

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB 32/T XXXX—2026

水域无人机智能巡检技术规范

Technical specifications for intelligent inspection of waters by unmanned aerial
vehicles

（征求意见稿）

2026 – XX – XX 发布

2026 – XX – XX 实施

江苏省市场监督管理局 发 布

目 次

1 范围 2

2 规范性引用文件 2

3 术语和定义 2

4 基本规定 3

5 工作流程 4

6 机库部署 6

 6.1 部署准备 6

 6.2 无人机系统性能 6

7 航线规划 7

8 数据采集 8

 8.1 采集原则 8

 8.2 视频采集标准 8

 8.3 图像采集标准 8

 8.4 数据管理与安全 9

9 无人机智能检测 9

 9.1 目标与行为识别 9

 9.2 变化检测 10

 9.3 人工复核 10

10 巡检报告 11

 10.1 报告内容 11

 10.2 报告输出与归档 11

附录 A 13

附录 B 14

 B.1 无人机河湖变化图斑影像对比图 14

 B.2 图式及要求 14

附录 C 15

参考文献 16

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构的起草规则》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。

本文件由江苏省水利厅提出，并由江苏省水利厅归口并组织实施。

本文件起草单位：江苏省水利科学研究院，河海大学。

本文件主要起草人：王冬梅、王文辉、刘凡、张立师、石一凡、万骏、张文道、王轶虹、梁文广、唐通生、胡迪、杨印、朱洁、高明、尹晓童、支鸣强、许静波、张闻裕、夏卫中、吴勇锋、刘文壮、龙飞、何琴、朱天雅

水域无人机智能巡检技术规范

1 范围

本文件规定了水域无人机智能巡检的基本规定、工作流程、机库部署、航线规划、数据采集、无人机智能检测、巡检报告等技术要求。

本文件适用于江苏省河道、湖泊等水域管理范围内的无人机智能巡检工作。

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。

SL/T 852-2025 河湖管理范围划定技术规范

GB/T 38930-2020 民用轻小型无人机系统抗风性要求及试验方法

CH/T 9008.3 基础地理信息数字成果 1：500、1：1000、1：2000 数字正射影像图

SL 249 中国河流代码

SL 259 中国水库名称代码

SL 261 中国湖泊名称代码

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件

3.1

河湖管理范围 river and lake management scope

为维护河湖行蓄洪空间和防洪安全，统筹兼顾供水、生态等功能，满足河湖管理需要，依法依规划定的河流、湖泊区域。（来源 SL/T 852-2025）

3.2

智能巡检 intelligent inspection

通过无人机智能检测算法和无人机、自动机库、智能控制系统，对河湖范围内目标、事件和变化

情况进行数据采集、分析判读、复核确认和成果输出的过程。

3.3

智能检测 intelligent detection

基于人工智能算法，对无人机采集的视频、图像、数字正射影像图或其他遥感数据进行目标识别、异常发现、变化提取和结果标注的技术活动。

3.4

航点 waypoint

用于确定航空器飞行航线而规定的地理位置。

3.5

航线 route

航空器从地球表面一点飞至另一点的预定飞行路线。

3.6

置信度 confidence level

在无人机智能检测过程中，人工智能算法对所识别出的目标或提取的变化图斑属于某一特定类别的确信程度。

下列缩略语适用于本文件。

DOM：数字正射影像图（Digital Orthophoto Map）

RID：远程识别（Remote ID）

RTK：实时动态测量（Real-Time Kinematic）

4 基本规定

4.1 巡检对象

巡检对象应包括河道、湖泊、水库等管理范围内的新增地物变化、工程活动、涉水设施状态、水

生态水环境、涉水机械设备、船舶、漂浮物、人为活动以及堤防位移、裂缝、坍塌等其他需要监管的目标和行为。

4.2 巡检类型

机库巡检按任务周期可分为临时起降巡检、定期自动巡检，按任务性质可分为应急巡检和专项巡检。

4.3 机库部署

机库部署应根据任务类型、区域范围、时效要求和成果精度要求，对部署方式进行选择，分为固定部署和流动部署。

4.4 数据采集

数据采集应满足后续无人机智能检测、人工复核、成果归档和质量检查要求，采集过程应记录任务编号、采集时间、空间位置、设备信息、航线信息，同时满足正射影像成图要求。

4.5 智能检测

无人机智能检测分为两类任务：目标与行为识别和变化检测。目标与行为识别应用于动态目标、异常行为和实时预警；变化检测应用于多时相地物变化、设施状态变化和范围变化分析。无人机智能检测结果应包括目标或图斑的位置、类别、面积大小、发现时间、数据来源等信息，便于后期巡检对比分析。

4.6 人工复核

高风险、低置信度、多相关方、疑似违法违规或影响防洪安全的结果，应开展人工复核，人工复核采用无人机正射影像图比对、历史资料比对、远程视频核查、现场核查等方式，现场核查记录内容应与变化图斑现场调查表（资料性附录 C）内容保持一致。

5 工作流程

水域无人机智能巡检工作按照机库部署、任务确定、航线规划、数据采集、无人机智能检测、巡检报告等环节进行开展，具体如图 1 所示：

- a) 开展无人机自动机库部署，按起降方式或任务周期和性质进行对应部署。
- b) 结合河湖实际监管需求明确巡检任务，确定任务类型为场景目标识别或场景变化检测；
- c) 根据具体的巡检任务完成无人机航线规划，执行飞行任务并按照规定开展视频、可见光图像及

数字正射影像图等进行数据采集；

d) 基于采集的数据开展无人机智能检测，依据任务类型分别进入目标识别处理流程或变化检测处理流程，自动分析并提取涉水目标及河湖变化图斑信息；

e) 采用无人机影像判读、历史资料比对、远程视频核查或外业现场核查等结合的方式，对高风险、疑似违法违规或低置信度的无人机智能检测结果进行人工复核；

f) 完善并确认最终巡检结果，编制水域无人机智能巡检报告，并进行各类数据文件的成果输出与归档。

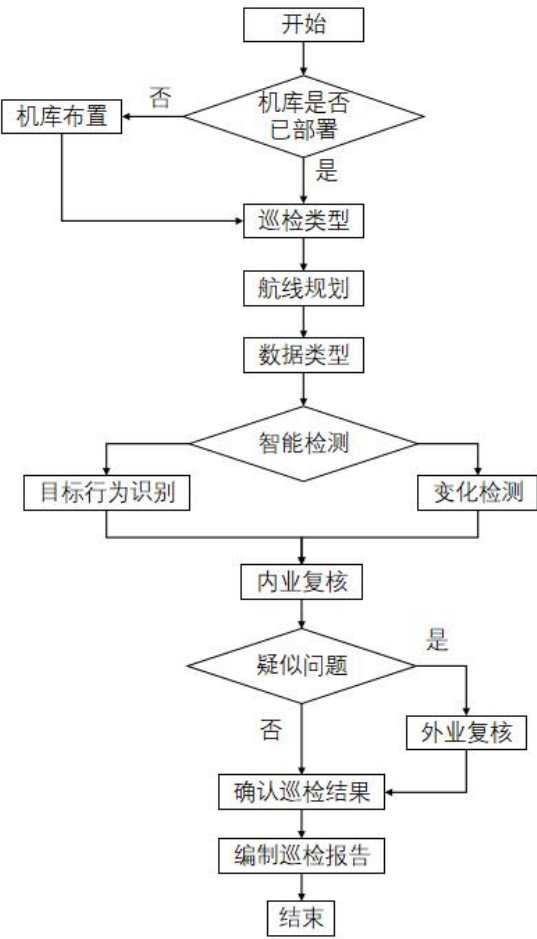


图 1 水域无人机智能巡检工作流程图

飞行工作应遵守以下内容：

组织无人驾驶航空器飞行活动的单位或个人，应当遵守《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》（国令第 761 号）、《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》（CCAR-92）以及 GB 42590—2023、GB 46750—2025、GB 46761—2025 等法律法规、规章及强制性国家标准，履行无人机登记、激活、飞行活动中

请和审批流程。

6 机库部署

6.1 部署准备

部署规划阶段应遵循以下原则：

- a) 机库部署规划应遵循“统筹规划、按需布设、覆盖全面、经济高效”的原则，优先选择开发利用程度高、人工监管难度大、成本高的流域性河湖进行部署。
- b) 机库部署规划宜沿监管河湖岸线部署，提高机库监管覆盖。相邻机库部署根据有效作业半径、任务频次、部署环境，可适当提高覆盖重叠率。
- c) 机库部署规划宜选择适飞空域内，若部署于管制空域，应提前向相关部门申请无人机空域或航线。

部署选址阶段应遵循以下原则：

- a) 机库应安装在风沙小、视野开阔的区域，避开低洼积水、地质灾害易发区，宜结合水利建筑物工程区域布置，方便后续管理与运维。
- b) 机库不应安装在频闪灯、不受控人造光源照射位置(如地面有大量反光物品、地面照明灯)，避免干扰飞行器视觉系统，影响其起降和飞行稳定性。
- c) 机库部署地点应具备稳定的供电和网络接入条件。供电为交流 100V~240V，网络上下行带宽均不低于 20Mbps。

6.2 无人机系统

6.2.1 机库能力

机库应具备以下能力：

- a) 配备风速、雨量、温度、防雷等必要传感器，具备作业风险预判、恶劣天气自动规避等功能。
- b) 机库具备无人机电池充电或换电功能，并配备不间断电源。
- c) 配备自动空调，保证舱内温度满足无人机正常存储、充电要求。
- d) 支持以太网和 4G 及以上网络的接入，具备实时传输无人机作业数据、机库状态信息、远程监控、指令下发、数据回传等功能。

6.2.2 无人机性能

无人机应具备以下性能：

- a) 具备 RTK 定位功能，定位精度 ± 0.1 米。
- b) 续航时间不低于 40 分钟，作业半径不低于 5 千米。
- c) 可搭载广角相机、长焦相机、热成像相机等载荷，可安装落水漂浮装置。
- d) 抗风性宜符合 GB/T 38930-2020 的 II 级要求，可在 ≤ 5 级风的气象条件下安全飞行，在环境超阈值情况下，具备自动触发返航或取消巡检任务的功能。
- e) 机身防护等级不低于 IP54，适应户外雨天、水面水汽等潮湿环境。
- f) 无人机识别应符合 GB 46750-2025 相关要求，具备远程识别功能（RID）、飞行动态数据报送功能、广播式自动相关监视功能（ADS-B）。

6.2.3 飞控系统功能

飞控系统应具备以下功能：

- a) 支持无人机和机库绑定、解绑等操作，实时查看设备在线状态。
- b) 支持航线规划功能，为无人机规划巡检任务航线。
- c) 支持查看机库及无人机实时信息，包括气象数据、视频监控、机库状态数据等。
- d) 支持远程调试机库，支持远程监控时控制无人机录制视频并存储到云端。
- e) 支持查看历史记录，在历史记录中能够查看飞行记录。

7 航线规划

7.1 航线设计

无人机航线设计需重点规避禁飞限飞区域，如机场净空区、军事管理区、政府机关、易燃易爆场所及人群密集区域；同时避开高层建筑、塔吊、高压电线、通信塔、风力发电机等各类障碍物。

7.2 航点航线

航点航线主要用于日常巡查任务，由一个个航点组成的航线。规划流程主要分四步，依次是设置航点坐标、航点高度，调整无人机拍摄方向，选择镜头变焦倍数，设置拍照和录像等动作。

7.3 面状航线

面状航线主要用于需要周期性对比的检测对象，由选定区域自动生成航线。规划流程主要分四步，依次是绘制检测区域，设置航线高度、飞行速度，设置等间距拍摄、航线重叠率，镜头对地角度控制在 -90° 正射视角。采集数据如需生成数字正射影像图（DOM），需满足旁向重叠率 $\geq 55\%$ 、航向重叠率 $\geq 75\%$ 。

7.4 航线验证

航线规划完成后，应结合模拟飞行和实地勘察等方式，对航线进行安全性、稳定性验证。航线经验证无误后，方可开展巡检任务。

8 数据采集

8.1 一般要求

8.1.1 数据采集应根据巡检任务统一组织，采集成果应满足目标与行为识别、变化检测、人工复核和巡检报告编制需要，同时满足正射影像成图要求。

8.1.2 数据采集前应核查无人机、载荷、存储介质、坐标系统、通信链路和任务参数。

8.1.3 数据采集过程应记录任务编号、操作人员、采集时间、飞行高度、飞行速度、航线名称、设备型号、载荷类型和气象条件等。

8.1.4 同一巡检区域开展多时相变化检测时，应保持航线、航高、拍摄角度、重叠率、坐标系统和数据处理基准的一致性。

8.2 视频采集

8.2.1 视频采集应用于船舶、施工机械、漂浮物、排污、采砂、垂钓、水上运动项目等动态目标或行为识别。

8.2.2 视频封装格式应采用 MP4 或 MOV。

8.2.3 视频分辨率不应低于 1920×1080，重点目标识别和远距离小目标识别应采用 3840×2160 及以上分辨率。

8.2.4 视频帧率不应低于 25 fps，采集画面应保持连续、稳定，目标区域不应出现明显遮挡、拖影或过曝。

8.2.5 视频采集应覆盖巡检重点区域、异常点位和目标活动区域，并保存与视频对应的时间、位置和航线信息。

8.3 图像采集

8.3.1 图像采集应用于建筑物、构筑物等静态对象的识别和变化图斑检测，具体参考 SL/T 750.4—2026 中的地物类型。

8.3.2 可见光图像格式应采用 JPEG、TIFF 或 RAW，单张可见光图像有效像素不应低于 1200 万。

8.3.3 用于变化检测的数字正射影像图空间分辨率应优于 0.1 m，坐标系统、投影参数和成果表达应符合 CH/T 9008.3 的相关要求。

8.3.4 图像采集成果应保证目标区域完整、影像清晰、曝光适当、畸变可控，并满足后续空间配准和图斑提取要求。

8.4 数据管理与安全

8.4.1 原始数据、处理数据和成果数据应分类存储，建立任务、时间、空间位置和数据类型之间的索引关系。

8.4.2 数据传输应采取加密、校验或专用链路等安全措施，保证数据在传输过程中的完整性和保密性。

8.4.3 数据应定期备份，对涉及敏感区域、违法违规线索或重要工程设施的数据应实施分级访问控制，备份周期应不超过一个月。

8.4.4 数据库建设应实现原始数据、处理数据和成果数据的弹性存储与多维复合索引；应配置全自动备份与跨地域容灾策略，并通过身份访问控制，保障敏感区域、重要设施数据的存储与访问安全。

9 智能检测

9.1 目标与行为识别

9.1.1 目标与行为识别针对涉水工程机械、船舶、漂浮物、水生植物、排污、岸线变化、倾倒垃圾、采砂、垂钓和水上运动项目等目标或行为进行自动判别。

9.1.2 目标与行为识别处理流程应包括视频或图像抽帧、目标检测、类别判定、置信度计算、位置关联、结果筛选和预警输出。

9.1.3 识别模型应具备多尺度目标检测能力，能够适应水面反光、波纹、阴影、雨雾、浑浊水体和复杂岸线背景干扰。

9.1.4 识别模型应采用准确率、召回率等指标进行评价。

识别模型应采用准确率（识别率）、召回率等指标进行评价。

各指标计算方式如下：

a) 准确率（ P ）：算法检测出的目标中，真实为该类目标的数量占比，按公式（1）计算：

$$P = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \dots\dots(1)$$

式中：

- TP —— 正确识别的目标数量；
- FP —— 错误识别的目标数量。

b) 召回率（ R ）：实际存在的该类目标中，被算法正确识别出的数量占比，按公式（2）计算：

$$R = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \dots\dots(2)$$

式中：

- *TP* —— 正确识别的目标数量；
- *FN* —— 未能识别出的目标数量。

同时按风险分级设置识别精度：采砂、排污、围圩等高风险目标提高准确率、召回率阈值，普通漂浮物、垂钓维持原有指标。高风险行为直接威胁防洪安全，识别精度要求应高于一般水面问题。

- 9.1.5 视频流识别处理帧率不应低于 15 fps；应急巡检、实时预警等任务应满足任务规定的时效要求。
- 9.1.6 识别结果应包括目标类别、空间位置、采集时间、置信度、截图或视频片段、数据来源和处理状态。

9.2 变化检测

- 9.2.1 变化检测针对新增建筑设施（道路、桥梁、码头、圈圩、堆场等）、光伏设施及风电设施对象、水利工程设施、游乐设施和其他新增地物变化开展检测。
- 9.2.2 变化检测处理流程应包括多时相数据整理、空间配准、变化区域提取、变化类型判定、图斑边界优化、属性赋值和成果输出。
- 9.2.3 变化检测应保证不同时相数据具有可比性。空间配准误差应不大于最低精度要求，重点区域变化图斑边界应与影像特征相协调。
- 9.2.4 变化检测结果采用无人机河湖变化图斑属性表（资料性附录 A）、变化图斑影像对比图（资料性附录 B）、变化图斑现场调查表（资料性附录 C）的形式进行记录。
- 9.2.5 变化检测结果应包括图斑编号、变化类型、变化前后影像、中心点坐标、变化面积、置信度、检测时间和数据来源。
- 9.2.7 根据任务需要，变化检测结果应包含正射影像变化分布图、变化对比图、变化热力图或统计报表等。

9.3 人工复核

- 9.3.1 内业复核
 - a) 复核对象与范围： 高风险目标、疑似违法违规问题、影响防洪安全的问题、低置信度结果、算法判定异常结果以及重点区域变化图斑。
 - b) 复核要求与要点：（1）内容确认： 确认无人机智能检测结果的真实性、类别、位置、范围、状态

及风险程度。

c) 复核策略： 高风险或疑似违法违规结果逐一复核；一般变化图斑抽样复核；低置信度、争议较大或连续出现误检漏检的结果重点复核。

d) 数据关联与修正： 复核记录应与原始数据、智能检测结果和巡检报告建立对应关系。结论不一致时记录原因并修正属性，对内业无法确认或需现场确认的，转入外业复核。

9.3.2 外业复核

a) 复核对象与范围： 内业复核中无法确认的疑点问题，以及需现场取证的高风险或违法违规问题。

b) 复核要求与要点：

c) 过程记录： 实地核查时，应完整记录复核时间、复核人员、复核方式、现场情况、复核结论、整改建议及佐证材料。

d) 照片采集： 根据对象特征采集全景照片（反映目标与河湖、岸线、堤防或周边参照物的关系）、近景照片（清晰反映目标状态和变化特征）及必要的细部照片。

10 巡检成果

10.1 成果内容

10.1.1 巡检成果应包括巡检报告、图斑属性表、影像对比图、复核记录、照片或视频证据、统计表和必要的空间数据文件。

10.1.2 巡检报告包括以下内容：

（a）巡检基本信息：任务名称、任务编号、巡检区域、巡检时间、设备型号、自动机库或起降点信息、航线信息。

（b）数据采集情况：采集数据类型、数据量、影像数量、视频时长、覆盖范围、空间分辨率、坐标系等情况。

（c）无人机智能检测结果：识别目标数量、变化图斑数量、目标或图斑类别、空间位置、置信度和处理状态。

（d）人工复核情况：复核范围、复核方式、复核数量、复核结论、修正情况和佐证材料等。

10.2 成果输出与归档

10.2.1 巡检报告应支持文档、表格、图片、视频片段和空间数据等多种成果形式输出。

10.2.2 高风险目标或重点变化图斑应形成专题清单，清单内容应包括目标位置、问题类型、风险等级、

复核状态和成果链接。

10.2.3 周期性巡检可按周、月、季或年形成汇总报告，反映问题类型、空间分布、时间变化和处置状态。

10.2.4 巡检成果归档应包括原始数据、处理成果、复核材料、报告文件、元数据和质量检查记录。

附录 A 无人机河湖变化图斑属性表

(资料性附录)

表 A.1 给出了无人机河湖变化图斑属性表结构。

表A.1 无人机河湖变化图斑属性表结构

序号	字段名称	字段代码	字段类型	字段长度	小数位数	备注
1	任务编号	RWBH	Char	10		
2	河湖编码	HHKBM	Char	20		河道、湖泊编码按照 SL 249、SL 261、SL 259 执行
3	图斑编号	TBBH	Char	10		
4	行政区划	XZQH	VarChar	10		
5	河湖名称和类型	HHMCLX	Char	10		
6	中心点 X 坐标	XZB	Double	15	5	
7	中心点 Y 坐标	YZB	Double	15	5	
8	前期影像编号	QQYX	Char	10		
9	本次影像编号	BCYX	Char	10		
10	变化前地物	QDW	VarChar	10		
11	变化后地物	HDW	VarChar	10		
12	图斑面积	TBMJ	Double	10		单位：m ²
13	风险等级	FXDJ	Char	8		
14	处置建议	CZJY	VarChar	50		
15	备注	BZ	VarChar	100		

附录 B

（资料性附录）

无人机河湖变化图斑影像对比图

B.1 无人机河湖变化图斑影像对比图

变化图斑影像对比图应同时显示水系名称、变化区域、监测范围线，且标注不能覆盖变化区域、监测范围线，标注应采用醒目对比色系：



B.1 变化图斑影像对比图

B.2 图式及要求

- a) 出图大小：Width 21，Height 25， dpi 300；
- b) 变化区域：Purple，Width 5，变化框内不填充颜色；
- c) 区县界：Anemone Violet，Width 5，线型为 Solid；
- d) 区县名称注记：宋体，20 号，加粗，Anemone Violet，halo，size 1；
- e) 河湖名称注记：宋体，26 号，加粗，Cretan Blue，halo，size 1；
- f) 两期影像时间（标注年月）：右上角，边框 1.0 point、Black，背景色 Arctic White，margins 上下左右均为 2；字体为宋体，30 号，Black。

附录 C

(资料性附录)

无人机河湖变化图斑现场调查表

无人机河湖变化图斑现场调查表见表 C.1，其中图斑类型按照表 C.2 填写。填写要求如下：

- a) 现场调查表中建设单位、所属县（市、区）、建成时间、项目批复情况、现场调查人员及单位、是否为永久建筑、调查时间应根据实际情况填写；
- b) 项目建设规模和主要内容应详细；
- c) 所有内容按要求填在表格中，内容应详细、真实。

表 C.1 无人机河湖变化图斑现场调查表

编号	图斑编号	湖名称	地理坐标	建设单位	所属县（市、区）	图斑类型	建成（开工）时间	建成面积	项目批复情况	项目建设规模及主要内容	是否永久建筑	调查时间	现场调查单位	现场调查人员	复核结论及备注
注： 图斑类型： 1：永久性房屋（如砖混结构、钢混结构） 2：临时性房屋（如彩钢板结构） 3：桥梁、道路 4：光伏设施 5：码头 6：圈圩、围垦、土地复垦 7：堆场/堆放杂物 8：工程机械设备（挖掘机、卡车、推土机等） 9：船舶等 10：违规活动（倾倒垃圾、采砂等） 11：漂浮杂物 12：蓝藻、水葫芦、水生植物 13：水质异常、违规排污口 14：涉水人类行为（如钓鱼、游泳等） 15：基础设施隐患（桥梁、堤坝多期形变或裂缝） 16：泥沙淤积、植被生长等自然变化															

参考文献

- [1] GB/T 14950 摄影测量与遥感术语
 - [2] GB/T 24356 测绘成果质量检查与验收
 - [3] GB/T 38152 无人驾驶航空器系统术语
 - [4] GB 42590—2023 民用无人驾驶航空器系统安全要求
 - [5] CH/T 3005 低空数字航空摄影规范
 - [6] TD/T 1010—2015 土地利用动态遥感监测规程
 - [7] GB/T 50095 水文基本术语和符号标准（参考文献）
 - [8] SL/T 860 水利无人机监测技术规范（参考文献）
 - [9] GB 46750-2025 民用无人驾驶航空器系统运行识别规范
 - [10] GB 46761-2025 民用无人驾驶航空器实名登记和激活要求
 - [11] CCAR-92 《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》
 - [12] 国令第 761 号 《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》
-