

MBEWs 多层级生物预警监测系统

水生态环境综合毒性在线生物预警监测的全面有效选择



水利部长江水利委员会水文局
中国科学院生态环境研究中心
无锡中科水环境技术有限公司



利用多层级生物（鱼、菌）对有毒污染物敏感的特点，基于标准模式生物生理响应与水体中的有机污染物、重金属等有毒污染物具有剂量-效应关系的毒理学机制，将模式鱼与发光菌作为多层级标准模式生物，通过生物传感器监测模式生物生理变化（行为变化、发光量变化），实现水质综合毒性的在线实时预警与监测，拓展了生物预警的预警监测范围，进一步全面有效的预警监测水环境水质突发污染事故。

中科水质团队是生态环境部、住建部、水利部、工信部等部委相关标准、规范、规划、政策的起草编制单位和科技支撑单位。

标准模式鱼



标准模式鱼



鱼类生物行为传感器



环境追踪阈值模型

- 基于水生生物回避行为反应与污染物毒性存在较好的剂量-反应关系，连续快速、实时判断污染爆发时间和污染物综合毒性。
- 特点：对有机污染物、部分重金属物敏感。

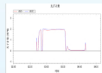
发光细菌



发光细菌



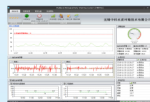
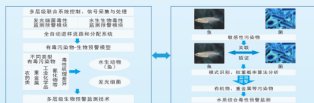
多梯度发光菌液



发光菌光子计数曲线

- 基于发光菌的发光抑制与污染物毒性存在相关的剂量-反应关系，连续快速检测具有急性毒性和细胞毒性的物质。
- 特点：对重金属、杀菌剂敏感。

技术路线



使用范围



饮用水源地水质预警监控



流域跨界断面水质预警监测



自来水厂水质安全预警监测



排水综合毒性生态预警监测

- **饮用水源地水质预警监控**：保障饮用水源地水质安全，提供饮用水源地水质连续实时在线的生物预警监控，提升应对集中式地表水饮用水源地突发环境事件的预警应急能力
- **流域跨界断面水质预警监测**：提高流域预警监测能力，应对突发污染事故跨界纠纷，明确应急事故责任划分，提供突发环境事件应急处置过程中综合毒性风险终点和处置效果评价
- **自来水厂水质安全预警监测**：提高自来水厂应对突发污染事故的应急处理能力，与水厂水处理工艺结合，全天候实时预警监测自来水厂水质的综合毒性风险，保障自来水供水安全
- **排水综合毒性生态预警监测**：在线监测排水综合毒性的变化和消减，预警有毒污水的违规排放，实时评估排水综合毒性处理效果和对水环境生态的影响，提升排水综合毒性预警监测能力

技术特点

利用多层次生物组合（鱼、菌）对有毒污染物敏感的特点，能更加准确全面的覆盖水质污染物种类，包括重金属、有机污染物等，为治理环境污染、防止水体突发性污染事故等提供有效的预警技术和手段。

- 四个模式鱼行为监测通道与发光菌双光路对比测试同步连续实时运行，保证测试数据的时效性和有效性；
- 应用人工智能学习技术对本地化水质在线本底实验数据采集分析，通过足够本底数据保证生物预警的适应性和准确性；
- 当出现生物预警报警时，可自动进行快速质控测试，若质控数据正常，仪器再次启动水样测试，保证水质预警的准确性；
- 实现对水环境水质24小时连续实时在线预警监测，对水体中的重金属、有机污染物等有毒污染物做出实时快速预警响应。



多通道多层次生物预警

- 配置四个模式鱼行为平行监测通道
- 配置双光路发光菌单元对比监测通道
- 系统具备在线测试及空白、对照功能
- 实现多层次生物在线精准监测与预警



模块化测量装置

- 可保护核心部件，延长使用寿命
- 恒温恒流控制，满足模式生物的正常生存
- 保证暗室环境，避免环境光照影响测量结果，保持稳定发光测试体系的有效性实时性



系统兼容智能集成功能

- 系统接口功能完善兼容，实现与在线各类型设备的集成与融合，实现预警监测功能
- 可作为智能综合集成系统的预警触发单元，实现预警监测，智能在线解析污染事故因子



水质预警实时连续量化

- 系统能进行污染风险预警
- 系统能进行污染事故时间报警
- 系统能进行水质综合毒性指数预警
- 实现水环境24小时连续实时在线监测



集成液路进样

- 采用注射泵技术，可以实现高精度的计量
- 符合流体力学设计，保证液路高效流畅运转
- 水体预处理单元不改变水质性质，保证模式生物生存条件稳定，实现长期稳定有效运行



物联网大数据应用功能

- 具备无线通讯报警服务等物联网功能，通过有线/无线模式与现场集成系统通讯控制
- 可通过大数据中心实现连续实时的在线预警数据结果的接入展示分析与数据挖掘应用

技术指标

- 多层监测：四个双层模式鱼行为监测通道，两个光路发光菌对比监测通道，不同层级模式生物同步实时预警监测
- 智能触发：鱼法连续实时预警与菌法连续周期监测智能联合，以鱼法为触发层实现在线预警、监测、应急模式覆盖
- 量化预警：基于综合水质指数实时判断水质综合毒性的风险状况，依据算法0-75为水质安全，75-100为水质污染

■ 鱼法单元技术参数

- 受试生物：青鳉鱼
- 监测通道：四个
- 行为响应综合毒性阈值：1TU
- 综合毒性行为响应时间： ≥ 10 min
- 行为传感器电流电场： $1.5V \pm 0.2V$
- 行为传感器初始信号的相对误差： $\leq 10\%$
- 预警监测方式：24小时连续实时预警监测

■ 菌法单元技术参数

- 受试生物：明亮发光杆菌、费氏弧菌
- 监测通道：双光路
- 测定量程：相对发光度：0~200%
- 灵敏度： 1mg/L 锌标准溶液 $\leq 80\%$
- 温度控制误差： $\leq \pm 1^\circ\text{C}$
- 测量重复性： $\leq 10\%$
- 反应时间：5min、15min、30min，可设置

业务应用

- 已在北京、江苏、广东、河北等集中式饮用水源地和地表水环境的水质在线自动监测站业务化运行，有效保障了区域水环境水质安全，有效提高了水环境管理部门生物在线预警能力和应对水质突发污染事故的环境应急处置能力。

安装条件

- 设备安装集成、数据传输协议、网络通讯条件应符合《地表水自动监测技术规范》、《城镇供水水质在线监测技术标准》相关规定和要求。
- 站房单机安装面积 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}^2$ （宽度“进深”）。
- 电源：220V/AC，10A，1000W。
- 水样：依据采水和集成模式可以选择连续实时、周期监测和应急响应等采样模式。
- 稳定运行水温范围： $15\text{--}30^\circ\text{C}$ ，浊度范围： $\leq 50\text{NTU}$ 。

创新和谐 上善若水



水利部长江水利委员会水文局
中国科学院生态环境研究中心
武汉中核水环境技术有限公司

长江水利委员会水文局 长江流域水质监测中心

地址：武汉市解放大道1863号

联系人：钱宝（高级工程师）

联系电话：027-82820063

Email: 16724247@qq.com 网址: http://www.cjhw.com.cn

