

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

高效率冷氣系統對變化負載之研發 (III)

計畫編號：NSC-87-2212-E-009-030

執行期限：86 年 8 月 1 日至 87 年 7 月 31 日

總計劃主持人：盧定昶 交通大學機械系 教授

一、中文摘要

本計劃第三年工作項目包括有四個子計劃：(一) 環控室與測試系統之設計建立以及模擬方法 (III)；(二) 新冷媒凝結器凝熱傳加強研究 (III)；(三) 可控式冷媒膨脹閥之分析與測試 (III) (四) 渦卷壓縮機之變速控制 (III)。環控室將可以整合於設計高效率季節能源比值的冷氣系統，同時亦探討一套一對三分離式空調系統在穩態與暫態運轉下之特性。

關鍵詞：冷氣系統，變頻壓縮機，電子膨脹閥，冷凝器，環境控制室。

Abstract

In the third year of this project , the following four taken have been completed : (1) Design , establishment and simulation of a environment control room for small air-conditioners (III) ; (2) Investigation of enhancement techniques on condensers with refrigerant R-134a (III) ; (3) Analysis and test of expansion valves (III) ; (4) Variable speed control of scroll compressors (III) . In set-up of the environment control room is ready for

the design and test of a high SEER air-conditioning system . Meanwhile, a one-to-three separated air-conditioner has been established and the characteristics at both steady and unsteady operations are examined.

Keywords : air-conditioning systems, Variable-speed scroll compressors, Electronic expansion valves, Condensers, environment control room

二、計劃緣由與目的

本計劃目的在第三年進行高性能冷凝器的設計【1】，渦卷式變頻壓縮機在各運轉條件下之暫態及穩態特性以求得最佳操作情況【2】，冷氣系統的溫度控制系統【3】，環控室室內外側的空調主機及冷氣機風量量測裝置，以及探討一套一對三分離式空調系統在穩態與暫態運轉下的特性【4】。模擬成果將整合於設計高效率季節能源比值 (SEER) 的冷氣系統。

三、研究方法

本計劃共進行四項工作。第一項為完成環控室外、室內兩側的空調主機及冷氣機風量量測設備，並利用電

腦軟體模擬環控室內的熱流場分布；第二項為測試凸型百葉窗型鰭片冷凝器的熱傳與壓降性能，並藉由所發展的電腦輔助設計程式以求得最佳熱傳效果的冷凝器尺寸；第三項為以實驗方法探討電子膨脹閥作過熱度控制的系統暫態反應，並發展一套一對三分離式空調系統與測試其性能；第四項為測定渦卷式變頻壓縮機環路系統在各運轉條件下之暫態及穩態特性，以求得最佳操作參數。

四、結果與討論

第一項工作為建立好的硬體環境控制室，進行一室內側的流場、溫度場以及濃度場的理論模型與軟體分析測試，進而找出其室內側之空調器具的最佳化擺設位置，然後在實地精確的量側每一位置的風速、風量和溫度值，與模擬的數值做一對照性的比較，以期達到更確切的掌握環境控制室室內側之流場、溫度場以及濃度場的分佈情形，以使本環境控制室能符合待測空調機測試場所的規格與標準。

如此建立好的環境控制室便能提供一穩定且可靠的實驗環境來進行冷凍空調機的冷氣能力，冷氣消耗功率，凝結水處理，低溫性能，冷媒洩漏，噪音以及能源效率比值(EER)等試驗，而這些試驗的結果即可提供本整合計畫中各個子計畫的研究改良之依據。

第二項工作為選擇七個凸型百葉窗型及七個波浪型鰭片冷凝器分別進行熱傳與壓降分析。冷凝器是在相同的管徑與鰭片厚度及縱、橫向管距，

不同的管排數與鰭片節距下進行測試分析。測試的結果以熱傳 j 因子及摩擦因子 f 相對雷諾數 Re_{D_c} 的變化來表示，雷諾數中的特性長度是取管外徑加上兩倍鰭片厚度做為計算的基礎，雷諾數範圍則取300至8,000之間。

根據本實驗所得鰭片空氣側之 j 、 f 因子，經多重線性迴歸方法分別求得凸形百葉窗型與波浪型鰭片的 j 與 f 因子的經驗式，可做為小型空調機冷凝器尺度率輔助設計程式中所需的熱傳與壓降係數。藉由本計畫所發展的電腦輔助設計程式，於程式執行時鍵入冷凝器鰭片管型式與參數、額定熱傳量，然後設定空氣側的壓力降範圍，藉由輔助設計程式的演算，可求得其所需的熱傳面積及最佳的冷凝器尺寸大小。

第三項工作為探討一對三分離式空調系統及此系統在穩態與暫態運轉下的特性。實驗系統以冷媒R-134a為工作流體，採用板式熱交換器、可變轉速壓縮機及電子膨脹閥。在穩態實驗中，改變室內機組開啟之數目、電子膨脹閥開度及壓縮機轉速，探討不同條件對系統性能的影響。暫態實驗則以控制蒸發器出口過熱度為目標，探討以電子膨脹閥作過熱度控制下系統的暫態反應。

實驗結果發現，在穩態時系統之性能隨電子膨脹閥開度增大及室內機組開啟數目增加而有較高之總EER值。在暫態實驗中，比較電子膨脹閥採用過熱度控制與固定開度，發現過熱度控制可以改善室內機組開啟數目遞增時之性能，但會使單一室內機組的冷凍能力遞減，因此適當的改變壓

縮機轉速，才能同時兼顧性能。

第四項工作為探討壓縮機馬達變速運轉的同時，藉由控制電子膨脹閥開口度的大小來改變蒸發器出口冷媒的過熱度，使系統在不同轉速時，皆能維持在最高的使用效能下操作。進行的主要工作有二：一是冷媒充灌量的最佳化；二是針對最佳化後的冷媒充灌量，鑑定渦卷式變頻壓縮機環路實驗系統在各運轉條件下之暫態及穩態特性，以求得最佳操作點，並據以建立數學模型及設計控制器，使得在不同壓縮機轉速時，皆能擁有最佳的系統效能。實驗結果顯示，將馬達變轉速指令設為斜坡輸入，並加上膨脹閥開度之前置補償量後，即可改善控制模型不完善的缺失，並達到我們想要的控制結果。

五、計劃成果自評

本計劃第三年執行各子計劃內容與原計劃工作項目相符。各子計劃針對冷凝器設計，冷氣系統元件如渦卷式變頻壓縮機與電子膨脹閥的動態分析以及發展一套一對三分離式空調系統的性能測試。環控室室內側空調系統及冷氣機風量量測裝置均已完成，因受經費減少影響，室外側空調系統剛完成安裝試車，可確定供具有高效率變頻式空調機 SEER 的設計及測試使用。

六、參考文獻

- 【1】 Wang C.C. , Tsai Y.M. , Lu D.C. ,
“Compre-hensive Study of
Convex-Louver and Wary

Fin-and-Tube Heat Exchanger” ,
AIAA Journal of Thermophysics
and Heat Transfer , V.12 , No.3 ,
pp.423-430, 1998.

- 【2】 Uchikawa N. , Terada H. , Arata
T. , “Scroll Compressors for
Air-conditioners”, Hitachi
Review , V.36 , No.3 ,
pp.155-162,1987.

- 【3】 Matsuolea, “The Control of the
Refrigerants Distribution by
means of the Electric Expansion
Valve”, Transactions of the
Japanese Association of
Refrigeration V.5 , NO.3 ,
pp.299-307 ,1998.

- 【4】 Mesuda K. , Waleahane, Matsuki
K. ,”Development of a
Multi-system Air Conditioner for
Residential Use”, ASHRAE
Transactions, V.97, part 1
pp.127-131, 1991.