ICS 13.060
Z 10

团　　体　　标　　准

T/ACEF □□□－20□□

山区性河流水质在线监测技术指南

Guildlines for on-line water quality monitoring of rivers in mountainous area

（征求意见稿）

20□□-□□-□□发布　　20□□-□□-□□实施

中 华 环 保 联 合 会 发 布

目　次

前　言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 2
4 监测断面选址 3
5 监测点设置 3
6 监测系统选型 4
7 监测平台建设 5
8 系统模块安装 6
9 运行和维护 8
10 数据处理 9
附录 A（规范性附录）山区性河流水质在线监测系统监测指标选择与仪器性能 10

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。

本文件由中华环保联合会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件参编单位：

本文件主要起草人：…、…、…。

山区性河流水质在线监测技术指南

1　范围

本文件提出了山区性河流水质在线监测系统选址建设、设备安装、运行维护等方面的技术指南。

本文件适用于山区性河流水质在线监测系统的建设运行。

2　规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB 3838　地表水环境质量标准

GB 50057　建筑物防雷设计规范

HJ 91.2　地表水环境质量监测技术规范

SL 537　水工建筑物与堰槽测流规范

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

山区性河流 rivers in mountainous area

指分布于山地、丘陵、崎岖高原的河流，地形高差大于 50m。

3.2

水质在线监测系统 on-line water quality monitoring system

指对水体水质指标进行连续自动监测的系统。

3.3

采水分析监测系统　flow-through monitoring system

指通过采配水单元抽取水样，经预处理后送入检测分析设备，检测各水质指标的监测系

统。

3.4

原位监测系统 in-situ monitoring system

指通过放入水体的电化学或光学传感器直接监测水体水质指标的监测系统。

3.5

光谱遥感监测系统 spectral remote-sensing monitoring system

通过不与水体接触的光学传感器获取水体光谱信息，利用光谱信息与水质指标的关系定量计算水体水质指标含量的监测系统。

3.6

常规五参数 conventional five parameters

pH、水温、溶解氧、浊度和电导率。

[来源：HJ 915，3.5]

3.7

监测断面 monitoring cross-section

为测量或采集水质样品，设置在江河或渠道上垂直于水流方向上的整个剖面。

[来源：HJ 91.2，3.8]

3.8

中泓线 midstream of channel

河道各横断面表面最大流速点的连线。

[来源：HJ 91.2，3.19]

3.9

监测平台 monitoring platform

承载水质在线监测系统主要检测设备的载体。

4 监测断面选址

4.1 山区性河流水质在线监测系统建设根据监测目标，在行政区界、水源地、重要水利工程

影响区、水生生物保护区、水华易发区、地球化学异常区域等设置监测断面。

4.2 监测断面的选址要满足数据代表性、设施安全性和运维便利性。

4.3 选址前对区域地质、水文、水质状况进行充分调查，了解河道岸坡地质条件、水文变化规律、水质特征分布等情况。

4.4 监测断面选址原则可参考 HJ 91.2，同时满足如下条件：

a）岸坡地质条件稳定，无塌方、滑坡风险；

b）场地开阔无遮挡，满足太阳能供电系统采光要求和通讯信号收发要求；

c）河道较为顺直、河床稳定；

d）水流平稳、集中，无汊流、漫滩；

e）距离上游支流汇入口、排污口、大坝泄流口距离不小于 1km；

f）最大水深不小于 1m，河道最大摆幅小于 30m。

g）对于河道条件不能满足要求的断面，可建设水工堰槽收束水流，具体建设方案见 SL 537。

5 监测点设置

5.1 断面监测点设置依据断面水质均匀性调查结果。调查的内容如下：

a）按照 HJ 91.2 第 4.1.3 节的采样点设置进行逐点检测或取样分析；

b）每年至少进行 2 次调查，天然河流需覆盖洪水期和枯水期，河道型水库需覆盖高水运行期和低水运行期；每次调查宜连续 5 天；

c）对于水面宽度小于 50m、水深不超过 5m 的断面，且无明显岸边污染带时，可不进行断面均匀性调查。

5.2 断面水质均匀与否的判断标准可参考表 1，当监测点水质测量值与断面平均值的偏差超过最大允许偏差时，认为断面水质不均匀。

表 1 监测点与断面平均测量值的最大允许偏差

断面平均值	监测点测量值与断面平均值的相对偏差
大于 IV 类标准限值	≤40%
在 II~IV 类标准限值之间	≤60%
在方法测定下限~II 类标准限值	≤80%

未检出	不做要求

注：标准限值指 GB 3838 中规定的标准限值。

5.3 当断面水质均匀时，按以下内容设置监测点：

a）在不影响航道运行和保证设施安全的前提下，监测点尽量靠近河道中泓线；

b）监测点设在水面下 0.5-1 m 范围内，且避免底质泥沙对水质的影响。

5.4 当断面水质具有明显空间差异时，宜根据监测目标选取其中最具代表性的一个监测点开展监测。若无法选出具有代表性的监测点，考虑更换断面或在多个监测点同时开展在线监测。

5.5 对于水位变幅较大的山区性河流，根据不同水位条件下断面水质分布情况合理调整监测点，使其始终位于最具代表性位置。

6 监测系统选型

6.1 水质在线监测系统可分为采水分析监测系统、原位监测系统、光谱遥感监测系统。

6.2 根据监测目标和数据质量要求选取适合的水质在线监测系统或系统组合：

a）**水质考核断面。**常规五参数宜采用原位监测系统。氨氮、高锰酸盐指数、总磷、总氮、重金属、有机物等水质指标，一般采用采水分析监测系统。

b）**预警监测断面。**常规五参数、叶绿素一般采用原位监测系统，其他水质指标可采用原位监测系统或光谱遥感监测系统。

c）**水华监控断面。**对单点或整个河段的水色、悬浮物、透明度、叶绿素、总磷、总氮等水华指标进行高频监测和大面积扫测时一般选用光谱遥感监测系统。

6.3 山区性河流水质在线监测指标的选择符合附录 A.1。

7 监测平台建设

7.1 平台类型

7.1.1 固定站房：建设在岸边固定位置的建筑物，内部安装水质在线监测系统的检测分析、数据传输、供电、通讯等主要监测设备，并通过管线与取水口或原位监测探头连接。

7.1.2 浮动平台：可在水面自由移动的浮动式水质监测平台，由浮体、平台、锚泊装置等组成。

7.1.3 立杆平台：安装于岸边或水工建筑物上的竖直杆件，可挂载水质遥感监测探头和其他监测设备机箱，由混凝土基座、主体杆件、上部框架平台等组成。

7.2 平台选择

7.2.1 监测平台与监测系统类型相适应，且要满足大变幅、大水深、多流态、多泥沙条件下能稳定运行。

7.2.2 满足以下条件的断面宜采用固定站房安装：

a）水位变幅小于 30m，常年最高和最低水位水边线的水平距离小于 100m；

b）供水、供电、交通、通讯等外部保障条件较好；

c）岸坡地质结构稳定。

7.2.3 满足以下条件之一的断面宜采用浮动平台安装：

a）常年最高和最低水位水边线的水平距离超过 100m；

b）水位变幅超过 30m；

c）岸坡地质结构不稳定的河道型水库消落带。

7.2.4 满足以下条件的断面宜采用立杆平台安装：

a）采用光谱遥感监测系统；

b）具有陡岸、悬崖等地形，或有桥梁、闸坝等垂直入河建筑，保证最高最低水位时监测探头均可接收到水面光谱信号。

7.2.5 寒区结冰水体不宜采用浮标平台安装。

7.2.6 在水文测验断面，宜利用水文测井等水文测验设施作为监测平台。

7.3 平台建设

7.3.1 站房式水质监测平台建设按照以下内容：

a）山区性河流水质在线监测系统宜采用小型站房，即控制、数据采集传输、预处理等设备全部集成于控制柜中，不配备人员生活作业的空间和设施；

b）选择地质条件相对稳定的基岩、护堤处建设，避开落石和滑坡区；

c）站房宜采用箱式结构，有条件地区可建设框架式建筑；

d）站房地面标高在 50 年一遇水位 1m 以上；

e）站房建筑防雷设计符合 GB 50057 有关规定，仪器系统独立接地且接地电阻不高于 4 Ω。

7.3.2 浮动式水质监测平台建设按照以下内容：

a）浮动平台设置在代表性监测点水面；水下传感器或取水口固定于平台底部，随平台上下浮动；供电、数据采集传输、检测分析等单元安装于平台上密闭防水结构内；

b）浮体可采用浮筒、浮标、浮船等形式，浮力满足设备运行、人员操作要求；

c）浮动平台各组件紧固安装，并在不低于 8 级风、不低于 3.5m/s 流速下正常工作；

d）浮动平台配备防撞、防搁浅、防缠绕设施；

e）根据地形、水深、流向等现场条件选择合适的锚泊方式；对于水位变幅较大、底质条件较差的山区性河流或水库，可设置高中低水锚桩，也可建设滑轨系泊装置使浮体随水位自由升降；

f）缆绳或锚链长度宜介于监测点水深的 1.2~1.5 倍之间，以确保平台姿态稳定、位置相对固定为准。

7.3.3 立杆式水质监测平台建设按照以下内容：

a）立杆位置选择临近水面的陡岸、栈桥、堤坝顶部；

b）立杆平台的混凝土基座和钢结构设计满足监测设备载荷需要，必要时设置牵拉索；

c）承载设备机箱和供电系统的框架平台高程高于当地防洪标准 1m 以上；

d）立杆平台周边设置防护围栏，并安装警示牌；

e）安装光谱遥感监测探头的悬臂在 8 级风下保持稳定，悬臂长度保证最低水位时探头可接收到水面光谱信号。

8 系统模块安装

8.1 采水单元

8.1.1 采水单元为采水监测系统的组成部分，由采水泵、采水管路、采水浮体组成。

8.1.2 当水位变幅小于 8m 宜使用自吸泵或离心泵；水位变幅较大的河道型水库库区可使用潜水泵；采用双泵双管路采水，且可实时切换。

8.1.3 采水管路采取可拆洗式，安装于沿岸敷设的混凝土或砖砌管槽内，管槽每隔固定距离预留检修孔；寒冷地区管路进行防冻保温处理。

8.1.4 采水管路具备自动反冲洗功能，配备在线除藻类和除泥沙装置。

8.1.5 采水口连接在采水浮筒上，保证在固定深度取样；对于冬季结冰断面，或分层取水断面，采水口可固定式安装；采水口加装防淤积格栅。

8.1.6 具有陡峭河岸或可利用桥梁、大坝、水文测井等垂直入水建筑的断面，宜沿崖壁、桥墩、坝体、井身等垂直铺设采水管路，减少建设成本。

8.2 预处理单元

8.2.1 采水分析系统在水样进入检测分析单元前，对水样进行预处理，消除干扰检测仪器的因素：

a）常规五参数一般采用原位监测，只能采水监测时按照最短采水距离原则直接检测不经处理的原水；

b）检测高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、有机物的水样经过自清洁沉降池沉降后，上清液经不锈钢滤网（孔径 63μm）粗过滤后，供给至相应在线检测仪器；

c）检测可溶性金属或离子的水样经沉降、粗过滤后，通过滤膜（孔径 0.45μm）进一步处理后检测。

8.2.2 原位监测系统一般不设置预处理单元。当监测点受浪涌、泡旋、水流携带物影响较大时，可设置静水保护装置。

8.2.3 光谱遥感监测系统一般不设置预处理单元，但受杂光影响较大的断面，可根据实际需求安装遮光罩等措施。

8.3 检测分析单元

8.3.1 在线检测仪器性能指标符合附录 A.2。

8.3.2 在线检测仪器具备自动调节零点、自动校准和自动清洁功能。

8.4 数据采集传输单元

8.4.1 数据采集传输单元具备水质在线监测系统的远程监视和控制功能。

8.4.2 数据采集与传输单元具备防雷击、抗电磁干扰功能。

8.4.3 有条件的站点优先采用电缆、光缆等有线传输模式，同时配备无线通信模块；不具备有线通信条件的站点至少配备 2 种以上无线传输模块，包括卫星通信和移动通信等，移动通信宜采用至少两家通讯运营商网络。

8.4.4 数据采集传输单元还需满足 HJ 915 B.9 相关功能。

8.5 供电单元

8.5.1 采水分析系统一般采用市电供电，并安装电源过压、过载和漏电保护装置。

8.5.2 原位监测系统和光谱遥感监测系统一般采用太阳能供电，有条件的地区可采用风力发电系统辅助供电。供电系统功率、电池容量确保在最不利日照条件下系统正常工作 30 天以上。

8.5.3 配备大功率不间断电源作为储能系统,电池容量保证监测系统在断电情况下正常工作 2 小时以上。

9 运行和维护

9.1 山区性河流水质在线监测系统按照 HJ 915 开展例行维护、保养检修、故障检修、停机检修和数据平台日常管理。

9.2 山区性河流水质在线监测系统运维频率按下表执行：

表 2 山区性河流水质在线监测系统运维频率

运维内容	维护频次
远程工况监视、数据有效性检查	每日 1 次；汛期每日 2~4 次
系统清洗、试剂耗材更换、仪器校准	每周 1 次
系统检查、实际样品手工比对	每月 1 次
全面保养检修	每年汛期前后各 1 次

9.3 针对水位变幅大的断面，根据水位涨落趋势提前调整原位监测探头和取水口位置；冬季河流结冰或流凌时期，根据现场情况及时调整取水口位置。

9.4 汛期前后，根据水质变化特点及时切换在线监测仪器量程。

9.5 高洪期加大巡检维护频次，及时清理监测设施周边漂浮物，及时对探头和管路附着的泥沙进行清洁；河道型水库断面在水华易发时段增加探头清洁和管路除藻频率。

9.6 枯季长时间断流时，进行停机保养，避免对设备造成损害。

9.7 山区宜安装监控设施实时监控现场环境和设施状况。

10 数据处理

10.1 数据采集频率

采水分析监测系统数据采集频率一般为 4h 一次，原位监测系统和光谱遥感监测系统数据采集频率为 1h 一次或更高。

10.2 数据质量控制

数据质量保证符合 HJ 915 和 HJ 91.2 的规定。

10.3 数据有效性判定

10.3.1 数据缺失、超过仪器最大量程或线性范围，作为无效数据处理。

10.3.2 若数据大幅波动，根据环境、设备、维护因素综合分析原因，判断数据有效性。

10.3.3 当数据出现负值时，结合空白检测结果判断。

10.4 数据修正

10.4.1 缺失数据不允许进行估计插补。

10.4.2 系统清洁、校准、试剂耗材更换、故障处理等运维操作前后，记录仪器测量标准样品或同一实际水样的结果，若前后结果的差异超过仪器示值误差范围（附录 A.2）时，则两次运维操作之间期间的数据可能存在偏离。

10.4.3 对于因系统累积性污染、仪器信号漂移等引起的数据趋势性偏离，可在充分判明原因的前提下进行数据修正。

a）除特殊情况外，一般认为监测数据的偏离在两次运维操作之间随时间均匀线性增长;

b）若两次运维操作之间水质指标变动幅度较小，可按偏离的绝对值进行修正；

c）若两次运维操作之间水质指标变动幅度较大（如从 II 类水质浓度变化至 IV 类水质浓度），可按偏离的百分比修正。

10.4.4 对于无法判明原因的数据偏离，经专家评估后慎重处理。

附录 A
（规范性）
山区性河流水质在线监测系统监测指标选择与仪器性能

A.1 监测指标选择

山区性河流水质在线监测指标宜包括水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮；河道型水库在 9 项外增加叶绿素 a。

受天然本底、采矿影响的河段，可增加阴离子、金属特征指标。

受生活或工业排污影响的河段，可根据污染特征增加化学需氧量、阴离子表面活性剂、重金属、挥发酚、挥发性有机物、油类等指标。

易发生水华的区域，可增加硝酸盐氮、磷酸盐、生物毒性、藻类荧光分类等指标。

有条件的断面宜配备水文在线监测设备，同步监测水位、流速等。

A.2 仪器性能指标

山区性河流水质在线监测系统监测仪器性能指标符合或者优于下表中指标。

表中零点漂移指采用零点校正液对试样连续测试，仪器的指示值在一定时间内变化的大小相对于量程的百分率。量程漂移指采用量程校正液对试样连续测试，分析仪的指示值在一定时间内变化的大小相对于量程的百分率。示值误差指仪器测量标准物质时，测定值与标准值的相对误差。重复性指连续测定不少于 6 次标准溶液，多次测量值的相对标准偏差。

表 A.1 山区河流在线监测仪器性能指标（采水分析监测系统）

仪器类型	性能指标	指标限值	参考规范
水质自动采样器	采样量误差	±10%	HJ/T 372
	温度控制误差	±2℃	
化学需氧量水质自动分析仪	零点漂移	±5%	HJ/T 100
	量程漂移	±5%	
	重复性误差	±5%	
	示值误差	±5%	
氨氮水质自动分析仪	低浓度漂移	±0.02mg/L.	HJ 101
	高浓度漂移	±1%	
	重复性误差	±2%	
	示值误差	±5%	
总磷水质自动分析仪	零点漂移	±5%	HJ/T 103
	量程漂移	±10%	
	重复性误差	±10%	
	示值误差	±5%	

仪器类型	性能指标	指标限值	参考规范
总氮水质自动分析仪	零点漂移	±5%	HJ/T 102
	量程漂移	±10%	
	重复性误差	±10%	
	示值误差	±5%	
六价铬分析仪	零点漂移	±5%	HJ 609
	量程漂移	±10%	
	示值误差	±10%	
	定量下限	≤0.010mg/L	
总铬分析仪	零点漂移	±5%	HJ 798
	量程漂移	±5%	
	示值误差	±5%	
	检出限	≤0.01mg/L	
汞分析仪	零点漂移	±2%	HJ 926
	量程漂移	±10%	
	示值误差	±10%	
	定量下限	≤0.00005mg/L	
镉分析仪	零点漂移	±5%	HJ 763
	量程漂移	±10%	
	示值误差	±10%	
	定量下限	≤0.001mg/L	
铅分析仪	零点漂移	±5%	HJ 762
	量程漂移	±10%	
	示值误差	±10%	
	定量下限	≤0.005mg/L	
砷分析仪	零点漂移	±5%	HJ 764
	量程漂移	±10%	
	示值误差	±5%	
	定量下限	≤0.01mg/L	
锑分析仪	零点漂移	±5%F.S.	
	量程漂移	±10%F.S.	
	示值误差	±5%	
	重复性误差	±5%	
总铁分析仪	低浓度漂移	±3%	
	高浓度漂移	±3%	
	重复性误差	±5%	
	示值误差	±5%	
总锰分析仪	低浓度漂移	±5%	
	高浓度漂移	±5%	
	重复性误差	±5%	
	示值误差	±5%	

仪器类型	性能指标	指标限值	参考规范
总镍分析仪	零点漂移	±3%	
	量程漂移	±5%	
	重复性误差	±5%	
	示值误差	±5%	
阴离子表面活性剂分析仪	零点漂移	±5%	
	量程漂移	±5%	
	重复性误差	±5%	
	示值误差	±5%	
挥发酚分析仪	零点漂移	±5%	
	量程漂移	±5%	
	重复性误差	±5%	
	示值误差	±5%	
磷酸盐分析仪	零点漂移	±1%	
	量程漂移	±10%	
	重复性误差	±10%	
	示值误差	±10%	
硝酸盐分析仪	零点漂移	±1%	
	量程漂移	±10%	
	重复性误差	±10%	
	示值误差	±10%	
亚硝酸盐分析仪	零点漂移	±1%	
	量程漂移	±10%	
	重复性误差	±10%	
	示值误差	±10%	
其他未标明指标技术要求参照仪器出厂技术指标要求。			

表 A.2 山区河流在线监测仪器性能指标（原位监测系统）

仪器类型	性能指标	指标限值	参考规范
pH 水质自动分析仪	零点漂移	±0.1 pH	HJ/T 96
	重复性误差	±0.1 pH	
	示值误差	±0.1 pH	
电导率水质自动分析仪	零点漂移	±1%	HJ/T 97
	量程漂移	±1%	
	重复性误差	±1%	
	示值误差	±1%	
浊度水质自动分析仪	零点漂移	±3%	HJ/T 98
	量程漂移	±5%	
	重复性误差	±5%	
	示值误差	±5%	

仪器类型	性能指标	指标限值	参考规范
溶解氧水质自动分析仪	零点漂移	±0.3 mg/L	HJ/T 99
	重复性误差	±0.3 mg/L	
	量程漂移	±0.3 mg/L	
	示值误差	±0.3 mg/L	
叶绿素 a 分析仪	示值误差	±5%	
	重复性误差	±5%	
藻分类分析仪	蓝藻、绿藻、硅/甲藻和隐藻分类偏差（混藻）	±30%	
	总叶绿素 a 测量偏差	±10%	
	总叶绿素 a 线性相关性	$R^2 \geq 0.998$	
氨氮（电极法）	示值误差	±10%	JJG-631
	重复性误差	±3%	
氟化物（电极法）	示值误差	±5%	
	重复性误差	±3%	
其他未标明指标技术要求参照仪器出厂技术指标要求。			

表 A.3 山区河流在线监测仪器性能指标（光谱遥感监测系统）

监测指标	RMSE（不确定度）
叶绿素(μg/L)	<15%
有色可溶性有机物(mg/L)	<20%
总氮(mg/L)	<15%
浊度(NTU)	<20%
藻蓝蛋白(μg/L)	<20%
高锰酸盐指数(mg/L)	<15%
总磷(mg/L)	<15%
氨氮(mg/L)	<15%

参 考 文 献

[1] SL 270-2001 多泥沙河流水环境样品采集及预处理技术规程

[2] T/CAQI 62-2019 河（湖）长制水质在线监测系统技术导则

[3] Techniques and Methods 1-D3 Guidelines and Standard Procedures for Continuous Water-Quality Monitors: Station Operation, Record Computation, and Data Reporting