

# 数字变频调速技术在煤矿电机中的应用研究\*

李海燕<sup>1</sup>, 李海宝<sup>2</sup>, 赵汗青<sup>1</sup>, 王学惠<sup>1</sup>

(1. 黑龙江科技学院 机械工程学院, 哈尔滨 150027; 2. 黑龙江科技学院, 哈尔滨 150027)

**摘 要:** 根据变频调速技术的发展, 结合矿用电机的使用特点, 提出变频调速技术在煤矿电机应用中需要解决的主要问题及解决途径, 对应用中的理论基础和理论模型做了详细分析, 并结合实际给出实例模型。该研究在实际的应用中可以达到有效节能, 运行上更加准确和快速。

**关键词:** 变频调速; 电压型逆变器; 正弦脉宽调制

**中图分类号:** TD614; TP393 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-0794(2009)04-0170-02

## Research on Application Frequency Control Technology in Mine Motor

LI Hai-yan<sup>1</sup>, LI Hai-bao<sup>2</sup>, ZHAO Han-qing<sup>1</sup>, WANG Xue-hui<sup>1</sup>

(1. College of Mechanical Engineering, Heilongjiang Institute of Science and Technology, Harbin 150027, China;

2. Heilongjiang Institute of Science and Technology, Harbin 150027, China)

**Abstract:** Main problems and their solutions in application need resolved by frequency control technology under development and combining the use of mine motor characteristics. Theoretical basis and theoretical models on the application done a detailed analysis, combined with practical examples are given model. The research on the practical application in effective energy saving can be achieved, running on more accurate and rapid.

**Key words:** frequency control; voltage inverter; SPWM

### 0 前言

进入 20 世纪 70 年代后, 电力半导体技术、大规模集成电路技术得到了长足的发展, 计算机控制技术的渗透与融入, 使变频调速技术迅速发展起来, 高性能的变频调速装置已大量地进入工业、生活领域。实践证明, 交流电机变频调速一般能节电 30%, 目前工业发达国家已广泛采用变频调速技术, 在我国也是国家重点推广的节电新技术。交流电机采用变频调速技术是当代电机调速的潮流, 其节能效果显著, 并且随着科学技术的进步, 变频器的制造成本明显降低, 变频器起动和调速平稳, 减少了对电网的冲击。它的经济效益也越来越大, 数字控制的变频调速技术在煤矿中将有一定的发展。

### 1 矿用电机的使用特点

(1) 煤矿用电动机运行场所均有易燃、易爆介质, 煤矿井下有天然甲烷、瓦斯及爆尘。场所的易燃易爆介质等级划分及电机选型是十分重要的, 按规定介质等级选用电机、电器, 将会导致爆炸、燃烧事故。

(2) 隔爆型电机除具有普通电机基本结构外, 还具有防腐、防爆性能, 隔爆外壳结构密封性强, 当电机内部可燃性混合物发生爆炸时, 外壳不能损坏,

将爆炸危险隔绝在电机内部。

### 2 变频调速技术应用中的主要问题

(1) 解决电机变频调速运行中存在电流过大易烧毁电机问题 由电工原理可知电机的转速与电源频率成正比, 通过采用正弦脉宽调制电路 SPWM, 可任意改变电源输出频率从而任意调节电机转速, 实现平滑的无级调速。

(2) 电机平滑运转中处理死区问题 根据已有经验表明死区产生的主要是低奇次谐波, 可采用多重化结构, 适当选择各重之间相位差, 输出变压器变比和输出变压器负极绕组的联结方式, 来改善输出波形, 减少谐波含量。

(3) 变频调速的方案 利用感应加热电源, 通过 AC/DC 变换, 将来自公共电网的交流电能先转换成直流, 再经过 DC/AC 变换成负载所需频率的交流电能, 可以采用间接式链结构。

(4) 逆变方案 三相 SPWM 逆变电路的主电路由 6 个可控型器件 IGBT 构成, 根据具体情况确定各相控制极脉冲时序。各脉冲各相上下桥臂控制脉冲在相位上互补, 任何时刻, 有 3 个控制脉冲处于高位, 其他则处于低位等。

(5) 数字控制器的现代化 使用 AVR 单片机进行控制, 可以保持用户仿真器监控程序不断更新, 实现新式现代化控制。

\* 黑龙江科技学院青年基金项目(06-11)

### 3 变频调速技术应用中的理论基础

#### (1) 变频调速的理论基础

根据电机学基本原理,电机的同步转速

$$n_0 = 60f/p$$

式中  $p$  ——电机定子绕组的磁极对数;

$f$  ——电机电源的频率。

因对一台特定的电机,其磁极级对数  $p$  是一定的,改变电源频率  $f$ ,即可改变电动机的同步转速。电源频率增加,同步转速  $n_0$  增加,实际转速也增加;反之,实际转速也下降。这种通过改变电源频率实现的速度调节过程,称为变频调速。

异步电机转速

$$n = \frac{60f}{p}(1-s)$$

式中  $s$  ——电机的转差率。

当转差率固定在最佳值时,改变  $f$  即可改变转速  $n$ 。为使电机在不同转速下运行在额定磁通内,改变频率的同时必须成比例地改变输出电压的基波幅值。通过改变定子供电频率,电机转速可得到宽范围的无级调节。在采用闭环控制系统时,整个拖动及传动系统可获得高精度及优良的传动特性。

#### (2) 正弦脉宽调制的原理

正弦脉宽调制法是最常用的一种调制方法,其信号是通过用三角载波信号和正弦信号相比较的方法产生,当改变正弦参考信号的幅值时,脉宽随之改变,从而改变了主回路输出电压的大小。当改变正弦参考信号的频率时,输出电压的频率也随之改变。正弦脉宽调制的特点是半个周期内脉冲中心线等距、脉冲等幅,调节脉冲的宽度,使各脉冲面积之和与正弦波下的面积成正比,调制波形接近于正弦波。实际运用中对于三相逆变器,由一个三相正弦波发生器产生三相参考信号,与一个公用的三角载波信号相比较产生三相调制波,如图1所示。

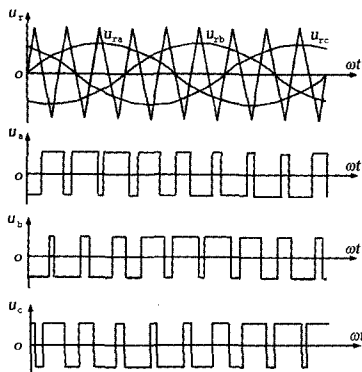


图1 正弦脉宽调制法

#### (3) 数字变频调速原理

很多研究者采用 DSP 控制器实现 SPWM 系统,取得很好的效果。但 DSP 的开发调试环境成本较高,开发周期较长。AVR 是高速 RISC 芯片,有大约 1MIPS/MHz 的性能。AVR 有片内 FLASHROM、RAM 和 EEPROM,可以实现在线系统编程。而且集成了 A/D 转换、WDT、模拟输入比较、多路 PWM、较多的中断源。

#### 4 数字控制的变频调速系统模型

整个系统分为主电路和控制电路 2 部分,如图 2 所示。根据通用型变频器,主电路采用成熟的 AC/DC/AC 电路结构,由整流、滤波、逆变 3 个环节构成。输入采用不控整流,经大电容滤波产生比较稳定的直流电压供逆变电路使用。控制回路主要控制逆变电路,控制电路的硬件系统主要由 AVR 单片机、人机操作、SPWM 信号产生芯片和一些外围集成电路如键盘显示接口、通信接口等组成,AVR-mega8515 为核心处理器件,通过 I/O 接口方式或 A/D 总线方式与液晶、显示键盘等交互,产生 SPWM 的输出,控制电机的运行。

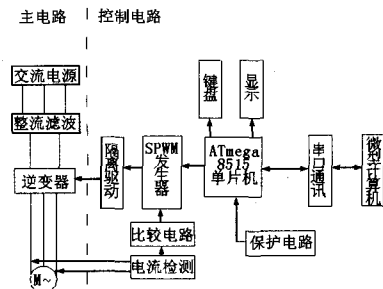


图2 AVR 控制的变频控制系统框图

#### 5 结语

通过变频调速技术在煤矿电机中的应用研究,得出在实际中使用 AVR 单片机控制变频调速,可以达到有效节能,在运行速度上更加准确和快速。

#### 参考文献:

- [1] 张利君. 变频调速技术与变频调速的节能原理[J]. 内蒙古科技与经济, 2006(1): 96-98.
- [2] 何芳. 变频调速技术在排水行业中的应用[J]. 煤矿机械, 2008, 29(1): 162-163.
- [3] 邓星钟, 周祖德, 邓坚. 机电传动控制[M]. 第3版. 武汉: 华中科技大学出版社, 2001.
- [4] 耿德根, 宋建国, 马潮, 等. AVR 高速嵌入式单片机原理与应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.

作者简介: 李海燕(1977-), 辽宁昌图人, 工程师, 硕士, 主要从事机电实验教学及研究工作, 发表论文 8 篇, 电子信箱: lihaiyan1977@126.com.

收稿日期: 2008-08-09