

表面型永磁直流無刷馬達磁鐵形狀對頓動轉矩及效率之影響

李志勇、陳盛基

E-mail: 9607816@mail.dyu.edu.tw

摘要

近年來，磁性材料與電力電子技術的突飛猛進，使得直流無刷馬達不僅小型化，減少了體積及重量，且可以獲得高功率密度。由於直流無刷馬達具有高效率及高轉矩的優點，已逐漸取代傳統交流感應馬達，成為各種產品的驅動動力源，例如：空調、工具機、OA 機器及精密紡織等等。對於有槽的永磁直流無刷馬達，電流未激磁下，磁鐵與槽的作用，產生頓動轉矩 (Cogging Torque)，進而影響終端產品的使用品質及舒適度。因此，本文針對磁鐵極距比與偏心弧形磁鐵之變化，使用有限元素法進行馬達頓動轉矩與效率分析與比較。

關鍵詞：無刷馬達、永久磁鐵、頓動轉矩、效率

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	ii	中文摘要	ii
. iv		英文摘要 v	
. vi		誌謝 v	
. vi		目錄 vi	
. vii		圖目錄 vii	
. vii		表目錄 vii	
. vii		第一章 諸論 1.1 前言	ix
. 1		1.1.2 研究方法	ix
. 2		1.3 內容大綱	ix
. 2		第二章 永磁直流無刷馬達簡介 2.1 馬達種類	ix
. 3		2.2 永磁直流無刷馬達基本構造	ix
. 4		2.3 永磁直流無刷馬達之驅動	ix
. 5		2.3.1 電子式換向原理	ix
. 6		2.3.2 驅動原理說明	ix
. 7		2.3.3 功率晶體與馬達旋轉之關係	ix
. 9		第三章 永磁直流無刷馬達設計 3.1 馬達主要材料簡介	ix
. 12		3.2 定轉子槽極數及相數之選擇	ix
. 16		3.3 定轉子幾何結構	ix
. 18		3.4 定轉子幾何參數	ix
. 22		3.5 馬達磁路分析	ix
. 27		3.6 馬達電氣參數之計算	ix
. 38		第四章 頓動轉矩產生及其抑制方法 4.1 頓動轉矩產生的原因	ix
. 41		4.2 頓動轉矩解析公式	ix
. 41		4.2.1 巨觀下的頓動轉矩	ix
. 42		4.2.2 繪圖法解析	ix
. 44		4.2.3 頓動轉矩計算	ix
. 47		4.3 頓動轉矩的測試	ix
. 48		4.4 抑制頓動轉矩的方法	ix
. 56		第五章 永磁式直流無刷馬達實作 5.1 永磁直流無刷馬達實作流程規劃	ix
. 57		5.2 馬達之規格與細部尺寸訂定	ix
. 59		5.3 電腦輔助分析	ix
. 61		5.4 各主要零件之設計加工與組裝	ix
. 72		第六章 模擬結果與分析 6.1 磁通密度及磁力線分佈析	ix
. 75		6.2 反電動勢波形分析與實測比較	ix
. 78		6.3 頓動扭距分析	ix
. 80		6.4 馬達效率分析	ix
. 84		第七章 結論與建議	ix
. 86		參考文獻	ix
. 88		符號說明	ix

參考文獻

- [1] 許溢适, "實用電動機設計手冊", 文笙書局, 民國八十五年十二月。
- [2] 顏文鴻/鄒應嶼, "泛用型永磁與感應交流伺服驅動器之研製" 第十七屆電力工程研討會, 民國八十五年十一月。
- [3] 趙貴祥, "DC無刷電動機與控制電路", 文笙書局, 民國八十四年七月。
- [4] Hitachi, Ltd., High voltage monolithic IC ECN3067 datasheet, 1999. <http://www.hitachi.com>.
- [5] 中國鋼鐵股份有限公司, "C931794中鋼電磁鋼片中文型錄P5 / C931841中鋼電磁鋼片特性圖型P48", 2007
- [6] 賴耿陽, "永久磁鐵技術實務", 復漢出版社, 民國九十年十一月。
- [7] J.R. Hendershot and T.J.E Miller, "Design of Brushless Permanent Magnet Motors", Magna Physics Publishing and Clarendon Press, 1994.
- [8] D.C. Hanselman, "Brushless Permanent-Magnet Motor Design", McGraw-Hill, New York, 1994.
- [9] C.Studer, A .Keyhani, T.Sebastian, S .K .Murthy, "Study of Cogging Torque in Permanent Magnet Machines", IEEE IAS Annual Meeting, 1997.
- [10] R.P. Deodhar, D.A. staton, T.M.Jahns, T.J.E.Miller. "Prediction of Cogging Torque Using the Flux-MMF Diagram Technique", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 32, No. 3, pp.569-576, 1996.

- [11] J.F. Gieras, Fellow, " Analytical Approach to Cogging Torque Calculation of PM Brushless Motors " ,IEEE Transactions on Industry Applications, Vol.40 ,No.5, pp. 1310-1316,2004.
- [12] N. Bianchi and S. Bolognani, " Design Techniques for Reducing the Cogging Torque in Surface-Mounted PM Motors " ,IEEE Transactions on Industry Applications, Vol.38 , No. 5, pp.1259- 1265,2002 [13] Z.Q. Zhu and D. Howe, " Influence of Design Parameters on Cogging Torque in Permanent Magnet Machines " ,IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 15, No. 4, pp.407- 412, 2000.
- [14] S. Ruangsinchaiwanich, Z.Q. Zhu, D. Howe, " Influence of magnet shape on cogging torque and back-emf waveform in permanent magnet machines,Electrical Machines and Systems " , Proceedings of the 8th Int. Conf. Vol. 1, pp. 284-289, 2005.
- [15] Ansoft Corporation, Maxwell 2D Field Simulation, Release Notes. 1995 [16] Ansoft Corporation, RMXprt, Release Notes. 2004