

生物监测技术在水环境监测中的应用

宗雪梅 孔梅 孟祥亮 郑雁
山东省生态环境监测中心 山东 济南 250101

摘要: 生物监测技术在水环境监测中发挥核心作用,其通过运用各类生物(如水生植物、动物和微生物)作为“指示器”,敏锐捕捉水体中的环境变化。这不仅揭示了污染物的种类和浓度,还反映出生态系统所受的压力。生物监测的优点在于其能评估整体环境状况并提供早期预警。然而,它的实施也存在一些挑战,例如选择适当的生物种类、理解和标准化其响应机制等。尽管如此,随着技术的进步,生物监测在水环境监测中的应用前景广阔。

关键词: 生物监测技术;水环境监测;应用

引言: 水环境监测是保障人类生存和发展的重要基础工作,而传统的理化监测方法难以全面反映环境状况的复杂性。为此,生物监测技术在水环境监测中开始发挥重要作用。生物监测技术通过研究水生生物的生理、行为和种群结构变化,能够更为准确地评估水体的生态风险和环境污染状况。相比理化监测,生物监测更能揭示污染物的生态效应和累积影响,从而为环境保护和治理提供更为科学和全面的依据。随着科技的不断发展,生物监测技术也将不断进步和完善,为水环境监测的精准度和可靠性提供有力支持。

1 生物监测技术概述

生物监测技术是一种利用生物个体或种群对环境污染物的反应来评估和监测环境质量的手段。该技术主要基于这样一个理念:生物长期与环境中的污染物相互作用,能对其产生敏感的反应。因此,通过对生物的观察和测量,可以推断出环境中的污染物及其对生态系统的影响。生物监测技术的原理主要基于以下两个方面:一是环境污染会对生物产生压力,从而改变其生理和行为;二是每种生物都有特定的生存和繁殖策略,对不同的污染物有不同的响应机制。生物监测技术的种类多种多样,包括但不限于:指示生物法、生态毒理学方法、生物传感器法和生物监测系统等^[1]。每种方法都有其特点和适用的环境,能够检测和评估不同的污染物和环境压力。在水环境监测中,生物监测技术具有广泛的应用范围。它可以用于监测地表水、地下水、饮用水源地和废水处理厂的生态环境质量。在水中,浮游植物、鱼类、底栖动物等都可以作为指示生物,用于评估水体的营养状态、重金属污染、有机污染等。指示生物法是应用最

广泛的生物监测方法之一。例如,水体中的鱼类和大型无脊椎动物可以用来监测重金属和有机污染;浮游植物则可以反映水体的营养状态。这些指示生物通过直接或间接地接触污染物,对环境污染做出响应,这些响应可以被转化为可量化的数据,从而对环境质量进行评估。生态毒理学方法则是利用生物学手段研究化学物质对生物的毒性效应。例如,微核技术可以用来检测水体中的遗传毒性物质,彗星试验可以用来检测DNA损伤。这些方法不仅可以提供关于污染物性质的信息,还可以提供关于污染物对生态系统影响的定量数据。此外,生物传感器是一种能够检测特定污染物的生物工具。它们利用生物学机制将污染物的浓度转化为可测量的电信号或其他物理信号。这些传感器对于检测污染物特别敏感,通常比传统方法更快捷和精确。生物监测技术是一种环保友好的、能够提供及时、准确信息的工具。通过将生物监测技术与传统的理化监测技术相结合,我们可以更全面地了解环境状况,从而采取有效的措施来保护和改善我们的水环境。

2 生物监测技术在水环境监测中的应用

2.1 指示生物法

指示生物法是一种利用对环境污染敏感的生物体(如动植物和微生物)作为指示物,通过对其生命活动的观察来间接监测水体的污染状况的方法。这种方法强调的是生物个体或种群对环境变化的响应。(1)浮游生物监测。浮游生物,特别是浮游植物(如藻类),是水生态系统中重要的组成部分。它们能够快速响应水体中的营养盐、重金属、有机污染物等变化,因此常被用作水体污染的指示生物。例如,水体中过多的营养盐会导致藻类过度繁殖,引发“水华”现象。通过对浮游植物进行定性和定量分析,可以有效地评估水体的营养状态。此外,浮游动物也是重要的指示生物,它们对水体

通讯作者: 郑雁, 1979年7月, 山东济南人, 汉族, 男, 大学本科, 高级工程师, 青岛大学, 环境科学, 邮箱: 86590052@163.com

污染也有一定的敏感性。(2)底栖生物监测。底栖生物(如螺类、螃蟹、蛤蜊等)生长在湖泊、河流等水体的底部沉积物中,能够长期生活在污染环境中。因此,底栖生物对水体污染非常敏感,其种群结构和数量变化能够很好地反映水体的污染状况。例如,当水体受到重金属或有机物污染时,底栖生物会出现生长抑制、生理异常和繁殖能力下降等现象。此外,底栖无脊椎动物也是重要的指示生物之一^[2]。(3)鱼类生物监测。鱼类是水生态系统中的重要组成部分,它们不仅可以作为水质的直接受害者,同时也能反映水体的整体健康状况。通过监测鱼类的生理指标(如生长速率、繁殖能力等)、行为模式以及种群结构的变化,可以全面了解水体的污染状况和生态系统的健康水平。例如,某些污染物可能导致鱼类出现行为异常,如过度兴奋或过于安静。此外,鱼类对水体中溶解氧含量也有一定要求,因此可以通过监测溶解氧含量来判断水体是否受到污染。

2.2 生态毒理学方法

生态毒理学是一门研究外源性物质对生物有机体和生态系统的有害影响的科学。它主要关注污染物对生物个体、种群和整个生态系统的潜在风险,以及这些风险如何影响生物多样性和生态平衡。生态毒理学的研究方法主要包括实验室研究和现场调查,旨在评估污染物对生态系统的危害程度和可能的长期影响。(1)微核技术。微核技术是一种用于检测染色体畸变和微核的方法,通过观察受试生物在特定条件下的微核率来评估遗传毒性物质的危害。这种方法常用于检测水体中的遗传毒性物质,如重金属(如铅、汞、镉等)、农药(如有机磷、氨基甲酸酯等)和其他有毒化学物质。微核试验可以帮助我们了解污染物对生物的遗传毒性作用,从而评估其对生态系统的潜在风险。此外,微核技术还可以用于监测环境污染物的浓度变化,为环境监测和污染治理提供依据。(2)彗星试验。彗星试验是一种用于检测DNA损伤的方法。它利用荧光显微镜观察受试生物细胞在受到损伤后的DNA迁移程度,从而定量评估污染物对DNA的损害作用。彗星试验具有灵敏度高、操作简便等优点,可用于检测水体中的有机和无机污染物,如多环芳烃、苯系物、氯代有机物等。通过彗星试验,我们可以了解污染物对生物细胞的损伤程度,进一步评估其对生态系统的影响。(3)发光细菌法。发光细菌法是一种快速、简便的生物毒性测试方法。它利用某些细菌(如费氏弧菌、明亮发光杆菌等)在特定条件下发光的性质,通过比较发光强度变化来评估污染物的毒性效应。该方法具有操作简便、成本低、结果直观等优点,常用

于现场快速检测和预警系统中。发光细菌法可以用于检测水体中的有机污染物(如石油类、挥发性有机物等)和重金属污染物,为环境监测和污染治理提供依据^[3]。

2.3 生物传感器法

生物传感器是一种利用生物学机制将环境因子转化为可测量的电信号或物理信号的工具。与传统理化监测方法相比,生物传感器具有高灵敏度、低成本和操作简便等优点。生物传感器在环境监测领域的应用主要包括微生物传感器、植物传感器和动物传感器。(1)微生物传感器。微生物传感器是利用微生物对特定污染物的代谢反应来检测污染物浓度的一种方法。例如,某些细菌可以通过氧化还原反应来检测水体中的重金属离子。这些细菌可以将重金属离子还原为可测量的电信号,从而实现重金属离子浓度的测定。微生物传感器具有快速响应和低成本等优点,但稳定性有待提高。为了提高微生物传感器的稳定性,研究人员正在探索使用不同类型的微生物以及优化传感器的设计和制备工艺^[4]。(2)植物传感器。植物传感器是利用植物对特定污染物的吸收和积累作用来检测污染物浓度的一种方法。例如,烟草植物叶片可以吸收水体中的重金属离子,并通过叶片中重金属的积累量间接测定水体中的重金属离子浓度。植物传感器具有低成本、高灵敏度和易于种植等优点,但需要较长时间来积累数据。为了提高植物传感器的检测速度,研究人员正在研究不同植物对污染物的吸收和积累能力,以及优化植物生长条件和数据处理方法。(3)动物传感器。动物传感器是利用动物对环境变化的感知和响应来检测污染物浓度的一种方法。例如,蝴蝶可以感知空气中的气味和风向,从而监测空气中的污染物质。动物传感器具有高灵敏度和生态友好的优点,但需要大量样本和长期监测。为了提高动物传感器的应用范围和稳定性,研究人员正在研究不同动物对污染物的感知和响应能力,以及优化动物实验设计和数据处理方法。

2.4 水生生物群落监测法

水生生物群落监测法是一种利用水生生物群落的组成、结构和功能变化来评估水体健康状况的方法。这种方法强调的是生物群落的整体响应,能够提供更全面的环境信息。(1)水生植物群落监测。水生植物是水生态系统的重要组成部分,它们通过光合作用为水体提供氧气,同时也吸收水中的营养物质和有害物质。通过监测水生植物群落的组成、数量和分布变化,可以了解水体的营养状态、富营养化程度以及污染状况。例如,过多的营养盐会导致水生植物过度繁殖,形成“水华”现象。此外,不同种类的水生植物对水质的要求也不同,

因此可以通过观察水生植物的种类和数量来判断水体的水质。(2)水生动物群落监测。水生动物群落包括鱼类、无脊椎动物等。这些动物与水生植物一样,也是水生生态系统的重要组成部分。通过对水生动物群落的观察和测定,可以评估水体的水质、富营养化程度以及污染物对生物多样性的影响。例如,某些污染物可能导致鱼类种群数量减少或出现异常行为。此外,不同种类的水生动物对水质的要求也不同,因此可以通过观察水生动物的种类和数量来判断水体的水质。(3)微生物群落监测。微生物群落在水体中起着重要的降解和转化作用。它们能够分解有机物和有害物质,促进水体自净。通过监测微生物群落的组成、数量和活性变化,可以了解水体的自净能力、有机物降解速率以及污染物对微生物生态的影响。例如,某些有机污染物可能对微生物的生长和代谢产生抑制作用。此外,不同种类的微生物对水质的要求也不同,因此可以通过观察微生物的种类和数量来判断水体的水质^[5]。

3 生物监测技术的应用优势与局限性

生物监测技术是一种通过观察和分析生物体内外的变化,来评估环境污染程度和生态风险的方法。这种技术具有对污染物敏感度高、能够反映污染物的综合影响以及可提供生态风险评估依据等应用优势,但同时也存在方法标准化程度不足、对特定生物种类的依赖性较大以及数据解读和标准化仍需提高等局限性。首先,生物监测技术的应用优势主要体现在以下几个方面:一是对污染物敏感度高。生物体内的各种生理生化指标对环境中的污染物非常敏感,因此可以通过监测这些指标的变化,来评估污染物的浓度和毒性。二是能够反映污染物的综合影响。生物监测不仅可以检测单一污染物的影响,还可以通过综合分析多种污染物的共同作用,来评估其对生态系统的整体影响。三是可提供生态风险评估

依据。通过对生物体内外的变化进行监测,可以为生态风险评估提供科学依据,从而为环境保护决策提供参考。然而,生物监测技术也存在一些局限性:一是方法标准化程度不足。目前,生物监测技术的方法和技术尚未完全统一,这在一定程度上影响了数据的可比性和准确性。二是对特定生物种类的依赖性较大。不同的生物种类对污染物的反应和承受能力不同,因此需要选择适当的生物种类进行监测。三是数据解读和标准化仍需提高。由于生物监测技术的复杂性,数据的解读和标准化工作仍然面临很大的挑战。

结束语

生物监测技术在水环境监测中的应用,为我们揭示了水生态系统中看不见的风险与变化。这一技术不仅补充了传统理化监测的局限性,更为我们提供了一个更为深入、长期的观察角度。生物监测通过跟踪生物的生理反应和种群变化,使我们能够预见和评估环境压力对生态系统的影响。然而,生物监测技术仍有其局限性,如生物选择的代表性、环境因素的干扰等。因此,未来的研究应继续深化生物监测技术,提高其准确性和可靠性,为水环境的保护和治理提供更有力的科学依据。

参考文献

- [1]张东.生物监测技术在水环境监测中的运用探索[J].科学与信息化,2021(7):32-34.
- [2]海涛.水环境监测中生物监测技术的运用[J].环球市场,2020(29):385.
- [3]张鸽.生物监测技术在水环境监测中的运用探索[J].环境与发展,2020,32(8):170-172.
- [4]李燕.水环境监测中生物监测技术的应用[J].节能与环保,2021(3):92-93.
- [5]岳潇.水环境污染检测中生物监测的运用[J].装饰装修天地,2021(2):191.