

| 封面故事 |

穩定供電，電網併聯靠智慧

為解決電力需求持續上升及推動節能減碳，再生能源發電已是重要的電力供應來源之一，但如何克服再生能源發電不穩定及現有傳統電網集中面臨的問題？智慧電網（Smart Grid）似乎已成為各國重要的解決方案。

撰文／李茗家 關鍵字／智慧電表、微電網、台電公司

我們有 98% 能源仰賴進口，用電需求則是年年上升，對於未來可能面臨的缺電問題，政府已經積極朝向兩方面著手，一是創電，也就是大量佈建分散式電源（Distributed Energy），如用戶自行裝設太陽能板或風力發電機；二是節電，像是智慧型電表基礎建設（Automated Metering Infrastructure, AMI），即是重要的工作之一。

不過，電力的穩定供應，從發電與調度、輸電、配電到用戶端，都需要更有智慧的管理辦法，讓能源可以更有效率地應用——智慧電網的應運而生，正是為此。

傳統電網面臨的問題

傳統的電網，主要區分為發、輸、配、用等部分，由許多大型發電廠（如核能、水力、火力等）產生電力後，經電塔、纜線、變電所及變壓器等基礎設施，輸送電力至用戶端，其特性為集中式發電。

中央大學電機系講座教授、智慧電網主軸中心召集人林法正，說明我國的供電隱憂，「核電廠退役的議題仍在發燒，再加上傳統大型發電廠因鄰避效應與環保及增建時程問題，來不及完成增建，未來臺灣供電不足令人憂慮。」



中央大學電機系講座教授林法正，亦是第二期能源國家型科技計畫智慧電網主軸中心召集人，對我國智慧電網的推動可說是不遺餘力。（攝影：李茗家）

智慧電網推動策略

為確保電力穩定供應及達到節能目的，2010 年 6 月行政院核定之「智慧型電表基礎建設推動方案」，成為我國推動智慧電網的基礎與開端。2012 年 9 月通過的「智慧電網總體規劃方案」，則是正式啟動智慧電網建設的鑰匙，其推動面又分為智慧發電與調度、智慧輸電、智慧配電、智慧用戶、智慧電網產業發展與智慧電網環境建構等 6 個面向。

林教授談到，智慧電網可以分為兩個策略，第一是發展各種智慧電網技術，讓再生能源能夠併網，「因為再生能源併網會造成逆送電，且太陽光電與風電有間歇性問題，易造成電力品質不佳，甚至造成電力系統不穩定，所以透過智慧電網技術，使再生能源能有效併入現有的電力系統。」

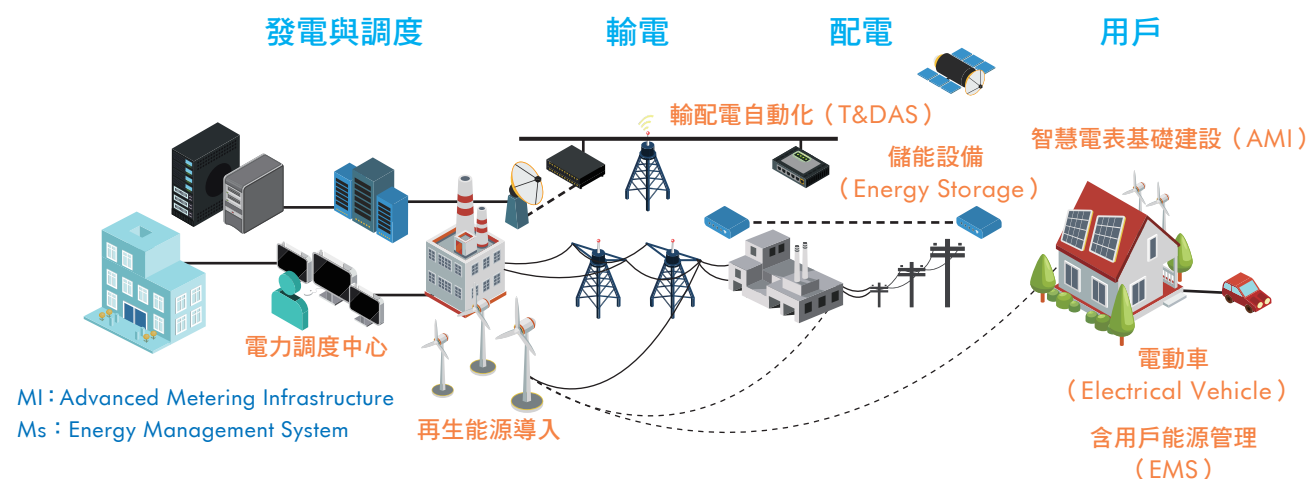
第二，就是自動需量反應（Automated Demand Response, ADR），目前的需量反應（Demand

Response, DR）是為了因應尖峰用電期間，為減少電力公司的發電量，透過用電端降低尖峰用電需求，以獲取電價優惠誘因，降低高成本的備用發電設備之增建，需要以電話通知用戶端減少用電，而自動需量反應則是台電公司利用網路傳遞指令至用戶端或變電所，變電所也是利用網路將指令傳送至負載，並將其自動卸載。

因此，可以根據需量反應統計出的結果直接斷電，來達到供需平衡，「舉例來說，假設用戶有安裝 AMI，並與電力公司簽約的前提下，如果當下正在吹冷氣，而電力公司缺電，他一個訊號過來，冷氣就自動關閉電源了。」

AMI 的組成

自動需量反應必須搭配 AMI（即智慧型電表基礎建設），才能達到最大效用。AMI 是由智慧型電表、通訊系統、電表資訊管理系統所組成，與傳統電表最大的不同之處，在於具有通訊功



智慧電網透過資通訊與自動化科技，建置智慧化之電力網路，並促進再生能源應用，達到節能減碳目標。

資料來源／能源局智慧電網總體規劃方案簡報

能，可讓用戶與供電方資料達到雙向溝通，並藉由數據監控分析，透過能源管理系統（Energy Management System, EMS）以達到能源最適使用效率。

林教授表示 AMI 主要有兩個用途，首先於再生能源大量佈建時，提供即時資訊讓台電公司知道發電量；而使用於低壓用戶時，除使台電公司即時掌握負載情形外，用戶亦能夠接收動態即時電價訊息，依電價改變用電時段與習慣。另一方面，未來低壓用戶的 AMI 應該會有雙重功能用途，除了用來即時提供及記錄使用的電量外，還可以即時提供及記錄販售的電量，如此一來大家才願意大量佈建再生能源，且達到餘電售出的目的。「如何去尋找哪些用戶可以卸載，進而達到全民參與，AMI 的裝設就相當重要。」

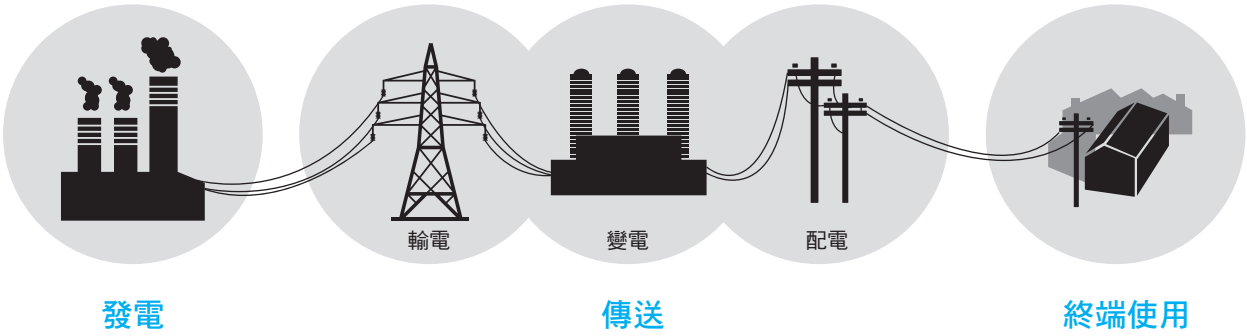
林教授以日本電力公司東京電力（TEPCO）為例，說明日本如何推廣 AMI。為因應東京奧運的舉辦，該公司規劃裝設 2,000 多萬具家庭用智慧電表，以自動需量反應及即時電價之策略，避免

可能之缺電問題。在此規劃下，當地民眾每個月需額外負擔 50 元左右，估算成 1 年就是 600 元，不過換算下來，大概 5 年就可以攤提完畢。林教授認為這是十分值得參考的做法，「我相當欣賞他們的魄力與執行力，若是在臺灣，這將牽扯到電價上漲的話題。」

電網示範計畫：適用離島的微電網

在智慧電網的發展藍圖中，整合微電網（Micro Grid）也是非常重要的一塊。這麼多年來，臺灣本島供電系統的基礎建設非常完善，即便處在偏遠地方，也能夠享受到台電公司的服務，因此微電網在臺灣本島適用於緊急避難。不過許多離島地區因受限於地理環境，發電仍是以柴油發電機為主，再加上運輸成本的影響，造成發電成本不斐，像是澎湖縣許多離島，1 度電成本高達 18～20 元，本身可算是獨立的電網，但沒有引入再生能源，無法稱為微電網。

經濟部能源局與科技部、台電公司等單位合作，在澎湖規劃智慧電網示範場域（今年 5 月號之「研



大型發電廠產生電力後，經由電桿、纜線及變電所等設施後，將電力輸送至用戶端。
資料來源／http://www.smart-grid.org.tw/content/smart_grid/smart_grid.aspx



究最前線」對此計畫有詳細之說明），透過再生能源的佈建，配合儲能設備及能源管理系統，使微電網不僅可以分布於各處進行供電，又可依區域形成一個小型電網。林教授說明，「現在澎湖縣政府與業者（中興電工）合作的東吉嶼電網正在進行中；另還有南沙群島的太平島，上面不僅有柴油發電機、太陽能，還有大同公司研發的能源管理系統。」

因此，臺灣智慧電網技術可說是相當成熟，也有實際案例，不過臺灣離島的市場有限，可能不利於國內產業發展，身為智慧電網主軸中心召集人的林教授也表示，該中心亦積極協助國內產業拓展國際市場，如前往東南亞各國尋求合作的機會。



國內首座智慧電網展示平臺設置於澎湖縣，位於台電澎湖區營業處大廳，歡迎民眾前往參觀。
圖片來源／受訪者提供



結合再生能源與輸配電的智慧管理，打造之澎湖智慧電網示範系統

電網併聯，改變用電習慣

由於傳統電網趨於完整，其結構不用做太多的改變，智慧電網的設計是透過輔助的角度來加以改善，藉由加強配電端與用戶端的管理，讓整個電力系統能夠更加完善。林教授表示，「像是配電端發生故障時，智慧配電系統能夠迅速傳遞訊息至變電站或維護中心，進而加以掌握故障情況，並迅速執行因應措施或派遣人力修復。」

智慧電網的發展，逐漸改變民眾的配電及用電習慣，也讓我國的電力系統更有彈性與發展性。也因為智慧電網成為各國追求低碳經濟的重要戰略措施，亦是國際間電力產業發展的趨勢，未來我

國智慧電網的發展亦應多方配合，「即便全世界智慧電網的發展重點都不同，但是臺灣產業在智慧電網技術、太陽光電併網技術以及自動需量反應技術等，都已經符合國際要求的水準。」

談到智慧用電的未來，林教授建議，智慧電表應該要建立起使用者付費的觀念，一方面讓台電公司有財源收入，支撐相關設備費用，另一方面使用戶端對於節能議題更有感。未來在再生能源大量設置的情況下，唯有結合智慧電表的佈建，推動用戶設置再生能源電網併聯，再配合時間電價及負載管理等措施，才能深入民眾的生活，達到實質的節能減碳目標。🌱