

出國報告（出國類別：實習）

再生能源發電系統所搭配燃氣機組系統規 劃設計資料蒐集等技術實習

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：陳盈在/組長

派赴國家：歐洲(義大利、英國)

出國期間：107年10月3日~107年10月16日

報告日期：107年12月12日

出國報告審核表

出國報告名稱：再生能源發電系統所搭配燃氣機組系統規劃設計資料蒐集等技術實習		
出國人姓名(2人以上，以1人為代表)	職稱	服務單位
陳盈在	組長	台灣電力公司
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input checked="" type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他_____ (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：107年10月3日至107年10月16日		報告繳交日期：107年12月12日
出國計畫主辦機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input type="checkbox"/> 2. 格式完整 (本文必須具備「目的」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input type="checkbox"/> 3. 無抄襲相關出國報告 <input type="checkbox"/> 4. 內容充實完備。 <input type="checkbox"/> 5. 建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 6. 送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7. 送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8. 退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <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 type="checkbox"/> 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"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____	
	<input type="checkbox"/> 10. 其他處理意見及方式：	

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、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報 告 人		審 核 人	單 位 主 管	主 管 處 主 管	總 經 理 副 總 經 理
-------------	--	-------------	------------------	-----------------------	-------------------------------------

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：再生能源發電系統所搭配燃氣機組系統規劃設計資料蒐集等技術實習

頁數 32 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

陳盈在/台灣電力公司/組長/02-23666962

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：107/10/3~107/10/16 出國地區：歐洲(義大利、英國)

報告日期：107年12月12日

分類號/目

關鍵詞：燃氣機組、汽電共生

內容摘要：(二百至三百字)

為因應政府推動再生能源及世界綠色能源之趨勢，目前正大量發展離岸風力及太陽光電，因傳統的大型複循環汽渦輪機組在起停機、升降載速率不夠靈活之限制，必須搭配可快速起停的小型燃氣機組，故須對國際再生能源發電系統所搭配燃氣機組之發展進行了解及評估，以做為近期再生能源發電計畫及未來本公司對於小型燃氣機組整體佈局之參

考。

因此，本次出國任務主要針對再生能源發電系統所搭配燃氣機組之規劃設計、製造與安裝、現場施工及未來發展等項目分別進行實習，藉由參訪國外公司、工廠及現場，探討本公司再生能源發電系統所搭配燃氣機組系統之重要課題，如機組的升降載速度、尖離峰需量競標及運轉維護成本等，透過本次參訪期能吸取先進國家之技術與經驗及未來發展趨勢，供本公司再生能源發電計畫及未來再生能源發展策略等之規劃參考。

大綱

壹、目的

貳、過程

參、再生能源發電系統所搭配燃氣機組系統規劃設計資料蒐集等技術實習

一、Wärtsilä 公司介紹

(一) 公司簡介

(二) 內燃式引擎發電機(Gas Engine)特性

二、Trieste 工廠

三、米蘭 LINATE 機場現場燃氣機組實際運轉現勘討論

四、米蘭世界能源論壇(World Energy Council)

五、Centrica Peterbrough Project in U.K.

肆、心得及建議

圖目錄

- 圖 1 瓦錫蘭 18V26X 型引擎
- 圖 2 Marco Golinelli 銷售實績說明
- 圖 3 Claudio Taboga 內燃式引擎發電機特性介紹
- 圖 4 環境溫度變化對機組出力影響
- 圖 5 環境溫度變化對機組效率影響
- 圖 6 單機部份負載運轉時效率變化情形
- 圖 7 部份機組停機下之電廠效率情形
- 圖 8 各型機組從起動到滿載所需時間
- 圖 9 各型機組停機所需時間
- 圖 10 快速起停的靈活運轉能力
- 圖 11 多部機組於部份負載時之效率
- 圖 12 傳統機組與風力、太陽能發電搭配情形
- 圖 13 負載需求變化與各機組發電情形
- 圖 14 緊急逃生出口標示
- 圖 15 簡報室左側之工安標語
- 圖 16 簡報室右側之工安標語
- 圖 17 天然氣引擎製造與組裝過程
- 圖 18 與組裝完成之 18V50SG 天然氣引擎合影
- 圖 19 SCADA 監控機組供電情形
- 圖 20 機組餘熱回收情形
- 圖 21 每小時電價一覽表
- 圖 22 儲熱水槽及加壓泵
- 圖 23 輔助鍋爐
- 圖 24 儲熱水管路
- 圖 25 論壇成員簡介
- 圖 26 能源論壇現場情形
- 圖 27 現場工作人員直接筆記並以圖示方式呈現於大螢幕
- 圖 28 開放式電纜線槽
- 圖 29 天然氣氣體洩漏偵測器
- 圖 30 散熱器及緊急柴油發電機
- 圖 31 於廠用變壓器旁與 Mr. Kevin Muldoon 合影

摘要

本次出國任務主要針對再生能源發電系統所搭配燃氣機組之規劃設計、製造與安裝、現場施工及未來發展等項目分別進行實習，內容包括：1. Wärtsilä 公司：討論機組型式、規劃設計及未來發展；2. Trieste 工廠：了解機組製造、品質管理與組裝方式；3. 米蘭 LINATE 機場：了解現場實際監控、運轉維護方式管理；4. 米蘭世界能源論壇(World Energy Council)：實際參與世界各洲目前就綠色能源之開發與推展所作之貢獻研討會；5. Centrica Peterborough Project in U.K.：了解英國 Centrica 公司對燃氣機組之發展及現場實地參觀電廠。

藉由參訪國外公司、工廠及現場，探討本公司再生能源發電系統所搭配燃氣機組系統之重要課題，如機組的升降載速度、尖離峰電價競標及運轉維護成本等，透過本次參訪期能吸取先進國家之技術與經驗及未來發展趨勢，供本公司再生能源發電計畫及未來再生能源發展策略等之參考。

壹、目的

藉由對國際再生能源與內燃式引擎發電機之搭配運轉模式之發展進行了解及評估，作為近期本公司再生能源發電系統所搭配燃氣機組系統之參考依據，且有助於提升本公司未來於再生能源開發能力。並針對現場實地查勘了解設置之經驗、工程回饋、相關技術與運作情形，以及規劃設計與後續運轉維護所需應注意事項等項目。透過本次參訪期能吸取先進國家之技術與經驗及未來發展趨勢，可作為規劃設計、規範編擬之重要參考，對後續工程進行及營運單位之運轉維護有所助益，並提升再生能源計畫之整體效益。

貳、過程

本次出國任務主要係瞭解國外之再生能源與內燃式引擎發電機之搭配運轉模式、發展現況與未來趨勢，作為持續推動規劃設置再生能源發電系統所搭配燃氣機組系統之參考依據進行實習，行程首先由位於義大利 Trieste 的瓦錫蘭 (Wärtsilä) 公司開始參觀，並且由 Marco Golinelli (Director, Energy Solutions) 就該公司銷售實績概況做說明，接著由 Claudio Taboga 就內燃式引擎發電機 (Gas Engine) 特性做說明，再一路至瓦錫蘭位於 Trieste 工廠及米蘭 Linate 機場現勘、並受邀參加米蘭世界能源論壇，最後至瓦錫蘭公司位於英國倫敦的客戶 Centrica 公司參訪及現勘，主要之行程紀要如下：

- 107 年 10 月 3 日(三) 去程(台北-法蘭克福)
- 107 年 10 月 4 日(四) 由德國法蘭克福轉機義大利前往 Trieste
- 107 年 10 月 5 日(五) 參訪瓦錫蘭 (Wärtsilä) 公司聽取簡報
- 107 年 10 月 8 日(一) 參訪瓦錫蘭 (Wärtsilä) 位於 Trieste 工廠
- 107 年 10 月 9 日(二) 現勘米蘭 Linate 機場所使用燃氣機組設備並與現場值班人員開會討論
- 107 年 10 月 10 日(三) 參加位於米蘭舉行之世界能源論壇
- 107 年 10 月 11 日(四) 由義大利米蘭抵達英國倫敦
- 107 年 10 月 12 日(五) 現勘 Centrica in Peterborough
- 107 年 10 月 15 日(一) 返程(倫敦-台北)
- 107 年 10 月 16 日(二) 抵達台北

參、再生能源發電系統所搭配燃氣機組系統規劃設計

資料蒐集等技術實習

一、瓦錫蘭 Wärtsilä 公司

(一) 公司簡介

瓦錫蘭（芬蘭語：Wärtsilä）是來自芬蘭的動力系統公司，該公司成立於 1834 年，員工約 1 萬 8 千人，總資產約 53 億歐元；在全球 70 個國家和地區設立了將近 170 家分支機構，總部位於芬蘭赫爾辛基。

瓦錫蘭有近 180 年的提供陸用和海上動力系統和服務的歷史。營運業務涵蓋船舶動力、電廠及維修服務三個領域。

(1) 船舶動力方面

在全球海洋上航行的每三艘船舶中就有一艘是由瓦錫蘭提供的動力設備，每兩艘船舶中就有一艘是由瓦錫蘭提供維修服務的。

瓦錫蘭船舶動力部的主要業務範圍包括：商船、海洋工程船、遊輪和渡船、軍船及特種船舶。客戶有船廠和船東。瓦錫蘭船舶動力部供貨項目由單項產品到整套船舶機械動力全生命周期的提供，從最初建造供運輸使用之船舶到複雜系統動力船舶的整套服務。

瓦錫蘭的的產品包括船舶設計、引擎、發電機組、減速齒輪箱、推進裝置、自動化系統、配電系統、密封方案、排放控制和減排系統、燃氣密閉與處理系統、控制與通信方案，以及服務於世界航運業的強大服務網絡。

瓦錫蘭船舶動力部在燃氣發動機運轉領域擁有豐富的經驗和悠久的歷史，在排放控制與減排領域擁有獨特的產品組合（包括脫硫裝置、壓載水處理系統、選擇性催化還原系統等），並通過先進的工程和船舶設計能力形成了一整套效能最佳方法。

瓦錫蘭在 1935 年至 1989 年期間曾是重要的芬蘭造船企業，建造渡輪和全球很大一部分破冰船。公司的這些船廠如今由世騰歐洲公司（STX Europe）擁有。

(2) 發電廠方面

瓦錫蘭是靈活發電的分布式發電廠供應商。

產品組合包括最高 500 MW 裝機容量的機組，以化石燃料運轉，例如柴油、原

油、天然氣、燃油、生物燃料和液化天然氣燃料。發電廠安裝一個或多個並聯運轉的內燃機發電機組。瓦錫蘭內燃機產品包括瓦錫蘭 18V50SG 內燃機，是世界上最大的純燃氣內燃機，發電量達到 18.3 MW。

除了傳統基礎負載發電廠的可靠性外，這些發電機組還配備快速啟停功能，在部分負載情況下保持高效率，適用於調峰發電、智能電網和緊急發電系統。它們也利用聯合循環和汽電共生生成供熱蒸汽或熱水，並利用熱冷電三聯產生成冷卻水，可應用於空調設備等。

瓦錫蘭智能發電解決方案可服務於電網穩定性管理、火炬氣利用、泵送應用（例如泵和壓縮驅動）、金融服務和專案管理服務。

2009 年，瓦錫蘭向美國南德州電力合作公司（STEC）交付了 202 MW 裝機容量的 Pearsall 電廠。

(3) 引擎（發動機）部份

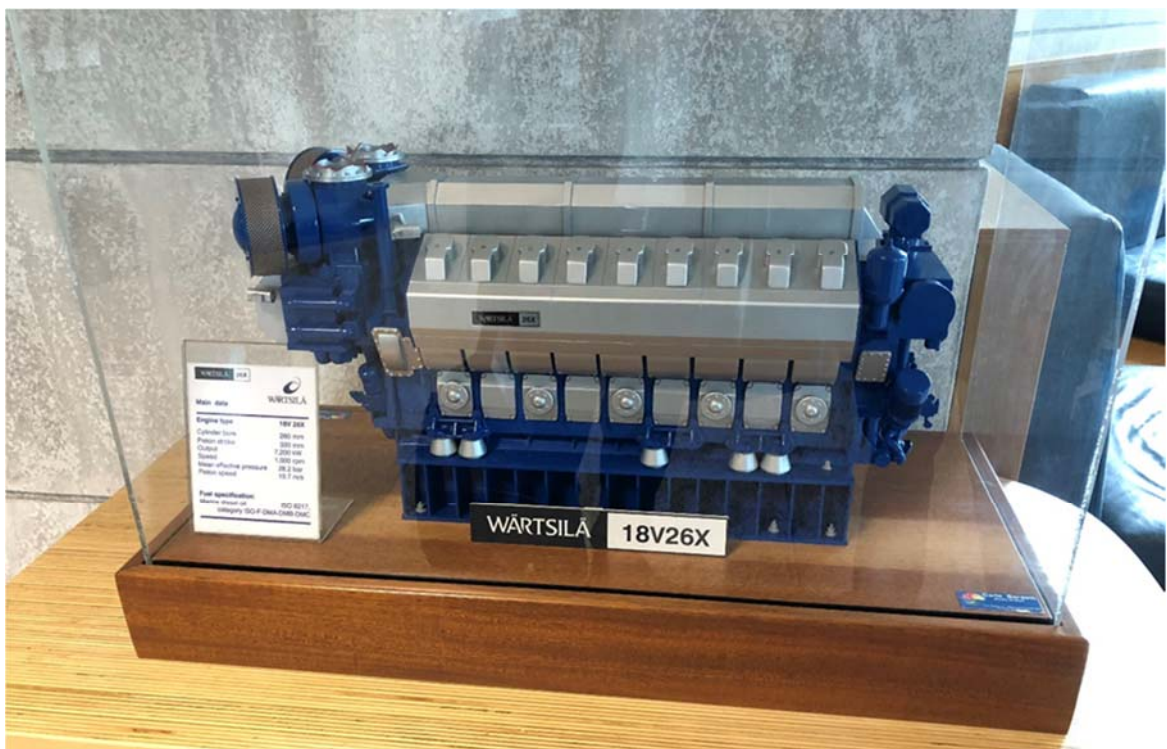


圖 1 瓦錫蘭 18V26X 型引擎

瓦錫蘭為陸用發電廠和船用的全系列低速和中速柴油、氣體和雙燃料引擎。引擎型號一般都是由缸徑的直徑（單位是厘米）來決定的，缸徑範圍從 20 至 64 公分（7.9 至 25 英寸）的為中速引擎；35 至 96 公分（13 至 38 英寸）的低速引擎。最小的引擎系列，四衝程中速瓦錫蘭 20 型引擎，最大每缸功率為 200 千瓦（270 馬

力)，二衝程低速瓦錫蘭 RT-flex96C 引擎，每缸最大輸出功率為 5720 千瓦（7670 馬力）。另外，瓦錫蘭還生產功率最大的中速引擎系列——瓦錫蘭 64 型，每缸輸出功率為 2150 千瓦（2880 馬力）。按照引擎機型，瓦錫蘭提供從四缸(4L20)至二十缸(20V46F)的直列式和「V」字型配置的中速引擎，低速引擎統一配置從五缸(5RT-flex35)至十四缸(14RT-flex96C)。瓦錫蘭製造的最大的引擎是 14 缸 RT-flex96C 型柴油引擎，馬力達 107390 匹(80080 千瓦)，被馬士基(E-CLASS)貨櫃船所採用。

(4) 維修服務

瓦錫蘭公司為工業領域提供廣泛的服務，該公司擁有的服務網包括 5000 名專業服務人員，分布於全球 60 多個國家和地區的 170 多個地點，裝機總量超過 180,000 兆瓦。瓦錫蘭的服務主要集中在強化電廠和船舶的運轉性能及提升其生命周期效率。

(二) 內燃式引擎發電機(Gas Engine)特性

首先由 Marco Golinelli (Director, Energy Solutions)就該公司銷售實績概況做說明，接著由 Claudio Taboga 就內燃式引擎發電機(Gas Engine)特性做介紹(如圖 1 及圖 2)。天然氣內燃式引擎發電機高效率的靈活發電技術為目前因應易變的再生能源併網的最佳解決方案，各不同發電技術除了努力提升發電效率更強化其操作的靈活性，包括快速起機、並聯、快速升降載能力、高部份負載效率、快速停機等能力。目前使用天然氣為燃料的燃氣機組依技術不同主要區分為燃氣輪機(Gas Turbine, GT)和內燃式引擎發電機(Internal Combustion Engine, ICE)。容量從數 MW 到數百 MW。新的機組設置朝向高溫大型化發展以提升效率，大型複循環燃氣輪機組的效率在標準情況(ISO conditions)額定負載下已可達到 60%+ 的效率。然而傳統的大型複循環汽渦輪機組因在起停機、升降載速率等不夠靈活之限制下，較不適合做為大量再生能源備載和平衡之機組，且起停機和循環運轉(cycling)將會縮短零件壽命、保養間隔和增加維修費用。燃氣輪機廠家現在已提供小型機組，訴求可在 10 分鐘完成起動到滿載、起停機時間短及可以每天 15 分鐘循環運轉數次等特性，但是以單循環或是部份負載運轉時效率較低(30%+~40%+)。



圖 2 Marco Golinelli 銷售實績說明



圖 3 Claudio Taboga 內燃式引擎發電機特性介紹

燃氣輪機的應用已經有數十年，過去主要應用於基載和中載機組應用，單機中大型天然氣引擎發電機在上世紀 90 年中期由芬蘭瓦錫蘭公司發表，單機容量在 4 ~ 20 MW，廣泛應用於各項工業，自發電、汽電共生和電網發電，包含基載，中載，調峰輔助服務，再生能源的併網平衡…等應用。天然氣引擎發電機主要特性包含下列八項：

(一)、高發電效率：依廠家不同單循環效率介於 45% ~ 50% (ISO conditions, LHV, 5% tolerance), 複循環效率 > 50%+ 當溫度海拔高度等環境變化時對機組出力 and 效率影響較小，如圖 4 及圖 5 所示：

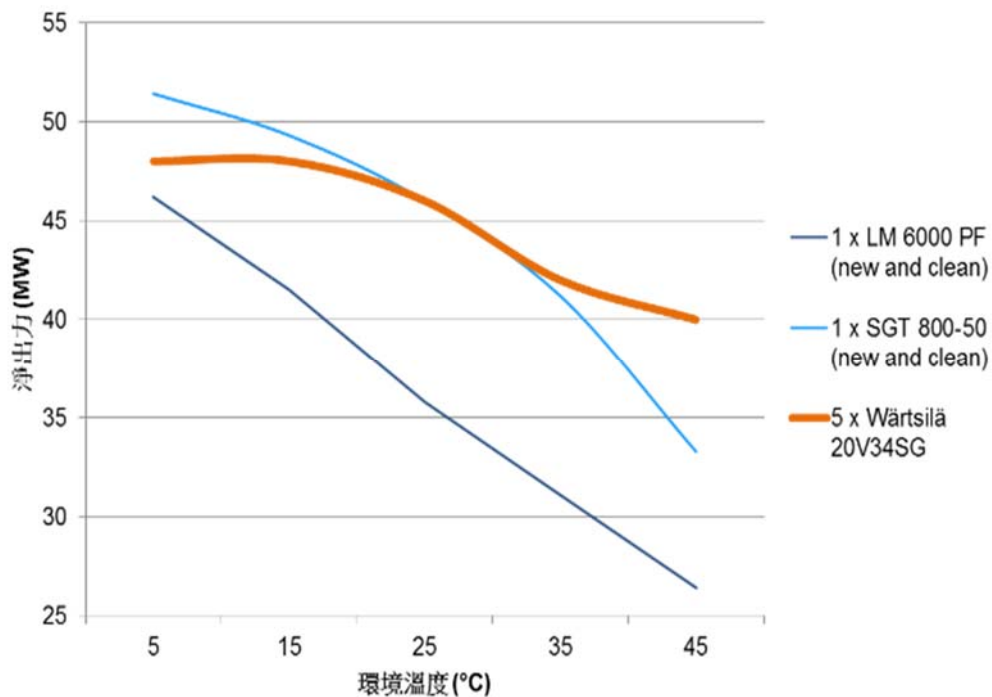


圖 4 環境溫度變化對機組出力影響

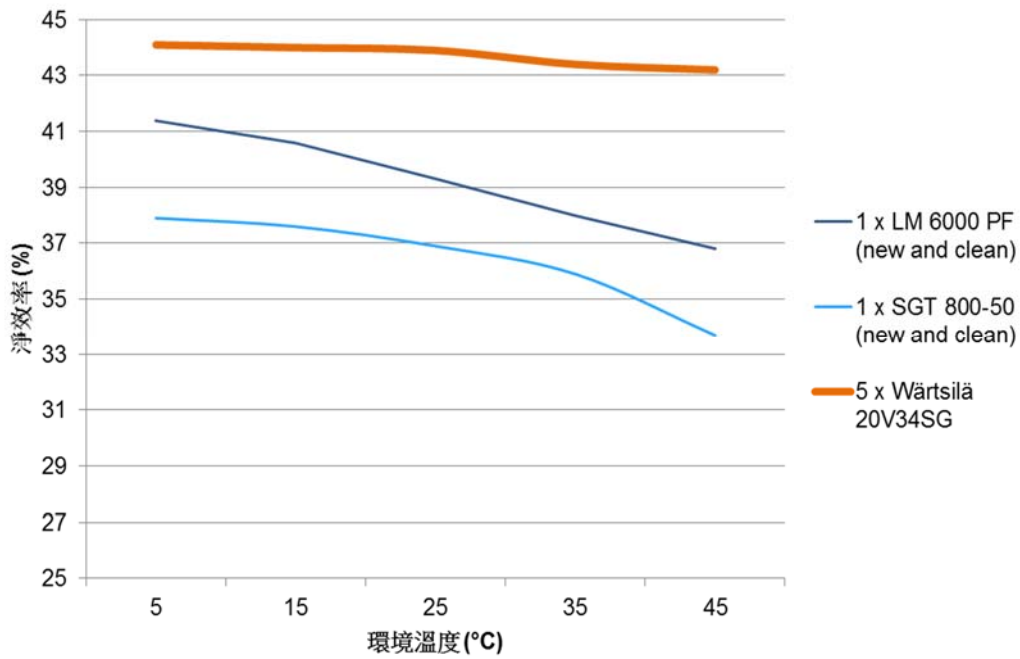


圖 5 環境溫度變化對機組效率影響

(二)、單機部份負載運轉時效率變化較小，以瓦錫蘭機型 20V34SG 為例，在負載 50%至滿載時，其效率約 43%~45%，相較於 SGT 效率 28%~37%，明顯提高許多；如圖所示：

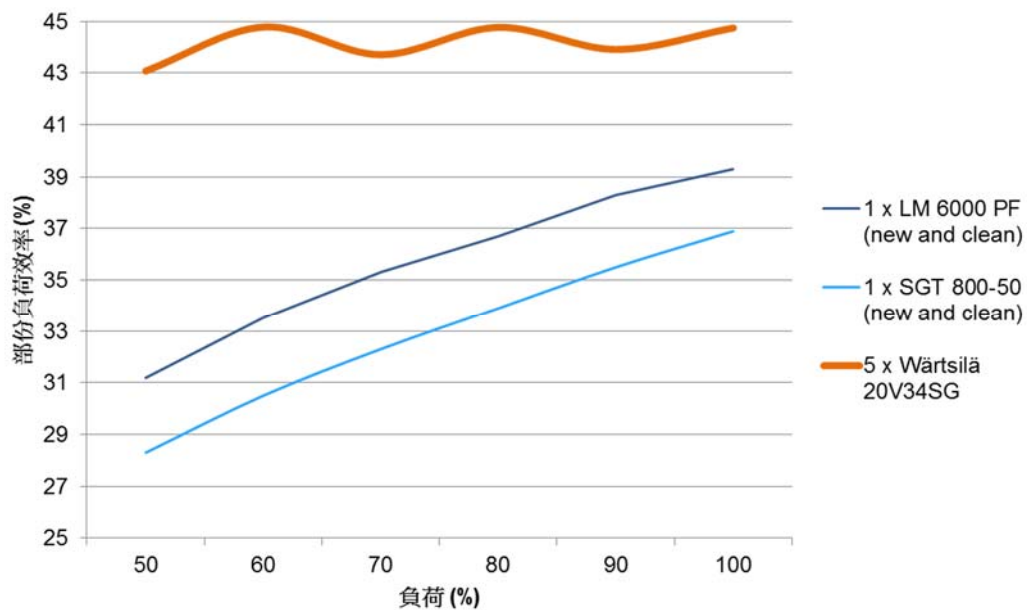


圖 6 單機部份負載運轉時效率變化情形

(三)、多部機組電廠，部份負載下關停部份機組，仍然能維持電廠效率。

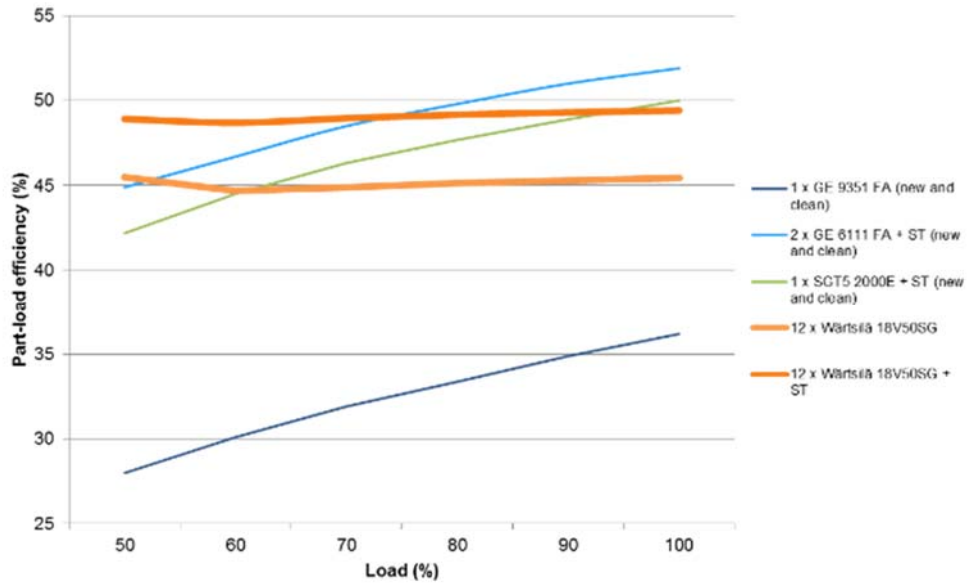


圖 7 部份機組停機下之電廠效率情形

(四)、快速起動負載能力：依不同機型在 2 ~ 5 分鐘從起動到滿載，如圖 8 所示：

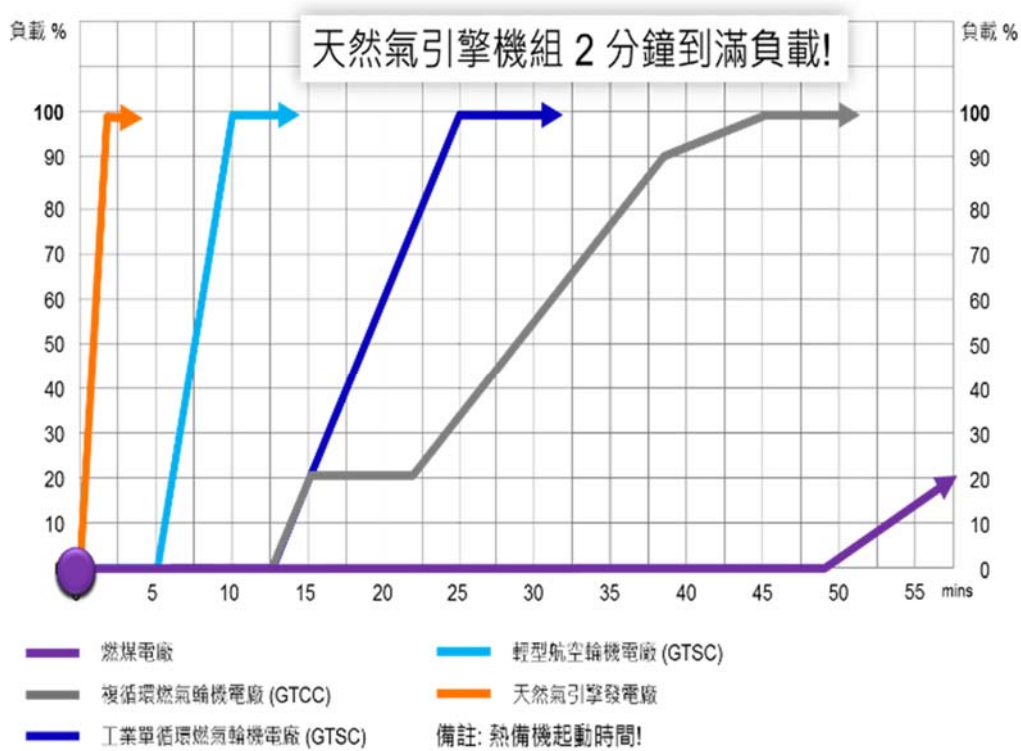


圖 8 各型機組從起動到滿載所需時間

(五)、快速停機：1分鐘從滿載到停機。

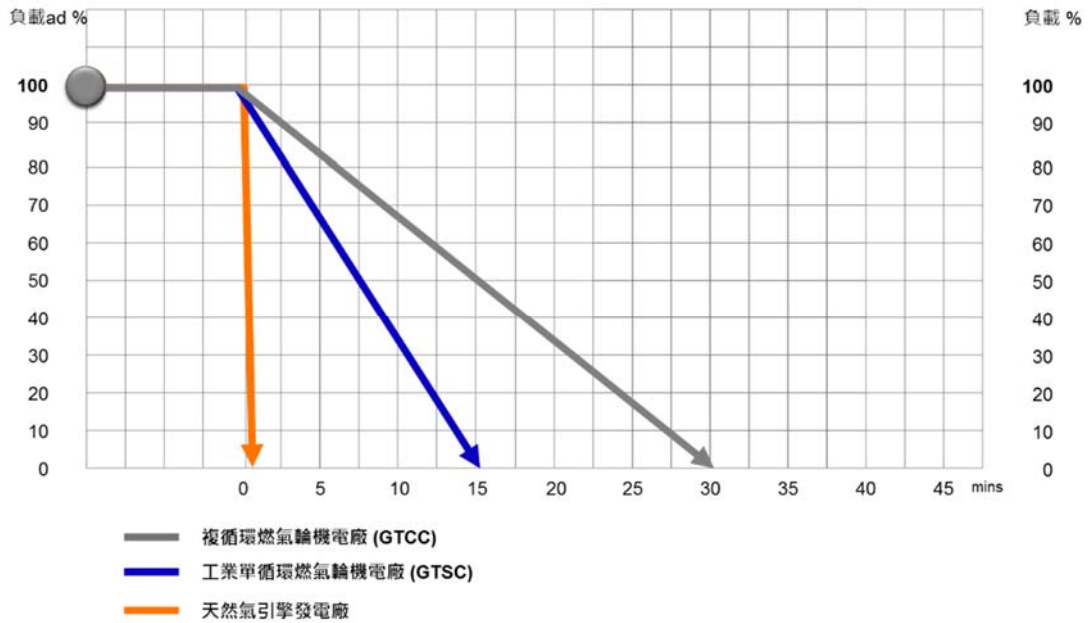


圖 9 各型機組停機所需時間

(六)、靈活的運轉能力：具有 1.快速起停，依不同機型可在 2～5 分鐘內由起動到滿載，2.可在 1 分鐘內停機，3.升載速率 >100% ，4.起停次數不影響保養費用，5.可做為非旋轉機之備轉容量搭配以減少燃料消耗和污染排放等優點，確實達到節能減碳之目標(圖 10)。

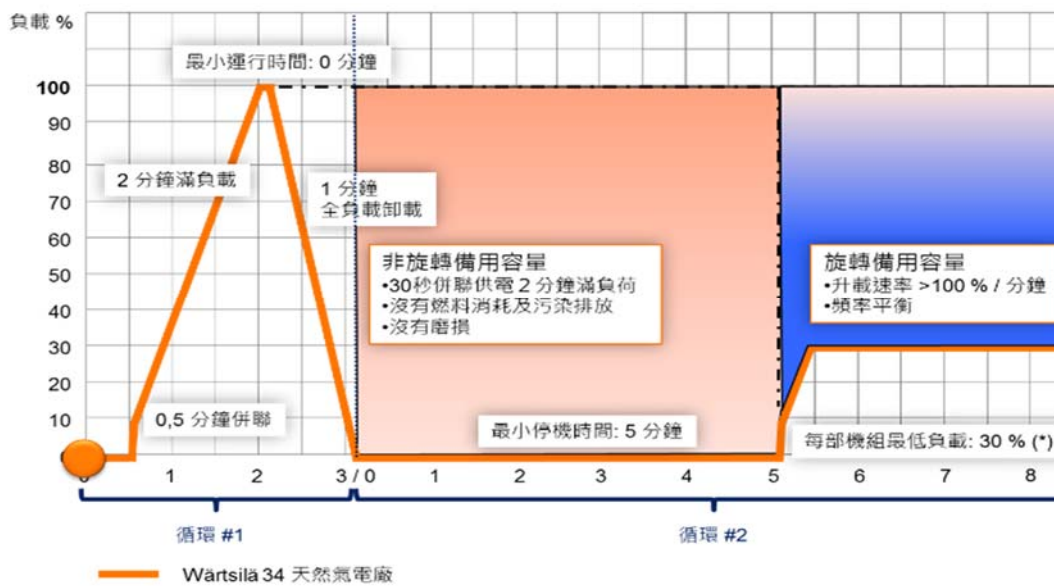


圖 10 快速起停的靈活運轉能力

(七)、多部機組設置電廠，在部份負載時能保持高效率。

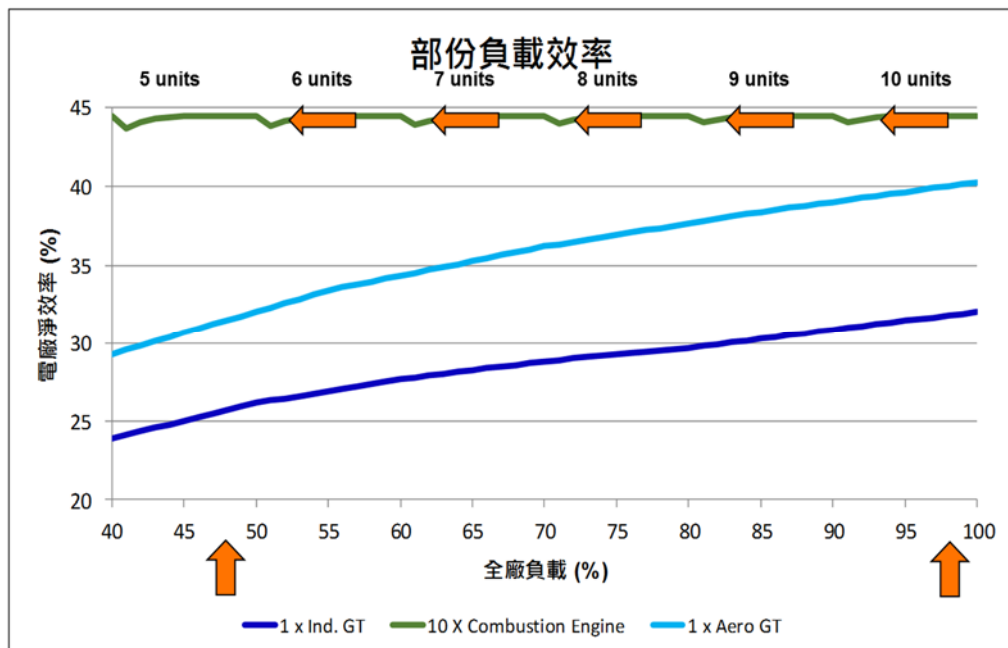


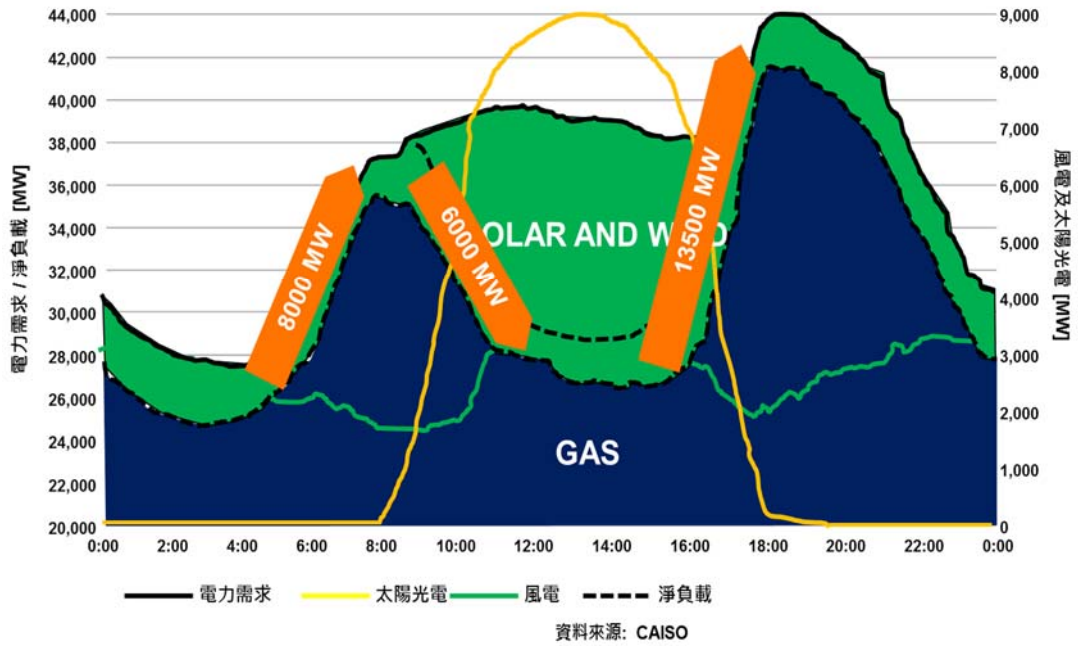
圖 11 多部機組於部份負載時之效率

(八)、21 世紀電力系統的靈活性

電力系統中都存在一定程度的靈活性設計，以便在任何時候都可以平衡供應和需求的變化。變化和不確定性在電力系統中並不是新的議題，因為負載總是時刻的在變化，甚至有時是發電設備故障造成的。多變的再生能源併入電網，使得供需平衡的難度更具挑戰性。太陽光電和風力發電兩者的出力都可能在幾小時內大幅度的變化，大部份時候可以預測，但有時也會有誤差或是預測錯誤之情況發生，因此，未來對於風能系統的預測技術亦將是一門研究課題。

圖 12 說明當大量的再生能源併網後將增加系統靈活性的需求，如果未來全部的再生能源發電設備併入系統，當再生能源需要優先被使用和消耗時，再生能源的變化將使得由傳統發電機組供電的系統淨負載（總負載－再生能源發電量）變化將更快更大。黑色實線顯示一天的電力需求變化，黃線表示太陽光電，綠色區塊顯示風力發電量，黑色虛線顯示沒有棄風的情形下由傳統發電機組供電的淨負載。

典型加州2020年一月的一天電力變化



-總風電出力(綠色曲線)在1小時內從700MW銳減到350MW

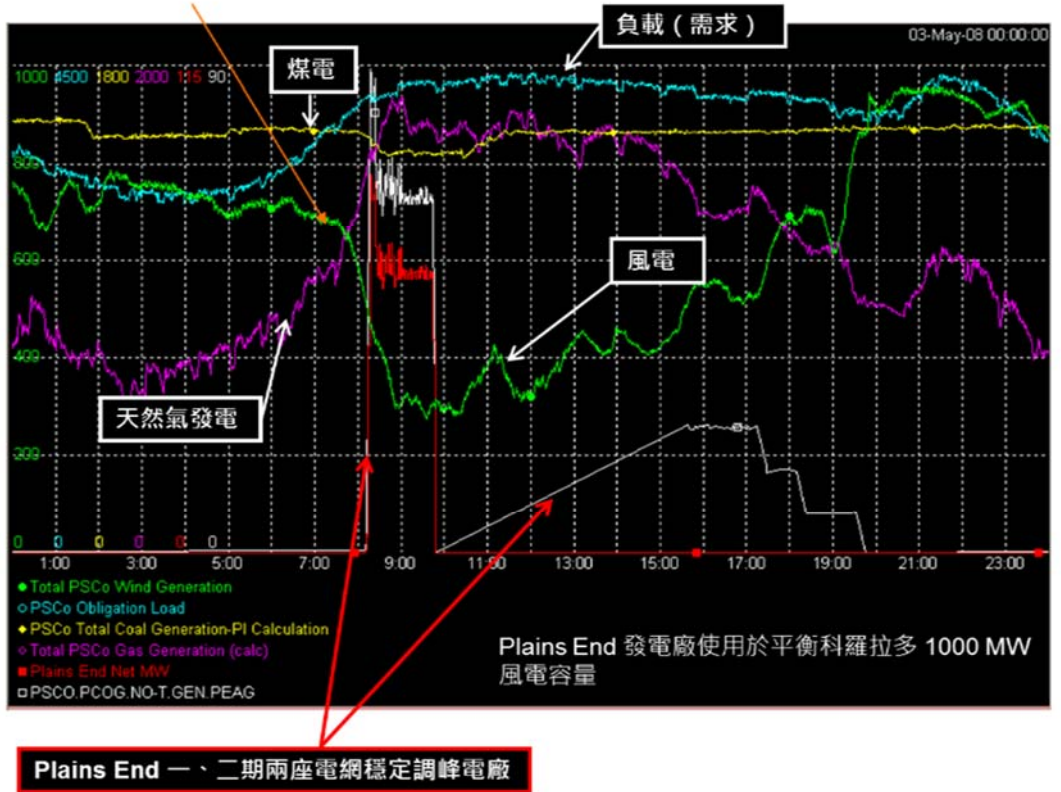


圖 13 負載需求變化與各機組發電情形

圖 13 顯示美國科羅拉多州的平衡風力發電變化的實例介紹，由圖可知在上午 8 時至 10 時，此時負載攀升，風力發電驟降的情況下，此時即須要搭配具有快速起機/並聯、快速升/降載能力且部份負載運轉時仍能維持高效率、快速停機等能力之天然氣內燃式引擎發電機來滿足再生能源之間歇性；傳統發電機組的出力在風力發電大量併入系統時將產生大幅度變化甚至減低到最低出力之情形將影響機組效率且無法即時反應，太陽光電發電系統因遮蔭問題也會在電力系統引起類似的衝擊。

二、Trieste 工廠

本次由 Marco Golinelli (Director, Energy Solutions) 帶領本公司參訪人員參觀該公司位於 Trieste 廠區內之組裝工廠，該廠區共有約 1260 名員工，全廠區面積約 550,000 平方公尺，主要生產中大型燃氣引擎，容量在 10MW~19MW 之間；於該公司之簡報室左右兩側均可見到工安標語(如圖 15、16)，且該公司人員於簡報一開始亦即告知目前所在位置及整廠區相對位置(如圖 14)，並說明若發生緊急狀況之逃生出口，由這些舉動即可得知該公司對於工安之重視；於參觀工廠前須進行工安注意事項之說明，並且必須穿著安全鞋並戴安全帽；惟受限於 Wärtsilä 公司保密政策，於參觀該廠區之機組生產過程及測試中不得進行拍照、錄音及攝錄影，因此僅於最後機組完成組裝後始獲得該公司人員 Mr.Marco Golinelli 同意以其手機合影留念，再將拍攝照片傳送給該公司台灣區人員轉台電公司出訪人員(詳圖 18)。

本次參觀工廠適逢該公司正在生產型號為 18V50SG 的天然氣引擎，其中 18 代表氣缸數，V 代表 V 型排列，50 代表缸徑為 50 公分，SG 代表 Single Gas 即單燒天然氣的引擎(亦有 DF 引擎，Dual Fuel)，額定容量約 18.8MW，效率約 48.8%，轉速為 514r.p.m，外型尺寸為 18781*4090*6020mm，重量約 365 噸(運輸重量，不含潤滑油)，起動時間為 5/7/10 分鐘，5/7/10 代表可調整備機時的高溫水溫度、潤滑油的啟動及發電機の間歇轉動等條件，使引擎能在接收到啟動信號後，於 5 分鐘、7 分鐘或 10 分鐘內完成由啟動到滿載，據現場人員說明目前已不太使用 7 分鐘之設定，基本上是設定 5 分鐘或 10 分鐘；圖 17 說明同步裝配的模組安裝於引擎機殼上，完成後整組引擎再移至測試間測試(照片由簡報人員提供)。

此次參訪係因考量再生能源之間歇性須搭配具有快速起停之機組，且本公司之再生能源發電正如火如荼發展，藉由此次參訪針對再生能源之搭配策略，與該公司進行討論。會議首先聽取該公司之簡報，說明歐洲再生能源之發展過程和現況，本公司參訪人員並提出(1)台灣與歐洲的電力系統設置條件不同(台灣並不像歐洲可經由電力網由鄰近國家供給電力)，在設計上需要注意事項(2)燃氣引擎的經常性及重要備品清單有哪些，以及備品更換的頻率為何(3)裝設燃氣引擎有哪些注意事項做交流討論。此外，亦就該公司對於未來能源佈局及未來趨勢進行討論，以作為未來台電公司電力事業規畫之參考。

EMERGENCY PLAN – BOARD OF MANAGEMENT MEETING ROOM

**YOU ARE HERE
VOI SIETE QUI**

IN CASE OF AN EVACUATION ALARM please follow the instructions of this slides/IN CASO DI ALLARME EVACUAZIONE seguite le istruzioni riportate sotto

- 1- If you hear an alarm, keep calm / Se sentite un allarme, rimanete calmi.
- 2- Stay in a group with your guide who will be able to tell you the procedure to be followed.
State in gruppo con la vostra guida che vi dirà quali procedure seguire.
- 3- Take note of the emergency exits and the arrows which show the routes to be followed.
Osservate dove sono le uscite d'emergenza e le frecce che indicano i percorsi da seguire.
4. As soon as you exit, go to the Meeting Point and wait there for instruction.
Appena usciti, recatevi al Punto di Ritrovo e aspettate lì altre istruzioni.
- 5- Before entering again the building, wait for the communication "out of danger".
Prima di rientrare nell'edificio, attendete la comunicazione di «fuori pericolo».

LEGENDA / LEGENDA	
	EMERGENCY EXIT ON THE FLOOR USCITA DI SICUREZZA IN PIANO
	DESCEND EMERGENCY EXIT USCITA DI SICUREZZA IN DISCESA
	MUSTER POINT PUNTO DI RITROVO
	WAY OUT VIE D'ESODO
	ELECTRIC POWER BOARD QUADRO ELETTRICO
	PORTABLE EXTINGUISHER ESTINTORE PORTATILE
	FIRE HOSE MANICHETTA
	FIRE HYDRANT UNI 45 IDRANTE UNI 45
	FIRE-STOP DOOR PORTA TAGLIAFUOCO
	SELF-CONTAINED BREATHING APPARATUS SO2 / GASSETTA AUTONOMA A TORCE
	EMERGENCY BUTTON PULSANTE EMERGENZA

圖 14 緊急逃生出口標示



圖 15 簡報室左側之工安標語

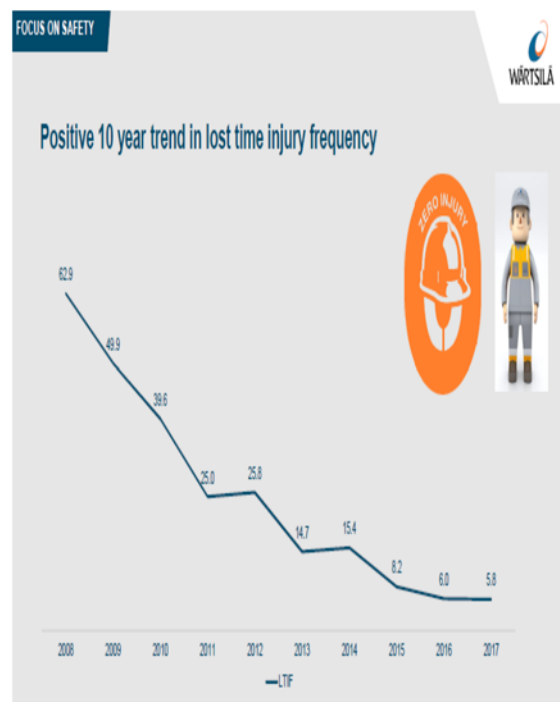


圖 16 簡報室右側之工安標語



圖 17 天然氣引擎製造與組裝過程



圖 18 與組裝完成之 18V50SG 天然氣引擎合影

三、米蘭 LINATE 機場現場燃氣機組實際運轉現勘討論

LINATE 機場為米蘭三大機場之一，主要用於國內和短程國際航班，米蘭機場三聯供能源站包含三台瓦錫蘭 20V34SG 燃氣機組，約 70%的熱用於機場熱水、暖氣或制冷(溴化鋰冰水機)，溴化鋰吸收式制冷機是利用不同溫度下溴化鋰水溶液對水蒸氣的吸收與釋放來實現製冷的，這種循環要利用外來熱源實現製冷，常用熱源為蒸汽、熱水、燃氣、燃油等。由於溴化鋰吸收式制冷機具有許多獨特的優點，近年發展十分迅速，特別是在空調製冷方面占有顯著的地位(原文網址：<https://kknews.cc/zh-tw/news/v2ypkq.html>)。

其餘 30%供給附近用戶及廠內使用；冬天為汽電共生(12 月-4 月)，三部機組滿載連續運轉，夏天時則為一部機供給機場用電(詳圖 19)，另兩台依據售電價格啟停；該廠區亦有裝設熱水儲槽、加壓泵(詳圖 22)及輔助鍋爐(詳圖 23)，以免若天然氣引擎產生之餘熱回收不足時，就必須由輔助鍋爐來補充。

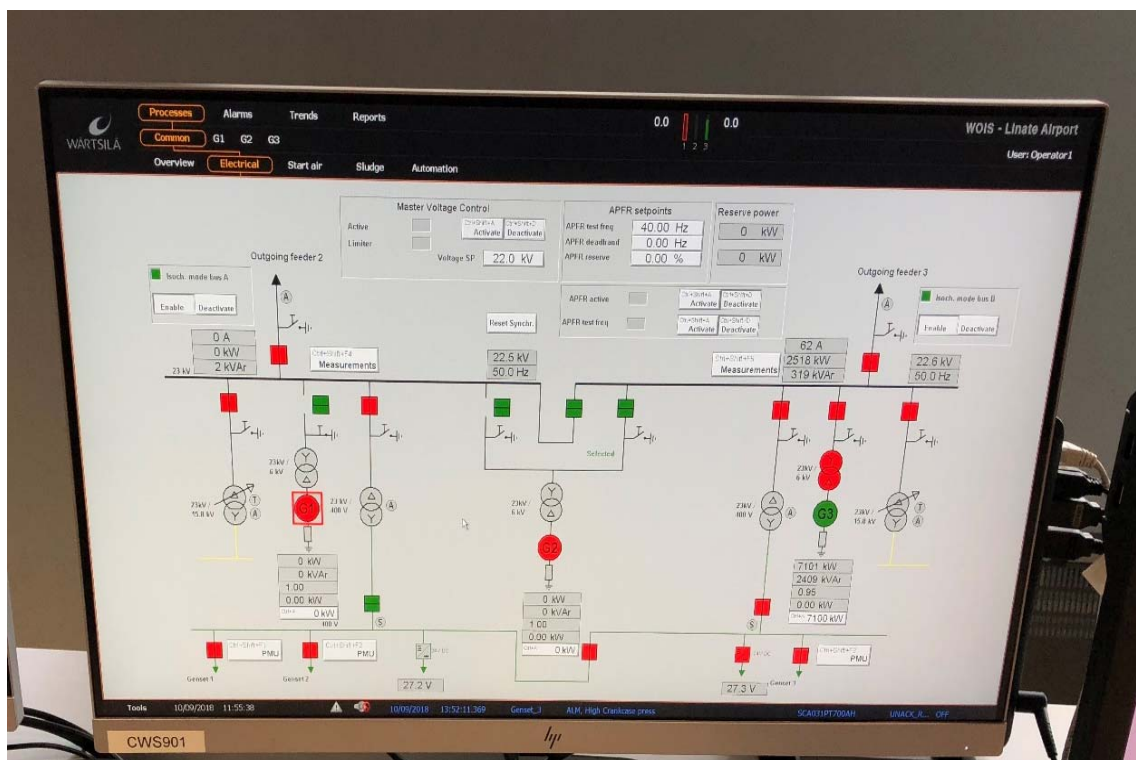


圖 19 SCADA 監控機組供電情形



圖 20 機組餘熱回收情形

Electrical output : 24.129 kWe

Thermal Output : 19.082 kWth

Electrical Efficiency 46,2% Total Efficiency 82,7%

CO2 saved 35000 ton/yr NOx Emission 40 mg/Nm3 (5% O2)

與該工廠人員 Mr. Davide Pappalardo 討論義大利之供電情形，據該員表示每日米蘭政府均會上網公告隔日 24 小時之電價，每小時之價格均有不同(詳圖 21)，民間業者可依照公告價格參與競標，在此可以發現在義大利尖峰用電時刻為上午 9 時及晚上 7~9 時，不同於台灣，下午 2 時在當地並不是用電量最大之時刻，該值班人員表示因上午 9 時為公司行號開始上班，用電需求增加快速；晚上 7~9 時則因下班時間，家庭及餐廳用電量激增導致，且夜晚太陽能板無法發電，此消彼長以致於價格較優；惟該值班人員透露該廠發電成本即需 96 歐元/kWe(包含運維、碳排放及成本)，因此若上網競價僅有 1 小時有利潤可言，且不豐厚，故該廠並不參與政府電價競標。

Data	Ora	Prezzo MGP	Msc
08/10/2018	1	64,92	
08/10/2018	2	64,39	
08/10/2018	3	64,39	
08/10/2018	4	64,37	
08/10/2018	5	64,39	
08/10/2018	6	65,73	
08/10/2018	7	75,05	
08/10/2018	8	79,98	
08/10/2018	9	86,00	
08/10/2018	10	84,59	
08/10/2018	11	81,42	
08/10/2018	12	80,98	
08/10/2018	13	75,30	
08/10/2018	14	76,34	
08/10/2018	15	80,95	
08/10/2018	16	81,00	
08/10/2018	17	83,90	
08/10/2018	18	82,00	
08/10/2018	19	86,72	
08/10/2018	20	102,29	
08/10/2018	21	88,00	
08/10/2018	22	78,31	
08/10/2018	23	76,72	
08/10/2018	24	73,99	

圖 21 每小時電價一覽表



圖 22 儲熱水槽及加壓泵



圖 23 輔助鍋爐



圖 24 儲熱水管路(一進一出)

四、米蘭世界能源論壇(World Energy Council)

本次有幸受 Marco Golinelli 邀請參加於米蘭所舉辦之世界能源論壇，因 Marco Golinelli 本身即為該論壇其中一主題之講師，故當日得直接以訪客身份進場；本論壇為期 4 天(08-11 Oct. 2018)，成員主要由歐洲、亞洲、俄羅斯的能源公司領導者所組成，包含了歐盟委員會、國際電力論壇、玻利維亞商會及東京瓦斯公司執行顧問均應邀出席此一論壇(如圖 26)，論壇中每位專家都強調要跳脫傳統框架，採用更潔淨的、更環保的發電方式，但這需要研擬一個長期的策略，而且需要一套標準的規範。

俄羅斯 Evgeny Olkhovich 表示該國的過渡時期已開始，但是在法規政策上的處理是緩慢的，如何提升效率是該國的主要問題，並且也有打算將管線延伸至中國可互相支援。來自英國建築公司的 Ian Gardner 指出英國燃煤、生質能公司 Drax 委託倫敦帝國理工學院的調查研究指出，英國再生能源裝置量已在 2018 年 7-9 月超越化石燃料，為英國綠能產業寫下新一頁，且近年來英國再生能源裝置量快速成長，從 2013 年的 19.5GW 增長到目前的 41.9GW，相較之下化石燃料發電廠由於壽命已到或是成本效益比下降，裝置量已下滑三分之一，目前燃煤、石油與天然氣發電廠裝置容量僅剩 41.2GW，倫敦帝國理工學院研究便發現，英國電網成本在今年第三季已上升到每日 380 萬英鎊，可說是 10 年來的最高金額，這或許會讓不少人擔心電費問題，但身為地球的一份子，我們有責任也有義務要為下一代建設更乾淨的能源。



圖 25 論壇成員簡介

而東京瓦斯公司執行顧問 Shigeru Muraki 先生也提到目前日本已開始研發氨氣 (Ammonia) 發電，效率高但因氨氣對人體有害，故仍需要訂定更高的標準來開發此一發電方式；目前已由示範機組 3kW 開始發展，預計 2020 年試運轉，2024 在國際市場販售。不過台下也有與會者認為再生能源為變動性能源，政府為了維持電網運作通常都得再花錢來平衡電力系統或是裝設儲能系統，必須花費更多之費用，錢從何來也是一個主要問題，因此需要更多誘因來吸引投資者來投資；也有來自香港的與會者認為香港寸土寸金，連住的地方都不夠了，再生能源及充電站之設置地點亦是問題。



圖 26 能源論壇現場情形(左一為主持人)

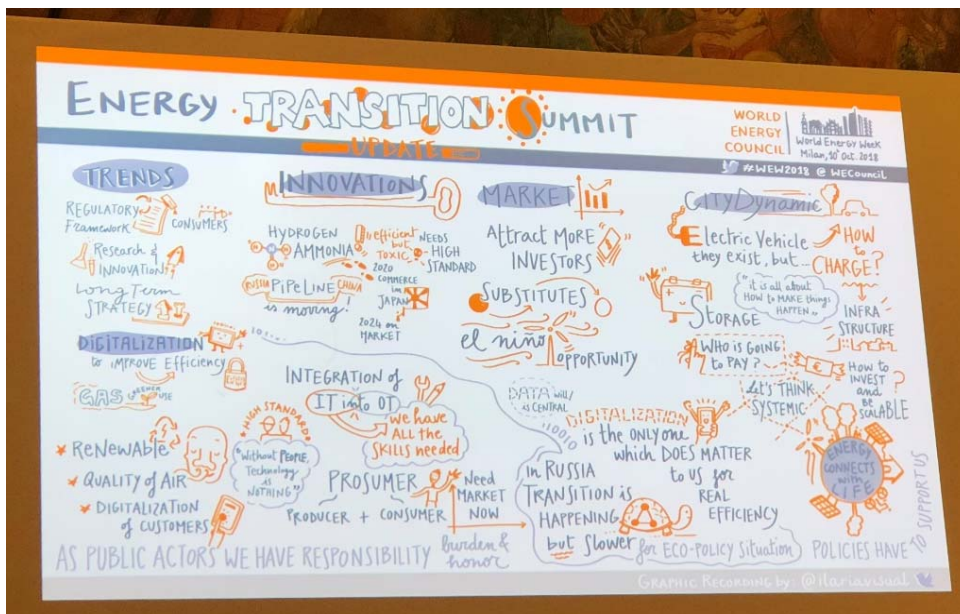


圖 27 現場工作人員直接筆記並以圖示方式呈現於大螢幕

五、Centrica Peterbrough Project in U.K.

Centrica 公司是一家總部位於英國伯克郡溫莎的跨國能源公司，主要業務為提供英國和北美國家電力和天然氣，此外也有開採天然氣的業務。該公司所投資的「Peterbrough Project」電廠位於倫敦北部的 Peterbrough 城市，是由瓦錫蘭公司所承攬，共有 5 部機，每部 9.8MW，目前該電廠正於驗收階段；在進工廠前也一樣得換工作服、戴安全帽、護目鏡及安全鞋，由 Centrica 公司現場經理 Mr. Kevin Muldoon 先做逃生路徑說明、廠區注意事項及工安宣導後，Mr. Kevin Muldoon 很熱心地介紹了一整個廠區，包括廠內發電機設備、天然氣接收站(廠外)、管線路徑、散熱器及消防水槽…等，該廠區的天然氣管、油管及水管分別以黃色、棕色及綠色上漆，讓人能很容易的分辨出是何種管線；另廠區內之電纜線槽採開放式設計(如圖 28)，包含消防灑水警報系統之線槽及控制線路即裝設在各機組上方，主要因為若發生火災時，火焰燒到機組上方之控制線路時，消防水霧系統即可在最短時間內起動滅火，不須等到偵煙或偵溫系統接收到信號後才起動消防水霧系統。

另該公司於廠房內部兩側牆面之頂部亦裝設天然氣氣體洩漏偵測器(如圖 29)，據該廠區經理說明因天然氣與空氣相比較時，其比重約在 0.58~0.79 之間，而空氣之比重為 1.00，純甲烷之 比重為 0.555，亦即是天然氣較同體積之空氣為輕，不會有滯留於低處之危險，因此裝設於兩側牆面之頂部，若偵測的氣體之比重不同於空氣時，立即產生警報通知現場值班人員以避免氣體外洩；且廠區內之燈具及插座均採防爆設計，廠房外緊急柴油發電機、散熱器及消防水槽均有設置(如圖 30)，其中相較於台灣不同者係廠區內有 2 台小型鍋爐，據廠區經理說明該鍋爐主要用途係冬季室外溫度低於零度，必須將天然氣加熱到零度以上以利天然氣之傳送；廠區之 5 部機係採單循環發電方式，將所發電力併入英國電網。本廠主要功能在於做為再生能源平衡，應用在 2 分鐘市場(意指因再生能源間歇性須即時補足不足之電力)；而在距此電廠 500 公尺處另一電廠雖具備容量 100MW*3 部之機組，因起動至滿載須 19 分鐘無法滿足系統需求，目前已停用。



圖 28 開放式電纜線槽



圖 29 天然氣氣體洩漏偵測器



圖 30 散熱器及緊急柴油發電機



圖 31 於廠用變壓器旁與 Mr. Kevin Muldoon 合影

肆、心得及建議

1. 未來能源佈局及趨勢應以大型風力發電、太陽能發電、燃料電池、能源使用預測、智慧電網、及能源儲存等服務為未來能源之趨勢，建議本公司應及早整合、並進行可行性研究、提供未來能源佈局及帶動新型能源經濟。
2. 未來的電力系統為因應內外環境的變化，建議利用適當的軟體做系統調度和中長期的不同情境分析及模擬，以規劃未來最佳化電力系統，提昇發電系統的彈性和整體系統的運行效率。
3. 新設發電機組和輸電線路的設計和建造通常需要花費數年的時間，過程需要確保未來的電力系統保有足夠的靈活性來平衡未來多變的再生能源的增長，而發電機組的靈活性無疑是電力調度中重要的一環，部份機組必須能快速高效的升降載，甚至在必要時快速起停機組作為非旋轉備用容量；因此建議可搭配具有快速起停的燃氣引擎或抽蓄發電等模式可讓未來台電電力調度更為靈活。
4. 未來在太陽光能和風力發電大量併網且電業自由化後，電力尖峰時刻是否會因IPP 發電業加入競標而有所變動值得思考。
5. 建議本公司電廠廠區內管制亦可比照國外模式：進廠均須配戴識別證，於工廠工作間更換連身式工作服、戴安全帽、護目鏡及安全鞋(工作人員須加戴安全工作手套)完成後，再由工地負責人先做逃生路徑說明、廠區注意事項及工安宣導。
6. 目前本公司「新蘭嶼電廠計畫」可行性研究亦可考量採雙燃料機組(油氣雙燒)，如此既配合政府能源轉型政策，亦可達到低碳島目標，是個不錯選擇，惟須克服天然氣壓縮及運送問題。
7. 目前本公司電廠雖具備大容量之機組，惟因起動至滿載需較長時間，屆時恐無法滿足系統需求，國外目前已有停用大型機組案例；建議未來公司亦可考量設置多部中型機組，如此在部份負載時機組亦能維持高效率運轉。