

电解铝行业生产废水高效处理技术研究与应用

丛龙超

沈阳铝镁设计研究院有限公司

DOI:10.12238/eep.v7i12.2394

[摘要] 电解铝行业生产废水的高效处理技术研究与应用日益受到重视。现有技术主要包括预处理、混凝沉淀和酸碱中和等方法,但这些传统技术在处理效率和环保标准上已难以满足当前需求。因此,高效处理技术应运而生,如高效混凝与絮凝技术能显著提升悬浮物去除效率;膜分离与深度过滤技术则能有效截留溶解性固体、有机物和重金属离子;电化学氧化与还原技术针对难以生物降解的污染物具有独特优势;生物强化与组合处理技术则通过优化组合多种技术,实现协同去除多种污染物。这些高效处理技术的应用,为电解铝行业的绿色发展提供了有力支撑。

[关键词] 电解铝行业; 生产废水; 高效处理技术

中图分类号: X703 文献标识码: A

Research and application of efficient treatment technology of production wastewater in electrolytic aluminum industry

Longchao Cong

Shenyang Aluminum Magnesium Design and Research Institute Co., Ltd.

[Abstract] The research and application of efficient treatment technology of production wastewater in electrolytic aluminum industry have been paid more and more attention. Existing technologies mainly include pretreatment, coagulation and precipitation, acid-base neutralization and other methods, but these traditional technologies have been difficult to meet the current needs in terms of treatment efficiency and environmental protection standards. Therefore, efficient treatment technology emerged, such as efficient coagulation and flocculation technology can significantly improve the removal efficiency of suspended solids; Membrane separation and deep filtration technology can effectively trap dissolved solids, organic matter and heavy metal ions. Electrochemical oxidation and reduction technology has unique advantages for pollutants that are difficult to biodegrade. Biofortification and combined treatment technologies achieve collaborative removal of multiple pollutants by optimizing the combination of multiple technologies. The application of these efficient treatment technologies has provided strong support for the green development of electrolytic aluminum industry.

[Key words] electrolytic aluminum industry; Production wastewater; High efficiency processing technology

电解铝是以电解的方法通过不断消耗阳极将熔融状态下的氧化铝还原成金属铝提炼出纯铝的过程,这一过程主要依赖于冰晶石-氧化铝熔盐电解法。该过程不仅需要大量的电力资源,还会产生一定的环境污染,尤其是废水问题^[1]。电解铝生产废水主要来源于循环水车间浓缩水排污、铸造循环水车间排污、设备清洗水以及初期雨水等,这些废水中含有高浓度的重金属离子(如铝等)、氟化盐、酸碱物质、油污以及有机物等污染物,具有成分复杂、处理难度大的特点。因此,高效处理电解铝废水是满足日益严苛的环保要求,保障环境和人体健康的重要途径。

1 现有电解铝生产废水处理技术

1.1 预处理技术

预处理技术在电解铝生产废水处理流程中扮演着至关重要的开场角色,它作为整个净化过程的起始步骤,奠定了后续高效处理的基础。这一环节侧重于运用物理手段,精准而有效地清除废水中那些可能对后续处理设施构成障碍的大颗粒悬浮物、油脂以及其他易于沉积的物质^[2]。

例如,在电解铝生产过程中,产生的废水含有大量大颗粒悬浮物、油脂和其他易于沉积的物质。为了高效处理这些废水,电解铝企业采用了预处理技术。首先,废水通过格栅过滤装置,该装置像一道精密的筛网,有效拦截了废水中的残渣、纤维、塑料碎片等大体积杂质,防止了这些物质进入后续处理单元,避免了设备堵塞和处理效率下降的问题。接着,废水被引入调节池进

行混合与均质化处理,使废水的温度、pH值、悬浮物浓度等指标得到平衡与稳定。这一预处理过程不仅提高了后续物理、化学或生物处理的效率,还确保了出水水质能够满足环保标准。通过这一实际应用,电解铝企业实现了废水的有效处理和资源的循环利用,为企业的可持续发展提供了有力支持。

1.2 混凝沉淀技术

混凝沉淀技术,在处理电解铝生产废水时展现出了其无可替代的重要性,特别是在针对悬浮物、胶体等微小污染物的去除上,效果尤为显著。这一技术的核心在于,通过向废水中巧妙地添加混凝剂,这些混凝剂,如聚合氯化铝(PAC)或硫酸铝等,就像是一位位“微观建筑师”,它们能够吸附、桥联废水中的微小颗粒与胶体物质,促使这些原本难以沉降的污染物相互聚集成较大的絮体^[3]。

随着这些絮体的逐渐增大,它们在废水中的沉降速度也随之加快,最终在重力的作用下缓缓沉淀至处理系统的底部,实现了与废水的有效分离。这一过程不仅显著减少了废水中的悬浮物含量,使得水质变得更加清澈透明,同时也有效降低了废水的浊度和色度,为后续的深度处理或排放创造了更为有利的水质条件。混凝沉淀技术的运用,不仅体现了废水处理领域的技术创新,更是对环境保护理念的生动实践。它让电解铝生产废水中的污染物得以高效去除,为企业的绿色发展之路铺设了坚实的基石。

1.3 酸碱中和技术

在电解铝生产过程中,废水往往会携带较高浓度的酸碱成分,这些成分若未经妥善处理,不仅会对自然水体和生态环境造成直接的污染与破坏,还可能对后续的废水处理设备构成腐蚀风险,缩短设备使用寿命,增加维护成本。为此,酸碱中和技术成为了电解铝生产废水处理中不可或缺的一环。

该技术的核心在于精准调控,通过向废水中科学添加适量的酸碱调节剂,如氢氧化钠或硫酸等,这些调节剂仿佛“水质平衡师”,它们与废水中的酸碱物质发生中和反应,巧妙地调整废水的pH值,使之趋于中性或接近中性范围。这一过程不仅有效缓解了酸碱物质对环境的潜在威胁,降低了废水对土壤和水体的破坏力,更为后续的废水处理步骤创造了一个更为稳定、适宜的水质环境。酸碱中和技术的实施,还进一步确保了废水处理设备的稳定运行。通过消除废水中的极端pH值条件,减少了设备因酸碱腐蚀而出现故障的可能性,延长了设备的使用寿命,同时也提升了整体废水处理的效率与可靠性。这一技术的广泛应用,不仅体现了电解铝行业对环境保护的高度责任感,也为行业的可持续发展奠定了坚实的基础。

2 高效处理技术在电解铝生产废水中的应用

2.1 高效混凝与絮凝技术

高效混凝与絮凝技术在电解铝生产废水处理领域中的应用,是对传统混凝沉淀技术的一次重要革新。这一技术之所以高效,关键在于其采用了更为先进、更具针对性的混凝剂和絮凝剂。这些化学药剂,经过精心研发与筛选,展现出了卓越的性能,能够

迅速而有效地与废水中的微小颗粒和胶体物质发生化学反应,促使它们迅速凝聚成更加紧密、结构稳定的絮体。

相较于传统技术,高效混凝与絮凝技术不仅显著提升了悬浮物的去除效率,使得出水更加清澈透明,而且在处理过程中大大减少了能耗和药剂的使用量。这一转变,不仅降低了废水处理的运营成本,更体现了对环境的友好与尊重。通过减少化学药剂的投入,该技术有效避免了潜在的水体二次污染风险,为电解铝企业的可持续发展注入了绿色动力。另外,高效混凝与絮凝技术的广泛应用,还促进了废水处理行业的整体技术进步。它鼓励了更多创新性的混凝剂和絮凝剂的研发,推动了废水处理技术的不断升级与优化,为实现更高标准的水质净化提供了可能。这一技术的成功实践,无疑为电解铝行业乃至整个工业废水处理领域树立了新的标杆,引领着废水处理技术向更加高效、环保的方向发展。

2.2 膜分离与深度过滤技术

膜分离与深度过滤技术,作为现代废水处理领域的先进手段,正以其独特的优势在电解铝生产废水处理中发挥着日益重要的作用。这类技术涵盖了超滤、纳滤和反渗透等多种方法,它们的核心在于利用不同孔径大小和材料特性的膜,对废水中的各类污染物进行精细的筛选与截留。

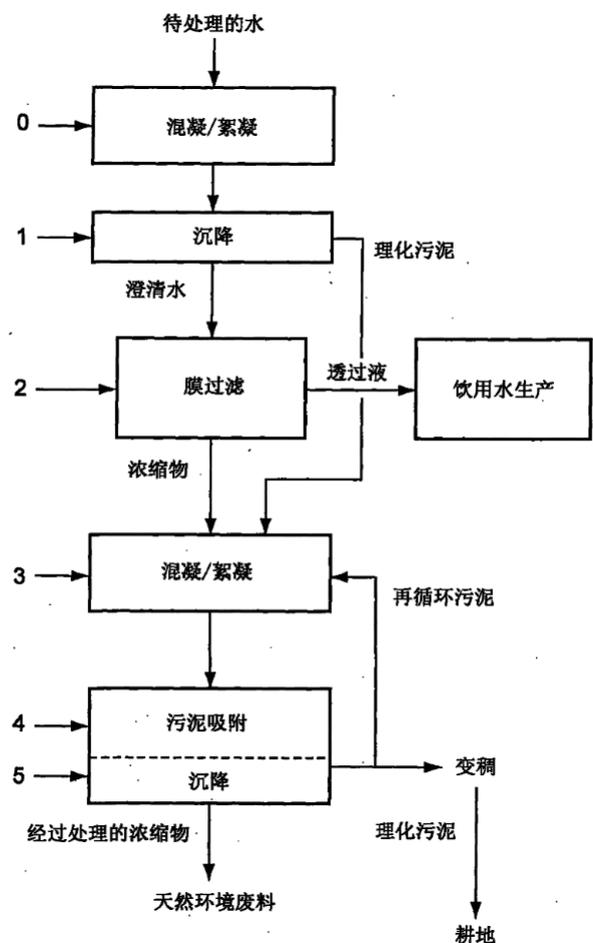


图1 电解铝生产废水膜分离与深度过滤过程

在电解铝生产废水的处理过程中,膜分离技术能够高效地去除废水中的溶解性固体、有机物以及重金属离子等难处理污染物。这些膜材料,凭借其微小的孔径和优异的过滤性能,能够像精密的筛网一样,将废水中的杂质一一截留,而让清洁的水分子顺利通过,从而实现水质的显著提升(如图1)。更为重要的是,膜分离与深度过滤技术不仅仅停留于净化水质的层面,它们还能够通过特定的工艺设计,实现废水中有价值物质的回收与再利用。这对于电解铝企业来说,无疑是一个双赢的选择:一方面,通过回收废水中的有用成分,企业能够降低生产成本,提高资源利用效率;另一方面,这也为企业的环保形象增添了光彩,体现了企业对于绿色发展和可持续发展的深刻理解和积极践行。

2.3 电化学氧化与还原技术

电化学氧化与还原技术,作为废水处理领域的一种创新手段,正以其独特的优势在电解铝生产废水处理中展现出广阔的应用前景^[4]。该技术基于电解原理,通过在精心设计的电解池中,利用特定的电极材料作为催化界面,向废水中施加适当的电压,从而引发一系列复杂的氧化还原反应。

在这一过程中,废水中的有机物、无机污染物,包括那些难以通过传统生物处理手段降解的复杂有机物和重金属离子,都被有效地转化为无害或低毒的物质。这种转化不仅极大地降低了废水中的污染物浓度,还显著提升了废水的生物可降解性,为后续的生物处理步骤创造了更为有利的条件。电化学氧化与还原技术的另一大亮点在于其处理效率极高。由于反应是在电极表面直接进行,因此能够迅速去除废水中的污染物,大大缩短了处理周期。同时,该技术操作简便,易于实现自动化控制,降低了人工操作的复杂性和成本。尤为值得一提的是,电化学氧化与还原技术在处理过程中不会产生二次污染。传统的废水处理方法,如化学沉淀、生物处理等,往往会产生大量的污泥或废液,需要额外的处理成本。

2.4 生物强化与组合处理技术

生物强化技术,作为废水生物处理领域的一项重要创新,正以其独特的方式在电解铝生产废水处理中展现其非凡的价值。这一技术的核心在于通过科学的方法筛选并驯化出具有高效降解能力的微生物菌种。这些微生物菌种,如同自然界中的“清道

夫”,它们对特定的污染物有着强烈的偏好和高效的去除能力。在电解铝生产废水中,往往含有一些难以降解的有机物和重金属离子,而生物强化技术正是针对这些难处理污染物而设计的。

与此同时,组合处理技术作为一种综合性的废水处理策略,正日益受到业界的青睐。它将多种废水处理技术进行优化组合,形成一套高效、稳定、协同的废水处理系统。这些技术包括但不限于物理法、化学法、生物法等,它们各自拥有独特的优势,能够针对废水中的不同污染物进行有针对性的处理。在电解铝生产废水处理中,生物强化与组合处理技术的结合,实现了对废水中多种污染物的协同去除。微生物菌种的高效降解能力与物理、化学处理技术的快速响应特性相互补充,形成了一种强大的处理合力。

3 结语

电解铝行业生产废水的高效处理技术研究与应用对于环境保护和可持续发展具有重要意义。传统处理技术虽有一定效果,但难以满足日益严格的环保要求。高效处理技术的出现,如高效混凝与絮凝、膜分离与深度过滤、电化学氧化与还原以及生物强化与组合处理,为电解铝废水处理提供了新的解决方案。这些技术不仅提高了处理效率,还降低了运营成本,实现了资源的循环利用。未来,随着技术的不断进步,电解铝行业废水处理将更加高效、环保,为行业的绿色发展贡献力量。

[参考文献]

- [1]苏宝峰,李成元,王岩,等.电解铝厂脱硫废水治理技术应用实践[J].山西冶金,2024,47(04):198-199+202.
- [2]郑丽英,陈红辉,张松柏,等.从电解铝阴极炭块处理废水中回收冰晶石[J].电镀与涂饰,2021,40(11):889-892.
- [3]张翼鹏.电解铝厂生产废水处理工艺探讨[J].轻金属,2015,(05):59-61.
- [4]江晖.浅谈电解铝厂生产废水的污染和治理[J].科技信息,2013,(21):433.

作者简介:

丛龙超(1991--),男,汉族,辽宁省朝阳县人,硕士研究生,职称:工程师,从事的研究方向或工作领域:给排水设计、污水处理、节能环保。