

出國報告（出國類別：開會）

IERE GWG/NWG 技術委員會會議

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：林哲毅 電機工程專員

派赴國家：加拿大

出國期間：106 年 05 月 15 日至 106 年 05 月 21 日

出國報告審核表

出國報告名稱：IERE GWG/NWG 技術委員會會議		
出國人姓名	職稱	服務單位
林哲毅	電機工程專員	台灣電力公司綜合研究所
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>國際會議</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽)	
出國期間：106 年 05 月 15 日至 106 年 05 月 21 日		報告繳交日期：106 年 07 月 11 日
出國人員 自我審核	計畫主辦 機關審核	審核項目
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. 依限繳交出國報告
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. 格式完整 (本文必須具備「目地」、「過程」、「心得及建議事項」)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. 無抄襲相關資料
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. 內容充實完備
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. 建議具參考價值
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. 送本機關參考或研辦
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. 送上級機關參考
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8. 退回補正，原因：
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 不符原核定出國計畫
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(4) 抄襲相關資料之全部或部分內容
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(5) 引用相關資料未註明資料來源
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(6) 電子檔案未依格式辦理
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(7) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9. 本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表：
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 辦理本機關出國報告座談會 (說明會)，與同仁進行知識分享
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 於本機關業務會報提出報告
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 其他
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10. 其他處理意見及方式：

報告人：  單位：  主管處：  總經理：  副總經理：

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應於報告提出後二個月內完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「公務報告資訊網為原則」。

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：IERE GWG/NWG 技術委員會會議

頁數 147 含附件：■是□否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司 人力資源處/陳德隆/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

林哲毅/台灣電力公司 綜合研究所/六等電機工程師/02-80782263

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 05 月 15~21 日

出國地區：加拿大

分類號/目

關鍵詞：儲能系統(Energy Storage System)、再生能源(Renewable Energy)

內容摘要：

智慧電網為電力系統近年來最重要的發展議題之一，其中儲能系統、微電網及再生能源為智慧電網的架構下不可或缺的幾項焦點。由於未來再生能源將快速發展，可能造成電力系統穩定度出現問題。故本所已針對加裝區域(小)型儲能系統進行研究，以及大型儲能系統議題進行評估。此外，目前本公司已對再生能源併網可能發生過載或系統調度問題，進行改善電網之計畫，如新設或換置額定較高之變壓器、導線加大線徑、添加高(低)壓饋線、裝設電壓調整器及調整變壓器電壓分接頭。但若以上改善不足以應付時，儲能系統將變得不可或缺。目前台灣水力儲能機組為明潭、大觀，其調度量是否可以承受再生能源的變動，甚至現今裝設儲能設備以強化電網的應用及可行性。

IERE 成立於 1968 年，為電力事業研究單位指標性的技術交換平台，每年固定於世界各地集結於電力事業領域的研究機構舉辦交流及研討論壇會。本所派員參加今年 IERE 舉辦於加拿大溫哥華的研討會，並將於” The Value and Benefits of Energy Storage” 場次口頭發表關於本所研究之儲能裝置、微電網及再生能源發展。IERE 研討會廣邀學術界、產業界和電力公司專家進行交流，因應未來電網的應用不斷演變，本公司需將技術及設備不斷演進，以確保本公司在智慧電網的道路上能夠與世界先進各國接軌。

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

IERE GWG/NWG 技術委員會會議

目 錄

頁次

壹、 出國緣由及目的	4
貳、 出國行程	5
參、 IERE 研討會	6
I. IERE 介紹	6
II. 研討會內容	7
肆、 心得與建議	27
伍、 參考資料	29
陸、 附件	30

壹、 出國緣由及目的

能源自主及多元為國家能源安全的重要指標，但因台灣的自然資源有限，目前超過 97.6%的能源需倚賴國外進口，且初級能源中化石燃料占比為 91%之多[1]，缺乏能源自主性或多元性。及時台灣並無太多的化石燃料，但其餘天然資源如風力、太陽及潮汐等卻是相當充足的，若可將這些資源轉換為發電的再生能源，對於能源的自主及多元將有極大的助益。再生能源為目前台灣政府及電力公司的重點能源展政策之一，除了可解決上述問題外，再生能源的發電過程並不會有二氧化碳的產生，對於溫室氣體的管制及台灣環境品質改善有相當的助益。

雖然再生能源擁有取多好處，但其缺點為資源的不穩定性過高。若要維持電網的穩定，最好的辦法就是利用儲能系統將再生能源所發的電能儲存起來，並在適當的時間穩定輸出。另外，除了解決再生能源不穩定的問題外，儲能系統於國際間及台灣的應用亦包含輸電級的孤島運轉、電壓驟降補償、負載平衡等等，而台灣也已經建置了數個儲能系統示範場域。

除了發表本所所做的研究成果外，目前儲能系統因電池技術而遭遇成本等建置方面的瓶頸，希望可經由本次的研討會學習各國於儲能系統的最新發展。

貳、 出國行程

本出國計畫，自 106 年 05 月 15 日起，至 106 年 05 月 21 日止，前後 14 天，詳細行程如下表所示。

起始日	迄止日	實習機構	實習內容
1060515	1060515		去程(台北－溫哥華)
1060516	1060518	IERE	參加今年 IERE 舉辦於加拿大溫哥華的研討會，並於 ” The Value and Benefits of Energy Storage” 場次口頭發表關於本所研究之利用儲能系統解決再生能源發電量過剩之系統衝擊內容。
1060519	1050519	PowerTech	參訪加拿大 British Columbia 省 BC Hydro 電力公司的電力研究機構 PowerTech。
1060520	1060521		返程(溫哥華－台北)

參、 IERE 研討會

I. IERE 介紹

IERE 成立於 1968 年，為一個以非營利為導向且自體經濟獨立的國際性機構，其成立的目的為評估創新及新興的電力事業技術與建置、協助在不斷變化的商業環境中樹立企業策略與研發、及促進發達經濟體將電力事業技術轉移至發展中經濟體[2]。

IERE 的成員包含了世界各國的電力公司、電力相關研究單位、設備製造商及大學院校等等，每年定期會在全球各地舉辦不同主題的研討會，像是 2006 年就曾經於台灣舉辦過主題為” R&D in Electricity: How is it Launched and How is it Evaluated?”的研討會。今年的 IERE 年會則是舉辦於加拿大，其主題為「電力儲能、電能轉換及對 21 世紀電力網路的衝擊(Electric Power Storage, Energy Conversion and Impact on the 21st Century Power Grid)」，參加的機構包含美國 EPRI、NERC、加拿大 PowerTech 研究所、香港中華電力、德國 RWE 電力公司、日本關西電力公司、日本中央電力研究所、韓國電力公司、中國國家電網、南方電網等等。

本次研討會共分為「電力儲能的價值及優點(The Value of Energy Storage and Conversion Technologies)」、「電力儲能及轉換技術的進展(Advances in Energy Storage and Conversion Technologies)」、「利用儲能及轉換技術支援輸電及配電系統的進展(Advances in Power Transmission and Distribution Systems in

Support of Energy Storage and Conversion)」、及「未來電網及儲能設備的角色(Advances in Technology in Support of the 21st Century Power System)」四項主題。台電綜合研究所經過這幾年的研究，以對台灣的環境進行儲能應用的評估，並已完成建置了幾個不同的示範地點。

II. 研討會內容

近年來本所於再生能源及儲能系統領域已經完成了許多研究，因此我們將這些研究集結起來於此研討會中的「Advances in Energy Storage and Conversion Technologies」場次中報告，題目為「Study of Using Energy Storage to Mitigate the Impact of High Renewable Energy Penetration to the Grid」，探討利用儲能系統解決因再生能源大量併網對於電力系統的衝擊。於本研討會報告的內容包含目前台灣再生能源的發展、大量再生能源併網對系統的衝擊、儲能系統的優點及示範系統等等。

圖 1 為依不同發電型態台灣 2016 發電機組的發電容量，由此圖可看到目前絕大部分的發電型態主要還是來自於傳統的燃煤、燃汽、核能、及燃油等，而再生能源僅占了大約百分之五的發電容量。其中，水力大約佔 3%、風力大約 1%、而太陽能及生質能的占比尚趨近於零[3]。

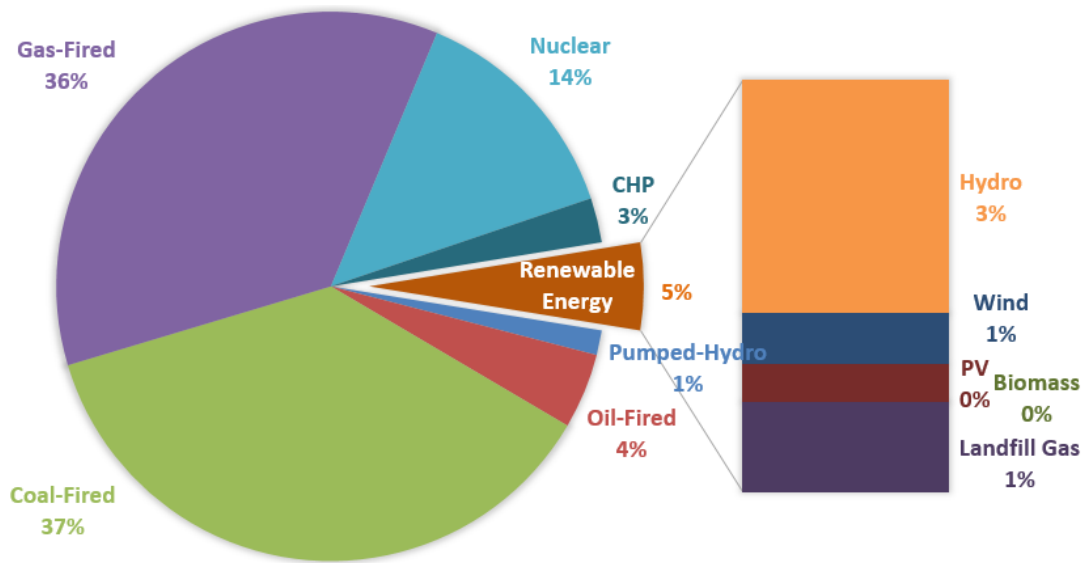


圖 1 台灣 2016 年發電機組發電容量(以發電型態分)

圖 2 為台灣 2016 年發電機組裝置容量[3]，由圖中可明顯的看到再生能源的裝置容量占比約為發電容量的兩倍，其原因為再生能源的不穩定性，最明顯的例子為當夜晚時太陽能電廠即完全無法發電，或當颱風來臨時因風速太大而必須將風機鎖住避免風機損壞等等。

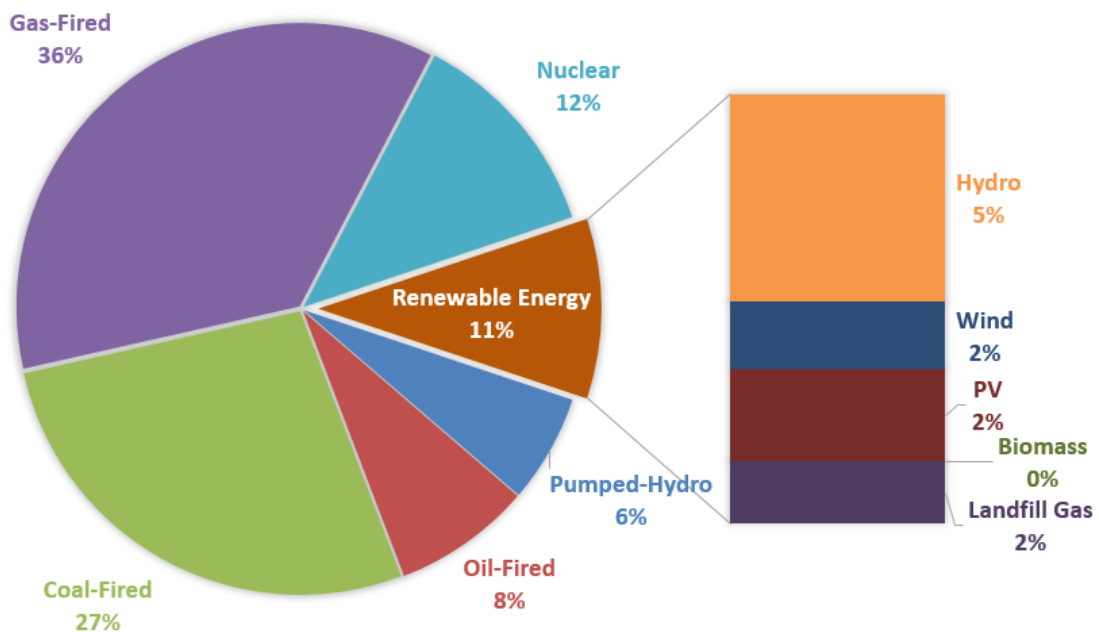
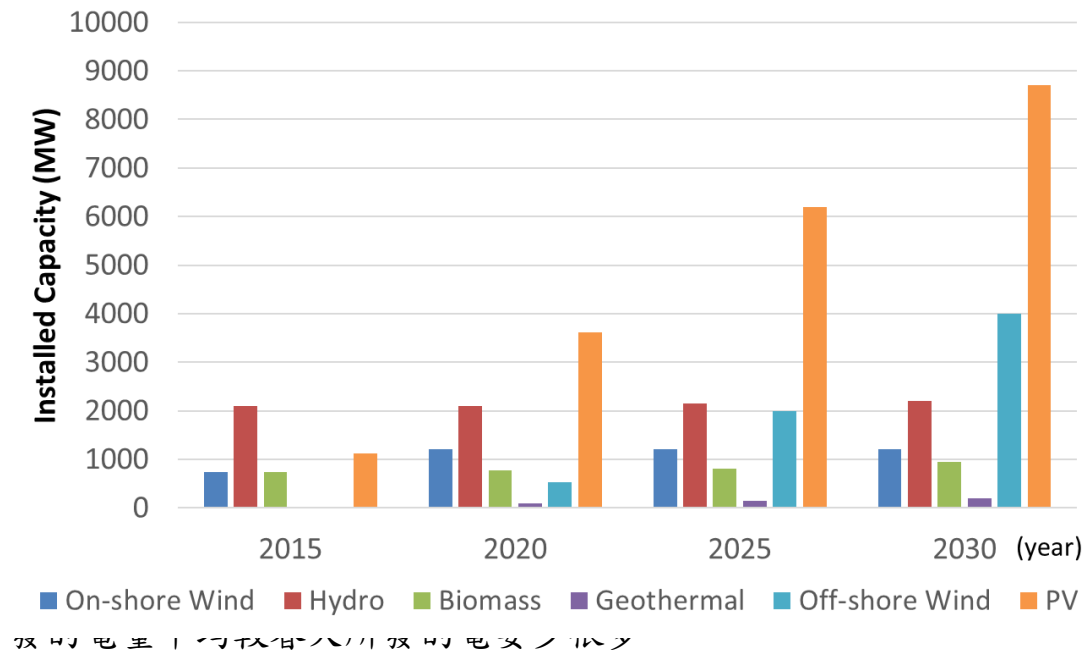


圖 2 台灣 2016 年發電機組裝置容量(以發電型態分)

圖 3 為台灣再生能源未來預計至 2030 年的裝置容量發展，由圖中可看到，目前的岸上風機、水力及生質能發電已經接近飽和狀態，在未來十幾年預計不會有太大的變化。地熱發電部分將會有少量的先導型系統；而離岸風機及太陽能將會有指數性的成長，其占比將會是其他再生能源發電原的好幾倍之多。預計於 2020 年，再生能源的裝置容量占比將會達到 16%、2025 年為 20%、而 2030 年則為 30% [4]。



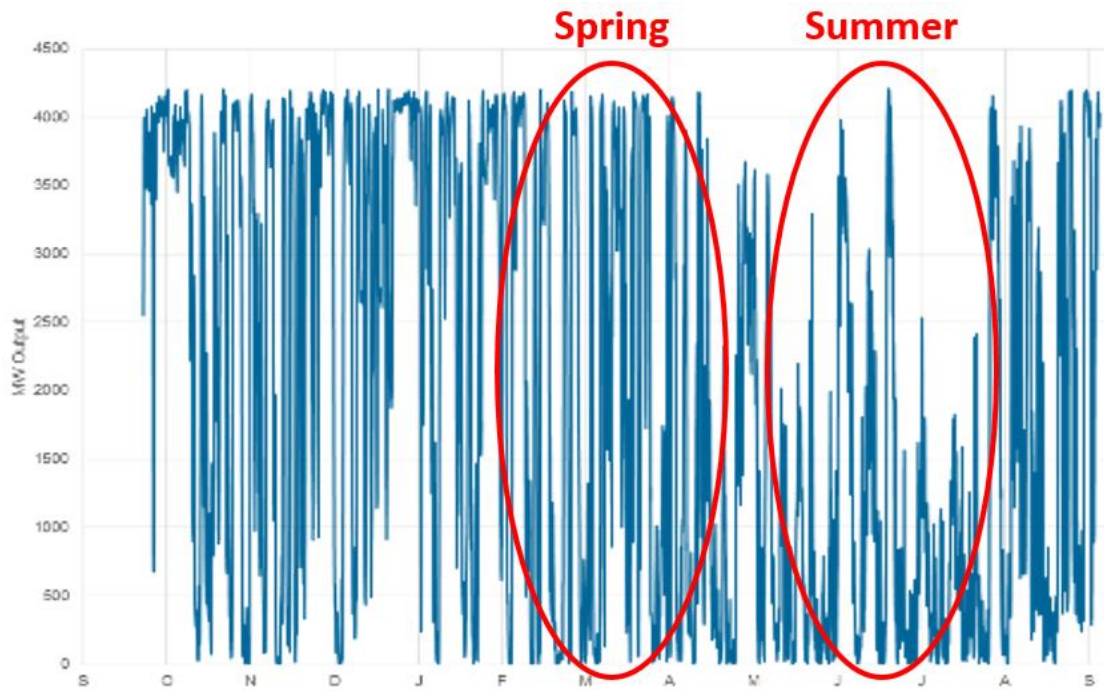


圖 4 一年中每日風力發電量圖

而太陽能的部分則相較沒那麼明顯的差別，不過還是可以大略的觀察到夏天時因日照量高且時間長，所發出的電量較冬天時高一些。

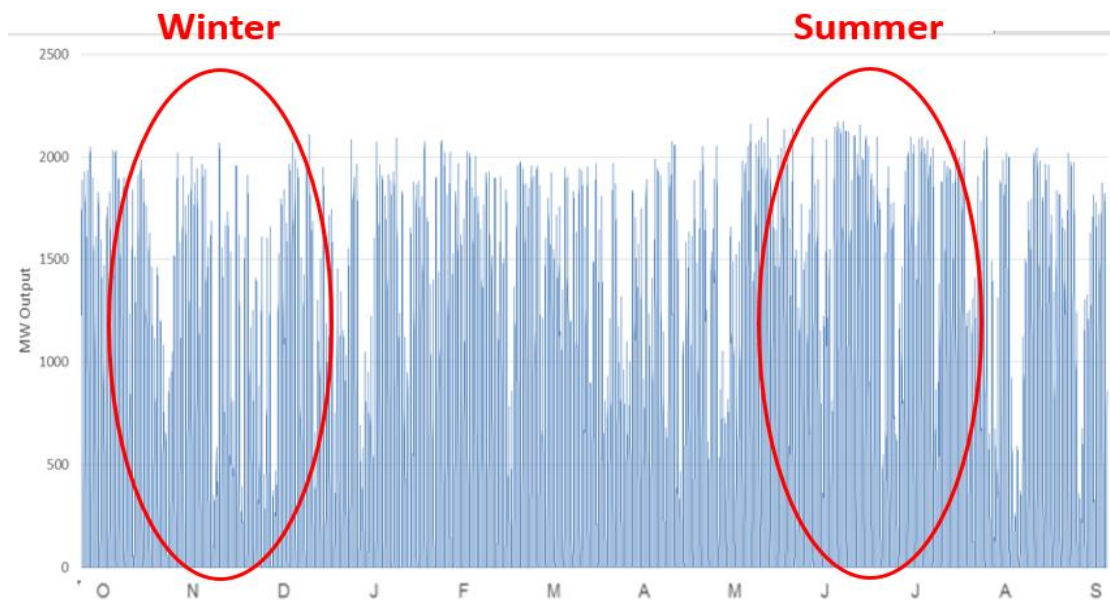


圖 5 一年中每日太陽能發電量圖

若我們將太陽能及風力發電加總並稱其為變動能源，且台灣再生能源的發展按照圖 3 規劃進行，預估的目前及未來變動能源於各月份的發電量如圖 6 所示。由圖中可明顯發現，一月的變動能源發電量較 6~7 月高，約為兩倍。雖然於目前已有此現象的產生，但是當再生能源佔比越大的時候，其差距量也會倍數增加，尤其目前缺電月份為台灣負載相對高的時節，因此此現象對台灣的能源供應可能會有系統性的衝擊。

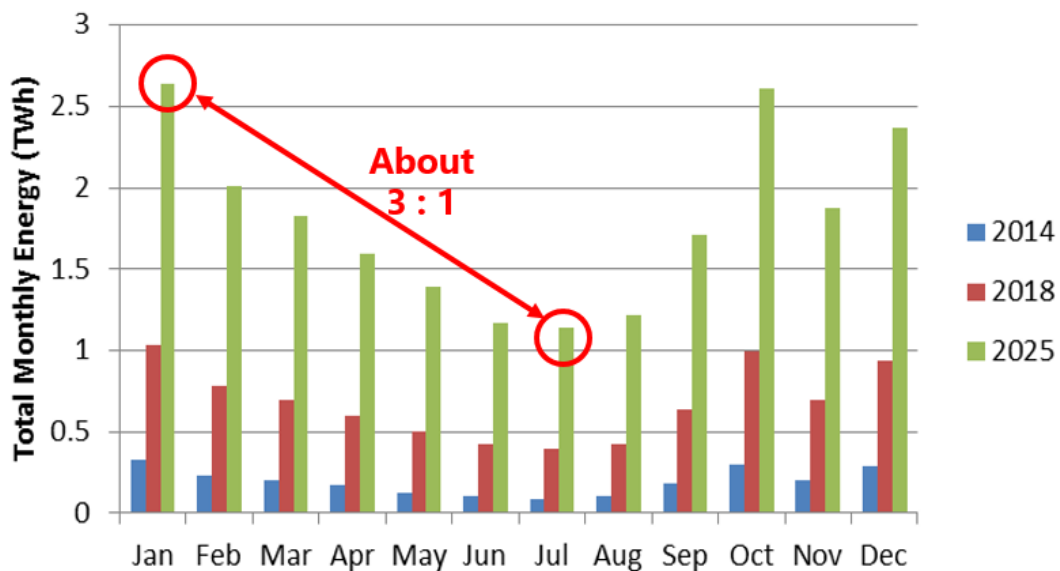


圖 6 未來變動能源於各月分的發電量

圖 7 為推估至 2025 年風機於不同季節每日的平均發電量曲線圖，可發現風機於冬天的發電量大約是夏天的 2 至 2.5 倍。

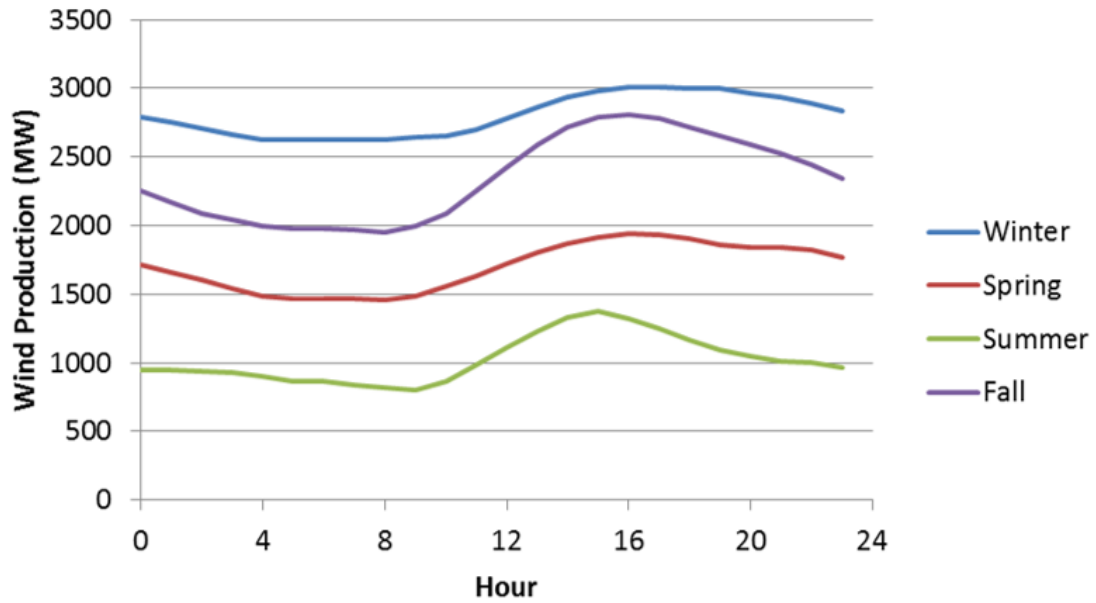


圖 7 推估 2025 年風機每日平均發電量(以季節分)

圖 8 為推估至 2025 年太陽能於不同季節每日的平均發電量曲線圖，其結果與圖 5 一致，太陽能的發電量於四個季節的差別相較於風機相對小很多，夏天僅約較冬天多 15%。

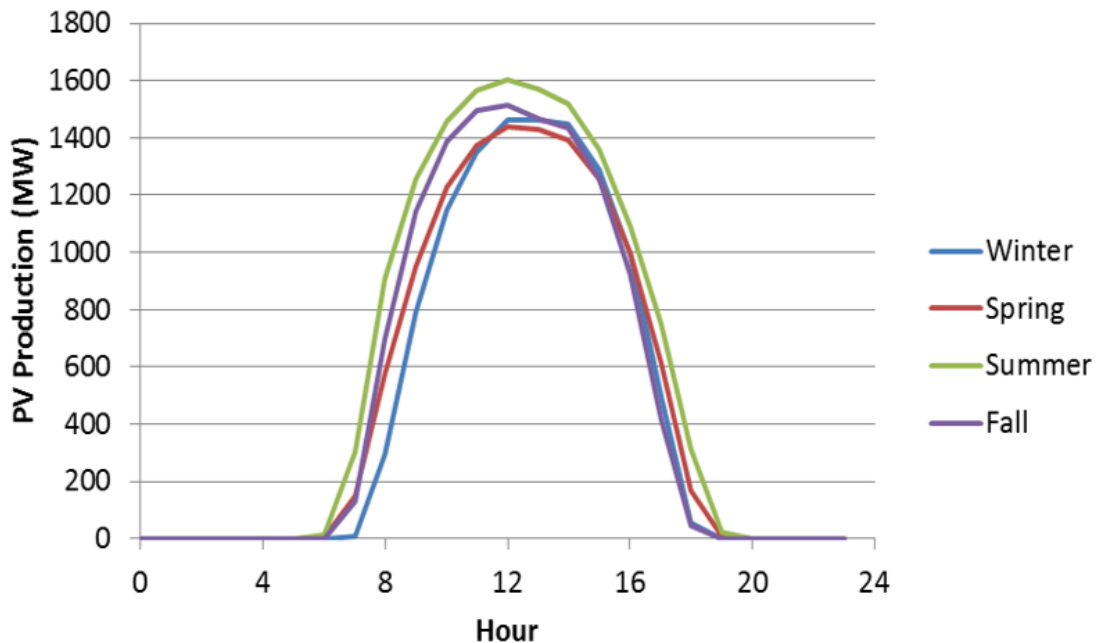


圖 8 推估 2025 年太陽能每日平均發電量(以季節分)

在變動能源部分，由圖 9 可發現其不同季節所造成的發電量差距主要是來自於風力發電，而太陽能所造成的影響大部分只是將風機的發電量往上移而已，對於差距量並無顯著影響。

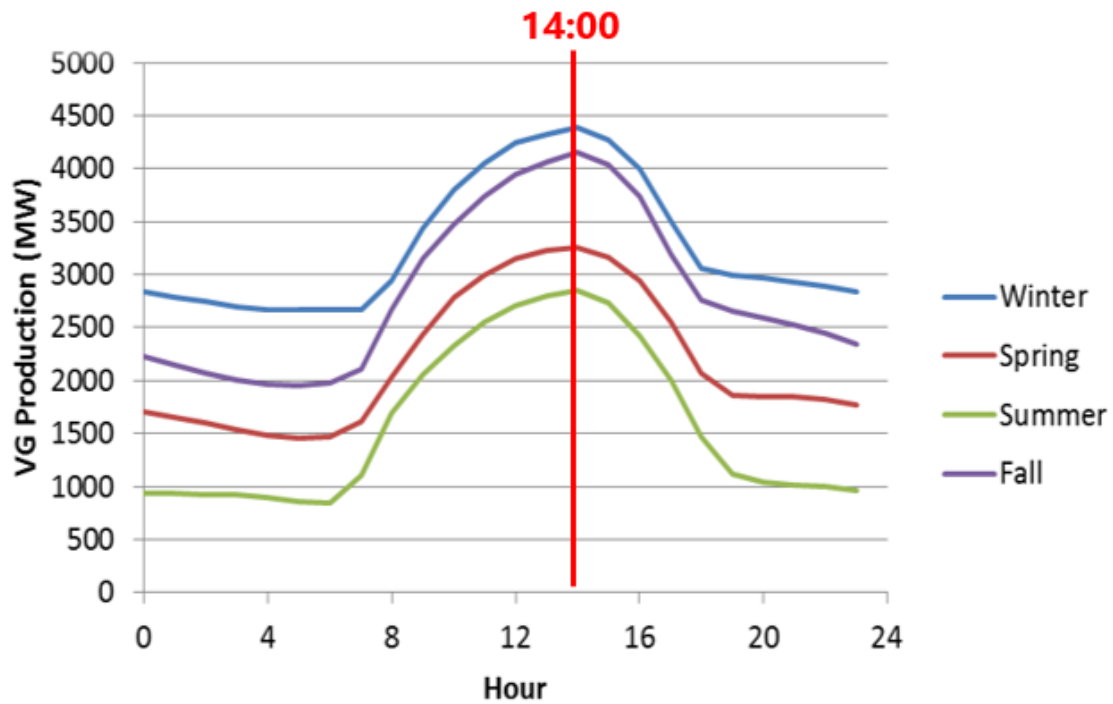


圖 9 推估 2025 年變動能源每日平均發電量(以季節分)

下圖為風力發電的 60 分標準化變化性，意思為比較當前風力發電量與上一個小時的發電量的變化，早晩的變化量約在 2% 內，而最大的變化量發生在中午，依不同季節大約落在 2.7%~4%。

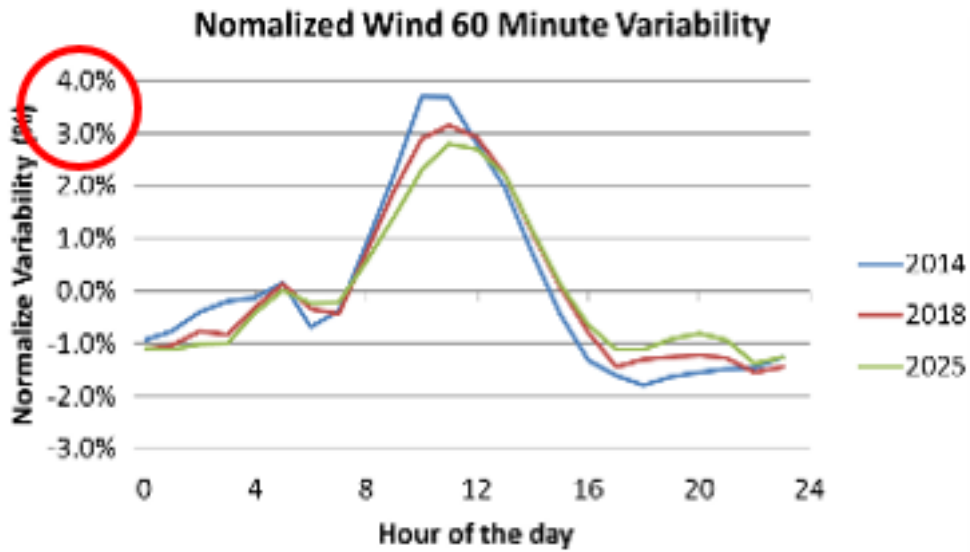


圖 10 風力發電 60 分標準化變化性

圖 11 為太陽能的 60 分標準化變化性，這邊可清楚地看到太陽能的特性，在早晚因為沒有太陽發電量為零，變化性也為零，而太陽出來後發電量會急遽上升，直到中午過後又急速下降。此變化量亦不會因為裝置容量的多寡而有太大的影響。

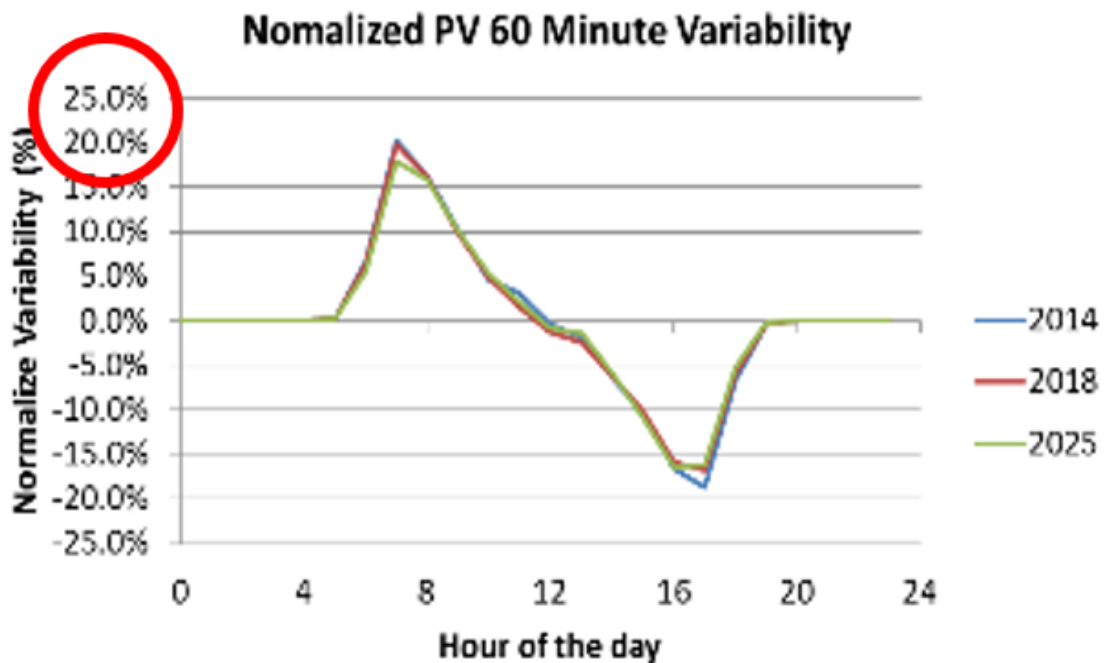


圖 11 太陽能 60 分標準化變化性

下圖為變動能源的 60 分標準化變化性，因為太陽能裝置容量占比將會遠大於風力發電的裝置容量(如圖 3)，因此在往後幾年預估的變化性將會越趨接近太陽能發電的趨勢。

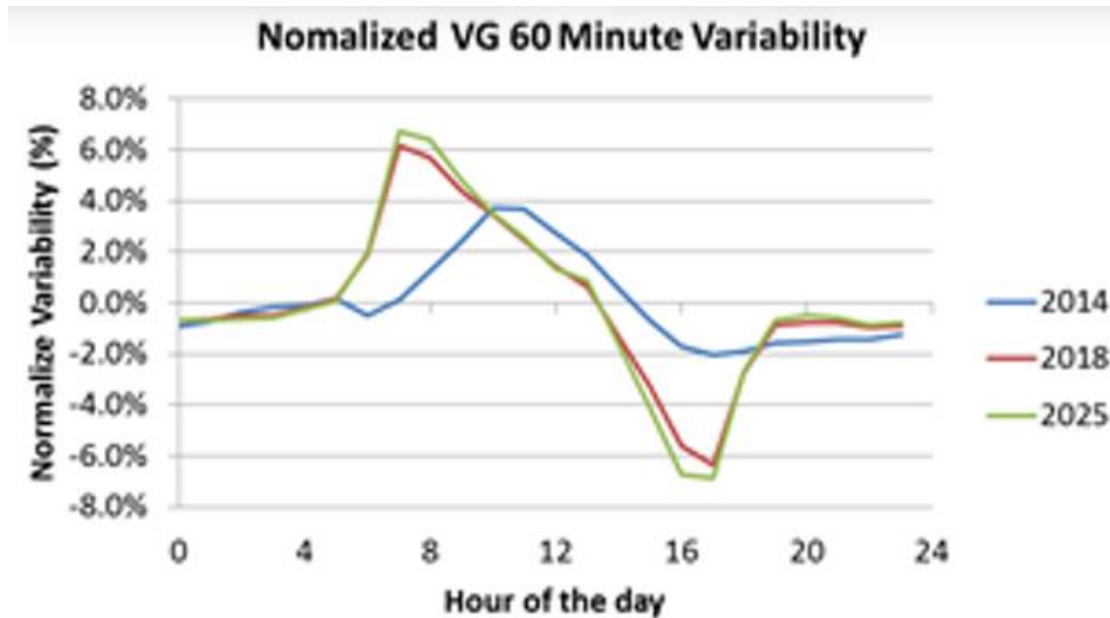


圖 12 變動能源 60 分標準化變化性

由於現階段電池式儲能設施的成本仍高，未來白天太陽光電大量發電時，許多火力發電機組所發的電無法儲存，需以低負載的方式運轉，到了傍晚再快速升載，以因應晚上日落時的電力需求。國外已陸續出現類似的現象，稱為「鴨子曲線 (Duck Curve)」，而傍晚火力發電機組大量快速升載的曲線看起來就像鴨脖子 (Duck Neck) 一般，此將為未來傳統火力發電的運轉操作帶來嚴峻的挑戰 [5]。下圖藍色線代表為負載量；藍色區域為風力發電量；黃色區域為太陽能發電量，將負載量減去風力及太陽能的發電量則可得到以紅色線表示的淨負載量(Net Load)。因為再生能源尤其是當太陽能的變化性大，台灣未來鴨子曲線效應將預計會越為明顯。

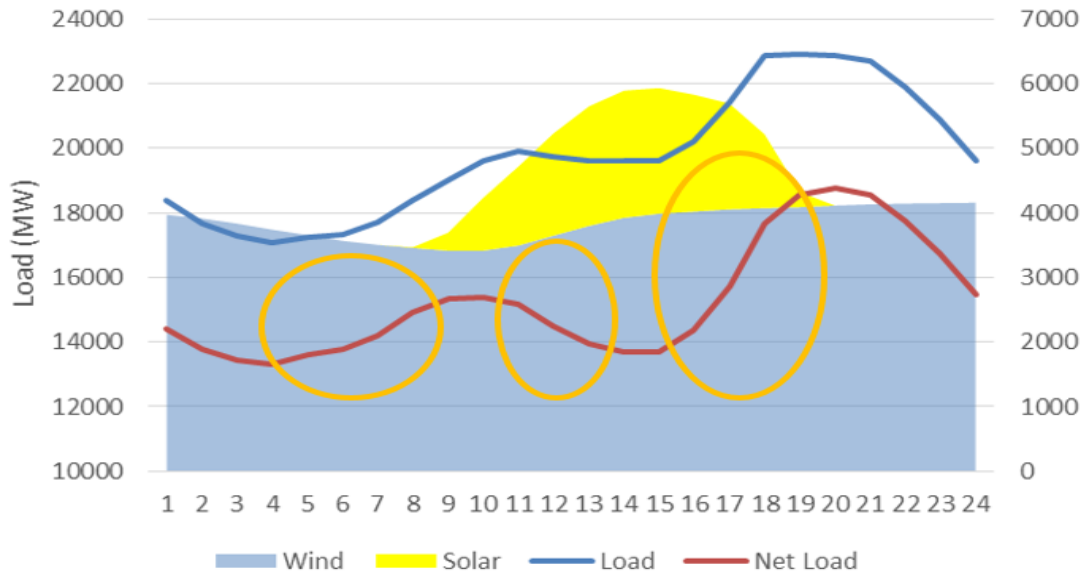


圖 13 預估台灣未來鴨子曲線

而美國加州也預計會面臨類似甚至更嚴重的鴨子曲線效應。圖 14 為美國加州 2013 年所預估的鴨子曲線效應，因前述再生能源發電特性，當占比逐漸上升時，於中午時的淨負載將會大幅的下降，除了需要增加備轉容量外，未來甚至可能造成發電量過剩的情形 [7]。

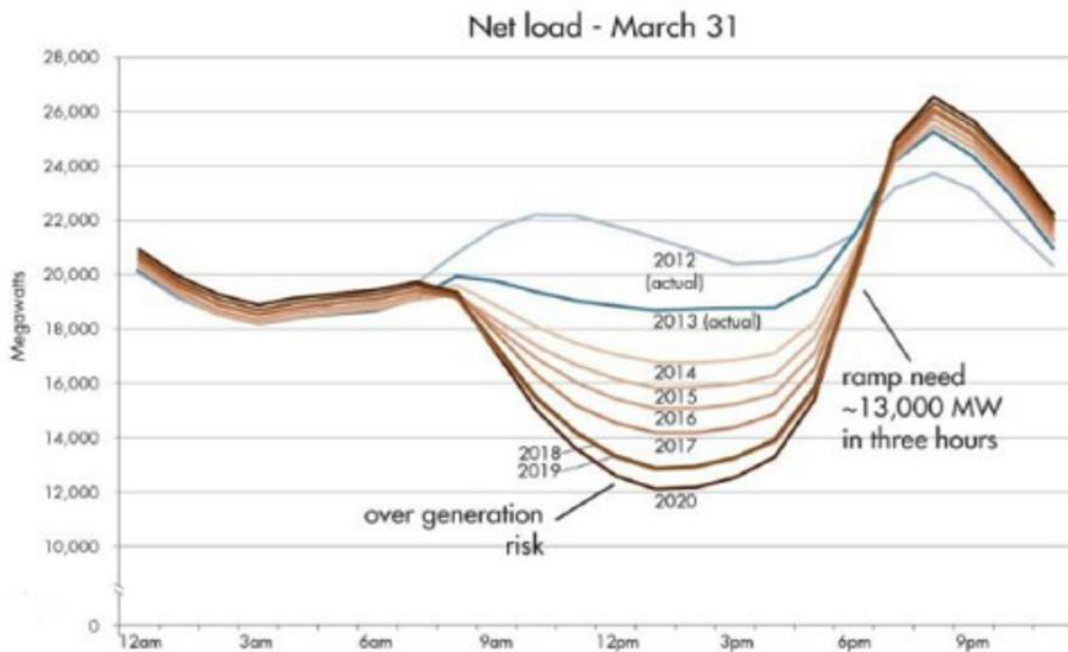


圖 14 美國加州預估鴨子曲線效應

當負載的變動率過高時，所需之備轉容量也須提升。圖 15 中的藍色線條為負載曲線，而 AGC 為 Automatic Generation Control，也就是可通過調整發電機的頻率來改變發電機的功率輸出。但 AGC 有一定可調控的範圍，當發電機發生跳機或再生能源裝置容量過大時，負載的變動率不可能隨時都在此範圍間，因此必須要有備轉容量(Spinning Reserve)及替代備轉容量(Supplemental Reserve)以確保系統的穩定及強健[6]。

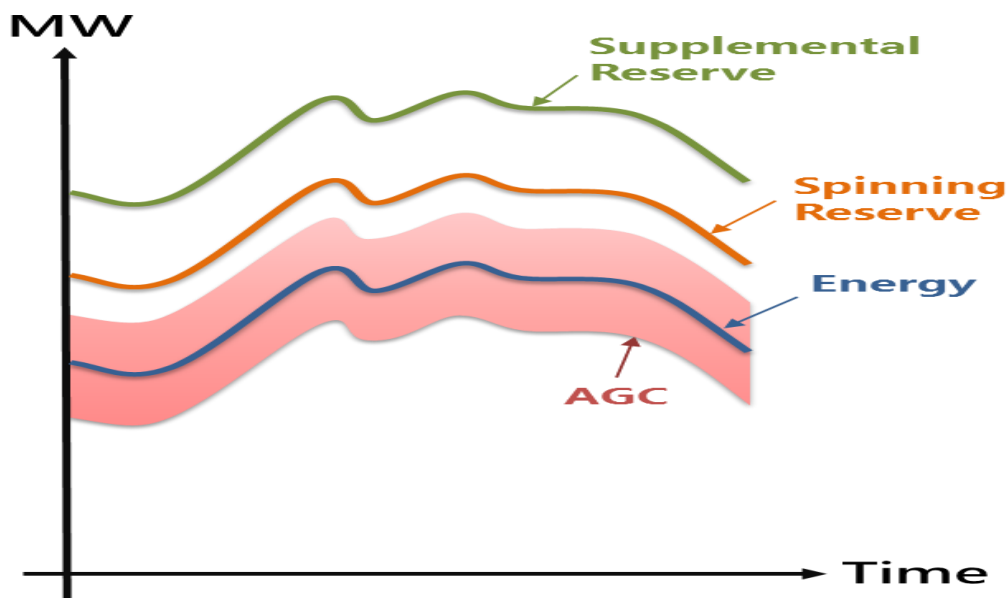


圖 15 備轉容量定義

當再生能源占比小的時候，系統的信心區間對比於備轉容量直到 99.7% 左右還是接近線性成長，但當再生能源占比大至一定程度時，如 2025 年，當信賴區間需要超過 99% 時所需的備轉容量，也代表所需的建置費用將會急速上升，甚至達到 5 倍之多。

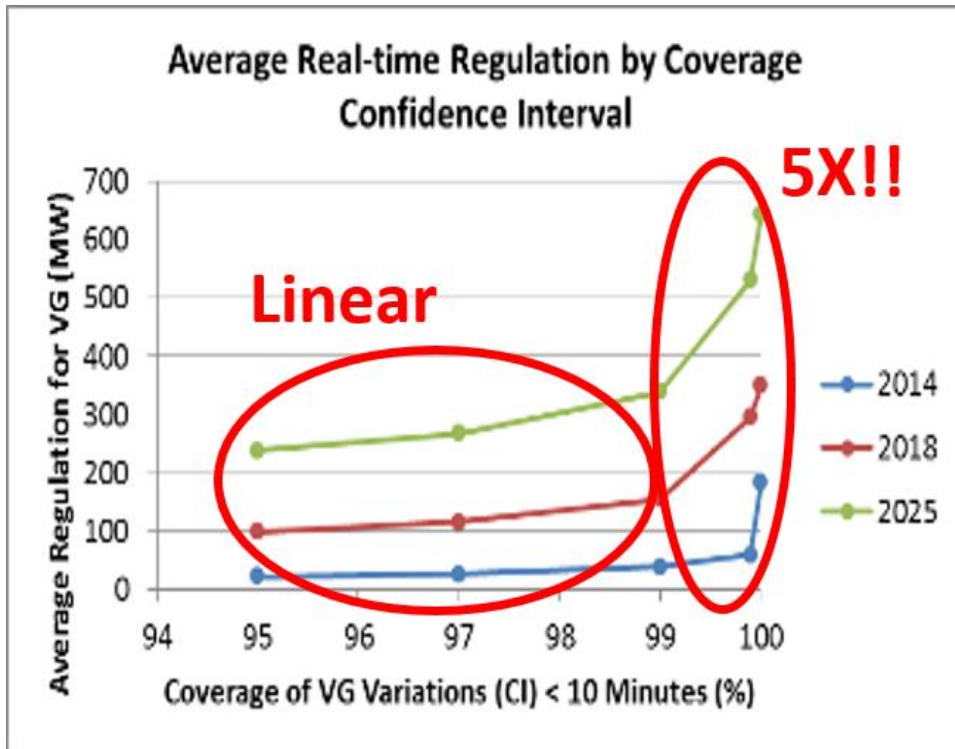


圖 16 備轉容量與信心區間比

為了解決大量再生能源併網所導致的種種問題，目前國際間及台灣均認為使用儲能系統為可行的做法之一。其概念並不複雜，主要是如圖 17 所示，當負載低或電價便宜時，儲能裝置可為充電狀態，而當負載高或電價較貴時，儲能裝置可為放電狀態，提供能源給電力系統，已達削峰填谷的效果。若為理想狀態，當儲能裝置的裝置容量夠大，甚至可將電力系統的負載因數(Load Factor)達到 1，也就是圖 17 下圖的情況，但是儲能裝置可能須為一個非常龐大的裝置容量。

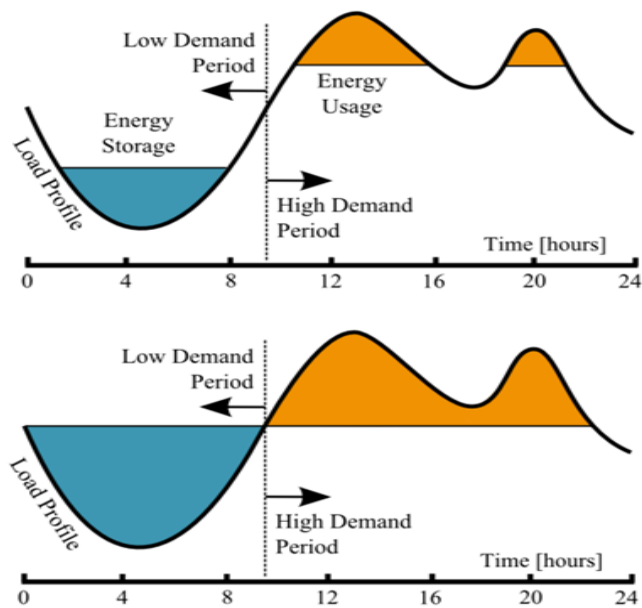


圖 17 應用儲能系統於負載平衡

除了上述的功用，儲能裝置對於以下四個領域也都有個別的功能：

1. 電力調度：
 - A. 電能管理
 - B. 電力系統的削峰填谷
 - C. 負載調度
2. 發電：
 - A. 減少備載容量
 - B. 延緩新電廠的建置時間
3. 用戶：
 - A. 增加電力品質

B. 降低契約容量

C. 減少電費支出

4. 輸電/配電：

A. 加強能源併網管理

B. 減輕輸電線路過載情形

C. 降低輸電線路投資

目前台灣於儲能裝置領域已經有數個示範案，其中最大的幾個位於金門、澎湖、龍潭及台電綜研所樹林所區。這幾個各自有不同的裝置容量及測試的功能標的，如孤島運轉、電壓驟降補償、需量反應、再生能源補償等等，詳細情形可參考圖 18。

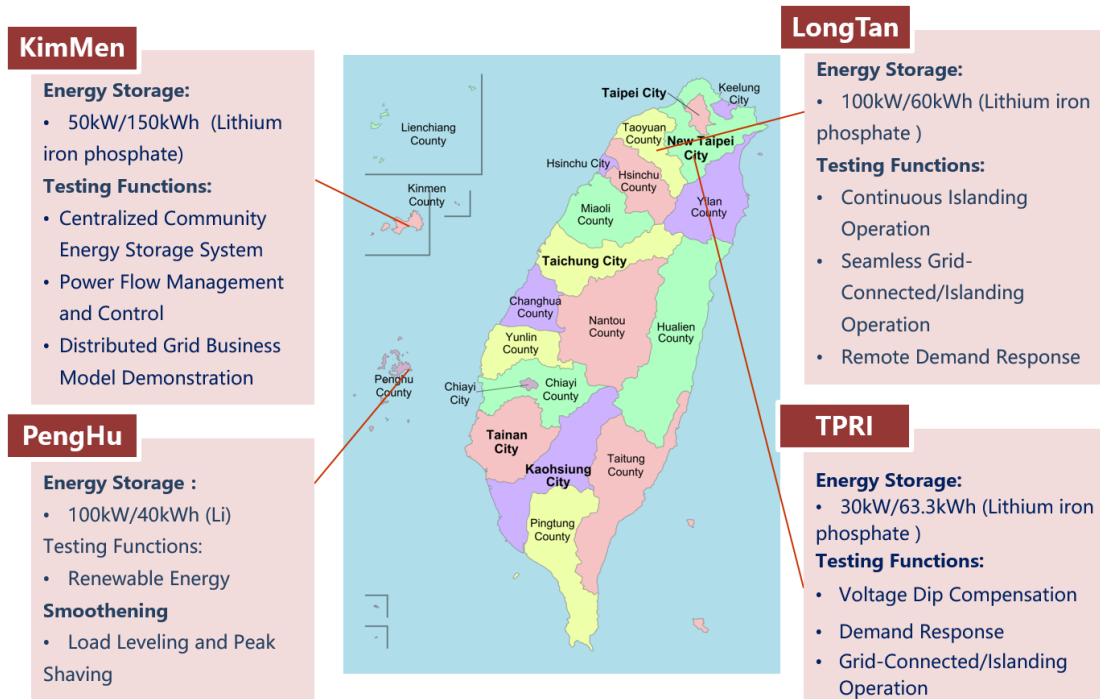


圖 18 台灣於儲能裝置的示範案

另外本公司亦對於利用儲能系統解決壅塞輸電線路相較於傳統

的更換輸電線路做過分析及評估，如表 1 所示。若選擇更換輸電線路，所需經費大約是 2,000 萬美金，考將原先 440MVA 的輸電容量增加至 778MVA，若今年開始施工，預期可滿足至 2031 年前的需求。因為此方法為更換既有的輸電線路，因此並不需要額外的用地也不會增加額外的電能損失，可使用年限部分至少為 30 年。

若使用儲能系統的方案，我們總共做了三種不同容量的評估；當使用 115MW@410MWh 的容量，所需要的經費約為一億六千三百萬美元，可滿足 2021 年的負載需求，所需要占用的地板面積約為 0.56 平方公里；當使用 150@811MWh 的容量，所需要的經費為三億兩千四百萬美元，可滿足 2024 年的負載需求，所需要占用的地板面積約為 1.1 平方公里；而若須滿足 2031 年的負載需求則需 300MW@1590MWh 的裝置容量，其經費將達六億三千六百萬美元，而佔地約為 4.92 平方公里。而使用儲能裝置額外的缺點為充放電時所需要 25% 左右的電能轉換效率。另外一組電池平均充放次數約為 4,500 次，在正常使用狀況下約可使用約 15 年，僅為更換輸電線路的一半。綜上，因目前呈能電池的技術瓶頸及經費尚無經濟效益，儲能系統應用於輸電等級的電力系統發展並未成熟。

Items \ Scenarios	Scenario 1 : Replacing Transmission Lines	Scenario 2 : Installing Transmission Level Energy Storage System		
		Scenario 2-A	Scenario 2-B	Scenario 2-C
Demands to be satisfied	Year 2031 (To start construction now)	Year 2021 (Delaying the construction for 5 years)	Year 2024 (Delaying the construction for 8 years)	Year 2031 (Delaying the construction for 15 years)
Energy Capacity	440MVA → 778MVA	115MW 410MWH	150MW 811MWH	300MW 1,590MWH
Installation Price	~USD\$ 20M	~USD\$ 163M	~USD\$ 324M	~USD\$ 636M
Land space Requirement	None	~0.56km ²	~1.11km ²	~4.92km ²
Energy Lose Rate	0%	25%		
Note	<ul style="list-style-type: none"> • Can last for over 30 years 	<ul style="list-style-type: none"> • Take Sodium- sulfur battery as example - each unit is about 1MW x 6hr • Discharging time is set at 6 hr for each scenario • Average 4,500 cycles can last for about 15 years 		

表 1 利用儲能系統及更換輸電線路解決壅塞輸電線路比較

日本中央電力研究所(Central Research Institute of Electric Power Industry, CRIEPI)亦對於應用儲能裝置於電力系統有相關的研究，但是相較於上述於輸電級的系統，CRIEPI 的研究專注於社區的範圍。

在 2012 年日本開始了再生能源的回購的政策，因此從那之後的太陽能裝置容量開始急速的上升(如圖 19)，到了 2015 年的容量已達 30GW，預計 2030 年可達到目前兩倍以上量的 64GW。如前述，大量再生能源的併網可能對電力系統造成一定的衝擊，尤其當在小範圍如社區型系統的再生能源占比過大時，其衝擊將更嚴重。

為了評估此衝擊，他們開發了以電能管理系統自動調節區域型電網的方法，並以此方法模擬此系統的電壓及電流變化。

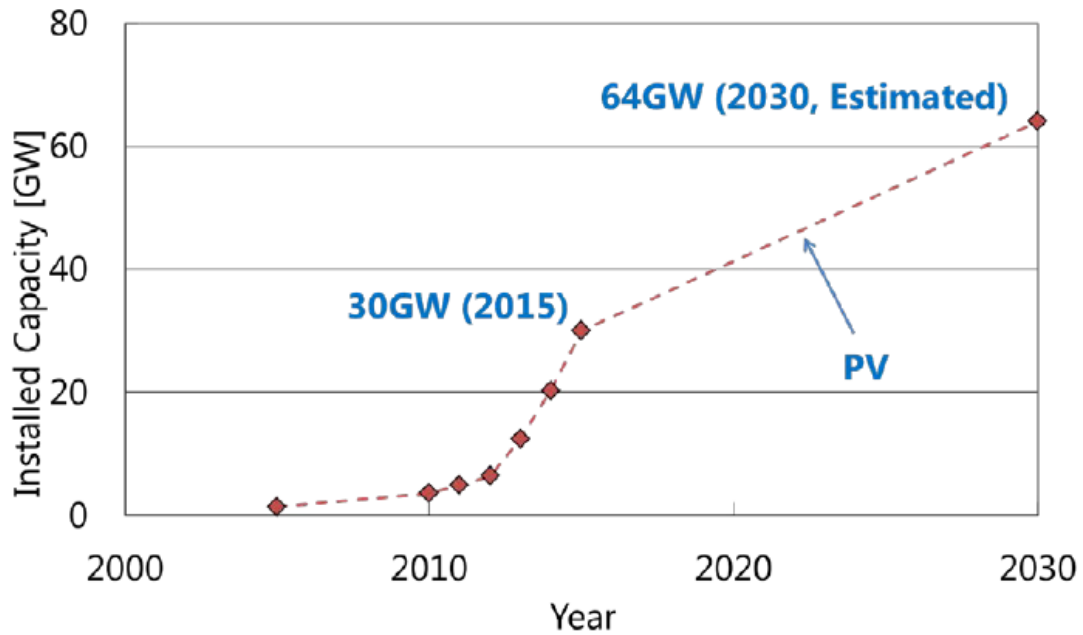


圖 19 日本太陽能裝置容量

此模擬的輸入於社區端為系統基本資訊如電價及需量反應政策、社區的配置如住宅結構及再生能源及儲能裝置容量、社區用電目標及方法如極小化電費或用電量及自動控制或中央控制；而區域電網的輸入為區域電網的配置如輸電線路資訊及再生能源及儲能系統的併接點、區域電網的控制方式如電壓控制設備及太陽能出力控制等。將以上所有因子考慮在內，經過模擬在社區端可得到的輸出為電能損失率、太陽能發電的機會損失及花費；而對於區域端的輸出則為線路的電壓及電流、功率尖峰值及功率因數及電壓控制設備的工作情形。

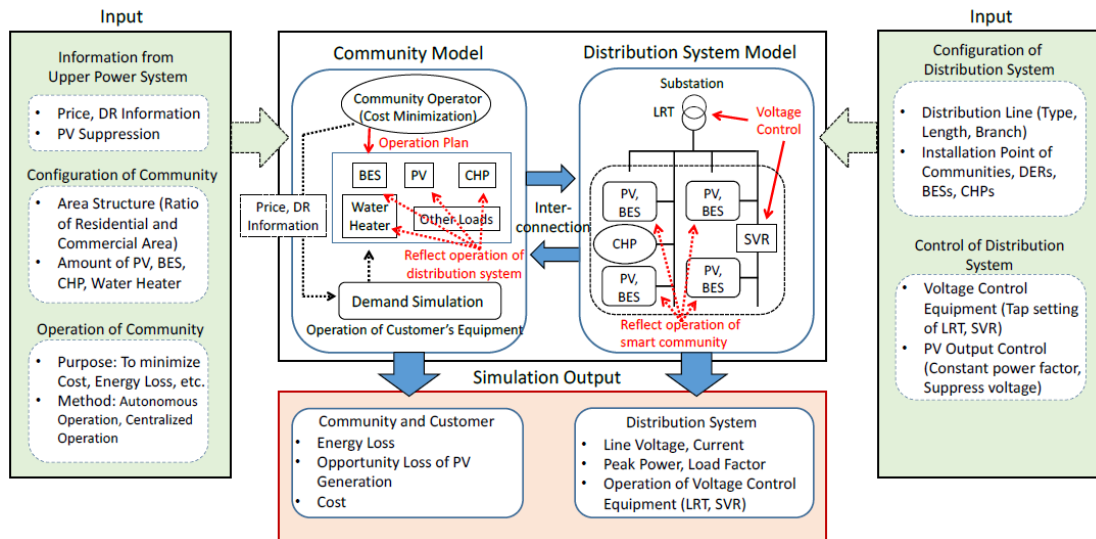


圖 20 太陽能及儲能裝置對電網影響模擬流程圖

以下模擬的目標為以中央調節方式控制電能管理系統以最小化社區的電費支出，電能管理系統的容量為社區線路 2 小時的容量，其情境為包含了(1)僅為住宅型區域(2)僅為商用型區域(3)住商混和區域(如圖 21)。

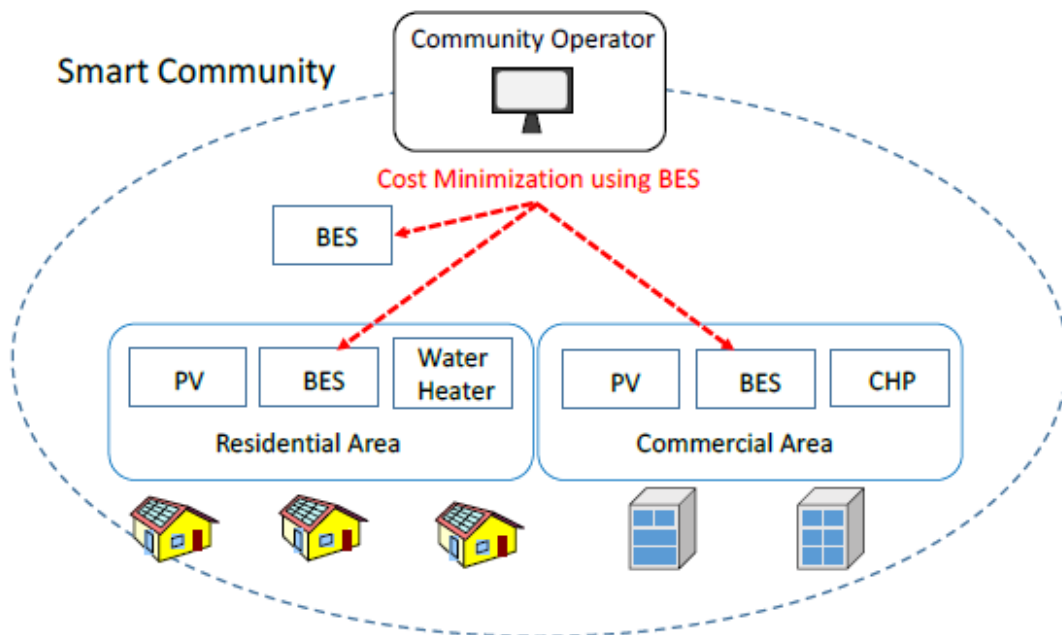


圖 21 智慧社區模擬情境

若以最小化電價為目標，不同負載型態於早上及晚上的電價模擬結果如表 2 所示：

Buyer	Time Period	Electricity Price
Community (from upper grid)	8-22	11.82 yen/kWh
	22-8	8.6 yen/kWh
HV Customer (commercial)	8-22	15.39 yen/kWh
	22-8	11.11 yen/kWh
LV Customer (residential)	7-23	28.62 yen/kWh
	23-7	11.07 yen/kWh

表 2 不同情境下的電費支出模擬

住宅的負載曲線如藍色虛線所示，而太陽能對負載的影響如紅色虛線所示，黑實線則代表了負載加上太陽能及電能管理系統。因為夜晚的電價較低，以電價最小化的電能管理系統會於此段時間內充電，而於電價較高的中午時放電，而太陽能也是於中午時候為最高的發電量，因此中午時可能造成供電過量的情形。而在電城管理系統充電時也可能導致電壓過高的情形發生(如圖 23)

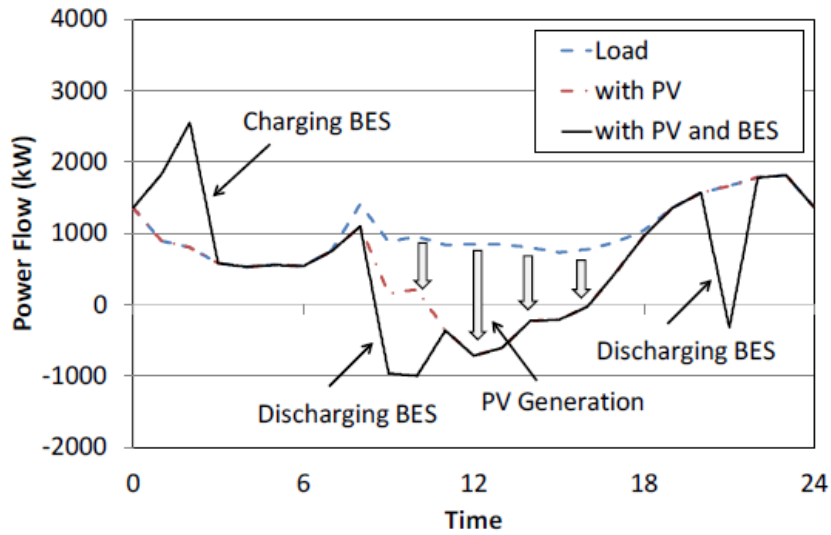


圖 22 再生能源及電能管理系統於住宅型用電區之功率影響

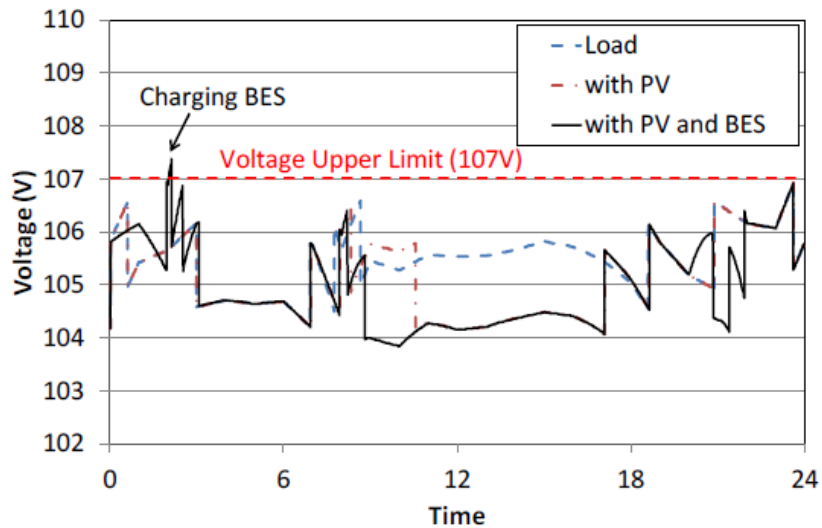


圖 23 再生能源及電能管理系統於住宅型用電區之電壓影響

綜上，若電能管理的目標為最小化電費支出，加上再生能源對系統的影響，其電能管理對電力系統的穩定性及電力品質可能有負面的影響。

肆、心得與建議

IERE 為一個世界性的電力事業相關領域的組織，每年固定會於世界各地舉辦不同組題的研討會。而今年則於加拿大溫哥華舉辦了儲能系統相關的論壇，並邀請世界各國包含台、日、美、韓、加、南非及中等的專家學者分享於其領域的研究。

目前世界各國皆對再生能源及儲能系統有相當多的研究，而本人則於 Advances in Energy Storage and Conversion Technologies 場次發表了名為 Study of Using Energy Storage to Mitigate the Impact of High Renewable Energy Penetration to the Grid 的主題。在此次演講中，本人分享了台灣再生能源的發展現況及未來規劃、再生能源對系統的衝擊、及為來以儲能系統的解決可行性評估。

因受限於目前輸電等級儲能電池的技術尚未成熟，尚無法取得低成本、高安全及對環境無影響的儲能裝置，因此在國際間大多的儲能系統僅止於示範系統，對於真實大規模上線的可行性並無太多的經濟效益。當電池技術的演進，未來希望儲能系統對於電力系統可達到高可靠度、安全、環保、高能源效率及經濟效益的幫助。

台電綜研所為台灣於電力產業中最完整的研究及試驗機構，包含了電力、負載管理、能源、化學環境、高壓研究、電表試驗、高壓試驗、電力設備試驗等等單位。建議未來可經由舉辦類似 IERE 的國際性研討會或交流會，廣邀世界上於電力領域的專家學者或廠

商前來經驗分享或技術交流，相信此類的互動更會讓台電同仁更了解目前國際間電力領域的最新發展情形，並讓台灣於能源領域的發展與國際接軌，

伍、 參考資料

- [1] 經濟部能源局，能源統計資料查詢系統
<https://www.moeaboe.gov.tw/wesnq/Views/D01/wFrmD0101.aspx>
- [2] IERE Electric Power Technology Platform，
<https://www.iere.jp/index.html>
- [3] 台灣電力股份有限公司，過去電力供需資訊，
http://www.taipower.com.tw/content/new_info/new_info-c51.aspx?LinkID=29
- [4] 經濟部能源局，2016年能源產業技術白皮書(2016)。
- [5] 台電電源開發處，台電長期電源 開發規劃的十字路口
<http://tpcjournal.taipower.com.tw/article/index/id/412>
- [6] Massachusetts Institute of Technology，The Value of Reliability in Power Systems – Pricing Operating Reserves
- [7] Michael Burnett，Energy Storage and the California “Duck Curve”

附件