



應用於分散式電力系統的感應發電機設計

Design of an Induction Generator for Distributed Generation System

張正敏 吳昱勳

工研院機械所 控制核心技術組 高階伺服技術部

摘要

感應發電機在風能、水力、廢熱回收、生質能、的發電系統逐漸廣泛應用，然而，以感應機當作為發電機使用，本質上功率因數較差，效率表現上也不如永磁電機。本文以 300 kW 發電機為設計範例，先以理論分析說明設計感應機的架構與概念，並敘述如何決定電機主要尺寸，以及細部設計的若干注意事項，再以電磁分析軟體以有限元素法模擬計算電機性能，確認設計結果符合規格需求。

Abstract

Induction generators are widely used in wind power, hydropower, waste heat recovery and biomass power generation systems. However, induction machine has poor power factor. Its efficiency is also low compared to magnet motor. In this paper, a 300kW generator is taken as an example. Firstly, theoretical analysis of the design concept is presented. Secondly, the steps to determine the main dimensions of the electric machine and the design concerns are described. Performance of the electric machines is calculated and simulated through electrical analysis software using finite element method. The result confirmed that the design results meet the specifications.

關鍵詞

感應發電機、繞線因數、有限元素

Keywords

Induction Generators、Winding Factor、Finite Element

前言

能源一直是全球關注的重要議題，尤其近年來氣候變遷、全球暖化問題日益嚴重，節能減碳成為世界各國努力的目標，

在提升能源轉換效率與綠色能源開發莫不投注大量心力。在提升能源轉換效率方面，國際電工委員會 IEC 已經在 2014 年提出 IE1~IE4 的能效規範，透過效率提升的法令要求，逐步汰除效率不佳的工業用三相感



應馬達，而台灣相關的 CNS 標準制定也跟進世界潮流；在綠色能源方面，國內也不斷在開發捷徑的綠色能源，諸如太陽能與風力發電，其中風力發電國內已建置 341 部風電機組[1]，除陸域風力外，也朝向離岸近海拓展風力的新場域。綠色能源除了太陽能之外，風能、小型水能、海洋能乃至於工廠廢熱回收...等都需要發電機組把機械能轉換為電能，成為分散式發電 (distributed generation) 的重要環節，足見發電機組的開發成為綠色能源開發的關鍵技術。

若以轉子結構區分，發電機可分為永磁發電機與感應發電機兩類。永磁發電機有永久磁鐵做為場繞組 (field winding) 提供磁場，依據法拉第定律，當原動機 (prime mover) 帶動轉子轉動，永久磁鐵產生的磁場切割定子線圈即產生感應電動勢，可以有電壓輸出，所以永磁發電機可以不需跨上電網即可單獨發電；無論式感應發電機或感應電動機，凡是感應電機都屬於單一激磁源，若僅由原動機帶動轉子，定子不會有感應電動勢產生，故感應發電機必須接上電網 (grid) 之後才可能發電。感應發電機依據轉子結構又可區分為繞線式與鼠籠式發電機，其中鼠籠式發電機的結構簡單、製程技術穩定成熟、信賴度與耐用性高等優點，本論文即是探討此類發電機的設計開發。

感應發電機特性

感應發電機 (induction generator) 的研究始於 20 世紀 20

年代，但直到 80 年代，感應發電機的研究才受到重視，依據感應電機的理论，當轉子轉速小於同步轉速時，電機處於電動機模式，將定子線圈接收的電能轉換為機械功，輸出轉矩；當轉子轉速高於同步轉速，轉差率是負值，此時則為發電機模式，將機械功轉換為電能提供給電網。我們可利用單相等效電路模型分析自激式感應發電機，從而得到電機特性[2]，此外，也有學者針對通用感應發電機模型，對感應發電機電壓建立了暫態分析[3]。

1. 等效電路

由於感應電機本質上是旋轉變壓器，由變壓器發展出來的等效電路模型也適用於感應電機，圖 1 所示即是感應電機每相 (per phase) 的等效電路模型，應用這個電路模型的前提是激磁電源必須為純正弦波形，且三相平衡[4]。

圖 1 的等效電路圖分成兩個區塊，左半邊描述定子部分， R_1 和 X_1 是定子電阻和定子的漏電抗；右半邊描述轉子， R_r 和 X_r 是轉子的電阻和漏電抗，至於 R_m 和 X_m 是則是代表電機運轉時的鐵損電阻和激磁電抗。

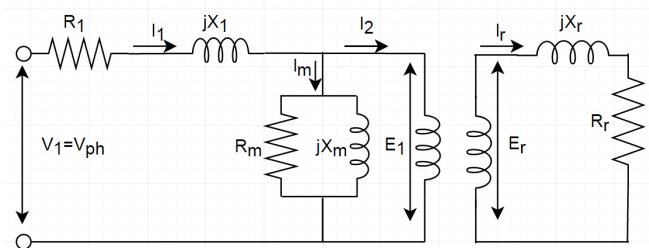


圖 1 感應發電機每相等效電路圖(定轉子未耦合)

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】410期・106年5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

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw