

# 能源管理監控系統技術手冊

經 濟 部 能 源 局 指 導

財團法人台灣綠色生產力基金會編印

# 目 錄

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 圖目錄.....             | iii |
| 表目錄.....             | v   |
| 表目錄.....             | v   |
| 壹、 前言.....           | 1   |
| 貳、 能源管理監控系統架構建立..... | 3   |
| 一、既有建築物監控系統架構.....   | 3   |
| 二、能源管理監控系統架構.....    | 7   |
| 參、 能源管理系統架構分析.....   | 9   |
| 一、通訊協定介紹.....        | 9   |
| (一)互通性的定義與優點.....    | 9   |
| (二)互通性協定種類與應用.....   | 12  |
| (三)常見通信協定功能.....     | 16  |
| (四)未來發展方向.....       | 29  |
| 二、能源管理資料庫系統.....     | 33  |
| (一)資料傳輸通訊協定.....     | 33  |
| (二)歷史資料庫管理查詢及報表..... | 40  |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| (三)管理報表運用.....          | 42 |
| 肆、 能源管理應用介紹與說明.....     | 48 |
| 一、何謂能源管理監控系統.....       | 48 |
| 二、能源管理監控系統架構與規劃步驟 ..... | 52 |
| 三、歷史資料分析的必要性.....       | 54 |
| 伍、 能源管理監控節能應用案例.....    | 57 |
| 一、電力系統節能應用.....         | 57 |
| 二、空調系統節能應用.....         | 65 |
| 三、照明系統資料分析.....         | 73 |
| 陸、 結論.....              | 77 |
| 柒、 編後語.....             | 78 |
| 捌、 參考資料.....            | 79 |
| 玖、 專有名詞索引.....          | 81 |

## 圖目錄

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 圖2-1 國際間能源部門發展沿革 .....          | 5  |
| 圖2-2 建築自動化系統的階層式架構.....         | 7  |
| 圖3-1 BACnet 與ZigBee 的整合網路.....  | 19 |
| 圖3-2 BACnet物件之資料傳輸程序.....       | 20 |
| 圖3-3 Neuron網路控制晶片功能圖.....       | 22 |
| 圖3-4 Lonworks 系統可以將不同網路整合 ..... | 23 |
| 圖3-5 BACnet測試與認證流程 .....        | 27 |
| 圖3-6 能源管理監視中心架構圖 .....          | 32 |
| 圖3-7 監看各項電力數據.....              | 41 |
| 圖3-8 電力數據曲線圖.....               | 42 |
| 圖3-9 月報表.....                   | 42 |
| 圖3-10 日耗能曲線 .....               | 46 |
| 圖3-11 歷史用電曲線.....               | 47 |
| 圖4-1 能源管理監控系統的架構圖 .....         | 52 |
| 圖5-1 96年至98年用電需量狀況 .....        | 58 |
| 圖5-2 機房96年至98年用電需量狀況.....       | 58 |
| 圖5-3 96年各盤面用電需量分佈 .....         | 59 |
| 圖5-4 97年各盤面用電需量分佈 .....         | 60 |
| 圖5-5 98年各盤面用電需量分佈 .....         | 60 |
| 圖5-6 96年各盤面用電需量佔比 .....         | 61 |
| 圖5-7 97年各盤面用電需量佔比 .....         | 61 |
| 圖5-8 98年各盤面用電需量佔比 .....         | 62 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 圖5-9 IT資訊設備用電及總用電之關係 .....         | 63 |
| 圖5-10 IT資訊設備及總用電狀況進行PUE之分佈情況 ..... | 64 |
| 圖5-11 機房空調需求分佈圖 .....              | 67 |
| 圖5-12 冰水主機一運轉效率歷史資料 .....          | 67 |
| 圖5-13 冰水主機二運轉效率歷史資料 .....          | 68 |
| 圖5-14 冰水主機三運轉效率歷史資料 .....          | 68 |
| 圖5-15 冰水主機四運轉效率歷史資料 .....          | 69 |
| 圖5-16 冰水主機四改善後運轉效率歷史資料.....        | 69 |
| 圖5-17 冰水主機四改善後冷凍能力與運轉效率圖 .....     | 70 |
| 圖5-18 各冰水主機冷凝器冷媒溫度歷史資料.....        | 71 |
| 圖5-19 冰水主機油壓、馬達線圈溫度歷史資料.....       | 71 |
| 圖5-20 全場空調需求與外氣溫度關係 .....          | 72 |
| 圖5-21 照明燈具時間設定控制圖.....             | 73 |
| 圖5-22 照明燈具區域設定控制圖.....             | 74 |
| 圖5-23 照明燈具時間加區域控制圖 .....           | 74 |
| 圖5-24 停車場照明時間控制開啟100%~25%燈具 .....  | 75 |
| 圖5-25 利用光感測器控制開關燈具 .....           | 75 |
| 圖5-26 利用紅外線感測器控制開關燈具 .....         | 76 |
| 圖5-27 利用監控系統記錄燈具改善前後耗電.....        | 76 |

## 表目錄

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 表3-1 不同控制網路標準協定規格比較表 .....     | 14 |
| 表3-2 BACnet的簡化網路協定 .....       | 17 |
| 表3-3 BACnet五種下層傳輸協定之特性 .....   | 18 |
| 表3-4 BACnet 與LonWorks 比較 ..... | 25 |
| 表3-5 系統資料協定(電力參數範例) .....      | 36 |
| 表3-6 系統資料協定(空調參數範例) .....      | 37 |
| 表3-7 系統資料協定(照明參數範例) .....      | 38 |
| 表3-8 年度報表 .....                | 45 |
| 表3-9 月報表 .....                 | 45 |
| 表3-10 日報表 .....                | 46 |
| 表5-1 IT資訊設備逐月平均EUI值 .....      | 64 |
| 表5-2 一次側冰水流量量測值 .....          | 66 |

## 壹、前言

節能減碳已逐漸成為一種普世價值，為創造跨世代能源、環保與經濟三贏的願景，行政院奉 總統指示，成立「行政院節能減碳推動會」，以綜整目前各級機關相關節能減碳計畫；99 年「國家節能減碳總計畫」十大標竿方案之一，「營造低碳產業結構」對推動產業節能減碳部分，以推動產業自願減量、節能減碳服務團技術服務為執行主軸。

近年國內工商業持續成長，台灣地區屬於亞熱帶高濕高溫環境，面臨國際燃料價格高漲，電價上漲勢在必行的環境，為降低生產與營運成本，能源用戶大致上會投資費用裝置監控系統，希望有效抑低及監控尖峰用電需量，避免無謂之超約罰款或管理各單位用電。但依現場調查統計目前多數監控系統採用封閉系統，造成系統功能擴充受限，由其當有新建大樓建立新監控系統時，往往需屈就於原系統架構，無法滿足新大樓能源運轉需求，造成單位只有選擇放棄原系統而採用另一系統架構，所以多棟建築物即有多套監控系統，各大樓雖獨立運轉與操作管理，但需派多位大樓管理人員負責操作維護，對單位能源管理單位而言，因多套監控系統即需找多家廠商維護、後續擴充費用與維護成本過高、無法瞭解各建築物能源運轉情形。所以對能源用戶而言，面對新建築物建置監控系統架構、軟硬體與資料庫功能選擇困難；有多棟建築物即建置多套不同監控系統，系統不相容、資料庫無法互通、系統無法擴充與維修無專業人員管理，往往造成監控系統閒置。

為推動落實「有效用電、節約能源及愛惜有限資源」工作，因此本手冊將針對建築物目前監控系統使用情形深入探討，以開放系統架構敘述能源管理系統架構優點，期能解決新舊建築物裝置監控系統所需架構、通訊方式、資料庫格式相容性，接下來介紹能源管

理應用所需功能，再來說明利用監控系統資料庫分析，所實施節能改善實際應用案例，提供單位對新系統規劃與系統整合因應策略，期使整合建置中央監控系統介面平台，以建立完整用電歷史資料，藉由監控系統為工具，提昇管理用電效率，降低單位用電成本。

## 貳、能源管理監控系統架構建立

因應科技進步及能源使用型態變化，人們對科技依賴越重，由最初機械式控制方式，較無能源效率概念，拜科技進步，為提昇能源效率及降低成本，以採用電子及資訊化控制方式為工具，但裝置多套監控系統後，發現有系統整合問題，為此本章節將以既有監控系統演進及變化為起點，進而介紹現有系統架構運作上缺點，接下來說明能源管理監控系統架構優點及特性，藉以提供能源管理人員規劃監控系統參考。

### 一、既有建築物監控系統架構

1980 年開始，電腦技術的應用相當廣泛，通訊、資料處理相關技術的加入，各自獨立的情報通訊體系和不同製造廠機種的組合非常困難。隨著國際技術的交流，國內外用語和規格必須要求統一化。國際能源組織 (IEA) 開始研究 Annex16，BEMS，日本也成立建築節約用電機構 (IBEC)，美國 ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating Air-Conditioning Engineers) 方面也著手開發，空調控制共同通訊草案 BACnet。1995 年，BACnet 在美國國內規格化，2001 年被 ISO 制定為國際標準規格，使 BACnet 不是只限於美國，而歐洲和日本、即使在東亞也開始使用。於此種新的世界趨勢之下，傳統 BAS (Building Automation System) 擴大成為整體之建築能源管理系統。以歐美日本等先進國家為例，其發展過程可示如圖 2-1，在此契機之下，監控系統具備了如下的新的特色：

1. 自專屬而獨立的 BAS 系統，改變為可藉由網際網路相互交通的 BEMS 開放式架構。

- 2.自遠端遙控，並進行系統診斷 (System Diagnostics)，改善策略之下載與評估成為有效的建築物能源管理技術，且從系統之離線 (Off - Line) 診斷蛻變成可進行線上 (On - Line) 諮詢，增強其即時性與有效性。
- 3.建築物內部之空調、照明、電梯……等機電硬體設備，為了因應此新的大趨勢而大量智能化，皆預留可傳輸內部運轉狀況數據之接口 (Port)，藉由 USB (Universal Serial Bus) 與外界溝通。而傳統的程式語言，亦完全更改為國際間統一的 ISO 或 BACnet 等編譯方式，隨著此種硬體設備之流通全世界而普及化，更進一步造就了 BEMS 的推廣應用。
- 4.建築物之耗能現況成為可於線端遙測，所累積之長期耗能數據由於大量數位化，又藉由網路化之快速傳輸，形成可統計、可預測之有用數據。對單一建築物而言，可對業主提出系統運轉現況、運轉電費及可改善策略等有用之資訊。

聯合國國際能源機構 IEA (International Energy Agency) 成立

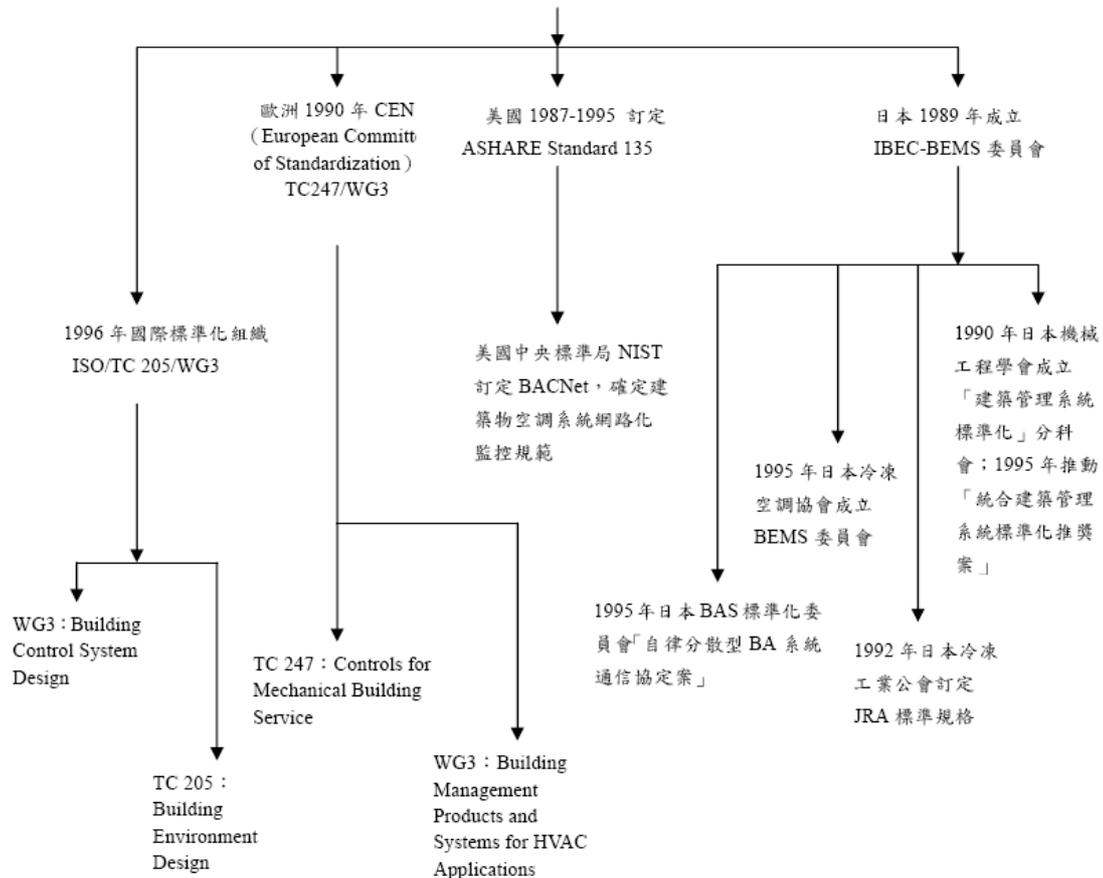


圖2-1 國際間能源部門發展沿革

(資料來源：國立中山大學楊冠雄教授)

傳統的建築自動化系統架構如圖 2-2，依系統的複雜性，通常由上自下分為三層或四層，設施操作者的電腦位於監控機房內，透過網路配線與機房或設備上較大型的系統控制器連接，系統控制器通常有較多的輸出入點和智慧化的 DDC 控制功能，提供給如冰水主機、大型空調箱和燈具控制等設備使用。區域控制器一般只有較少的輸出入點且功能較為固定，使用於小型元件如 VAV 風門控制、室溫控制和燈具迴路控制等，透過網路可以和上層的系統控制器或操作層的電腦傳輸資料。管理層通常在較大型的建築設施中，有許多自動化控制系統如空調、消防和照明等次要系統

需要銜接和管理時才有需要。

由於各層次傳輸的資料量不同，上層控制網路通常需要較大的傳輸頻寬，允許大量資料迅速傳遞，因此常使用成本較高的網路配線與較複雜嚴謹的傳輸協定。下層控制器彼此之間傳輸的資料較少，而且控制器數量很多，選擇傳輸速度較慢的網路協定和低廉的配線，可以節省許多成本。

一般監控公司提供用戶的只是一項產品，主要推銷用戶購買監控系統硬體與軟體，一旦採用某系統，後續如有增加設備只有找原設計者，無法自行修改，如設計者離職，甚至該公司倒閉後，系統故障時將無人能處理，後續所增加硬體與軟體費用則是無法估計；且一般監控公司並無節約能源專長，是無法教導學校如何節省電費。

在系統和設備維護方面，以往尚未有互通性系統時，業主採用某一廠牌自動化系統之後，當系統需要維護時，仍需要由同一廠商供應，通常必須忍受高昂的維護費用，更糟糕的是，如果產品停產或品質不良，業主必須面臨作出系統全數汰換或者停用的決定。使用互通性的系統時(如 OPEN BASE PLC 及多功能錶即採用互通性產品，市面上有多種品牌可選用，單位可以依據其需求選擇適合的產品來維護一部份的系統元件，對安裝自動化系統的建築可提供最多的保障)則不必受承包商控制。

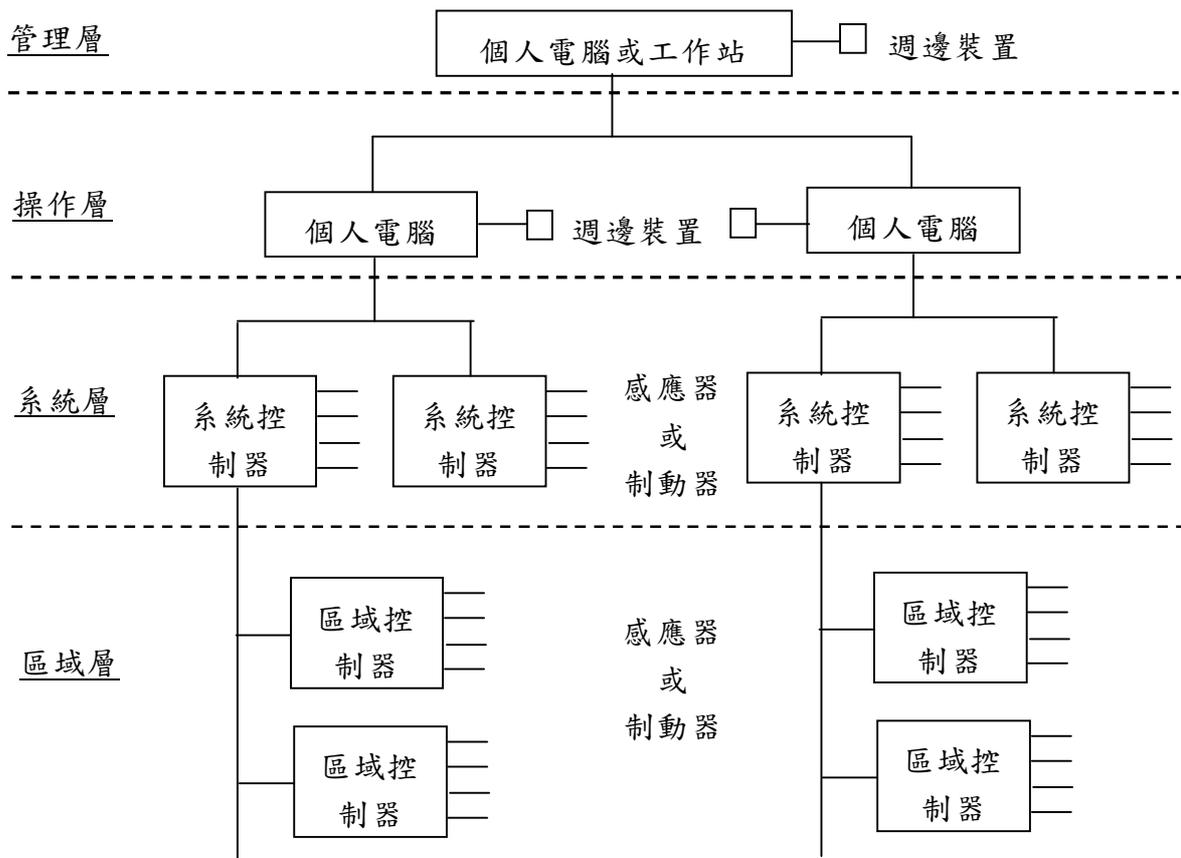


圖2-2 建築自動化系統的階層式架構

## 二、能源管理監控系統架構

網路傳輸協定根據ISO對資訊網路的規定需區分為七層，控制網路處理的資料不若資訊網路複雜，因此或多或少均會作一些簡化，例如BACnet的網路協定(Protocol)就僅保留四層，分別為應用層(Application)、網路層(Network)、連結層(Data Link)和實體層(Physical)，最前者主要是定義溝通訊息(Messages)的方式，而後三者則與如何將訊息透過某種適當途徑正確的傳達給對方有關。比如說，當我們要和國外書信往來時，是要用中文或英文格式，用詞的表達方式義均需事先溝通有所共識，至於這封信是要空運或

者海運傳遞，將依信的急迫性，而信是否可順利送達對方則要決定於地址書寫方式是否夠周全。利用這個比喻，相信可以更清楚的明瞭如何才能做到控制網路的互通性了。

單位能源管理人員在規劃系統時應要求專業技師，在硬體方面採用未來開放架構趨勢，如 OPEN BASE PLC 及多功能電表；軟體採用開放性軟體與資料庫，軟硬體需擴充時，不必局限於特定廠商或找不廠商。專業技師應教導單位管理人員如何應用能源管理監控系統這工具節省電費。

為監控系統市場未來發展，能源管理人員應要求專業技師，設計監控系統時可保有各家控制系統與軟體功能特色，硬體部份應提供其它系統共同通訊介面，資料庫資料應訂定共同格式及通訊方式，平時各自獨立運作及資料庫資料記錄，未來多棟建築物建置不同系統，當需系統擴充時，不受通訊介面不同而無法擴充及資料收集，以下章節將介紹硬體通訊協定與能源管理資料庫通信格式。

## 參、能源管理系統架構分析

為提昇能源管理監控系統能源運轉效率，及監控系統後續功能擴充性，規劃者應於最初規劃架構上應設計為開放系統，必需先由定義通信協定作起，如選擇國際間廣泛使用的BACnet、LonWorks或Modbus等開放式通信協定；再來定義資料庫儲存格式與資料通信協定，完成能源管理系統架構整合，優點為採取分散式節能管理方式，平時各系統自行操作管理，總管理單位可總量管理各系統節能成效，本章節就通信協定及能源管理資料庫系統介紹如下：。

### 一、通訊協定介紹

#### (一)互通性的定義與優點

##### 1.互通性的定義

各廠家所發展出來的數位式控制器或可程式控制器皆有不同軟、硬體設定及通訊方式，所以互通性系統(Interoperable Systems)這個名詞對國內與建築自動化系統有關的人員也許還是很生疏，但是討論不同廠家控制系統和元件的整合問題時，都覺得這種技術非常有需要。其實互通性的建築自動化系統就是使用標準資料通訊協定的一種控制網路系統，簡單來說，就是使用一種共同的語言，使網路上不同廠家製造的自動化設備或是控制器等產品彼此能了解和交談，雖然其產品功能和傳統直接數位控制器(DDC)並無差異，但因彼此互通的通訊功能，使得各種自動化系統和產品可以完美的整合在一起，發揮建築自動控制系統(Building Automation System, BAS)最大的功能。

建築內的各種設施具有互通性的通訊標準之後，業主得以由各別專業設備供應商獲得最理想的產品，不用擔心安裝之後無法與建築自動化系統整合，因此可擴大專業設備廠商的行銷潛力，間

接鼓勵其追求技術的提昇，形成產業界良性的競爭。

## 2. 互通性的優點

對於建築物業主而言，採用互通性的系統更可獲得許多好處，舉例來說，其優點如下：

### (1) 降低初設成本和維護成本

業主選用具有互通性的系統之後，將可促使設備供應商在相同的基礎上良性競爭，而獲得較低價格和較高品質產品的供應，並且不同設備可以選用不同廠家產品，但是卻無礙於整合系統的建立。

在系統和設備維護方面，以往尚未有互通性系統時，業主採用某一廠牌自動化系統之後，當系統需要維護時，仍需要由同一廠商供應，通常必須忍受高昂的維護費用，更糟糕的是，如果產品停產或品質不良，業主必須面臨系統全數汰換或者停用的可能。使用互通性的系統時，業主可以依據其需求選擇適合的產品，來維護一部份的系統元件，對安裝自動化系統的建築可提供最多的保障。

### (2) 提高系統安裝效率和整合性

設備製造商根據互通性協定標準之要求，在產品出廠前即做好控制介面，在安裝現場連接控制網路後就可以通訊，因而提高安裝的效率。

以往一些大型的空調設備如冰水主機和空調箱，經常安裝有製造商本身的控制系統，由於無法整合於建築自動化系統，充其量只能作一些 ON-OFF 或警報的監控，如果要了解警報的內容和設備的運轉狀況，或作更精細的運轉條件調整，則必須透過閘流器

(Gateway)的翻譯，使兩種不同的系統可以相互了解和通訊，由於建築內使用的設備種類繁多，如果要為每一種設備提供閘流器，必然是耗日費時的工作，同時也會增加成本和降低整體效率，因此唯有建立互通性系統，才是最終解決之道。

### (3)增加操作和維護效率

互通性系統可以將建築內空調、防火、照明等各種自動化系統整合在一起管理，不但操作人員費用可以降低，也可以針對一些突發事件，如發生火災的狀況時，對建築物內各種系統，適時作出迅速的處理，以避免危害的擴大。

另外在維護工作效率方面，由於互通性設備可以隨時提供更詳細的運轉資料給維護人員參考，使其可以安排適當的維修時程，避免嚴重問題的發生及確保設備運轉的效率。而且整個建築自動化系統都可以由單一處監控，當問題發生時，維護人員可以很快的獲知並加以處理，使維護工作非常有效率。

### (4)提高建築物能源節約效果

安裝自動控制系統的設備，可以提高設備能源效率，但是如果具有互通性的通訊功能，設備之間可以交流訊息，可使整個系統發揮更大的節約能源效果。例如由使用端人員之進出、照明或者空調箱的實際使用情形，透過控制網路傳達給冰水機控制器，以安排運轉程序和出水溫度的設定，或者配合電力需量控制，達到節省能源和電費的目的。

### (5)保持自動化系統的擴充能力

許多建築物業主在初設期間受限於經費無法安裝使用功能完整的自動化系統，以往系統無法互通時，不同階段建立的系統銜接便成了困難的問題，採用互通性系統便不會受到這種限制，業主可以依其能力逐漸增添或者替換所需要的控制功能，以改善環

境舒適性和節省能源。

## (二)互通性協定種類與應用

一個開放(Open)互通(Interoperable)的通訊協定(Protocol)標準有上述的許多好處，但是此項新技術和傳統經由控制架構下層的機電接點和開關整合，或者經由上層電腦軟體作整合的技術有何不同呢？即使是曾經接觸控制網路的人員，也會對何種協定才可稱為互通性協定存有疑問。

我們必須了解控制術語中的所謂介面(Interface)、整合(Integration)和互通性(Interoperability)的差別。介面通常指的是在控制架構中(參考圖 2-2)，較下層的實體結合，而且通常是屬於單向性的，例如控制器依時序的設定來控制冰水主機電源的開關即屬此類。整合則指雙向性的溝通，但仍屬實體層次的驅動器(Driver)結合，例如冰水主機可向控制器以類比或數位訊號反映其運轉狀態，使自動化系統可以據以判斷，來控制主機的啟停或者重設出水溫度，以達到節省能源的效果。較高級的整合方式或許會透過一個閘流器(Gateway)來作兩個系統的轉譯溝通，但這類的系統仍非所謂互通性的系統設計方式。

互通性的技術可以達到不同系統整合的效果，但卻不須要任何閘流器的軟體翻譯或者驅動器的硬體連接，因為不同系統和設備均可使用相同的網路架構，講相同的語言，亦即遵守共同的通訊協定，而達到完美的直接整合，就像目前非常流行的資訊網路(Information Network)，任何電腦均可透過網際網路協定(Internet Protocol)相互傳輸資料、圖面和影音等等。

這些年來不同產業界為整合其應用領域上的不同設備元件，分別發展出許多種開放型的協定，其數目可能有數十個，而其歷史有的甚至比網際網路協定還早，表 3-1 中列舉目前各領域中較具代

表性的控制網路協定，依其應用方式概略可分為製程控制、分離式控制、商業用控制、儀器控制和家庭自動化等。由於各種用途對網路協定的要求也不盡相同，因此很難以一種協定來完全適用。

在工業製程方面要求嚴格準確的控制，ISP 和 WorldFIP 就是針對其要求製訂的；在工廠生產機具的分離式控制器方面，要求的是反應時間快、重複性高和彈性大，CAN 和 Lonworks 為其代表之協定；在儀器的控制方面要求其準確度和傳輸速度，IEEE-488 即為熟知的儀器通訊協定；家庭自動化為未來蓬勃發展的產業，其追求的是配線簡單，成本低廉，CEBus 和 Lonworks 均以此為目標；在商業建築自動化方面，目前美國以 BACnet 和 Lonworks 兩個協定為主流，各有各的擁護者，其發展值得加以密切關注。國際上雖然還有一些建築自動化的協定，例如加拿大的 CAB 和德國的 FND，但其協定的嚴謹性和完整性均不如前兩者，因此影響力較小，尤其目前 BACnet 和 Lonworks 已分別被選為歐洲標準 CEN TC-247 控制架構的初選上層和下層標準，BACnet 並且已成為國際標準組織 ISO TC-205 W3 的建築通訊協定標準之初稿。

表3- 1 不同控制網路標準協定規格比較表

|  | BACnet                                    | CAN        | CEBus                | IEEE-488            | ISP                 | LonWorks                        | WorldFIP        |
|--|---|------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------|
| <b>Characteristics</b>                     |   |            |                      |                     |                     |                                 |                 |
| Application(s) targeted                    | Building Automation                       | Automotive | Consumer             | Instrumentation     | Process Control     | All                             | Process Control |
| OSI  | 1,2,3,7                                   | 1,2        | 1,2,3,7              | 1,2,7               | 1,2,7               | 1,2,3,4,5,6,7                   | 1,2,7           |
| System Control (command-or status based)   | Both                                      | Command    | Command              | Command             | Both                | Both                            | Both            |
| System Type                                | Network                                   | Bus        | Net                  | Bus                 | Bus                 | Net                             | Bus             |
| Media Access                               | CSMA/CD, token bus, master-slave, dial-up | CSMA/CR    | CSMA/CD              | Bus                 | Master-Slave        | CSMA/CA                         | Master-Slave    |
| Error Protection                           | CRC                                       | CRC        | CRC (only power)     | ---                 | CRC                 | CRC                             | CRC             |
| Media Supported besides twisted pair       | Coaxial cable, optical fiber              | Fiber      | RF, power line, coax | (Twisted pair only) | (Twisted pair only) | RF, power line, IR, fiber, coax | Fiber           |
| Addressing Scheme                          | All                                       | Broadcast  | All                  | Unicast, broadcast  | All                 | All                             | Broadcast       |
| Max. data rate, Mb/s                       | 10  | 1          | 0.01                 | 8                   | 2.5                 | 1.25                            | 2.5             |
| Intrinsic safety                           | No  | No         | No                   | No                  | Yes                 | Yes                             | Yes             |
| Power from network                         | No  | No         | Yes                  | No                  | Yes                 | Yes                             | Yes             |
| Max. Nodes                                 | 2 <sup>48</sup>                           | 40         | 2 <sup>16</sup>      | 961                 | 8128                | 2 <sup>48</sup>                 | 256             |
| Security                                   | Authentication, encryption                | ---        | ---                  | ---                 | ---                 | Authentication                  | ---             |
| Priority                                   | Yes                                       | Yes        | Yes                  | No                  | Yes                 | Yes                             | Yes             |
| <b>Support</b>                             |   |            |                      |                     |                     |                                 |                 |
| Network Management                         | No  | No         | No                   | No                  | Yes                 | Yes                             | Yes             |
| Connectivity (repeaters, bridges, routers) | All                                       | None       | None                 | Repeaters           | Bridges             | All                             | Repeaters       |
| Protocol Analysis                          | No  | No         | No                   | No                  | No                  | Yes                             | Yes             |
| Network Development                        | No  | No         | No                   | No                  | No                  | Yes                             | No              |
| Chip or Chipset                            | No  | Yes        | Yes                  | Yes                 | No                  | Yes                             | No              |

資料來源：本研究整理

監控系統為提昇網路資料處理的效能，其上層網路連結可以主從式架構（Client-Server）方式配置，由「Client」與「Server」兩端各負擔一部份工作。「分散式資料處理」增加資料處理的速度，也可減輕網路了負擔，下層的硬體設備以點對點工作網路（Peer-to-Peer）配置，常見的控制網路會以控制器（DDC、PLC、Network Controller）作為數位輸入輸出模組（Digital I/O module）及類比輸入輸出模組（Analog I/O module）通訊傳遞介面，控制器與模組之間常用的工業通訊方式包括有Modbus、BACnet、LON...等，經由控制器傳遞信號給監控電腦工作站，形成基本的監控資訊網路系統架構。

以往集中型的監控系統採用點對點的訊號接線方式，由於網路的標準化與使用簡單，所以現在已逐漸被網路配線所取代，控制系統各元件之間透過網路彼此交換資料，因此控制器不再只集中於監控機房內，而是被安裝在現場設備機房或者被直接裝置在設備上之包含微處理器的分散控制器所取代，目前在自動化控制設備常用的通訊協定，有BACnet、LONWORKS及TCP/IP，元件設備中常用的還有Modbus等。一般電腦及系統控制層間常會利用Ethernet、RS232或是RS485方式作為通訊傳輸，系統控制器之間使用LONWORKS或BACnet的通訊協定是比較常見的，各系統廠商在產品設計上通常會開發標準通訊協定的產品，但為了能保有競爭力，通常也大都會保留一些自己本身較為獨特的控制模式，以避免過度開放而失去優勢。

### (三)常見通信協定功能

以下將介紹國際通用BACnet協定與LOMARK協定

#### 1.BACnet協定

BACnet(**B**uilding **A**utomation **C**ontrol **N**etworks)，它是由美國暖氣、冷凍與空調工程師學會(ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)制定的資料通信協定之一，用於建築物自動化控制網路。目前是美國的 ANSI 標準，同時也是歐洲(CEN)與日本(IEIEJ)的標準。BACnet 能夠使不同廠家生產的控制器都可以相互交換數據並整合在一個系統或網路，達成網路控制的目的。在 1995 年已成為 ANSI/ASHRAE SSPC 135 建築自動化控制網路的資料傳輸協定標準，美國主要廠家、用戶、政府機關、學術團體成立計畫委員會，研擬並參考 ISO 之開放通訊協定 OSI(Open Systems Interconnection)架構，經過多次的公開意見討論程序後才完成定稿。

##### (1) BACnet 協定結構

參考 OSI 的開放通訊協定，BACnet 是一種包含了應用層、網路層和資料連結層及物理層的 4 層協定，實際上就是由一個代表著建築物自動化控制網路中的設備與設備之間傳遞的資料通信模型，和一個或多個有不同性能特性的區域網(LAN)互相聯接的協議組成體。其通訊協定(如表 3-2)之較底層的部份：資料連結層(Data Link)和實體層(Physical)，提供有七種業界常用的六種有線的通訊標準協定(包括有 Ethernet, ARCnet, MS/TP, PTP,Lontalk 和 BACnet IP)，及於 ASHRAE 135-2008 所新加入的 Zigbee 無線區域網路，可提供不同速度的多媒體通道，應用於不同環境設備上使用。不必更換既有的網路配線系統，廠商由獨家的網路協定移轉到 BACnet 協

定，僅須變更上層的應用層(Application)的訊息指令定義方式和網路層(Network)的傳輸位址控制方式。

表3- 2 BACnet的簡化網路協定

|  |            |        |        |         |                               |                 |             |
|--|------------|--------|--------|---------|-------------------------------|-----------------|-------------|
| BACnet Application Layer                     |            |        |        |         |                               |                 | Application |
| Bacnet Network Layer                         |            |        |        |         |                               |                 | Network     |
| ISO 8802-2<br><br>(IEEE 802.2)<br><br>Type 1 |            | MS/TP  | PTP    | LonTalk | BVLL<br>UDP/IP                | BZLL<br>BG/GT   | Data-Link   |
| ISO 8802-3<br><br>Ethernet                   | ARC<br>NET | EIA485 | EIA232 |         | IP<br>Supporting<br>Data link | Zigbee<br>Stack | Physical    |

Bacnet Stack Layers

OSI Layers

BACnet 的七種下層協定因其傳輸速度和裝設成本各有不同，如表 3-3 所示，可以分別滿足一般建築自動化系統由上至下的管理層、操作層、系統層，以及現場層(Field)或區域層(Zone)的通訊需求，舉例來說，Ethernet 和 ARCnet 傳輸速度快適合上層控制主幹的使用，中下層控制器和感應器、制動器之間的傳輸則可以使用較低成本的 MS/TP 和 Lontalk 協定，至於 PTP 之點對點通訊協定則允許操作人員經由 Modem 進行遠端監控或者經由可攜式電腦作控制現場調整。

表3- 3 BACnet五種下層傳輸協定之特性

| 網路型式         | 標準                 | 實體媒介*                     | 傳輸速度                                  | 特性和應用方式                  |
|--------------|--------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Ethernet     | ISO 8802-3         | Coax , Fiber, TX          | 10-100Mbs                             | 1.主傳輸骨幹<br>2.價格高         |
| ARCnet       | ATA/AN SI 878      | Coax , Fiber, TX          | 19kbps-10Mbps;<br>2.5Mbps             | 1.主傳輸骨幹<br>2.價格高         |
| MS/TP        | EIA 485            | TX                        | 9.6kbps, 19.2kbps, 38.4kbps, 76.8kbps | 1.低階控制器<br>2.速度慢         |
| PTP          | EIA 232            | Multiple conductor        | 9.6-56Kbs                             | 1.點對點應用<br>2.速度慢         |
| Lontalk      |                    | TX, RF, Fiber, Power line | 32kbps– 5Mbps                         | 1.低階控制器或智慧感應器<br>2.中、低速度 |
| (6)BACnet/IP | Internet Protocols |                           |                                       |                          |
| (7)Zigbee    | IEEE 802.15.4      |                           | 10kps~250kbps                         |                          |

註：\* Coax 同軸電纜, Fiber 光纖, TX (Twisted pair)雙絞線, RF (Radio frequency)無線電, Power line電源線

資料來源：本研究整理

根據ASHRAE 135-2008 所定義，於新加入的ZigBee 資料連結層，稱為BACnet/ZigBee(BACnet over ZigBee)，是BACnet 網路中目前唯一的無線區域網路。每一個ZigBee 裝置都可以擔任中繼路由器，彼此透過多重跳點的方式傳遞資訊，最多可高達240 終端設備(Endpoint Device)，編號由1至240。

BACnet/ZigBee 的節點或是路由，視為BACnet 網路中使用ZigBee 協定的BACnet 節點或是路由。而一個BACnet/ZigBee 的網路為一群組的BACnet/ZigBee 節點在相同的ZigBee 網路上，以BACnet 網路來操作。

BACnet/ZigBee 對BACnet提供了幾個優勢：

A.節省有線系統的建置的成本。

B.系統容易安裝，且具有重新配置的彈性。

C.所支援的有線網路與 BACnet/ZigBee 無線區域網路，可同時使用整合在 BACnet 的內部網路上。BACnet 與 ZigBee 的整合網路，以及應用之系統，如圖 3-1 所示。

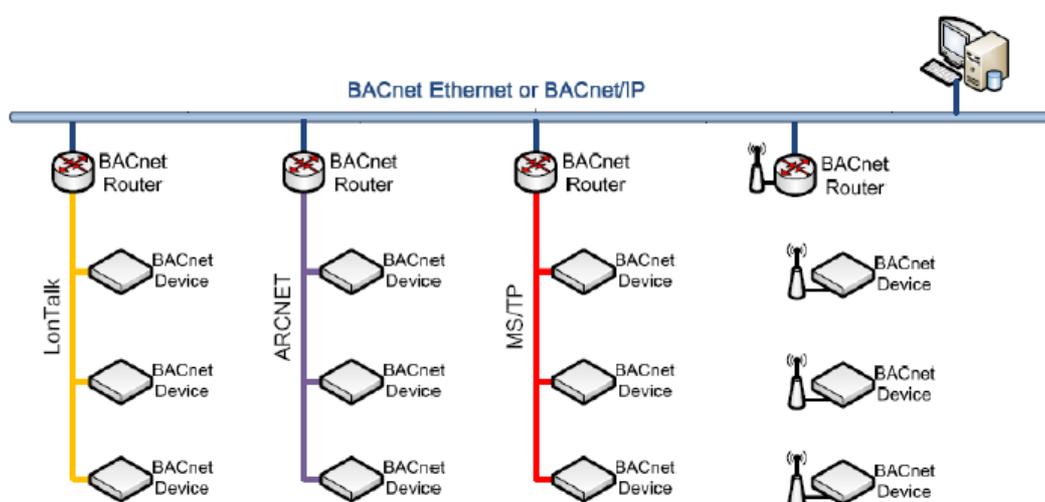


圖3- 1 BACnet 與ZigBee 的整合網路

幾種常用通訊方式：

自動化控制設備常用的通訊協定:BACnet、LONWORKS 及 TCP/IP

元件設備的通訊協定:Modbus

控制器和感應器、制動器之間的傳輸:

電腦及系統控制層間:Ethernet、RS232 或是 RS485 方式作為通訊傳輸

系統控制器間:使用 LONWORKS 或 BACnet 的通訊協定

網際網路: Ethernet、TCPTP(IEE802.3)

資料傳輸格式:XML

## (2)BAC net 服務

遵守 BACnet 協定的裝置在進行通訊時是利用對另一裝置產生服務要求，並由該裝置執行服務要求的動作完成後通知原要求服務裝置的方式來達成，其過程顯示如圖 3-2。當然裝置的種類有很多種，BACnet 協定將其歸類為 6 大類(階)，從最低階 Class1 的感應器、Class2 的制動器，到更高階的區域控制器和大型系統控制器。BACnet 依 ASHRAE 135-2008 定義了包括報警和事件、檔案存取、物件存取、遠端設備管理和虛擬終端等 5 個大服務類型，共包含 42 項服務。

## (3)BAC net 物件

對於資料的格式定義，BACnet 是採用物件導向的方式，例如傳統控制上的 AI/AO, DI/DO, Loop 和 Schedule 功能均為一種物件，每個物件均伴隨有一性質表來對物件加以明確的定義，例如 AI/AO 點的性質可以為現值、單位、上下限值、警報動作等一連串參數。兩物件互相溝通時，可以一次傳遞單一或者多個參數，達到快速資料傳遞的功能。對於控制裝置而言僅是增加某物件的複製或稱為事件(Instances)，因此設定時非常方便。

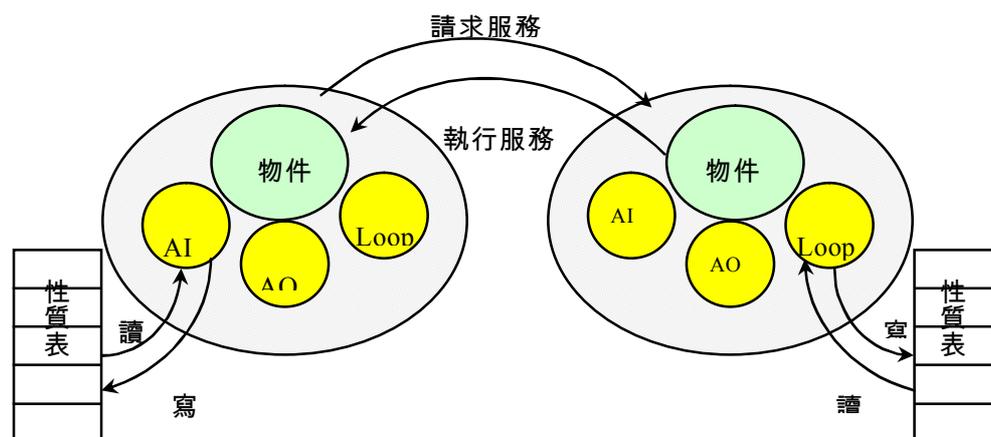


圖3- 2 BACnet物件之資料傳輸程序

## 2.LONMARK協定

Lonworks 是由 Echelon 公司發展出來的一系列產品，其核心是一顆所謂 Neuron chip 的晶片，如圖 3-3 所示，該晶片整合了通訊、控制和應用軟體等功能於一身，等於說是具有通訊功能的小型單晶片控制器 (Single-chip controller)，其通訊協定為獨家 LonTalk 協定，但整個協定的內容均包含在這顆晶片上，目前其授權製造廠商有 Motorola 和 Toshiba，因此使用者僅須購買該晶片便可使用 LonTalk 協定的網路。

而且因為晶片上已提供撰寫小型應用軟體的功能，對於一些控制功能簡單的元件如感應器和制動器均已足夠，其結果造成即使在一般控制架構下層的元件也可直接連接於網路上。目前傳統作法，必須將感應器的訊號接到控制器的輸出入端才可以將資料透過網路傳輸，Lonworks 的技術可以將這種上、中、下層的階層控制架構打破，真正作到點對點 (Peer to Peer) 平等地位的通訊，其最大的優點是可以節省傳統訊號線的配線成本。在控制網路的配線上，Lontalk 也提供許多選擇，透過所謂 Tranceiver 的訊號轉換器，其傳輸介質可選用光纖、雙絞線、無線電和電源線等多種方式，更增加其配線時之彈性。

Lonworks 系統的另一項優點是非常適合建築物內不同系統的直接整合，以圖 3-4 為例，一個房間內的照明控制可以完全透過網路訊號來傳遞，甚至還可和保全系統及人員管制系統結合，訊號的傳遞非常直接，不須像傳統系統必須層層的轉達訊息。

Lonworks 系統的目標在商業建築的應用上，即在整合空調、照明、保全、消防等自動化系統的不同製造廠家所生產各種用途的控制元件，然而早期在網路上所傳輸的變數，未作明確的規定，以至於不同廠商製造的元件會發生無法整合的問題，有鑑於此，

在 1,994 年生產 LonTalk 協定產品的廠商便成立一個 Lonmark 組織，來規範每一種控制元件其網路傳輸變數的標準定義方式，針對不同的應用均有其功能描繪(Functional profiles)。以空調領域而言，目前已完成的包括有冰水主機、熱泵、VAV 控制器、F/C 控制器和各種感應器等，一些次要的控制元件和屬於較上層的軟體功能，則仍在發展制定當中。

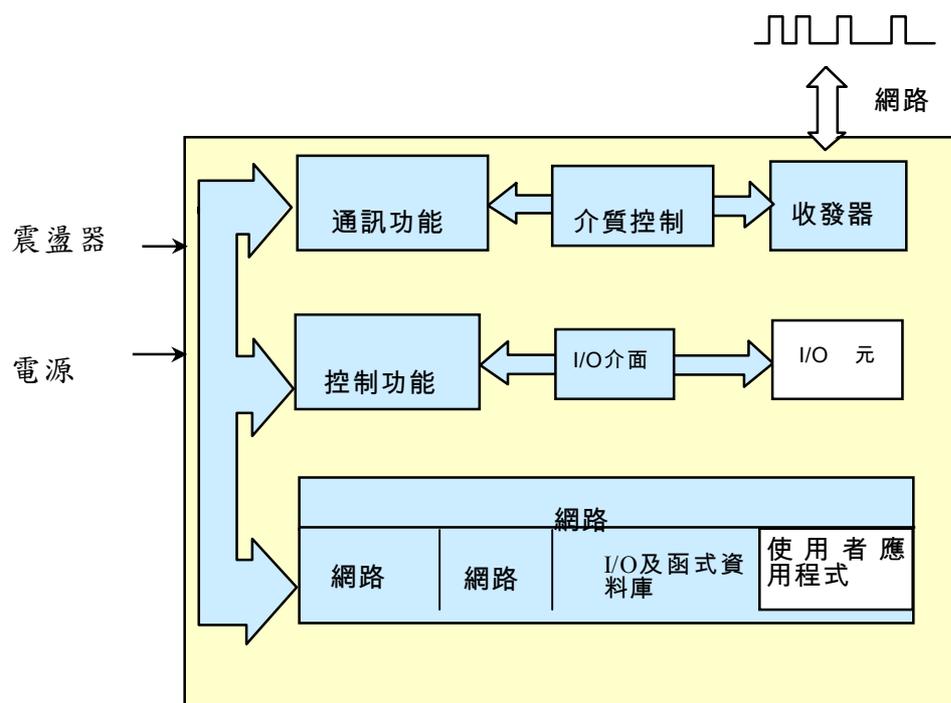


圖3- 3 Neuron網路控制晶片功能圖

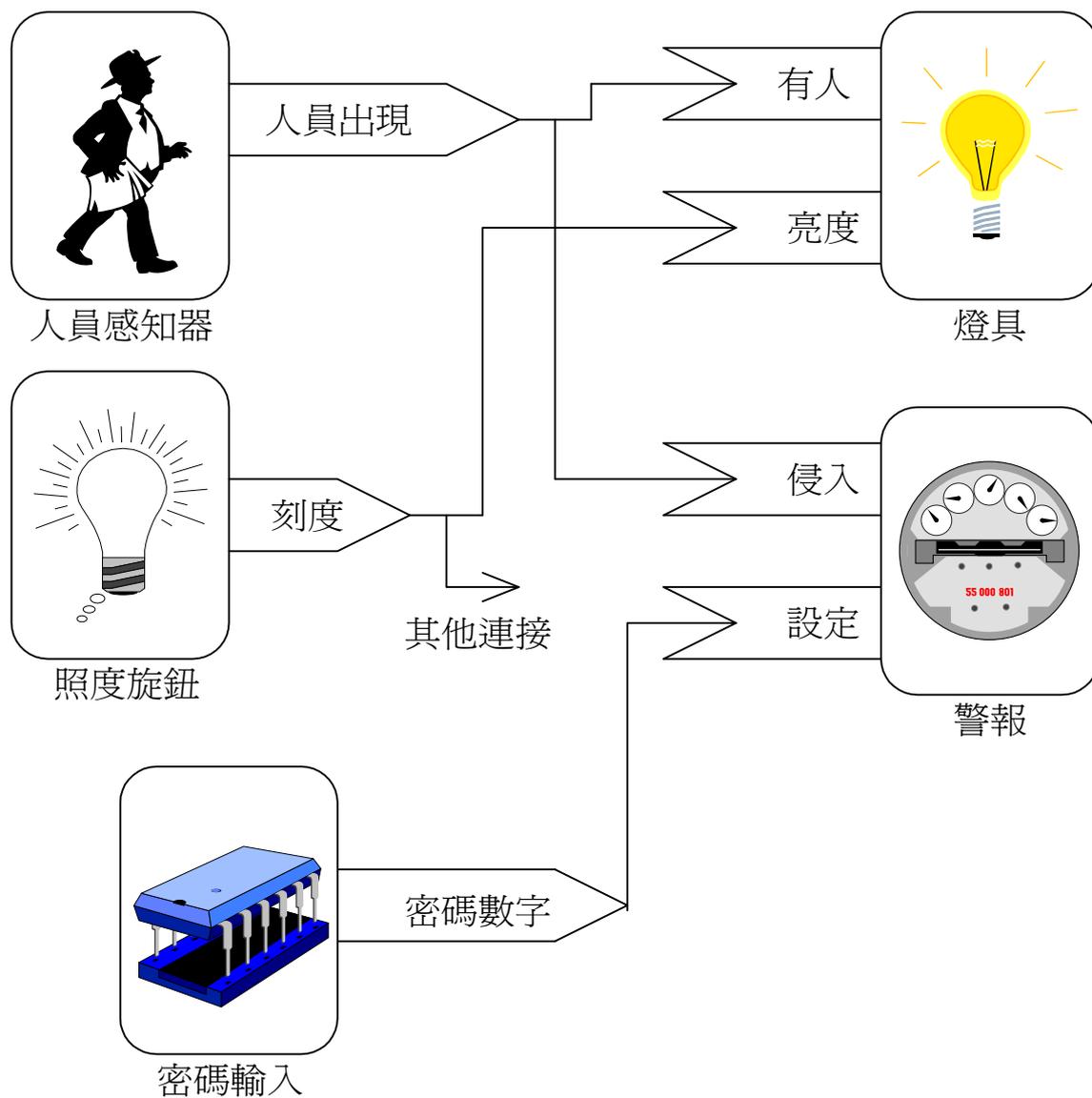


圖3- 4 Lonworks 系統可以將不同網路整合

### (1) LonWorks 的架構

LonWorks 的產品通常包含了Neuron 神經元晶片、收發器整合控制模組、網路介面模組以及開發平台。其中，Neuron 神經元晶片是LonWorks 節點的核心，Neuron 神經元晶片是在一個控制點內，擔負著網路通訊和應用操作的工作。LonWorks 開發工具平台包含了LonBuilder 和NodeBuilder，提供LonWorks 網路開發的工具及網路協定分析的工具。

### (2) LonTalk網路協定

LonTalk 是LonWorks 的通信協定，其嵌入於Neuron 神經元晶片內。LonTalk網路協定是LonWorks 中的通信框架，LonWorks 支持ISO 組織制定的OSI 參考模型之7 層協定架構，提供點對點的訊息回應、訊息的驗證、優先訊息傳遞概念，並可使控制資訊在各種介質中可靠的傳輸。

### (3)LonWorks 的互通性

是由一種或多種通訊媒體相互聯接的裝置設備或節點組成，其具有開放通訊技術的標準、互操作性及相當的可靠性，LonWorks 最大的特點在於採用了虛擬主機結構想法，也就是說當使通信連結失敗，各節點仍有本地存儲和處理能力，系統安全性很高。各節點是相互獨立的，可以做到任何一個節點發生故障時都不會影響整個網路工作，從而提高了系統的可靠性和可維護性。

## 3.BACnet 與LonWorks差異比較

對於 BACnet 與 LonWorks 兩種不同的通訊協定，表 3-4 為其技術的差異性比較，其內容包含網路架構、設計方針、認證中心、裝置結構、診斷工具以及通信協定。

表3- 4 BACnet 與LonWorks 比較

| 項目 |      | BACnet  | LonWorks  |
|----|------|---|---|
| 1  | 網路架構 | (1)上層架構標準，人機介面的整合<br>(2)開放式的規範能支援多重的通訊協定  | (1)下層架構標準，裝置的互通性<br>(2)開放式協議使用共同的通訊協議<br>(3)Peer-to-Peer 的裝置通訊連結  |
| 2  | 設計方針 | (1)BACnet 規範定義產品開發體系結構方針<br>(2)5種服務類別<br>(3)42項服務<br>(4)150個資料類型<br>(5)30種標準物件<br>(6)由BACnet 委員會維護BACnet 規範 | (1)LonMark International設置LonWorks 方針，定義必要與選擇性的元件，以及產品認證的必要條件。<br>(2)73種LonMark Functional Profiles (LFP)<br>(3)LonMark International認證產品的一致性 |
| 3  | 認證中心 | (1)北美- BTL (BACnet Testing Laboratories), USA<br>(2)歐洲- German CertificationCenter                          | (1)LonMark International - LonMark Certification Tool (LCT) - 以網頁工具認證裝置設備   |
| 4  | 裝置結構 | (1)處理非惟一<br>(2)程式語言非惟一<br>(3)控制器的特性可為廠商自行描述   | (1)以Neuron 處理神經元晶片<br>(2)主控制器-Neuron Chip plus<br>(3)多數的LonWorks 控制使用Neuron 神經元晶片   |
| 5  | 診斷工具 | (1)少量的診斷工具<br>(2)維護加入BACnet 物件與其資料類型  | (1)供應商有提供網路診斷工具<br>(2)單一工具能存取與評估多個廠商裝置的網路   |
| 6  | 通訊協定 | (1)支援多重的通訊協定<br>(2)BACnet/IP, Ethernet, ARCNET,MS/TP, PTP, LonTalk,Zigbee<br>(3)單一裝置可支援一個或多個通訊協定            | (1)單一通訊協定-ANSI/CEA-709.1<br>(2)EIA/CEA-852 使LonTalk 支配IP<br>(3)LonTalk嵌入在Neuron神經元晶片<br>(4)所有LonWorks 裝置使用LonTalk                             |

資料來源：本研究整理

## (1)網路架構

LonWorks 是開放式的通訊協定技術，而BACnet 則是開放式的規範標準。LonWorks 的網路結構是使用單一的通訊協定LonTalk，LonTalk是所有LonWorks 裝置皆共有的。使用單一的通訊協定能實現peer-to-peer 的網路，且任何的裝置能由操作者的工作站通訊連結而無需經過一個通訊閘(gateway)。為了促進系統互通性，LonTalk的設計為單一的網路規則，以提供給所有的硬體裝置與軟體之通訊，而製造商、系統整合商和業主會以下而上來看LonWorks 的網路結構。

BACnet 是開放式的規範，無需特定的處理器與開發程式，且支援7 種不同的通訊協定。是以上至下的觀點去看網路結構，主要在操作介面的整合，最快速的方式通常會以通訊閘(Gateway)來整合操作者介面，而在BACnet 網路結構上允許操作工作站底下連接一陣列的通訊閘，以轉換來自不同第三方系統資料。

## (2)設計方針與認證

LonWorks包含了資料類型的標準與LonMark功能特性(LonMark Functional Profiles, LFP)，而LonMark 的認證產品也會依此方針來認證。如果廠商要生產一個LonMark 的認證產品，則必須要追隨LFP 所說明的必要條件內容。

BACnet 並未制定設計方針，但有提供BTL (BACnet Test Laboratory)的測試與產品的登記註冊。BACnet 只驗證製造商是否有正確實行BACnet 規範，但不設定裝置的預期功能。BTL 的測試是依據廣泛需求分類，稱為BACnet裝置特性資料，在BACnet 規範中有詳細的描述。目前經BTL驗證之供應商供476家，其中台灣廠商目前有八家。

圖3-5 為BACnet 設備或裝置送測與認證的流程示意圖，其步驟如下：

A.製造商將送測的BACnet 產品與申請文件送至測試實驗室。

B.測試實驗室完成測試會將測試報告傳回製造商。

- C.如測試報告為通過測試，製造商再向B.IG.(BACnet International Group)辦公室申請認證。
- D. B.IG.向測試實驗室申請資訊告知。
- E.測試實驗室將測試報告，建議資訊回傳給B.IG.。
- F. B.IG.將這些文件在交付給BACnet 的執行委員會來決議。
- G.執行委員會將決議結果傳回B.IG.。
- H.如果通過，B.IG.便將此產品表列在BACnet 的網頁上，表示此產品通過測試與認證。

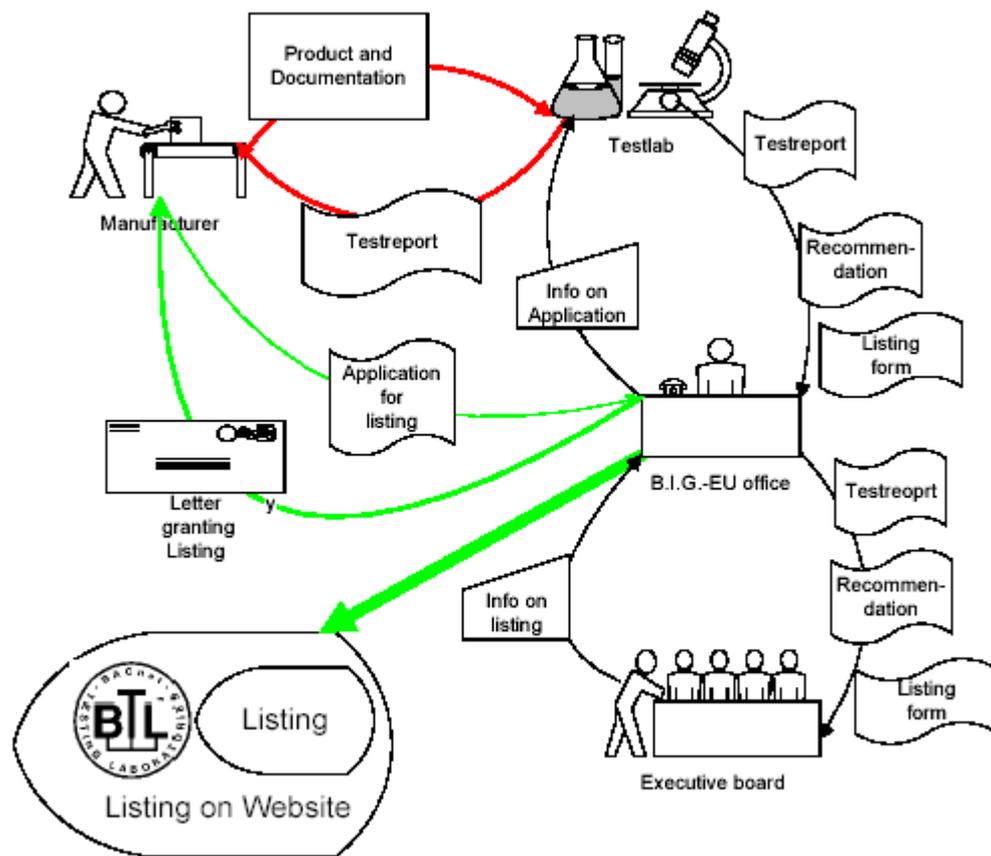


圖3- 5 BACnet測試與認證流程

(DATA : 3: BACnet ® Listing Process: Testing- and Listing Phase)

### (3)裝置結構與診斷工具

#### A.以製造商來說

BACnet 的規範提供較有彈性的設計空間。製造商在開發BACnet 裝置可使用他們熟悉處理器與開發軟體平臺，不會限定使用特定的處理器或軟體平臺。另外提供6 種不同的有線的通訊協定，及一種無線的區域網路協定使用在裝置上，而且同一裝置可同時使用一個至多個的通訊協定。

使用LonWorks 的技術，製造商必須要使用LonTalk 協定，而且也要使用Neuron 的神經元晶片或是支援LonTalk 的處理器。

#### B.以系統整合商與業主觀點

LonWorks 提供較完整的產品資料庫(依等級)去比較產品差異與選擇空間。BACnet 並沒有提供這類的資料庫，統整合商與業主可依裝置功能需求來決定要選擇那一個profile 等級的裝置。

#### C.診斷工具

LonWorks對於所有的裝置與網路層級皆使用LonTalk當作通訊的協定，只有一個單一的診斷工具能夠來存取所有網路上。BACnet 診斷工具多為軟體為以PC 基礎的應用程式，它能夠存取上層的通訊協定內容，且更新BACnet 物件與資料類型。

#### D.通訊協定

LonWorks 是單一通訊協定的技術，各階層的裝置設備網路皆使LonTalk作為通訊協定，網路上的路由器(router)用來改變媒體類型並使之同步傳輸於各媒體之間。

BACnet 提供6 種有線的通訊協定，及一種無線的區域網路，各有所指定的執行與媒體的要求，許多通訊協定支援多重的通訊速度。BACnet 協會所提供的MS/TP 為一種低價位的區域網路給予BACnet 區域裝置所使用。

#### (四)未來發展方向

BACnet 和 Lonmark 協定都是已可具體實現的成熟技術，遵守 BACnet 協定的控制系統據估計已有數千多個以上安裝實例，分佈在多個國家；而 Lonmark 更是已有超過幾百家的產品製造商，控制元件普及於各種領域的應用。互通性控制系統的應用日漸廣泛之後，對傳統市場形成巨大無比的壓力，未來建築自動化技術必然是朝這個方向發展，而其影響擴及到整個世界也是遲早的事。

由目前市場和技術的發展我們必須密切注意以下幾個發展的方向。

##### 1.國際標準和互通性檢測方法

由於開放互通性控制系統的逐漸普及，國際性組織或者區域性經濟強體，如美國、歐洲和日本，訂定各種標準控制協定的腳步將會加快，未來能夠主導標準制定方向者將可成為市場的主流。

確保產品的互通性是各種標準控制協定最根本、最重要的工作，Lonmark 組織目前已有提供部份產品的驗證，其未來更將加速產品的認證工作，以擴大市場的佔有率。

##### 2.資訊網路與控制網路的整合

互通性控制網路和 Internet 及 Intranet 的結合是未來發展必然的趨勢，除了利用建築物內既有的資訊網路作大量控制資料快速的傳遞之外，Internet 可以提供無遠弗屆的遠端控制能力，而企業內部網路(Intranet)則可將控制網路上的設備運轉資料整理後，提供給業主、經理和操作人員參考，以研擬各項設施自動化功能的改進，以達到更高的設備效率。

事實上，目前 BACnet 的 Ethernet 協定已經具備控制網路和資訊網路共用相同網路配線的功能，目前其正積極研擬利用 IP(Internet Protocol)定址的標準，使其未來可以由區域網路提昇至

網際網路的層次。Lonmark 受限於獨立的通訊協定，仍無法完全整合在網際網路下，目前已有閘流器產品可使 Lonmark 元件透過資訊網路來傳輸訊息。

### 3.控制網路和電腦設施維護體系的結合

互通性控制網路的使用，使更多的設備運轉資料可以被傳回監控系統，配合發展日愈成熟的電腦監視和維護系統(Computerized Monitoring & Maintenance Systems)，利用 CMMS 內建的設備資料和專家系統來分析控制網路所收集的運轉資料，自動排定各項設備維修時程、方法和項目，達到預防性設備維護的效果，進而確保各項設備最高效率運轉。

網路和電腦技術的發展，使得建築自動化產業正醞釀著一股改革的浪潮，BACnet 和 Lonmark 開放互通性控制網路技術，使得建築業主和操作人員可以得到許多利益，包括運轉操作費用減少和維護工作效率提高等。這種技術很快將成為未來市場的主流，建築新設自動化系統或者進行控制系統汰舊更新時，不可不考慮如何引入新的標準控制網路系統和裝置，才不會造成建築自動化系統未來無法獲得持續的服務支援。

國內建築自動化控制系統多數為國外製造，因此可以預期我國未來也將受到互通性控制網路技術之衝擊，與建築自動化有關之國內產品供應商、設計和顧問公司、系統承裝商、建築業主、部門主管及維護人員均應密切注意技術發展之動態，隨時吸收新的資訊，以便在技術和市場更加成熟和明確時，立即適應新的控制系統標準。

互通性控制網路的發展對於國內控制元件製造廠商而言，未嘗不是良好的轉機，以往建築自動化系統多數由國外產品所掌握，國內製造產品因為無法與大型廠商的獨家網路協定互通，因此幾

乎無法在市場競爭。發展中的開放式系統使各別廠商製造的產品只要遵守標準的通訊協定即可確保連接上建築自動化系統，國內廠商可就其專精的技術領域，研發市場競爭力強的產品行銷國內和海外。

#### 4. 能源管理監視中心架構圖

用戶如新舊建築物數量眾多，涵蓋多家監控系統，且多棟建築物規劃與興建中，為未來單位永續能源管理發展，整合新舊建築物監控系統是刻不容緩的課題。

首先可採用(1)無需平台與軟體限制之XML資料傳輸通訊協定，要求各建築物監控系統承包廠商，需依單位制定XML資料傳輸通訊協定，傳輸所定義資料；或(2)採國際通用BACnet通訊架構與協定制定中央監控系統規範，以整合各建築物監控系統監測資料(如圖3-6)，並要求新建築物監控系統設計採通訊協定規範，其中各建築物承包廠商需按設備、控制、網路或資料傳輸通訊協定選用適合規格。

單位監視中心可採分散式管理方式，各建築物監控系統依建築物特性運轉管理及記錄使用量，監視中心只需透過通訊協定傳輸所需建築物資料，記錄各建築物用電及設備操作情形，同時分析耗能較高建築物運轉效率，並提出節能改善策略落實改善，降低各單位用電成本。

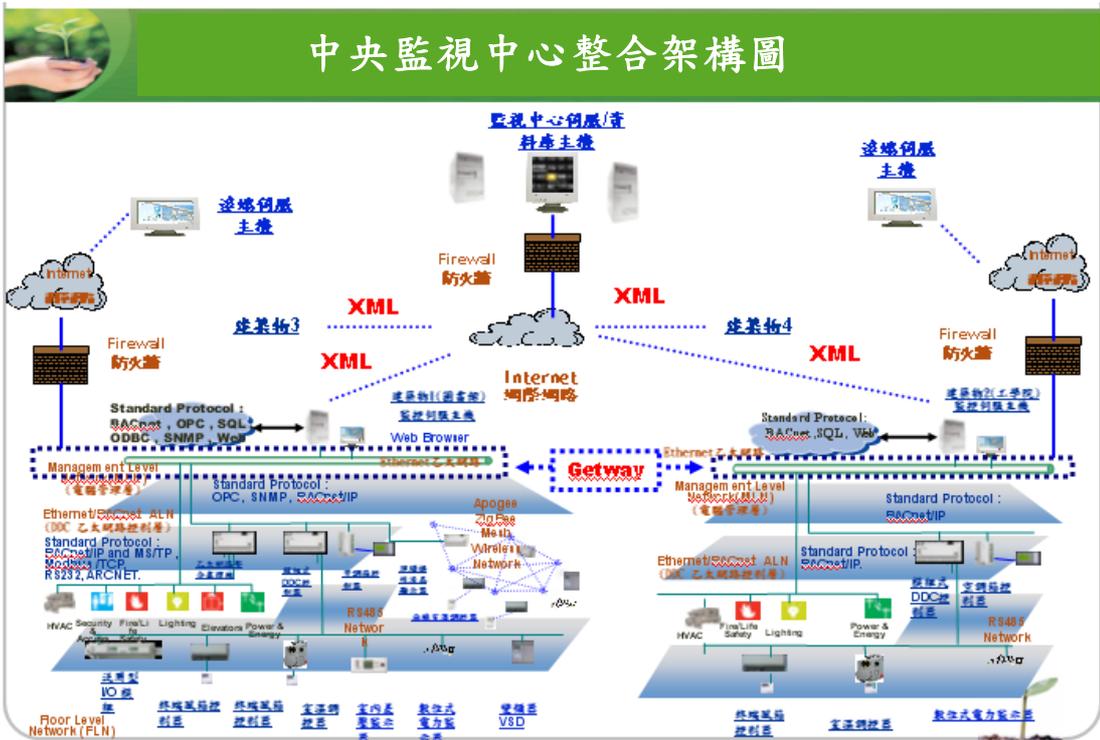


圖3-6 能源管理監視中心架構圖

## 二、能源管理資料庫系統

為能隨時掌握用電資訊，在中央監控中心端通常都利用圖控軟體的輔助，在監控電腦的螢幕顯示各項參數，透過圖控介面達到及時監視、控制、資料查詢與分析等功能，以提供監控人員或能源管理人員做必要的分析或判斷。不同建築物可能設計不同圖控軟體與資料庫，未來對資料收集可能面臨極大共通性，如資料傳輸通訊協定、歷史資料庫管理查詢及報表、管理報表運用，其功能敘述如下：

### (一)資料傳輸通訊協定

由於國內外電錶與監控系統廠商眾多，各家資料傳遞格式不盡相同，監控中心端為了能有效蒐集各家廠商電錶或其它監控系統所傳送之電力或其它參數數據，應制訂標準通訊協定，以期達到預定之目標。建議可採用XML資料交換的優勢，省下因通訊協定不一所帶來的不便之處。XML的全名為eXtensible Markup Language，中文名為可延伸性標記語言。它是繼HTML之後，另一種網際網路常見的標準。是一種呈現資料標記語言，使資料可以透過網路傳輸，並呈現在使用者的瀏覽器上。由於XML具備的某些優越性，使得許多大企業對XML充滿興趣，並開始投入研發。比爾蓋茲就曾預言XML是將成為網際網路的主要語言，並宣稱要帶領微軟全力發展XML的應用軟體；除了微軟外，Netscape、IBM、Oracle、HP、Sun、以及SAP等資訊業的巨擘也都展現出對XML的高度興趣與企圖心，並各自提出了支援XML的方案與相關應用。英國經濟學人雜誌也曾大力推崇XML，認為XML有成為電子商務的主要媒介的潛力。

XML的主要特色可概述如下：

### 1.使用有意義的標籤

標籤就是標記語言中用來標注內容的元件。傳統HTML的標籤是給瀏覽器讀的，它的使用標籤像是<th>、<td>或<tr>，主要的功能在告知瀏覽器關於字體、換行、表格等編排資訊，但無法傳達資料的內涵。XML所用的語意標籤又叫“Metadata”，也就是「關於資料的資訊」，可以清楚的向電腦以及使用者傳達資料的內涵，並可以幫助文件保存資料的結構。

### 2.可自行定義的標籤

HTML的標籤是由少數的權威團體所制訂，種類有限且不能隨意添加，而XML卻可讓使用者依需要來增加標籤。不同的產業也可在彼此協議的基礎上，自由地制訂適用的標籤，這也是XML之所以名為「可延伸」的由來。

### 3.資料的內涵與呈現方式分開

如上所述，HTML是一種決定資料呈現方式的語言，而XML是一個描述資料內容的語言。XML本身並不決定資料該如何呈現，資料的呈現是另外由XSL（eXtensible Style Language）來決定。

### 4.嚴格的語法控制

HTML因為容易撰寫所以大受歡迎。它的語法規則多元，所以比較有彈性。但卻沒有辦法很容易轉換成為其他種類的格式，所以較難利用程式來做大量而有效的處理。XML對語法有嚴格的要求，所有XML的文件都必須經過嚴格的「驗證」過程才算完成。雖然在文件製作的時候有些煩瑣，但日後如果文件格式需轉換時，只需由電腦執行即可。

在各建築物監視系統中，負責記錄即時的用電、溫濕度、流量、壓力...等資料數值，並傳送即時資料至能源管理監控中心端伺服器，當資料傳輸層異常時，該建築物監視系統需提供資料數值儲存空間，在傳輸層異常期間仍可將資料數值數據儲存於監視系統的資料庫中，待通訊正常後再將數據回傳。而資料傳輸層則負責將監測設備所收集之監測資料傳送至監控中心端伺服器的資料庫，以XML資料格式為系統資料協定，以TCP/IP模式傳輸，其資料協定格式需由單位制定，提供各建築物監控系統承包廠商參考(電力、空調、照明及熱水參考範例如表3-5~3-7所示，可依此格式制定需要傳輸參數)。至於能源管理監控中心，則負責接收各監測點所傳送之即時用電資料，並儲存各監測設備所收集之各項參數資料數值，提供各單位資料之模式分析，及提供管理人員查詢資料及使用模式。

表3-5 系統資料協定(電力參數範例)

```
<?xml version="1.0"?>
<emc type="measure" class="POWER">
<station_id>電錶站名ID </station_id>
<time>偵測時間</time>
1.<item><name>Ia</name><value>測項值</value></item>
2.<item><name>Va</name><value>測項值</value></item>
3.<item><name>Wt</name><value>測項值</value></item>
4.<item><name>PF</name><value>測項值</value></item>
5.<item><name>Freq</name><value>測項值</value></item>
6.<item><name>WH</name><value>測項值</value></item>
7.<item><name>VARH</name><value>測項值
</value></item>
</emc>
```

電力參數系統資料協定說明：

1. 電流Ia名稱與測項值定義。
2. 電壓Va名稱與測項值定義。
3. 總功率Wt名稱與測項值定義。
4. 功率因數PF名稱與測項值定義。
5. 頻率Freq名稱與測項值定義。
6. 用電量WH名稱與測項值定義。
7. 乏時VARH名稱與測項值定義。

表3-6 系統資料協定(空調參數範例)

```
<?xml version="1.0"?>
<emc type="measure" class="HVAC">
  <station_id>空調系統ID </station_id>
  <time>偵測時間</time>
  1.<item><name>T(DB)</name><value>溫度值
  </value></item>
  2.<item><name>T(WB)</name><value>濕度值
  </value></item>
  3.<item><name>RH(%)</name><value>相對濕度值
  </value></item>
  4.<item><name>P</name><value>壓力值</value></item>
  5.<item><name>Q</name><value>流量值</value></item>
  6.<item><name>Qc</name><value>冷凍能力值
    </value></item>
  </value></item>
</emc>
```

空調參數系統資料協定說明：

- 1.溫度T(DB)名稱與測項值定義。
- 2.濕度T(WB)名稱與測項值定義。
- 3.相對濕度RH(%)名稱與測項值定義。
- 4.壓力P名稱與測項值定義。
- 5.流量Q名稱與測項值定義。
- 6.冷凍能力Qc名稱與測項值定義。

表3- 7 系統資料協定(照明參數範例)

```
<?xml version="1.0"?>
<emc type="measure" class="LIGHTING">
  <station_id>照明系統ID </station_id>
  <time>偵測時間</time>
  1.<item><name>Lux</name><value>照度值</value></item>
  2.<item><name>Wt</name><value>功率值</value></item>
  3.<item><name>V</name><value>電壓值</value></item>
  4.<item><name>A</name><value>電流值</value></item>
  </value></item>
  </value></item>
</emc>
```

空調參數系統資料協定說明：

- 1.照度Lux名稱與測項值定義。
- 2.功率Wt名稱與測項值定義。
- 3.電壓V稱與測項值定義。
- 4.電流A名稱與測項值定義。

為能將即時資料數據成功且正確的回傳至監控中心，建議系統可採用XML資料交換技術，將各建築物監控系統所量測之資料透過乙太網路(Enthernet)或台灣學術網路(TANET)傳遞至監控中心端伺服器。位於能源管理監控中心之資料傳遞控制模組可以每十五分鐘(時間可自行訂定)一次的方式向各建築物監控系統讀取監測端的監測資料。接著資料傳遞控制模組將資料參數以及建築務本身的識別編號(Station ID)及系統時間等資訊，依照先前設定的XML資料架構，組合成字串資料。隨後模組會嘗試與監控中心端伺服器建立以TCP網路協定為基礎的通訊連線，一旦獲得伺服器認可，模組會將XML資料傳送至伺服器中。當伺服器獲得該項資料後，另外一個位於伺服器的XML處理程式會將該資料解析，之後並將該資料匯入資料庫中。該XML處理程式並在資料寫入資料庫後，回傳一份確認資訊給各建築物監控系統的資料傳遞控制模組，而完成一次的資料傳遞。

由於希望能源管理監控中心能將來自各建築物監視系統的每一份資料確實收到，並且希望能讓各建築物監視系統也同時確認該項資料已經確實寫入能源管理監控中心端資料庫中，因此在連線協定上建議採用TCP協定，而非採用UDP協定。就網路傳遞技術而言，採用TCP協定需要建立完整的點對點連線狀態，並且在整個連線過程中雙方必須經常相互確認連線狀態，因此對於系統的資源需求比較大，所以會影響連線的速度。而UDP協定雙方不需建立點對點連線關係，資料傳遞出去之後，不需要再進行資料確認。因此資料傳遞速度較快，但封包遺失的情況也將比較嚴重。由於各建築物監視系統的監測器資料傳輸中可能需要經過多個網路路由器(Internet Router)，所以使得UDP封包有可能被許多路由器中途擋掉，因此此系統選用TCP協定而放棄使用較快速的UDP協定。

## (二)歷史資料庫管理查詢及報表

為能隨時掌握用電資訊，在能源管理監控中心端通常都利用圖控軟體的輔助，在監控電腦的螢幕顯示各項參數，透過圖控介面達到及時監看、控制、資料查詢與資料分析等功能，以提供監控人員或能源管理人員做必要的分析或判斷，一般圖控軟體主要功能有：

- 1.人機介面中文化顯示畫面。
- 2.彩色動態圖示化監控視窗。
- 3.母子畫面多重視窗顯示功能。
- 4.各功能設定選單依不同性質歸類於各隱藏式子選單中。
- 5.可允許線上設定、修改各項系統參數。
- 6.數位、類比量測信號整合處理分析運算。
- 7.異常事件判斷處理功能。
- 8.具備多階權限密碼之安全控管設定。
- 9.歷史資料庫管理查詢及報表列印功能。
- 10.量測參數的動態趨勢圖曲線顯示功能。
- 11.與現有之電腦作業系統相容功能。

單位由監測圖控軟體登入之畫面，管制使用者登入時需身份的認證後，選擇負載後可監看各項電力數據的大小(如圖3-7)，如果想進一步看出變化趨勢，可選擇曲線繪圖功能將想看的某時間區間的電力數據曲線繪出(如圖3-8)，也可以藉由選擇項設定報表格式，查詢或列印報表等(如圖3-9)。



圖3-7 監看各項電力數據

影醫館.電錶總實功率小時圖  
2007/03/01 00:00 ~ 2007/03/09 20:00

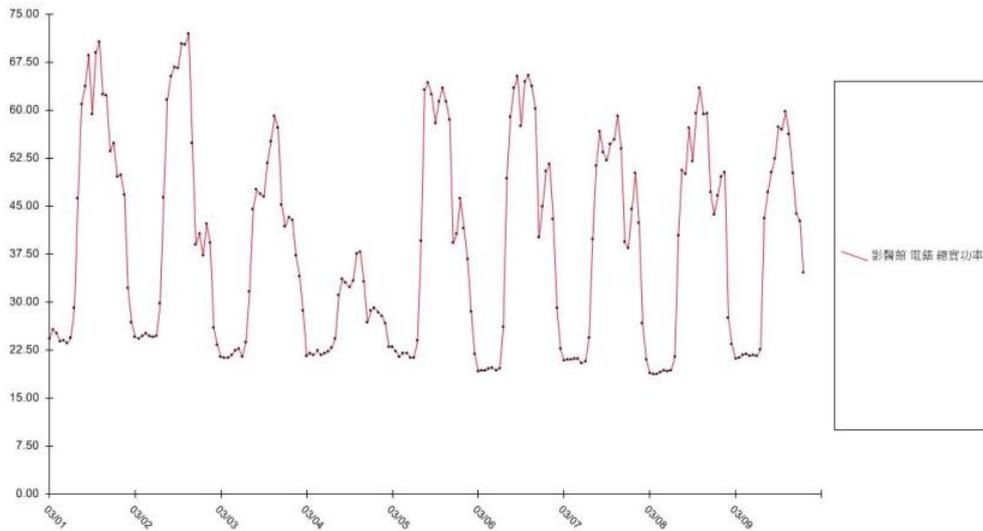


圖3-8 電力數據曲線圖

電錶: 影醫館 元培科技大學

年月: 2007/02 資料查詢 < > SIZE: A4 A3 PDF Excel Word

100%

網控節能系統 月報表

電錶:影醫館 項目:總實功率

| 日期 | 小時 | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 1  |
|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 1  |    | 20.12 | 20.28 | 19.88 | 19.84 | 19.90 | 19.88 | 19.67 | 19.98 | 25.00 | 30.65 | 32.63 | 32.45 | 29.33 | 30.41 | 33 |
| 2  |    | 20.69 | 20.67 | 20.65 | 20.77 | 20.67 | 21.03 | 20.61 | 20.85 | 25.93 | 30.95 | 30.75 | 31.34 | 29.47 | 29.33 | 32 |
| 3  |    | 21.12 | 20.68 | 20.93 | 21.07 | 21.10 | 20.85 | 21.04 | 20.71 | 20.49 | 20.87 | 21.39 | 21.18 | 21.22 | 21.39 | 21 |
| 4  |    | 20.99 | 21.00 | 20.85 | 20.89 | 20.80 | 20.84 | 20.78 | 20.93 | 21.33 | 22.02 | 22.18 | 22.51 | 21.79 | 21.66 | 22 |
| 5  |    | 21.29 | 21.23 | 21.23 | 21.51 | 21.28 | 21.58 | 21.33 | 21.71 | 25.54 | 32.31 | 34.23 | 35.56 | 33.44 | 32.93 | 33 |
| 6  |    | 21.64 | 21.69 | 21.95 | 21.86 | 21.99 | 22.02 | 21.85 | 21.66 | 25.87 | 32.57 | 32.28 | 34.33 | 33.93 | 34.71 | 35 |
| 7  |    | 20.38 | 20.52 | 20.60 | 20.61 | 20.64 | 20.75 | 20.59 | 21.88 | 24.81 | 32.24 | 35.81 | 34.03 | 32.32 | 33.29 | 33 |
| 8  |    | 22.19 | 22.01 | 21.99 | 22.25 | 22.10 | 22.15 | 23.09 | 22.14 | 26.36 | 32.36 | 33.96 | 33.36 | 36.07 | 36.26 | 38 |
| 9  |    | 20.77 | 20.61 | 20.74 | 20.89 | 20.89 | 21.03 | 20.80 | 20.33 | 23.84 | 34.23 | 34.92 | 36.35 | 36.04 | 34.04 | 34 |
| 10 |    | 22.46 | 22.65 | 22.17 | 22.15 | 22.09 | 22.29 | 22.07 | 22.05 | 22.32 | 22.16 | 22.00 | 22.18 | 22.17 | 21.79 | 23 |
| 11 |    | 22.15 | 22.10 | 22.24 | 21.82 | 22.12 | 21.83 | 21.91 | 22.07 | 22.04 | 21.79 | 21.92 | 22.25 | 22.57 | 22.38 | 22 |
| 12 |    | 22.02 | 22.03 | 22.44 | 21.79 | 22.28 | 21.88 | 21.90 | 22.76 | 26.44 | 35.45 | 34.91 | 35.07 | 33.38 | 33.42 | 33 |
| 13 |    | 21.58 | 21.57 | 21.72 | 21.31 | 21.47 | 21.65 | 21.34 | 21.88 | 28.09 | 36.79 | 37.32 | 35.24 | 33.14 | 34.11 | 33 |
| 14 |    | 22.85 | 23.00 | 22.65 | 22.76 | 22.59 | 22.84 | 22.37 | 22.91 | 26.74 | 33.02 | 35.63 | 34.62 | 33.30 | 33.44 | 35 |
| 15 |    | 20.09 | 20.00 | 19.68 | 19.74 | 19.82 | 19.71 | 19.70 | 19.66 | 24.05 | 28.79 | 29.69 | 31.14 | 29.72 | 26.80 | 26 |

圖3-9 月報表

(三)管理報表運用

本會多幾年來曾協助國內各單位發掘節約能源機會，提高能

源使用效率，在累積了多年節能經驗後常發現目前越來越受重視的監控系統是節約能源、強化管理的一大利器，實在是值得大力推廣，惟美中不足的是這幾年來監控系統因介面整合、系統維護不佳、人為操作不當.....等問題，使得監控系統一直未能發揮其應有的系統效能，甚為可惜，所以本會幾年來投入大量的人力、物力、時間，發展及推動能源資訊系統，乃在於整合「中央監控系統」及「節約能源措施」的優點，解決中央監控系統有紀錄、卻無管理、分析；節能措施持續推動，投資成本及省能成效無法數據化、回收年限無法估算等問題。因而在「能源資訊系統」建置完成後，各建築物可以完整的記錄、分析、管理及運用，由中控室內即可掌握各建築物耗能設備運轉現況，輕鬆的利用警報顯示處理異常狀況，各種管理報表更可依特殊需求而自行設計，而後定時列印，節省下來大量的人力可用於提昇員工技術層次，所有節能措施的投資效益將因資料的持續記錄可以數據化儲存、效益浮現，另外可以透過電信局交換機線路或網際網路與遠端監控中心系統連線，查詢該單位能源使用現況並加以分析，發現問題與提供解決方案。

藉由能源資訊系統的建立，所能達到的以下目標：

#### 1. 制度化：

「即時資訊」、「分散式管理」和「異常掌握」，一直是單位設備管理維護人員追尋的目標，以往沒有建築自動化系統時，只能靠每個人每天24小時的巡視、抄錶記錄、定期維護，再製作日、月、季、年報表，不僅耗費了大量的人力在例行工作上，更有可能因人為疏失而延誤了異常處理時效，導致建築物用電的嚴重損失，不僅耗時，可靠度也不高。能源資訊系統的建立，即可達到嚴密的監控，由中控室內即可掌握各建築物耗能設備運轉現況，輕鬆的利用警報顯示瞭解異常狀況處理情形，各種管理報表更可依特殊需求而自行設計，而後定時列印，節省下來大量的人

力可用於提昇員工技術層次，提高產品良率及延長設備使用年限上，將可使得建築物的管理制度更為健全而完善。

## 2. 資訊化：

制度化及自動化於監控系統中均可輕易的達到，但惟有再結合資訊化的能源資訊系統，才能將整個建築自動化系統完整的建立起來，例如以往的監控系統在試車運轉調整完後，正式運轉控制，若未能對運轉歷史資料加以分析比較，只能說控制系統正常運作，但並不代表耗能設備系統是在最佳化最省能的狀態下運轉，甚至一開始系統運轉是在最佳狀態下，但運轉一段時間後，因感測器誤差，系統運轉狀態改變……等，若不能持續的歷史資料分析比較，最佳運轉點仍然會偏移。比爾蓋茲所著，曾經造成一陣旋風的數位神經系統一書中也提到資訊化的重要，他以自動倉儲業大量的利用客戶需求資訊，作為物料管理根據，達到零庫存的管理，與本中心之能源資訊系統精義實在是不謀而合。

能源管理監控系統中心建立，則可以收集大量的能源資訊及了解電力流向，因此針對各能源使用單位，建立各種報表及考核追蹤制度，使各單位能依循既定能源政策及預期目標，達成節能工作計劃。同時也可對執行不力單位進行考核及設定獎懲制度。如表3-8~表3-10為年月日報表，可記錄各建築物功率、功率因數、電壓、電流及用電度數等，隨時掌握用電情形，並可比較分析其差異性。另由圖3-10~圖3-11月日用電曲線圖，可瞭解每日用電量變化情形與是否超約，並比較不同年份各月份用電成長情形，作有效用電管理。

表3-8 年度報表

| 月份      | (1)總表(MVCB)   |              |                | (2)行政大樓       |              |                | (3)商科大樓       |              |                | (X)MSDP       |              |                | (4)博物館        |              |                | (5)圖書館        |              |                |
|---------|---------------|--------------|----------------|---------------|--------------|----------------|---------------|--------------|----------------|---------------|--------------|----------------|---------------|--------------|----------------|---------------|--------------|----------------|
|         | 每月最高尖峰用電 (kW) | 每月平均功率因數 (%) | 每月累積用電度數 (kWh) | 每月最高尖峰用電 (kW) | 每月平均功率因數 (%) | 每月累積用電度數 (kWh) | 每月最高尖峰用電 (kW) | 每月平均功率因數 (%) | 每月累積用電度數 (kWh) | 每月最高尖峰用電 (kW) | 每月平均功率因數 (%) | 每月累積用電度數 (kWh) | 每月最高尖峰用電 (kW) | 每月平均功率因數 (%) | 每月累積用電度數 (kWh) | 每月最高尖峰用電 (kW) | 每月平均功率因數 (%) | 每月累積用電度數 (kWh) |
| 2004/01 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2004/02 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2004/03 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2004/04 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2004/05 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2004/06 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2004/07 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2004/08 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2004/09 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2004/10 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2004/11 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2004/12 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 每年平均值   |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 每年最大值   |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 每年最大值月份 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |               |              |                |

表3-9 月報表

| 日期        | (1)總表(MVCB)   |              |                | (2)行政大樓       |              |                | (3)商科大樓       |              |                |
|-----------|---------------|--------------|----------------|---------------|--------------|----------------|---------------|--------------|----------------|
|           | 每日最高尖峰用電 (kW) | 每日平均功率因數 (%) | 每日累積用電度數 (kWh) | 每日最高尖峰用電 (kW) | 每日平均功率因數 (%) | 每日累積用電度數 (kWh) | 每日最高尖峰用電 (kW) | 每日平均功率因數 (%) | 每日累積用電度數 (kWh) |
| 2006/7/1  |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/2  |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/3  |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/4  |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/5  |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/6  |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/7  |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/8  |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/9  |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/10 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/11 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/12 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/13 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/14 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/15 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/16 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/17 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/18 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/19 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/20 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/21 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/22 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/23 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |
| 2006/7/24 |               |              |                |               |              |                |               |              |                |

表3-10 日報表

| 日期        | 時間    | (1)總表(MVCB) |       |        |         |             | (2)行政大樓 |       |        |         |             |
|-----------|-------|-------------|-------|--------|---------|-------------|---------|-------|--------|---------|-------------|
|           |       | 電壓(V)       | 電流(A) | 耗電(KW) | 功率因數(%) | 累積用電度數(kWh) | 電壓(V)   | 電流(A) | 耗電(KW) | 功率因數(%) | 累積用電度數(kWh) |
| 2005/7/20 | 00:00 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 00:15 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 00:30 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 00:45 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 01:00 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 01:15 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 01:30 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 01:45 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 02:00 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 02:15 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 02:30 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 02:45 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 03:00 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 03:15 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 03:30 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 03:45 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 04:00 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 04:15 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 04:30 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 04:45 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |
| 2005/7/20 | 05:00 |             |       |        |         |             |         |       |        |         |             |

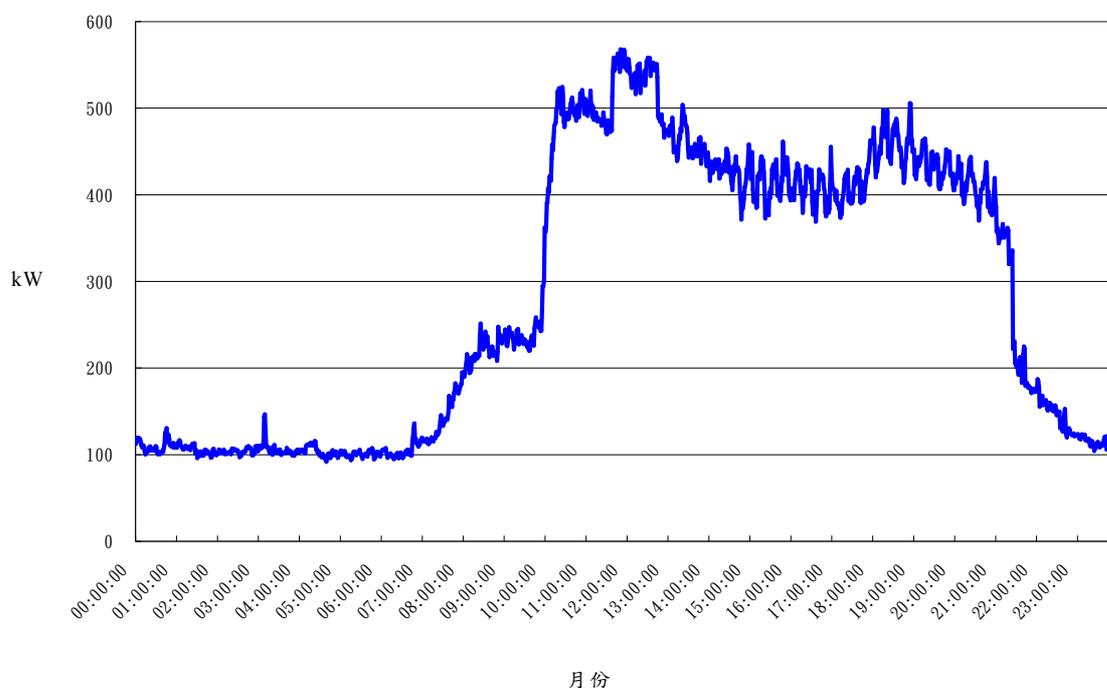


圖3-10 日耗能曲線

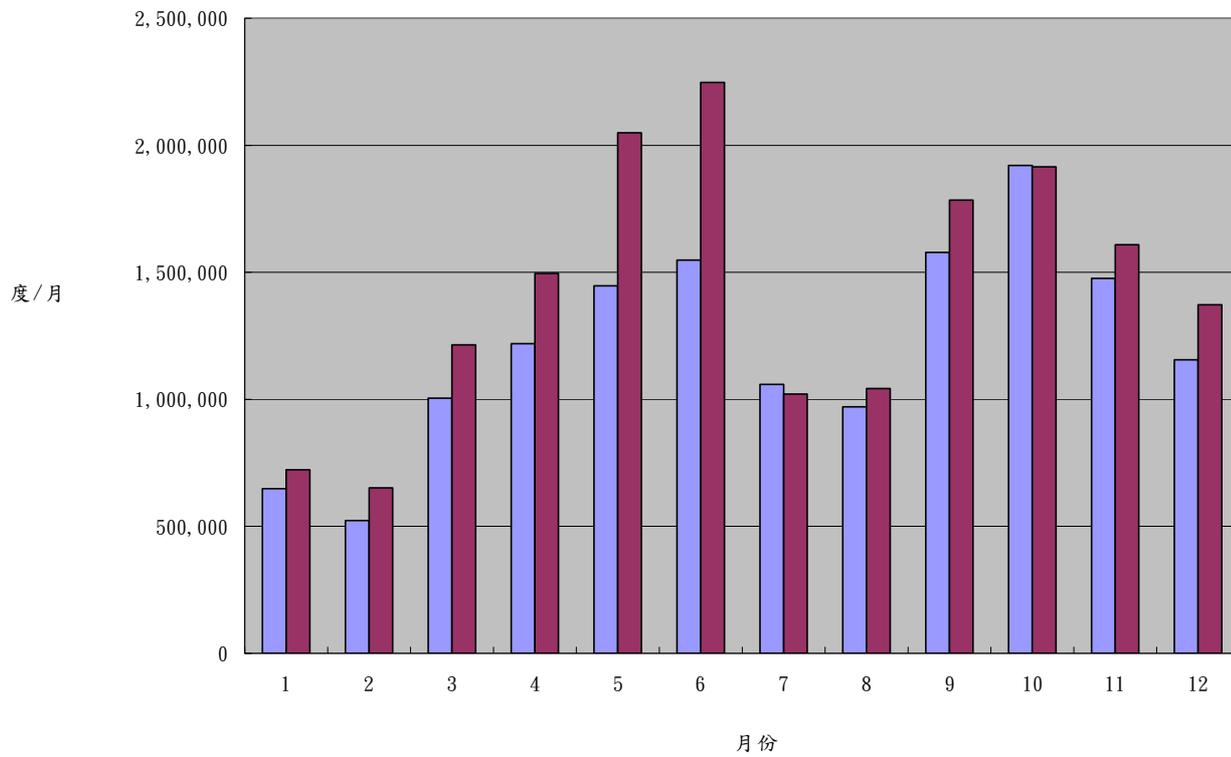


圖3-11 歷史用電曲線

## 肆、能源管理應用介紹與說明

### 一、何謂能源管理監控系統

本會多年來曾協助國內各企業與機關發掘節約能源機會，提高能源使用效率，在累積了多年節能經驗後常發現目前越來越受重視的監控系統是節約能源、強化管理的一大利器，實在是值得大力推廣，惟美中不足的是這幾年來監控系統因介面整合、系統維護不佳、人為操作不當……等問題，使得監控系統一直未能發揮其應有的系統效能，甚為可惜，所以本會幾年來投入大量的人力、物力、時間，發展及推動能源資訊系統，乃在於整合「中央監控系統」及「節約能源措施」的優點，解決中央監控系統有紀錄、卻無管理、分析；節能措施持續推動，投資成本及省能成效無法數據化、回收年限無法估算等問題。因而在「能源管理監控系統」建置完成後，建築能源管理可以完整的記錄、分析、管理及運用，所有節能措施的投資效益將因資料的持續記錄可以數據化儲存、效益浮現，另外可以透過電信局交換機線路或網際網路與管理中心連線，查詢能源使用現況並加以分析，發現問題與提供解決方案。

藉由能源管理監控系統的建立，所能達到的三大目標：

#### (一) 自動化

經由分散處理控制器、圖控軟體與網路的結合，針對耗能設備做最佳的運轉管理與控制，例如：

##### 1、時序控制

時序控制基本上與定時開關一樣，譬如在每一天的上班時間將冷氣起動與燈具開啟，而在下班時間關閉。當然有些設備在一天之內可以設計多段式的開關，星期例假日及國定假日都可以預先設計在程式

裡面，而到時控制器會隨著時序控制進行該有的動作。

## 2、最適時開關

為了節省用電，在時序控制定時開關的程式中可以加入建築物的特性，而調整開關時間。譬如利用清晨低溫而新鮮的外氣，在清晨時引進室內作空氣循環，可以將續積於室內的熱量帶走，不僅於早上人員進入辦公室時已有舒適的環境，更可降低冰水主機早上開機所需克服續積熱量的耗電。在下班前冰水主機、冷卻水泵、冷卻水塔風車先停機，冰水泵繼續運轉釋放冰水系統續積的冷能後再停止運轉，繼續利用建築物的餘冷保持舒適溫度到下班。至於提早、延後多少時間，則控制器會根據現在的室內溫度、室外溫度、使用操作的經驗而自行調整，以達到最省能的目的。

## 3、PID 控制

在空調系統內常聽到一個名詞叫 PID 控制，意思是比例-積分-微分 (PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE) 控制，作用是控制系統本身為了達到一個定點的控制，自己智慧的調整開關的量，就像我們在放洗澡水調節冷熱水的量而達到所需的溫度一樣，跟傳統的比例式 (PROPORTIONAL) 控制相比可用下列公式表示：

$$P = KP \times (\text{ERROR})$$

$$PI = P + (KI \times \text{INTEGRAL})$$

$$PID = PI + KD \times (\text{ERROR} - \text{LAST ERROR})$$

## 4、主機效率控制(CHILLER OPTIMAZATION)

冰水主機製造 7°C 左右之冰水給室內冷風機使用，佔了空調系統耗電量的絕大部分，而由於主機的操作特性則可利用下列方法

來提高其效率：

- (1)調整冰水溫度，配合建築物之負荷。
- (2)調節冷卻水溫度，提高主機排熱效率。
- (3)多台主機順序控制避免尖峰負載。
- (4)主機總容量及台數控制，使主機於最佳效率運轉點運轉。

## 5、燈光控制(LIGHTING CONTROL)

燈光在一棟建築物內的消耗一般僅次於空調，而燈光的發熱也直接增加了空調的負擔，因此做好燈光控制可以收到一舉兩得的效果，一般的燈光控制方法有下列幾種：

- (1)亮度控制
- (2)人員感知控制
- (3)時間控制
- (4)室外光感控制

## 6、電力需量控制

由於電力公司對於電費的計算是根據最大需量，而電力公司也獎勵減少需量的用戶，因此電力需量控制一直是能源管理系統內一個很重要的功能之一。監控系統連接到整個大樓或工廠的電錶，由於電錶能提供脈波(PULSE)信號給控制器，若電力需量接近預先訂的最大需量時，則系統採取預先訂好的需量控制程式，像提高溫度設定點或關掉不重要設備。

## (二)制度化

「即時資訊」、「集中管理」和「異常掌握」，一直是單位設備管理維護人員追尋的目標，以往沒有建築自動化系統時，只能靠每個人每天 24 小時的單位巡視、抄錶記錄、定期維護，再製作

日、月、季、年報表，不僅耗費了大量的人力在例行工作上，更有可能因人為疏失而延誤了異常處理時效，導致生產線的嚴重損失，不僅耗時，可靠度也不高。能源管理監控系統的建立，即可達到嚴密的監控，由管理中心內即可掌握全部耗能設備運轉現況，輕鬆的利用警報顯示處理異常狀況，各種管理報表更可依特殊需求而自行設計，而後定時列印，節省下來大量的人力可用於提昇員工技術層次，提高產品良率及延長設備使用年限上，將可使得廠區的制度更為健全而完善。

### (三)資訊化

制度化及自動化於監控系統中均可輕易的達到，但惟有再結合資訊化的能源資訊系統，才能將整個建築自動化系統完整的建立起來，例如以往的監控系統在試車運轉調整完後，正式運轉控制，若未能對運轉歷史資料加以分析比較，只能說控制系統正常運作，但並不代表耗能設備系統是在最佳化最省能的狀態下運轉，甚至一開始系統運轉是在最佳狀態下，但運轉一段時間後，因感測器誤差，系統運轉狀態改變……等，若不能持續的歷史資料分析比較，最佳運轉點仍然會偏移。比爾蓋茲所著，曾經造成一陣旋風的數位神經系統一書中也提到資訊化的重要，他以自動倉儲業大量的利用客戶需求資訊，作為物料管理根據，達到零庫存的物料管理，與本中心之能源資訊系統精義實在是不謀而合。

## 二、能源管理監控系統架構與規劃步驟

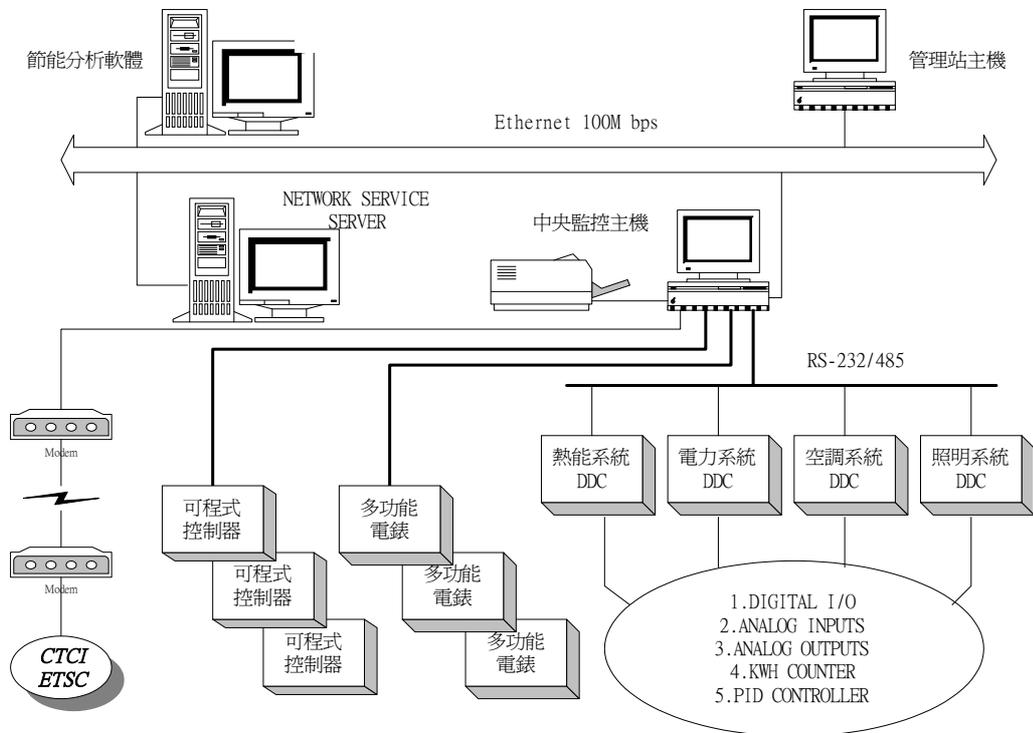


圖4-1 能源管理監控系統的架構圖

系統規劃步驟如下：

### (一)能源管理監控系統規劃

依據功能選擇表與業主討論後製定輸出入功能表(I/O Table)、系統規劃及設計圖繪製。

### (二)施工圖面繪製

依據輸出入功能表(I/O Table)規畫單線圖、平面圖、昇位圖；包括直接數位控制器(DDC)裝設位置及點數、sensor 裝設位置、管路及材質與管徑、電源線及線徑、訊號線及規格、控制線及規格及其他施工說明。

### (三)定義監控點形態

包括 ID 編號、設備名稱、詳細說明、設備連接硬體的位置（第幾個 DDC、卡片、點）、輸／出入形態（D/I、D/O、A/I、A/O、P/I）、SENSOR 規格（4~20mA、0~10V、RTD、Thermistor）、高低限警報值、數值範圍、單位。

### (四)邏輯控制圖

依據輸出入功能表（I/O Table）中定義的軟體功能，規畫每個監控點的動作流程及關聯動作；如警報何時發生、警報發生時應控制何種設備、跳至那一個畫面、是否需要存檔、抓取何處的資料進行運算、應用程式。

### (五)軟體規畫

- 1.電力單線圖製作、空調系統流程圖製作、平面圖製作、警報顯示盤製作、歷史資料圖面、報表格式設計、管理等級密碼管制。
- 2.應用程式設計；如時間自動控制程式（萬年曆）、停電復電程式、節約能源管理程式、電力需量控制程式、PID 控制。
- 3.通信協定驅動程式。
- 4.ethernet 網路資料擷取。

### (六)施工前置作業

DDC 設定、sensor 校正、暖機測試、軟體運轉測試。

### (七)硬體安裝施工

### (八)系統試車調整與資料收集

### (九)歷史資料分析與系統調整

### 三、歷史資料分析的必要性

為什麼特別強調歷史資料分析的能源管理監控系統，實在是看過太多有監控或沒有監控系統運轉不佳的案例，又或是運轉雖正常，但確是在極為耗能的狀況下運轉，均需花費了相當多的時間，利用檢測設備儀器進行運轉數據的收集分析，才能對症下藥，找到真正的病因，來加以解決，也就是充份的利用真實數據的反應而避免人為判斷的疏失，在累積了如此深刻的體驗後，發覺為何不在一開始規畫監控系統時就將此一觀念導入，增加一些必要的資料監測點作為爾後節能運轉分析的依據。

利用能源分析軟體，作為資訊分析之工具，其基本功能如下：

#### (一)3-D

##### 1、剖面圖(Section)

- (1)可截取日期剖面、時間剖面、Y軸剖面。
- (2)長條形統計圖，統計各剖面相同數據發生的次數及百分比。
- (3)資料分析：各剖面的最大值、最小值、平均值、平均值以下的資料筆數、標準偏差、總資料點數。

##### 2、統計數值(Statistic)

- (1)挑選出每天的最大值、最小值、平均值畫成曲線。
- (2)長條形統計圖，統計所有資料相同數據發生的次數。
- (3)資料分析：最大值、最大值發生時間及日期、最小值、最小值發生時間及日期、平均值、平均值以下的資料筆數、總資料點數。
- (4)顯示資料開始與結束的日期與時間。

### 3、XYZ 圖 (SYZ plot)

- (1)任意選擇當X、Y、Z的變數。
- (2)選擇顯示一天或數天的資料。
- (3)以時間或日期為準做資料追蹤 (TRACE)。
- (4)同時重疊顯示四張XYZ圖。
- (5)三度空間圖形旋轉。
- (6)圖面調整X、Y、Z軸刻度。

## (二)2-D

### 1、時間連續圖 (Time series)

- (1)一次最多可載入多筆資料，畫出多條曲線。
- (2)可選擇一天或數天的資料同時觀看。
- (3)挑選任一區間，圖形立即顯示曲線最大、最小、平均值。
- (4)資料分析：最大值、最大值發生時間及日期、最小值、最小值發生時間及日期、平均值、標準偏差、總資料點數。

### 2、XY 交叉圖 (XY cross plot)

- (1)任意選擇當 X、Y 的變動。
- (2)選擇顯示一天或數天的資料。
- (3)以時間或日期為準做資料追蹤 (TRACE)。
- (4)同時重疊顯示多張 XY 交叉圖。
- (5)符合資料的模擬曲線，有線性曲線、二次方程式曲線、雙曲線。
- (6)資料分析：模擬曲線方程式、X 變數與 Y 變數各別的最大值、最大值發生時間及日期、最小值、最小值發生時間及日期、平均值、總資料點數。

### (三)空氣線圖

- 1.英制與公制切換。
- 2、乾球溫度配相對濕度、絕對濕度、濕球溫度、露點溫度任何一項，皆可在空氣線圖上畫出。
- 3、立即顯示游標所在的乾球溫度、相對濕度、絕對濕度、濕球溫度、露點溫度及焓值。
- 4、以時間或日期為準做資料追蹤（TRACE）。
- 5、顯示空調舒適區。
- 6、資料分析：乾球溫度與相對濕度各別的最大值、最大值發生頻率、最小值、平均值、總資料點數。

「能源管理監控系統」能為能源用戶解決目前在能源使用不當、效率不彰、電費居高不下、契約容量超約及空調耗能等問題。尤其是能源消耗量大的產業，節約能源就是降低作業成本，創造利潤，提昇整體競爭力及經營績效的超級利器，因此能源管理監控系統未來將是降低運轉成本的最佳選擇。

## 伍、能源管理監控節能應用案例

監控系統除可提供管理者及時之系統運轉參數資訊，相對於歷史資料之分析，更可有效掌握目前之耗能情況及節約能源可行之方向。以下將介紹電信機房及辦公大樓節能改善與利用監控系統驗證案例，單位原已建置集團監控中心與各廠區監控系統，系統架構為開放系統，各廠區監控系統平時各自獨立運作與資料儲存，並同時將能源資料定時回傳監控中心總資料庫，目前已儲存多年用電資料庫，多年來經由輔導團現場節能評估與進行資料庫用電分析後，提出節能改善措施，再經用戶進行節能管理與控制，最後由監控系統資料確認其改善前後節能效益，其各項節能方法說明如下：

### 一、電力系統節能應用

藉由電力需量管理及用電負載管理節能改善措施，配合監控系統記錄改善前後用電資料與確認其節能成效。

- (一)用電量統計：依 96 年 1 月至 98 年 6 月總用電需量狀況分析，無論那一年之用電需量均可發現，用電量在夏季有明顯高於非夏季時段，其用電增加之幅度約為 25%，夏季空調負荷增加，各年度同期用電量逐年增加。
- (二)節能成效：根據用電需量顯示，自 96 年後，隨著許多節能措施的實行以及耗能設備的汰換，其用電需量產生下降的趨勢，96 年平均用電需量為 1,592kW，97 年為 1,577kW，而 98 年由於資料僅至 6 月，尚未進入夏季尖峰用電時段，因此用電需量平均僅為 1,478 kW(如圖 5-1)。然而考慮用電需量減少比例不大，97 年用電度數為 1,490 萬度相較於 96 年 1,391 萬度，其用電量減少 99 萬度，相當於 6.7%之用電減少率，然而 98 年用電度數為 1,368 萬度，其用電相較於 97 年減少 23 萬度，相當於 1.6%之用電減

少率，足見節約能源之成效相當優異。(如圖 5-2)

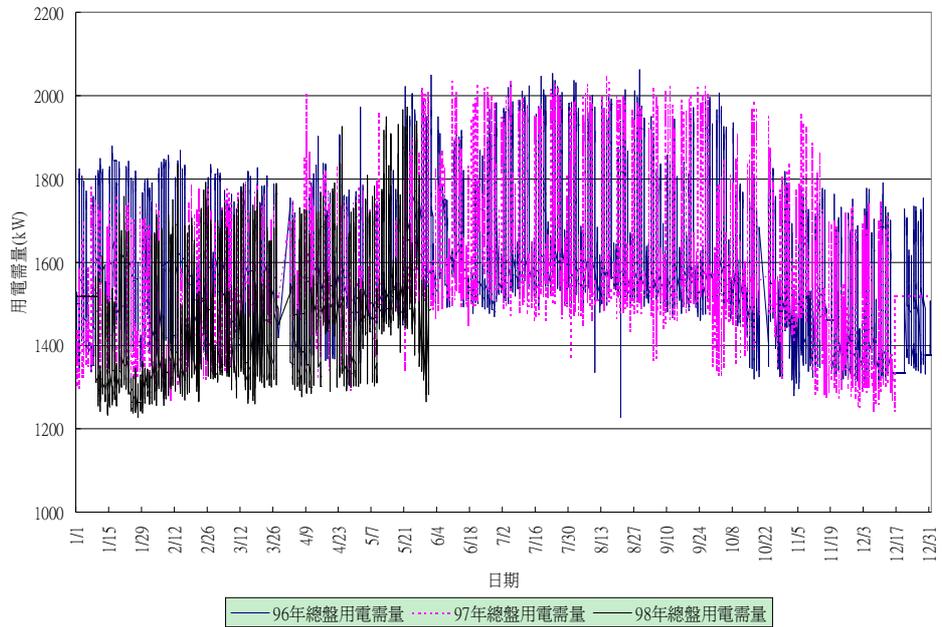


圖5-1 96年至98年用電需量狀況

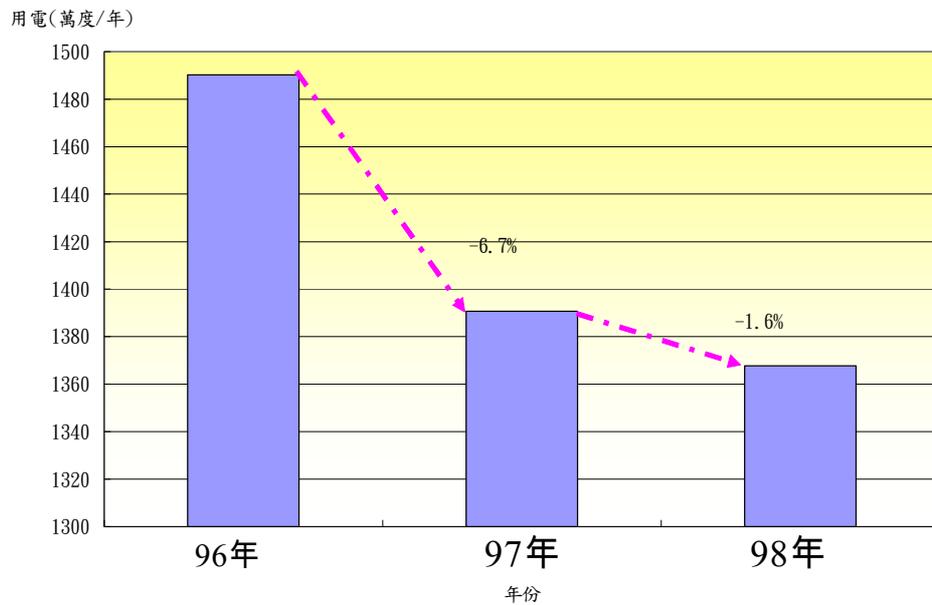


圖5- 2 96年至98年用電成效統計圖

## 1. 用電需量管理措施

由於現場就盤面資料無法細分出照明、插座、機房等用電狀況，僅能略分總用電需量、空調用電需量、動力A盤及動力B盤等，無法分離出相關機房用電狀況，因此喪失許多重要資料可進行分析，96-98年總用電需量、空調用電需量、動力A盤及動力B盤狀況如圖5-3~5-5分析，98年總用電需量已較96年同期降低100~200kW，主要降低需量為推行空調設備管理與控制，已有效抑低用電需量。另尖峰用電時段發生在夏月(6/1~10/31)，夏月用電增加約25%，其它月份需量變化不大，動力A及B盤需量主要為機房變化不大，空調需量用電與總盤變化相同，顯示其為造成夏月需量增加主因。

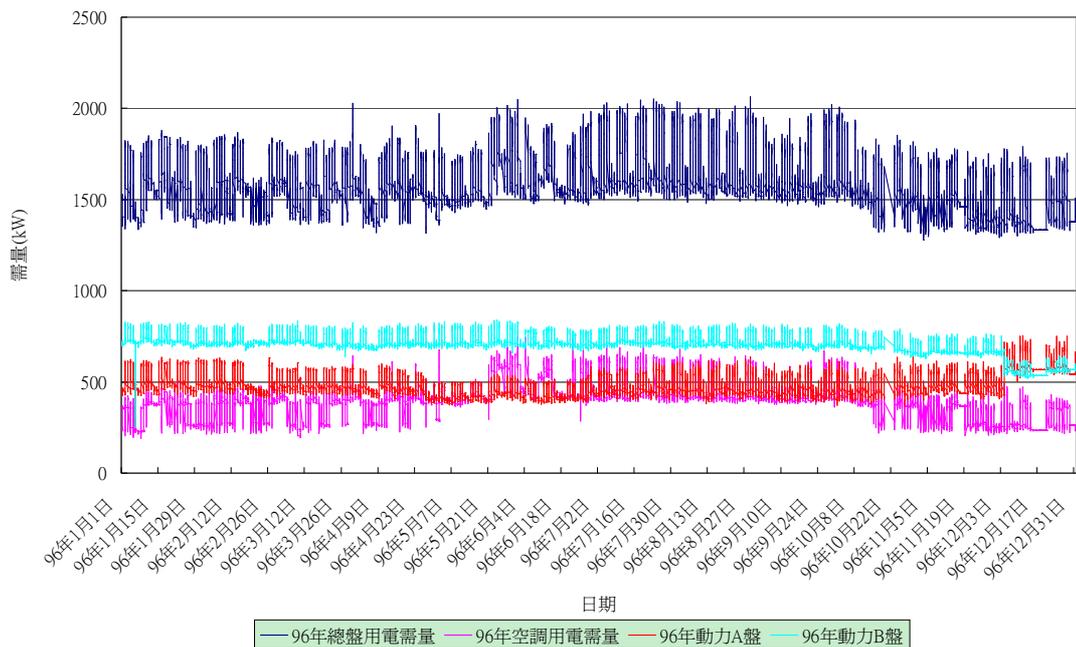


圖5- 3 96年各盤面用電需量統計圖

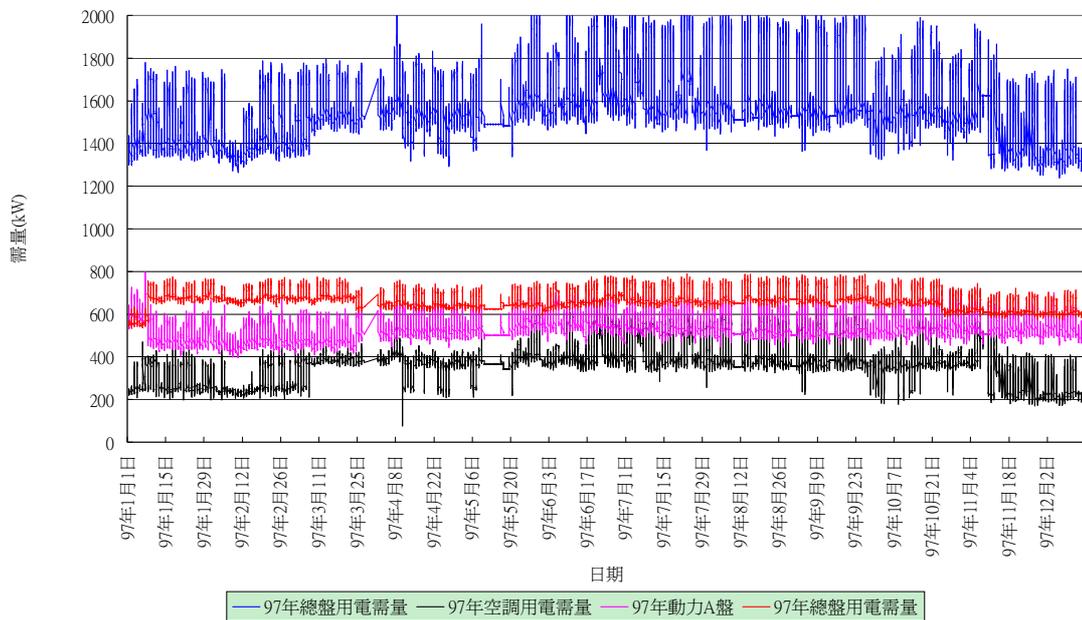


圖5-4 97年各盤面用電需量統計圖

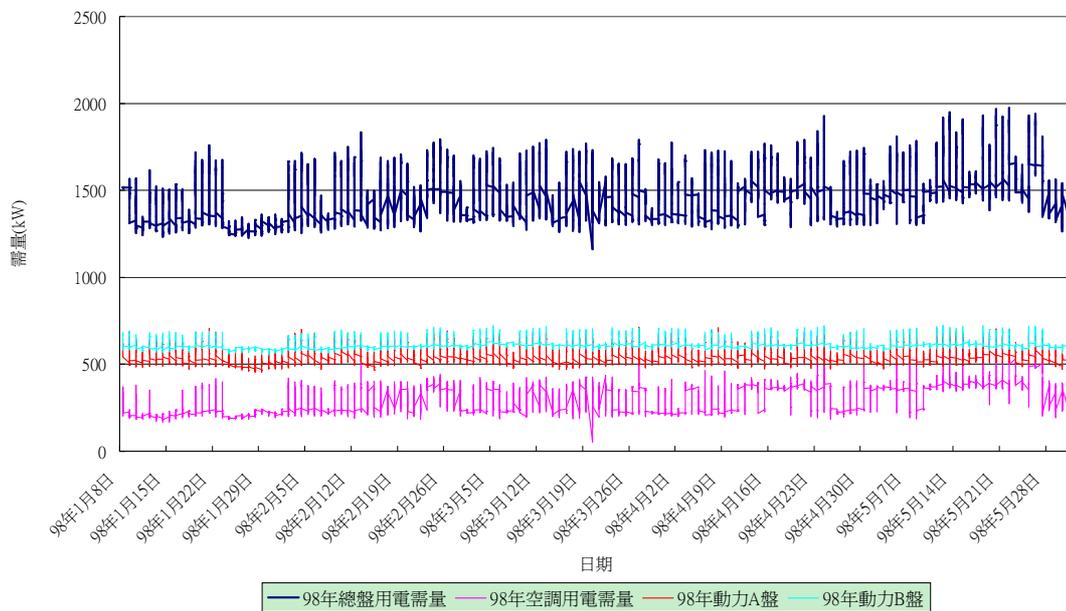


圖5-5 98年各盤面用電需量統計圖

## 2. 用電負載管理

圖5-6~5-8為96年~98年各盤面的用電需量佔比圖，其中空調用電為最主要之公用設備，當然由於盤面的關係無法細分出機房用電狀況及動力照明等用電，因此僅能就空調用電需量進行分析，然而由於機房至96年開始，針對空調進行調整主機運轉數量及辦公室用空調箱風車變頻控制等節能措施，空調用電需量由96年25.2%降至98年20%，顯示其空調改善成果顯著。

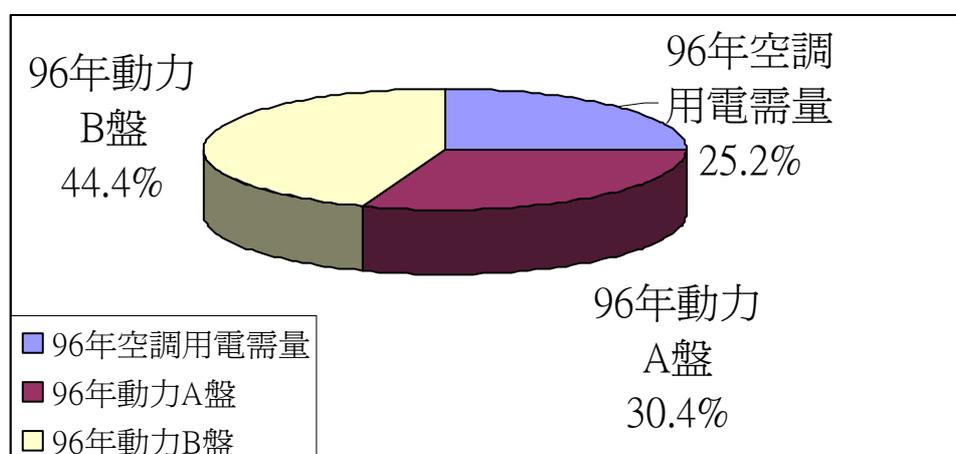


圖5- 6 96年各盤面用電需量佔比圖

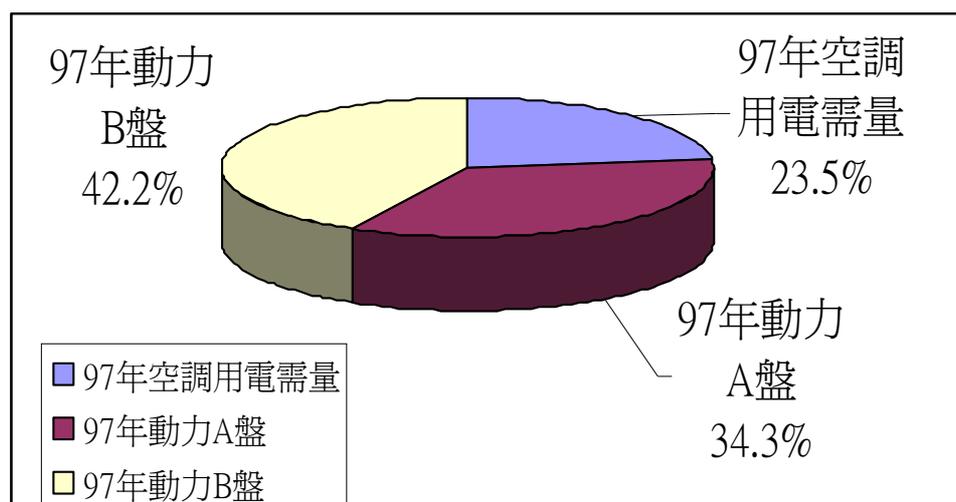


圖5- 7 97年各盤面用電需量佔比圖

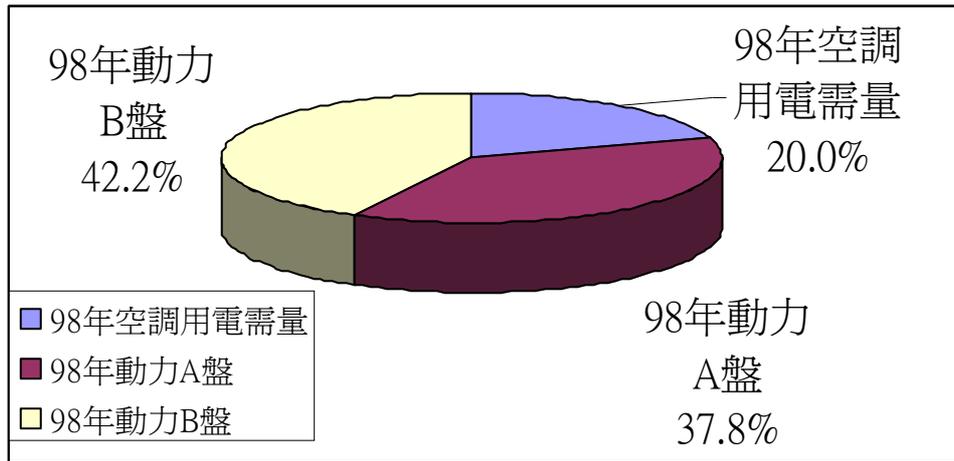


圖5- 8 98年各盤面用電需量佔比圖

### 3.提昇電信機房能源效率

於電信機房主要產品為電信設備，然而電信設備最主要的輸入僅只有用電量而已，因此若能掌握設備之用電狀況，在針對其周邊設備之用電狀況進行流向調查，即可有效針對電信機房之用電成本進行管控，然而這樣的概念可用電腦機房效率指標 ((Power Usage Effectiveness, PUE簡稱PUE)表示，針對PUE之定義如下：

$$PUE = TFP \div ITEP \quad (\text{公式 3-1})$$

TFP： 整體機房設備的使用功率(kW)

ITEP： IT 設備的使用功率(kW)

PUE之定義為每單位度數之電信設備用電所需要耗費的空調、照明，即IT資訊設備本身，因此PUE值越低代表機房效率越高，理論上最佳值為1，但機房內除IT資訊設備外應具有其他耗能設備如空調、照明等，故理論值1不存在，即便如此，降低PUE指標確實是目前電腦機房努力的目標，考慮將IT及交換機設備之用電計算其PUE，但其中產生二個重要問題，(1)由於空調設備提供辦公室及機房因此無法區分出其用空調用電流向。(2)IT資訊設備及交換機設備用電之UPS

及SMR供電瑞由於資料不期全，約僅只有八成資料具可讀性，因此無法準確針對機房用電之PUE計算，但事實上仍舊可以藉由一定的比例來回歸出其可能之PUE近似值，經回歸後之總用電及機房用電之關係如圖5-9所示。

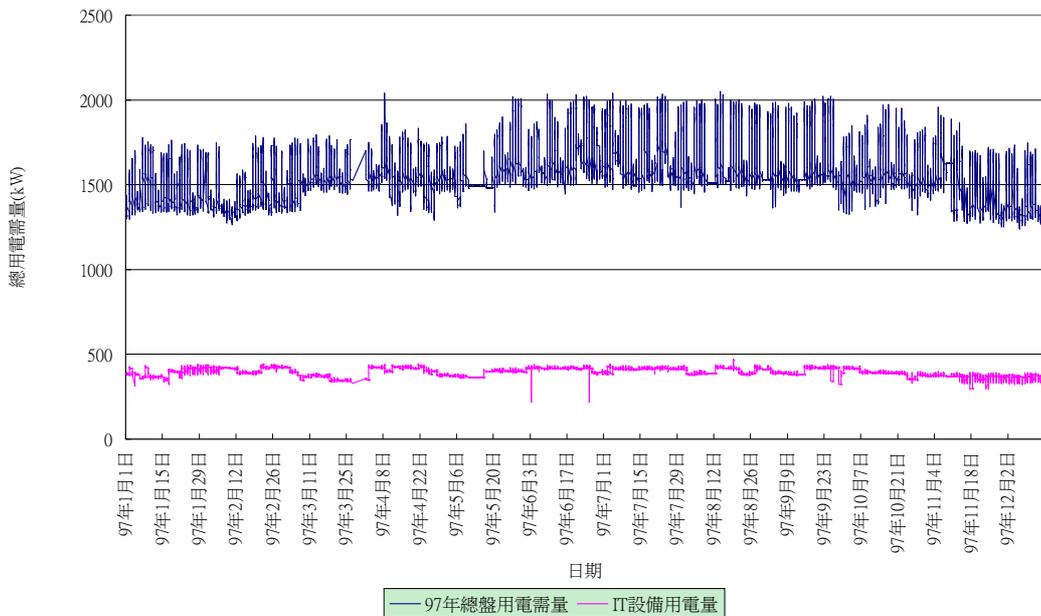


圖5-9 IT資訊設備用電及總用電之關係圖

本案IT資訊設備用電狀況走勢相當平坦，這是由於IT資訊設備並無任何太大之異動，但反觀總用電卻於夏季時期用電相對高於非夏季，這樣的原因主要來自於辦公室用電之影響及於機房部份外殼為鐵皮屋構成，雖適時增加部份隔熱材，但建築物隔熱部份仍不佳，過多的外氣傳導及太陽輔射將導致空調用電具有增加的情況。

然後光就圖5-9部份可能無法直接評估IT資訊設備或交換機設備之用電成本及情況，因此仍舊需由PUE角度進行此一部份之分析，將圖5-9之IT資訊設備及總用電狀況進行PUE計算結果如圖5-10所示，其逐月平均PUE如表5-1所示。

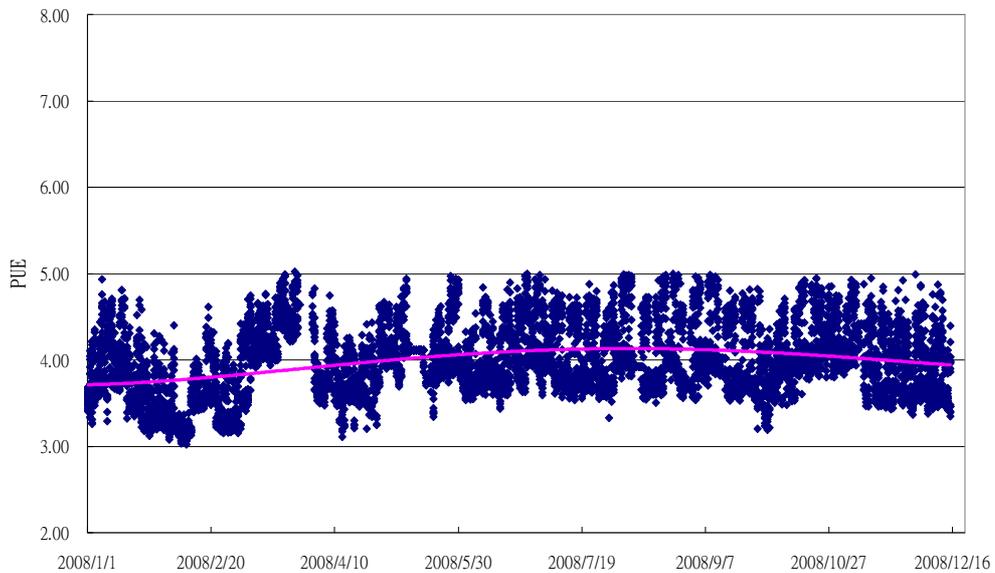


圖5- 10 IT資訊設備及總用電狀況進行PUE之分佈圖

表5-1 IT資訊設備逐月平均EUI值

| 各月平均 PUE(kW/kW) |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| 1 月             | 2 月  | 3 月  | 4 月  | 5 月  | 6 月  |
| 3.81            | 3.48 | 4.23 | 3.86 | 4.13 | 4.09 |
| 7 月             | 8 月  | 9 月  | 10 月 | 11 月 | 12 月 |
| 4.10            | 4.14 | 4.13 | 4.12 | 4.10 | 3.90 |

針對圖5-10之逐月PUE值大致座落於3~5之間，於Ashrae文獻PUE平均值1.36相差甚大，其主要造成的原因為(1)辦公室無法有效切離用電(2)SMR及UPS歷史資料不全回歸後無法完全代表其正確值(3)空調用電佔比相較於國外文獻大，因此若需找尋完全代表機房之PUE值則必需於電力監控系統部份擴充功能。但無論如何我們仍舊可以藉由表

5-1中5月~11月之用電PUE平均值中發現，機房之效率指標隨季節而變化，受到夏季空調需量增加導致夏季之PUE相較於非夏季PUE約增加5.5%。

## 二、空調系統節能應用

藉由空調設備時間管理、台數控制與運轉管理措施改善，配合監控系統記錄改善前後用電資料與確認其節能成效。

### (一)空調冰水主機台數控制

機房之空調監控系統歷史資料就資料別上分為二種狀態，一為類比訊號，另一為數位訊號，然而數位訊號主要大部份針對空調箱或送風機等設備之開關狀態進行記錄，然而針對類比資料主要為一些冰水主機及相關設備等重要參數。由於現場未針對一次側冰水流量之參數架設監控感測器，針對此一部份進行暫態掛表量測結果如表5-2所示，然而因冰水主機一次側系統為定流量系統，其流量為一固定參數，因此藉由此一量測結果，可依冰水主機歷史資料分析出主機之運轉狀況、空調需求量、冰水主機效率等，進而擴展出相關節約能源之方法。

表5-2 一次側冰水流量量測值

| 量測位置  | 量測流量(LPM) |
|-------|-----------|
| 冰水主機一 | 2,170     |
| 冰水主機二 | 2,305     |
| 冰水主機三 | 2,192     |
| 冰水主機四 | 2,551     |

參考各冰水主機之溫度歷史資料結合量測之一次側冰水流量則可增對整體空調需求量進行計算，逐時之空調負荷計算結果如圖5-11所示，其全年空調需求約為170~720 RT，經有掌握空調噸數需求可有效掌握冰水主機最適度之運轉台數，充份落實到『數字化管理』，當然藉由導入空調各冰水主機之耗電量很容易求得冰水主機之耗電率進而評估目前冰水主機之運轉效率及其相關可能導致之問題。圖5-12~5-15為冰水主機運轉效率，其可以用來表示進行合理化運轉台數後之狀況，於96年10月過後進行夜間關閉主機一台，修正原開冰水主機三台為運轉二台，於冰水主機一及冰水主機四其冰水主機由於負載率的提高，造成其單位噸數之耗電率由1.4降低為1.2，圖5-16知冰水主機四改善後運轉效率於夜間冰水主機運轉二台已滿足所需冷房負荷，由圖5-17冰水主機四改善後冷凍能力與運轉效率圖知，因夜間運轉二台負載率提高，將使冰水主機效率提高而使空調用電量降低，藉由歷史資料即可量化相關節能效益，然而若結合逐時整體空調需求，更能透過監控資料提供之歷史數據配合整體空調負載現況進行運轉台數之修正，則能更進一步提升主機運轉的合理化效益。

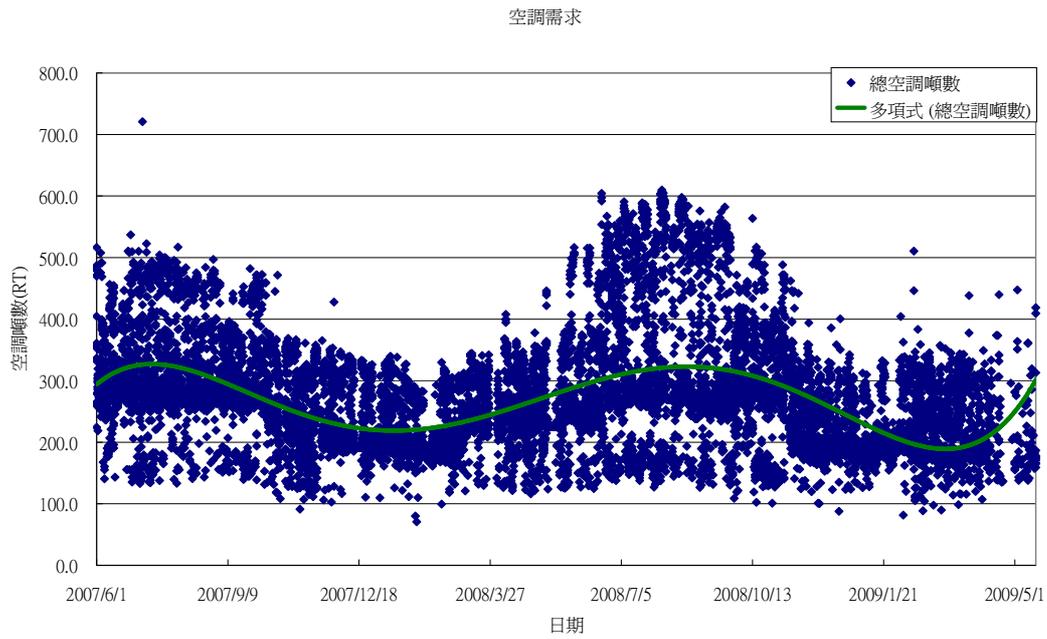


圖5-11 機房空調需求分佈圖

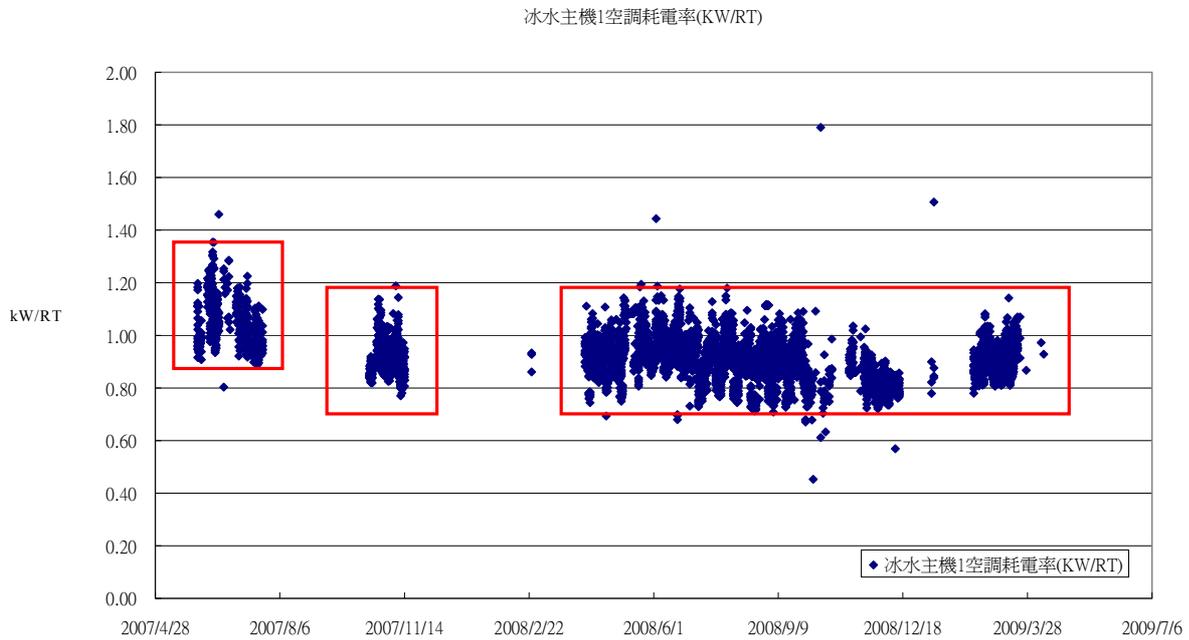


圖5-12 冰水主機一運轉效率歷史資料

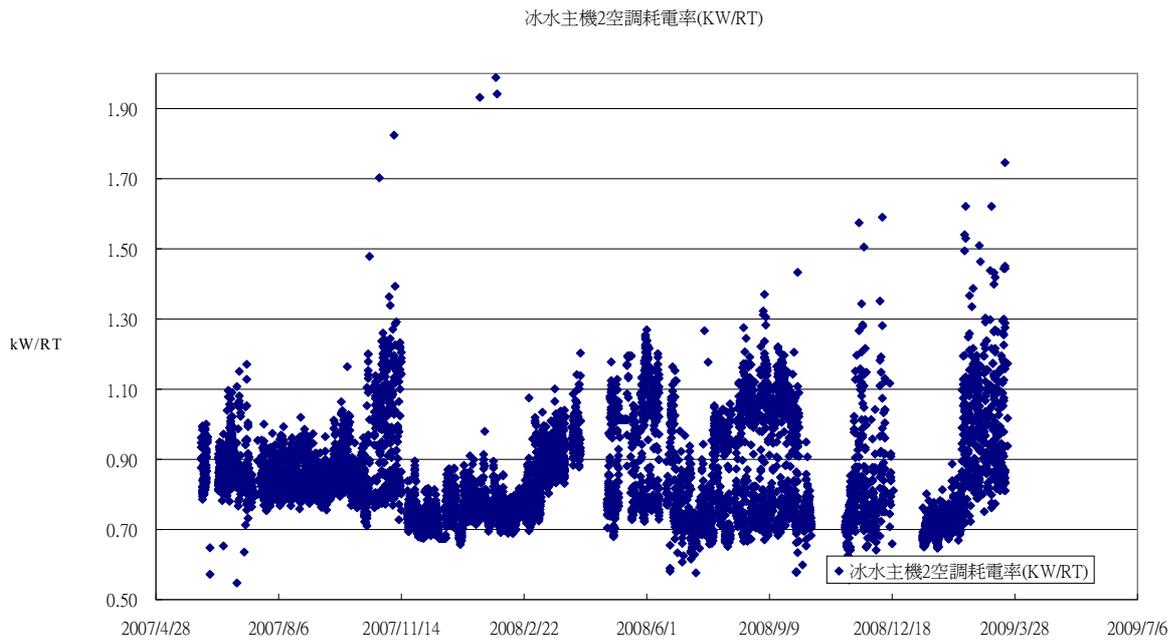


圖5-13 冰水主機二運轉效率歷史資料

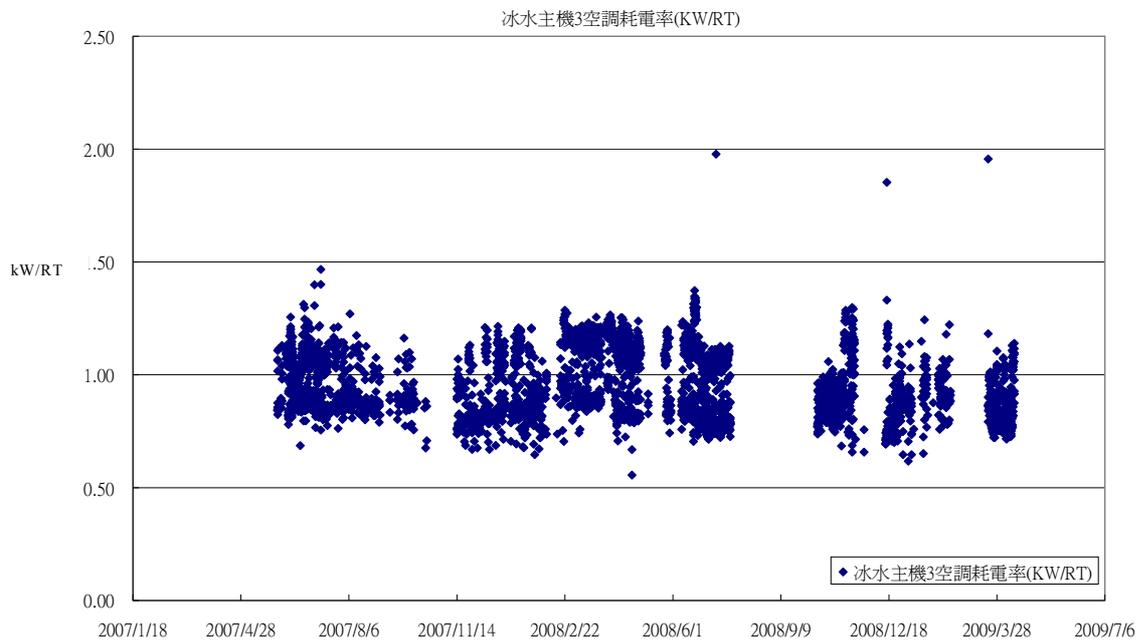


圖5-14 冰水主機三運轉效率歷史資料

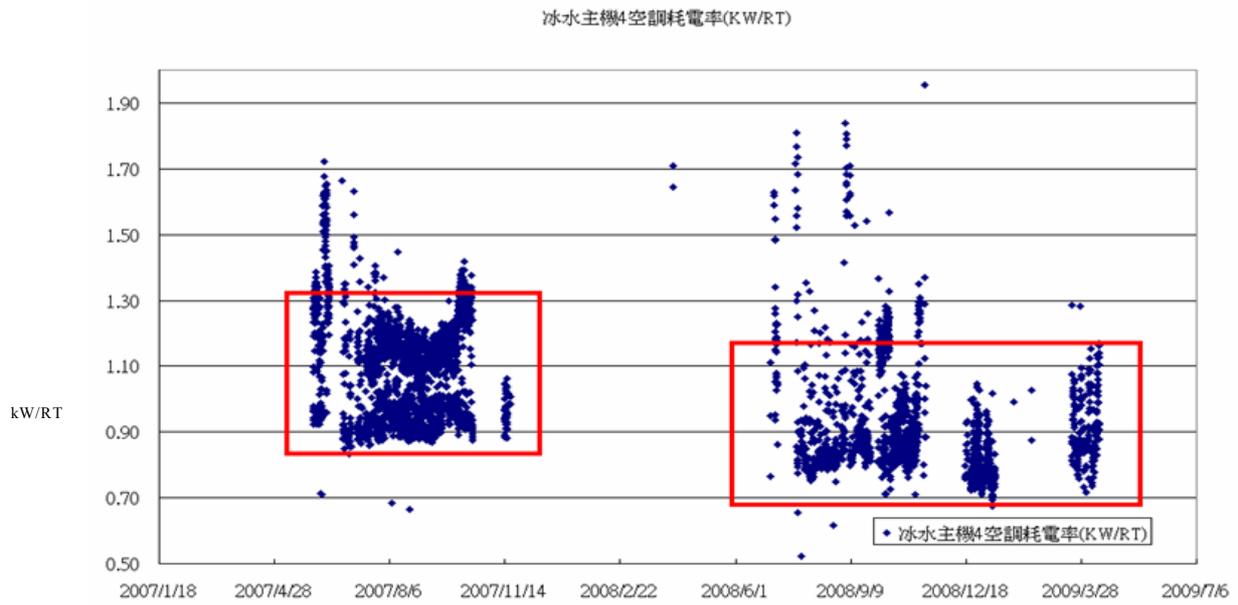


圖5-15 冰水主機四運轉效率歷史資料

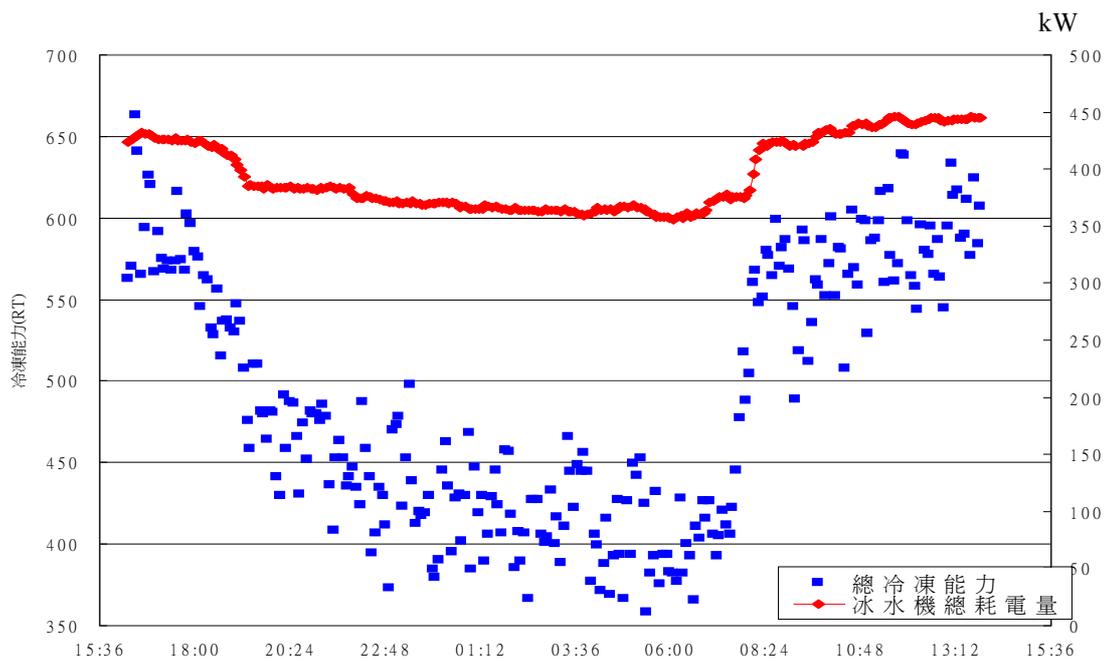


圖 5-16 冰水主機四改善後運轉效率歷史資料

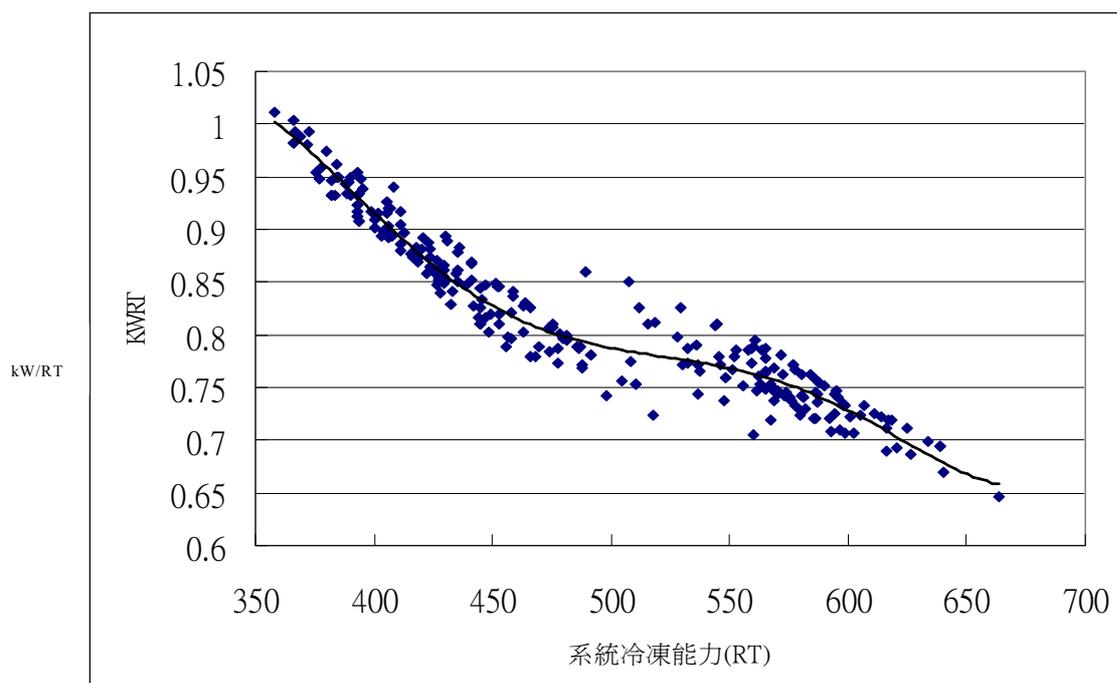


圖5-17 冰水主機四改善後冷凍能力與運轉效率圖

## (二)空調主機運轉參數管理

冰水主機本身參數除可判斷效率之耗電狀況及冰水進出水溫度外，亦包含各種參數如冷媒的冷凝壓力、冷媒的蒸發壓力、冰水主機的油壓、冰水主機馬達線圈溫度等相關歷史資料可參考圖5-18~5-19，在使用上其可建立冰水主機之運轉資料庫，建立其相關故障預知或是保養預知之功能，藉由相關參數即時值與資料庫之歷史資料建立其離散度，當離散度過大時即通知系統管理人員進行相關處理，或結合相關之專家診斷系統藉由參數之值提供使用者異常可能發生之原因，提供使用者異常處理之依據。

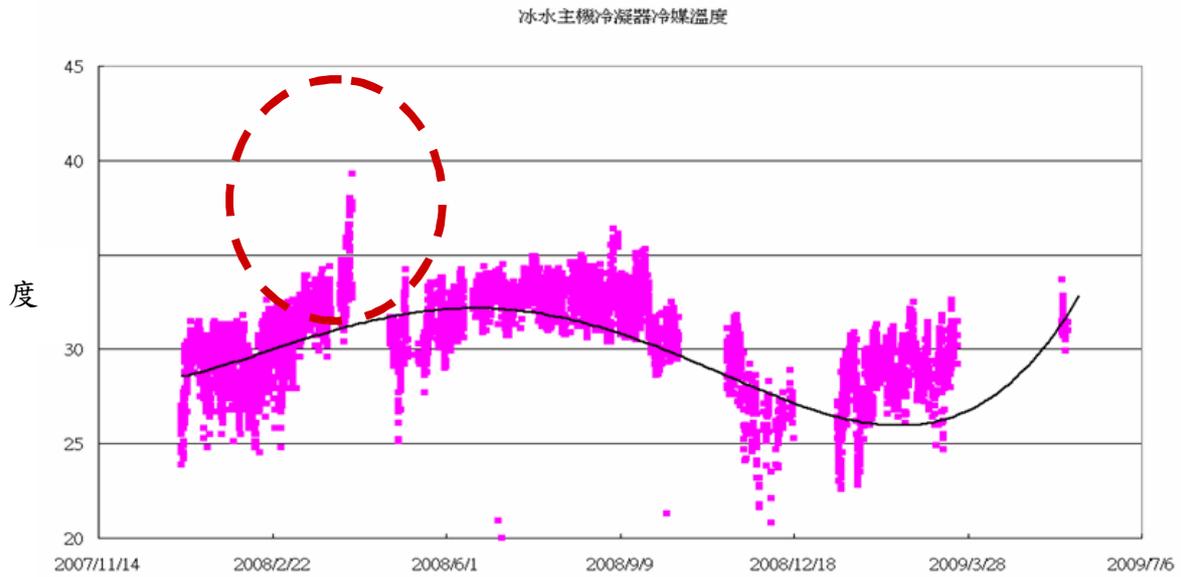


圖5-18 各冰水主機冷凝器冷媒溫度歷史資料

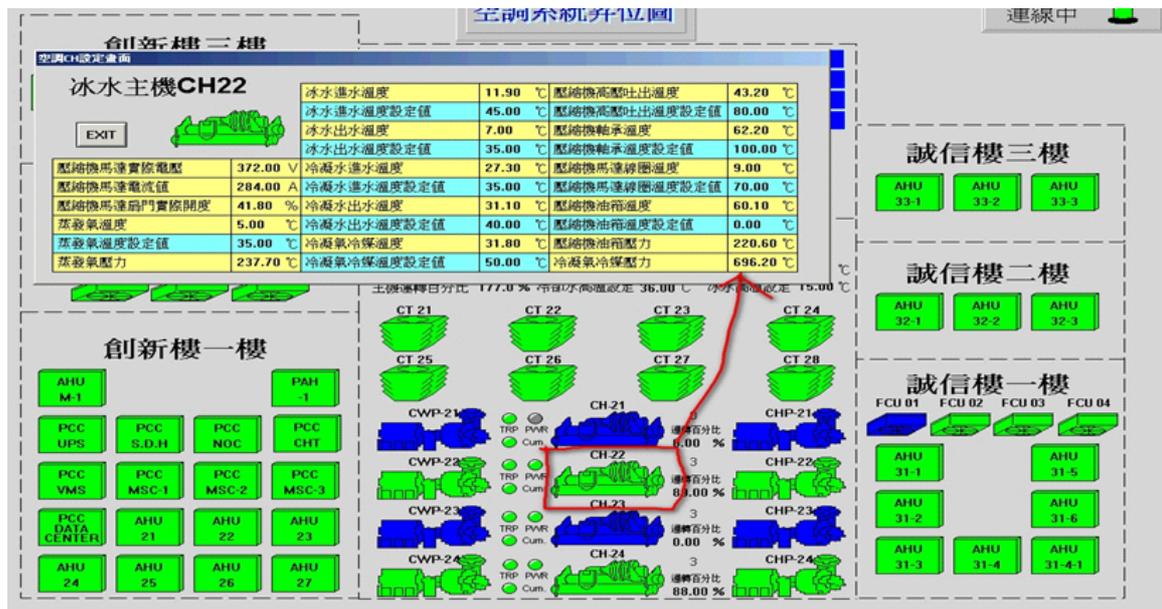


圖5-19 冰水主機油壓、馬達線圈溫度歷史資料

### (三)外氣負載管理

針對空調系統用電需及室外溫度進行歷史數據分析，結果如圖5-20所示，由圖中之外氣迴歸曲線及空調需求噸數迴歸曲線中可以發現空調需求與外氣溫度呈現相當大的正相關，雖然外氣溫度導致的熱負載對於空調系統的確佔有相當大的比重，但負載結構為具有相當大之內部發熱負載，且外氣引入量相對於一般典型建物少，亦即由外氣滲入之空調負荷亦小，因此對於與室外溫度呈現之連動性發生之可能原因，經由現場實地訪察結果發現，建物外殼為鐵皮成份，太陽曝曬造成之建物吸收輻射熱量，外殼之溫升導致相當大的空調負荷進空調機房空間，因此對於建物外殼之保溫可進行補強。

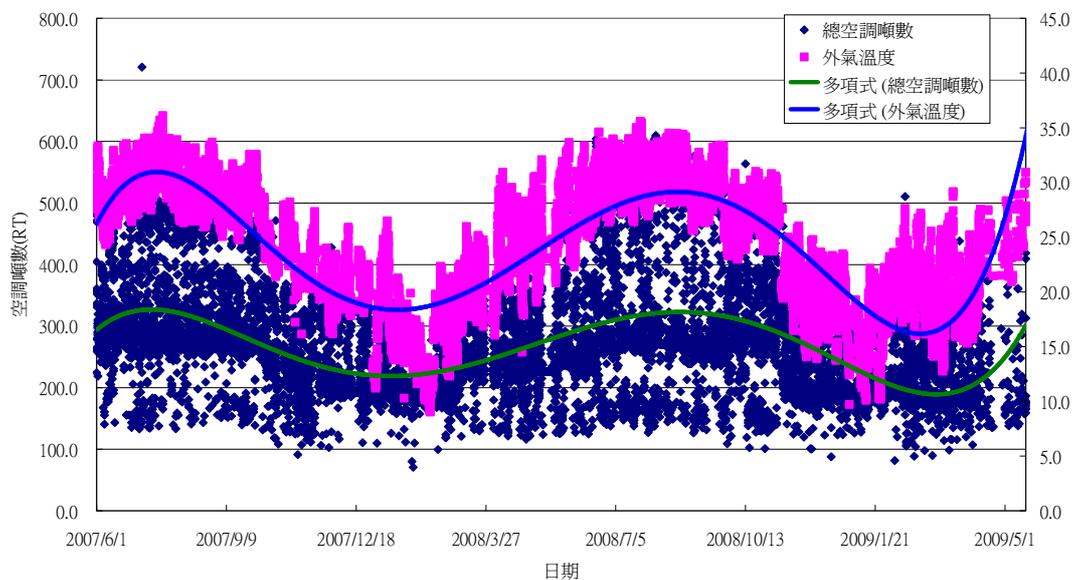


圖5-20 全場空調需求與外氣溫度關係

### 三、照明系統資料分析

藉由時間管理、分區控制與感測器感測控制等措施，並配合監控系統記錄改善前後用電資料與確認其節能成效。

#### (一)照明設備時間調整控制

依監控系統中二線式控制器分區域，由監控軟體設定數組開關組合、日期/時間控制燈具開啟或關閉(如圖5-21)，大幅減少因疏忽造成之能源浪費。

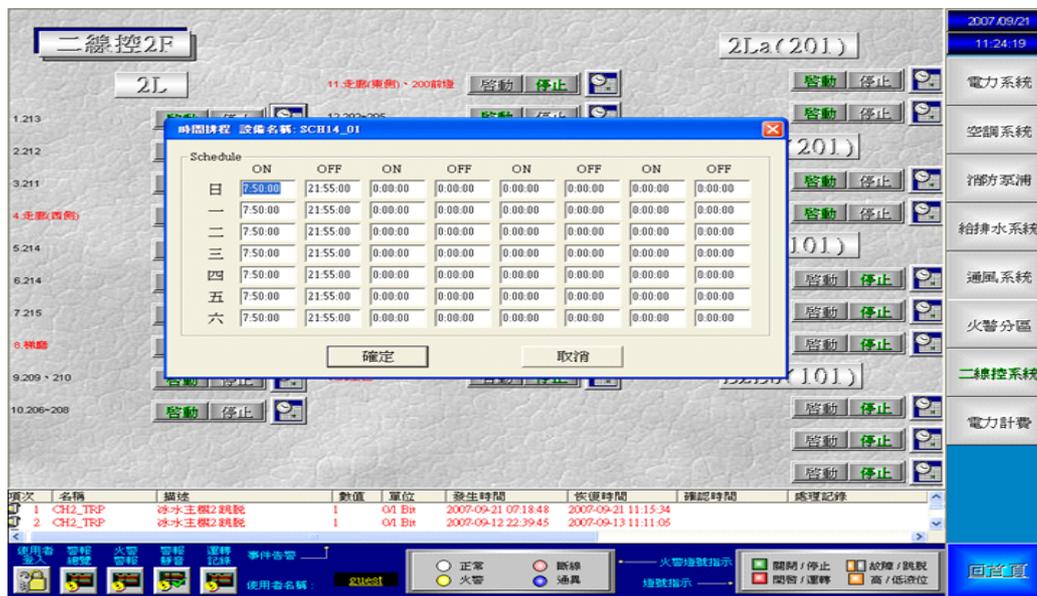


圖5-21 照明燈具時間設定控制圖

#### (二)照明設備分區調整控制

依監控系統中二線式控制器分區域(如圖5-22)，由監控軟體設定數組開關組合、依不同的區域別單獨進行控制控制燈具開啟或關閉，大幅減少因疏忽造成之能源浪費。如圖5-23辦公區域同時結合五個時段及分三區控制，充份利用時間及數量節省用電。如圖5-24地下室停車場燈具利用上下班及夜間時段開啟100%、75%、50%及25%數量。

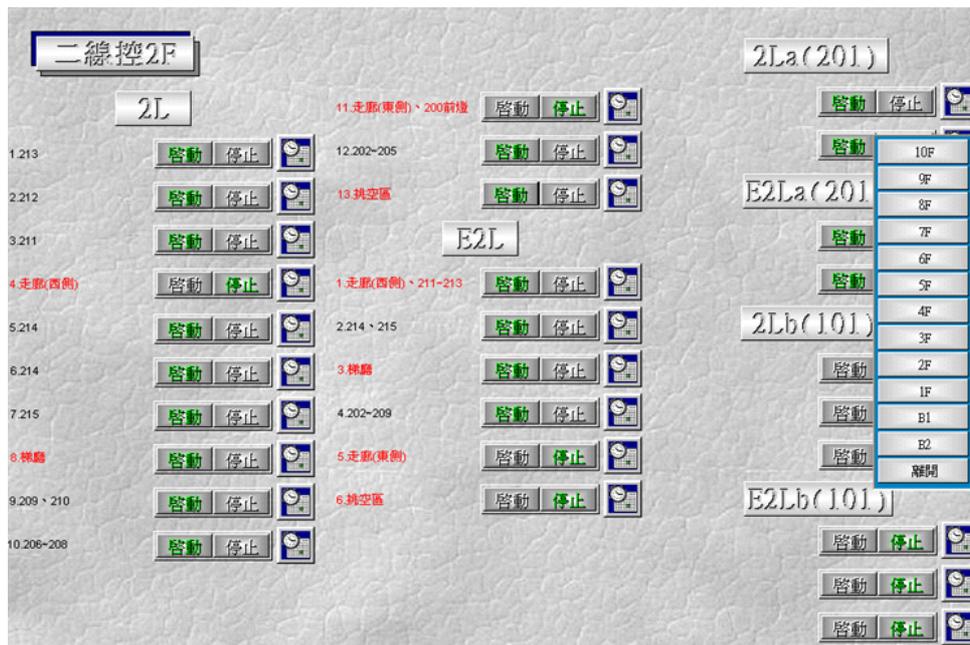


圖5- 22 照明燈具區域設定控制圖

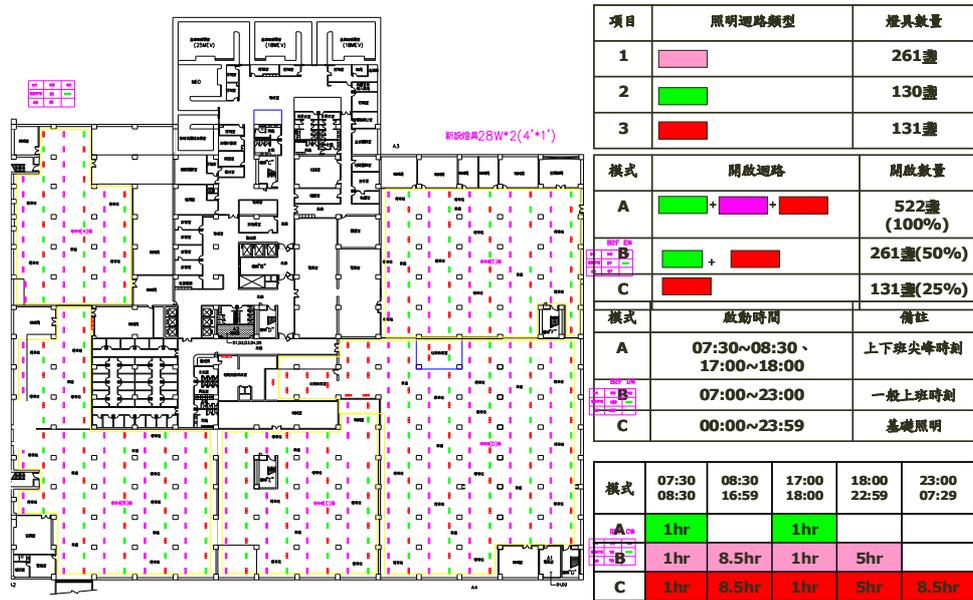


圖5- 23 照明燈具時間加區域控制圖

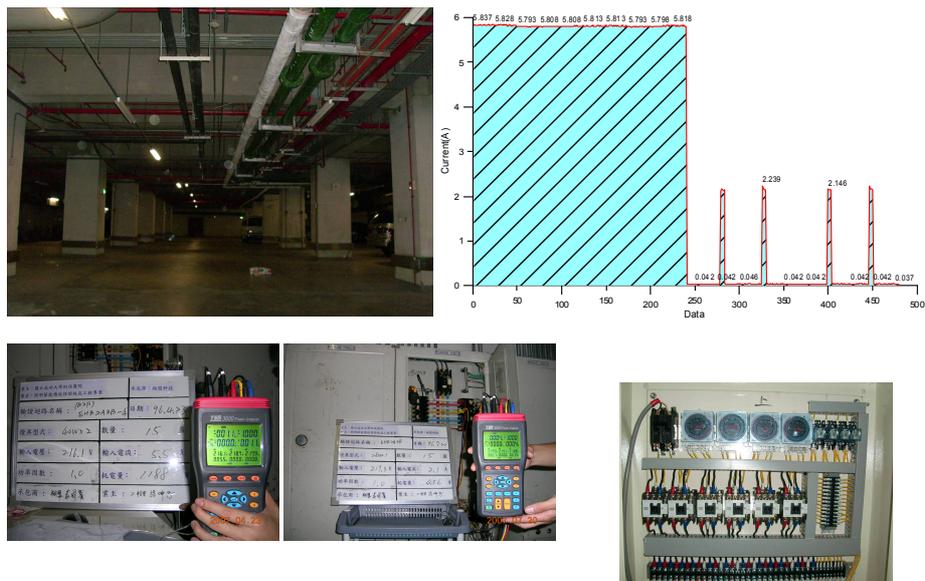


圖5-24 停車場照明時間控制開啟100%~25%燈具

### (三)照明設備感測控制

監控系統裝置光感應器及紅外線感測器，如圖5-25當室外光度達大設定值時，顯示室內照度值已達標準值以上，自動關閉日光燈具，節省照明燈具用電。如圖5-26當室內無人使用空間，自動關閉日光燈具，紅外線感測器偵測人員進入時，自動開啟日光燈具，節省照明燈具用電。

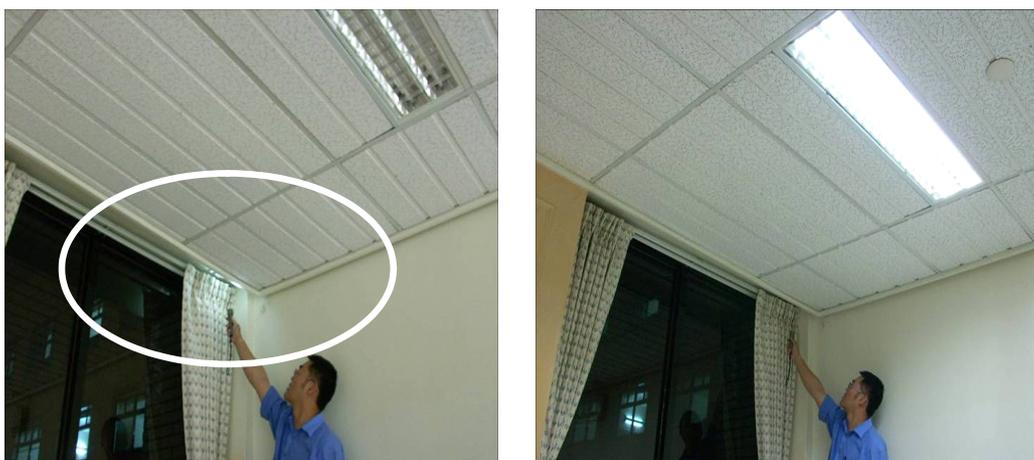


圖5-25 利用光感測器控制開關燈具



圖5-26 利用紅外線感測器控制開關燈具

#### (四)照明設備節能效益驗證

更換為高效率燈具時，一般確認其節能效益，往往利用電力電錶測量燈具每盞平均功率值，再計算其整年度節能效益，其中各樓層或各區域燈具使用率無法計算。如圖5-27利用監控系統記錄燈具改善前後耗電，即顯示燈具改善後節約100kW，再利用其累積度數計算每年節約效益，並可降低100kW基本電費支出。

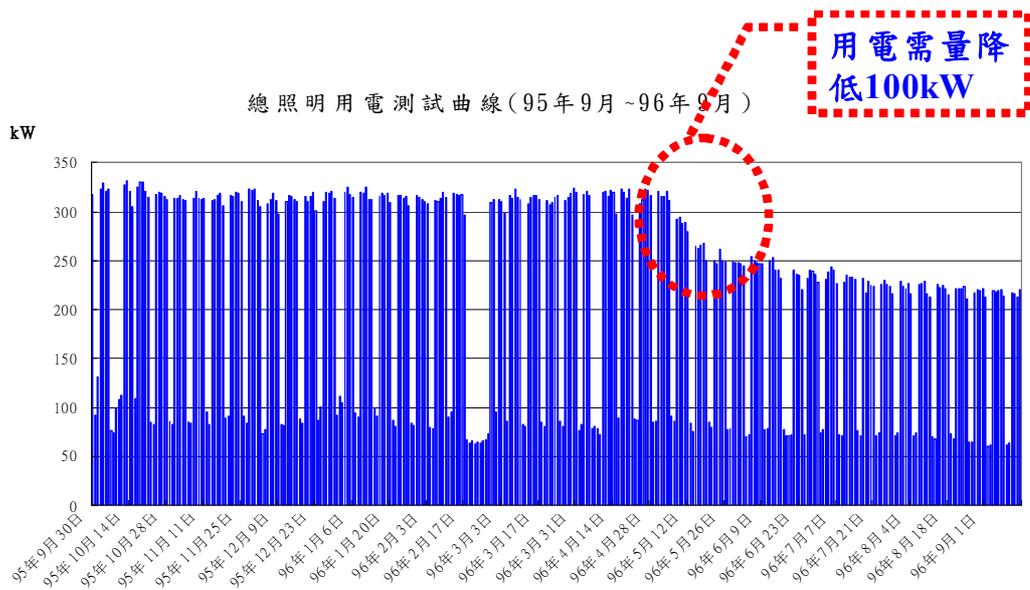


圖5-27 利用監控系統記錄燈具改善前後耗電

## 陸、結論

為未來永續能源管理發展與降低營運成本，整合新舊建築物監控系統是不容刻緩的課題，無論單一監控系統或多棟新舊建築物含蓋多家監控系統，重新更新或整合可能緩不濟急，最佳方案為採取開放系統架構，採用無需平台與軟體限制之XML資料傳輸通訊協定，或採國際通用BACnet通訊架構與協定制定能源管理監控系統規範，以整合各建築物監控系統監測資料庫，並要求新建築物監控系統設計採通訊協定規範。

而對於新建置監控系統單位，可規畫建置能源管理監視中心，採分散式管理方式，各建築物監控系統為獨立系統，依建築物特性運轉管理及記錄使用量，監視中心只需透過XML通訊協定傳輸所需建築物記錄資料，記錄各建築物用電及設備操作情形，並配合推行之用電成本中心，同時分析耗能較高建築物能源運轉效率，並提出節能改善策略落實改善，降低各單位用電成本。

## 柒、編後語

財團法人台灣綠色生產力基金會(簡稱綠基會)，主要任務是配合國家能源政策，執行經濟部能源局委辦之各項節約能源技術服務計畫。藉由檢測、診斷找出產業、住商及政府機關部門能源使用缺失，尋找節能機會(政策、技術、設備、管理)，對能源用戶提供能源效率評估及改善規劃、製程、操作等服務工作外，亦製作節約能源海報、貼紙及出版各種節能成果專刊、節能技術手冊，而推廣節約能源的觀念。

此「能源管理監控系統節能技術手冊」之編撰，主要提供給各能源管理者監控系統規劃、整合及節能改善之手冊，進而自發性導入改善工作，並借此加強節約能源教育宣導，落實全民節約能源共識。

此手冊的編撰是在綠基會專案四部林延彥協理指導下，由本會黃建誠組長主筆，參考實際相關節能案例及文獻資料收集，彙整、編排和增修後，交付本會蘇鴻昌工程師及黃秋子小姐，進行封面規畫設計和校對，聘請國立中山大學機械與機電工程系楊冠雄教授、鈞元能源技術工程股份有限公司趙宏耀總經理、台灣綜合研究院楊正光研究員負責審核後，送經濟部能源局呈核核備，才得以印製完成，倉促間內容不免有所疏漏和缺失，還望產、官、學界的各位先進不吝指教正，得以使本手冊更形充實和完備。

## 捌、參考資料

- [1] 楊冠雄，我國建築能源管理系統(BEMs)之發展現況及應用發展趨勢，國立中山大學機械與機電工程系，2009。
- [2] 李明鴻，具BACnet 通訊協定之DDC 空調終端控制器，國立台灣大學機械工程研究所，碩士論文，2000。
- [3] 沈秉錡，BACnet 通訊協定與建築耗能監測之研究，國立臺北科技大學冷凍空調工研究所，碩士論文，2003。
- [4] 董春橋，智慧樓宇BACnet 原理與應用，北京：電子工業出版社，2003。
- [5] 黃建誠，「校園電力管理資訊化與節能技術」，電力管理資訊化研討會，聯合大學，2007。
- [6] 黃建誠、林振芳，「節能省電救地球」，新自然主義出版，台北，台灣，2006。
- [7] 黃建誠，「校園電力管理資訊化」，95年全國大專院校環安衛主管研習會，台北，台灣，2006。
- [8] 黃建誠，「校園電力管理資訊化輔導計畫簡介」，綠色生產力通訊，第5期pp.6-9，2006。
- [9] 黃建誠、戴邦文，「能源監控系統介紹及推廣」，電機月刊，第10期pp.185-190，1997。
- [10] 財團法人臺灣綠色生產力基金會，空調及電力遠端監控系統技術手冊，<http://www.ecct.org.tw/print/index.htm>
- [11] 財團法人臺灣綠色生產力基金會，學校節能技術手冊，  
<http://www.ecct.org.tw/>
- [12] ASHRAE Standare 135-1995, “A Data Communication Protocol for Building Automation and Contol Networks”.
- [13] ANSI/ASHRAE Standard 135-2004, BACnet: A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks, Atlanta, GA 30329, 2004

- [14] ANSI/ASHRAE Standard 135-2008, BACnet: A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks, Atlanta, GA 30329, 2009
- [15] René Quirighetti, Frank Bitter, Conformance Testing and Certification, BACnet Interest Group Europe, René Quirighetti, 4092, 2006
- [16] Tae Jin Park, You Jin Chon, Dong Kyu Park, Seung Ho Hong, “BACnet over ZigBee, A new approach to wireless datalink channel for BACnet”, Industrial Informatics, 2007, 5th IEEE International Conference on, June 2007, pp. 33-38.
- [17] BACnet協定組織網站，<http://www.bacnet.org>
- [18] Lonmark協定組織網站，<http://www.lonmark.org>

## 玖、專有名詞索引

OSI : Open Systems Interconnection

LONMARK : Local Operating Network Mark (產品認證組織標示)

Lonworks : Local Operating Networks (Lon產品完整架構,包含上下層通訊協定)

Lontalk : Local Operating Network Talk (Lon下層或實質層通訊協定)

NIST : National Institute of Standards and Technology

CSMA/CD : Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection

CSMA/CR : Carrier Sense Multiple Access/Collision Resolution

CSMA/CA : Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance

CRC : Cyclic redundancy check