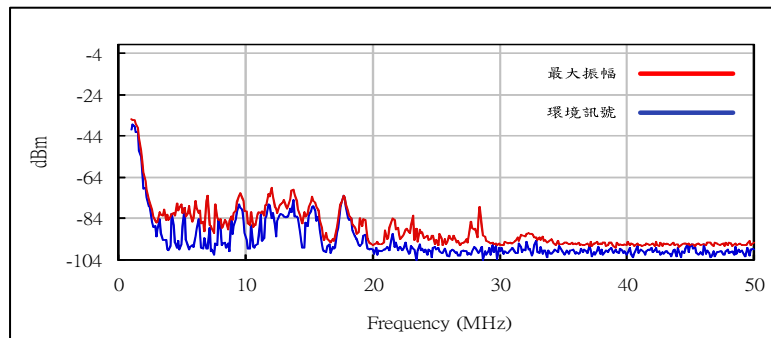


圖 4-13 檢測現場之環境訊號

有鑑於上述背景訊號在各頻率範圍內特性，利用一組全頻式的感測器，訊號接收範圍為 0.5 MHz 至 1.5 GHz 之間，將感測器架設在電纜終端下方之接地線引出點位置進行訊號的收集。利用感測器接收 1.5 GHz 以下訊號，並且利用濾波器選擇適當的檢測頻率範圍進行檢測。主要的診斷對策為以 50 MHz 為單位逐步增加濾除之範圍，並且觀察訊號整體活動量，選擇易於觀察且整體訊號不完全被濾除的情

況下進行判讀。

將檢測頻率提高避開雜訊，觀察放電訊號在更高頻率範圍內是否仍然存在，為目前市場上被廣為討論的檢測技巧。但是，隨著檢測頻率提升造成感測器靈敏度衰減，並且檢測設備所收集的訊號範圍距離也隨之下降。依實際的檢測經驗，觀察頻率範圍至 300 MHz 之上，此區域內訊號衰降量大並且感測器所能評估的訊號範圍衰退嚴重，整體訊號圖譜活動量極低。在 161 kV 以上之電纜終端長度約在三公尺以上，恐無法得到客觀的檢測圖譜。有鑑於此，依目前的超高頻電氣特性檢測經驗，觀察 150 MHz 以下訊號為較客觀且普遍的作法。

藉由第二組電氣特性之檢測設備，其檢測結果在各相間並沒有發現第一組電氣特性檢測設備上所觀察到的疑似放電訊號。評估目前的檢測結果可能的原因有以下兩點。

第一個可能原因為，在 VHF 所觀察到的疑似放電訊號，屬於長時間存在於線路環境當中的背景訊號，隨著觀察頻率的提升，離開了背景訊號存在的頻率範圍，因此無法在 150 MHz 以上頻率被檢測。局部放電訊號所存在的頻率範圍極為廣泛，理當在上述頻率範圍內仍然可以被感測器接收，因此疑似的放電訊並不屬於電纜內部產生的局部放電訊號，對於輸電電纜並無立即的危害。

第二個可能原因為，先前所觀察到的訊號極有可能為充油電纜內部絕緣油在過往的維護程序或取油過程不慎，導致空氣混入油體內所形成之空洞的放電現象，並且放電現象所形成之障氣，存在於絕緣油體中造成油中氣體分析出現異常。在充油電纜之構造特性，隨著溫度變化電纜內部油體因此擠壓流動，上述的缺陷充油電纜有能力自行修復，並不會危害到整體的供電穩定性。

依目前本文的研究進度，只能靠日後定期的維護再次

評估電纜的絕緣狀況，無法再進一步深入瞭解。但是，整體的檢測資料對於日後的局部放電檢測仍有很大的參考價值。依據本文檢測過程，針對所有檢測目標中，並且將本文檢測流程整理於圖 4-14 說明。

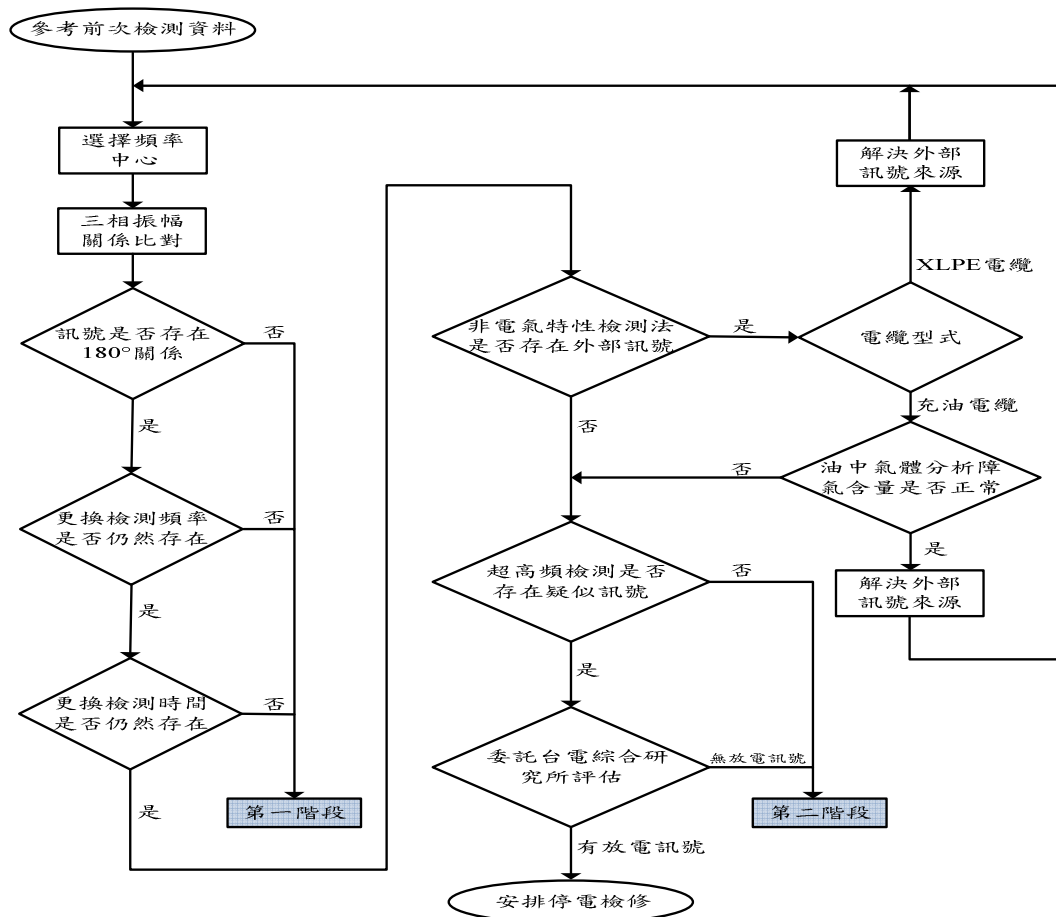


圖 4-14 局部放電檢測流程

在數次的檢測結果中，利用圖 4-14 所示的分類階段，將線路歸類兩種主要維護等級。檢測結果在基本相位關係比對之後，於不同的檢測頻率以及不同時間點檢測，皆無明顯局部放電訊號之特徵，則將上述結果之線路歸類於第一階段。此分類的線路只需根據所擬定的維護時程持續觀察即可，並無立即性的絕緣破壞疑慮。

相較於第二階段，在不同的檢測時間出現同樣的疑似訊號，並且利用非電氣特性檢測排除了環境的可能訊號或者在氣體分析出現異常後，依現階段的檢測判讀依據為合理懷疑之異常線路，且屬於絕緣狀態評估不明確之階段。因此必須縮短下次的檢測時程，相較於第一階段之檢測等級，必須更審慎的評估與持續觀察。

4.5 心得與建議

本文提出將現今主要的局部電檢測技術，實際應用於輸電電纜線路之絕緣狀態評估。以電氣特性檢測法為基礎並且配合非電氣檢測法進行分析。在以台電公司營運區處之維護立場，試著將局部放電檢測併入例行維護工作當中，並且彙整檢測過程重點，最後擬出針對輸電電纜局部放電檢測之可行檢測流程。

本文在實測當中，實際瞭解到局部放電檢測應用於輸電電纜之困難性與判讀之不確定性。在測試目標無已知絕緣劣化電纜可利於評估以及無過往檢測資料作為佐證之情況下，整體的檢測過程不僅程序繁瑣並且必須耗費相當大的人力成本與檢測時間。但是，倘若藉由歷次檢測資料的分析，仍可建立起完整之資料庫，藉此提供輸電電纜從業人員一個有效的絕緣狀態評估參考。

茲將本文所提出的檢測流程之研究總結歸納如下：

- (1) 電氣特性檢測之兩種主要的檢測方式，操作頻率各自有檢測特點與缺點。在高干擾的檢測環境中，必須互相比對分析，無法利用單一特性檢測結果判斷絕緣等級。
- (2) 非電氣檢測法實際利用於輸電等級電纜，並不容易有效評估內部訊號並進行判讀。但是針對電纜環境周圍

電力設備訊號，如絕緣礙子或 GIS 等電氣設備，較為容易檢測出放電訊號並進一步處置。在利用非電氣檢測法排除非電纜本身之外部干擾後，可利於輸電電纜局部放電檢測的進行。

- (3) 油中氣體分析於檢測上容易在同一組線路之各取樣點同時發現障氣含量，並且在充油電纜油體擠壓特性下，分析檢測報告之放電位置常有移動且同時存在之情形。因此油中氣體分析屬於比對電氣特性檢測結果的參考項目，並沒有辦法如變壓器等其他含絕緣油體之電力設備，可直接作為絕緣狀態的判斷依據。

在本論文中，檢測架構在評估輸電電纜絕緣狀態方面提供有效的處理流程，但仍有許多必須改進與持續研究的課題，可供未來作為研究的目標與參考：

- (1) 本文所提出之第一階段維護等級，倘若在實際檢測資料的累積下配合外部訊號之相位特性進行分類，可利於排除屬於外部干擾的放電類型，縮減檢測流程以提升檢測效率。
- (2) 電氣特性檢測屬於針對電纜局部放電分析的主要檢測方式，本文所使用的兩種電氣特性檢測，倘若能夠將兩者設備進行系統整合並且提供全頻式感測器，在配合適當的外部訊號濾除技術下，可大幅提升檢測之精準度。
- (3) 局部放電檢測設備為技術密集之檢測產品，依目前台電公司各區輸電電纜數量規畫下，以營利公司之立場並沒有辦法應付完全委外檢測所帶來的龐大維護成本，因此掌握局放檢測設備之關鍵技術可大幅提升推廣局放檢測的實際效益。

4.6 附錄與參考文獻

- [1] L. Hao, P. L. Lewin, and S. J. Dodd, "Partial Discharge Source Characterization within an HV Cable Joint," in *Proc. ICSD. Conf.*, 2007, pp. 577-580.
- [2] P. Wagenaars, P. A. A. F. Wouters, P. C. J. M. van der Wielen, and E. F. Steennis, "Comparison of Arrival Time Estimation Methods for Partial Discharge Pulses in Power Cables," in *Proc. CMD. Conf.*, Apr. 2008, pp. 1162-1165.
- [3] J. C. Hernández-Mejía, R. Harley, N. Hampton, and R. Hartlein, "Characterization of Ageing for MV Power Cables Using Low Frequency $\tan\delta$ Diagnostic Measurements," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, Vol. 16, pp. 862-870, Jun. 2009.
- [4] J. C. Hernández-Mejía, J. Perkel, and R. Harley, "Correlation between $\tan \delta$ Diagnostic Measurements and Breakdown Performance at VLF for MV XLPE Cables," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, Vol. 16, pp. 162-170, Feb. 2009.
- [5] A. Ponniran and M. S. Kamarudin, "Study on the Performance of Underground XLPE Cables in Service Based on Tan Delta and Capacitance Measurements," in *Proc. PECon. Conf.*, Dec. 2008, pp. 39-43.
- [6] S. M. Tetrault, G. C. Stone, and H. G. Sedding, "Monitoring Partial Discharges on 4-kV Motor Windings," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, Vol. 35, pp. 682-688, May 1999.
- [7] J. Luo, H. Zhu, J. Feng, and J. Yuan, "Analysis of 3-D Partial Discharge Patterns in XLPE Power Cable Based on Fractal Theory," in *Proc. ELINSL. Conf.*, Apr. 2002, pp. 116-118.
- [8] J. S. Lee, J. Y. Koo, Y. S. Lim, J. T. Kim, and S. K. Lee, "An Analysis of the Partial Discharge Pattern Related to the Artificial Defects

Introduced at the Interface in XLPE Cable Joint Using Laboratory Model," in *Proc. CEIDP. Conf.*, Oct. 2002, pp. 482-485.

4.7 提問內容

【問題 1】本文所選用的檢測法，與傳統的檢測法差異為何？

本文所提之非傳統局部放電檢測法提高了檢測的靈敏度與濾除雜訊的能力。但是，本文介紹的各種方法目前並沒有公認的指導方針與規定，來說明何種高壓電氣設備適用哪一種檢測法。慣例的經驗法則與檢測技巧，只有在實際的檢測者提出的研究文獻中瞭解。國際標準 IEC 62478 雖已彙整目前市面上主要的非傳統檢測法的相關說明，但是實際使用上只能仰賴後端的測量者所累積的經驗，才能在各檢測目標內，擬出有效的檢測方式並進一步提高精準度。

表 4-2 彙整各檢測法主要數據。使用非傳統檢測，除了瞭解與傳統檢測法關聯性以及檢測設備規範，對於系統靈敏度與設備性能，則必須藉由實際操作才能降低使用上的錯誤與誤判。從表中可以瞭解，除了化學特性檢測，其餘檢測方式靈敏度皆可達到 10 微微庫倫(pC)左右，對於可能危害電纜的局部放電訊號理論上可輕易的檢測出訊號。但是，局部放電檢測困難度並不是在設備的靈敏度。主要關鍵在於局部放電訊號並不容易發生，並且環境訊號排除不易。

表 4-2 非傳統檢測法頻率主要範圍與靈敏度

檢測方式	檢測頻率	感測器頻率	靈敏度	定位
聲學	10-300 kHz	30-120 kHz	<10 pC	Yes
化學	-	-	-	No
高頻/特高頻	1 MHz-300 MHz	0.5 MHz-80 MHz	10 pC	No
超高頻	0.3 GHz-3 GHz	0.5 GHz-1.5 GHz	<10 pC	Yes

【問題 2】請問您報告內發現的電纜局部放電的類型可否更詳細分類?

輸電電纜於製造過程中，材料乾燥度不夠或加硫過程中溫度不完全，容易導致水份滲入產生空洞或雜質。缺陷與鄰近絕緣材質有著較低的絕緣破壞強度，因此久而形成樹枝狀分歧，有關上述的絕緣破壞現象稱之為水樹(Water Tree)破壞。至於在電纜接續或終端安裝過程中，因為施工者的不慎，造成絕緣材質受損，或因為導體接續上的瑕疵引發電場集中所產生的絕緣破壞現象，則稱之為電樹(Electrical Tree)破壞。水樹劣化樹狀空間的產生速度極為緩慢，並且不會有明顯的放電現象。近 20 年來國內電纜製造品質日趨穩定，在製造過程中的中間檢查，從銅導體伸線檢查開始至電纜全數檢驗程序，品質控管嚴格。因此由於水樹所導致的絕緣破壞現象已鮮少發生。相較於施工不慎所造成的絕緣破壞，雖然初期仍然很難檢測出放電現象，但是，一旦電樹生成則極有可能於短時間內產生放電現象並且進一步造成絕緣崩潰。針對水樹與電樹形成位置如圖 4-15 所示。

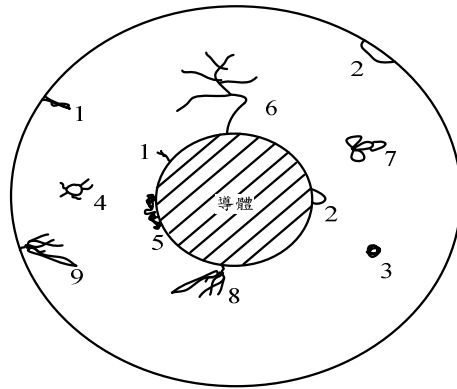


圖 4-15 電樹與水樹形成位置

以下進一步說明各編號位置之形成原因與狀況延伸：

- (1) 因施工不慎，絕緣層受損而引起之電樹。
- (2) 內外半導電層與絕緣層介面有空洞存在。
- (3) 絕緣層內含有空洞，尚未形成樹枝狀破壞現象。
- (4) 絕緣層內含有水份引起樹枝狀破壞現象，為(3)延伸狀況。
- (5) 製造過程三層壓出過程中內含有不純物。
- (6) 電樹，可能為施工不慎所造成，為(1)延伸狀況。
- (7) 水樹，又稱為蝴蝶結樹，為(3)延伸狀況。
- (8) 水樹，導體遮蔽層或內半導電層生長之空洞樹，為(2)延伸狀況。
- (9) 水樹，外半導電層生長之空洞樹，為(2)延伸狀況。

【問題 3】請問檢測過程中您如何定義電纜的局部放電，原理又為何？

局部放電為一種區域型電磁破壞現象，在高應力的電壓通路下，可能存在於固體與液體等絕緣材質的內部或表面，並且放電的脈衝訊號出現的時間通常遠小於 $1 \mu\text{s}$ 。根據國際標準 IEC 60270 對於局部放電定義為部份的電氣放電。當絕

緣體內部長期受電氣應力影響下，介於絕緣體橋接於導體間的跨接短路，所產生的一種放電現象。這樣的現象可能會發生於導體附近，也可能不會於導體附近發生，並且在電氣能量的釋放下，通常伴隨著聲音、光、熱等物理現象與化學變化。

電力設備在安裝過程中可能因組立的瑕疵，造成絕緣體內部產生空洞或雜質，上述的缺陷受電場影響加速游離，因此產生局部放電現象。絕緣體內部缺陷位置的介電常數比鄰近的絕緣材質來的低，當送電電壓達到一定等級，超過缺陷的擊穿電壓即開始引起局部放電。隨著局部放電能量的釋放，對於周遭的絕緣介質產生樹枝狀的破壞，情況持續惡化造成破壞範圍增大，就會造成電力設備的絕緣崩潰。

圖 4-16 假設一空洞存在於電纜絕緣體內部，藉此瞭解缺陷在電纜絕緣體內部放電的原理。當導體通過送電電壓 V_a ，藉由 C_d 與 C_f 的分壓，缺陷點感應了相較於送電電壓一微小電壓值 V_q ，隨著外加電壓 V_a 的上升到達了空洞兩端放電的臨界電壓 V_1 即開始放電，此時空洞兩端電壓隨即降至 V_2 ，上述的過程非常短暫，相較於 60 Hz 之正弦波圖形呈現直線狀，為一脈衝訊號。當空洞兩端電壓持續受到外加電壓影響，再次上升至 V_1 因此又出現放電現象，這樣的狀況在外加電壓正半週會出現數次的放電，並於絕緣材料兩端產生電流脈衝，如圖 4-17 所示。

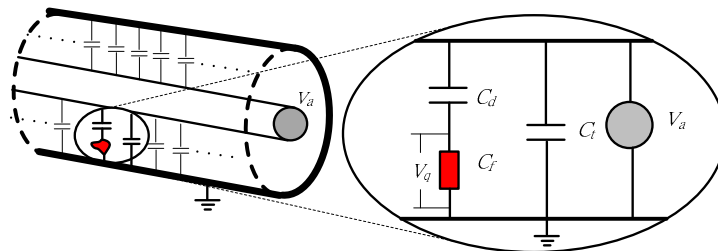


圖 4-16 高壓電纜內部缺陷與等效電路

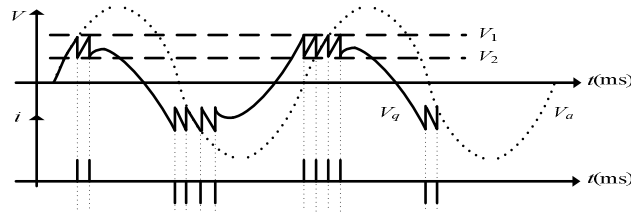


圖 4-17 局部放電過程示意圖[33]

5. 論文發表

5.1 中文題目：

應用 Google Maps 實現輸電線路雷擊事故資訊平台

5.2 摘要

輸電線路發生雷擊事故時，如何迅速尋找事故點，對於搶修人員而言是件極為沉重的負擔，因此，我們致力發展整合 Google Maps 電子地圖服務、落雷偵測系統、衛星定位系統、道路挖掘資訊網及電力調度監控系統，建置以 Web-based 的輸電線路雷擊事故資訊平台。當輸電線路發生跳脫事故時，搶修人員可透過本平台網頁查詢事故訊息，進而自動連結 Google Maps，即時顯示落雷點及發生事故線路鐵塔分佈，除可迅速判定是否為雷擊造成事故，更可定位雷擊事故點之塔號，大幅減少搶修人員搜尋時間，大幅縮短線路故障排除與復電之時間。同時系統可自動將道路挖掘位置與地下電纜管路套繪於 Google Maps，有效防止電纜被挖損事故發生。

更利用平板電腦內 3.5G 行動上網及衛星導航的功能，提供友善的人機介面，讓搶修人員在最快的時間得到最完整的事故資訊，快速到達事故定點。本文藉由實例應用說明本平台方便性與實用性。

5.3 簡介與出國目的

輸電線路事故肇因於雷擊、電纜挖損等原因，其中以雷擊事故為主要災害。一般輸電線路之長度可達數十公里以上，線路經過各式崎嶇偏僻地區。如遭遇線路事故，搶修人員不僅須沿線尋找故障點位置，甚至需逐一登上鐵塔檢視，不僅困難重重尚需耗費大量時間。

因此，如就經濟和電力品質觀點而論，如何能準確定位輸電線路故障點位置，便成為減少線路停電時間和降低經濟損失的最大關鍵。

近年有賴本公司光纖通訊網路建置完善，345kV、161kV 輸電線路保護電驛，均能搭配其故障定位功能，達到極高的定位準確率。惟線路中仍有諸多係屬架空與地下電纜線複接或線路三端架設等電網結構，電驛功能尚無法提供準確定位。尤其 69kV 輸電線路系統，鑒於數位測距電驛尚未全面安裝，線路事故發生時，維護人員僅能依經驗法則，對於雷擊發生率較高區域優先進行人力巡視，常常須大費周章尋找雷擊事故點。

其次，電纜線路維護人員每日須從「道路挖掘資訊網」網頁，逐區檢視轄內各道路管線單位施工位置及範圍，再以人工套繪管路圖資方式，判斷各電纜線路是否會抵觸道路挖掘施工而產生事故。由於逐區檢視之流程繁瑣耗時且人工套繪準確度不足，均會使巡視人員維護線路的負擔大增。

近年來地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)功能強大及衛星地位(Global Positioning System, GPS)準確度高。有鑒於此，本研究藉由網際網路及資料庫的技術，整合「Google Maps」、「道路挖掘資訊網」及本公司「落雷偵測系統」、「輸電線路衛星定位」及「電力調度監控系統」等五大系統，建置以 Web-based 的輸電線路雷擊事故資訊平台，簡化資訊服務的流程，提高資料之查詢效率。並提供使用者

一個友善的網際網路人機介面，將電力系統及輸電線路事故資訊具象化[1-2]，讓搶修人員在最快的時間得到最完整的事務資訊，同時可透過平板電腦 3.5G 行動上網進入本平台查詢，再整合平板電腦中衛星導航(GPS)的功能搭配道路行駛路徑規劃，並快速導引巡視人員到達優先巡視區。

將此平台應用於 69kV 線路事故以落雷中心(2km 內)範圍為『優先巡視區』機制，有助於快速發現被雷擊線路之故障點，可縮短線路停電時間，提高供電可靠度。

5.4 報告內容

本文的架構如下：第 5.4.1 節平台架構說明，第 5.4.2 節輸電線路地理資訊建置及各系統整合說明，第 5.4.3 節各項功能介紹，第 5.4.4 節以實例展現成果，最後是我們的具體效益及結論。

5.4.1 資訊平台架構

本輸電線路雷擊事故資訊平台建置於高雄區域調度中心報表伺服器，架構共包含落雷偵測系統、落雷資訊系統、Google Maps 地理資訊系統、電力調度監控系統、道路挖掘資訊網以及網際網路等(如圖 5-1 所示)，分別介紹如下。

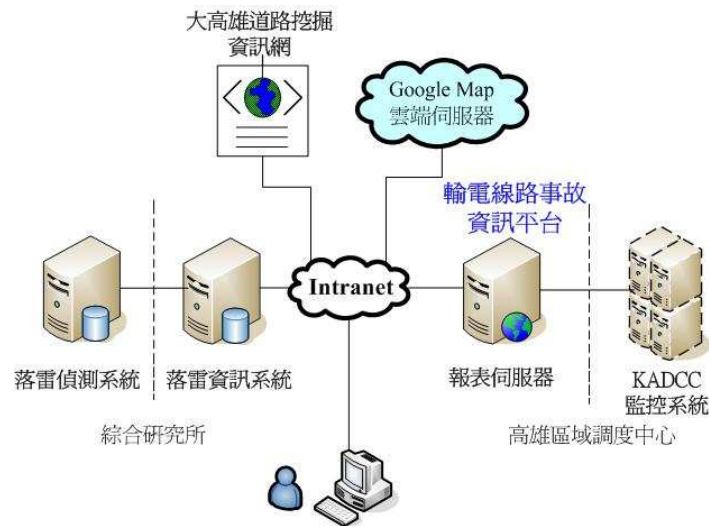


圖 5-1 輸電線路雷擊事故資訊平台架構

5.4.1.1 落雷偵測系統(Lighting Detection System)[3-5]

全台唯一落雷偵測系統為台電綜合研究所(Taiwan Power Research Institute, TPRI)於 2002 年 11 月完成「整合型閃電落雷偵測系統」(Total Lightning Detection System, TLDS)，此系統由 7 座閃電落雷偵測站所構成，偵測站分別設置於在鶯子嶺微波鐵塔塔頂、烏石鼻微波鐵塔塔頂、吉山微波鐵塔塔頂、鳳林微波鐵塔塔頂、獅子山微波鐵塔塔頂、及南科超高壓變電所與明潭發電廠的建物屋頂等。

7 座閃電落雷偵測站形成一個閃電落雷偵測網，可偵測全部雷雲放電現象，包括雷雲對雷雲放電(Intra Cloud, IC)與雷雲對地(Cloud to Ground, CG)放電現象，其資料型態又可區分為即時資料與分析資料兩種，對於電力、國防、航空、氣象、交通運輸等不同的客戶提供不同的使用需求服務。這個閃電落雷偵測網的平均偵測率大於 90%，偵測範圍超過直徑 700 公里，落雷偵測位置準確度小於 1 公里。

落雷偵測系統主要由方向偵測器(Direction Finder)、

位址分析器(Position Analyzer)及資料分析器等設備組成。方向偵測器裝設於7座閃電落雷偵測站，位址分析器裝設於綜研所高壓研究室，接收由各方向偵測器經通訊線路傳送來之原始落雷資訊後，計算落雷發生位置(經緯度)、電流峰值、極性與多重度，儲存於落雷系統主機。當落雷發生時，設置於高壓實驗室的落雷偵測系統，會將落雷相關資訊，儲存資料庫主機，透過綜合研究所內部乙太網路每一小時自動抓取落雷原始資料，儲存於位於台電綜合研究所落雷資訊系統。

5.4.1.2 Google Maps 地理資訊系統[6]

為了考量使用者的使用上實用性與方便性，我們選擇 Google Maps 作為開發的平台，因為 Google Maps 有詳盡的地理資訊、簡單又友善的操作介面、普遍性高、並可輕易的結合網路相關資訊。與以往輸電線路僅以紙本或 AutoCad 檔的呆版生硬呈現方式截然不同。

Google Maps API (Application Programming Interface, API)可讓您利用 JavaScript 將「Google 地圖」嵌入自己的網頁。這個 API 提供數個公用程式，可用於操控地圖，以及透過多種服務新增地圖內容，藉此協助您在網站上建立強大的地圖應用程式。

將「落雷」、「變電所」、「輸電線路」以不同的圖示呈現在 Google Maps 上，並搭配 Google Maps 多元及強大功能以獲得包含地圖、衛星空照、街景圖、地形圖等豐富的地理資訊。對於輸電線路的設計、維護及事故搶修有很大的助益。以 Google Maps 結合雷擊資訊及鐵塔衛星定位，透過地圖介面對雷擊資訊及輸電線路作存取與進行查詢的動作，增強了使用者輸電線路路徑與雷擊點的空間相關性概念。

5.4.1.3 電力調度監控系統(Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA)

當事故發生時，資訊末端設備(Remote Terminal Unit, RTU)蒐集變電所斷路器或保護電驛各種設備的狀態變化及數值，再經由通訊線路傳回給電力調度監控系統，經週期性啟動服務，將警報事件(Alarm Event)、順序事件(SOE)寫入位於高雄區域調度中心報表伺服器資料庫中[7]。

5.4.1.4 大高雄道路挖掘資訊網[8]

高雄市政府建置之「大高雄之道路挖掘資訊網」，藉由 Google Maps 介面提供大高雄民眾即時、完整性的道路挖掘資訊。民眾透過只要上網便可查詢高雄市各行政區最新道路挖掘位置及施工資訊，亦包括公路總局所轄管省道之挖掘資訊。該網頁內容為 XML(eXtensible Markup Language)語法編寫而成，道路挖掘位置以衛星座標設定。

輸電線路巡視人員每日從「道路挖掘資訊網」檢視各道路管線單位施工位置，再由人工套繪管路圖資，藉以判讀電纜是否會因道路挖掘而造成事故。此一人工方式套繪不僅流程繁瑣且其準確度亦差。

5.4.1.5 鐵塔座標系統建置

座標系統介紹：舊版與新版軍圖所使用之座標系統，區分為 TWD-67、WGS-84 與 TWD-97 等三種類型，分述如下：(1) TWD-67 座標系統採用 1967 年大地參考系統橢球體(GRS-67)，以南投埔里填之虎子山為大地基準原點，故泛稱為虎子山座標系統，採橫麥卡脫投影(UTM)，六度分帶座標。(2) WGS-84 座標系統採用 1984 年世界大地參考系統橢球體(WGS-84)，以前美國前海軍導航衛星

系統(NNSS)都卜勒參考座標系統 NSWC9Z-2 之原點為參考定位點，同樣採橫麥卡脫投影(UTM)，六度分帶座標。

(3) TWD-97 座標系統採用 1980 年大地參考系統橢球體 (GRS-80)，1997 台灣大地基準(Taiean Datum1997, twd-97)係採用(全球地面參考座標 IERS Terrestrial Reference Frame, ITRF)所建構之座標系統(非美軍採用之 WGS-84)。TWD-97(新國家座標系統)自 82 年籌建取代原 TWD-67(區域性座標系統)，於 94 年 2 月全面啟用。

座標量測：(1)345kV、161kV 座標量測採用即時動態全球衛星定位系統(RTK-GPS)(固定與移動站各一套)，定位精度靜態 5 公厘，即時動態小於 1 公分，用於地表變形監測與控制點量測，誤差小，需專員操作且定位時間長。(2)69kV 座標量測，由於 69kV 鐵塔/電桿線數量較多，分派轄區班員現場採用掌上型儀器量測，本機供探勘及導航之應用需求，即時性差分定位平均準確度(USCG)為 3~5 公尺，誤差稍大，但操作方便機動性好。

既有鐵塔位置量測資料格式以 TWD97 為主，而 Google Maps 所採用的格式為 WGS-84。有鑒於此，便著手開發座標轉換程式，使本平台可同時接受 TWD97 及 WGS-84 兩種座標系統，解決使用者座標轉換上的困擾。

5.4.2 平台建置說明

本平台使用 .NET Framework 4.0 架構開發，開發語言為 C# 4.0。開發工具為 Microsoft Visual Studio 2010。在網站方面使用 ASP.NET 4.0 框架，同步服務為 Windows Service 類型。資料存取部分皆透過 ADO.NET 框架，使用 SQL Server Client Provider 實作與 SQL Server 連線、通訊。資料庫伺服器部分，使用 SQL Server 2005。

5.4.2.1 輸電線路地理資訊建置

利用 ASP.NET 開發呼叫 Google Maps API 之應用程式，可將輸電線路、變電所依座標位置自動嵌入於 Google Maps 上。以路北~油氣~聯東線為例(如圖 5-2 所示)，該線路係屬架空與地下電纜線複接。建置範圍涵蓋所有 345kV/161kV/69kV 輸電線路。



圖 5-2 輸電線路地理資訊(以路北~油氣~聯東線為例)

變電所資料：變電所主要可分超高壓變電所 (Extra-High Voltage Substation, E/S)、一次變電所(Primary Substation, P/S)、配電變電所(Distribution Substation, D/S)、二次變電所(Secondary Substation, S/S)四種類型，本平台可依填入的變電所類型自動判別顯示圖標。變電所資料包含變電所名稱、類型、所屬轄區、地址、座標(東經、北緯)等各項資料。

輸電線路資料：輸電線路主要可分為架空線路、地下電纜兩種，其中架空線路以鐵塔表示與地下電纜以人孔標示，再以直線連接而成。本系統規劃以□代表鐵塔、○代表人孔、△代表連接站區分成 3 種類型。本平台可依填入的類型自動判別顯示圖標，同時依下一連接物的類型判別是電纜或架空，並藍色線代表架空線路、灰色

線代表地下電纜。輸電線路資料包含線路名稱、編號、座標、類型(鐵塔、人孔、連接站)及兩相鄰鐵塔跨距等資訊。

5.4.2.2 落雷資料庫建置

雷資料指的是從「落雷資訊系統」將「落雷偵測系統」輸出的資料轉換而來使用，本系統設定服務排程，更新頻率為每整點更新一次並透過 TPC Intranet 自動從「落雷資訊系統」取得最新落雷資料，轉換儲存至資料庫，資料內容包含日期、時間、座標、強度、型態(雲對雲、雲對地)、多重度。本系統作為查詢及報表功能使用。

5.4.2.3 開發整合調度電力度監控系統之電力事故訊息

開發程式定時從調度電力度監控系統自動更新電力事故訊息，並篩選出有關輸電線路事故訊息。電力事故訊息包含事故發生時間與事故訊息兩個欄位。

5.4.2.4 開發道路挖掘整合程式

開發道路挖掘整合程式。每日從自動「大高雄道路挖掘資訊網」網頁讀取最新道路挖掘位置與資訊，再儲存於系統資料庫，供使用者查詢。

5.4.3 系統功能介紹

本平台網站提供使用者查詢電力調度監控系統所收集輸電線路事故訊息時，可進而檢視輸電線路四周落雷情形，藉以研判雷擊事故點，同時將落雷紀錄統計成報表。也提供網站管理者介面，藉此管理變電所、輸電線路資料及使用者權限。網站功能概觀說明如圖 5-3 所示。

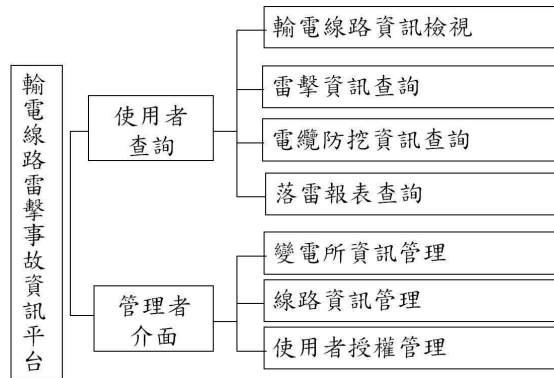


圖 5-3 網站功能概觀

5.4.3.1 輸電線路資訊檢視

使用者可透過平台頁面選擇電壓等級 (345/161/69kV)，本平台會自動列出屬該電壓等級之所有輸電線路供選擇，選擇後自動將輸電線路顯示在 Google Maps。使用者只要將游標點選 Google Maps 上變電所及鐵塔圖標，便可顯示其相關資訊。

5.4.3.2 雷擊資訊查詢

此功能可供使用者依據日期時間範圍、雷擊類型 (雲對雲、雲對地或全部)作為條件，將符合條件的查詢結果以圖標顯示在 Google Maps 上，並註明查詢時間範圍內落雷數量。使用者只要將點選在 Google Maps 上的雷擊記錄圖標，可獲取更詳細的資訊。

此外還具備有量測距離功能，可選擇 Google Maps 上鐵塔及雷擊點任兩圖標後，平台自動計算及顯示此兩圖標間的距離，藉以判斷落雷點對輸電線路可能的影響性。

5.4.3.3 故障測距

輸入輸電線路兩端變電所數位測距電驛所偵測故障距離，本平台便可自動依鐵塔累距推算可能事故點鐵

塔位置，並以紅色正方形圖標顯示。

5.4.3.4 檢視及儲存功能

可將目前查詢結果儲存成歷史事故案例紀錄，該紀錄可供日後讀取，無須再重新查詢。同時也可將已查詢結果透過 e-mail 通知巡視人員，快速獲得事故相關資訊。

5.4.3.5 查詢雷擊相關警報訊息

雷擊相關警報訊息主要是由電力調度監控系統所有事件及警報紀錄中篩選出 345、161、69 kV 電壓等級的保護電驛及斷路器動作訊息。使用者於“雷擊相關警報訊息檢視”功能中，可輸入欲查詢時間範圍及變電所後進行查詢，於查詢結果中勾選相關事故警報，再執行“連結至輸電線路資訊檢視”功能，本平台資訊檢視頁面自動將發生事故線路及所勾選事故時間範圍內的雷擊紀錄顯示於 Google Maps 上。

5.4.3.6 雷擊報表查詢

本平台統計架空輸電線路附近落雷次數，產生日、月、年報表供查詢。將有助於輸電線路設計或加強雷擊保護對策之參考，可以作為降低線路遭雷擊時跳脫機率，提升供電品質。

此功能提供使用者在選擇日期及電壓等級後，查詢每一輸電線路鐵塔所設定半徑範圍(2km)內落雷次數統計，將結果顯示在網頁上。雷擊紀錄日報表如圖 5-4 所示，同時提供 EXCEL 檔案給使用者下載。

查詢條件

日期	2010/08/26
電壓	69 kV
<input type="button" value="查詢"/> <input type="button" value="下載"/>	

[2011/03/12 10:15:15] 2010/08/26 69 kV 雷擊紀錄日報表
 日期: 2010/08/26 69 kV 雷擊紀錄日報表 頁次: 1/11

林園-油源二路 (69 kV)																									
塔號	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	合計
#002																2	1								3
小計																2	1								3

圖 5-4 雷擊紀錄日報表

5.4.3.7 電纜防挖查詢

整合「大高雄道路挖掘資訊網」，本平台會自動將地下電纜輸電線路路徑與大高雄市各行政區最新道路挖掘位置(含施工資訊)套繪圖資在 Google Maps，以利判斷電纜線路抵觸情形，加強巡視抵觸範圍，可有效防範因道路挖掘造成線路事故。

透過電纜防挖查詢功能，有助於巡視人員快速確實掌握公司電纜管線(綠色線表示)與施工單位挖掘之相對位置(紅色線表示)，加強巡視抵觸範圍，有效防止電纜被挖損事故發生(如圖 5-5 所示)。



圖 5-5 電纜防挖功能查詢

5.4.3.8 行動衛星導航

此功能為使用者可指定所欲前往鐵塔或人孔，平台會自動規劃道路行駛最佳路徑。平台畫面規劃成適合平板電腦(iPad)操作頁面，讓使用者在外工作也可以即時透過平板電腦(iPad)3.5G 行動上網進入本平台查詢，提高事故處理應變的機動性。再整合平板電腦中衛星導航(GPS)的功能搭配本平台道路行駛路徑規劃，可快速導引巡視人員到達優先巡視區。

5.4.3.9 管理者介面

使用者可透過管理者介面更新變電所及線路資訊之資料庫，可整批或單一匯入/匯出 Excel 檔更新資料。本平台可接受 WGS84 及 TWD97 兩種座標格式。

5.4.4 實例驗證

本節分別以輸電線路有/無裝設數位測距電驛兩種實例來說明本平台如何協助搶修人員快速尋找事故點[9]。

5.4.4.1 有裝設數位測距電驛

以 99.08.23 345kV 大鵬~龍崎線雷擊事故實際案例進行系統驗證。大鵬~龍崎線全長 79.73 公里，共有 222 座鐵塔。當發生事故第一時間，調度人員由電力調度監控系統掌握發生事故線路的斷路器及保護電驛動作情形，隨即依調度規則應變處理。稍後事故訊息傳送至本平台，而落雷資訊也於整點過後收集完成，此時便可開始查詢，查詢步驟如下：

步驟一：首先透過雷擊相關警報訊息功能(如圖 5-6 所示)，輸入事故發生時間的範圍後查詢，自動列出該段時間所有事故訊息。使用者勾選發生事

故線路相關訊息，執行“連結至輸電線路資訊檢視”後隨即跳至資訊檢視頁面。

雷擊相關警報訊息檢視

1. 選擇開始及結束時間

查詢條件

開始日期時間: 2010/08/23 22:11:05 結束日期時間: 2010/08/23 22:11:08

變電所: 1: 大鵬 E/S 不指定 2: [無] [未知] 不指定 3: [無] [未知] 不指定

查詢

日期時間範圍為 2010/8/23 下午 10:11:05 到 2010/8/23 下午 10:11:08
變電所 (1: 大鵬 E/S, 2: [無] [未知], 3: [無] [未知]) 的查詢結果

勾選	日期時間	訊息
<input checked="" type="checkbox"/>	2010/08/23 22:11:08	D 10.08.23 22:11:08,316 大鵬ES 345 龍崎線 2SSA-21S2 警報
<input checked="" type="checkbox"/>	2010/08/23 22:11:08	D 10.08.23 22:11:08,322 大鵬ES 345 龍崎線 1SSA2-21S1 警報
<input checked="" type="checkbox"/>	2010/08/23 22:11:08	D 10.08.23 22:11:08,337 大鵬ES 345 3650 CB OPEN
<input checked="" type="checkbox"/>	2010/08/23 22:11:08	D 10.08.23 22:11:08,338 大鵬ES 345 3640 OPEN
<input type="checkbox"/>	2010/08/23 22:11:08	D 10.08.23 22:11:08,395 大鵬ES 345 龍崎線 1SSA2-21S1 復歸
<input type="checkbox"/>	2010/08/23 22:11:08	D 10.08.23 22:11:08,431 大鵬ES 69 OSC Start 警報
<input type="checkbox"/>	2010/08/23 22:11:08	D 10.08.23 22:11:08,437 大鵬ES 345 龍崎線 2SSA-21S2 復歸
<input type="checkbox"/>	2010/08/23 22:11:08	D 10.08.23 22:11:08,959 大鵬ES 345 RC 電輝 警報
<input type="checkbox"/>	2010/08/23 22:11:08	D 10.08.23 22:11:08,959 大鵬ES 345 3640 CLOSE

3. 勾選欲查詢的警報

4. 勾選的時間關聯至雷擊系統

圖 5-6 雷擊相關警報訊息查詢

步驟二：在資訊檢視頁面，輸電線路(大鵬~龍崎線)鐵塔及該時段所有落雷狀況自動呈現於 Google Maps 上，如圖 5-7 所示。隨即於 Google Maps 上發現大鵬~龍崎線路路徑附近有一雷擊圖標，該雷擊發生時間為下午 10:10:17、強度為 7.67 kA、屬於雲對地雷擊。

步驟三：輸入測距電驛事故紀錄故障距離，輸入甲端(大鵬變電所端)67.607 公里推算得#190 鐵塔，輸入乙端(龍崎變電所端)12.122 公里推算得#191 鐵塔。

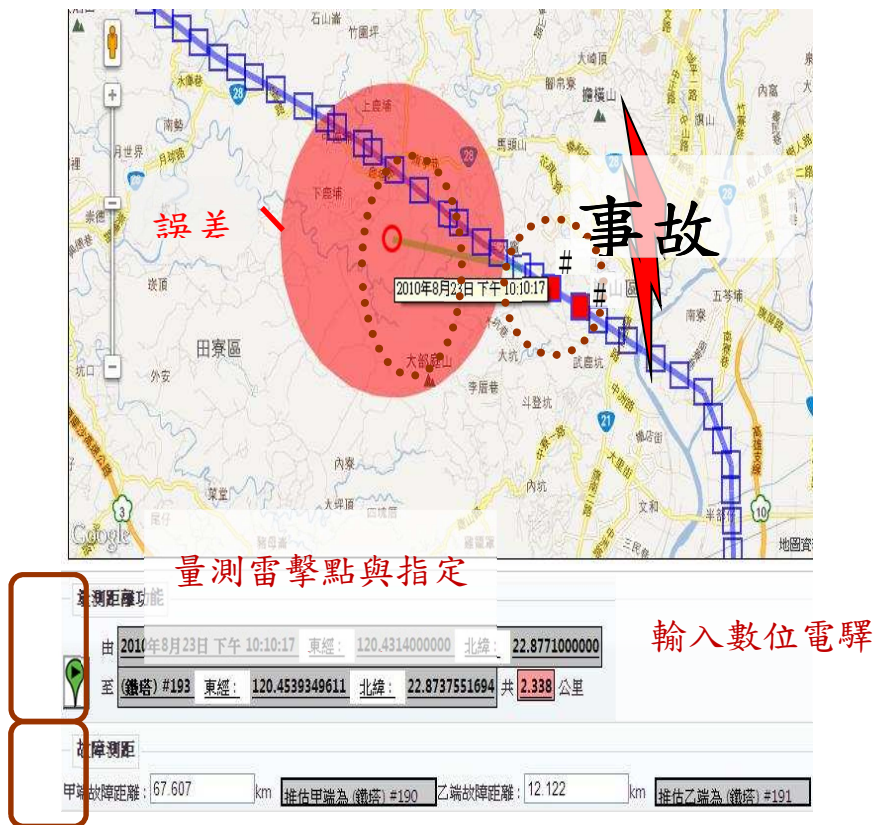


圖 5-7 裝設數位測距電驛輸電線路事故

測距電驛紀錄推估可能事故點為#190、#191鐵塔，而所偵測到的落雷點可能影響範圍為#194~#201鐵塔。搶修人員以測距電驛所推估的故障點往靠近落雷點方向尋找，迅速發現事故點(#193塔)。此實例證明落雷資訊與測距電驛搭配，能在長距離輸電線路中，快速找到事故點的位置。

5.4.4.2 無裝設數位測距電驛

以 99 年 09 月 17 日 15 時 47 分 69kV 長治~麟豐線雷擊事故為例，該線路全長 15 公里，共有 54 座鐵塔。因本 69kV 輸電線路無裝設數位測距電驛，當發生雷擊事故時，搶修人員只能毫無目標全線逐一巡視，十分費力耗時。

利用本平台查詢，便可從落雷偵測系統所偵測

到落雷中最靠近該輸電線路的落雷位置 2km 範圍內的鐵塔#41~#53 作為『優先巡視區』，巡視所得事故發生塔為#53，此與落雷位置之距離僅相差 1.58km。可快速找到雷擊事故點，縮短巡視時間。如圖 5-8 所示。



圖 5-8 無裝設數位測距電驛輸電線路事故

將人力集中巡視『優先巡視區』，僅巡視 13 座就可找到雷擊事故點，對比於原需線路全線巡視 54 座鐵塔，不僅減少了 80%的工作量，也縮短了巡視時間。統計分析 99~100 年高屏地區雷擊事故統計，至少可減少 80%的工作量。

5.5 心得與建議

本文以快速定位事故點及提高供電品質為目標，整合「Google Maps」、「道路挖掘資訊網」及本公司「落雷偵測系統」、「輸電線路衛星定位」、「電力調度監控系統」等五大系統，整合各方面的知識領域和資源，開發出以 Google Maps 為地理資訊系統的輸電線路雷擊事故資訊平台，創造出全新的價值。

本文所開發的平台將在 Google Maps 上將輸電線路事故訊息、落雷資訊、輸電線路(鐵塔、人孔)衛星定位、道路挖掘及數位電驛測距紀錄緊密的結合，讓電力系統及輸電線路

事故資訊具象化，讓搶修人員能夠有效迅速的掌握輸電線路事故點。由實例驗證顯示本平台能夠有效快速提供輸電線路事故相關資訊，有助於搶修人員能夠快速定位可能事故點位置，減少不必要之搜尋時間，有效縮短故障排除與復電時間，同時提升供電品質。

在此謹將本論文之貢獻歸納如下：

- (1) 整合五大系統，完全利用台電公司既有資源自行研究開發整合，再提供加值服務。能讓搶修人員在最快的時間取得最完整的事故資訊。
- (2) 快速發現輸電線路故障點，可縮短事故搶修時間，提高用電供電可靠度。減少民眾抱怨與媒體負面報導，提升外界對台電觀感。
- (3) 本平台提供鐵塔附近雷擊紀錄統計報表，對於落雷行為分析與輸電線路避雷設計，有極大的助益。
- (4) 透過電纜防挖查詢功能，可確實掌握電纜管線與施工單位挖掘之相對位置，有效防範電纜被挖損事故發生，節省事故搶修與電力設備損失的費用，無法估計。
- (5) 應用 Google Maps 開發，有助於輸電線路的設計、維護及事故搶修。未來可進一步將氣象局氣象資訊及斷層帶等資訊整合，讓本平台更多元化的發展。
- (6) 整合平板電腦、3.5G 行動上網、衛星行動導航、道路行駛路徑規劃，有助於巡視人員快速到達巡視定點。同時建立知識作業 SOP 化，使巡視人員能更快速進入狀況。

5.6 附錄與參考文獻

- [1] V. Netto," Visualization System Integrated for Electric Power Distribution Networks," IEEE Latin America Transactions, VOL. 8, NO. 6, DEC 2010.
- [2] 徐偉誠,應用 Google Earth 於電力系統具象化技術之開發,第三十二屆電力工程研討會,2011 年 12 月。
- [3] 台灣電力公司綜合研究所網站,www.taipower.com.tw,2011 年。
- [4] 陳以彥,台灣落雷資訊系統,台電工程月刊,第 741 期,第 70~78 頁,2006 年 2 月。
- [5] 台電月刊,第 741 期,第 04~17 頁,2007 年 9 月。
- [6] Google map api,URL: <http://maps.google.com.tw>,2011 年。
- [7] 宋振豪,69kV 輸電網路即時事故分析資訊平台建置與應用,台電工程月刊,第 745 期,第 52~68 頁,2010 年 9 月。
- [8] 大高雄道路挖掘資訊網,<http://kproad.kcg.gov.tw>,2011 年
- [9] 周延齡,雷电定位系统的原理与应用研究雷电定位系统的原理与应用研究,中國電力 1999 年 07 期。

5.7 提問內容

【問題 1】報告所開發的資訊平台利用 Google Maps API 將輸電線路事故點資訊在 Google Maps 具象化呈現,請更詳細說明 Google Maps API ?

本平台利用 ASP.NET 開發呼叫 Google Maps API 之應用程式,將輸電線路、變電所、雷擊點等依座標位置以不同的圖示自動嵌入於 Google Maps 上。

Google Maps API (Application Programming Interface, API) 可讓您利用 JavaScript 將「Google 地圖」嵌入自己的網頁。

這個 API 提供數個公用程式，可用於操控地圖，以及透過多種服務新增地圖內容，藉此協助您在網站上建立強大的地圖應用程式。

Google Maps API 適用於所有可讓消費者免費使用的網站。只要您的網站為商業網站或非營利網站，且符合《服務條款》，就可以使用 Google Maps API。而本平台目前只能在台電公司內部網路中使用，因此本公司有購買 Google Maps API 專業版授權。

【問題 2】報告所開發的平台整合五大系統，請說明開發過程所遭遇的困難點？

本平台整合「Google Maps」、「道路挖掘資訊網」、「落雷偵測系統」、「輸電線路衛星定位」、「電力調度監控系統」等五大系統，由於各系統分屬不同機關或單位所建置，各系統建置目的、用途與資料的格式均不同，因此本平台建置的困難點為：如何取得各項系統資源以及如何整合不同資源？

如何取得各項系統資源？包含落雷資訊取得、Google Maps 版權、各輸電線路（鐵塔或人孔）衛星定位資料是否完整、「大高雄道路挖掘資訊網」等各項資源的取得。同時必須開發讀取整合程式，透過網路從不同系統即時取得最新資訊。

如何整合不同資源？由於各資源分屬不同系統，如何整合不同資源資料為建置過程須克服的困難點，其中如何將異質資料庫的整合為困難點之一，例如 Google Maps 所採用的為 WGS-84 座標格式而既有鐵塔位置以 TWD97 座標格式為主，因此考慮座標轉換的問題。

【問題 3】報告內容著重於輸電線路雷擊事故點定位，請問

貴公司如何定位其他如鳥獸害等事故點?

台電公司基於提升供電可靠，2003 年起逐步地將保護電驛汰換為數位型式，除了更有效且精準達成系統保護的任務外，更增加了許多的附屬功能，偵測輸電線路的故障位置功能即為其中之一。2006 年間在台電公司推動利用數位電驛的附屬功能，建構「修正之故障模型」，改善原有數位電驛的測距功能，縮小其誤差率低於 5%。

目前台灣 345kV、161kV 輸電線路保護電驛，均具有故障定位功能。69kV 輸電線路計畫於 2015 年全面安裝數位測距電驛。可搭配本平台輸入輸電線路兩端變電所數位測距電驛所偵測故障距離，本平台便可自動推算可能事故點(鐵塔)位置並在標示 Google Maps 輸電線路上，將輸電線路事故點資訊具象化，有助於搶修人員能夠快速定位可能事故點位置。

四、心得與感想

- (一)本公司代表我國擔任東亞暨西太平洋地區電力事業協會之理事成員，出席第 38 屆理事會議，對於我國持續參與國際性電力事業會務具有重要意義。本公司亦擔任技術委員會主席，引領 3 個工作小組對全年工作成果進行報告，已完成階段性之會務工作，下屆技術委員會之主席將由本屆電力產業大會之主辦國印尼擔任。
- (二)本公司於 2012 電力產業大會共發表 5 篇技術性論文，與會成員密切與各國代表交換電力相關經驗與知識，蒐集各項電力技術及設備之最新發展資訊，對於提升我國電力技術獲益良多，建議本公司同仁積極參與論文投稿，提升國際交流經驗。
- (三)本公司獲邀擔任專家座談會之與談人，回應與會嘉賓多項提問，會後各國電力業者亦表達正面意見，對於提升本公司知名度有所助益，建議未來本公司可視大會邀請持續參與講座事宜，以分享我國電力發展之經驗。
- (四)2012 電力產業大會主題為「強化清潔技術及確保電業永續發展的投資」，會中針對再生能源發展技術，包括：太陽光電、風力、水力、生質能等技術有很多論文發表，大會主題演講也邀請多個國家分享各國目前發展現況。展望未來，根據我國政府現階段新能源政策的要求，台灣未來在發電結構配比上，再生能源佔比勢必具有一定比重，而過高的再生能源佔比會帶來備用容量率擴大，其結果不僅是會衝擊到既有電力系統供電品質與供電安全問題、造成現有燃煤機組閒置、惡化電業經營財務結構與績效效能，更嚴重的是現有相關配套條件難以配合的問題。因此針對二氧化碳減量目標應及早因應，並且研擬相關配套措施或是策略規劃以為因應。
- (五)本次大會安排西門子和 IBM 公司發表對於智慧電網和智慧電表發展應用之里程碑規劃，演講內容顯示透由智慧電網和智慧電表的建置，未來需求面管理搭配電動車發展，應該會對於住商

部門以及運輸部門節能減碳具有一定效益。時值本公司也在發展智慧電網和智慧電表，此部分新知交流彌足珍貴，未來對於智慧電網和智慧電表所產生的鉅量資料(the Big Data)更應及早發展合適本公司所適用之資料擷取、資料清理、資料儲存、網路傳輸等架構，以及規劃應用分析的方向與發展藍圖，讓透過智慧電網和智慧電表的建置所蒐集到的鉅量資料，能夠產生資料分析和知識密集所帶來的價值，以使公司在面對未來節能減碳目標要求，能夠汲取需求面資源替代供給面資源，紓緩現階段及未來的可能困境。

(六)綜觀本次大會技術論文發表內容顯示，隨著全球化發展趨向影響、經濟金融情勢變動不拘、產業環境快速輪動、國際能源價格漲跌不定、天然氣供應來源有限、環保因素考量、再生能源技術發展、發電技術發展、二氧化碳排放限制、各種能源政策之變化等，都會加倍增添電源開發規劃、發電生產計畫、以及電業經營的複雜性與高難度。基此，配合能源經濟情境變化，進行各種案例模擬分析作業，就不同情境案例變化之要求，進行各式結構分析，提供重要決策建議與參考，更顯重要，而這也是未來值得關注的研究方向。