

高压变频器在水泥粉磨站循环风机上的应用

The Application of High Voltage Inverter in Circular Fan of Cement Grinding Station

山东新风光电子科技发展有限公司 孟军 徐长海

济宁圣地电力设计院 李利生

沈阳矿业辽城水泥有限公司 张志

Meng Jun Xu Changhai Li Lisheng Zhang Zhi

摘要: 本文介绍了风光牌高压变频器在辽城水泥粉磨站循环风机中的应用情况, 阐述了变频调速系统的实现机理、功能及特点, 对节能效果进行了分析。从全新的角度, 诠释了高压变频调速系统与现场 DCS 系统的高效对接, 增强了水泥粉磨站的自动化水平。

关键词: 高压变频器 循环风机 DCS 节能

Abstract: The article introduces the application instances of FengGuang high voltage inverter in circular fan systems of LiaoCheng cement grinding Station, with a description of the frequency control system implementation mechanism、function and features, and the energy savings is analyzed. From a new perspective, interpretation of the high voltage frequency control system and DCS systems in efficient docking site, and enhance the automation of Cement grinding Station system performance quoted.

Key words: High voltage inverter Circular fan DCS Energy-saving

[中图分类号] TN773

[文献标识码] B

文章编号 1561-0330(2011)02-0068-04

1 引言

水泥生产企业是国民经济生产中的能源消耗大户, 水泥行业已被列为国家节约资源的重点领域之一。在国务院提出加快建设节约型社会的政策环境下, 提高水泥行业的节约型制造和应用水平, 建立节约型水泥工业体系意义重大。在水泥生产过程中, 风机被大量的采用于工艺流程上, 而风机负载耗电量较大, 起动电流较大, 同时用电动阀门、挡风板等装置来调节风量。在风道系统设计时, 为满足生产环境的最大要求, 必须留有余

量, 因此风机的风量和压力往往偏大, 功率的偏大设计必然造成能量的浪费。很多的风机有30~70%的能量是消耗在调节阀的压降上的, 不仅造成电能的浪费, 工作效率低, 而且开启动阀门时, 还发出啸声和振动, 经常发生事故。

2 水泥粉磨站循环风机工况简介

如图1所示, 水泥经过辊压机初碾之后形成较小颗粒进入水泥磨, 经过水泥磨粉磨后, 由提升机提升到选

粉机进行选粉, 然后到细粉分离器分离后, 即可得到成品水泥。水泥磨循环风机在水泥粉磨站系统中起到很大作用, 通过调节循环风机可以控制磨系统的以下参数:

(1)磨内通风量: 水泥磨靠风扫磨, 通风量要适当。风量不足, 合格的生料不能及时带出, 料层增厚, 排渣量增多, 设备负荷高, 产量降低; 风量过大, 料层过薄, 影响磨机稳定运转。

(2)料层厚度: 水泥磨稳定运转的另一重要因素是料层稳定。料层稳

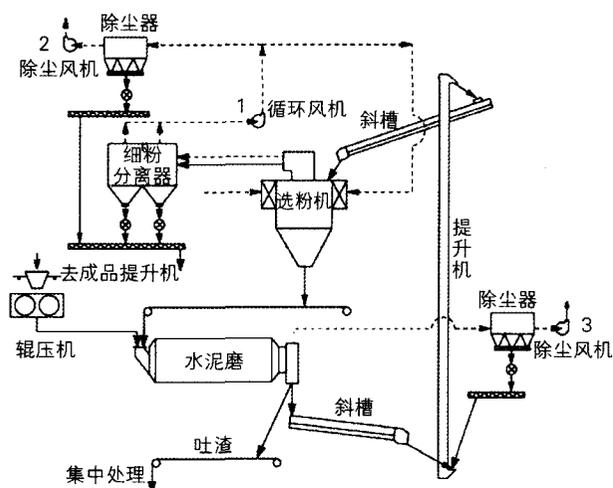


图1 水泥粉磨站工艺简图

定，风量、风压和喂料量才能稳定，否则就要通过调节风量和喂料量来维持料层厚度。若调节不及时就会引起震动加剧，电机负荷上升或系统跳停等问题。

(3)磨内压差：压差是指风环处的压力损失，在磨机运行时，磨内负荷量的变化不仅从磨机电流、料层厚度、振动幅度等参数上反应出来，而且压差更能反映磨内状况。

(4)磨机出口温度：有效的控制出

口温度，可以保持良好的烘干及粉磨作业条件。

(5)产品细度：磨内通风量的大小对产品细度也有一定影响。

根据循环风机在水泥粉磨站中的作用决定循环风机必须可以无级调速，因此选用变频器对循

环风机进行调速是最佳选择。

另外，图1中位置2和位置3两个除尘风机，风量过大时，会带走水泥粉，影响水泥产量；风量不足时，会造成粉尘倒灌，污染工作环境。因此，两个除尘风机选用变频器进行合理调速是最佳选择。

位置1的循环风机电机参数如表1所示。

经过大量的技术论证，并且对目前高压变频器市场充分考查后，沈阳

矿业辽城水泥有限公司决定选用山东新风光科技发展有限公司生产的“风光牌”高压变频器对循环风机进行变频控制，同时选用风光低压变频器对除尘风机进行变频控制。

JD-BP38-355F 高压变频器技术参数如表2所示。

3 山东新风光电子 JD-BP38 系列高压变频器的特点

(1)采用高速DSP作为中央处理器，运算速度更快，控制更精准。

(2)飞车启动功能。能够识别电机的速度并在电机不停转的情况下直接启动。

(3)完整的工频/变频自动互切技术。现在的高压变频调速系统一般设置工频旁路切换柜，变频器发生故障时能使高压电机转至工频运行，旁路切换有手动旁路和自动旁路切换两种型式，手动旁路需人工操作，时间较长，适应于无备用装置或不重要的运行工况，自动旁路可在变频器发生故障后直接自动转换至工频运行。新风光公司提供的自动旁路切换柜，不仅可实现变频故障情况下自动由变频转换至工频运行状态，还可实现在变频检修完毕后由工频瞬间转换至变频运行的功能，整个转换过程不会对用户设备的运行造成任何影响。

(4)旋转中瞬时掉电再启动功能。运行过程中高压瞬时掉电3s内恢复，

表1 位置1循环风机电机参数

| | | | | | |
|------|------------------|------|--------|------|----------|
| 型号 | YKK4505-6 | 额定电压 | 10000V | 额定电流 | 27A |
| 额定功率 | 355kW | 额定频率 | 50Hz | 额定转速 | 983r/min |
| 功率因数 | 0.82 | 接法 | Y | | |
| 生产厂家 | 西安西玛电机(集团)股份有限公司 | | | | |

表2 JD-BP38-355F 高压变频器技术参数

| | | | |
|-------------|--------------------------------------|-----------|---------------------------|
| 变频器容量(kW) | 355 | 模拟量输入 | 0-5V/4-20mA, 任意设定 |
| 适配电机功率(kW) | 355 | 模拟量输出 | 两路0-5V/4-20mA可选 |
| 额定输出电流(A) | 27 | 加减速时间 | 1-32000s, 对加速, 减速时间可以单独设定 |
| 输入频率(Hz) | 45-55 | 控制开关量输入输出 | 可按用户要求扩展 |
| 额定输入电压(V) | 10000V(-20%~+15%) | 运行环境温度 | 0-40℃ |
| 输入功率因数 | >0.95(>20%负载) | 贮存/运输温度 | -20-70℃ |
| 变频器效率 | 额定负载下>0.98 | 冷却方式 | 强迫风冷 |
| 输出频率范围(Hz) | 0-50 | 环境湿度 | <90%, 无凝结 |
| 输出变频分辨率(Hz) | 0.01 | 安装海拔高度 | <1000m |
| 过载能力 | 105%连续, 120%每10min允许1min, 150%允许1min | 防护等级 | IP21 |

高压变频器不停机，高压恢复后变频自动运行到掉电前的频率。

(5)线电压自动均衡技术(星点漂移技术)。变频器某相有单元故障后，为了使线电压平衡，传统的处理方法是另外两相的电压也降至与故障相相同的电压，而线电压自动均衡技术通过调整相与相之间的夹角，在相电压输出最大且不相等的前提下保证最大的线电压均衡输出。

(6)单元直流电压检测：实时显示检测系统的直流电压，从而实现输出电压的优化控制，降低谐波含量，保证输出电压的精度，提升系统控制性能，并可使保证运行维护人员实现对功率单元运行状况的全面把握。

(7)单元内电解电容因采取了新风光公司专利技术，可以将其使用寿命提高1倍。

(8)通过控制器可实现对各单元直流滤波电容寿命的检测，实现在年检中对单元电解电容器进行检测，根据出厂时电解电容器的特性的比较与趋势，可得出对电解电容器寿命的预测，提前预知电解电容器是否可继续运行，避免由于电容器运行出现非预期的系统故障，并实现运行维护人员对功率单元设备状况的及时把握。

(9)散热结构设计合理，单元串联多重化并联结构，IGBT承受的电压较低，可以有较宽的过压范围($\geq 1.15U_e$)，设备可靠性更高。

(10)具有双路控制电源，一路为经干式变压器变压后的电源，一路为外部控制电源，这样在调试过程中，无需加入高压主电源，就可以检测输出波形的正常与否。对于在现场安装调试以及人员培训很方便，大大提高了安全性。

(11)具备突发相间短路保护功能。如果由于设备原因及其他原因造成输出短路，此时如果变频器不具备相间短路保护功能，将会导致重大事故。

变频器在发生类似问题时能够立即封锁变频器输出，保护设备不受损害，避免事故的发生。

(12)限流功能：当变频器输出电流超过设定值，变频器将自动限制电流输出，避免变频器在加减速过程中或因负载突然变化而引起的过流保护，最大限度减少停机次数。

(13)故障自复位功能：当变频器由于负载突变造成单元或是整机过电流保护时，可自动复位，继续运行。

4 变频方案

4.1 主回路设计

根据现场的实际情况，旁路柜采用了一拖一手动方案。其一次电路如图2所示：

图中：

QF为用户原高压开关；

k1、k2和k3为变频器旁路开关柜高压隔离开关；

BPQ为风光JD-BP38系列高压变频器；

M为高压电动机。

变频器控制风机为一拖一控制，旁路开关柜用于工/变频切换。k1、k2和k3为3个高压隔离开关，要求k2和k3不能同时闭合，在机械上实现互锁的同时实现电磁互锁。k2断开，k1和k3闭合，风机变频运行；k1和k3断开，k2闭合，风机工频运行。

4.2 控制方式

该设备有3种控制方式：

(1)以压力、流量为控制对象的闭环控制：以输入的4~20mA模拟量值为控制依据，实现自动控制。

(2)以转速为控制对象的开环控制：该方式在远程操作

(DCS或远程操作箱上操作)用户可根据工况条件自设定转速，变频器以该转速为控制值，该方式下频率的变化依据用户输入的模拟量，4mA对应0转速，20mA对应额定转速。

(3)以频率为控制对象的开环控制：该方式在就地操作(设备本体上操作)直接从触摸屏上设置输出频率，变频器以该频率为控制目标值。

以上3种控制方式用户可通过人机界面(触摸屏)设置，以满足不同的工况要求。

4.3 DCS 控制

本系统选用以转速为控制对象的开环控制：该方式在远程操作(DCS上操作)用户可根据工况条件自设定转速，变频器以该转速为控制值，该

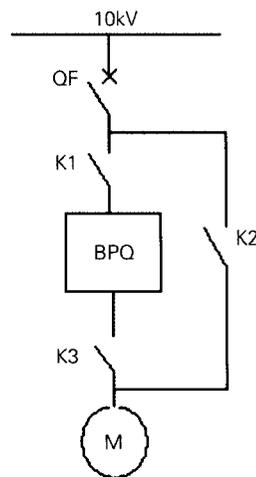


图2 高压变频控制一次系统接线图

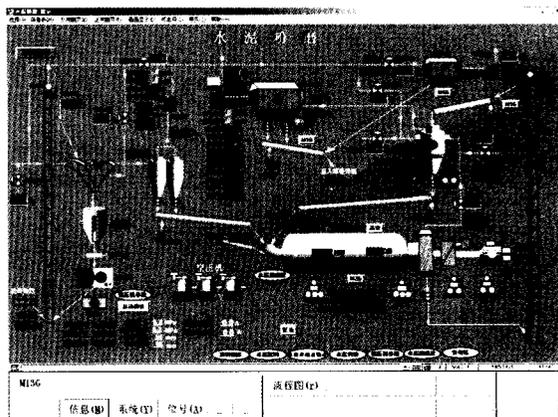


图3 水泥粉磨站 DCS 监控图

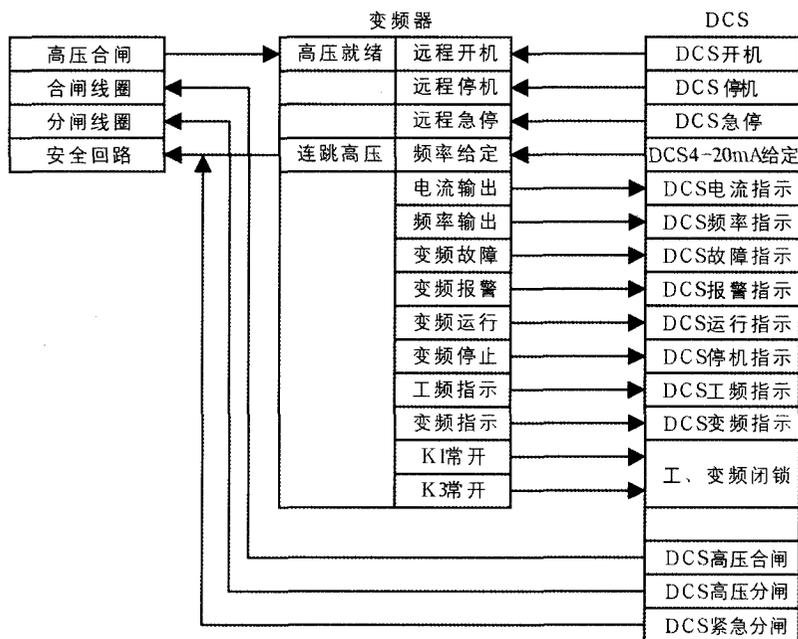


图4 高压变频器外围控制回路

方式下频率的变化依据用户输入的模拟量，4mA对应0转速，20mA对应额定转速。

本系统DCS监控画面如图3所示。

如图4所示，DCS系统输出4~20mA电流信号，控制JD-BP38高压变频调速系统的运行频率，来控制电机的运行转速。JD-BP38高压变频调速系统反馈4~20mA电流信号指示JD-BP38高压变频调速系统的输出频率、输出电流。JD-BP38高压变频调速系统同时接收DCS控制系统的启动、停止、急停、复位控制信号，调整运行状态。

当JD-BP38高压变频调速系统故障时，系统输出故障停机和报警信息，用于提示用户启动故障处理措施，同时JD-BP38高压变频调速系统将信号发送给DCS，在DCS系统上显示故障，以便于及时的排除故障。如果系统出现紧急情况，DCS监视人员立即点击变频器紧急停止按钮，此时变频器立即封锁输出，并及时跳开现场10kV开关。

为保证JD-BP38高压变频调速系统操作的安全性，需从改造电机的进

线开关柜把断路器的状态信号接入JD-BP38高压变频调速系统。JD-BP38高压变频调速系统输出的故障跳闸信号接入断路器的分闸回路，连跳高压信号接入安全回路，当出现严重故障时及时跳开断路器保护JD-BP38高压变频调速系统及电机。

5 运行情况及效益

本台循环风机变频控制调试非常简便，该变频器于2010年5月1日正式投入运行，变频器运行以来未出现任何故障。

5.1 直接效益

风机电机变频运行时参数统计如表3所示。

根据工况要求，电机运行在35~40Hz之间，并且长时间运行在40Hz，此时，变频器的输入功率在260kW左右，节能效果相当明显。

表3 风机电机变频运行时参数统计

| 运行频率 | 20Hz | 35Hz | 40Hz |
|------|--------|--------|--------|
| 输入电流 | 5A | 10A | 15A |
| 输入电压 | 10.4kV | 10.4kV | 10.4kV |
| 输入功率 | 86kW | 172kW | 259kW |

5.2 间接效益

(1)变频控制后，实现电机软启动，启动电流小于额定电流值，启动更平滑。

(2)电机以及负载转速下降，系统效率得到提高，大大减少了对设备的维护量，节约了人力物力。

(3)由于电机以及负载采用转速调节后，工作特性改变，设备工况得到改善，延长了设备使用寿命。

(4)功率因数由原来的0.8左右提高到0.95以上，不仅省去了功率因数补偿装置，而且减少了线路损耗。

(5)现场噪音明显降低，极大改善现场的运行环境，运行人员反映很好。

(6)由于采用自动控制，进一步提高了设备运行控制和系统运行管理的自动化水平，从而真正实现自动调节，大大增强了风机运行的安全可靠。

6 结束语

在沈阳矿业辽城水泥有限公司水泥磨系统循环风机电机采用JD-BP38-355F高压变频器改造后，不但操作方便、容易、维护量小，而且有明显的节能效果。通过风光高压变频器在沈阳矿业辽城水泥的应用，提高了水泥磨的产量，又到达较好的节能效果，因此在水泥粉磨站系统循环风机采用高压变频技术具有良好的经济效益和社会效益。

作者简介

孟军 男 技术支持工程师，供职于山东新风光电子科技发展有限公司。

参考文献

- [1] 山东新风光电子使用手册[Z]. 山东新风光电子科技发展有限公司.