

主井提升机通过技术改造,年工作制 300d,14h/d,年生产能力达 234.7 万 t,比改造前提高 33.9 万 t。运行 1a 效果非常好。

### 3 结 论

这个矿井技术改造的实践说明,提高摩擦衬垫的摩擦系数可以显著减少箕斗配重,提高箕斗的有效载荷,提高生产能力和安全可靠性。目前全国仍有相当数量的多绳摩擦式提升机仍按旧的规范设计运行,箕斗和罐笼比较重。如都进行这样的技术改造,一定会取得非常可观的经济和社会效益。

(收稿日期 2005-12-05)

文章编号:1001-0874(2006)02-0088-02

## 基于 DSP 的 SVPWM 变频调速系统技术分析

范红刚,王振龙,宋娥娜

(黑龙江科技学院,黑龙江 哈尔滨 150027)

中图分类号:TM921.51 文献标识码:B

PWM 技术目前已经在实际中得到非常普遍的应用,经过长期发展,现大致分成电压 SPWM、电流 SPWM 和电压空间矢量 SVPWM。其中电压 SPWM 和电流 SPWM 是从电源角度出发,追求输出一个频率和电压可调、三相对称的正弦波电动机的供电电源。这种方法虽然具有数学模型简单、输出谐波分量少、控制线性度好等优点,但该控制方法的电压利用率太低。而电压空间矢量 SVPWM 是从电动机的角度出发,使交流电动机产生圆形磁场,很好的解决了电压利用率不高的问题,而且具有转矩脉动小、噪声低、便于数字信号处理器实时控制的优点。

### 1 电压空间矢量 SVPWM 技术的基本原理

#### (1) 三相逆变器输出电压的矢量表示

图 1 所示电路为三相逆变器供电给异步电动机的原理图。图中有 6 个功率开关管,当上桥臂开关管处于“开”状态,下桥臂开关管处于“关”状态时,则用“1”表示;当下桥臂开关管处于“开”状态,上桥臂开关管处于“关”状态时,则用“0”表示。三个桥臂共有 000、001、010、011、100、101、110、111 八种开关模式,其中 000、111 开关模式使逆变器输出电压为零,称这两种开关模式为零状态。只要控制这些基本空间矢量的组合,同时再将零矢量合理分配,就能使瞬态输出空间电压矢量按一定的圆形轨迹旋转。

#### (2) 磁链轨迹的控制

逆变器按照图 2 所示电压依次输出给电动机供电,则电动机定子磁链矢端的运动轨迹将是一个正六边形,而不是所希望的圆形旋转磁场,电动机电流波形将会出现较大的尖峰。从改善电机电流波形和提高电力半导体器件实用效率

的角度考虑,可以适当提高开关频率,即将开关的持续时间分成若干段,并且利用基本空间电压矢量的线性持续时间组合使产生的磁链轨迹逼近圆形,如图 3 所示。若逆变器的采样周期为  $T$ ,则有:

$$T = t_1 + t_2 + t_0 \quad [1]$$

其中  $t_1$ 、 $t_2$  为某两个非零空间电压矢量在该采样周期内作用的时间,  $t_0$  为零矢量作用的时间。由积分近似公式有:

$$V^* T = V_1 t_1 + V_2 t_2 \quad [2]$$

$V^*$  为正弦电压设定值,  $V^* T$  为在第  $k$  个采样周期的磁链设定值的增量,  $V_1 t_1$  和  $V_2 t_2$  为电压矢量  $V_1$  和  $V_2$  分别在各自的作用时间里所产生的磁链增量。由正弦定理可得:

$$\frac{V^* T}{\sin 120^\circ} = \frac{V_1 t_1}{\sin \gamma} = \frac{V_2 t_2}{\sin(60^\circ - \gamma)} \quad [3]$$

由此可推证:

$$\begin{cases} t_1 = \alpha \frac{\sin \gamma}{\sin 60^\circ} T \\ t_2 = \alpha \frac{\sin(60^\circ - \gamma)}{\sin 60^\circ} T \\ t_0 = T - t_1 - t_2 \end{cases} \quad [4]$$

式 [4] 中  $\alpha$  为调制比,  $\gamma$  为  $V^*$  与  $V_2$  之间的夹角。只要调整  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_0$  的作用时间,就可以达到变频调速的目的。此外,为了使磁链的运动速度平滑,零矢量都不是集中的加入,而是将零矢量平均分成几份,多点地插入到磁链轨迹中,但作用时间和仍为  $t_0$ ,这样就可以减少电动机的转矩的脉动。

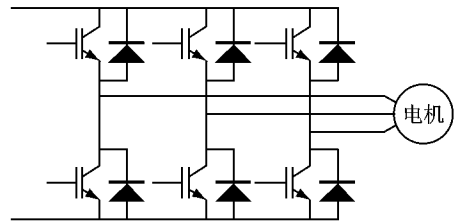


图 1 三相逆变器主电路

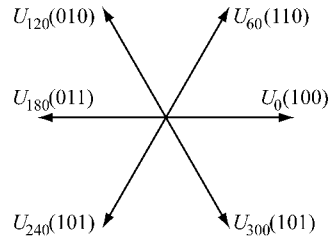


图 2 基本空间电压矢量

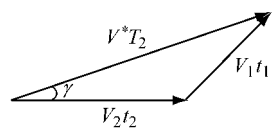


图 3 空间电压矢量的线形组合

### 2 控制系统的实现

#### (1) 系统硬件组成及功能

交流异步电动机的空间电压矢量脉宽调制变频调速系

统的硬件结构如图 4 所示。系统主要由 DSP、IPM(智能功率模块)、检测电机速度信号和电流信号的传感器、光电隔离电路、电源电路等组成。首先,传感器将检测到的定子相电流信号和转速信号送入 DSP 的 ADC 和 QEP,DSP 对检测的信号进行相应的运算处理后产生 PWM 脉冲信号,经光电隔离后,驱动 IPM 智能功率模块以产生期望的电压来控制电机的运行。

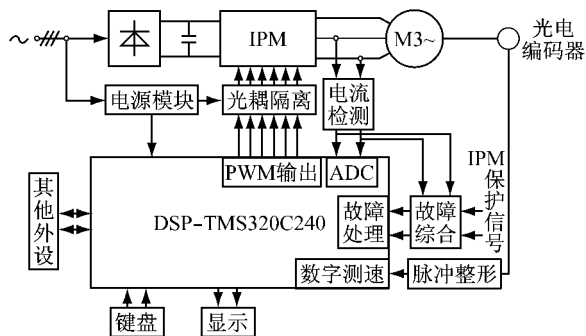


图 4 系统硬件框图

当发生故障时,IPM 利用内部集成的保护电路立即动作,同时向 DSP 发出一故障信号。当 DSP 检测到了此故障信号后,立即封锁 PWM 脉冲信号,系统停止工作,从而保护了逆变器和电动机。

### (2) 系统软件实现

系统软件主要由主程序和 SVPWM 中断驱动程序两部分组成。主程序完成 DSP 的初始化及 PWM 格式设定、故障判断。SVPWM 中断驱动程序完成电流采样、速度采样、转速 PI 调节、电流变换计算、SVPWM 产生等。

### 3 结语

通过分析研究,基于 DSP 的 SVPWM 矢量控制变频调速系统的结构简单,容易实现数字化。其逆变器直流电压利用率比用 SPWM 高、定子相电流接近正弦波、谐波成分小,采用矢量控制技术的电机调速系统动静态性能非常优良。

(收稿日期 2005-08-22)

文章编号:1001-0874(2006)02-0089-02

## LKK-1 型块煤防破碎自动控制系统

雷乃清<sup>1</sup>,罗玉祁<sup>2</sup>,张永发<sup>2</sup>,郑江<sup>3</sup>

- (1. 河南理工大学 电气工程学院,河南 焦作 454000;
- 2. 焦煤集团 运销处,河南 焦作 454000;
- 3. 焦作同盛科技公司,河南 焦作 454000)

中图分类号:TD928.9 文献标识码:B

由于国内及国际市场的强劲需求,优质块煤价格不断攀升。为了减少洗选过程中块煤的破碎,提高经济效益,我们开发了 KSS-1 和 LKK-1 两种型号块煤防碎系统,经推广

应用取得良好的社会效益和经济效益。

### 1 LKK-1 型块煤防碎系统

LKK-1 型防碎系统通过降低块煤落差,减少煤块相互撞击。其组成情况如图 1 所示。

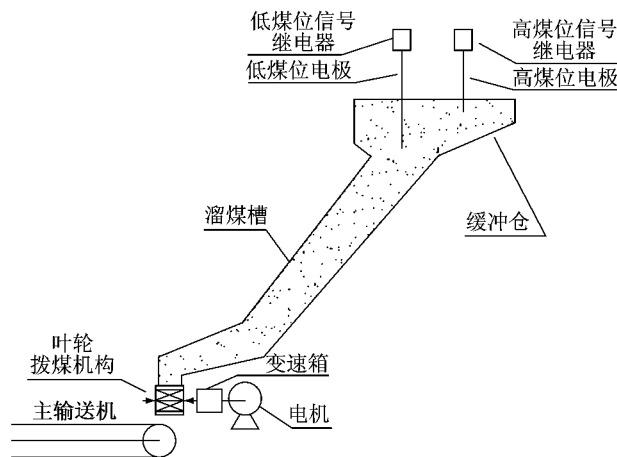


图 1 系统示意图

块煤落进溜煤槽的缓冲仓,安装于溜煤槽下端出口处的拨煤机构控制块煤的下行速度,当溜煤槽内煤位较高时,叶轮拨煤机构转速加快,使煤加快下行,反之,速度减慢,使溜煤槽缓冲仓煤位始终维持在一个合适的高度。

叶轮拨煤机构由 4 组钢板与传动轴焊接而成,钢板上装橡胶皮实现传动力矩的缓冲,有效防止传动机构在拨煤过程中出现拨轮卡死现象。变速传动部分由变频器、电机、变速箱、软连接等组成。变速箱实现一级减速,变频器与 PLC 配合实现自动调速,以适应不同的煤流速度。

自动控制部分是该系统的核心,它的工作原理见图 2。

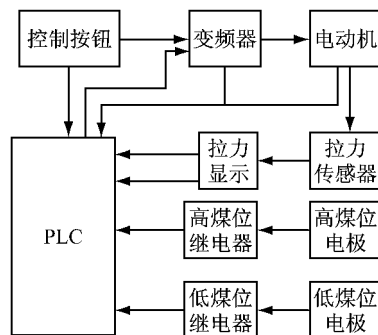


图 2 工作原理框图

它由操作控制箱、PLC、高低煤位电极、高低煤位信号继电器、交流接触器、中间继电器、报警电路、手动自动转换开关等组成。具有手动和自动两种工作方式。在自动工作方式时,该系统能够自动完成煤位信号的检测、变频器的调速,及故障报警等功能。由 PLC 通过变频器自动实现电机的调速,有三种工作状态:高速、低速和自适应速度。正常情况下工作在自适应速度状态,基本保证进出缓冲仓的煤是平衡的。煤位超过上限或下限时,PLC 自动微调自适应速度的大