



大型風電調速機構 之技術現況

State of the Art of Speed Adjustment Mechanism
for Large Wind Turbine Systems

曾瑞堂

工研院綠能所
資源應用技術組
風力發電技術研究室

劉瑞弘

工研院綠能所
資源應用技術組
風力發電技術研究室

關鍵詞

- 液動壓 hydrodynamic
- 液靜壓 hydrostatic
- 泵輪 Pump wheel
- 渦輪 Turbine wheel
- 導流葉片 Guide vanes.

摘要

目前大型風力機為了併網，廠商最常應用的方案是在發電機後端配置一具有複雜控制系統的電力轉換器，而在不良的操作環境下，電力轉換器的可靠度經常受到環境嚴格的挑戰，因此，無電力轉換器之大型機械變速風電系統應為解決此

一問題之重要技術方案。本文探討無電力轉換器之大型機械變速風電系統，分析其系統配置、相關專利與關鍵技術。

The large-scale wind turbine need a control system to connect the grid. One solution is to develop a generator system with complex power converter. However, in poor operating conditions, the reliability of power converters is lower than other components. This paper research a mechanical variable speed wind power system without power converter and analyze the system configuration, relative patents, and key technology.

1. 前言

風力機為一能量轉換系統，可將風能轉換成



機械能，再由機械能轉換成電能。目前大型風力機皆與電網併聯，將電能直接傳入電網。然而一般電網之電力為固定頻率及固定電壓，故風力機在併網前需有一處理機制，將頻率不斷變化之電力轉換成一固定頻率之電力。將風力機整個傳動系統之轉速保持固定，其所產生電力之頻率即可固定，此型風力機系統即為定速恒頻風力機，其優點是不需複雜的電力轉換系統，而其最大的缺點是風力機無法在最佳的轉速下運轉，因而系統效率較低，故現代風力機之設計趨勢皆朝向變速型風力機發展。

風力機在達到額定功率前，將風力機之葉輪控制在最佳的轉速下運轉，能使風力機擷取更多的風能，然而其需要在發電機後端配置一具有複雜控制系統的電力轉換器，其需能夠精確地控制開迴路與閉迴路電流，才能將頻率不斷變化之電力轉換成一固定頻率之電力。使變速型風力機產生固定頻率電力之方法有二種，其一如上所述，在發電機後端配置一電力轉換器，然而風力機之操作環境相當嚴苛，發電機與電力轉換系統之參數易因高溫等不良的環境因素產生變化，故電力轉換器必需能克服惡劣環境的挑戰。其二是利用一機械變速系統，將不斷變化之葉輪轉速轉換成一固定之轉速，使固定轉速之機械能經由發電機產生一固定頻率之電力，此種方法即可避免使用複雜的電力轉換系統。

學者 Mangialardi 與 Mantriota[1]於 1996 年分析具有無段變速器之風力機的動態特性，並與無法變速之系統比較，結果顯示具有無段變速器之風力機能夠產出更多的電能。Idan 與 Lior[2]於 2000 年提出可應用於風力機之新型混合式無段變

速系統，此系統係使用機構與電機所結合而成，兩人並研究使其具有最大功率輸出的強健控制方法。Müller[3]等工程師研究具有液動調速齒輪箱，並配合同步發電機之風電系統，分析其對電網的相容性。

過去大型風電系統皆採用電力轉換器進行電力調節，於 2009 年 IEEE 提出新的風電系統分類，其中除了原來的四種具有電力轉換器的風電系統外，額外增加了一種具有機械變速之風電系統，其不需使用電力轉換器，擁有多項優點，技術十分受到肯定。本文探討無電力轉換器之大型機械變速風電系統，分析其系統配置、相關專利與關鍵技術。

2. 具有機械變速之風電系統

圖 1 顯示具有 Voith 公司所開發的 WinDrive 機械變速裝置之風電系統，其傳動配置採用傳統的三點固定式，即風力機主軸在前端由主軸承約束，另一端與齒輪箱共用軸承，而齒輪箱則利用扭力臂的兩端固定在基座上。如此，主軸與齒輪箱即被三個約束點所固定。增速齒輪箱採用二階增速，其後端配置有液動齒輪箱；最後使用 13.8kV 四極之同步發電機與電網直接併聯。此系統不需電力轉換器進行電力頻率變換，而是使用液動扭力變換器(hydrodynamic torque converter)與行星差動齒輪系統所組成的無段變速系統，使發電機能獲得固定的輸入轉速。WinDrive 具有兩組散熱系統，其一為潤滑油之散熱用，另一個為液壓油的溫度控制用。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】343期・100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