



大型風力機 軸承故障問題評析

Bearing Damage Analysis of Large Wind Turbines

陳錦城

工研院綠能所
資源應用技術組
動能與溫差發電
技術研究室

吳孟儒

工研院綠能所
資源應用技術組
動能與溫差發電
技術研究室

張家銘

工研院綠能所
資源應用技術組
動能與溫差發電
技術研究室
經理

劉瑞弘

工研院綠能所
資源應用技術組
動能與溫差發電
技術研究室

彭致勛

工研院綠能所
資源應用技術組
動能與溫差發電
技術研究室

林其光

工研院綠能所
資源應用技術組
動能與溫差發電
技術研究室

關鍵詞(Keywords)

- 風力發電機 Wind Turbine
- 風場 Wind Farm
- 運維 Operation & Maintenance
- 軸承 Bearing

摘要(Abstract)

本文針對台灣風場大型(500 kW - 5 MW)陸域風力機之軸承故障問題分析，透過大型風力發電機主軸承故障案例應用力學分析，評析軸承故障問題與改良型式軸承之差異。於軸承故障分析方法建立三維度結構網格數值資料，詳細考慮風力發電機各主要部件產生之合成動態負載，分析與

探討應力集中後造成的結構形異問題。並規劃軸承之振動分析方法與規格，提供軸承故障預測診斷方案，並進一步說明過去及未來於台灣風場安裝之軸承差異，提供主軸承應用完整的方案說明。

This article focuses on the main bearing failure problem of large (500 kW - 5 MW) onshore wind turbines in Taiwan. In this report, which includes a mechanics analysis, the differences among installed and improved bearing solutions have been analyzed. Also, a 3-dimensional structure grid data was built to analyze the bearing failure. Detailed dynamic load from the wind turbine's main components was taken into consideration to analyze the structure deformation problem. Then, a bearing fault prediction solution was provided based on the vibration analysis. Finally, an overall explanation to three present and future main bearing deployments



was introduced to clarify the differences among them. The above description should provide a solution to the main bearing application of large onshore wind turbines.

1. 前言

台灣陸域大型風力機(500 kW - 5 MW)發展多年，截至目前已經有超過 600 MW 的裝置容量，未來包含開發中以及規劃中的陸域風場，預計在 2020 年前有機會達成裝置容量達 1200 MW 的目標。

大型風力機組通常需運轉 20 年，主軸承維護及保養相對重要，本文針對風力發電機主軸承故障案例剖析與應用力學分析，並探討大型機組之軸承型式及安裝方式，說明及比較軸承型式之差異，透過問題分析與型式分類後，將具體詳述問題分析方法與結果，客觀地透過資料分析後陳述軸承技術及可能的故障方向與問題，進一步定義市面上已應用之三滾道型式軸承零部件。於軸承元件應力分析方面，完成元件應力理論與模型分析，建立主軸承的數值模型及三維度結構網格數值資料，包含軸承內環與外環、徑向與軸向圓柱滾子之相對位置，並進一步考慮機艙側與輪轂側運轉中所合成的動態負載，分析與探討應力集中後造成的結構形變，其考慮細節包含：軸承本身之重量集中、輪轂對於軸承的正向力、輪轂質量對於軸承的摩擦反作用力、葉片與輪轂旋轉時所產生的慣性力等負載，並詳述自由體的方向定義，有助於分析與理解軸承運轉的負載問題，相

關的模擬與數值分析亦於本文詳細說明。

承如前述，透過應力理論分析，客觀得知現有軸承型式於負載造成之應力集中與形變後，於輪轂側圓柱滾子須承受最大應力，其滾道與保持架最容易出現破損與斷裂的現象，滾柱易受力不平均產生負載問題，未來可透過軸承螺栓之鎖固方式減少軸承的變形量，避免微小變形造成之潤滑油脂儲存與流動問題，期能減少前述問題所可能產生的油脂嚴重劣化與硬化問題，達成提升主軸承可靠度的應用目標。

本研究亦導入軸承故障監測系統，針對振動分析原理與大型風力機振動分析方式，也將說明各項部件旋轉頻率與自然頻率關係；透過擷取精確的振動訊號及頻率響應，進行趨勢分析達到預測診斷的目標。亦比較傳統振動分析與風力機振動分析的方法差異，藉此完整說明適用於大型風力發電機型式的振動監測方案。最後，本文比較過去已經安裝及未來可能安裝的其它形式大型風力發電機主軸承，透過三維度機構建模詳細說明其差異與螺栓使用方式的細節差異，有助於了解各種不同方案的優缺點。

本文已透過客觀分析主軸承故障之現況說明，並進一步分析目前市面上已安裝之主軸承螺栓鎖固型式，分析結果可以了解主軸承相對於發電機與葉片輪轂產生的合成負載，造成微小變異與集中受力問題，在尚無法確保良善潤滑保養的可能之下，將造成滾道潤滑度受油脂無法有效儲存與滑動等問題，而失去潤滑效果與因磨損所致的高溫問題，最終造成主軸承故障的主因。本文將詳述軸承故障問題分析，並完整說明主軸承與改良方案的差異。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】379期・103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