

文章编号: 1671- 251X(2011) 05- 0082- 03

# 变频技术在锅炉风机中的应用

陶志勇

(淮北矿业(集团)有限责任公司袁店二矿, 安徽 涡阳 233665)

**摘要:** 针对袁店二矿锅炉鼓风机、引风机采用工频运行方式存在电网冲击大、电能浪费严重的问题, 提出采用变频技术改造的方法; 分析了变频节能原理、变频控制原理及节能效果。在风机设备上使用变频技术调节电动机转速和风量, 可精确地调节锅炉送风量及引风量, 不仅提高了锅炉热效率及燃烧效率, 而且节能降耗效果显著, 平均节能在 30%~40% 左右。

**关键词:** 煤矿; 锅炉; 鼓风机; 引风机; 变频调速; 节能

中图分类号: TD635 文献标识码: B

## Application of Frequency-conversion Technology in Fans of Boiler

TAO Zhiyong

(Yuandian No. 2 Coal Mine of Huabei Mining (Group) Co., Ltd., Guoyang 233665, China)

**Abstract:** In view of problems of big impact to power grid, serious energy waste caused by operation mode of industrial frequency of blower and fan of boiler of Yuandian No. 2 Coal Mine, the paper proposed an improved method with frequency-conversion technology, analyzed energy saving principle of frequency-conversion, control principle of frequency-conversion and effect of energy saving. By use of frequency-conversion technology for fan device to regulate speed and air volume of motors, output and input of air volume of boiler can be accurately adjusted, so as to improve thermal efficiency and combustion efficiency of boiler and reduce energy consumption remarkably with 30%~40% average value of saving energy.

**Key words:** coal mine, boiler, blower, fan, frequency-conversion speed-regulation, saving energy

收稿日期: 2011- 02- 14

作者简介: 陶志勇(1968-), 男, 安徽宿州人, 工程师, 现主要从事煤矿机电管理工作。E-mail: 1225030151@qq.com

## 0 引言

众所周知, 煤矿原有锅炉风机(鼓风机、引风机)都是在工频状态下运行的, 电气多采用接触器控制,

景, 管理层在 PC 上通过浏览器即可对生产现场的信息进行实时监控, 方便了管理, 提高了生产效率。

### 参考文献:

- [1] 张丽娜, 朱永红. 嵌入式 Internet 技术的研究与实现 [J]. 计算机工程与设计, 2007, 29(12): 3266-3268.
- [2] Digi 半导体公司中国上海代表处. Rabbit 推出新模块 MiniCore™ RCM5700 [J]. Application of Electronic Technique, 2009(2): 6-7.
- [3] 姚琳. MiniCore 系列模块提供以太网和 Wi-Fi 版本 [J]. EDN CHINA 电子设计技术, 2009(3): 14.
- [4] Digi International Inc. Rabbit5000 Microprocessor

User's Manual [EB/OL]. [2010-12-15]. <http://www.rabbit.com>.

- [5] Digi International Inc. MiniCore RCM5700 User's Manual [EB/OL]. [2010-12-15]. <http://www.rabbit.com>.
- [6] Digi International Inc. Dynamic C User's Manual [EB/OL]. [2010-12-15]. <http://www.rabbit.com>.
- [7] 杨素英, 李丹, 仲崇权, 等. 基于 Web Server 下的嵌入式系统应用研究 [J]. 仪器仪表标准化与测量, 2002(5): 2-7.
- [8] 杨亦荣, 朱善安, 胡其鹏. 基于嵌入式 Web 的实时以太网分布式控制系统 [J]. 工业控制计算机, 2003, 16(4): 22-23.

故障率高, 流量调节控制靠改变风门挡板或阀门来实现, 其机械设备维修量大, 工人劳动强度大, 节流引起大量电能损失, 电网冲击及电能浪费也很严重。变频技术作为一种电子技术, 它的应用使设备工作效率明显提高, 操作更加方便, 还能节约能源, 带来可观的经济效益。为此, 大多数煤矿都对原有的风机控制设备进行了技术改造, 采用变频技术来控制。通过变频技术来调节电动机转速以调节风量, 可精确地调节锅炉送风量及引风量, 提高锅炉热效率及燃烧效率, 平均节能在 30%~40% 左右。

## 1 变频调速节能原理

### 1.1 变频器控制风机电动机流程

采用变频器控制风机电动机的流程如图 1 所示。

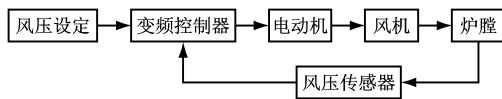


图 1 采用变频器控制风机电动机的流程

风压设定通过变频器输入端子设定, 变频器通过预编程序进行运算, 对不同压力信号输出控制信号<sup>[1]</sup>。改变电动机电源频率以改变风机转速, 从而调节炉膛风压, 炉膛内风压通过传感器将信号传递给变频器, 实现自动控制。

### 1.2 电动机转速与电源频率的关系

根据电磁感应原理得知, 电动机转速与电源频率之间的关系为

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

式中:  $n$  为转速;  $f$  为频率;  $p$  为电动机极对数。

当风机转速改变, 而其它条件不变时, 性能参数有如下关系:

$$\begin{cases} Q_0/Q' = n_0/n' \\ H_0/H' = (n_0/n')^2 \\ N_0/N' = (n_0/n')^3 \\ N = QH = Kn^3 \end{cases} \quad (2)$$

式中:  $Q_0$  为风机额定流量;  $Q'$  为改变后的风机流量;  $H_0$  为风机额定风压;  $H'$  为改变后风机风压;  $N_0$  为风机额定轴功率;  $N'$  为改变后风机轴功率;  $n_0$  为电动机恒定转速;  $n'$  为改变后的电动机转速;  $K$  为比例系数。

通过式(2)可看出, 流量与转速成正比, 风压与转速平方成正比, 轴功率与转速立方成正比。当频率降低时, 其电动机转速降低, 而相应流量、风压和轴功率也降低, 反之将增加。

## 1.3 风机运行曲线

采用变频技术控制风机, 与一般调节风门控制风量相比, 有明显节能效果, 如图 2 所示。

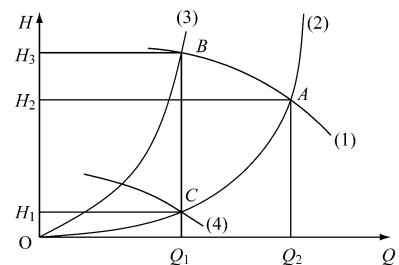


图 2 风机运行曲线

图 2 中曲线(1)( $A$  和  $B$  之间的线)为风机在恒定转速  $n_0$  下的风压-风量特性; 曲线(2)为管网阻力特性。

假设风机在  $A$  点效率最高, 此时风压为  $H_2$ , 风量为  $Q_2$ , 轴功率为  $H_2 \cdot Q_2$  的乘积, 用图 2 中面积  $AH_2OQ_2$  表示; 如果风量从  $Q_2$  减少到  $Q_1$ , 管网阻力特性变到曲线(3), 原先工况点由  $A$  变到新的  $B$  点运行, 风压增加, 轴功率用图 2 中面积  $BH_3OQ_1$  表示, 轴功率下降不大; 如采用变频调速, 风机转速由  $n_0$  降到  $n'$ , 画出在转速  $n'$  下风压-风量特性曲线(4)(过  $C$  点的线), 在同样风量  $Q_1$  的情况下, 风压  $H_1$  大幅度降低, 轴功率也随之显著减少, 用面积  $CH_1OQ_1$  表示, 节省功率用面积  $BH_3H_1C$  表示, 节能效果十分可观。

## 2 鼓风机、引风机变频控制原理

(1) 鼓风机: 在锅炉运行时, 必须不断供给炉膛中燃料燃烧所需的空气, 那样燃料才能得到充分燃烧, 控制回路是根据实际的炉膛温度数值进行调节的, 其目的是为了保持合适的炉膛温度, 在温度发生变化时, 感应装置通过变送器, 将测出的炉膛温度信号转换成电信号, 经过 PID 控制算法后输出给变频器, 变频器再通过输出不同电压及频率控制鼓风机电动机转速, 控制鼓风机风量的大小。

(2) 引风机: 连续不断地将炉膛内燃烧产生的烟气通过烟道、烟囱排出, 如果风量过大, 排烟温度过高, 会造成浪费; 如果风量过小会影响锅炉的效率。通过感应装置采集炉膛负压信号, 经过变送器反馈至变频器, 通过变频器内置的 PID 参数调整, 调整引风电动机转速, 以任意调节引风量大小。

## 3 风机变频控制的优点

(1) 实现自动控制: 使难以控制的燃烧过程实

现自动化控制, 挡板和调节阀机械磨损、卡死等故障不复存在了, 减少劳动强度, 降低维修时间, 提高生产效率。

(2) 控制电动机启动电流: 电动机通过工频启动时会产生7~8倍的额定电流, 这样大的电流会增加电动机绕阻的电应力并产生热量, 降低电动机使用寿命, 同时对电网冲击很大、电压波动大<sup>[3]</sup>。使用变频调速, 动转矩大、功率因数高, 能实现软启动, 对电动机、电网冲击力大为减小。

(3) 具有过载、过流、过压、欠压、电源缺相等自动保护功能。

(4) 操作简单方便、运行平稳、无级调速、调速范围大。

(5) 节能效果显著, 由于最终的能耗与电动机转速成立方比, 大大节约了生产成本。

#### 4 节能效果分析

袁店二矿锅炉房现有3台10t锅炉, 配有3台鼓风机、3台引风机, 单台鼓风机功率为15kW, 单台引风机功率为55kW, 电压为380V, 频率为50Hz, 电动机极对数为2, 转速为1480r/min,  $\cos\phi=0.85$ 。

根据公式  $P=\sqrt{3}UI\cos\phi\times 24$  计算耗电量, 其中  $P$  为耗电量;  $U$  为电压;  $I$  为电流;  $\cos\phi$  为功率因数。

鼓风机引风机工频运行时, 鼓风机运行电流为30A, 引风机运行电流为102A。

鼓风机耗电量:  $P|_{\text{kW}\cdot\text{h}}=\sqrt{3}UI\cos\phi\times 24=1.732\times 380\times 30\times 0.85\times 24=403$ 。

引风机耗电量:  $P|_{\text{kW}\cdot\text{h}}=\sqrt{3}UI\cos\phi\times 24=1.732\times 380\times 102\times 0.85\times 24=1369$ 。

总耗电量:  $P|_{\text{kW}\cdot\text{h}}=1369+403=1772$ 。

变频调速后的耗电量:

鼓风机功率为15kW, 频率为45Hz, 电流为18A; 引风机功率为55kW, 频率为42Hz, 电流为73A。

鼓风机耗电量:  $P|_{\text{kW}\cdot\text{h}}=\sqrt{3}UI\cos\phi\times 24=242$ 。

引风机耗电量:  $P|_{\text{kW}\cdot\text{h}}=\sqrt{3}UI\cos\phi\times 24=980$ 。

总耗电量:  $P|_{\text{kW}\cdot\text{h}}=980+242=1222$ 。

可见平均每天可节电  $1772-1222=550$  kW, 按每度0.8元计算, 每天节约440元。若按3台锅炉正常运行计算, 节能效果和经济效益相当可观。

#### 5 结语

(1) 锅炉风机采用变频调速技术可实现炉膛负压的闭环控制, 具有节能降耗、调节性能好的特点, 能更好地满足生产需要。

(2) 采用变频技术可对锅炉鼓风机实现变频调速控制, 结合对炉排调整, 保证煤充分燃烧, 提高了锅炉热效率和燃烧效率, 使锅炉处于良好运行状态, 避免冒黑烟现象, 达到了环保要求。

#### 参考文献:

- [1] 刘阿军. 变频技术在风机、水泵节能改造中的应用 [J]. 中小企业管理与科技, 2010(25): 230-231.
- [2] 张春和. 变频装置在风机中的应用 [J]. 煤炭技术, 2009(4): 35-36.
- [3] 李国平, 胡鸣. 变频技术在锅炉风机上的应用 [J]. 应用能源技术, 2007(4): 28-30.
- [4] 吴忠智, 吴加林. 变频器应用手册 [M]. 3版. 北京: 机械工业出版社, 2007.

## 2011中国(山西)国际煤炭工业装备及能源展览会会讯

由中国煤炭城市发展促进会、中国设备管理协会联合主办的“2011中国(山西)国际煤炭工业装备及能源展览会”将于2011-09-08—10在山西省展览馆举办。

本届展览会采用“一网一刊一会”的服务模式, 搭建平台为供需方进行供需衔接, 为新品传播、品牌塑造提供方便。

主要参展范围: (1) 大型能源企业形象展示; (2) 大型煤矿高产高效及安全生产示范形象展示; (3) 煤电、煤化工、煤层气开发项目展示; (4) 矿用

程与设计成果、专利展示; (5) 煤矿开采技术设备与矿山服务设备展示; (6) 煤矿安全技术设备及其它辅助设备展示; (7) 工程机械及专用车辆展示; (8) 矿用防爆产品、救援设施及应急设施设备。

联系人: 钱书华

电话: 15810584468, 010-57532015, 57532017

传真: 010-68631368

E-mail: qianshuhua@yeah.net

组委会地址: 北京市石景山区时代花园东街8号院3号楼102室 邮编: 100043