

# 开关磁阻电动机调速系统在煤矿中的应用

刘温暖, 宋 鹏

(辽源职业技术学院机电系, 吉林 辽源 136201)

**摘要:**开关磁阻电动机调速系统是一种新型的调整系统,其性能指标高于普通交流电动机变频调速系统及直流电动机调速系统。文章给出了开关磁阻电动机调速系统的总体结构,并介绍了该系统在无极绳牵引车、电牵引采煤机、刮板输送机中的应用。

**关键词:**煤矿; 开关磁阻电动机; 调速系统

**中图分类号:**TD679; TM352 **文献标识码:**B

## 0 引言

开关磁阻电动机(Switched Reluctance Driver, SRD)调速系统是基于计算机和电力电子技术的控制器及开关磁阻电动机的新型调速系统,由开关磁阻电动机与微机智能控制器2个部分组成<sup>[1]</sup>。开关磁阻电动机调速系统的突出特点是效率高、节能效果好、调速范围广、无启动冲击电流、启动转矩大、控制灵活,此外,还具有结构简单、坚固可靠,成本低等优点。除可以取代已有的电气传动调速系统(如直流调速系统、变频调速系统)外,开关磁阻电动机调速系统还十分适用于煤矿井下机电设备需要重载启动、频繁启动、正反转、长期低速运行的应用场合,如无极绳牵引车、电牵引采煤机、刮板输送机等。本文主要介绍该系统在上述设备中的应用情况。

## 1 系统总体结构

开关磁阻电动机调速系统主要由开关磁阻电动机(SRM)、功率变换器、转子位置检测器、电流检测器、控制器5个部分组成,如图1所示<sup>[2]</sup>。

### (1) 开关磁阻电动机

开关磁阻电动机是定子、转子双凸极可变磁阻电动机。定子、转子均由普通硅钢片叠压而成,转子上既无绕组也无永磁体,定子极上绕有集中绕组,可通过改变电动机定子集中绕组的通电顺序实现电动

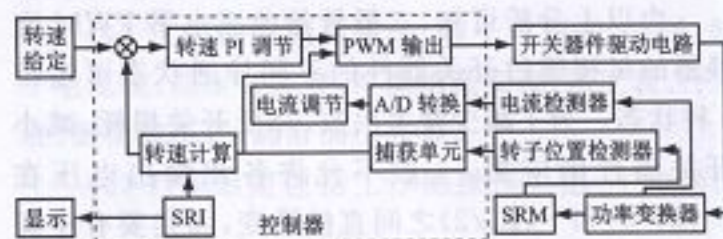


图1 开关磁阻电动机调速系统组成框图

机的正转、反转及电动、制动状态的切换功能,保持输出特性的对称,实现四象限运行。开关磁阻电动机运行原理遵循“磁阻最小原理”,即磁通总要沿着磁阻最小的路径闭合。该电动机启动转矩大,启动电流小,低速性能好,调速范围宽,易于实现各种特殊要求的转矩-速度特性;结构简单、坚固、成本低;可方便进行软启动及四象限运行,是一种新型的高效节能电动机。缺点是噪声稍大,低速运行时转矩脉动大。

### (2) 功率变换器

功率变换器向开关磁阻电动机提供运行所需的电能,是连接电源和电动机绕组的功率开关部件。功率变换器的作用:开关作用,给各相绕组提供周期性的脉冲电流,产生一个移动的磁场,为开关磁阻电动机提供能量;为绕组的储能提供回馈电能的续流通道。只有功率变换器向开关磁阻电动机提供“开关电源”,才能保证该电动机正常工作。

### (3) 转子位置检测器

转子位置检测器提供定、转子的相对位置信息,从而使控制器对相应的绕组进行通、断电控制。转子位置检测器一般采用光电式位置传感器。

### (4) 电流检测器

开关磁阻电动机在低速运行时常采用电流斩波控制方式,高速运行时常采用单脉冲控制方式。这2种控制方式均需要进行电流检测,从而为CPU

收稿日期:2009-02-20

作者简介:刘温暖(1958-),男,副教授,1982年毕业于辽源职业技术学院煤矿电气化专业,现任辽源职业技术学院电气教研室主任,主要从事煤矿电气专业的教学与研究,已发表文章5篇。  
Tel: 0437-3630242; E-mail: liuw19581024@sohu.com

提供电流反馈信息。电流检测器一般选用霍尔元件、磁敏电阻。

### (5) 控制器

控制器是系统的核心,用于综合处理转速给定、速度反馈信号及转子位置检测器和电流检测器的反馈信息,对功率变换器发出控制信号,实现功率变换器对开关磁阻电动机的驱动功能。控制器常采用以高性能微控制器为核心的数字化控制系统,由具有较强信息处理功能的 CPU 和数字逻辑电路及接口电路等部分组成,配合系统软件实现各种控制功能,使得开关磁阻电动机在成本、效率、调速性能等与当前广泛应用的变频调速感应电动机系统相比,具有明显的优势及竞争力。

## 2 在煤矿设备中的应用

### (1) 在无极绳牵引车中的应用

无极绳牵引车是一种用钢丝绳牵引梭车运送设备或人员的煤矿轨道运输装置。传统的无极绳牵引车大多采用普通交流异步电动机驱动牵引绞车,电动机不能调速,仅能实现降压启动功能,其牵引的梭车在启动、停车时冲击大,易出现梭车掉道现象,使司机操作不方便,工作效率低。采用开关磁阻电动机调速系统后,电动机启动转矩为额定转矩的 150%时,启动电流小于额定电流的 30%,而且启动转矩大,连续运行平稳,非常适合频繁启动的工作状况;电动机在制动运行时产生的电能还可以回馈至交流电网,节约了电能。该系统完全满足了无极绳牵引车的启动、调速、电气制动等性能要求。目前,开关磁阻电动机调速系统已经在一些煤矿现场安装使用了几十套,使用效果较好。

### (2) 在电牵引采煤机中的应用

无锡盛达机械有限公司于 2002 年研制成功国内首台采用开关磁阻电动机调速技术的 MG200/500-WD 型电牵引采煤机,并将 1 140 V 电压直接供电的开关磁阻电动机调速系统成功安装在 MG160/380-WD 型电牵引采煤机中。目前更大功率、可用于大倾角煤层开采的 MG300/700-WD 型、可四象限运行的基于开关磁阻电动机调速系统的电牵引采煤机已通过鉴定,并投入生产。其主要技术参数如下:

系统电源电压:三相 1 140 V/50 Hz;  
牵引电动机额定功率:2×22 kW;  
电动机额定输出转矩:175 N·m;  
电动机额定转速:1 200 r/min;

电动机最高转速:1 600 r/min;

升降时间:升速为 25 s,降速为 10 s;

输出特征:额定转速以下恒转矩输出,额定转速以上恒功率输出;

2 台电动机输出转矩差:≤10%;

启动转矩:≥150%(额定转矩)。

开关磁阻电动机调速系统在电牵引采煤机中的应用虽然起步较晚,但具有发展潜力。该系统既有交流变频调速系统结构简单、无刷无整流子的优点,也有直流调速系统调速性能好、控制电路简单、节约能源、经济可靠等优势。开关磁阻电动机调速系统正在进行噪声问题及转子位置检测器可靠性方面的改进,随着这些问题的解决,其在煤矿井下采掘机械中将得到广泛的应用。

### (3) 在刮板输送机中的应用

开关磁阻电动机调速系统具有启动电流小、启动转矩大等显著特点,将该系统应用于刮板输送机的驱动,可有效解决煤矿井下刮板输送机重载启动电流大、启动困难的问题,并提高刮板输送机的使用寿命。经有关设计单位的努力,开关磁阻电动机调速系统在刮板输送机中的应用已经从仿真分析、设计、生产到试运行阶段。

## 3 结语

目前,开关磁阻电动机调速系统在无极绳牵引车中的应用效果很好,在电牵引采煤机、刮板输送机中的应用正进行改进及优化设计。潞安矿业集团与北京摩迪通调速电机开发有限公司联合开发研制了大功率隔爆型开关磁阻电动机调速系统,在煤矿井下使用效果很好,为国产煤矿机械设备的技术改造与配套提供了技术支持,推动了国内开关磁阻电动机调速系统向更高水平发展。

由于开关磁阻电动机调速技术是一种新的应用技术,还需要在减小转矩脉动及噪声、改进位置检测乃至无转子位置检测技术、实现多目标优化控制功能、优化功率变换器拓扑结构设计等方面作进一步的改进。相信这一新技术会随着它的逐步完善而得到广泛应用。

### 参考文献:

- [1] 张启元. 开关磁阻电动机调速系统研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2007.
- [2] 金英. 3 kW 开关磁阻电动机调速系统设计[D]. 杭州:浙江大学,2005.