

化学检验技术在工业废水监测和治理中的应用

孙莹¹ 杨锐²

1. 广东康怡司法鉴定中心; 2. 绍兴文理学院司法鉴定中心

摘要: 化学检验技术通过使用化学方法和仪器, 检测和分析废水中的污染物浓度和成分, 对于工业废水的处理和监测非常重要。本文介绍了化学检验技术的分类, 包括传统化学分析方法和仪器分析方法, 重点阐述了pH值测定、溶解氧测定、化学需氧量测定等技术在工业废水检测中的应用。同时, 讨论了化学检验技术的优势是检测灵敏度高、成本较低, 但也面临样品处理复杂、技术要求高等挑战。展望未来, 现代仪器、人工智能、在线监测等新技术将推动化学检验技术不断进步, 为工业废水检测提供更精准、快速、环保的解决方案。

关键词: 工业废水; 处理和检测; 化学检验技术; 传统化学分析方法

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.02.210

引言

工业废水的排放对环境 and 人类健康造成严重影响, 因此工业废水的处理和监测显得尤为重要。在这一过程中, 化学检验技术发挥着关键作用。化学检验技术通过使用化学方法和仪器来检测和分析废水中物质的性质、组成和浓度。它可以帮助确定废水中存在的污染物种类和浓度, 评估废水的治理效果, 并为工业废水处理过程的优化和监控提供支持。本文将探讨化学检验技术的分类, 包括传统化学分析方法和仪器分析方法, 并重点介绍在工业废水检测中常用的各种化学检验技术的应用。同时, 我们还将讨论化学检验技术面临的挑战以及新兴技术对其发展的影响。通过深入了解化学检验技术在工业废水检测中的应用和发展, 我们将更好地理解如何保护环境、维护生态平衡, 并实现可持续发展的目标。

一、简介

工业废水的排放对环境 and 健康有严重危害, 化学检验技术在其检测和处理中发挥关键作用。本文重点介绍化学检验技术的分类和在工业废水检测中的具体应用。

二、化学检验技术的分类

(一) 传统化学分析方法

1. 滴定法: 是一种通过加入适量的试剂与待测物质反应, 并通过测定所需试剂消耗量来确定待测物质浓度的方法。常见的滴定方法包括酸碱滴定、氧化还原滴定和络合滴定等。

操作步骤如下:

- (1) 准备待测样品, 将其放入滴定烧杯或容器中。
- (2) 加入指示剂, 以帮助判断化学反应的终点。常见的指示剂有酚酞、溴酚蓝等。
- (3) 通过滴加已知浓度的试剂, 逐渐改变溶液的颜色或产生沉淀。
- (4) 当溶液颜色或沉淀发生明显变化时, 表示化学反应已经达到终点。
- (5) 记录滴定试剂的用量, 并根据已知浓度的试剂计算待测物质的浓度。

2. 重量法: 是通过测量样品的质量变化来确定待测

物质含量的方法。它涉及样品的称量、加热和化学反应等步骤。常见的重量法包括干燥法、灼烧法和沉淀法等。

操作步骤如下:

- (1) 准备样品, 将其放入事先称好的容器中。
- (2) 使用精确的天平称量容器的质量。
- (3) 将样品加热或处理, 使其中的挥发性物质蒸发或去除。
- (4) 再次称量容器和样品的总质量。
- (5) 通过计算容器质量的差值, 得到待测物质的质量。

3. 比色法: 是一种通过测量样品吸收或散射光的强度来确定待测物质浓度的方法。它利用物质对特定波长的光的吸收性质进行分析。常见的比色法包括分光光度法和比色计法等。

操作步骤如下:

- (1) 准备待测样品, 将其溶解在适当的溶剂中。
- (2) 使用分光光度计或比色计测量样品溶液的吸光度。
- (3) 根据已知浓度的标准溶液建立吸光度和浓度之间的标准曲线。
- (4) 通过测量待测样品的吸光度, 并利用标准曲线进行插值或计算, 确定待测物质的浓度。

(二) 仪器分析方法

1. 光谱分析: 是一种通过测量样品对光的相互作用来确定物质特性和组成的方法。它包括多种技术, 如紫外-可见吸收光谱、红外光谱、核磁共振光谱和拉曼光谱等。

2. 色谱分析: 是一种基于样品在移动相和固定相之间分离和分析的方法。常见的色谱分析方法包括气相色谱、液相色谱和高效液相色谱等。

3. 质谱分析: 是一种通过测量样品中离子的质量-电荷比来确定物质的分子结构和组成的方法。质谱分析通常包括样品的离子化和分离、质谱图谱的记录和解析。

4. 仪器分析方法具有高灵敏度、准确性和快速性的

优势，能够处理复杂样品和低浓度的物质分析。这些方法在实验室和工业领域中广泛应用，为工业废水检测提供了强大的分析工具。

（三）两个方法的不同之处

传统化学分析方法和仪器分析方法是化学检验技术中的两个主要分类，它们在工业废水检测中有着不同的特点和应用。

1. 不同的原理和手段：

传统化学分析方法主要依赖于化学反应的原理，通过一系列的化学反应来确定物质的性质、组成和浓度。这些方法通常需要在实验室中进行，并需要使用各种试剂和实验器材来完成分析。

仪器分析方法则采用现代仪器设备进行检测和分析。它们基于不同的物理原理，如光谱学、电化学、色谱学等，利用仪器设备对废水样品进行准确和快速的测量。

2. 检测范围和灵敏度：

传统化学分析方法通常适用于测定较为常见的化学参数，如pH值、氧化还原能力等。它们对于某些特定化学物质可能不够灵敏，也可能无法测定特定的有机物或微量元素。

仪器分析方法具有更广泛的检测范围和更高的灵敏度。通过先进的仪器设备，可以检测废水中的微量污染物、有机物以及特定的重金属等，使得分析结果更为准确和全面。

3. 操作复杂度和自动化程度：

传统化学分析方法在操作上可能较为复杂，需要严格的实验操作和处理，以及时间较长的反应和分析过程。

仪器分析方法通常具有更高的自动化程度，操作相对简单，能够快速获得检测结果。这使得仪器分析方法在实际工业废水监测中更加便捷和高效。

综上所述，传统化学分析方法和仪器分析方法在原理、应用范围、操作复杂度和成本等方面存在一定的差异。选择适合的分析方法取决于实际的检测需求、实验室设备以及资源预算等因素。在实际工业废水检测中，通常需要综合考虑两种方法的优势，以获取全面、准确和经济高效的检测结果。

三、工业废水检测中的化学检验技术应用

（一）pH值测定

pH值是衡量废水酸碱性的一个重要指标。pH值的范围从0到14，其中pH值小于7表示废水为酸性，pH值大于7表示废水为碱性，而pH值等于7表示废水为中性。pH值测定是为了检测工业废水中的酸碱度或酸碱性指标。

测定步骤：

（1）样品采集：准备废水样品，避免污染，尽量保持样品原样性。

（2）样品处理：去除悬浮固体或沉淀物，确保样品澄清透明。

（3）标定pH电极：在进行pH值测定前，先校准pH

电极。使用pH标准缓冲液（如pH 4、7、10 的缓冲液）进行标定，确保电极的准确性。

（4）测定pH值：将处理后的废水样品倒入容器中，确保pH电极完全浸入样品中，轻轻搅拌样品使其均匀。

（5）稳定测定：等待一段时间，直到pH值稳定不变，记录稳定的pH值。

（6）清洗pH电极：在每次测定前后，应该用去离子水或适当的清洗溶液彻底清洗pH电极，避免交叉污染。

（7）记录数据：记录测定得到的pH值，并标明样品的信息、测定时间等重要参数。

（二）溶解氧测定

溶解氧是评估水体中氧气含量的指标。溶解氧测定是为了检测工业废水中的氧气溶解量，通常用于评估废水中的氧含量或氧气饱和度。溶解氧是指氧气在水中的溶解状态，它对于水体中生物的生存和呼吸至关重要。

测定步骤：

（1）样品采集：准备废水样品，避免污染，尽量保持样品原样性。

（2）样品处理：去除悬浮固体或沉淀物，确保样品澄清透明。

（3）加入溶解氧电极：将样品倒入测定瓶中，确保溶解氧电极完全浸入样品。

（4）等温反应：在适定的温度下进行反应，通常是在恒温槽中。

（5）稳定测定：等待一段时间，直到溶解氧浓度稳定不变。

（6）测定：使用溶解氧测定仪器，测量样品中的溶解氧含量。

（7）记录数据：记录测定得到的溶解氧浓度、样品信息和测定时间。

（8）清洗：每次测定前后彻底清洗溶解氧电极和测定瓶。

（三）化学需氧量（COD）测定

化学需氧量是评估废水中有机物质含量和氧化潜力的重要参数。化学检验技术可以使用化学氧化剂，以判断工业废水中的有机污染物含量，工业废水中可能含有各种有机污染物，如油脂、蛋白质、碳水化合物等，特别是可被化学氧化剂氧化的有机物质。COD是指在特定条件下，废水中有机物被氧化剂氧化所需的化学氧化剂的量。

测定步骤：

（1）样品采集：准备废水样品，避免污染，尽量保持样品原样性。

（2）样品处理：去除悬浮固体或沉淀物，确保样品澄清透明。

（3）加入COD试剂：将样品加入COD试剂（通常是高锰酸钾溶液）。

（4）等温反应：在适定的温度下进行2小时左右的

化学反应。

(5) 颜色指示: 观察试剂颜色变化, 反应完成后颜色由紫色变为浅黄色。

(6) 测定: 使用COD测定仪器, 测量反应液的吸光度。

(7) 计算COD值: 根据吸光度值和标准曲线计算出COD含量。

(8) 记录数据: 记录测定得到的COD值、样品信息和测定时间。

(9) 清洗: 每次测定前后彻底清洗仪器和反应瓶。

(四) 生化需氧量 (BOD) 测定

生化需氧量是评估废水中有机物质可被生物降解程度的指标。生化需氧量 (BOD) 测定是为了检测工业废水中的有机物生物降解能力, 也可以用来评估废水中的有机污染物含量和生物活性。BOD是指在一定时间内, 废水中有机物被微生物氧化降解的需氧量。

测定步骤:

(1) 样品采集: 准备待测的工业废水样品, 确保样品容器干净, 避免污染, 并尽量保持样品原样性。

(2) 样品处理: 如果废水中有大量悬浮物, 应进行过滤处理, 以确保样品清澈透明。

(3) 初次测定: 在废水样品中添加适量的培养液 (通常是含有氧气的无菌的营养液), 记录初始时刻 ($t=0$) 的溶解氧浓度。

(4) 暗瓶测定: 将装有样品和培养液的瓶子放入暗室 (防止光照影响), 在一定的温度条件下 (通常为 20°C) 培养一段时间 (通常为5天)。

(5) 终次测定: 在培养一段时间后, 重新测量暗瓶中的溶解氧浓度。

(6) 计算BOD值: 通过初次测定和终次测定的溶解氧浓度差异计算出生化需氧量 (BOD) 的值, 通常以毫克氧化剂每升 (mg/L) 为单位。

(7) 记录数据: 将测定得到的BOD值、样品的信息和测定时间等重要参数记录下来。

(8) 清洗: 在每次测定前后, 彻底清洗实验器材, 防止污染和交叉污染。

(五) 重金属离子检测

重金属离子检测是为了检测工业废水中的重金属离子的含量和浓度。重金属是指具有比较高的密度和较高的原子重量的金属元素, 例如铜、铅、镉、铬、汞、锌等。这些重金属离子通常来自工业生产过程中使用的金属材料、催化剂、电子废料等。

测定步骤:

(1) 样品采集: 准备待测的工业废水样品, 确保样品容器干净, 避免污染, 并尽量保持样品原样性。

(2) 样品处理: 有需要时, 处理样品以去除悬浮物或沉淀物, 确保样品是清澈透明的。

(3) 采用适当的检测方法: 根据要检测的重金属离子种类和浓度范围, 选择适当的检测方法。常见的检

测方法包括原子吸收光谱 (AAS)、电感耦合等离子体发射光谱 (ICP-OES)、电感耦合等离子体质谱 (ICP-MS) 等。

(4) 准备标准曲线: 使用标准溶液配制不同浓度的重金属离子标准溶液, 并测量其吸光度或信号强度, 以构建标准曲线。

(5) 测定样品: 将处理后的样品放入仪器中进行检测, 记录吸光度或信号强度。

(6) 计算结果: 根据标准曲线和样品的吸光度或信号强度, 计算出重金属离子的浓度。

(7) 记录数据: 记录测定得到的重金属离子浓度、样品信息和测定时间等重要参数。

(8) 清洗: 在每次测定前后, 彻底清洗仪器和实验器材, 防止交叉污染。

这些化学检验技术的应用使我们能够对工业废水进行全面的分析和评估, 为废水处理和环境保护提供科学依据。根据废水中的具体成分和特点, 可以选择适当的化学检验方法进行检测和监测。

四、结论

化学检验技术在工业废水检测中起着关键作用。它能够帮助确定废水中存在的污染物种类和浓度, 评估废水的治理效果。化学检验技术可以提供定量和定性的数据, 为工业废水处理过程的优化和监控提供支持。通过化学检验技术, 我们能够进行废水的pH 值测定、溶解氧测定、化学需氧量 (COD) 测定、生化需氧量 (BOD) 测定、重金属离子检测、有机物检测、氨氮测定以及阴离子和阳离子测定等, 全面评估废水的性质和组成。基于人工智能的化学分析方法将进一步提高数据处理和解读的能力。在线监测与实时分析技术将实现废水的即时监测和调控。同时, 绿色化学检验方法的研究与应用将推动更环保、可持续发展的分析方法的发展。这些新兴技术的发展将使工业废水检测更加高效、准确和可持续, 为环境保护和可持续发展做出贡献。

因此, 继续推动化学检验技术的研究和创新, 加强技术与实践的结合, 不断提高废水检测的能力和水平, 是保护环境、维护生态平衡以及实现可持续发展的重要举措。通过化学检验技术的应用, 我们能够更好地了解和控制工业废水的污染问题, 为建设清洁、健康的环境作出积极贡献。

参考文献

[1] 黄明, 唐杨, 赵晓敏等. 化学检验技术在工业废水成分检测中的有效应用[J]. 内燃机与配件, 2017 (14): 142.

[2] 孟庆华. 化学检验技术在工业废水成分检测中的应用[J]. 石化技术, 2019, 26 (07): 269-270.

作者简介: 孙莹 (1987.7—), 女, 黑龙江省大兴安岭人, 本科, 法医助理, 研究方向: 毒品毒物检验。

杨锐 (1983.11—), 男, 黑龙江省齐齐哈尔人, 本科, 理学硕士, 工程师, 研究方向: 化学检验、毒品和毒物检验鉴定。