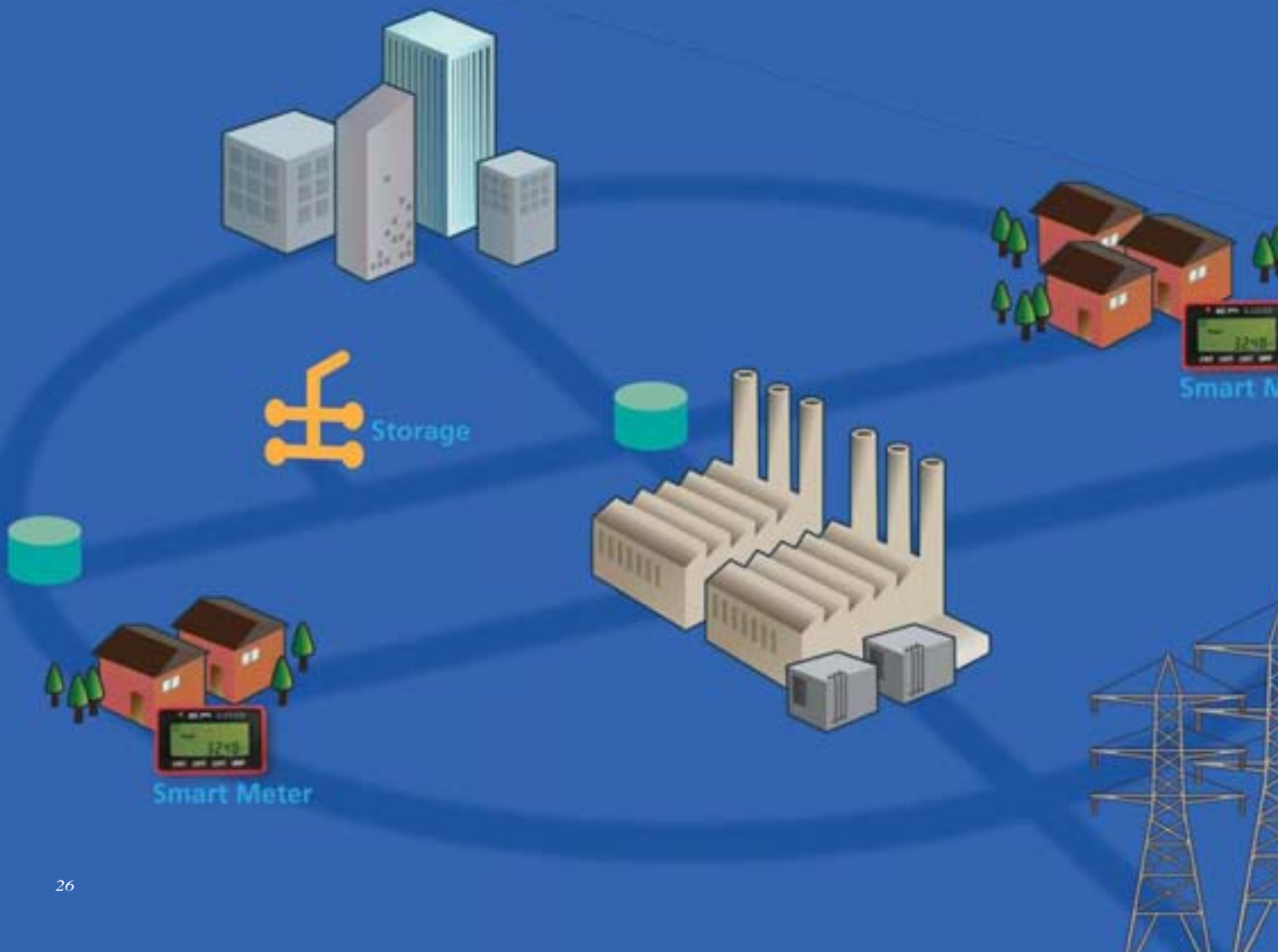


全球節能減碳新風潮 智慧電表讓你聰明用電

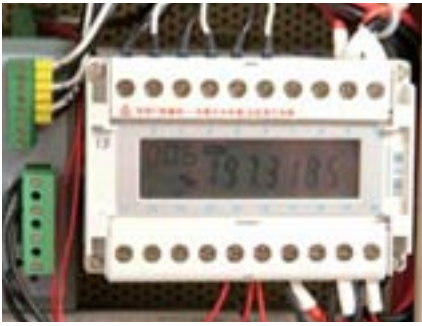
在能源短缺、價格上漲的同時，
節能減碳成爲政府施政與產業發展的重大目標，
而在智慧電表的帶領及刺激下，
不只能建構智慧電網、提高能源使用效率，更能結合科技與產業，
進行多面向的產業開發，實現未來的智慧化生活模式。

文 魏茂國 攝影 鄒福生





meter



有了明確的數據與分析，了解耗電量的變化與用電效率，才能達到主動節電的效果。

雖然是家家戶戶都有的必備量測裝置，但相信一般人很少會特別關注它；事實上，即使是睜大眼睛、緊盯著它看，也很難看出個所以然。或許讓人感到和「電表」最密切的時候，只是在接到電費帳單時，了解用電量與計費的依據來源。

電，是每個人都需要的關鍵能源，接上插頭、打開開關，就能讓電器設備運轉，享受各種不同的便利與好處；因此也就需要電表，做為供電、計費的工具。在綠色能源與節能減碳概念當道時，電力的使用也愈受關切。以台灣為例，以往每到夏日用電高峰，就會出現電力高負載或缺電、跳電等情形，這也是近年來電力公司倡導鼓勵節約用電的主因之一。

但是，想要更有效地管控及使用電力，落實節能減碳，除了利用近來大家耳熟能詳的再生能源外，建構智慧型的電網，以及完整穩定的電力能源系統，就成為所有國家及產業最重要的政策及目標。而廣設智慧電表（Smart Meter），構架先進電表系統（Advanced Metering Infrastructure, AMI），正是提高電能使用效率、實現智慧電網（Smart Grid）的第一步。

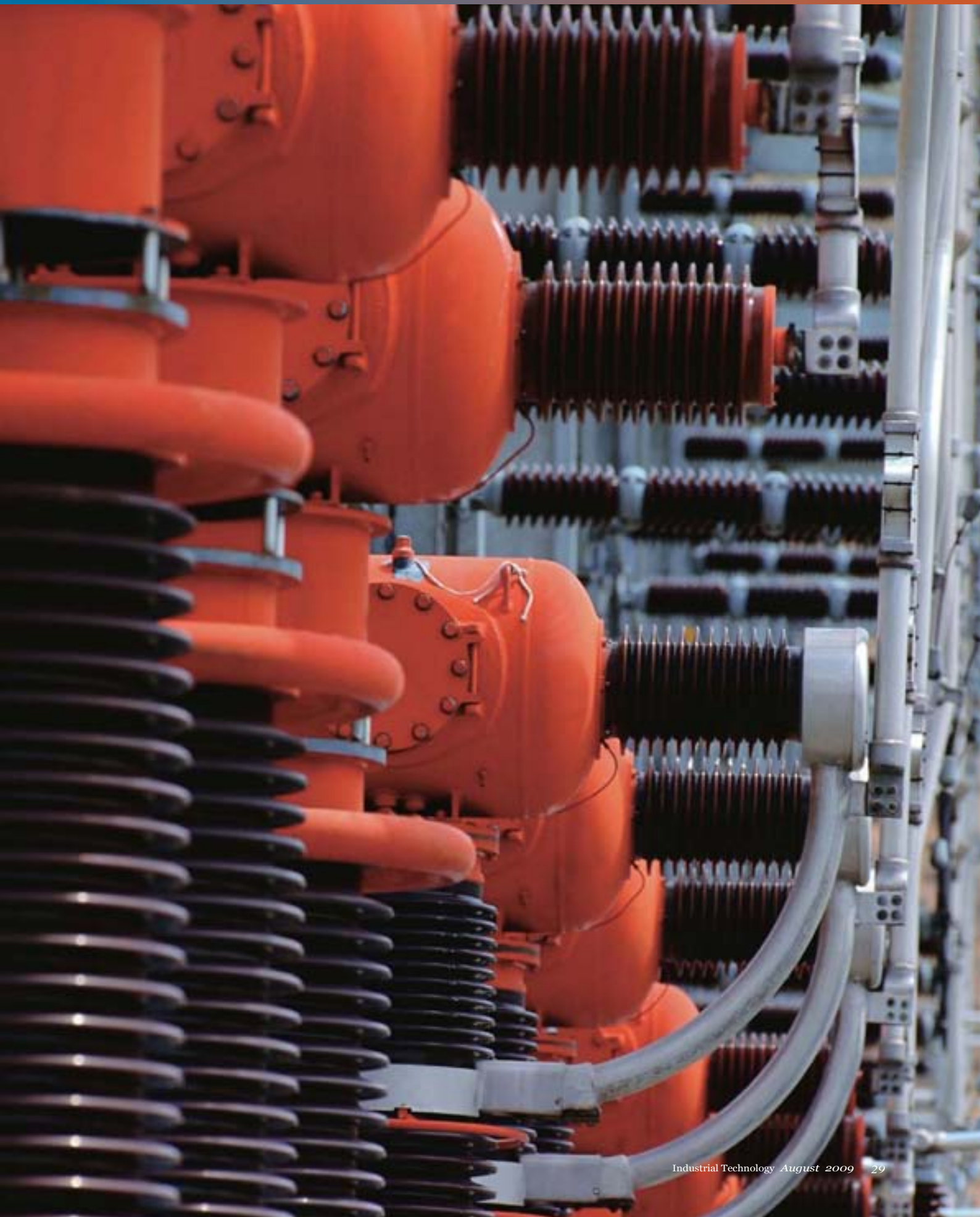
全球興起，改變用電行為

美國歐巴馬政府在振興經濟方案中，規劃兩年內將投入110億美元，建置智慧電網及先進電表系統；加州更預計至2012年時，全州都將裝設智慧電表。英國也計畫在2020年之前，為全國2,600萬戶安裝智慧電表。全面使用智慧電表已納入德國政府氣候保護要點之一，並規定自2010年起，新建及翻修的建築物皆須加裝智慧電表。義大利更早已投入21億歐元，完成3,100萬個智慧電表的換裝。

從各主要先進國家的做法，不難感受到智慧電表受到重視的程度。台灣在今（2009）年的全國能源會議上，也確立了邁向「低碳家園」的共識，其中建設「智慧型電網及電表」即是具體施政項目之一；後續還通過了「綠色能源產業旭升方案」，推動「能源光電雙雄」（太陽光電與LED照明）與「能源風火輪」（風力發電、生質燃料、氫能與燃料電池、能源資通訊、電動車輛）等綠色能源產業，並預估可在2015年前創造超過兆元的年產值。

工研院副院長曲新生表示，這些能源產業的發展，背後都需要科技來支撐，才能達成高效率的目的，像是汰換發電機組、提升老舊電廠的發電效率。但在節能減碳與能源供應安全的需求下，智慧電表與傳統電表有何不同、具有什麼樣的創新功能，同時又可解決哪些能源問題，為產業社會帶來什麼效益，是大家都相當關切的議題。

若從技術面來看，簡單地說，智慧電表只不過是電子電表再加上雙向通訊功能，但是所能影響的重點，在於大幅改變目前用電的環境與行為。曾看過





曲新生表示，架設智慧電表就像是蓋高速公路，電力公司只用了一部分的道路，其他的「資產」就能創造商機。

傳統機械式電表的人都知道，大概只能看到不停轉動的圓盤與不斷累積的數字，可是對於電的「實際使用狀況」，卻是毫無所知。特別是用電具有即時性，不知道耗電情況、用了多少電、效率如何，就更不用談要如何省電了。

「智慧電表可以提高民眾的自覺與意識，了解家中各種電器的用電耗能情形，並進一步調節用電量或省電。」工研院能環所電控與感測技術組組長何無忌表示，透過智慧電表的通訊功能，可將用電情況即時（real time）傳送出去；對於使用端，就能藉由具有螢幕的顯示裝置，了解耗電量的變化與用電的效率，有了明確的數據與分析，就能提醒自己調整電器使用時間，或是思考改用更省電的電器，如變頻家電、LED照明等，進而達到「主動」節電的效果。

若將具通訊功能的電表（智慧電表）安裝在各個電器的電力連結上，或是直接裝設在插座裡，還能清楚地獲知該項電器的用電狀況。何無忌以自己的經驗為例，在熱水瓶與插座之間裝上簡易型智慧電表後，發現一年下來的用電就要約七百多元，已經接近一般市面上價格較低的熱水瓶；如果在下班後至隔日上班時將電源關掉，就可以省下多達75%的電，提供用電資訊的影響力可見一斑，更不用說冷氣、冰箱等高耗電的電器了。

即時數據傳輸，健全電網運作

至於在供電端，當電力公司能夠掌握用戶的即時用電數據時，就能進行供電、配電方面的管控。例如當用電負載提高時，就能適時調度預備發電設備來因應，減少斷電意外發生；當然也能對用電戶發出警訊，限制用電、降低負載；平時也能提出時間電價或約定用電量等方案，讓用電負載更為平均穩定，相對也能減少備載發電設備的成本和電廠的需求，長期下來並能成為預測電力、調整電價等依據。

以台灣現今的電表記錄作業方式，為每兩個月才派人實地抄表一次，自是無法滿足即時獲得電力資訊與調度預測的需要。但如以智慧電表取代人工抄表，就能避免資訊落後的情況，可每15分鐘記錄一次，進而使發電、輸電、配電變得更穩定有效，還能省去抄表與檢查電表的人工作業成本。以義大利為例，先進電表系統每年節省的費用就高達5億歐元。

何無忌指出，國內利用人工檢查電表是否損壞的成功率，也僅約5%；如果裝有智慧電表，透過數據或訊號就能知道電表是否異常，並立即進行維修處理。而智慧電表的另一大優點，則是可以解決竊電的問題，估計若台電公司每遭竊電1%，就相當於新台幣44億元的損失；但有時竊電行為防不勝防，若能透過用電數據來進行分析並加以監控，自然就能降低電力被偷的情形。



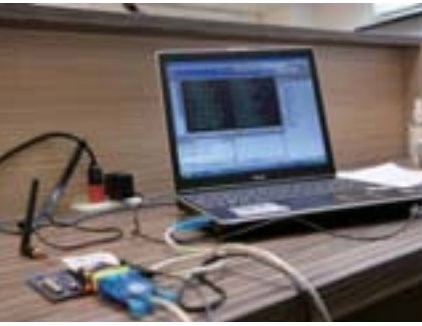
同時由於電力的特性，為平衡離尖峰時間的電力負載，像在家庭使用端就能於供應較充足時儲存電力，待用電尖峰或不足時使用，也是一種調配的方式。如果放大到工業區裡，當各廠商都裝有智慧電表，就能進一步形成小型的智慧電網，即時進行區域的電力管控；理想上，若智慧電網能佈建至全世界，甚至還可互通有無、調配供需，不需要進行儲電。

曲新生還說，以目前的火力電廠發電效率，約為每10個單位的能源，只能產生4個單位的電，同時再經過輸電、配電等程序，以及馬達運轉、電器效率等因素的浪費，到最後實際用於做工的電，只剩下約20%。換句話說，假使能在使用端提高1%的效率，就相當於在供應端提高5倍的發電效率；效率的槓桿作用，對於節能減碳將有很大的幫助，也是亟需建構智慧電網的原因。

分散式能源，開發軟硬體技術

過去的集中式能源系統，由大型發電廠負責發電配送，整個電網架構較為簡單。但在分散式能源系統崛起的今日，可以看到建築屋頂上裝設太陽光電，還能將電賣給電力公司；油電混合車與電動車輛，都趨向電能的使用；甚至還有燃料電池的積極發展等。這種種現象使得電力的生產與使用型式愈來愈分散，不僅讓智慧電表的需求迫在眉睫，連結各類技術與產業，延伸

智慧電表可以提高民衆的自覺與意識，了解家中冷氣、冰箱、照明、電視等的用電耗能情形，以便進一步調節用電量。



為智慧電網也勢在必行。

「預估未來三十年，大型發電廠不會完全消除，再生能源則會逐步增加。」在能源需求與價格持續上升的同時，大家都在尋找更有效率與潔淨的發電方式，曲新生更指出，節能減碳不只是全球的趨勢，還會影響國家競爭力。面對能源危機，國際能源總署（International Energy Agency；IEA）於2008年曾提出「能源科技未來展望」，以2050年減少480億噸二氧化碳為目標的關鍵技術中，「能源使用端效率」占47%，為最大部分，再生能源則占了21%。

顯然地，智慧電表就是促使能源使用端效率提升的重要設備，例如有了用電資訊，就有機會淘汰效率品質不佳的電器。何無忌表示，工研院對於智慧電表的研發，是集合院內所具有的相關技術，進行最完整、最多功能整合的設計，導入量產時再視實際需要進行簡化，讓生產廠商更具彈性；特別是因應台灣都會區多高樓與舊有建築電力線老化的環境，已同時將無線通訊模組（Zigbee）與電力線載波（Power Line Carrier；PLC）兩項技術置入，解決資料傳輸的問題。

因此，只要透過電腦、電視、手機、數位相框等裝置，使用者就能接收並觀看即時的電力資訊，甚至可以經由介面的開發，直接或遠端操控電器上的各項功能，如開關機、溫度設定等，宛如是數位家庭的一部分。「要能真正導

上 只要透過電腦、電視、手機等裝置，使用者就能接收並觀看即時的電力資訊。

下 以智慧電表為核心，還能結合電池、馬達、LED照明等技術與應用，開發更多滿足未來生活需求的功能與設備。



入、走入家庭，價格低、使用方便很重要；」何無忌說，「推廣智慧電表，對家庭耗能將會有很大的改變。」

另一方面，工研院所研發的智慧電表，還需適應台灣熱、濕的戶外環境，若能通過考驗，相信在其他地區使用也不會有太大問題，增加廠商外銷的可能。此外，以智慧電表為核心，還能結合防災系統、電池、高效率馬達與LED照明、冷凍空調、智慧家電等技術與應用，開發更多滿足未來生活需求的功能與設備。

連結多元產業，創新整合應用

從工研院的研發方向，就不難看出國內產業的發展機會，光是從智慧電表本身，就可以視為電業與資通訊業的整合，而資通訊又是台灣的優勢產業。當智慧電表能獲取用電資訊，後續的資訊處理、分析與應用，就是個相當廣大的市場。

以目前台灣電業為獨占事業的狀況，當電力公司廣佈附有通訊功能的智慧電表時，也等於是透過電力線建構了最普及完備、最深入家戶的通訊網路。重要的是，電力資訊的傳輸，只占了電力線網路的一小部分頻寬，其餘多數的能量就能夠移為他用，像是一般通訊、網際網路、家庭增值或數位服務、節能服務等，因此是許多業者亟欲切入家庭的媒介。對電力公司而言，無論是自行開發投入或是出租給相關業者使用，都能創造不小的收益，也可彌補裝設智慧電表的成本。

曲新生表示，架設智慧電表就像是蓋高速公路，電力公司只用了一部分的道路，其他的「資產」就能創造商機。工研院並花了半年的時間，以此智慧電網加上碳稅、時間電價等措施後的營運模式，證明電力公司約十年就可回收，用電戶也不需要出錢裝設電表。若將網路的範圍擴大，結合電網與通訊網、交通網、安全網的「四網合一」，還能打造更具智慧化的生活環境。

以實際應用面來看，工研院所發展的「全溫層物流」技術，就是用分散式的智慧電網概念，將高效輕薄的蓄冷材與隔熱材製成儲冷裝置後，利用晚間離峰時段用電保冷，可在不同溫度下保持16個小時，能提高產品品質並方便配送。相較於目前以冷凍車運輸及馬達帶動冷氣的低效率方式，還可能因路況不同與貨門開關造成溫度不穩定，「全溫層物流」無需特殊設備的車輛，更可節約能源、減少污染，是智慧化的物流與節能電網結合的範例。

新興都會的運輸交通與電網併聯運作也是一例。由於人口集中，發展中的都會區不能僅以汽車做為主要交通工具，以台灣來說，應是在城際間以高速鐵路、都會區內以捷運系統、短程距離以電動車或輕型車等大眾運輸



何無忌表示，因應都會區多高樓與舊有建築電力線老化等問題，已將無線通訊模組與電力線載波技術置入智慧電表中，以解決資料傳輸的問題。



透過螢幕，可以明確知道家中每個電器的耗電量，有了這些用電資訊，就有機會淘汰效率品質不佳的電器。

工具為主，這些都需要更智慧的電網來供配電力，比如電動車就能運用離峰時間充電。這樣的運輸模式，不但是未來新興都會的風貌，也將有機會在成為低碳都市的過程中，建立各種產業發展，如電動車的馬達、電池，或是營運服務等。

以科技為工具，有效節能減碳

能源一直是台灣經濟與社會發展的重要議題。我國二氧化碳總排放量在過去十多年以來皆為成長態勢，2007年已達近2.69億公噸，約占全球總排放量的1%，為全球排名第21；另一方面，我國仰賴進口能源比例高達99%，顯見發展再生能源、減少碳排放的重要性。

在2008年由行政院通過的「永續能源政策綱領」中，即以兼顧能源安全、經濟發展、環境保護為目標，並規劃全國二氧化碳於2016年至2020年間回到2008年之排放量，並於2025年回到2000年之排放量；同時在發電系統中，低碳能源（核能、天然氣、水力、風力等）的占比，由40%增加至2025年的55%以上。

曲新生表示，節能減碳是件辛苦且具挑戰的工作，除了要有長期且穩定的政策及環境，以及恰當有效的科技為工具外，更要徹底落實；而要能夠落實，就需要靠產業界的力量。以現況來說，台灣的再生能源發展較為緩慢，產品也多為出口，但使用端的效率提升，台灣卻擁有不少優勢；例如利用台灣LED的技術與產量，將未來的照明改成高效率照明，就是將節能減碳的科技變成產業落實的方法。

尤其是過去所發展的大型集中式發電設施，其關鍵技術多掌握在少數國外業者手中，台灣業者的發揮空間有限；而當走向分散式能源系統時，更需要輕薄短小的發電來源，如太陽光電、風力等，這時台灣就有機會成為能源科技，甚或是能源的輸出國。

「除了法令外，智慧電網是真正能否大量推廣再生能源的關鍵。」曲新生強調，在發展再生能源的過程中，台灣也要儘可能地大量安裝，不僅能解決台灣的能源問題，同時也能建構台灣的能源產業。提高能源使用效率方面也是如此，當發展出高效率的關鍵零組件後，也能兼具外銷與提升本地能源使用效率的作用。

實現智慧電網，邁向永續發展

何無忌也說，台灣應善用現有的資通訊技術，目前工研院正積極整合晶片、電表、通訊、電業等廠商，共同制定出台灣需要的智慧電表型式，並訂定短、中、長期的計畫，提出實際可行的方案與夠便宜、可量產使用的智慧電表，



蔡鴻謀 攝

促使智慧電網的形成、掌握先機。同時在佈建的方式上，也可從較易導入、用電量多的高壓（工業）用戶開始，再來則是商業用戶及都市化地區，掌握大型、集中的區域，以快速顯現效益。

除了研發智慧電表與相關技術，並整合政府與產業資源外，工研院也自2005年起接受經濟部能源局委託成立「節能服務團」，至國內企業實地協助推動各項節能計畫。曲新生指出，國內許多企業都需要整體性的節能服務，甚至包括位在對岸的台商，電力自是其中的重要一環；因此透過這類的能源技術服務公司（Energy Service Company；ESCO）型態，不只有助於智慧電網的實現，未來也有機會形成「節能服務產業」。

「未來的公共建設應以永續發展為最大目標，智慧電網就是永續發展的一部分。」曲新生表示，工研院在推廣低碳家園與低碳社會時，扮演著發展智慧科技、提出可行方案、並協助建立新產業的角色。當智慧電表與智慧電網逐漸佈滿在我們的身邊時，也代表著我們正邁向更智慧環保的綠色生活。

全溫層物流技術利用分散式智慧電網的概念，將蓄冷材與隔熱材製成儲冷裝置，利用晚間離峰時段用電保冷，可在不同溫度下保持16個小時。