

试验研究

脱硫废水处理的工程设计实例

张攀

(煤科集团杭州环保研究院有限公司,浙江 杭州 311201)

摘要:为提高脱硫废水处理系统运行的可靠性与稳定性,从工艺选型、设备配套、仪表控制等方面进行了分析。探讨了脱硫废水处理后的再生利用问题,分析了水力冲渣,蒸发浓缩结晶,煤场喷洒,烟气雾化蒸发等利用方式的可行性和潜在问题。

关键词:脱硫;废水处理;设计。

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2018)06-0031-03

ENGINEERING DESIGN EXAMPLE OF DESULPHURIZATION WASTEWATER TREATMENT

ZHANG Pan

(Hangzhou Environmental Protection Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group, Hangzhou 311201, China)

Abstract: The technology selection, equipment and instrument control of a desulfurization wastewater treatment system were analyzed in order to improve the reliability and stability of this system. The reuse of treated water was discussed. In the end, the feasibility and potential problems of some reuse methods were analyzed, such as hydraulic washing, evaporation & crystallization, spraying, and atomization & evaporation.

Key words: Desulphurization; Wastewater treatment; Design.

燃煤发电产生的二氧化硫等污染物,直接排入大气将造成严重污染。在目前的脱硫工艺中,石灰石-石膏湿法脱硫是最成熟、应用最广的脱硫技术,我国70%以上的燃煤机组安装了石灰石-石膏湿法脱硫装置。在脱硫装置运行过程中,煤炭及石灰石中的氯、氟、砷、镉、汞等元素将在浆液中富集,既影响脱硫效果,也会造成设备腐蚀。为保证脱硫系统的正常运行,需要排出部分水分以控制有害物质的浓度。

脱硫废水来源主要为石膏浆液废水,工艺冲洗废水,锅炉冲洗排污水,机组冷却水等。脱硫废水的水质特点为弱酸性、悬浮物含量COD、氟化物、重金属超标(含有Hg,As,Pb等一类污染物);盐分含量高(硫酸根,亚硫酸根,Cl⁻等)。为了维持脱硫

系统的正常运行,浆液中氯离子与微细粉尘的浓度需要维持在一定水平^[1]。为了防止脱硫系统材料的腐蚀,浆液氯离子浓度一般维持在12 000~20 000 mg/kg^[2]。目前对脱硫废水水质控制没有专门的国家标准,只有行业标准(DL/T997-2006《火电厂石灰石-石膏湿法脱硫废水水质控制指标》)^[3]。

根据马双忱教授的研究,目前脱硫废水处理的主要工艺有传统工艺、深度处理工艺、零排放技术等,具体包括有沉淀池、化学沉淀、生物处理、混合零价铁技术、与飞灰混合、蒸发池、烟道蒸发等^[4]。

1 概述

某电厂现有1台130 t/h高温高压循环流化床锅炉和1台100 t/h高温高压循环流化床锅炉,并拟建一台130 t/h高温高压循环流化床锅炉。锅炉烟气脱硫工艺为石灰石-石膏湿法脱硫工艺。脱硫产生的废水为5 m³/h,主要的设计原则如下:

收稿日期:2018-04-14

作者简介:张攀(1985-),男,河北邯郸人,工程师,主要从事废气废水环保研究。

1) 废水处理设置三级反应箱、药剂储存及输送装置、污泥脱水装置。

2) 去除悬浮颗粒及大部分金属, 不除可溶盐类。

3) 脱硫废水处理设备按连续运行方式设计, 脱硫废水处理中产生的泥浆进行单独的脱水处理。

4) 脱硫废水处理系统的容量按正常连续运行处理容量的 125 % 设计。

废水处理的工艺流程见图 1。



图 1 废水处理工艺流程

顶流池废水经水泵打入废水旋流器, 溢流液自流到缓冲池, 然后由泵打到三联箱, 经加碱调节 pH 至 9~11, 然后分别加入絮凝剂、絮凝剂混合均匀后溢流进入浓缩澄清池, 经过处理后, 上清液自流到清水池, 底部污泥经污泥泵打入压滤机干化, 过滤液到地坑收集后用泵打到调节池。

2 主要设计特点

2.1 废水缓冲池设计

废水缓冲池用以调蓄脱硫系统排放的不均匀的废水量, 并均衡废水水质, 保证处理系统有足够的缓冲能力。废水缓冲池的总容量为 30 m³, 满足 1 d 发生量的要求。废水池应设搅拌曝气装置并采用机械搅拌机, 搅拌曝气装置的空气搅拌强度 1.5 Nm³/m³ 水·h, 搅拌机转速约为 60 r/min, 搅拌装置应能连续运行。

2.2 中和箱设计

中和箱的容积满足中和反应所需的时间, 水在箱中的停留时间为 60 min。中和箱为钢结构, 与介质接触的部分采用玻璃鳞片防腐。中和箱配备机械搅拌机, 采用低速电机。搅拌机采用碳钢衬胶材质。中和箱设必要的监控仪表, 进口设流量计。

2.3 反应沉降箱设计

水在箱中的停留时间为 60 min, 配备机械搅拌机, 采用低速电机。反应所需的 pH 值由安装在箱内的 pH 计控制, pH 计的信号控制前级设备

(pH 调整箱) 的碱加药量, 以保证反应沉降箱内 pH 值的稳定。

2.4 絮凝箱设计

废水在絮凝箱中的停留时间为 60 min, 配备机械搅拌机, 采用低速电机。搅拌机的转速为 40 r/min 保持能将颗粒悬浮起来即可, 维持合适的絮凝条件。

中和箱、反应箱、絮凝箱为三联箱的形式, 为三个连接在一起的方形箱, 前级箱的设计、接管的尺寸和位置使废水能顺利的以重力流进入后级设备。本项目三联箱的尺寸为长 4.5 m、宽 2 m、高 2.5 m。

2.5 澄清/浓缩池

澄清/浓缩池的作用如下: a) 絮凝反应后的水与助凝剂混合后, 从澄清/浓缩池的中心进入澄清/浓缩池, 在向下流的过程中在助凝剂作用下形成更大的絮凝物, 在重力的作用下实现固液分离, 清液从上部的集水槽流出至后续处理设备。b) 絮凝物在澄清/浓缩池底部的泥斗内浓缩成污泥。因脱硫废水的固体含量高, 密度较大, 易于沉降, 本项目采用的为沉淀池的形式, 水在池内的停留时间不小于 6 h, 清水上升流速约为 0.6 mm/s。根据“浅层沉淀”原理, 在沉淀池内增设斜管(板), 可缩短废水停留时间, 减少占地面积。本项目澄清/浓缩池尺寸为直径 4 m, 高 6.5 m。

刮泥机采用中心传动式, 驱动装置设在池中心的过桥上。刮泥机由刮泥机臂、刮刀、角度调整夹、轴、减速装置及电机等装置组成。刮泥机外周刮泥板的线速约为 1.5 m/min。刮泥机刮臂应有足够的强度承受刮泥阻力及自重, 采用管式悬臂结构, 并设置拉杆作辅助支撑, 并与池底形状相适应, 保证能沿池底全程刮泥, 防止局部淤积。刮泥机工作制为连续运行, 轻负载满速启动。刮泥机负荷按最大固形物含量进行设计。

污泥输送泵选用螺杆泵, 变频调节, 并设备用泵。采用 316 L 耐高浓度氯离子腐蚀的材质。污泥排至脱水机脱水, 污泥管道上应设流量测量装置。

2.6 污泥脱水系统设计

设一套板框压滤机污泥脱水装置, 包括脱水机、泥斗、加药设备、冲洗设备、滤液收集设备、控制装置等。所有与污泥接触部分的材质均应采取合适的防腐措施。

脱水机的处理能力为 6 m³/h, 满足最大脱硫

废水产生的污泥量,通过自动控制器调节脱水机的脱水功能,适应不同进料污泥的特性,达到规定的脱水污泥干固体含量及要求的干固体回收率,且使聚合物(脱水剂)消耗量最少。

脱水机的悬浮固体最小回收率不低于 95%,泥饼最小含固率不低于 35%。脱硫废水处理车间布置在废水楼 4 米层,泥饼储存在废水楼 0 米污泥储存间。

3 脱硫废水的再利用

经处理后的脱硫废水可用于水力冲渣,蒸发浓缩结晶,煤场喷洒,烟气雾化蒸发、处理合格后外排等。

脱硫废水经常规处理或是不经处理用于湿式除渣系统,具有以下问题:腐蚀问题(脱硫废水呈弱酸性且氯离子含量高,对金属的腐蚀性极强)。对灰渣的综合利用有影响(脱硫废水中含有大量氯和重金属);冲渣水需要二次处理,难以实现真正废水零排放。

脱硫废水经常规处理后用于煤场喷洒,具有以下问题:增加锅炉尾部的腐蚀风险(脱硫废水中的氯在燃烧过程中挥发出来,增加烟气中 HCl 浓度。脱硫废水中钠盐高温条件下容易在炉内结焦。废水中的氯在热力系统中没有减除,逐渐在脱硫塔中累积。

蒸汽浓缩蒸发技术是利用蒸汽对废水进行蒸发浓缩产生蒸馏水和浓缩水,浓缩水通过结晶器或是喷雾干燥进一步的蒸发,产生蒸馏水和固体盐,固体盐进行回收利用或填埋处理。为了防止蒸发器结垢,需要对废水进行预处理,去除废水中的钙镁离子。浓缩蒸发技术工艺投资和运行成本较

高,存在结晶盐处理处置问题,一定程度上限制了其应用。

烟道雾化蒸发技术是利用烟气的热量,将雾化后的废水液滴在烟道或旁路烟道内瞬间加热蒸发,产生的水蒸气在脱硫塔中冷凝回用,结晶盐析出进入粉煤灰中,从而实现高盐末端废水的“零排放”。此工艺设计流程简单,投资小,但可能会增加除尘器的电流电压及增大布袋压差,以及造成烟道积灰腐蚀现象。

本项目的废水处理后,用于煤场喷洒再利用。

4 结论

在某电厂脱硫废水处理项目中,我们通过技术原理、工艺设备、仪表控制等角度进行设计,使废水系统运行的可靠性得到提高,能更好的适应脱硫系统运行的需要。对于处理后的废水尽可能回收再利用,如用于水力冲渣,蒸发浓缩结晶,煤场喷洒,烟气雾化蒸发等。在经济性和可靠性中选取最优点,必然成为脱硫废水同类项目中需要重点研究的问题。

参考文献

- [1] 郭东明.脱硫工程技术及设备[M].北京:化学工业出版社,2007
 - [2] USEPA.Steam electric power generating point source category:final.detailed.study.report,EPA.821-R-09-08[R].US;USEPA,2009.
 - [3] 中国电力企业联合会.火电厂石灰石-石膏湿法脱硫废水水质控制指标:DL/T 997-2006[S].北京:中国电力出版社,2006.
 - [4] 马双忱,于伟静,贾绍广,柴峰,张润盘.燃煤电厂脱硫废水处理技术研究与应用进展[J].《化工进展》,2016(01):255-262.
- MA Shuangchen,YU Weijing,JIA Shaoguang,CHAI Feng, ZHANG Runpan. Research and application progresses of flue gas desulfurization (FGD) wastewater treatment technologies in coal-fired plants [J]. Chemical Industry and Engineering Progress,2016(01):255-262.