

钢铁工业废水处理技术研究

杜娟

安阳钢铁股份有限公司安全能源环保处, 河南 安阳 455000

[摘要] 钢铁工业废水处理是维护环境健康和可持续发展的至关重要的任务。钢铁废水成分复杂, 包括有机物、重金属、硫化氢等, 对环境和人类健康构成潜在威胁。为应对这一挑战, 应采用传统物理化学处理、生物处理、膜分离技术和厌氧处理等多种技术。此外污染物回收、深度废水循环利用和制定严格的废水排放标准也是重要措施。通过这些方法, 我们可以降低水污染、并促进钢铁工业的可持续发展。

[关键词] 钢铁工业; 废水处理; 应用

DOI: 10.33142/sca.v6i8.9812

中图分类号: X757

文献标识码: A

Research on Wastewater Treatment Technology for Iron and Steel Industry

DU Juan

Energy and Environmental Protection Department of Anyang Iron & Steel Co., Ltd., Anyang, He'nan, 455000, China

Abstract: The treatment of wastewater from the steel industry is a crucial task for maintaining environmental health and sustainable development. The composition of steel wastewater is complex, including organic matter, heavy metals, hydrogen sulfide, etc., posing a potential threat to the environment and human health. In order to address this challenge, various technologies such as traditional physicochemical treatment, biological treatment, membrane separation technology, and anaerobic treatment should be adopted. In addition, pollutant recovery, deep wastewater recycling, and the establishment of strict wastewater discharge standards are also important measures. Through these methods, we can reduce water pollution and promote sustainable development of the steel industry.

Keywords: steel industry; wastewater treatment; application

引言

钢铁工业在现代社会中扮演着不可或缺的角色, 然而其生产过程中产生的废水问题日益凸显。钢铁废水含有复杂的污染物, 如有机物、重金属和异味物质, 对环境和人类健康构成威胁。所以开发和应用有效的废水处理技术至关重要。文章将深入探讨钢铁废水的成分构成、处理技术种类以及应用措施, 以期减轻工业废水对环境的不利影响提供全面的理解和解决方案。

1 钢铁废水的主要成分

1.1 有机物质含量高

钢铁废水中的高含量有机物质是该类废水的显著特征之一。这些有机物质的来源多种多样, 主要包括石油、焦炭、煤焦沥青以及与钢铁冶炼和生产过程相关的有机化合物。这些物质通常在钢铁生产过程中与原材料、燃料和冷却水接触, 从而进入废水中。

废水中的有机物质主要包括油类, 如机械润滑油、冷却液、加工油和润滑脂等。这些油类物质在钢铁加工中被广泛使用, 以减少磨损和摩擦, 但它们在排放到废水中后会严重干扰水生态平衡。这些油类不仅会在水中形成浮油, 还会对水体的溶解氧水平产生不利影响, 威胁到水中生物的存活^[1]。其次, 煤焦沥青也是钢铁废水中常见的有机成分。在焦化过程中, 煤焦沥青被用作燃料, 但其残余物质会以有机废水的形式排放。这些残余物质富含多

环芳烃 (PAHs) 等有机物, 对环境具有潜在的毒性和致癌性, 对水体生态系统产生潜在威胁。此外, 钢铁产业中的煤气化过程也会释放出大量有机废水。这些废水中含有各种有机物, 包括酚、酮、醛等, 它们对水体具有高度的化学需氧量 (COD) 和生化需氧量 (BOD)。高 COD 和 BOD 值表明这些有机物质在水中分解和降解需要大量氧气, 导致水体缺氧, 危害水生生物。

1.2 重金属和盐类

钢铁生产过程中废水中存在的重金属和盐类问题需要引起高度重视。这些物质对水体的电导率、总硬度以及化学成分都产生了显著影响, 可能对水质和生态环境构成威胁。

钢铁生产中的金属盐类是主要的污染源之一。铁、铬、锰等金属元素常在炼钢、炼铁和轧钢等工序中与水接触, 进而溶解到废水中。这些金属盐类的存在不仅会增加废水的电导率, 还会提高总硬度。电导率反映了水中离子的含量, 而总硬度则表示水中钙和镁等硬水离子的浓度。因此高电导率和硬度不仅影响水的饮用和农业用途, 还可能损害水体生态系统。而且金属盐类的过度排放还可能导致水中微生物和水生生物受到毒性影响, 影响水生态系统的平衡。同时, 含氯盐和硫酸盐也常见于钢铁废水中。氯盐通常在冷却水中添加, 用于防止设备的腐蚀。但是氯盐可能在废水中积聚, 并在处理过程中释放出氯化物。而氯化物的排放会对水体生物和水生态系统产生负面影响, 尤其是

对于淡水生态系统。会导致水体的酸度升高,对水生生物产生不利影响,还可能引发水体酸雨的问题^[2]。

1.3 硫化氢和异味物质

硫化氢和有机异味物质是钢铁废水处理中需要重点关注的问题。除了对周围环境产生恶臭和污染之外,它们还具有潜在的毒性和健康风险。

硫化氢(H_2S)及其他硫化物在钢铁废水中的存在是一个常见而令人担忧的问题。这些硫化物通常来自焦化过程、硫酸法脱硫、硫酸铁矿法制铁等工业活动。硫化氢本身具有强烈的恶臭,其气味常被形容为类似于腐烂的鸡蛋气味,对周围环境和人体造成不适。而且硫化氢对呼吸系统和眼睛有害,高浓度的硫化氢对人体甚至可能致命。所以废水中的硫化氢不仅仅是一种异味问题,更是一种健康风险^[2]。另外,钢铁废水中还可能含有苯、酚等有机异味物质。这些有机化合物可能源自焦炉气体的净化、焦化废水的处理等工艺。苯和酚是挥发性有机化合物,其存在可能导致废水在处理和排放过程中释放出刺激性的气味。这些异味物质对周围环境造成污染,也可能对工作人员和附近居民的健康产生负面影响。而且苯和酚等物质还被认为具有潜在的致癌风险,长期暴露可能对人体造成严重健康问题。

2 钢铁工业废水处理技术种类

2.1 传统物理化学处理

传统物理化学处理是钢铁工业废水处理中的常见方法,通常包括以下几个步骤:沉淀、过滤、吸附和气浮。这些方法主要用于去除废水中的悬浮固体、重金属和有机物等污染物。

①沉淀。沉淀是一种常见的物理化学处理方法,通过加入化学沉淀剂,如铁盐或铝盐,使废水中的悬浮物和重金属离子凝聚成较大的颗粒,然后沉降到底部形成污泥。这个过程称为混凝和沉淀。沉淀后的清水可以被分离并进一步处理。这个步骤有效去除了大部分的悬浮物和一些重金属。

②过滤。过滤是将经过混凝后的水通过过滤介质,如砂、石英或活性炭,以进一步去除残留的悬浮固体和颗粒物。过滤过程通过物理拦截和吸附作用来净化水质。这一步骤有助于提高水的透明度和降低固体悬浮物的浓度。

③吸附。吸附是将废水通过吸附剂,如活性炭或氧化铝,以去除废水中的有机物和一些重金属。吸附剂的大表面积和亲合力使其能够捕获和吸附溶解在水中的有机物分子。这个过程对于去除难降解的有机物非常有效。

④气浮。气浮是一种通过将微小气泡注入废水中来去除悬浮物和油脂的方法。气泡与悬浮物粒子黏附在一起,使它们上浮到水表面形成浮渣,然后可以轻松去除。气浮在去除悬浮物、油脂和一些有机物方面效果显著。

2.2 生物处理

生物处理是一种广泛应用于废水处理领域的环保且高效的技术,它主要通过利用微生物将有机物降解为无害

产物来净化废水。在钢铁工业中,生物处理技术如活性污泥法和生物膜反应器等被广泛采用。

①活性污泥法。活性污泥法是一种经典的生物处理方法,它通过将废水与活性污泥混合,提供适宜的温度、氧气和养分条件,促使微生物降解废水中的有机物。在这个过程中,废水中的有机物被微生物代谢成二氧化碳和水,从而减少了有机物的浓度。活性污泥中的微生物种类多样,包括好氧和厌氧微生物,使其能够适应不同的处理条件。

②生物膜反应器。生物膜反应器是一种新型的生物处理技术,它采用附着在固定载体上的生物膜来去除废水中的有机物。这些生物膜通常由生物多样性丰富的微生物群落组成,可以高效降解各种有机污染物^[3]。与活性污泥法相比,生物膜反应器具有更高的生物量密度和更强的抗冲击负荷能力,使其适用于高浓度和难降解有机物的处理^[4]。

2.3 膜分离技术

膜分离技术,包括超滤、反渗透和纳滤,是现代废水处理领域的重要工具,通过半透膜将废水分离为不同大小和性质的分子,从而去除颗粒物、重金属和溶解性有机物。

①超滤技术。超滤技术是一种利用孔径在0.01微米到0.1微米范围内的膜来过滤废水的方法。这种技术主要用于去除废水中的悬浮固体、胶体和大分子有机物。超滤膜的孔径可以根据需要进行选择,以实现特定粒径物质的分离。这种方法常用于预处理,以减轻后续处理步骤的负担。

②反渗透技术。反渗透技术使用孔径小于0.001微米的半透膜来去除废水中的离子、重金属、溶解性有机物和微生物等。它依靠高压将水强制通过膜,将溶质分子留在膜的一侧。这种方法对去除溶解性物质非常有效,因此常用于饮用水和高纯度水的生产以及废水的浓缩和处理。

③纳滤技术。纳滤技术是一种介于超滤和反渗透之间的分离方法,使用孔径在0.001微米到0.1微米之间的膜来去除废水中的微小颗粒、有机物和离子。与超滤不同,纳滤膜可以选择性地去除某些离子和有机物,同时允许水分子自由通过。这使得纳滤在饮用水处理、废水回收和分离特定物质方面具有广泛的应用^[5]。

2.4 厌氧处理技术

厌氧处理是一种废水处理技术,它通过在低氧条件下利用厌氧微生物去除废水中的硫化物、硝酸盐和有机物。这一过程不仅有助于废水净化,还能够产生有用的产物,如甲烷。

①厌氧生物反应器。厌氧处理通常在特殊的生物反应器中进行,这些反应器提供了低氧或无氧的环境,使厌氧微生物能够生存和繁殖。这些微生物具有特殊的代谢途径,可以在缺氧情况下将废水中的污染物转化为无害产物。

②去除硫化物。厌氧生物反应器可以有效去除废水中的硫化物,如硫化氢(H_2S)。在厌氧条件下,硫酸盐还原细菌能够将硫酸盐还原成硫化物,然后硫化物进一步代谢

为硫或甲烷。这有助于减少废水中的硫化物含量，防止硫化物对水体和环境造成污染。

③去除硝酸盐。厌氧处理还可以用于去除废水中的硝酸盐。硝酸盐是一种常见的污染物，如果进入水体，可能导致水体富营养化和氮污染。在厌氧条件下，硝酸盐还原细菌能够将硝酸盐还原成氮气或其他氮化合物，从而将其去除。

④有机物的去除。厌氧生物反应器也可用于去除废水中的有机物。不同类型的厌氧微生物可以分解复杂的有机污染物，将其转化为简单的有机化合物或甲烷。这有助于改善废水的水质，减少有机物对水体生态系统的危害。

⑤甲烷利用。厌氧处理过程中产生的甲烷是一个有价值的产物。甲烷可以用作能源或燃料，有助于减少化石燃料的使用和温室气体排放。所以厌氧处理不仅有助于污水处理，还可以回收能源资源^[5]。

3 钢铁工业废水处理技术应用措施

3.1 污染物回收

废水处理技术的重要目标之一是减少对环境的不良影响，而其中一个关键策略是污染物的回收。污染物回收不仅可以减轻废水排放对周围环境的压力，还有望创造有价值的资源和经济机会。

①重金属回收。钢铁工业废水中常含有铁、铬、锰等重金属，这些金属在工业生产中具有重要用途。通过废水处理技术，可以将这些重金属从废水中提取出来，进行回收和再利用。回收的重金属可以用于生产新材料、制造产品，甚至出售给其他工业部门。这不仅降低了环境污染，还创造了经济价值。

②有机物回收。钢铁工业废水中富含各种有机物，如煤焦沥青、油类和煤气化产物。这些有机物可以通过生物处理或化学方法进行分解和转化，生成有价值的产物，如生物气体、生物柴油或其他化学品。有机物的回收不仅有助于降低化石燃料的需求，还能够创造可再生能源和化学工业的原料。

③盐类回收。钢铁工业废水中可能含有氯化物和硫酸盐等盐类物质。这些盐类可以经过适当的处理和提纯，然后再用于工业过程中，减少对新鲜水资源的需求。盐类回收不仅节约了水资源，还有助于降低生产成本。

3.2 深度废水循环利用

深度废水循环利用是钢铁工业废水处理的一项关键措施，具有重要的环境和经济意义。通过建立废水回收系统，将处理后的水重新引入生产过程，不仅有助于节约水资源，还能够减少废水排放对环境的冲击。

①节约水资源。钢铁工业是水资源消耗巨大的行业，但通过深度废水循环利用，可以显著减少对新鲜水的需求。处理后的水可以用于冷却、生产补给水、绿化灌溉等多个用途，从而最大程度地回收利用水资源^[4]。这有助于保护

自然水体，维持生态平衡，减轻了水资源的竞争压力。

②减少环境冲击。钢铁废水中包含有机物、重金属和盐类等污染物，如果未经处理排放到环境中，将对水体和土壤造成污染。深度废水循环利用通过物理、化学、生物等多种处理技术，将这些污染物去除或降低到可接受的水平，确保回收水质量符合环保标准，减少了对周围生态系统的破坏。

3.3 制定严格的废水排放标准

钢铁企业在应对废水排放问题时，制定和遵守严格的废水排放标准是一项关键举措。这些标准不仅有助于降低企业对环境的影响，还有助于确保水体质量和生态系统的健康，从而实现可持续发展。

①详细规定废水成分和浓度。废水排放标准应明确规定废水中各种污染物的成分和浓度限值。这包括有机物、重金属、盐类等废水成分。通过规范化这些参数，标准可以帮助企业更好地控制和监测废水质量，减少对环境的污染。

②控制排放量。废水排放标准还应设定每单位时间内允许排放的最大量限制。这有助于限制废水排放的总量，防止企业过度排放，减轻对周围水体的冲击。同时通过设定排放量上限，还可以鼓励企业采取节水和废水处理技术，提高资源利用效率。

③监测和报告。废水排放标准应要求企业建立废水监测系统，定期收集、记录和报告排放数据。这不仅有助于确保企业的合规性，还增加了排放数据的透明度，向公众和监管机构提供了信息，以便及时采取措施来纠正潜在的问题。

4 结语

钢铁工业废水处理是保护环境和可持续发展的关键环节。通过采用多种废水处理技术和严格的排放标准，我们可以最大程度地减少对水资源和生态系统的冲击。同时回收废水中的有价值物质也为资源利用提供了机会。在未来，钢铁工业应继续致力于创新和可持续的废水管理，以实现生产与环保的平衡，为我们的地球创造更清洁、更可持续的未来。

[参考文献]

- [1]解晨炜. 钢铁工业废水处理技术研究[J]. 中国资源综合利用, 2017, 35(8): 20-21.
 - [2]巫瑞上. 浅谈钢铁工业废水深度处理回用技术的应用[J]. 科技资讯, 2013(18): 151-164.
 - [3]付艳荣. 废水处理技术在钢铁工业中的应用[J]. 科技促进发展, 2011(1): 183.
 - [4]王运飞, 董金冀, 李占江等. 钢铁工业冷轧废水处理及回用工艺[J]. 冶金设备, 2021(2): 64-65.
- 作者简介: 杜娟(1985.2—), 女, 毕业院校: 许昌学院、所学专业: 英语, 当前就单位: 安阳钢铁股份有限公司安全能源环保处, 职务: 科员, 职称级别: 工程师