離岸風力機機艙之技術挑戰與研發趨勢

Technical Challenges Associated with the Research and Development Trends of Offshore Wind Turbine Nacelle

文/呂錫民

關鍵詞(Keywords)

- 離岸風力機機艙 Offshore Wind Turbine Nacelle
- 發電系統 Power Generation System
- 技術研發 Technical Research and Development
- 緊湊量輕 Compact and Light

摘要(Abstract)

因為具有發電系統，所以傳統風力機機艙是十分沉重的，特別是在海上的應用，機艙內有大質量功率頻率升壓變壓器，以及銅導體發電機等機電組件，更增加其本身重量負荷。例如，一個 0.69/33 kV 2.6 MVA 變壓器，重量和體積已在 6-8 噸和 5-9 立方公尺之間，因此，一個 10 百萬瓦直驅永磁發電機可重達 300 噸。此不利因素嚴重地增加了塔架結構和渦輪機的安裝與維護成本。一般而言，塔成本占風力機組件總成本約 26 %，而安裝成本則約占整個風力機資本成本的 20 %。典型離岸風力機的維護成本約 2.3 美分/千瓦小時，平均要比陸域風力機高出 20 %。本文內容在於闡述如何減少離岸風力機機艙重量和體積的技術挑戰與研發趨勢等議題。另外，本文也就傳統風力發電技術作了全面性的分析與比較。

With the inclusion of a power generation system, the nacelle of a traditional wind turbine is very heavy, especially in maritime applications where the nacelle has a massive power frequency step-up transformer as well as the components of copper conductors and electrical generator which further increases its own load weight. For example, the weight and volume of a 0.69/33 kV 2.6 MVA transformer are between 6-8 tons and 5-9 cubic meters. Therefore, a 10-megawatt direct drive permanent magnet generator can weigh up to 300

tons. These serious disadvantages significantly increase the installation and maintenance costs of tower and turbine. In general, the tower cost accounts for 26% of the total cost of all the wind turbine components, while the installation cost accounts for about 20% of the capital cost of the wind turbine. The maintenance cost of a typical offshore wind turbine is about 2.3 cents/kWh, averaging 20% higher than the land wind turbine. The contents of this paper include the technical challenges, as well as the current development trends related to the reduction of weight and volume of an offshore wind turbine nacelle. Furthermore, a comprehensive analysis and comparison of traditional wind power technologies is also presented.

1. 前言

能源和環境是目前相關全球危機的兩大議題，在科技突飛猛進的引領下，風力發電正逐漸成爲這些巨大挑戰的一項有效解決方案。風力發電在全球的成功推展開來，急遽增加的安裝量是一項最好的佐證，使得推動風電技術成爲十分具有競爭力的領域。在這種有利的氛圍下，如何找到最有效的風力發電系統與技術，對於科學家和研究人員是至關重要的。

在大氣層中，由於氣團溫度條件的變化，風速隨著時間和高度作不斷的改變。氣團運動不僅是一個全球性現象，同時也是一個區域性與地方性的現象。一般而言，在風力良好的地區，每年尖峰小時數約在 2500-3000 左右。在能量守恆原則下，風力渦輪發電機(或簡稱風力機)能將風能轉換爲電能。如果“A”代表氣流通過葉片的截面積，“V”代表氣流速度，“ρ”代表空氣密度，經由流體力學分析，可以得到功率“P”的計算公式。如(1-1)所示。

$$P = 1/2\ (\rho AV^3) \qquad (1\text{-}1)$$

一般而言，海上風速要比陸上風速爲高，使得海上風力機能產生更多的電力，因爲風能係與風速的立方成正比，請參考公式(1-1)。與陸域風力不同的是，海上風力在下午比較強勁，因此較有利於尖峰負載的舒緩。同時，陸域風電場需要廣大的土地面積，一個 3.6 百萬瓦風力機就涵蓋了 0.37 平方公里的土地面積，因而，一個具有 54 座風力機的風電場所覆蓋的土地面積可能就要廣達 20 平方公里左右。表 1 整理出若干離岸風電場的使用面積資料[1-5]。離岸風電場所省下的土地資金，約占整體運營和維護成本的 10-18 %，因此，離岸風電場近年來已逐漸受到重視。根據統計數據顯示，離岸風電場在 2008 年、2010 年和 2012 年的累計裝置容量分別爲 1.50 GW、3.08 GW 和 5.41 GW[6]，呈現每兩年幾乎成長一倍的現象。表 2 整理出全球離岸風電場每年的裝置容量，由該趨勢看來，全球離岸風力機裝置容量在 2015 年將增加到 20 GW，到 2025 年則更進一步上升至 104 GW。根據全球風能理事會和綠色和平國際的估計，風力發電具有緩解全球 20 %電力需求的潛力[7]。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】379 期・103 年 11 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