

生物监测技术在工业废水 污染监测中的应用探讨

万梦雪

(乐陵市生态环境监控中心, 山东 乐陵 253600)

摘要 工业化进程的深入推进促使区域经济得以迅猛发展,但也致使废水污染问题愈发突出。为落实“双碳”目标,减少污水、废水排放,保障水体水质安全,加强对水环境污染监测技术的研究与应用至关重要。鉴于此,文章结合实践就工业废水污染监测中生物监测技术的应用展开分析探讨,以期生物监测技术在相关行业中的应用提供借鉴。

关键词 生物监测技术 工业废水 污染监测

中图分类号: X83

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)05-0052-03

1 生物监测技术的概念

水是生命之源。在大自然中,有很多生物与水环境密切联系、互相依存,如果水环境发生污染,将会对生物造成重要影响,轻则干扰生物的正常生长、繁殖,重则导致生物基因变异,甚至灭绝。生物监测技术主要是利用生物学原理和关联效应,对水环境中有关的生物体发育、繁殖、存活等各类形态进行分析,通过对其敏感性、反应度的研究,判断水体污染情况,且不同生物水平所采用的生物监测技术也有所不同,如表1所示。^[1]与传统的物理、化学等监测技术不同,生物监测技术的灵敏度更高、监测内容更丰富、监测方式更便捷、投入成本更低廉、监测结果更直观明显,同时,生物监测技术还能与物理、化学等监测技术同步使用,作为有效补充和验证手段。但是,因生物监测规范标准还不够系统科学、技术手段还不够丰富全面,对个别工业废水污染的监测准确性还有一定的存疑。

2 生物监测技术的应用

2.1 微生物群落监测技术

一般来说,水体自身含有很多丰富的营养元素、细菌藻类,可供微生物的生存繁殖。如果水体发生污染,将首先对微生物造成影响,因此微生物群成为水体污染监测的首选,其监测技术在工业废水污染治理中广泛应用。在一定的条件下,通过对水体中微生物群的种类、数量、活动频率等监测,可以对水体污染范围、时间、程度进行有效评价,根据数据演算,还可以预测出未来一段时间水体改善或恶化的情况变化。随着

微生物群落监测技术的不断完善,对微生物群落分析更加细化、专业化,该技术市场应用前景将越来越广泛。例如,在海水的的水环境监测中,受环流、潮汐影响,一些监测结果不够精准,但应用该技术,加上聚氨酯泡沫块体,可以明显提升监测精准度。^[2]

2.2 生物毒性监测技术

对于成分相对单一的工业废水,采用理化监测可有效且准确地判断出工业废水的污染情况。但如果污染成分相对复杂,通过理化监测很难完整的反映出污染综合影响,这时就需要进行生物毒性监测,通过毒性的相互关联作用,全面判断废水污染的成分、程度以及与生物效益的关系。当前,较为常用的废水生物毒性监测主要有发光细菌毒性监测、藻类毒性监测、蚤类毒性监测和鱼类毒性监测等,不同生物具体监测方法见表2。

2.2.1 发光细菌毒性监测

部分细菌自身具备发光性能,在氧分子作用下,细胞内的荧光酶受到催化,核黄素-5-磷酸被氧化成LCFA,同时释放一定强度和波长的光(蓝绿色)。这一类细菌的监测时,主要通过pH6~9.3的氯化钠和0.3%浓度的甘油进行发光监测,这类细菌主要可分为淡水发光细菌如青海弧菌、霍乱弧菌以及发光异短杆菌等,以及海水发光细菌。^[3]在工业废水中,一旦水体污染浓度改变,发光细菌的发光强度将会发生改变,因此,发光强度可作为水污染监测的直接、有效指标之一。

目前,该技术主要用于监测重金属和有机物的浓

表1 生物监测技术汇总

| 不同生物水平 | 生物监测技术 |
|--------------|-------------------------|
| 分子水平 | DNA 损伤及各种酶活性变化监测 |
| 细胞水平 | 各种细胞器的变化或损伤监测 |
| 组织器官水平 | 生物生长发育畸形及生理变化监测 |
| 个体水平 | 个体生长变化、繁殖率、存活率及行为变化监测 |
| 种群、群落、生态系统水平 | 群落结构与多样性监测、群落稳定性与结构变化监测 |

表2 不同生物标准毒性监测

| 监测生物 | 监测方法 | 监测终点 |
|------|--|-----------|
| 菌类 | 发光细菌法进行水质急性毒性的测定 | 氯化汞当量、抑光率 |
| 藻类 | 藻类生长抑制测试 | 生长抑制率 |
| 蚤类 | 废水成分对蚤类毒性测试 | 运动改变 |
| 鱼类 | 废水成分对淡水鱼(斑马鱼)毒性测试 淡水鱼、海鱼毒性测试 废水对斑马鱼卵毒性测试 | 外观/行为改变 |

度,相对来说,其操作更简捷、结果更准确、灵敏度更高,因此应用较为广泛。

2.2.2 底栖生物毒性监测

水体中生存着一定数量和种类的底栖生物,如螺蛳、河蚌、牡蛎等,这些动物的分布范围、关联行为、繁殖能力等都可以作为水体污染的评标指标,特别是一些需要净水的动物,更易判断出水体污染程度和水体健康指数。通过对底栖生物的发育成长过程监测,以及对环境的适应、敏感程度的分析可以有效对水体进行评价,并测定水体中重金属、农药残留的浓度。

2.2.3 鱼类毒性监测

在水体中,鱼虾类属于高等级动物,属于食物链的顶端,采用鱼虾类作为测体,其技术应用已久且很成熟,主要应用于工业废水的毒性测试。当水体污染超过一定范围,其含氧量会下降,靠氧气生存的鱼虾类将会很快地做出明显反应,如跳跃水面、肚皮向上等。有的鱼虾类与人类基因很接近,比如斑马鱼,其基因和人类相似度约90%,用斑马鱼作毒性测试,其结果对人类有直接借鉴意义。^[4]当水体有严重污染,或存在致毒物质时,敏感的斑马鱼将会加快呼吸,鱼鳃无节奏的煽动,跳跃出水面,直至死亡。

2.2.4 藻类、蚤类毒性监测

藻类和蚤类等生物个体相对较小,在正常的水体中可进行大量繁殖。然而,一旦水体环境出现恶化,藻类的生长就会因环境改变而受到抑制,蚤类的生长

以及繁殖能力也会相应发生改变。因此,在生物毒性监测中,可通过将生长率、繁殖率作为生物毒性监测评价的终点。尤其是藻类、蚤类等微生物毒性监测,能够通过生物生长状态的改变直接反应工业废水的毒性效应,但采用该监测方法,前期培养工作量往往较大,且监测周期也相对较长,对于水污染应急监测适用性差^[5]。

2.3 生物传感器监测技术

生物传感器监测技术的原理是使用检测仪器,将水体中微生物的浓度值传感转化成电信号进行监测的一项技术。生物传感器是整个监测系统的核心,主要作用是接收和转换微生物信号,其识别元件涵盖微生物的性能识别元件、理化换能器和信号放大装置等(如图1)。相对来说,该技术专业性强、分析数据快速且准确,误差小。生物传感器包括BOD传感器、DNA传感器以及微生物传感器等,其中,BOD传感器主要测定生化需氧量,通过瓦勃呼吸法、库伦滴定法等,监测分析溶解氧的含量和浓度,进而确定水环境污染情况。^[6]采用该方式进行废水污染监测,能够简化整个监测流程,确保水污染监测相关设施的有序推进,从而进一步提升工业废水污染治理的成效,因此在很多地方应用广泛。较为常见的生物传感器监测技术有酚类生物传感器、光化学生物传感器、电化学生物传感器、DNA生物传感器,以及基于荧光蛋白表达的细菌生物传感器、基于抑制效应的酶生物传感器等,不同传感器监测技术能够对不同水体污染类型进行监测,该技

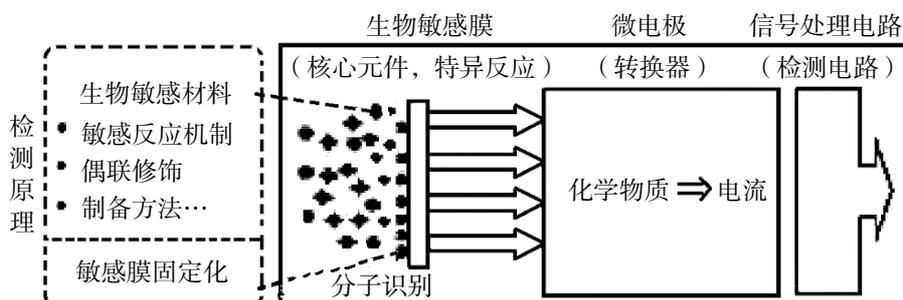


图1 生物传感器监测技术示意图

术特异性好、灵敏度高，能够有效提高水体中的生物处理效率，但也不同程度地存在监测设备、试剂等耗材经济成本高等不足。

3 生物监测技术的不足

在工业废水污染监测中，生物监测技术还存在一定的不足，主要有：

一是水体生物的习性、分布、喜好不同，不同物种之间存在较大差异，对污染物的反应也不相同，即使同一种生物因个体大小、成长环境差异，对同样水体的反应也不尽相同，如此就会造成监测结果的真实性及准确性无法保证。因此，在监测时要综合考虑水体的不同特征、生物的不同习性、监测区域的不同环境，设定差异性的测试周期，同时，还要结合气候、温度等条件，提前做好监测试验，并对监测标准及频率灯光各项指标进一步优化，以最大化减少和消除误差^[7-8]。

二是水体中生态链条交叉，生态系统相对复杂，在工业废水污染浓度较低或污染危害释放缓慢时，一些生物群体难以在短期内出现明显的反应，即生物学效应不明显，监测结果往往会存在偏差。因此，要结合不同生物群体的特征、行为，确定不同的理化监测指标，以精准地监测出废水污染的浓度，分析潜在危害。

三是受技术影响，生物群落鉴定、实验技术还不够先进，生物监测技术难以做到精确、量化分析，也远远没有达到理化监测的规范性评价标准。因此，在条件具备时，要统筹生物监测和理化监测方式，从不同侧面、不同角度综合分析，以做出更精准的判定，进而建立符合人体健康的评价指标。

四是随着生物监测技术的普及，经过实践检验的监测技术更加便捷有效，既能提高处理效率，又能完善数据链，形成系统的勾稽关系。但还有一定的不足，如应用PCR监测时，一旦试剂被污染，或样品采集不合理，就会导致监测结果南辕北辙，因此，需要加强实验室质量控制，提高平行采样能力^[9]；有的地区对常

规仪器设备投入较多，考虑到经济成本，对高精密仪器投入较少，对一些试剂耗材应用不够全面，对专业监测人员培训教育不足，都可能导致监测结果出现偏差。

4 结语

生物监测技术作为水环境污染监测的重要手段，与常规的理化监测相比，其能够通过监测生物种群的变化来实现对水体污染情况的监测，弥补了传统理化监测无法反应污染物对水体生物的具体影响等不足，促使水体污染监测更加全面、直观、科学，使水体污染的影响一目了然。因此，应对该类监测技术予以深入研究，全面探索，积极改进，广泛应用，以为区域水环境监测、评价以及相应处治措施的制定提供科学依据。

参考文献：

- [1] 朱冰清, 姜晟, 蔡琨, 等. 生物监测技术在工业废水监测领域的应用研究[J]. 中国环境监测, 2021, 37(01): 1-10.
- [2] 钮剑锋, 魏峰, 沈旭芳, 等. 生物监测技术在水环境监测中的运用研究[J]. 资源节约与环保, 2019(07): 27.
- [3] 庄辉. 生物监测技术在水环境工程中的应用[J]. 中国资源综合利用, 2021, 39(06): 70-72.
- [4] 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.
- [5] 谢颖嘉, 梁智伟, 黄艺芳. 生物监测技术在水环境监测中的应用[J]. 资源节约与环保, 2018(12): 44.
- [6] 徐丽敏, 贾涛, 秦翠翠, 等. 生物监测技术在环境监测中的应用探讨[J]. 化工管理, 2020(10): 40-41.
- [7] 张凤梅, 王蕾. 运用生物监测技术对水环境污染进行监测的研究及进展[J]. 中国化工贸易, 2015, 07(32): 146.
- [8] 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(07): 117-119.
- [9] 赵瑞彬, 彭晓静, 贾瑞宝, 等. 水体突发污染事件在线生物监测技术的发展和运用分析[J]. 生态毒理学报, 2019, 14(02): 42-52.