

浅谈高频电源在火电厂电除尘器的应用

王 辉, 冯 亮

(国电谏壁发电厂, 江苏 镇江 212006)

摘 要: 通过介绍高频电源工作原理, 分析其在火电厂电除尘器运行维护实例并提出了处理方案, 从而减少因高频电源故障造成电除尘器投用率及除尘效率降低, 导致火电厂粉尘超标排放的情况。

关键词: 高频电源; 原理; 维护

0 引言

根据国家环保规划要求, 为重点解决电除尘器满足新排放标准, 国电谏壁发电厂逐步对电除尘器电源进行了改造, 由原有工频电源供电方式改为高频电源供电方式, 其电源采用了南京国电环保科技有限公司生产 HF-02 系列电除尘器高频电源。

高频高压整流电源 (简称高频电源) 是新一代的电除尘器供电装置, 是传统可控硅工频电源的更新换代产品, 具有实现节约电能、高效除尘、保护环境的作用。HF-02 系列电除尘器高频电源是利用高频开关技术形成的逆变式电源, 供电电流由一系列窄脉冲构成, 可以为电除尘器提供从接近纯直流到脉动幅度很大的各种电压波形。其控制方式灵活多样, 可根据电除尘器运行工况选择最合适的电压波形, 减少电除尘能耗, 提高除尘效率。另外, 高频电源还有体积小、重量轻、三相平衡供电等优点。

1 HF-02 系列电除尘器高频电源工作原理

高频电源输入为三相 380V/50Hz 工频交流电, 输出直流高压满足 66kV~80kV (系统原理框图见图1, 高频电源电气原理图见图2)。高频电源采用交→直→交→直的变换过程, 工作步骤如下:

第一步: 三相 380V/50Hz 的交流电压经过 EMI 滤波器、三相整流及滤波后得到 530V 左右直流电压。

第二步: 直→交变换采用全桥逆变电路, 形成高频交流电。

第三步: 高频交流电经升压变压器升压、桥式整流电路整流后, 完成最后的交→直变换, 形成直流高压送至除尘器负载。

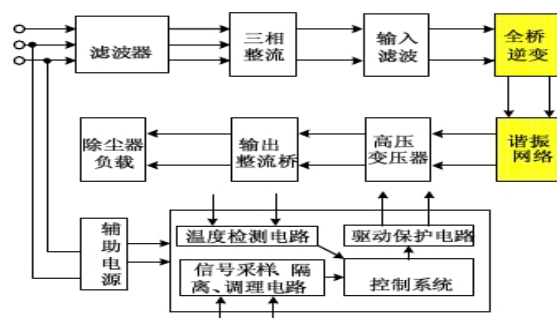


图 1 高频电源系统原理框图

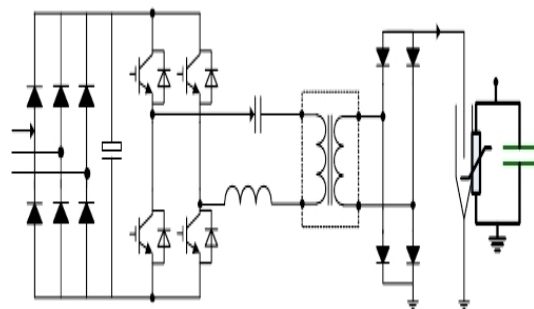


图2 高频电源电气原理图

此外, 高频电源的直流母线电压、谐振网络电流、输出电压和电流等信号经过隔离和调理后送至 DSP 控制系统。为保证电路的安全运行, 温度检测电路将输入整流桥、IGBT 模块和高压变压器的温度信号采集后送至 DSP 控制电路, 当温度超过设定值时, 执行过温保护, 关闭驱动信号, 电源停止工作。

辅助 220V 电源, 通过 380V 转 220V 变压器获得, 为温度检测电路、驱动电路、隔离与信号调理电路及 DSP 控制电路供电。

2 电除尘器电源常见故障原因分析及处理

2.1 原有工频电源供电方式下常见故障

2.1.1 二次短路

表计显示为：二次电压接近于0，二次电流接近于整流变最大输出值。发生此类现象应先检查二次电压取样线是否有接地现象，如有应进行更换，无则检查隔离开关是否处于接地侧，如是应将隔离开关接入电场，如无则可通过做整流变的开路（空载）试验来判断是整流变本体还是电场内部故障。

2.1.2 二次开路

表计显示为：二次电压接近于整流变最大输出值，二次电流接近于0。发生此类现象应先检查二次电流取样线是否有开路或接地现象，如有应进行更换，无则检查阻尼电阻是否开路，如是应更换阻尼电阻，无则检查隔离开关是否可靠接入电场侧，如是否应将隔离开关可靠接入电场，如是则可通过做整流变的短路试验来判断是整流变本体还是电场内部故障。

2.2 HF-02系列电除尘器高频电源故障类型分析

电除尘器发生的常见故障与工频供电方式无异，但由于高频电源在整流变一次供电前加入了先滤波整流再逆变的回路，因此部分故障分析中需考虑这一因素。

2.2.1 二次短路

当检测到二次电压小于低限持续一段时间，二次电流大于短路电流设定值时，报警二次短路。除需进行同工频电源供电方式的检查，还需要检查 IGBT 和驱动板，IGBT 驱动信号因线路等原因没有成功触发 IGBT，也会出现这种故障，但这种情况下一般还伴随 I1、I2 积分、I2、U2 接近为 0，母线电压 U1 正常的现象。此时，需要检查 DSP 线路板与数字板、数字板与驱动板之间的连接线，甚至更换 IGBT 和驱动板。

2.2.2 二次开路

电源每次启动时都会进行二次开路检查，开机时发出很小的脉冲能量，带电场负载情况下一般 $U_2 < 20\text{kV}$ ，若电场存在放电不好的情况则可能达到 35kV 左右。若脱离电场负载开路运行时，运行参数 U_2 超过 60kV ，电源判断该电场发生了二次开路故障。除需进行同工频电源供电方式的检查，还需通过使用万用表（直流电压 20V 档），测量模拟板上“二次电压”端子（JP310 端子 9、10）的电压，或者测量输入右侧测试孔 V_{out} 测试点和右侧 12V_GND_SF 地线探针之间电压，模拟板输出电

压（输出左侧测试孔 V_{out} 和左侧 12V_AGND_DSP 地线探针之间电压），若输入正常，输出异常则更换模拟板，否则更换二次电压电流采样板。

3 HF-02系列电除尘器高频电源运行维护实例分析及处理

3.1 高频电源运行方式的设置

高频电源有连续供电和脉冲组两种供电方式。针对电除尘器不同的电场和工况，通过调整高频电源的设置可以使既其满足除尘效率的要求，又大大地减少了电能损耗。同时正确的设置也能使高频电源健康运行，减少设备缺陷率，延长其使用寿命。

一般情况下，可将高频电源设置为脉冲组供电方式，而当除尘效率不能达标时，应将高频电源改为连续供电方式。因为在实际运行中电除尘器前电场比后电场担负着更为重要的作用，所以调整参数时应从前电场向后电场逐步进行调整。通过调整高频电源的手动周期（脉动周期）实现电源输出电压、电流的调控。手动周期越小（最小为100），电源输出电压、电流峰值越大，输出功率越高，同时需要监视电场内部闪络和整流变油的温升情况，当闪络过多（一般 >10 次）或温升过高时应停止调整该台电源。然后对后一电场进行调整直至除尘效率达标。对于未经调整的仍继续采用脉冲组供电方式，以达到减少电能损耗的目的。当机组负荷降低时，可反向进行调整，找到满足除尘效率和减少电能损耗的平衡点。

3.2 高频电源故障检查处理实例

3.2.1 整流变油温高导致高频电源跳闸（参数设置调整）

高频电源因油温发讯跳闸，现场实测整流变本体温度大于 85°C ，检查风机运行并无异常，进风滤网无堵塞现象。检查高频电源设置发现，其长时间处于手动周期为100（即最大输出）运行方式，整流变温度逐步升高并至跳闸温度。经过停用整流变，并开启风机通风冷却后，通过重新确认设置正常工作参数，恢复高频电源投用。

3.2.2 380V 输入熔丝熔断（IGBT 故障更换）

故障发生时，380V 输入熔丝熔断。因整流前滤波器位置比较隐蔽，所以先行跳过，从三相整流桥、

输入滤波电容、IGBT 开始查。如都无异常，则需检查前滤波。

三相整流桥模块内部由 6 个二极管构成，其测试方法为：(1) 选择万用表通断档，红色表笔接 1 脚，黑色表笔分别接 3、4、5 脚，万用表显示为 350~450 左右；(2) 选择万用表通断档，黑色表笔接 2 脚，红色表笔分别接 3、4、5 脚，则万用表显示为 350~450 左右。经检查为正常。

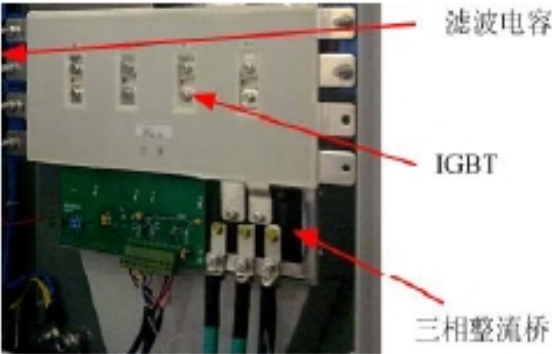


图 3 三相整流桥



图 4 高压滤波电容示意图

检查高压滤波容两端母线电压采样回路接线是否松动，检查驱动板端和模拟板上的母线采样端子接线是否存在接触不良。经检查为正常。

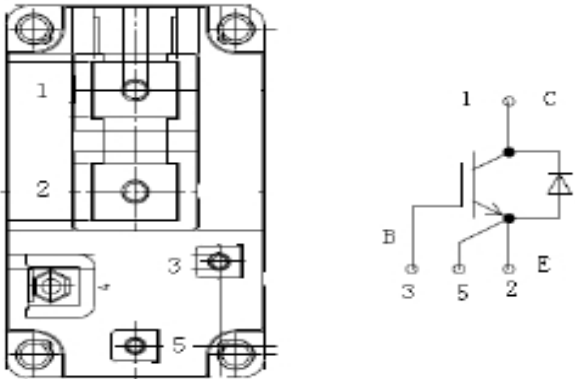


图5 IGBT

使用万用表检测#1、#2、#3、#4 IGBT 的 CE 极，如图 5 所示。测量步骤：选择万用表通断档，正表笔接 2，负表笔接 1，通断测试正常值约 300~400 左右；将正表笔接 1，负表笔接 2，反向测量值应为无穷大，否则说明 IGBT 内部已损坏，需作更换处理。（在此需要注意的是高频电源断电后，待母排滤波电容两端电压降至零伏左右时，才能对 IGBT 进行检查。）经检查后发现其中#3、4IGBT 故障，更换后试投高频电源，投用参数正常。

3.2.3 U2 均值超限（更换输出整流桥）

故障表象为二次电压接近于最大输出值，二次电流接近于0，而且做高频电源短路试验时，也能二次电压为0，二次电流接近于最大输出值，从工频电源检查的经验来看电源部分没有异常，疑似电除尘器本体二次开路故障。但再次投用时检查二次电压波形（图6），与正常波形（图7）相比发现确实存在超限现象，于是又将故障点怀疑到了输出整流桥上，但必须将整流变吊芯后才能确认并处理。

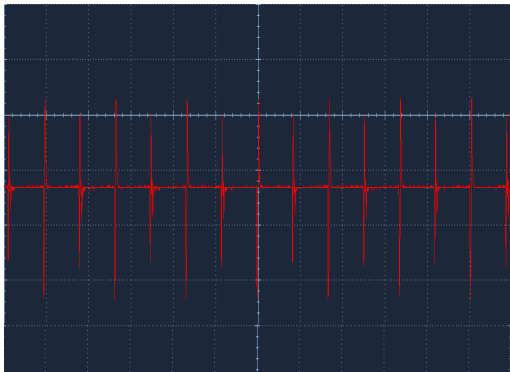


图6 实测二次电压波形（故障）



图7 正常波形

图8为输出整流桥被吊出后的输出整流桥板，当输出整流桥中一组二极管并没有完全被击穿时在外部控制回路并不能发现其内部已存在缺陷，只有整组的二极管被击穿时才能明显反映出来，而此次

的故障也恰恰是由于2块输出整流桥板都存在二极管被整组击穿的情况。更换输出整流桥后试投高频电源，投用参数正常。



图8 输出整流桥

4 结束语

高频电源故障后检查在谏壁电厂存在两个检修部门的合作，对于外部故障比较容易检查判断，但如果高频电源内部发生故障，需由 A 部门提供准确的高频电源运行参数及故障波形，B 部门才能判

断出其存在何种缺陷，才能迅速地有针对性地进行缺陷的消除，从而保证电除尘器的投用率。电除尘器在使用高频电源后起到了节能降耗及除尘效率提高的优点，但由于是新设备，所以出现的缺陷也是新型的，检修人员应主动学习其检修工艺方法，提高自身对新型缺陷的检查处理水平，确保高频电源的可靠投用。

参考文献：

- [1] 中国国电南京国电环保科技有限公司.HF-02 系列电除尘器高频电源使用说明书[Z].南京：中国国电南京国电环保科技有限公司.
- [2] 中国国电南京国电环保科技有限公司 HF 系列电除尘器高频电源故障处理手册[Z].南京：中国国电南京国电环保科技有限公司.

作者简介：

王 辉（1980—），男，工程师，国电谏壁发电厂电气检修专业助理专工，E-mail: 18275600@qq.com;

冯 亮（1982—），男，助理工程师，国电谏壁发电厂电气检修专业电气维护班。