

江苏省地方标准《水域无人机智能巡检技术规范》编制说明

一、目的意义

水域岸线资源是河湖库生态系统的重要组成部分，其空间利用状况直接关系到防洪安全、供水安全、生态安全及经济社会可持续发展。随着经济社会快速发展，河湖范围内非法占用水域、违规建设等问题时有发生，传统人工巡查方式存在盲区多、效率低、成本高、时效性差等不足，难以满足水域岸线动态化、精细化监管需求。

近年来，无人机遥感、人工智能、自动机库、边缘计算等技术日趋成熟，以“自动机库+无人机+智能控制系统”一体化运行模式为代表的智能巡检手段，已在河湖水域岸线监测领域得到广泛应用。然而，目前国家和江苏省层面尚缺乏专门针对水域无人机智能巡检的地方标准，导致各单位在巡检目标设定、机库部署、航线规划、数据采集与处理、人工复核及成果输出等方面技术要求不一，数据成果难以互联互通，智能识别与变化检测的精度和可靠性参差不齐。因此，有必要统一规范江苏省水域无人机智能巡检的技术流程、方法要求和成果形式，为各级水行政主管部门提供标准化工作依据。

本标准的制定，对于填补江苏省水域无人机智能巡检地方标准空白、推动水利行业数字化转型、提升河湖库水域岸线空间利用动态监管水平、保障水域水生态安全，具有较好的社会效益和生态效益。

二、任务来源

根据《省市场监管局关于下达 江苏省地方标准项目计划的通知》（苏市监标〔2025〕185号），《水域无人机智能巡检技术规范》被立项为省级地方标准。

三、编制过程

（一）成立标准起草工作组

该标准由江苏省水利科学研究院、河海大学参与起草，起草工作组人员包括：王冬梅、王文辉、刘凡、张立师、石一凡、万骏、张文逍、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。

（二）形成工作组讨论稿

2025年11月项目正式立项后，起草组根据《江苏省地方标准管理办法》和GB/T 1.1—2020《标准化工作导则》的要求，在草案基础上对标准进行修改完善：

2025年12月，起草组在南京组织召开内部编制讨论会，对标准的“机库部署”“航线规划”“数据采集”等核心技术章节进行研讨，明确了自动机库环境条件、无人机系统性能指标、智能识别与变化检测两种运行模式的技术差异。

2026年1月至4月，起草组根据实际业务运行情况，对“数据处理”章节进行细化，补充了智能识别算法要求、变化检测模型更新与迭代机制，对巡检对象分类、巡检频次设置、数据管理与安全要求等进行讨论修改，并根据意见补充完善。

2026 年 5 月 15 日，起草组召开首次专家咨询会，邀请水利、测绘、标准化等领域专家对标准初稿进行咨询论证，会后根据专家意见进一步修改完善，形成征求意见稿。

2026 年 7 月 1 日起草组向水利、测绘、地信等行业专家，各市水利局和省属管理处开展意见征求，根据专家和单位意见修改完善。

2026 年 8 月 13 日，江苏省水利厅组织审查会，对标准进行审查，会后根据专家意见进一步修改完善。

（三）征求意见

本标准通过社会公开征求意见和组织专家咨询会，12 位专家和 4 家单位共提出 171 条主要反馈意见，其中：采纳 144 条，未采纳 21 条，部分采纳 6 条。

（四）审查

2026 年 5 月 15 日，起草组召开首次专家咨询会，8 月 13 日，江苏省水利厅组织审查会，具体意见及修改情况见汇总表。

（五）报批

报批材料有哪些及递交时间。

四、主要内容及技术指标确立

本标准的编制，主要依据 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，参照 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》等国家标准、行业标准的相关技术要求，结合江苏省在太湖等河湖无人机自动巡检试点建设与业务化运行中的实践经验编制而成。

本标准由范围、规范性引用文件、术语和定义、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 10 章及附录 A、附录 B、附录 C 组成。主要技术内容如下：

1. 对“河湖管理范围”“智能巡检”“无人机智能检测”“航点”“航线”“置信度”等术语进行了定义和解释。其中，智能巡检指利用无人机、自动机库、智能控制系统和无人机智能检测算法，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；无人机智能检测指基于人工智能算法，对无人机采集的视频、图像、数字正射影像图或者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。

2. 提出了水域无人机智能巡检的基本规定。明确巡检对象包括河湖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、漂浮物以及堤防位移、裂缝、坍塌等目标和行为；明确机库部署按起降方式分为“自动机库巡检”和“临时起降巡检”，按任务周期和性质分为“定期巡检”“应急巡检”和“专项巡检”；明确无人机智能检测分为智能识别和变化检测两类，智能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。

3. 提出了水域无人机智能巡检的工作流程，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、人工复核、巡检报告等环节开展，形成了闭环管理的技术路线。

4. 提出了机库部署的技术要求。明确了无人机自动机库“统筹规划、按需布设、覆盖全面、经济高效”的布设原则，规定相邻机库部署间距应控制在无人机最大有效作业半径的 1.3~1.6 倍内、相邻机库巡查范围重叠区不低于 20%，并对机库选址的环境条件、空域条件、供电与网络接入条件等作出规定；同时规定了机库、无人机及智能控制系统的性能要求，包括无人机 RTK 定位精度 ± 0.1 米、续航时间不低于 40 分钟、作业半径不低于 5 千米、可见光镜头像素不低于 2000 万、热成像相机分辨率不低于 640×512 、抗风性符合 GB/T 38930 的 II 级要求、机身防护等级不低于 IP54，并应具备远程识别（RID）、飞行动态数据报送和广播式自动相关监视（ADS-B）等功能。

5. 提出了航线规划的技术要求。明确了航点航线和面状航线两种航线类型及其规划流程，航点航线主要用于日常巡查任务，面状航线主要用于需要周期性对比的检测对象；规定采集数据如需生成数字正射影像图（DOM），旁向重叠率应不低于 55%、航向重叠率应不低于 75%；同时明确了禁飞限飞区域规避、障碍物规避、航线安全审核和飞行活动申请等要求。

6. 提出了数据采集的技术标准。明确了视频采集应用于船舶、涉水机械、漂浮物、违规排污、非法采砂等动态目标或异常行为识别，视频分辨率不应低于 1920×1080 、帧率不应低于 25 fps；图像采集应用于建筑物、道路、桥梁、码头、圈圩、堆场、光伏设施等静态对象的识别和变化图斑检测，单张可见光图像有效像素不应低于 1200

万，用于变化检测的数字正射影像图空间分辨率应优于 0.1 米；同时对数据的分类存储、传输加密、定期备份和分级访问控制等数据管理与安全要求作出规定。

7. 提出了无人机智能检测的技术要求。智能识别方面，规定了视频或图像抽帧、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的处理流程，明确重点目标识别准确率一般不应低于 90%、召回率不应低于 85%，视频流处理帧率不应低于 15 fps；变化检测方面，规定了多时相数据整理、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的处理流程，并对多时相数据可比性、水利设施风险线索识别等提出要求。

8. 提出了人工复核的要求。明确高风险目标、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应纳入复核范围，采用无人机正射影像图比对、历史资料比对、远程视频核查、现场核查等交叉验证方式开展复核，并对现场照片拍摄、复核记录和成果修正作出规定。

9. 提出了巡检报告的内容和成果输出与归档要求。明确报告应包括巡检基本信息、数据采集情况、无人机智能检测结果、人工复核情况和成果文件等内容；高风险目标或重点变化图斑应形成专题清单，周期性巡检可按周、月、季或年形成汇总报告；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。

10. 附录部分给出了无人机河湖变化图斑属性表结构（附录 A）、无人机河湖变化图斑影像对比图图式要求（附录 B）和无人机河湖变化图斑现场调查表（附录 C）等资料性规定，统一了变化图斑成果的

记录形式和表达方式。

五、重大分歧意见的处理过程和依据

无

六、与相关法律法规和国家、行业、省级地方标准的关系

目前，国家和行业层面已发布的相关标准主要涉及无人机系统本身的安全与性能、无人机监测通用技术要求、航空摄影与遥感成果等方面。其中，2026 年 1 月水利部发布了新制订的水利行业标准《水利无人机监测技术规范》（SL/T 860—2026，自 2026 年 4 月 4 日起实施），规定了无人机监测的基本要求、工作流程、飞行准备、飞行实施、数据处理、质量控制、成果提交等内容，适用于利用无人机开展数据底板采集以及日常巡检、取证调查、应急监测等水利业务活动；此外还有 GB 42590《民用无人驾驶航空器系统安全要求》、GB/T 38930《民用轻小型无人机系统抗风性要求及试验方法》、CH/T 3005《低空数字航空摄影规范》、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》、GB/T 24356《测绘成果质量检查与验收》、TD/T 1010—2015《土地利用动态遥感监测规程》等标准。

本标准与 SL/T 860—2026 是通用与专用、衔接与细化的关系。SL/T 860—2026 面向水利全行业各类无人机监测业务，侧重于人工组织实施的无人机飞行作业和数据处理的通用技术要求；本标准立足江苏省河湖管理实际，专门针对“自动机库+无人机+智能控制系统”一体化运行的水域智能巡检模式，重点对自动机库组网部署（如相邻机库间距、覆盖重叠率、选址与供电网络条件）、无人机智能检测（智

能识别、变化检测的处理流程和成果形式规范)等 SL/T 860—2026 未作具体规定的内容进行了细化和量化,是对 SL/T 860—2026 在水域智能巡检细分领域的补充、细化和延伸。对于无人机飞行作业、数据质量控制等通用性要求,本标准与 SL/T 860—2026 保持衔接一致;无人机系统安全和抗风性能执行 GB 42590、GB/T 38930 的规定,数字正射影像图成果执行 CH/T 9008.3 的规定,低空航摄执行 CH/T 3005 的规定,河湖管理范围的界定执行 SL/T 852—2025 的规定。

综上,本标准的各项技术指标与现行国家标准、行业标准协调一致,不存在冲突。本标准的制定与实施,是对以 SL/T 860—2026 为代表的现有标准体系在水域无人机智能巡检领域的重要补充和拓展,将对江苏省利用无人机智能巡检手段开展河湖“清四乱”、巡堤查险、水生态水环境监管和水域岸线动态监管等工作提供重要的技术指导。

七、实施推广建议

建议本标准作为推荐性地方标准发布实施。起草组将按照《江苏省地方标准管理办法》规定的程序和要求,认真做好征求意见的收集、处理和标准送审、报批工作,并做好标准发布和实施的各项准备工作,争取早日为全省水域无人机智能巡检工作提供技术指导和技術支撑。

标准发布后,建议由江苏省水利厅组织开展标准的宣贯培训,面向各级水行政主管部门、流域管理机构、河湖管理单位及相关技术单位进行贯标学习和推广培训,指导各单位按照统一的技术要求开展机库部署、巡检作业和成果管理。建议依托太湖、洪泽湖、长江、京

杭运河等已部署无人机自动机库的省管河湖先行示范应用，及时总结实施经验，逐步在全省推广。同时，鉴于无人机、人工智能等技术发展迅速，建议在标准实施过程中持续跟踪技术进步和业务需求变化，广泛收集实施反馈意见，适时对标准进行修订完善。