



應用於機車發電機之 外轉子式永磁磁通 切換發電機設計

Design of an Outer Rotor PM Flux Switching Generator
for Vehicles

馬碩晟

工研院機械所
控制核心技術組
先進馬達技術部

關鍵詞(Keywords)

- 磁通切換電機 Flux Switching Machine
- 外轉子電機 Outer Rotor Machine
- 轉子位移 Rotor offset

摘要(Abstract)

利用磁通切換電機的架構來設計一機車發電機，此發電機使用外轉子的結構，不但能夠增加氣隙半徑，而且因為轉子單純由矽鋼片構成，具有強健的結構可以在惡劣的環境運轉。發電機設計時參考目前市面上流通之機車發電機的規格以及外觀限制，並以此來訂定本發電機之規格。另外，為了繞線的方便，本論文提出的發電機選擇六槽的

定子結構，在此結構下，選擇 7 極之轉子具有較佳的性能，但是轉子為奇數時，定、轉子之間會產生相當大的徑向的不平衡力，因此本文也提出利用雙層轉、定子來消除徑向不平衡力的設計。除了以有限元素分析軟體分析設計之外，本文亦實作設計的發電機，測試其性能以驗證設計的正確性。

Flux switching machine topology is used to design a generator for scooter. The generator has an outer rotor structure which can increase air gap radius. Because of its simple structure with silicon steel, the rotor is robust for operation in harsh environments. The appearance of the generator is based on an existing generator generally used in best-selling scooters. The proposed generator has six slots in the stator for the convenience of stator winding. Seven-pole rotor structure is selected to yield better



performance. However, this motor exhibits significant unbalanced radial force due to the odd number of rotor poles. Hence, this article also proposes a two-layer stator and rotor structure to reduce the unbalanced radial force. In addition to finite element analysis and design, a prototype generator was manufactured for experimental verifications.

1. 前言

現今機車的發電機通常為外轉子結構，定子部分稱為電盤內仁，而外轉子則稱為電盤飛輪，永久磁鐵的部分為一體成形後分段充磁。本論文利用磁通切換電機的架構來應用在機車發電機上，其策略是將永久磁鐵及繞線的部分都移到定子上，轉子的部分只由矽鋼片來構成。這樣一來磁鐵就能夠做成簡單的形狀並分開擺放，而每一個都能夠單純的充磁一個方向就好。

另外本論文提出之發電機架構，為了繞線的方便，將發電機設計成六槽的結構，在六槽的結構下，轉子的極數需為奇數才會產生較大的反應電動勢。不過在轉子是奇數極的情況下，對軸承會產生不平衡磁拉力，而且其不平衡磁拉力會跟發電機的輸出電流有著正比的關係，也就是當駕駛機車的速度愈來愈快的時候，發電機上的電流也會隨著轉速不斷提升，不平衡磁拉力就會愈大，所以這裡另外提出一種利用轉子偏移的方式來消除不平衡磁拉力的方法。

目前的磁通切換發電機依照種類的不同，有

永久磁鐵型 (Permanent magnet flux switching generator, PMFSG)、直流激磁型 (DC excitation flux switching generator) 和混合激磁型 (Hybrid excitation flux switching generator)，各種的架構各有其適合應用的地方以及其優、缺點，接下來會一一做介紹。

典型的永久磁鐵磁通切換發電機如圖 1 所示 [9]，這種架構是相當普遍的磁通切換發電機結構，動作原理如圖 2 所示，圖(a)顯示磁通的走向由永久磁鐵的 N 極出發，經過定子的矽鋼片，通過氣隙之後流經轉子，最後再經過氣隙回到永久磁鐵的 S 極，如圖(b)所示，在轉子轉動到不同位置的情況下，通過電樞線圈的磁通會形成雙極性的弦波，所感應出的反電動勢 (Back electro motive force, Back-EMF) 也會是弦波的形式，這種發電機其優點是功率密度高，又因為其擁有無刷結構，所以適合在惡劣的環境下運作 [10-14]。除了組裝上較麻煩之外，定子的結構也會有不穩固的疑慮，而為了克服這樣的問題，也有研究提出在定子的矽鋼片上加上鐵橋，讓電機在組裝的時候可以一體成形，而缺點是會些許犧牲發電機的性能 [15]。

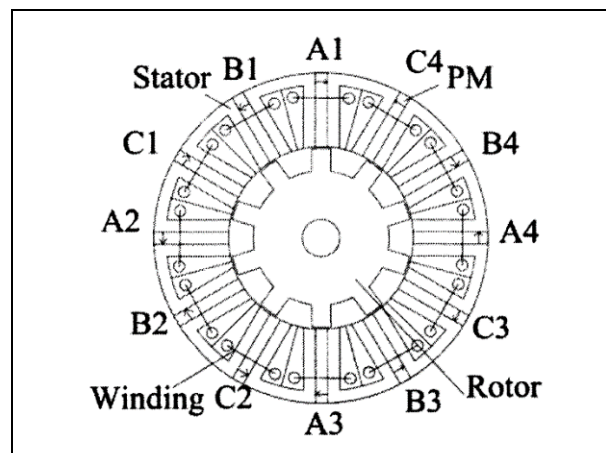


圖 1 永久磁鐵型磁通切換發電機

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】398期・105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