# 醫院節約能源應用 技術手冊

經濟部能源局 指導 財團法人台灣綠色生產力基金會 編印 中華民國 111 年 11 月

# 目 錄

目		錄	I
壹	`	前言	7
貳	`	醫院概況	8
		2.1 醫療業家數統計	8
		2.2 醫療業能源查核輔導家數統計	9
		2.3 醫療業能源用量統計	10
		2.4 醫療業用電參考指標	12
		2.6 醫院能源設備及系統介紹	14
		2.7 醫院設備與耗能量介紹	15
參	,	能源管理實務	19
		3.1 醫院能源結構分析	19
		3.2 醫院公用系統簡介	20
		3.3 醫院節能管理實務	25
		3.4 醫院節能方案	41
肆	`	電力系統節約能源實務	44
		4.1 用電節能基本觀念	44
		4.2 電費通知單知多少	45
		4.3 電能管理手法	48
伍	`	照明系統節約能源實務	50
		5.1 照明的基本觀念	50
		5.2 節能措施	58
陸	`	空調系統節約能源實務	59
		6.1 新建建築物之節約能源標準	59
		6.2 醫院空調之特性	61
		6.3 空調對疾病之預防及治療之影響	61

6.4 傳染病源及控制措施	£62
6.5 空氣品質	63
6.6 空氣之流動	68
6.7 相對壓力及通風	69
6.8 醫院各部門之設計特	性準則75
6.9 醫療照護	78
6.10 醫院空調系統節能	設計原則80
6.11 空調系統節能設計:	指標與基準81
6.12 醫院空調系統之節	能措施81
6.13 潔淨手術室之目的	、設置標準、設計要點84
6.14 醫院空氣品質管理	93
柒、熱能系統節約能源實務(~	含熱泵)104
7.1 前言	104
7.2 如何提高鍋爐效率	104
7.3 蒸汽及冷凝水系統	106
7.4 熱泵系統介紹	114
捌、醫療儀器節能	126
玖、醫院節約能源措施案例介	內紹127
拾、結語	172
<b>払声、免共咨判</b>	173

# 圖目錄

啚	2.4-1	近五年單位面積年耗電量密度(EUI)變化統計圖	12
圖	2.4-2	近五年單位面積耗電需量密度(DUI)變化統計圖	13
圖	3.1-1	醫學中心能源費用結構分析	19
圖	3.1-2	醫學中心電力耗用結構分析	20
圖	3.2-1	醫學中心電力系統圖	21
圖	3.2-2	醫學中心空調系統示意圖	22
圖	3.2-3	中央空調系統立面示意圖	23
		储冰中央空調系統立面示意圖	
		鍋爐蒸汽系統示意圖	
		設備保養管理作業	
圖	3.3-2	設施請修管理資訊化	28
		某醫學中心中央監控系統架構	
		空調系統監控畫面	
		節約能源管理流程與手法	
		節能自主管理查核制度	
圖	3.3-7	節能宣導及教育訓練	35
		ISO50001 能源管理執行方式案例	
圖	3.3-9	友善環境醫院	40
圖	3.3-10	台灣 EEWH 綠建築標章認證評估制度簡介	40
圖	3.3-11	LEED 綠建築標章認證評估制度簡介	41
圖	4.2-1	電費收據單樣本圖	46
圖	5.2-1	照明維護的重要性	59
圖	6.13-1	對清淨度要求較高之手術台之錯誤設計	88
圖	6.13-2	2 對清淨度要求較高之手術台正確設計	89
圖	7.5-1	熱泵原理	115
圖	7.5-2	熱泵熱水器	117
圖	7.5-3	熱泵系統循環示意圖	118

圖 7.5-4	熱泵主機解剖圖	120
圖 7.5-5	熱泵熱水器主要配件圖	121
圖 7.5-6	醫院實際比較表	125

# 表目錄

表 2.1-1 110 年評鑑醫院家數統計	8
表 2.2-1 110 年評鑑醫院及節能服務家數統計	9
表 2.3-1 110 年能源查核及節能診斷醫院耗能狀況與指標統言	†11
表 2.4-1 醫院耗能指標統計表	13
表 5.1-1 各行業各項用電比例	50
表 5.1-2 照明的重要性	
表 5.1-3 人類活動與照明需求	51
表 5.1-4 醫院 CNS 照度標準	52
表 5.1-5 辦公室輝度比建議值	54
表 5.1-6 演色性與使用場所	
表 5.1-7 色溫度與感覺	55
表 5.1-8 T8、T5 螢光燈與直管型 LED 燈比較表	56
表 5.1-9 輕鋼架燈具性能比較表	57
表 5.1-10 輕鋼架燈具性能比較表	57
表 6.1-1 中央空氣調節系統主機容量比	60
表 6.1-2 空氣側送風系統表	60
表 6.1-3 冰水泵系統總動力表	61
表 6.5-1 醫院之中央空調系統及通風系統所用空氣過濾器效	率65
表 6.6-1 整理床舖對空氣中細菌數目之影響(每立方公尺數目	1)68
表 6.7-1 一般醫院各區域間之相對靜壓關係及通風量	71
表 6.12-1 冷卻水塔選用原則	84
表 6.13-1 潔淨手術室等級標準	85
表 6.13-2 潔淨手術室的設置範圍	85
表 6.13-3 手術室節約能源措施整理表	90
表 6.13-4 四種常見的 CLASS 100 級手術室潔淨空調系統	92
表 6.14-1 室內空氣品質標準	95
表 6.14-2 瀘網性能測試標準昭	102

表 7.3-1	蒸汽袪水器種類	107
表 7.5-2	各種熱水器之單位能源熱量能力	124
表 7.5-3	各種熱源燃料費	124

## 壹、前言

2030年減碳目標、2050年淨零排放,或多或少大家在新聞媒體得知,不僅是我國的目標,亦是世界各國共同的目標沒有人能迴避;國際能源署 (IEA)指出自 1992年聯合國氣候變化框架公約簽署以來,全球能源和工業二氧化碳排放量增加 60%,即便各國政府完全實現其減碳承諾,也遠遠達不到 2050年的淨零目標,因此在未來 30年還有相當多的工作需要努力。

醫學中心及區域醫院的人員編制多,耗能設備多聘用機電專業人員負責管理;地區醫院編制小,管理人員可能不是專業人員。然而,節約能源、人人有責,本次藉由統整近五年的節能技術資料,彙整及模擬醫院用電可能的疑問,並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,根據近年醫院節能案例統計顯示,若落實電力、照明、空調、事務設備等方面節能改善,平均約有6%~10%之節能潛力。

經濟部能源局有鑑於此,乃委託財團法人台灣綠色生產力基金會,遊聘 國內專精之專家學者與業界先進,黃仁智委員、李剛委員、蔡季和委員、楊 正光委員等四位,協助審查及修訂彙編,特別感謝長庚紀念醫院提供實際操 作管理經驗,使手冊貼近現場管理人員所需,業經修訂彙編完成,提供給各 醫院業者盼多加參考應用。

# 貳、醫院概況

#### 2.1 醫療業家數統計

依據衛生福利部 110 年度各縣市公私立醫療院所數統計,如表 2.1-1 資料顯示,醫院有 422 家、診所 22,800 家,合計 23,222 家。

以 110 年統計全台總醫療院所家數,醫學中心共有 22 家、準醫學中心 3 家、醫學中心(兒童醫院)4 家、區域醫院 75 家、地區醫院 318家,如表 2.1-1 資料顯示。

表 2.1-1 110 年評鑑醫院家數統計

型態別	醫學中心	準醫學 中心	醫學中心 (兒童醫院)	區域醫院	地區醫院	精神科醫院
基隆市	0	0	0	2	4	0
台北市	8	0	2	10	17	0
新北市	3	2	0	5	36	0
桃園市	1	0	0	7	23	0
新竹市	0	0	0	2	5	0
新竹縣	0	0	0	1	8	0
苗栗縣	0	0	0	2	11	0
台中市	3	0	1	11	40	0
彰化縣	1	0	1	3	22	0
雲林縣	0	0	0	2	13	0
南投縣	0	0	0	2	6	0
嘉義市	0	0	0	3	7	0
嘉義縣	0	0	0	2	2	0

台南市	2	0	0	6	24	0
高雄市	3	1	0	6	66	0
屏東縣	0	0	0	5	13	0
宜蘭縣	0	0	0	3	4	0
花蓮縣	1	0	0	2	6	0
台東縣	0	0	0	1	6	0
金門縣	0	0	0	0	1	0
連江縣	0	0	0	0	1	0
澎湖縣	0	0	0	0	3	0
總計	22	3	4	75	318	0

#### 2.2 醫療業能源查核輔導家數統計

依據 110 年行政院衛生福利部統計資料,評鑑醫院 422 家,本會於民國 104 年至 109 年能源查核及節能診斷輔導家數 154 家,占評鑑醫院家數 37%,其中醫學中心為 22 家,占 100%;區域醫院為 75 家,占 100%;地區醫院為 57 家,占 17%,如表 2.2-1 所示。

表 2.2-1 110 年評鑑醫院及節能服務家數統計

項目	評鑑等級別	合格評鑑醫院 (家)	節能服務 (家)	佔(%)
1	醫學中心	22	22	100%
2	區域醫院	75	75	100%
3	地區醫院	318	57	17%
	總計	415	154	37%

#### 2.3 醫療業能源用量統計

110 年能源查核及節能診斷輔導醫院耗能狀況與指標統計,如表 2.3-1 所示,總計 154 家,總樓地板面積約 12,514,251 m²,平均能源耗 用指標 207.4Mcal/m².Y,總能源費用約 626,758 萬元/年,其中,電能 約占 93.4%、熱能約占 6.6%。平均電力耗用指標 213.7 kWh/m².Y、契 約容量約 419,338 kW,用電度數 2,366,578,191 kWh/年,每度電價約 2.64 元。

- (1) 醫學中心: 22 家,總樓地板面積約 4,673,862 m<sup>2</sup>,總能源費用約 269,551 萬元/年,電力約占 92.8%、熱能約占 7.2%。電力耗用指標 229.4 kWh/m<sup>2</sup>.Y,平均契約容量 5,766 kW,用電度數 33,372,289 kWh/年,每度電價約 2.43 元。
- (2) 區域醫院: 75 家,總樓地板面積約 5,425,622 m<sup>2</sup>,總能源費用約 266,882 萬元/年,電力約占 93.8%、熱能約占 6.2%。電力耗用指標 232.4 kWh/m<sup>2</sup>.Y,平均契約容量 2,231 kW,用電度數 12,741,315 kWh/年,每度電價約 2.4 元。
- (3) 地區醫院: 57 家,總樓地板面積約 2,227,973 m<sup>2</sup>,總能源費用約 84,763 萬元/年,電力約占 92.7%、熱能約占 7.3%。電力耗用指標 168.86 kWh/m<sup>2</sup>.Y,平均契約容量 1,551 kW,用電度數 7,853,411 kWh/年,每度電價約 2.51 元。

表 2.3-1 110 年能源查核及節能診斷醫院耗能狀況與指標統計

		面積		能源耗用指標				能源耗用狀	況			
醫院等級	家數	樓地板面積 m²	能源指標	電力耗用指標	電力	平均契約	用電度數 kWh/	平均電價元	能源費用	電能%	熱能%	節能率%
		们女子也们及四个贝 III	Mcal/m <sup>2</sup> .Y	kWh/m <sup>2</sup> .Y	$W/m^2$	容量 kW	年	/kWh	萬元/年	ų Į	MN AG 70	
醫院類(醫學中心)	22	4,673,862	230	229.4	40.6	5,766	33,372,289	2.43	269,551	93	7	1.49
醫院類(區域醫院)	75	5,425,622	222.9	232.4	42.3	2,231	12,741,315	2.4	266,882	93.6	6.4	1.55
醫院類(地區醫院)	57	2,227,973	164.7	168.8	33.9	1,551	7,853,411	2.51	84,763	92.8	7.2	1.55
平均值		82,183.05	209.64	215.75	39.9	2,766	15,629,240	2.43	4,141	93.3	6.7	1.54

#### 2.4 醫療業用電參考指標

依據 105 年至 109 年非生產性質行業能源查核資料,據以統計五年用電參考指標變化情形進行分析說明。

A.近五年單位面積年耗電量密度(EUI)變化

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



圖 2.4-1 近五年單位面積年耗電量密度(EUI)變化統計圖

B.近五年單位面積耗電需量密度(DUI)變化

檢視近五年之單位面積耗電需量密度,如圖 2.4-2,醫院可能因採 用熱泵設備增加用電需量之外,大部分為明顯下降,顯示醫院在用電 需量管理技術有明顯提升。

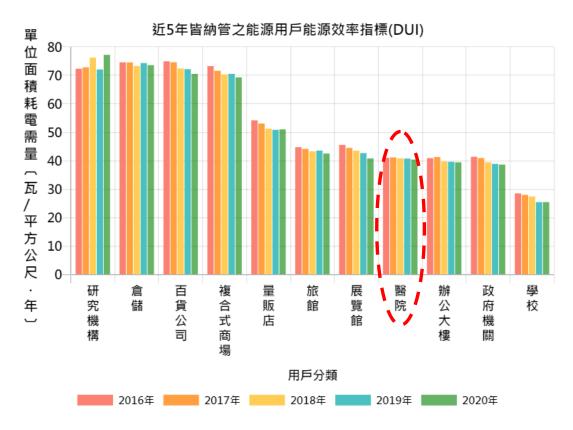


圖 2.4-2 近五年單位面積耗電需量密度(DUI)變化統計圖

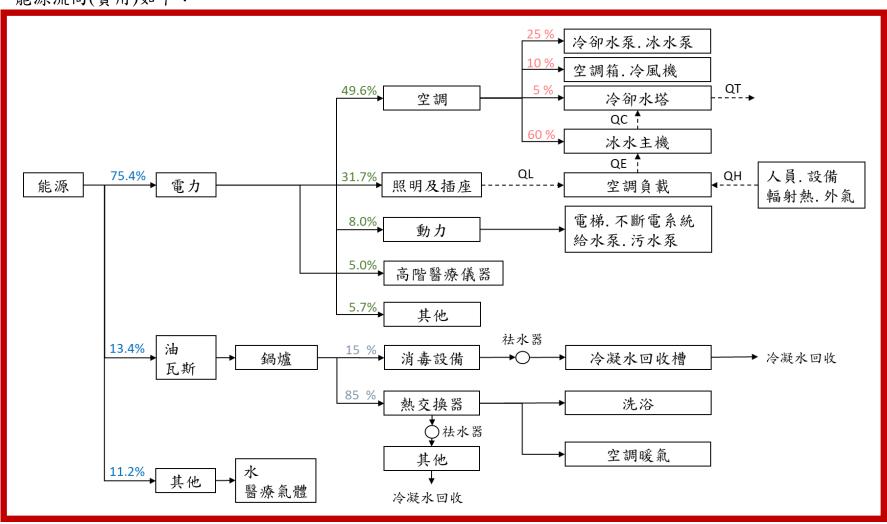
依據 110 年非生產性質行業能源查核資料,如表 2.4-1 得知:醫院單位面積單位面積年耗電量  $kWh/m^2.yr$  結果如下:醫學中心:238  $kWh/m^2.yr$ 、區域醫院:202.8  $kWh/m^2.yr$ 、地區醫院:156.1  $kWh/m^2.yr$ 。

表 2.4-1 醫院耗能指標統計表

	築物	統計	1	十入室	內停車	声場面積	之 EUI (	值(kWh	/m².yr)		ą	扣除室	內停車	場面積-	之 EUI 信	直(kWh/	m <sup>2</sup> .yr)		
用支	<b>金分</b> 類	様本	平均值 (A)	標準	標準差/平	最小值	最大值	Top5 %	Top2 5%	Btm2 5%	平均值 (B)	標準	標準 差/平	最小值	最大值	Top5 %	Top2 5%	Btm2 5%	A/B
		(家)	(kWh/ m²·yr)	<b>操华</b> 差	差/平 均值	(kWh/ m²·yr)	(kWh/ m²·yr)	(註 2)	(註 2)	(註 2)	(kWh/ m²·yr)	<b>保华</b> 差	差/平 均值	(kWh/ m²·yr)	(kWh/ m²·yr)	(註 2)	(註2)	(註 2)	
	醫學中心	19	238.0	25.1	10.5	200.8	277.2	204.2	215.9	254.3	272.9	45.4	16.6%	215.6	411.4	221.2	236.8	283.5	87.2%
醫院類	區域醫院	69	202.8	36.3	17.9 %	138.7	271.1	144.4	174.6	227.3	228.1	49.1	21.5%	138.7	495.6	175.9	194.8	250.1	88.9%
	地區醫院	32	156.1	41.0	26.2 %	92.0	233.4	99.2	120.7	183.4	170.6	44.8	26.2%	98.9	284.2	102.3	138.1	199.0	91.5%

#### 2.6 醫院能源設備及系統介紹

能源流向(費用)如下:



4

#### 2.7 醫院設備與耗能量介紹

#### (一)主要耗電設備

以林口某醫學中心為例,病床總數有 3,631 床,其整棟建築物 供電系統及耗能設備概況,大致如下:

#### 1.電力系統:

經常契約容量為 12,500kW,雙迴路供電系統,備載容量為 20,000kW,全年尖峰用電需量 12,316kW、全年總用電 74,508,800kWh/年,(尖峰用電量 kWh/年+非尖峰用電量 kWh/年),功率因數 95%,總電費約 18,587.9 萬元。台電供電電壓為 22.8kV,設有主變壓器 3φ10,000kVA 二台,以供各用電設備所需之使用電壓;功因改善除在高壓側裝設高壓電容器固定投入外,各低壓總盤並設有自動功因調整器 APFR,控制低壓電容器之投入與切離,自 105.04.01 起功因均為 95%。備有二台 2,000KW 與一台 3,000KW 之緊急發電機以因應臨時停電之需求。

#### 2.空調系統:

目前裝設五台 1,000RT 與一台 500RT 容量專用空調冰水機。空調佔全院用電量 49.6%以上,為有效管理能源,遂結合中央監控系統做空調自動化管理與控制,在冰水主機出水溫度部分:尖峰時間設定為 7°C,夜間 21:00 以後設定每半小時提高出水溫度0.5°C至 24:00 為止,冬季冰水主機出水溫度較夏季再提高 1°C設定。在空調箱與排風機部分,依行政區、一般病房區與 ICU,則在中央監控系統以群控模式設定 Time schedule 與 Duty cycle 分別設定平日、假日、尖峰及離峰運轉模式,會議廳及簡報室等非經常有人場所,採用照明與空調連控確保會議後空調確實關閉,將能源做最有效的利用。

為有效降低電氣設備熱源,並進一步回收熱能分別在醫學與病理變電室裝設二組空氣對水及水對水熱泵系統。

#### 3.照明系統:

- (1) 掛號大廳與住院中心等挑高式建築分別採用 40W 及 150W 高 發光量無極燈燈具。
- (2) 底層餐廳區及一般暗架式天花板嵌入式照明則採用 5W~15W 之 LED 燈具。
- (3) 屋外廣場、路燈、庭園及建築景觀燈分別採用無極燈及 LED 燈具。
- (4) 一般走道、病室、行政辦公區則採用 14Wx2 或 14Wx3 之 T5 日光燈或 20W LED 平板燈具,機房及停車場等場所裝設 28Wx1 或 28Wx2 之 T5 日光燈。
- (5) 庫房、茶水間及廁所等非經常有人員場所裝設人感開關控制 照明,自然採光走道裝設光感開關控制不必要的照明。

#### 4.鍋爐系統:

總燃料費約4,017.5萬元/年,設有2ton/Hr 貫流式鍋爐5台。 熱能分配:病房85%,消毒殺菌15%。病房洗浴用熱水除由蒸汽 加熱產生外,另部分為熱泵系統由醫學變電室及外氣吸收熱源加 熱冷水後混合入熱水槽使用,不論是消毒或熱交換器均設置蒸汽 回收系統以節省與回收蒸汽。

#### (二)能源流向

以上述醫學中心分析能源流向,依各類能源之使用費用分析, 其中電力約佔75.4%、熱能約佔13.4%、其他約佔11.2%。

- 1.能源(100%): 電力(75.4%)、熱能(13.4%)、其他(11.2%)
- 2.電力(75.4%): 各項佔比空調及冷藏(49.6%)、照明及插座 (31.7%)、動力(8%)、高階醫療儀器(5%)、其它(5.7%)

3. 熱能(13.4%): 病房及廚房(85%)、消毒殺菌(15%)

註:高階醫療儀器設備包括:核磁共振(MRI)、電腦斷層(CT)、正子造影(PET) 等設備。

#### (三)空調能源使用概況

國內醫院空調主要使用以中央空調為主、空調使用冷凍量(噸) 視營業面積大小而定,其使用時間為全年 365 天(8,760 小時)。醫 院空調耗電佔總用電之 57.6%左右,因此提高空調設備能效及管理 對節能極為重要。目前空調管理方式,大都以設定空調溫度自動運 轉,院內之技術人員進行季節調控與保養維護,營業區域為塑造舒 適環境,環境溫度大都設在 24°C左右。耗能缺點為:

- 1.空調溫度單一設定,未依服務量、公共區域、門診區或檢查區等 使用需求分類做調整。
- 2.空調系統未透過監控、分析、運算調整至最佳化,常見缺失為空調主機多台低載運轉。出入口單層自動門開啟時外部熱氣進入。
- 3.病房空床或辦公室下班忘記關閉空調電源。

#### (四)照明能源使用概況

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

- 1.辦公室照明:現況大部份採用 T5 燈管 28W 或 14W 高功因電子 安定器日光燈或 20W LED 平板燈具。 (使用時間 9H/天×250 天/年=2,250H/年)。
- 2.餐飲商店照明:大部份採用 T5 燈管 28W 或 14W 高功因傳統安定器日光燈或 5-15W LED 天花板嵌燈。(12H/天×365 天/年=4,380H/年)。

- 3.病房照明:大部份採用 T5 燈管 28W 或 14W 高功因電子安定器 日光燈。(24H/天×365 天/年=8,760H/年)。
- 4.公共區及走道照明:大部份採用 T5 燈管 28W、14W 高功因電子 安定器日光燈或 20W LED 平板燈具,搭配 18~28W PL/BB 燈管、 10-12W LED 天花板嵌燈或 28W 或 14W 洗牆燈及複式天花照 明。(24H/天×365 天/年=8,760H/年)。
- 5.停車場照明: 大部份採用 T5 燈管 28W 高功因電子安定器日光燈 具。(24H/天×365 天=8,760H/年)。
- 6.户外景觀照明: 大部份採用 30W~50W LED 燈具。(12H/天×365 天/年=4,380H/年)。

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

- (1) 未全面改採用 LED 型燈具,因全年照明用電時間不長,未達 24HR 使用區域 T5 燈具改 LED 燈具,其投資回收年限低於二 年方可回收。
- (2) 傳統變壓型安定器未全面改採用電子式安定器燈具,因全年 照明使用時間不長,未達 24HR 使用區域投資回收年限高於 1 年方可回收。
- (3) 未充份利用自然光源及離峰管制措施。
- (4) 非連續使用之場所,未隨手關燈。

#### (五)熱能使用概況

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

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

- 2.病房用儲水槽之熱水,儲水溫度常未隨季節做調整變化,以致耗 能。
- 3.部分醫院常因洗衣部門裁撤後,蒸氣用量變少,卻仍使用大型蒸 氣鍋爐,熱能損失大。
- 4.醫院蒸汽尖、離峰用量差異大,假日或夜間蒸汽用量減少時未減 壓供應。

# 參、能源管理實務

#### 3.1 醫院能源結構分析

醫院建築為所有建築物中最複雜,安全要求最高,尤其國民生活水準大幅提昇後,醫院已不單是提供治療服務而已,尚需提供舒適養病環境及便利的生活機能,所以除需具備高超醫療技術、先進儀器設備,尚需有高級化居家空間、便利購物中心及各項自動化設備(如 OA、BA),因此能源耗用不斷上升。就以北部某醫學中心之能源耗用結構分析如圖 3.1-1 所示,其中電力約佔 75.4%,為整個醫院之主要能源,蒸汽約佔 16.3%,主要用在供應蒸汽、熱水、消毒、洗縫、廚房及冬季暖氣,其中如以電力再分析如圖 3.1-2,空調佔 49.6%,照明、插座約佔 31.7%,所以空調、照明插座為醫院節能管理重點。

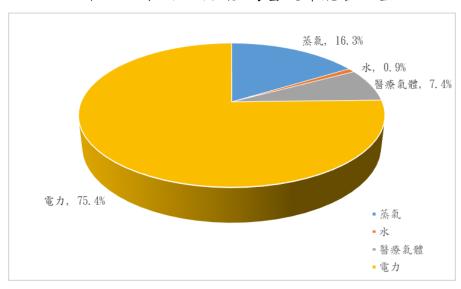


圖 3.1-1 醫學中心能源費用結構分析

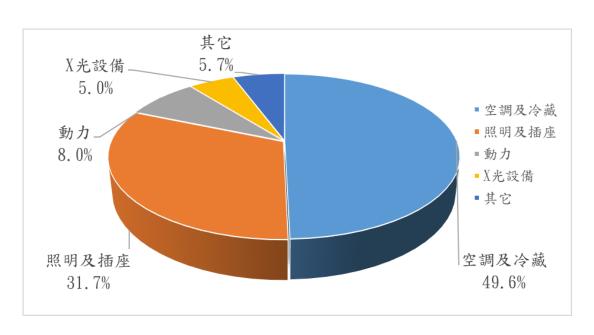


圖 3.1-2 醫學中心電力耗用結構分析

#### 3.2 醫院公用系統簡介

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

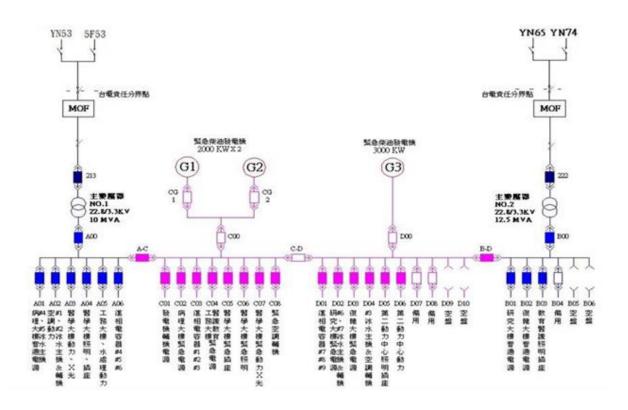


圖 3.2-1 醫學中心電力系統圖

圖 3.2-1 電力系統圖案例說明:外部引進台電四饋線電源(兩主饋線兩備用饋線)、院內建置二套 22.8KV 主受變電及配電盤體(兩饋線可相互支援),主匯流排二次一般電力與緊急電力互相支援。目的在確保不影響醫院營運,一套正常供電、另套可進行維護保養。

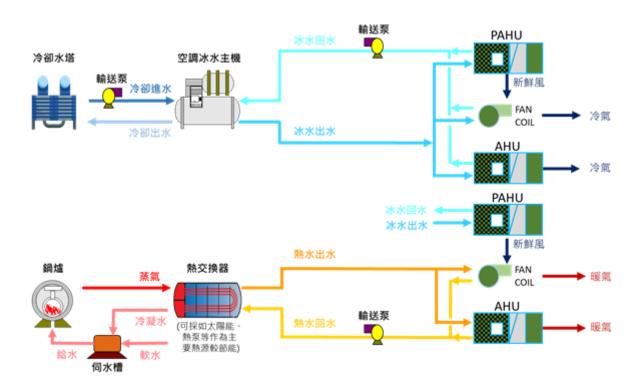


圖 3.2-2 醫學中心空調系統示意圖

表 3.2-1 空調冰水主機單位冷凍噸面積預估值:(設計參考經驗值)

面積計算方式	行政區	生活區	學校					
建築物型式	醫院	單舍	實驗室	電腦教室	教室			
建築物全部樓地 板面積	20 坪/1RT	-	-	-	-			
建築物使用空調 區域樓地板面積	8.8 坪/1RT	10 坪/1RT	6.7 坪/1RT	8.8 坪/1RT	-			

- [註]:1.行政區(醫院部份)7坪/1RT(單位冷凍噸面積)÷0.8(冰水主機使用率)=8.8坪/1RT
  - 2.生活區(單舍部份) 8 坪/1RT (單位冷凍噸面積)÷0.8(冰水主機使用率)= 10 坪/1RT
  - 3.學校(實驗室)部份 6 坪/1RT (單位冷凍噸面積)÷0.9(冰水主機使用率)= 6.7 坪/1RT
  - 4.學校(電腦教室含有裝空調的教室)部份7坪/1RT(單位冷凍噸面積)÷0.8(冰水主機使用率)=8.8坪/1RT

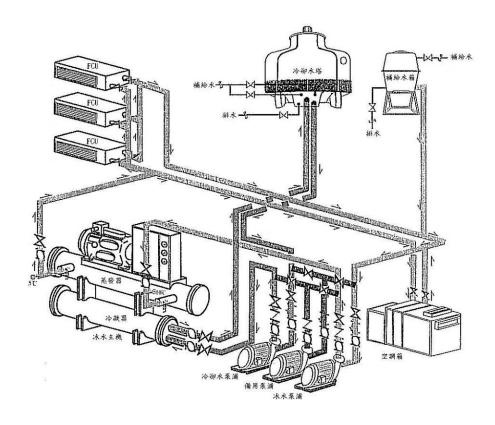


圖 3.2-3 中央空調系統立面示意圖

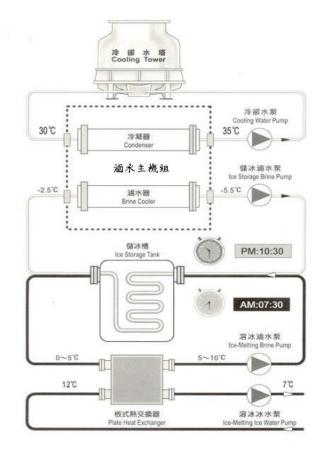


圖 3.2-4 儲冰中央空調系統立面示意圖

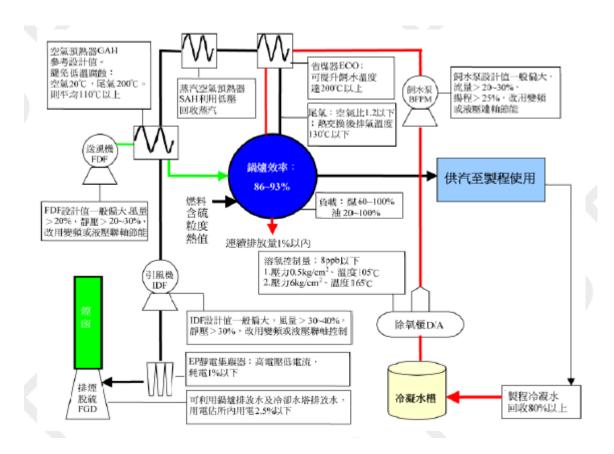


圖 3.2-5 鍋爐蒸汽系統示意圖

#### 鍋爐系統主要構成為(圖 3.2-5)

- 1. 飼水系統(飼水泵浦、脫氧櫃、加藥器)
- 2.鍋爐本体(鍋爐、節媒器 Economizer、空氣預熱器 Air Preheater、鼓風機 FDF、廢氣抽風機 IDF 和燃燒器)
- 3.燃料系統(儲槽、燃料泵浦、燃料預熱器)
- 4.廢氣排放
- 5.爐水排放

#### 3.3 醫院節能管理實務

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

#### (一)公用系統之管理

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

#### 1.工程節能實務:

- (1) 系統設計時依綠建築、ISO 50001 認證標準妥適規劃節能監 控、資源回收利用。
- (2) 選用低耗能、高效率、有節能(水)標章設備。
- (3) 設備依原廠 SOP 工法正確安裝。
- (4) 設備最佳化、自動化控制調整。
- (5) 新材料、工法的引進。

- (6) 工程設備試車數據值電腦化建檔, 做為保養維護更新基準。
- (7) 最佳化設計工法建立工程規範,傳承經驗。

#### 2.運轉節能實務:

- (1) 總量管理:電力契約容量、用電量、用水量。
- (2) 單位成本用量分析管制,制定降低能源耗量目標。
- (3) 可控成本管制:自動化、時間程序管制、減少人員操作模式。
- (4) 異常差異追蹤分析改善。
- (5) 運轉績效評核。
- (6) 老舊耗能設備適時汰換。
- (7) 自動化控制。

#### 3.保養節能實務:

- (1)建立保養基準,落實保養作業(電腦化管理如圖 3.3-1)。
- (2) 多元請修管道(請修專線電話、WEB、APP)。
- (3) 修護時效管理(電腦化管理如圖 3.3-2)。
- (4) 重要設備即壞即修。
- (5)修護材料檢討代用品開發。
- (6) 保養績效評核:負荷、效率、品質。
- (7) 預防保養,主動巡修減少損漏、災害。
- (8) 空調濾網及 RO 水濾材定期清洗更新確保效能。

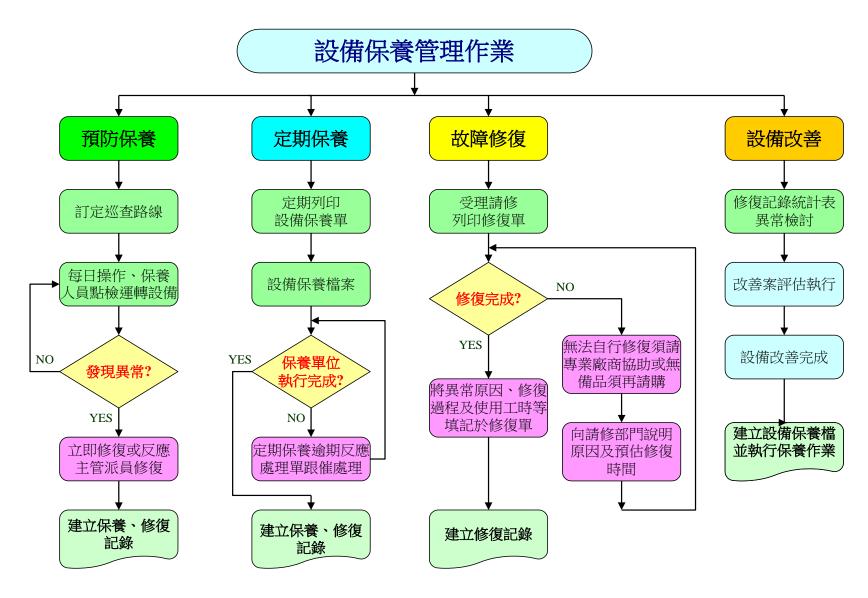


圖 3.3-1 設備保養管理作業

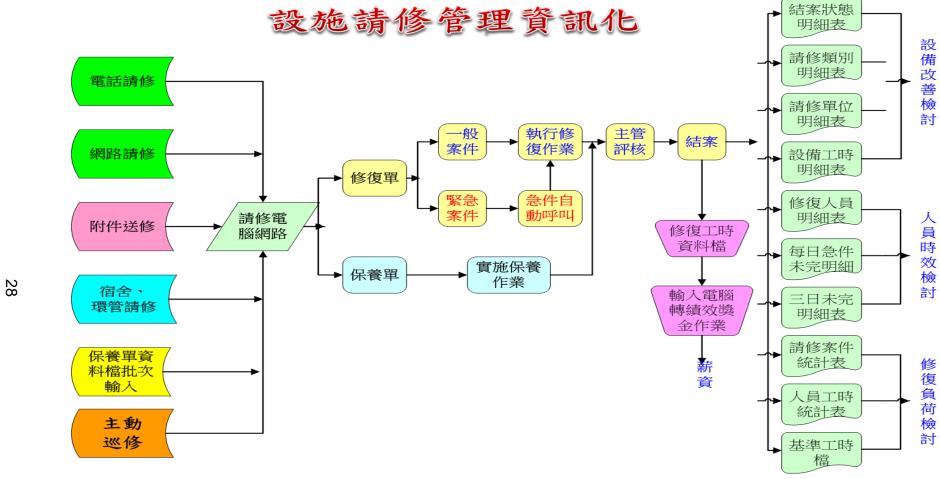


圖 3.3-2 設施請修管理資訊化

#### (二)中央監控系統的設立

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

#### 中央監控系統整合架構圖 Firewall 院内網路(TCP/IP) 中央監控室 Alarm 印表機 Server INFORMATION LAN 100 Mbps 資料率站 ADS-2000(泛用PC) AOS-PC2000 FL-NET(100MBPS) 101 現場設備 控制站 ACS-2000 給排水 鍋罐熟水 消防火警 程療系體 門禁保全 能源 管理系統 管理系統 管理系統 管理系統 管理系統 運轉報表記錄 異常警報記錄

圖 3.3-3 某醫學中心中央監控系統架構

### (1) 主要功能及應用範圍:

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

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

#### (2) 設備運轉狀態監控及維護記錄

- 1.設備運轉維護記錄--可記錄設備運轉時數及開停次數做維護、 更新等統計分析。(如泵浦、風車等)
- 2.可設定設備固定保養維護時間--系統會以畫面提(顯)示或報表 列印方式通知該設備保養時間,依保養時程備料免積壓庫存 品資金。
- 3.可提供設備廠商資訊及其設備簡易維護說明讓操作者於設備 故障時,可先行進行簡易維護及迅速通知設備廠商。
- (3) 節約能源管制監控(需量控制、節電時序或定時控制)-可設定 節電週期、設備的時序、尖離峰運轉、契約容量、尖離峰用電限 值進行監控,整合照明系統、空調系統等週邊設備,超載時自動 卸載控制,以達到節約能源的目的。

#### (4) 資料擷取省力化及報表功能

- 1.系統內建資料庫及報表系統,資料庫圖檔儲存量大,可長久保存。節省圖檔案件存放保存空間
- 2.可讀取數位式電錶或電力轉換器之各項量測數據,並自動定時 與不定時抄錶記錄,節省人工抄錶費用。
- 3.精準的數據分析系統-提供尖離峰及時、日、週、月管理統計表 與列印功能,並可內建電力計費報表等多種制式報表。將平 時監控下所記錄的資料,進行分析統計及列印報表,如用電 統計報表、單位電費分攤、異常記錄分析...等。
- (5) 電力品質與異常分析--系統可自動記錄監測電壓、電流、頻率、 功因調整、諧波與警報事件等資料,並提供歷史趨勢圖形及 SOE(Sequence Of Event)記錄查詢,以供使用者分析電力效能與系 統發生異常的原因。

- (6) 緊急處理通告功能--當電力系統發生異常或警報時,系統除在中控室的電腦螢幕上顯示處理外,也可透過一般電話、行動電話、呼叫器、傳真及電子郵件通知相關人員進行緊急處理或結合系統以網路交換或撥接方式將信號傳遞至遠端監控管理中心。(可支援公司內部乙太網路/外部網際網路)網路連結多台監控電腦)並提供使用者密碼管理及群組權限控管,具安全且簡易的人機操作介面。
- (7) 可運用於相關週邊設備整合與資料轉換--PLC、RTU、I/O 模組、電力/溫度/壓力/空調、功因補償設備、數位電表、數位式保護電驛、冰水/空調/空氣壓縮機/發電機、二線式照明系統、GSM/GPRS 簡訊通訊等設備整合與資料格式 DBF、CSV、TXT、EXCEL、OLE/DDE 等語言程式轉換。

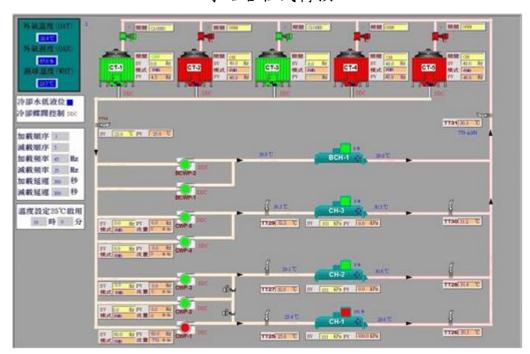


圖 3.3-4 空調系統監控畫面

### (三)能耗標準設定與異常管理

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

析,提出改善對策及加以執行。

#### (四)使用節能管理實務

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

相關詳細措施,彙總說明如下:

#### 1.節能組織運作:

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

- (1)全員認知參與。
- (2)設定目標管理。
- (3)教育訓練家庭節能知識養成生活習慣。
- (4)同儕交流學習。
- (5)績效獎勵與懲罰。
- (6)異常分析管理。
- (7)低效設備汰舊換新。
- (8)定期檢討會議,節能評比活動。
  - A.每月進行各院區節能績效評比競賽,以評效及服務人次、住院床日、損益值作為評比值。扣除各院區能源使用內容差異取得相同基線,以頒發獎金鼓勵模式進行評比。
  - B.每年進行全院區節能海報與標語競賽,每項取前三名

及佳作若干頒發獎金作品做為網頁及現場公佈宣導。

#### C. 各院區不定期節能商品展示

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

### 節約能源管理流程與手法

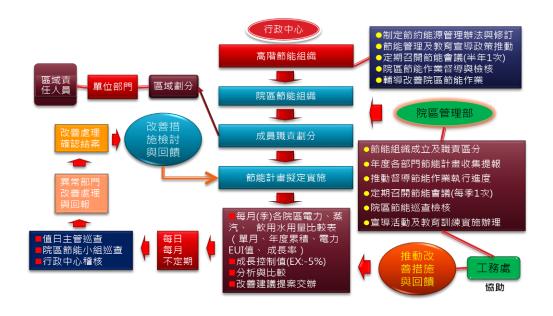


圖 3.3-5 節約能源管理流程與手法

# 節能自主管理查核制度

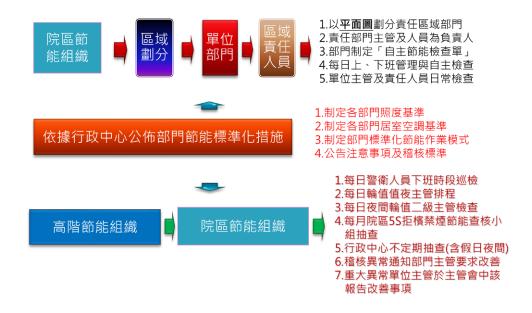


圖 3.3-6 節能自主管理查核制度

#### 2.教育訓練

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

網頁宣導:●何謂節能減碳●省電節水小技巧●省電36計●各部門節能標準化措施 ●節能宣導介紹●能源新聞●節能輔導專人●節能相關網站



圖 3.3-7 節能宣導及教育訓練

3.導入國際能源管理系統認證(ISO 50001)

透過引入國際認證系統,採用有計畫及架構式方案程序,重新檢視,再強化推動。

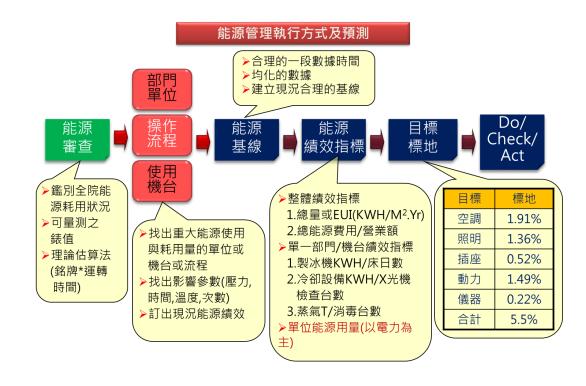


圖 3.3-8 ISO50001 能源管理執行方式案例

### (五)不同面向再深化節能管理實務

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

### 1.節約能源

- (1)電力燃油瓦斯水資源用量管理
- (2)雨水回收利用
- (3)再生與潔淨能源運用
- (4)節約能源工程與設備應用管理
- (5)設備效率監控管理

- (6)設備群整合運作管控
- (7) 醫療儀器節能管理
- (8) 教育員工、病患與訪客有關節約能源之策略與作法
- 2.低碳飲食
  - (1)購置在地且季節性食物
  - (2)健康餐飲
  - (3)餐具減量
  - (4)廚餘減量
  - (5)蔬食、低碳餐飲
- 3.資訊自動化
  - (1)資訊耗材硬體回收
  - (2)資訊產品節能管理
  - (3)軟體輔助節電管理
  - (4)醫療資訊自動化
  - (5)門診報到自動化
  - (6)護師呼叫資訊自動化
  - (7)醫師資訊無線自動化
  - (8)護理作業自動化
- 4.廢棄物減量
  - (1)生活廢棄物減量
  - (2)醫療廢棄物減量
  - (3)廢紙(箱)回收
  - (4)不可燃材料回收
  - (5)廢棄藥品回收
  - (6)工程有價廢料回收

## 5.綠色採購

- (1)綠色產品
- (2)節能節水標章設備
- (3)能源效率高設備
- (4)綠建材
- (5)高效率醫療儀器
- 6.綠色運輸
  - (1)公共運輸
  - (2)油料減量
  - (3)綠色公車
  - (4)綠色機車
  - (5)友善自行車
- 7.資源減量
  - (1)文具減量
  - (2)供應品減量
  - (3)包裝減量耗材回收
  - (4)工程用料回收減量
  - (5)餐飲商店能源資源減量
  - (6)材料再生利用
  - (7)減損材料提供再利用
  - (8)妥善管理與安全處理藥品,並減少重複用藥

### 8.電子化作業

- (1)無紙化 OA 作業
- (2)醫療影像自動化
- (3)醫囑電子化作業
- (4)全面電子表單作業

### 9.智慧綠建築

- (1)綠建築工程規範
- (2)綠建材與節能節水
- (3)EEWH 綠建築作業
- (4)美國 LEED 綠建築作業
- (5)智慧建築認證作業
- (6)智慧醫院認證作業
- (7)友善醫院建築認證

### 10.綠化減碳

- (1)綠化指標管理
- (2)綠化增量
- (3)景觀美化
- (4)植栽永續管理

### 11.綠能管理

- (1)推動能源軟體管理
- (2)ISO 50001 能源管理系統認證作業
- (3)低碳建築管理
- (4)高齡友善醫院

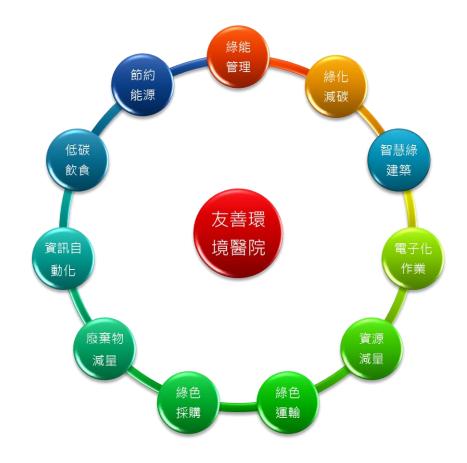


圖 3.3-9 友善環境醫院

# 台灣EEWH綠建築標章認證評估制度簡介

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

指標群	指標名稱	評估要項		
	1.生物多樣性指標	生態綠網、小生物棲地、 植物多樣化、土壤生態		
生態	2.綠化量指標	綠化量、CO₂固定量		
	3.基地保水指標	保水、儲留滲透、軟性防洪		
節能	4.日常節能指標(必要)	外殼、空調、照明節能		
減廢	5. CO₂減量指標	建材CO <sub>2</sub> 排放量		
//%/ /55	6.廢棄物減量指標	土方平衡、廢棄物減量		
	7.室內環境指標	隔音、採光、通風、建材		
健康	8.水資源指標(必要)	節水器具、雨水、中水再利用		
	9.污水垃圾改善指標	雨水污水分流、垃圾分類、堆肥		

- EEWH綠建築家族評估系統分類:
- 1.EEWH-BC基本型(除了下數4種以外之新建或既有建築物)
- ▶ **2**.EEWH-RN舊建築改善類(取得使照<mark>3年以上</mark>・且建築<mark>更新</mark>樓板面積不超過40%之既有<sup>維進祭</sup> 建築物) 3.EEWH-GF廠房類 4.EEWH-RS住宿類 5.EEWH-EC社區類 **& & & &**
- 五種等級標章 合格級、銅級、銀級、黃金級、鑽石級
- ▶ 台灣新建醫院多以取得EEWH-BC黃金級認證標章為目標

圖 3.3-10 台灣 EEWH 綠建築標章認證評估制度簡介

# LEED綠建築標章認證評估制度簡介

- 美國綠建築協會(U.S. GREEN BUILDING COUNCIL ,USGBC)LEED ( Leadership in Energy and Environmental Design)「能源與環境先導設計」
- 美國綠建築協會之『LEED』:
- 1.LEED能源與環境先導設計.注重『<mark>能源』與『環境』</mark>最新科技應用。
- 2.七項評估指標 永續基地開發、用水效率、能源大氣、材料資源、室內環境品 質、創新設計過程、區域優惠。 | 40-49 分 也可認 | 50-59 分 也可認 | 50-69 分 立可認 | 50-110 分 主政認 | 分表記述 Gold | Pateum
- 3.四種等級標章 合格、銀級、黃金級、白金級。



- ▶ 台灣新建醫院申請LEED認證較少,如申請多以NC或HC黃金級為主
- ▶ 林口長庚質子中心為全球第二通過LEED-HC白金級綠建築標章認證醫院

### 圖 3.3-11 LEED 綠建築標章認證評估制度簡介

### 3.4 醫院節能方案

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

#### (一)電力方面:

- 1. 試算並訂定合理的契約容量。(年度試算分析合理契約、兩段 式或三段式電價分析)
- 2. 運用離峰電力儲備水源或給排水。
- 3. 提高功率因數(漸少線路損失)。
- 4. 提昇變壓器負載率設計在55~80%。合併低負載變壓器供電 (可減少銅鐵損),讓變壓器工作於最佳曲線位置。
- 5. 提高動力設備係統電壓規格,如AC 220V→AC 440V增進使 用效能。

- 6. 多部電梯時採高低樓層輸送,離峰時間(如:22:00~06:00)則部分管制停用。
- 7. 依ASHRAE90.1標準10.4.1採用高效能馬達。

#### (二)照明

- 1. 採用LED照明燈具。
- 2. 採用高效率LED光源取代T5或T8燈具。
- 3. 靠窗採光區採用自動點滅器。
- 4. 燈具2:1跳盞配線,公共區深夜時段降低照度。
- 5. 儲藏室、庫房及污衣間等人員使用率不高之場所,採用紅外線感應或微波佔位控制。
- 6. 停車場照明採光井設計或利用時段控制或紅外線自動感應點 亮控制。
- 7. 調光場所鎢絲燈泡,可改選用 LED 光源之電子型高頻調光燈 具,除壽命長並可節省電能與空調耗能。
- 8. 所有標示類燈具,安全門燈、避難方向燈(需消防基金會認証合格產品),航空障礙燈、書畫、裝飾照明、景觀、指標招牌等場所設計用 LED 光源。

### (三)空調

- 1. 依負載自動需量控制。
- 2. 停開機最佳化調配(效率好機台先開、後關)。
- 3. 送排風機、AHU採Time Schedule控制。
- 4. 冰水馬達採一次泵變頻控制(取消二次泵設置)。
- 冷卻水塔風車採變頻控制。
- 6.採用空調主機房整體最佳化節能控制系統。
- 7. 空調主機夜間或冬天自動調高冰水溫度設定運轉。
- 8. 採用直流變頻冷風機(F/C) 。

- 9. 箱型冷氣加裝專用變頻器。
- 10.變電室、電梯機房等場所通排風設定28℃運轉。

### (四)水資源

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

## (五)蒸汽

- 1. 冷凝水回收再利用,冷凝水再生蒸氣熱能回收再利用。
- 2. 部分熱水利用離峰電力加熱。
- 3. 鍋爐煙囪效應改善,提昇鍋爐熱效率。
- 4.使用太陽能板預熱,搭配熱泵製熱水提高進水溫度,其他蒸 氣製熱水僅作尖峰時段備援使用。
- 5. 設計利用鍋爐所產生之蒸汽冷凝水預熱水源。
- 6. 假日低用量時段減壓供應。
- 7. 夜間需用量小,評估採電能消毒鍋替代。

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

# 肆、電力系統節約能源實務

# 4.1 用電節能基本觀念

在用電節能基本觀念上,有四大議題為:降低用電需量(kW)、減少 用電量(kWh)、轉移尖峰用電及合理用電計算與檢討。

- (一)選用高效率的用電設備,可減少不必要之耗電,即可降低用電需量,如:高效率馬達、符合能源效率基準之電器等。
- (二)減少電器用電量,如:隨手關燈、提高冷氣溫度設定值等。
- (三)將尖峰用電時間移到離峰時段,可節省用戶電費支出,也可紓解電力公司尖峰供電壓力,如於離峰時段抽水等。
- (四)每月利用電費通知單,核算檢討契約容量、尖離峰需量、功率因數、 尖離峰用電度數及平均電價(元/度),可綜合了解當月用電是否合 理。

# 4.2 電費通知單知多少

# (一)電費計算

節約能源就可以節省電費支出,想省電費就必須先了解電價表(如表 4.2-1)和電費通知單(如圖 4.2-1)。

表 4.2-1 高壓電力電費(111 年7月1日起實施)

(二)三段式時間電價: 單位:元

								単位・九	
				高壓供電		特高壓供電			
分 類						夏月 (6月1日至 9月30日)	非复月 (夏月以 外時間)	夏月 (6月1日至 9月30日)	#夏月 (夏月以 外時間)
	經 常 契 約				223.60	166.90	217.30	160.60	
基本	ž	半尖	峰 契	約	每瓩	166.90	166.90	160.60	160.60
電費	3	週 六 半 组	尖峰 契	約	每月	44.70	33.30	43.40	32.10
	Ľ P	維 峰	契	約		44.70	33.30	43.40	32.10
		尖峰時間	夏月	10:00~12:00 13:00~17:00		5.31	_	5.19	_
	週一至	半尖峰時間	夏 月	07:30~10:00 12:00~13:00 17:00~22:30		3.54	_	3.47	_
流動 電費	週 五		非夏月	07:30-22:30		_	3.44	_	3.36
电質 (尖峰時 間固定)		離峰時間		)~07:30 )~24:00	每度	1.58	1.50	1.53	1.44
I E JILLIACE)	週六	半尖峰時間	07:3022:30		lL	1.78	1.71	1.73	1.65
		離峰時間	1	)~07:30 )~24:00		1.58	1.50	1.53	1.44
	週日及 離峰日	離峰時間	全			1.58	1.50	1.53	1.44
	週 一 至 週 五	尖峰時間	夏月 (指定30天)	10:00~12:00 13:00~17:00		8.67	_	8.46	_
		週 一 至 半尖峰時間	夏月(指定30天)	07:30~10:00 12:00~13:00 17:00~22:30		3.54		3.47	_
流動電費			夏月 (指定以外 日期)	07:30-22:30					
(尖峰 時間			非夏月	07:30-22:30	每度		3.44	_	3.36
可變動)		離峰時間		00~07:30 80~24:00		1.58	1.50	1.53	1.44
	) pres	半尖峰時間	07:30~22:30			1.78	1.71	1.73	1.65
	週六	離峰時間		)~07:30 )~24:00		1.58	1.50	1.53	1.44
	週日及 離峰日	離峰時間	全			1.58	1.50	1.53	1.44



先生/女士/寶號

通知單號碼

本單僅作通知用,付款時當另給繳費憑證,其他事項請參閱背面說明。

電號 (Customer Number) <u>缴費期限 (Due Date)</u> 應繳總金額 (Total Amount) \*\*\*114,951 元

前 發票期別	was a second of the second second second second second	AND DESCRIPTION OF THE PARTY OF
射 發票號碼		
<b>後</b>   金額(元)		
R I I I I I I I I I I I I I I I I I I I		
費期間:109.06.01至109.06.30(30天)	輪流停電組別:E 饋線代號	
基本資料	計費內容	
用電種類: 用電種類: 用戶營利事業統一編號: 大繳檢號: 收約容量(氏) 經經常(尖峰)契約 最高需量(氏) 經濟二十次峰需量 維峰需量	基本電費(約定) 流動電費 功率因數調整費 補收(退)金額(含停電扣減) 本期紓困方案減免金額(7折) 稅前應繳總金額 營業稅	44720.0 元 121964.0 元 -1333.4 元 -794.7 元 -49605.0 元 109477.0 元 5474.0 元
+費度數(度) / Energy Consumption(kWh)       31700         尖峰度數       2600         週六半尖峰度數       8900         加季因數(%)       88	應繳總金額	114,951 元

圖 4.2-1 電費收據單樣本圖

### (二)電費計價結構

- ◆電費 = 基本電費 + 流動電費 ± 功因調整費 + 超約附加費。
- ■基本電費=契約容量(kW) × 每 kW 單價。
- ■流動電費=各時段用電度數(尖峰、半尖峰、離峰、週六半尖峰)(kWh) × 時間電價(元/kWh)。
- ■功因調整費:80%以上每增加 1%,電費折扣 0.1%;80%以下每減少 1%,電費增加 0.1%,平均功率因數超過 95%部分不予折扣。

### ■超約附加費:

- I.在契約容量 10%以下部分按二倍計收基本電費。
- Ⅱ.在超出契約容量 10%以上部份按三倍計收基本電費。
- III.超約附加費部分不給予功因折扣。

## (三)契約容量合理訂定

- ◆以每年不超過4個月以上之超約附加費較適宜。
- ◆若有調降契約容量者,可轉成週六半尖峰契約容量。
- ◆夏月可配合選用適用之用戶計畫性減少用電措施,減少基本電費支出。
- ◆配合需量負載管理,降低用電需量,及計畫性超約,訂定合理 契約容量。(※可至高壓用戶服務處入口網站下載用電資訊分析 用電行為。)

#### (四)用電需量與超約罰款

電力公司為避免用電負載突增,造成供電無法配合,對高壓用戶以電表紀錄其最高用電需量。電表紀錄之「需量」是以每 15 分鐘平均值計算,一小時有 4 個(15 分鐘)需量,一天 24 小時,一個月 30 天計,共計 2,880 個需量,其中最大者就是最高需量。計收電費時,是用最高需量和契約容量互相比較,最高需量未超過契約容量,仍

按契約容量計收基本電費;反之,超過部份以二至三倍計收附加費。想要避免超約計費,除訂定適當的契約容量外可藉助電力需量監控器抑低用電尖峰需量。

(五)利用時間電價節省電費

離峰(夜間)發電成本便宜,尖峰(日間)發電成本高;所以,電力公司 依據發電成本實施時間電價,用戶可考慮儘可能於離峰用電以節省 電費。因為夏季冷氣、空調用電占比最多,電力公司特別針對除儲 冰式空調專用分路在離峰時用電以六折計算。

### 4.3 電能管理手法

- 1.依我國用戶用電設備裝置規則要求,幹線與分路總電壓降不得超過5%,(幹線<2%+分路<3%=<5%)。但為節約能源起見,宜將線路壓降控制在3%以內(幹線<1%+分路<2%=<3%)。</p>
- 2.辦公大樓配電系統之設計,要盡可能使供電電壓等於電器之額定電壓,並維持三相電壓平衡。
- 3.供電電壓對一般用電設備之影響:
  - (1)感應電動機:在額定電壓下運轉效率最佳。
  - (2)電熱:熱出力按電壓二次方比例變動,如電壓升高,壽命縮短。
  - (3)電容器:電容器無效功率(kVAR)出力按電壓二次方比例變動,如電壓減 10%,其無效功率減少約 19%。
  - (4)電磁式控制器:一般動作控制在-10%~15%之額定範圍內,如電壓增高 10%,其壽命減少 1/2。電壓低於 10%,則產生接觸不良誤動作。
  - (5)電子裝置:電子裝置主要為電晶體,其標準設計為 ±10%額定電 壓,如果超出此範圍其動作將不安定。

- 4.變壓器負載率維持在 50~65%之間效率最佳,若負載率過低,可將 相同負載性質的變壓器併聯供電。
- 5.三相負載應保持平衡,並避免超載用電。
- 6.放置變壓器場所應有良好通風,避免變壓器溫度過高,必要時可加裝風扇或空調散熱,但應維持環境溫度在28~30℃。
- 7.用戶功率因數管理進相電容器可裝置於低壓側,且越接近負載端, 越減少線路損失。並應裝設自動功因調整器(APFR)改善設備,將功 率因數提高至接近95%(落後),可提高用電效率,又可節省電費支 出。
- 8.辦公大樓應裝設電力監控系統,監控各樓層之用電資料(電壓(V)、電流(A)、需量 (kW)、用電量 (kWh)、功因 (PF%)等),及空調系統之運轉狀況 (溫度(°C)、壓力(kg/cm²)、流量(lpm)等),可提高整體用電效率。
- 9.辦公大樓裝設電力尖峰需量控制系統,並建立可停電力設備群組, 供調節用電需量,可以抑低最高需量(kW),避免被罰款,甚至可調 降契約容量,進一步節省每月基本電費。
- 10.照明採用發光效率 100 lm/W 以上之高效率燈具。
- 11.選擇適當容量的電動機,一般負載率在75~100%之間效率最高。
- 12.電動機應定期保養(潤滑加油),可減少電動機的摩擦損失。
- 13.每日例行操作之用電設備,如揚水泵、汙水泵等,可設定於離峰 時段運轉。

# 伍、照明系統節約能源實務

### 5.1 照明的基本觀念

# (一)照明用電之比例

台灣屬於亞熱帶型氣候,電力尖峰發生在夏季,用電最多的 是空調用電,照明用電所佔比例則隨行業別不同變化很大。表 5.1-1 為各行業中各項用電比例,醫院的空調用電佔 54.49%為最 大,百貨業則高達 50.83%。各項用電所佔比例,可以作為用戶制 定節約能源策略之重要參考。

表 5.1-1 各行業各項用電比例

行業別 用電設備	辦公大樓 用電比例(%)	醫院 用電比例(%)	百貨業 用電比例(%)
空調設備	56.42	43	55.23
照明設備	13.34	24	15.6
冷凍冷藏設備	0.5	6	4.98
事務設備	9.81	5.7	2.59
送排風設備	4.05	4.3	6.27
給水污水設備	3.43	3.4	3.22
電梯設備	7.25	8	6.39
其他設備	5.2	5.6	5.71

註:依據 2021 年非生產性質行業能源查核年報。

# (二)照明之重要性

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

表 5.1-2 照明的重要性

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

### (三)照明與人生之關係

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

表 5.1-3 人類活動與照明需求

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

### (四)照度

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

# 源可以依據這種特質,加上局部加強照明而設計。

表 5.1-4 醫院 CNS 照度標準

流明 (lux)	UGR <sub>L</sub>	Ra	備註				
健康照護空間							
200	22	80	地板平面照度				
200	22	80	地板平面照度				
50	22	80	地板平面照度				
200	22	80	地板平面照度				
500	19	80					
300	19	80					
	病房						
100	19	80	地板平面照度				
300	19	80					
300	19	80					
流明 (lux)	UGR <sub>L</sub>	Ra	備註				
1000	19	90					
5	19	80					
200	22	80					
500	19	90					
1000		90	局部檢查照明				
500	16	90					
50	19	80	螢幕顯示器三照 4.10				
500	19	80					
500	19	90					
300	19	80					
500	19	80					
300	19	80					
300	19	80					
500	19	90					
1000	19	90					
特別			照度:10000lux~100000lux				
	(lux)  200 200 50 200 500 300 300 300 300 300 500 1000 500 300 500 300 300 500 300 500 1000	(lux) (lux) (lux) 健康照護空 200 22 200 22 50 22 200 19 300 19 300 19 300 19 300 19 300 19 300 19 5 19 200 22 500 19 1000 19 5 19 200 22 500 19 1000 19 500 19 500 19 500 19 300 19 500 19 300 19 500 19 300 19 500 19 500 19 500 19 500 19 500 19	(lux)   UGRL   Ra   健康照護空間   200   22   80   200   22   80   200   22   80   200   22   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   90   300   1000   90   500   16   90   500   16   90   500   19   80   500   19   80   500   19   80   500   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   80   300   19   90   1000   1000				

註:參考 CNS12112

室內、作業或活動種類	流明 (lux)	$UGR_L$	Ra	備註			
	加護病房						
一般照明	100	19	90	樓版面照度			
簡易診療	300	19	90	床面照度			
診療、治療	1000	19	90	床面照度			
夜間巡視	20	19	90				
		牙醫科					
一般照明	500	19	90	對病人不會產生眩光			
病房	1000		90	局部檢查照明			
手術部位	5000		90	照度應高於 5000lux			
牙齒漂白	5000		90	T <sub>cp</sub> 至少 6000K			
顏色檢查(實驗室)	1000	19	90	T <sub>cp</sub> 至少 5000K			
殺菌室	300	22	80				
消毒室	300	22	80				
解剖室、太平間	500	19	90				
解剖台	5000		90	照度應高於 5000lux			

註:參考 CNS12112

### (六)照明品質1:輝度

照明「量」的基準,就是照度(lx)。然而照明「質」的標準很多,包含輝度、眩光、色溫度及演色性等,一般人不十分了解,首先介紹輝度。輝度,簡單的說就是「刺眼的程度」,光源越小就越刺眼,人眼的感覺也不舒服。例如 100 W 的亮度高但燈泡面積小,其輝度大,直視感覺刺眼;如果,100 W 燈泡外加磨砂燈具後,光源面積加大,輝度變小,就不刺眼。照明設計時,必需考慮作業對象(工作面)和周遭物件的輝度差異,就是輝度比。輝度比過大,長期會使眼睛疲勞及不舒服,辦公室輝度比的建議值如表 5.1-5 所示。

表 5.1-5 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: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%。

另外,辦公室最常用的日光燈,演色性則在 65-85 %之間, 適合使用在大多數場合,醫療場所建議≧85,等級如表 5.1-6 所 示。

表 5.1-6 演色性與使用場所

等級	指數	光色	使用場所
1	D > 050/	冷色	紡織工業
1	Ra≥85%	暖色	住宅、餐廳
	700/ / D - / 95	冷色	她八声 窗口
2	$70\% \leq \text{Ra} \leq 85$	(台灣)	辦公室、學校、百貨公司
其他	Ra≦30%	暖色	道路
		冷色	

# (八)照明品質3:色溫度

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

此外需注意的是,照明的「色溫度」和我們對一般顏色和溫度的感覺完全相反。以省電燈泡的兩種顏色為例,黃色給人溫暖的感覺,其色溫度約為 3,000 K; 白色則令人感覺寒冷,其色溫度卻較高,為 6,500 K。如表 5.1-8 所示,3,300 K 的燈泡給人溫暖的感覺,適合用在家庭; 5,000 K 以上的水銀燈給人清冷的感覺,非常適合用在辦公室,讓上班的人都很有精神。

表 5.1-7 色温度與感覺

色温度	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	通用
5,000 K 以上(水銀燈)	冷色	清冷	辨公室

# (九)高效率光源

醫院場所之照明除應考慮節約能源,亦不宜忽略照度及舒適性。選用 LED 燈具,利用有效率的照明設計方法及控制系統,均可避免浪費能源,如能定期做好燈具的維護,才能保持舒適的照明環境。表 5.1-8~5.1-10 是常用燈具發光效率及特性比較。

表 5.1-8 T8、T5 螢光燈與直管型 LED 燈比較表

項目	T8 燈具	T5 燈具	直管型 LED 燈具	
平均壽命(h)	8000	20000	30000	
演色性	Ra80	Ra85	Ra80~90	
閃頻(秒)	高頻 40000~50000/秒	高頻 40000~50000/秒	無(直流電)	
每管瓦數	短 18W(2 尺)	14W(2 尺)	9W(2 尺)	
母 自 凡 数	長 38W(4 尺)	28W(4 尺)	18W(4 尺)	
燈管管徑	26mm	16mm	26mm	
燈管管長(mm)	604(2 尺)	565(2 尺)	604(2 尺) 1213(4	
母书书长(IIIII)	1213(4 尺)	1163(4 尺)	尺)	
發光效率	1W=70lm 18W=1260lm	1W=90lm 14W=1260lm	1W=100~130lm	
光衰狀況	3000 小時達 80%	10000 小時達 80%	10000 小時 90%	
水銀含量	10~15mg	3~5mg Omg		
每小時耗功	40~80W	30~60W	30~45W	
省電比	比 T5 多出 20%耗電量		比 T5 節省約 25~50%	

表 5.1-9 輕鋼架燈具性能比較表

燈具性 能	LED 光板式 燈具 (603×603)	直下式 LED 平 板燈 (600×600)	側邊式 LED 平板 燈 (600×600)	T5 燈具 (600×600)
輸入功率	20W	40W	42W	64W
安定器/ 驅動器	外置式	外置式	外置式	外置電子式
演色性	>80	>70/80	>70/80	>80
色溫	5700K	5700K~6500K	5700K~6500K	6500K
輸出光 通量(新 燈)	3,200 流明	3,200 流明	3,000 流明	3,000 流明
每瓦發 光效率	160 lm/W	80 lm/W	71.5 lm/W	47 lm/W
安定器/ 電源壽 命	≥30,000 小 時	≥30,000 小時	≥ 15,000 小時	< 15,000 小 時
光束維 持率(3 年)	97%	70%	70%	70%
燈具壽 命	<u>&gt;</u> 30,000 小 時	≥30,000 小時	≥ 30,000 小時	<15,000 小 時

表 5.1-10 輕鋼架燈具性能比較表

光源型式	省電燈泡 23W	LED 燈泡 9.5W
光束	1,449Lm	900Lm
消耗電力	23W	9.5W
發光效率	63L/W	80~100L/W
壽命	6,000 小時	30,000 小時
色溫	2,700K/6,500K	3,000K/6,500K

#### 5.2 節能措施

#### (一)照明控制

- 配合時序控制器,可於預定時間自動對照明環境作模式切換, 或燈具的明滅控制,不需手動操作控制,可避免因忘記關燈而 浪費電能。例如上班、下班、午休時間之照明自動點滅。
- 2.燈具附畫光感知器電子調光型安定器,當白天太陽光線足夠時,可自動調降靠窗燈具的亮度或關閉燈具。
- 3.燈具附熱感開關,宜裝置在辦公大樓的小型會議室、會客室、 茶水間及廁所等場所,有人時自動開燈,沒人時自動關燈,既 方便又可避免浪費能源。
- 4.應採用整體照明控制系統,如照明中央監控系統、二線式照明 控制系統等,配合辦公大樓作息變動需求,加以監控管理,可 節約照明用電 30%。
- 5.分區控制 對於使用場所照明,裝置分區控制開關,需要分區照明時可以開啟使用,減少全區用電浪費。

#### (二)燈具維護

新裝設合乎規定的照明設備,使用三年之後,照度約只剩下原設計值的44%,如圖5.2-1所示,這張圖可以讓我們深刻體認照明維護的重要性,其重要性如下:

- 1.清掃燈管燈具之後,光出力可以增為55%。
- 2.更換不亮燈管,可再增加5%光度。
- 3.燈管全部換新,光出力可提高至75%。
- 4.修正電壓降,可以再增加3%。
- 5.天花板及牆壁重新油漆,可以提高至91%。
- 6.將所有燈具換新,才可以回復原始設計100%光出力。

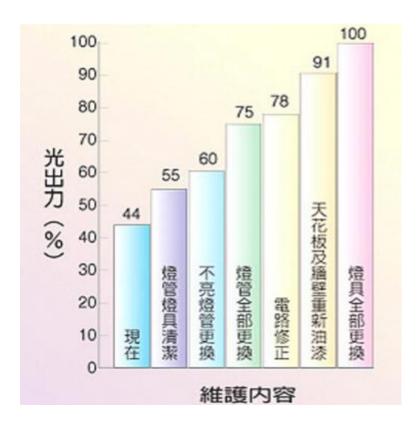


圖 5.2-1 照明維護的重要性

# 陸、空調系統節約能源實務

# 6.1 新建建築物之節約能源標準

- (一)依能源管理法第十七條規定(經濟部 102.6.19 經能字第 10204603180 號令會銜訂定發布),新建建築物之節約能源,除 應符合建築法及建築技術規則之建築外殼節約能源標準外,具 中央空氣調節系統且容積總樓地板面積達二千平方公尺以上之 新建建築物。應符合下列標準之規定。
  - 1.各類用途建築物之中央空氣調節系統主機容量比不得超過下列規定

表 6.1-1 中央空氣調節系統主機容量比

建築物種類	建築物類別	標準值
瞬間可能湧入大量人	醫院(掛號結帳區、候診	一點五。
潮之建築物	室)、百貨商場、展覽館	
	等	
空調中斷將引起重大	特殊病房、電子廠房、無	主機一臺或二臺時為二
損失之特殊建物	塵室、電腦網路中控室或	點零;主機三臺至五臺
	設備機房、防災中心、緊	時為一點七;主機六臺
	急救難中心、交通車站、	至八臺時為一點五;主
	特殊實驗室(全外氣空	機九臺以上時為一點三
	調)等	五。
非屬前二種類之建築	辦公建築、旅館等	一點三五。
物		

- 2.前項(1)所稱中央空氣調節系統主機容量比,指建築物之中央空氣調節系統主機總容量與該建築空調尖峰負荷之比值。(前項所定建築空調尖峰負荷之計算方式詳如附錄二)。
- 3.空氣側送風系統,單一風機耗電量超過四千瓦(kW)者,其 單位耗電量應符合下表 6.1-2 規定:

表 6.1-2 空氣側送風系統表

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

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

4.冰水泵系統總動力(不含備用)超過七點五千瓦(kW)者,其水管壓 損應符合下表 6.1-3 規定:

表 6.1-3 冰水泵系統總動力表

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

### 6.2 醫院空調之特性

醫院空調除具有一般舒適空調之特性外,更應具有疾病預防或治療之功能,故其最大之不同點在於醫院空調必需做到以下數點:

- (一)控制進入室內之空氣流動方向,及各部門間之空氣流動方向,以避免疾病之相互感染。
- (二)過濾、沖淡、消除空氣中之臭味、微生物、病毒、有害化學及輻射性物資等,故特別要求其換氣量及空氣過濾器。
- (三)不同的區域皆要能滿足其各自需求之不同溫度及濕度。以符合該 空間環境舒適度與空氣潔淨度之需求。
- (四) 要設計能正確控制環境空氣條件之系統。

# 6.3 空調對疾病之預防及治療之影響

(一) 乾燥空氣對病人及身體虛弱者容易構成二次感染之危險,或感染 與剛住進醫院當初臨床條件完全無關之疾病。故治療區包括上呼 吸道之治療區及特別需要照顧之病房,甚至全醫院之一般治療區 等建議維持相對濕度在 40-60%之間。又如果醫療照護環境之空 氣太乾燥,將會阻礙患者的康復並助長感染和其他疾病。

- (二)患有慢性肺部疾病者常會引起呼吸系統之黏性分泌物,而當這些分泌物積聚而黏度增加時,會使病患之體溫及水份減少,故對此種病患應提供溫熱及高濕度之空氣以避免脫水。
- (三)需要氧氣治療之病患,或有些氣管病患,特別需要溫熱高濕之空 氣。冷而乾燥之氧氣或因氣管切開術而不經鼻咽黏膜者為一極端 之情形。麻醉之再呼吸技術及保育箱等之特殊治療方法,皆將散 失相當體溫,故需在特定之空調環境下執行。
- (四)醫院空調系統扮演者比適舒適空調更重要之角色.在很多情況, 有時空調為醫治病人方法之一,但有時亦為其最主要之療法。
- (五)研究發現病人在全部空調之病房內,遠比在高溫高濕下恢復的更快。甲狀腺病患無法容忍高溫,潮濕或熱浪。冷而乾燥之空調環境對需要以皮膚直接來散熱或蒸發水份來散熱之病人非常有利,甚至有時還會救回他之生命。
- (六) 心藏病患者因血液循環不良而無法維持正常之散熱,故需要靠空調來協助治療。頭部受傷而腦部開刀者及安眠藥中毒者,皆將使腦中樞神精受到傷害而無法保持體溫。很顯然而重要的是在上述病人在復元時,應維持在冷及乾燥之病房,使其能藉由蒸發及直接來散熱。
- (七) 高溫乾燥空氣 32°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℃及相對濕度高至95%。

### 6.4 傳染病源及控制措施

(一) 細菌感染:結核病菌及 Legionalla pneumophilia (Legionaaire 疾病)能經由空氣或空氣與水氣之混合物傳染與轉移。Wel1s(1934) 證明微小之水滴(或傳染媒介物)小於 5μm 者可能會永遠漂浮於空氣中 Isoard et al.(1980)及 Luciano(1984)則證明漂浮於醫院空

氣中之細菌 99.9%皆能以俱有 90 至 95%效率之空氣過濾器所去除。這是因為細菌通常皆以集聚之方式生存,故其大小皆大於 1um 以上。專家建議 DOP 測試效率高於 99.97%之 HEPA 過濾器 應裝設於醫院內某些地區。

- (二)病毒傳染:例如水痘/庖疹、德國麻疹、及一般麻疹等病毒,皆能在室氣中轉移及繁殖。流行病學及其他研究證明,上述病毒因體積太小故在空氣中之傳染尚無法以空氣過濾之技術來克服,亦無法以紫外線或化學噴劑之方式來克服,故採取隔離治療及隔離病房之方式並藉相對靜壓及通風之方式,成為醫院唯一防止上述病毒擴散之方法。
- (三)霉菌:有些霉菌如 Aspergillis 已被證實可能對白血病,骨髓移植 及免役系統不全患者導致死亡。
- (四)外氣通風:如果適當設置外氣吸入口,並適當維護外氣吸入口周邊環境,則吸入之外氣與室內空氣比較,其含細菌及病毒數目則微乎其微。控制傳染病之問題往往是醫院內細菌及病毒源之問題。外氣通風可沖淡醫院內細菌及病毒之濃度,故適當設計、安裝及維護通風系統,使之維持正確之相對壓力,則可有效消除院內空氣環境中之傳染媒介物質。
- (五)溫度及濕度:溫濕度條件可使細菌及病毒之活動抑制或增進。有 些細菌例如 Legionella pneumophilia 因屬水性,故在潮濕之空氣 中甚易存活下來,故有些法規及原則,規定醫院內某些區域及感 染控制區之溫濕度控制範圍。

# 6.5 空氣品質

(一)空調系統,應供應未被廢氣灰塵、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、醫院或其 他建築物之排氣口、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。外氣吸入口應避免與排氣口同一面以避免短循環,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)排氣口之裝設應高出地面三公尺以上,並盡量遠離空調使用區及可能開啟之門窗。最好能設置於屋頂遠離外氣吸入口,並向上或以水平方向排氣。尤其對下述高污染性之排氣口更應加小心,如引擎、排氣罩、生化櫃、廚房、及塗裝等。有時並應考慮風向及風速、鄰近建築物及排氣風速等。必要時亦應做風洞試驗或電腦模擬試驗。
- (四) 空氣過濾器:有很多方法可測定空氣過濾器之效率。所有中央系統式通風設備或空調系統必需裝設表 6.5-1 所示效率以上之過濾器。表內所示需裝設兩道過濾器時,第一道應裝設於空調箱之進氣側,第二道則須裝設於空調箱風車、噴水設備、或加濕盤之下游亦即出口側。裝設時應特別注意不得因加濕器之加濕使過濾器受潮。只裝一道空氣過濾器時,應裝設於空調箱之進氣側。所有空氣過濾器之效率皆應依照標準 ASHRAE 52.2 之規定。

表 6.5-1 醫院之中央空調系統及通風系統所用空氣過濾器效率

on of Space (ee)	Pressure Relationship to Adjacent Areas (n)	Minimum Outdoor ach	Minimum Total ach	All Room Air Exhausted Directly to Outdoors (j)	Air Recirculated by Means of Room Units (a)		Minimum Filter Efficiencies (cc)	Design Relative Humidity (k),	Design Temperatus
NG UNITS AND OTH & ER PATIENT CARE AREAS									
eroom (FGI 2.1-2.4.2.3) (u)	(e)	NR	10	Yes	No	Yes	MERV-8	NR	NR
m (FGI 2.1-2.4.2) (u)	Negative	2	12	Yes	No	Yes	MERV-14	Max 60	70-75/21-2
m Delivery room (FGI 2.2-2.9.11.1) (m), (o)	Positive	4	20	NR	No	Yes	MERV-16	20-60	68-75/20-2-
aation AII/PE anteroom (FGI 2.2-2.2.4.5)	(e)	NR	10	Yes	No	No	HEPA	NR	NR
nation AII/PE room (FGI 2.2-2.2.4.5)	Positive	2	12	Yes	No	No	HEPA	Max 60	70-75/21-24
sed care martery (FGI 2.2-2.10.3.2)	N/R	2	6	N/R	No	Yes	MERV-14	30-60	72-78/22-20
care patient care station (FGI 2.2-2.6.2)	NR	2	6	NR	No	Yes	MERV-14	30-60	70-75/21-2
ency department exam/treatment room 2-3.1.2.6 & 2.2-3.1.3.6) (p)	NR	2	6	NR	NR	Yes (ff)	MERV-14	Max 60	70-75/21-2
ency department human decontamination 2-3.1.3.6[8])	Negative	2	12	Yes	No	Yes (ff)	MERV-14	NR	NR
ency department public waiting area 2-3.1.2.4 & 2.2-3.1.3.4)	Negative	2	12	Yes (q)	NR	Yes (ff)	MERV-8	Max 65	70-75/21-2
ency department trauma/resuscitation room 2-3.1.3.6[4]) (c)	Positive	3	15	NR	No	Yes	MERV-14	20-60	70-75/21-2
ency service triage area (FGI 2.2-3.1.3.3)	Negative	2	12	Yes (q)	NR	Yes (ff)	MERV-8	Max 60	70-75/21-2
ediate care patient room (FGI 2.2-2.5) (s)	NR	2	6	NR	NR	Yes	MERV-14	Max 60	70-75/21-2
delivery/recovery (LDR) (FGI 2.2-2.9.3) (s)	NR	2	6	NR	NR	Yes	MERV-14	Max 60	70-75/21-2
šelivery/recovery/postpartum (LDRP) 2–2.9.3) (s)	NR	2	6	NR	NR	Yes	MERV-14	Max 60	70-75/21-2
yeroom (FGI Table T2.2-1)	Positive	3	15	NR	No	Yes	MERV-14	20-60	70-75/21-2
al intensive care (FGI 2.2-2.8)	Positive	2	6	NR	No	Yes	MERV-14	30-60	72-78/22-20
rm mustery (FGI 2.2-2.10.3.1)	NR	2	6	NR	No	Yes	MERV-14	30-60	72-78/22-20
hment area or room (FGI 2.1-2.8.9)	NR	NR	2	NR	NR	Yes	MERV-8	NR.	NR
y workroom (FGI 2.2-2.10.8.5)	NR	2	6	NR	No	Yes	MERV-8	Max 60	72-78/22-20
ing room (FGI 2.2-3.3.3) (m), (o)	Positive	4	20	NR	No	Yes	MERV-16 (hh)	20-60	68-75/20-2

re Notes: (1) NR = no requirement: (2) FGI paragraph numbers are shown in parentheses in the "Function of Space" column.

表6.5-1 住院空間設計參數(續)

Function of Space (ee)	Pressure Relationshipto Adjacent Areas (n)	Minimum Outdoor ach	Minimum Total ach	All Room Air Exhausted Directly to Outdoors (j)	Air Recirc byMeans ( RoomUnit	of ts (a) Unoccupied	Minimum Filter Efficiencies (cc)	2 4 7	Design Temperature , (I), °F/°C
Operating/surgical cystoscopic rooms (FGI 2.2-3.4 & Table T2.2-2; also see Class 3 Imaging) (m), (o)	Positive	4	20	NR	No	Yes	MERV-16	20-60	68-75/20-24
Patient care area corridor	NR	NR	2	NR	NR	Yes	MERV-14	NR	NR
Patient room (FGI 2.1-2.3.2)	NR	2	4 (y)	NR	NR	Yes	MERV-14	Max 60	70-75/21-24
Patient toilet room (FGI 2.1-2.3.5 & 2.1-2.3.6)	Negative	NR	10	Yes	No	Yes (ff)	MERV-8	NR	NR
PE anteroom (FGI 2.2-2.2.4.4) (t)	(e)	NR	10	NR	No	No	HEPA	NR	NR
Phase I PACU and Phase II recovery (FGI 2.1–3.4.4 & 2.1–3.4.5)	NR	2	6	NR	No	Yes	MERV-14	20-60	70-75/21-24
Procedure room (Table T2.2-1) (o), (d)	Positive	3	15	NR	No	Yes	MERV-14	20-60	70-75/21-24
Protective environment room (FGI 2.2-2.2.4.4) (t)	Positive	2	12	NR	No	No	HEPA	Max 60	70-75/21-24
Radiology waiting rooms (FGI 2.2-3.4.10.1)	Negative	2	12	Yes (q), (w)	NR	Yes (ff)	MERV-8	Max 60	70-75/21-24
Seclusion room (FGI 2.1-2.4.3)	NR	2	4 (y)	NR	NR	Yes	MERV-14	Max 60	70-75/21-24
Sterile processing room (FGI 2.2-3.3.6.15)	NR	2	6	NR	No	Yes	MERV-8 (gg)	NR	NR
Treatment room (FGI 2.2-3.1.2.6) (p)	NR	2	6	NR	NR	Yes	MERV-8	20-60	70-75/21-24
Wound intensive care (burn unit)	Positive	2	6	NR	No	Yes	HEPA	40-60	70-75/21-24
BEHAVIORAL AND MENTAL HEALTH FACILITIES (k)		•	•	•	•	•	•	•	•
Patient bedroom, resident room (FGI 2.2-2.12.2 & 2.5-2.2.2)	NR	2	2	NR	NR	Yes	MERV-8	NR	NR
Seclusion room (FGI 2.1-2.4.3 & 2.2-2.12.4.3)	NR	4	2	NR	NR	Yes	MERV-8	NR	NR
DIAGNOSTIC AND TREATMENT									
Bronchoscopy, sputum collection, and pentamidine administration $(FGI\ 2.2-3.9.2)$ (n), (x)	Negative	2	12	Yes	No	Yes	MERV-14	NR	68-73/20-23
Class 1 imaging room (FGI 2.2-3.4.1.2 & Table 2.2-2)	NR (jj)	2	6	NR	NR	Yes	MERV-8	Max 60	72-78/22-26
Class 2 imaging room (FGI 2.2–3.4.1.2 & Table 2.2-2) (d), (p)	Positive	3	15	NR	No	Yes	MERV-14	Max 60	70-75/21-24
Class 3 imaging room (FGI 2.2-3.4.1.2 & Table 2.2-2) (m), (o)	Positive	4	20	NR	No	Yes	MERV-16 (hh)	20-60	68-75/21-24
Dialysis treatment area (FGI 2.2-3.10.2)	NR	2	6	NR	NR	Yes	MERV-8	NR	72-78/22-26
Dialyzer reprocessing room (FGI 2.2-3.10.8.16)	Negative	NR	10 (bb)	Yes	No	Yes (ff)	MERV-8	NR	NR

Informative Notes: (1) NR = no requirement; (2) FGI paragraph numbers are shown in parentheses in the "Function of Space" column.

表6.5-1 住院空間設計參數(續)

Function of Space (ee)	Pressure Relationshipto Adjacent Areas (n)	Minimum Outdoor ach	Minimum Total ach		Air Recirco byMeans of RoomUnits	f	oied Minimum Filter wn Efficiencies (cc)		Design Temperature (I), °F/°C
Laboratory work area, pathology (FGI 2.1-4.1.2) (f), (v)	Negative	2	6	Yes	NR	No	MERV-8	NR	70-75/21-24
Laboratory work area, serology (FGI 2.1-4.1.2) (f), (v)	Negative	2	6	Yes	NR	Yes	MERV-8	NR	70-75/21-24
Laboratory work area, sterilizing (FGI 2.1-4.1.2) (f)	Negative	2	10	Yes	NR	Yes	MERV-8	NR	70-75/21-24
Pharmacy Services: Pharmacy Areas (FGI 2.1-4.2.2) (b)	Positive	2	4	NR	NR	Yes	MERV-8	Max 60	70-75/21-24
Toilet room (FGI 2.1-2.9.2)	Negative	NR	10	Yes	No	Yes	MERV-8	NR	72-78/22-26
Warewashing (FGI 2.1-4.3.4) (r)	Negative	NR	NR	Yes	No	Yes	MERV-8	NR.	NR
GENERAL SUPPORT FACILITIES: STERILE PROCESSING	•	•				•	•	•	
Clean assembly/workroom (FGI 2.1-5.1.2.2[3]) (z)	Positive	2	4	NR	No	No	MERV-8 (gg)	Max 60	68-73/20-23
Soiled workroom/decontamination room (FGI 2.1-5.1.2.2[2]) (	z) Negative	2	6	Yes	No	No	MERV-8	NR	60-73/16-23
Sterile storage room (clean/sterile medical/ surgical supplies) (FGI 2.1–5.1.2.2[4]) (z)	Positive	2	4	NR	NR	No	MERV-8 (gg)	Max 60	Max 75/24
OTHER GENERAL SUPPORT FACILITIES									
Autopsy room (FGI 2.1-5.7.2.2)	Negative	2	12	Yes	No	No	MERV-8	NR	68-75/20-24
Clean linen storage room (FGI 2.1–2.8.13.1 & 2.1–5.2.2.1[3])	Positive	NR	2	NR	NR	Yes	MERV-8	NR	72-78/22-26
Hazardous material storage (FGI 2.1-5.4)	Negative	2	10	Yes	No	No	MERV-8	NR	NR
Laundry, processing room (FGI 2.1-5.2.2.1)	Negative	2	10	Yes	No	No	MERV-8	NR	NR
Linen and refuse chute room (FGI 2.1–5.2.8.1[2] & 2.1–5.4.1.	4) Negative	NR	10	Yes	No	No	MERV-8	NR	NR
Nonrefrigerated body holding room (FGI 2.1-5.7.3) (h)	Negative	NR	10	Yes	No	No	MERV-8	NR	70-75/21-24
Regulated waste holding spaces (FGI 2.1-5.4.1.3)	Negative	NR	10	Yes	No	No	MERV-8	NR	NR
Toilet (FGI 2.1-2.9.2)	Negative	NR	10	Yes	No	Yes	MERV-8	NR	NR
SUPPORT AREAS FOR NURSING UNITS AND OTHER PATTE	ENT CARE AR	EAS	•			•		•	
Clean supply room (FGI 2.1-2.8.11.3)	Positive	NR	NR	NR	NR	Yes	MERV-8	NR	NR
Clean workroom (FGI 2.1-2.8.11.2)	Positive	2	NR	NR	NR	Yes	MERV-8	NR	NR
Soiled workroom or soiled holding (FGI 2.1-2.8.12)	Negative	2	10	Yes	No	No	MERV-8	NR.	NR

Informative Notes: (1) NR = no requirement; (2) FGI paragraph numbers are shown in parentheses in the "Function of Space" column.

### 6.6 空氣之流動

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

表 6.6-1 整理床舖對空氣中細菌數目之影響(每立方公尺數目)

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

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

- (二) 醫院空調在設計及運作上皆應使污染之擴散降至最少程度。但有 些會發生在不同層樓間或不同房間間之氣流是我們所不願發生 的,但也是我們所無法控制的。例如門之開啟,病人或醫療人員 之移動,區域間之溫差,垂直管槽、樓梯間、電梯間及院內之共 同機械管道間之煙囪效應等。雖然上述有些原因是無法控制,但 在設計時可考慮盡量減少管道間對密閉空間之開口,以及建立房 間與其他區域間之正負氣壓關係之平衡空氣系統。
- (三) 對具有高度污染性之區域,例如傳染病房或免役系統不全症病房 及屍體解剖室等,皆應對鄰近房間或走廊保持正壓或負壓。也就

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

- (四)要建立房間之正負壓力,只能在全密閉之房間執行,故房間對周圍空間之門窗開口等皆要做到相當之緊密性。最好能在門之周圍及下面皆能用上防雨水及風之封墊。建立有壓力之房間,當開啟其門窗時,其壓力將瞬間消失,且由於不同之溫差將產生空氣之對流。較為重要之區域,在人員進出走動時亦應保持其相對壓力,此時應使用氣密前置室等。
- (五)一般而言,不論是特別乾淨區或高度被污染區,都建議出風口裝於天花板而排風口則分開裝於靠近地板之四周,這樣可使乾淨之空氣由上而下經由人員之呼吸及工作空間,被污染後流向地板排出室外,但排風口之低部應高出地板75mm以上。
- (六)有些醫療專家曾引用工業清淨室所使用之層流送風方式。他們使用垂直及水平層流方式,並配合在開刀房工作人員之四周,做成固定或活動之隔間.但亦有許多醫療專家並不主張在開刀房內使用層流設備,而使用手術台及其周邊局部區域加強潔淨送風之系統。

### 6.7 相對壓力及通風

(一)第 6.7-1 表包括適舒空調、無菌及臭味控制及直接影響照顧病人之區域。第 6.7-1 表係參考 ASHRAE 170-2021 標準編列。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 62-2010 之規定.如果上述標準所要求之通風量大於表6.7-1 之規定時應擇大者使用。特別需要照顧病人之區域,包括

器官移植、燙傷等部份則需另有加強空氣品質之規定。

- (二) 在設計通風系統時,要盡可能讓進氣空氣由乾淨區流向較不乾淨之區域,較為重要之區域應使用定風量系統以保持其室內之相對壓力及通風效果。較為次要之照顧病人區及職員區則為節省能源可考慮使用變風量系統。醫院內一但使用變風量系統,則需特別注意其最少風量之維持,應不得少於相關法規之規定,同時仍應維持不同使用區域間之相對空氣壓力。使用變風量系統時應考慮設計量體的定值與相對變值,可能是控制變化送氣量、迴風量或牌風量以維持相對空氣壓力。
- (三)表 6.7-1 內所示換氣量,在室內無人使用時可減少至 25%,但任何時刻只要有人使用則應馬上回復正常之換氣量。在減少換氣量時亦應注意要維持不同使用區域間之空氣相對壓力。
- (四)沒有標明需要連續控制之區域,在無人使用時可將通風設備關掉 不必使用。
- (五) 難於維持乾淨之空氣或容易被污染之區域,標示有"NO"者請勿使用循環空氣之空調箱。使用標準型循環空氣式空調箱者,亦應做排至外氣之控制。
- (六)使用吸氣罩之房間,必須配合吸氣罩之須求,增加進氣量以便維持正常之室內壓力。
- (七) 為節約能源可考慮使用循環空氣之空調系統。
- (八)使用全外氣之系統則可考慮使用有效率之熱回收方法。

表 6.7-1 一般醫院各區域間之相對靜壓關係及通風量

Function of Space (f)	Pressure Relationshipto Adjacent Areas (n)	Minimum Outdoor ach	Minimum Total ach	All Room Air Exhausted Directly to Outdoors (j)	Air Recirculated byMeans of Room Units (a)	Minimum Filter Efficiencies (c)		Design Temperature (I), °F/°C
SURGERY AND EMERGENCY DEPARTMENT (ED)								
Delivery (Caesarean) (FGI 2.1-3.2.3) (m), (o), (v), (gg)	Positive	4	20	NR	No	MERV-16 (dd)	20-60	68-75/20-24
ED humandecontamination (FGI 2.8-3.4.8)	Negative	2	12	Yes	No	MERV-14(cc)	NR	NR
ED exam/treatment room (FGI 2.8-3.4.2) (p)	NR	2	6	NR	NR	MERV-14(cc)	Max 60	70-75/21-24
ED public waiting area (FGI 2.8-6.2.3)	Negative	2	12	Yes (q)	NR	MERV-8	Max 65	70-75/21-24
Operating room (FGI 2.1-3.2.3) (m), (o), (v), (gg)	Positive	4	20	NR.	No	MERV-16 (dd)	20-60	68-75/20-24
Procedure room (FGI 2.1-3.2.2) (d), (o), (p)	Positive	3	15	NR	No	MERV-14	20-60	70-75/21-24
Phase I recovery (PACU) (FGI 2.1-3.7.4)	NR	2	6	NR	No	MERV-8	Max 60	70-75/21-24
Phase II recovery (FGI 2.1-3.7.5) (u)	NR	2	2	NR	NR	MERV-8	Max 60	70-75/21-24
Pre-procedure patient care (FGI 2.1-3.7.3) (t)	NR	2	2	NR	NR	MERV-8	Max 60	70-75/21-24
Trauma room (crisis or shock) (FGI 2.8-3.4.4) (bb)	Positive	3	15	NR	No	MERV-14	20-60	70-75/21-24
Triage (FGI 2.8-6.2.2.2 & 6.2.2.3)	Negative	2	12	Yes (q)	NR	MERV-8	Max 60	70-75/21-24
DIAGNOSTIC AND TREATMENT								
Class 1 imaging room (FGI 2.1-3.5.2.4[1][b][i]) (ff)	NR	2	6	NR	NR	MERV-8	Max 60	72-78/22-26
Class 2 imaging room (FGI 2.1-3.5.2.4[1][b][ii]) (d), (p), (ff)	Positive	3	15	NR	No	MERV-14	20-60	70-75/21-24
Class 3 imaging room (FGI 2.1-3.5.2.4[1][b][ii]) (m), (o), (ff)	Positive	4	20	NR	No	MERV-16 (dd)	20-60	68-75/20-24
Diagnostic imaging waiting (FGI 2.1-3.5.10.4) (g)	Negative	2	12	Yes (q), (r)	NR	MERV-8	Max 60	70-75/21-24
AII anteroom (FGI 2.1-3.3.2.3) (i)	(e)	NR	10	Yes	No	MERV-8	NR	NR
AII room (FGI 2.1-3.3.2) (i)	Negative	2	12	Yes	No	MERV-8	Max 60	70-75/21-24
PE anteroom (FGI 1.2-4.2.2.1[1]) (n) (w)	(e)	NR	10	NR	No	HEPA	NR	NR
Protective environment room (FGI 1.2-4.2.2.1[1]) (n) (w)	Positive	2	12	NR	No	HEPA	Max 60	70-75/21-24
Cancer treatment area (FGI 2.6-3.1)	NR	2	6	NR	NR	MERV-8	Max 60	70-75/21-24
Dialysis treatment area (FGI 2.10-3.2)	NR	2	6	NR	NR	MERV-8	NR	72-78/22-26
Dialyzer reprocessing room (FGI 2.10-3.8.12)	Negative	NR	10	Yes	No	MERV-8	NR	NR
Bronchoscopy (FGI 2.1-3.2.2.1) (n) (x)	Negative	2	12	Yes	No	MERV-14	NR	68-73/20-23
Instrument processing room (FGI 2.1-4.3.2.3)	Negative	2	10	Yes	No	MERV-8 (s)	NR	NR
Endoscopy procedure room (FGI 2.9-3.2) (h)	NR.	2	6	NR.	No	MERV-8	Max 60	68-73/20-23

Informative Note: NR = no requirement

Function of Space (f)	Pressure Relationshipto Adjacent Areas (n)	Minimum Outdoor ach	Minimum Total ach	All Room Air Exhausted Directly to Outdoors (j)	Air Recirculated byMeans of Room Units (a)	Minimum Filte Efficiencies (c)		Design Temperature (I), °F/°C
DIAGNOSTIC AND TREATMENT (Continued)								
Examination/observation (FGI 2.1-3.2.1)	NR	2	4	NR	NR	MERV-8	Max 60	70-75/21-24
Specialty IC exam room (FGI 2.1-3.2.1.3) (y)	Negative	2	6	Yes	NR	MERV-8	Max 60	70-75/21-24
Laboratory work room (FGI 2.1-4.1.2.1) (z)	Negative	2	6	Yes	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24
Pharmacy/med prep (FGI 2.1-3.8.8.2 & 2.1-4.2.2) (b)	Positive	2	4	NR	NR	MERV-8	NR	NR
Laser eye room (FGI 2.1-3.2.2)	NR	2	6	NR	No	MERV-8	Max 60	68-73/20-23
Nuclear medicine (see Section 8.7) (FGI 2.1-3.5.7)	Negative	2	6	Yes	No	MERV-8	NR	70-75/21-24
Toilet or Toilet/Shower room (FGI 2.1-3.10.2)	Negative	NR	10	Yes	No	MERV-8	NR	NR
STERILE PROCESSING (88)	•			•	•	•	•	•
One-room sterile processing (FGI 2.1-4.3.2.3)	NR	2	6	NR	No	MERV-14 (ee)	NR	NR
Sterilizer equipment room (FGI 2.1-4.3.2.2)	Negative	NR	10	Yes	No	MERV-8	NR	NR
Clean workroom (FGI 2.1-4.3.2.2.3)	Positive	2	4	NR	No	MERV-14 (ee)	Max 60	60-73/16-23
Clean supply storage (FGI 2.1-4.3.2.2.4)	Positive	2	4	NR	NR	MERV-14 (ee)	Max 60	72-78/22-26
Supply receiving (FGI 2.1-4.3.2.4)	Negative	NR	10	Yes	No	MERV-8	NR	NR
Decontamination room (FGI 2.1-4.3.2.2)	Negative	2	6	Yes	No	MERV-8	NR	60-73/16-23
SERVICE/SUPPORT SPACE								
Environmental services room (FGI 2.1-5.3.1)	Negative	NR	10	Yes	No	MERV-8	NR	NR
.aumdry/linen processing (FGI 2.1-4.4.2.1)	Negative	2	10	Yes	No	MERV-8	NR	NR
Clean workroom or clean supply (FGI 2.1-3.8.11)	Positive	2	4	NR	NR	MERV-8	NR	NR
Regulated waste holding (FGI 2.1-5.2.1.3)	Negative	2	10	Yes	No	MERV-8	NR	NR
Soiled workroom or soiled holding (FGI 2.1-3.8.12)	Negative	2	6	Yes	No	MERV-8	NR	72-78/22-26

Informative Note: NR = no requirement

		ach Desig	gn Option		•	•	•	•	R <sub>v</sub> -R <sub>a</sub> Air-C	lass Design Option	1
Function of Space (f)	Pressure Relationshipto Adjacent Areas(d)	Min. Outdoor ach (q)	Min. Total ach (q)	All Room Air Exhausted Directly to Outdoors (j)	Air Recirculated by Means of Room Units (a)	Min. Filte Efficiencies (c)		Design Temperature °F/°C (k)	Air Class (q)	R <sub>p</sub> cfm/(L·s)/ person and Min. Space Population (q)	R <sub>a</sub> cfm/ft/(L·s/m) (q)
GENERAL DIAGNOSTIC AND TREATMENT											
Birthing room (FGI 2.4-2.2)	NR	2	3	NR (h)	NR	MERV-14	Max 60	70-75/21-24	2	10 (5) / 4	0.18/(0.9)
Urgent care exam (FGI 2.5-3.2.1) (e)	NR	2	3	NR	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	2	7.5 (3.8) / 3	0.12/(0.6)
Urgent care treatment (FGI 2.5-3.2.2) (e)	NR	2	3	NR	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	2	7.5 (3.8) / 3	0.18/(0.9)
Urgent care triage (FGI 2.5-3.2.3)	Negative	2	3	Yes	NR	MERV-8	Max 60	70-75/21-24	3	10 (5) / 3	0.18/(0.9)
Urgent care observation (FGI 2.5-3.3)	NR	2	2	NR	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	2	5 (2.5) / 2	0.12 / (0.6)
General examination room (FGI 2.1-3.2.1)	NR	2	2	NR	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	1	7.5 (3.8) / 3	0.12/(0.5)
Specialty IC exam room (FGI 2.5-3.2.3) (b)	Negative	2	3	Yes	NR	MERV-8	Max 60	70-75/21-24	3	10 (5) / 3	0.18/(0.9)
Laboratory work room (FGI 2.1-4.1.2.1) (1)	NR	2	3	NR (h)	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	2	7.5 (3.8) 2	0.12/(0.5)
Medication room (FGI 2.1-3.8.8.2)	NR	2	2	NR	NR	MERV-8	Max 60	70-75/21-24	1	5 (2.5) 2	0.18/(0.9)
Class 1 Imaging rooms (FGI 2.1-3.5) (g)	NR.	2	3	NR	NR	MERV-8	Max 60	72-78/22-26	1	7.5 (3.8 / 2	0.12/(0.5)
Psychiatric examination room (FGI 2.11-3.2.2)	NR	2	3	NR	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	1	5 (2.5) 2	0.06/(0.3)
Psychiatric consultation room (FGI 2.11-3.2.4)	NR	2	3	NR	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	1	5 (2.5) 2	0.06/(0.3)
Psychiatric group room (FGI 2.11-3.2.5)	NR.	2	3	NR	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	1	5 (2.5) 2	0.06/(0.3)
Psychiatric seclusion room (FGI 2.11-3.2.7)	NR	2	2	NR	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	2	10 (5) / 3	0.12/(0.5)
ECT procedure room (FGI 2.11-3.2.9.2)	NR	2	2	NR	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	1	7.5 (3.8) / 3	0.12/(0.5)
Physical therapy individual room (FGI 2.12-3.2.2.1)	NR	2	3	NR (h)	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	2	10 (5) / 3	0.12/(0.5)
Physical therapy exercise area (FGI 2.12-3.2.3)	NR.	2	3	NR (h)	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	2	20 (10) 2	0.18/(0.9)
Hydrotherapy (FGI 2.12-3.2.4)	Negative	2	3	Yes	NR	MERV-8	NR	72-80/22-27	3	20 (10) / 2	0.12 / (0.6)
Physical therapeutic pool (FGI 2.12-3.2.4)	Negative	2	10	Yes	NR	MERV-8	NR	72-80/22-27	3	_	0.48/(2.4)
Speech therapy room (FGI 2.12-3.3.2)	NR.	2	2	NR	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	1	5 (2.5) / 2	0.06/(0.3)
Occupational therapy (FGI 2.12-3.3)	NR.	2	3	NR	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	1	5 (2.5) / 2	0.06/(0.3)
Prosthetics and orthotics room (FGI 2.12-3.3.1)	NR	2	3	NR	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	2	10 (5) / 3	0.18/(0.9)
Dental treatment (FGI 2.14-3.1.1)	NR.	2	3	NR	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	1	10 (5) / 3	0.18/(0.9)
Other dental treatment areas (FGI 2.14-3.2)	NR.	2	3	NR	NR	MERV-8	NR	70-75/21-24	1	5 (2.5) / 2	0.06/(0.3)
Toilet room (FGI 2.1-3.10.2)	Negative	NR	4	Yes	No	MERV-8	NR	NR	3	_	_
SERVICE /SUPPORT SPACE		•	-		•	•	•	•		•	•
Environmental services room (FGI 2.1-5.3.1)	Negative	NR	6	Yes	No	MERV-8	NR	NR	3	_	_
Clean supply (FGI 2.1-3.8.11) (m) (n)	NR.	2	2	NR	NR	MERV-8	NR	NR	1	5 (2.5) / 2	0.12 / (0.6)
Soiled holding (FGI 2.1-3.8.12) (m) (o) (p)	Negative	NR	6	Yes	No	MERV-8	NR	NR	3	5 (2.5) / 2	0.12 / (0.6)

Informative Note: NR = no requirement

		_	_		_	_			
Function of Space (I)	Pressure Relationship to Adjacent Areas (d)	Minimum Outdoor ach	Minimum Total ach	All Room Air Exhausted Directly to Outdoors (f)	Air Recirculatedb Means of Room Units (a)	y Unoccupied Turndown	Minimum Filter Efficiencies (i)	Design Relative Humidity (g), %	Design Temperature (h), °F/°C
RESIDENTIAL HEALTH									
NURSING HOMES									
AII room (FGI 3.1-2.2.4.1) (b)	Negative	2	12	Yes	No	Yes	MERV-14	Max 60	70-78/21-29
AII anteroom (FGI 3.1-2.2.4.1) (b)	Negative	NR	10	Yes	No	Yes	MERV-14	Max 60	70-78/21-29
Occupational therapy (FGI 3.1-3.3.3)	NR	2	6	NR.	NR.	Yes	MERV-14	NR	70-78/21-29
Physical therapy (FGI 3.1-3.3.2)	Negative	2	6	NR	NR	Yes	MERV-14	NR	70-78/21-29
Resident living/activity/dining (FGI 3.1-2.3.3)	) NR	4	4	NR	NR	Yes	MERV-14	Max 60	70-78/21-29
Resident room (FGI 3.1-2.2.2)	NR	2	2	NR	NR.	Yes	MERV-14	Max 60	70-78/21-29
Resident corridor (FGI 2.4-2.2.2)	NR	NR	4	NR	NR.	Yes	MERV-14	NR.	70-78/21-29
Toilet/bathing room (FGI 3.1-2.2.2.6)	Negative	NR	10	Yes	No	No	MERV-14	NR	70-78/21-29
HOSPICE FACILITIES									
AII room (FGI 3.2-2.2.3.1) (c)	Negative	2	12	Yes	No	Yes	MERV-14	Max 60	70-75/21-24
AII anteroom (FGI 3.2-2.2.3.1) (c)	(e)	NR	10	Yes	No	Yes	MERV-8	Max 60	NR
Resident room (FGI 3.2-2.2.2)	NR	2	2	NR	NR.	Yes	MERV-8	Max 60	70-75/21-24
Resident corridor (FGI 2.4-2.2.2)	NR	NR	4	NR	NR.	Yes	MERV-8	NR	NR
Toilet/bathing room (FGI 3.2-2.2.2.6)	Negative	NR	10	Yes	No	Yes	MERV-8	NR.	70-75/21-24
RESIDENTIAL CARE AND SUPPORT	•	•	•	•	•	•	•	•	•
ASSISTED LIVING FACILITIES									
Resident living/activity/dining (FGI 4.1-2.3.3)	NR	NR	NR	NR	NR.	Yes	MERV-8	NR	NR
Resident room (FGI 4.1-2.2.2)	NR	NR	NR	NR	NR.	Yes	MERV-8	NR.	70-78/21-29
Resident corridor (FGI 2.4-2.2.2)	NR	NR	NR	NR	NR.	Yes	MERV-8	NR.	NR
Toilet/bathing room (FGI 4.1-2.2.2.7)	NR	NR	NR	NR	NR.	Yes	MERV-8	NR	NR
SERVICE									
Clean linen storage (FGI 2.3-4.6)	Positive	NR	2	NR	NR	No	MERV-8	NR	72-78/22-26
Dietary storage (FGI 2.3-4.5)	NR	NR	2	NR	No	No	MERV-8	NR	72-78/22-26
Food preparation center (FGI 2.3-4.5.3.3) (e)	) NR	2	10	NR	No	Yes	MERV-8	NR	72-78/22-26
Hair salon (FGI 2.3-2.3.5 & 4.1-2.3.5)	Negative	NR	10	Yes	NR.	Yes	MERV-8	NR	70-78/21-29
Laundry, central and personal (FGI 2.3-4.2.7)	) Negative	2	10	Yes	No	No	MERV-8	NR.	NR
Linen and trash chute room (FGI 2.3-4.6 & 2.3-4.9)	Negative	NR	10	Yes	No	No	MERV-8	NR	NR
Medication room (FGI 2.3-4.2.2.2)	NR	2	4	NR	NR.	Yes	MERV-8	Max 60	70-75/21-24
Soiled linen sorting and storage (FGI 2.3-4.6)	) Negative	NR	10	Yes	No	No	MERV-8	NR	NR
Warewashing (FGI 2.3-4.5.3.6)	Negative	NR	10	Yes	No	Yes	MERV-8	NR	NR
SUPPORT SPACE									
Clean utility (FGI 2.3-4.2.5)	Positive	2	4	NR.	NR.	No	MERV-8 (k)	NR	NR
Environmental services room (FGI 2.3-4.9) (j	) Negative	NR	10	Yes	NR.	No	MERV-8	NR	NR
Hazardous waste storage (FGI 2.3-4.8)	Negative	2	10	Yes	No	No	MERV-8	NR	NR
Soiled utility or soiled holding (FGI 2.3-4.2.6)	) Negative	2	10	Yes	No	No	MERV-8	NR	NR

Informative Note: NR = No requirement

## 6.8 醫院各部門之設計特性準則

## (一)開刀房:

- 1.除急診室外,一般醫院之開刀房平均一天使用8至12小時,故為節約能源,應准許降低全部或部份開刀房之空氣供應量。但應隨時保持開刀房內之正壓以維持無菌之條件。應事先與外科醫療人員充分討論決定其可行性。
- 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 UVC 紫外線燈照射方式消毒開刀房空間,可獲得良好投 菌效果之報告,但至今仍很少被人採用。無法被人採用之可能原 因為安裝時需要特殊設計,對醫療人員及病人皆須做必要之保護 措施,須長期注意照射燈之效率及必要之保養。
- 4. 開刀房、導管插入室,膀光鏡室及創傷室建議空調運作條件如下:
  - (1) 外科醫療人員可調整之室溫範圍 18 至 25℃。
  - (2) 相對濕度必須維持在 40%至 60%之間。
  - (3) 多送 15%之風量維持室內之正壓。
  - (4) 應裝設室內與相鄰空間之差壓計以便隨時觀查室內壓力。所 有牆壁,天花板及地板以及門窗之縫隙要緊密以維持必要之 壓力。
  - (5) 室內溫度計及濕度計必須安裝在容易看見之處。
  - (6) 空氣過濾器之效率須按前表 6.5-1 之規定。
  - (7) 整個安裝條件要能符合 NEPA Standard 99,HeaIth 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 6.7-1 所列之最少換氣量)。排氣或回風口之下沿需高出地板 75mm 以上,送風口應使用單一方向出風型。應避免使用安裝於天花板或牆上之高誘導式出風口。
- (9) 風管內不應襯貼消音材料,除非在其貼消音材料之氣流下游側,裝設效率 90%以上之空氣過濾器。風管終端機之內保溫材料可用經審核過之材料包挾後固定。風管內所用之消音器應使用無內襯型或用美拉(塑膠薄膜)內襯蓋於消音材上。
- (10)使用任何噴射發泡保溫材料時應做防火及抑制細菌繁殖之 處理。
- (11) 加濕器之下流側風管,要裝設足夠長度之不漏水及可排水之 不鏽鋼風管,並確保進入室內之水份已完全蒸發。

## (二)麻醉劑貯存室:

- 1.麻醉劑貯存室之通風一定要按照 NFPA Standard 99 Health Care Facilities 之規定。
- 2.通風設備僅建議採用機械式強制通風之方式。
- (三)產科:產科之室內靜壓一定要比其他地方維持正壓或等壓。
- (四)產房:產房之設計一定要按照外科之要求。

#### (五)育嬰室:

- 1.對在醫院出生之新生兒,維持恆溫恆濕是非常重要的。空氣流動 之方式在設計時亦應注意,以便盡量減少有風在流動之感覺。
- 2.所有送風都應由天花板或靠近天花板處下吹,排風由接近地板處 之排風口排出,排風口之下沿需高出地板 75mm 以上。送風系統 之空氣過濾網效率要符合前表 4.4-1 所示之要求。

3. 鰭管方式及其他對流方式之暖氣機切勿使用於嬰兒室。

#### (六)足月育嬰室:

- 1.足月育嬰室,診察室及工作空間,建議應維持溫度 24°C,濕度 最高 60%、最低 30%。
- 2.產婦房應維持相同之條件,用以保護嬰兒到母親身邊之時。育嬰室相對於工作空間及診察室應維持正壓。又介於育嬰室及走廊之房間,應維持與走廊相同之靜壓,以避免外界之污染空氣侵入室內。

## (七)加護育嬰室:

- 1.室內溫度應為可調式,調整範圍為 24℃至 27℃,濕度最高 60%、 最低 30%.這種育嬰室通常都裝有保溫箱以調整其溫度及濕度。
- 2.加護育嬰室之溫濕度最好能維持與保溫箱相同之條件,以方便嬰 兒之進出保溫箱。
- 3.室內靜壓之條件與一般育嬰室相同。

## (八)育嬰觀察室:

- 1.室內溫濕度之要求與加護育嬰室相同。因為在此育嬰室之嬰兒俱 有異常的臨床症狀,故不得使此育嬰室之空氣流入其他育嬰室。
- 2.育嬰室相對與工作室應保持負壓,而工作室一般皆介於育嬰室與 走廊之間,並應對走廊保持正壓。

## (九)急診室:

- 1.在一般情況下急診室為醫院中最受污染區域,因急診病患常受污染,且常有多人相伴而來,故急診室相對於其他地區應保持負壓。
- 2.等待室應維持每小時至少 10 次以上之換氣率。管理室及等待室 之溫濕度應維持適舒空調之條件。等待室應維持負壓以免香煙之 擴散。

## (十)外傷室:

- 1.外傷室之通風應按前表 6.7-1 之規定。
- 2.急診部門之開刀房其溫度、濕度及換氣量與外科要求相同。

## 6.9 醫療照護

#### (一)病房:

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

#### 2.一般病房

- (1) 溫濕度設計建議條件為溫度 21~24°C, 相對濕度最高 60%。
- (2)每一間病房應各自有各別之溫度控制器。
- (3) 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。
- (4) 廁所如使用單元系統,則其排氣量應與新鮮空氣進氣量相等 廁所、便盆、浴室及其他所有房間之換氣量皆應按照相關法 規之規定。

## (二) 加護單位:

- 1.此單位係處理較嚴重之病患,其臨床條件範圍由手術後病人至冠 狀動脈病人等。
- 2.室內溫度應為可調式,調整範圍為24至27℃,濕度最高60%、 最低30%.並應保持正壓。

- (三) 免疫機能被抑制病患單位: (本項包括骨髓或器管移植,白血病, 灼傷,及後天性免疫不足徵候簇等病人)
  - 1.免疫機能被抑制病人非常容易感染疾病,故有些醫生比較喜歡使用隔離的層流式空調系統以保護病人,但也有些醫生認為上述層流式隔離系統對病人心理有防害,故寧可使用大量新鮮空氣來沖淡空氣中之胞子。一般建議以無聲出風口供給必要之換氣次數之風量(依設計而定)。
  - 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,如設置氣密性之前室以盡 量減少病患區域內之空氣漏出區域外。

## 6.10 醫院空調系統節能設計原則

- (一)空調區域之劃分:醫院空調應考慮下列因素,作適當之區域劃分,並分開使用各別的送風系統。
  - 1.為補償因建物方位所受日晒時間之不同,或為建物特殊之造形。
  - 2.為使不同區域間之空氣相互流通量降至最低。
  - 3.使運轉情形更具彈性。
  - 4. 簡化緊急電源供應系統。
  - 5.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,即可由備用空調箱支援供應,或由比較不重要之區域或可斷續供給空調之區域來供氣,或可考慮同一台空調箱採雙風車供應。
- 2.空調箱需作正常定期保養時或零件發生故障時,也才能不至中斷空調之送風,上述方法或其他具有備份保護措施甚為重要。
- 3.在重要區域需將送風系統、回風系統及排氣系統分開裝設時,如外科、產科、病理學及實驗室等,為保持正常氣壓之平衡,可將送風機與排風機作連鎖運轉。例如在外科區域若送風機停止時,即應將回排風機亦同時停止運轉。

## (三)機械式冷卻系統:

- 1.在醫院內之臨床及病人區宜慎重考慮空調方式,最好使用間接式 之冰水系統。
- 2. 若使用冷媒直接循環系統,則應參照 SAFETY CODE MECHANICAL REFRIGERATION, ASHRAE Standard 15 有關安全上之限制及禁止使用之相關規定。

## 6.11 空調系統節能設計指標與基準

在我國的建築法規中,採用建築外殼耗能量指標,作為空調型建築的外殼節能設計的依據,最新的建築技術規則,在第 17 章第 4 節 309 條中已有相關規定。

#### 6.12 醫院空調系統之節能措施

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

- (一)醫院中較為次要之照顧病人區及行政區為節省能源,可考慮使用變風量系統。醫院內一但使用變風量系統,則需特別注意其最少風量之維持,應不得少於相關法規之規定,同時仍應維持不同使用區域間之相對空氣壓力。
- (二) 儲冰主機可利用離峰電力製冰,能源成本較低,但耗費空間與設備價高是其缺點,投資回收年限約在7~8年間。可評估採一般冷凍主機搭配儲冰主機方式設計,既可降低尖峰運轉電費,停電時只需發電機輕量負載(循環泵)即可提供部份重要區域之空調。

- (三) 所有空氣過濾器應按使用壓降之情況及使用時間,按規定更換或 清洗以保持最佳通風效率。
- (四)室內溫度計及濕度計必須安裝在容易看見之處。室內溫度必須按 照實際需要設定,並應避免室內溫度設定偏低。
- (五) 調整各風機風量,以維持規定所需要之換氣量及與鄰區間之相對 壓力,並應注意避免風量偏大。
- (六)冰水主機應分成多台,並以設置變頻主機為優先(有條件時)並做自動台數控制。可得到最佳經濟效益。冰水主機宜設置對應水量之冷卻水泵、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對應水量之冷卻水泵、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。冰水系統須採二通閱變流量系統。
  - (七)冰水泵建議應設置一次泵變頻系統按不同空調區域分別裝設流量控制閥。
    - 1.冰水泵應做自動台數變頻控制以節約能源。
    - 2.冰水循環系統應確實做好冰水之循環量及平衡之調整。
    - 3.冰水循環泵浦建議選用原則
      - (1) 冰水泵浦使用臥式離心式泵浦。
      - (2) 空調管路系統,一次側(指 header 到冰水主機入水側)冰水循環泵浦使用變頻泵浦,延伸供應(冰水主機出水側到 header);一次冰水循環泵浦使用變頻泵浦(依使用現場之壓力變化做變頻,以達空調系統節能的目標)。

- (3) 以實際系統冰水需求量(空調冰水主機噸數 x10 倍)選用適當之冰水循環泵浦;原則上,一台空調冰水主機需搭配二台為一組的冰水循環泵浦;一台為冰水循環泵浦,另一台為冰水循環備用泵浦,二台冰水泵浦需可各自為主備用泵浦運轉使用。如系兩部空調主機同規格以上時,則接(N+1)台循環泵,其中一台為備用泵浦。
- (4) 一次冰水循環泵浦使用變頻泵浦時,使用現場負載(如: AHU、PAHU)之流量控制閥需使用二通閥。
- (八)因醫院空調為需 24 小時全年運轉之設備,故冰水主機之冷卻水 塔應做溫度控制。在不防礙冰水主機正常運轉之條件下,設定之 溫度宜盡量降低,可維持主機高效率運轉。
  - 1. 冷卻水塔選用散熱容量將影響冷凍機運轉效率,因冷凍機中冷凝器所散熱量是由冷卻水吸收後,再經冷卻水塔將熱量散發於大氣中,故冷卻水塔能量不足,將降低冷凝器散熱能力,而冷凝器散熱不良,將使冷凍機運轉時耗電量增加。

## 2. 冷卻水塔選用原則:

- (1) 開放型冷卻水塔需儘可能設置於遠離煙囪或是空調排風出口,防止細菌吸入。
- (2) 當有設置二台以上之冷卻水塔或是周圍有牆壁等之情形, 需考慮周圍空間及吐出引導裝置之高度。
- (3) 補給水的水壓需確保 0.3kg/cm²以上。
- (4)冷卻水塔並聯運轉時之水位平衡,需考慮連通管管徑、水槽接續部形狀以及基礎座高度。
- (5) 空調用冷卻水的出口溫度,建議以冷卻水塔所在環境濕球溫度提高3°C(即為 Approach)。

- (6) 在多粉塵處、亞硫酸氣體等污染物質較多處設置冷卻水塔 時,需考慮使用密閉式冷卻水塔。
- (7)冷卻水塔與空調系統冰水主機搭配使用時,其冷卻噸數建 議為冰水主機冷凍噸之1.25倍以上。
- (8) 冷卻水塔選用原則(如表 6.12-1)

表 6.12-1 冷卻水塔選用原則

A. A. J. M. S. A. A. Jedi	總噸數 500 以下	總噸數 500(含)以上
冷卻水塔之冷卻噸數	FRP 方型	金屬型(工業型)

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

- (9) 冷卻水塔應定期清洗,以免積垢生物污影響效率及滋生退 伍軍人桿菌等。
- (九)所有空調設備包括冰水主機等,除應做一般之日常保養外應加強 定期及預防保養等工作。定期及預防保養之工作視使用情況而 定,但一般以每使用 6000 小時做一次為原則。徹底定期及預防 保養之工作,不但可降低發生故障之機率,更能維持較高效率之 運轉,有效降低運轉費用。

## 6.13 潔淨手術室之目的、設置標準、設計要點

- (一)醫院使用潔淨手術室的目的
  - 1.控制室內溫濕度
  - 2.提供室內工作人員所需的新風量
  - 3.維持室內外合理的氣流分佈
  - 4.控制室內細菌濃度

## (二)手術過程的特殊性要求

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

表 6.13-1 潔淨手術室等級標準

kk 10	of the sheet of the	沉降細菌	最大濃度	平均表面最大						
等級	. 手術室分級	手術區	周邊區	染菌密度	手術區	周邊區				
Ι	特別潔淨手術室	5個/m³	10 個/m³	5個/m³	100 級	1000 級				
II	標準潔淨手術室	25 個/m³	50 個/m³	5個/m³	1,000 級	10,000 級				
III	一般潔淨手術室	75 個/m³	150 個/m³	5個/m³	100,000 級	1,000,000 級				
IV	準潔淨手術室	175 個/m³	175 個/m³	5 個/m³	300,000 級	300,000 級				

表 6.13-2 潔淨手術室的設置範圍

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

## (三)潔淨手術室設計需注意重點

- 1.潔淨手術室室內壓力問題
- 2.新風過濾器的設置
- 3.排風過濾器的設置
- 4.回風口的設置
- 5.除濕、加濕器設置、溫濕度要求

6.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。

# 中央無菌準備區 手術房 走郎區 15pa 8pa

- 7.出風口必須加裝高效率過濾器(HEPA)。送風採下吹層流式,氣流 必須能將手術台全部覆罩,流向必須由中央向四周擴散;回風口 應有兩個以上,下緣應高於地板 10 公分。必須有壓差以及溫濕 度之監控系統(含濾網差壓、溫溼度等指示)。
- 8. 風管如有隔音內襯,下游端應裝 90%以上之濾網。
- 9. 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。 10.過濾器設置不良的影響:
  - A.潔淨手術室含塵含菌量不易控制。
  - B.室內溫濕度不易維持。
  - C.濾網使用壽命縮短。
  - D.維護工作量加大。
  - E.自淨時間延長。
  - F.浪費能源。

#### 11.回風口設置注意事項

- A. 手術室不應採用四側或四角設置。
- B. 手術室寬度>3m 時,應在房間長度方向兩側下部設置出 風口。
- C. 當手術室寬度 <3m 時,可在單側下部設置出風口。
- D. 回風口上邊高度不超過 0.5m。
- E. 回風口下邊離地面不小於 0.1m。
- F. 回風風速不應大於 2 m/s。
- G. 手術室潔淨等級、數量與空調箱(AHU)的比例關係如下 表:

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

#### 12.手術室溫濕度要求

- A. 一般手術室室內溫度建議為 19~22℃, 相對濕度為 40~60%。
- B. 器官移植手術室室溫要求為 20°C。
- C. 心肺血管手術室需有急速降溫、防結露和防冷措施。
- D. 作兒童手術時室溫要考慮醫護人員作業環境溫度與兒童 保溫問題。

## 13. 氣流組織方面

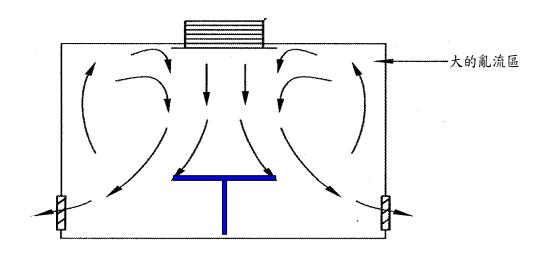
A. 潔淨手術室的送風口應集中佈置於手術台正上方,使手術台及其周邊區位於潔淨氣流形成的主流區內。 採用局部集中送風方式,對於 I 級潔淨手術室來說,由於要求

單向流,可以按照垂直層流潔淨室設計方式設計,經驗比較成熟。

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

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

圖 6.13-1 對清淨度要求較高之手術台之錯誤設計



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

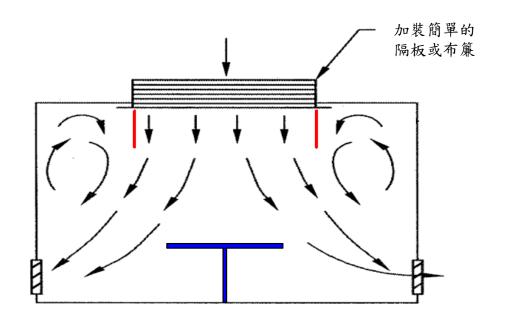


圖 6.13-2 對清淨度要求較高之手術台正確設計

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

#### (四)潔淨室的節能

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

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

- 手術室未使用時間,空調降載運轉。(使用前回復正常運轉,時間以達到手術房潔淨等級標準設定)
- 3. 未使用之手術室多間共用一台新鮮風機維持低換氣量及正壓 運轉,關閉各手術室高換氣風機;新鮮風機也應有同部降載風量之對應功能。
- 4. 採用高通風量型濾網,降低風壓損減輕風機負荷。
- 5. 溶劑除濕,節省電能設計。
- 6. 手術後清潔完成, 熄燈時連動空調低速運轉。(反之, 開燈及 回復正常運轉)
  - (1)手術室之節約能源的措施

# 表 6.13-3 手術室節約能源措施整理表

A	:省戶	能設計	B∶∤	非熱排	非水再和	钊用(	C :	利	用力	天然	資	源]	D	: 管:	理及	处控制	制
1.	冰水	泵浦順	1. 廢	熱水	再循環	,	1. 7	冷台	沪水	、塔	的	外	1.	冷卻	水均	荅節	省能
	序控	制						氣禾	刊用					源控	制		
2.	冰水	主機節	2. 鉧	爐廢	熱利用	2	2. :	外系	瓦冷	谷	系	統	2.	鍋爐	系統	統自	動控
	能運	轉					(	(冬)	季)					制低	量值	亭止	改電
														能消	毒		
3.	提高	冰水主	3. 高	温排	氣再利	用	3. <i>:</i>	外氣	瓦取	く 自	低	温.	3.	冷卻	水均	荅機	扇起
	機運	轉效率					į	處						停設	定		
4.	儲冰	系統設	4. 回	收鍋	爐設作	青冷						4	4.	電熱	鍋	盧運	轉策
	計		凝	水										略調	整		
5.	選定	設計條	5. 外	氣空	調箱冶	〉凝							5.	排氣	控制	制	
	件		水	的回	收												
6.	清淨	面積最	6. 熱	泵供	冷熱平	至衡						(	6.	風扇	最高	高效	率運
	小化		運	用										轉曲	線點	點選	定

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

## 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°C,50±5%RH),故常造成傳統手術室潔淨空調系統設備體積大及冷卻加熱盤管互相抵銷等耗能現象發生,而使用二次回風設計可解決以上問題,二次回風空調系統之理論為利用部份回風仍具高溫之特點來減少為減濕所需供應之熱能,以達節能的效果(二次回風定義為:四風風量不經過熱交換器只經過過濾器的送風量稱之)。

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

表 6.13-4 四種常見的 CLASS 100 級手術室潔淨空調系統

手術室分類	室內	最低換氣	平均風速
1個主力級	壓力	次數(次/hr)	(m/s)
特別潔淨手術室	正壓	-	0.2~0.25
標準潔淨	正壓	24	-
一般潔淨	正壓	18	-
準潔淨	正壓	12	-

## 2.室空調負荷的決定:

- (1) 手術室一般都為鋼板結構,若周圍空間無空調,經驗計算通過牆板 傳入室內的顯熱冷負荷一般為 40~80 W/m²。
- (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  $70 \, \mathrm{W}$ ,若以手術室內每人佔有面積  $2.5\sim1.8\,\mathrm{m}^2$  計算,則人體的顯熱冷負荷約為  $30\sim40\,\mathrm{W/m}^2$ 。
- (3) 室內照明形成的顯熱冷負荷約為 15 W/m<sup>2</sup>。
- (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<sup>2</sup>。
- (5) 手術室內的潛熱發熱量主要有人員散濕及濕表面散濕,由這兩部分散濕產生的潛熱量約為 75~95 W/m²。

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

由上面計算可知,潔淨空調系統的送風量為一般舒適性空調送風量的 4~60 倍,而潔淨空調系統冷負荷約為一般舒適性空調冷負荷的 2~3 倍,若將單位送風量承擔的冷負荷定義為相對負荷,顯然,潔淨空調系統的相對負荷較小,也正如其相對負荷小,故系統的送風溫差也較小。而實際現狀的冷卻盤管的進風與出風溫度差在 3~6 ℃ 時效

率最高及最經濟。故在系統的送風溫差3°C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。

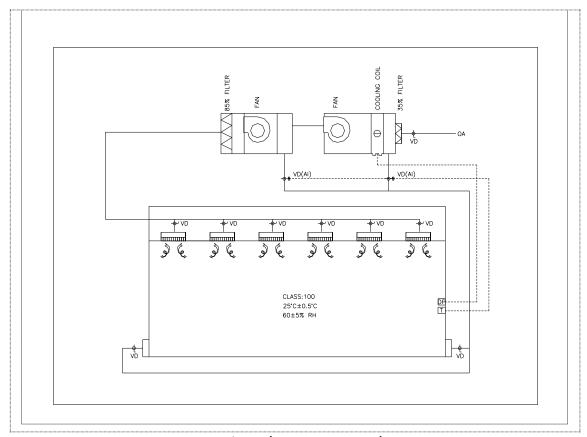


圖 6.13-3 手術房二次回風示意圖

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

## 6.14 醫院空氣品質管理

## (一)法規要求

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

- 1.室內空氣品質標準項目包括:
  - (1)二氧化碳(CO2)
  - (2)一氧化碳(CO)
  - (3) 甲醛(HCHO)
  - (4)總揮發性有機化合物(TVOC)
  - (5)細菌(Bacteria)
  - (6) 真菌(Fungi)
  - (7)粒徑小於等於 10 微米(μm)之懸浮微粒(PM10)
  - (8)粒徑小於等於 2.5 微米(µm) 之細懸浮微粒(PM2.5)
  - (9)臭氧(O3) 等 9 項。(如表 6.14-1)

## 2.室內空氣品質標準。

表 6.14-1 室內空氣品質標準

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

## (1)本標準值之各項意義如下:

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

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

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

D.最高值:指依中央主管機關公告之檢測方法所規範採樣方法之 採樣分析值。

- (2) 總揮發性有機化合物(TVOC,包含:十二種揮發性有機物之總和):指總揮發性有機化合物之標準值係採計苯(Benzene)、四氯化碳(Carbon tetrachloride)、氯仿(三氯甲烷)(Chloroform)、1,2-二氯苯(1,2-Dichlorobenzene)、1,4-二氯苯(1,4-Dichlorobenzene)、二氯甲烷(Dichloromethane)、乙苯(Ethyl Benzene)、苯乙烯(Styrene)、四氯乙烯(Tetrachloroethylene)、三氯乙烯(Trichloroethylene)、甲苯(Toluene)及二甲苯(對、間、鄰)(Xylenes)等十二種化合物之濃度測值總和者。
- (3) 真菌濃度室內外比值:指室內真菌濃度除以室外真菌濃度之比值,其室內及室外之採樣相對位置應依室內空氣品質檢驗測定管理辦法規定辦理。公告場所應依其場所公告類別所列各項室內空氣污染物項目及濃度測值,經分別判定未超過第二條規定標準者,始認定符合本標準。
- 3. 依環保署於 103.01.23.訂定(中華民國 103 年 07 月 01 日生效)之應符合室內空氣品質管理法之第一批公告場所中,部份醫療場所已納入管制(詳環保署網站公告),其醫療場所管制室內空間及空氣污染物項目如下:
  - (1)管制室內空間:醫院院區之各幢(棟)建築物室內空間,以申辦掛號、 候診、批價、領藥及入出口服務大廳為限。但不含位於以上室內空間 之餐飲區及急診區。
  - (2)管制室內空氣污染物項目

A. 二氧化碳(CO<sub>2</sub>)

- B. 甲醛(HCHO)
- C.細菌(Bacteria)
- D.粒徑小於等於十微米(µm)之懸浮微粒(PM10)

(上述管場所、空間、污染項目依環保署公告之資訊會有所變動)

## 4.國內室內空氣品質相關法關如下:

- (1)室內空氣品質標準。
- (2)室內空氣品質管理法。
- (3)室內空氣品質管理法施行細則。
- (4)室內空氣品質維護管理專責人員設置管理辦法。
- (5)室內空氣品質檢驗測定管理辦法。

## (二)室內空氣污染物及其潛在來源

## 1.污染物及其潛在來源

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

## 2.室內空氣污染物對人體之危害特性

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

## (三)室內空氣品質維護

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

- 1.污染源控制:在建築物新建或翻修時,用低排放率或排放危害性 較低的污染物的物料作為代替品,例如:
  - (1)用水基/聚安酯油漆取代有機溶劑型油漆。

- (2)改用化學強度較低但仍足夠強力的清潔劑。
- (3)避免使用合板,也可以降低甲醛的排放。
- (4)避免使用高石灰量的建材以壁免氮的排放。
- (5)保持室內乾燥,因為建築的表面含有足夠的養份所以只要有足 夠的濕度像黴菌等微生物就會大量地繁殖起來,要控制室內 微生物的方法就是保持乾燥。
- (6)經常打掃室內,以減少灰塵。

## 2.通風換氣:

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

## 3.空氣清淨:

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

#### (四)室內空氣品質改善建議作法

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

- 1. 空調設備及風管是否清潔(主要影響檢測項目:細菌數、真菌、PM10、PM2.5):因風管內部清潔不易,且國內法規未強制要求,因此大部分空調系統常忽略風管內部清潔作業,雖空調箱或 FCU 設備之濾網可攔截部分空氣中之粉塵微粒,但如濾網等級、過濾效率不足日久風管內部仍會逐漸堆積塵粒及污垢等,因此空調送風再經由髒污之風管將冷風送至室內,這過程中勢必將風管中粉塵及細菌帶入室內。
- 2. 新鮮風量是否充足(主要影響檢測項目: CO<sub>2</sub>, 其他檢測項目亦會影響, 大量的新鮮風量可稀釋室內空氣中的汙染物)
  - (1)原有新鮮風引進量是否符合現有空間需求(如原有空間用途變更致使用人數變多,但未做空調外氣引進量之需求確認,導致現場 CO2濃度過高)。
  - (2) 新鮮風管之閘門未開至適當之位置,而導致現場 CO2 濃度過高。
  - (3) 新鮮風引進點為來源 CO<sub>2</sub> 濃度確認,可能因引入條件不佳,導 致現場 CO<sub>2</sub> 濃度無法稀釋。
- 室內空氣氣流分佈是否均勻正常(主要影響檢測項目:全部):如出風口、回風口、排風口位置設置不當,將造成氣流短循環現象而影響換氣。
- 4. 樓層各空間與鄰近空間或走廊之壓差及氣流流向是否正確(主要影響檢測項目:全部):如各場所空氣壓差應為:較潔淨場所之空氣壓力>次潔淨場所>較髒染污之場所,以確保氣流流向為較潔淨空間→次潔淨空間→較髒污之空間。

5. 如有明顯污染源時應就近加強局部排風。

## (五)常見室內空氣品質改善方式

## 1.搭配全熱交換機之室內新鮮風引進量改善:

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

#### 2.加裝高劑量 UVC 殺菌燈

空調箱內部冷卻盤管(含鰭片)因長期處於潮溼狀態,易於滋生細菌,進而成為細菌的溫床,當回風經過盤管及鰭片冷卻送風至現場時,盤管後端若無另設濾網過濾空氣,則盤管及鰭片上的細菌易被帶入現場,可於空調內部加裝 UVC 殺菌燈,避免盤管及鰭片及空調箱內部壁面滋生細菌;同時可保持冷卻盤館及鱗片乾淨無微生物生長,以維持良好之熱交換效果,進而達到節能效果。

#### 3.提升空調箱濾網等級

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

## 4.加裝光觸媒氧化模組

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

表 6.14-2 濾網性能測試標準照

表 6.14-2 濾網性能測試標準由 ASHRAE 52.1 轉換至 ASHRAE 52.2 近似對照					
52.2 標準	相近於 52.1				
之標示最	標準測試結果		應用指引		
低效率	污化法	重量法	典型污染物	典型應用	典型過濾網/
質 (MERV)	效率	效率	控制	和限制	空氣過濾裝置型式
20	n/a	n/a	<0.3µm 粒徑	無塵室、放射性	HEPA/ULPA 過濾
19	n/a	n/a	病毒(單獨)	物質、醫藥製品	網於 0.1~0.2µm 粒
18	n/a	n/a	碳塵	生產、致癌物	徑之粉塵效
17	n/a	n/a	海鹽	質、外科手術	率 ≥99.999%,IEST
			所有燃燒之煙霧		type F °
			氡氟衍生物		於 0.3μm 粒徑之粉
					塵效率
					≥99.999% , IEST
					type D o
					於 0.3μm 粒徑之粉 塵效率 ≥99.99%,
					を数字 299.9970 / IEST type C。
					於 0.3μm 粒徑之粉
					塵效率 ≥99.97%,
					IEST type A ∘
16	n/a	n/a	0.3~1.0μm 粒徑	醫院住院病患	袋式過濾網:微米
15	>95%	n/a	所有細菌。	保護、一般手	細度之玻纖或合纖
14	90~95% 80~90%	>98%	大部分香菸	術、頂級商業大	材料,以無支撐方
	80~90%	>98%	燃燒煙霧。	樓、吸菸室	式(濾材部分為可
			小飛沫(噴嚏)		彎曲)之袋式過濾
			京煮油煙。		網。可為 6~12 袋,
			大多數煙霧   殺蟲劑氣膠		袋深為   300~900mm。
			救		300~900mm。   盒式過濾網:為硬
			化妝品粉		一型式巡视·為及 外殼筒形過濾器,
			油漆顏料		深度為
			,		150~300mm,可使
					用紙質或 lofted 聚
					酯材料作為濾材。

表 6.14-2	濾網性能	測試標準	声由 ASHRAE :	52.1 轉換至 AS	HRAE 52.2 近似對照
52.2 標準	相近於 52.1 標準測			.,	
之標示最	試結果		應用指引		
低效率		·	11 -1 - 16 17	u -1	U
質	污化法	重量法	典型污染物	典型應用	典型過濾網/
(MERV)	效率	效率	控制	和限制	空氣過濾裝置型式
12	70~75%	>95%	1.0~3.0µm 粒	優質居住環	袋式過濾網:微米細度之
11	60~65%	>95%	徑	境、高級商業	玻纖或合纖材料,以無
10	50~55%	>95%	退伍軍人症	的大樓、醫院	支撐方式(濾材部分為
9	40~45%	>90%	加濕器灰塵、	實驗室	可彎曲)之袋式過濾
			鉛塵、麵粉、		網。可為 6~12 袋,袋深
			媒塵、汽車排		為 300~900mm。
			放微粒、噴霧		盒式過濾網:為硬外殼筒
			器氣膠、焊接		形過濾器,深度為
			微霧		150~300mm,可使用紙
			F=2474		質或 lofted 聚酯材料作
					為濾材。
8	30~35%	>90%	3.0~10.0µm 粒	商業的大樓、	摺式過濾網:使用厚度為
7	25~30%	>90%	徑黴菌、孢	較好居住環	25~125mm 之棉材/聚酯
6	<20%	85~90%	子、噴霧髮	境、工業工作	纖維過濾材,以紙框封
5	<20%	80~85%	膠、織布防	場所、油漆場	邊固定,可增加過濾材
			護、機具噴	所進風口	使用面積,為一次使用
			灑、水泥塵、	77120	性。
			混合性軟質		'-   桶式過濾網:使用合纖,
			物、鼻煙、奶		依序將濾材膠合與固定
			粉		成立體結構型態或袋
			120		<b>型。</b>
			I		至。   平板式過濾網:一次使用
			I		型合纖平板式過濾網
4	<20%	75~80%	>10.0μm 粒徑	居住環境最低	平板式過濾網:一次使用
3	<20%	70~75%	~10.0μm 粒徑     花粉、鐵蘭、	居住環境取低 過濾需求、窗	型玻纖/合纖平板式過濾
2	<20%	65~70%	化粉、鐵闌、 灰塵、沙塵、	迎 源 新 水 、 鹵 戸 空 氣 過 濾 器	型坡礁/台礁十极式迴濾 網。
1	<20%	<65%	· 灰壓、沙壓、 噴漆微粒、紡	厂工制吧滤品	網。   可洗式:鋁網、塗佈動物
			領漆俶和、約   織纖維、地毯		
			, ,		毛乳膠、橡膠發泡材之
			織物纖維		平板式過濾網。
					静電:自我帶電之聚碳酸
					酯織布之平板式過濾
					網。

# 柒、熱能系統節約能源實務(含熱泵)

## 7.1 前言

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

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

## 7.2 如何提高鍋爐效率

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

#### (一)降低排氣溫度:

排氣溫度一般比所產出蒸汽溫度高約 20-30°C,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,另外燃油鍋爐更須務必使燃油霧化良好,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)加強保温:

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°C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°C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)蒸汽袪水器(SteamTrap):

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

- 1.熱設備在啟用前,蒸汽管路中有大氣存在。
- 2.當停車時,熱設備中部份蒸汽慢慢冷凝而造成真空,使外界大氣 倒灌入內。
- 3.操作不當或使用的添加物混雜有空氣。

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

蒸汽袪水器種類很多,並且各有特徵依其使用原理,一般可分四種型式,如下表:

表 7.3-1 蒸汽祛水器種類

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

#### (二)蒸汽袪水器故障原因與對策

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

#### 1.堵塞(Blockage):

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

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

由蒸汽封鎖所引起之堵塞現象,最大的特徵是祛水器外表 溫度是熱的,其餘三種原因引起堵塞時,祛水器外表是冷的。 機械作動型祛水器中,其流孔板的大小是根據最高操作壓力而 設計的,因此每一種機械作動型祛水器都有一最高使用壓力限 制,若操作壓力超過此最高值,則祛水器往往會產生堵塞現象, 有時由於祛水器內部之篩(Screen),閥或管路塞有外物,或當其 浮球或浮桶的浮力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?袪水器入口及出口閥是否完全 開啟?機械作動型袪水器則確定蒸汽壓力是否在容許界限 內?
- (B) 祛水器表面若是熱的,幾乎可確定是蒸汽封鎖所引起,可經由打開迴流閥和倒冷水於入口管路和祛水器中而消除此種

異常。

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

#### 2.噴流(Blowing)

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

(1)袪水器的排放量過小

間歇性排放式袪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

靜熱作動型袪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)袪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。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)圓盤式袪水器之壓力限制

圓盤式袪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) 檢查袪水器之排放容量設計,是否適於實際量。

- (B) 對於圓盤式袂水器檢查入口壓力與背壓是否在容許範圍內,若背壓過高,查出原因
- (C) 查核是否發生過水鎚現象,嚴重的水鎚往往使得機械作動型祛水器之浮球變形受損,造成噴流,解決方法可在浮球上加一護蓋以保護浮球。
- (D) 若均非以上原因所造成,則分解袪水器,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 遭磨損或靜熱作動型祛水器由於不正確的校正等都會引起嚴重 的洩漏。雙金屬式祛水器必須時常校正,使其閥在溫度低於飽和 溫度,凝結水完全排放前關閉,否則祛水器之閥在凝結水完全排 除後才關閉,會引起短暫的噴流現象,產生蒸汽洩漏,如果閥關 閉的動作過於緩慢,則引起的蒸汽流失必然更大,因此雙金屬式 祛水器必須定期做校正。

#### 對於洩漏的處理對策有:

(A) 對於機械作動型袪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,可由分解袪水器來處理。

- (B) 浮球式袪水器當浮球表面產生痕紋,而此痕紋碰及細孔板時就會產生蒸汽洩漏,應予更換。
- (C) 對於靜熱作動型袪水器方面,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)袪水器洩漏的偵測

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。

但管路中蒸汽從袪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袪水器而言,這是相當好的檢驗方法,例如某些熱動力型袪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,這種檢驗方法是袪水器的前方加裝一個感應室,感應室 內設有一例間板。當袪水器是正常時,冷凝水流經間板下,並經 袪水器排除,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,來檢驗袪水器 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:

- 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。
- 给水溫度提高,水中含氧量減少,避免鍋爐管線鎊蝕;增加熱傳速,提高效率。
- 給水溫度提高,減少鍋爐氣鼓的溫度差,避免鋼板熱脹冷縮, 應力不平衡,延長鍋爐壽命,同時蒸汽壓力穩定。
- 6. 給水溫度昇高,增加鍋爐蒸發量,減少單位蒸汽生成熱能的需要量,直接節省燃油消耗,提高鍋爐效率。鍋爐飼水溫度每提高6℃,大約可增加1%鍋爐效率。冷凝水回收就是回收其餘

熱提高系統效率,並回收水資源,節省浪費。

(五)送風機及引風機採用變頻器或液壓連軸器

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

- 1. 送風機控制模式以擋板做風量調節控制,未能有效節能,尤其 是在離峰降載操作(70%),可考慮改用變頻或變速控制可有效 節能。
- 2. 鍋爐排氣因需克服節熱器、排煙脫硫設備、空氣預熱器設備等之壓損,需有引風機輔助抽氣,引風機之設計值一般偏大,風量超出需求量30~40%,控制模式以擋板做風量調節控制,未能有效節能,可考慮改用變頻或變速控制來節能。
- (六)鍋爐使用適當壓力避免異壓利用,減少鍋爐壓力 1kg/cm2 可獲得 0.3%效率。

#### 7.4 熱泵系統介紹

#### (一) 熱泵原理

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

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

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

圖 7.5-1 熱泵原理

#### (二)利用熱泵原理擷取大氣熱能

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

熱泵熱水器原理與冷氣機相同,只是將冷氣機製造冷氣過程中,往外面排出的熱氣能量,排入一個水槽中,製成熱水,可回收原本要排放的熱氣,變成有用的資源。而在製造冷氣過程中,也會產生除溼作用,因此熱泵熱水器具一機三用(熱水、冷氣、除濕)功能。冷氣機如設計成放置在室外,從大氣中吸取熱能,排出的熱量,

仍然導入水槽中製成熱水,這就是「大氣取熱式熱泵熱水器」。而 大氣熱能來自地球上的大氣層,時時在吸收太陽能,取之不盡用之 不竭,所以「大氣取熱式熱泵熱水器」也是太陽能應用的一種。所 以這種「大氣取熱式熱泵熱水器」也是太陽能應用的一種。

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

#### (三)熱泵熱水器

#### 1.熱泵熱水器是什麼

如果將冷氣機製造冷氣過程中,往外面排出的熱氣能量 (QH),排入一個水槽中,製成熱水供各種使用,這樣就可回收原本要排放到屋外讓路人痛苦的熱氣,變成有用的資源。可節省另外製造熱水的設備投資與能源費用,又有利環保,做到利己利人。因此,冷氣機除產生冷氣外,從製造熱水的功能來看,它也可變成一部「熱泵熱水器」,冷氣與熱水通通有用。而在製造冷氣過程中,也會產生除溼作用,因此「熱泵熱水器」兼具熱水、冷氣、除濕的多重功能,是典型的綠色環保器具。(如圖 7.5-2 所示)

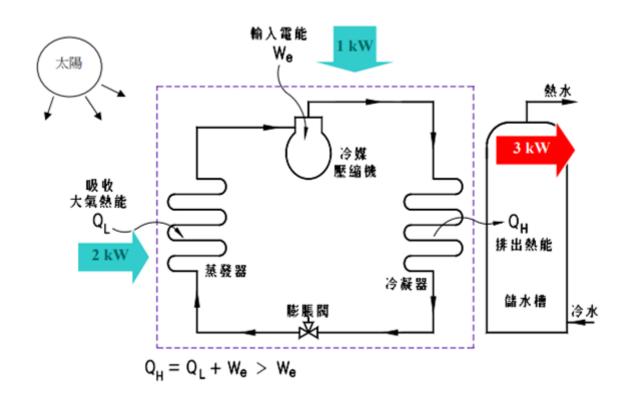


圖 7.5-2 熱泵熱水器

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

#### 2. 熱泵機的種類及特性(如圖 7.5-3 所示)

熱泵機可分二大類為:

#### (1)空氣對水熱泵機(air to water)

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

#### (2)水對水熱泵機(water to water)

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

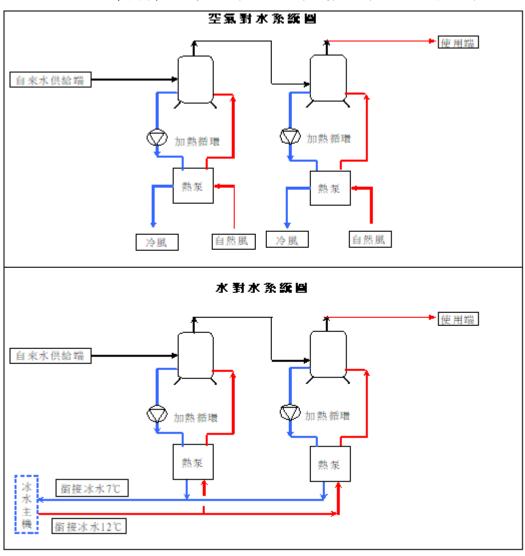


圖 7.5-3 熱泵系統循環示意圖

#### 3. 熱泵熱水器之優點

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

此台熱泵熱水器的性能測試結果,在氣溫 25℃時, COP (熱水吸熱量/耗電量)可達 2.6,與電熱水器比較相當於可以減少約

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

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

- (1)安全-無燃燒,不產生廢氣造成二次污染、免除其他鍋爐熱水器爆炸之危險性、無瓦斯中毒、無觸電。
- (2)省錢一耗電量小、節省 3/4 的電熱費、節省 2/3 的瓦斯費、節省 1/2 鍋爐費(省錢部份不含例如鍋爐設備之清除油漬污垢保養費、鍋爐技士人事費、危險性等)
- (3)環保-只利用大自然中之熱能(廢熱氣、熱空氣、水熱)、無燃 燒,不產生二氧化碳污染空氣、不排廢熱氣,減少溫室效應 防止地球老化。
- (4)多功能-製熱水之同時能提供冷氣、除濕、空氣之濾清。
- (5)方便—安裝方便可利用原有系統節省經費、全自動控制,只 操作本系統之開或關即可,非常省時方便。
- (6)高科技—採用先進技術、低操音高功能設計,能源之轉換氣溫只要高於5°C就能製造熱水,製熱效率比柴油燃燒系統高2 倍以上、比瓦斯加熱系統高3倍以上、比電熱加熱系統高4

倍以上。

#### 4.熱泵主機解剖圖

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



圖 7.5-4 熱泵主機解剖圖

#### 5.熱泵熱水器主要配件圖

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

# 熱泵熱水器配件

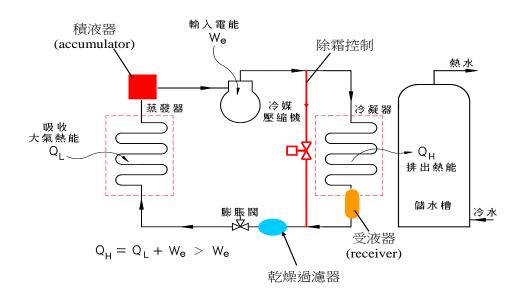


圖 7.5-5 熱泵熱水器主要配件圖

#### (四)熱泵系統設計

#### 1.系統設計要領

- (1) 系統設計是熱泵熱水器之架構命脈;系統之安裝必須要擁有 優良品質的熱泵機組、豐富施工經驗及正確優秀的設計技術 水準才能將熱泵之優點效能發揮至儘善儘美,否則其效果能 力多少會受到打折。
- (2) 系統之設計首先必須詳細考量使用者之需求,才能做完善之 設計:

A.整套設備:採熱泵或和原系統做結合?

- B. 取熱來源:水或是空氣?是否有擷取現有之廢氣熱、水熱? 來改善現有之周遭環境。
- C. 熱水需求量:以冬季需求量較多為準,選用適當機型及數量。

- D.設置場所、地點:取熱及排冷是否容易?是否平衡?保溫桶之噸數、數量是否影響建築結構?地下室或頂樓或一樓地面?壓差如何?施工有否障礙?施工安全性?
- E. 水質:不同地區會產生不同之水質,而不良的水質容易產生水垢,會影響系統之製熱效能,水份之石灰質超過限度時,需考慮加裝水質處理裝置。
- F. 運轉時段之設定: 熱泵機可依對象之需要時段而設定運轉時間,因此必需瞭解其使用時段,而系統運轉儘量設定在 離峰時段。
- G. 排冷利用:可利用於機房、冷凍空調之吸風端或其他需要 改善溫度之處,徹底使用廢冷以達雙方節約能源及環境保 護。

## (五)熱泵系統設計案例

# 1.醫院(表 7.5-1)

床妻	<b>K</b>	258										
	<b>X</b>	0 - 0				醫院基本條件		n- 1	N (1 E00 0000)	1 1 2 2 2 2 2 2	<u> </u>	
		206	使用性	別	綜合	熱水用オ		集中立	t(1700~2200)	中央空調	系統	有
					熱ス	<b>水使用狀況分</b>	1					
$\overline{}$	冬天村	莫式	毎人熱	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			備(D棟)			(BC棟)		熱泵設	•
7,17	/	W. 4. T	MAGE		-	16.86/公斤	8816Kca1		28.6/公升	2950Kca1	/度	2.6/度
(月)	(天)	(L)	(Kcal/月)	(公斤	.)	(元)	(公升	-)	(元)	(度)		(元)
11月	30	835, 920	33, 436, 800		3, 715	62,635		5, 057	144,630	11	, 335	29, 471
12月	31	863, 784	34, 551, 360		3, 839	64,726		5, 226	149, 464	11	, 713	30, 454
1月	31	863, 784	34, 551, 360		3, 839	64,726		5, 226	149,464	11	, 713	30, 454
2月	28	780, 192	31, 207, 680		3, 468	58,470		4, 720	134,992	10	, 579	27, 505
3月	31	863, 784	34, 551, 360		3, 839	64,726		5, 226	149, 464	11	, 713	30, 454
小言	計	4, 207, 464	168, 298, 560	1	8, 700	315, 282	2	5, 455	728,013	57	7, 053	148, 338
	夏天村	莫式	每人熱	水需求(L)		90	進水溫度	(°C)	20	熱水溫度	(°C)	55
пM	т жи	杜卜旦	44日	液化:	瓦斯設備	備(D棟)	柴油	由設備	(BC棟)	1	熱泵設	
月份	天數	熱水量	熱能量	12000Kca1	/公斤	16.86/公斤	8816Kca1	/公升	28.6/公升	2950Kca1	/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		2, 709	45,674		3, 687	105, 448	8	3, 265	21, 489
5月	31	719, 820	25, 193, 700		2, 799	47, 191		3, 810	108, 966	8	3, 541	22, 207
6月	30	696, 600	24, 381, 000		2, 709	45,674		3, 687	105, 448	8	3, 265	21, 489
7月	31	719, 820	25, 193, 700		2, 799	47, 191		3, 810	108,966	8	3, 541	22, 207
8月	31	719, 820	25, 193, 700		2, 799	47, 191		3, 810	108,966	8	3, 541	22, 207
9月	30	696, 600	24, 381, 000		2, 709	45,674		3, 687	105, 448	8	3, 265	21, 489
10月	31	719, 820	25, 193, 700		2, 799	47, 191		3, 810	108,966	8	3, 541	22, 207
小言	計	4, 969, 080	173, 917, 800	1	9, 323	325, 786	2	6, 301	752, 209	58	3, 959	153, 293
總言	計	9, 176, 544	342, 216, 360	3	8, 023	641,068	5	1, 756	1, 480, 222	116	, 012	301,631
					į.	热泵設備規模	<u> </u>			•	<u> </u>	
型號	A	MP-09	台數 3	熱效能		0 btu/hr	冷效能	760	00 btu/hr	風量	27	50 CFM
 医縮機素	毛電量	8. 5kw	壓縮機			渦捲式	箱體材質		不鏽鋼	電源供應	3	
			18公升/人*(55					I		1 2		
_			86800Kca1/月÷					:斤=12	139元/月			
_			86800Kca1/月÷									
-1			3436800Kca1/)						•			
方	1. MA	च्राम ग	,100000NCu1/ )	1 . 2000 MCa	· · / · / · · · · · · · · · · · · · · ·	· · (M-T)· 4• '	J.G. /X 20.	111/0/	/1			
式												
-												
-												

#### (六)熱泵節能經濟效益

熱泵機是高效能的製熱水器,因它是以最小之電能吸取大自然的熱能,經高效能轉換放大產生熱水,依據專家學者之分析報告顯示,若採用熱泵機則全國一年的使用電量,可省下一座核能發電廠所提供之電量,數目相當龐大。其製熱費用與其他製熱水系統計算比較如下:(見表 7.5-2、表 7.5-3 及圖 7.5-6 所示)

1.不同熱源產生熱水之成本比較

表 7.5-2 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%	=	2,236 仟卡/度
			(COP)		
大熱泵熱水器	熱值	860 仟卡/度	熱放大係數 360%	=	3,096 仟卡/度
			(COP)		

#### 表 7.5-3 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	Ш	47.8 度	×	2.89 元/度	II	138 元
液化瓦斯熱水器	37,000 仟卡÷	9,000 仟卡/kg		4.11 kg	×	34 元/公斤	_	139.7 元
柴油鍋爐熱水器	37,000 仟卡÷	6,612 仟卡/公升	=	5.6 公升	×	28.6 元/公升	=	160.2 元
天然瓦斯熱水器	37,000 仟卡÷	6,707 仟卡/度	=	5.52 度	×	11.21 元/度	=	61.9 元
熱泵熱水器	37,000 仟卡÷	2,236 仟卡/度	=	16.55 度	×	2.89 元/度	=	48 元
大熱泵熱水器	37,000 仟卡÷	3,096 仟卡/度	Ш	11.95 度	×	2.89 元/度		34.5 元

說明:表列能源單價以110.4月為基準。

- A. 熱泵熱水器比電熱水器節省 65% 電費。
- B. 熱泵熱水器比液化瓦斯熱水器節省 66% 瓦斯費用。
- C. 熱泵熱水器比柴油鍋爐熱水器節省70%油料費用。
- D. 熱泵熱水器比燃氣熱水器節省 22% 瓦斯費用。

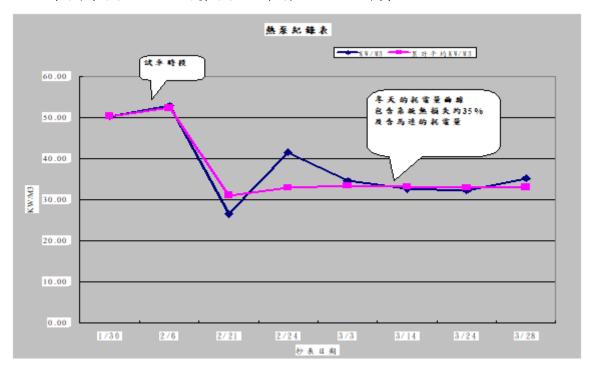


圖 7.5-6 醫院實際比較表

### 捌、醫療儀器節能

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

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

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

- [1]採購新儀器時優先採購具節能功能或低耗能儀器。
- [2]檢討使用中儀器耗能情形,汰換高耗能儀器。
- [3]對已購入使用中之儀器,改變儀器使用方式,減少待機時間。
- [4]進行儀器改善,降低能源浪費。

### 玖、醫院節約能源措施案例介紹

106年至110年能源查核及節能診斷國內210家醫院,統整出各醫院在電力、照明、空調、鍋爐系統可行之節約能源措施共31項,希望藉由此表勾劃出各級醫院未來節能改善方向,並供同業參考,整理如下表9-1三十一項國內醫院節約能源措施案例,逐一舉案例如編號1~32說明如後。

表 9-1 醫院可行的省能改善提案

編號	2 休八點	然 处 扯 <del>花</del>
<del>/ / / / / / / / / / / / / / / / / / / </del>	系統分類	節能措施
2	電力系統電力系統	電梯汰換機加裝電力回升裝置 電腦自動關機程式
3	-	
4		停車場照度自動控制節能改善
		屋頂增設太陽能光電板節能改善
5		照明燈具汰換
6		冷卻水塔汰換改善
7		空調用板式熱交換器汰換
8		空氣品質智能變頻控制
9	空調系統	高效率離心式冷凍空調主機汰換
10	空調系統	儲冰空調系統汰換
11	空調系統	變頻空調主機評估設置
12	空調系統	空調主機房整體節能最佳化控制
13	空調系統	空調箱輔以CO2濃度控制外氣量節能改善
14	空調系統	病房區外氣空調箱變頻節能控制改善
15	空調系統	停車場CO偵測連動排風機運轉節能改善
16	空調系統	空調外氣增設結合熱泵吸附除濕設備節能改善
17	空調系統	空調系統汰換工程
18	空調系統	冷卻水塔鋁合金扇葉汰換為FRP高效能扇葉節能改善。
19	空調系統	空調主機一次冰水泵增設變頻控制節能改善
20	空調系統	新、舊大樓空調系統整併管路改善工程
21	空調系統	空調主機一次冰水泵增設變頻控制節能改善。
22	熱水系統	單身宿舍太陽能熱水系統
23	熱水系統	醫院生活熱水採太陽能與熱泵最佳化控制節能改善
24	熱水系統	增設熱泵搭配既有蒸氣輔助供應熱水節能改善及成效
25		鍋爐蒸氣系統燃燒機更換
26		重油鍋爐汰換為天然氣鍋爐之節費改善
27	醫療儀器	汰換高耗能儀器
28	醫療儀器	加裝時間控制器
29		眼科細隙燈汰換LED燈
30		更換醫療等級電源線

	が用分元・ 1
節能 措施	電梯汰換機加裝電力回升裝置 系統 分類 電力系統
改善 措施	電梯設備老舊汰換,效率逐漸降低舊設備改用變頻式機組後可節省用電外,還外加電力回升裝置,其原理乃是採用車輛煞車的再生能量技術,將位能轉換成電能的系統,將電梯重載往下或是電梯輕載往上移動時,產生出來的重力位能差轉換為電能回收,既可降低維護成本,提升使用效率,降低能源耗用。
改善前	電梯設備於1986年設置至今,因設備老舊效率不佳,容易發生故障嚴重影響乘坐效率品質,汰換現有乘客電梯10部及病床電梯10部,並外加電力回升裝置,既可降低維護成本,提升使用效率,降低能源耗用。
	汰換乘客電梯及病床電梯,節省電梯用電約43%,以平均10部電梯12小時運轉,可節省用電:平均10部*13.43kW*12hr*365天/年=588,234kWh/年
改善後	電梯電力回饋装置 回饋紀錄 電梯作動型式
	馬達驅動器
	市電 T
節能	1.節能成效: 節省用電588,234kWh/年 節省費用588,234kWh/年*2.54元/度=149.4萬元/年 2.抑低 CO <sub>2</sub> 排放量:
成效	588,234 kWh/年*0.509/1,000=299 Ton-CO <sub>2</sub> 3.投資金額: 3,200萬元 4.回收年限:
	3,200萬元/149.4萬元=21.7年

節能	電腦自動關機程式		系統	電力系統	
措施	EVEL ON IN INVITED		分類	574 74.00	
改善	行政單位試行下班後電腦自動	關機之措施,這	透過掃描	IP之方式,於未	關機之
措施	電腦顯示電腦定時關機提示畫	面,當畫面1/	小時未點	選繼續使用電腦印	寺,將
	會自動關機該電腦,此措施具	備節能及用電子	安全雙贏	效益。	
改善前	為維用電安全及節約能源,早	·期因醫師習慣が	<b>冷夜間打</b>	報告後未關機,因	目院區節
	約能源小組會議,為延長設備	·壽命、用電安全	全及節約	能源,因此提議系	<b>參想以電</b>
	腦自動發出提示畫面。				
改善後	行政單位試行具成效,後續推	行至醫療單位	0		
	電腦定時關機通知	安全	環境大領	家一起來!	
	敬爱的同仁您好: 為響應節能減暖,系統將於19:30及	敬爱的同仁日安:		, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	
	20:30各提醒您長時間不用電腦或下班時 務必關閉電腦主機、螢幕及印表機。 若您需繼續使用電腦,請按下方圖示 (對條件用電腦), 其金統在一上時間的生		次離開時未-	手動關機,而由系統自動	
	您的回應,將於20:30或21:30自動執行關機,檔案若無途行存檔將無法回復。 造成您的不便,尚祈見諒!! 電腦課敬啟			小時內未回應即執行)	
	繼續使用電腦	為維用電安	全、 <u>節能省</u> の	炭及延長設備壽命,請您	
	執行關機時間:20:30	離開時(下班或長	長時間開會)	務必關機(含螢幕電源)	
		感謝 您的配	2合!祝您二	工作順心如意	
	關機倒數計時: 59:56		資訊	管理部高雄電腦課關心您	
節能	1.節能成效:				
成效	節省用電17,000kWh/年				
	節省費用17,000kWh/年*2.5	54元/kWh=4.3萬	元/年		
	2.抑低 CO2 排放量:				
	17,000kWh/年*0.509/1,000=	=8.6 Ton-CO2			
	3.投資費用:				
	0元,本改善案為院內自行	開發程式,無其	上 他 費 用	產生	

節能 措施	停車場	照度自動控制節能改善	<u>É</u>		系統 分類	照明設備	
改善 措施	感測到	場照明設備改為感應式 人員或車輛經過時,自 場之安全照明。					
	一般停	車場照明如未做節能控	空制,停車	場照	明耗電力	量 285,751(kWh/年	)
		設備名稱	設備電功率	數量	時數	耗電量(kWh/年)	
改善前		停車場照明燈具 28W*2	56W	537	24	263,431	
		停車場照明燈具 28W*1	28W	91	24	22,320	
				合	計用電量	285,751	
改善後	平均 5 量 68,2	人員或車輛經過時,自 小時為全亮狀態,19, 246(kWh/年) 設備名稱 停車場照明燈具 15W*2 停車場照明燈具 15W*2 (待機,照度 30%) 停車場照明燈具 15W 停車場照明燈具 15W (待機,照度 30%)	以 設備電功率 30W 9W 15W 4.5W	低照 數量 537 537 91	度狀態 時數 5 19 5 19 <b>計用電</b> 高效率 120 Lm 高效率 3600 延經時間 60 秒 壽命> 25,000	<ul> <li>, 改善後停車場照</li> <li>耗電量(kWh/年)</li> <li>29,400</li> <li>33,516</li> <li>2,491</li> <li>2,839</li> <li>68,246</li> </ul>	
		E.		產	無紫外線輻射 品應用 室內停車場 商業照明 建築照明		

1.節能效益:
(1)減少用電: 285,751 kWh/年 - 68,246 kWh/年 = 217,505 kWh/年
(2)節省電費: 217,505 kWh/年 × 3 元/kWh = 65.2 萬元/年
(3)節 能 率: 217,505 kWh/年 ÷ 285,751 kWh/年 × 100% = 76.1%

2.抑低CO2排放量:
217,505 kWh/年 × 0.509 / 1,000 = 110.71 Ton-CO2
3.投資費用:
15W\*2調光式燈具(含燈管)2,200元/ST,一盞燈具施工費用約600元/ST;院區合計設置628組,改善費用合計175.8萬
4.回收年限:
175.8萬 ÷ 65.2萬元/年 = 2.69年

節能 措施		系統 電力系統 分類
改善措施	1.配合政府2017/01/19公佈「桃園市發展低碳約5,000kW用戶,增設10%再生能源。 2.因本院契約容量為5,200kW,為配合政府政策 255.135kW太陽能系統。	
改善後	1. 系統建置量:255.135kWp 模組片數:699PC 模組型號:GTEC-365G6S 模組規格:單晶矽 72cells 365W 模組尺寸:1956*989*45mm 建置費用:12,699 購售電費率:5.2631 元/度 預估年發電量:28 萬度 回收年限:8.6 年	● 北京東京 山東京 東京・

- 1.2019/08/13 掛錶,累積至 2022/03 已發電量 798,296kWh,累積減少碳排放量 516,232kg。
- 2.以 2021 年為例,整年發電量 320,832kWh,年發電收入 1,768,813 元。
- 3.回收年限(實際):12,695,000 元÷1,768,813 元=7.18 年(以 2021 年為例)

月份	發電量(kWh)	躉購費用(元)				
一月	20,344	112,078				
二月	23,568	129,894				
三月	23,040	126,976				
四月	27,656	152,485				
五月	33,608	185,377				
六月	32,176	177,464				
七月	36,960	203,901				
八月	30,192	166,500				
九月	34,256	188,959				
十月	25,072	138,205				
十一月	16,816	92,580				
十二月	17,144	94,394				
合計	320,832	1,768,813				
註:躉購費用	註: 躉購費用計算=發電量*5.2631(購售電費率)*1.05(營業稅)-349(電表租費)					

節能 成效

節能 措施	照明燈具汰換	系統 分類	電力系統
改善 措施	配合院區改建,將院區 T5 形式照明改為 LE	D 平板》	<b>燈</b> 具
改善前	改善範圍包含病房區(護理站、床頭燈具)、房(醫療區、行政區)、門診區(眼科門診)、電區(X光科血管攝影區、X光科特殊攝影區)位(批價櫃檯)、行政區(簡報室)等,原採用T蓋。	诊察區(中 、檢驗區	P醫復健體檢診間)、檢查 (抽血櫃檯)藥局、醫事單
改善後	耗電量差異: 12 小時(門診.行政)區域 509 盞*(0.042kW-0.0=35,072kWh/年 24 小時(護理站)區域 749 盞*(0.042kW-0.020=144,347kWh/年	,	
節能成效	1.節能成效: 節省用電35,072kWh/年+144,347kW 節省費用179,419kWh/年*2.69元/kW 2.抑低CO <sub>2</sub> 排放量: 179,419kWh*0.509/1,000=91.32 Ton-	Vh=48.2	· ·

節能 系統 冷卻水塔汰換改善 空調系統 措施 分類 改善 中央空調冷卻水塔設備老舊,鰭片結垢嚴重,附屬設備均老舊增加維修成 本,規劃汰換現有#1.2.5冷卻水塔改為商業型,節省維修成本提高冷卻效率。 措施 #1.2.5冷卻水塔於88年設置至今,因設備老舊效率不佳,嚴重影響院區空調供 應品質,汰換現有#1.2.5冷卻水塔,位置規劃於舊瑪禮型冷卻水塔,新冷卻水 塔改為商業型,共計2700RT,節省維修成本提高冷卻效率。 改善前 1.汰換冷卻水塔後約可降低主機冷卻水進水溫度2℃,節省主機用電約4%,以 夏季(6-10月,153天)平均3部2,100RT主機24小時運轉,節省用電2,100RT \*0.7kW/RT\*4%\*24時/天\*153天=215.914kWh/年 2.冷卻水溢散節水效益夏季#1.2.5水塔運轉補充水量約40噸/座/天,汰換新水塔 預估水量為24噸/座/天,每座減少用水量為16噸/天。 3.依夏季節153天計算:16噸/座/天\*3座\*153天=7,344噸/年。 改善後 1.節能效益: 節省用電215,914kWh/年 節省用水7,344噸/年 節省費用215,914kWh/年\*2.54元/kWh+7,344頓/年\*15元/噸=65.86萬元/年 節能 2.抑低CO2排放量: 成效 215,914kWh/年\*0.509/1,000+7,344噸/年\*0.195/1,000=110.9 Ton-CO2 3.投資費用: 1,623萬元 4.回收年限: 1,623萬元/65.86萬元=24.64年

たた ハレ							細號・/	
節能 措施	空調用板式熱交換器汰換	<u> </u>		系統 分類	空調	系統		
改善	院區空調系統以中央冰水	•						
措施	2000 年運轉迄今已逾 17 換器。	十一以佣力	色質及效	(肥衣巡)	7九 画 百	T伯	(八然父	
		加四 关 为	5 500 法	<b>小</b> 何 30	<b>456</b>	20日本小旬	安欧四兰	
	原規劃量為1,000RT(冰水 以減少至1.7℃,熱交換面;	-	•		-			
	以减少至1.7 ℃,然又探回		(本人, ) (以 ) (本人 )		統	説明	· 凡C ·	
		非夏月	夏月	非夏月	夏月	儲冰系統與冰水		
	每噸耗電量(Kw/RT)	0.92	0.92	0. 58	0.58	系統年電費價差		
	冷凍噸(RT)	650	650	650	650	約 188.6 萬元,		
21 4 4	運轉時數(Hr)	9	9	9	9	舊板熱僅能發揮		
改善前	單日容量(RT/Hr)	5850	5850	5850	5850	此系統 50%能 力,因此,儲冰		
	每小時耗電量(KWH)	598	598	377	377	刀,因此,储冰 一系統年效益約		
	平日單位費用(元)	3940	4166	9433	14330	94. 3 萬。		
	周六單位費用(元)	3940	4166	5598	5870	-		
	週日單位費用(元)	3940	4166	4139	4377			
	年度費用(元) 1465540 3351520 費用價差(元) <b>188.6</b>							
	操作時段設定在 08:00~	17:00	100	. •				
改善後	有效轉移需量計畫,滿足	.現場空調	用量。					
	00							
	1.節能效益:	fru						
	節省用電(5,382-3,393)				·	<u> </u>		
	節省用電(5,382-3,393) 節省費用622,577kWh/				·	<u>=</u>		
節能	節省用電(5,382-3,393) 節省費用622,577kWh/ 2.抑低 CO <sub>2</sub> 排放量:	年*1.29元	/kWh=8	0.3萬元/年	·	<u>=</u>		
節能	節省用電(5,382-3,393) 節省費用622,577kWh/	年*1.29元	/kWh=8	0.3萬元/年	·	<u>=</u>		
節能成效	節省用電(5,382-3,393) 節省費用622,577kWh/ 2.抑低 CO <sub>2</sub> 排放量:	年*1.29元	/kWh=8	0.3萬元/年	·	<u>=</u>		
	節省用電(5,382-3,393) 節省費用622,577kWh/ 2.抑低 CO <sub>2</sub> 排放量: 622,577kWh/年*0.50 3.投資費用:	年*1.29元	/kWh=8	0.3萬元/年	·	<u>-</u>		
	節省用電(5,382-3,393) 節省費用622,577kWh/ 2.抑低 CO <sub>2</sub> 排放量: 622,577kWh/年*0.50	年*1.29元	/kWh=8	0.3萬元/年	·	<u>-</u>		

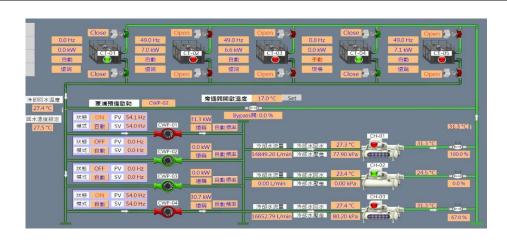
節能 措施	空氣品質智能變頻控制
改善措施	近來空氣品質的議題最被大家重視,一般是以監控二氧化碳為主,而人的多 寡是影響室內二氧化碳濃度的最大原因,而餐廳區用餐時段尖離峰人流進出 變化差異很大,但空調設備都是全速運轉,試想當夏季離峰時段用餐人很 少,卻持續大量引進高溫外氣,當然會耗費空調能源。系統若可以智能判斷, 在夏季和寒流時,採二氧化碳濃度控制變風量運轉,二氧化碳濃度設定 700ppm 優於法規 1,000ppm,冬季外氣溫度低時則大量引進代替室內空調, 以智能創新思維達成節能與空氣品質雙贏目標,既可符合法規又能達到節能 效益。
改善前	以傳統時間控制進排氣設備運轉,無參考任何有關空氣品質要素,既不 符合需求又浪費空調能源。
改善後	創新思維達成節能與空氣品質雙贏目標。外氣控制以排程、外氣焓值及室內CO2值,程式自動控制設備啟停及變頻調整輸出功率。  外氣溫度(焓值) 例如  外氣溫度(焓值) 例如  外氣 21°C  外面 21°C  上間 21°
節能成效	1.節能效益: 節省用電58,000kWh/年 節省費用58,000kWh/年*2.54元/kWh=14.7萬元/年 2.抑低CO2排放量: 58,000kWh/年*0.509/1,000=29.5Ton-CO <sub>2</sub> 3.投資費用: 90萬元 4.回收年限: 90萬元/14.7萬元=6.42年

			<b>ジ曲 がし・</b> ノ		
節能 措施	高效率離心式冷凍空調主	- 機汰換	系統 空調系統 分類		
改善	現況空調冰水主機共有7	台, 其中#6 主機設備	<b>觜老舊,在相同耗電量之下其效</b>		
措施					
18 70	率僅有新型高效率主機 6 成,嚴重影響本院空調供應。				
			運轉成本增加,主機老舊故障率		
	高、影響空調主機運轉調度,擬汰換#6空調主機,以平衡主機運轉,提升節電				
	效率。改善前耗電量:				
	23,040kWh/天x153天/年=	=3,525,120kWh/年			
			#6		
改善前	設	:備容量(RT)	1000		
	製	冷量(RT)	1,000		
	主	. 桃 COP值	3.66		
	每	·頓耗電量(kw/RT)	0.96		
	運	[轉時數(小時/年)	3672		
	總	!耗電量(萬度/年)	352.51		
	將效率較差之主機汰換成	(高效率離心機,優方	♠CNS標準,每噸耗電量僅為		
	0.54KW。改善後耗電量:				
	12,960kWh/天x153天/年=				
			A STATE OF THE STA		
		#6	1 S/12		
改善後	設備容量(RT) 1000		Colony E Carlo		
以音伎	製冷量(RT) 1,000				
	主 機COP値	6.5			
	每噸耗電量(kw/RT)	0.54			
	運轉時數(小時/年)	3672			
	總耗電量(萬度/年) 198.29				
	1. 節能效益:				
	節省用電(23,040-12,960)kWh/天x153天/年=1,542,240kWh/年				
	節省費用1,542,240kWh/年*2.54元/kWh=391.7萬元/年				
	2 抑低COo排放量:				
節能	2.抑低CO <sub>2</sub> 排放量:	9/1 000-785 Ton-CO			
節能 成效	1,542,240kWh/年*0.50	9/1,000=785 Ton-CO <sub>2</sub>	2		
	1,542,240kWh/年*0.50 3.投資費用:	9/1,000=785 Ton-CO <sub>2</sub>	2		
	1,542,240kWh/年*0.50 3.投資費用: 1,138萬元	9/1,000=785 Ton-CO <sub>2</sub>	2		
,	1,542,240kWh/年*0.50 3.投資費用:		2		

	<u> </u>			
節能 措施	<ul><li>儲冰空調系統汰換</li><li>系統 分類</li><li>空調系統</li></ul>			
改善 措施	院區空調系統以中央冰水系統及儲冰空調為主,儲冰系統其自 2000 年運轉迄今已逾 15 年,設備老舊及效能衰退,依實際運轉數據評估,主機效能僅剩 70%,儲融冰量不足,儲冰槽 PE 管熱傳導降低,擬汰換儲冰主機、儲冰槽及監控系統將儲冰容量提升至 100%。			
改善前	儲冰系統自民國2000年運轉至今,已超過15年之久,因其系統主機部定時異常, 已影響原空調系統冰水量的正常供應,且儲冰槽亦因每日反覆儲融冰內部盤管 老舊洩漏造成滷水濃度不穩定,且各槽平衡閥失效導致各槽儲冰量不均,故擬 將該設備汰換。 汰換分析如下表:  ***********************************			
	系統規劃 (端水槽(圧管材) 数量:16 ST -			
改善後	將效率較差之儲冰主機汰換成高效率離心機,每噸耗電量僅為0.9kW利用離峰儲冰,尖峰變頻融冰,每日可轉移尖峰用電682kW。			
節能 成效	1.節能效益: 節省用電(7,280-4,680)kWh/天x261天/年=678,600kWh/年 每日轉移尖峰用電682kWh 2.抑低CO2排放量: 678,600kWh/年*0.509/1,000=345Ton-CO2 3.投資費用: 2,741萬元 4.回收年限: (2,741萬元-1,479萬元)/(693.1萬元-280.6萬元)=3.06年			

節能 措施	變頻空調主機評估設置	系統 分類	空調系統		
改善 措施	動力中心規劃設置 240RT*2 台變頻式空調主 系統使用,因白天辦公區人員辦公出入頻繁 調負荷降低,選擇以變頻式空調主機較符合 主機運轉減少能源浪費。	空調負	荷較大,下班時段後則空		
改善前	因動力中心設備運轉熱負荷及上班時段均為固定,因此於設計階段即規劃設置變頻式空調主機,自動調節主機負荷運轉減少能源浪費以較為符合使用需求。				
改善後	新設動力中心規劃240RT*2台,供應辦公區共 辦公區人員辦公出入頻繁空調負荷較大,下事 變頻式空調主機較符合現況使用習慣,依使 費。	旺時段往	<b>发則空調負荷降低,選擇以</b>		
節能成效	1.節能效益: 節省用電36,000kWh/年 節省費用36,00 kWh/年*2.54 元/度=9.14萬 2.抑低CO <sub>2</sub> 排放量: 36,000kWh/年*0.509/1,000=18.3 Ton-CO <sub>2</sub> 3.投資費用: 546萬元 4.回收年限: 546萬元/9.14萬元=19.9年	元/年			

節能 措施	空調主機房整體節能最佳化控制
改善措施	空調主機房各項主、輔機設備之節能控制,須能依照現場空調負荷需求,自動調控冰水主機台數,並搭配變頻泵,使蒸發器、冷凝器側之水流量在安全範圍內,調控冰水泵及冷卻水泵台數及運轉頻率,以滿足現場空調需求;冷卻水塔風扇控制方面,感測外氣濕球溫度變化,在滿足冰機冷卻負荷需求及冰機效率下,自動控制風扇台數及頻率,使達到空調主機房整體最佳化之節能控制。
改善前	以往都是定頻冰水主機與冷卻水泵、冰水一次泵採用定頻泵浦群運轉模式為主,並未做到全部運轉設備的變頻控制,較無法達到最佳化控制。
	1.冰水主機採用離心式變頻冰水主機(COP=6.502>能源標準6.10);並依節能監控程式決定所需冰水主機運轉台數,自動啟、停冰機與對應之輔機台數。 2.冰水控制系統採用一次泵變流量控制,系統利用大溫差小流量設計供應方式,在滿足系統冰水負載原則下,利用管末壓差與進回水溫度差、及主機一次側冰水最低流量限制,經由節能監控程式控制冰水最適化流量;與冷卻水依照冰機負載比例、及最低流量限制、大溫差小流量設計,自動調整冷卻水泵最適化流量,以達到冰水與冷卻水之最佳化模式;另冷卻水塔風扇,則利用外氣濕球溫度變化,程式自動調整超近溫度設定,並比對冷卻後之水溫,在滿足冰機冷卻負荷需求及冰機效率下,自動變頻控制冷卻水塔風扇轉速與切換運轉台數;以達到冰機、及冷卻水泵、冷卻風扇之整體最低能耗。 3.經由上述最佳化節能控制,以達到空調冰機、冰水泵、冷卻水泵、冷卻風扇之整體最優最佳化節能效果及能效。  2.整體主機房最佳化節能效果及能效。  2.2003/2003/2003/2003/2003/2003/2003/200



4.整年度主機房整體系統能耗:0.5955 KW/RT。

月份	KW/RT	
一月	0.5331	
二月	0.5498	
三月	0.6122	
四月	0.5685	
五月	0.6469	
六月	0.6745	
七月	0.6798	
八月	0.6268	
九月	0.6069	
十月	0.6035	
十一月	0.542	

平均(年): 0.5955 KW/RT

節能 成效 冰水系統整體達到節能省電的目標能耗全年≦0.65KW/RT,全年運行最佳化控制能耗平均為 0.5955 KW/RT,優於目標值全年能耗。

節能 系統 空調箱輔以CO2濃度控制外氣量節能改善 空調系統 措施 分類 大廳、批價櫃檯、藥局、門診等候區設有溫溼度管理與CO2監控,透過CO2感知 改善 器與現場溫濕度偵測回傳訊號至DDC控制系統,可達到符合空氣品質需求,亦 措施 兼具節能運轉效益。 改善前 現場空調箱運轉僅能做全載運轉及溫度控制冰水量。 輔以CO2感知器偵測室內CO2濃度,當室內CO2濃度達設定條件時,適度調降外 氣引入量,進而降低空調箱負載,以達節能效果。 回風溫度 湿度設定 改善後 醫療-環境溫溼度-1F 数内数数: 25.1 で 数内数数: 45.0 % 数内型をおけ、45.0 % 全年地區平均溫度 23.5 度、相對濕度 74%(進風焓值 57.94), 若以院區空調箱 每台風量 24000CMH(回風量約 18000CMH)、出風平均溫度 18 度、平均相對 濕度 90%(出風焓值 47.62),計算空調箱外氣負載容量【空調箱外氣負載容量= 外氣進風量 CMH/比容 0.82(m³/kg-da)\*(進風焓值-出風焓值)】 空調箱每台外氣負載容量:6000CMH/0.82 m³/kg \*(57.94-47.62) KJ/h/4.18/3024 Kcal/ RT = 5.97RT 節能 |5.97RT\*0.59kW/RT (冰水能耗)\*8HR/天\*365 天/年=10,285 kWh/年 成效 實測結果空調箱每台約節省外氣 70%引入量, 因此每台每年可節省 10,285 kWh/年\*70%=7,199kWh/年; 空調箱每台每年可節省電費:7,199kWh/年\*3 元/kWh =21,597 元/年 單一空調箱每年約可節省 21,597 元電費,全院公共區空調箱共 29 台,每年共 可節省 21,597 元\*29 台=626,313 元。

					(Virt) 1))(L · 1			
節能 措施	病房	房區外氣空調箱變頻節能控制改善						
改善	於据	ぐ病房裝設 CO₂ 濃度感測器,作為預冷空調箱風機變頻控制設定參考,可維						
			, 亦同時可達到節		•			
改善前	現況病房區預冷空調箱 20RT,全院計有 15 台,為全時全風量運轉: 1.風側用電量:3.7kW/台×15 台,全年使用時數 8,760 hr,全年耗電量約:3.7 kW/台* 8,760 hr *15 台= 486,180 kWh。 2.冰水側用電量:全年外氣負荷平均約 50%,因此全年外氣負荷空調冰水用電量為(20RT*0.5*1=10RT) *15 台*365 天/年*24Hr/天 =1,314,200 RT/年。							
	4 15			1. # .h m (1 = 00	10.00 = 11.00 = 11.00			
	1.依病房現場實際量測 CO <sub>2</sub> 濃度,訪客較多時段(16:00、18:00)平均濃度皆於700ppm 以下,故以700ppm 做估算(室內空氣品質標準 CO <sub>2</sub> 濃度為1,000ppm),預冷空調箱風機頻率可由60Hz 調降至42Hz。							
		房號時間	#12 病房	#13 病房	#15 病房			
		16:00	588ppm/4 人	661ppm/6 人	643ppm/6 人			
		18:00	787ppm/10 人	773ppm/9 人	736ppm/8 人			
		平均 CO2 濃度	677ppm	693.8ppm	682.7ppm			
			z(3.7kW)調降至 4 3,760hr*15 台 = 32	, ,	全年可節省電量為:			
改善後		既設 空調箱						
		<mark>功能:</mark> 冷卻外氣(新鮮空氣) 室內溫度由FCU控制 能耗:風機為主			温度 成洲器			
			風機全速運轉由冰水	閥控制送風溫度				
		變頻 空調箱						
			対値 威測器 ●■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	<b>菱</b> :	類器 温度 室内 CO2			
			風機由CO2濃度	變頻控制				

#### 1.節能效益:

(1)風側

A.減少用電:(3.72-1.27)kW/台\*8,760hr/年\*15台=321,930kWh/年

B. 節 能率: 321,930 kWh÷486,180 kWh =66%

C. 節省電費: 321,930 kWh/年\*3 元/kWh =96.5 萬元/年

#### (2)水側

A.全年外氣平均負荷約50%,依照CO2控制後之外氣風量比例約為70%,則改善後外氣平均負荷噸數為20RT\*0.5\*0.7=7RT;因此每台改善後全年節省噸數為10RT-7RT=3RT

節能 成效

- B.效益: 3RT\*15 台數\*365 天/年\*24Hr/天\*1.8 元(每 RT 之冰水成本)=70.9 萬元/年
- 2.總節省費用 96.5 萬元/年+70.9 萬元/年=167.4 萬元
- 3.抑低CO2排放量:

321,930kWh/年\*0.509/1,000=163.9 Ton-CO<sub>2</sub>

4.投資費用:

預冷空調箱風量控制費用約 195 萬元

5.回收年限:

195 萬元÷(96.5 萬+70.9 萬元)元/年=1.16 年

節能 措施	停車場 (	CO 偵測連動排風機	運轉節能改	1	統 排風	設備	
改善 措施		感測器,並納入中央 相較於傳統時間控制	· · ·		•		風機啟
	能控制;	と有專屬排風機及誘導排風機運轉僅以時間時,則停車場排風機	控制為 AN	М 06	: 00 ~ P	M 09:00,每天運	
		設備名稱	設備電功率	數量	運轉時數	耗電量(kWh/年)	
改善前		10 HP 排風機(B1)	7.46KW	2	15	81,687	
		20 HP 排風機(B2~B3)	14.9KW	6	15	489,465	
		誘導式風機(B1~B3)	200W	100	15	109,500	
				合	·計用電量	680,652	
	件,以維	.下班尖峰時間風機全 ೬持停車場 CO 在 15p 厚統僅設時間控制較為 「	pm 以下。	平均	国機每	日運轉時數約為5	小時,
		設備名稱	設備電功率	數量	運轉時數	耗電量(kWh/年)	
		10 HP 排風車(B1)	7.46KW	2	5	27,229	
		20 HP 排風車(B2~B3)	14.9KW	6	5	163,155	
改善後		誘導式風車(B1~B3)	200W	100	5	36,500	
	_			合	·計用電量	226,884	
			育-設備平面-83F	CO-2 -202: 4.6		**************************************	

1.節能效益:

(1)減少用電: 680,652 kWh/年 - 226,884 kWh/年= 453,768 kWh/年

(2)節省電費: 453,768 kWh/年×3元/kWh=136.1 萬元/年

(3)節 能 率:453,768 kWh/年 ÷ 680,652 kWh/年 × 100% = 66.6%

節能 成效 2.抑低CO2排放量:

453,768kWh/年\*0.509/1,000=230.97 Ton-CO<sub>2</sub>

3.投資費用:

CO感測器含控制費用約1.2萬元,院區合計設置12組,費用14.4萬元 4.回收年限

14.4萬 ÷ 136.1萬元/年=0.10年

								with .	<b>がし・1</b> 0
節能 措施	空調外氣增設結合熱泵吸附  善	除濕設備	節能		· 統 }類	空調兒	系統		
改善 措施	於開刀房空調箱外氣引入管式 過吸附除濕設備將外氣濕度處 度條件達出風設定條件,空調 的使用需求量。	<b>處理至低</b>	濕狀息	怎,進	入各:	空調和	剪與回風	【混合	後,濕
	開刀房共設置5台空調箱供完置冰水盤管及熱水盤管穩定試引入,再分送於五台空調箱,即增加空調箱冰水盤管及熱水空調箱能耗如下表:	周節室内: 外氣進ノ	空氣係	条件, ]箱前	空調箱 未經3	首外氣 過預/	.統一由 .處理,	一外 引入3	氣入口 過程中
			負荷 100%	負荷 75%	負荷 50%	負荷 25%			
	運轉時數(hr)。	(hr) 系統需求冷 凍噸數(RT)	88.	3,679. 68.2.	3,942. 54.0.	1,051. 41.5.			
	AHU1~AHU5	系統冷凍頓 數耗能 (kWh)	7,377.	252,140	213,902	43,837			
	空調箱	再熱耗能 (kW) 再熱燃油需	30.	34.	38.	43.			
改善前	年運轉耗員	求(kL)	0.2-	517	13.4	4.0.			
	年運轉耗热 年運轉能源費			7.000	9. 2,119.				
	註:電費單價:2.60 元/kWh;重油單價:1.72 萬元/kL								
	-次側   名懐層   空間箱	開刀房空調箱 AHU-1 AHU-3 AHU-3 AHU-5 次售影響	除溪	<b>瀬</b>	由冷水排放	–	行冷凝溫雙重	08	

空調箱外氣管道系統裝設結合熱泵吸附除濕設備,預估開刀房空調箱+結合熱泵吸附除濕設備節能率約為41%。預估能耗如下表:

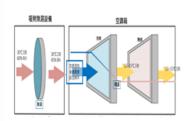
		負荷	負荷	負荷	負荷
7		100%	75%	50%	25%
運轉時數(hr)	( <u>hr</u> ).	88.	3,679.	3,942	1,051
	系統需求冷	63.4	39.8	23.5.	15.1.
	凍噸數(RT)	03.4	37.0	23.5	10.1
	系統冷凍 <u>噸</u>				
AHU1~AHU5	數耗能	5,581	147,143	93,087.	15,950.
空調箱。	(kWh).				
工研相。	再熱耗能	0.	0.	0.	0.
	(kW).	0.			0.
	再熱燃油需	0.	0.	0.	0.
	求(kL).	0.			0,
	吸附除濕耗	30.0.	30.0-	25.0.	20.0.
	電能(kW).	30.0			20.0.
結合熱泵吸	吸附除濕年				
附除濕設備。	耗電能	2,628.	110,376	98,550.	21,024
門 床 /無 改 / 側。	(kWh).				
	運轉成本	6 922	286,978	256 220	54.662
	(NT/year).	0,033,	200,976	230,230	34,002
年運轉耗電	494,339.				
年運轉耗燃	然油量(kL).	0.			
年運轉能源費	用(NT/year)。		1,285	5,282.	

改善後

註:電費單價:2.60 元/kWh;重油單價:1.72 萬元/kL



熱泵吸附除濕設備



吸附除濕設備將外氣處理至 乾燥狀態,與循環風混合後 濕度條件已達出風設定條 件,空調箱冷水排不需進行 冷凝除濕及熱水排加熱可溫

#### 1.節能效益:

節省用電517,255kWh/年-494,339kWh/年=22,886kWh/年 節省用油29kL/年-0=29kL/年

節能費用(22,886kWh/年\*2.6元/kWh)+(29kL/年\*1.72萬元/kL) =55.83萬元

#### 節能率:

(1)改善前油當量:

((517,255kWh/年\*0.0956LOE/kWh)/1000)+(29kL/年\*1.0667 LOE/kL/1000)=80.38kLOE

(2)改善後油當量:

494,339kWh/年\*0.0956LOE/kWh/1000=47.26kLOE 節 能 率=(80.38kLOE-47.2kLOE)/80.38kLOE=41%

2.抑低CO2排放量:

22,886kWh/年\*0.509/1,000+29kL/年\*3.111/1,000=11.74 Ton-CO<sub>2</sub>

3.投資費用:

節能

成效

252萬元,能源局補助金額50.4萬元(能源局109年度節能績效保證計畫補助)

6.回收年限:

(252 萬元-50.4 萬元)/55.83 萬元=3.61 年

節能 措施	空調系統汰換工程	系統分 類	空調系統
改善措施	將原本空調主機及一、二次冰水泵、冷卻水泵 將系統管路及閥件汰換更新,系統改為一次變 改成二通閥,並配合監控系統整合,將空調系 系統整體效率。	<b>流量系</b>	統,現場空調箱之三通閥
改善前	離心式定頻冰水主機、定頻冰水及冷卻水泵。 PAHU 冰水三通閥。	、定頻冷	冷卻水塔、現場 AHU 及
改善後	1.將原本離心式定頻冰水主機 800RT*1 台、3 0.82kW/RT~1.18kW/RT, 汰換為 400RT*4 於調變負載使用度,並改善冬季時段離心。 2.汰換原 1,000RT 冷卻水塔, 改善冷卻水塔老 材質之風扇葉片及 IE3 等級之馬達及變頻。 3.改善空調機房幹管閥件老舊鏽蝕無法全關全 將系統改成一次變流量系統, 配合變頻泵。 現場 AHU 及 PAHU 之三通閥改成二通閥, 源耗損之問題。 4.將變頻冰水主機、變頻冷卻水塔、變頻冰水 統及軟體,將一次冰水變流量系統依主機。 特性做程式演算並顯示系統流量,控制主机 泵浦台數及轉速,將系統做最佳化運轉。	螺式酱料浦改 及东兹水效器致速定 冷流	變頻主機,效率提高且利 幾無法低載運行之問題。 率低之問題,並採用 FRP 為。 流量分配不均之問題,並 送至現場之冰水流量,將 類冰水泵浦流量固定、能 水泵浦整合,搭配監控系 少變化率、泵浦性能曲線
節能成效	1.節能成效: 節省用電導入ESCO機制,建立節能績效 學-節能減排研究中心提供之報告驗證終 電量計算,並採用IPMVP-Option C之測 2,109,266kWh/年 節省費用2,109,266kWh/年*2.69元/kWh 2.抑制 CO <sub>2</sub> 排放量: 2,109,266kWh/年*0.509/1,000=1,073.6 T	吉果,以 1量及驗 =567.3;	以2019年1-12月份空調用 注證方法,節省用電量 萬元/年

節能 冷卻水塔鋁合金扇葉汰換為 FRP 高效能扇葉 系統 空調系統 措施 節能改善。

院區設有兩套方型 FRP 冷卻水塔 1,000RT,散熱風扇 15HP 馬達,原扇葉材質為鋁合金材質,考量輕量化及節能,故汰換為高效率 FRP 葉片,除材質強度不低於現有使用之葉片外,兼具扇葉輕量化優勢,扇葉輕量減數機負載下降,亦能有效提升減速機與傳動軸使用壽命,且於相同運轉條件下亦可減低風車馬達之耗功,可節省耗能具節能效益。

改善 措施



冷卻水塔示意圖,欲改善之部分為扇葉部分(紅圈處)。



高效率 FRP 葉片,葉片採多層玻纖布與環氧樹脂膠合成形。

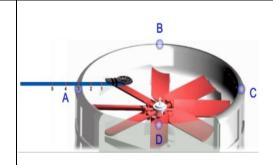
經分析年度冷卻水塔台鋁合金扇葉運轉耗電量改善前如下: 規格 15HP 3ψ 440V 計 2 台,每台年度使用時數 3,244hr/年,耗電量換算如下 表所示:

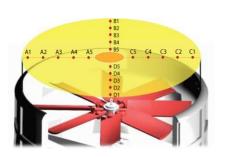
改善前

功率 (kW)	數量 (台)	運轉時數 (時/年)	耗電量 (kWh/年)
11.5	1	3,244	37,306
12.1	1	3,244	39,252
		合計用電量:	76,558

1.改裝後之風車在相同運轉條件下其風量高於改裝前之風車風量。

改善後 2.施工後進行冷卻塔風車風量與冷卻塔風車馬達能耗(kW)量測,量測方式與量 測位置同改善前之量測。





# 改善後

3.冷卻塔風車鋁合金扇葉更換成新型高效率 FRP 葉片,扇葉輕量化減低風車馬達之耗功,所需耗電量換算如下表所示:

功率 (kW)	數量 (台)	運轉時數 (時/年)	耗電量 (kWh/年)
8.6	1	3,244	27,898
9.1	1	3,244	29,520
		合計用電量:	57,418

# 1.節能效益:

節省用電76,558kWh/年-57,418kWh/年=19,140kWh/年 節省費用19,140kWh/年\*2.5元/kWh=4.785萬元/年 節能率(76,558kWh-57,418kWh)/76,558kWh=25%

# 節能 成效

# 2.抑低CO2排放量:

19,140kWh/年\*0.509/1,000=9.74 Ton-CO<sub>2</sub>

3.投資費用: 18.6萬元

4.回收年限:

18.6萬元/4.785萬元=3.9年

節能 措施	空調主機一	次冰水泵增設	<b>變頻控制</b>	節能改善	系統 分類	空調系統	
改善措施	主機於秋冬成溫差低,	水水主機用一次 季時冰水出回2 致使耗能浪費自 ,可節省耗能身	k溫差常 <sup></sup>	有<2℃現 設置變頻器	* 象,研判	<b>月為現場冰水</b> 需	求量較少造
改善前	規格 25hp 3	500RT 冰水主 ψ 440V 計 2 台	•			,	<b>奠算如下表</b>
		功率 (kW) 20.1	數量 (台) 2	運轉時婁 (時/年) 3,773.5		耗電量 (kWh/年) 151,695	

1.500RT 冰水主機用一次冰水泵浦設置變頻器後,依季節及冰水負荷量,調整 泵浦變頻運轉頻率為 50HZ 及 55HZ,所需耗電量為 115,435 kWh/年。





改善後

3.調整泵浦變頻運轉頻率,使一次冰水出回水溫差>2℃。



# 1.節能效益:

節省用電151,695kWh/年-115,435 kWh/年=36,260kWh/年 節省費用36,260kWh/年\*2.54元/kWh=9.1萬元/年 節能率36,260kWh/151,695kWh=23.9%

# 節能 成效

节能 2.抑低CO₂排放量:

36,260kWh/年\*0.509/1,000=18.5 Ton-CO2

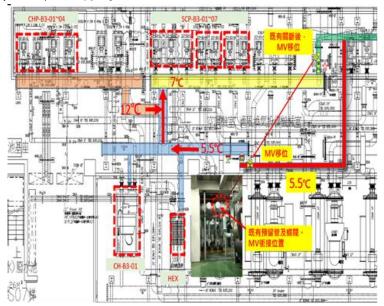
3.投資費用: 29.93萬元

4.回收年限:

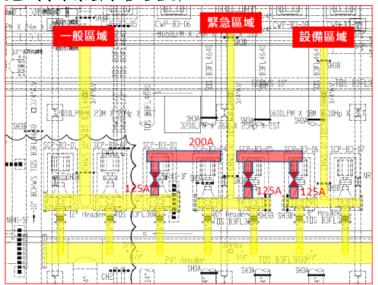
29.93萬元/9.1萬元=3.3年

	。 Sm が・20
節能 措施	新、舊大樓空調系統整併管路改善工程
	1.舊大樓回水集水頭混溫管路增設修改。
改善	2.新、舊大樓空調系統增加電動驅動器蝶閥。
措施	3.舊大樓混溫管路調整修改。
1,,,,,	4.舊大樓二次區域冰水泵出水管路合併。
	新、舊大樓空調冰水系統區分為三個獨立系統運作(舊大樓系統及新大樓之定
11 ¥ Y	温、變溫系統),相關空調資訊如下:
(八音川	1. 空調產能:12,282,684RT
	2.空調主輔機耗電:8,956,457kWh
	3.空調效率約:0.73kW/RT
	1.空調冰水系統整併為同一個系統運作,相關空調資訊如下:
	(1)空調產能:12,282,684RT
	(2)空調主輔機耗電:7,983,745kWh
	(3)空調效率約:0.65kW/RT
	2.改善措施說明:
	(1)新大樓回水集水頭混溫管路增設修改
	定温系網回水管 1 13.5℃
	定溫系統四次曾2 水水泵
	新回收主换回水普 9°C CH-5 S.5°C 5.5°C
	9.5°C CH-4 5.5°C 5.5°C
	冰水泵
	集項系統同水管 8.5℃ CH-3 5.5℃ 5.5℃
	● 95℃ ● 100
改善後	致,總製冷量可以提供足3600RT。
以音及	(2)新、舊大樓之空調系統增加電動驅動器蝶閥
	CAN STORES COAD COAD TO THE STORES COAD COAD COAD COAD COAD COAD COAD COAD
	COURT BE COUNT BE COURT BE COURT BE COURT BE COURT BE COURT BE COURT BE COU
	MAR SOLIDA 175E 175E 175E 175E
	05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 0
	00MD 257U 72U 93.0 BEETI BIT
	AN OWNER TO SEE THE SE
	DOUNT 17230 AR BRE MANNE BRE TOTAL T
	ge COMZ
	264 T
	DESCRIPTION OF A
	GOOD BUTCH SOLD TO THE BUTCH S
	25 FFF 1004 1 10
	1378
l	

# (3)舊大樓混溫管路調整修改



#### 4.舊大樓二次區域冰水泵出水管路合併



5.總體改善工程費用 132 萬元

# 1.節能效益:

節省用電8,956,457kWh/年-7,983,745kWh/年=972,712kWh/年 節電費用972,712kWh/年\*2.75元/kWh=267.5萬元

# 節能 成效

2.抑低CO2排放量:

972,712kWh/年\*0.509/1,000=495.11 Ton-CO2

3.投資費用:

132萬元

4.回收年限:

132萬元/267.5萬元=0.5年

節能 系統 空調主機一次冰水泵增設變頻控制節能改善。 空調系統 措施 分類 現狀500RT冰水主機用一次冰水泵浦計2台25hp,目前定時交替滿載運轉,冰水 改善 主機於秋冬季時冰水出回水溫差常有<2°C現象,研判為現場冰水需求量較少造 措施 成溫差低,致使耗能浪費能源,故設置變頻器後,再依冰水負荷量調整泵浦變 頻運轉頻率,可節省耗能具節能效益。 經分析年度 500RT 冰水主機用一次冰水泵浦耗電量改善前如下: 規格 25HP 3ψ 440V 計 2 台 改善前 1.總運轉時數:3,773.5hr/年\*2 台=7,547hr/年 2.耗電量: 20.1kW/台\*7,547hr/年=151,695kWh/年 3.總電費: 151,695kWh/年\*2.5 元/kWh=379,237.5 元/年 1.500RT 冰水主機用一次冰水泵浦設置變頻器後,依季節及冰水負荷量,調整

I.500RT 冰水主機用一次冰水泵浦設置變頻器後,依季節及冰水負荷量,調整 泵浦變頻運轉頻率為 50 Hz、55 Hz 及 60 Hz

#### (1)耗電量

控管頻率(Hz)	60	55	50
實施月份	6 . 7 . 8 . 9	4 \ 5 \ 10 \ 11	1 \ 2 \ 3 \ 12
運轉時數(hr)	1,934	2,928	2,685
耗電量(kWh)	38,873	45,331	31,231
年度總耗電量(kWh/年)		115,435	

#### (2)總電費

115,435kWh/年\*2.5 元/kWh=288,587 元/年

改善後







2.調整泵浦變頻運轉頻率,使一次冰水出回水溫差>2℃。

#### 1.節能效益:

節省用電151,695kWh/年-115,435kWh/年=36,260kWh/年 節省電費379,237元-288,587元=9.065萬元/年 節能率(151,695kWh/年-115,435kWh/年)/151,695kWh/年=23.9%

# 節能成效

2.抑低CO2排放量:

36,260kWh/年\*0.509/1,000=18.46 Ton-CO<sub>2</sub>

3.投資費用: 29.93萬元

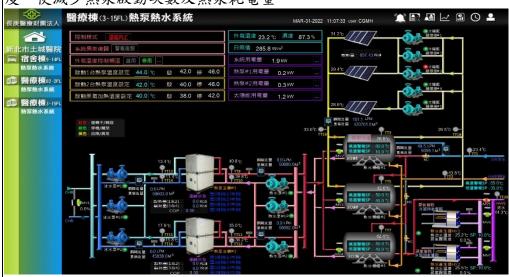
4.回收年限:

29.93萬元/9.065萬元=3.3年

	17ml 30C - 22
節能 措施	單身宿舍太陽能熱水系統
改善措施	太陽能熱水系統,使用98台並串聯式自然循環(196片)日本特殊不鏽鋼集熱板太陽能熱水器作為集熱主體,每片直接傳導式集熱板擁有26條循環水道、9.1公升集熱水量,機台為一體成型設計,無外露管線、循環路徑短、熱能損失低,單機儲水量為300公升,總計可以儲存熱水量達29,400公升。以太陽能集熱器製造熱水取代重油鍋爐蒸汽熱能供應來源,減少蒸汽鍋爐製熱能耗,使節能效益更為顯著。 依醫療單身宿舍容納人數總量計算,鍋爐製造蒸汽與熱交換器產製生活熱水,供應醫療宿舍使用,全年蒸汽用量2005.8噸,月平均167.2噸,製熱能源所需費用約336萬元/年。 一、設置太陽能熱水器98台,每天製造生活熱水用量29,400公升。
改善後	二、經計算全年太陽能熱水器運轉電費約92.4萬元。 三、系統設備節省生活熱水製熱值約833,000 (Kcal),換算每天節省瓦斯度數 116度,於竣工啟用後平均CO2減量218kg/天。
節能成效	1.節能效益:     改善前蒸汽鍋爐重油年平均336萬元/年,改善後太陽能設備運轉費用92.4萬元/年,節省243.6萬元/年 2.抑低CO2排放量:     平均CO2減量218kg/天 3.投資費用:     太陽能設備費用558萬元-政府補助84萬元+折舊費用47.4萬元=太陽能設備安裝總投資金額521.4萬元 4.回收年限: 521.4萬元/(336萬元-92.4萬元)=2.1年

節能 醫院生活熱水採太陽能與熱泵最佳化控制節 系統 熱水系統 措施 能改善 分類 院區熱水由太陽能與熱泵系統供應,自來水由冷水儲槽內,經循環太陽能板加 熱後回至儲槽,持續循環加熱可使熱水槽溫度提升,如遇天候不佳時導致太陽 能加熱不足,轉由熱泵抽取熱水儲槽加熱,循環加熱完成後回至熱水儲槽,持 續循環至溫度達設定值溫度後,熱泵停止運轉,熱泵運轉同時所製冷效能協助 空調系統。 溫控器 太 太 陽 陽 陽 循 能 能 能 環 泵 板 板 改善 板 溫控器 措施 熱水儲槽 機 經統計,院區全年生活熱水使用計約9,679噸,如不使用太陽能熱水加熱情況 改善前 下,以熱泵製熱量 337,643KW,則全年熱泵耗電量為 112,548kW。(COP:3)

利用太陽能板進行熱水預熱,以循環泵將自來水由冷水儲槽內,經循環太陽能板加熱後回至儲槽,白天有太陽時不斷循環運轉,持續提高熱水系統冷水槽溫度,使減少熱泵啟動次數及熱泵耗電量。



#### 1. 熱泵系統:

改善後 產出冷源進入院區冰水系統再利用,熱源供應生活熱水使用。



#### 2.太陽能系統:

平常醫院生活熱水以太陽能板生產出的熱源為主,在供應不足時則啟動熱泵系統供應。原設計太陽能板最大製熱量約95萬 Kcal/D(=1,106KW/D);於夏季時太陽能製熱比約佔6成、熱泵佔4成,非夏季時太陽能製熱比佔4成、熱泵佔6成。

### 1.節能效益:

節省用電168.2kWh/天\*365天/年=61,393kWh/年

節能 成效 (太陽能板與熱泵系統最佳控制設計,以太陽能板加熱為主,熱 泵加熱為輔,安裝後實測每日太陽能系統平均製熱量 504.5KW/D(全年平均)(熱泵COP:3))

節省費用61,393kWh/年\*3元/kWh=18.4萬元/年

2.抑低CO2排放量:

61,393kWh/年\*0.509/1,000=31.25 Ton-CO2

節能 措施	增設熱泵搭配既有蒸氣輔助供應熱水節能改 系統 分類 熱水系統					
改善措施	某院區熱水係使用重油鍋爐所產生之蒸氣進行加熱,因評估依現有系統能源費用較熱泵系統高,故擬改採熱泵系統並將現有蒸氣加熱當作備援。					
改善前	該院現有熱水系統係採鍋爐蒸汽加熱產生熱水,2019 年統計 2-10 月平均每日 用量約為 60.3 噸,冬季 11-01 月每日用量約為 95 噸,全年熱水總用量 25,198 噸,每噸熱水耗用 9.5L 重油。					
改善後	規劃現場採製熱 780,000BTU/H 水對水熱泵主機二套為主運轉,搭配原有蒸氣加熱系統改作為備源,並於 10F 冰水回水幹管取熱,製冷部分可再幫助降低系統冰水回水溫度節省能源。					
節成效	1.節能效益: (1)改善前運轉成本:25,198噸*9.5LT/噸*17元/LT=407萬元 (2)改善後運轉成本:333,942kWh*3.2元/kWh -製冷回收165,301kWh*3.2元/kWh+寒流(11、12、01月份)備源運轉460噸*9.5LT/噸*17元/LT=61.4萬元 (3)節省費用:407萬元 - 61.4萬 = 345.6萬元 2.抑低CO2排放量: (1)改善前 25,198噸*9.5 LT/噸*9,700(Kcal/LT)*0.32/1,000=743 Ton-CO2(2)改善後 460噸*9.5LT/噸*9,700(Kcal/LT)*0.32/1,000+165,301kWh*0.509/1,000=15.65 Ton-CO2抑低排放量 743 Ton-CO2-15.65 Ton-CO2部低排放量 743 Ton-CO2-15.65 Ton-CO2事業改善費用約969.2萬元 4.回收年限: 969.2萬元/345.6萬元 = 2.8年					

				編號:25				
節能 措施	鍋爐蒸氣系統燃燒機更換	系統 分類	鍋爐系統					
21 ¥	· 院區蒸氣系統原為重油煙管式鍋爐,因地方政府法規將「燃燒設備空氣污							
改善	物排放標準   中 SOx 含量標準由 300 ppm 降.	至 100pp	pm · NOx -	含量標準由				
措施	250ppm 降至 150ppm、粒狀污染物含量標準則		-	•				
	1.現有2台5.4T/hr重油煙管式鍋爐於1986年設置							
改善前	排放標準。 2.每月重油油耗106.25公秉/月,年約1,275公 /公秉=2,310萬元/年 3.CO <sub>2</sub> 排放為1,275公秉/年*2.762=3,521.6 Ton-	<b>Đ/年,</b> ∮						
	1.將現有2台5.4T/hr重油煙管式鍋爐燃燒機	改採天	然氣為燃	料,降低二氧				
	化碳排放。							
	2.每月天然氣耗能135,710m³/月,年約1,628,52/	0m³/年,	費用1,628	,520m³/年*10.46				
	元/m³=1,703.4萬元/年	·						
	3.CO <sub>2</sub> 排放為1,628,520m <sup>3</sup> /年*1.879/1000=3,059	9.99 Tor	n-CO2					
改善後								
	1.節能效益:		-					
	燃料由重油油耗1,275公秉/年變更為天然氣		*	年				
	節省費用2,310萬元/年-1,703.4萬元/年=606	.6萬元/	年					
節能	2.抑低CO <sub>2</sub> 排放量:							
成效	3,521.6Ton-CO <sub>2</sub> - 3,059.99Ton-CO <sub>2</sub> =461.61	Ton-Co	$O_2$					
<b>放</b> 效	3.投資費用:							
	743萬元							
	4.回收年限:							
	743萬元/606.6萬元=1.2年							

節能 措施

重油鍋爐汰換為天然氣鍋爐之節費改善

系統 分類

鍋爐系統

院區蒸汽系統配置 12 噸、16 噸水管式鍋爐兩台,供應全院區消毒鍋、餐飲 廚廚房、病房區熱水供應及空調暖氣,設備使用年限高且附屬設備老化故障頻 繁,原使用蒸氣設備逐步改為潔淨能源(熱泵)及洗縫設備搬離,故整體需求量 降低。

現況尖離峰蒸氣用量差異大為求最佳運轉效率及妥善的備援系統,設置5台產能2噸雙燃料(瓦斯為主,柴油為備)貫流式鍋爐,貫流式鍋爐加熱速度快可隨負載變動自動調節供應,且採用自動並聯系統可節省購置備機購置費用。

改善 措施 圖一、12 噸鍋爐



圖二、16 噸鍋爐



- 1.設備使用年限較高且附屬設備老化故障率高:
  - 12 噸鍋爐設置於81年,16 噸鍋爐於89年設置,設備老舊故障率高。
- 2.16 噸鍋爐常於低負載(10~37%)低效率(約為 86%)運轉
  - A.設備產能使用率:

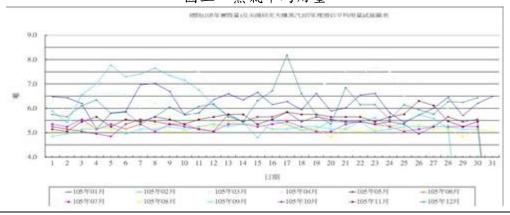
夏 月:日間約 25~31%, 夜間約 13~16%

非夏月:日間 31~37.5%, 夜間約 13~19%

B.現有鍋爐效率約為 86%(原鍋爐效率為 92%),依 105 年重油用量計 算,每年約增加 219 萬元燃料費用。

圖三、蒸氣平均用量

#### 改善前

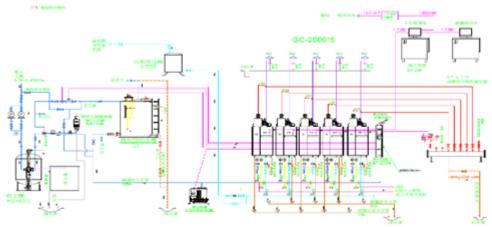


- 1.汰換設置5台2噸瓦斯及柴油雙燃料貫流式鍋爐,燃燒效率高達96%。
- 2.可依實際負載自動啟停鍋爐並聯運轉,負載調控性佳,可解決尖離峰蒸汽使 用量差異大問題。

圖四、5台貫流式鍋爐

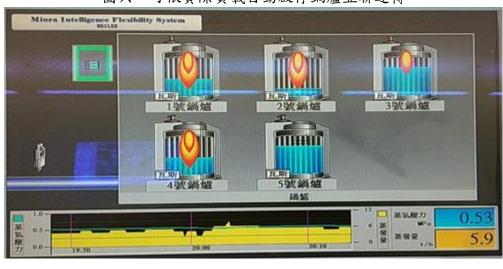


圖五、5台貫流式鍋爐流程圖



改善後

圖六、可依實際負載自動啟停鍋爐並聯運轉



#### 1. 節能效益:

12 噸及 16 噸鍋爐效率 86%燃料費,每年燃料費 29,195,630 元;5 台 2 噸 瓦斯及柴油雙燃料貫流式鍋爐,每年燃料費 25,432,297 元節省效益=376.3 萬元/年

# 2. 抑低CO2排放量:

- (1)重油 CO<sub>2</sub> 排放量:
  - 2,344,168 LT\*9,700(Kcal/LT)\*0.32/1,000=7,276.3 Ton-CO<sub>2</sub>
- (2)瓦斯 CO<sub>2</sub> 排放量:
- $2,448,426 \text{ m}^3*8,900(\text{Kcal/m}^3)*0.23/1,000=5,011.9 \text{ Ton-CO}_2$  每年天然瓦斯  $\text{CO}_2$  排放量較重油少  $2,264.4 \text{ Ton-CO}_2$ ,约 31%

#### 3.投資費用:

- 2,157萬元
- 4.回收年限:
  - 2,157萬元/376.3萬元=5.73年

圖七、節省效益評估

方案				现代报	方案一	
殺	備型式	水管式 重油燃料鍋爐	貫流式 天然氣雙燃料鍋爐			
容量. 數量			12-帧*1ST 16-帧*1ST	2-16*5ST		
_			,		(含質子中心)	
胨	<b>乳產量</b>	(年/頓)	A	33, 296	33, 296	
燃	科量	(LT/年)	В	2, 344, 168	2, 193, 38	
燃	料單價	(元/LT)	С	11.97	11.59	
運轉效率		(%)	D	86	9	
	重油辅助政備運轉費	(元/年)	E	894, 480	-	
繐	燃料費	(元/年)	F=B*C	28, 059, 691	25, 421, 297	
林	空污费	(元/年)	G	170, 759	-	
1 1	工檢前清爐費	(元/年)	н	60, 000	-	
	工檢費	(元/年)	1	10,700	11,000	
	시· sh	(元/年)	J=E+G+H+I	29, 195, 630	25, 432, 297	
	磷機費用	(元)	К	-	15, 251, 728	
<u>.T.</u>	瓦斯配管費用	(元)	L	-	6, 000, 000	
程費	水質改善設備費(較水二次處理)	(元)	М	-	319,000	
	配合标选工程费用	(元)	N	-	-	
	小計	(元)	P=K+L+M+N	-	21, 570, 728	
	節省燃料费差異	(元/年)	Q(F與既設)	-	- 2, 638, 394	
	節省運轉費用差異	(元/年)	R(J與既設)	-	- 3, 763, 333	
分析	10年期總費用(含運轉,工程)	(元)	S=J*10+P	291, 956, 300	275, 893, 702	
411	10年期總費用(含運轉,工程)差異	(元)	T(S與既設)	-	- 16, 062, 598	
	回收年限(含質子中心)	(年)	U-P/R	_	- 5, 73	

節能 成效

#### 圖八、各種燃料二氧化碳排放比較

The Example of the Management of the Control of the							
燃料剂	無復	CO: 排放係數	CO:排放量 (kg/百萬卡)	CO: 排放比	N:O 排放係數	N:O 排放量 (g/百萬卡)	N:0 排放比
崇油	8800(千卡/公升)	2. 73	0.31	96%	0.022	0.0025	100%
燃料油	9200(千卡/公升)	2. 98	0. 32	100%	0.023	0.0025	100%
液化石油氧	12026(千卡/公斤)	3. 18	0. 26	82%	0.00455	0. 000378	15%
天然氣 (1)	8900(千卡/立方公尺)	2. 09	0. 23	72%	0	0	0
天然氣 (2)	9900(千卡/立方公尺)	2. 31	0. 23	72%	0	0	0

說明:排放係數係採用 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 所提供,該係數係 全球之平均值,惟實際辦放量仍會因不同製程及效率而有所差異。

資料來源: 能源局

節能 措施	<b>汰換高耗能儀器</b>	系統 分類	醫療儀器					
改善 措施	汰換高耗能儀器,並優先採購具節能功能或低耗能儀器。							
改善前	舊式氙氣式手術用頭燈,其燈源為氙氣燈消耗整機消耗功率達450W。	.功率300	OW,加其電源供應器計算					
改善後	新式LED手術用頭燈,光源採節能LED燈泡,	低消耗	輸出功率約50W。					
節能成效	新舊機型功率相差約400W/小時,一天使用6小台計算,節能更多。 改善前:高耗能氙氣頭燈		,可節電約2400W,如有多					

節能 措施	加裝時間控制器	系統 分類	醫療儀器			
改善 措施	水冷式電腦斷層掃描儀冰水系統加裝計時器(Timer)					
改善前	水冷式電腦斷層掃描儀原外部循環冰水系統24小時運轉,部分CT僅上班時段開機,下班時段無使用無再產生熱量。					
改善後	水水主機控制盤加裝手動/自動切換開關與計區運轉時間為07:30~20:00,週六為0730~1600,開機運轉。			-		
節能成效	具有計時開關功能,緊急時能以手動開啟,至	手動 停止 自	<b>6</b> 5	¢ HWX		
	改善前:高耗能氙氣頭燈 改善後:	LED節	能頭燈			

			※明から・ ムノ
節能 措施	眼科細隙燈汰換 LED 燈	系統 分類	醫療儀器
改善 措施	採購 LED 燈具儀器		
改善前	舊款眼科細隙燈,燈源為鹵素燈泡,加其電流	原供應器	:計算整機消耗功率為40W。
改善後	新款眼科細隙燈,光源採節能LED燈,其電源	系供應器	計算整機消耗功率為25W。
節能成效	新舊機型功率相差約15W/小時,一天使用12台計算,節能更多。 改善前:鹵素燈泡細隙燈		算,可節電約180W,如有多 LED細隙燈

節能 措施	更換醫療等級電源線	系統 分類	<b>金鸡体大</b>
改善 措施	更換 Fresenius 4008S 洗腎機原廠電源線		
改善前	Fresenius 4008S洗腎機於熱化消時使用熱顯像儀監測電源線( 升至約57℃,導致環境溫度升高。	長度統	約3M)溫度上
一口五份	經開發醫療等級電源線,於洗腎機熱化消時相同條件下使用素 溫度約31℃。	热顯像	<b>定儀量測電源線</b>
節成效	電源線溫度有效降低26°C,如有多台計算,節能更多 (57.3°) 改善前:原廠電源線 改善後:醫療等級電	(31	<b>.3°C)</b>

# 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,並經研究統計醫院耗能設備密度高,各級醫院平均單位面積耗電分別達168.8kWh/m².y、232.4kWh/m².y及229.4kWh/m².y,可見醫院為商業部門耗能大之行業。依110年醫療院所所申報之能源用量為(1)用電需量:414,838kW。(2)用電量:23.4億度/年。(3)電費:56.8億元/年。(4)熱能費用:5.2億元/年。(5)總能源費用:62.1億元/年。每度電2.43元,省電10%,可節省約2.3億度電/年,5.6億元/年計,估算未來全省評鑑合格醫院422家,保守改善意願以60%計,約253家,則可抑低用電約29,038kW,每年節約用電約1.38億度電,3.3億元,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)良好的維護保養,(4)加強員工「有效用電、節約能源」教育訓練。因此建議醫院工程部在規劃設置時,即應考量節能 10 項重點為(1)穩定之供電電壓品質,(2)照度設計合理化,(3)使用 LED 燈具及光源,(4)採用自動點滅器控制,利用自然採光,(5)空調設備採用高效率省能機型,並加強定期維修保養,(6)注意空調設備溫度設定合理值,(7)採用電能監控(SCADA)系統,(8)加強提供員工節約能源管理及維護訓練,(9)定期檢測鍋爐效率及導入高效率熱泵熱水系統(10)醫院工程部應研究節能技術導入及檢核,並給與定期現場督導協助。

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

# 拾壹、参考資料

- (1) 2021 年台灣能源統計年報:經濟部能源局。
- (2) 衛生署 110 年度臺灣地區歷年公私立醫療院所數統計。
- (3) 2021 年非生產性質行業能源查核年報:經濟部能源局編印。
- (4) 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。
- (5) 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。
- (6) 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
- (7) 台灣電力股份有限公司(2022)。詳細電價表檢自: https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=238
- (8) 財團法人台灣綠色生產力基金會,2008,空調系統管理與節能手冊。
- (9) 財團法人台灣綠色生產力基金會,2022,辦公大樓節能技術手冊。
- (10) 室內空氣品質資訊網(2014)。室內空氣品質標準檢自: https://iaq.epa.gov.tw/indoorair/download\_law.aspx。