

环境监测技术在水污染防治中的应用与前景展望

白海英¹ 斯琴孟和² 甄奇¹ 于浩森¹ 殷智昊¹

1. 通辽市生态环境技术服务中心 内蒙古 通辽 028000

2. 通辽市科尔沁区干部人事档案中心 内蒙古 通辽 028000

摘要: 本文综述了环境监测技术在水污染防治中的应用及前景。首先概述了水污染的类型、来源、危害及影响。详细介绍了物理、化学、生物及遥感监测技术在水污染防治中的具体应用及其成效。文章还探讨了环境监测技术在污染源识别与追踪、水质评价与预警、污染治理效果评估等方面的作用。展望了智能化监测技术、大数据与人工智能及新技术在水污染防治中的发展趋势, 强调其对于提高水污染防治效率和精度的重要性。

关键词: 环境监测技术; 水污染防治; 前景展望

1 水污染概述

1.1 水污染的类型与来源

水污染主要分为四大类: 化学污染、物理污染、生物污染和放射性污染。(1) 化学污染: 主要来源于工业生产过程中排放的废水, 包括重金属(如铅、汞、镉等)、有机物(如石油类、酚类、农药等)和无机物(如酸、碱、盐等)。据统计, 全球约有80%的工业废水未经充分处理即被直接排入水体, 导致水质恶化。(2) 物理污染: 包括热污染、悬浮物污染等。热污染通常由发电厂、核电站等冷却水排放引起, 使水温升高, 影响水生生物的生存。悬浮物污染则多见于土壤侵蚀、施工废水等, 降低水体透明度, 影响光合作用和溶解氧含量。(3) 生物污染: 主要指病原微生物(如细菌、病毒、寄生虫等)的污染。这些微生物常通过城市污水、农业灌溉水和医院废水等途径进入水体, 引发水传播疾病, 如霍乱、肝炎等。据世界卫生组织报告, 每年有数百万人因饮用受污染的水而患病。(4) 放射性污染: 来源于核能利用、核武器试验、采矿及工业加工过程中的放射性物质泄漏。这类污染对水体生态系统构成长期威胁, 影响广泛且难以彻底消除。

1.2 水污染的危害及影响

水污染对人类社会和自然环境造成了深远的危害和影响。(1) 对人类健康的威胁: 饮用受污染的水可直接导致多种疾病, 包括消化系统疾病、皮肤疾病、神经系统疾病等。据联合国儿童基金会估计, 每年因饮用不安全水源而死亡的儿童超过数十万。(2) 对生态系统的破坏: 水污染会破坏水生生态系统的平衡, 影响水生生物

的生存和繁衍, 导致生物多样性减少; 污染物质在食物链中的累积还可能对更高级别的生物造成危害。(3) 经济损失: 水污染增加水处理成本, 影响了水资源的利用价值。对于农业而言, 污染的水源可能导致农作物减产或品质下降; 对于工业, 则可能因水质不达标而增加生产成本或被迫停产。据经济合作与发展组织估计, 全球每年因水污染造成的经济损失高达数千亿美元^[1]。(4) 社会影响: 水污染引发的健康问题、环境问题及经济问题, 可能加剧社会矛盾, 影响社会稳定和可持续发展。同时, 水资源的短缺和水质的恶化也可能引发国际争端和冲突。

2 环境监测技术在水污染防治中的应用

2.1 物理监测技术

物理监测技术在水污染防治中扮演着至关重要的角色。它主要通过测量和分析水体中的物理参数, 如水温、色度、浊度、pH值以及溶解氧等, 来评估水体的污染状况。例如, 水温的变化对水生生物的生存和繁殖有直接影响, 同时也能反映水体是否受到工业废水排放或热电厂冷却水排放等热源的影响。通常, 使用温度传感器, 如热敏电阻或热电偶, 可以实时监测水体的温度; 色度监测则通过比较水样与标准铂钴比色液的颜色, 或记录水样稀释至无色的稀释倍数, 来判断水体是否受到有机物、重金属等污染物的污染。浊度反映了水体中悬浮颗粒的含量, 是衡量水质的重要指标之一。采用散射光式浊度计、透射光式浊度计或激光浊度计, 可以快速准确地测量水体的浊度, 实现实时在线监测; 据数据显示, 通过物理监测技术, 某地区在一年内成功识别并处理了超过50起由工业废水排放导致的水体污染事件, 有效保护当地的水资源。

2.2 化学监测技术

通讯作者: 白海英(1985—), 女, 内蒙古兴安盟人, 硕士研究生, 就职于通辽市生态环境技术服务中心, 工程师, 从事生态环境监测方面工作。

化学监测技术在水污染防治中的应用同样广泛。常见的化学传感器包括电化学传感器、光学传感器和生物传感器，它们能够实时监测水体中的重金属离子、有机物、氧化还原电位等参数。质谱技术，如气相色谱-质谱联用技术、电喷雾质谱技术和电感耦合等离子体质谱技术，能够准确鉴定和定量分析水体中的挥发性有机物、药物残留物和微量元素等。纳米材料，如金纳米颗粒和石墨烯，因其独特的物理和化学性质，被广泛应用于提高传感器的灵敏度和选择性；据统计，采用化学监测技术的地区，水体中重金属和有机污染物的检出率提高了30%以上，为水污染防治提供了有力的技术支持。

2.3 生物监测技术

生物监测技术利用生物对环境污染的敏感性，通过监测生物的数量、生理特征、健康情况等方面的变化，来反映水体的污染程度。常见的生物监测方法包括生理学方法、生态学方法和毒理学方法。生理学方法通过观察生物体内生理指标的变化，如酶活性、代谢速率等，来判断水体中污染物的种类和浓度。生态学方法则通过监测生物种群数量、分布和群落结构的变化，来评估水体的生态健康状况。毒理学方法则通过生物急性毒性试验或生长抑制试验，来评估水体中污染物的毒性效应。据研究，利用鱼类急性毒性试验，某地区成功识别多起由工业废水排放导致的水体污染事件，及时采取有效的治理措施，保护了当地的水生生态系统。

2.4 遥感监测技术

遥感监测技术以其大范围、快速、精准的特点，在水污染防治中发挥着越来越重要的作用。它利用卫星或航空遥感设备，通过捕获地表水体反射或发射的电磁波信息，实现对水质的非接触式、远距离监测。遥感监测技术可以提取出水体的光谱特征、温度、浑浊度等多种参数，实现对水质的定量分析。同时，它还能快速识别水体中的污染源类型和位置分布，为水污染防治提供有力支撑。结合地理信息系统（GIS）和大数据分析技术，遥感监测技术可以实现对水体污染状况的动态监测和预警。据数据显示，采用遥感监测技术的地区，水体污染源的识别准确率提高了50%以上，为水污染防治提供更加科学、有效的决策依据。

3 环境监测技术在水污染防治中的作用

3.1 污染源识别与追踪

通过高精度的监测设备和科学的分析方法，能够准确地识别出水体中的污染源，这对于后续污染治理工作至关重要。在实际操作中，环境监测技术利用多种手段对水体进行全方位、多层次的监测。例如，通过水质

自动监测站，我们可以实时监测水体中的溶解氧、pH值、化学需氧量、氨氮等关键指标，这些数据能够直观地反映出水体的污染状况；结合地理信息系统（GIS）和大数据分析技术，可以对监测数据进行深度挖掘和关联分析，从而准确地定位污染源的位置和类型^[3]。污染源识别后，环境监测技术还能够帮助我们追踪污染源的扩散路径和范围。通过监测水体中污染物的浓度变化和迁移规律，可以绘制出污染物的扩散图，为污染源的追踪和治理提供科学依据；遥感监测技术的应用也使得我们能够快速、准确地识别出大面积的水体污染事件，为及时采取应急措施提供有力支持。在实际案例中，环境监测技术已经成功应用于多个水污染事件的污染源识别与追踪中。例如，在某次化工厂泄漏事件中，环境监测技术通过实时监测水体中的特定污染物浓度和迁移规律，成功追踪到了泄漏源，为后续的污染治理工作提供了重要线索。

3.2 水质评价与预警

水质评价通常包括多个方面，如溶解氧含量、化学需氧量、氨氮浓度、重金属含量等。环境监测技术能够提供高精度的监测数据，帮助我们全面了解水体的污染状况和变化趋势。同时，结合水质标准和历史数据，可以对水质进行科学的评价，为制定水污染防治措施提供科学依据；除了水质评价外，环境监测技术还能够实现水质预警。通过对监测数据的实时分析和处理，可以及时发现水质异常变化，并预测可能发生的污染事件。这种预警机制对于保障水质安全和公众健康具有重要意义。例如，在暴雨季节，我们可以通过监测水体中的悬浮物浓度和化学需氧量等指标，预测河流是否会发生污染超标事件，从而提前采取应对措施。在实际应用中，水质评价与预警系统已经得到广泛应用。许多城市已经建立水质自动监测站网络，实现对重点水源地和水体的实时监测和预警。这些系统不仅能够提供准确的水质数据，还能够自动生成水质评价报告和预警信息，为政府决策和公众健康提供有力支持。

3.3 污染治理效果评估

在污染治理过程中，需要对治理措施的效果进行实时监测和评估，以确保治理措施的有效性。环境监测技术能够提供高精度的监测数据，帮助我们全面了解污染治理措施的实施效果。通过对治理前后的水质数据进行对比分析，我们可以直观地看出治理措施对水质改善的贡献程度。同时，结合生态学和毒理学等方面的研究，我们还可以对治理措施对水生生物和生态系统的影响进行评估。在污染治理效果评估中，环境监测技术还能够

提供实时的反馈和调整建议^[3]。通过对监测数据的实时分析,可以及时发现治理措施中存在的问题和不足,从而及时调整和优化治理方案。这种动态评估机制对于提高污染治理效率和效果具有重要意义。在实际案例中,环境监测技术已经成功应用于多个污染治理项目的效果评估中。例如,在某次河流污染治理项目中,环境监测技术通过实时监测水体中的污染物浓度和生态指标,成功评估了治理措施的效果,并为后续的治理工作提供了重要参考;在一些重点水源地保护项目中,环境监测技术也被用于对治理措施进行长期跟踪和评估,以确保水质持续稳定达标。

4 环境监测技术在水污染防治中的前景展望

4.1 智能化监测技术的发展趋势

随着技术的进步,智能化监测设备将具备更高的自动化和智能化水平。一方面,这些设备将能够自动采集并分析水质数据,实现24小时不间断监测;另一方面,通过集成先进的传感器、物联网和边缘计算技术,监测系统将能实时传输数据至云端,并进行即时预警和分析。据市场研究预测,到2030年,智能化监测设备在水污染防治中的市场占有率将从目前的20%提升至超过60%。此外,随着AI算法的不断优化,智能化监测技术还将能够实现更加精准的污染源识别和扩散路径追踪,为水污染防治提供更加科学有效的决策支持。

4.2 大数据与人工智能在环境监测中的应用

大数据与人工智能的结合应用将在水污染防治中发挥越来越重要的作用。大数据平台能够整合来自多个监测站点的数据,形成全面的水质数据库,为分析水质变化趋势和发现潜在污染规律提供有力支持。同时,人工智能算法能够对这些大数据进行深度挖掘和分析,识别出复杂的水质污染模式,并预测未来的污染趋势。这不仅有助于提前预警潜在的污染事件,还能为制定更加精准有效的防治措施提供科学依据。据估计,到2025年,基于大数据和人工智能的环境监测解决方案将帮助全球

减少至少30%的水污染治理成本^[4]。

4.3 新技术在水污染防治中的潜在作用

随着科技的不断发展,新技术将在水污染防治中展现出巨大的潜力。一方面,纳米技术、光催化技术和高级氧化技术等新型水处理技术将能够提供更加高效、环保的污水处理方案。例如,纳米材料作为催化剂或吸附剂,可以显著提高污染物的去除效率;光催化技术则能在光照条件下直接将有机污染物分解为无害物质。另一方面,远程遥感监测和无人机技术将能够实现大面积、高精度的水质监测,特别是在难以到达的区域和应急响应中发挥重要作用。这些新技术不仅能够提高水污染防治的效率和精度,还能够降低监测成本和人员风险。据预测,在未来五年内,新技术在水污染防治中的应用将带来至少20%的治理效率提升和成本节约。

结束语

综上所述,环境监测技术在水污染防治中发挥着不可替代的作用,为保障水质安全和促进可持续发展提供了强有力的技术支持。随着科技的进步,智能化、大数据和人工智能等新技术的引入,环境监测技术将更加高效、精准。未来,期待这些技术能在更广泛的范围内应用,助力全球水污染防治工作取得更大成效,共同守护人类赖以生存的水资源。

参考文献

- [1]魏潇淑,陈远航,常明,等.流域水污染监测与溯源技术研究进展[J].中国环境监测,2022,38(5):27-37.DOI:10.19316/j.issn.1002-6002.2022.05.04.
- [2]权雅茹.水环境监测及水污染防治问题探讨[J].清洗世界,2023,39(5):119-121.DOI:10.3969/j.issn.1671-8909.2023.05.041.
- [3]张爱柱,周广正.对水环境监测及水污染防治问题的相关思考[J].区域治理,2022(17):0158-0161.
- [4]单亮,陈竹,宋美真,等.水环境监测及水污染防治问题应对措施分析[J].皮革制作与环保科技,2022(13):18-20.