

**專題報導**

能源資訊監控系統 實務與案例

▶ 專案4部 陳宗逸

一、前言

隨著臺灣經濟不斷的往前邁進，各式各樣的大型建築不斷林立，由於臺灣位處於亞熱帶型氣候，高溫高濕之氣候特性，造就了各型建築物高耗能的用電特性，分析高耗能之建築物常見的節約能源問題如圖1所示，常見的節約能源問題分為設備效率低落、操作調整不佳及欠缺管理等三個面相來進行探討，但無論那一個面相，其共同點為建築物管理者無法掌握能源使用流向及各系統/設備運轉之合理性，因此架構一套功能完整之能源資訊監控系統，可以提供建築物管理者

了解建築物能源使用及設備運轉情況，進而結合特定之系統改善調整或設備節能控制達到降低能源使用之目的。

過去的能源資訊監控系統不論是監視或控制均存在著下列幾個重要的問題點：1.各系統各自獨立，缺乏整合性；2.系統缺乏保養，導致部份功能喪失或有誤；3.回傳之參數無對應的控制方式，設備運轉全憑操作人員之經驗操作；4.系統架構無統一開放之語言，導致後續難以更新或擴增。近年來為改善上述之問題點，學術界研發出建築物能源管理系統BEMS(Building Energy Management System)技術規範並被廣泛的推廣至產業界，帶BEMS下的協定要求有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.開放式架構3.以國際間廣用之BACNet、Lonworks，等開放式通信協定4.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等特性。

BEMS對於通訊協定之建議提供了系統架構者在架構上的依據及規範，並同時藉由開放式架構改善過去封閉式架構難以擴充或維修等情況。

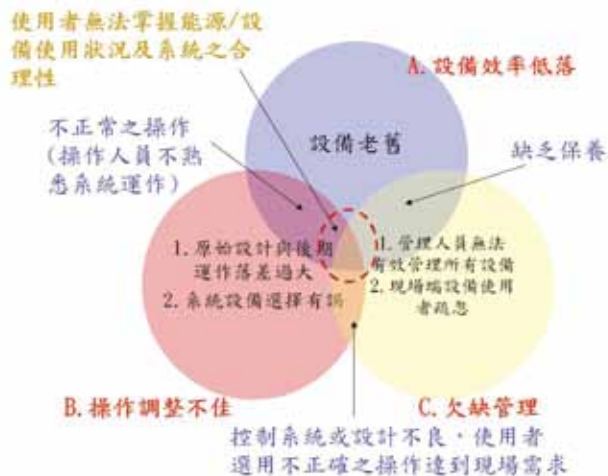


圖1 高耗能型建築物常見問題示意圖

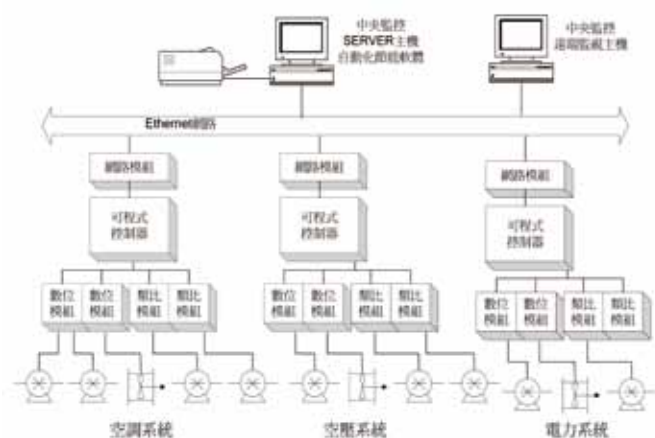


圖2 能源資訊管理系統架構示意圖

二、能源資訊監控系統實務

能源資訊系統之基本架構如圖2所示，其主要藉由可程式控制器(PCL)或多功能控制器(DDC)等，將數位電表或各設備的控制模組所發出之類比或數位之訊號全數轉化為類比之訊號，經由封包後由網路或RS232或RS486等傳輸線，傳送至能源資訊管理系統之主電腦(伺服器)，經由主控電腦的管理軟體介面，將資訊呈現至使用者端。相對的，使用者亦可藉由主控電腦的管理軟體發出控制訊號後，由網路線或傳輸線傳輸至PLC等控制器，針對設備做出適當的控制。

三、能源資訊監控系統案例

由於不同之建築物具有不同之能源使用特性及運轉模式，也造就了在能源資訊監控系統之功能要求具有極大的差異性，例如學校之能源資訊監控系統常被用來清查能源流向，建立成本中心，醫院之能源資訊監控系統最主要功能為進行設備操作管理，建立各系統合理化運轉機制，工廠或電子廠主要用以維持設備穩定運轉、進行設備運轉調控及掌握能源效率進而進行成本管控，而電信機房等業務導向型建築物，能源資訊管理系統之架構最主要的功能為維持穩定供電及預知

保修等功能，以下就學校及電信機房等能源資訊監控實際案例進行介紹，並藉由案例說明學校及電信機房在能源資訊監控系統上之共同點及差異性：

(一)校園能源資訊監控系統案例

校園能源使用特性為建築物數量多且類型呈現多樣化的應用，對於能源流向調查及能源管控上，若僅仰賴總務部門及各建築物之能源管理人員，在資訊的掌控上具有一定的困難度，因此能源資訊監控系統提供了管理者學園內各建築物群及各用電類別之能源流向，分析校園能源資訊監控系統可為學校帶來下列效益：

- 1.總務人員可有效掌握各建築物之供電品質，可有效掌控校園電力饋線系統首端(末端)之電壓升(降)對於用電設備造成之影響。
- 2.透過校園能源資訊監視系統，可有效掌握各建築物之營運成本，有利於學校架構各成本中心。
- 3.可結合歷史報表分析各建築物之用電合理性，並針對不合理之用電現象進行檢討。
- 4.若能結合需量卸載機制或排程系統則可為校園電力管理帶來更大的效益。

校園電力系統監視對於建築物之參數通常以三相電壓、三相電流、功因及需量等進行監視，校園之電力能源監控系統監視參數之案例如圖3所示，該案例之能源監視系統對校區內行政大樓、工科大樓、北綜大樓、南綜大樓、商科大樓等建築物之A.三相電壓、B.三相電流、C.功因、D.視在功率、有效功率等、E.度數及F.校園總用電需量等進行監視，並提供校園即時用電需量等資訊。

校園能源資訊監視系統結合用電需量控制系統達到降低校園用電成本的目的，其原理為當即時用電需量超出設定值時，系統

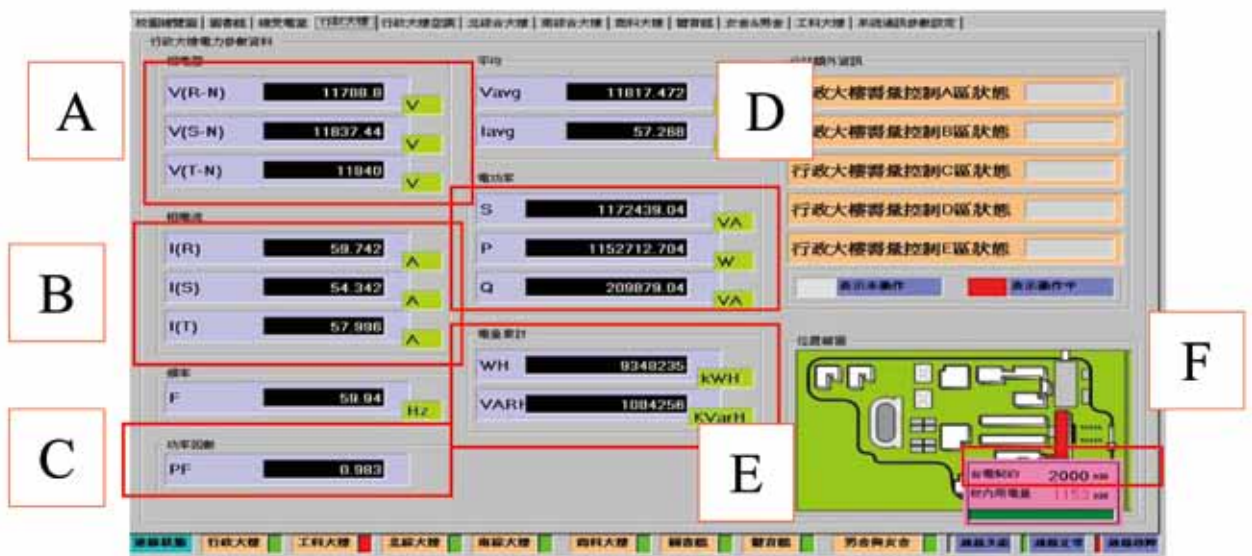


圖3 校園能源資訊監視系統案例

會自動發出控制訊號至系統耗能設備端，將設備關閉或卸載，以降低當前用電需量，避免因超約而形成額外之超約附加費，校園能源資訊監視系統結合需量控制案例如圖4所示，案例之卸載機制分為1,800kW、2,400kW、2,500kW等三段卸載機制，當校園總用電需量高於使用者所設計之1,800kW，系統即發出卸載訊號將體育館及辦公室之空調進行卸載，當用電需量超過第二階段設計值

時，系統會將部份教室之空調進行卸載，當用電需量超過第三階段設計值時，將所有教室之空調進行卸載，以達到用電需量控制的目的。

近年來，排程系統常被應用於結合校園電力能源監控系統進行教室設備管控，由於排程系統需要配合電力系統架設，因此常被架設於新設之系館。排程系統案例如圖5所示，系統管理者可將每學期之課表依教室

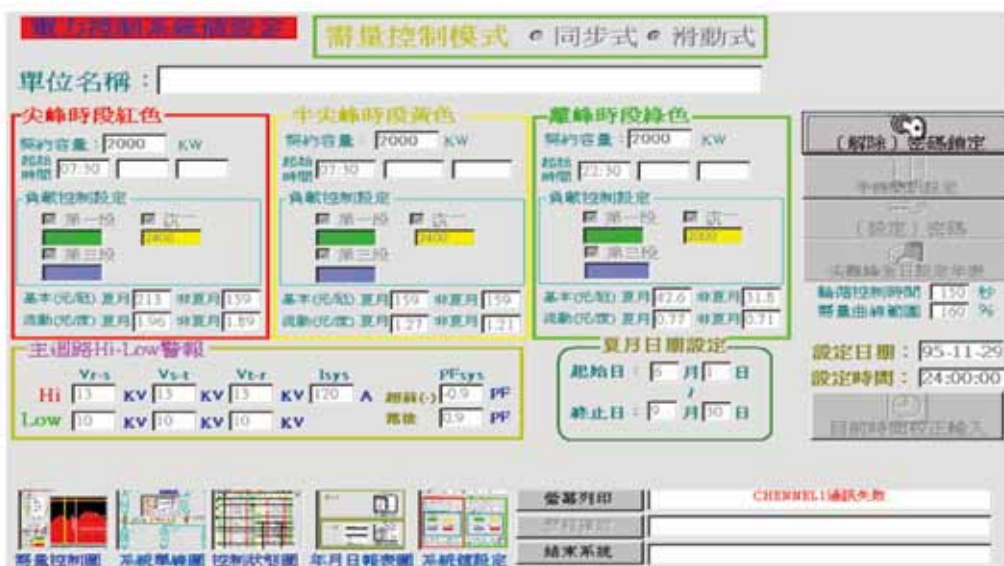


圖4 校園能源資訊監視系統結合需量控制案例



圖5 校園能源資訊監視系統結合排程系統控制案例

別輸入排程系統，各教室之電力系統則會依輸入之排程，供應教室之照明、空調設備電力，並於課程結束後(最後一堂課)統一關閉教室之電力，以避免因人員疏忽造成電力浪費。

(二)電信能源資訊監控系統案例

電信機房與一般之辦公大樓或學校用電類型屬性有極大的差異，電信機房中之電信

設備及空調等高耗能設備均需24小時運轉，因此對於能源的管控及用電流向的掌握更顯重要。用於電信機房的能源資訊監控系統通常包含用電流向、空調設備、消防警報、警衛系統及各電信設備室之環境監控等，其能源資訊系統的大小規模需視其電信機房的規模而定，但無論規模大小對於確保電信機房的用電品質及設備安全且穩定的運轉是能源資訊監控系統架構之重點。電信機房能源資訊監控系統中各變電站之配電盤供電狀況案例如圖6所示，系統架設之重點在於當台電供電中斷時，系統發電機能立即啟動，並自動切換迴路系統之路由器，將緊急發電機所供給之電力送至各電信設備之配電盤及空調設備之配電盤，以確保電信設備仍穩定的運轉。

由於電信機房之主要營運設備為電信設備，電信機房除自行擁有之電信設備外，同時提供各伺服器業者(電玩業者)電信機櫃租借，亦即當電信機櫃用電量越大代表該機房

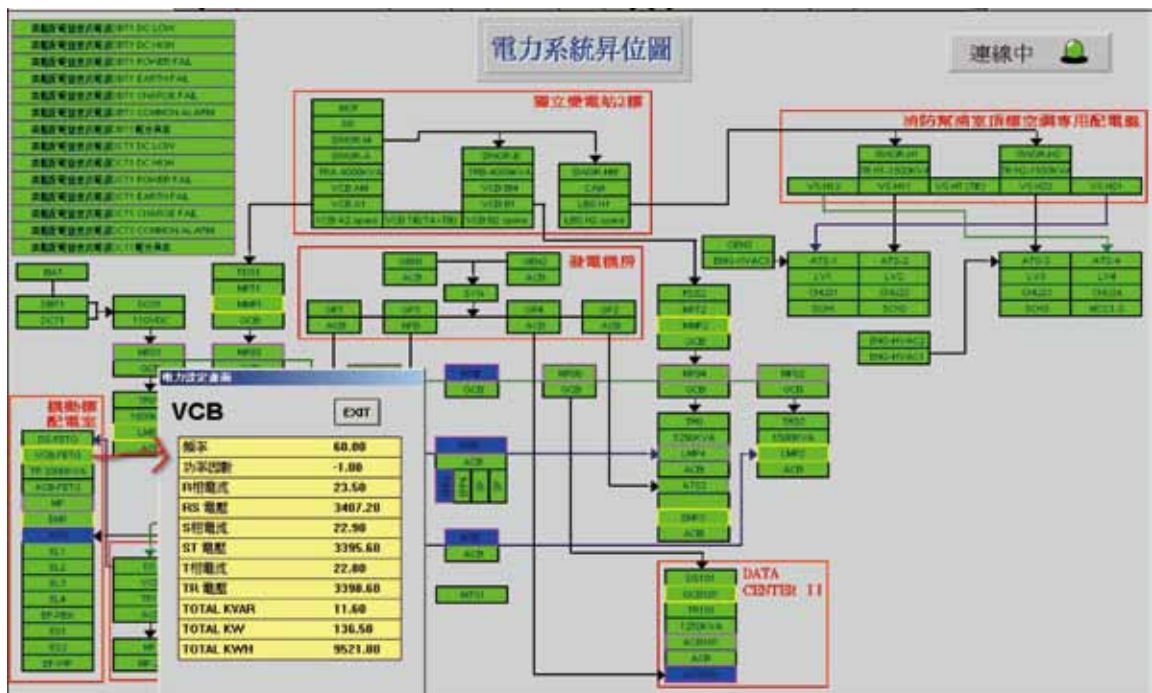


圖6 電信機房監控系統電力昇位圖



22.8 KV	名稱 單位	VII ab (KV)	VII bc (KV)	VII ca (KV)	VII Avg (KV)	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	IAvg (A)	Freq (Hz)	kW tot (KW)	kWh tot (KWH)	sign tot (PF)
2	SWGR-M	23.72	23.61	23.79	23.70	44.00	43.00	44.00	44.00	60.0	1761.4	3812.0	-98.70
3-1	SWGR-A	23.74	23.63	23.80	23.72	16.00	17.00	16.00	16.00	60.0	663.2	5929.0	-98.80
3-2	SWGR-B	23.72	23.61	23.80	23.71	17.00	17.00	17.00	17.00	60.0	692.2	2946.0	-99.30
3-3	SWGR-H2(HVAC)	23.72	23.61	23.78	23.70	11.00	10.00	11.00	11.00	60.0	424.0	4096.0	-97.40
7-1	SWGR-H1(HVAC)	1.17	1.18	1.18	1.18	6.00	6.00	6.00	6.00	65.0	0.1	2118.0	-98.00
7-2	SWGR-H2	23.52	23.40	23.55	23.49	1.00	1.00	1.00	1.00	60.0	35.4	7055.0	-74.40
3.3 KV	名稱 單位	VII ab (KV)	VII bc (KV)	VII ca (KV)	VII Avg (KV)	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	IAvg (A)	Freq (Hz)	kW tot (KW)	kWh tot (KWH)	sign tot (PF)
5-1	VCB-AM	3.52	3.50	3.51	3.51	107.40	109.70	106.20	107.80	60.0	649.9	7173.0	-99.40
5-2	VCB-BM	3.52	3.51	3.51	3.51	113.50	112.70	113.40	113.20	60.0	682.1	8957.0	-99.70
6-1	VCB-A1	3.52	3.51	3.50	3.51	100.30	101.30	100.00	100.60	60.0	607.8	6003.0	-99.70
6-2	VCB-A2	3.52	3.50	3.50	3.51	8.20	9.00	8.20	8.50	60.0	42.7	1742.0	-82.70
6-3	VCB-AT	3.52	3.50	3.50	3.51	0.00	0.00	0.00	0.00	60.0	0.0	454.0	100.00
6-4	VCB-B1	3.52	3.50	3.50	3.51	114.40	111.30	113.50	113.00	60.0	680.5	169.0	-99.70
6-5	VCB-B2	3.50	3.51	3.52	3.51	0.00	0.00	0.00	0.00	60.0	0.0	0.0	100.00
380 V	名稱 單位	VII ab (V)	VII bc (V)	VII ca (V)	VII Avg (V)	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	IAvg (A)	Freq (Hz)	kW tot (KW)	kWh tot (KWH)	sign tot (PF)
9-1	US-H1(HVAC)	391.9	389.5	389.9	390.4	58.0	53.1	54.5	55.2	60.0	364.3	9770.0	-97.90
9-3	US-H2(HVAC)	392.7	390.4	390.6	391.2	60.4	54.5	50.9	55.3	60.0	31.9	6440.0	-85.20
11-1	LV2(HVAC)	388.7	387.4	386.5	387.5	318.2	314.6	304.6	312.5	60.0	185.2	5628.0	-88.30
11-2	LV4(HVAC)	388.4	387.5	386.4	387.4	318.3	314.1	304.5	312.3	60.0	186.4	190.0	-88.90
11-3	LV1(HVAC)	393.4	390.5	391.2	391.7	17.9	17.1	15.6	16.9	60.0	7.8	9546.0	-68.50
11-4	LV3(HVAC)	393.0	390.5	390.5	391.3	44.6	39.0	37.9	40.5	60.0	23.7	9715.0	-86.60

圖7 電力系統監控各機房負載顯示表

之營運績效越佳，因此電信機房之能源監視系統常常扮演著成本管控之角色，然而電信機房之產品(電信機櫃)及營運成本(電信機櫃及空調用電)配置需經由詳細的計算才能產出最佳配置，因此能源資訊監控系統中之流向常提供管理者計算的依據。圖7為電信機房能源資訊監控系統中能源資訊流向圖，由案例中可鑑別出各機房用電需量(亦即各機房電信機櫃總用電量VCBA1~VCBB2)，機房管理者可以依目前各機房之負載量調整各電信機櫃之位置，達到降低運轉成本之需求。

電信機房中之電信機櫃均為發熱設備，因此電信機房之空調設備必需提供足夠之冷源帶走機櫃產生之熱量，以維持電信機房之環境溫、濕度滿足設備需求，達到預先保修之目的，能源資訊監控系統必需提供足夠之參數，讓管理人員研判空調系統之運轉情況。圖8為電信機房能源資源監控系統空調監視系統之案例，案例之系統提供冰水主機之相關冰水進出水溫度及其設定值、冷卻水

進出水溫度及其設定值、冷媒冷凝溫度及蒸發溫度、壓縮機吐出溫度、馬達軸承溫度、油箱壓力及溫度等相關重要主機運轉參數，當系統任何一個參數偏高或降低時，代表設備運轉於不穩定的狀態或異常，則現場人員可即刻通知權責人員進行相關保修，達到預知保修之目的。

電信機房能源資訊監控系統另一重點功能為歷史報表分析，由歷史報表分析可進行電信用電機房之指標量化，研討電信機房用電之合理性。由於電信機房主要產品為電信設備，最主要的消耗能源僅為用電，因此若能掌握設備之用電狀況，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)表示，針對PUE之定義如下：

$$PUE = TFP \div ITEP$$

TFP：整體機房設備的使用功率(kW)

ITEP：IT設備的使用功率(kW)

由於電信設備大部份為直流供電，因此



圖8 能源資訊監視系統中之空調系統監控畫面

其用電需由UPS供應，因此若能整合UPS之用電即可達到滿足計算指標PUE之條件，但目前電信業之機房能源控制系統普遍無此指標計算之功能，以某電信業之監控系統歷史報表模擬各月之PUE值結果如表1所示，結果顯示該案例之電信指標PUE遠超出國際建議值1.8-2.5kW/KW。分析各月份的PUE值發現夏季時，由於空調系統之耗電量增加導致PUE增加，經由現場實地調查後發現，現場建築物為鐵皮建築，導致於夏季時過多的熱負荷經由鐵皮傳導至室內形成空調熱負荷而導致空調用電量增加，經由與現場溝通後已獲得改善。

四、結 語

能源資訊監控系統除能提供操作者能源即時使用資訊外，亦可在硬體上結合各項如

排程、時程動控制等各項節能控制，達到節約能源目的。另外透過歷史報表分析，可找出建築物可能節約能源之方法或用電不合理之項目，於國外能源資訊管理系統業者通常結合後端之歷史報表分析為客戶尋找能源改善之方向，但目前國內能源資訊管理系統業者尚未提供完善之服務能量，將來可朝向結合學術研究單位培育國內能源資訊管理系統業者結合節約能源分析之能量，達到產學研三

贏之局面。

隨著控制系統技術不斷進步，能源資訊監控系統不再只是提供操作者能源使用資訊，透過控制更加能夠滿足使用者於操作上的需求，由最簡單的時序控制、排程控制最後至結合專家診斷的系統不斷被研發且應用，但無論是最基本之監視系統或是具有自動控制功能之專家診斷系統，感測器之精確度及準確度均需被維持，因此系統架構後之保養及校正顯得格外重要。但目前常因系統使用者經費不足或忽略後續保養等問題，常導致能源資訊監控系統產生錯誤之資訊而不被信任喪失其架構意義，更甚者其可能因自動控制系統產生錯誤動作造成更多之能源浪費，對於能源資訊監控系統後端保養之重要性仍待被多加宣導及推廣。

表1 電信機房之歷史報表PUE計算值

各月平均PUE					
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