

《高光谱近感水质监测技术规范》

（征求意见稿）

编制说明

《高光谱近感水质监测技术规范》编制组

2026 年 8 月 28 日

项目名称：高光谱近感水质监测技术规范

承担单位：中国科学院南京地理与湖泊研究所、南京中科深瞳科技研究院有限公司

编制组主要成员：李娜、张运林、施坤、张毅博、骆夏杨、崔驰潇、秦伯强、朱广伟、郭宇龙、郭西亚

目录

1、研究背景与意义	1
1.1 研究背景	1
1.2 标准制定意义	2
1.3 预期效益	2
1.3.1 经济效益	2
1.3.2 社会效益	2
1.3.3 生态效益	3
2、任务来源	3
3、编制过程	3
3.1 前期调研与立项筹备阶段	3
3.2 开题论证与草案起草阶段	3
3.3 草案修改与征求意见稿编制	4
3.4 后续工作安排	4
4、编制原则和技术路线	4
4.1 编制原则	4
4.2 技术路线	5
5、主要内容和制定依据	6
5.1 技术原理	6
5.2 适用范围	6
5.3 反演目标参数	6
5.4 核心技术方法	7
5.5 标准框架结构	7
5.4 关键技术指标确立依据	8
5.4.1 设备性能指标依据	8
5.4.2 数据采集与预处理指标依据	11
5.4.3 反演模型指标依据	12
5.4.4 质量控制指标依据	12
5.4.5 依据来源总结	12

6、重大分歧意见的处理过程和依据	13
7、与相关法律法规和国家标准的关系	13
7.1 符合法律法规与政策要求	13
7.2 与现行国家及行业标准衔接	14
7.2.1 规范性引用与衔接清单	14
7.2.2 与相关标准的协同关系	15
7.3 国内外相关标准现状	15
7.3.1 与国内外相关标准对比分析	16
7.3.2 与国外相关标准对比分析	19
7.4 技术指标先进性与创新性	22
7.5 合规性检查	22
8、实施推广建议	23
9、技术持续改进机制	24
10、起草单位和起草人员信息及分工	25

1、研究背景与意义

1.1 研究背景

水环境参数反演是水资源管理、水污染防治、水生态修复与环境监管决策的基础性、先导性工作。当前，全国正全面推进生态环境监测网络数智化转型。传统人工采样与实验室分析在时空覆盖、响应速度、运维成本等方面存在局限，难以满足蓝藻水华预警、排污口监管、水源地保护等现代治理需求。高光谱近感技术可在距水面 2 m~10 m 范围内实现非接触、分钟级、多参数同步监测，光谱分辨率优于 10 nm，具有高分辨率、不受云层遮挡、部署灵活、运维成本低等优势，已逐步从科研走向业务化应用。

江苏省水系发达，水域面积约占国土面积 16.9%，拥有太湖、洪泽湖等重要湖泊及长江、淮河等主要水系，国省控断面 1049 个，入河排污口 33266 个，均居全国前列。复杂河网与高强度人类活动叠加，使江苏长期面临蓝藻水华频发、富营养化严重、污染来源复杂等问题。近年来，随着“美丽中国”“长江大保护”“太湖治理”“数字生态文明”等战略推进，水环境监测正向全天候、实时化、智能化方向发展。高光谱近感技术通过岸基、浮标、船载等平台，在距水面 2 m~10 m 获取连续窄波段高光谱信息，可反演叶绿素 a、透明度、总悬浮物、浊度、总氮、总磷、CDOM 等多参数，具备“非接触、高频率、多参数、低运维、实时连续”优势，在蓝藻预警、污染溯源、富营养化评价、水源地保障等场景价值突出，为水环境监测数智化转型提供了新方案。

在江苏省，该技术已在太湖、洪泽湖、骆马湖、长江干流江苏段等重点湖库与河道开展规模化试点。截至 2025 年底，已部署设备 40 余台（套），覆盖国省控断面、饮用水源地、入河排污口等关键节点，技术成熟度与业务化能力持续提升，初步形成集“设备—算法—平台—应用”于一体的产业链雏形。然而，国内尚无针对高光谱近感水质反演的系统性技术规范，导致技术路径不一、数据质量参差不齐、设备兼容性差，严重制约规模化推广与产业化发展。主要体现在：一是全国及江苏均无统一规范，设备参数、光谱采集、反演模型等环节各行其是，结果不可比、难溯源、难共享；二是现有标准适配性不足，国际标准基于欧美清洁水体开发，与江苏富营养化湖泊、平原河网特征差异大，国内标准多聚焦卫星遥感或接触式光谱法，未覆盖近水面遥感反演全流程；三是技术成果转化受阻，缺乏统一流程导致设备选型混乱、模型泛化能力弱、结果不可溯源。

综上，制定江苏省地方标准《高光谱近感水质监测技术规范》，是补齐标准短板、规范技术应用、保障数据质量、推动产业升级的迫切需求。

1.2 标准制定意义

（1）破解了江苏水环境监管现实难题

江苏水域广、排污口多、断面密集，传统监测难以应对富营养化与蓝藻防控的时效需求。高光谱近感技术可实现分钟级高频监测，标准化建设将推动其常态化应用，构建高频次、全覆盖、可溯源的现代化监测体系，全面提升风险防控与精准治污能力。

（2）落实了国家和省级数智化转型部署

本标准严格遵循《生态法典》、美丽中国建设意见及生态环境部数智化转型方案，契合江苏“十四五”智慧监测目标。高光谱技术作为智能监测手段，可补足数智化标准短板，支撑天空地一体化监测网络建设，是推进监测体系现代化的重要抓手。

（3）统一技术规范、保障数据质量

国内尚无高光谱近感反演的国家或行业标准，现有规范难以适配江苏复杂水情，省内试点因流程不一导致数据可比性差。亟需建立地方标准，统一仪器部署、模型训练与质控全流程，确保数据可靠性和模型泛化能力，加速技术推广。

（4）引领产业升级、打造江苏品牌

江苏在湖泊治理与智能装备领域优势明显。制定本地标准可固化太湖等成熟经验，引导产业规范化、规模化，降低行业成本，提升竞争力。同时形成可推广的示范性体系，为长三角及全国平原河网、湖泊监测提供“江苏方案”，增强技术引领力和行业话语权。

1.3 预期效益

1.3.1 经济效益

本标准实施将产生三方面经济效益：一是统一技术体系，规范全流程要求，降低企业重复研发与改造成本；二是以高光谱近感技术替代人工采样，推动监测从“低频高成本”向“高频低成本”转型，提升财政资金效益；三是立足江苏技术优势，引导上下游企业集聚，培育智能监测产业集群，形成新经济增长点。

1.3.2 社会效益

本标准实施将带来显著社会效益：一是提升监管科学化水平，使监测数据可对比、可溯源，支撑排污口监管与应急响应；二是促进多部门数据共享，助力长三角生态绿色一体化发展；三是强化公共安全保障，实现水质异常早预警，保障饮水安全；四是树立江苏标准品牌，作为全国首个该领域省级地方标准，形成可推广的“江苏模式”。

1.3.3 生态效益

本标准将提供精准技术支撑：一是提升风险识别能力，标准化高频监测可精准捕捉蓝藻水华等风险信号，实现提前预警；二是支撑精准治污，助力污染溯源与科学治理；三是服务太湖等重点流域生态改善，支撑“美丽江苏”建设；四是完善天空地一体化监测体系，填补近感标准空白，推动多手段融合，提升全省水生态安全保障能力。

2、任务来源

根据江苏省市场监管局《关于下达 2025 年度江苏省地方标准制修订计划的通知》（苏市监标〔2025〕185 号），由中国科学院南京地理与湖泊研究所牵头，南京中科深瞳科技研究院有限公司参与，结合江苏省生态环境监测与水生态治理工作实际需求，共同承担《高光谱近感水质监测技术规范》，以下简称《技术规范》的编制任务。

本标准由江苏省生态环境厅提出并组织实施，由江苏省生态环境管理标准化技术委员会（JS/TC12）归口。编制组由水环境监测、水色遥感及仪器系统研发等相关人员组成，开展资料调研、技术条款论证、草案编写和修改完善工作。起草单位及主要人员分工见本说明第十部分。

3、编制过程

本标准严格按照《江苏省地方标准管理规定》规定程序开展编制工作，历经调研筹备、草案起草、征求意见、修改完善、专家审查、报批定稿等阶段，全过程坚持科学严谨、公开透明、广泛协同原则，确保标准质量。

3.1 前期调研与立项筹备阶段

2025 年 2 月至 2026 年 2 月，编制组系统调研了国内外高光谱水质监测政策、标准、技术与产业现状，结合江苏省水环境管理需求，分析了行业痛点与标准缺口。依托太湖、洪泽湖、长江江苏段等典型水体的监测数据与运维经验，梳理了核心技术指标与流程。组建编制组并明确分工与技术路线，编制了立项申请书、可行性研究报告及开题汇报材料，完成合规性审查。经专家论证完善后完成立项申报，并起草标准初稿。

3.2 开题论证与草案起草阶段

2026 年 3 月 18 日在南京召开标准开题论证会，邀请水环境监测、遥感技术、标准化研究、环保企业代表等领域专家，对标准草案初稿框架、核心内容、技术指标、适用范围进行论证，确定结构、核心条款等。根据专家意见和建议，结合科研成果、工程实

践、第三方验证数据，编制组内部多轮研讨、修改，完善术语定义、技术流程、设备选型与布设、数据采集与预处理、水环境参数反演模型构建与应用、质量评估与控制等内容，形成标准草案。

3.3 草案修改与征求意见稿编制

2026年6月11日在南京召开标准征求意见稿评审查会，邀请水环境监测、遥感技术、标准化研究、环保企业代表等领域专家，对标准草案及编制说明进行讨论。根据专家意见和建议，编制组内部多轮研讨、修改，完善标准框架、调整标准结构和技术要求、细化和明确标准内容，形成现阶段《技术规范（征求意见稿）》及《编制说明》。

3.4 后续工作安排

下一阶段按地方标准管理程序组织公开征求意见，征求监测机构、使用单位、科研单位、设备和软件供应单位等相关方意见，并形成意见汇总处理表。公开征求意见期限原则上不少于30日。组织召开标准专家审查会，邀请生态环境、水利、标准化等领域权威专家对送审稿进行全面审查；根据专家审查意见，对标准文本进行最终修改、完善，确保技术内容科学、逻辑严谨、表述规范；完成标准报批稿、编制说明、审查意见、意见汇总处理表等全套材料，上报江苏省市场监督管理局审批、发布。

4、编制原则和技术路线

4.1 编制原则

标准文本按照 GB/T 1.1—2020 规定的结构和起草规则编写，围绕江苏省地表水环境监测数智化转型核心需求，遵循以下总体技术原则：

（1）科学性原则：以水体光学理论和高光谱近感观测机理为基础，基于太湖、洪泽湖、长江干流等典型水体长期观测数据，确定光谱波段、反演模型、质量控制等关键技术内容。所有指标均经实测验证与工程试运行检验，确保方法可靠、结果可复现。

（2）实用性原则：面向生态环境、水利等部门监管场景，聚焦岸基固定站、浮标站、船载监测三种主流模式，明确高光谱近感在地表水环境参数反演过程中的总体要求和原则、技术流程、设备选型与布设、同步数据获取与预处理、水环境参数反演模型构建与应用、质量控制与评估、安全要求以及参数拓展和持续改进全流程操作条款。标准语言清晰、阈值明确，可直接执行，满足基层监测人员与厂商使用需求。

（3）先进性原则：紧跟高光谱、人工智能、大数据等技术趋势，采用成熟度最高的技术路线，引入人工智能算法、在线云计算、多源数据融合等前沿方法，实现对地表水

环境参数反演与动态感知。技术指标整体优于国内现有标准，体现高频次、非接触、多参数、智能化的新一代监测特征。

（4）协调性原则：严格与国家及行业现行标准衔接，重点对接《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）、《地表水环境质量监测技术规范》（HJ 91.2-2022）、《地表水自动监测系统通信协议技术要求》（HJ 1404-2024）等文件，在采样方法、数据格式、质量控制等方面保持一致，形成传统监测与智能近感互补体系。

（5）合规性原则：遵循《中华人民共和国标准化法》《江苏省地方标准管理规定》，内容属于生态环境监测技术方法类，不涉及市场壁垒、指定品牌、产品认证等负面清单事项，符合立项与发布合规要求。

4.2 技术路线

本标准编制采用需求牵引、科研支撑、工程验证、标准固化、迭代完善的全链条技术路线，全过程数据驱动、多方协同、闭环验证，确保标准科学、先进、可落地。

（1）需求与现状调研阶段：系统梳理国家及江苏省生态环境监测政策、数智化转型要求、流域治理重点任务；调研全省河网、湖泊、水库、水源地、小微水体监测痛点；分析高光谱近感设备性能、算法差异、应用场景、现存问题；明确标准需解决的核心问题：技术流程不统一、数据不可比、模型不通用、质控不完善。

（2）技术体系梳理与指标提炼阶段：整合编制单位多年科研成果、专利技术、软件著作权、工程经验，提炼高光谱近感水质反演全流程关键环节：设备性能与布设要求、光谱数据采集与校正方法、水质同步采样与测定规范、光谱-水质数据时空匹配规则、数据预处理与异常剔除算法、反演模型构建与训练验证流程、模型精度评估与更新机制、全链条质量控制与质量评估体系。

（3）指标论证与数据支撑阶段：基于 2000 余组同步实测水质数据、百万级高光谱近感数据，开展多场景、多季节、多水情条件下指标验证：光谱波段敏感性分析、设备高度与视场角及观测方位影响试验、不同机器学习模型精度对比、数据清洗阈值与质控边界确定、模型更新频率与适用性边界验证，形成可量化、可检验、可监管的技术指标体系。

（4）草案编写与试点验证阶段：依据技术路线与验证结果，起草标准草案；在太湖、洪泽湖、长江江苏段、饮用水源地等开展试点应用，验证标准可操作性、设备兼容性、数据一致性、模型稳定性，根据试点问题优化条款。

(5) 征求意见与专家审查阶段：面向生态环境、水利、水务、科研院所、设备企业、运维单位广泛征求意见，逐条梳理、科学采纳、合理修改；经专家组审查，完善技术逻辑、指标表述、规范性引用，最终形成报批稿。

(6) 发布实施与持续迭代阶段：标准发布后，开展宣贯培训、应用指导、实施效果评估；根据技术进步、水体变化、监管需求升级，定期修订完善，保持标准先进性与适用性。

5、主要内容和制定依据

5.1 技术原理

太阳辐射进入水体后，经水分子、浮游植物、悬浮颗粒物和有色溶解有机物等组分的吸收与散射，部分辐射向上透过水面形成离水辐射。不同组分及其含量变化会影响离水辐射的强度和光谱形态，为水环境参数反演提供理论基础。

本标准采用高光谱近感观测与同步实测相结合的方法，利用水体组分对光的吸收与散射特性，获取经校准和水面反射计算的水体光谱和准同步实测水环境参数浓度数据，建立光谱特征与水环境参数之间的定量关系，经独立验证后实现目标参数反演。其中，水体中光学活性参数，如叶绿素 a、总悬浮物浓度、浊度、透明度、漫射衰减系数，在可见光-近红外波段具有特征吸收与散射峰，显示出明显光谱特征差异，为定量反演提供理论基础；对于非光学活性参数包括总氮、总磷、溶解氧和高锰酸盐指数，缺乏稳定直接光谱响应特征，其反演主要利用其与光学活性组分之间的间接关联，从而实现水环境参数浓度反演。

5.2 适用范围

标准适用于 400 nm~1000 nm 波段条件下，采用陆基、浮标等固定平台及船载移动平台开展的湖泊、水库和河流等内陆淡水水环境参数反演。航空和卫星遥感可参考其中适用的技术环节，但不能将本标准关于观测高度、匹配窗口和设备性能的要求直接等同适用。

5.3 反演目标参数

本标准水环境参数选择兼顾水体光学响应、水环境观测需求和同步实测的可实施性，列出了具有明确吸收或散射特征的光学活性参数（叶绿素 a、总悬浮物、浊度、透明度、漫射衰减系数）和没有明确光谱响应特征的非光学活性参数（总氮、总磷、溶解氧和高锰酸盐指数）2 类 9 个反演目标参数。

5.4 核心技术方法

（1）光谱定标与辐射校正方法：包括波长定标、辐射定标、暗电流校正、坏线修复、条纹去除，消除传感器系统误差，保证光谱数据准确性。

（2）数据预处理方法：异常光谱剔除（光谱角 SAM）、SG 滤波平滑、光谱归一化、时空同步匹配（时间窗口、空间范围严格匹配）。

（3）反演建模方法：支持多元线性回归、波段比值、指数模型等统计模型，以及随机森林、支持向量机回归（SVR）、神经网络、梯度提升机（GBM）、XGBoost、LightGBM 等机器学习和深度学习模型等。

（4）模型评估与验证方法：采用 K 折交叉验证（ $K \geq 5$ ），以决定系数（ R^2 ）、均方根误差（RMSE）、平均绝对误差（MAE）为核心指标，检验模型精度、稳定性、泛化性；严格划分训练集、验证集、测试集，防止过拟合与欠拟合。

（5）质量控制方法：覆盖设备、采集、预处理、建模、应用、更新全流程，明确阈值、频率、判定规则，实现数据可溯源、结果可比对、异常可标记。

5.5 标准框架结构

现阶段标准正文设置 11 章和 3 个附录，结构完整，逻辑清晰。11 个章节覆盖了使用范围、规范性引用文件、术语和定义、总体要求和原则、技术流程、设备选型与布设、数据采集与预处理、水环境参数反演模型构建与应用、质量控制与评估、安全要求、参数拓展与持续改进全流程；附录 A 至附录 C 分别为光谱预处理、光谱角计算和模型精度评价指标，补充相应方法。每个章节的主要内容如下：

（1）范围：明确适用对象、平台、波段范围、水体类型，界定不适用场景。

（2）规范性引用文件：引用 16 项国家或行业标准，保证体系协调衔接。

（3）术语和定义：统一高光谱近感、水环境参数反演、信噪比、数据集划分等关键概念。

（4）技术流程：明确开展反演工作的总体要求和原则。

（5）技术流程：串联设备准备、同步观测、数据处理、模型建立和质量控制完整的技术流程。

（6）设备选型与布设：明确光谱性能、通信、防护、存储、安装环境。

（7）数据采集与预处理：规范水质采样与预处理、光谱获取与预处理、实测水环境参数与高光近感数据匹配。

(8) 反演模型构建与应用：明确数据集划分、特征选择、模型训练、参数调优、模型评估与优选、模型应用与更新维护。

(9) 质量评估与控制：建立设备质控、数据质控、模型质控、精度评估。

(10) 安全要求：明确设备安装、运行和数据安全要求。

(11) 安全要求：规定新参数纳入及模型持续改进的条件。

(12) 附录包括：光谱定标方法、光谱角计算和模型评估公式。

5.4 关键技术指标确立依据

5.4.1 设备性能指标依据

参考水环境参数反演领域市面常见的传感器性能设置（见表 1），为了兼顾水环境监测需求，以及标准的广泛适用性，编制组对传感器光谱性能进行了设定并给出了具体的理论依据：

(1) 波长范围 400 nm~1000 nm

400 nm~1000 nm 覆盖可见光及近红外主要水色信息，为水体光学监测通用最优区间。其中 440 nm、676 nm 对叶绿素 a 浓度变化敏感；550 nm~720 nm 对悬浮物、透明度、浊度和漫射衰减系数变化敏感。

(2) 光谱分辨率 ≤ 10 nm

叶绿素 a、藻蓝蛋白等指标在红光和近红外区具有相邻且较窄的光谱特征。为保证吸收峰与散射峰可有效区分，满足特征波段提取需求，光谱分辨率高于 10 nm 则无法区分特征峰；低于 10 nm 不仅会显著提升设备成本还会降低宽波段平均造成的特征损失。同时参考当前市面上大多数高光谱近感传感器的光谱分辨率，将其设置为 10 nm。

(3) 时间分辨率 ≤ 5 min

根据江苏省蓝藻水华预警需求和污染源应急响应要求，蓝藻水华和污染物排放具有随机性和快速变化性。为满足蓝藻水华快速预警、污染突发应急、入河排污口动态监管需求，设备观测时间频率设置为 ≤ 5 min/次，优于传统人工采样（天/周级）和自动站（小时级），可实现“早发现、早预警、早处置”。目前市场上主流高光谱近感设备（如中科深瞳、奥谱天成等品牌的相关产品）普遍支持 ≤ 5 min 的连续观测模式，部分高端设备可实现秒级采样， ≤ 5 min 在技术和工程上均已成熟可行。

(4) 视场角 $\leq 10^\circ$

视场角过大会引入岸边反射、底泥、耀斑干扰。野外工程发现视场角 $\leq 10^\circ$ 时，在 2 m~10 m 安装高度下可保证观测区域半径为 0.87 m 以内，确保观测目标为纯水体。

（5）光谱采样间隔 ≤ 5 nm

光谱采样间隔是高光谱设备的核心指标之一。IEEE 4001-2025 标准将“光谱采样间隔不超过光谱范围的 1/30”作为高光谱设备的定义性特征。对于 400 nm~1000 nm 范围，1/30 约为 20 nm，但用于水环境反演需 ≤ 5 nm 以保证对色素、悬浮物等特征吸收峰的精细刻画。当前市场主流高光谱设备（如 Ocean Insight、Specim、Headwall 等品牌的相关产品）光谱采样间隔普遍为 2 nm~5 nm， ≤ 5 nm 已成为高光谱水质监测领域的行业共识和技术惯例

（6）积分时间 ≤ 100 ms

积分时间是指光谱探测器在单次采集中累积入射光所产生电荷或光电信号的时间，通常以毫秒（ms）表示。水体近感观测中，水面波动会使观测视场内的水面倾角及反射光贡献快速变化。采用较短积分时间，有助于缩短单次光谱采集的时间窗口，减小上述变化在信号累积过程中的影响，并为连续采集、耀斑污染识别和异常光谱筛选提供条件。因此，参考学术界公认的地物光谱仪 ASD 积分时间（100 ms）作为本标准积分阈值。

（7）波长重复性 ≤ 0.14 nm

保证重复观测时各波段位置稳定，降低窄波段、导数和比值特征因波长漂移产生的系统误差。GB/T 31010—2014 规定了光谱定标方法；0.14 nm 为与现有设备验证能力及 10 nm 光谱分辨率相协调的控制值。

（8）波长准确度 ± 0.5 nm

将波段中心偏差控制在 10 nm 光谱分辨率的 5%以内，可降低特征波长错位对模型迁移和长期序列一致性的影响。光谱定标方法依据 GB/T 31010—2014，阈值与附录 A 的波长校正要求一致。

（9）采样方式为无人值守

固定站业务化应用需要连续获取、存储和传输光谱及状态数据，减少人工值守造成的数据间断，并支持异常告警和模型在线调用。主要依据当前的相关设备主流采集方式和生态环境部门的监测需求而设定。

（10）防护、通讯、数据存贮要求

遵循 GB/T 4208《外壳防护等级（IP 代码）》，适应野外长期高温、高湿、盐雾、雨水浸泡环境。使用 316L 不锈钢/钛合金/增强聚碳酸酯材质可抵御湖泊、河道腐蚀，满足连续无人值守运行。通信、缓存和恢复能力应按实际平台开展联调，地表水数据通信优先衔接 HJ 1404—2024。不少于 30 d 的数据本地保存要求用于降低通信中断造成的数据丢失风险，应验证原始数据和配套记录的完整性

（11）设备布设和观测条件

观测高度 2 m~10 m、设备距岸及观测几何要求，旨在兼顾维护条件、稳定观测和目标水面覆盖。考虑到近岸陆基、船载和浮标易受风浪、边坡、阴影和其他非水体漂浮物的影响，因此将传感器安装的距岸距离至少为 2m，以降低影响；由于传感器垂直高度低于 2m，易受水位淹没和传感器自身阴影的影响，而大于 10 m 信号衰减明显，且视场覆盖范围过大易混入岸边地物，因此设置传感器高度距离水面 2 m~10 m 可兼顾水位波动与信号稳定性。距岸距离不能替代视场范围与岸边、阴影和设施之间的空间核查；布设时应实际确认观测水面，不应仅依据设备安装位置判定合格。标准要求选择底部影响可忽略的水域，是为了避免水底反射混入水体信号。该条件取决于水深、透明度、波长和底质，不宜解释为光在有限深度被完全吸收。陆基、浮标和船载平台应分别验证姿态稳定性及其对观测几何的影响。太阳相对方位角 90° ~135°、太阳高度角不低于 30° 以及适宜的观测时段，用于减少不利光照和太阳耀斑影响。水面以上辐射观测及校准方法可参考水体光谱测量标准和 IOCCG 现场光学辐射测量规程。

表 1 常见高光谱传感器品牌及相关性能参数

品牌	型号	波长范围	光谱分辨率	时间分辨率	视场角	积分时间	采样方式	光谱采样间隔
谱视界	Visionpoint	400~1000 nm	≤1 nm	5 s	≤5°	未明确	在线无人值守	<1 nm
安华海洋	AOP-Easy	200~1100 nm	未明确	未明确	未明确	7.2 ms~5 s	便携式	2.5 nm
奥谱天成	ATE7000	400~1000 nm	1 nm	20s	未明确	未明确	无人值守	2.5 nm
海康威视	DS-2XH6242-MGL(D)	400~1000 nm	1 nm	20s	未明确	1ms~1000 ms	在线无人值守	2.5 nm

北 京 和 光瑞远	HG- HyperWater-OS	350~1000 nm	≤3 nm	未明确	5°/8° /10°	未明确	自 动 观 测	≤1 nm
TriOS	RAMSES G2 VIS	320~950 nm	3.3 nm	≤12 s	7°	4 ms~8 s	支 持 自 记 录	3.3 nm
Sea-Bird Scientific	HyperOC R	350~800 nm	10 nm	最 高 3 Hz 为 采 集频率	空 气 中 6°; 水 下 14°	4 ms~2 s	自 动 平 台 与 系 统	3.3 nm
Water Insight	WISPstation	350~900 nm	4.65 nm	常 规 15 min; 最 高 2 min	未 明 确	未明确	自 主 连 续 观 测	未明确
ASD	FieldSpec 4 Hi-Res	350~2500 nm	3 nm	30/s	25° 和 8°	100 ms	便 携 人 工 配 置	1.1~1.4 nm
Spectral Evolution	SR-3500	350~2500 nm	2.8 nm	未明确	未 明 确	1~100 0 ms	便 携 配 置	1 nm

5.4.2 数据采集与预处理指标依据

(1) 样本量≥200 组

满足机器学习模型最低训练要求。编制组基于数据试验，200 组以上可保证模型 R^2 稳定≥0.6，具备业务化价值。

(2) 采集时间 9: 00-16: 00（冬季可适当缩短至 10: 00-15: 00）

高光谱反射率测量对太阳高度角敏感，以太阳高度角≥30°为基准，比固定时间更科学。野外实验表明早晚低角度光会造成反射率失真，该时段太阳高度角适宜、光照稳定，数据一致性最好。

(3) 光谱处理和异常检查

面对饱和、欠曝、光谱突跳、异常负值、太阳耀斑、遮挡和设备状态故障等风险，应检查原始数字信号、辐亮度、辐照度和经校正的反射率，校正后出现负值须核查原因，不宜对各级数据采用同一简单删除规则。其中光谱角匹配（SAM）用于辅助识别形状异常，参考国际公认的 24 中水体类型标准光谱，若 $SAM > 0.20 \text{ rad}$ ，则不是公认的水体。此外，也应根据经审核的同类水体参考光谱验证误报和漏报情况，并结合现场记录判定；原始数据及处置理由应保留。

(4) 时空匹配窗口

根据水质变化情景分级设置：以样品采集时刻为基准，一般匹配窗口不超过 ± 5 min；水体快速变化时缩短至 ± 2 min，既保证同步性，又提高数据利用率。

5.4.3 反演模型指标依据

（1）数据集划分比例采用 60%~70% / 15%~20% / 15%~20%

国际通用机器学习数据集划分标准，可有效避免过拟合，保证模型泛化能力。各集合比例之和应为 100%。

（2）模型评估指标： R^2 、RMSE、MAE、MSE

在水环境参数反演回归任务中，四项指标可全面评价精度、误差、一致性和稳定性，是水色遥感领域公认标准。

（3）模型可用阈值： $R^2 \geq 0.6$

水环境遥感领域， $R^2 \geq 0.6$ 可满足日常趋势分析、动态监控需求； $R^2 \geq 0.90$ 可用于定量评价、溯源分析。

（4）交叉验证折数： $K \geq 5$

避免单次划分带来的偶然误差，保证评估结果稳定可靠，是科研与业务建模通用规范。

5.4.4 质量控制指标依据

（1）设备校准 ≤ 1 次/年、性能检查 1 次/6 个月

符合野外环境监测设备运维惯例，依据 GB/T 36540-2018《水体可见光-短波红外光谱反射率测量》和仪器设备校准规范。高光谱传感器光学系统会随时间漂移，定期校准可保证数据长期稳定。

（2）数据稳定性变异系数 $< 5\%$ 和相对标准偏差 $< 10\%$

保证多次重复测量一致性，满足水环境参数监测精度和精密度要求。

（3）模型更新条件

新增代表性样本达到原训练样本量的 20%时，宜评估重新训练的必要性；模型反演精度下降超过 10%时，应将新数据纳入建模数据集更新训练新模型； $R^2 < 0.6$ 时应更新模型，以适应水体季节变化、藻类演替、污染输入导致的光学特性漂移，保证模型长期可用。

5.4.5 依据来源总结

（1）标准依据：

GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 4883-2008 数据的统计处理 and 解释 正态样本离群值的判断和处理

GB 11893-1989 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法

GB 11901-1989 水质 悬浮物的测定 重量法

GB 50093-2013 自动化仪表工程施工及质量验收规范

GB/T 12763.2-2007 海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测

HJ 91.2-2022 地表水环境监测技术规范

HJ 506-2009 水质 溶解氧的测定 电化学探头法

HJ 636-2012 水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法

HJ 897-2017 水质 叶绿素 a 的测定 分光光度法

HJ 1075-2019 水质 浊度的测定 浊度计法

HJ 1404-2024 地表水自动监测系统通信协议技术要求

SL 87-1994 透明度的测定（透明度计法、圆盘法）

HJ 212-2025 污染物自动监测监控系统数据传输技术要求

HJ 1446-2026 水质 高锰酸盐指数的测定 草酸钠还原碱性滴定法

HJ 915.1-2024 地表水水质自动监测站选址与基础设施建设技术要求

（2）科研依据：编制组 15 篇高水平论文、5 项发明专利、18 项软著。

（3）工程依据：江苏省 30 余台设备长期运行数据、太湖、洪泽湖、长江试点验证结果。

6、重大分歧意见的处理过程和依据

本标准编制过程中无重大分歧意见。

7、与相关法律法规和国家标准的关系

7.1 符合法律法规与政策要求

本标准严格遵循国家与地方现行法律法规及政策文件，无抵触条款，不违反强制性标准，不改变现有水环境监测技术体系与管理框架，是生态环境监测数智化转型背景下的合规性技术支撑文件。

在国家层面，本标准全面遵守《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水污染防治法》《中华人民共和国生态法典》《中华人民共和国标准化法》《国家生态环境

监测网络数智化转型方案》《“十四五”生态环境监测规划》等要求，遵循水环境监测数据的真实性、可比性与规范性原则。在江苏省层面，严格执行《江苏省地方标准管理规定》《江苏省生态环境监测条例》《江苏省水污染防治条例》《江苏省“十四五”生态环境基础设施建设规划》《江苏省生态环境标准体系建设实施方案》等要求，立足江苏省水情特点，聚焦太湖治理、长江大保护、水源地安全保障等重点任务，为全省水环境智能监测提供统一技术准则。

7.2 与现行国家及行业标准衔接

本标准的定位是不替代、不冲突、不重复现有国家、行业标准，不替代传统实验室方法与自动站监测规范，而是针对高光谱近感这一新兴技术，在现有标准基础上进行细化、补充、延伸，规范高光谱近感从设备、观测、建模到质控的全流程，以适配江苏平原河网、富营养化湖泊、小微水体，形成适配江苏水情的专项技术规范，与其他标准形成协同互补、有机衔接的完整监测标准体系。具体体现在：（1）不替代现行地表水环境质量监测方法体系（如实验室分析方法标准及自动监测技术规范）；（2）不改变国家地表水环境质量监测技术路线（如 HJ 91.2-2022《地表水环境质量监测技术规范》）；（3）不改变遥感监测数据产品体系及其应用边界；（4）不涉及对现有强制性标准技术指标的修改或替代。

7.2.1 规范性引用与衔接清单

本标准全文直接引用 16 项国家/行业强制性与推荐性标准，在采样、测定、通信、防护、数据统计等方面保持高度一致，确保全链条标准协同：

（1）水环境参数测定与相关观测标准：GB 11893—1989《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》、11901—1989《水质 悬浮物的测定 重量法》、HJ 506《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》、HJ 636—2012《水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》、HJ 897—2017《水质 叶绿素 a 的测定 分光光度法》、HJ 1075—2019《水质 浊度的测定 浊度计法》、SL 87—1994《透明度的测定（透明度计法、圆盘法）》、HJ 1446—2026《水质 高锰酸盐指数的测定 草酸钠还原碱性滴定法》、GB/T 12763.2—2007《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》；

（2）监测技术与数据质量控制标准：HJ 91.2—2022《地表水环境质量监测技术规范》、GB/T 4883-2008《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》；

（3）设备防护与站点工程标准：GB/T 4208—2017《外壳防护等级（IP 代码）》、GB

50093—2013《自动化仪表工程施工及质量验收规范》、HJ 915.1—2024《地表水水质自动监测站选址与基础设施建设技术要求》；

（4）数据通信与传输标准：HJ 1404—2024《地表水自动监测系统通信协议技术要求》、HJ 212—2025《污染物自动监测监控系统数据传输技术要求》。

此外，前言引用的 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》用于文件起草；参考文献列出的 GB/T 31010-2014《色散型高光谱遥感器实验室光谱定标》、GB/T 36301—2018《航天高光谱成像数据预处理产品分级》和 GB/T 36540-2018《水体可见光-短波红外光谱反射率测量》用于光谱性能、质量控制和数据预处理等资料性参考。3者不计入上述16项规范性引用文件。

7.2.2 与相关标准的协同关系

GB 3838—2002 是本标准水质指标评价与目标依据，确保高光谱近感反演结果可直接用于水环境参数评价与考核。

HJ 91.2—2022 和 HJ 494-2009《水质 采样技术指导》是本标准采样点位布设、采样方法、样品保存运输、质量保证等监测方案设计和采样流程的参考和沿用，仅对高光谱近感特有流程进行补充，保持传统监测与新技术监测的一致性，是本标准的直接上位支撑。

HJ 1404—2024 是本标准自动化监测设备通信、数据上传、数据格式、传输接口要求的参考和沿用，确保高光谱近感设备可无缝接入省、市各级水环境自动监测平台，实现数据互通、平台互联、业务协同，属于自动化运行支撑标准。

本标准作为 HJ 1098—2020《水华遥感与地面监测评价技术规范（试行）》等卫星、无人机相关标准在地面近感技术的延伸与补充，解决卫星易受云层遮挡、无人机频次低、覆盖有限的问题，构建“卫星—无人机—近感—地面站”立体化监测标准链。

HJ 91.2—2022、GB 11901—1989、GB 11893—1989、HJ 636—2012、HJ 506—2009、HJ 897—2017、HJ 1075—2019、SL 87—1994 是本标准实测数据获取与验证方法，均严格引用相应国家标准或行业标准，保证实测数据的权威性和可比性。

7.3 国内外相关标准现状

国内外水环境遥感与光谱监测标准整体呈现卫星/航空遥感标准多、近感监测标准缺乏；光谱测量标准多、反演建模标准少；仪器设备标准多、全流程业务化规范少的特点。

7.3.1 与国内外相关标准对比分析

国内现行相关标准主要可分为以下三类：

（1）遥感水环境监测类标准

包括 HJ 1098-2020、HY/T 147.7-2013《海洋监测技术规程 第 7 部分：卫星遥感技术方法》、QX/T 207-2013《湖泊蓝藻水华卫星遥感监测技术导则》等。该类标准主要基于卫星或航空遥感技术开展水体目标识别与空间分布监测，侧重水华识别、生态状态判定及遥感产品生成，未涉及高频定点连续反演与模型驱动方法。本标准与遥感监测类标准的核心差异在于：适用范围上，遥感类标准面向区域尺度空间分布监测，为定性/半定量评价；本标准限定水面以上 2 m~10 m 近感观测，面向内陆淡水湖泊、水库、河流点位，以传统建模方法和智能学习模型开展多水质参数定量反演。技术路线上，遥感类标准以遥感解译、影像判读、水华分级评价为主，无水质多参数反演模型、无近感约束、无标准化光谱预处理流程；本标准及设备布设→同步采集→光谱预处理→数据集划分→机器学习建模→模型验证→更新维护→全流程质控的闭环业务化路线。

（2）光谱测量与在线监测类标准

包括 GB/T 36540-2018《水体可见光-短波红外光谱反射率测量》、HJ 1182-2021《水质 紫外在线自动监测仪技术要求及检测方法》、DB11/T 2322-2024《紫外-可见吸收光谱法地表水水质自动监测技术规范》及 T/CAEPI 97-2024/T/CWEA 31-2024《紫外-可见-近红外光谱水质在线监测系统通用技术要求》等。该类标准主要规范光谱测量方法与在线监测设备性能要求，重点解决“数据获取与设备运行”的标准化问题，但未覆盖数据反演模型构建与应用环节。本标准与光谱测量及在线监测类标准的核心差异在于：适用范围上，该类标准仅规范光谱反射率测量或紫外/可见吸收光谱在线仪器，不涉及水质反演与业务化应用；本标准覆盖从观测到反演、从模型到应用的全过程。技术参数上，该类标准仅规定仪器性能或光谱测量参数，无反演模型、精度阈值、更新规则；本标准建立设备、数据、模型三位一体的量化指标体系。

（3）地基高光谱与近感监测探索类标准

包括 T/ACEF 175-2024《陆基高光谱遥感水质多参数监测技术指南》、T/CQSES 32-2025《长江上游重点流域水环境地基遥感数据在线监测技术规范》等。该类标准已开始涉及近感高光谱技术应用，但仅为团体技术指南或区域性规范，尚未形成系统化全过程标准体系。本标准与地基高光谱/近感探索类标准的核心差异在于：适用范围上，该类标

准为指导性或区域性文件，未明确近感高度与平台边界；本标准明确适用陆基、浮标、船载平台，限定 2 m～10 m 近感范围。技术参数上，该类标准缺少量化指标、模型精度要求、数据质控阈值；本标准全部技术环节均有可考核、可落地的量化指标。技术路线上，该类标准仅提出监测流程框架，无数据集划分、超参数优化、过拟合检验、模型分级更新；本标准形成全过程、可闭环、可长期运行的标准化技术链条。

因此，总体来看，国内标准体系在“遥感监测”“光谱测量”“在线监测设备”三个层面已较为完善，但在“高光谱近感连续观测+水质参数反演+模型更新维护”方面仍存在明显空白。

表 2 本标准与遥感监测类标准对比分析表

标准编号及名称	适用范围	技术参数	技术路线	与本标准核心差异
HJ 1098-2020 《水华遥感与地面监测评价技术规范（试行）》	卫星、航空、地面多种遥感；水华监测与分级评价	无近感距离约束；多光谱/高光谱（分辨率不限）	遥感影像解译+地面验证→水华等级评价	仅水华单指标，非多参数反演；无近感约束；定性/半定量
QX/T 207-2013 《湖泊蓝藻水华卫星遥感监测技术导则》	卫星遥感；蓝藻水华	空间分辨率高于 500m（可见光、近红外）	卫星影像指标计算→水华判别	同属水华监测，无多参数反演，无近感
HY/T 147.7-2013 《海洋监测技术规程 第 7 部分：卫星遥感技术方法》	海洋水体（水温、水色、悬浮物等）	卫星遥感平台	海水后向散射系数测量+卫星遥感	海洋水体，不适用内陆淡水；无近感

表 3 本标准与光谱测量及在线监测类标准对比分析表

标准编号及名称	适用范围	技术参数	技术路线	与本标准核心差异
---------	------	------	------	----------

GB/T 36540-2018 《水体可见光-短波红外光谱反射率测量》	实验室与野外水体光谱反射率测量	波长 380~2500nm; 无近感高度约束	仅光谱反射率测量方法, 不反演水质	只解决“如何测”, 不涉及反演模型; 本标准以此为基础拓展
HJ 1182-2021 《水质 紫外在线自动监测仪技术要求及检测方法》	污染源、地表水; 紫外吸收法	浸入式单点监测; 单/少参数	特定吸收光谱直接测量	原理不同 (吸收光谱 vs 反射率反演); 无高光谱
DB11/T 2322-2024 《紫外-可见吸收光谱法地表水水质自动监测技术规范》	地表水自动监测站	浸入式探头; UV-Vis 吸收光谱	吸收光谱直接测量	非高光谱, 非离水反射率, 无近感高度
T/CAEPI 97-2024 《紫外-可见-近红外光谱水质在线监测系统通用技术要求》	在线监测系统设备	UV-Vis-NIR; 系统技术要求	设备通用技术要求	偏仪器系统, 不涉及高光谱反演模型
HJ 915-2017 《地表水自动监测技术规范 (试行)》	常规水质自动监测 (传感器)	不涉及光谱	传感器直接测量	传统自动监测, 与光谱反演无关

表 4 本标准与地基高光谱/近感探索类标准对比分析表

标准编号及名称	适用范围	技术参数	技术路线	与本标准核心差异
---------	------	------	------	----------

T/ACEF 175- 2024《陆基高 光谱遥感水质 多参数监测技 术指南》	河流、湖泊、 水库；陆基高 光谱	未提供具体量 化指标	监测系统建设 →监测方法→ 数据分析→质 量控制	偏“指南型”， 缺少模型构建 规范和模型更 新机制
T/CQSES 32- 2025《长江上 游重点流域水 环境地基遥感 数据在线监测 技术规范》	长江上游重点 流域	提及数字孪 生，具体指标 未公开	在线监测系统 →反演模型→ 数字孪生展示	区域性强，偏 在线数据展 示，缺少系统 化反演标准

7.3.2 与国外相关标准对比分析

国外标准以 NASA Ocean Color Protocols、IOCCG 协议、ESA Sentinel-2、CEN/TS 17168、USGS 光谱规范、ISO 5667 系列为代表，主要面向卫星海洋水色遥感、野外光谱测量、水样采集质控等。与本标准的差异主要体现在：

（1）NASA Ocean Color Protocols（SeaWiFS/MODIS/VIIRS）主要面向海洋水色遥感产品生成，建立了辐亮度校正、遥感反射率计算及叶绿素反演体系，但面向卫星平台，未覆盖近感连续观测。（2）IOCCG《海洋光学与生物地球化学协议》系列（如第 4.0 卷《现场随船流式光学数据采集与处理最佳实践》，2019 年）针对航次机会采集水质光学数据的方法、数据处理和质量保证程序提供标准化指导，但尚未形成覆盖设备布设、机器学习反演模型及在线更新的完整标准体系。（3）ESA Sentinel-2 与 Copernicus CMEMS 产品体系主要提供基于卫星遥感的水质产品（如叶绿素 a、悬浮物、浊度等），空间尺度较大，时间分辨率较低，面向开阔大洋与近岸海域，不适用内陆小型湖库与河流近感监测。（4）USGS Field Spectroscopy Protocols 重点规范野外光谱仪校准、白板校正、观测几何条件和光谱质量控制，与本标准设备校准、反射率采集流程和质量控制部分具有相关性，但未涉及水环境参数反演及模型技术。（5）ISO 5667 水质采样系列规范主要针对水样采集、保存与运输过程进行标准化规定，为本标准同步采样环节提供参考依据，但不涉及光谱观测和反演模型技术。

表 5 国外相关标准与本标准的对比分析

标准/技术规范	适用范围	技术参数	技术路线	与本标准 核心差异
NASA Ocean Color Protocols (SeaWiFS/MODIS/VIIRS)	海洋、大型湖泊水色遥感	波长 400~900nm; 辐射定标精度要求	辐射定标 →大气校正 →离水辐射率 →叶绿素经验/半分解算法	面向卫星遥感，非近感；经验算法为主，非机器学习模型；无设备布设、在线更新机制 覆盖船载现场光谱测量，但未涉及机器学习反演模型、设备布设规范及在线连续应用；本标准在数据采集方法上可与其对标衔接
IOCCG《海洋光学与生物地球化学协议》系列（如第4.0卷）	航次随船光学数据采集（船载平台）	现场光学测量与质量控制	现场数据采集、处理与质量保证程序	
USGS Field Spectroscopy Protocols	野外光谱测量（地物/水体）	光谱仪校准、白板校正、观测几何	反射率标准板校正、几何	仅覆盖光谱采集与质量控制

			条件控制、光谱质量控制	部分，不涉及水质参数反演及模型
ESA Sentinel-2 Water Quality Products	区域尺度水体（Chla、浊度、悬浮物）	多光谱（10个波段），空间分辨率 10~60m	多光谱影像→水体指标经验/半分析提取	卫星多光谱，非高光谱；非近感；无机器学习模型规范
Copernicus CMEMS	欧洲海洋环境监测	水色产品（浊度、叶绿素）	标准化水质参数遥感反演产品流程	面向海洋，非内陆淡水；卫星尺度，非近感
欧盟 CEN/TS 17168 《天然水体光谱测量技术规范》	实验室与野外水体光谱测量	无近感高度约束	仅光谱测量，无水质反演	同 GB/T 36540，只解决光谱测量，不涉及反演设备测试标准，与本标准设备选型部分可衔接，但不覆盖反演
ISO 15839:2003	在线水质传感器性能测试	通用传感器测试方法	传感器性能验证，无反演建模	
ISO 5667 系列	水质采样	采样规范	水样采集	仅采样环

	样、保 存、运输		质量控制	节，不涉 及光谱观 测和反演
WMO Manual on Water-Quality Monitoring	传统水样 采集与现 场测试	采样点、频 率、保存方法	采样质量 控制	不涉及光 谱测量或 高光谱反 演，关联 较弱

7.4 技术指标先进性与创新性

本标准的主要特点体现在标准化层面的系统创新：

- （1）构建了近感高光谱水环境参数连续观测技术体系；
- （2）建立了同步采样与光谱匹配机制；
- （3）规范了高光谱近感水环境参数反演全过程方法；
- （4）提出了模型动态更新与长期维护机制；
- （5）支持多平台（地基/浮标/船载）协同应用。

综上所述，本标准不是对现有标准的简单重复，而是新一代水环境数智化监测的核心支撑标准，既符合国家规范、又立足江苏实际、还引领技术方向，对推动全省水环境监测模式升级、保障数据质量、促进产业发展具有不可替代的作用。

7.5 合规性检查

根据《地方标准制定负面清单（2025 年版）》有关规定，现就本标准不属于禁止情形说明如下：

（1）本标准不属于“测试、监测、评估等通用技术方法和管理地方标准”。本标准不属于“通用技术方法”，而是特定场景的新型技术应用规范。负面清单禁止制定的是具有普遍适用性的通用技术方法标准，旨在维护全国统一技术体系。本标准规范的是高光谱近感地表水环境参数反演技术，属于面向特定设备、场景和对象的新型应用技术规范，具有明确的适用边界：仅适用于陆基、浮标固定站和船载移动平台，仅适用于可见光—近红外波段高光谱近感设备，仅适用于湖泊、水库、河流等内陆淡水水体，仅服务于水环境参数反演应用场景，且明确不适用于航空或卫星遥感反演。因此，本标准并非普适性“通用技术方法”，而是面向新兴技术路径的专项规范，不属于禁止范围。此外，本标

准规范的是反演技术流程而非传统监测方法，其技术核心是基于高光谱反射率数据的水质参数反演，属于数据驱动的应用技术，标准内容主要包括设备布设、光谱采集与预处理、模型构建与更新、质量控制等流程，不涉及行政审批、执法监管、绩效考核等管理内容，不具有“管理地方标准”属性。

（2）本标准不属于“生态环境监测分析方法地方标准”。本标准不创设新的生态环境监测分析方法。负面清单禁止的此类标准主要针对污染物检测建立新的实验分析或法定监测方法。本标准并未创设新的监测分析方法，而是严格引用现有国家和行业标准作为基础，涉及的总氮、总磷、叶绿素 a 等指标，其采样、测定均执行现行标准。本标准属于“方法应用规范”而非“分析方法标准”，规范对象是高光谱技术在水环境反演中的应用流程，不涉及污染物分析原理或法定测定方法的建立与替代。监测成果主要用于动态感知、趋势分析、风险预警与辅助决策，不作为执法监测、监督考核或法定数据采信依据。目前国家及行业层面尚无针对高光谱近感反演技术的专门标准，本标准是对现有标准体系未覆盖领域的补充与细化，不存在重复制定或突破国家统一监测方法体系的问题。因此，本标准不属于负面清单所禁止的“生态环境监测分析方法地方标准”。

（3）本标准不涉及负面清单其他禁止领域。本标准不涉及“移动源污染物排放、环境影响评价、固体废物鉴别和废物污染环境防治、国土空间生态修复、土地管理、环境行政管理”等领域。

综上，本标准属于面向特定装备、特定对象和特定场景的高光谱近感反演技术应用规范，其核心是规范反演技术流程和模型应用，不创设新的生态环境监测分析方法，不属于测试、监测、评估通用技术方法标准，也不涉及负面清单明确禁止的领域。本标准不属于《地方标准制定负面清单（2025 年版）》规定的禁止制定情形，具备合法合规制定依据。

8、实施推广建议

本标准服务于江苏省湖库、河流、饮用水源地及城市小微水体等内陆淡水水体的高光谱近感水质参数反演工作，规范了技术应用的顶层设计，是各市开展相关工作的指导性文件，确保技术应用的规范与统一，为全省反演工作提供全面技术保障。本标准由江苏省生态环境厅提出并归口管理，各级生态环境保护主管部门负责监督实施。为保障顺利实施，切实削减污染物排放、保护生态环境与人体健康，建议注意以下事项：（1）设备部署规范化：严格按照标准要求控制传感器安装高度（2 m~10 m）、观测方位角与太

阳平面夹角，避免环境与安装因素影响数据质量。（2）模型本土化校准：反演模型应采用江苏省本土水体实测数据训练、验证与优化，提升模型在浑浊、高藻、复杂水体中的适应性与精度。（3）质量控制常态化：严格执行光谱校准、设备维护、数据核查、模型评估等质控要求，定期开展第三方比对验证，确保数据准确、可比、可溯源。（4）人员专业化培训：加强对监测人员设备操作、数据处理、模型应用、质量控制等技能培训，提升专业能力，保障标准落地执行。（5）系统协同化对接：监测设备与数据平台应符合通信协议要求，实现与现有水环境监测平台、数据中心互联互通，促进数据共享与业务协同。（6）持续优化迭代：结合技术发展、应用实践与监管需求，定期对标准实施效果评估，适时修订完善，保持标准先进性与适用性。

9、技术持续改进机制

为保持标准的先进性和适用性，适应技术发展和监管需求变化，建立以下持续改进机制：

（1）定期评估与修订

本标准发布实施后，编制组将定期（建议每3~5年）开展标准实施效果评估，跟踪国内外高光谱近感技术发展动态和水环境监测管理需求变化。当出现以下情况时，应及时启动标准修订程序：

高光谱传感器硬件性能显著提升，现有技术指标已非最优选择；

机器学习/深度学习算法取得突破性进展，现有模型方法可进一步优化；

水质参数反演范围需要扩展（如增加有色可溶性有机物 CDOM、微塑料等其他指标）；

国家或行业相关标准发生重大变化，需保持协调一致；

标准实施过程中发现需补充或调整的条款。

（2）技术指标扩容预留

本标准在技术内容设计上预留了扩展空间：

波长范围目前设定为 400 nm~1000 nm，未来可根据传感器技术进步和实际监测需求，适当扩展至短波红外（SWIR）波段，以提升对高浊度水体、水生植被等指标的监测能力；

反演参数目前涵盖 8 项核心水质指标，未来可增加 CDOM 吸收系数、颗粒物粒径分布、藻类群落组成等新增指标；

模型方法方面，本标准已纳入主流机器学习算法框架，为后续深度学习模型（如卷积神经网络 CNN、长短期记忆网络 LSTM、Transformer 等）的应用预留了接口。

（3）意见反馈渠道

建立标准实施意见反馈渠道，各级生态环境主管部门、监测机构、设备厂商、运维单位等可在标准实施过程中，通过江苏省生态环境厅或江苏省市场监督管理局指定的标准化信息平台反馈问题和建议。编制组将定期汇总、分析反馈意见，作为标准修订的重要依据。

10、起草单位和起草人员信息及分工

姓名	工作单位	分工
李娜	中国科学院南京地理与湖泊研究所	标准总负责、标准编制
张运林	中国科学院南京地理与湖泊研究所	标准编制指导、审核
施坤	中国科学院南京地理与湖泊研究所	参与标准编制
张毅博	中国科学院南京地理与湖泊研究所	参与标准编制
骆夏杨	中国科学院南京地理与湖泊研究所	参与标准编制
崔驰潇	南京中科深瞳科技研究院有限公司	参与标准编制
秦伯强	中国科学院南京地理与湖泊研究所	参与标准编制
朱广伟	中国科学院南京地理与湖泊研究所	参与标准编制
郭宇龙	南京中科深瞳科技研究院有限公司	参与标准编制
郭西亚	江苏省生态环境技术研究院有限公司	参与标准编制