

生物监测技术在水环境工程中的实践应用研究

徐士远

石家庄市栾城环境监控中心

摘要:在我国经济飞速增长的同时,环境尤其是水质问题的严重性也随之凸显。这种情形特别影响了公众的健康及其日常生活和工作。因此,提高水环境质量监测成为紧迫的任务。为了有效提升监测水平,采用先进技术变得尤为关键,这有助于提高解决环境问题的效率。特别是,在引入生物监测方法时,深入理解其工作原理和特点变得至关重要。此外,通过实际操作来验证这些技术的适用性和效果,能够确保技术应用的有效性和合理性。通过这种方式,可以不断改进和精化生物监测技术,从而推动水质监测工作的效率提升,并最大化经济效益,支持城市的科学进步。本文深入探讨了在水环境工程项目中运用生物监测技术的实践情况和成效。

关键词:水环境工程;生物监测技术;应用;分析探究

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2022.08.202

引言

随着我国经济和社会的持续进步,民众的生活水平不断提升,健康意识增强,日常饮食的关注度显著提高。在科技迅速发展的同时,环境尤其是水体生态遭受的破坏也日益加剧,导致水环境污染物质的累积,对水资源质量构成严重威胁。面对水污染的挑战,迫切需要采取措施有效应对,保护水质安全。为此,我国大力推进水环境的监控与评估工作,运用多样化的技术手段进行污染物的检测、分析和评价。政府部门对此表示高度重视,并投入相应资源支持生物监测技术的研究深化,以便更精准地掌握水体污染的实际情况和趋势。

一、生物监测技术的运作原理

在水生态系统中,生物种群之间通过相互制约维持一种动态的平衡状态。污染开始时,通常以微观的分子形式对生态环境造成影响,此影响随后通过食物链传递到生态系统的顶层,不但直接作用于单个物种,还影响物种间的相互关系。一旦水域受到污染,这种生态平衡便会遭到破坏,引发生物种群的反应和适应变化。利用生物监测技术,通过观察水生生物的种群变化和个体响应来评估水质状况,是一种高效、成本效益好并且能够持续监控的方法,以确保所得监测数据的真实性和可信度。

(一) 利用指示生物作为水质监测的媒介

在水质环境监测中,某些生物对环境污染显示出敏感的应激响应,这些生物称作生物指标。它们主要包括浮游生物、底栖生物和各类微生物,它们在生物监测中起着核心的作用。通过观察这些指示生物的种类和数量,我们能够评估水体的质量。进一步地,通过分析这些生物的健康状况,我们可以对水域的污染水平进行精

确地判定。

(二) 借助生物测试方法对水质进行监测

利用生物监测方法,科研人员能够通过观察水生生物对污染的反应来识别和测量水中存在的一种或多种污染化学物质,分析这些化学物质在不同浓度下对水生生物的影响。在受污染的水域中,一些水生生物可能会表现出生长缓慢、活性下降,甚至死亡的现象。通过记录这些生物对污染物的反应,可以创建剂量-反应曲线来评估污染物的潜在危害。此外,进行生物监测还需执行急性毒性测试,以进一步了解污染物对生态系统的即时影响。

二、生物监测技术的主要特点

(一) 连续性特点

生物监测技术的连续性是其显著特征,通过定期进行样本采集和分析,总结并记录水环境的污染状况,这一点与传统的环境监测方法相似。然而,生物监测技术区别于传统方法的地方在于其能够提供即时反馈并且展现更为明显的细节化特性。引入生物检测技术可以改善传统监测程序的限制,有效地补充其不足之处,并提高对环境极其微妙变化的检测精度。通过广泛的监测,该技术能够迅速识别环境变化,并通过收集相关数据信息,促进对环境污染情况的深入分析。

(二) 灵敏性特点

生物监测技术之所以独特,在于其对反应的敏感度远超过传统检测手段。它在追踪特定污染物方面显示出显著的优势,操作也非常简便。通过对污染现象的细致分析,结合生物学上的敏感反应,这种技术能够显著增强对环境污染物的检测灵敏度,从而大幅度提高识别污染物的效率。它解决了传统方法在某些情况下难以精确

识别的问题，实现了质的飞跃。

（三）生态保护特点

生物监测技术的一个显著特征在于其生态保护能力。利用该技术进行水环境监测时，可以有效地收集环境数据而不对生态系统中的生物造成显著伤害，进而维护水生态环境的完整性。这种监测手段的运用不仅提高了数据收集的精确性，而且对监测对象及其环境提供了额外的保护措施。这对于维护水生态系统中生物的多样性及其生存环境至关重要，同时也提升了环境监控的整体效果。

三、生物监测技术在水环境工程中的重要性探讨

在将生物学纳入环境监控的过程中，必须理解生物在监控活动中拥有两种重要角色。首先，它们是需要被保护的對象，这一点要求监测活动着重于理解生物如何对环境中的各种压力做出反应。其次，它们是环境健康的指示器，用于识别和量化环境污染及外部干扰的程度。尽管物理和化学指标能够揭示污染源和浓度，以及水环境质量的变化，但这些指标无法充分展现污染物如何影响生物，或是生物对污染物的反应机制。因此，采用生物监测技术，通过研究水生生物如何利用和响应污染物，不仅可以揭示污染物对生物的影响，还能揭示污染物的潜在风险和威胁，标志着水环境监测向前发展的重要方向。然而，在我国，生物监测技术的发展相对缓慢，其对环境监测的支持作用还有待加强，这需要进行更为深入的探索和研究。

四、生物监测技术在水环境工程中的实际应用

（一）微生物群落监测技术的实践应用

自然水体能够支持多样的微生物生命，归因于水中丰富的藻类、原生生物和细菌等生物的存在。在正常情况下，这些生物彼此之间的相互作用形成了一个稳定的生态系统。然而，当水质遭受污染时，这种平衡会被破坏，对生物的生长和繁殖产生负面影响，甚至危及它们的存活。为防止这种情况发生，采用微生物群落作为监测工具成为关键，它允许通过分析水中微生物的种类和数量变化来判断水质污染的程度，并帮助科研人员预测水环境未来可能的变化。微生物群落监测技术的应用已经变得相当普遍，并且随着生物监测系统的持续改进，预计其在环境监测领域的应用将进一步扩展。

（二）生物行为反应监测技术

地球生态多样性丰富，不同生物对环境变化展示出各自独特的反应模式，特别是在面对环境污染时。某些生物在遭受污染的环境中会表现出明显的生理或行为变

化。这一现象为行为生态监测提供了基础，使得通过观察生物的行为和功能变化来评估环境污染成为可能。这种方法特别适用于水质监测，通过分析特定指示生物的反应，可以间接测量水中的污染物浓度。在实际监测活动中，斑马鱼等众所周知的生物被广泛用作指示物种，以其敏感的生态反应辅助科学家更准确地识别和评估水体中的微生物污染。详细来说，这类生物拥有与人类相似的基因结构，对水质变化显示出特别的敏感性。当环境发生变化时，它们能迅速做出响应。通过分析这些生物的反应，可以评估水质对健康的潜在威胁。在有效运用生物监测技术的条件下，它还能精确检测多种重金属元素的存在，例如铜离子。这些元素在作用于斑马鱼时会引起特定的生物反应，这些反应为评价环境污染提供了依据。随着科技的不断发展，这种监测技术使得实时跟踪环境变化成为可能，进而允许在较短时间内发出污染预警，有效预防潜在的环境风险。

（三）发光细菌检测技术

在水生环境中，特定的细菌群体能够产生发光现象，这是由于在分子氧存在及细胞内的荧光酶作用下，还原型的黄素单核苷酸经过氧化作用转变为长链脂肪酸过程中的一种生物发光。这种发光现象的强度会随着水质污染的程度而变化，提供了一种独特的水质污染监测手段。通过观察这些发光细菌释放的长波蓝绿色光线——一种人眼可以直接观察到的现象——可以对水中的有机物质和重金属污染水平进行评估。发光细菌作为监测工具的应用，因其简便的操作过程、高灵敏度及准确的监测结果而深受欢迎。未来，对于水质污染的遗传毒性快速监测系统的持续改进将是必要的，目的是加快获取水环境的综合毒性评估信息。

（四）生物传感器监测技术

生物监测技术的关键是生物传感器的应用，它主要分为两个核心部分。首先，分子识别元件涵盖了各种能够与目标分子特异性结合的生物分子，如抗体和细胞。其次，信号转换元件，包括诸如光敏元件和氧气电极等多种组件。这种技术依赖于生物材料的高敏感性来实现对环境污染的电信号转化，进而准确反映出污染水平。利用这种技术，分析速度快，准确性高，专一性强，使得操作者能够实时监控水质并迅速获取数据。此外，这种技术具有广泛的检测范围，有效映射出水质的污染程度。在当前可选择的传感器种类繁多，例如DNA传感器，为水质监测提供了多样化的选择。在水质监测领域，特别是针对酚类化合物的检测，通常会应用两种不

同的传感器技术：生化需氧量（BOD）传感器和微生物传感器。BOD传感器通过测量水中的溶解氧浓度来评估水质，虽然从理论上讲这种技术具有很大的发展潜力和应用前景，但在实际的现场应用中，其表现的适应性可能并不完美。另一方面，微生物传感器在酚的检测方面，依靠其对特定化学物质的快速敏感反应，可以在短时间内准确测定酚的浓度，并据此评估特定区域的水质情况。此外，有效利用基于活性剂的传感技术，可以实施对多种污染物的精确测量。

（五）底栖、两栖动物监测技术

在自然界中，底栖和两栖生物，尤其是蚌类、虾和蟹这类无脊椎动物，对重金属、营养素和沉积物等环境因素特别敏感。这种生物的独特性催生了物种监测技术，通过监测这些指示生物的数量和状况来反映水体的污染程度。特别是在评价重金属污染方面，底栖生物的监测已经被广泛应用。在欧美等地区，水质评估常常依赖于Saprobic指数和生物完整性（BI）指数。此外，这种监测技术还包括了对生物生理和行为变化的观察，例如，在遭受农药污染的水域中，这些生物可能会展现出显著的生理和行为上的变化，从而提供关于水质污染状况的进一步信息。

（六）其他生物监测技术

随着对生物监测技术的深入探索和进步，多种创新的监测方法逐渐涌现，例如利用昆虫幼虫的发育过程、生物化学活性作为评估水质的依据。海洋底层的无脊椎动物，在其幼虫阶段对环境中的污染物表现出了高度的敏感性，其生长变态过程很容易被环境中的污染因素所干扰。另一方面，生物传感技术和生物电化学方法，通过利用生物分子如酶、抗体、激素和DNA等作为识别元件，对目标污染物进行检测，从而对环境污染的影响进行评估和预测。这些方法为环境监测提供了新的视角和工具。

五、生物监测技术在水工程中的应用策略分析

（一）完善水环境生物监测技术体系框架

构建有效的水环境工程生物监测体系对于水环境的管理与保护至关重要。为了达到这一目标，必须对生物监测的指标体系、技术手段以及评价方法进行全面优化和完善。这包含了对微生物的监测、生物群落的观察、生物毒理测试以及对水生态环境质量的综合监测等多个方面，目的是全面评估和管理水生态系统的健康状况。

（二）完善并扩展水环境生物监测网络布局

基于当前的生态监测网络架构，我们需要主动扩展监测站点并提升监测技术能力，以充实和完善我国水环境工程生物监测网络。这一过程应确保包含所有主要流域，从而能够有效地对水环境的生态质量进行评估，并全面了解各流域的水污染情况。这将为我国的水环境保护及管理工作提供坚实的支撑和服务。

（三）创建生物监测数据管理的智能化平台

随着现代信息技术的快速进步，持续对生物监测技术进行创新和发展至关重要。在此基础上，应当加强生物监测数据的提交、储存及其管理流程，建立一个集成的管理平台。这将优化全国范围内的监测数据收集和管理体系，以及流域环境质量的评估工作，确保数据处理的高效性和准确性。

（四）深化生物监测人才保障体系

为确保水环境工程生物监测的有效进行，关键措施涉及引入专业人才及其培养。通过建立一个包含生物监测专家的资源库，并培育一支具有高度专业技能的生物监测团队，可以有效地推进水环境生物监测项目的实施。

六、结束语

综合来看，引入生物监测技术到我国的环境监控领域，不仅能够淘汰过时的监测方法，还能为监测实践带来创新。结合最新的技术进步，这种方法显著提高了环境监测的效率和城市污染监测的准确度。特别是在水环境的监测中，利用生物监测技术能够精确追踪水中的微生物活动。实际操作证明，采用多样化的技术手段可以有效提高监测的质量，并增强对水质污染状况的准确反映。通过这些努力，建立一个完善的系统，有望在解决我国城市水污染问题上取得显著成效。

参考文献

- [1] 陈宇. 生物监测技术在水环境工程中的应用及研究[J]. 环境与发展, 2020, 32(08): 161+163.
- [2] 张鸽, 李骏, 纪海婷, 等. 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(08): 170+172.
- [3] 祝淑芳. 生物监测技术在水环境监测中的应用研究进展[J]. 中国资源综合利用, 2021, 39(7): 117-119.
- [4] 吕金. 生物监测技术在水环境监测中的运用研究[J]. 住宅与房地产, 2021(5): 90-91.