

ICS 13.060.01
Z 10

团 体 标 准

T/CAQI 170—2021

T/CWEC 22—2021

水质监测无人船巡查作业技术导则

Technical guidelines for water quality monitoring of
unmanned surface vehicle inspection operation

2021-01-05 发布

2021-04-01 实施

中国质量检验协会
中国水利企业协会 发布

关于联合发布《无人船船载水质监测系统》 等 2 项团体标准的公告

2021 年第 1 号

中国质量检验协会与中国水利企业协会批准发布《无人船船载水质监测系统》《水质监测无人船巡查作业技术导则》2 项团体标准，自 2021 年 4 月 1 日起实施，现予公告。

附件

标准名称及标准编号

序号	标准代号编号	标准名称	标准性质	发布日期	实施日期
1	T/CAQI 169—2021 T/CWEC 21—2021	无人船船载水质监测系统	推荐性标准	2021 年 1 月 5 日	2021 年 4 月 1 日
2	T/CAQI 170—2021 T/CWEC 22—2021	水质监测无人船巡查作业技术导则	推荐性标准	2021 年 1 月 5 日	2021 年 4 月 1 日

中国质量检验协会
2021 年 1 月 5 日

中国水利企业协会
2021 年 1 月 5 日

目 次

前言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 巡查系统	1
4.1 系统组成	1
4.2 功能要求	2
5 作业要求	2
5.1 人员要求	2
5.2 安全要求	2
5.3 环境要求	3
5.4 维护保养要求	3
6 巡查前准备	3
6.1 人员准备	3
6.2 作业准备	3
7 巡查模式、内容及监测参数	4
7.1 巡查模式	4
7.2 巡查内容及监测参数	4
8 资料的整理和移交	5
8.1 数据资料	5
8.2 记录更新	5
8.3 数据核对	5
8.4 巡查系统记录	5
8.5 数据保存时限	5
9 异常情况处理	5
9.1 设备故障处理	5
9.2 特殊工况处置	5
附录 A（资料性） 水质监测无人船巡查作业流程	6
附录 B（资料性） 巡查作业所需工器具	7
附录 C（资料性） 无人船巡查系统使用记录单	8

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—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这些专利的责任。

本文件由中国质量检验协会、中国水利企业协会提出并归口。

本文件起草单位：中国水利水电科学研究院、大连海事大学无人驾驶船舶技术与系统协同创新研究院、广州南方卫星导航仪器有限公司、江苏科技大学海洋装备研究院、深圳市百纳生态研究院有限公司、青岛中质脱盐质量检测有限公司、中国船级社、珠江水利委员会珠江水利科学研究院、自然资源部第一海洋研究所、生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局生态环境监测与科学研究中心、中国环境科学研究院、南京大学、辽宁省丹东水文局、贵阳市水务管理局、山东省科学院海洋仪器仪表研究所、中国科学院西安光学精密机械研究所、河南水利投资集团有限公司、中国科学院长春光学精密机械与物理研究所、长光禹辰信息技术与装备（青岛）有限公司、南京金信时空智能科技有限公司、华北水利水电大学、北京自然山水环境科技有限公司、北京恒华伟业科技股份有限公司、江苏虹湾威鹏信息技术有限公司、威海天帆智能科技有限公司、中国科学院水生生物研究所、武汉楚航测控科技有限公司、宁波欣智信息科技有限公司、西安水泽动力科技有限公司、贵州省水利水电勘测设计研究院有限公司、宁波市奉化区水务有限公司、北京中质国研环境科技研究有限公司。

本文件起草人：彭文启、陈学凯、吴文强、董飞、刘晓波、曹峰、王国峰、金久才、许汉平、刘庆彬、李春斌、房涛、孙维、于淳、董延军、江显群、陈武奋、王建国、罗阳、苑萍、陈艳卿、张鹏飞、纪君平、卢道华、张玉昌、张徐祥、耿金菊、张弘、蒋帅、孔祥峰、曹焯、马然、于涛、赵刚、吴倨伟、陈守开、张俊、王洪翠、王庆利、张豪、张楠、张军强、李海、辛久元、金双根、刘建栋、万铁庄、罗新伟、张延伟、黄海滨、段明、虞功亮、李志远、周绪申、刘厚斌、胡志均、汪行波、聂正斌、李昊轩、伍承驹、代彬、陈章森、周华强、林煜超。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国质量检验协会标准部、中国水利企业协会技术标准部。

本文件为首次发布。

水质监测无人船巡查作业技术导则

1 范围

本文件规定了水质监测无人船巡查系统的组成、功能要求、作业要求、巡查前准备、巡查模式及内容、资料的整理及移交、异常情况处置等内容。

本文件适用于采用小型水质监测无人船对地表水进行的巡查作业。

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 8978 污水综合排放标准

GB/T 9359 水文仪器基本环境试验条件及方法

SL 219 水环境监测规范

HJ 915—2017 地表水自动监测技术规范（试行）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无人船 **unmanned surface vehicle (USV)**

远程遥控或自主航行的无人驾驶船的简称。无人船通常由船体、电力驱动装置、船载设备等组成。

3.2

水质监测无人船 **water quality monitoring of USV**

搭载水质监测设备用于对地表水水质进行在线监测的无人船。

3.3

水质监测无人船巡查系统 **inspection system of water quality monitoring of USV**

以无人船为监测平台，搭载不同水质监测设备，能够对目标水体进行连续水质监测、取样、污染追踪的巡查系统。

3.4

污染物溯源 **traceability of pollutants**

按照污染物浓度分布自动对污染源进行溯源追踪。

3.5

自动巡查 **automatic inspection**

无人船按照巡查系统预先设定的路径自动完成水质监测任务，无需手动操控的巡查模式。

4 巡查系统

4.1 系统组成

4.1.1 无人船子系统

无人船子系统由无人船船体、控制单元、通信单元和岸基监控单元组成。

4.1.2 水质监测子系统

水质监测子系统由水质监测单元、数据采集单元和传输单元组成。

4.1.3 采样子系统

采样子系统由采水单元和采样控制单元组成。

4.1.4 地面保障子系统

地面保障子系统包括供电设备、收放设备、备用电池、充电器、专用工具等。

4.1.5 图像监测子系统

图像监测子系统由网络高清摄像头及其他外设单位组成。

4.1.6 安全报警子系统

安全报警子系统由报警单元、控制单元、射频发射单元等组成。

4.2 功能要求

4.2.1 水质监测无人船巡查系统一般采用船长 5m 及 5m 以下船体平台。无人船具有防碰撞、防侧翻的安全设计，适用于河流、湖泊、水库等水体。水质监测无人船巡查系统对目标水体进行水质常规巡查、溯源巡查和应急巡查。

4.2.2 系统应具有遥控、自动控制模式，具备北斗/GPS/INS 功能，应具有自动巡查、自动避障、连续水质监测、水样采集和污染溯源追踪功能。

4.2.3 系统应具有低电量情况下返航功能。一般设置为当电量低于 15% 时进行电量报警，并要求返航。该电量阈值可根据实际情况进行调整。

4.2.4 系统外部接口应具有扩展性，可扩展搭载水文、气象等传感单元。

4.2.5 系统应具备船体、电源、通信三级防雷设计。

5 作业要求

5.1 人员要求

5.1.1 作业人员应具有水质监测相关工作经验，掌握有关专业知识。

5.1.2 作业人员应通过使用部门的专业培训及考核，熟悉水质监测无人船巡查作业方法和技术手段，并通过有关技术部门的技能考核。

5.2 安全要求

5.2.1 作业人员应熟悉巡查路线，提前收集地形、气象、水文等资料。

5.2.2 作业现场应具备无人船航行条件，见 5.3。

5.2.3 作业所用水质监测无人船巡查系统应通过试验检测，试验条件及方法应按照 GB/T 9359 相关规定执行。

5.2.4 作业前，作业人员应制定应急预案。

5.2.5 作业前，作业人员应对所有的救生衣进行检查，确认其安全有效。

5.2.6 作业时，作业现场要备有不少于 3 套水上救生用品（救生衣和救生圈），作业人员应穿戴救生衣并保持联络畅通。

5.2.7 作业时，作业人员应在保障自身安全的前提下，布放和回收水质监测无人船，同时避免在搬运过程中磕碰水质监测无人船及相关设备。

5.2.8 禁止单人独自作业。

5.2.9 视距外航行时，作业人员须密切监视无人船的航行速度、电量、航行姿态等数据，一旦出现异常，应及时发送指令进行干预。

5.2.10 突发紧急情况需停止作业时，应立即采取措施，控制无人船返航、就近靠岸或其他安全措施。

5.2.11 舱内如出现漏水现象时，安全报警子系统应发出警报，并及时返航。

5.2.12 无人船靠岸时，距离岸边一定距离时应切换手动操控模式，确保安全靠岸。

5.2.13 无人船巡查作业流程应按附录 A 执行。

5.3 环境要求

5.3.1 作业前应查询作业区块的水文信息，包括水深、流速等。

5.3.2 作业前应查询作业区块的气象信息，包括温度、湿度、风向、风速等。

5.3.3 强电磁干扰环境、雷雨、闪电天气禁止作业。

5.4 维护保养要求

5.4.1 作业人员应如实记录无人船状态和作业情况。

5.4.2 应对水质监测无人船巡查系统进行例行检查和必要的维护。

5.4.3 水质监测无人船应妥善保管，确保电池性能良好。

5.4.4 定期对无人船进行维护保养，确保设备状态正常。

5.4.5 定期对水质监测设备进行检定或校准。

5.4.6 无人船如长期不使用，应定期启动，检查设备状态。如有异常，应及时维护。

6 巡查前准备

6.1 人员准备

6.1.1 应根据巡查任务和无人船的大小合理配置作业人员。

6.1.2 作业前应对全体作业人员进行安全、技术交底，交代工作内容、方法、流程及安全要求，并确认每一名作业人员都了解清楚。

6.1.3 作业人员严禁酒后及身体不适状态下作业。

6.2 作业准备

6.2.1 巡查作业前，作业人员应明确水质监测无人船巡查作业流程，进行现场勘察，确定作业内容和无人船投放、回收位置，了解巡查路线情况、巡查范围、水体宽度、水体流速、水体深度、水下地形、障碍物分布、是否有水草等，并根据巡查内容合理制定巡查计划。

6.2.2 作业前应制定详细的作业计划，必要时应向水行政主管部门进行申报、申请或登记。

6.2.3 作业人员应提前了解作业现场作业当天的气象、水文情况。

6.2.4 应在作业前准备好工具及备品备件等，完成水质监测无人船巡查系统的检查工作，确保各部件工作正常，见附录 B。

6.2.5 现场作业前，应核实巡查线路是否正确，并再次确认现场环境、气象条件等是否适合作业。

6.2.6 无人船投放前，作业人员应逐项开展设备检查、系统自检、航线核查，对直接影响航行安全的动力系统、电气系统、航行路线设置等重点检查。

6.2.7 自动航行模式下，无人船应在视距范围内按照预先设置的巡查路线航行 2~5min，以观察水质监测无人船巡查系统的工作状态。

7 巡查模式、内容及监测参数

7.1 巡查模式

7.1.1 日常巡查

周期性对地表水水质、水面漂浮物等日常巡检内容进行监测巡查，巡查时间间隔根据巡查需求设定，一般为一个月。

7.1.2 溯源巡查

通过对地表水敏感地带、重点位置及疑似污染源区域进行精细巡查，实现对目标水体污染场的扫描。

7.1.3 应急巡查

在水污染、洪涝、滑坡等突发事件时，对受灾区域内的水体进行污染巡查和其他专项任务。

7.2 巡查内容及监测参数

7.2.1 巡查内容

根据 SL 219，巡查内容见表 1。

表 1 水质监测无人船巡查系统巡查内容

巡查模式	巡查内容
日常巡查	水质参数、水样采集、水面漂浮物
溯源巡查	水质参数、水样采集、污染源追踪
应急巡查	水质参数、水样采集、水体污染场快速扫描或污染源溯源、污染源扩散范围、污染物浓度监测
注 巡查使用的水质监测设备、水样采集器等，须定期进行检定、校准。	

7.2.2 巡查监测参数

根据 GB 3838 和 GB 8978，监测参数选择应按照表 2 执行。

表 2 水质监测无人船巡查监测基础参数和选测参数

水体	基础参数	选测参数
河流	水温、pH 值、电导率、浊度、溶解氧、氧化还原电位、化学需氧量、氨氮	总磷、总氮、挥发酚、挥发性有机物、油类、重金属、总有机碳、生化需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、色度、透明度、总悬浮物、藻类密度、石油类、流量、流速、流向、水位等
湖、库	水温、pH 值、电导率、浊度、溶解氧、氧化还原电位、化学需氧量、氨氮、叶绿素 a、蓝藻密度	总磷、总氮、挥发酚、挥发性有机物、油类、重金属、总有机碳、生化需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、色度、透明度、总悬浮物、石油类、流量、流速、流向、水位等

参数测定方法宜与国家标准，水利、环保行业监测方法标准一致；如果仅用于环境监测预警，方法可自行确定，应能反映被监控污染物的变化趋势。

常见配置参数测定方法按照 HJ 915—2017 中表 A.2。

8 资料的整理和移交

8.1 数据资料

水质监测巡查作业完成后，应保存以下数据资料：

- a) 水质监测无人船巡查记录单；
- b) 水质监测原始数据，原始数据应包括位置信息、时间信息、监测参数；
- c) 水质采样原始数据，原始数据应包括采样位置、采样深度、采样时间、采样容量；
- d) 设计/实际航线示意图。

8.2 记录更新

当监测环境条件发生明显变化、每隔 3 个月或监测任务开始前，巡查人员应将限航区域、河道利用密集区、无线电干扰区、不利气象水文区域等基础资料信息进行更新。

8.3 数据核对

巡查作业完成后，巡查数据应至少经 1 名人员对提交数据进行核对，核对内容包括水文水质监测指标、图形影像等。

8.4 巡查系统记录

巡查作业完成后，作业人员应填写水质监测无人船巡查系统使用记录单，交由工作负责人签字确认后方可移交至管理单位，见附录 C。

8.5 数据保存时限

巡查数据应妥善处理并永久保存。

9 异常情况处理

9.1 设备故障处理

9.1.1 巡查作业时，若无人船通信长时间中断，且在预计时间内仍未返航，应根据无人船失去联系前最后的地理坐标和船载追踪器发送的报告等信息及时寻找。

9.1.2 巡查作业时，设备出现故障无法恢复，且影响巡查任务作业时，应立即终止作业，操控无人船返航。

9.1.3 巡查作业时，若无人船出现失去动力等机械故障，应采取相关辅助方法（如人工驾船去捕捉）控制无人船就近在安全区域靠岸。

9.1.4 巡查作业时，若无人船发生失控或被冲走事故，应立即上报并立即安排下游采取拦截措施。

9.2 特殊工况处置

9.2.1 巡查作业时，若作业区域天气、水文环境突变，应及时控制无人船返航或就近靠岸，以确保无人船安全。

9.2.2 巡查作业时，若作业区域出现其他船只、人员、障碍物等，应及时评估巡查作业的安全性，在确保安全后方可继续执行巡查任务，否则应采取避让措施。

9.2.3 巡查作业时，若作业人员出现身体不适等情况，应及时控制无人船采取如定点、返航、靠岸等安全措施并使用替补作业人员；若无替补作业人员，则终止本次作业。

附录 A

(资料性)

水质监测无人船巡查作业流程

水质监测无人船巡查作业流程见图 A.1。

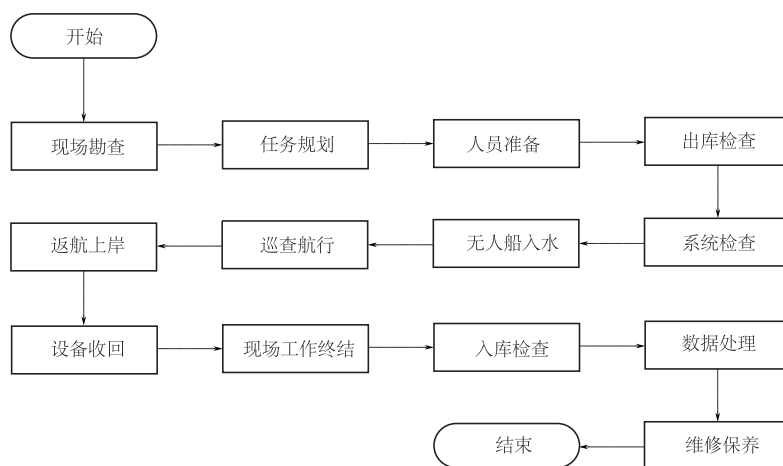


图 A.1 水质监测无人船巡查作业流程

附录 B
(资料性)
巡查作业所需工器具

巡查作业所需工器具见表 B.1。

表 B.1 巡查作业所需工器具

序号	名称	单位	数量
1	船载电池（备用）	块	1
2	电池充电器	套	1
3	流速流向仪	台	1
4	笔记本电脑	台	1
5	救生衣	套	按需配置
6	对讲系统	套	1
7	工具箱	套	1
8	充气船及配套工具	套	1

附录 C

(资料性)

无人船巡查系统使用记录单

无人船巡查系统使用记录单见表 C.1。

表 C.1 无人船巡查系统使用记录单

编号：		巡检时间： 年 月 日					
巡检路线 ^a							
任务类型							
使用船型		天气		流速		气温	
工作负责人		艘次		每艘次作业时间			
作业人员							
系统状态 ^b							
航线信息 ^c							
任务信息 ^d							
记录人：		工作负责人：(签名确认)					
<p>a 此栏填写线路巡视、缺陷核实、消缺复查、故障点查找等。</p> <p>b 此栏记录无人船设备检查中发现的异常情况，航行中航行平台、任务系统等异常状况及航后检查情况。</p> <p>c 此栏记录航行中航线的变更信息，包括入水点、出水点、航线周边环境等的变化。</p> <p>d 此栏记录何种任务设备，距离目标物在什么位置记录了什么信息等。</p>							



155170.699

T/CAQI 170—2021
T/CWEC 22—2021

团体标准
水质监测无人船巡查作业技术导则
T/CAQI 170—2021
T/CWEC 22—2021

*

中国水利水电出版社出版发行
(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)
网址: www.waterpub.com.cn
E-mail: sales@waterpub.com.cn
电话: (010) 68367658 (营销中心)
北京科水图书销售中心(零售)
电话: (010) 88383994、63202643、68545874
全国各地新华书店和相关出版物销售网点经售
清淤永业(天津)印刷有限公司印刷

*

210mm×297mm 16开本 1印张 31千字
2021年6月第1版 2021年6月第1次印刷

*

书号 155170·699

定价 18.00 元

凡购买我社规程,如有缺页、倒页、脱页的,
本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

微信号: Waterpub-Pro



唯一官方微信服务平台

销售分类: 水利水电