

BEWs 水质在线生物安全预警系统

水生态环境综合毒性在线生物预警监测的最佳选择



水利部长江水利委员会水力学所
中国科学院生态环境研究中心
无锡中科水质环境技术有限公司



水质在线生物安全预警系统 (Biological Early Warning system, BEWs) 是在水生生物回避行为为反应的水生态毒理学原理基础上, 利用符合毒理学规范的标准模式生物鱼, 通过电信号生物行为传感器, 连续实时监测水生生物行为变化趋势, 结合水环境毒性数据库、生物行为解析模型、环境胁迫阈值模型、本底智能在线学习等模式识别和人工智能技术对水质变化实时解析, 实现对水生态环境综合毒性风险的连续实时在线生物预警。本技术与设备是在国家基金、国家高技术研究发展计划(863)、国家水专项、国家重点研发计划、中国科学院项目和省部级项目课题资助下由中科院水质团队持续二十年自主研发。

- 基本原理: 水生生物在遭遇水环境污染时会自发产生回避行为, 生物行为学与水生态毒理学的科学研究证明该回避行为的变化与水环境污染物的综合毒性之间存在良好剂量-效应关系。随着毒性的增加累积, 水生生物的行为大幅度变化, 出现降低直至死亡而停止运动, 毒性越大其死亡速度越快。



标准模式生物青鳉鱼



双层生物行为传感器



BEWs系统软件主界面



全国生物预警大数据中心

- 中科院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和规范的起草编制单位和科技支撑单位。
- 相关标准: 《水质 物质对淡水鱼(斑马鱼)急性毒性测定方法》(GB/T 13267-91)、《化学品鱼类早期生活阶段毒性试验》(GB/T 21854-2008)、《化学品鱼类急性毒性试验》(GB/T 27861-2011)、《城镇供水水质在线监测技术标准》(CJJ/T271-2017)。

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

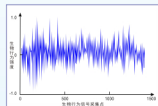


排水综合毒性生态预警监测

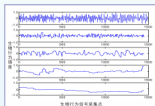
- 饮用水源地水质预警监控: 保障饮用水源地水质安全, 提供饮用水源地水质连续实时在线的生物预警监控, 提升应对集中式地表水饮用水源地突发环境事件的预警应急能力
- 流域跨界断面水质预警监测: 提高流域尺度预警监测能力, 应对突发污染事故跨界纠纷, 明确应急事故责任划分, 提供突发环境事件应急处置过程中综合毒性风险终点和处置效果评价
- 自来水厂水质安全预警监测: 提高自来水厂应对突发污染事故的应急处理能力, 与水厂生产处理工艺相结合, 全天候实时预警监测自来水厂水质的综合毒性风险, 保障自来水供水安全
- 排水综合毒性生态预警监测: 在线监测排水综合毒性的变化和消减, 预警有毒污水的违规排放,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

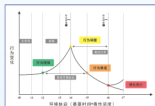
- 本技术特点体现在“快、准、全”：“快”是能将24、48、96小时的急性毒性实验检测优化到10分钟的在线连续生物预警，极大提高了应对突发污染事故的能力；“准”是实现了对环境综合毒性的定性和半定量的解析，智能区分有毒物质综合毒性大小和预警时间，为应急和治理指明方向；“全”是24小时在线连续实时预警，可广泛地用于水源地、流域断面、自来水和排水水综合毒性预警应急，从源头到龙头保障水环境安全。
- 用途多样广泛全面保障水环境安全
- 多通道多样本多对照实时预警监测
- 直观显示生物行为变化和水质指数
- 模式识别和人工智能预警水质状态
- 大数据物联网云平台综合智慧运用
- 技术先进设备可靠业务化有效运行



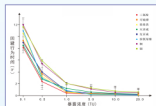
典型污染物暴露下的生物行为变化



生物行为解析模型



环境胁迫阈值模型



生物回避行为研究结果

技术指标

- 受试生物：青鳉鱼
- 监测通道：八个
- 预警参数：水质指数和水质状态
- 水质综合毒性预警响应浓度：0.1-20TU
- 综合毒性行为响应时间： ≥ 10 min
- 行为信号准确度：传感器信号相对误差 $\leq 10\%$
- 平均无故障连续运行时间： ≥ 720 h

业务应用

- 已在北京、上海、广州、深圳、重庆、天津、石家庄、济南、南京、杭州、福州、武汉、成都、西安、沈阳等200多个水环境国家控制断面和各级水质在线监测点业务化运行，覆盖了70%的省市自治区直辖市。有效保障了全国各地水环境水质安全，有效提高了水环境管理部门应对水体突发污染事故和环境应急处置能力。
- 已在南水北调、雄安新区、粤港澳大湾区发展、京津冀一体化、长江大保护、黄河大保护等国家战略，在奥运会、亚运会、全运会、世博会、进博会、十七大、十八大、十九大两会等重大活动，在5.12汶川特大地震、3.21响水爆炸事故、全国新型冠状病毒疫情防控等重大事件中有效保障了水环境水质安全。
- 中国科学院组织成果鉴定会，业内专家给予了高度评价，一致认为该技术为水源地安全保障提供了先进的技术和管理保证，具有重大的社会、经济及环境效益和广泛的推广应用价值，技术整体达到国际先进水平。



生物预警智能超级水站



BEW6预警站点分布图



中央人民政府网报道



中国科学技术部官网报道



BEW6全功能型水质在线生物安全预警系统

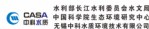


MIC-BEW6在线生物预警预报警站

备注：

- 1、水质指数是基于毒理学原理、信号分析、模式识别和人工智能等技术智能解析生物行为变化与水质对应关系，实时在线综合评价反映水质综合毒性的无量纲数值，数值范围为0-100。
- 2、水质状态是基于水质指数和数值模型评价水质综合毒性风险结果，分为两个状态：
 - ★水质安全状态：水质指数范围为0-75，实时水质指数越大说明污染风险越高，越接近水质污染状态；
 - ★水质污染状态：水质指数范围为75-100，水质指数超过75则水质处于污染状态，数值越高，水质污染程度越高，综合毒性越大。

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
无锡中科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.cjwh.com.cn

