

# 高压变频器在锅炉二次风机中的应用

丁士磊,徐庆国,宋铁路

(河南郑煤集团东风电厂,河南 郑州 452371)

**【摘要】** 研究高压变频器在电厂锅炉二次风机中的应用。高压变频器对降低锅炉风机的用电率、减少起动电流、提高功率因数、改进工艺水平、提高自动化水平有很好的应用前景,并进行了应用高压变频器后的节能分析。

**【关键词】** 高压变频器;二次风机;节能分析

**【中图分类号】** TN773

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1003-2673(2008)05-27-02

## 1 概述

在火力发电厂中,风机和水泵是最主要的耗电设备,且容量大、耗电多。电厂中风机的流量控制是通过调节挡板的开度来实现的,而这是一种经济效益差,能耗大的落后方法,造成设备损坏快,维修难度大,运行费用高。相当部分功率消耗在挡板的截流过程中,从而造成能源的极大浪费。加上这些设备都是长期连续运行和常常处于低负荷及变负荷运行状态,其节能潜力则更加巨大。发电厂辅机电机器的经济运行,直接关系到厂用电率的高低。随着电力行业改革的不断深化,厂网分家,竞价上网等政策的逐步实施,降低厂用电率,降低发电成本提高电价竞争力,已成为电厂努力追求的经济目标。

电厂节能环保主要表现在系统高效安全运行和流量的有效调节等几方面,随着火力发电厂的生产过程经济性方面要求的提高,电厂必须走节能降耗,提高经济效益之路,推广高压变频在电厂风机系统优化运行中有十分重要的社会和经济效益。

## 2 高压变频器的工作原理

高压变频器是一种串联叠加性高压变频器,即采用多台单相三相电逆变器串联连接,输出可变频变压的高压交流电。按照电机学的基本原理,电机的转速满足如下的关系式: $n=(1-s)60f/p=n_0 \times (1-s)$ ( $P$ :电机极对数; $f$ :电机运行频率; $s$ :滑差)从式中看出,电机的同步转速 $n_0$ 正比于电机的运行频率( $n_0=60f/p$ ),由于滑差 $s$ 一般情况下比较小(0-0.05),电机的实际转速 $n$ 约等于电机的同步转速 $n_0$ ,所以调节了电机的供电频率 $f$ ,就能改变电机的实际转速。电机的滑差 $s$ 和负载有关,负载越大则滑差增加,所以电机的实际转速还会随负载的增加而略有下降。

变频器本身由变压器柜、功率柜、控制柜三部分组成。三相高压电经高压开关柜进入,经输入降压、移相给功率单元柜内的功率单元供电,功率单元分为三组,一组为一相,每相的功率单元的输出首尾相串。主控制柜中的控制单元通过光纤时对功率柜中的每一功率单元进行整流、逆变控制与检测,这样根据实际需要需要通过操作界面进行频率的给定,控制单元把控制信息发送到功率单元进行相应得整流、逆变调整,输出满足负荷需求的电压等级。

### 2.1 移相式变压器

移相变压器的副边绕组分为三组,构成X脉冲整流方式;这种多极移相叠加的整流方式可以大大改善网侧的电流波形,使

负载下的网侧功率因数接近1。另外,由于副边绕组的独立性,使每个功率单元的主回路相对独立,这样大大提高了可靠性。

### 2.2 智能化功率单元

所有的功率模块均为智能化设计具有强大的自诊断指导能力,一旦有故障发生时,功率模块将故障信息迅速返回到主控单元中,主控单元及时将主要功率元件IGBT关断,保护主电路;同时在中文人机界面上精确定位显示故障位置、类别。在设计时已将一定功率范围内的单元模块进行了标准化考虑,以此保证了单元模块在结构、功能上的一致性。当模块出现故障时,在得到报警器报警通知后,可在几分钟内更换同等功能的备用模块,减少停机时间。

6kV电网电压经过副边多重化的隔离变压器降压后给功率单元供电,功率单元为三相输入,单相输出的交直流PWM电压源型逆变器结构,相邻功率单元的输出端串联起来,形成Y接结构,实现变压变频的高压直接输出,供给高压电动机。6kV电压等级的高压变频器,每相由六个额定电压为600V的功率单元串联而成,输出相电压最高可达3464V,线电压达6000V左右。改变每相功率单元的串联个数或功率单元的输出电压等级,就可以实现不同电压等级的高压输出。每个功率单元分别由输入变压器的一组副边供电,功率单元之间及变压器二次绕组之间相互绝缘。二次绕组采用延边三角形接法,实现多重化,以达到降低输入谐波电流的目的。6kV电压等级的变频器,给18个功率单元供电的18个二次绕组每三个一组,分为6个不同的相位组,互差10度电角度,形成36脉冲的整流电路结构,输入电流波形接近正弦波,这种等值裂相供电方式使总的谐波电流失真大为减少,变频器输入的功率因数可达到0.95以上。

### 2.3 双DSP控制系统

主控器的核心为双DSP的CPU单元,使指令能在纳秒级完成。这样CPU单元可以很快的根据操作命令、给定信号及其它输入信号,计算出控制信息及状态信息,快速的完成对功率单元的监控。

### 2.4 GPRS远程监控

通过FTU配网装置,将采集到的“实际频率”、“定子电压”、“定子电流”、“压力”以及系统运行的状态量和报警信息等数据,利用GPRS网络发送到后台服务器,后台服务器可根据所收到的数据信息的分析结果作出相应的处理操作,包括监测工作状态、系统运行参数、电流、电压的超标报警,这样就可

以对现场进行实时监控,以确定安全情况和运行情况。大幅提高了系统运行的可靠性、操作方式更加灵活、同时也减少了维护费用。

### 3 高压变频器在二次风机的安装应用

二次风机的作用是克服空气预热器、风道、燃烧器的阻力,输入燃烧风,维持燃料充分燃烧。一旦二次风机不能正常运行,不但影响生产,造成巨大的经济损失。所以,和二次风机配套的高压变频调速系统,要求具有极高的可靠性。二次风机及电动机的额定参数如下:

#### 二次风机铭牌参数

型号:JLY75-13A

功率:450KW

风量:199801m<sup>3</sup>/h

风压:5096Pa

主轴转速:960 r/min

制造厂家:济南风机厂

#### 二次风机电动机铭牌参数

电机型号:Y4501-6

额定电压:6000V

额定功率:450KW

额定电流:55A

额定转速:990r/min

绝缘等级:F级

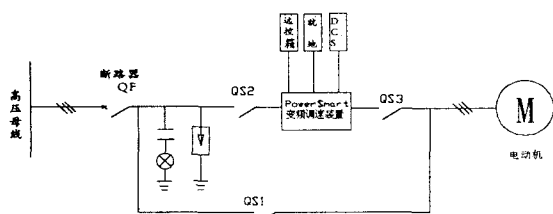
接线方式:Y接

额定功率因数:0.84

制造厂家:沈阳电机股份有限公司

#### 3.1 变频器的安装改造

变频器主回路接线图如下:



变频器采用哈尔滨九洲电气股份有限公司生产的 PowerSmart 高压大功率变频器,其中 QF 为高压断路器, QS1 为电动机工频隔离开关, QS 2、QS3 为电动机变频隔离开关, QS1、QS2 与 QS3 互锁。从系统的原理图中可看出,进行变频改造对原系统改动较小,可在较短时间内完成改造方案, QS1 的加入可使变频在有故障的情况下工频旁通。

变频装置工作电源正常为交流 220V,从本机组 380v 段和保安段分别取一路电源。正常时一路工作,一路备用,如工作交流电源掉电,变频装置可分别通过其 UPS 装置供电(UPS 可提供工作电源 30min),如 UPS 电量不足,则备用直流 220V 工作电源自动投入。

正常运行时,变频器可通过炉膛负压实现闭环自动调节变频器转速,根据热工自动条件,也可开环实现手动给定输出调

节,最后输出 4-20mA 信号,实现吸风机速度给定。CRT 换面变频器操作页面中,设起、停、复位软按钮共 3 个,分别控制变频器的起、停输出及故障复位。在运行中,变频器若发生不影响运行的轻故障,只发报警,高压开关不掉闸,若发生重故障,则高压开关事故掉闸,同时报警。

#### 3.2 变频器的操作

变频器的操作方法有三种,一是就地控制,直接利用控制柜触摸屏的人机界面的启动、加速、减速、复位、停止等按钮实现变频调速的操作过程。二是远程控制,通过远程控制器具,用开关和模拟给定,通过端子, I/O 接口输入操作命令及给定值。三是 DCS 控制,与 DCS 直接连接,实现与现场过程控制系统的完美结合,并通过现场过程控制系统实现控制,二次风机的变频控制主要采用 DCS 控制。

#### 3.3 变频器的启动

一是正常启动,按正常方式启动后,自动上升频率并以用户设定的频率稳定运行。二是软启动,按软启动方式启动后,直接升速到系统参数中提供的电网投切频率,然后系统给“变频/工频投切”指令,并进行相应的电气连锁控制,达到软启动的效果。三是旁路功能,在变频器故障不能投入运行的情况下,可以进行手动旁路操作。将 QS2、QS3 断开, QS1 闭合,电机可由 QF 直接启停,拖动电动机工作,此为变频直接旁路功能,同时便于维护与检修。

### 4 节能分析计算

在没有进行变频调速时,二次风机的运行方式是根据负荷变化调整调节门的开度来满足负荷的变化要求。这种调节操作简单,但调节精度低,管网系统的运行效率低。采用变频调节时,如果根据负荷变化需要来调节风压,将风压调节在一个最优的范围内,可以提高管网运行的整体效率,节能效果更加突出。可以利用变频调节调节精度高,操作方便的特点,优化控制系统,提高系统效率。同时,变频调速之后由于管网系统运行效率的提高,电动机不但减小了从电网输入的功率,同时变频器也提高了电网输入的功率因数。这就使电动机从电网吸收的无功功率相对的降低了,由于电网传输的无功功率减小,使得无功功率的传输在电网中造成的有功损耗也降低,即无功经济当量也降低了。

通过以上分析得出,二次风机采用变频器进行调节风量,当风量调节幅度越大,节电效果越高。经变频改造后,在满足锅炉正常运行的情况下,二次风机电动机电流明显减少,由 32A-38A 降为 19A-28A,下降了 10A 左右,风机平均每小时电耗也由 331.71Kw.h 降到 244.42Kw.h,节电率为 26.3%。每度电按 0.32 元计,年运行小时数按 7000 小时计,年可节约电量 611030kwh,年节电费 19.552 万。

#### 参考文献

- [1] JZHICON-1A 高压大功率变频调速装置技术手册. 哈尔滨九洲电气股份有限公司.
- [2] 徐甫荣. 大功率风机水泵调速节能运行的技术经济分析[J]. 变频器世界, 2001, (8).
- [3] 韩安荣. 通用变频器及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.