

風力機智慧維護系統介紹

Wind Turbine Maintenance System

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

吳宗亮

工研院機械所
智慧系統工程技術組
前瞻機械技術部

鐘裕亮

工研院機械所
智慧系統工程技術組
前瞻機械技術部
經理

關鍵詞

- 風力發電機 Wind turbine
- 狀態監控系統 Condition monitoring system
- 智慧維護系統 intelligent maintenance system

摘要

風力發電機之智慧維護系統由於可即時監測機組的運轉訊號，並透過分析演算法則加以解讀，進行系統的診斷、故障的預測，對於風力機運轉的可靠度有關鍵性的影響。本文將針對目前風力機對於維護系統需求、故障原因、解決方案等議題進行介紹，並同時了解目前全球的發展現況，最後並會針對維護系統所能提供的經濟效益進行分析。

Wind turbine maintenance system has a key

influence to the availability of the wind turbine. By using online monitoring of the operational signals, diagnostic algorithms, and fault prediction, the wind turbine system can run more stable. This article focuses on the requirements, fault causes, and solution of the maintenance of a wind turbine. Meanwhile, the development status worldwide and economic effect of the maintenance system will also be introduced.

前言

近幾年來，風力發電產業蓬勃發展，也帶動了技術的突破與進步。為了擷取更多的風能資源，提升經濟效益、降低成本，風力機的高度越來越高，尺寸也越來越大。目前陸地上的主流產品已經以 MW 起跳，以 1.5MW~2MW 為主。離岸系統則以 3MW 為主流，更大的容量由 5MW 到 7.5MW 都已



經出現。可觀察到風力機的發展趨勢，走向大型化以及離岸系統。

大型化離岸化之後帶來的挑戰，就技術觀點來看，首先面臨的就是系統可靠度的問題。因為大型化之後，故障率也跟著提升[1]。從圖一中可觀察到，風力機系統的單機容量在超過 1000kW 之後，故障率明顯的高出許多，這就直接影響了可靠度。再就能源成本來看[2]，可看到如圖二所列的公式；能源成本 COE (Cost of Energy)是考慮許多參數計算而得，包含了：

- ICC：初期支出成本(硬體/安裝/運送/施工)
- FCR：固定費用分攤
- LRC：重要元件替換成本(以平均來估算)
- O&M：營運維護(維護/人力/耗材/替換等)
- AEPNET：淨年發電量(故障/停機損失成本)
- AEPGross：實際年發電量

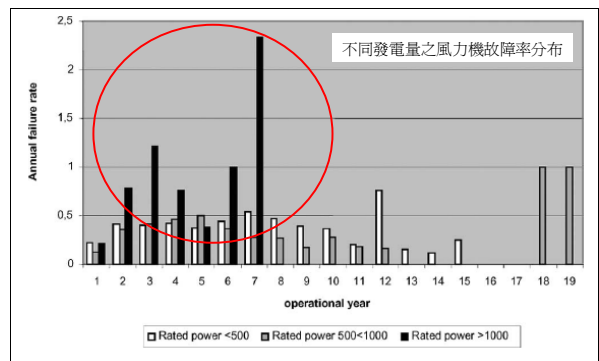
在這些參數中，與可靠度 Reliability 相關參數有：

- 可用率 Availability：直接影響發電量 AEP
- 維護成本 O&M
- 元件替換成本 LRC

也就是說，改善以上三個參數便可以提高可靠度並且降低發電成本。而這三個參數都正好與系統的維護管理有關；維護系統發揮功能，便可以提高可用率、降低維護成本、當然也減少了元件替換的成本。這在離岸系統上尤其顯著。離岸系統位於海上的惡劣環境，故障率比起陸地上的系統高出許多，因此除了必須對於結構本身、零組品質、運轉控制上更加要求之外，整機的監控維護系統所扮演的角色就更為重要。因為大型系統一旦發生故障後，所需修復的時間會更長，除了施工吊掛等問題，等待備料的時間也長，種種因素影響之下，會損失更多的發電量，等於是提高了營運成本。所以，目前狀態監控系統(condition monitoring system)或稱智

慧維護系統(intelligent maintenance system)已經成為大型風力發電系統中，不可或缺的一部分。

本文以大型風力發電系統的維護系統為對象，進行介紹。以下將就故障問題進行探討，然後介紹目前全球的發展狀況，進而從中整理出未來可能的解決方案，然後將就維護系統所能得到的經濟效益進行範例分析，以評估維護系統的可行性。最後將對未來發展規劃做一個總結。



圖一 不同發電量風力機故障率分佈[1]

$$COE = \frac{ICC * FCR + LRC}{AEP_{NET}} + O \& M$$

$$AEP_{NET} = AEP_{GROSS} * Availability * (1 - Loss)$$

COE	Cost of Energy (\$/kWh)
ICC	Initial Capital Cost (\$)
FCR	Fixed Charge Rate (%/year)
LRC	Levelized Replacement Cost (\$/year)
O&M	Operations and Maintenance Costs (\$/kWh)
AEP	Annual Energy Production (kWh/year)

圖二 能源成本計算公式[2]

風力機故障分析

風力發電機製造廠商眾多，各廠牌各型號之風力機特性皆不盡相同，而且設置地點的氣候環境特性也可能有很大的差異，導致故障的原因以及比例



更完整的內容

請參考紙本【機械工業雜誌】319期・98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