

蒸汽锅炉风机变频调速节能改造

童克波

(兰州石化职业技术学院 电子电气工程系, 兰州 730060)

摘要:从理论上分析比较了对风量进行调节的两种方法的优劣。传统方法是调节节流阀或挡板的开度,这种方法风量的调节范围小,进风量稳定性差,风量损失严重,能耗大,动态跟踪性能也很差。而对风机电机采用变频调速,将阀门全开,其所消耗的电功率要比调节阀门开度消耗的电功率小的多。文中给出了对蒸汽锅炉引风机、送风机进行变频调速改造方案,并分析了节能效果。

关键词:风机变频节能;风机变频改造;节能效果

中图分类号:TK223.26 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-0682(2013)01-0074-03

Reformation for energy saving of steam boiler fan based on frequency conversion speed regulation

TONG Kebo

(Department of Electronic and Electric Engineering, Lanzhou Petrochemical College of Vocational Technology, Lanzhou 730060, China)

Abstract: From theoretical analysis, comparison of two methods on air volume regulation. The traditional approach was adjusting throttle valve or damper opening degree, this method of air volume regulating small range, bad quantity stability, serious air loss, large energy consumption, poor dynamic tracking performance. But fan speed controlled by frequency conversion, taking valve fully open, electric power consumed less than regulating valve opening. In practice, given steam boiler fan, blower for frequency conversion speed regulation scheme, and analyses energy saving effects, thus bring a series of benefits.

Key words: fan frequency conversion energy saving; frequency conversion transformation; energy saving effect

0 引言

锅炉作为能源转换的重要设备,在石化工业生产中占据重要的角色,根据生产负荷需求,锅炉要随时调整生产状态,改变供热量多少。但目前有些锅炉生产还处于人工手动改变风门大小来调整的状态,造成能源浪费。在能源紧张,供求矛盾日益突出的情况下,开发和推广变频调速节能技术势在必行。

1 风机变频调速节能原理

1.1 风机的控制方法

风机是一种压缩和输送气体的机械,通常采用调节风量和压力大小的方法进行控制。过去很少采用转速控制的方法,多是由鼠笼式异步电机拖动进行恒速运转,当需要改变流量时,调节节流阀或挡

板。由于风机消耗的功率与风压和风量的乘积成正比。在通过关小风门来减小风量时,消耗的电功率虽然也有所减少,但减少得不多。如图 1 中曲线 1 所示。这种方法虽然控制简单、投资小,但风量调节范围小,进风量稳定性差,风量损失严重,能耗大,动态跟踪性能也很差。

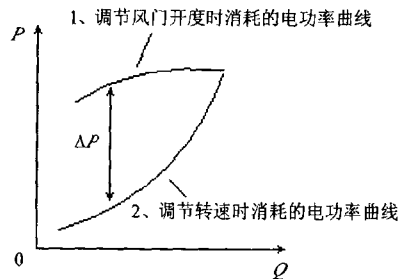


图 1 风机在两种控制方式下的功率消耗曲线

采用变频调速后,将阀门全开,通过改变电机电源频率的方法来改变电机转速。由于风门全开,风机风阻特性不变,这时风压则随转速的改变而改变,其消耗的电功率与转速的三次方成比例,在所需风量相同的情况下,调节转速的方法所消耗的功率比

收稿日期:2012-07-26

作者简介:童克波(1966),男,硕士,副教授,研究方向为电气自动控制及监控。

调节风门开度的方法所消耗的功率要小得多,如图1中曲线2所示。

1.2 节能分析

由图1所示曲线1和曲线2对比可知,所需风量相同的情况下,调节转速的方法所消耗的功率要小得多,其差为 ΔP 。由流体力学可知,风机的风量 Q_F 与转速 n 的一次方成正比,风压 P_F 与转速 n 的平方成正比,轴功率 P 与转速 n 的立方成正比,即

$$Q_{F1} = Q_{F2}(n_1/n_2), P_{F1} = P_{F2}(n_1/n_2)^2,$$

$$P_1 = P_2(n_1/n_2)^3$$

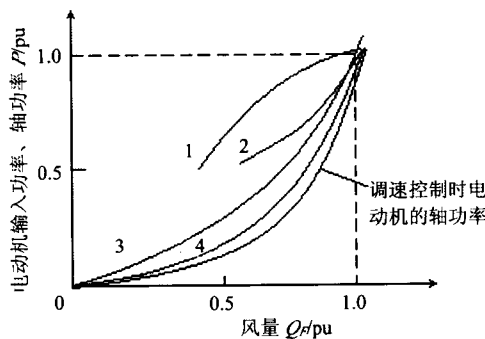
式中: Q_{F2} 为风机的额定流量, P_{F2} 为风机的额定压力, P_2 为风机的额定功率, n_2 为风机的额定转速。

轴功率 P (kW)计算公式如下:

$$P = \frac{Q_F P_F}{\eta_c \eta_b} \times 10^3$$

式中: η_b 为鼓风机的效率; η_c 为传动装置的效率,直接传到时为1。

当采用不同的调速方法时,电动机的输入功率、轴输出功率与风量的关系曲线如图2所示,所标数字为标么值。从图中可以看出,采用不同的调节方法时电动机的输入功率、轴功率不同。变频器调速控制时风机所需的轴输入功率,即电动机的轴输出功率最小。而输出端风门控制方法耗能最大,现已很少采用,一般采用在输入端进行风门控制,但其能耗依然很大。



1. 输出端风门控制时电动机的输入功率;2. 输入端风门控制时电动机的输入功率;3. 转差功率调速时电动机的输入功率;4. 变频器调速控制时变频器的输入功率

图2 风机的输入功率-风量特性

2 系统方案实现

2.1 变频改造对象

现对兰州石化公司12单元的35 t/h蒸汽锅炉的引风机、送风机的电机进行变频调速改造。引风机、送风机的参数如表1所示。35 t/h锅炉运行情况数据记录如表2所示。

表1 引风机、送风机参数

位号	1 [#] 、2 [#] 引风机	1 [#] 、2 [#] 送风机
型号	Y4-73-11N012D	G4-73-11N011D
额定风量(m ³ /h)	85 400	49 300
额定转速(r/min)	1 450	1 450
风压(Pa)	2 675	3 920
配套电机型号	Y280M-4	Y280S-4
电机功率(kW)	110	75

表2 35 t/h锅炉运行数据

锅炉产气量(t/h)	系统风压 Pa	电流 A		挡板开度%		
		引风机	送风机	引风机	送风机	
23	800	1 450	80	60	60	35
28	800	1 600	95	68	76	35
30	1 000	1 600	80	65	65	33
32	1 000	1 600	80	65	65	35
14	1 900	1 000	70	60	50	30
16	2 300	1 400	65	40	50	25

2.2 变频调速方案实现

系统采用2台三菱公司变频器FR-A540L-110K、2台FR-A540L-90K。每台变频器均有2种操作方式,本地控制和中央控制,为满足工艺要求,根据温度、压力等参数范围的设定,系统可以实现联锁控制。操作失误时,启动命令失效,上位机同时发出故障报警。系统流程图等均在监控界面上显示,任意时间段的各种工作参数可随时提取。正常情况下,根据锅炉运行参数自动调节变频频率,实现远程控制。当出现紧急情况时,操作员可以在变频器间操作。以引风机变频控制为例,其控制原理如图3所示。

2.3 节能效果分析

离心风机的特性与离心泵的特性相似,风道管路流体的阻力 $\Sigma \Delta H$ 与风量关系为 $\Sigma \Delta H = KQ^2$, K 为管路系数。管路特性曲线与风机的特性曲线交点即是风机的实际工作点,如图4所示。

当锅炉产汽230 t/h时,引风机风量大约是额定风量的78%~80%左右,送风机的额定风量为70%左右。以送风机调节为例,这时,如果用风机挡板调节,工作点将移至 P_1 点, ΔH_{P1} 这一部分压力要克服挡板的节流阻力,无益地消耗掉这一部分功率。另外,根据 $N = HQ/\eta$,在 P_1 点工作时, N_1 为 N 的95%,显然轴功率变化不大。

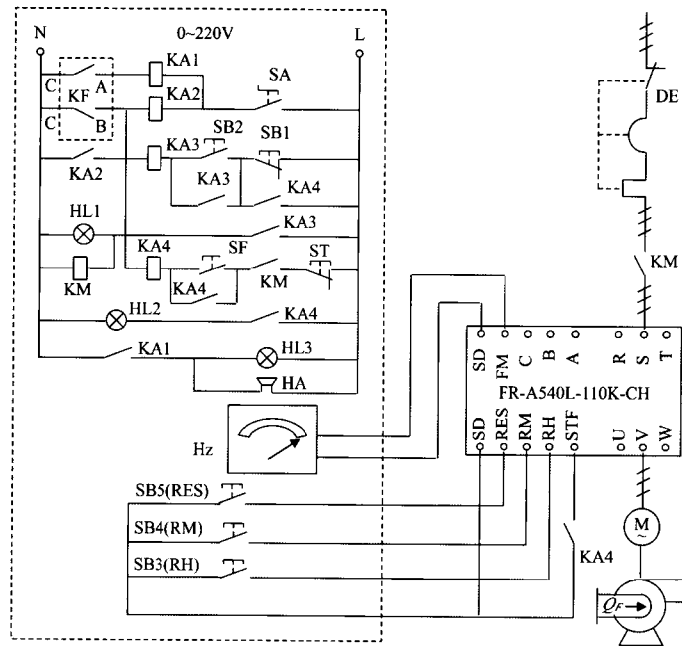


图 3 引风机变频调速控制原理图

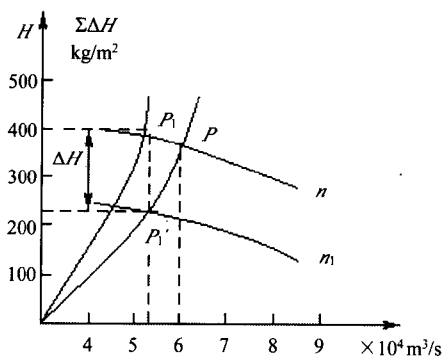


图 4 风机实际工作点

改用变频调速,通过改变风机转速来改变风机的性能,工作点移至 P_1' ,风量的减小是靠降低风机转速使内机风压变小来达到的,这种调节方法不存在附加阻力而引起的能量消耗。根据风机的比例定律,当风量下降到额定风量的 70%,这时风机所需的轴功率将为额定轴功率的 34.3%,对比挡板调节节能效果非常显著。

2.4 经济效益

经济效益测算,如果引风机风量按额定风量的 80%变化,送风机风量按额定风量的 70%变化计算。

每年引风机运行的节电量为:

$$W_{引} = P_n T / \eta - P_n (n_1/n)^3 T / \eta$$

已知 $P_n = 69.6 \text{ kW}$, $n_1/n = 0.8$, $\eta = 93\%$, T 按 8 600 h 计算。

则: $W_{引} = 314 \text{ 083 (kWh)}$ 。

每年送风机运行的节电量为:

$$W_{送} = P_n T / \eta - P_n (n_1/n)^3 T / \eta$$

已知: $P_n = 68.8 \text{ kW}$, $n_1/n = 0.7$, $\eta = 88.5\%$, T

按 8 600 h 计算。

则: $W_{送} = 439 \text{ 247 (kWh)}$ 。

每年总的节电量为:

$$W = W_{引} + W_{送} = 753 \text{ 330 (kWh)}$$

每 kWh 电价按 0.30 元计算,仅送风机每年可节约电费: $753 \text{ 330} \times 0.30 = 225 \text{ 999}$ 元。按目前变频器的市场价格,选用通用型变频器,90 kW 和 110 kW 各一台,一年时间就可收回投资。

3 结束语

在风机设备中采用变频调速技术,实现恒转矩调速,不会因变频后出现拖不动的现象;调速后风机的性能曲线发生变化,而管路特性不变,工作点仍是风机的性能曲线和管路特性曲线的交点,完全能满足管道流量和压力要求。

传统的管路调节,利用阀门、挡板节流调节,势必在节流部分产生很大的压降,节流部件容易损坏;而变频调速的调节在流量减小时,管路压力也随之降低,延长了设备的使用寿命,降低了设备的维护费用。

变频调速技术也提高了功率因数使电网损耗减少。同时降低了风机噪音,改善了生产环境。另外变频器保护功能齐全,有效地防止事故扩大化。

参考文献:

- [1] 张晓艳. 变频调速技术在锅炉控制系统中节能效果分析[J]. 仪器仪表用户, 2006, 13(6): 73.
- [2] 陈伯时. 自动控制系统电力拖动控制[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [3] 杨兴瑶. 电动机调速的原理及系统[M]. 北京: 水利电力出版社, 2004.

蒸汽锅炉风机变频调速节能改造

作者: 童克波, TONG Kebo
作者单位: 兰州石化职业技术学院电子电气工程系, 兰州, 730060
刊名: 工业仪表与自动化装置 **ISTIC**
英文刊名: Industrial Instrumentation & Automation
年, 卷(期): 2013(1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gyybyzhzz201301021.aspx