

工业废水副产混盐资源化处理技术应用探究

任晓 贺钰荣 王鹏

陕西延长青山科技工程股份有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i12.5145

[摘要] 工业废水副产混盐如果没按规定处置,会对生态环境造成不小破坏,资源化处理已经刻不容缓。本文探究了混盐资源化处理的技术。混盐成分复杂,含无机盐、重金属盐和有机盐,物理化学性质也比较复杂,对生态环境危害大。资源化处理技术主要有热分离、化学分离、物理分离和生物处理几种,各有长处和短板。这些技术可以应用到化工、制药、印染等行业,把盐类物质提纯分离、再生利用,减少资源浪费和环境污染,提升资源利用率,降低生产成本,帮各行业实现清洁生产和资源循环利用。

[关键词] 工业废水; 副产混盐; 资源化处理技术; 应用

中图分类号: X703 文献标识码: A

Exploration of the Application of Resource Recovery Technologies for Mixed Salts By-Products from Industrial Wastewater Treatment

Xiao Ren Yurong He Peng Wang

Shaanxi Yanchang Qingshan Technology Engineering Co., Ltd.

[Abstract] Improper disposal of mixed salt by-products from industrial wastewater treatment can cause significant harm to the ecological environment, making resource recovery treatment an urgent necessity. This paper explores technologies for the resource recovery of mixed salts. Mixed salts have complex compositions, containing inorganic salts, heavy metal salts, and organic salts, as well as complex physical and chemical properties, posing considerable risks to the ecological environment. Resource recovery technologies mainly include thermal separation, chemical separation, physical separation, and biological treatment, each with its own advantages and limitations. These technologies can be applied in industries such as chemical manufacturing, pharmaceuticals, and textile dyeing and printing to purify and separate salts for regeneration and reuse, reduce resource waste and environmental pollution, improve resource utilization efficiency, and lower production costs, thereby helping various industries achieve cleaner production and resource recycling.

[Key words] industrial wastewater; mixed salt by-products; resource recovery technologies; application

引言

工业发展越来越快,工业废水副产混盐的问题也跟着凸显出来。这些混盐成分复杂,含无机盐、重金属盐及有机盐,物理化学性质多样,对生态环境危害不小。要是不妥善处理,土壤、水体、大气都会跟着遭殃,工业绿色发展也会受阻。在这种背景下,研究工业废水副产混盐的资源化处理技术,已经挺紧迫了。本文将深入分析混盐的成分特性,详细介绍资源化处理技术,并探讨它们在化工、制药、印染等行业的应用,为工业可持续发展提供参考。

1 工业废水副产混盐的成分及特性

工业废水副产混盐整体成分结构复杂,主要包含多类无机盐、重金属盐及有机盐,是工业生产过程中产生的典型副产物。无机盐是混盐的主要组成部分,也是各类工业生产中常用的原

料或次生产物,重金属盐为混盐中的有害组分,具备较强毒性,能够对自然生态环境与人体健康形成持续性危害,有机盐多诞生于有机合成生产工序,是该类生产工艺的主要副产盐类物质。工业废水副产混盐的物理性质随组分构成产生明显差异,外观形态没有固定标准,同时不同盐类组分的水溶性可能存在显著区别,各组分差异化的物理特质,让混盐的基础处理适配条件存在较大不确定性。在化学性质层面,混盐内部各类盐组分具备不同的酸碱属性与氧化还原属性,整体化学性质繁杂,组分间的化学特性差异,直接决定了混盐无害化处理的难度,也限制了其资源化回收利用的可行路径。未经合规处置的工业废水副产混盐直接进入自然环境,会对土壤、水体、大气三大生态系统造成多重污染破坏。混盐中的重金属组分可在土壤圈层持续富集,直接弱化土壤原有肥力,抑制土壤微生物的正常代谢与活性,阻

碍农作物正常生长发育,破坏土壤生态循环体系^[1]。混盐进入水体后,会持续提升水体含盐量,打破原有水生生态的平衡体系,干扰水生生物的生存繁衍环境,造成水生生态系统退化。部分具备挥发性的盐类组分可扩散至大气环境中,引发大气污染问题,因此对工业废水副产混盐开展规范化、资源化处置,是防控工业污染、保护自然生态环境的必要举措,也是工业绿色发展的必然要求。

2 工业废水副产混盐资源化处理技术

2.1 热处理技术

蒸发结晶技术依托混盐溶液中不同盐类溶解度受温度影响的差异性,通过加热方式蒸发溶液溶剂,促使各类盐质溶质依次结晶析出,该工艺主要适配溶解度随温度波动变化明显的盐类分离处理。整套工艺流程操作简便,盐类分离成效稳定,实际应用优势突出,但工艺运行全程需要持续供热,整体能源消耗偏高。焚烧技术则是通过高温燃烧方式处理混盐物料,彻底分解混盐中裹挟的有机物质,将其转化为二氧化碳和水,同时让混盐中的无机盐组分发生熔融或分解反应,实现有机物与无机盐的分离处置,该工艺对高有机物含量的混盐处理适配性较强,可有效去除混盐内有机杂质,固化无机盐组分。但高温焚烧作业会产生二噁英等有害废气,造成二次污染,工艺应用必须配套完善的尾气处理设施,保障尾气达标排放。

2.2 化学处理技术

化学沉淀法的核心原理是向混盐溶液中投加适配的沉淀药剂,促使溶液内特定组分发生化学反应,转化为低溶解度的固态沉淀物,以此实现盐溶液中杂质组分与主体盐液的固液分离。该工艺整体操作流程简便,无需复杂设备与严苛工况条件,实际应用投入成本较低,适配多数含杂质混盐废水的预处理作业,但工艺运行后产生的沉淀固废需要后续合规处置,若处理不当易造成二次污染,是该工艺应用过程中需要重点解决的问题^[2]。氧化还原法依托氧化、还原药剂与混盐溶液中杂质组分的化学反应,改变杂质原有化学结构与理化性质,通过组分转化实现杂质无害化去除与混盐纯化。该工艺的应用效果取决于药剂选型与反应工况调控,需结合混盐废水的组分构成、杂质特性精准匹配对应的氧化或还原药剂,同时严格把控反应温度、药剂投加量、反应时长等关键参数,保障杂质转化处理的稳定性与有效性。

2.3 物理分离技术

物理分离技术主要分为膜分离技术和离心分离技术两种,是混盐溶液处理的常用物理处理手段。膜分离技术以膜材料的选择性透过性能为核心原理,依据物料分子、离子特性差异,完成混盐溶液中各类组分的分离处理,常用技术包含反渗透、纳滤、超滤及微滤四种。不同膜技术的处理功能存在明确区分,反渗透主要清除溶液内小分子离子与有机物,完成水体脱盐与净化处理;纳滤专注于不同价态离子的分级分离,可实现一价离子与二价离子的有效拆分;超滤和微滤主要截留、分离体系内的大分子有机物与悬浮杂质。该类技术整体应用优势突出,分离效率稳定、运行能耗较低,处理过程不会产生二次污染物,核心

短板为膜材料采购成本偏高,长期运行中易出现污染、堵塞问题,影响处理效果。离心分离技术依托离心力作用,以物料密度差异为分离依据,完成混盐体系的组分分离,适配含固体颗粒、多密度液体的混盐溶液处理场景,可有效拆分溶液中的结晶盐与母液。

2.4 生物处理技术

微生物降解法,靠的是微生物自己的代谢功能,分解混盐中的有机物质,把有机组分转化成无机组分,从而完成混盐中有机物的去除和资源转化。对于有机污染物含量比较高的混盐体系,可以通过筛选、培育专用微生物菌株,调控好反应环境来完成生物降解。这个工艺整体适配性不错,处理成本低,也不会产生二次污染,生态效益挺好。不过工艺运行状态容易受环境参数干扰,体系温度、pH值、溶解氧含量都会直接影响微生物的代谢效率,整体处理时间偏长,作业周期也比较固定^[3]。生物吸附法主要用于处理含重金属离子的混盐体系,依靠生物机体自身的细胞表面结构和化学组分,对混盐中的重金属离子进行吸附和富集。这种方法所用的吸附材料来源广,制备和使用成本低,单位吸附量也比较高,还可以通过生物再生工艺实现吸附材料的循环使用,应用开发潜力不错。

3 工业废水副产混盐资源化处理技术的应用

3.1 在化工行业的应用

化工行业生产流程复杂,生产过程中会持续产生大量含盐废水,废水富集形成的副产混盐品类繁杂、成分复杂,随意处置不仅会造成盐类资源的严重浪费,还会引发固废堆积、水土污染等一系列环境问题。工业废水副产混盐资源化处理技术可针对性处理化工生产产生的各类混盐废弃物,完成盐类物质的提纯分离与再生利用,适配化工多细分领域的生产需求。该技术可依托专业的物理分离、结晶提纯工艺,对化工生产废水浓缩生成的混盐原料进行深度处理,拆解混盐中的各类盐类组分,实现不同盐类物质的精准分离、提纯和回收,让废弃盐类资源重新转化为可用于工业生产的原料。同时,针对化工混盐中含有的各类有益元素,可通过专属资源化处理工艺进行富集、加工与再造,将废弃混盐转化为具备使用价值的化工产品与生产原料,有效盘活工业废弃盐类资源。该技术的落地应用,能够有效改变化工行业混盐废水、固废直接排放或填埋的处置模式,减少化工生产过程中的资源损耗,提升工业盐类资源整体利用率,降低企业原料采购成本,同时大幅削减化工固废与废水污染物的排放量,助力化工行业实现清洁生产与资源循环化发展。

3.2 在制药行业的应用

制药行业生产流程中产生的混盐体系,普遍留存生产环节衍生的药物中间体、未完全挥发的有机溶剂等可再利用物料,这类具备回收价值的组分若直接随废弃物处置,会造成生产资源浪费,同时增加企业物料消耗与生产投入。行业生产中可整合化学处理与物理分离两类核心技术,针对制药混盐开展系统化处理作业,精准分离并回收体系内的有效可利用物质,将回收物料重新投入对应生产环节,有效缩减原材料损耗,控制企业整体

生产成本,提升生产资源利用率。制药混盐内部除可回收物料外,还富集重金属等有毒有害污染物,这类物质未经处理直接排放,会对土壤、水体造成持续性破坏,违背工业生产环保管控标准^[4]。依托组合式处理技术,可针对性去除混盐中的重金属及各类有害杂质,实现工业固废与废液的无害化处理,从生产末端削减制药行业污染物排放量,规避生产废弃物带来的生态环境污染问题,让制药生产的废弃物处理流程符合现行行业环保规范与绿色生产要求,兼顾企业生产经济效益与生态环境效益。

3.3在印染行业的应用

印染生产作业会产生大量混盐废水与含盐固废,这类物料组分复杂,体系中包含染料、加工助剂残留的有机污染物,以及生产用水、工艺反应生成的各类无机盐分。复杂的组分让印染混盐无法直接处理和资源化利用,随意处置不仅会造成水资源浪费、生态环境污染,还会导致盐类资源流失。目前印染行业主流采用生物处理技术与膜分离技术联用的工艺处理混盐污染物,两套技术协同运行,可有效分解、截留混盐体系中的有机杂质,完成混盐净化与盐分离工作。经该组合工艺处理后的水体,各项指标满足印染生产用水要求,可直接回用于各生产工序,提高生产水资源循环利用率,减少企业新鲜水取用量,压缩生产用水成本。工艺分离提纯后的固态盐分杂质含量大幅下降,纯度符合工业使用标准,可实现盐类资源回收复用,改变行业传统混盐直接废弃的处理方式。该工艺适配印染行业排污特性,可同步实现废水治理、节水降耗和固废资源化利用,解决了印染含盐废水处理难度高、资源利用率偏低的行业问题,适配行业绿色生产、资源循环利用的发展方向。

3.4在其他行业的应用

工业废水副产混盐资源化处理技术的适配场景并不局限于常规应用领域,该技术可适配多个主流工业领域的含盐废水及副产混盐处理工作,具备较强的行业通用性与实际落地价值。食品工业生产过程中会持续产生各类含盐生产废水,这类废水经过该套技术体系处理后,能够实现盐分的有效分离与提纯,完成食盐类资源的回收再利用,在解决企业废水排放问题的同时,实

现废弃物的资源化循环利用,降低生产资源损耗。冶金行业生产工序复杂,生产废水和工艺副产混盐中普遍掺杂各类重金属物质,依托该混盐资源化处理技术,可对含重金属的混合盐物料进行专项处理,精准分离物料中的有价金属成分,完成金属资源的回收提取,提升冶金生产副产物的资源利用率^[5]。电子行业生产对水质标准要求严苛,生产过程中产生的废水含有多种特殊盐类杂质,直接排放会造成资源浪费和环境污染,通过应用该资源化处理技术,可有效去除废水中的特殊盐类物质,净化生产废水,处理后的水质能够符合电子行业生产用水标准,同时实现盐类物质的规范化处置与资源化回收,满足电子行业绿色生产与合规生产的双重需求。

4 结语

综上所述,工业废水副产混盐资源化的处理技术,给工业可持续发展提供了重要支撑。从化工、制药到印染、食品、冶金、电子等行业,这项技术都展现出了不错的适配性和实用价值。它不光能回收利用盐类资源、降低企业成本,还能减少污染物排放、保护生态环境。随着技术不断进步和创新,未来的应用范围会更广,处理效果也会更好,在推动工业绿色转型、实现资源循环利用方面,作用会越来越明显。

【参考文献】

- [1]张生萍,张静,邓雪儒,等.高含盐废水资源化处理技术的应用分析[J].当代化工研究,2025(4):103-105.
- [2]何元春.工业废水处理与资源化利用技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(12):143-146.
- [3]周建琴.膜分离技术在工业废水处理工程中的应用研究[J].清洗世界,2025,41(1):120-122.
- [4]张琪琦.工业废水绿色处理技术应用对生态环境的影响及改进建议[J].中国资源综合利用,2025,43(7):275-277.
- [5]胡红燕.工业固废资源化处理技术的应用[J].大众科学,2025,46(16):185-187.

作者简介:

任晓(1993—),女,汉族,陕西人,大专,高级工程师,研究方向:水处理。