

高压变频器 在氧化球团厂抽风机上的应用

The Application of High Voltage Inverter in Exhaust Fan of Oxidized Pellet Plant

(三垦力达电气(江阴)有限公司) 沈 辉

沈辉 (1980—)

男, 工作于三垦力达电气(江阴)有限公司技术研发部, 从事高压变频器的技术推广与应用。

摘要: 随着高压变频器调速技术的广泛应用, 尤其在风机、水泵类具有明显的经济效益和社会效益。本文简单介绍了三垦SUPERDRIVE A7系列高压变频器工作原理, 并结合在氧化球团厂抽风机应用情况进行了技术和经济分析。

关键词: 高压变频器; 球团工艺; 风机

Abstract: With the extensive application of high voltage frequency conversion speed regulation technology, economic benefits and social return are remarkable in fans and water pumps in particular. In this paper, the working principle of SanKen SUPERDRIVE A7 series high voltage inverter is presented, and its technical and economic analyses are made in terms of the application of exhaust fan in oxidized pellet plant.

Key Words: High-voltage inverter; Pellets technology; Blower

1 引 言

高压变频器已经越来越被广泛地运用在电力、冶金、石化、水泥、采矿等各种领域中, 在这些行业中由于先期设计中存在层层加码的理念, 因而经常出现“大马拉小车”的情况。对于拖动风机、泵类等负载情况下, 存在很大的节能空间, 另一方面也能改善现场环境, 降低噪声污染。因此, 承德铜兴矿业有限责任公司决定对公司的球团厂1#抽风机6kW/450kW电机进行变频调速改造, 安装三垦力达SUPERDRIVE A7系列高压变

频器, 以降低能耗, 改善风机的调节性能, 降低噪声。



承德铜兴矿业有限责任公司球团厂安装现场

2 SUPERDRIVE A7高压变频器原理与特点

2.1 系统结构

SUPERDRIVE A7系列高压变频器采用单元串联多电平技术, 属于高-高电压源型变频器, 可直接6kV输入, 直接6kV输出。整个变频器系统包括移相变压器、功率单元、控制箱、触摸屏人机界面、外部接口端子、检测装置、温度显示等设备组成。

主电路结构的每相由5个功率单元串联(如图1所示), 各个功率单元由输入隔离变压器的二次隔离线圈分别供电, 每个功率单元的输出单相电压为690V, 每相有五个单元, 其相电压为 $690 \times 5 = 3450\text{V}$, 叠加后输出三相构成Y形(如图2所示), 其线电压为 $\sqrt{3} \times 3450$ 约为6kV, 可直接输出给6kV电机供电。

变压器采用H级绝缘的移相整流变压器, 可靠性高。变压器的副边有15个低压绕组, 每级单元之间移相角度12度, 谐波性能高。

案例 | CASE

该结构使用低压器件实现了高压输出，降低了对功率器件的耐压要求，对电网谐波污染非常小。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，输出波形接近正弦波。

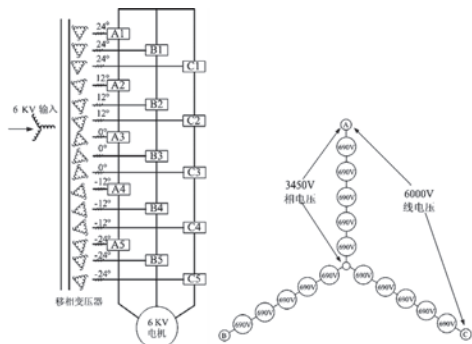


图1 主电路结构串联图 图2 电压叠加原理

2.2 功率单元

功率单元结构（如图3三所示）为交-直-交方式，每个功率单元主要由输入熔断器、三相全桥整流器、电容器组、IGBT逆变桥、直流母线和旁通回路构成，同时还包括控制驱动电路。每个单元为三相输入、单相输出的脉宽调制型变频器。其输出的电压状态为1、0、-1，每相五个单元叠加就可以产生11种不同的电压等级。

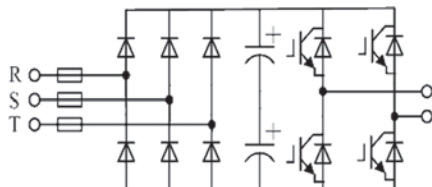


图3 功率单元图

功率单元为模块化设计，每个功率单元可以相互替换。而且当某个功率单元出现故障时，可以封锁该功率单元IGBT触发信号，并让其旁路，而不影响其他功率单元的运行。

2.3 控制器

控制器核心采用双DSP+FPGA结构来实现，精心设计算法可以保证电机达到最优的运行性能。控制器还可选购内置PLC，用于与现场各种操作信号和状态信号的调节，配置相应模块即可满足相关通信的需求。结构上采用背板箱体结构，功能模块独立板卡。控制器与各功率单元之间采用光纤通讯技术，低压部分与高压部分完全可靠分离，系统具有很高的安全性和可靠性，同时具有很好的抗干扰能力。

2.4 SUPERDIRVE A7 主要性能指标

变频器额定功率	450kW
额定输出电流	55A
输入频率	50Hz±10%
额定输入电压	6kV

允许电压波动	±20%
输入功率因数	≥0.95（额定负载）
输出电压范围	0~6kV
变频器效率	96%（额定负载）
输出频率范围	0~120Hz
整流方式	30脉冲二极管全波整流
频率分辨率	0.01Hz
过载能力	120% 1分钟
操作界面	中文彩色液晶触摸屏
控制电源	AC 220V 5kVA
冷却方式	强制风冷
模拟量输入	四路，0~5V/10V或4~20mA 任意设定
模拟量输出	四路，0~10V或4~20mA 任意设定
开关量输入	8路
开关量输出	12路（8路继电器方式，4路开路集电极方式）
通讯接口	RS485、Modbus、Profibus、CANopen（根据用户需求选其一）

3 设备概况及变频改造方案

3.1 设备概况

实施变频改造的电机参数如下：

型号：YRKK450-4
额定功率：450kW
额定电压：6000V
额定电流：54 A
额定转速：1486 r/min
额定功率因数：0.86

负载对象为链蓖机的1#抽风机，在未实施变频改造之前，根据工艺过程的要求开始过程需要根据预热段的温度调节风门开度，风门设在进风口处，稳定运行时风门开度30%，风机出口压力保持在-2.0kPa左右，实际运行电流约40 A。

3.2 工艺要求

铜兴矿业公司年产30万吨酸性球团矿，采用了目前比较先进的链蓖机一回转窑法生产工艺，同时结合现有条件，燃料可以采用水煤气发生柜生产水煤气。

球团是人造块状原料的一种方法，是一个将粉状物料变成物理性能和化学成分满足下一步加工要求的过程。

球团工艺分四个流程（图4为工艺流程图，见右）：

（1）原料控制系统：从配料仓开始到混合料仓为止，包括配料、烘干机、润磨机、皮带机等设备的控制。

（2）造球筛分系统：从混合料仓开始到链蓖机入口为止，包括拉式皮带秤、造球、筛分、布料和返料系统的控制。

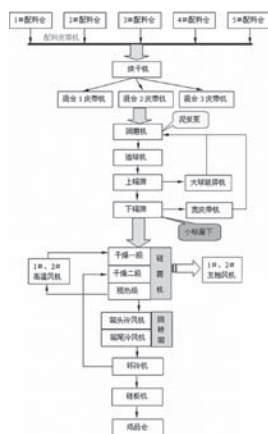


图4 工艺流程图

(3) 链蓖机一回转窑一环冷机系统：从链蓖机入口到成品系统为止，包括链蓖机、回转窑、环冷机、成品，卸灰系统。

(4) 风冷控制系统：包括环冷风机→环冷机→链蓖机干燥二段→1#，2#主抽风机→烟囱。窑头风机和窑尾风机→链蓖机预热段→1#，2#高温风机→链蓖机干燥一段→1#，2#主抽风机→烟囱。

为了降低噪声和能耗，目前先对链蓖机风冷系统的1#抽风机实施变频改造，原先采用了水电阻启动，通过传统调节阀门来控制抽风管道内的压力，这样做的弊端体现在：

- (1) 调节挡板前后压差增加，压力损失严重；
- (2) 出口压力高，系统效率低；
- (3) 风道压力过高，威胁系统设备密封性能；
- (4) 设备使用寿命短，维修成本高；
- (5) 设备启动冲击电流大，需增加配电设备容量。

3.3 系统方案

为了充分保证系统的可靠性，变频器同时加装工频自动旁路装置，变频器发生故障时，变频器停止运行，同时输出节点信号通过PLC投上水电阻装置降压启动，以便电机能从变频状态平稳地切换到工频运行而不发生过电流导致断路器跳闸。

整个系统包括高压变频器、电动机、集中控制室、风机控制室，分散在四个不同的地方，高压变频器在高压室内，本地不作任何操作控制，都是远端操作。电动机本地进行启动、停止、复位操作。集中控制室采用DCS控制，监视高压变频器前端输入电流、输入电压、功率因数等情况。风机控制室根据风压的要求，通过4~20mA信号调节给定频率。

此方案原理是由3个高压隔离开关QS1、QS2和QS3组成（见图5，其中QF为

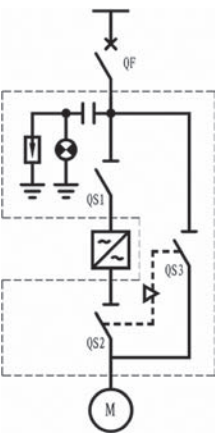


图5 系统方案图

原高压开关柜内的断路器，QS2、QS3为双刀双掷隔离开关）。要求QS2和QS3不能同时闭合，在机械上实现互锁。变频运行时，QS1和QS2闭合，QS3断开；工频运行时，QS3闭合，QS1和QS2断开。

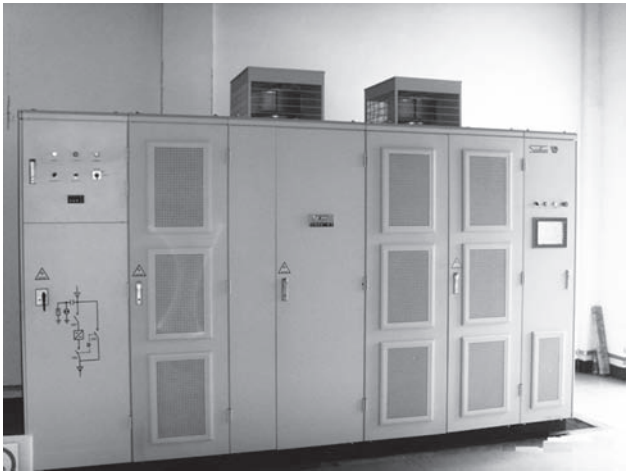
4 变频器运行情况

投入高压变频器以后对1#抽风机实施变频调速，同时链蓖机的2#抽风机仍然为工频运行。两个主抽风机的风道处于联通状态，所以当二者出现不平衡时由于气流的不稳定性，容易引起变频器输入电流大范围的波动，甚至变频器会发生过流或过压而保护停机。因此，在2#抽风机工频运行时要启动1#变频抽风机时，应先关闭1#抽风机的风门，防止1#抽风机处于反转状态启动引起过流保护，启动后始终应保持二者的风压的平衡。

根据实际情况对1#抽风机的电机变频改造后，电机运行频率在12~35Hz，稳定时运行在30Hz左右，风机出口压力保持在-2.0kPa，但此时实际运行电流只有14 A 左右，体现了很好的经济效果。

同时，变频改造后也带来了其他的效果：

- (1) 不再使用挡板调节，挡板不用再承受压力，使得挡板的使用寿命大大的延长，使检修维护工作量减少，更降低了检修工作的强度和费用。
- (2) 不再用水电阻启动，可直接通过变频器软启动，而且启动电流小。
- (3) 提高了系统效率，也改善了功率因数，可达0.95以上。
- (4) 提高了设备使用寿命，降低了维护成本。
- (5) 降低了电机噪声，节省了大量的电能。



5 节能计算

在变频器带正常负荷运行72小时后，为了方便对设备节能效果分析，进行了一周的设备运行记录，这里取了平均值。

(下转第173页)