

分析化学实验室废水处理技术研究进展

陈雪静¹ 江国栋²

1. 宁波华祥技术服务有限公司 浙江 宁波 315300

2. 杭州泰鼎三捷检测技术有限公司 浙江 杭州 311100

摘要: 随着我国科研力量不断发展,我国建立了具有较强科研能力的化学实验室。但在研究的过程中会产生大量的污水,这些污水若不及时进行处理,随意排放,不仅污染环境,同时可能会危害生态环境平衡。多数化学实验室排出的废水中有较强的毒性化学成分,若不进行处理,就会出现环境污染问题。因此,本文重点探讨了化学实验室废水处理技术的应用与进展,以期对未来化学实验室废水处理提供一些参考与建议。

关键词: 化学实验室; 实验室废水; 处理技术

引言

分析化学实验室废水通常含有多种有机和无机物质,这些废水由于在实验室过程中可能遭受污染,含有极少量可以危及生命的有害物质,因此必须采取相应的废水处理技术进行处理,以确保其对环境、健康和安全的产生危害^[1]。其中需要对废水的COD、BOD、PH等指标进行响应的测量和控制,以确保处理后的废水符合国家相关的排放标准。以下是近年来分析化学实验室废水处理技术研究进展的分析。

1 分析化学实验室废水概述

1.1 化学实验室废水种类

化学实验室废水是实验室在进行化学实验过程中产生的废水,其中含有各种无机物、有机物以及重金属等,废水的种类复杂多样。根据废水中所含主要污染物的种类、浓度和性质的不同,可以将化学实验室废水分为以下几类:1)酸性废水。在实验室中进行的酸性实验所产生的废水,其PH值多在1-5之间,废水中含有的酸性物质一般为硫酸、盐酸、硝酸等。酸性废水具有刺激性和腐蚀性,若排放到自然环境中会造成水体酸化,对污染环境产生严重的影响。2)碱性废水。在实验室中进行的碱性实验所产生的废水,其PH值多在9-13之间。废水中含有的碱性物质一般为氢氧化钠、氢氧化钾、碳酸钠等。碱性废水具有刺激性和碱腐蚀性,排放到自然环境中同样会对环境造成影响。3)有机废水。在实验室中进行的有机实验所产生的废水,其主要成分是有机物,这些物质在水中难以挥发和分解,极易污染环境,甚至对人体健康产生影响。常见的有机物包括乙醇、苯、甲苯等,其中有些化合物还具有毒性和致癌性。4)重金属废水。在实验室中进行的含有重金属的实验所产生的废水^[2]。重金属是一类有毒有害物质,如果废水中含有的重金

属超标,会对水体生态环境和人体健康造成严重危害。常见的重金属包括铅、汞、镉、铬等。5)其他废水。实验室中还可能产生各种其他废水,例如含有放射性物质的废水、含有去离子剂的废水和高盐度的废水等。这些废水的主要成分不同,在处理过程中需要针对不同的污染物采用不同的处理方法。

1.2 废水特性

1)高浓度:分析化学实验室废水中含有较高浓度的有机物、无机物和重金属等污染物,需要进行有效处理并达到国家排放标准。2)复杂性:由于实验室中使用的试剂种类多样,因此废水中含有各种类型的污染物,难以单纯采用传统的处理方法进行处理。3)波动性:实验室废水的流量和水质都存在较大波动性,需要采用具有良好适应性的废水处理技术。

1.3 危害

酸碱度高以及化学药品污染严重的废水,如果排放到自然环境中,会直接影响水体的酸碱度,导致水环境进一步恶化。酸性废水和碱性废水都具有强的腐蚀性,能够对管道和设备造成损害。有机物污染的废水还会致癌和毒害人体,对个人身体健康产生长期影响。如果废水中含有重金属和放射性物质,会对环境和人体造成不可逆转的灾难。

2 分析化学实验室废水处理技术

2.1 生物法处理技术

生物法是将废水中的有害物质通过生物代谢转化为无害物质的一种处理方法。这种方法的优点是能够降低处理成本,同时对环境污染较小。近年来,生物法一直是分析化学实验室废水处理的研究热点之一。1)生态工程处理方法。生态工程处理方法是在自然界中发现的基于微生物和生态系统互动的一种处理技术。由于土壤

具有吸附、过滤和生物降解等多种功能，因此土壤生态工程处理技术成为了近年来研究的热点之一。例如，以沼气池和湿地等为核心，构建一组具有处理功能的生态系统，不仅能够对化学废水进行降解，还能产生有机肥料，改善土壤环境，提高土地利用率。2) 微生物降解法。微生物降解废水是一种常见的废水处理技术。这种方法主要是利用微生物的代谢特性将废水中的有机质分解为二氧化碳和水，从而实现废水的降解。目前，微生物降解废水技术主要分为菌池法、活性污泥法、生物塔法等。菌池法是利用生物降解水中有机物质的特性，利用一些特定的微生物将其分解成无害物质的废水处理技术，常见的有人工沙地菌池法、植物调节生态菌池法。活性污泥法是指利用铁氧体、糖、营养剂等原料对微生物进行培养，使其成为具有降解能力的“活性污泥”。当废水与活性污泥对接时，微生物能够快速对有机物进行降解，减少废水中有机物的存在量。

生物塔法主要是通过设计和安装生物填料，使污水在塔内流动，与填料上生长的微生物接触，进行降解处理。与活性污泥法相比，生物塔法的污水处理能力更强，但对管理人员的技术要求也更高。

2.2 化学处理技术

化学处理技术是将其它化学剂添加到废水中，在化学剂的作用下对废水进行去污。常用的化学处理方法包括沉淀法、离子交换法、氧化法、还原法、化学还原法、气浮法等。1) 沉淀法。沉淀法是混合溶液中某些物质的沉淀反应。在化学实验室废水处理中，通常使用铁盐、铝盐等作为沉淀剂。待到废水中成分的沉淀物颗粒大于分散体积的固体颗粒时，使用沉淀沉淀过程可以提高废水处理效益。该方法的优点是消费水量比较低、降解效果高，但该方法由于使用化学剂会产生部分污染物，并且污染物的去处处理也不容易^[3]。2) 离子交换法。离子交换法是一种利用合成的离子交换树脂对废水中的离子进行去除的方法。其优点是对多种污染物具有去处效果，而且可以降低废水中的电导率。但是，该方法的成本比较高，树脂在饱和后还需要处理掉还原废物和酸化废物，否则会造成二次污染问题。3) 氧化还原法。氧化还原技术是指利用氧化还原反应来对污染物进行处理的过程。该技术广泛应用于化学实验室废水的治理。化学实验室废水中的有机污染物和重金属在氧化还原反应过程中易发生电子迁移、氧化、还原等变化，最终彻底地降解，以达到除污的目的。4) 气浮法。气浮法是一种利用气泡将污染物附着在气泡表面而分离出废水的方法。该技术可以降低废水的浓度，处理效益高，技术成熟。当

然，它也存在机械设备投资较大，单位消费水量较高等特点。化学处理技术难点主要在于该方法使用的化学剂的附加造成的二次污染问题。并且化学物质的使用也会导致额外的成本。

2.3 物理处理技术

分析化学实验室废水通常具有复杂的化学成分和高浓度的污染物，若未经处理直接排放，不仅会严重污染环境，还会对人体健康造成危害。废水处理技术主要分为物理、化学和生物处理技术。在分析化学实验室废水处理中，物理处理技术被广泛应用。本文将重点探讨分析化学实验室废水处理中的物理处理技术。物理处理技术是通过不同的物理方法来改变和淘汰污染物的状态，最终达到净化水质的目的。物理处理技术在分析化学实验室废水处理中有以下几种主要的应用方式：1) 沉淀法。沉淀法是一种将废水中的悬浮物或杂质通过加入沉淀剂进行混凝沉淀的技术。分析化学实验室废水中的杂质和悬浮物多是重金属离子、有机物和无机盐等，这些物质可以通过沉淀剂与废水中的污染物发生化学反应，并迅速生成沉淀。通过少量的混凝剂可以将大量的污染物从水中剥离出去并形成较大的沉积物。沉积物可通过沉淀池进行沉淀分离，并通过过滤器或离心机将水分离出来，达到净化水质的目的。2) 吸附法。吸附法是利用吸附剂与废水中污染物之间的分子间作用和表面效应将其吸附分离的技术。常见吸附材料有活性炭、沸石、净水剂等。这些物质具有大的比表面积和良好的吸附性能，可以有效地去除废水中的有机物和胶体等冗余物质，从而实现净化废水的目的。3) 浮选法。浮选法是通过溶解气体或混入气泡的方式将废水中微小的悬浮物或胶体分离出来的技术。在将气体或气泡加入到废水中时，由于浮力及压力等因素的影响，使污染物在气泡的破碎作用下逐渐与水分离，浮在水面上，从而容易进行分离。浮选法常用于分离油水、胶体和悬浮物等固液分离过程中，可有效净化废水。

2.4 膜法处理技术

膜技术广泛应用于废水处理过程中，包括微滤、超滤、纳滤和反渗透等技术，可以去除废水中的悬浮固体、胶体、有机质和无机盐等，不但效率高、处理速度快、操作简单，而且处理后产生的固体和水处理质量稳定。

2.5 高级氧化技术

高级氧化技术是一种利用强氧化剂对废水中的有机物和无机盐类进行氧化分解的处理方法^[4]。高级氧化技术主要包括臭氧氧化、紫外线光催化氧化等。1) 臭氧氧化：将臭氧作为氧化剂，加入废水中进行氧化反应，以

分解废水中的有机物。2) 紫外线光催化氧化: 通过紫外线照射催化剂, 使其表面形成活性物种, 对废水中的有机物进行氧化分解。

2.6 其他技术

杂环化合物及其衍生物中, 含有多个灵敏的化学官能团, 很容易被出色的选择性催化剂引发质子化、加氢、氧化、氢化等反应, 从而可有效实现废水治理目的。在实际中, 发展以杂环化合物和其衍生物为催化废水治理的技术稳步增加, 表明污水处理领域的研究趋势依然高度依赖于革新、改变能够完美解决具体问题的实验方案。

3 分析化学实验室废水处理技术应用案例

1) 活性炭吸附法。活性炭吸附法是一种采用活性炭作为吸附剂吸附有机物的技术。在南京大学化学与化工学院分析中心, 采用活性炭吸附法对实验室废水中的苯酚进行处理, 吸附剂为柱式活性炭。经过反复实验和调整操作参数, 该处理技术取得了较好的处理效果。2) 电解氧化法。电解氧化法是将废水通过电极板产生的高强度电场进行氧化分解的一种技术。在中国科学院福建物质结构研究所分析中心, 采用电解氧化法对实验室废水进行处理, 探究了不同处理条件和电极材料对处理效果的影响。实验结果表明, 电解氧化法可以有效地去除废水中的有机物和重金属等污染物。3) 超滤膜分离法。超滤膜分离法是利用超滤膜进行无机盐类和大分子有机物的过滤和分离的技术。在东北师范大学环境科学与工程分析中心, 采用超滤膜分离法对实验室废水进行处理, 研究了膜孔径大小、废水pH值、操作压力等因素对处理效果的影响。结果表明, 超滤膜分离法可对实验废水中的有机物和无机盐类等进行有效处理, 同时具有较高的膜通量。

4 分析化学实验室废水处理技术发展趋势

1) 多技术联合处理。单一的废水处理技术难以完全去除实验室废水中的污染物, 未来的趋势将是多种技术联合使用, 以达到更好的处理效果。例如, 将生物法和物理化学法相结合, 可以有效地去除废水中的有机物和无机盐类等多种污染物。2) 低成本、高效率技术开发。目前大部分分析化学实验室都存在着经费不足的问题,

因此未来关注的重点将是如何开发低成本、高效率的废水处理技术。这需要利用现有资源和技术, 同时注重创新和研发。

首先, 可以考虑利用已有的设备或材料进行废水处理^[5]。例如, 可以采用自制活性炭吸附剂, 以替代昂贵的商业吸附剂。又如, 可以利用可再生能源对废水进行处理, 如利用太阳能光催化氧化技术, 减少了电力消耗, 提高了处理效率。其次, 在新技术研发方面, 可以采用低成本的原材料或方法, 如使用廉价的基础材料来制造膜分离设备, 或者利用微生物共同作用下的自然界循环系统模拟生态体系达到废水处理的目的是。3) 还可以加强智能化技术应用。通过引入智能化控制系统, 对废水处理过程中的关键参数进行实时监测和调整, 大幅提高废水处理效率和稳定性, 减少经济和环境上的损失。

结语

化学实验室废水对环境和人体的危害极大, 对其处理技术提出了很高的要求。为了达到更好的处理效果, 需要结合多种废水处理技术手段相互配合, 才能取得更好的废水处理效果^[6]。在化学实验室废水处理技术的研究进展方面, 近年来, 使用多种技术手段相互配合的综合废水处理技术已经取得了很好的进展。未来化学实验室废水处理技术研究还会不断地深入发展, 以满足社会对环境保护的不断增强需求。

参考文献

- [1]张楠.分析化学实验室管理初探与实践[J].科学技术创新,2018(21):33-34.
- [2]李丹,沈存花,刘佛财,低浓度氨氮废水处理技术研究进展[J].应用化工,2018,047(006):1274-1280.
- [3]刘洛瑀,唐晓剑,田鑫,有机磷农药废水处理技术的研究进展[J].时代农机,2017(1):151-152.
- [4]刘君,邱敬贤,邓刚.实验室废水处理现状及研究进展[J].中国环保产业,2018(12):65-68.
- [5]李妍.分析化学实验室废水处理技术研究进展[J].化工设计通讯,2019,45(03):206.
- [6]莫月余.环境监测实验室废水处理与污染防治[J].环境与发展,2020,32(10):59+61.