

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

智慧化自動讀錶系統在建築物能源監測之應用研究

Application of Automatic Meter Reading System on Energy Monitoring of Buildings

計畫編號：NSC 91-2211-E-034-005

執行期限：91年8月1日至92年7月31日

主持人：溫琇玲 中國文化大學建築及都市計畫研究所副教授

計畫參與人員：溫琇如 中國文化大學建築及都市計畫研究所研究生

一、中文摘要

能源的節約與管理是目前全世界探討環境永續發展的重要課題，為達到有效的建築物能源管理，本文以建築物內與使用能源相關之水、電、瓦斯三錶著手，透過數位化讀錶和網際網路之架構，使建築物之能源管理，除了大樓或社區中央監控室內之管理員外，更可將能源管理的工作交給使用者本身，以更加落實能源管理之精神。本自動讀錶系統之建置，係將水、電、瓦斯三錶之讀數，以數位脈衝訊號的方式傳給能源監控系統主機，並將之轉換為 Ethernet 平台，把三錶之輸出訊號傳輸至網際網路上。同時為方便用戶查詢，再將讀測之數值儲存於通訊網路數據處理介面器，以供管理單位和用戶都能透過安全機制以一般的瀏覽器上網查看資料。本系統也可讓維護單位在介面器故障時，於遠端進行維修。藉由此套具雙向控制之智慧化自動讀錶系統，管理者及任何使用者均能透過安全機制上網瀏覽獲取自身能源資訊，將可有效地提昇能源管理的效益。

關鍵詞：自動化讀錶系統、建築物節能、能源監控、遠距監控

Abstract

To effectively control the energy use in the building, an automatic meter reading (AMR) system for monitoring the building utilities will be propose in this study. This AMR system will allow the system controller as well as the users to browse the utilities meter readings (e.g., water, gas, electricity) through the internet. Users will be able to obtain first hand information on the

energy consumption of his own building via internet. To establish the AMR system, digital meters are used to record the energy consumption and provide digital pulses to the energy monitoring server, which will transfer the digital pulses to the Ethernet platform. Via Ethernet, the meter readings can be sent through internet. Meanwhile, to facilitate browsing by users, the meter readings are stored in ASP/HMI at a fixed IP. So, both the system controller and user can read the meter readings from a remote browser. In addition, this AMR system allows a remote repair if the ASP/HMI is out of order. By establishing this two-way AMR system, both the controller and user can safely browse energy consumption of the building. As a result, a more effective energy management for the building can be expected.

Keywords: automatic meter reading system, building energy saving, energy monitoring, and remote monitoring

二、緣由與目的

目前全世界正面臨建築產業對自然環境破壞的問題，建築節能、資源再生利用以及室內環境控制等議題，成為全世界推動綠建築之重要課題；講求環境健康、舒適與高設備節能效率之智慧型建築設施管理功能成為達成上述議題之重要手投。智慧型建築因具有建築設備自動化監控系統功能，對於建築內部的能源使用可做最適化與效率化之記錄、監測與運轉控制，而達到節約能源之效益。建築節能之最基本原則必須從能源使用記錄監測做起，再進一步做到能源管

理之目的。目前智慧型建築之中央監控室雖可透過監控設備讀取大樓內之水、電、瓦斯三錶之耗能數據，但僅限於裝有數位流量錶之本棟大樓的管理者才可操作設定與控制，對於多棟大樓群之能源管理，或分租用戶使用者等皆無法即時獲知能源之使用狀況。目前智慧型建築講求人性化舒適之空調環境，因此空調系統大多採行分區或分戶之設計，對於大樓內不同用戶或使用空間之用電行為，需設置自動讀錶系統進行用電記錄，以落實「分區計價，使用者付費」之收費觀念。除此之外，自動讀錶之記錄資料尚可進一步作為用電負載分析及供配電改善計畫之依據。其他如具自動讀錶功能之水錶，也可因其記錄之資料，掌握到建築物內之民生用水、空調機械設備用水或是中水水量之使用情況，而能進一步對水資源之利用做適切的分析與評估。

三、文獻探討

3-1 何謂自動讀錶(AMR)，及對產業的影響

什麼是 AMR，第一個印象就是指談有關電力能源之自動讀錶系統(Auto Meter Reading)，一般只強調把遠端電源使用的耗電量數值透過遠距遙測的技術，記錄在管理單位上的設備上，以便做負載管理與計費。但這狹隘的定義，逐漸在公眾能源服務機構(如電力公司、自來水公司、瓦斯公司)的自由化、民營化的政策下，與越來越發達的網路技術衝擊下，有了不一樣的詮釋與應用，而網際網路(Network)已不是一個新名詞，因應產業自由化與能源節約的需求，自動讀錶搭配智慧型電錶、水錶、瓦斯錶成為實現負載管理、降低成本、加強用戶服務之必要技術。自動讀錶網路的建置，將會改變未來產業型態，帶來新的商機。

智慧化能源資料網路採集系統與其他抄表形式對建築物的分析比較如下表：

表 1 建築物能源抄表系統比較分析表

方式	人工抄表	室外集中抄表	網路智慧抄表
建築物水準	機能低，較難促銷	一般	機能高，促銷較快
管理程度	低	一般	高
售屋的宣傳效果	不利	一般	智慧化產品，表現科技時代特色
住戶安全性	不好	較好	好
抄表	工作量大，難度大，資料須輸入電腦再進行處理，易出錯	用手持抄表器到每個集中點抄錶，資料須輸入電腦再進行處理，工作量大。	遠端自動抄表，抄數快速、準確，對計量資料進行自動處理並保存，工作效率高
收費	常因住戶外出，出現估抄、漏抄	有人為的因素，出現估抄，或缺乏時效性	抄表、計費、收費自動完成，可進行資料分析，對費用進行有效的控制
節能	不利於節能	不利於節能	有利於節能
能源公司(或自由化之電力公司)管理	工作量大，效率低，不利於管理	工作量大，效率一般	可隨時獲得用戶的能源量資訊，並可有效的對能源費用進行控制，及時、準確的獲得產銷量對比資訊，有利於計費公司進行成本核算，工作效率高，管理機制高。
投資	傳統式無未來的投資效益	過渡性	具未來性，與附加價值，潛力無窮。

3-2 網際網路對自動讀錶之影響

1.我國網際網路應用現況

以往自動讀錶系統乃是利用電信網路進行遠端資源管理與應用，為網路通信上的一種高附加價值服務，提供公用事業公司簡化人工作業，提升工作效率，研判計量裝置是否工作正常，確保公共安全與避免資源浪費，降低成本並改善品質，隨著網際網路崛起，人類的生活型態漸漸改變，各種產業的應用也隨之改變，而乙太區域網路設備結合高速、相容性高的特性，是可幫助建立整合經濟、服務供應商的網路新科技，就價格與技術來說，目前都已趨成熟，此外，透過乙太網路技術，可獲得彈性的頻寬管理、減少網際網路的複雜性、支援新高容量的寬頻服務，並提供服務供應商、企業更多元化、大量及附加價值高的服務，所以以乙太網路作為自動讀錶的資料傳送媒介是未來自動讀錶的發展趨勢，且目前乙太網路的頻寬不斷發展，未來兩年更可能達到 10G

以上，當光纖網路進入大樓時，區域網路內的光發射器/接收器，將是國內光通訊廠商可搶攻的主要商機。「網路塞車」這類名詞在未來可能不復見，市場對於頻寬需求日益增加，促使光技術不斷快速發展，乙太網路發展的高頻寬將可帶動更多的應用服務，例如，遠距教學、視訊會議、多媒體網路中心、網路電話、影音下載等多媒體整合運用服務，將改變人類的生活型態。

2.自動讀錶技術介紹與技術應用

由於自動讀表的技術實在很多，產、官、學界都不斷地在研發與創新，其實不外乎以下幾種，以下做簡要的分類：

- (1) 以區域端而言：有無線(RF)、雙絞線(乙太網路或一般雙絞線)、電力線。
- (2) 對外傳輸而言：有 PSTN(Public Switched Telephone Network 公眾電話網路)、專線、無線(RF)、ADSL、GSM、光纖(ATM)(Asynchronous Transfer Mode)、CATV 之同軸電纜線、衛星等。

而為了提供將來的增值服務與應用，對外的技術仍以透過網際網路的通路最經濟實惠。本系統之區域端是採用區域網路之乙太網路，對外傳輸也是採用乙太網路連結至校園網路再對外，所以在系統上所服務的對象是可以依照將來的需求增值應用，如影像、語音、廣告、保全等。

3.建築物建置自動讀錶之效益

能源為動力之源，而能源使用效率為整體產業或個別企業競爭力之關鍵，在全球自然能源漸漸枯竭之時，世界各國無不專研於資源的開發與保護，但為了有效的管理運用有效能源與資源分配，如何運用現代科技與良好流程管理，達到有效的運用改善能源使用效率及使用安全，實為產業降低經營成本、提昇整體競爭力的前提，所以提昇能源使用效率以節約能源使用更是刻不容緩，所以隨時掌握能源的使用狀況，將是首要基本任務，透過自動讀錶的機制，加以統計、判斷、分析、再施以適當的資源分配，提高能源使用率。

故能源資料獲取網路系統(也就是自動讀錶系統)將可以提供能源管理的整體自動解決方案，包括抄表、電腦資料處理、計費、收費、監

控、列印報表等，再由此技術所延伸的應用其所帶來的商機將是無可限量。

而建築物內建立自動讀錶系統所管理的能源不是只有電力資源而已，也涵蓋水資源與天然氣瓦斯資源，所以其效益是可以無限延伸的，列舉如下：

- (1) 可幫助電力公司、自來水公司、瓦斯公司節省大量人力成本，更可透過對各區域使用量之嚴密掌控，抑制不肖民眾竊取行為，對國庫或私有企業造成的重大損失。
- (2) 自動讀錶系統可擴及廣大區域，使物業管理單位和住戶能提高工作效率，有效率地避免以往人工抄錶給住戶造成的干擾和不安全因素。
- (3) 提供用戶了解用電安全與用戶用電狀態之監控。
- (4) 可結合消防、居家安全監控、甚可整合家中電器，達到真正的家庭自動化，甚具市場利基與科技應用價值。
- (5) 未來可應用於現有之住宅社區或其他需以遠距量測的不同應用領域，如大樓之設施管理，工廠自動化、家庭自動化或山坡地滑動監測，地質監測等各領域。

四、智慧化自動讀錶模擬系統環境之建置

4-1 系統簡介

依照本計畫所建置的自動讀錶模擬系統的目標是建置一套具雙向控制且管理者及任何使用者均能透過安全機制上網瀏覽獲取自身能源資訊的智慧化自動讀錶系統且能具模擬讀取水錶、電錶、瓦斯錶之記錄、傳送和操作系統功能，並呈現監測與網路結合之方法與技術。管理單位及用戶能以一般的瀏覽器上網查看資料，瀏覽者可以透過專門設計的網頁介面進行資料讀取與記錄。

以上之系統架構雖僅是適用於單戶型之案例，但若於各棟大樓均裝設有能源監測主機，將該棟建築各住戶之讀錶記錄儲存於該系統主機上，則本研究所建立之單戶型能源監測系統也可擴展成社區型之系統。

4-2 自動讀錶系統設計特色

1. 安裝容易且具安全性、經濟性的監測器材：

本系統所採用的數位水、電、瓦斯表，與控制器材，均為目前市面上已有的產品，適合於新建建築物與舊有既設的建築物，尤其對瓦斯監控的安全性與電力監測的方便性，有特別詳加考慮的選擇。

2. 符合開放與標準化平台之潮流：

本系統採用開放與標準化之乙太網路與 LonWorks (LonWorks Technology Overview) 控制網路平台，軟體的發展也以標準網頁型態來規劃，對將來系統的擴充與維護更容易發展，不受限制。

3. 採雙向管理機制：

本系統採用雙向管理機制，可以即時監測讀值，也能進行控制，對於所控制的設備是否狀態改變，也可由畫面上立即了解其動作狀況，利於系統管理者對系統全盤的了解，並且系統的維護也能透過網路由遠端進行修改。

4. 人性化之系統管理人機介面：

應用目前大眾最熟悉的網頁瀏覽操作介面，不需安裝特殊的應用軟體，使用者僅鍵入 IP 網址，直接進入系統操作介面即可。

4-3 系統架構規劃與設備組成概述

1. 模擬系統與設備組成概述：

(1) 模擬系統完成圖



圖 1 建築物能源監測模擬系統完成實體
(2) 硬體設備概述

- A. 能源監測系統主機
- B. 通訊網路數據處理介面器
- C. 數位信號模擬器
- D. 數位瓦斯錶
- E. 數位流量錶
- F. 數位瓦斯錶
- G. 瓦斯遮斷閥
- H. 電動控制閥
- I. 電磁開關組

(3) 軟體設備概述

- A. Windows 2000 OS
- B. LonMaker for Windows
- C. Lon Config
- D. VB 開發之應用軟體
- E. NLOPC Server
- F. ASP 網頁設計
- G. HTML 網頁設計

2. 系統架構規劃：

本自動讀錶系統設計架構是以家庭能源為出發點，再擴展至社區環境，在目前已有的網路基本建設的用戶，每一戶設置數位水、電、瓦斯錶，連結至能源監測主機，並連網至網際網路上，以區域用戶來規劃，設置一台『通訊網路數據處理介面器』為管理中心，只要啟動用戶之『能源監測主機』，即可使系統運作起來，透過網際網路無遠弗屆的能力，將可讓建築物內的每一戶所使用的能源數據，傳送到使用者或管理者的身旁，隨時取得，讓管理者及每戶使用者都能透過安全機制上網瀏覽自己所需要的能源資訊。此外依照建築住宅特性，分為單戶型與社區型，如附圖 2、3 所示，完整的系統運作流程圖如圖 4。



圖 2 建築物能源監測模擬系統架構圖(單戶型)



圖 3 建築物能源監測模擬系統架構圖(社區型)

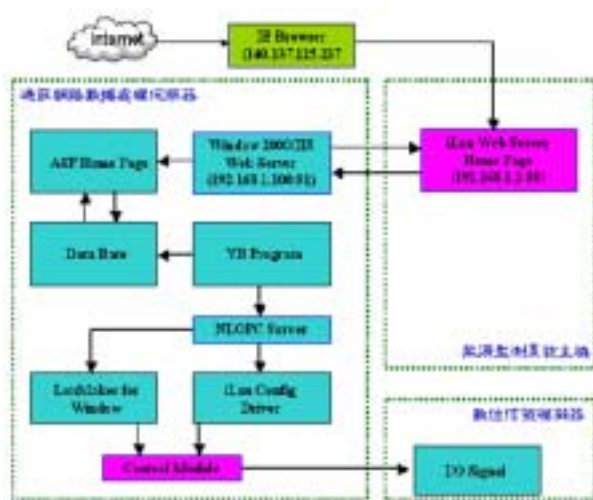


圖 4 自動讀錶系統運作流程方塊圖

(四) 系統操作畫面

本系統是提供網路伺服環境，採用網路瀏覽器來作監控人機管理介面，主要特色是用戶端可以不需要安裝專用軟體，且不限人數上網監控，只要透過密碼之設定，瀏覽建築物內所使用的能源資料，並做即時的讀錶紀錄，結合必要的管理及安全機制做事件處理。相關的操作畫面如下圖 5 至圖 8 所示。

圖 5 建築物能源監測模擬系統-首頁



圖 6 建築物能源監測模擬系統-用戶資料確認



圖 7 建築物能源監測模擬系統-主要監控畫面



圖 8 建築物能源監測模擬系統-用戶資料庫

五、結論

一棟建築物之實測，在電力方面包含空調、照明及動力設備之耗電監控；在水方面，至少應包含民生用水(飲用、衛生用水等)與空調及機械設備用水之監測，因此為達到能源監測管理之目的，一棟建築物所需之監測點數應至少五點以上的規劃。

也因為網際網路時代的來臨，各樣公共能源事業面臨民營化、自由化的變革，自動讀錶在網際網路上已不再是唯一的服務項目，而必須改善他們的競爭力，努力提供加值服務來滿足客戶的

需求，所以 " Multi-Service Network " ，強調 AMR(Automatic Meter Reading)應該提供更多的服務功能，如：耗能監測、負載控制、提供客戶相關的能源資訊服務，如開關狀況、負載狀況、耗能量(電量、水量、瓦斯量數值)、氣象資料、系統故障等相關安全訊息與並能提供更多的服務機能，甚於居家服務。本研究之實驗設備與計畫進行受行政院國家科學委員會 (NSC 91-2211-E-034-005) 及中國文化大學之經費補助，使本研究得以順利完成，謹此致謝。

六、參考文獻

- [1] 溫琇玲等，2000 年， 建築物智慧化之設計規範暨解說研訂 ，內政部建築研究所專題研究報告。
- [2] 溫琇玲等，2002 年， 「智慧建築標章」作業要點暨評估系統之建立 ，內政部建築研究所專題研究報告。
- [3] Baker, M., Added value services through the use of AMR in commercial and industrial accounts, Proceedings of Ninth International Conference on Metering and Tariffs for Energy Supply, pp. 210-212, 1999.
- [4] LonWorks Technology Overview , Echelon Corporation
- [5] Newbury, J. and Miller, W., Potential metering communication services using the public Internet, IEEE Transactions on Power Delivery, Volume: 14, Issue: 4, pp. 1202-1207, 1999.
- [6] Oya, H., Hase, S., and Shimada, T., Multi-service network for advanced AMR, Proceedings of Power Engineering Society Winter Meeting, Volume: 3, pp. 1680-1684, 2000