

文章编号:1671 - 251X(2010)04 - 0104 - 03

矿井通风机三电平中压变频调速系统的研究

韩振兴

(开滦(集团)有限责任公司东欢坨矿业分公司,河北唐山 064002)

摘要:针对开滦(集团)有限责任公司东欢坨矿业分公司原有矿井通风机采用工频电源定速控制而导致能量损失严重的问题,提出采用 ACS - 1000 三电平中压变频器设计矿井通风机变频调速系统的方案,介绍了系统的结构特点及风量的闭环控制策略。现场运行结果表明,该系统安全可靠,节能效果显著。

关键词:矿井;风机;变频调速;三电平中压变频器;闭环控制;节能

中图分类号:TD635 **文献标识码:**B

0 引言

开滦(集团)有限责任公司东欢坨矿业分公司原矿井通风系统使用2台风机,一用一备,分别由鼠笼电动机(电压为3300V,功率为1250kW)驱动,采用工频电源定速控制,其风量、负压等参数的控制是经过调整闸板的位置和扇叶角度来实现的,能量损失严重。为了挖掘节能潜力,笔者采用三电平中压变频器设计了矿井通风机变频调速系统。运行结果表明,三电平中压变频调速比工频电源定速控制平均节能14%。

1 系统结构及特点

中高压变频方式有交-交变频、级联式交-直-交变频和中点箝位三电平变频3种。交-交变频因功率因数低、谐波含量高缺点逐步被交-直-交变频技术所取代;级联式交-直-交变频技术近几年有了较大发展,但由于其内在的局限性,推广应用受到限制;中点箝位三电平高压变频器因其所需器件少、控制相对简单、能量可双向流动、体积小、重量轻等优点而呈现出较大的应用前景。

根据开滦(集团)有限责任公司东欢坨矿业分公司原矿井通风系统的工况特点,选择ABB公司生产的ACS-1000三电平中压变频器。系统拓扑结构如图1所示。

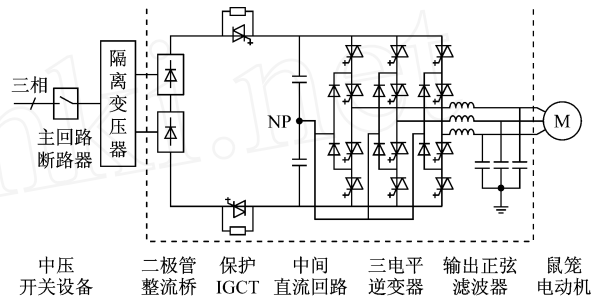


图1 矿井通风机三电平中压变频调速系统拓扑结构

ACS - 1000 三电平中压变频器的主要特点:

(1) 采用新型IGCT半导体功率器件,具有续流二极管集成一体、门极电路和功率器件集成一体、不需要吸收电路、有自保护功能、可靠性高等特点。

(2) 使用IGCT作为主电路保护,无熔断器设计,其分断动作时间为25μs,比传统的快速熔断器快1000倍。

(3) 采用直接转矩控制,电动机电流和直流电压测量值作为自适应电动机模型的输入,该模型每25μs产生一组精确的转矩和磁通实际值,电动机转矩比较器将转矩实际值与给定调节器的给定值作比较,磁通比较器将磁通实际值与磁通给定调节器的给定值作比较,依靠这2个比较器的输出优化脉冲选择器,从而决定逆变器的最佳开关状态。

(4) 变频器对电动机提供的保护功能有电动机绕组温度保护、整流桥短路保护、电动机堵转保护、充电故障保护、电动机欠载保护、电源缺相保护、电动机超速/过电流/欠电压保护、逆变器短路保护、电动机缺相保护、接地故障保护、过载保护、通信故障保护、过电压保护、测量信号丢失保护、电池检测保护、冷却回路检测保护等。

(5) 变频器输出频率在15~50Hz范围内连续

收稿日期:2009-12-08

作者简介:韩振兴(1973-),男,河北唐山人,开滦(集团)有限责任公司东欢坨矿业分公司机电副总工程师,现主要从事煤矿机电设备的管理工作。E-mail:hanzhenxing@kailuan.com.cn

可调,自动启动时间可以自由设置,并且有手动调整转速的功能,使得电动机的启动特性良好,对设备的冲击很小,可以根据井下生产需要对风机运行转速进行连续调节,优化了通风效果,既节约了电能又满足了生产需要。

(6) 输出侧配置了一个低通 LC 正弦波滤波器,提高了输送给电动机的电压和电流的纯度,变频器输出电压总体谐波为 0.82%,输出电流总体谐波为 1%,如图 2 所示。

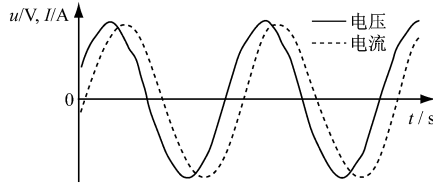


图 2 ACS-1000 三电平中压变频器输出电压、电流波形

2 风量闭环控制策略

考虑到通风系统风量的大滞后特性,直接用风量作为反馈环节进行控制时,系统的调节精度降低,而且系统容易失稳。煤矿生产对通风机风量的需求具有以下特点:(1) 风量的调节可以有一定的延时;(2) 根据空气动力学原理,风量与转速成立方关系,风量 Q 正比于电动机转速 n 。根据这些特点,本系统在风量的闭环控制中采用风机电机的转速反馈来进行风量的实时调节,既解决了系统的失稳问题,又能达到较好的风量控制效果。

该控制系统由一个闭环调节器和一个开关选择器来实现,分别是速度闭环调节器和风量选择控制开关。速度闭环调节器主要用来实现风机速度的闭环控制,使风机输出风量与给定风量相符。风量控制选择开关主要用来实现风机启动时的软启动控制,防止风机电机启动时启动力矩过大而损坏电动机。各环节的功能如下:

(1) 速度转换环节:主要用来将给定量转换为速度信号。

(2) FUZZY-PI 环节:根据风机给定速度与实测速度的偏差,对风机电机速度进行闭环调节,使输出风量达到实时跟随给定的目的。

(3) 风量控制选择开关:当电动机启动时,为了防止启动力矩过大造成传动设备的损坏而设置一个风量控制开关。在电动机启动时,控制流程经斜坡发生器环节使启动频率按设定增量上升,当启动到 95% 给定时,风量控制选择开关动作,控制流程不再经斜坡发生器,而是直接给定变频器,实现了风机速

度的快速调节功能。

(4) 风机环节:风机环节为大延迟环节,在矿井通风机三电平中压变频调速系统中,该环节不再进行闭环控制,只用来作为风机由转速到风量的变换装置,而具体的风量检测则由另外的负压、差压传感器来实现。考虑检测器本身的抖动性,在该系统中风量检测环节不进入闭环控制。

具体实现思路:给定风量 $Q_r(s)$ 经速度转换环节转换后,输出给定的速度信号 n_0 ,对 n_0 和测量所得的速度信号 n 进行比较,得到速度偏差 e_r ,将 e_r 送入 FUZZY-PI 调节器进行计算处理,处理结果直接控制变频器的输出。为提高控制精度,加快系统的响应能力,FUZZY-PI 调节器采用模糊 PI 调节控制策略,根据模糊推理和模糊逻辑运算规则去修改 PI 控制器的控制参数,所得信号为速度信号,经限幅后进入变频器环节,输出相应的速度,再经风机环节,输出相应的风量 $Q_s(s)$ 。其控制原理如图 3 所示。

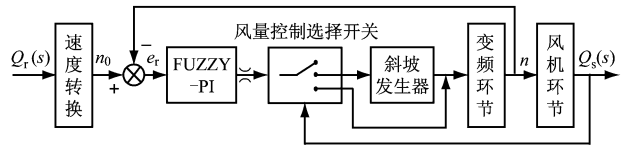


图 3 风量闭环控制原理

3 节能效果分析

根据空气动力学原理可知,当风机转速发生变化时,其运行效率变化不大,其流量与转速的一次方成正比,压力与转速的平方成正比,轴功率与转速的三次方成正比;当风机转速降低后,其轴功率随转速的三次方降低,驱动风机的电动机所需的电功率亦相应降低,所以调速是风机节能的重要途径。采用变频调速系统后可以实现对风机电机转速的线性调节,通过改变电动机的转速,使负压、风量等指标符合生产的需要。

风机属平方率负载,有:

$$T = T_0 + K_T n^2 \tag{1}$$

式中: T 为实际转矩; T_0 为空载转矩; K_T 为比例系数。

则有:

$$P = P_0 + K_P n^3 \tag{2}$$

式中: P 为实际功率; P_0 为空载功率; K_P 为比例系数。

通常控制风量的方法有 2 种:(1) 控制输出或输入的风门;(2) 控制旋转速度。采用方法(1)时,

文章编号:1671 - 251X(2010)04 - 0106 - 03

基于 Profibus - DP 的火电厂烟气排放连续监测系统的设计

史 兵^{1,2}, 马正华¹

(1. 江苏工业学院信息科学与工程学院,江苏 常州 213164;

2. 江苏大学电气信息与工程学院,江苏 镇江 212013)

摘要:介绍了一种基于 Profibus - DP 总线协议的火电厂烟气排放连续监测系统的系统结构及软、硬件设计方案。实际应用表明,该系统实时性好、测量精度高、可靠性高、维护方便、成本较低,有效提高了电厂的经济效益。

关键词:火电厂; 烟气排放; 连续监测; 远程监测; Profibus - DP 总线; 工业以太网

中图分类号: TP277 **文献标识码:** B

0 引言

我国火力发电量占总发电量的80%左右,而煤

炭占火电机组燃料的95%。随着国民经济的快速增长,电力事业得以迅猛发展,由燃煤所带来的大气污染问题也日益严重。按目前的排放控制水平,到2020年,我国火电厂排放的二氧化硫、烟尘和氮氧化物将分别达到2100万吨、500万吨和1000万吨以上。如果火电厂排放的大气污染物得不到有效控制,将直接影响到我国大气环境质量的改善。Profibus - DP 协议是应用于电子控制器的一种通

收稿日期:2009 - 12 - 04

基金项目:江苏省镇江市攻关课题(NY2006046)

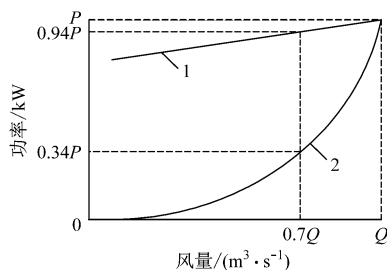
作者简介:史 兵(1976 -),男,江苏宿迁人,博士,讲师,现主要从事自动化和嵌入式系统方面的教学与研究工作。E-mail: shibings@163.com

管路的节流阻力改变,可得到所需的送风特性,该方法的优点是投资少、控制简单;采用方法(2)时,由于轴功率与转速的三次方成正比,节能效果十分明显,加之采用变频装置容易操作,并可以实现高功能化。因而采用变频驱动的方案开始逐步取代传统的风门控制方案。风机理想的能耗曲线如图4所示。

效果十分明显。

4 结语

本文分析了ACS - 1000三电平中压变频器的结构特点,并将其成功应用于煤矿通风机调速系统中;提出的风量闭环控制策略能依据井下所需风量、负压来调整风机的实际转速。现场运行结果表明,该矿井通风机三电平中压变频调速系统安全可靠,节能效果显著。



1 - 调节风门时的能耗曲线; 2 - 调节转速时的能耗曲线

图4 风机理想的能耗曲线

从图4可看出,当 $Q_s = 0.7Q$ 时,通过调速的方法来调节风量,消耗的电功率为 $P_2 = 0.34P$,而直接采用风门调节风量时所耗功率为 $P_1 = 0.94P$ 。可见,矿井通风机三电平中压变频调速系统的节能

参考文献:

- [1] 吴忠智,吴加林.变频器应用手册[M].北京:机械工业出版社,1995.
- [2] 苗继军.变频器在轴流式风机中的应用[J].山西煤炭,2006(1).
- [3] 曲素荣,贾燕茹.矿井主通风机变频调速系统技术改造[J].工矿自动化,2009(8).
- [4] 张皓,续明进,杨梅.高压大功率交流变频调速技术[M].北京:机械工业出版社,2006.