

煤气化废水处理技术研究进展

邱小庆 武建军

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司煤制油分公司 宁夏 银川 750411

摘要：煤气化废水处理对煤炭工业和环境保护具有重要意义。废水含有有害成分，需通过生物处理法、物化处理法及深度处理技术进行处理。生物处理依赖微生物降解有机物；物化处理使用物理和化学手段移除污染物；深度处理进一步提升水质。实施中，需妥善处理污泥，避免二次污染，同时推动废水再生与循环利用，减少资源消耗。在线监测和控制系统确保处理效果，保障环境安全和水资源的有效利用。

关键词：煤气化；废水处理；技术研究

引言：煤气化废水处理技术研究进展日益引人关注，成为当前环境保护领域的重要课题。随着工业化进程的加快，煤气化废水的排放量持续增长，对环境和人类健康造成了严重威胁。因此，高效、环保的废水处理技术成为迫切需求。近年来，研究者们不断探索新的处理方法，从物理、化学到生物等多个方面取得了一系列重要进展。这些新技术不仅提高了废水处理效率，还降低了处理成本，为煤气化废水的有效治理提供了有力支持。

1 煤气化废水处理的重要性

煤气化废水处理是煤炭工业可持续发展与环境保护的重要交汇点。在煤炭的转化利用过程中，煤气化作为关键环节，其产生的废水含有多种有毒有害物质，如果处理不当，将对环境造成极大的危害。所以，煤气化废水处理不仅关系到煤炭工业的健康发展，更直接关系到生态环境的保护与人类的健康。第一，煤气化废水处理是保障生态环境安全的必要措施。煤气化废水中的氨氮、硫化物、重金属等污染物，一旦排放到环境中，将对水体、土壤和空气造成严重的污染。这些污染物不仅破坏生态平衡，影响农作物的生长，还可能通过食物链进入人体，对人类的健康构成潜在威胁。因此，通过有效的废水处理，能够大幅降低污染物的排放量，保护生态环境的安全与稳定。第二，煤气化废水处理是实现煤炭工业可持续发展的重要环节。随着煤炭资源的不断开采和利用，环境保护和资源利用的矛盾日益突出。通过废水处理技术的创新与应用，不仅能够减少污染物的排放，还能够实现废水中资源的回收利用，提高煤炭工业的资源利用效率。这不仅有助于缓解环境压力，还能够降低生产成本，提高企业的经济效益。第三，煤气化废水处理还关系到社会和谐稳定^[1]。随着公众环保意识的提高，环境问题已经成为社会关注的焦点。如果煤炭工业不能有效解决废水处理问题，将可能引发社会不满和冲

突，影响社会稳定。加强煤气化废水处理，不仅是对环境保护的深刻负责，更是对社会和谐稳定的积极贡献。废水问题若得不到妥善解决，不仅会对自然环境造成长期损害，还可能引发社会矛盾和公众不满。因此，我们必须高度重视并加大力度推进煤气化废水处理技术的研发。

2 煤气化废水的产生

2.1 供水系统

在煤气化工艺中，供水系统的作用举足轻重，它是煤气化反应的“生命之源”，源源不断地为反应提供必要的水源，确保煤气化过程的稳定与高效。然而，正如任何工业过程一样，供水系统在履行职责的同时，也会产生一定量的废水。这些废水并非简单的“废水”，而是蕴含了煤气化过程复杂变化的“记忆”。它们主要来自设备的冷却循环、物料洗涤以及煤气化反应本身。在高温高压的环境下，煤气化反应中的物质会经历剧烈的化学变化，产生含有高浓度盐类、重金属离子及其他有害物质的废水。这些物质不仅对环境构成威胁，还可能对后续处理设备造成腐蚀或损害。

2.2 煤气化废气处理系统

煤气化废气处理系统是煤气化工艺中至关重要的环节，它承担着处理煤气化过程中产生的废气、确保废气达标排放的重要任务。废气处理系统通过一系列复杂的物理、化学过程，对煤气化产生的废气进行净化处理，以减少对环境的污染。然而，在处理废气的过程中，废气处理系统不可避免地会产生一定量的废水。这些废水主要来源于废气的洗涤、冷凝以及吸收等环节。在洗涤过程中，废气中的有害物质被水吸收，形成含有多种污染物的废水；在冷凝环节，废气中的水蒸气凝结成水，其中也溶解了部分污染物；而吸收过程则是通过特定的吸收剂捕捉废气中的有害物质，吸收剂在饱和后也会形成废水^[2]。由于废气中含有硫化物、氮氧化物等多种有害

物质,这些废水往往具有较高的污染性。硫化物具有刺激性气味,对生态环境和人体健康造成潜在威胁;氮氧化物则可能引发光化学烟雾等环境问题。

2.3 煤气化产物分离与提取

煤气化产物分离与提取是煤气化工艺中的关键环节,它对于确保煤气和其他化学产品的质量和产量至关重要,然而这一环节不可避免地会产生一定量的废水,这些废水主要源自产物的洗涤、分离及提取等操作。在产物的洗涤过程中,为去除附着在表面的杂质和未反应的原料,必须采用大量的水进行冲洗。这一步骤虽然有助于提升产品的纯度,但同时也产生了含有多种污染物的废水。这些废水中可能含有原料的残留物、溶解的杂质以及洗涤过程中使用的化学药剂,使得其污染性不容忽视。分离和提取环节更是废水产生的主要源头,由于煤气化产物中可能包含未完全反应的原料、催化剂以及副产物等,这些物质在分离和提取过程中不可避免地会进入废水中。这些废水的成分异常复杂,可能含有重金属、有机物等多种污染物,对环境和人体健康构成潜在威胁。

3 煤气化废水处理技术的选择

3.1 生物处理法

生物处理法是一种常见且有效的煤气化废水处理技术,通过利用微生物对废水中的有机物进行降解,达到去除污染物的目的。在煤气化废水处理中,生物处理法通常包括好氧生物处理和厌氧生物处理。好氧生物处理,在这种处理方式下,废水中的有机物质被氧气氧化为二氧化碳和水,同时微生物也会生长繁殖,消耗氧气。通常好氧生物处理系统设施包括曝气槽、污泥回流系统和沉淀池等。曝气槽中通过机械或者生物氧化的方法将氧气溶解于废水中,加速有机物质的降解;而污泥回流系统则有助于提高微生物的生长效率和生物量,进一步加速废水处理过程。另一种常见的生物处理方式是厌氧生物处理,厌氧生物处理不需要氧气参与,废水中的有机物质被微生物分解为沼气和沉淀物。厌氧池被用于维持缺氧环境,从而促进不同类型的微生物生长,使有机废水被有效降解。该过程产生的沼气可以作为再生能源利用。生物处理法作为煤气化废水处理的一种主流技术,具有处理效率高、成本相对较低、对环境友好等优势。但是,在实际应用中也存在一些局限性,如对废水中某些有害物质的处理效果较差、对水质参数变化较为敏感等。因此,在选择生物处理技术时,需要根据具体情况综合考虑废水性质、处理效率、投资成本等因素,以便选用最为适宜的处理方案。

3.2 物化处理法

物化处理法是一种基于物理和化学原理的废水处理技术,通过物理分离和化学反应来去除废水中的有害物质和污染物,从而实现废水净化和达标排放或资源化利用的目的。在物化处理法中,物理处理技术扮演着重要角色,例如颗粒过滤是一种常见的物理分离技术,通过过滤介质将废水中的固体颗粒、悬浮物质和胶体颗粒截留,从而净化水质。微滤、超滤等膜分离技术则能进一步去除微小颗粒和大分子物质。此外,还有蒸馏、结晶、析出等物理处理方法可根据废水成分特点选择适宜的工艺进行处理。化学沉淀法通过添加化学试剂使废水中的难降解有机物质和重金属离子发生沉淀反应,从而实现有效去除^[3]。氧化法则通过氧化试剂将废水中的有机物氧化分解。吸附技术利用吸附剂吸附废水中的污染物,在表面积大、吸附能力高的吸附剂上集中去除有机物、颜料、重金属等物质。物化处理法能够有效去除废水中的有机物质、重金属和悬浮物等,具有工艺简单、效率高、设备容易操作、反应速度快、适应性强等优点。但需要注意的是,化学处理可能会带来辅助试剂的成本以及对环境的影响,技术操作的专业性也较高。因此,在选择物化处理技术时,需根据废水水质特点、处理需求和经济考量等因素进行合理评估和选取最适合的技术方案。

3.3 深度处理单元

深度处理单元是煤气化废水处理工艺中的重要环节,其作用是在前期处理技术(如生物处理、物化处理)的基础上对废水进行进一步净化和提纯,以确保废水达到相关排放标准或实现循环利用。深度处理单元通常包括高级氧化技术、活性炭吸附、臭氧处理、电解氧化等方法。一种常见的深度处理技术是高级氧化技术,如Fenton氧化、光催化氧化、超声氧化等。这些技术利用氧化剂(如过氧化氢、臭氧、臭氧/UV、超声波等)对废水中的有机物和难降解物质进行氧化分解。光催化氧化技术通过光照反应产生自由基,具有高效、无二次污染等优点。Fenton氧化则能通过铁离子催化产生羟基自由基,提高氧化反应速率。这些高级氧化技术在煤气化废水处理中能够有效降解有机物和部分难降解物质,使废水质量进一步提升。另一种深度处理技术是活性炭吸附,活性炭具有高比表面积和出色的吸附性能,对废水中的有机物、染料、杂质等具有较好的吸附作用。通过在活性炭上的吸附作用,废水中的污染物可以被有效去除,提高废水的净化效果。此外,臭氧处理技术、电化学氧化等方法也被广泛应用于废水深度处理。臭氧技术

利用臭氧气体进行氧化降解废水中的有机物，电化学氧化则通过电解产生氧化电位降解废水中的有机污染物。

4 煤气化废水处理技术的实施

4.1 污泥处理与处置

在煤气化废水处理过程中，污泥的处理与处置是一项至关重要的任务，由于污泥中含有大量的有机物、重金属和其他有害物质，如果未能妥善处理，必然会给环境带来严重的二次污染风险。因此，必须采用科学有效的方法对污泥进行处理。常见的处理方式包括浓缩、脱水、稳定化和干化等，这些步骤可以有效减少污泥的体积和含水量，为后续处置工作提供便利。至于污泥的处置，方式多种多样，如焚烧、填埋和资源化利用等。选择何种方式，需根据污泥的具体性质以及当地的环境条件来综合考量。但无论采用何种方式，我们都必须严格遵守环保法规，确保污泥处理与处置过程不会对环境和人体健康造成任何危害。煤气化废水处理中的污泥处理与处置是一个复杂的系统工程，需要综合考虑环境、经济和社会等多方面的因素，以实现可持续发展。

4.2 再生与循环利用

随着环保意识的觉醒与资源紧张的加剧，废水再生与循环利用已成为煤气化废水处理技术的新趋势。通过技术的深度处理与不断创新，我们能够精准去除废水中的有害物质，将其净化至再利用的标准，这无疑是工业废水处理的一大突破。再生水在煤气化工艺中的应用日益广泛，尤其是在冷却、洗涤等关键环节，它替代了部分新鲜水资源，不仅大幅减少了水资源的消耗，还为企业节省了大量的用水成本。这种循环利用的模式，不仅体现了企业的环保责任，也为企业带来了实实在在的经济效益。更重要的是，废水再生与循环利用为缓解水资源紧张提供了有效路径。在水资源日益匮乏的今天，这种循环利用模式显得尤为重要，它是对自然资源的尊重，也是对可持续发展的有力践行^[4]。废水再生与循环利用不仅符合环保理念，更实现了经济效益与环境效益的双赢。它为企业带来了长远的利益，也为社会和环境带来了无尽的福祉。展望未来，我们应继续推动废水再生与循环利用技术的研发与应用，为构建绿色、低碳、循

环的经济发展模式贡献更多力量。

4.3 监测与控制

在煤气化废水处理技术的实施过程中，监测与控制是确保处理效果稳定达标的核心所在。为了实时监控废水处理过程，我们安装了先进的在线监测设备，这些设备能够精确测量pH值、温度、流量以及污染物浓度等关键参数。一旦数据出现异常，我们能够迅速发现问题并采取相应的调整措施，确保废水处理过程始终保持在最佳状态。此外，我们还建立了完善的控制系统，该系统能够根据在线监测设备提供的数据自动调整处理设备的运行参数。这不仅提高了废水处理的效率和稳定性，也大大减轻了操作人员的工作负担。当然，定期对废水处理设施进行检查和维护也是必不可少的。通过定期的维护，我们可以及时发现并解决潜在问题，确保废水处理设施始终处于良好的运行状态，为实现废水的有效处理提供有力保障。

结束语

总之，面对煤气化废水处理的挑战，未来应深入探索更高效、经济的处理技术。我们需不断研发新型材料、优化处理工艺，以提高处理效率并降低成本。同时，应加强废水回用技术的研究，实现水资源的循环利用，减少新鲜水消耗。此外，通过跨学科合作，整合物理、化学、生物等多领域知识，推动煤气化废水处理技术的创新。只有不断探索和实践，我们才能找到更为高效、经济的废水治理方案，为环境保护贡献更多力量。

参考文献

- [1]高明龙.煤化工高浓有机废水处理及特征性有机污染物降解机理研究现状[J].洁净煤技术,2019(11):117-118.
- [2]高慧杰,张广智等.煤化工废水处理技术的相关研究[J].石油炼制与化工,2019,45(5):87-90.
- [3]张博,戚可卓.煤化工废水处理技术与工程应用[J].广东化工,2020(13):140-142,160.
- [4]兰永兴,武建军.煤气化废水处理技术研究进展[J].现代工程项目管理,2023,2(16).DOI:10.37155/2811-0625-0216-67.