

永磁无刷直流电动机上位 实时监控系統现状分析

西北民族大学榆中校区电气工程学院 田永生

摘要:无刷电动机是诞生于 20 世纪 60 年代后期,并伴随着永磁材料技术、微电子及电力电子技术、电动机技术等迅速发展起来的一种新型电动机,同时也是一种典型的机电一体化产品。

关键词:无刷电动机 实时监控 现状

无刷电动机主要由电动机本体、位置传感器及电子开关线路组成,与传统电动机相比,其转子采用的是由永磁材料组成的永磁磁钢,因此又称为永磁无刷电机。永磁无刷电动机可分为方波(注入电动机本弹道导弹体定子绕组为方波电流)驱动的无刷直流电动机(PMBD)和正弦波驱动的永磁同步电动机(PMSM)两种类型。由于采用永磁体取代原同步电动机转子中的励磁绕组,因而省去了励磁线圈、电刷和滑环。与传统有刷直流电动机相比,PMBD 将同步电动机的定子用电子换向取代原直流电动机的机械换向,从而省去了机械换向器。由于 PMBD(永磁无刷直流电动机)定子电流为方波驱动,在相同的峰值电流和峰值电压下,方波电流和方波磁场相互作用产生的转矩比正弦波电流和磁场产生的转矩要大,并且条件相同条件下逆变器获取方波要容易一些,此外 PMBD 具有直流电动机的调速性能,它的控制不仅较 PMSM 简单,效果也更好,因此, PMBD 更赢得人们的广泛关注。

电力电子技术 20 世纪 50 年代后期诞生以来,发展速度很快,其主功率器件经历了从最初的晶闸管—GTR—MOSFET—IGBT—IGCT,功率半导体器件的性能在逐步提高,同时相对应驱动电路也获得了飞速发展——现可以做到使用一片驱动电路、一个驱动电路就可驱动三相 6 个开关管,从而大大简化了外围电路尤其是驱动电路的设计;而微电子的快速发展,又使智能功率集成电路得以进一步发展和普及,为逆变器实现智能化、高频化、小型化等创造了条件,这些都为永磁无刷电动机的驱动线路性能的提高开辟了道路。

微型计算机(含单片机)自 20 世纪 60 年代后期诞生以来,其应用领域几乎成几何级数增长,如今已成功进入国民经济及社会发展的各个领域,而电机控制也不例外。永磁无刷电动机性能的改善与提高,除了与制成电动机本体尤其是转子永磁材料及电子驱动电路有关外,更与其控制器密切相关。毕竟,永磁

材料及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局限性。因此,自 80 年代以来,人们更多的是从提高控制器的性能这条途径着手来提高永磁无刷电动机的性能,并取得了一些可喜的成果;特别是进入 90 年代后,控制技术尤其是控制理论及先进的计算机技术(如 FPGA)作为强有力的物质基础,使得人们得以不断尝试将一些先进的控制策略/方法(滑模控制、变结构控制、专家控制等)引入永磁无刷电动机控制器,从而推动着永磁无刷电机朝着高智能、柔性化、全数字化方向发展,为其更好地满足新世纪数字化时代发展的需要开辟了道路。

永磁无刷直流电机由于体积小、重量轻、结构简单、维护方便、运行可靠,并且具有与直流电机近似的调速特性而一直备受关注。

虽然应用 PC 机来实现工业或实时控制具有现实意义及广阔的市场,但对这样的上位实时监控系統完整而专业地探讨与设计却并不多见。通过已设计并实现了的上位实时监控系統,来探讨在 Windows 这种完全接管各种硬件资源而不允许用户直接控制串接口的中断管理环境下,如何开发微机的底层资源,编制更加美观、合理、高效而且稳定的上位监控程序。无论是系统设计的相关背景知识,还是系统的框架结构、实现方案,都有较完整的讨论。对系统的核心部分——串口通信开发,更是结合了 Win32 系统的许多新机制;其流程与核心代码,以及相关硬件连线与下位机通信程序都可为上下位通信设计者提供生动而完整的参考。

国内外研究现状

要对永磁无刷直流电机系統进行分析与研究,首先应建立合适的无刷电机模型。永磁无刷直流电机的特征是反电势为梯形波,意味着气隙磁通分布是非正弦的,直接用电机的相变量来建立电机模型较为方便,又能获得较准确的结果。国内外对永磁无刷直流电机主要采用的是基于同步电机的电机模型;并且

由于电机中线没有外接元件,三相电流之和恒为 0,则电机模型又可以进一步简化。

国内外对永磁直流无刷直流电机系統建模仿真侧重于对电机系統性能的改善和控制策略方面的探讨。归纳出来,主要有以下几个方面:

1) 基于有限元方法的无刷直流电机分析。对系統运行进行准确预测的先决条件是对电机的电磁参数要有准确的认识。该方法考虑磁性材料的特性,利用有限元方法确定电机以下参数:反电势、互感及自感。为了预测换流过程,系統中还可以包括非线性方程。

2) 逆变器—永磁无刷直流电机系統的动态模型。在此种模型中,开关管采用 L-R 模型,R 和 L 分别用两组不同的值分别代表开关管的开通与关断。该模型只要给出任何时刻转子的位置信号和电机的参数,就可以推测下一时刻的相电流与转矩的波形。

3) 转矩脉动消除方法。它侧重于分析不同电流反馈控制和交流侧电流反馈控制换相时转矩纹波产生的原因。提出重叠换相法和定频采样电流控制结合的控制方案。此外,也有采用自适应转矩纹波控制以减小转矩脉动,该方法是电流内环和速度外环相配合,电流内环用于换相时的相电流整形,而转速外环用于控制相电流大小。

结语

针对采用强迫换流的永磁无刷电机及其控制系統研制,进行了电机及系統与换流策略的理论研究,并对该电机调速系統的上位实时监控系統进行开发设计与实现,其中着重突出监控程序的串口通信部分的硬件设计,这个研究方向未来的研究重点。

参考文献

- 1、李焯,严欣平,永磁无刷电动机技术发展水平及应用前景.微电机.2001 年
- 2、王海仙,陈福民,电动汽车的电气驱动技术及其发展.电工电能技术.1996
- 3、王季轶.无刷电机的现在和将来.微特电机.1998(5)