

出國報告（出國類別：其他）

薩爾瓦多電力品質及線路損失 改善策略考察 出國報告

服務機關：台灣電力股份有限公司

姓名職稱：供電處：蕭處長勝任

系規處：洪副處長永輝

發電處：李副處長彥群

調度處：石組長連柱

配電處：洪組長通澤

派赴國家：薩爾瓦多

出國期間：106 年 03 月 12 日至

106 年 03 月 19 日止

報告日期：106 年 03 月 24 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：薩爾瓦多電力品質及線路損失改善策略考察

頁數 41 含附件：☐是☒否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司/陳德隆/(02)23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

- 1、蕭勝任/台灣電力公司/供電處/處長/(02)23666560
- 2、洪永輝/台灣電力公司/系規處/副處長/(02)23666892
- 3、李彥群/台灣電力公司/發電處/副處長/(02)23666501
- 4、石連柱/台灣電力公司/調度處/組長/(02)23666268
- 5、洪通澤/台灣電力公司/配電處/組長/(02)23666702

出國類別：☐1 考察☐2 進修☐3 研究☐4 實習☒5 其他

出國期間：106 年 03 月 12 日至 106 年 03 月 19 日

出國地區：薩爾瓦多

報告日期：106 年 03 月 24 日

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：

應中華民國外交部之邀請就『協助海外投資開發公司及台電公司承攬薩國電力輸送系統減少漏電之科技改善工程投資』案，包含台電、台灣機電工程服務社及海外工程公司各領域專家，於3月12日起為期一週之考察行程，並於返國後就如何降低線損部分及電力相關產業之交流與投資可行性部分提出調查報告與建議方案。

考察團在薩國官方的友善協助下，參訪該國電力主管機關及電力事業運作之相關部門。行程中本考察團除已就訪問Q&A及現場會勘的過程中了解該國線損居高不下之緣由外，在各單位之拜會場合中也就本公司在線路損失議題上之長期改善作為與成就提供其作為借鏡與參考，其他就薩國在1996年後實施電業自由化之經驗、電網改善計畫與地熱發電議題等兩國可能發展之技術交流與投資可行性等進行廣泛討論與交流。

本報告內容中有關如何改善薩國線路損失就技術及非技術層面上之將提

出建議。在技術交流方面有關台電公司對於地熱電廠汽機葉片再生、發輸變設備檢測維修等經驗，亦可透過訓練方式互相交流。另外，薩國電網新建輸電線路規劃案方面，建議海外投資公司及台機社，可思考評估參與投標之可行性，以利推展與薩國之友誼關係。

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

目 錄

壹、出國緣由-----	5
一、出國目的	
二、考察團之團員	
三、出國行程	
貳、薩國電力設施及地理環境-----	6
一、薩爾瓦多地理位置	
二、薩爾瓦多電力環境	
三、薩國電力公司近來投資計畫	
參、參訪過程摘要-----	14
一、駐薩國謝大使妙宏致詞	
二、薩國總統府羅幕僚長致詞	
三、台電公司領隊致詞	
四、台電公司代表簡報	
五、拜會薩國電力交流討論議題	
肆、參訪營運發輸變電設備-----	31
一、參訪15SE 變電所	
二、參訪 NOV.5 水力發電廠	
三、參訪地熱發電及火力發電	
伍、投資環境調查-----	38
一、投資環境簡介	
二、目前可能關注的投資標案	
三、參加薩國標案前置作業	
陸、考察結果與建議-----	40
一、改善線路損失方面	
二、技術交流方面	
三、薩國規劃新建輸電線路方面	
附錄一：赴薩國考察電力損失代表團名單及資料--	42
附錄二：赴薩國考察會議之台電公司簡報----	45
附錄三：赴薩國考察會議之台電公司線路損失簡報	51

一、出國目的

薩國總統府幕僚長羅倫桑納在105年8月訪台拜會海外投資開發公司後表示，願協助海外投資開發公司及台電公司承攬薩國電力輸送系統減少漏電之科技改善工程投資案，在105年12月透過駐薩國大使館表示，薩國電力輸送漏電率達8%，得知台電公司104年度線路損失3.72%，另105年度台電公司發購電量成長3.1%，線路損失率為3.85%。希望海外投資開發公司及台電公司承攬薩國電力輸送系統減少漏電之科技改善工程投資案，希望台電公司儘速派專家(含海外工程公司及台灣機電工程服務社人員)訪薩國考察評估。薩國願意提供機會給台電公司與台灣的產業界參與電力建設工作，因此，外交部希望台電公司率隊前網薩國考察了解當地電力品質，期能協助改善線路損失，另了解當地地熱發電相關建設，期能協助國內推展地熱發電，藉由電力技術交流爭取電力建設業務，使兩國邦誼更加密切。

二、考察團之團員

(一)台電公司(包括供電處、調度處、系規處、發電處、配電處等)。

(二)台灣機電服務社。

(三)國合會海外投資公司

三、出國行程

本出國計劃自106年3月12日起，至106年3月19日止，前後為期共計8天。
主要之拜訪行程如下：

3月12日 23:50 台北桃園國際機場✈美國洛杉磯國際機場

3月13日 01:30 美國洛杉磯國際機場✈薩爾瓦多國際機場

07:25 抵薩國際機場

09:05 抵達喜來登飯店

10:00 考察團員內部準備會議

15:00 拜會駐薩大使館謝大使妙

16:00 拜會薩國總統府幕僚長羅倫桑納(Roberto Lorenzana)

3月14日 08:30 拜會薩國仁巴河水力發電執行委員會主任 Ricardo Zepeda (Comision Ejecutiva Hidroelectrica del Rio Lempa, CEL)

- 09:20 拜會薩爾瓦多電力輸送公司執行長 (Empresa Transmission de El Salvador, ETSAL)
- 13:30 參觀地熱電廠(Planta Termoelectrica de TALNIQUE)
- 3月15日 07:00 參觀仁巴河水利發電廠及變電所
- 14:00 拜會薩國電力特許經銷商 AES El Salvador 執行董事長 Abraham Bichara
- 3月16日 08:50 拜會薩國國家能源委員會執行秘書 Luis Reyes
- 09:00 拜會薩國電力發電及輸送系統之營運及電力市場行銷總經理 Luis Enrique Gonzalez (Uindad de Transacciones, UT)
- 14:00 拜會薩國電力及電信管理總局長 Ing.Blanca Coto (Superintendencia General de Elctricidad y Telecomunicaciones, SIGET)
- 3月17日 08:15 台電考察團內部會議
- 12:00 赴薩京國際機場
- 15:05 薩京國際機場✈美國洛杉磯國際機場
- 3月18日 薩京國際機場✈美國洛杉磯國際機場（航行中）
- 3月19日 美國洛杉磯國際機場✈台北桃園國際機場

貳、薩國電力設施及地理環境

一、薩爾瓦多地理位置(圖 1)

薩爾瓦多面積2萬1,040平方公里，人口約615萬，人口密度約292人／平方公里，係中美洲人口最稠密之國家。北部及東部與宏都拉斯接壤，東南部隔封塞卡灣（Golfo Fonseca）與尼加拉瓜相望，南濱太平洋，西與瓜地馬拉為鄰，多屬高原地形，平均海拔650公尺，位於北緯13至14度，西經87至90度間，海岸線長258公里，如附圖1所示。薩國屬亞熱帶氣候，平均溫度為攝氏25-30度，沿岸氣候較熱，內地高山及北部較為涼爽，每年5至10月為雨季，11月至次年4月為乾季，早晚溫差大，白日氣溫最高可達30度以上，晚間較為涼爽。

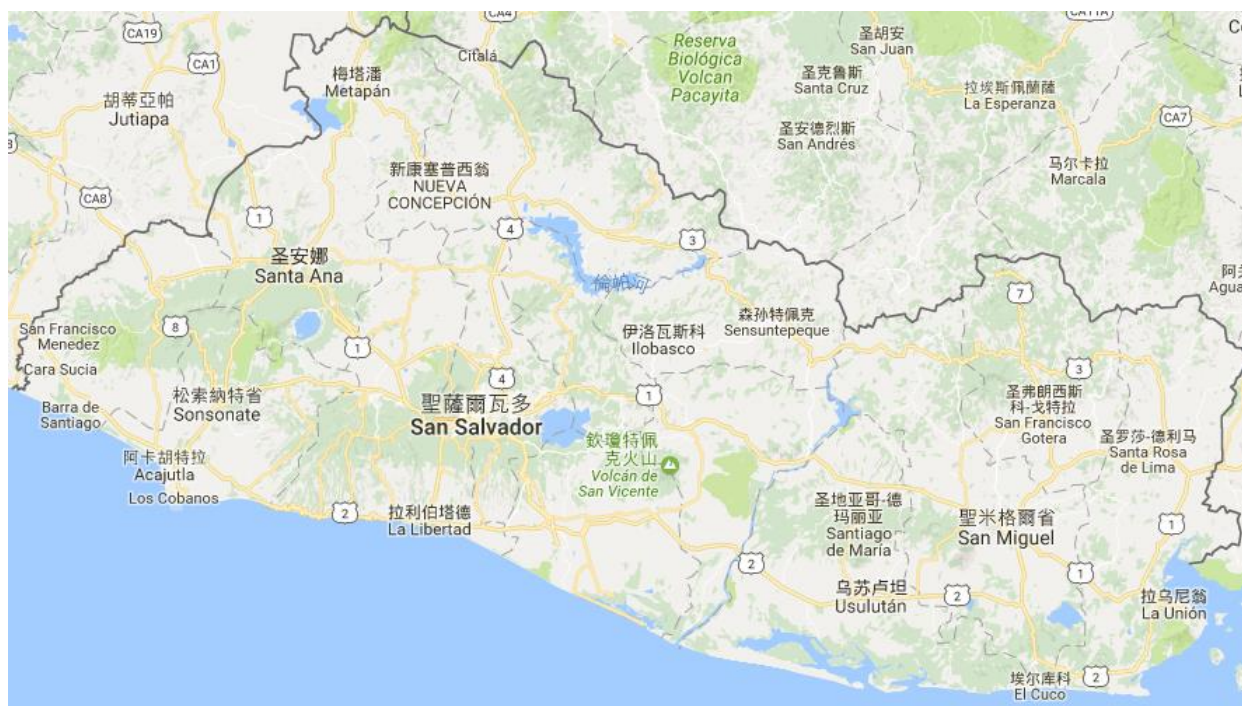


圖1 薩爾瓦多地理位置

二、薩爾瓦多電力環境

薩爾瓦多為中美洲地熱發電比率最高者，水力與地熱發電佔極重要角色。2015年總裝置容量為1659.6MW；共中水力472.6MW，約佔28.5%，地熱204.4MW，約佔12.3%，火力756.6MW，約佔45.6%，生質能226MW，約佔13.6%，每年發水力約佔25%，地熱約佔26%，火力約佔43%，生質能約佔.6%。(圖2)為2015年薩爾瓦多電力事業概況。

El Salvador(簡稱ETESAL)是薩國輸電公司擁有輸電系統之擴建與維護工作，ETESAL輸電公司為輸電網路是由40kV到115kV，線路總長度為1073.82回線公里(圖 3)所示，另還有4條230kV輸電線路從薩國電力網連結至瓜地馬拉及宏都拉斯等國家，其中230kV輸電線路從薩國電力網連結至瓜地馬拉電力網為14.6回線公里；另230kV輸電線路從薩國電力網連結至宏都拉斯電力網為92.9回線公里，薩國鄰近國家輸電系統連接圖(圖 4)所示。

在2015年於San Matias 輸電變電站安裝115kV雙匯流排，來解決變電所停電轉供問題，此變電站具有100MVA變壓器採一次側 Δ - 二次側Y接線及附加OLTC，另在46kV區域有7個配電匯流排。

HYDROPOWER		
	MW	%
GUAYOYO	19.8	1.2 %
CERRÓN GRANDE	172.8	10.4%
5 DE NOVIEMBRE	100.0	6.0 %
15 DE SEPTIEMBRE	180.0	10.8%
	472.6	28.59%

BIOMASS		
	MW	%
CASSA	107.5	6.5%
CENTRAL IZALCO	45.0	2.7%
CHAPARRASTIQUE	62.5	3.8%
EL ANGEL	97.5	5.9%
LA CABAÑA	21.0	1.3%
	226.0	13.8%

GEOTHERMAL		
	MW	%
AHUACHAPÁN	95.0	5.7%
BERLÍN	109.4	6.6%
	204.4	12.3%

THERMOELECTRIC		
	MW	%
DUKE ENERGY	338.3	20.4%
ACAUTLA (VAPOR)	63.0	3.8%
ACAUTLA (GAS U-5)	82.1	4.9%
ACAUTLA (FAT U-4)	27.0	1.6%
ACAUTLA (NITROGEN)	160.0	9.6%
SOYAPANGO	16.2	1.0%
NEJAPA POWER	144.0	8.7%
CESSA	25.9	1.6%
INE	100.2	6.0%
TEXTUFIL	42.5	2.6%
GECSA	11.8	0.7%
ENERGÍA BOREALIS	13.8	0.8%
HILCASA	6.8	0.4%
TERNOPUERTO	73.7	4.4%
	756.6	45.69%

TOTAL CAPACITY | 1,659.6 MW

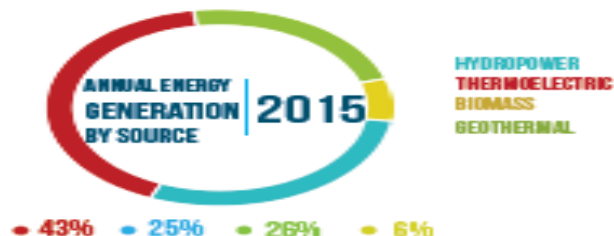
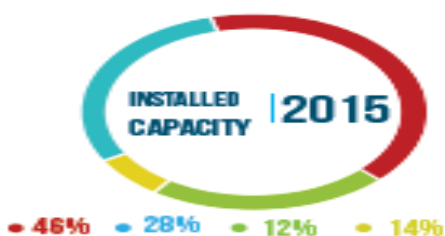


圖 2 2015 年薩爾瓦多電力事業概況



圖3 薩爾瓦多輸電系統連接圖



圖4 薩爾瓦多鄰近國家輸電系統連接圖

薩國在2015年1月至12月，其最大電力需求發生在4月份為1089MW，比2014年增加5.2%，薩國歷年電力需求成長圖(圖5)所示，2015年每月電力需求變化(圖6)所示，薩爾瓦多未來之電源開發計畫及增加容量(表1)。



圖5 薩國歷年電力需求成長圖

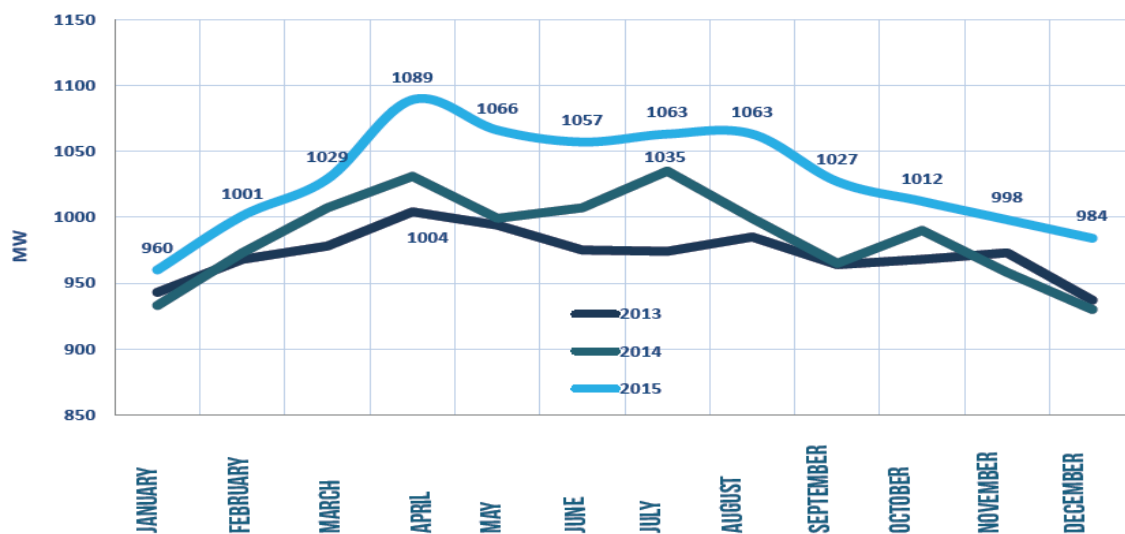


圖6 薩國2015年每月電力需求變化圖

表1 薩爾瓦多未來之電源開發計畫及增加容量

期間	小型用電量 (0<KW<10) US\$/kWh	中型用電量 US\$/kWh (10<KW, <50)	大型用電量 (>50) US\$/kWh
1/1/-1/14 /2014	\$ 0.184	\$0.183	\$0.181
1/15-4/14 /2014	\$ 0.182	\$0.181	\$0.179
4/15-6/14 /2014-	\$ 0.184	\$0.183	\$0.181
6/15/10/14 /2014	\$ 0.187	\$0.186	\$0.184
10/15-31/12 /2014	\$ 0.188	\$0.186	\$0.185
01/01-01/14 /2015	\$ 0.188	\$0.186	\$0.185
01/15-01/14 /2015	\$ 0.166	\$0.165	\$0.164
04/15-07/14/2015	\$ 0.134	\$0.133	\$0.133
7/15-10/14/2015	\$0.142	\$0.141	\$0.142
10/15-12/31/2015	\$0.140	\$0.139	\$0.119
01/01-01/14/2016	\$0.140	\$0.139	\$0.119
01/15-04/14/2016	\$0.115	\$0.114	\$0.097
14/15-07/31/2016	\$0.097	\$0.096	\$0.096
資料來源：薩國電力及電信公司（SIGET），www.siget.gob.sv			

1995年薩爾瓦多國會同意國營電業公司Comision Ejecutiva Hidroeletrica del Rio Lempa (CEL)民營化，1998年出售國有CEL所有之5家發配電公司持股。2003年12月AES能源公司擁有4家如下：

- Compania de Luz Electrica de Santa Ana
- Compania de Alumbrado Electrica de Salvador
- Empresa Electrica del Oriente
- Distribuidora Electrica de Usulután Sociedad de Economía Mixta

美國Pennsylvania全球能源與電燈公司之子公司Emel of Chile負責營運第五家配電公司Distribuidora de Electricidad。目前由Lageo公司負責營運地熱電廠及Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL)輸電公司所有之輸電線與鄰國區域聯。過去數年來，雖然曾努力民營化，已讓義大利擁有少數Lageo公司股權，但仍為國營。1999年薩國出售火力電廠Acajulta 及Salvadorena電廠一些給股權給 Duke Energy公司。此外，另外成立獨立機構La Unidad de Tránsito 負責管理躉售市場，Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones負責發電、輸電、配電費率之訂定與管理。

國際油價持續下跌，薩國政府分別於2015年1月調降電價11.85%、4月調降20.09%、7月微幅調漲4.55%、10月調降0.05%，總調降幅度為27.44%；2016年1月再度大幅調降電價18.7%，薩國電價累計調降幅度高達46.14%。

三、薩國電力公司近來投資計畫

(一) 薩國投入「儲能技術」研究

薩爾瓦多國家委員會(CNE)執行秘書Luis Reyes表示，隨著薩國再生能源供給量增加，如何保存再生能源製造之電力為政府須重視之問題，為避免出現供需平衡瓦解及電力網絡無法負荷之問題，該會正評估投入「儲能技術」之研究。該研究案最早由薩國電力公司AES集團提出，該集團目前已有太陽能發電之儲能部門，總儲蓄電量為692MW，該集團執行長Abraham Bichara於2015年曾表示該集團擬投入開發更多儲能技術，惟將涉及包含法令修改等多項細節，能否獲得政府之保證及支持為關鍵。R執行秘書表示，目前該會已就除能電池、儲氫、飛輪、蓄熱等多種技術進行評估，未來正式投入研究後，將為中美洲首個針對「儲能技術」進行研究之國家；薩國副總統Oscar Ortiz表示，盼

至2019年，薩國再生能源總發電量可達2,500MW，並盼屆時薩國年用電需求可上看1,500MW，帶動經濟成長。

(二) 薩爾瓦多AES電力分配公司加強設備及培訓作業

薩爾瓦多AES電力分配公司為提供用戶完善服務品質，與CAESS、CLESA、EEO及DEUSEM等4家電力分配公司合作，於2013年開始投資600萬美元加強作業設備及技術培訓。作業設備部分該公司購買83輛工程車，其中14輛為高空作業用、26輛為修樹及維修用、43輛為普通作業用，並另對400名新技工進行高壓用電檢查及故障維修培訓；該公司亦投資850萬美元改善不符標準規格線路、電箱及配電站。AES電力分配公司主席Abraham Bichara表示，該公司平均每年投資2,800萬至3,000萬美元，至2017年底累計投資金額上看1億4,500萬美元，並將依據用戶需求，投資更多項目。目前AES在薩國共有1,800名員工，約有120萬用戶，與其他4家電力分配公司聯合市占率達80%

(三) 薩爾瓦多固體廢物管理公司(Mides)將興建7座沼氣發電廠

薩爾瓦多固體廢物管理公司(Mides)董事長Enrique Rais表示，將在薩國Nejapa(San Salvador)、Santa Ana、Ahuachapán、Uusulután、La Unión、San Miguel及Sosonate等城市興建7座沼氣發電廠，預估每MW/h投資300萬美元，共發電110MW/h，總投資額3億3,300萬美元。目前該公司正與國際銀行及私人機構進行融資貸款談判。Mides公司表示，沼氣為細菌將有機物分解而成，主要成分為甲烷，該公司未來將利用污水池收集動物排泄物，釋放出熱能，再以熱能推動發電機產生電力。R董事長另表示，薩國平均每日生產9,000公噸垃圾，目前僅回收紙類、鋁罐及玻璃，將來沼氣發電廠完成後，可有效處理垃圾中之有機物，不僅有效利用資源，且對薩國環境保護有益。目前AES Nejapa沼氣發電廠約減少2,000公噸垃圾，共發電6MW。

(四) 薩國AES電力配銷公司投資320萬美元興建新配電站

薩爾瓦多AES電力配銷公司透過電力經銷商CAESS投資320萬美元，於聖薩爾瓦多市興建新配電站，新配電站可降低停電、改善故障服務時間、高壓電維修及提供工業用電需求。完工後可提供薩京、Aguilares、El Paisnal、Suchitoto、Guazapa及Tejutla各省縣市5萬8,000人之供電量。AES電力配銷公司表示，興建新配電站將可改善和擴大該公司的電力分配及嘉惠薩爾瓦多用電戶。

AES電力配銷公司占薩國電力配銷75-80%，擁有超過120萬名客戶。

(五) 薩爾瓦多AES電力配銷公司投資900萬美元進行電力開發案

13年來，薩爾瓦多AES電力配銷公司陸續在薩國農村及落後地區進行電力開發案，投資金額超過900萬美元，使至少7萬戶貧困家庭受惠。AES電力配銷公司係與美國所提供之千禧年計畫及薩國電信投資基金(FINET)共同合作，藉以實施企業社會責任以嘉惠落後地區人民。2009至2012年在千禧年計畫下，已架設1,495公里長之電線，共3萬6,000戶家庭受惠。AES電力分配公司主席Abraham Bichara表示，該公司善盡企業社會責任不僅僅只架設電力工程，另也教育低收入戶民眾如何節約用電，以維持補助用戶條件，並表示自2007年以來，已宣導超過28萬9,000人安全用電、電力傳輸知識等觀念。該計畫推動方案中也包括環境保、有效利用資源，回收廢紙及電子廢棄物，以保護生態環境。

(六) 薩國進行100萬瓩再生能源招標

薩國電力電信管理總局(SIGET)、薩爾瓦多國家能源委員會(CNE)、薩國Del Sur電力配銷公司在本(2013)年9月27日對外公開100萬瓩電力招標案(No.DELSUR-CLP-RNV-001-2013)，以興建太陽能光伏電棧發電60萬瓩和風力發電40萬瓩為主，期限為20年。得標廠商將與電力配銷公司CAESS、DELSUR、AES、CELSA、EEO、DEUSUM、B&D Y EDESAL簽約。本招標案自本(2013)年12月4日至明(2014)年2月14日開始領取招標文件及登記並繳付5,650美元，2014年4月7日投標，5月7日公布招標結果，5月27至30日將與得標廠商簽約。預計2016年10月1日太陽能光伏電棧開始啟動；2017年10月1日風力發電開始供電。

(七) 薩國將投資8億美元興建天然氣發電廠

薩國政府表示，將於Acajutla興建在中美洲及薩國第一座天然氣發電廠，預計20年間可產電355萬瓩。Quantum-GLU公司及AES FONSECA能源集團參加此招標案，並由Quantum-Glu公司以低於底標之每瓩119.99美元，發電338.4萬瓩得標(電力與通訊總管理局底標為每瓩164.50美元)。該招標案預計將投資8至10億美元，為薩國有史以來招標金額最大案件。本案將於本年11月25日至12月20日間簽約，並將自2018年1月1日供電。Quantum-Glu公司將與以製造馬達生產

天然氣之Wartsila公司合作。11月為薩爾瓦多乾季，電力來源40%為火力發電，28%為地熱發電，30%為水力發電，天然氣供電預計於2018年將可供應全國30%電力。

(八) 美商將在薩國設立太陽能電機園區

美商Solenergy Farm公司已規劃將在薩爾瓦多建置一座全中美洲最大太陽能發電園區。該計畫擬採用太陽能發電及注入70萬瓩，投資金額為1億5,000萬美元，將建於San Vicente市Tecoluca區。Solenergy公司副總裁Guillermo Buitrago表示，該太陽能發電廠園區將於7年全部完工，自明（2014）年起將與電力供應商合作，透過雙邊合約拓展電力市場，並表示已和薩國DelSur電力公司簽署第一個為期10年合約，預計明（2013）年3月可發電10萬瓩。B總裁表示，他們將與薩國AES能源公司就2015年供電計畫攜手合作，亦考慮參與薩政府之100萬瓩招標案。該公司計劃於2015年年底可完成發電20萬瓩之太陽能發電廠，2016年完成建造發電20萬瓩之發電廠。

參、參訪過程摘要

106年03月12日台電公司供電處蕭勝任處長率領台電公司及台灣機電工程服務社人員共6人，搭乘中華航空由桃園國際機場起飛，經美國洛杉磯國際機場轉機抵達薩爾瓦多首都國際機場，駐薩中華民國大使陳參事前來接機協助通關事宜，全體成員經過短暫的整備後隨即召開抵薩後的第一次工作會議(照片1)，再次確認工作方針並調整最適工作流程與內容，隨後即前往外交部大使館拜會謝大使，以下對考察內容做概述。

一、駐薩國謝大使妙宏致詞

謝大使致詞摘要：歡迎並感謝台電公司、台機社及海外投資公司願意來此評估投資可行性。謝大使表示這一次的考察主要源於薩國總統府幕僚長Mr. Lorenzana到台灣訪問後促成。希望台電及台機社透過這一次的考察能考慮來薩國投資，同時提供薩國技術方面務實的一個建議，考察團的建議將來大使館也會來和薩國溝通。在大使致詞後考察團領隊也簡要的介紹本次考察團成員及專業領域。並向大使表示希望此次的考察行程能替國家的外交工作盡一分心力，隨後領隊並代表台電公司贈送謝大使紀念品(照片2)所示。



照片1 台電公司成員內部會議



照片2 台電公司贈送謝大使紀念品

二、薩國總統府幕僚長致詞

薩國總統府幕僚長致詞：非常歡迎台電公司率團赴薩國考察，台灣發展很好，向台灣學習能夠幫忙薩國之發展，進而也對薩國投資有所助益，行程已安排好很完整但仍有需要亦可隨時調整，薩國發電、輸電至用戶的線路損失約8%至9%，雖在拉丁美洲為中等表現，多明尼加逾30%，如借用新先進技術可大幅提升經濟發展。去(105)年八月訪台得知台灣有關線路損失控制的表現，遂促成此次考察團，盼能真正改善薩國之線路損失，提供實質的幫助，目前可生產電力容量約為1,500MW，而需求面約1,100MW預估近五年有500MW的成長，近期亦步亦積極發展風力50MW、火力350MW等，中美洲現有輸電幹線230Kv區域計畫雙倍成長，可整合運用各國發電資源。薩國發電分公有及私營，水力約95%國有，一小部分為私有水力發電，地熱100%為國有，火力100%私人投資，天然氣、燃煤及太陽能為私人所有，輸電則為國有。

拜訪行程安排二家售電公司，水力CEL也負責輸電，已連繫予以協助，AES

拉丁美洲由美資監控，會催促CNE(國家能源委員會)提供足夠資料協助考察團，期能有所幫助，星期四參訪電力及電信管理總局，該單位是監控薩國電力供給合約及電價，其同時也觀察及監控線路損失，線路損失8~9%是可被認定的，並可反應在電價中，這8~9%的線路損失由以前13%降下來的，目的是要將線路損失降低，使電力公司、政府及用戶三贏。另，財政部所收線路損失應予稅金退回，台灣經驗又如何？

在薩國具有投資的機會，例如：現正規劃機場至港口90公里的一條輸電線路（估約1億5千萬元）及地熱發電等建設。土地徵收及環評協助部分仍需依法辦理，但政府對於行政許可部分薩方可幫忙。國有地熱公司提供全國20%電力。經驗豐富可提供我方參考，最後，在此感謝台電公司考察團，並考察團贈送紀念品(照片3)所示。



照片 3 台電公司贈送總統府羅幕僚長紀念品

三、台電公司領隊致詞

薩電公司各位主管先生們：大家好！

緣起薩國總統府羅幕僚長在2016年8月到台灣拜會海外投資開發公司後表示，願協助海外投資開發公司及台電公司承攬薩國電力輸送系統減少漏電改善工程投資案，並在2016年12月透過駐薩國大使館表示，薩國電力輸送漏電率達8%。希望台電公司儘速派專家(含海外工程公司及台灣機電工程服務社人員)訪薩國考察評估。因此，今天率領專家共9人，來薩電公司考察，如何改善電力設備降低線路損失，心情覺得非常愉快。

得知台電公司2105年度線路損失3.72%，在各國排名最低在電力方面，台電公司對於如何降低線路損失做法，採源頭管理，如系統規劃方面採最適當電壓位階、變電所位置、區域電壓平衡等，在能源管理方面採有效系統調度、增進設備運轉維護、防止竊電及推展智慧電網等，在過去幾年已有明顯具體成效。

我們很高興有此機會將台電公司改善電力損失經驗，藉由此次考察機會，深入探討薩國電力輸送漏電率8%的真正原因，如何從電力系統做改善，並提出建議。最終目的，當然承攬薩國薩國電力輸送系統減少漏電改善工程投資案，並維繫兩國友誼邦交。

最後，台電代表團祝福薩國電力公司業務蓬勃發展，期盼未來雙方有更緊密的合作關係。謝謝！

四、拜會仁巴河水力發電執行委員會主任(照片 5)及薩國電力輸送公司(ETSA L)執行長(照片 6)

由供電處蕭處長針對台電提供型錄之重點摘要向薩國參訪機構作簡報(照片7)，使參訪機構更深入瞭解台電公司企業經營及服務範圍，同時由電力調度處石組長(照片8)報告台電公司對於電力系統降低線路損失之作法敘述如下，供薩國電力自由化公司參考，並照相留念及贈送紀念品。



照片 5 仁巴河水力發電執行委員會



照片 6 電力輸送公司(ETSAL)執行長



照片 7 供電處蕭處長簡報



照片 8 調度處石組長簡報

五、拜會薩國電力機構交流討論議題

(一) 拜會電力特許經銷商(AES)執行董事(照片8)交流內容



照片 8 與電力特許經銷商(AES)執行董事交

1. 薩國輸配電系統如何？

A：薩國輸配電系統電壓等級區分高壓為115kV、230kV；中壓為2.4kV、4.16kV、13.2kV、23kV、34.5kV及46kV；低壓為120V及240V，2014年輸電系統115kV線路為1072.48回線公里，變電所共23所；230kV輸電線4條為284回線公里，變電所共3所；變壓器總裝置容量為2,036.70MVA。其輸電系統(圖7)所示，另配電系統分布佔比(圖8)所示。



圖 7 薩國輸電系統網路圖

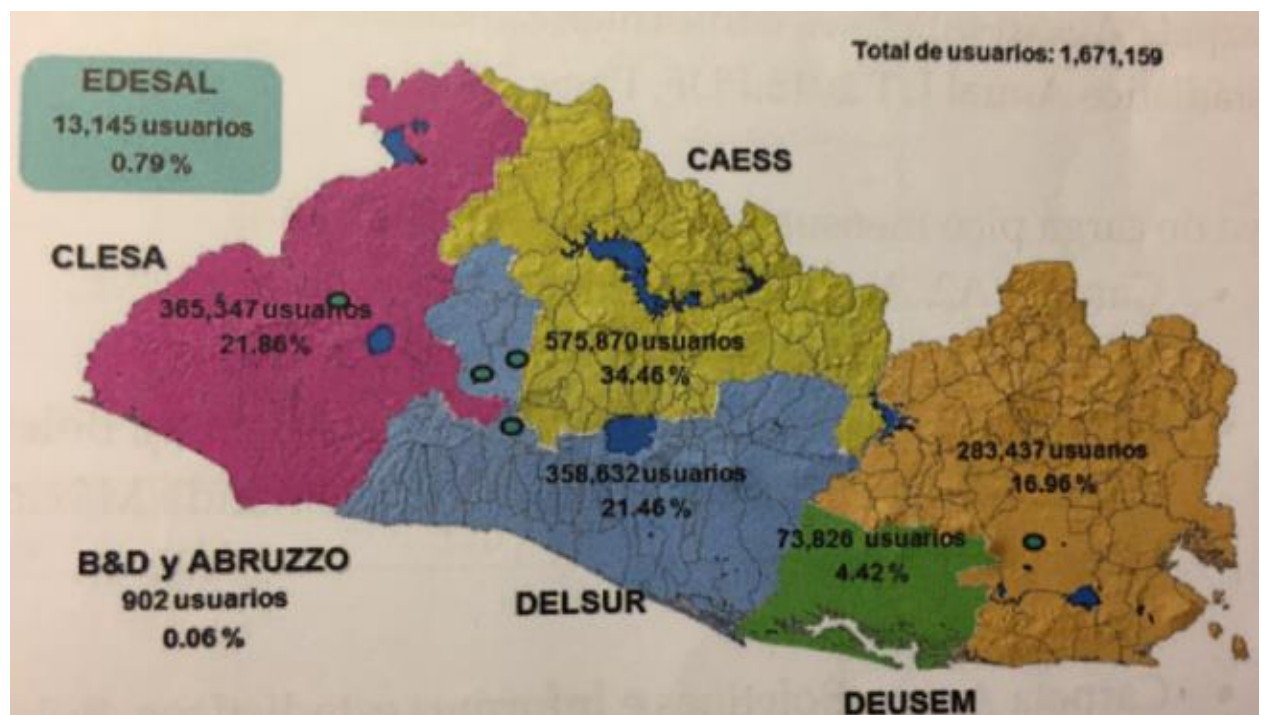


圖 8 配電系統分布佔比

2. 薩國過去十年輸、變電、配電設備的線路長度與容量

A：薩國過去十年輸、變電、配電設備的線路長度與容量(表2)所示。

表 2 薩國過去十年輸、變電、配電設備的線路長度與容量

Division		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Trans. Facilities (C-km)	230 kV	107.5	107.5	107.5	107.5	107.5	107.5	299.4	299.4	299.4	299.4
	115kV	1023	1023.6	1023.6	1023.6	1072.5	1072.5	1072.5	1072.5	1072.5	1072.5
	Total	1130.5	1131.1	1131.1	1131.1	1180	1180	1371.9	1371.9	1371.9	1356.4
Substation facilities (MVA)	115kV	1753.0	1566.0	1607.0	1687.0	1612.0	1762.0	1836.7	1836.7	1836.7	1936.7
	230kV	625.0	625.0	625.0	625.0	625.0	625.0	781.3	781.3	781.3	781.3
	Total	2378	2191	2232	2312	2237	2387	2618	2618	2618	2718
Distrib. Facilities	Distrib.	35360	36046	35044	37171	38157	40885	42356	43045	47160	47505
	lines kM										
	Trans. MVA										

3. 薩國過去十年系統線路損失率、輸電損失率、配電損失率如何？

A：薩國過去十年系統線路損失率、輸電損失率、配電損失率(表3)所示，其中配電損失率佔比最高。

表 3 薩國過去十年系統線路損失率、輸電損失率、配電損失率表

Line Losses(%)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Transmission(Primary)	1.7%	1.8%	1.8%	1.7%	1.8%	1.9%	1.5%	1.7%	1.8%	1.9%
Transmission(Secondary)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Distribution	11%	10.8%	9.5%	10.9%	7.9%	10.5%	11.2%	10.8%	9.2%	
Total	12.7%	12.6%	11.3%	12.6%	9.7%	12.4%	12.7%	12.5%	11%	1.9%

4. 台電過去十年系統線路損失率、輸電損失率、配電損失率如何？

A：台電公司自62年以來的線路損失率變化圖(圖9)所示，線路損失率會受到系統電源分布、負載高低、氣候變遷及抄表期間不同等因素影響，因此會呈現上下波動的變化，經由不懈的努力，104年度線路損失已降至3.72%，另105年度台電發購電量成長3.1%，線路損失率降到3.85%，抑低績效已躋身世界先進國家的領先集團(圖10)所示。顯然薩國線路損失高於台電公司甚多。

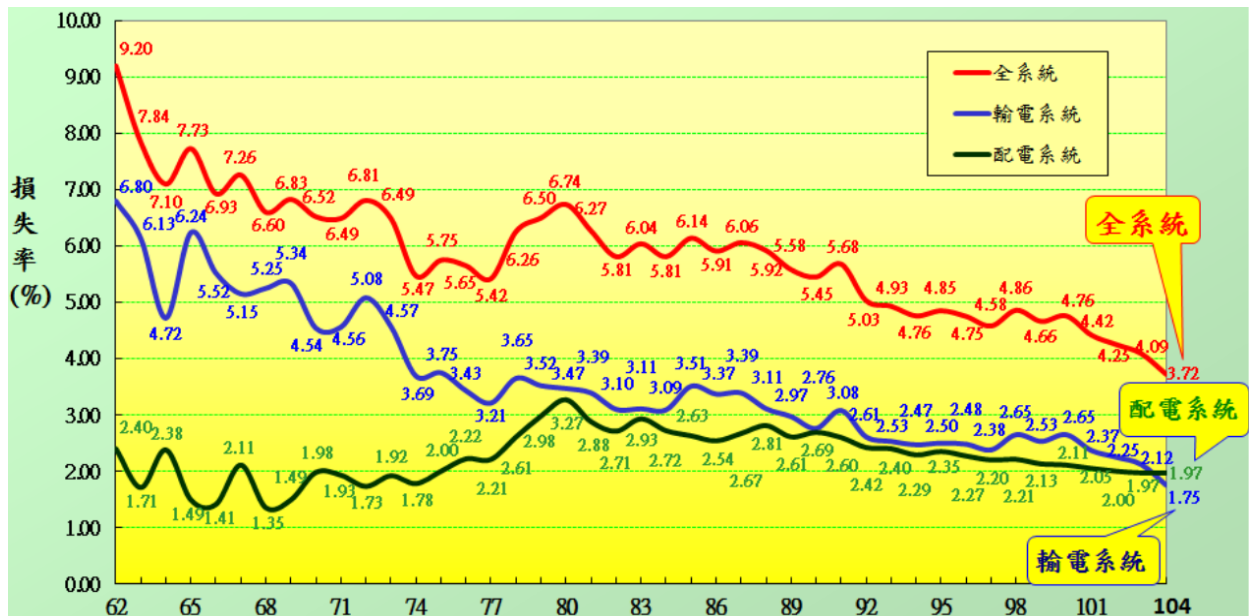


圖9 台電公司全、輸、配電系統線路損失變化圖

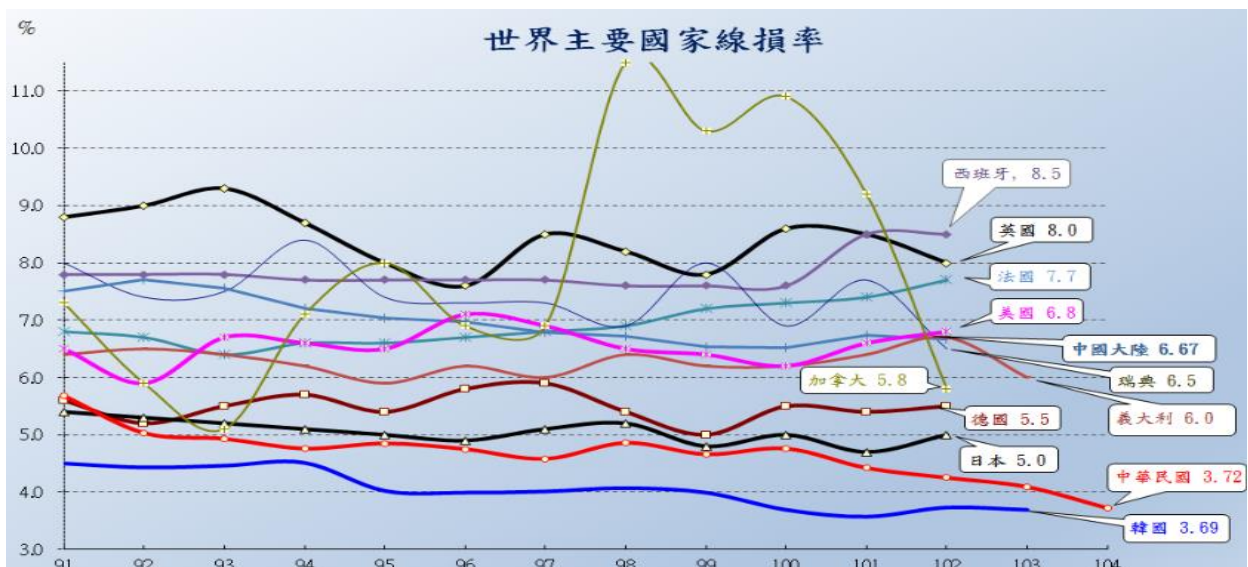


圖10 世界主要國家電力系統線路損失率比較

5. 虛功率補償規劃原則及設置情形如何？

A：薩國電力已自由化，其虛功率補償規劃原則及設置情形，由薩國電力及電信管理總局訂定。在正常電壓情況：可依運轉規定將電壓控制在合理範圍內；緊急電壓情況：當電壓在電力傳輸系統中發生無法控制的情形。另在輸電系統可被接受的電壓變動範圍請參考操作安全及品質法規。每個市場參與者都有負責虛功的責任，如果違反則對不足的部分應付出額外的費用。對於額外的費用其計算原則應依法辦理。

6. 薩國降低路損失的項目或策略方面？那台電公司有那些策略？

A：薩國電力已自由化，有關薩國電力及電信管理總局，是監控薩國電力供給合約及電價，其同時也觀察及監控線路損失，線路損失8~9%是可被認定的，並可反應在電價中，這8~9%的線路損失由以前13%降下來的，目的是要將線路損失降低，使電力公司、政府及用戶三贏。另財政部所收線路損失應予稅金退回，但並沒有訂定降低線路損失指標項目，要求各電力公司遵行，那台灣經驗又如何？

台電說明：

台電公司電力系統輸配電損失之計算公式為全系統淨發購電量，扣除公司內自用電量，再減去售電量，所得之差值。對抑低線路損失即不遺餘力，近年來藉由下列7項措施抑低線路損失：簡化電壓層級；提升配電電壓；區域供需均衡；調升運轉電壓；推行負載管理；建設輸電設備；加強違章用電查緝，以嚇阻不法用電，減少非自然的人為損失。

配電系統方面降低線路損失的具體作法如下：既設主變增設高壓饋線；調整饋線電流超過300A者；調整饋線不平衡電流；調整饋線常開點位置；既設饋線11.4KV改壓22.8KV；擴充單相或二相線路為三相；換粗高壓導線；高壓線路迂迴改善；饋線功率因數在98%以下之改善；換裝夏季利用率低(40%以下)之變壓器；調整或分割過載變壓器負載；換粗低壓導線；電表倍數核對；異常電表更換；勸導用戶改善功因未達95%；稽查電度；電表防制措施。

輸電系統方面降低線路損失的具體作法如下：控管超高壓幹線停電檢修天數；輸電線路停電碍掃及布拭碍子串數；碍子串噴塗矽油膏或HVIC；69kV 匯流排電壓提昇+0.5%運轉績效追蹤檢討 $\geq 98.6\%$ ；各變電所所內用電之功率因數管制範圍為 $90\% \leq \text{所內功因} \leq 100\%$ (落後)；變電所機器設備及建物排熱或散熱系統追蹤改善(變壓器台數)；運用「變壓器無效功率管控機制」，以V2-Q1方式驗證RPDC無效功率及電壓控制之所數；每月統計檢視69kV標準電壓；各變電所二次輸電線路出口端功率因數達0.95(落後)之線路比例 $\geq 90\%$ 。

7. 薩國降低路損失是否有專案小組控管？那台電公司專案小組控管又如何？

A：薩國電力及電信管理總局，是監控薩國電力供給合約及電價，其同時也觀察及監控線路損失，並未成立專案小組控管。

台電公司成立電力系統線路損失專案小組，由負責輸供電事業部執行長暨副總經理定期召開，其成員為電力調度處、系統規劃處、供電處、配電處、業務處、企劃處、再生能源處及綜合研究所等單位組成，並將線路損失納入KPI績效指標控管。

8. 台電公司對於薩國在線路損失方面有那些建議。

A：薩國電力系統230kV及115kV定義為高壓系統，由國營ETESAL輸電公司運轉與維護全系統之線路損失率約1.9%表現尚屬合理。然而115kV以下由46kV至一般家庭用電之110V稱為低壓系統由私有特許銷售公司負責營運，根據其提供之歷年線路損失統計資料顯示皆在9.0%以上，顯然偏高，究其原因有下列主要因素：

(1)技術性原因： 電壓層級結構過於複雜(共有 7 級)，層級變壓結果增加損耗；電壓變動率容許值為 5%，將造成末端用戶電壓過低增加損耗，顯然仍有改善空間，目前台電公司電壓變動率運轉上控制值為 2.5%可供參考。

(2)非技術性原因：所指為管理問題，例如偷電稽查難以推展及電表故障與精準確等，皆有改善空間。

改善線路損失在技術層面須大量投資方能見效，而薩國電力電信總局(SIGET)容許私有特許銷售公司同時運維配電網路，且容許線路損失上限有7.5%，並將線路損失費用向用電者反應於電價回收，造成改善線路損失動機不足，另外電壓變動率的規範也須適度檢討，可促使私有特許銷售公司依法加強改善電壓品質，進而降低線路損失。

綜上，建議改善線路損失可行方案，薩國電力市場參與者皆能了解，但礙於各自利益考量，並無積極作為。因此，建議應由訂定電力市場主管機關成立改善線路損失專案小組，定時檢視線路損失表現，並提出改善，進而適時檢討相關法規，從嚴要求，方能見效。

9. 薩國對於檢舉竊電是否提供獎勵？

A：薩國目前對於檢舉竊電未提供獎勵制度，由於國情內部問題，不易落實檢舉竊電制度，但發現夜間臨時攤販有私接線路情形，薩國正研擬檢討夜間臨時攤販如何集中管理。

10. 薩國配電系統主要為環狀或放射狀呢？

A：薩國配電系統原則上採用放射狀，無禁止採用環狀，但因皆採架空線路裝置，故多為放射狀。

11. 薩國是否有需長距離傳輸電力的問題？

A：薩國EI Salvador輸電公司所管轄280kV輸電線路係由美國援助基金會(SIEPAC)補助興建，從瓜地馬拉至巴拿馬之280kV長距離輸電線路，約1800公里，並無傳輸問題。

12. 薩國是否有電網運轉與發電未解決的限制？

A：薩國並沒有電網運轉與發電未解決的限制問題。

13. 薩國是否貴國是否有電壓品質的問題呢？電壓品質的標準為何？

A：薩國私有配售公司配電電壓層級結構共有7級，中美州區域電網委員會(CRIE)容許電壓變動率容許值為 $\pm 5\%$ 以內，配電線路損失率7.5%容許轉價線路損失費用轉價用戶(電費)，另每半年向用戶發出500份調查表，以探討電力品質問題。

14. 薩國輸電與配電系統使用的輸電導線為何？是否有超載或過載等問題？

A：薩國輸電系統使用的輸電導線為477MCM(26/7)ACSR及1024MCM RAIL3，另配電系統使用的導線(表4)所示，輸配電導線無超載或過載等問題。

表 4 配電系統使用的導線一覽表

Tipo	Conductor	Tipo	Conductor	Tipo	Conductor
AÉREO	1/0 ACSR	AÉREO	350 MCM AAC	AÉREO	6 ALFP
AÉREO	1/0 ALFP	AÉREO	350 MCM ALFP	AÉREO	6 MTX-2
AÉREO	1/0 MTX-1	AÉREO	397.5 MCM AAC	AÉREO	750 MCM AAC
AÉREO	1/0 MTX-2	AÉREO	397.5 MCM ALFP	AÉREO	900 ACSR
AÉREO	1/0 MTX-3	AÉREO	4 ACSR	SEMI AISLADO	1/0 SA
AÉREO	2 ACSR	AÉREO	4 ALFP	SEMI AISLADO	397 MCM SA
AÉREO	2 ALFP	AÉREO	4 MTX-2	SEMI AISLADO	4/0 SA
AÉREO	2 MTX-1	AÉREO	4/0 ACSR	SEMI AISLADO	477 MCM SA
AÉREO	2 MTX-2	AÉREO	4/0 ALFP	SEMI AISLADO	795 MCM SA
AÉREO	2 MTX-3	AÉREO	4/0 MTX-1	SUBMARINO	2 TRXLPCUTR
AÉREO	2/0 ACSR	AÉREO	4/0 MTX-2	SUBTERRÁNEO	1/0 AWG XLPE
AÉREO	2/0 ALFP	AÉREO	4/0 MTX-3	SUBTERRÁNEO	1/0 Cu URD
AÉREO	2/0 MTX-1	AÉREO	477 MCM AAC	SUBTERRÁNEO	1/0 Cu XLPE
AÉREO	2/0 MTX-2	AÉREO	4TEAK	SUBTERRÁNEO	1/0 RHH
AÉREO	3/0 ACSR	AÉREO	500 MCM ALFP		

15. 薩國電力特許經銷商，歷年是否有一些變電所更新及線路重整計畫？

A：薩國電力特許經銷商為滿足供電需求並符合SIGET所訂規範，歷年來也有一些變電所更新及線路重整計畫(表5)。另外相關電力特許經銷商有推動若干線路不符合標準設計者之重建專案(表6)，此對降低能量損失和罰款。

表 5 薩國配電系統電壓改善對策

Year	Companies	Description
2013	DELSUR	Olocuitla substation repowering
2013	DELSUR	Sur Substation repowering
2013	CAESS	Aguilares substation construction (new step down transformer 46/23KV 10/12 MVA)
2013	CAESS	installation of Distribution voltage regulator in Monserrat Substation
2013	CAESS	Nuevo Cuscatlan Line repowering
2013	CLESA	Sonsonate Substation repowering (change transformer 5/7MVA to 10/12MVA)
2013	CLESA	Change voltage line from 2.4KV to 13.2KV on 407-1-13 circuit line (Barrio Nuevo substation)
2014	DELSUR	San Marcos Substation construction and line repowering for load distribution
2014	CAESS	Aguilares-Suchitoto line repowering
2014	CLESA	Circuit partition 409-1-11 for load distribution
2015	CAESS	Change voltage line from 4.1KV to 23KV (Central substation)
2015	CAESS	Change voltaje line from 4.1 KV to 23KV circuits 102-0-12,102-0-15 and 110-0-12
2015	CLESA	Capacitors bank installation Exporsalva substation
2015	EEO	installation of Distribution voltage regulator in Jocoro Substation
2015	DEUSEM	Tierra Blanca Substation construction fase II

表 6 各電力特許經銷商線路不符合標準設計者之重建專案統計表

Compaiesn	Number of Projects
CAESS	141
CLESA	229
EEO	122
DEUSEM	48
DELSUR	426
TOTAL	966

16. 台電公司考察團對薩國配電線路損失原因之看法？

A：(1)法規面，造成私有電力特許經銷商(AES)無意願改善線路損失，因法規允許a.配電線路損失7.5%以下，AES可轉嫁至電費向用戶收取b.配電電壓變動率7%以內無須改善(台電為 $\pm 2.5\%$)，這些應是造成線損過大之主要原因。

(2)路燈白天放亮，路燈以個別點滅方式裝置(非集中點滅控制)，而計費方式類似台電之包登制(以每盞w*夜間時間計價)，故點滅控制開關損壞，並無積極查修更換，路燈白天放亮是常見之情形。

(3)N相系統不連貫，部分配電線路以大地做為迴路(替代N相)－配電系統為三相四線多重接地系統，但常見部分線路區段無N相，桿上變壓器一、二次側N相直接連結至接地裝置(接地線及銅棒)，運轉電流增加因而線損加大。

(4)桿上變壓器未定期檢驗，因設備問題造成損失(銅損及鐵損)－以AES特許經銷商為例，桿上變壓器約5.8萬具，一般以使用至損壞才會進行更換，無定期檢驗機制(例如量測二次側負載電流，變壓器過載則進行負載分割、變壓器利用率過低，則更換容量較小者)。

(5)無合理之計量電表校驗機制－以AES私有特許銷售公司為例，用戶數約149萬戶，皆裝設機械表，每1年僅約校驗1萬具電表，計量電表之誤差造成之損失亦不可忽視(台電每具電表每6年需校驗一次)

(6)稽查竊電未積極－主要因國情(幫派因素)，無稽查竊電積極之作為。

(7)配電系統電壓層級過多，經過個電壓等級變電站降壓饋供至用戶端，造成之損失(銅損及鐵損)。

(二) 拜會薩國國家能源委員會(CNE)執行秘書(照片 9)及電力發電及輸送系統之營運及電力市場行銷(UT)總經理(照片 10)交流內容

1. 薩國電力自由化電力結構如何？

A：薩國電力自由化是結合中南美州，來達到電力供應平衡及合理電力交易，故電力結構市場分為以下委員會(1)CNE屬國家能源委員會；(2)CDMER屬區域能源委員會；(3)CRIE屬區域電網管理委員會；(4)EOR屬區域交易平台；(5)EPR屬區域國家電網公司。

2. 電壓變動率容許值為 $\pm 5\%$ 及線路損失容許值 7.5%是如何訂定？

A：薩國SIGET是歸屬區域電網管理委員會(CRIE)，訂定電壓變動率容許值為 $\pm 5\%$ 及線路損失容許值7.5%，係考慮市場因素與相關電力公司及電網管理委員會共同討論所訂出來，並適時檢討。

3. 有關電力發電及輸送系統之營運及電力市場行銷(UT)是否控管電壓變動率及線路損失？

A：電力發電及輸送系統之營運及電力市場行銷(UT)是不控管線路損失，另訂定電壓變動率容許值及線路損失容許值，歸屬區域電網管理委員會(CRIE)。

4. 台電公司專案小組控管如何？

A：台電公司成立電力系統線路損失專案小組，由負責輸供電事業部執行長暨副總經理定期召開，其成員為電力調度處、系統規劃處、供電處、配電處、業務處、企劃處、再生能源處及綜合研究所等單位組成，並將線路損失納入KPI績效指標控管。

薩國國家能源委員會(CNE)執行秘書表示：將與薩國電力及電信管理總局(SIGET)研究，必要時成立降低線路損失專案委員會。



照片 9 (CNE)執行秘書



照片 10 UT 總經理

(三) 拜會薩國電力及電信管理總局(SIGET)局長(照片 11)交流內容



照片 11 薩國電力及電信管理總局(SIGET)局長

1. 薩國輸電系統電壓變動率訂為 5%之原因？

A：5%屬國際可接受之範圍，因薩國屬中南美洲(6國)區域電網成員之一，個成員皆須遵循，薩國不能任意變更，否則可能影響區域電網間之平衡。另如要改善及降低電壓變動率，須考量投資效益及電力市場交易價格接受度(可能提高交易價格)，故目前5%係依市場機制取得之平衡點。

2. 薩國電業自由化後是否造成電價高漲及供電品質降低？

A：確實如此，故薩國成立SIGET，定時調整電價並監督每位市場參與者，確實遵守相關法令規定，SIGET成員與各電力公司不可有任何關聯，退休後亦不可至任何電力公司任職。

3. 薩國用戶計量電表準確度，如何查驗？

A：在薩國有兩大售電經銷商，在進口電表時，需自行隨機抽驗電表之準確度，並將抽驗報告送SIGET存參，用戶使用期間，經銷商並無定期對電表校驗之機制，但如有用戶向SIGET反映電費突增，SIGET會通知經銷商立即去查驗或更換。目前皆裝置機械表，經銷商基於成本及利潤考量，並無意願裝設電子表或AMI表。

4. 台電如何推動智慧電網？

A：台電係配政府規劃「國家智慧電網整體規劃方案」，進行智慧發電與調度、智慧輸電、智慧配電、智慧用戶等構面進行設備改善，使各構面系統運轉、維護、故障偵測與隔離，朝向智慧化、最佳化、自動化與無人化邁進。

(四)經拜會與交流後，對薩國改善線損之觀察與建議

考察團對薩國配電線路損失之觀察與建議如下：

1.管理層面：

觀察：

- (1) 本公司建議改善線路損失之技術性作為，薩國電力市場參與者皆能了解，但礙於各自利益考量，並無積極作為。
- (2) 稽查竊電未積極 – 主要因國情(幫派因素)，無稽查竊電積極之作為。

建議：建議應由電力市場主管機關成立改善線路損失專案小組，定時檢視線路損失表現，並提出改善，並適時檢討相關法規，從嚴要求，方能見效。

2.法規層面：

觀察：

- (1) 線路損失與電壓運轉範圍容許值有相當大的直接關係，電壓

運轉範圍容許值愈高，將造成末端用戶電壓過低，進而增加線路損失。薩國目前允許配電電壓運轉範圍 5% 以內無須改善(台電為 $\pm 2.5\%$)，造成私有特許銷售公司無意願改善線路損失。

- (2) 改善線路損失在技術層面須大量投資方能見效，惟薩國電力電信總局(SIGET)容許私有特許銷售公司同時運維配電網路，且容許線路損失上限有 7.5%，並將線路損失費用向用電者反應於電價回收，造成改善線路損失動機不足。

建議：建議檢討修改配電電壓運轉範圍，並檢討降低配電線路損失之容許上限。

3. 運轉/維護層面：

觀察：

- (1) 薩國配電路燈係以個別點滅方式裝置(非集中點滅控制)，而計費方式採包燈制(以每盞 w *夜間時間計價)，故點滅控制開關損壞，並無積極查修更換，造成路燈白天放亮是常見之情形。此造成白天用電量未計入實際用電量，因而成為損失的一部分。
- (2) N 相系統不連貫，部分配電線路以大地做為迴路(替代 N 相) – 配電系統為三相四線多重接地系統，但常見部分線路區段無 N 相，桿上變壓器一、二次側 N 相直接連結至接地裝置(接地線及銅棒)，運轉電流增加因而線損加大。
- (3) 桿上變壓器未定期檢驗，因現場設備老舊或規格不符需用等設備問題造成損失(銅損及鐵損)增加 – 以 AES 特許經銷商為例，桿上變壓器約 5.8 萬具，一般以使用至損壞才會進行更換，無定期檢驗機制(例如量測二次側負載電流，變壓器過載則進行負載分割、變壓器利用率過低，則更換容量較小者)。
- (4) 無合理之計量電表校驗機制 – 以 AES 私有特許銷售公司為例，用戶數約 149 萬戶，皆裝設機械表，每 1 年僅約校驗 1 萬具電表；另外，針對進口電表部分，薩國的兩大售電經銷商，在進口電表時，需自行隨機抽驗電表之準確度，並將抽驗報告

送 SIGET 存參，用戶使用期間，經銷商並無定期對電表校驗之機制，但如有用戶向 SIGET 反映電費突增，SIGET 會通知經銷商立即去查驗或更換。前述此等計量電表之誤差造成之損失亦不可忽視(台電每具電表每 6 年需校驗一次)。

- (5) 使用較易產生計量誤差的機械表-一般而言，機械表於長時間運轉後較電子表更易產生計量失真增加線路損失，惟薩國售電經銷商目前基於成本及利潤考量皆裝置機械表，並無意願裝設電子表或 AMI 表。

建議：督促銷售公司對所屬配電層級線路及設備，研訂定期檢驗、運轉、維護制度，並評估將機械表俟機更換為電子表之可行性。

4. 基礎建設：

觀察：電壓層級愈多，線路損失愈多。薩國配電電壓層級結構過於複雜(共有 7 級)，多層級變壓結果將增加電力損耗。

建議：建議檢討減少配電電壓層級。

肆、參訪營運發輸變電設備

一、參訪 15SE 變電所

EL Salvador 輸電網公司(簡稱 ETESAL)是薩國擁有輸電系統之擴建與維護工作的輸電公司，ETESAL 輸電範圍含蓋瓜地馬拉及宏都拉斯等國家。ETESAL 輸電公司整個輸電網路是由 40kV 到 115kV，線路總長度為 1073.82 回線公里，另還有 4 條 230kV 輸電線路從薩國電力網連結至瓜地馬拉及宏都拉斯等國家，其中 230kV 輸電線路從薩國電力網連結至瓜地馬拉電力網為 14.6 回線公里；另 230kV 輸電線路從薩國電力網連結至宏都拉斯電力網為 92.9 回線公里。

15SE 變電所(照片 12)是屬於 ETESAL 所管轄，其變電所主要扮演將 230kV 輸電線路向西延伸瓜地馬拉，向東延伸至宏都拉斯。其 15SE 變電所分為東西開關場，東開關場具有 2 台變壓器，其變壓器一次側為 230kV，二次側可有 115kV 或 46kV，而西開關場無變壓器設備，純粹屬系統連接功能。因薩國電力市場已自由化，其 ETESAL 負責輸變電設備維護工作，至於運轉面屬 UT(如同台電公司中央調度)，因此 15SE 平常屬於降壓變電所，但有時會因系統需要，該 2 台

變壓器會扮演成升壓變壓器角色。



照片 12 15SE 變電所設備

15SE變電所為230kV轉換為115kV及46kV之變電所，屬屋外變電所，其匯流排採用鋁絞線，礙子採用玻璃礙子如照片 所示，經洽ETESAL公司表示薩爾瓦多無鹽霧害及颱風，只有地震之威脅，因此變電設備耐地震設計水平為0.33G；垂直為0.22G，與台電公司設計相同。另在維護方面變電所每年礙掃1次；紅外線測溫每年1次；輸電線路每年雇用直昇機實施紅外線測溫1次；每3個月實施線路巡視1次。

ETESAL公司為因應ACAJ變電所興建天然氣發電廠之需要，必須興建230kV二回線從ACAJ變電所至15SE變電所輸電線路，同時也須連接薩爾瓦多港口及薩爾瓦多國際機場等線路，全長90公里(圖12)所示，且第一天拜訪薩國總統府羅秘書執行長，亦表示希望台機社能參與本興建案之最有利標案，以實質中華民國能參與當地公共建設，並必要鼎力相助。



圖 12 230kV 二回線從 ACAJ 變電所至 15SE 變電所

二、參訪 NOV.5 水力發電廠

薩爾瓦多電力在乾季主要依賴火力發電，雨季時為水力發電，地熱發電則占總發電量23%。薩國能源高度依賴火力發電，使近年來電價不斷上漲，造成生產成本大增，對薩政府無法於短期或中期改善過度依賴火力發電現況，業者極為擔心生產成本恐持續墊高，喪失競爭力。薩國每月總發電量約460至510兆瓦（GW），2014年1月總發電量約457.9兆瓦，其中，水力發電109.7兆瓦，地熱發電128.7兆瓦，熱能發電219.5兆瓦。同年2月總發電量為483兆瓦，其中水力發電107.6兆瓦，占總發電22.3%，地熱發電113.2兆瓦，占總發電23.4%，熱發電262.2兆瓦，占總發電54.3%。國家能源委員會為減緩能源供應不足壓力，近年來已陸續推動發展各項再生能源計畫，如天然氣發電廠，投資金額10億美元，產電量355萬瓩，為期20年。

薩國水力發電95%是公營少部分為私人擁有，主其事者為水力發電執行委員會（CEL），該委員會係1948年創立，由一條名為Lempa的大河開始屬國家所有。CEL在仁巴河（Lempa）截至2017年止共有5座水力電廠裝置容量共552MW(圖13)所示。

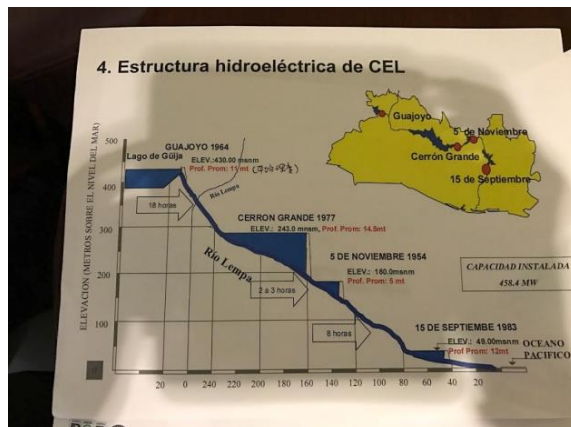


圖 13 Lempa 河流水力發電關係圖

照片 13 廠房外觀

薩國NOV.5水力發電廠(照片13)擴建工程於2016年11月5日舉行落成典禮。位於薩國Chalatenango及Cabañas省份之NOV.5水力發電廠，迄今已有62年歷史，原設有五部機共100MW，現擴建1條導水隧道、2條壓力鋼管(照片14)、2組豎軸法蘭西斯式水輪發電機組(圖14)。



照片 14 壓力鋼管

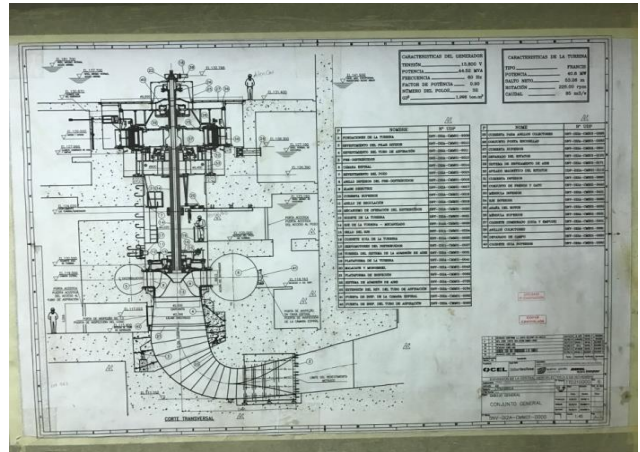


圖 14 機組組立圖

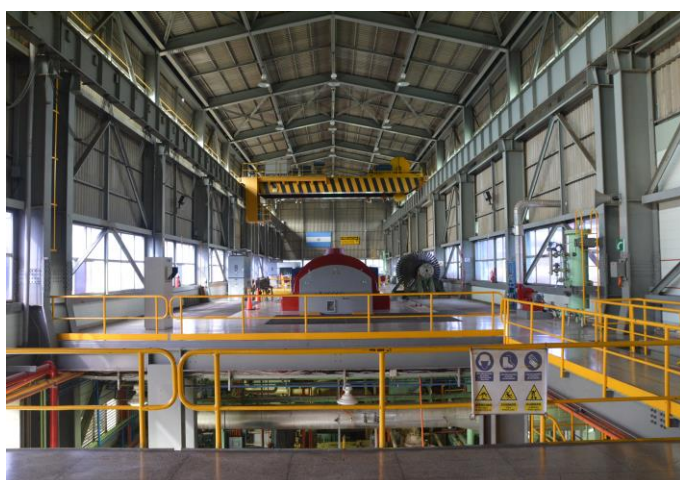
該水力發電廠擴建工程共耗資1億8,930萬美元，由德國復興信貸銀行(KfW)及中美洲經濟整合銀行(BCID)各出資5,750萬美元，另770萬美元為歐盟捐款額，其餘6,660萬美元則為CEL委員會之自有資金。迄今，薩國Nov.5水力發電廠總裝置容量達180MW（含二部新機組共80MW），占地11萬5,300平方公尺，該擴建工程總計提供2萬5,000個就業機會，約80MW之電力預計2017年可注入國家電網，足以供應超過11萬戶家庭所需，且每年可避免消耗約17萬3,352桶重油。NOV.5電廠主要數據如下：1.製造廠商：奧地利ANDRITZ；機組數：2.水車容量：41.2 MW；3.發電機容量：44.52MVA；4.發電機電壓：13.8KV；5.落差：53.26M；6.流量：84.51 cms；7.轉速：225rpmLempa河流域雖有五座串流式電廠但為系統安全，各廠均有獨立運維組織，據該公司人員表示為運轉安全計，未來也沒有集中遙控之計畫。機組為無主閥型式，類似石門電廠運轉模式。電廠無開關場設備，機組為低壓側併聯，經主變直接連接至輸電公司之電網。因該流域無颱風，集水區也無人為開墾，水質良好，故未設置排砂設備，組環境如有清淤需要可將前池擋水閘板放下阻水後，以機械方式清除淤泥及雜物。機組每年會停機內檢一次（電廠有運維組織且備有工作母機材料備件均可自市場取得故可自行辦理），但尚無大修經驗。經詢問及現場觀察略知CEL發電公司的運維員工尚屬積極，機組環境均有整頓及維持整潔，工安方面的做法類似台電，每日工作前亦有工具箱會議的做法。

三、參訪地熱發電及火力發電

薩國水力發電委員會(CEL)轄下La Geo地熱公司目前擁有運轉中的Ahuachapan(照片 16)及Berlin兩座地熱發電，裝置容量分別為97.5MW及110.2MW，兩座電廠共同地熱井之深度約分布在800~2500公尺。開發中的San Vicente及San Miguel兩處地熱田正進行鑽井工作。Ahuachapan電廠為薩國第一座地熱發電廠，第1號機於1975年開始商轉至今，其後陸續增建了第2及3號機(詳表7)，地熱田約在距離電廠1~2公里處，數十口地熱井蒸汽集中後輸送至電廠汽輪發電機組，地熱井蒸汽溫度約230°C，發電後的熱水排至離電廠約5公處之回注井，直接注入地底以維持源源不斷之熱源。



照片 16 Ahuachapan 地熱電廠



照片 16-1 地熱機組廠房



照片 16-2 地熱機組控制室



照片 16-3 地熱機組汽機葉片



照片 16-4 與地熱機組相連之輸電公司開關場

表 7 Ahuachapan 機組參數：

機組規格		#1	#2	#3
汽輪機	製造廠家	日本三菱重工	日本三菱重工	日本富士重工
	蒸汽導入	Single flush 圖 15	Single flush 圖 15	Double flush 圖 16
	蒸汽壓力	4.7 kg/cm ²	4.7 kg/cm ²	5.8 kg/cm ²
	額定運轉	3600 rpm	3600 rpm	3600 rpm
	額定輸出	30 MW	30 MW	35 MW
發電機	製造廠家	日本富士電機	日本富士電機	日本富士電機
	額定轉速	3600 rpm	3600 rpm	3600 rpm
	額定電壓	13.8 KV	13.8 KV	13.8 KV
	額定出力	40 MVA	40 MVA	40 VA

薩爾瓦多為中美洲國家地熱發電最早且最成功的國家，為分享自身經驗協助其他國家開發地熱能源，2016年4月La Geo集團與冰島聯合國大學冰島分校（UNU）在薩國境內成立了地熱探勘技術研究機構，該機構教授分別來自地熱技術發展先進國家如冰島、德國等，提供各個領域之專精技術；學員來自世界各國接受為期兩年的訓練，期滿後授予學位。該機構亦附設鑽探公司可提供學員實務訓練機會。

目前政府正大力推動綠色能源，地熱發電屬於穩定電源已列入長期開發

項目。我國早期的地熱鑽探技術由於缺乏後續的計畫導致經驗無法傳承，因此目前在推動上已呈現窒礙難行之窘境。當務之急，政府有關部門以及有意開發地熱發電業者應未雨綢繆儘早進行人才培育，該訓練機構實務經驗豐富值得推薦，有意者可接洽La Geo公司。

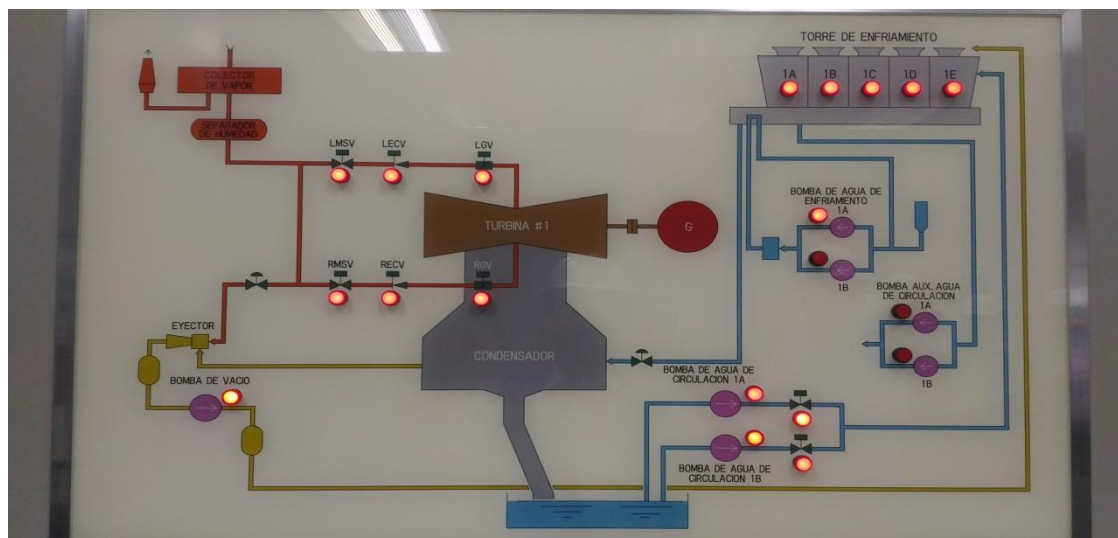


圖 15 Single Flush Mode

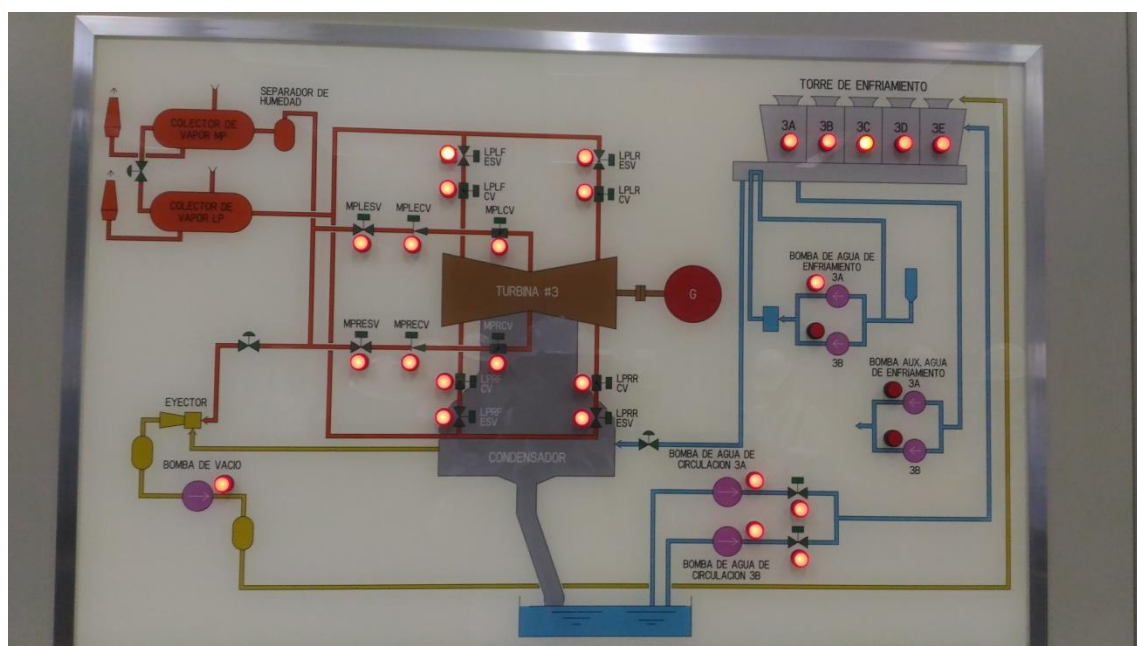


圖 16 Double Flush Mode

CEL轄下INE火力電廠(照片15)目前已民營化，該電廠裝置9台以重油為燃料之柴油引擎發電機組(Wacisla)，裝置容量約100MW，3台14MW及6台10MW

約佔薩國火力系統裝置容量1500MW的7%及約佔系統尖峰負載1100MW之9%。惟主變壓器僅裝設兩台，維修時系統可靠度易受影響。該電廠目前員工約150名負責運轉及維修，除了增壓渦輪機(Turbo Charger)必須仰賴原廠家，其餘大修工作皆自行完成。



照片 15 CEL 轄下 INE 火力電廠

伍、投資環境調查

一、投資環境簡介

薩國南臨太平洋，西與瓜地馬拉接壤，東臨宏都拉斯，處中美洲心臟地帶，國內多為高原地形。人口630萬人，但因國土面積僅約半個台灣，屬中美洲人口稠密國家。國內貨幣使用美元，固並無與美金匯兌問題。

薩國主要收入為旅美僑民僑匯，2015年總金額達42億美元。薩國治安評比不佳，造成企業投資成本增加。薩國失業率為亦不低，建築業最低薪資於2016年約為260美元。外籍員工所得，業主需代扣10%，另並需申請工作證。

二、目前認為可能關注的投資標案

西南部環狀輸電線路工程（Anillo Occidente - Sur y Refuerzos Asociados），

該工程案起自薩國西部Sonsonate省Acajutlah的發電廠，途經南部各電廠至中部San Vicente省的發電廠，為新建長度約90公里的輸電線工程，是由UT（Unidad de Transacciones，電力輸電公司）做整體規劃，並經電力及電信管理總局（SIGET）批准。該線路工程興建之主因，為未來將會於Acajutla興建一個300MW的天然氣熱發電廠，在該熱發電廠完成之前，需要先將線路興建完畢。該案除可滿足供電長成需求外，亦可增加薩國供電面之穩定性。原先計畫230kV輸電線路工程將在2019年完成，但因線路規劃案拖延遲未批准，因此已確定將無法如期完成。

三、參加薩國標案前置作業

薩國標案內容依資金來源不同，標單內條件亦隨之有異。但無論如何，基本必需有當地完整的法人公司文件、稅務資料、財務證明、法定代理人資格、施工經驗...等。我司若欲參與前述標案，需於當地登記公司以取得標單，方可取得競標資格。其登記成立公司可能性如下：

- 1.成立分公司：若於薩國成立分公司，只可行使業務，因不具備完整的法人性格，其法律行為能力受限，將不能進行投標、簽約。
- 2.成立子公司：其程序較為煩索冗長，並需於當地進行稅務申報。所得稅（ISR）為30%，且另需向當地市政府繳交資產稅。資產稅稅率依公司成立地點而異。
- 3.成立JV公司：與當地公司為為特定目定成立暫時性任務型的Join Venture公司。薩國法律並無規定雙方持股比例百分比限制，對於我司之優點為：對於國外公司風險低、國外資產無需登記於薩國，可避免繳付市政府所規定的資產稅。

四、其他參與薩國工程標案核心需求：

1.工程保函部份：

依其法令規定，必需提供相關保函如下：投標保證為投標金額2~5%；預付款保證最高30%；履約保證最低10%；保固保證10%。上述所有保證需由當地金融公司，如銀行或保函公司開立。

2.路權部份：

薩國公共工程標案在路權取得的部份，多由得標廠商自行洽談。以前述西南部環狀輸電線路工程90公里為例，需薩方政府相關單位協助取得路權，或於規劃階段避須開私人地權。

陸、結論與建議

此行應薩爾瓦多總統府羅幕僚長透過外交部邀請台電公司派專家赴薩爾瓦多現場考察，實地了解當地之電力自由化情形及電力線路損失概況。薩爾瓦多為中美洲地熱發電比率最高者，水力與地熱發電佔極重要角色。還有1條230kV輸電線路從薩國電力網貫穿連網至瓜地馬拉及宏都拉斯等國家，該國以往長期內戰的徹底摧毀基礎建設之下，導致電力設施老舊，再加上46kV以下配電層級電壓結構過於複雜(共有7級)，層層變壓結果增加線路損耗，另外薩國電力電信總局(SIGET)訂定電壓變動率容許值為5%，且容許私有配售公司有經營配電線路權利，由私有配售公司每5年提出配電線路損失上限值，經薩國電力電信總局(SIGET)審議同意配電線路損失容許上限值為7.5%，故其線路損失費用可向用電者反應於電價回收，造成私有特許銷售公司改善動機不足的現象，經此次考察所獲得結論及建議如下，可供薩國參考，以盡一份邦交國義務，方有可能鞏固邦誼。

此次考察團承台灣機電工程服務社(TEMES)及海外工程公司(OECC)在預算有限的情況下自費參與本次考察任務，值得嘉許。更感謝OECC派遣該公司瓜地馬拉分公司蕭總經理及兩位嫻熟中美洲商機運作的資深職員全程協助考察工作及聘請二位薩國當地華僑協助傳譯，並提供一部小巴士及一部休旅車供考察團全程使用使得此次考察任務得以圓滿完成，特此申謝。

一、改善線路損失方面

薩國電力系統230kV及115kV定義為高壓系統，由國營ETESAL輸電公司運轉與維護，全系統之線路損失率約1.9%表現尚屬合理。然而115kV以下由46kV至一般家庭用電之110V稱為低壓系統由私有特許銷售公司負責營運，根據其提供之歷年線路損失統計資料顯示皆在9.0%以上，顯然偏高，探討其原因有

下列主要因素：

1. 技術性原因：

電壓層級結構過於複雜(共有7級)，層級變壓結果增加損耗；電壓變動率容許值為5%，將造成末端用戶電壓過低增加損耗，顯然仍有改善空間，目前台電公司電壓變動率運轉上控制值為2.5%可供參考。

2. 非技術性原因：

所指為管理問題，例如偷電稽查難以推展及電表故障與精準確等，皆有改善空間。

改善線路損失在技術層面須大量投資方能見效，而薩國電力電信總局(SIGET)容許私有特許銷售公司同時運維配電網路，且容許線路損失上限有7.5%，並將線路損失費用向用電者反應於電價回收，造成改善線路損失動機不足，另外電壓變動率的規範也須適度檢討，可促使私有特許銷售公司依法加強改善電壓品質，進而降低線路損失，因此，建議應由訂定電力市場主管機關成立改善線路損失專案小組，定時檢視線路損失表現，並提出改善，進而適時檢討相關法規，從嚴要求，方能見效。

二、技術交流方面

台電公司對於發電廠葉片再生具有相當成效、且發輸變電設備檢測維修等具有豐富經驗，建議可透過交流機會，必要時協助訓練。

三、薩國規劃新建輸電線路方面

薩國西南部環狀輸電線路工程（Anillo Occidente - Sur y Refuerzos Asociados），該工程案起自薩國西部Sonsonate省Acajutlah的發電廠，途經南部各電廠至中部San Vicente省的發電廠，為新建長度約90公里的輸電線工程，其功能可與中美州230kV既有輸電線互聯，形成環路供電，增加薩國供電方面之穩定可靠，故此計畫對於薩國的電力系統發展而言相當關鍵，建議海外投資公司及台機社，可思考評估參與投標之可行性，以利推展與薩國之友誼關係。

附錄一：赴薩國考察電力損失代表團名單及資料

Name	Descriptions
 Dr. Hsiao, Sheng-Jen 蕭勝任 Director Taiwan Power Company	Over 34 years of transmission equipment maintenance experience, Hsiao is now the Director of Department of Power Supply. The duty scope of the Department of Power Supply consists of operation, maintenance and betterment of 345KV, 161KV and 69KV transmission lines and substations. Duties of Department of Power Supply ● Setting guidelines and SOP of operation & maintenance of transmission and substation facilities. ● Planning, application, Maintenance and setting system coordination of protective relays. ● Operation & maintenance of transmission lines and substation. ● Operation of ADCC and E/S in the service area. ● Renewal and replacement of the existing transmission lines and substation facilities.

Name	Descriptions
 Dr. Hong, Young-Huei 洪永輝 Deputy Director Taiwan Power Company	Born in 1956, Hong was awarded his doctor's degree of Electrical Engineering in 1997, who has also served in Taiwan power company as an electrical engineer for more than 30 years. Most of his working experience is due at System Planning Department of TPC, and he specializes in ● Power system simulation and analysis; ● Power system stability studies; ● Power quality analysis and improvement; ● Power system voltage control and compensation; ● Transmission system planning etc.

Name	Descriptions
 Shih, Lian-Juh 石連柱 Chief Taiwan Power Company	Over 22 years of system operation experience, Shih is now the EMS Software Application Section Chief of Department of System Operation. The duty scope of the Department of System Operation consists of coordination, control and monitoring of the national grid and generation. Duties of Department of System Operation ● Short term planning of generation and grid operation. ● Coordinates, controls and monitors the national grid and generation safely and economically. ● Operation of two fully functional Central Dispatch Control Centers located at distant sites that can function independently or jointly to provide uninterrupted grid control.

Name	Descriptions
 Lee, Yen-Chung 李彥群 Deputy Director Taiwan Power Company	Mr. Lee is now the Deputy Director of the Department of Generation who has over 30-year experiences in the field of operation and maintenance of hydro power plant. He is in charge of the operation, maintenance and improvement of the mechanical and electrical facilities of hydro power plant. Duties of The Department of Generation are as follows: ● Setting guidelines and SOP of operation & maintenance for the facilities of hydro and thermal power plants. ● Operation & maintenance of hydro and thermal power plants. ● Operation & maintenance of reservoir and Dam facilities. ● Renewal and replacement of the existing power plant facilities.

Name	Descriptions
 Hung, Tung-Tse 洪通澤 Chief Taiwan Power Company	With over 26 years of distribution system working experience, Hung is now the chief of Distribution Planning Section in Department of Power Distribution. He is an expert in multiple distribution works, including line loss or reliability improvement works, system automation works, and distribution mapping system works. He focuses on distribution enhancement projects planning such as line loss improvement project. Job Duties For the Department of Power Distribution ● Setting guidelines and SOP of planning, engineering operation and maintenance of distribution and substation facilities. ● Planning, application, installation and maintenance distribution equipment. ● Setting coordination of protective relays of distribution system. ● Setting and maintenance distribution mapping system and automation system. ● Operation of DDCC and FDCC in the service area. ● Renewal and replacement of the existing distribution equipment and substation facilities.

Name	Descriptions
 HSU, SHIH-CHI 許時棋 Manager Taiwan Electrical and Mechanical Engineering Services, Inc.	Mr. Hsu majored in Electrical Engineering and have worked with TEMES more than 30 years. At present he is in charge of the business and services for TEMES. Scope of Department of TEMES To share Taiwan Power Company' s invaluable experiences, Taiwan Electrical and Mechanical Engineering Services, Inc. (TEMES) was found by Taiwan Power Company in 1977 to render engineering services for the overseas power projects entrusted by Taiwan Power Company. At present, the scope of services covers design, construction, commissioning, <u>training</u>, O&M for substation, transmission and power plant.

Name	Descriptions
 Hsiao, Yun-Yeh 蕭雲野 Deputy General Manager Overseas Engineering & Construction Co. Ltda S.A.	Mr. Hsiao, Yun-Yeh is the Deputy General Manager, one of the Executive Directors of OECC, responsible for the operations and outreach of the Corporation in the Central America and Caribbean region. As an engineer, Mr. Hsiao holds broad experience over 21 years in the pursuit and management of important infrastructure projects throughout the region, overseeing major past and present construction projects in Haiti, Guatemala, St. Vincent, Nicaragua, Panama, and Burkina Faso, etc. The effectiveness of his professional knowledge and business profile have ensured a long lasting permanency of the Corporation in the region.
Name	Descriptions
 Chang, Chi-Hung 張吉宏 Chief of Business Development Overseas Engineering & Construction Co. Ltda S.A.	Mr. Chang is the Chief of OECC's Business Development Department, with over 10-years of experience of service in logistics of equipment, import-export of materials, research and development of business opportunities for the company in the Central America and Caribbean region. He is responsible for the search of construction project opportunities, dealing with the project owners or institutions, study of related legal and business terms and the market research.
Name	Descriptions
 Shih, Po-Chuan 施柏全 Administration Chief Overseas Engineering & Construction Co. Ltda S.A.	Mr. Shih is the Chief of OECC's Administration Department of OECC with more than 10 years of experience in the Central America and Caribbean countries as the person in-charge of hiring and management of the company's manpower, company setup, mobilization coordination, planning and arrangement for special event or activities, study of migration law, company law, manpower research, project, market research and development of business.

附錄二：赴薩國考察會議之台電公司簡報



TAIPOWER INTRODUCTION

1. Date of Establishment : May 1, 1946¹⁾

2. Capital : NT\$330 billion²⁾

3. Stock : Gov. 96.92%, Public 3.08%³⁾

4. Assets : NT\$2,002.9 billion⁴⁾

5. Operation Revenues : NT\$ 570 billion⁵⁾

6. Number of Employees : 26,673⁶⁾

7. Installed Capacity : 42,132.5 MW (IPPs included)⁷⁾

	Installed Capacity ⁸⁾	MW ⁹⁾	(%) ¹⁰⁾
TaiPower			
P.S. Hydro ¹¹⁾	2,602.0	6.2	
Nuclear ¹²⁾	5,144.0	12.2	
Thermal ¹³⁾	22,358.1	53.1	
Oil ¹⁴⁾	3,323.1	7.9	
Coal ¹⁵⁾	8,400.0	19.9	
Gas ¹⁶⁾	10,635.0	25.2	
Conv. Hydro ¹⁷⁾	1,800.2	4.3	
Wind Power ¹⁸⁾	294.0	0.7	
Photovoltaic ¹⁹⁾	18.2	0.04	
Subtotal ²⁰⁾	32,216.5	76.5	
IPP²¹⁾			
Thermal ²²⁾	7,707.1	18.3	
Coal ²³⁾	3,097.1	7.4	
Gas ²⁴⁾	4,610.0	10.9	
Hydro ²⁵⁾	289.1	0.7	
Wind Power ²⁶⁾	383.7	0.9	
Photovoltaic ²⁷⁾	913.0	2.2	
Biomass Energy ²⁸⁾	1.1	0.003	
waste & biogas ²⁹⁾	622.1	1.5	
Subtotal ³⁰⁾	9,916.0	23.5	
Total Installed Capacity³¹⁾	42,132.5	100.0	

8. Peak Load : 35,864 MW (Jul 28, 2016)³²⁾

Average Load : 25,775 MW³³⁾

9. Energy Production : 225,793 GWh³⁴⁾

Nuclear³⁵⁾ 30,461 GWh³⁶⁾ (13.5%)

Thermal³⁷⁾ 180,451 GWh³⁸⁾ (79.9%)

Oil³⁹⁾ 10,034 GWh⁴⁰⁾ (4.4%)

Coal⁴¹⁾ 83,314 GWh⁴²⁾ (36.9%)

Gas⁴³⁾ 81,185 GWh⁴⁴⁾ (36.0%)

Cogeneration⁴⁵⁾ 5,919 GWh⁴⁶⁾ (2.6%)

Pumped Storage⁴⁷⁾ 3,282 GWh⁴⁸⁾ (1.5%)

Renewable Energy⁴⁹⁾ 11,599 GWh⁵⁰⁾ (5.1%)

(Waste - biomass - biomass energy included)⁵¹⁾

10. Purchased Power : 51,750 GWh⁵²⁾

Thermal⁵³⁾ 46,339 GWh⁵⁴⁾ (20.5%)

Coal⁵⁵⁾ 21,371 GWh⁵⁶⁾ (9.5%)

Gas⁵⁷⁾ 19,048 GWh⁵⁸⁾ (8.4%)

Cogeneration⁵⁹⁾ 5,919 GWh⁶⁰⁾ (2.6%)

Renewable Energy⁶¹⁾ 5,411 GWh⁶²⁾ (2.4%)

(Waste - biomass - biomass energy included)⁶³⁾

11. Energy Sales : 212,531 GWh⁶⁴⁾

Industrial⁶⁵⁾ 117,026 GWh⁶⁶⁾ (55.1%)

Residential⁶⁷⁾ 44,583 GWh⁶⁸⁾ (21.0%)

Commercial⁶⁹⁾ 33,208 GWh⁷⁰⁾ (15.6%)

Others⁷¹⁾ 17,714 GWh⁷²⁾ (8.3%)

12. Transmission, Substation, and Distribution⁷³⁾

31 EHV Substations⁷⁴⁾ 60,500 MVA⁷⁵⁾

285 Primary Substations⁷⁶⁾ 73,220 MVA⁷⁷⁾

292 Secondary Substations⁷⁸⁾ 21,992 MVA⁷⁹⁾

Transmission Lines : 17,427 ckt-km⁸⁰⁾

Distribution Lines : 364,947 ckt-km⁸¹⁾

13. Average Rate : 2.6159 NT\$/kWh (tax excluded)⁸²⁾

— Lighting : 2.7915 NT\$/kWh (tax excluded)⁸³⁾

— Power : 2.5405 NT\$/kWh (tax excluded)⁸⁴⁾

Rate Schedules of Non-TOU Meter Rate Lighting Service

(Effective as from Apr 1, 2016)

Classification ⁸⁵⁾	Summer months (Jun. 1 - Sep. 30) ⁸⁶⁾	Other months (Jan. - May and Oct. - Dec.) ⁸⁷⁾
below 120 kWh ⁸⁸⁾	1.63	1.63
121 ~ 330 kWh ⁸⁹⁾	2.38	2.10
331 ~ 500 kWh ⁹⁰⁾	3.52	2.89
501 ~ 700 kWh ⁹¹⁾	4.61	3.79
701 ~ 1000 kWh ⁹²⁾	5.42	4.42
Over 1001 kWh ⁹³⁾	6.13	4.83
below 330 kWh ⁹⁴⁾	2.53	2.12
331 ~ 700 kWh ⁹⁵⁾	3.55	2.91
701 ~ 1500 kWh ⁹⁶⁾	4.25	3.44
Over 1501 kWh ⁹⁷⁾	6.15	4.85

Remark: 5% value-added business tax included.⁹⁸⁾

14. Rate of Return : 12.27% (Taipower method)⁹⁹⁾

15. Line Loss Rate : 3.85%¹⁰⁰⁾

16. Number of Customers : 13,823,318¹⁰¹⁾

17. Monthly Average Power Consumption Per Household : 303 kWh¹⁰²⁾

Monthly Average Power Consumption Per Household (Exclude Customers under Monthly Minimum Consumption)¹⁰³⁾ : 344 kWh

18. Monthly Average Power Expense Consumption Per Household : NT\$ 777¹⁰⁴⁾

Monthly Average Power Expense Consumption Per Household (Exclude Customers under Monthly Minimum Consumption)¹⁰⁵⁾ : NT\$ 883¹⁰⁶⁾

19. Annual Percentage of Power Expense Per Household in Total Consumption Expenses : 1.23%¹⁰⁷⁾

20. Major Power Development Projects¹⁰⁸⁾

Project ¹⁰⁹⁾	Installed Capacity (MW) ¹¹⁰⁾	Commercial Operation Year ¹¹¹⁾
1. Renewable Energy ¹¹²⁾		
Penghu Low-Carbon Project ¹¹³⁾	33.0	2019 ¹¹⁴⁾
Lanyuan Hydro ¹¹⁵⁾	4.0	2020 ¹¹⁶⁾
Offshore Islets Small Renewable Energy ¹¹⁷⁾	4.8	2020 ¹¹⁸⁾
5th Phase Wind power ¹¹⁹⁾	36.0	2020 ¹²⁰⁾
1st Phase Offshore Wind Power ¹²¹⁾	110.0	2020 ¹²²⁾
2. Thermal Power ¹²³⁾		
Lukou Thermal Rebuild #1-#3 (Coal) ¹²⁴⁾	2,400.0	2016-2019 ¹²⁵⁾
Tungshao Rebuild C.C. #1-#3 (Gas) ¹²⁶⁾	2,678.0	2017-2020 ¹²⁷⁾
Tainan Thermal Rebuild #1-#2 (Coal) ¹²⁸⁾	1,600.0	2018 ¹²⁹⁾
Kinmen Tashan #9 - #10 (Oil) ¹³⁰⁾	22	2019 ¹³¹⁾
Tainan Thermal GT ¹³²⁾	600.0	2017 ¹³³⁾
Tainan Thermal C.C. #7-#10 ¹³⁴⁾	3,168.0	2022-2025 ¹³⁵⁾

*IPPs excluded.

March 2017.

EPC Project Management For Power Plant



Combined-cycle projects :
 Eight projects have been completed,
 which include 21 large scale units with
 53 GTs and 21 STs .
 One project is ongoing, which includes 3
 sets of 892.6 MW CC units

Power Plants under Construction

Lungmen Nuclear
Power Project (2,700MW)



Tunghsiao Combined-Cycle
Power Project (2,678 MW)



Talin Coal-Fired Power
Project (1,200 MW)



Linkou Coal-Fired Power
Project (1,200 MW)



Operation And Performance Management Of Power Plant



Coal-Fired Power Plant



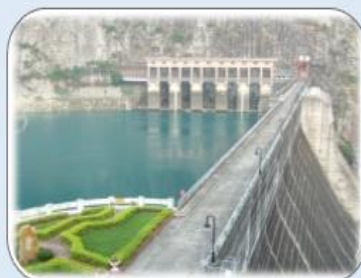
Nuclear Power Plant



Wind Power



Combined-Cycle Power Plant



Hydro Power Plant



Photovoltaic Power Plant



Operation

TAIPOWER CAPABILITY



Training

Maintenance For All Types Of Power Plants

Steam Turbine		Gas Turbine	
Nuclear		Hydro	
Generator		Transformer, G.I.S., ...etc.	
Shop Service For Bolts, For Boiler Tubes, For Gas Turbine, Ultrasonic Inspection, Magnetic Inspection, Generator Testing & Evaluation, Tubes Entry Current Inspection, Vibration Diagnosis, Vibration Monitoring, Vibration Modal Testing, Combustion Tuning, Gas Turbine Blades Refurbishment, Materials Inspection, AVR Design, Engineering Design, Generator Inspection & Repairing, Balancing, Rotor Machining, Machining for inner casing, Transformer Repairing			

Design And Construction Of PV Power Plant



Taichung Longjing PV Project
(6,486kW) by Allis Electric, etc.



Yongan PV Project (4,637kW)
by Fortune Electric

The phase 1 of PV project had been completed by
2014, with 18MW installed capacity in total.

Project	Contractor	Capacity(kWp)	Module & Type	Module	Module Rated Capacity (piece/Wp)
Taichung P/P D-E	DELTA Group	1508.6	Kyocera KD210GH-2P	Poly-Crystalline	210.75.96
Kinmem	Chinyi-Cable	528	Apollo KAP-200	Poly-Crystalline	200.75.96
Yongan saline area	Fortune Electric	4636.8	SUNTECH STP280-24/vd	Poly-Crystalline	280
3 rd Nuclear Power Plant	E&C Engineering, Corp.	1458.2	SUNTECH STP280-24/vd	Poly-Crystalline	280
Datan P/P	Allis Electric	651.42	a2 PEAK P230-60	Poly-Crystalline	235
Taichung Longjing	FuLe M.E.M.	2001.6	TOPPER SUN/TS-M240A3-6100	Poly-Crystalline	240
	Fortune Electric	1764	DeSolar/ D6P240B3A	Poly-Crystalline	240
	Allis Electric	2720.34	GreenTriplex PM245P00	Poly-Crystalline	255

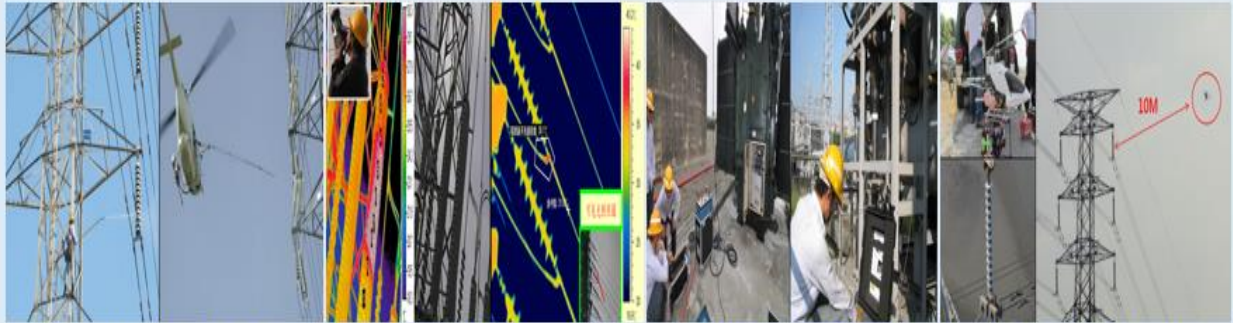
Design, Construction, Operation And Maintenance Of Power Transmission Lines And Substations



345kV Underground Cables



Items Of Maintenance Work For Transmission Lines And Substations



On-line Insulator Washing

Infrared Ray Thermal Measurement

Transformer and SF6 gas analysis

Line Weakness Checking Using A Drone



Replacement of Insulators and Towers

Gas Circuit Breaker Inspection

Renewing Lines Using SURIKIN Method

Tower Construction Innovations

Power Distribution Work

Planning, Design, Construction, Operation, & Maintenance of Distribution System



Replacement



S/S Maintenance



Relay Planning & Setting



Information APP



DDCC



FDCC



DMMS



Skill Training

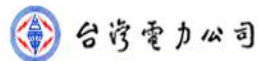


Disaster Response

附錄三：赴薩國考察會議之台電公司線路損失簡報



Taiwan Power Company

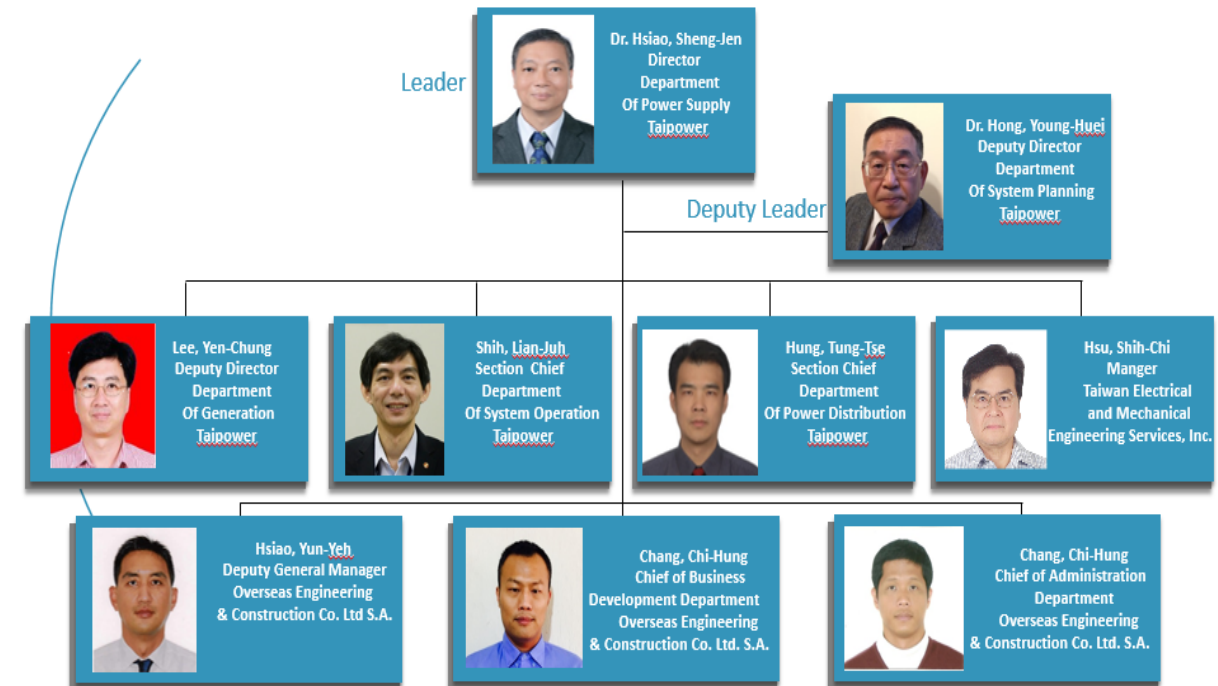


Contents

01	Overview of TPC System	
02	History of TPC's Effort on Line Loss Reduction	
03	Line Loss Reduction Working Group	
04	LLR Measures at Each System	
05	TPC's Achievement on LLR Over the Years	
06	Conclusion	



Delegation



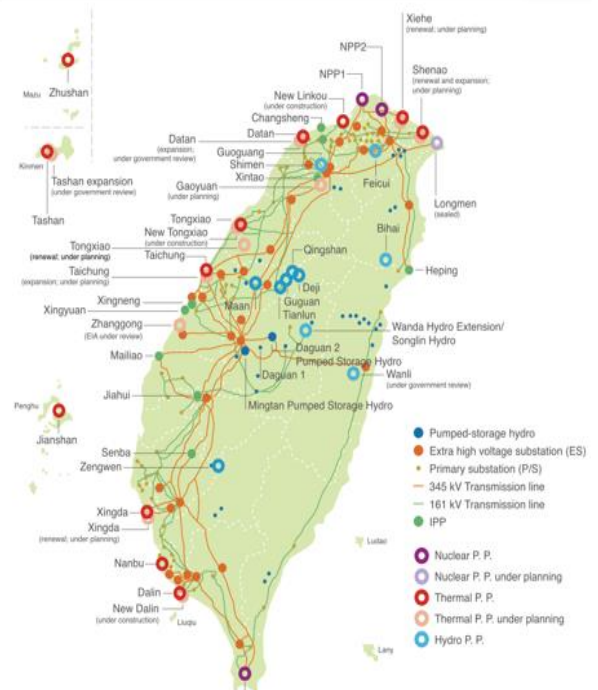
3

Overview of TPC System

2016

Profile of Taipower

Founded: May 1, 1946
Coverage: Taiwan, Penghu, Kinmen, Matsu Areas
Headquarters: Taipei
Employees: 26,659
Customers: 13.61 million
Installed capacity: Taipower system 41.04 GW
 (Taipower-owned 31.42 GW)
Power generated and purchased: 219,104 GWh



4

Overview of TPC System

2015



Substation

Year 2015	Numbers	MVA
EHV Substations	30	63,000
Primary Substations	282	74,201
Secondary Substations	293	20,646

Line

Year 2015	cut-km
Transmission Lines	17,412
Distribution Lines	371,161

Power Plant

Year 2015	unit
Nuclear	6
Thermal	221
Hydro	95
Wind	341



5

Overview of TPC System

2016

Installed Capacity (41.04 GW)

Purchased	9,618 MW	23%
Pumped storage hydro	2,602 MW	6%
Oil	3,325 MW	8%
Coal	7,600 MW	18%
Gas	10,635 MW	26%
Nuclear	5,144 MW	13%
Renewable energy	2,112 MW	5%



IPP - Gas	4,610 MW	11%
IPP - Coal	3,097 MW	8%
Renewable energy	1,911 MW	5%

Power Generation (219,104 GWh)

Purchased	50,043 GWh	23%
Pumped storage hydro	3,023 GWh	1%
Oil	10,259 GWh	5%
Coal	57,080 GWh	26%
Gas	59,066 GWh	27%
Nuclear	35,143 GWh	16%
Renewable energy	4,490 GWh	2%



IPP - Gas	17,849 GWh	8%
IPP - Coal	21,163 GWh	10%
Renewable energy	4,799 GWh	2%
Cogeneration	6,232 GWh	3%

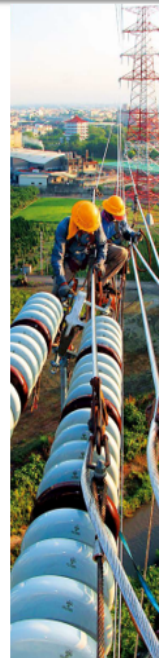
Customers (13,614,000)

Residential	12,176,000	89.4%
Commercial	1,025,000	7.5%
Industrial	209,000	1.5%
Others	204,000	1.5%



Sales (206,491 GWh)

Residential	42,197 GWh	20.4%
Industrial	114,242 GWh	55.3%
Commercial	32,511 GWh	15.7%
Others	17,542 GWh	8.5%

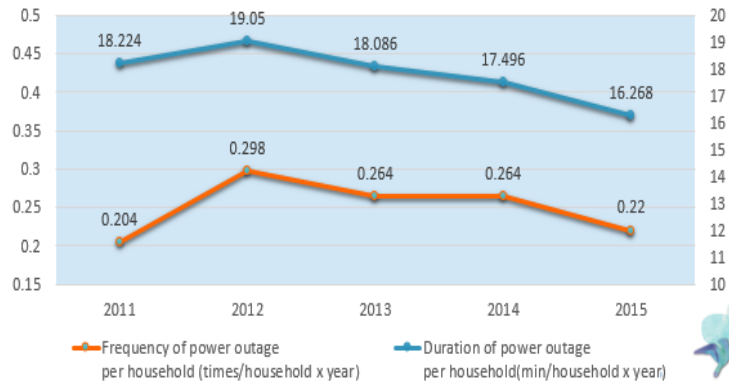


6

Overview of TPC System

2016

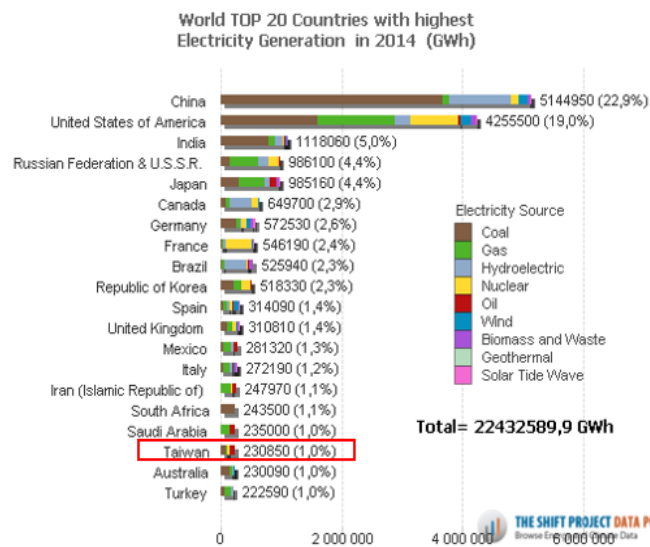
Duration and Frequency of Average Power Outage
from 2011 to 2015



7

Overview of TPC System

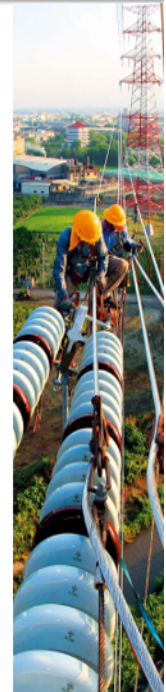
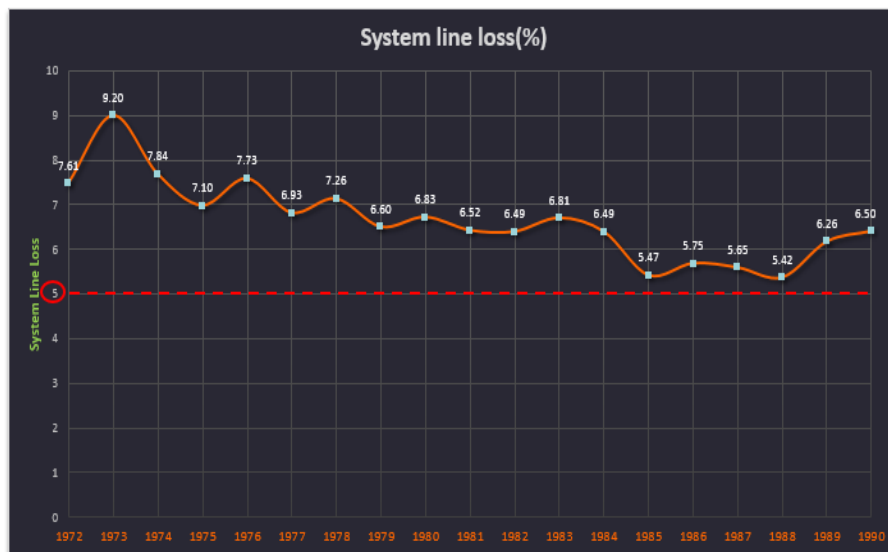
TPC ranks **18th** in terms of Electricity generation in the world utilities



8

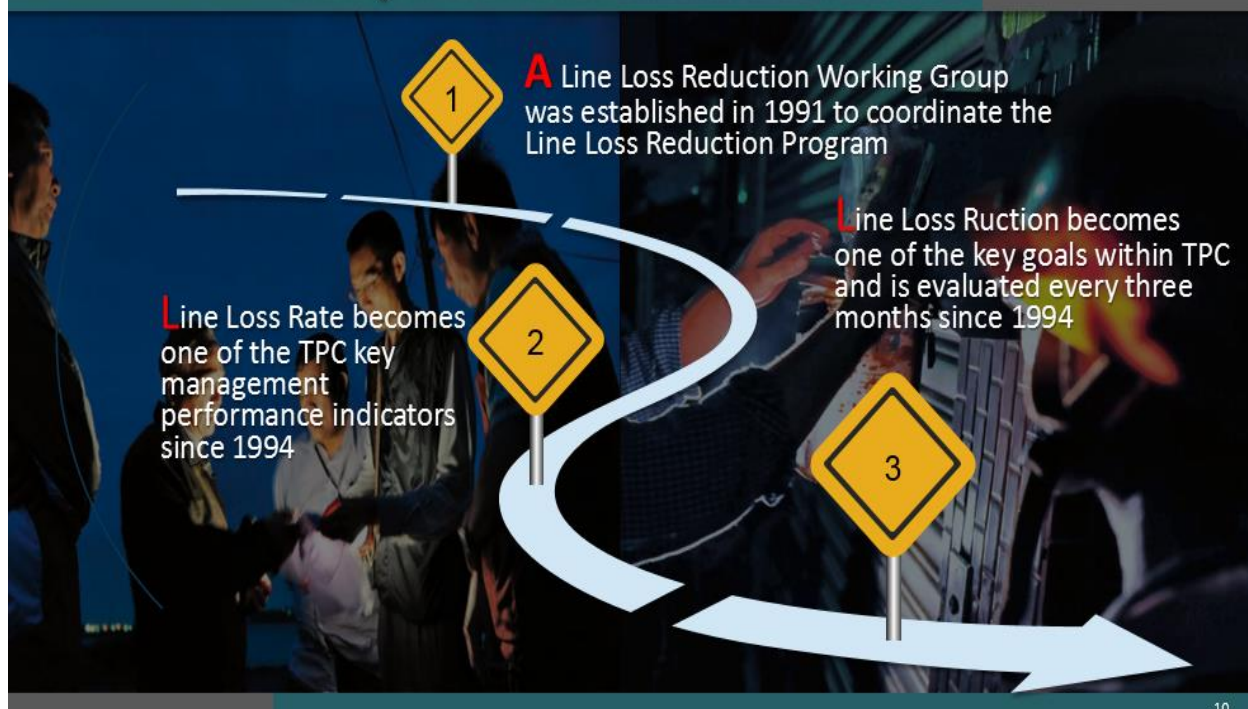
History of TPC's Effort on Line Loss Reduction

System Line Loss in 1972~1990



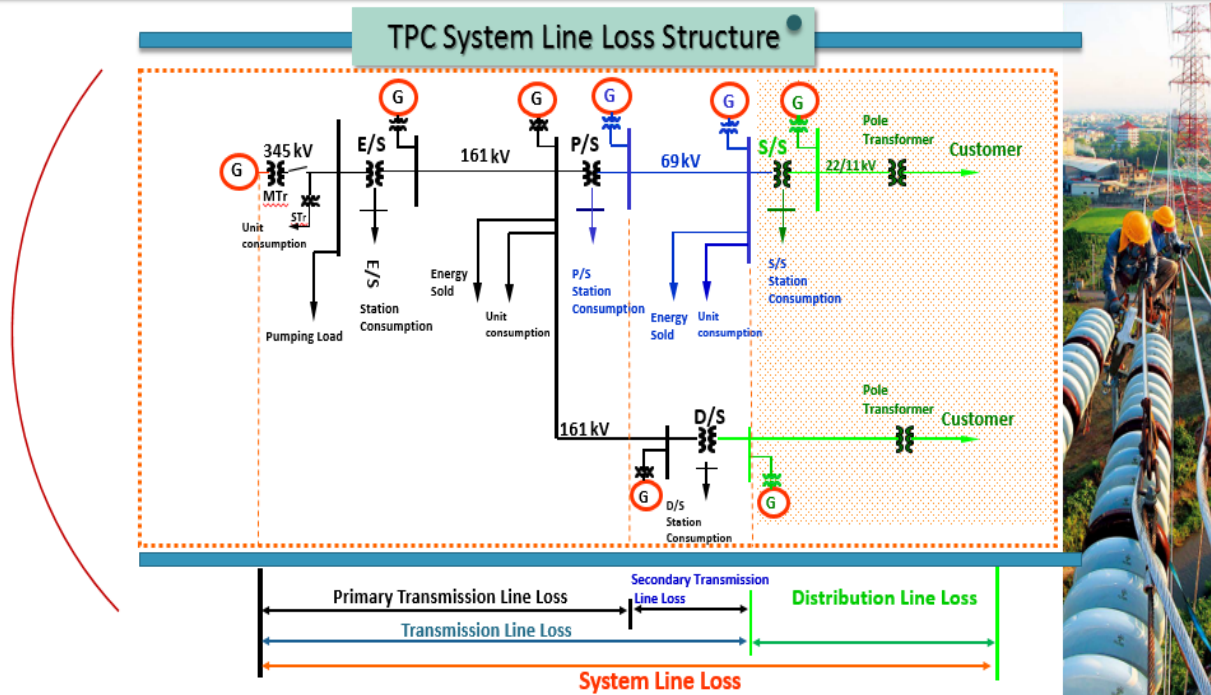
9

History of TPC's Effort on Line Loss Reduction



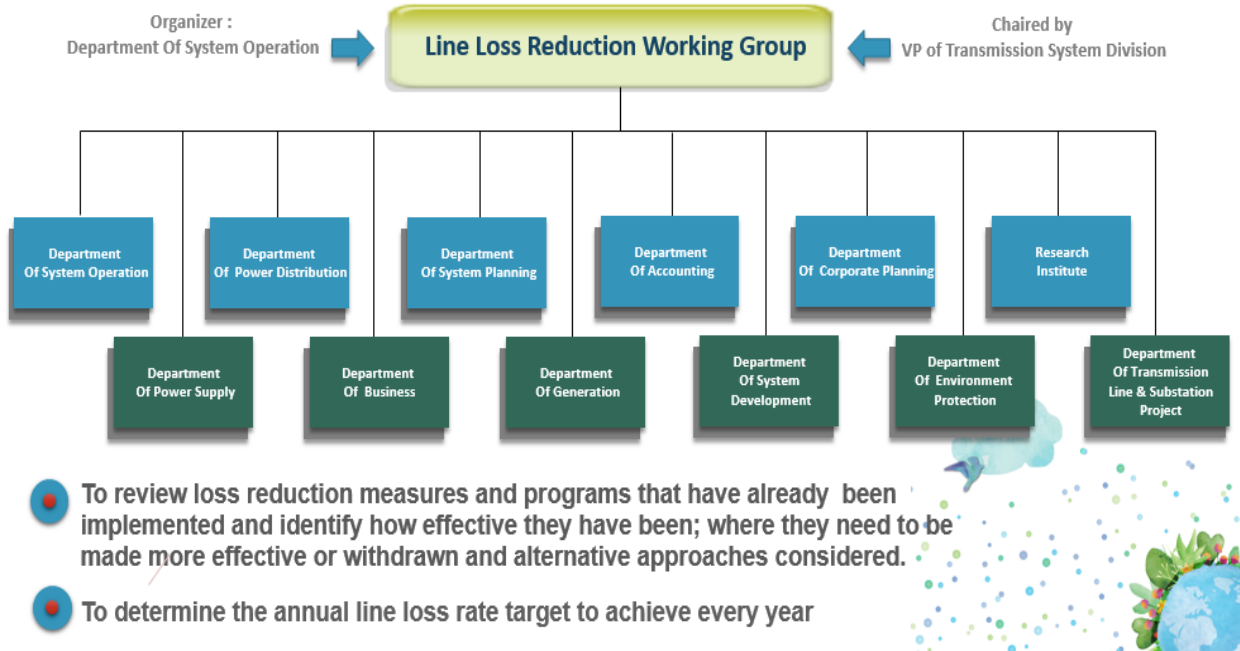
10

Line Loss Reduction Working Group



11

Line Loss Reduction Working Group



12

Line Loss Reduction Working Group



13

Line Loss Reduction Working Group



14

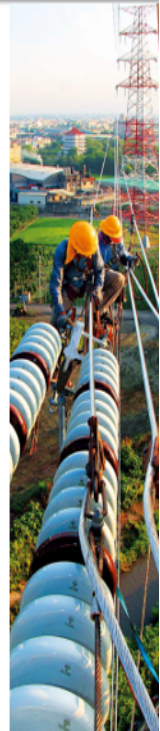
LLR Measures at Each System

Line Loss Reduction Measures at Primary Transmission System

During summer period, if allowable, do not schedule unit maintenance so as to reduce the power transfer to the northern area.

During summer period (June~October), increase the E/S 161kV bus voltage (max. +2.5%) at peak load time period.

Keep 97% of 161 kV bus voltage variation within $\pm 2.5\%$ yearly



15

LLR Measures at Each System

Line Loss Reduction Measures at Secondary Transmission System

	Measures
1	Offline inspection and maintenance of 345kV transmission lines
2	Replace the 345kV line insulator
3	Wash the 345kV transmission line insulator
4	Regularly apply silicon grease or HVIC(High Voltage Insulator Coating) to the 345kV transmission insulator
5	Keep 98.6% of 69kV bus voltage operated higher +0.5% within May to September
6	Keep power factor of substation consumption within 90%~100% (lagging)
7	Clean the transformer-cooling devices or heat dissipation devices for building
8	Review the voltage control performance of substation and transformer that are newly joined the system in the past three year
9	Keep 98.6% of 69 kV bus voltage variation within $\pm 2.5\%$ yearly
10	Keep 90% of P/S and D/S secondary transmission power factor at 0.95(lagging) monthly

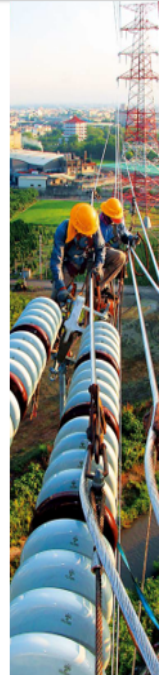


16

LLR Measures at Each System

Line Loss Reduction Measures at Distribution System(1/2)

	Measures
1	Add feeder to the new transformers
2	Add feeder to the existing transformers
3	Improve overloading(>300A) feeder
4	Improve current unbalanced feeder
5	Adjust normal-open breaker position between feeders
6	Upraise feeder voltage(11.4kV to 22.8kV) (circuit length)
7	Replace the single-phase or two-phase line to three-phase line (circuit length)
8	Replace the high voltage conductor with bigger size conductor (circuit length)
9	Improve high voltage detour lines (circuit length)
10	Improve power factor of feeders over 98%

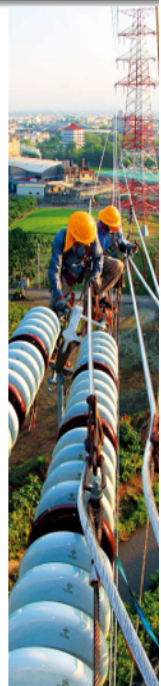


17

LLR Measures at Each System

Line Loss Reduction Measures at Distribution System (2/2)

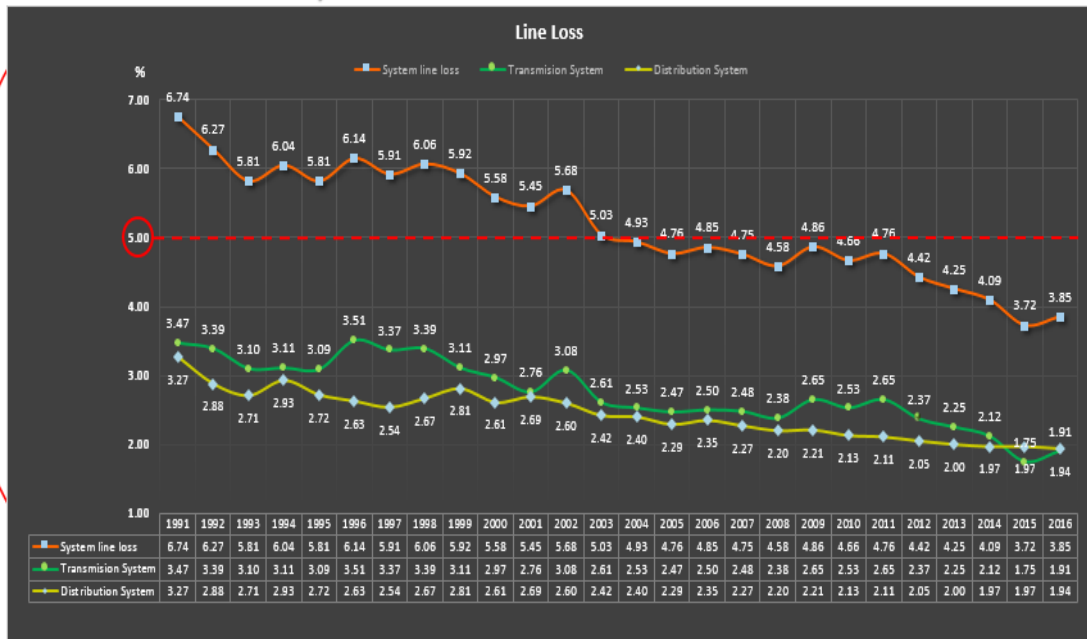
	Measures
11	Replace the low usage(<40%) transformer (set)
12	Improve overloading transformer (set)
13	Replace the low voltage conductor with bigger size conductor(circuit length)
14	Check and examine customer meters (set)
15	Replace abnormal meters (set)
16	Persuade customers to improve power factor over 95%
17	Charge to customers who have been found using electricity illegally
18	Install protective device to customers meter



18

TPC's Achievement on LLR Over the Years

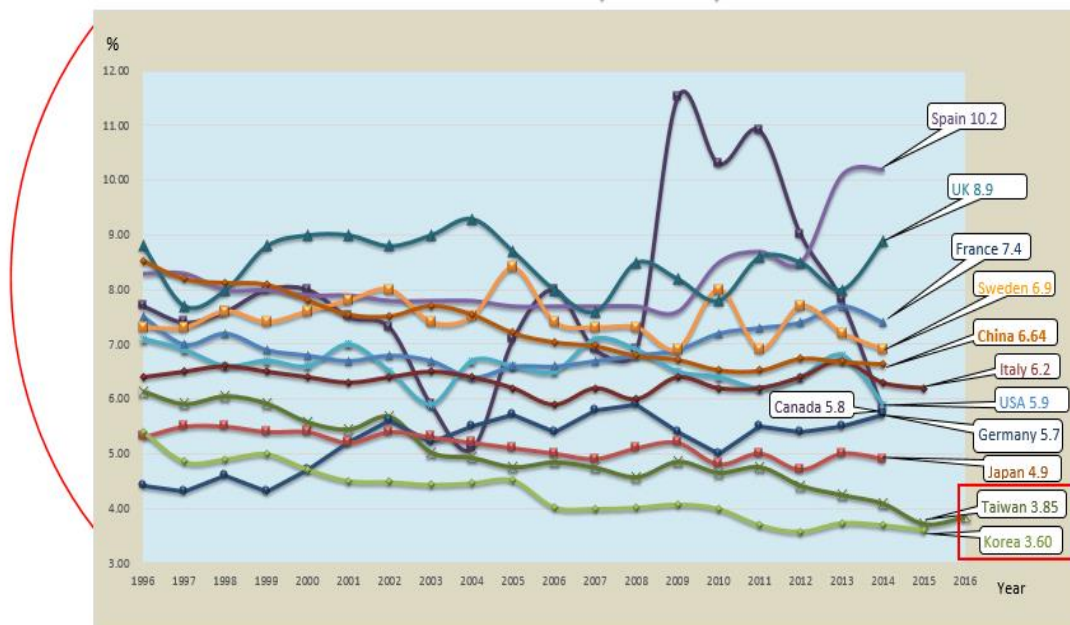
System Line Loss in 1991~2016



19

TPC's Achievement on LLR Over the Years

Line Loss by County



20

Conclusion



- Line loss reduction is a big issue and requires lots of efforts to be done, including **long term** and **short term** improvement of the system **infrastructure** and **facilities**. Over many years of efforts, the average line loss rate of Taipower system has dropped from 7.44% in 1970s to 6.12% in 1980s and then 6.02% in 1990.
- In recent years (2004-2014), the average line loss rate even drops to 4.63%, and in 2015, the line loss rate, 3.72%, is the lowest record over the years and **ranked the 2nd lowest in the world**.
- Line loss is about the **loss** of the electric **energy** and **revenue**. To reduce the line loss , several **countermeasures** have been performed in Taipower from transmission system to distribution system, which proved to be effective . Taipower is willing to **share** its **experiences** to help any countries in line loss reduction.

21


Thank You
for Your Attention

TAIPOWER
為你而在

22