

脱硫除灰主要设备常见问题分析

张焯 闫育伟 马京睿 张伟庆 范嘉翔

华能铜川照金煤电有限公司

摘要: 本文主要针对火力燃煤电厂辅网环保专业脱硫以及除灰主要设备常见的异常进行分析, 主要内容为电除尘器除尘效率低、湿式除尘器积灰严重、吸收塔氧化风管堵塞、真空皮带脱水机过脱水效果差、机组高负荷时如何维持脱硫系统水平衡等, 并尝试探索异常出现的原因及解决方法。

关键词: 火力发电厂; 脱硫除灰; 设备异常

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.05.232

一、电除尘器除尘效率低

在电晕极与收尘极间产生非均匀的高压强电场使处于其中的空气和粉尘电离。在振打装置的振打下灰落入灰斗, 实现收尘过程。被电离的空气和烟气中的粉尘粒子接触使粉尘带电, 带电后的粉尘在电场力的作用下飞到收尘极和电晕极上。380V的低压交流电经高压硅变后, 成为66KV或72KV的高压直流电经高压隔离开关后负极接入电晕极, 正极接入收尘极。

(一) 电除尘主要附属设备

阴极线: 由导体和芒刺组成, 高压直流电通过阴极线芒刺进行放电, 使烟气中粉尘荷电。

阳极板: 是电除尘集尘板, 带正电, 通过正负电荷相吸的原理收集被荷电的粉尘。由电磁线圈、重力振打锤、振打杆组成, 当线圈通电时, 线圈周围便产生磁场, 振打锤在磁场力的作用下被提升, 达到一定高度时, 线圈断电, 磁场消失, 振打锤在重力作用下自由下落, 撞击振打杆, 由振打杆将振打力传递到电除尘器内部的阴线上, 除去阴极线上吸附的粉尘, 防止阴极线芒刺粉尘吸附后形成电晕封闭, 降低电除尘效率, 达到清灰的目的;

阳极振打: 装置有电机、曲动轮、曲动振打锤组成, 阳极振打锤是使极板、极限产生振动以清除沉积在它们表面的粉尘的系统。阳极振打锤的轴扣采用的是将U型卡和与轴连接的轴卡两个零件构成, 再将两个零件焊接在一起, 需要注意的是焊接而成的轴扣要所要求的相对位置, 使得组装后的振打锤正确的打到要求位置。一般是一排极板安装一个振打锤, 同一电场各排的振打锤安在一根传动轴上, 并依次错开一个角度, 使各排极板交替地受到振打。

振打强度和振打频率, 可用适当的电控装置进行调节。通过电机带动曲动振打锤振打电除尘阳极板, 使吸附的粉尘落入电除尘灰斗中。振打装置电除尘器振打清灰装置的最佳运行, 是保证电除尘器正常运行的一个重要因素, 它直接影响电除尘器的效率和相关设备的使用寿命。电除尘器经过一段时间的运行之后, 电晕极积尘过多, 会影响电晕的工作, 使电晕强度减弱; 收尘极积尘过多, 减缓尘粒的驱进速度, 对于高比电阻粉尘还会引起反电晕。

实践证明, 当收尘极沉积的粉尘达到一定厚度时, 电除尘器内的工作条件恶化, 影响电除尘器的效率。

(二) 电除尘硅变负载短路原因

1. 电除尘器内部阴极线断线;
2. 高压硅整流变隔离开关柜内输出阻尼电阻烧断接地;
3. 高压隔离开关内部短路;
4. 电除尘器内部积灰太多或有金属杂物引起短路;
5. 输出短路保护误动作;
6. 大梁绝缘子或阴极振打瓷轴对地闪络接地;
7. 灰斗内积灰过多粉尘堆积至电晕极框架;
8. MGGH热媒水泄漏;

(三) 影响电除尘效率的因素:

1. 灰斗要把从电极上落下来的粉尘进行集中, 经排灰装置送到其他输送装置中去。采用定时排灰的灰斗, 由于灰斗集灰过满造成电晕极接地, 采用连续排灰的灰斗积灰太少斗壁密封不严会使空气泄入, 引起二次飞扬。这些都会造成除尘效率降低。

2. 气流旁路是指电除尘器内的气流不通过收尘区, 而从收尘极板的顶部、底部和极板左右最外边与壳体内壁形成的通道中通过。气流旁路使一部分含尘烟气不经处理就排向大气, 而且还会引起二次飞扬, 降低除尘效率。

3. 电晕线越细, 产生的电晕越强烈。但在电晕极周围的离子区有一些获得正电荷的粉尘粒子会在电场力的作用下向电晕线运动并沉积在上面。如果粉尘黏附性很强, 不易被振打下来, 则电晕线上的粉尘越来越多, 使电晕线变粗, 降低电晕放电效果, 这就是常说的电晕线肥大。

4. 阴阳极热膨胀不均空载通电升压时, 电场处于冷态, 膨胀不均不易察觉。带负荷运行时, 电场处于热态, 极板极线产生膨胀。但膨胀不均匀时, 极板极线弯曲变形, 使局部异极间距变小, 两极放电距离变小, 二次电压升不高或升高后跳闸, 影响除尘效率。

5. 当两台迎风机由于挡板控制机构或指示仪表有缺陷造成两台风机流量不等, 或锅炉运行人员为了调整两侧过热器的温差, 改变引风机控制挡板, 调节流量分配时, 会造成两侧烟气分配不均, 也会影响电除尘器的除尘效率。

(四) 运行预防措施

1. 定期测量电除尘器的漏风率, 超过设计值时, 对其进行调整。

2. 定期检查阴、阳极振打运行正常。
3. 定期检查灰斗积灰情况，及时输灰，尽量减少反吹频次，避免发生二次扬尘。
4. 建议锅炉对好坏煤种搭配掺烧。
5. 努力提高电除尘器运行水平，严格执行电除尘器运行维护导则。对设备运行中存在故障和问题及时处理，保证除尘器可靠运行及效率。

6. 电除尘器运行中出现异常情况，应及时准确的分析判断出原因，进行必要的操作和调整，最大限度限制事态发展，并进行检查处理，暂时不能消除

二、湿式除尘器积灰严重

湿式电除尘（雾）器除尘原理与常规干式电除尘器除尘原理基本相同，不同之处在于工作环境的烟气温度、湿度和烟气中粉尘性质不同。湿式电除尘器工作原理是依靠高压电极放电原理使气体电离，烟气中粉尘颗粒和雾滴颗粒荷电后在电场力的作用下，收集在收尘极（阳极管束）表面，干式电除尘器是利用振打清灰的方式将收集到的粉尘去除，而湿式电除尘（雾）器则是利用在水喷至收尘极（阳极管束）表面形成的水膜将粉尘冲洗去除。

（一）湿式除尘器积灰严重原因

1. 电除尘四电场输灰压力较三电场明显低，三电场输灰压力正常在200kpa以上，四电场输灰压力仅70kpa左右，影响四电场输灰压力一是一次气进气气动门内漏，造成四电场落料时管线仍有压力，落料不畅，造成电除尘出口实际粉尘含量偏大，二是电除尘出料阀憋压时自动不能打开，值班员运行调整基本为自动方式，此时四电场管道内落灰未及时输送走，造成电除尘出口灰量较大。

2. 两台机组300MW同时运行时，输送空压机三台运行，输送气压力持续维持较低，三四电场输灰频次较少。

3. 湿式除尘器冲洗效果较差，特别是对湿式除尘器均流板及灰斗冲洗定期工作执行差。

4. #电除尘出口A、B列浊度仪长时间故障退备，值班员无法通过参数对比监视烟囱入口粉尘实际变化情况。

（二）防止湿式除尘器积灰严重措施

1. 排查电除尘输灰系统，发现有进气阀漏气现象时及时联系处理，若未能及时处理，应汇报专业协调处理，定期对电除尘三、四电场输灰频次及输灰压力进行检查，发现输灰频次不够时及时分析原因，专业下发输灰相应规定，规定建议如下：(1)每班三四电场至少输灰几次，具体细化至所有负荷段；(2)每班需至少对电除尘各灰斗反吹输灰几次；(3)输送气压力低于300kpa以下多次时间应启动备用空压机；(4)目前空压机运行工况应禁止停运空压机运行，双机维持至少3台空压机运行，单机至少维持2台空压机运行；(5)联系检修专业跑排查输送空压机出力降低原因。

2. 加强对湿式除尘器冲洗定期工作执行，定期工作无法正常执行时应及时联系处理并汇报专业，专业应定

期检查各定期工作执行情况；

3. 规定电除尘调整方式；

三、吸收塔氧化风管堵塞

脱硫吸收塔氧化风机的主要作用时将风机送出的空气经喷水减温后，通过一级吸收塔氧化风管进入浆池，把脱硫反应生成的亚硫酸钙强制氧化成硫酸钙并结晶生成二水硫酸钙（石膏）。

（一）一级吸收塔氧化风管堵塞原因分析

1. #1FGD一级吸收塔A氧化风机出口电动门故障至#1FGD氧化风管风量不足，吸收塔浆液倒流至氧化风管道内；

2. #1FGD一级吸收塔液位控制超过12米时#1FGD一级塔A氧化风机卸载电动门频繁开启，1FGD一级吸收塔液位控制超过12米时#1FGD一级塔B氧化风机卸载电动门频繁开启，值班员未及时关闭卸载电动门，吸收塔浆液倒流至氧化风管；

3. #1FGD一级吸收塔A氧化风机长时间退备，B氧化风机长时间运行，造成#1FGD一级吸收塔氧化风系统堵塞隐患；

4. #1FGD一级吸收塔A氧化风机出力未达到运行需求风量时，A氧化风机运行时间较长；

5. #2及#1FGD一级吸收塔氧化风机母管已堵塞，经冲洗氧化风支管后暂时恢复正常，实际仍有个别氧化风支管堵塞，至#1机组临停时堵塞的氧化风机支管堵塞加剧；

（二）氧化风管运行维护问题

1. 检修专业消缺能力差，#1FGD一级吸收塔A氧化风机退备时间长；

2. 运行值班员分析能力不足，未能及时分析出氧化风机卸载电动门频繁开启原因；运行值班员监盘不认真，卸载电动门连锁打开后未及时关闭；

3. 值班员事故处理不足，氧化风机出力低时盲目配合检修进行试转。

（三）防止氧化风管差压上升的措施

1. 在DCS画面上做好氧化风出口母管压力和运行氧化风机卸荷压力的趋势并进行严密监视，对压力测点的突变或显示不正常时要及时联系消缺。

2. 各值根据吸收塔液位情况合理调整除雾器冲洗次数，但不能停止对除雾器的冲洗。

3. #1FGD一级塔氧化风支管冲洗定期工作由原来的2次/周变更为1次/白班，

4. #1FGD一级塔氧化风机运行时，严格控制吸收塔液位，

5. 严格控制吸收塔密度 $<1150\text{kg}/\text{m}^3$ 运行。当一级塔密度 $\geq 1100\text{kg}/\text{m}^3$ 时，调整脱水，保持石膏排出泵电流 $\geq 75\text{A}$ ；当一级塔密度 $\geq 1040\text{kg}/\text{m}^3$ 时，保持石膏排出泵电流 $\geq 70\text{A}$ 。二级塔保持密度 $\leq 1080\text{kg}/\text{m}^3$ 运行。

6. 控制进入吸收塔的粉尘量，调整#1电除尘硅变出力设定值 $\geq 60\%$ 运行。

7. 维持吸收塔低液位运行。

8. 提高监盘质量，#1FGD一级塔氧化风机出现异常

时要及时发现并汇报专业。

9. 恢复二级塔氧化风机热备用状态, 要求每班定期检查, 保证二级塔氧化风机备用良好。

四、真空皮带脱水机过脱水效果差

石膏脱水系统由石膏浆液排出泵、石膏旋流器、石膏浆液分配箱、真空皮带脱水机系统、带搅拌器的脱水区回流水池、回流水泵、废水旋流器等组成。经常出现的问题即是真空皮带脱水效果差, 具体原因可分为以下几个方面。

(一) 冲洗系统

因为滤布冲洗水使用的是工艺水, 一般不会堵塞。滤布冲洗系统喷嘴的位置倾斜时或者喷嘴堵塞时, 滤布冲洗不干净现象就会出现, 会有石膏淤积在滤布表面, 也会出现滤布表面堵塞现象, 进而影响真空皮带脱水机脱水效果;

(二) 下料系统

滤布下料口表面间隔太大, 有大量石膏淤积在滤布表面, 造成很难清洗, 长时间也容易在滤布表面结垢, 出现表面堵塞的现象;

(三) 真空皮带脱水机的密封系统

真空皮带脱水机机械密封水漏水、压力低级真空盒漏气漏真空等等会影响真空皮带脱水机密封系统;

(四) 一级脱水系统

一级脱水系统石膏旋流器分离效果差, 例如旋流器沉沙嘴脱落、磨损严重等都会引起一级脱水效果差, 造成真空皮带脱水机脱水效果差;

(五) 石膏浆液品质

石膏浆液量过多或过少, 真空皮带脱水机滤布表面无法形成真空, 造成石膏含水率大; 石膏浆液内石膏含量较低或氯离子含量高、粉尘含量大或者有机组助燃后未完全充分燃烧的油等等均会造成脱水效果差;

(六) 均流槽系统

真空皮带脱水机浆液由旋流器底流流至真空皮带脱水机时经过均流槽, 若均流槽发生偏流或堵塞时均会影响真空皮带脱水机脱水效果;

(七) 真空皮带脱水机系统

若真空皮带脱水机轴承损坏或跑偏等也会造成脱水效果差, 值班员调整脱水时真空皮带脱水机频率调整偏低, 偏高均有可能引起脱水效果差;

(八) 真空皮带脱水机滤布系统

真空皮带脱水机滤布使用有使用年限, 若长时间未更换滤布, 则滤布孔隙会越来越多, 最后影响脱水效果;

(九) 其他辅助系统

例如脱硫废水系统排泥至真空皮带脱水机脱水时会造成脱水效果差, 滤饼冲洗水投运时脱水效果差等。

五、高负荷维持脱硫系统水平衡

机组高负荷时, 因烟气温度较高, 流经吸收塔内部时会带走很大一部分水分, 如果不及时采取措施, 吸收塔液位过低不仅会导致FGD烟气吸收效率下降, 也会导致氧化风支管钢梁腐蚀严重, 甚至氧化风支管暴漏在空气中引起石膏质量下降严重, 因此高负荷时吸收塔维持

正常液位就显得尤为重要。

1. 加强对机加池水质检查, 发现水质浑浊时及时调整, 并按机加池水质差检查卡详细检查, 确保机加池出水量至最大出力运行;

2. 工业水泵连续运行往辅冷水池补水, 辅冷水池至工艺水箱气动门一直维持开状态维持工艺水箱高液位运行;

3. 四台吸收塔依次轮换通过除雾器进行补水, 在工艺水箱高液位时可打开浆液循环泵、石膏排出泵等冲洗气动门加强对吸收塔补水;

4. 加强真空皮带脱水机系统检查, 保证脱水系统最大出力运行, 降低吸收塔密度的同时减少系统水的消耗;

5. 工业废水、生活污水、机组排水槽系统保证连续运行, 确保全厂废水能及时回收至辅冷水池;

6. 厂东门雨水外排潜水泵投运自动, 雨天时收集雨水至工业废水处理系统;

7. 水处理制水系统、供热制水系统运行时及时回收废水至脱硫工艺水箱;

8. 厂外中水高位水池正常运行时维持厂外中水高位水池高液位运行, 辅冷水池补水用中水进行补水;

9. 厂外中水系统恢复正常时, 及时恢复厂外中水高位水池;

10. 中水系统故障, 机加池系统最大出力无法满足脱硫水系统水消失时可用启动深井泵向厂内生水池补水联络至工业水池;

11. 低负荷时及时往系统补水, 维持高水池高液位运行, 仍有多余水时及时往事故浆液箱存水;

12. 特使情况时可用申请从厂外引接临时水源进行补水

结论

脱硫除灰系统是火电厂脱硫除灰专业保证机组安全的重要系统, 特别是其中的电除尘效率低、湿式球磨机启动时吐料严重及单台球磨机大修时的技术措施、湿式除尘器积灰严重分析、真空皮带脱水机过脱水效果差的原因、高负荷如何维持脱硫系统水平衡更是其中影响机组性能、节能、安全的常见问题, 及时预防控制并分析相关问题可以保证脱硫除灰系统安全稳定运行。

参考文献

[1] 石灰石-石膏湿法脱硫系统常见问题分析[A]. 郭江源; 张志勇; 吴宇; 郝素华. 中国环境科学学会2019年科学技术年会——环境工程技术创新与应用分论坛, 2019

[2] 湿法烟气脱硫装置运行中影响脱硫效率的因素分析[A]. 殷风光; 时轩. 华润电力首阳山节能减排与技术创新交流研讨会, 2017

[3] 脱硫系统石膏脱水存在的问题及解决措施[J]. 陈瑞君; 李焕君; 安振军; 董占斌. 内蒙古电力技术, 2011(03)

[4] 湿法烟气脱硫氧化空气量不足的原因及处理方法分析[J]. 软柏豪. 智能城市, 2020(19)