

水平軸風機葉片氣動力性能分析與最佳化設計改進

卓岳樺、吳佩學

E-mail: 387134@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究主要探討上風式水平軸風機葉片的氣動力分析方法與最佳化程序，並用以改善前人周速比為4、轉子直徑為6.3公尺、葉片為三片式的25kW的風機轉子性能。本文以NACA4412為原始翼型，根據葉片元素理論將葉片分為五段翼型加一段葉尖漸縮段。將五段翼型分別以翼型二維最佳化找出Cl/Cd為最大值之翼型參數組合與攻角，並將各翼型根據最佳轉子理論計算出其弦長與相對角，葉片元素動量(BEM)理論也寫成計算程式。最後將五段二維翼型組合成三維三葉片轉子，並且同時使用BEM程式、NREL所提供之氣彈程式與Fluent軟體等三種計算方式，來比較NACA4412原始翼型所構成之葉片、NACA4412最佳化後之葉片與前人所使用之葉片其功率與葉片相關資料。研究結果顯示，經過局部二維翼型最佳化所得的三維葉片，比傳統最佳化過程在相類似功率大小條件下所得的葉片，可以明顯的降低所需質量；經過最佳化設計的葉片比前人無最佳化的葉片，可大幅提升輸出功率。

關鍵詞：風機葉片最佳化、葉片元素動量理論、最佳轉子理論、功率

目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要.....	iii
ABSTRACT.....	iv
目錄.....	viii
表目錄.....	x
符號說明.....	xi
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究目的.....	2
第二章 文獻回顧.....	3
2.1.1 作動轉盤理論.....	4
2.1.2 動量方程式.....	5
2.1.3 葉片元素理論.....	9
2.1.5 最佳轉子理論.....	15
2.2 翼型介紹.....	16
2.3 軟體相關介紹.....	17
2.4 葉片設計相關理論.....	18
2.5 葉片最佳化.....	19
第三章 研究方法與結果討論.....	20
3.1 二維翼型氣動力計算.....	20
3.2 三維氣動力運算.....	29
3.2.3 以最佳轉子理論求解相對角與最佳弦長.....	33
3.2.3.1 工作環境之風況檔.....	35
3.2.3.2 各葉片元素之翼型氣動力檔.....	37
3.2.3.3 AERODYNE輸入檔.....	40
3.2.3.4 YAWDYNE輸入檔.....	41
3.3 以Solidworks建立葉片.....	43
3.4 以Fluent計算風機轉子性能.....	46
3.4.1 流場建模.....	46
3.4.2 建立流場網格.....	48
3.4.3 設定條件與求解.....	50
3.4.4 後處理.....	54
第四章 結論.....	58
4.1 NACA2412二維翼型之結論.....	58
4.2 三維葉片最佳化之結果.....	58
4.3 Fluent計算之結果.....	59
4.4 BEM程式、YAWDYNE與FLUENT計算結果之比較.....	59
參考文獻.....	60
附錄1.....	62
BEM計算程式(改寫自Cencelli【16】).....	62

參考文獻

- 【1】 http://news.rti.org.tw/index_newsContent.aspx?nid=299596&projectID=2 【2】 洪國琮，"論全球風力發電產業的現況與前景" 師範大學_能源教育資訊網，網址 <http://energy.ie.ntnu.edu.tw/> 【3】 BTM Consult Aps, 2002, "International Wind Energy Development", Word Market Update 2001, Ringkoebing, Denmark. 【4】 Wu, P.S., Kung, M.Y., Wu, H.Y., and Chang, C.J., 2010, "Numerical Investigation of Aerodynamic Characteristics of a New Wind Turbine," IEEE 3CA 2010 Vol. 1, pp. 367-370. 【5】 H.W. Chi, P.S. Wu, H.Y. Wu, K.Y. Chang, Y.H. Jhuo and P.Y. Chen, 2012, "Aerodynamic Optimization of a 2-D Wind Turbine Blade" CSME C09-007. 【6】 牛山泉、三野正洋(共著)(賴耿陽譯著)，1982，小型風車設計與製造，復漢出版社，台南市。【7】 Eldridge, F. R., 1980, "Wind Machines," 2nd Ed., The MITRE Energy Resources and Environmental Series, Van Nostrand Reinhold Company. 【8】 Burton, T., Sharpe, D., Jenkins, N., and Boossanyi, E., 2001, Wind Energy Handbook, John Wiley & Sons Ltd. 【9】 Manwell, J.F., McGowan, J.G., and Rogers, A.L., 2002, Wind Energy Explained,

John Wiley & Sons Ltd. 【10】 David, M.E., Forrest S.S., 1987, Wind Turbine Engineering Design, VAN NOSTRAND REINHOLD 【11】 Betz, A., 1919, Schraubenpropeller mit geringstem Energieverlust. Gottinger Nachr., Germany 【12】 網址: <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/airfoil> 【13】 Anderson, J.D. Jr., 2007, Fundamentals of Aerodynamics, 4th ed., McGraw-Hill. 【14】 網址: <http://web.mit.edu/drela/Public/web/xfoil/> 【15】 J.L. Tangler, D.M. Somers, 1995, "NREL Airfoil Families for HAWTS" 【16】 Cencelli, N.A., 2006, "Aerodynamic Optimization of a Small-scale Wind Turbine Blade for Low Windspeed Conditions," Master thesis, University of Stellenbosch. 【17】 邱榮權、陳昆男、流上其、陳品揚, 2010, "風力機葉片結構多目標最佳化設計", 2010臺灣風能學術研討會, 12月17日, 臺灣、澎湖, 論文集pp. 230-235. 【18】 Jureczko, M., Pawlak, M., and Mezyk, A., 2005, "Optimisation of wind turbine blades," Journal of Materials Processing Technology, Vol. 167, pp. 463-471. 【19】 Narayanan, S., Azarm, S., 1999, "On improving Multiobjective Genetic Algorithm for design optimization," Structural Optimization, 18, pp. 146-155. 【20】 Chi, H.W., Wu, P.S., Kamiru, C., Jhuo, Y.H., and Wu, H.Y., 2012, "Improved aerodynamic optimization for the design of wind turbine blades," J. of Vibroengineering, Vol. 14, Issue 3, pp. 1132-1140.