

高频电源在 1000 MW 机组电除尘上的应用及优化分析

朱培峰

(国电泰州发电有限公司,江苏 泰州 225327)

摘要:介绍了高频电源技术在国电泰州发电有限公司 1 号机组电除尘器的应用,对高频电源的节能减排技术特点进行了阐述。通过高频电源技术改造和大量现场试验,提升了电除尘器的除尘效率,带来了良好的经济效益和社会效益,为电除尘器高频电源节能减排技术的推广应用提供了实践经验。

关键词:电除尘器;高频电源;参数优化;除尘效率;节能减排

中图分类号:TM621

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2014)06-0068-02

随着国民经济的发展,我国对环境污染控制水平的要求不断提高,新的环保法规中粉尘排放标准日趋严格。为保护环境,实现经济可持续发展,我国火电企业以节能减排为中心任务,大力发展和推广节能减排新技术。电除尘器作为我国燃煤锅炉烟尘排放治理的主要设备,电除尘器电源是其核心装置,它能产生除尘所需的高压,对除尘效率有着至关重要的影响^[1]。为了降低粉尘排放浓度,落实国家节能减排政策,国电泰州发电有限公司经广泛调研^[2-4],决定采用电除尘器高频电源技术对 1 号机组电除尘器实施升级改造,通过不同工况的现场试验和分析,对电除尘器高频电源的运行方式进行优化调整,使其达到良好的除尘性能。

1 高频电源技术特点

1.1 高频电源工作原理

高频电源能够在电除尘器火花放电或短路时快速关断,封锁电源输出,使电源具有快速动态响应特性。该特性也使得高频电源实现了接近纯直流的输出,提高了供电电压,从而提高了电除尘器的电场强度和粉尘荷电量,增加了电除尘器内粉尘所受电场力,加快了粉尘迁移速度,提高除尘效率,减少烟尘排放^[5]。在投入工程应用以来,高频电源以除尘效率高、系统节能效果好,减少电除尘器的运行费用等稳步成为电除尘器产业领域的重要标志和电除尘器技术改造的首选供电设备^[6,7]。

1.2 高频电源运行方式

高频电源的脉冲宽度、脉冲幅度、供电频率均可以快速调整,控制非常灵活,可根据电除尘器电场的实际运行工况,实时提供最合适的电压、电流波形,工况适应能力强^[5]。以南京国电环保科技有限公司的 HF-02 型高频电源为例,该型号高频电源提供了恒定周期供电和脉冲供电 2 种方式。

(1) 恒定周期供电方式。高频电源按照预先设定

的频率进行工作,输出电压和输出电流均由工作频率决定。这种工作方式下,为满足电除尘器出口排放要求,必须保持设备运行在较高功率点,电能消耗较大,对运行人员的操作要求较高,难以满足煤质、负荷、烟气等变化较大时的运行要求。

(2) 脉冲供电方式。脉冲供电方式下,高频电源的供电输出由一系列高能脉冲和低能脉冲组成,输出电流波形类似于正弦波。实践证明,与常规的高压供电方式相比,脉冲供电可以为电除尘器提供较高的峰值电压,克服高比电阻引起的反电晕,提高除尘效率,同时减少了电场中的无效和反效电能,从而实现了大幅度的节能。在电除尘器的日常运行中,在满足除尘效率和排放达标的前提下,一般采用脉冲供电方式。

2 高频电源应用及优化分析

2.1 高频电源应用情况

国电泰州发电有限公司 1 号机组为 1000 MW 超超临界燃煤发电机组,除尘系统采用浙江菲达科技股份有限公司生产的三室五电场电除尘器,设计除尘效率 99.7%。电气部分配套使用南京国电环保科技有限公司生产的 HF-02 型高频电源。在调试期间,高频电源均采用脉冲供电方式运行,且 5 个电场的运行参数基本一致,输出功率较为接近,主要技术参数如表 1 所示。在所有电场高频电源均正常工作情况下,电除尘器所有通道出口的烟尘排放浓度平均值为 44.9 mg/m³,小于 50 mg/m³。

2.2 高频电源优化调整及分析

2.2.1 高频电源参数调整内容

为进一步提高除尘效率,国电泰州发电有限公司结合 1 号机组电除尘器的运行实际情况,在燃煤煤种和负荷等运行工况不变的情况下,不断优化调整供电电源参数并分析现有高频电源的工作方式,以充分发挥电除尘器供电电源的除尘作用。

高频电源参数调整方法。在多数情况下,燃煤电厂

表 1 高频电源运行优化前主要技术参数

电场	一电场	二电场	三电场	四电场	五电场
一次电流平均值 /A	14.0	15.5	19.7	14.0	12.3
二次电压平均值 /kV	35.3	36.8	44.2	38.3	27.2
二次电流平均值 /mA	134.7	159.5	181.8	144.3	164.3
二次电压峰值 /kV	56.7	51.3	57.7	54.7	43.5
二次电流峰值 /mA	1 096.7	1 028.7	1 028.5	1 018.8	1 099.3
输出功率平均值 /kW	6.8	6.0	8.4	5.5	6.5
总出口烟尘浓度 / $[\text{mg} \cdot (\text{m}^3)^{-1}]$	44.9				

电除尘器一、二电场烟气量大,粉尘含量高,往往需要较大的荷电能量,因此在优化调整时增大了电除尘器一、二电场的高频电源输出峰值电压;由于三、四、五电场的粉尘含量较少,所以在保证电除尘器出口烟尘浓度的前提下,适当降低三、四、五电场的高频电源输出功率。高频电源运行优化后主要技术参数如表 2 所示。

表 2 高频电源运行优化后主要技术参数

电场	一电场	二电场	三电场	四电场	五电场
一次电流平均值 /A	25.5	26.8	19.6	13.5	11.6
二次电压平均值 /kV	32.3	33.0	28.8	30.2	26.0
二次电流平均值 /mA	310.0	296.2	129.0	135.5	137.3
二次电压峰值 /kV	66.3	57.5	57.7	54.7	43.5
二次电流峰值 /mA	1 340.3	1 384.3	1 018.5	1 018.5	1 099.3
输出功率平均值 /kW	10.0	9.8	4.1	4.1	3.6
总出口烟尘浓度 / $[\text{mg} \cdot (\text{m}^3)^{-1}]$	34.2				

2.2.2 高频电源优化结果及分析

在燃煤煤种不变,且与优化调整前锅炉负荷基本一致的情况下,1号机组通过提升电除尘器一、二电场高频电源的输出功率,电除尘器出口烟尘浓度降低明显,如图 1 所示。烟尘排放浓度由 44.9 mg/m^3 降低至 34.2 mg/m^3 ,除尘效率提高了 23.8%。此外,通过适当降低三、四、五电场的输出功率,电除尘器总能耗变为每小时 $156 \text{ kW} \cdot \text{h}$,较优化前减少了 $10 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 左右,如图 2 所示。实现了在保证烟尘浓度的前提下,降低电除尘器耗能 6%。需要说明的是,高频电源在供电参数调整过程中,需特别关注一、二电场灰斗的落灰情况是否通畅,及有无出现高料位等情况,若产生类似情况,应停止降低功率。

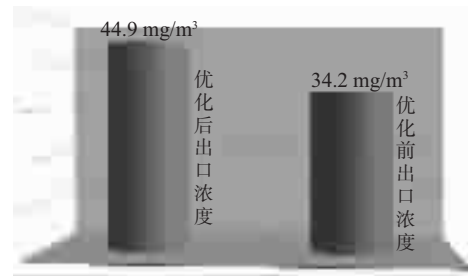


图 1 参数优化前后出口烟尘浓度对比

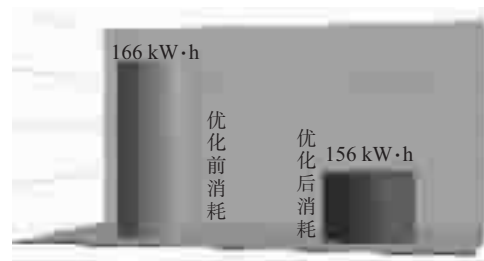


图 2 参数优化前后总能耗对比

3 结束语

国电泰州发电有限公司为建设绿色化燃煤机组,采用了南京国电环保科技有限公司自主研发的 HF-02 型高频电源为电除尘器供电。通过电除尘器高压控制技术优化,进一步提高电除尘器性能和高频电源运行效率。结合电除尘器技术理论及高频电源运行实际现状,增加电除尘一、二电场的运行功率、运行电压尤其是峰值电压,优化二次电压波形和脉冲供电频率,显著减少电除尘器出口烟尘排放。同时降低三、四、五电场的输出功率,在一定程度上降低了除尘器能耗,充分挖掘了电除尘器高频电源技术的节能减排潜力,为火电企业节能减排提供了良好的经验借鉴。

参考文献:

- [1] 朱法华,李辉,王强. 高频电源在我国电除尘器上的应用及节能减排潜力分析[J]. 环境工程技术学报, 2011, 01(1): 26-32.
- [2] 李辰龙,单华,杨宏宇,等. 1000 MW 机组电气技术特点研究[J]. 江苏电机工程, 2012, 31(6): 55-57.
- [3] 姚永灵,徐斌. 江苏省内服役 1000 MW 汽轮机的特点与运行问题[J]. 江苏电机工程, 2013, 32(3): 69-71.
- [4] 王双童. 低碳经济形势下提升燃煤发电企业节能降耗对策[J]. 江苏电机工程, 2011, 30(2): 66-69.
- [5] 高维英,傅启文,卢泽锋. 电除尘器高频电源提效节能探讨[J]. 华电技术, 2008, 30(6): 1-4.
- [6] 孙广鹏,张传成,孙更生. 电除尘节能技术探讨与研究[J]. 电力通用机械, 2009, 01(1): 77-79.
- [7] 高维英,傅启文,卢泽锋. 电除尘器高压供电提效节能潜力探讨[J]. 华电技术, 2008, 30(6): 32-35.

作者简介:

朱培峰(1987),男,江苏镇江人,助理工程师,从事火电厂电气设备管理工作。

(下转第 72 页)

(1) 导入模块 control.py; (2) 用户登录校验; (3) 根据用户 GET 请求, 控制 GPIO 电平输出, 进行断电重启操作。

2.3.2 处理流程

Inder.py 处理流程如图 3 所示。用户通过访问 web 主文件 index.py 进入登陆界面, 通过密码认证后, 树莓派开始对 GPIO 0 端口进行初始化, 并向用户返回电源重启操作网页。当 index.py 接收到用户断电重启请求后, 调用 powerreboot() 函数, 控制 GPIO 端口的输出电瓶, 完成对控制设备的断电重启操作。

3 结束语

在生产实际运行维护过程中, 已多次通过使用树莓派, 对远程出现死机故障的主机进行断电重启, 避免了人员赶往变电站现场人工复位的问题, 节约了故障处理时间和人力资源。与采用智能 PDU 的技术方案相比, 成本约为前者的 1/20, 价格优势明显。缺点是与设备电源接线稍显麻烦, 且没有进行工业化封装, 布线和设备美观性上明显不足。

树莓派功能强大, 设备运行稳定, 后续可进一步进行开发。比如外接摄像头, 实现对站内设备的图像监控; 外接温湿度传感器实现温湿度采集; 通过串口对其他运行设备进行运行工况监测和维护等。合理应用树莓派, 能给电力通信信息运行维护工作带来很大便利。

To Realize Remote Host Power-off and Restart by Using Raspberry PI

LIU Jiadan, ZHOU Qi

(Wuxi Electric Power Company, Wuxi 214061, China)

Abstract: In order to solve the problem of some embedded devices cannot be maintained remotely due to system trouble during the process of operation and maintenance, this paper proposes a solution to control equipment's power supply by adopting Raspberry Pi programming, which can realize remote power-off and restart. A detailed introduction to the configuration method of Raspberry Pi web server and the key points on GPIO and Web programming by using python programming language is provided. Compared to the method using Intelligent PDU, the proposed method has advantages of low cost and strong expansion ability.

Key words: raspberry pi; GPIO; web; remote power-off and restart

(上接第 69 页)

The Application and Optimization Analysis on High Frequency Power Supply Technique in Dust Collection for 1000 MW Power Generating Unit

ZHU Peifeng

(Guodian Taizhou Power Generation Co.Ltd., Taizhou 225327, China)

Abstract: This paper introduces the application experience of applying high frequency power supplies (HFPS) technique into the optimization of the operation of electrostatic precipitator (ESP) in No.1 power generating unit in the Guodian Taizhou Power Generation Co.Ltd., and also addresses the characteristic of HFPS in energy saving. Through improving high frequency power supplies (HFPS) technique, along with numerous practical field tests, the HFPS significantly increases dust collection efficiency in Taizhou Power Generation Co.Ltd., which brings remarkable economic benefits as well as social benefits. The successful application provides a practical experience for prompting HFPS-based energy saving and emission reduction techniques for ESP.

Key words: electrostatic precipitator; high frequency power supply; parameter optimization; dust collection efficiency; energy saving and emission reduction

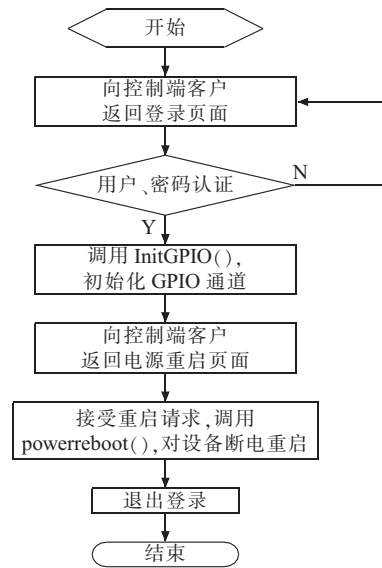


图 3 index.py 处理流程

参考文献:

- [1] MAGNUS L H. Python 基础教程[M]. 北京:人民邮电出版社, 2010:1-3.
- [2] SARWAR S M. UNIX 教程[M]. 北京:机械工业出版社, 2003: 179-180.

作者简介:

刘佳延(1975), 男, 江苏无锡人, 高级工程师, 从事通信自动化研究工作;

周琦(1963), 男, 江苏无锡人, 工程师, 从事通信研究工作。