

脱硫废水特点及三联箱处理技术

翟 瑛

(山东泰通建设工程有限公司, 山东 临沂 276400)

摘 要 本文阐述了脱硫废水特点及三联箱处理技术, 探讨了硫废水水质水量特征及三联箱处理技术。脱硫废水零排放技术主要是蒸发结晶零排放处理技术、烟气蒸发零排放处理技术。脱硫废水处理技术方式不同, 适用的使用情况也不同, 因此电厂在选用时要结合工作实际来选择技术方式, 保证方案的经济性、可行性以及运行的稳定性。

关键词 脱硫废水 零排放 蒸发结晶 烟道蒸发

中图分类号: X77; TQ03

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)06-0033-03

1 脱硫废水特性及三联箱处理技术

1.1 脱硫废水水质水量特征

在燃煤电厂烟气脱硫过程中, 脱硫浆液的 pH 值、密度和氯离子浓度等指标不规则排放, 会导致脱硫废水量的波动, 脱硫废水含有大量的烟气成分, 使水质变复杂。脱硫废水的典型水质特征、成因及影响见表 1。

从上面论述可以看出, 脱硫废水水量不稳定, 水质成分比较复杂, 对于煤炭发电厂来说, 这是处理废水时的一个难题。脱硫废水处理技术的发展可概括为三大类: (1) 三联箱优化处理技术, 实现脱硫废水的标准排放; (2) 喷淋、水力冲灰技术, 在煤场引入渣水系统, 实现脱硫废水的回用; (3) 脱硫废水零排放技术, 通常指的是蒸发结晶和烟气蒸发技术。

1.2 三联箱处理技术

1.2.1 三联箱处理技术原理

燃煤电厂在进行烟气脱硫废水排放时, 要严格按照 DL/T997-2006 标准来进行水质指标的控制, 设计制定排放工艺的时候, 也要按照该标准进行。三联体联箱是目前最常用的污水处理工艺, 包括中和池、沉淀池和絮凝池, 它集中了中和、反应、絮凝和沉淀等功能, 实现了污水中污染物的去除。在运行过程中, 在中和池中加入碱, 调节脱硫废水的 PH 值在 9 以上, 将中和池中的部分重金属离子除去, 剩下不溶性沉淀, 成分主要是氢氧化物。然后将有机硫加到沉淀池中, 与废水中的二价汞离子反应形成不溶性 Hgs, 去除废水中的汞, 废水中剩下的悬浮颗粒物则用混凝沉淀的方法除去^[1]。

1.2.2 三联箱技术发展方向

传统的三联箱集箱工艺有着一定的问题, 集成加工设备目前受到广泛关注。集成加工设备优点有目共睹, 处理设备全部模块化、一体化, 占地面积小, 铺设管道数量也少, 大大节约空间。另一个发展方向是开发高效絮凝剂, 通过复配和改性对多种化学品进行耦合优化, 可以降低化学品用量。用模块化设备结合高效絮凝剂, 可以有效地去除悬浮杂质以及氟化物、重金属等污染。某电厂使用集成化设备对脱硫废水进行处理, 分析其运行时产生的数据。数据

表明, 该废水各项污染物均达到或优于市级 2020 年标准。分析比对集成高效絮凝技术与传统处理技术的处理效果, 可以看出集成处理设备优点鲜明, 它具有简单的工艺步骤、较好的稳定性及很高的处理效率, 并且施工周期短、易于实现(三联箱技术原理图见图 1)。

2 脱硫废水零排放技术

2.1 蒸发结晶零排放处理技术

还有一种脱硫废水实现零排放的途径是蒸发结晶处理技术。其工作机理是针对浓缩脱硫废水, 使用蒸汽或用其它热源对其进行加热, 使废水中的水蒸发, 增加废水中盐的浓度, 造成过饱和, 最后沉淀形成结晶盐, 以此就能获得零排放的效果。蒸发结晶技术一般分为机械蒸汽再压缩、多效蒸发技术以及热压缩强制循环等。通常使用的脱硫废水蒸发技术多指中水蒸发技术和超临界流体蒸发技术。应用过程中, 我们一般会将膜分离技术结合到蒸发结晶技术中, 可以对水资源进行高效的回收, 同时还可以得到结晶盐, 且纯度很高。但是, 该工艺在实际应用中亟待解决的问题有: 首先, 工艺流程要再进一步简化, 操作控制步骤也要进一步优化, 这样才可以将建设成本以及运行成本降低; 其次, 使用盐土、盐渍土、工业废液废渣来制盐是被我国《盐业管理条例》规定明确禁止的。因此, 针对脱硫废水采用蒸发结晶技术而生成的盐, 没有办法销售出去, 所以会变成固体废物。

2.2 烟气蒸发零排放处理技术

烟气蒸发零排放处理技术主要原理是把脱硫废水雾化, 然后喷入烟道中, 废水雾接触到热烟气, 在热烟气作用下被汽化, 然后就达到了脱硫废水零排放的目的。烟气蒸发有两种类型, 分别是直接烟道蒸发和旁路烟道蒸发。

2.2.1 直接烟道蒸发处理技术

直接烟道蒸发处理技术主要是使脱硫废水在压缩空气的作用下雾化, 脱硫废水以液滴状态进入烟道, 烟道处于空气预热器与除尘器之间。雾化废水蒸发后变成的水蒸气与烟气一起进入脱硫塔, 而盐结晶则归集进除尘系统。直接烟气蒸发技术优点很多, 比如工艺流程简单快速、设备

表1 脱硫废水的典型水质特征和影响

水质特征	形成原因	影响
PH为4-6.5	SO ₂ 溶于水后生成的亚硫酸易发生电离,产生游离氢离子	易对管道和构筑物产生腐蚀
悬浮物浓度高	飞灰、CaSO ₄ ·2H ₂ O和CaSO ₃ ·2H ₂ O等颗粒物	易造成管道污堵,影响设备稳定运行
硬度高	脱硫原料石灰石中存在大量的硬度离子	易结垢,影响设备稳定运行
氯离子浓度高	煤中氯元素会随烟气进入脱硫塔被浆液吸收	酸性条件下,对管道和设备构筑物存在腐蚀风险
成分复杂	燃煤烟气的组分、石灰石浆液和补充水等所含成分复杂	重金属离子、硬度离子等增加处理成本

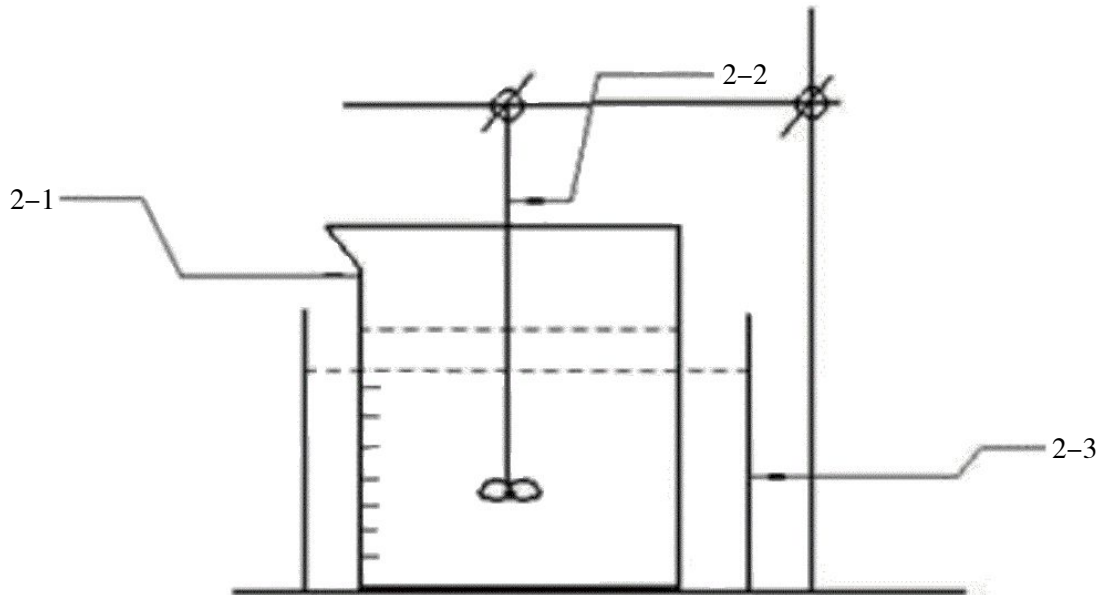


图1 三联箱技术原理图

价格低廉、不会占据过大的空间等。然而,这种方法有一些缺陷。在锅炉负荷减小、空气预热器后烟气温度降低、废水蒸发效率有限的新常态下,未蒸发的水滴粘附在烟道内壁,容易造成烟道腐蚀。

2.2.2 旁路烟道蒸发处理技术

在烟气直接蒸发技术的基础上,优化了高温旁路烟气蒸发技术,该技术的工作机理是把温度很高的烟气(空气预热器前部330℃的烟气)导入旁路烟气蒸发器,对脱硫废水进行蒸发结晶。我们按照不同的雾化方式对其进行分类,将其分为旋转雾化蒸发技术和双液蒸发技术。

2.3 用煤场地的喷雾技术

该技术顾名思义就是将脱硫废水喷导入煤场然后喷洒。工艺流程简单,设备整体改造维护难度低。然而,在煤场喷洒的过程中,有两个重要的注意事项:第一,必须控制好喷洒的脱硫废水量,确保增量煤堆的含水量不会过高,避免影响到煤的燃烧性能;第二,脱硫废水pH值为酸性,废水中含有大量的Cl⁻,因此有必要采取措施,避免对锅炉设备造成腐蚀。毛成辉进行了脱硫废水喷淋处理对锅炉运行影响的研究,他发现,引入脱硫废水会将煤灰熔点降低。在煤的燃烧过程中,氯会以氯化氢气体的形式析出。当引入7.5t/h的脱硫废水时,可析出体积分数高达50×10⁻⁶的氯化氢气体。喷淋重复使用在煤田的实际应用中受到一定的限

制。该技术吸收的脱硫废水量有限,同时必须坚决避免脱硫废水影响到燃煤和机组设备。

2.4 水力除灰、干灰加湿技术

脱硫废水返灰主要包括引入灰冲洗系统和干灰加湿控制。引力除灰系统在补水时导入脱硫废水,是目前一些电厂回用脱硫废水的一个措施。粉煤灰中含有氧化钙等物质,可以与脱硫废水中的酸性物质进行反应,能将废水的pH值提高,同时脱硫废水中的重金属离子转化成氢氧化物沉淀。使用该方法时,不需要对脱硫废水进行系统改造,即可在水力除灰系统中回用,具有投资少、节约成本、实施步骤简单等好处。然而,由于脱硫废水中含有高浓度的氯离子,进入除灰系统后,有可能腐蚀设备。干灰吸收脱硫废水量不大,而电厂粉煤灰已逐渐转变为干输送方式,因此干灰加湿技术在脱硫废水处理中的应用受到限制^[2]。

2.5 渣水系统处理技术

炉渣冷却需要冷却水,该技术是将脱硫废水作为冷却水的补充,从而达到回用废水的目的,该技术节约成本且不需要复杂的设备,适应范围广。煤锅炉经过高温燃烧后,会产生炉渣,炉渣中的碱性金属氧化物含量很高。一方面可以中和弱酸性脱硫废水,提高废水的pH值至弱碱性;另外,炉渣可以将废水中的悬浮物、部分重金属和无机离子进

(下转第52页)

网络教学平台, 反观 B/S 架构, 其不存在 C/S 架构的缺陷, 压力主要集中在服务器端, 因此只要服务器配置满足要求即可, 不会给客户端造成压力, 同时 B/S 架构没有专门的软件, 故使用方便。在这一条件下, 建议采用 B/S 架构进行 SQLServer 数据库部署, 部署方法为: 第一, 划分出一部分资源作为 SQLServer 数据库的数据储存空间; 第二, 做好系统表修改、索引、最大并行度参数调整等相关工作; 第三, 明确磁盘配置和文件位置。^[7]

2.4 安全防护技术

目前, 常用的安全防护技术为身份认证技术, 该项技术可以将平台网络包裹, 仅开设一个身份认证接口, 形成一个半封闭式的网络环境, 因此用户想要进入平台, 就必须先提交访问请求, 并且通过身份认证, 若无法通过认证, 请求会被驳回, 故起到安全保障作用。安全防护技术的应用步骤为: 第一构建数据库(同样可使用 SQL 数据库), 用于存放合法用户的账户、密码信息, 该数据库位于服务器, 故基本不会通过客户端泄露; 第二建立认证机制, 即首先在界面上设计账户、密码输入窗口, 其次当用户输入账户、密码之后, 技术系统会在数据库中搜索对应账户、密码信息, 若在数据库中没有找到完全匹配的账户、密码则拒绝访问请求。^[8]

3 结语

综上所述, 高职英语网络教学平台搭建不仅要考虑平

台本身需求, 更要重视高职英语教学需求, 故必须依照需求选择关键技术, 并且正确使用关键技术搭建平台。平台搭建应当遵从框架展开, 依照框架层次一步步完成, 做好功能开发、网络通信、支撑层、安全防护设计, 可使平台完整。

参考文献:

- [1] 李平斌, 郭晶, 罗飞虹, 等. 大学体育网络教学平台的构建与应用 [J]. 体育成人教育学报, 2008, 24(03): 79-80.
- [2] 庄丽, 李春华. 高职院校网络实践教学平台搭建的问题与对策 [J]. 常州信息职业技术学院学报, 2014, 13(03): 68-70.
- [3] 吴妙茹. 基于超星学习通平台的大学英语网络教学问题探究 [J]. 海外英语, 2021, 04(12): 172-173, 175.
- [4] 曹威, 高晨曦, 武兴睿, 于跃, 张志勇. 基于新媒体的教学一体化网络论坛平台设计 [J]. 信息技术与信息化, 2021, 04(06): 196-198.
- [5] 郎莹, 吕月男男, 刘想, 顾琳琳, 徐佳, 赵艳凝. 特殊时期基于网络教学平台的教学模式的研究 [J]. 轻工科技, 2021, 37(07): 175-176, 184.
- [6] 邝曼莉. 巧用网络平台教学资源, 优化小学英语课堂教学效果 [J]. 求知导刊, 2021, 04(25): 14-15.
- [7] 蔡广知, 王哲, 毕博, 肖井雷, 姜大成, 翁丽丽. 多平台协同中药鉴定学网络教学模式构建 [J]. 人参研究, 2021, 33(03): 50-52.
- [8] 林琳. 基于网络教学平台的混合式英语教学模式研究 [J]. 湖北开放职业学院学报, 2021, 34(11): 162-163.

(上接第 34 页)

行吸附从而达到去除的目的。同时, 由于炉渣温度很高, 可以将一部分废水蒸发, 从而减少废水的总量。综上所述, 在炉渣水系统中导入脱硫废水作为冷却补充水, 可以成功解决脱硫废水的排放, 十分有效, 于是逐渐引起了人们的关注。陈彪等对嘉兴电厂烟气脱硫废水向炉渣水处理系统排放的情况进行了研究。通过研究结果可以看出, 碱性渣水能将脱硫废水中和, 并能引起重金属和氯化物的沉积。但是, 脱硫废水中含有 SO_4^{2-} 和 Cl^- 成分, 这些有可能堵塞渣水系统管道或者腐蚀设备。因此, 在渣水系统中导入脱硫废水时, 有必要控制废水中氯离子浓度、悬浮物含量和 pH 值, 另外, 在选择系统管道和设备的材料时要尽量选用防腐材料, 平时也要注意做好防腐工作^[3]。

3 几种零排放技术的经济效益比较

研究建立了脱硫废水零排放项目, 从建设成本和运行成本两方面, 对不同的工艺路线进行了对比分析。已经被人们认可的技术有烟道蒸发和蒸汽结晶技术, 将脱硫废水进行“预处理+浓缩+旁路烟道蒸发(蒸发结晶)”技术处理, 已成为我国电厂脱硫废水零排放技术的主流, 是否有浓缩系统取决于水量。旁路烟道蒸发和蒸发结晶技术吨水的建设投资成本较高, 吨水的投资成本接近或超过 200 万元。而另一方面, 工艺路线不同, 其运行成本的差异也很大。蒸发结晶技术的运行成本要比烟气蒸发处理技术高很多,

主要是因为两种热源不同。前者采用蒸汽蒸发, 处理成本高。后者依靠的是电厂本身的烟气对废水进行蒸发, 所以极大地降低了成本。综上所述, 建设成本和运营成本仍然是脱硫废水零排放处理项目面临的最主要问题。今后脱硫废水的零排放处理, 除了要发展提高新技术, 还要考虑建设和运营成本, 避免因为成本过高降低其可行性。

4 结论

不同类型的脱硫废水处理技术, 适合于不同的工作环境, 因此有必要根据电厂的实际情况确定经济可行、稳定的处理技术。目前, 三联箱集成化处理技术对脱硫废水的排放能达到标准要求, 且十分有效。脱硫废水实现零排放的主要技术是旁路烟道蒸发和蒸发结晶技术, 其中前者适用性更为广泛。为保证装置安全稳定运行, 应注意控制烟气抽出量、烟气温度和系统中氯离子的平衡。

参考文献:

- [1] 宋连祯. 浅析循环流化床干法脱硫脱硝除尘一体化工艺实现烟气“超净+排放”的技术路线 [J]. 机电信息, 2015(27): 110-112.
- [2] 詹威全. 高硫燃料烟气干式超净工艺技术应用 [J]. 中国环保产业, 2016(11): 51.
- [3] 吕雪飞, 甘树坤, 吕颖. 燃煤电厂锅炉烟气湿法脱硫技术的现状与展望 [J]. 吉林化工学院学报, 2019, 36(05): 19-22.