



大型風力機故障模式分析

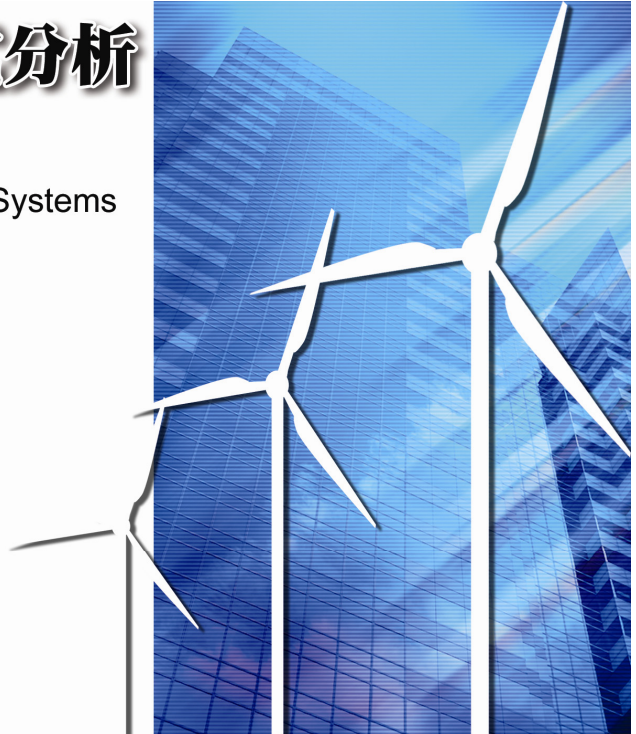
Failure Mode Analysis
and Diagnostics of Large Wind Turbine Systems

王彥傑

工研院機械所
新興能源機械技術組
風力發電設備技術部

劉瑞弘

工研院機械所
新興能源機械技術組
風力發電設備技術部



關鍵詞

- | | |
|----------|--------------------------------|
| · 風力發電機 | Wind turbine |
| · 故障模式分析 | Failure mode effect analysis |
| · 智慧維護系統 | intelligent maintenance system |

摘要

大型風力機運轉過程中，面對不斷變化的風況，元件承受變化劇烈的負載情況下，可靠度與可用率難以維持。如何預防風力發電機事故發生，確保風力發電場安全穩定的運轉及降低維修成本，需要一套功能完善、性能穩定的狀態監測和故障診斷系統。本文除介紹維護技術的演進之外，也針對風力機傳動鏈中之齒輪箱、軸承、軸以及發電機等關鍵元件進行故障模式的介紹。透過訊號處理工具進行故障分析模擬來達成智慧故障的診斷預測，減少

風力機故障的發生。

Large scale wind turbine suffer various wind condition during operation. It is not easy to ensure the achievable reliability and availability levels in such severe loading in turbine components. To keep the wind turbine in operation and reduce maintenance costs, implementation of condition monitoring system (CMS) and fault detection system (FDS) is paramount. This article introduced the gearbox, bearing, shaft, and generator critical components failure modes. From signal analysis of wind turbine diagnosis system establish different kind of failure mode. Through signal analysis algorithm extract the useful characteristic information diagnose signal to complete the intelligent maintenance system with suitable algorithm.



前言

大型風力發電機的技术發展已經數十年，歐美在系統設計已有非常成熟的經驗，因此目前陸上型風力機的運轉可靠度已經越來越高；就瑞典研究長期數十年的數據來看，可靠度超過 95%[1]，而德國以 15 年來超過 1500 座風力機組所進行的統計，其可靠度甚至高達 98%以上高效能表現[2]，這代表了風力機整體設計與製造技術已經到達一定的水平。不過，隨著風力機大型化以及離岸化的趨勢，風力機面臨了更大的挑戰。除了製造、材料、運輸等等成本都會提高之外，海上惡劣以及不易接近的環境因素，使得離岸風力機組的維護與陸上型有很大的差異性。因為一旦系統發生故障，並非隨時都能夠進行維修，必須考慮海上氣候、波浪狀況、維修船時間是否能配合等；而且海上施工的成本比陸地高出許多倍，如果出動過於頻繁反而會拖跨風場的營運。因此，未來在技術上的發展，除了元件及系統本身的設計精進之外，在維護端，製造廠商能夠提供營運商什麼樣的服務保證，便是未來風力機製造商提升全球市場競爭力的關鍵。

本文以大型風力發電系統的維護系統為對象，從感測、訊號分析與人工智慧演算法等技术發展下使得風力發電機設備的故障診斷有長足的進展，在風力發電機設備走向大型化、精緻化與複雜化的同時，風力發電機組透過知識庫及推論機制為基礎的專家系統取代傳統專家經驗維修，提供智慧化的故障分析和故障診斷，在設備尚未損壞前透過預兆診斷技術分析結果指派維護工作增加設備備品調度與安排的管理，加速找出故障原因並解針對故障做最有效的處理使得維護設備的過程更加符合經濟效益、對於營運商來說提升維修效率、減少故障的發生與增加可用率目的為提高風力發電機生產效率，而智慧維護系統的縮短了故障停機的時間，提高設

備使用率，未來更希望朝向免停機運轉目標邁進。

維護技術發展趨勢

機械設備在發生故障之前，其實或多或少都有衰減的現象發生，舉凡像是磨耗、灰塵、附著物、腐蝕、表面傷害、裂痕、過熱、振動、噪音等等都是故障之前設備早就存在的物理量。只是使用端通常都是等到問題發生之後才去檢討，沒能在故障之前就採取措施。就像過去風力發電機故障診斷維護方式是透過監控系統持續記錄資料，然後透過一些極限警告值的設定，最後發生不正常停機時，才依據專家經驗來進一步辨識故障成因，實質上並無法對系統的可靠度做出改善。因此，風力機維護方式的改變，才是繼續提升可靠度的關鍵點。

維護診斷技術其實從過去到現在，由於時代不同，對於其功能的要求也不一樣。大致上可以分為四個階段[3]。最早是屬於針對故障發生後才處理的模式，稱之為 **Reactive Maintenance**，這是一開始最基本的想法，因為對於系統或維護技術還沒有很完整了解。後來，進步到預防式的維護(**Preventive Maintenance**)，也就是透過時間週期(**time based**)、**FMECA** 失效模式分析來看使用時間等資訊進行維護，已經有更進一步的判斷依據來進行維護；第三個階段便是狀態式監控(**Condition based maintenance, CBM**)，是透過系統設備各個狀態訊號的監控，來進行運轉狀態的評估，進而做出維護的管理決策。目前大部分的風力機系統已經漸漸採用的就是 **CBM** 的方式，一般也稱之為 **CMS(condition monitoring system)**。不過未來的趨勢，應該是更進一步，進步到可以預測以及預防的維護概念，讓 **CMS** 能夠透過診斷工具的加入，變得更具有智慧，能夠對於設備提出健康狀況的建議，如同醫生給病人的診斷一樣，然後對症下藥，改善系統。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】331期・99年10月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw