



高效率馬達設計開發

The development and design of high-efficiency motors

邱國麟

工業技術研究院
機械所
智慧機械技術組
資訊與資源部

張正敏

工業技術研究院
機械所
智慧機械技術組
資訊與資源部

黃憲章

工業技術研究院
機械所
智慧機械技術組
資訊與資源部

吳昱勳

工業技術研究院
機械所
智慧機械技術組
資訊與資源部

丁家敏

工業技術研究院
機械所
智慧機械技術組
資訊與資源部



關鍵詞

- 感應馬達 Induction motor
- 永磁同步馬達 Permanent magnet synchronous motor
- 高效率 High efficiency

摘要

本文討論高效率馬達的設計與開發，先從目前國際規範的性能需求談起，在設計方面，分別討論了感應馬達設計與永磁馬達設計，在感應馬達方面，從等效電路對性能的影響，也對目前高效率馬達使用銅轉子的設計，也說明銅轉子其效率與性能的特性；在永磁馬達方面，從相同功率在不同尺寸下，磁裝載與電裝載對效率的影響，最後，闡述了高效率馬達在產業上的應用與前景。

This paper stated the development and design of high-efficiency motors. The motor, an electric machine transforming electric energy to mechanical energy, consumes much of the total industrial power consumption. Therefore, high efficiency becomes a main stream for motor design. In this paper, we stated the internal regulations of motor efficiency limits. Further, the essentials of designing high-efficiency induction motors and permanent magnet motors were discussed, respectively. For induction motors, the equivalent circuit was discussed as well as the copper rotor. For permanent-magnet motors, the magnetic loading and electric loading were discussed under identical output power. Finally, the prospects of high-efficient motors were stated.



前言

在地球暖化現象日趨嚴重的今日，不斷出現石油危機與因為溫室效應而增強威力的颶風與洪災，提高效率與節能已是國際上各國在電機領域發展的重點之一[1]。馬達又稱電動機，是一種將電能轉換為機械能的動力元件，目前已廣泛應用在各種類型的自動化設備，隨著工商業持續發展，日常生活需求不斷增加，相對造就馬達用量持續不斷攀升，其耗能也呈現累進成長的情況[2]。根據美國電力研究院的評估，電能損耗佔全部能量 40%，到了 2010 年百分之 80% 電能需經電力轉換後，供應給其他電器設備使用，其中馬達耗能佔全部電能之 55%[3]；因此，如何提高效率與降低成本，則是各國研究的重點。

依據歐盟與美國 DOE 對馬達進行之專案報告指出，馬達動力系統其用電量約佔全工業用電量之 65%~70%；其次為一個馬達在正常使用週期(平均 15~20 年)下所產生的運轉花費可能高達 100 倍之原購置成本，而因使用馬達設備所產生之能源花費約佔公司所有能源花費之 60% 左右，表一為馬達設備應用於工業之能源耗用狀況，因此有效提昇馬達動力系統之能源效率為目前工業節能最有效之方式。對馬達應用技術而言，是否可以有效節能與有效降低業者能源成本扮演著舉足輕重的角色，故近年馬達技術發展方向已漸向高效率馬達與節能方向前進[4]。

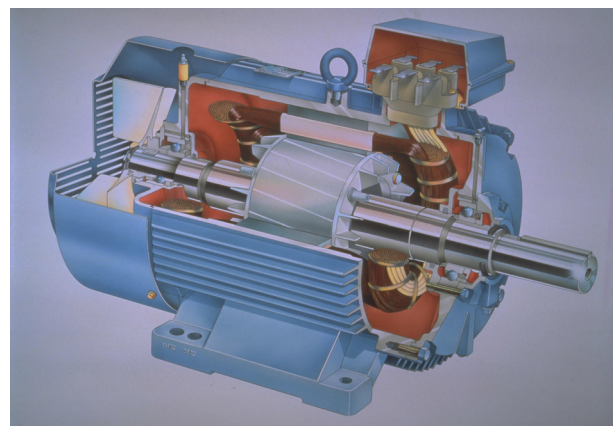
高效率伺服馬達基本上可以分為兩大類，第一大類為感應馬達，其結構如圖一所示[6]，包含了鼠籠式轉子，定子矽鋼片，軸承，風扇，與機殼等部份；第二大類為永磁馬達，其結構如圖二

所示，包含了磁鐵式轉子、定子矽鋼片、線圈、軸承與編碼器。

從以上的討論可以知道馬達使用的材料包含矽鋼片，銅質線圈，鋁質低導磁材料，在電機製造上均設法採用誘電係數或導磁係數或耐電壓能力高於空氣的物質以取代空氣來減小電機的體積[5]。因此，如何在電機裝置中建立所需要的磁場成為電機設計的主要工作，其中用以構成磁路的材料，也就是所謂的「磁性材料」，其特性不但影

表一 馬達應用設備於工業之能源耗用狀況[4]

國家	耗能量數(億度)	馬達於工業耗能之佔比(%)	調查單位/計畫
全球	25,640	70	Lawrence Berkeley National Laboratory 2005
美國	6,800	64	美國能源部 (DOE)
歐盟 15 國	6,140	65	EU-Motor Challenge Programme
中國	9,700	70	中國標準局 2005
台灣	853	70	台電



圖一 感應馬達結構圖[6]

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】337期・100年4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