



經濟部標準檢驗局新竹分局 102 年度

自行研究計畫

102BSMI-

焓差式及平衡式空調機性能測試法 比較與分析

經濟部標準檢驗局新竹分局編印

中華民國 102 年 12 月 31 日

| | | | |
|---|----------------------|---------------------------|--|
| 標準檢驗局新竹分局 102 年度自行研究報告提要表 | | 填表人：羅國豪 填表日期：102.12.30 | |
| 研究報告名稱 | 焓差式及平衡式空調機性能測試法比較與分析 | | |
| 研究單位及人員 | 新竹分局/蔡宏哲、羅國豪、許弘宜 | 研究時間 | 自 102 年 03 月 01 日 至 102 年 11 月 30 日 |
| 報 告 內 容 提 要 | | | |
| <p>一、研究緣起與目的：</p> <p>冷凍空調產品之節能為全球關注的焦點，主要是其佔全球能源使用比例高達 30% 以上，因此各國積極投入冷凍空調相關研究，並列為長期執行計畫之一，藉以持續提昇與驗證冷凍空調產品之能效，達到節能減碳的目標。</p> <p>臺灣平均每一個家庭有 2.7 台冷氣，冷氣占了家庭耗電 37%，冷氣機是否節能，取決於冷氣機能源效率比。冷氣機能源效率比之定義為：$EER = \frac{\text{總冷房能力 (W)}}{\text{使用電力 (W)}}$，EER 值愈高，則冷氣機愈省電，EER 值每提高 0.1，就可節省約 3%~4% 的冷氣機用電。</p> <p>冷凍空調產品因其使用能源較大，具有較多的節能潛力，因此受到國際能源組織相當大的重視，同時標準與檢測技術之適切與否，直接影響能否有效評估產品真正能源效率，因此，本研究目的在於深入研究空調機產品檢測技術，降低人為誤差導致的量測誤差，並能正確檢測產品之能源效率比值，以維護消費者權益。</p> | | | |

二、研究方法與過程：

本文的研究方法與過程是經由詳讀CNS 14464標準內的規範，透過整理歸納讓讀者能更清楚規章的內容和試驗的方法和過程，介紹其測量條件、規範、以及測量結果必備的數據。規範中明定，進行性能試驗必須要使用以下兩種測量：空氣焓法和熱量測量室法，內文將詳細介紹其特色、計算過程、並比較兩者優缺點。

本研究所適用機型範圍限制包含一般常見的窗型冷氣機、一對一或一對多分離式氣冷機、水冷式空調箱(該機器又稱箱型機)、多聯變頻空調(VRV)及空氣源式熱泵等能構成冷凍循環之設備。此規範不適用需要附加風管之設備，如冰水主機或中央空調或水源式熱泵。

三、研究發現與建議：

CNS 14464中，進行空調機製冷、製熱性能測試，有二種試驗方法，一為熱量測量室法(一般通稱熱平衡法)，另一為空氣焓法(一般通稱焓差法)，此二種試驗方法所測得之結果皆受到標準的認可。

空氣焓法以空氣側的變化來反應空調設備的冷凍能力，測量空調設備的送風、回風參數(乾溼球溫度)及循環風量，用測得的送風、回風的焓差與風量兩者的乘積來計算空調的能力。

熱平衡法的基本概念是，在穩定的工作狀態下，熱量測量室內部的所有部件及護圍結構達到了吸熱量等於放熱量的熱平衡的狀態。由製冷能力、製熱能力、總輸入功能量進出熱量測量室達到平衡，以此平衡狀態計算空調能力的目標。

當達到熱平衡時，加入到密閉的、隔熱的室內側空間的總熱能量等於其被測機的製冷能力，或者反過來，從密閉的、隔熱的室內側房間型熱量計中取走的總熱能量等於被測機的製熱能力；此法純粹利用環控空間的熱能量平衡來計算被測機的冷、暖房能力。

而熱平衡法與焓差法主要差異如下：

1. 熱平衡法能使待測設備所處環境與實際環境較為一致，理論上測量值比焓差法的誤差來的小，數據比較精確可靠。
2. 熱平衡法測量的時間約需5小時，焓差法測量一般約2小時，焓差實驗室使用效率高。
3. 因採雙層內外庫體護圍結構(焓差式為單層)，故熱平衡法建置成本較高，且運轉維護保養成本及測試所耗用電費較焓差式高出近一倍(執行額定冷房能力試驗，平衡式運轉8hr約耗電550~600度電，焓差式運轉8hr約耗電250~300度電)。

熟知兩者的原理及相關知識後，統整熱量測量室法與空氣焓法的特性及優劣比較，檢測人員便可以依照不同情況需求選擇適合的測量方法，以達到最大效益的目的。

目次

| | |
|--|----|
| 目次..... | 5 |
| 圖次..... | 7 |
| 表次..... | 8 |
| 摘要..... | 9 |
| 一、 前言與冷凍空調研發試驗中心簡介..... | 11 |
| 二、 CNS 14464 空調機性能測試標準介紹..... | 13 |
| (一) 冷氣能力試驗..... | 13 |
| 1. 測量額定冷氣能力..... | 13 |
| 2. 冷氣最高溫試驗..... | 14 |
| 3. 冷氣最低溫試驗..... | 14 |
| 4. 結露冷凝水處理試驗..... | 15 |
| 5. 結凍試驗..... | 15 |
| (二) 暖氣能力試驗..... | 16 |
| 1. 測量額定暖氣能力..... | 16 |
| 2. 暖氣最高溫試驗..... | 17 |
| 3. 暖氣最低溫試驗..... | 18 |
| 4. 自動除霜試驗..... | 18 |
| (三) 試驗方法及不確定度..... | 19 |
| (四) 試驗結果..... | 21 |
| 三、 熱量測量室法(Calorimeter test of method)..... | 21 |
| (一) 基本介紹..... | 21 |
| (二) 熱量測量室之分類..... | 23 |
| (三) 冷氣與暖氣能力計算..... | 25 |

| | | |
|-----|-------------------------------------|----|
| 四、 | 空氣焓法(Air enthalpy test method)..... | 29 |
| (一) | 基本介紹..... | 29 |
| (二) | 室外空氣焓法..... | 29 |
| 1. | 試驗室之規定..... | 29 |
| 2. | 計算..... | 30 |
| (三) | 室內空氣焓法..... | 31 |
| 1. | 試驗室之規定..... | 31 |
| 2. | 試驗裝置..... | 31 |
| 3. | 計算..... | 34 |
| 4. | 所需紀錄之資料..... | 35 |
| 五、 | 綜合評比..... | 36 |
| (一) | 熱量測量室法的優點..... | 38 |
| (二) | 熱量測量室法的缺點..... | 39 |
| (三) | 空氣焓法的優點..... | 39 |
| (四) | 空氣焓法的缺點..... | 40 |
| 六、 | 結論..... | 40 |
| 七、 | 參考文獻..... | 41 |

圖次

| | |
|--------------------------|----|
| 圖 1 熱量平衡室法及空氣焓法分類圖 | 19 |
| 圖 2 校正型熱量測量室 | 22 |
| 圖 3 平衡型熱量測量室 | 24 |
| 圖 4 測量室冷氣能力能量出入示意圖 | 26 |
| 圖 5 溫度量測儀器 | 29 |
| 圖 6 熱量測量室：空氣焓法配置圖 | 30 |
| 圖 7 風道型空氣焓法試驗裝置 | 31 |
| 圖 8 迴路型空氣焓法試驗裝置 | 32 |
| 圖 9 熱量計型空氣焓法試驗裝置 | 33 |
| 圖 10 室型空氣焓法試驗裝置 | 34 |

表次

| | |
|-----------------------------|----|
| 表 1 額定冷氣能力試驗之條件 | 13 |
| 表 2 冷氣最高溫度試驗條件 | 14 |
| 表 3 冷氣最低溫度試驗條件 | 15 |
| 表 4 結露及冷凝水處理試驗之條件 | 15 |
| 表 5 結凍試驗之條件 | 16 |
| 表 6 額定暖氣能力試驗之條件 | 17 |
| 表 7 暖氣最高溫度試驗條件 | 17 |
| 表 8 暖氣最低溫度試驗條件 | 18 |
| 表 9 自動除霜試驗之條件 | 18 |
| 表 10 能力試驗讀值之偏離度 | 19 |
| 表 11 量測不確定度之上限值 | 20 |
| 表 12 熱量測量室所需記錄之資料 | 28 |
| 表 13 空氣焓法所需記錄之資料 | 35 |
| 表 14 熱量測量室法與空氣焓法的比較簡表 | 36 |

摘要

市場上有各種機型和性能的空調機，以滿足不同的需求，為了驗證其性能是否與額定相符，因此 CNS14464 針對無風管空調機及氣冷式熱泵訂出規範，透過標準化的試驗，可以得到該空調機或空調的真實性能。

CNS 14464 中，進行空調機製冷、製熱性能測試，有二種試驗方法，一為熱量測量室法，一般通稱熱平衡法，另一為空氣焓法，一般通稱焓差法，此二種試驗方法所測得之結果皆受到標準的認可。

空氣焓法以空氣側的變化來反映空調設備的冷凍能力，測量空調設備的送風、回風參數(乾溼球溫度)及循環風量，用測得的送風、回風的焓差與風量兩者的乘積來制定設備的能力。

熱平衡法的基本概念是，在穩定的工作狀態下，熱量測量室內部的所有部件及護圍結構達到了吸熱量等於放熱量的熱平衡的狀態。由製冷能力、製熱能力、總輸入功能量進出熱量測量室達到平衡，以此平衡狀態計算空調能力的目標。

當達到熱平衡時，加入到密閉的、隔熱的室內側空間的總熱能量等於其被測機的製冷能力，或者反過來，從密閉的、隔熱的室內側房間型熱量計中取走的總熱能量等於被測機的製熱能力；此法純粹利用環控空間的熱能量平衡來計算被測機的冷、暖房能力。

而熱平衡法與焓差法主要差異如下：

1. 熱平衡法能使待測設備所處環境與實際環境較為一致，理論上測量值比焓差法的誤差來的小，數據比較精確可靠。
2. 熱平衡法測量的時間約需 5 小時，焓差法測量一般約 2 小時，焓差實驗室使用效率高。

3. 因採雙層內外庫體護圍結構(焓差式為單層)，故熱平衡法建置成本較高，且運轉維護保養成本及測試所耗用電費較焓差式高出近一倍(執行額定冷房能力試驗，平衡式運轉 8hr 約耗電 550~600 度電，焓差式運轉 8hr 約耗電 250~300 度電)。

熟知兩者的原理及相關知識後，統整熱量測量室法與空氣焓法的特性及優劣比較，使用者便可以依照不同情況需求選擇適合的測量方法，以達到最大效益的目的。

關鍵字：無風管空調機(Non-ducted air conditioners)、試驗與性能測試(testing and rating performance)、熱量測量室法(Calorimeter test of method)、空氣焓法(Air enthalpy test method)。

一、前言與冷凍空調研發試驗中心簡介

(一)前言

空調是社會進步的指標之一，它提供空間暖房、冷房、除濕等功能，創造了舒適的環境，有效提升工作效率，因此各式空調機被大量運用。為了因應不同環境及需求，各種機型和性能的空調機在市場出現。各種機型皆有不同功效及性能，性能決定了空調機的功效，為了驗證其設備額定之性能，是否符合實際的能力，故需要統一的性能測試標準。

為了使冷氣機和熱泵的性能試驗標準化，中華民國國家標準參照 ISO 5151:1994, Non-ducted air conditioners and heat pumps-testing and rating performance 制定了 CNS14464[1]，該規範針對氣冷式與水冷式冷凝器之單體式及分離式無風管空調及氣冷式熱泵訂定性能測試標準，該標準適用單一或複數冷凍、具備單一室外機體，搭配單一或複數室內機體之各種等級設備。其設備代表「無風管空氣調節機」或「無風管熱泵」。

本文所適用機型範圍限制包含一般常見的窗型冷氣、一對一或一對多分離式氣冷機、水冷式空調箱(該機器又稱箱型機)、多聯變頻空調(VRV)及空氣源式熱泵等能構成冷凍循環之設備。此規範不適用需要附加風管之設備，如冰水主機、中央空調或水源式熱泵。

本文的目的是導讀由前言 CNS 14464 規章內的規範，透過整理讓讀者能更清楚規章的內容和試驗的方法和過程，介紹其測量條件、規範、以及測量結果必備的數據。規範中明定，進行性能試驗必須要使用以下兩種測量：空氣焓法和熱量測量室法，內文將詳細介紹其特色、計算過程、並比較兩者優缺點。

(二) 冷凍空調研發試驗中心簡介

節能減碳是我國當前重要施政方針，目前國內冷凍空調產業每年產值約達 266 億元，扮演我國經濟發展相當重要的一環。家用冷凍空調設備佔全國總用電量的 15.8%，空調機及冰箱能源效率值愈高愈省電，若家用空調機與冰箱能源效率標準於目前 5 級制每提升 1 級，平均約可節省 7% 用電，因此，廠商宣稱之能源效率等級之正確性，經濟部標準檢驗局新竹分局設置於中壢工業區南園路的「冷凍空調研發試驗中心」將扮演相當重要的把關角色。本試驗中心目前已建置「71 kW 熱量計型空氣焓法試驗室」、「平衡型熱量測量試驗室」、「電冰箱與需水家電試驗室」及「空氣源式熱泵熱水器試驗室」等多項檢測設施，以提昇國內產業在國際市場競爭力。

目前我國為全球第一個提高空調機性能檢驗範圍至 71kW 冷氣能力的國家，本試驗中心「71 kW 熱量計型空氣焓法試驗室」深具落實節能政策推動、領先國際空調機性能檢驗現況之指標性意義；至於「平衡型熱量測量試驗室」為目前國內唯一運轉的空調機平衡型熱量測量試驗室，可與美國、日本、澳洲等先進國家接軌，有利進行相互承認檢測結果，協助業界拓展商機，提升我國國際經貿發展；此外「電冰箱與需水家電試驗室」已通過評鑑成為國際電工委員會（IEC）認可試驗室，具國際水準，將可節省國內廠商測試費用約 30%；同時「空氣源式熱泵熱水器試驗室」亦為國內唯一可測試 CNS 15466「空氣源式熱泵熱水器之性能試驗法」與歐洲 EN 16147 標準的熱泵熱水器性能測試試驗室，符合國際再生能源發展趨勢。

本試驗中心未來將結合產官學界，共同合作積極投入相關推廣應用與人才訓練，並積極拓展與國際試驗室間的檢測驗證合作，提供符合冷凍空調產業的脈動與發展之需，以促進冷凍空調產業升級與拓展外銷，為產業界創造最大的商機貢獻一份心力。

二、 CNS 14464 空調機性能測試標準介紹

在 CNS14464 標準中有詳細介紹其規範內容、試驗結果表達、以及試驗方法等等，透過標準化的試驗，可以得到該空調機或空調的真實性能，本文將分四項大略介紹規範中的重點事項，分別是：(1)冷氣能力試驗、(2)暖氣能力試驗、(3)試驗方法及不確定度、(4)試驗結果。依照此順序，可按照流程從事前準備到結果報告，有一標準化的結果。

(一) 冷氣能力試驗

冷氣試驗規範了能力試驗及分等、額定能力分等、最高溫試驗、最低溫試驗、冷氣的結露及冷凝水試驗、結凍試驗。暖氣試驗有能力試驗及分等、額定能力分等、最高溫試驗、最低溫試驗及自動除霜測試等試驗。每款出廠的空調機需經過上述的規範進行試驗，以求得其性能。

1. 測量額定冷氣能力

測量額定冷氣能力，在該規範中有溫度有嚴格的規範，其內容如表 1 所示，表中台灣適用溫帶地區標準(T1)，該設備銘牌需標註適用的氣候條件及測試標準，其性能測試之室內側需測量顯熱、潛熱、及額定總冷氣能力。其試驗中不得改變風機轉速及系統阻力(機外靜壓)；不得違反製造廠商之操作說明、風機轉速等條件。在運轉測試前，需先運轉至平衡後，再行運轉 1 小時。

表 1 額定冷氣能力試驗之條件

| 參數 | | 標準試驗條件 | | |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------|----|----|
| | | T1 | T2 | T3 |
| 室內側進風溫度 () | 乾球 | 27 | 21 | 29 |
| | 濕球 | 19 | 15 | 19 |
| 室外側進風溫度 () | 乾球 | 35 | 27 | 46 |
| | 濕球 ^(a) | 24 | 19 | 24 |
| 冷凝器之水溫度 () ^(b) | 入口 | 30 | 22 | 30 |
| | 出口 | 35 | 27 | 35 |
| 試驗頻率 | | 額定電源頻率 ^(c) | | |
| 試驗電壓 | | 電源額定電壓 ^(d) | | |
| T1：溫帶地區之標準冷氣能力分等條件(台灣地區適用) | | | | |
| T2：寒帶地區之標準冷氣能力分等條件 | | | | |
| T3：熱帶地區之標準冷氣能力分等條件 | | | | |

- (a) 測試不蒸發凝結水之氣冷式冷凝器時，不用考慮濕球溫度條件。
- (b) 代表設備搭配冷凍水塔使用。針對其他用途所設計之設備，應指定冷卻入口與出口之溫度或水流率及入口之水溫，以利等級測定。
- (c) 具備雙重額定電源頻率之設備，應在 2 種頻率下分別試驗。
- (d) 具備雙重電源額定電壓之設備，應在 2 種電壓下分別進行試驗，若僅標示單一額定電壓時，以額定電源電壓進行試驗。

2. 冷氣最高溫試驗

最高溫試驗中，將溫度設定在該環境近乎臨界的高溫，其溫度條件如表 2 所示。該試驗須將設備控制在其設備控制裝置應設在能產生最大冷氣效果之狀態，並關閉所有通風及排氣風門。性能規定其第 1 次完整試驗期內，設備不得有任何異狀；1 小時跳脫後過載保護裝置啟動後僅得切斷電源 3 分鐘後，再恢復運轉 5 分鐘內跳脫；在剩餘之 1 小時試驗時間內，電動機之過載保護裝置不能跳脫。

表 2 冷氣最高溫度試驗條件

| 參數 | | 標準試驗條件 | | |
|--|-------------------|--|----|----|
| | | T1 | T2 | T3 |
| 室內側進風溫度 () | 乾球 | 32 | 27 | 32 |
| | 濕球 | 23 | 19 | 23 |
| 室外側進風溫度 () | 乾球 | 43 | 35 | 52 |
| | 濕球 ^(a) | 26 | 24 | 31 |
| 冷凝器之入口 ^(b) 水溫() | | 34 | 27 | 34 |
| 試驗頻率 | | 額定電源頻率 ^(c) | | |
| 試驗電壓 | | (a)依設備標示電源額定電壓之 90% 與 110%。 (b)具雙重電源額定電壓標示之設備依其最低電壓之 90% 與最高電壓之 110%。 | | |
| <p>(a) 測試不蒸發凝結水之氣冷式冷凝器時，不用考慮濕球溫度條件。</p> <p>(b) 代表設備搭配冷凍水塔使用。針對其他用途所設計之設備，應指定冷卻入口與出口之溫度或水流率及入口之水溫，以利等級測定。</p> <p>(c) 具備雙重額定電源頻率之設備，應在 2 種頻率下分別試驗。</p> | | | | |

3. 冷氣最低溫試驗

最低溫試驗顧名思義係將該環境調節至一低溫，試驗其功能是否正常運轉，表 3 為冷氣最低溫之試驗條件。試驗之氣流條件規定在相關設定不違反製造廠商之操作說明下，設備之控制裝置、風機運轉、風門及格柵，應設定在能使蒸發器產生最多霜或冰之狀態，於 4 小時之運轉期間內，不得受安全裝置中斷。4 小時後，蒸發器上所覆蓋之冰或霜，不得超過室內側蒸發器盤管表面積之 50%。

表 3 冷氣最低溫度試驗條件

| 參數 | | 標準試驗條件 |
|--|------|-----------------------|
| 室內側進風溫度 () | 乾球 | 21 ^(a) |
| | 濕球 | 15 |
| 室外側進風溫度 () | 入口水溫 | 製造廠商所建議之最低極限 10 |
| 冷凝器之出口水溫() | | 27 |
| 試驗頻率 | | 額定電源頻率 ^(b) |
| 試驗電壓 | | 電源額定電壓 ^(c) |
| ^(a) 以 21 或以調節(控制)裝置調整至高於 21 且設備可運轉之最低溫度。 ^(b) 具備雙重額定電源頻率之設備，應在 2 種頻率下分別試驗。 ^(c) 具備雙重電源額定電壓之設備，應在較高壓下進行試驗。 | | |

4. 結露冷凝水處理試驗

因為冷氣會產生冷凝水，冷凝水排除需經過試驗規範，測試其是否依正常管道流出，待其設備之條件溫度達表 4 規定時，在冷凝水盤之積水達到溢流點下啟動設備，設備應運轉至冷凝水均勻流動為止。冷凝水不得從設備中滴落，致使建築物或周遭受潮。

表 4 結露及冷凝水處理試驗之條件

| 參數 | | 標準試驗條件 |
|--|-------------------|-----------------------|
| 室內側進風溫度 () | 乾球 | 27 |
| | 濕球 | 24 |
| 室外側進風溫度 () | 乾球 | 27 |
| | 濕球 ^(a) | 24 |
| 冷凝水之出口水溫() | | 27 |
| 試驗頻率 | | 額定電源頻率 ^(b) |
| 試驗電壓 | | 電源額定電壓 ^(c) |
| ^(a) 測試不蒸發凝結水之氣冷式冷凝器時，不需考慮濕球溫度條件。 ^(b) 具備雙重額定電源頻率之設備，應在 2 種頻率下分別試驗。 ^(c) 具備雙重電源額定電壓之設備，應在較高壓下進行試驗。 | | |

5. 結凍試驗

凍結試驗是在最低溫情況下，其溫度條件如表 5 所示。試驗目的是觀察其結霜與結凍的情形，該試驗可與最低溫試驗一併進行，在試驗 4 小時候，蒸發器上所覆蓋之冰與霜，不得超過試內側蒸發器盤管表面積之 50%。

表 5 結凍試驗之條件

| 參數 | | 標準試驗條件 | |
|--|-------------------|-----------------------|----|
| | | T1 及 T3 | T2 |
| 室內側進風溫度 () | 乾球 | 21 | 21 |
| | 濕球 | 15 | 15 |
| 室外側進風溫度 () | 乾球 | 21 | 10 |
| | 濕球 ^(a) | - | - |
| 冷凝水之出口 ^(b) 水溫() | | 21 | 10 |
| 水流率 | | 由製造廠商指定 | |
| 試驗頻率 | | 額定電源頻率 ^(c) | |
| 試驗電壓 | | 電源額定電壓 ^(d) | |
| <p>^(a)以 21 或以調節(控制)裝置調整至高於 21 且設備可運轉之最低溫度。</p> <p>^(b)具備水冷式冷凝器之設備，須保持表 1 所規定之冷卻水流率，具複數冷氣能力等級之設備，則應採用最高之流率。</p> <p>^(c)具備雙重額定電源頻率之設備，應在 2 種頻率下分別試驗。</p> <p>^(d)具備雙重電源額定電壓之設備，應在較高壓下進行試驗。</p> | | | |

(二)暖氣能力試驗

暖氣能力是規範氣冷式熱泵以及產生暖氣無風管空調機所適用的條件，該暖氣能力規範了額定暖氣能力分等、暖氣最高溫試驗、暖氣最低溫試驗、自動除霜測試等方法，出廠之機器必須完成上述試驗，以求得其性能標準。

1. 測量額定暖氣能力

測量額定暖氣能力，須遵照表中所規定的溫度條件進行試驗，其內容如表 6 所示。文中有提到，試驗時出風口靜壓應保持在 0 Pa 並維持暖器運轉狀態。在某些情況下，室外測盤館將累積少量之霜，就整體試驗而言無須進行除霜，可將其視為無霜運轉，其詳細規範請參考 CNS 14464 內文。

表 6 額定暖氣能力試驗之條件

| 參數 | | 標準試驗條件 |
|--|-------------------|-----------------------|
| 室內側進風溫度 () | 乾球 | 20 |
| | 濕球 | 15 |
| 室外側進風溫度 ()(高溫 ^(a)) | 乾球 | 7 |
| | 濕球 ^(a) | 6 |
| 室外側進風溫度 ()(低溫 ^(b)) | 乾球 | 2 |
| | 濕球 | 1 |
| 室外側進風溫度 ()(超低溫 ^{(a)(b)}) | 乾球 | -7 |
| | 濕球 ^(a) | -8 |
| 試驗頻率 | | 額定電源頻率 ^(c) |
| 試驗電壓 | | 電源額定電壓 ^(d) |
| <p>^(a)若在高溫，低溫或超低溫暖氣試驗期間發生除霜作用時，則應依此條件以室內空氣焓法*進行試驗。</p> <p>^(b)若製造商明定該設備適合在此條件下運轉，始進行此項試驗。</p> <p>^(c)具備雙重額定電源頻率之設備，應在 2 種頻率下分別試驗。</p> <p>^(d)具備雙重電源額定電壓之設備，應在 2 種電壓下分別進行試驗，若僅標示單一額定電壓時，以額定電源電壓進行試驗。</p> <p>*室內空氣焓法將在下文詳細介紹。</p> | | |

2. 暖氣最高溫試驗

最高溫試驗中，將室內外溫度設定在一高溫，其溫度條件如表 7 所示。該試驗須將設備控制在其設備控制裝置應設在能產生最大暖氣效果之狀態，並關閉所有通風及排氣風門。性能規定其第 1 次完整試驗期內，設備不得有任何異狀；1 小時跳脫後過載保護裝置啟動後僅得切斷電源 3 分鐘後，再恢復運轉 5 分鐘內跳脫；在剩餘之 1 小時試驗時間內，電動機之過載保護裝置不能跳脫。

表 7 暖氣最高溫度試驗條件

| 參數 | | 標準試驗條件 |
|---|-------------------|--|
| 室內側進風溫度() | 乾球 | 27 |
| 室外側進風溫度() | 乾球 | 24 |
| | 濕球 ^(a) | 18 |
| 試驗頻率 | | 額定電源頻率 ^(a) |
| 試驗電壓 | | (a)依設備標示電源額定電壓之 90%與 110%。 (b)具雙重電源額定電壓標示之設備依其最低電壓之 90%與最高電壓之 110%。 |
| ^(a) 具備雙重額定電源頻率之設備，應在 2 種頻率下分別試驗。 | | |

3. 暖氣最低溫試驗

最低溫試驗係將該環境調節至一低溫，試驗其功能是否正常運轉，表 8 為暖氣最低溫之試驗條件。試驗之氣流條件規定在相關設定不違反製造廠商之操作說明下，在正常運轉狀態的 4 小時之運轉期間內，不得受安全裝置中斷。

表 8 暖氣最低溫度試驗條件

| 參數 | | 標準試驗條件 |
|--|------|-----------------------|
| 室內側進風溫度() | 乾球 | 20 ^(a) |
| 室外側進風溫度 ^(a) () | 入口水溫 | -5 |
| 冷凝器之出口水溫() | | -6 |
| 試驗頻率 | | 額定電源頻率 ^(b) |
| 試驗電壓 | | 電源額定電壓 ^(c) |
| ^(a) 此外，若暖氣設備可在「超低溫」條件下運轉，則應採之-7 乾球及-8 之濕球溫度。 ^(b) 具備雙重額定電源頻率之設備，應在 2 種頻率下分別試驗。 ^(c) 具備雙重電源額定電壓之設備，應在較高壓下進行試驗。 | | |

4. 自動除霜試驗

因為溫度過低會在機器上結霜，在盤管上結霜過多會影響熱交換的性能，因次熱泵機須具備自動除霜的功能，其測試溫度條件如表 9 所示。在除霜期間及其後，進入室外測之空氣其溫度之升量不得超過 5 ，設備之室內側溫度低於 18 之時間不得超過 1 分鐘，必要時得以依廠商指示使用設備之輔助加熱工具，以達成試驗。

表 9 自動除霜試驗之條件

| 參數 | | 標準試驗條件 |
|--|----|-----------------------|
| 室內側進風溫度 () | 乾球 | 20 |
| | 濕球 | 12 |
| 室外側進風溫度 () | 乾球 | 2 |
| | 濕球 | 1 |
| 試驗頻率 | | 額定電源頻率 ^(a) |
| 試驗電壓 | | 電源額定電壓 ^(b) |
| ^(a) 具備雙重額定電源頻率之設備，應在 2 種頻率下分別試驗。 ^(b) 具備雙重電源額定電壓之設備，應在 2 種電壓下分別進行試驗，若僅標示單一額定電壓時，以額定電源電壓進行試驗。 | | |

(三) 試驗方法及不確定度

在測試無風管空調機及熱泵時，需使用熱量測量室法或室內空氣焓法兩種方法，這兩種試驗方法又可以細分成熱量測量室法的校正型熱量測量室法和平衡型熱量測量室法。

空氣焓法的分成室外空氣焓法和室內空氣焓法，室外空氣焓法需使用熱量測量室法；而室內空氣焓法可分成風道型、迴路型、熱量計型與室型。其關係如圖 1 所示。在試驗時間上，均應先持續運轉 30 分鐘，每隔 5 分鐘記錄一筆資料，共取得七筆資料。其能力試驗值之許可差應符合表 10 之規定，最大許可差值表示試驗時最大儀器觀測值與最小觀測值之算術平均數之百分比。

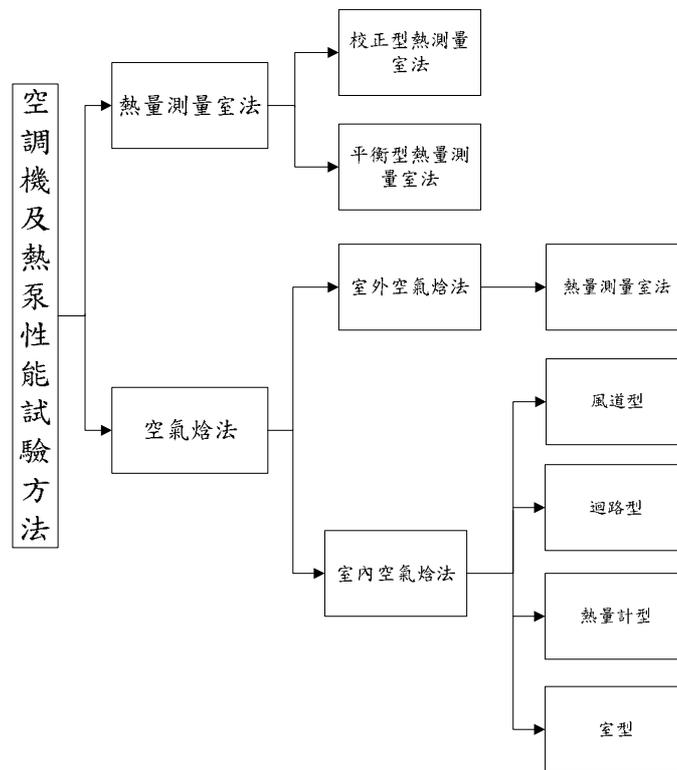


圖 1 熱量平衡室法及空氣焓法分類圖

表 10 能力試驗讀值之偏離度

| 讀值 | | 算術平均數與規定試驗條件之偏離度 | 個別讀值與條件之偏離度 |
|----------------|----|------------------|-------------|
| 室內側進風溫度 () | 乾球 | ±0.3 | ±1.0 |
| | 濕球 | ±0.2 | ±0.5 |
| 室外側進風溫度 () | 乾球 | ±0.3 | ±1.0 |
| | 濕球 | ±0.2 | ±0.5 |
| 室外側出風溫度 () | 乾球 | - | ±1.0 |

| | | | |
|---------|----|------|-------|
| 空氣體積流率 | | ±5% | ±10% |
| 電壓 | | ±1% | ±2% |
| 水溫度 | 入口 | ±0.1 | ±0.2 |
| | 出口 | ±0.1 | ±0.2 |
| 水之體積流率 | | ±1% | ±2% |
| 氣流之機外靜壓 | | ±5Pa | ±10Pa |

規範中還有量測不確定度的規範，量測不確定度是因為實驗中有些人為或非人為所造成的誤差，因為我們也無法求出真正的誤差值是多少，所以通稱為不確定度。不確定度經過整合後，可以得到一量測不確定度，規範中規範出一不確定度的上限，使實驗出來的數據範圍更具參考價值，表 11 為 CNS 規範不確定度之上限。

表 11 量測不確定度之上限值

| 量測量 | | 量測不確定度 ^(a) |
|---|------|---------------------------------------|
| 水 | 溫度 | ±0.1 |
| | 溫差 | ±0.1 |
| | 體積流率 | ±5% |
| | 靜壓差 | ±5Pa |
| 空氣 | 乾球溫度 | ±0.2 |
| | 濕球溫度 | ±0.2 |
| | 體積流率 | ±5% |
| | 靜壓差 | 壓力在 100Pa 以下時為±5Pa 壓力超過 100Pa 為±5% |
| 電力讀值 | | ±0.5% |
| 時間 | | ±0.2% |
| 質量 | | ±1.0% |
| 速率 | | ±1.0% |
| ^(a) 量測不確定度為待測量真值所在範圍之估計特性，該物理量之真正值將落在範圍內。(待量測為接受量測之量) 備考：量測不確定度一般包括諸多因素，其中某些因素可以一系列量測結果之統計分布為基礎加以估計，並可以試驗標準差加以特性化。其他因素可憑藉經驗或其他資訊加以估計。 | | |

(四)試驗結果

能力試驗之結果應量化表示對空調機與熱泵的性能指數，在規定的試驗條件下，待測設備之能力結果試驗應包含下述數據：

1. 額定總冷氣能力，以 W 或 kW 表示；
2. 顯熱冷氣能力，以 W 或 kW 表示；
3. 潛熱冷氣能力，以 W 或 kW 表示；
4. 額定總暖氣能力，以 W 或 kW 表示；
5. 室內空氣流率，以 m^3/s (標準空氣)表示；
6. 室內氣流之機外靜壓，以 Pa 表示；
7. 設備之有效輸入功率或設備各用電元件之個別輸入功率，以 W 表示。

在上述之試驗結果規範中，標準空氣係指在 20.0 與標準大氣壓(101.325kPa)下，具有密度為 $1.204\text{kg}/\text{m}^3$ 之乾空氣。額定總冷氣能力表示在單位時間內，設備可由空調空間內移除顯熱與潛熱之總量。額定暖氣能力係指在單位時間內，設備可對空調提供之熱量。

統整以上，在 CNS 14464 中，必須完成各種溫度條件下的試驗，包含其能力試驗、試驗程序、以及試驗結果等，在規範中有指定使用熱量測量室法或室內空氣焓法兩種方法，兩種方法皆是試驗無風管空調機和熱泵性能的方法，本文將詳細介紹兩者的特色、詳細分類、計算、結果表達、優缺點以及比較等。

三、 熱量測量室法(Calorimeter test of method)

在經過前面章節瞭解了空調機性能的測試標準之後，以下將介紹測試空調機性能的兩種方法。

(一)基本介紹

熱量測量室法是測試待測設備之製冷能力、製熱能力、總輸入功率的測量方法。熱量測量室法的原理是熱平衡法，其基本概念是在穩定的工作狀態下，熱量測量室內部的所有部件及護圍結構達到了吸熱量等於放熱量的熱平衡的狀態，而達到熱平衡的信號為測量室之內外庫壁面溫度趨於穩定。

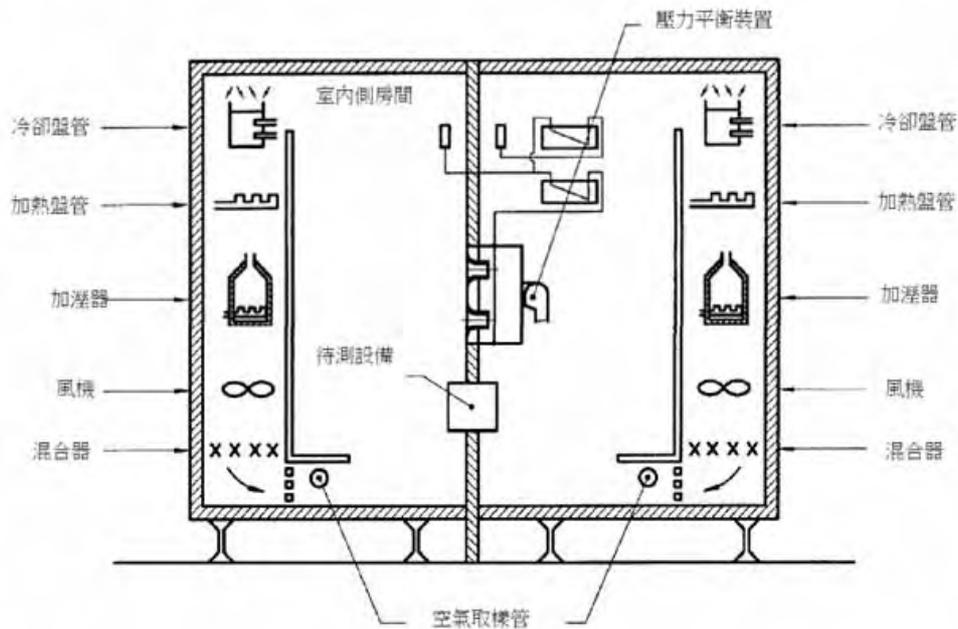


圖 2 校正型熱量測量室

熱量測量室法可分成校正型熱量測量室及平衡型熱量測量室，如圖 2 所示，即為校正型熱量測量室，測量室分為室內側與室外側，以絕熱隔牆分為兩間，一為室內側房間，另一為室外側房間，各房間皆有各自之平衡溫度，因此我們在測量室之內外側裝上數個熱電偶，並觀察其數據是否趨於穩定。此方法可同時測量室內及室外側之能力並將其室內側的測量結果通過室外側的測量結果來校驗。其試驗狀態接近待測設備的實際工作狀態，因而通常作為待測設備(空調機、熱泵)能力測量的基準試驗。

熱量測量室之設備安裝在中間之絕熱隔牆上，中間隔牆有開孔可用於安裝無風管設備。設備必須依照正常使用安裝，以免改變設備之正常運轉。中間隔牆並加裝壓力平衡裝置，以保持室內側與室外側房間壓力平衡，以便空氣洩漏、排放及通風之量測。

測量室室內側與室外側應具備再調節裝置以保持於標準規定之風量及溫度、濕度等條件，再調節裝置包含冷卻盤管、加熱盤管、加濕器…等設備，以進行加熱、冷卻、加濕等動作。

室內側房間之再調節裝置應包含加熱器以提供顯熱，以及一個加濕器以提供水氣而室外側房間則提供冷卻、除濕及加濕作用。以此再調節裝置與受測空調裝置互相作用使房間內達到熱平衡狀態。

另熱量測量室空間須足夠大，以避免設備之進風口或出風口受限制。由再調節裝置在其出風口提供穿孔板或其他合適之格柵，以避免面速度超過 0.5m/s。在設備之任一進風或出風格柵前須有足夠之空間以避免及氣流干擾。由設備至房間之邊牆或天花板之最小距離為 1m，壁掛型(console-type)之設備背面例外，其與牆壁間之距離，依其正常使

用狀態即可。

2 個房間之再調節裝置應具備足夠容量之風機，以確保其風量不少於熱量測量中設備出風量之兩倍，而且再調節裝置之出風速度應小於 1m/s。熱量測量室應具備用以量測在 2 個房間內所規定之乾球及濕球溫度之設備。

由於再調節裝置及設備之互相作用會造成室內側及室外側之溫度梯度及氣流變化，因此該結合條件係屬特定，其與房間大小、再調節裝置之配置及尺寸以及設備之出風特性有關。

在規定之試驗溫度下，乾球及濕球之溫度量測點應滿足下列條件：

(a) 所測得之溫度須能代表設備周圍之溫度，而且將模擬前面所述之室內及室外側在實際應用時之條件。

(b) 在量測點，空氣之溫度不應受該設備出風之影響。所以溫度之量測必須在該設備所產生之任何再循環之上游為之。

熱量測量室之內部表面應為非多孔材料而且所有接點皆須密封，以防空氣及水氣之洩漏。進出門應利用襯墊或其他適當方式緊密地密封，以防空氣及水氣洩漏。

(二) 熱量測量室之分類

熱量測量室部件上基本由再調節裝置、壓力平衡裝置、及待測設備組成，而其構造主要分成兩種型式，一為校正型熱量測量室，另一則為平衡型熱量測量室。

校正型熱量測量室如圖 2 由室內側和室外側房間所組成，每個熱量測量室的維護結構包含隔牆結構應有良好的保溫性能，以防止熱量之洩漏(含輻射)超過該設備容量之 5%。在熱量測量室底板下方需有空間以允許空氣自由循環。在校正型熱量測量室中，要對室內側與室外側房間之洩漏量以及中間隔牆之洩漏量個別標訂。

平衡型熱量測量室如圖 3 與校正型熱量測量室主要的不同點是在於室內側與室外側房間外層分別設有溫度可調控的空間，吾人稱為外室。

外室同樣分為室內側與室外側，外室室內側與室外側空間內的乾球溫度分別等於內室室內側與室外側的乾球溫度，以此為避免內室房間測量室之牆壁、地板、天花板因溫差所產生的熱洩漏量，進而使室內與室外側的洩漏量達到最小值而有穩定性較高之特性。

當達到熱平衡時，加入到密閉的、隔熱的室內側空間的總熱能量等於其被測機的製冷能力，或者反過來，從密閉的、隔熱的室內側房間型熱量計中取走的總熱能量等於被測機的製冷能力，此法純粹利用環控空間的熱能量平衡來計算被測機的冷、暖房能力。

此方式是利用物理量的計算，且貼近消費者實際使用狀態下的量測方式，省去焓差型試驗室需要於被試機出風口處連接風管至風量量測裝置，經由氣流量的量測計算以及焓值的變化再由公式換算才能量得該被試機的冷房能力，因為儀器的誤差以及人為的誤差的影響下，故精準度整體而言平衡型熱量測量室會較好

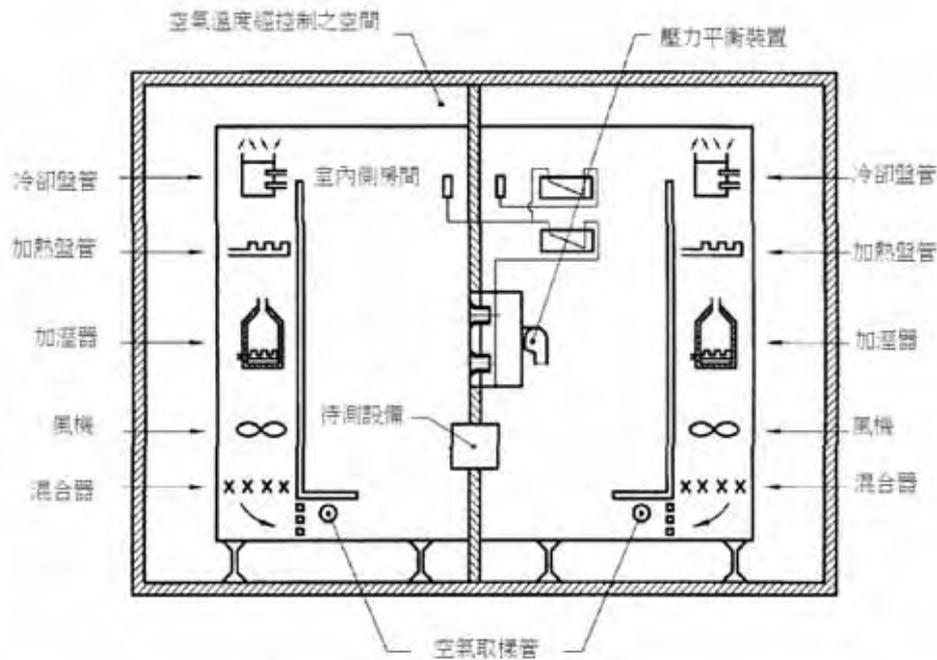


圖 3 平衡型熱量測量室

(三)冷氣與暖氣能力計算

1. 室內側之額定總冷氣能力：

校正型或平衡型熱量測量室試驗時，以下列方程式來計算之：

$$\Phi_{tci} = \sum Pr + (hw1 - hw2)Wr + \Phi_{lp} + \Phi_{lr} \quad (1)$$

其中，

Φ_{tci} 為在室內側所測得之額定總冷氣能力(W)；

$\sum Pr$ 為室內側房間之總輸入功率(W)；

$hw1$ 為供以保持濕度之水或水蒸汽之焓值(kJ/kg)，若試驗中未加水，取其在再調節裝置之加濕器水槽內水溫下之值；

$hw2$ 為離開室內側房間之冷凝水之焓值(kJ/kg)，因為設備內經常將冷凝水由室內側輸送至室外側房間，若因此無法量測其溫度時，該冷凝水溫度可設定為空氣離開設備之濕球溫度之量測或估計值；

Wr 為設備所凝結之水蒸氣流率(g/s)，其可經由量測再調節裝置蒸發至室內側房間之水量而得；

Φ_{lp} 為經由室內側及室外側房間之間之隔牆，洩漏至室內側房間之熱量洩漏率(W)，其可由校正試驗測定之(或依平衡型熱量測量室之計算所得)；

Φ_{lr} 為經由牆壁、地板及天花板傳入室內側房間之熱量洩漏率(但不含隔牆)(W)，可由校正試驗測定之。

2. 室外側之額定總冷氣能力：

校正型或平衡型熱量測量室試驗時，依下列方程式計算：

$$\Phi_{tco} = \Phi_c - \sum Po - Pt + (hw3 - hw2)Wr + \Phi_{lp} + \Phi_{loo} \quad (2)$$

其中，

Φ_{tco} 為在室外側房間所測得之額定總冷氣能力(W)；

Φ_c 為由室外側房間內之冷卻盤管所帶走之熱量(W)；

$\sum Po$ 為再調節裝置之總輸入功率(W)，例如室外側房間之再加熱器、空調箱內設備、循環風機等；

Pt 為待測設備之總輸入功率(W)；

$hw3$ 為由室外側房間再調節裝置內之空氣處理盤管所移除之冷凝水其焓值(kJ/kg)，取冷凝水離開時之溫度下之值；

Φ_{loo} 為室外側房間之熱量洩漏率(不含經由隔牆之熱量洩漏)(W)，可由校正試驗測定之。

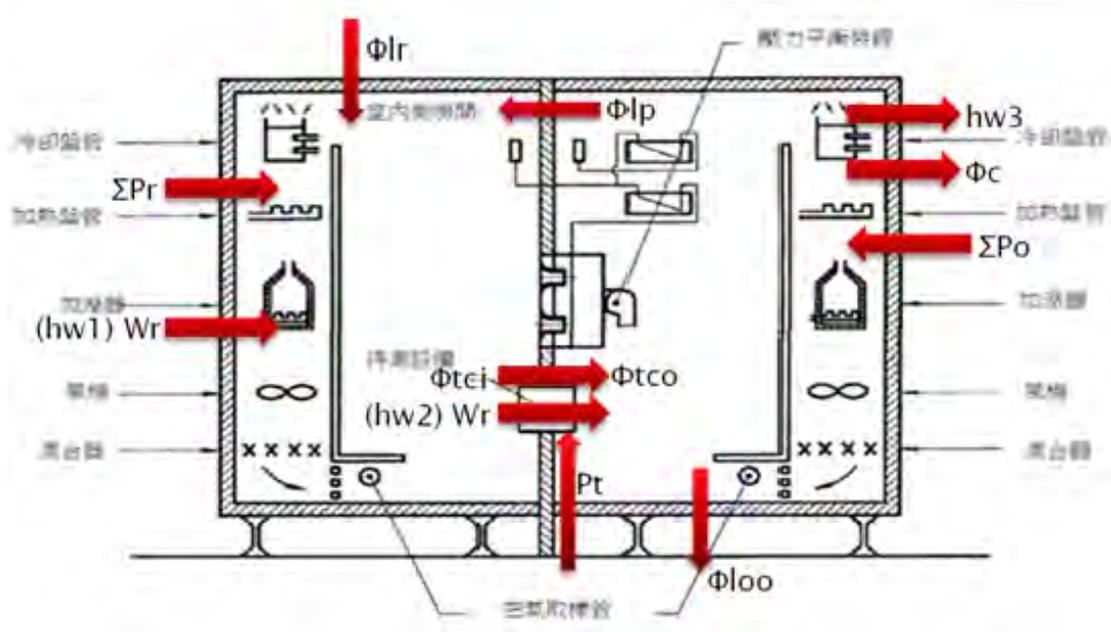


圖 4 測量室冷氣能力能量出入示意圖

3. 潛熱冷氣能力(房間除濕能力)：

$$\Phi_d = Kl \cdot Wr \quad (3)$$

其中： Φ_d 為潛熱冷氣能力(W)； Kl 為 2.460kJ/kg。

4. 顯熱冷氣能力以下列方程式計算：

$$\Phi_s = \Phi_{tci} - \Phi_d \quad (4)$$

其中： Φ_s 為顯熱冷氣能力(W)。

5. 室內側房間所測定之暖氣能力：

在室內側房間進行量測以判定其暖氣能力時，以下列方程式計算：

$$\Phi_{hi} = \Phi_{lci} + \Phi_t + \Phi_{li} - P_i \quad (5)$$

其中：

Φ_{hi} 為在室內側房間所測定之暖氣能力(W)；

Φ_{lci} 為由室內側房間帶走之熱量(W)；

Φ_t 為經由隔牆由室內側傳至室外側房間之熱量(W)；

Φ_{li} 為經由室內側房間其他包絡面洩漏之熱量(W)；

P_i 為室內側房間其他裝置之輸入功率(例如照明、再調節裝置之電力與熱輸入功率，以及加濕裝置之熱平衡)(W)。

備考：經由設備之氣流平衡及氣流洩漏所產生之能量傳遞及各別之設備有關，決定其能力時不列入考量。

6. 室外側房間所測定之暖氣能力：

蒸發器係由氣流中吸取熱能之設備，由吸熱側之量測以測定其暖氣能力時，以下列方程式計算：

$$\Phi_{ho} = P_o + P_t + Q_{wo}(hw_4 - hw_5) + \Phi_t + \Phi_{loo} \quad (6)$$

其中：

Φ_{ho} 為在室外側房間測定之暖氣能力(W)；

P_o 為除設備之輸入功率外，室外側房間之總輸入功率(W)；

Q_{wo} 為供給室外側房間以保持試驗條件之水之質量流率(g/s)；

hw_4 為供給室外側房間中水之焓值(kJ/kg)；

hw_5 為設備內冷凝水(試驗條件為高溫時)及霜(試驗條件為低溫或超低溫時)之個別焓值(kJ/kg)；

Φ_{loo} 為經由其他包絡面傳至室外側房間之熱量(W)。

以上為熱量測量室計算冷氣冷力及暖氣能力所使用的公式，表 12 為測試時所需要記錄之資料。

表 12 熱量測量室所需記錄之資料

| 項目 | 資料 |
|--|--------------------------------------|
| 1. | 日期 |
| 2. | 試驗人員 |
| 3. | 大氣壓力 |
| 4. | 輸入電源電壓 |
| 5. | 輸入電源頻率 |
| 6. | 設備之總輸入功率 ^(a) |
| 7. | 設備之總輸入電流 |
| 8. | 熱量測量室之室內側房間(compartments)內空氣其乾球及濕球溫度 |
| 9. | 熱量測量室之室外側房間內空氣其乾球及濕球溫度 |
| 10. | 校正型熱量測量室其室外空氣之平均溫度 |
| 11. | 室內側及室外側房間之總輸入功率 |
| 12. | 加濕器內水之蒸發量 |
| 13. | 若使用加濕器時，其水進入室內側及室外側房間之溫度或在加濕器水盤中之溫度 |
| 14. | 流經室外側房間內排熱盤管之冷卻水流率 |
| 15. | 流入室外側房間內排熱盤管之冷卻水其溫度 |
| 16. | 流出室外側房間內排熱盤管之冷卻水其溫度 |
| 17. | 流經設備中冷凝器之冷卻水其流率(僅限水冷式機組) |
| 18. | 流入設備中冷凝器之冷卻水其水溫(僅限於水冷式機組) |
| 19. | 流出設備中冷凝器之冷卻水其水溫(僅限於水冷式機組) |
| 20. | 再調節裝置中之冷凝水質量 ^(b) |
| 21. | 流出室外側房間之冷凝水其溫度 |
| 22. | 流經隔牆之量測噴嘴其氣流體積 |
| 23. | 熱量測量室隔牆兩側房間之空氣靜壓差 |
| ^(a) 設備之總輸入功率，若輸入設備之功率並非唯一時，則分別記錄各輸入功率 | |
| ^(b) 針對室外側盤管蒸發冷卻水之設備 | |

四、空氣焓法(Air enthalpy test method)

(一)基本介紹

一種測定空調機額定冷氣能力及額定暖氣能力的試驗方法，其對設備的送風參數、回風參數(乾溼球溫度)以及循環風量進行測量，用測得的風量與送風、回風的焓差兩者乘積來制定設備的能力。

空氣焓法分為兩種，其一為量測設備裝置於室外側的室外空氣焓法，以及量測設備置於室內側的室內空氣焓法，而兩者的目的都是為了求得額定冷氣能力。

室外空氣焓法之試驗裝置通常為熱量測量室型，而室內空氣焓法之試驗裝置較常見的有四種，室型、風道型、迴路型、熱量計型。

在溫度量測方面，為增加準確性，溫度量測採用如圖 5 的溫度量測儀器測量，在管子上有數個感測器，用來確定其量測的溫度的平均值。

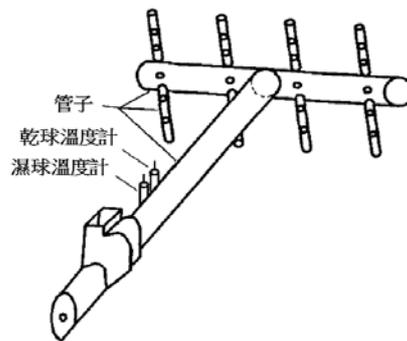


圖 5 溫度量測儀器

以下將按照空氣焓法之分類，分別針對室外空氣焓法與室內空氣焓法進行介紹。

(二)室外空氣焓法

室外空氣焓法為試驗裝置架設於室外側，測量室外側待測設備之出風與回風口乾濕球溫度及氣流率，以求出其焓差，再乘以氣流率得到室外側排熱能力，減去待測設備之總輸入功後，即可得到室外側額定冷氣能力。

1. 試驗室之規定

空氣焓值法用於室外側時，氣流量測裝置不能對設備性能造成影響，如果有應進行預備試驗做調整與修正。

當室外側空氣流量有進行調整，其額定冷氣能力計算應使用調整後的空氣流量，而室外風機的輸入功率也應作為總輸入功的一部份計算。

試驗室型態取決於空調器壓縮機的位置，大多數位於室外側，而為避免熱輻射影響，因此使用熱量測量室空氣焓法進行試驗，試驗裝置如下圖 6。

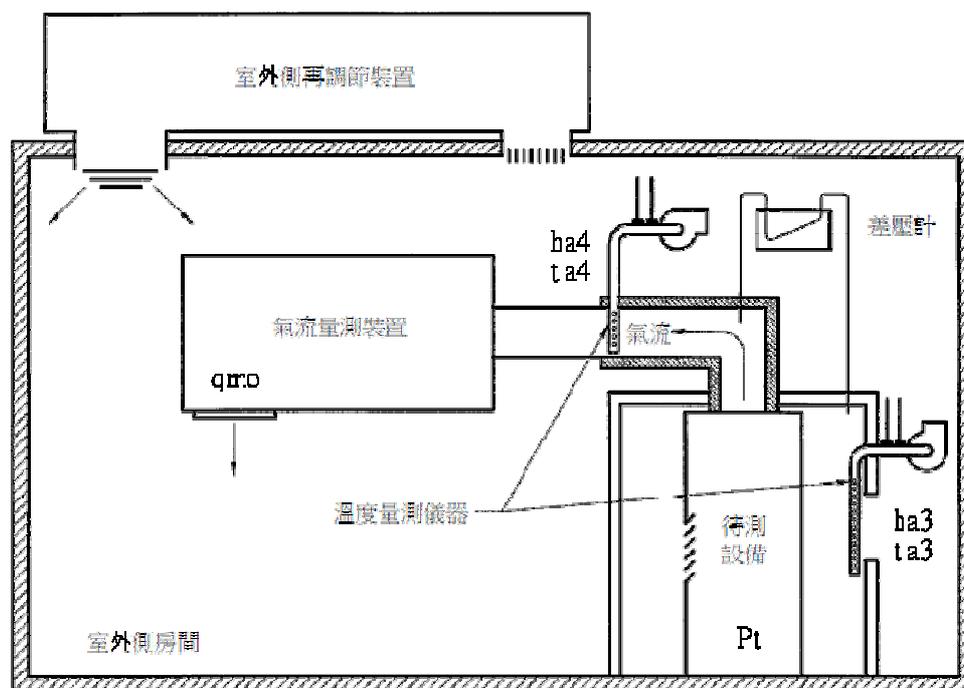


圖 6 熱量測量室：空氣焓法配置圖

2. 計算

依室外側試驗數據，室內側額定總冷氣能力以下列之方程式計算：

$$\Phi_{tco} = \frac{q_{mo}(h_{a4} - h_{a3})}{v'_n(1+w_n)} - p_t \quad (7)$$

$$\Phi_{tho} = \frac{q_{mo}(h_{a4} - h_{a3})}{v'_n(1+w_n)} + p_t \quad (8)$$

其中： Φ_{tho} 為室外側測試數據所求得之室內額定總暖氣能力(W)； q_{mo} 為室外側之空氣體積流率(m^3/s)； h_{a4} 為室外側出風口之空氣焓值(J/kg)； h_{a3} 為室外側回風口之空氣焓值(J/kg)； v'_n 為在量測點的濕空氣比容(m^3/kg)； w_n 為噴嘴處之濕度比(kg/kg dry air)。

若需修正管路損失時，應納入室外側能力計算中，而管路的不同則有不同的管路損失計算，常見的有裸銅管及隔熱管路：

(1) 裸銅管

$$\Phi_L = [0.6057 + 0.005316(D_i)^{0.75}(\Delta t)^{1.25} + 79.8D_i\Delta t]L \quad (9)$$

(2) 隔熱管路

$$\Phi_L = [0.6154 + 0.3092(T)^{-0.33}(D_i)^{0.75}(\Delta t)^{1.25}]L \quad (10)$$

其中： Φ_L 為連接管路之管路熱量損失(W)； D_i 為冷媒管路之外徑(mm)； Δt 為冷媒與周圍溫度之平均溫差()； L 為冷媒管路長度(m)； T 為連接管路之隔熱層厚度(mm)。

(三)室內空氣焓法

室內空氣焓法為試驗裝置架設於室內側，測量室內側待測設備之出風與回風口乾濕球溫度及氣流率，以求出其焓差，再乘以氣流率即可得到室內側額定冷氣能力。

1. 試驗室之規定

設備安裝於試驗裝置中，依照 CNS 14464 第 4 及第 5 節(量測試驗標準)規定工況及試驗條件進行測試。量測氣流時將待測設備裝置於氣流量測設備上，調整開關使風量達到最大狀況。試驗房間的尺寸，除了正常安裝所要求的距離地板或牆面之間尺寸外，其餘空間尺寸距離不應太過相近，而其周圍氣流要求工況穩定，溫度均勻。

2. 試驗裝置

(1) 風道型(tunnel type)

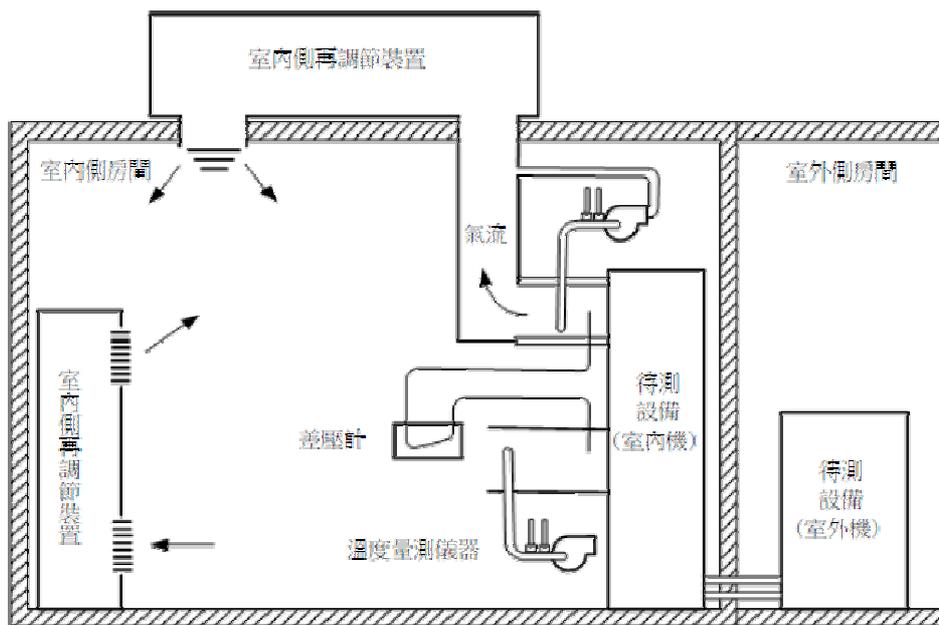


圖 7 風道型空氣焓法試驗裝置

如圖 7 所示，待測設備出風直接連接量測設備，經過量測設備後直接排入已達到測試時所需的工況條件的試驗房間或空間。

(2) 迴路型(loop type)

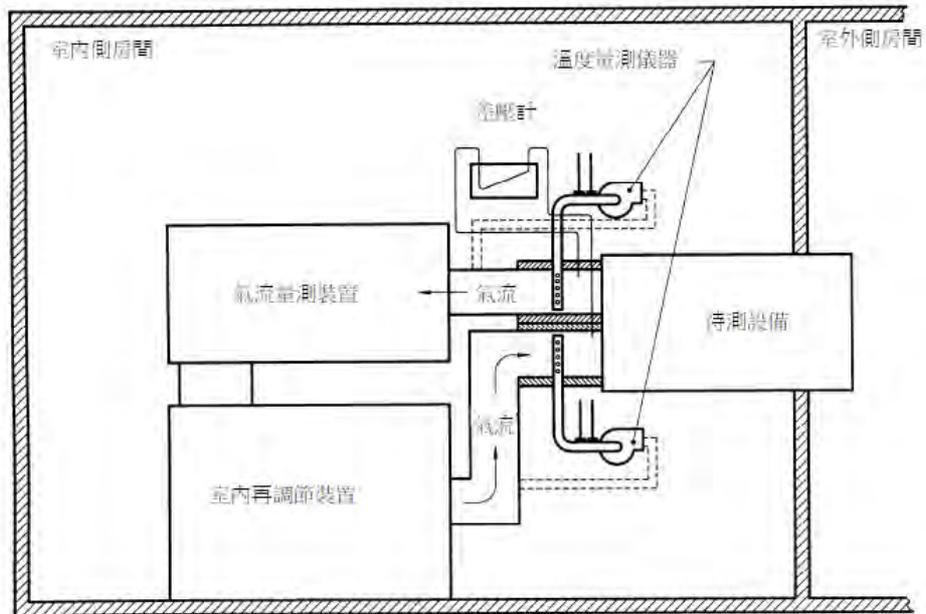


圖 8 迴路型空氣焓法試驗裝置

如圖 8 所示，測試環路應密閉，各處的空氣洩漏量不應超過測試值的 1%，待測設備周圍的空氣乾球溫度應保持在測試要求的入口乾球溫度值的 ± 3 之內。

(3) 熱量計型(calorimeter type)

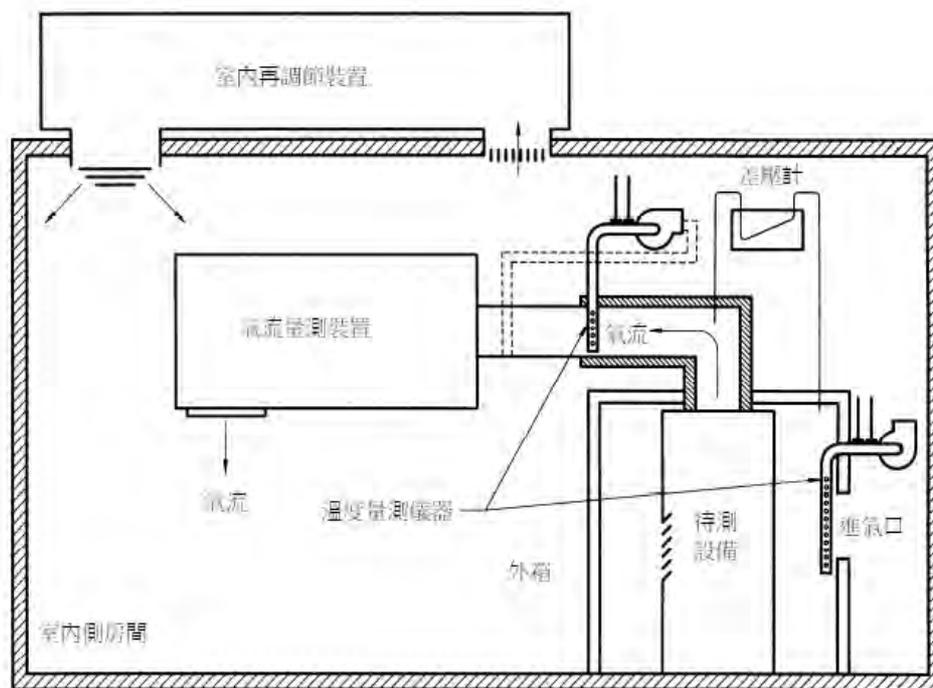


圖 9 熱量計型空氣焓法試驗裝置

如圖 9 所示，外箱應製成密閉和隔熱的，空氣在待測設備與外箱之間應能自由循環，外箱和設備任何部位之間的距離應不小於 150 mm[2]，外箱的空氣入口位置應遠離設備的空氣入口。

(4) 室型 (room type)

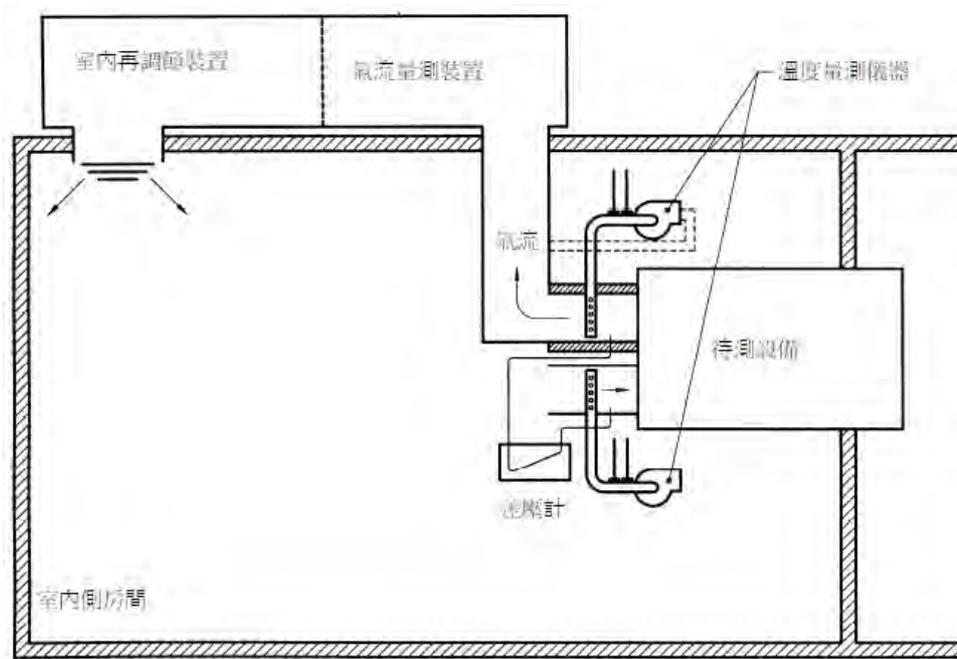


圖 10 室型空氣焓法試驗裝置

如圖 10 所示，待測設備出風直接連接量測設備，經過量測設備後再連結一空氣再調節裝置，將空氣狀態進行調節，達到測試時所需的工況條件，最後排入試驗房間或空間。

以上四種試驗室型態提供了多樣化設計的選擇且在室內側皆可適用，而唯獨碰上壓縮機安裝在室內側時，則必須且只能使用熱量計型空氣焓法試驗裝置，但此例較為少見，一般上而言，室型以及風道型空氣焓法為業界較常使用的兩種試驗裝置型態。

3. 計算

依室內側之試驗數據，冷氣能力之顯熱、潛熱與總熱量以下列方程式計算：

$$t_{ci} = \frac{q_{mi}(h_{a1} - h_{a2})}{v'_n(1+w_n)} \quad (11)$$

$$s_{ci} = \frac{q_{mi}c_{pa}(t_{a1} - t_{a2})}{v'_n(1+w_n)} \quad (12)$$

$$c_{pa} = 1005 + 1846W_n \quad (13)$$

$$lci = \frac{2.47 \times 10^6 q_{mi}(w_{i1} - w_{i2})}{v'_n(1 + w_n)} = \Phi_{lci} - \Phi_{sci} \quad (14)$$

$$hi = \frac{q_{mi}c_{pa}(t_{a2} - t_{a1})}{v'_n(1 + w_n)} \quad (15)$$

其中： Φ_{lci} 為在室內側所測得之額定總冷氣能力(W)； Φ_{sci} 為室內側測試數據得之顯熱冷氣能力(W)； Φ_{lci} 為室內側測試數據得之潛熱冷氣能力(W)； Φ_{hi} 為室內側測試數據得之額定總暖氣能力(W)； q_{mi} 為室內側之空氣體率(m³/s)； h_{a1} 為室內側回風口之焓值(J/kg)； h_{a2} 為室內側出風口之焓值(J/kg)； t_{a1} 為室內側回風口之溫度()； t_{a2} 為室內側出風口之溫度()； w_{i1} 為室內側回風口之比濕度(kg/kg)； w_{i2} 為室內側出風口之比濕度(kg/kg)； v'_n 為空氣、水蒸氣混合物在量測點之空氣比容(m³/kg)； w_n 為空氣之比濕度(kg/kg)。

以上室外空氣焓法試驗以及室內空氣焓法試驗量測所需紀錄之資料，彙整成以下表格供讀者參考，如下表 13。

4. 所需紀錄之資料

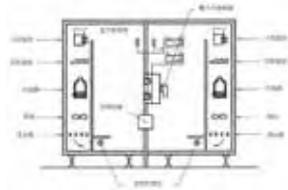
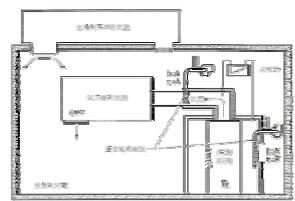
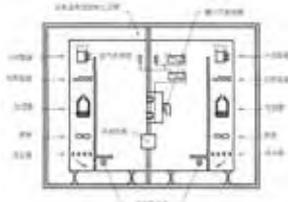
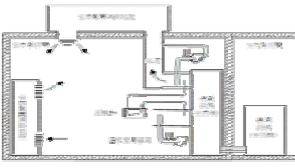
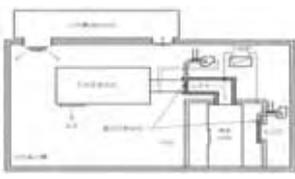
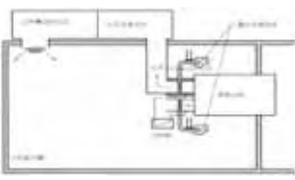
表 13 空氣焓法所需記錄之資料

| 項目 | 資料 |
|---|-----------------------|
| 1. | 日期 |
| 2. | 試驗人員 |
| 3. | 大氣壓力 |
| 4. | 試驗時間 |
| 5. | 輸入功率 ^(a) |
| 6. | 輸入電源電壓 |
| 7. | 輸入電源電流 |
| 8. | 輸入電源頻率 |
| 9. | 氣流之機外靜壓 |
| 10. | 進入設備之空氣乾球溫度 |
| 11. | 進入設備之空氣濕球溫度 |
| 12. | 離開設備之空氣乾球溫度 |
| 13. | 離開設備之空氣濕球溫度 |
| 14. | 計算所需之空氣體積流率及其他所有相關量測值 |
| ^(a) 總輸入功率，需要時宜並記錄設備中所有元件之輸入功率。 | |

五、綜合評比

本章將根據上章節所介紹之熱量測量室法與空氣焓法，進行一綜合評比，讓讀者可以迅速由表 14，比較熱量測量室法與空氣焓法的差異，並附上兩者的計算公式及優缺點，使其在最短時間了解且做出最適合的選擇。

表 14 熱量測量室法與空氣焓法的比較簡表

| | 熱量測量室法 | 空氣焓法 |
|-----|---|---|
| 系統圖 | 校正型 | 熱量測量室型 |
| |  |  |
| | 平衡型 | 風道型 |
| |  |  |
| | 能量出入示意圖 | 迴路型 |
| |  |  |
| | | 熱量計型 |
| | |  |
| | | 室型 |
| |  | |

| | | |
|----------|---|--|
| 計算 公式 | 1. 室內側之額定總冷氣能力： $\Phi_{tci} = \sum Pr + (hw1 - hw2)Wr + \Phi_{lp} + \Phi_{lr}$ 2. 室外側之額定總冷氣能力： $\Phi_{tco} = \Phi_c - \sum Po - Pt + (hw3 - hw2)Wr + \Phi_{lp} + \Phi_{loo}$ 3. 室內側房間所測定之暖氣能力： $\Phi_{hi} = \Phi_{lci} + \Phi_t + \Phi_{li} - P_i$ 4. 室外側房間所測定之暖氣能力： $\Phi_{ho} = Po + Pt + Qwo(hw4 - hw5) + \Phi_t + \Phi_{loo}$ | 1. 室內側額定總冷氣能力： $\Phi_{tci} = \frac{q_{mi}(h_{a1} - h_{a2})}{v'_n(1 + w_n)}$ 2. 室內側額定總暖氣能力： $\Phi_{hi} = \frac{q_{mi}c_{pa}(t_{a2} - t_{a1})}{v'_n(1 + w_n)}$ |
| 優點 | 1. 能夠使待測設備所處的環境與實際環境較為一致，所測得能力值較接近一般使用情況，量測數值較客觀。 2. 測量值較為精確。 | 1. 測量較為簡單。 2. 建置成本低。 3. 測量時間短。 |
| 缺點 | 1. 建置成本高。 2. 測量時間較長。 | 1. 省略冷凝水焓值計算。 2. 試驗結果與熱量測量室相比有些許誤差。 |

依照測量方法可分為熱量測量室法及空氣焓法，在熱量測量室法中的熱量測量室又分為校正型熱量測量室及平衡性熱量測量室，空氣焓法分為室外空氣焓法及室內空氣焓法，其中室外空氣焓法為熱量計型，室內空氣焓法則有四種，分別為風道型、迴路型、熱量計型、室型。

計算公式方面，熱量測量室法是利用熱平衡的原理，在室外側及室內側兩端熱平衡，所以額定總冷氣能力跟額定總暖氣能力有分室內側及室外側，但空氣焓法不管是室外空氣焓法或室內空氣焓法都是在求室內額定總冷氣、暖氣能力。

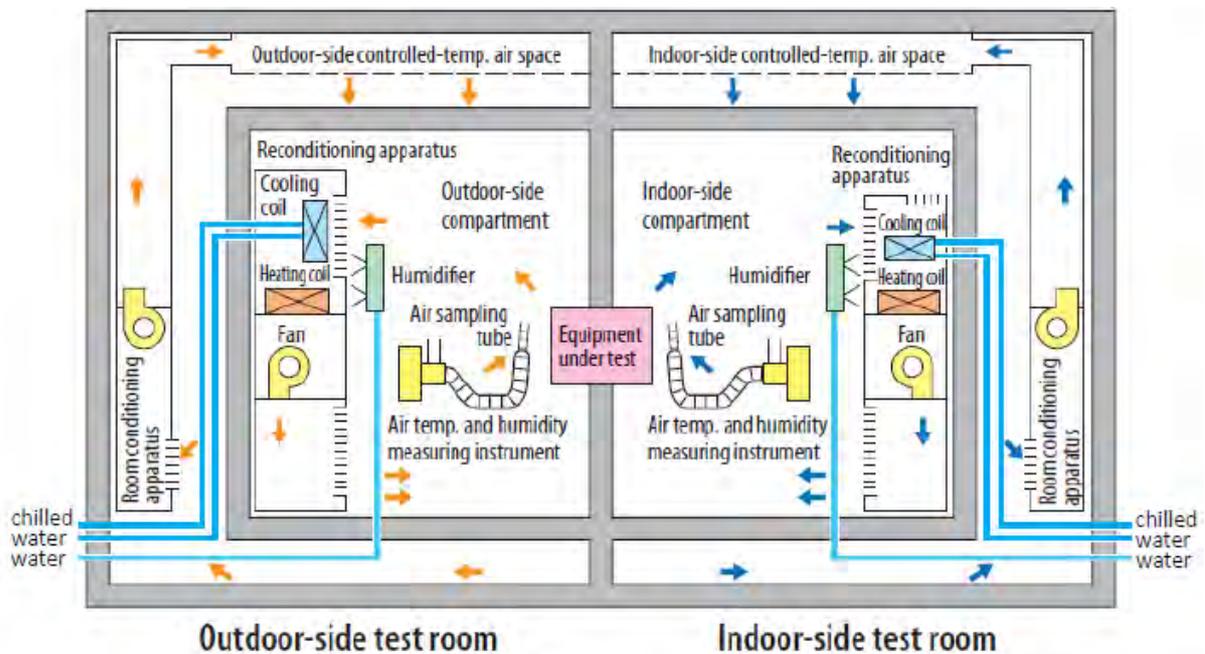
在熱量測量室法與空氣焓法的優缺點中，分別有(一) 熱量測量室法的優點，能夠使待測設備所處的環境與實際環境較為一致、測量值較為精確，(二) 熱量測量室法的缺點，建置成本高、測量時間較長；及空氣焓法的優缺點如，(三)空氣焓法的優點，測量較為簡單、建置成本低、測量時間短，而(四)空氣焓法缺點，省略冷凝水焓值計算、試驗結果與熱量測量室相比有些許誤差等等，詳細說明如下所述。

(一) 熱量測量室法的優點

1. 能使待測設備(無風管空調機)所處的環境與實際環境較為一致

如圖 11 平衡型熱量測量試驗室所示，利用外庫的可調控空間配合再調節裝置，提供額定冷氣試驗的規定溫度，使外庫的可調控空間分別與內庫的室內側及室外側的溫度控制達到熱平衡，減少因溫差所造成的熱洩漏。

而確認熱平衡的方式即熱量測量室內、外壁庫面平均溫度達到平衡，溫度平衡到所提供的環境溫度，進而使室內側與室外側的洩漏量達到最小值而使穩定性較高，且藉由量測獨立空間的熱量變化，不再經由風量量測裝置(codetest)，此量測方式更能貼近一般消費者的冷氣使用情況，所以我們認為熱量測量室法可以讓待測設備的環境與實際環境較為一致，而量測到的冷、暖房能力值也更為客觀與精準。



☆Standard concerned 「ISO 5151」「CNS 14464」「JIS B 8615-1」

圖 11 平衡型熱量測量試驗室

2. 測量值較為精確

使用熱量測量室法測量時，如圖 4 所示，若由室內側額定總冷氣能力的方程式來說明，熱量測量室法總共量測了室內側房間之總輸入功率、供應保持濕度之水或水蒸汽之焓值、離開室內側房間之冷凝水之焓值、設備所凝結之水蒸氣流率、經由室內側及室外側房間之間之隔牆洩漏至室內側房間之熱量洩漏率、經由牆壁、地板及天花板傳入室內側房間之熱量洩漏率(但不含隔牆)，其中，離開室內側房間之冷凝水之焓值，這項參數在熱量測量室法中有確實的量測出來，但是此值在空氣焓法裡將其忽略，致使空氣焓法的冷氣能力稍大，經由上述所知，冷凝水的焓值的導致空氣焓法的測量結果會有些許誤差，相較之下，熱量測量室法測量精細，每個數據都有跡可循，沒有忽略的測量值，且純粹以量測到的物理量做計算，沒有經過太多的換算公式，所以相對於空氣焓法來說，測量值較為精確。

(二) 熱量測量室法的缺點

1. 建置成本高

由於使用熱量測量室法，需要建置室內側及室外側之熱量測量室，且兩個測量室裡都分別有再調節裝置，如圖 3 所示，總共包含加熱盤管、冷卻盤管、加濕器、風機、混合器，加裝這麼多的裝置，耗費的成本相對較高，所以價格昂貴。

2. 測量時間較長

使用熱量測量室法需要等待室內側及室外側的熱量測量室達熱平衡，這個時間約為三~四小時，但是相較之下，空氣焓法大約只需不到兩小時的時間，所以與空氣焓法相比熱量測量室法測量時間較長，試驗室所需的測試成本(如耗電量)也比焓差式要來的高。

(三) 空氣焓法的優點

1. 測量較為簡單

若同樣以室內側額定總冷氣能力的方程式來說明，需使用空氣焓法中的室外空氣焓法進行試驗，測量室外側待測設備之出風與回風口乾濕球溫度及氣流率，求出其焓差，再乘以氣流率，得到室外側排熱能力，減去待測設備之總輸入功後，即可得到室內側額定總冷氣能力，相較於熱量測量室法的測量參數，空氣焓法的參數少了熱量洩漏率及冷凝水焓差，所以我們認為空氣焓法的測量較為簡單。

2. 試驗室實驗設備較熱量測量室法少，成本較低

由於空氣焓法只進行室內或室外側單側的試驗，如圖 7 所示，因此建置成本及設備成本比需要兩側同時進行的熱量測量室法來的少，另外基於測量參數簡單的原因，因此需要的測量設備也較少。

3. 測量時間短

熱量測量室法需要建置室內側及室外側的熱量測量室，還需要增加許多再調節裝置，測量時，在整個房間都達到所需工況的熱平衡後才能進行數據測量，這個時間通常要在四小時以上，否則數據不準確。而空氣焓法只需工況穩定且試驗風洞達到熱平衡後即可進行數據測量，這個時間一般不超過兩小時[4]，所以相較熱量測量室法下，使用空氣焓法測量設備的機會較高。

(四)空氣焓法的缺點

1. 空氣焓法省略冷凝水的計算

同樣由室內側額定總冷氣能力方程式來說明，無風管空調機使用空氣焓法進行試驗時，只計算出風及回風口焓差，而沒將排掉的冷凝水焓值進行考慮，故再與熱量測量室的室內側額定總冷力能力方程式相互比較後，若沒考慮冷凝水焓值進行計算，會發現室內側額定總冷氣能力變大。

2. 試驗結果與熱量測量室法相比有些許誤差：

熱量測量室法測試為室內室外側同時進行，因此可將兩側所得結果進行比較及核對，而空氣焓法只進行室內或室外側單一側的試驗，故無法作比較，所以相較於熱量測量室法來說有些許誤差。

六、結論

在本文中，使用者可以了解到 CNS 14464 對於熱泵和空調機的規範內容、試驗方法、結果表達等等，其中試驗方法包含熱量測量室法以及空氣焓法，熱量測量室法與空氣焓法又分別有不同的測量型式裝置，比較發現可得熱量測量室法較空氣焓法精確，但相較於空氣焓法，熱量測量室法建置成本高及測量時間長，在經過優劣比較後，使用者可依其需求，完成規範中的試驗。

七、參考文獻

1. CNS，2010，*CNS standard 14464-2010*，無風管空氣調節機與熱泵之試驗法及性能等級 *Non-ducted air conditioners and heat pumps - testing and rating for performance*，經濟部標準檢驗局。
2. ASHRAE.2009. *ANSI/ASHRAE standard 37-2009, Methods testing for rating unitary air-conditioning and heat pump equipment*, INC.
3. 錢大馨，房間量熱計，上海佐竹冷熱控制技術有限公司，<http://www.sh-satake.com/pdf/fjlrj.pdf>。
4. 錢大馨，有關房間空調空氣焓差法若干的解答，上海佐竹冷熱控制技術有限公司，<http://www.sh-satake.com/pdf/hcfrgwt.pdf>。
5. 孫靖瑜、錢大馨，關於房間空調器焓差法原理誤差的討論，上海佐竹冷熱控制技術有限公司，<http://www.sh-satake.com/pdf/hcfylwc.pdf>。