



同步磁阻電機之設計與分析

Design and Analysis of Synchronous Reluctance Motors

黃昌圳

逢甲大學電機工程系
教授

潘承訓

逢甲大學電機工程系
研究生

關鍵詞(Keywords)

- 同步磁阻電機 Synchronous Reluctance Motor (SynRM)
- 磁障 Flux Barriers
- 導磁通道 Flux Segments
- 平均轉矩 Average Torque
- 橋部寬度 Bridge Width
- 氣隙長度 Air Gap Length
- 轉矩漣波 Torque Ripple
- 靈敏度分析 Sensitivity Analysis
- 有限元素法 Finite Element Method

摘要(Abstract)

本文以一功率為 5 kW 與轉速為 1800 rpm 之

同步磁阻電機為設計與分析之對象。利用靈敏度分析探討轉子結構包括：磁障層數、橋部長度、與氣隙長度等參數對馬達輸出性能之影響，透過有限元素法進行模擬與分析，以獲得一具有高轉矩、低轉矩漣波之同步磁阻電機。

This paper presents the design and analysis of an 1800rpm and 5kW synchronous reluctance motor (SynRM). Machine performance of different rotor structure designs such as number of flux barriers, bridge width, and air gap length is investigated by sensitivity analysis. To achieve a motor with high average torque and low torque ripple, the finite element based electromagnetic tool Flux2D is performed.



1. 前言

早在一百多年前，同步磁阻電機的觀念就已被提出，然而由於當時驅動技術的不成熟，導致沒有受到太大的關注。近幾年來，因節能議題備受重視，加上稀土類元素價格高漲，及相量控制技術逐漸成熟，因此減少稀土類元素的使用、及提高馬達效率逐漸成為產學研界追求的目標。在這樣的環境背景之下，不需使用稀土類磁石的同步磁阻馬達逐漸被重視，許多知名的國外馬達廠商也已紛紛投入同步磁阻馬達的相關研究[1]。同步磁阻馬達和感應馬達同為交流馬達，均在其定子繞組輸入弦波電流激磁產生旋轉磁場，但其轉子結構呈單凸極(singly-salient)，形成直軸和交軸的電感差異，藉由此差異產生所謂的磁阻轉矩，且差異越大，所產生的磁阻轉矩也越大[2]，又因同步磁阻馬達是屬於同步機，轉子損失小，可以取代感應馬達在低速場合的應用。

我們提出一同步磁阻馬達結構，在額定轉速為 1800 rpm 下產生 5 kW 之輸出功率，同時得到低轉矩漣波之要求。除馬達的原理外，文內將探討轉子之磁障(flux barriers)與導磁通道(flux segments)之比例、磁障數目、橋部寬度(bridge width)及氣隙長度對於平均轉矩(average torque)及轉矩漣波(torque ripple)等參數之影響，其次為利用特性較佳之層數結構及磁障與導磁通道比例，對馬達細部結構進行靈敏度分析。我們利用有限元素軟體 Flux2D 進行馬達的電磁特性分析。

2. 同步磁阻馬達介紹

同步磁阻馬達是一種交流電機，其定子的構造與感應機相同，均設計為具有近似弦波之安培-導體分佈，在氣隙產生旋轉磁場，而轉子類似於開關磁阻馬達的結構，但為單凸極，且操作原理也與開關磁阻馬達不同[3]，輸出轉矩主要是來自凸極與氣隙旋轉磁場間作用所產生磁阻力。圖 1 可以簡單說明其原理，圖中將一異方向性導磁材料置於一穩定磁場中，其中 d 軸(磁通最易通過之位置)受此磁場之影響，會傾向於使 δ (超前角)趨近為 0，並且向 q 軸(磁通最不易通過之位置)的位置移動，假使能令 δ 維持為一常數，則這樣 d 軸追著 q 軸轉動的動能將會持續，並且產生轉矩推動馬達。

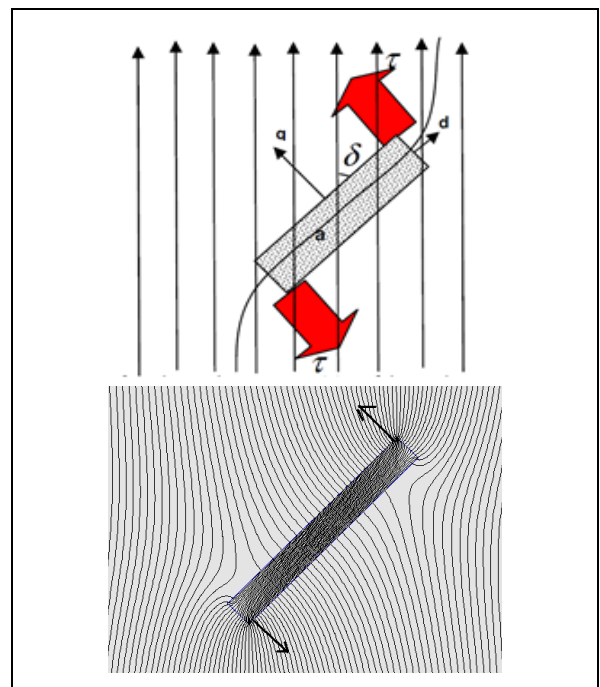


圖 1 異方向性導磁材料受穩定磁源激磁而轉動[2]

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】386期・104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