

扣件於風力發電之應用

金屬中心產業研究組 陳芙靜

出版日期：2011.7.19

一、前言

自 2009 年美國歐巴馬親訪大型風力發電扣件商 Cardinal Fastener & Specialty 公司，並當場發表再生能源推動政策之政見開始，大家眼中微不起眼的扣件成為美國推動風力發電產業重要指標性產品。屬中小企業之 Cardinal Fastener & Specialty 公司於 2007 年開始投入風力發電產業，2009 年取得 ISO 9001 認證，成為全美第一家完成認證的扣件商，並順利取得歐洲大量訂單，2010 年營收即成長 35-40%。

二、扣件於風力發電之應用範圍

以目前全球主流風力發電機組 2MW 來看，共約 8,000 個零組件，約需要 500 噸扣件，主要應用在基座、塔架、機艙、輪轂及葉片等，同時根據範圍的不同需進行不同程度的緊扣程度扭矩檢測，詳見【圖 1】。以數量來看，法蘭塔架連接用量約需 300 套扣件；1 支葉片與輪轂連接約需 100 套高強度特殊安全扣件(1 座風力發電機組共 3 支葉片)；基礎部分連接用的高強度扣件約 180 套，分別載重 130 噸機艙組、葉片及整機 250 噸。風力發電機組用高強度扣件品種多，材質特殊，且特殊工況要求較好的力學性能。由【表 1】可知，風力發電用扣件尺寸範圍介於 M36-M48，然隨著風力機單機容量與日增，尺寸已達 M56-M64。螺栓(bolt)、螺絲(screw)均為 10.9 級，少數為 8.8 級；螺帽(nut)為 10 級、8 級；墊圈的硬度 HRC 值為 35-45。由於風力發電機組之設計最早源起於歐洲，故產品標準大多依循歐洲標準，然目前亦有國際 ISO 及美國相關標準，仍需視顧客要求進行相關測試驗證。



圖1 扣件於風力發電機組應用示意圖

資料來源：Application of Fasteners for Wind Turbines 2009/金屬中心 MII 整理

表 1 風力發電機組採用之扣件類別

分類	地基	塔架	機艙與塔架	機艙與輪轂	葉片
扣件種類	鏈條扣件 (Anchor Bolts)	六角頭扣件(HV)	六角頭扣件	六角頭扣件	腰狀桿扣件 (bolts with waisted)

					shank)
扣件尺寸	M36-M56	M30(最後法蘭 連接)-M64(地基 到第一支法蘭)	M30-M42	M30-M48	M27-M42
強度等級	8.8-10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
產品驗證 標準	ASTM A615、ASTM A722、 DIN6319、 DIN6330	DIN 6914~ 6916、 EN14399-4/DAS T021	ISO 4014/DIN931, 4017/DIN933	ISO 4014/DIN931, 4017/DIN933	ISO 4014/DIN931, 4017/DIN933
參考圖片					

資料來源：Application of Fasteners for Wind Turbines 2009/金屬中心 MII 整理

三、風力發電用扣件之性能與要求特性

由於風力發電機組安裝的自然條件惡劣，交通又不方便，一般在山間、河谷、海灘安裝和維修相對困難，較一般的機械基礎件提出較高要求。扣件在風力發電應用上有一系列特點：高強度、高精度、高等級，需能承受高低溫的侵蝕，尤其目前全球興起離岸風力發電建置風潮，所需扣件的要求規範更為嚴苛。風力發電用扣件需承受各種軸向拉伸載荷、剪切載荷或彎曲載荷下，還有衝擊載荷；或同時承受上述幾種載荷。而在環境介質的作用下，風力發電扣件還會引起螺栓的延遲斷裂，以及高溫條件下引起材料的蠕變等。

風力發電用扣件必須進行調質熱處理，以達到規定的力學性能。淬火加不同溫度的回火或其他表面處理將賦予扣件不同的使用性，原材料質量的優劣將影響熱處理參數的選擇，並直接影響風力發電用扣件綜合力學性能及使用安全。對材料除了常規狀態下機械性能外，還應該具有低溫狀態下抗冷脆性等特點。螺栓、螺絲、螺柱、螺帽、墊圈均需進行化學成份、公差等級、機械性能、達克樂(dacromet)塗層厚度、鹽霧/氨水滴落/及附著力試驗之型式檢驗全檢與出廠檢驗，而表面缺陷檢驗則為抽檢。在質量要求方面，螺栓、螺帽及墊均需進行達克樂表面防蝕處理，每批次必須出具協力廠商檢測機構的高強度扣件機械性能檢測報告。