

我國電力需求面管理之探討¹

許志義

中興大學資管系所暨應經系所合聘教授兼產業發展研究中心主任

壹、前言

需求面管理(Demand-Side Management, DSM)在現階段對節能減碳之效益具有顯著貢獻，已是國際上能源產官學界之共識；台灣應該選擇那些需求面管理的政策與配套措施，攸關未來整體節能減碳目標的達成與否。能源需求面管理(Energy Demand-Side Management, EDSM)係指政府、能源供應公司、及能源使用者藉由經濟誘因或技術方法，調整消費端能源需量的政策、方案或措施，來達成節能減碳，有利於整體社會永續發展之目的。依管理目標，主要可區分為能源節約(Energy Conservation)與負載管理(Load Management)兩大項。節約能源係指透過改變電能使用型態或方式，達到減少電能需求之目的；而負載管理則被歸為需量反應(Demand Response, DR)之一環，係指透過改善用戶的負載型態，縮短尖離峰用電差距，以提高能源使用效率。需量反應制度包括：(1)傳統控制型，如直接負載控制與可停電力等；(2)先進市場型，如需求競標、即時電價(Real-Time Price, RTP)等。根據熱力學第二定律，電力從化石能源(如煤礦)開採、越洋航運至國內發電廠產生電能、經過輸配電系統與電錶至用戶終端設備轉換為電力服務的過程，其所造成能源轉換的損失，至少是用戶實際使用電量的 5 倍；換言之，透過電力需求面管理，每節省 1 度電能實際可為地球至少節省 5 度電能的消耗。可見其節能減碳效益之顯著性與重要性，實不言可喻。

當前電力需求面管理，除了上述傳統狹義之範圍外，透過先進讀表基礎建設(Advanced Metering Infrastructure, AMI)的佈建，應該進一步具廣義之範圍；亦即，舉凡電力用戶能夠在其轄下建置小規模之分散式供電系統，以配合改變自身電能消費行為者，均屬之。舉例言之，電力用戶除了改變自身的電力消費型態之外，也可在用戶端裝設小型太陽能、風力、生質能、儲能系統或電動車等分散型供電方式，搭配智慧型電能資訊管理系統，進而在需求面管理電價誘因之導引下，調節其電力消費多寡的行為。質言之，「智慧化」之「雙向」、「即時」需求面管理趨勢，將使得每一電力用戶者皆可能成為潛在的分散型供電者，形成「Web2.0」之電力系統，是當前需求面管理相對於傳統模式之典範移轉 (Paradigm Shift)。

以美國為例，根據聯邦能源管制委員會(Federal Energy Regulatory Commission, FERC)估計，2010 年全美各地施行的各項需量反應計畫，總計抑低美國整體尖峰負載容量高達 58GW 以上，等於抑低全國 7.6% 尖載容量，成效相當顯著²。其中，與台灣緯度氣溫條件相仿之佛羅里達州(State of Florida)，其住宅用戶所抑低之尖峰負載容量，超過該州需量反應總抑低容量的 50% 以上³，值得予

¹ 本文改寫自國科會研究計畫(計畫編號：NSC98-3114-P-005-001)。作者謹此感謝國科會之支持，惟文責由作者自負。

² 2011 年台電公司尖峰負載為 33.8GW。若美國此一成效能成功複製至台灣，約相當於 2011 年尖峰負載可抑低 2.6GW，相當於台灣三部最大發電機組(即核二廠之核電機組)瞬間淨出力(扣除廠內用電)。值得注意的，此一比擬非意指抑低之用電負載可真正取代三部台灣最大型核電機組。畢竟 DSM 是尖載容量，其功能不同於基載之核電機組。惟以此比較，可凸顯 DR「虛擬電廠」(詳後解釋)之不容小覷。

³ Federal Energy Regulatory Commission (2011), *Assessment of Demand Response and Advanced Metering*, Staff Report, p.1 &

以重視。

貳、電能需求面管理問題分析

我國電力市場結構係國營事業之獨占市場型態，主要由台灣電力公司負責開發、生產、輸配及銷售。其次有民間電廠與汽電共生系統⁴，配合將所生產之電力全部售予台電公司，統一調度，並轉售予最終消費者。台電公司自 1979 年第二次能源危機以來，陸續推動許多需求面管理措施，包括：時間電價、減少用電措施、季節電價、儲冷式空調系統離峰用電優惠、空調冷氣週期性暫停用電優惠電價等負載管理方案，成效頗為良好，值得予以肯定。按台電公司內部估計電力需求面管理方案執行成效，2011 年抑低尖峰負載累計 4,883MW。此外，為增加系統調度彈性及可靠度，2008 年起推動「需量反應計畫」，抑低 2011 年 17MW 之契約容量⁵，101 年 7 月（尖載月）減少用電措施之用戶為 1,233 戶（需量反應計畫之用戶為 2 戶），其於尖載日抑低 136.7 萬瓩，可紓緩尖峰時間電力需求成長壓力。

根據聯合國政府間氣候變遷跨國委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)評估⁶及Mckinsey的研究報告⁷指出：全球至 2030 止，住商部門係具有最低節能減碳技術成本與執行成本，卻相對可獲得最大減量效果的部門。主要原因即在於過去此部門之尖離峰時段，多數國家皆未安裝電子電錶或智慧電錶，迄未能採行時間電價，因此，其電能需求面管理存在很大的改善空間，可謂DSM尚未開發之「藍海」。相對而言，工業部門早已適用時間電價與多樣化之可停電力等負載管理方案，能進一步抑低尖峰用電或轉移尖峰用電至離峰時段使用之空間相對較小，故本文以下聚焦分析當前台灣住商部門電力需求現況，重點如下：

一、電力系統尖峰主要來自住商部門

依據我國電力負載現況，台電訂定週一至週五用電尖峰時間為 07:30~22:30，每日計 15 小時；其餘 9 小時為離峰時段。目前我國住商部門總數超過 1,200 萬戶⁸，用電需求量約佔全國 42%。此部門用戶主要包括：住宅、大賣場、便利超商、餐廳、銀行、學校、法人機構及醫院等。然而，住宅部門用電習性主要集中於晚上的尖峰時段⁹；商業部門則受限於營業時間，主要用電亦集中於白天或晚上之尖峰時段。反觀由於住商部門用電對象均屬最終消費者，電力必須「即產即銷」，沒有「存貨」，不同於工業部門之電力係屬「引申需求(derived demand)」，可利用離峰時段生產之工業成品彌補尖峰時段量產之不足，達成有效移轉尖峰負載至離峰時段的效果。在此情況下，住

p.32.

⁴ 依據台灣電力公司 (2012)，台灣電力公司 100 年年報，頁 15。2011 年台電公司總發售電量為 213,042GWh。其中汽電共生總量為 9,255 GWh (總量約 4.3%)；民營電廠則分為火力與再生能源，分別為 39,558 GWh (占總量約 18.6%) 與 872 GWh (占總量約 0.4%)。

⁵ 參見台灣電力公司 (2012)，台灣電力公司 100 年年報，頁 34。

⁶ IPCC (2007), *Climate Change 2007: Synthesis Report*.

⁷ McKinsey & Company, Inc. (2009), <http://www.mckinsey.com/>

⁸ 參見台灣電力公司 (2012)，台灣電力公司 100 年年報，頁 1-2。台灣 2011 年電力用戶共 12,767 千戶，其中住宅部門 11,398 千戶 (89.3%)，商業部門 989 千戶 (7.7%)，工業部門 210 千戶 (1.6%)，其他部門 170 千戶 (1.3%)。

⁹ 參見 Hsu, J. Y., Chih-Ching Chen, Jr-Chung Wu, and Jiunn-Lin Wu (2011), "Short-Term Load Forecasting of a Single Family in Taiwan Application of Fuzzy Logic Controllers and Artificial Neural Networks," paper presented at the 2011 International Conference on Opto-Electronics Engineering and Information Science, Xian, China.

商部門群聚之經濟活動或定型之生活節奏，往往形成電力系統尖峰主因。

二、住商部門用戶組成「小」、「多」、「雜」

相對於工業部門，住商部門的用電特性具有「主體小、用戶多、組成雜」的特性。對於電力公司而言，由於台灣住商部門數量與歧異性均遠較工業部門複雜，但用電比例卻小於工業部門的58%。因此，就其需求面管理方案執行效益而言，其平均用戶之規模經濟顯然不及工業部門，用戶參與需求面管理方案之意願亦較低。其次，由於台灣地狹人稠，住商混合的情況普遍，建築物高低夾雜、參差不齊的特性，往往造成電力公司與電力用戶「即時、雙向」溝通的障礙，亦增添了單一需量反應方案普遍適用性的困難度。

三、電價相對國外偏低

由於我國電價與其他國家比較之下相對偏低（如表一所示），在2012年6月10日調漲電價前，過去之每度電平均僅約2.56元，對用戶用電規模相對較小的表燈住商部門而言，電費占其整體支出比例不高，節省電費相對有限，誘因不足，也是此部門需求面管理成效不易彰顯的主因之一。

表一：我國與其他國家電價比較

單位：新台幣元/度

國別	年度平均售價	國別	年度平均售價
南非	1.82	美國	2.96
印尼	1.93	澳大利亞	3.20
瑞典	1.95	英國	4.60
韓國	2.39	香港	4.76
加拿大	2.49	西班牙	5.22
中國大陸	2.53	德國	5.43
泰國	2.54	日本	5.91
中華民國	2.56	菲律賓	6.40

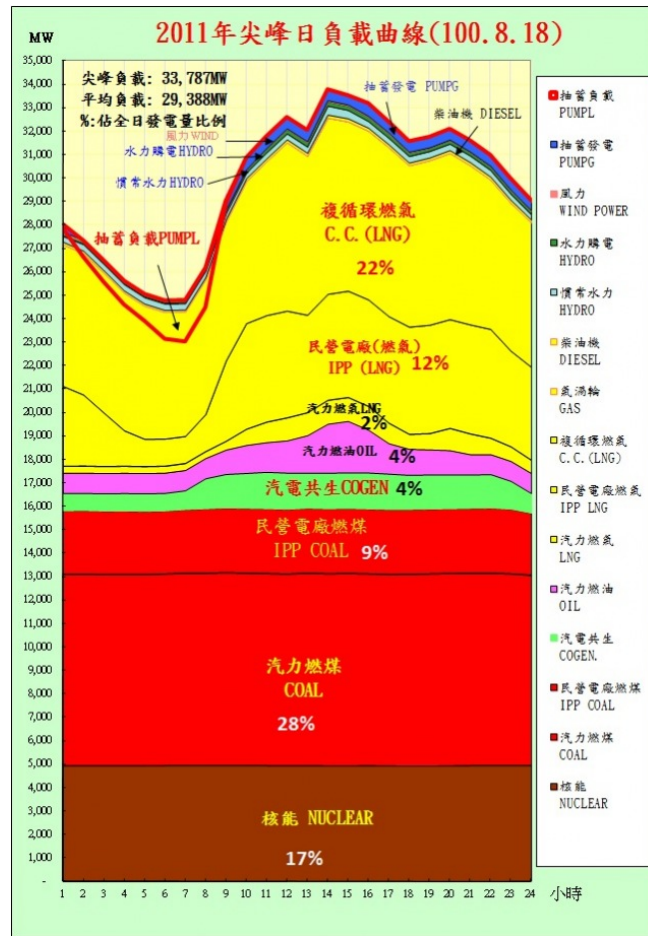
資料來源：台灣電力公司（2012），100年統計年報。依2012/07/10對美元即期匯率1:29.94換算。

四、住商部門時間電價未能普及

依據圖一台電系統尖峰日負載曲線所示，台電目前主要係以燃氣機組發電、汽力燃油、汽力燃油、向民營電廠（燃氣）購電等方式因應尖峰時段的用電負載需求。然而，由於天然氣為發電成本中較高的發電方式，民營購電的成本亦高於台電平均發電成本。因此，基於成本考量，台電推出尖峰、半尖峰與離峰的時間電價反應不同時段之發電成本，目的在於抑低尖峰時段的電力需求，以降低整體供電成本。此種時間電價，主要採用者均為工業用戶，住商部門僅不到5,000戶參與，其主要原因在於：時間電價的制度的設計包含單位額度較高的「基本電費」（反映容量費率），搭配單位額度較低的「流動電費」¹⁰。在此情況下，通常較適用於每月用電需求高，足

¹⁰ 學理上稱之為「二部電價制(Two-Part Tariff)」。

以攤提基本電費的「大咖」電力用戶¹¹，才具有實質誘因選擇時間電價。其他絕大部分住宅用戶均採非時間電價，亦即用戶每日尖離峰用電僅有單一費率，並不存在時段不同之電價差異。因此，用戶並無任何價格誘因移轉尖峰用電至離峰時段。



資料來源：台灣電力公司（100）。

圖一：台電系統尖峰日負載曲線

五、節能補助未區隔尖離峰時段

台電公司自民國 97 年 7 月起實施「電價折扣獎勵節能措施」，針對住宅用戶（含公共設施用戶）及國中小學之用電對象為適用範圍。凡用電量與上一年同期比較，屬「零成長」或「負成長」之用戶，即給予實質電價折扣優惠¹²。其折扣方案分為三級距：若電費成長率介於 0%~5%，即給予 5% 基本折扣率；若電費成長率介於 -5%~-10%，即給予 10% 折扣率；若電費成長率小於 -10%，即給予 20% 基本折扣率。由於本項政策立意，對用戶而言具實質誘因，故其成效頗佳。自民國 97 年 7 月實施日至 100 年 8 月為止，總節省電度數共計 124 億度。扣減總電費額度達 214 億元，減少碳排放量約 771 萬噸，實質上達成節能減碳目的。在住宅部門尚未實施時間電價之前，即能有

¹¹ 根據統計，我國住宅用戶平均每月用電量約為 350 度。以此用電規模而言，時間電價的價差優惠可能未必具有明顯誘因。若要住宅用戶普遍參與需求面管理方案，現行的時間電價結構恐非主流商品；具有更多樣化、彈性化之需求反應方案，或許更具潛在的偏好市場。

¹² 用電量成長率計算方式為「當期用電量成長率 X(%)=(A-B)÷B×100%」；其中 A、B 分別代表「本期電費平均每日用電度數」以及「去年同期電費平均每日用電度數」，A=本期電費總用電度數÷本期計費期間實際用電日數，B=去年同期電費總用電度數÷去年同期計費期間實際用電日數。

此創意電價，實值得予以肯定。然而，此種優惠的計算方式為用戶每月絕對用電量的增減，並未區分用戶尖離峰時段縮減的用電量。只要當月用電量低於上一年度同期用電量，即能獲得獎勵。對於節省用電的實際用電時段，並未明確加以規範；若用戶離峰用電量的縮減比率大於尖峰用電量，反而造成台電尖離峰發電量差距擴大，失去需求面管理拉近尖離峰負載的原意，對整體電力系統未必有利。此可說是美中不足之處。

六、住商部門用戶用電需求彈性小

住商部門用電通常係維持日常生活與營業之需，其需求彈性較小，難以大幅移轉用電時段。以商業部門為例，尖峰時段所規範之時段通常為店家的營業時間，而離峰時段所設定的時間對大部分的商店而言卻為非營業時間，店家並無大量的用電需求，僅有少部分的電器（如：冰箱、基本照明等）需維持運轉。基於營業需求，用電移轉至離峰時段的可能性並不高。

至於住宅部門，以正常朝九晚五的生活作息為例，用電尖峰大約在於民眾下班回家後晚間 6~10 點之間，主要用電於晚餐、電視、冷氣、電熱水器等必要用電，不易移轉；而台電系統之離峰時段，多為一般民眾正常睡眠時間，亦難配合大幅將尖峰用電時段移轉至晚間睡眠時，加以應用。現階段而言，住商部門用電需求彈性低於工業部門¹³

七、住商部門各類用戶用電特性差異大

住商部門由於範圍廣泛，用戶組成的結構也相對較多元。單就家庭住宅型態而言，至少包括了公寓、透天、豪宅、高樓、違建等多樣化的建築形式，不同的建築、差異化的內裝以及多重型態的生活模式。對於用電的多寡與用電的時段，皆有著極大的差異；在商業部門，即使是相同的行業中，由於規模的不同，如：醫院與診所；服務取向的不同，如大賣場與 24 小時營業的便利商店；營業時間的不同，如早餐店與宵夜；經營模式的不同，如講究燈光、音樂情調的高級餐廳與一般小吃等等。不同的經營形式與不同的建築，加上不同的使用方式，複雜的狀況難以一概而論，同一類用戶可能具有多重不同型態的用電方式，亦無法藉由訂定單一需求面管理方案，全面適用於同一類住宅或商業用戶。此種消費市場目標用戶模糊混雜的不確定性，增加了電力公司需求面管理相關部門研擬適用方案的挑戰性。

八、住商部門欠缺專人用電管理

一般而言，工業用戶由於平均用戶用電量較多，用電尖峰時段移轉至離峰時段，其節電金額相對龐大，能有效降低企業生產成本。是故，對於時間電價提供離峰用電優惠，工業用戶基於其成本考量，通常具有足夠的誘因。此外，在工業用戶中，由於規模較大享有資源較多，為了有效降低用電成本，通常會比住商部門實施較完整的用電策略，包含管理模式、用電諮詢、專人管理等，對於如何配合政府政策以提高企業獲利，也會具有較完善的規劃。相對而言，住商用戶用電量與需求彈性皆較工業用戶小，且可能由於一般上班族，工作繁忙無暇自行管理用電，且專業知識缺乏（需求面管理所設定的電價，計價方式通常較過往累進式季節電價計價方式複雜，用戶必

¹³ 住商部門將尖峰用電移轉至離峰的需求面管理方案，可能在本文前述 DSM「廣義」範圍之下，或較有開發潛力，例如：配合電動車夜間充電或「市電同價」情況下，分散式發電系統搭配儲能電池，需量反應方案之市場接受度相對提高。此可證諸前述美國佛洛里達州超過 50% 以上之需量反應方案抑低尖峰負載之成效，均來自於住宅部門與小型商業用戶。

須熟悉或詳記各種電價才能有效配合)，往往難以明確掌握用電消費之即時資訊與潛在節電效益，故而降低參與需求面管理方案之意願¹⁴。換言之，住商用戶缺乏專業的「媒介」來協助其參與電力公司的需求面管理方案，乃是住宅部門所遭遇到的主要瓶頸之一¹⁵。

參、當前問題之因應對策

依據上述問題，本文參考先進國家能源需求面管理之經驗，針對我國電價結構面、利害關係人層面與制度面三大項，分別提出改善之因應對策，可供政府有關部門參考：

一、電價結構面

綜觀先進國家時間電價制定之主要考量因素為燃料成本、輸配電成本、地理環境背景條件差異等不同層面，以美國（加州）、南韓、法國、英國為例，在住宅部門之電價結構設計上，均藉由市場機制之「價差誘因」，以改善消費者用電型態及用戶負載尖離峰差距。

（一）美國電價制度

美國乃是推行能源需求面管理之先驅者，其執行成效甚為卓著，可供臺灣未來推動相關制度與措施之參考。由於美國幅員廣大，各州政策多所不同。加州地區，可說是美國電力市場需求面管理制度施行的先驅，其能源政策規劃未來所有新電力需求的 50% 必須來自需求面能源效率的提升。加州藉由法規搭配財稅誘因的策略性節電政策，在過去 30 年間，其人均 GDP 成長超過一倍，但人均電力需求卻接近零成長，每人用電量均維持在平穩水平；而其他 49 州每人平均用電量卻相對上漲 50%，差異頗為顯著¹⁶（參見圖二）。因此，加州許多電力需求面管理的作法（包括 2012 年 6 月底前全州佈建完成智慧電錶），均為其他各州觀望或仿效之領頭羊¹⁷。本文以美國北加州規模最大之民營公用電業（Investor-Owned Utility, IOU）太平洋天然氣與電力公司（Pacific Gas and Electric Company, PG&E）案例說明。PG&E 之背景與台灣情況相似，在整體用電負載曲線分佈呈夏高冬低之趨勢，同時該地區資通訊科技業高度發展，值得台灣借鏡¹⁸。

PG&E 住宅用戶時間電價方案係根據用戶電能需求用電量訂定契約容量，此方案適用單相及多相電源用戶，合約為年度合約。其時間電價方案為結合累進階梯式電價之設計概念，費率不僅依季節與用電尖離峰時段的的不同而變化¹⁹，且「用電量越多，單位電價費率也越高（參見表三）」。

¹⁴ 由於住宅電價長期受政府照顧而偏低，電費占家戶支出僅 1.95%，民眾對電費的變化相對「無感」，並不易以價格誘因促使其調整用電行為。另需量反應方案內容複雜，亦不易一般民眾瞭解與推廣。

¹⁵ 此處所謂之「媒介」，包括下文所提及之用戶群代表（Aggregator），詳如後述。

¹⁶ 引述自許志義、顏海倫（2011），「美國能源需求面管理政策探討」，第四屆海峽兩岸能源經濟學術研討會，杭州市。

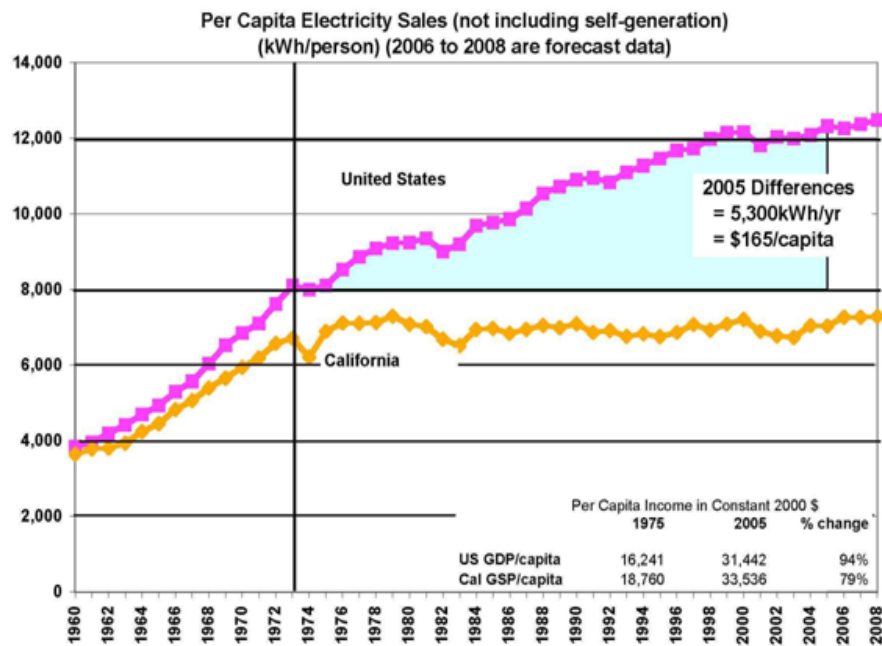
¹⁷ 美國加州公共事業委員會（California Public Utilities Commission, CPUC）以及加州能源委員會（California Energy Commission, CEC）曾於 2001 年出版 DSM 標準作業程序手冊 *California Standard Practice Manual: Economic Analysis of Demand-Side Management Programs and Projects*，目前亦廣為其他各州或國家參採。

¹⁸ 另外，與台灣電力孤島系統類似的夏威夷州，於 2008 年所公布之「潔淨能源倡議（Hawaii Clean Energy Initiative）」，明定 2030 年潔淨能源比重必須佔該州 70% 之總能源供給之目標，並由州議會 2009 年隨即通過「潔淨能源總括法（Clean Energy Omnibus Bill）」，規範潔淨能源其中 40%、30% 分別來自再生能源與能源效率提升（亦即需求端管理）之作法，亦可做為我國能源政策之借鏡。

¹⁹ 夏季期間為 5 月 1 日至 10 月 31 日，其尖峰時段為週一至週五 1:00p.m.-7:00p.m.，半尖峰時段為週一至週五 10:00a.m.-1:00p.m.、7:00p.m.-9:00p.m.，以及週六和週日 5:00p.m.-8:00p.m. 也屬於半尖峰時段，其餘皆為離峰時段。冬季期間為 11 月 1 日至 4 月 30 日，半尖峰時段為週一至週五 5:00p.m.-8:00p.m.，其餘時間與國定假日皆為離峰時段。

除根據各時段用電量計價外，用戶帳單上的整體式服務總額會以明細方式呈現，其中包含發電、配電、電力傳輸、輸電費率調整、可靠性服務費、公共財費(Public Goods Charge)、核電除役費、競爭過渡費、能源成本回收總額、固定過渡使用額、費率調降約定備查帳等費用。基本用量依地理環境背景條件之差異而不同，共分為十個區域，每個區域的基本用量指該區居民特定之平均用電量(參見圖三)。目前加州作法係將全州十數個不同基本級距之區域，依各區地形氣溫之差異，分別訂定每區住宅用戶每日 10 至 40 度不等之基本用電量，超越此額度，其累進級距之單位電價即逐步遞增。此印證公用事業所提供之服務，在民生基本需求內，係屬必需品；一旦超出基本需求，即屬奢侈財，應反映其環境社會成本。此種頗為細膩的「人性化」作法，係由加州公用事業管理委員會(California Public Utilities Commission, CPUC)核定通過實施²⁰。

值得注意的，PG&E在推動時間電價或其他需量反應方案時，通常還會提供一年期的「電費上限保證(Bill Protection)」作為用戶磨合緩衝期，以免除消費者對於電費可能轉嫁或者需量方案「有用性(usefulness)」的疑慮²¹。亦即，參與PG&E時間電價之用戶，在搭配由PG&E所提供之電費上限保證方案後，於相同的用電量下，若其當期電費支出如高於原來制度(採傳統機械式電錶的非時間電價)之電費支出，PG&E仍將採原來制度的電費計價，以確保用戶權益。此舉對於用戶而言，不但有類似「試用期」的考慮時間，評估是否繼續參與電力公司需量反應方案，在「穩賺不賠」的基準點下，更可降低用戶參與之疑慮。目前，加州其他主要電力公司(如：南加州愛迪生電力公司(SCE)、聖地牙哥天然氣與電力公司(SDG&E)等)亦多採取此種類似制度，鼓勵用戶參與需量反應方案。



資料來源：California Energy Commission (May 2008)。

圖二：美國全國與加州之每人年均用電量

²⁰ 相對而言，台灣基本用量係採全國一致之每戶每月 120 度，並未考量地區地形氣候因素之差異。

²¹ 所謂有用性係指使用者本身對於特殊事物能夠增加工作績效的認知程度，若個人對於特定事物的認知有用性越高，則採用的態度將越正向。

表三：美國 PG&E 時間電價費率

單位：新台幣元/度

電錶收取費率	7.58 (元/日)				
底度費用	4.42 (元/日)				
能量費率	尖峰	半尖峰		離峰	
	夏	夏	冬	夏	冬
基本用量	7.95	4.85	3.35	2.79	2.90
基本用量的 101% - 130%	8.45	5.36	3.86	3.30	3.40
基本用量的 131% - 200%	13.33	10.23	8.73	8.16	8.28
基本用量的 201% - 300%	14.52	11.42	9.93	9.36	9.47
超過基本用量的 300%	17.45	12.88	11.03	11.52	11.16

資料來源：美國 PG&E 電力公司 <http://www.pge.com>，依 2012/7/10 對美元即期匯率 1:29.94 換算。



資料來源：美國 PG&E 電力公司 <http://www.pge.com>。

圖三：加州PG&E民生用電基本用量劃分區域

(二) 南韓電價制度

南韓現行電價制定方式係由韓國電力公司(Korea Electric Power Corp, KEPCO)提出電價方案，由獨立的電價審核委員會進行審核，報經南韓企劃財政部(Ministry of Strategy and Finance)批准才能實施。在住宅用戶非時間電價，南韓主要係採取「以價制量」的方式，以抑低用戶高額的電力使用。南韓之非時間電價用電契約容量皆等於或低於 3KW。如表四所示，低壓住宅用戶每月用電量 500 度以上的單位電價費率約為每度新台幣 13.41 元，而最低用電級距 100 度內，單位電價費率僅新台幣 1.15 元，其最高與最低用電量級距之電價相差高達 11.7 倍。

表四：南韓之非時間電價

單位：新台幣元/度

容量費率(每戶)		能量費率	
1~100 度	7.8	1~100 度	1.15
101~200 度	17.2	101~200 度	2.37
201~300 度	29.8	201~300 度	3.50
301~400 度	71.2	301~400 度	5.17
401~500 度	133.4	401~500 度	7.63
501 度~	244.6	501 度~	13.41

資料來源：南韓電力公司 <http://www.kepco.co.kr/eng>，依 2012/07/10 對韓圓即期匯率 1:0.027 換算。

此外，南韓電力公司自 2011 年 11 月至 2013 年 12 月止，對於住宅用戶超出 1350 度以上之用電量，每度電除原本 670.6 韓圓外(約新台幣 18.1 元)，低電壓另加收每度 118.4 韓圓(約新台幣 3.2 元)，高電壓另加收每度 93 韓圓(約新台幣 2.5 元)之附加捐，有類似徵外部社會成本的「能源稅」、「奢侈稅」之實義。

(三) 法國時間電價制度

法國 EDF 電力公司早在 1965 年就開放住宅用戶自由選用時間電價，EDF 的需求面管理有別於其他先進電業，以簡單的尖峰價格訊號技術(如電子郵件、MSN、電價網站公告等)，電錶在沒有遙讀功能情況下，顯示電價的顏色日訊號，通知並鼓勵用戶在高發電成本時段減少用電。1993 年所設計的「tempo」電價，類似現今盛行的關鍵尖峰電價(Critical-peak pricing, CPP)或動態電價(Dynamic Pricing)。依 EDF 電力公司資料顯示，因實施有效的價格訊號，1957 年到 1994 年成功地抑低尖峰負載，使尖離峰負載比由 2 倍降為 1.3 倍。

tempo 電價將全年按顏色區分成 3 類，以反應電力系統供需平衡的吃緊程度。尖峰時段為每日 06:00 至 22:00，其餘為離峰時段。300 天藍色最便宜(約一般價格的一半)、43 天白色(約一般價格)、最昂貴 22 天紅色(約一般價格的 5 倍)。價格最高時段與價格最低時段之價格比，高達 7 倍以上。三種顏色的日期並不固定，於前一天透過媒體宣導及其他各種方式通知用戶(如手機簡訊、Email、終端顯示器、tempo 電價諮詢網頁等)。表五為 2012 年 7 月份法國紅白藍三色電價。

表五：2012年7月法國紅白藍三色電價

單位：新台幣元/度

契約容量 (KVA)	每年契約費用	藍離峰	藍尖峰	白離峰	白尖峰	紅離峰	紅尖峰
9	4,051	2.63	3.15	3.76	4.46	6.99	18.34
12	7,563	2.63	3.15	3.76	4.46	6.99	18.34
15	7,780	2.63	3.15	3.76	4.46	6.99	18.34
18	7,997	2.63	3.15	3.76	4.46	6.99	18.34
30	16,991	2.63	3.15	3.76	4.46	6.99	18.34
36	21,074	2.63	3.15	3.76	4.46	6.99	18.34

資料來源：法國 EDF 電力公司

<http://particuliers.edf.com/energy-for-your-home/prices/electricity/tarif-bleu-56121.html#acc83198>，依 2012/7/10 對歐元即期匯率 1:36.8 換算。

(四) 英國時間電價制度

英國能源(電力)市場目前超過 18 家供應商，這些供應商大都只提供天然氣與電力的服務。每家供應商提供的電價和服務計畫也不相同，消費者可以隨時更換能源(電力)供應商，這點就如同台灣的電信產業門號可攜一樣，可以隨時更換電信服務公司，這有助於降低市場價格，也可以看到能源供應商為爭取客戶，不斷推出新服務。因此，這也導致其他小型能源供應商為了搶市場佔有率，把能源當成商品來銷售，有所謂的階梯式電價方案，亦即當用電量越多，平均單位電價相對越低，鼓勵消費者多使用能源。此充分反應英國電力市場落實自由化之消費屬性，符合一般規模經濟理論之本質。惟此種激勵電力消費的定價模式，不易落實節能減碳之政策目標。

目前大部份電力公司所採用的電價模式有四種，分別為階梯式、兩部電價制、時間電價、即時電價。以英國電力市場佔有率最高的 British Gas 公司的時間電價制度經濟 7 標準型(Economy 7 Standard)為例。所謂的 Economy 7，是英國的電力供應商提供離峰時間擁有較便宜的費率，因為夜間時間都至少 7 小時，因而得名。British Gas 將一天 24 小時分為兩段，但分的時間不同。經濟 7 用戶可在晚間 10 點到早上 8 點之間自由選擇至少 7 小時，作為離峰計價時段，但亦可彈性增加至最多 10 小時。此時間電價制度給予用戶較大的用電彈性，用戶可依使用習慣自行選擇用電方式，限制較其他電價制度少；而電力公司也因為用戶用電的「參差率」，抑低尖離峰負載的差距。

表六：英國時間電價費率制度

單位：新台幣元/度

分類	費率	
日間費率	0kwh-180kwh(第一級距)	11.52
	超過 180kwh(第二級距)	6.09
夜間費率		2.12

資料來源：英國 British Gas 公司 <http://www.britishgas.co.uk/>，依 2012/7/10 對英鎊即期匯率 1:46.89 換算。

(五) 台灣現況與因應對策

至於我國現況，目前台電公司所提供的時間電價等需求面管理措施，主要參與對象為高壓或特高壓工業用戶，其它低壓與一般住商用戶參與程度較低。但事實上，由於一般住商用戶用電時段或模式較為固定，加上其電價需求彈性較小，本身即較難配合電力公司進行抑低負載措施；反觀高壓用戶的電價需求彈性較大，且所能履行抑低負載之電量較高，其實施需量反應方案之成效會較為顯著。因此，在制定電價方案時，有必要參考先進國家之策略，針對不同目標用戶，提出適當價格誘因，方能誘使不同用戶參與其適用之方案，以有效達到節能減碳之效益。建議未來電價研擬方向如下：

1. 由於電力屬公用事業，不同於油品，是任何人都需倚賴的必要商品。因此，電價結構宜落實費率累進制的精神，反映不同用電級距而有不同定價的「分配正義」。畢竟當前國內貧富差距日益擴大，已成民怨之首。在此情況下，當前政府公共政策的主流價值即在於照顧弱勢族群；電價政策自不例外。因此，台電公司於今（102）年 6 月調漲電價時，除了維持最低用電級距每度電價 2.1 元外，並將過去數十年未曾調整之每月最低用電級距額度由 110 度擴大為 120 度，以提升國民應有之基本生活水準。但更重要的關鍵是，宜持續拉大較高用電級距的每單位電價²²，以落實節能減碳目標²³。
2. 依據現行之「台灣電力股份有限公司需量反應計畫實施要點」規範，目前台電之「需量反應計畫」僅針對經常契約容量在 500 瓩以上（選用三段式尖峰時間可變動時間電價用戶除外）之高壓或特高壓用戶為適用對象，並未同時將廣大低壓住商部門用戶納入計畫，政策所涵蓋

²²台電自民國 63 年起即實施分段累進電價，對於高段用電之部分已採較高電價計費。近年來為加強高用量用戶節約用電，歷次電價調整均逐步擴大各段電價之差距，最高段與最低段用電之價格比已由 92 年之 1.5 倍上升至 101 年之 2.68 倍，若 12 月 10 日電價未緩漲，最高段與最低段之價比更將擴大為 2.93 倍。根據台經院「智慧電網下住宅時間電價研訂策略之研究」之研究結果，當尖離峰之電價差距為 4 倍時，會有 75% 的民眾願意調整用電習慣（指轉移部份尖峰用電至離峰用電時段）。因此，現行電價制度之尖離峰價差，仍應有擴大的空間。此一價差不一定指時間電價，而可能是 CPP、RTP、PTR。

²³由於目前若干弱勢團體均屬低壓表燈用電每月逾 700 度以上用戶，為避免將經濟弱勢或社福機構等納入範圍造成相反效果，本研究建議可仿效先進國家採取「針對性優惠電價」，例如：美國 PG&E 電力公司之「智慧電錶退出方案(Smart Meter Opt-Out Program)」，對於退出智慧電錶方案的低收入用戶僅收取 10 美元的手續費與每月 5 元美金的抄表費（退出智慧電錶方案的一般用戶手續費為 75 元美金，每月抄表費為 10 元美金）。台電公司亦可特別針對部分安養院、家扶中心等社福機構（因有獨立電錶，行政執行之交易成本並不高），收取「針對性優惠電價」如 PG&E 案例，並不必然對弱勢團體造成衝擊。<http://www.pge.com/myhome/customerservice/smartmeter/optout/>。

的用戶範圍明顯不足，今（101）年度實際參與台電公司需量反應之用戶更僅有 4 戶，對我國需量反應方案之實際影響效果與抑低尖峰負載量皆相當有限；其他適用於低壓住商部門或表燈用戶之需量反應政策（如時間電價），亦因電子電錶或智慧電錶佈建緩慢，未能廣泛運用於住商部門，實宜加速推動適用低壓住商部門與眾多表燈用戶之需量反應計畫與基礎建設。按台電規劃，明年度將完成住商部門低壓用戶 1 萬戶之AMI佈建；本文建議可以此對象作為目標用戶，以不會牽一髮動全身之「局部性電價」試點試行的方式，推動住商部門之需量反應方案，並進行成本效益評估，俾進一步作為未來住商部門計畫全面推廣或 50%用戶佈建AMI的基礎。值得注意的，進行評估時必須分別針對：(1)僅安裝先進讀表之智慧電錶；(2)智慧電錶加上家庭節能顯示(In-Home Display, IHD)；(3)智慧電錶加上IHD並加上HEMS(Home Energy Management System)；(4)智慧電錶加上IHD並加上HEMS，再加上DG(Distributed Generation)，包括用戶端小型再生能源與儲能電池系統(Battery Energy Storage System, BESS)或電動車(Electrical Vehicle, EV)等²⁴。重點在於：用戶端必須能有選擇權之自由，搭配智慧電錶之周圍設施，俾使其投資替代方案能有最大之淨效益，這是良好公共政策所必須具備的要件。

3. 台電現行時間電價尖離峰比值較低，建議應參考先進國家做法，增加基載發電機組並逐步拉大尖離峰費率差距，對於一般用戶將較有價格誘因選擇時間電價、CPP、PTR或RTP方案。但尖離峰費率之比值，也需參考消費者尖離峰時段電價需求彈性係數加以評估，避免過猶不及，導致離峰負載反成為尖峰負載之怪象²⁵。
4. 一般時間電價費率僅依季節或尖離峰時段差異而有所不同，但未考慮同時段內總用電量多寡之影響。若能將時間電價方案結合累進電價制度(如美國加州、日本、南韓)，則在相同用電時段下，當用電量越多，用戶電費支出也越高，可避免電力用戶大幅超出基本用電量上限²⁶。畢竟電力投資，係屬「鄰避(Not In My Back Yard, NIMBY)設施」，過度擴張往往造成社會抗爭的增額成本。
5. 建議可取消時間電價中按容量數計收之基本電費，並將其轉嫁至流動電費。理由為：(1)可降低門檻，提高用戶選用時間電價之意願；(2)新費率應配套提高流動電費，可落實節能減碳；(3)費率結構符合原先使用型態，更適合一般住宅用戶；(4)為避免住宅用戶瞬間用電負載，造成電力系統尖峰負載急遽快速上升，必須設定用戶容量負載上限不得超出某一標準，例如 5KW 或 10KW。若超出，則按超約用電罰則計價，亦即超出負載上限 10%以內，電費按兩倍計收；超出 10%以上者，則按三倍計收。
6. 根據顏海倫（2012）研究顯示，目前住宅用戶對於電力公司需量反應方案的顧慮，主要在於擔心參與方案後計費方式改變，以及參與需量方案必須另外安裝智慧型電錶，可能因此而增

²⁴ 詳見 Hsu, J. Y., Jung-Jui Chang(2012), "The Factors Affecting Energy Management System Adoption for Smart Home Marketing Survey Approach," *International Conference on Power System Operation and Energy Management, Bhopal, India*

²⁵ 時間電價訂定的原則，係公平合理反映各時段供電成本的差異，俾以正確的價格訊號引導用戶有效利用電能資源，惟當前台電的發電機組檢修，常安排於非夏季檢修，造成非夏季基載不足，必須以更高成本之機組發電因應，使得非夏季非尖峰時段之實際發電成本與理論上應有較低之數值脫鉤，值得一併另予探討。

²⁶ 電價訂定首重合理反映供電成本，亦須兼顧傳達簡明易懂之價格訊號，故各國電業訂定電價之原則。在成本效益考量下，傳統上係對大用戶制訂較複雜之電價結構，以公平有效回收成本，對小用戶則設計相對簡單之電價結構，以利用戶配合管理。因此，對於用電量小且戶數達千萬戶之住宅用戶，在未安裝智慧電錶前，傳統上多設計簡明的電價結構。然而，按先進國家近年來之經驗，一旦安裝AMI，搭配用戶群代表(agggregator)制度（詳見P13），往往一家 Aggregator 即擁有數十萬住宅用戶與小型商業用戶參與電價方案相對複雜之CPP、PTR、RTP等需求面管理措施。究其因，ICT應用之普及，已大幅降低前述傳統上小用戶參與複雜電價方案之交易成本，有助大眾理解並有利用戶配合需求面管理措施。

加電費支出²⁷。但事實上，智慧型電錶雖然本身屬電器用品，但其用電量卻微乎其微，目前智慧型電錶之規格，用電量約 3W 左右，換算每月用電量，一個智慧型電錶僅需約 2 度。因此，在提高住商用戶參與需量反應方案之誘因上，為了徹底免除用戶對於電費可能變相漲價的疑慮，宜參考先進國家作法，如美國加州三大電力公司採取「電費上限保證」之配套方案搭配執行，確保用戶僅需支出相對便宜或至少相等之電費，以提高參與方案的誘因。例如選用新方案計費者，第一年受到完全的保護，其電費將不會高於以原適用電價計得之電費；第二年，保證不會超出原電費之 5%；第三年，10%；第四年，20%；第五年以後，取消電費保護。

二、利害關係人

按先進國家經驗，「智慧化」的資通訊科技必然改變電力產業結構與組織型態。電力市場以下兩類利害關係人值得特別關注：

(一) 用戶群代表

由於住商部門用電特性具「主體小」、「用戶多」、「組成雜」之特性，歐美先進國家透過用戶群代表(agggregator)，發揮「聚沙成塔」的效果，針對目標市場，集結眾多小用戶成為一個「虛擬的大用戶」，配合電力公司於尖峰時段或關鍵尖峰時段降低需求負載。例如：2006 年美國康乃狄克州輸電容量不足以應付夏季尖峰時段。起先擬以汰換輸電線路解決問題，但遭受居民反對而擱置計畫。此時用戶群代表 Comverge 提出佈建可抑低 28MW 的需量反應方案，以解決供電系統不穩定之情況。Comverge 與電力公司簽訂為期四年的需量反應契約，並在該地區 15,000 個住宅或小型用戶的空調設備中，均加裝「智慧型電能管理系統」，以配合電力公司於必要時段緊急降載。每用戶一年平均約可獲得 100 美元參與「需量方案」的電價優惠。質言之，當緊急狀況發生時(如電壓低於標準值的 95%)，電力公司立即通知 Comverge 啟動需量反應裝置，降低負載。截至目前為止(2012 年 10 月)，共計有超過 50 萬戶住宅與小型商業用戶參與需量反應方案。

用戶群代表並不僅侷限於住商部門參與需量反應。例如：美國 CPower 公司集結的用戶包含大型住商部門與政府機關，累計管控需量反應「虛擬電廠(virtual power plant)」容量高達 750MW。另外一家 Energy Curtailment Specialists 公司²⁸協助用戶參與需量反應方案，其用戶包含商業與工業部門與公家機關，累計總需量負載容量逾 1,000MW。

用戶群代表之類別包括：(1)電力零售商(Retailer)利用其本業既有的行銷專長與連鎖店舖之通路，附帶零售電力，搶佔綠能與電力市場，乃先進國家常見的情況，例如：英國瑪莎百貨讓消費者到百貨公司可順便購買電力²⁹。(2)電力輔助服務(Ancillary Services)市場負責供需平衡者(Balancing Responsible Party)，專職電力系統供需平衡，及時應變電力市場供給不足或過剩的組織。

²⁷ 詳見顏海倫(2012)，影響住宅申裝智慧電能管理系統意願因素及其願付價格之研究，國立中興大學資訊管理系(所)未出版之碩士論文。住宅用戶拒絕參加替代方案的原因主要在於：(1)替代方案帶來的效益不高；(2)雖然電錶本身由電力公司置備，但擔心電力公司會將費用轉嫁於其他地方；(3)智慧型電錶與智能系統本身亦為電器用品，怕安裝後電費反而增加；(4)不需要藉由智慧型電錶的幫助，自己平常就有做到隨手關燈等節電習慣，不需要浪費一筆費用購買替代方案之設備。

²⁸ Jussi, Corentin, and Seppo (2010), *DER Aggregator Business: The Finnish Case. Research Report VTT-R-06961-09*, p.13.

²⁹ 詳見本文後續說明。

由此一專業供電者，兼營需量反應方案，具有相輔相成之加分效果。(3)典型的能源服務公司(Energy Services Company Organization; ESCO)，提供能源消費者各項節能改善專案，建構即時監控之節能資訊管理系統，協助各類大小規模不同之能源用戶參與需量反應方案。(4)獨立型態之用戶群代表(Independent Aggregator)，亦即獨立於電力公司與電力用戶之外，專精於需求面能源管理的「第三方(Third Party)」，係藉由智慧型電能管理系統，在符合DR電價誘因之供需雙向即時撮合下，用戶群代表形同掌有一群螞蟻雄兵所形成的「虛擬電廠」，能舒緩區域用電供電可靠度危機，並與中央電力公司良性互動與配合。

在先進國家開放的自由化電力市場中，用戶可自行選擇透過類似「採購代理」(俗稱「團購」)的用戶群代表，此 Aggregator 可幫助用戶找到最佳零售電力供應商(Retail Electric Providers, REPs)，並運用能源資訊科技(Energy Information and Communication Technology, EICT)集合個別用戶群的用電行為，協助用戶抑低其需求電量，以配合電力系統均衡負載，達到整體節能或提高供電可靠度之績效。換言之，用戶群代表為電力市場的商業模式(business model)帶動革新，是當前電力需求面管理重要策略。

由於 2008 年台灣實施需量反應方案以來，迄無住商部門之用戶參與。本文建議應鼓勵台灣具類似用戶群代表的組織(包括台電公司、ESCO 在內)，能夠在當前電力市場尚未自由化情況下，鬆綁相關法規，使其具有發展空間，積極協助住商部門、工業部門、學校、公家機關各單位參與需求面管理方案，開發各部門節能減碳之潛力。

(二) 能源服務公司

能源服務公司(Energy Services Company, ESCO)係以節能績效保證型契約(Energy Saving Performance Contract, ESPC)方式，提供能源消費者各項節能改善專案，降低能源使用的產業，主要從事新淨潔能源(包含太陽能、生質、與廢棄供能、地熱、風力、水力等)、節約能源、提升能源使用效率或抑制移轉尖峰用電負載之設備、系統及工程之規劃、可行性研究、設計、安裝、施工、維護、檢測、代操作、相關軟硬體構建及其相關技術之服務³⁰。

ESCO透過節能績效保證型契約，可讓委託者以未來節能改善專案所獲得的節能獲益，支付節能改善專案所需初期投資成本。委託者在節能改善專案執行過程中，藉由節能方案之實施，將可減少所需支付的能源費用。而其中部分的節能利潤將由委託者支付給ESCO與融資銀行作為報酬³¹。這種商業模式，可提供用戶專業用電諮詢，解決住商部門欠缺專人用電管理的難題。

ESCO 產業的競爭優勢主要在於能源用戶可節省能源費用，且不需投入初始資金，已成各先進國家因應節能趨勢下優先推動的重點產業。近期經濟部針對油電價上漲受影響較大產業亦協助其導入 ESCO，以加強節能減碳技術的輔導，提供專案節能減碳技術作法、節能改善診斷服務與建議。然而，當前我國 ESCO 產業面臨最大難題之一係台灣 ESCO 不同於歐美先進國家 ESCO 成員多為大型企業，台灣係以中小企業為主，不易獲得銀行專案融資。若能源服務所需之資金均由 ESCO 廠商自籌，則當業務量迅速成長時，其資金缺口隨之擴大，將導致 ESCO 不易健全長遠發

³⁰ 參見陳輝俊、何岳泉、周淑娟(2011)，台灣能源技術服務(ESCO)產業六年回顧(2005~2011)，頁6。

³¹ 參見經濟部能源局(2012)，2012年能源產業白皮書，頁157。

展。是故，政府政策上如何協助提供 ESCO 健全發展的融資管道，是發展 ESCO 之重要課題。最近，政府已設立 1000 億元節能減碳優惠融資額度，以供企業購置節能設備。其中，200 億元係供中小企業低利貸款。本文建議或可考慮從上述額度中提撥部分專款專用，做為「ESCO 融資信保基金」，俾解決 ESCO 融資之困境。

國際標準組織（International Organization for Standardization, 後簡稱 ISO）自 2008 年起即開始積極籌劃制訂可資應用的國際化能源管理標準 ISO50001，期望此一新的能源管理標準能夠建立、執行、維護以及改善能源管理系統，並使組織能夠系統化的推動，而達成能源績效的持續改善。ISO50001 系統於 2011 年 6 月 15 日正式由 ISO 公佈實施，與 ESCO 最大的差異是，ISO50001 系統管理面較完整，但 ESCO 專案在節能技術、資金與量測驗證（方法學）較佳³²。若將二者結合應用，除了管理面及技術面皆可滿足用戶需求外，還可得到實際的節能量，獲得更佳的效益。因此，藉由 ESCO 結合 ISO 50001 是當前節能產業的發展趨勢之一。

此外，「可交易白色證書制度(Tradable White Certificates, TWC)」亦可搭配 ESCO³³ 推動。當前能源政策的實施工具，多採取補貼或獎勵方式，未必能真正引發能源供應商節能的主動性與積極性，而白色證書市場的制度（如節能量的測量與認證、證書的頒發與交易相關規定、未履約的懲罰等），具有市場機能。若能源供應商無法達成節能目標，則必須接受相應的懲罰，而其罰金通常超過購買證書的支出。因此，無法達成節能目標的能源供應商，為避免懲罰，一般會透過交易方式購買證書；而完成超額節能目標的供應商，則可出售證書獲利。藉此市場誘因機制，不但能更有效地實現節能政策目標³⁴，亦將促進能源服務相關產業之發展。

三、制度面

我國電力產業為公營型態之國營事業，由於肩負政策性目標，經營決策深受政府法令規範與限制，導致組織彈性與執行效率遠不及民營部門。對於能源需求面管理屬於「消費者導向、市場行銷導向」之業務而言，藉由制度面的變革，加速公正化、智慧化與市場化，實為當務之急。

（一）公正化

在早期，全世界的能源需求面管理均是由電力公司負責執行。由於電力公司掌握電力供給端

³² 詳見陳輝俊 (2011)，*台灣ESCO 產業發展現況與趨勢*，2011 海峽兩岸氣候變遷與能源永續發展論壇。

³³ 白色證書(White Certificate)是當前歐盟國家發展的重要節能機制，係以「市場機能」為基礎的政策工具。透過政府能源主管單位針對能源供應商所設定的節能配額(energy saving quota)，加上節能量的交易系統組合而成。其優點主要在於有明確的政策目的與節能目標，能有效界定節能目標的責任主體（通常為能源供應商），課予應承擔的節能義務與節能量。能源供應商可透過三種方式達成其應履行之節能量：(1)自行完成節能工作，達到節能目標；(2)與其他責任主體共同進行節能工作，按照彼此約定，取得相對應的節能量，其他的主體包括能源供應商、能源服務公司、相關產品製造商、與金融機構等；(3)從市場上購買白色證書。

³⁴ 此種「可交易白色證書制度」符合寇氏定理(Coase Theorem)，亦即不同廠商節能的邊際成本各不相同，節能邊際成本較高的廠商，可向邊際成本較低的廠商購買其超額節能量。而節能邊際成本較低的廠商，則可藉由出售超額的節能量，獲取其經濟利益。因此，只要廠商的邊際成本不同時，交易機會就會出現。而當所有廠商停止交易時，即為柏拉圖最適(Pareto Optimality)之實現。此外，此機制與與京都議定書(Kyoto Protocol)所提出碳交易(carbon trading)均屬市場化之政策工具。惟兩者最主要的差異是，碳交易是由管理當局設定溫室氣體總量管制與「排放量」交易機制來促進減量，在制度設計上類似對排放者進行課稅，廠商若無足夠的碳權，可能被迫減少生產；而白色證書主要實施對象為能源供應商，交易標的是供應商針對節能所實施的策略和採用的技術所達成之「節能量」，並未設定總量，不僅不會抑低產量，更可因此降低生產成本，並帶動技術進步與創造綠色就業機會。

與用戶需求端之詳細用電資料，故由電力公司執行該方案的交易成本³⁵相對較低。然而，其潛在的矛盾在於：針對「電力供給」與「電力需求」之不同觀點而言，電力公司主要業務為供給電力，而能源需求面管理卻注重於節約用電，顯然「賣電」與「節電」兩者間有明顯衝突；執行需求面管理方案的職員，究竟應以電力公司自身售電利益³⁶或整體社會節能效益為主要工作任務，往往陷入兩難³⁷。更重要的，國營事業組織通常用人較少彈性，難以迅速貼近並掌握瞬息萬變的市場利基。國營事業更由於欠缺「退場機制」與「組織彈性」，致其行銷手法與商業模式往往無法貼近市場與最終消費者。除此之外，能源需求面管理涉及節能減碳國家政策，不但與新興綠色智能產業發展、環境永續有關，世界各國多已將DSM提升至國家安全層次看待，超越電力公司的視角。故近年來，部分先進國家之能源需求面管理政策，已逐漸移交予獨立於電力公司與消費者供需雙方，無利益糾葛的「第三方」做為規劃、研擬及執行DSM方案之公正者，以協助國家進行整體節能減碳政策之master plan。例如：美國某些州從2009年開始，能源需求面管理業務已由「第三方」統籌規劃與執行，州政府轄下之公用事業委員會(Public Utilities Commission, PUC)每五年公開透過競標機制，遴選適任者負責執行全州的需求面管理策略。

根據筆者移地研究(on-site research)與實際訪談發現³⁸，負責能源需求面管理之「第三方」通常是其國內電腦資訊領導廠商競標勝出，其所聘用之專業職員包括具備社會心理學、組織行為學、市場行銷學、消費心理學、資料探勘、統計分析、經濟管理領域背景。「第三方」除了負責整體能源需求面之行政業務外，更協助促進市場活化，鼓勵相關利害關係人推動貼近市場與消費大眾之商業模式。例如：其組織成員中，有人特別擅長結合產品屬性之分析與研發(如將電力服務按照缺電時段、缺電比例、缺電頻率包裝成多元面向、不同可靠度之「分級電價(Priority Services)」)，有人擅長以科技接受模型(Technology Acceptance Model, TAM)學理，進行用戶市場調查分析，掌握需量反應方案之客戶群。均屬推動DSM之重要策略。

(二) 智慧化

隨著資訊科技成本快速下降，結合智慧電錶與「即時、雙向」之節能資訊管理系統，已在先進國家蔚為風潮。先進國家政府管制單位，也積極規劃先進讀表基礎建設或智慧電網之佈建時程，並訂定相關推動法案，以發揮更大的節能效益。例如：美國於2005年訂定之能源政策法案(Energy Policy Act of 2005)。該法案要求電力公司必須在法案公告後18月以內，按各時段發電或購電的成本做為對用戶計算電費的依據，以成本效益分析(Cost Benefit Analysis, CBA)³⁹評估，對消費者

³⁵ 此處交易成本包括：供需資訊蒐尋成本、買賣雙方議價成本、簽訂契約行政成本、落實契約執行與更新之監督成本。

³⁶ 由於傳統上電力公用事業均按合理利潤保證定價方式，通常電力公司售電越多，其所獲得之總利潤越高。在此情況下，1962年即有學理實證研究顯示：合理利潤制度下，電力公司會有傾向過度資本化(Overcapitalization)之道德風險，亦稱Averch-Johnson Effects。

³⁷ 按筆者訪談先進國家電業經驗，電力需求面管理部門其組織人力均遠不及電源開發部門，且該部門同仁亦表示：通常僅在電力市場缺電時期，其工作任務與成效會獲得相關各部門之高度重視。惟近年來，因應氣候變遷日益嚴重課題，DSM業務已受到各界肯定。

³⁸ 詳見行政院國家科學委員會99年度專題研究計畫「能源需求面管理的經濟與技術評估模式建立(1/3)」，計畫編號：NSC 98-3114-P-005-001-。

³⁹ 詳見許志義、黃國璋(2010)，*台灣能源需求面管理成本效益分析之應用*，民國99年中華民國能源經濟學會論文集。成本效益分析檢定主要可分為四大類：參與者檢定(Participant Test, PCT)、電力用戶影響檢定(Ratepayer Impact Measure Test, RIM)、總資源成本檢定(Total Resource Cost Test, TRC)、以及公用事業成本檢定(Utility Cost Test, UCT)。其中TRC針對外部性的影響亦可轉換為社會成本檢定(Societal Cost Test, SCT)。

提出以時間為基礎(或稱以價格為基礎)的電價方案,包括:時間電價、即時電價(Real-Time Price, RTP)與關鍵尖峰電價(Critical-Peak Pricing, CPP)等供消費者自由選擇,讓電力消費者能透過先進讀表及通信技術,有效管理其電能使用與支出費用。此制度提供了消費用戶賦權(empowerment),讓消費者可自行決定是否要在居家範圍內裝設電能資訊管理系統、分散式電源或參與需量反應方案,自由選擇自己需要的電能產品與服務,增加消費者參與電力需求面管理方案之可行性與自由意願。換言之,藉由智慧電錶,將為傳統需求面管理模式帶來結構性的突破,轉型為「智慧化」之需求面管理新典範。

其次,藉由「Web2.0」的理念,智慧電網將在最大的範圍之內,盡可能接納所有電力使用者自備再生能源發電系統或儲能設施參與供電,以充分利用散佈於全國各地之分散型能源資源(Distributed Energy Resource)。所謂分散型發電(Distributed Generation)的概念,主要係在用戶端裝設小型太陽能、風力、生質能、儲能系統等供電設備,提供另一種有效增加自產能源,提升能源自主安全,且符合潔淨又經濟的供電方式。我國自民國98年7月公布實施「再生能源發展條例」以來,針對再生能源之電價、設備、示範補助及推廣利用等均做出補貼。惟目前再生能源收購價格大幅高於平均電價(以太陽能發電為例,2012年平均收購價格約9元,而平均市電價格僅約2.56元),致造成整體電價潛在上漲之壓力,也增加產業用電成本與消費者電費支出之不確定因素。固然,各國政府對於再生能源多有補助,但以此種高度補貼再生能源發電的政策,即使對於德國與西班牙等西歐國家亦都造成沈重的財務壓力。在成本效益分析下,政策方案之益本比更將可能小於1(即成本大於收益),導致近年來先進國家也在修正再生能源電價收購之長期政策⁴⁰。對此,亦宜考慮仿效美國若干州政府以租稅抵減等方式,搭配市電同價(grid parity)⁴¹與淨能源計量表(Net Energy Metering, NEM)之實施,可有效避免消費者或產業用電大戶擔心大量收購再生能源,將導致電價上漲的恐慌。

以美國夏威夷州為例,為鼓勵電力用戶裝置太陽能面板,不僅提供購買設備之現金折讓以及低利貸款,並且由聯邦政府與夏威夷州政府各給予30%及35%的租稅減免,合計高達65%,降低太陽能設備的成本之外,夏威夷州政府亦提出再生能源躉購電價(Feed-In Tariff, FIT)制度,保證購回再生能源電力的價格,以減少民眾對於投資太陽能設備的風險疑慮。其中抵稅政策與我國上述再生能源收購價格補貼政策最大的差別在於:抵稅對於政府而言是「未來大餅」之抵扣,係未來收入減少而非即期支出,因此政府當前各項財務資金間不會有相互排擠的情形產生,可避免因補貼再生能源造成當前其他部門資金排擠效果⁴²。在此情況下,FIT的收購價格(詳見表七⁴³)則是低於市價(夏威夷平均電價為每度30美分,約新台幣8.98元)。因此,絕大多數用戶均樂意優先將太陽能發電直供自家使用,若有餘電才回售予電力公司。值得注意的,這種市電同價的特

⁴⁰ 此情況或可類比於台電公司與民營電廠簽訂25年PPA,導致當前進退維谷之困境。尤其未來面對的是陽光屋頂「百萬戶」,而非僅當今「9戶」民間發電業者,影響範圍更廣。

⁴¹ 市電同價係指FIT收購再生能源的電價低於既有發網的市場電價或相同電價。

⁴² 亦有論者持不同看法,認為此種租稅抵減政策下,通常得利者為繳交高額營所稅的大企業,中小企業反而相對不利。此一租稅抵減政策相對於FIT政策之正反面效應,實值得深入分析

⁴³ 第一級代表裝置容量小於等於20KW;太陽能發電及聚光型太陽能發電之第二級代表裝置容量大於20KW小於等於500KW,第三級代表裝置容量大於500KW小於5MW或抑低1%尖峰負載容量者。風力之第二級代表裝置容量大於20KW小於等於100KW,第三級代表裝置容量大於100KW小於5MW或抑低1%尖峰負載容量者。川流式水力第二級同風力之定義,惟川流式水力未區分第三級。詳見夏威夷電力公司官網

<http://www.heco.com/portal/site/heco/menuitem.508576f78baa14340b4c0610c510b1ca/?vgnnextoid=0b0a8618ce4f7210VgnVCM1000005c011bacRCD&vgnnextfmt=default&cpsextcurrchannel=1>。

色是，用戶不需要特別為太陽能發電系統另安裝一個電錶，記錄用戶與電力公司間之再生能源交易數量（若FIT躉購電價高於市電價格時，用戶顯然為了獲益，必然傾向全部回售予電力公司，而不願自行消費）。故可降低「交易成本」（指額外加裝電錶的費用等）。此種單一電錶之再生能源收購計量方式即稱NEM。

此外，若政府財政政策可抵減 65% 租稅比例，另搭配低利貸款（由夏威夷州當地銀行提供）與設備補助，太陽能發電系統投資者僅需支付約 25% 之總成本。以台電目前收購太陽能光電每度約 9.5 元為例，其 25% 約為 2.4 元即低於當前之電力零售市價(Grid Parity)，此即可謂「雙贏」，意指太陽能設備投資者並未減少損失，而電價卻因此市電同價而避免潛在上漲壓力。

淨能量電錶計量表係指電力用戶擁有或租用符合條件的再生能源發電機，即可與電力公司訂定電力互購合約，連結至用戶的發電設施與電力系統，並允許直接回售過剩的電力予電力公司的交易方式。NEM 使用戶可以得到更高的售電價值，將再生能源發電系統所生產的電力，直接以零售電價計費，較諸採用再生能源躉購電價計費方式更為有利。自 2007 年開始實施 NEM 至 2009 年底為止，夏威夷州共計有 13MW 之 NEM 電力互購合約，成效甚佳。

表七：夏威夷州 FIT 費率收購標準

單位：新台幣元/度

	收購費率		
	第 1 級	第 2 級	第 3 級
太陽能發電 (PV)	6.53	5.66	5.90
聚光型太陽能發電 (CSP)	8.05	7.60	9.43
風力 (Wind)	4.82	4.13	3.59
川流式水力 (In-line Hydro)	6.38	5.66	X

資料來源：美國夏威夷州電力公司電力公司 <http://www.heco.com/>，依 2012/7/10 對美元即期匯率 1:29.94 換算。

(三)市場化

推動節能減碳或需求面管理方案，不宜限於「道德勸說」，而應藉由市場「推」、「拉」兩股供需力道併行落實。原則上，除了政府有關單位與台電公司應加強宣導節能減碳之「推力」外，在方案設計上，應具有足夠的「拉力」，激發消費者之參與意願。歐美先進國家有許多電業與零售商策略聯盟之案例，透過零售商擅長的市場行銷策略，引導用戶參與電力需求面管理方案，例如：

- (1) 美國密西根州 DTE 電力與天然氣公司與各相關產業結盟，鼓勵用戶於必要時段降低其用電量，即可獲得定額點數。凡累積的優惠點數，皆可至 DTE 結盟業者兌換餐廳或旅館 VIP 服務或免費商品，甚至免費機票。大部分的用戶換取點數得到優惠後，樂於與親朋好友分享其經驗。DTE 電力與天然氣公司透過這種藉由消費者親身體驗之免費宣傳方式（口碑行銷），激發用戶集點與兌換獎項之動機，讓用戶樂於蒐集點數，同時有效達成節能效果。
- (2) 英國著名的瑪莎百貨 Marks & Spencer (M&S) 與電力業者合作，推出 M&S Energy 自有品牌銷售天然氣與電力，直接在百貨賣場裡銷售家用電能與硬體設備，並推出多種優惠配套方案吸

引消費者入會，例如：(a)凡加入 M&S Energy 的用戶即可獲得 20 歐元抵用券。(b)用戶改採電子帳單即獎勵 10 歐元抵用券。(c)用戶年度用電量若相對前一年減少 10%的電量，即獎勵 30 歐元抵用券。(d)凡 M&S Energy 舊會員，下一年度續約即可獲得 10 歐元抵用券。瑪莎 M&S Energy 除給予金錢上的誘因(依上述共可獲得 70 歐元的折價券)、亦推用戶於夏季加入會員，並予 50 歐元獎勵夏季加入的會員。經瑪莎百貨之統計資料顯示：瑪莎 M&S Energy 的舊會員有超過 96%的用戶願意向親朋好友推薦加入 M&S Energy，成為其新會員。總之，透過各種成功的行銷策略，使瑪莎 M&S Energy 已成為英國第七家電力公司。

台灣百貨業專業與密集度，舉世罕匹。不論服務、專業、行銷手法等，相較歐美先進國家更有獨具一面的特色⁴⁴。事實上，不一定是百貨公司，重點在於「行銷通路」與「行銷專長」。前者指零售商所掌握的通路廣、據點多、掌有忠誠客戶群，可加速擴大市場滲透率；後者具解說新產品與服務之功效，懂得進行市場調查，了解用戶心理、消費賣點、組織行為，並做出市場區隔、鎖定目標族群、包裝產品，再運用科技行銷管理，創造品牌溢價的商業策略，可提高消費者參與意願。準此，台灣電力零售市場雖然尚未自由化，但為推動需求面管理，本文建議政府可參考國外立法規範或成立推行之專責單位，解決DSM資金來源問題⁴⁵；此外，台電公司亦應積極扮演用戶群代表之角色，找尋適合的用戶群作為目標市場，直接推廣DR。同時，亦可考慮與ESCO、或通路廣泛的相關零售業者合作，多元化發展，貼近市場，鎖住特定族群，先由小規模試點推行DSM或DR方案，經成本效益分析與檢討後，再審慎擴大推廣之。

肆、未來展望

資通訊科技(ICT)的推陳出新，帶給電業變革及相關產業發展新的挑戰與機會。第一波在 1980 年代英國首相柴契爾夫人主政下，將英國電力產業加以重整，造成全球一連串電力市場自由化風潮。原因在於「數位革命」使傳統電業之發電與輸電介面，以及配電與用戶介面可藉由建立「即時資訊管理系統」的平台，促進有效競爭⁴⁶。原本垂直整合的電力供應鏈藉由資通訊數位科技的應用，被切割細分化(unbundling)，提供潛在競爭者新的市場與產業發展利基，並增加電力用戶選擇權。這一波電力產業結構重組，帶動獨立發電業(IPP)、汽電共生及供電服務業之產業發展。

第二波資通訊科技帶給電力產業的巨大衝擊即 21 世紀「智慧電網」的逐步實現，意謂輸配電網路具有雙向互動與「自我療癒」(self-healing)的智慧，更意謂數位匯流(digital convergence)浪潮下所突顯的新世代網路(Next Generation Network; NGN)Web 2.0 概念的落實，每一個電力消費者都成為潛在的電力供應者，發電與供電可由各用戶、社區、鄉鎮獨立自給自足，並與中央電力公司互通有無。這一波衝擊將帶動分散式供電系統、再生能源、能源儲存系統、感知科技、物聯網(Internet of Things, IOT)

⁴⁴ 參照台灣電信產業自由化之成效，諸如統一便利超商推出自有品牌電信服務(與遠傳電信業者合作)，申辦 7-Mobile 電信服務，送免費 7-Wifly；同樣地，家樂福連鎖量販店亦推出自有品牌電信服務，主打「購物抵通話，儲值分大家」的口號(slogan)，「零月租」方案、「買多少打多少，通話零浪費」等，貼近市場的行銷手法，促進業者良性競爭，能創造消費者與業者之「雙贏」。此種情況，正如同本文前述英國瑪莎百貨零售電力是同一類商業模式。

⁴⁵ 美國以立法規範誘因機制促使公用事業推行 DSM，同時考量將售電量與電力公司報酬率脫鉤(de-coupling)，訂定 DSM 活動之成本回收政策；韓國政府則立法成立「電力產業基礎基金」方式，提供推行 DSM 所需之必要財源。

⁴⁶ 詳見 Hsu, J. Y., Yi-Chang Wu, and Chih-Ching Chen(2012), "Using Extended Technology Acceptance Model to Examine Adoption of Digital Cable TV and IPTV in Taiwan", *Applied and Theoretical Information Systems Research (ATISR 2012)*, Taipei, Taiwan.

發展⁴⁷，也呼應e-Taiwan、m-Taiwan、u-Taiwan，到i-Taiwan（智慧台灣）的國家數位化政策。

當前迅速發展且不斷創新的綠色資訊科技(Green IT)與能源資通訊科技(EICT)，正是這新的一波電力產業革新的最大動力。以台灣微軟(Microsoft Taiwan Corporation)為例，2008年9月即提出綠色資訊科技「整合未來，綠色競爭力」之新概念，係藉由軟體應用，發揮「最佳電源化管理」、「無紙化高效能辦公室」、「遠距會議減少碳足跡」及「伺服器的集中節能」等四大主張⁴⁸。其中，Windows作業系統提供「休眠」、「睡眠」等簡單電源設定，配合使用者工作習慣省電節費⁴⁹。以擁有200台電腦的企業為例，此種設計一年可節省的電費高達新台幣366,708元。事實上，透過資通訊科技，可落實電能需求面管理，例如：透過遠傳視訊會議、遠距醫療、電子商務線上採購、線上數位學習⁵⁰、在家上班三日甚至四日（每週進辦公室一日）等等，均為值得鼓勵之政策趨勢⁵¹。當然，如何落實也需相關配套措施，例如：針對網路遠距醫療的行為，健保制度是否能夠適時適度放寬給付，皆是重要關鍵成功因素，為值得努力的方向，政府有關單位宜加以正視。

目前AMI在台灣住商部門的佈建剛起步，政府有關部門與台電公司已初步完成頗為周詳之規劃⁵²與佈建時間表⁵³。未來宜積極訂定智慧型電錶標準規範、降低先進讀表通訊之失誤率。考量既有的電錶折舊與更新，應符合國營事業相關法規之前提下，宜按部就班完成佈建⁵⁴。此外，應全面檢討現行電價制度，合理反映供電成本，確保電業財務平衡與健全發展。同時，評估多樣化電價制度之可行性，特別是功能性、局部性、不至於「牽一髮而動全身」之需量反應方案（如CPP、PTR、RTP），有助於提高用戶節能意願。再者，舉凡推動用戶節能管理制度與建構靈活之商業模式，例如：白色證書市場交易機制、智慧住宅能源管理資訊系統、商業能源管理資訊系統及工業能源管理資訊系統，均需參考前述先進國家貼近市場與終端消費者之做法，積極推動。

由於廣義的需求面管理範疇，亦包含用戶端之電動車與儲能系統，因此配合電動車夜間充電（包

⁴⁷ 詳見 Hsu, J.Y. and Suiu-Bai Lin(2012), "Key Factors of the Adoption Willingness of Energy Management System for Smart Building," *International Conference on Clean Energy 2012, Quebec, Canada*.

⁴⁸ 台灣微軟 Green IT 網站，2012年7月10日上網資料，<http://www.microsoft.com/taiwan/greenpower/>。

⁴⁹ 值得注意的，隨著 ICT 與雲端系統普及應用於各行各業，資料中心(data center)之規模迅速擴增。由於其設施之用電密集度極高，亦為 DSM 政策核心之一，宜列為節能重點項目。例如：台電規模超過北美兩家最大電力公司—太平洋瓦斯與電力公司(PG&E)與杜克能源公司(Duke Energy)。未來依行政院核定智慧型電錶基礎建設(AMI)佈建計畫，至2016年台灣將有600萬具智慧電錶，此數據超過PG&E之電力總戶數。按此，台電的資料庫中心「雲」系統所需處理的累積「巨量資料」(Big Data)，每15分鐘抓取每一個用戶之電量，至少是過去資料處理量之5,800倍（因為過去是每兩個月讀一次錶，再以人工鍵入電腦）。且資訊安全等級一定要高，異地備援，且是封閉式「雲」系統。由於其規模龐大，相關節能工作宜及早規劃。包括將傳統氣冷式改為先進水冷式，或就近在LNG接收站搭配興建超大「雲」系統的資料庫中心等。

⁵⁰ 先進國家網路教學動輒十幾萬人選一門課，在家進修減少來回交通及教室耗能之支出。台灣宜積極轉型IT製造大國為IT應用導向。

⁵¹ 先進國家私人企業早在十年前即開始實施員工在家上班，一週僅進入辦公室一天面對面開會或現場教育訓練。例如：HP即為典範。至於美國政府部門及PG&E亦自10年前即實施員工自願在家上班一天，一週僅到辦公室四天之制度。

⁵² 依照能源局(2012)，我國智慧型電錶基礎正式啟動。台電公司將於2012年底佈建高壓AMI 23,000戶。至於低壓AMI，由於戶數高達1,200萬戶，將以佈建率50%(約600萬戶)為目標。台電公司將於2012年佈建1萬戶，針對技術可行性進行驗證，並評估時間電價、需量反應及成本效益，作為後續擴大佈建之參考。上述工作完成後，台電公司將啟動大規模佈建，預計2013-2015年建置100萬戶，2016年起開始擴大裝設500萬戶。惟目前時程略向後調整，延後約一年。

⁵³ 參見經濟部能源局(2012)，*智慧電網總體規劃*。

⁵⁴ 台灣電網系統與電錶未若歐美先進國家老舊。其更新之成本效益評估應考量按國營事業相關規定資產折舊年限，係以15年加1年殘值。原則上，可先針對傳統電錶使用年限到期之用戶進行AMI更換，同時考慮新申裝電錶之電力用戶直接裝設AMI，並逐步減少提供傳統電錶之申裝案件。而在目前台電公司多年虧損，財務狀況日益惡化之情況下，不論是AMI之佈建或再生能源躉購費率之補貼政策，均需一併衡量對台電公司之財務衝擊。

括快充與慢充設備及充電管理系統)之相關規劃與配套措施,亦需同步進行⁵⁵。至於電網與資通訊技術整合方面,為因應未來電網設備資訊高度整合之需要,應聚焦之範疇如下:建構區域能源最佳化運用環境、發展配電級虛擬電廠(VTP)相關技術、智慧儲能系統整合需量反應服務(包括卸載控制與即期負載預測、卸載流程與控制策略、需量反應新興服務管理模式等)、能源資訊分析與資訊安全管理(包括即時性能源資訊分析與異常行為偵測、資料加解密、通訊安全等)。總之,電能需求面管理在AMI架構下用戶端暴增的巨量資訊(Big Data),由過去每二個月讀一次用電資訊到無時不刻可讀取用電資訊,將是進行資料探勘(data mining)、江河運算(stream computing)的新典範。在上述趨勢下,如何確保用戶用電需求資訊安全,個人生活隱私,避免電網系統遭駭客入侵,造成嚴重後果,都是未來電能需求面管理面對的挑戰與機會。

⁵⁵ 為提高國內發展先進讀表與智慧電網產業之誘因,其相關之前瞻與先進技術評估研究,範疇包括:高壓直流傳輸系統(HVDC)、超導輸電線、先進發電與節能技術研究、電動車 G2V、V2H、V2B 及 V2G 配套模式、及直流微電網等。

參考文獻

1. 中華民國全國法規資料庫，2012年7月10日。
2. 台灣微軟 Green IT 網站，2012年7月10日。<http://www.microsoft.com/taiwan/greenpower/>
3. 台灣電力公司 (2012)，100年統計年報。
4. 台灣電力公司 (2012)，台灣電力公司 100年年報。
5. 台灣電力公司網站：<http://www.taipower.com.tw/>。
6. 法國 EDF 電力公司網站：<http://particuliers.edf.com>。
7. 南韓電力公司網站：<http://www.kepco.co.kr/eng>。
8. 美國 PG&E 電力公司網站：<https://www.pge.com/>。
9. 英國 British Gas 公司網站：<http://www.britishgas.co.uk/>。
10. 許志義 (2012)，「電價調整類似稅改，落實分配正義」，聯合報 4 月 10 日。
11. 許志義、陳澤義 (2003)，電力經濟學：理論與應用(第五版)，台北：華泰書局。
12. 許志義、黃國暉 (2010)，台灣能源需求面管理成本效益分析之應用，中華民國能源經濟學會 99 年年度能源經濟學會論文集，台北：中華經濟研究院。
13. 許志義、顏海倫 (2011) 美國能源需求面管理政策探討，第四屆海峽兩岸能源經濟學術研討會，杭州市。
14. 陳輝俊 (2011)，台灣 ESCO 產業發展現況與趨勢，2011 海峽兩岸氣候變遷與能源永續發展論壇。
15. 陳輝俊、何岳泉、周淑娟 (2011)，台灣能源技術服務(ESCO)產業六年回顧(2005~2011)。
16. 楊瑪利、徐仁全 (2010)，遠見雜誌 2010 年 2 月號，第 284 期。
17. 經濟部能源局 (2012)，2012 年能源產業白皮書。
18. 謝嘉豪 (2011)，台電需求面管理之經濟分析—用戶計畫性減少用電措施案例，國立政治大學經濟學系 (所) 未出版之碩士論文。
19. 顏海倫 (2012)，影響住宅申裝智慧電能管理系統意願因素及其願付價格之研究，國立中興大學資訊管理系 (所) 未出版之碩士論文。
20. California Energy Commission (2008), *Energy Efficiency: The First and Most Profitable Way to Delay Climate Change*
21. CPUC & CEC (2001), *California Standard Practice Manual: Economic Analysis of Demand-Side Management Programs and Projects*.
22. Federal Energy Regulatory Commission (2011), *Assessment of Demand Response and Advanced Metering*.
23. Flybuy website: <https://www.flybuys.com.au/flybuys/content>
24. Hsu, J. Y., Yi-Chang Wu, and Chih-Ching Chen(2012), "Using Extended Technology Acceptance Model to Examine Adoption of Digital Cable TV and IPTV in Taiwan", *Applied and Theoretical Information Systems Research (ATISR 2012)*, Taipei, Taiwan.
25. Hsu, J.Y. and Suiu-Bai Lin(2012), "Key Factors of the Adoption Willingness of Energy Management System for Smart Building," *International Conference on Clean Energy 2012, Quebec, Canada*.
26. Hsu, J. Y., Chih-Ching Chen, Jr-Chung Wu, and Jiunn-Lin Wu(2011), "Short-Term Load Forecasting of a Single Family in Taiwan Application of Fuzzy Logic Controllers and Artificial Neural Networks,"

paper presented at the 2011 International Conference on Opto-Electronics Engineering and Information Science, Xian, China.

27. Hsu, J. Y. ,Jung-Jui Chang(2012), “*The Factors Affecting Energy Management System Adoption for Smart Home Marketing Survey Approach,*” *International Conference on Power System Operation and Energy Management, Bhopal, India*
28. Ikäheimo, J., C. Evens, and S. Kärkkäinen(2010), *DER Aggregator Business: The Finnish Case. Research Report VTT-R-06961-09.*
29. IPCC (2007), *Climate Change: Synthesis Report.*
30. M&S Energy website: <http://www.mandsenergy.com/>
31. McKinsey & Company, Inc.(2009). <http://www.mckinsey.com/>