

文章编号:1671-251X(2010)02-0100-03

# 变频技术在煤矿主扇风机节能改造中的应用

孙 旻, 任吉海, 董翠霞

(山东鲁泰煤业有限公司太平煤矿, 山东 济宁 273517)

**摘要:**介绍了变频调速技术在太平煤矿主扇风机节能改造中的应用。理论计算及现场实测数据表明,改造后的主扇风机节能效果显著。

**关键词:**矿井; 主扇风机; 变频调速; 节能改造

**中图分类号:**TD635

**文献标识码:**B

## 0 引言

煤矿企业作为耗能大户,越来越重视高耗能用电设备的节能改造工作。变频技术凭借其显著的节能优势,在煤矿企业也逐步得到了推广应用。山东鲁泰煤业有限公司太平煤矿采用先进的变频技术先后对矿井主扇风机、空压机、主副井提升机等用电设备进行了改造,改造后这些设备的节能效果显著,取得了良好的经济效益。本文仅对太平煤矿主扇风机的变频改造做简要的可行性分析,介绍其改造后取得的节能效果。

## 1 应用背景

### 1.1 改造前的主扇风机状况

山东鲁泰煤业有限公司太平煤矿属国有煤矿,建矿初期矿井安装有2台4-72-11NO20B主扇风机,1台工作,1台备用。配套JS137-8型电动机,额定功率为210 kW,电压等级为380 V,额定转速为735 r/min,实测风机排风能力为 $Q_1 = 4\,210\text{ m}^3/\text{min}$ 。按煤矿生产安全规程要求的配风量 $Q_2 = 3\,410\text{ m}^3/\text{min}$ 。用闸门调节风量,风门开度为80%。

### 1.2 存在的问题

(1) 矿井风量是通过调节风门开度来改变风道断面尺寸实现的,既耗时又费力;

(2) 电动机在启动时,采用直接启动方式,启动电流为额定电流的5~7倍,电动机受到的机械、电

气冲击较大,缩短了电动机使用寿命;

(3) 通过调节风门,人为地增加通风阻力,改变主扇风机的运行工况以调节风量,电动机仍旧以额定速度运行,多余容量不能利用,浪费了电能;

(4) 挡板受冲击较严重。

## 2 改造方案及节能原理分析

### 2.1 改造方案

#### 2.1.1 改造措施

在原主扇风机配电柜系统上并联1台变频控制柜,型号为HY-FAN/INV-3.0,变频调速控制器选用富士FRN200P11S-4CX,其额定电压为380 V,频率为0~50 Hz,额定电流为377 A。

#### 2.1.2 工作原理

风机启动时,在变频器的控制下,电动机从低频(1~2 Hz)启动,在10 s内达到设定的频率值;风机启动后,通过对电位器的调节,改变变频器的频率,从而改变主扇风机的工作状态,精确控制风量,使通风系统保持在最佳工作状态。

变频控制柜上装有故障报警系统,发生故障时发出声光报警,并显示故障原因。变频控制系统与原有启动系统并联安装,实现两柜手动切换功能,在变频控制系统发生故障时,可及时切换到原启动柜工作。

### 2.2 节能原理分析

#### 2.2.1 变频器节能原理

由流体传输设备风机的工作原理可知:风机的流量(风量)与其转速成正比;风机的压力(扬程)与其转速的平方成正比,而风机的轴功率等于流量与压力的乘积,故风机的轴功率与其转速的3次方成正比,即与电源频率的3次方成正比,如表1所示。

收稿日期:2009-10-19

作者简介:孙 旻(1969-),男,工程师,毕业于徐州煤炭工业学校,现任山东鲁泰煤业有限公司太平煤矿机电科科长,一直从事煤矿机电技术管理工作,已发表文章8篇。E-mail:sunmin1027@sina.com

表 1 风机频率、转速、流量、压力、轴功率关系表				
频率 $f/\text{Hz}$	转速 $n/\%$	流量 $Q/\%$	压力 $H/\%$	轴功率 $P/\%$
50	100	100	100	100
45	90	90	81	72.9
40	80	80	64	51.2
35	70	70	49	34.3
30	60	60	36	21.6

根据上述原理可知,改变风机的转速就可改变风机的输出功率,所以通过变频调速技术改变转速即可达到调节矿井风量的目的。

2.2.2 风门特性及变频器节能原理

风门的开启角度与管道压力、流量的关系如图 1 所示。

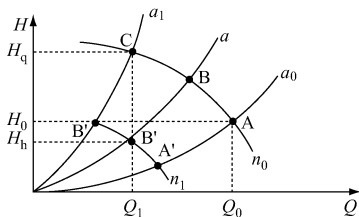


图 1 风门的开启角度与管道压力、流量的关系图

当电动机以额定转速  $n_0$  运行时,风门角度为  $a_0$  (全开), $a$ 、 $a_1$  变化时管道压力与流量只能沿 A、B、C 点变化,若想减小管道流量到  $Q_1$ ,则必须减小风门开度到  $a_1$ ,这使得风门前压力由原来的  $H_0$  提高到  $H_q$ ,实现调速控制后,风门后压力由原来的  $H_0$  减小到  $H_h$ 。风门前后存在一个压差  $H = H_q - H_h$ 。

如果让风门全开(开度为  $a_0$ ),采用变频调速,使风机转速至  $n_1$ ,且流量等于  $Q_1$ ,压力等于  $H_h$ ,那么工艺上与风门调节一样,达到风量要求,但在电动机功耗上则大不一样。风机水泵的轴功率与流量和扬程或压力的乘积成正比。在流量为  $Q_1$ 、用风门节流时,令电动机的功率为  $Nf = k H_h Q_1$ ,则用变频调速比风门调速节省的电能为

$$H_j - Nf = k (H_q - H_h) Q_1 = Q_1 H \quad (1)$$

由图 1 可知,流量越低,风门前后压差越大,即变频调速在流量小、转速低时,节能效果更好。

3 改造后的效益分析

3.1 理论节能计算

根据风机的排风量与转速之间的关系:

$$Q_2 / Q_1 = n_2 / n_1 \quad (2)$$

计算得电动机调节后电动机转速为 596 r/min。

根据电动机转速与频率的公式:

$$n = 60f(1 - s) / p \quad (3)$$

式中: $f$  为三相交流电源频率,一般为 50 Hz; $p$  为电动机定子磁场对数; $s$  为电动机的转差率,一般异步电动机在额定负载下时, $s = (1 - 6) \%$ 。

计算得变频器频率设定在 40 Hz。

根据风机、泵类平方转矩负载关系式:

$$P / P_0 = (n / n_0)^3 \quad (4)$$

式中: $P_0$  为额定转速  $n_0$  时的功率; $P$  为转速为  $n$  时的功率。

计算得  $P = 112 \text{ kW}$ 。

理论节电率为  $(210 \text{ kW} - 112 \text{ kW}) / 210 \text{ kW} \times 100 \% = 47 \%$

3.2 直接经济效益

改造前后的实测数据如表 2 所示。

表 2 改造前后的实测数据表				
	A 相	B 相	C 相	平均
变频	190 A	193 A	185 A	189 A
工频	290 A	294 A	290 A	292 A

由表 2 实测数据可计算得出:

节电率 =  $(\text{工频值} - \text{变频值}) / \text{工频值} \times 100 \% = 36 \%$

改造前年耗电量( $\cos = 0.887$ ):

$$W_1 |_{\text{kW} \cdot \text{h}} = Pt = 1.732 UI \cos \times 24 \times 365 = 1\,493\,282.8$$

改造后年耗电量( $\cos = 1$ ):

$$W_2 |_{\text{kW} \cdot \text{h}} = Pt = 1.732 UI \cos \times 24 \times 365 = 1\,089\,676.0$$

年节电量为

$$(W_1 - W_2) |_{\text{kW} \cdot \text{h}} = 1\,493\,282.8 - 1\,089\,676.0 = 403\,606.8$$

每年节约电费(按 0.6 元/度计):

$$403\,606.8 \times 0.6 = 242\,164.08 \text{ 元}$$

节电效果非常明显,当年就可收回改造费用。

3.3 间接效益

(1) 低频启动可以消除工频 50 Hz 直接启动对电动机及风机负载的冲击,使风机的启动性能更加稳定,并且减小直接启动对矿区电网的干扰和冲击;电动机不用一直工作在额定转速,运行平稳,大大降低了系统机械的磨损,延长了设备的使用寿命,减少了维护费用。

(2) 矿井风量的调整方便简捷,使用变频器只需通过变频器的升降频率来调整频率,即可达到调整矿井风量的目的,几分钟即可完成,有效提高矿井

文章编号:1671-251X(2010)02-0102-06

# 基于 DeviceNet 协议的新型低压断路器 智能控制器的设计

郝存根, 蒋卫良, 王大华

(煤炭科学研究总院上海分院, 上海 200030)

**摘要:**针对现有低压断路器控制器与控制网络通信因采用自定义协议而存在通信可靠性低和互换性差的缺点,介绍了一种基于 DeviceNet 协议的新型低压断路器智能控制器的设计方案,详细介绍了控制器软、硬件设计。该控制器不仅能实现一般控制器的功能,还具有 DeviceNet 总线接口,可以很方便地与监控中心计算机通信。实验运行结果表明,该智能控制器运行可靠、操作方便。

**关键词:**低压断路器; 控制器; 网络通信; DSP; DeviceNet

**中图分类号:**TD611 **文献标识码:**B

## Design of a New Type of Intelligent Controller for Low-voltage Breaker Based on DeviceNet Protocol

XI Cun-gen, JIANG Wei-liang, WANG Da-hua

(Shanghai Branch of China Coal Research Institute, Shanghai 200030, China)

**Abstract:** In view of situation that existing controller and networking communication of low-voltage breaker adopt user-defined protocol, which has shortcomings of poor reliability and exchangeability in communication, the paper introduced a design scheme of a new type of intelligent controller for low-voltage breaker based on DeviceNet protocol and introduced its design of hardware and software in details. The controller not only has functions of a general controller, but also has DeviceNet fieldbus interface, which can communicate with computers in control center expediently. The experiment result showed that the

收稿日期:2009-10-16

**作者简介:**郝存根(1983-),男,2007年毕业于山东理工大学,现为煤炭科学研究总院上海分院在读硕士研究生,研究方向为机械设计及其理论。E-mail:xicungen@126.com

通风的安全性;

(3) 保护功能完善,减少设备维修、故障等。

## 4 结语

山东鲁泰煤业有限公司太平煤矿主扇风机采用变频调速控制器进行改造后,与原调节风量的方式相比,风机效率稳定在一个较理想的范围内,电动机的能耗大大降低;改善了电动机的启动性能,有效地延长了电动机的寿命。主扇风机改造2年来,运行稳定可靠,减少了使用及维护费用,取得了良好的经济效益,达到了改造的目标和要求。理论计算及现

场实测数据表明,改造后的主扇风机节能效果显著。

## 参考文献:

- [1] 李瑞来,何洪臣,韩文昭. 矿山提升机变频调速系统[J]. 变频器世界,2000(9).
- [2] 杜秀红. 矿用提升机变频调速系统[J]. 变频器世界,2005(10).
- [3] 韩安容. 通用变频器及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [4] 戴广平. 电动机变频器与电力拖动[M]. 北京:中国石化出版社,1999.