

T/JXEA

江西省工程师联合会团体标准

T/JXEA 030—2025

水质环境监测技术在河流污染防治应用要点

Key Points of Water Quality and Environmental Monitoring Technology in River
Pollution Prevention and Control

（征求意见稿）

2025 - 11 - 05 发布

2025 - XX - XX 实施

江西省工程师联合会 发布

目录

前 言 I

引 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体原则 2

5 监测体系构建 2

6 监测技术选择与实施 4

7 数据处理与分析 5

8 质量控制与质量保证 6

前 言

本文件按照GB/T1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由XX协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

河流作为自然水循环与区域水资源供给的重要载体，其水质状况直接关系到生态系统健康、城乡饮水安全及经济社会可持续发展。随着工业化、城镇化的快速推进，河流污染问题日益凸显，污染防治已成为我国环境保护工作的重点领域。水质环境监测技术作为河流污染防治的基础性、先导性手段，通过系统、连续、准确地获取水质参数数据，为污染源识别、污染过程解析、治理效果评估及环境管理决策提供科学依据。当前，水质监测技术已从传统人工采样与实验室分析，逐步发展为涵盖自动监测、遥感反演、传感器网络、大数据分析等多技术融合的现代化监测体系。然而，在实际应用中，仍存在监测网络布局不合理、技术选型不规范、数据质量控制薄弱、监测与应用脱节等问题，制约了监测数据在河流污染防治中效用的充分发挥。

为推动水质环境监测技术在河流污染防治中的规范化、科学化应用，提升监测数据的代表性、准确性、可比性与实用性，制定本文件。本文件系统阐述了河流水质监测的体系构建、技术实施、数据处理、质量控制及数据应用等全流程技术要点，适用于各级生态环境部门、监测机构、科研单位及相关企业在河流污染防治中的监测实践与管理决策。

水质环境监测技术在河流污染防治应用要点

1 范围

本文件规定了水质环境监测技术在河流污染防治中应用的总体原则、监测体系构建、监测技术选择与实施、数据处理与分析、质量控制与质量保证、数据应用与决策支持等要求。

本文件适用于河流水系（包括干流、支流、河口等）的水质监测活动，涵盖常规监测、应急监测、溯源监测及生态健康评估等多种应用场景。其他类型水体（如湖泊、水库、地下水）的监测工作可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB3838—2002地表水环境质量标准

HJ/T91—2002地表水和污水监测技术规范

HJ494—2009水质采样技术指导

HJ630—2011环境监测质量管理技术导则

HJ915—2017地表水自动监测技术规范

HJ1236—2021水生态监测技术指南河流

ISO5667-6:2014Waterquality—Sampling—Part6:Guidanceonsamplingofriversandstreams

3 术语和定义

GB3838—2002、HJ/T91—2002界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 水质环境监测

为掌握水体质量状况及其变化趋势，按照预先设计的方案和程序，运用物理、化学、生物及生态学等方法，对水体的理化指标、生物指标及水文参数进行系统性观测、测量、分析与评价的活动。

3.2 监测断面

为反映特定水域水质状况而在河流上设定的、具有空间代表性的采样或观测位置。通常包括对照断面、控制断面和削减断面。

3.3 自动监测站

集成采水、预处理、分析仪器、数据采集与传输等单元，能够实现水质参数连续或高频次自动监测的固定或移动式设施。

3.4 生物监测

利用水生生物个体、种群或群落的结构与功能变化来指示和评价水质状况及生态健康水平的方法。

3.5 遥感水质反演

基于水体对电磁波的反射、辐射特性，利用卫星、航空或近地遥感平台获取的光谱数据，通过模型算法定量反演水体中悬浮物、叶绿素a、有色可溶性有机物等水质参数的技术。

3.6水质模型

基于物质输移转化原理，模拟水体中污染物迁移、扩散、转化与归趋过程的数学模型，用于预测水质变化、评估污染负荷及优化治理方案。

4总体原则

河流水质环境监测工作应遵循以下基本原则：

科学性：监测方案设计、技术方法选择、数据分析与解释应基于环境科学、水文学、生态学及相关技术学科的基本原理，确保监测活动的科学依据充分，结论可靠。

系统性：监测工作应统筹考虑河流全流域、全过程、多要素，构建空间覆盖合理、时间频率适当、指标体系完整的监测网络，全面反映河流水质状况与变化过程。

规范性：监测活动的全过程，包括布点采样、样品保存与运输、分析测试、数据记录与处理、质量保证等，均应严格执行国家、行业及地方相关标准与技术规范。

代表性：监测点位、监测时间与频次的选择应能真实、客观地反映监测区域水体的时空变化特征和污染状况，避免以偏概全。

准确性：应采用标准化的监测方法、经过检定/校准的仪器设备，实施严格的质量控制措施，确保监测数据的准确、可靠与可比。

实用性：监测工作应紧密服务于污染防治与管理决策需求，数据成果应清晰、易懂，能够有效支撑污染溯源、风险评估、效果评估及政策制定。

安全性：监测活动全过程应遵守安全生产与职业健康相关规定，保障监测人员、设备及公众的安全，特别是在有毒有害污染物监测及应急监测场景下。

5监测体系构建

5.1监测目标确定

开展监测前，必须清晰界定监测的根本目的与服务对象，这是整个监测体系设计的出发点。

常规监视性监测：以掌握河流水质长期变化趋势、评价水质达标状况为目标，服务于环境质量报告、考核评估等例行管理需求。重点监测GB3838中规定的基本项目。

污染源追踪与溯源监测：以识别污染来源、厘清污染贡献率为目标，服务于排污监管、环境执法与污染源治理。需结合水文条件，在污染源上下游、支流汇入口、重点工业园区下游等关键节点布设监测断面，并增加特征污染物监测。

应急监测：针对突发水污染事故，以快速判定污染范围、程度、扩散趋势及主要污染物为目标，服务于应急处置决策。要求响应迅速、手段灵活、重点突出。

水生态健康评估监测：以评价河流生态系统结构与功能完整性为目标，服务于生态修复与保护。除常规理化指标外，需系统开展水生生物（如着生藻类、大型底栖无脊椎动物、鱼类）监测及生境调查。

治理工程效果评估监测：以评估污水处理设施、人工湿地、生态修复工程等治理措施的实施效果为目标，服务于工程优化与管理。需在工程实施前后及实施过程中进行对比监测。

5.2 监测网络设计

监测网络设计是确保监测数据空间代表性的核心。

（1）监测断面布设原则：

覆盖全流域：根据河流流域面积、水系结构、土地利用、污染源分布等特点，分层级布设监测断面，形成覆盖干流、主要支流、重要湖泊水库及入河排污口的监测网络。

控制污染单元：在行政区界、重要饮用水水源地、自然保护区、重点保护水体功能区、大型排污口下游及支流汇入口等处必须设置监测断面。

考虑水文特征：断面应布设在河道顺直、水流平稳、河床规则、便于采样和测量的河段，避开死水区、急流湍滩和行船航道。

兼顾可达性与安全性：在满足技术要求的条件下，优先选择交通便利、便于建设自动站或开展手工采样的位置，并确保人员作业安全。

（2）监测频次与时间确定：

根据监测目标、水文周期（丰、平、枯水期）、污染排放规律及人力物力条件综合确定。

常规监视性监测：一般每月至少1次，重点断面或重点时段可增加频次。

溯源与过程监测：应根据污染过程特点加密监测，如按日、小时甚至更高频率。

生态监测：应考虑生物的生活史周期，通常在春秋季节生物活跃期进行。

自动监测：可实现分钟级至小时级的连续监测，是掌握水质动态变化的有效手段。

5.3 监测指标体系

构建层次清晰、重点突出的监测指标体系。

（1）**常规理化指标：**包括水温、pH值、溶解氧、电导率、浊度、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD₅）、氨氮、总磷、总氮、氟化物、挥发酚、石油类、重金属（如砷、汞、铅、镉、铬）等。这些指标是评价水质类别与污染程度的基础。

（2）**特征污染指标：**针对流域内特定工业污染源（如造纸、印染、化工、制药、矿山等）排放的有毒有害物质进行监测，如持久性有机污染物（POPs）、内分泌干扰物、抗生素、全氟化合物等。需通过污染源调查确定具体监测项目。

（3）生物与生态指标：

生物指标：叶绿素a（表征藻类生物量）、浮游植物、浮游动物、着生藻类、大型底栖无脊椎动物、鱼类等生物的种类、数量、生物量、多样性指数及完整性指数。

生境指标：河道形态、底质组成、流速流量、河岸带植被覆盖率、人为干扰程度等。

（4）**水文与水动力指标：**水位、流速、流量、水深等，是分析污染物迁移转化规律的重要参数。

5.4 技术路线与方法选择

根据监测目标、指标特性、现场条件及成本效益，选择适宜的技术路线与监测方法。

“天地一体化”监测网络：融合地面自动/手工监测、无人机/无人船监测、卫星/航空遥感监测，形成立体、多维的监测能力。遥感技术适用于大范围、快速的水色、浊度、热污染等监测；无人机/无人船适用于复杂地形、危险区域或突发事件的应急监测；地面监测是获取精确、多参数数据的基础。

实验室分析与现场快速分析相结合：对精度要求高、前处理复杂的指标（如痕量有机物、重金属形态）以实验室分析为主；对需要快速获取结果的指标（如pH、DO、氨氮、部分重金属）可采用经过验证的现场快速检测设备或便携式分析仪器。

在线自动监测与手工采样监测相结合：自动监测用于获取高频次连续数据，捕捉瞬时变化和异常事件；手工采样监测用于补充自动站未覆盖的指标和断面，并作为自动监测数据的比对与校验依据。

理化监测与生物生态监测相结合：理化指标反映瞬时污染负荷，生物生态指标综合反映长期累积效应与生态系统响应，二者互为补充，全面评估河流健康状况。

6 监测技术选择与实施

6.1 采样技术

采样点的垂向与横向布设：根据河流宽度与深度，按照HJ494要求布设采样垂线和采样点。浅水河流可在水面下0.5米处采样；较深河流需分层采样；宽度大于100米的河流，应在左、中、右设置垂线。

采样设备与容器：根据监测项目选择适宜的采样器（如有机玻璃采水器、泵吸式采样器）和样品容器（如玻璃瓶、聚乙烯瓶）。容器必须提前清洗，部分指标需使用特定材质容器或添加固定剂。

样品保存与运输：严格按各监测项目标准方法规定的保存条件（如冷藏、避光、添加酸或碱）和保存时限执行。运输过程中应防止破损、污染和变质，并做好采样记录与样品标识。

6.2 自动监测技术

站址选择：除遵循5.2节原则外，还需考虑稳定的电力供应、通信网络、建设用地和防洪安全。采水口应设在水流平稳、有代表性的位置，并采取防淤、防藻、防冻措施。

仪器选型与配置：根据监测指标选择经过适用性检测、运行稳定、维护便捷的分析仪器。常规五参数（水温、pH、DO、电导率、浊度）及高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮等是常见监测项目。仪器量程和精度应满足水质评价要求。

系统运行维护：建立日常巡检、定期校准、试剂更换、设备清洗、故障排查等标准化运维流程。数据有效性审核应实时进行，对异常数据及时判断并处理。

6.3 生物监测技术

采样生境选择：选择能代表监测河段典型生境的点位，如砾石底质、水生植物丰富区等。避开强烈人为干扰区域。

采样方法与工具：根据不同生物类群采用标准方法。大型底栖动物常用索伯网（Surber）、D形网或踢网采样；着生藻类常用人工基质法或刮取自然基质法；鱼类调查可采用电捕、网捕或声学探测。

样品处理与鉴定：生物样品需现场固定、保存，返回实验室后进行分拣、计数、鉴定（一般鉴定到属或种）和生物量测定。鉴定需由专业分类人员完成，并建立规范的标本库与数据库。

6.4 遥感监测技术

数据源选择：根据监测目标的空间分辨率、时间分辨率及光谱分辨率需求，选择适宜的卫星或航空遥感数据，如Landsat、Sentinel-2、MODIS、高分系列卫星等。

反演模型建立与验证：基于研究区域的水体光学特性，建立或选择适用的水质参数遥感反演模型（如经验模型、半分析模型）。模型必须利用地面同步或准同步实测数据进行严格的精度验证与校正。

产品生成与应用：生成水质参数空间分布图、时序变化曲线等产品。遥感监测结果可作为大范围筛查、趋势分析和地面监测的补充，但在精度要求高的定量应用中需谨慎。

7 数据处理与分析

7.1 数据预处理

数据清洗：检查监测数据的完整性、合理性，剔除明显过失误差（如仪器故障、采样失误导致的异常值）。对于自动监测数据，需根据仪器状态标识剔除无效数据。

数据规范化：统一数据单位、格式与编码，确保不同来源、不同时期数据的一致性。建立标准化的数据库结构。

缺失数据处理：对于因故缺失的数据，根据具体情况采用插值法（如时间序列插值、空间插值）、均值替代法或标记为缺失，并在报告中说明。

7.2 统计分析

描述性统计：计算各监测指标的平均值、中位数、标准差、最大值、最小值、超标率等，直观反映水质基本状况。

趋势分析：采用季节性Kendall检验、Mann-Kendall趋势检验、时间序列分解等方法，分析水质指标的长期变化趋势及季节性规律。

相关性分析：运用Pearson或Spearman相关分析，探究不同水质指标之间的关联性，以及水质指标与水文、气象、污染源等驱动因子之间的关系。

空间分析：利用地理信息系统（GIS）技术，进行水质参数的空间插值、制图，分析污染物的空间分布格局、扩散路径及高污染区域。

7.3 水质评价

单因子评价法：对照GB3838等标准，采用最差项目判定水质类别，方法简单明确，是管理常用的评价方法。

综合指数评价法：如内梅罗指数、综合污染指数、水质标识指数等，通过综合多个指标信息，给出一个整体性的评价结果，便于比较和排序。

生物完整性指数评价：基于大型底栖动物、鱼类或着生藻类等生物群落数据，计算生物完整性指数（如B-IBI），评价河流生态健康状态。

7.4溯源分析与模型模拟

多元统计溯源：运用主成分分析（PCA）、因子分析（FA）、正定矩阵因子分解（PMF）等多元统计方法，识别潜在污染源类型及其贡献率。

同位素溯源：利用氮、氧、碳、硫等稳定同位素或放射性同位素比值，示踪硝酸盐、有机物等污染物的特定来源（如农业化肥、生活污水、畜禽养殖）。

水质模型应用：运用一维、二维或三维水质模型（如QUAL2K、MIKE、EFDC），结合水文、污染源数据，模拟污染物迁移转化过程，预测不同情景下的水质变化，评估污染负荷削减方案的预期效果。

8质量控制与质量保证

8.1全过程质量控制

采样过程质量控制：采样人员需经培训合格。采样设备与容器符合规范。采集现场空白、运输空白、现场平行样等质量控制样品。详细记录采样条件与环境信息。

实验室分析质量控制：

使用有证标准物质或配置标准溶液进行校准。

每批样品分析需带实验室空白、平行样、加标回收样或质控样。

定期参加能力验证或实验室间比对。

仪器设备按规定周期进行检定/校准与期间核查。

自动监测质量控制：定期进行零点/量程校准、实际水样比对。建立数据审核规则，自动识别异常值。运维记录完整可查。

8.2质量保证体系

监测机构应建立并运行符合HJ630要求的环境监测质量管理体系，覆盖人员、设备、方法、样品、数据、档案等全部要素。体系文件应齐全，并定期进行内部审核与管理评审，持续改进。

8.3数据审核与验收

建立分级数据审核制度。监测人员对原始数据自查，科室或项目负责人复审，质量管理部门抽审。审核内容包括数据的完整性、规范性、逻辑合理性及与质量控制结果的符合性。验收合格的数据方可入库或上报。

8.4质量报告

重要的监测项目或周期结束后，应编制《水质监测质量保证报告》，总结质量控制活动开展情况、发现的问题、纠正措施及数据质量总体评价。