

文章编号:1005—7277(2017)02—0041—03

高压变频调速技术在锅炉引风机改造中的节能运用*

陈笑梅¹, 杨亚洲^{2,3}

(1. 国家电网甘肃送变电工程公司 甘肃诚信电力机具制造有限责任公司, 甘肃 兰州 730050; 2. 大型电气传动系统与装备技术国家重点实验室, 甘肃 天水 741020; 3. 天水电气传动研究所有限责任公司, 甘肃 天水 741020)

摘要: 随着高压变频装置应用领域的不断扩大, 高压变频调速技术已广泛应用于钢铁、煤炭、石油、化工等行业, 其对优化生产工艺、节约能源、提高经济效益等都具有重要意义。针对某公司锅炉引风机变频改造案例, 采用变频调速技术对传统的锅炉引风机系统进行改进, 并通过改造前后相关数据的分析来验证该技术的可行性。

关键词: 高压变频装置; 引风机; 调速技术

中图分类号: TM921; TP273

文献标识码: A

Energy saving application of high-voltage variable-frequency speed-regulation technology in boiler induced-draft fan modification

CHEN Xiao-mei¹, YANG Ya-zhou^{2,3}

(1. Gansu Chengxin Electric Power Equipment manufacturing Co., Ltd., Lanzhou 730050, China; 2. State Key Laboratory of Large Electrical Drive Systems and Equipment Technology, Tianshui 741020, China; 3. Tianshui Electric Drive Research Institute Co., Ltd., Tianshui 741020, China)

Abstract: With the continuous development enlargement of the application fields of the high-voltage variable-frequency device, the VVVF technology has been widely using in various industries of the iron and steel, the coal, the petroleum, the chemical and the other industries. It has important significance for optimizing the production process, saving the energy and improving the economic benefit. Aiming at the modification of the boiler induced-draft fan, the VVVF technology is used to improve the traditional boiler induced-draft fan. Through the comparison, analysis and calculation of the relevant data before and after modification, it is proved that the feasibility of the VVVF technology.

Key words: high-voltage variable-frequency device; induced-draft fan; speed control technology

1 引言

某公司共有 6 座锅炉 12 台引风机, 用于向全公司各分厂提供蒸汽以推动化工生产。长期以来, 这些锅炉引风机一直采用液力偶合器调速方式来调节风量, 调速范围小, 精度低, 线性度差, 响应速度慢, 高速丢转约 5%~10%, 低速转差损耗大, 最高可达额定功率的 15%, 特别是低负荷时节流损耗更大。启动这些风机将会对电网产生较大的冲击, 同时启动冲击转矩也会显著危害电机和风机的使用寿命。

为了彻底解决上述问题, 对 6 座锅炉的 12 台

引风机进行变频改造十分必要。本文采用高压变频调速技术, 实现电机连续无级调速, 调速范围宽, 调节精度高, 运行效率大。同时实现电机的软启动, 减少启动冲击及设备磨损。通过改变电动机转速使炉膛的负压和氧量等指标与引风机的风量维持稳定关系, 以满足锅炉燃烧及稳定运行需要, 达到改善技术工艺和节能降耗的目的。

2 变频改造方案

该公司六座锅炉的 12 台引风机均采用高压变频装置, 利用变频器来改变电动机的转速, 以此来调

* 基金项目: 甘肃省杰出青年基金项目(1606RJDE321)

节引风机的风量和风压。一台锅炉的 2 台引风机均采用一拖一的方式,两台引风机并列运行,通过主从控制结构以满足多机间的力矩平衡及速度同步,其主从控制回路图如图 1 所示。

高压变频装置采用单元串联多电平 PWM 电压源型变频器,由若干个低压 PWM 变频功率单元串联方式直接实现高压输出。该变频器对电网的谐波污染小,输入功率因数高,不必采用输入谐波滤波器和功率因数补偿装置,输出波形好,不存在由谐波引起的电动机附加发热、转矩脉动、噪声、输出 du/dt、共模电压等问题,可应用于普通的异步电动机,且对电动机及输出电缆的长度无特殊的要求。

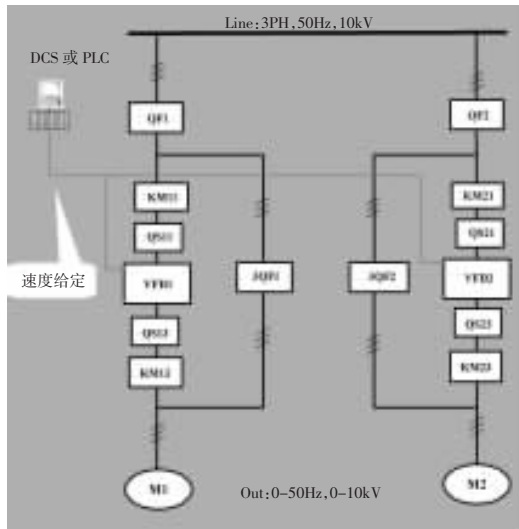


图 1 两台引风机主从控制回路图

为了充分保证系统的可靠性,为变频器同时加装自动工频旁路装置,其主回路图如图 2 所示。

变频器发生故障时,变频器同时断开输入和输出,电机可以自动切换到工频下运行,保证风机能够持续不间断地工作以不影响生产。工频旁路由 2 个高压真空接触器 1kM 和 2kM、2 个高压隔离开关 QS1 和 QS2 及高压断路器 3QF 组成(其中 QF 为甲方原有的高压开关)。要求 QS1、QS2、1kM、2kM 不能与 3QF 同时闭合,在电气上实现连锁。变频运行时, QS1、QS2 闭合, 1kM、2kM 闭合, 3QF 断开;工频运行时, QS1、QS2 断开, 1kM、2kM 断开, 3QF 闭合。

为了实现变频器的故障保护,变频器对变频侧主回路 1kM、2kM 及工频侧 3QF 和 10kV 开关

QF 进行连锁,一旦变频器出现故障并发送故障信号给旁路柜,旁路柜就会跳开 QF 和 1kM、2kM,同时通过延时继电器延时 2~5s 闭合 3QF,续而闭合 QF,使电机投入工频运行。

变频器检修时隔离开关 QS1、QS2 由手动断开以形成明显的断开点,保证工作人员的安全。

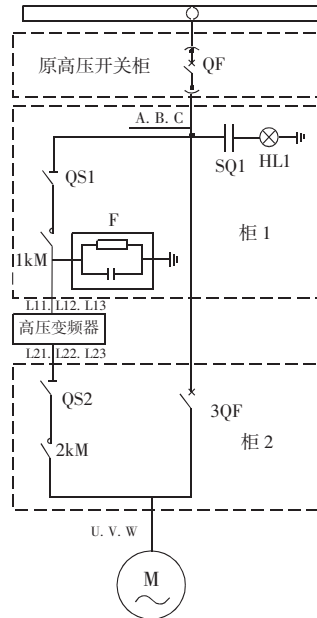


图 2 自动旁路柜主回路图

高压变频装置具有远程控制和本地控制功能,可同时实现变频器的启动、停机、调速等控制,并对变频器的运行数据和当前状态实施监控。为了实现变频调速系统的高可靠性,在现场操作台上配置变频器控制按钮,它也可以对变频器实施启动、停机、加速和减速等控制。变频调速系统通过 DCS 系统的模拟操作器,参照炉腔的烟气温度、蒸汽温度、负压等参数,对 DCS 的输出值进行调节,并将此输出值反馈给变频器作为不同的频率(速度)的给定值。变频器通过比较转速输出量与 DCS 速度给定值之间的大小,自动调节引风机电机的转速,以此实现引风机的转速控制,使系统的运行达到最佳的节能效果,其炉腔负压闭环控制框图如图 3 所示。

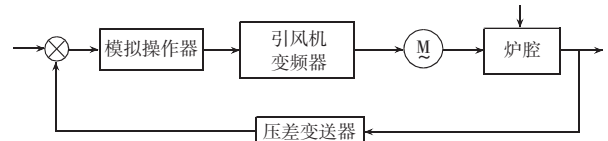


图 3 炉腔负压闭环控制框图

3 变频改造前后节能效果的对比分析

六台锅炉风机变频器从投运以来一直运行稳定正常。在实际运行过程中,炉侧需要根据机组负荷的变化要求来同时调整甲、乙引风机的转速,以此来完成其过程控制量的调节。由于甲、乙引风机性能指标一致(忽略偶尔抢风的情况),因此可以对甲、乙引风机的运行数据合并处理。根据现场实际运行及数据统计,随机抽取1#炉甲引风机和6#炉甲引风机在变频状态下某负荷的平稳时间段进行统计计算,其耗电情况如表1所示。

表1 变频改造前后的节能效果对比

名称	额定功率(kW)	改造前日均耗电量(kWh/24h)	改造后日均耗电量(kWh/24h)	日均节电量(kWh)	节电率(%)
1# 炉甲引风机	1600	10460	7790	2670	25.6
6# 炉甲引风机	2500	19934	14987	4947	24.8

数据计算分析(运行时间按每年330天计算)如下:

1# 炉一年可节约电能:

$$330 \times 2670 \times 2 = 1762200 (\text{kWh}) \quad (1)$$

6# 炉一年可节约电能:

$$330 \times 4947 \times 2 = 3265020 (\text{kWh}) \quad (2)$$

以此推算,6座锅炉引风机一年的节电总量为:

$$1762200 \times 2 + 3265020 \times 4 = 16584480 (\text{kWh}) \quad (3)$$

以工业电价0.54元/kWh计算,全年可节约电费:

$$16584480 \times 0.54 \approx 895 (\text{万元}) \quad (4)$$

由式(1)~(4)可以看出,高压变频系统节电效果显著。这是公司设备配置和工艺改造的一大成功。除此之外,该工艺改进在实际应用中还具有以

下许多优点:

(1)改善了引风机电机的启动特性。利用变频器的软启动,保持了引风机电机的启动力矩,降低了引风机电机启动电流对电网的冲击和对供电电网容量的要求,减小了机械振动和磨损,提高了设备运行的稳定性。

(2)增加了调解的灵活性。与DCS系统无缝连接,实现了转速的自动化调节,能更好地满足工艺需要。

(3)变频器功率因数可高达0.95以上。其大于电机的功率因数0.88,减少了无功,提高了上端设备的利用率。

4 结束语

从运行情况来看,高压变频装置性能良好,可靠性高,节能效果明显,能够满足连续生产对调速系统的要求,达到了节能和改善工艺的目的,促进了企业经济效益的明显提高,赢得了使用部门及运行人员的认可。

对于已投运锅炉引风机及其它高耗能设备推广应用变频调速技术,可节约能源,降低维护成本,优化企业资源配置,为促进企业可持续发展创造了条件,具有广阔的推广应用前景。

作者简介:

陈笑梅(1976-),工程师,本科,长期从事牵张设备电气控制系统设计工作。

收稿日期:2016-11-16