

出國報告（出國類別：開會）

台砂智慧電網雙邊合作構想討論會議

服務機關：台灣電力公司綜合研究所

姓名職稱：楊金石 副所長

派赴國家：馬來西亞

出國期間：107年3月18日至107年3月21日

報告日期：107年4月30日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

台砂智慧電網雙邊合作構想討論會議

頁數 17 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司人資處/陳德隆/ 2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

楊金石/台灣電力公司/綜合研究所/副所長/ 2360-1004

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 開會

出國期間：107 年 3 月 18 – 21 日 出國地區：馬來西亞

報告日期：107 年 4 月 30 日

分類號/目

關鍵詞：智慧電網，需量反應，饋線自動化，儲能

內容摘要：（二百至三百字）

台電公司為配合能源轉型發展再生能源與智慧電網，而馬來西亞砂勞越電力公司(簡稱砂電, Sarawak Energy Bhd)與本公司綜合研究所往來密切，該公司劉總經理去(2017)年曾兩度帶領同仁拜訪本所，並就智慧電網議題舉行會議，就最新技術與經驗分享交流。

去年 12 月台灣智慧型電網產業協會組團赴砂勞越考察，並規劃本次的討論會議，包括討論台電與砂電雙邊資料交流合作備忘錄事宜，以及研討替代能源、需量反應、饋線自動化與儲能系統整合等智慧電網議題之計畫合作案。

砂電公司供電區域含括整個砂勞越州，幅員廣闊，偏遠地區因人口少距離輸電線路遠，常以建置微型電網來獨立供電，其營運經驗可供我國建置離島微電網參考。此次藉由實地考察與交流，可掌握砂電最新發展趨勢，做為未來合作參考，並符合政府南向政策。

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

目錄

壹、出國任務與行程	1
貳、會議內容	2
一、砂電簡介.....	2
二、台灣與馬來西亞砂勞越電力公司交流緣起.....	5
三、台灣電力願景簡介.....	6
四、可停電力方案可行性研究.....	9
五、先進型微電網與饋線自動化.....	12
六、鋰電池與甲醇燃料電池混合儲能與備援技術	13
七、長期電源規劃	15
參、心得及建議.....	16
一、心得.....	16
二、建議.....	17
肆、參考資料	17

壹、出國任務與行程

馬來西亞砂勞越電力公司(砂電)與本公司綜合研究所往來密切，該公司總經理劉金瑞去年曾兩度帶領相關同仁拜訪本所進行技術研討，對本所之技術能力有深刻的認識，本次出國交流研討，對促進雙方未來合作交流應有幫助。

本次與砂勞越電力公司將研討饋線自動化、需量反應、偏遠地區微型電網運作等智慧電網議題，進行經驗與解決方案交流，對了解砂勞越電力公司最新發展與雙方交流合作應有幫助，並符合政府南向政策。

會中拜會砂勞越電力公司劉總經理與電力規劃設計等相關人員，雙方針對電業研發方向、可停電力方案可行性、需求反應計畫或需求面管理、儲氫與燃料電池，以及公司經營理念交換意見。議題安排如表一。

第一天(3月19日)上午，首先由砂勞越公司播放影片介紹該公司現狀與未來發展，其次由台經院報告雙方聯繫情形與研討議題，接著由本公司報告台灣電網的願景，內容包括能源轉型，面臨之高占比再生能源併網與因應策略，含區域電網，需量反應，儲能與電動車等，並對未來在智慧電網發展重點加以介紹。

第一天下午進行分組討論，第一分組討論需量反應，包括說明台電公司之負載管理推動歷程，如從計畫性減少措施用電措施(日減6時型或月減8日型)，以至於目前的需量競價制度，其逐步進行使用戶對節電(或負載轉移)的誘因有感，此部份台經院將提委託研究計畫，本公司則將以技術服務方式參與該計畫。第二分組討論氫能與燃料電池，因砂勞越州盛產天然氣，該州政府有意將天然氣用來產氫以輸出氫能。

第二天上午討論饋線自動化與線路末端虛擬電變所(含PV、蓄電池儲能及電力調節器)，提供饋線故障時之電力轉供與線路末端電壓調控等。下午向砂勞越電力公司劉總經理等報告這一天半研討議題的初步結論，另對本公司與砂電簽署MOU的內容加以討論，希雙方基於誠信互惠原則，本公司建議以今年3月初與EDF將簽署之MOU版本為藍本，稍加修改以進行交流，此獲砂電正面回應。

表一 討論議題安排

日期	活動內容
3月18日(日)	台北→古晉(往程)
3月19日(一)	上午: 砂電與台電系統簡介，此次交流會議之討論議題簡報，替代性能源研討等。 下午: 討論可停電力方案可行性、需求反應計畫或需求面管理、儲氫與燃料電池
3月20日(二)	上午: 研討饋線自動化與線路末端虛擬電變所等 下午: 討論饋線自動化建置、台電與砂電MOU內容
3月21日(三)	古晉→台北(返程)

以下簡述本次會議技術討論議題之內容與心得。

貳、會議內容

一、砂電簡介

砂勞越州位於婆羅洲西北，東北與沙巴州相鄰，並把汶萊隔成兩部分，而其南方與印尼加里曼丹接壤(圖1)。根據2015年的人口估查，砂拉越沙勞越州共有2,636,000人。人口結構中，華人佔的比例高，大都華人能說國語。全州的氣候類型是熱帶雨林氣候，生長著大片熱帶雨林，為各種各樣的動植物提供了生存環境。砂拉越沙勞越的陸地總面積近124,450平方公里，佔馬來西亞總面積的37.5%。砂勞越州的首府古晉市是全州的經濟和政治中心，本次舉辦討論會議的地點：砂電總管理處即在古晉市區。砂勞越(Sarawak)地理位置如圖1所示。

3月19日上午8時許，在旅館集合後，搭車前往砂電總管理處，經辦妥參訪手續後，吳經理帶本團隊至該公司展示室，介紹該公司沿革等，因其原為英國殖民地，因此許多法規、制度因循英國體制，就像車子是靠左邊的。

目前砂勞越電力公司總處大樓係5年前新搬入，門禁管制採新系統，欲到任何一層樓均需該層樓之授權方能出入，本團隊最先安排在9樓會議室研討，之後分別至7樓及5樓(執行長層)的會議室討論。圖2為砂勞越電力公司大樓與本次同行人員於入口處合照。

砂勞越電力公司成立了70多年，為國有公司，召責砂勞越州之發、輸、配電系統，並賣電至印尼的坤甸地區，其負載型態因賣電至印尼，使原來之下午2-3點尖峯外，另7~8pm亦出現另一尖峯，目前該公司的負載持續上昇，因此除之前建造完成的三座水力發電廠外，目前正建置燃氣複循環與與燃煤發電廠。圖3為砂勞越電力公司展示間之供電線路與Batang Ai水力發電廠示意圖。

砂電負責砂勞越州之發電、輸電、以及配電，其有三個正在運轉的水力發電廠：Batang Ai Dam、Bakung水力發電廠、和Murum水壩，另有幾個水力發電廠在評估和規劃當中。另砂電也有燃煤電廠和天然氣複循環等火力發電廠，其總發電容量預計將在2025年要達到7000MW，除了供給當地工商業和居民用電外，砂電還出口電力到鄰近的印尼西加里曼丹省。

砂電三個正在運轉中水力發電廠：Batang Ai水力發電廠(1080MW)、Bakung水力發電廠(2400MW)、和Murum水力發電廠(944MW)，另有燃煤火力電廠及然氣火力電廠建置中。目前總裝置容量約4558MW，有一條500kV(目前仍以275kV運轉)和一條275kV輸電線，275kV和132kV系統共有33個變電所，目前在古晉和Miri之間規劃建置500kV超高壓輸電線路。東馬砂勞越電費約每度30分馬幣，每度約新台幣2.4元，一般用戶每月電費約馬幣200元，約新台幣1600元。另砂電竊電嚴重，有的地方之竊電率達33%相當嚴重，損失金額達台幣11億元。



圖 1 砂勞越 (Sarawak) 地理位置



左四為砂勞越電力公司接待人員吳經理
圖 2 於砂勞越電力公司大樓入口處合照



圖 3 砂勞越電力公司展示間之供電線路與水力電廠照片(手指處為古晉市)

砂電之電力系統目前面臨的挑戰有：變電設備老舊--超過 20 年的設備超過 45%、

輸電設備老舊--有的輸電線以使用超過 30 年、雷擊造成線路跳脫—由於砂勞越為重雷兩區雷害事故占比高、鐵塔缺道路無法接近維護、樹木長得快造成輸電線路閃絡，以及砂電系統發展快，老員工退休造成技術斷層等，目前亟需訓練員工。

因此砂電提出 SCORE (Sarawak Energy Core)計畫來推動經濟達到新的收入和發展水平。SCORE 的主要目標是利用砂勞越在生產大宗電力方面具有全球競爭力的價格之永續策略優勢，來吸引外資。SCORE 的 6 項目標包括：創造新的財富來源、將國家經濟推向價值鏈、實現更高的人均收入、提高生活品質、實現區域均衡發展，以及消除貧困。

目前砂勞越之城鄉比為 52%：48%，農村有 120 萬人口，分布於 6235 個村莊，約 20 萬戶家庭，其中 1,919 個村莊（30%）還沒有 24 小時供電，即約有四萬戶家庭和二十五萬人，因此農村電氣化是砂電的重要戰略，包括：與城市居民保持平等的補貼要素、以相同的電價收費、給予相近的服務水平、可靠性和品質，並盡可能將村莊連接到主電網、為偏遠/孤立村莊預留的離網小型/微型電網方案、沒有道路通行或者沒有電網可連接之多項擴展策略。

圖 4 為砂電之長期電源規劃願景[1]，2026 年目標：20%發電量使用天然氣、20%發電量使用煤碳、60%發電量使用水力。圖 5 為砂電於 2035 年之電力系統規劃願景。

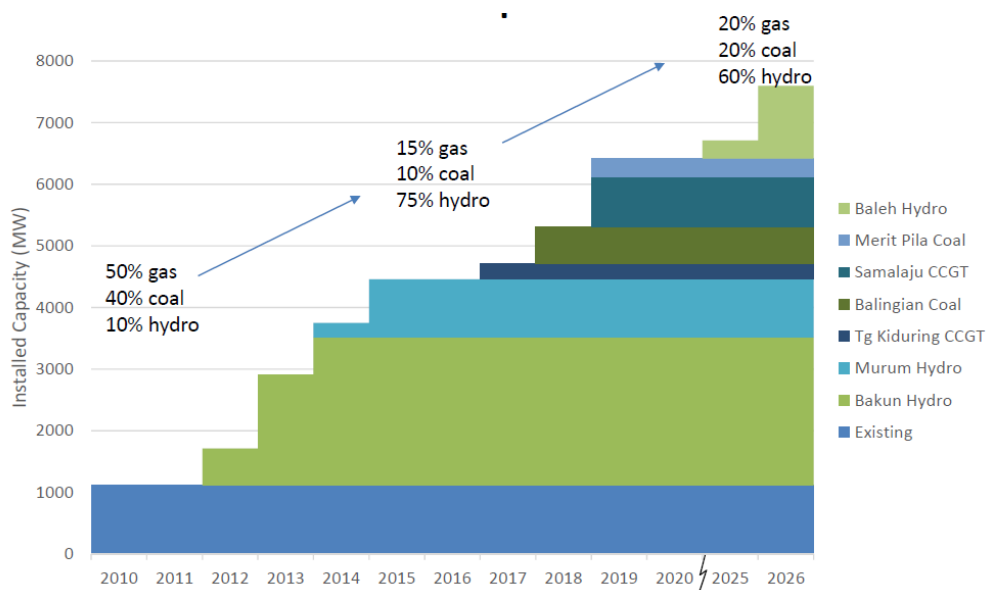


圖 4 砂電之電源規劃願景 (Building SCORE) [1]

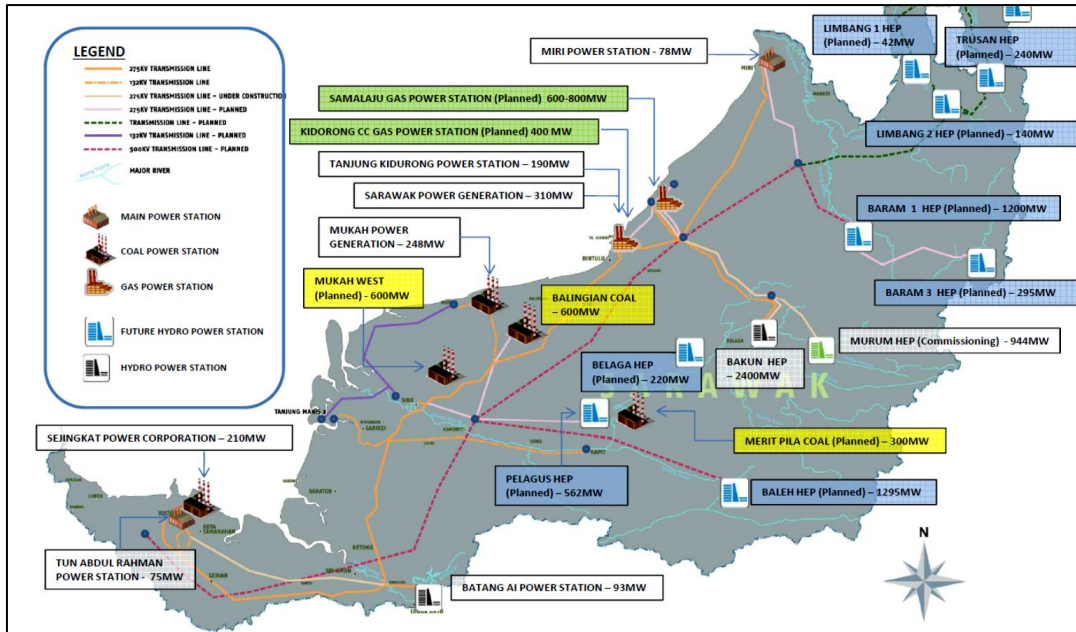


圖 5 砂電於 2035 年之電力系統規劃願景 [1]

二、台灣與馬來西亞砂勞越電力公司交流緣起

基於上述困難挑戰需引進新技術予以解決，例如利用熱像儀掃描電力設備進行紅外線溫度檢測、增購功率因數測試儀器、加強訓練新進員工、添購落雷偵測系統等，因此表示願和台電公司合作交流，學習台電經驗。

另砂勞越的村莊分布廣泛且村莊家戶總數少於**50**個家庭的超過半數，村莊間的距離約**5**到**10**公里，且砂勞越過去偏遠地區尚未電氣化，因此主要針對小型村莊發展可自我維運的社區營運解決方案為目標。砂電自**2009**年起嘗試利用微電網加速當地電氣化，其體認到系統後期之維運成本可能會遠超過前期設置成本，因此砂電公司希望可藉台灣對於微電網之導入經驗與技術共同合作，引入更好的設備技術，以降低維運成本。

台灣智慧型電網產業協會邀請砂電子公司Syarikat Sesco Berhad的CEO, Mr. Lau等成員於106年7月31日到8月6日來台進行交流。台灣智慧型電網產業協會並於106年8月4日舉辦台灣與砂勞越智慧電網交流研討會，雙邊於會中就電力公司發展、推動微電網經驗，以及未來智慧電網規劃與布局進行分享交流，並由台灣智慧電網產業協會與砂電簽署合作備忘錄。

砂勞越當地的太陽光電發電量平均約**2**小時，風力資源不豐富，平均風速小於每秒鐘**2**米。水力發電無法穩定供電，過去部份村莊有利用水力發電，但是每天只能供電半天。砂電公司所建置的微電網，若有多日陰天，則由柴油機作為電力來源，該小型微電網可供應**20**戶人家電力，其電池之電壓等級為**48V**。

大型DC couple AC 的太陽光電只要是用來供應白天的用電，例如學校、政府

機構等。DC部分太陽光電主要是用在供應晚上用電，但是如果電池充飽，DC部分太陽光電就會停止發電，AC側PV裝置容量占整體PV裝置容量的40%，DC側約60%。

由於砂電在發展上面臨困難需要借助其他電力公司協助，因此找上台電幫忙。

三、台灣電力願景簡介

我國政府正在推展南向政策，2018年的亞太電力協會(AESIEAP)的CEPSI大會即由馬來西亞電力公司主辦，本公司董事長向為AESIEAP的常務理事，本公司代表為該研討會極力爭取對象，參與本次研討會除交流雙方的學術交流外還可看看國外智慧電網通信界面上的應用情形，甚可為國內相關產業做領頭羊。

本公司正在大力推動再生能源與智慧電網建構，本所亦負責金門地區智慧電網的規劃，藉用沙勞越電力公司舉辦台灣—沙勞越智慧電網工程研討會，報告本公司在智慧電網方面的發展現況。

沙勞越電力公司對本公司的電力建設與研究相當讚賞，曾參訪台電綜合研究所的相關研發設施與交流。該國因地方遼闊，多高山人口少又分散各地，建構輸電線路不容易且經濟效益低，故多建置微電網來供電給偏遠社區，可利用本次雙方研討會機會，提供本公司離島建置為電網參考。

圖6為簡介台電系統與智慧電網發展規劃之簡報摘錄，其中智慧電網是透過資訊、通信與自動化科技，建置具智慧化之發電、輸電、配電及用戶的整合性電力網路，強調自動化、安全及用戶端與供應端密切配合，以提升電力系統運轉效率、供電品質及電網可靠度，並促進再生能源擴大應用與節能減碳之政策目標。台電公司曾檢討本身需求，列出先進配電自動化系統、先進讀表系統、需量反應、變電所智慧化、強化配電網路地理圖資系統、先進輸電網路及管理系統、提升再生能源併網占比與管理、儲能系統、推動資訊安全，以及廣域量測系統項目。對於分散且不穩定之再生能源併網後，如何提升併網技術，並降低輸配電設備的維運成本，為台電需提前規劃與因應之挑戰之一。

為強化配電線路效能，未來將進行區域型電網建置，整合成分散型能源管理系統，增進電能分析與運維能力，強化售電功能面，包括需量反應、時間電價等。

電力供給由集中式供給端發電，轉型為分散式電源，用戶端變成結合供給與需求的混合體，應用物聯網與大數據，整合分散式儲能、需量反應與再生能源，以形成小型的微電網或較大的區域電網系統，來提昇供電品質與可靠度。

沙勞越電力公司有意願與本公司簽署合作意向書，交流內容包括：電力系統分析、高壓電力研究、需量反應、再生能源、長期電源規劃、電力經濟、電力設備相關之試驗與維護。圖7為於砂電總處五樓會議室與劉總經理會談情形。

Contents

- Introduction
- Taipower Vision & Mission
- Power System Transition
- AMI and Demand Response
- Conclusion

Taiwan Power Vision

Yang, Jin-Shyr
Deputy General Manager
Taiwan Power Research Institute, Taipower
March 19, 2018



Introduction

- Based on energy transition, the electricity on the supply side has transformed from a centralized supply terminal into a decentralized client terminal.
- Response to intermittent power generation such as PV and wind power generation, decentralized energy storage, demand response, and renewable energy are integrated to form an area power grid.
- Energy transition and development policy: 20-30-50 power generation target (renewable energy / coal-fired / natural gas) by 2025 and targets energy creation, energy savings, energy storage and System integration.



Taipower Vision & Mission

- Leading our staff in the development of a **prominent** and **sustainable enterprise** is our goal.
- Secure the recommendations honored by society and thus obtain **the trust** from our customers to gaining the **respect and recognition**.
- Focus on how to **operate efficiently** to increase the competitiveness in business management and corporation.

Mission –To supply **stable power** for developments with an **eco-friendly** approach at a reasonable cost.



Peak Load Forecast (2017-2031)

Unit: 10000 kV

Year	Item	201703		
		High	Medium	Low
2016		3,586.4	3,586.4	3,586.4
2017		3,618.6	3,617.0	3,610.5
2021		3,821.4	3,799.5	3,768.9
2026		4,168.2	4,092.9	4,014.8
2031		4,521.0	4,388.9	4,258.4
Annual Growth Rate (%)				
2017-2021		1.3	1.2	1.0
2022-2026		1.8	1.5	1.3
2027-2031		1.6	1.4	1.2
2017-2031		1.6	1.4	1.2

Data : Planning Dept.



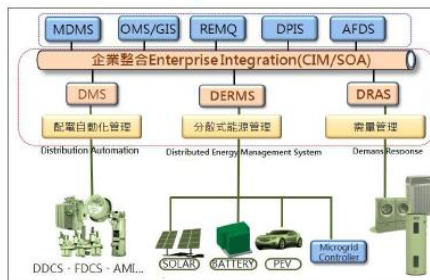
Power System of Taiwan

- Established : 1946.5.1
- Capital : 380 billion NTS
- Share : Gov. 97%
- Asset : 2,003 billion NTS
- Employee : 26,673
- User No. : 13,820 k

Peak Load : 36,259 GW



Smart Distribution Management System



Taipower Promotion of Feeder Automation Milestones

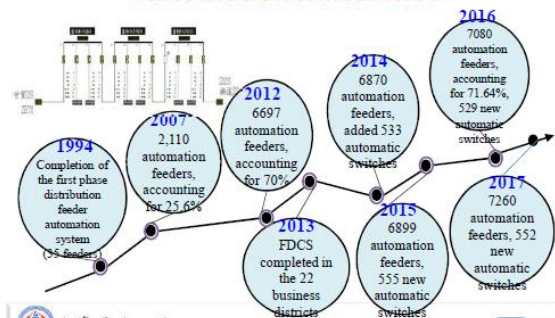
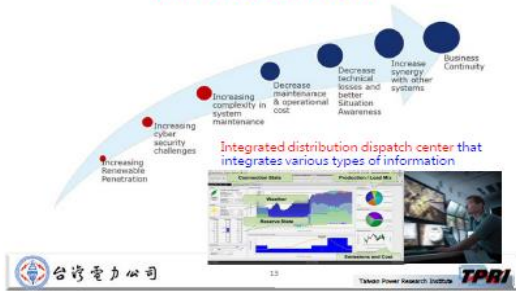


圖 6 簡報資料摘錄

Currently SCADA / FDCS Challenges and Development

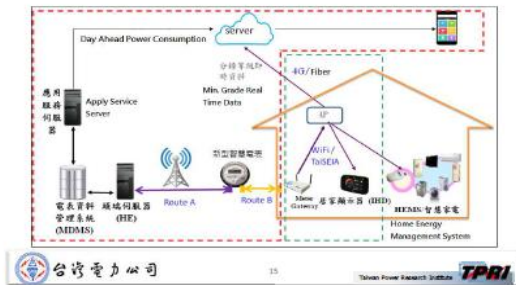


The Integration of a HEMS with AMI

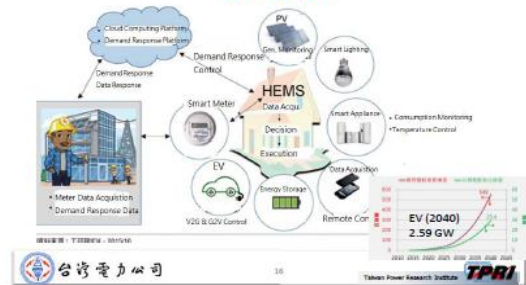
- The smart home demonstration room is located in Taipei City District Office of TPC. The demonstration includes:
 - The Integration of **AMI and ADR** : Installing the smart meter supporting Taipower B-Route Module specification, implementing VEN compatible with OpenADR2.0 to receive the **ADR events**.
 - The smart home platform functions: regularly collecting and saving operating information of all smart appliances, **electricity demand** and tariff inquiry, establishing classifying and grouping models and providing suggestions for **power conservation**, remote control, and **ADR service**.



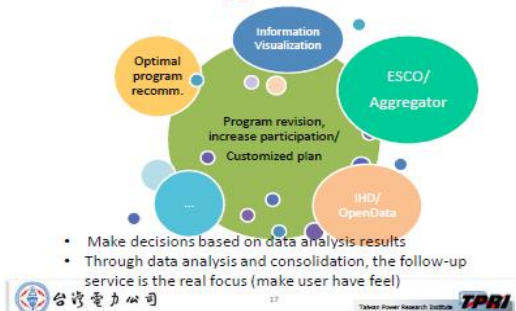
Overall AMI Test Framework



Future Home Energy Management Situation



Extended Application Of AMI



Conclusion

- The Sustainable Development Strategy of Taipower : From power supplier to high efficiency electricity operator, high-quality electricity supplier, constructor of **Smart Grid**, and pay attention to the important issues of **sustainable** development in the world.
- The Integration of high and low voltage **AMI** in the future will provide a more complete analysis and application of various aspects of the electric industry and the customer.
- Energy Internet is an important project of the **microgrid**. In the event of a disaster, the stable supply of gasoline / natural gas is essential for disaster prevention microgrids.



圖 6 簡報資料摘錄(續)

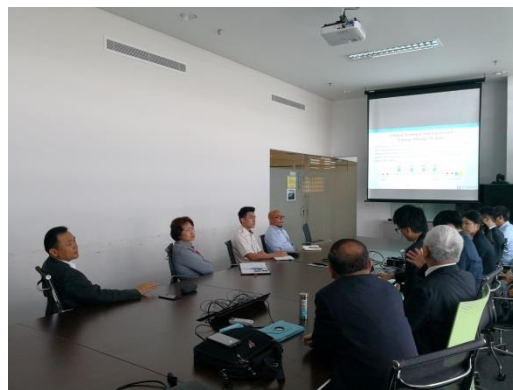


圖 7 於五樓會議室與劉總經理會談

四、可停電力方案可行性研究 (Interruptible Power feasibility study)

按砂勞越的法規要求，其系統的熱機備轉容量率(Spinning Reserve)應該要維持在20%，未來砂電可能發生尖峰備用容量不足的狀況，然而由於後續水力發電開發慢，未來五年砂電可能發生尖峰備用容量不足的狀況，因此該公司目前構想是利用可停電力作法，作為熱機備轉容量，以滿足法訂熱機備轉容量率的要求。其作法是希望將可停電力要求納入與大型工業用電戶的供電合約中，推動可停電力，但該公司目前尚不熟悉用電大戶的用電行為，須先了解其負載可不可以移轉。

圖8為需量反應目標，主要為降低尖峰負載，台電每年都會進行電力的負載預測，產生電力需量表，若當年度會發生發電容量不足時，會先找出有意願參與可停電力之大用戶，前一年即先簽訂可停電力合約。可停電力用戶享有特別的優惠電價費率，目前本公司因高壓用戶已裝設AMI故改採需量競價方式抑低尖峰負載。

可停電力用戶有特別的電價費率，簽屬可停電力的用戶，台電公司會給予尖峰電價的優惠。此電價費率主要時依據台電公司投資作為熱機備轉容量所需投入的費用計算而得。台灣目前過去參與可停電力的用戶主要是電弧爐工廠或商業用戶。將電弧爐工廠在夏天因為氣候較熱，晚上作業對操作員而言環境也比較舒適，因此用戶有意願參與可停電力方案，調整工廠作業時間到夜間，也可省電費支出。

商業用戶多是在中午將其空調主機進行多部機組 15 分鐘輪停，如此可在不影響用戶舒適度的前提下，可參與空調需量反應方案。而可停用電因為是給與用戶電費折扣，因此對電力公司而言相對需量反應，可用較低成本取得備用容量。

後續將就可停電力方案研究內容進行研商，可能研究內容為需量型態的調查，需量管理推動策略規劃、可停電力的和合約設計等。

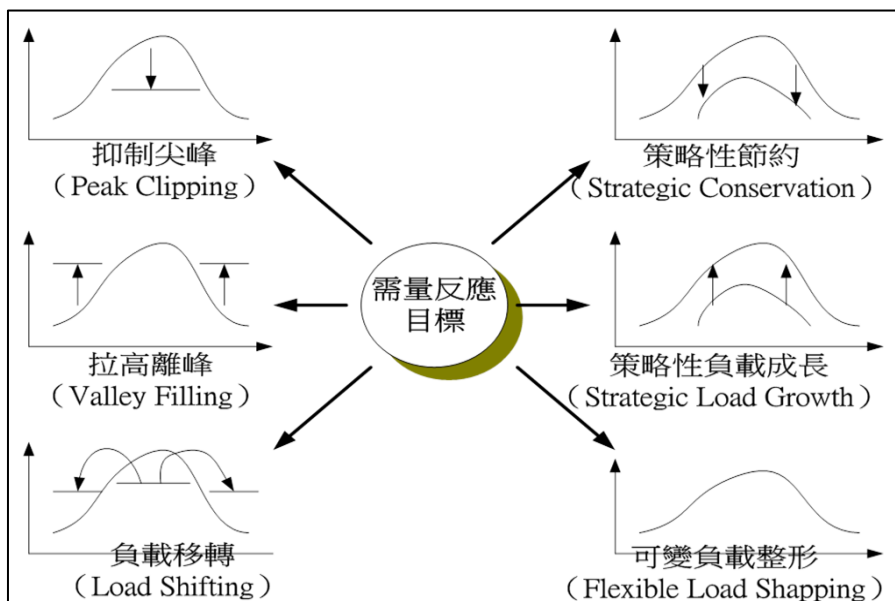


圖 8 需量反應目標

台電公司需量反應措施包括[2]：

- (1) 種計畫性需量反應措施：月減 8 日型、日減 6 時型、日減 2 時型
- (2) 種臨時性需量反應措施：限電回饋型、緊急通知型
- (3) 種需量競價措施：經濟型、可靠型、聯合型(106 年推出)

需量反應措施比較如表二所示，目前主推需量競價措施，其中經濟型最多參與，各種方案之重點規則，如表三至表八所示。

表二 需量反應措施比較

項目	計畫性減少用電措施	臨時性減少用電措施	需量競價措施
啟動條件	依事先約定日期及時間	電力系統緊急需要時	視系統需要及競價結果
通知方式	申請時即約定抑低用電時段，無須通知	依用戶選擇之通知方式，於執行前通知	於抑低用電前一日或當日通知
回饋價格	台電公司訂定	台電公司訂定	用戶報價參加競比
方案類型	月減 8 日型 日減 6 時型 日減 2 時型	限電回饋型 緊急通知型	經濟型 可靠型 聯合型

表三 月減 8 日型

需量反應方案	重點規則															
<p>月減8日型(計畫性)</p> <p>★計畫性方案一：104年5月整併往年之計畫性一及計畫性三方案而成</p> <p>★105年名稱改為月減8日型</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 100瓩以上(特)高壓用戶，三段式尖峰時間可變動時間電價用戶不適用。 2. 月份：6, 7, 8, 9月用電月份，週一至週五（離峰日除外）中選擇8日抑低用電。 3. 時間：10:00am~5:00pm(每日共7小時)。 4. 最低抑低量：依經常契約容量之25%計算，但不得低於50瓩。 5. CBL：每一約定日前5日（執行抑低用電日、離峰日、週六、週日等除外）10:00am-5:00pmAMI之平均值；超出經常契約容量時，按經常契約容量計算。 6. 實際抑低量：CBL - 該日AMI平均(抑低用電期間)，如為負值按0計算。 7. 基本電費扣減： <ol style="list-style-type: none"> (一) 全月約定日實際抑低容量均等於或超出最低抑低容量時，抑低契約容量之基本電費依執行率按下列標準扣減： <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th colspan="4">抑低契約容量之基本電費扣減標準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>執行率 x</td> <td>x < 60%</td> <td>60% ≤ x < 80%</td> <td>80% ≤ x < 100%</td> <td>x ≥ 100%</td> </tr> <tr> <td>扣減比率</td> <td>0%</td> <td>10%</td> <td>20%</td> <td>30%</td> </tr> </tbody> </table> (二) 每月約定日之實際抑低容量未全數達最低抑低契約容量時，上述扣減標準依下列方式調整：扣減比率×(1-未達最低抑低契約容量之日數/8) 	項目	抑低契約容量之基本電費扣減標準				執行率 x	x < 60%	60% ≤ x < 80%	80% ≤ x < 100%	x ≥ 100%	扣減比率	0%	10%	20%	30%
項目	抑低契約容量之基本電費扣減標準															
執行率 x	x < 60%	60% ≤ x < 80%	80% ≤ x < 100%	x ≥ 100%												
扣減比率	0%	10%	20%	30%												

表四 日減 6 時型

需量反應方案	重點規則
<p>日減6時型(計畫性)</p> <p>★計畫性方案二：104年5月沿用往年之計畫性二方案</p> <p>★105年名稱改為日減6時型</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 100瓩以上(特)高壓用戶，三段式尖峰時間可變動時間電價用戶不適用。 2. 月份：6, 7, 8, 9月用電月份，週一至週五（離峰日除外）。 3. 時間：10:00am-12:00pm、1:00pm-5:00pm(每日共6小時)。 4. 最低抑低量：依經常契約容量之25%計算，但不得低於50瓩。 5. CBL：抑低月份前10日（非屬抑低用電月份，執行抑低用電日、離峰日、週六、週日等除外）10:00am-12:00pm、1:00pm-5:00pmAMI平均值加計負載調整因子，但超出經常契約容量時，按經常契約容量計算。 負載調整因子：該月份週一至週五（離峰日除外）8:00am-10:00amAMI平均值 - 該月份前10日（非屬抑低用電月份，執行抑低用電日、離峰日、週六、週日等除外）同時段AMI平均值；如為負值按0計算。 6. 實際抑低量：CBL - 該月AMI平均(抑低用電期間)，如為負值按0計算。

表五 日減2時型

需量反應方案	重點規則															
<p>日減2時型(計畫性)</p> <p>★計畫性方案三：104年5月將計畫性方案四改為此計畫性方案三</p> <p>★104年5月取消往年之計畫性方案三</p> <p>★105年名稱改為日減2時型</p>	<ol style="list-style-type: none"> 100瓩以上(特)高壓用戶或學校用戶得申請選用，但選用三段式尖峰時間可變動時間電價或表燈電價用戶不適用。 月份：6, 7, 8, 9月用電月份(低壓用戶為7月電費月份至10月電費月份)，週一至週五(離峰日除外)。 時間：1:00pm~3:00pm(每日共2小時)。 最低抑低量：依經常契約容量之25%計算，但不得低於50瓩。 CBL：依抑低用電月份星期一至星期五(離峰日除外)上午10時至12時及下午3時至5時用電需要(15分鐘平均)之平均值計算，但超出經常契約容量時，按經常契約容量計算。 實際抑低量：依基準用電容量扣除抑低用電期間用電需要平均值之差額計算，如為負值按0計算。 基本電費扣減： 實際抑低容量等於或超出最低抑低契約容量時，抑低契約容量之基本電費依執行率按下列標準扣減： <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th colspan="4">抑低契約容量之基本電費扣減標準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>執行率 x</td> <td>x < 60%</td> <td>60% ≤ x < 80%</td> <td>80% ≤ x < 100%</td> <td>x ≥ 100%</td> </tr> <tr> <td>扣減比率</td> <td>0%</td> <td>30%</td> <td>40%</td> <td>50%</td> </tr> </tbody> </table> <p>註：執行率x = 實際抑低容量 / 抑低契約容量 × 100%</p>	項目	抑低契約容量之基本電費扣減標準				執行率 x	x < 60%	60% ≤ x < 80%	80% ≤ x < 100%	x ≥ 100%	扣減比率	0%	30%	40%	50%
項目	抑低契約容量之基本電費扣減標準															
執行率 x	x < 60%	60% ≤ x < 80%	80% ≤ x < 100%	x ≥ 100%												
扣減比率	0%	30%	40%	50%												

表六 競價—經濟型

需量反應方案	重點規則
<p>需量競價措施—經濟型</p> <p>★104年5月新推出</p> <p>★105及106年進行微調</p>	<ol style="list-style-type: none"> 高壓以上經常電力用戶，但選用三段式尖峰時間可變動時間電價用戶夏月期間及離島地區用戶不適用。 月份：每年1月1日至12月31日。 時間：每次執行抑低時數為2小時或4小時，以日為單位，每日視為抑低用電1次，每月抑低用電時數不超過36小時。 通知：依競價結果，於抑低用電前一日下午6時前或抑低用電前2小時通知用戶。 最低抑低量：不得低於50瓩。 CBL：依當次執行抑低用電日前5日每日相同抑低用電時段之最高需要(15分鐘平均)之平均值計算(執行抑低用電日、離峰日、週六、週日等除外)。 實際抑低量：CBL - 抑低用電時段最高需要，如未達最低抑低契約容量者則按0計算。

表七 競價—可靠型

需量反應方案	重點規則
<p>需量競價措施—可靠型</p> <p>★104年5月新推出</p> <p>★105及106年進行微調</p>	<ol style="list-style-type: none"> 高壓以上經常電力用戶，但選用三段式尖峰時間可變動時間電價用戶夏月期間及離島地區用戶不適用。 月份：每年1月1日至12月31日。 時間：每次執行抑低時數為2小時或4小時，以日為單位，每日視為抑低用電1次，每月抑低用電時數不超過36小時。 通知：依競價結果，於抑低用電前一日下午6時前通知用戶。 最低抑低量：不得低於50瓩。 CBL：依當次執行抑低用電日前5日每日相同抑低用電時段之最高需要(15分鐘平均)之平均值計算(執行抑低用電日、離峰日、週六、週日等除外)。 實際抑低量：CBL - 抑低用電時段最高需要，如未達最低抑低契約容量者則按0計算。

表八 競價—聯合型

需量反應方案	重點規則
<p>需量競價措施—聯合型</p> <p>★106年最新推出</p> <p>★106年8月緊急改成8, 9二月可當月即選即用</p>	<ol style="list-style-type: none"> 高壓以上經常電力用戶得聚合申請，聚合申請以2戶至10戶為限，並以其中1戶為代表戶，但選用三段式尖峰時間可變動時間電價用戶夏月期間及離島地區用戶不適用。 月份：每年5月1日至12月31日。 時間：每次執行抑低時數為2小時或4小時，以日為單位，每日視為抑低用電1次，每月抑低用電時數不超過36小時。 通知：依競價結果，於抑低用電前一日下午6時前或抑低用電前2小時通知代表戶。 最低抑低量：不得低於100瓩。 CBL：依各別用戶當次執行抑低用電日前5日每日相同抑低用電時段之最高需要(15分鐘平均)之平均值計算(執行抑低用電日、離峰日、週六、週日等除外)。 實際抑低量：各別用戶之CBL - 各別用戶抑低用電時段最高需要之總和，若總和未達最低抑低契約容量者則按0計算。

106年7月台電公司執行需量反應之最大抑低尖載成效已達1215MW，占尖載比例約3.4%，需量反應措施抑低成效以日減6時型及需量競價為主，7月單日執行需量反應措施抑低負載最大值為25日之1215MW(日減6時型837MW+需量競價378MW)，當日瞬時尖峰負載為36,213MW，需量反應抑低量占瞬時尖峰負載約3.4%。

台電公司認為需求面管理的關鍵議題包括:偏低的電價不易擴大減少用電的利益、執行成效受限於用戶參與意願與抑低能力、主要具抑低能力對象多已參加等，未來台電公司將朝「降低參與門檻」、「強化參與誘因」等方向修正精進，以提高可靠的抑低容量。

五、先進型微電網與饋線自動化

台灣智慧電網相關產業在無論是在太陽能、鋰電池、燃料電池、負載管理都已經發展成熟的解決方案，期望有機會可以和砂勞越電力公司合作，讓台灣產業在砂勞越實施先進型微電網之混合式太陽能、鋰電池儲能，加上負載管理之示範。

砂勞越電力在廣域量測方面，正在進行系統導入規劃。歐華公司希望可與砂勞越電力公司合作，導入該公司同步相量量測器(PMU)及廣域量測系統設置該公司設備，紀錄砂勞越電力系統運轉資訊，共同瞭解廣域量測系統於砂勞越電力系統的應用機會。

運用台灣的饋線自動化系統，在砂勞越電力公司進行構想驗證 (Proof of Concept)，以便降低配線線路的事務停電時間。在實際的作法上由於砂勞越電力公司系統線路較長，屬於星狀迴路，除導入饋線自動化設備外，可能在電源末電以微電網形式增加儲能系統。儲能系統在一般運轉時可以提供 PQ 控制穩定饋電電壓，負載平衡，讓故障後續轉供時也可以有維持用戶的供電品質。

圖9為饋線自動化結合微電網架構，經由饋線調度中心(FDCC)可進行饋線自動化操作，而偏遠地區的饋線終端，利用增加額外的儲能和PV形成虛擬變電所，平時可提供穩定的終端電壓，在饋線故障後也可當作緊急電源，如同福山部落之防災型微電網架構。

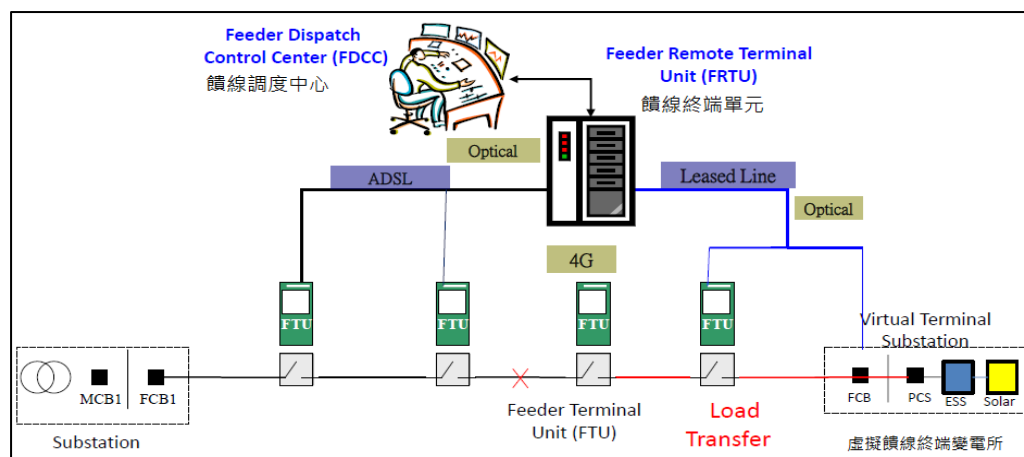


圖9 饋線自動化結合微電網架構

六、鋰電池與甲醇燃料電池混合儲能與備援技術

砂勞越盛產天然氣，其正積極發展氫能與燃料電池，另砂電須隨時提供該州的長官於野外地區演講時之低噪音緊急電源，燃料電池符合此需求，中興電工公司在燃料電池領域涉獵頗深，其研製之 PGM 潔淨能源模組(圖 10)可符合此需求。此一技術可改善高再生能源佔比於饋線所造成電力品質課題，利用鋰電池循環壽命長、高能量密度及甲醇燃料電池系統無縫切換與潔淨特性，平時可利用於儲存調度太陽光電、並作為非經常性尖峰負載或天候異常瞬時投入的備載電源。

本系統配置 150kWh 鋰電池、15kW 甲醇燃料電池、Smart Hybrid Inverter，同時併接於交流微電網以及既存的太陽光電與鉛酸蓄電池所構成之直流供電系統，與原系統間設置 static switch 進行隔離與保護。

鋰電池主要功能用於調度太陽能發電，甲醇燃料電池則於太陽能電池所產生之電力耗竭後，供應負載所需能量。能量管理系統以直流輸出端電壓與鋰電池電壓作為控制依據，利用用戶用電與太陽光電之歷史資料與即時資訊，進行鋰電池與甲醇燃料電池排程規劃。能量管理控制器透過無線電力品質感測器與智慧型逆變器，收集系統暫態資訊，在系統三相不平衡以及功率因數較低的狀態下，控制智慧型逆變器進行電壓平衡以及實、虛功的調整。

PGM 可搭配太陽能板，運用太陽能發電提高經濟效益，進一步節省燃料和減少碳排放；當太陽能無法提供足夠能源時，利用燃料電池提供輔助電力，適時補充太陽能電力不足。系統可與市電併聯供應負載電力需求；亦可獨立供電作為基載電力。多樣性的供電模式，可讓供電系統適用在各種供電場域，讓供電系統更具多元化的應用，推廣對象為開發中國家偏遠社區，可提供 300 至 400 戶家庭，甚至至 1000 戶家庭的社區用電。

由於金門智慧電網需使用儲能系統作為再生能源平滑化和削峰填谷，電池的特性及應用情形將是儲能系統建置重要參考因素。



項目	規格
15kW 燃料電池系統	第五代燃料電池系統，額定功率：15kW
45kWh 鋰電池	實際供電容量為 45kWh 單一模組採 1.2kWh@48Vdc， 各個模組可自動並聯使用
45kW 三相智慧型逆變器	額定功率：45kW 交流電壓：三相四線 220/380Vac, 50Hz/60Hz
EMS 能量管理系統	能源管理調度，平衡發電與負載用電需求，無線遠端監控

圖 10 PGM 潔淨能源創電與儲電模組

七、長期電源規劃

因應水力電廠開發較慢，而負載上升快速，未來五年砂電公司可能發生供電不足的狀況，如何進行有效的長期電源開發計畫，是該公司目前規劃重點，因此本公司可予協助，以下說明台電進行電源開發方式。

圖 11 為台電目前長期電源規劃流程[3]，目標為滿足合理備用容量率之整體發電成本最小化，規劃限制為以滿足負載&不缺電為前提，未考量公司的財務負荷情況，而投資策略為全力以赴投資興建方案所規劃之計畫。將來目標變為適度的滿足供電需求之最適成本，規劃限制須綜合考量各項消極、積極條件，規劃評估各情境下之整體單位發電成本最小化及對公司財務負荷及營收助益之電源開發。

未來電力經營模式將逐步朝向供需平衡條件、資源組合和配套電力基礎建設三方面進行，在電力供需平衡考量：中長期電源規劃和電網(輸配)規劃之最適資源組合需要供應滿足中長期負載預測需求，短期電力調度之最適資源組合需要供應滿足即時電力負載需求。

另需考量可能之不確定性因素，包括需求面之產業經濟之變動、重大經建投資之變異、負載預測不準度、未來電動車充電(G2V)之變動性等，以及供給面之電源與電網計畫之變動、異常事件、再生能源之間歇性變動等。

朝向未來以智慧電網作為核心資源平台：整合集中電源、分散電源、再生能源、需量反應、儲能系統、電動車等，並經由 AMI 聯結智慧家庭、大樓、工廠和智慧交通等。

在強化電源規劃方面包括考量長期最適資源技術組合、淨尖峯供電能力和最適備用容量等，而強化電網規劃包括考量中長期系統衝擊評估、再生能源併網之區域容量限制等。

強化電力調度包括考量短期再生能源併網下之輔助服務，和因應減緩與調適之適應性彈性調度等。

市場面包括：考量碳市場之多元性和碳價波動，以及反應能源稅或碳稅之外部成本；量燃料市場之多元市場和燃料價格變動下之燃料格預測；考量電力市場之多元購售電價結構和費率基礎。

政策面：科技政策考量綠色經濟或低碳經濟下之科技政策與研發政策及其相關制度與法規；經濟政策考量總體財經政策、產業政策、海峽兩岸經濟合作架構協議(ECFA)、貿易投資架構協議(TIFA)等政策及其相關制度與法規；環境政策考量政策環評暨環境影響評估、溫室氣體減量法、低碳社會下之減緩與調適政策及其相關制度與法規。能源政策：考量對節約能源、再生能源、化石能源和核能之獎勵、課稅與管制，包括最新能源政策綱領、電業法修正草案，再生能源法和能源稅等政策及其相關制度與法規。

經營管理方面涵蓋電力生產、行銷、人事、研發、財務、資訊管理以及電力資源整合(ERP)、企業資源整合(ERP)和資產管理與風險管理、無形資產管理與碳資產管理等，包括：

- 發電：涵蓋油煤氣鈾燃料供應與化石、核能、再生等各類型發電設施之規劃、

設計、施工和運維管理及其發電效率與污染排放控管。

- 輸電：涵蓋各類型輸變電設施之規劃、設計、施工和運維管理及其線路損失與電壓頻率控管。
- 配電：涵蓋各類型配變電設施之規劃、設計、施工和運維管理及其線路損失與電壓頻率控管。

整體電源開發策略研擬方向：宏觀角度訂定電源開發策略，投資策略決策流程開發規劃與抉擇，計畫開發規劃策略：改善電源結構、抑低發電成本、溫室氣體排放限制、空污總量管制、燃煤發電配合 CCS 概念、有數套不同情境同時進行。

投資評估：

- 燃煤機組之減碳成本如採用 CCS 或碳權等納入投資計畫考量
- 研議各種情況之可替代方案
- 整體系統效益(新電價費率作為發電計畫電費收入)
- 財務策略
- 優先順序、決策流程與競合問題

投資策略：

- 積極推動節電；
- 保留核電選擇彈性
- 「系統目標管控」考慮公司策略、環保、能源安全及國家政策等因素
- 消極條件為控制可以運用的空間，積極條件係指定未來發展的方向。
- 無力承擔部分，由外界共同面對與承擔成本控制

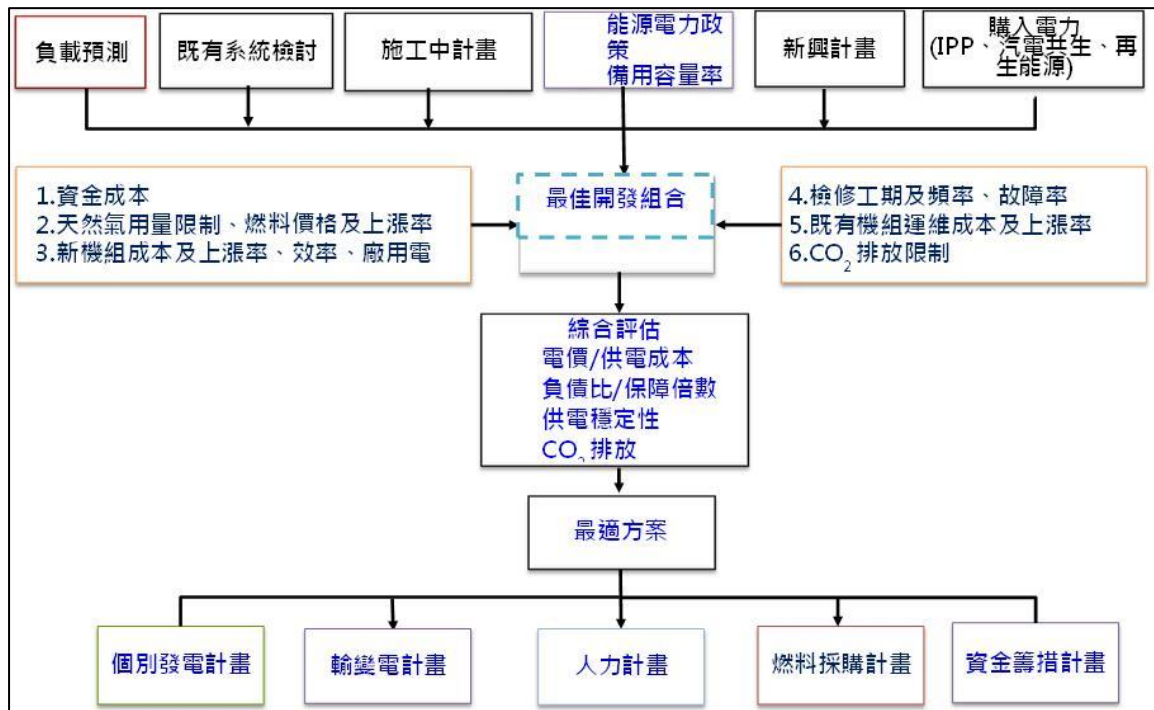


圖 11 長期電源規劃流程 [3]

參、心得與建議

一、心得

本次訪談由砂電公司系統規劃處吳經理負責聯擊，包括訪談對象與討論題綱，相關會議安排與會議室借用等均透過其手，將來的合作亦需倚靠吳經理幫忙。

砂勞越 15 年前十分落後，國民平均所得低，但經這些年他們的國民所得則逐步提高，目前該國電力公司的薪資也與我們相差無幾，城市規模也比以前大很多，此次訪問之古晉城市相當乾淨，惟目前尚缺乏工業，但天然資源相當豐富。

對於 MOU 內容，雙方已有共識，先簽屬單純化、一般化條款，將來若需特定的項目，則另簽合約書執行。本次當面邀請劉總經理於 5 月中來台簽署，並獲同意。

本次討論議題除需量反應、替代能源、饋線自動化、氫能應用外，對於本公司長期電源開發方式亦感興趣，因此將於 5 月來訪期間與本公司電源開發處同仁討論。目前砂電公司仍有下列問題待處理，此為我國可著力處：

1. 砂電正處於發展階段

砂電目前所面臨的問題本公司過去多少均發生過，本公司可提供相關經驗供借鏡。本次討論會所談的項目，如饋線自動化、需量管理與儲能等，都曾面臨相同的狀況，若砂電公司技術人員參與台電訓練所所開設的訓練課課程，可提升該公司之技術能力。

2. 驗收試驗能力不足

砂勞越電力公司目前沒有建立自主實驗室，較難自行檢測採購設備品質，舊設備運轉事故責任的釐清也有困難，此方面本公司可輸出技術與經驗。

3. 同步相量量測器及廣域量測系統之應用

砂電公司之輸電線路建置於偏遠地區，由於區域廣大缺乏道路，目前採購無人機協助線路巡檢，另監測上需建置廣域量測(PMU) 系統，目前正在進行系統導入規劃。這方面本公司已使用多年，並發揮相當的功能，可提供使用經驗。

4. 饋線自動化構想驗證

砂電公司由於系統配線線路較長，容易受到外力干擾(如植物成長碰觸)而停電，但因多數線路沒有道路可到現場維修不易，用戶平均停電時間較長，該公司目前正致力於降低配線線路的事務停電時間。台灣的饋線自動化系統與架空被覆線已經發展多年，目前故障後很快即可復電，可供砂電公司引用。

5. 高低壓智慧電表與需量反應

砂電公司目前在蒐集低壓用智慧電表相關技術與建構經驗，尚未導入智慧電表，因目前該公司在配電方面面臨許多用戶有竊電問題，且因後續水力電廠開發較慢，而電費便宜境外移入許多耗電工業，如煉鋁、鋼廠等，使負載上升快速，未來 5 年砂電公司可能發生

尖峰備用容量不足的狀況，因此該公司規劃導入可停電力(需量反應)方案，此次會議介紹台電公司在需求面管理措施之經驗，可供其參考。

6. 先進混合式型微電網示範場域

砂電公司已建構多個微電網，目前運轉狀況良好，當地部落均相當感激電力公司。台灣在智慧電網相關產業在無論是在太陽能、鋰電池、燃料電池、負載管理都有相當成熟的解決方案，可和砂電公司合作，讓台灣在砂電系統進行先進型微電網建置應用。

二、 建議

1. 砂電未來發展潛力大，尤其水力發電屬綠能，共有 20GW 的發電潛能，可注意其發展。
2. 由台經院與砂電簽署計畫委託合約，可加速合約成立，本公司則以技術服務說與計畫研討，參並可利用本次合作，加速練習與海外服務。
3. 帶領國內廠商進軍國際
4. 可協助砂電人員訓練建立關係。

這些問題可協助其解決，以南向政策的角度可考慮結合優良供應商組成團隊來進行，因如任由國內的廠商自由發揮，在品質良莠不齊的狀況下很難進入該國市場或者勉強進入該國市場也可能會因自相殘殺而敗陣下來，只有組織團隊才有機會。

肆、 參考資料

[1] *Renewable Microgrid Solutions for Rural Electrification in Sarawak*, Sarawak Energy Berhad, April 11, 2017.

[2] *需量反應負載管理措施*，台電公司，民國106年1月編印。

[3] *電源開發投資策略*，簡報資料，台電公司電源開發處，民國 104 年 7 月 13 日。