

計畫名稱：儲冰式分離型冷氣機低溫送風研究

子計畫一：儲冰式分離型冷氣送風之研究

計畫編號：NSC87-2212-E-002-086

執行期限：84年8月1日至87年7月31日

主持人：陳炳輝 台灣大學機械工程學系

E-MAIL: Phchen@ccms.ntu.edu.tw

摘要

線流扇在使用時，若風道設計不當，或熱交換器與線流扇之相對位置未適當配合，會造成風扇性能的降低，或噪音的提高。因此，風扇能克服的壓降也會減少，而導致流經熱交換器之風量未達設計需求，而無法把室內熱量有效帶走。本計畫中，分別以增大舌部間隙、使用不同舌部構造、改變風扇轉子排列及更改風道來改進風扇性能並降低噪音。

本計畫除上述外，另將以二維熱線量速儀及靜壓管量測風扇內局部流場與壓力場，以期日後風扇轉子與舌部設計皆經計算結果評估設計效果。

Abstract

The application of cross-flow fan requires a careful design of air-delivered duct surrounding of rotor. The flow rate may not be able to reach due to increase of the head loss as the air flows through the duct. Consequently, one need to raise the rotating speed of rotor. As a result, the noise level and power consumption of cross-flow fans with different tongue clearance, rotor type,

tongue shape and housing type.

Beside the study for reducing the acoustic noise and advancing the fan performance of cross-flow-fans, the study in this year will measured results from the crossed hot wire and the static pressure tube. The accomplishment may be used to obtain the optimum design for the fan rotor and the housing in the future.

計畫緣由與目的

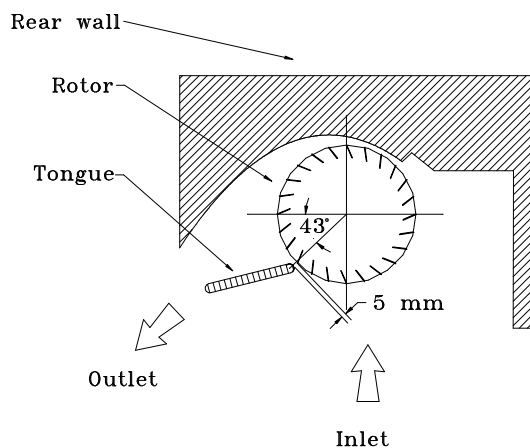
本計畫將開發高效率、低噪音之線流風扇，針對熱交換器與線流風扇之配置進行研究，以減少風扇之系統效應，並降低儲冰式分離冷氣機之整體噪音。

目標為建立一量測線流扇性能之測試設備，針對特一構型進行流場規則解析，探究其能降低噪音的原因，同時以數值計算方式分析各項風道設計線流扇流場，並於實驗結果比對驗證數值方法正確性，未來可取代大量實驗。

實驗結果與討論

(1)線流扇構型

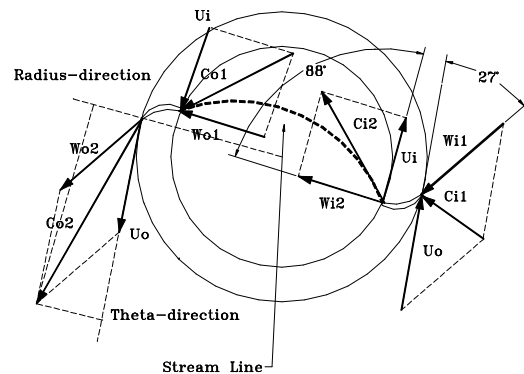
本文所測試之線流扇原始形式其葉輪外徑為 148 mm，全長 30 mm，共包括二十四片葉片。線流扇風道構造可參見圖一，其背板型式以風扇葉輪中心為原點呈一二次曲線，背板右端以一直線向外延伸，弧線與直線中間呈一凹折狀設計。驅動裝置為三相感應式馬達，並以變頻器控制轉速。



圖一. 線流扇風道形式

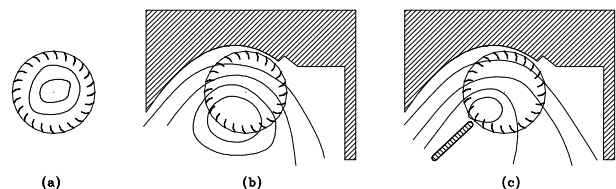
圖二顯示出氣流流經線流扇葉輪之速度向量圖， $Ci1$ 代表氣流在入風側 (Suction Side) 流入葉片之速度向量，此向量由 $Wi1$ 切入速度與 Uo 葉片尖端速度兩向量相加而得； $Ci2$ 代表在入風側流出葉片之速度向量，同樣由 $Wi2$ 與 Ui 兩向量組成； $Co1$ 、 $Co2$ 則分別代表了氣流在出風側 (Charge Side) 流入與流出葉片的速度向量，其向量組成亦如前述。圖上 27 度與 88 度的角度標示則分別為葉片外緣與內緣的切出角，兩角度限制了氣流切入與切出向量與葉片徑向速度向量的夾角，

尤其外緣切出角對性能有重大影響，一般線流扇採用的外緣切角為 25 度~45 度，外緣切角為 70 度~90 度。



圖二. 線流扇流場速度圖

線流扇之送風原理主要倚靠壓力不對稱的流道設計導引出風，線流扇背板弧線的設計用於壓制葉輪轉動時產生之渦元使其偏向葉輪一側，此渦元稱為偏心渦元 (Eccentric Vortex)，置入舌部後破壞渦元外部結構後，偏心渦元即被壓制於葉輪中心內，送風原理可參考圖三。



圖三 (a) 未裝設風道與舌部之線流扇葉輪空轉時產生中心渦元
(b) 風道架設後將渦元迫向葉輪一側
(c) 置入舌部後破壞原鬆散結構渦元，使穩定出風
受偏心渦元及外部風道兩者影響，出

風側氣流切出葉片之角度偏離原始葉片設計角度，造成計算值與理論值之誤差。因此以計算方式評估風扇性能時，需以實際氣流切出葉片角度值估算其性能，由於實際氣流切出向量角須以數值計算求出，前節之性能計算方式似乎不切實際，但由於實際切出角主要受風道與渦元位置兩項因素影響，因此可藉由延風扇轉子外緣量測一圈風速及其向量，歸納出其偏離角度與背板弧線設計之關係藉以估算性能，並由此推導出風道設計與風扇性能間的關係，

(2)二維熱線測速儀之校正

校正過程採用 J.John 和 T.Schobeiri 的方式，本方式的主要優點為不需找出在 King's Law 中的參數 k，而其主要步驟如下：

1.溫度補償:考慮測試區與與校正區有溫度差異時，利用 King's Law 做電壓轉換。

2.速度校正：分別對兩根 wire 做速度校正，以得到分別電壓對應速度之多項式函數。

3.方向定義: 旋轉 wire1，得其產生速度最大值的的方向，再順時針旋轉 45 度即可定義為正 X 的方向。

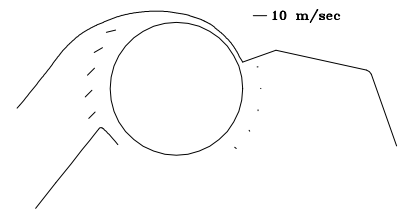
4.Yaw Angle 校正：以一固定風速，旋轉 wire 的方向，分別讀取兩根 wire 所得風速，利用下列公式

$$\alpha_{id} = \tan\left(\frac{V_1}{V_2}\right) - 45$$

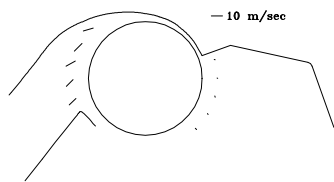
$$H^* = \frac{V \cos \alpha}{\sqrt{V_1^2 + V_2^2}}$$

5. α_{id} 的校正:因為在不同風速下，上述結果會有不同，故還需針對不同風速作以上實驗得其不同曲線分佈。

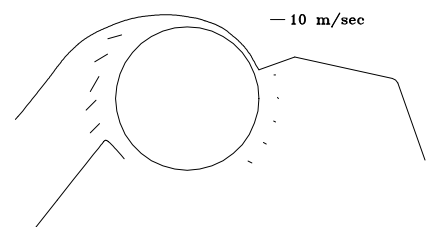
(3)風扇外緣流場實測結果



圖四 轉速為 800rpm 之速度場



圖五.轉速為 1000rpm 之速度場



圖六.轉速為 800rpm 之速度場

(4)結論

1.對不同轉速下風扇性能無因次化，可去除轉速因素對線流扇性能的影響，以無因次化表示式表現風扇性能，可據以推算不同轉速下風扇的流量與全壓提昇，以圖七的數據推演，以 800 RPM 的無因次風扇性能曲線推算 1000 RPM 的全壓提昇，在不同流量下推估的平均誤差為 4.7%，而以 800 RPM 的無因次風扇性能曲線推算所有測試不同轉速的全壓提昇，其平均誤差為 9.7%。

2. 利用二維熱線測速儀做量測可同時得到速度場的量值與風向，對於二維流場的速度場量測非常方便，John & Schobeiri 的校正方式也被證明為一種理想的方式。

計畫成果自評

本年度計畫目標為利用二維熱線測速儀對線流扇內部的流場作量測，其中二維熱線測速儀的校正以充分證明方法可行，並且實際深入線流扇內做量測，所得結果野相當合理，故為一種相當可行的量測方式。至於噪音改善的部分，已在前兩年的計畫報告中詳述，不再贅述。

由本文中線流扇無因次性能的估算，可知道風扇外緣出風角度為影響線流扇性能的重要因素，因此在未來發展工作應著重在建立風道弧設計與風扇轉子外緣出風速度與角度的關係，方能有系統的建立起

風道設計的準則，有關此項工作不僅需藉助精密儀器，包含熱線風速計(Hot Wire)，雷射測速(LDV)等量測，更應配合數值計算工具幫助發展。

參考文獻

1. A. M. Porter and E. Markland., "A Study of the Cross Flow Fan." Journal of Mechanical Engineering and Science, Vol. 12, p.421(1970)
2. S. Murata and K. Nisnihara., "An Experimental Study of Cross Flow Fan (1st Report, Effects of Housing Geometry on the Fan Performance)" JSME, Vol. 19, No. 129, p.314 (1976)
3. A. Takushima and K. Izuka., "Numerical Analysis of Cross Flow Fan by a Cloud-in-Cells Method." Proceeding of Japan Society of Mechanical Engineers, (in Japanese), Vol. 58, No.545, p.64(1992)
4. Air Movement and Control Association, Inc., "Methods for Calculating Fan Sound Ratings from Laboratory Test Data." AMCA Standard 301-76(1985)

