

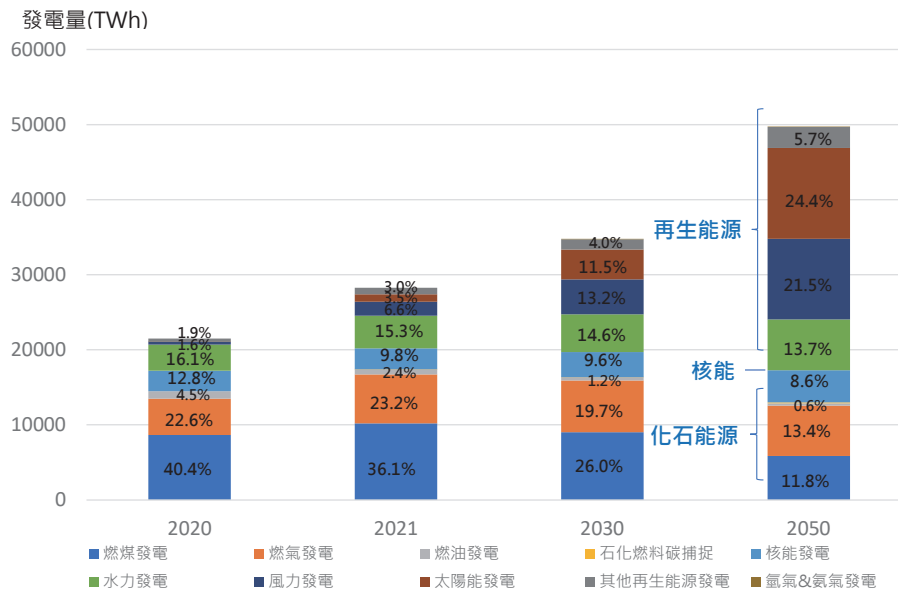
永續之路—淺談本中心節能成果與展望

詹文碩

國家同步輻射研究中心 機電土木小組

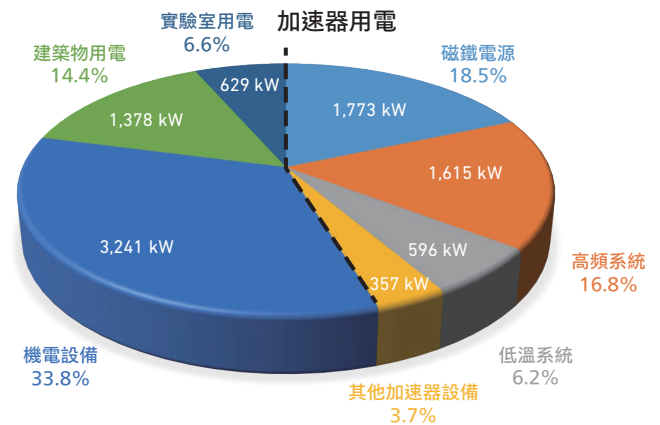
大氣中二氧化碳濃度已由工業革命前的 280 ppm 升高至 420 ppm，所幸人類已正視此狀況衍生的氣候變遷問題，持續推動能源轉型，以低碳排天然氣發電先行過渡，並導入零碳排再生能源。

國際能源總署將 2020 及 2021 年全球發電現況進行統計並預測 2030 和 2050 年能源發電量如下圖一，發電需求持續增加，但化石能源占比將由 2020 年的 67.5% 下滑至 2050 年的 25.8%；再生能源占比則由 19.7% 提高至 65.2% [1]，意味著 30 年後，再生和化石能源的占比將易位。



圖一 全球各類能源發電量與發電結構預測。

圖二為 2021 年盛夏 8 月時，本中心各主要設施及建築物之用電功率及占比，耗電最大的設施為兩個加速器—TLS 和 TPS，耗用功率共為 4341 kW，約為核三廠 1 號機發電量之 0.5%，占本中心總耗用功率之 45.3%。再細分耗能前三大之加速器子系統依序為磁鐵電源、高頻及低溫系統，其次為機電系統用電 (3241 kW, 33.8%)、各建築物用電 (1378 kW, 14.4%)，最後為光束線與實驗室 (629 kW, 6.6%)。



圖二 國輻中心各主要設施與建築物用電功率比例。

按國際標準化組織定義之方法 (ISO 14064-1) 對本中心直接排碳量 (即不考慮員工通勤與出差、供應商運輸貨品或提供服務等所造成之間接排碳) 進行盤查，其年度排碳量約 38,037 公噸二氧化碳當量，其中外購電力即占 97.3%，餘 2.7% 碳排放來自廚房燃燒瓦斯、公務車使用及空調冷媒逸散，故要減碳須優先從節能著手。

由先前提到的能源流向統計可知加速器是耗電「大戶」，但在進行節能改善前仍須考量選用的節能技術，是否影響其運轉可靠性、安全性、投資成本與省下電費之經濟性等多方面，因此要進行加速器節能改善可謂是艱鉅任務。即便如此，近幾年依然有增能環二極磁鐵節能操作與 TPS 新設固態放大器高頻系統等突破，以及如永久磁鐵的運用皆對加速器性能提升與節能有功助益，後續可期。

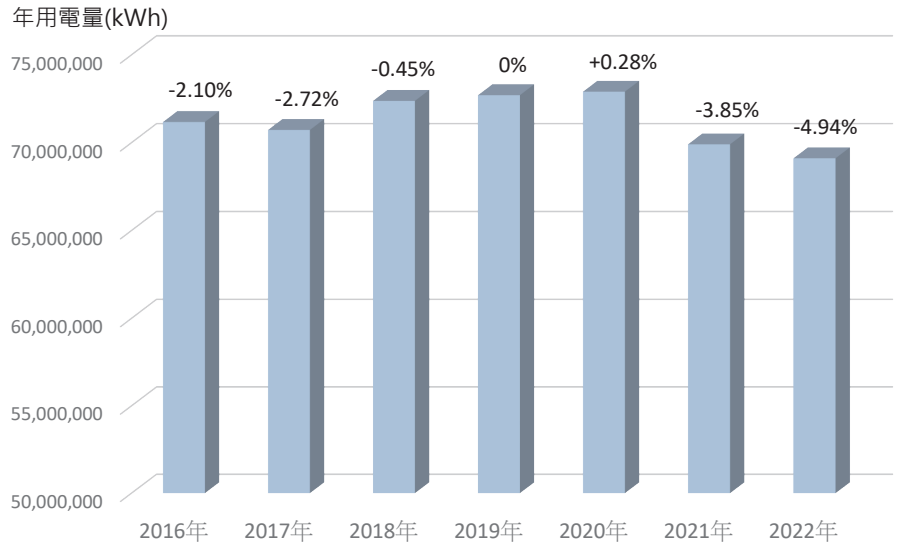
另一耗電「大戶」是機電系統，在 TPS 建造時，即規劃耗能的大動力元件如水泵、空調風車和空氣壓縮機等，使用變頻器調整轉速來節能。近期國輻中心建置能源管理系統並通過認證 (ISO 50001)，除了肯定中心的節能努力，也進一步促成新節能技術的開發如下：

(一) 冰水主機 (以下簡稱冰機) 運轉優化：冰機是空調與加速器冷卻系統的心臟，亦是最耗能的機電設備。藉

由冰水管聯通全中心的冷卻系統，使得冰機得以集中調度，將獲得較佳的運轉台數並保持冰機運轉在節能的工作點上。

(二) 熱泵 (heat pump) 熱回收：全中心各設備產生的廢熱與空調攜回的熱，可藉由熱泵回收，再加熱因冷凝除溼後的冷空氣，來滿足乾燥常溫的空氣需求。此技術可以取代電熱設備之 70% 耗能。

(三) TPS 實驗大廳 LED 燈具換裝：該區原使用單盞 400 W 之複金屬燈共 384 盞。隨 LED 照明技術的改善，可用單盞 153 W 的 LED 燈取代。



圖三 國輻中心歷年實際用電度數統計。

雖然本中心仍持續增加新設備且加速器運轉時數屢創新高，但經眾人努力後，實際用電度數卻逐年下降。如圖三，以 TPS 正式啟用之 2016 年開始統計，並以 2019 年為基準年，可發現全中心年用電量由 7270.7 萬度 (約當新竹市家戶年用電量之 7%) 下降至 2022 年的 6911.4 萬度，往後每年至少節電 359.3 萬度。另外本中心裝置發電功率 1187 kWp 之太陽能板，每年約產生 152.2 萬度綠電，為年用電量之 2.1%。

節能除可保護環境外，務實考量是節節高升的電費與潛在的碳費。2022 年 7 月電費一舉調升 15%、今年較往年

多計一個月夏季電價、烏俄戰爭造成能源成本驟升及未來可能課徵之碳費等多重因素驅動下，未來勢必須考量 (一) 管線洩漏偵測；(二) 動力設備運轉參數優化；(三) 熱回收；(四) 老舊設備更新；(五) 建築外殼節能；(六) 熱交換器維護保養；(七) 防呆管理；(八) 創能；(九) 儲能或儲冰等因應措施，以善盡企業社會責任，並向綠能加速器邁進。

參考文獻：

1. World Energy Outlook 2022. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>

各位用戶大家好：

經過多年努力爭取與規劃，「學生用戶人才培育暨實習機制」預計今年下半年上線試行。完成培訓實習之學生，由本中心提供實習獎勵金及免費住宿。藉此讓更多學生有機會參與同步輻射實驗，吸引更多學生投入同步輻射研究領域。

參與學生用戶人才培育暨實習須為本國學校之在學學生，實施辦法分為以下三階段：

- 一、**學校體系教授指導**：指導教授須規劃學生培訓方向，並於「實驗計畫申請書」內提供約 200 字培訓內容。
- 二、**專業培訓課程**：本中心規劃同步輻射培訓課程網頁，包括「光束線操作手冊」及基礎課程。實習學生須上網完成訓練課程，並取得實習光束線之認證。
- 三、**實作實習**：實習學生須加入實驗計畫之「實驗安全核可表」內，參與同步輻射實作實驗，並於實驗後繳交報告。

完成實習後光束線管理人員對實習學生之表現評等，分為 AB 兩等給予不同獎勵金。獎勵金亦考量不同區域，例如北中南部之學生給予不同金額。每天每個計畫參與實習之學生人數上限為 4 人。這一期為試行，過後再檢討調整，也歡迎各位老師、同學提供建議。