

文献标识码: B 文章编号: 1003-0492 (2024) 04-084-04 中图分类号: TP271

基于静电除尘系统一键启停的分析与设计

Analysis and Design of One-key Start-up and Shutdown of Electrostatic Precipitation Systems

★ 叶宁, 潘乐 (西安益通热工技术服务有限责任公司, 陕西 西安 710032)

摘要: 为了控制电厂烟尘排放浓度以满足日益严格的排放标准, 电厂均安装有高效静电除尘器, 该系统涵盖高频电源系统、振打系统及加热器系统。随着智能化电厂DCS一体化的推进与实施, 为了更好地实现电厂的科学管理和科学控制, 多数工业现场已将电除尘系统控制纳入到DCS系统进行监视与控制。将电除尘各个子系统纳入自动控制与一键启停的相关设计不仅满足了电厂对系统控制的需求, 也实现了人员优化管理的目的。

关键词: 静电除尘; DCS; 一键启停

Abstract: To control the smoke emission concentration of the power plant to meet the increasingly strict emission standards, the power plants are equipped with high efficiency electrostatic precipitator, which covers the high frequency power supply system, vibration system and heater system. With the advancement and implementation of DCS integration in intelligent power plants, in order to better realize the scientific management and control of power plants, most industrial sites have incorporated the control of the electrostatic precipitation system into the DCS system for monitoring and control, and in order to achieve optimal management, The design of automatic control and one-key start and stop of each subsystem of electric dust removal not only meets the needs of the power plant for system control, but also realizes the purpose of personnel optimization management.

Key words: Electrostatic precipitation; DCS; One-key start and stop

静电除尘器利用各个电场产生电晕放电的方式将气体电离, 从而使含尘气体中的尘粒带电, 并且在电场力作用下移向集尘电极, 并通过振打系统的作用, 使飞灰陈粒落入到灰斗中^[1,2]。传统的控制方案多将高频电源系统、振打系统及加热器接入到PLC系统进行控制, 针对高频电源的控制通过运行经验值进行二次电流与电

压的控制, 偶尔调整会出现滞后性。

随着DCS全厂一体化实施的开展, 越来越多的工业现场将该系统逐步纳入到DCS进行监视控制。通过高频电源实现PID控制将更科学有效地进行该系统的自动控制, 并且根据机组负荷要求, 高频电源系统可实现二次电流自动调节, 振打系统可实现周期振打与连续振打方式的切换, 加热系统可根据设定温度高低自动启停^[3,4]。通过一键启停方式将各个子系统串接起来, 更加提升了运行效率^[3,4]。

1 基于DCS平台电除尘各子系统设计

国内某百万机组每台锅炉配备两台三室五电场静电除尘器, 其中高频电源包括: 一、二、三电场共18台高频电源, 四、五电场共12台高频电源; 加热器系统包括: 瓷套电加热器72支、瓷轴电加热器40支、灰斗电加热60套、大梁末电场测温6支、瓷轴下阴极测温20支、烟箱测温12支、灰斗测温60支、灰斗高料位计60套、出口浊度仪2套; 振打系统包括: 阴极侧部振打电机40台、阴极顶侧打电机10台、阳极振打电机20台、槽板振打电机4台^[5-7]。

1.1 高频电源系统的设计

一二三电场2.2A/72kV, 共计18台; 四五电场2.0A/80kV, 共计12台。二次电压参数范围: 一二三电场20~72kV, 四五电场20~80kV; 二次电流参数范围: 一二三电场100~2200mA, 四五电场100~2000mA。系

统投入之后严格监视静电除尘器的一、二次侧电流、电压, 根据静电除尘器各电场的运行工况需求, 及时调整参数, 满足达到额定电压、电流值的要求^[3,4], 并根据出口粉尘浓度的值与机组负荷指令实时调节高频电源二次电流输出值。控制逻辑如图1所示^[8,9]。

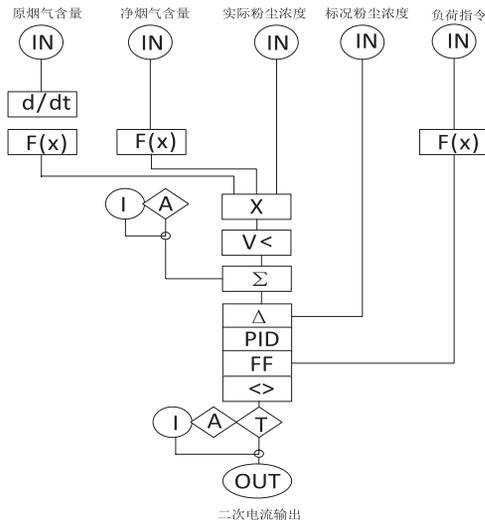


图1 高频电源二次电流PID调节逻辑图

1.2 电加热器系统的设计

每个室1支测温控制本室12瓷套加热器, A1室1#大梁加热器2支, 2#大梁加热器2支, 3#大梁加热器2支, 4#大梁加热器2支, 5#大梁加热器2支并有1支测温, 检测本室温度, 控制本室加热器。A2、A3、B1、B2、B3室同样布置; A1侧一电场瓷轴加热器2支(分上下), 测温1支, 检测本电场瓷轴保温箱温度, 对本电场瓷轴加热进行控制; 二、三、四、五电场同样布置。A3、B1、B3侧同样布置; A1侧一电场灰斗加热器一套, 测温1支, 检测本电场灰斗温度, 对本电场灰斗加热进行控制; 二、三、四、五电场同样布置。A2、A3、B1、B2、B3侧同样布置^[5-7]。

运行人员在机组运行正常后将该系统设为自动运行, 并根据相应位置的测量温度进行自动启停控制, 温度的计算是基于公式得出: $t = \beta * S_{ar2}^{(13)} / (1.05 * \alpha_{fh} * A_{ar2}) + t1$

其中 t : 烟气温度(°C); β : 与过量空气系数有关的常数; S_{ar2} : 工作基的折算硫分; A_{ar2} : 工作基的折算灰分; $t1$: 烟气水蒸汽温度(°C); α_{fh} : 飞分与总灰份的占比。根据不同煤质品质与参数计算出振打装

置选择设定温度值^[8,9]。控制逻辑如图2所示。

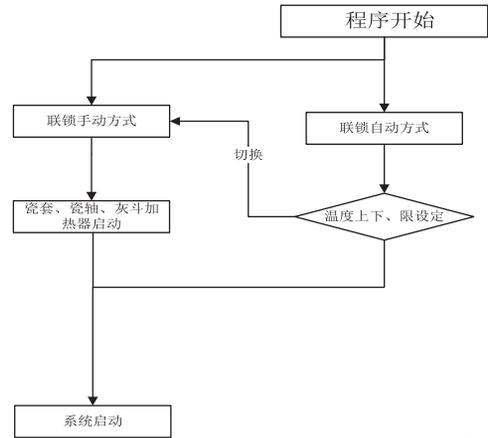


图2 加热器控制逻辑图

1.3 振打系统的设计

A1侧一电场阴极振打电机2台(分上下), 二、三、四、五电场同样布置。A3、B1、B3侧同样布置; A2室顶部五个电场, 每个电场布置一台顶部阴极振打电机, B2同样布置; A1侧五个电场, 每个电场1台阳极振打电机; A3、B1、B3侧同样布置; A1侧、A3侧、B1侧、B3侧各布置1台^[5-7]。

振打装置根据需求投入后的自动联锁需满足: 同一电场阳极振打系统、阴极振打系统在自动方式下不能同时运行, 相邻电场同极振打系统不能同时运行, 同一电场同级振打系统应同时运行, 一台除尘器内的不同通道末级电场振打不能同时启动。同时, 它还应满足阳极板与阴极的振打时间间隔均根据工况进行调整, 并且满足任一振打电机的振打起始时间可调、振打工作时间可设、振打停止时间可设、振打周期可设^[8,9]。控制逻辑如图3所示。

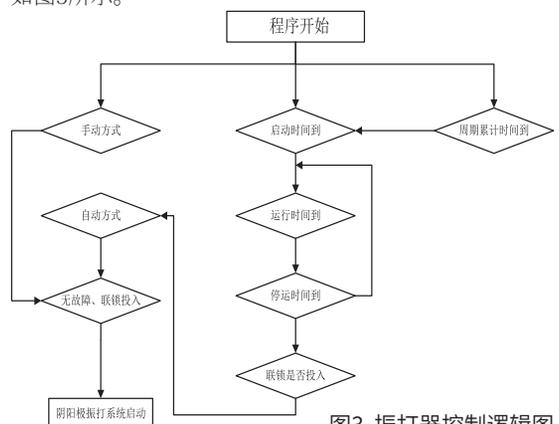


图3 振打器控制逻辑图

1.4 基于电除尘系统APS设计结构框图

锅炉点火前，投入电加热器对大梁室、绝缘子室、阴极瓷轴室进行加热，并投入灰斗加热，设定电除尘高频电源二次电压、二次电流，锅炉第一台风机启动前，投入一电场高频电源运行，结合机组负荷变化情况，一次投入二、三、四电场高频运行。基于电除尘系统一键启动逻辑框图如图4所示。

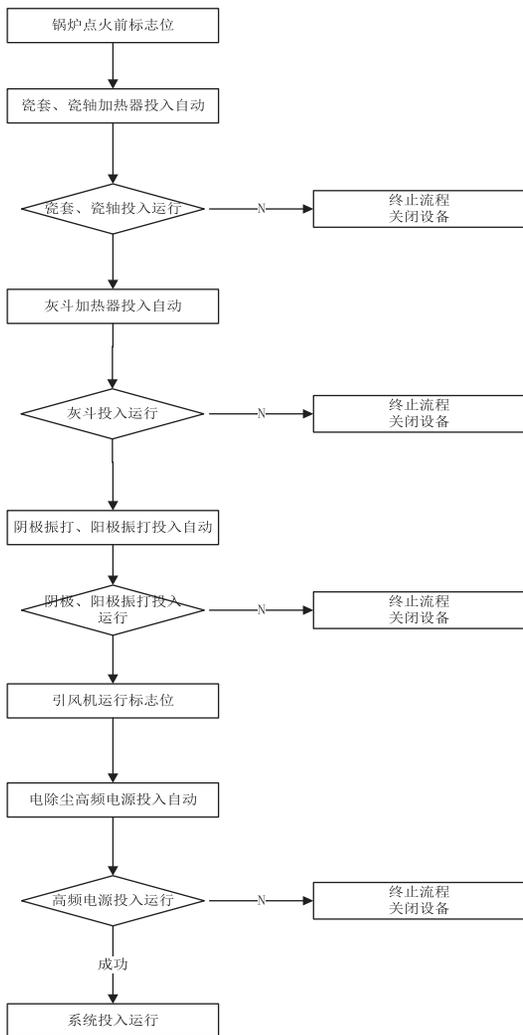


图4 电除尘系统一键启动控制逻辑图

根据机组负荷变化情况，及时依次停运二、三电场高频电源，停运电除尘一、四电场高频电源，阴阳极振打装置保持连续运行，直至气力输灰系统停运。基于电除尘系统一键停止逻辑框图如图5所示。

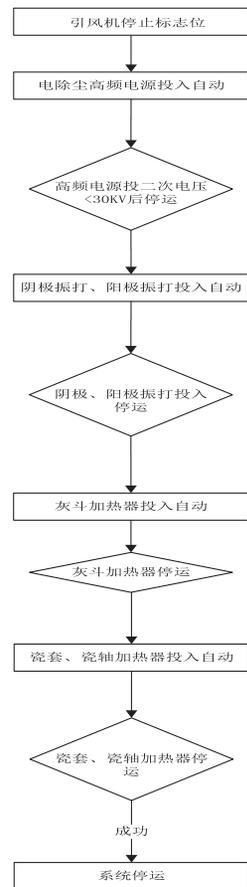


图5 电除尘系统一键停止控制逻辑图

2 实际运行情况

2.1 振打系统运行情况

各电场振打系统参数设定如表1所示。

表1 振打系统时间设定参数

振打名称	间隔时间	振打时间
一电场阳极振打	300S	150s
二电场阳打振打	750S	150s
三电场阳打振打	1350S	150s
四电场阳打振打	2100S	150s
五电场阳打振打	2700S	150s
一电场阴打振打	300S	300s
二电场阴打振打	300S	300s
三电场阴打振打	300S	300s
四电场阴打振打	300S	300s
五电场阴打振打	300S	300s

表中参数以比较正常的进口浓度设置，如果进口浓度较大，需要适当缩短前几个电场的振打周期。机组负荷变换会引起烟气量、烟气温度、排放浓度的变化，所以振打要根据机组负荷变化去调整振打时间。在粉尘特别细、高粘性、清灰很困难的工况情况下，可适当延长后极电场振打的工作时间。这类粉尘，定时降压振打很重要，同时在阳极断电振打时对应的阴极也实施降压振打，若后级电场在出厂设置的振打周期内未出现反电晕现场，应延长后级电场的振打停止时间^[8,9]。

2.2 加热器系统运行情况

各电场加热器设定参数如表2所示。

表2 加热器系统温度设定参数

设定值	温度下限值	温度上限值
瓷套电加热器	100°C	100°C
灰斗电加热器	120°C	120°C

加热器根据烟气温度的设定温度，在设定区内，电加热器应能根据上限值、下限值自动投运^[8,9]。

2.3 高频电源系统运行情况

各电场高频电源系统设定参数如表3所示。

表3 高频电源系统电压、电流设定参数

高频电源名称	额定电压	额定电流
一电场高频电源	72kV	2.2A
二电场高频电源	72kV	2.2A
三电场高频电源	72kV	2.2A
四电场高频电源	80kV	2.0A
五电场高频电源	80kV	2.0A

高频电源根据额定电压、额定电流的设定值，在设定区间内，高频电源应能根据上限值、下限值自动

PID进行调节^[8,9]。

3 总结与展望

电除尘出口有粉尘浓度监视测点，若除尘粉尘浓度高，出现原因大致为高频电源参数异常，需调整高频电源电压、电流限值。阴阳极振打周期不合理或力度不符合要求，振打装置出现故障，需调整振打周期。现象为二次电流不正常上升，二次电压大幅降低，二次电流、电压升不到正常运行值且频繁闪络^[8,9]。

出现上述情况应就地检查不完全短路电场对应阴、阳极振打装置运转是否正常，若振打装置出现停转、卡塞、脱轴等异常现象联系检修处理；若因绝缘部件污损或结露，引起漏电和绝缘不良，检查确认不完全短路电场瓷轴、瓷套、灰斗加热器运行情况和顶部瓷瓶情况，发现问题联系检修处理^[8,9]。

通过电除尘系统实现了一键启停和自动控制，提高了运行人员的实际操作效率，有效提升了工作效率，保证了设备运行的稳定性^[10]。AP

作者简介：

叶宁（1987-），男，陕西西安人，工程师，硕士，现就职于西安益通热工技术服务有限责任公司，研究方向为火电厂自动化及智能控制。

潘乐（1993-），男，陕西西安人，工程师，学士，现就职于西安益通热工技术服务有限责任公司，研究方向为火电厂自动或及智能控制。

参考文献：

- [1] 陈小艺, 董鹤飞. 电炉除尘控制系统设计及应用[J]. 冶金自动化, 2022, 46 (S1): 162 - 166.
- [2] 郭江源. 除尘器的除尘性能分析[J]. 电力科技与环保, 2019, 35 (6): 6 - 9.
- [3] 陶秋根, 刘鹤忠, 邓文祥, 等. 徐州电厂静电除尘器改造及高频电源的技术应用[J]. 电力勘测设计, 2018 (1): 26 - 30.
- [4] 吕杰, 伍健伟, 宁献武, 等. 电除尘器电源参数优化调整及节能分析[J]. 神华科技, 2019, 17 (3): 90 - 93.
- [5] 赵磊. 上都电厂2号机组低温电除尘器改造[D]. 北京: 华北电力大学, 2018.
- [6] 张蕊. 乌拉特电厂电除尘改造技术研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2018.
- [7] 胡建强. 低低温电除尘技术实验研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2019.
- [8] 刘丽英. 试论火力发电厂除尘器提效改造技术选择和应用[J]. 科技风, 2018(27): 197.
- [9] 黄杰, 邹丽蓉. 影响静电除尘器除尘效率的关键因素探究[J]. 电气技术与经济, 2019 (3): 52 - 54.
- [10] 关玉华, 张伦秋, 米俊锋, 等. 静电除尘效率影响因素的研究进展[J]. 应用化工, 2023, 52 (8): 2427 - 2431.