

知識物件上傳表

計畫名稱：智慧電網發展策略與應用研究

上傳主題：我國住宅用戶需量反應方案規劃

提報機構：工研院

提報時間：105 年 9 月 23 日

與計畫相關	☒ 1.是 ☐ 2. 否
國別	☒ 1.國內 ☐ 2. 國外：
能源業務	☐ 1.能源政策(包含政策工具及碳交易、碳稅等) ☐ 2.石油及瓦斯 ☒ 3.電力及煤碳(包含電力供應、輸配、煤炭、核能等) ☐ 4.新及再生能源 ☐ 5.節約能源(包含工業、住商、運輸等部門) ☐ 6.其他
能源領域	☐ 1.能源總體政策與法規 ☐ 2.能源安全 ☐ 3.能源供需 ☐ 4.能源環境 ☐ 5.能源價格 ☒ 6.能源經濟 ☐ 7.能源科技 ☐ 8.能源產業 ☐ 9.能源措施 ☐ 10.能源推廣 ☐ 11.能源統計 ☐ 12.國際合作
決策知識類別	☐ 1.建言 (策略、政策、措施、法規) ☒ 2.評析(先進技術或方法、策略、政策、措施、法規) ☐ 3.標竿及統計數據：技術或方法、產業、市場等趨勢分析 ☐ 4.其他：
重點摘述	本文說明國際上常見之住宅時間電價與需量反應類型，並舉出美國不同電業之實際案例。本文介紹針對能源局智慧電表示範系統以及澎湖智慧電網示範系統場域上，提出 2 種以上需量反應之多元時間電價與需量反應方案供用戶選擇，包括時間電價搭配 CPP 方案以及時間電價搭配 PTR 方案為主。後續於 6~9 月於上述兩個場域進行測試，相關成果將可做為我國後續推動之參考。
詳細說明	一、背景說明 在智慧電網/智慧電表逐漸普及後，台電針對低壓用戶推動時間電價與需量反應方案之成本將會減少，便可以重新思考方案的修正調整方向。本文借鏡先進國家在智慧電網建置與住宅時間電價制度的經驗之下，在考量合理反映成本，以及達成社會公平與民生負擔能力等原則下，研擬兼具節電誘因之新時間電價方案，另為及時舒緩供電吃緊的壓力，降低可能面臨之限電風險，將同時設計結合需量反應特性之電價方案，以解決未來可能面臨之供電緊澀問題。 接著，規劃各類時間電價與需量反應方案的實地試驗，了解低壓用戶在時間電價與需量反應之行為改變，一方面加深用戶對於時間電價與需量反應的認知，其分析結果亦可以作為成本效益分析之參考，更可將結果做為我國未來需量反應設計參考。 二、時間電價方案說明 所謂時間電價(Time of use, TOU)費率方案乃根據電力公司的發電成本或購買電

力成本的基礎上，以特定時間為依據進行電價訂定的方式，而常見的特定時間包括季節差異、平假日差異、時段差異等因素，進而產生用電的尖峰、半尖峰或離峰時段劃分。

一般來說，時間電價方案會根據季節差異區分為夏月與非夏月(即冬天月份)，熱帶國家夏天較炎熱會因冷氣或空調設備的使用提供夏季較高的用電需求，因此夏季相對需支付較高的電價，而高緯度國家因冬天非常寒冷而需使用暖氣或鍋爐等設備，而有相對應之冬季電價。

隨著智慧電表的發展與推廣，加上智慧電表具備即時掌握並瞭解用戶用電的資訊，可提供電力事業更加靈活與更加多元的價格訂定機制設計，因此因應白天或者晚上、凌晨等用電需求差異而產生的尖峰或離峰時段，設計白天尖峰時段高於晚上或凌晨離峰時段的電價。而實務上較常區分為尖峰時段與離峰時段兩段式的電價，或者尖峰時段、半尖峰時段、離峰時段三段式的電價。亦有部份國家以小時作為時段的切割依據給予不同的電價。

1. 一般時間電價方案

時間電價方案最重要的目的在於合理反映該時段之發電成本，由於台電在不同時段的用電需求量不同，進而影響到不同時段的平均發電成本，而時間電價正是透過不同時段反映一個單一的合理電價水準提供價格訊號給用戶。然而，這樣的方案設計與原先非時間電價的累進制度有很大的不同。累進制度係透過高用電量用戶去補貼低用電量用戶，然而一般時間電價方案透過平均收費的方式進行設計，在用戶可以選擇電價方案的前提下，將會導致高用電量用戶轉而使用時間電價之搭便車情形發生。

2. 累進時間電價方案

時間電價其中一個重要的設計原則為保持收益中立，即用戶在不改變用電行為下，選擇不同方案並不會產生套利空間。因此，在設計時間電價原則上，若要考慮到與現行累進電價制度收益不變，則建議設計具有累進概念之時間電價。累進時間電價概念係將非時間電價的級距費率合理分配至尖峰費率與離峰費率中，並依台電公司供電成本設定尖峰費率與離峰費率的價差。此電價結構保有尖離峰實際供電成本的比例，並考慮到原有累進電價的節電特性，將可達到維持電費收入不變卻又合理反映成本之原則。

三、需量反應方案說明

需量反應是需求端管理中非常重要的方法，其目的在透過電價上的差異、財務上的誘因、環境條件或可靠度信號告知於電力使用者，使其降低某特定時段的用電負載，或是將用電需求移轉至其他時段，以達到舒緩供電瓶頸、減少高能量成本的機組運轉，或是達成在無須分區輪流供電的情況下，延緩興建新電廠的投資，降低發電廠的市場力(market power)之效益。

根據國際的文獻整理，需量反應可以從電力系統規劃與運轉的特性，以及負載改變是如何被引發而加以分類，共可分為以價格為基礎的需量反應(Price-Based DR)與以誘因為基礎的需量反應(Incentive-Based DR)兩大類。

以價格為基礎的需量反應顧名思義為透過差別取價之方式，以需求彈性之方式誘使用戶改變用電行為，其方案共有時間電價、即時電價及關鍵尖峰時間電價等方案；而以誘因為基礎的需量反應則是透過使用機會成本的概念，當使用者願意改變用電行為則給予相對應之誘因，以促使用戶自主性降載。其方案共有直接控制、可停電力/可限負載方案、需量競標/買回方案、緊急需量反應方案、容量市場方案、輔助服務方案等幾種。

對於住宅用戶而言，較適合採用以價格為基礎之需量反應方案。其中，緊急尖峰需量反應機制概念類似於時間電價方案，將根據不同時段訂定不同的電價。兩者最主要的差異在於緊急尖峰需量反應會考量實際電力供給與負載狀況，針對某一個特定的時段、日期或事件(緊急尖峰事件)，採用價格懲罰(CPP 方案)或價格回饋(PTR)的機制，以更有效率的方式達到尖峰負載的移轉或者減少尖峰的用電。

1. Critical Peak Pricing, CPP 方案

CPP 方案在非緊急尖峰時段與 TOU 方案的費率設計的結構相同，在緊急尖峰事件啟動時，此時段之每度電費將會尖峰電價提高變為緊急尖峰電價，透過價格訊號使得用戶減少此時段之用電，即採用價格懲罰機制。然而，相對於單純 TOU 方案來說，TOU+CPP 方案在夏季非緊急尖峰電價將會降低，也就是事前補償之概念。

根據國外推行 CPP 方案的經驗，CPP 電價應合理反映電業實際之供電成本。由於國外電業自由化且具有電力交易市場，因此在緊急尖峰時段其供電成本將會大幅提升，因此能夠設計價差非常顯著之緊急尖峰電價。而我國並無電力交易市場之概念，因此在電價設計上必須考量台電公司發電之邊際成本與無法供電所產生之外部成本。用戶在選用 TOU+CPP 方案時，電力事業會在非緊急尖峰時段提供用戶較單純 TOU 方案優惠的電價，若用戶在緊急尖峰時段可減少用電，則有助於節省電費支出。

2. Peak Time Rebate, PTR 方案

在收益中立的原則之下，PTR 方案在非緊急尖峰時段與 TOU 方案的費率設計的亦結構相同，但在緊急尖峰時段時，其價格訊號與 CPP 方案截然不同，乃是採用價格回饋機制，比較的基準值(Baseline)為 PTR 方案中相當重要的計算因子。

四、時間電價與需量反應測試方案規畫

根據過去幾年試驗計畫用戶的意見回饋，兩段式時間電價對於低壓用戶移轉用電相當不易，以及用戶對於 103 年度之三段式時間電價之接受度與滿意度佳，因此在 103 年度擬將原先規畫之兩段式時間電價擴大為三段式時間電價，不僅可以擴大時間電價尖離峰電價倍數的差距，更可提高用戶將尖峰用電移轉至半尖峰、半尖峰用電移

轉至離峰之可行性。在 103 年的意見回饋中，有部分用戶反映電價級距過多導致方案略顯複雜，因此最後設計將級距縮減為 4 個級距，而級距縮減也符合目前美國加州的設計方向。

1. 尖離峰價格差距設計

根據台灣電力公司「各類用電成本分析表」資料，整理表燈非時間電價用戶在不同時段之用電負載量，接著與透過 PCP 法及格林式法分攤之固定成本、變動成本以及用戶成本。依 101 年度各類用電成本分析表的資料，表燈非營業用戶合理尖離峰電價比約為 1.5 倍。在維持收益中立的原則之下，若執意將電價的尖離峰價差拉大，雖然尖峰電價當會提高，進而誘使用戶更願意節約或移轉用電，但離峰電價亦相對越來越低。

參考國外時間電價方案設計，其尖離峰倍數約在 2~3 倍，主要原因在於國外電力自由化，尖峰時段透過市場競標方式，電價已經受到需求面影響而大幅提高。而我國並未有市場機制，因此尖峰時段之供電成本主要受到機組調度之影響，因此尖離峰供電成本與國外環境相差甚遠，並不適合刻意擴大尖離峰價差。

舉夏月為例，若表燈非營業用戶每度尖峰電力移轉至離峰時，台電成本將可以降低約 1.4 元，在不考量機組調度與供電能力之其他成本下，台電願意接受尖離峰之售電價差應不宜超過 1.4 元過多。對於台電公司而言，若用戶沒有改變用電行為，則台電之發電成本與電費收入皆不會有改變；倘若用戶改變用電行為，則台電將會減少電費收入(尖離峰電價價差)，在抑低尖峰負載之效益必須要大於其電費收入減少部分。

倘若尖離峰電價差距 3 倍，離峰電價將不及台電之平均供電成本，意即此時台電在離峰時段供電反而會造成虧損，形成尖離峰交叉補貼之現象，違背時間電價合理反映成本之意涵。因此，在尖離峰價差設定部分，本研究建議為目前台電尖離峰發電成本比例之 1.5 倍較為適當。

2. 住宅用戶收益中立設計

不同時段之用電比例對於時間電價計算上非常重要，因此本研究透過蒐集用戶在不同時段之用電占比，除了裝置 AMI 的用戶在非夏季時尖峰用電比例較高之外，夏月用電之比例差異並不大，為避免系統性誤差，本文將透過算術平均之方式求出住宅用戶在不同時段之用電比例，並將週六半尖峰部分併入離峰中。

本次方案設計時，則重新蒐集台電提供之一萬戶建置 AMI 之低壓用戶資料，共整理兩千餘戶用戶之實際負載分布。重新蒐集參數之結果發現，在夏月時，低壓用戶在離峰占比提高至 50%以上，而尖峰用電占比則是減少到 15%左右，與過去蒐集到之參數有明顯不同；在非夏月部分之尖峰占比與亦有明顯下降。因此本研究透過重新蒐集之參數進行時間電價之設計。

3. 住宅用戶時間電價與需量反應方案

最後，依據台電最新電價表方案以及上述參數設計，本文提出適合我國住宅用戶之時間電價方案如下。與傳統台電提出之時間電價不同，此方案可適用多數住宅用戶，過去經調查結果約有 3 成左右用戶可以接受此類型時間電價與需量反應方案，其試驗實際成效亦符合期待。因此，若未來智慧電表逐漸普及，建議可朝此方向推出新的時間電價與需量反應方案，以鼓勵更多用戶參與。

台電原夏季方案(6 月至 9 月)

用電級距	每度電費
120 度以下部分	1.63
121 度至 330 度	2.38
331 度至 500 度	3.52
501 度至 700 度	4.61
701 度至 1000 度	5.42
1000 度以上部分	6.13

時間電價結合 PTR 方案夏季(6 月至 9 月)

用電級距	尖峰	一般	離峰	事件日通知
120 度以下部分	2.13	1.63	1.42	回饋 6 元
121 度至 330 度	3.12	2.38	2.08	回饋 6 元
331 度至 500 度	4.61	3.52	3.07	回饋 6 元
500 度以上	6.04	4.61	4.03	回饋 6 元

時間電價結合 CPP 方案夏季(6 月至 9 月)

用電級距	尖峰	一般	離峰	事件日電價
120 度以下部分	1.79	1.63	1.42	7.15
121 度至 330 度	2.83	2.38	2.08	7.15
331 度至 500 度	4.40	3.52	3.07	7.15
500 度以上	5.95	4.61	4.03	7.15