

「2022 中華民國營建工程學會第二十屆營建產業永續發展研討會」

空調設備使用與維護之探討

—以新竹縣某佛院為例

李瑞昌 (Li-Jui Chang)
逢甲大學建設學院
專案管理研究生

**曾 亮 (Liang Tseng)
逢甲大學建築專業學院
副教授

***楊朝仲 (Chao-Chung Yang)
逢甲大學建設學院
專案管理研究所主任

摘要

近年來由於環境變遷，空調成為不可或缺的生活必須品。人們依賴空調設備來調節溫濕度，達到舒適需求。但往往忽視無形的潛在危害，耗能影響溫室效應、霉菌塵埃影響呼吸道。使用者對於空調設備的維護保養，並沒有正確的使用維護保養觀念，通常設備發生異常才處理，此情形不但增加了設備的耗電量，降低機組壽命，還會面臨停機而產生的危害風險。故本研究針對宗教建築空調設備使用以及維護進行分析，並透過文獻回顧分析、案例實際操作研究結果：

1. 空調設備節能措施：冰水出、回水溫度每提高 1°C 主機節能量可達 1.5%。
2. 維修保養：室外側以冰水機組季檢保（5 項）、年檢保（6 項）為主；室內側以送風機組季檢保（4 項）、年檢保（5 項）為主。

關鍵詞：宗教建築、空調系統、維護保養、耗能、節能。

**Discussion on Energy-Saving Design of
Air-Conditioning in Religious Buildings-Take
the Buddhist Temple in Hsinchu County as
Example**

Abstract

Discuss the best design of air-conditioning for religious buildings in Hsinchu County. The design accords with the space usage and is the same as the preliminary design. There is not only one option for air-conditioning design. Owing to different places and different used space, we need to get relative design conditions through the consultation to design the air-conditioning system which meets the requirement. In order to ensure the efficient combination of various air-conditioning equipment, confirm the owner's favorite, and hope to achieve the optimized operation of the air-conditioning system, that is, use the minimum energy consumption to meet the

conditions of the air-conditioning requirements. The multi-function air-conditioning system activates the use of energy-saving design based on the building's actual usage.

This project is planned for the spatial characteristics for a Buddhist temple in Hsinchu County equipped with a multi-function air-conditioning system: (1) Air-cooled water chiller system with 8 main engine and adopting chilled waterhead system to supply cold water to 19 areas interior overloads (2) 4 sets of variable refrigerant volume systems. (3) 12 sets of air-cooled packaged units and chillers. The total tonnage required for refrigerating capacity of the air-conditioning is 638 RT and now it covers only 60% tonnage to design the number of water chillers which is 374 RT. The remaining 40% 264RT is reserved to optimize the usage of air-conditioning.

Key words: Religious buildings, Air-conditioning system, Energy-saving design, Optimization, Multi-function

一、緒論

人們依賴空調設備來調節溫濕度，達到舒適需求，卻忽視無形的潛在危害。能源消耗無形中產生溫室效應，空調室內機產生的霉菌塵埃亦會影響呼吸道。使用者對於空調設備的使用和維護保養，往往沒有正確的觀念，通常都是在設備發生異常才會進行處理，殊不知此狀態不但會增加設備的耗電量，還會降低機組壽命，還要面臨故障停機帶來無形損失之風險。空調設備正確使用、定期清潔保養，不但可以提高室內空氣品質更可使設備的運轉維持最佳狀態，達到節省能源、增加空調設備使用週期。

(一)研究動機與目的

1.研究動機

宗教建築空間的使用，有別於其他產業的空間使用，它屬於部分特定性使用，部分常態性使用，因此空調系統的使用管理就必須特別的注意。因此希望透過案例實際使用情況，制訂一套空調設備使用操作SOP及維護管理事項，提供院方進行教育訓練範本，專人專責管理。讓空調設備的運轉效率可以達到最佳化，減少人為疏失而產生的耗能，達到節能的目標。

2.研究目的

依照空調系統特性及不同空間使用特性，制訂完整標準的空調設備使用流程與維護管理表格，以提供院方維護管理單位可遵循參考的依據，適當的維護保養可以延長設備生命週期，正確的使用習慣可以減少不避要的能源消耗、故障率及危險性。本文主要研究目的：

- 1.探討宗教建築空調設備之維護管理。
- 2.分析宗教建築之空調設備使用管理。
- 3.建立宗教建築之空調設備維護管理。

二、文獻回顧

針對空調系統冰水主機的冰水出水溫度、空調箱冰水流入量調節，以及調整散熱風扇的運轉數量進行控制，在不需要增設任何的設備或任何控制元件下，提升冰水主機運轉效率，達到減少電力。1.高負載條件下運轉的冰水主機，除了有較高的運轉效率外，也由於送至空調箱及冰水需求設備的冰水溫度降低，讓空調及生產製程設備冰水需求量也會減少，可以減少空調系統的電力使用。2.維持溫度的冷卻水流入冰水主機，讓冰水主機在有效率的負載條件下運轉，減少電力的耗用，可是過低溫度的冷卻水流入冰水主機，又會讓冰水主機的運轉效率變差，因此必須依大氣環境溫濕度的變化，適時的調整冷卻水塔散熱風扇的運轉數量，控制冷卻水溫不致過低。藉由調整散熱風扇的運轉數量，以及冰水主機的冰水出水溫度設定調降，約可減少14%之運轉耗用電量(陳建成，2018)。

設置空調設備的日的是透過溫濕度的熱環境的調節和空氣的淨化使室內空氣達到舒適健康的狀態。一般認為，空調設備內部的過濾器能夠除去粉塵並送出潔淨的空氣，但是，過濾器的效率不是100%，空調設備內部也會產生鏽和結晶等污染物質，長期堆積成為風管內的塵埃污染物質，透過這些風管的空氣被污染後送至室內，污染了室內空氣。防止室內空氣被污染的措施之一就是風管的清掃和洗淨，隨著對室內空氣品質關注程度的提高，風管清掃的必要性也越來越重要(黃博麒，2005)。

國內對於空調設備的維護保養，大都沒有進行定期檢修的安排，主機發生異常被迫處理，徒增耗電、降低機組壽命，有無預警停機風險，若以設備維護管理的角度將維護保養週期的觀念納入，會有不同的啟發與激盪(周勁言，2022)。

一般人使用空調設備的慣性思維：開關機、調溫度、冷度不夠找專業人士補冷媒或進行清潔保養，忽視正確的使用方式及定時清潔的重要性。空調室內機長期處於潮濕狀態往往是霉菌生長的溫床，如果沒有即時的清潔，容易造成發霉現象的黴菌，不但會釋放出過敏物質，引發過敏、氣喘，有些毒性強的黴菌，更會引起嚴重的肺部病變，甚至死亡。



圖 1 冷氣保養實例-1



圖 2 冷氣保養實例-2

三、空調設備使用管理

(一)空調設備系統概述

本探討案例為新竹縣某佛院空調系統，其設置空間使用分別為：行政辦公區域、公共區域、住宿區。溫度控制採一對一、一對多，集結至控制室做集中管控。本案例空調設備系統共分為五個系統（如表1所示）。

- 1.冰水系統 A：一層大殿區、二層用餐區、三層階梯教室、辦公區域、四層佛堂、講堂、圖書室等空間，共計 12 個區域。
- 2.冰水系統 B：五層至六層。老母大殿、羽球館、桌球室、多功能室、健身中心等空間，共計 7 個區域。
- 3.水冷式系統：一層廚房。室內為 2 台箱型冷氣，室外 1 台 30 噸圓型水塔。
- 4.多聯式系統：四層及夾層為住宿通舖區。採用 4 台 VRF 室外主機。
- 5.分離式系統：六層為 12 間套房住宿區。12 組一對一壁掛式分離式冷氣。

綜合上述本案例建築規模 F6B1：空調系統規劃之特色為，採共通管式分區（A 區 12 組迴路；B 區 7 組迴路）供應全院空調系統。

表 1 設備系統明細表

項次	系統	設備內容
一	冰水系統 A	5 台氣冷冰水主機 / 12 台區域泵浦 / 吊隱式送風機
二	冰水系統 B	7 台氣冷冰水主機 / 7 台區域泵浦 / 吊隱式送風機
三	水冷式系統	2 台箱型冷氣機 / 1 台圓型冷卻水塔
四	多聯式系統	4 台多聯分離式冷氣室外機 / 吊隱式送風機
五	分離式系統	12 組壁掛分離式冷氣

(二)空調設備使用耗能影響

針對本探討案例使用的空調設備系統討論其對耗能之影響，簡要說明如下：

- 1.主機低負載運轉，如為離心式主機其在 40% 以下負載操作即會造成湧浪現象(surge)，低負載時能源效率低，一般而言應盡量使其在 50% 以上之負載運轉，75% 為佳，使能源效率提升。
- 2.冰水出水溫度設定不宜偏低，(出水溫度 7°C，回水溫度 12°C，溫差 5°C)。每提高 1°C 主機節能量最高可達 1.5%。冷卻水出水溫度(37°C)每提高 1°C 可減少壓縮機之能耗。
- 3.冰水或冷卻水之流量不宜過高，冰水 10lpm/RT，冷卻水 13lpm/RT。
- 4.提高室內溫度設定值，依能源管理法第八條之規定 26°C。由中央監控管控，避免離開時忘了關冷氣，致使失去節能之效果。
- 5.能源管理法第八條之規定，冷氣不外洩，減少能源浪費。

本案例的空調設備主要有氣冷冰水主機、冷卻水塔、箱型冷氣機、室內送風機、分離式冷氣機組。設備結構（如圖 3）。綜合上述本案例空調設備節能措施：冰水出、回水溫度每提高 1°C 主機節能量可達 1.5%。

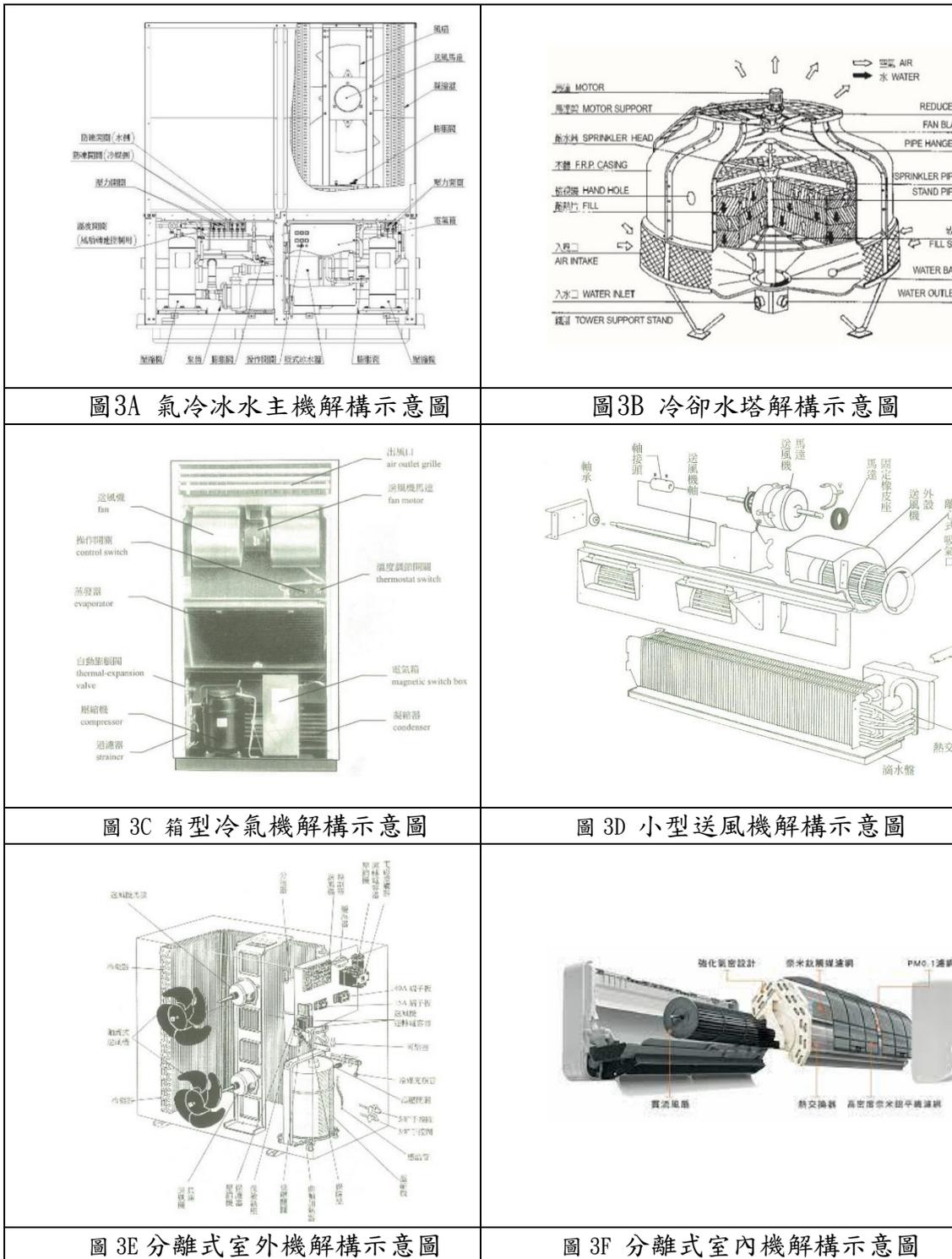


圖 3 設備結構圖

(三)空調設備使用管理

依據規劃營運管理操作準則-營運管理操作準則(SOP)，針對本案例的空調系統制定了操作管理及緊急應變措施。

- 1.操作手冊：(1)製造商之操作與維護手冊。(2)完整說明各項產品及其操作步驟與維護方式。(3)示意圖及建議備用零件表。

- 2.人員訓練育成：(1)設備及佈置說明。(2)各項設備使用說明。(3)各項設備之操作步驟。(4)操作維護項目及程序解說。(5)故障檢查程序及排除說明。
- 3.維護保養管理：(1)運轉數據監測。(2)異常處理、障礙排除。(3)定期保養。
- 4.緊急應變措施：與專業廠商簽訂保養合約，發生緊急事件於24小時內處理。

四、空調設備維護管理

空調設備維護重要性主要是提高空調設備系統運轉效率可以降低耗能達到節能減碳之目的。如何提高運轉效率的方法有下列五點。

1.定期清洗冰水主機之冷凝器：冷凝器髒污會使溫度升高，散熱不良增加壓縮機耗能。定期清洗提高效率減少耗能（如圖4）。

2.定期檢視及清洗冷卻水塔：檢視冷卻水溫，不宜偏高，會增加空調主機耗電，一般可能是冷卻水塔之風扇故障、冷卻水灑水不均、散熱材污損等造成散熱不良。冷卻水需檢視其污濁狀況進行清洗，減少水中雜質污染，避免污垢阻塞散熱材，減少冷凝器積垢影響主機效率（如圖5）。

3.定期檢視水循環設備：水泵浦、Y型過濾器，Y型過濾器阻塞會直接影響水流量，造成管路阻力需要更多的功去運行，進而增加能耗。

4.定期檢視及清洗定內送風機：檢測送風量及溫度，風鼓髒污影響轉速，增加送風機耗電。亦會將其污垢吹至室內，影響室內空氣品質（如圖6）。

5.定期檢視清洗回風網：回風網阻塞影響（如圖7）。



圖 4 冷凝器髒污示意圖



圖 5 冷卻水塔髒污示意圖



圖 6 送風機風鼓髒污示意圖

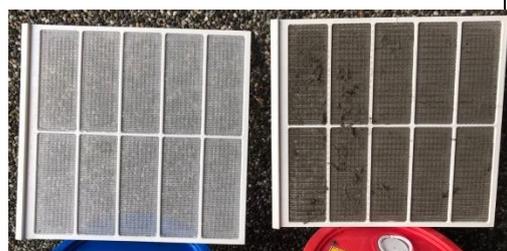


圖 7 回風濾網清洗前、後示意圖

空調系統由專人負責操作、開機、關機、保養及維護，以延長其運轉壽命，提高效率。保養維護工作分為每季、年度檢修清潔保養，由專業廠商執行。本案例分為室外側與室內側來探討。

(一)室外側檢修保養作業

室外側設備：冰水主機、冷卻水塔、分離式室外機，季檢保、年檢保明細項目（如表 2）。

表 2 設備保養明細表-1

冰水主機		(季)檢保	(年)檢保
1	冷媒系統檢視，不足則需充灌並查漏	○	○
2	馬達絕緣檢查	○	○
3	配電系統及設備絕緣安全檢查	○	○
4	冷凝器清洗	○	○
5	Y型過濾器清洗	○	○
6	整機組清潔防鏽處理		○
小計		5	6
循環水泵浦		(季)檢保	(年)檢保
1	水泵輪葉，連軸器，軸封檢查調整與校正	○	○
2	檢查葉輪有無磨損，必要時修理	○	○
3	馬達絕緣測試	○	○
4	檢查、添注或更換潤滑油		○
小計		3	4
冷卻水塔		(季)檢保	(年)檢保
1	檢查存水盤、外殼、網板等，必要時清潔或油漆		○
2	檢查皮帶，必要時更換	○	○
3	檢查散熱片、散水頭是否正常，倘有堵塞則取出清潔	○	○
4	馬達絕緣測試，配線及線管安全檢查及固定		○
5	檢查散水管之方向是否正常，倘有偏差則校正		○
6	檢查存水水質及出水過濾網，並清洗換水	○	○
小計		3	6
分離式室外機		(季)檢保	(年)檢保
1	檢查及注意冷媒量是否正常，倘不足則需充灌並查漏	○	○
2	檢查及調校各安全與運轉控制器	○	○
3	馬達絕緣測試		○
4	冷凝器清洗		○
小計		2	4

綜合上述本案例室外側檢修保養：最主要以冰水機組季檢保（5 項）、年檢保（6 項）（如表 2）。

（二）室內側檢修保養作業

室內側設備：箱型冷氣、送風機、壁掛分離式室內機，季檢保(三個月為一季)、年檢保其明細項目（如表 3）。

表 3 設備保養明細表-2

箱型冷氣		(季)檢保	(年)檢保
1	檢查及調校軸承及傳動裝置		○
2	檢查及清洗風車、銅管排及散熱鰭片		○
3	冷凝器清洗		○
4	濾網清洗	○	○
5	排水管疏通	○	○
小計		2	5
送風機		(季)檢保	(年)檢保
1	檢查風鼓運行，必要時清洗	○	○
2	冷凝器清洗		○
3	水盤清洗、排水管疏通	○	○
4	回風網清洗	○	○
5	出風口清潔	○	○
小計		4	5
壁掛分離式室內機		(季)檢保	(年)檢保
1	檢查風鼓運行，必要時清洗	○	○
2	冷凝器清洗		○
3	回風網清洗	○	○
4	排水管疏通		○
5	機身清潔		○
小計		2	5

綜合上述本案例室內側檢修保養：最主要以送風機組季檢保（4 項）、年檢保（5 項）（如表 3）。

五、結論與建議

空調系統必須由專人負責操作正確的開、關機、保養及維護，可以延長空調設備生命週期，避免人為疏失產生不必要的損耗，達到省能、舒適之目標。依據各家設備廠商提供之使用維護保養手冊及累積經驗，針對本案例空調設備製定使用維護 SOP 提供佛院遵循，減少無謂的耗能成本。

(一) 結論

1. 建築規模 F6B1：空調系統規劃之特色為，採共通管式分區（A 區 12 組迴路；B 區 7 組迴路）供應全院空調系統。
2. 空調設備節能措施：冰水出、回水溫度每提高 1°C 主機節能量可達 1.5%。
3. 室外側檢修保養：最主要以冰水機組季檢保（5 項）、年檢保（6 項）。
4. 室內側檢修保養：最主要以送風機組季檢保（4 項）、年檢保（5 項）。

(二) 建議

本探討案例實施正確的使用維護保養 SOP。引導院方進入系統化的運行，組織團隊或專人負責空調設備，制訂空調設備使用維護手冊，實施教育訓練，與專業空調廠商簽定保養合約，落實週期保養。本研究為單一工程進行探討，希望未來能對更多工程進行改善，達到節能減碳之目標。

參考文獻

1. 黃博麒，「集會空間空調系統清潔程度與室內空氣品質相關性之研究」，碩士論文，國立成功大學建築學系碩博士班，2005。
2. 能源查核與節約能源案例手冊-空調系統，2006 年。
3. 蕭明哲、陳國龍、沈志秋，「冷凍空調工程 I」，台北市，全華科技圖書，2006。
4. 李居芳，「冷凍空調實務」，台北市，全華科技圖書，2008。
5. 余銘峰，「空調附屬設備機組維護保養排程最佳化之研究」，碩士論文，國立中央大學土木工程學系在職專班，2017。
6. 陳建成，「空調系統冰水主機有效管理之節能實例分析」。碩士論文，國立中興大學環境工程學系所，2018。
7. 周勁言，「水冷式冰水主機維護保養週期評估之研究」，碩士論文，國立臺北科技大學能源與冷凍空調工程系，2022。
8. 工業技術研究院能源與資源研究所，「空調系統能源查核與節約能源案例手冊」，經濟部能源局，節錄自 2022/07/13。檢自 <https://emis.itri.org.tw>。
9. 台灣區冷凍空調工程工業同業公會，節錄自 2022/07/13 檢自 <http://www.hvac-net.org.tw>。
10. 工業節能網，節錄自 2022/07/13 檢自 <https://emis.itri.org.tw>。
11. ASHRAE. ASHRAE Standard 90.1-2013: Energy Standard for buildings except low-rise

- residential buildings. Author Press;2013.
- 12.Guoxing Wang, Zheng Lian, Yunting Deng, Zhonghua Zhang, Tao Lvb, Design and energy saving analysis of air conditioning system based on building environment, International Core Journal of Engineering Vol.7, Issue 12, 2021, pp. 400-404.