

氯碱化工废水综合利用

王 锋

新疆中泰化学托克逊能化有限公司 新疆 吐鲁番 838100

摘 要：氯碱化工废水含盐量高、成分复杂且可生化性差，对环境和生态系统构成严重威胁。为实现废水的资源化利用，需采取多种处理与回收技术。通过好氧生物处理、焚烧法及电化学法等手段，可有效去除废水中的有机物、重金属及无机盐等污染物。同时，结合雨污分离、分类处理、酸碱废水中和等综合利用措施，废水可回用于PVC生产、锅炉烟气脱硫除尘及水合肼生产等多个环节。此举不仅减少了废水排放，还节约了水资源，实现了经济与环境的双赢。

关键词：氯碱化工废水；综合利用；措施

引言：氯碱化工作为重要的基础化学工业之一，在生产过程中不可避免地会产生大量的废水。这些废水成分复杂，含有多种无机物和有机物，如果未经妥善处理直接排放，不仅会对生态环境造成严重污染，还会浪费宝贵的水资源。因此，氯碱化工废水的综合利用成为行业发展的重要课题。通过科学合理的废水处理技术和综合利用措施，可以实现废水的无害化、减量化和资源化，既保护环境，又促进资源的循环利用。本文将深入探讨氯碱化工废水的来源、成分、处理方法及其综合利用措施，以期为行业可持续发展提供参考。

1 氯碱化工废水概述

1.1 氯碱化工废水的来源

氯碱化工废水的来源多种多样，主要可以归纳为以下几类：（1）酸、碱、盐废水。这是氯碱化工过程中最常见的废水类型。在电解食盐水前，需要对食盐水进行预处理，这一过程中会产生含有硫酸根、氯离子、钠离子等的酸、碱、盐废水。此外，电解过程中，由于电解槽的泄漏或操作不当，也可能产生此类废水。（2）固体碱、盐酸、氯化氢处理废水。在氯碱化工中，为了生产固体碱（如氢氧化钠）和处理盐酸、氯化氢等副产品，会产生相应的废水。这些废水中通常含有高浓度的氢氧化钠、盐酸或氯化氢，具有强腐蚀性。（3）电解废水。电解食盐水是氯碱化工的核心过程，此过程中会产生大量的电解废水。这些废水中含有氯离子、钠离子、氢氧根离子等，成分复杂，处理难度大。

1.2 氯碱化工废水的成分分析

氯碱化工废水的成分复杂，根据其主要成分的不同，可以分为以下几类：（1）无机废水。包括含碱废水、含酸废水和含高盐废水等。这类废水通常含有高浓度的无机盐类，如氯化钠、硫酸钠等，以及氢氧化钠、

盐酸等强酸强碱物质。（2）有机废水。主要来自PVC（聚氯乙烯）生产过程中的离心母液和废水汽提排污水等。这类废水中含有有机物，如氯乙烯单体、乙炔、酚类等，具有生物毒性，难以生物降解。（3）生活污水。氯碱化工企业中的生活污水，虽然量不大，但其中含有的有机物、氮磷等营养物质，如果不经处理直接排放，也会对环境造成一定影响^[1]。

1.3 氯碱化工废水对环境的影响

氯碱化工废水对环境的影响是多方面的，主要包括：（1）对水生生物的影响。氯碱化工废水中含有的重金属离子、有机物和无机盐等，对水生生物的生存和繁殖构成严重威胁。高浓度的无机盐和有机物会破坏水生生物的生态平衡，导致生物多样性的减少。（2）对水体pH值及硬度的影响。氯碱化工废水中含有的强酸强碱物质，会改变水体的pH值，破坏水体的自然酸碱平衡。同时，废水中的无机盐类会增加水体的硬度，影响水体的使用功能。（3）对工业和生活的影响。氯碱化工废水中含有的有害物质，如果未经处理直接排放到环境中，会对下游的工业用水和生活用水造成污染，影响工业生产和居民生活的正常进行。此外，废水中的氯离子等化学物质，还会对土壤和地下水造成长期污染。

2 氯碱化工废水处理方法

2.1 好氧生物处理法

（1）原理及工艺流程。好氧生物处理法主要利用微生物在有氧条件下对有机物进行降解的过程。在氯碱化工废水处理中，通常采用生物接触氧化法，即在生物反应器中填充生物填料，使废水与生物膜充分接触，通过微生物的吸附、降解作用去除有机物。工艺流程包括废水预处理（如调节pH值、去除悬浮物等）、曝气充氧、生物反应和沉淀分离等步骤。（2）优点及局限性。好

氧生物处理法的优点在于处理效果稳定、管理简单、对水质波动有一定的适应性。然而,其局限性在于对废水的预处理要求较高,需要去除悬浮物、油脂等大颗粒杂质;同时,对于含有高浓度难降解有机物或毒性物质的废水,处理效果可能不理想。(3)应用实例与效果。在某氯碱化工企业,采用好氧生物处理法处理其生产废水。经过预处理和生物反应后,废水中的COD去除率达到了85%以上,BOD5去除率也超过了90%。出水水质达到了国家排放标准,有效减轻了环境压力^[2]。

2.2 焚烧法

(1)原理及适用条件。焚烧法是通过高温燃烧将废水中的有机物转化为二氧化碳和水蒸气等无害物质的过程。该方法适用于处理高浓度、难降解的有机废水,特别是含有有毒有害物质的废水。焚烧过程需要在高温、充分供氧的条件下进行,以确保有机物完全燃烧。(2)焚烧前的预处理技术。焚烧前需要对废水进行预处理,以提高焚烧效率和减少污染物排放。预处理技术包括浓缩、蒸发、萃取等,以降低废水的含水量和提高有机物浓度。同时,还需要去除废水中的盐分、重金属等无机物,以减少焚烧过程中的污染物生成。(3)焚烧过程中的污染控制。焚烧过程中可能产生二次污染,如废气、废渣等。因此,需要采取有效的污染控制措施。例如,安装除尘器、脱硫脱硝装置等以去除废气中的颗粒物、二氧化硫和氮氧化物等污染物;对废渣进行安全处置,防止其对环境造成二次污染。(4)应用实例与效果。某氯碱化工企业采用焚烧法处理其高浓度有机废水。经过预处理和焚烧后,废水中的有机物得到了有效去除,焚烧炉出口废气中的污染物排放浓度也达到了国家排放标准。同时,焚烧产生的热量还被用于发电和供暖,实现了资源的综合利用。

2.3 电化学法

(1)电解絮凝法原理及应用。电解絮凝法是利用电解原理在废水中产生金属离子(如铁离子、铝离子等),这些离子随后与水分子反应形成氢氧化物胶体。这些胶体具有高效的絮凝能力,能够吸附、凝聚废水中的悬浮物、胶体以及部分溶解性有机物,形成较大的絮体并沉淀下来。电解絮凝法特别适用于处理含有高盐度、难降解有机物的废水。(2)适用于高盐度有机废水的处理。高盐度有机废水中的盐分可以提高溶液的电导率,有利于电解反应的进行。同时,电解产生的金属氢氧化物胶体对有机物具有较强的吸附能力,可以有效去除废水中的有机污染物。因此,电解絮凝法在处理高盐度有机废水方面具有显著优势。通过优化电解条件、选

择合适的电极材料和絮凝剂种类,可以进一步提高处理效率和降低能耗。(3)应用实例与效果。在某氯碱化工企业中,采用电解絮凝法处理其高盐度有机废水。经过电解絮凝处理后,废水中的悬浮物去除率达到了90%以上,COD去除率也超过了70%。出水水质得到了显著改善,达到了国家排放标准。同时,该方法还具有占地面积小、运行管理简便等优点。通过与其他处理方法相结合使用(如生物处理、膜分离等),可以进一步提高废水的处理效果和资源化利用率。

3 氯碱化工废水综合利用措施

3.1 废水回收利用的思路与原则

(1)环保、绿色、低碳经济的理念。在氯碱化工废水回收利用的过程中,必须坚持环保、绿色、低碳经济的理念。这意味着在废水处理与再利用的每个环节,都要注重减少对环境的负面影响,实现资源的最大化利用和废弃物的最小化排放。企业应积极响应国家环保政策,加大环保投入,采用先进的废水处理技术和管理模式,推动氯碱化工行业的绿色发展。(2)废水回收处理与再利用的工艺流程设计。废水回收处理与再利用的工艺流程设计是废水综合利用的关键。企业应针对不同类型的废水,制定科学合理的工艺流程。在废水收集阶段,应确保废水能够得到有效收集和分类;在预处理阶段,应去除废水中的悬浮物、油脂等大颗粒杂质;在深度处理阶段,应采用先进的生物处理、膜分离、高级氧化等技术,去除废水中的有机物、重金属等污染物,使废水达到再利用标准;在再利用阶段,应根据废水的性质和生产需求,将其用于不同的生产环节或回用至原生产系统^[3]。(3)废水处理系统的优化与运行管理。为了实现废水处理系统的稳定高效运行,企业应不断进行系统的优化与升级。一方面,要采用先进的自动化控制系统和智能监测技术,实时监测废水处理过程中的各项指标,确保出水水质达标;另一方面,要加强废水处理系统的日常维护和保养,定期清理设备、更换滤料等,确保设备处于最佳工作状态。此外,企业还应建立健全的废水处理与再利用管理制度,明确责任分工,加强监管和考核,确保废水综合利用措施的有效实施。

3.2 具体的废水综合利用措施

(1)雨污分离与分类处理。为了实现废水的有效利用,企业应采取雨污分离措施,将雨水与污水分别收集和處理。同时,根据废水的性质进行分类处理,如将有机废水、无机废水、酸碱废水等分别收集和處理,以提高废水处理的针对性和效率。(2)有机、无机污水独立处理与回用。对于有机废水和无机废水,应采用不同的

处理工艺进行独立处理。有机废水可通过生物处理、膜分离等技术进行降解和净化；无机废水则可通过沉淀、过滤、离子交换等方法进行处理。处理后的废水可根据水质情况回用于生产过程中的冷却、冲洗等环节，实现水资源的循环利用。（3）离心母液独立处理与纯水利用。离心母液是氯碱化工生产过程中的一种高盐度废水，含有较高的有机物和无机盐。通过采用蒸发、结晶等技术对离心母液进行独立处理，可以回收其中的盐和有机物，同时产生纯水。纯水可用于其他生产环节，如锅炉补给水、工艺用水等，替代新鲜水源，从而显著降低水资源消耗。（4）酸碱废水中和处理与集中处理。酸碱废水如果不经处理直接排放，不仅会对环境造成破坏，还会浪费资源。因此，应采取中和处理策略，利用酸碱废水的互补性质，通过调节pH值达到中和效果，减少中和剂的使用量。之后，经过进一步处理，如沉淀、过滤等步骤，确保水质符合排放标准或再利用要求。对于规模较大的氯碱化工企业，建立集中的酸碱废水处理中心，集中收集、处理各类酸碱废水，有助于提升处理效率，降低运营成本^[4]。（5）蒸汽冷凝液与二次汽冷凝水的回收利用。蒸汽冷凝液和二次汽冷凝水通常含有较少的杂质，温度较高，具有较高的再利用价值。通过收集这些冷凝水，经过简单的过滤、除氧处理后，可直接回用于锅炉给水、工艺加热等场合，减少新鲜水资源的消耗，同时节约能源。（6）氯水的回收利用。氯水是氯碱化工过程中常见的一种副产物，含有一定量的游离氯和其他化学成分。通过适当处理，如调节pH值、去除杂质等，氯水可以被回用于消毒、漂白、水处理等多个领域，甚至在某些情况下，可以转化为其他有价值的化学品，如次氯酸钠等，实现资源的深度利用。

3.3 氯碱化工废水在特定生产环节中的回收利用

（1）在PVC生产中的废水回收利用。PVC（聚氯乙烯）生产过程中会产生大量废水，主要包括聚合母液、离心母液、冲洗水等。通过先进的废水处理工艺，如膜生物反应器（MBR）、纳滤（NF）、反渗透（RO）等技术，可以有效去除废水中的有机物、悬浮物、盐分等，

处理后的水质满足PVC生产线的冷却、冲洗等用水需求，实现水资源在生产系统内的闭环循环利用。（2）在锅炉烟气脱硫除尘中的应用。氯碱化工废水中含有的碱性成分，如氢氧化钠、氢氧化钙等，可作为锅炉烟气脱硫的吸收剂，有效去除烟气中的二氧化硫，实现废水的资源化利用。同时，废水中的悬浮物还有助于增强烟气的除尘效果，减少大气污染物排放。（3）在水合肼生产及PVC生产用水中的应用。水合肼是一种重要的精细化学品，其生产过程中需要大量的高质量水源。氯碱化工废水经过深度处理后，可作为一种替代水源，用于水合肼的生产，减少了对自然水资源的依赖。同样，处理后的废水也适用于PVC生产中的各个环节，满足其对水质的不同需求。（4）在强氯精、三氯氢硅尾气吸收中的应用。强氯精和三氯氢硅生产过程中产生的尾气含有有害气体，需进行吸收处理。氯碱化工废水中的氯离子和其他化学成分，可作为吸收剂，有效吸收尾气中的有害气体，转化为无害或低毒的产物，同时实现废水的再利用。

结束语

综上所述，氯碱化工废水的综合利用不仅是环保的必然选择，也是实现资源高效利用的重要途径。通过采用先进的处理技术和创新的综合利用策略，我们能够有效应对氯碱化工废水带来的环境挑战，同时挖掘废水的潜在价值。未来，随着技术的不断进步和环保政策的日益严格，氯碱化工废水的综合利用将迈向更高水平，为行业的绿色发展注入新的活力。让我们携手共进，为构建生态文明和可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]吐达吉·库尔班.氯碱化工生产废水综合利用技术[J].建筑技术科学,2023,(10):94-95.
- [2]高超娟.氯碱化工废水处理技术简述[J].建筑技术科学,2023,(08):81-82.
- [3]吉燕利.氯碱化工生产废水综合利用技术[J].建筑技术科学,2023,(12):122-123.
- [4]张民英.氯碱化工废水综合利用解析[J].现代盐化工,2021,(02):27-28.