

0 引言

随着各项高新技术的兴起和蓬勃发展,一些极具潜力的技术获得了更为广阔的应用和发展空间。在微特电机领域,随着稀土永磁技术和电力电子器件性能价格比的不断提高,永磁无刷电动机作为中、小功率高性能调速电机和伺服电机,凭借其自身不可替代的技术优势,在各个领域的应用日益广泛。在工业发达的国家,工业自动化领域的有刷直流电动机已逐步被永磁无刷直流电动机所取代。与国外相比较,我国的永磁无刷电动机研究起步较晚,发展较慢。本文就永磁无刷电动机的技术发展和应用领域进行了分析和讨论。

1 永磁无刷电动机的技术发展

永磁无刷电动机是一种典型的机电一体化产品,主要由电动机主体、位置传感器和电子开关线路组成,它的发展与电力电子技术、计算机控制技术和检测技术的发展密切相关。而这些技术作为极具发展潜力的新兴技术,必将在新技术蓬勃发展的 21 世纪,获得更快、更大的发展,为永磁电动机技术的高速发展提供不竭的动力。

1.1 永磁无刷电动机

无刷电动机诞生于 20 世纪 60 年代后期,并伴随着永磁材料技术、微电子和电力电子技术、电动机技术等迅速发展起来的一种新型电动机,与传统电动机相比,其转子采用的是永磁材料制成的永久磁钢,因此又称永磁无刷电动机。永磁无刷电动机的驱动电流可分为方波和正弦波两种(BLDCM 和 PMSM)。与 PMSM 相比较而言,BLDCM(永磁无刷直流电动机)的方波更容易从逆变器获得,控制方法更为简单,在早期赢得了人们的广泛关注。但随着高速微处理器和 DSP 器件的出现,性能更优越的正弦波电流驱动的 PMSM 技术也日臻成熟。

1.2 电力电子技术

电力电子技术自 20 世纪 50 年代后期诞生以来,发展迅速,其主功率器件经历了从传统电力电子技术阶段向现代电力电子技术阶段的飞跃,特别是 70 年代后期,各种高速、全控型器件先后问世,使电力电子技

永磁无刷电动机

技

● / 黄守道 魏彦

术朝着全控化、集成化、高频化和多功能化发展,为逆变器实现智能化、高频化和小型化等创造了条件。在 PWM 技术中采用功率场效应晶体管和绝缘栅双极性晶体管,开关频率可达 10kHz 以上,电磁噪声和电流波形都得到了改善。这些为永磁无刷电动机的驱动线路性能的提高开辟了道路。

1.3 计算机及控制技术

由于永磁材料和功率半导体器件性能的提高受到许多客观因素的制约和影响,在一定条件下具有一定的局限性。因此,自 20 世纪 80 年代以来随着微型计算机技术、控制理论和控制技术的飞速发展,人们更多地从提高控制器性能这条途径着手来提高永磁无刷电动机地性能,并取得了一些可喜的成绩。高速微处理器和 DSP 器件的出现,保证了无刷直流电动机的性能,也使性能更优秀的正弦波电流驱动的永磁无刷电动机进入应用领域。此外,先进的控制方法例如滑模控制、变结构控制、模糊控制和专家控制等被相继引入无刷电动机控制器,从而推动着无刷电动机朝着高智能化、柔性化和全数字化方向发展,为其进入新世纪数字化时代开辟了新纪元。

1.4 检测技术

永磁无刷电动机作为一种典型的机电一体化装置,本身是一个闭环系统,必然通过转子磁极位置信号作为电子开关线路的换向信号。早期永磁无刷电动机的转子磁极位置检测是在转子上安装位置传感器,但它安装不便、维护困难、检测精度不高。因此,无转子位置传感器的永磁无刷电动机成为人们的研究目标。它利用定子绕组的感应电动势间接获得转子磁极位置,

机的 术发展及应用

又称间接法,简化了电机结构,特别适合于小尺寸、小容量永磁无刷电动机。20世纪80年代以后,随着微机技术的快速发展,精度和实时性大大提高,无转子磁极位置传感器的永磁电动机进入实用化阶段。随着测量技术的进一步发展,更为先进的速度及转子位置识别方法必将推动无速度传感器电动机走向实用化。

1.5 新材料

在早期,磁性材料的发展过程基本上经历了以下几个发展阶段:从最早的铝镍钴,到铁氧体,再到后来的钕钴合金,但这些磁性材料或者磁能积低,或者价格昂贵,限制了永磁无刷电动机效率的提高和小型化发展趋势。直到1983年,日本人发明了钕铁硼,引起了磁性材料的一场革命,它磁能积高,价格便宜,在永磁无刷电动机制造中迅速得到推广,使电机的体积、重量大大减少,加工工艺简化,同时电机的电枢绕组也因磁性材料性能的提高而使绕组线圈大大减少,使电机效率的提高和小型化出现了转机。

2 永磁无刷电动机的应用

目前永磁无刷电动机在高性能伺服驱动领域占据主导地位,如今已广泛应用于航空、航天、机器人、家用电器、FA(工厂自动化)等领域。今后随着永磁无刷电动机技术和相关支撑技术的不断发展,永磁无刷电动机将获得更为广泛的应用。

2.1 在电驱动系统中的应用

近20年来,随着电力工业的快速发展和相关技术的发展,电驱动系统已日渐成为当今世界动力群的主流,受到人们的广泛关注。随着其应用范围的逐渐拓

宽,其电机本体多样化趋势已日趋明显,微特电机综合性能的提高使得微特电机大量进入电驱动系统作为执行元件成为必然,而永磁无刷电动机作为其中的佼佼者,在高性能工业驱动场合获得了广泛的应用。

2.2 在交流伺服驱动系统中的应用

在20世纪80年代以前,由于相关技术发展的限制,直流伺服驱动系统一直在伺服驱动领域占据主导地位。但是传统直流电机存在着制造成本高、体积庞大、维护困难等缺点,使其应用范围受到一定限制,特别是在高性能的中、小功率伺服驱动场合。80年代以来,随着矢量控制技术的不断成熟,交流伺服驱动系统的性能可以和直流伺服驱动系统相媲美,加上永磁无刷电动机技术发展的日趋成熟,在一些高性能伺服驱动场合更有取代直流伺服的趋势。

2.3 在光机电一体化中的应用

光机电一体化技术和信息技术作为20世纪末诞生的高新技术必将在新世纪里获得更加快速的发展和广泛的应用,尤其是信息技术的发展将更为迅猛。这样,对作为这两大技术的基础元件之一的微特电机必将迎来又一个快速发展的春天,而微特电机中的永磁无刷电机成为新世纪的一大朝阳产品也是理所当然的。

2.4 在家电产品中的应用

目前,在家电电机领域,集有刷直流电机和交流电机的优点于一体的永磁无刷电机,正有逐步取代单相异步电动机的趋势。日本在5年前已开发家电用永磁无刷电机,现在不少公司已批量生产。我国近一、两年才开发,但品种规格单一,产品无创新,家电用永磁无刷电机的研究开发水平还有待全面提高。因此,在家电领域永磁无刷电动机将有广阔的发展空间。

2.5 在电动汽车中的应用

据统计数字表明,每天由燃油汽车排放的尾气造成的污染约占空气污染的30%(尤其是在城市),随着社会的不断发展,人们的环保意识不断增强,尾气污染已是一个亟待解决的问题。采用电动汽车代替燃油汽车显然是一种合理的解决方案。随着永磁无刷电动机控制技术的快速发展和日趋成熟,高性能的永磁无刷电动机结构紧凑、高效节能、运行可靠、维护简单、操作方便,在所带能源有限的情况下,正好可作为电动汽车的驱动电机。可以预言,在新世纪,永磁无刷电动机将在电动汽车领域有着更加广泛的应用。

(栏目编辑/肖朝晖)