

國立交通大學

土木工程學系

碩士論文

大專院校實驗型館舍用電分析之研究---

以交通大學土木結構大樓為例

Electricity Analysis of College Experimental

Buildings---A Case Study of National Chiao Tung University

Structure Building

研究生：莊又安

指導教授：黃世昌 博士

中華民國一百年七月

大專院校實驗型館舍用電分析之研究---

以交通大學土木結構大樓為例

研究生：莊又安

Student : Yu-An Chuang

指導教授：黃世昌

Advisor : Shyh-Chang Huang

國立交通大學

土木工程學系

碩士論文

A Thesis

Submitted to Department of Civil Engineering

College of Engineering

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

In

Civil Engineering

July 2011

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國一百年七月

大專院校實驗型館舍用電分析之研究---

以交通大學土木結構大樓為例

研 究 生:莊又安

指 導 教 授:黃世昌 博士

國立交通大學土木工程學系 (研究所) 碩士班

摘要

本研究以交通大學土木結構大樓作為用電分析案例，屬於舊有實驗型館舍，經分析結果顯示總用電於民國97年至民國99年下降約30萬度，主要原因在於實驗室使用率由高使用率變成低使用率所致。

土木結構大樓 99 年用電結構百分比，預估照明占 19.44%，冷氣及空調占 46.75%，電腦 7.87%，實驗儀器占 18.76%，其他動力占 7.18%。

學生研究室平均每人每年高使用率之用電量為 2552 度，中使用率之用電量為 1861 度，低使用率之用電量為 1170 度。

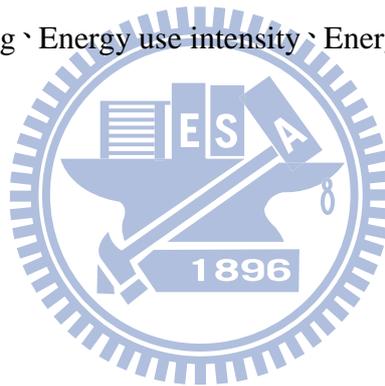


關鍵詞:大專院校建築、EUI用電指標、節能效益評估

Abstract

In this study, the electricity consumption of an experimental building, Civil-Structure Building of National Chiao-Tung University, is analyzed. The results show that the total electricity consumption is reduced 30 million degrees from year 2008 to 2010. The main reason is that the intensity of laboratory usage is from high to low. Also, according to the electricity evaluation of year 2010, the percentage of electricity consumption of lighting system, air-conditioning system, computers, experimental apparatus and miscellaneous power apparatus is 19.44%, 46.75%, 7.87%, 18.76% and 7.18% individually. Finally, the average annual electricity consumption of individual graduate student is 2552 degrees for the high usage, 1861 degrees for the middle usage, and 1170 degrees for the low usage.

Keywords : College building · Energy use intensity · Energy saving benefit assessment

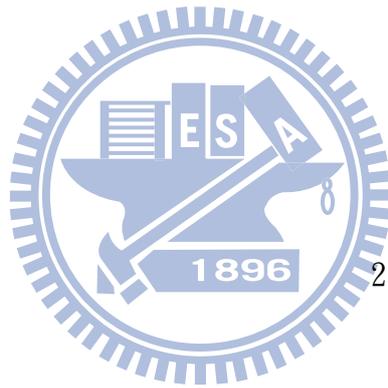


謝誌

快!快!快!真是快!研究所兩年的日子在不知不覺中已達終點,旅途中有快樂有艱辛、有歡笑有難過,非常感謝陪我一起度過這些日子的朋友們!林恩、小愛、小松、小卉、賜豪、包宜、柏濤、岑境、靜好、田耘、坤峰、沈煥及啟申、筱涵、等學弟妹,還有提供給我很多知識及建議的葉武宗學長。

再來,要感謝家人給我良好的環境,讓我無後顧之憂的讀書,你們在我心目中永遠是最可愛的家人;另外,我要特別感謝心目中的一位天使,這兩年帶給我無數次的歡樂。

最後要感謝的人也就是我的恩師 黃世昌 教授,在您偉大的帶領之下,學生小有所成自然不在話下,在此祝福老師及所有人闔家平安、身體健康、萬事如意。



莊又安 謹誌

2011/7/25 於國立交通大學

目錄

摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
謝誌.....	III
目錄.....	IV
第一章、緒論.....	1
1.1 研究動機與目的.....	1
1.2 研究方法.....	1
1.3 研究流程.....	2
第二章 文獻回顧.....	3
2.1 用電大戶申報統計.....	3
2.1.1 行業別能源消費量及節能成效申報統計.....	3
2.1.2 建築物分類能源消費量及節能成效申報統計.....	8
2.1.3 依系統別及改善措施別統計節能成效.....	14
2.1.4 能源用戶節能潛力與成效統計.....	15
2.2 學校耗能指標.....	16
2.2.1 建築物單位面積年耗電量密度(EUI)統計.....	16
2.2.2 建築物用途分類大用戶單位面積耗電需量密度(DUI).....	17
2.3 我國「容許耗用能源基準」及「能源效率分級標示制度」現況.....	18
2.3.1 我國使用能源設備及器具能源效率管理現況.....	19
2.3.2 我國「容許耗用能源基準」推動現況.....	19
2.3.3 我國「能源效率分級標示」制度推動現況.....	20
2.4 耗能設備及能源效率標準-照明.....	21
2.4.1 照明相關名詞及定義.....	21
2.4.2 常用光源類型-白熾燈.....	26
2.4.3 常用光源類型-螢光燈.....	27
2.4.4 常用光源類型-省電燈泡.....	29
2.4.5 常用光源類型-LED.....	30
2.4.6 光源產品分類特性及光源效率(lm/W)與壽命.....	31
2.4.7 節能照明產品-電子安定器.....	32
2.4.8 台灣照明能源效率標準及環保標章規定.....	33
2.5 耗能設備及能源效率標準-冷氣.....	40
2.5.1 常用冷氣機種類簡介.....	40
2.5.2 能源效率比值-EER 值.....	45
2.5.3 台灣冷氣能源效率標準及環保標章規定.....	46

2.6 耗能設備及能源效率標準-其他	52
2.7 節能方法探討	56
2.7.1 節能方法介紹-電力	56
2.7.2 節能方法介紹-照明	61
2.7.3 節能方法介紹-冷氣機	67
2.7.4 節能方法介紹-空調	71
第三章 土木結構大樓用電分析	73
3.1 土木結構大樓	73
3.1.1 基本資料	73
3.1.2 用電概況	73
3.1.3 空間分配	75
3.2 耗能設備統計	76
3.2.1 耗能設備統計方法	76
3.2.3 耗電功率預估-照明	77
3.2.4 耗電功率預估-冷氣及空調	78
3.2.5 耗電功率預估-電腦	81
3.2.6 耗能設備耗電功率預估-其他動力	82
3.2.7 耗電功率預估-實驗儀器設備	86
3.3 用電量預估	88
3.3.1 用電估算方法說明	88
3.3.2 年使用時數預估	88
3.3.3 民國 99 年度用電量預估	93
3.4 民國 99 年用電結構分析	101
第四章 空間 EUI 分析及評估改善	103
4.1 土木結構大樓 EUI 值預估	103
4.2 學生研究室 EUI 值預估及探討	104
4.2.1 學生研究室 EUI 值預估	104
4.2.2 學生研究室 EUI 值探討	105
4.3 實驗室 EUI 值預估及探討	107
4.3.1 實驗室 EUI 值預估	107
4.3.2 實驗室 EUI 值探討	108
4.4 辦公室、會議室及其他空間 EUI 值預估及探討	109
4.4.1 辦公室	109
4.4.2 會議室	109
4.4.3 廁所	109
4.4.4 走廊	110
4.6 照明效益評估及改善建議	110

4.6.1 照明使用現況.....	110
4.6.2 T8 型 LED 日光燈實測.....	111
4.6.3 照明(T5 燈具、LED 燈具)改善效益評估及改善建議.....	113
4.7 冷氣及空調效益評估及改善建議.....	114
4.7.1 窗型冷氣機效益評估及改善建議.....	115
4.7.2 箱型冷氣機效益評估及改善建議.....	116
4.7.3 空調冰水主機效益評估及改善建議.....	119
第五章 結論與建議.....	120
5.1 結論.....	120
5.2 建議.....	121
參考文獻.....	122
附件一、窗(壁)型及箱型冷氣機能源耗用量與其能源效率分級標示事項、方法及檢查方式.....	124
附件二、土木結構大樓平面圖.....	126
附件三、土木結構大樓空間面積對照表.....	130
附件四、照明數量統計表.....	132
附件五、各類型機關學校用電指標(EUI)基準值.....	136
附件六、評比指標之定義.....	142



圖目錄

圖 1-3-1、研究流程圖	2
圖 2-1-1、行業別大用戶家數與能源消費量統計圖	4
圖 2-1-2、行業別大用戶節能量、節能率、二氧化碳抑低量統計圖	5
圖 2-1-3、2004~2009 年行業別大用戶家數與能源消費量統計圖	6
圖 2-1-4、2004~2009 年行業別大用戶節能量與節能率統計圖	7
圖 2-1-5 建築物分類大用戶家數與能源消費量統計圖	9
圖 2-1-6、建築物分類大用戶之電能消費分佈統計圖	10
圖 2-1-7、建築物分類大用戶節能量、節能率、二氧化碳抑低量統計圖	11
圖 2-1-8、近四年建築物分類大用戶家數與能源消費量統計圖	12
圖 2-1-9、近四年建築物分類大用戶節能量與節能率統計圖	13
圖 2-1-10、依系統別統計節能成效圖	14
圖 2-1-11、依改善措施別統計節能成效圖	14
圖 2-1-12、近 6 年查核節能潛力統計圖	15
圖 2-1-13、能源查核節能成效追蹤統計圖	15
圖 2-4-1(A)、優良反射眩光 圖 2-4-1(B)劣質反射眩光	24
圖 2-4-2、白熾燈泡構造圖	27
圖 2-4-3、日光燈構造圖	28
圖 2-4-4、不同型式之省電燈泡(A)螺旋型省電燈泡(B)3U 型省電燈泡	29
圖 2-4-5、發光二極體構造圖	30
圖 2-4-6、LED 切入一般照明市場之預估	31
圖 2-5-1、氣冷式冷凍循環系統	40
圖 2-5-2、水冷式冷凍循環系統	41
圖 2-5-3、窗型冷氣機之冷凍循環系統	42
圖 2-5-4、中央空調系統流程示意圖	43
圖 2-5-5、能源效率分級標示圖	51
圖 2-7-1、公式說明圖	57
圖 3-1-1、土木結構大樓簡單示意圖	73

圖 3-1-2、民國 97~99 年度用電量(不含材料實驗室及景觀燈).....	74
圖 3-1-3、土木結構大樓(含材料實驗室及景觀燈)民國 90~99 年度用電量...	75
圖 3-2-1、電度計.....	76
圖 3-2-2、箱型冷氣專用水塔.....	78
圖 3-2-3、氣冷式冰水主機(國菱).....	79
圖 3-2-4、恆溫恆濕機(TAICHY).....	79
圖 3-2-5、冷卻水塔-B(良機).....	83
圖 3-2-6、冷卻水塔(右)、冷卻水塔-A(左).....	83
圖 3-2-7、油壓機.....	86
圖 4-6-1、照度計.....	111
圖 4-7-1、日立分離式冷氣 RAS/RAC-50UK 資料.....	115
圖 4-7-2、日立箱型冷氣 RP85W/WL 圖.....	118



表目錄

表 2-1-1、大用戶申報 2009 年能源消費量統計表(依行業別統計).....	3
表 2-1-2 大用戶 2009 年申報能源消費量統計表(依建築物分類統計).....	8
表 2-2-1、機關學校用電指標(EUI)基準值.....	16
表 2-2-2、建築物分類大用戶單位面積年耗電量密度比較表.....	16
表 2-2-3、建築物分類大用戶單位面積耗電需量密度比較表.....	17
表 2-3-1、我國使用能源設備及器具能源效率管理制度.....	19
表 2-3-2、推動強制性容許耗用能源基準之產品項目.....	20
表 2-4-1、中華民國國家照明標準(CNS)學校標準照度表.....	22
表 2-4-2、學校教室建議照度標準.....	22
表 2-4-3、各種光源之揮度大小.....	23
表 2-4-4、各種光源與色溫.....	25
表 2-4-5、色溫度與感覺.....	25
表 2-4-6、不同平均演色性評價指標 RA 值的光源適用範圍.....	25
表 2-4-7、各種光源發光效率(LM/W).....	26
表 2-4-8、各國禁用白熾燈時間表.....	27
表 2-4-9、高頻螢光燈管特性與效率比較.....	28
表 2-4-10、一般燈管與三波長陽光色燈管比較.....	29
表 2-4-11、日光燈含汞情形.....	29
表 2-4-12、光源產品分類特性及光源效率(LM/W)比較表.....	31
表 2-4-13、傳統、電子安定器比較表(以 40W 2 燈 115V 做比較).....	33
表 2-4-14、螢光燈管能源效率標準.....	34
表 2-4-15、緊密型螢光燈管能源效率基準.....	35
表 2-4-16、螢光燈管用安定器光效因數基準.....	36
表 2-4-17、安定器內藏型螢光燈炮能源效率基準.....	37
表 2-4-18、節能標章.....	37
表 2-4-19、螢光燈管節能標章能源效率基準與其標示方法.....	38
表 2-4-20、安定器內藏型螢光燈炮節能標章能源效率基準與其標示方法.....	39

表 2-4-21、螢光燈管環保標章規格標準	39
表 2-5-1、水冷式及氣冷式箱型機優缺點表	41
表 2-5-2、箱型冷氣機能源效率比值標準對照表	46
表 2-5-3、窗型冷氣機能源效率比值標準對照表	47
表 2-5-4、空調系統冰水主機能源效率標準	48
表 2-5-5、窗（壁）型冷氣機能源效率分級基準表	49
表 2-5-6、箱型冷氣機能源效率分級基準表	49
表 2-5-7、無風管冷氣機節能標章能源效率基準與標示方法	50
表 2-6-1、電冰箱能源因數值標準	52
表 2-6-2、電冰箱能源效率分級基準表	53
表 2-6-3、除濕機能源效率基準	53
表 2-6-4、除濕機節能標章能源因數基準與標示方法	54
表 2-6-5、印表機節能標章能源效率基準與標示方法	55
表 2-7-1、一般電容器裝置分組情形	58
表 2-7-2、依用電特性可能採用的控制方式	58
表 2-7-3、功率因數三角函數對照表	59
表 2-7-4、常見光源特性比較表	61
表 2-7-5、光源產品替代效益評估	63
表 2-7-6、日本照明器具評量標準	64
表 2-7-7、美國 ASHRAE/IESNA 90.1 照明能源密度基準	65
表 2-7-8、照明用電密度(UPD)建議值	66
表 2-7-9、冷氣機簡單故障排除	70
表 3-1-1、土木結構大樓總樓地板面積	73
表 3-1-2、土木結構大樓民國 97~99 年度用電量(不含材料實驗室及景觀燈)	74
表 3-1-3、土木結構大樓(含材料實驗室及景觀燈)民國 90~99 年度用電量	74
表 3-2-1、土木結構大樓使用日光燈規格	77
表 3-2-2、我國窗型冷氣 EER 標準	78
表 3-2-3 冷氣空調規格表	80
表 3-2-4、電腦主機實際量測	81

表 3-2-5、LCD 螢幕實際量測.....	81
表 3-2-6、NB 實際量測.....	81
表 3-2-7、冰箱參考型錄資料.....	82
表 3-2-8、冷卻水塔、冷卻水泵設備規格表.....	84
表 3-2-9、電梯規格表.....	85
表 3-2-10、20T、5T、2T 起重機規格表.....	86
表 3-3-1、耗能設備使用時數表-照明.....	89
表 3-3-2、耗能設備使用時數表-冷氣及空調.....	90
表 3-3-3、耗能設備使用時數表-電腦.....	90
表 3-3-4、耗能設備使用時數表-其他動力.....	91
表 3-3-5、耗能設備使用時數表-實驗儀器.....	92
表 3-3-6、土木結構大樓空間使用率預估.....	93
表 3-3-7、99 年總用電量預估-照明.....	93
表 3-3-8、99 年總用電量預估-冷氣&空調.....	97
表 3-3-9、99 年總用電量預估-電腦.....	97
表 3-3-10、99 年總用電量預估-其他動力.....	99
表 3-3-11、99 年總用電量預估-實驗設備.....	100
表 3-4-1、土木結構大樓用電結構百分比-耗能設備分類.....	101
表 3-4-2、土木結構大樓用電結構百分比-空間分類.....	102
表 4-1-1、不同使用率 EUI 值預估.....	103
表 4-2-1、學生研究室 EUI 值範圍.....	104
表 4-2-2、學生研究室每人平均年用電量.....	105
表 4-2-3、學生研究室每人年平均用電量.....	106
表 4-3-1、實驗室 EUI 值範圍.....	107
表 4-4-1、辦公室 EUI 值範圍.....	109
表 4-4-2、會議室 EUI 值範圍.....	109
表 4-4-3、廁所 EUI 值範圍.....	109
表 4-4-4、走廊 EUI 值範圍.....	110
表 4-6-1、T8 型 LED 日光燈基本規格介紹.....	111

表 4-6-2、工程二館 219 專班 T8-LED 實測	112
表 4-6-3、T8 型 LED 燈具組效益評比.....	112
表 4-7-1、冷房能力與坪數對照參考表	114
表 4-7-2、使用箱型冷氣之空間表	116
表 4-7-3、日立水冷式箱型冷氣機型號 RP45、55、85W/WL 資料.....	117
表 4-7-4、汰換水冷式箱型冷氣效益預估	118



第一章、緒論

台灣地區每年消耗能源，依賴進口程度高達 97 %。在國際上，因為全球石油能源有限，能源價格起伏波動大；在國內，因為環保意識抬頭和民眾抗爭，各項能源開發與電力建設都面臨極大困難。「節約能源」已經是人人都無法逃避的責任。然而，節約能源不是強制減少使用能源，而降低生活品質；正確的節約能源觀念，應該是有效率的使用能源，也就是「該用則用、能省則省」。

依學校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 15-20 %之節能潛力。因此加強各級學校節約能源推廣及教育宣導，可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，提升國家整體競爭力。

本研究藉由EUI值用電指標，促使學校館舍、冷凍空調及照明設計者作適當設計，分析學校館舍之用電效率，進而提出節能改善辦法，以達到節約能源之目的。

1.1 研究動機與目的

展望未來，氣候變遷帶來的考驗將越來越嚴峻，面對來自全球的挑戰，台灣正處於發展轉捩點上。為維持國家競爭力，在國內台灣應擬訂更積極之節能減碳政策，並著手研擬調適衝擊方案；同時加強與國際間合作，進行減碳政策、技術與經驗交流，並推動碳市場之國際接軌。如此必能強化國家競爭力，確保環境、經濟、社會之永續發展。

本研究預期使用EUI值用電指標表示實驗型館舍之用電標準，做為同類型館舍之參考，此外對實驗型館舍做簡易的評估並且提出節能辦法，希望藉由學校推動達到節能減碳的目的，以達到永續發展。

1.2 研究方法

本研究之方法以我國經濟部能源局發布之「EUI值用電指標」評估制度為準則，並以大專院校舊有建築物為研究範圍，統計分析學校館舍之使用習慣及用電結構百分比，藉由「電度計」及「電錶」測量得出耗電設備之消耗電功率，從學校建築耗能兩大結構—照明、冷氣&空調評估改善節能之效益，並提出初步節能改善辦法。

1.3 研究流程

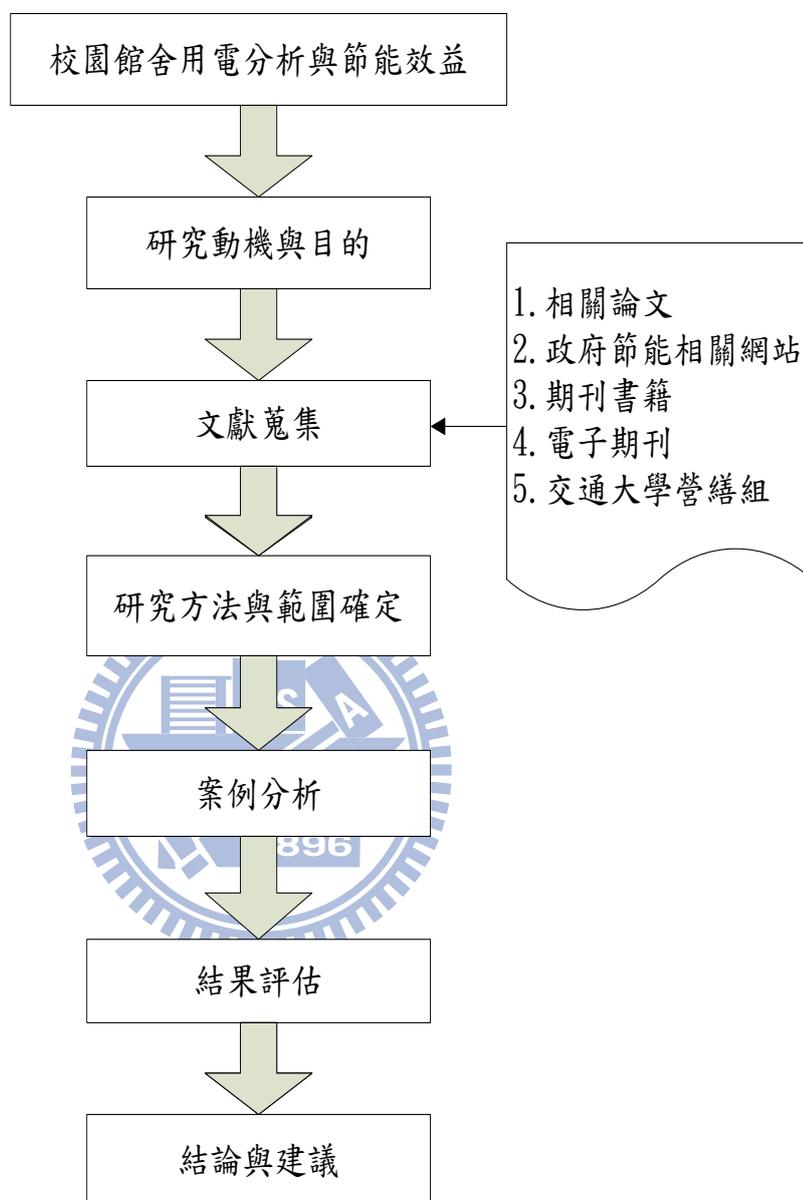


圖 1-3-1、研究流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 用電大戶申報統計

由【2010年非生產性質行業能源查核年報】檢視大用戶於2004至2009年(用電契約量超過800kW)共有1399家，申報能源總消費量為3663千公秉油當量，另為檢視各年之能源消費量及節能成效變化，依行業別、建築分類、系統別統計能源消費量與節能成效分析。

2.1.1 行業別能源消費量及節能成效申報統計

依據行政院主計處之行業別分類統計各行業別能源消費量狀況，如表2-1-1，於各行業別中，以「運輸及倉儲業」之能源消費量占比最大，約16.8%，其次是「批發及零售業」16.5%、「教育服務業」16.1%。

表 2-1-1、大用戶申報 2009 年能源消費量統計表(依行業別統計)

行業別		家數	電力	燃料油	液化石油氣	天然氣	汽油	柴油	合計	占比
名稱	編碼									
		家	千度	公秉	公噸	千立方公尺	公秉	公秉	千公秉油當量	%
用水供應及汙染整治業(不含用水供應)	E	24	331946	-	27	1	8	179	83	2.3
營造業	F	7	42911	-	-	-	-	-	11	0.3
批發及零售業	G	238	2392858	420	235	8368	12	250	605	16.5
運輸及倉儲業	H	130	2417954	462	10	625	1513	14121	616	16.8
住宿及餐飲業	I	85	626498	16741	1373	14532	8	3732	195	5.3
資訊及通訊傳播業	J	81	959085	-	12	101	707	212	239	6.5
金融及保險業	K	77	439615	-	15	99	-	20	109	3.0
不動產業	L	102	728111	2182	-	511	-	39	184	5.0
專業、科學技術服務業	M	61	683777	-	6	3012	514	248	174	4.7
支援服務業	N	9	62996	-	-	266	-	1	16	0.4
公共行政及國防；強制性社會安全	O	127	693628	605	149	2195	3968	6962	186	5.1
教育服務業	P	254	2293185	2081	137	8143	1795	7563	590	16.1
醫療保險及社會工作服務業	Q	143	2071948	17467	538	16312	672	6725	559	15.3
藝術、無樂及休閒服務業	R	51	325657	42	278	674	132	564	83	2.3
其他服務業	S	10	51715	-	7	1070	43	87	14	0.4
合計		1399	14121881	40000	2787	55908	9371	40703	3663	100.0

統計期間為 2009 年 1 月至 12 月。

2.1.1.1 行業別大用戶家數及能源消費量

依家數及能源消費量而言，以「教育服務業(P)」家數 254 家為最多，次為「批發及零售業(G)」238 家，但能源消費量則以「批發及零售業(G)」為最多。

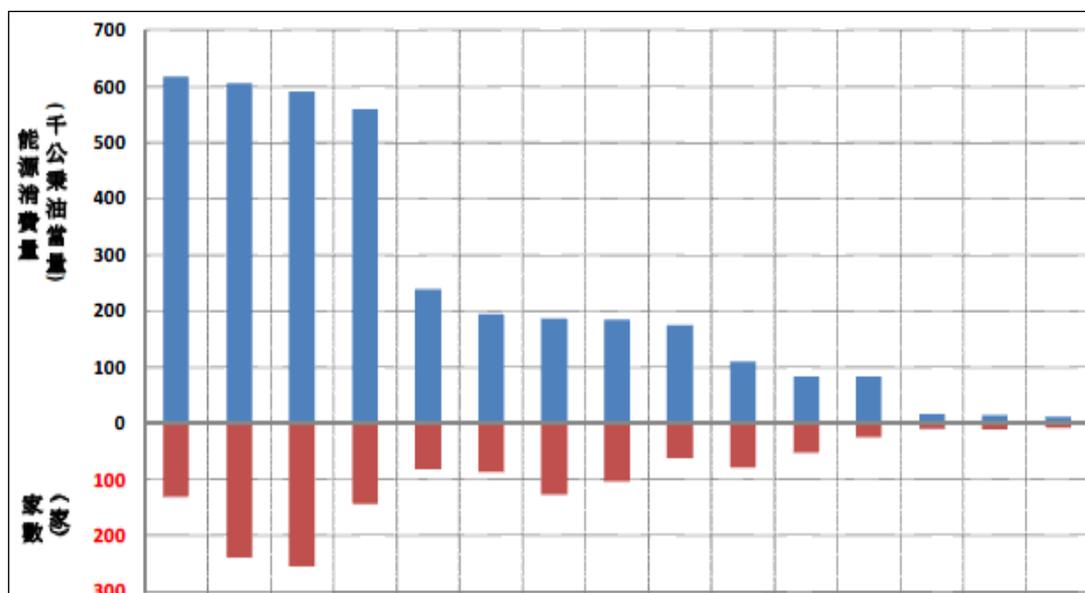


圖 2-1-1、行業別大用戶家數與能源消費量統計圖

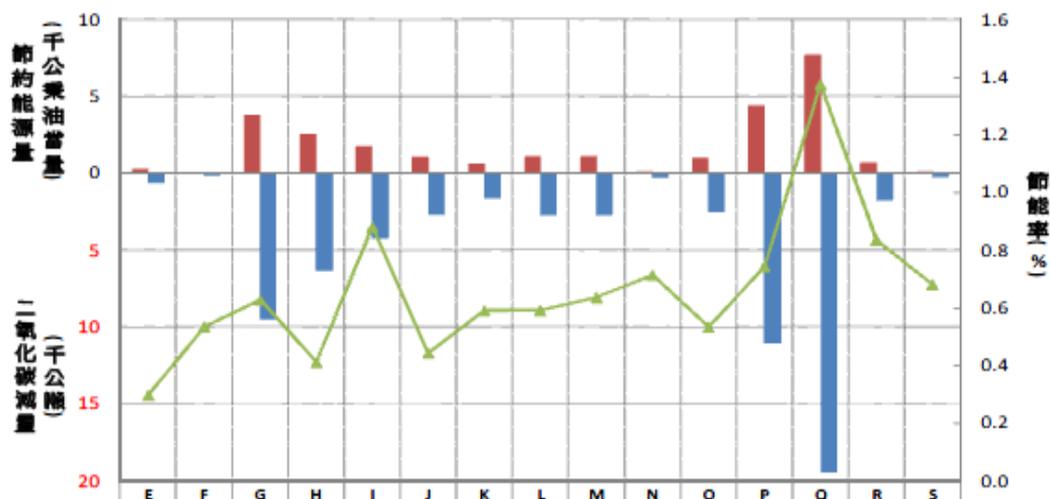
備註:教育服務業定義

凡從是正規教育體制內各級學校(含學前教育、小學、中學、職業學校、大專院校及特殊教育)與正規教育體制外各種專業領域之教育服務，以及不具教學性質之教育輔助服務之行業均屬之。上課地點可能在學校、教室或透過廣播、電視、網路、函授或其他通訊方式。授予學位證書之軍事學校及法務機構附設學校，亦歸入本類。

教育服務類包含學校類，2009年1~12月統計教育服務業為254家，學校類為243家。

2.1.1.2 行業別大用戶節能量、節能率、二氧化碳減量

大用戶中以「醫療保健及社會工作服務業(Q)」申報之節能量(7.7千公秉油當量)最大，其二氧化碳也最多(19.4千公噸)，而節能率也最高約1.4%，因大量應用熱水泵與熱水供應系統節能改善有關。其次為「教育服務業(P)」申報之節能量(4.4千公秉油當量)，節能率為0.7%。

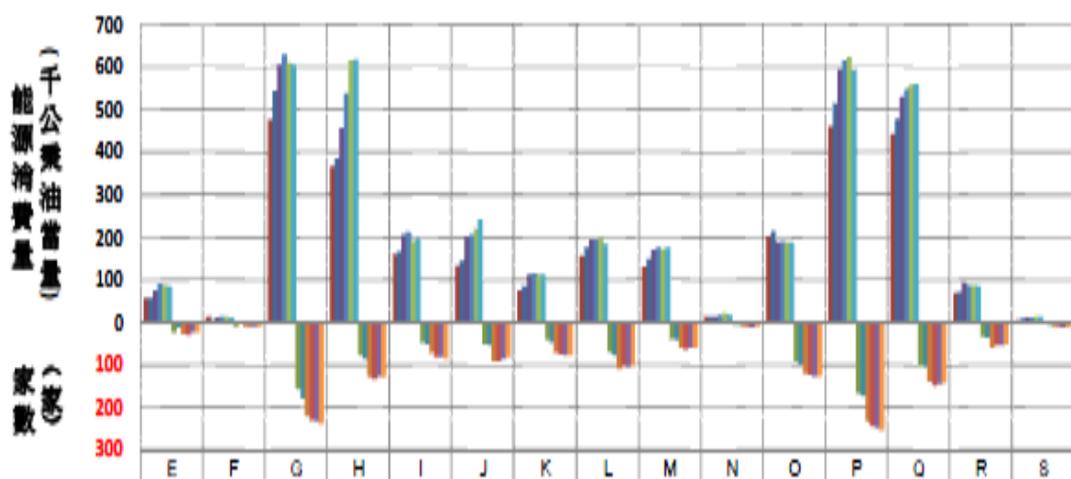


分類	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
節約能源量	0.2	0.1	3.8	2.5	1.7	1.1	0.6	1.1	1.1	0.1	1	4.4	7.7	0.7	0.1
二氧化碳量	0.6	0.1	9.5	6.4	4.2	2.7	1.6	2.7	2.7	0.3	2.5	11	19.4	1.8	0.2
節能率	0.3	0.5	0.6	0.4	0.9	0.4	0.6	0.6	0.6	0.7	0.5	0.7	1.4	0.8	0.7

圖 2-1-2、行業別大用戶節能量、節能率、二氧化碳抑低量統計圖

2.1.1.3 近 6 年行業別大用戶家數與能源消費量

近 6 年大用戶家數與能源消費量，「教育服務業(P)」與其他大用戶大致都是呈現成長的趨勢，其中又以「其他服務業(S)」家數及能源消費量之年平均成長為最高。



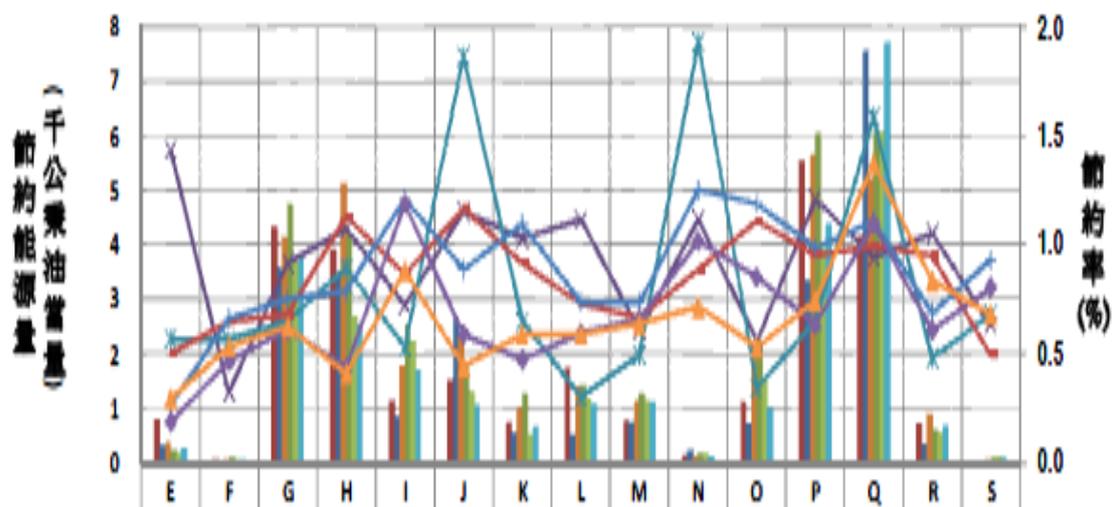
分類	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
2004 年能源消費量	55	14	474	365	159	131	73	155	128	12	200	458	441	67	4
2005 年能源消費量	56	4	544	383	163	144	82	173	148	12	212	512	476	70	6
2006 年能源消費量	73	11	604	456	203	197	109	192	169	14	186	592	527	92	10
2007 年能源消費量	87	12	628	536	210	205	113	193	172	15	190	613	547	87	9
2008 年能源消費量	86	12	606	612	189	220	109	195	172	18	185	622	554	87	14
2009 年能源消費量	83	11	605	616	195	239	109	184	174	16	186	590	559	83	14
2004 年家數	22	7	156	77	49	51	42	68	39	4	91	167	106	32	3
2005 年家數	12	3	179	84	50	54	47	77	41	4	95	173	105	34	5
2006 年家數	26	7	219	128	73	91	73	109	59	7	120	231	137	59	7
2007 年家數	28	7	228	131	82	89	76	103	63	9	122	244	147	53	7
2008 年家數	24	8	232	127	82	83	78	105	60	11	125	247	145	55	11
2009 年家數	24	7	238	130	85	81	77	102	61	9	127	254	143	51	10

備註：2006 年起擴大查核對象至用電契約超過 800kW 支能源用戶

圖 2-1-3、2004~2009 年行業別大用戶家數與能源消費量統計圖

2.1.1.4 近 6 年行業別大用戶節能量與節能率

2008 年受全球金融風暴影響，能源用戶縮減投資費用，以致結能量及節能率都減少，惟 2009 年整體節約率(0.72%)已較 2008 年(0.69%)增加。



分類	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
2004 年節能量	0.8	0.05	4.3	3.9	1.1	1.5	0.7	1.7	0.8	0.1	1.1	5.5	4.2	0.7	0.02
2005 年節能量	0.3	0.02	3.6	3.4	0.9	2.7	0.5	0.5	0.7	0.2	0.7	3.3	7.5	0.3	0.04
2006 年節能量	0.4	0.07	4.1	5.1	1.8	2.3	1.0	1.4	1.1	0.1	2.1	5.6	5.2	0.9	0.05
2007 年節能量	0.2	0.08	4.7	4.2	2.5	1.8	1.2	1.4	1.3	0.2	2.3	6.1	6.1	0.6	0.1
2008 年節能量	0.2	0.05	3.7	2.7	2.2	1.3	0.5	1.2	1.1	0.2	1.6	3.9	6.1	0.5	0.1
2009 年節能量	0.2	0.1	3.8	2.5	1.7	1.1	0.6	1.1	1.1	0.1	1.0	4.4	7.7	0.7	0.1
2004 年節能率	1.4	0.3	0.9	1.1	0.7	1.2	1.0	1.1	0.6	1.1	0.6	1.2	0.9	1.1	0.6
2005 年節能率	0.6	0.6	0.7	0.9	0.5	1.9	0.6	0.3	0.5	1.9	0.3	0.7	1.6	0.5	0.7
2006 年節能率	0.5	0.6	0.7	1.1	0.9	1.2	0.9	0.7	0.7	0.9	1.1	1.0	1.0	0.9	0.5
2007 年節能率	0.3	0.7	0.8	0.8	1.2	0.9	1.1	0.7	0.7	1.3	1.2	1.0	1.1	0.7	0.9
2008 年節能率	0.2	0.5	0.6	0.4	1.2	0.6	0.5	0.6	0.7	1.0	0.9	0.6	1.1	0.7	0.8
2009 年節能率	0.3	0.5	0.6	0.4	0.6	0.4	0.6	0.6	0.6	0.7	0.5	0.7	1.4	0.8	0.7

備註:2006 年起擴大查核對象至用電契約超過 800kW 之能源用戶

圖 2-1-4、2004~2009 年行業別大用戶節能量與節能率統計圖

2.1.2 建築物分類能源消費量及節能成效申報統計

在大用戶中依主要建築物分類進行能源消費量統計，如表 2-1-2 所示，其中以 243 家學校之能源消費量最大，約占非生產性質行業大用戶總能源消費量之 15.9%，其次是 140 家醫院占 15.2%。而建築物分類大用戶之能源消費狀況，經統計並說明如圖 2-1-5~2-1-9。另外為了檢視建築物分類能源用戶 6 年 (2004~2009 年)期間，各年之能源消費狀況，經統計並說明如圖 2-1-8、2-1-9。

表 2-1-2 大用戶 2009 年申報能源消費量統計表(依建築物分類統計)

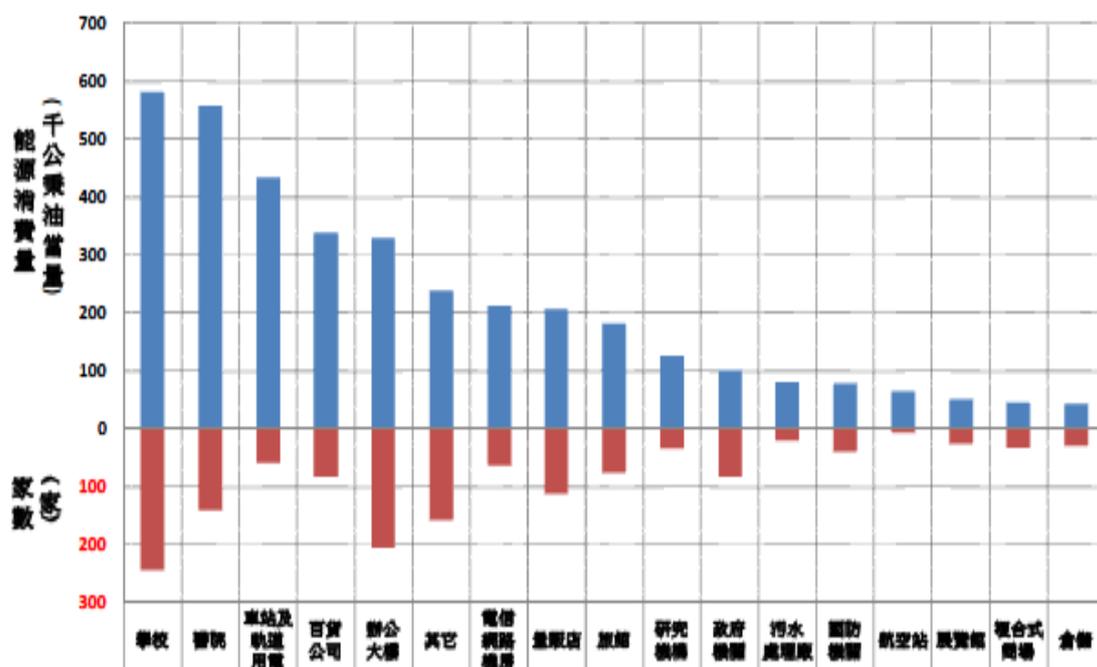
建築物用途分類	家數	電力	燃料油	液化石油氣	天然氣	汽油	柴油	合計	占比
	家	千度	公秉	公噸	千立方公尺	公秉	公秉	千公秉油當量	%
學校	243	2258200	2080	136591	8080823	1762637	7623	581.0	15.9
辦公大樓	205	1311217	263	9450	1723385	154751	147	328.2	9.0
醫院	140	2061514	17467	493343	16311698	660725	6650	556.2	15.2
量販店	112	823452	-	84486	1218457	6192	27	206.1	5.6
政府機關	82	384616	605	18059	211184	3621807	1034	100.6	2.8
百貨公司	82	1328777	-	133266	6886676	-	79	338.0	9.2
旅館	76	579795	16741	1373188	13223913	7520	3536	181.6	5.0
電信網路機房	64	850696	-	-	12318	448968	218	212.0	5.8
車站及軌道	58	1732505	-	-	-	6421	3906	434.1	11.9
國防機關	38	285323	-	137010	1503199	364155	5812	78.5	2.1
研究機構	33	491618	-	-	2282819	287396	98	125.0	3.4
複合式商場	31	177296	-	-	476487	6280	3	44.6	1.2
倉儲	28	145196	169	450	1261	261138	7633	43.6	1.2
展覽館	25	203689	2	21987	37933	103808	32	50.8	1.4
污水處理廠	20	317822	-	27375	503	8009	27	79.0	2.2
航空站	5	256947	-	-	605103	92013	122	64.7	1.8
其他	157	913193	2673	352030	3350191	1579530	3756	238.8	6.5
統計	1399	14121855	40000	2787235	55925950	9371	40703	3663	100.0

備註1:其他建築類型包括體育(館)場、停車場、影城、殯儀館、集合宿舍、訓練中心、營造工地、餐廳、綜合市場、道路、遊樂場、會議中心、郵局、超級市場、港口碼頭、加壓站等類型。

備註2:【經濟部能源局指導、台灣綠色生產力基金會編印。】統計期間為 2009 年 1 月至 12 月。

2.1.2.1 建築物分類大用戶家數與能源消費量統計

建築物用途分類大用戶中能源消費量以學校最多，次為醫院、車站及軌道用電等；家數則以學校最多，次為辦公大樓、醫院等。

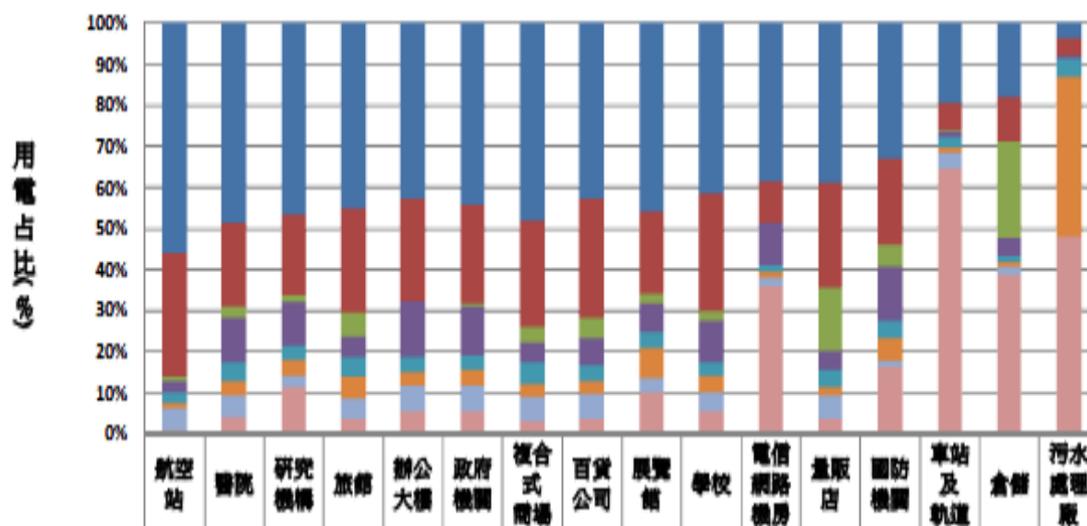


分類	家數 (萬)	能源消費量 (千公秉油當量)
學校	243	581
醫院	140	556
車站及軌道	58	434
百貨公司	82	338
辦公大樓	205	328
其他	157	239
電信網路機房	64	212
量販店	112	206
旅館	76	182
研究機構	33	125
政府機關	82	201
污水處理廠	20	79
國防機關	38	78
航空站	5	65
展覽館	25	51
複合式商場	31	45
倉儲	28	44

圖 2-1-5 建築物分類大用戶家數與能源消費量統計圖

2.1.2.2 建築物分類大用戶之電能消費分佈統計

空調耗電占比除了特殊建築物類型(污水處理廠、倉儲)外,在各建築物用途分類中幾乎都是最大;而照明耗電占比中,以航空站、百貨公司最高(因商業照明需求);而冷凍冷藏耗電占比,以倉儲、量販店最高(因冷凍冷藏食品儲存之需求)。

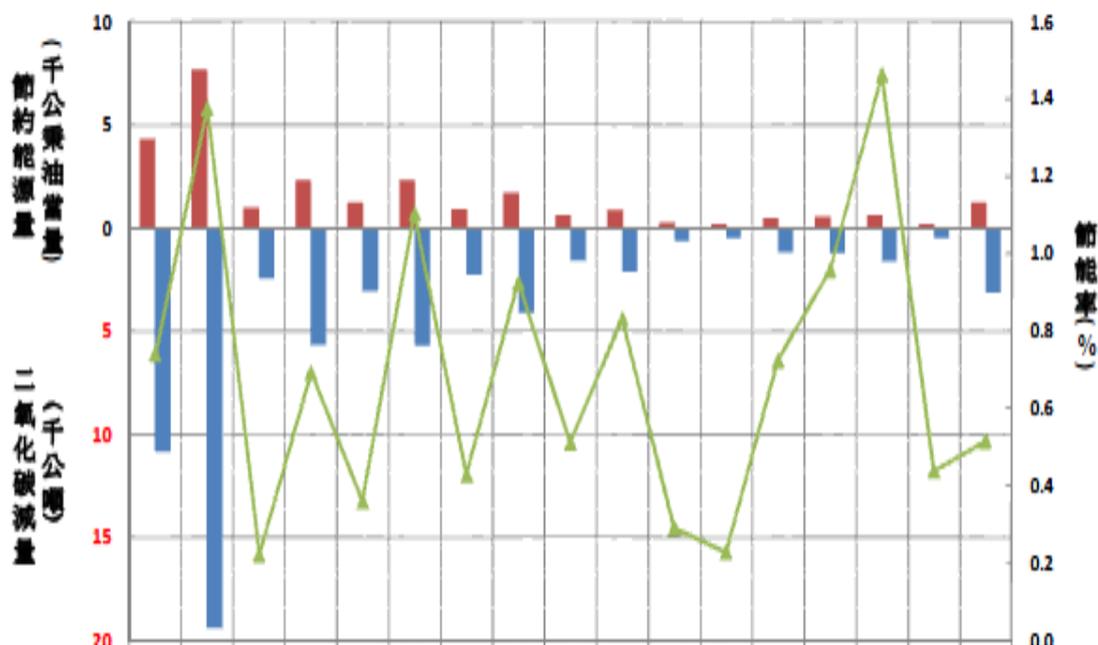


分類	■	■	■	■	■	■	■	■
	空調設備	照明設備	冷凍冷藏設備	插座設備	排風設備	給汗水設備	電梯設備	其他設備
航空站	55.9%	30.2%	0.8%	2.7%	2.8%	1.1%	5.3%	1.2%
醫院	48.5%	20.4%	2.6%	10.9%	4.5%	3.6%	5.1%	4.4%
研究機構	46.6%	19.5%	1.9%	10.2%	3.5%	4.0%	2.8%	11.6%
旅館	44.9%	25.2%	6.1%	5.0%	4.8%	5.0%	4.8%	4.1%
辦公大樓	42.7%	24.6%	0.3%	13.6%	3.6%	3.2%	6.3%	5.7%
政府機關	44.0%	24.0%	0.9%	11.7%	3.6%	3.9%	6.2%	5.7%
複合式商場	47.8%	26.0%	3.9%	4.7%	5.5%	3.2%	5.8%	3.2%
百貨公司	42.7%	29.0%	4.7%	6.8%	3.8%	3.2%	5.9%	4.0%
展覽館	45.7%	20.0%	2.5%	6.7%	4.2%	7.0%	3.7%	10.1%
學校	41.2%	28.6%	2.5%	10.1%	3.2%	4.3%	4.5%	5.5%
電信網路機	38.4%	10.2%	0.1%	10.1%	1.7%	1.4%	2.0%	36.2%
量販店	38.7%	25.6%	15.4%	4.7%	4.0%	2.3%	5.5%	3.8%
國防機構	32.7%	21.0%	5.3%	13.5%	3.9%	5.8%	1.4%	16.4%
車站及軌道	19.3%	6.5%	0.3%	1.4%	2.6%	1.2%	3.9%	64.7%
倉儲	17.8%	11.0%	23.4%	4.6%	1.4%	1.0%	1.8%	39.0%
污水處理廠	3.7%	3.9%	0.1%	0.7%	4.6%	38.7%	0.0%	48.4%

圖 2-1-6、建築物分類大用戶之電能消費分佈統計圖

2.1.2.3 建築物分類大用戶節能量、節能率；二氧化碳減量

建築物用途分類大用戶中以醫院之節能量及二氧化碳減量最大，分別為 7.7 千公秉油當量、19.4 千公噸；而節能率則以倉儲 1.5% 為最大。

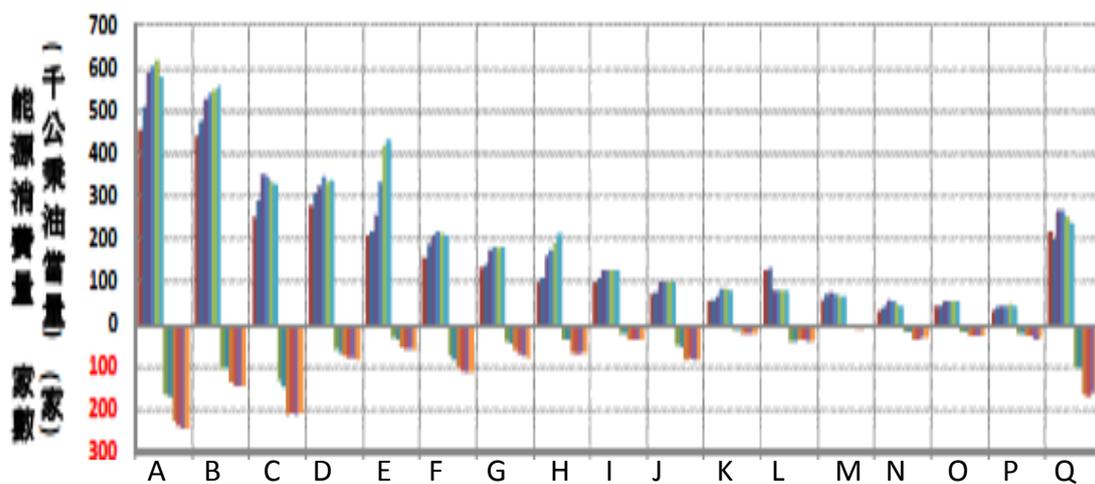


分類	節約能源量 (千公秉油當量)	二氧化碳減量 (千公噸)	節約率 (%)
學校	4.3	10.8	0.7
醫院	7.7	19.4	1.4
車站及軌道	1.0	2.4	0.2
辦公大樓	2.3	5.7	0.7
百貨公司	1.2	3.1	0.4
量販店	2.3	5.7	1.1
電信網路機房	0.9	2.3	0.4
旅館	1.7	4.1	0.9
研究機構	0.6	1.6	0.5
政府機關	0.8	2.1	0.8
汙水處理廠	0.2	0.6	0.3
國防機構	0.2	0.5	0.2
航空站	0.5	1.2	0.7
展覽館	0.5	1.2	1.0
倉儲	0.6	1.6	1.5
複合式商場	0.2	0.5	0.4
其他	1.2	3.1	0.5

圖 2-1-7、建築物分類大用戶節能量、節能率、二氧化碳抑低量統計圖

2.1.2.4 近 6 年建築物分類大用戶家數及能源消費量

近六年大用戶家數與能源消費量，大都是呈現成長的趨勢，因國內資通訊產業快速發展，「電信網路機房」家數及能源消費量之年平均成長為最高。



分類	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	年能源消費量	年能源消費量	年能源消費量	年能源消費量	年能源消費量	年能源消費量	年家數	年家數	年家數	年家數	年家數	年家數
A	455	509	587	607	617	581	163	169	225	236	240	243
B	441	476	527	540	550	556	103	105	134	141	141	140
C	253	289	349	346	332	328	328	145	211	208	209	205
D	277	306	325	344	332	338	57	66	72	76	77	82
E	209	215	257	332	421	434	30	36	53	57	57	58
F	157	184	206	217	212	206	73	81	100	106	112	112
G	135	139	175	184	176	182	40	41	61	68	71	76
H	96	108	161	175	190	212	34	34	65	67	63	64
I	94	109	125	124	127	125	21	23	34	35	33	33
J	72	72	100	100	98	101	49	50	81	79	81	82
K	51	56	67	82	82	79	13	12	19	20	19	20
L	125	130	79	78	78	78	40	40	34	36	38	38
M	58	70	73	73	71	65	5	6	7	7	6	5
N	30	39	55	55	54	44	18	18	35	34	28	28
O	43	45	52	52	52	51	17	17	24	25	27	25
P	32	39	43	43	44	45	19	23	27	27	32	31
Q	215	199	267	267	268	239	101	97	164	167	159	157

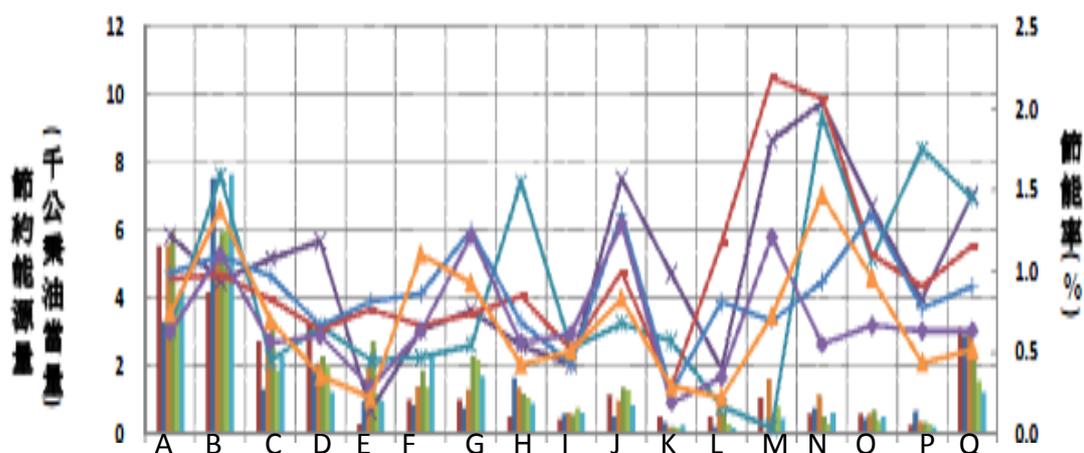
A、學校 B、醫院 C、辦公大樓 D、百貨公司 E、車站及軌道 F、量販店 G、旅館
H、電信網路機房 I、研究機構 J、政府機關 K、汙水處理廠 L、國防機關 M、航空站
N、倉儲 O、展覽館 P、複合式商場 Q、其他

備註：2006 年起況大查核對象至用電契約超過 800kW 支能源用戶

圖 2-1-8、近四年建築物分類大用戶家數與能源消費量統計圖

2.1.2.5 近 6 年建築物分類大用戶節能量與節能率

近六年大用戶申報節能量以醫院(B)之年平均 6.1 千公秉油當量為最高。而年平均節能率以倉儲 1.5% 為最高、其次為醫院 1.2%，顯示其在節能減碳的努力。



分類	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
2004 年節能量	5.5	4.2	2.7	3.3	0.3	1.0	1.0	0.5	0.4	1.1	0.5	0.5	1.0	0.6	0.6	0.3	3.2
2005 年節能量	3.3	7.5	1.3	2.0	1.0	0.9	0.8	1.7	0.6	0.5	0.3	0.2	0.0	0.8	0.5	0.7	2.9
2006 年節能量	5.6	5.1	2.9	2.1	2.0	1.4	1.3	1.4	0.6	1.0	0.2	0.9	1.6	1.1	0.6	0.4	3.1
2007 年節能量	6.0	5.9	3.4	2.3	2.7	1.4	2.3	1.2	0.5	1.3	0.2	0.6	0.5	0.5	0.7	0.3	2.4
2008 年節能量	3.9	6.0	1.9	2.0	1.2	1.3	2.1	1.1	0.8	1.3	0.2	0.3	0.8	0.3	0.4	0.3	1.6
2009 年節能量	4.3	7.7	2.3	1.2	1.0	2.3	1.7	0.9	0.6	0.8	0.2	0.2	0.5	0.6	0.5	0.2	1.2
2004 年節能率	1.2	0.9	1.1	1.2	0.1	0.6	0.8	0.5	0.4	1.6	1.0	0.4	1.8	2.0	1.4	0.8	1.5
2005 年節能率	0.6	1.6	0.5	0.7	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5	0.7	0.6	0.2	0.04	1.9	1.1	1.7	1.4
2006 年節能率	1.0	1.0	0.8	0.6	0.8	0.7	0.7	0.8	0.5	1.0	0.3	1.2	2.2	2.1	1.1	0.9	1.2
2007 年節能率	1.0	1.1	1.0	0.7	0.8	0.9	1.2	0.7	0.4	1.3	0.3	0.8	0.7	0.9	1.3	0.8	0.9
2008 年節能率	0.6	1.1	0.6	0.6	0.3	0.6	1.2	0.6	0.6	1.3	0.2	0.3	1.2	0.6	0.7	0.6	0.6
2009 年節能率	0.7	1.4	0.7	0.4	0.2	1.1	0.9	0.4	0.5	0.8	0.3	0.2	0.7	1.5	1.0	0.4	0.5

A、學校 B、醫院 C、辦公大樓 D、百貨公司 E、車站及軌道 F、量販店 G、旅館
H、電信網路機房 I、研究機構 J、政府機關 K、汙水處理廠 L、國防機關 M、航空站
N、倉儲 O、展覽館 P、複合式商場 Q、其他

備註:2006 年起擴大查核對象至用電契約超過 800kW 之能源用戶

圖 2-1-9、近四年建築物分類大用戶節能量與節能率統計圖

2.1.3 依系統別及改善措施別統計節能成效

2.1.3.1 依系統別統計

能源用戶於 2009 年共投資 16.1 億元進行節能改善工作，能源支出節省約 5.4 億元，其中又以「空調系統」節能量、能源支出節省及投資金額最高。

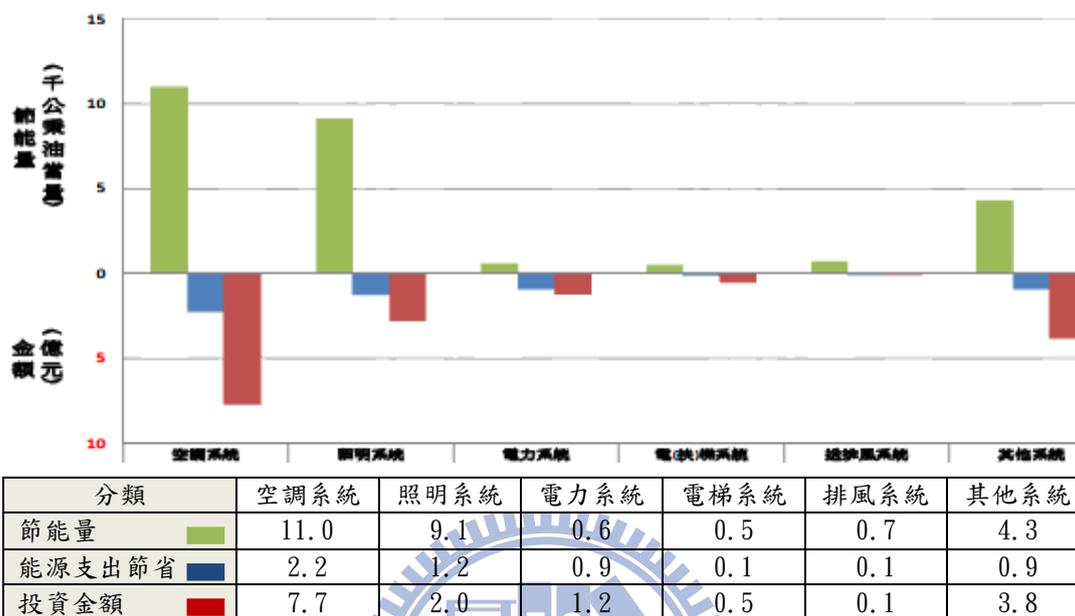


圖 2-1-10、依系統別統計節能成效圖

2.1.3.2 依改善措施別統計

節能改善措施中以「能源管理」節能量最大約 11.4 千公秉油當量，投資金額約 4.3 億元，能源支出節省約 2.8 億元；其次為「汰舊換新」6.1 千公秉油當量，投資金額約 5.9 億元，能源支出節省約 0.9 億元。



圖 2-1-11、依改善措施別統計節能成效圖

2.1.4 能源用戶節能潛力與成效統計

2.1.4.1 近六年實地查核節能潛力統計

為落實能源查核制度，輔導大用戶提升能源使用效率，2005~2010 年共實地查核輔導 1,405 家大用戶，合計發掘之節能潛力為 258.9 千公秉油當量。

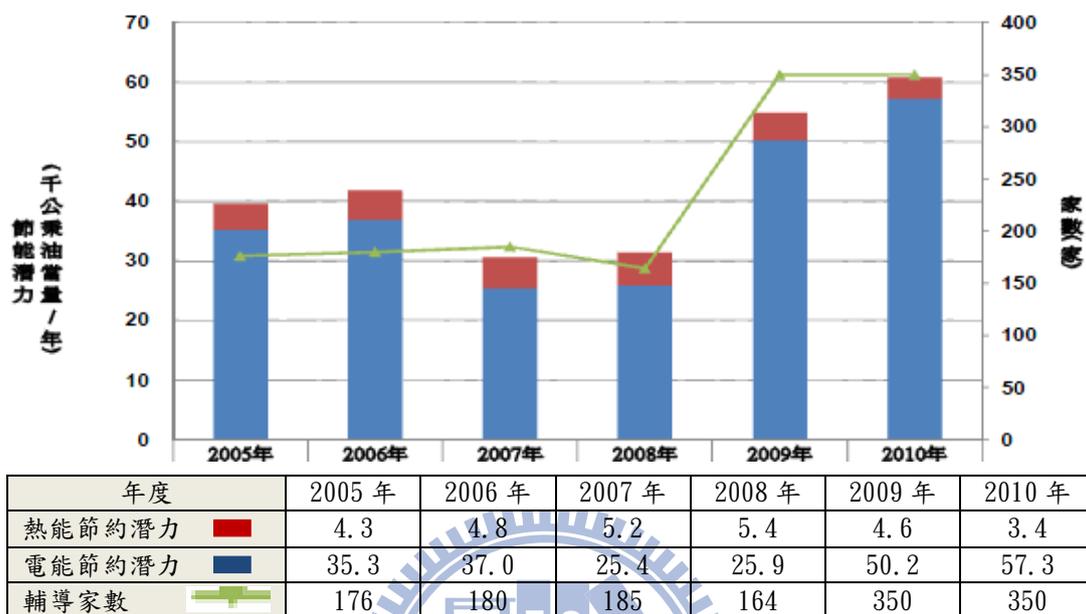


圖 2-1-12、近 6 年查核節能潛力統計圖

2.1.4.2 近 5 年能源查核節能成效追蹤統計

近 5 年(西元 2005~2009 年)實地查核輔導 1,055 家大用戶之節能潛力為 198 千公秉油當量，追蹤歷年落實改善節能量為 90.2 千公秉油當量，落實改善率 45.6%。

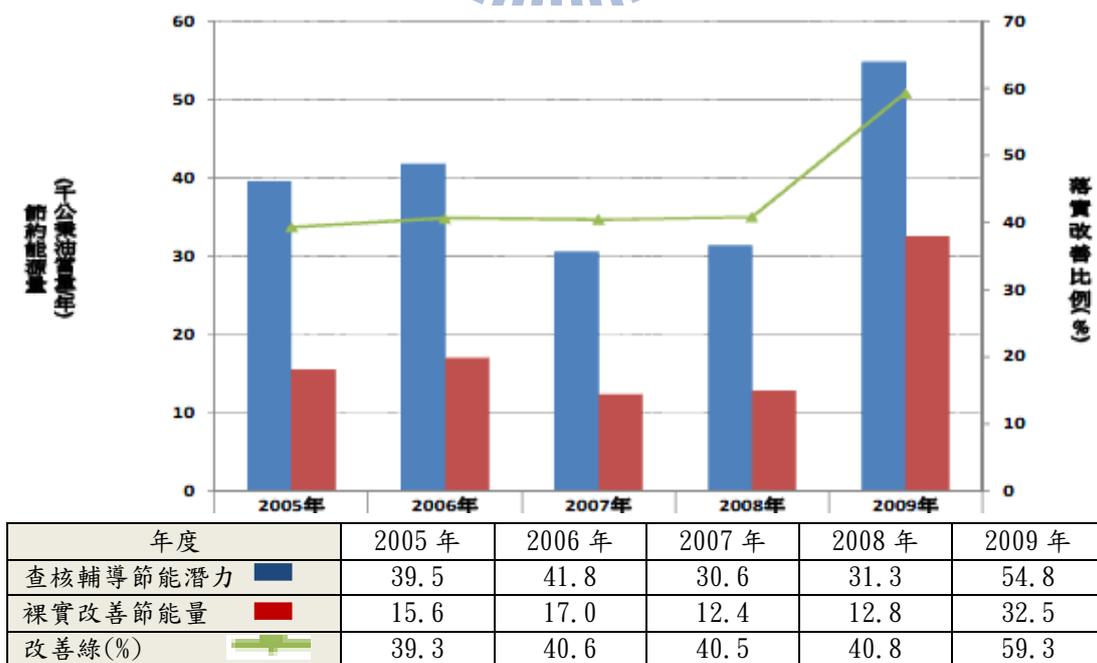


圖 2-1-13、能源查核節能成效追蹤統計圖

2.2 學校耗能指標

2.2.1 建築物單位面積年耗電量密度(EUI)統計

政府最新公告於經濟部 100 年 6 月 3 號之函，檢送行政院核定之「政府機關及學校『四省（省電、省油、省水、省紙）專案』計畫」，計畫執行時間為 100 年 1 月 1 日~104 年 12 月 31 日，大學用電指標(EUI)基準值為第一類為 124；第二類為 94，如表 2-2-1，詳見附件五。

表 2-2-1、機關學校用電指標(EUI)基準值

編號	屬性	類別	EUI 基準值
5-1	學校	大學第一類	124
5-2		大學第二類	94
備註:由附件五摘錄			

EUI(Energy Use Intensity)為單位面積年耗電量密度，是以建築物之年用電量除以總樓地板面積而得。依據【2010 年非生產性質行業能源查核年報】填報資料，學校類用電大戶 EUI 值如表 2-2-2，可知一般大學 EUI 值介於 72.5~131.9；平均值為 93.1，可做為耗能指標之參考。

表 2-2-2、建築物分類大用戶單位面積年耗電量密度比較表

建築物分類用途		統計樣本(家)	平均值(kWh/m ² *yr)	最小值(kWh/m ² *yr)	最大值(kWh/m ² *yr)	標準差
主類別	次類別					
政府機關類	中央(一般行政)	24	130.8	44.4	214.5	49.2
	地方(一般行政)	18	96.1	72.5	131.9	14.8
學校類	一般大學	62	93.1	72.5	131.9	14.8
	科技大學	36	77.3	58.0	97.1	11.9
	高級中學	41	69.8	31.3	154.6	24.8
	工商職業學校	17	61.0	18.7	94.4	23.1
辦公大樓類		134	164.6	96.0	273.3	43.6
旅館類	國際觀光旅館	36	205.9	136.0	284.4	40.5
	一般觀光旅館	11	233.7	186.6	279.1	35.0
百貨商場類	購物中心	11	210.3	119.9	272.8	52.4
	百貨公司	45	343.7	213.5	505.4	65.0
	量販店(一般)	84	294.7	94.3	751.8	143.9
	量販店(無冷凍冷藏)	10	243.5	147.1	379.0	91.7
	複合式商場	17	253.9	163.9	428.0	69.6
醫院類	醫學中心	23	249.1	158.3	346.3	47.9
	區域醫院	47	241.8	174.6	319.7	38.0
	地區醫院	24	173.1	93.2	323.2	57.5
展覽館類		10	148.9	99.3	225.8	42.6
電信機房		28	948.7	535.6	1352.9	213.0
網路機房		12	1428.2	375.3	2719.3	861.3
備註:取樣 690 家能源大用戶資料統計，統計期間為 2009 年 1 月至 12 月。以上統計納入建築物分類之停車場面積進行耗能指標計算。						

2.2.2 建築物用途分類大用戶單位面積耗電需量密度(DUI)

DUI(Demand Use Intensity)為單位面積耗電需量密度(W/m^2)，是以建築物之用電最高需量除以總樓地板面積而得。該指標可作為建築物電力尖峰負載之設計量參考，避免新設時有過大容量之設計。經篩選申報家數達9家以上之建築物用途分類大用戶，彙整統計DUI值，如表2-2-3，可知一般大學DUI值介於19.0~41.5，平均值為29.8，可做為耗能指標之參考

表 2-2-3、建築物分類大用戶單位面積耗電需量密度比較表

建築物分類用途		統計樣本(家)	平均值 (kWh/m^2*yr)	最小值 (kWh/m^2*yr)	最大值 (kWh/m^2*yr)	標準差
主類別	次類別					
政府機關類	中央(一般行政)	24	46.8	24.8	74.7	14.7
	地方(一般行政)	20	39.5	31.8	51.6	5.6
學校類	一般大學	55	29.8	19.0	41.5	6.1
	科技大學	41	28.3	21.5	34.4	4.0
	高級中學	41	37.4	10.2	75.0	13.5
	工商職業學校	16	35.7	14.2	66.1	16.1
辦公大樓類		123	48.5	34.0	68.4	8.4
旅館類	國際觀光旅館	39	44.5	29.3	60.2	8.7
	一般觀光旅館	12	50.4	34.4	78.6	13.9
百貨商場類	購物中心	14	51.3	30.9	66.5	11.5
	百貨公司	45	84.8	59.1	119.2	14.2
	量販店(一般)	84	60.6	19.5	157.8	28.3
	量販店 (無冷凍冷藏)	9	62.4	35.8	100.7	25.4
	複合式商場	23	69.8	30.0	123.1	28.6
醫院類	醫學中心	24	44.8	27.7	68.5	10.3
	區域醫院	48	45.7	34.2	60.7	7.1
	地區醫院	23	37.3	25.5	63.9	10.5
展覽館類		10	70.4	34.3	111.0	30.7
電信機房		32	135.7	80.1	212.0	37.6
網路機房		12	185.8	33.1	367.2	118.6
備註:取樣 695 佳能源大用戶資料統計，統計期間為 2009 年 1 月至 12 月。以上統計均納入建築物分類之停車場面積進行耗能指標計算。						

2.3 我國「容許耗用能源基準」及「能源效率分級標示制度」現況

【經濟部能源局 2011 年 4 月能源報導，撰文/圖片提供，高紹惠、高淑芳、葉旭輝】

提升耗能產品能源使用效率及執行能源效率管理制度，已成為世界各國推動節能減碳的主要策略之一。我政府為配合國際趨勢，已於 98 年 7 月 8 日修正通過「能源管理法」，其中第 14 條及第 15 條授權管制使用能源設備及器具之容許耗用能源基準，並授權實施能源效率分級標示等相關措施，為我國能源效率管理開啟了一個新的里程碑。

目前世界上大多數國家均以規範最低「容許耗用能源基準」與「推動能源效率分級標示」做為提升耗能產品能源使用效率之主要方法，目前全球已有超過 50 多個國家或地區採用強制性能源效率標準，而實施強制性或自願性能源效率標示的地區人口數量也涵蓋全球人口的 8 成左右，可見能源效率標準與標示已成為政府實施節能管理的重要措施。我國由於自產能源缺乏，能源進口依存度高達 99% 以上，加上近年來國民生活水準日益升高，耗能產品使用量大幅增加，使得國內能源需求量相對加大，落實節能減碳對我國更形重要。本文將介紹我國容許耗用能源基準及能源效率分級標示制度推動現況，以供各界有識者參採。

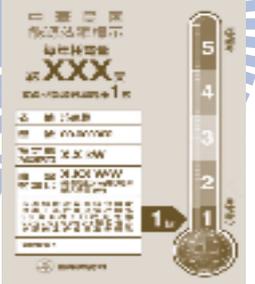


2.3.1 我國使用能源設備及器具能源效率管理現況

世界先進國家推動使用能源設備及器具能源效率管理之主要政策有三，包括訂定產品容許耗用能源基準（MEPS）、實施自願性節能標章、以及推動能源效率分級標示，此 3 項制度說明如表 2-3-1 所示：

目前我國已公告 15 項產品之容許耗用能源基準，強制將高耗能產品從市場上淘汰；開放 31 項自願性節能標章產品項目，以鼓勵廠商生產高能源效率產品；去（99）年度並推動冷氣機、電冰箱、汽車、機車等 4 項產品之能源效率分級標示，可有效引導消費者選購高能源效率產品。

表 2-3-1、我國使用能源設備及器具能源效率管理制度

名稱	容許耗用能源基準	能源效率分級標示制度	節能標章制度
性質	強制性	強制性	自願性
推動日期	89 年	99 年 7 月	90 年 12 月
推動項目	15 項產品	4 項產品	31 項產品
推動目的	禁止高耗能產品之進口或國內販售。	提供消費者產品能源效率資訊，以利消費者選用節能產品。	引導廠商研發生產高能源效率產品，並藉由簡易圖案之辨識，鼓勵消費者優先選用。
圖樣	僅訂基準、無圖樣		

2.3.2 我國「容許耗用能源基準」推動現況

我國自民國 89 年實施電冰箱容許耗用能源基準管制以來，已陸續公告 15 項產品之容許耗用能源基準，公告項目如表所示，其中並曾針對冷氣機及電冰箱進行基準調升，以確保我國容許耗用能源基準達國際水準。

整體而言，目前我國公告之產品容許耗用能源基準多已達國際水準，未來政府將隨時檢視世界先進國家最新公告基準，並評估製造商研發產品能源效率技術提升之能量，以做為我國容許耗用能源基準檢討與提升之參考。

2.3.3 我國「能源效率分級標示」制度推動現況

國際最早推動能效標示之國家為加拿大（1978年），而我國鄰近之韓國亦早於1993年即實施。為順應國際趨勢，我國於98年7月8日修正通過「能源管理法」，將強制性能源效率標示管理納入，藉由揭櫫產品能源效率資訊，引導消費者選購高能源效率產品，並逐步淘汰低能源效率產品。

我國能源效率分級標示制度於99年7月1日正式上路，標示如表2-3-2，係透過全民徵選而來，而首波推動對象為耗能量大及普及率高之冷氣機、電冰箱、汽車及機車等4項產品。政府規定廠商需於賣場展示機機種正面處及展示或銷售處所使用之產品型錄上揭露產品之標示圖示，使消費者能清楚辨識產品能源效率，進而做出聰明之省能選擇。

除今（100）年度即將實施之除濕機及安定器內藏式螢光燈泡分級標示外，未來政府還會陸續擴大標示管制範圍，期藉由我國能效分級標示之推動，使消費者能清楚辨識產品能源效率，進而引領其消費行為，強化其對產品能源效率的重視，讓綠色消費蔚為風潮。

表 2-3-2、推動強制性容許耗用能源基準之產品項目

類別	項次	使用能源設備名稱
運輸	1	漁船用引擎
	2	汽車
	3	機車
住商	4	電冰箱
	5	無風管冷氣機(寒窗行、箱型冷氣機)
	6	除濕機(100年3月1日生效)
照明	7	螢光燈管
	8	螢光燈管用安定器
	9	緊密型螢光燈管
	10	安定器內藏式螢光燈泡
	11	白熾燈泡(101年1月1日生效實施)
產業	12	低壓單相感應電動機
	13	低壓三相鼠籠型感應電動機
	14	空調系統冰水主機
	15	鍋爐效率標準

2.4 耗能設備及能源效率標準-照明

2.4.1 照明相關名詞及定義

一般常用照明節能技術術語及計算單位大致包含光強度、光通量、照度、輝度、配光均勻度、炫光、黑體與色溫、色溫度、演色性、發光效率等，說明如下所示。

2.4.1.1 光強度(luminous intensity):

即光源明亮度，是測量其他光學物理量的基本國際單位，單位為燭光，cd(candela)。

2.4.1.2 光通量(luminous flux):

光通量又稱為光束，為眼睛對光線感覺多寡的尺度並作為計測光線能量的專有名詞，是按照國際約定的人眼視覺特性評價的幅射通量，單位為流明，lm(lumen)。1 燭光的光源在單位立體角內所產生之總光通量定義為 1 流明。

光源所發出流明總數與用電量成正比，但相同的耗電量，光量輸出卻不一定相同，例如同為 40 瓦之日光燈管，晝光色日光燈輸出 2800 流明，高效率、高演色性、高頻三波長自然光 40 瓦日光燈管則輸出 3650 流明。

2.4.1.3 照度(illuminance):

物體或被照面上，被光源照射所呈現的光亮程度，為評量比較照度之大小，常以被照面上單位面積內所接受到由光源投射之有效光通量來定義。1 平方公尺面積上總光通量有 1 流明時，稱為該面積上照度為 1 勒克斯(Lux)，公式為

$$E(\text{勒克斯 Lux}) = \frac{F(\text{流明 Lumen})}{A(\text{平方公尺 m}^2)}。$$

經濟部中央標準局參酌先進國家之照度標準，於民國 76 年 9 月 17 日訂定照度標準，明定教室應有 200~750 勒克斯，黑板照度 300~1500 勒克斯，如表 2-4-1。

表 2-4-1、中華民國國家照明標準(CNS)學校標準照度表

標準照度 Lux	場 所 (室內)	作業種類	
1500	—	製圖教室	○精密製圖 ○精密實驗
1000		縫紉教室	○縫紉 ○打鍵工作 ○圖書閱覽 ○精密工作 ○工藝美術製作
750		電腦教室	○黑板書寫 ○天秤計量
500	教室，實驗室，實習工場，辦公室，教職員休息室，會議室 研究室，圖書閱覽室，書庫 保健室，餐廳，廚房，配膳室	大禮堂 教室 禮堂 休息室 樓梯 走廊 走道 廁所 值日室 友誼室 天橋	
300	廣播室，印刷室，總機室， 守衛室，室內運動場		
200	—		
150			
100			
75	倉庫，車庫，安全梯		
50			
30			

備註：如屬視力、體力不良之兒童、學生使用之教室、實驗、實習工廠時，可將照
度提高上述所定基準值兩倍（其原因係因聽力不良之兒童，必靠看別人嘴唇
之動作去判斷別人所說的詞句）。

“○”號之作業場所，可用局部照明取得該照度。

【台灣電力公司-學校場所節約用電】

台灣照明學會於民國 80 年 6 月建議中小學校教室之照明應加以提升，黑板
部分應在 750 勒克斯以上，課桌面應大於 500 克勒斯。

內政部建築研究所 87 年 6 月出版「學校室內照明推廣手冊」對學校教室照
度標準建議如表 2-4-2。

表 2-4-2、學校教室建議照度標準

作業種類	教室名稱	桌面照 度(lux)	地面照 度(lux)	黑板面照 度(lux)
極精細作業	製圖教室、縫紉教室	750	—	500
精細作業	普通教室、實驗教室、電腦 教室、自然教室、社會教室、 美術教室、工藝教室、家事 教室、會計教室、英打教室、 視聽教室、語言教室、攝影 教室、餐飲、音樂教室	500	—	500
普通作業	舞導教室	—	300	500

教育部於民國 89 年 5 月 5 日以台(89)體字第 89048627 號函，修正學校一般教室照明標準為桌面照度不低於 350 勒克斯，黑板照度不低於 500 勒克斯為原則，並應注意避免燈具的炫光。

2.4.1.4 輝度(luminance):

照度定義係指被照度面上光亮程度，輝度則用來評估光源或發光點之光亮程度。眼睛注視發光體所看到的發光體面積，即光源發出之光強度。簡單的說即是用來評估發光體對眼睛之刺激程度，單位為 cd/m²，每平方公尺之燭光，有時用 nit(nt)或 Stilb(sb)=cd/cm² 表示，英制單位以 Foot Lambert(ft-L)表示。

表 2-4-3、各種光源之輝度大小

光源	輝度(cd/cm ²)
太陽	160000
電泡鎢絲燈	200~2000
電泡球面	20~50
螢光燈	0.5~1.5
蠟燭的焰	0.5~1.0
藍天	0.8
【經濟部能源局-照明系統 Q&A 節能技術手冊】	

2.4.1.5 配光均勻度:

光線分佈越均勻、視覺感受越舒服，愈不會造成眼睛的疲勞；如分佈不均勻，室內明暗交錯，容易造成視覺疲勞。下面為照度均勻度的公式，其值愈接近 1 愈好。

$$\text{照度均勻度} = \text{最低照度} / \text{平均照度}$$

2.4.1.6 炫光:【經濟部能源局-照明系統 Q&A 節能技術手冊】

光源與環境的配合不良時，會導致眼睛無法看清楚視覺範圍內景物，這種現象是因視覺範圍內有一較景物光亮許多之光源存在所致，這種強光即稱為炫光。眩光的種類有三種：直接眩光、反射眩光和背景眩光。

- (I) 直接眩光，是直視光源(燈管)所產生，光源的輝度大造成刺眼而令人不舒服，稱為直接眩光。
- (II) 反射眩光，是因反射光源而產生。有些反射是好的，在檢查物體表面時需要少許反射，如圖 2-4-1(a)所示；有些反射會造成眩光如圖 2-4-1(b)所示，應予避免。

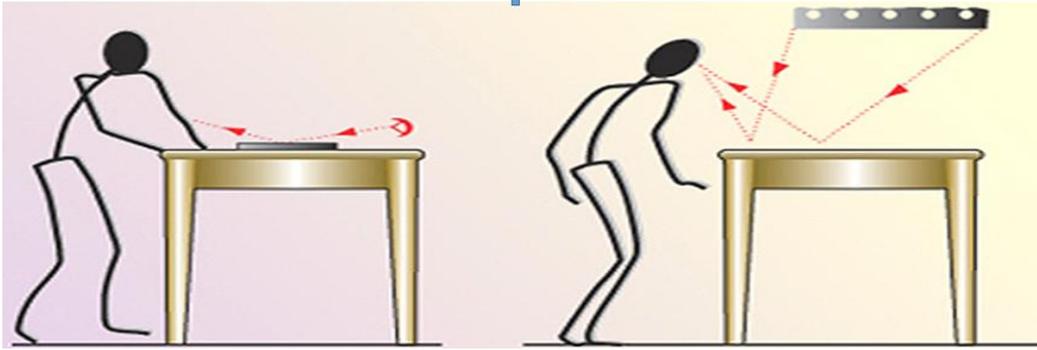


圖 2-4-1(A)、優良反射眩光 圖 2-4-1(B)劣質反射眩光

(Ⅲ) 背景眩光，則是因為主題較暗而背景太亮而產生，也會造成不舒服的眩光。市面上有些燈具採用特殊設計的遮光格板，可以改善反射眩光，但是價錢較高，如果需要長期閱讀，就值得購用，否則不需要浪費金錢。

【學校能源技術手冊，經濟部能源委員會編印】

2.4.1.7 黑體與色溫度：

將所有射進的能量完全吸收而不反射，不透過的假設體稱之為黑體。光源在某種溫度所放射之熱光顏色，若以放射相似顏色之黑體溫度 (Blackbody, Color Temperature) 而表示其顏色，則此放射相似顏色之黑體溫度可用來表示說光源所發出光之顏色，則此溫度稱之色溫度。

色溫度 (Color Temperature) 是以絕對溫度 K (kelvin) 來表示，乃是將一標準黑體 (例如鐵) 加熱，溫度升高至某一程度時顏色開始由深紅→淺紅→橙黃→白→藍白→藍，逐漸改變，利用這種光色變化的特性，某種光源的光色與黑體的光色相同時，我們將黑體當時的絕對溫度稱為該光源之色溫度。例如 4,500 K 之白色螢光燈，即表示白色螢光燈的顏色與 4,500 K 之黑體顏色極為相似。色溫之單位在實驗室採用 Kelvin (K) 表示，各種光源之色溫情況，如表 2-4-4 所示。

照明的「色溫度」和我們對一般顏色與溫度的感覺完全相反。以省電燈泡的兩種顏色為例，黃色給人溫暖的感覺，其色溫度約為 3000 K；白色則令人感覺寒冷，其色溫度數值卻較高，為 6500 K。如表 4-2-5 所示，3300 K 的燈泡，給人溫暖的感覺，適合用在家庭；5000 K 以上的日光燈，給人清冷的感覺，非常適合用在辦公室，讓上班的人都很有精神。

表 2-4-4、各種光源與色溫

光源	色溫(K)
太陽(在正午時,依計算)	6200
太陽(在正午時,依地表面測定)	5250
滿月(於地表面測定)	4125
晴天	12000
陰天	7000
蠟燭	1930
溫白色日光燈	3500
白色日光燈	4500
晝光色日光燈	6500
400W 水銀燈	5600
400W 螢光水銀燈	4600
資料來源: 經濟部能源局-照明系統 Q&A 節能技術手冊	

表 2-4-5、色溫度與感覺

色溫度	光色	感覺	場所
3300K 以下(燈泡)	暖色	溫暖	住宅
3300~5000K(日光燈)	中間	中間	通用
5000K 以上(日光燈)	冷色	清冷	辦公室

2.4.1.8 演色性:

光源對物體顏色呈現的程度稱為演色性 CRI(或 Ra),也就是顏色逼真的程度。演色性高的光源對顏色的表現較好。演色性高低關鍵在於該光線之分光特性。可見光之波長在 380 nm~760 nm 之範圍內,也就是我們在光譜中見到之紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫的範圍。如果光源所放射的光中所含的各色光的比例和自然光接近,則我們眼睛所看到顏色也就較為逼真,再好的裝潢、擺設、藝術品、衣服等也會因選擇不適當的光源而失色。

CIE(The International Commission on Illumination, 國際照明委員會)建設了演色性的基準,如表 2-4-6 表示出不同平均演色性評價指標 Ra 值的光源之適用範圍,一般平均演色評價指數 Ra 80 以上,基本上就可以滿足色彩要求較高的照明應用。

表 2-4-6、不同平均演色性評價指標 Ra 值的光源適用範圍

平均演色評價指數(Ra)	用途範圍
Ra > 90	顏色檢查、臨床檢查、美術館
90 > Ra ≥ 80	印刷廠、紡織廠、飯店、商店、醫院、學校、精密加工、辦公大樓、住宅等
80 > Ra ≥ 60	一般作業場所
60 > Ra ≥ 40	粗加工工廠
40 > Ra ≥ 20	一般照明場所
資料來源: 東亞照明	

2.4.1.9 發光效率：

光源的發光效率是以其所發出的光的流明數除以其用電量所得之值。

公式：光源效率(lm/W)=流明(lm)÷用電量(W)

每一瓦電力所發出光的量，其數值越高，表示光源的效率愈高，如表 2-3-7 所示。所以對於使用時間較長之場所，如辦公室、走廊、道路、隧道等，其發光效率通常是一個重要的考量因素。

各種燈源中以高壓鈉燈的效率最高。另外，在燈的輻射能中，可見光的比例越高，則效率越高。而且可見光中黃綠色系的光能量越多也越明亮，效率也越高。光源的發光效率高是選擇照明光源的基準之一，且依根據使用目的之不同，往往需選擇演色性高或容易進行配光控制的光源作為照明應用。

表 2-4-7、各種光源發光效率(lm/W)

光源種類	發光效率(lm/W)
白熾燈	15
石英鹵素燈	25
LED 燈	45
緊密型省電型螢光燈	60
水銀燈	65
普通螢光燈管	70
單管型螢光燈管	85
雙管型螢光燈管	85
石英複金屬燈	90
三波長自然色省電燈管	96
高壓鈉光燈	130
低壓鈉光燈	200
無電極電磁感應燈	85
【飛利浦光源產品型錄 2007/2008】	

【經濟部能源局-照明系統 Q&A 節能技術手冊】

2.4.2 常用光源類型-白熾燈

圖 2-4-2 為白熾燈之構造圖，先在一玻璃球內抽真空，再充填氬氣和氮氣等惰性氣體，以抑制燈絲之蒸發率來延長壽命，利用電流加熱燈絲，當溫度升至攝氏 2,700°C 時，就會發出光與熱，此情況下，燈泡殼會處於高溫狀態，因此其壽命通常不會超過 1000 小時。因為發光效率差，目前多用省電燈泡來取代，表 2-4-8 為各國白熾燈開始禁止使用的時間表。

【國立高雄應用科技大學電機工程系碩士班，研究生陳昱慎，具序相脈波調光之 LED 室內照明研製。】

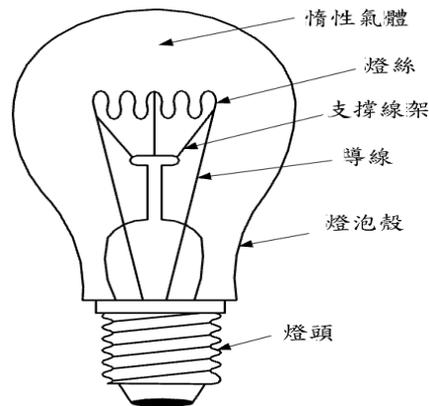


圖 2-4-2、白熾燈泡構造圖

表 2-4-8、各國禁用白熾燈時間表

國家	禁用時間	國家	禁用時間
澳大利亞	2009 停產 2010 禁用	歐盟	2012 禁用
台灣	2010 停產 2012 禁用	加拿大	2013 禁用
日本	2012 禁產與禁用	韓國	2012 禁用
美國	2012 禁產 2014 禁用	中國	2020 年前禁用

【LEDinside : http://www.ledinside.com.tw/global_f_f_200901】

2.4.3 常用光源類型-螢光燈

螢光燈是由內部塗有螢光物質的玻璃管組成，又稱為日光燈，其內部構造如圖 2-4-3 所示。當燈開啟時，燈絲會先加溫約 1~2 秒，使燈絲溫度提高，以釋放電子，接著高電壓會施加在兩個電極之間，使充入氣體和汞蒸氣傳導電流而產生放電，此流動之電子(電流)會激發氣態汞原子而發出紫外光。由於玻璃燈管內壁有塗一層螢光粉，此螢光粉在紫外線照射下會發出可見光。由於汞蒸氣壓通常很低，極大部分電子沒有機會與汞原子發生碰撞而直接打在管壁上，故氣體放電實際上無法正常運行，所以日光燈管內除了汞蒸氣外還需填充氬、氬、氬之類的惰性氣體。這類的氣體會產生藍光，只有在沒有塗佈螢光粉的燈管才能看得到，約佔日光燈總發光量的 3%。另外，97%的光來自於螢光粉發光。

【財團法人台灣綠色生產力基金會，照明系統 Q&A 節能技術手冊，經濟部能源局吳財福、余德鴻、劉源全，單級高功因電子安定器，全華科技圖書股份有限公司，1997 年 11 月】

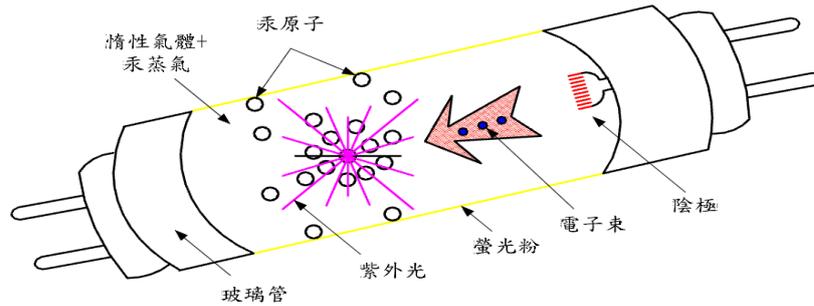


圖 2-4-3、日光燈構造圖

高頻螢光燈管與一般螢光燈不同點為高頻燈管充入氣體及燈絲設計與一般螢光燈不同，可承受高頻及高壓的衝擊，故適用於電子安定器。優點為效率高、可以製成任何顏色、輝度低、壽命長、發熱低、省電、光束變動穩定、型體優美。

高頻螢光燈管之效率比較，T8 燈管較 T9 燈管效率(1m/W)高，T5 燈管較 T9、T8 省電效益高，如表 2-4-9 所示。【經濟部能源局-照明系統 Q&A 節能技術手冊】

表 2-4-9、高頻螢光燈管特性與效率比較

項目 種類	燈管尺寸 mm		消耗 功率 W	初光束 lm		效率 lm/W		壽命 h	燈帽
	管徑	管長		DEX	WEX	DEX	WEX		
FHF18(T9)	29.0	580	18	1400	1500	77.8	83.3	8000	G13
FHF38(T9)	29.0	1198	38	3400	3650	89.5	96.0	10000	G13
FHF32(T8)	25	1198	32	3000	3200	94.0	100.0	12000	G13
FHF45(T8)	25	1198	45	4230	4500	94.0	100.0	12000	G13
FL14(T5)	16.0	549	14	1100	1200	78.6	85.7	20000	G5
FL28(T5)	16.0	1149	28	2400	2600	85.7	92.8	20000	G5

備註：DEX 三波長域晝光色(色溫 6500K)、WEX 三波長域白色(色溫 4000K)
【旭光照明型錄 2005 年全產品型錄，P029-P031】

三波長陽光燈管是採用高效率稀土螢光體，並集中了對人類肉眼色覺識別能力最佳的(光的三原色)藍色(452 nm)、綠色(543nm)、紅色(611 nm)三個狹窄光譜組合起來的一種效率既高、演色性又佳(Ra>85)的白光色，它具有物品的顏色顯得更鮮艷、真實，發光效率又高，明亮感也增高的效果。

使用三波長(陽光色)燈管，其亮度較一般燈管高(124%)，如表 2-4-10，因此使用環境若不夠亮，改用三波長燈管可大幅提高亮度、演色性，人的氣色會較好看。

表 2-4-10、一般燈管與三波長陽光色燈管比較

品種 項目	一般品種 FL20D/18	省電燈管 FL40D/38	三波長燈管 FL40DEX/38
消耗電力(W)	18W	38W	38W
光輸出(lm)	1150	2730(100%)	3400(124%)
效率(lm/W)	63.9	71.8	89.5
色溫度(K)	6700K	6700K	6700K
演色性(Ra)	69	69	85
壽命(h)	7500	10000	10000
【東亞(TOA)照明 2005~2006 年綜合型錄 2005~2006 年綜合型錄 P369，P370，中國電器 2006 年印。】			

目前市面上日光燈管有 T9、T8、T5 等，台灣 T9 市佔率比率還很高，其含汞量是 T8 的三倍與 T5 的五倍。上述 T9、T8、T5 之數字代表管徑，T8、T9 為直徑 8/8 與 9/8 英吋日光燈；T5 為直徑 5/8 英吋(16mm)的日光燈，T9 日光燈管屬於舊式光源，全世界只有台灣還在販售 T9 日光燈，而其他國家已改用 T8 或 T5 照明系統。以下表 2-4-11 為日光燈的含汞量情形。

【中時電子報(<http://news.chinatimes.com/>)。】

表 2-4-11、日光燈含汞情形

燈管形式	T9	T8	T5
燈管尺寸(英吋)	9/8	8/8	5/8
含汞量(毫克)	15	5	3
省電程度(%)	0	10%	30%~60%

2.4.4 常用光源類型-省電燈泡

省電燈泡的發光原理與日光燈相同，其外觀類似白熾燈，發光效率較白熾燈高，但是因為體積、重量亦較大，故在部份場合仍然無法完全取代白熾燈。圖 2-4-4 為不同型式的省電燈泡。

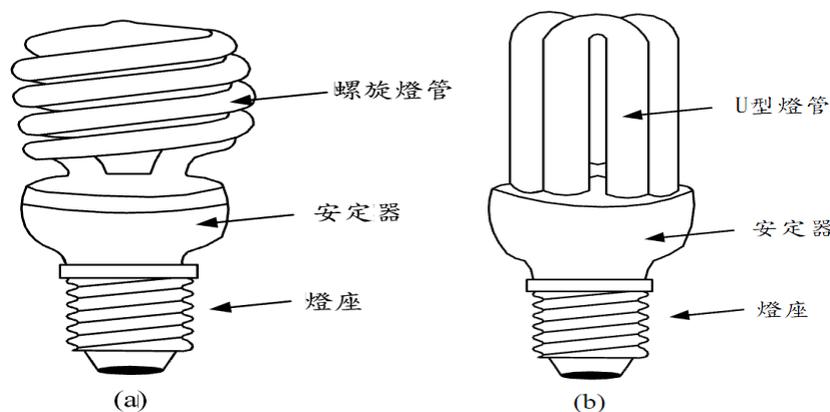


圖 2-4-4、不同型式之省電燈泡(A)螺旋型省電燈泡(B)3U 型省電燈泡

2.4.5 常用光源類型-LED

【資料來源:民國96年6月國立高雄應用科技大學 電機工程系碩士班 陳昱慎, 序相脈波調光之LED室內照明研製】

LED是發光二極體(Light Emitting Diode)的縮寫,是一種可將電能轉變為光能的半導體元件。LED屬於固態光源,其優點為體積小、重量輕、結構堅固、工作電壓低、壽命長(比起傳統的白熾燈高出數萬小時)。

【J. Zhou and W. Yan, 「Experimental Investigation on the Performance Characteristics of White LEDs used in Illumination Application」, 「Proceedings of 2007 Power Electronics Specialists Conference, June 2007, pp. 1436-1440」.】, 【秦自強, 「從工業設計立場探討高亮度LED相關產品之設計與應用」, 「電機月刊」, 第2期, 第19卷, 2009年2月, P68-79】。

基本原件結構如圖2-3-5,係由一塊電致發光的半導體材料,置於一個有引線的架子上組成。其四周以環氧樹脂密封,以保護內部的晶片,所以LED的抗震性非常的好。兩根引線中較長的一根接於電壓正極,發光強弱與正級流過的電流大小成正比。電流越大,發光強度越強;反之電流越小,發光強度相對越弱。

【廖顯奎、張詩意, 「高功率白光發光二極體之技術發展」, 「科儀新知」, 第6期, 第27卷, 2006年6月, P78-86。】

隨著磊晶、封裝以及散熱結構等技術持續突破,LED逐漸超越傳統應用的範圍,近年更被廣泛用於手機背光與螢幕背光。在一般照明部份,從手電筒、指示燈等等局部重點照明,慢慢的發展成為間接照明及主照明,圖2-4-6為LED切入一般照明市場之預估。根據技術走勢以及價格趨勢兩大關鍵因素做考量,現階段LED會扮演局部照明或重點照明的角色。預估2012年LED將有機會切入間接照明,並進入辦公室、住宅、工廠等不同室內應用場所,同時也會切入主要道路的路燈及隧道燈市場等。

【郭子菱, “LED照明走入重點、局部照明應用,” 光連雙月刊, 2009年1月, NO. 79, pp. 13-16。】
(廖顯奎、張詩意, 高功率白光發光二極體之技術發展, 科儀新知第6期, 第27卷, 2006年6月, P. 78-86。)

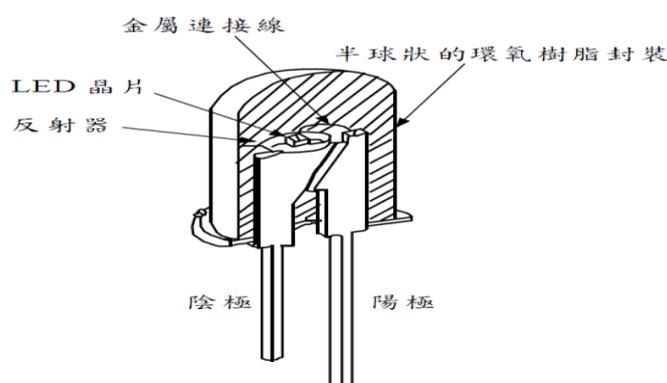


圖 2-4-5、發光二極體構造圖

【郭子菱，「LED照明走入重點、局部照明應用，」光遠雙月刊NO. 79，p. 13-16。】

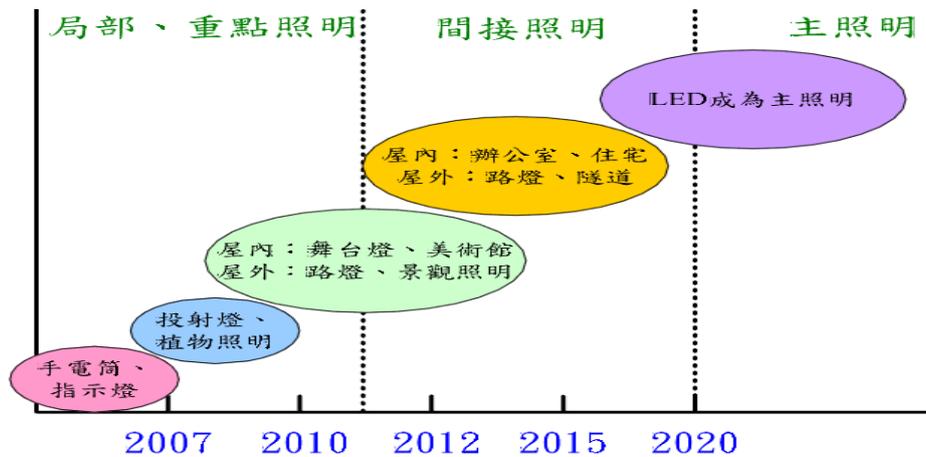


圖 2-4-6、LED 切入一般照明市場之預估

2.4.6 光源產品分類特性及光源效率(lm/W)與壽命

目前市面上銷售之各種光源產品分類特性及光源效率(lm/W)比較，如表 2-4-12 所示。

表 2-4-12、光源產品分類特性及光源效率(lm/W)比較表

光源種類	類型	效率 lm/W	壽命 h	特性	適用範圍
白熾燈 Incandescent Lamp	白熾燈泡 反射燈泡	8~18	1K	安裝及使用容易立即啟動、成本低、反射燈泡可做聚光投射。	住宅之基本照明及裝飾性照明、反射燈泡可用於重點照明。
鹵素燈 Halogen Lamp	石英鹵素燈	12~24	2~3K	體積小、亮度高、光色較白、安裝容易、壽命較普通燈泡長。	商業空間之重點照明。
省電燈泡 CFL-1	球型省電燈泡 圓滿省電燈泡 3U 省電燈泡 螺旋省電燈泡	39~50	6~8K	效率高、省電、能直接取代白熾燈泡。	大部分使用白熾燈泡的場所均可使用。
緊密型 螢光燈管 CFL-N. 1	PL 燈管 PLC 燈管	46~87	8~10K	體積小、壽命長、效率高、省電。	局部照明、安全照明、方向指標照明。

螢光燈管 Fluorescent Lamp	普通螢光燈管	60~80	6.5~8K	有各種不同的光色供選擇、可達到高照度並兼顧經濟性。	辦公室、商場、住宅及一般公共建築。
	T-5、T-8 高效率螢光燈管	80~104	13K~20K	高效率、高演色性、省電，有各種不同的光色供選擇、可達到高照度並兼顧經濟性。	辦公室、商場、住宅及一般公共建築。
氣體放電燈 H. I. D Lamps	高壓水銀燈泡	40~61	10~12K	有各種不同的光色可供選擇、可達到高照度並兼顧經濟性。	辦公室、商場、住宅及一般公共建築。
	免用安定器水銀燈泡	10~26	6K	體積小、壽命長、效率高、省電。	局部照明、安全照明、方向指標照明。
	石英複金屬燈泡	66~108	4~10K	效率高、省電、能直接取代白熾燈泡。	大部分使用白熾燈泡的場所均可使用。
【飛利浦(Philips)光源產品型錄 2007/2008 印，P1-17。】					

2.4.7 節能照明產品-電子安定器

【照明節能產品應用手冊】

所謂安定器乃是一種電機電子零件所構成的點燈裝置，其功用為提供高壓以啟動點亮燈管，點燈後再降低電壓而改以提供燈管穩定的工作電流，台灣稱為安定器；而大陸則稱為鎮流器。以構成元件分為以線圈及矽鋼片組成的電感安定器，最便宜經濟也使用最廣泛；另一主力則是以電感、電容、電阻、變壓器及電晶體等電子零件組成的電子安定器。

一般傳統矽鋼片低頻率安定器因使用市電 60Hz 之電源，產生每秒 120 次之閃爍，雖然不一定為一般成人所感覺，但對於視覺較為敏銳的中小學生而言，確是不可忽視的不良現象。此外，傳統低頻安定器的鐵損與發光損失大約為燈管額定功率的 25% 左右，形成不經濟的耗電。又因功率數低，以致於配電線路的電流上升，造成電線的過負荷與損失，對於自主能源短缺的台灣地區而言，頗不適合。

電子安定器若以搭配燈管的特性及起動方式來分，可分為

- (1)預熱起動型：先預熱燈絲一段時間，然後起動點亮燈管。
- (2)瞬時起動型：電源接通後瞬間起動點亮燈管免用起動器。

由於受法規的限制，目前 25W 以下的氣體放電燈的功率因數大致上均在 30%~60%間，屬於低功因安定器；但大瓦數(35W 以上)或安定器非內藏式者，常採功率因數大於 90%設計。以點燈數量來分，則有

- (1)單燈型：一個安定器點一支燈管。
- (2)雙燈型：一個安定器點二支燈管。
- (3)三燈型：一個安定器點三支燈管。
- (4)四燈型：一個安定器點四支燈管等，以 40W×2 型燈具傳統式與電子式安定器比較如表 2-3-13。

表 2-4-13、傳統、電子安定器比較表(以 40W 2 燈 115V 做比較)

安定器種類 項目	傳統式安定器 點燈頻率 50~60Hz	電子安定器 點燈頻率 20~60 kHz	省電比
燈管消耗電力 (輸出光束相同)	76W	68W	10%
安定器電力損失	21W	10W	52%
燈具總消耗電力	97W	78W	19.5%
每套燈具節省電力 19W，省電比 19.5%			
備註：燈管在高頻終點燈效率可提升 8%~14%			

2.4.8 台灣照明能源效率標準及環保標章規定

經濟部能源局已訂有之各標準如下：

使用能源設備或器具容許耗用能源標準

【網址：<http://www.moeaboe.gov.tw/>】

- (1)螢光燈管能源效率標準，表 2-4-14。
- (2)緊密型螢光燈管能源效率基準，表 2-4-15。
- (3)螢光燈管用安定器光效因數基準，表 2-4-16。
- (4)安定器內藏型螢光燈炮能源效率基準，表 2-4-17。

經濟部能源局節能標章

【網址：<http://www.energylabel.org.tw/>】

- (5)節能標章，表 2-4-18。
- (6)螢光燈管節能標章能源效率基準與其標示方法，表 2-4-19。
- (7)安定器內藏型螢光燈炮節能標章能源效率基準與其標示方法，表 2-4-20。
- (8)螢光燈管環保標章規格標準，表 2-4-21。

表 2-4-14、螢光燈管能源效率標準

中華民國八十八年十二月三十一日 經(八八)能字第八八四六三二四六號

實施日期:民國 90 年 1 月 1 日 資料來源-經濟部能源局

類別	螢光燈管區分	額定螢光燈管功率 (W)	發光效率 (lm/W)						
			一般型			三波長域發光型			
			D	N(CW)	W, WW	D-EX	N-EX (CW-EX)	W-EX, WW-EX	
預熱起動型	直管型	10	10	44	45	47	45	50	53
		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
	40	40, 38	63	68	72	70	77	81	
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			
備註：									
1. 類別、螢光燈管區分依 CNS 691 螢光燈管 (一般照明用) 規定。									
2. 螢光燈管光源色區分依 CNS 10839 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)，三波長域發光型(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 CNS 3936 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上表標準值及標示值 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性螢光燈管(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(N：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)螢光燈管之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 2-4-15、緊密型螢光燈管能源效率基準

中華民國 96 年 1 月 19 日 經授能字第 09620080480 號訂定

自中華民國九十九年一月一日生效

類別	管徑區分	額定消耗電 功率(W)	發光效率(1m/W)	
			晝光色 (D)	燈泡色 (L)
雙管(P 型、PX 型)	一般型、細管型(S)	低於 6	45	47
	一般型、細管型(S)	6~7	50	53
雙管(P 型、PX 型) 四管(D 型、DX 型、 M 型、W 型)六管(T 型、TX 型)	一般型、細管型(S)	10	55	58
	一般型	9、13		
	細管型(S)	9、13	63	66
	一般型、細管型(S)	11	72	77
	一般型	14~26	56	60
	細管型(S)	14~26	62	66
雙管(P 型、PX 型)	一般型、細管型(S)	27	63	66
四管(D 型、DX 型、 M 型、W 型)	一般型、細管型(S)	27	54	57
雙管(P 型、PX 型) 四管(D 型、DX 型、 M 型、W 型)六管(T 型、TX 型)	一般型、細管型(S)	28-30	65	69
雙管(P 型、PX 型)	一般型、細管型(S)	高於 30	72	77
四管(D 型、DX 型、 M 型、W 型)六管(T 型、TX 型)	一般型、細管型(S)	高於 30	66	70
備註：				
1. 緊密型螢光燈管光源色區分依 CNS 10839 螢光燈管之色度分類規定：晝光色(D：5, 700~7, 100K)、燈泡色(L：2600~3150K)。				
2. 晝白色(N：4, 600~5, 400K)、冷白色(CW：4, 600~5, 400K)、白色(W：3900~4500K)、溫白色(WW：3, 200~3, 700K)燈管之發光效率比照燈泡色(L)燈管規定。				
3. 發光效率(1m/W)為燈管全光束與燈管功率之比，燈管全光束與燈管功率之測試方法依 CNS14576 緊密型螢光燈管(一般照明用)規定試驗。				
4. 實測之發光效率不得小於上表基準值，並在標示值 95%以上；額定消耗電功率未列於表內者，以同一類別之鄰近較大發光效率者為基準。				
5. 發光效率檢測時如 CNS 14576 表 3 無相關試驗用安定器可供測試使用者，可採用適用之安定器進行試驗。				
6. 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性螢光燈管(Ra>95 以上者)等免試發光效率。				

表 2-4-16、螢光燈管用安定器光效因數基準

中華民國 95 年 1 月 6 日 經授能字第 09520080050 號

一、螢光燈管用安定器包括傳統式安定器及電子式安定器，其光效因數基準如下表：

實施日期		中華民國九十八年三月一日											
安定器類型	型式	預熱型								非預熱型 (含瞬時型)			
	適用螢光燈管區分	直管型					環管型			20	40	60	100
	額定燈管功率 W	10	15	20	30	40	20, 22 19~22	30, 32 30~32	40	20	40	60	100
安定器光效因數(BEF)	1 燈	6.260	4.510	4.780	2.900	2.290	4.405	2.900	2.290	4.780	2.290	1.059	0.629
	2 燈	3.000	2.307	2.450	1.460	1.170	2.202	1.460	1.170	2.450	1.170	0.536	0.390
	3 燈	2.000	1.552	1.675	0.970	0.750	1.450	0.970	0.750	1.675	0.750	0.357	0.211
	4 燈	1.500	1.169	1.200	0.730	0.600	1.200	0.730	0.600	1.200	0.600	0.269	0.159

備註：

- 適用螢光燈管類別係依 CNS 691 螢光燈管(一般照明用)規定。
- 安定器光效因數(BEF)之計算為燈管平均光輸出比乘以 100 再除上安定器、燈管系統輸入功率，並以四捨五入方式計算至小數點第三位數，光輸出比之試驗方法依照 CNS13755 相關規定，安定器光效因數實測值不得低於上表基準值，並在產品標示數值之 95% 以上。
安定器光效因素=燈管平均光輸出比x100/待測安定器、燈管系統輸入功率(W)

二、安定器光效因數檢測時，如 CNS 13755 附錄 1 及附錄 2 無試驗用安定器及試驗用燈管可供測試使用者，不在本基準適用範圍內。

表 2-4-17、安定器內藏型螢光燈炮能源效率基準
 中華民國 96 年 1 月 19 日 經授能字第 09620080480 號訂定，
 並自中華民國九十九年一月一日生效

外 型	額定消耗電功率	發光效率(lm/W)
無 罩	低於 10W	40
	10W 以上，低於 15W	50
	15W 以上，低於 25W	60
	25W 以上	65
有 罩	低於 15W	40
	15W 以上，低於 20W	48
	20W 以上，低於 25W	50
	25W 以上	55

備註：
 1. 發光效率(lm/W)之測試依 CNS 14125 安定器內藏式螢光燈泡（一般照明用）試驗方法規定。
 2. 實測之發光效率不得小於上表基準值，並須在產品標示值之 95%以上。

表 2-4-18、節能標章

<p>【節能標章】 為經濟部推動之自發性認證標章，能夠獲得「節能標章」認證的產品絕對是讓消費者買的放心用的安心的產品。</p> <p>【節能標章】 產品代表著高能源效率亦即代表著在同樣功能條件的使用狀態下，消耗較少的能源及負擔較低的能源費用，尤其對於高耗能、長期使用或使用壽命長的產品項目將有著更顯著的差異。</p>	
--	---

表 2-4-19、螢光燈管節能標章能源效率基準與其標示方法

能技字第 09404015980 號令 94 年 10 月 24 日公告修訂即日起實施

一、螢光燈管申請節能標章認證，其產品需符合依國家標準 CNS691、CNS13755、CNS10839 及 CIE13.3 進行測試，實測值需符合下列標準：

燈管發光長度 未達 100cm 以上		
標準色度範圍	節能標章能源效率基準	
	搭配 CNS691 試驗要求試驗用安定器	搭配 CNS13755 驗證登錄合格電子式安定器
燈泡色(L-EX:2600~3150K) 溫白色(WW-EX:3200~3700K) 白色(W-EX:3900~4500K)	發光效率 $\geq 841\text{m/W}$ 平均演色性指數 ≥ 80	發光效率 $\geq 871\text{m/W}$ 平均演色性指數 ≥ 80
晝白色(N-EX:4600~5400K) 冷白色(CW-EX:4600~5400K)	發光效率 $\geq 811\text{m/W}$ 平均演色性指數 ≥ 80	發光效率 $\geq 841\text{m/W}$ 平均演色性指數 ≥ 80
晝光色(D-EX:5700~7100K)	發光效率 $\geq 781\text{m/W}$ 平均演色性指數 ≥ 80	發光效率 $\geq 811\text{m/W}$ 平均演色性指數 ≥ 80

燈管發光長度 100cm 以上		
標準色度範圍	節能標章能源效率基準	
	搭配 CNS691 試驗要求試驗用安定器	搭配 CNS13755 驗證登錄合格電子式安定器
燈泡色(L-EX:2600~3150K) 溫白色(WW-EX:3200~3700K) 白色(W-EX:3900~4500K)	發光效率 $\geq 921\text{m/W}$ 平均演色性指數 ≥ 80	發光效率 $\geq 961\text{m/W}$ 平均演色性指數 ≥ 80
晝白色(N-EX:4600~5400K) 冷白色(CW-EX:4600~5400K)	發光效率 $\geq 901\text{m/W}$ 平均演色性指數 ≥ 80	發光效率 $\geq 941\text{m/W}$ 平均演色性指數 ≥ 80
晝光色(D-EX:5700~7100K)	發光效率 $\geq 861\text{m/W}$ 平均演色性指數 ≥ 80	發光效率 $\geq 901\text{m/W}$ 平均演色性指數 ≥ 80

(以上產品能源效率證明文件需註明安定器型式)

二、前點節能標章能源效率基準之標示，應注意下列事項：

- (一)標章使用者之名稱及住址需清楚記載於產品或包裝上。
- (二)標章使用者若為代理商，其製造者之名稱及地址需一併記載於產品或包裝上。
- (三)產品型錄上應標示產品之發光效率(lm/W)與平均演色性指數。
- (四)產品之實測發光效率，計算至整數，小數點後第一位數即四捨五入。

【節能標章全球資訊網】

表 2-4-20、安定器內藏型螢光燈泡節能標章能源效率基準與其標示方法

能技字第 09404017350 號令 94 年 10 月 21 日公告即日起實施	
一、安定器內藏式螢光燈泡申請節能標章認證，其產品需符合國家標準 CNS14125 之規定，實測值需符合下列基準：	
(一)發光效率需高於(含)60 lm/W。	
(二)平均演色性指數需高於(含)80。	
(三)「2000 小時之光束維持率需高於 85%」(94 年 12 月 31 日前之試驗報告適用)或「1000 小時之光束維持率需高於 90%」(95 年 1 月 1 日後之試驗報告適用)。	
二、前點節能標章能源效率基準之標示，應注意下列事項：	
(一)標章使用者之名稱及住址需清楚記載於產品或包裝上。	
(二)標章使用者若為代理商，其製造者之名稱及地址需一併記載於產品或包裝上。	
(三)產品型錄上應標示產品之發光效率(lm/W)。	
(四)產品之實測發光效率，計算至整數，小數點後第一位數即四捨五入。	

表 2-4-21、螢光燈管環保標章規格標準

1. 本產品係指預熱型螢光燈管，不含省能源精緻型螢光燈(C F L)。	
2. 螢光燈管使用 2,000 小時後，光束維持率應達初期光束之 85%以上。	
3. 燈管輸出光效率(lm/W)及演色性評價指數應達 80(含)以上。	
4. 燈管內水銀(Hg)含量應不大於 15(含)毫克。	
5. 工作環境空氣中之水銀蒸氣平均值應不大於 0.23(含)mg/m ³ 。	
6. 標章使用者的名稱以及住址須清楚記載於產品或包裝上，標章使用者若非製造者，製造者的名稱及住址須一併記載於產品或包裝上。	
7. 產品或包裝上須標示「節省能源及減少汞污染」。	
備註：	
1. 本項產品出貨時包裝箱須採用回收紙混合 80%以上所製成之瓦楞紙箱。	
2. 燈管外部須標示功率及演色性評價指數。	

2.5 耗能設備及能源效率標準-冷氣

2.5.1 常用冷氣機種類簡介

2.5.1.1 箱型冷氣機

【民國 97 年 12 月 7 日，經濟部能源局指導、台灣綠色生產力基金會編印，空調技術手冊案例】

箱型冷氣機主要具有安裝容易、安裝所需時間短及安裝空間小等優點，就結構上，其冷媒循環元件與窗型機比較除膨脹元件外其餘均相同，一般而言針對無法架設中央空調設備或無法架設風管之場合，這類空調系統具有相當適合的安裝特性。箱型主機具有水冷式及氣冷式二種，其簡單介紹如下：

(1) 氣冷式箱型冷氣機：

氣冷式箱型機就操作上類似於分離式之冷氣機，在元件上亦分為室內機及室外機，如圖 2-5-1 所示，室內機是由毛細管、蒸發器及送風機組成之製冷部份，室外機是由壓縮機、氣冷式冷凝器、散熱風扇及馬達、儲液器(receiver)及分液器(accumulator)組成，室內機及室外機藉由冷媒管路連結。

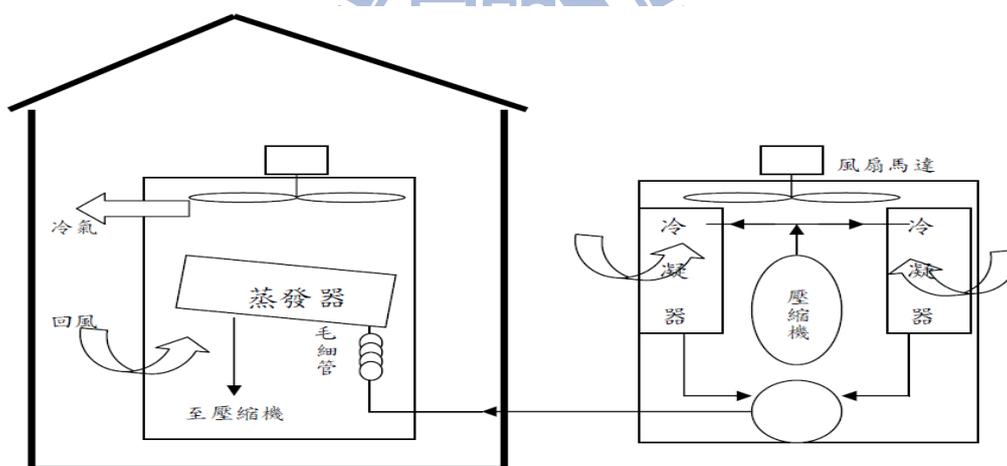


圖 2-5-1、氣冷式冷凍循環系統

(2) 水冷式箱型冷氣機：

水冷式箱型冷氣機在構造上與上述之氣冷式主機有明顯上的不同，其結構上較類似於中央空調冰水主機，所有空調元件均集中於同一機台，冷凝器部份以冷媒與冷卻水熱交換方式來散熱，由於水冷式散熱效果優於氣冷式，因此可以得到較佳的效率，如圖 2-5-2。

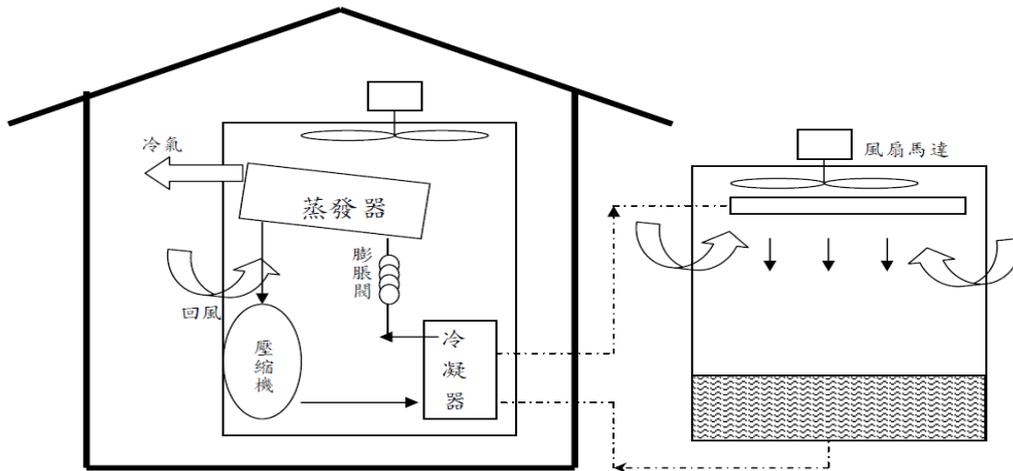


圖 2-5-2、水冷式冷凍循環系統

氣冷式與分離式冷氣機種類相似，差別僅在氣冷式箱型機冷氣能力較強，故室內、外體積較龐大，其冷氣能力一般在 3.8 冷凍噸間。而水冷式則與上述機型有較大差異，此機型由於冷氣能力一般在 5~30 冷凍噸間，故採用水冷式，以有較佳的排熱效果。其排熱方式為將水導入冷凝器吸收熱能後，利用水泵將之送至冷卻水塔散熱，然後再送回冷凝器吸熱而成，冷卻循環迴路。通常使用於商場、辦公室等空間較大之地點。

就散熱效率上，水冷式有較佳的散熱效率及較低溫的空氣排放等優點，但在水質及水塔維護的問題較為複雜，水冷式及氣冷式箱型機的優缺點如表 2-5-1 所示。

表 2-5-1、水冷式及氣冷式箱型機優缺點表

	水冷式	氣冷式
散熱媒介	水，不可缺水	空氣，缺水亦可
消耗電力	1.0kW/RT 較省電	1.3W/RT 較耗電
保養問題	至少一季一次	一年一次較簡單
設備費用	包含水泵、水塔較貴	包含室外機，較便宜
噪音程度	壓縮機在室內，噪音較大	壓縮機在室外，噪音稍小
環境汙染	冷卻水塔汙染環境	空氣汙染較小
備註： 1 冷凍噸(RT)使 2000 磅 32°F 的冰在 24 小時溶化為 32°F 的水所吸收之熱量。 1 冷凍噸(RT)=12000 BTU/h=3024 kcal/h=3.516 kw。		

2.4.1.2 窗型冷氣機

【民國 97 年 12 月 7 日，經濟部能源局指導、台灣綠色生產力基金會編印，空調技術手冊案例】

窗型冷氣機的冷凍循環系統主要具有四大元件，系統基本示意圖如圖 2-5-3 所示，關於四大元件之說明分別如下所示：

(1) 壓縮機(compressor)

壓縮機的主要功能係用於壓縮冷媒，產生冷凍循環必要之高低壓力。將來自蒸發器的低壓低溫氣態冷媒(過熱狀態)，經由壓縮後形成高壓高溫的過熱冷媒蒸氣，送至冷凝器進行散熱，目前窗型冷氣機所使用之壓縮機，大部份為迴轉式壓縮機(rotary compressor)。

(2) 冷凝器(condenser)

冷凝器的主要功能為散熱，利用水或空氣帶走冷凝器中冷媒的熱量，使高壓高溫之冷媒冷卻相變化至高壓常溫的過冷卻液態冷媒(sub-cooling liquid)，窗型冷氣機雖有二重冷卻滴水冷氣機及三重冷卻不滴水冷氣機，但主要仍以氣冷式為主。

(3) 毛細管(capillary tube)

經過冷凝器冷卻後之高壓常溫過冷卻液體冷媒，藉由毛細管產生降壓及限流等功能，使冷媒降壓成為低壓低溫之飽和液氣冷媒(此時冷媒主要為二相共存)。

(4) 蒸發器(evaporator)

將毛細管降壓節流後之低壓低溫霧狀冷媒噴入蒸發器，利用冷媒在蒸發器內吸熱蒸發，藉由吸收大量之蒸發潛熱，使循環通過蒸發器的空氣產生冷卻及除濕等空氣調節功能。

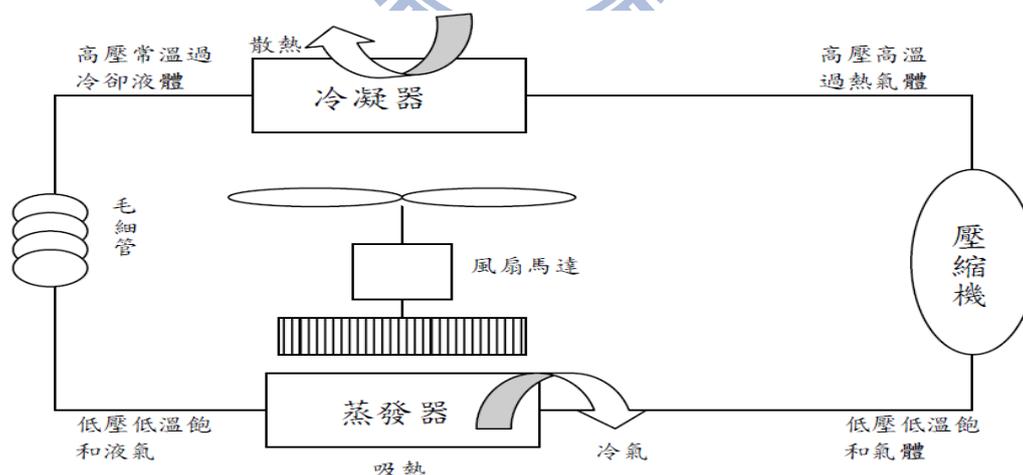


圖 2-5-3、窗型冷氣機之冷凍循環系統

壓縮機、冷凝器、蒸發器、風扇等集中於一機體中，優點為可直接裝設於建築物之冷氣孔或窗台，安裝簡便，且價格較低；缺點為噪音大。冷氣能力一般在 1800~7000Kcal/h 之間。【台電，冷氣機節約用電】

2.5.1.3 分離式冷氣機【台電，冷氣機節約用電】

與窗型冷氣機最大的不同在於其將蒸發器、送風扇與冷凝器、壓縮機、排熱風扇分別裝置於獨立的機箱中，即所謂的室內機與室外機，兩機間以粗細不同的冷媒管連接，形成封閉的冷媒工作迴路。此外並連接控制線路，以便由室內機傳送控制訊號至室外機，控制室外機之運轉。優點為將壓縮機置於室外，可降低室內噪音、裝設於窗型機無法裝設之房間、室內機外型美觀可配合室內裝潢選擇機型式(嵌入、懸吊、壁掛)、可一具室外機搭配多具室內機等。缺點為安裝複雜費時、價格較高、安裝技術性高，若冷媒管太長或彎曲過多將使效率降低。一般家庭用冷氣能力在 2000~10000kcal/h 之間。

2.5.1.4 中央空調系統

【委託單位:經濟部能源局；執行單位:工業技術研究院能源與資源研究所，空調系統能源查核及節約能源案例手冊】

中央空調系統可以說是一連串驅動流體流動的動件(如泵、風車及壓縮機)、各種型式的熱交換器(如冷卻除濕盤管、蒸發器、冷凝器、及散熱材)及連接各種裝置的「通道」(如風管、水管及冷媒管)所組合而成的。正如圖 2-5-4 所示，中央空調系統可分為下列五個循環：

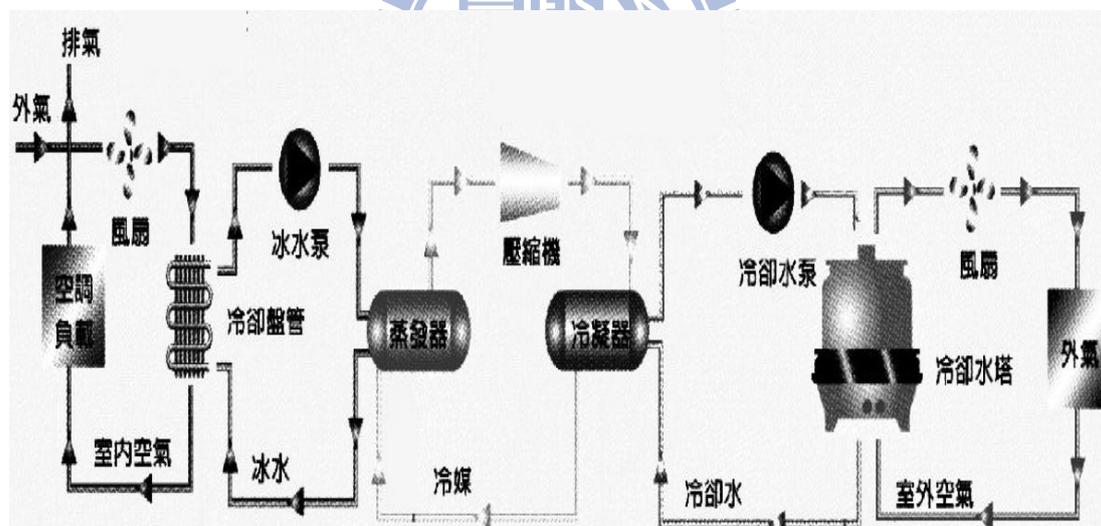


圖 2-5-4、中央空調系統流程示意圖

(1)室內空氣循環

空調區中因為人員、設備、外氣及太陽等所產生的熱負載，以傳導、對流、或是輻射等方式傳至空氣中，使室內空氣溫濕度上升(亦即增加空調負載)。由於風車的驅動，室內空氣經由風管被載到冷卻盤管與冰水做熱交換(冷卻除濕過程)，變成乾而冷的空氣(此處的“乾”是指絕對濕度的下降)後，再回到空調區間吸收人員、設備、外氣及太陽等所產生濕與熱，而完成循環。

(2)冰水循環

空氣中之熱負載經過冷卻盤管時以傳導及對流等方式傳至冰水中，造成由蒸發器出來的低溫冰水溫度上升。由於冰水泵的驅動，冰水經由冰水管被載到蒸發器中與低壓冷媒做熱交換(冷卻過程)，變成低溫冰水後，再回到冷卻盤管吸收空氣熱負載，而完成循環。

(3)冷媒循環

冰水中之熱負載經過蒸發器時以傳導及對流等方式傳至冷媒中，造成由降壓裝置(如膨脹閥、限流孔及毛細管等)出來的低壓低溫液態蒸發成為氣態(蒸發過程)。由於壓縮機的驅動及壓縮，低壓低溫氣態冷媒變成高壓高溫氣態冷媒，再經由壓縮機吐出管被載到冷凝器中與冷卻水做熱交換(冷凝過程)而成為高壓中溫氣態冷媒，然後經由降壓裝置變成低壓低溫液態，再回到蒸發器吸收冰水之熱負載，而完成循環。

(4)冷卻水循環

冷媒中之熱負載經過冷凝器時以傳導及對流等方式傳至冷卻水中，造成由冷凝器出來的冷卻水溫度上升。由於冷卻水泵的驅動冷卻水經由冷卻水管被載到冷卻水塔中之散熱材中與流經散熱材之空氣做熱交換(冷卻過程)而降溫後，再回到冷凝器吸收冷媒熱負載，而完成循環。

(5)室外空氣循環

冷卻水中之熱負載經過散熱材時以傳導及對流等方式傳至經由導風板進入散熱材之室外空氣(此時冷卻水與室外空氣是直接熱交換，包括了熱傳與質傳)，造成經由導風板進入散熱材之室外空氣溫濕度上升。由於冷卻風車的驅動，使高溫高濕之室外空氣被載到冷卻水塔以外之空間與周圍之室外空氣混合，而將熱負載排至大氣(排熱過程)，而完成循環。

近年來因供電吃緊，為轉移尖峰用電及節約能源，對於辦公大樓、廠房等大型空間之建築物，中央空調系統已逐漸為使用者所採用。【台電，冷氣機節約用電】

2.5.2 能源效率比值-EER 值

EER(Energy Efficiency Ratio)值，能源效率比值，公式如(1)所式：

$$(1)EER = \frac{\text{冷氣能力 Kcal(BTU)/h}}{\text{消耗電力(W)}}$$

民國 99 年經濟部能源局發文【窗（壁）型及箱型冷氣機能源耗用量與其能源效率分級標示事項、方法及檢查方式】如附件三，第四、(三)與四、(四)點公告額定總冷氣能力應標示為(kW)，最新公告能源效率比值(W/W)，公式修正如(2)

所示：

$$(2)EER = \frac{\text{冷氣能力(W)}}{\text{消耗電力(W)}}$$

【日立冷氣型錄】一覽節錄性能數據是依據 CNS 國家標準公佈之冷氣能力試驗條件；民國 93 年 11 月前為「Kcal/h」值；室內溫度 27°C(DB)/19.5°C(WB)，室外溫度 35°C(DB)/24°C(WB)；民國 93 年 11 月後為「kW」值；室內溫度 27°C(DB)/19°C(WB)，室外溫度 35°C(DB)/24°C(WB)。目前法令規定以「kW」做為冷氣能力的標示單位，但仍有許多的經銷商和顧客仍習慣早期規定的「Kcal/h」做為選購冷氣能力的單位。【資料來源：日立冷氣窗型、分離式型錄】

以下敘述為冷氣機的冷氣能力及 EER 值標準說明；依據我國現行國家標準規定，應該用 kW 表示，而不應該用 BTU/h 或 kcal/h 表示，BTU/h 是美國使用的英制單位，而 kcal/h 是以前國家標準未修訂時規定的單位，目前我國國家標準已修正和國際標準一致，冷氣能力用 kW 表示，1kW=860kcal/h，而 1 kcal 約等於 4 BTU，換言之，過去標示的冷氣能力為 2000kcal/h 時，若使用英制單位，則為 8000BTU/h(2000 乘以 4)，若依據現行國家標準規定應約為 2.3kW(2000 除以 860)。雖然新的國家標準有這樣規定，但基於舊的習慣及觀念一時無法改變，很多經銷商，尤其是大賣場，對於冷氣機的冷氣能力還是常用 BTU/h 標示，此一部分本局將加強對經銷商之宣導，促使經銷商依新的國家標準規定標示冷氣能力，以免消費者產生混淆。至於如何計算 BTU 及 EER 值，茲說明如下：由於 BTU 係冷氣機冷氣能力之係數實際量測數據，並非計算得到的，而 EER 才是計算得到的，將測量出來的冷氣能力除以測量出來的消耗電功率，即是所謂的 EER 值，EER 值越高代表效率越好，表示越省電。不過要注意冷氣能力使用的單位，同樣的冷氣機，用 BTU/h 表示者計算出來的 EER 值(BTU/h-W)，約為用 kcal/h 表示者計算出來的 EER 值(kcal/h-W)的 4 倍，請消費者要注意，這也是政府希望冷氣能力的單位能統一標示的原因。目前國家標準規定冷氣能力用 kW 表示，由於消耗電功率亦是用 kW 表示，因此計算出來的 EER 值是沒有單位的。另建議消費者選購有「節能標章」的冷氣機，其 EER 值一般高於國家標準 10% 以上。一般而言，購買冷氣機可用房間坪數來估算選購的冷氣機能力，1 坪約用 450 kcal/h(或 1800BTU/h 或 0.52kW)計算，若房間為 4 坪，則可選用 1800kcal/h(或 7200BTU/h 或 2.1kW)冷氣能力的冷氣機，但房間若在頂樓或有西曬，則建議選購大 1 級的冷氣機。

備註:BTU:英制熱量單位，1BTU 等於使 1 磅(Lb)的水升高華氏 1 度所需要的熱量。

2.5.3 台灣冷氣能源效率標準及環保標章規定

為提升國內空調能源使用效率品質，【經濟部】訂定及公告、箱型冷氣機、空調冰水主機能源效率標準，並施行檢驗管理，及推動家電節能標章產品，以淘汰低效率產品而達到節約用電的目的。濟部能源局已訂有之各標準如下：

使用能源設備或器具容許耗用能源標準

【網址：<http://www.moeaboe.gov.tw/>】

- (1)箱型冷氣機能源效率比值標準對照表，表 2-5-2。
- (2)窗型冷氣機能源效率比值標準對照表，表 2-5-3。
- (3)空調系統冰水主機能源效率標準，表 2-5-4。

經濟部能源局節能標章

【網址：<http://www.energylabel.org.tw/>】

- (4)窗（壁）型冷氣機能源效率分級基準表，表 2-5-5。
- (5)箱型冷氣機能源效率分級基準表，表 2-5-6。
- (6)無風管冷氣機節能標章能源效率基準與標示方法，表 2-5-7。
- (7)能源效率分級標示圖，圖 2-5-5。

表 2-5-2、箱型冷氣機能源效率比值標準對照表

中華民國九十年九月十二日 經(九〇)能字第〇九〇〇四六一九一七〇號

實施日期:民國九十一年一月一日

機種	適用舊版 CNS2725	適用新版 CNS3615 及 CNS14464
	能源效率比值(EER) Kcal/h-W(BTU/h-W)	能源效率比 (EER)
氣冷式(消耗電功率大於 kW)	2.44(9.68)	2.84
水冷式	3.17(12.58)	3.69
備註：：		
1. 適用舊版 CNS2725 箱型空氣調節機（民國八十四年十二月二十一日修正發布）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百分之九十五以上。		
2. 適用新版 CNS3615 無風管空氣調節機（民國八十九年十月二十四日修正發布）及 CNS14464 無風管空氣調節機與熱泵之試驗法及性能等級（民國八十九年十月二十四日發布）者，能源效率比（EER）依該等標準規定在 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百分之九十五以上。		

表 2-5-3、窗型冷氣機能源效率比值標準對照表

中華民國九十年九月十二日 經(九〇)能字第〇九〇〇四六一九一七〇號

實施日期:民國九十一年一月一日

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	
機種	總冷氣能力		型式	能源效率 比值(EER) Kcal/h-W (BTU/h-W)	能源效率 比值(EER)
	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
	2,000Kcal/h 以上 3,550Kcal/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
	低於 2,000Kcal/h	低於 2.3kW	一般型式、 變頻式(60Hz)	2.33(9.24)	2.71
分 離 式	3,550Kcal/h 以下	4.1kW 以下	一般型式 變頻式(60Hz)	2.38(9.44) 2.38(9.44)	2.97 2.77
	高於 3,550Kcal/h	高於 4.1kW	一般型式、 變頻式(60Hz)	2.35(9.32)	2.73

備註:

1. 適用舊版 CNS3615 室內空氣調節機 (民國八十四年十二月二十一日修正發布) 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百分之九十五以上。
2. 適用新版 CNS3615 無風管空氣調節機 (民國八十九年十月二十四日修正發布) 及 CNS14464 無風管空氣調節機與熱泵之試驗法及性能等級 (民國八十九年十月二十四日發布) 者, 能源效率比 (EER) 依該等標準規定在 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百分之九十五以上。

【經濟部能源局】

表 2-5-4、空調系統冰水主機能源效率標準

中華民國九十年九月十二日 經(九〇)能字第〇九〇〇四六一九一七〇號

執行階段		第一階段			第二階段	
實施日期		民國九十二年一月一日			民九十四年一月一日	
型式		冷卻能力等級	能源效率比值 (EER)kcal/hr-W	性能係數 (COP)	能源效率比值 (EER) kcal/hr-W	係能係數 (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	5.50
	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	

備註：

1. 冰水機能源效率比值(EER)依 CNS12575 容積式冰水機組及 CNS12812 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百分之五以內。
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)=3024Kcal/h。

【經濟部能源局】

表 2-5-5、窗（壁）型冷氣機能源效率分級基準表

經濟部公告 中華民國 99 年 3 月 22 日 經能字第 09904601490 號

機種	冷氣能力 分類(KW)	能源效率比(W/W)				
		5 級	4 級	3 級	2 級	1 級
各等級基準						
單 體 式	2.2 以下	低於 2.95	2.95 以上， 低於 3.10	3.10 以上， 低於 3.25	3.25 以上， 低於 3.40	3.40 以上
	高於 2.2， 4.0 以下					
	高於 4.0， 7.10 以下					
	高於 7.1， 10.0 以下					
分 離 式	4.0 以下	低於 3.45	3.45 以上， 低於 3.69	3.69 以上， 低於 3.93	3.93 以上， 低於 4.17	4.17 以上
	高於 4.0， 7.1 以下	低於 3.20	3.20 以上， 低於 3.42	3.42 以上， 低於 3.65	3.65 以上， 低於 3.87	3.87 以上
	高於 7.1	低於 3.15	3.15 以上， 低於 3.37	3.37 以上， 低於 3.59	3.59 以上， 低於 3.81	3.81 以上
備註： 上表適用範圍為消耗電功率 3KW 以下之單體式窗（壁）型冷氣家級分離式窗（壁）型冷氣機。						

【經濟部能源局】

表 2-5-6、箱型冷氣機能源效率分級基準表

經濟部公告 中華民國 99 年 3 月 22 日 經能字第 09904601490 號

能源效率比 (W/W) 機種	各等級基準				
	5 級	4 級	3 級	2 級	1 級
氣冷式	低於 3.15	3.15 以上， 低於 3.37	3.37 以上， 低於 3.59	3.59 以上， 低於 3.81	3.81 以上
水冷式	低於 4.25	4.25 以上， 低於 4.55	4.55 以上， 低於 4.85	4.85 以上， 低於 5.14	5.14 以上
備註：上表適用範圍為冷氣能力再 26KW 以下氣冷式或水冷式冷氣機。					

【經濟部能源局】

表 2-5-7、無風管冷氣機節能標章能源效率基準與標示方法

能技字第 09804018700 號 中華民國 98 年 8 月 10 日公告修正,即日起實施

無風管冷氣機節能標章能源效率基準與標示方法:

一、無風管冷氣機申請節能標章認證,其適用範圍、能源效率試驗條件與測試方法及能源效率比,應符合下列規定:

(一)適用範圍

本項產品為符合中華民國國家標準 CNS 3615 規範之無風管空氣調節機。

(二)能源效率測試條件及方法 CNS 無風管冷氣機能源效率比(EER)之測試條件及方法應符合中華民國國家標準 CNS 3615 及 CNS 14464 無風管空氣調節機與熱泵之試驗法及性能等級標準規定,在 CNS 14464 之 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)。

(三)無風管冷氣機能源效率基準

無風管冷氣機能源效率比之標示值及實測值不得小於下列基準值:

機種		冷氣能力分類(kW)	能源效率比(W/W)
氣冷式	單體式	2.2 以下	3.30
		高於 2.2, 4.0 以下	3.35
		高於 4.0, 7.1 以下	3.10
		高於 7.1, 10.0 以下	3.05
	分離式	4.0 以下	3.85
		高於 4.0, 7.1 以下	3.55
水冷式、蒸發式		高於 7.1(冷氣能力 70kW 以下機種)	3.40
		全機種(冷氣能力 70kW 以下機種)	4.80

二、前點節能標章能源效率比之標示值與實測值,應注意下列事項:

(一)標章使用者之名稱及住址須清楚記載於產品或包裝上。

(二)標章使用者若為代理商,其製造者之名稱及地址須一併記載於產品或包裝上。

(三)產品型錄上應標示產品之能源效率比(W/W)。

(四)產品能源效率比實測值計算至小數點第二位,小數點後第三位數四捨五入。

附於產品使用說明書或安裝說明書中，或張貼於本體正面明顯處之能源效率分級標示圖，能源效率共 5 級，以能源效率 1 級為圖例：

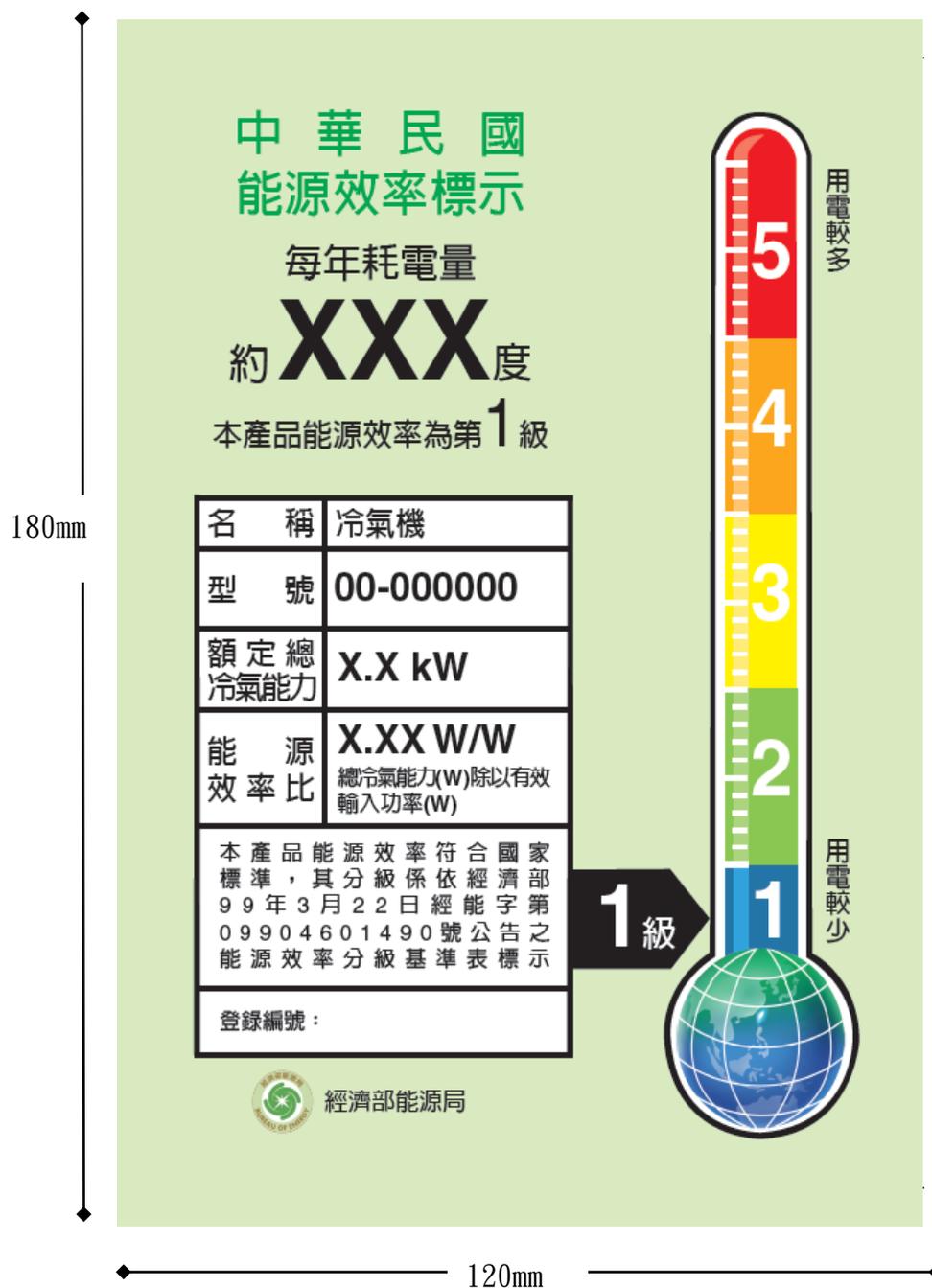


圖 2-5-5、能源效率分級標示圖

2.6 耗能設備及能源效率標準-其他

【經濟部能源局】【節能標章全球資訊網】

- (1)電冰箱能源因數值標準，表 2-6-1。
- (2)電冰箱能源效率分級基準表，表 2-6-2。
- (3)除濕機能源效率基準，表 2-6-3。
- (4)除濕機節能標章能源因數基準與標示方法，表 2-6-4。
- (5)印表機節能標章能源效率基準與標示方法，表 2-6-5。

表 2-6-1、電冰箱能源因數值標準

中華民國 95 年 1 月 6 日 經授能字第 09520080110 號

資料來源-經濟部能源局

實施日期	中華民國一百年一月一日
型式	能源因數值基準 (公升/千瓦小時/月)
低於 400 公升風扇式冷凍冷藏電冰箱	$E.F. = V / (0.037V + 24.3)$
400 公升以上風扇式冷凍冷藏電冰箱	$E.F. = V / (0.031V + 21.0)$
低於 400 公升直冷式冷凍冷藏電冰箱	$E.F. = V / (0.033V + 19.7)$
400 公升以上直冷式冷凍冷藏電冰箱	$E.F. = V / (0.029V + 17.0)$
冷藏式電冰箱	$E.F. = V / (0.033V + 15.8)$
備註： 1. 冷凍冷藏式電冰箱及冷藏式電冰箱依 CNS 2062 標準定義之。 2. 上表所列皆以等效內容積計算之。 3. 表中等效內容積 V (公升) = $VR + K \times VF$ VR (公升): 冷藏室有效內容積 VF (公升): 冷凍室有效內容積 K 值: 冷凍室等效內容積換算係數，二星級為 1.56；超二星級者為 1.67；三星級及四星級為 1.78。 4. 等效內容積及 EF 值皆計算至小數點後第一位，小數點後第二位數即四捨五入。 5. 電冰箱能源因數值依 CNS 2062 規定方法計算，其值不得小於上表基準值，並在產品標示數值之 95% 以上。	

表 2-6-2、電冰箱能源效率分級基準表

實施日期：中華民國一百零一年一月一日

型 式	能源因數值 基準(公升/ 度/月)	5 級	4 級	3 級	2 級	1 級
V 低於 400 公 升風扇式冷凍 冷藏電冰箱	$E.F. = V / (0.037V + 24.3)$	低於 實施之 E.F.	實施之 E.F. 基 準以上， 低於 實施之 E.F. 之 107%	實施之 E.F. 基準之 107%以 上，低 於實施 之 E.F. 基準之 114%	實施之 E.F. 基準之 114%以 上，低 於實施 之 E.F. 基準之 121%	實施之 E.F. 基準之 121%以 上
V400 公升以 上風扇式冷凍 冷藏電冰箱	$E.F. = V / (0.031V + 21.0)$					
V 低於 400 公 升直冷式冷凍 冷藏電冰箱	$E.F. = V / (0.033V + 19.7)$					
V400 公升以 上直冷式冷凍 冷藏電冰箱	$E.F. = V / (0.029V + 17.0)$					
冷藏式電冰箱	$E.F. = V / (0.033V + 15.8)$					
<p>備註：</p> <p>1. 上表所列皆以 V，等效內容積計算之。</p> <p>2. 表中等效內容積 V (公升) = VR + K × VF； VR (公升)：冷藏室有效內容積；VF (公升)：冷凍室有效內容積；K 值： 冷凍室等效內容積換算係數，二星級為 1.56；超二星級者為 1.67；三星級 及四星級為 1.78。</p> <p>3. 等效內容積及 EF 值皆計算至小數點後第一位，小數點後第二位數即四捨五 入。</p>						

表 2-6-3、除濕機能源效率基準

中華民國 97 年 3 月 5 日 經授能字第 09720081000 號令訂定，並自中華民國一百零三年三月一日生效

額定除濕能力(公升/日)	能源因數值基準(公升/千瓦小時)
六以下	1.10
高於六，十二以下	1.20
高於十二	1.40
<p>備註：</p> <p>一、能源因數值之測試與計算，依據 CNS 12492 除濕機之除濕能力試驗規定， 在標準條件運轉至平衡後，測定三小時以上之除濕水量(公升)及消耗電 量(千瓦小時)，二者相除而得。能源因數值計算至小數點後第二位，小 數點後第三位數即四捨五入。</p> <p>二、實測之能源因數值不得小於上表基準值，並須在產品標示值之 95%以上。</p> <p>三、現階段能源因數值限檢驗消耗電功率 1,000W 以下機種。</p>	

表 2-6-4、除濕機節能標章能源因數基準與標示方法

能技字第 09904046940 號令 99 年 9 月 17 日公告修訂，即日實施

一、除濕機申請節能標章認證，其適用範圍、能源效率試驗條件及方法與能源效率基準，應符合下列規定：

(一) 適用範圍

本項產品應符合中華民國國家標準 CNS 12492 之規定，或經經濟部能源局認定之除濕機。

(二) 能源效率試驗條件及方法

產品能源因數值 (E. F.) 之試驗條件及方法須符合中華民國國家標準 CNS 12492 要求。

(三) 除濕機能源效率基準

各級除濕能力產品之能源因數值 (E. F.)，不得小於下列基準值：

除濕能力 (公升/日)	能源因數值基準 (公升/千瓦小時)
6 以下	1.32
高於 6，12 以下	1.44
高於 12	1.68
備註：能源因數值 (E. F.) = 除濕能力 (公升/日) ÷ 消耗電功率 (W) × 1000 ÷ 24	

二、前點除濕機節能標章能源因數標示值與實測值，應注意下列事項：

(一) 標章使用者之名稱及住址須清楚記載於產品或包裝上。

(二) 標章使用者若為代理商，其製造者之名稱及地址須一併記載於產品或包裝上。

(三) 產品型錄上應標示產品之能源因數值。

(四) 能源因數值 (E. F.)，計算至小數點後第二位，小數點後第三位四捨五入。

表 2-6-5、印表機節能標章能源效率基準與標示方法
能技字第 10004002310 號 中華民國 100 年 2 月 11 日公告,即日起實施

(1)單色印表機：

產品速度(ipm)	最大 TEC (kWh/星期)
≤ 15	0.80
$15 < X \leq 40$	$(0.08 \text{ kWh/ipm}) X - 0.40$
$40 < X \leq 82$	$(0.28 \text{ kWh/ipm}) X - 8.24$
> 82	$(0.56 \text{ kWh/ipm}) X - 31.20$

(2)彩色印表機

產品速度(ipm)	最大 TEC (kWh/星期)
≤ 32	$(0.08 \text{ kWh/ipm}) X + 2.24$
$32 < X \leq 58$	$(0.28 \text{ kWh/ipm}) X - 4.16$
> 58	$(0.56 \text{ kWh/ipm}) X - 20.80$

(3)單色多功能複合機

產品速度(ipm)	最大 TEC (kWh/星期)
≤ 10	1.20
$10 < X \leq 26$	$(0.08 \text{ kWh/ipm}) X + 0.40$
$26 < X \leq 68$	$(0.28 \text{ kWh/ipm}) X - 4.80$
> 68	$(0.56 \text{ kWh/ipm}) X - 24.00$

(4)彩色多功能複合機

產品速度(ipm)	最大 TEC (kWh/星期)
≤ 26	$(0.08 \text{ kWh/ipm}) X + 2.80$
$26 < X \leq 62$	$(0.28 \text{ kWh/ipm}) X - 2.40$
> 62	$(0.56 \text{ kWh/ipm}) X - 20.00$

備註：

1. 能源效率試驗條件與方法：依據美國能源之星計畫對影像設備之要求事項符合資格準則第 1.1 版 (ENERGY STAR Program Requirements for Imaging Equipment Version 1.1) 之測試程序、條件與方法。
2. 申請節能標章需先取得經濟部標準檢驗局之驗證登錄合格證書或型式認可證書。印表機產品應符合產品貨品號列(C. C. C. Code)：8443.32.00.00.1-A 或 8443.31.00.00-2-A，或經經濟部能源局認定之印表機產品。

2.7 節能方法探討

2.7.1 節能方法介紹-電力

【經濟部能源局編印，政府機關學校耗能指標指導手冊 p40~44】

2.7.1.1 契約容量訂定與抑低尖峰需量

(1) 契約容量的檢討與電費支出：

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，因此在夏季尖峰用電需量超約用電 4 個月份被罰一些款；但非尖峰季節月份尖峰需量略低於契約容量，節省基本電費比較符合經濟原則。理想的契約容量訂定應參考預估全年用電，可洽：中技社節能技術發展中心網站 (www.ctiectdc.org.tw)。

(2) 裝置需量控制器抑低尖峰需量：

裝設尖峰需量控制器，暫時性或間歇性卸下部份負載，降低尖峰需量，以減少超約用電之罰款。一般而言，可短暫停機之負載諸如：多台式冰水主機、箱型機、停車場抽排風扇等。

2.7.1.2 供電電壓調整

一般供電電壓以額定電壓供電產生之效率為最佳，但若在緊急供電或原設計欲度過多時，可降壓運轉節約能源。冷凍冷藏及空調機器的馬達壓縮機容易因電壓偏低，而造成故障與燒毀；一般電熱與照明及插座若稍微降低 5 至 10 % 的電壓使用，效能上會稍微降低(電熱較不熱及亮度稍低)，但卻可以延長設備壽命並降低電費。因此若實地量測照明迴路，當電壓較額定電壓偏高 5% 時，可選擇在電壓偏高之照明迴路加裝電壓調整器，來調整電壓，但不宜供電給冷凍冷藏設備及冷氣機迴路，以免因電壓降低太多，反而造成馬達故障。

2.7.1.3 功因調整改善

電力做功可分成作用在電阻性負載之有效電力 (KW)，與電感性負載之無效電力 (KVAR) 兩部份，兩種電力的向量相互成為 90° 角，其合成的向量和即為視在功率 (KVA)。有效電流與外加電壓之積為有效電力 (kW)，無效電流與外加電壓之積為無效電力 (kVAR)，而總電流與外加電壓之積為視在電力 (kVA)。當外加電壓不變時，由電流的相量關係可得公式為 $(VI)^2 = (VI \cdot \cos \theta)^2 + (VI \cdot \sin \theta)^2$ 。
見圖 2-7-1：

$$\text{總電流}(I) = \text{kVA} = \sqrt{(\text{kW})^2 + (\text{kVAR})^2}$$

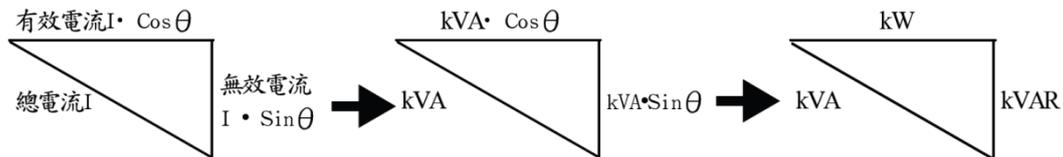
$$\text{無效電流}(\text{kVR}) = \text{總電流}(I) * \text{Sin} \theta = \text{kVA} * \text{sin} \theta$$

$$\text{有效電流(kW)} = \text{總電流(I)} * \text{Cos } \theta = \text{kVA} * \text{cos } \theta$$

所以, 功率因數(PF) 的定義為有效電流對總電流之比率、或有效電力對視在電力之比率, 即

$$\text{功率因數} = \frac{I \cos \theta}{I} = \frac{\text{kVA} \cos \theta}{\text{kVA}} = \frac{\text{kW}}{\text{kVA}} = \cos \theta$$

圖 2-7-1、公式說明圖



【98年8月, 財團法人塑膠技術發展中心品質環境安全部, 照明及電力系統節能技術實務介紹, 林龍杰】

依台灣電力公司的功率因數管理辦法規定：裝置契約容量在 20kW 以上及需量契約容量在 30kW 以上用戶, 每月用電之平均功率因數不及百分之八十時, 每低百分之一, 該月電費應增加千分之三；超過百分之八十時, 每超過百分之一, 該月電費應減少千分之一·五。因此加裝電容器組以手動或自動控制操作, 功率因數調整至 100%, 可享有電費最大功因折扣。

一般而言, 功率因數越高而趨近於 1.0(100%), 電流越小, 壓降也越小, 而用電設備能運作在額定電壓範圍內, 運轉效率最高。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, 卻未使用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, 而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, 店舖廣告招牌燈的火災則大都是功率因數偏低所造成。

(1)有效的改善功率因數方法

- (I) 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。
- (II) 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。
- (III) 低壓電容器選用時, 應注意額定電壓須大於實際使用電壓。
- (IV) 確認電容器裝設位置及合理的電容器容量, 以避免投資浪費。

(2)電容器裝置分組及控制

任何改善功率因數的裝置, 都是抵減無效電力, 但若因使用電容器改善功因後, 於輕負載時卻未切離部份電容器組, 使供給電容量超過時, 又會形成部份電容性的無效電流, 引起功因超前之無效電力損失。

如何才能達到最佳效益，當依用電負載之連續性與非連續性程度等不同需求的特性，將所欲裝置的電容器加以周詳設計分組，並運用各種有效控制方式，使能適時適量供給各用電設備所需之無效電力，為考慮投資成本及管理上的方便，一般電容器裝置分組情形如表 2-7-1 所示。

表 2-7-1、一般電容器裝置分組情形

用電設備運轉特性	電容器可分組數
全部連續運轉型	裝置固定型電容器一組
部份連續運轉，部份為半連續運	裝置固定型一組，可切型一組
非連續運轉型	裝置固定型一組，可切型一組至三組

以功率因數調整控制方式說，理論上應以本身自動功率因數表依設定功率因數自動計算投入電容器之組數，但事實上受限於每季用電設備運轉特性之不同，以及每組電容器裝置容量大小之限制，無法使自動功率因數表上所設定功率因數值，與實際受控值之誤差範圍保持最小。因此，為了減少誤差範圍，必須將負載變動率較高之空調盤配合夏季和非夏季，以手動方式增減投入電容器之組數，致使總功率因數維持至 95~99%。

(3) 依用電特性可能採用的控制

依用電設備之特性及狀況可能採用的控制方式，如表 2-7-2 所示。

表 2-7-2、依用電特性可能採用的控制方式

控制方式	用電特性
電腦全自動控制	用電需量較大，負載變動大，且各時段機器設備「開機率」都不同。
時間控制	每日定時變更需量（營業時間固定）、每週固定天數（休假日固定）。
手動控制	24 小時用電量差異不大，僅夏季和非夏季差異較大，或是偶爾需量變化較大時，方便手動式操作。

(4) 一般電器之概略功率因數值

一般電器之概略功率因數值可由下表 2-7-3 查得，用以估算需裝設之電容器量。

表 2-7-3、功率因數三角函數對照表

【台灣綠色生產力基金會-節能服務網,低壓功率調整技術探討表三、功率因數三角函數對照表,裕昌機電工廠股份有限公司許錦田(<http://www.ecct.org.tw/print/42-5-1.htm#e6>)】

類別	負載種類	功率因數(%)	
電燈類	白熱電燈(及電熱電爐)	100	
	串接白熱街燈	60~80	
	日光燈 (及水銀燈)	未附電容器者	50
		附有電容器者	80~95
	霓虹燈(Neon lamp)	50~70	
	鈉汽燈 (Sodium-Vapor lamp)	未附電容器者	70
		附有電容器者	85~95
電動機類		(半載~滿載)	
	三相感應機	1/4~ 10HP (鼠籠型低壓)	60~85
		10~ 50HP (鼠籠型低壓)	75~88
		10~ 50HP (繞線型低壓)	62~85
		50~270HP (鼠籠型高壓)	72~89
		50~270HP (繞線型高壓)	72~89
	單相感應機 1/20~5HP	50~70	
	同步電動機	80~100	
溫室調節器	暖風時	85	
	冷風時	99.8	
點焊設備	交流電弧電焊機 (5~20KW)	55	
	交流電阻電焊機 (1~400KW)	50	
熔鐵爐	電弧爐 (100~100,000kW)	85	
	低週波感應爐 (50~500kW)	60~80	
	感應型電熱器	85	
	電熱爐	100	
其他	X線發生裝置	40~95	
	矽整流器	80~95	

2.7.1.4 其它電力系統改善措施

- (1) 建立能源使用量及電費付費檔案，做為能源管理的依據。
- (2) 依據全年用電最高需量實況，每年檢討合理契約容量(或申請免費諮詢)，以減少基本電費及超約附加費支出。
- (3) 裝設遠端電力監控系統，以積極手段輪流停用部分設備，控制最高需量不超過契約容量，避免超約用電(附加費)，進一步節省電費。
- (4) 裝設低壓進相電容器，將功率因數調高為 99-100%。
- (5) 選用高效率的電器設備(變壓器、馬達等)。
- (6) 將變壓器二次測電壓和電器額定電壓做適度協調，以維持電動機和照明器具都能在高效率運轉，延長設備使用壽命。
- (7) 各大樓裝設獨立電錶，訂定明確節能目標，專人負責管理，有效節約用電。
- (8) 夏季正是台電電力供應最吃緊時期，可以向台電申請可停電力(同意台電於電力不足時，減少供電)，台電給予電價優惠回饋，雖有可能造成用電之不方便，但可以節省電費支出。
- (9) 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。

能源管理系統重點技術推動主要為電力監測管理，如下：

- (10) 建築物之動力、照明及空調及空調設備，應設有電力監測系統或電子式多功能電錶，可顯示三相 V、A、功率因數、KW、KVAR、累計用電等等資訊，以計算空調設備之用電量，並將相關數據經由網路，載入中央監控系統，精確紀錄各系統用電量，以作為日後改善用電效能之依據。
- (11) 設備系統中央監控管理。
- (12) 確實執行維護保養。

2.7.2 節能方法介紹-照明

【工業技術研究院能源與環境研究所，李麗玲、李清然、黃素琴，照明節能介紹範例與探討】

照明節能最重要的是提升照明效率，照明效率提升即可以減少燈具使用量，用電量跟著減少，同時也可以減低購置成本和維護成本。照明效率的提升可由光源、安定器、燈具及照明管理等四方面著手。

2.7.2.1 照明設計

照明設計是以使用者及使用場所為中心進行設計，設計者必須瞭解使用的照明目的，再根據目的設計照明，以提供使用者需求的合適照明環境。合適的照明環境設計包括了最佳的照度、對比、色溫、演色性及經濟效率，各名詞解釋請參見 2.4.1 照明相關名詞及定義。

2.7.2.2 照明器具

照明器具不只是燈具造型美觀而已，更要從使用光源，搭配安定器，甚至燈具本身特性如照明率、配光曲線、燈具效率、眩光等逐一作考量，是否符合國家標準要求，能否達到環境需求，更重要的是能不能節約能源。

(1)光源：

常用的光源有白熾燈、鹵素燈、螢光燈、安定器內藏式螢光燈泡、水銀燈、複金屬燈及鈉燈。白熾燈與鹵素燈係利用電流流過燈絲產生高熱而發光，螢光燈與省電燈泡係利用電極發出的電子撞擊填充於管內的水銀原子，水銀原子會發出紫外線，並透過管壁的螢光塗料轉換成可見光。水銀燈、複金屬燈及鈉燈都是屬於高強度氣體放電燈，不同的是內管填充了不同的物質。目前較常用的各種光源之相關特性比較如表 2-7-4 所列。

表 2-7-4、常見光源特性比較表

光源種類	發光效率 (lm/W)	壽命(kh)	色溫(°K)	演色性(CRI)
白熾燈	6~16	0.8~1	2700	100
鹵素燈泡	20~25	1~3	3000	100
省電燈泡	38~60	3~6	2700	80
螢光燈	T9	5~10	2700~6500	60~95
	T8	8~15		
	T5	10~20		
高壓鈉燈	45~110	16~24	2000~2300	25~85
複金屬燈	45~125	2~20	3200~5500	80~95
水銀燈	25~65	16~24	3400~6000	25~50
白光 LED 燈	35~115	20~50	3200~7500	60~80

(2)安定器/電源轉換器：

安定器可以區分為傳統電磁式及電子式安定器，傳統電磁式安定器效率低、笨重，耗能相較於電子式安定器而言高，且不適用於 T5 螢光燈管，已逐漸被淘汰。電子式安定器除了效率提高 10%~15%外，搭配適當的燈管更能提昇燈管效能、延長燈管壽命，還可具有保護裝置、功因修正、可調光等功能設計。

(3)燈具：

燈具的目的即在於有效控制光線的放散，同時還具有保護、支撐光源之用途，控制配光是其中最重要的部分，控制因數包含照明率、配光曲線、燈具效率、眩光等。所謂照明器具之照明率是指到達作業面之光束對光源輸出光束之比例；配光曲線是以燈具中心水平面為基準，測得各方向光度大小後，繪之於圖；照明器具之燈具效率是指光源發出之全光束對燈具反射出光源之全光束之比例；眩光則為輝度較高之光源、燈具或窗戶燈部位造成，通常以視線為中心，向上下左右各繪一條 30 度線，由這些線所圍成的錐形體範圍內，若有刺眼的光源存在則會使眼睛產生不舒服的感覺，造成眼睛對於物品辨識能力的下降，前者稱之為不舒適眩光，後者則稱為減能眩光。眩光又可分為直接眩光、反射眩光兩種，直接眩光是來自光源或窗戶外光線，反射眩光則是來自工作桌面。

(4)照明管理系統：

照明管理系統是利用自動化的方式控制照明相關設備，以提供適切的照明環境。透過照明管理系統，可以達成許多用人工操作不易達成的工作，進一步提升效率到人工控制所不易到達的目標。因此，裝設照明管理系統，透過時程管理設定、控制模式選擇、群組控制等功能，以更積極的方式來管理照明設備，可達成更大的整體效率提升。

2.7.2.3 減少照明能源浪費

照明節能最重要的是提升照明效率，照明效率提升即可以減少燈具使用量，用電量跟著減少，同時也可以減低購置成本和維護成本。照明效率的提升可由光源、安定器、燈具及照明管理等四方面著手。

(1) 選用高效率光源

開發效率更高的光源一直是照明技術中不斷進行的工作，目前世界各地將開發的重點著重在半導體燈源、複金屬燈及無電極燈上，這三種燈源分別都具有效率高、壽命長等優點。其中以 LED 光源最具潛力，具有體積小、反應速度快、可靠度佳及壽命長等優點，經過長時間的研發，LED 光源的效率、體積及壽命均大幅改進。目前白光 LED 達 115 Lm/W 以上，不過因為成本高之因素故目前尚難普及。

白熾燈與鹵素燈這些低效率的產品，將被安定器內藏式螢光燈泡或小瓦特複金屬燈逐漸取代，水銀燈也會逐漸由鈉燈或複金屬燈替換，螢光燈則會朝管徑小且效率高的方向發展，道路上隨處可見的白熾燈交通號誌將由 LED 交通號誌燈取代，表 2-7-5 所列即為光源產品替代效益評估。

表 2-7-5、光源產品替代效益評估

傳統光源	高效率光源	效率提升	壽命提升	使用場合
40W 白熾燈	9W 電子省電燈泡	約 77%	約 400%	一般居家照明，但不適用高照度
60W 白熾燈	13W 電子省電燈泡	約 78%	約 400%	
125W 鹵素燈	35W 複金屬燈	約 72%	約 375%	商業重點照明及大區域照明
T9/18W 螢光燈	T5/14W 螢光燈	約 18%	約 267%	住商、工業用一般照明
T9/38W 螢光燈	T8/32W 螢光燈	約 14%	約 200%	
		T5/28W 螢光燈	約 23%	約 200%
400W 水銀燈	250W 複金屬燈	約 38W	-	道路、公共空間及大區域一般照明
白熾燈交通號誌燈	LED 交通號誌	約 80%~90%	約 1334%~3334%	道路

近來政府積極推動節能標章，自發性申請節能標章，目前照明產品中有螢光燈管及省電燈泡已經推行，節能標章基準表示效率為一般產品平均的前 15~30%，室內燈具也即將公告。

(2)選用高效率安定器

安定器若要選擇高效率產品，則傳統電磁式安定器就必然被屏除在外，而選用電子式安定器。電子安定器的選用主要取決於三項，分別為：

1. 安定器因數 (Ballast Factor; BF)：相同燈管搭配待測安定器與試驗用安定器之光輸出比值。
2. 安定器效率因數 (Ballast Efficiency Factor; BEF)：安定器因數除以輸入功率。
3. 功率因數 (Power Factor)：安定器輸入功率與電壓、電流之乘積的比值，可評估安定器將輸入電源轉為有效電源之能力。

這三項參數越高，表示電子安定器的整體節能效益越好，越能達到最好的節能效果。

(3)選用高效率燈具

燈具效率高或低對於節能的功效影響非常大，此外，燈具的維護也是一項重要因數，燈具經過長時間使用後，表面上會堆積灰塵，影響其折射與反射的效率。因此，適時的清潔不但可以維持燈具效率，也可以維持照明品質。台灣目前在燈具方面僅有 CNS 國家標準對於室內用燈具作安全性規範，但日本則因應節約照明能源制定了照明器具管理細則與效率標準，可作為我們的參考：由於螢光燈無論辦公與居家均普遍應用，所以被選定為節能潛力最高之器具，日本政府規定所有螢光燈具商品必須滿足政府訂定之 2005 年標準，才有機會被公家機關採用。表 2-7-6、所列為日本現行的照明器具評量標準。

表 2-7-6、日本照明器具評量標準

項目			點數
光源種類	螢光燈	整體效率 > 100LmW	12
		整體效率 > 90LmW	6
	精緻型螢光燈、高壓鈉燈、複金屬		6
燈具	下邊開放式	效率 > 0.9	12
		0.8 > 效率 > 0.9	6
	格柵型	效率 > 0.75	12
		0.6 > 效率 > 0.75	6
	下方有單型	效率 > 0.6	12
		0.5 > 效率 > 0.6	6

(4)照明節能管理系統

照明節能僅僅提升照明設備的效率是不足的，必須以更積極的方式來管理照明設備，以達成更大的整體效率提升。照明管理系統是利用自動化的方式控制照明相關設備，以提供適切的照明環境，透過照明管理系統，可以達成許多用人工操作不易達成的工作，進一步提升效率到人工控制所不易到達的目標，若能搭配日光使用，節能效果將大幅提升。目前對於日光節能的應用方面，在技術上已可充分將日光導引至室內使用，搭配調光控制實用性高。由於日光僅限於白晝時間才有，於是結合光電系統讓日光的能源能夠延伸到黑夜使用，也是目前的技術關鍵，隨著光電科技的進展，未來日光能源的應用將更有效率。

此外，在建築物照明用電基準 LPD (Lighting Power Density, W/m²) 方面，每單位面積供應電源量的建築物照明用電基準已廣泛在美、日、新、澳洲等眾多國度施行。美國 ASHRAE 與 IESNA 兩組織制定標準 ASHRAE/IESNA 90.1 新修定 2004 年的新標準比 2001 年提昇 30% 以上，細項規範如表 2-7-6 所示，可作為國內相關規劃的參考。

表 2-7-7、美國 ASHRAE/IESNA 90.1 照明能源密度基準

建築物類型	LPD (90.1-2001) (W/ft ²)	LPD (90.1-2004) (W/ft ²)
體育館	1.7	1.1
辦公室	1.3	1.0
博物館	1.6	1.1
停車場	0.3	0.3
零售業	1.9	1.5
批發倉庫	1.2	0.8

(名額解釋-1) 照明功率密度 LPD (lighting power density, W/m²)

【經濟部能源局、財團法人台灣綠色生產力基金會，照明節能產品應用手冊】

美國能源主管機關為能源部，美國照明節能規範主要係依據美國聯邦能源部建築節能計畫之標準與指導方案 (Building Standards & Guide-lines Program, BSGP) 所建立，其主要之節能標準為美國冷凍空調學會與照明學會所共同制定之 ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2004 (Energy Efficient Design of New Buildings Except Low-rise Residential Buildings)。美國各州政府則以 ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2004 為基準，訂定各州的節能法規，因此美國各州對於照明規範雖然不盡相同，惟基本上仍應要符合基準之要求。

照明節能的基準要求係採以規定照明功率密度 LPD (lighting power density, W/m²) 基準值之方式，再依據實際建築空間使用類型以面積檢核方式或是採用逐室空間檢核方式，檢核其是否超過各該基準值。

照明功率密度 (LPD) 計算式如下：

$$\text{照明功率密度(LPD)} = \frac{\text{照明器具用電(W)}}{\text{房間面積(m}^2\text{)}}$$

(名額解釋-2) 單位面積照明用電密度(unit power density, UPD)

【民國 97 年，經濟部能源局指導、財團法人台灣綠色生產力基金會編印，照明系統 Q&A 節能技術手冊】

新加坡單位面積照明用電密度(UPD)，照明區域內之照明用電量 Q[W]除以照明區域面積 A[m²]，即得單位面積照明用電密度 UPD=Q/A[W/m²]，簡稱 UPD。因此利用此評估方法可瞭解此一照明區域之照明用電量是否合理。此綜合評估方法，適用於採用全面照明方式者，整個照明區域要求均一照度之條件。

台灣目前尚未公佈單位面積照明用電密度 UPD=Q/A(W/m²)，其中 Q=照明用電、A=照明面積，依非製造業能源查核能源大用戶(用電契約容量>1,000 kW 者)照明用電統計研究，提出可供參考之建議值如表 2-7-8 所示，與美國及新加坡之 UPD 值差不多。

依據傳統標準照明(含插座)負載密度為 20 W/m²，新加坡政府為節約能源，訂定新標準為 15 W/m²，ASHARE 90.1 要求更為嚴格成為 14 W/m²。所以，各用電戶可以用照明變壓器平均負載，和辦公室樓地板面積，計算照明負載密度，以判斷是否需要改善照明用電。(學校節約能源技術手冊-經濟部能源委員會編印)

表 2-7-8、照明用電密度(UPD)建議值

【住商部門非製造業能源查核與耗能指標訂定之研究，蔡尤溪、李魁鵬，93 年產業節能技術服務計畫分包研究期末報告(綠基會)】

建築類型		單位面積照明裝置電力 W/m ²
政府機關(辦公建築)		15
商業建築	辦公	15
	百貨	25
	量販店	18
	飯店	18
	醫院	18

2.7.3 節能方法介紹-冷氣機

【台電，冷氣機節約用電】

2.7.3.1 冷氣機的選購

冷氣機主要有箱型、窗型、分離式等，因此在決定機型之前，必須對所欲安裝之地點及機型有充分的瞭解，則能享受冷氣機所帶來的舒適。

(1) 依房間大小選擇適當容量的冷氣機

冷氣機應配合房間大小選擇適當的機種，若冷氣機容量太小時則不能得到適宜的冷房效果，太大時因自動溫度調整開關動作頻繁，使壓縮機斷續運轉，導致室內忽冷忽熱無法維持一定溫度，冷房效果不佳且浪費電力。選擇適當冷氣機(冷凍)噸數可從下列簡易公式得知：

$$\frac{450\text{Kcal(仟卡)}/\text{時} * \text{室內坪數}}{1 \text{ 冷凍噸}(3024\text{Kcal}/\text{時})} = 0.15 * \text{坪數} = \text{所需噸數}$$

例:5 坪大的房間，需要的冷氣噸數

$$\frac{450\text{Kcal(仟卡)}/\text{時} * 5 \text{ 坪}}{3024\text{Kcal}/\text{時}} = 0.15 * 5 = 0.75(\text{冷凍})\text{噸}$$

(2) 選擇高 EER 值的冷氣機

EER 值為冷氣機效率的重要指標，EER 值越高表示該冷氣機效率越高，則越省電，故欲換新或購買冷氣機，EER 值為重要之評估標準。

(3) 選擇有微電腦定溫、定時及睡眠裝置之機種

冷氣機有上項功能時，帶給使用者合舒適的生活環境，並且可節約用電，節省可觀的電費支出。

(4) 考慮採用變頻式冷氣機

傳統冷氣機目前多以控制壓縮機馬達運轉與停止兩段做溫度的控制，因此溫度無法保持穩定，呈上下波動。而變頻冷氣機則以改變壓縮機電源頻率，達到連續無段轉速變化，可使室內溫度呈恆溫狀態。此外變頻尚有噪音小、冷房速度快，節省能源及電費等多種優點，惟價格較高。

2.7.3.2 冷氣機安裝

(1) 正確安裝

冷氣機室外側的功能是將熱散出室外，附近如有牆壁或障礙擋住吸入口或排出口，機組吹出的熱風將使周圍的溫度升高，造成熱風再度被吸入，排出口的排出風量也會減少，以致電能的消耗增加，機器效率降低並將使冷氣機壽命縮短。

為了得到良好的散熱效果，必須注意通風是否良好，通常吸入口與牆壁的距離應保持在 50 公分以上，又為避免吹出的熱風再被吸入，排出口與牆壁之距離應較充裕，必須有 50 公分以上，同時冷氣機裝設高度應有 1.5 公尺以上。

此外在室內側部分，為使溫度分佈均勻，保持最大效率，應儘量裝在房間中央，冷氣出口亦不可有障礙物，使冷氣有較佳的冷房效果。

(2) 勿裝置於日光直射處

冷氣機安裝時應避免裝在日光直射的地方，陽光直射造成機體溫度升高，致使熱交換器散熱的效果降低，增加 16.5% 的電力消耗。所以要使機器效率高，冷房效果好，應安置在通風良好，不受日光直射的地方，另外裝設地點應避免靠近熱源。

(3) 裝設日光遮篷

當冷氣機受日光直射，使機體與周圍的溫度上升、機器效率降低、用電增加，對於無法避免必須安裝於陽光直射處時，應以遮陽篷保護冷氣不受太陽直射，同時也可避免雨淋，延長冷氣機壽命。

(4) 分離式冷氣機配管短

分離式冷氣機之室外機應儘可能接近室內機，冷媒連接管宜在 10 公分以內，避免過多彎曲，否則會大幅降低冷氣機能源效率。

冷媒連接管如果太長或彎曲部分太多，會妨礙冷媒之熱移動，使冷氣效率降低。根據實驗；冷媒配管 3 公尺之效率為 100%；5 公尺效率則降為 97%；10 公尺效率降為 95%，所以室外機與室內機距離愈短愈好。

(5) 公共環境維持

冷凝水排放不可影響鄰居及樓下行人，應妥善處理；注意運轉聲及吹出之熱風，安裝於不影響鄰人之地點；對於安裝地點及使用材料之安全與堅固性應慎重考慮。

2.7.3.3 使用及保養

(1) 溫度調節

溫度設定 26°C~28°C；室溫低於 28°C 時儘量避免使用冷氣機，可打開窗戶使自然風流通或使用電風扇。冷氣機使用溫度設定不低於 28°C 為宜，以節約用電。若溫度設定每提高 1°C，將可節省 6% 之電力消耗。睡覺時使用「睡眠定時開關」，冷氣機會自動調整溫度，以避免著涼。使用時風量應適中，以節省能源及降低運轉。冷氣機不應直接吹向人體，同時不使室內外溫差過大，保持室內溫度低於室外 3°C~5°C，以確保人體健康。與風扇同時使用，可使屋內冷氣分佈較均勻，不須降低設定溫度。

(2) 房間勿受日光直射

陽光由窗戶射入屋內之輻射及照射外牆產生傳導熱，將加重冷氣機負荷，因此應設法避免陽光直射屋內，一般改善方法如下：
東西向窗戶早上及傍晚時陽光斜射，遮篷無法遮住，可使用竹簾或窗簾，約可減少 35% 的輻射熱。百葉窗操作輕便，可以防止日光進入，也可調整房間的光線。

對於位在頂樓之建築物，夏日強烈陽光直射樓頂，由於熱的傳導造成屋內溫度上升，故可於屋頂架設遮陽黑網、種植花木以減少日曬，降低冷氣負荷。

在屋外種植落葉樹或爬藤植物約可阻擋 80% 的輻射熱，夏天可以遮擋陽光，冬天陽光可以射入屋內。

在窗外加裝遮陽雨篷約可減少 75% 的輻射熱，除可有效遮雨外，亦可阻擋陽光直射屋內，避免屋內冷氣負荷加重。

(3) 防止冷氣外洩

冷氣運轉中應妥善關門窗，對於開放式商店則應於入口處裝設空氣簾以減少冷氣外洩，避免耗電增加。

(4) 換氣

冷氣機的換氣開關偶爾有必要開啟，以引進新鮮空氣，避免空氣品質惡化，雖稍增加冷氣負荷，但兩者必須權衡兼顧。

(5) 避免使用發熱器具

冷氣開放中儘量避免使用熱量高的器具，防止冷氣負荷增加。

(6) 冷氣機不使用時，應養成隨手關掉電源的習慣。

(7) 定期清潔外殼及空氣過濾網

空氣過濾可有效濾除空氣中之塵埃，並且可防止灰塵附著在熱交換器及風扇；如附著灰塵過多，會妨礙空氣流通，浪費電力，因此過濾網應每2週清洗一次。

冷凝器、蒸發氣可用吸塵器去除灰塵雜物，外表應以乾布擦拭乾淨以免阻塞，減低冷氣機的效率。

應經常掃除附著面板的塵埃，以免影響冷氣機的美觀。

(8)季前開始及季末停止使用時之保養

季前開始使用時，先送風半小時後再使用冷氣。

季末停止使用時，開啟送風運轉半天(不開冷氣)，使機體內部充分乾燥，濾網及外殼(面板)清洗乾淨，露在室外的部分，應用保護套遮蓋，避免雨及塵埃的侵入。

2.7.3.4 故障檢查

冷氣機使用時偶爾因使用不當或老舊造成冷氣不冷之狀況。表 2-7-9 為冷氣機簡單故障之排除，在維修前可依表自行檢查。

表 2-7-9、冷氣機簡單故障排除

狀況	檢查部位
機械完全不動	開關是否跳脫；插頭是否未插上
吐出空氣過冷；不冷；完全不冷	溫度調整器的設定位置是否恰當
吐出空氣不很冷	室外測有無障礙物；空氣濾網有無被塵埃阻塞
吐出空氣冷但室內不冷	室內有無日光直射；換氣裝置是否開著；門或窗是否開著；室內側空氣吐出口有無障礙物；室內是否正使用瓦斯爐、鍋爐等發熱器具

2.7.4 節能方法介紹-空調

【節能績優廠商節能技術原理及案例分析-空調系統之操作節能策略，正宜興業(股)公司 趙文華總經理】

節約能源績優廠商最常使用之空調系統節能方法如下列：

2.7.4.1 冰水主機

- (1)冰水主機依負載需求作運轉台數控制。
- (2)提高冰水出水溫度由 7°C 至 11°C。
- (3)使用熱回收主機，減少加熱能源消耗。
- (4)使用 5°C 及 9°C 雙冰水溫度系統，儘量提高冰水機出水溫度以節省能源。
- (5)使用儲冰式系統，抑低尖峰用電。

2.7.4.2 冷卻水塔

- (1)以出水溫度作台數控制
- (2)風車加裝變頻控制
- (3)冷卻水塔儘量降低溫度運轉，提升冰水機效率

2.7.4.3 通風系統

- (1)春、秋、冬季引入低溫外氣冷房。
- (2)可變風量系統(VAV)送風控制風量

空調送風系統維持恆定室內溫度之方法，可以分為變溫度定風量(CAV)，及定溫度變風量(CAV)送風系統。傳統之空調送風系統都設計為定風量系統，為進一步節省風車之能源消耗，近年來可變風量系統(VAV)之應用日漸普及，藉由 VAV 終端箱之溫度開關之控制，調節送風量維持室內恆定溫度，並藉由風車變頻控制以節省風車馬力。

一般送風系統之送風量或系統壓損大都超量設計，以致實際運轉時不但噪音大且浪費能源，應於實際量測風量後，作適當之調整，一般可用以係幾個方法調降風量：

- 關小進氣風門或排氣風門
- 關小風車進氣導流翼
- 調整風車葉倫角度(節距)
- 使用變極馬達、變節距皮帶輪改變或調降風車轉速。
- 使用變頻器調節風車轉速

以上方法以關小進氣風門或排氣風門最為簡單，但節能效果最小，且易產生噪音。使用關小風車進氣島流翼(Inlet Guide Vane)節能效果較佳，但需配合控制馬達調控。使用變頻器調節風車轉速最為方便，且節能效果最佳，且因變頻器造價日益低廉，故應用以普及。

- (3) 風車使用變頻控制。
- (4) 降低潔淨室室壓，減少降低外氣供應量、排氣風車耗電。
- (5) MAU 降低送風溫度，以減少再熱及再冷卻耗能。

2.7.4.4 水系統

- (1) 水泵加裝變頻控制。
- (2) 修改水泵葉輪，減少超流量耗電。

2.7.4.5 室內

- (1) 以可變風量系統(VAV)送風控制。
- (2) 儘量提升室內溫度設定。
- (3) 回收冷凝水，作為澆灌或冷卻水塔補給水。



第三章 土木結構大樓用電分析

3.1 土木結構大樓

3.1.1 基本資料

土木結構大樓於民國 85 年完工啟用，主要為地下一層，地上五層之鋼筋混凝土建築物，基地面積為 42m × 37m，總樓地板面積如表 3-1-1 所示。地下一樓除強力地板之承重牆外，可以放置機電設備及試驗用之油壓系統。大型結構實驗室位於地上一樓為挑高 5 層樓之空間，主要實驗區為 20m 長，15m 寬之強力地板（1m 厚度），及 13m 寬、12.5m 高之反力牆，可供大型結構模型試驗。於強力地板區及反力牆上，每隔 1m 佈設可承載 50 噸之螺栓孔，以供固定試體及試驗設備用，實驗室上方配置載重能力 2 噸、5 噸及 20 噸之天車。

表 3-1-1、土木結構大樓總樓地板面積

使用執照	館舍名稱	B1-RF 樓地板面積(m ²)	混凝土拌合場面積(m ²)	總樓地板面積(m ²)
(85)科工(竹)用字 066 號	土木結構大樓	5,980.22	173.94	6154.16

3.1.2 用電概況

交通大學營繕組用電資料於民國 97 年以前，材料實驗室用電與土木結構大樓共計；於民國 97 年(含)以後，材料實驗室與土木結構大樓用電各自獨立計算，本研究範圍僅探討土木結構大樓(含混凝土拌合場)，如圖 3-1-1 所示，故研究範圍以外(材料實驗室及景觀燈)之用電量應予以剔除。

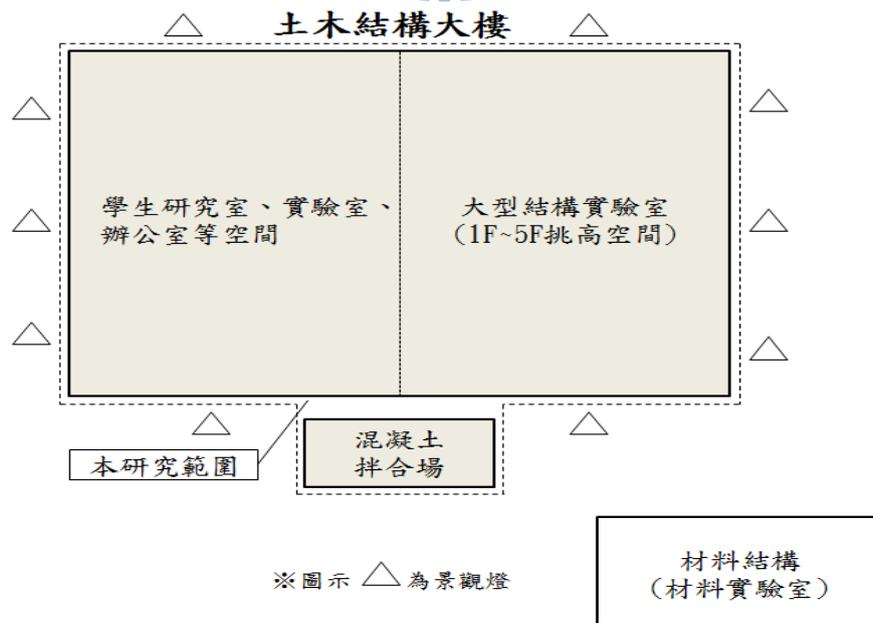


圖 3-1-1、土木結構大樓簡單示意圖

表 3-1-2、圖 3-1-2 為民國 97 至 99 年土木結構大樓(不含材料實驗室及景觀燈)的年度用電資料。

表 3-1-2、土木結構大樓民國 97~99 年度用電量(不含材料實驗室及景觀燈)

民國(年)	土木結構大樓年用電(度) (不含材料結構及景觀燈)	總樓地板 面積(m ²)	EUI 值
97 年	730955	6154.16	118.77
98 年	656655		106.70
99 年	433372		70.42

備註:1. 景觀燈年用電預估計算如下-
 景觀燈每盞 300W,共使用 10 盞;設定啟動時間為 PM6:00~AM5:00(11 小時),全年皆使用,年使用時數為 11*365=4015 小時。
 景觀燈年用電量預估 = 300W * 10 盞 * 4015 小時 = 12045 度
 2. 此表已扣除景觀燈用電量。
 3. 此表包含混凝土拌合場用電。

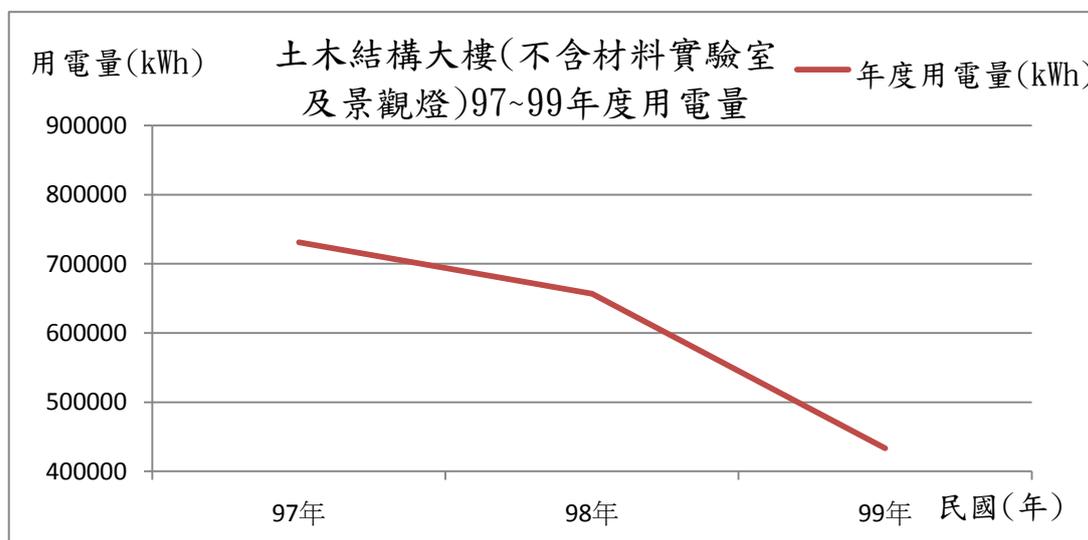


圖 3-1-2、民國 97~99 年度用電量(不含材料實驗室及景觀燈)

民國 97 年以前土木結構大樓與材料實驗室(位於土木結構大樓南側)總用電量共同計算,故營繕組電力抄錶及台電電費資料尚未扣除材料實驗室用電。表 3-1-3、圖 3-1-3 為民國 90 至 99 年土木結構大樓(含材料實驗室及景觀燈)的年度用電量。

表 3-1-3、土木結構大樓(含材料實驗室及景觀燈)民國 90~99 年度用電量

民國(年)	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
年度用電量(kWh)	808000	791600	876000	824000	784000	768000	804000	809000	731539	580096

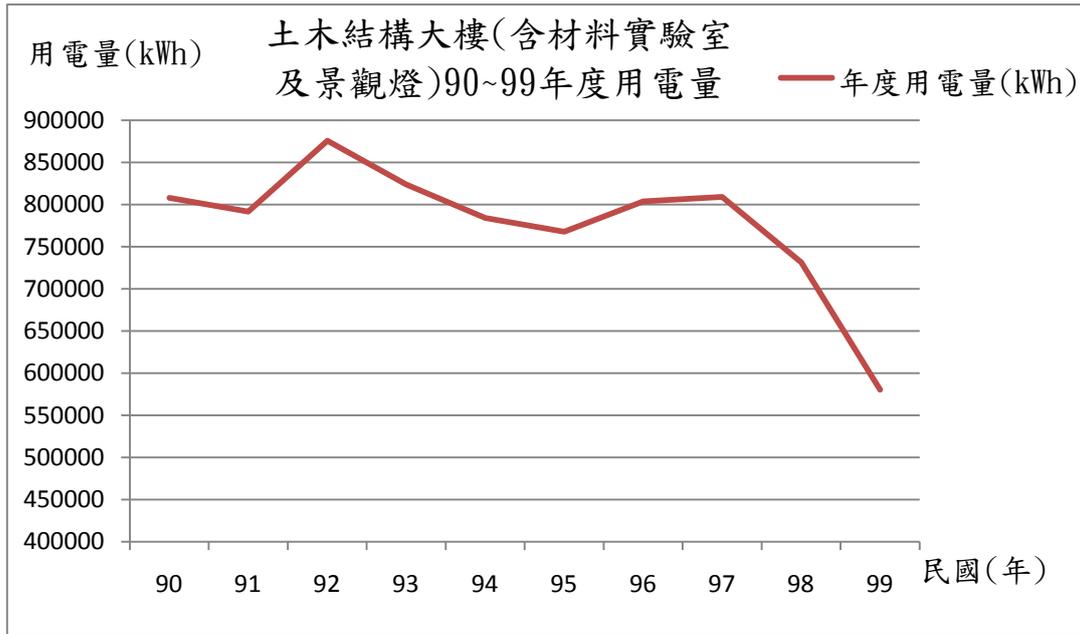


圖 3-1-3、土木結構大樓(含材料實驗室及景觀燈)民國 90~99 年度用電量

3.1.3 空間分配

土木結構大樓空間依照使用耗能設備習慣分為學生研究室、實驗室、辦公室、機電配線室、及其他共五種類，如土木結構大樓平面圖(參照附件二)、空間面積分類對照表(參照附件三)示之，以便後續用電評估之用。

以下為各空間之說明：

- (1) 學生研究室：為學生休憩、學術研究之空間，主要設備為資訊設備。另外 301B 環境地工實驗室、401A 結構自動監測實驗室、401B 複合材料混凝土實驗室、503 SRC 實驗室雖名為實驗室，但近年來極少使用相關實驗儀器耗能設備，學生在此空間僅透過電腦進行學術研究，故將之歸類為學生研究室。
- (2) 實驗室：作業者對校內(學術研究、校內計畫)、外(承接對校外單位之相關計畫)計畫所需而使用實驗儀器耗能設備，進行相關實驗之空間。
- (3) 辦公室及會議室：結構大樓工作人員休憩、工作之空間及會議空間。
- (4) 機電配線室：供電及配線之空間。
- (5) 其他：包含教師休息室、儲藏室、廁所、走廊等空間。

3.2 耗能設備統計

3.2.1 耗能設備統計方法

為得知用電比例，首先透過本校(交通大學)營繕組協助，蒐集到結構大樓歷年總用電量、照明分佈平面圖、照明數量統計表(見附件四)、新建工程施工圖、新建工程水電圖等，再將資料與土木結構大樓現況進行核對並修正，並同時實際調查與登記各空間耗能設備數量及規格。取得的資料依照耗能設備分類為照明、冷氣&空調、電腦(包含 NB、印表機、音響等相關產品)、其他動力(水塔馬達、水泵、冰箱、除濕機、飲水機、電風扇、熱水器、電梯等耗能設備)、實驗設備共五大類，以便於後續估算結構大樓年度總用電量及耗能設備用電比例。

3.2.2 實際功率量測說明

耗能設備數量繁雜，為使估算便利，已將耗能設備依照種類分為照明、冷氣及空調、電腦、實驗儀器、其他動力五類，依照耗能設備的產品標記或說明書可得知額定功率，但是產品標記的額定功率通常為最高功率，而耗能設備皆有功率因數的特性，因此除了知道耗電功率等於電壓(V)乘電流(A)之外，必須乘上功率因數(PF)才是耗能設備真正消耗的功率。為克服功率因素問題，電腦、印表機、除濕機、飲水機、電扇等電流及電壓較小之耗能設備，直接以電度計(圖 3-2-1)進行量測即可得到有效功率；冷氣、恆溫恆濕機、實驗設備等電流及電壓較大之耗能設備無法用電度量測，則以產品標記之耗電功率進行估算。



圖 3-2-1、電度計

3.2.3 耗電功率預估-照明

由附件四可得知日光燈為土木結構大樓的主要照明，表 3-2-1 為土木結構大樓使用之日光燈規格。

土木結構大樓從建館至今使用中之日光燈，大部分採用 T9 型 40W(四呎)、20W(兩呎) 之燈管並且配合傳統安定器使用，現今(100 年)部分空間已採用 T8 型 45W(四呎)的燈管。照明耗電功率與選用的安定器種類(傳統式或電子式)、安定器及燈管品質、電壓、配線迴路、功率因數等因素皆有關聯，為使估算方便，不考慮上述照明因素問題，燈管直接以額定功率分別以 40W、20W 做估算，其餘照明如筒燈、投射燈、景觀燈皆以燈管額定功率估算。

表 3-2-1、土木結構大樓使用日光燈規格

燈具名稱	型號	規格	參考光源	器具尺寸(mm)
山型日光燈	FS-4243	H(高功率)	FL40/38WX2	長 1243 寬 165 高 88
		EB(電子式)		
山型日光燈	FS-2143	H(高功率)	FL20/18WX1	長 625 寬 120 高 88
		EB(電子式)		
山型日光燈	FS-4143	H(高功率)	FL40/38W*X1	長 1243 寬 120 高 88
		EB(電子式)		
反射片型日光燈	FS-2140	H(高功率)	FL20/18X1	長 650 寬 130 高 86
		EB(電子式)		
反射片型日光燈	FS-42401	H(高功率)	FL40/38WX2	長 1270 寬 184 高 95
		EB(電子式)		
中東型日光燈	FS-21441	H(高功率)	FL20/18X1	長 608 寬 70 高 85
中東型日光燈	FS-41441	H(高功率)	FL40/38WX1	長 1227 寬 70 高 85
		EB(電子式)		
麗明 PS 燈罩	FVS-2436	H(高功率)	FL20/18X4	長 602 寬 600 高 80
		EB(電子式)		
麗明 PS 燈罩	FVS-4336	H(高功率)	FL40/38WX3	長 1220 寬 300 高 90
		EB(電子式)		
柔光燈照燈具	FV-2411F	H(高功率)	FL20/18X4	長 640 寬 640 高 115
		EB(電子式)		
柔光燈照燈具	FV-24191F	H(高功率)	FL20/18X4	長 640 寬 640 高 100
		EB(電子式)		
參考光源 FL38、FL18 為省電型燈管				
資料來源-東亞照明，經本研究整理				

3.2.4 耗電功率預估-冷氣及空調

(1)箱型冷氣機-1

見表 3-2-3，為水冷式，與箱型冷氣專用水塔、冷卻水泵共同啟動，箱型冷氣全入力為 8.17kW，故耗電功率以 8170W 估計，冷卻水塔、冷卻水系列入其他動力計算。

(2)箱型冷氣機-2

見表 3-2-3，為水冷式，與箱型冷氣專用水塔、冷卻水泵共同啟動，箱型冷氣全入力為 5.1kW，故耗電功率以 5100W 估計，冷卻水塔、冷卻水系列入其他動力計算。



圖 3-2-2、箱型冷氣專用水塔

(3)窗型冷氣機

見表 3-2-3 編號 6，冷卻能力 5000kcal/H，民國 85 年裝置。查表 3-2-2，當時政府訂定窗型冷氣能源效率在冷卻能力高於 3,550Kcal/h 時，EER(能源效率比值)=2.07=冷氣能力(kcal)/消耗功率(W)，計算得知消耗功率為 5000/2.07=2415.46(W)，故耗電功率以 2400W 估計。

表 3-2-2、我國窗型冷氣 EER 標準

實施日期:82 年 1 月 1 日起實施

窗型氣冷式(3kw 以下)		能源效率比值(EER)Kcal/h. W(BTU/h. W)	
機種	冷卻能力	型式	
單體式	低於 2000Kcal/h	含變頻式(60Hz)	2.22(8.8)
	2000 Kcal/h 以上 3550Kcal/h 以下	含變頻式(60Hz)	2.27(9.0)
	高於 3550Kcal/h	-	2.07(8.2)
分離式	3550Kcal/h 以下	一般型式	2.43(9.6)
		變頻式(60Hz)	2.27(9.0)
	高於 3550Kcal/h	-	2.18(8.6)

(3)空調

見表 3-2-3 編號 1，空調主要耗電部分為冰水主機之壓縮機、風扇馬達、水泵馬達，冰水主機壓縮機 17.2KW，風扇馬達 1/2HPx2，水泵馬達 2HP，總耗電力 19.4KW。

使用空調之空間有 7 間，小冷風機共計 13 個，只要其中 1 間小冷風機運作就會帶動頂樓的冰水主機共同啟用，小冷風機耗電功率以 $19400/13 = 1492W$ 估計，加上風車馬達 75W，每組耗電功率以 1567W 計。



圖 3-2-3、氣冷式冰水主機(國菱)

(4)分離式冷氣機

產品標記額定功率以 1300W 估計。

(5)恆溫除濕機

產品標記額定功率以 9100W 估計。



圖 3-2-4、恆溫恆濕機(TAICHY)

表 3-2-3 冷氣空調規格表

資料來源-由土木結構實驗室新建工程一書摘錄，經本研究整理

編號	名稱	數量	規格說明	備註
1	氣冷式冰水主機	1	測吹式，須包括原裝全密閉壓縮機、散熱風扇、水泵、熱交換器、蒸發器及溫度自動控制開關，冷卻能力為177400BTUH，壓縮機17.2KW，風扇馬達1/2HPx2，水泵馬達2HP，總耗電力19.4KW，電原採用3Φ，380V、60HZ。	國菱、威群、揚帆
2	冷卻水塔	1	採用低噪音型向流式冷卻水塔，包括： (1)外殼:由強化玻璃纖維(FRP)製造一體成型。 (2)散熱片:使用數層蜂巢式硬化膠片組成，應具防腐性能。 (3)水盤:採用FRP製造，內部按裝緊急補給水管，浮球控制開關，底部安裝過濾器及排水管，上部裝設溢流管 (4)馬達:使用TEFC立式馬達，適合3Φ，380V，60HZ電力系統。 (5)風扇:採用玻璃纖維或鋁合金製，經動力平衡校正。 (6)分水頭。(7)支持架。 (8)性能:當外氣條件為82°F WB時，入水溫度100°F，出水溫度90°F，冷卻水量為375GPM，馬達採用2HP。冷卻能力125R/T。	良機、金日
3	冷卻水泵	2	使用高效率單吸口直立離心式水泵。經動力平衡校正，水泵上面必須有加油孔，潤滑軸承與傳動機件，軸封必須為不需冷卻式機械防水型，阻止傳動軸滴水。其性能在出水330GPM，揚程68呎時，需要10HP，電力系統採3Φ，380V，60HZ。	良機或同等品
4	箱型冷氣機-1	10	水冷式箱型冷氣機:須包括全密閉壓縮機、多翼離心式送風機、冷凝器、蒸發器及所有自動控制裝置等。冷房能力22400Kcal/hr，壓縮機5.0KW，送風量70CMM，風機馬達0.75KW，全入力8.17KW。電力系統採用3Φ，380V，60HZ。	日立、開利、三菱、國際
5	箱型冷氣機-2	1	水冷式箱型冷氣機:須包括全密閉壓縮機、多翼離心式送風機、冷凝器、蒸發器及所有自動控制裝置等。冷房能力14000Kcal/hr，壓縮機3.0KW，送風量45CMM，風機馬達0.38KW，全入力5.1KW。電力系統採用3Φ，380V，60HZ。	同上
6	窗型冷氣機	12	氣冷式窗型冷氣機，冷卻能力5000kcal/H，電原採用1Φ，220V，60HZ。	東元、日立、大同
FC-6	小冷風機	9	小冷風機-機體包括冷卻管排，離心式風車馬達，排水盤，附保溫放氣凡而，其冷房能力為18000BTUH，送風量600CFM，風車馬達75W，使用冰水量3.6GPM，電源系統採用1Φ，220V，60HZ，機行為吊掛隱蔽式。	台灣開利、力菱、日立
FC-4	小冷風機	3	規格同上，但風量為400CFM。冷房能力為12000BTUH，風車馬達75W，冰水量3.6GPM。	同上
FH-4	小冷風機	1	吊掛有殼式。但風量為400CFM，冷房能力為12000BTUH，馬達75W，冰水量3.6GPM。	同上

3.2.5 耗電功率預估-電腦

隨機抽取土木結構大樓之電腦主機、LCD 螢幕、NB、印表機，以電錶實際測量不同狀態下之耗電量，如表 3-2-4、3-2-5、3-2-6 所式。電腦主機及 LCD 螢幕(見表 3-2-4、表 3-2-5)耗電功率範圍主要因主機配備差別而有所不同。

使用文書處理及網路影音時 PC-1+LCD-1 最大耗電功率為 142W；PC-2+LCD-2 最大耗電功率為 109W。顯示卡啟動時 PC-1+LCD-1 最大耗電功率為 202W，PC-2+LCD-2 最大耗電功率為 134W。每組(主機+LCD 螢幕)最大平均耗電功率為 $(142W+109W+202W+134W)/4=146.75W$ ，故電腦以 150W 估計。NB(筆記型電腦，見表 3-2-6)使用耗電功率皆在 50W 之內，以 50W 估計。印表機待機(未關機)時耗電功率為 6.7W，列印時耗電功率以 600~900W 幅度跳動，以 700W 估計。

表 3-2-4、電腦主機實際量測

使用模式		說明	耗電功率(W)	
			PC-1	PC-2
開機時			110-120	75-100
待機時		開機後閒置時	80-85	55-60
使用中	文書處理	上網、Excel、Word 等處理	90-100	55-65
	網路影音	PPS、網路電視、		
	3D(顯示卡)	3D game、繪圖程式…	130-160	70-90
關機		休眠模式	4	4.5
		關機模式	3.4	3.5

表 3-2-5、LCD 螢幕實際量測

使用模式	說明	耗電功率(W)	
		LCD-1	LCD-2
螢幕使用中	顏色亮度 50	39-42	41-44
螢幕關閉	顏色亮度 50	0.6	1.4

表 3-2-6、NB 實際量測

使用模式		說明	耗電功率(W)	
			NB-1	NB-2
開機時		啟動電源鍵至待機間	38-48	35-50
待機時		開機後閒置時	18-22	14-23
使用中	文書處理、 網路、影音	上網、Excel、Word、網路 電視、影音程式等處理	21-33	20-31
	3D(顯示卡)	3D game、繪圖程式…	38-48	33-45
關機		關機模式	0.6	0.6

3.2.6 耗能設備耗電功率預估-其他動力

(1) 電冰箱：

電冰箱標示的額定功率一般為壓縮機運轉時之耗電量，但是實際使用冰箱時，壓縮機並非一直處於額定功率下運轉，實際耗電與存放物品量、開門次數、環境溫度、冰箱設定溫度等因數有關，在此以大同廠牌的冰箱耗電量為例(見表 3-2-7)，作為估算冰箱耗電量之參考。

將冰箱以內容積(L)分為小 80(L)、中 250(L)、大 400(L)分類。

冰箱-小總容積約為 80(L)，年耗電功率約為 28(度/月)*12(月)= 336 度。

冰箱-中總容積約為 250(L)，年耗電功率約為 50(度/月) *12(月)=600 度。

冰箱-大總容積約為 400(L)，年耗電功率約為 78(度/月) *12(月)=936 度。

表 3-2-7、冰箱參考型錄資料

廠牌	類別	型名	機型	消耗電量 (度/月)	內容積 (公升)	外型尺寸(公厘)		
						寬	高	深
大同	直冷式	單門	SR-9H	28	75	426	872	459
	風扇式	雙門	SR-26HX	50	225	548	1525	618
	風扇式	雙門	SR-28HA	50	260	610	1567	650
	風扇式	雙門	SR-150	38	130	504	1110	259
	風扇式	雙門	SR-530A	78	430	708	1692	690
	風扇式	多門	SW-560	78	460	722	1728	728
	風扇式	雙門	SR-560A	78	460	728	1747	692
	-	-	SR-650A	82	540	772	1810	720
	-	-	SR-708	80	560	770	1753	712
	風扇式	多門	SR-718V	79	560	756	1790	732

【節約能源服務中心-家電製品節約能源指南，參、電冰箱篇（三）選購冰箱之參考型錄資料摘錄】

(2) 櫻花牌熱水器：

以額定耗電功率為 8800W 估計。

(3) 除濕機：

待機耗電功率為 2W，使用中耗電功率為 556.1W 以 556W 估計。

(4) 電風扇（直徑 35cm）：

待機耗電功率為 1W，使用中(風量小)耗電功率為 50.31W 以 50W 估計。

(5) 龍泉牌飲水機：

運轉時耗電功率為 1002W，以 1000W 估計。

(6)冷卻水塔:

圖 3-2-6 冷卻水塔(右)為箱型冷氣專用水塔，見表 3-2-3 冷氣空調規格表編號 2 之規格，馬達為 2HP，冷卻水泵為 10HP。

圖 3-2-5 冷卻水塔-B 為 MTS 用，見表 3-2-8，馬達為 0.5HP，冷卻水泵為 3HP。

圖 3-2-6 冷卻水塔-A(左)主要供應 B1~5F 各實驗教室、研究室、PUMP 室、飲水機用水，銜接筏基內蓄水池，見表 3-2-8，馬達為 0.75HP，冷卻水泵為 5HP。



圖 3-2-5、冷卻水塔-B(良機)



圖 3-2-6、冷卻水塔(右)、冷卻水塔-A(左)

表 3-2-8、冷卻水塔、冷卻水泵設備規格表

編號	名稱	數量	規格說明	備註
A	冷卻水塔	1	採用低噪音型水塔，規格同原設計(參考表 3-2-3)其中(8)性能:冷卻水量 120GPM，冷卻能力 40R/T	良機 金日
B	冷卻水塔	1	同上，其中(8):冷卻水量 45GPM，冷卻能力 25R/T	同上
C	冷卻水泵	2	水量 120GPM，揚程 70 呎，需要 5HP	良機 EQUAL
D	冷卻水泵	2	水量 45GPM，揚程 70 呎，需要 3HP	同上
<p>備註:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 冷卻水塔 A 及冷卻水泵 C 供應 M. T. S. 機械設備使用。 2. 冷卻水塔 B 及冷卻水泵 D 供應地下室 B07 及 B08PUMP 室內機械設備使用。 3. M. T. S. 控制開關設置於 1F113MTS 控制室內。 				



(7) 電梯:

電梯規格見表 3-2-9。

1F-5F 樓高為 $23900-4000=19900(\text{mm})=19.9(\text{m})$ 。

電梯 1F-5F 行程為 $19.4(\text{m}) * 19.9(\text{m}) / 23.9(\text{m}) = 16.15(\text{m})$ 。

電梯 1F-5F 實際使用一趟時間約為 21 秒(sec) = 0.00583 hr。

假設每日從 1F-5F 使用約為 50 趟，1 年使用 365 日計，則電梯年耗電量 = $11(\text{KW}) * 50(\text{趟/日}) * 365(\text{日}) * 0.00583(\text{小時/趟}) = 1170.37 (\text{KWh})$ ，加上電梯照明 = $0.03(\text{KW}) * 1(\text{盞}) * 15(\text{hr/day}) * 365(\text{day}) = 164.25(\text{KWh})$ ，耗電量總和為 1334.62 (KWh) 以 1335 估計。

表 3-2-9、電梯規格表

設備主要規格						
機種			客貨用			
積仔荷重及人數			1500 KG 人			
額定速度			45M/MIN(25.87sec)			
控制系統			交流變壓變頻控制方式			
安全裝置			漸進式			
車廂尺寸	內部		寬 2200 深 2800			
	外部		寬 2300 深 3040			
出入口門			寬 1700 高 2100			
停止樓數			6 (B1~5F)			
行程(B1~5F)			19400 mm(19.4m)			
全高			23900 mm(23.9m)			
鋼索			12*5 2:1			
電動機容量			AC-11 KW			
變壓器容量			9 KVA			
動力電源			AC 3Φ 220V 60Hz			
照明電源			AC 1Φ 110V 15A			
樓名	B1	1F	2F	3F	4F	5F
樓高(mm)	4000	4000	3800	3800	3800	4500

3.2.7 耗電功率預估-實驗儀器設備

土木結構大樓從民國 85 年至今，購入實驗儀器設備眾多，老舊、損壞未報廢及使用率低之實驗儀器隨著時間久遠而增加，故只能以歷年用電功率較常使用之耗能設備如起重機(天車)、油壓機、空壓機、混凝土拌合器、烘箱等實驗儀器做為登入基準。

- (1)耗電功率最大的實驗儀器為油壓機(圖 3-2-7，MTS 506 Hydraulic Power Supply)，油壓機額定耗電功率為 200HP(149.2kW，1HP=0.746kW)。
- (2)使用起重機(天車)必須先啟動油壓機做為動力，規格如表 3-2-10。
 20T 起重機耗電功率以主吊馬達及大車馬達共 35HP(26.11kW)估計。
 5T 起重機耗電功率以吊機馬達及大車馬達共 8.2kW 估計。
 2T 起重機耗電功率以吊機馬達及大車馬達共 4.7kW 估計。



圖 3-2-7、油壓機

表 3-2-10、20T、5T、2T 起重機規格表

主吊 20T，副吊 5T 規格		
1	型式	開放型(CRABTYPE)架空固定式起重機
2	荷重	主吊 20000KG，副吊 5000KG
3	吊升速度	主吊:4 M/Min，副吊 6 M/Min，五段啟動
4	左右速度	20 M/Min，四段啟動
5	前後速度	20 M/Min，四段啟動
6	操作方式	六點式押扣地上操作
7	揚程	16M
8	跨距	19.36M
9	吊機型式	開放型(CRAB TYPE)

10	機樑型式	箱樑型(BOX TYPE)
11	主吊馬達	繞線型 40%ED, 25HP 以上
12	副吊馬達	繞線型 40%ED, 15HP 以上
13	小車馬達	繞線型 40%ED, 5HP 以上
14	大車馬達	繞線型 40%ED, 10HP 以上
15	使用電源	AC/3 Φ /60Hz/220V
16	控制方式	五段及四段啟動
5T 規格		
1	型式	密閉型(HOSIT TYPE)架空固定式起重機
2	荷重	2000KG
3	吊升速度	6 M/Min
4	左右速度	18 M/Min, 四段啟動
5	前後速度	20 M/Min, 四段啟動
6	操作方式	六點式押扣地上操作
7	控制方式	雙速啟動
8	揚程	4M
9	跨距	8.96M
10	吊機型式	密閉型(HOSIT TYPE)
11	機樑型式	箱樑型(BOX TYPE)
12	吊機馬達	7.5KW 以上
13	小車馬達	0.75KW 以上
14	大車馬達	0.35KW 以上 x2 台
15	使用電源	AC/3 Φ /60Hz/220V
2T 規格		
1	型式	密閉型(HOSIT TYPE)架空固定式起重機
2	荷重	2000KG
3	吊升速度	8 M/Min
4	左右速度	18 M/Min, 四段啟動
5	前後速度	30 M/Min, 四段啟動
6	操作方式	六點式押扣地上操作
7	控制方式	單速啟動
8	揚程	16M
9	跨距	19.36M
10	吊機型式	密閉型(HOSIT TYPE)
11	機樑型式	箱樑型(BOX TYPE)
12	吊機馬達	3.5KW 以上
13	小車馬達	0.35KW 以上
14	大車馬達	0.6KW 以上 x2 台
15	使用電源	AC/3 Φ /60Hz/220V

3.3 用電量預估

3.3.1 用電估算方法說明

影響耗電的因子複雜，例如耗能設備的數量與效率、人員使用習慣、機器設備年限、配線、氣候條件或其他因子，皆有一定程度的影響，但只要掌握主要耗能的設備即可進行估算。用電估算的方法是透過交通大學土木結構大樓經常使用或高用電功率的設備，推算出年度總用電量，估算公式如下：

$$\text{年總耗電量(kWh)} = \text{耗能設備用電功率(kW)} * \text{年使用時數(h)}$$

3.3.2 年使用時數預估

一年為 365 日，周休二日、國定假日及民俗節日共計 115 日，扣除周休二日、國定假日及民俗節日以 250 日(約 36 周)計；扣除國定假日及民俗節慶(約 30 日)以 335 日(約 48 周)計。

表 3-3-1，3-3-2、3-3-3、3-3-4、3-3-5 為耗能設備使用時數表，學生研究室、實驗室、辦公室及值勤室、會議室及其他空間之耗能設備依照使用時數多寡分為高使用率、中使用率、低使用率三個級距，其餘使用時數較低之空間（如休息室、儲藏室、配線室）則不分級距，以方便估算。

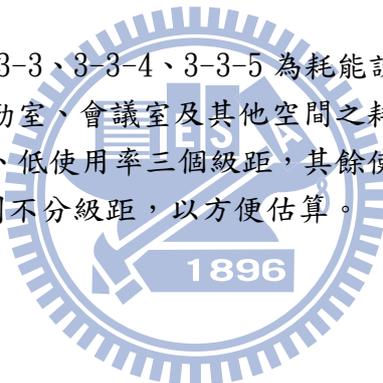


表 3-3-1、耗能設備使用時數表-照明

照明		年使用 時數(h)	說明
學生研 究室	高使用率	4200	1 日使用 12 小時，每年使用 350 日
	中使用率	3000	1 日使用 12 小時，每年使用 250 日
	低使用率	1800	1 日使用 12 小時，每年使用 150 日
實驗室	高使用率	3000	1 日使用 10 小時，每年使用 300 日
	中使用率	2000	1 日使用 10 小時，每年使用 200 日
	低使用率	1000	1 日使用 10 小時，每年使用 100 日
實驗室 (特殊 空間)	高使用率	1250	1 日使用 5 小時，每年使用 250 日
	中使用率	1000	1 日使用 5 小時，每年使用 200 日
	低使用率	750	1 日使用 5 小時，每年使用 150 日
辦公室 及 值勤室	高使用率	2500	1 日使用 10 小時，每年使用 250 日
	中使用率	2000	1 日使用 8 小時(AM9:00 至 PM5:00)，扣除周 休二日，每年使用 250 日
	低使用率	1500	1 日使用 6 小時，每年使用 250 日
教師休息室		24	1 年使用 24 小時
會議室	高使用率	300	1 次會議使用 5 小時，1 月使用 5 次，每年使 用 12 月
	中使用率	180	1 次會議使用 5 小時，1 月使用 3 次，每年使 用 12 月
	低使用率	60	1 次會議使用 5 小時，1 月使用 1 次，每年使 用 12 月
廁所	高使用率	5475	1 日使用 15 小時，使用 365 日
	中使用率	3650	1 日使用 10 小時，使用 365 日
	低使用率	1825	1 日使用 5 小時，使用 365 日
緊急淋浴室		24	1 年使用 24 小時
走廊	高使用率	2555	1 日使用 7 小時，使用 365 日
	中使用率	1825	1 日使用 5 小時，使用 365 日
	低使用率	1095	1 日使用 3 小時，使用 365 日
儲藏室		12	1 年使用 12 小時
機電配線室		12	1 年使用 12 小時
室外(景觀燈)		4015	景觀燈設定固定啟動時間為 PM6:00 至 AM5:00 關閉，每日啟動 11 小時，全年使用

表 3-3-2、耗能設備使用時數表-冷氣及空調

冷氣&空調		年使用時數(h)	說明
學生研究室	高使用率	1750	1日使用10小時，使用冷氣空調的月份為5~10月共6月，每年使用175日
	中使用率	1250	1日使用10小時，使用冷氣空調的月份為5~10月共6月，每年使用125日
	低使用率	750	1日使用10小時，使用冷氣空調的月份為5~10月共6月，每年使用75日
實驗室	高使用率	2000	1日使用10小時，使用冷氣空調月份為3~10月共8月，每年使用200日
	中使用率	1350	1日使用10小時，使用冷氣空調月份為3~10月共8月，每年使用135日
	低使用率	700	1日使用10小時，使用冷氣空調月份為3~10月共8月，每年使用70日
辦公室及值勤室	高使用率	1250	1日使用10小時，每年使用125日
	中使用率	1000	1日使用8小時(AM9:00至PM5:00)，使用冷氣空調月份為5~10月共6月，扣除周休二日，每年使用125日
	低使用率	750	1日使用6小時，每年使用125日
會議室	高使用率	200	1次會議使用5小時，1月使用5次，使用冷氣空調的月份為3~10月共8月
	中使用率	120	1次會議使用5小時，1月使用3次，使用冷氣空調的月份為3~10月共8月
	低使用率	40	1次會議使用5小時，1月使用1次，使用冷氣空調的月份為3~10月共8月
教師休息室		24	1年使用24小時

表 3-3-3、耗能設備使用時數表-電腦

電腦		年使用時數(h)	說明	
主機 + LCD 螢幕 & NB	學生研究室	高使用率	2800	1日使用8小時，每年使用350日
		中使用率	2200	1日使用8小時，每年使用275日
		低使用率	1600	1日使用8小時，每年使用200日
	辦公室及值勤室	高使用率	2500	1日使用10小時，每年使用250日
		中使用率	2000	1日使用8小時(AM9:00至PM5:00)，扣除周休二日，每年使用250日
		低使用率	1500	1日使用6小時，每年使用250日
實驗室		8760	實驗室之電腦全年開機	
印表機		150	1周運作時間為3小時，使用50周	
		100	1周運作時間為2小時，使用50周	
		50	1周運作時間為1小時，使用50周	

表 3-3-4、耗能設備使用時數表-其他動力

其他動力		年使用時數(h)	說明
冰箱-大、中、小		-	年耗電功率(大)894、(中)559、(小)336 kWh
電扇		500	1 周使用 20 小時，同冷氣空調使用 25 周
飲水機		1095	1 日運作時間為 3 小時，使用 365 日
恆溫恆濕機(併入冷氣計算)	高使用率	7200	1 日使用 24 小時，使用 300 日
	中使用率	4800	1 日使用 24 小時，使用 200 日 (配合土配合混凝土養護用)
	低使用率	2400	1 日使用 24 小時，使用 100 日
電子除濕機-I	高使用率	2400	配合 MTS 岩石三軸實驗室冷氣用，同實驗室時數
	中使用率	1800	配合 MTS 岩石三軸實驗室冷氣用，同實驗室時數
	低使用率	1200	配合 MTS 岩石三軸實驗室冷氣用，同實驗室時數
電子除濕機-II	高使用率	7200	1 日使用 24 小時，使用 300 日。配合混凝土養護
	中使用率	4800	1 日使用 24 小時，使用 200 日。配合混凝土養護
	低使用率	2400	1 日使用 24 小時，使用 100 日。配合混凝土養護
電熱水器		24	緊急淋浴室用，1 年使用 24 小時
空調冰水主機		-	同學生研究室小冷風機使用時數
冷卻水塔馬達		5520	箱型冷氣使用，每日運轉 24 小時，使用 3-10 月共 230 日
冷卻水塔-A 馬達		8760	飲水機、PUPM、研究室、實驗室用，全年啟動
冷卻水塔-B 馬達		3000	地下室 B07 及 B08PUMP 室內機械設備使用

表 3-3-5、耗能設備使用時數表-實驗儀器

實驗儀器		年使用時數(h)	說明
烘箱	高使用率	3000	1日使用24小時，使用125日
	中使用率	1800	1日使用24小時，使用75日
	低使用率	600	1日使用24小時，使用25日
油壓機 (MTS 506) &天車	高使用率	600	每次實驗電動機啟動3小時，每年使用200次，以600小時計
	中使用率	450	每次實驗電動機啟動3小時，每年使用150次，以450小時計
	低使用率	300	每次實驗電動機啟動3小時，每年使用100次，以300小時計
空壓機	高使用率	1250	每次實驗電動機啟動5小時，每年使用250次，以1250小時計
	中使用率	750	每次實驗電動機啟動5小時，每年使用150次，以750小時計
	低使用率	250	每次實驗電動機啟動5小時，每年使用50次，以250小時計
其他設備	同空壓機年使用時數(h)		



3.3.3 民國 99 年度用電量預估

本研究將依據各空間不同使用率(高、中、低)預估民國 99 年總用電量，說明如下：

實際調查歷年土木結構大樓各空間之耗能設備的使用時數，辦公室使用習慣較為常規，為中使用率；會議室較少使用，為低使用率；廁所、走廊等空間為中使用率，而學生研究室及實驗室各空間使用率不盡相同，其中每年又以實驗室之使用變動率較大。

實際探查民國 99 年學生研究室及實驗室使用率如表 3-3-6，對應高、中、低使用率之時數可估算總用電量以進行後續分析。

表 3-3-6、土木結構大樓空間使用率預估

空間名稱	學生研究室	使用率	空間名稱	實驗室	使用率
B02	光纖實驗室	中	B01	高性能混凝土實驗室	低
202	學生研究室	中	B03	高溫高壓蒸氣催化實驗室	低
203	學生研究室	中	101&102	土木材料實驗室	中
204	學生研究室	低	103	MTS 岩石三軸實驗室	中
205	學生研究室	低	104	基礎模型實驗室(挑高)	低
206	學生研究室	高	112	儀器室	低
213	學生研究室	中	113	MTS 控制室	低
301B	環境地工實驗室	中	113B	大型結構實驗室(挑高)	低
401A	結構自動監測實驗室	中	302	高等大地力學實驗室	高
401B	複合材料混凝土實驗室	中	303	土壤標度槽實驗室(挑高)	中
402	學生研究室	高	501A	實驗室	低
502	學生研究室	高	501B	防火結構及材料實驗室	低
503	SRC 實驗室	中	L	混凝土拌合室	低

表 3-3-7 至 3-3-11 分別為估算模式之照明、冷氣及空調、電腦、其他動力、實驗設備的年度用電量預估，經合計民國 99 年總用電量預估為 463800(kWh)，與土木結構大樓民國 99 年度用電量 433372(kWh)相符。

表 3-3-7、99 年總用電量預估-照明

樓層	位置	位置名稱	設備名稱	全年使用時間(hr)	總設備容量(W)	年度使用度數(kWh)
B1	B01	高性能混凝土(HPC)實驗室	日光燈	1000	1280	1280
	B02	光纖實驗室	日光燈	3000	640	1920
	B03	高溫高壓蒸氣催化實驗室	日光燈	1000	320	320
	B02A	防空避難室儲藏室	日光燈	12	3680	44
			日光燈	12	840	10
B04A	機電房	日光燈	12	80	1	

	B04B	機電房	日光燈	12	160	2
	B05	緊急發電機室	日光燈	12	120	1
	B07	消防泵浦室	日光燈	12	120	1
	B08	MTS 幫浦室	日光燈	12	160	2
	B10	機電房	日光燈	12	520	6
	B11	設備工具室	日光燈	12	80	1
	B12	儲藏室	日光燈	12	40	0
	B15	儲藏室	日光燈	12	40	0
	B16	設備工具室	日光燈	12	160	2
	B20	資訊接線室	日光燈	12	20	0
	B1	走廊	日光燈	1095	1280	1402
日光燈			1095	80	88	
日光燈			1095	80	88	
1F	101&102	土木材料實驗室	日光燈	2000	2720	5440
	103	MTS 岩石三軸實驗室	日光燈	2000	1120	2240
	104	基礎模型實驗室(挑高)	日光燈	1000	720	720
	106	機電房	日光燈	12	80	1
	108	男廁	日光燈	3650	160	584
			日光燈	3650	160	584
	109	殘障廁所	日光燈	0	80	0
			日光燈	0	40	0
	110	清潔室	筒燈	0	50	0
	111	女廁	日光燈	3650	80	292
	112	儀器室	日光燈	1000	240	240
	113	MTS 控制室	日光燈	1000	320	320
	113B	大型結構實驗室(挑高)	日光燈	750	160	120
			投射燈	750	7200	5400
			投射燈	750	1500	1125
	118	資訊接線室	日光燈	12	20	0
	1F	走廊	日光燈	1095	100	110
日光燈			1095	1440	1577	
日光燈			1095	480	526	
日光燈			1095	40	44	
日光燈			1095	80	88	
日光燈			1095	240	263	
筒燈			1095	50	55	
筒燈			1095	72	79	
投射燈			1095	150	164	
2F	201	教師休息室	日光燈	12	320	4
	202	學生研究室	日光燈	3000	320	960
	203	學生研究室	日光燈	3000	320	960
	204	學生研究室	日光燈	1800	320	576
	205	學生研究室	日光燈	1800	320	576
	206	學生研究室	日光燈	4200	320	1344
	207	土木結構大樓辦公室	日光燈	2000	80	160

	209	主任辦公室(儲藏室)	日光燈	12	720	9
			筒燈	12	400	5
	210	儲藏室	日光燈	12	80	1
	211	機電房	日光燈	12	80	1
	212	會議室	日光燈	60	1080	65
	213	學生研究室	日光燈	3000	120	360
	215	男廁	日光燈	3650	160	584
			日光燈	3650	20	73
			日光燈	3650	200	730
	216	殘障廁所	日光燈	0	80	0
			日光燈	0	40	0
	217	清洗室	筒燈	0	50	0
	218	女廁	日光燈	3650	80	292
			日光燈	3650	40	146
			日光燈	3650	20	73
222	資訊接線室	日光燈	12	20	0	
2F	走廊	日光燈	1095	1760	1927	
		日光燈	1095	160	175	
		日光燈	1095	100	110	
		日光燈	1095	160	175	
		筒燈	1095	150	164	
3F	301A	防災工程研究中心(會議室)	日光燈	60	1280	77
	301B	環境土工實驗室	日光燈	3000	1280	3840
	302	高等大地力學實驗室	日光燈	3000	1920	5760
	303	土壤標度槽實驗室(在4F)	日光燈	2000	1200	2400
	304	值勤室	日光燈	2000	160	320
	305	機電房	日光燈	12	80	1
			日光燈	3650	160	584
			日光燈	3650	20	73
	307	男廁	日光燈	3650	200	730
			日光燈	3650	20	73
			日光燈	3650	200	730
	308	殘障廁所	日光燈	0	80	0
			日光燈	0	40	0
	309	清洗室	筒燈	0	50	0
	310	女廁	日光燈	3650	80	292
日光燈			3650	20	73	
日光燈			3650	40	146	
311	資訊接線室	日光燈	12	20	0	
3F	走廊	日光燈	1095	1200	1314	
		日光燈	1095	160	175	
		日光燈	1095	100	110	
		日光燈	1095	120	131	
		筒燈	1095	50	55	
4F	401A	結構自動監測實驗室	日光燈	3000	1280	3840
	401B	複合材料混凝土實驗室	日光燈	3000	1280	3840
	402	工程地物與監測實驗室	日光燈	4200	1920	8064
	404	儲藏室	日光燈	12	160	2

	405	機電房	日光燈	12	80	1
	407	男廁	日光燈	3650	160	584
			日光燈	3650	20	73
	408	殘障廁所	日光燈	3650	200	730
			日光燈	0	80	0
	409	清洗室	筒燈	0	50	0
	410	女廁	日光燈	0	40	0
			日光燈	3650	80	292
			日光燈	3650	20	73
	414	緊急淋浴室	日光燈	3650	40	146
	415	資訊接線室	日光燈	24	240	6
	4F	走廊	日光燈	12	20	0
			日光燈	1095	1120	1226
			日光燈	1095	160	175
			日光燈	1095	80	88
			日光燈	1095	100	110
			筒燈	1095	120	131
			筒燈	1095	50	55
5F	501A	實驗室	日光燈	1000	1280	1280
	501B	防火結構及材料實驗室	日光燈	1000	1280	1280
	502	學生研究室	日光燈	4200	1920	8064
	503	SRC 實驗室	日光燈	3000	1440	4320
	504	儲藏室	日光燈	12	160	2
	505	機電房	日光燈	12	80	1
	507	男廁	日光燈	3650	160	584
			日光燈	3650	20	73
			日光燈	3650	200	730
	508	殘障廁所	日光燈	0	80	0
			日光燈	0	40	0
	509	清潔室	筒燈	0	50	0
	510	女廁	日光燈	3650	80	292
			日光燈	3650	20	73
			日光燈	3650	40	146
	514	資訊接線室	日光燈	12	20	0
5F	走廊	日光燈	1095	1200	1314	
		日光燈	1095	160	175	
		日光燈	1095	120	131	
		筒燈	1095	50	55	
		筒燈	1095	342	374	
RF	RF	走廊	日光燈	0	480	0
			日光燈	0	320	0
			日光燈	0	160	0
1F 外	L	混凝土拌合場	日光燈	1000	960	960
			日光燈	1000	100	100
合計						90166

表 3-3-8、99 年總用電量預估-冷氣&空調

樓層	位置	位置名稱	設備名稱	數量	全年使用時間(hr)	總設備容量(W)	年度使用度數(kWh)
B1	B01	高性能混凝土(HPC)實驗室	冷氣-窗型	2	700	2400	1680
	B02	光纖實驗室	冷氣-分離式	2	1250	2600	3250
1F	101&102	工程材料實驗室	冷氣-窗型	1	1350	2400	3240
			恆溫除濕機(TAICHY)	1	4800	9100	43680
	103	MTS 岩石三軸實驗室	冷氣-落地-2	1	1350	5100	6885
	104	基礎模型實驗室	冷氣-窗型	1	700	2400	1680
	112	儀器室	小冷風機	2	700	3134	2194
	113	MTS 控制室	小冷風機	2	700	3134	2194
2F	201	教師休息室	冷氣-窗型	1	12	2400	29
	202	學生研究室	冷氣-窗型	1	1250	2400	3000
	203	學生研究室	冷氣-窗型	1	1250	2400	3000
	204	學生研究室	冷氣-窗型	1	750	2400	1800
	205	學生研究室	冷氣-窗型	1	750	2400	1800
	206	學生研究室	冷氣-窗型	1	1750	2400	4200
	207	土木結構大樓辦公室	小冷風機	1	1000	1567	1567
	209	主任辦公室(儲藏室)	小冷風機	2	12	3134	38
	212	會議室	小冷風機	3	120	4701	564
	213	研究室	小冷風機	1	1250	1567	1959
3F	301A	防災工程研究中心(會議室)	冷氣-窗型	3	120	7200	864
	301B	環境地工實驗室	冷氣-落地	1	1250	8170	10213
	302	高等大地利學實驗室	冷氣-落地	1	2000	8170	16340
	303	土壤標度槽實驗室	冷氣-落地	1	1350	8170	11030
	304	值勤室	小冷風機	2	1000	3134	3134
4F	401A	結構自動監測實驗室	冷氣-落地	1	1250	8170	10213
	401B	複合材料混凝土實驗室	冷氣-落地	1	1250	8170	10213
	402	工程地物與監測實驗室	冷氣-落地	1	1750	8170	14298
5F	501A	實驗室	冷氣-落地	1	700	8170	5719
	501B	防火結構及材料實驗室	冷氣-落地	1	700	8170	5719
	502	大地組研究室	冷氣-落地	1	1750	8170	14298
	503	SRC 實驗室(博班研究室)	冷氣-落地	1	1250	8170	10213
L		混凝土拌合場	恆溫除濕機(TAICHY)	1	2400	9100	21840
合計							216849

表 3-3-9、99 年總用電量預估-電腦

樓層	位置	位置名稱	設備名稱	數量	全年使用時間(hr)	總設備容量(W)	年度使用度數(kWh)
B1	B02	光纖實驗室	桌上型電腦	2	2200	300	660
			NB	2	2200	100	220
1F	101&102	工程材料實驗室	電腦監測主機	1	8760	150	1314
	103	MTS 岩石三軸實驗室	電腦監測主機	1	8760	300	2628
	104	基礎模型實驗室	電腦監測主機	1	8760	150	1314

	113	MTS 控制室	電腦監測主機	1	8760	150	1314
2F	202	學生研究室	桌上型電腦	2	2200	300	660
			NB	1	2200	50	110
	203	學生研究室	桌上型電腦	1	2200	150	330
			印表機	1	100	700	70
	204	學生研究室	桌上型電腦	1	1600	150	240
			印表機	1	50	700	35
	205	學生研究室	桌上型電腦	1	1600	150	240
			印表機	1	50	700	35
	206	學生研究室	桌上型電腦	4	2800	600	1680
			NB	2	2800	100	280
			印表機	1	150	700	105
	207	土木結構大樓辦公室	桌上型電腦	1	2000	150	300
印表機			1	150	700	105	
209	主任辦公室(儲藏室)	桌上型電腦	1	0	150	0	
		印表機	1	0	700	0	
213	學生研究室	桌上型電腦	2	2200	300	660	
		印表機	1	100	700	70	
212	會議室	桌上型電腦	0	24	0	0	
3F	301B	環境地工實驗室	桌上型電腦	2	2200	300	660
			NB	2	2200	100	220
			印表機	1	100	700	70
	302	高等大地利學實驗室	電腦監測主機	1	8760	150	1314
	303	土壤標度槽實驗室	電腦監測主機	1	8760	150	1314
304	值勤室	桌上型電腦	1	2000	150	300	
4F	401A	結構自動監測實驗室	桌上型電腦	8	2200	1200	2640
			NB	1	2200	50	110
			印表機	3	100	2100	210
	401B	複合材料混凝土實驗室	桌上型電腦	7	2200	1050	2310
			NB	2	2200	100	220
			印表機	2	100	1400	140
	402	工程地物與監測實驗室	桌上型電腦	6	2800	900	2520
NB			4	2800	200	560	
印表機			1	150	700	105	
5F	501A	實驗室	電腦監測主機	1	8760	150	1314
	501B	防火結構及材料實驗室	電腦監測主機	1	8760	150	1314
	502	大地組研究室	桌上型電腦	16	2800	2400	6720
			NB	4	2800	200	560
			印表機	3	100	2100	210
503	SRC 實驗室	桌上型電腦	4	2200	600	1320	
合計							36501
備註: 桌上型電腦為電腦主機+LCD 螢幕							

表 3-3-10、99 年總用電量預估-其他動力

樓層	位置	位置名稱	設備名稱	數量	全年使用時間(hr)	總設備容量(W)	年度使用度數(kWh)
B1	B02	光纖實驗室	冰箱-中	1	-	-	559
1F	101&102	土木材料實驗室	冰箱-中	1	-	-	559
	103	MTS 岩石三軸實驗室	電子除濕機-I	1	1800	556	1001
	104	基礎模型實驗室	冰箱-中	1	-	-	559
2F	202	學生研究室	冰箱-小	1	-	-	336
	206	學生研究室	冰箱-小	1	-	-	336
	213	學生研究室	冰箱-小	1	-	-	336
3F	301B	環境地工實驗室	冰箱-小	1	-	-	336
	302	高等大地力學實驗室	冰箱-大	1	-	-	894
4F	401A	結構自動監測實驗室	冰箱-大	1	-	-	894
	402	工程地物與監測實驗室	冰箱-大	1	-	-	894
	414	緊急淋浴室	熱水器	2	24	17600	422
5F	502	學生研究室	冰箱-小	1	-	-	336
L	1F 外	混凝土拌合場	電子除濕機-II	1	2400	556	1334
RF	屋頂	冷卻水塔(箱冷用)	冷卻水塔馬達(2HP)	1	5520	1492	8236
		冷卻水塔(箱冷用)	冷卻水泵(10HP)	1	276	7460	2059
		冷卻水塔-B	冷卻水塔馬達(0.75HP)	1	8760	559.5	4901
		冷卻水塔-B	冷卻水泵(5HP)	1	438	3730	1634
		冷卻水塔-A(MTS 用)	冷卻水塔馬達(0.5HP)	1	3000	373	1119
		冷卻水塔-A(MTS 用)	冷卻水泵(3HP)	1	150	2238	336
共用		B1~5F	電扇	20	500	1000	500
		1F、3F、4F、5F	飲水機	4	1095	4000	4380
		-	電梯	1	-	-	1335
合計							33296

表 3-3-11、99 年總用電量預估-實驗設備

樓層	位置	位置名稱	設備名稱	全年使用時間(hr)	總設備容量(W)	年度使用度數(kwh)
1F	B01	高性能混凝土	烘箱	600	1492	895
	101&102	土木材料實驗室	油壓動力組合	750	3730	2798
			烘箱	1800	1492	2686
			攪拌機	750	1472	1104
	103	MTS 岩石三軸實驗室	三軸室&MTS810	750	3730	2798
			油壓機馬達 3HP	750	2200	1650
			轉換缸 0.5HP	750	373	280
	104	基礎模型實驗室(挑高)	2 噸天車(起重機)	250	3506	877
			震動夯石機	250	1492	373
	113B	大型結構實驗室(挑高)	20 噸天車(起重機)	100	26110	2611
			5 噸天車(起重機)	100	6117	612
			2 噸天車(起重機)	100	3506	351
			油壓機(MTS 506 Hydraulic Power Supply)	300	149200	44760
3F	303	土壤標度槽實驗室	油壓機 5HP	750	3730	2798
			2T 天車	750	3506	2630
			空壓機 2HP	750	1492	1119
	302	高等大地力學實驗室	烘箱	3000	1492	4476
			空壓機 2HP	1250	1492	1865
5F	501A	實驗室	空壓機 5HP	250	3730	933
1F 外	L	混凝土拌合場	混凝土拌合器(結構組)	250	3730	933
			高強度透明試驗槽(大地組)	250	1492	373
			鑽岩機(大地組)	250	1492	373
			岩石試體切割機 2HP(大地組)	250	1492	373
		共用 B1	MTS 幫浦式油壓機 50HP	250	37300	9325
合計						86989

3.4 民國 99 年用電結構分析

(1) 依照耗能設備分類：

依照耗能設備分類，預估 99 年用電（包含混凝土拌合場）結構百分比如表 3-4-1，照明占 19.44%，冷氣&空調占 46.75%，電腦 7.87%，其他動力占 7.18%，實驗儀器占 18.76%，預估 99 年總用電量為 463800 度，土木結構大樓(含混凝土拌合場)之總樓地板面積為 6154.16 m²，EUI 值為 75.36。

若扣除館外之混凝土拌合場用電量，可得獨立土木結構大樓之年度總用電量，預估用電量結構百分比如表 3-4-1，照明占 20.37%，冷氣&空調占 44.57%，電腦 8.34%，其他動力占 7.31%，實驗儀器占 19.41%，總用電量為 437514 度，不含混凝土拌合場之總樓地板面積為 5980.22 m²，EUI 值為 73.16。

表 3-4-1、土木結構大樓用電結構百分比-耗能設備分類

預估 99 年用電結構百分比(含混凝土拌合場)						
名稱	照明	冷氣	電腦	其他動力	實驗設備	合計
年度用電量(kWh)	90166	216849	36501	33296	86989	463800
用電比例(%)	19.44%	46.75%	7.87%	7.18%	18.76%	100.00%
預估 99 年用電結構百分比(不含混凝土拌合場)						
名稱	照明	冷氣	電腦	其他動力	實驗設備	合計
年度用電量(kWh)	89106	195009	36501	31961	84937	437514
用電比例(%)	20.37%	44.57%	8.34%	7.31%	19.41%	100.00%

(2)依照空間分類

依照空間分類，預估 99 年用電(包含混凝土拌合場)結構百分比如表 3-4-2，學生研究室占 33.44%，實驗室占 54.64%，辦公室占 1.27%，會議室占 0.34%，機電配線室及其他占 10.30%。

若扣除館外之混凝土拌合場用電量，可得獨立土木結構大樓之年度總用電量，預估用電量結構百分比如表 3-4-2，學生研究室占 35.45%，實驗室占 51.91%，辦公室占 1.35%，會議室占 0.36%，機電配線室及其他占 10.93%。

表 3-4-2、土木結構大樓用電結構百分比-空間分類

預估 99 年用電結構百分比(含混凝土拌合場)					
空間類別	實際面積 (m ²)	空間比例 (%)	總耗電(kWh)	EUI 值	用電比例 (%)
學生研究室	817.6	13.29%	155115	189.72	33.44%
實驗室	1924.54	31.27%	253414	131.68	54.64%
辦公室	40.9	0.65%	5886	143.91	1.27%
會議室	163.5	2.59%	1570	9.60	0.34%
機電配線室及其他	3207.62	55.12%	47816	14.91	10.31%
合計	6154.16	100.00%	463800	75.36	100%
預估 99 年用電結構百分比(不含混凝土拌合場)					
空間類別	實際面積 (m ²)	空間比例 (%)	總耗電(kWh)	EUI 值	用電比例 (%)
學生研究室	817.6	13.67%	155115	189.72	35.45%
實驗室	1750.6	29.27%	227128	129.74	51.91%
辦公室	40.9	0.68%	5886	143.91	1.35%
會議室	163.5	2.73%	1570	9.60	0.36%
機電配線室及其他	3207.62	53.64%	47816	14.91	10.93%
合計	5980.22	100.00%	437514	73.16	100.00%
備註:其他為走廊、廁所、休息室、儲藏室等空間					

第四章 空間 EUI 分析及評估改善

耗電量會依據耗能設備使用時數多寡而變動，各空間面積不同，人員每年使用時數也不同，透過耗能設備使用時數表(表 3-3-1、3-3-2、3-3-3、3-3-4、3-3-5)高、中、低三個級距的使用率 * 耗能設備的額定功率，加總後可求得高、中、低年度用電量，透過公式 $EUI 值 = \text{年度總耗電量} / \text{總樓地板面積}(m^2)$ ，進而推估 EUI 值範圍。

4.1 土木結構大樓 EUI 值預估

土木結構大樓民國 97、98、99 年實際用電量(包含混凝土拌合場)分別為 730955 度、656655 度、433372 度；民國 97、98、99 年實際 EUI 值分別為 118.77、106.70、70.42，皆在政府公告之範圍內(大學第一類，EUI 基準值為 124)。

依據 3.3.2 節各空間年使用時數高、中、低使用率三個級距進行預估，館舍(包含混凝土拌合場)高使用率年用電量預估為 774262 度，EUI 值為 125.81；中使用率年用電量預估為 549984 度，EUI 值為 89.37；低使用率年用電量預估為 322218 度，EUI 值為 52.36，如表 4-4-5。

由表 4-1-1 可知各空間同時使用高使用率預估之年用電量和 97 年實際用電量 730955 度相符，而 3.3.3 節依據各空間不同使用率(高、中、低)預估民國 99 年總用電量為 463800 度，與 99 年實際用電量 433372 度相符。經比較，97 年及 99 年用電量主要差距在於實驗室使用率由高使用率變成低使用率所造成。另外 99 年土木結構大樓冷卻水塔於 9 月、10 月進行維修，造成箱型冷氣僅能使用送風，造成 99 年用電量較低。

表 4-1-1、不同使用率 EUI 值預估

空間型式	空間使用頻率	高使用率	中使用率	低使用率
包含 混凝土拌合場	預估年用電量(kWh)	774262	549984	322218
	EUI 值	125.81	89.37	52.36
不含 混凝土拌合場	預估年用電量(kWh)	691301	495361	295933
	EUI 值	115.60	82.83	49.49

備註：以上資料皆扣除館舍外圍景觀燈

4.2 學生研究室 EUI 值預估及探討

4.2.1 學生研究室 EUI 值預估

學生研究室 EUI 值範圍如表 4-2-1。

學生研究室會因空間大小、耗能設備使用時數造成 EUI 值變動，若空間面積小而耗能設備使用密度高，會照成 EUI 值飆高，難免有失真之情況，故在此考量使用人數，做每人平均年用電量估算，如表 4-2-2，並且與 EUI 值共同評估。

表 4-2-1、學生研究室 EUI 值範圍

位置	位置名稱	實際面積 (m ²)	高總計 (Kwh)	中總計 (Kwh)	低總計 (Kwh)	EUI 高	EUI 中	EUI 低
B02	光纖實驗室	54.4	8917	6609	4241	163.9	121.5	78.0
202	學生研究室	25	6860	5066	3272	274.4	202.6	130.9
203	學生研究室	25	6069	4360	2651	242.8	174.4	106.0
204	學生研究室	25	6069	4360	2651	242.8	174.4	106.0
205	學生研究室	25	6069	4360	2651	242.8	174.4	106.0
206	學生研究室	25	7945	5906	3867	317.8	236.2	154.7
213	研究室	10.9	4527	3385	2242	415.3	310.5	205.7
301B	環境地工實驗室	90	21235	15339	9443	235.9	170.4	104.9
401A	結構自動監測實驗室	90	24383	17907	11431	270.9	199.0	127.0
401B	複合材料混凝土實驗室	93.9	23104	16723	10342	246.0	178.1	110.1
402	工程地物與監測實驗室	130.7	26441	19357	12273	202.3	148.1	93.9
502	學生研究室	130.7	30293	22239	14185	231.8	170.1	108.5
503	SRC 實驗室	92	22026	15853	9680	239.4	172.3	105.2
全館學生研究室		817.6	193936	141462	88927	237.2	173.0	108.8

表 4-2-2、學生研究室每人平均年用電量

位置	位置名稱	實際面積 (m ²)	使用人數 (人)	每人使用面積 (m ²)	每人高用電 (kWh)	每人中用電 (kWh)	每人低用電 (kWh)
B02	光纖實驗室	54.4	4	13.60	2229	1652	1060
202	學生研究室	25	2	12.50	3430	2533	1636
203	學生研究室	25	1	25.00	6069	4360	2651
204	學生研究室	25	1	25.00	6069	4360	2651
205	學生研究室	25	1	25.00	6069	4360	2651
206	學生研究室	25	4	6.25	1986	1477	967
213	研究室	10.9	2	5.45	2264	1692	1121
301B	環境地工實驗室	90	4	22.50	5309	3835	2361
401A	結構自動監測實驗室	90	8	11.25	3048	2238	1429
401B	複合材料混凝土實驗室	93.9	8	11.74	2888	2090	1293
402	工程地物與監測實驗室	130.7	10	13.07	2644	1936	1227
502	學生研究室	130.7	16	8.17	1893	1390	887
503	SRC 實驗室	92	4	23.00	5506	3963	2420
全館學生研究室合計		817.6	65	-	-	-	-
全館學生研究室平均		62.9	5	12.58	2984	2176	1368

4.2.2 學生研究室 EUI 值探討

(1) 213 室

學生研究室 EUI 值範圍最高之空間為 213 室，以中使用率為例，耗能設備為照明 40W*3 日光燈 1 組，年使用 3000 小時；小冷風機 1 台(1567W)，年使用 1250 小時；桌上型電腦 2 台(150W*2)，年使用 2200 小時；印表機 1 台(700W)，年使用 100 小時；小型冰箱 1 台(年耗電量 336kWh)，年耗電量為 3385kWh，EUI 值為 310.5。

213 室平常使用人數約為 2 人，造成 213 空間 EUI 值超標之原因推估為耗能設備使用密度較高，而估算之使用時數卻與其他學生研究室相同，此空間 10 m²屬於較小之空間，故 EUI 值敏感度較高，是為 EUI 最高之原因。

若以每人年用電量看，213 室(2 人)平均 1 人年使用電量為 1693kWh，與其他學生研究室如 206 室(4 人)每人年用電量為 1477kWh；502 室(15 人)每人年用電量為 1483 度相差不大。

(2) 206 室

206 室空間大小與 202~205 室同為 25 m²，照明、冷氣(窗型)耗能設備皆相同，但 206 室平常使用人數為 4 人，故電腦配置 4 台、小冰箱 1 台，相較 202~205 室平常使用人數只有 1~2 人，除了 202 室以外 203~205 室無使用冰箱，每年 206 室電腦用電量較 202~205 室多出約 800~1550 度(中使用率)，加上用電密度較高，而 25 m²又屬於較小之空間，故 EUI 值敏感度較高，是為 EUI 次高之原因。

(3) 學生研究室每人平均年用電量探討

由表 4-2-2 可知因每人使用面積差距過大造成每人年用電量相對差距甚多，現將每人使用面積超過 20 m²人數倍增(※為人數倍增空間)，新增人數每人配置 1 台電腦列入高、中、低用電計算，重新計算每人年均用電量修正如表 4-2-3 所示，每人高用電量為 2552 度，中用電量為 1861 度，低用電量為 1170 度，較人數未倍增前每人年高用電減少 432 度，中用電減少 315 度，低用電減少 198 度。

表 4-2-3、學生研究室每人年平均用電量

位置	位置名稱	實際面積(m ²)	使用人數(人)	每人使用面積(m ²)	每人高用電(kWh)	每人中用電(kWh)	每人低用電(kWh)
B02	光纖實驗室	54.4	4	13.60	2229	1652	1060
202	學生研究室	25	2	12.50	3430	2533	1636
※203	學生研究室	25	2	12.50	3455	2510	1566
※204	學生研究室	25	2	12.50	3455	2510	1566
※205	學生研究室	25	2	12.50	3455	2510	1566
206	學生研究室	25	4	6.25	1986	1477	967
213	研究室	10.9	2	5.45	2264	1692	1121
※301B	環境地工實驗室	90	8	11.25	3074	2247	1420
401A	結構自動監測實驗室	90	8	11.25	3048	2238	1429
401B	複合材料混凝土實驗室	93.9	8	11.74	2888	2090	1293
402	工程地物與監測實驗室	130.7	10	13.07	2644	1936	1227
502	學生研究室	130.7	16	8.17	1893	1390	887
※503	SRC 實驗室	92	8	11.5	3173	2312	1450
全館學生研究室合計		817.6	76	-	-	-	-
全館學生研究室平均		62.9	5.85	10.75	2552	1861	1170
備註： 1. ※為人數倍增空間 2. 203~205 室每人使用面積原為 25 m ² ；301B 室 22.5 m ² ；503 室 23 m ² 。 3. 每台電腦年用電量高使用率 420 度；中使用率 330 度；低使用率 240 度。每台電腦年用電量高使用率 420 度；中使用率 330 度；低使用率 240 度。							

4.3 實驗室 EUI 值預估及探討

4.3.1 實驗室 EUI 值預估

實驗室 EUI 值範圍如表 4-3-1。

表 4-3-1、實驗室 EUI 值範圍

位置	位置名稱	實際面積 (m ²)	高總計 (Kwh)	中總計 (Kwh)	低總計 (Kwh)	EUI 高	EUI 中	EUI 低
B01	高性能混凝土(HPC)實驗室	86.7	13116	8486	3855	151.3	97.9	44.5
B03	高溫高壓蒸氣催化實驗室	42.2	960	640	320	22.7	15.2	7.6
101& 102	土木材料實驗室	196.2	90773	60861	30350	462.7	310.2	154.7
103	MTS 岩石三軸實驗室	77.0	25312	17370	9428	328.7	225.6	122.4
104	基礎模型實驗室(挑高)	92.0	15266	10589	5912	165.9	115.1	64.3
112	儀器室	24.7	6988	5651	2434	282.9	228.8	98.5
113	MTS 控制室	32.4	8542	7125	3828	263.6	219.9	118.1
113B	大型結構實驗室(挑高)	792.8	109117	82392	55666	137.6	103.9	70.2
302	高等大地力學實驗室	130.7	33489	22603	12649	256.2	172.9	96.8
303	土壤標度槽實驗室(挑高)	92.0	25917	17541	9166	281.7	190.7	99.6
501A	實驗室	93.9	21494	14904	8313	228.9	158.7	88.5
501B	防火結構及材料實驗室	90.0	21494	14904	8313	238.8	165.6	92.4
L	混凝土拌合場	173.9	82961	51826	25353	477.0	298.0	145.8
全館實驗室		1882.3	454467	314250	175266	241.4	166.9	93.1
全館實驗室(不含混凝土拌合場)		1708.40	371507	262424	149913	217.46	153.61	87.75

備註：B03 高溫高壓蒸氣催化實驗室因使用率低故剔除之。

4.3.2 實驗室 EUI 值探討

(1) 101&102 室

實驗室 EUI 值範圍最高之空間為 101&102 室(土木材料實驗室)，以中使用率為例，照明 40W*2 日光燈 34 組，年使用 2000 小時；窗型冷氣 1 台(2400W)，年使用 1350 小時；恆溫恆濕機 1 台(9100W)，年使用 4800 小時；桌上型電腦 1 台(150W)，年使用 8760 小時；中型冰箱 1 台(年耗電 600kWh)；油壓動力組合 1 組(3730W)、攪拌機(1492W)，年使用時數 750 小時；烘箱 1 組(1492W)，年使用時數 1800 小時，合計年耗電量為 60861kWh，EUI 值為 310.2。

土木材料實驗室 EUI 值最高之原因推估為使用**恆溫恆濕機**所致，因為土木材料實驗室在進行試驗時，通常需要在恆溫恆濕條件下進行(同混凝土拌合室)，故恆溫恆濕機必須全天啟動，若實驗時間為 200 日，1 年使用時數為 4800 小時，恆溫恆濕機 1 年耗電量為 43680kWh，佔館舍 99 年總用電量 9.42%。

(2) 混凝土拌合場

實驗室 EUI 值範圍次高之空間為混凝土拌合場，以中使用率為例，照明 40W*2 日光燈 12 組及 20W*1 日光燈 5 組，年使用 2000 小時；恆溫恆濕機 1 台(9100W)，年使用 4800 小時；混凝土拌合器 1 組(3730W)、高強度透明試驗槽(1492W)、鑽研機 1 組(1492W)、岩石試體切割機 1 組(1492W)，年使用時數 750 小時，合計年耗電量為 54623kWh。

混凝土拌合室 EUI 值超標之原因推估與土木材料實驗室同，為長時間使用**恆溫恆濕機**所致。

(3) 113B 室

實驗室年耗電量最高之空間為 113B 大型結構實驗室，以中使用率為例，耗能設備為照明 40W*1 日光燈 4 組、400W*1 投射燈 18 組、250W*1 投射燈 6 組，年使用 1000 小時；油壓機(MTS506 Hydraulic Power Supply, 149.2kWh)，年使用時數 450 小時；20 噸(26.11kW)、5 噸(11.25kW)、2 噸(5250kW)天車，年使用時數各 150 小時，合計年耗電量為 82392kWh，EUI 值為 103.9。

大型結構實驗室無冷氣、電腦、其他動力等耗能設備，卻為實驗室用電最高之空間，造成年用電量最高之原因推估為使用大功率實驗儀器設備油壓機(MTS 506 Hydraulic Power Supply)所致，油壓機預估年使用時數(使用率中)為 450 小時(實驗 1 次啟動 3 小時，年使用 150 次)，額定耗電功率為 149.2kWh(啟動油壓機 1 小時相當於使用空調冰水主機 7.7 小時、箱型冷氣 18 小時、窗型冷氣 62 小時)，年用電量為 67140kWh。

4.4 辦公室、會議室及其他空間 EUI 值預估及探討

4.4.1 辦公室

辦公室 EUI 值如表 4-4-1。

表 4-4-1、辦公室 EUI 值範圍

位置	位置名稱	實際面積 (m ²)	高總計 (Kwh)	中總計 (Kwh)	低總計 (Kwh)	EUI 高	EUI 中	EUI 低
207	辦公室	15.5	2639	2097	1555	170.2	135.3	100.3
304	值勤室	25.4	4693	3754	2816	184.7	147.8	110.8
全館辦公室		40.9	7331	5851	4371	177.5	141.5	105.6
備註:辦公室、值勤室使用人數皆為 1 人								

4.4.2 會議室

會議室 EUI 值如表 4-4-2。

表 4-4-2、會議室 EUI 值範圍

位置	位置名稱	實際面積 (m ²)	高總計 (Kwh)	中總計 (Kwh)	低總計 (Kwh)	EUI 高	EUI 中	EUI 低
212	會議室	69.6	1264	759	253	18.2	10.9	3.6
301A	防災工程研究中心(會議室)	93.9	1824	1094	365	19.4	11.7	3.9
全館會議室		164	3088	1853	618	18.8	11.3	3.8

4.4.3 廁所

廁所 EUI 值如表 4-4-3。

表 4-4-3、廁所 EUI 值範圍

位置	位置名稱	實際面積 (m ²)	高總計 (Kwh)	中總計 (Kwh)	低總計 (Kwh)	EUI 高	EUI 中	EUI 低
108-111	廁所	29.46	2190	1460	730	74.3	49.6	24.8
215-218	廁所	29.46	2847	1898	949	96.6	64.4	32.2
307-310	廁所	29.46	2847	1898	949	96.6	64.4	32.2
407~410 &414	廁所	37.02	3275	2326	1377	88.5	62.8	37.2
507~510	廁所	29.46	2847	1898	949	96.6	64.4	32.2
全館廁所		154.86	14006	9480	4954	90.5	61.1	31.7
備註:清潔室、殘障廁所照明使用時數極低，故不列入計算								

4.4.4 走廊

走廊 EUI 值如表 4-4-4。

表 4-4-4、走廊 EUI 值範圍

位置	位置名稱	實際面積(m ²)	高總計(Kwh)	中總計(Kwh)	低總計(Kwh)	EUI 高	EUI 中	EUI 低
B1-RF	走廊	1798.9	29720	21228	12737	16.5	11.8	7.1
備註:RF 照明使用時數極低，故不列入計算								

4.6 照明效益評估及改善建議

4.6.1 照明使用現況

木結構大樓主要使用之照明大致可分為日光燈、筒燈、投射燈及景觀燈，使用日光燈的耗電功率比例大約占總照明用電 75%，其餘投射燈、筒燈及館舍 1F 外圍景觀燈大約占 25%；若不計 1F 外圍景觀燈，全館使用日光燈的比例高達 85%，可見館舍照明以日光燈為主軸，若要以日光燈為重點進行改善，應先了解使用基礎，方能順利進行節能辦法。

日光燈管是依照燈管口徑分類，依照市面常使用的燈管可分成 T9、T8、T5，長度以一般俗稱 2 呎(約 60 公分)及 4 呎(約 120 公分)居多。T9 燈管口徑為 9/8 英吋(約 29mm)，常用規格為 2 呎 T9-20W、18W(省電型)及 4 呎 T9-40W、38W(省電型)燈管；T8 燈管口徑為 8/8 英吋(約 25.5mm)，常用規格為 2 呎 T8-18W、4 呎 T8-36W 及 2 呎 T8-16W*、4 呎 T8-32W*、45W*(高輸出型)燈管(*為必須配合電子式安定器)；T5 燈管口徑為 5/8 英吋(約 15.5mm)，常用規格為 2 呎 T5-14W、4 呎 T5-28W 燈管。

T9、T8、T5 屬於螢光燈管，基本發光原理相同，皆是利用燈管電流引起汞蒸氣刺激燈管內壁的螢光塗料而發光，目前土木結構大樓使用的日光燈長度以兩呎(約 60 公分)及四呎(約 120 公分)的 T9 燈管(口徑 29mm)為主。

使用日光燈基本上都會配置安定器使用，安定器又可分為傳統式及電子式，T9、T8 燈管可配合傳統式及電子式安定器，而 T5 燈管通常只能搭配電子式安定器。傳統式安定器需另外配合啟動器使用，電子式則否，而裝置電子式安定器又可使燈管壽命及發光效率提升，達到省電的目的，目前土木結構大樓使用的安定器是以傳統式配合 T8、T9 燈管為主。

4.6.2 T8 型 LED 日光燈實測

表 4-5-1 資料由 LED 日光燈廠商取得，為 T8 型 LED 日光燈基本規格介紹。由於土木結構大樓未有 LED 日光燈照明設備，故此次實驗選定地點為交通大學工程二館 219 專班研究室進行，實驗面積為 $7\text{m} \times 7\text{m} = 49\text{m}^2$ ，每組燈具選用燈管長度 2 呎(約 60cm) * 4 支，故每組燈管額定功率為 $9\text{W} \times 4 = 36\text{W}$ ，共計 12 組。

表 4-6-1、T8 型 LED 日光燈基本規格介紹

燈管長度	1 呎-T8 LED	2 呎-T8 LED	4 呎-T8 LED
光源	LED		
電壓	AC 100V-24V 50/60HZ		
耗電	Max 3W	Max 9W	Max 18W
功率因數	55%	80%	
光通量(lm)	160	679	1352
保護等級	IP 50		
發光效率(lm/W)	53	75	
規格	330mm*28mm	580mm*28mm	1198mm* 28mm
壽命	>50000hrs 12hrs/day		
環保	固態照明-環保好處理		
使用方便性	可搭配現有燈具		
製造地	台灣(LED 光源. SMT. 電源.)		
工作溫度	-30°C 至 45°C		
重量	90g	1896 235g	440g

本次實測除實際利用電錶量測兩天照明的總用電量外，並以照度計(圖 4-6-1)量測工二館 219 室中心點及角落之照度(桌面高度至天花板以 2 公尺為標準，並且避免陽光干擾照度準確性，以求得照度範圍)。見表 4-6-2，電錶顯示照明連續啟動兩天(48 小時)之總用電量為 21.3 度，平均每組耗電功率約為 36.98W，較每組額定功率 36W 多 1W 左右，可見 LED 照明實際耗電量與額定耗電量相差不大。



圖 4-6-1、照度計

表 4-6-2、工程二館 219 專班 T8-LED 實測

工程二館 219 專班照明量測	
空間面積(m ²)	7m*7m=49(m ²)
使用燈具	T8-LED，每組燈管額定功率 Max9(W)*4(支)，共 12 組
照明密度(W/m ²)	36(W/組)*12(組)/49(m ²)=8.82(W/m ²)
測量開始時間	4/26 PM2:40
測量初始度數(kWh)	37.9(kWh)
測量結束時間	4/28 PM2:40
測量結束度數(kWh)	59.2(kWh)
兩天用電總計(kWh)	21.3(kWh)
一小時耗電量(kWh)	0.444
每組燈具平均用電	444W/12 組=37W/組
實際照度(lux)	577-673(lux) (離燈具兩公尺)

由「大專院校教學館舍耗能改善之研究-以交通大學工程二館為例，國立交通大學 郭烜碩」工程二館照明設備改善效益評，得知404教室使用T8燈具組(45W*2)共9組；403教室使用T5燈具組(28W*2)共9組，兩空間照明格局、面積、燈具數量及位置皆相同，故可做效益比較。

工程二館219專班研究室使用T8-LED燈具組(9W*4)共12組，雖然與403、404教室雖然照明格局及燈具數量(9組)不同，但是空間面積(49m²)皆相同，且實際照度範圍相當，皆在550lux~700lux，故在此以照度相近為前提，進行T8、T5、T8-LED照明評比。

如表4-6-3所示，相近照度標準下，T8-LED燈具相較T8燈具節能效益為44.43%；相較T5燈具節能效益為29.86%。

表 4-6-3、T8 型 LED 燈具組效益評比

實驗地點	工程二館 404	工程二館 403	工程二館 219	
燈具種類	T8 燈具	T5 燈具	T8-LED	
		相較 T8	相較 T8	相較 T5
連續兩天耗電(kWh)	38.35	30.38	21.3	
節省電量(kWh)	—	7.97	17.05	9.08
1 時耗電量(kWh)	0.799	0.633	0.444	
1 時節省電量(kWh)	—	0.166	0.355	0.189
節能效益	—	20.78%	44.43%	29.86%
實際照度	570~710(lux)	575~645(lux)	577~673(lux)	
備註：404 室 T8 燈具 (45W*2)共 9 組；403 室 T5 燈具(28W*2)共 9 組；219 室 T8-LED 燈具(9W*4)共 12 組。 403 室、404 室、219 室面積皆為 49(m ²)，照度均符合 CNS 學校照度標準(教室照明約在 500 流明~750 流明之間)。				

4.6.3 照明(T5 燈具、LED 燈具)改善效益評估及改善建議

照明主要耗能空間為學生研究室、實驗室、辦公室，以中使用率為例，預估年使用時數分別為 3000 小時、2000 小時、2000 小時，研究室照明年總用電為 34440 度、實驗室為 35780 度、辦公室為 905 度，照明年度總用電量共計 71125 度，其中日光燈年度總用電量為 60985 度，其他用電量為筒燈、投射燈等所致。

土木結構大樓主要照明燈具大多採用 T9/T8 日光燈管配合傳統安定器使用，由表 4-6-3 可得知 T8 燈具汰換 T5 的節能效益為 20.78%，主要照明(日光燈)年度用電量概估可從 60985 度降至 56345 度，T9/T8 日光燈具全面汰換為 T5 燈具後，年用電預估可節省 12673 度電。

以表 4-6-3 可換算每組 T8 燈具(45W*2)耗電功率約為 88.77W；T5 燈具(28W*2)價格約為 600 元(包含安裝費用)，若 T8 欲汰換為 T5 每組燈具每年可節省 $88.77W * 20.78% * \frac{3000h}{1000} * 2.7 \text{ 元} = 149 \text{ 元}$ ，概估回收年限約 4.02 年；T8-LED 燈具(9W*4)價格約為 1200 元(包含安裝費用)，若 T8 欲汰換為 T8-LED 燈具每年可節省 $88.77W * 44.43% * \frac{3000h}{1000} * 2.7 \text{ 元} = 319 \text{ 元}$ ，概估回收年限約 3.76 年。依據前述中使用率為例概估，將 T9/T8 燈具按照原本規格逐步汰換為 T5 燈具或 LED 日光燈燈具照明初步可行

若要進行燈具汰換，建議可從年使用時數較高且使用人數較多的學生研究室如 402 室、502 室開始進行汰換，將會有較大的效益。由於 LED 日光燈為近年新興產品，目前技術較不成熟，LED 日光燈目前沒有明確的法規加以規範，造成消費者選購較為困難，故選購 LED 日光燈產品，並需選擇有信譽的公司產品較有保障。

另外，廁所大部分使用 T9 燈管配合傳統安定器，用電密度為 $23W/m^2$ (傳統標準照明負載密度為 $20 W/m^2$ ，新加坡政府訂定為 $15 W/m^2$ ，ASHARE 90.1 訂定為 $14 W/m^2$)，當初有過量設計之問題，建議可汰換為省電燈泡或 LED 應用產品，現今部分樓層已汰換為省電燈泡。

最後，建議走廊轉角處、1F、樓梯照明需求度較高之處可汰換為省電燈泡或 LED 應用產品；照明需求度較低或無法利用晝光且非長時間使用之處，可設定隔盞開燈、減少燈管數或採用自動點滅裝置。

4.7 冷氣及空調效益評估及改善建議

從民國 85 年建館至今(民國 100 年)，土木結構大樓除了 B02 光纖實驗室(學生研究室)已經使用分離式冷氣 2 台外，其餘空間使用水冷式箱型冷氣機 11 台、窗型冷氣機 13 台，空調部分使用冰水主機 1 台(置於頂樓)、小冷風機 13 組，使用已長達 8 年以上。根據經濟部於民國 100 年 6 月 3 日發函文於教育部，政府機關及學校「四省(省電、省水、省油、省紙)專案」內容提到：「配合公務機關財產使用年限規定，中央空調主機使用超過 8 年，窗、箱型、分離式冷氣機使用超過 5 年，應請空調專業技師或廠商進行評估，效率低於經濟部能源局公告之能源效率基準者，應予以汰換，並優先採用變頻式控制中央空調主機或冷氣機。」

中央空調主機(即冰水主機)使用已超過 8 年，窗、箱型冷氣機使用也已超過 5 年，能源效率 EER 值皆低於能源局公告之基準，若要汰換冷氣空調，必須選購高 EER 值或有節能標章之產品，除了參考 EER 值，空間面積還需配合相對應之冷氣能力(見表 4-7-1)，方能達到不浪費能源及舒適的效果。

表 4-7-1、冷房能力與坪數對照參考表

Kcal/hr	BTU/hr	一般用語/噸	適用坪數	每坪冷氣能力 預估(Kcal/坪)
1800	7200	0.6 噸	2-3	600~
2000	8000	0.8 噸	3-4	500~
2500	10000	1 噸	4-5	500~
3150	12600	1.2 噸	5-6	520~
3550	14200	1.5 噸	6-7	507~
4500	18000	1.8 噸	7-8	563~
5600	22400	2 噸	8-10	560~
6300	25200	2.5 噸	10-14	450~
7100	28400	3 噸	14-16	443~
8000	32000	3.2 噸	16-18	444~
9000	36000	3.5 噸	18-20	450~
10000	40000	4 噸	20-22	455~
12500	50000	5 噸	22-25	500~
每坪冷氣能力平均 (Kcal/坪)				500~
備註： 1. 頂樓、鐵皮屋、西晒、營業場所一般建議依實際坪數加計一級。 2. 每坪冷氣能力以 500Kcal 做估算				

4.7.1 窗型冷氣機效益評估及改善建議

以 206 學生研究室為例，空間面積為 25 m²(7.7 坪)，對應表 4-7-1，應選用冷氣能力為 4500 Kcal 之冷氣，但是現況的冷氣能力為 5000Kcal/h，EER 值為 2.07，額定耗電功率約為 2400W。

對應第二章表 2-5-5、窗（壁）型冷氣機能源效率分級基準表，可考慮選用有能源分級標章(EER 值由高到低分為 1~5 級)的冷氣。以能源效率第 4 級的日立分離式冷氣 RAS/RAC-50UK 為例(如圖 4-7-1)，冷氣能力為 5.0kW，EER 值為 3.2，額定電功率 1562W(冷氣能力 5kW 除以 EER 值 3.2)。

以中使用率為例，學生研究室冷氣 1 年使用時數預估為 1250 小時，若汰換舊有窗型冷氣為範例之分離式冷氣，每台 1 年可節省 1048 度電【1250h * (2400W-1562W)/1000】，若 1 度以 2.7 元計，每年節省 2830 元，範例之分離式冷氣價格約 35000 元，需使用 12 年方可回收，汰換效益似乎不大，但考量該冷氣機使用已達 10 年以上，維修成本勢必較高，再配合前述經濟部政策「效率低於經濟部能源局公告之能源效率基準者，應予以汰換」，因此綜合考量下仍建議汰換。

2011年4月上市

室內機 RAS-50UK

- 冷氣能力：5.0kW (4500kcal/h)
- 電源：1Φ 220V 60Hz
- 外形尺寸(mm)：寬1080×高300×深225

室外機 RAC-50UK

- 外形尺寸(mm)：寬810×高685×深300

自體防霉 奈米銀光觸媒 防蟻抗菌濾網 新舒眠 自動風向 室內溫度顯示

規 格	電 源 (1Φ 60Hz)	性 能								年 耗 電 量 度/年	能 源 效 率 等 級
		冷 氣 能 力 kW	除 濕 能 力 l/h	冷 氣		能 源 效 率 比 (EER)					
				運 電 轉 流 A	功 耗 電 率 W	W/W	kcal/hW				
R410A 對 位	RAS-22UK	2.2	2000	1.4	2.76	595	3.70	3.18	714	3級	
	RAC-22UK										
	RAS-28UK	2.8	2500	1.78	3.76	811	3.45	2.97	974	4級	
	RAC-28UK										
	RAS-36UK	3.6	3150	1.9	4.8	973	3.70	3.18	1168	3級	
	RAC-36UK										
	RAS-40UK	4.1	3550	2.8	5.43	1171	3.5	3.01	1406	4級	
	RAC-40UK										
RAS-50UK	5.0	4500	3.4	7.3	1562	3.2	2.75	1875			
RAC-50UK											
RAS-63UK	6.3	5600	4.3	9.1	1968				2362		
RAC-63UK											

圖 4-7-1、日立分離式冷氣 RAS/RAC-50UK 資料

【日立冷氣分離式型錄(<http://www.taiwan-hitachi.com.tw/>)】

4.7.2 箱型冷氣機效益評估及改善建議

水冷式箱型冷氣機使用共計 11 台，裝置於學生研究室 6 台，實驗室 5 台，使用空間坪數如表 4-7-2，除了 103 室使用箱型冷氣-2 外，其餘皆使用箱型冷氣-1 之規格。

表 4-7-2、使用箱型冷氣之空間表

空間	空間編號	空間名稱	實際面積(m ²)	坪數
研究室	301B	環境地工實驗室(大地組研究室)	90	27.78
	401A	結構自動監測實驗室	90	27.78
	401B	複合材料混凝土實驗室	93.9	28.98
	402	學生研究室	130.7	40.34
	502	學生研究室(大地組)	130.7	40.34
	503	SRC 實驗室(博班班研究室)	92	28.40
實驗室	103	MTS 岩石三軸實驗室	77	23.77
	302	高等大地力學實驗室	130.7	40.34
	303	土壤標度槽實驗室(挑高)	92	28.40
	501A	實驗室	93.9	28.98
	501B	防火結構及材料實驗室	90	27.78

(1)箱型冷氣機-1:

冷氣能力為 22400kcal/h，額訂功率為 8.17kW(見表 3-2-3 編號 2)。冷房能力參考表沒有冷氣能力 12500 kcal/h 以上的資料，故以表 4-7-1 平均每坪冷氣能力估算，1 坪約為 500Kcal/h。

空間坪數範圍為 27.78~40.34 坪，預估冷氣能力為 13890~20170 Kcal/h，皆較實際冷氣能力 22400kcal/h 低，原因推估當時規劃設計為實驗室使用，如空間 301B、401A、401B、503、303、501A、501B，考慮到環境因素(如散發高熱之實驗設備)，故將冷氣加噸數使用。

學生研究室 502、503 預估冷氣能力為 20170 Kcal/h，與實際冷氣能力 22400kcal/h 相差不大，可觀察出大空間的學生究室當時以一般空間規劃。

(2)箱型冷氣機-2:

冷氣能力為 14000kcal/h，額訂功率為 5.10kW(見表 3-2-2 編號 5)。實驗室 103 室使用，冷氣能力對應 1 坪約為 500Kcal/h，預估 103 室應使用冷氣能力為 23.77 坪*500Kcal/h=11885 Kcal/h 之冷氣，較實際冷氣能力 14000 kcal/h 低，原因推估與上述同，因環境因素將冷氣加噸數使用。

(3)汰換效益探討:

103 實驗室約 24 坪，對應使用冷氣能力約 12000 Kcal/h。選用日立水冷式箱型冷氣機型號 RP45W/WL 為例(如表 5-2-4)，冷氣能力為 12.5kW (11200Kcal/h)，EER 值為 3.7(符合民國 91 年 EER 標準 3.69)，額訂功率為 3.38kW，每台價格約 60000 元。

301B、401A、401B、503 共 4 間學生研究室，及 303、501A、501B 共 3 間實驗室，每間約 28 坪，對應使用冷氣能力約 14000 Kcal/h。選用日立水冷式箱型冷氣機型號 RP55W/WL 為例(如表 4-7-3、圖 4-7-2，冷氣能力為 16.0kW(14000 Kcal/h)，EER 值為 3.70(符合民國 91 年 EER 標準 3.69)，額訂功率為 4.32kW，每台價格約 72000 元。

402、502 共 2 間學生研究室，及 302 實驗室，每間約 40 坪，應使用冷氣能力約 20000 Kcal/h。選用日立水冷式箱型冷氣機型號 RP85W/WL 為例(如表 4-7-3)，冷氣能力為 25.0kW(22400 Kcal/h)，EER 值為 3.69(符合民國 91 年 EER 標準 3.69)，額訂功率為 6.77kW，每台價格約 85000 元。

假設不考慮環境因素，只以冷氣能力對應坪數，作為水冷式箱型冷氣效益評估(如表 4-7-4 所示)，預估每年可省電 42555 度，占中使用率冷氣年度預估總用電(246038 度)17.30%；占全館年度中使用率預估總用電 8.09%，若進行全面汰換，需花費 819000 元，每年可節省 114899 元(42555 度*電費 2.7 元/度)，約 7 年可回收。

學生研究室沒有產生高熱之實驗設備，可考慮先行汰換；實驗室可請專業人士評估冷氣是否加噸數使用，再考慮進行汰換。

表 4-7-3、日立水冷式箱型冷氣機型號 RP45、55、85W/WL 資料

項目 型式	冷氣能力 Kw(kcal/h)	電源	電氣特性			能源效率 率比值 (EER)
			全入力 kW	運轉 電流 A	啟動 電流 A	
RP45W/WL	12.5(11200)	AC3φ	3.38	10.4	104	3.70
RP55W/WL	16.0(14000)	220V	4.32	1.3	99	3.70
RP85W/WL	25.0(22400)	60Hz	6.77	20.9	210	3.69

【日立氣冷式/水冷式箱型冷氣機型錄】摘錄



項號	名稱	備註
①	製氣扇	
②	指示燈	
③	操作蓋	
④	操作蓋開啟寬度	
⑤	出風口	
⑥	電源配線孔	Φ40.5 (破裂孔)
⑦	緊急排水孔	FPT 1/2"
⑧	新鮮空氣吸入口	(破裂孔)
⑨	加熱器連接孔	Φ62 (破裂孔)
⑩	加濕器連接孔	Φ40.5 (破裂孔)
⑪	加濕器配線孔	Φ26.1 (破裂孔)
⑫	凝結水排水口	FPT 1"
⑬	冷卻水出口	FPT 1 1/4"
⑭	冷卻水入口	FPT 1 1/4"
⑮	機座固定螺絲	4M10

RP-55WL

冷氣能力：16.0kW (14,000kcal/h)
壓縮機出力：3.75kW (5HP)

能源效率
第 5 級

圖 4-7-2、日立箱型冷氣 RP85W/WL 圖

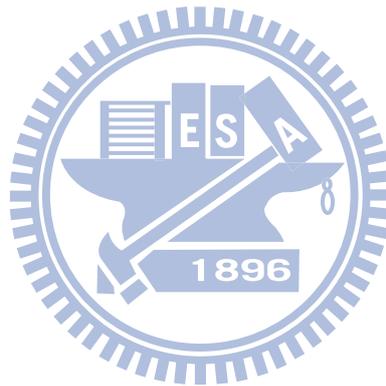
表 4-7-4、汰換水冷式箱型冷氣效益預估

使用空間坪數	約 24 坪	約 28 坪	約 40 坪
現用冷氣能力	14000 Kcal/h	22400 Kcal/h	22400 Kcal/h
現用 EER 值	2.88	2.88	2.88
現用額訂功率	5.1 kW	8.17 kW	8.17 kW
預估冷氣能力	12000 Kcal/h	14000 Kcal/h	20000 Kcal/h
汰換冷氣能力	11200 Kcal/h	14000 Kcal/h	22400 Kcal/h
汰換 EER 值	3.70	3.70	3.69
汰換額訂功率	3.38 kW	4.32 kW	6.77 kW
汰換 1 小時省電	1.72 kWh	3.85 kWh	1.4 kWh
汰換數量	1(1 間實驗室)	7(4 間學生研究室、3 間實驗室)	3(2 間學生研究室、1 間實驗室)
省電預估	1.72*1350*1 =2322 kWh	3.85*1250*4 +3.85*1350*3 =34843 kWh	1.4*1250*2 +1.4*1350*1 =5390 kWh
年省電合計	42555 kWh		
備註：學生研究室預估年使用時數以中使用率 1250 小時；實驗室 1350 小時做估計			

4.7.3 空調冰水主機效益評估及改善建議

土木結構大樓 213 學生研究室；112、113 實驗室；207、209、304 辦公室；212 會議室，共同使用 1 台氣冷式冰水主機，冷卻能力為 177400BTU/h(44708 Kcal/h)，總耗電功率為 19.4kW。

空調使用特性為其中一間啟用小冷風機，冰水主機與小冷風機同時運轉。起初土木結構大樓空調設計範圍涵蓋研究室、實驗室、辦公室及會議室共 7 個空間，現今較常使用之空間為學生研究室 213 及辦公室 207、304 僅此 3 個空間，若夏季月份只有此 3 間使用空調，其餘 4 間不使用，卻啟動頂樓冰水主機，而「空調主機在低度負荷時會有較比例高之電力負載」【購物中心 Q&A 節能技術手冊 P.131】，會造成電力浪費。考量該冰水主機使用已達 10 年以上，維修成本勢必較高，再配合前述經濟部政策「效率低於經濟部能源局公告之能源效率基準者，應予以汰換」，因此綜合考量下仍建議汰換。空調冰水主機若要汰換，建議考慮請專業人士作評估及重新規劃使用空間。



第五章 結論與建議

5.1 結論

本研究以交通大學實驗型大樓-土木結構大樓為範例，預估年度用電量、分析用電結構及館舍 EUI 值範圍，並對照明及冷氣空調系統做改善之建議，結論如下：

1. 本研究預估 99 年用電量為 463800 度，與民國 99 年實際用電量 433372 度相符。99 年用電結構百分比說明如下：
 - (1) 依照耗能設備分類，預估 99 年用電（包含混凝土拌合場）結構百分比，照明占 19.44%，冷氣及空調占 46.75%，電腦 7.87%，實驗儀器占 18.76%，其他動力占 7.18%。若扣除館外之混凝土拌合場用電量，可得獨立土木結構大樓之年度總用電量，預估用電量結構百分比，照明占 20.37%，冷氣及空調占 44.57%，電腦 8.34%，實驗儀器占 19.41%，其他動力占 7.31%。
 - (2) 依照空間分類，預估 99 年用電（包含混凝土拌合場）結構百分比，學生研究室占 33.44%，實驗室占 54.64%，辦公室占 1.27%，會議室占 0.34%，機電配線室及其他占 10.30%。若扣除館外之混凝土拌合場用電量，可得獨立土木結構大樓之年度總用電量，預估用電量結構百分比，學生研究室占 35.45%，實驗室占 51.91%，辦公室占 1.35%，會議室占 0.36%，機電配線室及其他占 10.93%。
2. 學生研究室平均每人每年高用電量為 2552 度，中用電量為 1861 度，低用電量為 1170 度。
3. 依據各空間同時高使用率預估下之年用電量和 97 年實際用電量 730955 度相符，依據各空間不同使用率（高、中、低）預估下之年用電量和 99 年實際用電量 433372 度相符。經比較，97 年及 99 年用電量主要差距在於實驗室使用率由高使用率變成低使用率所致。另外 99 年土木結構大樓冷卻水塔於 9 月、10 月進行維修，造成箱型冷氣僅能使用送風，也造成 99 年用電量較低。

5.2 建議

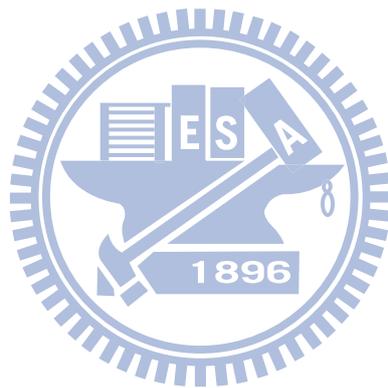
1. 本研究以交通大學土木結構大樓為例，屬於實驗型大樓，與非實驗型大樓差別在於實驗室耗能設備使用，造成用電結構產生變化，後續研究建議可尋找同類型的館舍做研究，增加實驗型大樓之樣本數，使用電結構及 EUI 值範圍更為準確。
2. 土木結構大樓屬於老舊館舍，耗能設備(照明、冷氣&空調)大部分未進行汰換，本研究僅提出初步的改善建議，並未進行證實，後續研究可將改善前與改善後之空間作效益評估比較，或者是對有節能設計之館舍進行評估，比較新舊館舍用電差異，提供老舊館舍更完整之節能辦法。
3. 冷氣及空調通常為最主要耗電設備，本研究只以產品標籤之額訂功率進行計算，並未以電度計實際量測，後續研究可用規格較高之電度計或裝置電錶等方法，對機型老舊之冷氣機與高 EER 值或有節能標章之冷氣機進行實際量測，比較新舊款式不同，做精確之效益評估。



參考文獻

1. 【2010年非生產性質行業能源查核年報】，台灣綠色生產力基金會。
2. 【政府機關及學校全面節能減碳措施機關學校 EUI 基準值】，經濟部能源局。
3. 高紹惠、高淑芬、葉續輝撰文/圖片提供，【我國「容許耗用能源基準」及「能源效率分級標示制度」現況】，2011年4月，經濟部能源局。
4. 【學校場所節約用電】，台灣電力公司。
5. 【學校室內照明推廣手冊】，87年6月，內政部建築研究所。
6. 【照明 Q&A 節能技術手冊】，經濟部能源局。
7. 【學校能源技術手冊】，經濟部能源委員會編印。
8. 【學校室內照明推廣手冊】
9. 【不同平均演色性評價指標 Ra 值的光源適用範圍】，東亞照明網站 (<http://www.chinaelectric.com.tw/>)
10. 【飛利浦光源產品型錄】，2007/2007，PHILIPS 網站 (<http://www.philips.com.tw/>)
11. 陳昱慎，【具序相脈波調光之 LED 室內照明研製】，國立高雄應用科技大學電機工程系碩士班。
12. 【各國禁用白熾燈泡時表】，(http://www.ledinside.com.tw/global_f_f_200901)。
13. 吳財福、余德鴻、劉源全，【單級高功因電子安定器】，1997年11月，全華科技圖書股份有限公司。
14. 【旭光照明全產品型錄】，2005年，旭光照明網站。
15. 【東亞照明 2005~2006 綜合型錄 P369、P370】，中華電器 2006年印。
16. 【中時電子報】，(<http://news.chinatimes.com>)。
17. J. Zhou and W. Yan, 【Experimental Investigation on the Performance Characteristics of White LEDs used in Illumination Application】，【Proceedings of 2007 Power Electronics Specialists Conference pp. 1436-1440】，June 2007。
18. 秦自強，【從工業設計立場探討高亮度 LED 相關產品之設計與應用】，【電機月刊第2期，第19卷，2009年2月，P68-79】
19. 廖顯奎、張詩意，【高功率白光發光二極體之技術發展】，【科儀新知】，第6期，第27卷，2006年6月，P78-86。
20. 郭子菱，【LED 照明走入重點、局部照明應用，光連雙月刊，2009年1月，NO. 79，pp. 13-16。】
21. 【節能標章全球資訊網】，經濟部能源局 (<http://www.energylabel.org.tw/>)
22. 【空調技術手冊案例】，經濟部能源局指導、台灣綠色生產力基金會編印。
23. 【政府機關學校耗能指標指導手冊 p40~44】，經濟部能源局編印。
24. 許錦田，【低壓功率調整技術探討表三、功率因數三角函數對照表】，裕昌機電工廠股份有限公司 (<http://www.ecct.org.tw/print/42-5-1.htm#e6>)。
25. 李麗玲、李清然、黃素琴，【照明節能介紹範例與探討】，工業技術研究院能源與環境研究所。

- 26.【照明節能產品應用手冊】，經濟部能源局、財團法人台灣綠色生產力基金會。
27. 蔡尤溪、李魁鵬，【住商部門非製造業能源查核與耗能指標訂定之研究，產業節能技術服務計畫分包研究期末報告】，93年，綠基會。
- 28.【冷氣機節約用電】，台電。
29. 趙文華 總經理，【節能績優廠商節能技術原理及案例分析-空調系統之操作節能策略】，正宜興業(股)公司。
30. 台灣區冷凍空調工程工業同業公會資訊網(<http://www.hvac-net.org.tw/>)。
31. 蔣德中，「學校現況及節約能源分析」，財團法人綠色生產力基金會。



附件一、窗（壁）型及箱型冷氣機能源耗用量與其能源效率分級標示事項、方法及檢查方式

經濟部公告 中華民國 99 年 3 月 22 日 經能字第 09904601490 號

主旨：訂定「窗（壁）型及箱型冷氣機能源耗用量與其能源效率分級標示事項、方法及檢查方式」，並自即日生效。

依據：能源管理法第十四條第四項。

公告事項：

- 一、本公告所稱之窗（壁）型與箱型冷氣機為符合中華民國國家標準 CNS 3615 及 CNS 14464 規範範圍，並經經濟部標準檢驗局公告為應施檢驗品目之範圍者。
- 二、廠商製造或進口窗（壁）型冷氣機或箱型冷氣機時，應以經經濟部標準檢驗局認可之商品檢驗指定試驗室，出具之安規試驗報告中之能源效率比值標示值，按窗（壁）型冷氣機能源效率分級基準表（表 2-4-4）、箱型冷氣機能源效率分級基準表（2-4-5）中之分級基準，標示產品能源效率之等級。
- 三、廠商製造或進口窗（壁）型及箱型冷氣機者，應檢具下列文件向中央主管機關申請「能源效率分級標示管理系統」（以下簡稱管理系統）之登錄帳號及密碼，供登入管理系統使用：
 - （一）管理系統登錄帳號及密碼申請表。
 - （二）公司或商業登記主管機關發給公司登記證明文件之影本、商業登記證明文件之影本或上述主管機關資訊網站系統列印之登記資料。
- 四、廠商於取得管理系統之登錄帳號及密碼後，應檢具下列文件送中央主管機關申請能源效率分級標示之核准：
 - （一）窗（壁）型及箱型冷氣機能源效率分級標示登錄申請表（附表四，應由廠商登入管理系統填寫申請資料後，下載使用之）；申請登錄作業係委託辦理者，其代理人應另檢附製造商或進口商出具之委託代理證明文件正本。
 - （二）該產品之商品驗證登錄證書或商品型式認可證書（應以正本經彩色掃描成電子檔後上傳於管理系統）。
 - （三）該產品申請商品驗證登錄或商品型式認可時所出具之安規試驗報告（應以加蓋公司印鑑之影本或電子檔光碟片郵寄中央主管機關）。前項申請經中央主管機關核准後，廠商即可於管理系統下載能源效率分級標示圖示並使用之。
- 五、廠商於中華民國九十九年七月一日起陳列或銷售窗（壁）型冷氣機或箱型冷氣機時，應於展示機種正面處張貼或懸掛能源效率分級標示，不得隱匿、毀損或以他法致消費者無法辨識。
廠商於中華民國九十九年九月一日起製造或進口窗（壁）型冷氣機或箱型冷氣機時，應將規定之能源效率分級標示附於使用說明書或安裝說明書中，或張貼於產品本體正面明顯處。

前二項標示圖示（圖 2-4-1）須以彩色原尺寸揭露，並得等比例放大，其內容包括：

- (一) 產品名稱（冷氣機）。
- (二) 產品型號（若為分離式機種僅標示室外機型號）。
- (三) 額定總冷氣能力（kW）。
- (四) 能源效率比（W/W）。
- (五) 依據窗（壁）型冷氣機或箱型冷氣機能源效率分級基準表所訂之能源效率等級。
- (六) 年耗電量（度/年），計算方式為〔額定總冷氣能力（kW）/標示能源效率比（W/W）〕 \times 1,200（小時/年），數值均四捨五入至小數點第二位後再進行計算，年耗電量四捨五入取至整數位。
- (七) 所依據之窗（壁）型冷氣機及箱型冷氣機能源效率分級基準表公告年度及文號。
- (八) 登錄編號。
- (九) 其他中央主管機關指定之文字。

六、廠商自中華民國九十九年七月一日起，應在清晰可辨的條件下，將窗（壁）型冷氣機或箱型冷氣機之能源效率分級圖示（如下圖所示），標示於展示或銷售處所使用之產品型錄上之產品圖型旁。



前項型錄上之產品資訊若以文字或表格方式呈現，應另註明產品年耗電量、能源效率比及能源效率等級。

七、廠商製造或進口窗（壁）型及箱型冷氣機如有下列情事，應重新進行登錄及申請核准作業：

- (一) 產品基本設計變更，而影響其能源效率者。
- (二) 產品基本設計未變更，但型號變更者。

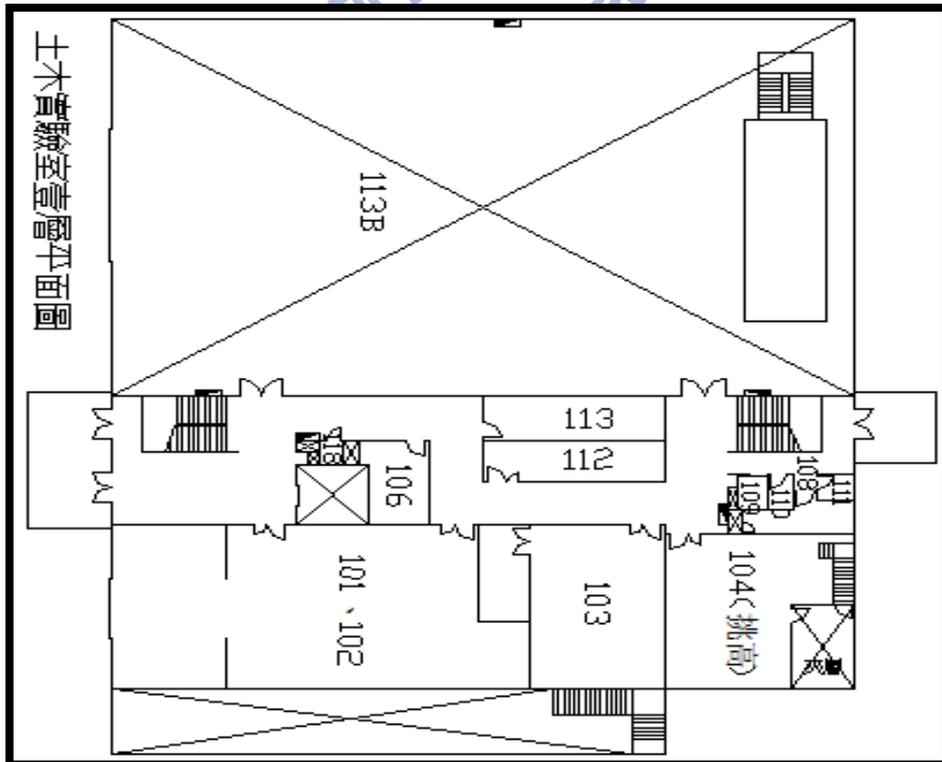
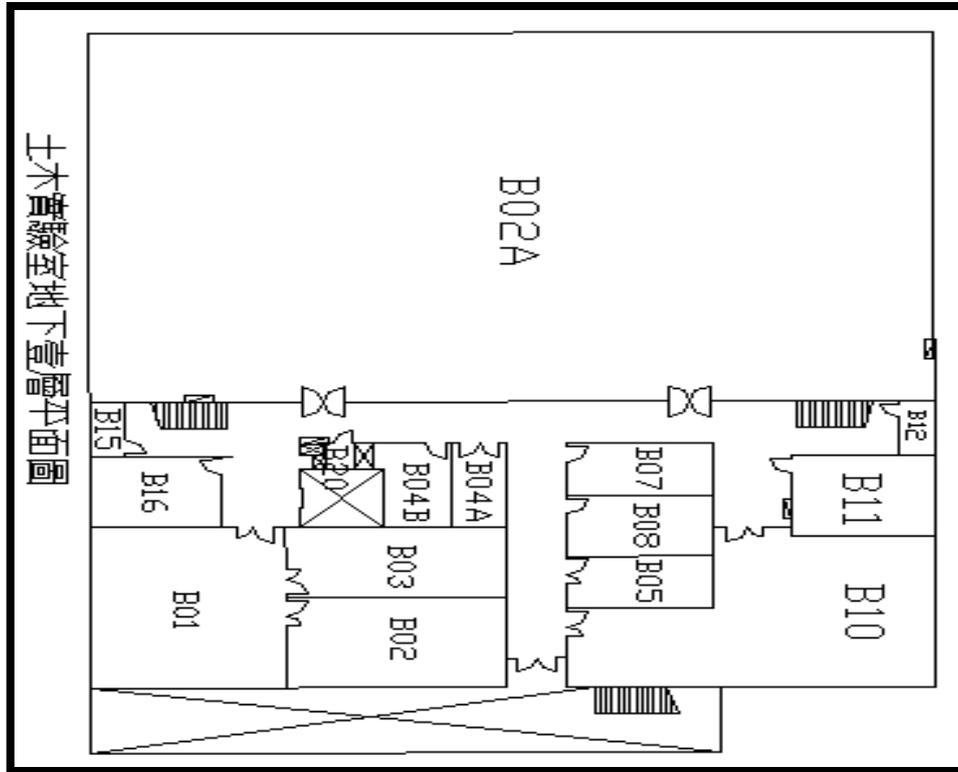
八、廠商應於每年二月底前，於管理系統中填報前一年度之窗（壁）型及箱型冷氣機銷售數量。

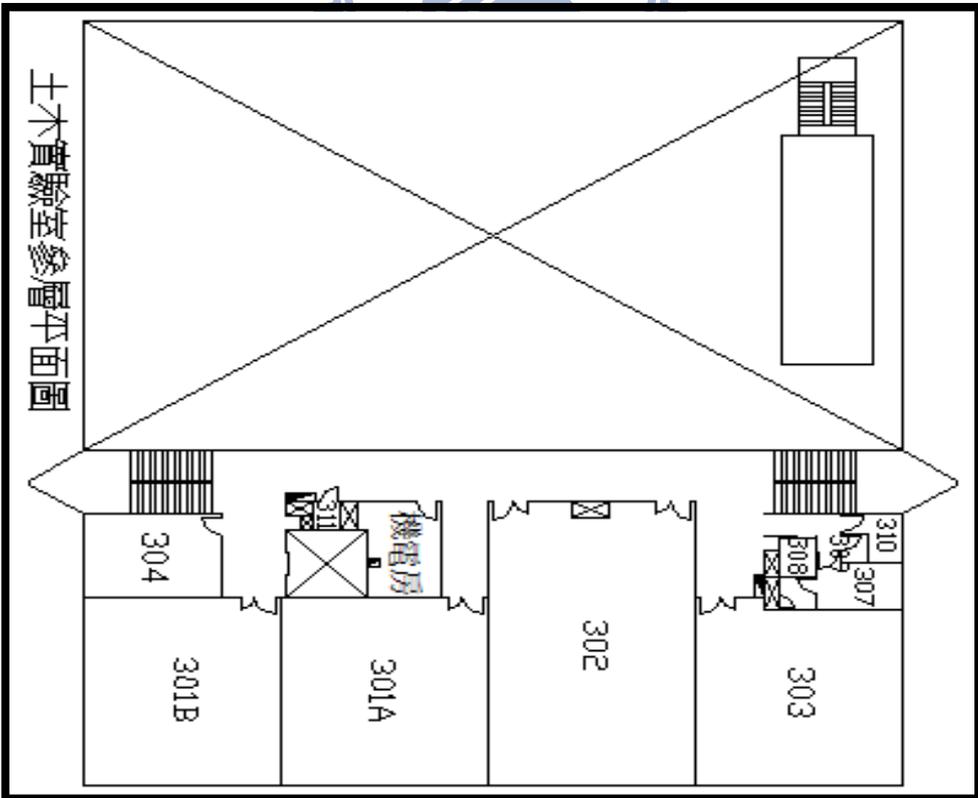
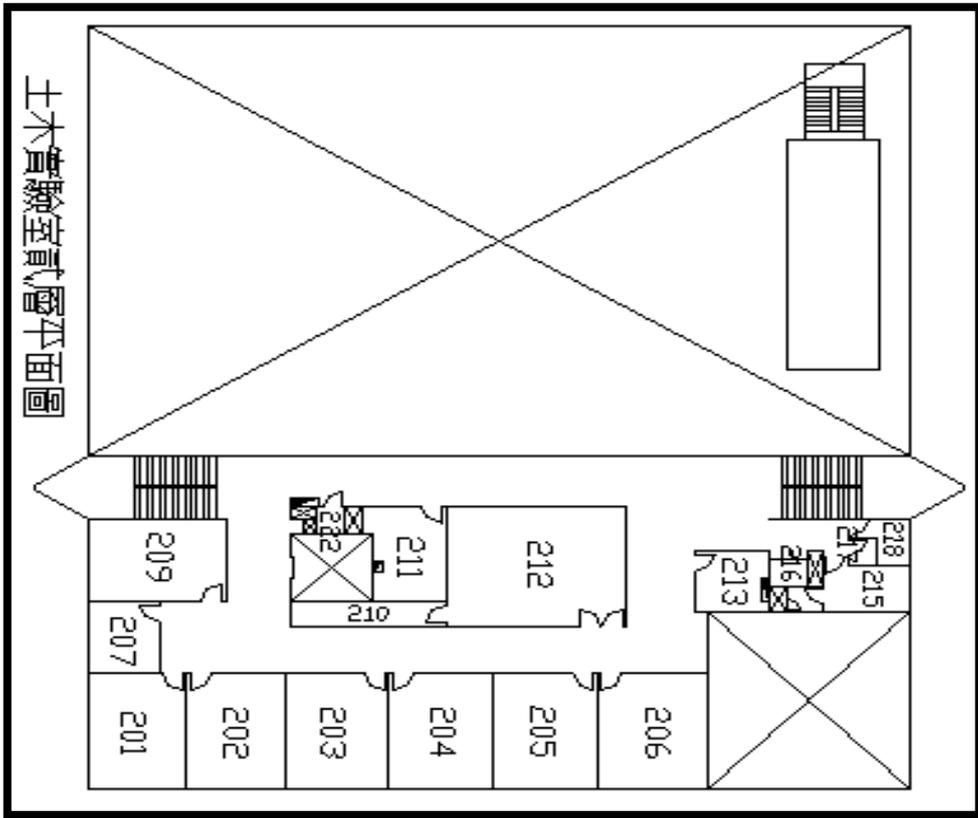
九、中央主管機關於實施能源效率分級標示檢查時，得每年辦理抽測；抽測樣品由中央主管機關指定，並由廠商於期限內送至指定檢驗試驗室測試，其能源效率比值應在標示值之百分之九十五以上，未符合者由中央主管機關通知廠商辦理複測；複測數量應為該產品相同機型抽測數量之二倍，複測相關費用由廠商負擔。

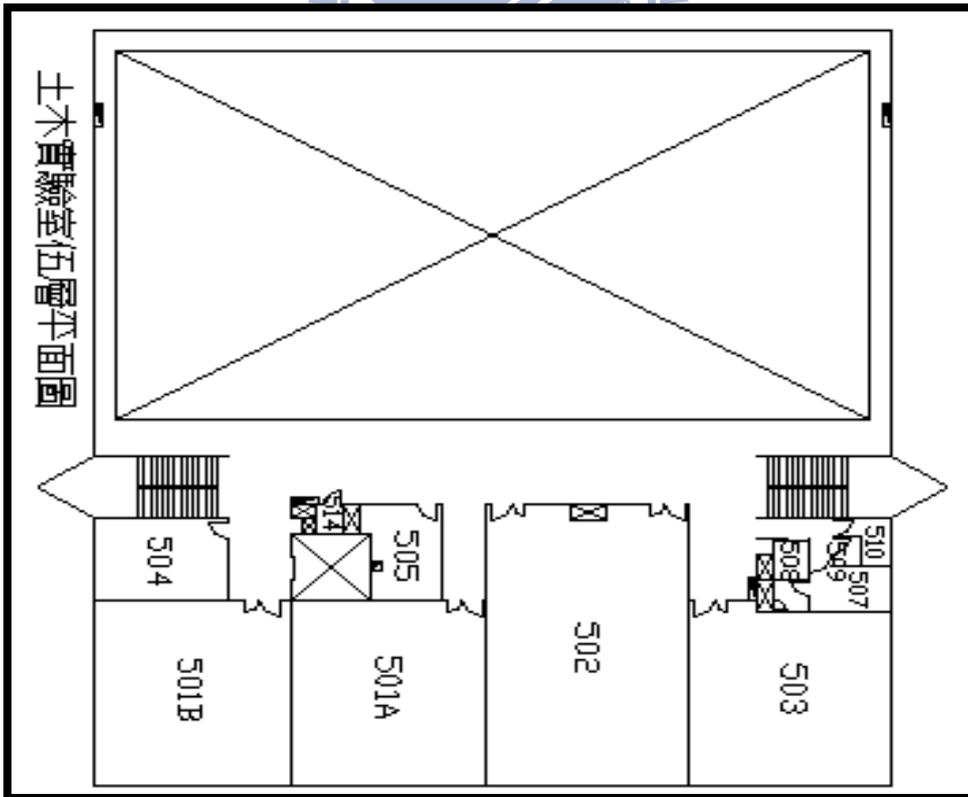
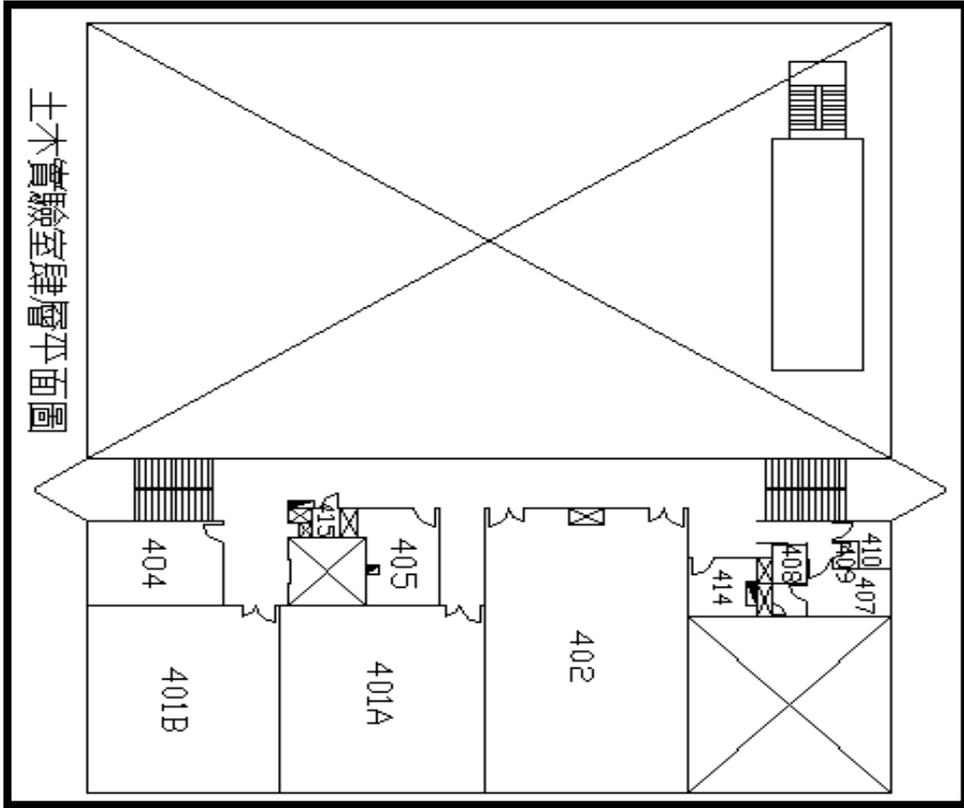
未辦理複測或複測結果未全數符合前項能源效率比值之規定者，中央主管機關將依本法第二十一條規定，通知廠商限期改善，並依其相關規定辦理。

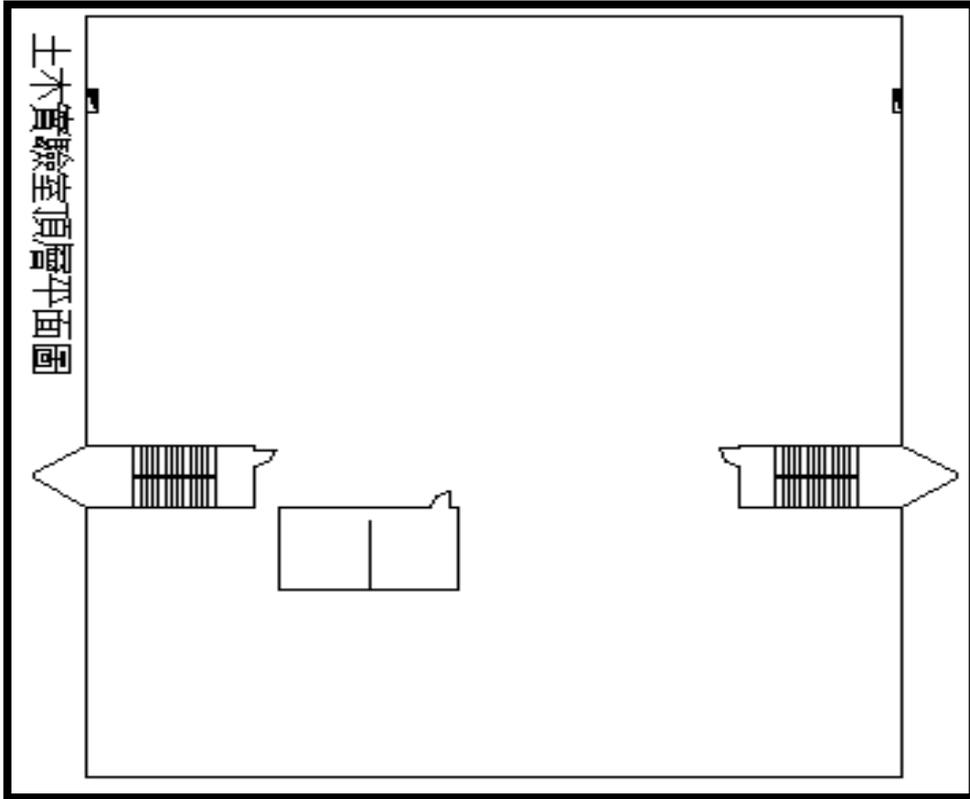
十、前點第一項抽測數量依製造或進口廠商前一年度銷售之窗（壁）型冷氣機及箱型冷氣機總數量，原則上每達一萬台抽測一台，總數量未達一萬台者亦抽測一台，但其抽測比例中央主管機關得視實際需要調整之。

附件二、土木結構大樓平面圖









附件三、土木結構大樓空間面積對照表

類別	空間編號	空間名稱	實際面積(m ²)	面積百分比(%)	類別面積總和(%)
學生研究室	B02	光纖實驗室	54.4	0.88%	13.29%
	202	學生研究室	25	0.41%	
	203	學生研究室	25	0.41%	
	204	學生研究室	25	0.41%	
	205	學生研究室	25	0.41%	
	206	學生研究室	25	0.41%	
	213	學生研究室	10.9	0.18%	
	301B	環境地工實驗室	90	1.46%	
	401A	結構自動監測實驗室	90	1.46%	
	401B	複合材料混凝土實驗室	93.9	1.53%	
	402	工程地物與監測實驗室	130.7	2.12%	
	502	學生研究室	130.7	2.12%	
	503	SRC實驗室	92	1.49%	
	實驗室	B01	高性能混凝土(HPC)實驗室	86.7	
B03		高溫高壓蒸氣催化實驗室	42.2	0.69%	
101&102		土木材料實驗室	196.2	3.19%	
103		MTS 岩石三軸實驗室	77	1.25%	
104		基礎模型實驗室(挑高)	92	1.49%	
112		儀器室	24.7	0.40%	
113		MTS 控制室	32.4	0.53%	
113B		大型結構實驗室(挑高)	792.8	12.88%	
302		高等大地力學實驗室	130.7	2.12%	
303		土壤標度槽實驗室(挑高)	92	1.49%	
501A		實驗室	93.9	1.53%	
501B		防火結構及材料實驗室	90	1.46%	
L		混凝土拌合室	173.94	2.83%	
辦公室及會議室	207	辦公室	15.5	0.25%	3.32%
	304	值勤室	25.4	0.41%	
	212	會議室	69.6	1.13%	
	301A	會議室	93.9	1.53%	
機電配線	B04A、B	機電房	16.6	0.27%	4.7%
	B05	緊急發電機室	28.25	0.46%	
	B10	機電房	86.45	1.40%	
	B20	資訊接線室	2.04	0.03%	

室	106	機電房	16.6	0.27%	
	118	資訊接線室	2.44	0.04%	
	211	機電房	16.6	0.27%	
	222	資訊接線室	2.04	0.03%	
	305	機電房	16.6	0.27%	
	311	資訊接線室	2.04	0.03%	
	405	機電房	16.6	0.27%	
	415	資訊接線室	2.04	0.03%	
	505	機電房	16.6	0.27%	
	514	資訊接線室	2.04	0.03%	
其他	201	教師休息室	27	0.44%	16.67%
	209	主任辦公室(儲藏室)	27.9	0.45%	
	B02A	防空避難室儲藏室	792.8	12.88%	
	B07	消防泵浦室	18	0.29%	
	B08	MTS幫浦室	23.9	0.39%	
	B11	設備工具室	34.4	0.56%	
	B12	儲藏室	10.4	0.17%	
	B15	儲藏室	5.69	0.09%	
	B16	設備工具室	23	0.37%	
	210	儲藏室	12.99	0.21%	
	404	儲藏室	25.4	0.41%	
504	儲藏室	25.4	0.41%		
廁所	108-111	廁所	29.46	0.48%	2.52%
	215-218	廁所	29.46	0.48%	
	307-310	廁所	29.46	0.48%	
	407-410	廁所及緊急淋浴室	37.02	0.60%	
	507-510	廁所	29.46	0.48%	
走廊		走廊	1798.94	29.23%	29.23%
總樓底板面積			6154.16	100%	100%

附件四、照明數量統計表

樓層	設備名稱	位置	位置名稱	設備型式	設備容量(W)	數量(組)	總設備容量(W)
B1	日光燈	B01	高性能混凝土(HPC)實驗室	FS-H42401H	40*2	16	1280
	日光燈	B02	光纖實驗室	FS-H42401H	40*2	8	640
	日光燈	B03	高溫高壓蒸氣催化實驗室	FS-H42401H	40*2	4	320
	日光燈	B02A	防空避難室儲藏室	FS-4243	40*2	46	3680
	日光燈			FS-2143	20*1	42	840
	日光燈	B04A	機電房	FS-4143	40*1	2	80
	日光燈	B04B	機電房	FX-40115L	40*2	2	160
	日光燈	B05	緊急發電機室	FS-4143	40*1	3	120
	日光燈	B07	消防泵浦室	FS-4144	40*1	3	120
	日光燈	B08	MTS幫浦室	FS-H42401H	40*2	2	160
	日光燈	B10	機電房	FS-4143	40*1	13	520
	日光燈	B11	設備工具室	FS-4143	40*1	2	80
	日光燈	B12	儲藏室	FS-4143	40*1	1	40
	日光燈	B15	儲藏室	FS-4143	40*1	1	40
	日光燈	B16	設備工具室	FS-H42401H	40*2	2	160
	日光燈	B20	資訊接線室	FS-2143	20*1	1	20
	日光燈		走廊	FX-40115L	40*2	16	1280
	日光燈			FV-2411F	20*4	1	80
	日光燈			FS-4143	40*1	2	80
1F	日光燈	101&102	土木材料實驗室	FS-4243	40*2	34	2720
	日光燈	103	MTS 岩石三軸實驗室	FS-4243	40*2	14	1120
	日光燈	104	基礎模型實驗室(挑高)	FS-4243	40*2	9	720
	日光燈	106	機電房	FS-4143	40*1	2	80
	日光燈	108	男廁	FS-41441	40*1	4	160
	日光燈			FV-2411F	20*4	2	160
	日光燈	109	殘障廁所	FV-2411F	20*4	1	80
	日光燈			FS-41441	40*1	1	40
	筒燈	110	清潔室	CR-DL1051	50*1	1	50
	日光燈	111	女廁	FV-2411F	20*4	1	80
	日光燈	112	儀器室	FX-40115L	40*2	3	240
	日光燈	113	MTS 控制室	FX-40115L	40*2	4	320
	日光燈	113B	大型結構實驗室(挑高)	FS-41441	40*1	4	160
	投射燈			CR-SD438	400*1	18	7200

	投射燈			CR-SD437	250*1	6	1500	
	日光燈	118	資訊接線室	FS-2143	20*1	1	20	
	日光燈		走廊	FS-2143	20*1	5	100	
	日光燈			FX-40115L	40*2	18	1440	
	日光燈			FS-41441	40*1	12	480	
	日光燈			FS-2140	20*1	2	40	
	日光燈			FV-24191F	20*4	1	80	
	日光燈			FV-2411F	20*4	3	240	
	筒燈			CR-DL1051	50*1	1	50	
	筒燈			CR-SD145	18*1	4	72	
	筒燈			CR-DL181	13*1	6	78	
	投射燈			NX3612	150*1	1	150	
2F	日光燈	201		教師休息室	FX-40115L	40*2	4	320
	日光燈	202		學生研究室	FX-40115L	40*2	4	320
	日光燈	203		學生研究室	FX-40115L	40*2	4	320
	日光燈	204	學生研究室	FX-40115L	40*2	4	320	
	日光燈	205	學生研究室	FX-40115L	40*2	4	320	
	日光燈	206	學生研究室	FX-40115L	40*2	4	320	
	日光燈	207	土木結構大樓辦公室	FS-4143	40*1	2	80	
	日光燈	209	主任辦公室	FVS-4336	40*3	6	720	
	筒燈			CR-DL801	50*1	8	400	
	日光燈	210	儲藏室	FS-4143	40*1	2	80	
	日光燈	211	機電房	FS-4143	40*1	2	80	
	日光燈	212	會議室	FVS-4336	40*3	9	1080	
	日光燈	213	學生研究室	FVS-4336	40*3	1	120	
	日光燈	215	男廁	FV-2411F	20*4	2	160	
	日光燈			FS-21441	20*1	1	20	
	日光燈			FS-41441	40*1	5	200	
	日光燈	216	殘障廁所	FV-2411F	20*4	1	80	
	日光燈			FS-41441	40*1	1	40	
	筒燈	217	清洗室	CR-DL1051	50*1	1	50	
	日光燈	218	女廁	FV-2411F	20*4	1	80	
日光燈	FS-41441			40*1	1	40		
日光燈	FS-21441			20*1	1	20		
日光燈	222	資訊接線室	FS-2143	20*1	1	20		
日光燈		走廊	FX-40115L	40*2	22	1760		
日光燈			FV-24191F	20*4	2	160		

	日光燈			FS-2143	20*1	5	100
	日光燈			FVS-2436	20*4	2	160
	筒燈			CR-DL1051	50*1	3	150
3F	日光燈	301A	防災工程研究中心(會議室)	FS-H42401H	40*2	16	1280
	日光燈	301B	環境地工實驗室(研究室)	FS-H42401H	40*2	16	1280
	日光燈	302	高等大地力學實驗室	FS-H42401H	40*2	24	1920
	日光燈	303	土壤標度槽實驗室(在 4F)	FS-H42401H	40*2	15	1200
	日光燈	304	值勤室	FS-H42401H	40*2	2	160
	日光燈	305	機電房	FS-4143	40*1	2	80
	日光燈	307	男廁	FV-2411F	20*4	2	160
	日光燈			FS-21441	20*1	1	20
	日光燈			FS-41441	40*1	5	200
	日光燈	308	殘障廁所	FV-2411F	20*4	1	80
	日光燈			FS-41441	40*1	1	40
	筒燈	309	清洗室	CR-DL1051	50*1	1	50
	日光燈	310	女廁	FV-2411F	20*4	1	80
	日光燈			FS-21441	20*1	1	20
	日光燈			FS-41441	40*1	1	40
	日光燈	311	資訊接線室	FS-2143	20*1	1	20
	日光燈		走廊	FX-40115L	40*2	15	1200
	日光燈			FV-24191F	20*4	2	160
	日光燈			FS-2143	20*1	5	100
	日光燈			FS-41441	40*1	3	120
筒燈	CR-DL1051			50*1	1	50	
4F	日光燈	401A	結構自動監測實驗室	FS-H42401H	40*2	16	1280
	日光燈	401B	複合材料混凝土實驗室	FS-H42401H	40*2	16	1280
	日光燈	402	工程地物與監測實驗室	FS-H42401H	40*2	24	1920
	日光燈	404	儲藏室	FS-H42401H	40*2	2	160
	日光燈	405	機電房	FS-4143	40*1	2	80
	日光燈	407	男廁	FV-2411F	20*4	2	160
	日光燈			FS-21441	20*1	1	20
	日光燈			FS-41441	40*1	5	200
	日光燈	408	殘障廁所	FV-2411F	20*4	1	80
	日光燈			FS-41441	40*1	1	40
	筒燈	409	清洗室	CR-DL1051	50*1	1	50
	日光燈	410	女廁	FV-2411F	20*4	1	80
	日光燈			FS-21441	20*1	1	20

	日光燈			FS-41441	40*1	1	40	
	日光燈	414	緊急淋浴室	FV-2411F	20*4	3	240	
	日光燈	415	資訊接線室	FS-2143	20*1	1	20	
	日光燈		走廊	FX-40115L	40*2	14	1120	
	日光燈			FV-241191F	20*4	2	160	
	日光燈			FVS-2436	20*4	1	80	
	日光燈			FS-2143	20*1	5	100	
	日光燈			FS-41441	40*1	3	120	
	筒燈			CR-DL1051	50*1	1	50	
5F	日光燈	501A		實驗室(學生在工二)	FS-H42401H	40*2	16	1280
	日光燈	501B		防火結構及材料實驗室	FS-H42401H	40*2	16	1280
	日光燈	502	學生研究室	FS-H42401H	40*2	24	1920	
	日光燈	503	SRC 實驗室(研究室)	FS-H42401H	40*2	18	1440	
	日光燈	504	儲藏室	FS-H42401H	40*2	2	160	
	日光燈	505	機電房	FS-4143	40*1	2	80	
	日光燈	507	男廁	FV-2411F	20*4	2	160	
	日光燈			FS-21441	20*1	1	20	
	日光燈			FS-41441	40*1	5	200	
	日光燈	508	殘障廁所	FV-2411F	20*4	1	80	
	日光燈			FS-41441	40*1	1	40	
	筒燈	509	清潔室	CR-DL1051	50*1	1	50	
	日光燈	510	女廁	FV-2411F	20*4	1	80	
	日光燈			FS-21441	20*1	1	20	
	日光燈			FS-41441	40*1	1	40	
	日光燈	514	資訊接線室	FS-2143	20*1	1	20	
		日光燈		走廊	FX-40115L	40*2	15	1200
		日光燈			FV-24191F	20*4	2	160
		日光燈			FS-41441	40*1	3	120
		筒燈			CR-DL1051	50*1	1	50
	筒燈		CR-SD145		18*1	19	342	
RF	日光燈		走廊		FV-2411F	20*4	6	480
	日光燈			FV-24191F	20*4	4	320	
	日光燈			FS-4143	40*1	4	160	
1F 外	日光燈	L	混凝土拌合場		40*2	12	960	
	日光燈				20*1	5	100	
1F 外	景觀燈		結構大樓周圍		300*1	10	3000	
照明明年度用電合計 119760.84 (kWh)								

附件五、各類型機關學校用電指標(EUI)基準值

【經濟部 函，檢送行政院核定之「政府機關及學校『四省（省電、省油、省水、省紙）專案』計畫」】摘錄

發文日期:中華民國 100 年 6 月 3 號 發文字號:經授能字第 10000073760 號

計畫執行期程:100 年 1 月 1 日至 104 年 12 月 31 日止。

編號	屬性	類別	EUI 基準值
1-1	辦公機關	中央行政機關第一類	128
1-2		中央行政機關第二類	113
1-3		地方行政機關第一類	81
1-4		地方行政機關第二類	108
1-5		縣市政府文化局第一類	105
1-6		縣市政府文化局第二類	86
1-7		縣市政府環保局第一類	130
1-8		縣市政府環保局第二類	144
1-9		國防機關第一類	110
1-10		國防機關第二類	130
1-11		高耗能設備辦公機關第一類	171
1-12		高耗能設備辦公機關第二類	145
2-1	業務機關	區國稅局第一類	168
2-2		區國稅局第二類	189
2-3		國稅局縣市分局第一類	100
2-4		國稅局縣市分局第二類	107
2-5		稅捐稽徵處第一類	133
2-6		稅捐稽徵處第二類	74
2-7		關稅局第一類	126
2-8		關稅局第二類	113
2-9		國產局辦事處第一類	83
2-10		國產局辦事處第二類	113
2-11		工程單位第一類	153
2-12		工程單位第二類	147
2-13		法院(檢查署)第一類	105
2-14		法院(檢查署)第二類	109
2-15		警政直屬第一類	135

編號	屬性	類別	EUI 基準值
2-16		警政直屬第二類	95
2-17		行政執行、調查處第一類	148
2-18		行政執行、調查處第二類	153
2-19		巡防局	81
2-20		縣(市)警察局第一類	118
2-21		縣(市)警察局第二類	145
2-22		市警察分局第一類	122
2-23		市警察分局第二類	116
2-24		縣警察分局第一類	85
2-25		縣警察分局第二類	80
2-26		警察隊第一類	93
2-27		警察隊第二類	88
2-28		消防局第一類	97
2-29		消防局第二類	67
2-30		圖書館第一類	74
2-31		圖書館第二類	38
2-32		文藝中心第一類	108
2-33		文藝中心第二類	122
2-34		社教館第一類	69
2-35		社教館第二類	51
2-36		美術館及博物館第一類	148
2-37		美術館及博物館第二類	112
2-38		民代會第一類	38
2-39		民代會第二類	34
2-40		市公所第一類	97
2-41		市公所第二類	77
2-42		區公所第一類	63
2-43		區公所第二類	70
2-44		鄉公所第一類	63
2-45		鄉公所第二類	62
2-46		鎮公所第一類	76
2-47		鎮公所第二類	66
2-48		市戶政事務所第一類	87

編號	屬性	類別	EUI 基準值
2-49		市戶政事務所第二類	123
2-50		區戶政事務所第一類	122
2-51		區戶政事務所第二類	100
2-52		鄉戶政事務所第一類	73
2-53		鄉戶政事務所第二類	64
2-54		鎮戶政事務所第一類	113
2-55		鎮戶政事務所第二類	89
2-56		市地政事務所第一類	86
2-57		市地政事務所第二類	94
2-58		區地政事務所第一類	139
2-59		區地政事務所第二類	104
2-60		鄉地政事務所第一類	155
2-61		鄉地政事務所第二類	96
2-62		鎮地政事務所第一類	115
2-63		鎮地政事務所第二類	104
2-64		市衛生所第一類	59
2-65		市衛生所第二類	54
2-66		區衛生所第一類	64
2-67		區衛生所第二類	42
2-68		鄉衛生所第一類	37
2-69		鄉衛生所第二類	36
2-70		鎮衛生所第一類	46
2-71		鎮衛生所第二類	38
2-72		衛生局第一類	101
2-73		衛生局第二類	118
2-74		健康服務中心第一類	83
2-75		健康服務中心第二類	73
2-76		檢驗單位第一類	101
2-77		檢驗單位第二類	73
2-78		慢性病防治所第一類	77
2-79		慢性病防治所第二類	53
2-80		家畜疾病防治所第一類	91
2-81		家畜疾病防治所第二類	48

編號	屬性	類別	EUI 基準值
2-82		選委會第一類	34
2-83		選委會第二類	32
2-84		氣象中心第一類	67
2-85		氣象中心第二類	72
2-86		事故鑑定單位第一類	86
2-87		事故鑑定單位第二類	137
2-88		榮民服務處第一類	60
2-89		榮民服務處第二類	55
2-90		航空站第一類	141
2-91		航空站第二類	113
2-92		殯葬單位第一類	117
2-93		殯葬單位第二類	45
2-94		其他業務單位第一類	112
2-95		其他業務單位第二類	79
3-1		研究 訓練 機關	技術研究機關第一類
3-2	技術研究機關第二類		104
3-3	訓練所、中心第一類		59
3-4	訓練所、中心第二類		55
3-5	就業服務中心第一類		117
3-6	就業服務中心第二類		132
4-1	醫療 機關	醫學中心第一類	201
4-2		醫學中心第二類	218
4-3		區域醫院第一類	150
4-4		區域醫院第二類	174
4-5		地區醫院第一類	176
4-6		地區醫院第二類	137
4-7		精神專科醫療醫院第一類	104
4-8		精神專科醫療醫院第二類	99
4-9		安養機構第一類	69
4-10		安養機構第二類	52
4-11		其他醫療醫院	202
5-1	學校	大學第一類	124
5-2		大學第二類	94

編號	屬性	類別	EUI 基準值
5-3		科技大學第一類	107
5-4		科技大學第二類	96
5-5		師範及教育大學第一類	75
5-6		師範及教育大學第二類	78
5-7		餐旅、戲曲、藝術、體育、藝術等第一類	96
5-8		餐旅、戲曲、藝術、體育、藝術等第二類	62
5-9		高級中學第一類	33
5-10		高級中學第二類	28
5-11		工商職業學校第一類	26
5-12		工商職業學校第二類	30
5-13		工業職業學校第一類	37
5-14		工業職業學校第二類	28
5-15		商業、家事職業學校第一類	32
5-16		商業、家事職業學校第二類	30
5-17		農工職業學校第一類	21
5-18		農工職業學校第二類	25
5-19		海事職業學校第一類	35
5-20		海事職業學校第二類	25
5-21		國民中學第一類	21
5-22		國民中學第二類	20
5-23		國民小學第一類	21
5-24		國民小學第二類	17
5-25		幼稚園第一類	43
5-26		幼稚園第二類	22
5-27		托兒所第一類	35
5-28		托兒所第二類	29
5-29		特殊教育學校第一類	25
5-30		特殊教育學校第二類	20
5-31		軍事學校第一類	62
5-32		軍事學校第二類	47
6-1	其他	零售市場第一類	38
6-2		零售市場第二類	14
6-3		體育、育樂場所第一類	53

編號	屬性	類別	EUI 基準值
6-4		體育、育樂場所第二類	62
6-5		監獄第一類	61
6-6		監獄第二類	59
6-7		看守所第一類	67
6-8		看守所第二類	59
6-9		戒治、觀護第一類	39
6-10		戒治、觀護第二類	33
6-11		農改第一類	61
6-12		農改第二類	50
6-13		試驗所第一類	177
6-14		試驗所第二類	97
6-15		繁殖場第一類	133
6-16		繁殖場第二類	94
6-17		林區管理處第一類	58
6-18		林區管理處第二類	46
6-19		清潔隊第一類	84
6-20		清潔隊第二類	38
6-21		焚化、掩埋場第一類	38
6-22		焚化、掩埋場第二類	44
6-23		廣播電台第一類	210
6-24		廣播電台第二類	162
6-25		國家風景區管理處第一類	96
6-26		國家風景區管理處第二類	101
6-27		其他管理單位第一類	41
6-28		其他管理單位第二類	48
6-29		籌備處	118

備註：

1. 同類型機關學校 EUI 基準值分類方式，將 98 年各分類之機關（學校）每人平均用電量進行排序，並依中位數再分為 2 個次分類後，取每個次分類 EUI 中位數，作為該次分類機關學校之 EUI 基準值。

2. 評比單位：

甲組，行政院暨所屬機關（部、會、署、局、行、處等），計 41 個（併計各所屬機關及學校之整體執行成效，作為評比單位之績效）。

乙組，各直轄市政府及各縣（市）政府，計 22 個（併計各所屬機關及學校之整體執行成效，作為評比單位之績效）。

丙組，教育部所屬各級國立學校，計 242 個。

附件六、評比指標之定義

【經濟部 函，檢送行政院核定之「政府機關及學校『四省（省電、省油、省水、省紙）專案』計畫】

名詞	定義
用電指標 (EUI)	$EUI = \frac{\text{年度用電度數}}{\text{建築物總樓地板面積}} \text{ (單位: kWh/ m}^2\text{. year)}$ <p>註：建築物總樓地板面積，係指建築物使用執照所登載之樓地板面積總和。</p>
同類型機關學校 EUI 基準值	將 98 年各分類之機關（學校）每人平均用電量進行排序，並依中位數再分為 2 個次分類後，取每個次分類 EUI 中位數，作為該次分類機關學校之 EUI 基準值。
年度用電節約率(ESn)	$ES_n = \left(\frac{\text{前一年度用電度數}E_{n-1} - \text{當年度用電度數}E_n}{\text{前一年度用電度數}E_{n-1}} \right) \times 100\%$ <p>1.</p> <p>2. 年度用電度數：執行單位之電費收據屬逐月收費者，年度用電度數以同年 1 月至 12 月電費收據上之用電度數合計之；若屬隔月收費者，以偶數月或奇數月之電費收據上用電度數合計之；合署辦公且裝有分電表者，年度用電度數以實際年度之分電表紀錄及分攤公共用電之度數合計之。</p>
年度用水節約率(WSn)	$WS_n = \left(\frac{\text{前一年度用水量}W_{n-1} - \text{當年度用水量}W_n}{\text{前一年度用水量}W_{n-1}} \right) \times 100\%$ <p>1.</p> <p>2. 年度用水量：執行單位之水費收據屬逐月收費者，年度用水量以同年 1 月至 12 月水費收據上之用水量合計之；若屬隔月收費者，以偶數月或奇數月之水費收據上用水量合計之；合署辦公且裝有分水表者，年度用水量以實際年度之分水表紀錄及分攤公共用水之量合計之。</p>
年度用油節約率(OSn)	$OS_n = \left(\frac{\text{前一年度用油量}O_{n-1} - \text{當年度用油量}O_n}{\text{前一年度用油量}O_{n-1}} \right) \times 100\%$ <p>1.</p> <p>2. 年度用油量係以各機關年度公務車加油卡之加油量，以及加上其他公務車另行購油用量合計之。</p>
公文線上簽核績效指標(Pn)	$P_n = \left(\frac{\text{公文線上簽核件數}}{\text{電子公文收文總數} + \text{紙本來文線上簽核數} + \text{自創簽稿數}} \right) \times 100\%$

名詞	定義
累計用電節約率(EOn)	$EO_n = \left(\frac{\text{基期年度用電度數}E_{96} - \text{當年度用電度數}E_n}{\text{基期年度用電度數}E_{96}} \right) \times 100\%$ 1. 2. 以 96 年度評比單位整體之用电執行成效為基期值。
累計用水節約率(WOn)	$WO_n = \left(\frac{\text{基期年度用水量}W_{96} - \text{當年度用水量}W_n}{\text{基期年度用水量}W_{96}} \right) \times 100\%$ 1. 2. 以 96 年度評比單位整體之用水執行成效為基期值。
累計用油節約率(OOn)	$OO_n = \left(\frac{\text{基期年度用油量}O_{96} - \text{當年度用油量}O_n}{\text{基期年度用油量}O_{96}} \right) \times 100\%$ 1. 2. 以 96 年度評比單位整體之用油執行成效為基期值。
創新應用指標 (Innovation application Index, IA)	$IA_n = (\text{創意表現} \times 50\% + \text{創新作為實施後之節能減碳效益} \times 50\%)$
備註：n 指考核年度	

