



工研院Green Campus綠色低碳院區

創新研究 引領綠色科技發展

工研院「Green Campus」綠色低碳院區計畫，從計畫推動至今雖然僅有 4 年，但是透過多元的節能減碳技術及環保方式，不但展現出綠色科技的創新價值，同時更能有效改善工研院內的能（資）源使用和環境綠化，真正實現綠色低碳生活院區。

撰文／魏茂國 攝影／賴建宏

自 2011 年啟動的「Green Campus」綠色低碳院區計畫，是工研院著眼於節能減碳和綠色技術的影響及重要性，所推動的前瞻示範計畫，期能從工研院自身的研究場域做起，落實綠色科技的研發與生活環境。

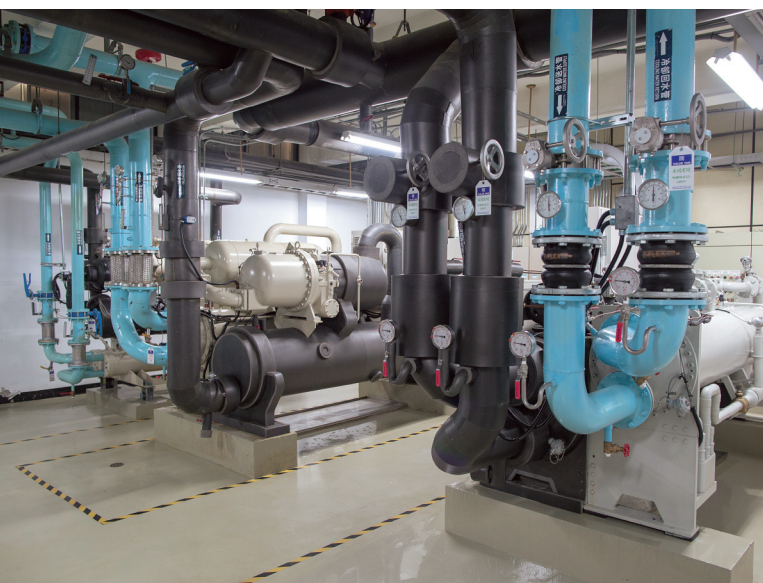
綜觀節能減碳的推動，其中一大主角就是電力；藉由各類耗電設備與裝置的效能改善或提升，不僅能實際降低用電量和電力需求，同時還可減少為發電而耗用的能

源及碳排放。工研院在 Green Campus 計畫中，就致力採用創新的綠色節電科技與管理方法，以減低全院的使用電量，達到節能減碳的目的。

要能夠節電，首先就要「知電」。在推展 Green Campus 計畫時，工研院就逐步於全院建置智慧電網，目前已在 80 棟建物中安裝 3,500 個智慧電表，除了可以量測並判斷耗電情況外，更能結合 iPower（電力監控管理平台）與 iBEMS（intelligent Building Energy Management System；智慧型建物能源管理系統）分析各項用電數據，達到用電管理、即時顯示、趨勢統計、智慧節能控制等功能，並且即時調控電力負載、計算最佳契約容量。

運用數據聰明節能

「這些智慧電表的數據，是用來建立基線，以便比較節能減碳措施的實際功效；透過分析方法還可以發覺到建築物中的異常用電。」工研院綠能與環境研究所感測監控研究室經理陸忠憲表示，計畫執行時就曾經利用智慧電表資訊，發現在某建物中有一個使用率非常低、耗電量卻相當高的工作站伺服器，經過溝通協調轉移該工作站給其它需要的使用單位後，讓整個樓館足足省下 5% 至 7% 的用電。



磁浮冰機的使用，能夠有效減少電費，由於重量較輕，易於既有建築與機房換裝更新。



工研院的會議室智慧節能控制系統，偵測會議室的使用狀況，調整燈具照明的亮度和色溫，平均可節省 30% 的照明用電。

有了完備的用電資訊後，更進一步可以利用一些先進技術如預測模型、最佳化控制與自我學習等方法達到系統設備的運轉優化，落實節能措施。譬如根據當日天氣等環境參數來預估建物冷凍噸需求與空調系統各單元用電量，接著找出空調系統中不同單元之間的最低耗電組合，才能達到更好的節電效果。以工研院中興院區 10 館為例，在剛開始推動空調系統節能時只有 20% 的成效，但到了第 2 年就明顯提高至 30%。

同樣地，透過各式感測器的裝設建置，加以環境感測系統的整合，包括從戶外的微氣象站取得溫度、濕度、日照度等，以及由室內擷取溫度、濕度、二氧化碳濃度等環境資料，就可分析優化空調或照明的最適度，達到節能目的。像是會議室智慧節能控制系統，就能偵測會議室中是否有人，自動關閉燈光、空調與投影機，減少無謂耗電約 12%。運用光環境演算法首創的人因照明系統，也結合了人因照明設計與照明控制技術，可隨戶外陽光的走向、強弱，調整燈具照明的亮度和色溫，平均可節省 30% 的照明用電。

應用物聯網 (IoT) 的技術，也能讓節能變得更智慧

化。陸忠憲舉例說，當能源控管結合會議預約系統，除了可以在會議開始前就把照明、空調系統打開，讓使用者能有更舒適的環境，同時還能在會議中偵測二氧化碳濃度，伺機調整空調、甚至打開氣窗。「雖然目前感應器的數量和資料量並不算多，但也足以讓我們發展出兼具節能與智慧加值的感控模型。」

單獨節能已無法滿足使用者的需求，未來能源管理除了要把生產能源成本降低外，更大目標是要結合數據分析技術提高生產效能，提供使用者一個整體解決方案。

導入創新技術設備

從節能的解決之道出發，其實很多人的直覺就是淘汰原本的高耗能設備，並改以具更高效率和創新技術的設備來取代，好比家中常見的冷氣、冰箱等電器就是如此。身為前瞻研究機構，工研院深知創新綠色科技能夠帶來的節能效果，因此也積極導入創新節能的基礎設施，以求得更顯著的節能減碳效益。

尤其是在能源使用當中，馬達的耗電一直是眾所矚目的焦點。以國際能源署的統計，全球終端用電中馬達就



占了 46%，在國內馬達應用設備的耗用電力，更占臺電總售電量的半數以上；而且馬達是推動泵浦、壓縮機、風機、工具機及多種生產設備的主要動力元件，如果能夠有效提升馬達的運作效率，所獲致的節能效益也會相當可觀。

因此工研院在 2014 年推動的一大節能項目，就是領先國內各界開始換裝高能效的 IE3 等級馬達。工研院行政服務處設施工程組組長彭申炫指出，這些 IE3 馬達廣為應用在院內的排氣系統、動力系統、輸水循環幫浦等設備中；並且經過測試驗證後，發現這些 IE3 馬達的節能效果相當顯著，光是這一年下來所建置近 200 套的 IE3 馬達，就節省了 5%、約 18 萬度的電。

「IE3 馬達的節能效果不但相當優異，對於需要長時間運轉的設備來說，換裝投資的成本也能夠更快地回收。」彭申炫表示，以 2014 年所換裝的 IE3 馬達，雖然價格比起傳統效能較低的馬達貴了 2 成，但總設置成本也不到 200 萬元，若以每度電 3 元計算，大約 3 年左右就可回收成本。這也突顯只要能夠找出適當有效的技術與方式，節能減碳也會是個相當值得的投入。

以一般耗能設備中，空調系統絕對是用電大戶之一；而近年來在磁浮離心冰水機技術不斷提升之下，不僅成為全球趨之若鶩的空調節能利器，並透過電磁驅控、智慧數位控制、高速精密主軸的先進技術，可使轉子穩定懸浮、主軸不會與軸承接觸，因而具有效率高、運轉噪音低、使用壽命長等優勢，加上變頻的節能優點，也成為工研院力拚 100% 技術自主化的研發目標，並應用在 Green Campus 的節能改善上。

「因為不會摩擦、不需潤滑油，就不必擔心回油問題；而且負載比例超低，無起停次數限制，馬達轉速更加有彈性，即使冬天也可以輕鬆使用。」工研院綠能所技術副組長江旭政表示，磁浮冰水機不只使用壽命可長達 30 年、噪音低於 75 分貝，而且還能較傳統主機節省 40% 的電費，加上重量減輕 25%、樓板承載負荷小，體積也大幅縮小，壓縮機更換作業時間可從原來的 4 天縮減為 5 小時，更容易於既有建築與機房換裝更新。因此除了研發冰水機技術，預計 2013 至 2016 年將逐步完成全系列磁浮冰水機產品並試量產，同時也積

極導入 Green Campus。目前在中興院區 64 館已安裝 180 RT（冷凍噸）的磁浮冰水機，經半年測試已顯示有 25% 的節能效益，在 89 館的 200 RT 磁浮冰機也即將安裝完成；另外光復院區 6 館也已安裝新型磁浮冰水機，運轉已有 1 年，相較已汰換之既有老舊低能效設備，也展現顯著之節能效益。

打造綠色低碳新院區

透過各種節能減碳的措施，使得工研院推動 Green Campus 計畫的成效也能逐年提升。像是自計畫執行以來就陸續將員工宿舍的熱水器，改為太陽能熱水系統，減少電能與瓦斯天然氣的消耗；同時在中興院區 89 館宿舍、光復院區 17 館會議廳等也建置了熱泵系統，不只能夠取代瓦斯來加熱用水，產出的冷水還能提供空調系統使用，大幅降低用電、廢熱及碳排放，每年約可節省 16 萬度的瓦斯。

而在另一項耗電主力、也就是照明方面，工研院在 2011 年時就已將全院路燈 LED 化，並陸續於室內換裝、累計已有近 4,000 盞的 T5 環保燈具，相較一般燈具可節省 3 成電力，另外還將傳統的省電燈泡，在不更換燈具之下改用效能更高的燈管，亦可提供 5 成的節電效果。

彭申炫還提到，2014 年的照明改善重點，則是對於室內外的活動空間及較為開闊的區域，例如籃球場、網球場，或是架構設計較高的廠房等；像這些區域過去多是使用高耗電的水銀燈等燈具，但改為 LED 燈後就能節電達 7、8 成之多，更重要的是提供的照度並不會因此減少。還有就是在樓梯間、洗手間，或是戶外較偏僻區域和夜間公共區域等處，則是裝設 LED 感應式燈具，在維護安全需求下仍能達到 65% 的節電效果。

再來則是針對照明度的改善，在 2014 年還調整了約 1,200 盞的燈；也就是在提供相同的照度下，減少燈具的設置或使用，總計一年下來就可節電約 15 萬度。透過這些各式各樣的方法和創新技術的導入，使得工研院的節能減碳效益不斷地攀升，也更能將綠色低碳的理念融入每個研發工作與院區生活的角落，打造出真正的「Green Campus」。