

火电厂脱硫废水浓缩技术研究进展要求

杨攀登

国能太仓发电有限公司 江苏 苏州 215433

摘要: 随着环保法规的日益严格和资源的日益紧张,火电厂脱硫废水浓缩技术成为研究的热点。本文综述了近年来火电厂脱硫废水浓缩技术的研究进展,包括传统技术的改进和新型技术的开发。这些技术主要集中在提高浓缩效率、降低能耗、减少二次污染以及增强适用性等方面。通过对比分析,本文总结了各种技术的优缺点,并指出了未来研究的方向和挑战。

关键词: 火电厂; 脱硫废水; 浓缩技术; 研究进展; 要求

引言: 火电厂作为主要的电力供应来源,在全球能源结构中占据重要地位。然而,燃煤过程中产生的脱硫废水含有大量的污染物,如重金属、硫酸盐等,对环境造成严重威胁。因此,开发高效、环保的脱硫废水浓缩技术成为火电厂面临的紧迫任务。近年来,随着科技的进步和环保意识的提高,脱硫废水浓缩技术取得了显著进展,为火电厂的可持续发展提供了有力支持。

1 火电厂常用脱硫废水浓缩技术工艺

火电厂常用的脱硫废水浓缩技术工艺主要包括膜法浓缩减量法和热法浓缩减量法两类。膜法浓缩工艺主要包括反渗透、碟管式反渗透、电渗析、正渗透和膜蒸馏等。这些工艺利用膜的选择性透过性,通过施加压力或电场等驱动力,使废水中的溶剂(水)通过膜而溶质(盐分等)被截留,从而达到浓缩减量的目的。膜法浓缩工艺具有处理效率高、占地面积小等优点,但也可能存在膜污染、结垢等问题,需要定期清洗和更换膜组件。热法浓缩工艺则是利用外部热源加热废水使溶剂部分汽化,从而达到浓缩减量目的。常见的热法浓缩工艺包括蒸汽蒸发、烟气蒸发、自然蒸发和增湿-祛湿方法等。其中,多效蒸发、机械蒸汽再压缩、烟气余热闪蒸、低温烟气蒸发技术、载气萃取等是目前研究和应用较多的技术^[1]。热法浓缩工艺具有处理量大、适用范围广等优点,但也可能存在能耗高、易产生结垢和腐蚀等问题。同时,由于浓缩减量工艺本身的限制,浓缩减量前需将废水中钙镁离子去除(软化),导致整个工艺路线较为复杂,且处理费用较高。因此,在实际应用中需要权衡各种因素,选择最适合的废水处理工艺。

2 火电厂常用脱硫废水的浓缩技术

2.1 膜法浓缩技术

1) 反渗透。反渗透技术利用半透膜的选择透过性,在压力作用下使废水中的溶剂(主要是水)通过膜,而

溶质(如盐分、重金属离子等)被截留在膜的另一侧,从而实现废水的浓缩。这种技术具有高效、节能、环保等优点,广泛应用于火电厂脱硫废水的处理中。通过反渗透处理,不仅可以有效减少废水的排放量,还能回收部分水资源,实现废水的资源化利用。2) 碟管式反渗透。碟管式反渗透是一种特殊的反渗透技术,其核心部件是碟管式膜组件。这种膜组件具有独特的流道设计,使得废水在流经膜表面时能够形成湍流,从而有效减少膜表面的浓差极化现象,提高膜的通量和截留率。碟管式反渗透技术特别适用于高浓度、高污染的废水处理,如火电厂脱硫废水等。3) 电渗析。电渗析技术利用电场作用,使废水中的离子通过离子交换膜进行迁移,从而达到浓缩和分离的目的。这种技术具有操作简便、无需添加化学药剂等优点,适用于含盐量较高的废水处理。在火电厂脱硫废水处理中,电渗析技术可以有效去除废水中的盐分和重金属离子,提高废水的处理效果。4) 正渗透。正渗透技术利用半透膜两侧的渗透压差,使水从低浓度侧自发渗透到高浓度侧,从而实现废水的浓缩。这种技术具有低能耗、无需外部压力等优点,但需要注意的是,正渗透过程中需要选择合适的汲取液来产生足够的渗透压差。在火电厂脱硫废水处理中,正渗透技术可以与其他技术相结合,形成组合式处理工艺,提高废水的处理效率。5) 膜蒸馏。膜蒸馏技术是一种结合膜技术与蒸馏原理的新型分离技术。它利用膜两侧的温差,使水蒸气通过膜而溶质被截留在原侧,从而实现废水的浓缩和纯化。膜蒸馏技术具有处理效率高、操作温度低、能够处理高浓度废水等优点。在火电厂脱硫废水处理中,膜蒸馏技术可以有效去除废水中的有机物和无机盐等杂质,获得高质量的产水。

2.2 热法浓缩技术

1) 蒸汽蒸发: 蒸汽蒸发是一种利用蒸汽作为热源,

加热废水使其部分汽化,从而实现浓缩的方法。在火电厂中,蒸汽作为一种常见的能源,其热量可以被有效利用于废水处理中。通过热交换器,蒸汽将热量传递给废水,使废水中的部分水分汽化,从而实现废水的浓缩。蒸汽蒸发技术具有处理效率高、操作简便等优点,但需要注意的是,蒸汽的消耗量较大,且需要对产生的蒸汽冷凝水进行妥善处理。2) 烟气蒸发: 烟气蒸发是一种利用火电厂烟气中的余热,加热废水进行蒸发浓缩的方法。烟气作为火电厂的主要排放物之一,其温度较高,含有大量的余热。通过热交换器,烟气将热量传递给废水,使废水中的水分蒸发,从而实现废水的浓缩和减量^[2]。烟气蒸发技术不仅能够有效利用烟气中的余热,还能减少废水的排放量,具有节能环保的双重效益。3) 自然蒸发: 自然蒸发是一种利用自然环境中的太阳能和风能等,使废水在自然条件下蒸发浓缩的方法。这种方法无需额外的能源投入,具有低成本、环保等优点。然而,自然蒸发受场地和自然条件限制较大,如需要大面积的蒸发池、适宜的气候条件等,因此在实际应用中较少采用。4) 增湿-祛湿方法: 增湿-祛湿方法是一种通过增湿和祛湿过程,使废水中的水分得以去除,达到浓缩目的的方法。这种方法通常利用空气作为载体,将废水喷洒在空气中形成小水滴,然后通过空气流动使水滴中的水分蒸发,从而实现废水的浓缩。

3 火电厂常用脱硫废水浓缩技术的进展要求

3.1 提高浓缩效率

提高脱硫废水浓缩效率是火电厂环保处理中的核心任务。面对日益严格的环保法规,传统的废水处理方法因其低下的效率和高昂的成本,已经难以满足火电厂对环保与经济效益的平衡追求。为了有效提升浓缩效率,火电厂的首要任务是引进先进的浓缩技术和设备。这些技术和设备经过精心设计和优化,具备更高的分离性能和更低的能耗,能够确保废水在更短的时间内达到处理标准,从而显著提升废水处理的整体效率。此外,废水预处理环节也不容忽视。通过物理、化学或生物方法去除废水中的大颗粒杂质和有机物,不仅可以减轻后续浓缩设备的处理压力,还能提高其运行稳定性和寿命。这一步骤的完善,对于提升整个废水处理流程的效率至关重要。火电厂还需要对工艺流程和设备参数进行精细化调整。这包括对各个环节的协同优化,以及对设备运行参数的合理配置。通过这些调整,可以实现废水处理过程的最优化,从而在保证处理效果的同时,进一步提高浓缩效率。最后,设备的维护保养同样重要。定期对浓缩设备进行检查、清洗和维修,可以确保其始终处于最佳工作

状态,避免因设备老化或故障导致的处理效率下降。

3.2 降低能耗

脱硫废水浓缩技术,作为火电厂环保处理中的关键环节。电力、蒸汽等大量能源的消耗不仅直接增加了企业的运行成本,更间接影响了企业的经济效益和环保成效。因此,研究和发​​展低能耗的脱硫废水浓缩技术,已成为火电厂亟待解决的重要课题。降低能耗并非简单的减少电力和蒸汽的使用量,而是需要对整个处理流程进行全面优化。从设备设计到热交换效率的提升,再到采用更节能的材料和技术手段,每一步的改进都旨在在保证废水处理效果的同时,最大限度地降低能源消耗。例如,通过改进设备结构,减少加药量,可以降低设备的运行负荷和能耗;采用高效的热交换器,提高废水和热源之间的热交换效率,从而减少热量的损失;使用更节能的材料制造设备,可以降低设备的自身能耗。此外,废水中的余热、余压等资源也不应被忽视。通过合理利用这些资源,可以进一步降低脱硫废水浓缩技术的能耗。例如,将废水中的余热用于预热进入系统的冷水,从而减少加热所需的能源;将余压用于驱动其他设备或系统,从而减少电力消耗。当然,实现脱硫废水浓缩技术的低能耗还需要火电厂在运行管理上下足功夫^[3]。建立健全的能源管理体系,定期对能源消耗进行监测和分析,及时发现和解决能源浪费问题,是降低能耗的重要保证。只有让员工充分认识到节能降耗的重要性,并积极参与到节能工作中来,才能为企业创造更大的经济效益和环保效益。

3.3 减少二次污染

脱硫废水处理是火电厂环保流程中的一项关键任务,但在这一过程中,废渣、废气等二次污染物的产生却成为了一个难以忽视的问题。这些污染物若未得到妥善处理,将对环境造成二次伤害,甚至可能对人体健康带来严重危害。因此,减少二次污染的产生和合理处理这些污染物,成为了脱硫废水浓缩技术研发和应用中的重要课题。为了减少二次污染,火电厂首先需要在脱硫废水处理过程中采取一系列针对性的措施。优化工艺流程是关键,通过减少加药量、提高分离效率等方式,可以降低废渣的产生量。同时,采用先进的废气处理设备也至关重要,这些设备能够对产生的废气进行有效收集和处​​理,确保其达到环保排放标准。对于已经产生的二次污染物,火电厂需要采取合理的处理措施。废渣可以通过回收利用、无害化处理等方式进行处理,避免其对环境造成进一步危害。废气则需要经过高效过滤、吸附、催化燃烧等处理步骤,确保其净化效果达标。此

外,火电厂还需要加强对脱硫废水处理过程中二次污染的监测和管理。建立完善的监测系统,定期对废水、废气、废渣等污染物进行监测和分析,是及时发现和处理二次污染问题的重要手段。

3.4 适用性广

在火电厂的运营中,脱硫废水处理是一个复杂且多变的环节。为了有效应对这一挑战,脱硫废水浓缩技术必须具备出色的适用性,即能够灵活适应各种复杂多变的水质和水量条件。这种适用性并非易得,它需要在技术设计之初就深入考虑各种可能的变化因素。设备结构必须足够灵活,能够适应从低浓度到高浓度废水的广泛范围;处理工艺则需具备针对性,能够高效去除不同种类的污染物;控制系统更需要智能化,能够根据实际情况进行自动调整,确保处理过程的稳定性和达标排放。不仅如此,对于极端水质或突发的水量变化,脱硫废水浓缩技术还需具备应急处理能力。这种能力可能体现在设备的冗余设计上,也可能体现在处理工艺的灵活性上,但无论如何,其目的都是确保在任何情况下,废水处理都能稳定进行,不会因外界条件的变化而受到影响。此外,模块化和标准化的设计理念也是提高脱硫废水浓缩技术适用性的关键。模块化设计使得设备能够像积木一样灵活组合和扩展,适应不同规模和处理需求的火电厂;而标准化则降低了设备的制造成本和维护难度,使得这项技术能够更广泛地应用于各种场景。

3.5 自动化程度高

随着科技的进步和工业化的发展,自动化技术在各个领域都得到了广泛应用。在火电厂的脱硫废水处理中,实现较高的自动化程度不仅可以提高运行效率,还能有效降低人工成本,进一步提升企业的经济效益^[4]。脱硫废水浓缩技术的自动化程度主要体现在以下几个方

面:一是自动加药系统,能够根据实时监测的废水水质和水量数据,自动调整加药量,确保处理效果的同时避免药剂的浪费;二是自动监测系统,能够实时监测废水处理过程中的各项关键指标,如pH值、浊度等,为自动控制提供数据支持;三是自动控制系统,能够根据监测数据自动调整设备运行状态和处理参数,确保整个处理过程的稳定性和高效性。最后,实现脱硫废水浓缩技术的高度自动化,还需要火电厂在设备选型、系统集成和运行管理等方面做好充分准备。选择性能稳定、自动化程度高的设备和系统,加强系统集成和调试工作,确保各个子系统之间的协同运行,同时加强运行管理,提高员工对自动化系统的操作和维护能力,这样才能真正实现脱硫废水处理的自动化、智能化和高效化。

结语:综上所述,火电厂脱硫废水浓缩技术在提高浓缩效率、降低能耗、减少二次污染以及增强适用性等方面取得了显著成果。然而,随着环保要求的不断提高和资源的日益紧张,脱硫废水浓缩技术仍面临诸多挑战。未来研究应更加注重技术创新和实际应用,致力于开发更高效、更环保、更经济的技术方案。同时,有关部门和企业应加大对脱硫废水浓缩技术研发和推广的支持力度,为火电厂的绿色发展提供有力保障。

参考文献

- [1]余晓利,潘卫国,郭士义,等.火电厂湿法烟气脱硫废水零排放技术进展[J].应用化工,2021,47(1):160-164.
- [2]付岚.火电厂湿法脱硫废水零排放处理技术进展[J].中国资源综合利用,2021,36(4):44-45,48.
- [3]薛虎冬.火电厂脱硫废水处理系统存在的问题及建议[J].百科论坛电子杂志,2020,15(7):1903.
- [4]黄韬.火电厂脱硫废水处理系统存在的问题及建议[J].企业技术开发(学术版),2019,38(9):74-76.