

儲冰(冷)式分離型冷氣機之開發(III)—研究總計劃

計畫編號：NSC87-2212-E-002-083

執行期間：86年8月1日 87年7月31日

總計畫主持人：陳希立

子計劃一主持人：陳炳輝

子計劃二主持人：蘇金佳

子計劃四主持人：陳希立

執行單位：國立台灣大學機械工程學系

中文摘要

本計劃擬開發儲冰(冷)式分離型冷氣機，使其具有小型化、高效率、安裝容易、不佔空間且低噪音之特性，並與目前分離式冷氣機之設計有相容性。開發的機種包括一對一，一對二之儲冰(冷)式分離型冷氣機，除可提供住家使用外，並可提供商業大樓使用，以轉移目前夏季40%以上得空調尖峰。目前儲冰(冷)式分離型冷氣機在國內外均無此類型之產品，若能開發成功，極具市場潛力。本計劃所衍生之子計劃有：儲冰(冷)式分離型冷氣機低溫送風之研究，儲冰(冷)式分離型冷氣機節流裝置之研究，儲冰(冷)式分離型冷氣機之整合設計與製造。另外，於子計劃四中將結合其它子計劃之研究成果加以整合，進行儲冰(冷)式分離型冷氣機的研究開發，本計劃所完成的原型機，將可轉移至產業界。

Abstract

This proposal intends to develop a new cool storage split-type air conditioner. With the characteristic of small size, high efficiency, easy installment and low noise, it is also compatible with the design of traditional split-type air conditioner. Two types of cool storage split-type air conditioner, one to one

and one to two, will be designed. The product will be used for both family and large commercial building hoping to shift the 40% peak load of air conditioner in summer. Presently, no similar product exists in domestic and overseas market. We foresee a huge potential in the air conditioner market if the project succeeds. Our main project consists of three sub-projects. Main project Development of cool storage split-type air conditioner (*Prof. S.L. Chen*). Sub-project 1: Study of cool-air-delivery system in a cool-storage split-type air conditioner (*Prof. P.H. Chen*). Sub-project 2: Study of metering device in cool storage split-type air conditioner (*Prof. C.J. Su*). Sub-project 4: Design and manufacture of cool storage split-type air conditioner (*Prof. S.L. Chen*). Sub-project 4 will combine the results of sub-project 1,2 and to develop the new type of air conditioner. The prototype can be commercialized.

緣由與目的

近年來隨著工商業的發達、社會的進步、以及國民生活品質的提高，使得台灣地區對於電力之需求逐年激增。特別是每逢夏季尖峰時期，經常面臨供電不足而使台電必須採取限電

措施。此不但影響工商業發展，更造成民怨，因此如何有效解決這個難題是產官學界所需面對之最重要課題之一。

造成上述問題的原因是因為空調用電的急驟增加，目前夏季空調用電量為總用電量之 30%，尖峰時段為 41%~45%，且每年仍以 10% 以上的成長率成長。此外，由於台灣地區發電容量約 30% 以上係仰賴連續運轉的核能發電，使得大量離峰電力剩餘。因此，如何縮短尖離峰用電差距便成為解決用電合理化的重要原則。在許多解決方法中，儲冰式空調系統的應用被認為是平衡尖離峰用電差距之最有效的解決途徑之一。

儲冰式空調系統之基本觀念是利用相變物質（水）於發生相變化時會吸收（或釋放）大量潛熱的特性，儲存夜間離峰電力，於日間尖峰用電時釋放夜間所儲存之冷能作為日間空調使用，而達到轉移尖峰用電與平衡尖離峰用電差距的目標與功效。近年來，在政府的大力推廣下，目前已有 150 個用戶以上安裝了大型的儲冰式空調系統。但是由於大型的系統中，儲冰槽所佔的空間相當大，在地價成本日益高昂的今天，使得大型儲冰式空調系統在推廣上遇到了相當的阻力。因此，如何使目前大型的儲冰式空調系統小型化，使其不佔空間，運轉效率高，以提昇儲冰式空調系統的經濟效益，是本整合計畫研究的主題。

本計畫擬開發儲冰（冷）式分離型之冷氣機，使其具有小型化、高效率、安裝容易、不佔空間、且低噪音的特性，並與目前分離式冷氣機之設

計有相容性。設計的機種將包含 5RT~20RT 之儲冰（冷）式分離型套裝冷氣機，除了可提供住家使用外，並可提供工商大樓使用。目前儲冰（冷）式分離型冷氣機在國內外均無此類型的產品，若能夠開發成功，則具有相當大的市場潛力。

一個小型的儲冰式分離型冷氣機與目前之傳統式分離型冷氣機的差異性，在於前者具有利用夜間較便宜的電力進行能量儲存，因此必須增加具有儲冰與釋冷功能的儲冰槽，藉著熱交換進行結冰與溶冰的熱傳遞，為了使儲冰槽體積縮小提高經濟效益，惟有瞭解相變物質進行溶解與凝固的相變過程之熱傳現象，才能有效的決定熱傳面積，並使用特殊的凝固方式，以提昇熱傳效率，另外亦必須探討儲冰槽結冰與溶冰之熱傳現象，用實驗方法配合理論解析，來決定儲冰槽的尺寸，並有效的縮小尺寸，節省空間。此外由於本計畫所擬開發之儲冰式分離型冷氣機同時具有釋冷與空調的功能，因此需要兩個節流裝置分別使冷媒降壓至不同的壓力，為了使成本便宜，初期將使用毛細管作為降壓節流的裝置，而毛細管雖然簡單但內部二相流閃變過程中，流動現象卻非常複雜，包括了過冷的冷媒區、兩相區以及阻塞（choking）區，必須藉著有系統的理論分析與實驗測試，才能使毛細管與整個系統達到最佳匹配，因此於子計畫二中，主要的目的為研究儲冰式分離型冷氣機之毛細管節流現象，以使整個冷氣機系統於運轉時能達於最佳效率。

傳統式分離型冷氣機的送風設備與儲冰式分離型冷氣機之送風設備極

為相似，差異的是儲冰式分離型冷氣機為低溫送風，為達相同效果，風機的轉數可較慢，降低噪音，然而風道的設計與風扇系統效應卻是無法避免，因此於子計畫一中，將探討儲冰式分離型冷氣機之低溫送風，增加風量，降低風壓與噪音，以使整體運轉性能提昇。

於子計畫四中，將結合子計畫一、二之研發進行儲冰式分離型冷氣機之整合設計，製造與測試，為了配合目前市場的需求與大量生產的目標，本計畫亦將與產業界合作，各零組件以台灣產業界所能提供的規格品為主，使冷氣機的價格便宜，並考慮目前用戶的生活習慣，操作控制簡單方便為設計目標。

研究方法與進行步驟

本計畫係一整合性研究群計畫，共分為三個子計畫同時進行，研究成果可移轉作產品開發，各子計畫之進行方法與步驟請參閱各子計畫計畫表。

總計畫負責研究規劃、研究方向掌握、進度控制，以及各子計畫間的協調。子計畫一、二均須藉著實驗測試，以瞭解各元件的性能，子計畫四則由子計畫一、二的研究成果，進行原型機之設計、製造與測試。

研究成果

子計畫一：儲冰(冷)式分離型冷氣機低溫送風之研究

在本計畫中所研究之儲冰(冷)式分離型冷氣機的室內機是採用線流扇以降低送風時之噪音，而線流扇是由舌部、風扇轉子以及背板三項構造組成。線流扇噪音有廣頻噪音與葉片

頻率單音兩種主要音源，風道改良對整體噪音量降低無明顯效果；對於線流扇風扇性能，不同風道型式對線流扇噪音與風扇性能造成顯著改變，本計畫中主要使用三種不同風道：單一曲率送風弧背板搭配楔型舌部，雙曲率送風弧背板搭配曲肘型舌部以及多曲率送風弧背板搭配圓弧型舌部。研究顯示雙曲率構型能消除高峯值之葉片頻率單音，多曲率構型能在同一噪音量下，提供最大的出風量。

本實驗在探究不同風道構型設計對線流扇噪音、風量與風扇性能之影響，實驗中維持不變因素有：轉子內外徑 D_1 、 D_2 ，轉子葉片數為三十五片，轉子葉片幾何構型，蒸發器構型以及蒸發器與風扇轉子間距離六項。量測結果比較之風道設計有構型 A G H，由於風道設計準則不同，因此實驗中變換風道之幾何因素非單一，而各因素最能代表三項設計差異者，為風道背板送風弧曲率。A 構型曲率單一，構型 G 則由兩段曲率構成，H 構型則是多曲率設計。對三種風道型式進行分析，構型 H 的音壓隨風扇轉速結果，頻譜顯示當風扇轉速高時，第一階葉片頻率單音為主要音壓峰值，而轉速調低後，廣頻帶噪音源音壓超越第一階單音，情況與構型 A 符合。值得注意處在於其在各轉速運作時，完全無第一階葉片頻率高單音。進而將三種構型頻譜比較後發現，其中 A、H 兩構型其噪音特性差異不大，而 G 構型則有最低之音壓值，但此一比較僅針對三型風扇轉速相同，其流量有差異，以 1600 r/min 轉速為例，構型 A 流量為 2.92 m³/min，構型 G 為 2.47 m³/min，構型 H 為 4.34 m³/min。

子計劃二：儲冰(冷)式分離型冷氣機節流裝置之研究

本計劃可獲致之結論與成果如下：

1. 水溫升高，系統之高壓會明顯上升，並使得壓縮機與系統之功率上升，冷凍能力與 COP 下降。
2. 對於溫度式膨脹閥系統，二次冷媒流率變化的影響甚鉅。使用 R134a 的系統比使用 R22 的系統有更大之影響。
3. 對於溫度式膨脹閥系統，利用膨脹閥上之調整螺絲調整蒸發器出口之過熱度，只要不使出口為兩相，降低過熱度對冷凍能力與 COP 沒有太大之影響。
4. 在蒸發溫度低之情況會使蒸發器出口為兩相，使得系統凝結溫度與高壓會下降，冷凍能力與 COP 亦然。
5. 對於溫度式膨脹閥系統，冷媒填充量的增加再到達某一臨界點前對於系統只會造成凝結溫度之小幅增加，其效應遠小於毛細管系統。
6. 對於溫度式膨脹閥系統，系統中冷媒之過冷度主要取決於系統的凝結壓力，其他如蒸發壓力，過熱度等不會對其造成影響。

子計劃四：儲冰(冷)式分離型冷氣機之整合設計與製造

本計劃利用試驗機組驗證了一套包含壓縮機、氣冷式冷凝器、感溫式膨脹閥與直膨式儲冰盤管之套裝儲冰式冷水機融冰控制方法。依據理論模擬與實驗所得到之數據顯示，該模式具有相當程度之準確性。此外，更依據此理論分析模式，進行冰盤管式之

套裝儲冰式冷水機組的元件理論模擬設計，在調整不同參數之情況下，我們可以獲致一些相關設計之準則，提供實際設計時的參考。

本計劃以平板狀儲冰盤管之儲冰槽為研究對象，進行理論分析、實驗驗證及控制方法研究，在計劃中吾人所獲致之成果與結論茲分述如下：

1. 以準一維分析模式與塊狀模式，模擬本質上為三維流場之儲冰槽熱傳現象。經由實驗機組之驗證，可得知：準一維模式在儲冰槽循環流量較高之場合具有較高之偏差，原因在於準一維模式所考慮之對流熱傳係數與流速無關。但由實驗上發現，儲冰槽之對流熱傳係數會因流速增大而增大；另一方面，基於由實驗求出儲冰槽總熱傳係數之塊狀模式，於模擬時具有相當不錯之準確性。
2. 我們可藉由找出不同之固定回水溫度下，儲冰槽之餘冰量與出水溫度以及空調能力之關係，並將其繪製成圖表，或以電腦軟體建立一操作狀態資料庫，以即時監測所得儲冰槽之餘冰量與空調系統之回水溫度，回饋至控制系統，用以即時調整恰好符合空調所須之循環水流量。