

出國報告（出國類別：國際會議）

參加歐洲 2009 年國際電表會議報告

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：李興國 系統規劃組長

派赴國家：西班牙

出國期間：98 年 10 月 4 日~10 月 10 日

報告日期：98 年 11 月 6 日

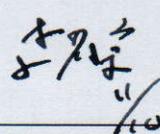
QP-08-00 F04

出國報告審核表

出國報告名稱：參加歐洲 2009 年國際電表會議報告		
出國人姓名(2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
李興國	系統規劃組長	台灣電力公司電力通信處
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>國際會議</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：98年10月4日至98年10月10日		報告繳交日期：98年11月6日
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4.內容充實完備。 <input checked="" type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input checked="" type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正,原因: <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input checked="" type="checkbox"/> 9..本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表: <input checked="" type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____	
	<input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式:	

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報 告 人		審 核 人		單 位 主 管	主 管 處 主 管	總 經 理 副 總 經 理	
-------------	---	-------------	---	------------------	-----------------------	---------------------------------	---

QP-08-00 F06

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加歐洲 2009 年國際電表會議報告

頁數29 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/陳德隆/2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

李興國/台灣電力公司/電力通信處/系統規劃組長/2366-6919

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：98.10.4~98.10.10 出國地區：西班牙

報告日期：98.11.6

分類號/目

關鍵詞：智慧型電網(Smart Grid)、智慧型電表(Smart Meter)、
先進電表基礎建設(Advanced Metering Infrastructure)

內容摘要：(二百至三百字)

為配合國家節能減碳政策及健全電力系統，台電已將智慧型電網列為未來發展之目標，並分別以「電網安全與可靠」、「能源效率」、「用戶服務品質」、「分散型電源整合」四項目標領域進行，參酌國外作法，其中尤以先進電表基礎建設(AMI)之推動，為建構智慧型電網最具體及聚焦之切入點。

歐洲先進國家在電業自由化的衝擊下，對於電表之自動讀表、通信傳輸、用戶計費及用戶管理與資訊系統等最新技術與趨勢議題，定期藉歐洲國際電表會議作為技術交流之平台；而AMI對於通信網路之依賴度高，如何在既定的時程內建構安全、可靠且經濟之通信網路，則為系統成敗之關鍵，有鑑於此，藉參加於西班牙巴塞隆納舉行之歐洲 2009 年國際電表會議(Metering, Billing/CRM EUROPE 2009 Conference)，以取得相關訊息。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網

(<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

摘要

本公司為配合國家節能減碳政策及健全電力系統，已揭櫫智慧型電網為未來發展之重要里程碑規劃目標，並分別以「電網安全與可靠」、「能源效率」、「用戶服務品質」、「分散型電源整合」四項目標領域進行，參酌國外作法，其中尤以先進電表基礎建設(AMI)之推動，為建構智慧型電網最具體及聚焦之切入點。

歐洲先進國家在電業自由化的衝擊下，對於電表之自動讀表、通信傳輸、用戶計費及用戶管理與資訊系統等最新技術與趨勢議題，定期藉歐洲國際電錶會議作為技術交流之平台；而 AMI 對於通信網路之依賴度高，如何在既定的時程內建構安全、可靠且經濟之通信網路，則為系統成敗之關鍵，有鑑於此，藉參加於西班牙巴塞隆納舉行之歐洲 2009 年國際電表會議 (Metering, Billing/CRM EUROPE 2009 Conference)，以取得相關訊息。

歐洲 2009 年國際電表會議 (Metering, Billing /CRM EUROPE 2009 Conference) 為第 11 屆年會，會議焦點主要在探討歐洲電業自由化下自動讀表、用戶計費及用戶資訊管理等最新趨勢議題。內容涵蓋 (1) 智慧型電網對先進電表之衝擊、(2) 智慧型能源通信與基礎建設案例探討、(3) 智慧型電表與氣候變遷、(4) 提高客戶滿意度留住客戶、(5) 從智慧型電表學習到的課題、(6) 有效之電表資料管理(MDM)策略、(7) 用戶接受度--避免電表裝置前造成失誤、(8) 邁向未來計費票據、(9) 從測試到完成智慧型電表換裝、(10) MDM-從數據創造價值、(11) 用戶的節能誘因、(12) 方便用戶節餘之智慧型電表計費、(13) 智慧型電表帶動作業之精簡化、(14) 前衛電表設計、(15) 從企業實例探討能源效率、及 (16) 用戶行為與智慧型電表等 16 個主題。

本報告彙整歐洲 2009 年國際電表會議之概況，包括：會議主題摘要、歐洲及若干美國公用事業發展先進電表系統之進展，並提出討論與建議。

目錄

摘要	1
一、目的	3
二、行程及工作概要	3
三、歐洲 2009 年國際電表會議概況	4
四、會議主題摘要	5
五、歐洲先進電表(Advanced Metering)發展概況	11
六、佈建與測試案例探討	15
七、歐美電力公司 AMI 通信架構	25
八、本公司推動 AMI 之借鏡及與會心得	27
九、結論與建議(含遭遇之困難與特殊事項)	28
十、附錄	29

一、目的

本次奉派前往西班牙巴塞隆納市參加歐洲2009年國際電表會議（Metering, Billing and CRM/CIS EUROPE 2009 Conference），會議主要在探討為因應氣候變遷、減少二氧化碳排放，以達節約能源全球所關心的共同議題，並分享歐洲電業（含其他水、瓦斯等公用事業）為符合自由化之競爭環境，藉提供用戶更多選擇費率自主權及以雙向通信技術提升營運管理技術，帶動相關科技產業之興起等發展經驗，作為與會人員相互觀摩學習之平台。

本出國計畫目的係基於歐美等先進國家均致力於智慧型電網發展，我國為順應國際潮流，健全電力系統，並為將來發展遠景勾勒出優質、高效率、服務導向之電力網路，目前刻由經濟部能源局推動先進電表基礎建設(AMI)之計畫。由於AMI之推動攸關國家政策成敗及民眾切身利益，本公司更因屬國營事業，在如何確保公司營運效率提升，建置投資效益及建置時程均能確實掌控的前提下，對於歐美國家在先進電表系統之架構、技術考量(如：用戶、電表、通信、資訊管理系統)、測試佈建時程、面臨問題及帶動相關產業發展等，均有相當之參考價值，有鑑於此，遂參加歐洲2009年國際電表會議，以蒐集更廣泛之資訊。

二、行程及工作概要

本次出國期間自98年10月4日至10月10日，主要的任務為赴西班牙巴塞隆納參加歐洲2009年國際電表會議，行程及工作內容概要說明如表一：

表一 行程及工作內容概要

項次	起始日	迄止日	地點	前往機構	工作內容概要
1	981004	981005			往程(台北→維也納→巴塞隆納)
2	981006	981008	巴塞隆納	大會籌備機構 Synergy	參加「歐洲 2009 年國際電表會議」
3	981009	981010			返程(巴塞隆納→維也納→台北)

三、歐洲 2009 年國際電表會議（Metering, Billing/CRM EUROPE 2009 Conference）概況

本屆會議為第11屆歐洲國際電表會議由Synergy公司代理籌辦，再次由西班牙Endesa電力公司作為東道主，會期從2009年10月6日至8日。會場區分為論文發表及廠商展覽等2個部份。論文發表於4個演講廳4軌同時進行，內容大部分係以歐洲電業發展先進電表系統之情況為案例分享經驗，涵蓋自動讀表、用戶計費、用戶管理與資訊系統、建置時程等最新技術與趨勢議題（議程主題詳表二）。與會人員（約3000人）以歐美電業、能源公司、製造廠家、系統整合商及研究顧問機構為主；參展廠商共有136家，亞州地區僅10家（大陸5家、韓國2家，日本、新加坡及印度各1家廠商代表參加展覽），無論文發表。

表二 Conference Programme

October 6 session	October 7 Session (AM)	October 7 Session (PM)	October 8 Session
Session 1 How smart grids impacts smart metering	Session 5 Smart metering projects - Lessons learnt	Session 9 Implementing smart metering - from pilot to roll-out	Session 13 Smart metering – streamlining your operational processes
Session 2 Smart energy communications & infrastructure	Session 6 Effective MDM strategies	Session 10 MDM – Creating Value from Data	Session 14 Meter design
Session 3 Smart meters and climate change – marketing or reality?	Session 7 Customer acceptance – avoiding pitfalls before smart metering roll-outs	Session 11 Incentives for energy savings	Session 15 The business case for energy efficiency
Session 4 Customer retention - improving customer satisfaction	Session 8 Changing to future proof billing	Session 12 Smart billing & CRM – streamlining the customer revenue cycle	Session 16 Customer behavior in relation to smart metering

四、會議主題摘要

(一) 智慧型電網對先進電表之衝擊

對於智慧型電網所標榜之「電網安全與可靠」、「能源效率」、「用戶服務品質」及「分散型電源整合」等目標而言，先進電表系統是其啓動的先期作業，它扮演著從過時的配電網路管理系統邁向一個更能滿足未來需求的電網管理系統。

本研討以美國Duke Energy、西班牙Iberdrola等電業為例，說明對未來電業市場的遠景及新的通信技術改善遠端智慧型電表之裝置與運作，或許國情與用戶背景之互異，在美國根據用戶的反應，對於智慧型電網節能效果的關心，尤甚於時間電價(TOU)的優惠，亦即對於部分民眾而言，金錢的誘因似乎未若盡一份社會責任如和緩地球暖化的情形及減少電廠興建，更具說服力。

配合先進電表系統之建置，下一階段之Smart Grid將是結合資訊與能源技術作為一無接縫平台，以提供發電、用電、儲存、購電及售電之潔淨能源，並能改善電業服務品質、電表管理效能、提昇讀表選擇彈性及強化電網營運績效。

(二) 智慧型能源通信與基礎建設案例探討

從歐盟M/441法令於2009年3月對歐洲幾個標準組織(CEN/CENELEC/ETSI)發布為起點，探討M/441之準則、目標、功能及在眾多不同設備中建立可互通性。簡言之，該法令係為公用事業讀表建立一開放的架構(軟、硬體)，作為雙向通訊協定，並允許用戶與供應者間能彼此提供更進一步之資訊。其目標必須完全整合各種不同模組，具有適於未來通信媒介發展之擴充性，且能確保資訊傳輸之安全。

以荷蘭、美國、德國、愛爾蘭、法國電業在測試及佈建之發展實例加以研討，並分享各電業採用的技術及理由為何？如何為未來技術發展做好準備？資訊之安全性？標準及互通性？適用的廣度及彈性？技術的風險？合約(外包)的選擇？

（三）智慧型電表與氣候變遷

智慧型電表過去較少被作為減碳策略的一種資源，但未來卻可能因為近年經濟不景氣的關係、風力及太陽能發電受限於間歇性供電的問題、高成本的儲存以及電動車所引起減少碳排放等議題，因此在2009年聯合國氣候變遷會議就提出所謂「資訊及通信使用技術對永續經營衝擊」的議題，且依據國際數據中心(IDC)資料，G20國在2020年應對二氧化碳之總減量每年達52億公噸，其中智慧型電表之貢獻預估將佔7%。

本節由愛爾蘭Sustainable Energy Ireland 以國家智慧型電表計畫為例，闡釋先進電表系統之建置可同時自供給面增加再生能源之利用，並從需求面提高能源效率，兩方向提升以促成永續能源之發展。

（四）提高客戶滿意度留住客戶

智慧型電表系統實施，非僅是更換電表或選擇與建置相關的技術，更重要的是在於建立與用戶之間更緊密的新關係，並在用戶心目中為電力公司重新定位。

智慧型電表系統標榜的是以用戶為中心，因為資金來自於用戶，所有新提供的服務必須建立在簡單、容易操作的基礎上。在一些電業與用戶互動的過程中發現，居家的舒適、安全與減少花費常是他們願意投資家庭的驅動力，此外如Smart Home就被用戶視為擴展既有業務的加值服務，顧客更以參與電業所提供更多的項目與服務為榮，並視為是一堅實的品牌。

（五）從智慧型電表學習到的課題

本節探討在歐洲及國際間有關智慧型電表在測試及建置階段所面臨的各項問題。例如推動智慧型電錶的原動力究竟是商業、政府抑或法規所使然？技術的選擇與用戶的經驗？以及邁入全面建置的階段。

在WAN、Last Mile以及HAN等區間所採用有關通信及電表的系統功能及方式為何？哪一種方案運作最佳又哪些較具挑戰性？本研討會介紹愛爾蘭之

ESB、芬蘭之Fortum、美國的PG&E電業及在德國、瑞典等國家推動智慧型電表的經驗分享。

（六）有效之電表資料管理(MDM)策略

智慧型電表的建置對配電業及售電業均能產生的正面效應，亦即從發電到供電的整個鏈路提昇整體價值，其中最主要的就在必須能處理激增的數據量，因此資料管理系統便在這變革的過程扮演關鍵的角色，要充分發揮資料管理的效能，通常必須能滿足以下幾個基本原則：

簡單：程序自動化、即時資訊、提供用戶新的服務。

效率：縮短停電時間、電網失能正確的訊息、減少作業的遲延、提供電網品質資訊。

可靠：正確的電費、停電的即時訊息、即時告警、網上的能源效率報告。

簡言之，資料管理系統是從技術上提昇並發揮智慧型電表潛能的重要因素，為新能源市場的運作效率創造契機。

（七）用戶接受度—避免電表裝置前造成失誤

能源消費的資料透露許多的訊息，除了用戶及使用的電器用品外，更能顯示建物的房地產價格，這是一般單純的電表示無法達到的功能，但也可能引發用戶的質疑，認為這是獨厚於電業的產品，並非基於用戶的考量。本研討以荷蘭為例，提供目前仍在進行中有關AMI的相關爭議，十分值得借鏡。

荷蘭政府於2007年開始立法強制全面安裝智慧型電表，預定2009~2015年實施，由於消費者的質疑，經公開辯論後於2008年決定應先進行2年的測試階段，並經評估後再決定全面建置。2009年更宣布用戶可自由選擇是否安裝，目前發展趨勢則是等待新的立法。用戶關心與質疑的問題為：

價值：用戶是否真能得到準確的帳單？真的能節約能源？實際的建設費用可能超出預估的4倍，用戶的好處在哪裡？

永續：結構性的消費行為很難透過智慧型電表改變，環境的永續保存是生活的奢望。

私密性與資訊安全：私密性不僅於資料的保護，隱私外洩的風險難以預估。

選擇權：用戶是否可得到充分且有利的訊息，並有權決定是否安裝。

荷蘭在發展智慧型電表過程與用戶協商的結論是：持續對話溝通、釐清AMI在能源結構轉移扮演的角色、應將用戶節省費用列為第一順位、並應嚴格把關資訊安全。

（八）邁向未來計費票據

對於下一世代消費者的定義已從過去的Consumer轉變成參與生產(Producing)過程的Prosumer。這個趨勢正好反映用戶在能源結構變遷為再生能源所扮演的角色。歐洲電業市場所面臨的挑戰包括：自由市場競爭、用戶需求面的反應處理、再生能源的引進，以及因應氣候變化的新法規限制等。因此歐洲電業對未來的發展期望各方採取的行動為：

立法與決策者：應建立對應的商業模式與標準。

歐洲能源機構：推動點對點的發展架構，將用戶視為能源系統新的作夥伴。

廠商：事前的籌畫參與。

歐洲國家中計費程序與附加價值各異，而資訊技術IT扮演者主要成功因素。透過立法，整合相關技術並針對用戶需求，以建立最佳的計費方式。

（九）從測試到完成智慧型電表換裝

智慧型電表的全面換裝對任何一個國家或電力集團都是一項艱鉅的工作，也必定先歷經一段前導測試期加以評估後才能進行全面的建置。本研討以捷克 CEZ Mereni、法國 ERDF(Electricité Réseau Distribution France)、西班牙 Endesa以及荷蘭為例，分享推動智慧型電表測試以邁向全面換裝所遭遇問題。

大致歸類電業必須面臨的挑戰為：規定期限內極高的電表裝置量、資訊流量、公司內員工受自動化影響裁撤的反彈、以及各供應商配合及整合的問題。通常其策略為：裝置施工全部外包並採取獎懲制度、分別於多處進行測試（同質性的歸於一區）、以及裝置人員採工業化管理。結論是現場安裝作業的成功與否，仍然取決事前良好的規劃，及與公司內外人員不斷的溝通。

(十) MDM-從數據創造價值

本研討著重於如何從智慧型電表網路系統產生的數據創造應用的價值，電表資料管理系統的應用觸及：平衡電力負載、需量反應、人力派遣管理、配電量調度、智慧家庭管理、電費預付及後付等管理系統。至於智慧型電表如何有效率地改善需求面的管理？如何與用戶真正關心的問題契合？是否真能提升電業人力管理效能？是否可削平尖峰負載曲線？均值得進一步印證與追蹤。

(十一) 用戶的節能誘因

智慧型電表利用何種方法落實綠能的承諾？用戶個人對能源消費的覺醒如何在整個市場產生效應？住宅用戶對時間電價的反應只是單純的電費帳單節省？時間電價確實對負載轉移或節能造成衝擊？智慧型電表提供用戶何種資訊可以減少二氧化碳排放？本節研討能對客戶造成誘因，達成節能減碳的效果所採行的措施。

透過居家能源管理傳遞用戶詳細消費資訊、增加用戶對能源消耗的認知、傳遞用戶即時資訊、傳遞詳細的離峰訊息等均是智慧型電表可用來促使用戶減少用電消費的工具，間接達成節能的目標。

(十二) 方便用戶節餘之智慧型電表計費

歐洲的電力市場逐漸轉向智慧型電表，自動讀表不論在操作或經營策略的層面上受到更多的關注，各家電業均致力於如何方便用戶利用智慧型電表系統提供便捷的服務。以法國EDF(Électricité de France)電力公司之電表申請及計費為例或可說明。表三 EDF電表申請計費程序

訂約	→ 計費資料整合	→ 計費	→ 計費確認	→ 開具發票	→ 信貸與催繳
訂約 修約 取消	1. 取得電表資訊及計費資訊 2. 數據控制	1. 計算能源消耗及服務 2. 稅	1. 發票順序確認 2. 到期日確認	發票印製	收費
自動收費 員工客服	自動收費 員工客服	自動收費 員工客服	自動收費 員工客服	自動收費 員工客服	自動收費 員工客服

（十三）智慧型電表帶動作業之精簡化

智慧型電表的建置對於用戶、輸電及售電公司而言非僅是新產品，更是一個在作業程序最佳化、花費有效化、服務品質提升的全新做法。以電力系統經營者而言，負載尖峰的削平、能源效率提昇、二氧化碳減量、有利自由市場發展等都是可預期的效益；對用戶而言更可藉雙向通信之方便性，提供用戶即時電費消費資訊、遙控用電合約管理、量身訂做之各種電費帳單、節省開支等服務，原本單向的電力供應與收費，轉變成彈性雙向客製化的電費用量管控，一併帶動電表資訊管理系統與用戶需量反應作業的便利性，使許多繁複的流程作業變得更為精簡。

（十四）前衛電表設計

智慧型電表的設計事關整個管理系統的成敗，也是各廠家競逐的標的，如需考慮長期發展的適用性，其設計應考慮的因素為：

- √ 滿足未來發展可能的多重需求
- √ 必須透過法規制定整合相容的通訊架構
- √ 需能適應各種可能的通訊方式(PLC、Wireless(RF) Mesh、DSL、WiMAX、GPRS/3G/LTE)較低的營運費用是考量的重要因素
- √ 電表適用的彈性、互通性、雙向操作性
- √ 應能適用於未來IP-Based智慧型電表管理系統的線上作業
- √ 需考量行動式用戶(如電動車)管理確保計費之方便性
- √ 確保資訊安全
- √ 需保有後續外在應用發展之彈性(軟體改版升級、遙控管理、後端應用)
- √ 需建立在開放標準的架構上，以確保廠商投資經營

（十五）從企業實例探討能源效率

智慧型電表在全球電業市場進行訊息回饋及動態電費計價的測試及裝置。本研討以歐洲及美國的實例探討智慧型電表管理系統在能源效率的表現，也就

是說以需量反應(Demand Response)促使用戶降低或移轉能源的消費，採用的工具為：直接或間接方式的回饋、家庭自動化網路(HAN)以及動態電費計價。據估算在歐洲售電網能源消耗減少3%，每一用戶每年減少10~20歐元；在美國尖峰負載則約減少5%，以目前幣值估算往後20年應可省下美金6百60億元，如再透過教育及媒體的宣導，節能效果將更為顯著，一個假設性的估算：如果30%人口節省10%=3%，提升為50%人口節省20%=10%，因此節能的結果仍值得作為電業及用戶共同努力的目標。

(十六) 用戶行為與智慧型電表

智慧型電表藉著電費的帳單作為以顧客導向改變消費行為的工具，因此在帳單的內容就必須跳脫傳統的內容與功能，依據荷蘭Essent能源公司對用戶意見的調查顯示，電表計費單應該具備：讓用戶更易了解的新月份計費方式、與顧客相關的詳細資料、從用戶而非技術的角度說明數據與計量標準、以及更多有關用電及節約能源的相關資料。

以電費帳單作為告知及勸導用戶節能的工具可以3個A作說明，分別是Awareness(體認)→Advice(勸導) →Action(行動)，並於用戶採取行動之後統計結果，再提供用戶作為下一循環參考的依據。電費帳單已成為節省能源消耗的一項工具，日後的呈現方式也不僅限於表單的方式，它可以在家庭的顯示器、網路收費系統操作，智慧型電表無疑是提供新一代用電計費之利器。

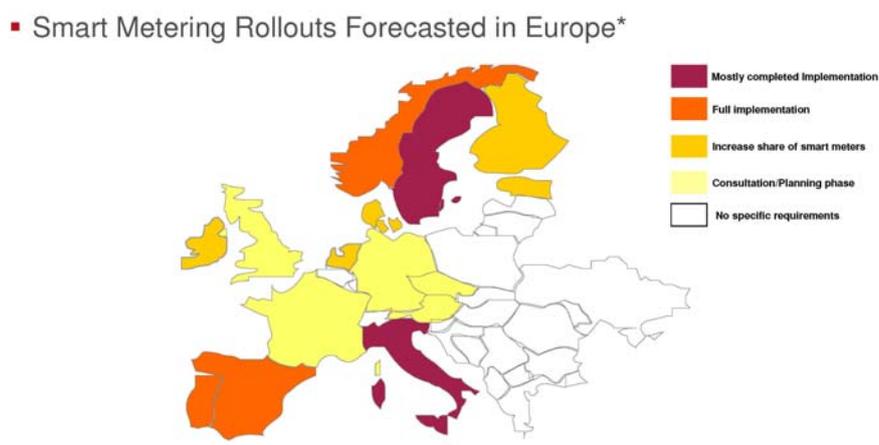
五、歐洲先進電表(Advanced Metering)發展概況

歐洲由於電力市場自由化，各國自動讀表之發展過程在時程上未必相同，近年更由於氣候變遷、地球暖化之問題日益嚴重，又逢全球經濟陷入蕭條，先進電表系統建置之議題已成為許多國家作為減少能源耗費、提振經濟活力、甚至帶動相關產業復甦的政策手段，歐洲先進電表之應用情況居於領先地位，在27個歐盟會員國中，以義大利及瑞典兩個國家已完成大規模建置先進電表系統，其他國家或配合替換過時讀表時程、或暫採觀望態度，各國在計畫、測試

及大規模建置的情形互異，以下概略區分為5個等級：

1. 全部建置完成：義大利、瑞典
2. 全面佈建中：西班牙、葡萄牙、挪威
3. 增加智慧型電表占比：愛爾蘭、丹麥、芬蘭、愛沙尼亞、荷蘭
4. 諮詢/計劃階段：法國、德國、英國、捷克、奧地利
5. 尚未明確規定：其餘歐洲國家

圖一 歐洲各國 Smarting Metering 實施進程



(一) 義大利

Enel為義大利最大電力供應及電網公司，也是歐洲建立自動讀表管理系統(AMM)最大規模的國家，截至2009年4月已有三千一百萬用戶裝置先進電表，並完成三十六萬組集中器之安裝，全部投資金額為二十一億歐元。

測試計畫自1999年10月開始，2002年9月起開始大量安裝，尖峰時期每月安裝700,000個電表。依據義大利AEEG(The Regulatory Authority for Electricity and Gas)於2006年發布的292/06決議案，電力用戶應於2011年全部換裝自動讀表系統，目前運作情形讀表訊息700,000筆/天，運轉資訊300,000筆/天。

(二) 瑞典

2003年瑞典是歐洲第一個國家，透過法律條文強制五百萬瑞典住宅用戶於2009年以前，必須每月根據實際耗電情況計費，間接啟動新讀表系統之建置，

瑞典也因此成爲第一個電表穿透率突破100%的國家。依據瑞典能源當局(STEM)的估計，讀表的高成功率所挹注的經濟效益每年可達8千萬元。

不同於義大利的作法，瑞典AM系統功能集中於傳統計費資料收集。住家讀表系統主要基本功能界定於1.總電力消耗自動記錄 2.雙費率自動記錄 3.可存取費率表(TOU) 4.負載曲線(每年、每月、每日)。此外，亦具備許多功能性的選擇，如每小時耗電值，提供瓦斯、水及電熱表之介面等，預期將使系統更符合未來需求。

瑞典國土幅員廣大，擁有各類型態配電網路，舉凡小型鄉村中/低壓變電器提供1至5用戶，到大型都會區中/低壓變電器提供1千用戶等之電力網路結構。目前數種通訊系統已成功運作中，例如低頻PLC信號可跨越MV/LV變壓器，低功率無線網路，窄頻PLC系統集中器或信號閘道置於ML/LV變壓器變電站，以及使用GPRS/GSM等公共網路系統。

(三) 挪威

2009年仍進行調查、公聽會及立法的程序，計畫師法瑞典佈建的模式推展。惟因自動讀表管理系統需要極高的預算，且尚有：欠缺立法根據、未達成共識、及經費分擔種種問題，挪威自動讀表系統的建置起步稍晚。一些公用事業正計畫引進特定的成功策略，期望在2014年完成自動讀表系統的佈建。

(四) 德國

迄今並無全面性建置先進電表的法令，僅限於新安裝或如需換裝者，若干由電業進行的小規模測試如：RWE 在Mulheim an der Ruhr的10萬具電表測試、Yello Strom在2008年所做的以Web-based測試1000具電表計畫、及Stadwerk Habfurt預計於2010~2012裝置1萬具電表，多小規模及測試性質。

(五) 法國

法國Electricité Réseau Distribution France (ERDF)電業正進行一項由7000個低壓變壓器供應的30萬用戶之自動讀表計畫，2008年8月ERDF電業委託

Atos Origin公司結合包括Actaris, Landis+Gyr, Iskraemeco等電表及能源管理專業廠商，在Indre-et-Loire省及the Lyon 都市區域進行30萬具電表與6000具集中器的測試，這項計劃將是影響法國後續三千五百萬低壓用戶約分之一的前置作業。本計劃實際於2010年3月開始，主要測試不同廠商設備的互通性，全面性建置包括三千五百萬低壓用戶之更換電表，則將從2012年開始持續至2017年。

(六) 英國

英國目前仍處於諮商階段，待政府作出下列的決定：

1. 裝置電表範圍為住宅、中小型之非住宅地區。

2. 政府經濟影響評估：

費用：80~140億英鎊

利益：70~120億英鎊

節能：電力-2.8%、瓦斯--2%

3. 佈建模式：

競爭模式：由能源供應商負責讀表的一切包括裝置與通訊。

中央通訊模式：能源供應商負責讀表的安裝與維護，但兩向橫跨英國全境的通訊設備裝置則由獨立的其他廠家(third party)配合，這是目前DECC(Department of Energy and Climate Change)傾向採用的模式。

完全中央調控模式：授權地方負責讀表之建置，運轉及雙向通訊則由國家層級中央調度控制。

2009年5月英國政府公布至2020年年底，每一家庭均應安裝自動讀表，包括二千六百萬電表及二千二百萬瓦斯表，預估費用為七十億英鎊。技術面的發展原則為：非單一廠商供應、電表及瓦斯表具有相同之基本功能、彈性的計價與收費選擇、不論LAN與WAN之均採雙向通訊。

(七) 西班牙

西班牙主管當局訂定2018年所有家用電表均應為自動讀表，系統的運轉則應早於2014年。西班牙Endesa電業早於2002年即積極參與自動讀表之研究，並進行許多小規模測試，包括一項裝置12000個電表及77組集中器的試驗。2008年開始與義大利Enel電業合作進行一項名為Cervantes計畫，為Endesa研發新一代的電表，並大量投資於規範與設計，2010~2015年則計畫為裝置於一千三百萬住戶更換傳統電表。

六、佈建及測試案例探討

(一) 愛爾蘭ESB(Electricity Supply Board) Networks之測試計劃

背景

ESB Networks為電網及輸、配電系統之經營者及所有者，包括本身及獨立發電廠，用戶為二百二十萬，主要任務為支持國家經濟成長及永續發展的目標，有效率地完成網路建設並提供服務。愛爾蘭國家永續發展目標為：至2020年車輛數減少10%、再生能源達40%、能源需量減少20%，先進電表系統被視為可達成目標之重要工具。

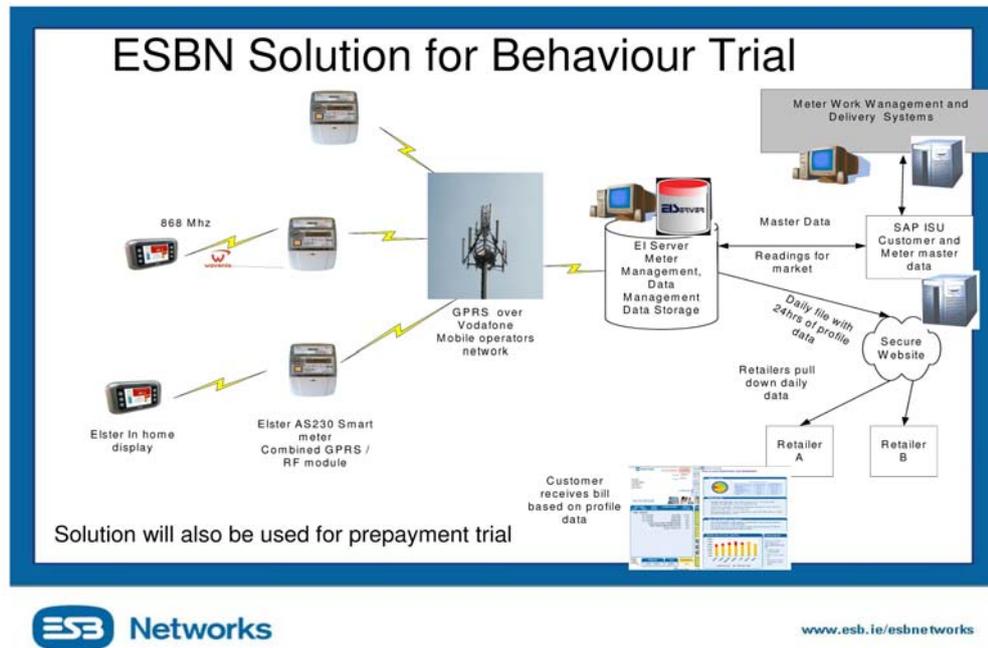
Smart Metering國家計畫時程

2007~2008年：政府政策及相關法律程序制定；2008~2009年：需求面及用量減少因素之研究、訂定前導計劃；2009~2011年：測試及確定商業模式；2012年以後：先確定需求及系統功能後再決定建置。

測試目的及方法

本計劃目的在確定Smart Meter之技術具有顯著改變用戶行為之潛力，測試樣本為抽樣6400用戶作統計，以用戶一年之統計資料為基期，使用新時間計費表計量，最後由愛爾蘭ESRI(The Economic and Social Research Institute)以國家商業案例研究做成結論。

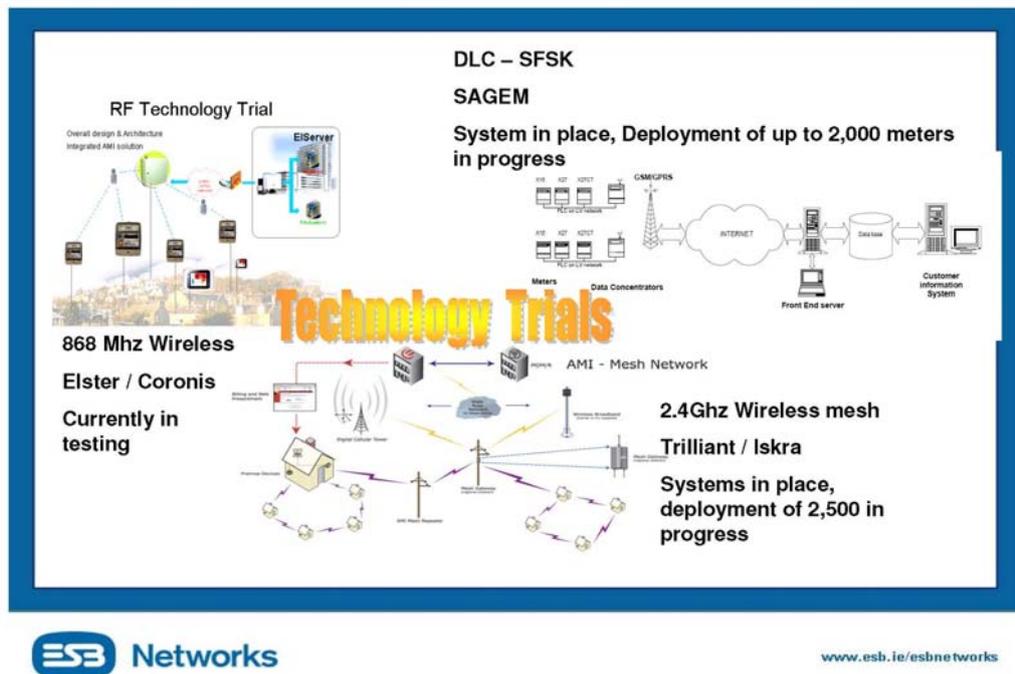
圖二 ESNB行為測試方案架構圖



通信技術測試

一併對GPRS、2.5GHz Mesh、DLC、868MHz Wireless作測試。

圖三 ESNB通信技術測試架構圖



測試結果：

1. 用戶行為測試結果尚未完成。
2. 通信技術測試分析：

GPRS：

- 效果良好，第一天測試即達99%回報率。
- 可快速將電表系統與資料處理整合於E1伺服器。
- 完全的點對多點系統產品。

2.5GHz Mesh：

- 測試階段運作良好。
- 為歐洲試用版本，持續改進中。
- 通信穩流器經量測干擾並不是問題。
- 為成熟的整合IT技術

DLC：

- 目前仍調節測試中。
- 每日測試資料可取得，但仍有網路可靠度的問題。

868MHz：

- 目前仍在設計測試階段。
- 著重於克服一些頻寬的限制。

(二) 西班牙Endesa電力公司對住宅用戶之裝置計劃

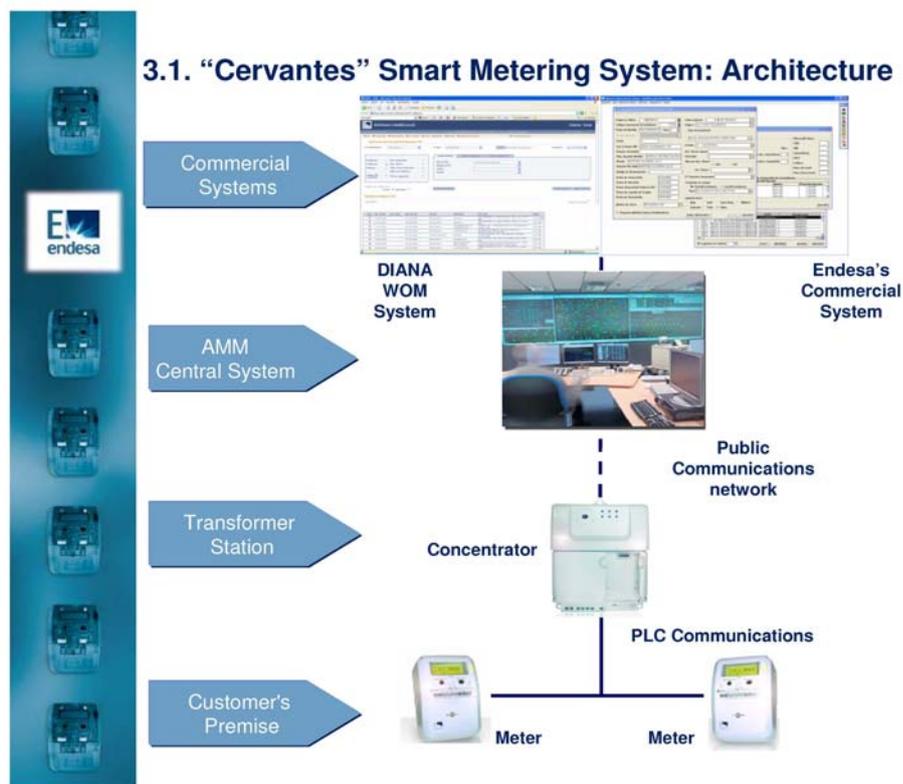
背景

西班牙政府計劃於2018年前將所有居家用戶安裝智慧型電表，並應於2014年之前開始系統之運作。Endesa與義大利Enel電業及Telegestore公司合作，藉助於讓三千五百萬具電表運作之成功經驗，進行名為”Cervantes”之計畫協助Endesa電力公司建置符合西班牙法規及商業需求之自動讀表建置計畫。

系統架構

- 自動讀表系統架構分為四個階層（如下圖），分別為用戶端、變電站、AMM中央系統、商業系統。
- 新一代電表：具經濟效益、多功能。
- PLC通信系統：
 - 功能：堅固可靠、經濟、能提供自動讀表系統及智慧型電網應用。
 - 技術特點：使用Cenelec A頻段；容量28.8kbps實際運作4.8kbps；BPSK
 模組；開放之通信協定。
- 新集中器功能：功能執行可設定；與GPRS相容；可自動偵測到讀表；與新Smart Grids功能相容。
- AMM系統：模組架構允許與舊系統相容並有效率。

圖四 Cervantes計畫自動讀表系統架構



建置

- 大量的作業：一千三百萬具電表與合約；十四萬具集中器。
- 人力資源：2000新職位、專業人才資歷。
- 專案團隊：結合Enel與Endesa人力並由Endesa負責大量建置作業。

結論

- 本計劃在西班牙屬於先驅。
- 計畫之時程為：2008年第4季~2009年第4季先作大規模建置前準備，2009年第4季通過電表與集中器之審核。

(三) 芬蘭Fortum電力公司（配電）之AMM裝置計劃

背景

Fortum電力集團為北歐、蘇俄、波羅地海周邊知名的電力公司，員工15500人，售電用戶一百三十萬戶，配電用戶一百六十萬戶，與瑞典相較在AMM之推動時程稍顯落後。

Fortum公司預定自2014年起更換新表，連帶實施下列措施：

- 收費以實際電力消耗為基礎。
- 節能方案將顯示於下一次的收費單。
- 更多使用能源的知識將有助於改進能源效率。
- 取消人工抄表及報表。
- 邁入供應者作業自動化紀元，對於實際電力消費，可輕易透過網路操作及管理。
- 新表可用來標定電力故障之處並通知用戶。

芬蘭新能源計量法規—強制2009年3月1日起實施

- 每小時計量自動讀表應於2014年1月1日前完成80%

服務供應商之選擇

- 同時具備電力知識及智慧型電網解決方案之供應商。
- TELVENT在歐洲電表系統安裝及運轉極具經驗，並能整合不同的技術與讀表。
- 具有將TELVENT系統整合於Fortum企業平台的能力。
- 具有將需求整合於TELVENT自動讀表系統之能力。
- 提供未來擴充服務之可能性。

(四) 美國CenterPoint(CNP)能源公司建置AMI帶來之機會與挑戰

背景

CNP事業版圖涵蓋：

- 天然氣銷售配送：超過6州3百萬住家、商業及工業用戶。
- 競爭的瓦斯服務：美東超過10,000家的商業及工業批發客戶。
- 電力輸送及配電：休斯頓地區超過二百萬用戶。
- 州際瓦斯管線：美中地區2個輸送管線，連結超過20個其他管線。
- 天然氣匯集及處理：Arkansas、Louisiana、Oklahoma及Texas主要產區。

德州電力市場重整前後之比較

2002年前：一個公司涵蓋發電、售電、輸配電（相關延伸之電力建設、運轉及維護）

2002年後：重整分為三大區塊：

發電：風力、煤、核能、天然氣、太陽能。

售電：1.自其他公司購電。

2.發送計費表單。

3.顧客服務。

輸配電（調節能源之輸送）：

1. 新電力建設擴展。
2. 運轉維護(可靠度、電力回復、道路表燈、不付費斷電、復電)。

目前CNP電業經營環境

- 著重氣候變遷、節能及效率。
- 在德州不管制之電力市場增加需求改善業績。
- 重視可靠度。
- 持續對公司內部人員、流程及技術改善的驅動力
- 用戶期待之改變。

改變中的用戶期待

最大的挑戰在於配電業務必須反應顧客對電力需求之快速改變，當電腦及電子產品資訊科技需求增加，相對降低對斷電、電壓、頻率波動及其他電力之容忍度。如1960~80年代是所謂電子機械紀元，1980~2000則是數位年代，2000年之後則是朝向講究便捷的年代。

CNP為求企業的蛻變，在營運管理系統的智慧層面必須作有效的整合，整合層面上則須對各種軟體整合監控，設備層面上則是推展HAN、自動控制開關等等。長期目標為投資21世紀之智慧型電網以促進數位時代更往前邁進，提昇可靠度，改善生產效能、能源效率及節約能源。

智慧型電表系統為智慧型電網的前置作業

CNP目前正進行智慧型電網前置作業並建置智慧型電表系統，以供用戶能快速掌握更多利益，概略圖示表四：

表四 智慧型電表系統效益

目 標	效 益
避免事故發生	預知故障系統 故障診斷
電網自癒功能	自動電網切換 電錶即偵測器 機動人力派遣 電網事故之偵測與標定
資產的活化利用	資產管理改進 電網即時監控 負載轉移管控
自動讀表系統	時間及尖峰電價 自動讀表與告警 電費預繳 遠方遙供/斷 提昇需量管控 提昇節能效益 提昇家庭智慧網路

智慧型電表系統建置時程

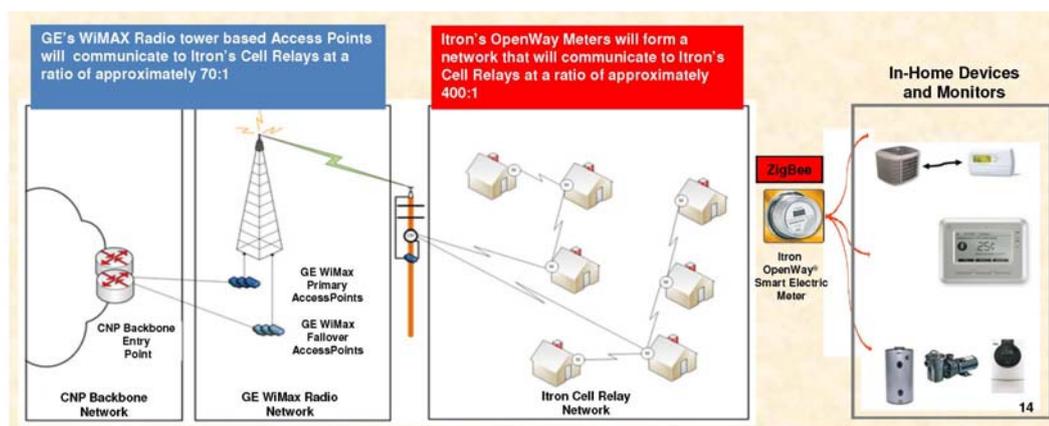
依據德州公用事業委員會(PUCT)訂定之時程：

2009年底	裝置145,000具
2010年	裝置536,500具
2011~2013年	裝置558,000具
2014年	裝置 46,500具

AMS通信網路

由散布於CNP服務範圍內之無線電/微波塔為基座的GE WiMAX擷取點，聯結Cell Relay中繼點以提供快速寬頻之路徑回CNP Backbone，Cell Relay則與數量眾多之電表形成網路(圖六)。

圖六 CNP之AMS通信網路架構圖



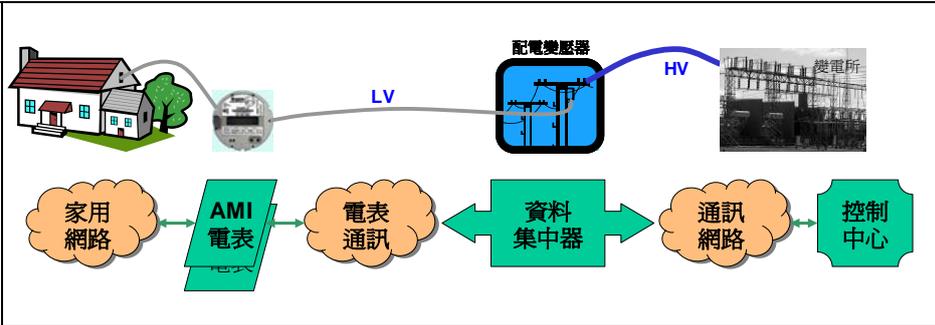
CNP推動Smart Grid之預期效益如表五

表五 CNP推動Smart Grid各方效益

相關利益關係人	效 益
電力公司	線路、變壓器之負載更有效率 藉增加監控及診斷提升電業資產壽命 改善線路故障偵測與診斷 1小時內之遙供/遙斷 電表提供斷電及故障通知
用戶	提昇電力品質及可靠度 便於擷取消費資訊並可快速選擇反應時間 節約能源 即時電力資訊查詢 HAN裝置之利用
售電業者	擴展服務項目 促使時間電價及尖峰電價之利用 建立未來家用電氣品監控之平台
環境	促使需求面管理 將太陽能集風力發電納入電網 透過電能消費資訊提升能源效率

七、歐美電力公司AMI通信架構

表六 歐美電力公司AMI通信媒介

<p>AMI 通信 架構</p>			
<p>電力公司</p>	<p>HAN</p>	<p>LAN</p>	<p>WAN</p>
<p>義大利 Enel</p>	<p>---</p>	<p>PLC</p>	<p>GSM</p>
<p>西班牙 Endesa</p>	<p>---</p>	<p>PLC</p>	<p>GPRS</p>
<p>芬蘭 Fortum</p>	<p>Zigbee</p>	<p>PLC</p>	<p>3G/GPRS</p>
<p>愛爾蘭 ESB</p>	<p>868Mhz(Zigbee)</p>	<p>GPRS/2.4GHz RF Mesh</p>	<p>GSM/GPRS</p>
<p>捷克 CEZ</p>	<p>868Mhz(Zigbee)</p>	<p>PLC/GPRS</p>	<p>RF/GPRS/PLC</p>
<p>美國 CNP</p>	<p>Zigbee</p>	<p>RF</p>	<p>Fiber/PLC/BPL/GPRS</p>
<p>美國 PG&E</p>	<p>Zigbee</p>	<p>RF</p>	<p>GSM/GPRS</p>

GPRS/GSM系統

不論歐洲或美國之公用事業集團，控制中心至集中器間之WAN仍以GPRS/GSM為主，主要即為其可直接提供無線電通信至現有的公共通信網路或網際網路，而無須再重新建立維護另一個新的通信架構。對於在有限的期程欲快速建構自動讀表系統網路，GPRS/GSM通信媒介無需考慮初期之建造費用為其最大優勢。

PLC系統

PLC系統使用A band頻帶，載波頻率9KHZ~95KHZ，典型頻率值為30KHZ。由於載波頻率高，信號無法跨越ML/LV變壓器，多應用於低壓(LV)配電網路，

亦為義大利Enel電力公司採用集中器至用戶電表端間之LAN之通信媒介。PLC尚存在受限於距離之衰減、干擾及阻抗等問題，目前亦有許多電業與廠家(如ERDF之Linky計畫及Endesa之Vervantes計畫)進行PLC之(S-FSK、OFDM)跨越MV/LV、LV/LV、MV/MV各項測試，PLC後續如能突破信號衰減及干擾之問題，未來發展仍具相當之潛力。

無線電RF系統

低功率射頻無線電RF，為美國電業較常應用在集中器至用戶電表間LAN之通信媒介，亦有使用網狀技術(RF Mesh)者，因該頻帶無需給付電信公司任何傳輸費用，頗具經濟效益，對於幅員廣大的美國或歐洲人煙較稀少的鄉下地區，RF之應用自有其適用之理由。除此無線電通訊系統各廠家技術規格不一，尚難建立開放適用之架構，以及RF接收器設置於變壓器(亭)或二次變電所，訊號集收之距離及數量均為須面臨之問題。

Zigbee開放式無線電系統

Zigbee已成為歐洲與美國多數電業作為自動讀表系統、電表後家庭區域網路(HAN)的主要通信媒介，通信協定為IEEE802.15.4，在美國及澳洲頻段為915Mhz，歐洲頻段為868Mhz，其他地區則為2.4GHz。由於HAN之功能除可作為屋內能源使用顯示裝置，進行雙向通訊遙控並監測各項家電及用電設備能源消耗，協助用戶節約用電與節省電費支出。

ZigBee聯盟的成員包括電表供應商如Itron、Elster，及提供ZigBee相容的家電產品組合商，其建構之主要目的在滿足市場對支援低資料速率、低功率、安全可靠的低成本無線網路標準需求，傳輸距離為10至75公尺，頻寬可達250Kbps。

八、本公司推動AMI之借鏡及與會心得

(一)法規面

Smart Metering之推動對歐盟而言，最終為達成所謂20-20-20之目標，亦即歐洲必須在公元2020年達到溫室氣體減量20%、改善能源效率20%及增加再生能源20%的終極目標。它所擴及的層面包括電業、自來水、瓦斯及暖氣的公用事業，也涵蓋相關軟硬體製造廠商，技術顧問等產業，因此必須事先訂出一套共同遵守的法令規章以供遵守，EU M/441即是提供CEN/CENELEC/ETSI幾個標準組織作為：公用讀表開放架構發展(軟、硬體)、雙項通訊協定、可互通性及提供資訊予公用事業及用戶之依據。

美國的情況也是先從立法著手，2005年於國會立法通過聯邦能源法修正案 FEPA-Sec.1252(Smart Metering)，要求電業針對小型商業及住宅用戶實施先進基礎建設AMI以供用戶參與臨限尖峰時間電價CPP、每小時不同電價的即時電價 RTP、及需量反應計畫，並且允許電業投資AMI的初設成本得以分年向用戶每月加收基礎建設電費中回收。

為確實達到全面性實施的成效，我國政府應先從立法著手，確立長遠目標及涵蓋範圍之後，較易引起全民共同參與，真正達成節能減碳、帶動產業升級，促進經濟成長之目標。

(二)技術面

歐盟共有會員國27國，但在Smart Metering的推動時程互異，甚至如法國、英國及德國幾個主要國家在推動的進程上反而採取審慎的態度，其實除了須先完成國內法令及與民眾溝通後，更要從技術面考慮各種不同外在環境下究應採取何種之電表裝置與技術。台灣之情形更有其複雜性，除都市與鄉村地區建築型態互異外，住商混雜的情形極為嚴重，不論是WAN或LAN較適合採行的通信媒介恐非單一之通信方式可涵蓋。

另AMI涉及電費收費、價格資訊、負載管理，屬作業性系統，對於系統之穩定性、精確性與安全性尤須特別注重，對於相關系統的開發與建立，軟體與

各項系統的整合，均須事先妥為規劃並進行實地及雙向測試。

(三)社會面

對於低壓住宅用戶抑制尖峰負載或節能之效益為何？民眾是否了解時間電價及相關需求面管理等節能方案？是否係採用戶自發性參與及配合方式？其實際效益之達成需事先對用戶的行為展開調查並教育宣導。智慧型電表係藉著電費的帳單作為引導用戶改變消費行為的工具，從Awareness(體認)→Advice(勸導)→Action(行動)，在對用戶行為的調查方面，我們似可投入更多。

(四)經濟面

國外建置AMI允許電業將投資設成本分年向用戶每月加收基礎建設電費中回收，也有採用戶自行決定是否換表，本公司如何回收投資成本且不影響電價(事實上調整電價已成為政治問題)，將是非常棘手且事關政策成敗之關鍵。

九、結論與建議(含遭遇之困難與特殊事項)

- (一) 歐洲2009年國際電表會議由Synergy公司代理籌辦於西班牙巴塞隆納舉行，本次會議為第11屆由西班牙Endesa電力公司作東，也特別彰顯Endesa在Smart Metering推動之積極性。會議區仍循往例分為論文發表及展覽等2部份。下屆2010年第12屆會議已決定9月22~24日於奧地利維也納舉行，由於會議內容涵蓋相關法規、制度、技術之趨勢及歐美電力公司實地測試及建置案例之研討等，內容豐富，然因分為16項主題且於4個演講廳4軌同步進行，如本公司相關單位能組成團隊分頭參加研討將能蒐集更詳盡之訊息，並增加交流之機會。
- (二) 建議在推動自動讀表系統實地測試時，亦一併對用戶行為調查測試，一方面增加民眾的了解與參與感，另一方面也事先了解：是否計費方式之改變即可影響用戶用電之習慣？時間電價或離峰電價等訊息之提供確為用戶所需？及用戶對於雙向操控實質內容之意向等，以作為電表及資料管理系統設計之重要依據。

- (三) 歐洲地區推動Smart Metering所採取之通信架構，在WAN(控制中心~集中器)的部份以GPRS為主，LAN(集中器~電表)則以PLC居多，目前本公司之前導測試計劃多偏重於LAN，對於WAN的通信媒介如欲於極短的時程建置，自以GPRS為優先考量，若以長遠的經濟效益評估，則本公司自設之光纖或RF均為其中之選項，惟目前本公司之光纖至二次變電所普及率僅約53%，另饋線自動化工程之光纖佈放是否均能至集中器應為考量之關鍵。
- (四) 台灣低壓用戶住宅型態都市與鄉村差異極大且住商混合之情形嚴重，連帶影響電表裝設之位置，電表設計時應考慮LAN通信媒介之彈性，以適應可能採取之PLC、無線電(RF)、光纖等模式。
- (五) 對於低壓AMI介面標準應敦請主管機關加速訂定，以免影響電表、通信媒介軟硬體相關介面之互通性與日後擴充性。
- (六) 電表設計模組化為各家電表大廠之趨勢，電表本體與通訊模組分開組合，以容許隨時更換通訊模組，而不需重新換裝電表認證，應列為電表採購技術規格重要之功能。
- (七) 鑑於歐美在推動AMI之前均以較長之時間進行營運相關效益評估，如：減少人工抄表成本、停電偵測、時間電價及、電表維護、遙控斷電/復電等，為確實掌握未來AMI推動效益評估，建議列入前導測試之項目。
- (八) 配合AMI推動時程適時調整時間電價尖離峰計費差距，方能發揮誘導用戶達成節約能源及紓解用電尖峰之效。
- (九) 本次會議本公司僅一人參加，遭遇之困難即為無法出席全部場次，惟已蒐集所有會議場次發表講題之電子檔案，可提供各需求單位參考。

十、附錄（會議主題摘要及發表論文）