

可控式冷媒膨脹閥之分析與測試 (III)

Analysis and Test of Expansion Valves (III)

計劃編號：NSC 87-2212-E-009-033

執行期限：86/08/01 ~ 87/07/31

主持人：楊文美 交通大學機械工程研究所 副教授

一、中文摘要 (關鍵詞：一對三、分離式、過熱度、電子膨脹閥)

本文探討一對三分離式空調系統的建立及此系統在穩態與暫態運轉下之特性。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，改變室內機組開啓之數目、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啓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啓數目遞增時之性能，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，才能同時兼顧性能與

舒適性。

英文摘要 (Keywords : One-to-three 、 Separated 、 Superheat 、 Electronic expansion valve)

A one-to-three separated air conditioner is established and the characteristics at both steady and unsteady operations are examined. In the system the R-134a is adapted as the working fluid. Plate-and-shell heat exchangers are employed for the condenser and evaporator. Variable-speed compressor and electronic expansion valve are, respectively, employed to control the flow rate and superheat of working fluid.

The results show that the EER increases with increasing the opening of electronic expansion valve as well as the number of evaporator at steady operation. Under unsteady operation, the transient performance can be enhanced by superheat control if

suitable speed of compressor is adjusted as well.

二、計劃緣由與目的

近年來，愈來愈多空調機利用高效率壓縮機、高效率熱交器和微電腦控制技術以節省能源和提高舒適性。而使用電子膨脹閥為冷媒控制器及可變轉速壓縮機為元件的分離式空調機，正是最具代表性的新機種。本文建立一套空調系統，包括二具並聯使用的可變轉速壓縮機、一具冷凝器、三具蒸發器及三具步進馬達驅動型之電子膨脹閥，採用冷媒 R-134a 為工作流體，以穩態及暫態實驗方法探討開啓不同數目之室內機組的情況下，系統各項性質的變化。無論就經濟眼光或省電效益著眼，分離式空調機均較符合需求，而目前國內業界對開發變頻分離式空調機仍有許多盲點尚待確認，急待加速開發的腳步。

三、實驗系統與條件

以冷媒 R-134a 為工作流體，實驗所並聯使用的二具壓縮機均為日本 SANDEN 株式會社所生產之渦卷式 (Scroll type) 壓縮機，容量為每具 85.7 cc/rev.，壓縮機以功率 3.5kw 最大轉速 2000rpm 的伺服馬達驅動，以個人電腦及研華公司 (ADVANTECH) 所生產的

PCL-818 界面卡控制馬達轉速；冷凝器與蒸發器採用板式熱交換器 (Plate heat exchangers)；冷媒控制器為日本 Seisakuso 公司出品型號 DKV-14D82 之步進馬達驅動型電子膨脹閥，根據蒸發器出口冷媒之過熱度，以電腦與研華公司的 PCL-838 卡控制步進馬達驅動器轉動步進馬達，以調整膨脹閥開度。

實驗條件：

- (1) 冷凝器進口水溫：30°C
- (2) 蒸發器進口水溫：25°C
- (3) 冷凝器冷卻水流速：30 l/min
- (4) 每具蒸發器之加熱水流速：10 l/min
- (5) 壓縮機使用方式：二具並聯，每具容量 85.7 cc/rev.。
- (6) 壓縮機轉速：400rpm、600rpm、800rpm、1000rpm。
- (7) 電子膨脹閥開度：穩態實驗時，以過熱度超 20°C 系統高低壓接近所設定安全範圍的開度開始，每減 40pulse 進行一組實驗，直至系統的過熱度接近零為止；暫態實驗的開度選擇將於圖中標示。

四、結果與討論

圖一所示為一對三系統在不同壓縮機轉速下 (a) 冷凍能力總和 (b) EER 值 (c) 過熱度 與電子膨脹閥開度之關係。橫座標是指並聯的三具膨脹閥均開啓至相同的開度，由圖可知，在相同膨脹閥開度下，冷凍能力總和隨著壓縮機轉速與膨脹閥開度的提升而增大，因為冷

媒質量流率增加。另外，在相同壓縮機轉速下，系統的總 EER 值隨著膨脹閥開度增大而增加，但在相同膨脹閥開度下，EER 隨壓縮機轉速的上升而下降，原因是壓縮機耗功率隨轉速提升而增加的幅度大於冷凍能力隨壓縮機轉速上升而增加的幅度，所以 EER 值下降。在相同壓縮機轉速下，過熱度隨膨脹閥開度的減小而提高，因為進入蒸發器的冷媒量減少，但因冷凍負荷的變化甚小，所以造成蒸發器出口的冷媒過熱度上升，而在相同膨脹閥開度下，過熱度隨壓縮機轉速的提升而上升，因為過熱度同時受到蒸發器出口的冷媒溫度與壓力的影響，當壓縮機轉速提高時，蒸發器出口的冷媒溫度雖然下降，但冷媒壓力也隨之下降，造成其對應的相對飽和溫度也下降很多，所以過熱度不降反升。

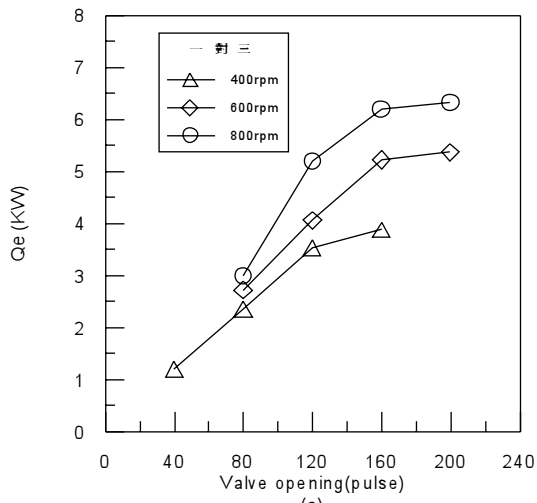
圖二為壓縮機轉速 800rpm，在不同室內機組數目之穩態實驗(a)冷凍能力總和 (b)EER 值 (c)過熱度 與電子膨脹閥開度之關係，由圖中可知，冷凍能力總和與 EER 值均隨著膨脹閥開度與室內機組數目的增加而增加。過熱度在相同壓縮機轉速下隨著膨脹閥開度減小而變大，而在相同膨脹閥開度下，隨著室內機組數的遞增而遞減，因為蒸發器出口的冷媒溫度並不會隨室內機組數的變化而改變，但其出口的冷媒壓力卻隨著室內機組數的遞增而遞升，造成相對飽和溫度也隨之上升，所以過熱度下降。

圖三為壓縮機轉速 800rpm 不同室

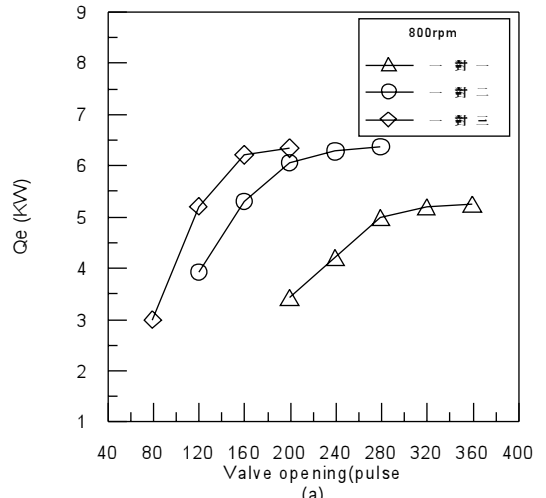
內機組數目之暫態實驗(a)冷凍能力總和 (b)EER 值 與不同過熱度設定之關係。橫座標為不同的過熱度設定值，由圖中可知，愈低的過熱度、愈多的室內機組數，冷凍能力及 EER 值就愈高，即系統的性能表現就愈佳，因為管路阻抗減少、冷媒質量流率增加且壓縮機耗功率變小。

五、參考文獻

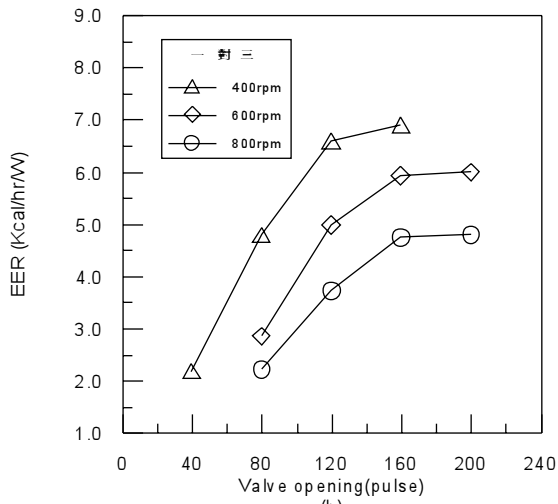
- Y. Nakashima, H. Iijima, M. Vmehara and F. Matsuoka " Reversible-flow-type linear expansion valves for heat pump." ASHRAE Transactions, Vol.9, Part3, pp.1555-1568, 1985.
- F. Matsuoka " The control of the refrigerants distribution by means of the electric expansion valve. " Transactions of the Japanese Association of Refrigeration, Vol.5, No.3, pp.299-307, 1988.
- D. Parnitzki " Digital control of heat pumps with minimized power consumption." International Journal of Energy Research, Vol.13, pp.167-178, 1989.
- M. Masuda, K. Wakahara and K. Matsuki "Development of a multi-system air conditioner for residential use." ASHRAE Transactions, Vol.97, Part1, pp.127-131, 1991.
- 廖建順、韋宗楳、林師培, "一對多分離式空調機之性能研究" 中國冷凍空調雜誌, 60~68 頁, 1994 年 12 月.



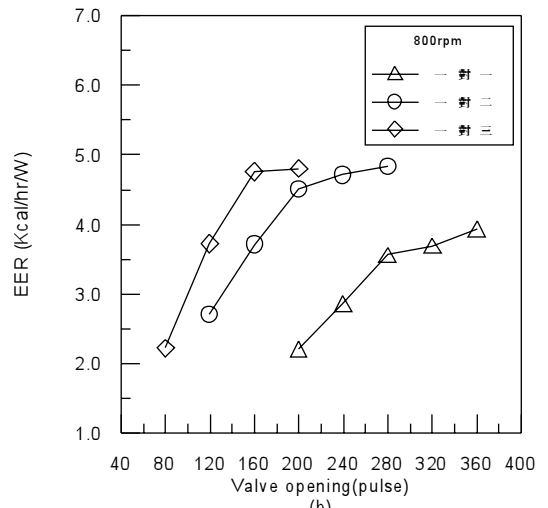
(a)



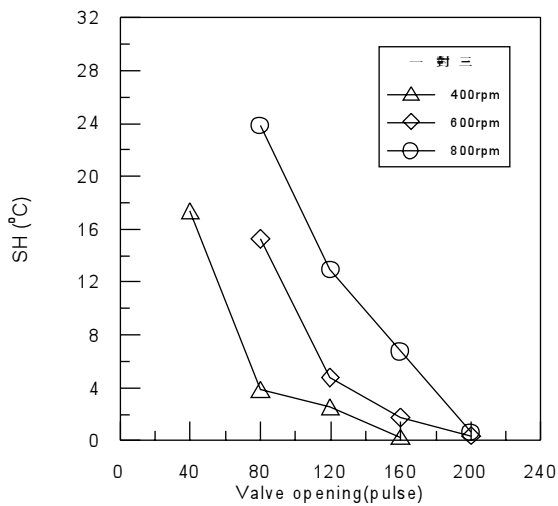
(a)



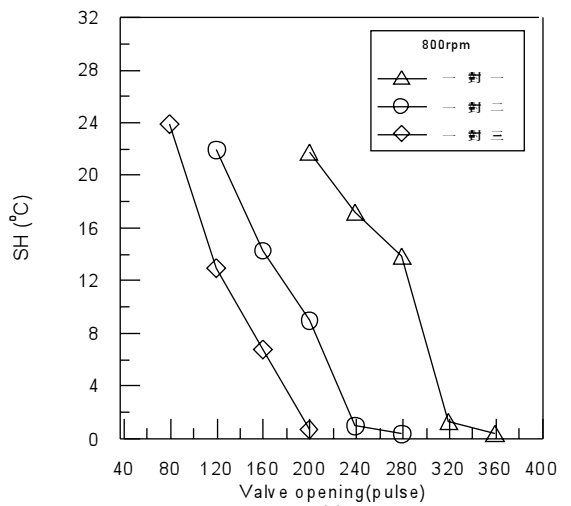
(b)



(b)



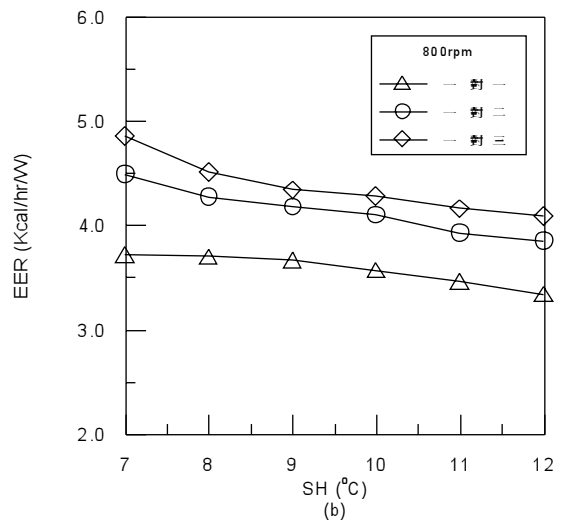
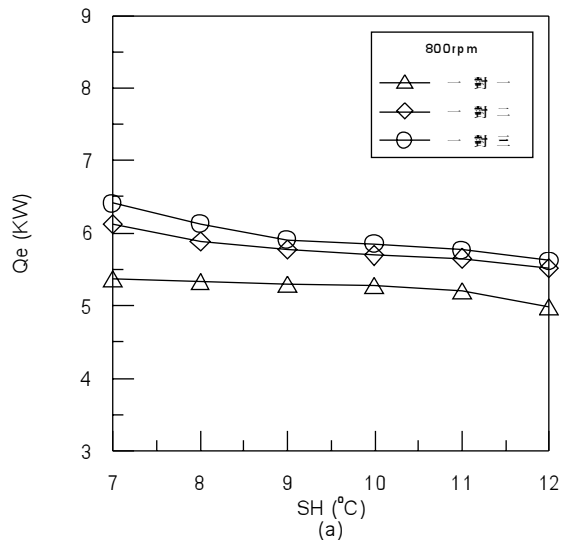
(c)



(c)

圖一

圖二



圖三