

建築能源管理(BEMS)節能手冊



民國 97 年 10 月

目 錄

目 錄.....	I
圖目錄.....	IV
表目錄.....	VII
壹、前言.....	1
貳、建築物能源管理系統 BE MS (Building and Energy Management System)之發展與歷史沿革.....	2
2-1 BEMS 系統發展之源起.....	2
2-1.1 中央管理的時代 - 省力化的時代.....	2
2-1.2 初期電腦的時代 - DDC 的嘗試.....	2
2-1.3 最適化控制導入期 (1970 ~).....	3
2-1.4 省能與環境共生的時代 (現在~).....	3
2-1.5 國際化的時代 - 國內外的標準化活動 (1990 年以後).....	3
2-1.6 管理邏輯的建立.....	5
2-2 BEMS 系統的前身 - 專家診斷系統.....	7
參、BEMS 系統之硬體設備架構及資料通訊協定架構建立.....	10
3-1 硬體設備之管理需求與變遷.....	10
3-2 硬體設備系統與資料通訊協定系統分析之建立.....	13
3-3 開放式架構的必要性.....	20
3-4 標準網路架構系統.....	22
3-5 建築通訊系統的整合.....	23
3-6 建築物 BEMS 系統架構之建立.....	25
肆、BEMS 系統分級制度設計要點與功能規範之建立.....	27
4-1 BEMS 之四大管理系統.....	27
4-2 IT 科技發展對於 BEMS 系統建構之影響.....	28
4-3 建築能源管理系統設計之要點.....	29
4-4 BAS 系統升級為 BEMS 系統之重要改革.....	30
4-5 BEMS 系統分級制度.....	36

4-6 BEMS 系統之子系統規劃程序建立	40
4-7 我國建築能源管理系統 BEMS 規範 (Specification and Standards for BEMS).....	42
4-7.1 一般事項	43
4-7.2 BEMS 系統概述	44
4-7.3 系統主要架構	45
4-7.4 硬體設備規格	45
4-7.5 系統功能	47
4-7.6 測試調整、檢收、教育、訓練、管理 (保養、維修) 體制	56
4-7.7 工程區分	56
伍、BEMS 於空調系統之省能策略之擬定分析	58
5-1 BEMS 系統於主機側之自動控制與智慧型運轉策略.....	58
5-1.1 空調主機台數控制之最佳化運轉分析	58
5-1.2 小結	61
5-2 BEMS 系統於冰水側之自動控制與智慧型運轉策略.....	61
5-2.1 變流量系統 VWV 之節能策略分析.....	62
5-2.2 小結	66
5-3 BEMS 系統於空氣側之自動控制與智慧型運轉策略.....	66
5-3.1 分別為 CO ₂ 濃度控制外氣量策略.....	68
5-3.2 外氣冷房之控制策略	71
5-3.3 小結	74
陸、國內外 BEMS 節能應用案例分析	76
6-1 東京全日空飯店 (ANA HOTEL TOKYO) 節能案例分析.....	76
6-1.1 建築物簡介	76
6-1.2 改善的方向及目標	77
6-1.3 建築運轉現狀的調查與分析	78
6-1.4 改善的過程	79
6-1.5 運轉策略的規劃	79

6-1.6 BEMS 系統架構	80
6-1.7 目標的設定及遭遇之問題	81
6-1.8 整體執行改善對策之後的效果	86
6-2 國內案例：南部某兒童育幼院	87
6-2.1 建築物簡介	87
6-2.2 現有空調設備裝置容量	88
6-2.3 建築物能源管理系統現況	88
6-2.4 建築物耗能狀況分析	89
6-2.5 建築物能源管理系統監控畫面（如圖 6-25~6-27）	97
6-3 國內案例：南部某大型展覽館	99
6-3.1 建築物簡介	99
6-3.2 現有空調設備裝置容量	99
6-3.3 建築物能源管理系統現況	100
6-3.4 建築物耗能狀況分析	100
6-3.5 建築物能源管理系統監控畫面（如圖 6-34~6-37）	107
柒、結論與建議	109
捌、參考資料	111
玖、編後語	113

圖目錄

圖 2-1 國際間能源部門發展沿革	5
圖 2-2 日本對於 BEMS 系統管理範圍之定義 (取材自日本 NEDO).....	6
圖 3-1 社會發展與 BAS 系統發展之相互關係	12
圖 3-2 小型管理系統之硬體架構	14
圖 3-3 中型管理系統之硬體架構	15
圖 3-4 大型管理系統之硬體架構	16
圖 3-5 BEMS 系統管理機能	18
圖 3-6 以 BACnet 為標準通訊協定之 BEMS 通訊系統架構.....	23
圖 3-7 具備完整監控及管理功能之 BEMS 系統	25
圖 3-8 BEMS 系統之工作流程示意圖	26
圖 4-1 BEMS 之四大管理系統圖 (取材自日本 NEDO)	28
圖 4-2 傳統 BAS 系統聯絡之通訊介面	31
圖 4-3 BEMS 系統聯絡之通訊介面	31
圖 4-4 資料庫整合以及最佳化邏輯運算示意圖 (取材自日本 NEDO)..	33
圖 4-5 BEMS 系統通訊整合示意圖(取材自日本 NEDO)	34
圖 4-6 大型社區化 BEMS 系統整合示意圖 (取材自日本 NEDO).....	35
圖 4-7 日本之 BEMS 分級及功能示意圖 (取材自日本 NEDO).....	36
圖 4-8 國外之 BEMS 能源分析功能示意圖 (取材自日本 NEDO).....	40
圖 4-9 BEMS 子系統項目之規劃程序	41
圖 5-1 空調系統耗電比重分布情形	58
圖 5-2 某建築空調系統過量設計之冰水主機負載率變化圖	59
圖 5-3 各種熱源機器之性能曲線比較圖	60
圖 5-4 典型大型建築物一年中不同空調負載率之發生時數統計圖	62
圖 5-5 空調系統變流量與定流量之設計比較圖	63
圖 5-6 泵耗電量與流量之關係圖	64
圖 5-7 變流量送水(VWV)與傳統定流量系統之比較圖	65
圖 5-8 採用變頻調速器的 VAV 系統	67

圖 5-9 變風量系統與定風量系統風量隨負荷之變動情形.....	68
圖 5-10 CO ₂ 濃度控制外氣最小量引進節能策略示意圖 (日本 ECCJ)	70
圖 5-11 室內 CO ₂ 濃度與外氣風門開度監控圖.....	71
圖 5-12 外氣冷房系統的外氣溫度與引入外氣量之關係.....	72
圖 5-13 BEMS 系統之外氣溫溼度、焓值監控圖面.....	73
圖 5-14 BEMS 系統之空調箱監控圖面.....	74
圖 6-1 東京全日空飯店外觀照 (取材自日本 NEDO).....	77
圖 6-2 改善工程流程之規劃(取材自日本 NEDO).....	78
圖 6-3 東京全日空飯店建築階層圖(取材自日本 NEDO).....	78
圖 6-4 1990 到 2000 年度能源使用量趨勢圖(取材自日本 NEDO).....	79
圖 6-5 P-D-C-A 之運轉策略規劃(取材自日本 NEDO).....	80
圖 6-6 東京全日空飯店 BEMS 系統架構(取材自日本 NEDO).....	81
圖 6-7 主機運轉策略改善前後比較圖(取材自日本 NEDO).....	83
圖 6-8 蒸汽閥開度與蒸汽消耗量之關係圖(取材自日本 NEDO).....	84
圖 6-9 蒸汽各月使用量比較圖 (取材自日本 NEDO).....	84
圖 6-10 蒸汽管路修補後之蒸汽使用量 (取材自日本 NEDO).....	85
圖 6-11 改善前冰水主機運轉情況圖(取材自日本 NEDO).....	86
圖 6-12 改善前後能源使用量比較圖(取材自日本 NEDO).....	86
圖 6-13 改善前後能源使用量比較圖(取材自日本 NEDO).....	87
圖 6-14 全日空飯店 CO ₂ 排放量趨勢圖(取材自日本 NEDO).....	87
圖 6-15 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月總用電度數比較圖.....	90
圖 6-16 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月空調用電度數比較圖...90	
圖 6-17 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月總用電需量趨勢圖.....91	
圖 6-18 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月空調用電需量趨勢圖...92	
圖 6-19 南部某兒童育幼院 95 年 6 月用電度數比例圖.....92	
圖 6-20 南部某兒童育幼院 96 年 7 月用電度數比例圖.....93	
圖 6-21 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月總用電 EUI 比較圖.....94	
圖 6-22 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月空調用電 EUI 比較圖..95	
圖 6-23 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月總用電 DUI 比較圖.....96	

圖 6-24 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月空調用電.....	97
圖 6-25 VRV 主機啟停控制軟體.....	97
圖 6-26 VRV 主機設定設區域空間使用時程啟停及運轉狀態設定.....	98
圖 6-27 VRV 室內機及室外機運轉狀態查詢.....	98
圖 6-28 南部某大型展覽館 95、96 年同期逐月總用電度數比較圖.....	103
圖 6-29 南部某大型展覽館 95、96 年同期逐月總用電需量趨勢圖.....	104
圖 6-30 南部某大型展覽館 95、96 年之整體用電結構比較圖.....	105
圖 6-31 南部某大型展覽館 95、96 年之週六半尖峰用電度數比較圖.....	105
圖 6-32 南部某大型展覽館 95、96 年之尖峰用電度數比較圖.....	106
圖 6-33 南部某大型展覽館 95、96 年之離峰用電度數比較圖.....	106
圖 6-34 空調系統即時運轉畫面.....	107
圖 6-35 空調系統運轉耗能歷史資料查詢功能.....	107
圖 6-36 空調系統運轉性能歷史資料查詢功能.....	108
圖 6-37 用電需量與用電度數累計趨勢圖.....	108

表目錄

表 2-1 BEMS 之空調運轉設定項目	9
表 4-1 我國建築能源管理系統 (BEMS) 之分級制度表	37
表 4-2 BEMS 應具備之各類趨勢圖表座標定義	39
表 4-3 BEMS 各類趨勢圖表之基本座標	52
表 5-1 二氧化碳濃度與病態症候之關係表	69
表 6-1 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月用電度數比較表	89
表 6-2 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月用電需量比較表	91
表 6-3 南部某兒童育幼院 95、96 年逐月 EUI 統計表	94
表 6-4 南部某兒童育幼院 95、96 年單位面積用電需量 DUI 值統計表	96
表 6-5 南部某大型展覽館 95 年逐月用電情形	101
表 6-6 南部某大型展覽館 96 年逐月用電情形	102
表 6-7 南部某大型展覽館 95、96 年同期逐月用電需量比較表	103
表 6-8 南部某大型展覽館 95、96 年用電架構比較表	104

壹、前言

由於經濟成長及生活水準提高，用電需求殷切，導致近年電力系統尖峰負載持續成長。由 86 年之 2,224 萬 kW 至 96 年之 3,279 萬 kW，十年間用電負載增加 1,055 萬 kW，每年平均增加約 106 萬 kW，負載需量上升趨勢明顯可見。且由於電源開發困難及短缺，將造成民眾生活的不便。如何藉由有效之管理工具，達到用電需量抑制以及用電量減少，為國內能源管理人員主要關心課題之一，建築物能源管理系統因而受到相程度之重視。

台灣綠色生產力基金會節約能源中心（以下簡稱本中心）進行現場節能輔導時，了解能源監控系統於國內推行已行之有年，導入監控設備之能源用戶之數量亦相當眾多，但礙於其規格無統一之規範，導致系統相容性及擴充性不佳，降低用戶主導入監控系統之意願。本中心乃委請國內此系統推廣上有專精的專家學者，中山大學機械與機電工程學系楊冠雄教授協助執筆及蒐集實際相關資料，彙編成此技術手冊。本手冊針對國內外建築物能源管理系統之發展與歷史沿革、硬體設備架構及資料通訊協定架構建立、分級制度設計要點與功能規範之建立以及節能應用案例分析等內容，提供各能源用戶參考，而遺誤掛漏，必所難免，尚請學者先進，賜予指正為禱。

貳、建築物能源管理系統 BEMS (Building and Energy Management System)之發展與歷史沿革

2-1 BEMS 系統發展之源起

台灣地區自產能源十分缺乏，百分之九十八以上仰賴國外進口，而在建築相關用電中，我國住宅及商業用電所消耗電力占總用電百分之三十，是非工業生產最重要的耗能，因此政府正積極訂定耗電之百貨公司、辦公室及觀光旅館等建築物省能規範，使建築物之耗電減輕至最低，以達節約用電。在能源逐漸缺乏的現代，發展零能源大樓 (Zero Energy Building,ZEB)和低能源大樓 (Low Energy Building,LEB)已經形成未來發展之趨勢，如何經由有效之系統監控與管理而減少消耗能源，此觀念即為 BEMS 之基本概念，比新技術的取得和設計更具實際意義。

2-1.1 中央管理的時代 - 省力化的時代

1955 ~ 1965 年是中央式空調系統時代的初期，空調系統也較少，管理的重點是熱源 (鍋爐和電動式冷凍機)及電力系統。為此，作為近代裝置象徵的大型中央監視盤被設置之後除了監視運作情況之外，大部分維護管理的動作是由電氣主任技術人員進行，藉由熟練有經驗的管理技術人員一邊進行巡邏管理，一邊進行防止惡化，發現異常及資料存取等的管理動作。到了後半時期，廣播電台、醫院、飯店、複合大樓的建築越來越多，加上吸收式冷凍機出現，空調系統的種類也越來越多，導致管理人員數的增加和技術的高度化；根據由掃瞄器帶來的情況變數和機器運作情況的掃描查詢等，以達到省力化的實現為目標。

2-1.2 初期電腦的時代 - DDC 的嘗試

1965 ~ 1975 年之間，BEMS 開始導入使用小型的微電腦。最初控制用的迷你電腦由於處理速度及記憶容量小的關係，作為省力化目的的延伸，主要使用在冷凍機和鍋爐的管理。

2-1.3 最適化控制導入期 (1970 ~)

在這個時期，由於能源的供給不足加上追求經濟的發展，傾使用低耗能的系統。能源供給變豐富後，進入經濟成長和能源消耗驟增的時代，產業及交通工具帶來大量的廢氣形成都市公害；此外，地域冷暖房、儲冰系統及及離心式主機和吸收式冷凍機等技術發展得越來越快，同時也快速的被社會所採用。急遽的發展導致廢氣公害和能源的消耗大大的增加，因此意識到降低公害和節約能源的重要，藉由電腦控制來達到最佳化的時機也越來越成熟，配合電腦性能的提升，大樓設備的控制不但可以獲得更多元的方法，對於設備的運轉也能得到更詳細的資料。在控制方式中跳脫以控制系統安定性為中心的古典式控制理論，採用智慧型的學習系統，可視運轉情況的變化，藉由資料的統計與累積來達到最佳化的控制。

2-1.4 省能與環境共生的時代 (現在~)

1980 年的能源危機讓世界意識到節約能源的重要性，尤其在省電方面的技術更有實際的成效。新的空調系統控制理論、最佳化控制思想的展開，以對個人環境舒適性的提升和節約用電及環境並存為基礎下，自動控制和 BEMS 的市場占有率逐漸增加，說明了過去朝這方向所做的努力具有正面的意義。

2-1.5 國際化的時代 - 國內外的標準化活動 (1990 年以後)

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)遂一舉突破而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，BEMS 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，大大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

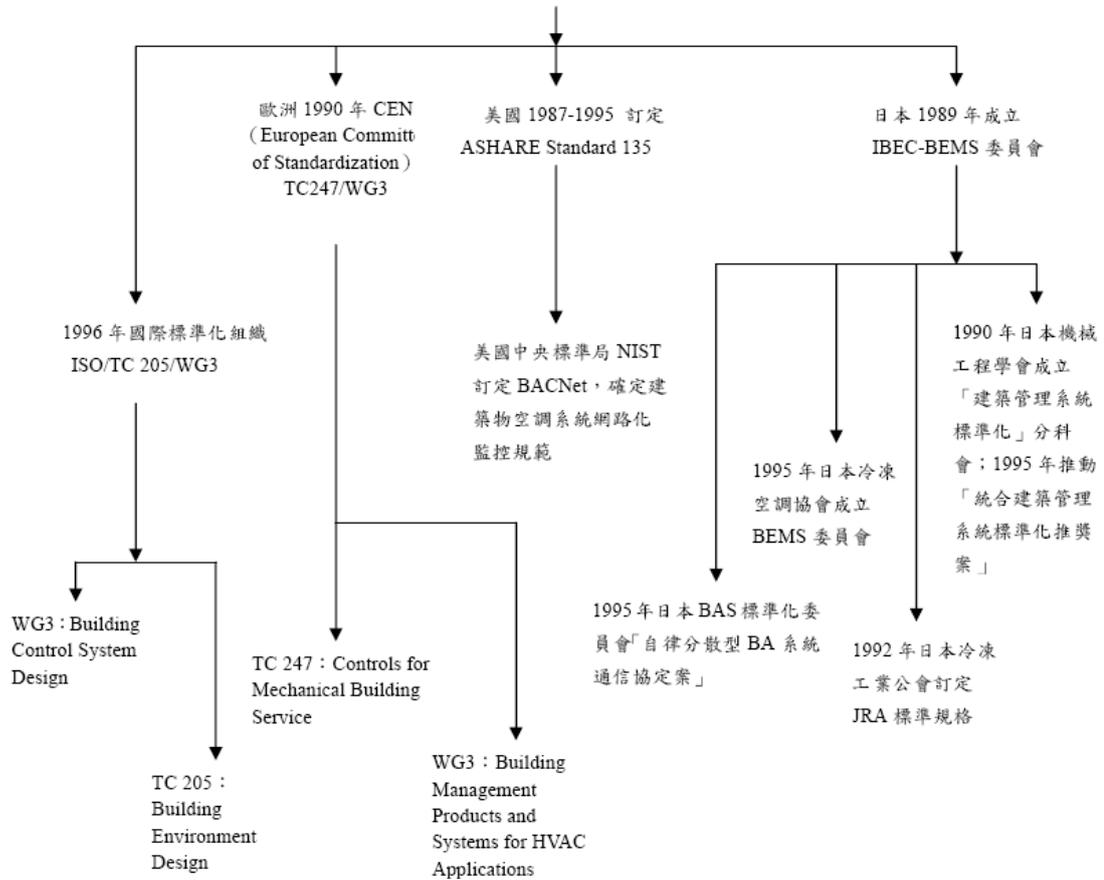


圖 2-1 國際間能源部門發展沿革

2-1.6 管理邏輯的建立

建築物的所有系統都需要被某些型式控制，像「開 - 關」就是最簡單的能源管理，管理系統受限制於電腦精密的基礎控制，建築物系統狀態的訊息會在操作的末端收到而且控制訊息會從操作末端傳送到遙遠的促動器，在中心點大量的訊息被精密的控制是有益的，而且使用適當的操作模式可以得到最大的能源效益。建築物能源管理系統 (BEMS) 的應用，主要歸類成 Annex 16.17。

Annex 16 目的在使用電腦控制來檢查現存的數據，使規則化和電腦監控的系統可以用於各種國家和氣候，而 Annex 17 的功能是建立有關控制和管理的數學模式；因此，各種模擬的運作模式可以選擇出較好的控

制和管理。IEA 採取下列方法定義 BEMS：

控制和監視系統有能力傳送數據在控制的初點與末點，某些系統擁有建築物所有面的控制以及管理方面的方程式，像 HVAC，照明設備，火災，安全設備，維修管理以及省能管理；電腦化控制，管理，監控的目的如下：

1. 提供愉快和舒適的室內環境
2. 確保使用者和管理者的安全
3. 確保建築物省能效果和人力的節約

在日本對於 BEMS 的定義即為整合 BAS、EMS (Energy Management System)、BMS (Building Management System)、HVAC automatic control、BOFDD/Cx (Building Optimization, Fault Detection and Diagnosis/Commissioning)及 FDS (Fire/Disaster Prevention & Security)等功能於一身之全方位的建築能源管理系統。其如圖 2-2 所示：



圖 2-2 日本對於 BEMS 系統管理範圍之定義 (取材自日本 NEDO)

2-2 BEMS 系統的前身 - 專家診斷系統

由於建築物經過設計、建造、完工後即進入漫長的運轉期，其設備更進入長達二、三十年的生命週期，空調設備隨著運轉時數的增加而逐漸老舊，因而故障頻率漸高，耗能量亦漸增加。因此適時之檢查、保養與故障時的維修極為重要，且 1990 年波斯灣戰爭，及由於現代科技的進步，使得能源的消耗極為迅速，具專家估計，全球的石油能源大約在 40 年後就消耗完畢，因此，節約能源即為在替代燃料發展成熟之前，所必須詳細統籌規劃的，國內在這實際運作方面，由 1995 年經濟部能源委員會及內政部營建署發展建築能源法治化，依能源管制法通過後，建築技術規則中訂定「節約能源」條文，受到管制的建築建設量由 2% 增加到 57%。法令實施 20 年後，大約可降低 7% 的全國尖峰用電需求，16% 的建築空調尖峰用電量，以全年累積，每年可節省空調用電 46 億度電。然而由於空調設備快速的成長，基層維修技術人員在質與量方面欠缺，造成維修品質降低，並直接影響到整個建築物空調設備的品質低落及耗能。況且對於各種不同品牌、容量的中央空調系統之故障診斷，檢修者除了需具備一定的專業能力外，還必須充分的了解整個系統運作，這些人員均需要在專業上長時間的訓練及工作經驗的累積，才能快速地發現故障位置進而維修。因此經驗的傳承與累積，對於中央空調系統故障診斷的檢修者而言是相當重要的，這也使得優秀的空調維修人員培養不易與難覓，另外由於中央空調設備的價格昂貴，一般的學校及訓練單位大多無龐大的經費可購置，因此無法訓練空調方面優秀人才。

雖然製造技術的進步和自動監控設備的採用，使得空調系統的機械損壞比例已大為降低。但由於空調系統故障的原因相當多，並且監控系統感知器裝設的數量及位置無法巨細靡遺遍及每一故障可能發生點，因此在國外已研究利用人工智慧、模糊理論等方法協助診斷故障的原因，反觀國內目前在這方面的研究卻極為缺乏，實無法滿足空調業界的需要。

上述原因均會造成故障判斷的困難，因此如以類神經網路或模糊理論搭配感知器使用協助故障判斷，將產生下列難題：

1. 僅能對部分特定設備診斷，無法針對整個空調系統實施故障診斷。
2. 類神經網路或模糊理論無法顯現其診斷法則，故無法同時作為教育訓練之用。
3. 以類神經或模糊理論架構系統時，無法對於所屬現場實際經驗立即作資料的增加及更新。

基於上述原因，針對空調系統及其相關附屬設施之故障診斷，除收集各項技術文獻資料，同時綜合維修人員之經驗，探討各項故障類別與實際現象間之關聯性，整理歸納出空調系統及其相關附屬設施之故障缺失，將專家豐富經驗及知識擷取成知識法則，並利用專家系統之觀念建立專家系統的知識庫，以醫病問答之方法層層剖析異常現象之引發位置、原因及解決途徑，可避免錯誤研判，造成不必要的損失。

BEMS 最早開始使用於 1960 年，由簡單的中央處理器去執行，此時的中央處理器已經具有很多基本的功能了，用來收集有關建築物的一種感應器，而需要控制的行動與傳遞可以利用它來計算，另外對於熱與空調系統方面的 BEMS 的程式會比較複雜，花費在感應器操作速度上的時間會相對的減少，局部而精準的微處理器有解決基本問題的能力，中央處理系統會從內部的感應器及促動器而得到重要的訊息，此程式可以包含時間的控制，最理想開始或停止的溫度代償、最大的需求以及最有利的監控。中央控制器扮演的角色是監控一群分支點、訊息傳遞的環節如同搭一部公車，從不同的廠商提供大量的儀器，通向一個標準的通訊規則。表 2-1 是目前可搭配 BEMS 所做的各種省能監控項目。

表 2-1 BEMS 之空調運轉設定項目

設備種類	控制內容分類	控制項目	主要省能效果					備考
			低耗能	節省電費	自然能源利用	省資源	其他	
空調設備	空氣側	外氣冷房	○		○			
		最小外氣進入	○					CO ₂ 濃度標準
			○					
		夜間通風	○		○			夜間冷房
		儲冷	○					全熱交換器
	冰水側	冰水泵容量控制	○					VWV 控制
		送風機風量控制	○					VAV 控制
		節電間歇運轉控制	○					外氣環境注意
		最佳運轉控制	○					同上
		送水溫度設定控制	○					防止混合損失
	空調主機	主機台數控制	○					
		主機溫度設定控制	○					冷凍係數為基準
		儲冷運轉控制		○				
		循環控制	○					
電器設備	變電設備相關	需量控制		○				
		電力效率	○	○				
		發電機負荷控制					○	
	照明設備相關	晝光利用	○		○			百葉窗控制
			○					
給排水設備	給排水設備相關	送水泵台數控制	○					
		加壓給水裝置控制	○					VRV 控制
		儲水槽儲冷量控制		○				
		便器洗淨水控制				○		

參、BEMS 系統之硬體設備架構及資料通訊協定架構 建立

3-1 硬體設備之管理需求與變遷

建築管理的概念自 1960 年以來便逐漸成形，只不過當時都是以個別的設備系統作管理，強調自動控制的功能，並無法作集中的統一管理。隨著社會發展的變化，各種不同功能的大樓越來越多，設備單獨管理的方式已經不敷使用；為了因應時代變化，以符合各種大樓為需求，將基礎管理技術活用整合而成的建築管理系統，就在此種情況下誕生。

1960 以來，建築物設備採取個別架設監視系統及利用模擬矩陣的方式作監控，1970 年後因為石油危機的關係，節約用電開始逐漸的被要求；因此，過去單純的監控系統，因無法同時兼具控制設備運轉的功能，在節能的效果上並不理想。此時，由於微電腦和個人電腦的出現，在硬體及軟體方面廣泛的應用在各種地方，這對於建築物的管理無不是一大助益，利用電腦及螢幕監控的方式，不但能掌握設備運轉情況，將原本各自獨立的監控系統相互連接起來，再由主電腦作統一的管理，在這種架構下，節能效果不但大大的提升，對於建築設備的運轉效率也能達到有效的運轉控制，成為近代建築管理系統的基本雛形。

1980 年開始，電腦及周邊設備不斷的被應用，建築管理系統也隨著科技的進步，朝著高機能化的方向成長。DDC (Digital Direct Controller) 的出現將管理技術更向上提升了一個階層，過去類比式的控制方式無法準確的將設備即時的反映給管理者知道，因此藉由 DDC 數位式控制的方式，設備的運轉狀況不但能即時掌握，更能將設備運轉參數化，控制設定更加準確。控制介面方面，在此時期逐漸以圖形表示的方式取代文字畫面，讓管理者能一目了然的知道目前的運轉情況；另外，為能達到準確的節省電費，運轉資料的詳細化及電費資料的管理都一併納入新式的大樓管理系統內。將管理系統密切的

與建築設備及用電資料結合在一起，為此時建築管理方式的重大革新。1980 年中期，利用電腦管理的方式日趨成熟，美國開始建構以舒適性為訴求的智慧型大樓。所謂智慧型大樓，便是將電腦與通訊設備及技術作結合，不單是與既有的建築設備連結，更將原本獨立的防災及保全系統作統合化的管理，同時有效活用包括電話的通訊技術，不但在管理上更加的方便，對於居住者也帶來不少的便利及舒適性，這種統合化管理也為後來的系統奠定了良好之基礎。

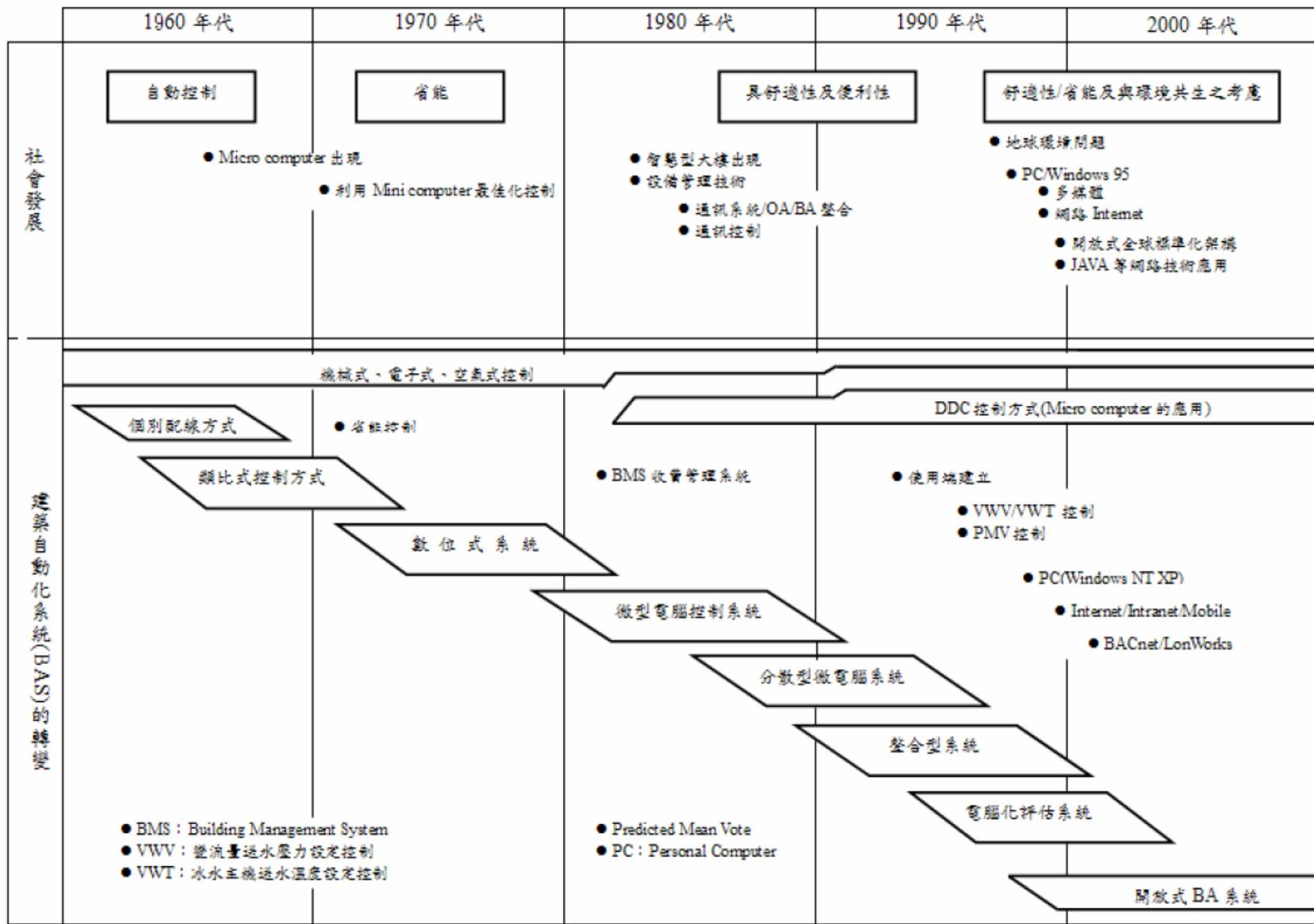


圖 3-1 社會發展與 BAS 系統發展之相互關係

3-2 硬體設備系統與資料通訊協定系統分析之建立

所謂建築管理系統，便是對建築設備作監視與管理，再依建築的規模大小，作出最適化的運轉機制。一般的管理系統，依照規模的大小區分為：小規模系統、中規模系統、大規模系統，皆下來將針對各規模所著重的部分作說明。

1. 小型規模建築管理系統

小規模系統多半是用在較小型的建築物，建立管理系統的預算並不會太多，運用最少金額建立最適切的系統，是針對小型規模建築管理系統設計時最主要的課題。此外，有效的運用空間也是設計上的一大考量。有些小型建築採用專為小規模設計的專用系統，在使用上具有不錯的機能及成效，但若是隨著建築物的擴建，管理系統也必須隨之將機能擴張，成本的考量還是直接影響著系統的運轉效果。(如圖 3-2)

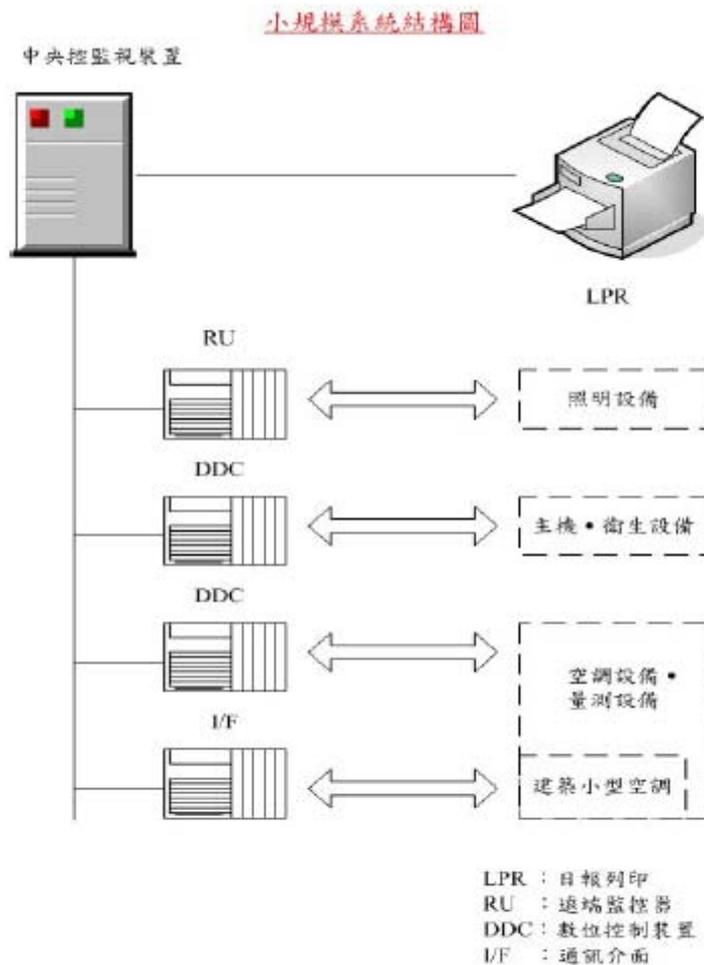


圖 3-2 小型管理系統之硬體架構

2. 中型規模建築管理系統

此種規模的管理系統，除了包含小型建築所具有的設備外，還增設了防災及保全等設備。因此作為中規模管理系統，必須具有將防災、保全一起作統合管理的機能，由於在管理上的複雜化，無法像小型系統一樣用簡單的監控系統來管理，在考慮到未來管理機能需要擴張的情況下，管理者們開始逐漸採用以微軟公司的 Windows 軟體為作業平台之個人電腦，由於軟體的穩定性和與周邊設備間良好的相容性，使具備 Windows 的 PC 成為管理系統之基本元件；從監視機能，隨著對於能源管理等管理機能重要性的提高，統一的作業平台，不但將其他一般管理 (防災、保全)的機能作結合，系統整合的功能也越

來越強大。圖 3-3 為基本的中型管理系統架構圖。

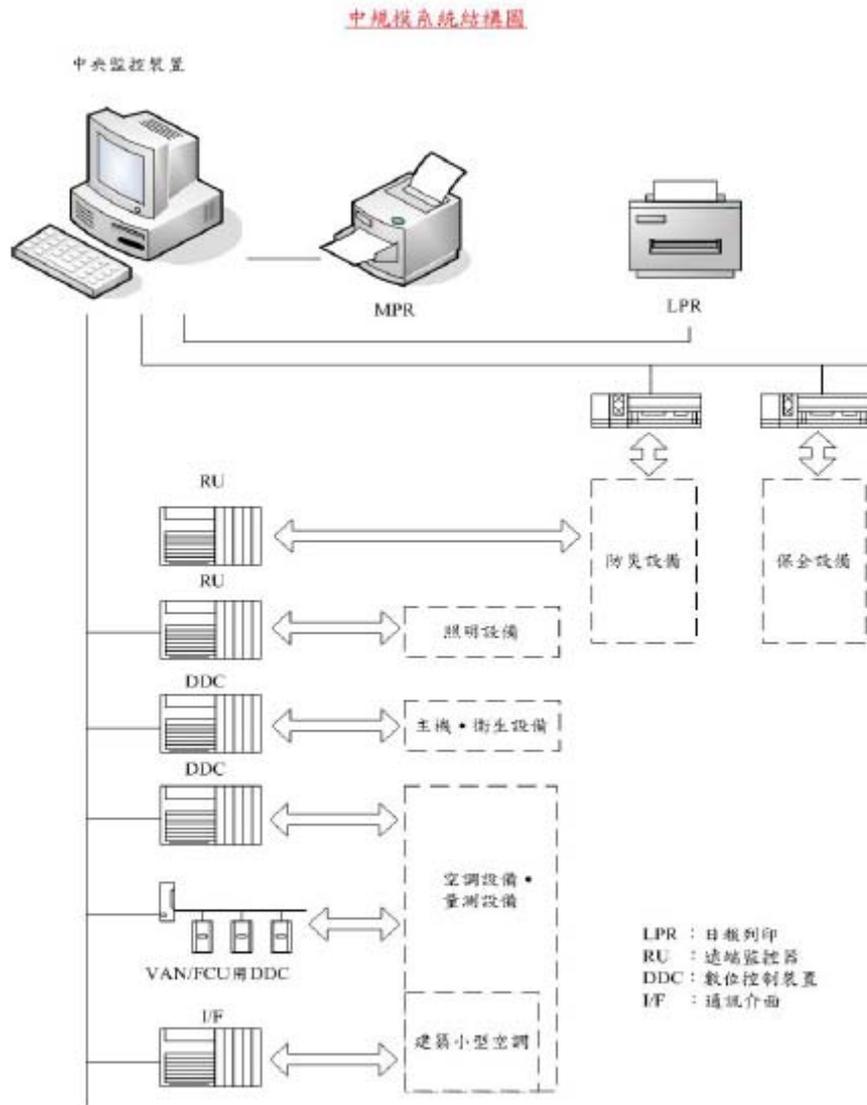


圖 3-3 中型管理系統之硬體架構

3. 大型規模建築管理系統

一般高樓層大樓都屬於大型規模建築，其規模非常大，系統所要管理的事情相當的多，必須分別由多台主電腦作管理，作組織化及雙迴路的設計。所謂組織化設定，將各機能獨立起來，由個別的電腦管理，再藉由各系統間的連線來管理，減少單一系統故障時，對整體管理系統所帶來的影響；此外，分散管理也是考慮到各設備在管理特性上的需求並不如中小型系統的單純，在設計上也是考慮的要素之一。

大規模系統在設計上除了作分散化管理之外，還必須採雙迴路設計。雙迴路設計也是為了避免某一系統故障時，導致該機能完全停止的防範措施。在原有的系統之下，再設計一組預備用的系統，當主系統故障停止運轉時，預備系統能馬上接替主系統的工作，讓整個管理系統還是維持在運作的情況，運轉效率也不會因此而下降。作為大型建築的管理系統，網路化的通訊設備也是極為重要的一環，當整體系統所管理的對象不只為單一建築時，各建築間的管理系統便藉由網路作聯繫，並建立資料庫系統，對系統從過去至今的狀況作歷史紀錄之比對。圖 3-4 為大型規模建築系統結構的基本架構，由圖可發現，各系統間都以並聯的方式作控管並都具有網路介面裝置，連線到內部網路伺服器；管理者端有警報及圖像現顯示系統，遇到異常狀況時，圖像顯示系統能讓管理者一目了然的掌握最即時的狀況。

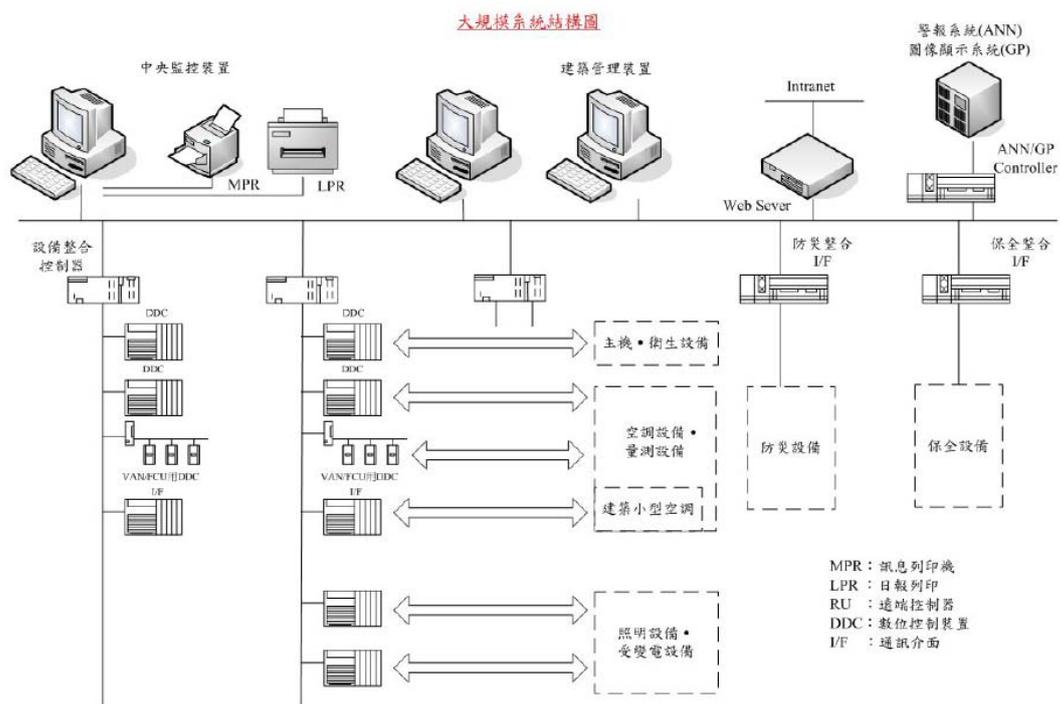


圖 3-4 大型管理系統之硬體架構

其中系統內各項機能說明如下：

- 系統基本功能：使用 BEMS 系統，對建築物和建築設備監視，管理的基本機能
- 監視/操作/列印功能：增進系統對建築物和建築設備管理效率的機能
- 統計圖形表示：將管理點的資料及相關狀況用圖形畫面的方式表示，容易瞭解建築內各種資訊的機能
- 操作者支援功能：豐富的訊息提示功能，簡單容易懂的操作性，讓非專業的管理者也能準確的瞭解系統資訊。
- 多媒體功能：善用聲音和影像等多媒體，讓管理上更佳方便容易
- 數據管理功能：具有將過去收集、累積的資料，作各種分析、圖解的功能，藉此改善整體運轉效率
- 控制功能：對建築物中各項設備運轉控制的功能
- 共通：各項設備的自動控制功能及連動控制功能
- 電器：各種省能的運轉控制及停電和復電時的控制功能
- 空調：空調主機運轉最佳化的控制功能，及其他空調設備的省能運轉控制方式
- 防災：火災發生時的監視功能
- 保全：建築物內的保全控制功能，及各項保全裝置的連動功能
- 大樓管理委員會之行政功能：建築物的經營管理、保全管理及
- 日常業務等各項資料管理功能
- 廣泛建築管理功能：多棟建築的統一集中管理功能，遠端網路控制的功能
- 使用者資料顯示功能：各種系統程式安裝、執行、設定和移除
- 的功能
- 系統狀態管理功能：系統能自行針對目前各項設備運轉狀況，判斷有無異常或變化，做出適當的運轉控制
- 異常防護功能：具有應變設備各項異常狀況的功能

日本空氣調和衛生工學會，也將目前建築管理系統所應具備之機能，整理如圖 3-5。

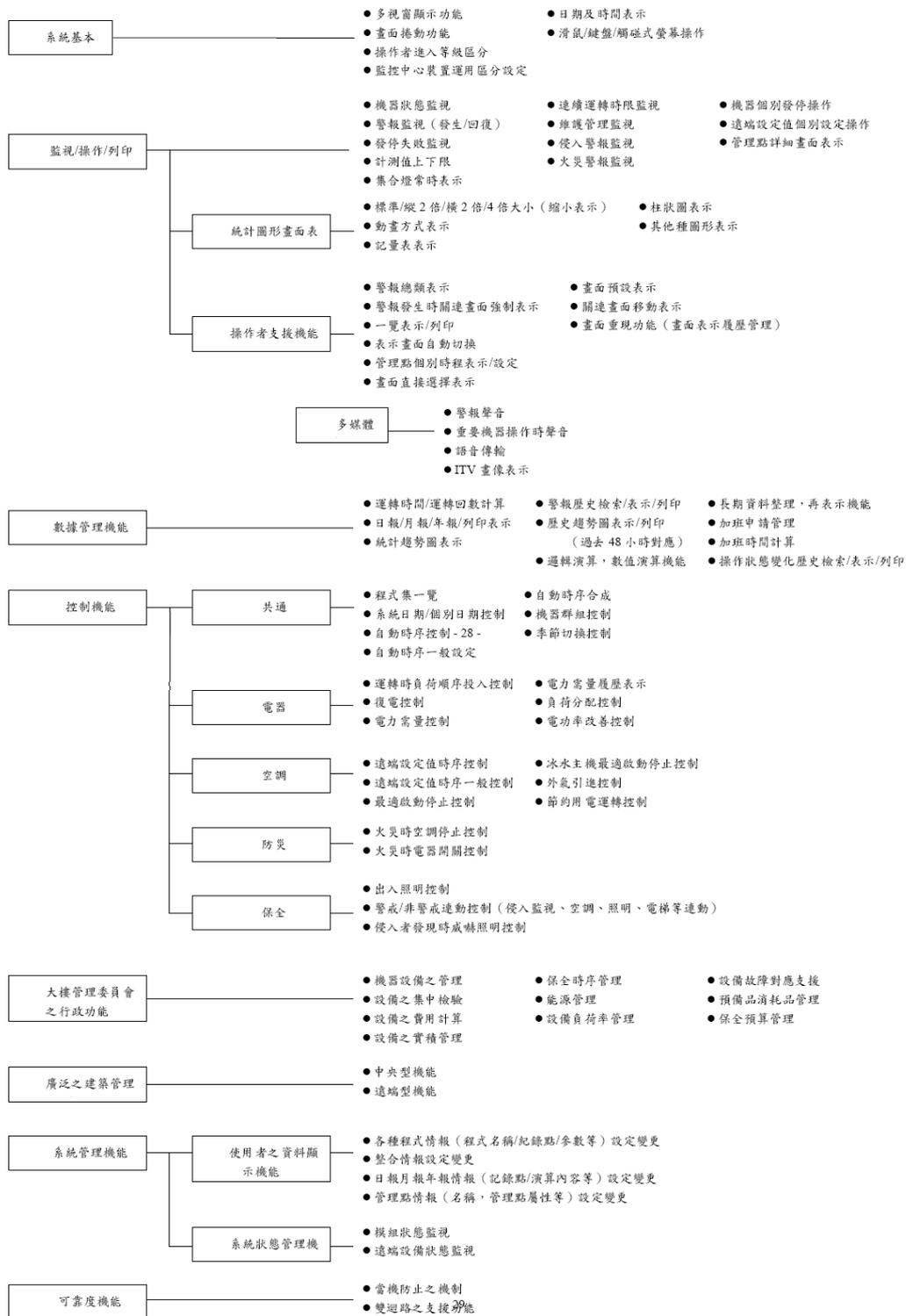


圖 3-5 BEMS 系統管理機能

未來數位監測器與網際網路為基礎的網控電力監視系統應用平台，將結合 XML 資料傳遞技術。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：

一、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。

二、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。

三、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。

四、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。

3-3 開放式架構的必要性

從 1980 年代起以微處理器為基礎的直接數位控制器 (DDC) 系統開始應用在自動控制領域中，而其中最早也最成功就是應用在冷、暖通風空調 (HVAC) 系統。由於直接數位控制器 (DDC) 系統可以提供精準的控制、寬廣的操作彈性及相較於傳統控制器可以用來減少能源消耗的控制能力，再加上直接數位控制器的分散式控制方法，而使得所謂「智慧型大樓」的應用觀念開始產生。因為分散式控制系統可以各自獨立地應用在包括 HVAC 系統控制、照明等控制，相較於傳統控制器的應用，「智慧型大樓」的應用可說是一項重大的進步，但隨著時代的進步功能上的需求也愈來愈高，在分散式控制的應用上出現了前所未有的問題，就是缺乏一個通訊協定上的標準。

早期因為產品競爭的壓力和通訊標準的缺乏導致各數位控制器廠商各自發展各自的通訊協定格式，在一般大樓中到各處可見各自獨立的空調、照明...等的控制系統，而真正將這些控制系統進行整合的卻少之又少，就因為目前建築物內的控制裝置大多是使用數位化控制

設備，因此設備和設備間或是設備與中控室電腦間的資料交換也都是以數位化的方式進行，而這個過程中通訊協定就扮演了很重要的角色。而在 BACnet 這個標準的通訊協定還沒有公佈之前，在建築物自動化控制的領域當中，各個控制廠家都有一套屬於自己的設備和設備間或是設備與中控室電腦間的資料交換通訊協定，當然每一個廠家所使用的通訊格式也都不會相同，因此在一個具有各項不同控制系統的建築物中要整合 (Interoperability) 所有的數位控制設備可以說是一個非常艱鉅的任務，不但費時而且整合程度有限。

在沒有 BACnet 標準通訊協定之前，系統整合工程師必須要先解讀各項控制設備所使用的通訊協定，再將其轉換成監控系統所使用的通訊協定格式，也就是要完成各種通訊格式的閘道器 (Gateway) 才可以將所有的控制系統整合在一起。有了 BACnet 這個標準的通訊系統出現之後，各個廠家就可以將自己的設備通訊格式制定成 BACnet 這種開放式架構的通訊格式或是控制設備廠家利用原本的通訊協定直接轉譯成符合 BACnet 通訊協定的閘道器，如此一來就可以省去系統整合時的麻煩，建築物內的系統整合工作就變得更有效率，特別是在現代化的建築設計理念都以節能且舒適的觀點加以考量，因此對於系統整合的要求也就相對地愈來愈高。

BACnet 為開放式的架構之網路通訊協定，因此所生產出的相關控制設備為符合 BACnet 通訊協定時，無論是使用市面上任何符合 BACnet 通訊協定之圖控軟體都可以順利地控制或是監視這些相關設備，如此一來，不僅對使用者本身較有所保障，使用者對設備的選擇性也會增加，不會因為先前所購置之圖控軟體通訊協定的限制而造成日後必須要再和同一家廠商購買所需的相關設備，而有了開放式架構之通訊協定之後可以間接的促進了各廠家間相互正向的競爭，生產出功能更齊全的設備，因此在各個控制廠家的相互競爭下，不僅在功能上可以發展的更完善，當然在價格和服務上也會相互競爭互相制衡而最後受益的還是使用者。

BACnet 是從 1987 年開始由 ASHRAE 召集製造商、用戶、政府

機關、學術團體成立計畫委員會研擬並參考 ISO 之開放式通訊協定架構模型經過多次的開會討論，於 1995 年正式通過為美國國家標準 ANSI/ASHRAE Standard 135-1995，在 2001 時改版成 ANSI/ASHRAE Standard 135-2001，並在 2003 年 BACnet 為 ISO 編號 16484-5 的國際標準通訊協定。這個規範最主要的目的為監測和控制建築物所包含之冷、暖通風空調 (HVAC) 系統以及建築物內其它的各项數位控制設備，例如，照明、門禁管理、消防等，可以透過開放式的資料通訊架構完成系統整合的工作。

3-4 標準網路架構系統

在 ASHRAE (美國暖氣設備·冷凍空調學會) 訂立標準化的 BACnet 的國際性通訊草案之後，管理系統與設備間的通訊有了明確之架構，使系統與設備的關係越來越密切，也直接影響到系統執行效率的問題。在建築管理系統建立專用的資料通訊 Web 伺服器主機，接受來自運轉設備的各種數據，同時利用網路 (Intranet or World net) 的功能，將管理系統的資料作分析後，傳送至其他的系統或主機，達到具有集中監視、管理及資料分析的整合型系統。

圖 3-6 代表以 BACnet 為標準通訊協定的網路系統架構圖，包含了各項建築設備及管理系統的幾個基本控制單元，設備均裝設遠端控制器，可輸入或輸出訊號作為系統與設備間溝通的橋樑；中央監控裝置集中管理各控制器傳回之資料，以各種形式表現出來，掌握設備的即時運轉狀況。監控資料亦可傳送至其他電腦資料庫，進行長時間系統設備之運轉效率比對分析，而 Network BA sever 可接受來自內部或外部網路的連結，讓管理者可即時對系統或是運轉異常的設備，進行診斷和故障排除；各建築之間也可藉由網路連結，架構整合監視系統。

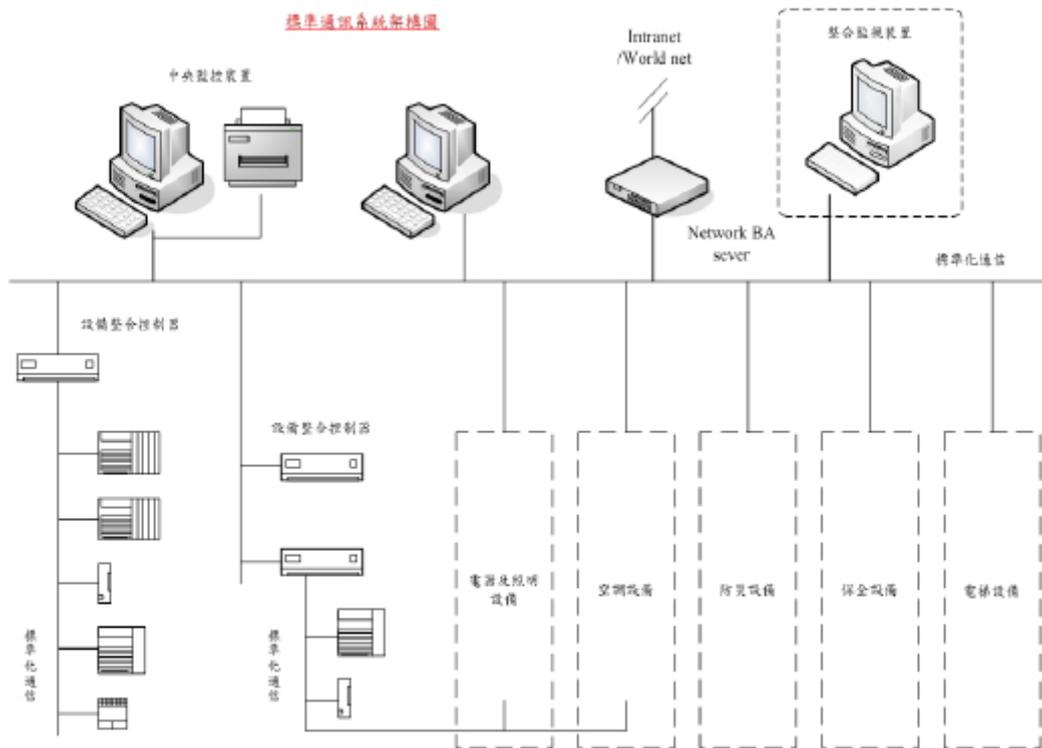


圖 3-6 以 BACnet 為標準通訊協定之 BEMS 通訊系統架構

3-5 建築通訊系統的整合

隨著 IT 技術的高度發展，變得能提供各式各樣的服務，BEMS 的功能也因此而多樣化。圖 3-7 為利用個人電腦、LAN 和網際網路 (Internet) 等功能所構成之整合型 BEMS 系統，以下介紹圖中各項之功能：

1. BA (Building Automation) Monitor：中央監視系統，以監視功能為主，也包含設備控制功能；建築管理人員主要在這裡進行監視、警報及系統設定等工作。
2. BEMS/BOFDD (Building Optimization Fault Detection and Diagnosis)：在本圖把這個定義為狹義的 BEMS，作為讓建築的能源和室內環境最適合的支援系統，與 BA-LAN 連線，進行即時 (real time) 的模擬或異常探測診斷等功能。

能。

3. CAFM (Computer Aided Facility Management System)：利用電腦作為機器設備的資料庫管理系統，或稱為 BMS，具有警報管理，租金報表等功能。
4. BA Sever：OA (Office Automation)，工作人員能從個人電腦工作網路和系統連接；例如在辦公室座位上的人員能進行延長設備運作時間和設定空調溫濕度等功能。在網路安全上必須架設防火牆，防止未經許可的連結進入系統。
5. ASP (Application Service Provider)的連結：和網際網路連接，利用外部提供的各種線上系統診斷技術服務，達到最低耗電、省能的最佳化管理。
6. 經營管理系統：這對於飯店類及旅館類業者是相當重要的，住房率和來客率為影響飯店類及旅館類建築空調負荷的一大要因，藉由電腦線上連接，將住房率和來客率與 BEMS 結合，建立歷史資料庫，進行熱負荷預測和空調熱源機器的最佳化控制。

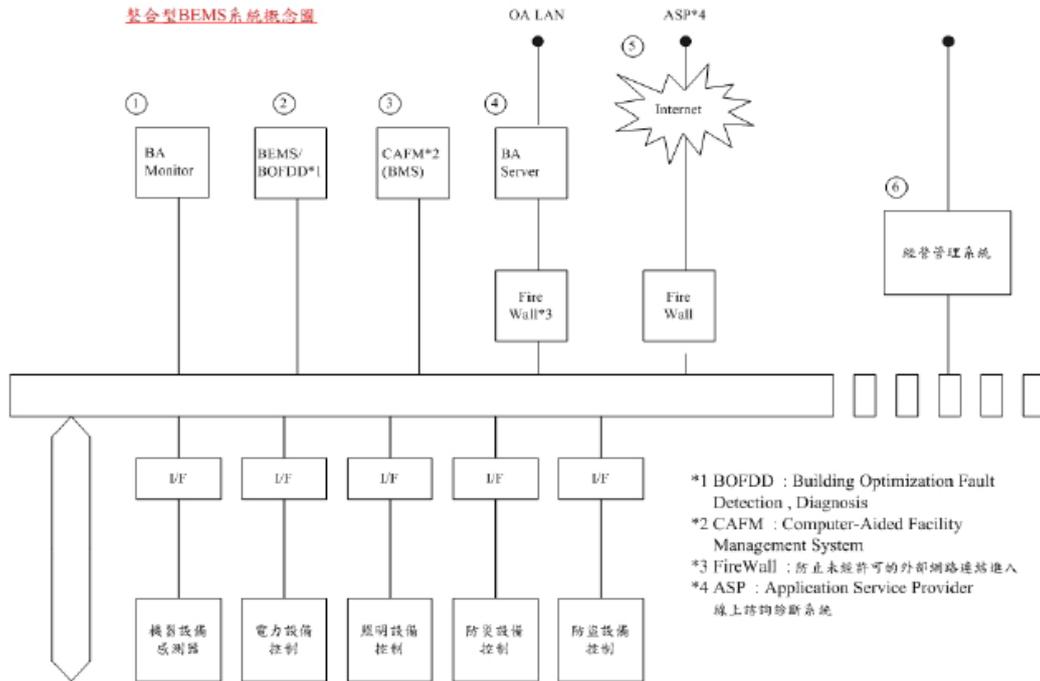


圖 3-7 具備完整監控及管理功能之 BEMS 系統

3-6 建築物 BEMS 系統架構之建立

BEMS 架構主要之考量包含設計層面、運轉層面及省能對策專家系統三個方面環環相扣而成，可示如圖 3-8。

其主要精神在於經由完整而數位化之監控系統，對於建築物之耗能現況進行詳細之診斷。經量測數據與既存資料庫數據之相互比對來發掘問題之所在 (Fault Detection)；再經由專家系統擬定省能對策，區分為設計問題、運轉問題或管理問題，再回溯至原系統進行改善，並進行經濟效益評估。如此隨著建築物進行商業運轉之長時間逐步往前推移，直至達成系統運轉最適化為止。

傳統之 BAS 系統，既為專屬之獨立系統，又缺乏運用外界專家系統擬定改善對策之能力，形成了設計不良、長期運轉於耗能狀態、管理系統鬆散失效之狀況而不自知，有如病人未進行周全的健康診斷，又未能尋求良醫藥方，因此情況每下愈況。經由本 BEMS 架構之建立。則建築物不但時時在進行自我偵測，且於異常時將可觸發而啟動

自動警報系統，再經由專家系統來擬定及評估改善對策及其效益，且一切可經由遠端透過網際網路來進行，極具效率而準確。

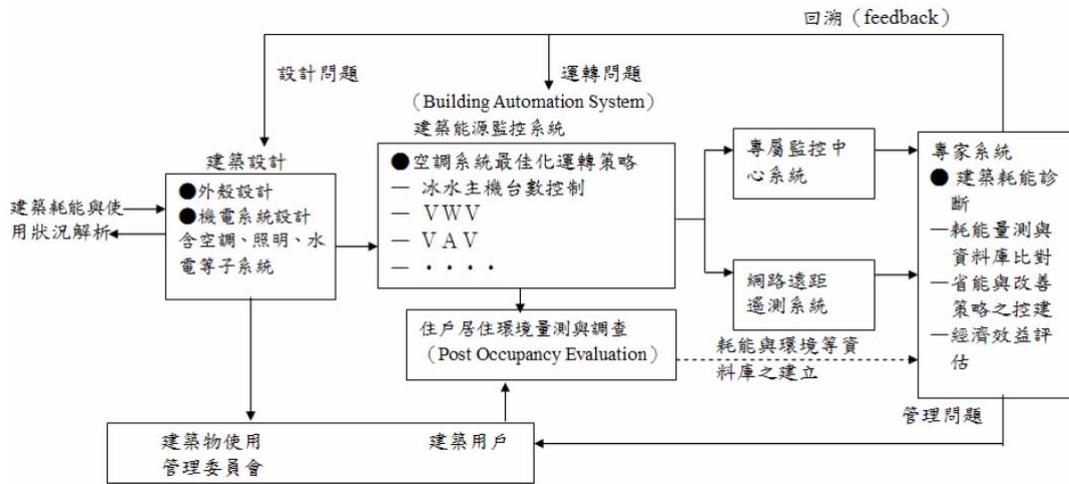


圖 3-8 BEMS 系統之工作流程示意圖

肆、BEMS 系統分級制度設計要點與功能規範之建立

4-1 BEMS 之四大管理系統

空調系統提升居住生活環境的舒適性，乃現代生活中所不可或缺的，然而，不良的建築環境也增加居住環境的健康品質問題。近幾年來，國際在空調系統的設計規範或指引均有所調整，並引進 BEMS 的應用。

建築自動化系統 BAS 被成功的導入建築物內各種設施的運轉控制和管理至少已有 20 餘年的歷史了，這些安裝自動控制系統的設施，如果管理使用得當，即使不是很花費心力於設施管理之下，也可以輕易省下 15 ~ 20% 的能源使用，如果設施管理人員有更大的企圖心的話，其節能的效果將會更為可觀。近年來，BAS 系統已經進一步發展成 BEMS 系統，而且趨於完善。

BEMS 由四大管理系統組成，如圖 4-1 所示

1. BAS：通過建築物之內部各種電力設備、空調設備、冷熱源設備、防火及防盜設備進行集中監控達，在考慮能源節約及地球環境保護之條件下達到確保建築物內環境舒適，各設備運轉狀態及使用率均達到最佳化之目的。
2. EMS：以計算技術為基礎的現在電力綜合自動化系統，透過中央監視所傳達各監視點之數值，分配調度建築物內之管理能源使用及決策，保持建築物內各用電設備於最佳效率狀態下運轉，例如用電卸載，需量管理等等。
3. BMS：管理各設備之運轉及維修，以及保全人員排程等管理，紀錄建築物內所有費用存入系統資料庫中。
4. FMS：利用電腦之資料庫累積各項設備運轉狀況紀錄、維修保養之費用，列出各項報表，進行各方面之財務評估及營繕管理。

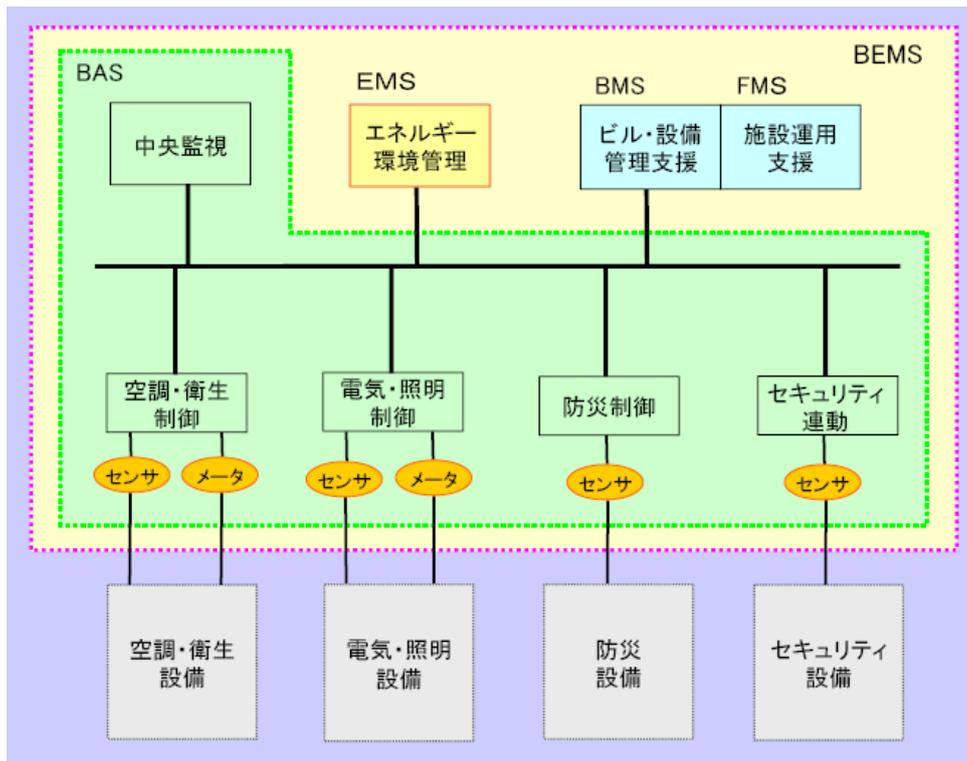


圖 4-1 BEMS 之四大管理系統圖 (取材自日本 NEDO)

4-2 IT 科技發展對於 BEMS 系統建構之影響

1990 年代以後，電腦和通訊技術迅速的發展，個人電腦 (PC) 及乙太網路技術 (Ethernet) 的突破，其衍生而出的 LAN (Local Area Net) 技術更為現代管理系統的機能和可靠性帶來了相當大的進步，對於以 24 小時即時監控的建築管理系統介面平台造成重大之改革。以往各建築管理系統為了追求良好的機能和可靠性，皆以量身訂作的方式獨自開發符合自身建築的管理系統；在開發所需時間較長，又無法因應社會的急速發展的結果之下，藉由 PC 和網路技術而架構成的平台，則提供了解決此一問題的最佳方法，在利用網路互連，不斷交換資訊的過程中，伴隨社會急速發展產生的各種需求，管理者便能由網路上廣大的資源中尋求最快速的解決方法。

21 世紀的今天，網路 (Network) 已經普遍的應用在各處，以網際網路和內部網路為架構。利用 Web 技術為應用的管理系統，讓管理者不論從工作崗位上或是任何地方，都能藉由網路的協助對建築進

行監控，管理的機能更加的自由化，也帶來了更加良好的便利性。此外，在美國建立標準化通訊規範 (BACnet)後，對於建築設備統一監視、管理及控制之間有了一致性的架構，讓現代化之建築管理系統具有更高價值且完整化之機能。

在 ASHRAE (美國暖氣設備·冷凍空調學會)訂立標準化的 BACnet 的國際性通訊草案之後，管理系統與設備間的通訊有了明確之架構，使系統與設備的關係越來越密切，也直接影響到系統執行效率的問題。在建築管理系統建立專用的資料通訊 Web 伺服器主機，接受來自運轉設備的各種數據，同時利用網路的功能，將管理系統的資料作分析後，傳送至其他的系統或主機，達到具有集中監視、管理及資料分析的整合型系統。

標準的網路系統架構圖，包含了各項建築設備及管理系統的幾個基本控制單元，設備均裝設遠端控制器，可輸入或輸出訊號作為系統與設備間溝通的橋樑；中央監控裝置集中管理各控制器傳回之資料，以各種形式表現出來，掌握設備的即時運轉狀況。監控資料亦可傳送至其他電腦資料庫，進行長時間系統設備之運轉效率比對分析，而 Network BA sever 可接受來自內部或外部網路的連結，讓管理者可即時對系統或是運轉異常的設備，進行診斷和故障排除；各建築之間也可藉由網路連結，架構整合監視系統。

4-3 建築能源管理系統設計之要點

現今建立建築物之中央監控系統，大多數還是傳統的 BAS 系統，而現今世界之潮流即是將 BEMS 系統導入新建之建築物，以及將舊有之 BAS 監控系統升級為 BEMS 系統。而 BEMS 系統在設計運用上與舊式 BAS 系統上之差別，即在於網際網路之應用以、資料相互聯絡以及資料庫之建立與管理分析等建築能源性能最適化之功能。因此，BEMS 之設計必須要有下列四點之基本依據。

1. 須採取網路架構 (web-based)設計，支援 TCP/IP 通訊協定，可進行遠端遙測。

2. 須為開放式架構
3. 須以國際間廣用之 BACnet、Lonwork，等開放式通信協定
4. 須進行相關系統之量測數據自動擷取，以便即時線上 (Realtime Online)顯示系統的運轉性能。

4-4 BAS 系統升級為 BEMS 系統之重要改革

傳統的建築物自動監控系統 BAS 由於系統之封閉性，無法透過網際網路進行良好溝通並進行數據資料庫資建立、傳輸等監控系統最佳化之管理建立，因此將 BAS 系統升級為 BEMS 系統，網際網路為重要之環節。而再設計上了有了上述四項重點依據之後，要將 BAS 系統強化成 BEMS 系統還需要改革 BAS 在系統上之不足，以及因應網路之應用而產生之管理機制。因此有了下述三大項重要改革手段。

1. 建立通訊協定：以便利用網路溝通資料，提高軟體相容性。

舊有之 BAS 系統無法在遠端 (監控系統以外之地區)進行監控以及管理系統等功能，而且通訊功能為封閉性的，無法與其他系統聯絡溝通。在資料的讀取以及資料庫建立時，也會因為軟體的相容性太差而無法執行。(圖 4-2)

因此在 BEMS 系統對於 BAS 的改革第一步即是建立良好之通訊協定，創造能以網路溝通之相容介面，並且提高監控軟體之相容性，具備擴充性功能 (開放式架構)，以利未來進行空調或照明改善 (新增某區域之照明控制)，可併入原建置之 BEMS 系統內，避免又再建置另一套監控系統，以便利溝通之介面。(圖 4-3)

BAS 系統		BEMS 系統
無法在遠端(監控電腦以外之地區)管理系統資料		資料能便利的在網路交流
與其他系統溝通時(例如讀取詳細規格或資料)，會因為軟體並無法相容而無法執行		建立共通之通訊協定，創造能用網路溝通之相容介面 提高軟體相容性，能與其他系統便利的溝通

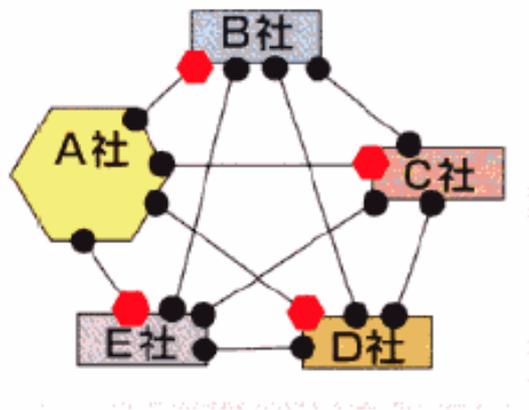


圖 4-2 傳統 BAS 系統聯絡之通訊介面

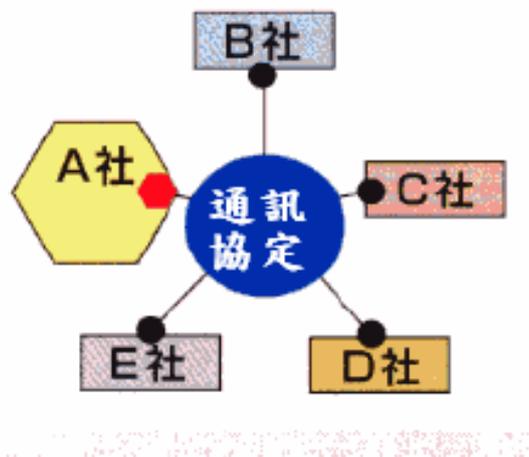


圖 4-3 BEMS 系統聯絡之通訊介面

2. 資料庫的建立與管理：運用邏輯運算來進行系統控制，並且系統資料庫做為分析依據。

建立監控系統之資料庫，並建立資料管理系統。同時導入邏輯運算，將系統分為用戶資料以及邏輯運算引擎。運用大量的資料庫統合資料進行最佳化運轉計算以及管理，達到最高能源運用效率以及最適化運轉策略。(圖 4-4)

BAS 系統		BEMS 系統
不能透過控制邏輯以及變數來判斷目前系統之狀況		控制邏輯以及變數是用簡單的 TEXT 檔來撰寫的
要小小的改變系統控制，即需要大量的時間和金錢		能大量節省時間與金錢即能簡單的客制化系統控制
很困難改變目前之控制系統		控制以及資料管理系統= 邏輯控制引擎+客製化檔案
		可由既有軟體得到許多 know-how 控制邏輯，再進行細部修改即能符合現況運作

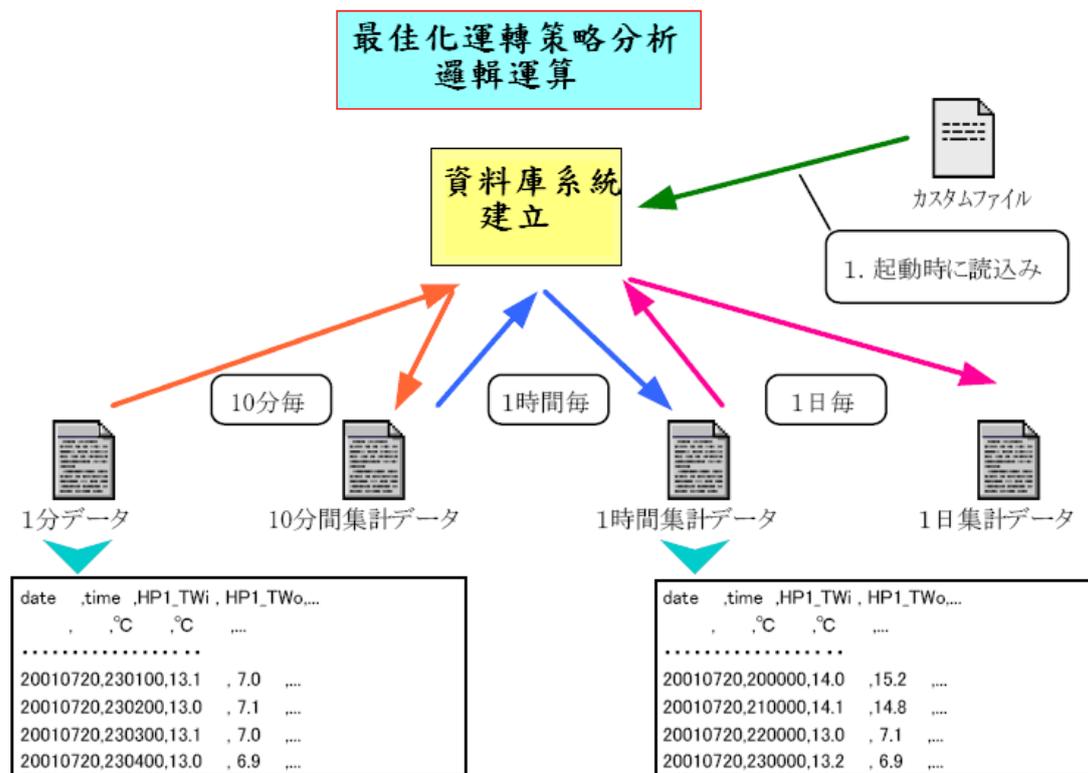


圖 4-4 資料庫整合以及最佳化邏輯運算示意圖 (取材自日本 NEDO)

3. 強化大型區域化系統

在有了上述三項對於系統上之改革之後，BEMS 系統的功能更加的強大而且多元化。因此對於監控系統，已從獨棟建築物或是獨立單項小系統，擴大到大型控系統，將空調、用電、保全以及消防等系統合併統一控制，將控制系統單純化。甚至將控制系統擴大到區域畫、社區化，將能源管理系統推廣至生活化，不單只是能源管理，更能優化我們的生活。(圖 4-5~4-6)

BAS 系統		BEMS 系統
<p>簡單的控制系統無法使區域化之系統運轉效益發揮最大</p>		<p>運用大量累積之資料以及運算邏輯控制系統來進行大區域化之系統控制</p>
		<p>使用良好邏輯控制可以使系統運轉達到高效率並且穩定</p>

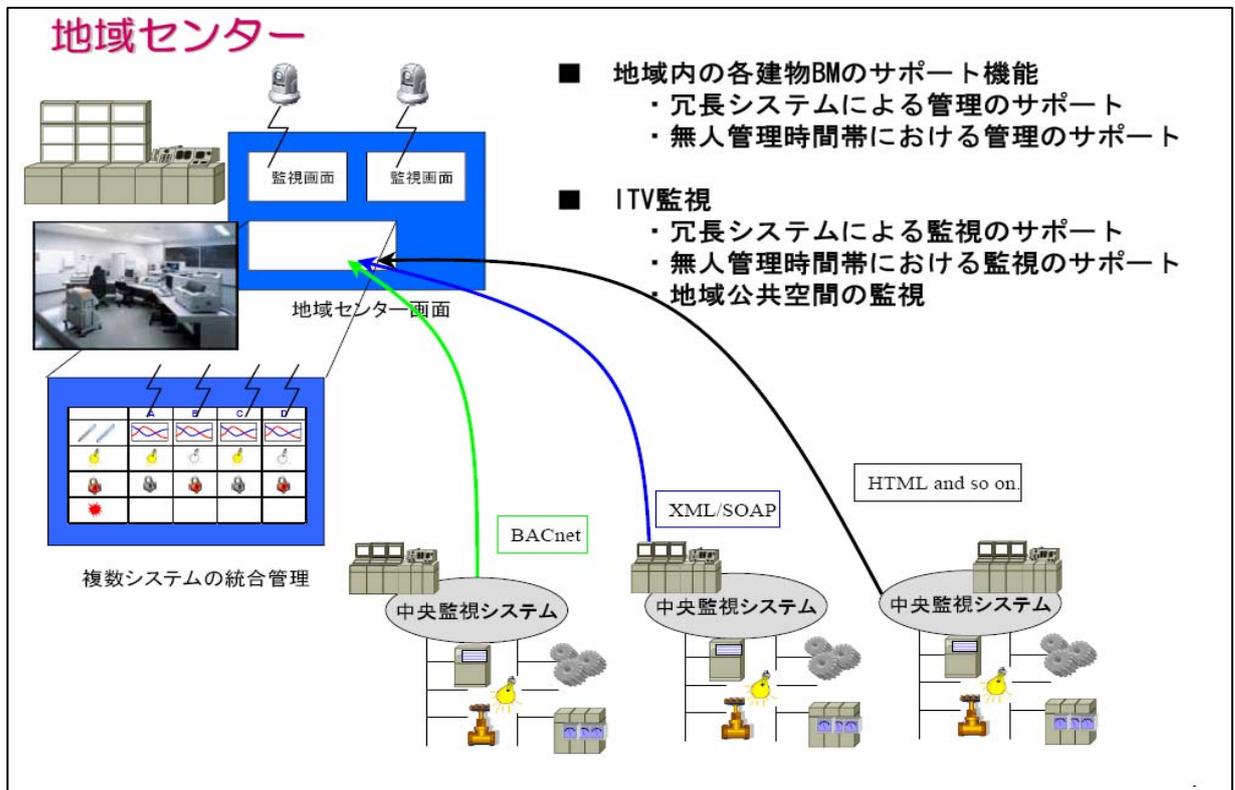


圖 4-5 BEMS 系統通訊整合示意圖(取材自日本 NEDO)

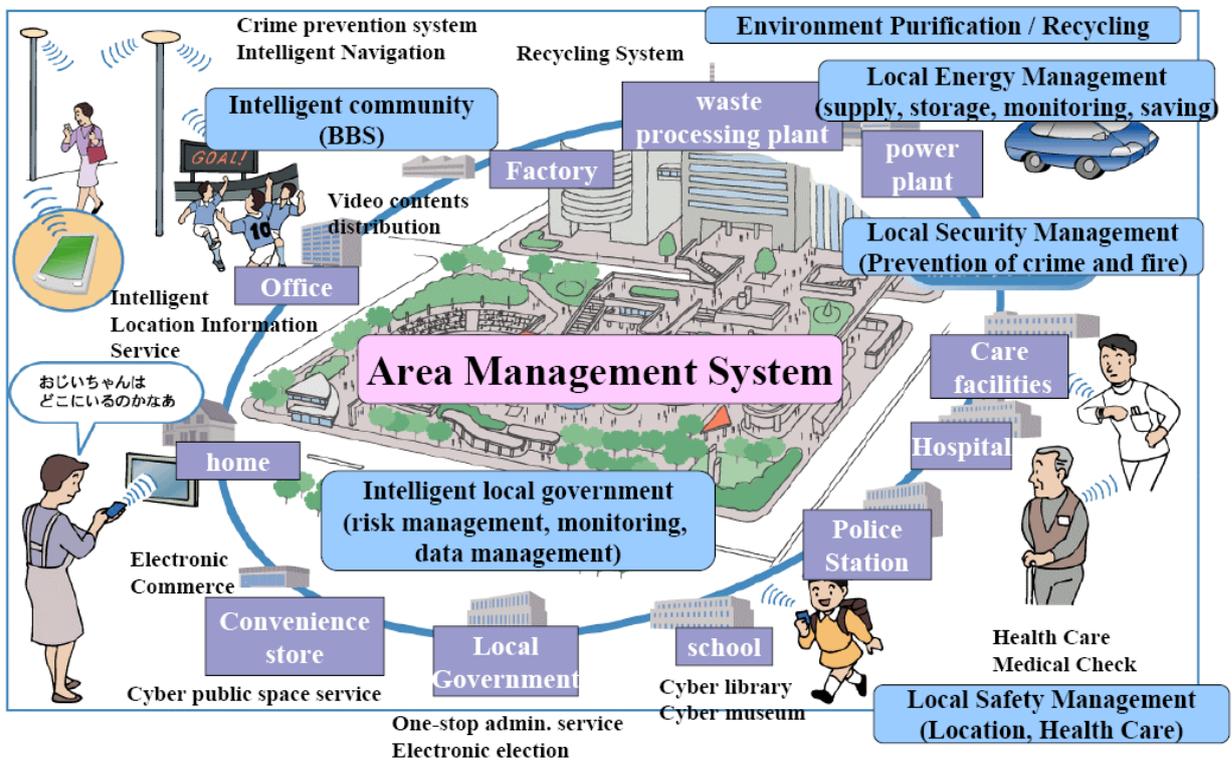
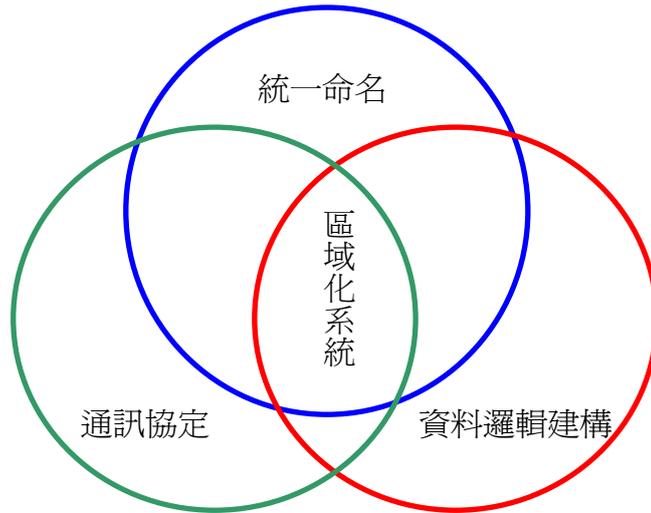


圖 4-6 大型社區化 BEMS 系統整合示意圖 (取材自日本 NEDO)

4-5 BEMS 系統分級制度

日本參加了 IEA Annex 16 為世界上目前推廣 BEMS 最積極之國家之一，對 BEMS 之功能及分級作了相當詳細的劃分，下圖 4-7 即為日本 BEMS 之分級及功能示意圖：

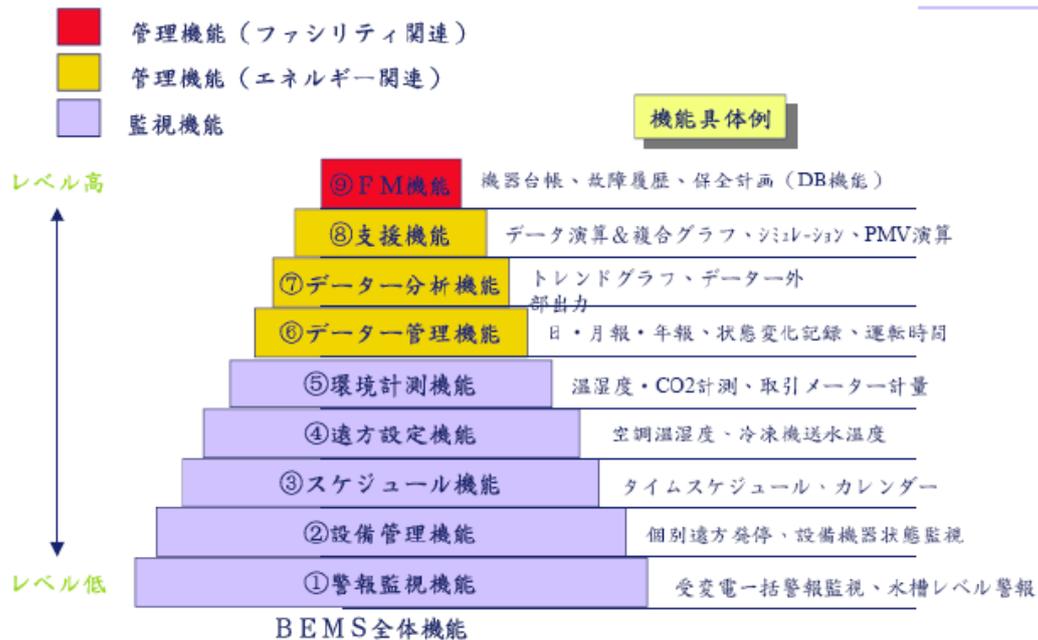


圖 4-7 日本之 BEMS 分級及功能示意圖 (取材自日本 NEDO)

BEMS 之等級，針對監視機能，控制・操作機能等，作為優先考慮的條件，一般皆以樓地板面積作指標性的劃分，BEMS 系統也隨著總樓地板面積的大小及監控點數在能源使用監控上作出了等級上的區別。我國目前亦也針對建築物之總樓地板面積作為 BEMS 等級之劃分，我國之分級制度如下表 4-1：

表 4-1 我國建築能源管理系統 (BEMS) 之分級制度表

	BEMS 系統處理裝置之等級			
	等級 1	等級 2	等級 3	等級 4
總樓地板面積	5,000m ² 以下 (含)	大 於 5,000m ² 至 20,000 m ²	大 於 20,000m ² 至 50,000 m ²	大 於 50,000m ² 以上
管理點數	50~250 點	250 ~ 500 點	500 ~ 3,000 點	3,000 點以上
系統之主要功能	<ul style="list-style-type: none"> • 警報監視功能 • 基本之設備運轉狀況監視功能，包含耗電量、累積用電、運轉效率，設備維護紀錄等 	<ul style="list-style-type: none"> • 設備啟停時程管理 • 空調系統運轉資料之紀錄及存檔功能 • 具等級 1 之功能 	<ul style="list-style-type: none"> • 包含大部分設備之運轉狀態監視及控制 • 具備有計費機制功能 • 具備有資料處理功能，將各設備之用電情形及運轉狀態，以報表（月報、季報、年報等）及各類圖形之方式作比較分析 • 具等級 2 之功能 	<ul style="list-style-type: none"> • 將建築物內之所有設備皆納入監視及控制範圍，並設置統一且集中之管理中心 • 具有最佳化運轉控制功能，針對建築室內外環境條件，有效調整設備之運轉狀態 • 除計費機制外，設備之生命週期也一併列入管理整合消防及保全系統，包含人員管理等 • 具等級 3 之功能

樓地板面積 5,000m² 以下的建築空調系統通常較為小型及單純，因此主要的監控對象為動力及照明這兩方面，即三相和單相的累計用電。而樓地板面積在 10,000m² 以上之建築，不但具有大型且複雜的空調系統，動力及照明系統的能源使用需量也大幅增加，因此不但對各系統作累計用電上的監測，運轉設備的詳細用電情形也一併要求監測。

除了在能源使用之監測上作等級的劃分之外，中央監控設備之功能的多寡也有層級的區別。一般層級之監控系統通常具備有：

1. 警報監視功能
2. 設備管理功能，如運轉機器的啟停
3. 工作排程功能

除了設定啟停之外，還包含順序上的控制管理；我國目前之監控系統功能大都屬於初步層級，較無法達到有效之節能；因此若要更進一步向上提升，尚須增加遠方設定功能和環境狀態監測功能，如此不但確切掌握室內及室外環境之溫濕度及 CO₂ 值，再藉由遠端設定之功能，調整合理之空調設定溫度，達到能源使用的合理化，避免無形之浪費。

我國 BEMS 系統規範在 Real-time Online 即時診斷方面，也訂製出一標準之即時參數分析圖表，有助於了解目前建築能源使用之狀況及耗能分析，須具備 Web-Based 歷史資料查詢功能，可查詢各感測器數據，並可指定日期或時間區間（可選擇日期及時間範圍）查詢，同時選擇多筆查詢項目（如之主機耗電、運轉噸數、冰水進出水溫）等功能。同時，耗能診斷數據資料庫需具備以自選參數作為座標軸參數之功能，例如：選取時間作為 X 軸，外氣溫度及相對濕度作為 Y 軸，而完成即時外氣環境（溫濕度）變化圖。

此外，我國 BEMS 規範也一併制訂了配合使用 BEMS 應提出之各類能源分析圖表，如表 4-2 所示：

表 4-2 BEMS 應具備之各類趨勢圖表座標定義

區分	評價項目	圖形種類	X 軸		Y 軸		內容	備註
			表示	單位	表示	單位		
全體	能源利用區分	圓餅圖	--	--			熱源、泵及照明等其他設備，按照能源使用比例區分	
	能源利用區分	柱狀圖	月		能源消費量	kwh	每月能源使用量表示，作日後每月能源消耗量的推估	
	主要機器運轉時間	柱狀圖	月		累積運轉時數	Hr	主要機器每月的運轉時數	
	空調負荷分佈	點陣圖	溫度	℃	負荷	kwh	空調使用時外氣溫度與室內負荷的分佈	CO ₂ 控制
個別	外氣冷房實施時間	柱狀圖	月		累積時間	Hr	各月外氣冷房累積運轉時數	
	室內狀態	點陣圖	乾球溫度	℃	相對濕度	%	空調使用於冬季、夏季與其他季時之室內狀態	
	室內狀態評價	柱狀圖	月		件數	件	室內舒適度不佳之申訴案件	
	熱源機器成績係數	點陣圖	輸出冷房能力	RT	消耗電功率	kw	熱源機器輸出熱量的能源消耗量，與送水溫度的相互關係	COP 值等
	照明負荷	柱狀圖	時刻	Hr	電力量	kwh	按每小時、晝光利用、每季及全天之消耗量作比較	
	照明負荷	點陣圖	室內人數		電力量	kwh	室內使用人數準確掌握	

BEMS 系統最重要之功能便是整合建築內部各子系統使達到運轉之最適化，因此整個系統最具備之核心價值便是數據的管理及分析功能。資料管理包含了系統各設備之運轉時間累計、使用電量、環境狀態變化的紀錄，分別能夠以日報、月報、季報甚至年報的方式對應呈現，加上系統之分析功能，分別將數據以時間趨勢圖表示，並配合其他的數據計算功能，產生更多複合式之圖表，如主機效率分析、冰水泵效率、系統整體效率等，來達到能源使用效率之最佳化。圖 4-8 即為日本 BEMS 系統之建築能源使用各類分析圖表，完整的呈現此建築物能源使用的情形，及單位能源使用效率。

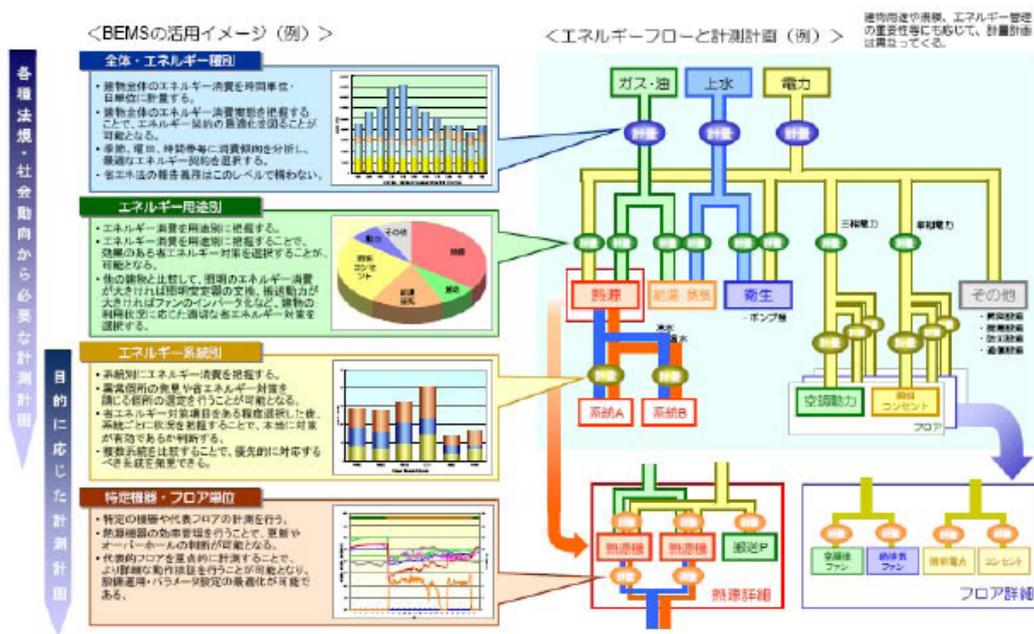


圖 4-8 國外之 BEMS 能源分析功能示意圖 (取材自日本 NEDO)

4-6 BEMS 系統之子系統規劃程序建立

在建立完整之 BEMS 系統架構之後，便是針對空調、照明及動力三大子系統，再進行詳細進行細項之規劃，包含監控等級之設定、監視系統之點數、位置、及控制系統之方式 (PID、Fuzzy)、建築物等管理系統 (為外聘保全公司或大樓自設管理員)、通信系統 (設置、電話、傳真、可否上網、撥接或 LAN)。

於硬體設備方面，以空調系統為例，可再細分為：

1. 冷凍主機 (Chillers)
2. 冰水主機系統 (Chilled Water Side)
3. 空氣側設備 (Air Side Equipment)

於冷凍主機可再就其型式，例如離心式、螺旋式及往復式等加以區分，分別設置相對應之冰水流量、供應冰水與回水溫度、供應冷卻水與回水溫度、耗電量等進行量測點之規劃。必須注意的是，由於 BEMS 必須維持開放性架構，因此所採用之相關設備必須具備相對應之數據傳輸接口，此於規劃階段尤顯重要。其詳細規劃流程

如圖 4-9 所示。

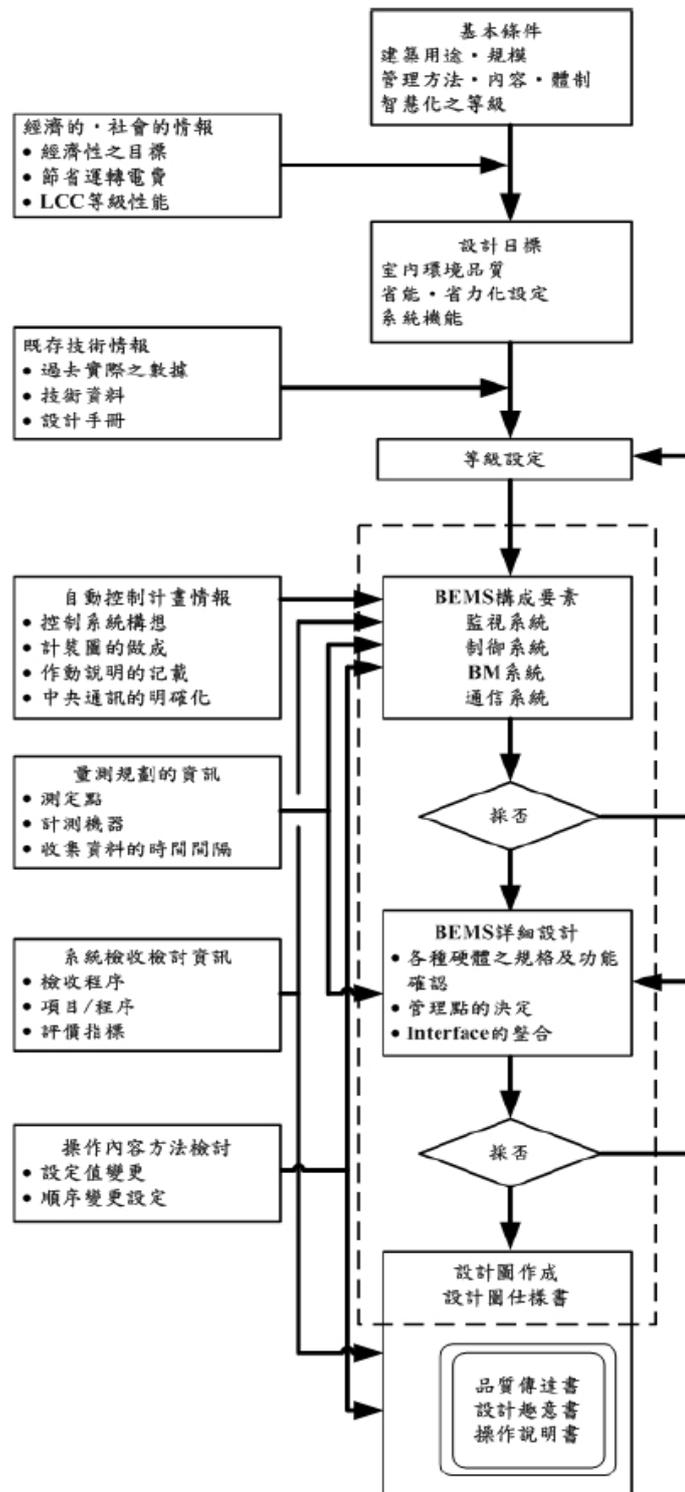


圖 4-9 BEMS 子系統項目之規劃程序

我國目前正極力推廣 BEMS 系統，配合行政院「挑戰二〇〇八—國家發展重點計畫」—水與綠建設計畫及「綠建築推動方案」之綠建築政策，積極推動舊(既)有建築物之空調、照明節約能源改善措施，以達到建設台灣為綠色矽島之目的。從 93 年至今，將各改善案件之電力需量管理系統，統一提升為「BEMS 建築能源管理系統」，除有效管理用電之情形，更將能源使用情況記錄下來，作為設備用電運轉資料庫之建立，以便日後擬定系統運轉最佳化策略之重要參考依據。

4-7 我國建築能源管理系統 BEMS 規範 (Specification and Standards for BEMS)

我國「建築能源遠端網路管理與診斷系統規範之建立」，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。國際能源署 (IEA) 開始招集 Annex16 有數十個國家參加，以進行 BEMS 之研究。日本也成立建築節約用電機構 (IBEC)，美國 ASHRAE 方面也著手開發，空調控制共同通訊草案 BACnet。

本規範結合國際能源署 IEA Annex 16 於 1995 年針對 BEMS 施行之相關各國事例、節約運轉費用之效益分析手法、量測儀器之適用指針，及施行方法進行系統化之研究，使成為 BEMS 之標準與規範之主要架構 (Specification and Standards for BEMS)。其內容包含：BEMS 之構成之要素與流程規劃、硬體設備之工程規劃訂定、系統機能規範之訂定、試驗調整體制之建立、教育訓練計畫、維修保養制度之建立等，為後續之 BEMS 實際應用奠定良好之基礎。我國制訂之規範如下：

構成建築物系統和利用準則具多樣性。為兼顧網路化遙控與開放式架構以達到省力化要求，大量利應用寬頻有線及無線通訊技術，在經濟合理性上達到平衡，成為目前設計的主要目標。

4-7.1 一般事項

1. BEMS 設計之要點與適用範圍

規範系統整體之規格，保固期間，及驗收條件等事項

內 容：系統名稱，適用範圍之規定，特殊規格之文件記述

記載事項：本系統適用之一般標準與規格名稱，及適用之優先順序

其主要範圍包含：

- 須採取網路架構 (web-based)設計，支援 TCP/IP 通訊協定，可進行遠端遙測
- 須為開放式架構
- 須以國際間廣用之 BACnet、Lonworks，等開放式通信協定
- 須進行相關系統之量測數據自動擷取，以便即時線上 (Realtime Online)顯示系統的運轉性能

2. 適用標準與規範

內 容：適用之具體法令標準與規格名稱

記載事項：(1) 適用之母法，如「能源管理法」。

(2) 施用之施行細則，例如：內政部公告之「建築技術規則」之綠建築專章，規範建築外殼耗能 ENVCOAD 及內政部建築研究所推動之「綠建築標章」之日常節能指標 EAC，規範建築物空調，照明，動力之節能系統經濟部能源局公告之「空調系統冰水主機能源效率標準」，規範空調主機，及「電工法規」等規範室內配線之法國外相關之參考範圍，如 ISO、ASHRAE (含 BACnet)、ARI 等。

3. 監控點之定義

內 容：對於 BEMS 監控內容之「點」提出定義，以納入共同之管理標準。

記載事項：(1) 硬體設備之輸入/輸出 (I/O)監控點，包含：AI/AO，DI/DO 及能源儀表之通訊數據等。

(2) 其他設備傳送數據點

(3) 一般行政管理用之資訊傳輸點

4. BEMS 機能之分級

BEMS 之等級，應由建築物規模及管理點數作區分，針對監視機能，控制、操作機能等，作為優先考慮的條件，表 5-1 為 BEMS 分級與建築物樓地板面積及管理點數之關係。

5. 保固期

內 容：保固期限及範圍之明確規定之明確規定

記載事項：驗收後之無償責任保固期限及範圍之記載

注意事項：系統性能自然劣比之維修保養相關規定或委外發包之特別記載事項

6. 驗收條件

內 容：規定系統之驗收性能標準與規格條件

記載事項：依據建築物電力系統、空調系統、動力系統、照明系統及量測計費，逐條明列其系統驗收之日期，性能驗證方法，及相關之驗收測試報告等

7. 圖面及文件

內 容：竣工圖面，系統流程圖，及設計計算表等文件之規

記載事項：驗收後之無償責任保固期限及範圍之記載

記載事項：名稱，提出日期，份數，型式 (例如 A1 size 圖面，藍晒圖，或為 AutoCad 電子檔，CD..等)

4-7.2 BEMS 系統概述

內 容：記載 BEMS 系統之主要設計理念，例如電力系統輸配電設備管理、空調系統如水冷及 VRV 變頻多聯設備，包括用電量管理、機台數管理之控制策略、冰水泵變水量系統 (VWV)或可變風量系統 (VAV)等節約能源管理，冰水及 VRV 變頻多聯之分戶計費、照明系統、動力系統等，其納入整體 BEMS 之監控策

略

- 記載事項：(1) 本管理系統之使用目標、主旨及特色
- (2) 管理對象及其主要系統與設備之特性
- (3) 進行網路連線時，與防災等其他系統之結合狀態之概述
- (4) 管理系統是為中央型或為分散型，其主要架構
- (5) 系統之主要數據傳輸架構圖描述，包含輸配電設備
- (6) 系統計費機制之架構圖
- (7) 系統監控管理對象之主要描述，包含輸配電設備、空調系統（含冰水主機，冰水輸送及空氣側設備、VRV 變頻多聯空調），照明系統（含晝光利用，自動點滅）及動力系統（含電梯，一般通風，揚水泵等）

4-7.3 系統主要架構

內 容：BEMS 系統硬體設備之主要組成或架構概念圖

- 記載事項：(1) 系統管理範圍內容主要硬體設備之連結架構與關聯圖示
- (2) 進行線上監控時與其他系統之相互通信協定相容情形

4-7.4 硬體設備規格

記載系統構成之機器設備規格及使用環境

1. 共同項目

內 容：系統構成之機器設備規格與使用環境

- 記載項目：(1) 機器名稱
- (2) 概略功能描述
- (3) 形狀，尺寸，重量
- (4) 台數
- (5) 供給電源（AC/DC，電壓，最大消耗電功率 kW，

或電流 Amp 或效率等)

2. 中央監控設備

內 容：中央監控設備之主要規格記載

記載事項：(1) 最大監控管理點數

(2) 操作型式

注意事項：(1) 最大監控點數與行政管理用點數分別明列

(2) 使用電腦主機之型式須注意為獨立式 (Stand-Alone) 或可同時容許多人上網一同使用式 (Multi-user)

3. 現場處理器

內 容：現場處理器之主要規格記載，控制點數及通信協定。

4. 量測儀表

內 容：量測及計費儀表之主要規格之記載及通信協定，如集合式電表、電子式電度表、電子式燃油表、瓦斯表、電子式水表及電子式熱量計等...。

5. 介面裝置單元 (用來連接上網功能及和其他如防災系統之介面整合裝置)

6. I/O 數據輸入輸出規範

內 容：記載總電源盤，各分電盤，動力盤、控制盤、儀表及感測器等現場機器和 BEMS 系統進行資料及訊號輸入輸出的信號辦法的規定。

輸入事項：依據訊號種類區分做以下規定

(1) 數位訊號輸入 (狀態、警報信號)

(2) 數位訊號輸出 (起停控制)

(3) 脈波輸入 (Pulse)

(4) 類比輸入 (測量輸入)：輸入信號種類 (Pt100Ω，4~20mA 等)，負荷阻抗，輸入訊號範圍。

(5) 類比輸出 (設定值輸出)：輸出信號種類 (阻抗，

等等 4 ~ 20mA) ，負荷阻抗，訊號範圍。

(6) 通訊及特殊信號：當連接之硬體設備，使用上述規定外之訊號種類時，也必須依規定將規格標示清楚，例如透過電力線傳輸訊號。

7. 顯示裝置 (表示裝置)

內 容：記述顯示裝置及尺寸的規定，如 LCD 液晶設備

8. 輸入裝置

內 容：系統輸入裝置的記載方法，如鍵盤、滑鼠或觸摸式面板。

9. 輸出裝置

內 容：記述印表機，畫面擷取的規格及功能記載

10. 數據儲存裝置

內 容：數據儲存裝置的規格記載,如硬碟容量等。

4-7.5 系統功能

系統之功能大致上可分為目的要素及手段要素兩方面，目的要素方面主要是包含監視、紀錄、控制、管理及量測計費等分類；另外在手段要素方面，主要包含的機能是指列印、操作、資料儲存及資料傳送等分類。

目的要素

監視功能

基 本：狀態、警報、類比測量、脈波積算、自我比對、自我診斷

記錄功能

基 本：訊息通知，狀態一覽(警報、各式量測儀表及各種監測點)及日報、月報及年報表控制功能

基 本：標準的空調、衛生、電力、照明、保全、防災設備之遠端起停、排程起停、連動管理功能

基本：針對多棟、群組能源管理之耗能設備用量趨勢圖表、能源使用比例分布圖表及量測自動演算。可量測各式能源之儀表，如電力、燃油、水、瓦斯及熱量等，並可依需求自動計算耗量及費用功能並記錄儲存日報、月報及年報表中。

手段要素

表示方法

基本：圖像畫面、監測點清單列表畫面，印表機列印及硬式拷貝

操作方法

基本：個別、群組、各種設定、使用者登錄及切換

附加：警戒/非警戒

個別對應：互動式協助功能

數據儲存

基本：系統資料 (程式及參數)的備份

附加：運轉資料 (日報、月報、警報 等等機器的運轉時間)的儲存

數據傳送方法

基本：具備與其他系統連接的介面裝置

附加：通訊協定功能

個別對應：開放式通訊協定

1. 監控功能

(1) 狀態・狀變化監視

內容：對設備機器的各種狀態信號的監視表示功能，偵測出狀態變化時的表示，包含蜂鳴器的發報功能以及訊息列印功能等規定。

(2) 警報監視

內 容：設備機器的故障、防災、保全等各種警報信號的監視處理和警報發生/正常時的表示，包含蜂鳴器的發報功能以及訊息列印功能等規定。

(3) 類比測量監視

內 容：規定對於溫度、濕度、壓力、電力及電流等電子信號的變換和機能表示。

(4) 脈波數累計監視

內 容：針對能源儀表之電力量、流量等脈波信號的累計，演算及表示機能的規定。

(5) 不動作監視

內 容：針對設備機器的停發操作一定時間內的狀態變化監視機能、不動作檢出時的表示、警報器等發報機能及訊息列印功能的規定。

(6) 類比上下限・偏差監控

內 容：對於溫度、濕度、壓力、電力及電流等類比測量值之上下限警報或設定值的上下限偏差警報處理功能、警報發生/回復時的表示・警報器等發報機能及訊息印字功能的設定。

(7) 機器動作累計監視

內 容：各設備機器的運轉時間、動作次數及故障次數的累計處理功能、顯示功能、累計值之監視上限功能、信號器等發報機能及訊息印字功能的規定。

(8) 自行檢查・自行診斷功能

內 容：針對系統組織機器、資料檔及資料傳送等有無失誤以及診斷功能的規定。

2. 記錄功能

記錄功能為 BEMS 的基本功能，可分為訊息、重點覽表、日報、月報及年報。日報、月報及年報功能可包含在管理功能

中。

(1) 訊息記錄

內 容：規定監視功能的各種狀態變化、警報發生時，操作功能的各種操作及設定時的訊息顯示和印字功能。

(2) 重點覽記錄

內 容：有關警報中、運轉中及維護登錄中的一覽表、測量、累計及設定的各重點狀態覽顯示，能源用量分布顯示及印字功能的設定。

(3) 日報記錄

內 容：規定測量值、累計值的整點資料、日統計資料等以日報顯示查詢或於指定時間印字之功能。

(4) 月報記錄

內 容：規定測量值、累計值的每日資料、週・月統計資料以月報顯示、查詢或印字之功能。

(5) 年報記錄

內 容：規定累計值的月統計資料以年報顯示、查詢或印字之功能。

3. 計費機制

內 容：針對空調系統(如冰水主機、VRV 變頻多聯式主機)及動力、照明等耗能設備所需之計測儀表如電子式電度表等通訊及脈波訊號之累計、演算費用表示之規定。

輸出事項：顯示表示內容值、累計值、停電累計值儲存、自動計算費用

注意事項：其牽涉到用電計費，有其公正性之必要，其電子式電表之精度必須維持在國家訂定之標準以內，若計費值計算無法使用外部方式取得，需涉及讀取耗能設備內部參數數值，才可精準計算費

用及取得公正性，則計算以耗能設備之內部參數為主。

4. 基本操控功能

(1) 遠隔發停操控

內容：操作人員指定的機器、程式等從操控台進行遠隔發停的操控。

(2) 排程發停操控

內容：每平常日・休假日指定時刻時，實行機器自動發停的行程操控。

(3) 連動操控

內容：根據警報、狀態信號的論理演算而進行機器自動發停的連動操控功能。

5. 基本管理功能

(1)趨勢圖

內容：規定測量值等的隨時值數據之趨勢圖功能。

輸出事項： 以下輸出項目

- (1)選取累計整體建築耗能之空調系統、照明系統、動力及其他插座用電等總用電趨勢圖，並計算其逐月 EUI (Energy Usage Index)(X 軸為月份，Y 軸為 EUI)
- (2)即時空調系統耗電量與空調主機冰水出水溫度迴歸分析圖(X 軸為溫度，Y 軸為耗電量)
- (3)外氣濕球溫度與冷卻水塔出水溫度迴歸分析圖(X 軸為外氣濕球溫度，Y 軸為出水溫度)
- (4)冰水主機負載率與冰水主機耗電量迴歸分析圖(X 軸為冰水主機負載率，Y 軸為冰水主機耗電量)
- (5)空調主機耗電量與外氣溫度迴歸分析圖(X 軸為外氣溫度，Y 軸為空調主機耗電量)

(6) 冰水主機冰水出水溫度與冰水主機耗電 kW/RT 迴歸分析圖(X 軸為冰水主機冰水出水溫度，Y 軸為冰水主機耗電量)

(7) 各設備之比例圓餅圖(空調系統之主機、泵、空調箱、冷卻水塔比例)

(8) 耗能比例圖(空調、照明、及其他占整體建築用電比例)

注意事項：配合使用 BEMS 應提出之各類能源分析圖表，必須包含下表中所列之基本類型：(如表 4-3)

表 4-3 BEMS 各類趨勢圖表之基本座標

區分	評價項目	圖形種類	X 軸		Y 軸		內容	備註
			表示	單位	表示	單位		
全體	能源利用區分	圓餅圖	--	--			熱源、泵及照明等其他設備，按照能源使用比例區分	
	能源利用區分	柱狀圖	月		能源消費量	kwh	每月能源使用量表示，作日後每月能源消耗量的推估	
	主要機器運轉時間	柱狀圖	月		累積運轉時數	Hr	主要機器每月的運轉時數	
	空調負荷分佈	點陣圖	溫度	°C	負荷	kwh	空調使用時外氣溫度與室內負荷的分佈	CO ₂ 控制
個別	外氣冷房實施時間	柱狀圖	月		累積時間	Hr	各月外氣冷房累積運轉時數	
	室內狀態	點陣圖	乾球溫度	°C	相對濕度	%	空調使用於冬季、夏季與其他季時之室內狀態	
	室內狀態評價	柱狀圖	月		件數	件	室內舒適度不佳之申訴案件	
	熱源機器成績係數	點陣圖	輸出冷房能力	RT	消耗電功率	kw	熱源機器輸出熱量的能源消耗量，與送水溫度的相互關係	COP 值等
	照明負荷	柱狀圖	時刻	Hr	電力量	kwh	按每小時、晝光利用、每季及全天之消耗量作比較	
	照明負荷	點陣圖	室內人數		電力量	kwh	室內使用人數準確掌握	

6. 顯示方法

(1) CRT/LCD 顯示 (共同項目)

內容：以 CRT/LCD 顯示的共同項目而言，須有經常顯示項目、畫面展開方法、表示速度 (展開、應答) 及運轉功能。

(2) 座標圖畫面

內 容：於系統圖及平面圖的對象設備以象徵符號表示，根據狀態、警報信號的符號可變顯示、測量值顯示、進行發停・設定操作的圖像操作功能。

(3) 圖像 (icon)畫面

內 容：監控操作對象以設備類別或信號種別來顯示圖像 (icon)項目。

(4) 重點清單畫面

內 容：監控操作對象以設備類別或信號種別來顯示一覽項目。

(5) 集合表示裝置

內 容：依照對象設備機器等狀態及警報信而可變更表示發停。由操作設定及警報信號來規定發報功能。

(6) 圖形畫面版 (graphic panel)裝置

內 容：在系統圖或平面圖方面對象設備可以用符號來表示。而依照狀態、警報信號，可以變更符號並規定測量值的表示、發停、操作的設定。

7. 操作方法

(1) 個體發停處理

內 容：針對各類設備、操縱機器及程式個別發停、季節更換的操作功能之設定。

輸入項目：操作方法、操作作用的確認程度，及是否有訊息列印。

(2) 群組處理

內 容：對於包括組合機器或程序設計等群組的發停、切換操作功能之設定。

(3) 設定

內 容：對於序設計或操控機器等參數的設定操作功能之設定。

(4) 切換

內 容：季節切換...等功能之設定。

(5) 保持登錄 (維持登錄)

內 容：當機器設備持續作業時，每一個管理點裡的中央
監控裝置及暫時中斷之登錄解除功能之設定。

8. 數據保存方法

系統的保存方法有系統數據 (程式或媒介)的備份、操作數據
(日報、月報、警報、機器的運轉時間等)的電子媒體方式儲存。

(1) 系統數據的備份

內 容：程式或媒體數據等的備份功能之設定。

(2) 運用數據的保存

內 容：製表數據、趨向數據等使用電子媒體方式儲存，
以及是否可再讀取或是傳給其他系統功能之設
定。

9. 數據傳送方法

在數據傳送方法方面，會與其他系統 (不同的功能分擔的供
應商...等的防災、防範、照明及空調管理系統...等)進行交流。

內 容：在被要求管理的省力化及統合化之下，和其他系
統 (不同的功能分擔的供應商 Vendor 等的防
災、防範、照明及空調管理系統等)通訊連結方
法之設定。

10. 申請書程序設計(操控・管理功能)

(1) 共通的各种操縱及管理功能

內 容：要求操控管理功能之設定。

(2) 空調操控功能

在管理省力化及提升信任度，要求節省能源及操控高度
化的空調操控方面，有最適合的起動・停止操控、週期運轉
操控、冷暖切換操控、機器台數之操控、夜間淨化操控、吸
入戶外空氣操控、適合溫度的供給操控、及蓄熱管理操控等。

(3) 衛生操控功能

在管理省力化及提升信任度，要求節省能源及操控高度化的衛生操控功能方面，有機器台數操控、加壓給水裝置操控、淨水操控、及貯熱水槽管理操控...等。

(4) 電力操控功能

在管理省力化及提升信任度，要求節省能源及操控高度化的電力操控功能方面，有電力需要的監視・操控、力率改善操控、停電、復電操控、及自發負荷分配操控...等。

(5) 照明操控功能

在管理省力化及提升信任度，要求節省能源及操控高度化的照明操控功能方面，有日光操控、隱蔽操控、及防護連動操控。

(6) 防災操控功能

在管理省力化及提升信任度，要求節省能源及操控高度化的防災操控功能方面，有火災操控...等。

(7) 防範操控功能

在管理省力化及提升信任度，要求節省能源及操控高度化的防範操控功能方面，有進退出連動操控...等。

(8) 能源管理功能

內 容：要求管理功能之規定。

輸入項目：管理內容(表示・輸出程度、計算條件)、或對象機器...等。

(9) 室內環境管理機能

內 容：要求表示、輸出程度、計算條件之管理功能之設定。

(10) 診斷功能

在要求節省能源及操控高度化的診斷功能方面，有系統診斷、惡化診斷、及故障診斷...等。

(11) 緊急時應對引導協助功能

在要求提升信任度的引導功能、運算域...等方面，有防災、防範及滅火...等的緊急時或機器故障時需要應對的處置內容的表示...等。

(12) 運用管理功能

在要求省力化及操控高度化的管理功能方面，有自動檢查測量、分戶計費機制、稅金處理、共有設施管理、時間外空調管理、機器帳簿管理、檢查作業管理、保全作業報表管理、及大樓監視...等。

11. 管理點列表

在連接 BEMS 設備機器或計測 point，要求操控或管理必要的論理管理點單位之規定。

內 容：要求設備機器或計測 point...等，以系統為對象的管理 point 內容。

4-7.6 測試調整、檢收、教育、訓練、管理 (保養、維修) 體制

BEMS 之建置可作為系統測試調整 (TAB) 及性能驗證 (Commissioning) 診斷 (Diagnostics) 之重要工具

1. 試驗調整

內 容：記述 BEMS 的試驗調整內容、範圍。

2. 檢收

內 容：紀錄 BEMS 的檢收方法、範圍等。

3. 教育、訓練

內 容：紀錄 BEMS 各機器的操作及為運用系統所需的教
育、訓練方法等。

4. 管理 (維修、保養) 體制

內 容：紀錄管理 (維修、保養) 體制。

4-7.7 工程區分

內 容：紀錄系統構成上的工程區分。

輸入項目：輸入以下項目

- (1) 機器、盤等工程區分。
- (2) 安裝工程區分。
- (3) 信號的線路 (架線)、埋設管線、結線的工程區分。
- (4) 電線、接地線的工程區分。
- (5) 數據機、通訊 Cable 等傳送關連 (相關) 機器的工程區分。

伍、BEMS 於空調系統之省能策略之擬定分析

5-1 BEMS 系統於主機側之自動控制與智慧型運轉策略

根據實際建築物耗電量測結果顯示，一般商業用建築之空調系統耗電量約在 40% ~ 50% 左右，照明系統約 30%，其動力設備則占 30%。而空調系統總耗電量之中，空調冷凍主機 (Chiller) 耗電量約占 60% 左右，其他冰水泵浦系統占 20%，空氣側設備占 20%。分布情形由圖 5-1 所示可知，冰水主機是 HVAC 系統中最耗電的機件，因此空調主機之運轉策略建立以及效率提升改善為空調系統節約能源極重要的工具之一。以下將針對空調系統冰水主機過量設計以及空調冰水主機效率低落兩項常發生於一般大型建築之問題，進行診斷分析。

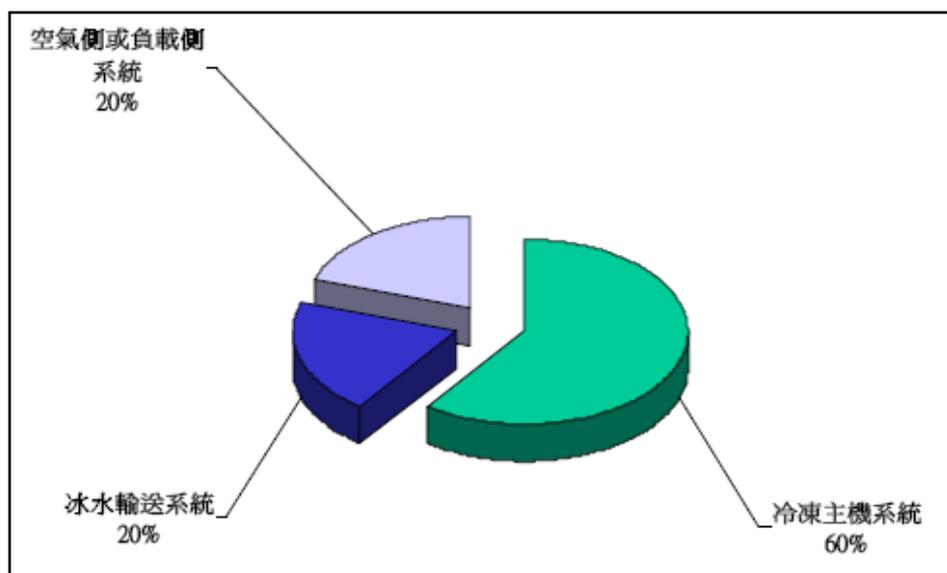


圖 5-1 空調系統耗電比重分布情形

5-1.1 空調主機台數控制之最佳化運轉分析

於空調系統設計階段，一般皆以最嚴酷氣候條件下進行尖峰空調負載計算(Peak Cooling Load)，以之作為選取系統容量之依據，且加上未正式使用新建築物內部機具的發熱量，無法正確估算熱負荷。而建築之空調系統設計者為了防止空調容量設計不足，再配合工程裕度之容量，往往使主機超量設計 (Over Size Design)。造成於一年之中，

尤其是占絕大部分運轉時數的春、秋季節，空調主機長期運轉於低的部份負載率（Partial Low Factor，簡稱 PLF），如圖 5-2 所顯示。

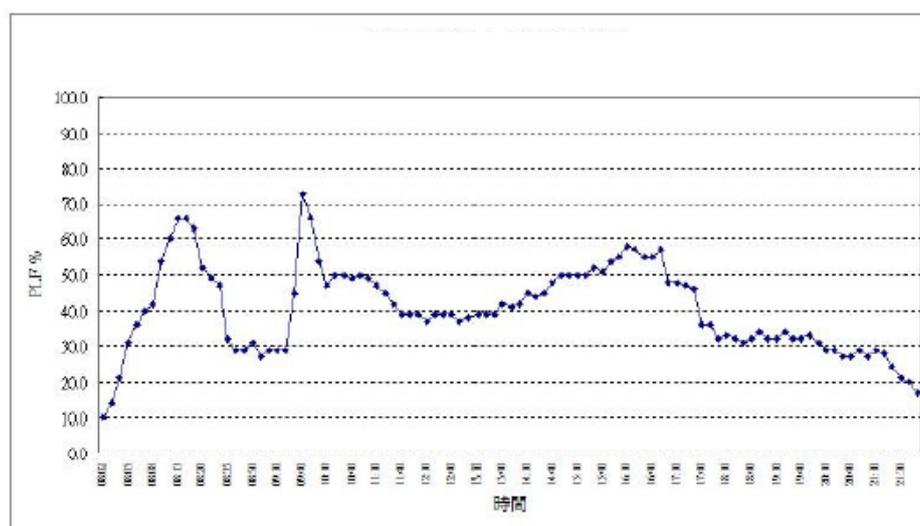


圖 5-2 某建築空調系統過量設計之冰水主機負載率變化圖

若空調系統之冰水主機容量採取單一大容量主機之設計方式，當負載率偏低時，空調主機的運轉效率 (kW/RT)將隨之大打折扣，導致能源耗用量 (耗電量) 大增，不但主機效率大減，甚至將導致湧浪 (Surging)現象，對主機機件造成損害。如圖 5-3 為不同冷凍之標準性能曲線，由圖顯示冰水主機在較低之負載情形下用之耗電情形是較耗能的。

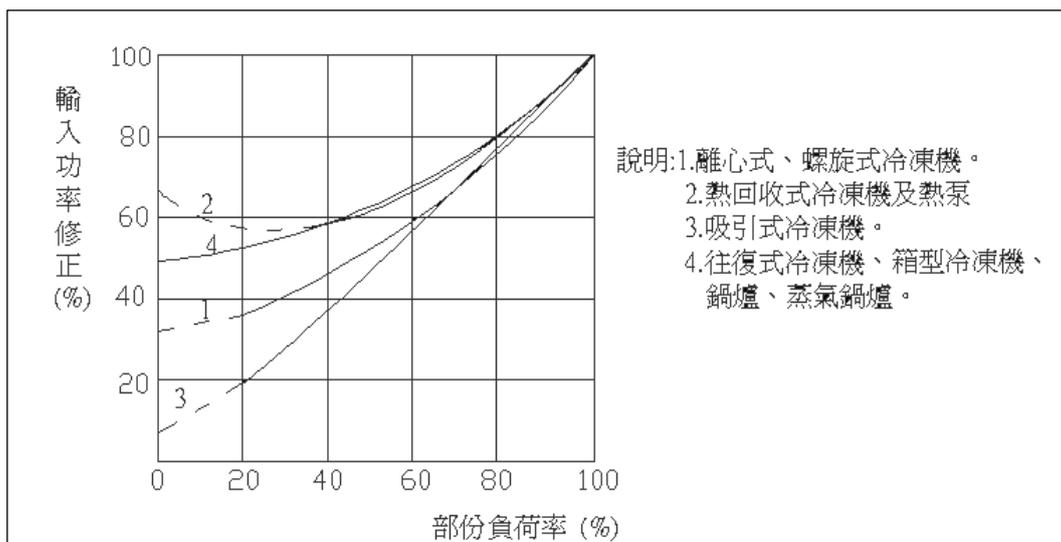


圖 5-3 各種熱源機器之性能曲線比較圖

為解決此項問題，經由在不同季節不同負載率下建立智慧型主機台數運轉策略，使其運轉於良好的狀況點，進行「合理化主機容量設計組合，以形成主機台數運轉控制策略」為節能之不二法門。

依傳統空調設計方式進行時，本案例建築物之空調負荷將選取 600RT 之冰水主機總容量，但此建築物卻設置了總容量為 1100RT (400RT x 2 及 300RT x 1) 之冰水主機設備，明顯是為超量設計，使得主機設備長期運轉於低效率低負載的狀況下，大量浪費能源。

若以此案例為藍本重新設計空調冰水主機設備，以下即有數種設計組合方式：

- A 案：選取冰水主機 300RT x 2 台
- B 案：選取冰水主機 400RT x 1 台及 200RT x 1 台
- C 案：選取冰水主機 300RT x 1 台及 150RT x 2 台

上述 ABC 三案，經由 DOE2.1 電腦模擬與精算可選取全年間運轉耗電量最小之組合，而成為系統之最佳化設計。同時，再經由依據各不同季節及負載情況變化而擬定出智慧型之運轉策略。如此不但大量消除了原先過量設計之後遺症，且經由智慧型之空調主機運轉台數控制而達到節約能源之目的，形成雙贏的結果。

5-1.2 小結

過去常有空調設計者對於大型建築物之空調系統設計，未使用較精確之計算方法或是靠個人經驗來估算空調負荷，又或為了防止空調容量不足，因此往往造成超量設計以及沒有建立冰水主機台數搭配運轉策略。而隨著季節的逐年逐時變化，建築內部的空調負荷也隨著改變，如果沒有良好運轉策略相互配合運轉，常會造成冰水主機處於低負載之浪費能源情形。

而空調設備除了主機以外，還有冷卻水塔及水泵，這些設備通常隨著主機之運轉而搭配運轉，因此進行空調主機台數控制時，除了可節省冰水主機耗能外，還可帶來其它相關設備的省能效果。

5-2 BEMS 系統於冰水側之自動控制與智慧型運轉策略

空調系統占商業及辦公大樓總耗電的 40%~50%，空調泵送系統的耗電約占空調總耗電之 20%。一般空調系統之泵送系統都採用定水量的泵送控制方式，在無節能設計之下，泵群只會隨空調開啟而持續全載運轉，然而空調冰水主機會隨空調負荷變化調變運轉負載。

如果以相當全載運轉時數來比較，以一般辦公建築而言，空調主機全年度會達到相當全載運轉時數 1000 小時以上，但泵送系統則可能高達 2000 小時以上。如圖 5-4 之分析，空調部份負載之時數占大比例，如果泵送系統隨空調負載調變流量，則可節約大量的能源。

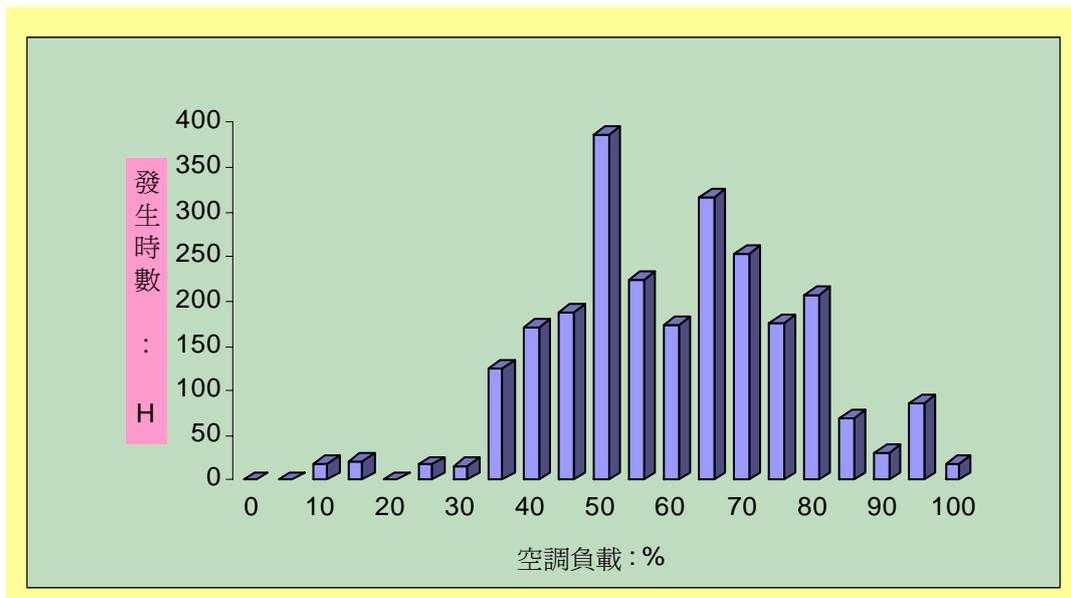


圖 5-4 典型大型建築物一年中不同空調負載率之發生時數統計圖

5-2.1 變流量系統 VWV 之節能策略分析

定流量 (Constant Water Volume) 系統利用三通閥來改變流經盤管之流量，當負載低時將旁通量提高以減少流經盤管之水量，降低冷卻能力。如此，泵浦所搬運之總水量不會因負載降低而改變，所耗費的能量也不會減少，這種設計只能調節負載端之冷房能力，但無法節約能源。

1. 技術對策

為解決此問題，減少能源的浪費，將變流量系統導入泵送系統中，所謂變流量系統 (Variable Water Volume) 是指空調用水水流量可因應空調負載變化而改變，以控制閥減少水流量而實際達到變流量之目的。簡單來說，定流量系統採三通閥，以旁通作為冷卻能力及溫度控制，而變流量系統則採用二通閥，以改變流量控制溫度。如圖 5-5 所示。

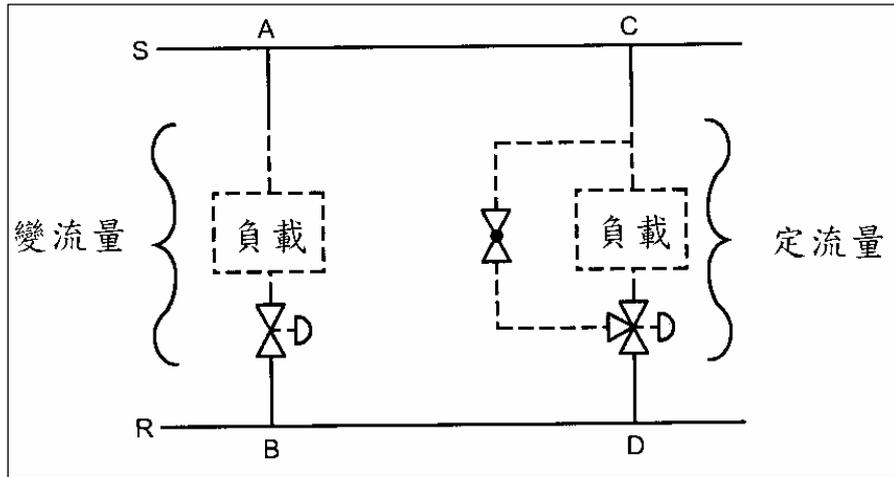


圖 5-5 空調系統變流量與定流量之設計比較圖

2. 流量與泵耗電分析

依照風扇定律 (Fan Affinity Laws) 流量率 Q 、揚程 H ，以及制動馬力 Bhp 之間的關係如下：

- I. $Q_1/Q_2=(N_1/N_2)$ ，水量與轉速成正比。
- II. $H_1/H_2=(N_1/N_2)^2$ ，揚程與轉速平方成正比。
- III. $Bhp_1/Bhp_2=(N_1/N_2)^3$ ，制動馬力與轉速三次方成正比。

降低泵的轉速既可降低揚程及流量，更可大量的降低耗電量，依照風扇定律，流量與耗電量成 3 次方正比的關係，如圖 5-6 所示，當流量下降至 80% 時耗電量理論上可下降至 51%，因此省能的效益是非常可觀的，且變頻器直接驅動控制泵浦的馬達，可以很精確平順地控制馬達轉速，減少能量損失。

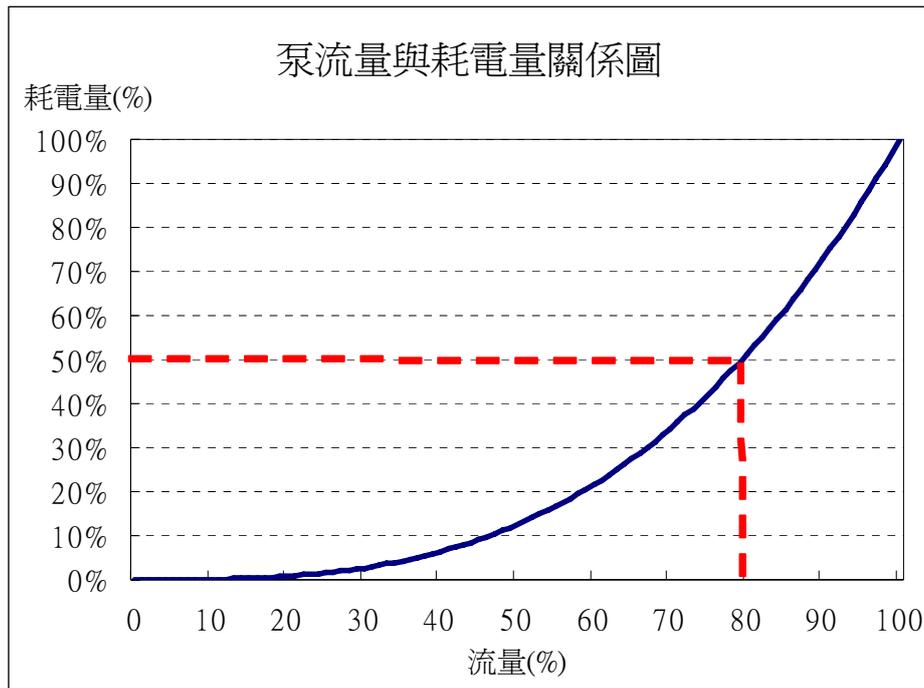


圖 5-6 泵耗電量與流量之關係圖

3. 二次側變流量系統 (Primary/Secondary System)

系統設計觀念為將熱源主機與負載側之送水系統分開控制，其控制介面為一個共同管 (Common Pipe)，如圖 5-7 所示。共同管之左側為主迴路(Primary Loop)，為空調主機機房內之水循環系統，各主機有一個泵浦負責送水 (定量)，故其總循環量為開啟主機水量之總和，主機之開啟依負載而定，負載大時開啟之主機多，負載小時減少主機之開啟數熱源側之送水距離短，且送水量隨主機之開啟數變化，耗能較小。

在負載側方面，其送水系統 (或稱二次迴路，Secondary Loop)亦需有泵浦作為動力，因送水之距離長，為送水系統之主要耗能之處，亦是 VWV 系統主要節能之處。

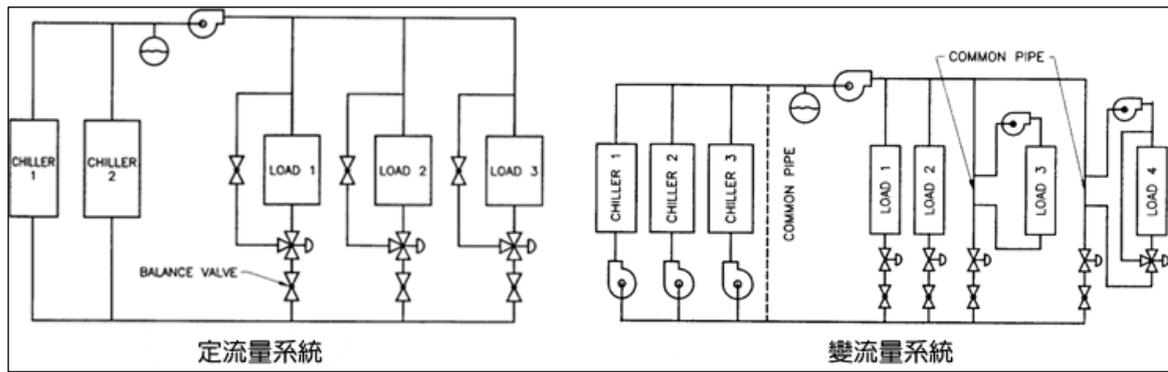


圖 5-7 變流量送水(VFW)與傳統定流量系統之比較圖

二次側變流量系統之控制操作原理如下：

- (1) 可用水壓 (或溫度) 控制二次側之送水量，如負載低時減少開啟泵之數量，或用變頻技術調節送水量，節約搬運耗能。
- (2) 負載處 (如風機盤管) 以二通閥控制流量，不需旁通管路，二通閥之開度依盤管之出水水溫而定，當控制閥關小時水流阻力加大，經控制系統使二次泵減少送水量，以此達到最佳之節能效果。
- (3) 當二次側之冰水需求量減少時，多餘之冰水經共同管泵送回主機。當經共同管旁通之水量過多時，流回主機之水溫降低，將使主機依需求減少開啟數，同時減少一次側之水循環量。
- (4) 當二次側之水量過大時，二次側會有一部份回水經共同管反向流到供應側，如此會提高供應冰水之溫度，會啟動多台空調主機，補充冷氣能力之不足。

以上之變水量 (VFW) 系統，流量與泵轉速成正比，有節約近一半冰水搬運耗能之潛力，其所達成之節能功效為將熱源側與空調側之供水動力以共通管區隔，避免其相互影響，以容許供水側變流量。熱源側水泵依主機開啟台數控制，獲得適當之循環量。若系統為含有一台以上冰水機之冰水系統，當一台冰水機關閉時，必須使相對的冰水機流量自動減少。主機之開啟依負載而定，負載小時減少主機之開啟

數，達到節能之目的。

5-2.2 小結

變頻技術應用於泵浦或送風機時，可應空調負荷變化而改變運轉頻率，進而大幅節約能源。也因為變頻技術的廣泛應用，許多因應之智慧化空調系統控制策略也相繼建立，然而這些智慧化的運轉策略例如二次變流量控制、CO₂ 濃度控制策略等，在運轉之前以及運轉之後都需要不斷的調整以及測試，以達最佳化之運轉狀態以及設定值，例如，二次泵送冰水系統如果壓差的設定沒有經過性能驗證 (Commissioning) 以及 TAB 之調整，將壓差設定過高，於運轉之後，系統還是無法發揮因變頻技術而能獲得之節能效果，反而造成能源的浪費。

5-3 BEMS 系統於空氣側之自動控制與智慧型運轉策略

近年來隨著社會的進步以及生活品質大幅的提升，為使室內達舒適溫濕度，空調系統已經成為各大型建築物常年 365 天皆開啟的設備，因此使用能源的節約，就顯得特別重要。一般空調空間主要是利用 AHU (空調箱) 或是 FUC (室內小型送風機) 來供應乾爽的冷空氣，就傳統的控制方式是以三速開關做強冷、適冷、弱冷的切換，以固定的風量搭配電動水閥來達到控制溫度的方式，對於室內負荷的變動則以送風溫度之變化來控制之，及改變冰水送水溫度來控制，此稱為定風量系統 (CAV)。若要節約能源可以採用無段可變風量 (VAV) 系統來進行空氣側之送風控制。

變風量系統的設計，在國內外已是相當成熟的技術，運用的相當普遍。在內政部建築研究所研擬的空調系統耗能指標 ECA () 中，特別將 VAV 系統列為建議採用的節能措施。在空調系統的總耗電中，風扇的耗電約占 20% 左右。變風量 (Variable Air Volume, 簡稱 VAV) 系統由於有著改變風量的特性，配合風機的運轉特性，約可以節省一半以上的風機耗電，相當於節省 10% 的空調系統總耗電量。簡單來講，VAV 系統即以一定的送風溫度來進行空調區域送風，而靠改變送

風量來對應變動的室內負荷，這種系統不僅可以透過監控調整來減少送風機的耗電量，另一方面重要的是可以保持空調冰水主機常保持於高效率的運轉狀態而節約能源減少能源的浪費。

VAV 系統常使用的四種變風量技術可分為無段變速控制 (SP)、分段變速控制 (VP)、吸氣閥控制以及阻風檔板控制，其中目前使用較為廣泛且節能效率最高的為利用變頻器改變風車轉速控制風量的無段變速控制方式，如圖 5-8 所示。

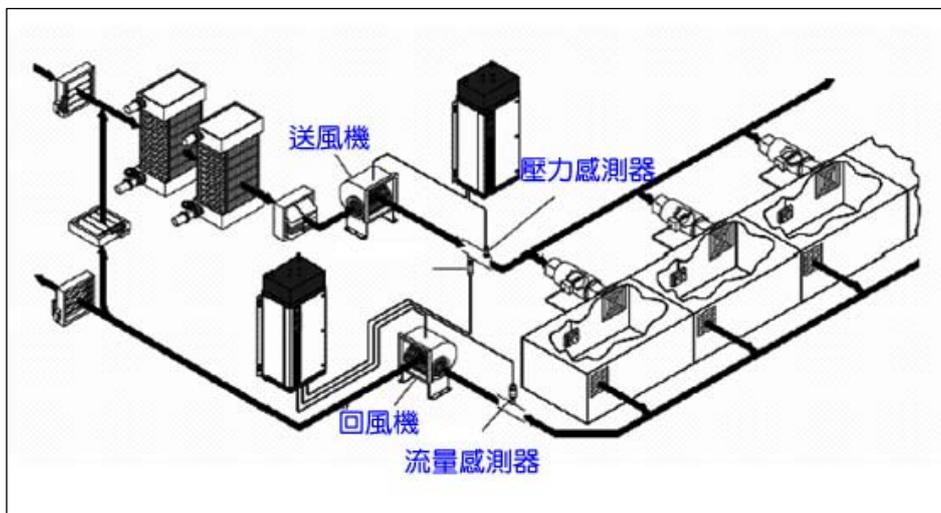


圖 5-8 採用變頻調速器的 VAV 系統

變頻器內建有 PID 控制器，可以準確地對風機進行控制，因此不需要額外的控制裝置。此外變頻器採用電子控制方式控制風機速度，因此相對於機械控制裝置系統，免去了設備的定期維護以及其費用。

在使用排氣風門或 IGV(Inlet Guide Vane)時，風機效率會明顯下降。而採用變頻器卻可以保持風機的高效率，因而節省額外的能源。基於風機空氣流量與能耗間的比率公式，流量的些微減少，即會帶來大量的能源節約。其節能效益如圖 5-9 所示。

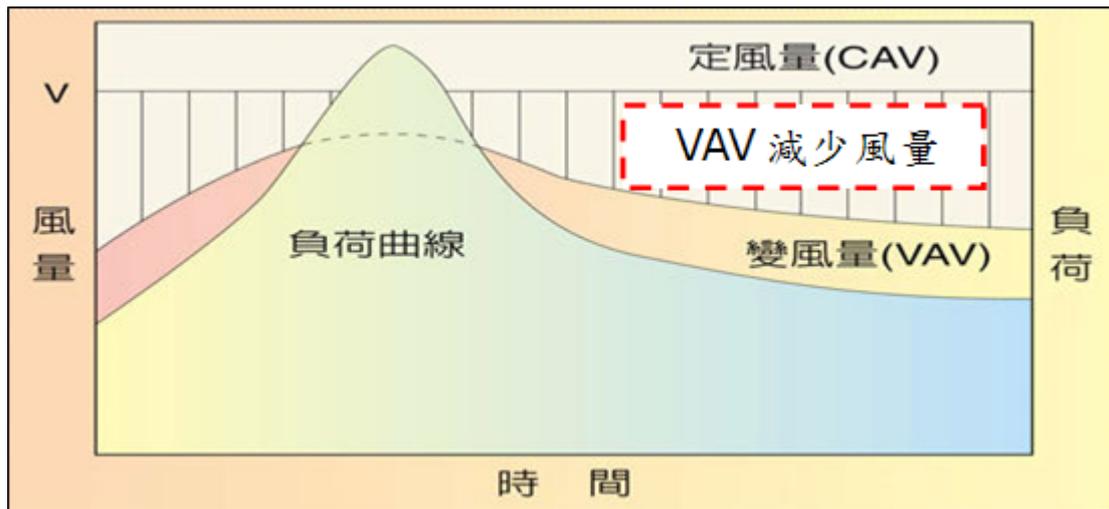


圖 5-9 變風量系統與定風量系統風量隨負荷之變動情形

傳統的空調節能大都注意在新技術的開發或是冰水主機等大型設備的技術改良及控制，而對於送風系統的控制較少著墨，而隨著 VAV 系統的普遍使用，許多新的空氣側應用節約能源控制方法也相繼普遍應用，以下將介紹兩個實際應用之空氣側送風節能策略：分別為 CO₂ 濃度控制外氣量策略以及外氣冷房之控制策略。

5-3.1 分別為 CO₂ 濃度控制外氣量策略

在空調系統中引進新鮮外氣是為了維持室內健康的空氣品質，由表 5-1 可知，CO₂ 濃度高低對於室內人員之影響。而一般健康的空調室中的 CO₂ 濃度以不超過 1000ppm 為基準，以此條件所設計出的外氣量大約每人需要 8.5LPS 外氣量，而大樓空調總外氣量以此值乘上大樓的總人數，作為空調系統的外氣供應量，但是大樓內的人員會隨時間而變動，當人數多出設計量時，空調換氣便有不足之疑慮，甚至為了無謂的節能，將外氣開口關閉，使室內空氣品質劣化；而在非人員尖峰時間時以最大換氣量供應空調，將引入過多的外氣量進入空調區域或空調箱，引狼入室，造成不必要之製冷能力浪費。

表 5-1 二氧化碳濃度與病態症候之關係表

CO ₂ 濃度	症候
低於 600ppm	無 
600ppm~1000ppm	偶爾抱怨 
高於 1000ppm	以上之抱怨頻繁 

由於建築物耗能深受室內空氣品質所影響，一般而言，健康的空調系統必須有充足的新鮮空氣供應。外氣所產生之熱負荷量約占空調總負荷量之三分之一，這雖然是空調耗能上之一大負擔，但卻是室內環境品質不可或缺之支出。然而一般建築引進之外氣量是以建築物內部之最大容留人數來估算控制，並非依照逐時之室內人員變動而調變，造成大部分時間為外氣過量。因此，CO₂ 濃度外氣控制節能策略，係為了降低大量的外氣引進造成之空調負荷，利用室內 CO₂ 濃度偵測值為基準，來控制外氣引進量。

舉例而言，於學校圖書館內最多可容納 1,000 人，故其空調系統會以 1,000 人所需之外風量進行設計。然而，圖書館並非時時刻刻皆為 1,000 人在其內使用，倘若所引進之外氣量不加以控制的話，不僅僅過量，且造成空調系統之耗電量大增。

通常來說，CO₂ 濃度的基準值是以空調回封口處所偵測到之濃度，自動連動外氣自動開門控制以引進最小的必要新鮮外氣量，只要空調回風口偵測到之 CO₂ 濃度保持於環境基準以內 (1000ppm)，此代表外氣量輸送過剩，因此可控制外氣開門逐漸關小，將外氣引進量調整至最低，以節省處理外氣之制冷能力。此舉不僅可以避免造成過多

外氣熱負荷，另一方面也可以降低空調冰水主機之冷凍負荷。如圖 5-10 所示。於常年氣候炎熱或是外氣焓值較高的地區更顯其重要性。



圖 5-10 CO₂ 濃度控制外氣最小量引進節能策略示意圖 (日本 ECCJ)

空調系統為了確保健康的空調環境，必須將部份回風排出室外並引進新鮮外氣，但為了節約外氣處理能源，將外氣量控制設定為：「當 CO₂ 濃度高於 1000ppm 時，則外氣風門逐漸打開至全開，當 CO₂ 降至 600ppm 時風門關閉」，如圖 5-11 為 BEMS 系統監控時，室內 CO₂ 濃度與外氣風門開度變化圖。

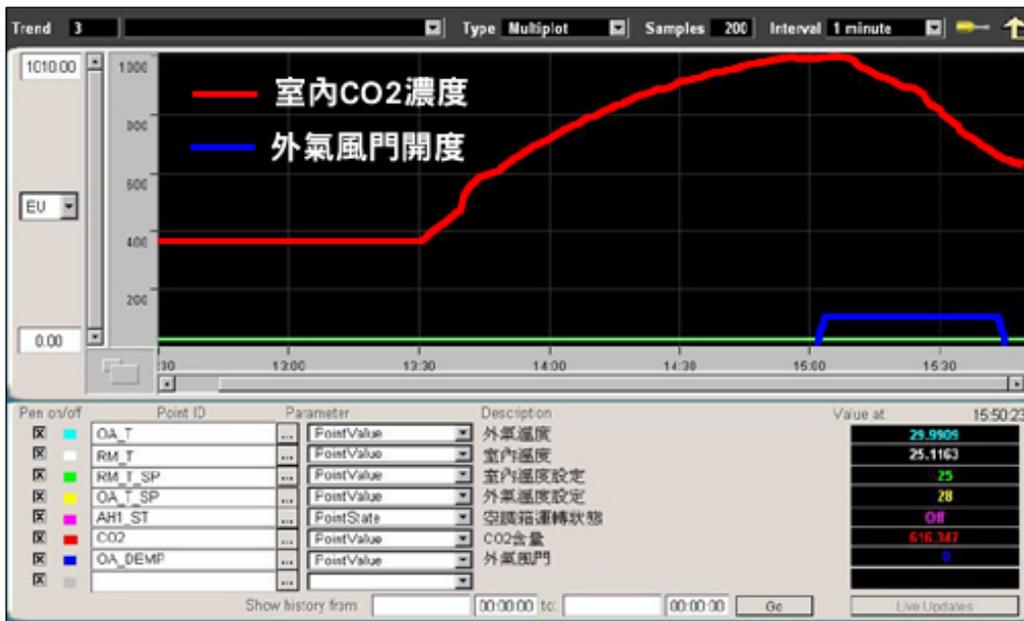


圖 5-11 室內 CO₂ 濃度與外氣風門開度監控圖

5-3.2 外氣冷房之控制策略

建築物之中央空調為了確保室內空調區域的舒適度，必須將一定量之外氣引進室內，避免室內二氧化碳濃度過高，而傳統空調通常維持在 30% 左右之外氣進氣量。而於傳統空調控制技術中，固定引進外氣所造成之室內空調負荷，是為空調系統節能策略當中可大幅改善節約能源的部分，CO₂ 濃度外氣量控制即是為解決過多外氣引進所造成之空調負荷。

然而，在涼爽的季節或是戶外溫濕度夠低的時間，這時候外氣條件通常為清涼乾爽，這時候如果大量引進外氣甚至全面使用外氣為空調送風用，引進室內空調區域，以減少空調系統處理回風的能源，降低冰水主機之負荷

外氣冷房省能控制是在中間季 (甚至冬季) 外氣溫度或焓值較低情況下，充分利用外氣做冷源以達最大限度的節約能源。外氣冷房的節能控制有以下兩種類型：

1. 按外氣溫度 (顯熱、乾球溫度 Dry Bulb Type) 節能控制

採顯熱控制方式之外氣冷房系統，其外氣適用條件達到設定條件

溫度範圍內則進行引進。若外氣符合使用條件，引入的外氣量與外氣溫度的關係如圖 5-12 所示。當外氣溫度低於 T_A 時，引入全量的外氣；當外氣溫度低於 T_B 時，此時若引入全量的外氣會造成室內過冷，所以減少引入的外氣量。直到外氣低至 T_C 以下，引入的外氣又恢復最小外氣量。

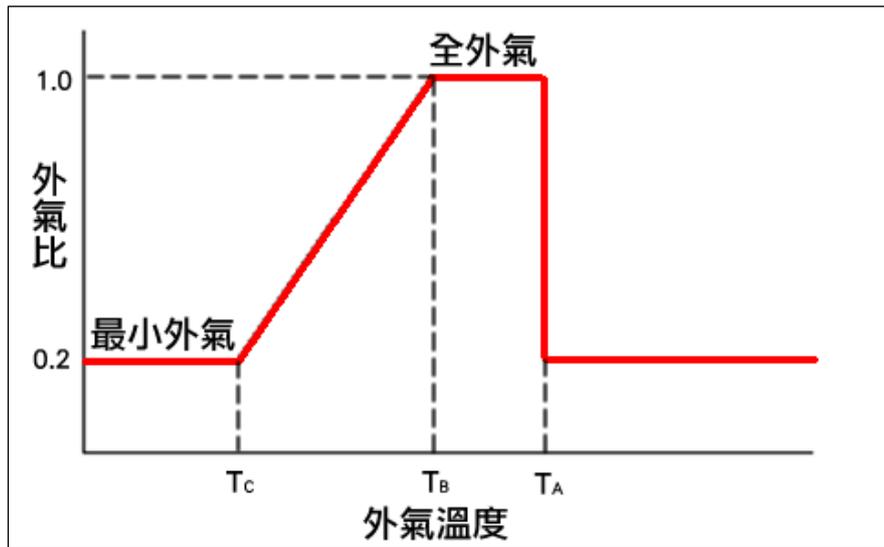


圖 5-12 外氣冷房系統的外氣溫度與引入外氣量之關係

不過此控制方式並沒有對外氣的濕度問題進行監控，可能會因外氣溼度過高造而造成室內潛熱負荷增加的狀況，反而增加空調負荷，引狼入室。

2. 混合式(Mix-Air Type)

此控制方式為利用裝設於空調回風與外氣混合處之溫度感測器，以混合後之回風 T_{Mix} 比對外氣溫度之差，作為外氣風門支開度控制。

3. 外氣熱焓值 (顯熱+潛熱、Enthalpy Type) 節能控制

採外氣焓值控制方式，其外氣適用條件達到設定條件焓值範圍內則進行引進。此法乃根據空調回風所量測之全熱焓值，與外氣之焓值

進行比較之控制方式，因此，此控制方式同時考慮了空氣的顯熱以及潛熱，能有效率的控制室內空調負荷，也比較能有效的利用乾爽的外氣而不會因為引進了低溫的外氣，但卻因為濕度的關係造成潛熱負荷，式為三種方法中最可行且最具節能效益的方法。

外氣熱焓值控制外氣冷房之控制策略，應用工具為其建築物建立之 BEMS 控制系統，如圖 5-13 及 5-14 所示，藉由室外焓值感測器即時量測外氣之溫、濕度狀態，計算焓值，做為自動控制的判斷基準。當外氣焓值 $< 40 \text{ kJ/kg}$ 時，表示目前只要引進大量之室外空氣就足以提供室內之冷房需求，此時冰水主機停止運轉，將外氣風門全開，直接引進外氣，代替冰水主機運轉進行空調室內供冷。

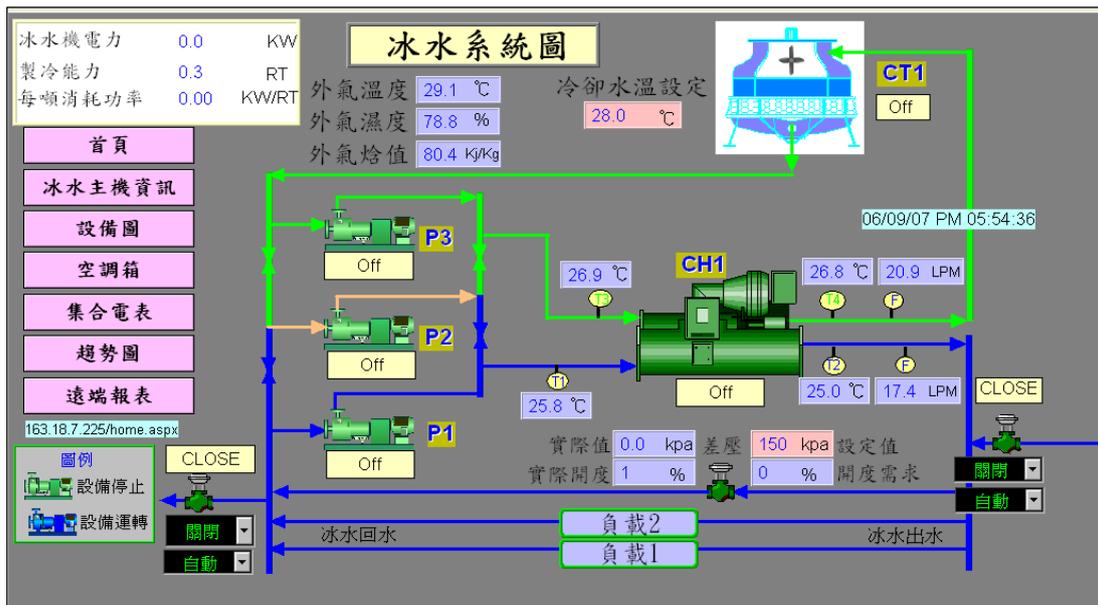


圖 5-13 BEMS 系統之外氣溫溼度、焓值監控圖面

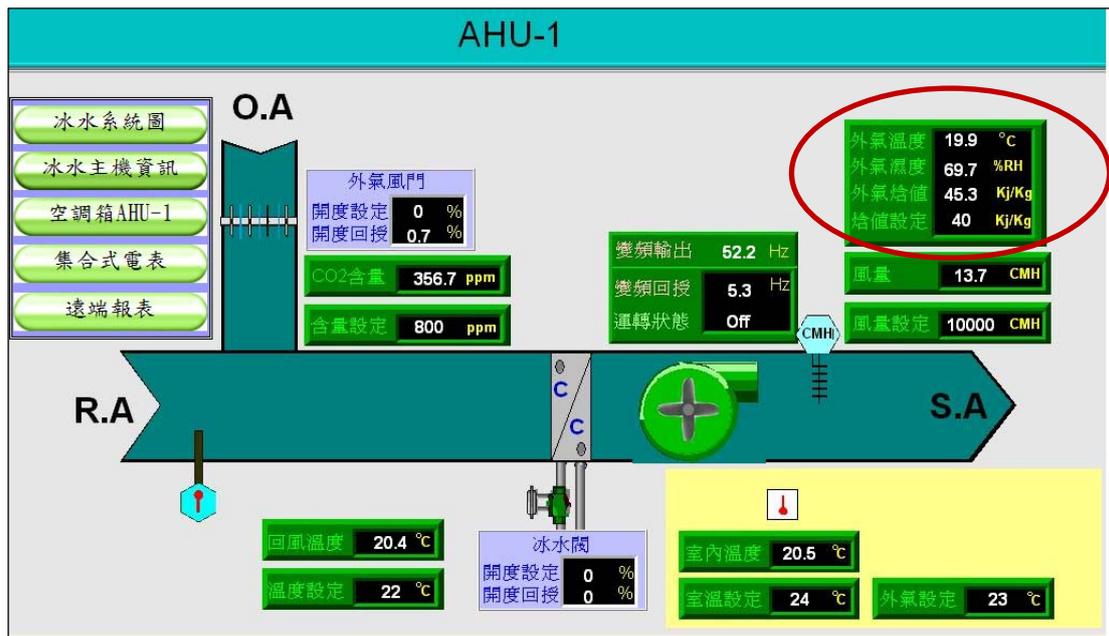


圖 5-14 BEMS 系統之空調箱監控圖面

此乃單純利用參考外氣之熱焓值之高低，只要低於設定值，即將外氣導入室內作為空調送風之用，降低室內空調負荷。此控制方法沒有與室內回風之焓值相比較，只要外氣焓值低於設定標準值，即導入大量外氣。

利用此外氣冷房之控制策略，乃因此案例建築物位於高雄地區，是為常年空調須量較大的區域，因此若單純考慮外氣焓值只要低於設定值的話，幾乎皆為可利用之乾爽外氣，而且於空調送風系統的回風管中，並無設置焓值感測器，因此只考慮外氣焓值之設定標準來判定外氣冷房之控制。若於後工程中利用 BEMS 系統之強大功能，再加入回風口之焓值感測器，利用室內外焓值作為控制之基準，將可使外氣冷房之節約能源效益大幅提升。

5-3.3 小結

利用空調回風 CO₂ 濃度偵測器回授信號，動態控制調變外氣閘門之開度，降至可維持室內環境基準之最低外氣量，甚至將外氣風門策略性的關閉，CO₂ 濃度逐漸達到室內標準值 (1000ppm)時，再逐漸開啟外氣風門。而送風機的耗電量可由 60% ~ 100%無段調變，預估

可節省達 6 ~ 12% 之空調能源使用。而重要的是可大幅的降低室內空調負荷，利用外氣進氣量的調變來降低整體空調負荷之方法如果控制管理得當，不僅可以保持室內良好空氣品質，並且也可降低建築物之耗能。達到節能的最高目標，亦即於不損失室內人員舒適度之情況下進行節約能源的工作。

建築物的空調系統耗能，除了設備本身的運轉效率好壞以外，往往取決於該建築物的運轉控制與維護管理，若能大量利用低成本或是無成本的運轉策略做為空調系統或是建築耗能的節約能源工具，如設備時程控制、外氣冷房、CO₂ 濃度外氣量控制、夜間排風策略及建築預冷之省能策略等，可以立即有效的降低建築物的能源消耗、營運成本以及溫室氣體的排放量。而這些節能策略，以不影響用戶的舒適度以及服務水平為原則，並配合現有的建築物能源管理系統 (BEMS)，充分利用數位化的管理，進行有效率的運轉策略。相較於直接汰換舊有設備，具有低成本之優點，業主可降低投資成本，達到 5% ~ 10% 之節能成效，甚至可使回收年限低達一年以內，兼具省能及經濟效益。

陸、國內外 BEMS 節能應用案例分析

6-1 東京全日空飯店 (ANA HOTEL TOKYO) 節能案例分析

6-1.1 建築物簡介

此案例榮獲日本平成 16 年度 (西元 2004 年) 省能優秀事例全國大會「省能中心會長獎」，及 2003 年度節能優良指定示範建築，更榮獲該年度關東經濟產業局局長獎，對於旅館類建築節能具有指標性的意義。

本建築為 ANA HOTELS 企業中最早導入建築節能系統之國際觀光飯店，目前除了東京之外，成田、廣島、金沢、博多、大阪，也從 2003 年度至 2005 年度間，陸續導入建築節能系統，展現此企業對實現京都議定書的決心與努力。本案例位於東京六本木中心，為一地上 37 層，地下 3 層，具有 873 間客房之高樓層國際觀光級旅館類建築。總樓地板面積約為 40,000m²，空調樓地板面積約占 37,000m²(圖 6-1)。建築物於 1986 開始營業；2004 年時進行整修，並於整修期間導入建築能源管理系統 (BEMS)，配合京都議定書之要求，減少 CO₂ 之排放量。

此飯店為一國際級之觀光旅館，飯店內設施種類繁多，在空間規劃上也作了相當的區分，包含宴會廳，會議廳等等，且駐有許多高級餐廳；在能源的使用上非常驚人。



圖 6-1 東京全日空飯店外觀照 (取材自日本 NEDO)

根據 2003 年能源消費量來看，電力占 20,929 千度，冷水 (地域冷暖房)36,113 GJ，蒸氣(地域冷暖房)36,219 GJ。

6-1.2 改善的方向及目標

對於飯店節能策略的規劃是相當困難的，若是沒有對現況清楚的掌握，造成室內環境的不舒適，導致於降低聲譽和顧客減少的危險性。相異於行政機關設施和一般業務用大樓，對於要求室內環境品質的標準是相當高，因此節能運轉策略必須朝：省能同時不降低室內環境品質的方向來進行。

此外，因為是 365 天 24 小時的不停業營業，設備的運轉時間也長，此種結果下，能源單位消費量比起一般建築物的水準高出許多。對應像這樣飯店特有的背景，若是能「一邊維持室內環境的舒適性，一邊節省白白浪費的能源」，就能算是成功節能對策。圖 6-2 及 6-3 為此案例之改善工程之流程規劃圖及建築階層圖。

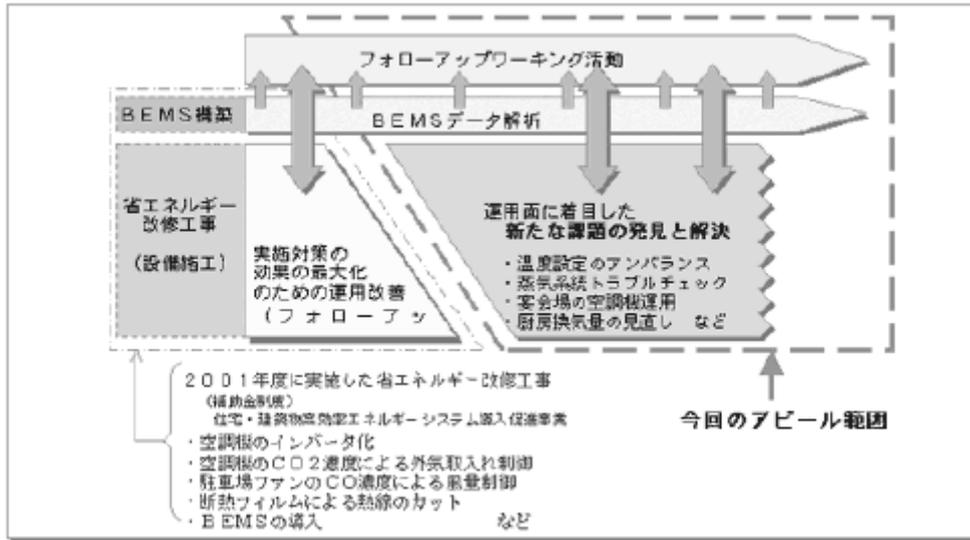


圖 6-2 改善工程流程之規劃(取材自日本 NEDO)



圖 6-3 東京全日空飯店建築階層圖(取材自日本 NEDO)

6-1.3 建築運轉現狀的調查與分析

圖 6-4 為東京全日空飯店從 1990 到 2000 年度 (總計 11 年)的能源使用量趨勢圖，這期間的平均能量使用量和平均能量消費原單位如下：

平均能源使用量 373,706 GJ

平均能源消費單位 3,813 MJ/m².yr

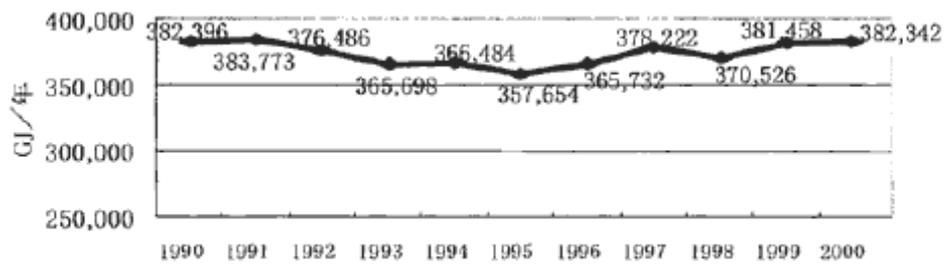


圖2 . エネルギー使用量の推移(1990年度～2000年度)

圖 6-4 1990 到 2000 年度能源使用量趨勢圖(取材自日本 NEDO)

1990 到 2000 年度的能源使用量的變動幅度大約在 7%左右

最高 (1991 年度) 383,773 GJ

最低 (1995 年度) 357,654 GJ 變動差：26,119 GJ

這變動差可能與該年的氣候及飯店的營業狀況有關，這期間也並沒有實施各種節能策略。

6-1.4 改善的過程

2001 年獲得國庫補助金的發放，開始進行節能改善工程

改善項目：

1. 空調主機的更新
2. 空調主機的 CO₂ 排放量控制及外氣導入控制
3. 對於停車場 CO 濃度的風量控制
4. BEMS 的導入

為了達到最佳的改善效果，這過程中，針對運轉策略的研討及組織化，且配合 BEMS 數據的活用，最後得到最適化的運轉策略且有效的掌握節能效果。

6-1.5 運轉策略的規劃

工作會議的召開：通常是針對「對策效果的最佳化運用及檢討」、「節能目標與實際效果的掌握」、「新發現的問題及解決方案」等議題作討論。(圖 6-5)

節能對策的 P-D-C-A 法則，從 Plan(計畫) > Do(實施) > Check (效

果取證) 和 Action(檢討) 的過程中，根據 BEMS 的詳細數據來做不斷反覆的討論

會議成員：飯店設施管理者、設備運轉管理者、BEMS 設計者

主要的議題：飯店整體的能源使用量的增減主要原因分析

各節能對策效果的定量化和完成狀況的確認

季節適當的設定值和籌劃製定及運用確認

新運用課題的發現和對策的研討

設備管理者的教育和飯店從業人員的省能觀念... 等等

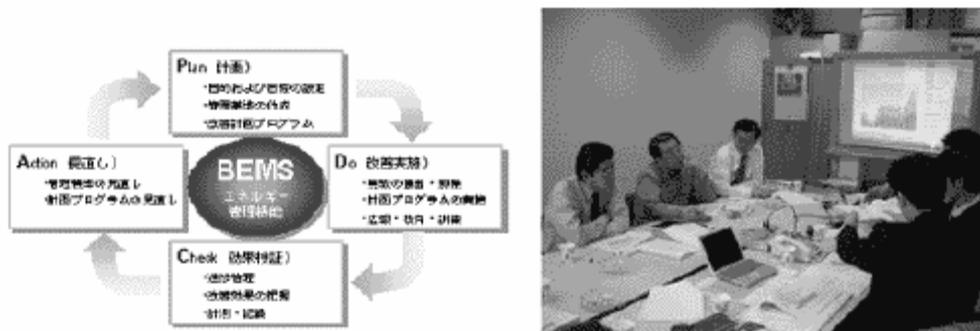


圖 6-5 P-D-C-A 之運轉策略規劃(取材自日本 NEDO)

6-1.6 BEMS 系統架構

圖 6-6 為東京全日空飯店的 BEMS 的系統構成。於本地建築物設定 BEMS 裝置，進行設備作動的監視和控制。另外，由 BEMS 收集的能源數據用公共電話線傳送至 BEMS 製造者的數據中心，由專業從業人員進行數據的分析。(分析之後的數據次月工作會議時提出)

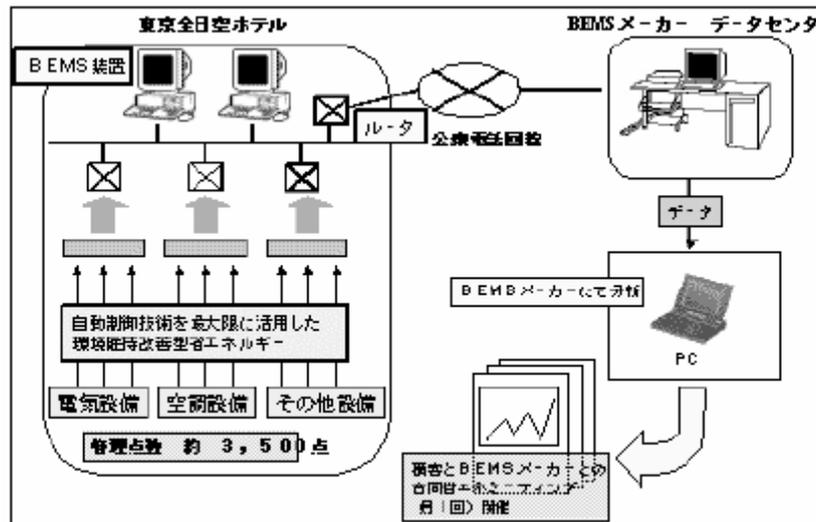


圖 6-6 東京全日空飯店 BEMS 系統架構(取材自日本 NEDO)

6-1.7 目標的設定及遭遇之問題

針對節能對策，訂定以下目標：

節能改善工程的削減目標：65,000 GJ/年

根據匯入 BEMS 以及工作會議的運用改善目標：15,000 GJ/yr

在新的運轉策略上遇到以下三個問題：

1. 過度的重視室內環境導致運用溫度設定的不平衡
2. 在蒸氣系統方面問題確認的必要性
3. 宴會場空調主機的運轉耗能

I. 過度的重視室內環境導致運用溫度設定的不平衡

問題描述：

以飯店來說，一般為滿足一般顧客的要求，整年的室內溫度大都設定在 22 ~ 23°C 之間。當然，有些顧客還是會根據自己的喜好對室內溫度提出要求。為了得到最佳的室內溫度設定值，在事前的準備工作上，只好先將溫度設定在較極端溫度上（過冷或過熱），來得到完整的運轉差異。如此一來，相較比對之下便可評估出較適當的設定

溫度。

改善對策：

針對除了大廳以外的空調機使用情況進行數據的調查。舉例來說，在夏季時，空調主機的冰水出水溫度設定過低，即使是在晚間負載較小的時候，也始終是以主機之最大冷凍能力在運轉，無形之中就浪費了不少的能源。所以，根據每個季節的能源使用量及設備負載的狀況，作為改善對策的參考資料，來決定出在各季節的主機最佳運轉溫度，並且準確的執行下去。

改善成果：

由於針對主機運轉溫度設定值進行管理，在夏季 3 個月 (2002 年 7-9 月) 間，能源使用量降低了 1,600 GJ (相當於 680 萬日元)。其他的季節也依照改善的運轉策略去執行，整年的能源使用量降低了 2,800 GJ (相當於 1,200 萬日元)。

圖 6-7 為根據 BEMS 收集的室外的空氣焓數據 (圖表橫座標)和建築物全體冷水使用量 (圖表縱座標軸)，在運用改善前後的冷水消費特性比較圖。比照二者特性的差異，每天幾乎可以得到 20 GJ 的節能效益。

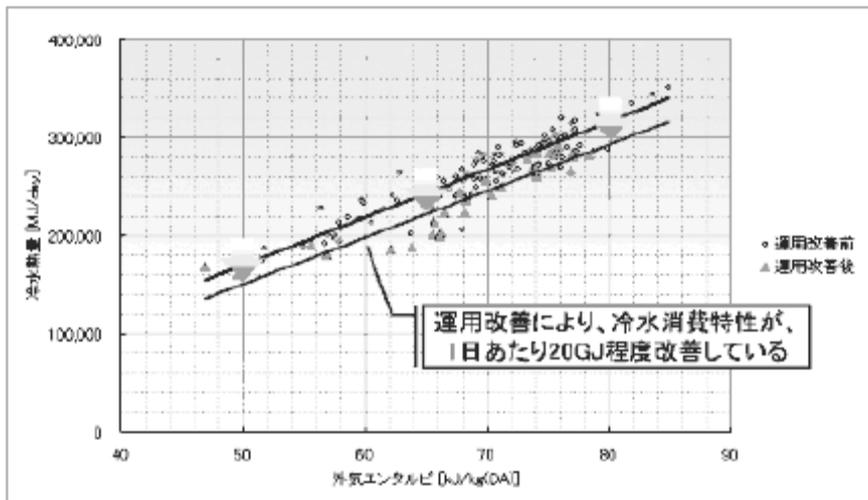


圖 6-7 主機運轉策略改善前後比較圖(取材自日本 NEDO)

II. 在蒸氣系統方面問題確認的必要性

問題描述：

對飯店業來說，除了空調主機用電之外，用來供給熱水的蒸汽系統其能源的使用量也是很高。因此，整個蒸汽管路是否有牽涉到蒸汽輸送過程的洩漏，對整個蒸汽系統來說，影響是相當的大。

改善對策：

圖 6-8 為蒸汽閥開度與低樓層空調用蒸汽使用量的相對關係圖。由圖 6-8 可發現，即使蒸氣閥在開度是 0% 的時候，蒸汽仍然不斷的消耗，因此可以推斷在管路系統上可能存在著，蒸汽的洩漏或者是保溫功能有問題。調查蒸氣管路末端的結果發現，低層樓層空調用蒸氣管路末端的控制閥因為經年的磨損，導致閉合的不完全，造成每天 3 噸，一個月 90 噸的蒸汽量洩漏。

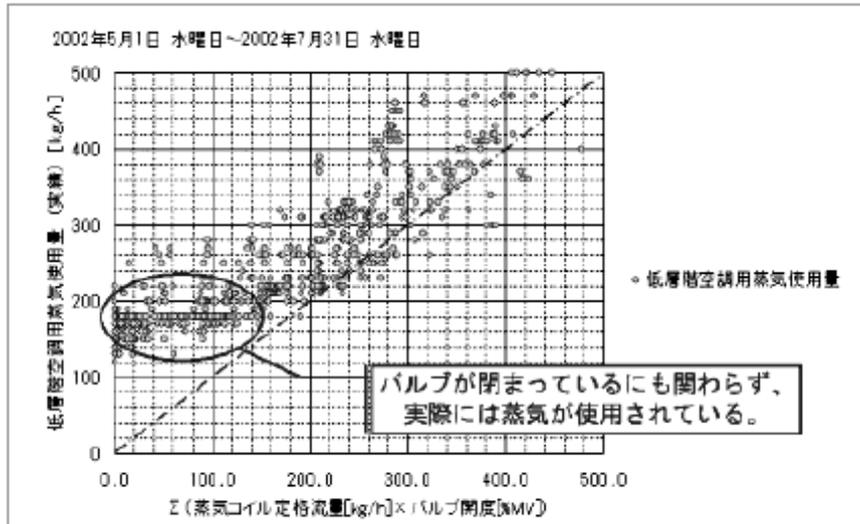


圖 6-8 蒸汽閥開度與蒸汽消耗量之關係圖(取材自日本 NEDO)

另外，從圖 6-9 發現，廚房系統使用的蒸汽量明顯的增加，2002 年比 2001 年增加了約 70 噸的使用量，推斷也是因為管路系統的洩漏所造成。蒸氣管路補修後之蒸氣使用量如圖 6-10。

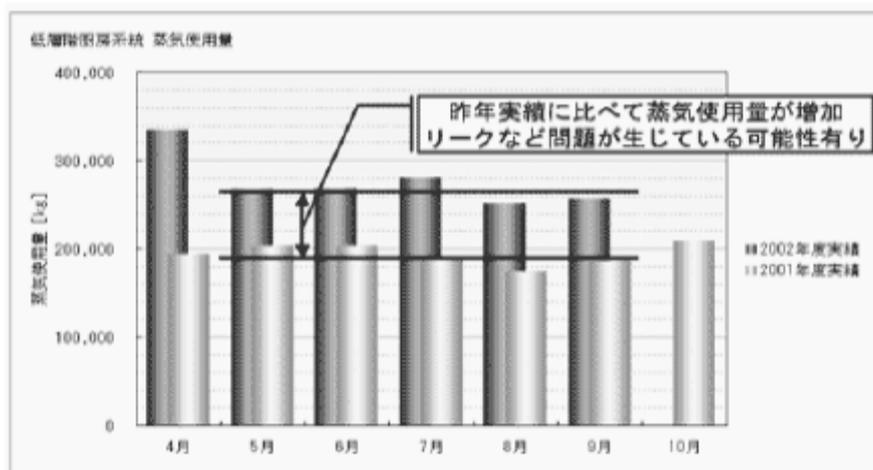


圖 6-9 蒸汽各月使用量比較圖 (取材自日本 NEDO)

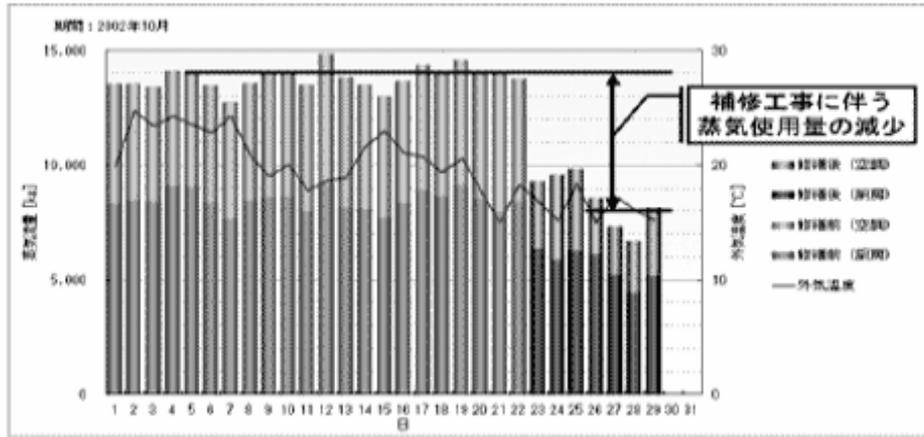


圖 6-10 蒸汽管路修補後之蒸汽使用量 (取材自日本 NEDO)

III. 宴會場空調主機的運轉耗能

問題描述：

宴會場的空調主機會因為使用者使用的時段，或者各種各樣的理由來運轉。比如說，慶祝活動等等事前準備時的空調運轉，宴會使用前的預冷或預熱，以及為了維持室內通風品質的通風管理等等，所以通常宴會場合的空調主機多半伴隨著多種的需求下運轉，因此要決定適當的運轉時間相當困難。

改善對策：

進行下面的工作，以獲得較佳宴會場空調的運轉策略

- 空調運轉時程和空調時間段延長規則的重新規定
- 宴會業餘時間(使用者預先檢查搬入 / 搬出等等) 的空調運轉規則的重新規定
- 計算各宴會場的空調電費

改善方向：

從飯店從業人員頻繁的變更設定溫度和空調主機運轉的控制要求下，大幅減少了平白浪費的主機運轉資源，圖 6-11 為改善前冰水主機運轉情況圖。

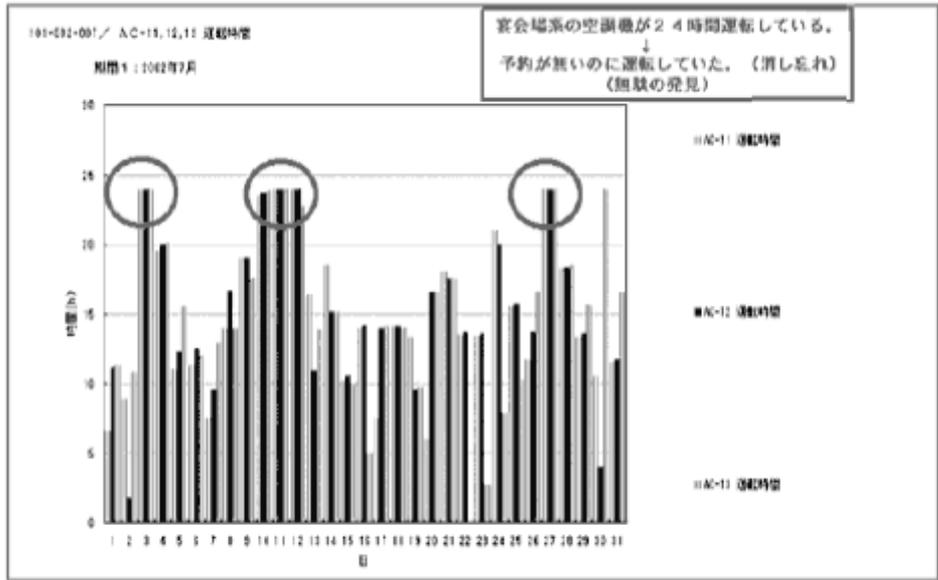


圖 6-11 改善前冰水主機運轉情況圖(取材自日本 NEDO)

6-1.8 整體執行改善對策之後的效果

東京全日空飯店的節能對策，獲得下面的效果。(包含修繕工程的效果，如圖 6-12~6-14)

能源節省量：80,000 GJ

節省金額：8,600 萬日元

節能效益：20.8%

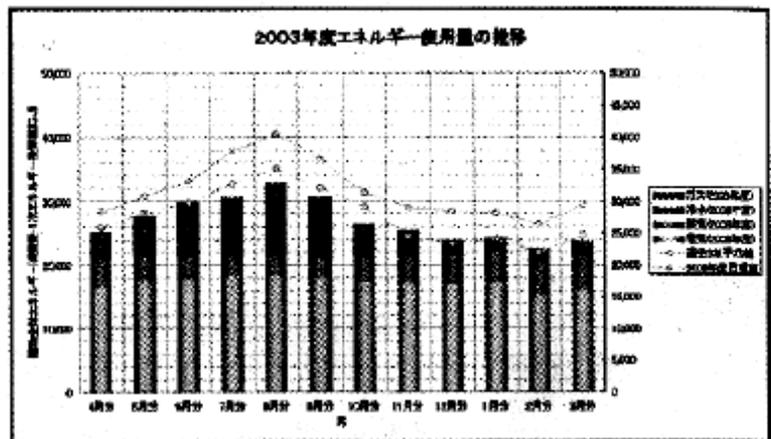


圖 6-12 改善前後能源使用量比較圖(取材自日本 NEDO)

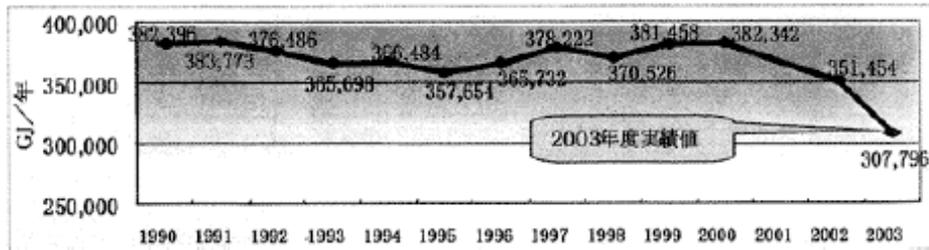


圖 6-13 改善前後能源使用量比較圖(取材自日本 NEDO)

■ ANA Hotel Tokyo (CO₂ emissions / ton)

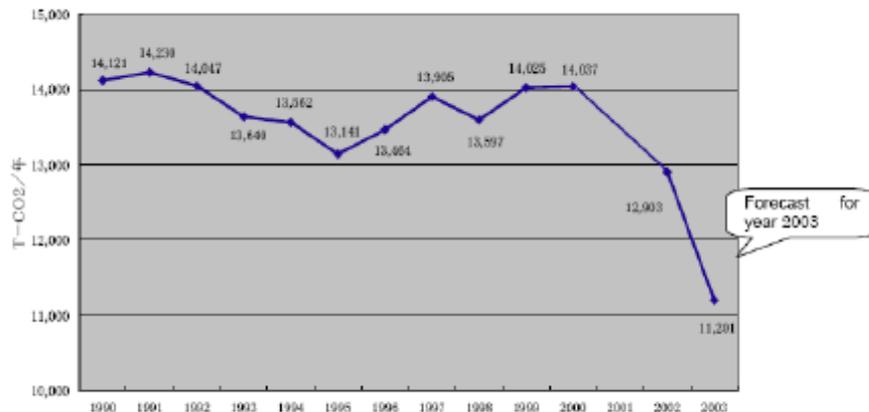


圖 6-14 全日空飯店 CO₂ 排放量趨勢圖(取材自日本 NEDO)

6-2 國內案例：南部某兒童育幼院

6-2.1 建築物簡介

本案例為全院內的建築物，共為 4 棟皆為地上 2 層之其他類建築，其總樓地板面積為 4864.15m²。建築內部空間使用情形大致上為辦公、宿舍及教室使用性質，辦公大樓每日主要使用時間為 9：30～16：30，宿舍每日主要使用時間為 17：00～1：30，每日之平均使用人數約 210 人左右。民國 95 年全年向台電申請之契約容量為 127 kW，全年用電情況有超約附加費之記錄，且申請兩段式時間電價，於民國 96 年 2 月時向台電將契約容量增加為 150kW。

6-2.2 現有空調設備裝置容量

1. 變頻多聯式空調系統室外機

壓縮機		冷氣能力	數量	製造 年份
變頻形式	壓縮機型式	kcal/h		
直流變頻	渦卷式	77,000	1	2006
直流變頻	渦卷式	62,000	3	2006

2. 變頻多聯式空調系統室內機

冷氣能力	數量	製造 年份
kcal/h		
3,000	8	2006
4,800	4	2006
6,000	6	2006
3,000	52	2006
6,000	12	2006

6-2.3 建築物能源管理系統現況

BEMS 系統建置完成日期為 95 年 12 月：

1. BEMS 目前之功能包括

- 各區域即時監控
- VRV 室內、外機控制啟停
- 各區域之溫度、風速調控
- 啟停時程控制

2. 空調系統運轉現況

- 設置數位式電力需量監測及空調專用之監控系統
- 使用 VRV 變冷媒流量系統，達到良好節約能源之效。

6-2.4 建築物耗能狀況分析

1. 目前電價結構

◆尖峰契約容量	150 kW
◆電價結構	兩段式電價

2. 各類設備 95 年、96 年同期逐月耗電量分析

該建築物之電力結構主要分為空調、動力與照明三大用電項目，根據監測結果其每月用電情形如表 6-1 所示：

表 6-1 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月用電度數比較表

	95 年		96 年	
	空調用電 度數	總電用電 度數	空調用電 度數	總電用電 度數
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
1 月	11,715	25,960	12,365	29,440
2 月	10,377	23,400	7,930	18,880
3 月	16,554	32,800	12,826	26,720
4 月	17,968	29,200	16,032	26,720
5 月	23,248	41,840	23,165	40,640
6 月	33,166	61,200	22,854	43,120
7 月	22,951	34,240	23,254	44,720
8 月	36,846	57,880	25,449	41,720
9 月	29,201	47,000	22,939	38,880
10 月	24,967	45,480	22,486	41,640
合計	226,993	399,000	189,299	352,480

總用電：節省 4.6 萬度之用電度數，達到節能 11%之效果。(如圖 6-15)

空調用電：節省 3.7 萬度之用電度數，達到節能 17%之效果。(如圖 6-16)

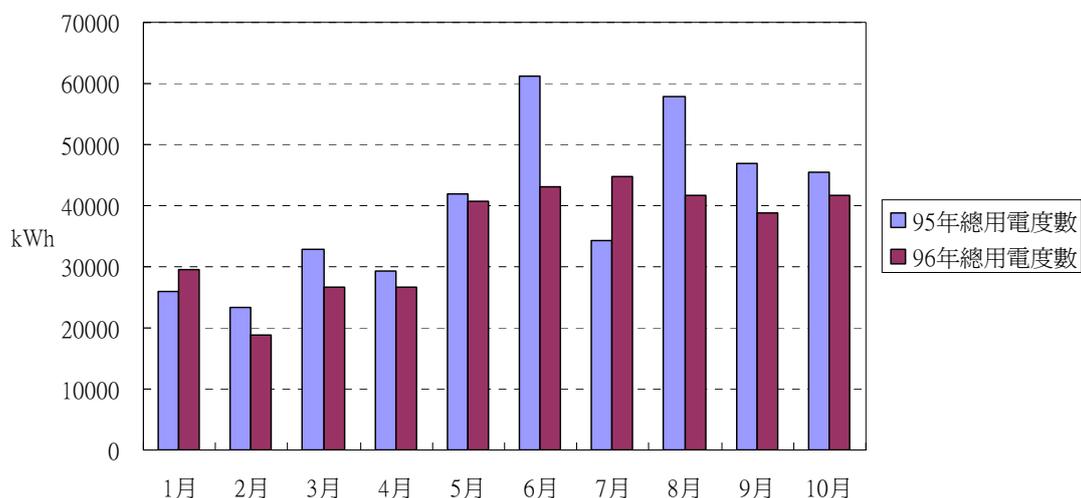


圖 6-15 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月總用電度數比較圖

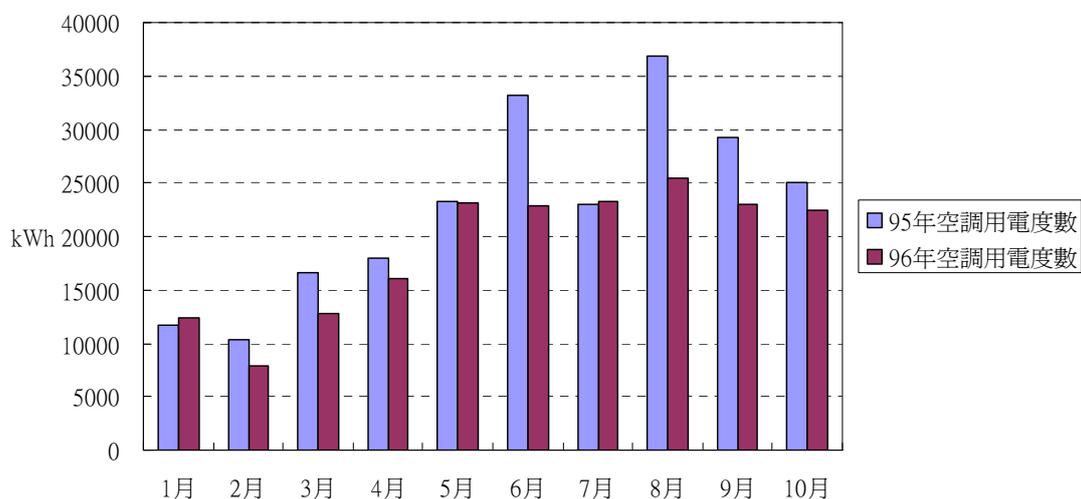


圖 6-16 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月空調用電度數比較圖

在 95 年、96 年用電度數使用的比較上，空調用電在夏季明顯大幅降低，由於此案例在使用 BEMS 系統上，空調主機啟停運轉設定時程管理得宜，避免不必要的空調使用。95 及 96 年各月用電需量及

用電量如表 6-2、圖 6-17~6-18。

表 6-2 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月用電需量比較表

	95 年		96 年	
	空調用電 需量	總用電 需量	空調用電 需量	總用電 需量
	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)
1 月	42	94	39	98
2 月	40	92	35	80
3 月	49	100	52	97
4 月	71	120	72	110
5 月	79	150	79	146
6 月	80	155	80	150
7 月	86	136	86	150
8 月	121	203	93	146
9 月	108	186	86	124
10 月	86	167	73	136

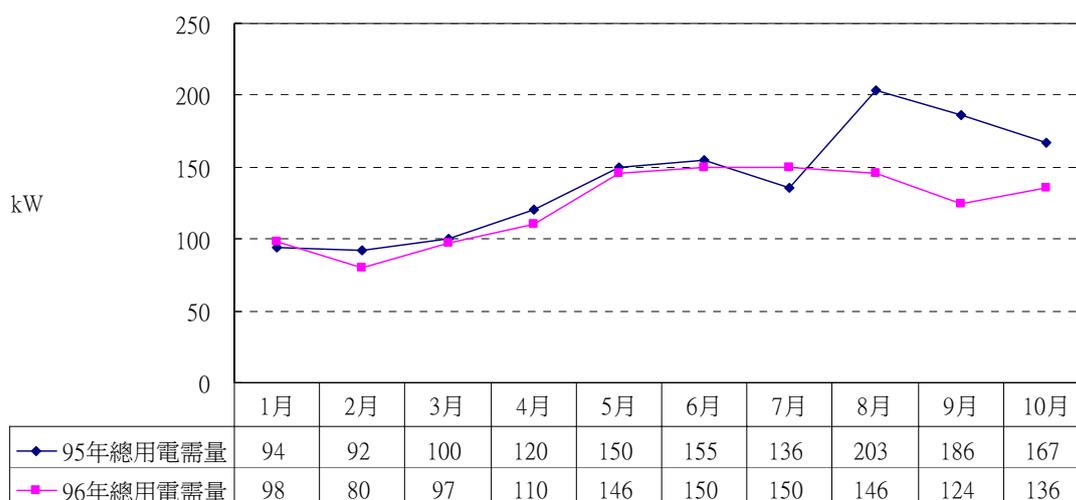


圖 6-17 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月總用電需量趨勢圖

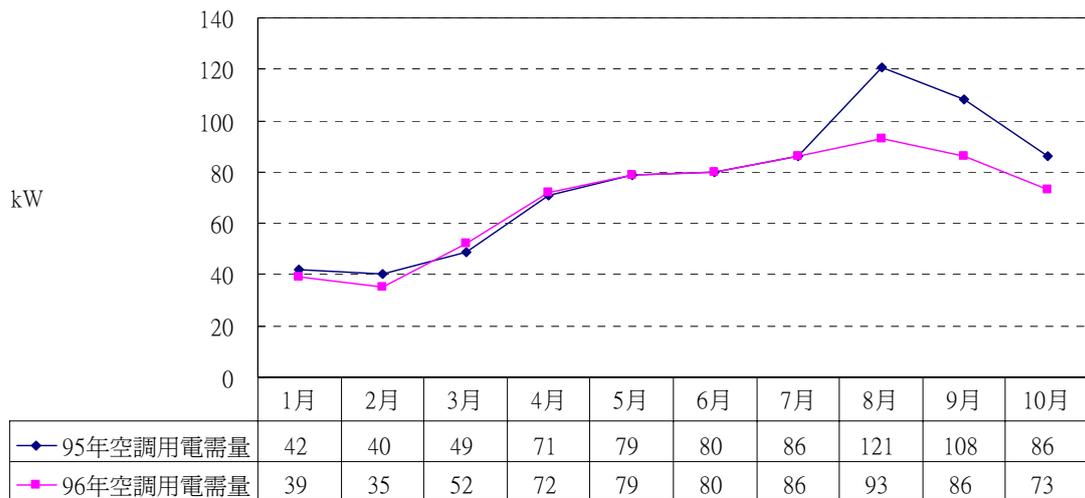


圖 6-18 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月空調用電需量趨勢圖

此案例於建築物能源管理系統 (BEMS) 導入後之 8 月份開始，建築物使用之用電需量明顯降低，在能源使用達到節能之顯著效果。

下列分別選取 95 年、96 年用電度數最高之月份，使用 Microsoft Excel 軟體繪製圓餅圖，將該建築物之電力分佈情形，顯示空調用電與其他用電之用電度數百分比，如圖 6-19~6-20 所示為此建築物電力分佈情形；

南部某兒童育幼院95年6月用電度數比例圖

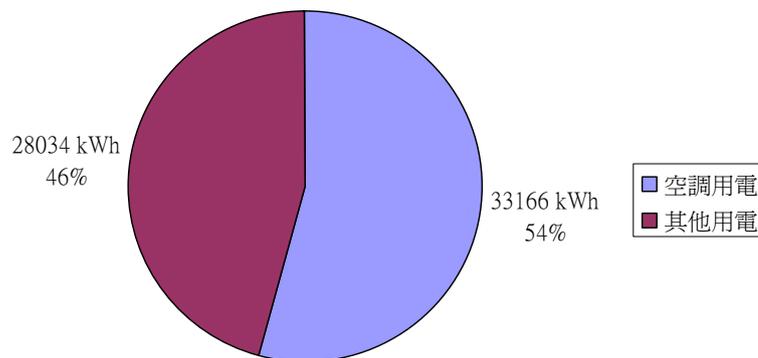


圖 6-19 南部某兒童育幼院 95 年 6 月用電度數比例圖

南部某兒童育幼院96年7月用電度數比例圖

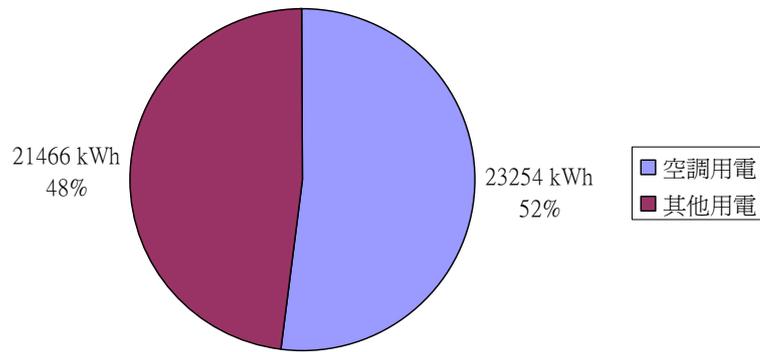


圖 6-20 南部某兒童育幼院 96 年 7 月用電度數比例圖

3. 各類設備逐月單位面積耗電 EUI 值(kWh/m².mon)分析

表 6-3 及圖 6-21~6-22 為南部某兒童育幼院 95 年、96 年逐月各項設備每平方公尺耗電量 EUI。95 年每平方公尺總耗電量最大值為 6 月份 12.58kWh/m².mon，空調設備之每平方公尺耗電量最大值為 8 月份 7.57kWh/m².mon；96 年每平方公尺總耗電量最大值為 7 月份 9.19kWh/m².mon，空調設備之每平方公尺耗電量最大值為 8 月份 5.23kWh/m².mon。

表 6-3 南部某兒童育幼院 95、96 年逐月 EUI 統計表

	95 年		96 年	
	空調 EUI	總用電 EUI	空調 EUI	總用電 EUI
	(kWh/m ² .mon)	(kWh/m ² .mon)	(kWh/m ² .mon)	(kWh/m ² .mon)
1 月	2.41	5.34	2.54	6.05
2 月	2.13	4.81	1.63	3.88
3 月	3.40	6.74	2.64	5.49
4 月	3.69	6.00	3.30	5.49
5 月	4.78	8.60	4.76	8.36
6 月	6.82	12.58	4.70	8.86
7 月	4.72	7.04	4.78	9.19
8 月	7.57	11.90	5.23	8.58
9 月	6.00	9.66	4.72	7.99
10 月	5.13	9.35	4.62	8.56

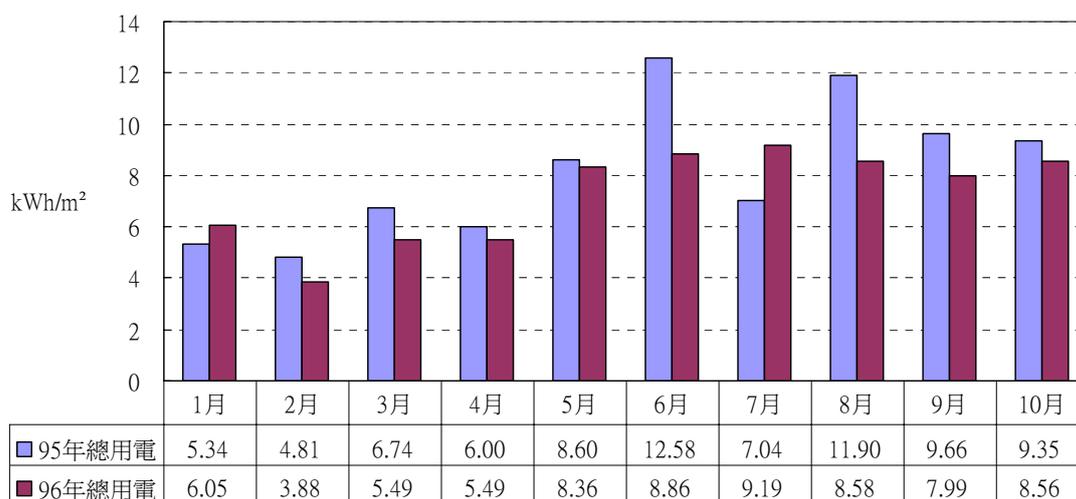


圖 6-21 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月總用電 EUI 比較圖

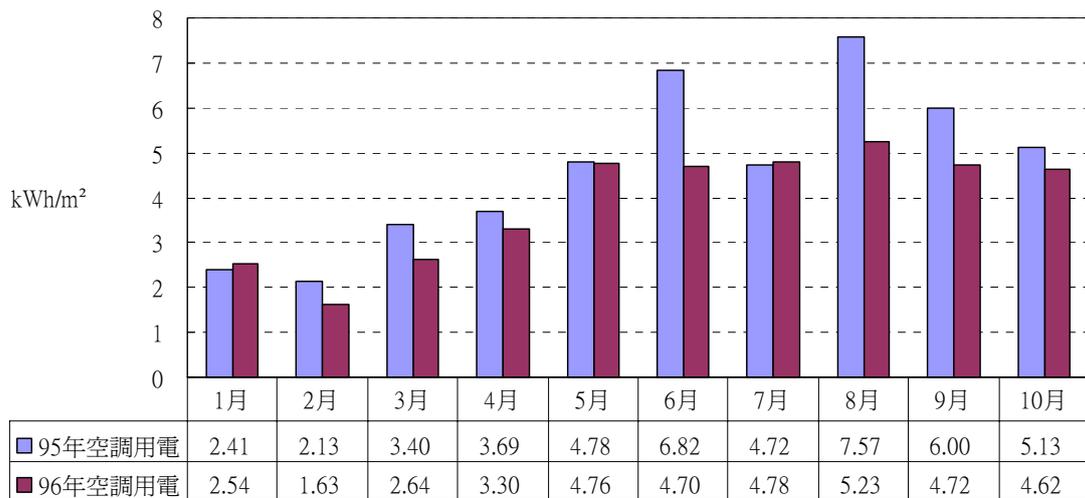


圖 6-22 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月空調用電 EUI 比較圖

4. 各類設備單位面積用電需量 DUI(Demand Usage Index)值(W/m^2)分析

表 6-4 及圖 6-23~6-24 為南部某兒童育幼院 95 年、96 年逐月各項設備每月最大用電需量密度 DUI (Demand Utility Intensity)。95 年總耗電量之每平方公尺最大用電需量密度為 8 月份 $41.73W/m^2$ ，空調設備之每平方公尺最大用電需量密度為 8 月份 $24.88 W/m^2$ ；96 年總耗電量之每平方公尺最大用電需量密度為 7 月份 $30.84W/m^2$ ，空調設備之每平方公尺最大用電需量密度為 8 月份 $19.12 W/m^2$ 。

表 6-4 南部某兒童育幼院 95、96 年單位面積用電需量 DUI 值統計表

	95 年		96 年	
	空調 DUI	總用電 DUI	空調 DUI	總用電 DUI
	(W/m ²)	(W/m ²)	(W/m ²)	(W/m ²)
1 月	8.63	19.33	8.02	20.15
2 月	8.22	18.91	7.20	16.45
3 月	10.07	20.56	10.69	19.94
4 月	14.60	24.67	14.80	22.61
5 月	16.24	30.84	16.24	30.02
6 月	16.45	31.87	16.45	30.84
7 月	17.68	27.96	17.68	30.84
8 月	24.88	41.73	19.12	30.02
9 月	22.20	38.24	17.68	25.49
10 月	17.68	34.33	15.01	27.96

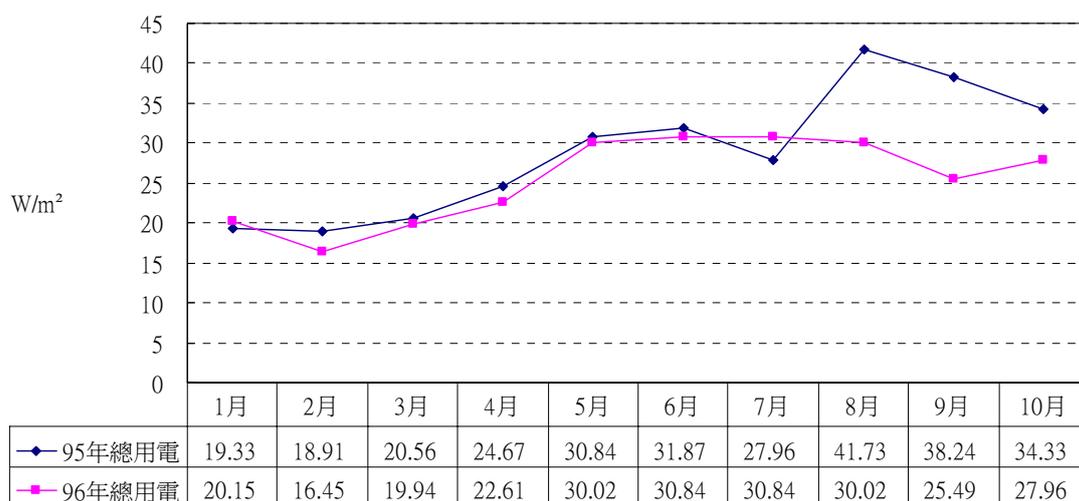


圖 6-23 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月總用電 DUI 比較圖

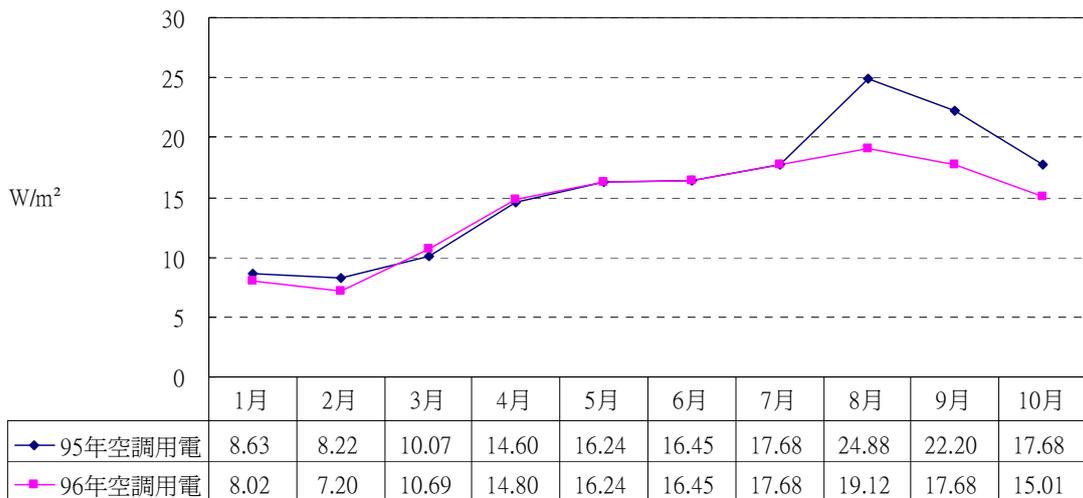


圖 6-24 南部某兒童育幼院 95、96 年同期逐月空調用電

DUI 比較圖

6-2.5 建築物能源管理系統監控畫面 (如圖 6-25~6-27)



圖 6-25 VRV 主機啟停控制軟體

由此可設定各個區域空間的冷暖房模式、室內出風口風速溫度



圖 6-26 VRV 主機設定設區域空間使用時程啟停及運轉狀態設定

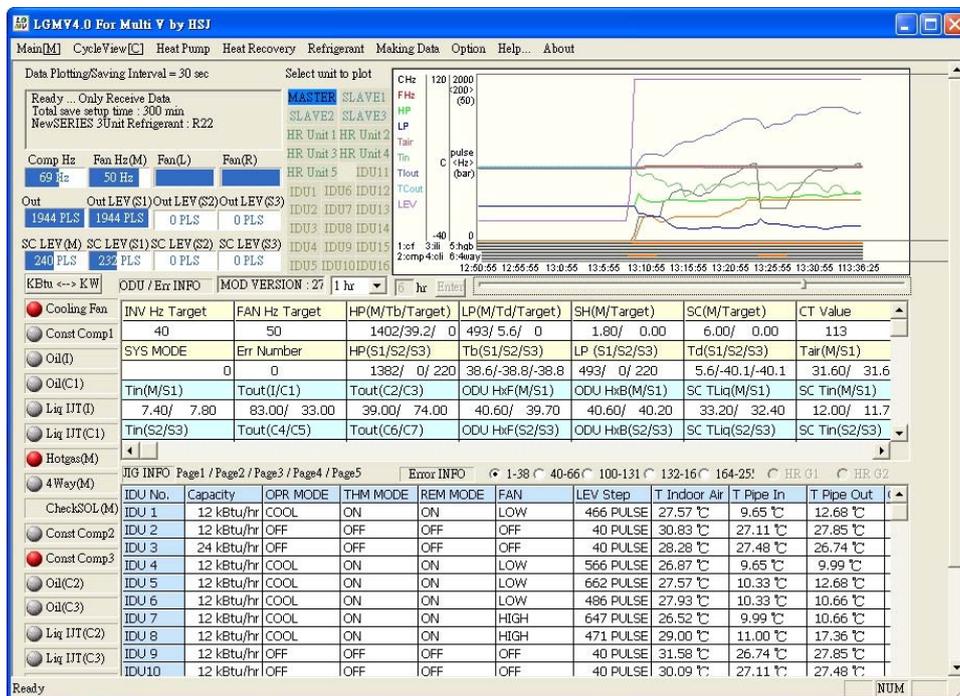


圖 6-27 VRV 室內機及室外機運轉狀態查詢

6-3 國內案例：南部某大型展覽館

6-3.1 建築物簡介

此大型展覽館位於高雄市都會區內，為展覽類之建築物，建物空間分為地下3層、地上8層共計為11層，占地面積為113,057 m²、樓地板面積為97,638 m²、空調面積為86,937 m²。其室內空間使用設置行政中心、常設展示廳、臨時展示廳、大螢幕電影院、多媒體世界、維修工廠、文教服務區、禮品店等觀眾服務之設施。其建築方位為座北朝南，平日使用時間為8：30至17：30，員工人數為137人。

6-3.2 現有空調設備裝置容量

主機設備形式	容量(噸數)	數量	製造年份	EER	卸載方式
製冰主機	380	5	1995	2.01	Slide valve
冰水機	250	2	1995	3.36	Slide valve

PUMP 設備	馬力	數量	空調箱數量	冷卻水塔容量	數量
冷卻水泵	20	2	73	300RT	2
冰水泵	10	2		75RT	2
區域泵	100	3		60RT	2
二次側溶冰泵	25	4			
一次側溶冰泵	50	5			
油冷卻器冷水泵	15	2			
冷卻水泵	5	2			
冷卻水泵	7.5	2			

6-3.3 建築物能源管理系統現況

BEMS 系統建置完成日期為 95 年 12 月：

1. BEMS 目前已完成之功能包括
 - 主機系統圖。
 - 冰水主機資訊。
 - 各主機之製冰效率、各管路之流量、各泵浦所需之用電情況。
 - 啟停時程。
 - 趨勢圖。
 - 保養時數。
2. 空調系統運轉現況
 - 儲冰系統溶冰運轉模式之冷能配送監測系統。
 - 設置數位式電力需量監測及空調專用之監控系統。
 - 電力控制系統可有效監控，達到良好節約能源之效。
 - 需量控制。
 - 冰水主機台數控制。

6-3.4 建築物耗能狀況分析

1. 目前電價結構

◆尖峰契約容量	3100 kW
◆離峰契約容量	300 kW
◆電價結構	兩段式電價

2. 各類設備每月耗電量分析

儲冷式空調系統乃利用離峰電力運轉空調主機，以冰或冰水之方式，將冷能儲存起來，於隔天尖峰時段，再進行融冰，將冷能釋放出來。使空調主機於白天只部份運轉 (分量儲冰系統)或完全不運轉 (全量儲冰系統)，而達到轉移電力尖峰負載之效益。

此台灣南部某大型博物館其冰水側設備主要由儲冰設備及預冷冰水機組成，大樓冰水回水由冰水機先行預冷後，調節溶冰量至預設

冰水溫度提供大樓空調之需，5 台動態製冰主機之儲冰設備，分量儲冰，溶冰優先之運轉模式，全館空調負載主要由溶冰提供，2 台預冷冰水機為輔，利用離峰電力儲冰，平均全日負載，抑制尖峰電力，有效降低電費支出。

該建築物之電力結構主要分為空調、動力與照明三大用電項目，根據監測結果其每月用電情形如表 6-5~6-7 及圖 6-28~6-29 所示：

表 6-5 南部某大型展覽館 95 年逐月用電情形

	95 年度用電架構			
	尖峰 用電度數	離峰 用電度數	週六半尖峰 用電度數	總用電 度數
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
1 月	438,400	593,600	92,800	1,124,800
2 月	420,800	590,400	89,600	1,100,800
3 月	352,000	656,000	70,400	1,078,400
4 月	468,800	812,800	116,800	1,398,400
5 月	406,400	654,400	100,800	1,161,600
6 月	473,600	728,000	104,000	1,305,600
7 月	598,400	985,600	134,400	1,718,400
8 月	427,200	731,200	116,800	1,275,200
9 月	526,400	870,400	134,400	1,531,200
10 月	468,800	684,800	105,600	1,259,200
合計	4,580,800	7,307,200	1065,600	12,953,600

表 6-6 南部某大型展覽館 96 年逐月用電情形

	96 年度用電架構			
	尖峰 用電度數	離峰 用電度數	週六半尖峰 用電度數	總用電 度數
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
1 月	432,000	643,200	104,000	1,179,200
2 月	297,600	651,200	62,400	1,011,200
3 月	358,400	681,600	83,200	1,123,200
4 月	371,200	676,800	88,000	1,136,000
5 月	436,800	915,200	123,200	1,475,200
6 月	444,800	804,800	100,800	1,350,400
7 月	512,000	881,600	115,200	1,508,800
8 月	523,200	830,400	112,000	1,465,600
9 月	441,600	744,000	102,400	1,288,000
10 月	441,600	777,600	113,600	1,332,800
合計	4,259,200	7,606,400	1,004,800	12,870,400

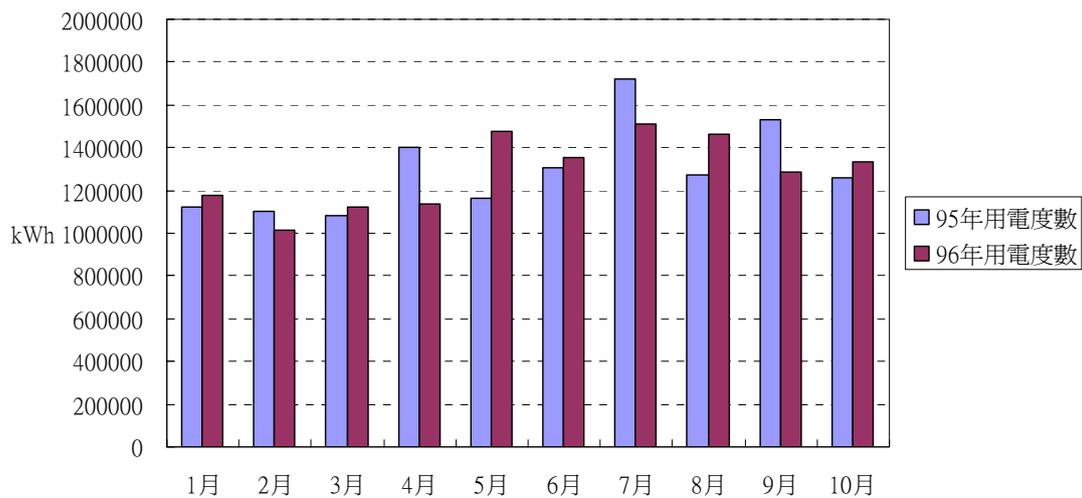


圖 6-28 南部某大型展覽館 95、96 年同期逐月總用電度數比較圖

表 6-7 南部某大型展覽館 95、96 年同期逐月用電需量比較表

	95 年			96 年		
	尖峰 用電需量	離峰 用電需量	週六半尖峰 用電需量	尖峰 用電需量	離峰 用電需量	週六半尖峰 用電需量
	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)
1 月	2,704	2,816	2,720	2,304	2,976	2,336
2 月	2,576	2,848	2,448	2,400	2,544	2,416
3 月	2,672	3,040	2,512	2,544	3,104	2,384
4 月	2,560	3,312	2,624	2,848	3,168	2,560
5 月	2,896	3,152	2,928	2,688	3,152	2,704
6 月	2,896	3,488	2,752	2,880	3,184	2,944
7 月	2,832	3,312	2,800	2,960	3,232	3,248
8 月	3,232	3,280	3,120	2,912	3,216	2,880
9 月	2,864	3,392	2,880	2,800	3,280	2,800
10 月	2,816	3,264	2,736	2,752	3,152	2,624

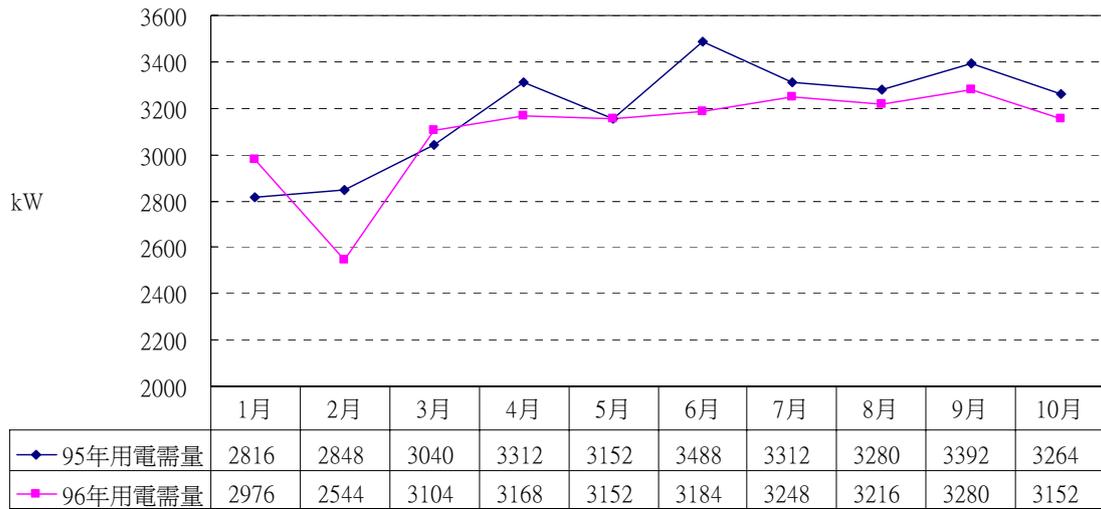


圖 6-29 南部某大型展覽館 95、96 年同期逐月總用電需量趨勢圖

3. 設備用電與耗電架構分析 (如表 6-8 及圖 6-30~6-33)

表 6-8 南部某大型展覽館 95、96 年用電架構比較表

	週六半尖峰	尖峰	離峰	總用電
	用電度數	用電度數	用電度數	度數
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
95 年	1,065,600	4,580,800	7,307,200	12,953,600
96 年	1,004,800	4,259,200	7,606,400	12,870,400
用電比較	-60,800	-321,600	+299,200	-83,200

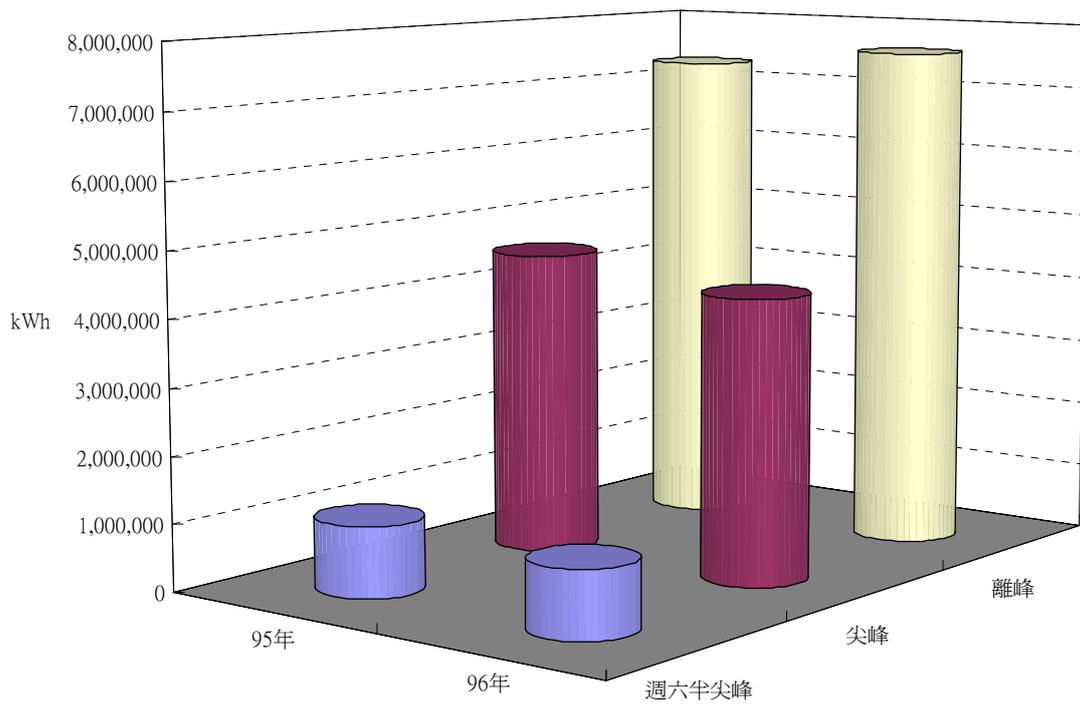


圖 6-30 南部某大型展覽館 95、96 年之整體用電結構比較圖

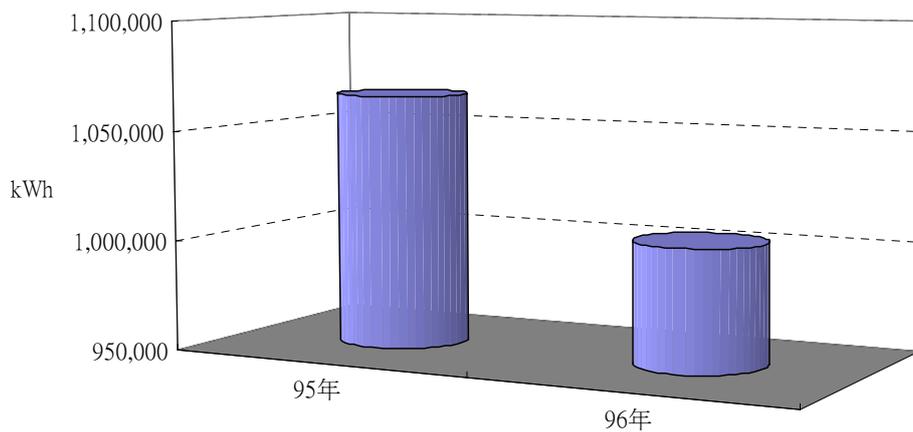


圖 6-31 南部某大型展覽館 95、96 年之週六半尖峰用電度數比較圖

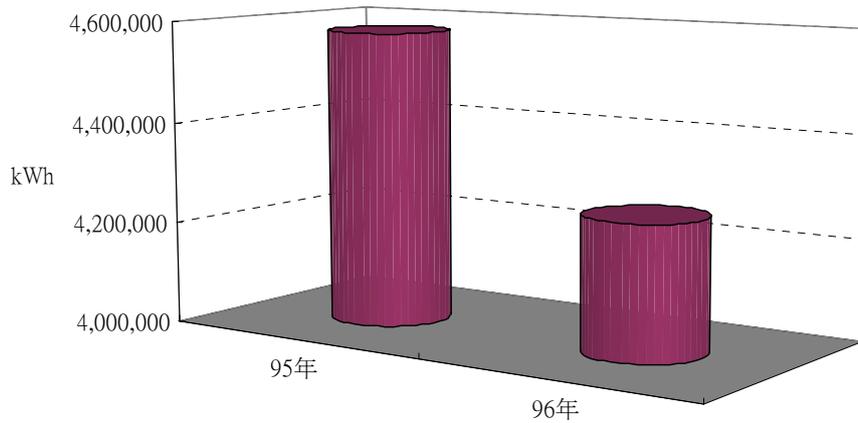


圖 6-32 南部某大型展覽館 95、96 年之尖峰用電度數比較圖

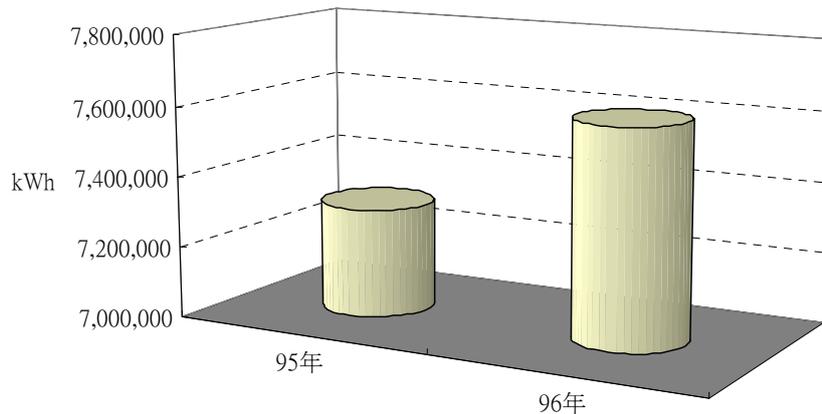


圖 6-33 南部某大型展覽館 95、96 年之離峰用電度數比較圖

此南部某大型展覽館之樓地板面積、空調面積與空調負荷極大，在我國 BEMS 分類等級已達到 4 級之標準，故其使用儲冷式空調系統將空調負荷以儲冰形式分散至離峰時段。由於尖峰用電之價格約為離峰用電之 2.5 倍、週六半尖峰之 1.5 倍，故使用儲冷式空調系統將尖峰時段與週六半尖峰時段之空調負荷平移至離峰時段，降低整體建築物之用電電費。

6-3.5 建築物能源管理系統監控畫面 (如圖 6-34~6-37)

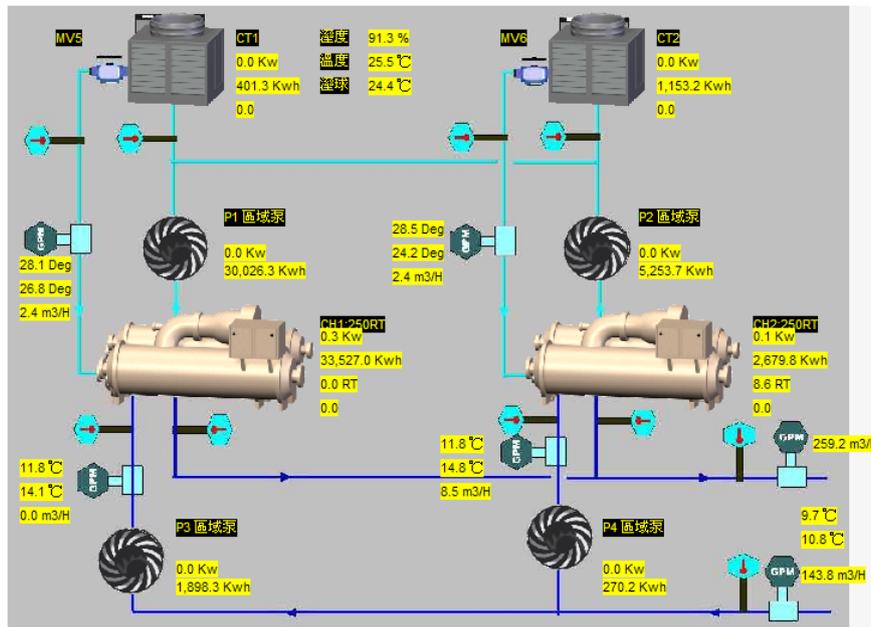


圖 6-34 空調系統即時運轉畫面

報表種類: 電費報表
 日期區間: 2006-12-01 ~ 2006-12-05
 查詢

運轉設備	離峰用電 週日全天及每天 22:30 - 07:30		半尖峰用電 週六 07:30 - 22:30		尖峰用電 週一~五 07:30 - 22:30		合 計	
	度 KWH	元	度 KWH	元	度 KWH	元	度 KWH	元
冰水主機 CH1	3,428.2	4,085.9	1,699.3	1,410.4	1,487.6	3,317.4	6,615.1	8,813.6
一次冰水泵 PUMPO1	3,260.3	4,072.5	1,440.7	1,195.7	1,335.2	2,977.5	6,036.1	8,245.7
二次冰水泵 PUMPO3	185.0	232.9	80.8	67.1	76.6	170.8	342.4	470.8
冰水主機 CH2	8.3	12.6	2.0	1.6	1,267.8	2,827.3	1,278.1	2,841.5
一次冰水泵 PUMPO2	0.0	0.0	0.0	0.0	1,279.5	2,853.2	1,279.5	2,853.2
二次冰水泵 PUMPO4	0.0	0.0	0.0	0.0	66.4	148.1	66.4	148.1
製冰機 IB01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
製冰機 IB02	310.1	682.1	0.0	0.0	0.1	0.3	310.2	682.4
一次冰水泵 PUMP12	4.0	4.7	2.3	1.9	10.8	24.1	17.1	30.7
一次冰水泵 PUMP13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
二次冰水泵 PUMPO8	211.3	471.2	0.0	0.0	409.8	913.8	621.1	1,385.0
製冰機 IB03	1,745.3	2,591.2	12.8	10.7	3.1	7.0	1,761.3	2,608.9
製冰機 IB04	1,452.2	1,986.7	11.7	9.7	3.2	7.2	1,467.1	2,003.6
一次冰水泵 PUMP14	6,002.6	7,329.1	718.6	596.4	1,281.9	2,858.6	8,003.0	10,784.1
一次冰水泵 PUMP15	5.3	6.9	2.4	2.0	9.0	20.1	16.7	29.0
二次冰水泵 PUMPO9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2
二次冰水泵 PUMP10	192.8	160.0	458.3	380.4	526.4	1,173.9	1,177.5	1,714.3
製冰機 IB05	1,554.2	2,186.1	13.3	11.1	1.4	3.2	1,569.0	2,200.4
一次冰水泵 PUMP16	11,890.8	15,919.4	462.3	383.7	3,483.1	7,767.2	15,836.1	24,070.3
二次冰水泵 PUMP11	727.6	603.9	417.1	346.2	1,124.3	2,507.2	2,269.0	3,457.2
區域泵 PUMPO5	308.3	464.0	0.0	0.0	122.1	272.4	430.5	736.4
區域泵 PUMPO6	156.5	238.7	82.0	68.1	366.6	817.4	605.2	1,124.2
區域泵 PUMPO7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合 計	31,442.7	41,048.0	5,403.6	4,485.0	12,855.0	28,666.7	49,701.4	74,199.7

圖 6-35 空調系統運轉耗能歷史資料查詢功能

報表種類: 冷凍效率表
日期: 2006-12-04
查詢

運轉設備	上週累計(2006-11-27 星期一)			現在累計(2006-12-04 星期一)			本週值		
	KWH	RTH	KWH/RTH	KWH	RTH	KWH/RTH	KWH	RTH	KWH/RTH
熱交換器 HX1	-	0.0	-	-	5,610.1	-	-	5,610.1	-
Total	-	0.0	-	-	5,610.1	-	-	5,610.1	-
製冰機 IB01	2,523.2	-	0.00	2,523.2	-	0.45	0.0	-	0.45
製冰機 IB02	5,184.7	-	0.00	6,860.6	-	1.22	1,675.9	-	1.22
一次冰水泵 PUMP01	3,887.7	-	0.00	30,026.3	-	5.35	26,138.6	-	5.35
二次冰水泵 PUMP03	732.0	-	0.00	1,898.3	-	0.34	1,166.3	-	0.34
Total	12,327.6	-	0.00	41,308.4	-	7.36	41,308.4	-	7.36

運轉設備	上週累計(2006-11-27 星期一)			現在累計(2006-12-04 星期一)			本週值		
	KWH	RTH	KWH/RTH	KWH	RTH	KWH/RTH	KWH	RTH	KWH/RTH
熱交換器 HX2	-	0.0	-	-	15,475.8	-	-	15,475.8	-
熱交換器 HX3	-	0.0	-	-	14,055.3	-	-	14,055.3	-
Total	-	0.0	-	-	29,531.1	-	-	29,531.1	-
製冰機 IB03	5,690.7	-	0.00	10,608.9	-	0.36	4,918.2	-	0.36
製冰機 IB04	5,738.3	-	0.00	10,275.7	-	0.35	4,537.4	-	0.35
一次冰水泵 PUMP14	3,133.5	-	0.00	67,264.8	-	2.28	64,131.3	-	2.28
一次冰水泵 PUMP15	6,299.2	-	0.00	26,006.9	-	0.88	19,707.7	-	0.88
二次冰水泵 PUMP09	2,664.0	-	0.00	2,672.9	-	0.09	8.9	-	0.09
二次冰水泵 PUMP10	4,869.9	-	0.00	9,994.0	-	0.34	5,124.1	-	0.34
Total	28,395.6	-	0.00	126,823.2	-	4.29	126,823.2	-	4.29

圖 6-36 空調系統運轉性能歷史資料查詢功能

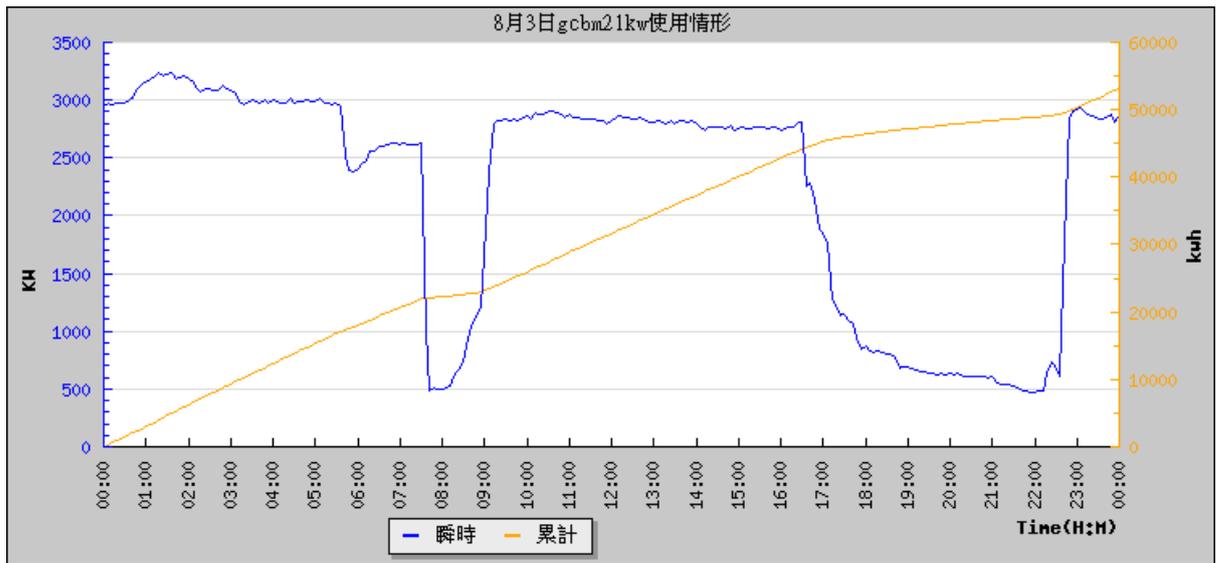


圖 6-37 用電需量與用電度數累計趨勢圖

柒、結論與建議

隨著地球暖化問題之加劇，節約能源以成為全球化之共識與主流趨勢。其中，建築物之節約能源措施，更為不可或缺之重要部分。因此，建築能源管理系統 BEMS 之發展，被國際能源署喻為 21 世紀最重要產業之一，其重要性不言可喻。

本手冊首先對國際間 BEMS 發展之歷史沿革進行了詳細之比對分析，並參酌此國際趨勢，建立我國之 BEMS 分類分級制度。BEMS 之基本架構主要為採取開放式網路架構設計 (Web-Based)，並支援 TCP/IP 通訊協定，使可進行遠端遙控，並進行相關建築耗能系統運轉數據之自動量測與擷取，以便進行系統運轉性能之即時線上 (Real-time Online) 監控與資料庫之建立，也因此使得系統耗能診斷與後續維修保養及改善工程之施做，獲得良好之參考依據。此龐大之產業鏈之建立，乃為 BEMS 成為國際間主流產業之最重要原因之一。同時，傳統之專屬 BAS 系統，也因此開放式潮流之發展，而蛻變成開放式可互通之智慧型 BEMS 系統，對於整體產業之發展勾勒出重要的未來發展方向。本手冊以此方面進行了詳細之分析，所建立之技術規範，可作為專業工程師，設計技師之重要參考依據。另一方面，此規範經我國數十件實際空調工程改善案例發包施工進行了良好之驗證，已具備優良之工程可行性。

為因應國際間不同廠商所建立之 BEMS 系統，藉由網際網路進行遠端遙控之互通性，命名統一化與採用國際間廣用之開放式通訊協定，如 BACnet、Lonworks 等極為重要。未來我國不同廠商建立之 BEMS 系統將可依據相同之命名而進行量測物理量之比對分析，對於建立全國性之實際運轉資料庫打造了良好的基礎，對於後續全國性建築節能措施之推廣，與耗能監測及大用戶能源申報制度之推動產生極大之助益，影響既深且遠。

BEMS 省能策略之擬定與導入，為能否真正落實節約能源效益之關鍵所在。本手冊以系統化之方式分析了建築物中央空調冰水主機

側、冰水泵送側、及空氣側設備智慧型運轉策略之建立方式。由於這些省能策略皆為在本地濕熱型氣候條件下所建立，且經由數十個空調改善工程之實際施工驗證，具良好之工程可行性。且實際獲得平均約30%之節約能源效益，效果極為顯著。

總結而言，BEMS 之未來發展潛力無窮。本手冊以系統化之方式進行了完整之分析，並進行了各項技術規範之詳細說明，輔以實際案例之印證，充分體現了 BEMS 於國內進行大量工程應用之可行性，值得我國進行全面化之推廣，亦可成為我國作為地球村一份子呼應京都議定書之最佳政策工具之一！

捌、參考資料

1. 楊冠雄著，大型區域化 BEMS 之建置與省能效益分析，中華民國力學學會，2007 年。
2. 楊冠雄著，建築物能源管理 BEMS 與空調系統測試之整合應用，中華民國力學學會，2007 年。
3. 楊冠雄著，中型辦公類建築之空調節能改善分析與省能效益評估，2007 能源與冷凍空調學術研討會，2007 年。
4. 楊冠雄著，台灣地區 BEMS 標準化之建立與應用分析，2007 能源與冷凍空調學術研討會，2007 年。
5. 楊冠雄著，台灣區醫院類建築能源管理十棟建築耗能分析及實驗與印證，2007 能源與冷凍空調學術研討會，2007 年。
6. 楊冠雄著，台灣地區建築能源管理系統 BEMS 分級架構之建立與應用分析，2008 能源與冷凍空調學術研討會，2008 年。
7. 楊冠雄著，台灣南部某大型博物館之 BEMS 節能改善分析與省能效益評估，2008 能源與冷凍空調學術研討會，2008 年。
8. Igor Dubov, "Chilled Water Plant Efficiency", ASHRAE Journal, June 2003.
9. James B. Rishel , "The Measurement of Energy Consumption in kW Per Ton for Central Chilled Water Plants", ASHRAE Transactions, August 2001.
10. R.J.Hackner, J.W.Mitcell and W.A.Beckman, "HVAC System Dynamic and Energy Use in Building-Part 1", ASHRAE Transactions, Vol.90, 1984.
11. Elmahby, A.H., Mitalas, G.P. "a Simple Model for Cooling and Dehumidifying Coils for Use in Calculation Energy Requirements for Building", ASHRAE Transactions, Vol 83, Part2 pp.103-119R, 1997
12. Riederer, P. et. al "Building Zone modeling adapted to the study of Temperature Control Systems" ASHRAE/CIBSE conference, 2000,

Dublin,Ireland.

- 13."H14,15 年度 BEMS 導入支援事業事業効果",NEDO,2007。
- 14."住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業（BEMS 導入支援事業）"NEDO,2008。
- 15."「BEMS 普及促進策に関する調査」に係る委託先の公募について",NEDO,2007。
- 16."住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業（BEMS 導入支援事業）平成 16 年度事業 成果発表会の開催について",NEDO,2008。
- 17."ホテルクラビーサッポロにおける BEMS 導入省エネルギー ESCO 事業 ",ECCJ,2006**11**."Japanese Technologies for Energy Savings/GHG Emissions Reduction",NEDO,2008。

玖、編後語

財團法人台灣綠色生產力基金會節約能源中心(簡稱綠基會節能中心)，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「建築能源管理(BEMS)節能手冊」之編撰，主要是希望提供給各能源用戶能源管理者，有一參考學習技術觀念與手法之手冊，而自發性推動導入改善工作，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節能中心王主任文伯及林協理延彥的指導下，得以順利完成。感謝中山大學機械與機電工程學系楊冠雄教授的資料收集及撰稿，由節能中心王俊淵工程師彙整編排和黃組長建誠校對後，並進行封面規畫設計及聘請臺北科技大學能源與冷凍空調工程系蔡教授尤溪、台灣科技大學電機工程系蕭教授弘清及中華民國冷凍空調技師工會全國聯合會黃理事長克修，三位諮詢委員負責審核後，送經濟部能源局呈核核准，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。