

醫院節能技術手冊

目 錄

壹、	前言	1
貳、	醫療業概況	2
參、	醫院節能管理實務	20
肆、	電力與照明節約能源	35
伍、	醫院空調設計	53
陸、	潔淨手術室之目的 設置標準 設計要點	69
柒、	鍋爐效率與能源節約技術	80
捌、	醫院熱泵應用與節能	91
玖、	節約能源案例	106
	9.1 醫院節約能源措施統計	106
	9.2 醫院節約能源措施案例介紹	108
壹拾、	結語	153
壹拾壹、	參考資料	154
壹拾貳、	編後語	155

壹、前言

台灣地區地狹人稠，自產能源極少，能源百分之九十七以上仰賴進口【1】。而近年來國內能源用量不斷增加，台電夏季尖峰用電量更是屢創新高，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，並努力達成至 2020 年提高能源效率百分之二十八之目標。

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 10-20 %之節能潛力。因此加強各級醫院節約能源推廣及宣導，可落實全民節約能源共識，以提昇能源使用效率，減少能源費用支出，提升國家整體競爭力。

現本會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，長庚醫院簡宗益特助、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，並配合中技社節能技術發展中心歷年的省能技術服務資料，彙整模擬醫院用電可能的疑問，以其各別專業領域方式，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，提供各級醫院做為推動節約能源之參考。

醫學中心及區域醫院的人員編制多，電氣設備多聘用電機專業人員負責管理；地區醫院編制小，醫院電氣負責人不一定是電機專家。然而，節約能源、人人有責，因此本手冊之編寫，針對專業及非專業的人士，不用高深的理論，以科技普及化為目標；希望增進各級醫院行政主管、電氣負責人對電力、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措施的推動。

貳、醫院概況

2.1 醫療業家數統計

依據衛生署 90 年度臺灣地區歷年公私立醫療院所數統計【2】，如表 2.1-1 資料顯示，醫院有 637 家、診所 17,628 家，合計 18,265 家。全民健保特約家數 16,558 家。

以 90 年度與 89 年度比較總醫療院所家數增加 183 家，約 1.01%， $((18,265-18,082) \div 18,082 \times 100\% = 1.01\%)$ ，醫院總家數減少 32 家，4.78%， $((637-669) \div 669 \times 100\% = 4.78\%)$ 。而評鑑合格醫院家數減少 27 家，約 1.3%，見表 2.1-2 所示。

表 2.1-1 臺灣地區歷年公私立醫療院所數

年底別	院 數 所	醫 院							診 所									
		計合	西 醫			中 醫			計合	西 醫			中 醫			牙 醫		
			計	公立	私立	計	公立	私立		計	公立	私立	計	公立	私立			
77年	12,215	913	837	91	746	76	1	75	11,302	6,975	-	-	1,652	-	-	2,675	-	-
78年	12,267	865	787	93	694	78	1	77	11,402	6,910	477	6,433	1,654	-	1,654	2,838	-	2,838
79年	12,902	827	741	94	647	86	1	85	12,075	7,223	476	6,747	1,672	-	1,672	3,180	-	3,180
80年	13,661	821	729	93	636	92	1	91	12,840	7,538	480	7,058	1,689	-	1,689	3,613	-	3,613
81年	14,468	822	725	93	632	97	1	96	13,646	7,948	479	7,469	1,756	-	1,756	3,942	-	3,942
82年	15,062	810	709	93	616	101	1	100	14,252	8,204	485	7,719	1,803	-	1,803	4,245	-	4,245
83年	15,752	828	719	97	622	109	1	108	14,924	8,511	481	8,030	1,876	-	1,876	4,537	1	4,536
84年	16,109	787	688	94	594	99	1	98	15,322	8,683	495	8,188	1,933	-	1,933	4,706	2	4,704
85年	16,645	773	684	94	590	89	1	88	15,872	9,009	495	8,514	1,987	-	1,987	4,876	2	4,874
86年	17,398	750	667	95	572	83	2	81	16,648	9,347	504	8,843	2,165	-	2,165	5,136	2	5,134
87年	17,731	719	647	95	552	72	2	70	17,012	9,473	495	8,978	2,259	-	2,259	5,280	2	5,278
88年	17,770	700	634	96	538	66	2	64	17,070	9,378	479	8,899	2,317	-	2,317	5,375	2	5,373
89年	18,082	669	617	94	523	52	2	50	17,413	9,402	481	8,921	2,461	-	2,461	5,550	2	5,548
90年	18,265	637(12)	593(12)	92(1)	501(11)	44	2	42	17,628	9,425	490	8,935	2,544	-	2,544	5,659	2	5,657
全民健保特約家數	16,558	642	598	95	503	44	2	42	15,916	8,223	424	7,799	2,225	-	2,225	5,468	-	5,468
與上年增減	1.01	-4.78	-3.89	-2.13	-4.21	-15.38	-	-16.00	1.23	0.24	1.87	0.16	3.37	-	3.37	1.96	-	1.96
特約比率%	90.65	...	...	...	...	100.00	100.00	100.00	90.29	87.25	86.53	87.29	87.46	-	87.46	96.62	-	96.66
附註：1自82年起含金馬地區。																		
2西醫醫院計有12家於91年1~3月間歇業或改診所，資料無法取得，故未能列入統計。																		

表 2.1-2 90~91 年合格評鑑醫院家數統計表

項目	評鑑等級別	90 年	91 年	佔 91 年(%)	與上年度增減(%)
1	醫學中心	23	24	4.6%	4.3%
2	區域醫院	63	66	12.5%	4.8%
3	地區醫院	414	401	12.5%	-3.1%
4	精神專科醫院	33	35	76.2%	6.1%
	總計	533	526	100%	-1.3%

見表 2.1-2 所示，依據行政院衛生署 90~91 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共 526 家，醫學中心(含準醫學中心)有 24 家，區域醫院有 66 家，地區醫院有 401 家，精神專科醫院有 35 家；其中醫學中心為需有急性病床(含急性一般病床及急性精神病床)500 床以上，區域醫院為需有急性病床(含急性一般病床及急性精神病床)250 床以上，地區醫院為需有急性一般病床 20 床以上，特殊功能教學醫院為因應特殊功能之醫院。

2.2 醫療業歷年服務家數統計

依據 91 年衛生署統計資料，合格評鑑醫院家數 526 家，而民國 91 年節能中心共服務 21 家，佔醫院家數 4%，其中醫學中心有 3 家，佔 13%；區域醫院有 13 家，佔 19.7%；地區醫院有 4 家，佔 1.0%；精神專科醫院有 1 家，佔 2.9%，如表 2.2-1 所示。目前國內醫學中心及區域醫院家數為成長趨勢，故可知此兩等級為醫療業節能服務重心，尚有很大之省能服務空間。

表 2.2-1 91 年合格評鑑醫院及節能服務家數統計表

項目	評鑑等級別	合格評鑑醫院(家)	節能服務(家)	醫院名稱	佔(%)
1	醫學中心	24	3	三軍總醫院、新光吳火獅紀念醫院、台北馬偕紀念醫院	13.0%
2	區域醫院	66	13	耕莘醫院、國軍桃園總醫院、國軍岡山醫院、國軍台中總醫院、國軍左營醫院、為恭紀念醫院、和信治癌中心、國軍高雄總醫院、高雄市立大同醫院、敏盛綜合醫院、亞東醫院、聖保祿醫院、羅東聖母醫院。	19.7%
3	地區醫院	401	4	國軍花蓮總醫院、國軍基隆醫院、國軍新竹醫院、怡任醫院、	1.0%
4	精神專科醫院	35	1	國軍北投醫院	2.9%
總計		526	21		4.0%

2.3 醫療業能源用量統計

本中心 91 年服務 21 家醫院統計，如表 2.3-1 所示，其每家平均能源使用費用約 2,926 萬元/年，(電力約佔 87.3%、熱能約佔 12.7%)，平均契約容量 2,510kW/年、平均用電度數約 13,757,332 度/年，每度電價約 1.9 元。

預估醫院 526 家之總能源使用量為 88.39 億元，其中 76.93 億元為

電力, 11.46 億元為燃油及瓦斯, 各級醫院之能源用量預估表如表 2.3-2 所示。而依據 2001 年能源委員會全國電力消費統計得知商業部門之電力耗用為 190.62 億度電, 醫院約佔商業部門電力耗用 14.08%, 而據本中心歷年統計資料估算 75 家醫療業之電力耗用約佔商業部門 6.12%

表 2.3-1 醫院節約能源服務統計表

編號	報告編號	面積		能源指標			能源耗用狀況										省能效益					省能潛力
		樓地板面積	空調面積	能源指標	電力	電力	契約容量	尖峰需量	用電度數	功因	平均電價	能源費用	電能費用	電	油	抑低尖峰	減少用電	省電	減少油費	省油	省能	費用
		m ²	m ²	Mcal/m ² .Y	KWH/m ² .Y	W/m ²	KW	KW	KWH/年	%	元/KWH	萬元/年	萬元/年	%	%	KW/年	KWH/年	萬元/年	KL/年	萬元/年	萬元/年	%
1	E7015	37088	33380	690.3	258.6	51.1	1530	1,896	9,592,000	96	1.9	2,006	1,785	89.0	11.0	53	366,656	94	0.0	0	94	5
2	E5191	77695	59718	706.0	245.2	44.3	3300	3,440	19,052,000	97	1.8	4,457	3,419	76.7	23.3	38	361,890	91	0.0	0	91	2
3	P0165	13800	12420	921.1	369.9	80.3	900	1,108	5,104,000	88	1.7	925	889	96.1	3.9	44	622,186	118	0.0	0	118	13
4	P0164	427598	427598	489.1	179.8	32.6	13000	13,936	76,864,000	86	1.8	17,129	14,133	82.5	17.5	2,381	19,672,172	3,652	139.2	180	3,832	22
5	P0171	50000	50000	802.7	300.3	55.4	3000	2,768	15,016,000	94	1.8	3,298	2,663	81.7	19.3	227	1,263,352	418	0.0	0	418	13
6	P0167	7213	5270	921.3	385.9	103.6	650	747	2,783,400	100	1.9	564	524	93.0	7.0	43	409,196	113	2.9	4	117	19
7	P0173	24791	24791	511.5	205.6	45.3	1500	1,122	5,096,000	95	1.9	1,047	982	94.2	5.8	47	299,769	105	0.0	0	105	10
8	P0166	109383	31557	200.5	73.8	15.7	1430	1,718	8,074,000	91	1.8	1,771	1,424	80.4	19.6	165	935,624	212	57.0	77	289	16
9	P0170	31779	31779	975.5	383.5	70.8	2300	2,250	12,188,385	95	1.7	2,382	2,132	89.5	10.5	428	3,188,411	617	0.0	0	617	26
10	P0168	26904	23700	494.9	191.1	40.4	999	1,088	5,140,000	97	1.8	1,070	951	88.8	11.2	72	531,596	79	0.0	0	79	7
11	P0169	12000	10200	338.5	141.0				1,692,514	74	3.1	517	517	100.0	0.0	0	535,896	164	0.0	0	164	32
12	E7328	30412	23202	604.5	216.2	38.8	1000	1,180	6,576,000	90	1.8	1,466	1,195	81.5	18.5	191	762,480	188	17.5	17	204	14
13	E7166	63818	38900	929.3	345.7	54.0	3200	3,448	22,064,000	100	1.6	4,446	3,574	80.4	19.6	83	1,745,694	382	6.6	9	391	9
14	P0172	62510	62510	437.6	176.4	33.0	1800	2,062	11,024,419	95	1.8	2,073	1,939	93.5	6.5	19	480,763	136	0.0	0	136	7
15	E3523	26657	20525	556.2	214.5	40.7	1030	1,086	5,717,910	99	1.8	1,125	1,028	91.4	8.6	105	1,121,199	210	0.0	0	210	19
16	P0133	19835	17852	696.9	263.4	46.6	890	925	5,224,000	100	1.8	1,112	929	83.6	16.4	89	358,148	89	0.0	0	89	8
17	P0117	76894	67822	535.6	213.0	39.5	2900	3,040	16,377,334	97	2.0	3,434	3,206	93.4	6.6	172	1,473,063	234	0.0	0	234	7
18	E0202	28691	25822	1,293.5	462.4	109.2	2520	3,132	13,268,000	100	1.8	2,912	2,410	82.7	17.3	137	339,161	81	0.0	0	81	3
19	P0148	39489	32791	709.7	254.5	45.5	1500	1,798	10,050,000	100	1.7	2,167	1,738	80.0	20.0	120	1,625,122	194	0.0	0	194	9
20	E0060	115555	95081	702.6	269.6	48.1	5200	5,552	31,152,000	96	1.7	6,046	5,320	88.0	12.0	364	2,022,938	351	37.4	42	393	6
21	E2013	30366	27598	632.1	225.5	57.3	1550	1,740	6,848,000	98	1.9	1,507	1,308	86.8	13.2	46	403,980	76	0.0	0	76	5
總計		1,312,478.0	1,122,516.0	14,149.4	5,375.9	1,052.2			288,903,962			61,453	52,064			4,822	38,519,296	7,604	260.6	328	7,932	251
平均值		62,499	53,453	673.8	256.0	50.1			13,757,332	95	1.9	2,926	2,479	87.3	12.7	230	1,834,252	362	12.4	16	378	12

表 2.3-2 各級醫院之能源用量預估

等 級	醫學中心	區域醫院	地區醫院	精神專科醫院	合計
合計家數	24	66	401	35	526
用電需量(kW)	172,008	128,238	344,860	24,150	669,256
用電量(億kWh/年)	12.28	8.36	20.45	1.65	42.74
電費(億元/年)	22.10	15.05	36.81	2.96	76.93
燃油,瓦斯(億元/年)	4.72	2.37	3.91	0.47	11.46
總能源費用(億元/年)	26.83	17.41	40.72	3.43	88.39

2.4.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)外科及危急照顧區：

包括開刀房、產房、回復室、育嬰室、急診室、醉藥儲存室。

(二)看護區：

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

(三)周邊設備區：

包括 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：

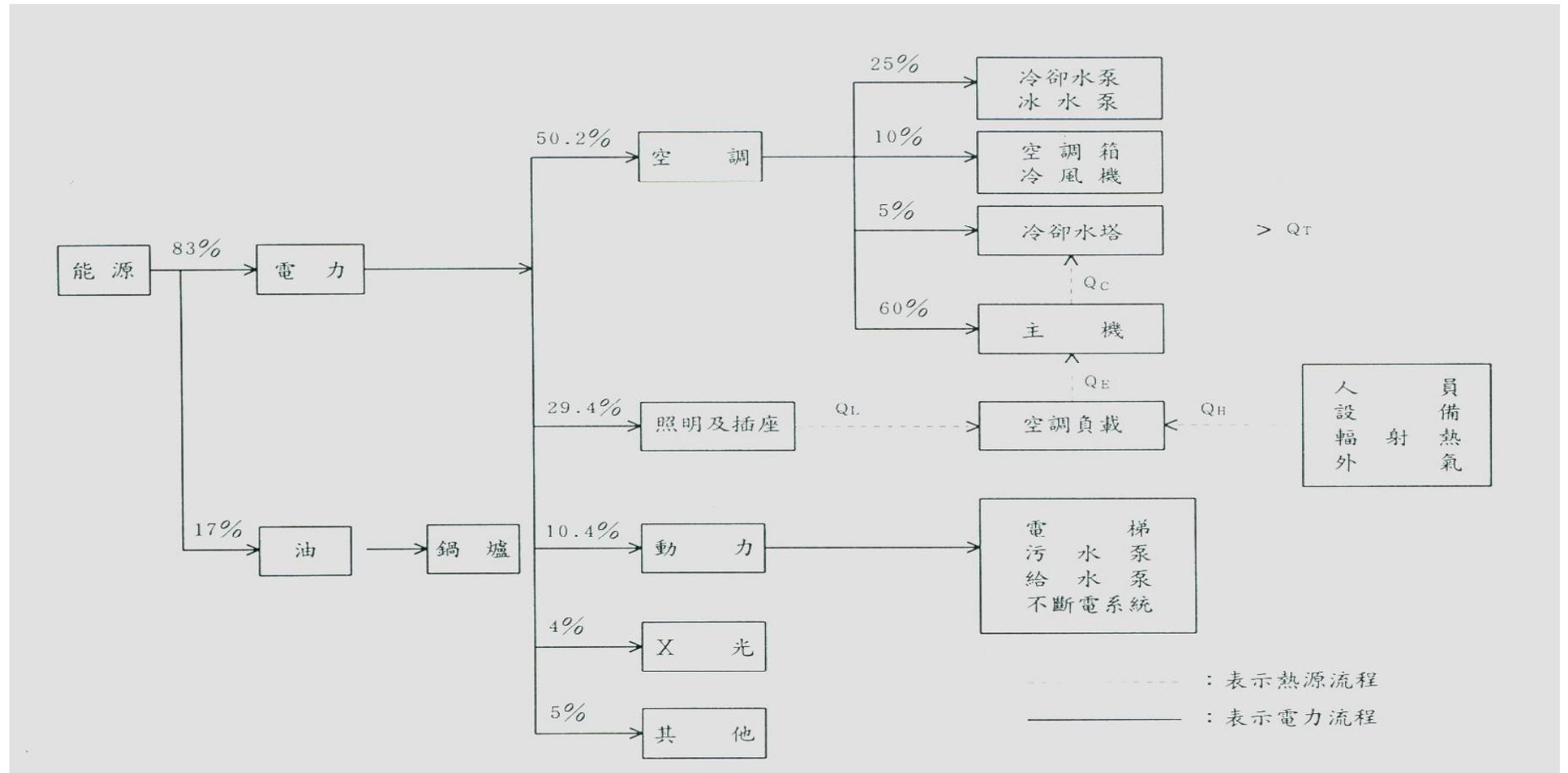
包括消毒儀器室、供應中心(污物或除污室、乾淨工作室或消毒物保存室、儀器保存室)。

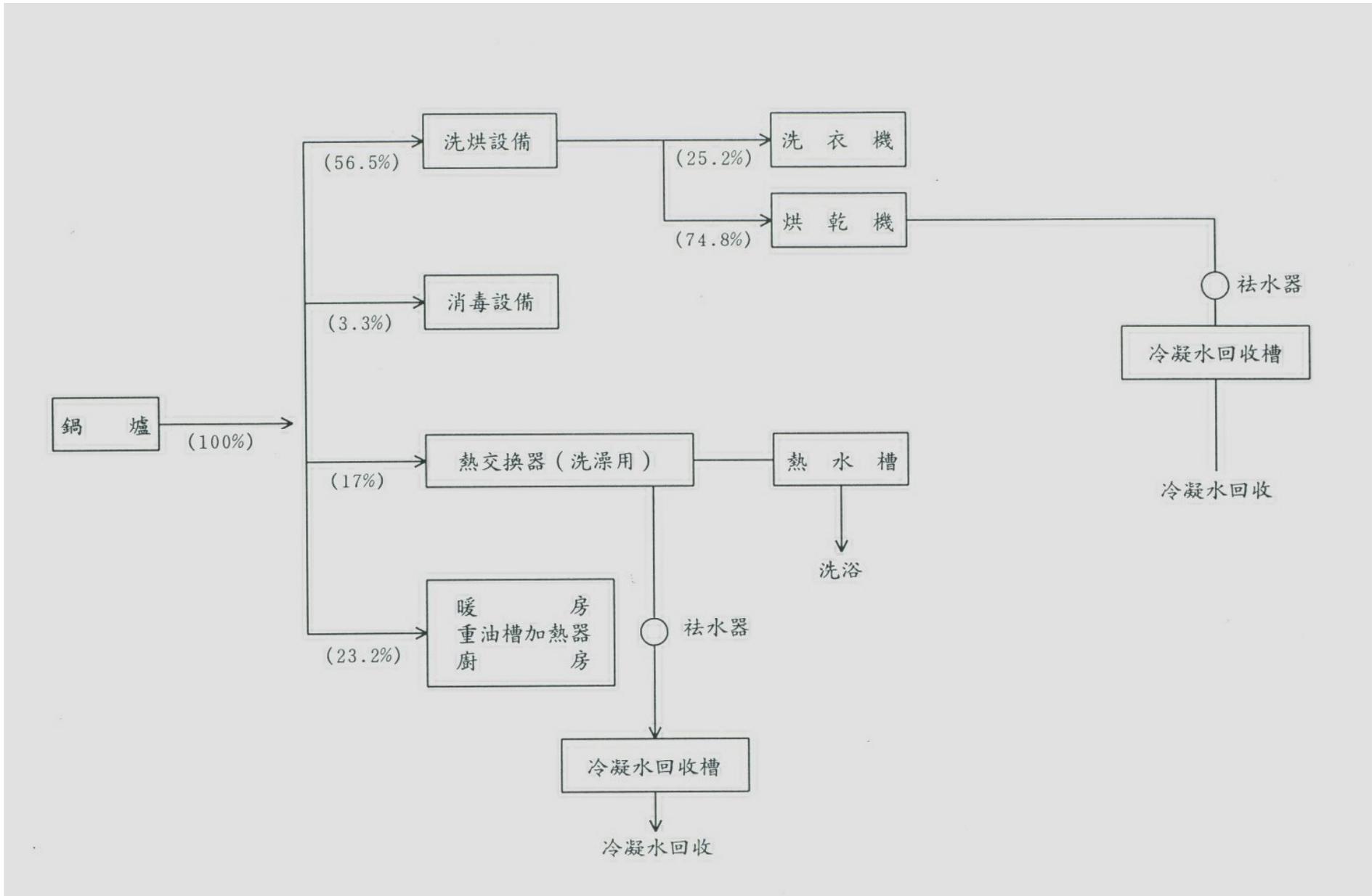
(六)服務區：

包括食物準備中心、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、浴室警衛室。

2.5.醫院能源設備及系統介紹

能源流程如下：





2.6.醫院設備與耗能量介紹

(一)主要耗電設備

以台北某醫學中心為例，病床總數有 1,171 間，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 5,200kW，雙迴路供電系統，備載容量為 4,400kW，全年最高尖峰用電需量 5,552kW、全年總用電 31,152,000kWh/年，(尖峰用電量 kWh/年 + 尖峰用電量 kWh/年)，功率因數 100%，總電費約 5,319.7 萬元。電壓為 22.8kV，設有主變壓器 3φ1250kVA 四台，3φ2000kVA 四台，3φ3000kVA 及 3φ3500kVA 各一台，低台電供電電壓為 22.8kV，設有變壓器五台，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，低壓各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，全年功因均為 100%。備有四台 1,000kW 之緊急發電機以應付臨時停電之需求。

2.空調系統：

目前裝設一套分量儲冰空調系統；有 80 個 190Tn-Hr 容量，四台 350RT 容量專用儲冰製冰鹵水機，四台 500RT 容量專用空調冰水機；三期大樓空調箱容量總共為 1451RT。院方強烈質疑儲冰及融冰實際量離設計值相差很大：訪測當日大氣溫溼度 23、51%，取樣骨科門診現場空調溫溼度約 22、50%左右，空調箱容量為 34RT，測試發現冰水進出溫差約 4，冰水流量約 220LPM，空調負載約 17.5RT，然於下午 2 點左右，冰水出水溫度上升，程序控制一台空調冰水主機運轉。

3.照明系統：

- (1).大廳、病房、走道都採用 40W×3 型或 20W×4 型高功率日光燈具。
- (2).大廳天花板及底層商店區走道、工務區、機房、停車場則採用 40W×1~40W×4、20W×1~20W×4 等各型式日光燈具。
- (3).屋外廣場、庭園及建築景觀燈採用高瓦特數的水銀燈或鈉氣燈。
- (4).日光燈逐步採用電子安定器匹配三波長高演色性 6,700K 晝光色燈管。

4.鍋爐系統：

總瓦斯費約 726.6 萬元/年，設有大德鍋爐(TATE)二台，輪流使用、型式：TT3-320、鍋爐馬力：350HP、傳熱面積：100.37m²、製造年份：86 年 12 月，設計壓力：10kg/cm²、蒸發量：5,000kg/hr、燃料量：306kg/hr。開一台實測：排氣含氧量 9.4%，溫度 166 。熱能分配：病房 65%，廚房 10%，消毒殺菌 25%。儲水槽：一、二期：#1~#2，有二只水熱水槽(設定 53)，平時加熱 2 台，#1(水溫 51)供應 9~13F、#2(水溫 51)供應 B2F~8F。每日開機時間為 5:00(ON)~22:00(OFF)、早上水槽溫度 35 。三期：#1~#4 有四只水熱水槽(設定 54)，平時加熱 2 台，#3(水溫 53)、#4(水溫 54)。大致以往復式機為主，裝置量約 90hp~150hp，每天運轉時間 24 小時。

(二)能源流向

本中心 91 年底所服務 21 家醫院統計見前表 2.3-1，其能源流向，依各能源之使用費用分析，其中電力約佔 87.3%、熱能約佔 12.7%。

- 1.能源(100%) 電力(87.3%)、天然氣(12.7%)
- 2.電力(87.3%) 空調及冷藏(51%)、照明及插座(30%)、

動力(10%)、X光設備(5%)、其它(4%)。

4.熱能(12.7%) 病房(65%)、消毒殺菌(25%)、廚房 (10%)

(三)耗能指標

依據中技社節能中心 91 年度服務 21 家醫院統計 21 家單位面積年耗電量平均值為 256kWh/m².y、單位面積耗電 50W/m²。

依據內政部建研所 89 年「醫院百貨類建築耗能總量調查之研究」統計 59 家平均值。有效樣本調查 59 家，單位面積年耗電量 kWh/m².y 結果如下【4】：

醫院平均值 235kWh/m².y，其中醫學中心：247kWh/m².y、區域醫院：225 kWh/m².y、地區醫院：225 kWh/m².y。

中技社節能中心 92 年度分包計畫「政府機關及住商部門節約能源總量目標執行策略與統計分析」期中報告建議：醫院單位面積年耗電量指標為 220kWh/m².y，單位面積耗電 50W/m²。

表 2.6-1 醫院耗能指標統計表

	單位	中技社		內政部建研所 所 (89 年度) (註 3)
		節能中心 (91 年度) (註 1)	分包計畫 (91 年度) (註 2)	
取樣家數	家	21	40	59
單位面積年耗能	Mcal/m ² .y	674	-	-
單位面積年耗電量	kWh/m ² .y	256	243	235
單位面積耗電	W/m ²	50	50	-

註：1.中技社節能中心 91 年度服務 21 家醫院統計 21 家平均值。【3】

2.中技社節能中心 91 年度分包計畫「住商部門能源總量管制制

度執行體制規劃」,依 89 年能源查核用戶統計 40 家,平均值

【4】

3.內政部建研所 89 年「醫院百貨類建築耗能總量調查之研究」

統計 59 家平均值。【5】

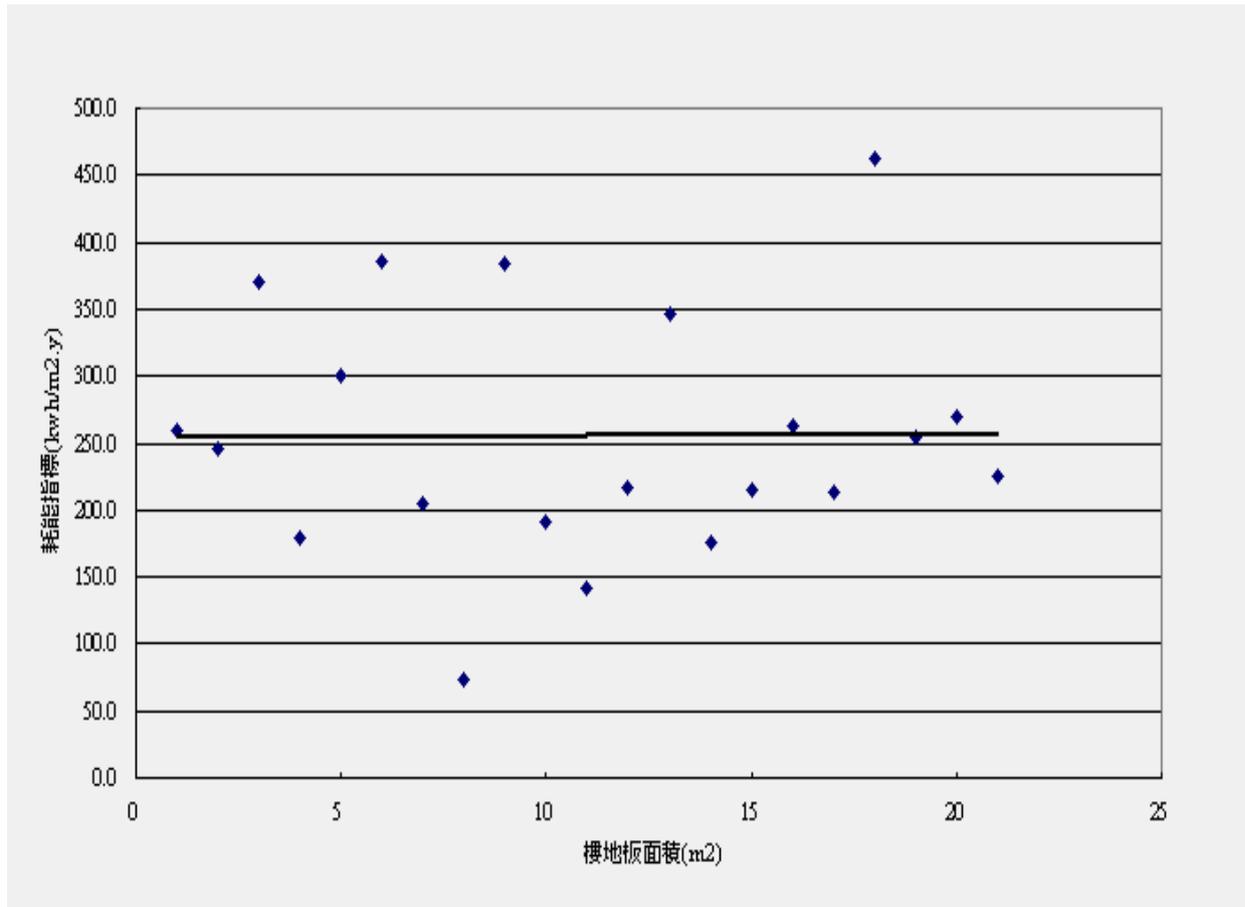


圖 2.6-1 醫院單位面積年耗電量 kWh/m².y 曲線圖

(四)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、空調使用視營業面積大小而定，其使用時間為全年 365 天，8,760 小時。一般醫院空調耗電佔總用電之 48~55%。目前空調管理方式，大都以自有技術人員進行維護保養，營業區為營造舒適環境，環境溫度都在 22 左右。耗能缺點為空調使用變動大時，空調系統若無監控系統，則常無法配合做節能控制調整，常見空調開多台低負載運轉及工作忙忘記關機。

(五)照明能源使用概況

照明主要可分辦公室照明、餐廳照明、病房照明、走道照明及停車場照明五大部份。其常用燈具型式及全年時間，如下：

- 1.辦公室照明：大部份採用 40W 或 20W 高功因傳統安定器日光燈。
(9H/天×250 天/年 = 2,250H/年)。
- 2.餐廳照明:大部份採用 40W 或 20W 高功因傳統安定器日光燈 (8H/天×365 天/年 = 2,920H/年)。
- 3.病房照明:大部份採用 40W 或 20W 高功因傳統安定器日光燈 (24H/天×365 天/年 = 8,760H/年)。
- 4.走道照明:大部份採用 40W 或 20W 高功因傳統安定器日光燈 (24H/天×365 天/年 = 8,760H/年)。
- 5.停車場照明:大部份採用 40W 傳統式安定器日光燈具 (24H/天×365 天 = 8,760H/年)。

以醫學中心為例，一般照明耗電佔總用電之 30%。目前醫院照明現況之耗能缺點為：(1)未全面採用省電燈管燈具，因全年照明用電時間長，投資回收年限應可在半年內回收。(2)未全面採用電子式安定器燈具，因全年照明用電時間長，投資回收年限應可在 3 年內回

收。

(六)熱能能源使用概況

國內醫院熱能主要使用以客房熱水、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.鍋爐負載低且起停頻繁，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。

(七)節能重點措施

由於醫療業之全年空調、照明、鍋爐使用時間長約 8,760 小時左右，因此在既有系統下，目前業者空調、照明及鍋爐採行之節能措施，都偏向定期設備維護保養及合理開關操作管理。如 91 年度歷年醫療業節能服務 21 家案例，如前表 2.3-1 所示，三軍總醫院、財團法人為恭紀念醫院、天主教靈醫會羅東聖母醫院、敏盛綜合醫院等等都有 10-20%左右之省能空間。彙整醫院重點節能措施為：

1.電力系統：

- (1).訂定合理契約容量。
- (2).採用需量控制系統。
- (3).提高功率因數(加裝電容器，增設自動功因調整器)。
- (4).增設電能監視控制系統(SCADA)。
- (5).水塔利用離峰用電補滿水。

(6).停車場使用管理。

2.空調系統：

- (1).汰舊換新時選用高能源效率設備。
- (2).空調主機台數控制。
- (3).冰水泵及冷卻水塔風扇採用變頻器控制。
- (4).中央空調增設監控控制系統。
- (5).加強開關機與條件管理。

2.照明系統：

- (1).選用高效率燈具及光源。
- (2).採用電子式日光燈具。
- (3).配合照度調整燈具數量。
- (4).調整燈具回路開關。
- (5).加裝感應點滅開關。
- (6).加裝日照點滅開關。

3.鍋爐系統：

- (1).選用高效率鍋爐。
- (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。

(八)節能潛力

依據衛生署統計資料顯示，依據行政院衛生署九十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：526

家，醫學中心(含準醫學中心)有 24 家，區域醫院有 66 家，地區醫院有 401 家，精神專科醫院有 35 家，預估醫院之總能源使用量為 88.39 億元，其中 76.93 億元為電力，11.46 億元為燃油及瓦斯。平均每度電價約 1.9 元。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 4.13 億度電，電費約 7.85 億元。其計算如下：

1.空調：用電量4.13億度/年×空调用電占51%×省能5%×1.9元/kWh = 0.105億度/年、0.2億元/年。

2.照明：用電量4.13億度/年×照明用電占30%×省能5%×1.9元/kWh = 0.062億度/年、0.12億元/年。

3.熱能：熱能費用11.46億元×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3.72億元/年。

4.合計：

減少用電量：(0.105+0.062) = 0.17億度/年

減少電費：(0.2+0.12) = 0.32億元/年

減少熱能費用：3.72億元/年

(九)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、局部設備汰換之改善，投資費用約5年左右才可回收。

(2).投資費用：估算約0.105億元/年×5年×裕度1.3 = 約0.68億元。

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、採用高效率光源、採用電子式照明燈具之改善，投資費用約2年以上才可回收。

(2).投資費用：0.062億元/年×2年×裕度1.3 = 約0.16億元。

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年以上才可回收。

(2).投資費用：3.72億元/年×3年×裕度1.3 = 約14.5億元。

參、醫院節能管理實務

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，尤其人民生活水準大幅提昇後，醫院已不是單純僅提供治療服務而已，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。就林口長庚醫學中心之能源耗用結構分析如圖一所示，其中電力約佔 64%，為整個醫院之主要能源，瓦斯、重油等約佔 11%，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二，空調佔 50%，照明、插座約佔 34%，所以空調照明插座為醫院節能管理重點。

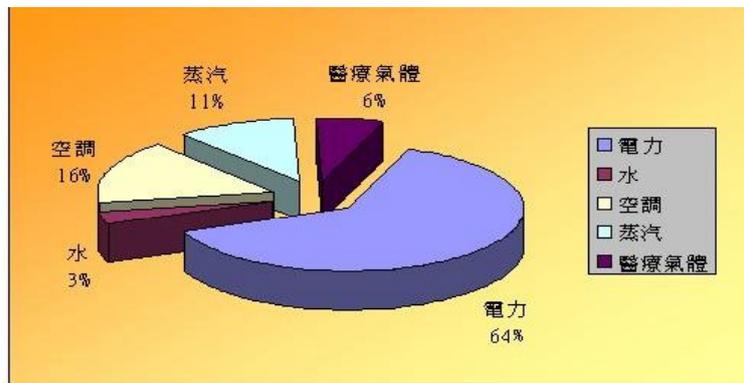


圖 3.1-1 醫學中心能源費用結構分析

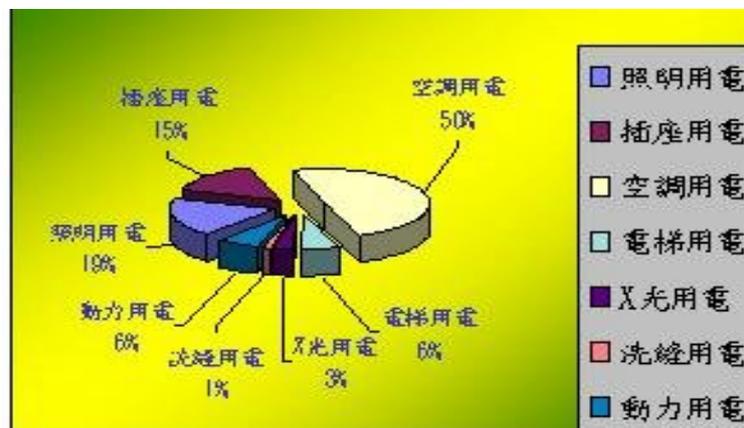


圖 3.1-2 醫學中心電力耗用結構分析

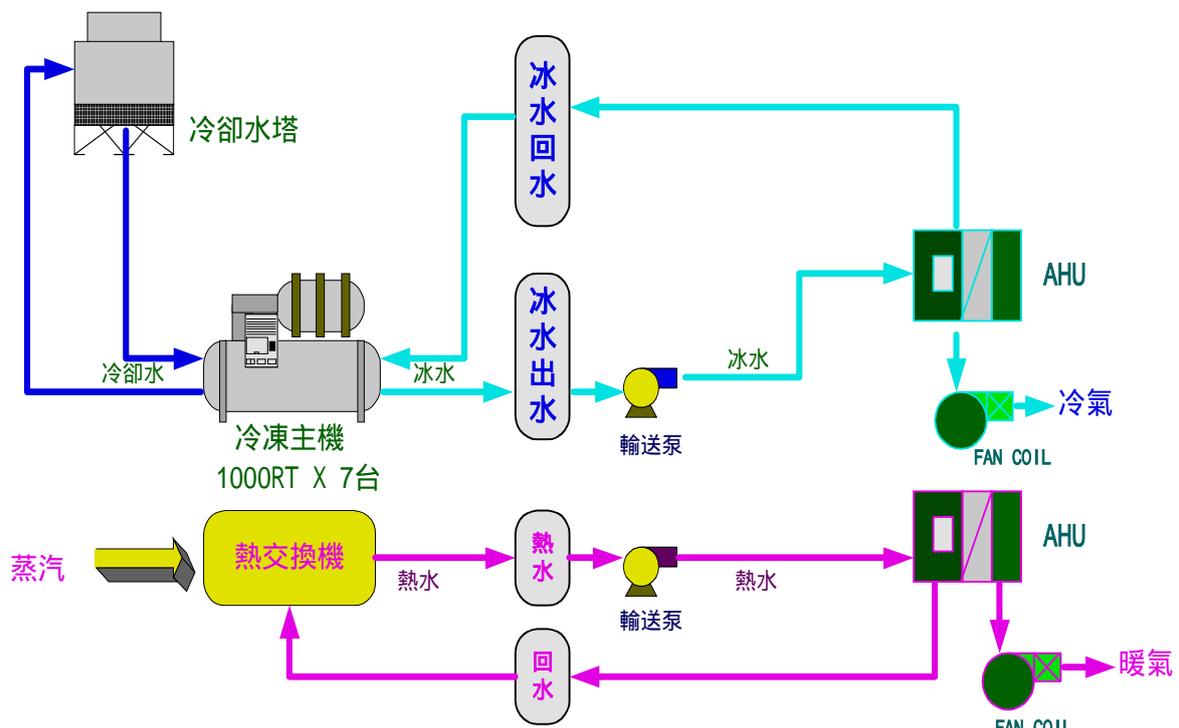


圖 3.2-2 醫學中心空調系統圖

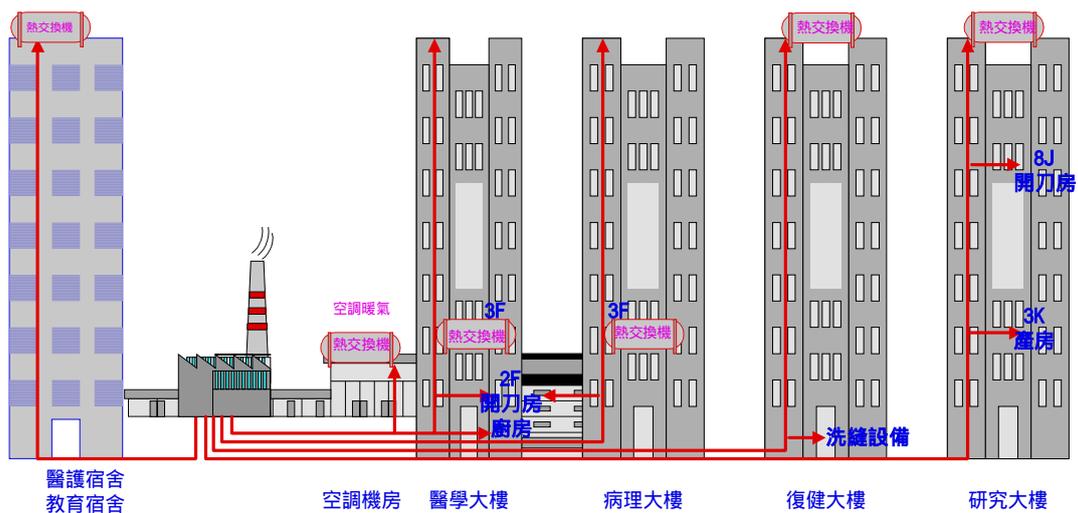


圖 3.2.3 醫學中心蒸汽系統圖

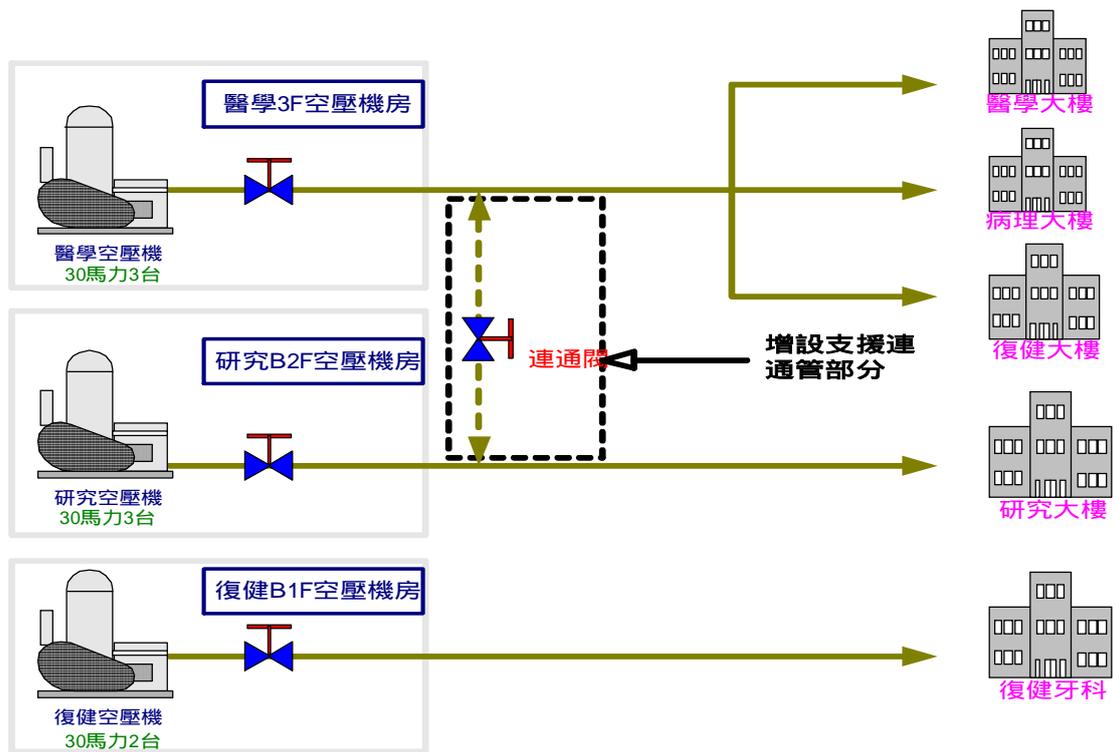


圖 3.2-4 醫學中心氧氣系統圖

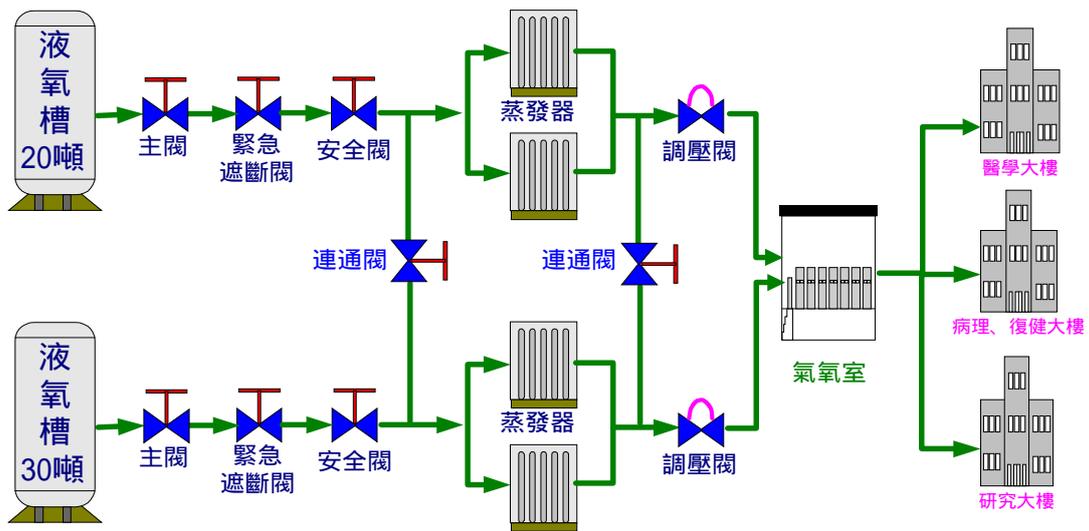


圖 3.2-5 醫學中心 AIR 系統圖

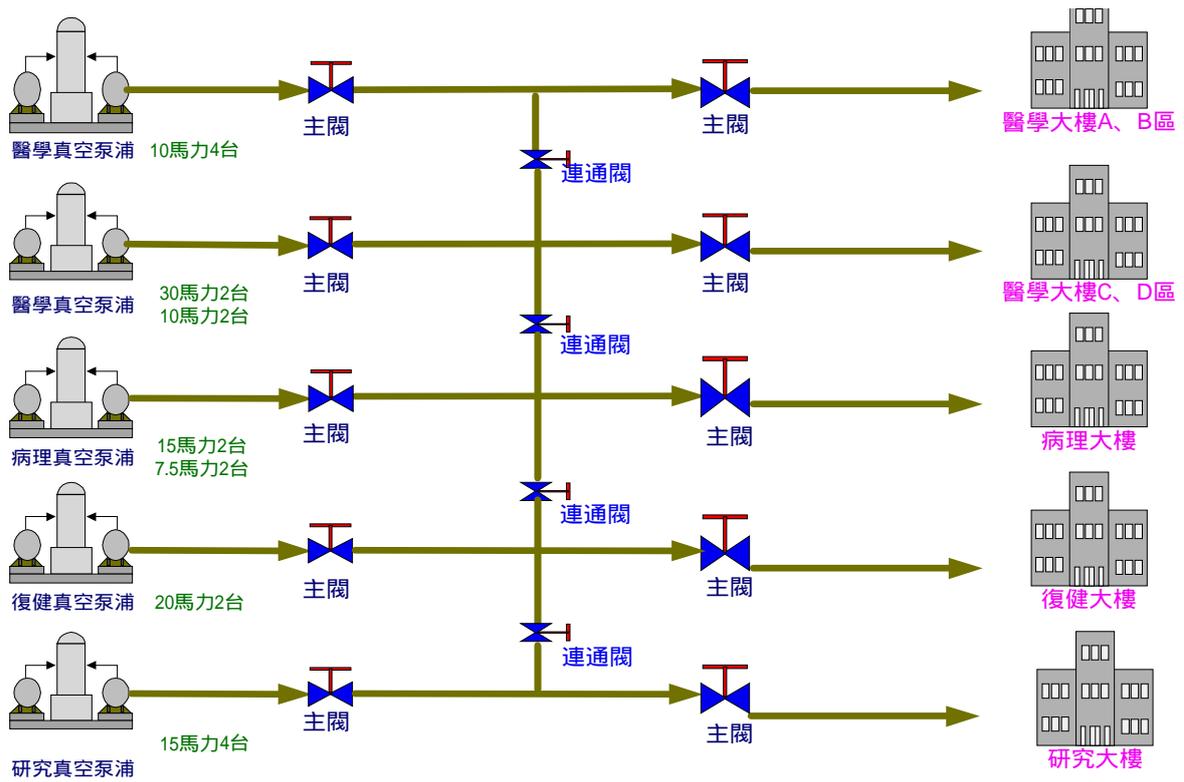


圖 3.2-6 醫學中心真空系統圖

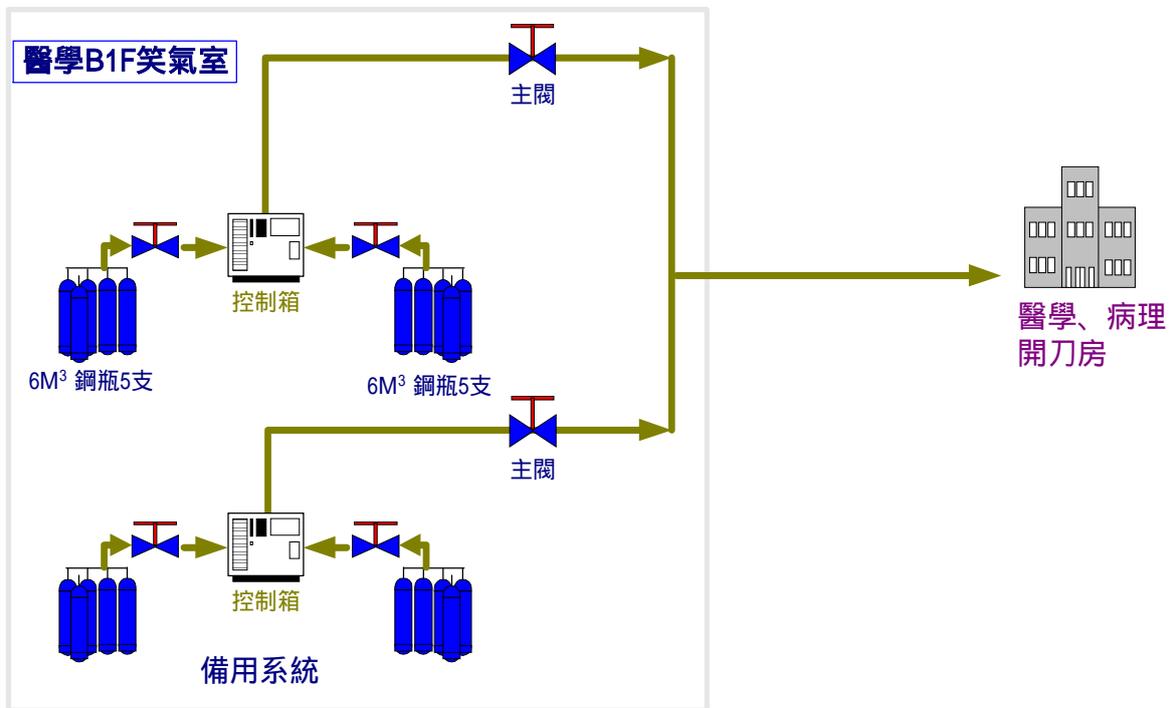


圖 3.2-7 醫學中心笑氣系統圖

3.3.醫院節能管理實務

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，使用者不論是服務者(員工)或被服務者(病患、家屬、訪客)都是人，且流動性、差異性又大，其管理或訓練都相當複雜及困難，如空調溫度設定，有些病患特別怕冷，有些特別怕熱，很難有一個共通標準，所以能源管理難度甚高，但不能因難度高就不加以管理，應擇耗能多、較易掌控的部分先執行，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、運轉及保養修護加以管理。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).系統規劃妥適。
- (2).選用低耗能設備。
- (3).設備安裝要正確。
- (4).自動化設備、新材料、工法的引進。
- (5).工程作業電腦化。
- (6).建立工程規範。
- (7).經驗傳承。

2. 運轉節能實務：

- (1).總量管理：契約容量、用水量、蒸汽量。
- (2).單位成本管制：管制機台效率。
- (3).可控成本管制：管制人員操作模式。
- (4).異常分析改善。
- (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).暢通請修管道(設立請修專線電話、網路)。
- (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。
- (6).保養績效評核：負荷、效率、品質。

設備保養管理作業

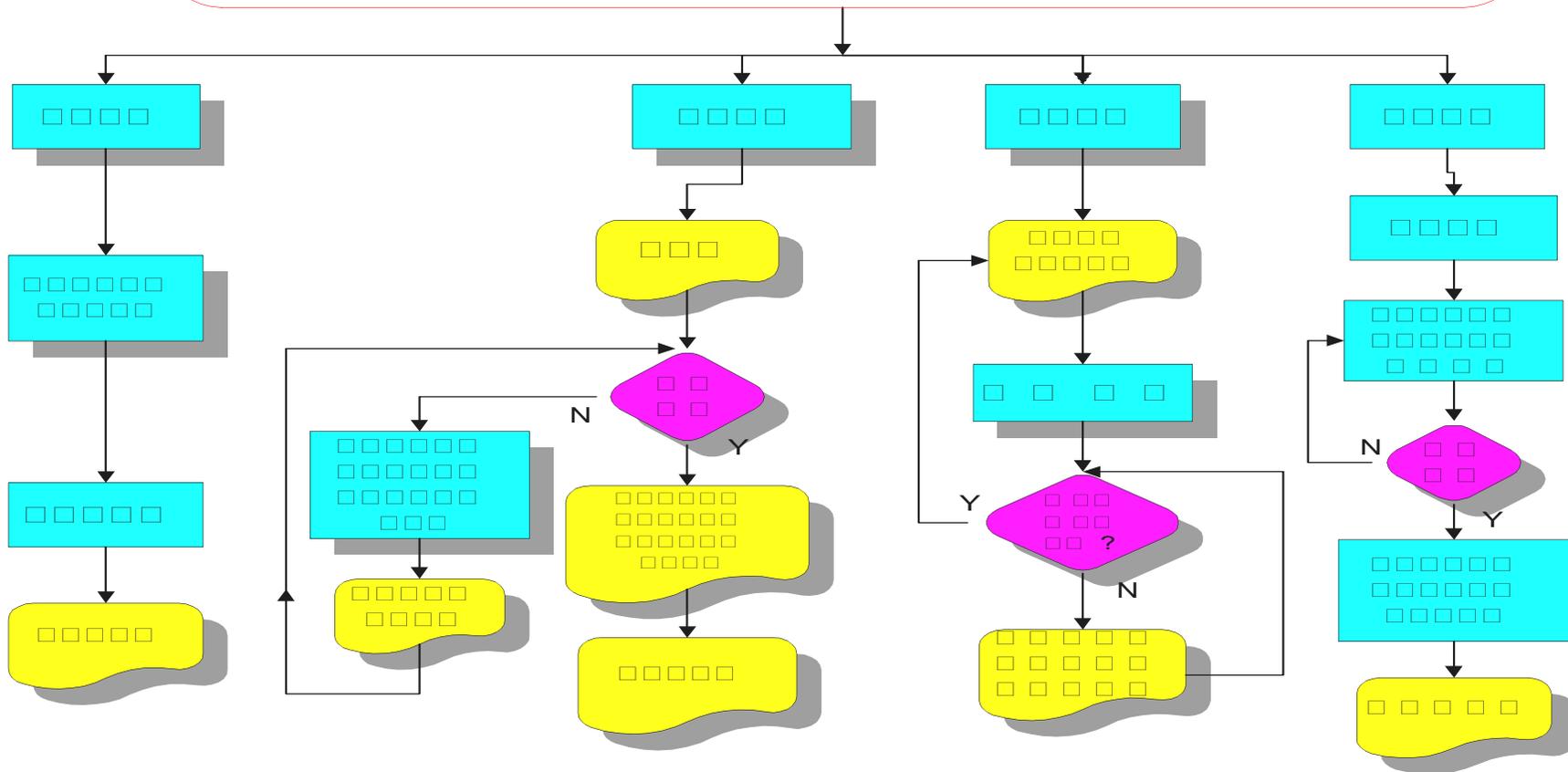


圖 3.3-1 電腦化保養管理作業

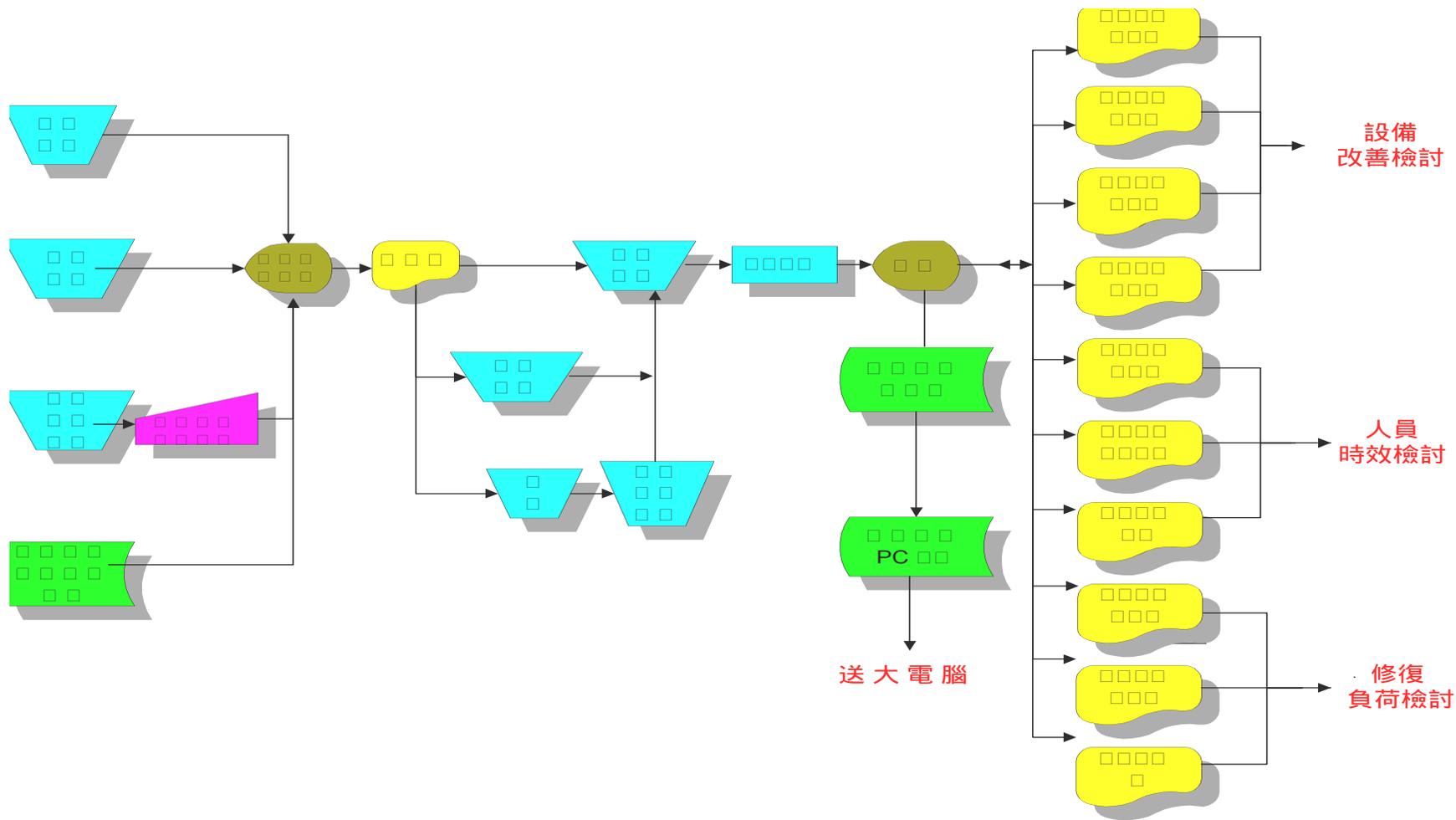


圖 3.3-2 電腦化請修作業

(二)中央監控系統的設立

早期中央監控系統技術不是很成熟，採用者較少，即使採用亦難發揮功用，但醫院(或商業大樓)逐步大型化，設備分散建置在建物各處或管道間內，其使用情形或異常狀況，如只靠人力實在無法有效管理，所以必須應用自動化設備來做控制、監視、調配、紀錄及分析。近年來中央監控技術已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、醫療氣體及水處理等系統作最佳控制以節省能源。

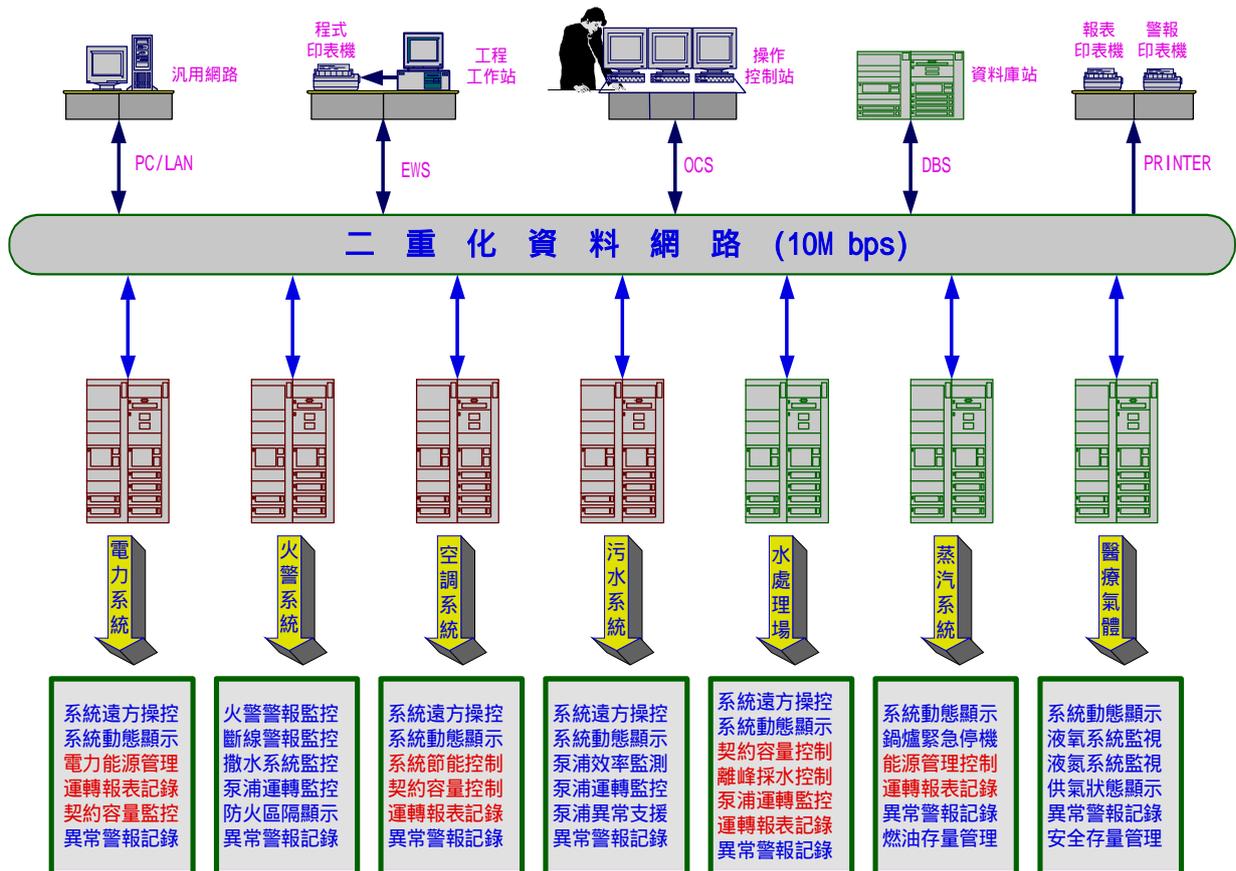


圖 3.3-3 醫學中心中央監控系統架構



圖 3.3-4 醫學中心中央監控室

(三) 目標設定與異常管理

在各項作業上設定各項標準指標（如節能目標、單位成本、可控成本等）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) 節能組織運作

節能組織當然由醫院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，唯個人認為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. 全員參與。

2. 目標管理。
3. 教育訓練。
4. 同儕交流。
5. 獎勵與懲罰。
6. 異常管理。
7. 專業技術。
8. 考核。

(五)同儕比較

節能成果或設備單位耗能執行好壞，不能閉門造車，應與相同性質、規模之醫院或院區做比較(如表 3.3-1 及表 3.3-2)，了解彼此間之差異，隨時警惕及精益求精，學習及觀摩友院較佳做法以進行改善。

表 3.3-1 林口長庚與高雄長庚能源耗用比較

年度 院區 項 目		90年度					
		林口院區			高雄院區		
		月平均	/床/月	/坪/月	月平均	/床/月	/坪/月
電力	用量(KWH)	6,980,000	1,799	62	4,808,747	1,977	69
	金額(元)	14,276,280	3,679	127	9,427,022	3,876	136
水	用量(M ³)	143,103	37.00	1.27	60,488	25.00	0.87
	金額(元)	777,739	200.00	6.92	375,554	154.00	5.40
空調	用量(RT)	1,667,665	430	15	1,582,829	651	23
	金額(元)	3,478,956	896	31	3,292,284	1,354	47
蒸汽	用量(噸)	4,717	1.22	0.04	1,926	0.79	0.03
	金額(元)	2,719,034	700.60	24.20	1,097,206	451.15	15.79
開放床數		3,881			2,432		
服務坪數		112,378			69,487		

表 3.3-2 基隆長庚與北部某醫院源耗用比較

項目 \ 醫院		基隆長庚 (A)	OO 醫院 (B)	差異數 (B-A)
建物面積		20689坪	23494坪	2805坪
病床數		652床	551床	101床
電力	年用量	10,478,184KWH	18,144,000KWH	7665816KWH
	年費用	19105416元	32854679元	1374.9萬元
自來水	年用量	202164噸	373080噸	170916噸
	年費用	3586185元	4726860元	114萬元
液氧	年用量	419184KG	366084KG	-53100KG
	年費用	1467137元	2745600元	127.8萬元
重油 (瓦斯)	年用量	454092LT	827520度	- - - -
	年費用	1839060元	9268335元	908.4萬元

(六)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。

(七)教育訓練

醫院因病人、訪客流量性大，不易教育訓練，而員工大部分為醫技人員，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。

3.4.醫院節能案例

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.訂定合理契約容量。
- 2.提高功率因數(加裝電容器及採用APFR自動功因調整器，以降低線路損失)。
- 3.合併變壓器負載供電(電力系統簡化、提昇變壓器負載率)。
- 4.電梯採高低樓層輸送，離峰時間部分管制停用。

(二)照明

- 1.採用電子式照明燈具。
- 2.採用高效率T5燈管。
- 3.靠窗採用自動點滅器。
- 4.公共區深夜時段降低照度。
- 5.茶水間及污衣間等人員使用率不高之場所，採用紅外線控制。
- 6.停車場照明利用時段或紅外線控制。

(三)空調

- 1.依負載自動停開機。
- 2.停開機最佳化調配(效率好機台先開、後關)。
- 3.AHU、送排風機採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。

(四)水資源

- 1.儀器用冷卻水回收。
- 2.洗腎用RO排放水回收。
- 3.採用省水馬桶。
- 4.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。

(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。

節能成功與否之主要因素在於人，節能要做得好，必須仰賴老闆的支持、管理者的堅持及所有員工的落實，所以全部的成員都需團結一致，有共同的目標及理念，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，認知節能除了利己(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、電力與照明節約能源

4.1、電力節約能源

(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 $\pm 10\%$ 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

相同的電壓要提供各種不同的電器設備使用。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範例，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 4.1-1. 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 4.1-2. 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求多福 - 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，減去線路電壓降(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，一切 OK，而對馬達而言，供電電壓大於或幾乎等於馬達額定電壓，也很完美。

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，減去線路電壓降(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，一切 OK，但對馬達而言，供電電壓等於或低於馬達額定電壓，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。

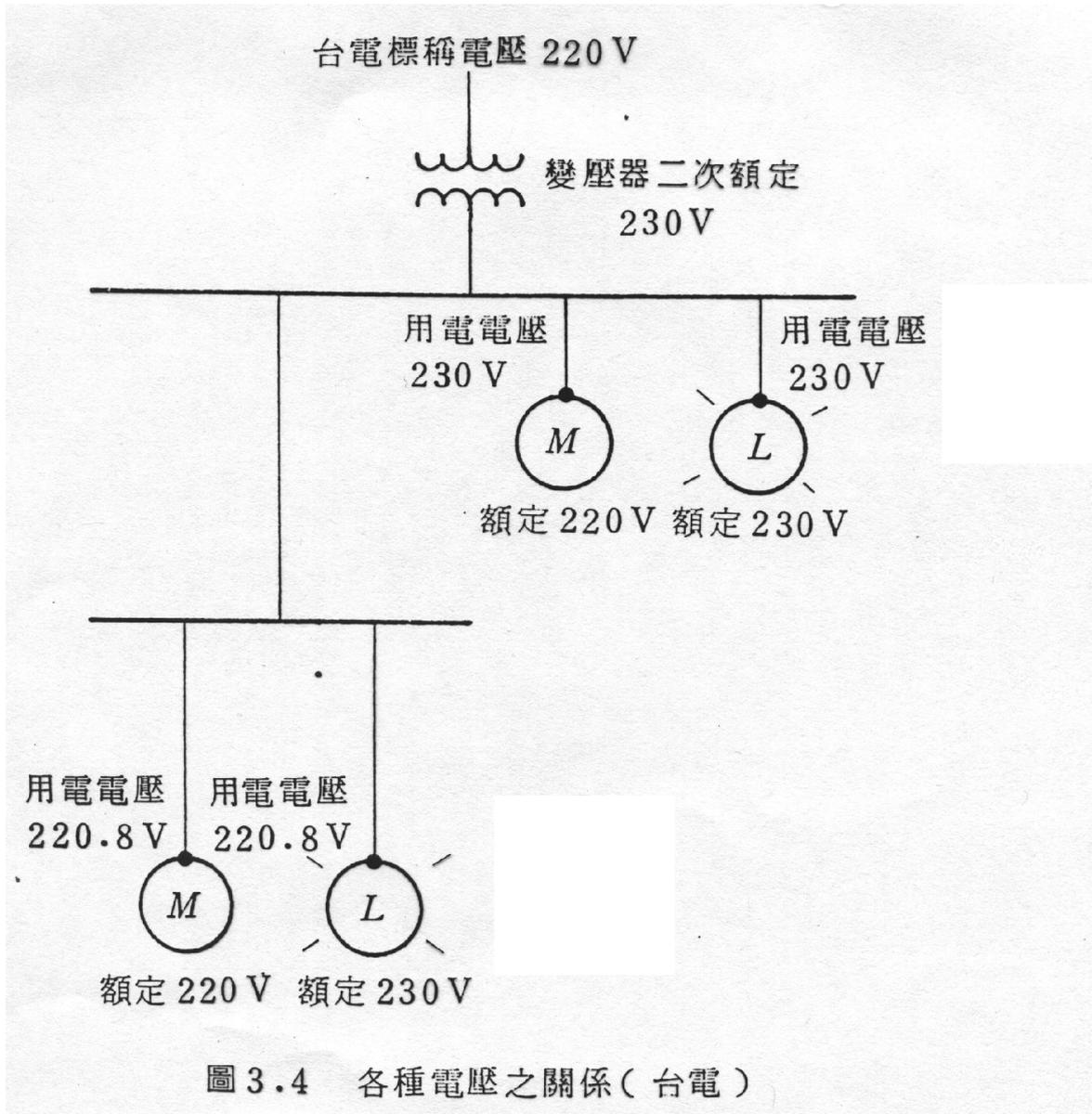


圖 4.1-1. 各種電壓之關係 (台電)

(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： $100 + 10 \times 2 + 20 \times 3 = 180$ 。

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，所以電氣負責人常乾脆訂定超高契約容量，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	需量(kW)	契約(150 kW)	契約(100 kW)
1-3	50	100 x3 = 300	50 x3 = 150
4-6	100	50 x3 = 150	0 x3 = 0
7-9	130	20 x3 = 60	(罰)80 x3 = 240
10-12	100	50 x3 = 150	0 x3 = 0
		多付費 660 元	多付費 390 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(呎或瓦)，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(呎小時)，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 呎小時(或 1 度)；隨身聽必需使用 4,000 小時，才消耗 1 呎小時(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 0.15 %；每低過 1 %，加收電費 0.3 %。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)，難怪很多週日仍然使用的電燈容易燒毀。

(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、高效率的安定器與高 EER 的冷氣機等。減少電能(kWh)消耗則要從減少用電時間做起，例如自動點滅的燈光、隨手關燈等。

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。雖然市面上販售多種省電器，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。

4.2. 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 4.2-1 為各行業中各項用電比例，醫院的照明用電佔 11% 為最少，百貨業

則高達 47%。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 4.2-1 各行業各項用電比例

行業別 用電設施	辦公大樓 用電比例(%)	醫院 用電比例(%)	百貨業 用電比例(%)
照明插座	44	11	47
空調系統	48	36	38
通風換氣	2.5	16	6
電梯其他	5.5	37	9

(二)照明之重要性

照明的重要性可以用表 4.2.2 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4.2.2 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 4.2-3 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4.2-3 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度約為 10-3 lx，眼睛仍然可以認路，而在看完電影走出戶外面對大太陽時，照度立即升高達 10⁵ lx，兩者照度相差 10⁸，也就是相差一億倍，但眼睛仍然可以調適而不會被燒壞

如表 4.2-4 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4.2-4. 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 4.2-5.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 4.2-5. 醫院 CNS 照度標準

CNS 12112, Z 1044

- 6 -

附表 4 醫院		
照度 Lux	場 所	作 業
10000		
7500	視機能檢查室(眼科明室)(⁴)	—
5000		
3000		○解剖檢查, ○助產, ○急救, ○視診, ○注射,
2000		○製藥, ○調藥, ○檢查, ○技術加工, ○櫃台事務
1500	開 刀 房 (⁵)	○綑帶更換(病房), ○裝卸石膏模
1000		
750	診察室, 治療室, 急教室, 產房, 院長室, 辦公室, 研究室, 會議室, 護士室, 藥局, 製藥室, 配藥室, 解剖室, 病理細菌檢查室, 事務室, 圖書室, 正門	
500		
300	餐廳, 調理室, 一般檢查室(血液、 尿、便), 生理檢查室(腦波、心電 圖、視力), 技術加工室, 中央供應 室, 同位素室	
200	嬰房, 記錄室, 候診室, 會客室, 門診部走廊	○病床上看書
150		
100	麻醉室, 回復室, 太平間, 更衣室, 浴室, 化粧室, 洗手間, 污物處理室, 洗衣場, 病歷室, 值夜室, 樓梯	
75		
50	動物室, 暗室(照片), 安全梯	
30		
20		
10		
5		
2		
1	深夜之病房及走廊(⁷)	

註: (⁴) 最好能調光至 50 Lux。
 (⁵) 開刀房之照度應以無影燈將手術台上直徑 30 cm 範圍內維持 20000 Lux 以上。
 (⁶) 能調至 0 Lux。
 (⁷) 使用照腳燈等。

備考: 1. 有“○”記號之場所, 可用局部照明取得該照度。
 2. 診所照度與醫院同。

甲4 (210×297)

(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 4.1-9 所示。

表4.2-6. 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 4.2-1 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。

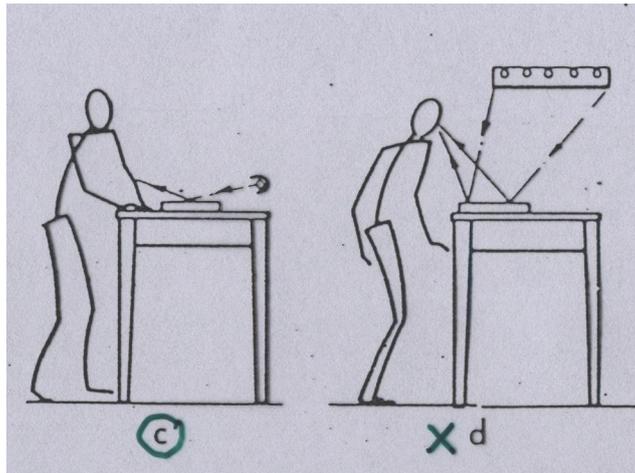


圖 4.2-1. 反射眩光

(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 60-85 %之間，適合使用在大多數場合，如表 4.2-7 所示。

表4.2-7. 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 4.2-8 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4.2-8. 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 4.2-2 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。

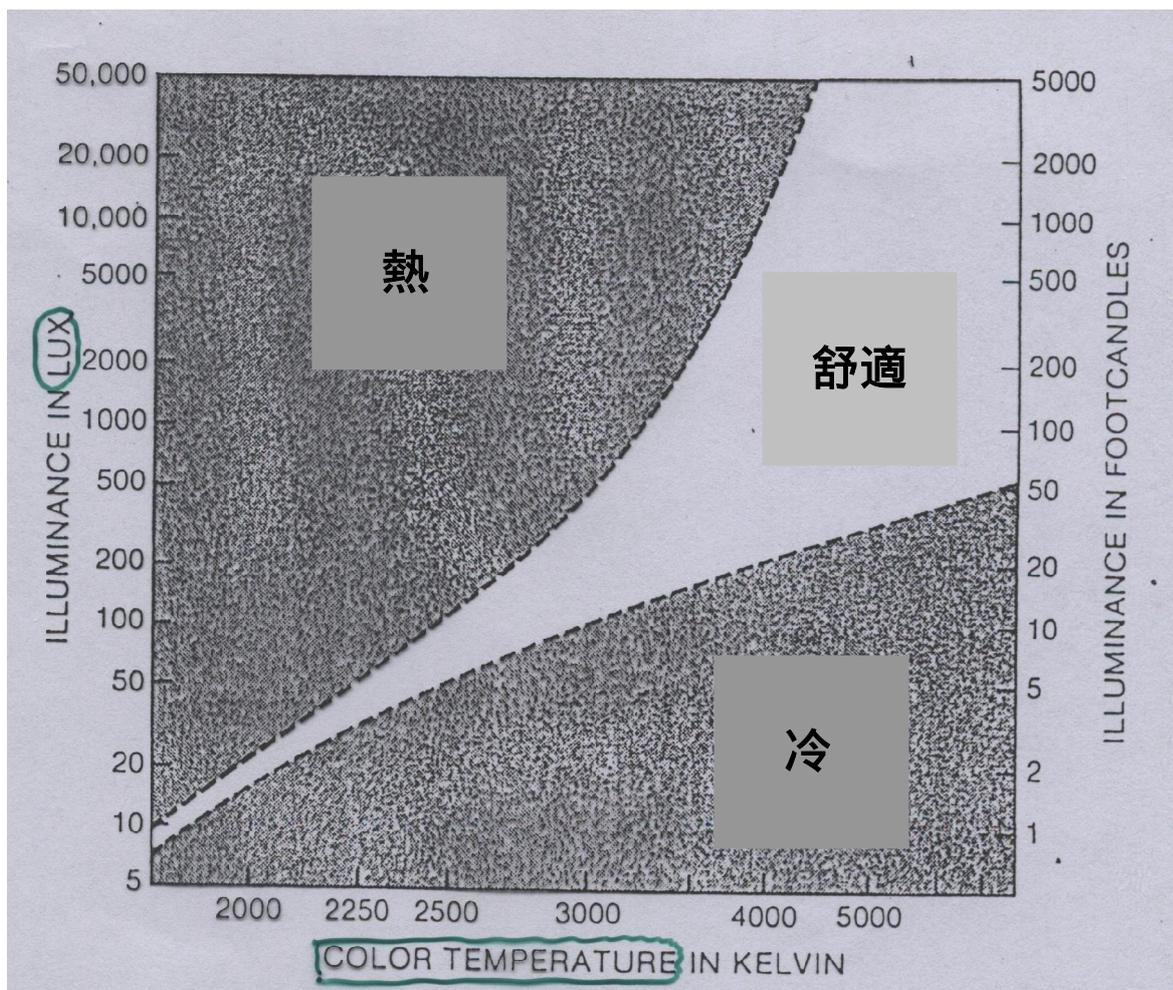


圖 4.2-2. 色溫度 vs. 照度

(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，所以最常用在家庭等需要氣氛的場所；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 4.2-9 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 4.2-9. 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

4.3.照明節約能源

(一)照明建議

近年來大量使用自動化家具，幾乎人人一台電腦，在使用電腦時，可以調整 CRT 螢幕，避免燈具影像投應在 CRT 上造成眩光，或是改用 LCD 螢幕。桌面使用大片玻璃，會造成反射眩光，最好改用綠色墊板，此外，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。

(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，照度只剩下原設計值的 44 %，如圖 4.3-1 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. 最後，將所有燈具換新，才可以回復原始設計 100 %光出力。

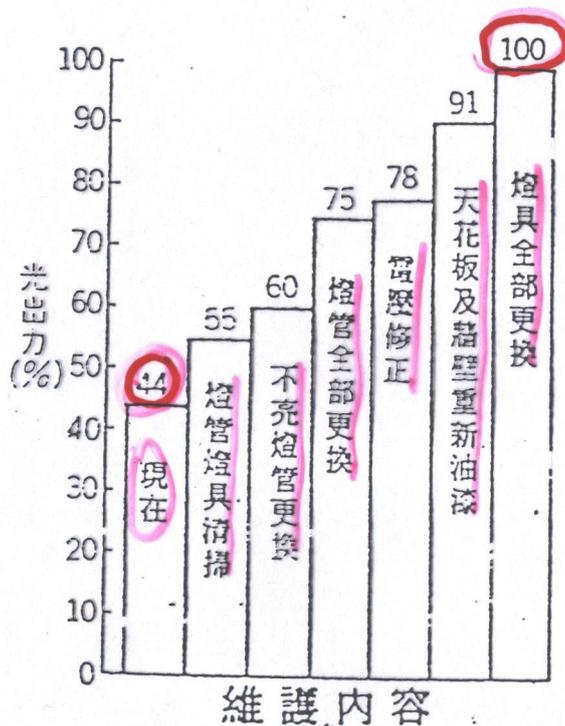


圖 4.3-1. 照明維護的重要性

(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/m²，新加坡政府為節約能源，訂定新標準為 15 W/m²，ASHARE 90.1 要求更為嚴格，成為 14 W/m²。所以各用電戶可以用照明變壓器平均負載，和辦公室樓地板面積計算照明負載密度，以判斷是否需要改善照明用電。

對於超高照度需求的場所，例如製圖室，照度需求為 1,500 lx，全辦公室基本照度可以設計成 500 lx，繪圖桌再利用檯燈局部加強照度 1,000 lx，可以節省大量照明能源。挑高的大廳，可以採用高效率的複金屬燈，壽命長、演色性佳，可以兼顧優良照明、維護和節約能源的任務。辦公大樓的窗戶可以加裝玻璃隔熱紙，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，燈管部分，近年來大量改用新型 T 管，耗電為 38 W，更新型的 T5 為 36 W，至於安定器，則以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、噪音低、安全性

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，只要兩年就可以回收投資，是照明節約能源最可行的方法。此外，40W 雙管日光燈比 20W 四管更為省電，日光燈直管優於彎管，也是照明節能應具備的常識。

(五)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。

伍、醫院空調設計

5.1.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)沖淡及消除空氣中之臭味、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。

5.2.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)心臟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，皆將使腦中樞神經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 °C、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 °C 及相對濕度高至 95%。

5.3.傳染病源及控制措施

(一)細菌感染:結核病菌及 *Legionella pneumophila* (*Legionnaire* 疾病)能經由空氣或空氣與水氣之混合物傳染與轉移。Wells(1934)證明微小之水滴(或傳染媒介物)小於 5 μ m 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%皆能以具有 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 1 μ m 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/疱疹、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 *Aspergillus* 已被證實可能對白血病,骨髓移植及免疫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 pneumophila* 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。

5.4.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、醫院或建築物之排氣口、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 5.4-1 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 5.4-1 醫院之中央空調系統及通風系統所用空氣過濾器效率

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

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

5.5.空氣之流動

(一)由表 5.5-1 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 5.5-1 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。

5.6.相對壓力及通風

(一)第 5.6-1 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 5.6-1 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七之規定時應擇大者

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 4.6-1 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 4.6-1 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 5.6-1 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
(空氣循環系統)	P	5	25	隨意	NO
產房 (全外氣系統)	P	15	15		
(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
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
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

5.7.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不到 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以決定其可行特性。
- 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，膀胱鏡室及骨折室之建議空調運作條件如下：
 - (1).外科醫療人員可調之室溫範圍 17 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 5.4-1 之規定。
 - (7).整個安裝條件要能符合 NEPA Standard 99,Health Care Facilities 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 4.6-1 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夾後固定。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之育嬰室。
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之區域，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 4.6-1 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。

5.8.看護

(一)病房:

1. 如果使用中央空調系統則必需按照前表 5.4-1 及表 5.6-1 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%。
 - (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孢子。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。

5.9.醫院空調系統及其節能措施

(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.空調箱須作正常之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之措施甚為重要。
- 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。

5.10.醫院空調之節能措施

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，故任何節能措施皆不得犧牲醫院空調應有之品質。但為節能起見在設計、操作及維護面應注意下列各點：

- (一)醫院中較為次要之照顧病人區及職員區可為節省能源，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)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。
- (三)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。
- (四)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。
- (五)冰水主機應分成多台，並做自動台數控制。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。區域泵應按不同空調區域分別裝設。區域泵應做自動台數控制或變頻控制以節約能源。冰水循環系統應確實做好冰水之循環量及平衡之調整。
- (六)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。唯以不防礙冰水主機正常運轉之條件下，設定之溫度宜盡量降低。
- (七)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。

陸、潔淨手術室之目的、設置標準、設計要點

6.1.醫院使用潔淨手術室的目的

- (一)控制室內溫濕度
- (二)提供室內工作人員所需的新風量
- (三)維持室內外合理的氣流分佈
- (四)控制室內細菌濃度

6.2.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 6.2-1 及 6.2-2 分別列出潔淨手術室之等級及其設置適用範圍。

表 6.2-1.潔淨手術室等級標準

等級	手術室分類	沉降細菌最大平均濃度		表面最大染菌密度	空氣潔淨度級別	
		手術區	周邊區		手術區	周邊區
		特別潔淨手術室	5個/ m^3	10個/ m^3	5個/ cm^3	100 級	1,000 級
標準潔淨手術室	2.5個/ m^3	50個/ m^3	5個/ cm^3	1,000 級	10,000 級	
一般潔淨手術室	7.5個/ m^3	150個/ m^3	5個/ cm^3	10,000 級	1,000,000 級	
準潔淨手術室		17.5個/ m^3		5個/ cm^3	300,000 級	

表 6.2-2 潔淨手術室的設置範圍

等級	手術室名稱	手術切口 類別	適用手術範圍
	特別潔淨手術室		關節置換、器官移植、腦外科、心臟外科及眼科等手術需要高度無菌的手術
	標準潔淨手術室		胸外科、整形外科、泌尿外科、肝膽胰外科、骨外科和普通外科中的一類無菌手術
	一般潔淨手術室		普通外科(除去一類手術) 婦產外科等手術
	準潔淨手術室		肛腸外科及污染類等手術

6.3.潔淨手術室設計需注意重點

- (一)潔淨手術室室內壓力問題
- (二)新風過濾器的設置
- (三)排風過濾器的設置
- (四)回風口的設置
- (五)加濕器設置
- (六)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0Pa，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蓋，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：
 - (1). 潔淨手術室含塵含菌量不易控制。
 - (2). 室內溫濕度不易維持。
 - (3). 濾網使用壽命縮短。
 - (4). 維護工作量加大。
 - (5). 自淨時間延長。
 - (6). 浪費能源
6. 回風口設置注意事項

- (1).手術室不應採用四側或四角設置。
- (2).當手術室寬度 $>3\text{m}$ 時，應在房間長度方向兩側下部設置出風口。
- (3).當手術室寬度 $<3\text{m}$ 時，可在單側下部設置出風口。
- (4).回風口上邊高度不超過 0.5m 。
- (5).回風口下邊離地面不小於 0.1m 。
- (6).回風風速不應大於 2 m/s 。

7.手術室溫濕度要求

- (1).一般手術室室內溫度為 $20\sim 24^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度為 $50\sim 60\%$ 。
- (2).器官移植手術室室溫要求為 20°C 。
- (3).心肺血管手術室需有急速降溫、防結露和防冷措施。
- (4).作兒童手術時室溫要維持在 30°C 。

8.氣流組織方面

- (1).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。
- (2).對於 II、III 級手術室來說，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之清淨度，應避免二次氣流影響清淨度，如下圖 6.3-2 所示，較大的亂流區會影響到手術台附近的清淨度，如圖 6.3-1 所示。

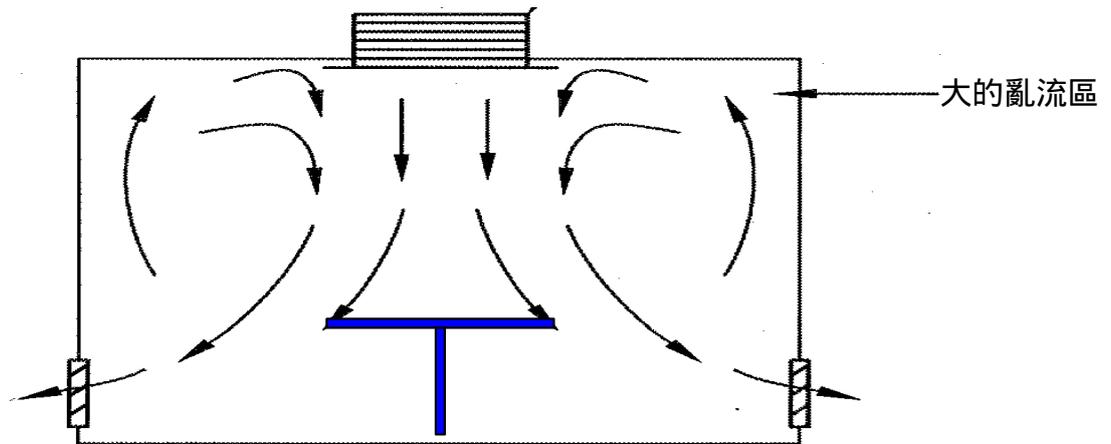


圖 6.3-1.對清淨度要求較高之手術台之錯誤設計

較好的設計如圖 6.3-2 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。

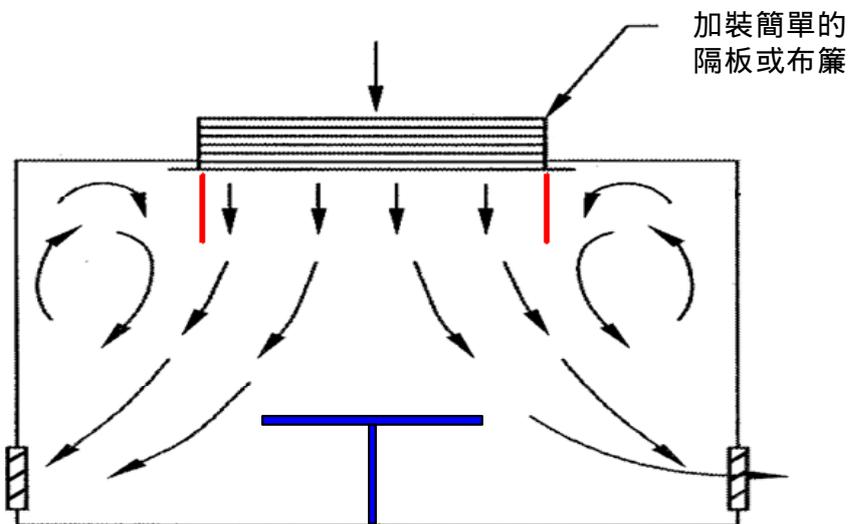


圖 6.3-2.對清淨度要求較高之手術台正確設計

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。

6.4.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。從省能設計,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、措施來減少耗能。

(一)潔淨手術室之節約能源的措施表

表 6.4-1.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
3.提高冰水主機運轉效率	3.高溫排氣再利用		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.設計條件的選定	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.風扇最高效率運轉點選定
7.照明系統之節省能源			7.外氣引進控制
8.節能 FFU 系統			8.空氣壓縮設備控制
9.低溫送風之採用			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 , $50 \pm 5 \%RH$)，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，以達節能的結果(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 5.4-2 所示：

表 6.4-2 .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).CLASS 1&10 ==>300~500 AC/HR, CLASS 1000 ==>50~80 AC/HR

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

2.手術室空調負荷的決定：

- (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 $40\sim 80\text{ W/m}^2$ 。
- (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 $2.5\sim 1.8\text{ m}^2$ 計算，則人體的顯熱冷負荷約為 $30\sim 40\text{ W/m}^2$ 。
- (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 $75\sim 95\text{ W/m}^2$ 。

綜合上述，醫院手術室總冷負荷為 $230\sim 300\text{ W/m}^2$ ，室內濕負荷約為 $100\sim 120\text{ g/m}^2\cdot\text{h}$ ，總顯熱比約在 $0.6\sim 0.75$ 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 $4\sim 60$ 倍，而潔淨空調系統冷負荷約為一般舒適性空調冷負荷的 $2\sim 3$ 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 $3\sim 6$ 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減少。

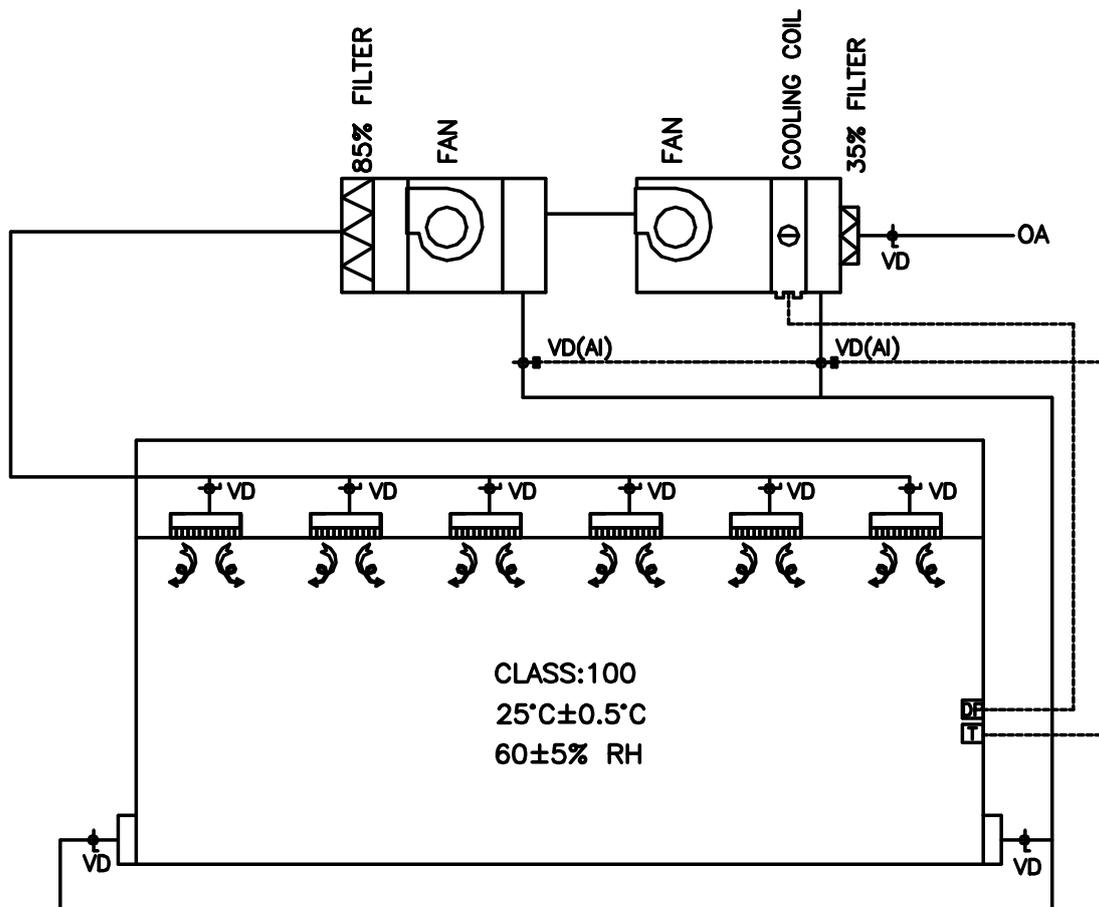


圖 6.4-1.手術房二次回風示意圖

圖 6.4-1.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

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 Filter(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 ×24 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。

(三)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：

$$Q = \mu A \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} = 0.5 \times (1.2 \times 0.02) \times \sqrt{\frac{2 \times 26}{1.2}} = 0.0789 \text{ m}^3 / \text{s} = 284 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{每一門})$$

其中 Q：洩漏量 μ：洩漏係數 A：門的洩漏面積 P：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 284m³/h，若門(A=1.2×1.0 m²)沒有關,則洩漏量為 7,776m³/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 m³/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)。

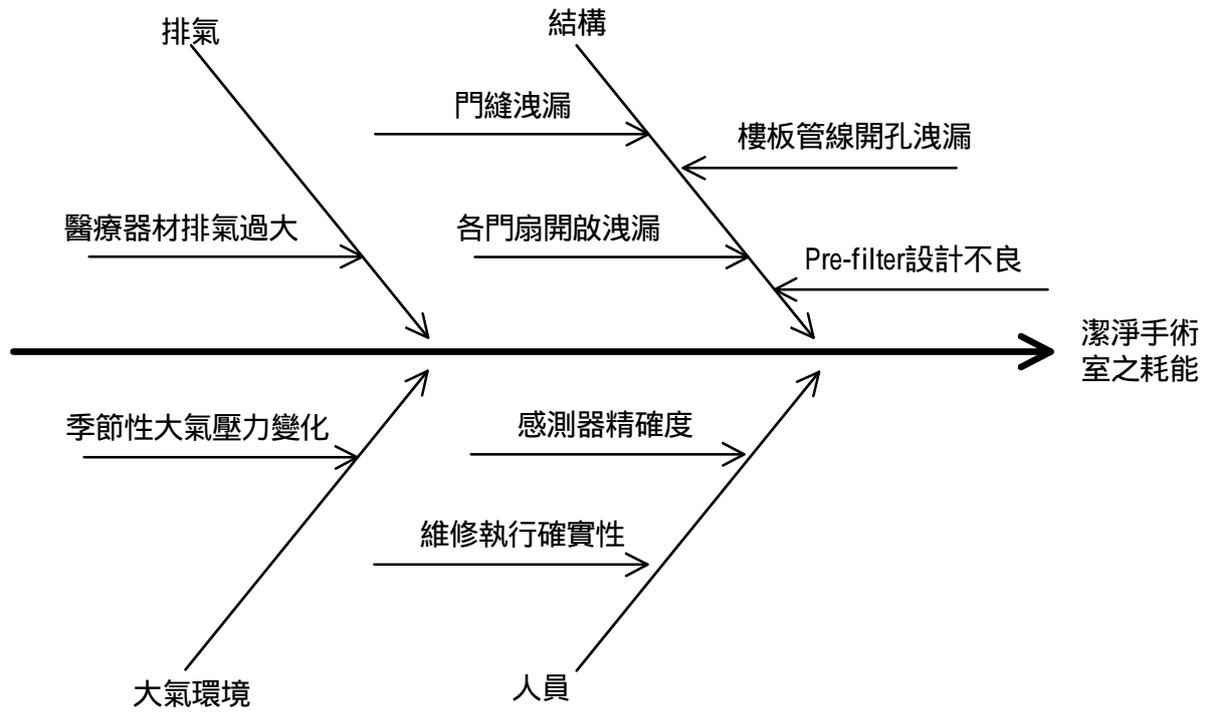


圖 6.4-2.手術室潔淨空氣洩漏之魚骨圖

柴、鍋爐效率與能源節約技術

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、NO_x、SO_x 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。

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，但一般中小型醫院，往往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、冷凝水回收和社水器的洩漏，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操作得盡善盡美，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 ~120 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(Steam Trap)：

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，會產生水錘(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，一個優良的汽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：

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)，閘或管路塞有外物，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?祛水器入口及出口閘是否完全開啟?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，幾乎可確定是由於蒸汽封鎖所引起，可經由打開迴流閘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，則表示閘或閘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。靜熱作動型祛水器中，脹管式祛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)對於圓盤式祛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)查核是否發生過水錘現象，嚴重的水錘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：

- (1)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。
- (2)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。
- (3)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，避免鍋爐管線鏽蝕；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. 給水溫度升高，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。

7.4. 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. 結論

節約能源工作涉及層面廣泛，而工廠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以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 CO₂ 排放的環保利益。

捌、醫院熱泵應用與節能

8.1.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(Q_H)會等於輸入冷氣機的電能(W_e)加上從冷氣房所吸取的熱量(Q_L)，即 $Q_H=Q_L+W_e$ 。

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 8.1-1 所示)

熱泵是什麼？

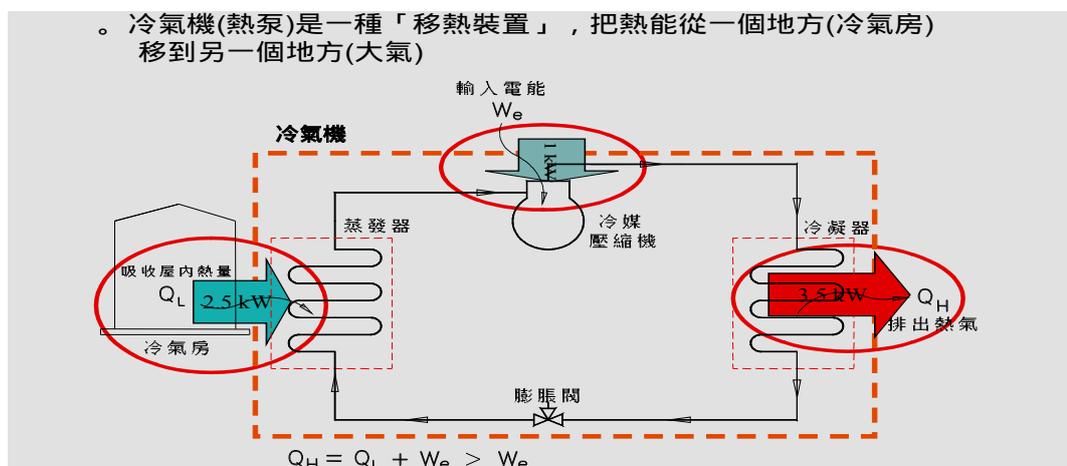


圖 8.1-1 熱泵原理

8.2 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(W_e)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。

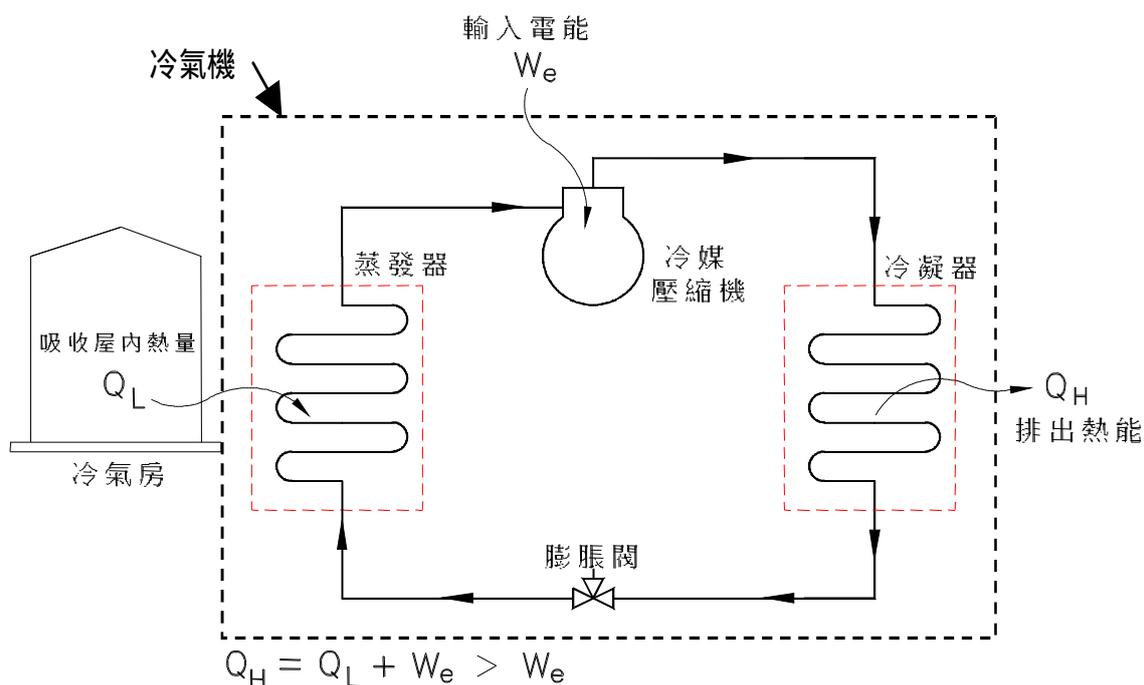


圖 8.2-1 冷氣機可說是一部「移熱裝置」，把熱能從一個地方(冷氣房)移到另一個地方(大氣)

8.3 熱泵熱水器

(一) 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(Q_H)，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 8.3-1 所示)

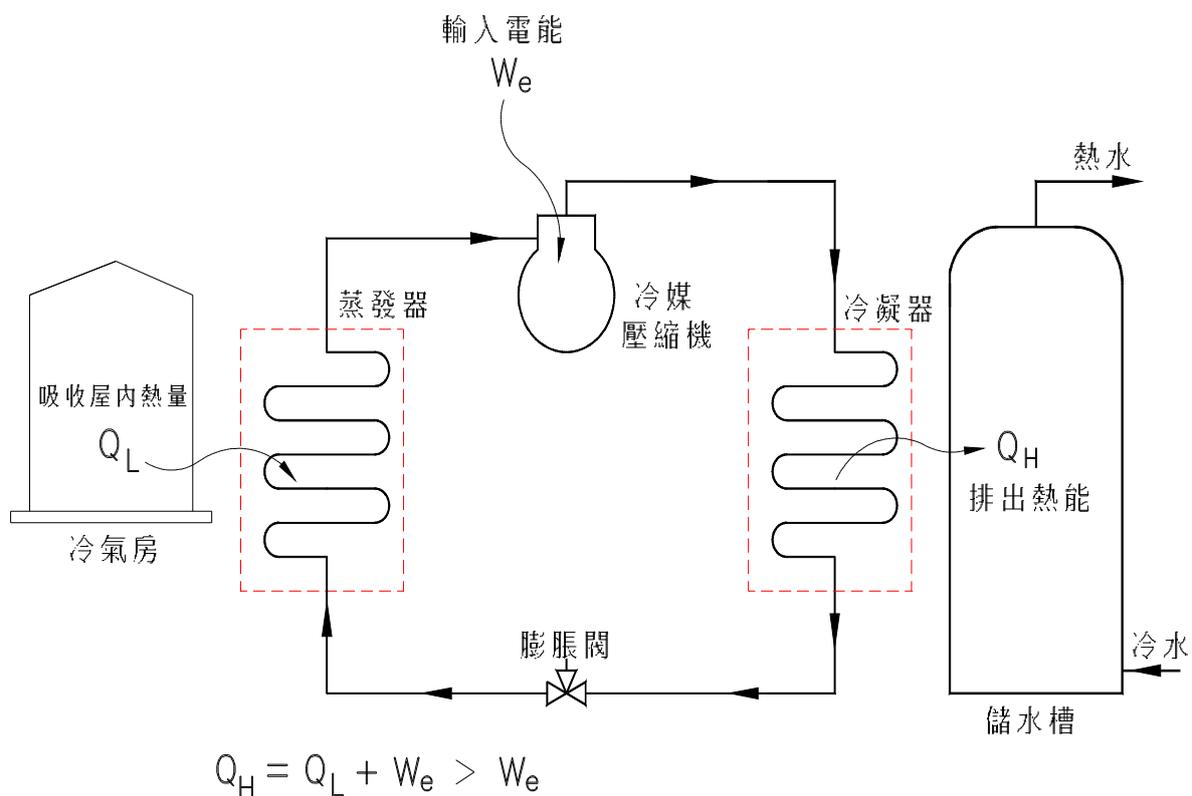


圖 8.3-1 熱泵熱水器

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(Q_H)，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。

(二)熱泵機的種類及特性(如圖 8.3-2 所示)

熱泵機可分二大類為：

- (1)空氣對水熱泵機(air to water)
- (2)水對水熱泵機(water to water)

1.空氣對水熱泵機的特性：

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.水對水熱泵機的特性：

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。

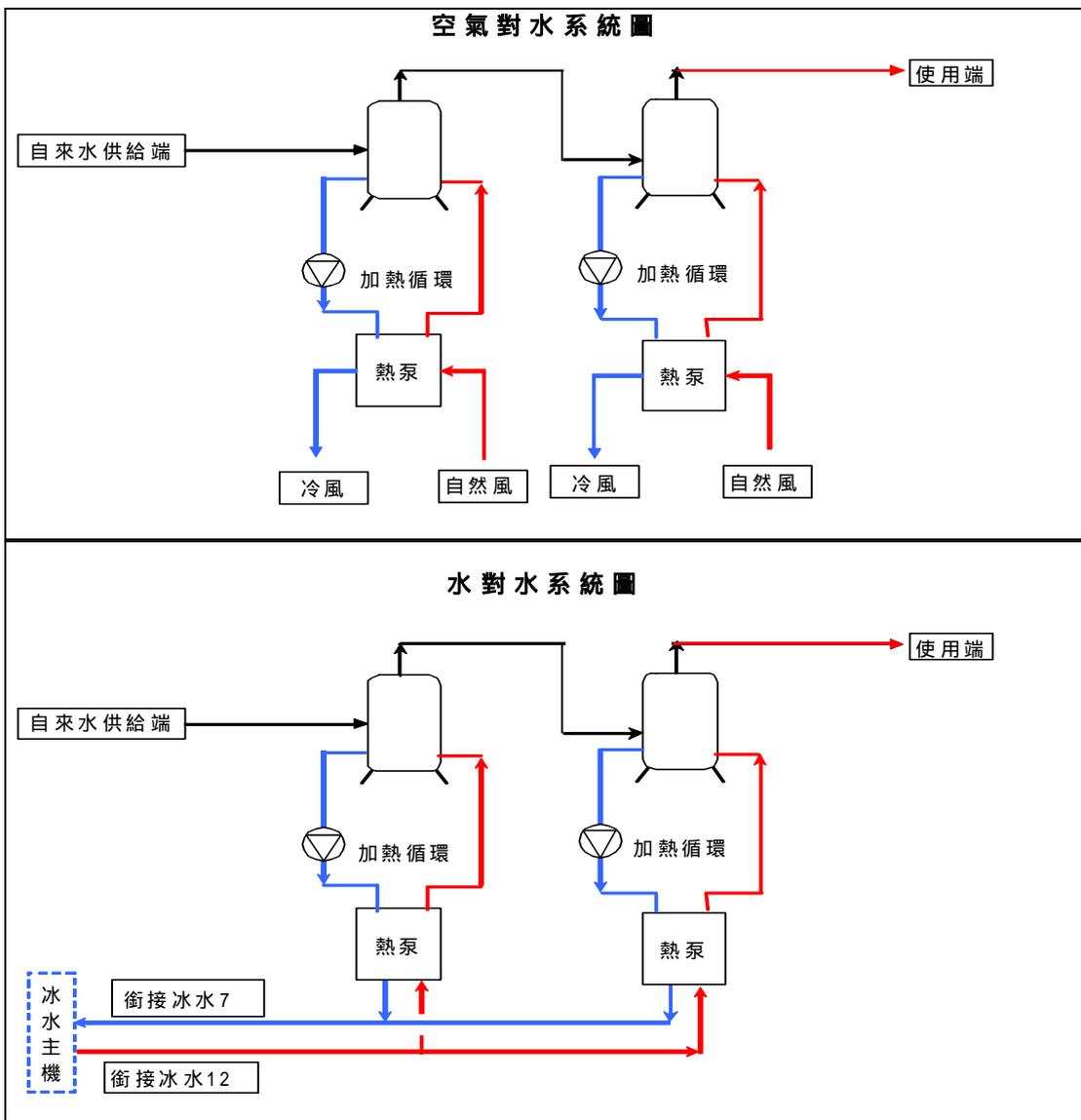


圖 8.3-2.熱泵系統循環示意圖

(三)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 57%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、低噪音高功能設計，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。

(四)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。

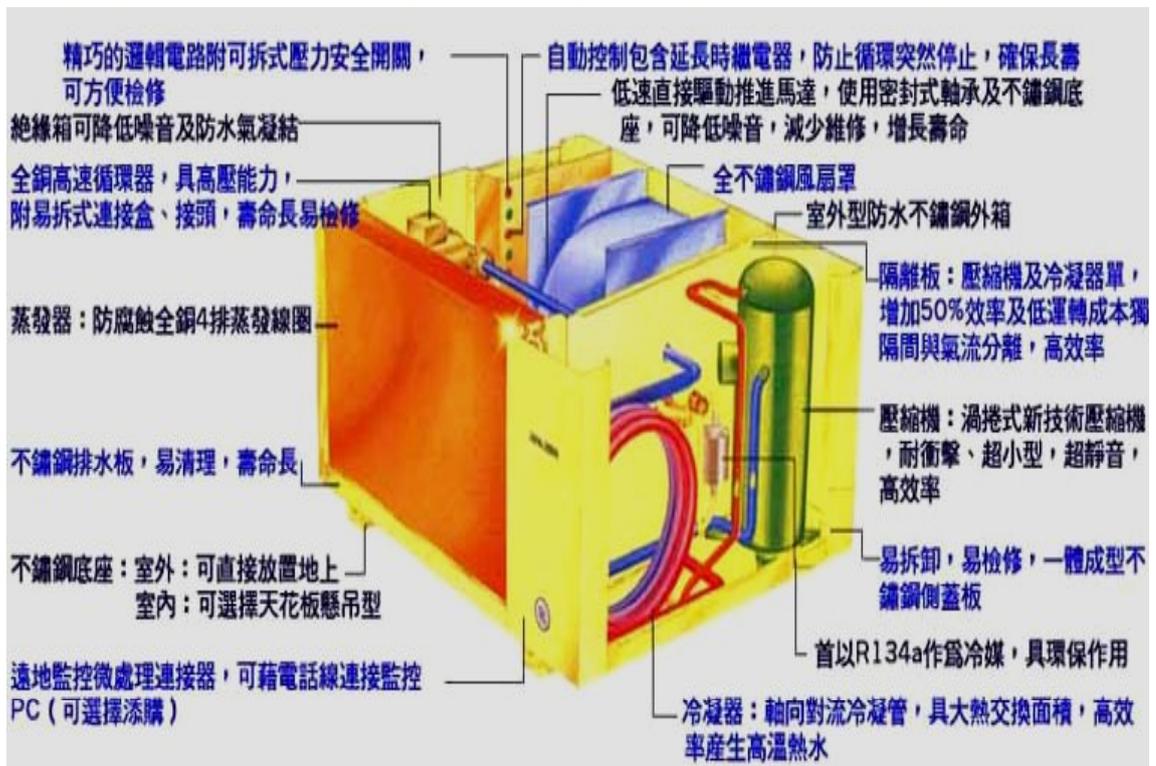


圖 8.3-3 熱泵主機解剖圖

(五)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、乾燥過濾器等、冷凝器、積液器、加上熱水儲槽組成。

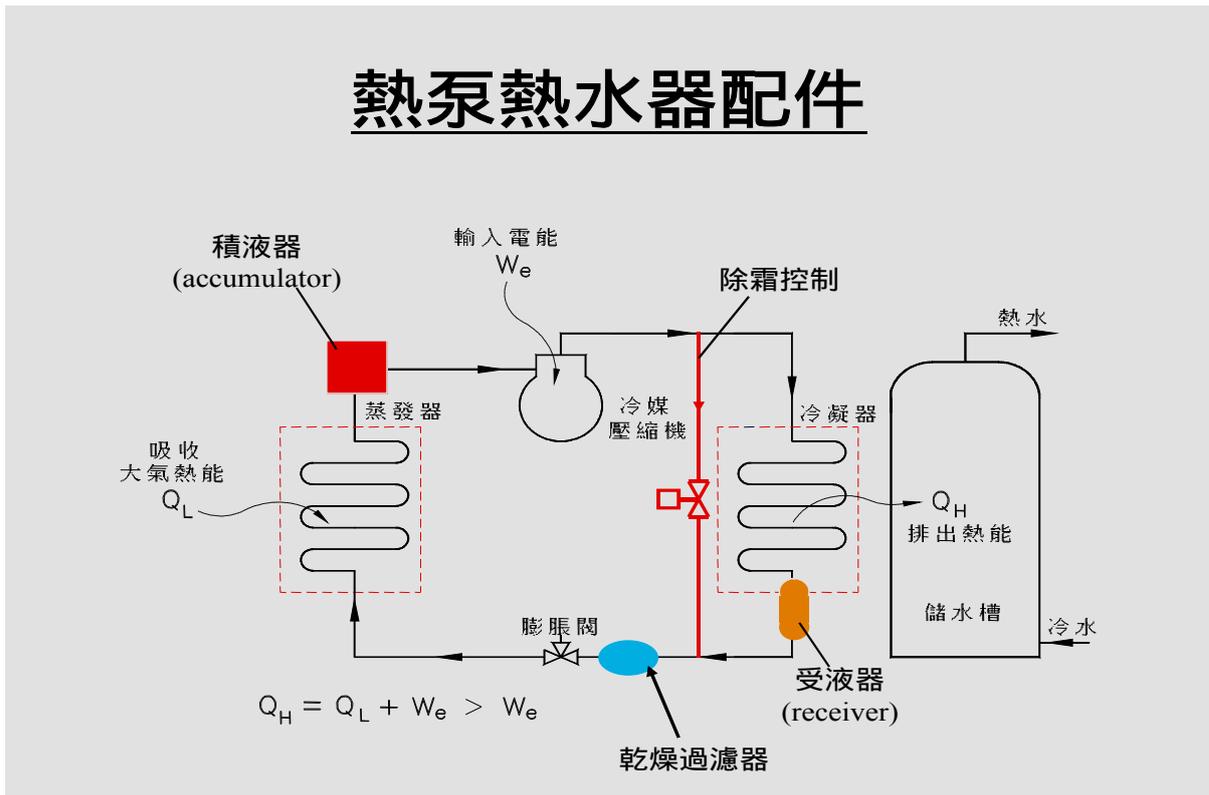


圖 8.3-4. 熱泵熱水器主要配件圖

8.4.系統設計

(一)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盡善盡美，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：

- (1).整套設備：採熱泵或和原系統做結合?
- (2).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。
- (3).熱水需求量：以冬季需求量較多為準，選用適當機型及數量。
- (4).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?
- (5).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。
- (6).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%。
- (7).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，徹底使用餘冷以達雙向節約能源及環境保護。

(二)系統設計計算實例

1. 醫院宿舍(表 8.4-1)

表 8.4-1 醫院 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	加熱溫度	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(見表 8.4-2)

表 8.4-2 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	
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										

8.5. 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，約可省下一座火力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 8.5-1、表 8.5-2 及圖 8.5-1、圖 8.5-2 所示)

(一). 不同熱源產生熱水之成本比較

不同熱源產生熱水之成本比較

表 8.5-1 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 8.5-2 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 ×	2.6 元/度 =	124 元
液化瓦斯熱水器	37,000 仟卡÷	9,000 仟卡/kg =	4.11 kg ×	25 元/公斤 =	103 元
柴油鍋爐熱水器	37,000 仟卡÷	6,612 仟卡/公升 =	5.6 公升 ×	16.9 元/公升 =	94.64 元
天然瓦斯熱水器	37,000 仟卡÷	6,707 仟卡/度 =	5.52 度 ×	13.32 元/度 =	73.52 元
熱泵熱水器	37,000 仟卡÷	2,236 仟卡/度 =	16.55 度 ×	2.6 元/度 =	43 元
大熱泵熱水器	37,000 仟卡÷	3,096 仟卡/度 =	11.95 度 ×	2.6 元/度 =	31 元

說明：

- A. 熱泵熱水器比電熱水器節省 75 % 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 67 % 油料費用。
- D. 熱泵熱水器比瓦斯熱水器節省 58 % 瓦斯費用。

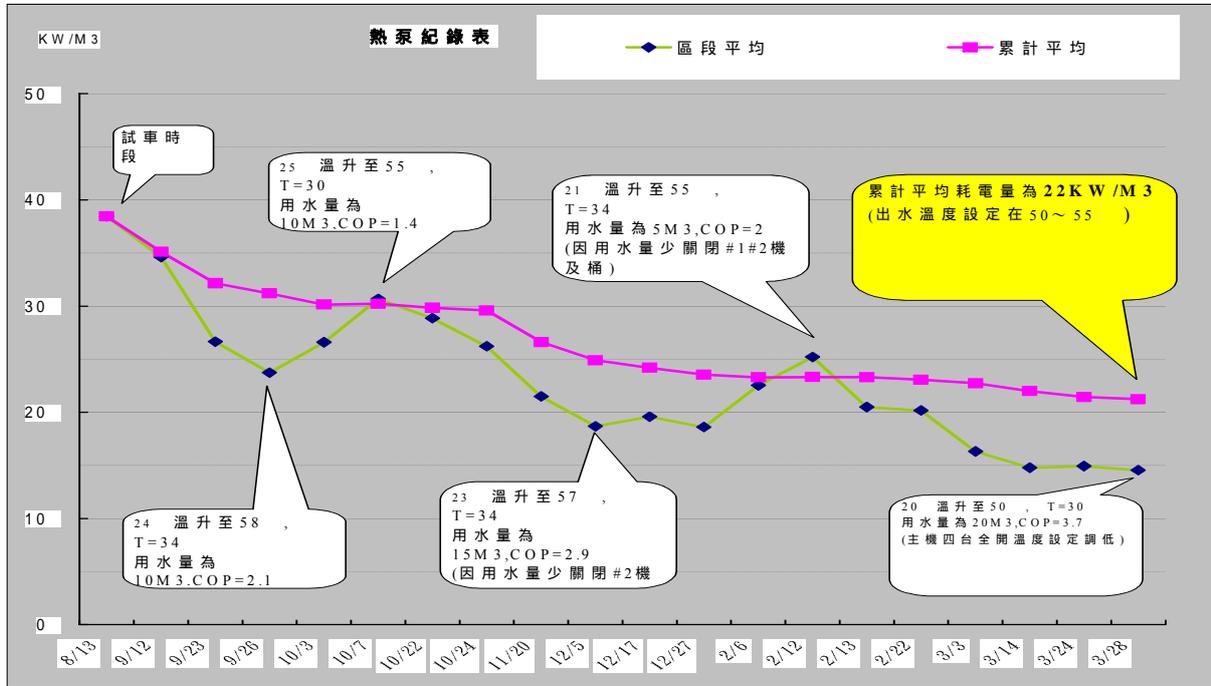


圖 8.5-1. 宿舍實際比較表

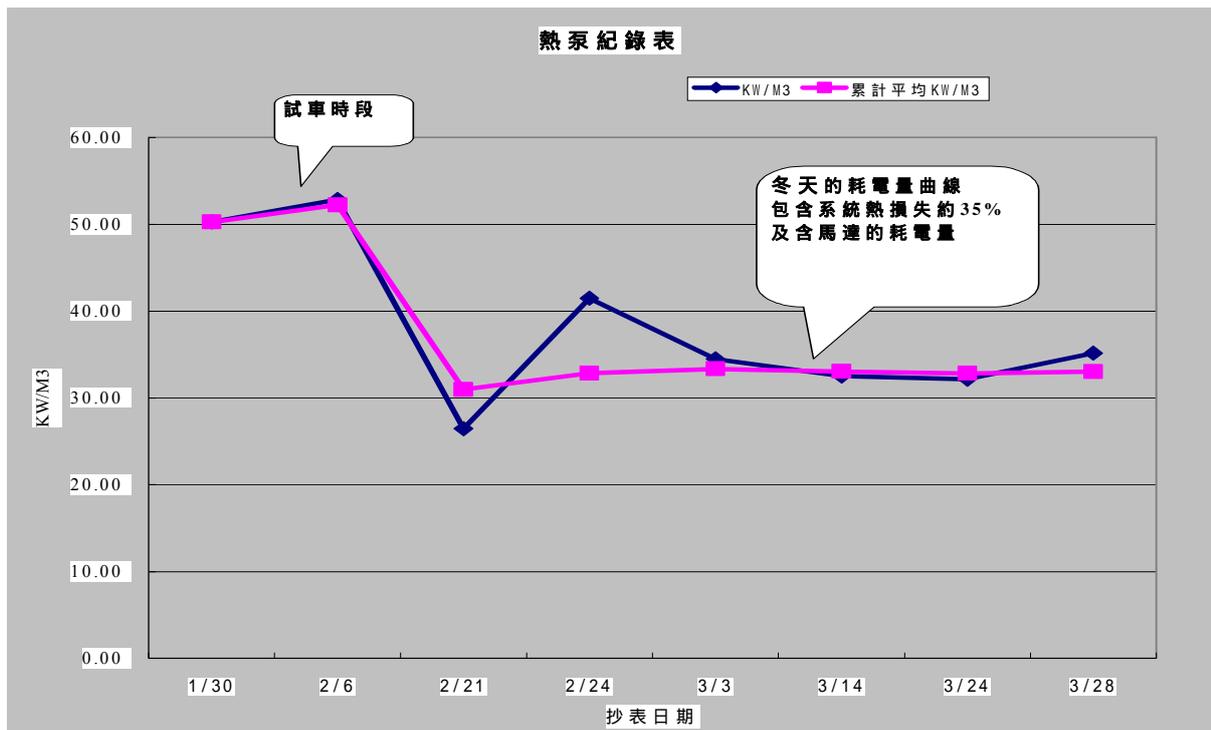


圖 8.5-2 .醫院實際比較表

8.6.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。

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)。唯因熱泵之觀念較新，一般人較不易瞭解，因此國內尚未能普及。目前國內醫院採用熱泵熱水器系統者有慈濟醫院等 17 家，如下表 8.6-1 所示。其主要運用於病房沐浴用、員工宿舍熱水上。

表 8.6-1 醫院採用熱泵熱水器系統案例

項次	案例	系統別
1.	慈濟醫院	病房沐浴用
2	義大醫院	病房沐浴用
3	奇美柳營醫院	病房沐浴用
4	新店醫院	病房沐浴用
5	慈濟關山醫院	病房沐浴用
6	中山醫院	員工宿舍
7	埔里基督教醫院	員工宿舍
8	慈濟大林醫院	病房沐浴用
9	花蓮醫院	病房沐浴用
10	台中豐原醫院	病房沐浴用
11	玉里醫院	病房沐浴用
12	鳳林-榮民醫院	病房沐浴用
13	桃園-榮民醫院	病房沐浴用、員工宿舍
14	嘉義-榮民醫院	病房沐浴用、員工宿舍
15	屏東安泰醫院	病房沐浴用
16	弘泰醫院	病房沐浴用
17	崇德醫院	病房沐浴用

8.7.參考資料

- 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

玖、節約能源案例

9.1 醫院節約能源措施統計

91 年節約能源訪測國內 21 家醫院統計結果，如下表 9.1-1 所示，目前各醫院在電力、照明、空調、鍋爐系統可行之節約能源措施共 38 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。

表 9.1-1 九十一年節能服務之醫院耗能狀況與指標統計表

編號	報告編號	面積		能源指標			能源耗用狀況					省能效益					省能潛力	
		樓地板面積 m ²	空調面積 m ²	能源指標 Mcal/m ² .Y	電力 KWH/m ² .Y	電力 W/m ²	契約容量 KW	用電度數 KWH/年	平均電價 元/KWH	電能費用 萬元/年	能源費用 萬元/年	抑低尖峰 KW/年	減少用電 KWH/年	省電 萬元/年	減少油費 KL/年	省油 萬元/年	省能 萬元/年	費用 %
1	E5191	77695	59718	706.0	245.2	44.3	3300	19052000	1.79	3418.5	4456.5	37.7	361,890	91.2	0.0	0.0	91.2	2.0
2	P0164	427598	427598	489.1	179.8	32.6	13000	76864000	1.84	14133	17129.4	2381.2	19,672,172	3651.9	139.2	180.0	3,831.9	22.4
3	E0060	115555	95080.77	702.6	269.6	48.1	5200	31152000	1.71	5319.7	6046.3	363.6	2,022,938	351.2	37.4	41.8	393.0	6.5
4	E7015	37088	33380	690.3	258.6	51.1	1530	9592000	1.86	1785	2006	52.5	366656	94	0	0	94	4.7
5	P0171	50000	50000	802.7	300.3	55.4	3000	15016000	1.77	2663	3298	226.9	1263352	418	0	0	418	12.7
6	P0173	24791	24791	511.5	205.6	45.3	1500	5096000	1.93	982	1047	46.8	299769	105	0	0	105	10.0
7	P0166	109383	31557	200.5	73.8	15.7	1430	8074000	1.76	1424	1771	164.8	935624	212	57	77	289	16.3
8	P0170	31779	31779	975.5	383.5	70.8	2300	12188385	1.75	2132	2382	428	3188411	617	0	0	617	25.9
9	E7328	30412	23202	604.5	216.2	38.8	1000	6576000	1.82	1195	1466	190.6	762480	188	18	17	204	13.9
10	E7166	63818	38900	929.3	345.7	54.0	3200	22064000	1.62	3574	4446	83.4	1745694	382	7	9	391	8.8
11	P0172	62510	62510	437.6	176.4	33.0	1800	11024419	1.76	1939	2073	18.9	480763	136	0	0	136	6.6
12	E3523	26657	20525	556.2	214.5	40.7	1030	5717910	1.80	1028	1125	105	1121199	210	0	0	210	18.6
13	P0117	76894	67822	535.6	213.0	39.5	2900	16377334	1.96	3206	3434	172.1	1473063	234	0	0	234	6.8
14	E0202	28691	25822	1,293.5	462.4	109.2	2520	13268000	1.82	2410	2912	136.8	339161	81	0	0	81	2.8
15	P0148	39489	32791	709.7	254.5	45.5	1500	10050000	1.73	1738	2167	119.8	1625122	194	0	0	194	5.5
16	E2013	30366	27598	632.1	225.5	57.3	1550	6848000	1.91	1308	1507	46.2	403980	76	0	0	76	5.0
17	P0165	13800	12420	921.1	369.9	80.3	900	5104000	1.74	889	925	43.5	622186	118	0	0	118	12.8
18	P0167	7213	5270	921.3	385.9	103.6	650	2783400	1.88	524	564	43.3	409196	113	3	4	117	19.1
19	P0168	26904.3	23700	494.9	191.1	40.4	999	5140000	1.85	951	1070	72	531596	79	0	0	79	7.4
20	P0133	19835	17852	696.9	263.4	46.6	890	5224000	1.78	929	1112	89.2	358148	89	0	0	89	8.0
21	P0169	12000	10200	338.5	141.0			1692514	3.05	517	517	0	535896	164	0	0	164	31.6
總計		1,312,478	1,122,516	14,149.4	5,375.9	1,052.2		288,903,962		52064	61453	4,822	38,519,296	7604	261	328	7932	
平均值		62,499	53,453	673.8	256.0	50.1		13,757,332	1.86	2479	2926	230	1,834,252	362	12	16	378	12.0

註：91 年產業節約能源技術服務，21 家醫院節約能源訪測報告

9.2 醫院節約能源措施案例介紹

針對前表 9.1-1 之統計，整理如下表 9.2-1 三十八項國內醫院節約能源措施案例，逐一舉案例如編號 1~38 說明如後。

表9.2-1 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：5200kW，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90/1~90/12電費單資料，尖峰用電需量為3728kW~5552kW，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	<ol style="list-style-type: none"> 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5033kW，最近一~二年用電負載無再增加，契約容量應調至5033kW。 		
節 能 成 效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省能效益： 貴醫院將經常契約容量調降為5033kW，可減少基本電費支出約9萬元/年。 ● 投資費用：向台電申請調降經常契約容量為5033kW，無須繳交線路補助費用。 ● 回收年限：立即。 		

醫院節約能源措施案例

編號：02

節能 措施	選定時間電價計價方式	系統 分類	電力系統
改善 措施	1. 貴院採二段式電價計價方式，可依三段式用電時間來分割，自行於夏季時間以抄表紀錄方式，分析是否改採三段式用電時間電價計價，降低電費支出可行性。 2. 若申請更改為三段式電價計價方式，一年內不得再申請電價計價方式變更。		
改 善 前	目前 貴院採二段式電價計價方式，因使用儲冰式空調系統，由 90.01~90.12 之用電歷史資料而言，全年離峰用電度數約佔總用電度數 57.9%，似乎有改訂三段式電價之潛力。		
改 善 後	若申請更改為三段式電價計價方式，可減少流動電費支出。		
節 能 成 效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省電效益： 經本中心推估貴院申請更改為三段式電價計價方式，可減少流動電費支出約 1.9 萬元/年。 ● 投資費用：無。 ● 回收年限：立即。 		

醫院節約能源措施案例

編號：03

節能 措施	儲冰式空調系統之電費優惠	系統 分類	電力系統
改善 措施	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。		
改 善 前	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		
改 善 後	<ol style="list-style-type: none"> 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 		
節 能 成 效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省電效益： <ol style="list-style-type: none"> 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。 		

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	<p>1. 單位使用一個高壓電號，經常契約容量為 1,430kW，由 90.04~91.03 之用電歷史資料而言，目前契約容量訂定尚合理，無須調整。</p> <p>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。</p>		
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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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。 $159 \text{ 元/kW} \times (40\text{kW} \times 2 \text{ 倍} + 19\text{kW} \times 2 \text{ 倍} + 21\text{kW} \times 3 \text{ 倍}) + 213 \text{ 元/kW} \times 40\text{kW} \times 3 \text{ 倍} = 5.4 \text{ 萬元/年}$。 ● 投資費用：增設簡易型需量控制設備約需 30 萬元。 ● 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	<p>目前電費單平均功因為 97%，已採低壓側功因改善，未合理設定調整高低壓電容器投入量，以致高壓側功因未能達到 99%，而無法充份享有台電功因折扣。如下表所示。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>月份</td> <td>90/12</td> <td>90/11</td> <td>90/10</td> <td>90/9</td> <td>90/8</td> <td>90/7</td> <td>90/6</td> <td>90/5</td> <td>90/4</td> <td>90/3</td> <td>90/2</td> <td>90/1</td> </tr> <tr> <td>功因%</td> <td>98</td> <td>96</td> <td>96</td> <td>97</td> <td>97</td> <td>97</td> <td>98</td> <td>96</td> <td>96</td> <td>96</td> <td>96</td> <td>96</td> </tr> </table>			月份	90/12	90/11	90/10	90/9	90/8	90/7	90/6	90/5	90/4	90/3	90/2	90/1	功因%	98	96	96	97	97	97	98	96	96	96	96	96
月份	90/12	90/11	90/10	90/9	90/8	90/7	90/6	90/5	90/4	90/3	90/2	90/1																	
功因%	98	96	96	97	97	97	98	96	96	96	96	96																	
改善後	<ol style="list-style-type: none"> 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 99%，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	<p>經改善後，使低壓側功因維持於 99%，則：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 省電效益： <ol style="list-style-type: none"> (1)增加台電功因折扣：$1591.2 \text{ 萬元/年} \times 0.0015 \times (99-97) = 6 \text{ 萬元/年}$。 (2)減少線路損失： $8,540,000 \text{ kWh/年} \times (1 - (97/99)^2) \times 2\% \times 1.44 \text{ 元/kWh} = 1.2 \text{ 萬元/年}$ (3)故共可節省電費支出約 7.2 萬元/年、(1.33kW、8,180kWh/年)。 ● 投資費用：目前電容器量足夠，僅測試調整費 3 萬元。 ● 回收年限：$3 \text{ 萬元} \div 7.2 \text{ 萬元/年} = 0.4 \text{ 年}$。 																												

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 1HPx2 台x0.746 kWx8760 小時x90%參差因數=11,763KWh(全年耗電)。 11,763KWhx1.74 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 $0.746\text{kW} \times 2 \text{ 台} \times 8760 \text{ 小時} \times 50\%(\text{使用率}) \times 90\% \text{ 參差因數} = 5,881\text{KWh/年}$ $5,881\text{KWh} \times 1.74 \text{ 元/kWh} = 10,232 \text{ 元/年}$ 經改善後共可節省電費支出約 1 萬元/年。 ● 投資費用：300 元(時控器單價)x2 台=600 元。 ● 回收年限：0.1 年。 		

醫院節約能源措施案例

編號：07

節能 措施	系統 分類	電力系統
改善 措施	建立監控系統合理化	
改善 前	<p>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。</p> <p>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。</p>	
改善 後	<p>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。</p> <p>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。</p>	
節 能 成 效	<p>加強監控系統功能後，可節省 13.3% 之空調用電量及費用。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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)。 ● 投資費用：352 萬元。 ● 回收年限：2 年。 $352 \text{ 萬元} \div 140 \text{ 萬元/年} = 2.5 \text{ 年}$ 	

醫院節約能源措施案例

編號：08

節能措施	採用電子安定器	系統分類	照明系統
改善措施	1. 醫院日光燈之傳統鐵磁式安定器改採高頻電子式安定器，可獲得減少照明及降低空調負荷之耗能約 26%以上，並由演色性提高商品價質感。 2. 照度合理化檢討，匹配合適規格之 32W、36W、40W、45W 三波長高效率日光燈管。		
改善前	醫院以 220V 40W×2 型傳統式高功因安定器日光燈具為主，約 1783 盞，每盞耗能約 94W，使用時間約 5,657 小時/年。		
改善後	醫院燈具採逐步汰舊換新方式，將日光燈具之傳統式安定器以 40W×2 型高效率電子式安定器匹配高效率三波長燈管取代，可減少照明耗電約 28%以上，及降低空調負荷，並由演色性提高商品價質感。 註： 1. 目前日光燈具均裝置傳統鐵心式安定器，其特性如下：(1)起動需用起動器、(2)亮燈時間需 2~5 秒、(3)功率因數 90%、(4)諧波失真 48%、(5)燈管閃爍、(6)安定器溫度本身溫度達 55℃，增加空調負載。 2. 而電子式安定器，其特性如下：(1)瞬間起動免用起動器、(2)功率因數 98%以上、(3)諧波失真 20%以下、(4)燈管不閃爍，保護視力、(5)適用 0~55℃ 以下，濕度 98%(Ta=25℃)以下之環境、(6)安定器溫度低，可減少空調負載、(7)省電 28%(與傳統式高功率型安定器比較)、(8)燈管壽命增長(須配合高頻燈管使用)、(9)可聽雜音低(噪音)。		
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 採電子式安定器匹配三波長日光燈具後，每年共可節省用電約 44.6 萬元/年、(28.5kW、199,647kWh/年)。 ● 投資費用：約需 125 萬元。 ● 回收年限：125 萬元÷44.6 萬元/年 = 2.8 年。 註：既有系統改善投資費用高，若新設以差額計算，則可縮短回收年限。		

醫院節約能源措施案例

編號：09

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 FL20Dx4 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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：10

節能 措施	採用高效率燈具	系統 分類	照明系統
改善 措施	<p>以高效率省電約 20W 電子式安定器型之省電燈泡取代既有 50 及 60W 電燈泡及鹵素燈，可省電 2/3。</p> <p>註：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 目前國內觀光飯店之走廊、廁所、房間都大量採用省電燈泡。 2. 鹵素燈僅用於投射壁畫用。 		
改 善 前	<ol style="list-style-type: none"> 1. 燈泡及鹵素燈：統計共約 4,535 具，用於病房浴室(電燈泡 60W*2 只*1300 間)及重點照明(50W 鹵素燈)。 2. 省電燈泡：統計共約 800 具，用於電梯口及公共區域，甚合理。 		
改 善 後	將病房浴室、重點照明改採 20W 電子式安定器型之省電燈泡，減少照明用電。		
節 能 成 效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省能效益： 以 20W 電子式安定器型之省電燈泡，每年降低尖峰用電約 44kW，減少流動度數約 388,944kWh，節省 81 萬元。 ● 投資費用： 20W 電子式安定器型之省電燈泡費用約 185 萬元 ● 回收年限： $185 \text{ 萬元} \div 81 \text{ 萬元/年} = 2.3 \text{ 年}$ 		

醫院節約能源措施案例

編號：11

節能 措施	選用高效率光源	系統 分類	照明系統
改善 措施	建議以 20W 之 3U 型 PL 省電燈管，替換 100W 白熾燈，可大幅減少照明用電約 80%以上及降低空調負荷，並可減少更換燈泡次數及人力。		
改 善 前	目前 醫院大部分之區域都已採用省電燈具，除了承租戶(7-11 便利店)，仍使用白熾燈，相較於 PL 省電燈管而言，不僅耗電、壽命短且增加空調負荷。		
改 善 後	要求承租戶(7-11 便利店)，白熾燈更換為 PL 省電燈管，可減少耗電、空調負荷、增加壽命且。		
節 能 成 效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省能效益： 更換為 PL 省電燈管後，可節省電費支出約：0.3 萬元/年 (0.2kW 1,811kWh/年)。 ● 投資費用：0 元。(要求便利店自行投資部份，故不計成本) ● 回收年限：立即。 		

醫院節約能源措施案例

編號：12

節能措施	系統分類
改善措施	採行減光措施
改善前	<p>建議暫停使用高壓水銀燈，重新規劃另行安裝 40Wx2 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。</p> <ol style="list-style-type: none"> 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：$250W \times 2,000 \text{ 支} = 500 \text{ kW}$ 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。 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。
改善後	<ol style="list-style-type: none"> 建議暫停使用高壓水銀燈，重新規劃另行安裝 40Wx2 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。 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。 增設安裝 40Wx2 倒山型日光燈具耗電：$72W \times 2000 \text{ 具} \div 1000W/kW = 144kW$。 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。 平時照明可利用緊急照明回路之燈具。
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省能效益： <ol style="list-style-type: none"> 減少照明用電：$(500 - 144)kW \times 8,760H/\text{年} \times 90\% \times 1.38 \text{ 元}/kWh = 387 \text{ 萬元}/\text{年}$；$2,806,704kWh/\text{年}$ 抑低尖峰用電基本電費支出：$(500 \text{ kW} - 144 \text{ kW}) \times 70\% \text{ 參差因數} = 250kW$，$250kW \times (213 \times 4 + 159 \times 8) = 53 \text{ 萬元}/\text{年}$ 合計 = $(387 + 53) = 440 \text{ 萬元}/\text{年}$ ● 投資費用： <ol style="list-style-type: none"> 40Wx2 倒山型電子式安定器日光燈具及配線：$2000 \text{ 具} \times 1500 \text{ 元}/\text{具} = 300 \text{ 萬元}$ 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。$3500 \text{ 元}/\text{組} = 70 \text{ 萬元}$ 合計投資費用 = $(300 + 70) = 370 \text{ 萬元}$。 ● 回收年限：$370 \text{ 萬元} \div 440 \text{ 萬元} = 0.84 \text{ 年}$

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 FL32Dx2 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 省能效益：預估經控制改善後，可節省電費支出約 $(120 + 30) \text{ 盞} \times 72\text{W} / \text{盞} \div 1,000\text{W} / \text{kW} \times (8760 - 100) \text{ 時} / \text{年} \times 1.29 \text{ 元} / \text{kWh} = 12.1 \text{ 萬元} / \text{年} (93,528\text{kWh} / \text{年})$。 ● 投資費用：增設二線式照明控制器，約需 20 萬元。 ● 回收年限：1.6 年。 ● $20 \text{ 萬元} \div 12.1 \text{ 萬元} / \text{年} = 1.6 \text{ 年}$ 		

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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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)。 ● 投資費用：無(以人工切換方式控制)。 ● 回收年限：立即。 		

醫院節約能源措施案例

編號：15

節能措施	降低主機耗電率	系統分類	空調系統												
改善措施	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。														
改善前	<p>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。</p> <p>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。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">主機別</th> <th style="width: 35%;">蒸發器 LMTD 值()</th> <th style="width: 35%;">冷凝器 LMTD 值()</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table>			主機別	蒸發器 LMTD 值()	冷凝器 LMTD 值()	#1	11.8	14.6	#2	10.4	11.3	#3	11.6	11.4
主機別	蒸發器 LMTD 值()	冷凝器 LMTD 值()													
#1	11.8	14.6													
#2	10.4	11.3													
#3	11.6	11.4													
改善後	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。														
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 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)。 (600RT×122 天/年×13 小時/天×0.8×1.4kW/RT + 400RT×153 天/年×13 小時/天×0.8×1.4kW/RT + 200RT×90 天/年×13 小時/天×0.8×1.4kW/RT)×1.91 元/kWh×10% = 423,818 元/年、(67.2kW、221,894kWh/年)。 ● 投資費用：需 50 萬元。 ● 回收年限：50 萬元÷42.4 萬元/年 = 1.2 年。 														

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	<ol style="list-style-type: none"> 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。 <p>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。</p>		
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 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。 ● 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)。 ● 回收年限：1.4年。 <p style="text-align: center;">30萬元/年 21.1萬元/年 = 1.4年</p>		

醫院節約能源措施案例

編號：17

節能 措施	改善冷凝器傳熱	系統 分類	空調系統
改善 措 施	<ol style="list-style-type: none"> 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。 		

改善前	<p>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/cm² 合理，但蒸發器 LMTD 高達 10.3、11.0 ；另外冷媒高壓約 12.8 kg/cm²，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。</p> <p>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。</p> <table border="1" data-bbox="472 734 1222 1025"> <thead> <tr> <th>循環水</th> <th>pH</th> <th>導電度</th> <th>全硬度</th> <th>總固體量</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table>	循環水	pH	導電度	全硬度	總固體量	標準值	6.5~8	<800	<200	<300	測試值	8.8	930	456	400	效應	可能結垢	可能腐蝕	可能結垢	可能結垢
循環水	pH	導電度	全硬度	總固體量																	
標準值	6.5~8	<800	<200	<300																	
測試值	8.8	930	456	400																	
效應	可能結垢	可能腐蝕	可能結垢	可能結垢																	
	<p>3. 補充水</p> <table border="1" data-bbox="536 1173 1158 1391"> <thead> <tr> <th>循環水</th> <th>pH</th> <th>導電度</th> <th>全硬度</th> <th>總固體量</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table>	循環水	pH	導電度	全硬度	總固體量	標準值	6.5~8	<200	<50	<100	測試值	8.2	240	56	85					
循環水	pH	導電度	全硬度	總固體量																	
標準值	6.5~8	<200	<50	<100																	
測試值	8.2	240	56	85																	
改善後	<p>預估水質改善後，約可減少 12%之使用電力。</p>																				
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省電效益： 預估水質改善後，約可減少 12%之使用電力 $(120RT+15RT) \times 0.9kW/RT \times 8760 \text{ 小時} \times 12\% \times 60\% \text{ 參差因數} = 76,632KWh/年$ $(76,632kWh/年 \times 1.74 \text{ 元}/kWh = 133,339 \text{ 元}/年$ ● 投資費用：包括管線、設備約 42 萬元。 ● 回收年限：42 萬元 ÷ 13.3 萬元/年 = 3.1 年。 																				

--	--

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： <ul style="list-style-type: none"> ● 高於 3,550Kcal/h 之窗型或分離式冷氣機能源效率比值標準 EER 為 2.07kcal/W.h(1.35kW/RT)。 ● 氣冷式箱型冷氣機能源效率比值標準 EER 為 2.22kcal/W.h(1.36kW/RT)。 ● 水冷式箱型冷氣機能源效率比值標準 EER 為 2.88kcal/W.h(1.05kW/RT)。 (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	<ul style="list-style-type: none"> ● 省能效益：採用中央空調系統後可省能 $160RT \times (1.32kW/RT \times 1.2 - 0.84kW/RT \times 1.2) \times 8 \text{ 月/年} \times 22 \text{ 天/月} \times 10 \text{ 時/天} \times 0.8 \times 3.05 \text{ 元/kWh} = 39.2 \text{ 萬元/年} (128,464kWh/\text{年}、73kW)$。 ● 投資費用：約需 640 萬元（實際費用需請廠商估算）。 ● 回收年限：16.4 年。 		

醫院節約能源措施案例

編號：19

節能 措施	更換主機	系統 分類	空調系統
改善 措施	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。		
改善 前	<p>空調主機部分：</p> <p>(1).系統使用往復式冰水主機 300 RT 共三台。</p> <p>(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。</p> <p>(3).依主機與管路現場配置情況，該冰水主機並無台數控制。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(6).依據現場之檢測數據推算後，有以下之問題：</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 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。 		
改善 後	<p>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。</p> <p>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，可在現場初步調整檢測。</p> <p>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。</p>		

<p>節 能 成 效</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 $0.6 \times 300 \times 3 \times 8,000 \times 60\% = 2,592,000$ 度電，以台電電價估算一年約可節省 $2,592,000 \text{ 度} \times 1.75 \text{ 元/度} = 453.6$ 萬元。 ● 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。 ● 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 主機之冷卻水泵浦(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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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。 ● 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)。 ● 回收年限：1.3 年。 		

醫院節約能源措施案例

編號：21

節能 措施	汰換低效率泵浦	系統 分類	空調系統
改 善 措 施	<p>1.冰水側：</p> <p>(1).冰水出水溫度過高，運轉效率明顯太低，主機應檢修。</p> <p>(2).冰水管路之共同管閥門應為常開之狀態，以節約能源。</p> <p>(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。</p> <p>2.冷卻水側：</p> <p>(1).冷卻水塔之接近溫度(approach temperature)偏高，可能容量不足。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>此部分可與冷卻水整個系統檢修同時進行。</p>		
改 善 前	<p>1.冰水側：</p> <p>使用 15HP 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。</p> <p>2.冷卻水側：</p> <p>系統使用之冷卻水塔為 400RT×1 組，350RT×2 組。冷卻水泵為 40HP 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。</p> <p>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 40HP(29.83kW)比較，有過大之虞。</p>		

改善後	因冰水泵運轉效率偏低，建議更換目前 15HP 主機冰水泵共三台，30HP 區域冰水泵共三台。
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 15HP 水泵為例可節能約 31%，約 3.41kW 之電力。因此以目前 15HP 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 8000hr 估算則一年可節省約 $30.7\text{kW} \times 8000\text{hr}/\text{年} = 245,600\text{kWh}$，以台電電價估算一年約可節省 $245600\text{kWh} \times 1.75 \text{元/kWh} = 429,800 \text{元}$。 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%。 ● 初設費用：約 80 萬元。 $80 \text{萬元} \div 43 \text{萬元/年} = 1.86 \text{年}$。 ● 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	<p>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。</p> <p>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。</p>		
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	<ul style="list-style-type: none"> ● 節約效益： $55\text{kW}/\text{台} \times 5,000 \text{ 時}/\text{年} \times 1.92 \text{ 元}/\text{kWh} \times 40\% = 21.1 \text{ 萬元}/\text{年}$ (22kW、110,000kWh/年) ● 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)。 ● 回收年限：$80 \text{ 萬元} \div 21.1 \text{ 萬元}/\text{年} = 3.8 \text{ 年}$。 		

醫院節約能源措施案例

編號：23

節能 措施	改善冷卻水質	系統 分類	空調系統
改善 措施	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 省電效益： 經改善後節省電費支出約 10~15%： $54.3kW * 5000H/y * 3.05 \text{ 元/ kWh} * 15\% = 8.7 \text{ 萬元/年} (28,620kWh/\text{年})$ ● 投資費用：無。 ● 回收年限：無。 		

醫院節約能源措施案例

編號：24

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	<p>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。</p> <p>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。</p> <p style="text-align: center;">註：每降低冷卻水溫度 1℃，約可減少主機耗電量 1.5%。</p>		
改善前	<p>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度卻達 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℃。</p> <p>現場實際檢視冷卻水塔的散熱片，已積垢嚴重。</p> <p>註：測試時外氣條件 28.3℃，濕球溫度 22℃ 相對濕度 68.8%。</p>		
改善後	<p>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%。</p>		
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省能效益： <p>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 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</p> <p>1.5%×293.7kW×270/天× 24/hr×1.8 元/kWh =5.1 萬元</p> <p>1.5%×138.2 kW×120/天×24/hr ×1.8 元/ kWh=1.1 萬元</p> <p>降低耗電 4.4 kw，34,867 kWh</p> <p>合計: 5.1 萬元+1.1 萬元=6.2 萬元</p> ● 投資費用：無。加強定期保養。 ● 回收年限：立即。 		

醫院節約能源措施案例

編號：25

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	<p>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。</p> <p>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。</p>		
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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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。 ● 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), ● 回收年限：4.2 年。 		

醫院節約能源措施案例

編號：26

節能措施	系統分類
更換冷卻水塔	空調系統
改善措施	<p>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。</p> <p>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。</p>
改善前	<p>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。</p> <p>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。</p> <div style="text-align: center;"> <p>The chart plots Capacity (kW) on the left y-axis (0 to 60) and Input Power (kW) on the right y-axis (6 to 20) against Evaporating Temperature (°C) on the x-axis (-20 to 15). Two sets of curves are shown for Condensing Temperatures of 40°C, 47.5°C, 55°C, 62.5°C, and 65°C. Capacity increases with both evaporating and condensing temperatures, while input power increases with condensing temperature and decreases with evaporating temperature.</p> </div>
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	<ul style="list-style-type: none"> ● 省電效益： $160\text{RT}/\text{台} \times 2 \text{ 台} \times 1.0\text{kW}/\text{RT} \times 3 \times 1.5\% / \times 8,760\text{h}/\text{年} \times 1.91 \text{ 元}/\text{kWh} \times 0.7 = 10.1\text{kW}, 88,331\text{kWh}/\text{年}, 16.8 \text{ 萬元}/\text{年}$ ● 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)。 ● 回收年限：40 萬元 ÷ 16.8 萬元/年 = 2.4 年

醫院節約能源措施案例

編號：27

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。																																																																															
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	<p>將 AHU 送風機，採用 VAV 控制，依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 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%。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th colspan="11" style="text-align: center;">送風機運轉中變功率輸入特性表</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">電源電壓 V</td> <td style="text-align: center;">110</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">電功率輸入 W</td> <td style="text-align: center;">93</td> <td style="text-align: center;">81</td> <td style="text-align: center;">74</td> <td style="text-align: center;">63</td> <td style="text-align: center;">59</td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;">33</td> <td style="text-align: center;">26</td> <td style="text-align: center;">22</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">風速 m/min</td> <td style="text-align: center;">125</td> <td style="text-align: center;">118</td> <td style="text-align: center;">115</td> <td style="text-align: center;">109</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td style="text-align: center;">65</td> <td style="text-align: center;">55</td> <td style="text-align: center;">44</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">輸入電壓 V</td> <td style="text-align: center;">110</td> <td style="text-align: center;">105</td> <td style="text-align: center;">101</td> <td style="text-align: center;">95</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">81</td> <td style="text-align: center;">71</td> <td style="text-align: center;">64</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">52</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">輸入電流 A</td> <td style="text-align: center;">0.9</td> <td style="text-align: center;">0.8</td> <td style="text-align: center;">0.8</td> <td style="text-align: center;">0.8</td> <td style="text-align: center;">0.8</td> <td style="text-align: center;">0.7</td> <td style="text-align: center;">0.6</td> <td style="text-align: center;">0.5</td> <td style="text-align: center;">0.5</td> <td style="text-align: center;">0.4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">馬達熱度 C</td> <td style="text-align: center;">48</td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;">44</td> <td style="text-align: center;">43</td> <td style="text-align: center;">42</td> <td style="text-align: center;">42</td> <td style="text-align: center;">42</td> <td style="text-align: center;">42</td> <td style="text-align: center;">41</td> <td style="text-align: center;">41</td> </tr> </tbody> </table>			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
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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 ● 投資費用：增設 9 台變頻器費用約 80 萬元 ● 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：28

節能措施	系統分類	空調系統
改善措施	調整冷房溫度	
改善前	<p>在不妨礙醫院下，應可調整冷房溫度設定至 24 ，在室溫每提高 1 ，可減少約 3% 的主機的耗電量。</p> <p>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 ，應可在不妨礙醫院下，做合理空調節能，調冷房溫度設定至 24 。</p> <p>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。</p>	
改善後	<p>1. 以現有控制方式調整賣場室內溫度至 24 ，平均提高室溫 3 。</p> <p>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。</p>	
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省電效益： 調整冷房溫度效益：$294.2\text{kW} \times (24 - 21) \times 3\% / \times 5,000 \text{ 時/年} \times 0.7 \times 1.92 \text{ 元/kWh} = 177,932 \text{ 元/年}$ 抑低尖峰 26kW，節約用電度數 92,673kWh/年，節省金額約 17.8 萬元/年 ● 投資金額：0 萬元。自行調整賣場室內溫度，勿需投資費用。 ● 回收年限：立即。 	

醫院節約能源措施案例

編號：29

節能措施	溫度自動控制器及冰水循環系統之改善	系統分類	空調系統
改善措施	<ol style="list-style-type: none"> 1. 全面檢修空調箱之溫度自動控制器及其冰水控制閥使其正常動作。 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。 		
改善前	<p>目前 貴單位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,如附件 5-4-1~附件 5-4-3 所示。經當日訪測發覺系統有下列問題點：</p> <ol style="list-style-type: none"> 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)。 <p>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。</p>		
改善後	<p>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</p>		
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省電效益： <ul style="list-style-type: none"> 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。 ● 投資費用：約 200 萬元。 ● 回收年限：5 年。 		

醫院節約能源措施案例

編號：30

節能措施	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	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目前 貴院有局部 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： <ol style="list-style-type: none"> (1)送風狀態點遠離機器露點。 (2)一次回風處理過程產生濕度飄移。 (3)增加在熱段，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	<ul style="list-style-type: none"> ● 省電效益： <ol style="list-style-type: none"> 1. 採用二次回風可節省 $68.1 - 40.7 = 27.4\text{kW}$(7.8 噸)，每冷凍噸每小時耗電 $0.7\text{kW}/\text{Hr}$ 來計，每月可節省 $7.8\text{RT} \times 0.7\text{kW}/\text{RT} \times 12 \text{時}/\text{天} \times 350 \text{天}/\text{年} \times 1.76 \text{元}/\text{kWh} = 40,360 \text{元}/\text{年}$(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 $7.3 \times 3,024 \div 8956(\text{Kcal}/\text{m}^3) \div 0.8(\text{鍋爐效率}) = 3.1\text{m}^3/\text{hr}$，節省費用約 $3.1\text{m}^3/\text{hr} \times 13.44(\text{元}/\text{m}^3) \times 12 \text{時}/\text{天} \times 350 \text{天}/\text{年} = 174,989(\text{元}/\text{年})$。 3. 故一年可節省共 $40,360 + 174,989 = 215,349 \text{元}/\text{年}$(27.4kW、22,932kWh/年、13,020m³/年)。 ● 投資費用：需改善費用 650 萬元。 ● 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：31

節能措施	系統分類
改善	出風口加裝可變風量風門
改善	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。
改善前	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。
改善後	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。
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省電效益： <p>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。</p> $324 \text{ kW} \times 80\% (\text{平均負載率}) \times 8\% \times [1 - 40\% (\text{門診室使用率})] = 12.4 \text{ kW}$ $12.44 \text{ kW} \times 2808 \text{ hr/年} = 34,932 \text{ kWh/年}$ $34,932 \text{ kWh/年} \times 1.76 \text{ 元/kWh} = 6.1 \text{ 萬元/年}$ ● 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， ● 回收年限：約 6.6 年。

醫院節約能源措施案例

編號：32

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	<p>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。</p> <p>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。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>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</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>		
改善前	<p>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。</p> <p>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。</p>		

	<p>(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。</p> <p>(3) 手術室、溫濕度控制在乾球溫度 23~26 、相對濕度 55~60%RH。</p> <p>3. 貴院手術室 25 間每間約 16 坪，全部面積約 400 坪。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>
改善後	<p>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%。</p>
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省電效益： <ul style="list-style-type: none"> 1. 以冷氣主機運轉經驗，室內溫度每提高 1 ，可省能 6%。 春秋：(3,448kWx70%)x5M/Yx30D/Mx24H/Dx0.8x6%/ x2 x1.84 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：417,070kWhx1.84 元/kWh = 767,408 元/年 ● 投資費用： <p>購置 100RT 螺旋式冰水機及工資約 150 萬元。</p> ● 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：33

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)，因設定溫度至 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 省電效益： <p>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：</p> $0.8\text{kW/RT} \times 1.2 \times 7.5\text{RT} \times 8,760\text{hr/年} \times (26-22) \times 3\% / 1.42 \times 0.8 (\text{參差因數}) = 6,055\text{kWh/年}。$ <p>經改善後共可節省電費支出約 0.9 元/年(6,055kWh/年)。</p> ● 投資費用：無，需機電管理人員設定空調溫度至 26℃。 ● 回收年限：立即。 		

醫院節約能源措施案例

編號：34

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	<ol style="list-style-type: none"> 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	<p>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；至於四台鹵水主機，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，當鹵水回溫低於設定值，停機，儲冰完畢。</p>		
改善後	<p>預期可節省主機側電費。 全年減少用電量:681695kWh/年 每年節省能源費用約：89.3 萬元/年</p>		
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省電效益： 若能解決運轉策略問題，預期可節省主機側電費。 全年減少用電量：681,695kWh/年 1kW 平均：2230 元/kW/年(含稅) 1kWh 平均：1.31 元/kWh(含稅) 每年節省能源費用約：89.3 萬元/年 ● 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。 ● 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：35

節能措施	調降熱水出水量及儲槽加熱溫度節約熱能	系統分類	鍋爐系統																		
改善措施	<p>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。</p> <p>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。</p> <p style="text-align: center;">表(二)熱水爐熱水加熱溫度建議值</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #ffff00;"> <th style="width: 20%;">季節</th> <th style="width: 80%;">熱水加熱設定溫度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">夏天</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">秋冬</td> <td style="text-align: center;">55</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">冬天</td> <td style="text-align: center;">60</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">寒流</td> <td style="text-align: center;">65</td> </tr> </tbody> </table> <p>註：平均熱水溫度調降率 = $(60-50) \div 60 \times 100\% = 16\%$。</p>			季節	熱水加熱設定溫度	夏天	50	秋冬	55	冬天	60	寒流	65								
季節	熱水加熱設定溫度																				
夏天	50																				
秋冬	55																				
冬天	60																				
寒流	65																				
改善前	<p>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。</p> <p style="text-align: center;">表(一) 國軍花蓮總醫院熱水爐設備規格</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">廠牌</th> <th colspan="2" style="width: 80%;">隆昌電熱水爐</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">型號</td> <td style="text-align: center;">TTE-25</td> <td style="text-align: center;">TTE-15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">規格</td> <td style="text-align: center;">1.200GAL*7</td> <td style="text-align: center;">2.100GAL*2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">耗電量</td> <td style="text-align: center;">1.24Kw</td> <td style="text-align: center;">2.12kW</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">保溫狀況</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">良好</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">出水溫度</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">65</td> </tr> </tbody> </table> <p>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。</p>			廠牌	隆昌電熱水爐		型號	TTE-25	TTE-15	規格	1.200GAL*7	2.100GAL*2	耗電量	1.24Kw	2.12kW	保溫狀況	良好		出水溫度	65	
廠牌	隆昌電熱水爐																				
型號	TTE-25	TTE-15																			
規格	1.200GAL*7	2.100GAL*2																			
耗電量	1.24Kw	2.12kW																			
保溫狀況	良好																				
出水溫度	65																				
改	<p>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。</p>																				

善 後	
節 能 成 效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省電效益： <ul style="list-style-type: none"> 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 = $(60-55) \div 60 \times 100\% = 8.3\%$。 $24\text{kW} \times 7 + 12\text{kW} \times 3 = 225\text{kW}$(設備容量) 。 $225 \text{ KW} \times 15\%$(估算使用率)$\times 8.3\% \times 8760$ 小時/年=$24,539\text{kWh}/$年 $24,539\text{kWh}/$年$\times 1.74$ 元/ kWh=$42,698$ 元/年。 每年減少流動度數約 24,539kWh ，節省 4.2 萬元 ● 投資費用：無、自行調整各水龍頭出水量及加熱熱水溫度。 ● 回收年限：立即。

醫院節約能源措施案例

編號：36

節能措施	管線保溫	系統分類	鍋爐系統
改善措施	<p>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。</p> <p>2.保溫層厚度計算：(見附件 5-5-1)</p> <p style="padding-left: 20px;">散熱量 $Q = \pi \times d \times h \times (t_1 - t_2) =$</p> <p style="padding-left: 20px;">$3.14 \times (4 \text{ 吋} \times 2.54 \text{ cm} / 100 \text{ m}) \times 10 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot 5 \text{ 支} \times 30 \text{ m/支} \times (60 - 25) = 14356 \text{ kcal/h}$</p> <p style="padding-left: 20px;">註：管徑 $= (4 \text{ 吋} \times 2.54 \text{ cm}) / 100 \text{ m} = 0.102 \text{ m}$，</p> <p style="padding-left: 40px;">$\alpha = 10$ (自鐵管表面之熱傳導率) (kcal/m²·h.)</p> <p>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。</p>		
改善前	<p>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。</p> <p>2.當日測管溫約 60 ，全年平均外氣溫度:25 。</p>		
改善後	<p>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。</p>		
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 省能效益： <li style="padding-left: 20px;">天然氣 1m³=9900kcal。 <li style="padding-left: 20px;">保溫後減少散熱損失：$(14356 \text{ kcal/h} \times 8760 \text{ h/y}) \div (9900 \text{ kcal/m}^3 \times 0.8) = 15878 \text{ m}^3/\text{y}$。 <li style="padding-left: 20px;">天然氣 1m³=10.4 元/m³。 <li style="padding-left: 20px;">每年約可節省：$15878 \text{ m}^3/\text{y} \times 10.4 \text{ 元/m}^3 = 16.5 \text{ 萬元/年}$。 ● 投資費用：15 萬元。(因工資差異大，實際費用請自行詢價)。 ● 回收年限：$15 \text{ 萬元/年} \div 16.5 \text{ 萬元/年} = 0.9 \text{ 年}$。 		

醫院節約能源措施案例

編號：37

節能措施	調降空氣對燃料之比例	系統分類	鍋爐系統																																				
改善措施	<p>1. 排氣含氧量 7.3% 過高，建議調降。</p> <p>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。</p> <p>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：</p> <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">改善項目</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">改善目標數據</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>排氣含氧</td> <td style="text-align: center;">O₂%</td> <td style="text-align: center;">5.0</td> </tr> <tr> <td>給水計量</td> <td style="text-align: center;">m³/h</td> <td style="text-align: center;">0.4</td> </tr> <tr> <td>排氣溫度</td> <td></td> <td style="text-align: center;">169.0</td> </tr> <tr> <td>給水溫度</td> <td></td> <td style="text-align: center;">21.0</td> </tr> <tr> <td>燃料計量</td> <td style="text-align: center;">L/h</td> <td style="text-align: center;">37.2</td> </tr> <tr> <td>鍋爐負載</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">15.8</td> </tr> <tr> <td>燃燒熱損</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">0.2</td> </tr> <tr> <td>爐壁熱損</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">23.3</td> </tr> <tr> <td>洩水熱損</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">0.1</td> </tr> <tr> <td>尾氣熱損</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">8.5</td> </tr> <tr> <td>鍋爐效率</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">67.9</td> </tr> </tbody> </table>			改善項目	改善目標數據		排氣含氧	O ₂ %	5.0	給水計量	m ³ /h	0.4	排氣溫度		169.0	給水溫度		21.0	燃料計量	L/h	37.2	鍋爐負載	%	15.8	燃燒熱損	%	0.2	爐壁熱損	%	23.3	洩水熱損	%	0.1	尾氣熱損	%	8.5	鍋爐效率	%	67.9
改善項目	改善目標數據																																						
排氣含氧	O ₂ %	5.0																																					
給水計量	m ³ /h	0.4																																					
排氣溫度		169.0																																					
給水溫度		21.0																																					
燃料計量	L/h	37.2																																					
鍋爐負載	%	15.8																																					
燃燒熱損	%	0.2																																					
爐壁熱損	%	23.3																																					
洩水熱損	%	0.1																																					
尾氣熱損	%	8.5																																					
鍋爐效率	%	67.9																																					
改善前	<p>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)</p> <p>3. 檢測分析#1 鍋爐運轉負載之操作條件如下：</p> <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">檢測項目</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">檢測數據</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>排氣溫度</td> <td></td> <td style="text-align: center;">169.0</td> </tr> <tr> <td>排氣含氧</td> <td style="text-align: center;">O₂%</td> <td style="text-align: center;">7.3%</td> </tr> <tr> <td>蒸汽壓力</td> <td style="text-align: center;">kg/cm²G</td> <td style="text-align: center;">8.0</td> </tr> <tr> <td>給水溫度</td> <td></td> <td style="text-align: center;">21.0</td> </tr> <tr> <td>給水計量</td> <td style="text-align: center;">m³/h</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>燃料計量</td> <td style="text-align: center;">m³/h</td> <td style="text-align: center;">38.0</td> </tr> <tr> <td>鍋爐負載</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">15.8 %</td> </tr> <tr> <td>燃燒熱損</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">0.2 %</td> </tr> </tbody> </table>			檢測項目	檢測數據		排氣溫度		169.0	排氣含氧	O ₂ %	7.3%	蒸汽壓力	kg/cm ² G	8.0	給水溫度		21.0	給水計量	m ³ /h	-	燃料計量	m ³ /h	38.0	鍋爐負載	%	15.8 %	燃燒熱損	%	0.2 %									
檢測項目	檢測數據																																						
排氣溫度		169.0																																					
排氣含氧	O ₂ %	7.3%																																					
蒸汽壓力	kg/cm ² G	8.0																																					
給水溫度		21.0																																					
給水計量	m ³ /h	-																																					
燃料計量	m ³ /h	38.0																																					
鍋爐負載	%	15.8 %																																					
燃燒熱損	%	0.2 %																																					

	<table> <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>	爐壁熱損	%	22.9%	洩水熱損	%	0.1%	尾氣熱損	%	10.4 %	鍋爐效率	%	66.5%			
爐壁熱損	%	22.9%														
洩水熱損	%	0.1%														
尾氣熱損	%	10.4 %														
鍋爐效率	%	66.5%														
改善後	排氣含氧量 7.3% 過高，建議調降至 5%，鍋爐效率提昇 1.4%。															
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 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> <thead> <tr> <th>預期項目</th> <th colspan="2">經濟效益</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>相當節省天然氣量</td> <td>Nm³/h</td> <td>5.3</td> </tr> <tr> <td>燃料單價</td> <td>元/Nm³</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> </tbody> </table> ● 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。 ● 回收年限：立即。 	預期項目	經濟效益		相當節省天然氣量	Nm ³ /h	5.3	燃料單價	元/Nm ³	13.44	運轉時數	h/年	6570	年省金額	萬元/年	7.3
預期項目	經濟效益															
相當節省天然氣量	Nm ³ /h	5.3														
燃料單價	元/Nm ³	13.44														
運轉時數	h/年	6570														
年省金額	萬元/年	7.3														

醫院節約能源措施案例

編號：38

節能措施	系統分類	鍋爐系統
改善措施	重置高效率鍋爐汰換老舊鍋爐	
改善前	<p>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。</p> <p>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%。</p> <p>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。</p>	
改善後	<p>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。</p> <p>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%。</p>	<p>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。</p>
節能成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 206,658m³/年×23.5%×80%(負載率) = 38,852m³/年。 節省天然氣費用 = 38,852m³/年×13.44 元/m³ = 52.2 萬元/年。 ● 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。 ● 回收年限: 約 1.5 年。 	

拾、結語

為能順利推動全國節約能源政策，依報告研究全台醫院成長快速(醫學中心及區域醫療分別成長 4.3%及 4.8%)，並經研究統計醫院耗能設備密度高，平均單位面積耗能高分別達 $231.5\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{y}$ 及 $256.2\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{y}$ ，可見醫院為商業部門耗能大之行業。依九十一年醫療院所能源用量預估值為(1)用電需量：669,256kW。(2)用電量：42.74 億度/年。(3)電費：76.93 億元/年。(4)燃油,瓦斯：11.46 億元/年。(5)總能源費用：88.39 億元/年。每度電 1.9 元，省電 10%，可節省約 4.27 億度電/年，8.84 億元/年計，估算未來全省評鑑合格醫院 526 家，保守改善意願以 70%計，約 368 家，則可抑低用電約 46,848kW，每年節約用電約 2.99 億度電，5.39 億元，效益大。因此推動國內醫療業節約能源工作應是刻不容緩的。

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)良好的日後維護保養，(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)採用高效率光源如電子安定器匹配三波長燈管日光燈或複金屬燈，(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，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 10% 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】2001 年台灣能源統計年報：經濟部能源會
- 【2】衛生署 90 年度臺灣地區歷年公私立醫療院所數統計
- 【3】中技社節能中心 91 年度服務 21 家醫院統計(經濟部能源研究發展基金九十一年度計畫)
- 【4】中技社節能中心 91 年度分包計畫「住商部門能源總量管制制度執行體制規劃」, 依 89 年能源查核用戶統計 40 家
- 【5】內政部建研所 89 年「醫院百貨類建築耗能總量調查之研究」
- 【6】節約能源技術手冊(77 年版)：經濟部能源會編印

拾貳、編後語

財團法人中技社節能技術發展中心，主要任務是配合國家能源政策，執行經濟部能源委員會所委託各項節約能源技術服務計畫。藉由檢測、診斷找出產業、住商及政府機關部門能源使用缺失，尋找節能機會(政策、技術、設備、管理)，對能源用戶提供能源效率評估及改善規劃、製程、操作等服務工作外，亦製作節約能源海報、貼紙及出版各種節能成果專刊、節能技術手冊，而推廣節約能源的觀念。

此醫院節能技術手冊之編撰，主要是配合「醫療業節約能源」之推廣，希望提供給各醫院能源管理者，能有一參考學習節約能源技術觀念與手法之手冊，而自發性推動醫療業節約能源改善工作，並借此加強節約能源教育宣導，落實全民節約能源共識，共同努力，達到至 2020 年全國節約能源量 28%之目標。

此手冊的編撰是在中技社節能中心王主任文伯的指導下，得以順利完成。手冊製作過程首先感謝國內各醫院工程部管理者及工程師配合現場測試評估，得以取樣了解收集到各醫院節能改善現況及優缺點。訪測取樣結果，透過舉辦醫院節約能源座談會，邀請到國內各醫院代表進行討論，會中各代表提供許多寶貴的節約能源改善措施經驗及未來節能方向。為此本中心力邀國內節約能源推廣上有專精的專家學者，長庚醫院簡宗益特助、空調技師公會李汝殷理事長、台北科技大學胡石政教授及輔仁大學杜俊彥教授等四位，多方面的協助相關技術資料收集及撰稿，以上資料由郭華生組長負責提供節能訪測案例報告資料，加以彙整編排和校對，由陳信男組長以及忻珮雯小姐，進行封面規畫設計及聘請二位諮詢委員(大電力中心楊正光經理、台北科技大學冷凍空調系李魁鵬教授)進行手冊審核，最後送經濟部能源委員會呈核核准後，才得以印製完成，盼業界多加利用。