

浅谈变频器在煤矿主扇控制系统中的应用

栗万军

(神华集团乌海能源五虎山矿业公司 016042)

[摘要]在分析了传统主扇风机控制系统存在的一些问题后,对主扇风机变频调速控制系统的基本组成和逻辑工作原理进行了详细的分析,并分析了某煤矿中的一台210kw主扇风机的变频调速节能改造所带来的社会和经济效益。

[关键词]变频器 煤矿主扇 节能改造

中图分类号:TN773

文献标识码:A

文章编号:1009-914X(2011)01-0296-01

主扇风机是矿井通风空调系统中的重要设备,是矿井四大固定设备之一,担负着向矿井中输送新鲜空气、排放粉尘和污浊气流,确保矿井各项工作安全顺利开展的重任。在实际运行中发现,一个矿井主扇风机年耗电量占该矿年生产用电的30%-45%左右,有的甚至超过50%。传统主扇风机通常采用继电器直接控制方式,即主扇风机长期处于恒功率运行工况,而实际矿井中所需的用气负荷量是动态波动的,也就是说矿井中主扇风机所消耗的电能有很大部分是被浪费掉的^{[1]-[2]}。因此,根据矿井用气负荷量的动态波动特性,利用变频调速技术对原控制系统进行变频调速节能改造,按照煤矿安全生产运行相应的计算规范要求,合理设置预定参数,保证矿井主扇一直工作在最优的自动节能运行工况,不仅可以保证主扇风机电机具有良好的电气性能,保证设备安全高效运行,同时可以大大减少系统的综合能耗,达到节能降耗的目的。

1 传统主扇风机控制系统存在的不足

传统主扇风机控制系统在调节实时动态性、精准性等方面已经不能满足现代智能控制的需求。

(1) 利用调节风门开度角来静态调节矿井风量,不仅需要消耗运行管理人员较多的调试时间,同时系统不能根据矿井用风量的变化动态调节风门断面尺寸,从而造成巨大的电能资源浪费^[3]。

(2) 采用继电器直接控制主扇风机控制系统,风机电机在启动时,其启动电流将是额定电流的5~7倍,电机将受到巨大的电气和机械冲击,导致电机出现绝缘下降、轴承损坏等问题,大大缩短了主扇风机的综合使用寿命。

2 主扇风机变频调速控制系统

2.1 系统基本组成

主扇风机变频调速系统主要利用安装在矿井中的远程气压传感器动态采集矿井中用气压力信号,并经过对应的控制电缆将气压信号传输给变频器,由变频器内部的DSP数据处理单元完成对数据信息的分析统计,然后经PID调节单元形成对应的条件命令直接作用在主扇风机电机输入电源上,通过改变输入电源的频率值动态调节主扇风机的转速,保证主扇风机高效经济的运行,其主要的逻辑电路拓扑图形如图1所示:

从图1中可知主扇风机变频调速控制系统硬件主要包括配电箱柜、变频器、PLC可编程控制器等硬件设备。同时还包括远程气压传感器、压力变送器智能检测设备。

2.2 变频调速工作原理

配电系统是主扇风机变频调速控制系统正常工作的基本动力源。配电箱经空气开关将电源传输给变频器、PLC等设备元件,完成对主扇风机电机的降压启动,减小启动电流对配电系统、电机以及其它配电设备元件所带来的机械或电气冲击。当变频器和PLC启动后,系统就会进入自动调节环节,通过传感器动态采集安装在矿井中不同位置处的温度、风速、风压等非电模拟信号^[4]。由对应的模数转换模块(A/D电路)将所采集到的非电量模拟信号转换为相应的数据信号,然后由变频器内部的DPS数据处理单元和PID调节单元动态分析获得对应的调节信号脉冲,并转换成相应的电源频率差直接作用在主扇风机电机输入电源上,实现对主扇风机电机的变频节能控制。

2.3 PLC控制中枢

主扇风机变频调速控制系统主要采用PLC作为系统的控制中枢系统。从图1可知,PLC在运行时按照程序预设周期动态扫描I/O端口的数据信息,包括:气压预设、实时气压信号、主扇风机温度、风速、电机启停等信号,并经自带的模拟仿真组态软件获得系统运行的动态画面,运行人员可以在中控室通过监控屏就能了解整个主扇风机变频调速控制系统的实时工况,便于制定合理的调节运行方案^[5]。PLC控制中枢系统不仅能完成对整个控制系统的实时监控,同时还具备运行数据报表打印、声光报警提示、故障自动检测等功能,在保证主扇风机以稳定的风速和风压高效节能运行的基础上,有效提高了系统人性化服务水平。

3 主扇风机变频调速节能改造经济性分析

某高瓦斯煤矿矿井中装有两台型号为4-72-11N020B主扇风机,为了提高运行可靠性,两台电机采用热备用(一用一备)的运行模式,其电机的详细参数见表1所示:

从表1中可知,根据煤矿生产安全规程要求所计算出该矿井所需的配风量为3860m³/s,而所选用的主扇风机实时平均排风能力为4510m³/s,大大超过了标准配风的需求,不仅造成巨大的电能资源浪费,同时电机输入与输出间长期不平衡,使得电机不能一直工作在最优工况,缩短了主扇风机的使用寿命。

3.1 理论节能经济计算

为了简化计算,考虑整个控制系统是理想调速控制系统,根据风机风量与

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3$$

将额定转速735r/min代入式(1)后,计算得到n₂=540r/min,P₂=121kw。若该煤矿年平均运行天数为300天,设备日平均工作18小时计算,则对该煤矿的210kw主扇风机进行变频调速节能改造后,其理论节电率为:

$$(210\text{ kW}-121\text{ kW}) / 210\text{ kW} \times 100\% = 42.3\%$$

如果按工业平均用电0.8元/度进行计算,则改造后带来的理论节能经济效益为:

$$M=(210\text{ kW}-121\text{ kW}) \times 300 \times 18 \times 0.8=38.448\text{ (万元)}$$

也就是说通过变频调速改造后,系统每年可以节省的理论经济费用为38.448万元,大大降低了单位煤炭生产成本,有效提高煤炭企业在市场中的综合竞争力。

3.2 其它效益分析

采用变频调速技术对主扇风机进行节能降耗改造后,主扇风机电机启动时所产生的启动电流仅为额定电流的1.1倍,不会形成强大的电流冲击,有效保证矿区配电网的高效经济运行。同时通过变频器动态调节电机的输入电源频率,使得系统能够实时根据运行负荷需求动态调节电机的转速,有效避开主扇风机谐振点、超负荷、空载等低效工况区,大大提高了电机绝缘的综合使用寿命,保证风机高效经济的运行。

结语

煤矿主扇风机是矿井安全高效生产的重要保障条件,同时也是煤炭生产过程中较大的电能用户。传统的继电器直接控制系统在动态响应、准确性、高效节能等方面均不能满足现代智能控制的需求。利用变频器对原有主扇风机进行节能改造,不仅可以保证主扇风机控制系统高效经济的运行,而且还能取得良好的节能效果,给煤炭生产企业带来巨大的经济和社会效益。

参考文献

- [1] 韩安容. 通用变频器及其应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [2] 董秋生, 冷军发, 铁占续, 等. 煤矿通风机性能测试与故障诊断研究[J]. 煤矿机械, 2006, (08): 190-192.
- [3] 杨波, 司志光, 等. 变频技术在矿井绞车和水泵中的应用[J]. 煤炭技术, 2009, (6): 33-35.
- [4] 杨茹. 变频器在空压机自动恒压供气节能改造中的应用[J]. 电气应用, 2008, 27(24): 30-33.
- [5] 孙彦良, 孔军. 提高主扇风机安全运行的一些措施[J]. 煤炭机电, 2007, (03): 84-86.

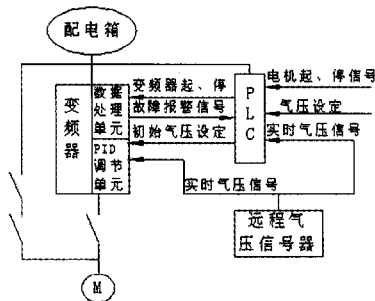


表1 主扇风机主要参数特性

序号	名称	参数
1	额定电机功率	210 kw
2	电压等级	380V
3	标准配风量	3760m ³ /s
4	实测风机排风能力	4510m ³ /s
5	额定转速	735r/min