

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

滑動葉片旋轉式壓縮機之研究與發展(II) 子計畫三：可靠度在壓縮機設計上之應用(II)

Integrating Reliability into the Design of a Compressor (II)

計畫編號：NSC 87-2212-E-002-016

執行期限：86年8月1日至87年7月31日

總計畫主持人：黃元茂

子計畫主持人：吳文方 國立台灣大學機械工程學研究所

一、中文摘要

本計畫之主要目的是在滑動葉片旋轉式壓縮機設計之同時，探討該型壓縮機之使用與維護策略，以針對其可靠度作改善。主要之研究方法為將動態可靠度模式與維護管理理論運用於滑動葉片旋轉式壓縮機之維修規劃上，配合維護之理論與觀念，在令壓縮機使用者所花費之成本效益為最大之考量下，本研究試圖建立不同使用情況下之不同維護策略，以供使用者參考。研究結果顯示，一種適時之「不定期維修模式」較之於人們常用之「定期維修模式」能夠更有效地發揮滑動葉片旋轉式壓縮機使用時之維修效益。

關鍵詞：壓縮機、可靠度、生命週期、成本效益、預防維護

Abstract

The rotary vane type compressor has many advantages such as simplicity of mechanism, low purchasing cost, easy to repair, and small volume. It has been recommended in many engineering applications. The reliability of the

compressor, however, has to be guaranteed during its application phase. The purpose of the present study is to investigate appropriate maintenance policies of the rotary vane type compressor. A dynamic reliability model and a maintenance managing theory are adopted in the analysis. Based on the analytical result and in considering the maximum benefit and minimum cost, several maintenance policies are proposed. It is concluded that, during the life cycle of the compressor, a non-periodic maintenance policy usually provides us more benefit than a periodic maintenance policy.

Keywords: Compressor, Reliability, Life Cycle Cost, Preventive Maintenance.

二、緣由與目的

壓縮機是一項應用廣泛之機械設備，無論是家用的冷凍調系統如冷氣、冰箱等，或是工廠用的空氣壓縮系統，無不以壓縮機為主要機件，因此配合對生活品質提高之要求及工業發展之需求，提升壓縮機之品質與效能，實為機械工業界一項重

要的工作。

近年來我國雖已成為世界第四大冷凍空調生產地區[1]，但是由於壓縮機製造技術並未突破，因此仍無法自主地大規模量產，有半數壓縮機或其零組件仍需仰賴進口，就此，對壓縮機設計的研究即為我們所應重視之課題。

本計畫所欲研發之滑動葉片旋轉式壓縮機具有構造簡單、成本低廉、維修容易、體積小等優點，預估其主要之應用領域為較小型的空氣及冷媒壓縮機。此型壓縮機如能研發成功，預期將具有相當之市場價值與競爭力。但是我們也發現滑動葉片旋轉式壓縮機葉片方面之失效為其一重要缺點，也是至今研究改善之重點所在[2-4]，因此有待進一步之研究。在此同時，近年來由於人們對於產品品質要求的提高，使得可靠度設計的觀念愈形重要，因此本(子)計畫的主要目的即在進行滑動葉片旋轉式壓縮機之設計同時，將可靠度的觀念適時引入，以同步工程之原理，考慮壓縮機在使用階段時之維護策略，如此，我們除了能使研發之產品能達成其預定之任務外，還能兼顧到該產品在可靠度上之需求，可大大提高產品的品質與競爭力[5]。

本(子)計畫之研究內容主要是根據可靠度理論以及前人在滑動葉片旋轉式壓縮機研發與使用上之經驗，配合維護之理論與觀念，將動態可靠度模式與維護管理理論運用於滑動葉片旋轉式壓縮機之使用規劃上，透過個案之研究與探討，在使得壓縮機使用者所花費之成本效益為最大之考量下，建立不同使用情況下之不同維護策略。

三、研究方法

在本計畫之執行過程中，我們首先對

滑動葉片旋轉式壓縮機之工作原理進行探討，而後建立其可能之失效模式，並據以建立其各種不同之維修程序，同時針對維修程序之安排作一些討論[6]。其中我們特別後討論了如表 1 所示三種不同型式之維修程序，其主要之差異點為我們在制訂維護策略時所考慮的重點為何，是只針對壓縮機本身之失效作考量，當壓縮機之失效率達到一系統所能容忍之上限時，即對壓縮機施予預防維護之作業；或是考慮到包括壓縮機在內之整個系統內其餘機件而排定一停機維修時間；後者又可區分為兩種狀況：一是目前實務應用上常見之定期維修，另一種則是考慮到不同維護效果的維修程序之差異而排定之不定期維修模式[6]。

四、結果與討論

配合以上所提幾種不同之維護程序，我們探討了數種不同順序之維護策略[6]，其結果可以表 2 比較、說明之。事實上，這幾種方法各具優、缺點，一般而言，定期維修最大的好處在於不必花費成本於維修時間之排定，只要確定維修次數與實行程序之種類即可，但是往往也造成早期進行之維修程序其維修效益無法完全發揮，到了預期壽命後期又維修不盡完備之缺點，因此此法適用於對失效造成損失靈敏度不高之系統。而不定期維修最主要的優點在於機動性高，能使得維修的效益「適時(Just in Time)」地發揮，不過在排定各個維修程序時間時必須花費相當的人力與成本為其主要的缺點。

五、成果自評

本計畫雖由同步工程之關點在設計時

即先行探討滑動葉片旋轉式壓縮機將來在使用時所可能遇到之失效情況，一來避免失效之發生、增進其可靠度，二來規劃其適當之維修程序與策略以令使用者獲得最大之利益，然而本計畫與先前所預計進行之可靠度、公差等設計仍有些許脫節，此些課題預計將來在後續計畫中予以調整、補足。

六、參考文獻

- [1] 工研院產業分析資訊系統(ITIS)，民國 87 年，<http://itisd.com.itri.org.tw>。
 [2] 張啟豪，旋轉式壓縮機輪葉之設計，國

- 立台灣大學機械工程學研究所碩士論文，民國 81 年。
 [3] 邱奕福，迴轉式壓縮機靜子內壁之設計，國立台灣大學機械工程學研究所碩士論文，民國 85 年。
 [4] 廖永勝，迴轉式壓縮機葉片之撞擊，國立台灣大學機械工程學研究所碩士論文，民國 85 年。
 [5] 陳耀茂 譯，真壁肇 著，可靠性與品質保證，國彰出版社，民國 78 年。
 [6] 周修平，可靠度工程於滑動葉片旋轉式壓縮機維護規劃上之應用，國立台灣大學機械工程學研究所碩士論文，民國 87 年。

表 1 滑動葉片旋轉式壓縮機的主要預防維護程序[6]

程序種類編號	主要內容	主要優劣點	維護力
A	將葉片倒置	省時、花費較少；不過不能連續施行兩次；只能針對其磨耗行為作改善，並不能有效地改善葉片因疲勞而導致的破壞。	0.65
B	更換葉片	花費屬中等；只能針對葉片的疲勞與磨耗破壞作改善。	0.75
C	更換葉片，同時將靜子內壁重新加工。	花費成本及耗時較久；同時針對疲勞與磨耗作改善，改善成效為三者中最佳者。	0.9

表 2 不同維護程序安排方式之比較[6]

預防維護實行順序	預期失效次數	使用成本 (單位)	討論
實行順序 1 之 1	0.15136	3882.7	以失效率為門檻決定預防維護之時間，而適當的安排預防維護程序有助於降低使用者成本。
實行順序 1 之 2	0.12323	3441.9	
實行順序 1 之 3	0.114609	3353.5	
實行順序 2 之 1	0.122355	當預防維護程序決定之後，成本也隨之固定。因此此處以預期失效次數為評估的標準	預防維護程序為固定時，針對各程序預防成效之差異適當安排各程序之實行順序與時間可有效減少失效之風險。
實行順序 2 之 2	0.112876		
實行順序 3 之 4	0.11134		
實行順序 3 之 5	0.109236		

[註]此表所列之維修實行順序之詳細內容詳見參考文獻 6