

浅谈火电厂脱硫废水排放优化

郭振强

安徽电力股份有限公司淮南田家庵发电分公司 安徽 淮南 232007

摘要：火电厂脱硫废水排放优化是环境保护的重要课题。本文分析了脱硫废水的来源、特点及处理现状，探讨了预处理、深度处理及零排放等关键技术。在此基础上，提出了技术优化、管理优化和政策引导三方面的策略，旨在提升脱硫废水处理效率，实现达标排放和资源化利用。通过综合施策，可有效减少火电厂对环境的污染，推动电力行业绿色发展，为构建生态文明社会贡献力量。

关键词：火电厂；脱硫废水；排放优化

引言：随着电力行业的发展，火电厂脱硫废水排放问题日益凸显，对环境和生态系统构成严重威胁。优化脱硫废水排放，不仅是火电厂合规运营的必要条件，也是实现可持续发展的重要一环。本文旨在探讨火电厂脱硫废水排放的优化策略，通过深入分析废水来源、特点及处理技术，提出有效管理措施和政策建议，以期为促进火电厂绿色发展、保护生态环境提供有益参考。

1 火电厂脱硫废水现状分析

1.1 脱硫废水来源

火电厂脱硫废水的产生与燃煤电厂的烟气脱硫工艺紧密相关。（1）石膏脱水及清洗系统废水：在石膏湿法烟气脱硫工艺中，烟气与石灰石浆液在吸收塔内反应，生成石膏浆液。石膏浆液经过脱水处理，形成石膏副产品，而在脱水过程中会产生一定量的废水。此外，为保证设备清洁和正常运行，石膏脱水系统及其相关设备需要定期清洗，这些清洗过程中也会产生废水。这些废水通常含有较高的悬浮物浓度，以及石膏残留和其他可溶性盐类。（2）浓缩器溢流液废水：在脱硫系统中，浓缩器的作用是进一步浓缩石膏浆液，以提高石膏的产量和品质。然而，随着浓缩过程的进行，当浆液达到一定的浓度时，会有部分废水从浓缩器顶部溢出，这部分废水称为浓缩器溢流液。这些废水中同样含有高浓度的悬浮物、石膏残留和可溶性盐类，以及可能存在的其他污染物。

1.2 脱硫废水的特点

（1）悬浮物含量高：废水中含有大量的石膏颗粒和其他悬浮物，这些悬浮物的存在不仅增加了废水处理的难度，还可能对设备和管道造成磨损。（2）重金属含量高：燃煤过程中，煤中的重金属元素会转移到烟气中，并在脱硫过程中进入废水。因此，脱硫废水中通常含有一定量的重金属离子，如铜、锌、铅等。（3）酸碱物质含量波动大：脱硫废水的酸碱度取决于脱硫工艺和废水

处理过程中的化学变化。在某些情况下，废水可能呈现酸性或碱性，这需要对废水进行适当的酸碱调节。（4）含有难降解有机物：燃煤过程中产生的某些有机物可能进入脱硫废水，这些有机物通常难以通过常规的生物处理工艺进行降解。

1.3 脱硫废水处理现状

（1）传统处理方法：目前，脱硫废水的传统处理方法主要包括化学沉淀法和流化床法。化学沉淀法是通过向废水中添加化学试剂，使废水中的重金属离子和悬浮物形成沉淀物，从而实现废水的净化。然而，这种方法处理效果有限，且需要消耗大量的化学试剂和能源。流化床法则是利用流体动力学原理，使废水中的悬浮物在流化床中相互碰撞、摩擦，从而实现悬浮物的去除。但这种方法对设备的要求较高，且运行维护成本也相对较高。（2）现有技术的优缺点分析：虽然传统处理方法在一定程度上能够处理脱硫废水，但其处理效果有限，且存在能耗高、处理成本高、污泥量大等问题。随着技术的发展，现有的一些新型处理技术如膜分离技术、高级氧化技术等逐渐应用于脱硫废水的处理。这些技术具有处理效果好、运行成本低等优点，但同时也存在一些挑战，如设备投资大、运行维护复杂等。因此，在实际应用中，需要根据具体情况选择合适的处理技术，以实现脱硫废水的达标排放和资源化利用。

2 火电厂脱硫废水处理技术

2.1 预处理技术

预处理是脱硫废水处理的首要步骤，其主要目的是去除废水中的大颗粒悬浮物，调整废水的酸碱度，为后续处理做准备。（1）初步沉淀或澄清：废水首先通过重力沉降或气浮设备进行初步沉淀或澄清，以去除废水中的大部分悬浮固体。这一过程可以显著降低废水的浊度和悬浮物含量，为后续处理提供较为清洁的废水。（2）酸碱

中和：由于脱硫废水中通常含有较高的酸碱物质，因此需要对废水进行酸碱中和处理。这一步骤主要通过添加酸碱调节剂，如氢氧化钠、氢氧化钙等，将废水的pH值调整到适宜的范围内，通常为6-9。酸碱中和不仅有助于后续处理的顺利进行，还可以降低废水对设备的腐蚀^[1]。

2.2 深度处理技术

经过预处理后的脱硫废水仍需进一步处理，以去除其中的溶解性盐分、难降解有机物和重金属等污染物。

(1) 膜分离技术：膜分离技术是目前脱硫废水深度处理中应用最广泛的技术之一。超滤和反渗透是膜分离技术的两种主要形式。超滤膜可以截留废水中的大分子物质、胶体和细菌等，而反渗透膜则可以进一步去除废水中的溶解性盐分和有机物。膜分离技术具有处理效果好、占地面积小、操作简便等优点，但也需要定期更换膜组件和进行清洗维护。(2) 高级氧化技术：高级氧化技术是通过氧化剂的作用，将废水中的难降解有机物氧化为二氧化碳和水等无害物质。Fenton氧化和臭氧氧化是高级氧化技术的两种常见形式。Fenton氧化是通过向废水中添加铁离子和过氧化氢，产生具有强氧化性的羟基自由基，从而氧化降解有机物。臭氧氧化则是利用臭氧的强氧化性，将有机物氧化分解为小分子物质。高级氧化技术具有处理效率高、反应速度快等优点，但也需要消耗大量的氧化剂和能源。(3) 吸附技术：吸附技术是利用吸附剂（如活性炭、树脂等）对废水中的污染物进行吸附去除的过程。吸附技术可以去除废水中的重金属、有机物等污染物，同时还可以通过吸附剂的再生和回收，实现资源的循环利用。然而，吸附技术的处理效果受到吸附剂种类、废水浓度、处理时间等因素的影响，且吸附剂的成本较高，需要定期更换。

2.3 零排放技术

零排放技术是指将脱硫废水中的污染物完全去除，实现废水的无害化和资源化利用。(1) 多效蒸发系统：多效蒸发系统是利用蒸汽的热能，将废水加热蒸发，从而实现废水的浓缩和固化。这一技术可以将废水中的盐分和有机物等污染物以结晶或沉淀的形式去除，实现废水的零排放。然而，多效蒸发系统需要消耗大量的蒸汽和能源，且设备投资和维护成本较高。(2) 机械蒸汽再压缩（MVR）蒸发技术：MVR蒸发技术是一种新型的蒸发技术，它通过机械压缩的方式，将废水蒸发产生的二次蒸汽重新利用，从而提高蒸发效率并降低能耗。MVR蒸发技术具有节能效果显著、占地面积小等优点，但也需要对废水进行预处理，以降低其腐蚀性和结垢性^[2]。

(3) 蒸发结晶技术：蒸发结晶技术是将废水中的水分

蒸发掉，留下浓缩的盐分和有机物等污染物，再通过结晶的方式将其分离出来。这一技术可以实现废水的零排放，且结晶产物可以作为资源回收利用。然而，蒸发结晶技术需要消耗大量的能源和水资源，且对设备的要求较高。

3 火电厂脱硫废水排放优化策略

3.1 技术优化

技术层面的优化是提升脱硫废水处理效率和质量的关键所在。通过引入更高效的废水处理技术和改进现有处理工艺，我们可以显著减少对环境的污染，实现资源的有效利用。(1) 引入更高效的废水处理技术。在现有的脱硫废水处理技术中，如化学沉淀、中和、混凝沉淀等方法虽然取得了一定的效果，但仍存在处理成本高、处理效果不稳定等问题。因此，我们需要探索并引入更为高效的废水处理技术。膜分离技术是当前废水处理领域的一项前沿技术，它利用不同孔径的膜组件对废水中的物质进行分离和浓缩。在脱硫废水处理中，可以采用超滤、纳滤和反渗透等膜技术组合，有效去除废水中的悬浮物、溶解性固体、重金属离子等有害物质。膜分离技术不仅处理效率高，而且占地面积小，易于自动化控制，是实现脱硫废水深度净化的理想选择。此外，高级氧化技术也是一项值得关注的废水处理技术。它利用强氧化剂将废水中的难降解有机物氧化为无害物质，从而提高废水的可生化性。在脱硫废水处理中，可以采用Fenton试剂、臭氧氧化等技术，有效去除废水中的有机物和色度，提高废水的整体处理效果^[3]。(2) 改进现有处理工艺，提高处理效率。除了引入新技术外，对现有处理工艺进行改进和优化也是提升处理效率的重要途径。我们可以通过调整废水处理流程、优化反应条件、提高设备性能等方式，实现废水处理效率的提升。在废水处理流程方面，我们可以根据废水的性质和成分，合理调整处理步骤和反应时间，以减少不必要的能量消耗和废水排放量。同时，我们还可以采用先进的加药系统和自动控制技术，实现药剂的精确投加和废水处理过程的稳定控制。在反应条件方面，我们可以通过优化pH值、温度、搅拌速度等参数，提高废水处理过程中的化学反应效率和沉淀效果。此外，还可以采用新型的反应器和填料材料，提高废水处理过程中的传质效率和反应速率。

3.2 管理优化

管理层面的优化是实现脱硫废水有效排放的重要保障。通过加强废水排放监管和建立废水处理及排放档案，我们可以规范火电厂的废水排放行为，提高废水处理的透明度和管理水平。(1) 加强废水排放监管，确

保达标排放。环保部门应加强对火电厂脱硫废水排放的监管力度,建立完善的废水排放监测网络。通过实时监测废水排放口的流量、pH值、悬浮物浓度、重金属含量等关键指标,确保废水在排放前达到国家环保标准。同时,对超标排放的火电厂进行严厉处罚,以儆效尤。此外,火电厂自身也应建立完善的废水排放监测体系,定期对废水处理设施进行维护和检修,确保其正常运行和达标排放。同时,加强对员工的环保培训和教育,提高他们的环保意识和操作技能,确保废水处理过程的安全和有效。(2)建立废水处理及排放档案,便于追溯和管理。为了更好地管理脱硫废水处理及排放过程,火电厂应建立完善的废水处理及排放档案。该档案应详细记录废水处理的各个环节,包括废水来源、处理工艺、处理设备、监测数据、排放记录等。同时,档案应采用电子化方式管理,方便数据的查询、统计和分析。通过建立废水处理及排放档案,火电厂可以清晰了解废水处理的效果和排放情况,及时发现存在的问题并采取相应的措施进行改进^[4]。此外,该档案还可以为环保部门的监管和检查提供有力依据,确保火电厂在废水处理及排放方面符合相关法律法规的要求。为了进一步提高废水处理及排放档案的管理水平,火电厂还可以引入信息化管理系统。该系统可以实现对废水处理过程的实时监测和远程控制,提高废水处理的自动化程度。同时,系统还可以对废水处理数据进行深度分析和挖掘,为火电厂提供科学决策的依据。

3.3 政策引导

政策层面的引导是实现脱硫废水有效排放的重要外部动力。通过制定更加严格的环保法规和提供政策支持和资金补贴,我们可以推动火电厂积极采用先进的废水处理技术和管理模式,实现脱硫废水的达标排放和资源化利用。(1)制定更加严格的环保法规,推动火电厂进行废水处理技术改造。为了推动火电厂积极采用先进的废水处理技术和管理模式,政府应制定更加严格的环保法规。这些法规应明确脱硫废水的排放标准和处理要求,对超标排放的火电厂进行严厉处罚。同时,法规还应鼓励火电厂采用先进的废水处理技术和管理模式,对

积极采用新技术和管理模式的火电厂给予一定的奖励和支持。在制定环保法规时,政府还应充分考虑火电厂的实际情况和技术水平,确保法规的针对性和可操作性。同时,政府还应加强对环保法规的宣传和培训,提高火电厂对环保法规的认识和理解,推动其积极履行环保责任。(2)提供政策支持和资金补贴,鼓励火电厂采用先进的废水处理技术。为了鼓励火电厂采用先进的废水处理技术和管理模式,政府可以提供相应的政策支持和资金补贴。这些支持和补贴可以包括税收优惠、贷款贴息、专项资金扶持等多种形式。在提供政策支持和资金补贴时,政府应明确支持的重点和方向,确保资金的有效利用。同时,政府还应加强对资金使用情况的监管和评估,确保资金用于支持先进的废水处理技术和管理模式的推广和应用。此外,政府还可以建立示范项目,推广先进的废水处理技术和管理模式。通过示范项目的实施,展示新技术的优势和应用效果,为火电厂提供可参考的范例和借鉴。同时,政府还可以组织专家团队对新技术进行指导和培训,提高火电厂对新技术的掌握和应用能力。

结束语

综上所述,火电厂脱硫废水排放优化是一项复杂而紧迫的任务,需要技术创新、管理优化与政策引导三方面协同推进。通过不断探索和实践,我们可以有效提升废水处理效率,实现达标排放与资源化利用,为减轻环境压力、推动绿色发展贡献力量。未来,随着科技的不断进步和环保意识的日益增强,相信火电厂脱硫废水排放优化将取得更加显著的成效。

参考文献

- [1]代厚兵.火电厂脱硫废水零排放技术综述[J].建筑工程施工技术与设计,2019,(06):42-43.
- [2]曹蕃.火电厂废水零排放技术研究进展[J].工业用水与废水,2019,(03):16-17.
- [3]华玉龙,孙红丽.浅谈燃煤电厂脱硫废水零排放工艺[J].广州化工,2020,(13):118-120.
- [4]马双忱.燃煤电厂脱硫废水处理技术研究与应用进展[J].化工进展,2019,(11):105-106.