



政府機關辦公室 節能技術手冊

經濟部能源局 編印

目 錄

目錄.....	II
壹、前言.....	1
貳、政府機關辦公室耗能概況.....	2
2.1 政府機關用電資料統計.....	2
2.2 耗能指標.....	5
參、府機關辦公室設備介紹.....	7
3.1 能源使用概況.....	7
3.2 耗能設備使用概況.....	7
肆、節約能源措施問與答.....	11
4.1 電力系統.....	11
4.2 照明系統.....	23
4.3 空調系統.....	51
伍、節能案例.....	81
5.1 政府機關節能推廣案例介紹.....	81
5.2 政府機關辦公室節約能源措施提案.....	82
陸、政府機關辦公室節約能源措施.....	115
柒、結論.....	133
捌、參考資料.....	134
玖、編後語.....	136

壹、前言

台灣地區地狹人稠，資源缺乏，絕大多數能源仰賴進口供應，比例高達 97%。現今台灣正朝向加入 WTO 及「綠色矽島」的目標努力邁進之際，需面對國內工商持續成長、能源需求日增、國際原油價格的動盪、夏季限電及因應地球溫室效應日趨嚴重等問題。為解決以上能源需求及地球溫室效應的問題，現國際間都以積極推動節約能源為一致共識。

依經濟部能源局(以下簡稱本局)89 年能源平衡表統計，全國總消費用電共 1,719.5 億 kWh。89 年比 88 年成長約 10%【1】【2】。由台電提供的 88 年 9 月~89 年 8 月政府機關一年的用電資料統計，包括中央政府、地方政府、公營事業單位、金融機構，總電號戶數約 48,794 戶，總用電量約 71.48 億 kWh，其中中央政府與地方政府合計總用電量約 34.09 億 kWh，各分別佔 89 年全國總消費用電的 4.15% 及 1.98%【3】。在過去政府機關節能輔導案例統計顯示，若落實電力、照明、空調、事務設備等方面節能改善，平均約有 20% 之節能潛力。因此本局依全國能源會議結論，為推動節約能源政策，特擬定「政府機關辦公室節約能源措施」，率先由政府機關辦公室推動執行，祈產生示範效果，引導民間國內工商業採行，並藉此加強節約能源教育宣導，落實全民節約能源共識，以提昇能源使用效率，減少能源費用支出，提升整體國家競爭力【4】。

本局由政府機關辦公室節能現場輔導時，了解各能源管理者急需節約能源實際改善經驗、技術及未來方向的參考資料，乃委請國內節約能源推廣上有專精的專家學者，台灣科技大學電機系蕭弘清副教授及台北科技大學冷凍空調系蔡尤溪教授二位，協助執筆及蒐集實際有關的電力、照明及空調等多方面的經驗及技術資料，並配合中技社節能技術發展中心歷年的省能技術服務資料彙編成此一問一答技術手冊，提供政府機關及各界參考，而遺誤掛漏，必所難免，尚請學者先進，賜予指正為禱。

貳、政府機關耗能概況

2.1 用電資料統計

依據本局 89 年台灣能源統計年報電力消費統計【2】如下表 2.1-1，顯示 86~89 年全國總電力消費都呈現逐年成長的趨勢。89 年全國總電力消費共 1,719.5 億 kWh，89 年比 88 年成長約 10%。其中其它部門年總電力消費 179.01 億 kWh，約佔全國總電力消費之 10.41%【1】。86~89 年其它部門年消費用電共成長 10.66%，89 年較 88 年大幅成長 10.44%。而政府機關電力消費歸類在其它部門中。

表 2.1-1 全國總電力消費與其它部門消費用電量統計(86~89 年)

	電力消費	86 年	87 年	88 年	89 年
全國總消費	(仟 kWh)	137,784,000	145,713,400	156,311,100	171,950,200
逐年增減	%	-	增加 5.75%	增加 7.27%	增加 10%
其它部門	(仟 kWh)	16,177,092	16,087,050	16,208,550	17,901,171
逐年增減	%	-	減少 0.56%	增加 0.75%	增加 10.44%

註：資料來源：2000 年台灣能源平衡表(OECD)【1】

2000 年台灣能源統計年報電力消費統計表【2】

依台電提供的政府機關用電資料(高壓與低壓、表制)88 年 9 月~89 年 8 月一年之用電資料統計，如下表(2.1-2)~(2.1-4)所示，可知

1. 由表(2.1-2) 政府機關用電資料統計 (高壓與低壓、表制用電合計)

顯示總用電號戶數量約 48,794 戶，包括中央政府、地方政府、金融機構、公營事業單位，合計年總用電量約 71.48 億 kWh，約佔全國年總電力消費 1,719.50 億 kWh 的 4.15%。分佈狀況為：

(1) 中央政府機關約有 7,073 戶，年用電量 16.67 億 kWh，約佔 23.33%。

(2) 地方政府機關約有 23,353 戶，年用電量 17.42 億 kWh，約佔 24.37%。

(3) 金融機構約有 3,787 戶，年用電量 4.53 億 kWh，約佔 6.34%。

(4) 公營事業單位約有 14,581 戶，年用電量 32.86 億 kWh 約佔 45.96%。

(5) 其中中央政府與地方政府合計有 30,426 戶，年總用電量約 34.09 億 kWh 約佔 47.7%。約佔全國年總電力消費 1.98%。

2. 由表(2.1-3) 政府機關用電資料統計(高壓用電)顯示，高壓用電戶數僅 4,182 家，僅佔總用戶 48,794 戶之 8.57%，但年總用電量 58.85 億 kWh 卻高佔 82.34%。

3. 由表(2.1-4) 政府機關用電資料統計(低壓、表制用電)顯示，低壓、表制用電戶數高達 44,612 家，佔總用戶 48,794 戶之 91.43%，但年總用電量 12.62 億 kWh，卻僅佔 17.66%。

由以上統計可見政府機關四類用電戶數、電能使用量之規模。

依本局委辦中技社節能中心執行之 89 年政府機關辦公室現場節能技術輔導服務中，發覺各單位若能確實依據「政府機關辦公室節約能源措施」逐項檢討後，在電力照明、空調、事務設備等方面，平均約有 20%之節能潛力【5】。因此本局依據全國能源會議結論，推動「政府機關辦公室節約能源措施」，【4】率先由政府機關辦公室推動執行，祈產生示範效果，引導民間國內工商業採行，並藉此加強節約能源教育宣導，落實全民節約能源共識，以提升能源使用效率，減少能源費用支出，提升整體國家競爭力。

表(2.1-2) 政府機關用電資料統計(高壓與低壓、表制用電合計)

單位種類	電號戶數 (戶)	總用電量 (kWh)	佔百分比 (%)
中央政府機關	7,073	1,667,240,008	23.33
地方政府機關	23,353	1,742,101,987	24.37
金融機構	3,787	452,922,223	6.34
公營事業單位	14,581	3,285,362,157	45.96
合計	48,794	7,147,627,157	100

註：1.88年9月~89年8月一年之用電資料統計(台電資料)【3】。

2.電號戶數不等於戶數，因有些單位有多個電號。

表(2.1-3) 政府機關用電資料統計(高壓用電)

單位種類	電號戶數 (戶)	總用電量 (kWh)	佔百分比 (%)
中央政府機關	861	1,479,617,374	25.14
地方政府機關	1,638	1,236,788,355	21.01
金融機構	336	276,964,171	4.70
公營事業單位	1,302	2,891,959,428	49.13
合計	4,182	5,885,329,328	100

註：1.88年9月~89年8月一年之用電資料統計(台電資料)【3】。

2.電號戶數不等於戶數，因有些單位有多個電號。

表(2.1-4) 政府機關用電資料統計(低壓、表制用電)

單位種類	電號戶數 (戶)	總用電量 (kWh)	佔百分比 (%)
中央政府機關	6,212	187,622,634	14.86
地方政府機關	21,670	505,313,632	40.03
金融機構	3,451	175,958,052	13.93
公營事業單位	13,279	393,403,551	31.16
合計	44,612	1,262,297,829	100

註：1.88年9月~89年8月一年之用電資料統計(台電資料)【3】。

2.電號戶數不等於戶數，因有些單位有多個電號。

2.2 耗能指標

國內外分析評估建築耗能高低方法大都採用如下二種方法：

- 1.單位面積耗電量 $\text{kWh/m}^2.\text{yr}$ 值：代表各建築物的地區地理氣候環境，建築外殼耗能、耗能設備系統運轉效率高低、建物面積大小(m^2)、停車場大小、人數及運轉時間長短(時/年)等的整體性綜合指標。
- 2.單位面積年耗電 W/m^2 值：代表各建築物的地區地理氣候環境，建築外殼耗能、耗能設備系統運轉效率高低、建物面積大小(m^2)、停車場大小、人數等，但不論運轉時間長短(時/年)的整體性綜合指標。

我台灣地區政府機關辦公室耗能指標 $\text{kWh/m}^2.\text{yr}$ 與日本比較如下：

- 1.台灣地區：經彙整 89 年行政院暨所屬機關、縣市政府(含直轄市)、經濟部暨所屬單位 79 家之執行機關的「政府機關辦公室節能措施目標表」填報資料統計，耗能指標平均值為 $137\text{kWh/m}^2.\text{yr}$ 、 62.1W/m^2 。
【6】。(註：一般取樣不分建築規模大小，樣本數越多，耗能指標平均值為 $\text{kWh/m}^2.\text{yr}$ 越小。)
- 2.日本：若以日本省能中心於 1997 年及 1998 年建築省能診斷調查【7】
【8】統計資料，如下表(2.2-1)所示，1998 年日本廳舍(七家)及 A 型廳舍(為縣政府及都市型辦公室)單位面積年耗電量平均值分別為 $108\text{kWh/m}^2.\text{yr}$ 及 $148\text{kWh/m}^2.\text{yr}$ ，兩者平均 $128\text{kWh/m}^2.\text{yr}$ ，代表日本政府機關辦公室的單位面積年耗電量 $\text{kWh/m}^2.\text{yr}$ 值。

經以上比較顯示我國台灣地區政府機關單位面積耗電量平均 $137\text{kWh/m}^2.\text{yr}$ 值比日本平均 $128\text{kWh/m}^2.\text{yr}$ 僅略高 7%。雖然我國台灣地區與日本地理位置、氣候冷暖及建物面積大小、停車場大小、取樣家數等諸多條件有些不同，不能做 $\text{kWh/m}^2.\text{yr}$ 絕對比較，但仍可做為我國台灣地區節能自我檢討及加強努力之目標。

表(2.2-1)我國與日本政府機關辦公室單位面積耗電量(kWh/m².yr)值比較

比較項目	單位面積耗電量 kWh/m ² .yr		單位面積耗電 W/m ²	
	範圍值	平均值	範圍值	平均值
1999年台灣能源查核政府機關(29家)	27.3~568.8 kWh/m ² .yr	139.6 kWh/m ² .yr	10.70~145.6 W/m ²	52.2 W/m ²
2000年行政院所屬機關(79家)	10.89~389.7 kWh/m ² .yr	137.1 kWh/m ² .yr	5.8~327.7 W/m ²	62.1 W/m ²
1998年日本廳舍(7家)	190~390Mcal/m ² .yr 換算 77~159 kWh/m ² .yr 註：其中電力 70~140 kWh/m ² .yr 佔總能源消耗 87.3%	265 Mcal/m ² .yr 換算 108.16 kWh/m ² .yr 註：其中電力 92.8 kWh/m ² .yr 佔總能源消耗 87.3%		
1998年日本A型廳舍(7家)(縣府及都市型廳舍)	290~390 Mcal/m ² .yr 換算 118~159 kWh/m ² .yr	363 Mcal/m ² .yr 換算 148 kWh/m ² .yr		
1998年日本B型廳舍(7家)(鄉鎮型)	190~290 Mcal/m ² .yr 換算 77~118 kWh/m ² .yr	232 Mcal/m ² .yr 換算 94.7 kWh/m ² .yr		
1997年日本廳舍10家	140~410 Mcal/m ² .yr 換算 57.14~167.34kWh/m ² .yr	293 Mcal/m ² .yr 換算 119.59kWh/m ² .yr		

註：1.日本以 1kWh=2,450kcal 換算。

2.參考日本省能中心「建築省能 1998 年診斷調查」統計資料【7】

3.參考日本省能中心能源使用合理化成本節減(1997 年)【8】

參、政府機關辦公室設備介紹

3.1 能源使用概況

以國內某部級單位的政府機關辦公大樓為例，其建築為 RC 結構，其使用樓層共 11 層，為地上八層、地下一層，總樓地板面積 19,000m²、(約 5,758 坪)。其能源使用以電力為主。目前用電契約容量訂定為 1,100kW，全年最高尖峰需量為 1,148kW，最高離峰需量為 676kW，平均功因約 95%，全年合計總用電量 2,894,000kWh，尖峰用電量 2,414,000 kWh(占 83.41%)，全年離峰用電量 480,000 kWh(占 16.59%)，總電費 764 萬元，平均電價 2.64 元/kWh。單位面積耗能指標為 60.42W/m²、152.31kWh/m².yr。

3.2 耗能設備使用概況

其整棟建築物供電系統及主要耗能設備概況，大致描述如下：

(一)電力系統：

1. 台電供電電壓 22.8kV，電力變壓器合計總容量 2,500kVA，設備各使用電壓為空調 440V、照明插座用 208~120V、動力 220V。
2. 設備容量共 1,965kW，電力 1,219.5kW(佔 62.03%)、電熱 175.5kW(8.92%)、電燈 570.7kW(佔 29.03%)，以全年最高尖峰需量為 1,148kW 計，需量因數為 58.42%。
3. 採高低壓進相電容器改善功因至 95%。
4. 備有一台 225kW 之緊急發電機，以應付臨時停電的電力需求。

(二)空調系統：

1. 使用 80RT×1 台、100RT×2 台往復式主機及 150RT×2 台離心式冰水主機，冷媒分別為 R-22 及 R-123。全年開機運轉狀況為冬天開一台 80RT 冰水主機、春、秋季開一台 150RT 或 100RT 冰水主機，夏季開五台冰水主機，每日開機時數約 10 小時。
2. 冰水泵五台(8HP×5、10HP×1) 冷卻水泵 3 台(30HP×3)、區域水泵 3

台(30HP×2、25HP×1)、冰水管路採二通閥控制。

3. 圓型冷卻水塔共有三台，分別為 350RT、150RT、150RT 共 650RT。

4. 空氣側新大樓使用 FCU 小型冷風機、及舊大樓 AHU 空調箱，無設溫控。其餘窗型機或箱型機空調，僅在加班獨立使用。

(三)照明系統：

辦公室及走道、停車場照明燈具，採用 40W、30W、20W 之傳統式安定器型日光燈為主，壁畫及局部照明採用 60W 白熾燈與 50W 鹵素燈，屋外照明採用 300W 高壓水銀燈及 500W 複金屬燈為主。以上照明使用時間為 2,340 小時/年。

(四)公用設備：

1. 電梯系統設有五台 7.5kW 電梯，連動自動操作運轉。
2. 給水泵、污水泵則以液位自動控制運轉。
3. 停車場抽排風機以人為控制。

(五)其它設備：事務機器包括電腦、影印機、傳真機、飲水機、烘手機等。

以上大樓面積、人數、能源使用狀況，主要各空調、照明、公用及其它設備耗能規格kW、台數數量及所佔百分比%的統計，可參考下表3.2-1 政府機關辦公室節約能源目標表之填報(範例)內容，了解整體全貌【4】。其中主要各設備耗能規格kW統計及所佔百分比%為空調(52.29%)、照明(17.95%)、公用設備(6.7%)及其它設備(19%)。可見辦公室耗電設備以空調、照明為主，而電腦終端機快速成長已佔其它設備中之44.65%，值得重視。

表3.2-1 政府機關辦公室節約能源設備目標表(範例)

機關名稱：

所屬單位數：

項 目	當年實績(89年)	統計	佔百分比 %	佔百分比 %
1.辦公室樓地板面積(平方公尺)	19,000			
2.辦公室人員總數(人)	759			
3.契約容量(瓩)	1,100			
4.全年最高尖峰/離峰需量(瓩)	1148/996			
5.功率因數(%)	95			
6.總用電度數(度/年)(尖峰+離峰)	2,848,000			
7.總電費(萬元/年)	752.2			
8.總用油量(公秉/年)柴油/汽油	7.77/61.25			
9.總油費(萬元/年) 柴油/汽油	10.9/118			
10.主要用電設備(總計)		1716kW	100%	
(1)空調設備	規格與數量	966kW	56.29%	100%
窗型及分離式冷氣機(台)	1~2.5RT×66	192kW		19.88%
箱型冷氣機(台)	20RT×2+7.5RT×2	58kW		6.00%
中央空調主機(台)	往復機80RT×1+100RT×2 離心機150RT×2	450kW		46.58
冰水泵(台)	8HP×5+10HP×1	37kW		3.84%
區域冰水泵(台)	30HP×2+25HP×1	63kW		6.52%
冷卻水泵(台)	30HP×3	67Kw		6.93%
冷卻水塔(台)	350RT×1(10HP×1) +200RT×2(7.5HP×2)	19kW		1.97%
小型冷風機及AHU空調箱	--	80kW		8.28%
(2)照明設備	規格與數量	308kW	17.95%	100%
電燈泡及鹵素燈(只)	電燈泡60W×202	12kW		3.90%
日光燈管(具)	40W×1×91 + 40W×2×1191 + 40W×3×521 + 40W×4×282 30W×2×16 20W×4×430 + 20W×3×29 + 20W×2×6 + 20W×1×73	291kW		94.48%
省電燈泡(具)	16W×20	0.3kW		0.10%
高壓鈉氣燈(具)	500W×7	3.5kW		1.14%
高壓水銀燈(具)	300W×3	0.9kW		0.30%
複金屬燈(具)	0			0
(3)公用設備	規格與數量	115kW	6.7%	100%
電梯(台)	7.5kW×5	37.5kW		32.60%
給水及污水泵(台)	11.19kW×1+3.73×6	33.57kW		29.19%
其他(鍋爐...)(台)	0	0		0
抽風機	250kW×59+7.5kW×4	44kW		38.26%
(4)其他設備	規格與數量	327kW	19.06%	100%
電腦終端機(台)	250W×585	146kW		44.65%

影印機(台)	1.5kW×24	36kW		11.01%
飲水機(台)	1kW×73+6kW×12+	145kW		44.34%
11.公務車數(輛)	大客車40人座×1+小客車5人座×1+中型客車8人座×1			
12.節能目標(請填至小數點後二位)	當年用量			
(1)用電量(度/人)	3752			
(度/平方公尺)	150			
(2)用油量(公升/人)	90.93			
(公升/公里)	0.2			
備註：				

機關印信：

填表人：

電話：

日期： 年 月 日

肆、節約能源措施問與答

4.1 電力系統

電力系統規劃設計的好壞與供電後的調整，都將影響未來供電品質，也對未來設備運轉是否節能產生決定性之因素。因此針對節能有關之配電系統規劃、配電站位置環境、變壓器負載大小與溫升管理、合理供電電壓與設備使用電壓、線路長短壓降、尖峰用電管理、功因改善、諧波改善等。介紹如下：

(一)配電系統如何規劃？

1. 辦公大樓的配電系統都為高壓供電，電壓等級有 11.4kV 或 22.8kV，(台北市地區已全面改為 22.8KV 供電系統)；而二次側的電壓等級有 110V、120V、208V、220V、277V、380V、440V、480V 或 3.3kV 等，依設備使用電壓規格供應。台電建議二次側供電應以 380/220V 為主。
2. 變壓器的種類有浸油式變壓器、模鑄乾式變壓器及非晶質鐵心變壓器。為提高變壓器運轉效率，應選用高效率變壓器(模鑄乾式及非晶質鐵心式)及控制變壓器溫升，是減少銅、鐵損之必要考量。
3. 操控用高壓開關方式有油斷開關(OCB)、真空斷路開關(VCB)、氣斷開關(GCB)及少數用電磁斷路開關(MBB)。大型低壓開關多用空氣斷開關 ACB，小型的則用無熔絲開關 NFB。
4. 新設計之電力系統大多能監控各配電箱之用電狀況，如：電壓、電流、功率因數、kW、kWh、kVAR 等電力參數，尚具演算做圖表之功能，能監視並繪製出日尖峰負載之曲線變化，以供判斷何時是用電最高負載，並裝置尖峰負載監視警報，當負載超過第一段警報點，便開始注意，在超過第二段警報時，立即切斷次要負載，甚至

將空調主機降載，使尖峰需量不要超過契約容量，減少超約罰款，若新設大樓採用儲冰式空調系統就沒有這個問題了。

5. 功因改善以往都僅裝設高壓進相電容器，固定投入量來改善功因，而目前新設或改善者都已改為裝置低壓進相電容器，以減少低壓線路功因落後損失，其控制方式都採用自動功因調整器(APFR)，將功因調整至 99~100%合理值。(註：若採進相電容器並聯馬達側功因改善僅可改善至 95%，以免產生不良影響。)

(二)如何決定機電設備安裝之位置？

1. 避開濕度高、通風不良的場所。
2. 避開爆裂物及易燃物儲藏地附近。
3. 避開腐蝕性氣體及多塵埃的地方。
4. 避開潮濕及浸水的地方。
5. 避開震動激烈的地方。
6. 選擇地盤強固的地方。
7. 機器搬進及搬出便利的地方。

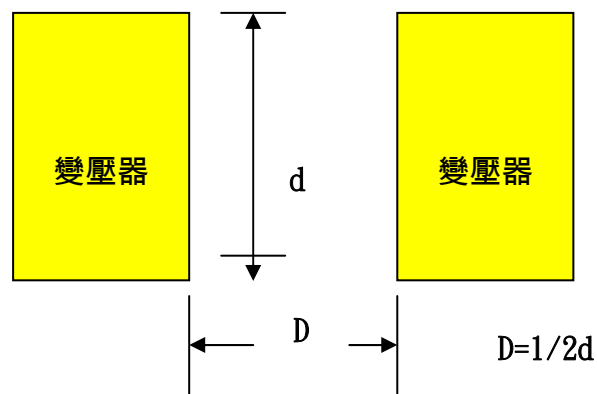
一般而言，高層建築物皆有地下樓層，地面以下之樓層具有較好之結構穩定性。一般情況下，機電設施都是放置在地下樓層，但並非永遠如此，例如：柴油發電機之散熱、煙囪排放的污染及噪音問題，頂樓及其它中間樓層皆有可能是最佳位置，可減少配線損失及增加通風散熱冷卻之耗電。

(三)變壓器應如何配置？

變壓器有裝在屋外，也有裝在屋內者。裝在屋內時，必須充分考慮到通風問題，因通風不良將導致採用強迫冷卻或輸出之降低，如此

將產生浪費電力或設備不能完全發揮功能等問題。

若想把數台變壓器並排時，即會發生間隔大小問題。一般而言，自冷變壓器係以對流與輻射作用把熱量向四週擴散，其中對流佔大部份，因此變壓器相臨太接近時，其熱輻射面則可能重疊，而妨礙散熱效果。如果想不致相互干擾，即應按下圖 4.1-1 變壓器之間隔所示，並排裝設。



註：1.小容量變壓器(油浸自冷式、密封型乾式自冷式) $D > 1/2d$ 。

2.中容量變壓器(附有散熱器油浸自冷式、包括小容量之通風型乾式自冷式)

則 D 的距離應增加到維修時工作人員可通行之間隔。

圖 4.1-1 變壓器之間隔

(四)變壓器之通風孔應如何配置？

原則上空氣的進出口應互設在室內的相對側，使室內之空氣不致停滯，至於通風孔位置是否適中，可參照圖 4.1-2 變壓器之通風孔之配置所示。

決定通風孔位置之條件是：

1. 風向常為一定時，排氣口應放在反面。
2. 吸氣口避免放在大型發熱體之附近，應設在溫度低之方向。

3. 為避免塵埃、濕氣及腐蝕性瓦斯之侵入，應先調查鄰近地區建築物之排煙、瓦斯及飛塵等情況，若有侵襲之可能，應謀對策解決。
4. 如吸排氣口有噪音問題時，應變更位置或採取防噪音對策。
5. 注意颱風時，大量之雨水是否會從吸排氣口流入。至於通風口之大小，可由下式求得之

$$\text{通風口面積：} F = K W / \sqrt{H} \quad (\text{m}^2)$$

W：室內變壓器總損失(kW)

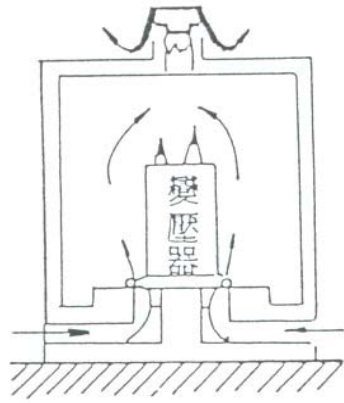
H：變壓器與排氣口高度之差(m)

K：實驗常數(一般在 0.2~0.25)

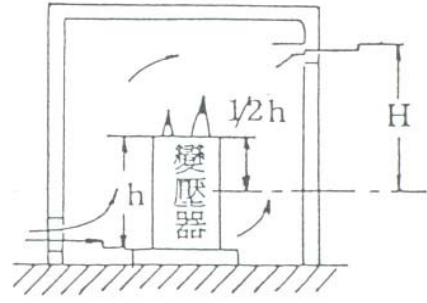
在自然通風條件下，如無法達到充分冷卻效果時，應另設換氣裝置，當吸氣口與排氣口之溫差為 10°C 時，其風量應達到下式之程度。

$$\text{風量 } V = 0.1W \quad (\text{m}^3/\text{S})$$

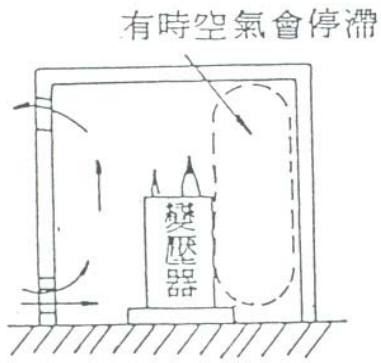
W：室內之變壓器總損失(kW)



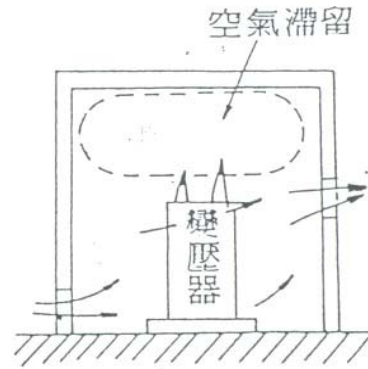
(a)最佳



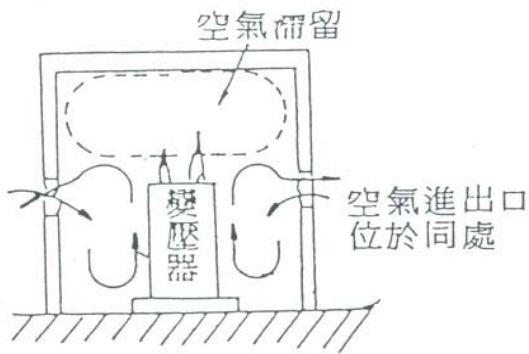
(b)佳



(c)稍差



(d)不良



(d)不良

圖 4.1-2 變壓器之通風孔之配置

(五)電力系統節約能源管理上有那些重點需要檢討？

1. 契約容量是否合理？

契約容量的訂定是以全年所繳的基本電費及超約罰款之總和最低為合理值，因此一般來說在夏季尖峰用電需量超約用電 4 個月份(不要太多約 10%以內)被罰一些款，但其它月份尖峰用電需量是低於契約容量的，如此算起來是比較經濟的，用戶若需了解本身契約容量訂定是否合理？可洽綠基會節約能源中心網站(WWW.ECCT.ORG.TW)以進行進一步分析。

2. 尖峰需量是否合理？

由電費單尖峰需量值與平時抄錶值比較，尖峰需量若為不正常或偶而產生，則應裝設尖峰需量控制器，可短暫停機之負載如：多台式冰水主機、箱型機、停車場抽排風扇等，以抑制尖峰需量，減少超約罰款及基本電費支出。

3. 功率因數是否合理？

台電電價表規定，用戶每月用電之平均功率因數不及百分之八十時，每低於百分之一，該月份電費應增加千分之三；超過百分之八十時，每超過百分之一，該月份電費應減少千分之一.五

一般大樓的配電設計，都設有調整功率因數用之高壓或低壓進相電容器，較新之設計都在低壓側總電源配電箱，採用自動功因調整器(APFR)，控制低壓進相電容器自動投入或切離，其乃利用電流與電壓做比較，按設定之 C/K 值來控制，功率因數值一般設定在 99% 左右，利用分段分組的電磁開關及低壓電容器做投入及跳脫之動作，以保持功率因數在 99%，以獲得電費之功因折扣及減少低壓線路功因落後損失。而要注意的是：

- (1) 不要使功率因數超前，此舉會造成低壓側電壓升高，造成電器較易損壞。
- (2) 至於電容器最佳的裝設位置應在電感性負載設備的控制負載側，隨負載之使用而投入或切離。(註：採進相電容器並聯馬達側功因改善僅可改善至 95%，以免產生不良影響)。
- (3) 低壓電容器選用時，應注意額定電壓須大於實際使用電壓。
- (4) 確認電容器裝設位置及合理的電容器量，以避免投資浪費。

如此才是最有效的改善功率因數方法，改善方法可見圖 4.1-3 功因改善電容器裝置方法。

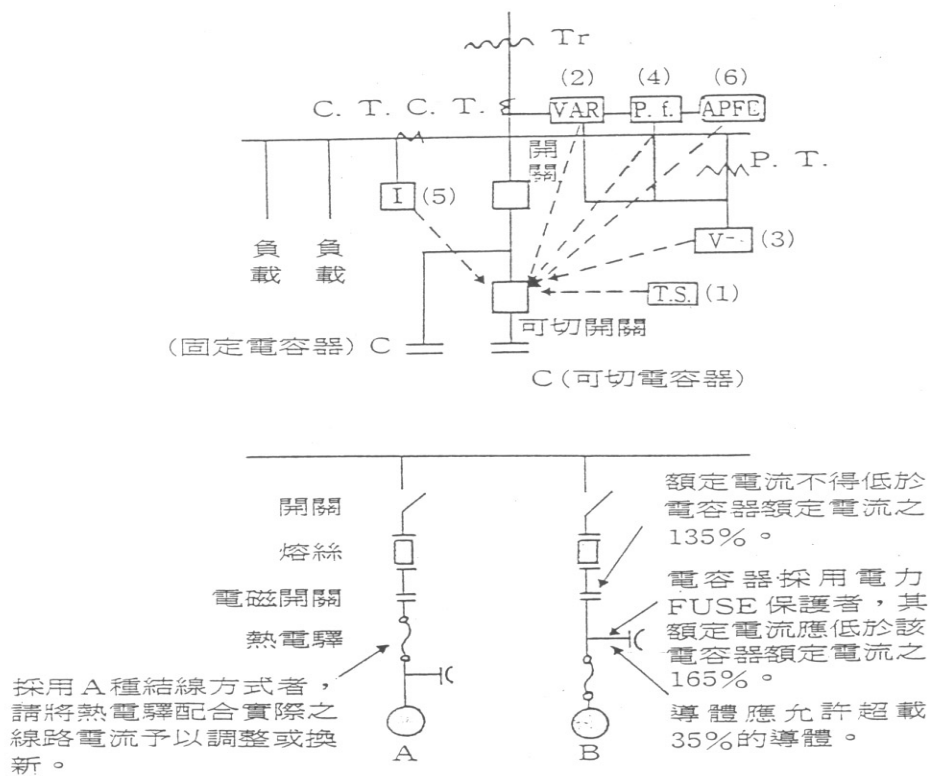


圖 4.1-3 功因改善電容器裝置方法

4. 變壓器負載率是否合理？

變壓器滿載銅損與鐵損之比等於 3，而負載率為 57.7% 時，其運轉效率最高，因此負載率維持在 50~65% 之間，運轉效率最高。

故應測量照明變壓器的三相電流及瓦特值，若負載率偏低，則應採合併供電方式調整，減少變壓器無載損失，(見表 4.1-1 三相電力用變壓器，知 3 ϕ 300kVA 變壓器無載損失約 1,100W)及變壓器三相各照明負載分佈是否平衡，電流不平衡時，將會產生線路不平衡損失。

有些大樓的配電系統裝置容量過大，當各迴路的負載都很低時，各單獨變壓器的”鐵損”加”銅損”就比較多。此時宜用合併負載方式，也就是切掉一迴路，而此迴路的負載經由 TIE(連結)開關併到另一迴路，如此一來就可減少低負載變壓器的損失。

表 4.1-1 三相電力用變壓器

容量 kVA	鐵損 W		銅損 W		效率(%)		阻抗電壓 IZ%
	12kV	24kv	12kV	24kV	12kV	24kV	
50	310	320	750	1000	97.92	97.43	3.0
75	440	450	1170	1350	98.00	97.66	3.0
100	500	500	1560	1710	97.98	97.84	3.0
150	700	720	2000	2200	98.23	98.09	3.0
200	800	890	2680	2780	98.29	98.20	3.0
250	890	890	3310	3510	98.35	98.27	3.0
300	1100	1130	3930	4050	98.35	98.30	3.0
400	1420	1460	4930	5380	98.44	98.32	3.0
500	1500	1500	6100	6700	98.50	98.38	3.0
600	1560	1700	7200	7560	98.56	98.48	3.0
750	1620	1700	9180	9450	98.58	98.53	5.0
1000	2000	2280	11200	11500	98.70	98.64	5.0
1250	2400	2580	14320	14600	98.68	98.64	5.0
1500	3200	3200	16500	17300	98.70	98.65	5.0
2000	3600	3960	21720	22000	98.75	98.72	5.0
2500	3850	4480	25500	26800	98.83	98.76	6.0

註:1.上表為國內製造廠商標準 2.線圈溫昇 65°C5

5. 變壓器溫昇限度之決定？

一般安裝溫度計處與最熱點油溫差 10°C，運轉 OA 變壓器之最高溫度計測試溫度為 65°C 以下為宜。各類變壓器繞組溫度上昇限度 °C，見表 4.1-2 所示。

表 4.1-2 變壓器繞組溫度上昇限度°C

項目	機器部位	溫度測定法	A 種絕緣	B 種絕緣
1	乾式自冷式繞組	溫度計法	50	70
		電阻法	55	75
2	乾式自冷式繞組	電阻法	55	75
3	油入自冷式繞組	電阻法	55	-
	油入風冷式繞組			
	油入水冷式繞組			
4	送油水冷式繞組	電阻法	60	-
	送油風冷式繞組			
5	油	溫度計法	50	50

6. 變壓器溫升採用空調冷卻方式需多少冷凍噸 RT？一年耗電多少？

見前表 4.1-1 三相電力用變壓器，以 12kV，1,000kVA 變壓器為例，滿載銅損 = 11.2kW，鐵損 = 2kW，總損失 = 13.2kW。

一般變壓器溫升採用空調冷卻方式需多少冷凍噸 RT，以總損失 13.2kW，乘上 1.2 係數，換算冷凍噸。

冷凍噸 = 總損失 13.2kW × 860kcal/kWh ÷ 3,024kcal/RTh × 1.2 = 4.5RT。

運轉電費 = 4.5RT × 1kW/RT × 8,760H/年 × 0.6 × 2.6 元/kWh = 61,495 元/年、23,652kWh/年。

目前乾式或油式變壓器普遍採用空調冷卻方式，一般箱型空調系統，提高室溫設定 1°C 可省能 6%，因此加強變壓器溫升管理，設定合理變電室內冷房溫度，以減少空調耗電是值得重視。

7. 以既有冷風管路冷卻變壓器之經濟運轉方式？

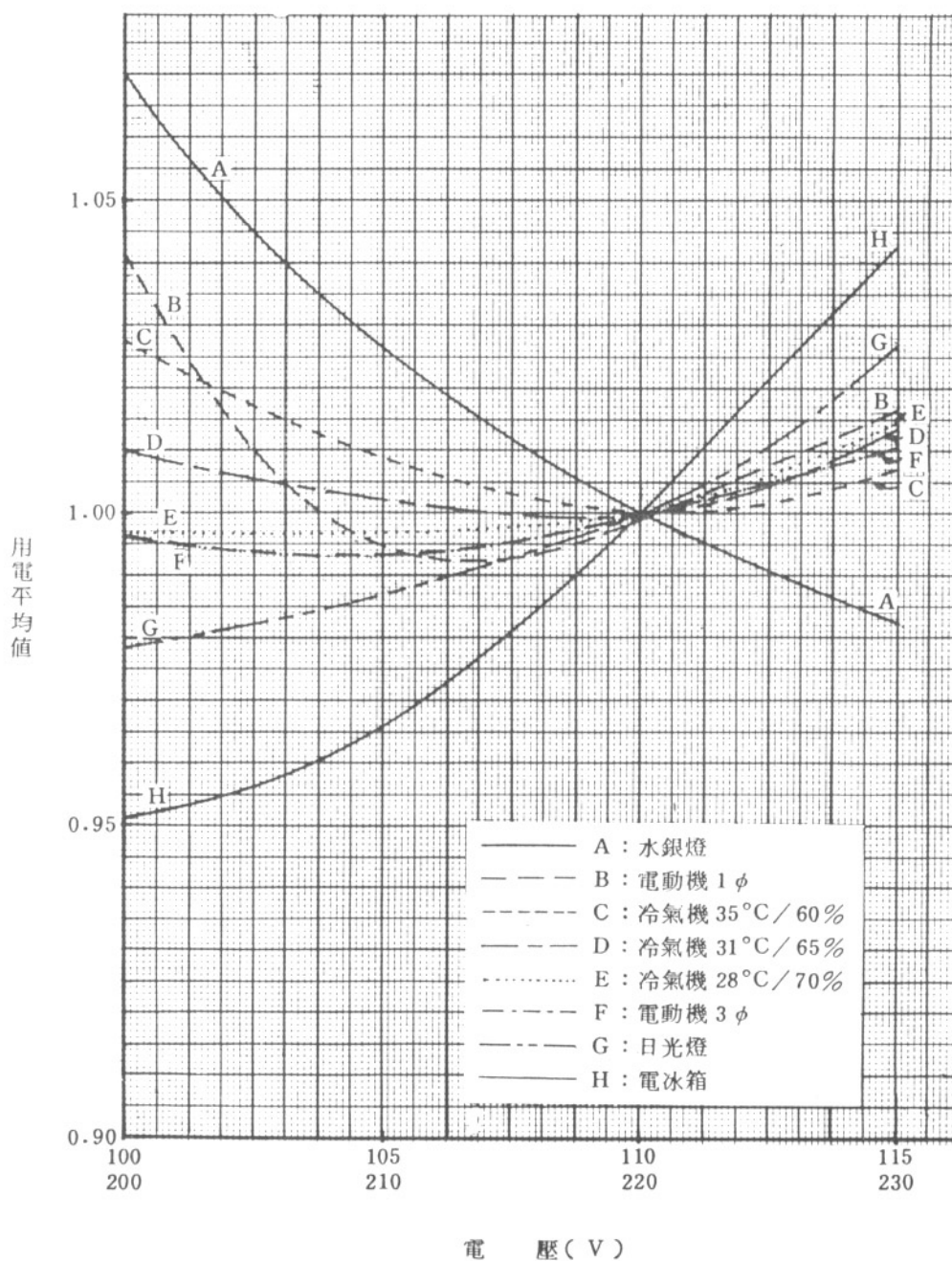
在變電室中有空調設備，可就近加以引用，為降低油溫至 45°C，則需降低周溫 25°C，如此空調設備需耗費大量電力，故如何省能節省能源，使變壓器在最高容許油溫下運轉，而不減低使用壽命乃最為經濟運轉方式。因此變壓器之最高容許油溫為 65°C，可利用溫度電驛，該電驛設定在 65°C 時 OFF，60°C 時 ON，來控制空調風道開口之開放或關閉，以節省中央空調設備之電力損失，並保持每日 9：00~21：00 時間內油溫不會超出 65°C，而減少變壓器使用壽命。

8. 供電電壓與壓降是否合理？

依我國屋內線路裝置規則第九條要求，「供應電燈、電力、電熱或該等混合負載之低壓分路，其壓降不得超過該分路標稱電壓之 3%，分路前尚有幹線者，幹線壓降不得超過 2%。」(幹線 < 2% + 分路 < 3% = < 5%)。為節約能源起見，宜將線路壓降控制在 3% 以內(幹線 < 1%，分路 < 2%)。如：良好照明系統電壓管理目標值為：電壓值為額定的±6%；頻率值為額定的±5%，見表 4.1-3 電壓變動率標準。而一般電壓變動率對各機器之影響見圖 4.1-4 所示：【9】如日光燈額定電壓 220V，供電電壓降至 210V，耗電將降低 1.5%。

表 4.1-3 電壓變動率標準

機 器	容許電壓變動	備 註
交流發電機 同步調相機	±5%	於額定頻率及功率因數下。
交流電動機	±10%	如電壓、頻率同時變動時，應在電壓±10%，頻率±5%範圍內，而且其二種變動%之絕對值之和應在 10% 以下。
變 壓 器	±5%	於額定頻率及功率因數下。
電 容 器	±10%	於額定頻率下。
日 光 燈	±6%	
白 熾 燈	±6%	



註：資料來源節約能源技術手冊(EC-031)，第 201 頁。【9】

圖 4.1-4 電壓降對各用電設備之影響圖

9.諧波對配電系統會造成什麼影響？

由於非線性負載在正常運轉下會產生諧波電流，並經由不同途徑進入配電系統，對系統及用戶造成各種諧波效應，包括：

- (1) 引起配電系統並聯共振或接近並聯共振，產生諧波過電壓，破壞電力設備之絕緣特性，同時也增加了變壓器、導體及開關之電力損失。
- (2) 引起電容器過壓或過載，導致電容器燒毀或故障，甚至引起電器火災。
- (3) 導致電壓畸變，影響保護電驛、儀錶及控制設備的正常運轉。
- (4) 導致電動機產生消耗諧波電力，引起額外溫升與振動，進而降低交流馬達之效率與增加損失。
- (5) 當電力線接近通信線路時，會影響到電話干擾之基準。
- (6) 日光燈與水銀燈之安定器，有時裝有電容器，因安定器之電感與電容器造成共振電路而燒毀燈具。

10.如何改善諧波對配電系統造成之影響？

可選用高額定電壓一級之電容器或加大設備容量改善，或採用裝設被動式或主動式濾波器改善即可。

4.2 照明系統

照明耗電佔建築耗能相當大比例，而評定照明好壞講求的是節能與品質並重。因此針對建築照明耗能、辦公室照明設計考量點、光源照明燈具選用準則、照明控制方法、保養維護方法、照明配電系統規劃考量點、國外照明省能方法、美國建築照明節能設計方面之規定等。介紹如下：

(一) 照明耗能與發展概況？

科技的進步與民生經濟的發展，帶來舒適而更便利的生活，推陳出新的各類型家電產品與用電設備，使得電力需求不斷增加，尤其在都會地區新建築物不斷的興建，既有建築物也逐年擴充與增設用電設備，概稱的照明與插座用電已逐漸增加電力負載的比重。世界各主要工業國的照明用電比例都在 10% 至 25% 之間，已成為僅次於冷氣空調的電力負載，如表 4.2-1 表 4.2-2 所示。因此有效提高用電設備的能源使用效率，並節約而合理的用電，已成為全球性的共同問題，而照明設備的高效率及節能要求，也成為未來廿一世紀的指標。

表 4.2-1. 各行業照明用電佔最高需量之平均比 (%)

行業別	辦公大樓	觀光旅館	醫院	百貨公司	學校	合計平均%
調查家數(家)	47	34	31	24	6	
照明耗電(%)	27.9	28.5	29.4	47	22.55	31.07

表 4.2-2 各行業建築物耗能設備平均用電能量 (kWh) 比 (%)

行業別	辦公大樓(%)	觀光旅館(%)	醫院(%)	百貨業(%)
照明及插座	43.66	11	11	47
空調系統	48.00	29	36	38
通風換氣	2.40	14	16	5
電梯及其他設備	5.30	27	37	8
給排水馬達	0.60	19		2

林立於現代化都市中的機關辦公大樓已成為都市現代化的指標，而其用電設備涵蓋甚廣，但照明則是機關辦公大樓影響上班的氣氛與作業活力的關鍵，甚至於夜間的大樓景觀照明也成為共同營造城市夜景景觀的要角，此在台北市、高雄市、北京、上海、東京、紐約等無不如是。辦公大樓上班工作時間長，因此大樓之照明規劃除應考慮節約能源外，尤應注意照明品質的舒適性，以提高工作效率。選用省電照明燈具，利用有效率的照明設計方法及控制系統，均可避免浪費能源。但正確的使用照明習慣及維修週期，及定期做好燈具的維護，才更是保持舒適的照明環境的重點。從設計之始，舒適而高效率光源的選用、低眩光燈具的選用與安裝、高效率不閃爍電子安定器的選用、開關迴路的設計、日光的採光設計及自動調光控制等等，均攸關整體照明的品質。老舊燈管、燈具、安定器的汰舊換新與最佳更換週期，則影響到經濟面與能源效益的高低。而清潔維護工作的重要性與工作安全，更是未來週期性不可或缺與疏忽的重要工作。

由 2000-2001 年的德國與美國在內的全球各地照明展覽會觀察，結合電子安定與光源體的高效能照明設備，提高發光效率及光源的使用壽命，並朝高演色性的光源發展；整體空間配光改進燈具的設計，兼顧配光與眩光防制的優良辦公室照明設備已是世界照明工程主流；而燈光控制、天然採光與節能觀念的配合則已進入建築設計與電子微電腦控制的整體照明系統規劃中，因此在缺乏自主能源的台灣地區，合理而高效率的照明品質應是兼顧環保與節能的必須策略。

(二) 政府機關辦公大樓綠色照明設計與照明品質考量點？

政府機關辦公的室內作業特性以辦公室的桌面作業為主，舉凡一般文字書寫、電腦文書作業、會議諮詢、公務洽商等等，長時間行政

文書作業活動，需要有良好的照明環境以保護視力健康及提昇工作效率。日本視覺學者大山正曾做過試驗證實人員在光線適度的情況下，較易提昇閱讀書寫、工作的慾望與效率；相反地，在微弱散亂的光線下，精神無法集中，令人坐立難安，並顯出容易疲勞的現象。

就生理方面而言，(1)不良的照明環境易造成眼睛的疲倦與近視；(2)不良的照明環境會造成其他生理的疾病，比如會引起頭痛、身體不適、暈眩...等。

就心理方面而言，(1)不良的照明環境易造成疲倦，改善辦公場所的照明條件與品質，可使上班族感到神清氣爽，心情愉快；(2)不良的照明環境如光線昏暗或刺眼皆會造成心理不適與缺乏安全感，直接影響工作表現與企業競爭力。所以營造一個優良的工作環境，使光線充足且柔和，可令人精神奕奕，而能提高工作效率與企業形象。

綜合前述的建議，優良的照明品質，基本上應包括：

- (1)充足而舒適照度與配光均勻的要求
- (2)眩光防制水準的特殊要求
- (3)光線穩定度與發光閃爍的考慮
- (4)合理節約能源與電費的支出

而在上述的四項重要照明品質的因素中，其定義與相關的建議規範分述如下。【10】。

1. 光源的品質

影響光源品質有兩大因素，此即光的顏色(簡稱光色或色溫度)，及光對物體顏色的傳真度(稱為演色性)，其關係到空間及工作場所的氣氛與情境效果。

- (1)光色 (色溫度 K)：光色影響了使用場所的氣氛，故應隨照度高低而適當地變化。一般而言，色溫低於 5,000K 者為暖色系，反

之色溫高於 5,500K 為冷色系。台灣為亞熱帶氣候，照度也提高至 500 至 750 Lux 以上，因此宜選擇色溫 5,500K 為宜。若選擇暖色系色溫 5,000K 以下者，有燥熱之感覺，需降低冷氣溫度克服，也因而較為耗電。

(2) 演色性：演色性是光源對於物體顏色顯現程度，以白熾燈泡的連續光譜分布較接近自然陽光的分布而作為比較的基準，其他光源對於同一物體不同顏色的表現傳真度，經加權平均所計算得出者稱為為相對演色性評價係數(Ra)，並以白熾燈作為(100%)，所以選用 Ra 值愈高的光源，對於色彩的表現愈真實，但價格也愈貴，機關辦公大樓位營造和諧的工作氣氛，並兼及世界照明工程潮流，以 Ra 在 80 以上為佳。一般以功能區別，室內 Ra=85 以上、室外 Ra=70 以下，可以降低投資費用，達到省電及高品質照明的雙重目標。

2. 照度(Illumination)

物體或被照面上被光源照射所呈現的光亮程度，稱為照度。單位為每平方米上的平均流明數(lumen/m²)，簡稱為勒克斯(Lux)或米燭光。被照面的照度越高，則越容易辨識環境與幫助閱讀。依照工作需求所需的最低照度，可參照國家標準(CNS12112)或國際的的照度基準。但依據歐美及日本相關照明學會的研究心得與建議，讀書寫字最舒適的照度為 1000-2000 Lux；如果難以達到此最舒適照度，則要長時間維持眼睛不疲勞的最低要求應有 500 Lux 以上。因此機關辦公大樓的大面積公共場所室內照明應以 500 Lux 的基準來設計，以減少個別檯燈的使用；而個人辦公室內則可約略降低室內照度基準至 300 Lux，但以桌上型檯燈來補強閱讀與寫字照明，通常以目前的 18-27W 的省電螢光燈管檯燈，距離桌面 40 公分的高度所投

射道桌面的照度約在 1200 Lux 上下，可減少大面積的照明用電，卻產生最舒適的閱讀照明環境。

3. 配光均勻度(Uniformity)

室內照明除了照度要充分之外，光線的分佈均勻也很重要，稱之為配光均勻度。光線分佈越均勻，視覺的感受越舒適，越不會造成眼睛的疲勞。照度均勻度有三種定義方式：(1)室內最低照度除以平均照度；(2)室內最低照度除以最高照度；(3)室內平均照度除以最高照度。配光均勻度越接近 1.0 越好，在德、日等先進國家要求大面積內之配光均勻度應能達到 0.3 以上；而以達到 0.8 以上為最佳：

$$\text{照度均勻度} = \frac{\text{最低照度}}{\text{平均照度}} \geq 0.30 \sim 0.80$$

4. 輝度

輝度係指光源體在某一方向上，每單位投影面積所發出的光度，單位為 cd/m^2 。輝度是用來評估光源或發光點之光亮與刺眼程度，光度越高的光源產生的輝度也越高，眼睛感覺越刺眼。因此，輝度是用來評估發光體對眼睛之刺激程度，發光體的發光面積相同時，光度越高之光源，其產生輝度也越高，眼睛感覺越刺眼，100W 的白熾燈遠比 20W 的燈泡刺眼；而發光強度相同之光源，注視該光源時之投影面積越小者，其刺眼輝度也越高。例如注視清光玻璃白熾燈泡時，僅看到鎢絲，面積小而極為刺眼與難受；如外表改為磨砂玻璃，等於加大面積，感覺就較為舒服；但若再裝上燈罩，則輝度更低，因此輝度是用來評估發光體對眼睛之刺激程度。

辦公場所中，以螢光燈具最符合高效率及節約能源的效果，目前新建大樓採輕鋼架吊掛嵌入式螢光燈具居多，而舊有辦公場所則以吊掛型開放燈具或吸頂燈為主，近來由於加裝高反射率的反射板

來增加照度，不加防眩格板時，裸露燈管與燈具輝度約在 $6,000 \text{ cd/m}^2$ 上下，如果加裝高反射係數之鏡面鋁板，則輝度增高到 $8,000 \text{ cd/m}^2$ ，然而以辦公場所來說，視野範圍內的最強光點的輝度，不宜超過 $2,000 \text{ cd/m}^2$ ；但若加裝 24° 防眩格板，則輝度剩下 $1,000 \text{ cd/m}^2$ 以下；若採用 30° 防眩格板，則輝度剩下 300 cd/m^2 左右。由此可見，鹵素燈泡最刺眼，白熾燈泡次之，而螢光燈稍低，但長久注視發光體均對眼睛不好。故因此近來之辦公場所照明燈具均以加裝防眩格板的低眩光燈具為主流；桌面照明檯燈一定要降低輝度，以減少對眼睛之傷害，其方法就是採用加裝防眩格板的檯燈，或調整燈具的投光，使反射光不要進入視野之內，左手寫字者，其燈具宜置於右後方，右手寫字者，其燈具則置於左後方。最低要求有可將燈具置於側面略向後方，來減少眩光。

5. 眩光

眩光是由光源、燈具、窗戶等輝度，遠高於室內平均輝度的部份所造成的，其會導致眼睛無法清楚辨識視覺範圍內的景物。眩光的種類與來源有：

- (1) 直接眩光：眼睛水平線上下各 30° 、左右各 75° 之視覺範圍內有極強光之光源存在，例如眼睛直接看到裸露在燈具外之螢光燈管或白熾燈泡、日出艷陽、夜間來車遠光燈，均會產生強光刺激眼睛，以致於無法看清楚強光之後之景物。
- (2) 反射眩光：光源所發出來之光線經由鏡面或光滑表面反射而進入眼睛視覺範圍，造成眼睛無法辨識清楚者。例如會議場所光滑的白板、美耐板桌面上之反射光，均會令人看不清桌面上書本上之文字與色彩，桌面上的玻璃更是辦公場所的視力保健殺手。而電腦資訊化後，人人桌上均有電腦設備，頭頂上的燈具

其光影正好投射在螢幕上，成為影響畫面清晰的反射眩光，雖然可以調整螢幕角度來避開，但大面積場所難以避免反射眩光，只能以使用附加防眩格板的辦公室低眩光燈具來改善，見表 4.2-3 OA 機器照明器具規定。歐美將低眩光燈具分為三大類(CAT -I, II, III)，分別將直接眩光控制在 50 cd/m²、200 cd/m²、2000 cd/m² 以下。

- (3) 背景眩光：又稱為對比眩光，眼睛注視目標物之背後強光造成注視物體相對黑暗，以致眼睛看不清楚主要目標。例如背對陽光照相或人站立在窗邊，背後窗外之明亮陽光造成面向室內人員臉部黑暗。

照明設計應盡可能減低視覺範圍內之眩光，所幸一般機關辦公場所的作業方向主要為目光視線偏下，因此直接眩光並不嚴重，一般辦公場所可使用第一類(CAT - III)燈具或開放燈具，但有電腦作業的場所則宜採用(CAT -II)或(CAT - I)的燈具，見表 4.2-4。至於桌面反射眩光首應改進桌面材質，以粗糙低反射材料塗漆暗紅色或暗綠色最佳；如果來不及改善，則墊一張美工用切割墊板，效果也很好。而燈具若能部份投光至天花板，以補天花板之照度，則可改善對比眩光。

表 4.2-3 OA 機器照明器具規定

項目	對策內容
防止燈具投映在 CRT 面	可能映照到 CRT 之照明器具應採用低輝度燈具，必要加裝窗簾布減少室外光之進入。
維持 CRT 與背景輝度均衡	CRT 面之照度(垂直面照度)限在 300 Lux 以下。
CRT 週邊之照度標準適正	鍵盤及桌子面之照度在 300~1000 Lux。

表 4.2-4 照明器具之眩光之 V 分類

分類	垂直法線遮光角 (60° - 90°) 之範圍
V1	50(cd/m ²)以下
V2	200(cd/m ²)以下
V3	2000(cd/m ²)以下 (最好 1500cd/m ² 以下)

6. 耗電量

照明設計的原則，應首重在不損失照明品質之下，才將照明之耗電量降至最低，以達節約能源之目的。一般係以單位面積之用電密度來評估，較為簡易及可行。若將辦公場所內照明器具之總耗電量(W)除以空間面積(m²)，可得單位面積照明用電密度(unit lighting power density，簡稱 UPD 單位 W/m²)。一般係利用用電密度來做為能源消耗的評估準則，以了解室內照明耗電量是否合理，目前一般辦公場所的照度維持在 500~750Lux 為宜，而照明單位面積用電密度 UPD 則應低於 20 W/m²，才符合具有優良照明品質、又節約能源的綠色照明目標。

7. 燈光的閃爍問題

傳統習用的螢光燈的發光需利用安定器來啟動並穩定燈管電流，以延長燈管壽命。但傳統以矽鋼片所繞製成之安定器，經加入 60Hz 的交流電後，會產生明顯的光線跳動閃爍現象。電壓不穩定時，閃爍現象會更加嚴重。長期處於閃爍嚴重的螢光燈底下，不但易造成眼睛不舒服，更會導致視力疲勞，而螢光燈管的發光效率雖然高於白熾燈泡，但低頻發光閃爍卻較白熾燈泡嚴重近 10 倍，成為一大缺點。

近 10 年來改用電子安定器來汰換傳統安定器，將 60Hz 電源轉變成 20kHz -90kHz 的高頻電源，因為頻率高，故發光較為穩定且連續，光束輸出上下變動幅度大幅減低，閃爍情況減少 10 倍以上，甚至較白熾燈泡為穩定。此外，實測證實螢光燈管之發光效率可再提升 10 % 左右，而用電量則更節省了 20 % 左右，成為全球最受歡迎的高效率照明燈具，因而配合電子安定器使用的螢光燈具，才屬於低閃爍而高品質的機關大樓優良照明燈具。

8. 照明品質與視力健康的關係

一般而言，刺眼眩光在 30 秒至 60 秒內，即可產生對人眼睛視力健康有明顯的傷害，沒有人可以直視太陽及夜間的汽車遠光燈超過 60 秒而不傷害眼睛視力的。而閃爍約在 2 至 5 分鐘左右會產生昏眩與不舒適的疲勞，甚至引起嘔吐。長時間的照度偏低、中文字體太小又多筆劃的擁擠特性會驅使讀者拿近書本，造成近視。照度與輝度的不均勻比越高，則容易產生錯覺，許多夜晚黑暗處的鬼影就是如此產生的。

(三) 政府機關辦公大樓建築與照明設計的關係？

1. 在以用眼睛為主之行政文書作業場所

辦公大樓的綠色照明設計，宜以高發光效率的螢光燈具為主，選用適當低眩光燈具、配合電子式安定器及匹配高頻 T-8(管徑 8 分之 8 英吋)32W 螢光燈管，可較一般傳統式安定器匹配 40W 螢光燈省電約 28%，且照度可提高約 10%。而依據螢光燈管的發光原理，節約能源為優先之螢光燈管選用原則如下：

- (1) 相同的外觀形狀下，長的燈管優於短的燈管。
- (2) 直的燈管優於彎曲燈管，環管(圓圈型或螺圈型)優於急彎型燈

管(U型)，外觀轉彎越多，效率越低。

- (3) 高瓦特額定燈管的效率高於低瓦特額定燈管，以 40W 雙管螢光燈替代 20W 四管螢光燈，可省電 31%。
- (4) 高演色性燈管發光效率優於低演色性燈管。
- (5) 低色溫螢光燈管(燈泡色 3,000K、4,000K)優於高色溫螢光燈管(晝光色 6,500K)。
- (6) 使用電子安定器的螢光燈管與省電燈泡，發光效率及發光穩定性均優於傳統安定器的螢光燈管或省電燈泡。
- (7) 低電流諧波的安定器較高電流諧波的安定器安全。
- (8) 高功率因數(90%以上)的螢光燈管優於低功率因數(低於 80%)的螢光燈管。
- (9) 低含汞量的環保燈管(T8, T5)優於普通型或粗管徑燈管(T12, T10)。
- (10) 螢光省電燈泡優於白熾燈泡，無外殼者優於有外殼之省電燈泡。

2. 在一些精細作業及特別需要使用眼力的場所

可採用一般照明加局部照明方式，例如：設計室、製圖室…等，必須要有較高之照度(1,500 Lux)者，可將辦公室基本照明設計改為 500~750 Lux，並使用檯燈補強工作桌照度至 1,500 Lux。

3. 在辦公大樓其他場所與空間

常常會使用到嵌燈來作為主要照明(茶水間、走廊)或補強照明(會議室)，雖然室內設計人員會推薦以白熾燈泡或鹵素燈泡來營造溫暖極高演色性的感覺，但低發光效率的耗能缺失，卻是空調的嚴重負荷，且高溫也容易造成火災。目前以採用省電型高演色性之各種色溫的螢光燈管或螢光燈泡之嵌燈，可兼顧照明品質及節約能源之要求。

4. 公共場所之空間、大廳、禮堂運動場所等

則因常採挑高設計，為考量未來之維護及清潔工作，以及燈泡的汰換等，以高效率與長壽命的高壓放電燈如複金屬燈(台北市政府大樓、捷運車站)，低壓螢光燈如直管螢光燈及新式感應燈或無極燈(日本大阪車站)為佳。

5. 天花板及牆壁裝璜顏色

大樓建築固然可以使用照明燈具來補強全天的照明需求，但如果可以在天花板及牆壁應儘可能選用反射率較高之乳白色或淺色系列，以增加光線之漫射效果，進而減少所需之燈具數量，將可增加室內空間的照度水準與照明品質。

6. 在必須開窗的牆壁、天窗與採光井部分

雖然可以充分獲得天然採光的優點，減少白天對於照明燈具的依賴與電費能源的支出，但應減少陽光直接穿過玻璃而引進輻射熱，徒然增加冷氣負荷與能源的浪費。將隔熱紙或百葉窗簾裝載玻璃外邊較室內側的隔熱效果佳，但卻不適合高溫、多雨及夏季的颱風雨之台灣地區。台灣地區辦公大樓若採用大面積玻璃帷幕牆，將大量消耗冷氣用電，因此，宜在東西向開窗處，裝設外遮陽之百葉窗或窗簾設計；在日光未直接照射之場所或高天花板建築，應儘量利用太陽採光，減少照明用電量及建築物之耗能量。

(四)辦公大樓的照明燈具選用準則？

在能源危機日亦受到重視之後，全世界之光源製造廠積極研製高效率光源及高效率的節能燈具，目前市面上均是經過省電設計之節能光源，包括精緻型螢光燈管與省電燈泡，比傳統式白熾燈泡是省電60~70%。精緻型螢光燈管與省電燈泡都是螢光燈，由於是荷蘭 Philips

公司所最早研發成功，故有時亦稱為 PL 燈，但目前種類與外觀繁多，可視需要而安裝，運用上極為方便，在國內許多新建的辦公大樓已紛紛採用配裝精緻型螢光燈管的省電燈具，尤以都會地區如台北、高雄最多。

1. 光源部份

市面上所謂陽光燈管、太陽神螢光燈管都是正式學名為高演色性(或稱三波長域)發光螢光燈管，型名使[EX]為代號。此種燈管發光效率高，比傳統螢光燈約高 10% 以上、演色性好(平均演色評價數 $R_a > 80$ ，普通螢光燈 $R_a = 60$)。其燈管發光分布是對人類肉眼色覺識別最佳而接近太陽光色，因此可以達到高演色性及色澤鮮麗的效果。平均壽命可達 10,000 小時以上。最近廠商又開發 T8/45W 之三波長域發光螢光燈管，其燈管效率已達 96~100 lm/W，比傳統螢光燈管 84 lm/W，又提高 15% 以上。見表 4.2-5 T8 高輸出型螢光燈管與一般燈管之比較。【11】

螢光燈管自 T10 進化到 T9、T8，所謂 T9 即是表示螢光燈管之管徑為 9/8 英吋，管徑愈小，其發光效率愈高，使用汞的含量越低，更加符合環保的要求。所以如果採 T8-32W 是比原來 T9-38W，可以節省燈管耗電 6W 左右，亦可以達到原來 T9-38W 之螢光燈管出之光束。但這些螢光燈最好使用高頻電子安定器來搭配，更能增加其出光束。高效率螢光燈之選用可參考經濟部 89 年 1 月公佈之螢光燈管效率標準，可節省電能及電費。如果可以配合季節變化，于春秋裝置 4,000K 至 5,000K 的白色燈管，產生明亮開朗的氣氛，夏天改為 5,000K 至 6,500K 的晝光色燈管，產生清涼的環境；冬天改用 4,000K 至 3,000K 的溫白色燈管，將更可以營造溫馨而祥和的空間。見表 4.2-6 高頻專用螢光燈管之光輸出及電氣特性。【11】

表 4.2-5 T8 高輸出型螢光燈管與一般燈管之比較

光源別		燈管功率 (W)	燈管電流 (A)	初光束 (lm)	色溫 (K)	發光效率 (lm/w)	演色性 (Ra)	管徑 (mm)	全長 (mm)
新產品	T8 45W 高頻三 波長	45	0.425	4500	2700	100	85 三波長 域	25.5	1198
				4500	4100	100			
				4500	5000	100			
				4230	6500	94			
現有品	T9 40W FL 40/38	38	0.415	3200	2700	84	74	29	1198
				3200	4100	84			
				3000	5000	79			
				2800	6500	74			

表 4.2-6 高頻專用螢光燈管之光輸出及電氣特性

光源 W	燈管規格	消耗功率 W	燈管電流 mA	初光束 lm	效率 lm/W	演色性 Ra	色溫 K	管徑 mm	燈管全長 mm
20	FHF18DEX	18	310	1,300	72	85 ↑	6,500	29	580
	FHF18NEX			1,400	78	82 ↑	5,000		
	FHF18WEX			1,400	78	82 ↑	4,200		
32	FHF32DEX	32	255	2,930	92	85 ↑	6,500	25.5	1198
	FHF32NEX			3,100	97	82 ↑	5,000		
	FHF32WEX			3,100	97	82 ↑	4,200		
40	FHF38DEX	38	350	3,420	90	85 ↑	6,500	29	1198
	FHF38NEX			3,650	96	82 ↑	5,000		
	FHF38WEX			3,650	96	82 ↑	4,200		

2. 安定器與總合效率

放電燈系列如螢光燈、水銀燈等，必要依賴安定器作補助點燈，才可以發光，所以包括安定器消耗之力而稱為總合效率。例如：40W 之螢光燈，單一燈管的效率為 84 lm/W，而含安定器之總合效率為 66 lm/W；三波長域螢光燈管額定為 36W，其燈管效率 96 lm/W，總合效率 75 lm/W。若進一步採用電子安定器時，其總合效率可達 89 lm/W。

搭配螢光燈發光的安定器可分為傳統式安定器及電子式安定器兩大類。傳統安定器是採用磁鐵心電磁回路設計，低頻(60Hz)點燈而鐵損高，通常損失約為燈管功率額定的 25%，因此一支 40W 的螢光燈管，應以 50W 的用電量來計算。雖然在能源危機之初期，也曾研發出低電磁耗損之安定器，且由標準檢驗局規定內銷之螢光燈安定器必經過檢驗（型式及抽驗）合格始能銷售，但近 10 年來的主流產品為高頻點燈高效率電子安定器使用高頻(20kHz~90kHz)瞬時點燈，可以搭配現有台灣市場上最普遍的傳統預熱式螢光燈管或新型高頻專用燈管，一般而言，使用電子安定器可以節省原照明用電約 15%，如果採用高頻點燈專用高效率型安定器，搭配高頻專用螢光燈管，則可節省到 25%之用電。電子安定器其主要優點及特色概略如下：

- (1) 大幅省電：和傳統安定器相比，可省電 20% 以上。
- (2) 功率因數極高：傳統安定器高功率型約 80~90%，電子安定器高功率型約 95~99%。
- (3) 光波穩定不閃爍：傳統安定器點燈頻率 60Hz，一秒 120 次頻閃，肉眼很容易察覺到閃爍。電子安定器因高頻點燈，輸出光波穩定不易閃爍，且當電源電壓變動或燈管處於低溫時，也不容易閃爍，對保護視力很有幫助。
- (4) 可聽雜音低：和傳統安定器相比可聽雜音較低，體積小、重量輕、外觀體積可變化彈性大。
- (5) 安全性高：具過載、短路及開路等三重防異常保護，可以減少對燈管及人員的傷害。

3. 燈管與安定器之匹配

高頻點燈專用高效率型安定器自民國 88 年 1 月 1 日起也開始內

銷應施檢驗，因此辦公大樓改裝電子式安定器，將可節約可觀的電費。而其關鍵即在於選購經標準檢驗局檢驗合格、貼有合格標誌的產品。而一般說來電子安定器必須與燈管的特性配合，因此如果選用預熱型電子安定器，則最好使用預熱型燈管；如果是瞬間啟動設計之電子安定器者，應使用高頻專用燈管，如果裝上預熱型燈管，也可以發光，但開關次數太頻繁時，容易損壞燈管，增加更換燈管的費用。見表 4.2-7 高效率電子安定器與一般電子安定器及傳統安定器比較。表 4.2-8 一般辦公大樓採用電子安定器其年節省電費金額、及表 4.2-9 現有常用 20W、40W、45W 光源比較。

4. 照明燈具的器具效率

照明燈具的器具效率乃是評估此照明器具的性能（燈具反射與折射角設計、表面處理及反射面之材質等）之一種標準。其值愈高愈好，表示可以在被照物表面上產生光亮的效果越高。照明器具之壽命乃根據其使用電氣絕緣材料之劣化情形決定。有時外觀仍新，但內部使用之電氣絕緣材料將受到周圍環境溫度及污染而產生劣化，進而影響用電安全。國際照明器具工業協會在 1994 年訂出器具更換時限及耐用限度建議表，一般適當更換時限宜在 8~10 年，使用期限約 15 年。

表 4.2-7 高效率電子安定器與一般電子式及傳統安定器比較

品 名	消耗電力 (W)	消耗電流 (A)	功率因數 (%)	輸出光束 (lm)	發光效率 (lm/W)	電流諧波 失真率%
T8 45W 2 燈 220V 電子安定器	99	0.46	98 以上	8460	85	10 以下
T9 40W 3 燈 220V 電子安定器	115	0.53	98 以上	8400	73	10 以下
T9 40W 3 燈 220V 傳統電磁型	135	0.68	90 以上	8400	62	25 以下

表 4.2-8. 一般辦公大樓採用電子安定器其年節省電費金額

品 種	消費電力(W)		每年節省金額 (元)
	一般型安定器	電子式安定器	
20W 3 燈 220V	75	54	151,767
32W 2 燈	115V	97	209,583
	220V	94	187,902
32W 3 燈	115V	145	289,080
	220V	135	216,810
40W 2 燈	115V	97	137,313
	220V	94	115,632
40W 3 燈	115V	145	216,810
	220V	135	144,540

註：全年用電金額是使用 500 台燈具，一年點燈 4380 小時。

每度電費是依一般商業大樓 3.3 元為基準。

表 4.2-9 現有常用 20W、40W、45W 光源比較

項 目	消耗功率 (W)	輸出光束 (Lm)	發光效率 (Lm/W)	效率比 (%)
20W 115V 8 燈傳統電磁型	23×8 ≈ 184	1050×8 (8400)	45.7	53.5
20W 220V 8 燈傳統電磁型	24×8 ≈ 192		43.8	51.2
40W 115V 3 燈傳統電磁型	48×3 ≈ 145	2800×3 (8400)	57.9	67.7
40W 220V 3 燈傳統電磁型	45×3 ≈ 135		62.2	72.7
45W 115、220V 2 燈電子安定器	49×2 ≈ 99	4230×2 (8460)	85.5	100%

(五)大樓的照明控制方法？

大樓的照明控制方法因工作場所之不同而有所差異，大體上可分為(1)室內大面積辦公場所，(2)公共空間如走廊、洗手間等場所，(3)夜間景觀照明來設計。一般常用的控制方式不外有：

1. 配合時序控制器(timer)：於預定的時間自動地對照明環境作模式切換，或燈具的明滅控制，不須手動操作控制，可避免因忘記關燈而浪費電能。例如上班、下班、午休時段、夜間景觀照明之自動點滅照明燈具。
2. 配合晝光感知器或附亮度檢知器：當屋外陽光線充足明亮時，可自動的調降可調光型電子安定器的輸出，而降低靠窗燈具的亮度或直接關閉燈具，因此其電路設計需採平行靠窗方向來配置，適合於辦公場所靠窗側燈具、靠窗走廊、採光井、夜間室外景觀燈等的自動

控制。

3. 利用熱感開關裝置：在辦公大樓的小型會議室、會客室、廁所....等場所，由熱源感知器檢測空間內人體溫度，當室內有人時自動開燈，沒人時自動關燈，既方便又可避免浪費能源，目前已廣泛地使用於國內。
4. 使用附加感知器：部分較少有人員進出之場所燈具可使用附加感知器之自主控制型燈具，可自動控制燈具之明滅或調節亮度，例如當感測到有人接近時，自動點亮燈具；於人員離開後，經過預設定時間而自動熄滅燈具，可避免浪費能源。
5. 整體群控式照明控制系統：例如採照明中央監控系統、二線式照明控制系統等，可機動配合辦公大樓作息變動需求，來加以監控管理，而節約照明用電 30 % 以上。

(六)照明設備如何維護保養與進行汰換？

1. 照明設備維護保養目的

螢光管固然壽命較長，燈管點用時間較久，然燈具結構特性而很容易積塵而髒污，影響整體發光效率與照明效果。大氣中塵埃的多寡因環境、時間、天候等而不同，塵埃較少的場所其照度的減低略與日數成直線比例；而在多塵埃的地方則成為指數曲線或飽和曲線。由此可知因積塵而損失的光束是極為嚴重的事。在設計時，設計人員係將此一影響以積塵減光補償係數來考慮。如果勤加清潔與整理，則此補償係數可取較高之數值，換言之，即提高燈具之發光效率與被照面之實質照度。

除了燈具本身以外，天花板、牆壁的積塵與顏色、反光條件等也影響換新而提高，可見燈具的清掃是值得予以重視的。光源的積

塵除了減低照度外，並且嚴重地影響燈管的啟動特性，故更需勤加清掃。螢光燈具形體大，清掃較不容易，故在設計照明之初，即應該把日後的維護考慮在先，燈具的安裝應考慮清潔燈具、燈管與換裝燈管之方便性。

(七)照明設備維護與汰換依循重點？

基本上，照明燈具的維護與汰換可循下列重點參考辦理：

- (1) 定期擦拭燈具、燈管，以避免污染物之累積而降低燈具之照明效率，並依落塵量多寡來決定燈具之清潔週期(1個月~1年)。至於清掃燈具之的間隔週期，可參考下表 4.2-10 及 4.2-11 所示之國內外之諸著名照明專業廠家實驗與評估其產品後所建議之定期清掃週期間隔。
- (2) 由於燈管的自然老化開始發光衰退，故大樓辦公場所宜分批更換燈管，以維持應有亮度及節約電能，並可節省燈管更換之人工費用。
- (3) 燈管經濟壽命係指新燈管使用至光束衰減為原有光束 70%的時間，超過經濟壽命之燈管，不僅燈管光束輸出劇降，照明效率不佳且浪費電能，參考光源廠商之產品型錄，在燈管經濟壽命將至之前，定期分批更換燈管，即便此時燈管尚可點燈，亦請更換。如此約可節省電能 17%。
- (4) 更換期限(年) = 燈管經濟壽命(小時)÷每年點燈時數。例：一般辦公大樓每年點燈時數約 3,600 小時，螢光燈管經濟壽命約 6,500~8,000 小時，則燈管更換期限約 2 年，若燈管光衰嚴重或不亮時可提早更換。

表 4.2-10 定期清掃間隔

場所	乾拭	水洗
多塵埃的地方	1 星期	4 星期
少塵埃的地方	2 星期	8 星期
塵埃極少的室內	4 星期	16 星期

表 4.2-11 不同光源最經濟清掃的預估時間

周圍環境	清掃容易度	白熱電球	螢光燈	HID 燈
清潔	容易	5-15 個月	2-6 個月	3-10 個月
	普通	15-20 個月	6-9 個月	10-12 個月
	困難	20-25 個月	9-12 個月	12-15 個月
普通	容易	3-10 個月	2-5 個月	3-6 個月
	普通	10-12 個月	5-7 個月	6-9 個月
	困難	12-15 個月	7-9 個月	9-12 個月
非常易污染	容易	2-6 個月	1-4 個月	2-5 個月
	普通	6-9 個月	4-6 個月	5-7 個月
	困難	9-12 個月	6-8 個月	7-9 個月

(八) 照明配電系統規劃考量點？

1. 照明配電電壓規格

台灣地區辦公大樓低壓照明配電常用三相四線 220/380V 設計，照明燈具為單相負載，因此電壓規格為 220V，勢必接在火線與地線之間才能正常工作發光，因此照明燈具應平均分配在三相負載線路上保持平衡，避免產生電流諧波與不平衡的問題。

辦公大樓等大面積或公共場所，則以 220V 為宜，電流較小，

因此配電也較安全，但若用到低功因高諧波之劣質安定器，則中性線將過載而有潛在危機，因此必須強制使用低諧波電子安定器才可以符合安全需求。

例如集合式辦公大樓，整棟大樓之日光燈具全部採用 220V 規格之電子安定器，而全部用一組三相 Δ - Δ 連接之變壓器專門供電，則諧波問題反而最少，因為所有三次諧波均不會出現在線路上，而變壓器也安全，即使是低功因的安定器也不會在線路上產生諧波困擾。但一般配電設計常是照明與低壓插座用電共用一組變壓器，因而強制使用低諧波電子安定器乃成為不得不的唯一選擇。

2. 照明分路總負荷

鑑於大部份的電線走火均是因導線太細，而用電量太大所造成，故配線分路及幹線電流設計與導線之決定十分重要。螢光燈照明以 15A 分路為宜，但考量功率因數可能偏低及電流諧波問題，另因螢光燈管在起動之際所流通的預熱電流約達正常電流的 1.5 倍，螢光燈管壽終之際這一高電流還會繼續流通，故螢光燈具照明分路總負荷不宜超過線路安全電流容量的 40%，例如 220V 電路以不超過 6A 為宜(1320VA)。

3. 電壓變動率標準與配電線路的電壓降

分路電流得出之後即可計算照明幹線總電流。由於照明是同時需要的，故計算幹線電流分路需量率(demand factor)應以 100% 計算，(即取各分路電流的總和為幹線電流)。電線的選擇除了需依據安全電流值外，還必須考慮電路壓降，特別是螢光燈管一般來說不希望有太大的電壓降與電壓變動，故配電線路的電壓降也應該符合在 3% 以下的規定。為節約能源起見，宜將線路壓降控制在 3% 的以內(幹線 $<1\%$ ，分路 $<2\%$)。而良好照明系統電壓管理目標值應

維持在電壓值為額定的 $\pm 6\%$ ；頻率值為額定的 $\pm 5\%$ 。如表 4.2-12。

表 4.2-12. 電壓變動率標準

機器	容許電壓變動	備註
電容器	$\pm 10\%$	於額定頻率下。
螢光燈	$\pm 6\%$	
白熾燈	$\pm 6\%$	
交流電動機	$\pm 10\%$	如電壓、頻率同時變動時，應在電壓 $\pm 10\%$ ，頻率 $\pm 5\%$ 範圍內，而且其二種變動之絕對值之和應在 10% 以下。

4. 大樓或辦公場所之配電設計

一般的大樓或辦公場所之配電設計，大多將照明與插座迴路由一組低壓變壓器來供電；而將電梯、冷氣空調、馬達抽水機等由動力線路供電及動力變壓器供電。如果是新建大樓，配合未來調光控制技術發展，宜如上述將動力與照明插座分路分由不同的變壓器來供電。因應台灣電力公司的電價表規定，普遍均有加裝電容器組來調整整個大樓的功率因數在 80 % 以上。功率因數越高而趨近於 1.0(100 %)，電流越小，壓降也越小；功率因數偏低(80 % 以下)時，容易造成導線處於過載及因壓降太大，使得馬達處於低電壓運轉，容易造成馬達燒毀。但若因使用電容器改善功因後，於輕載時，卻未由自動設備切離電容器組，將會造成功因超前而使得負載端的電壓偏高到比電源電壓更高，容易造成電熱類設備更熱而燒毀。而照明類設備也會因電壓偏高，使得燈具安定器及線路過載而引起電線走火。通常夜間的工廠火災大都是因電容器未自動切離造成，而店鋪廣告招牌燈的火災則是功率因數偏低所造成。

(九)北美日照明協會推薦之七種照明節能方法？

政府機關辦公大樓的照明工程應該自設計興建之始，即應有長遠的整體規劃；如果是既有大樓的改善工程，也應朝向兼顧照明與節能的綠色照明時代趨勢。在幾度發生世界性的能源危機之後，對照明設計有直接而重新檢討的影響，減少能源的浪費與高效率燈具的研發成為首要問題，在不降低照明品質的要求下，來進行節約能源。而後在北美照明學會與日本照明學會一起研究並加以整理後，推薦了七種照明節能方法如下：

- 1.符合工作要求的照度水準：依工作場所與作業需求之不同，訂定適合其工作的照度水準，所有空間維持一定的平均照度要求，並且力求配光的均勻，而要求高照度的場所，應儘量採用局部照明。
2. 使用高效率的光源：即使包括整流器的能源耗損，螢光燈和其他放電燈也比白熾燈效率高，壽命長。一般而言，額定功率 W 較高的光源其發光效率也較高。但是，從演色性和光色選擇來看，則以白熾燈最好，最好採用近似白熾燈光色的螢光燈。特別是儘量採用發光效率高的高電功率光源，可使照明器具間的安裝距離拉大，但應避免有照度分佈不良的情況。
3. 照明器具的選擇：應當採用器具效率高、清掃和更換燈容易的照明器具。採用設計不合理的照明器具和使用方法不當，是造成不舒服眩光的原因，對此應予以注意。光源和整流器所消耗的電能，通過輻射、對流和傳導最終變成熱量。為了在冬季將此熱量回收再利用，而在夏季則將所產生的熱量排至室外，可以採用空調型照明器具，從而使空調用電能減少(註：所謂空調型照明器具是能將燈具之發熱量集中收集排出室外之燈具)。採用空調型照明器具，可以保證螢光燈有最適宜的管壁溫度，能夠使光源發揮最大的光通量輸出。

4. 天然光的利用：建築物的窗戶開得越大，則空調的負荷越大，因而把窗戶開大來利用天然光，從全局來看並不符合省能的要求。可是窗戶對於居住者和工作者的精神和生理上卻是必需的採光與通風口，因此設置大小適當的窗戶，應可以有效地利用由此而來的天然光，例如有關恆定的人工補助照明(PSALI)主要就是探討關於側窗的開窗方法。
5. 對照明環境的考慮：室內牆壁可以採用明亮系列的顏色來裝飾，可增加反射光，不論是天然光或人工光源，均可因此提高室內照度水準，而且光照明品質也因反射而呈現較佳的感覺。
6. 有效的配線設計：因利用天然採光而需關掉靠窗邊燈具或自動調光的場合，應設計適當的配線及自動開關；近年來調光型電子安定器配合適當的位置設置光感應接收器，已可自動控制室內照度水準要求。而街燈、庭院燈和安全照明中，希望採用自動開關器和定時開關。每個照明器具分別與開關接通，並能用手開關。為了防止忘記關燈，還可採用帶標誌的開關。
7. 易於維護管理的設計：由於光源和照明器的污染，使光通降低，這是造成能源浪費的原因。因而換下壽命到期、光通量降低的光源是重要的事。設計時，應採用維護管理容易的照明方式、照明器具和光源，將可減少維修的人力工作，間接也是發揮節能的效果。

十、電壓調整可否為可行的節約能源方案？

但若將照明及插座分路的電壓稍微降低則是可行的節約能源方案，事實上除馬達帶動運轉之設備容易因電壓偏低而造成故障與燒毀。而電熱、照明、一般小家電若稍微降低5至10%的電壓使用，效能上會稍微降低(較不熱及亮度稍低)，但反而卻可以延長設備壽命並

降低電費。而據實地量測有些場所之供電電壓均在 120 至 125V 或 230 至 235V 高於額定電壓 110V 或 220V，及照明照度也偏高者，採取降低電壓方法，可顯著減少用電量及電費支出。因而現在在國內外有許多商店及大樓配電也開始加裝電壓調整器(Voltage Regulator)裝置，在某一主分路來調整電壓，並供電給電熱、照明及插座分路，只要電壓調整範圍不大於額定電壓 6%，事實上照明與馬達負載的都可降壓運轉，但馬達電壓不宜低到 90% 以下，以免因電壓偏低，反而造成馬達故障。

所謂的降壓運轉就是利用電壓調整器將電源電壓適度的降低，由於用電設備的消耗電功率與電壓的平方成正比，因此降低電壓後將可節約用電設備的用電量，稱為節電率%。

$$\text{節電率} = \left[1 - \left(\frac{\text{輸出電壓}}{\text{輸入電壓}} \right)^2 \right] \times 100 (\%)$$

例如輸入電壓為 105V，而輸出電壓為 97V 時

$$\text{節電率} = \left[1 - \left(\frac{97}{105} \right)^2 \right] \times 100 (\%) = 14.6 (\%)$$

舉例：負載為 600W 螢光燈具之降壓 9.5V 之輸出特性節能效果。

依實際以 600W 的螢光燈管組作為電器負載，電源則是由節電器的直送輸出電壓 220V 及降壓至 210.5V(降低約 9.5V)作為供給，分別測試其電路特性和節電結果，顯示降壓後對螢光燈管電氣特性有節能改善之效果。如圖 4.2-1 為照度的比較，及圖 4.2-2 最後為輸出實功率的比較，所示。

因此建議照明採用調降電壓節能之條件為(1)初始照度偏高，調降後不影響照明品質者、(2)供電電壓高於設備額定電壓者、(3)調降節能百分比及回收快者。

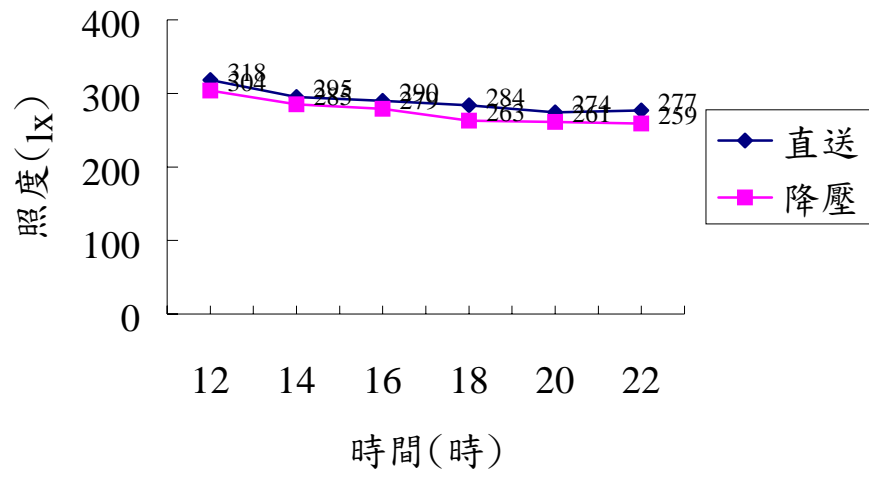


圖 4.2-1 照度比較

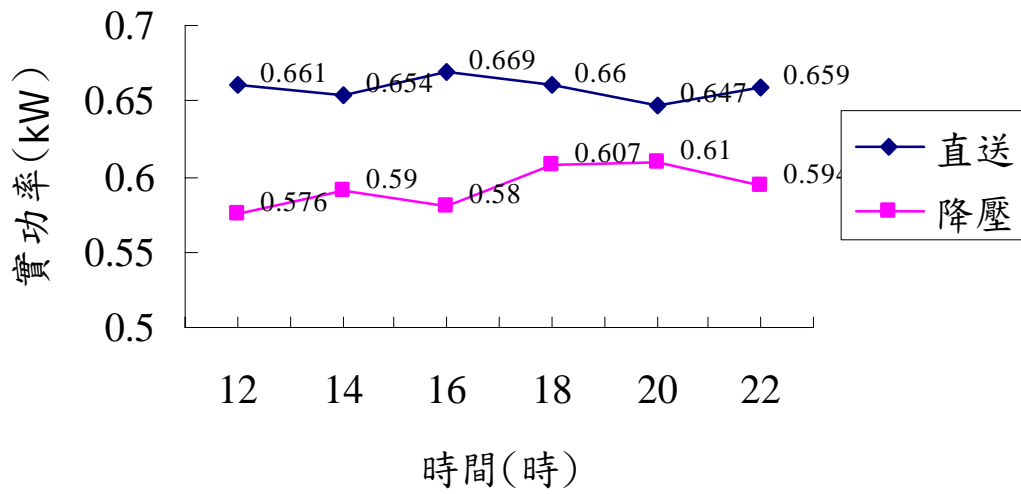


圖 4.2-2 輸出實功率比較

(十)美國在建築照明設計方面上強制之規定包括那些？

ASHARE 90.1 (1999 版)在照明設計方面強制之規定包括【20】：

- (1) 照明之控制
- (2) 雙座電線，二燈具共用一個安定器
- (3) 室內照明電力標準 (如表 4.2-13)
- (4) 照明器具之電力標準
- (5) 室外照明器具標準

規範性之規定如照明耗電之建築面積法(building area method, 如表 4.2-13)，如辦公空間之照明電力負載低於 $14\text{W}/\text{m}^2$ ，戶外照明高於 100 Watts 時依標準設計。ASHARE 90.1 亦有個別空間法之照明電力標準，使較大之建築有設計上之彈性。

表 4.2-13 照明電力標準(建築面積法)

(This is Table 9.3.1.1 in the Standard)

Building Type	Lighting Power Density		Building Type	Lighting Power Density	
	(W/ft ²)	(W/m ²)		(W/ft ²)	(W/m ²)
Automotive Facility	1.5	16	Museum	1.6	17
Convention Center	1.4	15	Office	1.3	14
Court House	1.4	15	Parking Garage	0.3	3
Dining: Bar	1.5	16	Penitentiary	1.2	13
Lounge/Leisure					
Dining: Cafeteria/Fast Food	1.8	19	Performing Arts Theater	1.5	16
Dining: Family	1.9	20	Police/Fire Station	1.3	14
Dormitory	1.5	16	Post Office	1.6	17
Exercise Center	1.4	15	Religious Building	2.2	24
Gymnasium	1.7	18	Retail	1.9	20
Hospital/Health Care	1.6	17	School/University	1.5	16
Hotel	1.7	18	Sports Arena	1.5	16
Library	1.5	16	Town Hall	1.4	15
Manufacturing Facility	2.2	24	Transportation	1.2	13
Motel	2.0	22	Warehouse	1.2	13
Motion Picture Theater	1.6	17	Workshop	1.7	18
Multi-Family	1.0	11			

4.3 空調系統

以國內辦公大樓而言，空調耗電約佔大樓總耗電之 48%【5】，因此建築物如何節能為大家所關注之重點。故本節引述了台灣地區辦公大樓之空調負荷特性，國內外一些空調節能之標準，依各項指標說明辦公大樓空調省能之設計及一些可用之節能方法，作為新設空調及空調改善之參考。全面性之節能應包含至少五部份之節能措施，一為使用高效率之設備，其餘為應用節能之新科技、空調系統節能設計、以管理手法節約空調耗能、及正確之維護使系統處在最省能之狀態。除空調節能方法外，本文亦說明儲冰空調之應用，其目的為利用離峰電力而節約電費及紓解夏季尖峰用電不足問題。

(一)辦公大樓之空調負荷特性如何？

台灣地區辦公大樓之空調負荷特性如下所述：

1. 台灣地處亞熱帶，冷氣之使用自 3 月起至 11 月止，尤其是南台灣，三月之氣溫已使辦公大樓必要有空調，在冬季時，只有外氣與通風之耗電。
2. 有固定的辦公時間，使用人數甚為固定，易於估算空調之負荷。
3. 有部份人員夜間加班的問題，而且加班人數不定，若用中央空調，需因應加班時之空調，又需避免空調全開供應給少數人員。
4. 少部份 24 小時空調，如值班室、電腦室等。
5. 一般上人員密度為每人 7 m^2 至 19 m^2 的空間，取中間值為 $13\text{ m}^2/\text{人}$ ，會議室人員密度可高達每人 2 m^2 。
6. 據美國冷凍空調學會之資料，照明及辦公用設備之熱負荷約為 $10\sim 50\text{ W}/\text{m}^2$ ，若有密集之辦公設備如電腦等，內部熱負荷可高達 $50\sim 110\text{ W}/\text{m}^2$ 。

7. 接待處或入口大廳可將空調設在較高的溫度，除了省能之外，也可減少從外進入時溫度大變化之不適感。
8. 大樓之東西側外週區有不均勻之空調負荷，如西側之最高空調負荷時間為下午。

(二)我國能源法規建築耗能標準？

我國能源法規中，如內政部從建築設計著手，用建築之方位、開窗率、建材等其他耗能因子，評估其每年每 m^2 外週區(離外殼 5m 內)之空調負荷，訂定了建築耗能之標準計算值，Envload。目前辦公類建築之標準 Envload 值為每年 $110 \text{ kWhr}/m^2$ ，Envload 為管制建築外殼設計之空調耗能計算值，用於管制建築外殼設計，不含照明及設備等耗電，無法直接用於評估建築耗能。Envload 之計算假設理想之建築環境與空調系統設計，室內四季設定適當溫濕度，室內有健康之空氣品質，空調系統則依日本之耗能標準在理想條件下運轉。一般上，因有外牆及開窗之熱滲透，外週區之空調耗能比建築內週區高。

(三)政府機關辦公大樓耗能狀況？

如將政府機關耗能比照辦公大樓，就有一些研究調查數據可作比較。1994 年成大碩士論文(劉漢卿，建築生命週期能源消費分析與溫室氣體排放量分析)之研究【16】，獲得辦公大樓辦公空間年耗電= $164 \text{ kWh}/m^2$ 。及 1994 年中技社之調查資料如表 4.3-1，資料顯示空調在夏季之耗電甚大，但隨空調使用要求之提升，近年來空調耗電所佔之比例應會更高。

表 4.3-1 空調、照明、其它設備之耗電量百分比%

	空調	照明	設備
夏季	40%	35%	25%
春秋季	27%	48%	25%
冬季	19%	58%	23%

註：1994 年中技社之調查資料。

根據內政部建研所辦公類建築耗能總量調查之研究【16】，辦公大樓之耗電，如表 4.3-2 我國南部年平均溫度較高，但夏季北部溫度較高，如圖 4.3-1，所調查得之每單位面積年均耗電量無南北之分佈，可能與辦公大樓環境品質有關。並經分析北中南各別之月平均耗電資料顯示，每 1°C 溫差會造成約 5.2% 之耗電差。

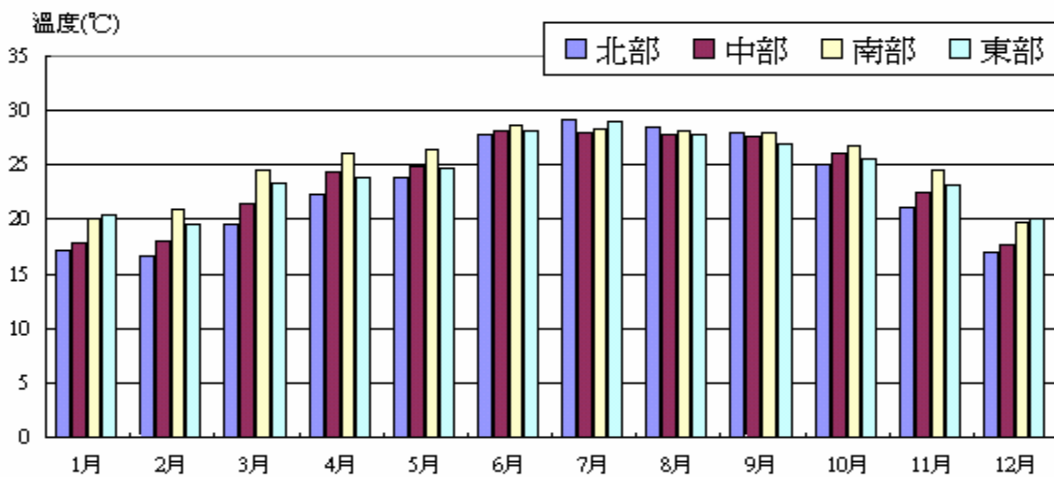


圖 4.3-1 台灣各區之月平均氣溫(氣象局提供)

表 4.3-2 辦公類建築耗能總量調查

地區別	耗電平均值 kWh/m ² yr	最低 1/3 耗電平均值 kWh/m ² yr
台北	150	105
台中	163	120
高雄	132	75

政府機關建築 89 年每單位面積年均耗電為 137 kWh/m².yr【6】，從以上之調查資料作比較，政府機關耗電與辦公建築相當。再者，89 年資料每單位面積耗電量分佈在 10.89-389.7 kWh/m² 年，顯示少部份建築之耗電與平均值差距大，應非為一般性之辦公用。政府機關單位面積電力負載分佈在 5.8-327.7W/m²，空調電力負載一般約為 30~40W/m²，再度顯示部份建築有很大之非空調區面積或特殊性。

(四)美國管制建築耗能上有那兩個代表性建築節能標準？

美國在管制建築耗能方面亦訂有標準，其中兩個代表性的標準如下：

1. ANSI/ASHRAE/IESNA 100-1995，Energy Conservation in Existing Buildings，其為美國國家標準，規範現有建築之節能措施，為美國冷凍空調學會與照明學會共同制定。【19】
2. SHRAE/IES 90.1-1999，Energy Efficient Design of New Buildings Except Low-rise Residential Buildings，亦為美國冷凍空調學會及照明學會共同制定，其對新建築之節能設計訂定國家標準及符合標準之方法，已被美國一些州政府當為建築法規。【20】

(五)ASHRAE 100-1995 對空調相關之節能措施有那些？

ASHRAE 100-1995 部份，空調相關之節能措施說明如下：【19】

1. 需將建築各耗能設備之資料蒐集分析，並保留至少兩年之紀錄，所蒐集之資料應涵蓋至少 85%之建築耗能。
2. 瞭解同類建築之耗能情況，以平均值作為自己最低之目標。
3. 應確定溫溼度設定之準確度，以達到節能之目標，尤其是沒在使用時，應適當調整溫度。
4. 各空間之風口及風溫應做適當之調整及平衡，以避免過冷所造成之浪費。
5. 在溫度控制方面，外週區（離外牆 5m 以內）應做分區之控制，每 15m 至少有一控制點，控制之精確度應達到 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 。
6. 修改建築室內外設計以達到更節能之功效，如用內外遮陽。
7. 因應空調負荷適當降低送風量以節約空調送風耗電。
8. 新購之空調設備應達到所規定之 EER 值或 COP 值。
9. 依規定保溫水管管路，如表 4.3-3 之最低保溫厚度。
10. 送風管之保溫用熱阻值來規範，並依不同冷房需求有不同 R 值之標準，台灣地區屬冷房需求較大者，依以上標準送風管之熱阻應為 $R=8.0 \text{ hrft}^2\text{F/Btu}(1.408 \text{ m}^2\text{C/W})$ 。

表 4.3-3 空調水管最低保溫厚度(in, 1.0 in=25.4 mm)

冰水溫度	支管	<1 in 管	1~2 in	2.5~4	5~6	> 8
40 ~ 55°F	0.5	0.5	0.75	1.0	1.0	1.0
< 40°F	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5

保溫材之熱傳導係數若為 $0.23 \sim 0.27 \text{ Btu in/h ft}^2\text{°F}$ ($1.0 \text{ Btu in/hft}^2\text{°F} = 0.1442 \text{ W/mK}$)，冰水管之最低保溫厚度如表 4.3-3 所示。如使用之隔熱材性能異於上表，用以下公式計算應用之保溫厚度。

$$T = PR \left[\left(1 + \frac{t}{PR} \right)^{\frac{K}{k}} - 1 \right] \text{ in, 其中}$$

PR — 管外半徑，in

T — 上表規定之厚度，in

K — 所用隔熱材之熱傳導係數， $\text{Btu in/h ft}^2\text{°F}$

k — 上表較低之熱傳導係數， $0.23 \text{ Btu in/h ft}^2\text{°F}$

(六)ASHRAE 90.1 為管制新設之建築標準，有關空調耗能標準部分為何？

ASHRAE 90.1-1999 是管制新設之建築，符合 90.1 標準有兩種設計之途徑：【20】

1. 符合各項耗能因子(如建築外牆、照明、空調)之標準值，使耗能在標準值以下。
2. 能源價預算法(耗能總量法則)，容許某部分超過標準值，但在其他部分應有較佳之設計，使耗能總量不超過依標準設計之建築。

以下將 ASHRAE 90.1 有關空調耗能標準部分簡要說明。

1. 外氣之設計溫度採不超過 2.5%之高百分段值(97.5%時，室外氣溫低於此值)。
2. 特殊溫溼度需求區應有獨立之送風系統。
3. 空調送風超過總風量之 25%及樓板面積在 $1000\text{ft}^2(92.9\text{m}^2)$ 以上之區域應有獨立之送風系統。外週區之空調負荷變化較大，應用獨立之送風系統以便因應負荷變化調節風量。
4. 對於每年使用時間不超過 150 小時之區域，可設獨立之送風系統，

以便在不使用時得以關閉或獨立控制，獨立控制之區域不可跨樓層或面積超過 25,000ft²(2323 m²)。

5. 變風量系統 (VAV) 之最低風量不可超過最高風量之 30%，或 0.4cfm/ft²。
 6. 送風耗能部份，對於定風量系統，送風耗能應在 0.8W/cfm 以下，但不包括過濾器及風阻耗能，對於變風量系統，其設計值應在 1.25W/cfm 以下，在 50%風量下，VAV 系統之耗電不宜超過 50%。
 7. 送水管路之壓損不應超過每 100m 管長有 4m 以上之揚程。
- 其它有部份與 ASHRAE 100-1995 同。

(七)國際建築節能標準與方法探討？

ASHRAE/IES 90.1-1999 已被納入國際建築法規，ASHRAE/IES 90.1-1999【20】為其 1992 年版之更新，【21】已歷經多年發展之及修改。ASHRAE 90.1 “Energy Standard for Buildings Except Low-rise Residential Buildings”顧名思意，不適用於低層建築，適用於 4 樓以上外週區空調負荷超過 15W/m² 之建築，省能之前題為不妥協居者之舒適度及生產力。ASHRAE 90.1 不是法令但以法令或技術規則方式撰寫，供政府採用立為法規。以下就以 ASHRAE 90.1 說明書之內容作辦公建築節能之探討。

遵守(compliance)90.1 之途徑如 90.1 使用手冊之 Fig.4A 如圖 4.3-2，需先遵守一般及強制(mandatory)之條款後，可選擇規範性(prescriptive)之需求或能源價預算法(energy cost budget method)。對於原有建築，增建、原有空間裝設空調、或修改也納入管制，例外之建築如歷史性之建築。表 4.3-4 為空調系統修改或增建時，受法規管制之範圍例子說明，如第一案例中空調主機系統沒改只加裝風機盤管，90.1

只管制風機盤管的部份。

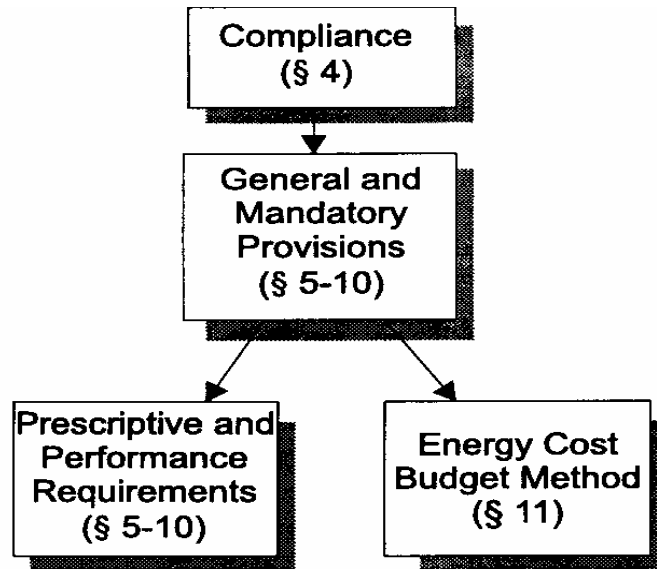


圖 4.3-2 符合 ASHRAE 90.1 標準之途徑

表 4.3-4 空調系統修改或增建時，受法規管制之範圍

<i>Situation</i>	<i>Application of Standard</i>
An existing central plant will provide hot and cold water to new fan coils in a building addition.	The Standard applies to the fan coils and controls in the addition but not to the existing central plant.
A variable air volume (VAV) air handler in the existing building will provide cool air and outside air ventilation to an addition.	The Standard applies to the VAV boxes and controls in the addition but not to the existing air handler or the central plant that serves it.
An addition is served by its own single-zone HVAC system.	The Standard applies to the HVAC system and controls in the same way that it applies to new construction.

(八)建築外殼之節能規範概要？

ASHRAE 90.1 要求建築外殼之 R 值至少有 $R=3.0\text{ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}/\text{Btu}/\text{in}$ ($0.02\text{m}^2\text{C}/\text{W}/\text{mm}$)，開窗率(fenestration) 小於 25% 或採用性能式之規範。強制之外殼設計規範包括外殼之保溫性能、開窗之節能規格(包括門板上之玻璃面積)，窗之熱傳透率 U 因子、顯熱獲得係數(sensible heat gain coefficient, SHGC)、可見光之穿透率(visible light transmittance, VLT)，及外殼之洩氣率。

規範式之外殼設計包括不透光面積比，開窗準則 (fenestration criteria)等，但可採用交換條件(Trade-off)之選擇，用 Envstd 法(自美國能源部 DOE 2 發展出來的軟體)評估外殼性能因子 (envelope performance factor)，在不完全遵守規範式設計下，獲得相同之節能效應，如表 4.3-5 所示。

表 4.3-5 在不完全遵守外殼規範式設計下，以交換條件獲得相同之節能效應

	<i>Prescriptive Option</i>	<i>Building Envelope Trade-Off Option</i>
Fenestration area	Window area is limited to 50% of the gross exterior wall area and skylights are limited to 5% of the roof area.	Larger fenestration areas are permitted if the performance of envelope components is improved over that required by the prescriptive requirements.
Area take-offs	It is only necessary to calculate the window-wall ratio and/or the skylight-roof ratio if all components meet the prescriptive requirements.	Surface areas must be calculated for each type and class of construction. Window and wall area must be separately calculated for surfaces facing the major compass points (N, S, E, W) plus NE, SE, SW, and NW.
U-factor compliance	Not necessary if the R-value option is used.	Required, but users can choose from precalculated values contained in EnvStd.

(九)建築空調之節能規範概要？

空調之節能規範方面，共有三種遵守法規之方法，分別為：

1. 簡易法 (Simplified approach)
2. 規範法 (Prescriptive path)
3. 能源價預算法 (Energy cost budget)

簡易法適用於 80% 以上之建築，規範面積小於 25,000ft² 並使用單區式、一體式 (package) 或分離式 (split) 空調系統之建築。使用簡易法之建築需遵守 90.1 以下幾方面之規範：

1. 空調機選用合乎 90.1 之 EER 標準之設備
2. 依規範設計外氣冷房之空調
3. 依規範使用全熱交換器節能設計
4. 依規範設計適當之管路保溫
5. 依規範設計適當之風管保溫

表 4.3-6 為美國自公元 2001 年 10 月 29 日起生效之水冷式冰水機之性能標準，其以壓縮機之型式及用電量分類。其用性能係數 (COP, coefficient of performance, COP)，及 COP 之部份負載積分值 (IPLV, integrated part load value) 當作性能指標。即是，空調冰水機需同時符合 COP 及 COP 之 IPLV 標準。所謂 COP 係指空調冰水機在標準條件下之製冷量與耗電量之比值，分子與分母採相同之計算單位。表 4.3-6 之性能係數 COP 為根據 ARI Standard 550/590-98, “Water Chilling Packages Using the Vapor Compression Cycle” 標準計算而得。IPLV 之計算如下：

$$IPLV=0.01A+0.42B+0.45C+0.12D,$$

A,B,C,D 分別為主機在 100%、75%、50%、25% 容量下之 COP 值。一般小型空調機之 EER 值計算如下：

$$\text{公制單位}EER = \frac{\text{製冷量}kcal/hr}{\text{耗電量}W}, \quad \text{英制單位}EER = \frac{\text{製冷量}Btu/hr}{\text{耗電量}W}$$

公制之 EER 值乘以 3.96 約等於英制之 EER 值。

表 4.3-6 美國 2001/10/29 起水冷式之冰水機性能標準

壓縮機型式	大小	最低性能標準
往複式	全型	4.20 COP 4.65 IPLV
螺旋式及渦卷式	< 528 kW	4.45 COP 4.50 IPLV
	≥ 528 kW 及 < 1055 kW	4.90 COP 4.95 IPLV
	≥ 1055 kW	5.50 COP 5.60 IPLV
離心式	< 528 kW	5.00 COP 5.00 IPLV
	≥ 528 kW 及 < 1055 kW	5.55 COP 5.55 IPLV
	≥ 1055 kW	6.10 COP 6.10 IPLV

(十)ASHRAE 90.1 在空調設計方面有何強制規定？

ASHRAE 90.1 在空調設計方面之強制規定(適用於任何法)為：

1. 合乎 EER 標準之空調設備
2. 符合 ASHRAE 要求之空調負荷計算
3. 用分區溫度控制
4. 適當之保溫設計(如表 4.3-7)

在規範式之方法部份，其有多方面的規範，包括：

1. 外氣冷房之設計規範。
2. 空氣側系統之節能設計規範 (如變風量設計，見圖 4.3-3)。
3. 風機電力比值(fan power ratio, FPR)規範

如 < 20000 cfm 者，風機電力不可超過 1.2 hp/1000 cfm (1.7 hp VAV)，
 >20000 cfm 者，風機電力不可超過 1.1 hp/1000 cfm (1.5 hp VAV)
 (過濾、處理設備、洩壓等設備之壓差另計)。

4. 水系統方面，超過 10 hp 者，至少有 50% 之流量可變流量，如泵之壓損超過 100 ft 及 50hp，需用變頻驅動。
5. 散熱設備(如冷卻水塔)，應用可變轉速之水泵及可變轉速之風機。
6. 外氣量佔送風之 70% 以上或大於 5000cfm 者，使用熱回收減少外氣負荷。

除了以上，尚有其他較細微之空調設計規範。

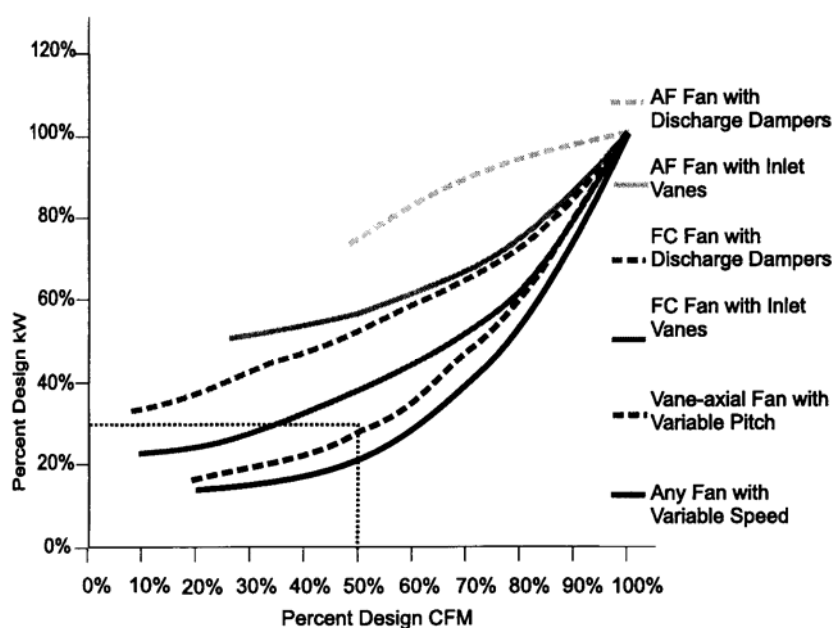


Figure 6-T – Generic Part-Load Curves for a Variety of Fans

圖 4.3-3 90.1 說明書中典型之風機部份負荷耗電曲線，
 變轉速(variable speed)最省能

表 4.3-7 符合規範風管之適當保溫設計

Installed R-value ¹ (h·°F·ft ²)/Btu	Typical Material meeting or exceeding the given R-value ²
1.9	½ in. Mineral fiber duct liner per ASTM C 1071, Type I 1 in. Mineral fiber duct wrap per ASTM C 1290
3.5	1 in. Mineral fiber duct liner per ASTM C 1071, Types I & II 1 in. Mineral fiber board per ASTM C 612, Types IA & IB 1 in. Mineral fiber duct board per UL 181 1½ in. Mineral fiber duct wrap per ASTM C 1290 1 in. Insulated flex duct per UL 181
6.0	1½ in. Mineral fiber duct liner per ASTM C 1071, Types I & II 1½ in. Mineral fiber duct board per UL 181 1½ in. Mineral fiber board per ASTM C 612, Types IA & IB 2 in., 2 lb/ft ³ Mineral fiber duct wrap per ASTM C 1290 2½ in., .6 to 1 lb/ft ³ Mineral fiber duct wrap per ASTM C 1290 2½ in. Insulated flex duct per UL 181
8.0	2 in. Mineral fiber duct liner per ASTM C 1071, Types I & II 2 in. Mineral fiber Duct board per UL 181 2 in. Mineral fiber board per ASTM C 612, Types IA & IB 3 in., ¾ lb/ft ³ Mineral fiber duct wrap insulation per ASTM C 1290 3 in. Insulated flex duct per UL 181
10.0	2½ in. Mineral fiber board per ASTM C 612, Types IA & IB

¹Listed R-values are for the insulation only as determined in accordance with ASTM C 518 at a mean temperature of 75°F at the installed thickness and do not include air film resistance.

²Consult with manufacturers for other materials or combinations of insulation thickness or density meeting the required R-value.

(十一)建築其他設備之節能規範概要？

主要為馬達效率方面，90.1 有強制規定之效率標準，如表 4.3-8。

表 4.3-8 兩型馬達之最低效率標準

全載最低公稱效率(%)						
	開放式馬達			密閉式馬達		
極數	2	4	6	2	4	6
同步轉速(RPM)	3600	1800	1200	3600	1800	1200
馬達馬力 (hp)						
1(.8kw)	-	82.5	80.0	75.5	82.5	80.0
1.5(1.1kw)	82.5	84.0	84.0	82.5	84.0	85.5
2(1.5kw)	84.0	84.0	85.5	84.0	84.0	86.5
3(2.2kw)	84.0	86.5	86.5	85.5	87.5	87.5
5(3.7kw)	85.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5
7.5(5.6kw)	87.5	88.5	88.5	88.5	89.5	89.5
10(7.5kw)	88.5	89.5	90.2	89.5	89.5	89.5
15(11.1kw)	89.5	91.0	90.2	90.2	91.0	90.2
20(14.9kw)	90.2	91.0	91.0	90.2	91.0	90.2
25(18.7kw)	91.0	91.7	91.7	91.0	92.4	91.7
30(22.4kw)	91.7	92.4	92.4	91.0	92.4	91.7
40(29.8kw)	92.4	93.0	93.0	91.7	93.0	93.0
50(37.3kw)	93.0	93.0	93.0	92.4	93.0	93.0
60(44.8kw)	93.0	93.6	93.6	93.0	93.6	93.6
75(56.0kw)	93.0	94.1	93.6	93.0	94.1	93.6
100(74.6kw)	93.6	94.1	94.1	93.6	94.5	94.1
125(93.3kw)	93.6	94.5	94.1	94.5	94.5	94.1
150(111.9kw)	93.6	95.0	94.5	94.5	95.0	95.0
200(149.2kw)	94.5	95	94.5	95.0	95.0	95.0

(十二)能源價預算法(規範性)之概要？

使用能源預算法需符合以下之規範：

- (1) 計算值需用之資料至少達 1,400 小時/年
- (2) 需作逐時計算
- (3) 空調負荷需考慮熱儲存效應
- (4) 不同熱負荷區之考量
- (5) 部份負載性能之考量
- (6) 使用設備性能曲線作計算
- (7) 節能外氣冷房之應用
- (8) 節能建築設計特色
- (9) 能源價計算
- (10) 設計負荷計算

(十三)辦公建築節能策略？

影響辦公建築耗能之因子很多，可行之節能策略如下：

1. 建築外殼熱負荷，根據內政部建研所報告【16】，一般辦公大樓外週區之面積比為 60% 左右，熱滲透所造成之空調耗電很大，因此新舊建築都應做 Envload 值評估，以內外遮陽手法降低空調負荷。
2. 照明為辦公建築之最大耗能項目，應以合理照度訂定每單位面積之電力 (W/m^2)，用最佳已商業化技術 (BACT, Best Available Commercial Technology) 原則訂定照明耗能標準，以促進省能技術之應用，節省照明耗電同時減少空調負荷，有雙重之省能效益。
3. 空調應用日益增加，有效採行節能措施為：
 - (1) 選購空調設備時，可參考國內外之標準，選用高 EER 值之空調設備。

- (2) 系統設計影響中央空調之耗能甚鉅，泵與風機耗電量可達整體之 50% 以上，應以系統(含泵、風機、冷卻水塔)耗電做評估，並以整體耗電訂定新建築或系統更新之設計標準。
- (3) 系統維護不佳，影響耗能達 30% 以上，應訂定維護程序，系統耗電達 100kW 以上者，需有受節能訓練之技士負責維護。
- (4) 電腦設備不但耗電，並影響空調負荷，也已是辦公設備耗電之主因，應訂定設備電力標準及主機與監視器省能操作之設定。
- (5) 訂定建築耗能設備之檢測標準與作業方法，研擬簡易方法定期檢察與測試各耗能設備之性能、應用與維護狀況。
- (6) 培訓能源管理員，提升建築節能維護保養與執行改善之能力。
- (7) 以 BACT 之精神訂定建築耗能設備節能標準，要求納入新建建築之設計，既有建築應各自訂定更新時程，以達到節能標準。
- (8) 建築節能，可參考國際標準推動，如美國 ANSI/ASHRAE 之標準作系統省能設計，參考美國 DOE 2 建立建築節能計算工具。

(十四)減少空調熱負荷之方法？

減少空調熱負荷之方法如下：

1. 低 Envload 值，如屋頂內面加隔熱材，建築外牆用淡色塗料以降低太陽輻射熱之吸收，淡色塗料之輻射熱吸收率(輻射放射率， $\varepsilon \sim 0.4$)只有暗色($\varepsilon \sim 0.8$)之一半左右。
2. 降低太陽輻射熱，如選在南北面開窗，以內外遮陽手法減少輻射熱，建築外遮陽板如圖 4.3-4，內遮陽如用窗內面之百葉簾。
3. 降低內部熱負荷，使用高效率燈具減少耗電，也降低熱負荷，辦公設備(電腦、影印機等)做好節能管理。

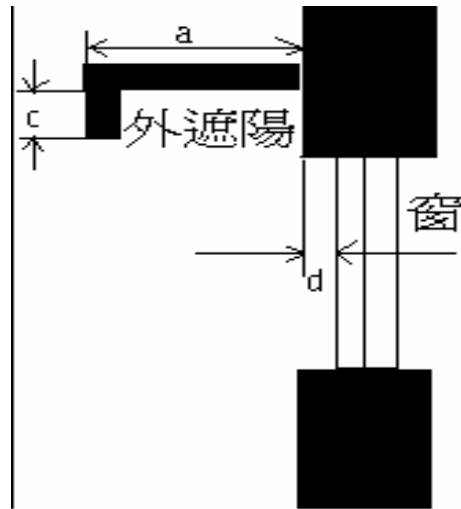


圖 4.3-4 開窗之外遮陽板

(十五)空調主機之省能方法？

空調冰水機之省能方法如下：

1. 適當的冰水與冷卻水之設定溫度，會影響空調主機之耗能，參考圖 4.3-5，每 1.0°C 冰水或冷卻水之溫度變化約會影響製冷效率 3%。
2. 用台數控制因應空調負載變化，可使每部空調主機在最佳效率下運轉，如以三台 400 RT 之主機取代一台 1200 RT 之主機，在 300 RT 負荷時啟動一台 400 RT 主機，使其在 75% 負載高效率下運轉，目前許多冰水主機之最高效率值發生在 75~80% 負載率。
3. 冷卻水溫度提高或冷凝器污垢所造成之熱傳性能下降，均會提高冷媒冷凝溫度，間接降低空調機之 COP 值，故應維持冷卻水塔之性能，定時清洗冷凝器污垢，及裝設水處理設備減少污垢之產生。

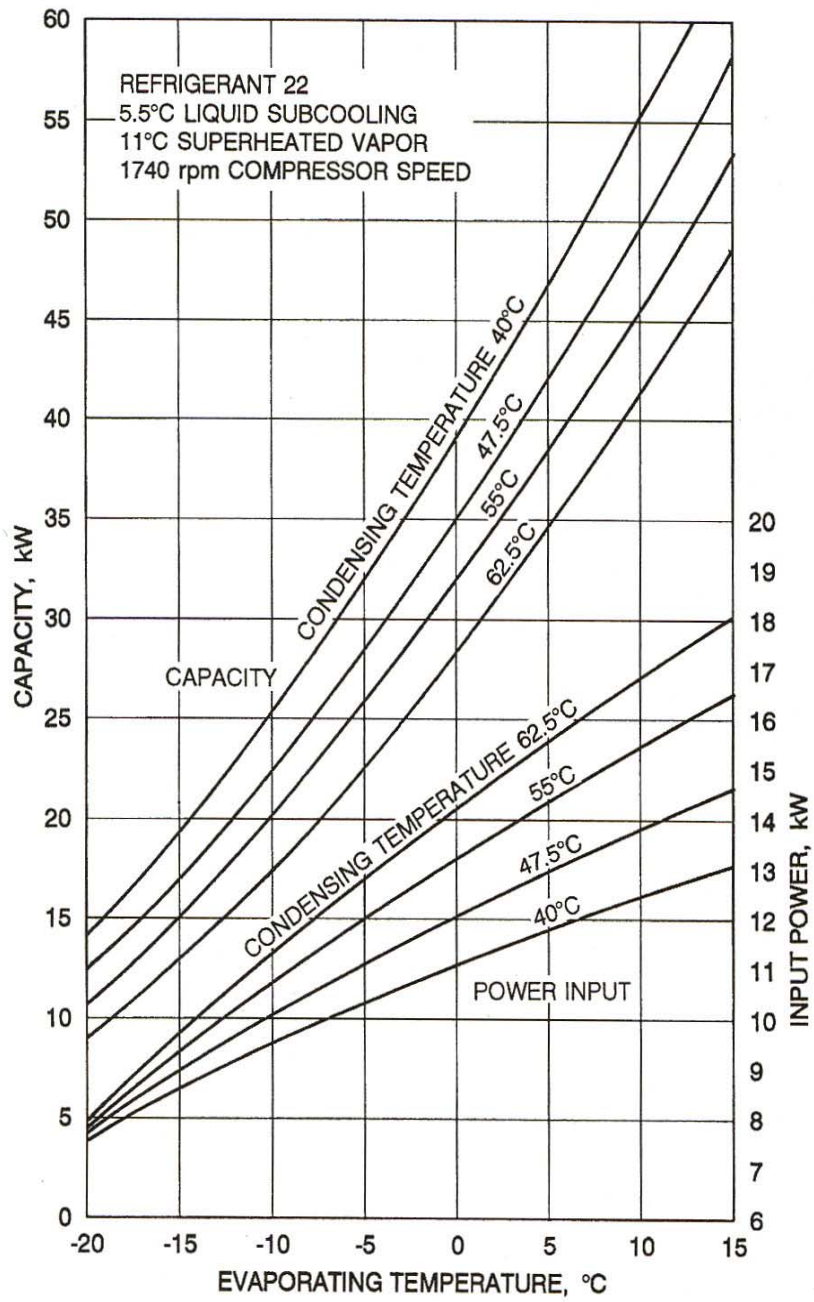


圖 4.3-5 不同冷凝與蒸發溫度下壓縮機之性能
 (ASHRAE Handbook 2000) 【18】

(十六)送風系統節能方法？

送風系統裝置之電力可達空調總裝置電力之25%，但是，因其之運轉時間長，故其之實際耗電比裝置比例大，不得不給予重視。

實例說明，台北某辦公大樓(地上層，地下三層)，總空調面積73,671m²，於每層設空調箱產生冷風，再將冷風送到空調區。此實例之耗能分析如表(4.3-9)所示。

表4.3-9 台北某辦公大樓空調熱源、送風及送水耗能分析

	冷房熱源系統	送風系統	送水系統
裝置容量, kW(一次能源換算值)	6358	2019	342
全負荷相當運轉時間, 小時/年	969	1883	1883
總耗能(以上兩項相乘), 1,000 kWh	6161	3802	644

以上系統乃全風系統，空調區只有風管、風口與送風控制，冷風由機械房之空調箱產生，送風管較長，故送風之耗能大。

送風系統可分成兩種，一風機盤管型，如圖4.3-6。

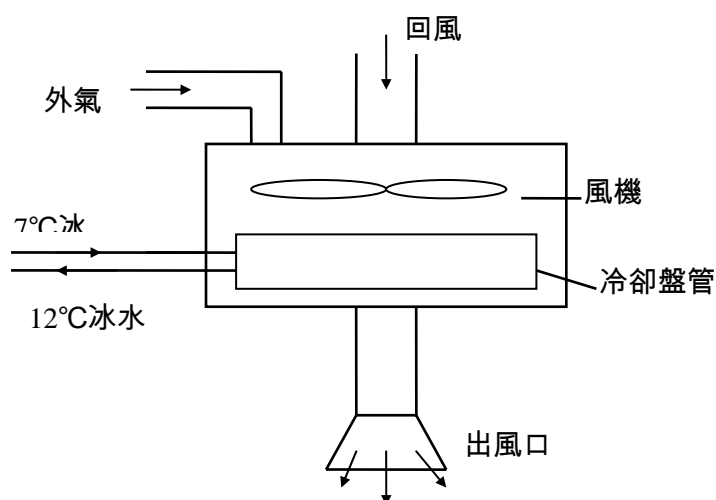


圖4.3-6 風機盤管

冰水主機所產生之冰水經送水系統送至風機盤管，風流經盤管被冷卻而產生冷氣效果，依需要或用空調溫度來調節送冰水量，以節約水泵及空調之耗能。對風機盤管而言，其節約能源之潛力有兩方面：

1. 以風管送外氣至室內，對風機盤管而言，其之送風距離短，外氣一般而言只有送風量之 20%，故使用風機盤管會有較低之送風耗能。
2. 風機盤管之風車有三速控制，70%、85%及 100%之三種風量，有一些節約能源之效果。

另一種常用的空調送風系統為全空氣系統，冰水主機所製造的冰水送到每層樓(或兩層以上共用一個機械房)的機械房，由空調箱將空氣冷卻再送回室內。這種空調方式的特點為：

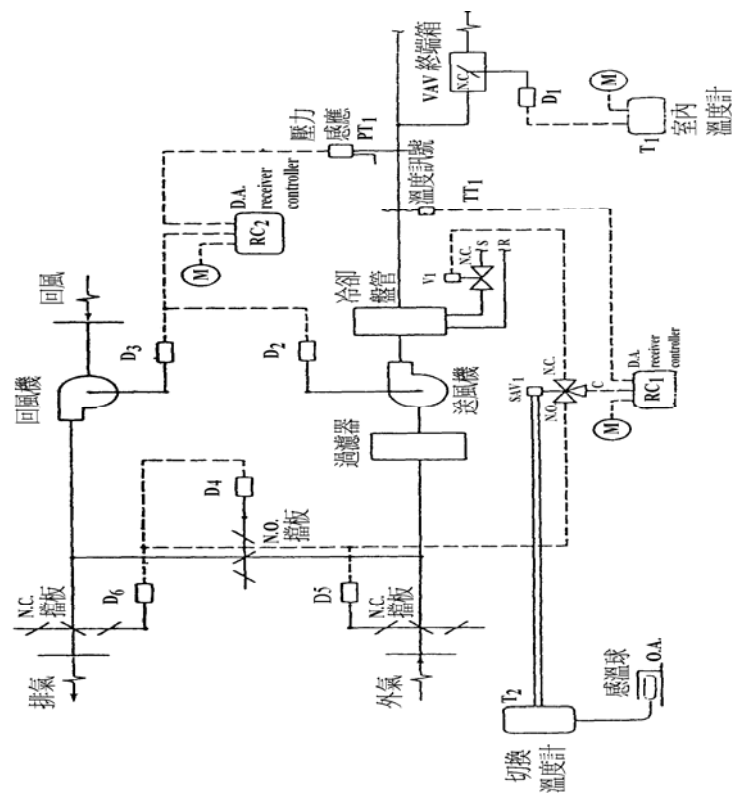
1. 空氣較集中處理，可獲得較佳之空調品質(如溫濕度控制、清淨度等)。
2. 設備集中，較易維護。
3. 空調空間只有風管，無排水問題，較為衛生，但風管所佔空間大。
4. 其缺點為風管較長，送風耗能大，解決耗能的方法為使用 VAV 空調系統，其可節省大量的送風耗能。

空氣搬運之耗功與(壓差×體積流量)成正比，送風之體積流量比送水大很多，故送風系統之壓損須比送水系統小，風管也遠比水管大。一個較大辦公大樓，空調送風機之電力裝置可達 300hp 以上。風機所需之功率，在同一風管中，與送風量之三次方成正比：

$$\text{送風耗功} \cong \text{送風量}^3$$

如能減少送風量則可節約大量送風耗能。管路太長，風管尺寸太小，會使所需之風壓大而耗能。再者，如設計不當購置過大之風機，就需調整風管中之擋板平衡風壓，造成不需要之浪費。可變風量(VAV)系統也有顯著之節能效果，其之原理參考圖 4.3-7，說明如下：

1. 用溫度和壓力的感測器，偵測風管內溫度及壓力的改變，以控制風門和風扇的進氣量，及冷盤管的冷水量來節約能源。
2. 冷房內恆溫器感測到室溫升高時，驅使 VAV 終端箱將風門開啟的範圍加大，以讓更多的空氣進入室內。
3. 於風門大開，流出主風管之流量大，造成風管內空氣靜壓降低。接收控制器 RC2 獲得壓力訊息後便控制風扇的轉速，以增加空調箱空氣的吸入，補充負荷增加所需要的冷空氣。
4. 在風門開啟動作的同時，接收器 RC1 因感測到風管內溫度升高所傳來的訊息，一方面打開風門 D4，D5，D6 開啟的程度，另一方面則參考戶外的溫度，重新調整並由冰水機供應較多之冰水量，以適時降低空氣溫度。



VAV空調系統之控制流程圖

圖 4.3-7 可變風量(VAV)系統之控制流程

VAV 終端箱之設計如圖 4.3-8，其之操作說明如下：

1. 用變化送風量來控制室溫，室溫較高時將擋板開度加大，提高冷氣效果，反之將擋板開度關小。
2. 分別於室內及風管內設置溫度感測器，因此可依據不同空間的冷房負荷作調節用，以達到多區域溫度控制的要求。
3. 根據美國冷凍空調學會之標準，舒適溫溼度為 26°C ，50%RH，若有 0.4m/s 之微風，就可將溫度提昇 2.0°C 而達到相同之舒適。故容許裝設吊扇之場所，應以其來提昇設定溫度，以節約能源。

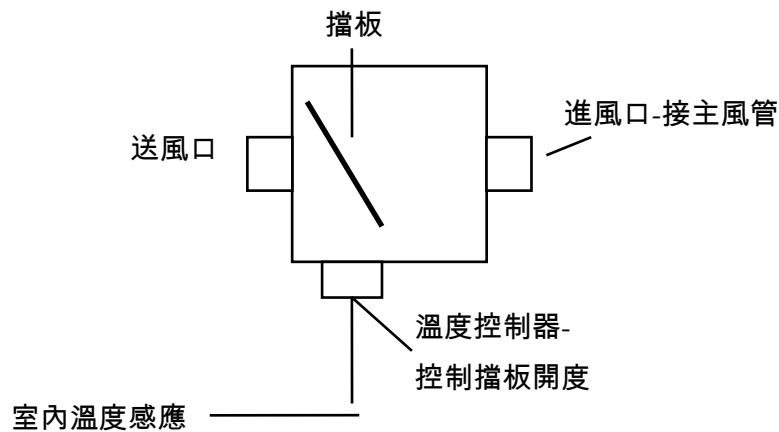


圖 4.3-8 VAV 終端箱之設計

(十七)外氣冷房節能方法？

內週區大之建築，即使是冬天，因內部負荷大，尚需供應冷氣。所謂外氣冷房即是利用室外之冷風供應空調，如此節約空調主機之耗電。以下作外氣冷房之應用分析：

1. 以 14°C 送風， 26°C 回風而言，每 kg 之送風量，需移除約 12kJ 之顯熱量。換季時如受外週區之影響，空調負荷較小，將外氣冷房移除顯

熱設為6.0kJ/kg空氣，室內條件為21°C時，為因應空調需求，外氣溫度約為15°C時引入外氣，就不需開動空調主機。

2. 若室外氣溫較15°C高或室內負荷大時，引入外氣不足以因應室內負荷時，應輔於空調機之冷卻能力，將供風溫度降至15°C。

外氣空調之可行性分析如下：

1. 設室內之空氣為22°C 60%RH，其之熱焓約為 48kJ/kg。
2. 設室外之空氣為16°C 60%RH，其之熱焓約為 38kJ/kg。
3. 室內外之焓差約為 10kJ/kg，顯熱佔60%。
4. 1000m³/hr外氣量可提供之冷氣量為

$$1000 \times 1.2 \times 10 = 12000 \text{ kJ/hr} = 3.3 \text{ kW}。$$

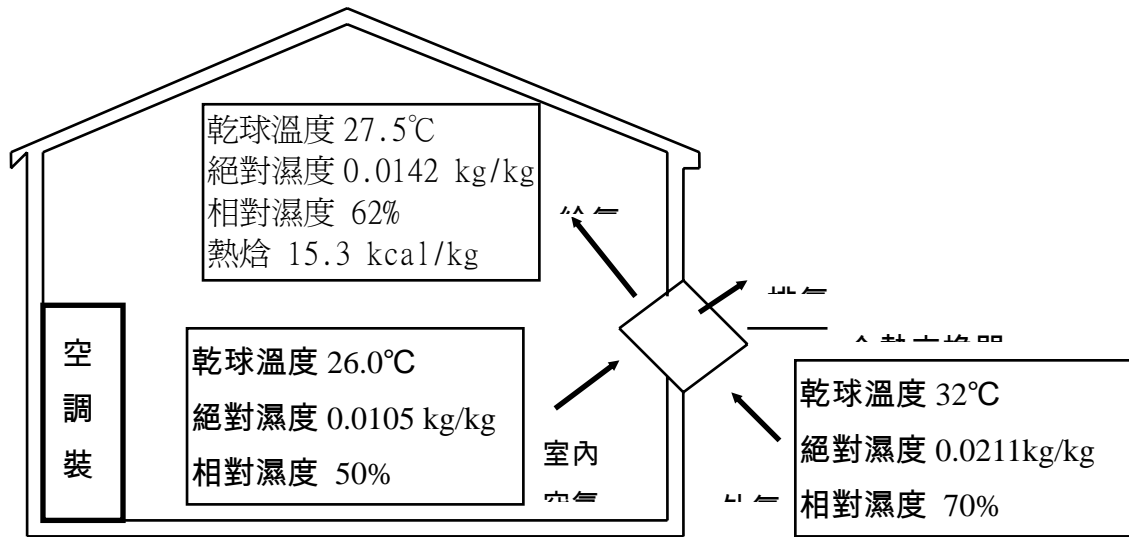
由上可見1000m³/hr(cmh)之外氣可提供之空調幾近一個冷凍噸(~3.5kW)，其潛熱移除能力也高(空調機顯熱比只有0.6)，故外氣冷房在有適當條件下是為可行，其之設計需考慮三點：

1. 台灣地區之濕度高，不能如國外只用溫度作為外氣冷房之切換，需同時考慮溫濕度，計算焓值與設定值作比較，22°C 60%RH時室內空氣之濕度比為0.01，若室外濕度高，如16°C 90%時其濕度比已高於0.01，此時需開動冰水機除濕。
2. 一般上外氣約佔總送風量之20%，故外氣送風管皆不大，若用外氣冷房則需將外氣管加大，才會有足夠之外氣。
3. 可用前圖4.3-7之TT1溫度值作為空調主機之開動及負載控制。

(十八)換氣節能方法？

當室內26°C 50%RH時，熱焓為12.6kcal/kg，若室外為 32°C 70%RH 時，其熱焓為 20.6 kcal/kg，室內外空氣有很大之焓差。在引入新鮮空氣與排氣時，使兩股氣流作熱(或焓)交換，可節約大部份的外氣

負荷。如圖4.3-9，可用一個全熱交換器，在70%之交換效率下，可使外氣進入室內前之焓值自20.6降至15.3kcal/kg，節約70%之外氣耗能。



交叉流式全熱交換器之應用

圖 4.3-9 用一個全熱交換器降低外氣進入室內前之焓值，
節約 70% 之外氣耗能

全熱為顯熱(溫度變化)與潛熱(濕度變化)之總和，全熱交換器即為焓之交換器。所謂全熱即是以熱焓計算之熱值，或為顯熱(溫度變化)與潛熱(濕度變化)之總和。而全熱交換器即為焓之交換器，除了顯熱交換之功能外，其並有吸收或吸附濕氣之功能，會把濕空氣中的水蒸汽吸收。反之，若流經之空氣為較乾空氣，全熱交換器內表面之蒸汽壓比乾空氣高時，則水份會蒸發進入比較乾之空氣，隨乾空氣流出。

全熱交換器基本上有兩種，如圖4.3-10，一為靜態之交叉流式，另一為轉輪式，操作原理及應用可簡述如下：

1. 靜態交叉流式之內有許多平板之流道，以隔板與密封裝置將兩股流分開在每個平板之兩側，流向為交叉方向。平板多以可滲透之纖維

製成，一邊吸收之水就可以滲透到另一邊，讓另一股流帶出全熱交換器。

2. 轉輪式用一個小馬達造成這種蜂巢輪之轉動，蜂巢內為無數平行之小通道，形成很大的交換面積。轉輪上需有裝置將之分成兩側，外氣流經一側，其之熱量與濕氣有一部份被吸收在轉輪裡。較低溫及低濕之排氣流經另一側，將熱量與濕汽自轉輪帶走，達到吸熱吸濕能力再生之效果。

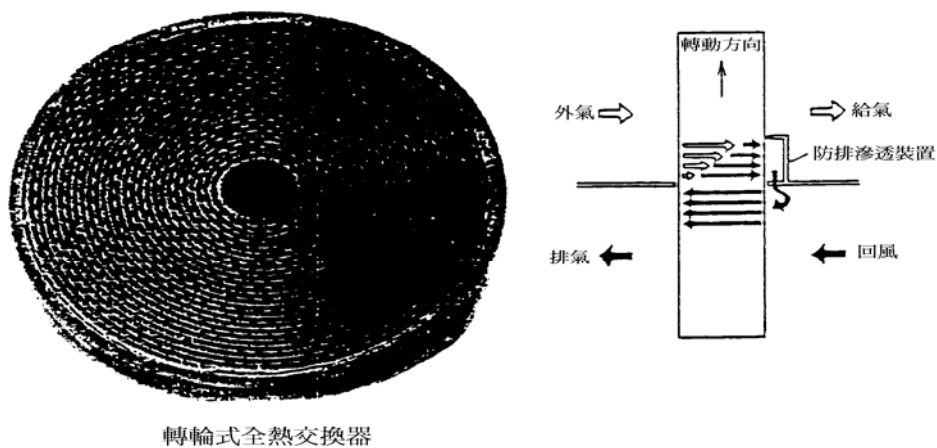
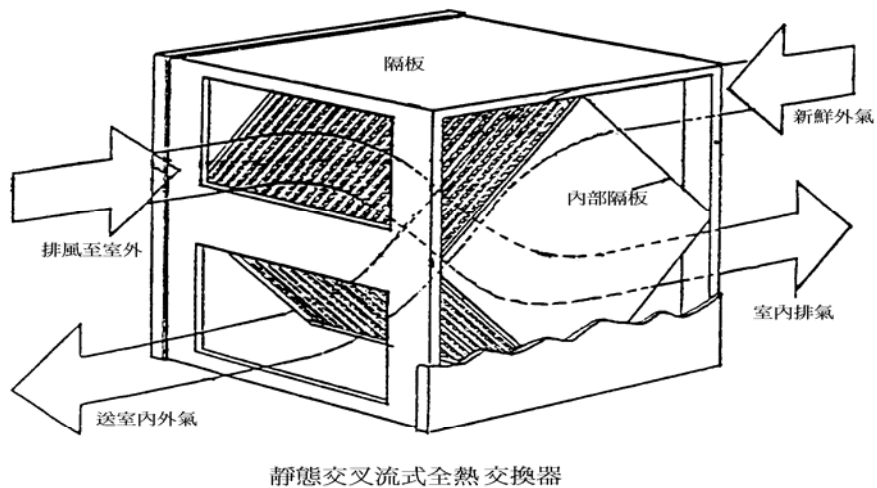


圖 4.3-10 兩種全熱交換器，一為靜態之交叉流式，另一為轉輪式

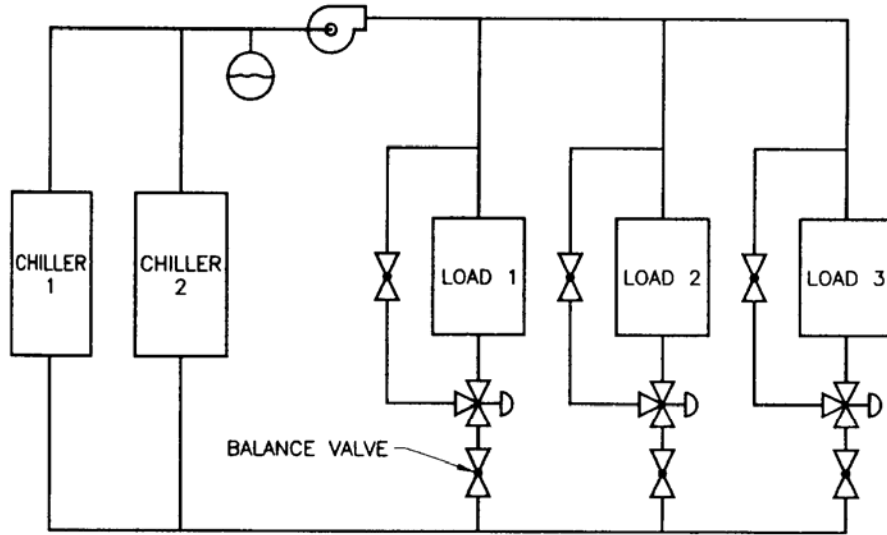
(十九)冰水側之節能方法？

每 1kg 的水每 1°C 溫差之熱能為 1kcal，一般上冰水之送回水溫差為 5°C。若能將溫差提昇至 10°C，如利用儲冰系統之冷能，就能減少送水量，減少泵之耗能，所謂低溫送水系統設計。

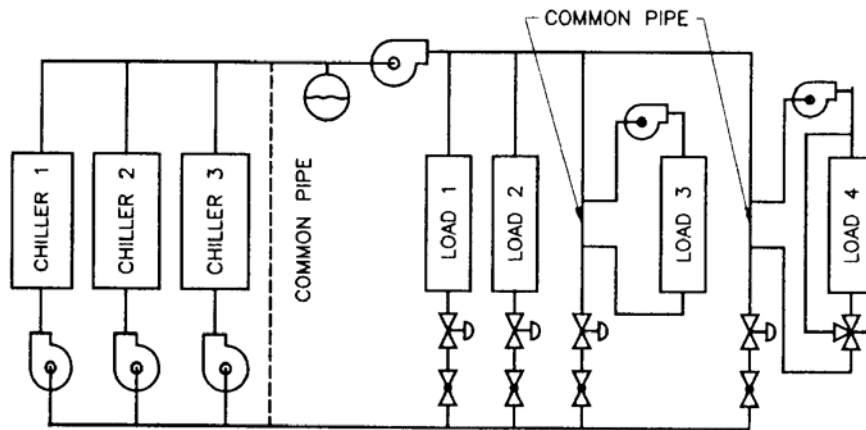
另一節能方法為變流量系統(VWV)，依空調需求改變送水量。變流量系統將熱源(主機)與負載側之送水系統分開控制，其之控制介面為一個共同管(common pipe)。主迴路(primary loop)為空調主機機房內之水循環系統，各主機有一個泵負責定量送水，其之總循環量為開啟主機水量之總和。主機之開啟依負載而定，負載小時減少主機之開啟數。熱源側之送水距離短，且送水量隨主機之開啟數變化，耗能較小。負載側方面(或稱二次迴路，secondary loop)，因送水之距離長，為送水系統之主要耗能之處，可因應空調需求改變送水量，亦是VWV系統主要節能之處。VWV系統之操作原理如下：

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，二通閥之開啟度依盤管之出水水溫而定，當閥關小時水流阻力加大，經控制系統使二次泵減少送水量，如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流回主機。當經共同管旁通之水量多時，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，二次側就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。

與送風側VAV 相同，VWV 有節約近一半水搬運之耗能之潛力，圖 4.3-11為VWV與傳統送水系統設計之比較。



定流量冰水系統



變流量冰水系統

圖 4.3-11 變流量送水(VWV)與傳統定流量系統之比較

(二十)提升冷卻水塔的運轉效率方法？

為維持冷卻水塔在高效率下運轉之數項要點如下：

1. 冷卻水塔的座落位置應留有足夠的空間，使得空氣得以自由地進入冷卻水塔；排出的濕熱空氣避免形成再循環而被抽回進風口。
2. 多組冷卻水塔並聯運轉，備用水塔同時一起運轉，並由冷卻水送水溫度回餽至變頻器控制冷卻水塔風車轉速。
3. 冷卻水溫度每降低 1.0°C ，約可省電 $\sim 3.0\%$ ，因此，冷卻水入口溫度應儘可能的降低來節約冰水主機用電。
4. 經常檢視灑水管灑水情形是否正常均勻，不均勻之水流或氣流，為影響冷卻水塔效率之要因。

(二十一)儲冷系統之應用方法？

儲冷即利用電力負載之離峰時段蓄冷，於電力負載之尖峰時段將冷能釋出提供空調。尖峰時段之空調全以儲冰量供應時稱為全量儲冷，如圖 4.3-12，若部分仍以空調機供應時稱為分量儲冷。儲冷系統能平衡發電廠之負載，提昇發電效率，但對使用者而言，其優點為：

1. 利用低價之離峰電力節約電費。
2. 享受台電公司給予空調儲冷系統之離峰優惠電價(75折)。
3. 減少安裝電力所需之費用。
4. 再者，儲冷系統之低溫特性，能用於設計。
5. 大幅降低電力契約容量，減少契約電費。
6. 低溫送風及低溫送水系統，減少送水及送風量，節約能源。
7. 在都會區，儲冷之設計需考慮如何將儲冷系統安置在無價空間，如綠地之下，或低價之空間如筏式基礎等，但以選擇易於控制及維護保養之桶槽式完全凍結式系統為佳。

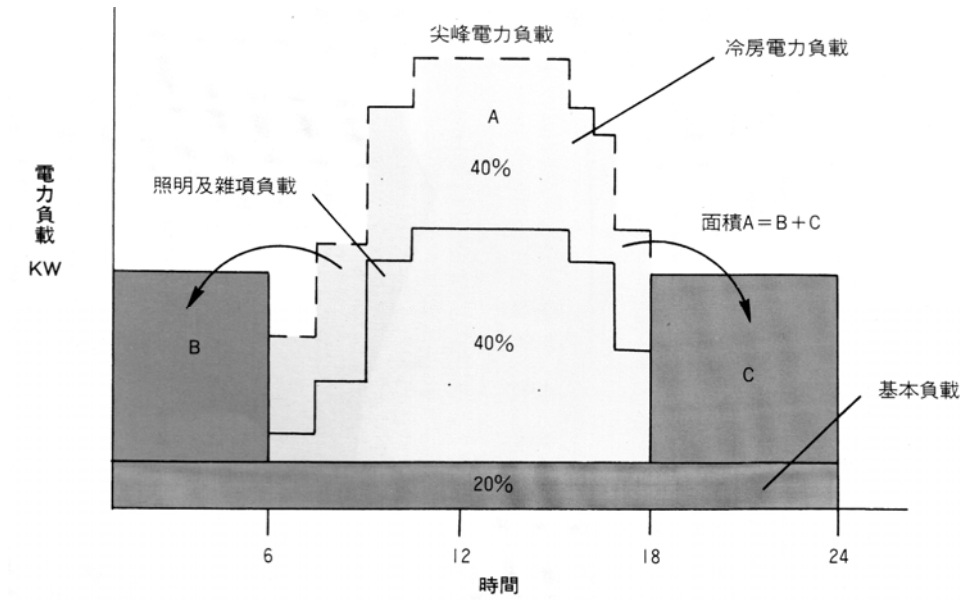


圖 4.3-12 以全量儲冰空調系統之建築電力負載型態

(二十二) 空調系統之常見缺失改善方法？

本文就一般常遇到之設計與操作維護缺失，討論其對耗能之影響，並提供一些改善之方法，分項簡要說明如下：

1. 使用中發現冷卻水溫偏高，增加空調機耗電，一般可能是冷卻水塔之風扇故障、冷卻水灑水不均、散熱材污損等造成散熱不良，修護後應能恢復原有之操作。冷卻水塔如安裝位置不佳，如四週空間不足致使空氣短循環，將部份高濕空氣帶回水塔，會影響水蒸發使散熱降低。
2. 主機低負載運轉，如為離心式主機其在 40% 以下負載操作即會造成湧浪現象(surge)，低負載時能源效率低，一般而言應盡量使其在 50% 以上之負載運轉，75% 為佳，使能源效率提升。
3. 熱交換器結垢致使冷凝溫度升高，台灣部份地區水之硬度甚高

(>200ppm)，應定期清洗熱交換器，水質作化學或物理處理(如磁鈍處理)以減少結垢。

4. 冰水溫度設定偏低，一般空調之冰水不需低於 7°C，冰水溫度低會使冰水機之效率降低，冰水去回溫差 5°C 為正常。
5. 冰水或冷卻水之流量不宜過高，一般參考值為冰水 10 lpm/RT，而冷卻水 13 lpm/RT，在設計上應使每 100m 等效長度之管路壓頭損不超過 4.0m，如用變頻器改變轉速以改變水流量更佳，當今變頻器之技術已成熟，甚值得應用。
6. 個別小空間裝設風機盤管有各別控制之優點，但需有中央式之監控，避免離開時忘了關冷氣，致使失去節能之效果。
7. 溫度控制不佳，有部份空間溫度過低造成不適及浪費能源，應檢查溫度訊號，溫度之校正及控制器之設定，再進一步檢測送風量及溫度。
8. 送風口之錯誤設計，送風口之設計應使有較均勻之風量分佈與溫度，避免局部溫度過冷氣流過大，如此可提升空調效率並提高舒適度，送風口之設計應參考相關技術手冊，送風作水平向之擴散，而非垂直下吹。

伍、節能案例

5.1 政府機關節能推廣案例介紹

今舉例經接受節能服務，並配合實施改善之財政部高雄市國稅局、台北世貿中心國貿大樓、南投縣立文化中心等三單位，之成效及其作法，已展現說明政府機關整體電力、照明、空調、其它設備重點節約能源之方向，可供各單位學習摩仿改善如下：。

(一) 財政部高雄市國稅局

建物為地下三層至地上十層,樓地板面積共 16,880m²，82 年電費 620 萬元/年。省能效益：抑低尖峰用電 133kW、節省電費 10.53%、約 70 萬元/年。省能改善作法：

1. 空調區域派專人負責調整適當冷房溫度 26°C。
2. 空調主機提早於下班前 30 分鐘關機，僅運轉冰水泵。
3. 電梯口 60W 白熾燈更換 15W 省電燈泡約 78 具。
4. 40W*4 型 OA 日光燈採用電子式安定器約 250 具。
5. 各公共區域地下室、電梯口、茶水間採減光措施。
6. 盥洗室白天利用自然採光不開燈。
7. 地下停車場抽排風機改上班時間運轉。
8. 四台電梯於人潮較少時段，減台運轉。

(二)台北世貿中心國貿大樓：

建物為地下三層至地上三十六層,樓地板面積共 111,791m²，83 年電費 4,400 萬元/年，出租率 94%。省能效益：節省電費 4.6%，約 200 萬元/年。省能改善作法：

1. 廁所、大廳 100W 白熾燈更換 17W 及 27W 省電燈泡。
2. 整棟大樓地下停車場、公共區域、辦公室之 40W 日光燈，改採三波長燈管及電子式安定器約 14,000 具。

3. 定期五年清洗更換燈罩，維持辦公室照度 750Lux，走道 300Lux 及美觀。
4. 停車場及公共走道採用監控系統加強照明管理。
5. 大樓 19 部客貨梯採連動控制，電梯之照明及通風扇控制於無人坐時約 5 分鐘自動停止。

(三)南投縣立文化中心：

建物為地下一層至地上八層，樓地板面積共 5,266m²，84 年電費 235 萬元/年。省能效益：節省電費 21%，約 50 萬元/年。省能改善作法：

1. 設備更新增加，但經常契約容量不增加。
2. 照明燈管老舊，即逐步汰換。
3. 老舊主機經電腦評估後，汰換為 200RT*2 台螺旋式冰水機定。
4. 泵、冷卻水塔已老舊，經評估汰舊換新。
5. 空調箱老舊，經評估汰舊換新。
6. 風管老舊，逐步檢修或更新。

5.2 政府機關辦公室節約能源措施提案

依政府機關辦公室節能輔導服務經驗【5】，在電力、照明、空調及事務機器上，節能改善提案相當多，今配合「政府機關辦公室節約能源措施」，內容，舉例出如表5.2-1所示常見之重點節能改善提案20項，說明節能措施、改善措施、改善前、改善後、節能成效(含節能效益、投資費用、回收年限)之節能改善可行性。這些節能案例之節能效益、投資費用、回收年限，並非定性，需視個案不同，自行評估調整，如投資費用就差異非常之大。但各案也指出了政府單位執行節能改善之短、中、長期三階段策略方向，如下，供政府機關能源管理者參考自發性學習改善。

- 1.短期(立即~三年以內者)：請立即檢討改善

契約容量合理化、規劃需量控制系統、提高功率因數、照度合理化檢討、停止公共區域中央空調系統、操作泵浦運轉之合理化、調整冷房溫度、減少外氣量、定期保養主機及清洗冷凝器、冷卻水塔散熱片更換、控制停車場抽排風機運轉時間。

2.中期(五年以內者)：配合照明品質及工作環境改善

採用電子式安定器+三波長燈管OA燈具、採用省電燈泡。

3.長期(五年以上者)：配合汰舊年限改善

空調主機汰換高效率主機、區域泵加裝變頻器、冷卻水塔並聯加裝變頻器、採用中央空調系統、窗型機採用高能源效率比值(EER)機型、箱型機採用高能源效率比值(EER)機型、個人電腦採用LCD液晶顯示器。

(註：汰舊換新改善以新舊機型費用差額計算，可大幅縮短回收年限)

表5.2-1 政府機關辦公室常見省能改善措施

NO	系統別	節能措施	省能方法及效益	回收年限及可行性
1	電力系統	契約容量合理化	1.夏月5~11月逐月依電費單檢討契約容量合理化訂定，降低全年基本電費支出。 2.一般辦公大樓判斷契約容量訂定高低之方法，為將電費單全年最高尖峰用電需量kW值，依高低排序第5~6位值，已大致接近契約容量訂定合理值。 3.台電各營業服務單位可提供用戶「訂定合理契約容量」計算服務。	立即 ~3年內
2	電力系統	規劃需量控制系統	1.夏月5~11月逐月依電費單檢討尖峰需量產生原因，以需量控制可短暫停機之負載，配合調整契約容量，減少台電契約容量超約二倍或三倍罰款，降低全年基本電費支出。 2.一般尖峰需量kW，經合理檢討並控制可抑制5~10%之空間。	立即 ~3年內
3	電力系統	提高功率因數	1.台電電價表規定，用戶每月用電之平均功率因數不及百分之八十時，每低於百分之一，該月份電費應增加千分之三；超過百分之八十時，每超過百分之一，該月份電費應減少千分之一.五。而超約罰款部份不	立即 ~3年內

			給與功因折扣。 2.因此逐月依電費單檢討功因是否達到100%，而調整投入進相電容器kVAR不足量，以獲得電費之功因折扣及減少低壓線路功因落後損失。	
4	照明系統	照度合理化檢討	依CNS辦公室照度標準，檢討辦公室、走道等場所照度，偏高者可採調整燈管或燈具數量之減光及控制措施，以減少照明用電。	立即
5	照明系統	採用電子式安定器+三波長燈管OA燈具	採用電子式安定器+T-8 32W三波長燈管之高效率OA燈具，配合整體照明改善，可減少照明用電及降低空調負荷，節約28%以上。	3年以上
6	照明系統	採用省電燈泡	以高效率省電燈泡取代低效率之鹵素燈及白熾燈，可省能60%以上及降低空調負荷。	3年左右
7	空調系統	空調主機汰換高效率主機	一般到達汰換年限之空調主機耗能約1.2kW/RT以上，汰換為新型高效率EER環保冷媒之冰水主機，EER=3.5~4.77(耗能0.86~0.63kW/RT)，可節約空調用電30~47%以上及減少維護費用又環保。	5年以上
8	空調系統	定期保養主機及清洗冷凝器	定期確實保養主機及清洗冰水主機冷凝器，並改善循環水水質，以提高主機熱交換效率，節約用電。	3年內
9	空調系統	停止公共區域中央空調系統	1.檢討開放大公共區域及走道空間之空調使用，減少空調面積，降低空調負荷。 2.停止公共區域中央空調系統，以節約空調用電。	立即
10	空調系統	操作泵浦運轉之合理化	匹配冰水主機開機台數，改變泵浦操作方式，減少設備耗電量。	立即
11	空調系統	區域泵加裝變頻器	依美國ASHRAE90.(1999版)在空調設計方面規定，泵浦超過10HP者，至少有50%之流量可變流量，應以變頻器控制區域泵運轉，以節約能源。	五年以上
12	空調系統	冷卻水塔散熱片更換	更新冷卻水塔散熱片，使水流分佈均勻，提高冷卻水塔散熱能力，降低冷卻水溫度，改善主機效率。一般冷卻水溫每降低1℃，主機可減少1.5~3%的耗電量。	5年內
13	空調系統	冷卻水塔並聯加裝變頻器	以變頻器控制冷卻水塔風車馬達運轉，節省冷卻水塔耗電。	5年以上
14	空調系統	調整冷房溫度	使用冷氣時，調控空調設備，使室內溫度不低於26℃，以節約空調用電。	立即
15	空調系統	減少外氣量	夏季應減少外氣引進，以減少空調負荷。	立即

16	空調系統	採用中央空調系統	採用高能源效率比值EER之中央空調系統汰換低能源效率比值EER之窗、箱型冷氣機，可節約空調用電。	10年以上
17	空調系統	窗型機採用高能源效率比值(EER)機型	窗型機汰舊時，採用高能源效率比值EER之機型，以節約空調用電。 註：汰舊換新改善以新舊機型費用差額計算，可大幅縮短回收年限。	10年以上
18	空調系統	箱型機採用高能源效率比值(EER)機型	箱型機汰舊時，採用高能源效率比值EER之機型，以節約空調用電。 註：汰舊換新改善以新舊機型費用差額計算，可大幅縮短回收年限。	10年以上
19	停車場抽排風	控制停車場抽排風機運轉時間	採用時間控制器，控制大樓地下停車場抽排風機運轉時間，節約用電。	一年內
20	事物設備	個人電腦採用LCD液晶顯示器	個人電腦CRT顯示器汰舊時，採用環保又省能之LCD液晶顯示器，以節約用電。 註： 1. LCD液晶顯示器為未來趨勢，可獲得省能、愛眼、改善桌面空間之效益提高工作效率。 2. 汰舊換新改善以新舊機型費用差額計算，可大幅縮短回收年限。	10年以上

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：01

節能 措施	契約容量合理化	系統 分類	電力系統																																																																	
改善 措施	<p>參閱台電電價表之用戶用電契約容量訂定及基本電費與超約罰款計算。</p> <p>台電契約容量超約罰款規定：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.在契約容量10%以下部份按二倍計收基本電費。 2.在契約容量10%以上部份按三倍計收基本電費。 3.超約罰款部份不給與功因折扣。 <p>基本電費計算：高壓用電</p> <p>夏月(6月1日~9月/30日)基本電費213元/kW，非夏月基本電費159元/kW。</p> <p>依以上規定用戶應了解用電負載不合理集中開機運轉產生尖峰需量，超過契約容量是須付更高費用的。因此用電契約容量的訂定是以全年所繳的基本電費及超約罰款之總和最低為合理值。</p>																																																																			
改善 前	<p>依全年電費單顯示，契約容量訂定為 1,700kW，全年有 9 個月尖峰用電需量 kW 超約。全年最高用電需量 1,910kW，在 90/6 月份產生，與目前契約容量值相差約 210kW，(1910kW-1700kW=210kW)，顯示目前用電契約容量訂定偏低，超約罰款達約 48.72 萬元/年，使基本電費加超約費支出高，契約容量應檢討調升。</p> <table border="1" data-bbox="308 1339 1407 1704"> <thead> <tr> <th>月份</th> <th>89/7</th> <th>89/8</th> <th>89/9</th> <th>89/10</th> <th>89/11</th> <th>89/12</th> <th>90/1</th> <th>90/2</th> <th>90/3</th> <th>90/4</th> <th>90/5</th> <th>90/6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>契約容量 kW</td> <td>1700</td> <td>1700</td> <td>1700</td> <td>1700</td> <td>1700</td> <td>1700</td> <td>1700</td> <td>1700</td> <td>1700</td> <td>1700</td> <td>1700</td> <td>1700</td> </tr> <tr> <td>尖峰需量 kW</td> <td>1844</td> <td>1866</td> <td>1844</td> <td>1900</td> <td>1862</td> <td>1794</td> <td>1720</td> <td>1622</td> <td>1404</td> <td>1830</td> <td>1692</td> <td>1910</td> </tr> <tr> <td>高低排序</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>7</td> <td>10</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>契約合理值</td> <td></td> <td></td> <td>合理值</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			月份	89/7	89/8	89/9	89/10	89/11	89/12	90/1	90/2	90/3	90/4	90/5	90/6	契約容量 kW	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	尖峰需量 kW	1844	1866	1844	1900	1862	1794	1720	1622	1404	1830	1692	1910	高低排序	5	3	6	2	4	8	9	11	12	7	10	1	契約合理值			合理值									
月份	89/7	89/8	89/9	89/10	89/11	89/12	90/1	90/2	90/3	90/4	90/5	90/6																																																								
契約容量 kW	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700																																																								
尖峰需量 kW	1844	1866	1844	1900	1862	1794	1720	1622	1404	1830	1692	1910																																																								
高低排序	5	3	6	2	4	8	9	11	12	7	10	1																																																								
契約合理值			合理值																																																																	
改善 後	<p>依「訂定合理契約容量(二段式)」電腦軟體試算結果；最佳契約容量值應為 1,844kW。調升契約前，已先檢討目前用電穩定。故向台電申請調升目前用電契約容量。</p> <p>註：</p> <p>(1)電價中基本電費佔每月電費支出有相當大的比例，而它和用戶每日實際用電度數毫無關連，因此如何依照本身用電情形，訂定合理的契約容量，以減少</p>																																																																			

	<p>基本電費及超約罰款的支出，實為降低成本最簡易可行的方法之一。</p> <p>(2)一般辦公大樓判斷契約容量訂定高低之方法，為將電費單全年最高尖峰用電需量 kW 值，依高低排序第 5~6 位值，已大致接近契約容量訂定合理值。</p> <p>(3)台電各營業服務單位可提供用戶「訂定合理契約容量」計算服務。</p>
<p>節 能 成 效</p>	<p>1.省能效益：</p> <p>將契約容量 1,700kW 提高至 1,844kW 後，節省基本電費 12.14 萬元/年。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 改善前契約容量 1,700kW 之基本電費支出 <p>(1)基本電費：$1,700\text{kW} \times (213 \text{ 元/kW} \times 4 \text{ 月/年} + 159 \text{ 元/kW} \times 8 \text{ 月/年})$ $= 3,610,800 \text{ 元/年}$</p> <p>(2)超約罰款：487,242 元/年</p> <p>(3)合計 = (1) + (2) = (3,610,800 + 487,242) 元/年 = 4,098,042 元/年</p> • 改善後契約容量 1,844kW 之基本電費支出 <p>(1)基本電費：$1,844\text{kW} \times (213 \text{ 元/kW} \times 4 \text{ 月/年} + 159 \text{ 元/kW} \times 8 \text{ 月/年})$ $= 3,916,656 \text{ 元/年}$</p> <p>(2)超約罰款：59,940 元/年</p> <p>(3)合計 = (1) + (2) = (3,916,656 + 59,940) 元/年 = 3,976,595 元/年</p> • 節省基本電費：$(4,098,042 - 3,976,595) \text{ 元/年} = 121,447 \text{ 元/年}$ <p>2.投資費用：需繳交提高契約容量線路補助費。(若增加設備用電，則需增加台電送審之電機技師簽證費)。</p> <p>$144\text{kW} \times 1,600 \text{ 元/kW} = 230,400 \text{ 元}$</p> <p>3.回收年限：$230,400 \text{ 元} \div 121,447 \text{ 元/年} = 1.89 \text{ 年}$</p>

政府機關辦公室節約能源措施案例

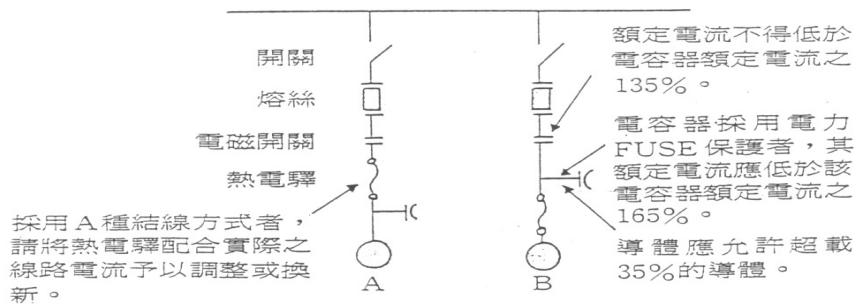
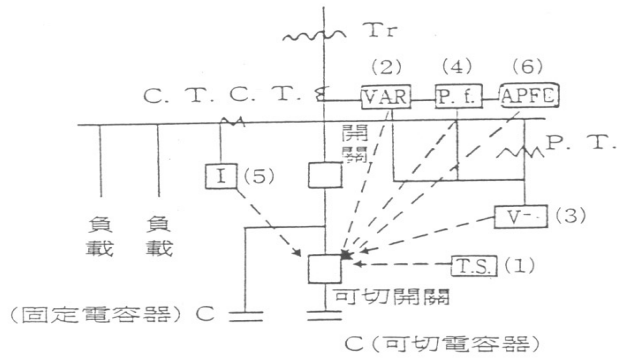
編號：02

節能措施	規劃需量控制系統	系統分類	電力系統
改善措施	<p>夏月5~11月空調期應逐月依電費單檢討尖峰需量產生狀況，並採以需量控制空調及其它負載方式，抑低尖峰需量產生，減少契約容量超約二倍或三倍罰款。</p> <p>一般尖峰需量kW，經合理檢討加以控制，應可抑低5~10%之空間。</p>		
改善前	<p>用電契約容量為 1,500kW，全年夏季最高尖峰需量 1,653kW，有 5 個月超約，超約罰款達 24 萬元。現有空調三台 300RT 之離心式冰水主機，加上多台箱型機(10RT×3 台+20RT×3 台)、停車場抽排風扇 20hp×4 台。</p> <p>經實測總盤日負載最高尖峰用電需量 1,550kW，日負載曲線圖上顯示空調早上 8：00~8：30 集中開機起動，是最高尖峰需量產生之主因。但與最高尖峰約 1,653kW，相差 103kW，故有抑低尖峰用電需量，減少超約罰款之可行性。</p>		
改善後	<p>採裝設尖峰需量控制器，控制可短暫停機之負載如：箱型機(10RT×3 台+20RT×3 台)共 90kW、停車場抽排風扇 20hp×4 台共 60kW 等，以錯開停機及輪流停機方式，抑制尖峰需量約 100kW，並配合契約容量合理訂定，已減少超約罰款及基本電費支出。</p> <p>註：1.多台箱型機以尖峰需量控制器控制壓縮機於尖峰需量產生前停止運轉，送風不停方式。一般暫停 15 分鐘室內溫度僅上升 1℃，可接受。</p> <p>2.停車場抽排風扇被控制於尖峰用電時短暫輪流停機 15 分鐘，影響不大。</p>		
節能成效	<p>1.裝設需量控制器抑低尖峰用電約 100kW。全年減少夏季空調期尖峰用電超約罰款 170,400 元。</p> <p>減少尖峰用電超約罰款：$100\text{kW} \times 213 \text{元/kW} \times 4 \text{月/年} \times 2 \text{倍} = 170,400 \text{元/年}$</p> <p>2.投資費用：裝設需量控制器(含配線安裝施工)，約 40 萬元。</p> <p>3.回收年限：$40 \text{萬元} \div 17 \text{萬元/年} = 2.3 \text{年}$</p>		

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：03

節能 措施	提高功率因數	系統 分類	電力系統																										
改善 措施	<p>台電電價表規定，用戶每月用電之平均功率因數不及百分之八十時，每低於百分之一，該月份電費應增加千分之三；超過百分之八十時，每超過百分之一，該月份電費應減少千分之一.五。而超約罰款部份不給與功因折扣。</p> <p>因此逐月依電費單檢討功因是否達到 100%，而調整投入進相電容器 kVAR 不足量，以獲得電費之功因折扣及減少低壓線路功因落後損失。</p>																												
改善 前	<p>目前電費單平均功率因數 92% 偏低。由現場調查得知，電力功因改善已採用自動功因控制器(APFC)，但動作不正常，無法配合空調、泵浦設備、照明與動力設備運轉，自動投入所需電容器量。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>月份</th> <th>89/7</th> <th>89/8</th> <th>89/9</th> <th>89/10</th> <th>89/11</th> <th>89/12</th> <th>90/1</th> <th>90/2</th> <th>90/3</th> <th>90/4</th> <th>90/5</th> <th>90/6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>功率因數%</td> <td>89</td> <td>88</td> <td>89</td> <td>89</td> <td>93</td> <td>93</td> <td>93</td> <td>96</td> <td>95</td> <td>94</td> <td>94</td> <td>93</td> </tr> </tbody> </table>			月份	89/7	89/8	89/9	89/10	89/11	89/12	90/1	90/2	90/3	90/4	90/5	90/6	功率因數%	89	88	89	89	93	93	93	96	95	94	94	93
月份	89/7	89/8	89/9	89/10	89/11	89/12	90/1	90/2	90/3	90/4	90/5	90/6																	
功率因數%	89	88	89	89	93	93	93	96	95	94	94	93																	
改善 後	<p>請原設備廠商調整自動功因調整器恢復功能，自動投入進相電容器 kVAR 量。將功率因數由 92% 提高至 100%，已增加功率因數折扣和減少線路功因落後損失</p> <p>註：一般大樓的配電設計，都設有調整功率因數用之高壓或低壓進相電容器，較新之設計都在低壓側總電源配電箱，採用自動功因控制器(APFC)，控制低壓進相電容器自動投入或切離。自動功因調整器其乃利用電流與電壓做比較，按設定之 C/K 值來控制，功率因數值一般設定在 99% 左右，利用分段分組的電磁開關及低壓電容器做投入及跳脫之動作，以保持功率因數在 99%，以獲得電費之功因折扣及減少低壓線路功因落後損失。而要注意的是：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 至於電容器最佳的裝設位置應在電感性負載設備的控制負載側，隨負載之使用而投入或切離。採進相電容器並聯馬達側功因改善僅可改善至 95%，以免產生不良影響。功率因數超前，會造成低壓側電壓升高，造成電器產品較易損壞。 (2) 低壓電容器選用時，應注意額定電壓須大於實際使用電壓。 (3) 確認電容器裝設位置及合理的電容器量，以避免投資浪費。 <p>如此才是最有效的改善功率因數方法，改善方法可見下圖(一)功因改善電容器裝置方法。</p>																												



圖(一)功因改善電容器裝置方法

節
能
成
效

- 1.省能效益：可減少減少線路功因落後損失約 2.04kW，每年減少耗電量約 17,888kWh，節省電費 11.78 萬元。
 - (1)功率因數折扣： $790 \text{ 萬元/年} \times 0.0015 \times (100-92) = 9.48 \text{ 萬元/年}$ 。
 - (2).減少線路功因落後損失：約 2.04kW、17,888kWh/年、2.3 萬元/年。
 - (3).合計= $(9.48 + 2.3) \text{ 萬元/年} = 11.78 \text{ 萬元/年}$ 。
- 2.投資費用：請貴單位請機電顧問公司檢視自動功因控制器(APFC)，有無故障，並調整 APFC 設定值 100%，自動投入進相電容器量。
- 3.回收年限：無

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：04

節能措施	照度合理化檢討	系統分類	照明系統
改善措施	依 CNS 辦公室照度標準，檢討辦公室、走道等場所照度，偏高者可採調整燈管或燈具數量之減光及控制措施，以減少照明用電。		
改善前	<p>貴中心目前辦公室以 40W×4 型 OA 燈具為主，天花板高度 2.8m。</p> <p>走道以 20W×4 型 OA 燈具為主，天花板高度 2.8m。樓層共 12 樓，每樓 30 具。</p> <p>經現場實測</p> <p>1.辦公室照度約 600~900Lux，較 CNS 照度標準 500-750Lux 略高些。</p> <p>2.室內走道照度約 500~800Lux，較 CNS 辦公室之照度標準 100-200Lux 高。</p>		
改善後	<p>經檢討</p> <p>1.辦公室辦公室內劃分出走道區將 40W×4 型 OA 燈具，減光一根燈管。</p> <p>2.室內走道 20W×4 型 OA 燈具，每具整齊均勻的拆除兩支 20W 燈管，照度降至 150-250Lux，以符合 CNS 照度標準要求，減少照明用電、降低空調負荷。</p> <p>註：走道照度講求照度均勻方式為佳。</p>		
節能成效	<p>1.經統計室內走道 20W×4 型 OA 燈具約有 360 盞，經減光 1/2 後，可減少耗電約 18kW，每年減少照明耗電量約 54,000kWh，節省電費 14.58 萬元。</p> <p>$(100W/具 \times 1/2 \times 360 具 \div 1,000W/kW) \times 3000H/年 \times 2.7 元/kWh$</p> <p>$= 145,800 元/年、18KW，54,000kWh/年$</p> <p>2.投資費用：無。(註：此改善尚可減少燈管損耗)</p> <p>3.回收年限：立即。</p>		

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：05

節能措施	採用電子式安定器+T-8 三波長燈管之高效率 OA 燈具	系統分類	照明系統
改善措施	採用電子式安定器+T-8 32W 三波長燈管之高效率 OA 燈具，配合整體照明改善，可減少照明用電及降低空調負荷，節約 28% 以上。		
改善前	辦公室照明採 40W×3 型 PS(壓克力)板加傳統低功因安定器日光燈具為主燈具，數量約 2,000 具。辦公室天花板高度約 2.4~2.8m，照度為 400~500Lux，低於國家 CNS 辦公室照度 500~750Lux 標準。點燈時間 3,000 時/年。燈具已使用多年且 PS 板泛黃老舊，影響美觀，想汰換。		
改善後	<p>經檢討評估後，辦公室全面採用坎入式 32W*3 電子式安定器+高頻 T-8 三波長燈管之高效率 OA 燈具，最佳。其特性：</p> <p>(1).32W×3 (220V)電子安定器燈具耗電 96W。</p> <p>(2).T-8 32W 晝光三波長燈管發光效率高達 91.5lm/W。演色性 Ra=85。 (2930lm÷32W=91.5lm/W)</p> <p>(3).柵格狀鏡面反射板反射效率高達 90% 以上。配光曲線佳。</p> <p>(4).燈具眩光低，美觀，壽命長。</p> <p>汰換後，減少照明用電及空調照明負載，省能達 30% 以上，並獲得大幅提升照明品質，如照度達國家 CNS 辦公室照度 500~750Lux 標準、照度均勻度佳、眩光低，燈具整齊美觀之效益。</p> <p>註：</p> <p>(一).PS 板傳統鐵心式安定器日光燈具：</p> <p>(1).40W×3(220V)普通安定器日光燈具耗電 135W/具。</p> <p>(2).40W 普通燈管流明數發光效率為 73.68lm/W。 (2800lm÷38W=73.68lm/W)</p> <p>(3).PS 板易泛黃污染，每五年需更換。</p> <p>(二)傳統鐵心式安定器與電子式安定器比較：</p> <p>1.傳統鐵心式安定器：</p> <p>其特性如下:(1)起動需用起動器(2)亮燈時間需 2~5 秒(3)功率因數</p>		

	<p>90%(4)諧波失真 48%(5)燈管閃爍(6)安定器本身溫度達 55°C，增加空調負載。</p> <p>2.電子式安定器：</p> <p>其特性如下:(1)瞬間起動免用起動器(2)功率因數 98%以上(3)諧波失真 20%以下(4)燈管不閃爍，保護視力(5)適用 0~55°C 以下，濕度 98%(Ta=25°C)以下之環境(6)安定器溫度低，可減少空調負載(7)省電 28%(與傳統式高功率型安定器比較)(8)燈管壽命增長(須配合高頻燈管使用)(9)可聽雜音低(噪音)。</p>
節 能 成 效	<p>(一)省能效益：以上整體改善 2,000 具，可減少耗電約 78kW，每年減少照明耗電量約 267,273kWh，節省電費 67.6 萬元。</p> <p>1.以 40W×3 傳統日光燈具耗電=135W/具÷1,000W/kW×2,000 具=270kW</p> <p>2.以 32W×3 傳統日光燈具耗電=96W/具÷1,000W/kW×2,000 具=192kW</p> <p>3.節約效益：</p> <p>(1)減少耗電=(270-192)kW=78kW</p> <p>(2)減少照明耗電量=A+B 項=(234,000+33,273)=267,273kWh/年</p> <p>A.減少照明耗電量=78kW×3,000H/年=234,000kWh/年</p> <p>B.減少空調照明負載耗電量</p> <p>=234,000kWh/年×860kcal/kWh÷3024kcal/RT×1kW/RT×</p> <p>空調期(6/12)×1.91 元/kWh=33,273kWh/年，63,553 元/年</p> <p>(3)節省電費=A+B+C 項=446,940+165,672+63,553=676,165 元/年</p> <p>A.減少照明流動電費=78kW×3,000H/年×平均 1.91 元/kWh</p> <p>=446,940 元/年</p> <p>B.減少基本電費=78kW×(213 元/kW×4 月/年+159 元/kW×8 月/年)</p> <p>=165,672 元/年</p> <p>C. 減少空調照明負載電費=63,553 元/年</p> <p>註：節能比=(270-192)kW÷270kW×100%=28.28%</p> <p>(二).投資費用：整體更換 2,000 具電子式安定器 OA 日光燈具，含工資費用約 2,600 元/具，與傳統安定器 PS 板燈具相比差額計算，投資費用以 1,500 元/具計，約 220 萬元。</p> <p>(三)回收年限：約 4.63 年回收。220 萬元÷67.6 萬元/年=3.25 年</p>

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：06

節能措施	採用省電燈泡	系統分類	照明系統
改善措施	以高效率省電燈泡取代低效率之鹵素燈及白熾燈，可省能 60% 以上及降低空調負荷。		
改善前	辦公室大廳，走道、會客室，電梯口照明採用 50W 鹵素燈。燈具數量約 200 具，每年點燈時間 3,000 小時。鹵素燈已使用超過一年光衰大，照度以降低 20~30%。		
改善後	<p>經配合照度與省能檢討，全面採用 20W 電子式省電燈泡筒燈取代 50W 鹵素燈，照明照度符合 CNS 辦公室照度標準要求，減少照明用電及空調照明負載，省能達 60% 以上。</p> <p>註：20W 電子式省電燈泡發光效率約 62.5 lm/W，(1250lm÷20W=62.5lm/W) 壽命 6,000 小時以上。演色性 Ra=85。</p> <p>50W 鹵素燈發光效率約 25 lm/W，(1250 lm÷50W=25 lm/W) 壽命 2,000 小時。演色性 Ra=100。光衰快。</p> <p>兩者相比 20W 電子式省電燈泡，可省能 60%，減少維護費用。</p> <p>$(50-20)W/具 \div 50W \times 100\% = 60\%$</p>		
節能成效	<p>1.省能效益：以上整體更換 200 具 20W 電子式省電燈泡筒燈，可減少耗電約 6kW，每年減少照明耗電量約 20,560kWh，節省電費 5.2 萬元。</p> <p>(1)減少耗電=(10-4)kW=6Kw</p> <p>A.以 50W 鹵素燈耗電=50W/具÷1,000W/kW×200 具=10kW</p> <p>B.以 20W 電子式省電燈泡耗電=20W/具÷1,000W/kW×200 具=4kW</p> <p>(2)減少照明耗電量=A+B 項=(18,000+2,560)=20,560kWh/年</p> <p>A.減少照明耗電量=6kW×3,000H/年=18,000kWh/年</p> <p>B.減少空調照明負載耗電量=18,000kWh/年×860kcal/kWh ÷3024kcal/RT×1kW/RT×空調期(6/12)×1,91 元/kWh=2,560kWh/年，</p>		

4,889 元/年

(3)節約電費=A+B+C 項=34,380+12,744+4,889=52,013 元/年

A.減少照明流動電費=6kW×3,000H/年×平均 1.91 元/kWh=34,380 元/年

B.減少基本電費=6kW×(213 元/kW×4 月/年+159 元/kW×8 月/年)
=12,744 元/年

C.減少空調照明負載電費=4,889 元/年

註：節能比=(10-4)kW÷10kW×100%=60%

2. 投資費用：整體更換 200 具 20W 電子式省電燈泡筒燈，含工資費用約 1,000 元/具計，約 20 萬元。

註：20W 電子式省電燈泡壽命是 50W 鹵素燈之三倍。

3. 回收年限：約 3.84 年。20 萬元÷5.2 萬元/年=3.84 年

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：07

節能措施	空調主機汰換為高效率主機	系統分類	空調系統																																												
改善措施	一般到達汰換年限之空調主機耗能約 1.2kW/RT 以上，汰換為新型高效率 EER 環保冷媒之冰水主機，EER=3.5~4.77 耗能 0.86~0.63kW/RT，可節約空調用電 30~47% 以上及減少維護費用又環保。																																														
改善前	採用中央空調系統有 400RT 離心式冰水主機二台。使用 R-11 冷媒，已使用 15 年，自動控制器，冷凝器銅管多處年久腐蝕破孔阻塞，熱交換效率已差。經現場實測耗能約 1.05kW/RT 以上，效率不佳，維修費用升高。故編列預算汰換二台 400RT 離心式冰水主機。																																														
改善後	<p>經由現有負載評估估算，購買二台 300RT 離心式主機，即足夠供應空調負載，冰水泵、冷卻水泵及冷卻水塔風車，仍可繼續使用。</p> <p>參考下表(一)空調冰水主機能源效率標準，選購 EER 值=4.77(0.63kW/RT)之 300RT 離心式主機。</p> <p style="text-align: center;">表(一) 空調冰水主機能源效率標準</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">執行階段</th> <th colspan="2">第一階段</th> </tr> <tr> <th colspan="2">施行日期</th> <th colspan="2">九十二年一月</th> </tr> <tr> <th>型式</th> <th>冷卻能力等級</th> <th>能源效率比值 (EER) kcal/h-W</th> <th>性能係數 (COP)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">水冷式</td> <td rowspan="3">容積式壓縮機</td> <td><150RT</td> <td>3.50</td> <td>4.07</td> </tr> <tr> <td>≥150RT</td> <td>3.60</td> <td>4.19</td> </tr> <tr> <td>≤500RT</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">離心式壓縮機</td> <td>>500RT</td> <td>4.00</td> <td>4.65</td> </tr> <tr> <td><150RT</td> <td>4.30</td> <td>5.00</td> </tr> <tr> <td>≥150RT</td> <td>4.77</td> <td>5.55</td> </tr> <tr> <td><300RT</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>≥300RT</td> <td>4.77</td> <td>5.55</td> </tr> <tr> <td>氣冷式</td> <td>全機種</td> <td>2.40</td> <td>2.79</td> </tr> </tbody> </table> <p>註：</p> <p>CFC 冷媒停產之因應措施為何？CFC 冷媒因蒙特婁議定書(Montreal Protocol) 已自 1996 年 1 月 1 日起停產，台灣的 R-12 冷媒上漲。大多數用戶庫存 CFC 冷媒數量相當有限，通常都不敷現有冰水機使用，因此極需立即訂定因應策</p>			執行階段		第一階段		施行日期		九十二年一月		型式	冷卻能力等級	能源效率比值 (EER) kcal/h-W	性能係數 (COP)	水冷式	容積式壓縮機	<150RT	3.50	4.07	≥150RT	3.60	4.19	≤500RT			離心式壓縮機	>500RT	4.00	4.65	<150RT	4.30	5.00	≥150RT	4.77	5.55	<300RT				≥300RT	4.77	5.55	氣冷式	全機種	2.40	2.79
執行階段		第一階段																																													
施行日期		九十二年一月																																													
型式	冷卻能力等級	能源效率比值 (EER) kcal/h-W	性能係數 (COP)																																												
水冷式	容積式壓縮機	<150RT	3.50	4.07																																											
		≥150RT	3.60	4.19																																											
		≤500RT																																													
	離心式壓縮機	>500RT	4.00	4.65																																											
		<150RT	4.30	5.00																																											
		≥150RT	4.77	5.55																																											
<300RT																																															
	≥300RT	4.77	5.55																																												
氣冷式	全機種	2.40	2.79																																												

	<p>略。一般而言針對 CFC 冷媒停產冰水機的因應措施有三大方向：冷媒替換(Conversion)、阻止冷媒洩漏(Containment)、冰水主機更新(Replacement)分別說明如後：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 一般來說，對於 2~4 年的新購冰水主機，因為設計之初多半已考慮到 CFC 冷媒停用的問題，因此大部份冰水主機都可以替換成使用非 CFC 冷媒的系統。更換新冷媒的費用視製造廠、機型、機齡不同，通常大約在 1/4~1/2 新機購買價格。 2. 其次對於 7~9 年半新不舊的冰水機，因為無法替換成非 CFC 冷媒，而且設備多半都還運轉得不錯，因此應著重於冰水機的維護保養，維持設備在良好的運轉狀態。尤其是避免有洩漏點，減少使用時冷媒的漏失，排氣系統(Purge System)應更換成效率較高的系統。 3. 最後對於已超過 11~12 年的老舊冰水機，因為設備已舊運轉狀況不盡理想，或是儘管仍堪使用，但效率相對已低，由於科技進步，冰水機效率已有大幅提升，因此應直接以非 CFC 冷媒高效率冰水主機汰換。
節 能 成 效	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依測試記錄現有冰水機平均耗電率為 1.2kW/RT，新主機耗電率為 0.63kW/RT，以空調負載 450RT 計算，可減少耗電約 228kW，每年減少耗電量約 525,312kWh，節省電費 149 萬元。 <ul style="list-style-type: none"> A. 減少耗電：$450\text{kW} \times (1.2 - 0.63 \times 1.1)\text{kW/RT} = 228\text{kW}$ B. 節省流動電費：$228\text{kW} \times 2,880\text{hr/年} \times 1.91\text{元/kWh} \times 0.8(\text{參差因數}) = 1,003,346\text{元/年}$、$525,312\text{kWh/年}$ C. 減少基本電費 = $228\text{kW} \times (213\text{元/kW} \times 4\text{月/年} + 159\text{元/kW} \times 8\text{月/年}) = 484,272\text{元/年}$ D. 減少電費 B + C = $1,003,346 + 484,272 = 1,487,618\text{元/年}$ <p>註：節能比 = $(1.2 - 0.7)\text{kW} \div 1.2\text{kW} \times 100\% = 42\%$</p> 2. 投資費用：二台 300RT 的離心冰水主機約 750 萬元(此僅更換主機部份，未計增加更換其它控制設備)。 3. 回收年限：5 年。 $750\text{萬元} \div 149\text{萬元/年} = \text{約 } 5\text{年}$

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：08

節能措施	定期保養主機及清洗冷凝器	系統分類	空調系統																																
改善措施	定期確實保養主機及清洗冰水主機冷凝器，並改善循環水水質，以提高主機熱交換效率，節約用電。																																		
改善前	<p>CH-2 冰水主機已購置 13 年，耗電率 1.22kW/RT，效果不佳，其值偏高，簡易查看冷媒低壓約 5.1 kg/cm² 合理，但蒸發器 LMTD 高達 8.3℃；另外冷媒高壓約 14.3 kg/cm² 合理，但冷凝器 LMTD 高達 8.5℃，兩者均超出標準 5.4℃，顯見熱交換效率不佳，可能有水垢生成；另外檢討冷卻循環水水質，如下表所示，超出合理範圍。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>循環水</th> <th>pH</th> <th>導電度</th> <th>固體含量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>標準值</td> <td>6.5~8</td> <td><800</td> <td><400</td> </tr> <tr> <td>CH-2</td> <td>8.4</td> <td>629</td> <td>307</td> </tr> <tr> <td>效應</td> <td>可能結垢</td> <td>沒有腐蝕</td> <td>沒有結垢</td> </tr> </tbody> </table> <p>再來檢討冷卻水及冰水補充水質，如下表顯示水質尚可。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>補充水</th> <th>pH</th> <th>導電度</th> <th>固體含量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>標準值</td> <td>6.5~8.0</td> <td><200</td> <td><100</td> </tr> <tr> <td>CH-1</td> <td>8.0</td> <td>109</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>效應</td> <td>沒有結垢</td> <td>沒有腐蝕</td> <td>沒有結垢</td> </tr> </tbody> </table>			循環水	pH	導電度	固體含量	標準值	6.5~8	<800	<400	CH-2	8.4	629	307	效應	可能結垢	沒有腐蝕	沒有結垢	補充水	pH	導電度	固體含量	標準值	6.5~8.0	<200	<100	CH-1	8.0	109	90	效應	沒有結垢	沒有腐蝕	沒有結垢
循環水	pH	導電度	固體含量																																
標準值	6.5~8	<800	<400																																
CH-2	8.4	629	307																																
效應	可能結垢	沒有腐蝕	沒有結垢																																
補充水	pH	導電度	固體含量																																
標準值	6.5~8.0	<200	<100																																
CH-1	8.0	109	90																																
效應	沒有結垢	沒有腐蝕	沒有結垢																																
改善後	<p>1.當冷凝器及蒸發器 LMTD 兩者均超出標準 5.4℃，熱交換效率降低時，當冷媒高低壓亦超出警戒值，就安排保養清洗冷凝器銅管。</p> <p>2.目前已加強日常保養水質 PH 值、導電度值、總固體含量及藻菌之管理。</p> <p>註：水質不良引起的故障大致可分為：腐蝕(冷凝器破裂)、水垢(形成高壓事故)、藻泥(微生物形成)。</p> <p>在水系統 pH 值上限選定是防止結垢，不在控制腐蝕。當水路管壁有水垢現象，除了阻礙熱傳導，水量也可能減少，此外也會造成水路管壁腐蝕甚至產生針孔，其中藻泥被水流帶入水路亦成為水垢，因此可依下述</p>																																		

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：08

	<p>方法改善之：1.流洩法；2.結垢抑制法；3.加酸法；4.補給水中硬質之移除。</p> <p>除上述外，另外必須定期添加殺藻劑，減少藻泥產生，避免阻塞或腐蝕管路。</p> <p>維護水質導電度值在合理範圍內，為避免導電度升高，導電率高表示水質惡化，會有腐蝕問題產生，可能腐蝕熱交換器，堵塞水路，致冷媒壓力開關作動，修護將變成非常昂貴。一般可使用有機或無機的腐蝕抑制劑抑制。</p> <p>減少固體含量，降低污染係數，有下列方法：1.定期清洗盤管、2.循環冷卻水每日每年適當排放、3.裝置自動清洗或除垢設備、4.控制水質，過濾雜質。</p>																						
<p>節 能 成 效</p>	<p>1. 省能效益:</p> <p>每年運轉 365 天、每天運轉 9 小時、參差因數 90%</p> <table border="1" data-bbox="387 1088 1353 1296"> <thead> <tr> <th></th> <th>運轉 RT</th> <th>改善前 kW/RT</th> <th>改善後 kW/RT</th> <th>省電 kW</th> <th>省電度數 KWh/年</th> <th>節省電費 元/年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CH-2</td> <td>180.6</td> <td>1.22</td> <td>0.90</td> <td>57.8</td> <td>170,862</td> <td>350,267</td> </tr> </tbody> </table> <p>根據電費單價平均：2.05 元/kWh</p> <p>2. 投資費用：添置自動清洗或除垢設備,並定期添加腐蝕抑制劑及殺藻劑,投資費用約需 34.5 萬元。(列入年度定期保養費內)。</p> <table border="1" data-bbox="347 1532 1299 1729"> <thead> <tr> <th></th> <th>額定能力 RT</th> <th>成本單價 萬元/RT</th> <th>清洗除垢設備初置成本 萬元</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CH-2</td> <td>260</td> <td>0.30</td> <td>78</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. 回收年限：78 萬元÷34.5 萬元/年=2.3 年。</p>		運轉 RT	改善前 kW/RT	改善後 kW/RT	省電 kW	省電度數 KWh/年	節省電費 元/年	CH-2	180.6	1.22	0.90	57.8	170,862	350,267		額定能力 RT	成本單價 萬元/RT	清洗除垢設備初置成本 萬元	CH-2	260	0.30	78
	運轉 RT	改善前 kW/RT	改善後 kW/RT	省電 kW	省電度數 KWh/年	節省電費 元/年																	
CH-2	180.6	1.22	0.90	57.8	170,862	350,267																	
	額定能力 RT	成本單價 萬元/RT	清洗除垢設備初置成本 萬元																				
CH-2	260	0.30	78																				

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：09

節能措施	停止公共區域中央空調系統	系統分類	空調系統																																																
改善措施	1.檢討開放大公共區域及走道空間之空調使用，減少空調面積，降低空調負荷。 2.停止公共區域中央空調系統，以節約空調用電。																																																		
改善前	<p>檢查公共地區現場溫濕度如下表所示：</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>地點</th> <th>溫度℃</th> <th>溼度%</th> <th>地點</th> <th>溫度℃</th> <th>溼度%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>室外</td> <td>27.4</td> <td>95.00</td> <td>2F 電梯走廊</td> <td>27.4</td> <td>80.20</td> </tr> <tr> <td>4F 電梯走廊</td> <td>27.8</td> <td>71.10</td> <td>1F 服務部外</td> <td>25.8</td> <td>71.20</td> </tr> <tr> <td>3F 電梯走廊</td> <td>28.0</td> <td>81.60</td> <td>B1 美髮室外</td> <td>26.5</td> <td>64.50</td> </tr> </tbody> </table> <p>發現上述公共地區，完全沒有冷氣，僅有送風，經詢問用戶，才知為節能，將冷氣關掉，但卻不知道其空調系統，僅冰水主機停機，其它元件仍然運轉，現場調查，如下表所示。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>公共地區空調設備名稱</th> <th>耗電量 kW</th> <th>公共地區空調設備名稱</th> <th>耗電量 kW</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CHP-3 泵浦</td> <td>11.4</td> <td>3F 電梯走廊小型冷風機</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>CWP-3 泵浦</td> <td>12.7</td> <td>2F 電梯走廊小型冷風機</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>CT-3 水塔風車</td> <td>4.1</td> <td>1F 服務部外小型冷風機</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>4F 電梯走廊小型冷風機</td> <td>0.8</td> <td>B1 美髮室外小型冷風機</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td colspan="3">32.2</td> </tr> </tbody> </table>			地點	溫度℃	溼度%	地點	溫度℃	溼度%	室外	27.4	95.00	2F 電梯走廊	27.4	80.20	4F 電梯走廊	27.8	71.10	1F 服務部外	25.8	71.20	3F 電梯走廊	28.0	81.60	B1 美髮室外	26.5	64.50	公共地區空調設備名稱	耗電量 kW	公共地區空調設備名稱	耗電量 kW	CHP-3 泵浦	11.4	3F 電梯走廊小型冷風機	0.8	CWP-3 泵浦	12.7	2F 電梯走廊小型冷風機	0.8	CT-3 水塔風車	4.1	1F 服務部外小型冷風機	0.8	4F 電梯走廊小型冷風機	0.8	B1 美髮室外小型冷風機	0.8	合計	32.2		
地點	溫度℃	溼度%	地點	溫度℃	溼度%																																														
室外	27.4	95.00	2F 電梯走廊	27.4	80.20																																														
4F 電梯走廊	27.8	71.10	1F 服務部外	25.8	71.20																																														
3F 電梯走廊	28.0	81.60	B1 美髮室外	26.5	64.50																																														
公共地區空調設備名稱	耗電量 kW	公共地區空調設備名稱	耗電量 kW																																																
CHP-3 泵浦	11.4	3F 電梯走廊小型冷風機	0.8																																																
CWP-3 泵浦	12.7	2F 電梯走廊小型冷風機	0.8																																																
CT-3 水塔風車	4.1	1F 服務部外小型冷風機	0.8																																																
4F 電梯走廊小型冷風機	0.8	B1 美髮室外小型冷風機	0.8																																																
合計	32.2																																																		
改善後	停止公共區域空調系統使用，但考慮空氣流通，應將窗戶打開。																																																		

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：09

節 能 成 效	1.省能效益:			
	每年運轉 192 天、每天運轉 8.5 時、參差因數 100%			
		改善前	改善後	降低耗能
	kW.	kW.	kW	kWh/年
系統	32.2	0.0	32.2	52469
<p>根據電費單平均：1.91 元/kWh</p> <p>節省流動電費約：10.0 萬元/年</p> <p>節省基本電費約：3.4 萬元/年</p> <p>合計節省電費約：13.4 萬元/年</p>				
2.投資費用：操作設備停止運轉,不需投資任何費用。				
3.回收年限：立即回收。				

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：10

節能措施	操作系浦運轉之合理化	系統分類	空調系統
改善措施	匹配冰水主機開機台數，改變泵操作方式，減少設備耗電量。		
改善前	訪測當日空調冰水主機啟動 1 台，但冷卻水泵及冷卻水塔分別啟動 2 台。而正確之運轉模式應為一台主機搭配一台冰水泵、一台冷卻水泵及一台冷卻水塔，故目前之運轉方式實為多開設備而增加耗電量。		
改善後	調整主機開機模式為：夏春秋季 1 台,冬季不開機。8:00~17:00 運轉。冰水泵、冷卻水泵及冷卻水塔搭配主機運轉，減少運轉一台冷卻水泵及一台冷卻水塔之耗電。 冷卻水泵平均耗電量 14.8kW，冷卻水塔平均耗電量 7.9kW，合計 22.7kW，		
節能成效	<p>1.省能效益:</p> <p>調整主機開機模式後，夏春秋季(9個月)可減少運轉一台冷卻水泵及一台冷卻水塔之耗電共 22.7kW，每年減少耗電量約 44,128 kWh，節省電費 84,286 元。</p> <p>$22.7\text{kW}/\text{台} \times 9 \text{ 月}/\text{年} \times 24 \text{ 天}/\text{月} \times 9 \text{ 小時}/\text{天} \times 1.91 \text{ 元}/\text{kWh} = 84,286 \text{ 元}/\text{年}(44,128 \text{ kWh}/\text{年})$</p> <p>2.投資費用：無。改變操作模式。</p> <p>3.回收年限：立即。</p>		

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：11

節能措施	區域泵加裝變頻器	系統分類	空調系統
改善措施	依美國ASHRAE90.(1999版)在空調設計方面規定，泵浦超過10HP者，至少有50%之流量可變流量，應以變頻器控制區域泵運轉，以節約能源。		
改善前	目前冰水管路係採用水路分離系統方式配置，俱一次側冰水供應迴路與二次側區域泵冰水迴路拼接而成，一次側與二次側之間有共通管，現場使用二通閥作溫度控制，ZP-1~4 區域泵(30HP)(另外 ZP-5~8 作為備用)，區域泵之出水量無法與現場負載變動而變動，節省用電量。		
改善後	<p>於 ZP-1~4 裝設變頻器，使用二通閥作溫度控制所產生的水流量壓差變化作轉速調控，依負載需求不同，變化區域泵轉速，變化水量的方式，改善其耗能狀況，以節約能源。</p> <p>其原理如下：依「泵浦之 Q-H 曲線圖」特性，在泵運轉固定於 N_1，只以控制閥調整水量由 Q_1 至 Q_2，此時流量減少部份僅發在 $h(N_1)$ 的 Q-H 特性曲線上。其揚程由 H_1 增加至 H_1'，如假設泵效率在此略成一定值時，軸動力因與 H、Q 成比例，故其變化量只為為流量之減少率與揚程之增加率之乘積部份而已。若是將控制閥全開，而改變泵轉速由 N_1 降低至 N_2，流量由 Q_1 至 Q_2。則此時 Q-H 特性曲線 $h(N_1)$ 變至 $h(N_2)$，揚程則由 H_1 減至 H_2，軸動力則為流量 Q_1 時之 $(N_1/N_2)^3$ 倍。換句話說，以變頻器控制轉速調整流量至 1/2 時，理論上軸動力則僅需 1/2 三次方，約 12.5% 之軸動力就夠了，實際上考慮變頻轉變效率(約 6% 全載損失)，約需 20% 軸動力，相對節省電力。</p>		
節能成效	<p>1. 預期省能效益：</p> <p>全年運轉 252 天、每天運轉 10 小時，各區將其區域泵浦(ZP-1、ZP-2、ZP-3、ZP-4)裝設變頻器以調整水量，並依外氣焓值之大小估計其負載之大小，且假設變頻器之低限值為 30%，變頻器耗損功率比例約為 6%，每年減少耗電量約 87,565 kWh，節省電費 167,249 元。</p> <p>(1) 現況運轉耗能：</p> $30\text{HP}/\text{台} \times 4 \text{ 台} \times 0.746\text{kW}/\text{HP} \times 2,520\text{h}/\text{年} \times 8/12 \times 1.91 \text{ 元}/\text{kWh}$ $= 150,394\text{kWh}/\text{年}、287,252 \text{ 元}/\text{年}$ <p>(2) 採用變頻器控制水量耗能：</p>		

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：11

<p>全年空調負荷概估：</p> <p>100%轉速佔 33.4%、77%轉速佔 33.3%、50%轉速佔 33.3%。</p> <p>$30\text{HP}/\text{台} \times 4 \text{ 台} \times 0.746\text{kW}/\text{HP} \times (1.06 \times 0.334 + 0.47 \times 0.333 + 0.15 \times 0.333)$</p> <p>$\times 2,520\text{h}/\text{年} \times 8/12 \times 1.91 \text{ 元}/\text{kWh} = 62,829\text{kWh}/\text{年}、120,003 \text{ 元}/\text{年}$</p> <p>(3)節能效益(1)－(2)＝(150,394－62,829)kWh/年＝87,565 kWh/年</p> <p>＝(287,252－120,003)元/年＝167,249 元/年</p> <p>(4)節能比(%)＝(150,394－62,829)kWh/年÷150,394kWh/年×100%＝58%</p> <p>2.投資費用：需加裝四個 30HP 變頻器加控制器費用 100 萬元。</p> <p>3.回收年限：100 萬元÷16.7 萬元/年＝5.9 年。</p>

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：12

<p>節能 措施</p>	<p>冷卻水塔散熱片更換</p>	<p>系統 分類</p>	<p>空調系統</p>
<p>改善 措施</p>	<p>更新冷卻水塔散熱片，使水流分佈均勻，提高冷卻水塔散熱能力，降低冷卻水溫度，改善主機效率。一般冷卻水溫每降低 1°C，主機可減少 1.5~3%的耗電量。</p>		
<p>改 善 前</p>	<p>冷卻水塔每個月都有清洗，一號冷卻水塔去年因颱風損壞，整修時將散熱片更新，而二號冷卻水塔散熱片現有部份破損，使水流分佈明顯不均勻，出水溫度比一號水塔高 1°C，散熱能力較差。</p>		
<p>改 善 後</p>	<p>更新二號冷卻水塔散熱片後，水流分佈均勻，水塔散熱能力提高，水塔出口接近溫度可由 4.9°C 降至 3°C，約可降低冷卻水出水溫度 1°C。如下圖(一)冷卻水溫每降低 1°C，主機可減少約 1.5%的耗電量。因此 200RT 之螺旋式主機耗電可降低。全年空調運轉 2,430 小時。</p> <div data-bbox="558 1075 1181 1612" data-label="Figure"> <p>Figure 1: Performance chart for Refrigerant 22. The chart shows Capacity (kW) on the left y-axis (0 to 60) and Input Power (kW) on the right y-axis (6 to 20) versus Evaporating Temperature (°C) on the x-axis (-20 to 15). The chart is for Refrigerant 22 with 5.5°C liquid subcooling, 11°C superheated vapor, and 1740 rpm compressor speed. It includes curves for Condensing Temperature (°C) at 40, 47.5, 55, 62.5, and 70. Capacity increases with both evaporating and condensing temperatures, while input power increases with condensing temperature and decreases with evaporating temperature.</p> </div> <p>圖(一) 不同冷凝與蒸發溫度下壓縮機之性能(ASHRAE Handbook 2000)</p>		
<p>節 能 成 效</p>	<p>1.省能效益：散熱片更新後，每年減少耗電量 6,561kWh，節省電費 1.25 萬元。 $200RT \times 0.9kW/RT \times 1^\circ C \times 1.5\%/^\circ C \times 2,430h/年 \times 1.91 元/kWh = 2.7kW、12,532 元/年、6,561 kWh/年$</p> <p>2.投資費用與回收年限： 6 萬元 ÷ 1.25 萬元/年 = 4.8 年</p>		

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：13

節能措施	冷卻水塔並聯加裝變頻器	系統分類	空調系統
改善措施	以變頻器控制冷卻水塔風車馬達運轉，節省冷卻水塔耗電。		
改善前	螺旋式冰水主機 300RT，使用 600RT 的方型冷卻水塔，該方型冷卻水塔分為三個槽(cells)，各有一個 7.5HP 的風扇馬達。全年 2,430 小時運轉。		
改善後	<p>將三個風扇馬達加裝變頻器，搭配主機運轉，冷卻水塔三個風扇馬達皆開，變頻器以外氣濕球溫度與水塔出水溫差 3°C 作為控制依據，冷卻水出水最低溫度設定為 24°C，停止風扇運轉。</p> <p>冷卻水塔風扇軸動力 $P=(N_1/N_2)^3$ 倍。換句話說，以變頻器控制轉速調整風量至 1/2 時，理論上軸動力則僅需 1/2 三次方，約 12.5% 之軸動力就夠了，實際上考慮變頻轉變效率(約 6% 全載損失)，約需 20% 軸動力，相對節省電力。</p>		
節能成效	<p>1.省能效益：冷卻水塔三個風扇馬達加裝變頻器，更新後，每年減少耗電量 17,947kWh，節省電費 3.43 萬元。</p> <p>(1)現況運轉耗能：7.5HP/台×3 台×0.746kW/HP×2,430hr/年×1.91 元/kWh=16.79kW、77,904 元/年，40,788 kWh/年</p> <p>(2)採用變頻器控制冷卻水塔風扇運轉耗能：</p> <p>全年空調負荷概估：100%轉速佔 33.4%、77%轉速佔 33.3%、50%轉速佔 33.3%。</p> <p>7.5HP/台×3 台×0.746kW/HP×(1.06×0.334+0.47×0.333+0.15×0.333)×2,430h/年×1.91 元/kWh=22,841kWh/年、43,626 元/年</p> <p>(3)節能效益(1)-(2)=(40,788-22,841)kWh/年=17,947kWh/年 =(77,904-43,626)元/年=34,278 元/年</p> <p>(4)節能比(%)=(40,788-22,841)kWh/年÷40,788kWh/年×100%=44%</p> <p>2.投資費用：加裝 3 個 7.5HP 變頻器、溫度感測器控制器費用 25 萬元。</p> <p>3.回收年限：25 萬元÷3.43 萬元/年=7.3 年。</p>		

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：14

節能措施	調整冷房溫度	系統分類	空調系統
改善措施	使用冷氣時，調控空調設備，使室內溫度不低於 26°C，以節約空調用電。		
改善前	目前室內之溫濕度量測結果，其平均溫濕度分別為 24.2°C 及 59.1%，與所倡導的節能溫度 26°C，有 1.8°C 之差，因此有些溫度過低場所，應調整以節約空調用電。		
改善後	<p>針對室內溫度過低之處，提高 F/C(小型送風機)之溫度設定值至 26°C，並提高室內空氣流動速度至 0.3m/s 左右(或增設電風扇吹動)。</p> <p>註：1.過熱場所則應檢討小型送風機之冷房能力及水閥，加以調整。</p> <p>2.中央空調系統許多單位共用，沒有主機及各附屬設備之完全主控權，且空調費用以所佔樓地板面積大小分擔，故在空氣側改善方面，需所有中央空調系統使用單位一致實行，才能見效。</p>		
節能成效	<p>1.省能效益：改善後，每年減少耗電量 26,616kWh，節省電費 5.1 萬元。</p> <p>(1)室內溫濕度 24.2°C 及 59.1% 其焓值及比容為 12.6Kcal/kg、0.8584m³/kg。</p> <p>(2)提高至 26°C 及 60% 其焓值及比容為 13.94Kcal/kg、0.8656m³/kg。</p> <p>(3)室內面積為 494 坪，估計其總送風量為 24,700cfm(=41,997 m³/hr)。</p> <p>(4)主機平均耗電率為 1kW/RT。若貴單位提高室溫，可減少空調負載</p> $41,997\text{m}^3/\text{hr} \times (13.94\text{kcal}/\text{kg} \div 0.8656\text{m}^3/\text{kg} - 12.6\text{Kcal}/\text{kg} \div 0.8584\text{m}^3/\text{kg}) \times 70\%(\text{開機率}) \div 3,024\text{kcal}/\text{hr} \cdot \text{RT} \times 1\text{kW}/\text{RT} \times 1,920\text{hr}/\text{年} \times 1.91 \text{元}/\text{kWh} = 50,837 \text{元}/\text{年}、26,616\text{kWh}/\text{年}。$ <p>2.投資金額：需增設電風扇數目，請依狀況自行評估。</p> <p>3.回收年限：立即。</p>		

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：15

節能 措施	減少外氣量	系統 分類	空調系統
改善 措施	夏季應減少外氣引進，以減少空調負荷。		
改善 前	單位六層樓的建築物中，一到三樓各有一台箱型機，回風處引進過多外氣，增加空調負荷。箱型機運轉 1,275hr/年。 實測：外氣狀況為 31.1°C，59.7%，回風狀況為 26°C，63%。 室內二氧化碳濃度約 520ppm。		
改善 後	關閉空調間對外的窗戶，等外氣溫度低於 27°C 時，再打開窗戶。		
節 能 成 效	<p>1.省能效益：</p> <p>以外氣焓值與室內回風之焓值差計算，關閉窗戶可節省空調負載 15RT。以箱型機能源效率比值 $EER=3.3kcal/h-W(0.92kW/RT)$ 及箱型機運轉 1,275hr/年計。改善後，每年減少耗電量 12,227kWh，節省電費 2.33 萬元。</p> <p>$13.7kW \times 1,275hr/年 \times 1.91 \text{ 元/kWh} \times 0.7(\text{參差因數}) = 23,354 \text{ 元/年}$。12,227kWh/年</p> <p>2.投資費用：無。(僅操作調整)。</p> <p>3.回收年限：立即</p>		

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：16

節能 措施	採用中央空調系統	系統 分類	空調系統
改善 措施	採用高能源效率比值 EER 之中央空調系統汰換低能源效率比值 EER 之窗、箱型冷氣機，可節約空調用電。		
改善 前	<p>某老大樓進行外牆整修，未來將增設中央空調系統，以減少窗箱型機使用，維護建築外牆美觀。</p> <p>現建築使用 120 台 2.5~3RT 之窗型或分離式冷氣機、及 12 台 5~15RT 箱型冷氣機，多台使用超過 10 年以上，已達汰換年限。經計算空調使用總噸數約 300RT。目前有些辦公室人員反應窗型或分離式冷氣機冷氣不冷，冷房溫度偏高，高於 26°C，影響工作效率。</p>		
改善 後	<p>改採高能源效率比值 EER 之中央空調系統，有利於集中管理，節約空調用電，並維護建築外牆美觀。</p> <p>註：依據窗型或分離式冷氣機與中央空調冰水主機能源效率標準加以比較如下：</p> <p>1.既有窗型或分離式冷氣機能源效率：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 高於 3,550kcal/h 之窗型或分離式冷氣機能源效率比值標準 EER 為 2.07kcal/w.h(1.35kW/RT)。 • 氣冷式箱型冷氣機能源效率比值標準 EER 為 2.22kcal/w.h(1.36kW/RT)。 • 水冷式箱型冷氣機能源效率比值標準 EER 為 2.88kcal/w.h(1.05kW/RT)。 <p>2.中央空調系統冰水主機能源效率：(92 年 1 月實施標準)</p> <p>大於 150RT 螺旋式冰水主機能源效率比值標準 EER 為 3.6kcal/w.h(0.84kW/RT)。</p>		
節 能 成 效	<p>1.省能效益：採用中央空調系統後以空調負載 300RT 計算，共降低用電容量 223kW，每年減少耗電量 212,129kWh，節省電費 87,88 萬元。</p> <p>A.降低用電容量：$300RT \times (1.32kW/RT \times 1.2 - 0.84kW/RT) = 223.2kW$。</p> <p>B.節省流動電費：$223.2kW \times 6 \text{ 月/年} \times 22 \text{ 天/月} \times 9h/\text{天} \times 0.8 \times 1.91 \text{ 元/kWh} = 405,167 \text{ 元/年}$、212,129kWh/年。</p> <p>C.減少基本電費=$223kW \times (213 \text{ 元/kW} \times 4 \text{ 月/年} + 159 \text{ 元/kW} \times 8 \text{ 月/年})$</p>		

=473,652 元/年

D.減少電費 B+C 項=405,167+473,652=878,819 元/年

註：節能比= $(1.32\text{kW/RT}\times 1.2 - 0.84\text{kW/RT})\div(1.32\text{kW/RT}\times 1.2)\times 100\%=47\%$

2.投資金額：中央空調系統 300RT 以平均 4 萬元計，約 1,200 萬元。

3.回收年限：1,200 萬元 \div 87.88 萬元/年=13.65 年。

配合大樓外觀整建，回收年限此不考慮。

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：17

節能措施	窗型機採用高能源效率比值(EER)機型	系統分類	空調系統												
改善措施	窗型機汰舊時，採用高能源效率比值 EER 之機型，以節約空調用電。														
改善前	某單位採用 1~2RT 窗型冷氣機共 90 台，經統計空調總噸數約 180RT。已使用超過 10 年以上者，佔 50%，每年定期保養。目前辦公室人員反應，有些老舊窗型冷氣機已為不冷狀態，需提早開機很久，溫度才下降，溫度偏高，高於 26℃，噪音大，耗電又影響工作。														
改善後	<p>將不冷狀態及到達汰舊年限之窗型機逐年汰換為高能源效率比值 EER 之機型。</p> <p>註：窗型冷氣機高於 3550kcal/h 者，91 年 1 月 1 日施行之能源效率比值標準 EER 為 2.24kcal/w.h(1.35kW/RT) 較現行能源效率比值標準 EER 為 2.07kcal/w.h(1.46kW/RT)，效率提升 8.2%。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>規格</th> <th>現行法規最低標準 EER</th> <th>91 年起法規最低標準 EER</th> </tr> <tr> <td></td> <td>kcal/h.w</td> <td>kcal/h.w</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3550kcal/h.W 以下</td> <td>2.27</td> <td>2.38</td> </tr> <tr> <td>高於 3550kcal/h.W 以下</td> <td>2.07</td> <td>2.24</td> </tr> </tbody> </table>			規格	現行法規最低標準 EER	91 年起法規最低標準 EER		kcal/h.w	kcal/h.w	3550kcal/h.W 以下	2.27	2.38	高於 3550kcal/h.W 以下	2.07	2.24
規格	現行法規最低標準 EER	91 年起法規最低標準 EER													
	kcal/h.w	kcal/h.w													
3550kcal/h.W 以下	2.27	2.38													
高於 3550kcal/h.W 以下	2.07	2.24													
節能成效	<p>1.省能效益：逐年汰換為高能源效率 EER 值之窗型機後，共降低用電容量 25kW，每年減少耗電量 23,760kWh，節省電費 98,482 元。</p> <p>A.降低用電容量：$(1.46kW/RT \times 1.3 - 1.35kW/RT) \times 90 \text{ 台} \times \text{汰換 } 50\% = 25kW$。</p> <p>B.節省流動電費：$25 \text{ kW} \times 6 \text{ 月/年} \times 22 \text{ 天/月} \times 9\text{h/天} \times 0.8 \times 1.91 \text{ 元/kWh} = 45,382 \text{ 元/年}$、23,760kWh/年。</p> <p>C.減少基本電費=$25kW \times (213 \text{ 元/kW} \times 4 \text{ 月/年} + 159 \text{ 元/kW} \times 8 \text{ 月/年}) = 53,100 \text{ 元/年}$</p> <p>D.減少電費 B + C = 45,382 + 53,100 = 98,482 元/年</p> <p>註：節能比=$(1.46kW/RT \times 1.3 - 1.35kW/RT) \div (1.46 \text{ kW/RT} \times 1.3) \times 100\% = 29\%$</p> <p>2.投資金額：45 台窗型機以每台平均 3 萬元計，約 135 萬元。</p> <p>3.回收年限：$135 \text{ 萬元} \div 9.8 \text{ 萬元/年} = 14 \text{ 年}$。(預定逐年編列預算改善。若以高低效率 EER 機型費用差額計算，則可大幅縮短回收年限。)</p>														

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：18

節能措施	箱型機採用高能源效率比值(EER)機型	系統分類	空調系統												
改善措施	箱型機汰舊時，採用高能源效率比值 EER 之機型，以節約空調用電。														
改善前	某單位經統計箱型冷氣機 10RT×4 台，20RT×5 台，空調總噸數約 140RT。已使用超過 10 年以上，每年定期保養及每月清潔濾網。目前辦公室人員反應，有些箱型冷氣機，效率大幅降低 30%，忽冷忽熱，耗電又噪音大，影響工作。														
改善後	耗電、噪音大達汰舊年限之箱型機，逐年汰換為高能源效率比值 EER 之機型。 註：水冷式箱型冷氣機 91 年 1 月 1 日施行之能源效率比值標準 EER 為 3.17kcal/w.h(0.95kW/RT) 較現行能源效率比值標準 EER 為 2.88kcal/w.h(1.05kW/RT)，效率提升 9.5%。														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>規格</th> <th>現行法規最低標準 EER</th> <th>91 年起法規最低標準 EER</th> </tr> <tr> <td></td> <td>kcal/h.w</td> <td>kcal/h.w</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>氣冷式</td> <td>2.22</td> <td>2.44</td> </tr> <tr> <td>水冷式</td> <td>2.88</td> <td>3.17</td> </tr> </tbody> </table>			規格	現行法規最低標準 EER	91 年起法規最低標準 EER		kcal/h.w	kcal/h.w	氣冷式	2.22	2.44	水冷式	2.88	3.17
規格	現行法規最低標準 EER	91 年起法規最低標準 EER													
	kcal/h.w	kcal/h.w													
氣冷式	2.22	2.44													
水冷式	2.88	3.17													
節能成效	<p>1.省能效益：逐年汰換為高能源效率比值 EER 之箱型機後，共降低用電容量 58kW，每年減少耗電量 55,123kWh，節省電費 22.85 萬元。</p> <p>A.降低用電容量：$140RT \times (1.05kW/RT \times 1.3 - 0.95kW/RT) = 58kW$。</p> <p>B.節省流動電費：$58kW \times 6 \text{ 月/年} \times 22 \text{ 天/月} \times 9h/\text{天} \times 0.8 \times 1.91 \text{ 元/kWh} = 105,285 \text{ 元/年}$、55,123kWh/年。</p> <p>C.減少基本電費 = $58kW \times (213 \text{ 元/kW} \times 4 \text{ 月/年} + 159 \text{ 元/kW} \times 8 \text{ 月/年}) = 123,192 \text{ 元/年}$</p> <p>D.減少電費 B + C = $105,285 + 123,192 = 228,477 \text{ 元/年}$</p> <p>註：節能比 = $(1.05 \text{ kW/RT} \times 1.3 - 0.95 \text{ kW/RT}) \div (1.05 \text{ kW/RT} \times 1.3) \times 100\% = 30\%$</p> <p>2.投資金額：10RT×4 台，20RT×5 台箱型機以 180 萬元計。</p> <p>3.回收年限：180 萬元÷22.85 萬元/年=8 年。</p> <p>可改善工作環境空調品質。(預定逐年編列預算改善。若以高低效率 EER 機型費用差額計算，則可大幅縮短回收年限。)</p>														

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：19

節能措施	控制停車場抽排風機運轉時間	系統分類	空調系統
改善措施	採用時間控制器控制大樓地下停車場抽排風機運轉時間，節約用電。		
改善前	<p>大樓有地下停車場二層，每層有 4 台 20HP 抽排風機，每天隨上下班時間運轉 (7：30~19：00)，以排除車輛廢氣，維護空氣品質。</p> <p>經現場測試了解除上下班時 1.5 小時期間，車輛進出頻繁時，二氧化碳濃度高達 1,500ppm 外，其它時間車輛少進出。</p>		
改善後	增設時間控制器控制 8 台 20HP 抽排風機，於其它時間車輛少進出時段，以每小時運轉 15 分鐘，二氧化碳濃度控制維持在規定值 1,000ppm 以內，節約用電。		
節能成效	<p>1.省能效益：</p> <p>增設時間控制器，控制 8 台 20HP 抽排風機減少運轉時間，每年減少耗電量 179,040kWh，節省電費 34.2 萬元。</p> <p>$20\text{HP} \times 8 \text{ 台} \times 0.746\text{Kw/hp} \times 250 \text{ 天/年} \times 6\text{h/天} \times 1.91 \text{ 元/kWh} = 341,966 \text{ 元/年}$</p> <p>179,040kWh/年</p> <p>2.投資金額：時間控制器 10 萬元。</p> <p>3.回收年限：10 萬元\div34.2 萬元/年=0.3 年。</p>		

政府機關辦公室節約能源措施案例

編號：20

節能措施	個人電腦採用 LCD 液晶顯示器	系統分類	事務設備
改善措施	個人電腦 CRT 顯示器汰舊時，採用環保又省能之 LCD 液晶顯示器，以節約用電。		
改善前	某單位個人電腦 CRT 顯示器共 200 台，規格耗電 150W，實際耗電 80W。已使用超過 5 年以上，顯示器有模糊老化及解析度降低現象，且輻射大傷眼睛，體積大，佔桌面空間大，影響工作心情及效率。		
改善後	配合辦公室整理整頓改善，採租用方式，將個人電腦 CRT 顯示器汰換為新型省能又環保之 15"個人電腦 LCD 顯示器。 15"個人電腦 LCD 顯示器特性： 規格耗電 25W，螢幕保護設定下僅耗電 8W，耗電低可減少空調負荷，解析度高、無輻射可護眼、體積小，可增大桌面使用空間。壽命超過 15 年以上，材料符合環保。		
節能成效	<p>1.省能效益：</p> <p>採長期租用方式汰換為 15"個人電腦 LCD 顯示器後，共降低用電容量 11kW，每年減少耗電量 18,586kWh，節省電費 5.88 萬元。</p> <p>A.降低用電容量：$(80-25)W/台 \times 200 台 \div 1,000W/kW = 11kW$。</p> <p>B.節省流動電費：$11kW \times 12 月/年 \times 22 天/月 \times 8h/天 \times 0.8 \times 1.91 元/kWh = 35,498 元/年、18,586kWh/年$。</p> <p>C.減少基本電費=$11kW \times (213 元/kW \times 4 月/年 + 159 元/kW \times 8 月/年)$ =$23,364 元/年$</p> <p>D.減少電費 $B + C = 35,498 + 23,364 = 58,862 元/年$</p> <p>註：節能比=$(80-25)W/台 \div 80W/台 \times 100\% = 68\%$</p> <p>2.投資金額：15"個人電腦 LCD 顯示器 200 台，以每台 1.5 萬元計，約 300 萬元。</p> <p>3.回收年限：$300 萬元 \div 5.88 萬元/年 = 51 年$。</p> <p>(註：目前已有許多政府單位採年度預算長期分年租用方式，進行改善。)</p>		

陸、政府機關辦公室節約能源措施

壹、依據

「全國能源會議」結論具體行動方案之「加強能源教育與宣導計畫」中為加強社會大眾能源教育與宣導，政府部門應率先推動辦公室節約能源。

貳、目標

藉由政府機關率先推動辦公室節約能源工作，產生示範效果，引導民間採行。並藉此加強節約能源教育宣導，落實全民節約能源共識。

參、實施事項

一、建立節約能源制度

- (一)各機關應建立節約能源制度，擬定節約能源目標與工作計畫，另指派特定人員負責規劃推動各機關之節約能源工作。
- (二)各機關應採取分區責任管理方式，記錄並負責各項節約能源之執行工作，另定期辦理自我評量。
- (三)各機關耗能大之能源用戶應指派特定人員，參加政府舉辦之「能源管理人員培訓班課程」，了解能源管理法、能源查核填報內容及省能管理技術及方法。
- (四)各機關應積極對所屬員工推動整體節約能源教育宣導活動。

二、節約用電

(一)配電系統

1. 電源電壓應在額定電壓的 $\pm 5\%$ 之內。
2. 變壓器二次電壓須與設備額定電壓相同。
3. 變壓器放置場所應有良好通風，避免變壓器溫昇過高之銅損，必要時加裝風扇或空調散熱，以溫控開關控制其運轉。
4. 變壓器負載率維持在 50~65%之間時，效率最佳，若負載率過低可將相同負載性質的變壓器併聯供電。
5. 供電線路功率因數之控制，一般可採用自動功因調整器，並控

制在 95~99%之間。所需增設進相電容器可裝置於低壓側，且越接近負載端，越減少線路損失。

6. 定期檢討合理契約容量訂定值，及抑低尖峰用電需量可行性。
7. 電力供電系統及用電設備盤面，應設有瞭解供電品質及設備運轉安全與省能所需儀錶。
8. 配合有效用電管理，應選擇增設電能管理系統、尖峰需量控制器、空調監控系統及照明監控系統。

(二)空調系統

1. 應儘量配合台電公司參加「中央空氣調節系統遙控降載實施計畫」，或「中央空氣調節系統及箱型空氣調節機週期性暫停用電辦法」。
2. 採用高能源效率之窗型冷氣機、箱型冷氣機、中央空調冰水主機。(參見表一、表二、表三)
3. 新增空調系統裝置容量在三百瓩以上者，應優先考慮裝設儲冰式空調系統，以移轉尖峰用電。
4. 使用冷氣時，調控空調設備，使室內溫度不低於攝氏二十六度；另應配合電風扇使用，可達到相同舒適感，並可降低電力消耗。
5. 在不影響冷房情況下，適度提高中央空調主機冰水出水溫度，下班前半小時提前關閉冰水主機。
6. 冷氣停用前先關掉壓縮機（由冷氣改為送風或調高溫度設定），以節省空調用電。
7. 利用室內、室外遮陽及屋頂加裝隔熱材或噴水，防止日曬影響空調負載。
8. 冷氣區域應與外氣隔離且門窗應緊閉，以免冷氣外洩或侵入增加空調負擔。
9. 空調系統的檢驗與維修方面，應定期清洗空氣過濾網、冷卻水塔、冷卻水管及主機熱交換器；每月檢視冷媒顯示計，若冷媒

不足應即填充，以保持主機效率；每年執行系統檢測，如發現幫浦或風扇等設備效率低落，應立即設法改善。

10. 連續假日或少數人加班儘量不開中央空調冷氣，以免主機低負載、低效率、高成本運轉。
11. 空調管理者每日應檢討空調負載狀況、合理操作、冰水主機、冷卻水塔、冷卻冰水泵運轉設定條件及開機台數。
12. 地下停車場通風換氣設備，應採用一氧化碳控制器或定時器，控制循環換氣次數，減少耗能。
13. 夏季上班時換穿輕便衣服，儘量避免穿西裝、打領帶

(三)照明系統

1. 採用高效率照明燈具及電子式安定器。(參見表四、表五)
2. 採取分區責任管理制度，依所負責區域關閉不用之電燈，並養成隨手關燈習慣。
3. 走廊及通道照明等較不需眼力的場所，可隔盞開燈或減少燈管數；特別需要眼力場所，採用一般照明加局部照明方式。
4. 牆面及天花板應選用乳白色或淡色系列，以增加光線反射效果，並可減少所需燈具數量。
5. 燈具保養維護方面，依落塵量多寡決定燈具清潔週期（一個月至一年）；定期分批更換燈管（燈管更換期限(年)=燈管經濟壽命(小時)÷每年點燈時數），在不增加燈具及多開燈下，以維持應有亮度，節約電能。
6. 依 CNS 國家照度標準設計，並檢討各環境照明開燈數量，照度是否偏高耗電。(表六)
7. 樓梯間、電氣室、會客室、會議室、茶水間、廁所、戶外之照明燈應採自動控制設備加以管理。

(四)電梯應用

1. 推行步行運動，四樓以下儘可能不搭乘電梯。
2. 有二部電梯者，應設定隔層（分單數層與雙數層）停機。若搭

- 乘不經過自己樓層之電梯，再配合走一層樓，不影響等候時間。
3. 有三部以上電梯者，可在上下班尖峰時間以外，停用部分電梯。
 4. 新設或汰換時機採用省電型電梯。
 5. 電梯內照明風扇應有自動隨電梯起停運轉之開關，減少耗電。
 6. 電梯機房冷卻通風扇應以溫控開關，控制運轉。

(五)事務機器及其他

1. 選用具環保省電標示與功能之電腦；長時間 5-15 分鐘不用電腦時應關閉總電源，減少待機損失。
2. 選購具省電功能之影印機；午休時間關閉影印機等用電設備；影印機之安裝，其背面排氣孔與牆面應保持十公分以上之距離，以利散熱；不可安放於空氣不流通或灰塵多的地方，影響機器效率。
3. 新建或擴建之辦公室，其設計施工應符合建築技術規則中所訂之外殼耗能量基準（一一〇瓦·小時／平方公尺·年）。
4. 複印前須先設定紙張大小及複印份數，以免增加無效的複印，浪費紙張及電力。
5. 抽水泵所用之潤滑油，平均每三個月換油一次為宜；選用泵效率在 70% 以上，並應配合使用高效率馬達。
6. 飲水機及管罐頭冷飲自動販賣機應設時間開關，下班後或例假日自動斷電節約能源。
7. 採用省水型沖水馬桶、小便斗光電自動沖水器、水龍頭節水器、洗手台調整水壓水流量、防止水塔洩漏或溢出及隨手關水等措施，以節約用水減少水泵用電。
8. 各機關之用電費用不宜成長。

三、節約用油

- (一)購置高效率低耗能之公務用車（參見表七、表八）
- (二)公務車調派應協调用車單位共同搭乘，減少車輛出勤次數。

- (三)較近距離公出，鼓勵員工搭乘大眾運輸系統。
- (四)車輛定期維修保養及排放廢氣檢驗，維持高效率省油行駛。
- (五)各機關之用油費用不宜成長。

肆、實施方式

- 一、依據本措施，將另訂「各級機關辦公室節約能源措施查核計畫」，有關評比項目、評審及考核辦法等均將於計畫中明訂之。
- 二、各級機關應將本案列為經常性辦理業務，並應利用內部各種集會場合或活動中宣導辦公室節約能源觀念及作法，以養成全員節約能源習慣。
- 三、各級機關依據本措施推動辦公室節約能源，並定期進行自我評量，於期限內將書面資料送交經濟部彙辦。(表九、表十)
- 四、參考各機關所提書面資料，經濟部再邀集專家進行實地評鑑，以機關自評與實地評鑑方式考核各級機關之節約能源執行成效。經評定為執行績優單位，其機關首長及執行人員將由各主管機關予以敘獎。

表一 窗型冷氣機能源效率比值標準對照表

窗型氣冷式(消耗電功率 3kW 以下)			適用舊版 CNS3615	適用新版 CNS3615 及 CNS14464	實施日期
機種	總冷卻能力		型式	能源效率 比值 (EER) kcal/h-W (Btu/h-W)	
	適用舊版 CNS3615	適用新版 CNS3615 及 CNS14464			
單體式	低於 2,000kcal/h	低於 2.3kW	一般型式 變頻式 (60Hz)	2.33(9.24)	2.71
	2,000 kcal/h 以上 3,550 kcal/h 以下	2.3kW 以上 4.1kW 以下	一般型式 變頻式 (60Hz)	2.38(9.44)	2.77
	高於 3,550 kcal/h	高於 4.1kW	一般型式 變頻式 (60Hz)	2.24(8.89.)	2.60
分離式	3,550kcal/h 以下	4.1kW 以下	一般型式	2.55(10.12)	2.97
			變頻式 (60Hz)	2.38(9.44)	2.77
	高於 3,550 kcal/h	高於 4.1kW	一般型式 變頻式 (60Hz)	2.35(9.32)	2.73

註：

- (1)適用舊版 CNS3615 室內空氣調節機(民國 84 年 12 月 21 日修訂公布)者，能源效率比值 (EER)依該標準規定試驗之冷氣能力(kcal/h) 除以規定試驗之冷氣消耗電功率(W)，其比值應在上表標準值及標示值之 95%以上。
- (2)適用新版 CNS3615 無風管空氣調節機(民國 89 年 10 月 24 日修訂公佈)及 CNS14464 無風管空氣調節機與熱泵之試驗法及性能等級(民國 89 年 10 月 24 日修訂公布)者，能源效率比值 (EER)依該標準規定在 T1 標準試驗條件下試驗之總冷氣能力(W) 除以有效輸入功率(W)，其比值應在上表標準值及標示值之 95%以上。

表二 箱型冷氣機能源效率比值標準對照表

機 種	適用舊版 CNS2725	適用新版 CNS3615 及 CNS14464	實 施 日 期
	能源效率比值 (EER) kcal/h-W (Btu/h-W)	能源效率比值 (EER)	
氣冷式 (消耗電功率大於 3kW)	2.44(9.68)	2.84	民 國 91 年 1 月 1 日 起
水冷式	3.17(12.58)	3.69	

註：

- (1)適用舊版 CNS2725 箱型空氣調節機(民國 84 年 12 月 21 日修訂公布)者，能源效率比值 (EER)依該標準規定試驗之冷氣能力(kcal/h) 除以規定試驗之冷氣消耗電功率(W)，其比值應在上表標準值及標示值之 95%以上。
- (2)適用新版 CNS3615 無風管空氣調節機(民國 89 年 10 月 24 日修訂公佈)及 CNS14464 無風管空氣調節機與熱泵之試驗法及性能等級(民國 89 年 10 月 24 日修訂公布)者，能源效率比值 (EER)依該標準規定在 T1 標準試驗條件下試驗之總冷氣能力(W) 除以有效輸入功率(W)，其比值應在上表標準值及標示值之 95%以上。

表三 空調冰水主機能源效率標準

執行階段		第一階段		第二階段		
施行日期		九十二年一月		九十四年一月		
型式	冷卻能力等級	能源效率比值 (EER) kcal/h-W	性能係數(COP)	能源效率比值 (EER) kcal/h-W	性能係數(COP)	
水冷式	容積式 壓縮機	<150RT	3.50	4.07	3.83	4.45
		≥150RT ≤500RT	3.60	4.19	4.21	4.90
		>500RT	4.00	4.65	4.73	5.55
	離心式 壓縮機	<150RT	4.30	5.00	4.30	5.00
		≥150RT <300RT	4.77	5.55	4.77	5.55
		≥300RT	4.77	5.55	5.25	6.10
氣冷式	全機種	2.40	2.79	2.40	2.79	

註：

- (1)冰水機能源效率比值(EER)依 CNS 12575 容積式冰水機組及 CNS 12812 離心式冰水機組規定試驗之冷卻能力(kcal/h)除以規定試驗之冷卻消耗電功率(W)，測試所得能源效率比值不得小於上表標準值，另廠商於產品上之標示值與測試值誤差應在 5% 以內。
- (2)性能係數(COP)= 冷卻能力(W)÷冷卻消耗電功率(W)=1.163EER。1RT(冷凍噸)=3,024kcal/h。

表四 螢光燈管能源效率標準

類別	螢光燈管區分	額定螢光燈管功率 W	發光效率(lm/W)						實施日期	
			一般型			三波長域發光型				
			D	N(CW)	W.W.W	D-EX	N-EX (CW-EX)	W.-EX, W.W-EX		
預熱起動型	直管型	10	10	44	45	47	45	50	53	民國90年1月1日起
		15	11~15	48	52	55	59	63	65	
		20	16~20	60	67	71	71	74	77	
		30	21~30	63	70	74	76	80	84	
		40	31~40	72	78	81	84	88	90	
	環管型	20	20,18	45	47	50	51	53	57	
		22	22,19	45	47	50	51	53	57	
		30	30,28	47	52	55	57	58	60	
		32	32,30	53	56	59	65	67	69	
瞬時起動型	20	16,20	55	68	71	62	71	74		
	40	31~40	75	76	77	75	81	84		
	60	51~60	62	67	72	67	72	75		
	110	100~110	80	82	86	85	87	91		
平均演色性指數(Ra)			69	67	50	80				

註：

1. 類別、螢光燈管區分依 CNS691 螢光燈管(一般照明用)規定。
2. 螢光燈管光源色區分依 CNS10839 螢光燈管之色度分類規定：晝光色(D：5700~7100K、冷白色(CW：4600~5400K)、白色(W：3900~4500K)、溫白色(WW：3200~3700K)、三波長域發光(EX)。
3. 發光效率為光源全光束(lm)與螢光燈管功率(W)之比，光源全光束與螢光燈管功率之測試方法依 CNS3936 螢光燈管(一般照明用)檢驗法規定。
4. 實測之發光效率及平均演色性指數應在標準值及標示值 95% 以上。
5. 植物培植燈、捕蟲燈、半導體專用燈、滅菌燈等彩色螢光燈管及高演色螢光燈管(Ra>95% 以上者)免試發光效率。
6. 平均演色性指數之測試方法依 CIE13.3 method of measuring and specifying colour rendering properties of light sources 規定。
7. 晝白色(D:4600~5400K)螢光燈管發光效率及平均演色性指數比照冷白色(CW:4600~5400K)螢光燈管規定。燈泡色(L:2600~3150K)螢光燈管發光效率及平均演色性指數比照白色(W:3900~4500K)螢光燈管規定。

表五 螢光燈管用安定器能源效率標準

安定器類型			耗能標準值		
型式	編號	規格	功率損耗 (W)		功率因數 (%)
			110V	220V	
預熱式	1	FL10W	5	7	90
	2	FL15W	5	7	90
	3	FL20W	5	7	90
	4	FL30W	11	8	90
	5	FCL30W 環管	8.5	10.5	90
	6	FL40W	11	7	90
瞬時式	1	FLR20W	13	14	90
	2	FLR20W x2	15	16	90
	3	FLR40W	19	19	90
	4	FLR40W x2	20	20	90
	5	FLR60W	24	25	90
	6	FLR110W	32	33	90

註：(1)各機關採購螢光燈管用安定器能源效率標準建議依照上表公告功率耗損標準值降低 10% 以上。

(2)規格中 FL 為直管用安定器，FCL 為環管用安定器，FLR 為瞬時啟動直管用安定器。

(3)依據 CNS 3888 螢光燈管用安定器檢驗法第 4.5、4.8、4.9 節試驗方法。

表六 辦公室照度標準

	場 所(1)		作 業
2000	—		—
1500	—		○設計 ○製圖 ○打字 ○計算 ○打卡
1000	辦公室(a)(2), 營業所, 設計室, 製圖室, 正門大廳(日間)(3)		
750	—	○辦公室(b), 主管室, 會議室, 印刷室, 總機室, 電子計算機室, 控制室, 診療室 ○電器機械室之配電盤及計器盤 ○服務台	
500	禮堂, 會客室, 大廳, 餐廳, 廚房, 娛樂室, 休息室, 警衛室, 電梯走道		
300	—	書庫, 會客室, 電器室	
200	—	教室, 機械室, 電梯 雜物室	
150	盥洗室, 茶水間, 浴室 走廊, 樓梯, 廁所		
100	飲茶堂, 休息室, 值夜室, 更衣室, 倉庫, 入口(靠車處)		
75	—		
50	安全梯		
30	—		

註1.: 關於室內停車場請參照CNS照度標準。

2.: 辦公室如做精細工作, 且日間因光線之影響而室外明亮, 室內黑暗之感覺希望能選擇a之標準。

3.: 為避免日間已適應屋外數萬Lux的自然光, 自進入屋內正門大廳時呈昏暗之情形, 正門大廳照度應予提高, 正門大廳日夜間照度可分階段點滅調光。

備考: 有"○"記號之作業場所, 可用局部照明取得該照度。

表七 小客車耗用能源標準

車輛參考車重等級(公斤)	耗能標準(公里/公升)
1046 以下	14.7
超過 1046 至 1276	12.0
超過 1276 至 1496	10.1
超過 1496 至 1726	8.7
超過 1726 至 1956	7.7
超過 1956 至 2176	6.9
超過 2176	5.3

註：小客車耗用能源標準自 81 年 1 月 1 日起公告實施，各機關採購小客車（轎式、旅行式）建議依照上表公告耗能標準提高 15% 以上。

表八 機車耗用能源標準

車輛總排氣量等級(立方公分)	耗能標準(公里/公升)
50 以下	43.0
超過 50 至 100	37.0
超過 100	36.0

註：各機關採購機車耗用能源標準建議依照上表公告耗能標準提高 15% 以上。

表九 政府機關辦公室節約能源目標表

機關名稱：		所屬單位數：	
項 目	當年實績(年)	次年預估數(年)	
1.辦公室樓地板面積(平方公尺)			
2.辦公室人員總數(人)			
3.契約容量(瓩)			
4.全年最高尖峰/離峰需量(瓩)			
5.功率因數(%)			
6.總用電度數(度/年)			
7.總電費(萬元/年)			
8.總用油量(公秉/年)			
9.總油費(萬元/年)			
10.主要用電設備			
(1)空調設備			
窗型及分離式冷氣機(台)			
箱型冷氣機(台)			
中央空調主機(台)			
冰水泵(台)			
冷卻水泵(台)			
冷卻水塔(台)			
(2)照明設備			
電燈泡及鹵素燈(只)			
日光燈管(具)			
省電燈泡(具)			
高壓鈉氣燈(具)			
高壓水銀燈(具)			
複金屬燈(具)			
(3)公用設備			
電梯(台)			
給水及污水泵(台)			
其他(鍋爐...)(台)			
(4)其他設備			
電腦終端機(台)			
影印機(台)			
飲水機(台)			
11.公務車數(輛)			
12.節能目標(請填至小數點後二位)	當年用量	次年目標	
(1)用電量(度/人)			
(度/平方公尺)			
(2)用油量(公升/人)			
(公升/公里)			
備註：			
機關印信： 填表人： 電話： 日期： 年 月 日			

表十 政府機關辦公室節約能源措施自我評量表

項目	節約措施項目與內容	檢點	檢討說明
一、 建立節約 能源制度	(一) 各機關應建立節約能源制度，擬定節約能源目標與工作計畫，另指派特定人員負責規劃推動各機關之節約能源工作。	<input type="checkbox"/>	
	(二) 各機關應採取分區責任管理方式，記錄並負責各項節約能源之執行工作，另定期辦理自我評量。	<input type="checkbox"/>	
	(三) 各機關耗能大之能源用戶應指派特定人員，參加政府舉辦之「能源管理人員培訓班課程」，了解能源管理法、能源查核填報內容及省能管理技術及方法。	<input type="checkbox"/>	
	(四) 各機關應積極對所屬員工推動整體節約能源教育宣導活動。	<input type="checkbox"/>	
二、 節約用電	(一) 配電系統		
	1. 電源電壓應在額定電壓的±5%之內。	<input type="checkbox"/>	
	2. 變壓器二次電壓須與設備額定電壓相同。	<input type="checkbox"/>	
	3. 變壓器放置場所應有良好通風，避免變壓器溫昇過高之銅損，必要時加裝風扇或空調散熱，以溫控開關控制其運轉。	<input type="checkbox"/>	
	4. 變壓器負載率維持在 50~65% 之間時，效率最佳，若負載率過低可將相同負載性質的變壓器併聯供電。	<input type="checkbox"/>	
5. 供電線路功率因數之控制，一般可採用自動功因調整器，並控制在 95~99% 之間。所需增設進相電容器可裝置於低壓側，且越接近負載端，越減少線路損失。	<input type="checkbox"/>		

	6.定期檢討合理契約容量訂定值，及抑低尖峰用電需量可行性。	<input type="checkbox"/>	
	7.電力供電系統及用電設備盤面，應設有瞭解供電品質及設備運轉安全與省能所需儀錶。	<input type="checkbox"/>	
	8.配合有效用電管理，應選擇增設電能管理系統、尖峰需量控制器、空調監控系統及照明監控系統。	<input type="checkbox"/>	
(二)空調系統			
	1.應儘量配合台電公司參加「中央空氣調節系統遙控降載實施計畫」，或「中央空氣調節系統及箱型空氣調節機週期性暫停用電辦法」。	<input type="checkbox"/>	
	2.採用高能源效率之窗型冷氣機、箱型冷氣機、中央空調冰水主機。(參見表一、表二、表三)		
	3.新增空調系統裝置容量在三百瓩以上者，應優先考慮裝設儲冰式空調系統，以移轉尖峰用電。	<input type="checkbox"/>	
	4.使用冷氣時，調控空調設備，使室內溫度不低於攝氏二十六度；另應配合電風扇使用，可達到相同舒適感，並可降低電力消耗。	<input type="checkbox"/>	
	5.在不影響冷房情況下，適度提高中央空調主機冰水出水溫度，下班前半小時提前關閉冰水主機。	<input type="checkbox"/>	
	6.冷氣停用前先關掉壓縮機（由冷氣改為送風或調高溫度設定），以節省空調用電。	<input type="checkbox"/>	
	7.利用室內、室外遮陽及屋頂加裝隔熱材或噴水，防止日曬影響空調負載。	<input type="checkbox"/>	
	8.冷氣區域應與外氣隔離且門窗應緊閉，以免冷氣外洩或侵入增加空調負擔。	<input type="checkbox"/>	

<p>9.空調系統的檢驗與維修方面，應定期清洗空氣過濾網、冷卻水塔、冷卻水管及主機熱交換器；每月檢視冷媒顯示計，若冷媒不足應即填充，以保持主機效率；每年執行系統檢測，如發現幫浦或風扇等設備效率低落，應立即設法改善。</p>	<input type="checkbox"/>	
<p>10.連續假日或少數人加班儘量不開中央空調冷氣，以免主機低負載、低效率、高成本運轉。</p>	<input type="checkbox"/>	
<p>11.空調管理者每日應檢討空調負載狀況、合理操作、冰水主機、冷卻水塔、冷卻冰水泵運轉設定條件及開機台數。</p>	<input type="checkbox"/>	
<p>12.地下停車場通風換氣設備，應採用一氧化碳控制器或定時器，控制循環換氣次數，減少耗能。</p>	<input type="checkbox"/>	
<p>13.夏季上班時換穿輕便衣服，儘量避免穿西裝、打領帶。</p>	<input type="checkbox"/>	
<p>(三)照明系統</p>		
<p>1.採用高效率照明燈具及電子式安定器。(參見表四、表五)</p>	<input type="checkbox"/>	
<p>2.採取分區責任管理制度，依所負責區域關閉不用之電燈，並養成隨手關燈習慣。</p>	<input type="checkbox"/>	
<p>3.走廊及通道照明等較不需眼力的場所，可隔盞開燈或減少燈管數；特別需要眼力場所，採用一般照明加局部照明方式。</p>	<input type="checkbox"/>	
<p>4.牆面及天花板應選用乳白色或淡色系列，以增加光線反射效果，並可減少所需燈具數量。</p>	<input type="checkbox"/>	

	5.燈具保養維護方面,依落塵量多寡決定燈具清潔週期(一個月至一年);定期分批更換燈管(燈管更換期限(年)=燈管經濟壽命(小時)÷每年點燈時數),在不增加燈具及多開燈下,以維持應有亮度,節約電能。	<input type="checkbox"/>	
	6.依 CNS 國家照度標準設計,並檢討各環境照明開燈數量,照度是否偏高耗電。(表六)	<input type="checkbox"/>	
	7.樓梯間、電氣室、會客室、會議室、茶水間、廁所、戶外之照明燈應採自動控制設備加以管理。	<input type="checkbox"/>	
(四)電梯應用			
	1.推行步行運動,四樓以下儘可能不搭乘電梯。	<input type="checkbox"/>	
	2.有二部電梯者,應設定隔層(分單數層與雙數層)停機。若搭乘不經過自己樓層之電梯,再配合走一層樓,不影響等候時間。	<input type="checkbox"/>	
	3.有三部以上電梯者,可在上下班尖峰時間以外,停用部分電梯。	<input type="checkbox"/>	
	4.新設或汰換時機採用省電型電梯。	<input type="checkbox"/>	
	5.電梯內照明風扇應有自動隨電梯起停運轉之開關,減少耗電。	<input type="checkbox"/>	
	6.電梯機房冷卻通風扇應以溫控開關,控制運轉。	<input type="checkbox"/>	
(五)事務機器及其他			
	1.選用具環保省電標示與功能之電腦;長時間 5-15 分鐘不用電腦時應關閉總電源,減少待機損失。	<input type="checkbox"/>	
	2.選購具省電功能之影印機;午休時間關閉影印機等用電設備;影印機之安裝,其背面排氣孔與牆面應保持十公分以上之距離,以利散熱;不可安放於空氣不流通或灰塵多的地方,影響機器效率。	<input type="checkbox"/>	

	3.新建或擴建之辦公室，其設計施工應符合建築技術規則中所訂之外殼耗能量基準（一一〇瓩·小時／平方公尺·年）。	<input type="checkbox"/>	
	4.複印前須先設定紙張大小及複印份數，以免增加無效的複印，浪費紙張及電力。	<input type="checkbox"/>	
	5.抽水泵所用之潤滑油，平均每三個月換油一次為宜；選用泵效率在 70% 以上，並應配合使用高效率馬達。	<input type="checkbox"/>	
	6.飲水機及管罐頭冷飲自動販賣機應設時間開關，下班後或例假日自動斷電節約能源。	<input type="checkbox"/>	
	7.採用省水型沖水馬桶、小便斗光電自動沖水器、水龍頭節水器、洗手台調整水壓水流量、防止水塔洩漏或溢出及隨手關水等措施，以節約用水減少水泵用電。	<input type="checkbox"/>	
	8.各機關之用電費用不宜成長。	<input type="checkbox"/>	
三、 節約用油	(一)購置高效率低耗能之公務用車（參見表七、表八）	<input type="checkbox"/>	
	(二)公務車調派應協調用車單位共同搭乘，減少車輛出勤次數。	<input type="checkbox"/>	
	(三)較近距離公出，鼓勵員工搭乘大眾運輸系統。	<input type="checkbox"/>	
	(四)車輛定期維修保養及排放廢氣檢驗，維持高效率省油行駛。	<input type="checkbox"/>	
	(五)各機關之用油費用不宜成長。	<input type="checkbox"/>	

柒、結論

為能順利推動全國節約能源政策，各政府機關辦公室應率先配合政府政策，積極推動落實「政府機關辦公室節約能源措施」工作，應是刻不容緩的。而各單位在執行節約能源措施時，應抓住「節約能源、有效用電」重點，除了隨手關閉不必要使用之照明及冷氣外，比較有效且科學化的工作就是數據化管理，把所有關於能源使用的數據都要統計記錄，然後作比較，從中分析原因再作改進。像電力可多利用分錶或電力記錄器；空調除了記錄電力的消耗外，也要做其它相關條件比較，像外氣溫度、相對濕度等，當然水及其他的能源消耗，也要將此相關條件列入考慮。另外良好的保養就是基本的節約能源，建立正確的操作及管理模式、適時導入使用新型省能設備，將更能有效節約能源。

捌、參考資料

- 【1】 2000 年台灣能源平衡表(OECD)：經濟部能源會編印。
- 【2】 2000年台灣能源統計年報之電力消費統計表：經濟部能源會編印。
- 【3】 政府機關用電資料(高壓與低壓、表制)88年9月~89年8月一年之用電資料統計：台電提供
- 【4】 「政府機關辦公室節約能源措施」：經濟部能源會2000年。
- 【5】 產業節約能源服務報告：中技社能源中心。1999年。
- 【6】 「89年度政府機關辦公室節能措施目標表」填報統計：中技社能源中心。1999年。
- 【7】 「建築省能 1998 年診斷調查」統計資料：日本省能中心
- 【8】 能源使用合理化成本節減(1997年)：日本省能中心
- 【9】 節約能源技術手冊：經濟部能源會印，1988年。
- 【10】 照明設計學：李碩重編著。
- 【11】 菲利浦、旭光、東亞、國際牌等照明型錄(1999年)。
- 【12】 「能源管理法規彙編」：經濟部能源局，中華民國79年5月。
- 【13】 特殊節約能源空調系統效率評估之研究：內政部建築研究所籌備處研究計畫成果報告。林憲德、楊冠雄等，1991，
- 【14】 VAV 無段變風量控制系統發表會技術手冊：煜豐企業有限公司
- 【15】 「能源管理法規彙編」：經濟部能源局，中華民國79年5月。
- 【16】 辦公類建築耗能總量調查之研究：根據黃漢泉之報告，(內政部建研所報告 MOIS891013，89/10，)，
- 【17】 ASHRAE Handbook-HVAC Applications, 1999, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers.
- 【18】 ASHRAE Handbook-Systems and Equipment, 2000, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers.

- 【19】 ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 100-1995 , Energy Conservation in Existing Buildings, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers.
- 【20】 ASHRAE/IES Standard 90.1-1999 , Energy Efficient Design of New Buildings Except Low-rise Residential Buildings, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers.
- 【21】 ASHRAE Standard 55-1992, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers.
- 【22】 「從建築省能到綠建築」：中華民國建築學會/會刊雜誌，第 42 期，1998 年 3-4 月。張世典。
- 【23】 Parker and McQuiston, Heating, Ventilating and Air-conditioning, 4th edition, Wiley, 1994.

玖、編後語

本局所委辦財團法人中技社節能技術發展中心，主要任務是配合國家能源政策，執行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。

此政府機關節能技術手冊之編撰，主要是配合「政府機關辦公室節約能源措施」之推動，希望提供給政府機關辦公室能源管理者，能有一參考學習節約能源技術觀念與手法之手冊，而率先自發性推動辦公室節約能源改善工作，達年度自訂降低能源使用量目標，產生示範效果，引導民間採行。並借此加強節約能源教育宣導，落實全民節約能源共識，共同努力，達到至 2020 年全國節約能源量 28% 之目標。

此手冊的編撰是由電力照明專家台灣科技大學電機系蕭弘清副教授及空調專家台北科技大學冷凍空調系蔡尤溪教授協助資料收集撰稿，提供技術諮詢，經聘請楊正光、連錦杰、宋平生等三位諮詢委員審核後，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。