經濟部

醫院節約能源應用
技術手冊

經　濟　部　能　源　局　指導
財團法人台灣綠色生產力基金會　編印
中華民國 105 年 10 月再版

目　錄

壹、前言 1

貳、醫院概況 2

2.1 醫療業家數統計 2
2.2 醫療業能源查核輔導家數統計 4
2.3 醫療業能源用量統計 7
2.4 醫療業用電參考指標 10
2.5 醫院部門功能概述 12
2.6 醫院能源設備及系統介紹 13
2.7 醫院設備與耗能量介紹 15

參、能源管理實務 23

3.1 醫院能源結構分析 23
3.2 醫院公用系統簡介 24
3.3 醫院節能管理實務 29
3.4 醫院節能方案 47

肆、電力系統節約能源實務 50

伍、照明系統節約能源實務 58

5.1 照明的基本觀念 58
5.2 照明節約能源 65

陸、空調系統節約能源實務 70

6.1 新建建築物之節約能源標準 70
6.2 醫院空調之特性 72
6.3 空調對疾病之預防及治療之影響 73
6.4 傳染病源及控制措施 74
6.5 空氣品質 75
6.6 空氣之流動 77

6.7 相對壓力及通風 78
6.8 醫院各部門之設計特性準則 83
6.9 看護 86
6.10 醫院空調系統節能設計原則 88
6.11 空調系統節能設計指標與基準 89
6.12 醫院空調之節能措施 90
6.13 潔淨手術室之目的、設置標準、設計要點 94
6.14 醫院空氣品質管理 108

柒、熱能系統節約能源實務(含熱泵) 118

7.1 前言 118
7.2 如何提高鍋爐效率 118
7.3 蒸汽及冷凝水系統 120
7.4 蒸汽熱能節能案例 128
7.5 熱泵系統介紹 129
7.6. 結論 145
7.7. 參考資料 145

捌、醫療儀器節能 146

玖、醫院節約能源措施案例介紹 153

拾、結語 231

拾壹、參考資料 232

拾貳、附錄 233

圖目錄

圖 2.4-1 近五年單位面積年耗電量密度變化統計圖 10
圖 2.4-2 近五年單位面積耗電需量密度變化統計圖 11
圖 3.1-1 醫學中心能源費用結構分析 23
圖 3.1-2 醫學中心電力耗用結構分析 24
圖 3.2-1 醫學中心電力系統圖 25
圖 3.2-2 醫學中心空調系統示意圖 26
圖 3.2-3 中央空調系統立面示意圖 27
圖 3.2-4 儲冰中央空調系統立面示意圖 27
圖 3.2-5 鍋爐蒸汽系統示意圖 28
圖 3.3-1 設備保養管理作業 32
圖 3.3-2 設施請修管理資訊化 33
圖 3.3-3 某醫學中心中央監控系統架構 34
圖 3.3-4 電力單線圖監控畫面 35
圖 3.3-5 空調系統監控畫面 37
圖 3.3-6 節約能源管理流程與手法 39
圖 3.3-7 節能自主管理查核制度 40
圖 3.3-8 友善環境醫院 45
圖 3.3-9 台灣 EEWH 綠建築標章認證評估制度簡介 46
圖 3.3-10 LEED 綠建築標章認證評估制度簡介 46
圖 4.1-1 各種電壓之關係(台電) 53
圖 4.1-2 電容器裝置位置及效果 57
圖 5.1-1 反射眩光 62
圖 5.1-2 舒適照度/色溫對照圖 64
圖 5.2-1 照明維護的重要性 66
圖 5.2-2 測試樣品連續點亮 15,000HR 時亮度。 69
圖 5.2-3 傳統 T5/70W 燈箱(下)與 LED/18W 燈板(上)效果展示 69
圖 6.13-1 對清淨度要求較高之手術台之錯誤設計 98

圖 6.13-2 對清淨度要求較高之手術台正確設計 99
圖 6.13-3 手術房二次回風示意圖 103
圖 6.13-4 手術室潔淨空氣洩漏之魚骨圖 105
圖 7.5-1 熱泵原理 130
圖 7.5-2 冷氣機可說是一部「移熱裝置」，把熱能從一個地方(冷氣房)
移到另一個地方(大氣) 131
圖 7.5-3 熱泵熱水器 132
圖 7.5-4 熱泵系統循環示意圖 133
圖 7.5-5 熱泵主機解剖圖 135
圖 7.5-6 熱泵熱水器主要配件圖 136
圖 7.5-7 宿舍實際比較表 141
圖 7.5-8 醫院實際比較表 141

表目錄

表 2.1-1 100 年至 104 年評鑑醫院家數統計 2
表 2.1-2 歷年公私立醫療院所數 3
表 2.2-1 100 年至 105 年評鑑醫院及節能服務家數統計..... 4
表 2.3-1 101 年至 105 年能源查核及節能診斷醫院耗能狀況與指標統計 9
表 2.3-2 各級醫院之能源用量推估 9
表 2.4-1 醫院耗能指標統計表 11
表 3.2-1 空調冰水主機容量預估表：(實務設計值) 26
表 4-1 供電電壓對電燈(額定 220V)之影響 50
表 4-2 供電電壓對馬達(額定 220V)之影響 51
表 4.1-3 訂定契約容量容許罰款省錢更多 55
表 5.1-1 各行業各項用電比例 58
表 5.1-2 照明的重要性..... 59
表 5.1-3 人類活動與照明需求 59
表 5.1-4 照明投資 vs.亮度感覺 60
表 5.1-5 醫院 CNS 照度標準 61
表 5.1-6 辦公室輝度比建議值 62
表 5.1-7 演色性與使用場所..... 63
表 5.1-8 色溫度與感覺..... 64
表 5.1-9 光源種類與特性 65
表 5.2-1 傳統 T5 螢光燈與 LED 光源工料成本:..... 68
表 6.1-1 中央空氣調節系統主機容量比 70
表 6.1-2 空氣側送風系統表..... 71
表 6.1-3 空調系統冰水主機能源效率標準 71
表 6.1-4 冰水泵系統總動力表 72
表 6.5-1 醫院之中央空調系統及通風系統所用空氣過濾器效率..... 76
表 6.6-1 整理床舖對空氣中細菌數目之影響(每立方公尺數目)..... 77

表 6.7-1 一般醫院各區域間之相對靜壓關係及通風量 80
表 6.12-1 冰水主機運轉表 91
表 6.12-2 冷卻水塔選用原則 94
表 6.13-1 潔淨手術室等級標準 95
表 6.13-2 潔淨手術室的設置範圍 95
表 6.13-3 手術室節約能源措施整理表 100
表 6.13-4 四種常見的 CLASS 100 級手術室潔淨空調系統 102
表 6.13-5 手術室全年「固定換氣次數空調空氣側用電量(KWH)」 106
表 6.13-6 手術室「平日固定換氣次數(13.5HR)」+未使用時段降載 6ACH 全年用電量 107
表 6.14-1 室內空氣品質標準 109
表 6.14-2 濾網性能測試標準由 ASHRAE52.1 轉換至 ASHRAE52.2 116
表 7.3-1 蒸汽祛水器種類 121
表 7.5-3 各種熱水器之單位能源熱量能力 140
表 7.5-4 各種熱源燃料費 140

壹、前言

台灣地區地狹人稠，自產能源極少，能源百分之九十九以上仰賴進口【1】。而近年來國內能源使用量不斷增加，夏季尖峰用電量劇增，政府除積極開發電源及獎勵設置再生能源設備外,將節約能源及提昇能源效率列為優先推動工作。

依醫院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 6%~10 %之節能潛力。因此加強各級醫院節約能源推廣及宣導，可提昇能源使用效率，減少能源費用支出。經由各級醫院節能現場輔導時，了解各能源管理者急需節約能源實際改善經驗、技術及未來方向的參考資料，乃委請國內節約能源推廣上有專精的專家學者，長庚醫院簡宗益副主任、空調技師公會李汝殷理事長、台北科技大學冷凍空調系胡石政及輔仁大學杜俊彥教授等四位，協助執筆及蒐集實際有關的電力、照明及空調等多方面的經驗及技術資料，並配合綠基會歷年的節能技術服務資料，彙整模擬醫院用電可能的疑問，以各別專業領域深入淺出介紹醫院電力、照明、空調及熱水系統節約能源的做法，提供各級醫院推動節約能源之參考。

醫學中心及區域醫院的人員編制多,耗能設備多聘用機電專業人員負責管理；地區醫院編制小，管理人員不一定是專業人員。然而，節約能源、人人有責，因此本手冊之編寫，針對不同專業層次的人士，採用深入淺出的原則，以科技普及化為目標，希望增進各級醫院行政主管、公用設施管理人員均能瞭解電力、照明、空調和熱水系統等節約能源的常識，以利節約能源政策與各項節能措施的推動。

貳、醫院概況

2.1 醫療業家數統計

依據衛生福利部 104 年度歷年公私立醫療院所數統計【2】，如表 2.1-2 資料顯示，醫院有 494 家、診所 21,683 家，合計 22,177 家。

以 104 年度與 103 年度比較總醫療院所家數，((22,177-22,041)家÷22,041 家×100%=0.62%))，總醫療院所增加 136 家，約 0.62%。((494-497)家÷497 家×100%=-0.6%))，而醫院總家數減少 3 家，約 -0.6%。

表 2.1-1 100 年至 104 年評鑑醫院家數統計

型態別	100 年	101 年	102 年	103 年	104 年	占 104 年(%)	與上年度增減(%)
綜合醫院	154	146	147	146	146	32.66%	0.00%
一般醫院	257	265	260	259	252	56.38%	-2.70%
專科醫院	5	5	5	5	5	1.12%	0.00%
精神科醫院	41	41	41	41	41	9.17%	0.00%
精神科教學醫院	1	1	1	1	1	0.22%	0.00%
慢性醫院	2	2	2	2	2	0.45%	0.00%
總計	460	460	456	454	447	100%	-1.54%

表 2.1-2 歷年公私立醫療院所數

年底別	醫院家數	公立醫院							非公立醫院							診所		
		部立及直轄市立醫院	縣市立醫院	公立醫學院校附設醫院	軍方醫院(民眾診療)	榮民醫院	公立機關(構)附設醫院	公立中醫醫院	醫療財團法人醫院	醫療社團法人醫院	宗教財團法人附設醫院	私立醫學院校附設醫院	公益法人所設醫院	私立西醫醫院	私立中醫醫院	合計	公立診所	非公立診所
	家數								家數									
民國 90 年	637	47	6	3	20	15	1	2	48	…	11	9	14	419	42	17,628	492	17,136
民國 91 年	610	46	6	3	20	15	1	2	50	…	11	9	14	399	34	17,618	477	17,141
民國 92 年	594	46	6	3	20	15	1	2	50	…	11	9	14	383	34	18,183	480	17,703
民國 93 年	590	45	5	4	17	15	2	2	52	…	11	9	14	382	32	18,650	481	18,169
民國 94 年	556	39	4	5	14	15	2	1	55	…	11	9	13	364	24	18,877	473	18,404
民國 95 年	547	39	4	5	14	15	2	1	58	…	11	9	13	353	23	19,135	468	18,667
民國 96 年	530	39	4	5	14	15	2	1	57	8	11	9	13	330	22	19,370	461	18,909
民國 97 年	515	38	4	6	14	15	2	1	57	20	11	12	12	302	21	19,659	461	19,198
民國 98 年	514	38	4	6	14	15	2	1	60	26	10	14	12	295	17	19,792	461	19,331
民國 99 年	508	39	4	7	14	15	2	1	59	28	10	15	11	288	15	20,183	461	19,722
民國 100 年	507	38	3	9	14	15	2	1	61	33	10	14	12	280	15	20,628	454	20,174
民國 101 年	502	38	3	9	14	15	2	1	62	37	9	13	12	274	13	20,935	447	20,488
民國 102 年	495	37	3	9	14	15	2	1	63	39	7	14	12	267	12	21,218	444	20,774
民國 103 年	497	36	3	10	14	15	2	1	65	39	7	16	12	267	10	21,544	446	21,098
民國 104 年	494	36	3	10	14	15	2	1	68	43	6	16	12	261	7	21,683	443	21,240
	年增率(%)								年增率(%)									
民國 104 年	-0.06	-	-	-	-	-	-	-	4.62	10.26	-14.29	-	-	-2.25	-30.00	0.65	-0.67	0.67

見表 2.1-1 所示，依據行政院衛生福利部 100 年至 104 年評鑑醫院名單資料顯示，例如 104 年與 103 年評鑑醫院家數比較，((447-454)家÷454 家×100%=-1.54%))，得知評鑑醫院減少 7 家，約-1.54%。見表 2.1-2 所示。104 年全國評鑑醫院 447 家，依型態別區分：綜合醫院有 146 家，一般醫院有 252 家，專科醫院有 5 家，精神科醫院有 41 家，精神教學醫院有 1 家，慢性醫院有 2 家。

2.2 醫療業能源查核輔導家數統計

依據 104 年行政院衛生福利部統計資料，評鑑醫院 447 家，本會於民國 100 年至 105 年能源查核及節能診斷輔導家數 210 家，占評鑑醫院家數 46.98%，其中醫學中心為 22 家，占 100%；區域醫院為 77 家，占 100%；地區醫院為 97 家，占 31.6%；精神專科醫院為 14 家，占 32.56%，如表 2.2-1 所示。

表 2.2-1 100 年至 105 年評鑑醫院及節能服務家數統計

項目	評鑑等級別	合格評鑑醫院(家)	節能服務(家)	節能服務醫院名稱	佔(%)
1	醫學中心	22	22	國立台灣大學醫學院附設醫院、三軍總醫院附設民眾診療服務處及其汀州院區、行政院國軍退除役官兵輔導委員會台北榮民總醫院、"長庚醫療財團法人台北長庚紀念醫院及長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院"、"國泰醫療財團法人國泰綜合醫院及國泰醫療財團法人汐止國泰綜合醫院(僅精神科)"、"財團法人臺灣基督長老教會馬偕紀念社會事業基金會馬偕紀念醫院及財團法人基督長老教會馬偕紀念醫院淡水分院"、新光醫療財團法人新光吳火獅紀念醫院、台北市立萬芳醫院－委託財團法人私立	100.0%

項目	評鑑等級別	合格評鑑醫院(家)	節能服務(家)	節能服務醫院名稱	佔(%)
				臺北醫學大學辦理、行政院國軍退除役官兵輔導委員會台中榮民總醫院、中國醫藥大學附設醫院、彰化基督教醫療財團法人彰化基督教醫院、奇美醫療財團法人奇美醫院及其台南分院、財團法人私立高雄醫學大學附設中和紀念醫院	
2	區域醫院	77	77	國立陽明大學附設醫院、臺北市立聯合醫院和平婦幼院區及其婦幼院區、臺北市立聯合醫院仁愛院區、臺北市立聯合醫院陽明院區、醫療財團法人辜公亮基金會和信治癌中心醫院、耕莘醫院、財團法人天主教聖保祿修女會醫院、敏盛綜合醫院及其三民院區衛生福利部臺中醫院、衛生福利部豐原醫院、國軍臺中總醫院附設民眾診療服務處、仁愛醫療財團法人大里仁愛醫院、秀傳醫療社團法人秀傳紀念醫院、秀傳醫療財團法人彰濱秀傳紀念醫院、彰化基督教醫療財團法人二林基督教醫院、安泰醫療社團法人安泰醫院、屏基醫療財團法人屏東基督教醫院及其瑞光院區、馬偕紀念醫院台東分院、國軍花蓮總醫院附設民眾診療服務處、臺灣基督教門諾會醫療財團法人門諾醫院、衛生福利部台南醫院、奇美醫療財團法人柳營奇美醫院、義大醫療財團法人義大醫院、羅東聖母醫院。	100%

項目	評鑑等級別	合格評鑑醫院(家)	節能服務(家)	節能服務醫院名稱	佔(%)
3	地區醫院	307	97	國立臺灣大學醫學院附設醫院北護分院、台北市立關渡醫院—委託行政院國軍退除役官兵輔導委員會台北榮民總醫院經營、臺北榮民總醫院新竹分院、臺中榮民總醫院埔里分院、佑民醫療社團法人佑民醫院、陽明醫院、衛生福利部朴子醫院、衛生福利部新營醫院、奇美醫療財團法人佳里奇美醫院、高雄市立民生醫院、高雄市立岡山醫院（委託秀傳醫療社團法人經營）、財團法人天主教聖功醫院、高雄榮民總醫院屏東分院、衛生福利部臺東醫院、財團法人台東基督教醫院、衛生福利部澎湖醫院及其安宅院區	31.6%
4	精神專科醫院	43	14	臺北市立聯合醫院松德院區、三軍總醫院北投分院附設民眾診療服務處、衛生福利部八里療養院、衛生福利部桃園療養院、衛生福利部草屯療養院、衛生福利部嘉南療養院、高雄市立凱旋醫院、財團法人台灣省私立高雄仁愛之家附設慈惠醫院、屏安醫院、衛生福利部玉里醫院、臺灣基督教門諾會醫療財團法人門諾醫院壽豐分院	32.56%
總計		447	210		46.98%

附註：1. 臺北榮民總醫院玉里分院評鑑等級合格項目有「精神科醫院評鑑合格」及「醫院評鑑合格(地區醫院)」兩項，計資料分別計列。

2. 衛生福利部玉里醫院評鑑等級合格項目有「新制精神科醫院評鑑優等」及「醫院評鑑合格(地區醫院)」兩項，統計資料分別計列。

2.3 醫療業能源用量統計

101 年至 105 年能源查核及節能診斷輔導醫院耗能狀況與指標統計，如表 2.3-1 所示，總計 210 家，樓地板面積約 13,174,754 m^2，能源耗用指標 532.57 Mcal/m^2.Y、電力耗用指標 210.13 kWh/m^2.Y，總能源費用約 809,838 萬元/年，電能約占 95.6%，契約容量約 455,865 kW，用電度數 2,492,886,110 kWh/年，每度電價約 2.89 元、熱能約占 4.4%。綜合整體現場節能診斷服務評估分析，若能落實節能改善措施，節能率達 8.51%。

(1) 醫學中心：22 家，樓地板面積約 4,849,216 m^2，電力耗用指標 233.81 kWh/m^2.Y，能源費用約 342,195 萬元/年，電力約占 92.3%，平均契約容量 7,333 kW，用電度數 965,764,700 kWh/年，每度電價約 2.88 元、熱能約占 7.7%。綜合整體現場節能診斷服務評估分析，若能落實節能改善措施，節能率達 6.05%。

(2) 區域醫院：77 家，樓地板面積約 5,607,113 m^2，電力耗用指標 219.2 kWh/m^2.Y，能源費用約 333,446 萬元/年，電力約占 94.3%，平均契約容量 1,974 kW，用電度數 1,086,191,834 kWh/年，每度電價約 2.8 元、熱能約占 5.7%。綜合整體現場節能診斷服務評估分析，若能落實節能改善措施，節能率達 7.2%。

(3) 地區醫院：97 家，樓地板面積約 2,260,114 m^2，電力耗用指標 204.27 kWh/m^2.Y，能源費用約 118,048 萬元/年，電力約占 97.4%，平均契約容量 807 kW，用電度數 389,108,305 kWh/年，每度電價約 2.95 元、熱能約占 2.6%。綜合整體現場節能診斷服務評估分析，若能落實節能改善措施，節能率達 10.24%。

(4) 精神專科醫院：14 家，樓地板面積約 458,311 m^2，電力耗用指標 147.07 kWh/m^2.Y，能源費用約 16,149 萬元/年，電力約占 97.3%，平均契約容量 827 kW，用電度數 51,821,271 kWh/年，每度電價約 3.12 元、熱能約占 2.7%。綜合整體現場節能診斷服務評估分析，

若能落實節能改善措施，節能率達 9.93%。

由 101 年至 105 年能源查核及節能診斷醫院類 210 家統計得知，評鑑醫院等級之醫學中心、區域醫院、地區醫院及精神專科醫院節能潛力皆達 5%以上，其中區域醫院、精神專科醫院及地區醫院尚有很大節能潛力。

104 年全國評鑑醫院 447 家之總能源使用量為 95.9 億元，其中 84.5 億元為電能，11.4 億元為熱能，各級醫院之能源用量推估表如表 2.3-2 所示。而依據 2015 年能源局全國電力消費統計得知服務業部門之電力耗用為 483.16 億度電，醫院約占服務業部門電力耗用 6.17%。

表 2.3-1　101 年至 105 年能源查核及節能診斷醫院耗能狀況與指標統計

醫院等級	家數	面積	能源耗用指標			能源耗用狀況						節能率%
		樓地板面積 m^2	能源指標 $Mcal/m^2.Y$	電力耗用指標 $kWh/m^2.Y$	電力 W/m^2	平均契約容量 kW	用電度數 kWh/年	平均電價元/kWh	能源費用萬元/年	電能%	熱能%	
醫院類(醫學中心)	22	4,849,216.20	569.31	233.81	43.14	7,333	965,764,700	2.88	342,195	92.3	7.7	6.05
醫院類(區域醫院)	77	5,607,113.19	612.82	219.20	43.66	1,974	1,086,191,834	2.80	333,446	94.3	5.7	7.20
醫院類(地區醫院)	97	2,260,113.65	469.60	204.27	45.04	807	389,108,305	2.95	118,048	97.4	2.6	10.24
醫院類(精神專科醫院)	14	458,310.58	335.36	147.07	36.36	827	51,821,271	3.12	16,149	97.3	2.7	9.93
總計	210	13,174,753.62	124,622.03	49,171.37	10,236.78	455,865	2,492,886,110		809,838			
平均值		56,302.37	532.57	210.13	43.75	43.75	10,653,359	2.89	3,461	95.6	4.4	8.51

表 2.3-2 各級醫院之能源用量推估

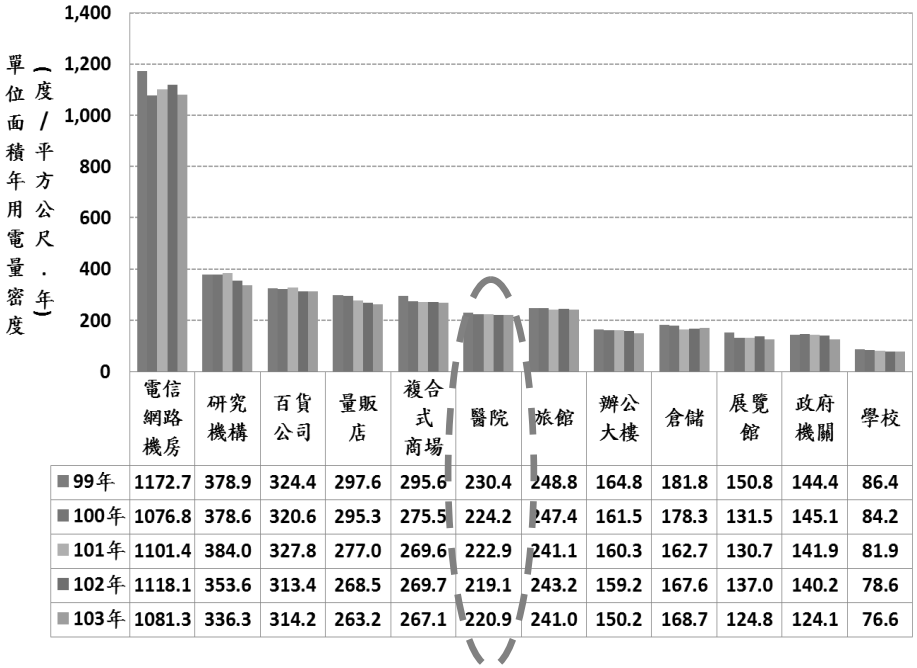
等級	家數	用電量(億 kWh/年)	電能(億元/年)	熱能(億元/年)	能源費用(億元/年)
醫院中心	22	9.7	27.4	6.8	34.2
區域醫院	77	10.9	30.1	3.2	33.3
地區醫院 精神專科醫院	348	9.3	26.9	1.4	28.5
合計	447	29.8	84.5	11.4	95.9

2.4 醫療業用電參考指標

依據 99 年至 103 年非生產性質行業能源查核資料，據以統計五年用電參考指標變化情形進行分析說明。

A.近五年單位面積年耗電量密度變化

檢視近五年單位面積年耗電量密度變化，如圖 2.4-1，多數醫院用電量密度呈現平穩下降趨勢，用電效率提升。



	電信網路機房	研究機構	百貨公司	量販店	複合式商場	醫院	旅館	辦公大樓	倉儲	展覽館	政府機關	學校
99年	1172.7	378.9	324.4	297.6	295.6	230.4	248.8	164.8	181.8	150.8	144.4	86.4
100年	1076.8	378.6	320.6	295.3	275.5	224.2	247.4	161.5	178.3	131.5	145.1	84.2
101年	1101.4	384.0	327.8	277.0	269.6	222.9	241.1	160.3	162.7	130.7	141.9	81.9
102年	1118.1	353.6	313.4	268.5	269.7	219.1	243.2	159.2	167.6	137.0	140.2	78.6
103年	1081.3	336.3	314.2	263.2	267.1	220.9	241.0	150.2	168.7	124.8	124.1	76.6

圖 2.4-1 近五年單位面積年耗電量密度變化統計圖

B.近五年單位面積耗電需量密度變化

檢視近五年之單位面積耗電需量密度，如圖 **2.4-2**，醫院採用熱泵設備增加用電需量外，大部分為明顯下降，顯示醫院在用電需量管理技術明顯提升。

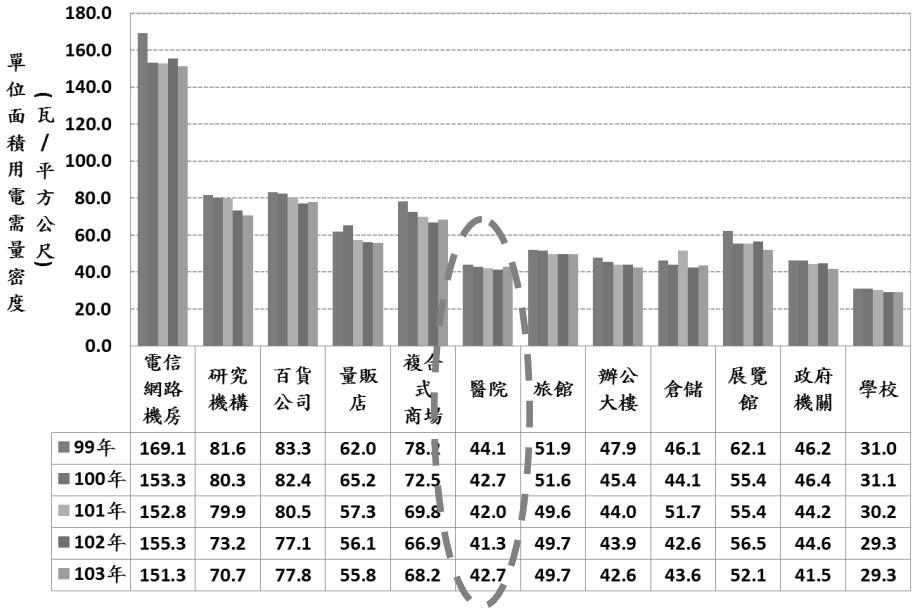


圖 2.4-2 近五年單位面積耗電需量密度變化統計圖

依據 104 年非生產性質行業能源查核資料，如表 2.4-1 得知：醫院單位面積單位面積年耗電量 kWh/m^2.yr 結果如下：醫學中心：243.3kWh/m^2.yr、區域醫院：208.2 kWh/m^2.yr、地區醫院：161.6 kWh/m^2.yr。

表 2.4-1 醫院耗能指標統計表

建築物分途類		統計樣本	計入室內停車場面積之 EUI 值(kWh/m^2.yr)								扣除室內停車場面積之 EUI 值(kWh/m^2.yr)								A/B
主類別	次類別	(家)	平均值(A) (kWh/㎡·yr)	標準差	標準差/平均值	最小值 (kWh/㎡·yr)	最大值 (kWh/㎡·yr)	Top5% (註 2)	Top25% (註 2)	Btm25% (註 2)	平均值(B) (kWh/㎡·yr)	標準差	標準差/平均值	最小值 (kWh/㎡·yr)	最大值 (kWh/㎡·yr)	Top5% (註 2)	Top25% (註 2)	Btm25% (註 2)	
醫院類	醫學中心	20	243.3	23.6	9.68%	201.0	277.5	211.2	224.6	265.3	288.5	54.2	18.78%	231.3	453.9	234.4	257.9	294.7	84.35%
	區域醫院	63	208.2	35.0	16.80%	140.8	277.3	149.5	183.2	238.2	236.3	52.1	22.06%	146.6	500.3	174.9	205.1	263.1	88.12%
	地區醫院	27	161.6	44.7	27.67%	81.6	245.7	106.0	130.7	190.2	173.6	49.6	28.55%	95.8	308.5	110.4	132.4	198.0	93.07%

2.5 醫院部門功能概述

一般醫院空調環境，按各部/區域要求，主要可分為下列六種功能區。

(一)手術及危急照顧區：

包括開刀房、產房、恢復室、育嬰室、急診室、麻醉藥儲存室。

(二)照護區：

包括病房、洗手間、加護病房、隔離病房、隔離室、陣痛/生產/恢復室/產褥室、病房走廊。

(三)周邊設備區：

檢查檢驗包括抽血、X 射線(外科及危急照顧)、X 射線(診斷及治療)、暗室、實驗室(一般、細菌學、生化學、細胞學、玻璃洗滌、組織學、核子醫學、病理學、血清學、滅菌、培養基學)、解剖學、無冷凍支體保存室、藥局。

(四)診斷治療區：

包括診斷室、醫療室、治療室、物理及水治療室、污物工作室或污物保存室、乾淨工作室或乾淨物保存室。

(五)消毒及供應區：

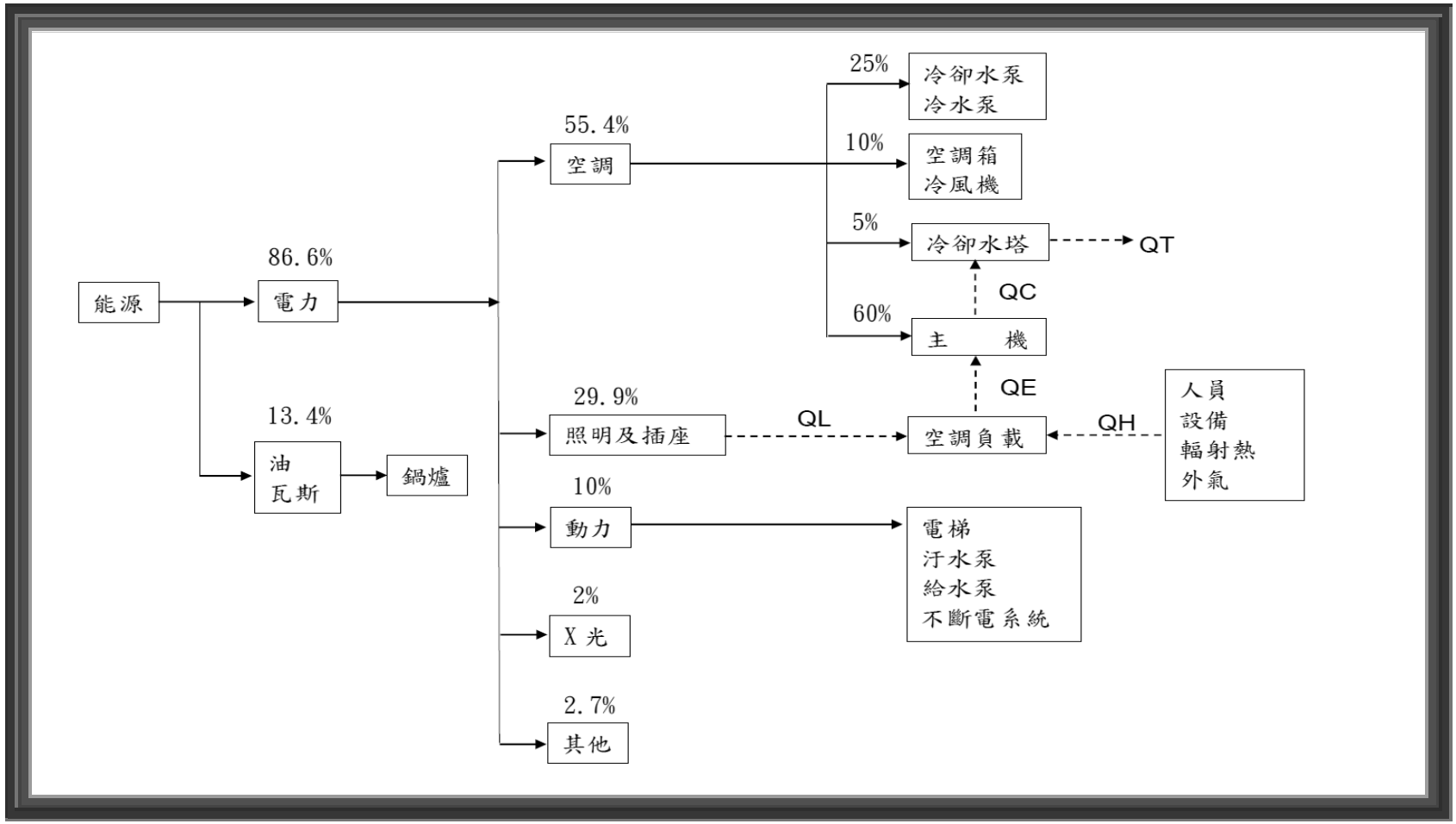
包括消毒儀器室、供應中心(污物或除污室、乾淨工作室或消毒物保存室、儀器保存室)。

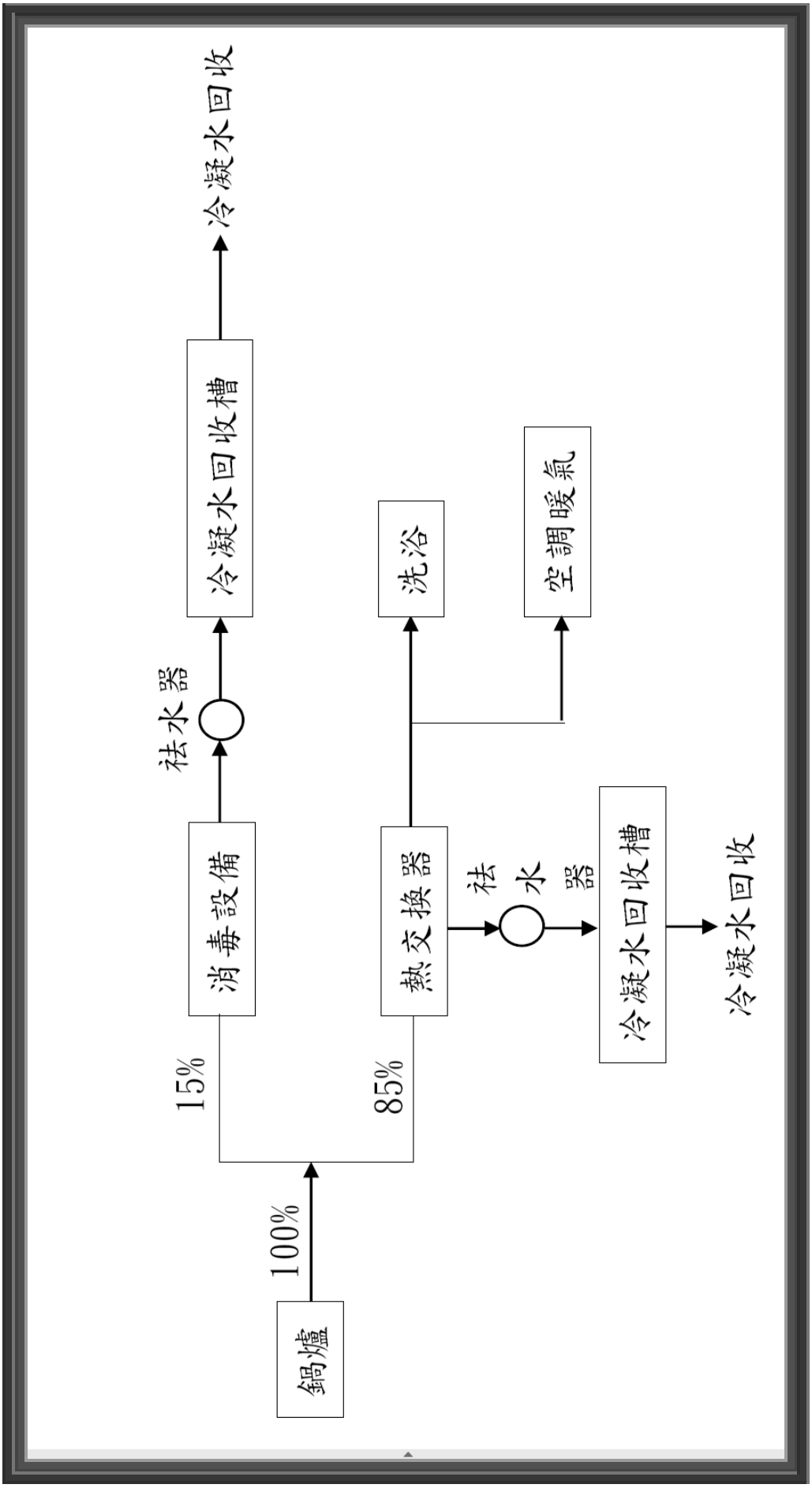
(六)服務區：

包括食物準備中心(配膳房)、洗滌室、食物保存室、洗衣店、污繃帶分類及存放室、乾淨繃帶存放室、繃帶及廢物滑送室、便器存放室、交誼廳、書報室、警衛室。

2.6 醫院能源設備及系統介紹

能源流程如下：




鍋爐
100%
15%
85%
消毒設備
熱交換器
祛水器
祛水器
冷凝水回收槽
洗浴
空調暖氣
冷凝水回收槽
冷凝水回收

2.7 醫院設備與耗能量介紹

(一)主要耗電設備

以林口某醫學中心為例，病床總數有 3,675 床，其整棟建築物供電系統及耗能設備概況，大致如下：

1.電力系統：

經常契約容量為 13,450kW，雙迴路供電系統，備載容量為 20,000kW，全年尖峰用電需量 14,361kW、全年總用電 85,219,200kWh/年，(尖峰用電量 kWh/年＋非尖峰用電量 kWh/年)，功率因數 100%，總電費約 24,362.1 萬元。台電供電電壓為 22.8kV，設有主變壓器 3φ12,500kVA 二台，以供各用電設備所需之使用電壓；功因改善除在高壓側裝設高壓電容器固定投入外，各低壓總盤並設有自動功因調整器 APFR，控制低壓電容器之投入與切離，自 105.04.01 起功因均為 95%。備有二台 2,000KW 與一台 3,000KW 之緊急發電機以因應臨時停電之需求。

2.空調系統：

目前裝設五台 1,000RT 與一台 500RT 容量專用空調冰水機。空調佔全院用電量 45%以上，為有效管理能源，遂結合中央監控系統做空調自動化管理與控制，在冰水主機出水溫度設定尖峰時間設定出水溫度 7℃，夜間 21:00 以後設定每半小時提高出水溫度 0.5℃至 24:00 為止，冬季冰水主機出水溫度較夏季再提高 1℃設定。在空調箱與排風機部分，依行政區、一般病房區與 ICU，則在中央監控系統以群控模式設定 Time schedule 與 Duty cycle 分別設定平日、假日、尖峰及離峰運轉模式，會議廳及簡報室等非經常有人場所，採用照明與空調連控確保會議後空調確實關閉，將能源做最有效的利用。

為有效降低電氣設備熱源，並進一步回收熱能分別在醫學與

病理變電室裝設二組空氣對水及水對水熱泵系統。

3.照明系統：

(1) 掛號大廳與住院中心等挑高式建築分別採用 40W 及 150W 高發光量無極燈燈具。

(2) 底層餐廳區及一般暗架式天花板嵌入式照明則採用 5W~15W 之 LED 燈具。

(3) 屋外廣場、路燈、庭園及建築景觀燈分別採用無極燈及 LED 燈具。

(4) 一般走道、病室、行政辦公區則採用 14Wx2 或 14Wx3 之 T5 日光燈，機房及停車場等場所裝設 28Wx1 或 28Wx2 之 T5 日光燈。

(5) 庫房、茶水間及廁所等非經常有人員場所裝設人感開關控制照明，自然採光走道裝設光感開關控制不必要的照明。

4.鍋爐系統：

總燃料費約 3,739.8 萬元/年，設有 12ton/Hr 鍋爐一台，16ton/Hr 鍋爐一台。熱能分配: 病房 85%，消毒殺菌 15%。病房洗浴用熱水除由蒸汽加熱產生外，另部分為熱泵系統由各變電室及外氣吸收熱源加熱冷水後混合入熱水槽使用，不論是消毒或熱交換器均設置蒸汽回收系統以節省與回收蒸汽。

(二)能源流向

以上述醫學中心分析能源流向，依各類能源之使用費用分析，其中電力約佔 86.6%、熱能約佔 13.4%。

1.能源(100%)　電力(86.6%)、熱能(13.4%)

2.電力(86.6%)　空調及冷藏(55.4%)、照明及插座(29.9%)、動力(10%)、X 光設備(2%)、其它(2.7%)。

3.熱能(13.4%)　病房(85%)、消毒殺菌(15%)、廚房 (10%)

(三)空調能源使用概況

國內醫院空調主要使用以中央空調為主、空調使用冷凍量(噸)視營業面積大小而定，其使用時間為全年 365 天(8,760 小時)。醫院空調耗電佔總用電之 48~55%，因此提高空調設備能效及管理對節能極為重要。目前空調管理方式，大都以設定空調溫度自動運轉，院內之技術人員進行季節調控與保養維護，營業區域為塑造舒適環境，環境溫度大都設在 24℃左右。耗能缺點為:

1.空調溫度單一設定，未依服務量、公共區域、門診區或檢查區等使用需求分類做調整。

2.空調系統未透過監控、分析、運算調整至最佳化，常見缺失為空調主機多台低載運轉。出入口單層自動門開啟時外部熱氣進入。

3.病房空床或辦公室下班忘記關閉空調電源。

(四)照明能源使用概況

照明主要可分醫療區照明(門診、檢查、病房區)、辦公室照明、餐飲商店照明、公共區走道照明、停車場照明及戶外景觀照明六大部份。其常用燈具型式及全年之使用時間如下：

1.辦公室照明：現況大部份採用 T5 燈管 28W 或 14W 高功因電子安定器日光燈。少部份仍沿用 T8 燈管 32W 或 18W。(使用時間 9H/天×250 天/年＝2,250H/年)。

2.餐飲商店照明：大部份採用 T8 燈管 32W 或 18W 高功因傳統安定器日光燈或 PL18W、BB 28W 天花板嵌燈。(12H/天×365 天/年＝4,380H/年)。

3.病房照明：大部份採用 T5 燈管 28W 或 14W 高功因電子安定器日光燈。(24H/天×365 天/年＝8,760H/年)。

4.公共區及走道照明：大部份採用 T5 燈管 28W 或 14W 高功因電子安定器日光燈搭配 18~28W PL/BB 燈管天花板嵌燈或 28W 或

14W 洗牆燈及複式天花照明。(24H/天×365 天/年＝8,760H/年)。

5.停車場照明：大部份採用 T8 燈管 32W 傳統式安定器日光燈具。(24H/天×365 天＝8,760H/年)。

6.戶外景觀照明: 大部份採用 40W~100W 高功因傳統安定器 PL 日光燈或高壓鈉燈,新(擴)建則已有採用 LED 光源。(12H/天×365 天/年＝4,380H/年)。

以醫學中心為例，一般照明及插座耗電佔總用電之 30%。目前醫院照明之耗能缺點為：

(1) 未全面改採用省電型燈具，因全年照明用電時間長，24HR 使用區域，T8 燈具改 T5 燈具，投資回收年限應可在二年內回收。

(2) 傳統變壓型安定器未全面改採用電子式安定器燈具，因全年照明用電時間長，24HR 使用區域投資回收年限應可在 1 年內回收。

(3) 未充份利用自然光源及離峰管制措施。

(4) 非連續使用之場所，未隨手關燈。

(五)熱能使用概況

國內醫院熱能使用主要以病床房熱水、消毒殺菌及廚房為主、其鍋爐使用時間為全年 365 天(8,760 小時)。目前鍋爐管理方式，大都以自有技術人員負責操作及保養。耗能缺點為：

1.鍋爐負載低時起停頻繁，造成熱能浪費相當大，若採熱泵系統應可解決此項耗能缺失。

2.病房用儲水槽之熱水，儲水溫度常未隨季節做調整變化，以致耗能。

3.部分醫院常因洗衣部門裁撤後，蒸氣用量變少，卻仍使用大型蒸

氣鍋爐，熱能損失大。

4.醫院蒸汽尖、離峰用量差異大，假日或夜間蒸汽用量減少時未減壓供應。

(六)節能重點措施

基於醫療業之特性，空調、照明、鍋爐等設備全年使用時間均達 8,760 小時，因此在既有系統下，目前業者對空調、照明及鍋爐採行之節能措施，僅做定期設備維護保養及定時開關操作或簡易控制管理。如 101 年至 105 年能源查核及節能診斷醫院類 210 家，見前表 2.3-1 所示，均有 6-10%之省能空間，彙整各醫院之重點節能措施為：

1.電力系統：

(1) 採用需量控制系統訂定合理契約容量。(如:EXCEL 試算表)

(2) 提高系統電壓補償壓降，增益馬達設備運轉效能(例如:220V→230V)

(3) 提高功率因數爭取電費獎勵(加裝多段式電容器，容量搭配負載設置自動功因調整器，調高功因至 0.98 以上)。

(4) 增設電能監視控制系統(SCADA)。

(5) 水塔利用離峰用電補滿水。(例如:AM02:00~06:00)

(6) 停車場抽排風以 CO_2 感測器控制或深夜離峰時段減量運轉。

(7) UPS 採 Off-line 機型：可減少待機時轉換器電能消耗。

2.空調系統：

(1) 汰舊換新時選用高能源效率設備。

(2) 空調主機運轉台數依需量控制。

(3) 機房空間許可採儲冰型主機利用離峰電力運轉。

(4) 一、二次冰水泵及冷卻水塔風扇採用變頻器控制。

(5) 中央空調設監控系統演算最佳化運轉模式。

(6) 依季節加強開關機與運轉條件管理。

(7) 外窗 LOW-E 節能雙層玻璃。

(8) 每一建築空(隔)間使用獨立之溫度 SENSOR 及空調控制器。

(9) 屋頂舖設高太陽反射率的白色混凝土面磚(SRI 值=90) 及使用白色金屬屋頂(SRI 值=82) ，可減少屋頂面蓄積太陽熱量所造成的熱島效應，可節省空調運轉電力。

(10)泵浦、風機依 ASHRAE90.1 2007 標準選用高效馬達。

3.照明系統：

(1) 依據建築面積、使用功能設計合理之照明功率密度(LPD ,W/FT^2)。

(2) 選用高效率燈具及光源，如 T5 或 LED 燈具及光源。採用電子型安定器日光燈具。

(3) 配合辦公桌排列方向調整燈具迴路控制開關。

(4) 燈具設計回路以普通 2:緊急 1 跳盎配設，便於離峰時段得減量點燈或區域控制。

(5) 非居室場所加裝紅外線或微波感應點滅開關。

(6) 常態採光區域裝設照度感知控制或光電點滅開關。

(7) 降低空間照度採局部性輔助照明(如:辦公桌、實驗工作抬設檯燈，空間照度 500lx→300lx) 。

(8) 辦公室電燈設拉線開關(如下圖)以便離開或未使用區域隨手熄燈。

(9) 景觀燈具或層板等間接照明採 LED 降低能耗。

(10) 供電線路距離遠之景觀燈採太陽能搭配 LED 燈具。

(11) 照光式指標燈採用 LED 光源(如:各型照光指標、消防避難方向燈、安全門燈)。

(12) 指標燈、看板、車道、步道造景、背景照光等採 LED 光源。

(13) 室內空間裝修材採淺亮色系提高反射率。

4.鍋爐系統：

(1) 選用 92%以上高效率鍋爐。(評估汰舊 85%以下低效率鍋爐)

(2) 加強冷凝水回收及採用熱泵熱水系統，並配合季節調整儲水槽設定溫度。

(3) 蒸氣量使用不大，可採用小型貫流式熱水鍋爐供應熱水。

(4) 利用蒸氣熱能提高進水溫度。

(5) 送風機、引風機加裝變頻器適量控制。

(七)節能潛力

依據行政院衛生署 104 年度醫院評鑑及教學醫院評鑑合格名單資料顯示，國內評鑑合格醫院總計: 447 家，醫學中心有 22 家，區域醫院有 77 家，地區醫院及精神專科醫院有 348 家，預估醫院之總能源使用量為 95.9 億元，其中 84.5 億元為電力，11.4 億元為熱能。以 100 年至 105 年醫療業平均每度電價 2.89 元計。若政府大幅提高節能設備獎勵補助或租稅優惠減免，協助業者積極推動採用高效率設備(熱泵)及增設監控系統以加強管理，推估空調及照明節能潛力可達 10%左右，可節省用電量共約 2.98 億度電，電費約 8.45 億元。其計算如下：

1.空調：用電量 29.8 億度/年×空調用電占 51%×省能 5%×2.89 元/kWh＝0.76 億度/年、2.2 億元/年。

2. 照明：用電量 29.8 億度/年×照明用電占 30%×省能 5%×2.89 元/kWh＝0.45 億度/年、1.29 億元/年。

3. 熱能：熱能費用 11.4 億元×病房熱水占 65%×若採用熱泵熱水系統，取代瓦斯鍋爐加熱，可省能 50%約 3.7 億元/年。

4. 合計：

減少用電量：(0.76+0.45)＝1.21 億度/年

減少電費：(2.2+1.29)＝3.49 億元/年

減少熱能費用：3.7 億元/年

(八)投資金額與回收年限

1.空調：

(1) 回收年限：依據醫療業歷年服務案例加強空調合理化控制管理及局部設備汰換等改善，投資費用約 5 年回收。

(2) 投資費用： 0.76 億元/年×5 年×裕度 1.3＝4.94 億元。

2.照明：

(1) 回收年限：依據醫療業歷年服務案例，加強照明合理化控制管理、使用 LED 燈具及光源，投資費用約 2~3 年回收。

(2) 投資費用：0.45 億元/年×2 年×裕度 1.3＝1.17 億元。

3.鍋爐：

(1) 回收年限：依據醫療業歷年服務案例選用高效率鍋爐、加強冷凝水回收及採用熱泵系統、配合季節調整儲水槽設定溫度、蒸氣量使用不大者，可採用小型貫流式熱水鍋爐供應熱水，投資費用約 3 年以上回收。

(2) 投資費用：3.7 億元/年×3 年×裕度 1.3＝約 14.43 億元。

參、能源管理實務

3.1 醫院能源結構分析

醫院建築為所有建築物中最複雜，安全要求最高，尤其國民生活水準大幅提昇後，醫院已不單是提供治療服務而已，尚需提供舒適養病環境及便利的生活機能，所以除需具備高超醫療技術、先進儀器設備，尚需有高級化居家空間、便利購物中心及各項自動化設備（如 OA、BA），因此能源耗用不斷上升。就以北部某醫學中心之能源耗用結構分析如圖 3.1-1 所示，其中電力約佔 79%，為整個醫院之主要能源，蒸汽約佔 15%，主要用在供應蒸汽、熱水、消毒、洗縫、廚房及冬季暖氣，其中如以電力再分析如圖 3.1-2，空調佔 55%，照明、插座約佔 30%，所以空調、照明插座為醫院節能管理重點。

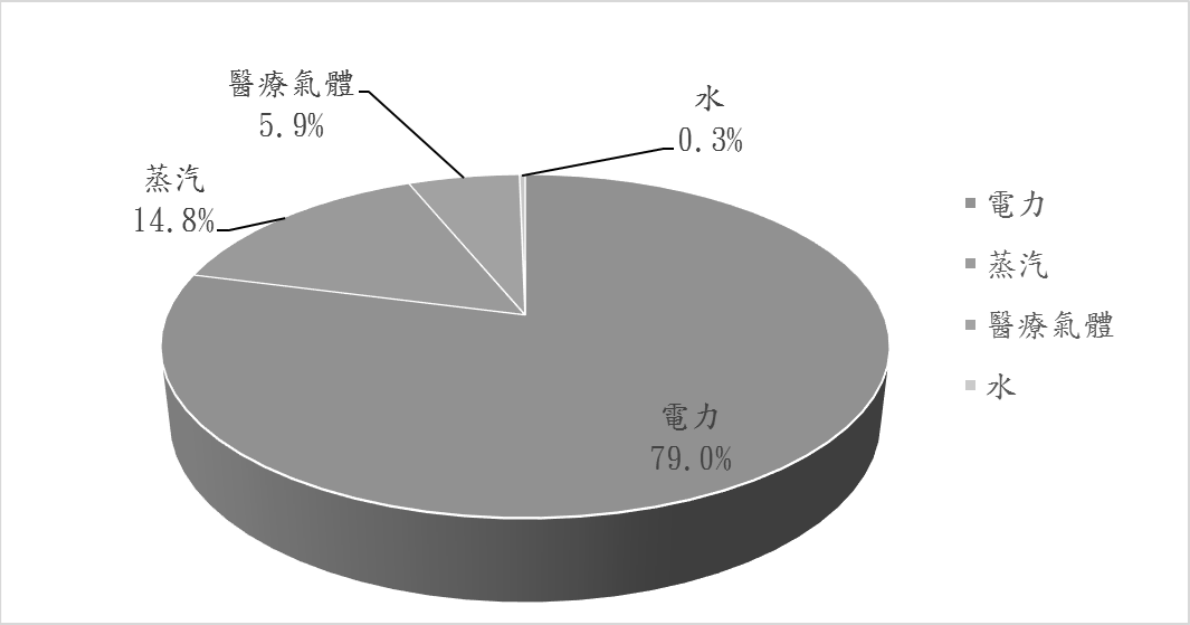


圖 3.1-1 醫學中心能源費用結構分析

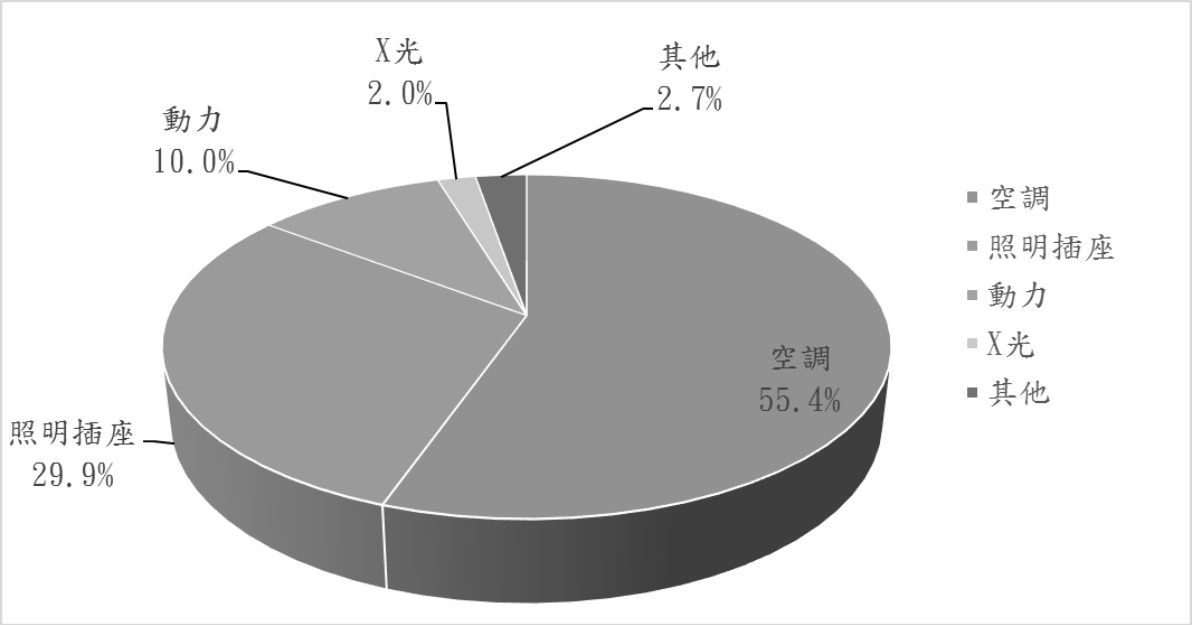


圖 3.1-2 醫學中心電力耗用結構分析

3.2 醫院公用系統簡介

水、電、空調、蒸汽、醫療氣體為維持醫院運作之基本要素，其中以電力和醫療氣體最重要，若二者之一中斷，便會立刻危害到病患的生命，所以公用系統為醫療作業之命脈。系統設備以安全、可靠度為首要要求，但是公用系統亦為主要能源耗用設備，必須妥善管理以確保安全，並兼顧節約能源，一般醫院公用系統包括電力系統、空調系統、蒸汽系統、氧氣系統、壓縮空氣系統，各系統概況流程，如圖 3.2-1~圖 3.2-4 所示：

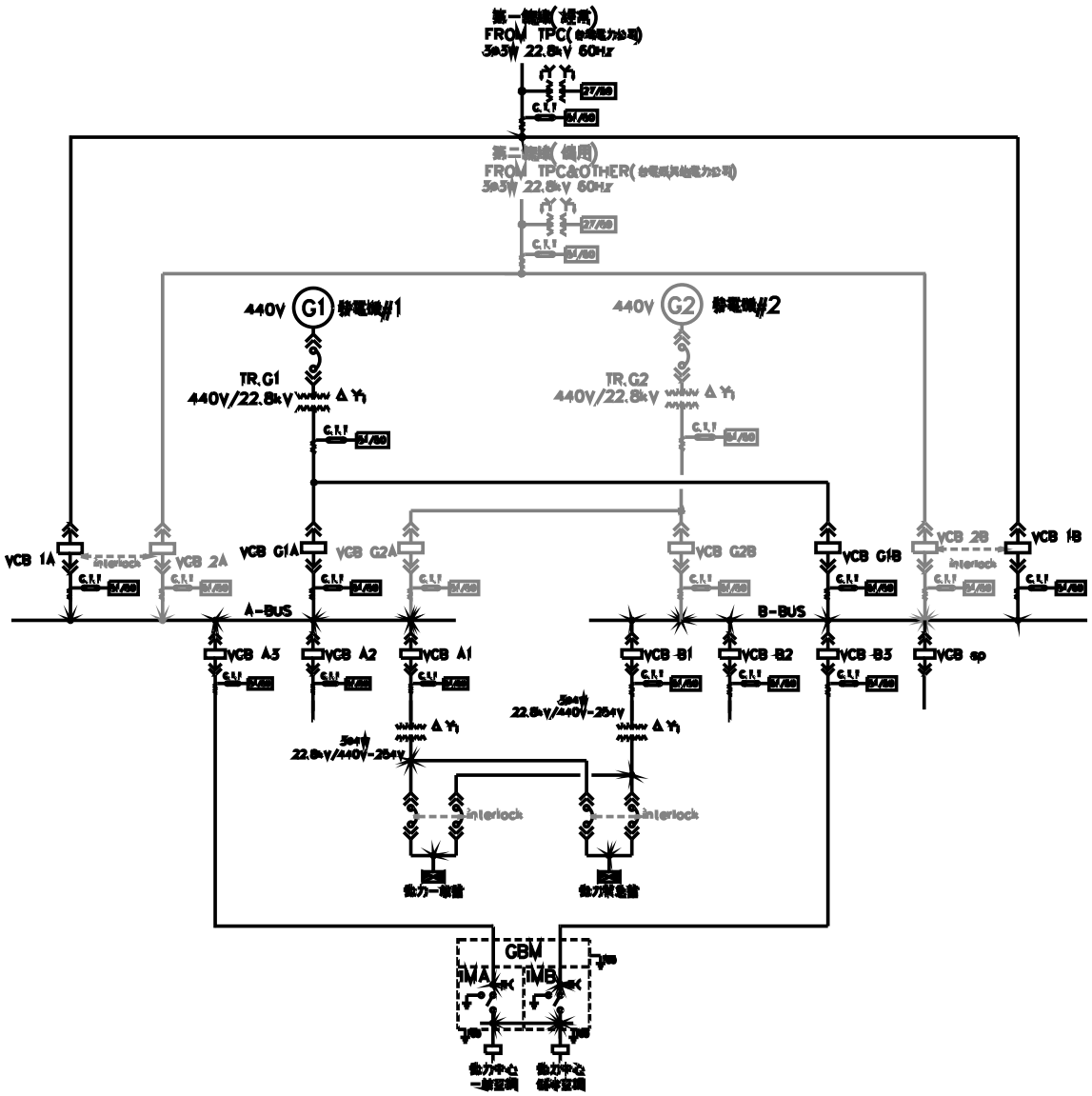


圖 3.2-1 電力系統圖案例說明:外部引進台電(或其他電力公司)一饋一備電源、院內建置二套 22.8KV 主受變電及配電盤體(A-B BUS 可切換)，主匯流排二次一般電力與緊急電力互相支援。目的在確保不影响醫院營運，一套正常供電、另套可進行維護保養。

空調流程圖

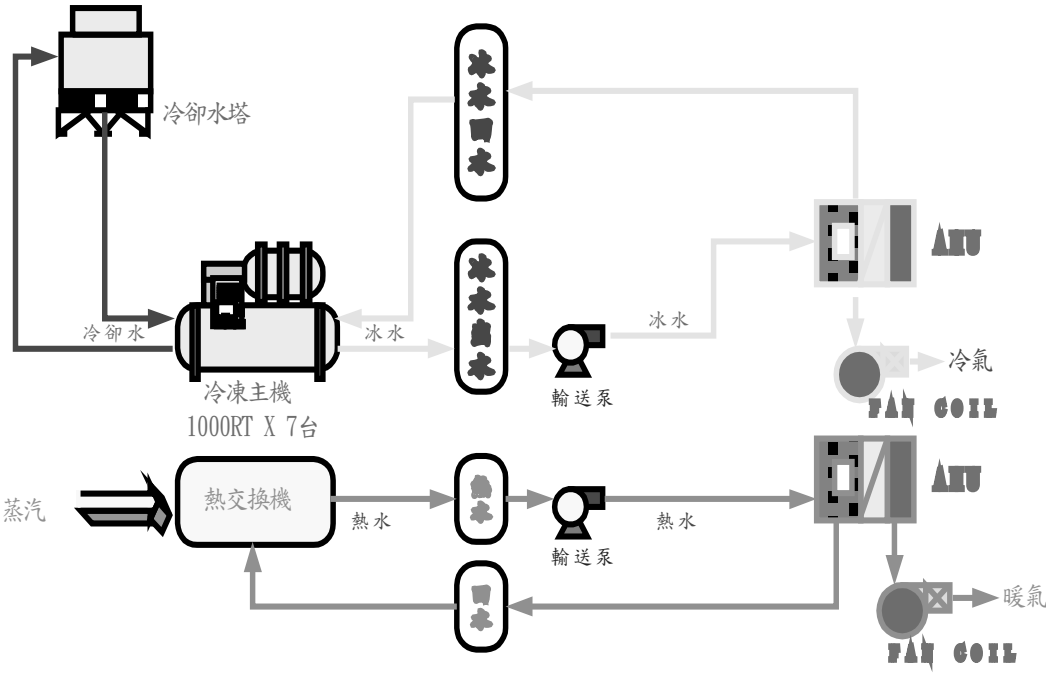


圖 3.2-2 醫學中心空調系統示意圖

表 3.2-1 空調冰水主機容量預估表：(實務設計值)

面積計算方式 / 建築物型式	醫院	單舍	學校		
			實驗室	電腦教室	教室
建築物全部樓地板面積	1RT/20 坪	-	-	-	-
建築物使用空調區域樓地板面積	1RT/10 坪	1RT/11.5 坪	1RT/7.5 坪	1RT/10 坪	-

[註]: 1.醫院部份 1RT/7 坪(單位冷凍噸面積)÷0.7(冰水主機使用率)=1RT/10 坪
2.職務舍部份1RT/8坪(單位冷凍噸面積) 0.7(冰水主機使用率)=1RT/11.5坪
3.學校(實驗室)部份1RT/6坪(單位冷凍噸面積) 0.8(冰水主機使用率)=1RT/7.5坪
4.學校(電腦教室含有裝空調的教室)部份1RT/7坪(單位冷凍噸面積) 0.7(冰水主機使用率)=1RT/10坪

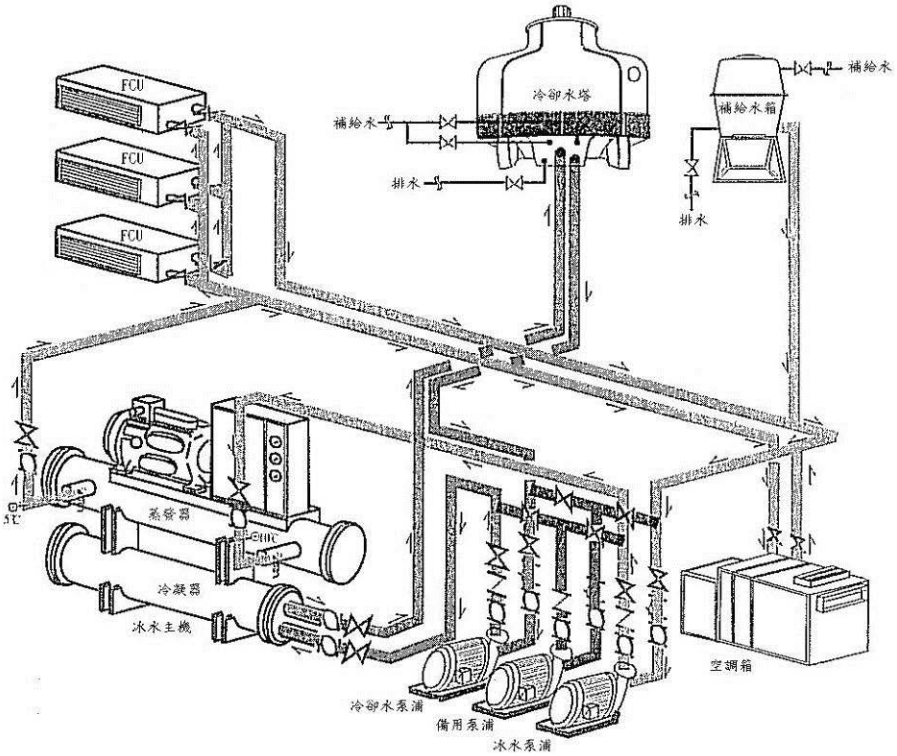


圖 3.2-3 中央空調系統立面示意圖

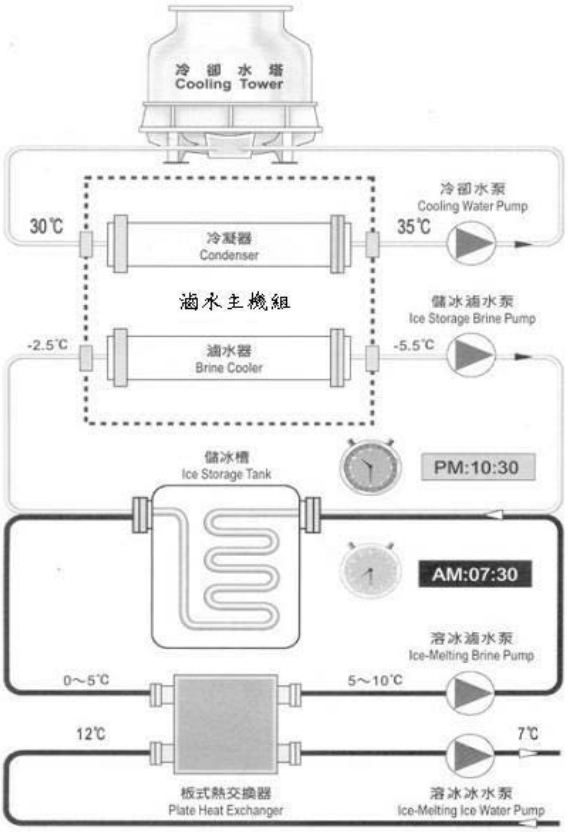


圖 3.2-4 儲冰中央空調系統立面示意圖

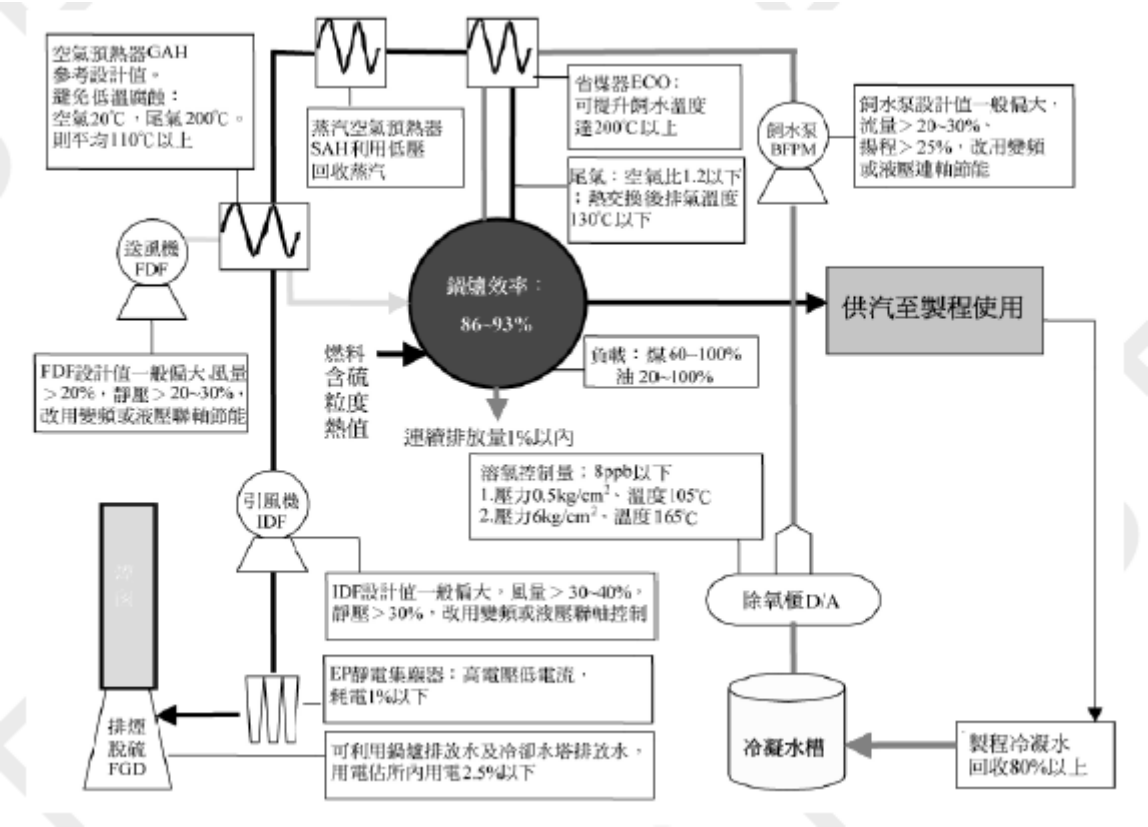


圖 3.2-5 鍋爐蒸汽系統示意圖

鍋爐系統主要構成為(圖 3.2-5)

1.飼水泵(飼水泵浦、脫氧櫃、加藥器)

2.鍋爐本体(鍋爐、節媒器 Economizer、空氣預熱器 Air reheater、鼓風機、廢氣抽風機和燃燒器)

3.燃料系統(儲槽、燃料泵浦、燃料預熱器)

4.廢氣排放

5.爐水排放

3.3 醫院節能管理實務

某醫學中心針對醫院推動節能減碳作業，以 SWOT 分別就各面向進行分析，可供作為作業策略擬定參考，分析如下：

S(優勢)：

1.擁有豐富醫院新建、維護、及運轉實務工程技術、經驗。

2.具備各類節能及工程標準。

3.長期節能減碳經驗與知識。

4.導入造價與管理成本合理管控。

5.綠色採購具經濟及環保效益。

W(劣勢)：

1.人員眾多節能措施不易落實。

2.提昇醫療服務品質各項設備增加，耗能較多不利節能。

3.需花費較多時間溝通、協調與宣導。

4.老舊院區設備效能低落。

5.員工切身感不足。

O(機會)：

1.醫院大力支持節能減碳。

2.節能推動與改善無預算限制。

3.自行設計監造可確認成效。

4.綠建築發展可降低能源耗費。

5.節能設備與科技進步神速。

T(威脅)：

1.能源價格不斷成長。

2.節能設備價格偏高回收不易。

3.空調節能成效受天候影響大。

4.能源使用受人為影響大。

5.訪客眾多病患體質迴異難以管控。

6.極端氣候造成各種異常變數。

醫院公用系統設備類似產業，差別僅在容量大小而已，但醫院屬公共場所，病患訪客種類眾多不利節能作業，使用者不論是員工或病患、家屬、訪客其流動性、認知差異性大，管理或教育都相當複雜及困難，如空調溫度設定，有些病患特別怕冷，有些訪客則怕熱，很難有一個共通標準，所以能源管理難度甚高，另節能設備價格偏高與實際驗證效益落差，空調耗能大節能成效受天候影響等因素，都考驗業者投資節能改善意願。但不能有因難度就不加以管理推動，應選擇耗能多、較易掌控有經濟效益的部分先執行，然後再逐步分段陸續推動，以下簡述幾項管理實務供參考：

(一)公用系統之管理

公用系統設備為主要耗能者，系統設備之能源效率高低，直接影響能源耗用量，所以必須從工程、運轉及保養維護加以管理。依據節能經驗統計，能源浪費的原因，人為的操作及保養所發生之浪費約佔 75~78%，設備效率差約佔 22~25%，因此大家常常忽略操作與保養，實務上在設備設置時，採用最佳效率規劃，運轉隨時維持在最佳效率，設備異常即時修復，並調整保養在最佳機台狀況，確保最佳效率，即是最具體節能做法。茲就工程、運轉及保養作業各階段應注意重點說明如下：

1.工程節能實務：

(1) 系統設計時依綠建築、ISO 50001 認證標準妥適規劃節能監控、資源回收利用。

(2)選用低耗能、高效率、有節能(水)標章設備。

(3)設備依廠家工法正確安裝。

(4)設備最佳化、自動化控制調整。

(5)新材料、工法的引進。

(6)工程設備試車數據值電腦化建檔，做為保養維護更新基準。

(7)最佳化設計工法建立工程規範，傳承經驗。

2.運轉節能實務：

(1)總量管理：電力契約容量、用水量、蒸汽量。

(2)單位成本用量分析管制，制定降低能源耗量目標。

(3)可控成本管制：自動化、時間程序管制、減少人員操作模式。

(4)異常差異追蹤分析改善。

(5)運轉績效評核。

(6)老舊耗能設備適時汰換。

(7)自動化控制。

3.保養節能實務：

(1)建立保養基準，落實保養作業（電腦化管理如圖 3.3-1）。

(2)多元請修管道(請修專線電話、網路、APP)。

(3)修護時效管理（電腦化管理如圖 3.3-2）。

(4)重要設備即壞即修。

(5)修護材料檢討代用品開發。

(6)保養績效評核：負荷、效率、品質。

(7)預防保養，主動巡修減少損漏、災害。

(8)空調濾網及 RO 水濾材定期清洗更新確保效能。

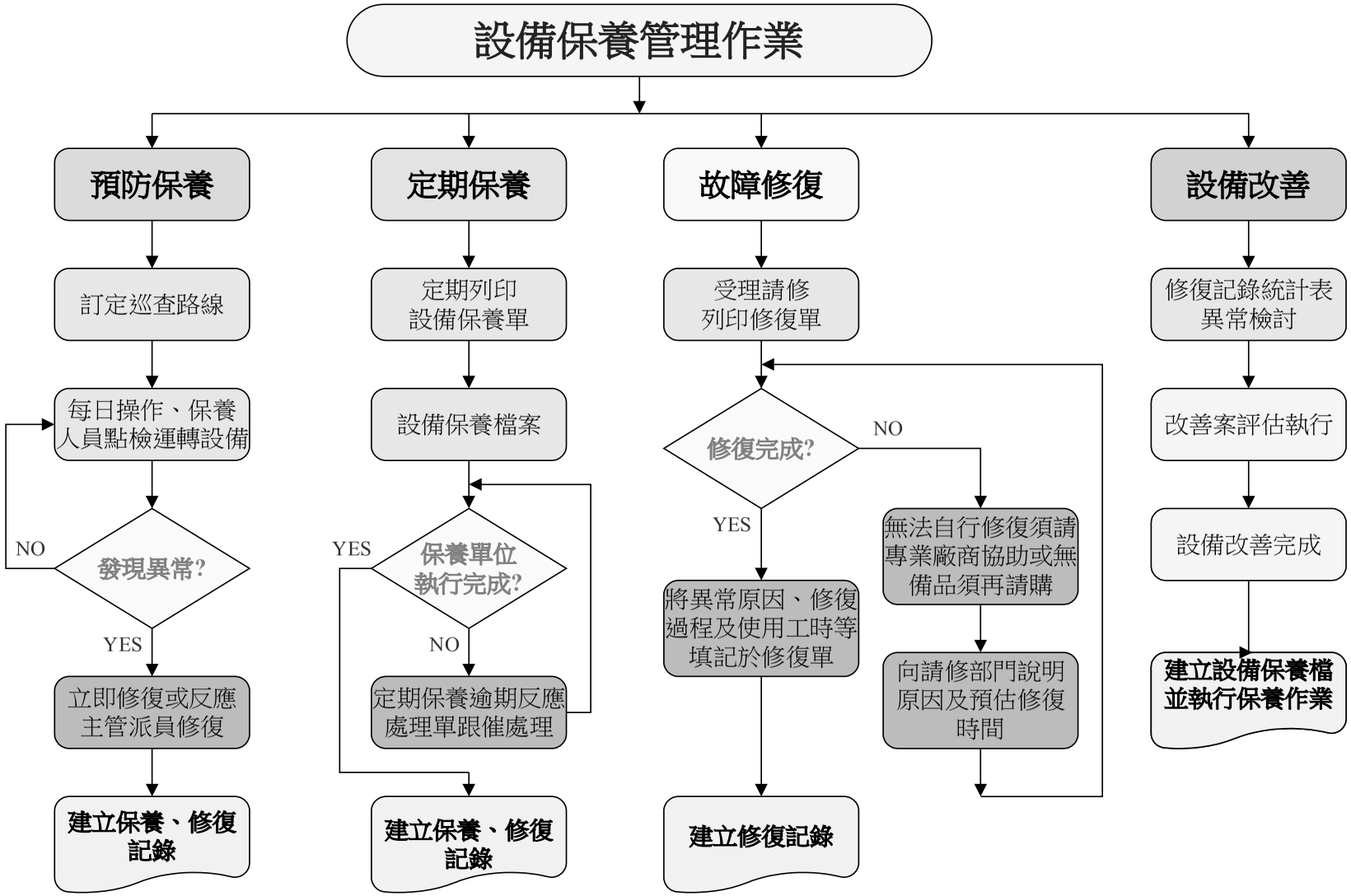


圖 3.3-1 設備保養管理作業

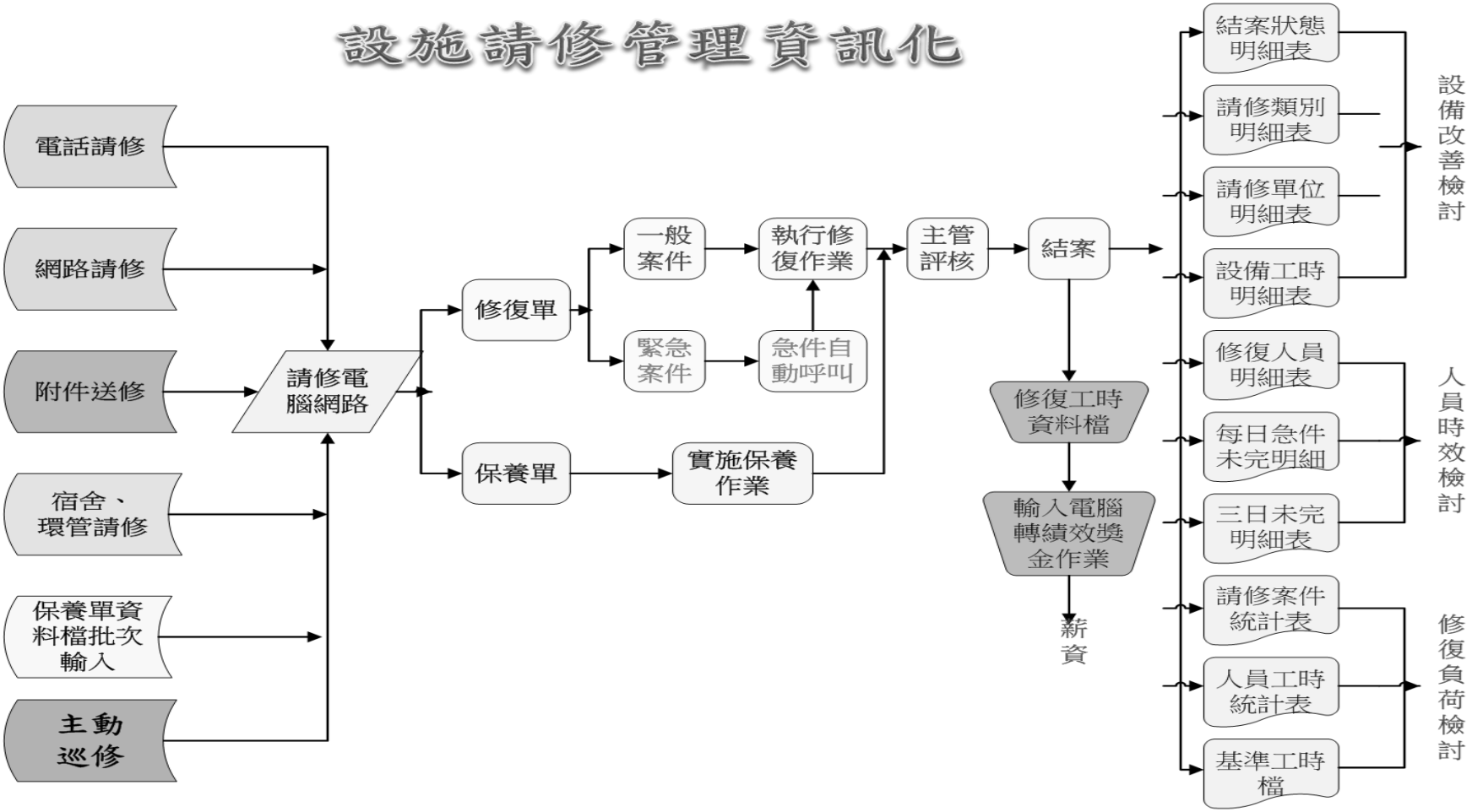


圖 3.3-2 設施請修管理資訊化

(二)中央監控系統的設立

隨著醫院(或商業大樓)規模擴增逐步大型化，設備分散建置在各棟建物或各樓層(處)、電氣室管道間內，其使用運轉情形或異常狀況，單靠人力實在無法有效管理，所以必須應用自動化設備來做監測、控制、調配、紀錄、預警及差異分析。近年科技進步中央監控技術非常成熟且功能強大（如圖 3.3-3 及圖 3.3-4），可將電力、給排水、空調、火警、發電機、鍋爐、醫療氣體、水處理及門禁保全管制等系統作最佳控制管理以節省能源。

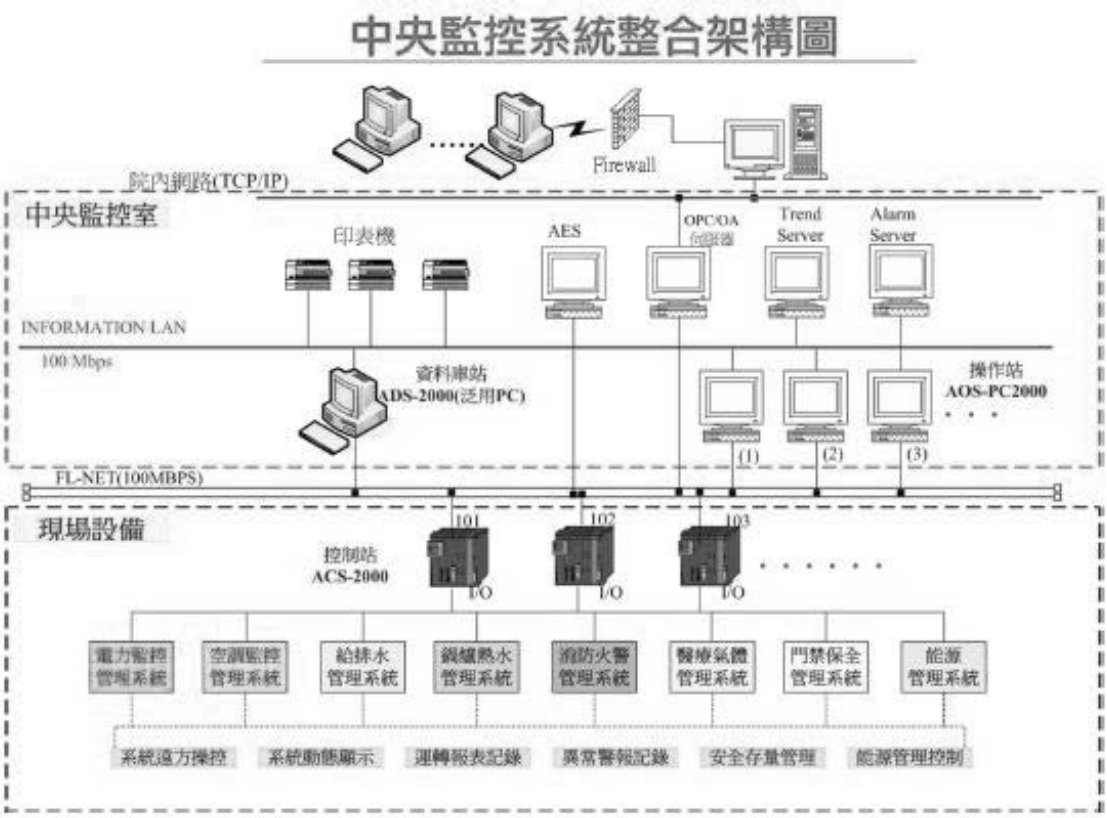


圖 3.3-3 某醫學中心中央監控系統架構

1.主要功能及應用範圍：

電力設備系統監控-經由監控軟體系統，可將電力單線圖、發電機、電錶等設備以圖形化方式顯示於中央監控室的電腦螢幕上，舉凡電錶各種數據 (KW、KWH、V、A、PF...)、發電機、

CB、DS 等啟斷狀態均一目瞭然，管理者可作有效的監視管理、控制、記錄、擷取有關資料供成本分攤、經營分析及設備改善。

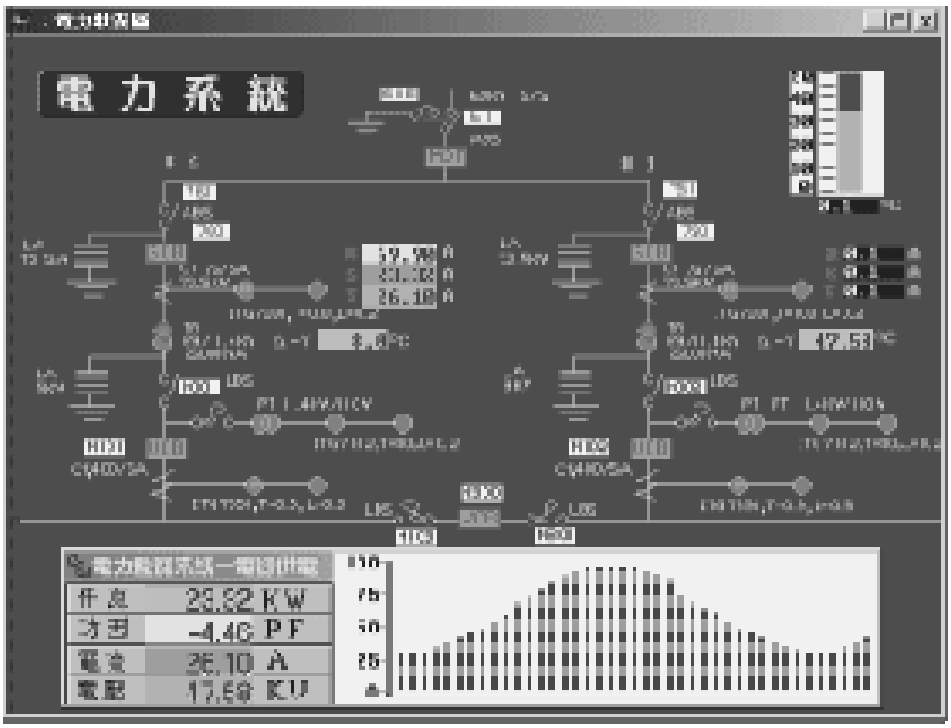


圖 3.3-4 電力單線圖監控畫面

(1) 設備運轉狀態監控及維護記錄

A. 設備運轉維護記錄--可記錄設備運轉時數及開停次數做維護、更新等統計分析。(如泵浦、風車等)

B. 可設定設備固定保養維護時間--系統會以畫面提(顯)示或報表列印方式通知該設備保養時間，依保養時程備料免積壓庫存品資金。

C. 可提供設備廠商資訊及其設備簡易維護說明讓操作者於設備故障時，可先行進行簡易維護及迅速通知設備廠商。

(2) 節約能源管制監控（需量控制 、節電時序或定時控制）-可設定節電週期、設備的時序、尖離峰運轉、契約容量、尖離峰用電限值進行監控，整合照明系統、空調系統等週邊設備，超載時自動卸載控制，以達到節約能源的目的。

(3) 資料擷取省力化及報表功能

A. 系統內建資料庫及報表系統，資料庫圖檔儲存量大，可長久保存。節省圖檔案件存放保存空間

B. 可讀取數位式電錶或電力轉換器之各項量測數據，並自動定時與不定時抄錶記錄，節省人工抄錶費用。

C. 精準的數據分析系統-提供尖離峰及時、日、月管理統計表與列印功能，並可內建電力計費報表等多種制式報表。將平時監控下所記錄的資料，進行分析統計及列印報表，如用電統計報表、單位電費分攤、異常記錄分析…等。

(4) 電力品質與異常分析--系統可自動記錄監測電壓、電流、頻率、功因調整、諧波與警報事件等資料，並提供歷史趨勢圖形及SOE(Sequence Of Event)記錄查詢，以供使用者分析電力效能與系統發生異常的原因。

(5) 緊急處理通告功能--當電力系統發生異常或警報時，系統除在中控室的電腦螢幕上顯示處理外，也可透過一般電話、行動電話、呼叫器、傳真及電子郵件通知相關人員進行緊急處理或結合系統以網路交換或撥接方式將信號傳遞至遠端監控管理中心。(可支援公司內部乙太網路／外部網際網路)網路連結多台監控電腦)
並提供使用者密碼管理及群組權限控管，具安全且簡易的人機操作介面。

(6) 可運用於相關週邊設備整合與資料轉換--PLC、RTU、I/O 模組、電力／溫度／壓力／空調、功因補償設備、數位電表、數位式保護電驛、冰水／空調／空氣壓縮機／發電機、二線式照明系統、GSM/GPRS 簡訊通訊等設備整合與資料格式 DBF、CSV、TXT、EXCEL、OLE/DDE 等語言程式轉換。

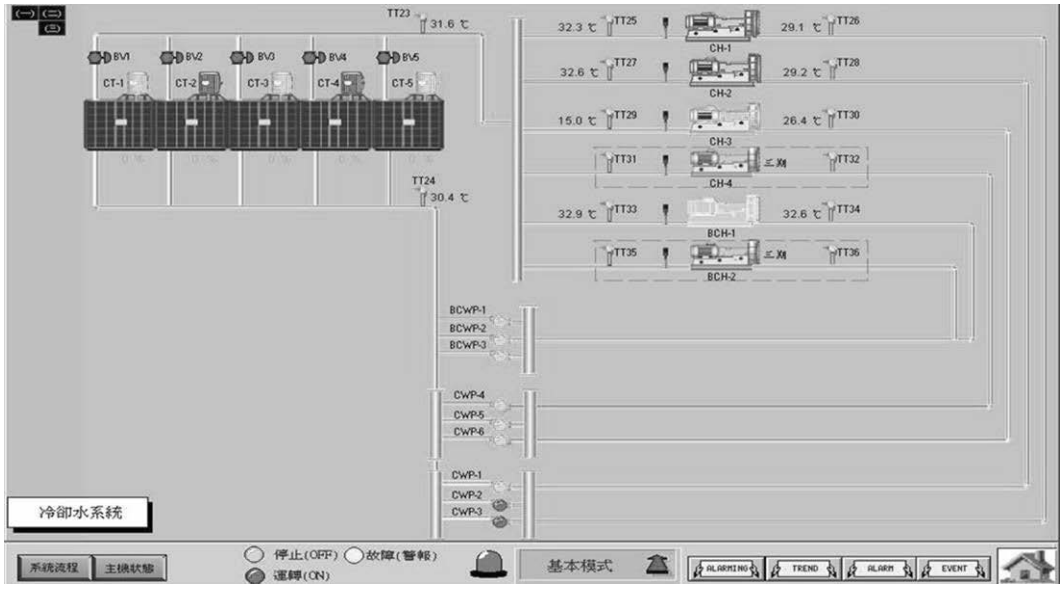


圖 3.3-5 空調系統監控畫面

4.使用節能管理實務：

(1)訂定節能規章制度。

(2)成立節能組織。

(3)訂定目標管理。

(4)訂定責任區與負責部門人員。

(5)部門自主檢查作業。

(6)外部稽核作業。

(7)節能教育訓練。

(8)多方節能資訊網路學習與定期測驗。

(9)諮詢與輔導。

(三)能耗標準設定與異常管理

在各項作業上設定各項標準指標（如:設計基準、節能目標、單位成本、耗材成本等）進行管制，當實際值超出標準指標時，表示有異常，隨即啟動異常管理機制，進行異常原因分析，提出改善對策及加以執行。

(四)使用節能管理實務

節能減碳需要全體係共同參予才能達到成效，高階主管帶頭推動更是重要關鍵，針對要項如下：

1.訂定節能規章制度。

2.成立節能組織。

3.訂定目標管理。

4.訂定責任區與負責部門人員。

5.部門自主檢查作業。

6.外部稽核作業。

7.節能教育訓練。

8.多方節能資訊網路學習與定期測驗。

9.諮詢與輔導。

彙總說明如下：

1.節能組織運作：

節能組織由醫院院長級行政主管及部分具專長之員工組成，以達成節能目標與宗旨，其組成型態可依功能或任務而不同，唯推行全員參與模式較佳，把節能項目列入平常作業項目中管理，其運作方式如下：

(1)全員認知參與。

(2)設定目標管理。

(3)教育訓練家庭節能知識養成生活習慣。

(4)同儕交流學習。

(5)績效獎勵與懲罰。

(6)異常分析管理。

(7)低效設備汰舊換新。

(8)定期檢討會議，節能評比活動。

A.每月進行各院區節能績效評比競賽，以坪效及服務人次、住院床日、損益值作為評比值。扣除各院區能源使用內容差異取得相同基線，以頒發獎金鼓勵模式進行評比。

B.每年進行全院區節能海報與標語競賽，每項取前三名及佳作若干頒發獎金作品做為網頁及現場公佈宣導。

C.各院區不定期節能商品展示

市售或企業節能產品及新技術，如:LED 燈具(泡)、無極燈、太陽能、鋰鐵電池、直流變頻風機等進行展示鼓勵節能廠商定期發表。

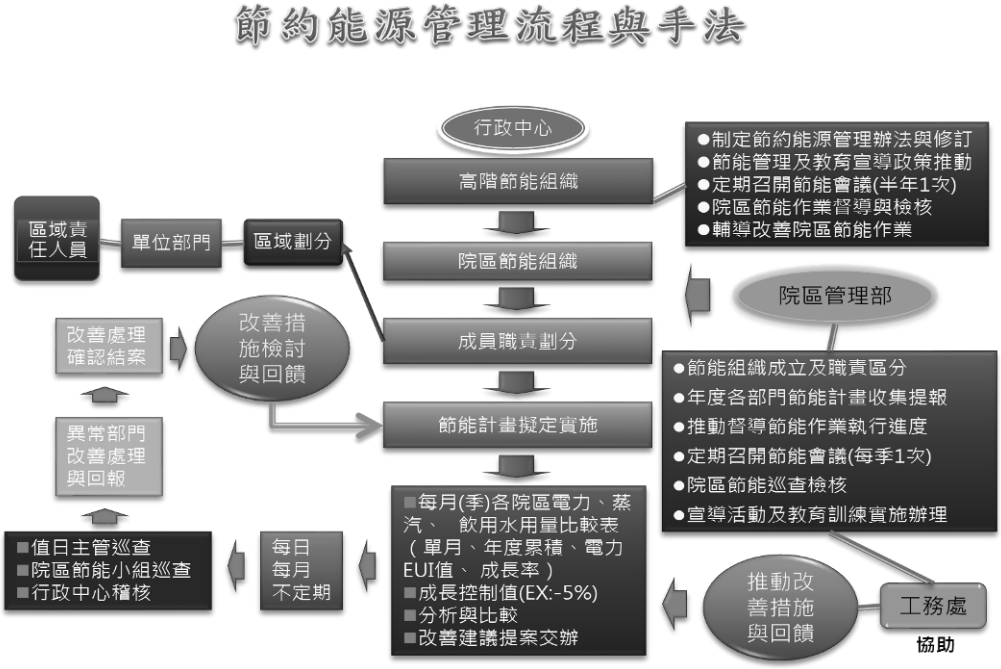


圖 3.3-6 節約能源管理流程與手法

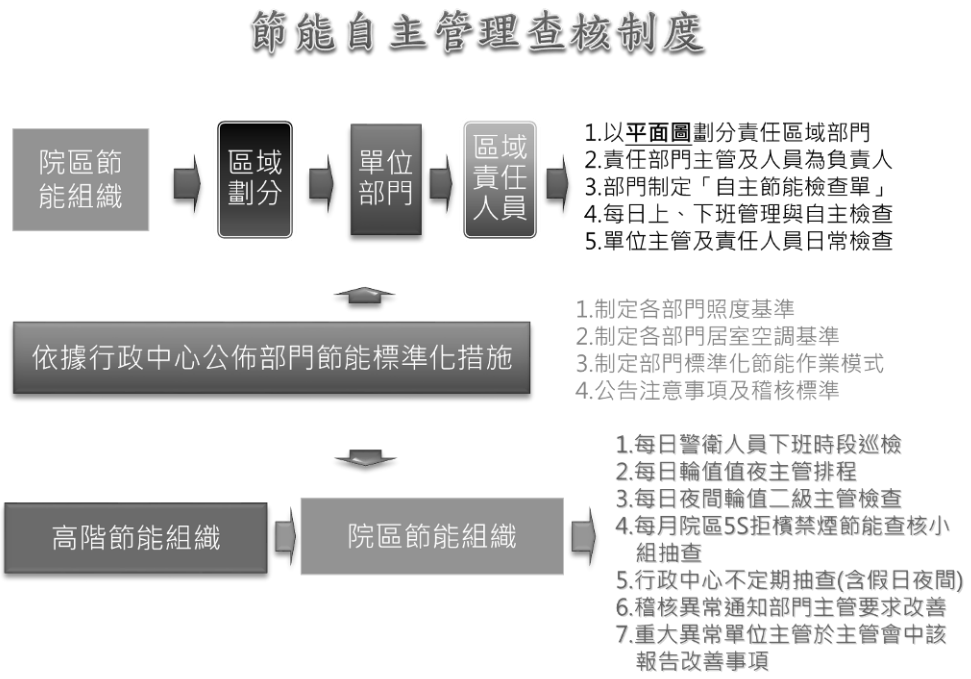


圖 3.3-7 節能自主管理查核制度

2.教育訓練

醫院因病人、訪客流動性大，不易教育訓練，而員工大部分為醫護、醫技人員，不具理工背景，對節能較無概念及無切身感，成效亦不佳，因此除了定期辦講習、貼海報外，還可利用網路、電子看板海報等宣導。唯最佳方法還是向員工宣導家庭節能知識和作法，讓員工在家裡做節能（利己）養成習慣，則到醫院就容易仿效辦理(習慣成自然!)，效果最佳。同業交流辦理院際研討會，觀摩其他醫院及分享其成果、經驗；另外參加院外機構、廠商舉辦之研討會或技術新產品發表會以吸取新知。

網頁宣導：▪何謂節能減碳▪省電節水小技巧▪省電36計▪各部門節能標準化措施▪節能宣導介紹▪能源新聞▪節能輔導專人▪節能相關網站▪專題研究報告>300篇

設定院區工務處節能諮詢與輔導專人

部門	院區	人員	聯絡電話
工務一處	基隆	黃政隆	402-2001
	台北	陳文銘	412-3752
	林口	王勝雄	403-3021
工務二處	桃園	沈勝章	463-3002
	護理之家(含養生村)	周銘智	433-3004
	校區	邱永祥	413-5020
嘉義工務處	嘉義	林勝文	405-3066
高雄工務處	高雄(含鳳山)	歐國松	407-3009
廈門工務處	廈門	傅學宸	455-3208
工務管理部		鄭慶森	463-3613

線上與電話及現場節能諮詢

- 提供院區部門或同仁節能作業諮詢服務。
- 輔導院區部門現場節能勘查服務。
- 協助院區部門節能效益分析。
- 配合節能設備或科技引進或開發。
- 推廣節能教育訓練活動。

院區節能宣導

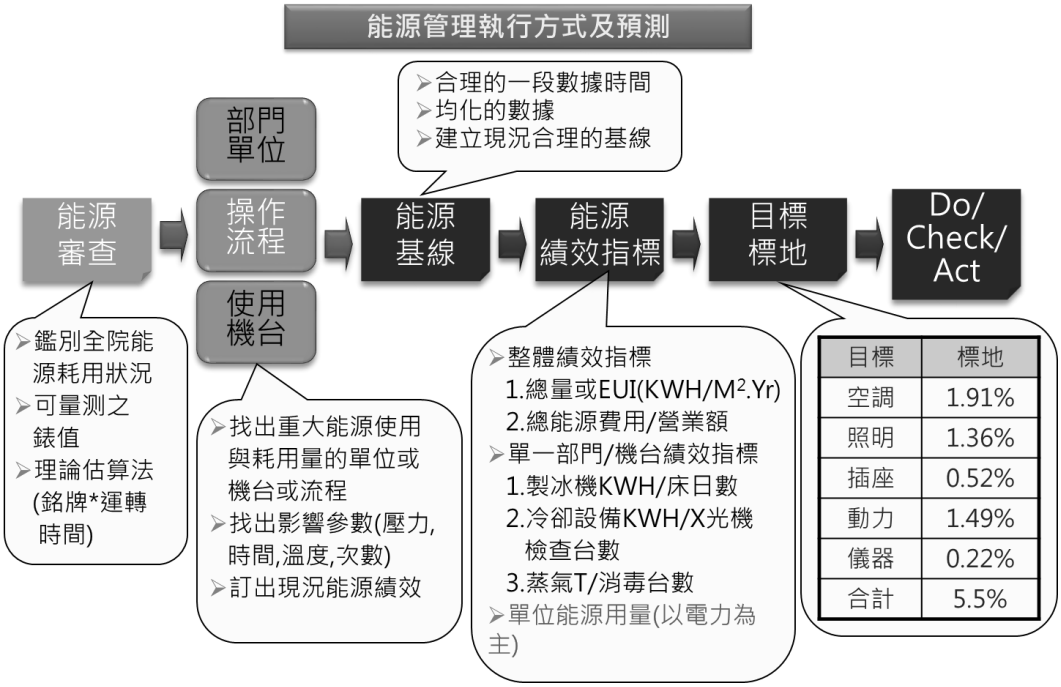
- 每年夏月前進行全院宣導教育
- 制定標準化宣導格式及內容
- 以部門作業節能方式及標準化措施教育為主
  - 減碳節能重要性
  - 各部門自主節能方式
  - 部門節能標準化措施、照明及空調設定標準
  - 稽核異常案例檢討
  - 日常生活節能
- 院區各部門指派人員參加，採取員工刷卡統計管制
- 分析統計未參加部門要求主管列席節能會議報告

員工學習網節能學習與測驗

- 員工學習網設定節能為全體員工必修學
- 每季設定學習內容及測驗題目要求員工進入學習測驗
- 統計員工學習結果及人數比例通知部門主管改善

3.導入國際能源管理系統認證(ISO 50001)

透過引入國際認證系統，採用有計畫及架構式方案程序，重新檢視，再強化推動。



(五)不同面向再深化節能管理實務

因為醫病所需，醫院需要用到大批耗電的醫療設備及藥品等，結果以捍衛人類健康為宗旨的醫療體系反而成了排碳量可觀的「大戶」；而環保又是每個地球村居民切身相關的議題，如何有效節能減碳，落實環保社會責任，便成為醫院重要的綠色課題。希望達成醫院推動環境友善政策，既可減少醫療資源耗損，又可促進民眾健康，是減碳、減廢、救地球之刻不容緩的最佳對策。如何成就對於環境友善的醫院，亦成為近年來重要發展議題，茲就多個面向提供改善參考意見

1.節約能源

(1)電力燃油瓦斯水資源用量管理

(2)再生與潔淨能源運用

(3)節約能源工程與設備應用管理

(4)醫療儀器節能管理

2.低碳飲食

(1)健康餐飲

(2)餐具減量

(3)廚餘減量

(4)素食餐飲

3.資訊自動化

(1)電力燃油瓦斯水資源用量管理

(2)再生與潔淨能源運用

(3)節約能源工程與設備應用管理

(4)醫療儀器節能管理

4.廢棄物減量

(1)生活廢棄物減量

(2)醫療廢棄物減量

(3)廢紙(箱)回收

(4)不可燃材料回收

(5)廢棄藥品回收

(6)工程有價廢料回收

5.綠色採購

(1)綠色產品

(2)節能節水標章設備

(3)能源效率高設備

(4)綠建材

(5)高效率醫療儀器

6.綠色運輸

(1)公共運輸

(2)油料減量

(3)綠色公車

(4)綠色機車

(5)友善自行車

7.資源減量

(1)文具減量

(2)供應品減量

(3)包裝減量耗材回收

(4)工程用料回收減量

(5)餐飲商店能源資源減量

(6)材料再生利用

(7)減損材料提供再利用

(8)藥品回收減量

8.電子化作業

(1)無紙化 OA 作業

(2)醫療影像自動化

(3)醫囑電子化作業

(4)全面電子表單作業

9.綠化減碳

(1)綠化指標管理

(2)綠化增量

(3)景觀美化

(4)植栽永續管理

10.智慧綠建築

(1)綠建築工程規範

(2)綠建材與節能節水

(3)EEWH 綠建築作業

(4)美國 LEED 綠建築作業

(5)智慧建築認證作業

(6)智慧醫院認證作業

(7)友善醫院建築認證

11.綠能管理

(1)推動能源軟體管理

(2)ISO 50001 能源管理系統認證作業

(3)低碳建築管理

(4)高齡友善醫院

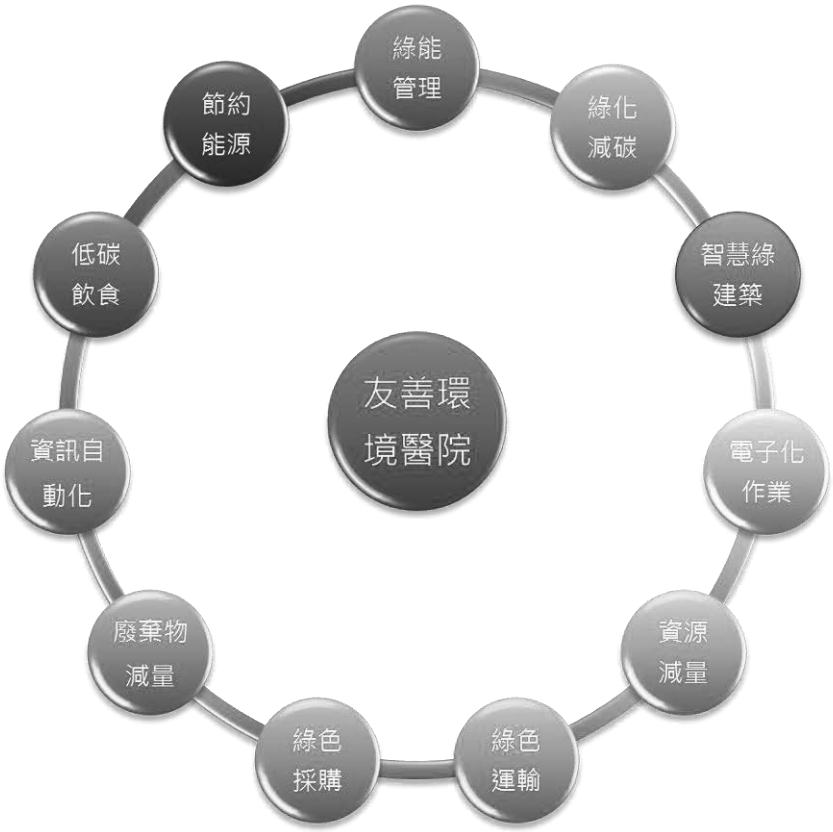


圖 3.3-8 友善環境醫院

台灣EEWH綠建築標章認證評估制度簡介

■ 營建署綠建築EEWH系統：「生態Ecology、節能Energy Saving、減廢Waste Reduction、健康Health」

指標群	指標名稱	評估要項
生態	1.生物多樣性指標	生態綠網、小生物棲地、 植物多樣化、土壤生態
	2.綠化量指標	綠化量、CO_2固定量
	3.基地保水指標	保水、儲留滲透、軟性防洪
節能	4.日常節能指標(必要)	外殼、空調、照明節能
減廢	5. CO_2減量指標	建材CO_2排放量
	6.廢棄物減量指標	土方平衡、廢棄物減量
健康	7.室內環境指標	隔音、採光、通風、建材
	8.水資源指標(必要)	節水器具、雨水、中水再利用
	9.污水垃圾改善指標	雨水污水分流、垃圾分類、堆肥

■ EEWH綠建築家族評估系統分類：

➢ 1.EEWH-BC基本型（除了下數4種以外之新建或既有建築物）

➢ 2.EEWH-RN舊建築改善類（取得使照3年以上，且建築更新樓板面積不超過40%之既有建築物）3.EEWH-GF廠房類　4.EEWH-RS住宿類　5.EEWH-EC社區類

➢ 五種等級標章－合格級、銅級、銀級、黃金級、鑽石級

▶ 台灣新建醫院多以取得EEWH-BC黃金級認證標章為目標

圖 3.3-9 台灣 EEWH 綠建築標章認證評估制度簡介

LEED綠建築標章認證評估制度簡介

■ 美國綠建築協會(U.S. GREEN BUILDING COUNCIL ,USGBC)LEED（Leadership in Energy and Environmental Design）「能源與環境先導設計」

■ 美國綠建築協會之『LEED』：

1.LEED能源與環境先導設計,注重『能源』與『環境』最新科技應用。

2.七項評估指標－永續基地開發、用水效率、能源大氣、材料資源、室內環境品質、創新設計過程、區域優惠。

3.四種等級標章－合格、銀級、黃金級、白金級。

項目	說明
LEED-NC	新建築物(New Construction)
LEED-EBOM	既有建築物(Existing Building Operation & Maintenance)
LEED-CI	商業室內裝修(Commercial Interior)
LEED-CS	建築結構體(Core & Shell)
LEED-Home	住宅(Home)
LEED-ND	社區開發(Neighborhood Developments)
LEED-Schools	學校(Schools)
LEED-Retail	零售(Retail)
LEED-HC	醫療(HealthCare)

▶ 台灣新建醫院申請LEED認證較少，如申請多以NC或HC黃金級為主

▶ 林口長庚質子中心為全球第二通過LEED-HC白金級綠建築標章認證醫院

圖 3.3-10 LEED 綠建築標章認證評估制度簡介

3.4 醫院節能方案

除了上述從管理面探討，確保系統在最佳效率運轉，即是最佳節能，同時提供醫院節能方面案例，供同業參考：

(一)電力方面：

1. 試算並訂定合理的契約容量。(年度試算分析合理契約、兩段式或三段式電價分析)
2. 運用離峰電力儲備水源或給排水。
3. 提高功率因數(提高線路電力輸送效率)。
4. 提昇變壓器負載率設計在55~80%。合併低負載變壓器供電(可減少銅鐵損)，讓變壓器工作於最佳曲線位置。
5. 提高動力設備係統電壓規格，如AC 220V→AC 440V增進使用效能。
6. 多部電梯時採高低樓層輸送，離峰時間(如:22:00~06:00)則部分管制停用。
7. 依ASHRAE90.1標準10.4.1採用高效能馬達。

(二)照明

1. 採用電子式安定器照明燈具。
2. 採用高效率T5燈具取代T9/T8燈具或採LED光源。
3. 靠窗採光區採用自動點滅器。
4. 燈具2:1跳盞配線，公共區深夜時段降低照度。
5. 儲藏室、庫房及污衣間等人員使用率不高之場所，採用紅外線感應或微波佔位控制。
6. 停車場照明採光井設計或利用時段或紅外線控制。
7. 調光場所鎢絲燈泡,可改選用 LED 光源之電子型高頻調光燈具，除壽命長並可節省電能與空調耗能。
8. 所有標示類燈具，安全門燈、避難方向燈 (需消防基金會認

証合格產品)，航空障礙燈、書畫、裝飾照明、景觀、指標招牌等場所設計用 LED 光源。

(三)空調

1. 依負載自動需量控制。
2. 停開機最佳化調配(效率好機台先開、後關)。
3. 送排風機、AHU採Time Schedule控制。
4. 冰水馬達採變頻控制。
5. 冷卻水塔風車採變頻控制。
6. 空調主機夜間或冬天自動調高冰水溫度設定運轉。
7. 採用直流變頻冷風機(F/C) 。
8. 箱型冷氣加裝專用變頻器。
9. 變電室、電梯機房等場所通排風設定28℃運轉。

(四)水資源

1. 儀器用冷卻水回收。
2. 洗腎用RO排放水回收。
3. 採用省水型(二段沖水)馬桶。
4. 洗縫中心採用隧道式洗衣機。
5. 水處理利用離峰電力採水。
6. 水龍頭加裝節水器。
7. 採用高效率泵浦。
8. 空調冷凝水、雨水回收做植栽噴灌。
9. 植栽噴灌設雨水檢知器節省水資源。

(五)蒸汽

1. 冷凝水回收再利用。
2. 部分熱水利用離峰電力加熱。

3. 鍋爐煙囪效應改善，提昇鍋爐熱效率。

4. 日照充足地區使用太陽能板預熱，提高進水溫度。

5. 設計利用鍋爐所產生之蒸汽預熱水源。

6. 假日低用量時段減壓供應。

7. 夜間需用量小，評估採電能消毒鍋替代。

節能成功與否之主要因素在於人，節能要做得好，必須有企業主的支持、管理者的堅持及所有員工的落實，全部的成員都需有共同的目標及理念認知，運用管理機制，透過分工合作，方能達成。同時節能亦是一良心事業，節能除了利己(降低成本、環保公害)，亦有利他(後代子孫)，為了地球及後代子孫，大家共同努力來推行節能，今日不做，明日會後悔，共勉之。

肆、電力系統節約能源實務

(一)電壓—電力系統的酷斯拉

對用電戶而言，最好電力公司供應的電壓「隨時隨地」都保持110V，則用電設備的性能與壽命都很好，然而電壓值隨著系統負載之改變而變化，沒有一個電力公司可以供應穩定不變的電壓，所以工廠生產電器時，都會考慮電壓變動率，一般而言，電器在額定電壓±10%使用都可以接受。因此應該以實際測量插座電壓來判定是否為美國或日本電器的容許範圍，才可以確保電器長期使用的安全。

1.電壓的影響

相同的電壓(一種米)要提供各種不同的電器設備(百樣人)使用。電力系統最主要的用電設備是馬達和照明器具，本文以電燈和感應電動機為例，分析說明供電電壓對用電設備之重要影響。

如表 4.1-1 所示，對於額定電壓為 220V 的電燈而言，供電電壓降低為 200V，電燈光度減為 70%，但是其壽命卻大幅增為300%，綜合效益增大，反之則否。所以對電燈而言，希望供電電壓「低於或等於」額定電壓。

表 4-1 供電電壓對電燈(額定 220V)之影響

電燈特性	供電電壓		
	240V	220V	200V
光度	130%	100%	70%
壽命	30%	100%	300%
綜合	39%	100%	210%

然而對於 220V 的感應電動機(簡稱馬達)而言，供電電壓增高為 240V，其轉矩增加、電流減小及溫升降低，影響均為正面；反之則為負面影響，如表 4.1-2 所示。所以對馬達而言，希望供電電

壓「高於或等於」額定電壓。

表 4-2 供電電壓對馬達(額定 220V)之影響

馬達特性	供電電壓		
	240V	220V	200V
轉矩	121%	100%	81%
電流	93%	100%	111%
溫升	－1~2oc		+6~7 oc

2.電力系統的電壓對策

電燈喜歡偏低的電壓，馬達卻喜歡較高的電壓，兩者需求互相衝突時怎麼辦？此外，電子電路的要求極為嚴格，當電壓上升5%時，將使陰極射線管的壽命減半，且瞬間高壓突波會造成積體電路短路，所以電子裝置必需自設電源供應穩壓電路。

因為電燈和馬達的用電量極大，不可能裝設自動穩壓電路，但是兩者對系統電壓的需求完全相反，所以美國和台灣的電力公司採行不同的策略來因應。

A.美國的做法：

美國國家標準規定電器額定電壓：電燈為 240V，馬達為 230V。電力公司的供電電壓為 240V，扣除線路電壓降(0-5%)，成為 240V 至 228V。對電燈而言，供電電壓正好等於或低於電燈額定電壓。而對馬達而言，供電電壓大於或幾乎等於馬達額定電壓。

B.台灣的做法：

台灣國家標準規定電器額定電壓：電燈為 220V，馬達為 220V。電力公司的供電電壓為 220V，扣除線路電壓降(0-5%)，成為 220V 至 209V。對電燈而言，供電電壓正好等於或低於電

燈額定電壓，但對馬達而言，供電電壓等於或低於馬達額定電壓，則十分不妥。

C.台灣的變通做法：

為了改善電壓對於為數眾多馬達的傷害，台電公司建議，用戶變壓器二次電壓調高為 230V，額定電壓維持不變，電燈為 220V，馬達為 220V。

如此一來，電力公司的供電電壓為 230V，減去線路電壓降 (0-5%)，成為 230V 至 218V。對電燈而言，供電電壓高於或等於電燈額定電壓，對於靠近電源端之電燈不利，但對馬達而言，供電電壓高於或幾乎等於馬達額定電壓，馬達可以滿意運轉。

台灣國家標準規定電燈和馬達的電器額定電壓都是 220V，無論供電電壓如何改變都是無解。台灣現行的變通做法，雖然可以維護多數馬達的性能，但是對於靠近電源端的電燈不利，而且設備額定電壓與系統供電電壓的關係糾纏不清，筆者已經呼籲多年，希望有更多的人瞭解問題的來龍去脈，問題才得以解決。

台灣現行系統和設備電壓關係，如圖 4.1-1 所示。所以最佳的做法是自力救濟，選購電燈時選用 230V 的產品，才可以保障電燈的使用效益。

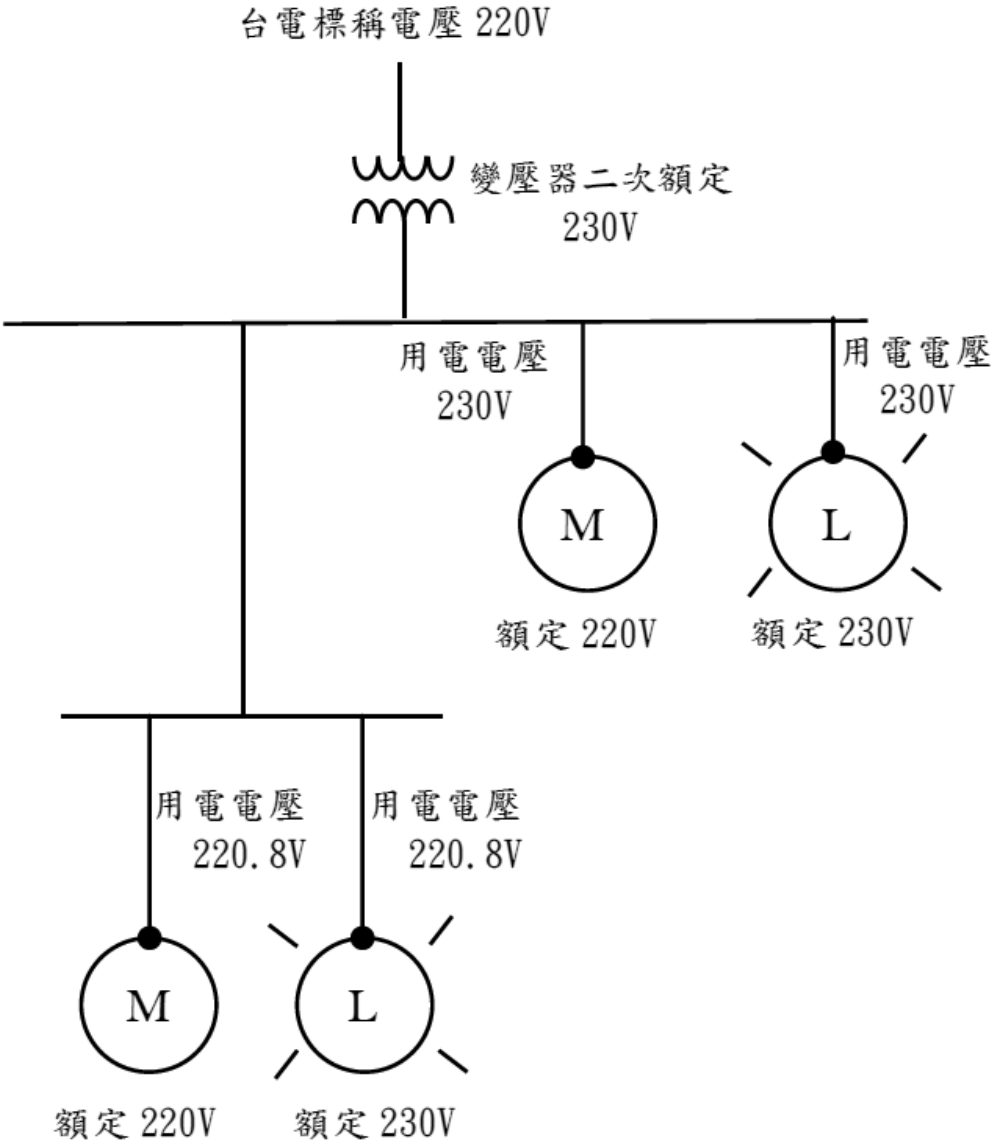


圖 4.1-1 各種電壓之關係(台電)

(二)契約容量 vs.基本電費

電力公司對大用電戶的計費方式和家庭用戶不同。家庭用戶只計算用電度數(kWh)，工業用電戶除了用電度數外，必須自行訂定契約容量(kW)，如果實際用電容量較少，還是要按照契約容量收費；反之，超約用電則會被罰款。例舉以下狀況為示範：

1. 某用戶自訂契約容量(100kW)，全年適用。
2. 冬天，實際用電較少(50kW)，仍按照契約容量(100kW)計收基本電費。
3. 夏天，超約用電(130kW)，除照常計收基本電費(100kW)外，超出部分(30kW)會被罰款 2-3 倍。
4. 實際支付基本電費和罰款為：100＋10×2＋20×3＝180。

這個辦法看似不公平，但是電力公司為防止用戶集中在短時間用電，造成發電機超載或必需限電，不得不如此規定，全世界的電力公司也都有相同之規定。但是很多公家機關的會計部門看到電費單上有「超約罰款」的科目時，皆認為是電氣負責人失職，於是簽請議處，所以電氣負責人常訂定超高契約容量，永遠不會受罰，但是如此一來機關所支付的電費反而更多。以表 4.1-3 為例，全年最高用電需量為 130 kW，如果將契約容量訂為 150 kW 則不會罰款；反之，契約容量如訂為 100 kW，雖然有三個月被罰款，但是總電費還是較為節省，因此電氣負責人可以利用這個範例向會計部門說明：「容許罰款、省錢多多」。

表 4.1-3 訂定契約容量容許罰款省錢更多

月份	用電需量(kW)	契約容量(150kW)	契約容量(100kW)
1-3	50	(溢付)100kWX3=300kW	(溢付)50kWX3=150kW
4-6	100	(溢付)50kWX3=150kW	0X3=0
7-9	130	(溢付)20kWX3=60kW	(罰款)80kWX3=240kW
10-12	100	(溢付)50kWX3=150kW	0X3=0
合計		多付費 660kW	多付費 390kW

註：契約 100 kW 雖然 7-9 月超約被罰，但全年少付 270 kW 可節省 70,875 元。

(三)流動電費

電器用電要考慮電器功率和用電時間二項因素。電器功率也稱用電容量(瓩或瓦)，例如：電鍋的功率很大，約為 1,000 瓦；隨身聽的功率很小，只有 0.25 瓦。電器功率乘上使用時間就是用電度數(瓩小時)，也就是電器實際消耗的能量。例如：使用電鍋煮飯 1 小時，總耗電 1,000 瓦小時，也就是 1 瓩小時(或 1 度)；隨身聽必需使用 4,000 小時，才消耗 1 瓩小時(或 1 度)。

電力公司為了降低日間尖峰用電量，鼓勵用戶轉移至夜間用電，夜間電價只有日間尖峰電價的 20-25%。所以為了節省電費支出，用戶可以動動腦，如何將用電量轉移至夜間，例如，儲冰式冷氣就是利用晚上便宜電費時製造冰鹵水，白天將冰鹵水送出，再用風扇吹就可以送出冷氣，這樣不但工作環境品質沒有降低，電費更可以大幅減少，另外洗衣可以改在夜間，也是相當不錯的做法。

(四)功率因數

改善功率因數的好處多多，包含可釋放系統容量、減少線路電流、減少線路壓降、減少線路損失和節省電費。然而享受前面四個好處的受益對象是台電，所以依據公平原則，電力公司必須回饋功率因數高的用戶，減少其電費支出。

實際上，台電對於用戶功因是採取「獎懲並用」方式，功率因數以 80 %為基準，每超過 1 %，減收電費 0.1 %；每低過 1 %，加收電費 0.1%。這樣看來台電還是佔了用戶的便宜，因為功因高，減收電費幅度小，功因低時加收罰款幅度高。但由於目前電力是獨佔事業，或許待電力自由化後情況可較為公平。。

功因是以全月累積的有效用電度數和無效用電度數來計算，所以很多用戶於週末停工時功因電容器仍然接電，以爭取更佳功率因數。但是功率因數改善過當，對於電力系統會產生電壓上升的負面效應。筆者曾於週日在汐止工業區量測電壓，竟高達 255V(正常值 220V)，難怪很多例假日仍然使用的電燈容易燒毀。因此必需將總電容器量區分為幾個段數(別)依負載做控制自動調整，常見的自動功因調整器(APFR)可做 2~12 段循環控制。

1. 電容器組應依需求容量(KVAR)區分成數種規格，搭配自動功因調整器，獲取最佳改善效益。

   例如：需求電容器容量為 260KVAR，採用 40,40,40,20,20,10 等 3 種規格，採 9 段控制可搭配出每 10KVAR 為一級距(10~260 KVAR/10KVAR)之容量。另**考慮電容器平均使用時間，自動功因調整器(APFR)採循環式**為原則。

2.電容器裝置位置及效果(圖 4.1-2)

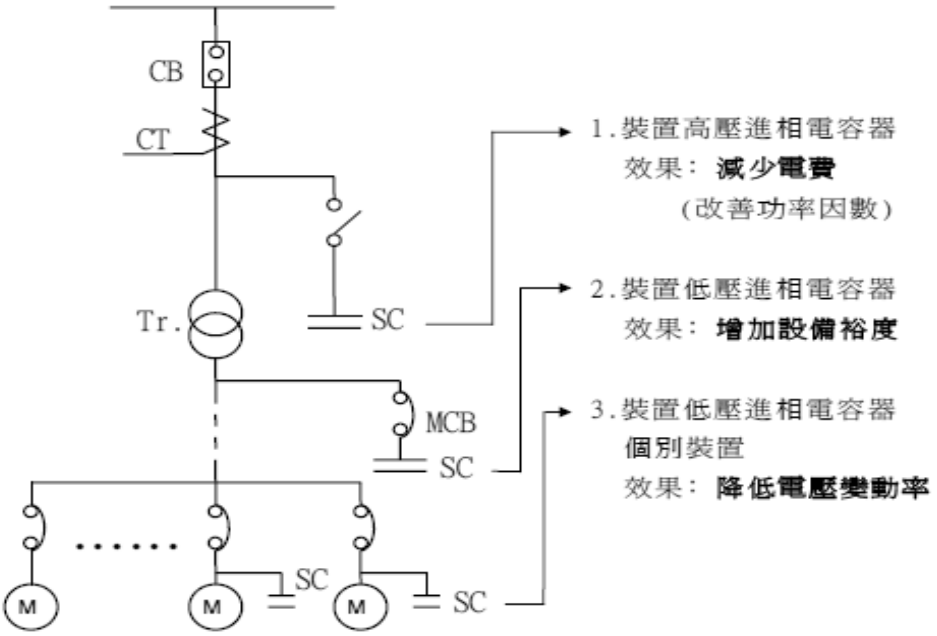


圖 4.1-2 電容器裝置位置及效果

(五)電力節約能源的方法

電力節能可分成減少功率(kW)消耗和減少電能(kWh)消耗兩大類。減少功率(kW)消耗沒有輕鬆的方法，只有老老實實的提升用電設備的內部效率，例如:選用高效率的馬達、高效率的電子安定器與高 EER 的冷氣機、節能標章電氣用品等。減少電能(kWh)消耗則要從減少用電時間及充分利用自然光源做起，例如:自動點滅的燈光、隨手關燈、離峰減量等。

要長期省電，除了上述提高電器效率和減少用電時間外，別無捷徑。市面上販售多種節省電能器具，號稱是花小錢可以長期省電，其實大部分是騙人的。業者曾以之示範，當裝上省電器後，電流減少了，但是交流功率因數提高電流減少，其有效功率仍然相同。

伍、照明系統節約能源實務

5.1 照明的基本觀念

(一)照明用電之比例

台灣屬於亞熱帶型氣候，電力尖峰發生在夏季，用電最多的是空調用電，照明用電所佔比例則隨行業別不同變化很大。表 5.1-1 為各行業中各項用電比例，醫院的照明用電佔 17.88%為最少，百貨業則高達 28.15%。各項用電所佔比例，可以作為用戶制定節約能源策略之重要參考。

表 5.1-1 各行業各項用電比例

行業別 用電設備	辦公大樓 用電比例(%)	醫院 用電比例(%)	百貨業 用電比例(%)
空調設備	48.3	49.65	44.4
照明設備	20.51	17.88	28.23
冷凍冷藏設備	1.13	4.12	4.3
事務設備	9.46	6.41	4.8
送排風設備	4.39	5.46	4.6
給水污水設備	3.22	3.53	3.22
電梯設備	6.76	5.28	5.47
其他設備	6.23	7.67	4.79

註：依據 2016 年非生產性質行業能源查核年報。

(二)照明之重要性

照明的重要性可以用表 5.1-2 來呈現。人類利用五官攝取資訊，最重要的就是視覺(眼睛)，高達 87 %，其餘為聽覺(耳朵)、嗅覺(鼻子)、觸覺(皮膚)和味覺(舌頭)，加總才佔 13 %，可見照明非常重要，所以雖然要節約照明用電，但也不可以虧待眼睛。

表 5.1-2 照明的重要性

感覺的種類	攝取資訊能力(%)
視覺(眼睛)	87
聽覺(耳朵)	7
嗅覺(鼻子)	3.5
觸覺(皮膚)	1.5
味覺(舌頭)	1

(三)照明與人生之關係

人類的活動和照明息息相關，各種不同的活動其照明需求也不同，如表 5.1-3 所示，休閒照明(以住家為代表)以舒適為主，照度不需要很高，但照明品質要高；反之，行動照明(以開車為例)安全最重要，照度要夠高，照明品質則不計較；至於工作照明(辦公場所)以明視為主，照明的量與質需並重。

表 5.1-3 人類活動與照明需求

活動狀態	照明需求	生理(量/照)	心理(質)	代表場所
休閒	舒適	低	高	住宅
工作	明視	中	中	辦公室
行動	安全	高	低	道路

(四)照明投資與亮度感覺

照明的亮度以照度來衡量，單位是勒克斯(Lux 或 lx)。人類的眼睛對於亮度的感覺是對數(Log)關係，對數關係有「抑強助弱」的效果，所以在電影院中地面照明微弱，眼睛仍然可以認路，而在看完電影走出戶外面對大太陽時，照度立即升高，但眼睛仍然可以調適。

如表 5.1-4 所示，照明投資和照度成線性關係，簡單來說，

裝設燈具數量和照度成正比，所以裝設兩倍數量的燈具就可以獲得兩倍照度，但是人眼的亮度感覺和照度卻是對數關係，所以兩倍的照度只有增加 0.3 倍的亮度感覺，因為 $\log_{10} 2 = 0.3$ ，而如果想要兩倍的亮度感覺，就要增加十倍的燈具，投資極為可觀。

照明投資與亮度感覺的關係，對於照明節能的觀念影響重大，例如以讀書為例，如果感覺房間整體照度 500 lx 太低，想要增加照度為 1,000 lx 時，加裝兩倍燈具太貴，所以只需加裝檯燈，局部加強書桌照度就可以了。

表 5.1-4 照明投資 vs.亮度感覺

照度(lx)	設備投資(線性 linear)	亮度感覺(對數 log)
10	1	1
20	2	1.3
100	10	2

(五)照度推薦質

通常電機的標準大都是「規定值」，例如:直徑為 2.0mm 的銅線安全電流為 20 A，電機工程師設計分路負載電流時不得超過。但是照明設計標準卻都是「推薦值」，僅供參考，主要原因就是眼睛對亮度的對數感覺可以適應的範圍極大。所以照度推薦值是一個範圍，如表 5.1-5 醫院 CNS 照度標準所示，例如以開刀房為例，照度推薦值為 750-1500 lx；診療室照度推薦值為 300-750 lx。如前節所述，300 lx 和 750 lx 的投資相差了 2.5 倍，照明節約能源可以依據這種特質，加上局部加強照明而設計。

表 5.1-5 醫院 CNS 照度標準

表 5 室內區域、作業空間和活動種類照度、眩光限制及平均演色指數一覽表(續)

室內、作業或活動種類	$\overline{E_m}$ (lux)	UGR_L	R_a	備註
— 一般照明	100	19	80	地板平面照度
— 閱讀照明	300	19	80	
— 簡單檢查	300	19	80	
(8) 檢查治療	1,000	19	90	
(9) 夜間照明、觀察照明	5	19	80	
(10) 病人淋浴間、洗手間	200	22	80	
(11) 一般診療室	500	19	90	
(12) 耳科、眼科檢查	1,000		90	局部檢查照明
(13) 視力表閱讀及顏色測試	500	16	90	
(14) 斷層掃瞄室	50	19	80	螢幕顯示器參照 4.10
(15) 透析室	500	19	80	
(16) 皮膚科診療室	500	19	90	
(17) 內視鏡檢查室	300	19	80	
(18) 石膏室	500	19	80	
(19) 醫療用浴室	300	19	80	
(20) 按摩及放射線治療室	300	19	80	
(21) 手術準備室及恢復室	500	19	90	
(22) 手術室	1,000	19	90	
(23) 手術部位	特別			$\overline{E_m}$：10,000 lux – 100,000 lux
(24) 加護病房				
— 一般照明	100	19	90	樓版面照度
— 簡易診療	300	19	90	床面照度
— 診療、治療	1,000	19	90	床面照度
— 夜間巡視	20	19	90	
(25) 牙醫科				
— 一般照明	500	19	90	對病人不會產生眩光
— 病房	1,000		90	局部檢查照明
— 手術部位	5,000		90	照度應高於 5,000 lux
— 牙齒漂白	5,000		90	T_{cp} 至少 6,000 K
(26) 顏色檢查(實驗室)	1,000	19	90	T_{cp} 至少 5,000 K
(27) 殺菌室	300	22	80	

本標準由標準檢驗局授權中華電信數位通信分公司銷售 下載網址 87705000 下載時間 2016/11/04 10:19:17 下載位置 203.74.0.67

(六)照明品質 1：輝度

照明「量」的基準，就是照度(lx)。然而照明「質」的標準很多，包含輝度、眩光、色溫度及演色性等，一般人不十分了解，首先介紹輝度。輝度，簡單的說就是「刺眼的程度」，光源越小就越刺眼，人眼的感覺也不舒服。例如 100 W 的亮度高但燈泡面積小，其輝度大，直視感覺刺眼；如果，100 W 燈泡外加磨砂燈具後，光源面積加大，輝度變小，就不刺眼。照明設計時，必需考慮作業對象(工作面)和周遭物件的輝度差異，就是輝度比。輝度比過大，長期會使眼睛疲勞及不舒服，辦公室輝度比的建議值如表 5.1-6 所示。

表 5.1-6 辦公室輝度比建議值

作業對象：周圍	1：1/3
作業對象：遠處陰暗面	1：1/10
作業對象：遠處明亮面	1：10

(七)照明品質 2：眩光

眩光就是令人不舒服的照明。眩光的種類有三種，包含直接眩光、反射眩光和背景眩光。直接眩光是直視光源所產生，輝度大且讓人刺眼而不舒服；反射眩光是因反射光源而產生，如圖 5.1-1 所示，有些反射是好的，在檢查物體表面時需要少許反射，如(c)所示，有些則會造成眩光如(d)，就應避免。背景眩光，則是因為主題較暗而背景太亮而產生。

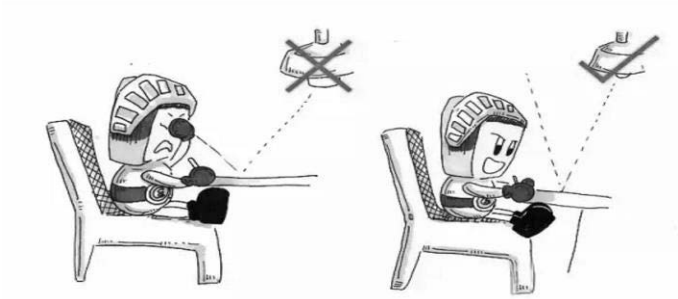


圖 5.1-1 反射眩光

(八)照明品質 3：演色性

演色性，簡單說就是「顏色逼真的程度」。人類對顏色的初體驗是以太陽照射下的顏色為基準，然而陽光下的顏色也隨時間改變，例如日出和日落時分，太陽的顏色偏紅，正午的陽光則呈藍白色，這些也會影響我們對顏色的判斷。所以演色性的基準，以太陽升起兩小時和日落兩小時為基準，其對物體的演色性為 100 %。

人造光源中，白熾燈泡和鹵素燈所發出的光線包含所有光色，其演色性為 100 %，適合用在家庭或博物館；鈉光燈只呈現黃色，演色性最差，只有 20 %，但其發光效率最高，適合用在高速公路交流道或隧道，另外，辦公室最常用的日光燈，演色性則在 65-85 %之間，適合使用在大多數場合，醫療場所建議≧85，等級如表 5.1-7 所示。

表 5.1-7 演色性與使用場所

等級	指數	光色	使用場所
1	Ra≧85%	冷色 暖色	紡織工業 住宅、餐廳
2	70%≦Ra≦85	冷色 (台灣)	辦公室、學校、百貨公司
其他	Ra≦30%		道路

(九)照明品質 4：色溫度

通常溫度高令人覺得熱，溫度低則寒冷；至於顏色，紅黃色令人覺得熱，藍白色覺得冷。兩相對應，我們感覺紅黃色溫度高，藍白色溫度低，然而照明領域所說的「色溫度」是以黑體加溫定義而成。當黑體加熱至約 2,000 K 以上開始發出紅色光，3,000 K 發出黃光，6,500 K 發出白光，10,000 K 成為藍白光，所以黃光的色溫度低，但是感覺溫暖；藍白光的色溫度高，反而感覺寒冷。

此外需注意的是，照明的「色溫度」和我們對一般顏色和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 3,000 K；白色則令人感覺寒冷，其色溫度卻較高，為 6,500 K。如表 5.1-8 所示，3,300 K 的燈泡給人溫暖的感覺，適合用在家庭；5,000 K 以上的水銀燈給人清冷的感覺，非常適合用在辦公室，讓上班的人都很有精神。

表 5.1-8 色溫度與感覺

色溫度	光色	感覺	場所
3,300 K 以下(燈泡)	暖色	溫暖	住宅
3,300-5,000 K(日光燈)	中間	中間	
5,000 K 以上(水銀燈)	冷色	清冷	辦公室

照明設計時，也要注意色溫度和照度的關係，如圖 5.1-2 所示，色溫度高照度低，讓人有冷的感覺；反之，色溫度低照度高，讓人覺得燥熱。電視上有一個廣告說，留一盞燈給夜歸的人，應該要留一盞黃色小燈泡，才會令人覺得溫暖，可千萬不要留一盞小日光燈，因為小日光燈照度低色溫度高，反而讓人覺得寒冷。

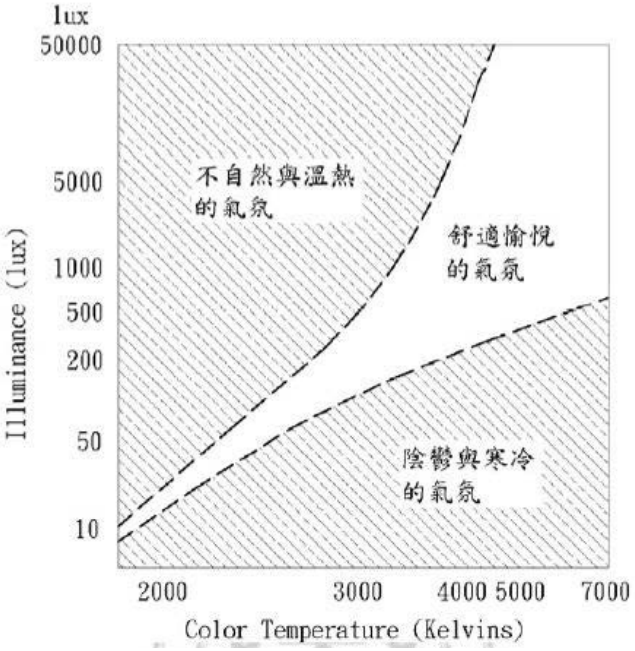


圖 5.1-2 舒適照度/色溫對照圖

(十)光源的種類和特性

燈泡的效率和壽命都最低，但是價格便宜，演色性最好，所以常搭配燈罩用在家庭等需要氣氛的場所(自 2012 年起計畫停用)；改良的鹵素燈壽命較長，效率更高，主要大量使用在百貨公司和博物館；日光燈，價格便宜，演色性中等，色溫度清冷，比較適合在辦公場所；低壓鈉氣燈，效率最高、演色性最差，適合用在高速公路交流道、隧道等場所；高壓水銀燈，效率高，光度強，適合大廳、運動場等挑高照明。表 5.1-9 是常用光源種類及其特性，瞭解光源的特性對於照明設計和節約能源非常重要。

表 5.1-9 光源種類與特性

特性	燈泡/鹵素燈	日光燈 (含安定器)	低壓 鈉氣燈	高壓 水銀燈
效率(lm/W)	10/20	55-80	100-200	30-65
壽命(h)	1,000/10,000	10,000	15,000	20,000
演色性(%)	100	70-85	20-30	50-70
光色	暖和	清涼	燥熱	清涼

5.2 照明節約能源

(一)辦公室照明建議

因應資訊時代自動化辦公室，幾乎人人一台電腦，早期 CRT 螢幕為玻璃，會因燈具影像投影在 CRT 上造成眩光。現代改用 LCD 螢幕已改善此一缺點。另 LCD 螢幕顯影快速，可設定未操作時螢幕待機來節能。電腦螢幕垂直照度最好要有 300 lx 才足夠，螢幕週邊照度至少 500 lx，以免和螢幕亮度造成太強烈的輝度比，使眼睛不舒服。可借助可調光的 LED 檯燈來輔助照明。

(二)燈具維護的重要性

新裝設合乎規定的照明設備，使用三年之後，照度約只剩下

原設計值的 44 %，如圖 5.2-1 所示，這張圖可以讓我們深刻體認照明維護的重要性，其重要性如下：

1.清掃燈管燈具之後，光出力可以增為55 %。

2.更換不亮燈管，可再增加5 %光度。

3.燈管全部換新，光出力可提高至75 %。

4.修正電壓降，可以再增加3 %。

5.天花板及牆壁重新油漆，可以提高至91 %。

6.將所有燈具換新，才可以回復原始設計100 %光出力。

圖 5.2-1 照明維護的重要性

(三)照明節約能源的方法

照明用電是否合乎規定，最簡單的方法就是計算照明負載密度。依據傳統標準照明(含插座)負載密度為 20 W/m^2，新加坡政府為節約能源，訂定新標準為 15 W/m^2，ASHARE 90.1 要求更

為嚴格，成為 14 W/m^2，綠建築的辦公室基準 11.8 W/m^2。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，2010 年版的 LEED LPD 更降至 7.2 W/m^2 可做為設計標準。(對照表如附錄一)

許多 CNS 超高照度需求的場所，例如製圖室，照度需求為 1,500 lx，但現在採用電腦繪圖，辦公室基本照度可以設計成 500 lx，需要手工繪圖時再利用檯燈局部加強照度 1,000 lx，可以節省常態大量照明能源。挑高的大廳，以前採用高效率的複金屬燈，壽命長、演色性佳，兼顧優良照明、維護和節約能源的任務。現在的 LED 燈或無極燈有更佳的節能效益及使用壽命。既有辦公大樓的窗戶可以加裝玻璃隔熱紙，新(改)建可直接用 LOW-E 玻璃，除了可以節省冷氣能量外，也可以降低室內和室外的輝度比，提升照明品質。

(四)日光燈與電子安定器

醫院照明使用最多的是日光燈，數量龐大，是照明節能最主要的對象。以 40 W 日光燈耗電分析，傳統燈管耗電 40 W，傳統安定器耗電 10 W。10 年前 T8 管是主流， 4” 燈管耗電降為 32 W，近年更新型的 T5 為 28 W，同等發光效率之 LED 燈管更降至 24W。LED 光源能否成為新世代光源，關鍵在於價格、演色性與投光角度(配光曲線)

至於安定器，則改用電子安定器為主要訴求。電子安定器的優點有：

A.省電 20-25%。

B.功率因數 95-99%。

C.不閃爍、低噪音、安全性及體積輕薄。

依照現行改善情況分析，將傳統安定器汰換為電子安定器，根據專家的經驗，只要二~三年就可以回收投資，是照明節約能

源最直接可行的方法。此外直管日光燈 4 呎比 2 呎發光效率佳(省電)，日光燈直管優於彎管，也是照明節能應具備的常識。

(五)日光燈管指標燈箱改 LED 指標燈板

1. LED 指標燈板標示，能改善燈管眩光與提昇明暗比，增進識別效果。

2.LED 燈板鋁合金框飾邊達到美觀與科技感。

3.LED 光源較 T5 燈管省電達 56~70%，節能效果顯著。

4.LED 為冷光源降低輻射熱，有利降低空調負荷。

5.LED 指標較傳統燈箱降低材料成本 25%。

6.LED 光源維護成本，目前較 T5 燈管每年高 50 元。

(如表 5.2-1 LED 光源市價逐年下降，預估五年內平衡)

表 5.2-1 傳統 T5 螢光燈與 LED 光源工料成本:

燈箱規格(cm)	使用光源(W)	使用壽命(HR)	光源+工資(元)	維護成本/年
傳統中型燈箱 280wx30hx20CMd	T5/28Wx4+ T5/14wx2=140W	T5 螢光燈 15000(1.7 年)	80x4+45x2=410/1.7 0.1hrx240x6/1.7=85	326 元
LED 中型燈板 280wx30h**x**2.5cmt	**LED/6.72x6st** **=40.3W**	**LED 模組光條** **40000(4.6 年)**	240x6=1440/4.6=313 0.2hrx240x6/4.6=63	**376 元** **(+15%)**

7.LED 光源低光衰 (如圖 5.2-2 實例，連續點亮 15,000HR 光衰 3%)。

圖 5.2-2 測試樣品連續點亮 15,000HR 時亮度。

圖 5.2-3 傳統 T5/70W 燈箱(下)與 LED/18W 燈板(上)效果展示

(六)照度計：

照明的基本需求「量」就是照度，所以照度計是照明設計和節約能源最基本的測量儀器。照度計價格不高，可是真正購置照度計的機構並不多見。

電機檢驗已經成為必需，電機人會定期測量設備的絕緣、耐壓等安全事項，電流表、電壓表等儀器也會定期校正，但是照明設備除了安裝完成驗收測試之外，只有極少數電機人會定期測量「照度」。然而新品於裝設三年後，只剩下 44 %照度，沒有測量照度即執行照明節約能源，當然會迷失方向。

陸、空調系統節約能源實務

6.1 新建建築物之節約能源標準

(一)依能源管理法第十七條規定(經濟部 102.6.19 經能字第 10204603180 號令會銜訂定發布)，新建建築物之節約能源，除應符合建築法及建築技術規則之建築外殼節約能源標準外，具中央空氣調節系統且容積總樓地板面積達二千平方公尺以上之新建建築物。應符合下列標準之規定。

1.各類用途建築物之中央空氣調節系統主機容量比不得超過下列規定

表 6.1-1 中央空氣調節系統主機容量比

建築物種類	建築物類別	標準值
瞬間可能湧入大量人潮之建築物	醫院（掛號結帳區、候診室）、百貨商場、展覽館等	一點五。
空調中斷將引起重大損失之特殊建物	特殊病房、電子廠房、無塵室、電腦網路中控室或設備機房、防災中心、緊急救難中心、交通車站、特殊實驗室（全外氣空調）等	主機一臺或二臺時為二點零；主機三臺至五臺時為一點七；主機六臺至八臺時為一點五；主機九臺以上時為一點三五。
非屬前二種類之建築物	辦公建築、旅館等	一點三五。

2.前項(1)所稱中央空氣調節系統主機容量比，指建築物之中央空氣調節系統主機總容量與該建築空調尖峰負荷之比值。(前項所定建築空調尖峰負荷之計算方式詳如附錄二)。

3.空氣側送風系統，單一風機耗電量超過四千瓦（kW）者，其單位耗電量應符合下表 6.1-2 規定：

表 6.1-2 空氣側送風系統表

系統種類	單位耗電量 （單位：千瓦/立方公尺/秒；kW/M3/s）
定風量送風系	≦1.7 (等同約0.47kw/1000CMH風量或1.07Hp/1000CFM風量)
可變風量送風系統*	≦2.4 (等同約0.66kw/1000CMH風量或1.51Hp/1000CFM風量)

*可變風量送風系統應設部分負載控制器，在送風量為原設計風量百分之五十時，風機耗電量不得大於原設計耗電量之百分之三十。

4.空調設備能源效率：

表 6.1-3 空調系統冰水主機能源效率標準

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		民國九十四年一月一日	
型式		冷卻能力等級	能源效率比值(EER)kcal/h-W	性能係數(COP)	能源效率比值(EER) kcal/h-W	性能係數(COP)
水冷式	容積式壓縮機	<150RT	3.50	4.07	3.83	4.45
		≧150RT ≦500RT	3.60	4.19	4.21	4.90
		>500RT	4.00	4.65	4.73	5.50
	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

註：A. 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。

B. 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。

5.冰水泵系統總動力(不含備用)超過七點五千瓦（kW）者，其水管壓損應符合下表 6.1-4 規定：

表 6.1-4 冰水泵系統總動力表

系統種類	水管壓損（單位：帕/公尺；Pa/m）（1Pa=N/m2）
定水量系統	≦400 (等同壓損約4ft/100ft管長或4m/100m管長)
可變水量系統*	≦400

6.2 醫院空調之特性

醫院空調除具有一般舒適空調之特性外，更應具有疾病之預防及治療等功能，故其最大之不同點在於醫院空調必需做到以下數點：

(一) 控制進入室內之空氣流動方向，及各部門間之空氣流動方向，以避免疾病之相互感染。

(二) 過濾、沖淡、消除空氣中之臭味、微生物、病毒、有害化學及輻射性物資等，故特別要求其換氣量及空氣過濾器。

(三) 不同的區域皆要能滿足其各自需求之不同溫度及濕度。以達到治療或協助治療之目的。

(四) 要設計能正確控制環境空氣條件之系統。

6.3 空調對疾病之預防及治療之影響

(一) 乾燥空氣對病人及身體虛弱者容易構成二次感染之危險,或感染與剛住進醫院當初臨床條件完全無關之疾病。故治療區包括上呼吸道之治療區及特別需要照顧之病房,甚至全醫院之一般治療區等皆應維持相對濕度在 30-60%之間。

(二) 患有慢性肺部疾病者常會引起呼吸系統之黏性分泌物,而當這些分泌物積聚而黏度增加時,會使病患之體溫及水份減少,故對此種病患應提供溫熱及高濕度之空氣以避免脫水。

(三) 需要氧氣治療之病患,或有些氣管病患,特別需要溫熱高濕之空氣。冷而乾燥之氧氣或因氣管切開術而不經鼻咽黏膜者為一極端之情形。麻醉之再呼吸技術及保育箱等之特殊治療方法,皆將散失相當體溫,故需在特定之空調環境下執行。

(四) 醫院空調系統扮演者比適舒適空調更重要之角色.在很多情況,有時空調為醫治病人方法之一,但有時亦為其最主要之療法。

(五) 研究發現病人在全部空調之病房內,遠比在高溫高濕下恢復的更快。甲狀腺病患無法容忍高溫,潮濕或熱浪。冷而乾燥之空調環境對需要以皮膚直接來散熱或蒸發水份來散熱之病人非常有利,甚至有時還會救回他之生命。

(六) 心藏病患者因血液循環不良而無法維持正常之散熱,故需要靠空調來協助治療。頭部受傷而腦部開刀者及安眠藥中毒者,皆將使腦中樞神精受到傷害而無法保持體溫。很顯然而重要的是在上述病人在復元時,應維持在冷及乾燥之病房,使其能藉由蒸發及直接來散熱。

(七) 高溫乾燥空氣 32℃、35%RH,曾被成功的用來治療過風濕性關節炎。

(八) 燙傷病人需要高溫及高濕環境,燙傷病房應能控制溫度高至 32℃及相對濕度高至 95%。

6.4 傳染病源及控制措施

(一) 細菌感染：結核病菌及 Legionalla pneumophilia (Legionaaire 疾病)能經由空氣或空氣與水氣之混合物傳染與轉移。Wel1s(1934)證明微小之水滴(或傳染媒介物)小於 5μm 者可能會永遠漂浮於空氣中 Isoard et al.(1980)及 Luciano(1984)則證明漂浮於醫院空氣中之細菌 99.9%皆能以俱有 90 至 95%效率之空氣過濾器所去除。這是因為細菌通常皆以集聚之方式生存，故其大小皆大於 1um 以上。專家建議 DOP 測試效率高於 99.97%之 HEPA 過濾器應裝設於醫院內某些地區。

(二) 病毒傳染：例如水痘/庖疹、德國麻疹、及一般麻疹等病毒，皆能在室氣中轉移及繁殖。流行病學及其他研究證明，上述病毒因體積太小故在空氣中之傳染尚無法以空氣過濾之技術來克服，亦無法以紫外線或化學噴劑之方式來克服，故採取隔離治療及隔離病房之方式並藉相對靜壓及通風之方式，成為醫院唯一防止上述病毒擴散之方法。

(三) 霉菌：有些霉菌如 Aspergillis 已被證實可能對白血病，骨髓移植及免役系統不全患者導致死亡。

(四) 外氣通風：如果適當設置外氣吸入口，並適當維護外氣吸入口周邊環境，則吸入之外氣與室內空氣比較，其含細菌及病毒數目則微乎其微。控制傳染病之問題往往是醫院內細菌及病毒源之問題。外氣通風可沖淡醫院內細菌及病毒之濃度，故適當設計、安裝及維護通風系統，使之維持正確之相對壓力，則可有效消除院內空氣環境中之傳染媒介物質。

(五) 溫度及濕度：溫濕度條件可使細菌及病毒之活動抑制或增進。有些細菌例如 Legionella pneumophilia 因屬水性，故在潮濕之空氣中甚易存活下來，故有些法規及原則，規定醫院內某些區域及控制傳染區之溫濕度控制範圍。

6.5 空氣品質

(一) 空調系統，應供應未被灰塵、臭味、化學及放射線等污染之空氣。但有時全外氣，對患有呼吸器官或肺部疾病之患者並不適當，故在此情況，則考慮以可容許之最大循環風量做間斷性之供給。

(二) 外氣吸入口:外氣吸入口應盡可能遠離燃燒爐之煙囪、醫院或築物之排氣口、外科醫療真空系統、衛排水排氣管等至少九公尺以上，並遠離其他可能吸到車輛排氣或其他有害物質之地方。外氣吸入口有時靠近排氣口亦適合循環使用，但排放空氣不得短路而馬上被新鮮空氣空調箱或被控制煙霧系統之風車所吸進。外氣吸入口要盡量設置於高處，其開口處之底部至少要高出地面 1.8 公尺以上。設置於屋頂時亦應高出屋頂 0.9 公尺以上。

(三) 排氣口:排氣口之裝設應高出地面三公尺以上，並盡量遠離空調使用區及可能開啟之門窗。最好能設置於屋頂遠離外氣吸入口，並向上或以水平方向排氣。尤其對下述高污染性之排氣口更應加小心，如引擎、排氣罩、生化櫃、廚房、及塗裝等。有時並應考慮風向及風速、鄰近建築物及排氣風速等。必要時亦應做風洞試驗或電腦模擬試驗。

(四) 空氣過濾器:有很多方法可測定空氣過濾器之效率。所有中央系統式通風設備或空調系統必需裝設表 6.5-1 所示效率以上之過濾器。表內所示需裝設兩道過濾器時，第一道應裝設於空調箱之進氣側，第二道則須裝設於空調箱風車、噴水設備、或加濕盤之下游亦即出口側。裝設時應特別注意不得因加濕器之加濕使過濾器受潮。只裝一道空氣過濾器時，應裝設於空調箱之進氣側。所有空氣過濾器之效率皆應依照標準 ASHRAE 52.1 之規定。

表 6.5-1 醫院之中央空調系統及通風系統所用空氣過濾器效率

(最少過濾器效率，%)

濾網數	使用場所	第一道 a	第二道 a	第三道 b
3	整形外科 開刀房 骨髓移植 器官移植 開刀房	25	90	99.97c
2	一般開刀房 產房 育嬰房 加護病房 普通病房 治療室 診斷及相關場所	25	90	
1	實驗室 消毒器材保管	80		
1	食物預備區 洗滌室 行政區 貯藏室 髒物存放區	25		

備註：a. 依據標準 ASHRAE 52.1

b. 依據 DOP 測試法

c. HEPA 空氣過濾器裝於出風口側

6.6 空氣之流動

(一) 由表 6.6-1 之數據可知，在醫院內任何一種例行作業，亦可能產生對環境空氣相當程度之污染。由走廊之細菌數，明顯可知污染擴散之情形。

表 6.6-1 整理床舖對空氣中細菌數目之影響(每立方公尺數目)

項　目	病房內	鄰近病房之走廊
環境	1200	1060
正在整理床舖時	4940	2260
10 份鐘後	2120	1470
30 份鐘後	1270	950
一般環境	560	
一般整理床舖	3520	
用力整理床舖	6070	

因這些日常必需之例行作業，會導致細菌之擴散，故需要借助於空調系統來形成一定方向之空氣流動，以降低空氣污染擴散至最少之程度。

(二) 醫院空調在設計及運作上皆應使污染之擴散降至最少程度。但有些會發生在不同層樓間或不同房間間之氣流是我們所不願發生的，但也是我們所無法控制的。例如門之開啟，病人或醫療人員之移動，區域間之溫差，垂直管槽、樓梯間、電梯間及院內之共同機械管道間之煙囪效應等。雖然上述有些原因是無法控制，但在設計時可考慮盡量減少管道間對密閉空間之開口，以及建立房間與其他區域間之正負氣壓關係之平衡空氣系統。

(三) 對具有高度污染性之區域，例如傳染病房或免役系統不全症病房及屍體解剖室等，皆應對鄰近房間或走廊保持正壓或負壓。也就

是以供氣量要大於或小於排氣量來建立其正負壓力之關係。建立負壓之房間則將誘使周圍之空氣流入房間而避免室內空氣之流出。開刀房之情形則剛好相反。因開刀房內需要乾淨未被污染之空氣，所以對周圍之房間或走廊應保持正壓，以避免室外之污染空氣流入開刀房內。

(四) 要建立房間之正負壓力，只能在全密閉之房間執行，故房間對周圍空間之門窗開口等皆要做到相當之緊密性。最好能在門之周圍及下面皆能用上防雨水及風之封墊。建立有壓力之房間，當開啟其門窗時，其壓力將瞬間消失，且由於不同之溫差將產生空氣之對流。較為重要之區域，在人員進出走動時亦應保持其相對壓力，此時應使用氣密前置室等。

(五) 一般而言，不論是特別乾淨區或高度被污染區，都建議出風口裝於天花板而排風口則分開裝於靠近地板之四周，這樣可使乾淨之空氣由上而下經由人員之呼吸及工作空間，被污染後流向地板排出室外，但排風口之低部應高出地板 75mm 以上。

(六) 有些醫療專家曾引用工業清淨室所使用之層流送風方式。他們使用垂直及水平層流方式，並配合在開刀房工作人員之四周，做成固定或活動之隔間.但亦有許多醫療專家並不主張在開刀房內使用層流設備，而使用部分加強送風之系統。

6.7 相對壓力及通風

(一) 第 6.7-1 表包括適舒空調、無菌及臭味控制及直接影響照顧病人之區域。第 6.7-1 表並非完全依照 DHHS 或其他組織團體之標準。但如果被要求須要符合某標準時，應遵從其標準。通風部分如果沒有特別指定時應遵照 '可接受室內空氣品質'標準 ASHRAE Standard 62-1989 之規定．如果上述標準所要求之通風量大於表 6.7-1 之規定時應擇大者使用。特別需要照顧病人之區域，包括器官移植、燙傷等部份則需另有加強空氣品質之規定。

(二) 在設計通風系統時,要盡可能讓進氣空氣由乾淨區流向較不乾淨之區域,較為重要之區域應使用定風量系統以保持其室內之相對壓力及通風效果。較為次要之照顧病人區及職員區則為節省能源可考慮使用變風量系統。醫院內一但使用變風量系統,則需特別注意其最少風量之維持,應不得少於相關法規之規定,同時仍應維持不同使用區域間之相對空氣壓力。使用變風量系統時應同時控制送氣量、回風量及排風量以維持相對空氣壓力,在表 6.7-1 中須要連續控制之區域皆有標明"P"、"N"或"E"亦即應維持正壓、負壓或等壓之意。標明"±"者為不須連續控制之區域。

(三) 表 6.7-1 內所示換氣量,在室內無人使用時可減少至 25%,但任何時刻只要有人使用則應馬上回復正常之換氣量。在減少換氣量時亦應注意要維持不同使用區域間之空氣相對壓力。

(四) 沒有標明需要連續控制之區域,在無人使用時可將通風設備關掉不必使用。

(五) 難於維持乾淨之空氣或容易被污染之區域,標示有"NO"者請勿使用循環空氣之空調箱。使用標準型循環空氣式空調箱者,亦應做排至外氣之控制。

(六) 使用吸氣罩之房間,必須配合吸氣罩之須求,增加進氣量以便維持正常之室內壓力。

(七) 為節約能源可考慮使用循環空氣之空調系統。

(八) 使用全外氣之系統則可考慮使用有效率之熱回收方法。

表 6.7-1 一般醫院各區域間之相對靜壓關係及通風量

功能區	與鄰區間之相對壓力	每小時外氣最少換氣量	每小時最少總換氣量	全排放至外氣	室內循環空調箱
外科及危急照顧區					
開刀房（全外氣系統）	p	15	15	是	NO
開刀房(空氣循環系統)	P	5	25	隨意	NO
產房（全外氣系統）	P	15	15		
產房(空氣循環系統)	P	5	25		
回復室	E	2	6	隨意	NO
育嬰室	P	5	12	隨意	NO
外科及危急照顧區					
急診室	P	5	12	隨意	NO
麻醉藥貯存	±	隨意	8	是	NO
看護區					
病房	±	2	4	隨意	隨意
洗手間	N	隨意	10	是	NO
加護病房	P	2	6	隨意	NO
隔離病房	±	2	6	是	NO
隔離室	±	2	10	是	NO
陣痛/生產/回復/產褥	E	2	4	隨意	隨意
病房走廊	E	2	4	隨意	隨意

週邊設備區					
X射線 (外科及危急照顧)	P	3	15	隨意	NO
X射線 (診斷及治療)	±	2	6	隨意	隨意
暗室	N	2	10	是	NO
實驗室，一般	N	2	6	是	NO
實驗室，細菌學	N	2	6	是	NO
實驗室，生化學	P	2	6	隨意	NO
實驗室，細胞學	N	2	6	是	NO
實驗室，玻璃洗滌	N	隨意	10	是	隨意
實驗室，組織學	N	2	6	是	NO
實驗室，核子醫學	N	2	6	是	NO
實驗室，病理學	N	2	6	是	NO
實驗室，血清學	P	2	6	隨意	NO
實驗室，滅菌	N	隨意	10	是	NO
實驗室，培養基學	P	2	4	隨意	NO
解剖室	N	2	12	是	NO
無冷凍支體保存室	N	隨意	10	是	NO
藥房	P	2	4	隨意	隨意
診斷及治療					
診療室	±	2	6	隨意	隨意
醫療室	P	2	4	隨意	隨意
治療室	±	2	6	隨意	隨意

診斷及治療					
物理治療及水療室	N	2	6	隨意	隨意
污物工作室或保存	N	2	10	是	NO
乾淨工作室或保存	P	2	4	隨意	隨意
消毒及供應					
消毒儀器室	N	隨意	10	是	NO
供應中心(污染物或除污室)	N	2	6	是	NO
乾淨工作室及消毒物保存	P	2	4	隨意	隨意
儀器保存	±	2	2	隨意	隨意
服務區					
食物準備中心	±	2	10	是	NO
洗滌室	N	隨意	10	是	NO
食物存放	±	隨意	2	隨意	NO
洗衣店，一般	N	2	10	是	NO
污繃帶分類及存放	N	隨意	10	是	NO
乾淨繃帶存放	P	2	2	隨意	隨意
繃帶及廢物滑送室	N	隨意	10	是	NO
便器存放室	N	隨意	10	是	NO
浴室	N	隨意	10	隨意	NO
警衛室	N	隨意	10	隨意	NO

6.8 醫院各部門之設計特性準則

(一)開刀房：

1.除急診室外，一般醫院之開刀房平均一天使用 8 至 12 小時，故為節約能源，應准許降低全部或部份開刀房之空氣供應量。但應隨時保持開刀房內之正壓以維持無菌之條件。應事先與外科醫療人員充分討論決定其可行特性。

2.應分別裝設吸除麻醉氣體專用之排氣系統或特殊之抽真空系統。醫療用抽真空系統已被用來做為吸除無可燃性麻醉氣體之用，每一開刀房皆應裝設一個或多個排氣管接口，以便裝接麻醉機之用。

3.雖然以照射方式消毒開刀房空間，可獲得良好投菌效果之報告，但至今仍很少被人採用。無法被人採用之可能原因為安裝時需要特殊設計，對醫療人員及病人皆須做必要之保護措施，須長期注意照射燈之效率及必要之保養。

4.開刀房、導管插入室，膀光鏡室及骨折室建議空調運作條件如下：

(1) 外科醫療人員可調整之室溫範圍 18 至 27℃。

(2) 相對濕度必須維持在 45 至 55%之間。

(3) 多送 15%之風量維持室內之正壓。

(4) 應裝設室內差壓計以便隨時觀查室內壓力。所有牆壁，天花板及地板以及門窗之縫隙要緊密以維持必要之壓力。

(5) 室內溫度計及濕度計必須安裝在容易看見之處。

(6) 空氣過濾器之效率須按前表 6.5-1 之規定。

(7) 整個安裝條件要能符合 NEPA Standard 99,Health Care Faci-lities 之標準。

(8) 所有送風都須由天花板下吹，排氣或回風則由接近地板至少兩處以上之排氣或回風口吸出(參照前表 6.7-1 所列之最少換氣量)。排氣或回風口之下沿需高出地板 75mm 以上，送風口應使用單一方向出風型。應避免使用安裝於天花板或牆上之高誘導式出風口。

(9) 風管內不應襯貼消音材料，除非在其貼消音材料之氣流下游側，裝設效率 90%以上之空氣過濾器。風管終端機之內保溫材料可用經審核過之材料包挾後固定。風管內所用之消音器應使用無內襯型或用美拉(塑膠薄膜)內襯蓋於消音材上。

(10)使用任何噴射發泡保溫材料時應做防火及抑制細菌繁殖之處理。

(11)加濕器之下流側風管，要裝設足夠長度之不漏水及可排水之不鏽鋼風管，並確保進入室內之水份已完全蒸發。

(二)麻醉劑貯存室：

1.麻醉劑貯存室之通風一定要按照 NFPA Standard 99 Health Care Facilities 之規定。

2.通風設備僅建議採用機械式強制通風之方式。

(三)產科：產科之室內靜壓一定要比其他地方維持正壓或等壓。

(四)產房：產房之設計一定要按照外科之要求。

(五)育嬰室：

1.對在醫院出生之新生兒，維持恆溫恆濕是非常重要的。空氣流動之方式在設計時亦應注意，以便盡量減少有風在流動之感覺。

2.所有送風都應由天花板或靠近天花板處下吹，排風由接近地板處之排風口排出，排風口之下沿需高出地板 75mm 以上。送

風系統之空氣過濾網效率要符合前表 4.4-1 所示之要求。

3.鰭管方式及其他對流方式之暖氣機切勿使用於嬰兒室。

(六)足月育嬰室:

1.足月育嬰室，診察室及工作空間，建議應維持溫度 24℃，濕度最高 60%、最低 30%。

2.產婦房應維持相同之條件，用以保護嬰兒到母親身邊之時。育嬰室相對於工作空間及診察室應維持正壓。又介於育嬰室及走廊之房間，應維持與走廊相同之靜壓，以避免外界之污染空氣侵入室內。

(七)加護育嬰室:

1.室內溫度應為可調式，調整範圍為 24℃至 27℃，濕度最高 60%、最低 30%.這種育嬰室通常都裝有保溫箱以調整其溫度及濕度。

2.加護育嬰室之溫濕度最好能維持與保溫箱相同之條件，以方便嬰兒之進出保溫箱。

3.室內靜壓之條件與一般育嬰室相同。

(八)育嬰觀察室:

1.室內溫濕度之要求與加護育嬰室相同。因為在此育嬰室之嬰兒俱有異常的臨床症狀，故不得使此育嬰室之空氣流入其他育嬰室。

2.育嬰室相對與工作室應保持負壓，而工作室一般皆介於育嬰室與走廊之間，並應對走廊保持正壓。

(九)急診室:

1.在一般情況下急診室為醫院中最受污染區域，因急診病患常受污染，且常有多人相伴而來，故急診室相對於其他地區應保持

負壓。

2.等待室應維持每小時至少 10 次以上之換氣率。管理室及等待室之溫濕度應維持適舒空調之條件。等待室應維持負壓以免香煙之擴散。

(十)外傷室:

1.外傷室之通風應按前表 6.7-1 之規定。

2.急診部門之開刀房其溫度、濕度及換氣量與外科要求相同。

6.9 看護

(一)病房：

1.如果使用中央空調系統則必需按照前表 6.5-1 及表 6.7-1 之建議值裝設空氣過濾器及其換氣量，以避免相互感染及控制臭味。

2.隔離式病房應使用全外氣空調。

(1)冬季之設計建議條件為溫度 24℃，濕度 30~40%。

(2)夏季之設計建議條件為溫度 24℃，濕度 50%。

(3)每一間病房應各自有各別之溫度控制器。

(4)病房相對與其他地區應保持相等之氣壓．幾乎所有政府之設計標準及規則都規定廁所要作直接向室外排氣。這主要是為控制其臭味。Chaddock 研究分析醫院廁所之集中排氣系統，發現較大型之廁所集中排氣系統，常因足以稀釋其臭味至實際不感覺有臭味之情形，因此為節能起見，可考慮將部份廁所之排風經由空氣過濾設備後再行循環使用。

(5)廁所如使用單元系統，則其排氣量應與新鮮空氣進氣量相等廁所、便盆、浴室及其他所有房間之換氣量皆應按照相

關法規之規定。

(二) 加護單位：

1.此單位係處理較嚴重之病患，其臨床條件範圍由手術後病人至冠狀動脈病人等。

2.室內溫度應為可調式，調整範圍為 24 至 27℃，濕度最高 60%、最低 30%.並應保持正壓。

(三) 免疫機能被抑制病患單位：(本項包括骨髓或器管移植，白血病，灼傷，及後天性免疫不足徵候簇等病人)

1.免疫機能被抑制病人非常容易感染疾病，故有些醫生比較喜歡使用隔離的層流式空調系統以保護病人，但也有些醫生認為上述層流式隔離系統對病人心理有防害，故寧可使用大量新鮮空氣來沖淡空氣中之胞子。經常建議以無聲出風口供給每小時 15 次換氣量之空氣。

2.無菌空氣流向病人後，再經靠近地板或門之排風口排出。

3.如果免疫機能被抑制病人並不感染別人，則室內壓力相對於鄰近地區應保持正壓。有些法醫學者可能要求有一客廳，並維持其室內氣壓相對於鄰近隔離室為負壓，但對走廊，護士站及一般區域保持相等壓力。

4.診察及治療室之處理情況相同。又整個區域對鄰近地區應維持正壓以保持室內之無菌條件。

5.如果病人為免疫機能被抑制病患且俱傳染性者，則其區域將被設計成永久式隔離房間，而對其鄰近區域及客廳保持負壓或等壓。但有時經法醫學者之准許亦可將室內壓力相對於鄰近區域可調整為正壓，等壓，或負壓。當然在此情況其鄰近區域及客廳對其他地區之相對壓應能維持正確之壓力關係。

6.以單獨的空調箱系統供應免疫機能抑制病患單位，可簡化控制

其壓力及品質。

(四)隔離單位:

1.隔離室應能保護病人不受到其他傳染病及醫院內其他正常飄浮細菌之感染。

2.對感染性病房要維持負壓,但對低抵抗力之病患病房則應維持正壓，病房之溫濕度應按這些病房之規定。

3.設計者應與醫護人員密切商討並按有關之法規來設計隔離室。在設計時希望能提供更完整之控制方法,如設置氣密性之客廳以盡量減少病患區域內之空氣漏出區域外。

6.10 醫院空調系統節能設計原則

(一)空調區域之劃分：醫院空調應考慮下列因素，作適當之區域劃分，並分開使用各別的送風系統。

1.為補償因建物方位所受日晒時間之不同，或為建物特殊之造形。

(1)為使不同區域間之空氣相互流通量降至最低。

(2)使運轉情形更具彈性。

(3)簡化緊急電源供應系統。

(4)節省能源等。

(二)重要區域之空調送風系統：

1.為能達到連續供應空調至不能斷續空調之重要區域,將數台空調箱之風管一起接於集風箱後再送風至使用區域。如有某一台空調箱故障時,即可由比較不重要之區域或可斷續供給空調之區域來供氣。

2.空調箱需作正常定期保養時或零件發生故障時,也才能不至中斷空調之送風，上述方法或其他具有備份保護措施甚為重要。

3.在重要區域需將送風系統、回風系統及排氣系統分開裝設時，如外科、產科、病理學及實驗室等，為保持正常氣壓之平衡，可將送風機與排風機作連鎖運轉。例如在外科區域若送風機停止時，即應將回排風機亦同時停止運轉。

(三)機械式冷卻系統：

1.在醫院內之臨床及病人區宜慎重考慮空調方式，最好使用間接式之冰水系統。

2.若使用冷媒直接循環系統，則應參照 SAFETY CODE MECHANICAL REFRIGERATION，ASHRAE Standard 15 有關安全上之限制及禁止使用之相關規定。

6.11 空調系統節能設計指標與基準

(一)在我國的建築法規中，採用建築外殼耗能量指標，作為空調型建築的外殼節能設計的依據，最新的建築技術規則，在第 17 章第 4 節 309 條中，已規定辦公、百貨、旅館醫院建築等，中央空調建築型建築之計算 ENVLOAD，必須小於下列基準值 ENVLOADS：

建築類別	氣候分區	外殼耗能基準千瓦・小時/㎡・年
辦公廳類： G 類第一組 G 類第二組	北部氣候區	80
	中部氣候區	90
	南部氣候區	115
醫院類： F 類第一組	北部氣候區	140
	中部氣候區	155
	南部氣候區	190
旅館類： B 類第四組	北部氣候區	100
	中部氣候區	120
	南部氣候區	135

(二)空調系統耗能係數 PACS(Performance Of Air Conditioning System)指標與基準：所謂系統耗能係數 PACS 是為了使室內環境在使用時間內維持健康、衛生、舒適的空調條件，其空調設備系統為消除全年空調負荷量所耗費的能源比例，由此可知 PACS 為一表示效率的無單位數值，為全年空調系統耗能量與全年空調負荷量的比值，象徵空調系統在設備量、搬運路徑、運轉效率上的綜合設計評估值，若有設備量過大設計或系統規劃不良的狀況，則其 PACS 的計算值自然會變大而予以適當評估，PACS 的解析理論主要根據修正負荷評度法(Modified Bin Method)及全負荷相當運轉時間法(Equivalent Full Load Hour Method)來完成。

6.12 醫院空調系統之節能措施

醫院空調為每天 24 小時全年運轉之耗能設備，但如前面所述，除具有一般舒適空調之特性外，更應具有疾病之預防及治療等主要功能，故節能措施皆不得犧牲醫院空調應有之品質。但空調為醫院能耗大宗，仍可在設計、操作及維護及管理面來達成節能目的。應注意下列各點：

(一) 醫院中較為次要之照顧病人區及行政區為節省能源，可考慮使用變風量系統。醫院內一但使用變風量系統，則需特別注意其最少風量之維持，應不得少於相關法規之規定，同時仍應維持不同使用區域間之相對空氣壓力。

(二) 儲冰主機可利用離峰電力製冰，能源成本較低，但耗費空間與設備價高是其缺點，投資回收年限約在 7~8 年間。可評估採一般冷凍主機搭配儲冰主機方式設計，既可降低尖峰運轉電費，停電時只需發電機輕量負載(循環泵)即可提供部份重要區域之空調。

(三) 所有空氣過濾器應按使用壓降之情況及使用時間，按規定更換或清洗以保持最佳通風效率。

(四) 室內溫度計及濕度計必須安裝在容易看見之處。室內溫度必須按照實際需要設定，並應避免室內溫度設定偏低。

(五) 調整各風機風量，以維持規定所需要之換氣量及與鄰區間之相對壓力，並應注意避免風量偏大。

(六) 冰水主機應分成多台，並以定頻+變頻主機規劃做自動台數控制。可得到最佳經濟效益(如下範例)。冰水主機宜各別分開裝設冷卻水泵、冷卻水塔及冰水泵等。當某一台冰水主機在啟動運轉或停止運轉時其所附屬之冷卻水泵、冷卻水塔及冰水泵等附屬設備應同時一起啟動運轉或停止運轉。冰水系統宜採二通閥變流量系統。

1.定變頻冰水主機整合搭配之建議原則：(範例)

範例：某院區，總樓地板面積 65000 坪，預估冰水主機噸數 4000RT，其冰水主機噸數之預估量計算如下：

65000 坪(建築物總樓地板面積)÷20 坪/RT÷0.8(冰水主機效率)≒4000RT，冰水主機的搭配使用如：表 6.12-1，因配合節約能源政策，故選用 1000RT 變頻冰水主機一台(PARTIAL LOAD 使用)加三台 1000RT 定頻冰水主機。

表 6.12-1 冰水主機運轉表

冰水主機型式	冰水主機噸數	運轉季節		
		冬季	春季、秋季	夏季
變頻冰水主機	1000RT	◎	◎	◎
定頻冰水主機	1000RT	-	◎	◎
	1000RT	-	◎	◎
	1000RT	-	-	◎

2.定頻變頻冰水主機整合說明：

(1) 當空調負荷量＜1000RT 時，使用變頻冰水主機。

使用時機：冬季空調需求量較少時。

(2) 當空調負荷量＜2000RT 時，使用定頻冰水主機 1000RT 一台再加變頻冰水主機 1000RT 一台，若空調負荷量＞2000RT 時，使用定頻冰水主機 1000RT 二台再加變頻冰水主機 1000RT 一台，以達實際需求。

使用時機：春、秋季空調需求量變動較頻繁時。

(3) 當空調負荷量＞3000RT 時，使用定頻冰水主機 1000RT 三台再加變頻冰水主機 1000RT 一台，以達實際需求。

使用時機：夏季空調需求量較大時。

(4) 變頻主機加定頻主機搭配使用，需特別考量其需求量監控系統的整合，在做空調系統規劃時，需配合當地氣候條件實際運轉需求調整。

(5) 該院區因配合節能政策，已備有空調儲冰系統，其滷水主機組除可用於儲冰外，亦可當機載主機之備用機。

(七) 區域泵應按不同空調區域分別裝設。

1.區域泵應做自動台數變頻控制以節約能源。

2.冰水循環系統應確實做好冰水之循環量及平衡之調整。

3.冰水循環泵浦建議選用原則

(1) 冰水泵浦使用臥式離心式泵浦。

(2) 空調管路系統，一次側(指 header 到冰水主機入水側)冰水循環泵 浦使用定頻泵浦，二次側(指冰水主機出水側到 header)冰水循環泵浦使用變頻泵浦(依使用現場之壓力變化做變頻，以達空調系統節能的目標)。

(3) 以實際系統冰水需求量(空調冰水主機噸數 x10 倍)選用適當之冰水循環泵浦；原則上，一台空調冰水主機需搭配二台為一組的冰水循環泵浦；一台為冰水循環泵浦，另一台為冰水循環備用泵浦，二台冰水泵浦需可各自為主備用泵浦運轉使用。

(4) 二次側冰水循環泵浦使用變頻泵浦時，使用現場負載(如：AHU、PAHU)之流量控制閥需使用二通閥。

(5) 冰水管路之冰水循環水量計算如下：

$$L_2 = \frac{He.3024}{60.\Delta t_2}$$

L_2： 冰水循環水量（l/min）

He： 美制冷凍噸（USRT）

Δt_2： Δt_2 冷卻管排（Cooler）冰水進出溫度差（℃），一般為 5℃（5℃～10℃）。

將 Δt_2 之數值代入公式中，可簡化為 $L_2 = 10.He$

(八) 因醫院空調為需 24 小時全年運轉之設備，故冰水主機之冷卻水塔應做溫度控制。在不防凝冰水主機正常運轉之條件下，設定之溫度宜盡量降低。

1. 冷卻水塔選用好壞影響冷凍機運轉效率，因冷凍機中冷凝器所散熱量是由冷卻水吸收後，再經冷卻水塔將熱量散發於大氣中，故冷卻水塔能量不足，將降低冷凝器散熱能力，而冷凝器散熱不良，將使冷凍機運轉時耗電量增加。

2. 冷卻水塔選用原則：

(1) 開放型冷卻水塔需儘可能設置於遠離煙囪或是空調排風出口，防止細菌吸入。

(2) 當有設置二台以上之冷卻水塔或是周圍有牆壁等之情形，需考慮周圍空間及吐出引導裝置之高度。

(3) 補給水的水壓需確保 0.3 kg以上。

(4) 冷卻水塔並聯運轉時之水位平衡，需考慮連通管管徑、水槽接續部形狀以及基礎座高度。

(5) 空調用冷卻水的出口溫度，建議以冷卻水塔所在環境濕球溫度提高 3~5℃。

(6) 在多粉塵處、亞硫酸氣體等污染物質較多處設置冷卻水塔時，需考慮使用密閉式冷卻水塔。

(7) 冷卻水塔與空調系統冰水主機搭配使用時，其冷卻噸數建議為冰水主機冷凍噸之 1.25 倍。

(8) 冷卻水塔選用原則(如表 6.12-2)

表 6.12-2 冷卻水塔選用原則

冷卻水塔之冷卻噸數	總噸數 500 以下	總噸數 500(含)以上
	FRP 方型	金屬型(工業型)

[註] 表中以 500 冷卻噸為分界點，係因考量冷卻水塔的安裝面積、價格/效能比、規格品等條件下所選定。

(9) 冷卻水塔應定期清洗，以免積垢生物污影響效率及滋生退伍軍人桿菌等。

(九) 所有空調設備包括冰水主機等，除應做一般之日常保養外應加強定期及預防保養等工作。定期及預防保養之工作視使用情況而定，但一般以每使用 6000 小時做一次為原則。徹底定期及預防保養之工作，不但可降低發生故障之機率，更能維持較高效率之運轉，有效降低運轉費用。

6.13 潔淨手術室之目的、設置標準、設計要點

(一)醫院使用潔淨手術室的目的

1.控制室內溫濕度

2.提供室內工作人員所需的新風量

3.維持室內外合理的氣流分佈

4.控制室內細菌濃度

(二)手術過程的特殊性要求

手術台維持一定的空氣流動，降低空氣中細菌、麻醉劑、有害物質含量，表 6.13-1 及 6.13-2 分別列出潔淨手術室之等級及其設置適用範圍。

表 6.13-1 潔淨手術室等級標準

等級	手術室分級	沉降細菌最大濃度		平均表面最大		
		手術區	周邊區	染菌密度	手術區	周邊區
Ⅰ	特別潔淨手術室	5 個/m^3	10 個/m^3	5 個/m^3	100 級	1000 級
Ⅱ	標準潔淨手術室	25 個/m^3	50 個/m^3	5 個/m^3	1,000 級	10,000 級
Ⅲ	一般潔淨手術室	75 個/m^3	150 個/m^3	5 個/m^3	100,000 級	1,000,000 級
Ⅳ	準潔淨手術室	175 個/m^3	175 個/m^3	5 個/m^3	300,000 級	300,000 級

表 6.13-2 潔淨手術室的設置範圍

等級	手術名稱	手術切口類別	適用手術範圍
Ⅰ	特別潔淨手術室	Ⅰ	關節置換、器官移植、腦外科、心臟外科、眼科等需要高度無菌手術
Ⅱ	標準潔淨手術室	Ⅱ	胸腔外科、整形外科、泌尿外科、肝膽外科等需要一級無菌
Ⅲ	一般潔淨手術室	Ⅲ	一般外科手術、婦產科等手術
Ⅳ	準潔淨手術室	Ⅳ	肛腸外科及汙染類手術

(三)潔淨手術室設計需注意重點

1.潔淨手術室室內壓力問題

2.新風過濾器的設置

3.排風過濾器的設置

4.回風口的設置

5.除濕、加濕器設置

6.手術室溫濕度要求

(1) 建物防塵及門縫等氣密需良好。維持室內正壓（1~2mm 水柱壓差）。為了進一步確保空氣清新，儲藏手術儀器的中央無菌準備區及手術房的空氣壓力保持遞減式正壓，中央無菌準備區便是 15Pa，手術房是 8Pa，走廊區是 0 Pa，令處於正壓的潔淨空氣流向低壓的區域，不潔淨的空氣便不會流入正壓區，中央區域和手術房的空氣便會保持潔淨・

(2) 出風口必須加裝高效率過濾器(HEPA)。送風採下吹層流式，氣流必須能將手術台全部覆罩，流向必須由中央向四周擴散；回風口應有兩個以上，下緣應高於地板 10 公分。必須有壓差以及溫濕度之監控系統（含濾網差壓、溫溼度等指示）。

(3) 風管如有隔音內襯，下游端應裝 90%以上之濾網。

(4) 建材、保溫或防火材表面應有防菌處理，預留維護保養之空間。

(5) 過濾器設置不良的影響：

A.潔淨手術室含塵含菌量不易控制。

B.室內溫濕度不易維持。

C.濾網使用壽命縮短。

D.維護工作量加大。

E.自淨時間延長。

F.浪費能源。

(6)回風口設置注意事項

A. 手術室不應採用四側或四角設置。

B. 手術室寬度>3m 時，應在房間長度方向兩側下部設置出風口。

C. 當手術室寬度 <3m 時，可在單側下部設置出風口。

D. 回風口上邊高度不超過 0.5m。

E. 回風口下邊離地面不小於 0.1m。

F. 回風風速不應大於 2 m/s。

G. 手術室潔淨等級、數量與空調箱(AHU)的比例關係如下表：

手術室潔淨等級 ISO 14644-1(FED STD 209E)	空調箱：手術室數量
CLASS 6 (1,000)	1：1~2
CLASS 7 (10,000)	1：3~4
CLASS 8 (100,000)	1：3~4

(7)手術室溫濕度要求

A. 一般手術室室內溫度為 20～24ºC，相對濕度為 50～60％。

B. 器官移植手術室室溫要求為 20ºC。

C. 心肺血管手術室需有急速降溫、防結露和防冷措施。

D. 作兒童手術時室溫要維持在 30 ºC。

(8)氣流組織方面

A. 潔淨手術室的送風口應集中佈置於手術台正上方，使手術台及其周邊區位於潔淨氣流形成的主流區內。 採用局部集中送風方式， 對於 I 級潔淨手術室來說，由於要求單向流，可以按照垂直層流潔淨室設計方式設計，經驗比較成熟。

B. 對於 II、III 級手術室，既不屬於單向流，又不屬於亂流，那麼它的送風量和送風溫差如何確定，則是一個有待研討的問題。

對於清淨度要求較高之手術室，因手術台區的範圍要求較高清淨度，應避免二次氣流影響清淨度，如下圖 6.13-2 所示，較大的亂流區會影響到手術台附近的清淨度，如圖 6.13-1 所示。

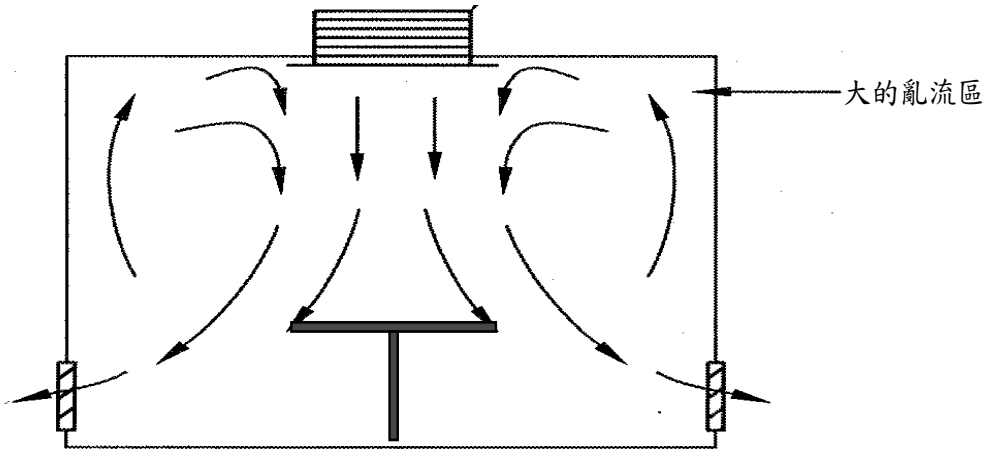


圖 6.13-1 對清淨度要求較高之手術台之錯誤設計

較好的設計如圖 6.13-2 所示，加裝簡單的隔板或布簾，可以減小亂流的大小，從而增進手術台附近的清淨度。

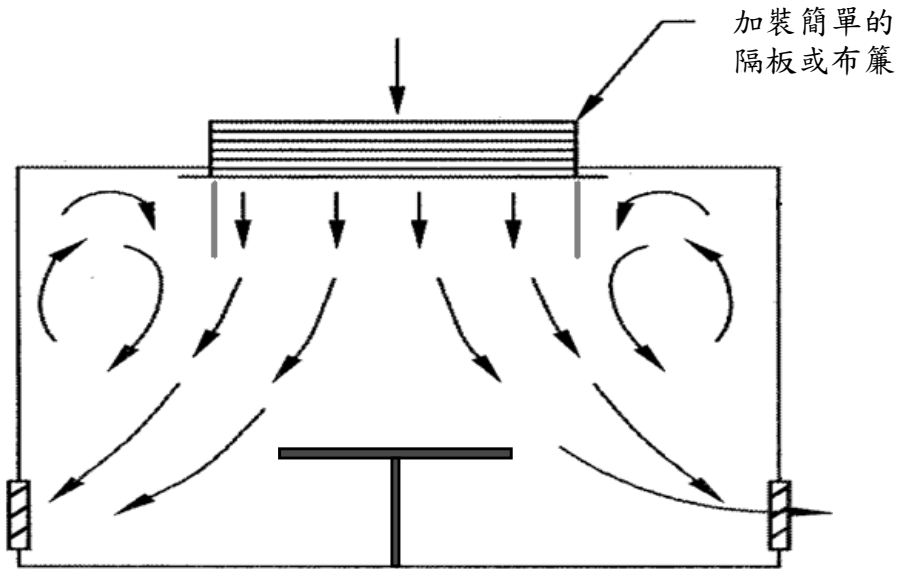


圖 6.13-2 對清淨度要求較高之手術台正確設計

對於清淨度要求較低之手術室，可以在濾網出口加裝穿孔板(或擴展板)以增加擴散效應。

(四)潔淨室的節能

根據各潔淨手術室系統的運轉經驗可知，手術潔淨室的耗能遠高於一般辦公樓的能源耗量 (手術室潔淨空調系統冷負荷約為一般舒適性空調冷負荷的 2~3 倍)，而且隨著科學技術的進步，新手術的研制及各種手術對潔淨系統潔淨度的要求日益提高。手術室潔淨技術面對這種挑戰，如果不採取新的對策，革新設計方法、研制新式節能設備、提高運轉管理水準，則將無法滿足實際的要求。省能從設計；排熱排水再利用,利用天然資源,運轉管理方面考慮各種手段、措施減少耗能。

1. OA(新鮮風)的風量越大則空調能量的損失越大，設計人員於規劃設計時，應就空調空間的人數、換氣次數...等條件，取

最適當的 OA(新鮮風)風量。

2. 手術室未使用時間，空調降載運轉。(使用前回復正常運轉，時間以達到手術房潔淨等級標準設定)

3. 未使用之手術室多間共用一台新鮮風機維持低換氣量及正壓運轉，關閉各手術室高換氣風機。

4. 採用高通風量型濾網，降低風壓損減輕風機負荷。

5. 溶劑除濕，節省電能設計。

6. 手術後清潔完成，熄燈時連動空調低速運轉。(反之，開燈及回復正常運轉)

(1)手術室之節約能源的措施

表 6.13-3 手術室節約能源措施整理表

A：省能設計	B：排熱排水再利用	C：利用天然資源	D：管理及控制
1. 冰水泵浦順序控制	1. 廢熱水再循環	1. 冷卻水塔的外氣利用	1. 冷卻水塔節省能源控制
2. 冰水主機節能運轉	2. 鍋爐廢熱利用	2. 外氣冷卻系統(冬季)	2. 鍋爐系統自動控制低量停止改電能消毒
3. 提高冰水主機運轉效率	3. 高溫排氣再利用	3. 外氣取自低溫處	3. 冷卻水塔機扇起停設定
4. 儲冰系統設計	4. 回收鍋爐設備冷凝水		4. 電熱鍋爐運轉策略調整
5. 選定設計條件的	5. 外氣空調箱冷凝水的回收		5. 排氣控制
6. 清淨面積最小化	6. 熱泵供冷熱平衡運用		6. 風扇最高效率運轉曲線點選定

7.照明系統之節省能源			7.外氣引進最佳化控制
8.節能FFU系統			8.空氣壓縮設備控制
9.UV 殺菌燈定時控制			9.冷媒蒸發溫度控制
10.低壓損濾網之選用			10.調整冰水主機之設定溫度
11.二次回風設計			11.洩漏的管理

以下提出二個節能的例子，作為經濟節能實施評估之基礎：

1.手術室利用二次回風節能之探討

由於醫院手術室潔淨空調系統在空氣的冷卻除濕過程中，具有送風量大、相對冷熱負荷小(定義為單位送風量所承擔之冷熱負荷)及送風溫差小等特點。其中送風量大是為了維持手術室內潔淨等級所需(如 CLASS 100 級)，而送風溫差小是為了控制手術室內溫濕度的範圍(如 21 ±1 ℃，50 ±5 %RH)，故常造成傳統手術室潔淨空調系統設備體積大及冷卻加熱盤管互相抵銷等耗能現象發生，而使用二次回風設計可解決以上問題，二次回風空調系統之理論為利用部份回風仍具高溫之特點來減少為減濕所需供應之熱能，以達節能的效果(二次回風定義為：回風風量不經過熱交換器只經過過濾器的送風量稱之)。

(1)一般 CLASS 100 級手術室面積.送風口大小.送風量及換氣次數(AC/Hr)之數據如表 6.13-4 所示：

表 6.13-4 四種常見的 CLASS 100 級手術室潔淨空調系統

	手術室面積 (m^2)	送風口大小 (m^2)	送風量 (m^3/h)	換氣次數 (AC/Hr)
特大手術室	7.2x6.3	6.0x6.0	38,880	300
大手術室	5.7x5.4	3.6x2.1	9,526	103
中手術室	5.1x4.8	3.6x2.1	9,526	129
小手術室	4.5x4.2	3.6x2.1	9,526	168

而一般手術室換氣次數建議如下：

(2)LASS 1&10 =>300~500 AC/HR, CLASS 1000 =>50~80 AC/HR

(3)LASS 100 =>100~300 AC/HR, CLASS 10000 =>25~40 AC/HR

2.室空調負荷的決定：

(1) 手術室一般都為鋼板結構，若周圍空間無空調，經驗計算通過牆板傳入室內的顯熱冷負荷一般為 40~80 W/ m^2。

(2) 手術室室內人員以站著工作為主，每人平均顯熱發熱量為 70 W，若以手術室內每人佔有面積 2.5~1.8 m^2 計算，則人體的顯熱冷負荷約為 30~40 W/ m^2。

(3) 室內照明形成的顯熱冷負荷約為 15 W/ m^2。

(4) 手術室內用電設備種類、數量較多，使用頻率差異也較大，從已建手術室統計整理得出設備的顯熱發熱量約為 70 W/ m^2。

(5) 手術室內的潛熱發熱量主要有人員散濕及濕表面散濕，由這兩部分散濕產生的潛熱量約為 75~95 W/ m^2。

綜合上述，醫院手術室總冷負荷為 230~300 W/ m2，室內濕負荷約為 100~120 g/ m2-h，總顯熱比約在 0.6~0.75 左右。

由上面計算可知，潔淨空調系統的送風量為一般舒適性空調送風量的 4~60 倍，而潔淨空調系統冷負荷約為一般舒適性空調冷負荷的 2~3 倍，若將單位送風量承擔的冷負荷定義為相對負荷，顯然，潔淨空調系統的相對負荷較小，也正如其相對負荷小，故系統的送風溫差也較小。而實際現狀的冷卻盤管的進風與出風溫度差在 3~6 ℃ 時效率最高及最經濟。故在系統的送風溫差 3 ℃以下時，可設計二次回風系統來改善傳統的一次回風系統；經過詳細的計算評估，CLASS 1000 等級以上 (CLASS 1, 10, 100) 的潔淨空調系統都可設計二次回風系統來達到不需熱排管下，既能維持潔淨等級，又能維持溫濕度的要求且因冷卻排管面積較小空調箱的體積相對較小。

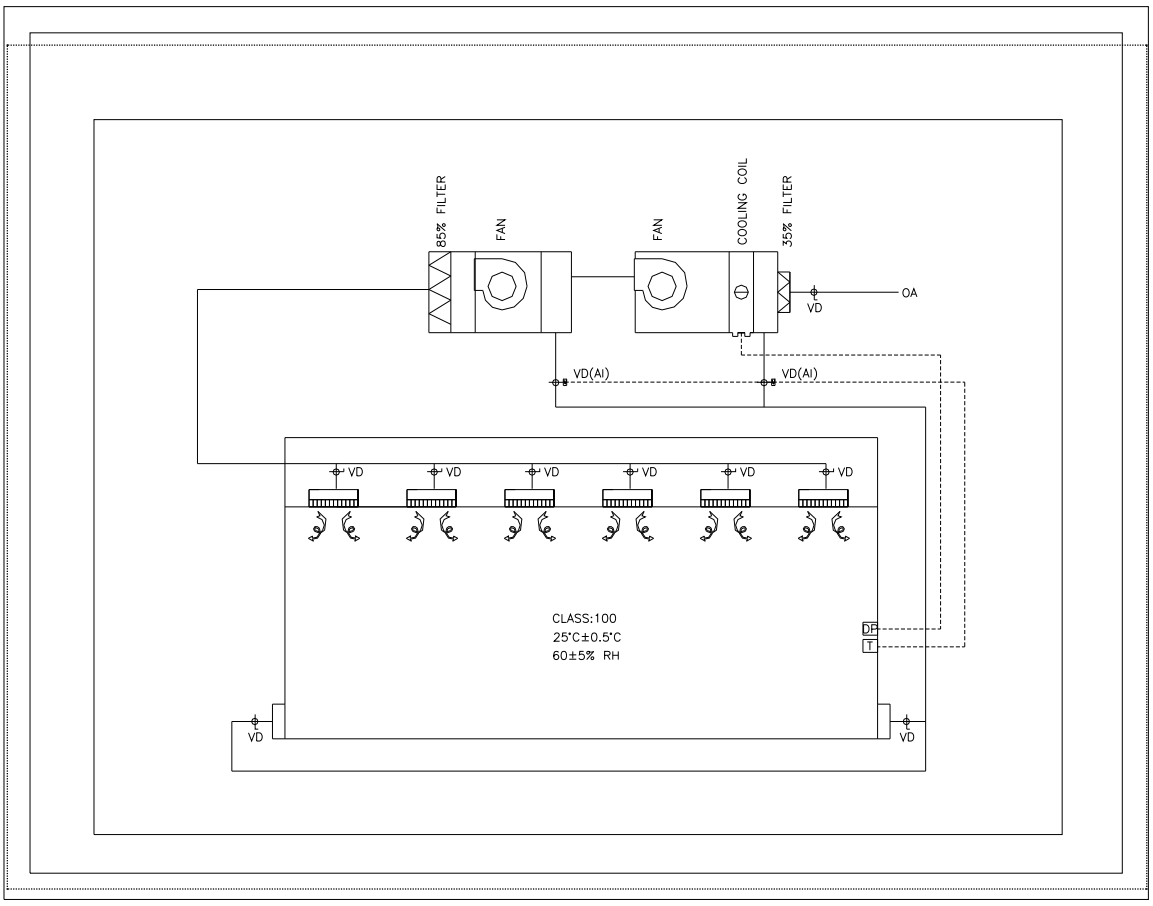


圖 6.13-3 手術房二次回風示意圖

圖 6.13-3 為手術房二次回風示意圖, T 為溫度感測器,控制一.二次回風風門比例來使送風溫度恆定為 23℃而 DP 為露點感測器,控制冷卻盤管流量,使手術室內溼度維持在範圍內。

(二)範例說明

1.案例一

某醫院一間局部 100 級心臟手術室(7.2m x 6.3m x 2.85m)，其在手術台上方佈 6m x 6m HEPA Filer(風速為 0.3 m/s)，計算送風量為 38,880 CMH(含外氣量 1700 CMH)，手術室空調如採用傳統的熱濕處理過程，經計算需冷量 167.57 KW，再熱量 115.6 KW。且傳統手術室的潔淨空調系統，將會產生下列情況：

(1)一次回風處理過程產生濕度飄移，即濕度控制不穩定

(2)增加再熱段，引起能耗增加

採用二次回風處理後，只需冷量 64.4KW，不需要再熱，避免能量的抵銷，且潔淨等級符合標準，室內溫濕度控制在範圍之內(其中經計算得知二次回風量為 31,811CMH，一次回風量為 5,369CMH，外氣量仍為 1700CMH)。採用二次回風可節省 167.57-64.4=103.17kW(29.3 噸)，假設每冷凍噸每小時耗電 0.9kW/RT 來計，每月可節省 29.3RT×0.9kW/RT×12 時/天 x24 天/月×平均電價 1.89 元/kWh=14,354 元。另外也省裝了加熱排管 115.6kW，每月可節省 115.6kW×12 時/天×24 天/月×1.89 元/kWh=62,923 元。故一年可節省共(14,354+62,923) 元/月×12 月/年=927,324 元/年。

(3)手術室潔淨空氣的洩漏

門縫洩漏與樓板管線開孔洩漏等結構性洩漏是手術室壓力無法建立,浪費能源的主因，如圖 5.4-2 手術室潔淨空氣洩漏之魚骨圖所示。一扇門的洩漏量估計值如下：

$$Q=\mu A\sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}=0.5\times(1.2\times0.02)\times\sqrt{\frac{2\times26}{1.2}}=0.0789m^3/s=284m^3/(h\bullet\text{每一門})$$

其中 Q：洩漏量　μ：洩漏系數　A：門的洩漏面積　ΔP：壓差(以, 26Pa 為例)

由此可知若門有關，則經由門縫洩漏,每一門洩漏量為 284m^3/h ，若門 (A=1.2×1.0 m^2) 沒有關，則洩漏量為 7,776m^3/h。此等洩漏終將成為空調箱之負荷(風量及降溫降濕之耗能)，若以每 m^3/h 每年風量消耗 90 元為基準，則上述之浪費分別為 25,560 元/年及 699,840 元/年，即若因門沒關，一年要浪費 699,840 元(外氣補氣之耗電成本可由全年之耗電費除以運轉風量而得，即全年耗電費/cmh)。

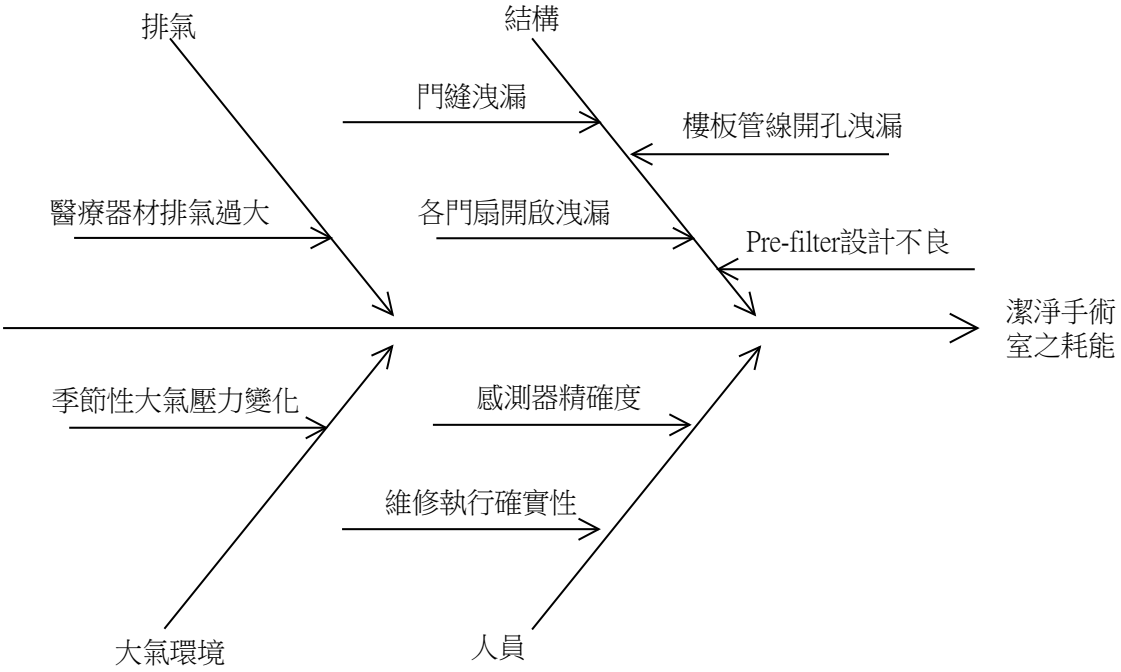


圖 6.13-4 手術室潔淨空氣洩漏之魚骨圖

2.範例二

本案例為某醫院研究手術室空調換氣量節能計畫

(1)手術室空調「空氣側」節能評估：

某一手術室空調箱設備(AH/11KW)系統供應 5 間手術室使用，經查歷年 7 月份為使用尖峰月份，經擷取 5 間手術室每日最長之使用時數加總平均。得知使用時間約為 12 小時，再加計自淨及清潔時間(1.5 小時)，即手術室空調箱每日(不含假日)運轉時間為 13.5 小時。

(2)本案為加裝變頻器調節手術室換氣次數，研究比較原設計 29ACH；降載至 20 ACH 及 18ACH(最低潔淨等級需求量)。年用電量可分別減少 67%及 76%。詳如下表 6.13-5。

表 6.13-5 手術室全年「固定換氣次數空調空氣側用電量(KWH)」

換氣次數	29ACH(原設計)	20 ACH(降載)	18ACH(降載)
變頻器頻率(HZ)	60	47	43
每日運轉時數(小時)	24	24	24
運轉天數	365	365	365
單位時間耗電量(KW/小時；實測值)	10.1	3.3	2.41
年耗電量(KW/H)	88,476	28,908(-67%)	21,111(-76%)

A. 固定換氣次數(29ACH)運轉耗能：

29ACH 耗能=實測耗電量*運轉時數*全年運轉天數

=10.1KW/H，(實際量測)*24(小時)*365(天)=88,476 KWH/年。

B. 降低換氣次數為(20ACH)運轉耗能：

20ACH 耗能=實測耗電量*運轉時數*全年運轉天數

=3.3KW/ H(實際量測)*24(小時)*365(天)=28,908KWH/年。

C. 降低換氣次數為(18ACH)運轉耗能：

18ACH 耗能=實測耗電量*運轉時數*全年運轉天數

=2.41KW/H(實際量測)*24(小時)*365(天)= 21,111KWH/年。

(3)再以手術室「平日固定換氣次數(29ACH, 20 ACH, 18ACH)+ 假日夜間未使用降載至 6ACH」計算空調空氣側年用電量：如下表6.13-6(計算式詳下列說明)：

表 6.13-6 手術室「平日固定換氣次數(13.5HR)」+未使用時段降載 6ACH 全年用電量

換氣次數	29ACH(A)(全載)	20 ACH(B)(降載)	18ACH(C)(降載)	6ACH(D)夜間/假日
變頻器頻率(HZ)	60	47	43	30
每日運轉時數(小時)	13.5	13.5	13.5	10.5/24
運轉天數	251	251	251	251/114
單位時間耗電量(KW/小時；實測值)	10.1	3.3	2.41	1.67
年耗電量(KWH)	43,196	20,155	17,139	4,401/4,569

A. 平日固定換氣次數(全天)運轉耗能：

29ACH 耗能=實測耗電量*日運轉時數*全年運轉天數+夜間運轉10.5HR+假日運轉 24HR

=10.1KW(實際量測)*13.5(小時/天)*251(天/年)=34,223+4,404(夜間 10.5HR)+4,569(假日 24HR) =43,196 KWH/年。

B. 20ACH 耗能=實測耗電量*日運轉時數*全年運轉天數+夜間運轉10.5HR+假日運轉 24HR

=3.3KW(實際量測)*13.5(小時/天)*251(天/年)=11,182+4,404+4,569=20,155KWH/年。

C. 18ACH 耗能=實測耗電量*日運轉時數*全年運轉天數+夜間運轉10.5HR+假日運轉 24HR

=2.41KW(實際量測)*13.5(小時/天)*251(天/年)= 8166+4,404+4,569=17,139WH/年。

(4)由表 6.13-5 與表 6.13-6 得知，手術室即使維持「使用時段固定換氣次數(29ACH) ，僅在未使用時段(假日及夜間)降載至 6ACH」計算。一台 11kw(15hp)空調箱加裝變頻器費用約 10 萬元。年省電費達 88,476-43,196=45,280 KWH x2.9 元=131,312 元。推展至醫療業界採行效益極為可觀。

6.14 醫院空氣品質管理

(一)法規要求

根據國內外相關研究報告顯示，每人每天約 90%的時間處於室內的環境中，室內空氣品質之良窳，直接影響工作品質及效率，使得室內空氣污染物對人體健康影響於近 10 年來受到各先進國家政府重視。為有效改善室內空氣品質，維護室內環境品質。我國行政院環保署「室內空氣品質標準」於 101 年 11 月 23 日訂定發布，並自 101 年 11 月 23 日起施行。

1.室內空氣品質標準項目包括：

(1)二氧化碳(CO2)

(2)一氧化碳(CO)

(3)甲醛(HCHO)

(4)總揮發性有機化合物(TVOC)

(5)細菌(Bacteria)

(6)真菌(Fungi)

(7)粒徑小於等於 10 微米(μm)之懸浮微粒(PM10)

(8)粒徑小於等於 2.5 微米(μm) 之細懸浮微粒(PM2 .5)

(9)臭氧(O3) 等 9 項。(如表 6.14-1)

2.室內空氣品質標準。

表 6.14-1 室內空氣品質標準

項　　目	標　準　值		單　　位
二氧化碳(CO2)	8 小時值	1000	ppm(體積濃度百萬分之一)
一氧化碳(CO)	8 小時值	9	ppm(體積濃度百萬分之一)
甲醛(HCHO)	1 小時值	0.08	ppm(體積濃度百萬分之一)
總揮發性有機化合物(TVOC，包含 12 種總揮發性有機物之總和)	1 小時值	0.56	ppm(體積濃度百萬分之一)
細菌(Bacteria)	最高值	1500	CFU/m3(菌落數/立方公尺)
真菌(Fungi)	最高值	1000，但真菌濃度室內外比值小於等於 1.3 者，不在此限	CFU/m3(菌落數/立方公尺)
粒徑小於等於 10 微米(μm)之懸浮微粒(PM10)	24 小時值	75	μg/m3(微克/立方公尺)
粒徑小於等於 2.5 微米(μm)之懸浮微(PM2 .5)	24 小時值	35	μg/m3(微克/立方公尺)
臭氧（O3）	8小時值	0.06	ppm(體積濃度百萬分之一)

(1)本標準值之各項意義如下：

A.1 小時值：指 1 小時內各測值之算術平均值或 1 小時累計採樣之測值。

B.8 小時值：指連續 8 個小時各測值之算術平均值或 8 小時累計採樣測值。

C.24 小時值：指連續 24 小時各測值之算術平均值或 24 小時累計採樣測值。

D.最高值：指依中央主管機關公告之檢測方法所規範採樣方法之採樣分析值。

(2) 總揮發性有機化合物（TVOC，包含：十二種揮發性有機物之總和）：指總揮發性有機化合物之標準值係採計苯（Benzene）、四氯化碳（Carbon tetrachloride）、氯仿（三氯甲烷）（Chloroform）、1,2-二氯苯（1,2-Dichlorobenzene）、1,4-二氯苯（1,4-Dichlorobenzene）、二氯甲烷（Dichloromethane）、乙苯（Ethyl Benzene）、苯乙烯（Styrene）、四氯乙烯（Tetrachloroethylene）、三氯乙烯（Trichloroethylene）、甲苯（Toluene）及二甲苯（對、間、鄰）（Xylenes）等十二種化合物之濃度測值總和者。

(3) 真菌濃度室內外比值：指室內真菌濃度除以室外真菌濃度之比值，其室內及室外之採樣相對位置應依室內空氣品質檢驗測定管理辦法規定辦理。公告場所應依其場所公告類別所列各項室內空氣污染物項目及濃度測值，經分別判定未超過第二條規定標準者，始認定符合本標準。

3. 依環保署於 103.01.23.訂定(中華民國 103 年 07 月 01 日生效)之應符合室內空氣品質管理法之第一批公告場所中，部份醫療場所已納入管制(詳環保署網站公告)，其醫療場所管制室內空間及空氣污染物項目如下：

(1)管制室內空間：醫院院區之各幢（棟）建築物室內空間，以申辦掛號、候診、批價、領藥及入出口服務大廳為限。但不含位於以上室內空間之餐飲區及急診區。

(2)管制室內空氣污染物項目

A.二氧化碳(CO2)

B.甲醛(HCHO)

C.細菌(Bacteria)

D.粒徑小於等於十微米(μm)之懸浮微粒(PM10)

(上述管場所、空間、污染項目依環保署公告之資訊會有所變動)

4.國內室內空氣品質相關法關如下：

(1)室內空氣品質標準。

(2)室內空氣品質管理法。

(3)室內空氣品質管理法施行細則。

(4)室內空氣品質維護管理專責人員設置管理辦法。

(5)室內空氣品質檢驗測定管理辦法。

(二)室內空氣污染物及其潛在來源

1.污染物及其潛在來源

污染物或污染物的分類	潛在來源
二手煙	點燃的香菸、雪茄及煙斗。
燃燒的污染物	暖爐、發電機、氣體或煤油空間加熱器、煙草產品、室外空氣及車輛。
生物性污染物	潮濕或潮濕的木材、冷卻塔、增濕器、冷卻線圈或下水道鍋、潮濕的絕緣導管或過濾器、凝結、鳥糞、蟑螂或嚙齒動物、家具或地毯上的塵蹣及身體臭味。
揮發性有機化合物	油漆、著色劑、清漆、溶劑、殺蟲劑、膠黏劑、木頭防腐劑、蠟、亮光劑、清潔劑、潤滑劑、密封劑、染料、空氣清淨機、燃料、塑膠製品、影印機、印表機、煙草產品、香水、衣服乾洗。
甲醛	粒子板、膠合板、櫥具、家具、織品。
土壤氣體(氡氣、下水道氣體、VOCs、甲烷)	土壤和岩石(氡)、下水道排水管裂縫、乾燥下水道的U 型彎管、地下儲存槽洩漏、垃圾掩埋場。
殺蟲劑	殺白蟻劑、殺蟲劑、殺嚙齒動物劑、殺菌劑、消毒劑。
微粒及纖維	列印、紙處理過程、吸煙和其他的燃燒、室外來源、材料的惡化、建設/整修、使用真空吸塵器打掃、絕緣。

2.室內空氣污染物對人體之危害特性

有害氣體、成份	污染物來源	對人體之危害特性
甲醛	裝璜建材、黏膠、沙發皮革及發泡材料	對眼、鼻、喉、呼吸系統有刺激性、具致癌性
揮發性有機物(苯、甲苯、二甲苯)	油漆、塗料、裝璜建材、地毯、合板	具致癌性，對神經、肝、腎、造血組織、中樞神經等系統具有毒性
酚/醚	醫院的消毒劑/麻醉劑	對中樞神經系統、呼吸系統有刺激性、降低肝、腎功能
一氧化碳	抽煙、瓦斯爐	行動力減緩、暈眩、缺氧、心肌損害、視線模糊、致命
二氧化碳	瓦斯爐、抽煙、呼吸	疲倦、暈眩、呼吸困難
生物氣膠	微生物附著於懸浮微粒形成；來源如蒸氣發式冷凝器、或排水管和冷凝管等	造成如退伍軍人症、肺結核、感冒等疾病傳染，也會造成過敏性、中毒性疾病感染
氣膠	衣服纖維/皮屑/燃燒釋放的微粒子	於氣管、支氣管或肺泡沈積，造成人體呼吸機能之阻礙
粉塵微粒	粉塵、花粉	於氣管、支氣管或肺泡沈積，造成人體呼吸機能之阻礙
真菌、病毒、黴菌、細菌	潮濕的通風管道、蓮蓬頭	致病、過敏、氣喘
塵蟎	地毯、棉被	過敏、氣喘

(三)室內空氣品質維護

1. 室內空氣品質最好在還沒發生問題之前先作好預防的工作，如果室內空氣品質已經產生問題就要趕快加以控制，以降低其危害。要維護室內空氣品質所採用的控制方法有污染源控制、通風換氣和空氣清淨。

(1)污染源控制：在建築物新建或翻修時，用低排放率或排放危害性較低的污染物的物料作為代替品，例如：

A. 用水基／聚安酯油漆取代有機溶劑型油漆。

B. 改用化學強度較低但仍足夠強力的清潔劑。

C. 避免使用合板，也可以降低甲醛的排放。

D. 避免使用高石灰量的建材以壁免氡的排放。

E. 保持室內乾燥,因為建築的表面含有足夠的養份所以只要有足夠的濕度像黴菌等微生物就會大量地繁殖起來,要控制室內微生物的方法就是保持乾燥。

F. 經常打掃室內，以減少灰塵。

(2)通風換氣：

即引入外氣至室內，此種方法又可分為自然通風和機械通風兩種。所謂自然通風就是打開窗或門，讓室內外的空氣流通，藉由換氣達到稀釋室內污染物的目的。機械通風則為大型辦公建築、百貨商場、機關學校等所常採用的方式，新式的住宅和辦公室都開始裝設機械通風系統以將外氣帶入室內，有些設計包括省能熱回收換氣系統。機械通風系統除了可以將骯髒的室內空氣排除也可以利用稀釋降低室內污染物的濃度。但藉由通風方式降低空氣污染，有實際上的限制，因為外氣的空調成本可能很高，且外氣本身也可能含有污染物。

(3)空氣清淨：

當污染控制與通風換氣未能使污染物濃度達到可接受標準時，使用空氣清淨裝置可使污染物濃度再降低。對於不同場合或不同污染物，空氣清淨機效果有差異。纖維濾網、高效率濾網、靜電濾網、負離子、靜電集塵等用於處理固體微粒；活性碳、光觸媒等則用於除臭；茶濾網、光觸媒、臭氧等可用於殺菌。

(四)室內空氣品質改善建議作法

下列各要點的改善均會影響不同檢測項目之數據，檢測數據有異常者，建議依檢測異常項目循下列步驟逐步確認並逐步改善 (建議先行確認空調系統是否在不正常的狀態下運轉(如系統髒污、外氣引進量不足)後，再進行空調系統相關改善措施，

1. 空調設備及風管是否清潔(主要影響檢測項目：細菌數、真菌、PM10、PM2.5)：因風管內部清潔不易，且國內法規未強制要求，因此大部分空調系統常忽略風管內部清潔作業，雖空調箱或 FCU 設備之濾網可攔截部分空氣中之粉塵微粒，但日久風管內部仍會逐漸堆積塵粒及污垢等，因此空調送風再經由髒污之風管將冷風送至室內，這過程中勢必將風管中粉塵及細菌帶入室內。

2. 新鮮風量是否充足(主要影響檢測項目：CO2，其他檢測項目亦會影響，大量的新鮮風量可稀釋室內的髒污空氣)

   (1) 原有新鮮風引進量是否符合現有空間需求(如原有空間用途變更致使用人數變多，但未做空調外氣引進量之需求確認，導致現場 CO2 濃度過高)。

   (2) 新鮮風管之閘門未開至適當之位置，而導致現場 CO2 濃度過高。

3. 室內空氣氣流分佈是否均勻正常(主要影響檢測項目：全部)：如出風口、回風口、排風口位置設置不當，造成氣流短循環現象。

4. 樓層各空間與鄰近空間或走廊之壓差及氣流流向是否正確(主要影響檢測項目：全部)：如各場所空氣壓差應為：較潔淨場所之空氣壓力>次潔淨場所>較髒染污之場所，以確保氣流流向為較潔淨空間→次潔淨空間→較髒污之空間。

5. 如有明顯污染源時應就近加強局部排風。

(五)常見室內空氣品質改善方式

1.搭配全熱交換機之室內新鮮風引進量改善：

室內空間引進充足之新鮮風量稀釋室內的髒污空氣，但大量的外氣引進會造成空調系統為維持室內溫度而耗費更多能源，因此可搭配全熱交換來降低空調能源的耗費。

2.加裝高劑量 UVC 殺菌燈

空調箱內部冷卻盤管(含鰭片)因長期處於潮溼狀態，易於滋生細菌，進而成為細菌的溫床，當回風經過盤管及鰭片冷卻送風至現場時，盤管後端若無另設濾網過濾空氣，則盤管及鰭片上的細菌易被帶入現場，可於空調內部加裝 UVC 殺菌燈，避免盤管及鰭片及空調箱內部壁面滋生細菌。

3.提升空調箱濾網等級

提高空調箱濾網等級，對於室內空氣中之懸浮微粒、細菌濃度均能有效降低，經查空調箱第二層濾網如選用 MERV13 等級較能有效過濾粒徑 0.3~1um 之懸浮微粒(改善菌落數、PM2.5 檢測值)，第一層濾網選用 MERV8 等級不僅能有效過濾粒徑 1~3um 之懸浮微粒(改善菌落數、PM10 檢測值)也能延長第二層濾網使用壽命(濾網過濾性能詳下表)。(如僅 PM10 檢測值異常，建議先行選用 MERV8 等級改善；如 PM2.5 或細菌濃度檢測值異常，建議濾網提升至 MERV8+ MERV13)

4.加裝光觸媒氧化模組

於 FCU、AHU 設備中安裝光觸媒氧化模組淨化室內空氣(需注意光觸媒氧化模組之潔淨度，避免模組淨化室內空氣之效能降低)

表 6.14-2 濾網性能測試標準由 ASHRAE52.1 轉換至 ASHRAE52.2

近似對照

表 6.14-2　濾網性能測試標準由 ASHRAE 52.1 轉換至 ASHRAE 52.2 近似對照					
52.2 標準之標示最低效率質(MERV)	相近於 52.1 標準測試結果		應用指引		
	污化法效率	重量法效率	典型污染物控制	典型應用和限制	典型過濾網/空氣過濾裝置型式
20	n/a	n/a	<0.3μm 粒徑 病毒(單獨) 碳塵 海鹽 所有燃燒之煙霧 氡氣衍生物	無塵室、放射性物質、醫藥製品生產、致癌物質、外科手術	HEPA/ULPA 過濾網於 0.1~0.2μm 粒徑之粉塵效率 ≥99.999%，IEST type F。 於 0.3μm 粒徑之粉塵效率 ≥99.999%，IEST type D。 於 0.3μm 粒徑之粉塵效率 ≥99.99%，IEST type C。 於 0.3μm 粒徑之粉塵效率 ≥99.97%，IEST type A。
19	n/a	n/a			
18	n/a	n/a			
17	n/a	n/a			
16	n/a	n/a	0.3~1.0μm 粒徑 所有細菌。 大部分香菸燃燒煙霧。 小飛沫(噴嚏) 烹煮油煙。 大多數煙霧 殺蟲劑氣膠 影印機調色劑 化妝品粉 油漆顏料	醫院住院病患保護、一般手術、頂級商業大樓、吸菸室	袋式過濾網:微米細度之玻纖或合纖材料，以無支撐方式(濾材部分為可彎曲)之袋式過濾網。可為 6~12 袋，袋深為 300~900mm。 盒式過濾網:為硬外殼筒形過濾器，深度為 150~300mm，可使用紙質或 lofted 聚酯材料作為濾材。
15	>95%	n/a			
14	90~95%	>98%			
13	80~90%	>98%			

表 6.14-2　濾網性能測試標準由 ASHRAE 52.1 轉換至 ASHRAE 52.2 近似對照

52.2 標準之標示最低效率質(MERV)	相近於 52.1 標準測試結果		應用指引		
	污化法效率	重量法效率	典型污染物控制	典型應用和限制	典型過濾網/空氣過濾裝置型式
12	70~75%	>95%	1.0~3.0μm 粒徑退伍軍人症加濕器灰塵、鉛塵、麵粉、媒塵、汽車排放微粒、噴霧器氣膠、焊接微霧	優質居住環境、高級商業的大樓、醫院實驗室	袋式過濾網:微米細度之玻纖或合纖材料，以無支撐方式(濾材部分為可彎曲)之袋式過濾網。可為 6~12 袋，袋深為 300~900mm。 盒式過濾網:為硬外殼筒形過濾器，深度為 150~300mm，可使用紙質或 lofted 聚酯材料作為濾材。
11	60~65%	>95%			
10	50~55%	>95%			
9	40~45%	>90%			
8	30~35%	>90%	3.0~10.0μm 粒徑黴菌、孢子、噴霧髮膠、織布防護、機具噴灑、水泥塵、混合性軟質物、鼻煙、奶粉	商業的大樓、較好居住環境、工業工作場所、油漆場所進風口	摺式過濾網:使用厚度為 25~125mm 之棉材/聚酯纖維過濾材，以紙框封邊固定，可增加過濾材使用面積，為一次使用性。 桶式過濾網:使用合纖，依序將濾材膠合與固定成立體結構型態或袋型。 平板式過濾網:一次使用型合纖平板式過濾網
7	25~30%	>90%			
6	<20%	85~90%			
5	<20%	80~85%			
4	<20%	75~80%	>10.0μm 粒徑花粉、鐵蘭、灰塵、沙塵、噴漆微粒、紡織纖維、地毯織物纖維	居住環境最低過濾需求、窗戶空氣過濾器	平板式過濾網:一次使用型玻纖/合纖平板式過濾網。 可洗式:鋁網、塗佈動物毛乳膠、橡膠發泡材之平板式過濾網。 靜電:自我帶電之聚碳酸酯織布之平板式過濾網。
3	<20%	70~75%			
2	<20%	65~70%			
1	<20%	<65%			

柒、熱能系統節約能源實務(含熱泵)

7.1 前言

蒸汽為醫院熱能的命脈為最普遍的傳熱或動力媒質，其來源則由鍋爐經燃燒能源(含木柴、煤炭、重油、核能、天然氣等)加熱水所提供，所耗用能源佔有相當高之成本比例。而昂貴的燃料價格，和日漸趨嚴的環保要求(如 CO2、NOx、SOx 等排放管制)，已迫使業者不得不注重和檢討整個蒸汽系統的效率問題。藉由燃料之燃燒產生熱量，加熱鍋爐原水，使其吸收熱量成為熱水或是蒸汽，進而提供醫院消毒、殺菌及病房熱水使用。進行鍋爐及蒸汽系統節能改善工作，首先要瞭解鍋爐效率現況、燃料加熱系統、蒸汽壓力設定方式、保溫情形、鍋爐負載率、鍋爐水質及排放率控制方式、蒸汽祛水器系統、冷凝水及閃沸蒸汽回收情形、給水溫度等相關數據及控制方式，以利節能工作之進行。

為了提高能源使用效率和節約能源，國內許多大型醫院，因系統或有引進國外之先進節能技術，而對能源使用效率的提升有長足的改善，一般中小型醫院，則忽略能源使用效率的狀況，更遑論能源使用之管理及效率之改善，故本文將針對一般易疏忽之鍋爐效率、冷凝水回收和祛水器的洩漏，做管理和操作上的改善提出探討，使整個蒸汽系統更有效率，進而達到節約能源降低成本，提升競爭力。

7.2 如何提高鍋爐效率

鍋爐效率好壞直接影響到耗油量大小，然而新鍋爐不一定絕對有較高的鍋爐效率，一部高效率鍋爐不僅系統設計要良好，還須有優良的操作管理人員才能將鍋爐運轉作業盡善盡美，以下各點均對鍋爐效率或多或少有所幫助，操作管理人員不妨加以參考：

(一)降低排氣溫度：

排氣溫度一般比所產出蒸汽溫度高約 20-30℃，排氣溫度太高時，可能是傳熱面積不足、積垢或後燃現象等，一般降低排氣溫度的方法有提高熱傳效率或增加熱傳面積，如定期清潔爐膛，加裝空氣預熱器或節熱器等方法，另外更須注意使燃油霧化良好，避免後燃現象。

(二)減少排氣含氧量：

理想的鍋爐過剩空氣量，於高負載時，其排氣含氧量應在 3-5%之間，過多的空氣量造成燃油一部份熱能為空氣所帶走，但空氣量不足則造成燃燒不完全排氣冒黑煙等問題，而不完全之燃燒可檢測煙囪排氣中一氧化碳含量多寡來判定。然而排氣含氧量亦隨鍋爐負載高低有所不同，因此鍋爐燃燒進氣量之調節，應於鍋爐高負載時(大火燃燒時)調降進氣量在最低量，此進氣量使鍋爐在高低負載變化時，空氣量不會有不足或過大的現象。

(三)加強保溫：

爐體保溫良否直接影響到鍋爐效率，保溫正常則爐體表面平均溫度將不超過室溫 30℃以上，而鍋爐房風速及外氣溫度條件也會影響爐體表面熱散失量。

(四)預熱燃油：

為提高燃油燃燒效率，必須預熱燃油降低其黏度使其霧化完全，而燃油霧化預熱溫度隨燃燒器型式不同而異，一般燃油預熱溫度範圍在 80～l20℃之間，如預熱溫度太低時，油黏度大，噴霧油滴太大，可能造成後燃燒使排氣溫度升高，甚至排氣冒黑煙，而不得不增加空氣量，以至使熱損失變大，但預熱溫度過高，可能造成油料碳化，使噴油嘴結碳，影響正常噴霧，也會使油料霧化不佳，產生後燃現象，而使排氣溫度升高，浪費能源。

(五)改善飼水品質：

鍋爐水經蒸發濃縮後，爐水中不純物比例增加，常造成水側管路結垢、腐蝕等問題，通常鍋爐飼水均須先行軟化處理或儘量利用回收之冷凝水做為鍋爐飼水來改善水質。

(六)增設密閉式冷凝水回收系統：

一般多為開放式冷凝水回收系統，常使回收之高壓冷凝水至回收槽時，形成二次蒸汽排放掉，造成能源之浪費，如採用密閉式冷凝水回收系統或將高壓冷凝水先經蒸汽再生槽形成中壓蒸汽，可供中、低壓力蒸汽系統使用或提高鍋爐飼水溫度，以節約能源耗用。

(七)避免鍋爐經常低負載運轉：

由於爐體表面熱損失相對增加，使得鍋爐效率非常低，鍋爐如經常低負載或以小火運轉時，應考慮改小燃燒器或換小噴油嘴或更換容量較小之鍋爐，使得鍋爐有較佳之效率。

7.3 蒸汽及冷凝水系統

(一)蒸汽祛水器(SteamTrap)：

由於保溫的不完全、水質的不良、蒸汽供應的不平衡等，都會造成管路中含有凝結水及水膜的發生，這些凝結水積集於管路底部，會產生水鎚(Water Hammer)現象，影響正常生產操作，而水膜對熱的阻抗為一般鋼板的 60~70 倍，大大的阻礙了蒸汽的熱傳效果。此外蒸汽管路中常有不凝結氣體(Incondensibie Gases)存在，包括有空氣、二氧化碳等氣體物質，其主要來源有：

1.熱設備在啟用前，蒸汽管路中有大氣存在。

2.當停車時，熱設備中部份蒸汽慢慢冷凝而造成真空，使外界大氣倒灌入內。

3.操作不當或使用的添加物混雜有空氣。

當空氣混於蒸汽進入熱設備時，空氣附著於傳熱表面形成空氣膜，分隔了蒸汽與傳熱面，由於空氣的熱傳導度極低，故影響熱傳效果，降低了熱設備的效率，因此，如何立即排除管中所形成的凝結水和混雜的不凝結氣體，對提高熱設備效率，節省能源浪費是非常重要的，一個優良的社水器必須達到以下三個要求：

(1)凝結水一經形成，就將其排出。

(2)排放不凝結氣體，如空氣、二氧化碳等。

(3)盡可能使蒸汽的漏失減至最小。

蒸汽祛水器種類很多，並且各有特徵依其使用原理，一般可分四種型式，如下表：

表 7.3-1 蒸汽祛水器種類

形式	使用原理	種　　類
機械作動型 (Mechanical Type)	利用水蒸汽與凝結水密度之差異	1.直桶式祛水器 (OpenBucketTraps) 2.倒桶式祛水器 (InvertedBucketTraps) 3.浮球式祛水器 (FreeFloatTraps) 4.浮桶式祛水器 (FreeBallBucketTraps)
靜熱作動型 (Thermostatic Type)	利用水蒸汽與凝結水溫度之差異	1.脹管式祛水器 (BellowsTypeTraps) 2.雙金屬式祛水器 (BimetallicTraps)
熱力作動型 (Thermodynamic Type)	利用水蒸汽與凝結水熱力性質之差異	1.推進式祛水器 (ImpulseTypeTraps) 2.圓盤式祛水器 (DiscTypeTraps)
節流型 (Orifice Type)	利用水蒸汽與凝結水通過小孔流量之差異	1.流孔板式祛水器 (OrificeTypeTraps)

(二)蒸汽祛水器故障原因與對策

汽祛水器主要功能，是將管內凝結水及不凝結氣體排出，同時儘可能使水蒸汽之漏失減至最少程度。事實上在工廠中最令維護人員感頭痛的，就是這些為數龐大的祛水器其可靠性與壽命問題，造成蒸汽祛水器無法發揮功能或喪失部分功能的原因，一般常見約有下面 4 種：

1.堵塞(Blockage)：

所謂堵塞，即蒸汽祛水器的排放流孔板(Orifice)無法開啟，因此，無法排放凝結水及其他氣體。可能引起堵塞的原因有：

(1)蒸氣封鎖(Steam Locking)
(2)空氣盲堵(Air Binding)
(3)設計使用不當。
(4)內部機件故障。

由蒸汽封鎖所引起之堵塞現象，最大的特徵是祛水器外表溫度是熱的，其餘三種原因引起堵塞時，祛水器外表是冷的。機械作動型祛水器中，其流孔板的大小是根據最高操作壓力而設計的，因此每一種機械作動型祛水器都有一最高使用壓力限制，若操作壓力超過此最高值，則祛水器往往會產生堵塞現象，有時由於祛水器內部之篩(Screen)，閥或管路塞有外物，或當其浮球或浮桶的浮力的喪失時都可能引起堵塞現象。

對於堵塞之處理對策：

(A) 首先確定蒸汽壓力是否正常?祛水器入口及出口閥是否完全開啟?機械作動型祛水器則確定蒸汽壓力是否在容許界限內?

(B) 祛水器表面若是熱的，幾乎可確定是蒸汽封鎖所引起，可經由打開迴流閥和倒冷水於入口管路和祛水器中而消除此種異常。

(C) 祛水器表面若是冷的，則先觀察凝結水是否流至祛水器部份，把位於祛水器入口前的連結環放鬆，如未見凝結水流出，表示入口管路堵塞。如果凝結水流出，按著鬆開祛水器的放流栓，如沒有凝結水流出，表祛水器內篩堵塞，若凝結水流出，則表示閥或閥以後的部份發生堵塞。

2.噴流(Blowing)

祛水器發生噴流異常時，將會排放大量蒸汽，耗失能源，應儘快檢修，產生噴流的原因主要有：

(1)祛水器的排放量過小

間歇性排放式祛水器由於設計排放量小於實際量，即使閥完全開啟，也無法完全排放實際凝結水量，因而造成噴流。

(2)閥與閥基座(Valve Seat)間塞有外物

靜熱作動型祛水器當閥與閥基座間塞有外物時，凝結水和蒸汽即經由流孔板排出，而造成噴流現象。

(3)祛水器之機件故障引起

當閥與閥基座道嚴重磨損時，即使在關閉狀態下，大量蒸汽亦將噴流耗失。靜熱作動型袂水器中，脹管式社水器之脹管受損或雙金屬式祛水器之金屬變形，亦會產生噴流。又如祛水器其本體若有穿透入口及出口兩端的洞，也會產生噴流。

(4)圓盤式祛水器之壓力限制

圓盤式祛水器最易產生噴流現象，當實際操作壓力超過設計壓力操作範圍時，由於背壓過大，而引起噴流。

對於噴流的處理對策有：

(A) 檢查祛水器之排放容量設計，是否適於實際量。

(B) 對於圓盤式袂水器檢查入口壓力與背壓是否在容許範圍內，若背壓過高，查出原因

(C) 查核是否發生過水鎚現象，嚴重的水鎚往往使得機械作動型祛水器之浮球變形受損，造成噴流，解決方法可在浮球上加一護蓋以保護浮球。

(D) 若均非以上原因所造成，則分解祛水器，查看是否由於閥之機件磨損或閥與閥基座間塞有外物。

3.洩漏(Leakage)

從節約能源觀點而言，洩漏是僅次於噴流的嚴重問題，通常有下面三種情況：

(1)閥關閉時之洩漏

(2)開啟排放時，部份蒸汽隨著凝結水而排放

(3)閥關閉動作過於緩慢。

當祛水器在正常操作時，都會有很少量的活蒸汽(Live Steam)隨著凝結水而排放外界，這種損失比較上，間歇排放式祛水器較連續排放式祛水器為多，但通常這種數量很少且必然存在，可以忽略。另外又有人為的保養不良所引起的洩漏，例如閥和閥基座遭體磨損或靜熱作動型祛水器由於不正確的校正等都會引起嚴重的洩漏。雙金屬式祛水器必須時常校正，使其閥在溫度低於飽和溫度，凝結水完全排放前關閉，否則祛水器之閥在凝結水完全排除後才關閉，會引起短暫的噴流現象，產生蒸汽洩漏，如果閥關閉的動作過於緩慢，則引起的蒸汽流失必然更大，因此雙金屬式祛水器必須定期做校正。

對於洩漏的處理對策有：

(A) 對於機械作動型祛水器中的自動或手動空氣排放閥，由於磨損而造成蒸汽洩漏時，可由分解祛水器來處理。

(B) 浮球式祛水器當浮球表面產生痕紋，而此痕紋碰及細孔校時就會產生蒸汽洩漏，應予更換。

(C) 對於靜熱作動型祛水器方面，檢查所做之校正是否配合實際操作狀況。

4.排放不足(Insufficinet Discharge)

祛水器在操作時，所引起之排放不足現象通常是由於其負荷設計不夠或其它外在原因所引起。祛水器之排放容量其設計值與實際值相去太遠，則造成閥長久開啟引起噴流現象，或排放不足，也可能發生蒸汽封鎖，壓力差不正常，部份篩堵塞或部份細孔板堵塞等現象。

對於排放不足之處理對策，可依照下列三點依次檢查處理：

(1) 是否適合於操作狀況? 祛水器之型式是否合適?排放容量是否近於實際量?

(2) 外在因素：

蒸汽設備或祛水器入口管件安排是否易於造成蒸汽封鎖現象?蒸汽封鎖現象是否經常發生?蒸氣之壓力，溫度與被壓是否正常?

(3) 內在因素：

祛水器之篩，入口管路和出口管路是否被堵塞?最好的方法是在每個祛水器前裝設過濾器，以收集管內雜物，防止閥口等之阻塞。

(三)祛水器洩漏的偵測

祛水器最基本的作用就在只排除冷凝水及不凝結氣體，而不使蒸汽排出，如果祛水器是將冷凝水排到大氣壓中，而且可

以很容易地觀察，那麼就可以顯示出祛水器是否正常操作。

但管路中蒸汽從祛水器中洩漏出的第一個現象，就是有大量的再生蒸汽從冷凝水回收槽或是鍋爐飼水槽的通氣孔排出，這現象只告訴我們有洩漏發生，卻無法指出是那一個祛水器發生問題。檢查洩漏方法之一就是在祛水器的出口側加一觀視鏡的裝置，在出口側有一觀視鏡的祛水器將可觀測祛水器是否有洩漏發生。可是，經由觀視鏡的觀察並不能明確地決定祛水器是否在排放冷凝水或是洩漏蒸汽。

所以，在檢查蒸汽洩漏時對祛水器或靠近祛水器附近的地方測量溫度，用以能夠感應溫度的擊板或熱偶色板來檢測，都是檢查祛水器是否洩漏的簡單工具。但是這些裝置都受到一些使用上的限制，因為設備的冷凝水或再生蒸汽的排放溫度大都在 100℃左右，而故障的祛水器所洩漏的蒸汽和凝結水溫度也在 100℃左右，因而實際應用時，祛水器表面溫度的測定常會發生一些錯誤使所讀取的溫度較實際為低，並且無法解釋誤差的原因。

另一種較可靠的檢驗洩漏方法就是從祛水器發生的聲音來判斷。這種檢驗方法是以一隻類似螺絲起子的超音波測漏器作為檢驗問題的聽診器。對於洩漏時會產生特殊音響的祛水器而言，這是相當好的檢驗方法，例如某些熱動力型祛水器在洩漏時會發出規律的卡塔聲。所以即使是沒受過訓練的耳朵也可經由這種最直接的反應而發現問題所在。

令人遺憾的是有許多類型的祛水器並沒有這類差異的訊號，因為不管凝結水或再生蒸汽它們通過祛水器的排除口時所發生的聲音與蒸汽流過聲音是一樣，兩者聲音都受蒸汽流的壓力和數量的影響。此外，這種檢驗方法也會因祛水器鄰近的水管所傳來的聲音而干擾檢驗的工作。因此使用超音波檢驗器的時候，必須是由具有經驗的檢查人員，小心的調整超音波檢驗

器以符合祛水器實際情況。

近來發展的檢驗技術，則是利用冷凝水的導電性來作為檢驗的依據，這種檢驗方法是祛水器的前方加裝一個感應室，感應室內設有一例間板。當祛水器是正常時，冷凝水流經間板下，並經祛水器排除，而間板上的小孔是使間板兩邊的壓力相通。間板的上游側裝置一偵測凝結水存在的感應器，感應器的一端可連接可攜帶型的指示器，利用指示器電流迴路是否接通，來檢驗祛水器是否有故障。

一旦祛水器發生故障而有明顯的蒸汽洩漏時，感應室內間板兩側的壓力平衡就會被破壞，感應器不再被冷凝水包圍，使指示器的迴路中斷，得知祛水器已故障。這種檢驗法主要的優點就是所測得的訊號可立刻顯示，不必再由檢驗人員靠經驗來判斷。並且可以利用電線的連結，將數個感應室接在一個遠處的指示器上。這樣的裝置對於在高位的祛水器或是裝設地點不容易接近的輸送管上的祛水器，會有很大的作用。

(四)冷凝水的回收

冷凝水回收有下列幾個優點：

1. 冷凝水為最純的蒸餾水，不含鍋垢之固體成份，可節省大量清鍋費、水費、電費。
2. 提高鍋爐給水水質，蒸汽品質提高，減少鍋爐排放(BlowDown)節約能源。
3. 減少鍋爐補給水量，並減少爐內外水處理費用。
4. 給水溫度提高，水中含氧量減少，避免鍋爐管線鏪蝕;增加熱傳速，提高效率。
5. 給水溫度提高，減少鍋爐氣鼓的溫度差，避免鋼板熱脹冷縮，應力不平衡，延長鍋爐壽命，同時蒸汽壓力穩定。
6. 給水溫度昇高，增加鍋爐蒸發量，減少單位蒸汽生成熱能的

需要量，直接節省燃油消耗，提高鍋爐效率。鍋爐飼水溫度每提高 6℃，大約可增加 1% 鍋爐效率。冷凝水回收就是回收其餘熱提高系統效率，並回收水資源，節省浪費。

(五)送風機及引風機採用變頻器或液壓連軸器

依照較佳業者之使用經驗，送風機風量一般以 1.2 倍設計(超出實用量 20%) 引風機設計風量會超出 30~40% ，使用液壓連軸器年平均可節能 25%

1. 送風機控制模式以擋板做風量調節控制，未能有效節能，尤其是在離峰降載操作（70% ），可考慮改用變頻或變速控制可有效節能。

2. 鍋爐排氣因需克服節熱器、排煙脫硫設備、空氣預熱器設備等之壓損，需有引風機輔助抽氣，引風機之設計值一般偏大，風量超出需求量 30~40% ，控制模式以擋板做風量調節控制，未能有效節能，可考慮改用變頻或變速控制來節能。

(六)鍋爐使用適當壓力避免異壓利用，減少鍋爐壓力 1kg/cm2 可獲得 0.3%效率。

7.4 蒸汽熱能節能案例

(一) 案例一，其冷凝水回收率僅有約 13%，經評估後，檢討其回收系統。使冷凝水回收率提高至約 50%，則每年可節省燃油費用的 101 萬元和減少 709．4 噸的 CO2 排放。

(二) 案例二，其蒸汽冷凝水以及製程降溫水並未回收，經 分析後，將其冷凝水及降溫水回收供應蒸汽鍋爐，每年可節省燃油費用 123 萬元和減少 863.9 噸的 CO2 排放。

(三) 案例三，冷凝水回收後，可 節省 69 萬元和減少 484．6 噸的 CO2 排放。

(四) 案例四，其冷凝水回收系統已有部份損壞，以及保溫脫落，檢修

後估計每年可節省燃油費用 39 萬元和減少 273·9 噸的 CO2 排放。

(五) 案例五，其蒸汽社水器大多數已損壞，經檢修及更新後，估計每年可節省燃油費用 270 萬和減少 1938．6 噸的 CO2 排放。

7.5 熱泵系統介紹

(一) 熱泵原理

用冷氣機可以製造冷氣，相信每一個人在夏天都吹過冷氣，那冷氣又怎麼產生的呢? 冷氣機主要是由壓縮機及一些熱交換器組成，其內充灌冷媒。冷氣機通電後，從空氣吸取熱量，使空氣降溫，這便產生了冷氣。冷氣機也會往外面排出熱氣，由自然界的能量不滅原理，這些熱氣的能量(QH)會等於輸入冷氣機的電能(We)加上從冷氣房所吸取的熱量(QL)，即 QH=QL+We。

從另一個角度來看，冷氣機也可以說是一部移熱裝置，把熱能從一個地方(冷氣房)移到另一個地方(大氣)，當然這個移動熱能的作用需要借助電能才會發生。就好像是我們家裡所用的水泵，一通電後，會將水從一個地方(一樓自來水池)送到另一個地方(樓頂水塔)一樣。只是冷氣機所搬動的是熱能而已，所以冷氣機的學名又稱為「熱泵」—利用壓縮機的循環原理來產生移動熱能的作用。(如圖 7.5-1 所示)

。冷氣機(熱泵)是一種「移熱裝置」，把熱能從一個地方(冷氣房)移到另一個地方(大氣)

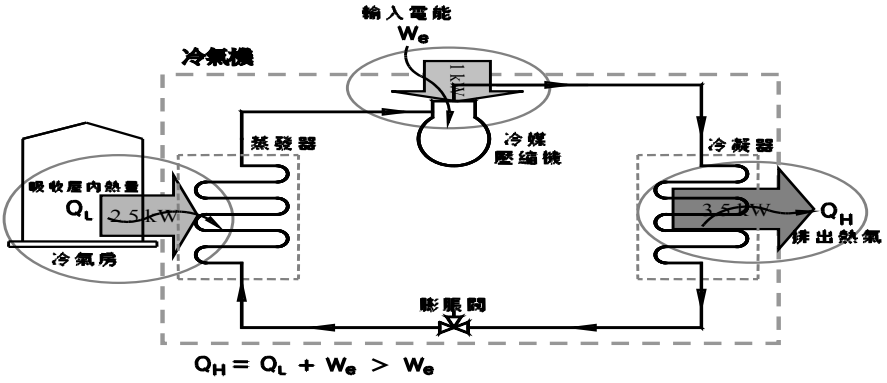


圖 7.5-1 熱泵原理

(二)利用熱泵原理擷取大氣熱能

我們知道地球外表的大氣層會吸收太陽能，加上溫室效應，使得大氣層形同一個巨大的太陽能儲存庫(可稱之為「大氣熱能庫」)，其溫度變化緩慢，幾乎不受日夜與天候的影響。我國位處亞熱帶地區，終年溫暖，大氣熱能資源極為豐富，是間接擷取太陽能之最佳地點。

熱泵熱水器原理與冷氣機相同，只是將冷氣機製造冷氣過程中，往外面排出的熱氣能量，排入一個水槽中，製成熱水，可回收原本要排放的熱氣，變成有用的資源。而在製造冷氣過程中，也會產生除溼作用，因此熱泵熱水器具一機三用(熱水、冷氣、除濕)功能。冷氣機如設計成放置在室外，從大氣中吸取熱能，排出的熱量，仍然導入水槽中製成熱水，這就是「大氣取熱式熱泵熱水器」。而大氣熱能來自地球上的大氣層，時時在吸收太陽能，取之不盡用之不竭，所以「大氣取熱式熱泵熱水器」也是太陽能應用的一種。所以這種「大氣取熱式熱泵熱水器」也是太陽

能應用的一種。

有些人可能使用過冷暖氣機(附暖氣功能的冷氣機)，它是從大氣吸取熱能，然後排入屋內取暖，這是大氣取熱式熱泵的一種。排入室內的暖氣能量(QH)，約為輸入電能(We)的二到三倍左右，也就是說輸入 1kW 電能，可以獲得 2kW 到 3kW 的暖房能力! 而市面上暢銷的電暖爐，輸入 1kW 電能，頂多也只能獲得 1kW 的暖房能力。因此，採用熱泵來取暖，可以節省電力約五到七成，是值得大力推廣的綠色環保器具。一樣的道理，熱泵熱水器也可以節省電力約五到七成。

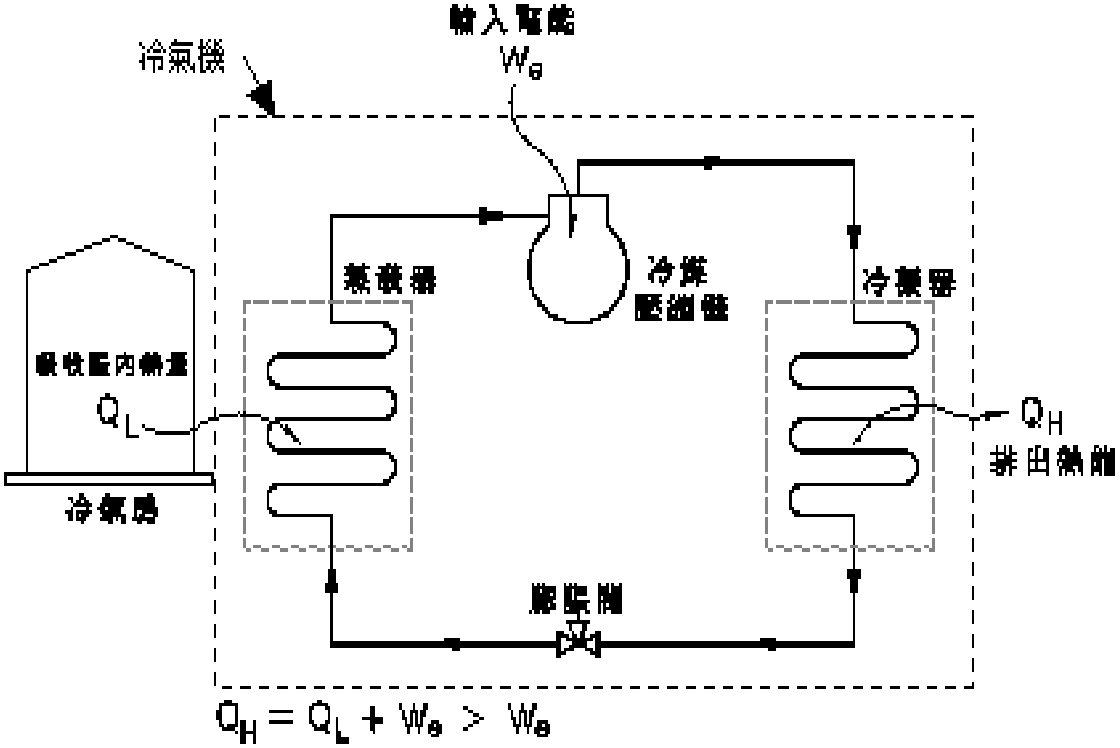


圖 7.5-2 冷氣機可說是一部「移熱裝置」，把熱能從一個地方(冷氣房)移到另一個地方(大氣)

(三)熱泵熱水器

1.熱泵熱水器是什麼

如果將冷氣機製造冷氣過程中，往外面排出的熱氣能量(QH)，排入一個水槽中，製成熱水供各種使用，這樣就可回收原本要排放到屋外讓路人痛苦的熱氣，變成有用的資源。可節省另外製造熱水的設備投資與能源費用，又有利環保，做到利己利人。因此，冷氣機除產生冷氣外，從製造熱水的功能來看，它也可變成一部「熱泵熱水器」，冷氣與熱水通通有用。而在製造冷氣過程中，也會產生除溼作用，因此「熱泵熱水器」兼具熱水、冷氣、除濕的多重功能，是典型的綠色環保器具。(如圖 7.5-3 所示)

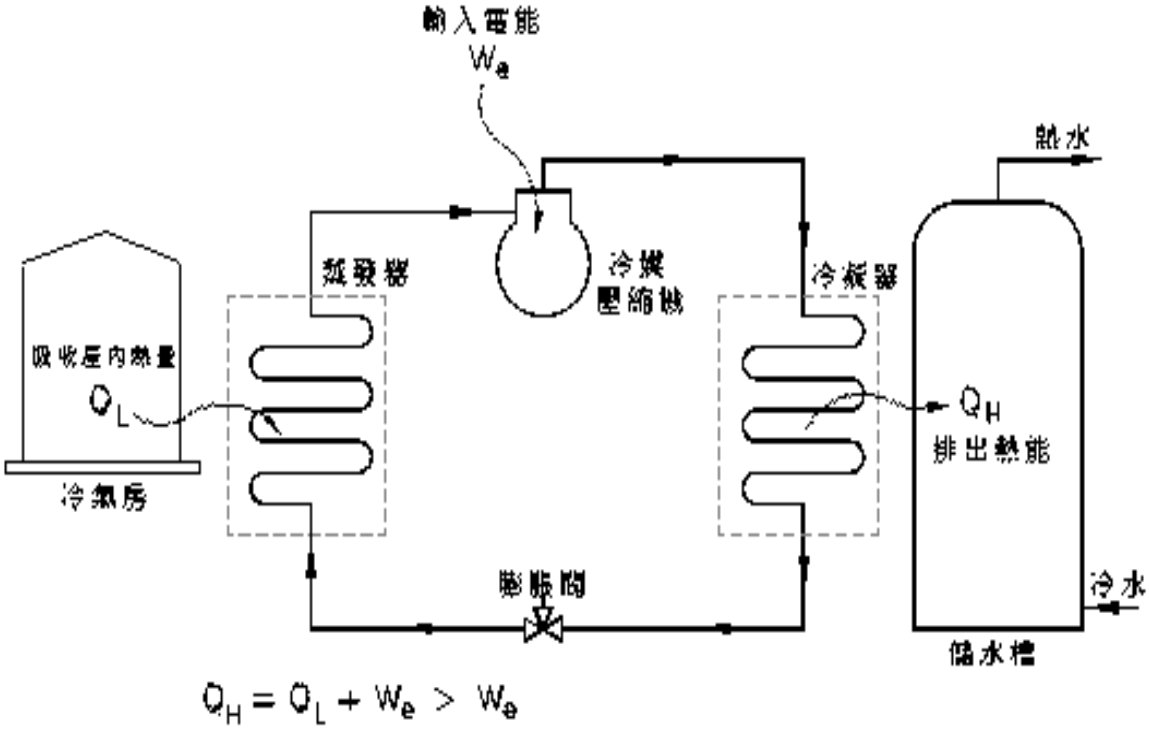


圖 7.5-3 熱泵熱水器

在天氣涼爽，屋內不用冷氣時，冷氣機也可以設計成從大氣吸取熱能，排出的熱氣能量(QH)，仍然導入水槽中，製成熱水，這就是「大氣取熱式熱泵熱水器」。那大氣的熱能又從哪兒來呢? 這很簡單，地球上的大氣層時在吸收太陽能，取之不盡用之不竭。所以這種「大氣取熱式熱泵熱水器」也是太陽能應用的一種，稱它為「太陽能熱泵」也可以。

2.熱泵機的種類及特性(如圖 7.5-4 所示)

熱泵機可分二大類為：

(1)空氣對水熱泵機(air to water)

其熱源是取自於空氣中的熱，熱能被冷媒吸取後，原有悶濕空氣即變成乾冷之空氣，即是我們日常生活中所稱的冷氣，所吸取的熱能經壓縮機傳輸轉換成中溫熱水，即成熱泵熱水此謂空氣對水。

(2)水對水熱泵機(water to water)

其熱源取自於大自然的水(自來水、海水、山水、溪水、地下水井水、工業排放水皆是)，大自然的水資源熱能被吸取後，原常溫的水即變成 7℃~12℃的冰水，原有被吸收的熱能經壓縮機傳輸轉換成中溫熱水，即成熱泵熱水此謂水對水。

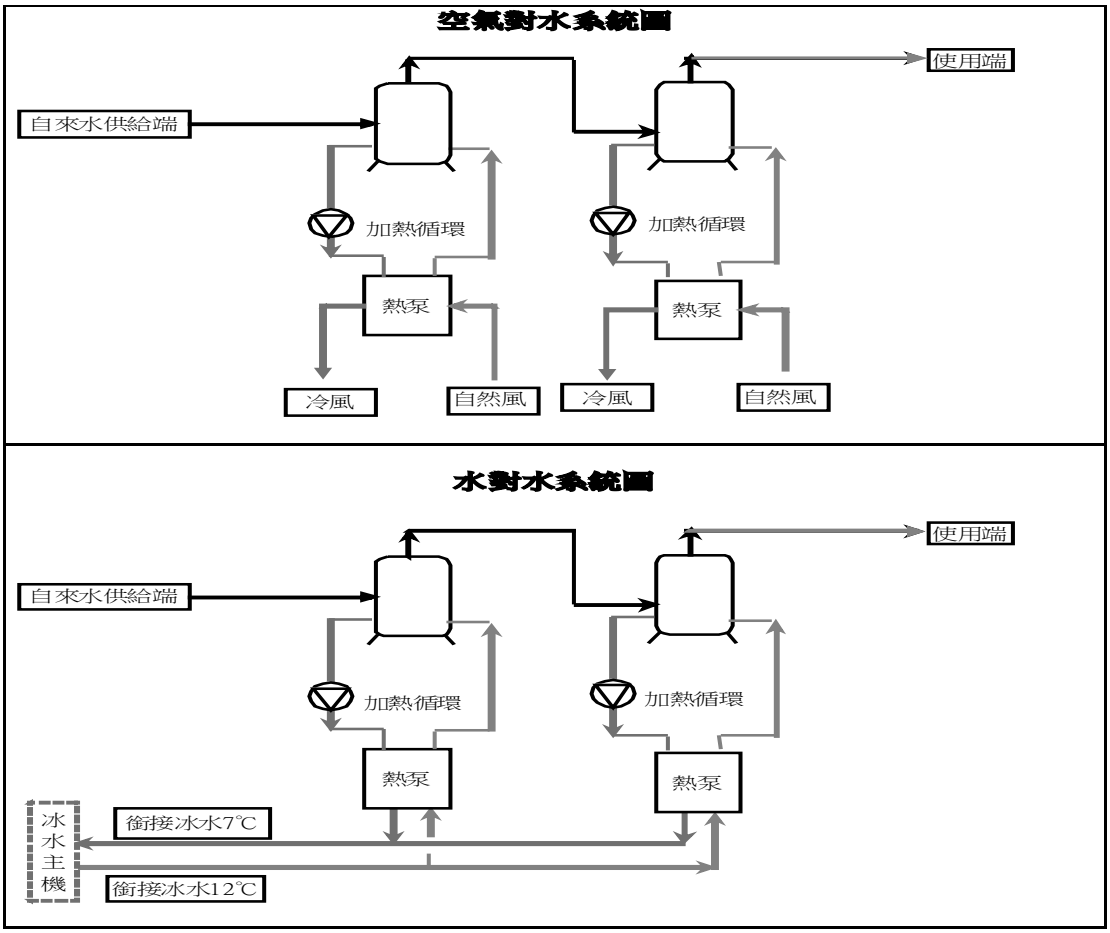


圖 7.5-4 熱泵系統循環示意圖

3.熱泵熱水器之優點

根據台灣大學新能源中心數年前曾協助國內一家業者開發了一台家用型的熱泵熱水器，可以置於室外，自大氣擷取熱能。

此台熱泵熱水器的性能測試結果，在氣溫 25℃時，COP (熱水吸熱量/耗電量)可達 2.6，與電熱水器比較相當於可以減少約 65%耗電(假設電熱水器效率 90%)。與瓦斯熱水器比較時，將耗能全轉換成初級能源，較易得知能源節約效果。COP 為 2.6，表示每輸入 1kW 電能，熱水可以獲得 2.6 kW 之加熱量。以瓦斯熱水器而言，熱水欲獲得 2.6kW 之加熱量，瓦斯之燃燒熱為 3.25kW(假設能源效率 80%)，而發電 1kW 時，發電廠必須燃燒能源 2.8 kW(台電電網發電效率 0.36)，因此，熱泵熱水器比瓦斯或燃油式熱水器可以節省 16%的初級能源。也就是說，使用熱泵熱水器確實可以節約巨大能源，尤其是與電熱器相較(省 65%)。如果熱泵熱水器的 COP 可以提高至 3.0 以上(較大型機組)，則可以比瓦斯熱水器節省 25%以上的能源。

世界許多國家建議使用熱泵來代替其他加熱設備，除了減少 CO2 的排放量、也可減少產生廢熱和其他天然能源的使用外；其他優點列舉如下：

(1)安全－無燃燒，不產生廢氣造成二次污染、免除其他鍋爐熱水器爆炸之危險性、無瓦斯中毒、無觸電。

(2)省錢－耗電量小、節省 3/4 的電熱費、節省 2/3 的瓦斯費、節省 1/2 鍋爐費(省錢部份不含例如鍋爐設備之清除油漬污垢保養費、鍋爐技士人事費、危險性等)

(3)環保－只利用大自然中之熱能(廢熱氣、熱空氣、水熱)、無燃燒，不產生二氧化碳污染空氣、不排廢熱氣，減少溫室效應防止地球老化。

(4)多功能－製熱水之同時能提供冷氣、除濕、空氣之濾清。

(5)方便－安裝方便可利用原有系統節省經費、全自動控制，只操作本系統之開或關即可，非常省時方便。

(6)高科技－採用先進技術、低操音高功能設計，能源之轉換氣溫只要高於 5℃就能製造熱水，製熱效率比柴油燃燒系統高 2 倍以上、比瓦斯加熱系統高 3 倍以上、比電熱加熱系統高 4 倍以上。

4.熱泵主機解剖圖

熱泵主機其結構類似空調主機主要由壓縮機、蒸發器、受液器、除霜控制、乾燥過濾器、冷凝器、積液器、箱體、自動控制組成。

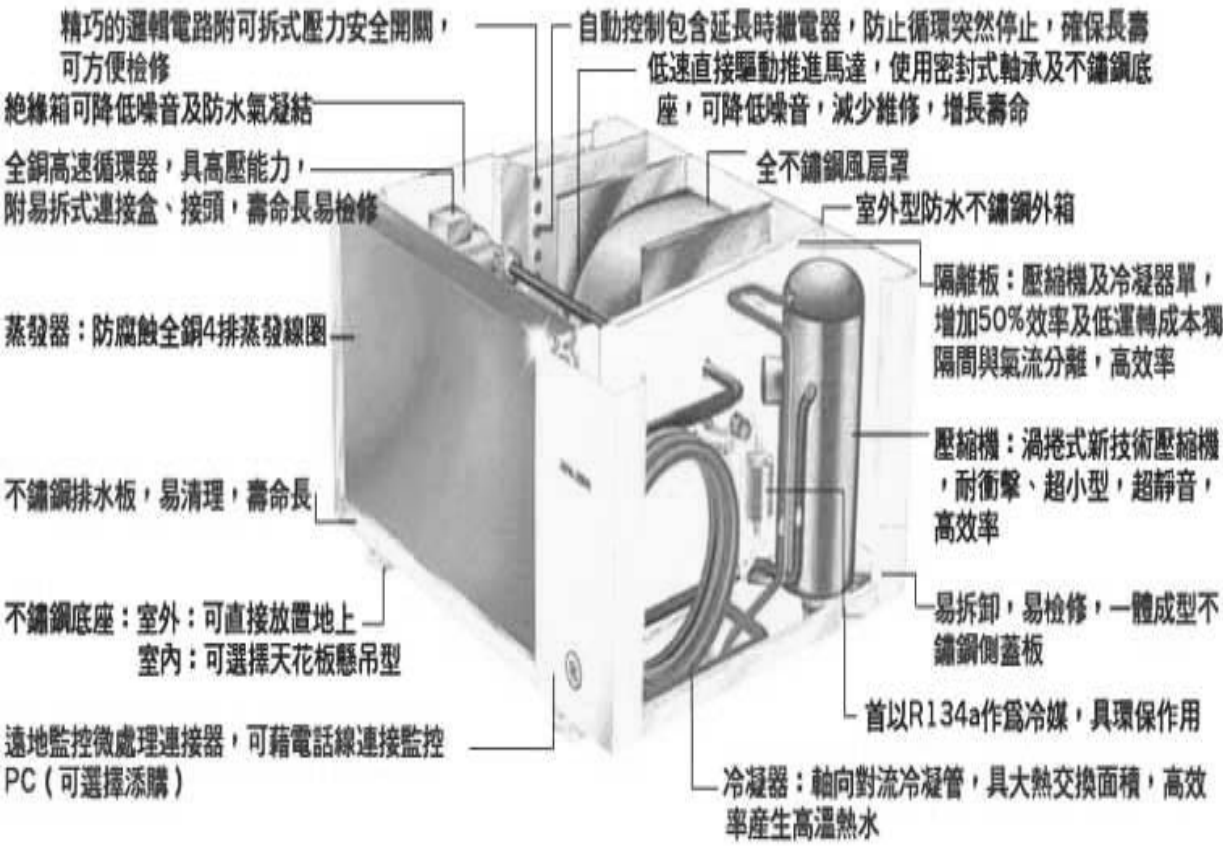


圖 7.5-5 熱泵主機解剖圖

5.熱泵熱水器主要配件圖

熱泵熱水器主要配件主要由壓縮機、蒸發器、受液器、除霜控制、乾燥過濾器、冷凝器、積液器、加上熱水儲槽組成。

熱泵熱水器配件

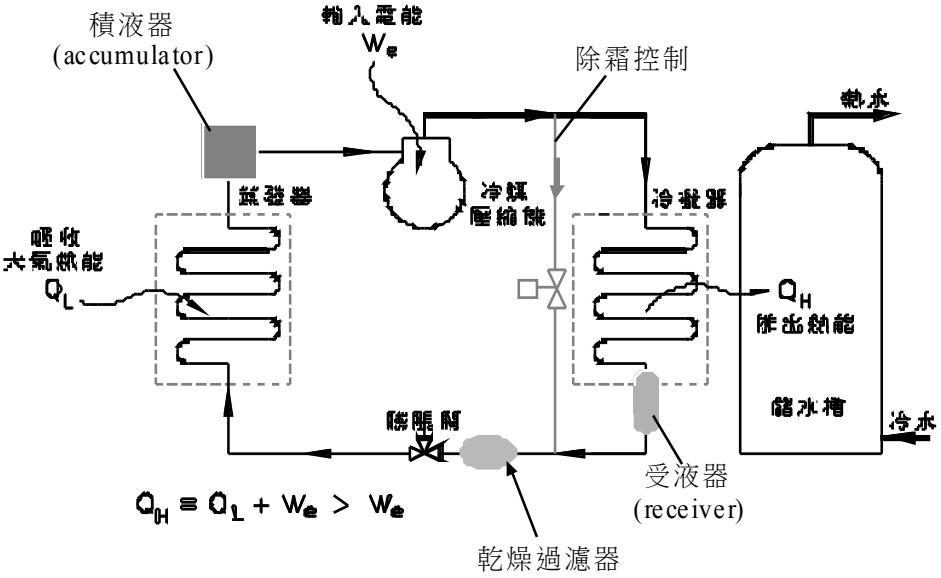


圖 7.5-6 熱泵熱水器主要配件圖

(四)熱泵系統設計

1.系統設計要領

(1) 系統設計是熱泵熱水器之架構命脈；系統之安裝必須要擁有優良品質的熱泵機組、豐富施工經驗及正確優秀的設計技術水準才能將熱泵之優點效能發揮至儘善儘美，否則其效果能力多少會受到打折。

(2) 系統之設計首先必須詳細考量使用者之需求，才能做完善之設計：

A.整套設備：採熱泵或和原系統做結合?

B.取熱來源：水或是空氣?是否有擷取現有之廢氣熱、水熱?來改善現有之周遭環境。

C.熱水需求量：以冬季需求量較多為準，選用適當機型及數量。

D.設置場所、地點：取熱及排冷是否容易?是否平衡?保溫桶之噸數、數量是否影響建築結構 ?地下室或頂樓或一樓地面?壓差如何?施工有否障礙?施工安全性?

E.水質：不同地區會產生不同之水質，而不良的水質容易產生水垢，會影響系統之製熱效能，水份之石灰質超過限度時，需考慮加裝水質處理裝置。

F. 運轉時段之設定：熱泵機可依對象之需要時段而設定運轉時間，因此必需瞭解其使用時段，而系統運轉儘量設定在離峰時段。因其用電高壓流動電費為夏月尖峰 1.96 元/度，非夏月尖峰 1.89 元/度，夏月離峰 0.77 元/度，非夏月離峰 0.71 元/度，以夏月尖峰與離峰相比，兩時段相差 1.19 元/度，節省約 60%。

G.排冷利用：可利用於機房、冷凍空調之吸風端或其他需要改善溫度之處，徹底使用廢冷以達雙方節約能源及環境保護。

(五)熱泵系統設計案例

1.學生宿舍(表 7.5-1)

宿舍設計實例

電熱水器與熱泵運轉電費計算					
以冬季狀況計算			加熱始溫	15 ℃	
			加熱終溫	55 ℃	
平均用水量	人數	總用水量/天	加溫溫度	BTU/D	BTU/H
40	660	26,400	40	4,190,525	174,605
AW90系統規格					
製熱量		99,500 BTU		冷媒	R134a
製冷量		79,600 BTU		電壓	19~22A(380)
壓縮機最大功率		8.5KW		風量	2,750 CFM
檢驗					
達到需求用水量之計算			運轉15時		
1.回復率(L)		28,208	ok		
2.BTU產值計算		4,477,500	ok		
熱泵系統電費計算					
AW90運轉功率	8.5	運作時間(H)	15時	一度電(元)	2.60
				金額(元/年)	223,382
				金額(元/30日)	27,923
電熱水器費用計算(現有)					
信義和平住宿人數		660	信義和平電費/年		453,644
比率		1.0000	平均電費(元/月)		56,706
節省金額					
依總人數之用水量，換算電熱水器及熱泵熱水器所運轉之電費。				平均金額(元/月)	56,706
				每月節省費用	28,783
				每年節省費用	345,396

1.製熱需求量：40公升*660人/天*溫升40度*3.9683BTU= 4,190,525 BTU/D
2.AW90製熱量：99,500 BTU/H
3.AW90運作時間：4,190,525 BTU/(99,500 BTU*3台)≒ 15小時
4.耗用電費： 27,923元
5.節能效率：每月節省 56,706元-27,923元= 28,783元
　　每年節省 28,783元*12月= 345,396元
6.效益評估：15年*345,396元= 5,180,940

2.醫院(表 7.5-2)

醫院設計實例

醫院基本條件										
床數	258	使用性別	綜合	熱水用水習性	集中式(1700~2200)			中央空調系統	有	
熱水使用況狀分析										
冬天模式		每人熱水需求(L)		108	進水溫度(℃)	15		熱水溫度(℃)	55	
月份	天數	熱水量	熱能量	液化瓦斯設備(D棟)		柴油設備(BC棟)		熱泵設備		
				12,000Kcal/公斤	25.0 /公斤	8,816Kcal/公升	15.0 /公升	2,950Kcal/度	2.6 /度	
(月)	(天)	(L)	(Kcal/月)	(度)	(元)	(公升)	(元)	(度)	(元)	
11月	30	835,920	33,436,800	720	**18,000**	4,077	**61,154**	11,335	**29,471**	
12月	31	863,784	34,551,360	744	**18,600**	4,213	**63,193**	11,713	**30,454**	
1月	31	863,784	34,551,360	744	**18,600**	4,213	**63,193**	11,713	**30,454**	
2月	28	780,192	31,207,680	672	**16,800**	3,805	**57,077**	10,579	**27,506**	
3月	31	863,784	34,551,360	744	**18,600**	4,213	**63,193**	11,713	**30,454**	
小計		4,207,464	168,298,560	3,624	**90,600**	20,521	**307,810**	57,053	**148,339**	
夏天模式		每人熱水需求(L)		90	進水溫度(℃)	20		熱水溫度(℃)	55	
月份	天數	熱水量	熱能量	液化瓦斯設備(D棟)		柴油設備(BC棟)		熱泵設備		
				12,000Kcal/公斤	25.0 /公斤	8,816Kcal/公升	15.0 /公升	2,950Kcal/度	2.6 /度	
(月)	(天)	(L)	(Kcal/月)	(公斤)	(元)	(公升)	(元)	(度)	(元)	
4月	30	696,600	24,381,000	525	**13,125**	2,973	**44,592**	8,265	**21,489**	
5月	31	719,820	25,193,700	543	**13,563**	3,072	**46,078**	8,541	**22,206**	
6月	30	696,600	24,381,000	525	**13,125**	2,973	**44,592**	8,265	**21,489**	
7月	31	719,820	25,193,700	543	**13,563**	3,072	**46,078**	8,541	**22,206**	
8月	31	719,820	25,193,700	543	**13,563**	3,072	**46,078**	8,541	**22,206**	
9月	30	696,600	24,381,000	525	**13,125**	2,973	**44,592**	8,265	**21,489**	
10月	31	719,820	25,193,700	543	**13,563**	3,072	**46,078**	8,541	**22,206**	
小計		4,969,080	173,917,800	3,745	**93,625**	21,206	**318,087**	58,958	**153,291**	
總計		9,176,544	342,216,360	7,369	**184,225**	41,726	**625,897**	116,012	**301,630**	
熱泵設備規格										
型號	AHP-09	台數	3	熱效能	99,500 btu/hr	冷效能	76,000 btu/hr	風量	2,750CFM	
壓縮機耗電量	8.5kw	壓縮機型式		渦捲式	箱體材質	不銹鋼	電源供應	3§380V		
計算方式	1.熱能量：258人*108公升/人*(55-15)℃*30天/月=33,436,800Kcal/月 2.瓦斯費計算：33,436,800Kcal/月*(50人/258人)÷12,000Kcal/公斤÷0.75(效率)*25.0元/公斤=18,000元/月 3.柴油費計算：33,436,800Kcal/月*(208人/258人)÷8,816Kcal/公升÷0.75(效率)*15.0元/公升=61,154元/月 4.熱泵電費計算：33,436,800Kcal/月÷2,950Kcal/度÷1.0(效率)*2.6元/度=29,471元/月									

(六)熱泵節能經濟效益

熱泵機是高效能的製熱水器，因它是以最小之電能吸取大自然的熱能，經高效能轉換放大產生熱水，依據專家學者之分析報告顯示，若採用熱泵機則全國一年的使用電量，可省下一座核能發電廠所提供之電量，數目相當龐大。其製熱費用與其他製熱水系統計算比較如下：(見表 7.5-3、表 7.5-4 及圖 7.5-7、圖 7.5-8 所示)

1.不同熱源產生熱水之成本比較

表 7.5-3 各種熱水器之單位能源熱量能力

電熱水器	熱值	860 仟卡/度	熱效率 90%	＝	744 仟卡/度
液化瓦斯熱水器	熱值	12,000 仟卡/公斤	燃燒效率 75%	＝	9,000 仟卡/公斤
柴油鍋爐熱水器	熱值	8,816 仟卡/公升	燃燒效率 75%	＝	6,612 仟卡/公升
天然瓦斯熱水器	熱值	8,942 仟卡/度	燃燒效率 75%	＝	6,707 仟卡/度
熱泵熱水器	熱值	860 仟卡/度	熱放大係數 260 % (COP)	＝	2,236 仟卡/度
大熱泵熱水器	熱值	860 仟卡/度	熱放大係數 360 % (COP)	＝	3,096 仟卡/度

表 7.5-4 各種熱源燃料費

（1,000 公升冷水由 21℃加熱至 58℃成為熱水，需要 3,700 仟卡）

能源設備種類	熱量需求	單位能量之產熱		耗能		能源單價		能源費用
電熱水器	37,000 仟卡÷	744 仟卡/度	＝	47.8 度	×	2.89 元/度	＝	138 元
液化瓦斯熱水器	37,000 仟卡÷	9,000 仟卡/kg	＝	4.11 kg	×	40 元/公斤	＝	164.4 元
柴油鍋爐熱水器	37,000 仟卡÷	6,612 仟卡/公升	＝	5.6 公升	×	23.9 元/公升	＝	133.8 元
天然瓦斯熱水器	37,000 仟卡÷	6,707 仟卡/度	＝	5.52 度	×	19.1 元/度	＝	105.4 元
熱泵熱水器	37,000 仟卡÷	2,236 仟卡/度	＝	16.55 度	×	2.89 元/度	＝	48 元
大熱泵熱水器	37,000 仟卡÷	3,096 仟卡/度	＝	11.95 度	×	2.89 元/度	＝	34.5 元

說明：表列能源單價以 103.12 月為基準。

A.熱泵熱水器比電熱水器節省 65% 電費。

B.熱泵熱水器比液化瓦斯熱水器節省 70% 瓦斯費用。

C.熱泵熱水器比柴油鍋爐熱水器節省 64% 油料費用。

D.熱泵熱水器比瓦斯熱水器節省 54% 瓦斯費用。

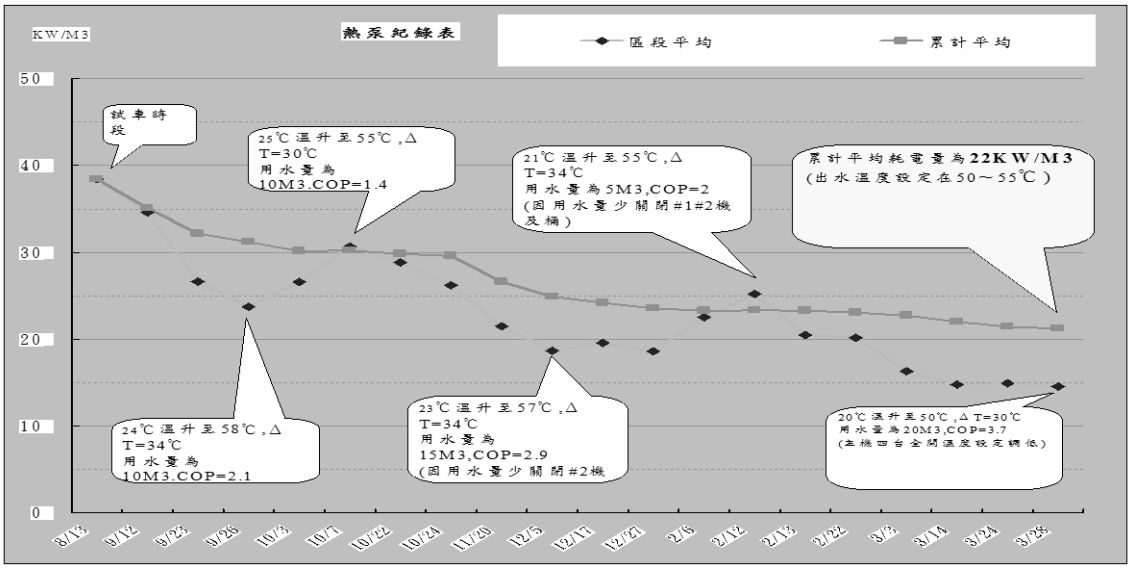


圖 7.5-7 宿舍實際比較表

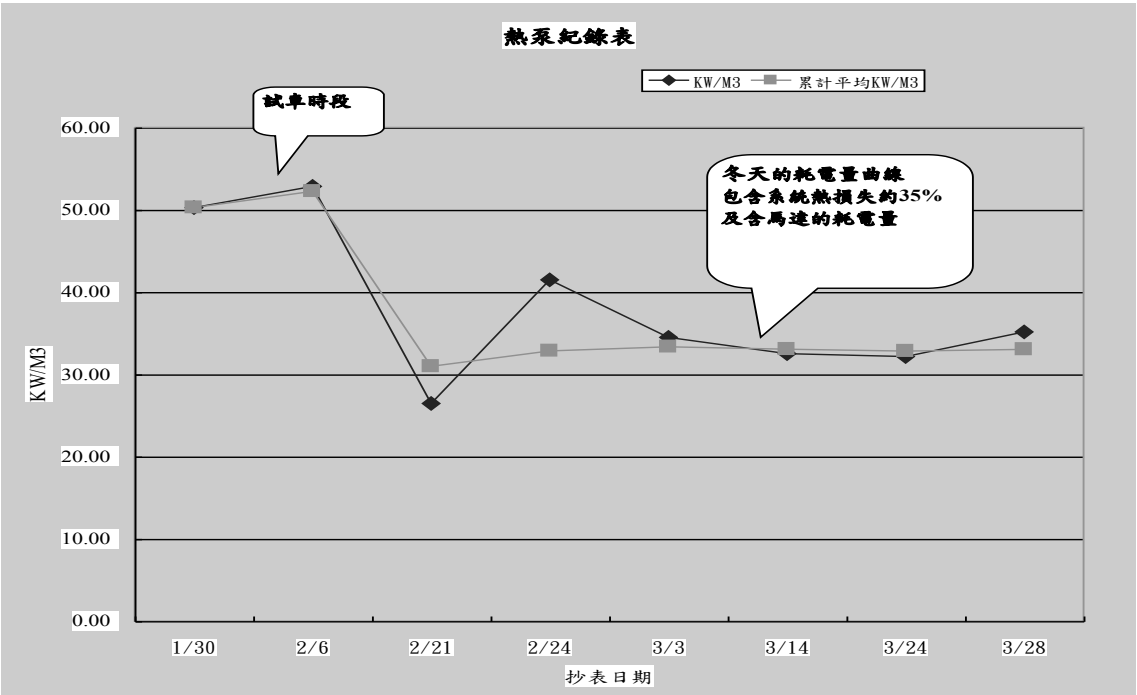


圖 7.5-8 醫院實際比較表

(七)熱泵應用概況

熱泵除了可以獨立提供整套系統熱能外，尚可結合現有之設備做節能改善。諸如結合太陽能熱水器、柴油鍋爐、液化瓦斯、天然瓦斯鍋爐、電熱器熱水器等，施工簡易又快捷、使用方便又安全。

地球外表的大氣層會吸收太陽能，加上溫室效應，使得大氣層形同一個巨大的太陽能儲存庫(「大氣熱能庫」)，而我國位處亞熱帶地區，終年暖和，大氣熱能資源極為豐富，是間接擷取太陽能之最佳地點。熱泵的應用可以節省鉅量能源，使用上不受日夜與天候的影響。如採多功能設計(熱水、冷氣、除濕)，節省的能源更為可觀，是值得大力推廣的綠色用品。

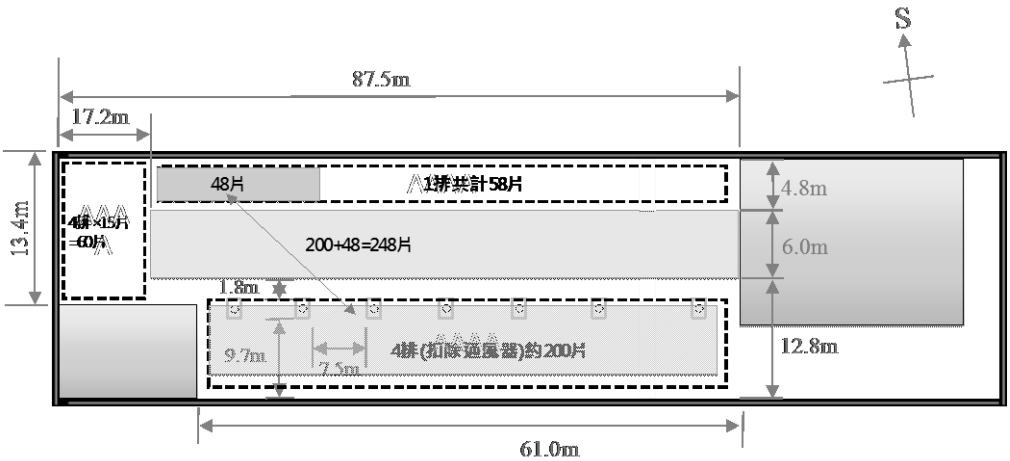
1.熱泵結合太陽能熱水設備之經濟效益評估案例：

(1) 以某醫院宿舍一年**熱泵**平均產出熱值做為設置基準評估如下：

540,949,374 kcal /365 天 =1,482,054 kcal/日

每片太陽能板產生熱水量 150 公升，實際尺寸 1.91m^2

(65℃－25℃)×150 公升/片＝6000Kcal/片



(2) 一年平均熱值之回收年限

面積為 248 片×1.91m2＝473.68m2**(以成本 1.1 萬/m2，補助款 0.225 萬/m2 估算)** 工程費用：**414.47 萬**（473.68×(1.1-0.225)

（參考成大研究發展基金會提供）一年節約用電：202,580 度 **(上述熱泵之年平均用電數)**

陰雨天須使用電：202,580 度×(65/365)=36,076 度

A.太陽能產生熱能節省費用：**(一年日照天數約 300 天)**

(202,580-36,076) ×3 元/度= **499,512** 元

B.扣除熱泵冷能費用(因太陽能造熱時，無法造冷)

(342,862,598/365 天)×300 天/3,024kcal/RT×0.8kw/RT×3 元/kWh= **223,655** 元

※回收年限 414.47 萬/(499,412 元-223,655 元) = 15.03 年

(3) 太陽能熱水器現階段回收年限高達 15.03 年，未符合 5 年內回收之投資效益，但太陽能板價格逐步下跌，或電價有調整時宜作相關評估。

(4) 若以單身宿舍年平均年熱值 540,949,374 kcal 為基準，評估四種系統運轉效益如下表：

項目＼種類		重油熱水鍋爐 **方案一**	熱泵 **方案二**	太陽能+電能加熱器 **方案三**	太陽能50%+熱泵50% 方案四
1	初置成本	300萬	600萬	461.84萬+92萬【取設備費用20%】=554萬	507.3萬 【207.3萬+300萬】
2	維修費用	18萬【取設備費用6%】	12萬【取設備費用2%】	11萬【取設備費用2%】	10萬【取設備費用2%】
3	運轉成本	1,177,692元 （註1）	607,740元 （註2）	348,036元 （註4）	309,865元 （註5）
4	節省冷氣費	0	-272,114元(註3)	0	-136,057元(註5)
	年運轉費用合計 (2)+(3)+(4)	1,357,692元	455,626元	458,036元	273,808元
	回收年限 （與重油比）		**3.33年** **(600-300)萬/(135.8萬-45.6萬)=3.33年**	**2.82年** **(554-300)萬/(135.8萬-45.8萬)=2.82年**	**2.13年** **(507.3-300)萬/(135.8萬-27.4萬)=1.93年**

A.重油運轉成本 540,949,374kcal/9600kcal/L ×20.9 元/L= **1,177,692** 元

B.熱泵運轉成本 540,949,374kcal/860kcal/3.45(COP)/0.9(效率)×3 元=**607,740** 元

C. 熱泵節省冷氣費用 342,862,598kcal/3,024kcal/RT×0.8kw/RT×3 元/kw =**272,114** 元

D. 太陽能+電能加熱器運轉成本 540,949,374kcal×(65 天/365 天)/860kcal×3 元=336,047 元+循環泵浦電費 11,989 元 = **348,036** 元。

E. 太陽能 50%+熱泵 50%運轉成本 540,949,374kcal×50%/365 天 /6000Kcal/ 片 =124 片，面積為 124 片 ×1.91m^2 ＝ 236.84m^2(以成本 1.1 萬/m^2，補助款 0.225 萬/m^2 估算)工程費用為 207.3 萬。

熱泵運轉成本

-540,949,374kcal× 50%/860kcal/3.45(COP)/0.9(效率)×3 元(電價)

= 303,870 元+(循環泵浦電費 11,989 元/2)= 309,865 元

熱泵節省冷氣費用

342,862,598kcal×50%/3,024kcal/RT×0.8kw/RT×3 元

/kw=136,057 元

(5)由上述分析可知，四種加熱方式

A.方案一重油鍋爐年運轉費用最高(受油價起浮影響)。

B.方案二熱泵及方案三(太陽能+電能加熱器)相當。

C.方案四取自然熱源(太陽能+熱泵)最低，若與方案一(重油鍋爐)做回收年限比較亦屬最短，故最符合經濟效益。

新建醫院或熱水用量大之建物當列入設計時評估採行。

歐美日等先進國家早在二十年前便已開始推廣使用熱泵，然而這些國家大多位於寒帶地區，大氣熱能資源並不豐富，因此普及率並不高。只有少數地區如夏威夷、佛羅里達州等，由

於地理環境優越(濕、熱)，熱泵使用便非常普遍，夏威夷觀光飯店大多(約八成)採用熱泵來供應熱水(大型熱泵系統)，電力公司甚至補助用戶購置。國內也有數家廠商自國外引進大型熱泵系統，主要用於溫水游泳池、飯店、宿舍、餐廳等處所，採用者大多非常滿意(省能、安全、乾淨、自動化操作)。唯因熱泵之觀念近來因應能源上漲，才獲得大力推廣尚未能普及。目前國內醫院採用熱泵熱水器系統者有慈濟醫院等多家。其主要運用於病房沐浴用、員工宿舍熱水上。

7.6. 結論

節約能源工作涉及層面廣泛，而醫院設備耗能情況又各有不同，因此選擇其中較適合本身工廠的項目來著手進行檢討改善，會較為實際而可行，另外，加強操作管理和設備維護也可達到節約能源的目的。

當然，節約能源的工作除了節省以外，我們還要看是否能有效的利用能源，或是提高能源生產力，以達到節省成本之經濟效益和兼顧抑制 CO_2 排放的環保利益。

7.7. 參考資料

1.台灣大學機械系教授黃秉鈞教授：新能源中心主持人報告內容。

2.台北科大黃克修碩士論文：商業建築混元型空調系統應用研究。

3.中技社節能中心郭華生組長：國內商業部門熱泵市場與節能潛力。

捌、醫療儀器節能

在醫院眾多硬體設備節能措施中，醫療儀器因種類繁多且雜，節能措施較不如醫院照明與空調設備等等具有全面性與系統性的改善成效。醫療儀器節能主要以下列方向思考：

區分項目	儀器種類
大型設備	數位 X 光機、電腦斷層掃描儀
耗能性設備	超音波掃描儀、雷射治療儀、手術用頭燈
發熱式設備	恆溫水槽、各式加熱器
集中區域設備	洗腎機、牙科治療椅

現況醫療儀器節能是較具困難性且改善成效較低，主因是醫療儀器用電設計不容許變更；因此在不變更原廠用電設計原則下，且不影響臨床醫療情況下達到醫療儀器節能，避免不需要的能源浪費。某醫院醫療儀器節能方案與原則制定如下：

[1]採購新儀器時優先採購具節能功能或低耗能儀器。

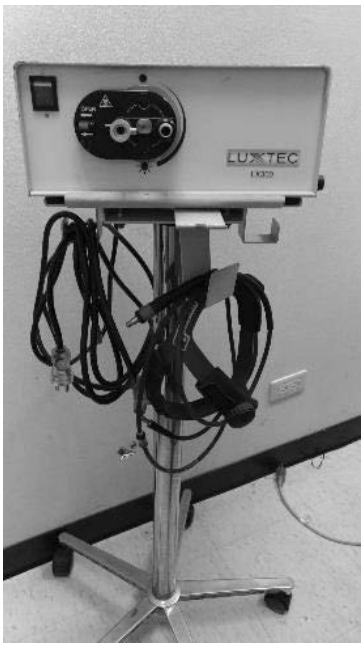
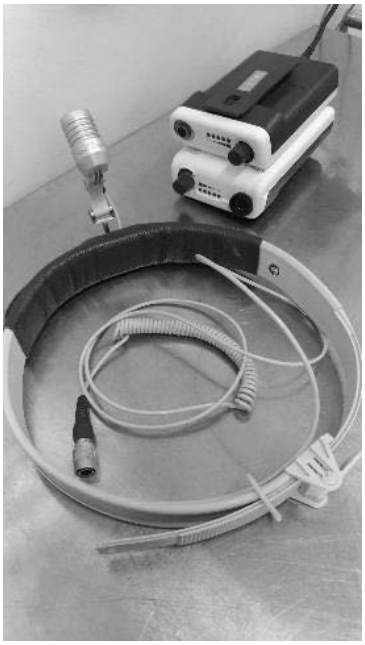
[2]檢討使用中儀器耗能情形，汰換高耗能儀器。

[3]對已購入使用中之儀器，改變儀器使用方式，減少待機時間。

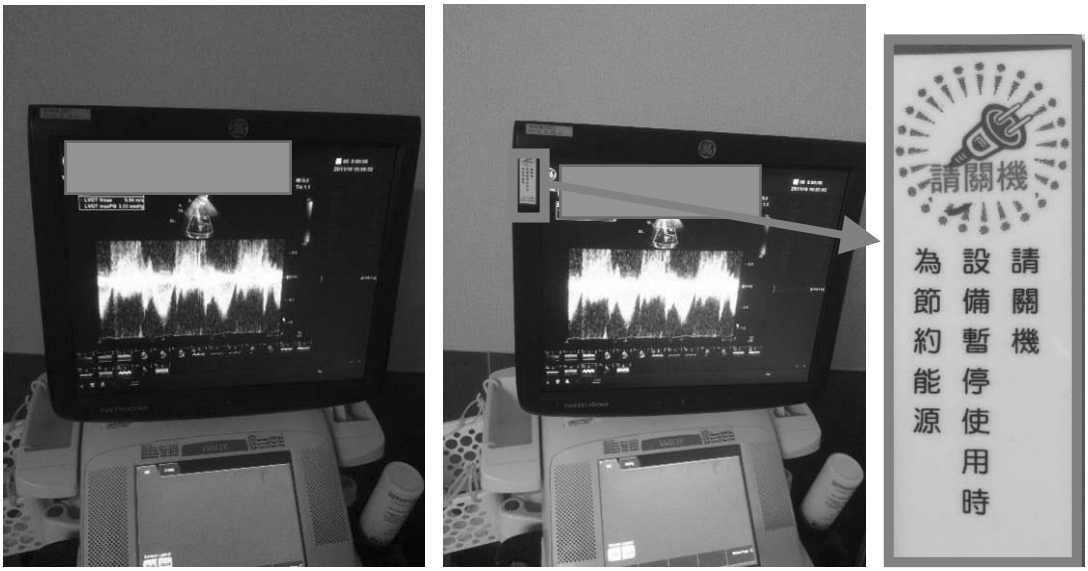
[4]進行儀器改善，降低能源浪費。

某醫院針對上述方案實際執行節能成效如下：

醫療儀器節約能源措施案例(一)

節能措施分類	[1]採購新儀器時優先採購具節能功能或低耗能儀器 [2]檢討使用中儀器耗能情形，汰換高耗能儀器
改善措施	汰換高耗能儀器，並優先採購具節能功能或低耗能儀器。
改善前	舊式氙氣式手術用頭燈，其燈源為氙氣燈消耗功率300W，加其電源供應器計算整機消耗功率達 450W。
改善後	新式 LED 手術用頭燈，光源採節能 LED 燈泡，低消耗輸出功率約 50W。
節能成效	新舊機型功率相差約 400W/小時，一天使用 6 小時計算，可節電約 2400W，如有多台計算，節能更多。  改善前：高耗能氙氣頭燈  改善後：LED 節能頭燈

醫療儀器節約能源措施案例(二)

節能措施分類	[3]對已購入使用中之儀器，改變儀器使用方式，減少待機時間
改善措施	節能貼紙標示提醒醫療服務人員
改善前	儀器上無提醒使用者節約用電警語標示。
改善後	儀器醒目處張貼節約用電標誌。
節能成效	可減少午休時待機耗能。節能成效與廠牌機型別設計有關。  改善前：無節約能源標示 改善後：具有節約能源標示

醫療儀器節約能源措施案例(三)

節能措施分類	[4]進行儀器改善，降低能源浪費
改善措施	恆溫水槽加裝上蓋
改善前	恆溫水槽無上蓋設計，導致加熱及保溫階段大量熱能被環境溫度吸收，損失電能也增加房間空調的電能浪費。
改善後	每台加裝不鏽鋼上蓋，加熱及保溫階段均密閉，保溫階段較持久，減少熱能損耗。
節能成效	增加上蓋後形成一密閉加熱環境，加熱及保溫階段均能減少熱能被環境溫度吸收，降低電能損失，也會減少器械包布等的棉絮及灰塵污染水槽，減少清潔水槽時間。 改善前：恆溫水槽無上蓋 改善後：加裝不鏽鋼上蓋

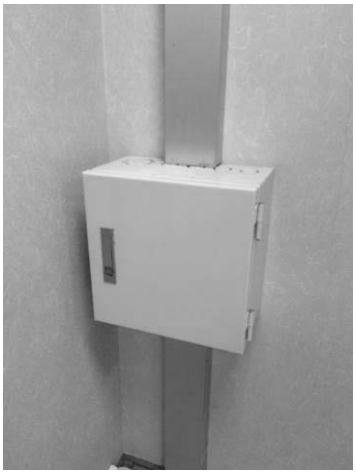
醫療儀器節約能源措施案例(四)

節能措施分類	[4]進行儀器改善，降低能源浪費
改善措施	數位 X 光機關機節能改善
改善前	原廠電路設計，電源由配電盤直接接至主機變壓器 1 次側，面板開關位於變壓器 2 次側之後，故面板關機後仍有微量電流流通，儀器仍處於耗能狀況〈0.8 A 約 609.66w〉。
改善後	於臨近控制面板附近牆壁或配電盤箱增設 1 只主開關，方便操作員關閉面板開關後將主開關關閉，完全關閉電源。
節能成效	每台每年預估可減少電費約 5,234 元，以離峰電價=1.29 元/KWH 計算。 改善後：變壓器 1 次側斷電開關

醫療儀器節約能源措施案例(五)

節能措施分類	[4]進行儀器改善，降低能源浪費
改善措施	水冷式電腦斷層掃描儀冰水系統加裝計時器(Timer)改善
改善前	水冷式電腦斷層掃描儀原外部循環冰水系統 24 小時運轉，部分 CT 僅上班時段開機，下班時段無使用無再產生熱量。
改善後	原冰水主機控制盤加裝手動/自動切換開關與計時控制器，設定每周一至週五自動運轉時間為 07:30~20:00，週六為 0730~1600，周日停止運轉，若有急件則以手動開機運轉。
節能成效	本案須經工務部門協助改善，依工務部門規劃每年可節電 39,260 KWH。 改善後: 冰水系統具有計時開關功能，緊急時能以手動開啟。

醫療儀器節約能源措施案例(六)

節能措施分類	[4]進行儀器改善，降低能源浪費
改善措施	電源控制箱改採為按鈕式 ON/OFF 開關機。
改善前	電源控制箱原為內部 BREAKER 切換，使用者下班較不會切斷總電源
改善後	電源控制箱改為按鈕式 ON/OFF 開關機，使用者上下班直接按壓切換狀態，減少醫療儀器為待機狀態耗電。
節能成效	按鈕式 ON/OFF 開關機，可直接切斷儀器電源輸入，改善醫療儀器待機狀態耗電。(現正改善進行中)  改善前：內部 BREAKER 斷電 改善後：按鈕式 ON/OFF 開關機

玖、醫院節約能源措施案例介紹

101 年至 105 年能源查核及節能診斷國內 210 家醫院，各醫院在電力、照明、空調、鍋爐系統可行之節約能源措施共 52 項，節約能源潛力約 2~32%，平均約 12%，此表已具體勾劃出各級醫院未來節能改善方向，可供同業參考，整理如下表 9-1 五十二項國內醫院節約能源措施案例，逐一舉案例如編號 1~52 說明如後。

表 9-1 醫院可行的省能改善提案

系統設備	節能編碼	內定建議	出現次數	出現頻率(%)
電力系統	10101	訂定合理契約容量	15	38%
電力系統	10102	選定時間電價計價方式	1	3%
電力系統	10105	儲冰式空調系統之電費優惠	1	3%
電力系統	10201	採用需量控制系統	6	15%
電力系統	10401	提高功率因數	14	36%
電力系統	10406	控制變壓器室內冷卻風扇運轉	1	3%
電力系統	10651	建立監控系統合理化	3	8%
照明系統	10802	調整照度標準合理化	1	3%
照明系統	10803	使用高效率燈具	3	8%
照明系統	10804	選用高效率光源	2	5%
照明系統	10806	採行減光措施	1	3%
照明系統	10808	使用自動點滅裝置及控制系統	1	3%
照明系統	10810	照明點燈時間管理	1	3%
照明系統	10814	採用電子式安定器	15	38%
空調系統	30113	降低主機耗電率	1	3%
空調系統	30157	主機台數控制	1	3%
空調系統	30159	清洗冷凝器	1	3%
空調系統	30160	改為中央空調系統	1	3%
空調系統	30161	更換或增設主機	1	3%
空調系統	30201	選用於最佳操作點之泵,以提高效率	2	5%
空調系統	30202	汰換低效率泵浦	1	3%
空調系統	30208	泵加裝變頻器	18	46%
空調系統	30211	泵浦運轉之合理化	1	3%
空調系統	30301	改善冷卻水質	1	3%
空調系統	30350	改善散熱片結垢，青苔滋生，水盤盤底積存污泥	2	5%
空調系統	30358	風車加裝變頻器	4	10%
空調系統	30360	更換冷卻水塔	1	3%
空調系統	30402	調整冷房溫度	1	3%
空調系統	30407	裝設溫控設備	1	3%
空調系統	30412	空調箱合理化運轉	1	3%
空調系統	30416	小型冷風機加裝VAV無段變風量室內控溫氣	1	3%
空調系統	30451	改善空氣側循環	1	3%
空調系統	30462	特殊區域設置獨立空調系統	1	3%
空調系統	30606	控制機房溫度	1	3%
空調系統	30702	恢復儲冰系統運轉功能	1	3%
鍋爐系統	20301	調降熱水儲槽加熱溫度節約熱能	1	3%
鍋爐系統	50202	管線保溫	1	3%
鍋爐系統	20101	降低空氣使用量使排氣含氧量降至5%以下	3	8%
鍋爐系統	20112	重置高效率鍋爐汰換老舊鍋爐	3	8%

醫院節約能源措施案例

編號：01

節能措施	契約容量合理化	系統分類	電力系統
改善措施	以訂定合理契約容量值，可減少超約罰款或降低全年基本電費支出。		
改善前	貴院契約容量：5,200kW，為高壓二段式雙迴路供電用電戶，備載容量為4,400kW，因此基本電費增加 15%，目前用電已趨穩定，根據 104/1~104/12 電費單資料，尖峰用電需量為 3,728 kW ~5,552kW，全年有四個月超約。目前契約容量訂定有 kW 稍偏高，導致基本電費支出。		
改善後	1. 電價中基本電費佔每月電費支出有相當大的比例，而它和用戶每日實際用電度數毫無關連，因此如何依照本身用電情形訂定合理的契約容量，以減少基本電費及超約罰款的支出，實為降低成本最簡易可行的方法之一。 2. 經「訂定合理電力契約容量 (二段式)」；最佳契約容量值應為 5,033kW，最近一~二年用電負載無再增加，契約容量應調至 5,033 kW。		
節能成效	1.省能效益： 貴醫院將經常契約容量調降為 5,033kW，可減少基本電費支出約 9 萬元/年。 2.投資費用：向台電申請調降經常契約容量為 5,033kW，無須繳交線路補助費。 3.回收年限：立即。		

醫院節約能源措施案例

編號：02

<table>
<tr><td>節能措施</td><td>選定時間電價計價方式</td><td>系統分類</td><td>電力系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">1. 三段式時間電價僅夏月尖峰時段之電價較二段式高，其餘半尖峰時段、離峰時段及非夏月尖峰時段均較二段式時間電價便宜，各電價計價時段及電力價格請參考附件 A-3。
2. 依 105 年 4 月調整之整體電價漲幅總體而言，雖然高壓三段式時間電價夏月計費單價較二段式高，但是非夏月期間整體單價則較低，若將計價方式改為三段式時間電價，對於整體電費節省，更顯效益。</td></tr>
<tr><td>改善前</td><td colspan="3">1. 貴單位目前電費計價方式採用二段式時間電價，契約容量為 950 kW，104 年 1 月~104 年 12 月全年用電 3,476,400 kWh，全年電費 1,171 萬元，平均電價 3.37 元/kWh。
2. 依據 貴單位 104 年 1 月~104 年 12 月之用電歷史資料，將夏月二段時間電價中尖峰時段(07:30~22:30)，區分為三段式時間電價的尖峰(10:00~12:00 及 13:00~17:00)及半尖峰，若由二段式改為三段式，其尖離峰占比如附件 A-1 所示，推估平均尖峰與離峰占比約各為 56.67%與 43.33%。</td></tr>
<tr><td>改善後</td><td colspan="3">若申請更改為三段式電價計價方式，可減少流動電費支出。</td></tr>
<tr><td>節能成效</td><td colspan="3">1. 節能效益：
以 105.4.1 漲後電價，將電號之電費計價方式由二段式改成三段式時間電價，預估可節省電費支出合計約 26.4 萬元/年。
2. 投資費用：無。
3. 回收年限：立即。</td></tr>
</table>

醫院節約能源措施案例

編號：03

<table>
<tr><td>節能
措施</td><td>儲冰式空調系統之電費優惠</td><td>系統
分類</td><td>電力系統</td></tr>
<tr><td>改善
措施</td><td colspan="3">台電申請優惠之規定，採用儲冰式空調系統之可享離峰電費 75 折之優惠。</td></tr>
<tr><td>改
善
前</td><td colspan="3">目前 貴院採儲冰式空調系統，並設有一個空調分表，因當初設立申請用電時並未考慮到儲冰式空調系統之電費優惠，因此 CAM 表下僅有三台冰水主機、空壓機及廢水處理設備，不符台電申請優惠之規定，以致無法享有台電儲冰式空調系統之離峰電費 75 折之優惠。
註：0.73 元/kWH×0.75＝0.5475 元/kWH</td></tr>
<tr><td>改
善
後</td><td colspan="3">1. 將現有之空調分表下之空調設備保留(三台冰水主機)，並剔除其他動力用電，所牽涉層面較小，且所需費用也較少，應屬可行。
2. 經移除非空調設備後，並向台電申請儲冰式空調系統之電費優惠，則可減少流動電費支出。</td></tr>
<tr><td>節
能
成
效</td><td colspan="3">●省電效益：
1. 三台冰水主機夜間(22:30～07:30)製冰所需使用之離峰用電度數約：3 台×439kW/台×90%(平均負載率)×9 時/天×365 天/年＝3,893,711kWh/年。
2. 三台冰水主機夏季例假日日間(07:30～22:30)製冷所需使用之離峰用電度數約：1 台×439kW/台×50%(平均負載率)×15 時/天×30 天/年＋2 台×439kW/台×70%(平均負載率)×15 時/天×27 天/年＋3 台×439kW/台×80%(平均負載率)×15 時/天×26 天/年＝758,592kWh/年。
3. 經移除非空調設備後，並向台電申請儲冰式空調系統之電費優惠，則可減少流動電費支出約 84.9 萬元/年。
4,652,303kWh/年×(0.73-0.5475)元/kWH＝84.9 萬元/年。

●投資費用：移除非空調設備於空調分表外，並向台電申請儲冰式空調系統之電費優惠，所需費用概估約需 30 萬元。
●回收年限：0.4 年。</td></tr>
</table>

醫院節約能源措施案例

編號：04

節能措施	採用需量控制系統	系統分類	電力系統
改善措施	應加裝需量控制設備，採週期性輪流卸載方式，控制院內小型往復式多缸空調主機，避開尖峰用電時間，以減少尖峰超約罰款支出。		
改善前	1.單位使用一個高壓電號，經常契約容量為 1,430kW，由 104.04～105.03 之用電歷史資料而言，目前契約容量訂定尚合理，無須調整。 2.盤日負載曲線測試得知 貴單位之尖峰用電時間大約發生在 09:00～10:30 及 15:00～16:00，而院內小型往復式多缸空調主機台數甚多共有七台(28RT×2＋50RT×1 台＋60RT×4 台)，滿載總耗電約 346kW(實際耗電約 110kW，夏季運轉時間多為 24 小時運轉，與尖峰用電時刻重疊，產生尖峰用電，導致超約罰款支出。		
改善後	增設需量控制器後，預估控制小型往復式多缸空調主機設備，可抑制約 40kW 之尖峰用電，可減少超約罰款支出。		
節能成效	1.省電效益 增設需量控制器，預估控制小型往復式多缸空調主機設備，可抑制約 40kW 之尖峰用電，可減少超約罰款支出約 5.4 萬元/年。 159 元/kW×(40kW×2 倍＋19kW×2 倍＋21kW×3 倍)＋213 元/kW×40kW×3 倍＝5.4 萬元/年。 2.投資費用：增設簡易型需量控制設備約需 30 萬元。 3.回收年限：5.6 年。		

醫院節約能源措施案例

編號：05

節能措施	功率因數改善	系統分類	電力系統
改善措施	增加投入進相電容器量，提高功因改善可獲得增加台電功率因數折扣，減少線路功因落後損失，改善電壓供電品質。增加設備裕度效益。		
改善前	1. 依台電電價表規定，用戶每月用電之平均功率因數不及 80%時，每低於 1%，該月份電費應增加 0.1%;超過 80%時，每超過 1%，該月份電費應減少 0.1%。而超約罰款部份則不給與功因折扣。 2. 目前 貴單位契約容量平均功因約為 88%。		
改善後	1. 應量測各回路所需電容器投入量做合理適當調整。並請機電顧問保養公司，除固定投入高壓電容器外，重新調校低壓側 APFR 之設定值，並檢視其投入改善狀況，是否正常，將總盤側功因提高至 95%，而增加台電功因折扣，並減少變壓器線路損失。 2. 現場各高、低壓盤裝設之電容器應足夠應付所需。		
節能成效	1. 預期效益： 如上述建議改善，功率因數由 88%改善提高至 95%，可享有台電之功因優惠折扣及減少變壓器與線路損失 1,374 kWh/年，節省電費共約 5 萬元/年（詳如附件 A-3）。 2. 投資費用： 無。配合一次側高壓用電設備保養時，重新微調自動功因調整器設定至 95%。（若需更換自動功因調整器或電容器，則實際費用依廠商報價為準） 3. 投資回收年限：立即。 註:為確保台電供電系統之穩定，故僅建議提高功因至 95%；但若接近或超前至 100%以上則可能造成台電發電機組之異常跳脫情形產生。		

醫院節約能源措施案例

編號：06

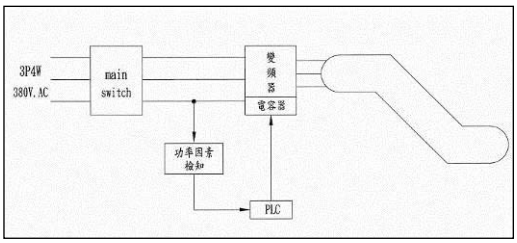
節能措施	控制變壓器室內冷卻風扇運轉	系統分類	電力系統
改善措施	建議　貴院裝置多功能時控器，於夜晚外氣低溫時或冬季低溫時停止運轉以節約電費支出。(設定 PM:700~AM:700 停機)。		
改善前	目前　貴院空調機房旁變壓器裝置 2 台 1HP 馬力送風機散熱，全年 8760 小時運轉。耗電約 1HP×2 台×0.746 kW×8760 小時×90%參差因數=11,763KWh(全年耗電) 。 11,763KWh×1.74 元/ KWh=20,467 元/年(全年電費)。		
改善後	控制變壓器室內冷卻風扇裝設多功能時控器後，約可減少 50%之風扇使用電力。		
節能成效	1.省電效益 預估裝設多功能時控器後，約可減少 50%之風扇使用電力 0.746kW×2 台×8760 小時×50%(使用率)×90%參差因數=5,881KWh/年 5,881KWh×1.74 元/ Kwh=10,232 元/年 經改善後共可節省電費支出約 1 萬元/年。 2.投資費用：300 元(時控器單價)×2 台=600 元。 3.回收年限：0.1 年。		

醫院節約能源措施案例

編號：07

節能措施	建立監控系統合理化	系統分類	電力系統
改善措施	1.補強監控點不足及校正 sensor 數據，以發揮監控系統之應有功能後，再將冰水主機、冰水泵、冷卻水泵、冷卻水塔、風車納入自動控制模式。 2.待監控系統功能恢復正常後，藉由歷史資料分析找出空調系統若干設定點之最佳值，預估可大幅降低 13.3%空調耗電。		
改善前	1.目前空調系統設有監控系統(Honeywell)，惟訪測時發現若干監控點並未正常顯示且若干顯示出的數據有相當的誤差。 2.目前冰水主機、冰水泵、冷卻水泵、冷卻水塔、風車均改以人工操作而未由監控系統控制。		
改善後	加強監控系統功能後，可節省 13.3%之空調用電量及費用。		
節能成效	1.節能效益：概估約可節省 13.3%之用電量及費用 空調費用 5399607kwh/年×節能 13.3%×1.96 元/ kwh=718147kwh/年 (140 萬元/年)。 2.投資費用：352 萬元。 3.回收年限：2 年。 352 萬元÷140 萬元/年=2.5 年		

編號：08

<table>
<tr><td>節能措施</td><td>採用速度控制器</td><td>系統分類</td><td>電力系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">晚上或星期例假日建議停止變頻器控制電扶梯運轉，由於電扶梯在全載狀態下，變頻器會造成設備耗電量增加。(註:變頻器之選用應注意其額定電流是否能匹配電扶梯最大承載重量，以防止變頻器當機，影響電扶梯運轉造成營業困擾。)
 

電扶梯變頻控制示意圖</td></tr>
<tr><td>改善前</td><td colspan="3">**一、現況說明**
1. 目前 貴單位所使用之電扶梯 30 hp×10 台。主要供應餐廳顧客上下樓層使用，全年使用時間為 1,500 小時，由於電扶梯在非假日或離峰時間乘客人潮較少，而長時間處於空轉狀態，相當浪費能源。

電扶梯之外觀
2. 電扶梯每年耗電量統計如下：
(1).用電度數：
<table>
<tr><td>設備電功率</td><td>數量</td><td>運轉時數</td><td>參差因素</td><td>耗電量</td></tr>
<tr><td>功率值</td><td>(台)</td><td>(時/年)</td><td>%</td><td>(kWh/年)</td></tr>
<tr><td>30</td><td>10</td><td>1,500</td><td>80%</td><td>360,000</td></tr>
</table>
(2).支出電費：
360,000 kWh/年×2.95 元/kWh =106.2 萬元/年。</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>改
善
後</td><td>電扶梯採用變頻控制器後，保守預估可節省 54,000kWh/年、15.9 萬元。</td></tr>
<tr><td>節
能
成
效</td><td>1. 省能效益：
預估電扶梯採用變頻控制器後，保守預估可節省 54,000kWh/年、15.9 萬元。
<table>
<tr><td>設備電功率</td><td>數量</td><td>運轉時數</td><td>參差因素</td><td>平均節省</td><td>節省用電量</td></tr>
<tr><td>功率值</td><td>(台)</td><td>(時/年)</td><td>%</td><td>%</td><td>(kWh/年)</td></tr>
<tr><td>30</td><td>10</td><td>1,500</td><td>0.8</td><td>15%</td><td>54,000</td></tr>
</table>
2. 投資費用：
推估電扶梯增設紅外線感知控制器及變頻附屬控制設備，預估投資費用約 100 萬元。
3. 回收年限：
100 萬元÷15.9 萬元/年＝6.3 年。
(實際費用以廠商報價為準，搭配政府相關節能補助措施，其回收年限可再減短。)</td></tr>
</table>

編號：09

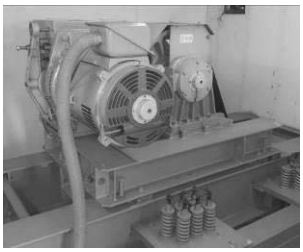
<table>
<tr><td>節能措施</td><td>加裝電力回生裝置</td><td>系統分類</td><td>電力系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">主動式電源回生系統，使用絕緣閘雙極性電晶體開關元件（IGBT）建構的電壓源轉換器之三相輸入端，串接一電感電路架構，相當於一個逆變器，不同的是其輸入為交流，輸出為直流，且因位於電源進線側，故被稱為前端。此系統的優點包括，具有可控式直流電壓、單位功因、雙向電力潮流控制、三相交流端近似弦波與低諧波失真等。另若採用永磁馬達，其體積及發熱量小，不需開啟冷氣機冷卻機房，只需小型通風機即可，可節約冷氣機耗電，節能效益將更為顯著。</td></tr>
<tr><td>改善前</td><td colspan="3">根據現場人員提供使用率高之電梯計有： 18.5kW×4 台、14kW×3 台、11.2kW×1 台及 22.4kW×3 台，全年使用時數 8,760 hr/年，耗電量約：
<table>
<tr><td>設備電功率</td><td>數量</td><td>運轉時數</td><td>使用頻率</td><td>耗電量</td></tr>
<tr><td>功率值</td><td>(台)</td><td>(時/年)</td><td>%</td><td>(kWh/年)</td></tr>
<tr><td>18.5</td><td>4</td><td>8,760</td><td>20</td><td>129,648</td></tr>
<tr><td>14</td><td>3</td><td>8,760</td><td>20</td><td>73,584</td></tr>
<tr><td>11.2</td><td>1</td><td>8,760</td><td>20</td><td>19,622</td></tr>
<tr><td>22.4</td><td>3</td><td>8,760</td><td>20</td><td>117,734</td></tr>
<tr><td colspan="4">合計用電量</td><td>340,589</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

改善後

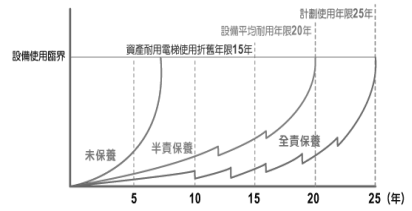
1.貴 單位電梯建議可增設電源回生控制系統，其省電效益依廠商資料顯示可達 20~40%，節能效益顯著(資料如以下圖表)。

2.下圖一為傳統動態煞車電阻裝置。一般傳統交流變頻器驅動馬達，且當運動瞬間或頻繁煞車時，直流鏈電壓會因瞬間能量回升衝擊過大而超過所設定的 DC bus 電壓準位，致使直流鏈電容燒燬。因此傳統上以並聯方式安裝高瓦數的煞車電阻，以吸收過多的回升能量。此法可解決負載能量回升的問題，但效率差且將增加硬體額外費用與空間。

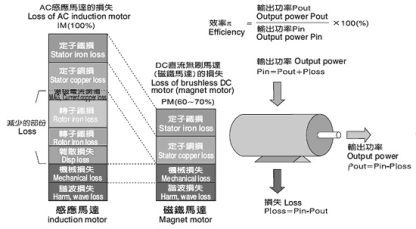
3.下圖二為主動式電源回生系統有效操作在直流鏈電壓瞬間回升衝擊，將多餘能量經切換回饋到市電端。此法不需外加煞車電阻，即可有效解決負載能量問題。



貴單位電梯設備現況

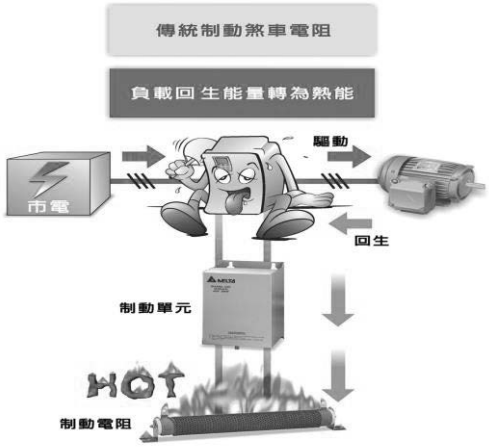


電梯使用平均壽命

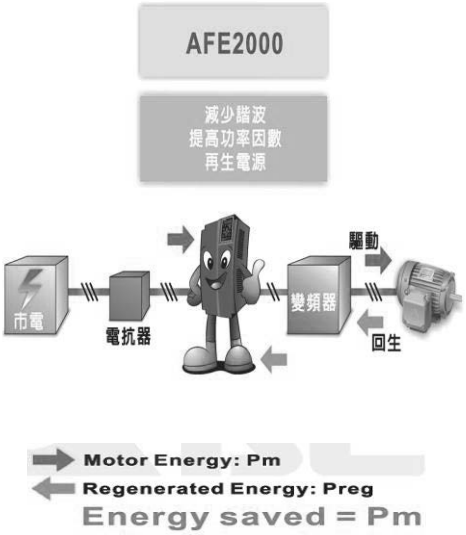


電梯馬達運轉損失比較

資料來源：電梯廠商型錄



圖一



圖二

資料來源：台達電產品型錄

註:此項產品設備應用於直結式驅動電梯其回收效益最大，其他型式之電梯效益，請另行洽詢該設備廠商。

節能成效	**1.節能效益：** (1)減少用電：340,589 kWh/年×20%(節電率)×80%(參差因數) = 54,594 kWh/年。 (2)節省電費：54,594 kWh/年×2.95 元/kWh =16.1 萬元/年。 (3)節能率：54,594 kWh/年÷340,589 kWh/年=16%。 **2.投資費用：**電梯裝設電力回生裝置推估約 120 萬元。 **(費用依廠牌不同而有所差異，實際費用請自行詢價)** **3.回收年限：1**20 萬元÷16.1 萬元/年=7.5 年。 **(搭配政府相關節能補助方案，其回收年限可再縮短)**

醫院節約能源措施案例

編號：10

節能措施	使用 LED 燈具及光源	系統分類	照明系統

改善措施

1. T8 型日光燈：

目前部份照明燈具採用 T8 各型電子式安定器日光燈,建議未來汰舊換新時可規劃更換成 LED 各型電子式日光燈，長期而言，其節省電費可抵銷初期購置之額外費用。同時，為配合提昇照明品質換裝高效率低耗能日光燈管，可大幅提升環境照明品質，減少照明用電之問題。

2.省電燈泡照明：

目前部分區域照明，部分仍採用省電燈泡，大部分均逐步汰換為 LED 燈。以目前市場上可取得的 LED 燈為比較基礎,比較相近亮度的省電燈泡與 LED 燈泡，LED 燈泡的發光效率最好，每瓦發光效率可達到 80 至 100 流明以上，省電燈泡則略為遜色，一般產品每瓦約達到 55 流明。另外壽命方面，省電燈泡可達到 5,000 小時，LED 燈泡則可高達到 30,000 小時，壽命為省電燈泡的 5 倍。

3.投射照明：

投射燈具若依照目前所使用之各型複金屬燈，此類型燈具為高耗能型式，長期使用下耗電相當可觀，光源特性效果較差且耗電，考量維修人力及更換成本，建議未來可汰舊換新方式，規劃更換各型 LED 型投射燈具，發揮高照明品質的效果，兼顧節省能源及電費的支出。

改善前

1.目前 貴單位所使用照明燈具概況，如下表所述:

型式	耗電	照明時間	型式	耗電	照明時間	型式	耗電	照明時間
日光燈具 40W×3	125	3,600	日光燈具 20W×1	25	3,600	省電燈泡 21W	21	3,600
日光燈具 40W×2	84	3,600	日光燈具 10W×1	15	3,600	複金屬燈燈 400W	400	2,000
日光燈具 40W×1	45	3,600	省電燈泡 36W	36	3,600	複金屬燈燈 250W	250	2,000
日光燈具 20W×4	84	3,600	省電燈泡 27W	27	3,600	複金屬燈燈 100W	100	2,000
日光燈具 20W×3	65	3,600	省電燈泡 26W	26	3,600	複金屬燈燈 70W	70	2,000
日光燈具 20W×2	45	3,600	省電燈泡 23W	23	3,600			

2.照明耗電量：上述照明耗電量合計 627,920 kWh/年，如附件 B-1 所示。

改善後	LED 超明亮光源，反應速度只需微秒。且較省電，耗電量更小，低電量低電流即可啟動、節能和壽命長，目前 LED 產品在品質及價格上已具競爭性，且有很多商家已採用，建議逐步汰換為 LED 燈具，大幅減少電費支出。
節能成效	**1.預期省能效益：** 參考(附件B-1)「照明測試與節約改善統計表」所示，降低尖峰用電需量約172.5kW，減少用電量約386,811 kWh/年，節省114.1萬元。 **2.投資費用：**預估經汰換為高效率燈具，估計費用約需399.7萬元。 **(實際投資費用，請依廠商報價為準)** **3.回收年限：**399.7 萬元÷114.1 萬元/年= 3.5 年。

醫院節約能源措施案例

編號：11

節能措施	調整照度標準合理化	系統分類	照明系統
改善措施	依 CNS 標準進行減光措施，可減少燈具燈管損耗、照明用電及空調負荷。		
改善前	貴院 B2F 診療室走道日光燈具以 FL20D×4 型高效率電子式安定器型 OA 嵌頂燈具為主，照明使用電壓 220V，經實測現場照度 800-900 LUX，而依 CNS 照度標準門診走道為 150-300LUX，故明顯偏高甚多。		
改善後	依 CNS 標準進行減光措施，建議在走道或非工作區域，採以跳展開燈方式，減光後之照度 150-800LUX，符合 CNS 照度標準，除此之外，可減少燈具燈管損耗、照明用電及空調負荷。		
節能成效	●省電效益 預估減光約 50 盞燈具後，共可節省電費支出約 1.5 萬元/年(1.9kW、6,043kWh/年)。 ●投資費用：無。 ●回收年限：立即。		

醫院節約能源措施案例

編號：12

<table>
<tr><td>節能
措施</td><td>採行減光措施</td><td>系統
分類</td><td>照明系統</td></tr>
<tr><td>改善
措施</td><td colspan="3">建議暫停使用高壓水銀燈，重新規劃另行安裝 40W×2 倒山型電子式安定器日光燈具取代，進行重點照明之減光措施。</td></tr>
<tr><td>改
善
前</td><td colspan="3">1. 貴院目前電氣室及空調機房都採用 250W 型高壓水銀燈約 2000 具，使用時間 8,760 H/Y。高壓水銀燈耗電：250W×2,000 支=500 kW
2. 燈具安裝位置為依建物標準設計，未依機台位置調整，導致照度被風管、水管、電線管路所遮蔽機台工作，使照度不一致。
3. 電氣室及空調機房平時門戶管制，無監視器，僅每日由保養人員 3 次抄錶及檢視，各場所所需時間不超過 1 小時。但高壓水銀燈特性不適合開開停停，故無法減少點燈時間。</td></tr>
<tr><td>改
善
後</td><td colspan="3">1. 建議暫停使用高壓水銀燈，重新規劃另行安裝 40W×2 倒山型電子式安定器日光燈具取代，進行重點照明之減光措施。
2. 應分區重新規劃部份暫停使用或修改燈具位置，並依位置照度需求調整，期使整體工作檯照度達到一致，除減少燈具數量外，並可同時維持合理照度。
3. 增設安裝 40W×2 倒山型日光燈具耗電：72W×2000 具÷1000W/kW=144kW。
4. 增設安裝紅外線感應點滅器，保養人員檢視抄錶時，自動 ON-OFF，改善後可減少短點燈時間 90%及抑低尖峰用電。
5. 平時照明可利用緊急照明回路之燈具。</td></tr>
<tr><td>節
能
成
效</td><td colspan="3">1.省能效益：
(1)減少照明用電：(500－144)kW×8,760H/年×90%×1.38 元/kWh＝387 萬元/年；2,806,704kWh/年
(2)抑低尖峰用電基本電費支出：(500 kW-144 kW)×70%參差因數=250kW，250kW×(213×4+159×8)＝53 萬元/年
(3)合計＝(387＋53)＝440 萬元/年
2.投資費用：
(1)40W×2 倒山型電子式安定器日光燈具及配線：2000 具×1500 元/具＝300 萬元
(2)紅外線感應點滅器加電磁開關，每只 3,500 元計，每只點滅 10 具日光燈計，平均約 200 只。3500 元/組=70 萬元
(3)合計投資費用＝(300＋70)＝370 萬元。
3.回收年限：370 萬元÷440 萬元=0.84 年</td></tr>
</table>

醫院節約能源措施案例

編號：13

節能措施	使用自動點滅裝置及控制系統	系統分類	照明系統
改善措施	在不影響工作人員工作安全性並兼具省能考量，採用自動點滅裝置及控制系統，控制機房燈具全開全滅，以減少燈具燈管損耗及照明用電。		
改善前	目前 貴院 B2F 空調機房及 2F 夾層 AHU 機房以 FL32D×2 型高效率電子式安定器型吊頂燈具為主，照明使用電壓 220V，為安全操作考量，採全年 8,760 小時點燈，據維修人員表示每月出入維修作業時間約 8 小時，故應有節能空間。		
改善後	在機房出入口處增設二線式照明控制器，採無線控制方式，控制機房燈具全開全滅，以減少燈具燈管損耗及照明用電。		
節能成效	1.省能效益：預估經控制改善後，可節省電費支出約 (120＋30)盞×72W/盞÷1,000W/kW×(8760-100)時/年×1.29 元/kWH＝12.1 萬元/年(93,528kWh/年)。 2.投資費用：增設二線式照明控制器，約需 20 萬元。 3.回收年限：1.6 年。 20 萬元÷12.1 萬元/年＝1.6 年		

醫院節約能源措施案例

編號：14

節能措施	照明點燈時間管理	系統分類	照明系統
改善措施	醫院病房走道有白天夜晚之分別並兼具省能考量，以減少燈具燈管損耗及照明用電。		
改善前	目前 貴院四至六樓病房走道，採 24 小時開啟 38W2D 省電燈管，經實測照度全開為 180LUX，跳盞開燈支照度為 20-120LUX，為考量護士夜晚 12:00 交接班之考量，採全年 8,760 小時點燈。而依 CNS 照度標準白天病房走道照度為 50-100LUX，深夜之病房走道為 1-2LUX，故深夜照度明顯偏高甚多。		
改善後	在深夜 24:00-02:00 護士交接班過後，應考慮在 02:00-06:00 改以壁燈照明(耗電約 40W)，照度約 20LUX，讓醫院病房走道有白天夜晚之分別並兼具省能考量，以減少燈具燈管損耗及照明用電。		
節能成效	1.省電效益： 預估經控制改善後，可節省電費支出約 1.4 萬元/年(19,019kWh/年)。 2.投資費用：無(以人工切換方式控制)。 3.回收年限：立即。		

醫院節約能源措施案例

編號：15

<table>
<tr><td>節能措施</td><td>降低主機耗電率</td><td>系統分類</td><td>空調系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">加強清洗冰水主機冷凝器銅管，降低冷凝器及蒸發器之 LMTD 值，增加主機熱交換效果，提高主機效率。</td></tr>
<tr><td>改善前</td><td colspan="3">1. 使用三台日立 200RT 螺旋式冰水機，因水質未加藥處理，且已逾一年未清洗冰水主機冷凝器銅管，以致冰水主機結垢嚴重，高壓過高經常跳機，經計算其冷凝器及蒸發器之 LMTD 值偏高如下表。主機熱交換效果不佳，效率偏低。
2. 空調機房及冷凍主機設於同機房內，由於環境空間有限，未施作通風管路，送排風量不足。室內溫度偏高至 35℃，對機器散熱有不良影響應予改善。
<table>
<tr><td>主機別</td><td>蒸發器 LMTD 值(℃)</td><td>冷凝器 LMTD 值(℃)</td></tr>
<tr><td>#1</td><td>11.8</td><td>14.6</td></tr>
<tr><td>#2</td><td>10.4</td><td>11.3</td></tr>
<tr><td>#3</td><td>11.6</td><td>11.4</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>改善後</td><td colspan="3">1. 應改善機房通風，並定期進行清洗冷凝器及蒸發器銅管，使蒸發器之 LMTD 值標準為 5.4℃，提高主機熱傳效率。</td></tr>
<tr><td>節能成效</td><td colspan="3">1. 節能效益：現有系統之每冷凍噸耗電率平均約 1.4kW/RT，系統噸數 600RT，經由冷凝器及蒸發器之清洗，預期可提高系統製冷效益 10%，節省電費 42.4 萬元/年、(67.2kW、221,894kWh/年)。
2. 投資費用：需 50 萬元。
3. 回收年限：50 萬元÷42.4 萬元/年＝1.2 年。</td></tr>
</table>

醫院節約能源措施案例

編號：16

節能措施	冰水主機台數控制	系統分類	空調系統
改善措施	配合夏季(6 月~9 月)以外的月份，以及 4 月~11 月的晚上 10:00~早上 8:00 先開一台冰水主機，視冰水溫度決定是否加開主機。		
改善前	4 月到 11 月開二台冰水主機，12 月到 3 月開一台冰水主機，冰水主機有設定運轉電流限制，一號冰水主機 80% 運轉電流限制，二號冰水主機 85% 運轉電流限制。		
改善後	1. 夏季(6 月~9 月)以外的月份，以及 4 月~11 月的晚上 10:00~早上 8:00 先開一台冰水主機，視冰水溫度決定是否加開主機。 2. 將冰水主機運轉電流限制值提高，以增加主機製冷能力，貴院冰水主機控制面板顯示的電流值較實測值高 10% ~20% ，若要以此為操作依據，最好另外加裝較準確的儀錶。 3. 增購冷卻水塔，目前冷卻水塔容量在夏季略顯不足。 此提案可節省冰水主機及附屬設備(冰水泵、冷卻水泵)耗電及節省電費。		
節能成效	1. 省電效益：此提案可節省冰水主機及附屬設備(冰水泵、冷卻水泵)耗電 97,283kWh，共節省電費 21.1 萬元/年。 2. 投資費用：加裝電力儀錶、控制設備費用共約 30 萬元。(費用依設備廠牌不同而異，實際費用請自行詢價)。 3. 回收年限：1.4 年。 30 萬元/年 21.1 萬元/年＝1.4 年		

醫院節約能源措施案例

編號：17

<table>
<tr><td>節能措施</td><td>改善冷凝器傳熱</td><td>系統分類</td><td>空調系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">1. 由於冷凝器及蒸發器 LMTD 兩者均超出標準 5.4℃，顯見熱交換效率可能不佳，因此一旦當冷媒高低壓亦超出警戒值，就必須清洗銅管。
2. 由於水質不良引起的故障大致可分為：腐蝕(冷凝器破裂)、水垢(形成高壓事故)、藻泥(微生物形成)；在水系統 pH 值上限選定是防止結垢，不在控制腐蝕，目前水路管壁可能已有水垢現象，除了阻礙熱傳導，此外也會造成水路管壁腐蝕甚至產生針孔，其中藻泥被水流帶入水路亦成為水垢，因此可依下述方法改善之：1.流洩法；2.結垢抑制法；3.加酸法；4.補給水中硬質之移除。除上述以外，另外必須定期添加殺藻劑，減少藻泥產生，避免阻塞或腐蝕管路。
3. 目前導電度值不在合理範圍內，應繼續維護水質，避免導電度升高，導電率高表示水質惡化，會有腐蝕問題產生，可能腐蝕熱交換器，堵塞水路，致冷媒壓力開關作動，此時修護將變成非常昂貴，可使用有機或無機的腐蝕抑制劑抑制。
4. 降低全硬度，減少結垢程度，有下列方法:1.定期清洗盤管;2.循環冷卻水每日每年適當排放;3.裝置自動清洗或除垢設備;4.控制水質，過濾雜質。</td></tr>
<tr><td>改善前</td><td colspan="3">1. 貴院護理之家及 1、3 病房冰水主機，分別 15RT×1 台 120RT×1 台，實測冰水入出水溫其值偏高，簡易查看冷媒低壓約 4.0 kg/cm 2 合理，但蒸發器 LMTD 高達 10.3、11.0℃；另外冷媒高壓約 12.8 kg/cm 2，冷凝器 LMTD 高達 7.8、8.6℃，均超出標準 5.4℃，顯見熱交換效率不佳，可能有水垢生成；另外檢討冷卻循環水水質 ，如下表所示，超出合理範圍。
2. 循環水：再來檢討冷卻水及冰水補充水質，如下表顯示，pH 值導電度及全硬度均高，顯示其補充水未作任何前處理，就用入冷凝器及蒸發器，影響冷卻及蒸發效果，致耗電率升高。
<table>
<tr><td>循環水</td><td>pH</td><td>導電度</td><td>全硬度</td><td>總固體量</td></tr>
<tr><td>標準值</td><td>6.5~8</td><td><800</td><td><200</td><td><300</td></tr>
<tr><td>測試值</td><td>8.8</td><td>930</td><td>456</td><td>400</td></tr>
<tr><td>效應</td><td>可能結垢</td><td>可能腐蝕</td><td>可能結垢</td><td>可能結垢</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>3. 補充水
<table><tr><td>循環水</td><td>pH</td><td>導電度</td><td>全硬度</td><td>總固體量</td></tr><tr><td>標準值</td><td>6.5~8</td><td><200</td><td><50</td><td><100</td></tr><tr><td>測試值</td><td>8.2</td><td>240</td><td>56</td><td>85</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>改善後</td><td>預估水質改善後，約可減少 12%之使用電力。</td></tr>
<tr><td>節能成效</td><td>1.省電效益：
預估水質改善後，約可減少 12%之使用電力
(120RT+15RT)×0.9Kw/RT×8760 小時×12%×60%參差因數=76,632KWh/年
(76,632 Kwh/年×1.74 元/ Kwh=133,339 元/年
2.投資費用：包括管線、設備約 42 萬元。
3.回收年限：42 萬元÷13.3 萬元/年=3.1 年。</td></tr>
</table>

醫院節約能源措施案例

編號：18

節能措施	改為中央空調系統	系統分類	空調系統
改善措施	1.將窗型及分離式冷氣機拆除，改用高效率之水冷式主機系統，節約空調用電。		
改善前	1. 大部份病房、行政辦公區室皆使用窗型或分離式冷氣機，共計 172 台。 2. 窗型冷氣機安裝位置楚處於硫磺溫區，新機使用半年計即告故障，因此平均 2 年就腐蝕而不能使用。 註：172 台約 220 噸*0.75=165 RT。		
改善後	1. 將窗型及分離式冷氣機拆除，改用水冷式主機系統，採用中央空調系統後，可省空調用電。 (1)既有冷氣系統之效率如下： ●高於 3,550Kcal/h 之窗型或分離式冷氣機能源效率比值標準 EER 為 2.07kcal/W.h(1.35kW/RT)。 ●氣冷式箱型冷氣機能源效率比值標準 EER 為 2.22kcal/W.h(1.36kW/RT)。 ●水冷式箱型冷氣機能源效率比值標準 EER 為 2.88kcal/W.h(1.05kW/RT)。 (2)若更新為中央空調系統，二台 80RT 螺旋式冰水主機，其能源效率比值標準 EER 為 3.6kcal/W.h(0.84kW/RT)。 2. 管路使用 ABS 管，冰水與冷卻水增加水處理設備，室內送風機使用耐腐蝕性的材料，可延長使用壽命。		
節能成效	1. 省能效益：採用中央空調系統後可省能 160RT×(1.32kW/RT×1.2-0.84kW/RT×1.2)×8 月/年×22 天/月×10 時/天×0.8×3.05 元/kWH＝39.2 萬元/年(128,464kWH/年、73kW)。 2. 投資費用：約需 640 萬元 (實際費用需請廠商估算) 。 3. 回收年限：16.4 年。		

醫院節約能源措施案例

編號：19

<table>
<tr><td>節能
措施</td><td>更換主機</td><td>系統
分類</td><td>空調系統</td></tr>
<tr><td>改善
措施</td><td colspan="3">1. 逐台檢討改善冰水主機之運轉效率或更換主機，節約空調用電。</td></tr>
<tr><td>改
善
前</td><td colspan="3">空調主機部分:
(1)系統使用往復式冰水主機 300 RT 共三台。
(2)冰水主機震動太大，引起 1F 門診地板可以感受頗強之震動。
(3)依主機與管路現場配置情況，該冰水主機並無台數控制。
(4)依現場量測數據，在下午空調需求量大時，該冰水主機之冰水出水溫度過高，平均達到 12C。
(5)冰水主機之回水溫度約為 15C，冰水進出溫差僅為 3C，熱交換效能差亦可能冰水流量過大。
(6)依據現場之檢測數據推算後，有以下之問題：
■冷凝溫度與壓力過高，冷凝溫度平均約為 50C 左右，高出正常運轉值約 8C。
■三台主機負載率約分別為 27%、71%、42%，偏低。
■主機之製冷量與輸入電力比值(W/W)約分別為 1.66、2.84、1.4，與典型中型 R22 往復式壓縮機之 4.5 值以上相較後，該主機之效率明顯太低。</td></tr>
<tr><td>改
善
後</td><td colspan="3">1. 冰水主機之冰水進出溫差僅為 3C，出水溫度偏高、耗電量大。應請主機供應商對主機做徹底之檢查。
2. 冰水主機之冰水進出溫差僅為 3C，亦可能為冰水流量過大，可在現場初步提整檢測。
3. 冷凝溫度與壓力過高，導致主機效率不彰。冷凝器應徹底檢修，與冷卻水管一併檢查結垢之情況，若結垢嚴重建議更換冷凝器與冷卻水管。</td></tr>
</table>

節能成效	1. 省電效益： 若能改善冰水主機之運轉效率，從每部平均製冷量與輸入電力比值(W/W)約為2，改善至約為 3 後，預計主機每部每製冷 1 RT-hr，可節省電力約 0.6 度(kW-hr)。若以主機年開機時間為 8,000hr，部分負載率約 60%估算，則三部300RT 主機一年可節省約 0.6×300×3×8,000×60%=2,592,000 度電，以台電電價估算一年約可節省 2,592,000 度×1.75 元/度= 453.6 萬元。 2. 若以主機汰換估算，300 RT×3 部往復式主機約 540 萬元，汰換與安裝工程費以 15%估算，則約初設費用 621 萬元。 3.回收更換主機年限粗估約 1.4 年。

醫院節約能源措施案例

編號：20

節能措施	更換高效率冷卻水泵浦	系統分類	空調系統
改善措施	容量太大之高效率冷卻水泵浦更換為較小馬力，節約用電。		
改善前	現有二台 400RT 主機的冷卻水泵浦(75HP)容量過大。		
改善後	冷卻水泵浦 75HP 更換為二台較小馬力的高效率冷卻水泵浦。		
節能成效	1.省電效益： 可節省冷卻水泵浦耗電，估計降低夏季尖峰泵浦用電 50kW，全年運轉冰水系統 8,600hr，共可節省耗電 322,500kWh，共節省電費 48.1 萬元/年。 2.投資費用： 另購二台高效率冷卻水泵浦，費用約 60 萬元。(費用依設備廠牌不同而異，實際費用請自行詢價)。 3.回收年限：1.3 年。		

醫院節約能源措施案例

編號：21

<table>
<tr><td>節能
措施</td><td>汰換低效率泵浦泵</td><td>系統
分類</td><td>空調系統</td></tr>
<tr><td>改
善
措
施</td><td colspan="3">1.冰水側：
(1)冰水出水溫度過高，運轉效率明顯太低，主機應檢修。
(2)冰水管路之共同管閥門應為常開之狀態，以節約能源。
(3)該主機水泵與區域冰水泵之運轉效率明顯偏低，以節約能源考量應予以更換高效率之浦泵。
2.冷卻水側：
(1)冷卻水塔之接近溫度(approach temperature)偏高，可能容量不足。
(2)冷卻水塔擋水廉結垢嚴重，冷卻水管路內之結垢情況可能嚴重，應儘速予以處理。
(3)冷卻水泵有過大之虞，應重新評估冷卻水路之揚程，更換較小且效率較高之浦泵。此部分可與冷卻水整個系統檢修同時進行。</td></tr>
<tr><td>改
善
前</td><td colspan="3">1.冰水側：
使用 15 hp 主機冰水泵共三台，30hp 區域冰水泵共三台。冰水出水溫度過高。冰水管路之旁通管遭閥門關閉。依據現場之檢測數據推算，該主機冰水泵之運轉效率約為 42%左右，明顯太低。該區域冰水泵之運轉效率約為 44%左右，明顯太低。
2.冷卻水側：
系統使用之冷卻水塔為 400RT×1 組，350RT×2 組。冷卻水泵為 40 hp 共三部。量測當日之外氣條件為，乾球溫度 34.6 C，濕球溫度 28.4 C。在此條件之下，冷卻水塔之出水溫度約為 33.5 C 左右，接近溫度(approach temperature)為 5.1 C，稍嫌偏高。因此，出水溫度偏高，致使冷凝器效率低。依主機側之冷卻水監測數據，冷卻水進出冷凝器之溫差偏低，亦致使冷凝器效率低落。
從冷卻水塔現場觀察，發現擋水廉結垢嚴重，推斷冷卻水管路內之結垢情況可能嚴重，從冷凝器之效率低落亦可佐證。冷卻水泵之量測數據指出，用電量約每部水泵 23 kW 左右，與額定之 40 hp(29.83 kW)比較，有過大之虞。</td></tr>
</table>

改善後	因冰水泵運轉效率偏低，建議更換目前 15 hp 主機冰水泵共三台，30hp 區域冰水泵共三台。
節能成效	1.省電效益： 主機泵:：因冰水泵運轉效率偏低，建議更換為高效率水泵。保守估計，若能從 44%提升 20%，至約 64%，由於輸入功率與效率成反比，因此以 15 hp 水泵為例可節能約 31%，約 3.41 kW 之電力。 因此以目前 15 hp 主機冰水泵共三台，30hp 區域冰水泵共三台之情況初步推估，應可節省電力 30.7 kW 之電力，若以年開機時間為 8000 hr 估算則一年可節省約 30.7kW×8000 hr/年=245,600kWh，以台電電價估算一年約可節省 245600kWh×1.75 元/kWh=429,800 元。 若能進一步汰換冰水泵為變流量之變頻水泵，則可進一步節省能源費用約 10%。 2.初設費用：約 80 萬元。 80 萬元÷43 萬元/年＝1.86 年。 3.回收年限：粗估約 1.86 年。

醫院節約能源措施案例

編號：22

節能措施	區域泵浦加裝變頻器	系統分類	空調系統
改善措施	將區域泵浦。加裝變頻器，配合空調負載需求高低，調整冰水水量，可節省泵浦耗電。		
改善前	1.冰水系統為 Primary-Secondy 系統，有 700 RT 離心式冰水主機一台及 400 RT 螺旋式冰水主機一台，夏季開一台 700 RT 冰水主機，春秋冬季開一台 400 RT 冰水主機。 2.目前主泵浦為 40 HP，區域泵浦為 75 HP，分別提供 700 RT 或 400 RT 之冰水主機使用。		
改善後	在夏季開一台 700 RT 冰水主機時，將 75 HP 區域泵浦，加裝變頻器，可節省泵浦耗電。		
節能成效	1.節約效益： 55kW/台×5,000 時/年×1.92 元/kWh×40%＝21.1 萬元/年 (22kW、110,000kWh/年) 2.投資費用： 一台變頻器約需 80 萬元。(價錢依廠牌而不同，實際費用請自行詢價)。 3.回收年限：80 萬元÷21.1 萬元/年＝3.8 年。		

編號：23

<table>
<tr><td>節能措施</td><td>選用於最佳操作點之泵,以提高效率</td><td>系統分類</td><td>空調系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">目前冰水泵及冷卻水泵額定流量較冰水主機需求要大，因此建議 貴單位更換冰水泵及冷卻水泵選擇符合現場需求流量、揚程之泵浦效率等級 IE3 高效率循環水泵，減少不必要的耗能。</td></tr>
<tr><td>改善前</td><td colspan="3">1.目前 貴單位冰水主機 560RT×2 台搭配冰水泵及冷卻水泵規格如下：
(1)冰水泵：
<table>
<tr><td>編號</td><td>馬力</td><td>流量</td><td>揚程</td><td>運轉時數</td><td>台數</td></tr>
<tr><td>CHP-1,2，S</td><td>40hp</td><td>2,688GPM</td><td>12m</td><td>6,570hr/年</td><td>3</td></tr>
</table>
1 台 560 RT 冰水主機搭配 1 台 40 hp 冰水泵。
(2)冷卻水泵：
<table>
<tr><td>編號</td><td>馬力</td><td>流量</td><td>揚程</td><td>運轉時數</td><td>台數</td></tr>
<tr><td>CWP-1,2，S</td><td>100hp</td><td>3,268 PM</td><td>24m</td><td>6,570hr/年</td><td>3</td></tr>
</table>
1 台 560 RT 冰水主機搭配 1 台 100 hp 冷卻水泵。。
2.冰水泵及冷卻水泵額定流量高於冰水主機所需之流量，不甚合理，依 貴單位人員所述，目前全年春夏秋 3 季運轉 560RT×1 台冰水主機，依照其使用時數運轉，則全年耗電估算如下：(採用額定耗電計算)
<table>
<tr><td>編號</td><td>額定馬力 (hp)</td><td>額定耗電 (kW)</td><td>運轉時數 (hr/年)</td><td>使用度數 (kWh/年)</td></tr>
<tr><td>CHP-1</td><td>40</td><td>29.84</td><td>6,570</td><td>196,049</td></tr>
<tr><td>CWP-1</td><td>100</td><td>74.6</td><td>6,570</td><td>490,122</td></tr>
<tr><td>合計</td><td>140</td><td>104.44</td><td></td><td>686,171</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>改
善
後</td><td>

若以樓層情況及循環水泵效率（馬達效率 90%及泵浦效率 70%）估算，則配置規格如下：

560 RT 冰水主機

循環水泵	馬力	流量	揚程	台數
冰水泵	30 hp	5,600 LPM	12m	1
冷卻水泵	75 hp	7,000 LPM	24m	1

</td></tr>
<tr><td>節
能
成
效</td><td>

1.節能效益：

假設汰換為符合現場需求之 IE3 高效率冰水泵及冷卻水泵後，依其使用時數運轉，每年減少耗電量約 171,543 kWh，節省電費約 50 萬元/年 (以平均電價 2.91 元/kWh 計)。

編號	額定馬力 (hp)	額定耗電 (kW)	運轉時數 (hr/年)	使用度數 (kWh/年)	節省耗電 (kWh/年)	抑低尖峰 (kW)
CHP-1	30	22.38	6,570	147,037	49,012	7.5
CWP-1	75	55.95	6,570	367,592	122,531	18.7
合計	105	78.33		514,628	171,543	26.1

2.投資費用：

需裝設 IE3 高效率冰水泵 30 hp×1 台及冷卻水泵 75 hp×1 台及修改部份管路費用約 73.5 萬元。(設備規格僅供參考，實際規格及費用請向廠商詢價)

3.回收年限：

73.5 萬元÷50 萬元/年≒1.5 年。

</td></tr>
</table>

醫院節約能源措施案例

編號：24

節能措施	泵浦運轉之合理化	系統分類	空調系統
改善措施	1.主機蒸發器應抽真空、保養，以降低主機壓降，改善後可直接以冰水泵送冰水至現場，無需開區域泵 3 台，可減少區域泵耗電。 註：(1)蒸發器壓降過大，蒸發壓力顯示壓降 30 米，訪測當日電話詢問原設備廠，所得到的答覆是 貴醫院此種型號冰水主機蒸發壓降約 15 米；蒸發器是否堵塞，請務必解決。若上述理由成立，請檢討一次側、二次測泵浦是否合理。 (2)待冰水主機蒸發壓降問題解決，減少區域泵浦之耗電後，即可調整總冰水回水溫度控制主機策略運轉，減少主機之運轉時間。 (3)檢修冰水管 BY-PASS 閥，保持全開狀態，以防壓力過高，減少場二通閥故障機會。		
改善前	1. 醫療大樓以中央空調系統供應冷氣，設有二台 350RT 及一台 160RT 螺旋式冰水機，全年夏季開 2 台，春、秋開 1 台 350RT 冰水主機，另冬季開 1 台 160RT 冰水主機，開機時間：夏季 24 小時，春、秋二季 12 小時、冬季 10 小時；空氣側之冰水控制閥以二通閥為主，冷卻水塔設有溫控開關。 2. 依檢測數據得知，冰水主機蒸發器前後端壓降過大 3kg/cm^2(正常值 0.6~1 kg/cm^2)，似有空氣侵入造成。		
改善後	主機蒸發器應抽真空、保養，以降低主機壓降，改善後可直接以冰水泵送冰水至現場，無需開區域泵 3 台，可減少區域泵耗電。		
節能成效	1.省電效益： 冰水主機一年運轉：11 個月(冬季約一個月不開機) ；根據測試紀錄 3 台區域泵用電：55 kW。每年可節省耗電： 55kW×8000hr/年＝440,000kWh/年。(抑制尖峰用電：55kW)，以流動電費每度 1.38 元計算，則每年可節省之電費為 440,000kWh/年×1.38 元/kWh＝60.7 萬元/年。 2.投資費用：清洗一台冰水主機蒸發器、冷凝器約 10 萬元。二台計 20 萬元。 3.回收年限：0.6 年。		

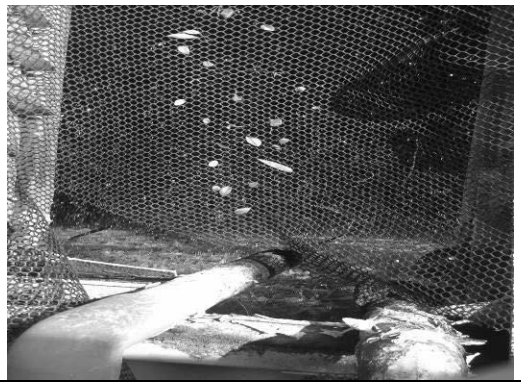
醫院節約能源措施案例

編號：25

<table>
<tr><td>節能
措施</td><td>改善散熱片結垢，青苔滋生，水盤盤底積存污泥</td><td>系統
分類</td><td>空調系統</td></tr>
<tr><td>改
善
措
施</td><td colspan="3">1. 目前水塔散熱效果不佳，因此建議清洗(或更換)冷卻水塔之散熱鰭片，提高冷卻水塔散熱能力，以達到所要求之水塔效率。
2. 定期人工清洗：對於塔體可見之處，以人工清洗(一般於空調運轉期間，每兩週清洗一次。)是最直接有效的方法，可於停機時將散熱片取出曬乾，輕敲散熱片，污垢及青苔即可落下。
3. 定期藥劑清洗：依藥物的功用可分預防與改善，如污泥可用添加正確之水垢抑制劑預防，而以添加分散劑將管路中的污泥帶出改善之。對於青苔、藻類，可依實際的嚴重性，每天通氯氣 1～4 小時，保持餘氯在 0.2～1.0PPM 預防之，另外可依全部水量為基準，每週或每兩週添加滅藻劑改善之。</td></tr>
</table>

改善前

1. 貴 單位設有冰水主機 420RT×1 台、240RT×1 台，搭配冷卻水塔 500RT ×3 座(風機馬達 15 hp×1 台/座)。依當日外氣條件得知乾球溫度 32.0℃、相對溼度 62.9%、濕球溫度 26.2℃。
2. 訪測當日量測冷卻水塔平均出水溫度約 32℃，水塔接近溫度 5.8℃。此時空調負載約 269RT(當日僅開啟 420 RT×1 台冰水主機)，且同時開啟兩台風機散熱，與現場管理人員探討了解，水塔為溫度控制。由現場發現水塔灑水頭分佈不均，鰭片開始結垢、且水較為混濁，影響水塔散熱效果，建議清洗水塔且做換水處理。



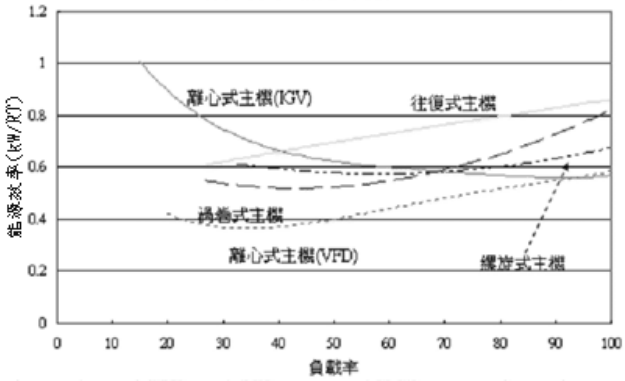
灑水頭分佈不均

水塔管路腐蝕嚴重情況

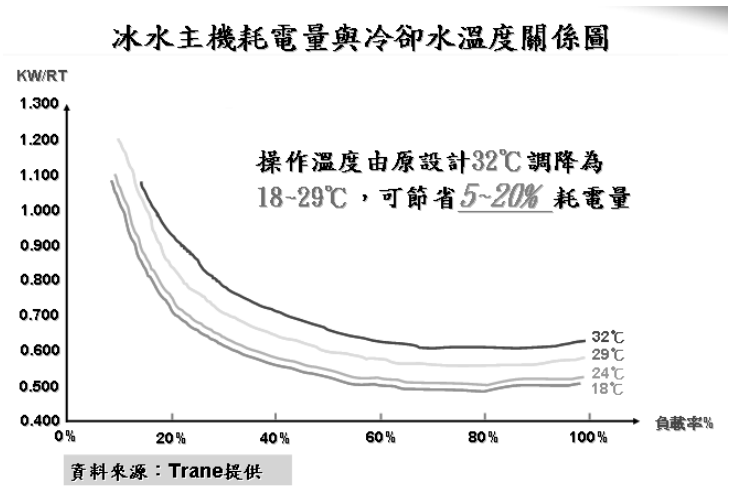
3.冰水主機耗電：**2,614,880** kWh/年。

季節	製冷量 (RT)	台數	運轉耗電率 (kW/RT)	時數 (時/年)	負載率	耗電 (kWh/年)
夏	420	1	0.95	2920	90%	1,048,572
	240	1	0.95	500	90%	102,600
春秋	420	1	0.98	3650	70%	1,051,638
冬季	240	1	0.98	2190	80%	412,070
總耗電量(kW/年)						2,614,880

註：離心式冰水主機運轉效率隨主機負載率有所不同，故因低負載運轉使主機效率下降。



主機負載-效率關係圖

<table>
<tr>
<td>改
善
後</td>
<td>1.冷水進水溫度越高，單位冷凍能力耗電量越大，即 kW/RT 值越高，EER 值越低。一般每降低冷卻水溫度 1℃，約可減少主機耗電量 2%如下圖所示。
 

不同冷卻水溫下冰水主機耗電量</td>
</tr>
<tr>
<td>節
能
成
效</td>
<td>1. 預期節能效益：
<table>
<tr><th>外氣濕球溫度(℃)</th><th>水塔溫度(℃)</th><th>水塔趨近溫度(℃)</th><th>降低溫度(℃)</th><th>節約度數(kWh/年)</th><th>節能率(%)</th><th>節能電費(萬元/年)</th><th>抑制需量(kW)</th></tr>
<tr><td>26.2</td><td>32.0</td><td>5.8</td><td>2.8</td><td>146,433</td><td>5.60</td><td>42.2</td><td>20</td></tr>
</table>
註:每度電平均單價 2.88 元
2. 投資費用: 約 15 萬元(實際金額依廠商報價為主)。
3. 回收年限:15 萬元÷42.2 萬元/年≒0.4 年。</td>
</tr>
</table>

醫院節約能源措施案例

編號：26

節能措施	改善冷卻水質	系統分類	空調系統
改善措施	1. 冷卻水塔之水盤已經破洞漏水，應迅速請原製造廠修補，以免造成水資源之浪費。 2. 主機及水泵與冷卻水塔安裝於室外，由於處於硫磺溫泉區，腐蝕性很強，水樣量測 PH 值為 9.1、總固體含量超出儀器顯示值、導電度 6.77(us/cm)超過標準非常高，建議各水塔水盤持續微量排放，以維持良的熱交換率。		
改善前	1. 第十一病房使用力菱牌，80 冷凍噸往復式冰水主機，配合 5HP 水泵及 100 冷凍噸冷卻水塔。 2. 使用冰水送入室內 FAN-COIL 維持空調設計要求。		
改善後	經冷卻水塔水質改善後，維持良好的主機熱交換率，節省電費支出約 10~15%：		
節能成效	1. 省電效益： 經改善後節省電費支出約 10~15%： 54.3kW *5000h/y*3.05 元/ kWh*15%=8.7 萬元/年(28,620kWh/年) 2. 投資費用：無。 3. 回收年限：無。		

編號：27

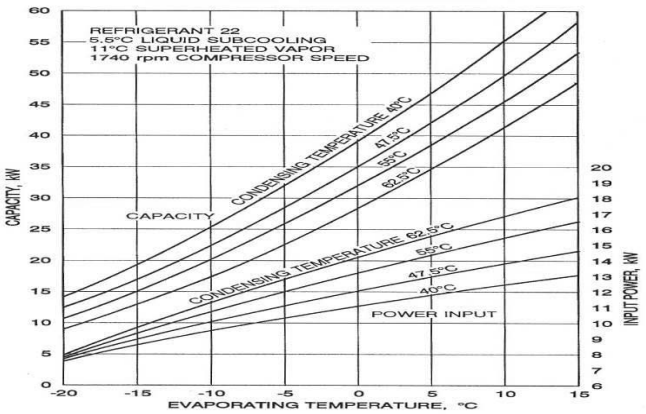
節能措施	改善冷卻水塔散熱片結垢現象	系統分類	空調系統
改善措施	1. 定期人工清洗：對於塔體可見之處，以人工清洗(一般於空調運轉期間，每兩週清洗一次。)是最直接有效的方法，可於停機時將散熱片取出曬乾，輕敲散熱片，污垢及青苔即可落下。 2. 定期藥物清洗：依藥物的功用可分預防與改善，如污泥可用添加正確之水垢抑制劑預防，而以添加分散劑將管路中的污泥帶出改善之。對於青苔、藻類，可依實際的嚴重性，每天通氯氣 1～4 小時，保持餘氯在 0.2～1.0PPM 預防之，另外可依全部水量為基準，每週或每兩週添加滅藻劑改善之。 註:每降低冷卻水溫度 1℃，約可減少主機耗電量 1.5%。		
改善前	外氣的濕球溫度為 22℃，而冷卻水出入水溫差為 2℃，此冷卻水塔方有足夠的散熱能力，但本系統冷卻水出水溫卻達 30℃，可知其散熱狀況不理想，另外從冷卻水塔的接近值(APPROACH)=8℃，也可看出其散熱狀況不理想，冷卻水塔的接近值(APPROACH)，建議值為 3℃～5℃。 現場實際檢視冷卻水塔的散熱片，已積垢嚴重。 註:測試時外氣條件 28.3℃，濕球溫度 22℃相對濕度 68.8% 。		
改善後	改善冷卻水塔散熱片結垢現象，每降低冷卻水溫度 1℃，約可減少主機耗電量 1.5%。		
節能成效	1.省能效益： 目前在春、夏、秋季主機開 1 台 310RT 及 1 台 350RT，冬季時段開 1 台 350RT 冰水主機， 2 台耗電分別為 155.5 kW、138.2 kW，合計:293.7 kW 負載約為 60%，平均電費為 1.8 元/ kWh。 1.5%×293.7kW×270/天× 24/hr×1.8 元/kWh =5.1 萬元。 1.5%×138.2 kW×120/天×24/hr ×1.8 元/ kWh=1.1 萬元。 降低耗電 4.4 kw，34,867 kWh。 合計: 5.1 萬元+1.1 萬元=6.2 萬元。 2.投資費用：無。加強定期保養。 3.回收年限：立即。		

醫院節約能源措施案例

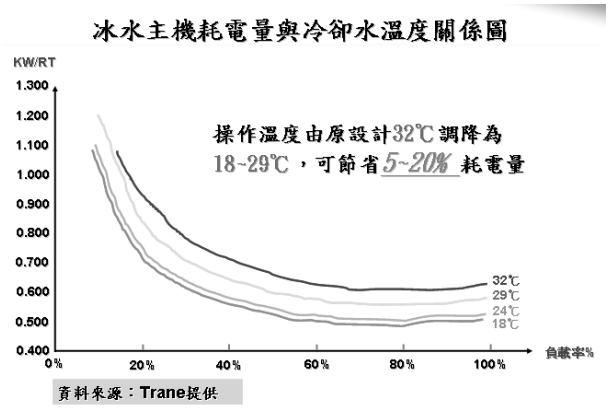
編號：28

節能措施	冷卻水塔風車加裝變頻器並依外氣濕球溫度設定冷卻水出水溫度	系統分類	空調系統
改善措施	1. 從一般的經驗知道，冷卻水溫度每降低 1℃可降低冰水主機耗電 1.5～2.0%。冷卻水入口溫度應在符合冰水主機特性及外氣濕球溫度的限制下，儘可能地降低來節約冰水主機用電。也就是說，冷卻水塔應與冰水主機的運轉一併考量，才能使系統整體效率提升，二者耗電存在一最佳運轉效率點。欲達成最佳化控制，冷卻水設定溫度應隨外氣濕球溫度重置(Reset)。其目的在使冷卻水塔的散熱能力完全發揮，同時避免接近溫度過低而消耗太多的風車耗電。但冷卻水溫也不是可以無限制地降低，最低設定溫度應諮詢冰水主機製造廠的意見。 2. 最適當的控制方式，是所有的冷卻水塔風扇都裝變頻器，同時利用備用的冷卻水塔，冷卻水塔風扇轉速可依實測冷卻水溫與設定溫度之間的差值做變頻控制。如此一來，冰水主機可因冷卻水溫隨季節變動調低而使耗電減少，冷卻水塔風扇也可全力運轉，但不致於浪費過多電力。		
改善前	冷卻水塔為良機方型 700RT 四組(共有 16 台 7.5HP 風車)目前使用水溫之高低採階段式開啟台數控制每 4 台 1 組依出水溫度在 32℃－27℃之間控制。		
改善後	冷卻水塔風車加裝變頻控制，約可減少 30~40%用電量。		
節能成效	1.省電效益： 目前在夏季尖峰時段開 2 台 600RT 主機，春秋季時段開 2 台 600RT 主機，冬季開 1 台 600RT 主機。冷卻水塔風車 7.5HP 實測耗電 3.2 kW，負載參差因數為 0.6，平均電費為 1.79 元/kWh，一年冷卻水塔風車耗電約 134,553 kWh/年，電費為 240,850 元/年。 概估冷卻水塔風車加裝變頻控制約可減少 30~40%用電量，則每年約可節省用電量 53,821 kWh/年。節省電費約 96,340 元/年 2.投資改善費用：大約 40 萬元左右(價錢依廠牌而不同，實際費用請自行詢價)。 3.回收年限：4.2 年。		

編號：29

節能措施	更換冷卻水塔	系統分類	空調系統
改善措施	1.更新冷卻水塔及散熱片，使水流分佈均勻，提高冷卻水塔散熱能力，降低冷卻水溫度，改善主機效率。一般冷卻水溫每降低 1℃，主機可減少 1.5~3%耗電量。 2.先更新其中二台冷卻水塔散熱片後，水流分佈均勻，水塔散熱能力提高，約可降低冷卻水出水溫度 3℃。如下圖(一)冷卻水溫每降低 1℃，主機可減少約 1.5%的耗電量。因此 80RT×2 之螺旋式主機耗電可降低。全年空調運轉 8,760 小時。		
改善前	1.醫療大樓冰水系統為 Primary 系統，有 80RT×2 螺旋式冰水主機四台，夏季開二~三台 80RT×2 冰水主機，春秋冬季開一台 80RT×2 冰水主機。 3. 冷卻水塔使用 175RT×4，一台主機配置一台冷卻水塔，四台冷卻水塔間管路並無相通，前已使用十多年。其中一號冷卻水塔散熱不良，而三、四號冷卻水塔散熱片現有部份破損，目前故障整修中。  		
改善後	更新冷卻水塔及散熱片，使水流分佈均勻，提高冷卻水塔散熱能力，降低冷卻水溫度，降低 80RT×2 之螺旋式主機耗電。		
節能成效	1.省電效益： 160RT/台×2 台×1.0kW/RT×3℃×1.5%/℃×8,760h/年×1.91 元/kWh×0.7＝10.1kW，88,331kWh/年，16.8 萬元/年。 2.投資費用：二台冷卻水塔約需 40 萬元。 (價錢依廠牌而不同，實際費用請自行詢價)。 3.回收年限：40 萬元÷16.8 萬元/年＝2.4 年		

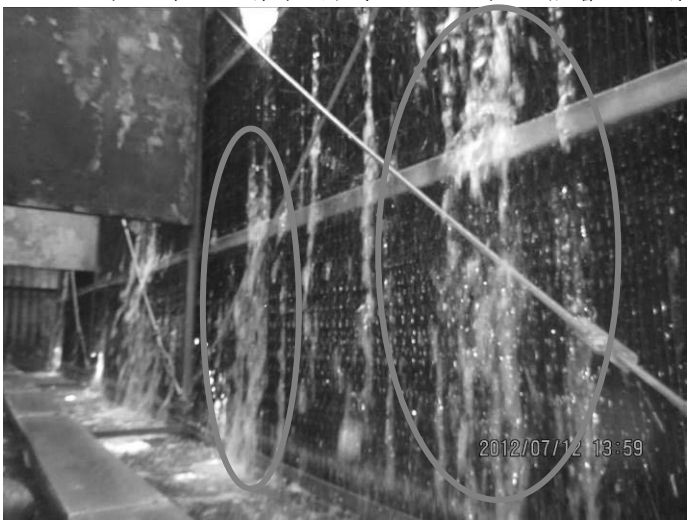
編號：30

<table>
<tr><td>節能措施</td><td>修護冷卻水塔配件</td><td>系統分類</td><td>空調系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">1. 目前水塔散熱效果不佳，因此建議清洗冷卻水塔之散熱材，提高冷卻水塔散熱能力，以達到所要求之水塔效率。
2. 冷水進水溫度越高，單位冷凍能力耗電量越大，即 kW/RT 值越高，EER 值越低。一般每降低冷卻水溫度 1℃，約可減少主機耗電量 1.5%~3%如下圖所示。
 

不同冷卻水溫下冰水主機耗電量</td></tr>
</table>

改善前

1. 使用 750RT×3 台冰水主機並搭配 900RT×2 座與 600RT×2 座良機方型冷卻水塔，以冷卻水之溫度控制風扇馬達之運轉，訪測發現水塔散熱片因結垢造成水流不均勻，導致散熱不良無法達到水塔應有散熱能力，間接影響冰水主機的效率。
2. 訪測當日量測 900RT 冷卻水塔溫度，平均水塔出水溫度約 31.8℃，水塔接近溫度 5.1℃。經由現場查看水塔散熱材有結垢現象，影響水塔散熱效果。



冷卻水直接落下

3.冰水主機耗電：1,132,875 kWh/年。

季節	冰水主機	台數	kW/RT	hr/day	day/年	負載	度電/年
夏季	750 RT	1 台	0.8	12.5	92	90%	621,000
春秋季	750 RT	1 台	0.8	12.5	91	75%	511,875
合計耗電量							1,132,875

改善後

改善後冷卻水溫度可降低約 3℃；空調節能量，約可節省電力 50,979 kWh/年、14.7 萬元/年。

節能成效

1. 預期節能效益：預估改善後冷卻水溫度可降低約 3℃空調節能量。

   空調節能量：1,132,875 kWh/年×3℃×1.5%/℃=50,979 kWh/年。

   節省電費：50,979 kWh/年×3.46 元/kWh=17.6 萬元/年。

   節能率：(50,979÷1,132,875)kWh/年×100%=4.5%。

2.投資費用: 約 5 萬元(實際金額依廠商報價為主)。

3.回收年限: 5 萬元÷17.6 萬元/年=0.3 年。

編號：31

節能措施	冷風機 FC 改 VAV	系統分類	空調系統

改善措施

AHU 送風機，採用 VAV 控制，依空調冷房現場負載需求調整風量，而變風量為最佳節能方案，可減少送風機耗電。

送風機運轉中變功率輸入特性表

電源電壓 V	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
電功率輸入 W	93	81	74	63	59	45	33	26	22	15
風速 m/min	125	118	115	109	100	90	75	65	55	44
輸入電壓 V	110	105	101	95	90	81	71	64	60	52
輸入電流 A	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
馬達熱度 C	48	45	44	43	42	42	42	42	41	41

改善前

現有 AHU 送風機共有 9 台。現行無控制。送風機規格由 2HP~20HP，平日使用 14 小時。室內氣溫約為 23℃溫度偏低。

改善後	將 AHU 送風機，採用 VAV 控制，依據空調冷房現場負載需求調整風量，可將提昇至 24℃，減少送風機耗電。送風機耗電與送風量之三次方成正比，本案送風量可降低 20% ，可節約 50% 送風耗電。室內溫度升高 1℃，可降低空調負荷約 5% 。

送風機運轉中變功率輸入特性表

電源電壓 V	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
電功率輸入 W	93	81	74	63	59	45	33	26	22	15
風速 m/min	125	118	115	109	100	90	75	65	55	44
輸入電壓 V	110	105	101	95	90	81	71	64	60	52
輸入電流 A	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
馬達熱度 C	48	45	44	43	42	42	42	42	41	41

節能成效	1.省電效益：現行 AHU 送風機電力需求:50.13kW 無控制年使用電量： 50.13kW×73.75%×365 天/年×14hr/天×1.98 元/ kWh =188,920 kWh/年，374,063 元/年 採 VAV 控制年使用電量：188,920kWh/年 ×44.75% ×1.98 元/ kWh = 84,542kWh/年，167,393 元/年， 節約電費：374,063 元/年-167,393 元/年=206,670 元/年。 2.投資費用：增設 9 台變頻器費用約 80 萬元。 3.回收年限：80 萬元/年÷20.7 萬元=3.8 年。

醫院節約能源措施案例

編號：32

節能措施	調整冷房溫度	系統分類	空調系統
改善措施	在不妨礙醫療條件下，應可調整控制冷房溫度維持在 24℃以上，在室溫每提高 1℃，可減少約 3%的主機的耗電量。		
改善前	1. 目前室溫經量測結果約 19.6~22.7℃、濕度 57.4~73.5%，平均溫度 21℃，在不妨礙醫療條件下，做合理空調節能，調冷房溫度維持在 24℃以上。 2. 冰水主機 400RT 一台實測耗電為 294.2kW。每年空調月份為 1~12 月，每天空調時數 14 小時，每年運轉時數以 5,000 時計。		
改善後	1. 以現有控制方式調整室內溫度維持在 24℃以上，平均提高室溫 3℃。 2. 目前冰水出口溫度 11.3℃。提高冰水機溫度設定，在室溫每提高 1℃，可減少約 3%的主機的耗電量，共可節約 9%耗電。		
節能成效	1.省電效益： 調整冷房溫度效益：294.2kW×(24－21)℃×3%/℃×5,000 時/年×0.7×1.92 元/kWh＝177,932 元/年 抑低尖峰 26kW，節約用電度數 92,673kWh/年，節省金額約 17.8 萬元/年 2.投資金額： 0 萬元。自行調整室內溫度，勿需投資費用。 3.回收年限：立即。		

醫院節約能源措施案例

編號：33

<table>
<tr><td>節能
措施</td><td>溫度自動控制器及冰水循環系統之改善</td><td>系統
分類</td><td>空調系統</td></tr>
<tr><td>改
善
措
施</td><td colspan="3">1. 全面檢修空調箱之溫度自動控制器及其冰水控閥使其正常動作。
2. 病房所用之室內小送風機(FCU)全部加裝溫度控制器及冰水控制閥。
3. 將冰水循環系統改為變流量系統,使主機之運轉台數能自動控制,並使冰水溫度及冰水主機之運轉情況回復正常之運轉模式,以節約能源及維持冰水主機之運轉壽命。</td></tr>
<tr><td>改
善
前</td><td colspan="3">住院大樓使用之中央空調系統使用已逾 12 年，空調箱使用三通閥，4～10 月皆開啟 80RT 冰水主機一台，現場訪測發覺系統有下列問題點：
1. 空調箱之溫度自動控制器皆已損壞無法動作。
2. 病房所用之室內小送風機(FCU)除三速開關外皆未裝溫度控制器,故病房內之溫度無法控制,有些病房過冷情形。
3. 因上述原因致使部分溫度過冷,故目前主機全年皆只開一台,致使主機長期在不正常情況運轉(易導致壓縮機過熱)。
目前所用之冰水循環系統為定流量系統,無法使主機之運轉台數做自動控制。</td></tr>
<tr><td>改
善
後</td><td colspan="3">將冰水循環系統改為變流量系統,使主機之運轉台數能自動控制,並使冰水溫度及冰水主機之運轉情況回復正常之運轉模式,節省冰水主機因不正常運轉所增加之維修費用</td></tr>
<tr><td>節
能
成
效</td><td colspan="3">1.省電效益：
經改善後共可節省電費支出約 30 萬元/年(166,666kWH/年)。
節省冰水主機因不正常運轉所增加之維修費用約 10 萬元/年。
2.投資費用：約 200 萬元。
3.回收年限：5 年。</td></tr>
</table>

醫院節約能源措施案例

編號：34

節能措施	空調箱合理化運轉	系統分類	空調系統
改善措施	採用二次回風處理後，同一手術室只需冷量 40,700 W，不需要再熱，避免了能量的抵銷，且潔淨等級符合標準，室內溫濕度控制在範圍之內。(其中經計算得知二次回風量為 10,170 CMH，一次回風量為 6,966 CMH，外氣量為 800 CMH)。		
改善前	1. 目前院內有局部 100 級手術室(Room size:7.76m× 5.06m×3m)，計算送風量為 17,136 CMH(含外氣量 800 CMH)，手術室空調如採用傳統的熱濕處理過程，經計算需冷量 68,104 W，再熱量 25,643 W。 2. 傳統手術室的潔淨空調系統，將會產生下列情況： (1)送風狀態點偏離露點溫度。 (2)一次回風處理過程產生濕度控制不穩定。 (3)增加再熱段，引起能耗增加。		
改善後	採用二次回風處理，可免裝加熱排管，節省空調及天然氣用量。		
節能成效	1.省電效益： (1)採用二次回風可節省 68.1－40.7＝27.4kW(7.8 噸)，每冷凍噸每小時耗電 0.7kW/Hr 來計，每月可節省 7.8RT×0.7kW/RT×12 時/天×350 天/年×1.76 元/kWH＝40,360 元/年(27.4kW、22,932kWH/年)。 (2)可免裝加熱排管 25.6kW(7.3 噸)，節省天然氣用量約 7.3×3,024÷8956(Kcal/m^3)÷0.8(鍋爐效率)＝3.1m^3/hr。 (3)節省費用約 3.1 m^3/hr×13.44(元/m^3)×12 時/天×350 天/年＝174,989(元/年)。 (4)故一年可節省共 40,360＋174,989 ＝215,349 元/年。 (27.4kW、22,932kWh/年、13,020m^3/年)。 2.投資費用：需改善費用 650 萬元。 3.回收年限：約 30 年。(配合醫院手術室改善工程，回收年限不考慮)。		

醫院節約能源措施案例

編號：35

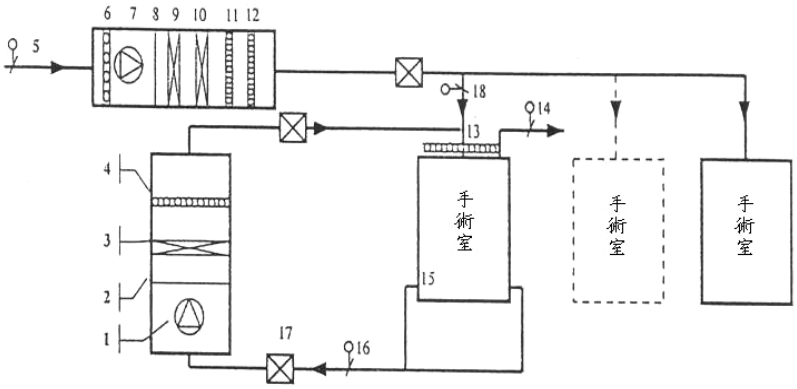
<table>
<tr><td>節能
措施</td><td>出風口加裝可變風量風門</td><td>系統
分類</td><td>空調系統</td></tr>
<tr><td>改
善
措
施</td><td colspan="3">配合空調箱更改為二通閥後，每台空調箱可以回風溫度控制二通閥開度，而真正反應遠端門診室之負載，並在門診室每一出風口加裝可變風量風門，平時可以室內溫度控制風門的開度，無人使用時可關閉風門，以減少門診室無人使用時之冷氣供應，以達到符合負載需求及節能之雙重目的。</td></tr>
<tr><td>改
善
前</td><td colspan="3">門診室之空調由中央空調系統之冷氣經由空調箱送出經送風管後，由出風口吹入各門診室。每個出風口均有手調風門，經調整在固定位置後均不再移動。由於夜間門診室使用數量不多，但冷氣照常供應，造成空調使用浪費。</td></tr>
<tr><td>改
善
後</td><td colspan="3">減少門診室無人使用時之冷氣供應，以達到符合負載需求及節能之雙重目的，降低門診室之空調尖峰負載 12.4 kW，減少耗電量。</td></tr>
<tr><td>節
能
成
效</td><td colspan="3">1.省電效益：
平時運轉 450 RT 之冰水主機一台，滿載耗電量約為 324 kW，粗估門診部份之空調負載佔醫療大樓之 8%，出風口加裝可變風量風門可減少冰水主機耗電量。可降低尖峰負載 12.4 kW，一年可減少耗電量 34,059kWh/年，可節省 6 萬元/年。
324 kW×80%(平均負載率)×8%×[1-40%(門診室使用率)]＝12.4 kW。
12.44kW×2808hr/年＝34,932 kWh/年。
34,932 kWh/年×1.76 元/kWh＝6.1 萬元/年。
2.投資費用：各科門診室出風口安裝可變風量風門及控制器，約需 40 萬元，
3.回收年限：約 6.6 年。</td></tr>
</table>

編號：36

節能措施	特殊區域(OR)設置獨立空調系統	系統分類	空調系統

改善措施

1. 先針對目前 OR 的溫濕度作監測，以了解目前溫濕度和設計溫濕度之偏移狀況。
2. 加裝 Make-up Air Unit，引進經處理的 OA 到各個手術室，詳細的空調規劃如下圖。



1—風機：2—均流板：：3—表冷器：4—中效過濾網：5—新風電動百葉閥：6—初效過濾網：7—新風機：8—均流板：9—表冷器：10 加濕器：11—中效過濾網：12—高中效過濾網：13—高效過濾網：14—排風電動百葉閥：15—阻尼回風口：16—回風電動百葉閥：17—消音器：18—定流量裝置

3. 診斷 Cooling Tower 功能不佳之原因為：

   Cooling Tower 為減噪音加裝的 Silencer，造成周圍建築物環境影響其排風(熱)及吸入風的路徑，降低排熱效果及主機能力。
4. 目前手術室的回風口設備面積可能不夠，其設置要點如下：

   (1)回風速度應小於 2m/s，若高於此數值，會有噪音問題。

   (2)回風口離地板高度應至少 10cm 以上，回風口高度應低於 50cm。
5. 手術室設置獨立空調系統，購置約 100RT 螺旋式冰水機，設定冰水出水溫度 5~7℃，以滿足手術室溫度需求並提高空調品質。

改善前	1. 設有七台 1,500RT 開立離心式冰水機，使用 R-22 冷媒，冰水流量 148.4L/S、冷卻水流量 267.8L/S、輸入電力 1118.9kW，效率 0.74kW/RT，全年都開冰水主機，一般外氣溫度 28℃以上開四台。目前為防止尖峰用電升高，以冰水溫度控制在 9.3℃冰水出水溫度 9.4℃，回水溫度 14.6℃，送至現場冰水出水溫度 10.7~12.3℃，自動控制操作運轉，開四台主機耗電約 3,448kW。 2. 依醫療病院空調設計標準： (1)病房、診療室、一般行政管理室溫濕度控制在乾球溫度 26~27℃、相對濕度 45~50%RH。 (2)恢復室、生產室溫濕度控制在乾球溫度 24~26℃、相對濕度 55~60%RH。 (3)手術室、溫濕度控制在乾球溫度 23~26℃、相對濕度 55~60%RH。 3. 貴院手術室 25 間每間約 16 坪，全部面積約 400 坪。 4. 6/21 當日測試病房、地下室、一般行政管理室溫度 23.5℃、相對濕度 56%RH。 5. 貴院院務人員表示為滿足手術室較低溫度需求，必須將整體冰水出水溫度降低，在秋冬季節更顯著。
改善後	手術室設置獨立空調系統，購置約 100RT 螺旋式冰水機，設定冰水出水溫度 5~7℃，以滿足手術室溫度需求並提高空調品質。以冷氣主機運轉經驗，室內溫度每提高 1℃，可省能 6%。
節能成效	1. 省電效益： (1)以冷氣主機運轉經驗，室內溫度每提高 1℃，可省能 6%。 春秋季：(3,448kW×70%)×5M/Y×30D/M×24H/D×0.8×6%/℃×2℃×1.84 元/kWh＝767,408 元/年、417,070kWh/年。 (2)降低尖峰用電容量：417,070 kWh/年÷8760h/年=47.6kW。 (3)省能效益：417,070kWh×1.84 元/kWh＝767,408 元/年。 2. 投資費用：購置 100RT 螺旋式冰水機及工資約 150 萬元。 3. 回收年限： 150 萬元÷76.7 萬元/年＝2 年。

醫院節約能源措施案例

編號：37

節能措施	控制機房溫度	系統分類	空調系統
改善措施	建議提高空調箱之設定溫度至 26℃，並可達到延長機械壽命減少故障發生之目的，設定溫度過低僅是浪費能源。		
改善前	目前 貴單位高壓電氣室共設置一台冷卻能力 7.5RT 之立地落地型空調箱(送風馬達 5HP)，因設定溫定至 22℃，實屬偏低，實乃浪費。每年使用約 8,760 小時。		
改善後	電氣室提高空調箱之設定溫度至 26℃，節省耗電。		
節能成效	1.省電效益： 現有冰水主機平均耗電量以 0.8kW/RT 估算，空調箱溫度設定，每提高 1℃可節省電費約 3%，電氣室空調負載以 7.5 RT 估算，平均流動電費 1.42 元計算，每年可節省耗電為: 0.8kW/RT×1.2×7.5RT×8,760hr/年×(26-22)℃×3%/℃×0.8(參差因數)＝6,055kWh/年。 經改善後共可節省電費支出約 0.9 元/年(6,055kWh/年)。 2.投資費用：無，需機電管理人員設定空調溫度至 26℃。 3.回收年限：立即。		

醫院節約能源措施案例

編號：38

<table>
<tr><td>節能措施</td><td>控制抽風機運轉時間</td><td>系統分類</td><td>空調系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">可檢視現有馬達規格等級，是否可加裝可調式變頻器 30~55Hz 手動調整，使馬達依被控制物的需求做適當的轉速變化，且減少於低負載下馬達之電力需求，此舉即達成節省電能的功用。</td></tr>
<tr><td>改善前</td><td colspan="3">目前貴 單位停車場設有排風機 15kW×5 台，全年運轉時間約 8,760hr/年。推估全年耗電：15kW×5 台×24 小時×365 天=657,000kWh/年。</td></tr>
<tr><td>改善後</td><td colspan="3">建議加裝時間控制器預估,每日減少 8 小時運轉,每日運轉時數為 16 小時，未來可檢視現有馬達規格等級，是否可加裝可調式變頻器 30~55Hz 手動調整，使馬達依被控制物的需求做適當的轉速變化，且減少於低負載下馬達之電力需求，此舉即達成節省電能的功用。

增設固定可調式變頻器

可調式變頻器開關</td></tr>
<tr><td>節能成效</td><td colspan="3">1. 預期省能效益：
(1)減少用電：
改善後:5 台停車場風機 16 小時運轉耗電量=15kW×5 台×(24 -8) 小時/天×365 天=438,000kWh/年
每年減少(657,000 kWh -438,000 kWh) ×60% (參差因數)=131,400kWh/年
(2)節省電費：131,400kWh/年×2.59 元/kWh =38.8 萬元/年。
(3)節能率：131,400kWh/年÷657,000kWh/年=20%。
2. 投資費用：
需加裝變頻控制器及其附屬設備費用約 50 萬元。(實際費用請向廠商詢價)。
3. 回收年限：50 萬元÷38.8 萬元/年=1.3 年。
【註】：實際改善方式，仍需以 貴單位營業需求為準，請自行評估。</td></tr>
</table>

醫院節約能源措施案例

編號：39

節能措施	恢復儲冰系統運轉功能	系統分類	空調系統
改善措施	1. 融冰時段，鹵水仍然流經鹵水機，建議修改部份鹵水管路，減少鹵水泵揚程，並加裝變頻器，因應空調負載，節省鹵水泵耗電量；惜業主無法告知全年每月鹵水主機最多運轉台數，且儲、融冰量也不能從監控紀錄查知，本中心無法模擬全年融冰負載情形，因此無法推算本案經濟效益。 2. 空調箱所有冰水管路均裝設二通閥，由壓差感測器程序控制二次冰水泵運轉台數，建議二次冰水泵加裝變頻器，因應空調負載，節省二次冰水泵耗電量。 3. 應找原設備廠商稽核儲融冰量，加強儲冰空調系統應有功能，可節省流動電費。 4. 檢點儲冰槽保冷效果，減少冷能散失及銹蝕。		
改善前	根據貴院告知，目前分量儲冰系統，夏月必須在每日 PM12:00 以後運轉至少二台 500RT 容量冰水機；至於四台滷水主機，由貴院每日 PM6:00 視察儲冰槽液位計，憑經驗在每日 PM10:30 決定台數運轉，當滷水回溫低於設定值，停機，儲冰完畢。		
改善後	預期可節省主機側全年減少用電量:681695 kWh/年，每年節省能源費用約：89.3 萬元/年。		
節能成效	1.省電效益：預期可節省主機側全年減少用電量：681,695 kWh/年。 每年節省能源費用約：89.3 萬元/年 2.投資費用: 150 萬元，欲落實改善措施，需初步深入服務，待了解原因，再行修復。 3.回收年限:150 萬元÷89.3 萬元=1.67 年。		

醫院節約能源措施案例

編號：40

<table>
<tr><td>節能措施</td><td>確實使用遮陽設施</td><td>系統分類</td><td>空調系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">1.根據工研院研究成果得知，太陽經由窗戶進入室內以及室內照明產生之冷房負荷所引致之空調用電約占總用電的 15%，幾乎是建築空調用電的一半，因此，窗戶隔熱性能的提升有助於空調負荷的降低（降低比例達 15%），具有極大的節電潛力。
2.加裝隔熱措施優點如下：
(1)夏天抗紅外線約 30%、冬天防室內的暖氣(遠紅外線)約 90%，防熱氣外流。
(2)夏天，減低玻璃窗直射熱 6℃~8℃、室內整體溫度降低 2℃左右，省能 15%。
(3)冬天、阻擋室內暖氣外流、保溫效果且抑制結露 50%。
(4)冬季大幅度阻擋熱氣從玻璃窗外流。減低冰冷感。
(5)空調效率提高、能達到省電效果。
(6)透明型可視光透澈率 70% 以上、不阻礙視線。
(7)太陽光輻射到皮膚可引起皮膚黑色素沉積。長時間的照射易使人疲憊，眼睛發酸甚至畏光。從室內看出去，加裝節能隔熱塗層的玻璃窗視野沒有刺眼的強光，也不會扭曲，令人愉悅。裡面的又可以看清楚外面的世界，從外面卻看不到裡面的情況，是再好不過的透明“外衣”。阻隔 95%紫外線，防晒，沒有光污染，可以避免皮膚癌、青光眼、白內障等病，具有很好的單視效果。</td></tr>
</table>

改善前	1.貴單位外牆及頂樓採用透明玻璃，日曬狀況嚴重影響空調品質與冷度，使得建築內熱負載增加，室內人員感受冷度始終不足，致使空調設備耗能負荷增加。 2.貴單位全年空調系統耗能約：2,360,652kWh/年。(依 貴單位所提供之耗能資料推估) **頂樓及外牆玻璃日曬情形**
改善後	建議 貴單位若處於東、西曬牆面之玻璃透光窗，加裝「窗型玻璃隔熱貼膜」或採用新型「節能材質玻璃」並搭配隔熱塗料施作，阻絕大氣輻射熱，以降低空調負荷，依能源局研究統計資料推估，可節省約 123 kWh/m^2.y。
節能成效	1.預期節能效益： (1)估計加強隔熱措施後，可節省 貴單位全年空調系統節省耗電量： 2500 m^2×123 kWh/m^2.y×80%(參差因數) =246,000 kWh/年 (2)節省電價：246,000 kWh/年 ×3.23 元/ kWh＝79.4 萬 (3)節能率：246,000÷2,360,652kWh/年＝10.4% 2.投資費用：市售隔熱貼膜或節能塗層價格約 2,500 元/m^2，推估 貴單位玻璃透光窗總面積約 2,500 m^2，初步估計約需花費約 600 萬元。(若改採其他種類節能材質玻璃，其相關費用請自行詢價) 3.回收年限：600 萬元÷ 79.4 萬元/年=7.5 年。 (建議於後續室內裝修工程時一併納入設計施作，以減輕工程花費支出)

編號：41

節能措施	箱型機採用高能源效率比值(EER)機型	系統分類	空調系統

改善措施

參考『無風管冷氣機能源效率比基準』，擬建議 貴單位先更換使用時間較長之箱型冷氣機汰換為符合建議標準的機型，以節省冷氣機之運轉耗能。使用時間較短之窗型冷氣則於汰舊換新時再進行更換，以減少投資回收年限。

改善前

1. 貴單位目前使用之箱型冷氣機年份部分超過 18 年以上，其原廠額定效率較經濟部公告之效率標準差異甚大，故在使用上較為耗能。

2.18 年以上箱型冷氣機年運轉用電量統計如下：

設備名稱	設備電功率	設備容量		數量	運轉時數	年耗電	年耗電量
	(瓩)	容量	單位	(台)	(小時/年)	(kW)	(kWh/年)
箱型冷氣機	30.5	30	RT	1	8,760	30.5	267,180
箱型冷氣機	39.6	40	RT	1	8,760	39.6	346,896
					合計	70.1	614,076

改善後

改善後

設備名稱	設備容量		能源效率比	數量	運轉時數	年耗電	年耗電量
	容量	單位	(W/W)	(台)	(小時/年)	(kW)	(kWh/年)
箱型冷氣機	30	RT	4.5	1	8,760	23.4	205,334
箱型冷氣機	40	RT	4.5	1	8,760	31.3	273,779
					合計	54.69	479,114

節能成效

1.節能效益：

預估經汰換為符合能源效率標準之箱型冷氣機後，抑低尖峰需量：15.4kW，可節省用電量 134,962kWh/年、減少電費 35.8 萬元/年。

改善前 (kWh/年)	改善後 (kWh/年)	節約度數 (kWh/年)	節能率 (%)	節能電費 (萬元/年)	抑制需量 (kW)
614,076	479,114	134,962	21.98	35.8	15.4

註:每度電平均單價 2.65 元

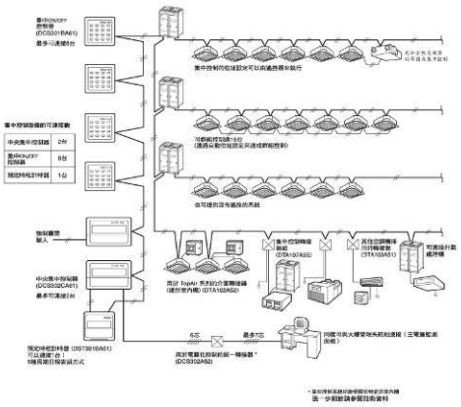
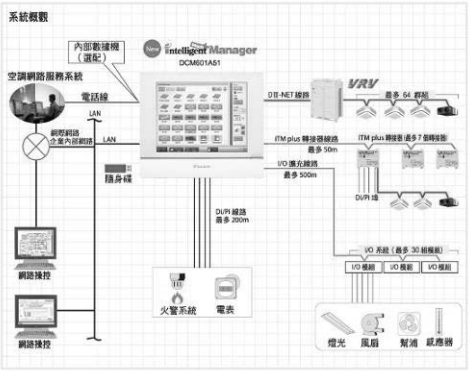
2.投資費用：約 70 萬元（實際金額以廠商報價為準。）

3.回收年限：70 萬元÷35.8 萬元/年＝2 年。

醫院節約能源措施案例

編號：42

節能措施	增加控制設備	系統分類	空調系統
改善措施	辦公室、教室及宿舍增設冷氣刷卡監控系統，系統建立後辦公室、教室及宿舍之冷氣皆須刷卡才可使用，不僅可藉由時程、群控及溫控等功能中央自動化管理，避免人員操作不當或忘記關機等問題，更可利用監控系統長期紀錄消耗電量以避免能源浪費的運轉方式，達到最高的省電效果。		
改善前	1.目前 貴單位有多棟建物空調採用分離式冷氣機，由現場人員自行開啟使用，各建物也未設置多功能電表。 2.依 104 年查核資料顯示空調耗電占比 38%，耗電 5,393,264 kWh/年。 3.分離式冷氣機全校共計 974 台、1,876RT、占比 14.26%、769,079 kWh/年。 第二宿舍外觀		

<table>
<tr>
<td>改
善
後</td>
<td>

增設集中控制轉接組


配合電腦監控管理

冷氣刷卡儲值卡
</td>
</tr>
<tr>
<td>節
能
成
效</td>
<td>
1. 預期節能效益：
(1)推估增設冷氣刷卡儲值卡或集中控制轉接組及電腦監控設置管理等控制，其將可節省約 20%之用電量：769,079 kWh/年×20%=153,816kWh/年。
(2)節省電費：153,816kWh/年×3.23 元/kWh =49.7 萬元/年。
(3)節能率：153,816kWh/年÷769,079kWh/年=20%。
2. 投資費用：
需加裝增設冷氣刷卡監控系統或集中控制轉接組及電腦監控設置管理等控制轉接組及相關電腦監控附屬設備費用約 400 萬元。(實際費用請向廠商詢價)。
3. 回收年限：400 萬元÷49.7 萬元/年=8.1 年。
【註】：實際改善方式，仍需以 貴單位需求配置為準，請自行評估。
</td>
</tr>
</table>

醫院節約能源措施案例

編號：43

<table>
<tr><td>節能措施</td><td>加裝中央監控</td><td>系統分類</td><td>空調系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">1.建議 貴單位考量增設中央監控系統包括用電量、電力需量、照明及空調主機、冰水泵、冷卻水泵、冷卻水塔、環境溫度、外氣引入等功能。以掌握各電力、照明及空調系統耗能狀態及使用條件資訊如 kW、kWh、℃，加以記錄，做為主機或系統耗能指標(kW/RT)比較分析，建立合理操作模式，尋求合理節能空間。

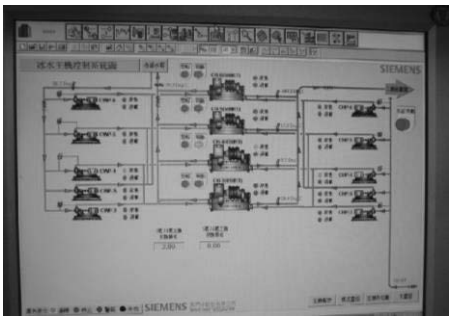
2.須可擴充(整合)設置空調之中央監控系統，藉由網路（封閉）連線及圖控軟體，達成傳輸紀錄之功能，並於電腦螢幕即時顯示各設備運轉狀態，空調操作員可於終端機達成啟動、關閉及監控設備的人機合一操作方式，俾使系統達到最佳運轉模式（須可擴充(整合)回路之遠端數位控制主機功能）。</td></tr>
<tr><td>改善前</td><td colspan="3">1. 貴單位今年夏月用電量較去年增加，而冰水主機、冰水泵、冷卻水泵、冷卻水塔、風車均以人工操作無法即時了解系統操作及區域用電情形。

2.目前市售監控系統可控制分析並取得會館之電力、照明現況資料及空調主機、冰水泵、冷卻水泵、冷卻水塔、環境溫溼度、外氣引入等動態資訊；亦可即時了解氣候與人潮變化，掌握會館各區域及其附屬設備耗電狀況。

2.目前 貴單位 104 年用電契約容量為 1,300 kW，二段式時間電價，全年用電度數 5,587,200 kWh，總電費 1,834 萬元/年，平均電價 3.28 元/kWh（如附件 A-1 用電調查表）。

3. 貴單位耗電量 155.21kWh/㎡.yr、單位面積耗能指標 44.56 W/㎡。

<table>
<tr><th>設 備 別</th><th>占比</th><th>用電量(kWh/年)</th></tr>
<tr><td>1.空調設備</td><td>50.00%</td><td>2,793,600</td></tr>
<tr><td>2.照明設備</td><td>25.00%</td><td>1,396,800</td></tr>
<tr><td>3.冷凍冷藏設備</td><td>10.00%</td><td>558,720</td></tr>
<tr><td>4.事務設備</td><td>2.00%</td><td>111,744</td></tr>
<tr><td>5.送排風設備</td><td>3.00%</td><td>167,616</td></tr>
<tr><td>6.給水污水設備</td><td>2.00%</td><td>111,744</td></tr>
<tr><td>7.電梯設備</td><td>8.00%</td><td>446,976</td></tr>
</table>
用電分佈百分比(%)</td></tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>改
善
後</td>
<td>1.電力節能管理資訊系統及中央空調節能管理系統實照，見下圖例。
2.空調節能管理重點如下:
(1)合理控制環境溫濕度。
(2)合理設定冰水出水溫度。
(3)機台之控制保養維護，維持高效率運轉。
(4)主機高低壓設定調整及耗能 kWh 大小。
(5)加強監視記錄比較分析。
 

電力節能管理資訊系統及中央空調節能管理系統實照圖</td>
</tr>
<tr>
<td>節
能
成
效</td>
<td>1.預期節能效益：
(1)預估增設中央監控系統功能後，可加強電力及空調用電管理、分析，建立合理節能操作模式，可節約用電 5%~10%以上。
抑低尖峰需量=1,118kW(平均需量)×保守抑低 5%≒56kW。
(2)估計可節省用電度數為：279,360kWh/年、節省電費支出約 91.6 萬元/年。
2.投資費用：增設中央監控系統含 PC+PLC+電力、照明、空調所需溫度監控點及工資費用約 200 萬元。
(投資費用因廠牌及配備不同有所差異，實際價格需自行詢價評估)</td>
</tr>
</table>

編號：44

節能措施	整合兩套或以上冰水系統	系統分類	空調系統
改善措施	貴單位前棟及後棟區域冰水主機效率已不符合冰水機效率規範(參考附件 B-1 空調冰水主機能源效率標準)，且兩區域冰水管路未串聯連通，無法達到較佳之節能運轉模式。建議重新規劃設計將兩套系統汰換並整併以冰水側二次變流量系統，減少空調能源浪費。		

改善前

1. 貴單位全年以 2 套空調系統供應前棟及後棟現場所需之冷能，前棟空調使用 200RT×1 台，後棟空調使用 60RT×1 台，空調使用時間約為全年 8,760 小時。
2. 兩區域冰水主機全年 24 小時開機運轉，由於前後期建置，故設計以 2 套冰水主機分別供應前棟及後棟區域,與現場人員討論下及實際主機負載運轉情況，無論氣侯狀況及現場人員多寡，現場必須開啟至少 2 台主機運轉供應，故無法配合現場需求調配空調負載，易使主機運轉於低效率狀態。
3. 當日量測量測兩台使用約 20 年限之冰水主機 200RT×1 台及 60RT×1 台暫態效率，推估冰水主機與水泵浦耗電為 1,573,771 kWh/年。詳細計算如下：

改善前冰水主機耗電							
供應區域	季節	容量（RT）	效率（kW/RT）	負載率（%）	參差因數（%）	使用時數（小時）	耗電（kWh）
前棟	夏季	200	1.15	80	65	3,650	436,540
	春秋季	150	1.20	67	65	2,920	227,532
	冬季	150	1.25	50	65	2,190	133,453
後棟	夏季	60	1.15	90	65	3,650	147,332
	春秋季	60	1.20	75	65	2,920	102,492
	冬季	60	1.25	50	65	2,190	53,381
改善前水泵耗電							
供應區域	季節	合計容量（hp）	合計耗電（kW）		參差因數（%）	使用時數（小時）	耗電（kWh）
前棟	夏季	50	37.5		90	3,650	123,188
	春秋季	50	37.5		90	2,920	98,550
	冬季	50	37.5		90	2,190	73,913
後棟	夏季	30	22.5		90	3,650	73,913
	春秋季	30	22.5		90	2,920	59,130
	冬季	30	22.5		90	2,190	44,348
合計							**1,573,771**

註：1.冰水主機耗電：主機噸數×主機效率×運轉時間×參差因數

2.水泵耗電：水泵耗電×運轉時間×參差因數

改善後

建議將前後棟空調主機汰換整併為 300RT 雙壓縮機變頻主機(一顆壓縮機變頻)兩台(交替運轉)，並搭配變頻區域水泵，推估冰水主機與水泵浦耗電為 1,214,990 kWh/年。詳細計算如下：

改善後冰水主機耗電							
供應區域	季節	容量 (RT)	效率 (kW/RT)	負載率 (%)	參差因數 (%)	使用時數 (小時)	耗電 (kWh)
前後棟	夏季	300	0.72	71	65	3,650	363,847
	春秋季	300	0.75	67	65	2,920	286,124
	冬季	300	0.80	50	65	2,190	170,820
合計							820,790
改善後水泵耗電							
供應區域	季節	合計容量 (hp)	合計耗電 (kW)		參差因數 (%)	使用時數 (小時)	耗電 (kWh)
前棟	夏季	60	45.0		75	3,650	164,250
	春秋季	60	45.0		75	2,920	131,400
	冬季	60	45.0		75	2,190	98,550
合計							**1,214,990**

註：1.冰水主機耗電：主機噸數×主機效率×運轉時間×參差因數

2.水泵耗電：水泵耗電×運轉時間×參差因數

3.水泵耗電含區域泵加裝變頻器

節能成效

1. 省能效益：

改善前耗電 (kWh/年)	改善後耗電 (kWh/年)	節省度數 (kWh/年)	節省金額 (萬元/年)
1,573,771	1,214,990	358,781	108.7

註:平均用電單價(元)　3.03

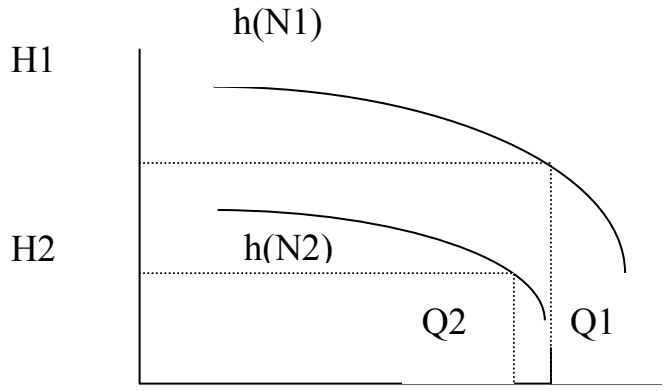
2. 投資費用：採購 300RT 變頻冰水主機兩台(一台備用)及空調冰水泵、冷卻水泵及區域水泵(含變頻器)約 650 萬元。

（僅為設備參考金額不含施工費用，實際價格仍應以廠家報價為準）

3. 回收年限：

650 萬元 ÷108.7 萬元/年 ≒ 6 年。

編號：45

節能措施	多台泵浦起停最適化	系統分類	空調系統
改善措施	其原理如下：依「泵浦之 Q-H 曲線圖」特性，在泵運轉固定於 N1，只以控制閥調整水量由 Q_1 至 Q_2，此時流量減少部份僅發在 h(N1)的 Q-H 特性曲線上。其揚程由 H_1 增加至 H_1'，如假設泵效率在此略成一定值時，軸動力因與 H、Q 成比例，故其變化量只為為流量之減少率與揚程之增加率之乘積部份而已。若是將控制閥全開，而改變泵轉速由 N_1 降低至 N_2，流量由 Q_1 至 Q_2。則此時 Q-H 特性曲線 $h(N_1)$變至 $h(N_2)$，揚程則由 H_1 減至 H_2，軸動力則為流量 Q_1 時之 $(N_1/N_2)^3$ 倍。換句話說，以變頻器控制轉速調整流量至 1/2 時，理論上軸動力則僅需 1/2 三次方，約 12.5%之軸動力就夠了，實際上考慮變頻轉變效率(約 6%全載損失)，約需 18.5%軸動力，相對節省電力。 泵浦之 Q-H 特性曲線  		

改善前	1.儲水水槽 2 座，每座使用抽水泵為 5hp×5 台，分區供應一般用水。目前 加壓抽水泵控制運轉模式，依各區使用時運轉，起停為 ON-OFF 控制，無法依實際需求使用情況做無段式調控水量，建議可加裝變頻器控制。 2.預估每台分區抽水泵年運轉時數約 585 小時。
改善後	建議於二座儲水水槽分區使用之加壓抽水泵 5hp×5 台(共 10 台)，實施最適當的控制方式運轉，因此可控制所產生的水流量依壓差變化作轉速調控，依負載需求不同，變化分區抽水泵轉速，以變水量的方式，改善其耗能狀況，可全力運轉，但不致於浪費過多電力，以節約能源。
節能成效	1.節能效益： 假設每台抽水泵年運轉時數約為 585 小時，使用負載參差因數為(0.85%)，推估平均電價為 2.73 元/kWh 計算，預估抽水泵加裝變頻器控制約可減少 30%用電量，則每年約可節省用電量約 5,519kWh/年、節省電費約 15,068 元/年。 5hp×0.746kW/hp×10 台×0.85(負載參差因數)×585hr/y×2.73 元/kWh×30% ＝5,519kWh/年、15,068 元/年 2.投資費用： 加裝變頻器 10 台費用約需 15 萬元(不含壓差設備)。 (詳細報價請洽詢專業廠家)。 3.回收年限： 15 萬元÷1.5 萬元/年≒10 年 ※ 註:本提案回收年限因使用時間長短而有所差異

醫院節約能源措施案例

編號：46

<table>
<tr><td>節能措施</td><td>加裝中央監控</td><td>系統分類</td><td>空調系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">1.建議 貴單位考量增設中央監控系統包括用電量、電力需量、照明及空調主機、冰水泵、冷卻水泵、冷卻水塔、環境溫度、外氣引入等功能。以掌握各電力、照明及空調系統耗能狀態及使用條件資訊如 kW、kWh、℃，加以記錄，做為主機或系統耗能指標(kW/RT)比較分析，建立合理操作模式，尋求合理節能空間。

2.須可擴充(整合)設置空調之中央監控系統，藉由網路（封閉）連線及圖控軟體，達成傳輸紀錄之功能，並於電腦螢幕即時顯示各設備運轉狀態，空調操作員可於終端機達成啟動、關閉及監控設備的人機合一操作方式，俾使系統達到最佳運轉模式（須可擴充(整合)回路之遠端數位控制主機功能）。</td></tr>
<tr><td>改善前</td><td colspan="3">1. 貴單位今年夏月用電量較去年增加，而冰水主機、冰水泵、冷卻水泵、冷卻水塔、風車均以人工操作無法即時了解系統操作及區域用電情形。

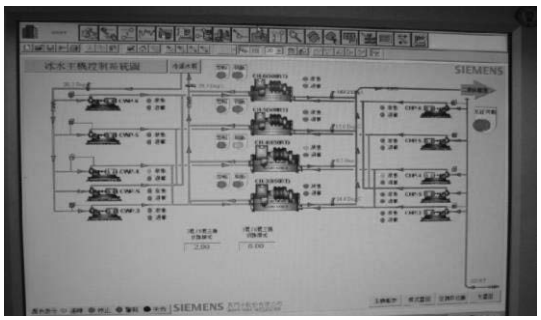
2.目前市售監控系統可控制分析並取得會館之電力、照明現況資料及空調主機、冰水泵、冷卻水泵、冷卻水塔、環境溫溼度、外氣引入等動態資訊；亦可即時了解氣候與人潮變化，掌握會館各區域及其附屬設備耗電狀況。

2.目前 貴單位 104 年用電契約容量為 1,300 kW，二段式時間電價，全年用電度數 5,587,200 kWh，總電費 1,834 萬元/年，平均電價 3.28 元/kWh（如附件 A-1 用電調查表）。

3. 貴單位耗電量 155.21kWh/㎡.yr、單位面積耗能指標 44.56 W/㎡。

用電分析圖

<table>
<tr><th>設 備 別</th><th>占比</th><th>用電量(kWh/年)</th></tr>
<tr><td>1.空調設備</td><td>50.00%</td><td>2,793,600</td></tr>
<tr><td>2.照明設備</td><td>25.00%</td><td>1,396,800</td></tr>
<tr><td>3.冷凍冷藏設備</td><td>10.00%</td><td>558,720</td></tr>
<tr><td>4.事務設備</td><td>2.00%</td><td>111,744</td></tr>
<tr><td>5.送排風設備</td><td>3.00%</td><td>167,616</td></tr>
<tr><td>6.給水污水設備</td><td>2.00%</td><td>111,744</td></tr>
<tr><td>7.電梯設備</td><td>8.00%</td><td>446,976</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

改善後	1.電力節能管理資訊系統及中央空調節能管理系統實照，見下圖例。 2.空調節能管理重點如下: (1)合理控制環境溫濕度。 (2)合理設定冰水出水溫度。 (3)機台之控制保養維護，維持高效率運轉。 (4)主機高低壓設定調整及耗能 kWh 大小。 (5)加強監視記錄比較分析。  電力節能管理資訊系統及中央空調節能管理系統實照圖
節能成效	1.預期節能效益： (1)預估增設中央監控系統功能後，可加強電力及空調用電管理、分析，建立合理節能操作模式，可節約用電 5%~10%以上。 抑低尖峰需量=1,118kW(平均需量)×保守抑低 5%≒56kW。 (2)估計可節省用電度數為 279,360kWh/年、節省電費支出約 91.6 萬元/年。 2.投資費用：增設中央監控系統含 PC+PLC+電力、照明、空調所需溫度監控點及工資費用約 200 萬元。 (投資費用因廠牌及配備不同有所差異，實際價格需自行詢價評估)

醫院節約能源措施案例

編號：47

<table>
<tr><td>節能措施</td><td>調降熱水出水量及儲槽加熱溫度節約熱能</td><td>系統分類</td><td>鍋爐系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">國內氣候夏天天氣熱，一般自來水溫約 20℃，冬天可能低至 15℃以下，由於自來水溫差之變化，熱水加熱溫度應可調整為如下表(二)熱水鍋爐熱水加熱溫度建議值。
夏天設定為 50℃；冬天設定 60℃以下，並視病房使用率高低調整，加上病房洗臉盆熱水配合調降各水龍頭熱水之最大出水量下，可減少熱水流失熱能之效果最大。
表(二)熱水爐熱水加熱溫度建議值
<table><tr><th>季節</th><th>熱水加熱設定溫度℃</th></tr><tr><td>夏天</td><td>50℃</td></tr><tr><td>秋冬</td><td>55℃</td></tr><tr><td>冬天</td><td>60℃</td></tr><tr><td>寒流</td><td>65℃</td></tr></table>
註：平均熱水溫度調降率＝(60-50)℃÷60℃×100%＝16%。</td></tr>
<tr><td>改善前</td><td colspan="3">1. 貴院於各病房安裝電熱水爐計 9 台共 1600 GAL，全年使用時間 8760 小時。
表(一) 國軍花蓮總醫院熱水爐設備規格
<table><tr><td>廠牌</td><td>隆昌電熱水爐</td></tr><tr><td>型號</td><td>TTE-25 TTE-15</td></tr><tr><td>規格</td><td>1.200GAL*7
2.100GAL*2</td></tr><tr><td>耗電量</td><td>1. 24Kw 2.12kW</td></tr><tr><td>保溫狀況</td><td>良好</td></tr><tr><td>出水溫度</td><td>65℃</td></tr></table>
2. 參考日本「宿泊、宴會設施：計畫、設計」之給排水、衛生設備設計資料知：沖澡水使用適當水溫為 42℃左右。(成人 42~45℃，小孩 40~42℃) 可見熱水溫度實際值(40℃~42℃)與加熱水溫設定值(60℃)差異大，故病房應檢討每天住房率，病人實際使用需求反應下，而降低出水溫度℃，而節約熱能。</td></tr>
</table>

改善後	調降出水溫度至 55℃，約 5℃，預估每年可減少電熱用電量及電費。
節能成效	1.省電效益： 調降出水溫度約 5℃，預估每年可減少電費約 4.2 萬元。 熱水溫度降低率＝(60-55)℃÷60℃×100%＝8.3%。 24kW*7+12kW *3=225kW(設備容量) 。 225 KW×15%(估算使用率)×8.3%×8760 小時/年=24,539kWh/年 24,539kWh/年×1.74 元/ kWh=42,698 元/年。 每年減少流動度數約 24,539kWh，節省 4.2 萬元 2.投資費用：無、自行調整各水龍頭出水量及加熱熱水溫度。 3.回收年限：立即。

醫院節約能源措施案例

編號：48

<table>
<tr><td>節能措施</td><td>管線保温</td><td>系統分類</td><td>鍋爐系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">1.應將熱水供應管(3 支)及熱水迴水管(3 支)管壁加以保溫，使表面溫度降低至 40℃以下，減少散熱損失及昇溫時間。
2.保溫層厚度計算：(見附件 5-5-1)
散熱量 $Q=\pi\times d\times h(t_1-t_2)=$
$3.14\times(4$ 吋$\times 2.54cm/100m)\times 10\ kcal/m^2.h.℃\times 5$ 支$\times 30m/$支$\times(60-25)℃$
$=14356kcal/h$
註:管徑=(4 吋×2.54cm)/100m =0.102m，
$\alpha=10$(自鐵管表面之熱傳導率)($kcal/m^2.h.℃$)
查保溫厚度之求法圖表，得保溫層厚度 X(mm)=約 25mm，採 1 吋厚玻璃纖維保溫筒。</td></tr>
<tr><td>改善前</td><td colspan="3">1.熱水供應 4 吋管(3 支)及熱水迴水 4 吋管(3 支)約 30 公尺，管壁皆無保溫，熱損失大，應加強保溫。
2.當日測管溫約 60℃，全年平均外氣溫度:25℃。</td></tr>
<tr><td>改善後</td><td colspan="3">熱水供應管及熱水迴水管管壁，加以保溫保溫後，減少散熱損失及昇溫時間:，每年約可節省天然氣費用。</td></tr>
<tr><td>節能成效</td><td colspan="3">1.省能效益：
天然氣 $1m^3=9900kcal$。
保溫後減少散熱損失：$(14356\ kcal/h\times 8760h/y)\div(9900kcal/m^3*0.8)$
$=15878m^3/y$。
天然氣 $1m^3=10.4$ 元$/m^3$。
每年約可節省：$15878m^3/y\times 10.4$ 元$/m^3=16.5$ 萬元/年。
2.投資費用： 15 萬元。(因工資差異大，實際費用請自行詢價)。
3.回收年限:15 萬元/年÷16.5 萬元/年＝0.9 年。</td></tr>
</table>

編號：49

<table>
<tr><td>節能措施</td><td>調降空氣對燃料之比例</td><td>系統分類</td><td>鍋爐系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">1. 排氣含氧量 7.3%過高，建議調降。
2. 以目前操作現場為改善基準，建議調低進風量，使過量氧合理化，以避免熱能損失。
3. 由於 貴單位鍋爐蒸汽需求量不多而起停頻繁(依 貴單位鍋爐測試當日計算蒸汽用量約 393kg/時)，造成效率不佳，加上爐體後端板表溫高達 48～80℃，爐體散熱損失大。分析改善潛力如下:
<table>
<tr><td>改善項目</td><td></td><td>改善目標數據</td></tr>
<tr><td>排氣含氧</td><td>O_2%</td><td>5.0</td></tr>
<tr><td>給水計量</td><td>m^3/h</td><td>0.4</td></tr>
<tr><td>排氣溫度</td><td>℃</td><td>169.0</td></tr>
<tr><td>給水溫度</td><td>℃</td><td>21.0</td></tr>
<tr><td>燃料計量</td><td>L/h</td><td>37.2</td></tr>
<tr><td>鍋爐負載</td><td>%</td><td>15.8</td></tr>
<tr><td>燃燒熱損</td><td>%</td><td>0.2</td></tr>
<tr><td>爐壁熱損</td><td>%</td><td>23.3</td></tr>
<tr><td>洩水熱損</td><td>%</td><td>0.1</td></tr>
<tr><td>尾氣熱損</td><td>%</td><td>8.5</td></tr>
<tr><td>鍋爐效率</td><td>%</td><td>67.9</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>改
善
前</td><td>1.貴單位設置二台 2.5 噸/時蒸汽鍋爐，平常操作一台，水錶故障，故本次僅以#1 鍋爐現況進行檢測，並參考 貴單位鍋爐操作記錄及以電腦程式修正給水及燃油流量。(如附件 5-5-1 所示)
2.檢測分析#1 鍋爐運轉負載之操作條件如下:
<table>
<tr><td>檢測項目</td><td></td><td>檢測數據</td></tr>
<tr><td>排氣溫度</td><td>℃</td><td>169.0</td></tr>
<tr><td>排氣含氧</td><td>O_2%</td><td>7.3%</td></tr>
<tr><td>蒸汽壓力</td><td>kg/cm^{2}G</td><td>8.0</td></tr>
<tr><td>給水溫度</td><td>℃</td><td>21.0</td></tr>
<tr><td>給水計量</td><td>m^3/h</td><td>-</td></tr>
<tr><td>燃料計量</td><td>m^3/h</td><td>38.0</td></tr>
<tr><td>鍋爐負載</td><td>%</td><td>15.8%</td></tr>
<tr><td>燃燒熱損</td><td>%</td><td>0.2%</td></tr>
<tr><td>爐壁熱損</td><td>%</td><td>22.9%</td></tr>
<tr><td>洩水熱損</td><td>%</td><td>0.1%</td></tr>
<tr><td>尾氣熱損</td><td>%</td><td>10.4%</td></tr>
<tr><td>鍋爐效率</td><td>%</td><td>66.5%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>改
善
後</td><td>排氣含氧量 7.3%過高，建議調降至 5%，鍋爐效率提昇 1.4%。</td></tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>節
能
成
效</td>
<td>1.省能效益：

全年天然氣用量約 206,658m3，實施操作改善後節省天然氣 2.1%，因而鍋爐效率可提昇 1.4%。
依#1 鍋爐負載運轉時數及燃料價格評估其經濟效益如下:

<table>
<tr><td>預期項目</td><td></td><td>經濟效益</td></tr>
<tr><td>相當節省天然氣量</td><td>Nm^3/h</td><td>5.3</td></tr>
<tr><td>燃料單價</td><td>元/Nm^3</td><td>13.44</td></tr>
<tr><td>運轉時數</td><td>h/年</td><td>6570</td></tr>
<tr><td>年省金額</td><td>萬元/年</td><td>7.3</td></tr>
</table>

2.投資另二台鍋爐前後端板可施加保溫材，以減少爐體散熱損失，約需投資金額 3 萬元/年。

3.回收年限：立即。</td>
</tr>
</table>

醫院節約能源措施案例

編號：50

節能措施	重置高效率鍋爐汰換老舊鍋爐	系統分類	鍋爐系統
改善措施	1.建議汰舊換新一台蒸汽鍋爐為 500kg/hr 小型貫流式鍋爐(含節熱器，鍋爐燃燒效率可達 90%)，以提高鍋爐燃燒效率。 2.保留一台舊鍋爐於每天蒸氣需求量較大之時段開啟，其他時段仍以小型貫流式蒸氣鍋爐為主，如此可減少鍋爐起停，將可提昇鍋爐效率 23.5%。 註：選擇小型貫流式蒸氣鍋爐之容量大小，需根據油錶水錶之實際用量，以確定醫院所需之最大蒸氣需求用量。		
改善前	1.貴單位已設二台 2.5 噸/時蒸汽鍋爐，使用已逾 10 年，平常操作一台，燃料使用天然氣，水錶已故障，無法了解鍋爐之油水比。 2.當日測試#1 鍋爐，排氣含氧量 7.3%、排氣溫度為 169℃，鍋爐負載率約 15.8%，鍋爐起停頻繁，爐體散熱損失大，鍋爐效率約 66.5%。		
改善後	汰舊換新一台蒸汽鍋爐為 500kg/hr 小型貫流式鍋爐(含節熱器，鍋爐燃燒效率可達 90%)，以提高鍋爐燃燒效率 23.5%，節省天然氣量。		
節能成效	1.省能效益： 全年鍋爐天然氣用量約 206,658m3，經更新改善後可提昇鍋爐效率 23.5%，節省天然氣量約 206,658m^3/年×23.5%×80%(負載率)＝38,852 m^3/年。 節省天然氣費用＝38,852 m^3/年×13.44 元/m^3＝52.2 萬元/年。 2.投資費用：增設 500kg/hr 之小型貫流式鍋爐及節熱器(含施工及清運)，約需 80 萬元。 3.回收年限：約 1.5 年。		

醫院節約能源措施案例

編號：51

<table>
<tr><td>節能措施</td><td>增設熱泵加熱熱水系統(電熱)</td><td>系統分類</td><td>鍋爐系統</td></tr>
<tr><td>改善措施</td><td colspan="3">熱泵系統是一種吸取大氣熱能或回收冰水系統熱能加以利用、產生熱水的高效能設備，平均製熱效率 COP 可達 3 以上。與其他各式熱水器相比，具有效率高、能源費用低、安全性高及環保等優點，因此建議未來熱水可由熱泵機組加熱提供，減少燃料費用支出。</td></tr>
<tr><td>改善前</td><td colspan="3">貴　單位於院區內設有辛巴達電熱式熱水鍋爐 4 台，供應醫院內病房熱水等使用。於未來可規劃以熱泵取代部分病房熱水，預估熱泵可取代鍋爐燃料熱值約 237,310 Mcal/年。
<table>
<tr><td colspan="2">改善前使用熱水鍋爐：</td></tr>
<tr><td>燃料種類</td><td>電熱(kWh)</td></tr>
<tr><td>熱水需求熱值(Mcal/年)</td><td>225,445</td></tr>
<tr><td>耗用燃料熱值(Mcal/年)</td><td>237,310</td></tr>
<tr><td>耗用燃料費用(元/年)</td><td>728,487</td></tr>
<tr><td>燃料單價(元）</td><td>2.64</td></tr>
<tr><td>鍋爐效率(%)</td><td>95%</td></tr>
<tr><td>燃料單位熱值(kcal)</td><td>860</td></tr>
<tr><td>燃料有效熱值(kcal)</td><td>817</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

改善後

以熱泵全年平均 COP=3 推估：

(1)熱水使用所需熱量(鍋爐產生)：237,310 Mcal/年×0.95(鍋爐效率)=225,445 Mcal/年。

(2)熱泵耗電：225,445 Mcal/年×1,000kcal/Mcal÷860kcal/kWh÷3(COP)=87,382 kWh/年(21.7 kLOE)，87,382 kWh/年×2.64 元/kWh=23 萬元/年。

改善後改用水對水式熱泵系統熱能效益：	
需求熱水熱值(Mcal/年)	225,445
熱泵耗電量(kWh/年)	87,382
熱泵耗電熱值(Mcal/年)	195,385
熱泵節約熱值(Mcal/年)	41,925
熱值節約率(%)	17.7%
熱泵耗電電費(元/年)	230,687
燃料費用節約量(元/年)	497,799
燃料費用節約率(%)	68.3%

(3)熱泵產生之空調效益：

A.熱泵產生的冷凍噸數：87,382 kWh/年×2×860 kcal/kWh=150,296 Mcal/年，150,296 Mcal/年×1,000kcal/Mcal÷8,760 hr/年÷3,024 kcal/hr.RT=5.7 RT

B.空調效益：5.7 RT×1.0 kW/RT(空調效益)×8,760 小時/年 = 49,932kWh/年(12.4 kLOE)，49,932kWh/年×2.64 元/kWh =13.1 萬元/年。

改善後改用水對水式熱泵系統空調效益：	
產生冰水熱值(Mcal/年)	150,296
產生冰水噸數(RT)	5.7
既設冰水系統效率(kW/RT)	1.00
節省空調用電量(kWh/年)	49,932
節省空調用電熱值(Mcal/年)	111,648
熱值節約率(%)	47.0%
燃料費用節約量(元)	131,820
燃料費用節約率(%)	18.1%

節 能 成 效	1. 預期節能效益： (1)若採用熱泵取代鍋爐加熱熱水部份，可節省熱能費用 72.8 萬元/年-23 萬元/年=49.8 萬元/年。 (2)熱泵節約熱值：41,925 Mcal/年(4.7 kLOE)。 (3)熱泵產生之空調效益：49,932 kWh/年(12.4 kLOE)、13.1 萬元/年。 (4)效益合計：17.1 kLOE/年、62.9 萬元/年 (5)節能率：(17.1÷26.3) kLOE×100%=65 %。 2. 投資費用：約 120 萬元。 (費用依廠牌不同而有所差異，實際費用請自行詢價) 3. 回收年限：120 萬元÷62.9 萬元/年=1.9 年。

編號：52

節能措施	增設熱泵加熱熱水系統	系統分類	鍋爐系統

改善措施

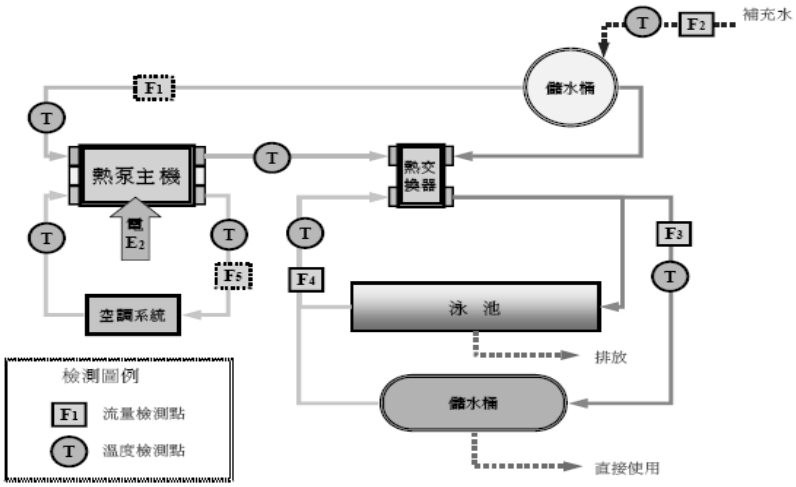
1. 以熱泵全年平均進水溫度22℃、熱水溫度55℃估算熱泵每度電約產生2.594 Mcal/度，平均每度電費以2.88元/kWh計算，熱泵所需耗電資料如下表所示。

熱泵產生熱能	熱泵耗電		總電費
(Mcal/年)	(KLOE/年)	(kWh/年)	(萬元/年)
1,047,200	90.8	365,302	105.2

2. 熱泵產生之空調效益：

假設製冷 COPc= COPh-1=2；(COPc：COPh=2：3→產生 1kcal 熱，可產生 2/3kcal 冷能)，空調效益如下所示。

熱泵產生冷能	空調效益		節省電費
(RT)	(KLOE/年)	(kWh/年)	(萬元/年)
20.6	31.3	126,052	36.3



水對水熱泵熱水系統(例)

<table>
<tr><td>改
善
前</td><td>1.貴單位香榭館設有大德煙管式熱水鍋爐 450KCAL/HR×2 台，供應房間熱水(占 100%)。
2.依據 貴單位資料，房間熱水占鍋爐柴油用量約 100%，使用熱水能源單位換算如下：
<table>
<tr><th rowspan="2">柴油用量
(KL/年)</th><th colspan="2">熱值</th><th rowspan="2">費用
(萬元/年)</th></tr>
<tr><th>(Mcal/年)</th><th>(kLOE/年)</th></tr>
<tr><td>119</td><td>1,047,200</td><td>116.4</td><td>260.2</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>改
善
後</td><td>因鍋爐製熱效率低及能源費用高，建議可採行將熱水改由熱泵取代熱水鍋爐供應之熱水。偶有不足時可由熱水鍋爐加熱。熱泵冷能可取代部份空調。</td></tr>
<tr><td>節
能
成
效</td><td>預期將熱水鍋爐系統汰換為熱泵系統效益如下表所示:
<table>
<tr><th>熱能效益
(萬元/年)</th><th>空調效益
(萬元/年)</th><th>節省熱值
(kLOE/年)</th><th>總效益
(萬元/年)</th><th>節能率
(%)</th><th>投資費用
(萬元)</th><th>回收年限
(年)</th></tr>
<tr><td>155.0</td><td>36.3</td><td>56.9</td><td>191.3</td><td>48.9</td><td>600</td><td>3.1</td></tr>
</table>
註：此案價錢為增設熱泵主機(僅含熱水桶槽設備費用，不包含管線施工費用)，實際費用依各家廠牌而所不同，須經詳細評估規劃及報價。增設熱泵會影響用電裝置容量，應考量契約容量的合理化。此估算僅供參考，仍應以實際需求為準。</td></tr>
</table>

拾、結語

有效推行節約能源之四步驟為(1)導入使用新型省能設備(2)建立正確的操作及管理模式，(3)良好的維護保養，(4)加強員工「有效用電、節約能源」教育訓練。因此建議醫院工程部在規劃設置時，即應考量節能 10 項重點為(1)穩定之供電電壓品質，(2)照度設計合理化，(3)使用 LED 燈具及光源，(4)採用自動點滅器控制，利用自然採光，(5)空調設備採用高效率省能機型，並加強定期維修保養，(6)注意空調設備溫度設定合理值，(7)採用電能監控(SCADA)系統，(8)加強提供員工節約能源管理及維護訓練，(9)定期檢測鍋爐效率及導入高效率熱泵熱水系統(10)醫院工程部應研究節能技術導入及檢核，並給與定期現場督導協助。

若各醫院都能仿效以上節能改善，積少成多，估計各醫院都有獲得 5%以上節能效益，各醫院由節約能源使用成本降低，可提升經營利潤，加強市場競爭力，對國家整體節約能源目標推動上，也相對提出貢獻。

拾壹、參考資料

【1】2015 年台灣能源統計年報：經濟部能源局

【2】衛生署 104 年度臺灣地區歷年公私立醫療院所數統計

【3】節約能源技術手冊(2015 年版)：經濟部能源局編印

拾貳、附錄

附錄一　照明功率密度目標值對照表

使用場所		CNS 照度基準	照度基準	照明功率密度目標值 UPD (W/M²)	綠建築 UPD (W/M²)	LEED LPD base line (W/M²)	備註
用途別	細分						
1.一般公共空間	(1)大廳	100~200	100~200	6	13.9	12.6	採分段控制
	(2)通道及走廊	100	100	5	10.8	9.7	行政區
	(3)電梯廳		100~150	6		9	
	(4)安全梯間	60	60	4			建築技術規則
	(5)公共廁所	100	100~150	6		13.5	建築技術規則
2.健康照護公共空間	(1)走廊(白天)	200	100~200	6			採跳盞，分三段控制。
	(2)走廊(晚上)	50	50	3			
	(3)等候室	200	100~200	6			
3.病房	(1)護理站(書寫桌面、櫃檯桌面)	300~750	400~500	9	10.8	9.7	
	(2)準備室(工作台)	300~750	400~500				
	(3)準備室(一般)	300~750	300~350				
	(4)更衣室	75~150	100~150	5			
	(5)病房走廊(採分段控制)	50~100	75~150	4			
	(6)交誼廳	200	150~200	6			
	(7)協談室		150~300	7		13.5	採分段控制
	(8)護理長室		400~500	11			

使用場所		CNS 照度基準	照度基準	照明功率密度目標值 UPD (W/M²)	綠建築 UPD (W/M²)	LEED LPD base line (W/M²)	備註
用途別	細分						
	(9)討論室		400~500	11			
	(10)庫房		100~150	5			
	(11)治療室		400~500	11			
	(12)清潔間		100~150	5			
	(13)污衣、污物室	75~150	100~150	4		5.4	
	(14)儀器室		400~500	11			
3.病房	(15)洗衣、烘乾室		150~200	5			採光電感應開關控制。
	(16)配膳室		150~200	5			
	(17)醫師值班室(一般)	100	100	7			
	(18)醫師值班室書桌面或台面（局部照明）	500	500				
4.病室	(1)一般	100	100	6.5	7.5	6.8	
	(2)病床閱讀	300	200~300				
	(3)病床診療	300	400~500				局部照明
	(4)淋浴間、洗手間	200	150~200	6			
5.加護病房	(1)一般	100	100	12			
	(2)簡易診療(床面局部)	300	300				
	(3)診療、治療(床面局部)	1000	600				特殊需求採局部照明
6.產房	(1)一般工作區	300~750	300~350	10			

使用場所		CNS 照度基準	照度基準	照明功率密度目標值 UPD (W/M²)	綠建築 UPD (W/M²)	LEED LPD base line (W/M²)	備註
用途別	細分						
	(2)洗刷區、清洗室、恢復室(一般)		300~400	11			
	(3)生產房一般區		500~600	13			
	(4)特殊工作區、恢復室(局部)		600~700	16			
	(5)手術部位（採無影燈局部照明，配合各科手術室需求）	特別	10000~100000				
7.一般診療室(診室)	(1)一般		300~350	9		14.5	
	(2)作業、治療區	500	500				
8.門診候診、休息區	(1)一般	200	150	6			
	(2)資料書寫桌面（局部照明）		400~500				
9.牙科區	(1)一般處理、器具櫃架、齒模製作檯	300~750	450~500	11			
10.耳鼻喉科區	(1)聽力檢查室	100~200	100~200	6			
	(2)耳鼻喉科診療室	300~750	350~500	11			
11.眼科區	(1)眼科暗室	50~100	50~100	5			
	(2)眼科診療室(註 6)	300~750	450~500	11			
	(3)視力表閱讀及顏色測試	500	500	11			
12.骨科治療	(1)一般	300~750	300~400	10			
	(2)夾板室、石膏		450~500	11			
13.膀胱鏡室	(1)一般	300~750	450~500	11			

使用場所		CNS 照度基準	照度基準	照明功率密度目標值 UPD (W/M²)	綠建築 UPD (W/M²)	LEED LPD base line (W/M²)	備註
用途別	細分						
14.外科區	(1)恢復室	300~750	300~500	8		7.7	
	(2)器械及供應室、刷手區		300~350	9			
	(3)清洗區		450~500	11			
	(4)麻醉儲存	100~200	100~200	6			
	(5)手術室	1000	750	16		21.3	
	(6)手術部位（採無影燈局部照明，配合各科手術室需求）	特別	10000~100000	-			
15.嬰兒室	(1)一般	150~300	150~300	6		5.9	
	(2)檢查與治療檯、搖籃區(檢查)	300~750	450~500				
16.放射科	(1)治療室	300	300	9			
17.X 光區	(1)X 光攝影	300	300	4.3		3.9	
	(2)X 光判讀	100~200	100~200				
18.心電圖	(1)一般	200~500	200~500	11			
	(2)心電圖設備區		200~500	11			
19.同位元素區	(1)吸收及掃描室	200~500	200~400	10			
	(2)放射能化學實驗(一般)		300~350	9			
	(3)檢查檯		300~500	11			
20.病理、檢驗	(1)生物檢驗室、細胞室	300~750	300~500	11		14.5	
	(2)電子顯微鏡室、驗血室		300~500	11		14.5	
21.骨科治療	(1)一般	300~750	300~400	10			
21.骨科治療	(2)夾板室、石膏		450~500	11			

使用場所		CNS 照度基準	照度基準	照明功率密度目標值 UPD (W/M²)	綠建築 UPD (W/M²)	LEED LPD base line (W/M²)	備註
用途別	細分						
22.職能治療區	(1)一般工作區	300~750	300~350	9			
	(2)精細工作區		450~500	11			
23.物理治療	(1)一般	100~200	150~200	9		8.7	
	(2)練習室、治療房(設開關分段控制)(註 1)		300~500				
24.語言治療	(1)語言治療室	300~750	400~500	11			
25.製劑科	(1)配藥區	300~750	500	12			
	(2)製劑區		500	12			
	(3)流動儲存		300~350	10			
	(4)酒精室	100~200	100~200	6			
26.腦波室、肌電圖室	(1)準備室(一般)	200~500	300~400	9			
	(2)檢查室、工作室、(一般)		300~400	9			
	(3)準備室(局部)、儲存、紀錄	200~500	400~500	10			
	(4)工作室(桌面或檯面)		400~500	10			
27.醫療供應課	(1)作業區、工作檯、手套檯、發料區	300~750	300~500	10			
	(2)儲存區	100~200	100~200	6			
28.電腦室	(1)主機房(設開關分段控制)(註 2)	200	200	7			
	(2)操作室	500	500	11			

使用場所		CNS 照度基準	照度基準	照明功率密度目標值 UPD (W/M²)	綠建築 UPD (W/M²)	LEED LPD base line (W/M²)	備註
用途別	細分						
29.辦公室	(1)一般文件處理、影印、計算等(註 3)	300	300	7.2	11.8	10.6	
	(2)書寫、打字、閱讀、資訊處理(註 3)	500	500				
30.宿舍區	(1)寢室(一般)	100	100	7		10.6	
	(2)交誼廳	200	200				
	(3)書桌面或台面（局部照明）	500	400~500				
31.餐廳	(1)配膳區	500	300~350	9			
	(2)一般用餐區	200	150~200	7		8.7	
32.圖書室	(1)書架、卡片櫃	200	200	7		10.6	
	(2)閱讀室、目錄、借還書櫃檯	500	500	11		11.6	
33.工務儀器作業區	(1)維修室	300~750	300	9			
	(2)儀錶維修室		500	11			
	(3)主機房(設開關分段控制)(註 2)		500	11			
	(4)中央監控室		500	11			
34.教室	(1)書寫、打字、閱讀、資訊處理	500	500	11			
	(2)黑板(防止鏡面反射)	750					
35.實驗室	(1)一般工作區	500	400~500	11			
	(2)洗滌室		400~500	11			

使用場所			CNS 照度基準	照度基準	照明功率密度目標值 UPD (W/M^2)	綠建築 UPD (W/M^2)	LEED LPD base line (W/M^2)	備註
用途別	細分							
36.實習工廠			500	400~500	11			
37.停車場及道路	(1)室內停車場	停車格(註 4)	60	60	2		2~2.9	
		車道	60	60				
	(2)室外停車場(註 4)		30	30	1.4		1.4	
	(3)道路照明(註 5)	主要車道	5-10	5-10				
		次要車道	4-7	4-7				
		服務道路	4-6	4-6				
		與街道相鄰之人行道	2-6	2-6				
38.其他	(1)管道間		200	200	8			
	(2)樓梯		150	100~150	6			
	(3)盥洗室、浴室、廁所		200	100~150	6			
	(4)電梯		150	150~200	9			
	(5)會議室、討論間、簡報室		500	300~450	10	13.9		

附錄二　建築空調尖峰負荷之標準計算方式

一、空調尖峰負荷計算方法與計算軟體：

空調負荷計算方法依下列之冷房等效溫差及因子法（Cooling load temperature difference/cooling load factor, CLTD/CLF）、全等效溫差時間平均法（Total equivalent temperature difference/time averaging, TETD/TA）、轉移函數法（Transfer function method, TFM）、輻射時間級數法（Radiant time series,RTS）或熱平衡法（Heat balance）五種方法擇一，以進行空間熱負荷計算。

計算所使用軟體應具有逐時計算之功能，並以計算結果負荷最高時段之空調負荷為空調尖峰負荷，計算空間熱負荷需輸入下款所列參數。

二、空調負荷計算之輸入參數值：

(一)室內環境條件設定及室內熱負荷計算輸入參數如附表。

(二)室外環境條件之氣象數據，應依照建築物所在地中央氣象局之氣象數據作為輸入值，或依所屬氣候分區之代表城市(臺北、臺中、高雄)中央氣象局之氣象數據作為輸入值，臺灣氣候分區(分為北部、中部、南部氣候區)參照建築技術規則第三百零八條。

(三)經由開口(門、窗)玻璃、外牆、屋頂等建築外殼之室內熱傳透輸入參數，應依照建築設計壁體之實際構造依序輸入各層材料性質，各層材料性質依照建築技術規則建築外殼耗能等相關法規辦理。

附表一空調尖峰負荷計算之室內環境設計條件與室內熱負荷輸入參數值

建築物種類	建築物類別	空間用途	室內溫度設定 ℃	室內相對濕度 %RH	外氣量(註1) (l/s/人)	人員密度(㎡/人)	照明密度(W/㎡)	事務機器密度(W/㎡)	逐時負荷變動率(附表S1-S12)
瞬間可能湧入大量人潮之建築物	醫院	掛號結帳區、候診室	24-26	40-60	8	2	20	(註2)	S9
	百貨商場	賣場	24-26	40-60	8	2	25	(註2)	S9
	展覽館	展覽室	24-26	40-60	8	依需求	25	(註2)	S9
空調中斷將引起重大損失之特殊建築物	特殊病房	加護病房、隔離病房	22-24	30-60	8	5	20	(註2)	S12
	電子廠房	電子廠房	22-26	30-60	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求
	無塵室	無塵室	22-24	30-60	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求
	電腦網路中控室或設備機房	資訊機房	22-24	50-60	8	10-15	16	(註2)	S12
	防災中心或緊急救難中心	防災中心或緊急救難中心	24-26	50-60	8-10	5	20	依需求	S12
	交通車站	交通車站	24-26	50-70	依需求	依需求	16	依需求	依需求
	特殊實驗室	特殊實驗室	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求
	（全外氣空調）								
非屬前二種類之建築物	辦公建築	辦公室	24-26	50-60	8.5	5	20	25	S1
		會議室	24-26	40-60	8	2.5	20	10	S2
		大廳	24-26	40-60	1(l/s/㎡)	10	15	(註2)	S4
		通道走廊	26	50-60	5.5	33	15	(註2)	S4
	旅館	客房	24-26	50-60	5.5	14.3	15	4	S5
		宴會廳	24-26	40-60	10	1	20	12	S6
		餐廳	24-26	40-60	10	2	20	(註2)	S3
		接待大廳	24-26	40-60	1(l/s/㎡)	10	15	(註2)	S7
		酒吧、咖啡廳	24-26	50-60	15	3.3	15	(註2)	S8
	學校	教室	24-26	50-60	8	2	20	10	S1
		圖書館	24-26	50-60	8	5	20	10	S9
	醫院	病房	24-26	50-60	8(l/s/床)	10	12	3	S10
		診療室	24-26	50-60	8	5	20	6	S11
	未明列於上述類別之其他類別建築	未明列於上述空間用途之其他類空間用途(註3)	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求

*註：1.附表之外氣量為最小外氣量。

2.同一建築類別不同種類及規模之場所使用事務機器密差異大，輸入數值應依照設計使用之事務機器密度設定之。

3.建築物類別中未列舉之空間用途(例如醫院行政辦公空間用途)得應用不同類別建築之相同空間用途(辦公建築類別辦公室空間用途)之輸入參數。

附表 S1：辦公室等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目	人員密度	照明密度	事務機密度	外氣量
時刻	負荷率	負荷率	負荷率	負荷率
00-01	0	0.05	0	0
01-02	0	0.05	0	0
02-03	0	0.05	0	0
03-04	0	0.05	0	0
04-05	0	0.05	0	0
05-06	0	0.05	0	0
06-07	0	0.05	0	0
07-08	0	0.05	0	0
08-09	1	1	0	0
09-10	1	1	1	1
10-11	1	1	1	1
11-12	1	1	1	1
12-13	1	0.5	0	0
13-14	1	1	0	0
14-15	1	1	1	1
15-16	1	1	1	1
16-17	1	1	1	1
17-18	0.5	1	0	0
18-19	0.3	0.5	0	0
19-20	0	0.5	0	0
20-21	0	0.05	0	0
21-22	0	0.05	0	0
22-23	0	0.05	0	0
23-24	0	0.05	0	0

附表 S9：百貨商場等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目	人員密度	照明密度	外氣量	項目	人員密度	照明密度	外氣量
時刻	負荷率	負荷率	負荷率	時刻	負荷率	負荷率	負荷率
00-01	0	0	0	11-12	1	1	1
01-02	0	0	0	13-14	1	1	1
02-03	0	0	0	14-15	1	1	1
03-04	0	0	0	15-16	1	1	1
04-05	0	0	0	16-17	1	1	1
05-06	0	0	0	17-18	1	1	1
06-07	0	0	0	18-19	1	1	1
07-08	0	0	0	19-20	1	1	1
08-09	0	0.3	0	20-21	1	1	1
09-10	0.3	0.3	0.3	21-22	0.8	1	0.8
10-11	0.8	1	0.8	22-23	0	0.3	0
11-12	1	1	1	23-24	0	0	0

附表 S10：醫院病房等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目	人員密度	照明密度	事務機密度	外氣量
時刻	負荷率	負荷率	負荷率	負荷率
00-01	1	0	0.5	1
01-02	1	0	0.5	1
02-03	1	0	0.5	1
03-04	1	0	0.5	1
04-05	1	0	0.5	1
05-06	1	0	0.5	1
06-07	1	1	1	1
07-08	1	1	1	1
08-09	1	1	1	1
09-10	1	1	1	1
10-11	1	1	1	1
11-12	1	1	1	1
12-13	1	1	1	1
13-14	1	1	1	1
14-15	1	1	1	1
15-16	1	1	1	1
16-17	1	1	1	1
17-18	1	1	1	1
18-19	1	1	1	1
19-20	1	1	1	1
20-21	1	1	1	1
21-22	1	0.5	0.5	1
22-23	1	0.5	0.5	1
23-24	1	0.5	0.5	1

附表 S11：醫院診療室等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目	人員密度	照明密度	事務機密度	外氣量
時刻	負荷率	負荷率	負荷率	負荷率
00-01	0	0	0	0
01-02	0	0	0	0
02-03	0	0	0	0
03-04	0	0	0	0
04-05	0	0	0	0
05-06	0	0	0	0
06-07	0	0	0	0
07-08	0	1	1	1
08-09	1	1	1	1
09-10	1	1	1	1
10-11	1	1	1	1
11-12	1	1	1	1
12-13	0.5	0.5	0.5	0.5
13-14	1	1	1	1
14-15	1	1	1	1
15-16	1	1	1	1
16-17	1	1	1	1
17-18	1	1	1	1
18-19	1	1	1	1
19-20	1	1	1	1
20-21	1	1	1	1
21-22	0	0.5	0.5	0
22-23	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0

附表 S12：醫院加護病房等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目	人員密度	照明密度	事務機密度	外氣量
時刻	負荷率	負荷率	負荷率	負荷率
00-01	1	1	1	1
01-02	1	1	1	1
02-03	1	1	1	1
03-04	1	1	1	1
04-05	1	1	1	1
05-06	1	1	1	1
06-07	1	1	1	1
07-08	1	1	1	1
08-09	1	1	1	1
09-10	1	1	1	1
10-11	1	1	1	1
11-12	1	1	1	1
12-13	1	1	1	1
13-14	1	1	1	1
14-15	1	1	1	1
15-16	1	1	1	1
16-17	1	1	1	1
17-18	1	1	1	1
18-19	1	1	1	1
19-20	1	1	1	1
20-21	1	1	1	1
21-22	1	1	1	1
22-23	1	1	1	1
23-24	1	1	1	1