

江苏省地方标准

《小流域水体水质预测预报技术规范》
(征求意见稿)

编 制 说 明

《小流域水体水质预测预报技术规范》编制组

二〇二六年七月

目 录

1 目的和意义	- 3 -
1.1 国家生态环境监测体系建设战略要求	- 3 -
1.2 江苏省水环境管理的现实需求	- 3 -
1.3 水质预报对重点断面水环境管理的支撑作用	- 4 -
1.4 水质预报工作的现实需求与技术必要性	- 4 -
2 任务来源	- 5 -
3 编制过程	- 5 -
3.1 成立编制组	- 5 -
3.2 专题研讨阶段	- 6 -
3.3 开题论证阶段	- 6 -
3.4 开展调研座谈	- 6 -
3.5 完成征求意见稿审查	- 6 -
3.6 技术路线	- 7 -
4 国内外研究进展	- 7 -
4.1 国际水质预报技术发展历程	- 7 -
4.2 国际水质预报关键技术环节	- 8 -
4.3 国内水质预报技术研究进展	- 8 -
4.4 国内相关标准现状	- 9 -
5 主要内容及技术指标确定的依据	- 10 -
5.1 基本原则	- 10 -
5.2 范围	- 11 -
5.3 规范性引用文件	- 11 -
5.4 术语和定义	- 11 -
5.5 基本要求	- 13 -
5.6 预报内容	- 14 -
5.7 预报工作流程	- 15 -
5.8 预报技术要求	- 15 -
5.9 预报评估	- 27 -

6 重大分歧意见	- 29 -
7 与相关法律法规和标准的关系	- 29 -
8 推广实施建议	- 30 -
9 起草单位和起草人员信息及分工	- 30 -
参考文献	- 32 -
附件一：重点断面水质预测预报应用实践案例	- 36 -
1 预测预报技术流程	- 36 -
2 预测预报技术应用	- 37 -
附件二：模型比对验证	- 45 -
1 机理模型（数值模型）与统计模型对比分析	- 45 -
2 常用水质数值模型流程对比验证	- 46 -
3 比对结论	- 47 -
附件三 江苏省区域调研情况说明	- 49 -
1 调研背景	- 50 -
2 调研收集意见与建议	- 50 -

江苏省地方标准

《小流域水体水质预测预报技术规范》

（征求意见稿）编制说明

1 目的和意义

1.1 国家生态环境监测体系建设战略要求

党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央把生态文明建设提升到前所未有的高度。在2018年全国生态环境保护大会上，总书记明确指出：“生态环境是关系党的使命宗旨的重大政治问题，也是关系民生的重大社会问题。”2023年12月，中共中央、国务院印发《关于全面推进美丽中国建设的意见》，要求加快建立现代化生态环境监测体系，提升生态环境质量预测预报水平。2024年3月，生态环境部印发《关于加快建立现代化生态环境监测体系的实施意见》，强调加强数据融合，提高环境质量预测预报和风险预警水平。2024年4月，生态环境部印发《2024年国家生态环境监测方案》，明确提出开展水环境质量预测关键技术方法研究，并在中小流域进行业务化示范。《“十五五”国家地表水生态环境质量监测断面设置方案》提出，在继续做好大江大河水质监测的同时，更加注重向群众身边的中小水体延伸，全国优化增加200余个相对较差的河流二三级支流及小微水体断面。江苏省积极响应国家要求，在《江苏省推进现代化生态环境监测监控体系和能力建设实施方案》《美丽江苏现代化生态环境监测体系建设行动方案》中均明确提出，推进应用智慧化，形成流域水质精准预测预报模式，探索监测现代化新路径。

1.2 江苏省水环境管理的现实需求

江苏省地处长江、淮河流域下游，平原河网密布，水系发达。全省水域面积达1.73万平方公里，占陆域面积的16.9%，水面率居全国之首。全省县乡级以上河道2万余条，骨干河道723条，其中设有水质自动监测站的考核断面覆盖了主要河流。这种特殊的水系格局决定了江苏省水环境管理面临一系列独特挑战。一是河网水系密布，水质空间关联性强。江苏全省分属长江与淮河两大流域，根据地形和汇水，又划分为长江、太湖、淮河、沂沭泗四大水系，各水系既相对独立，又互连互济互调。这种复杂的河网结构使得水质问题往往不是孤立发生的，一个点源的污染可能通过河网扩散影响多个断面。因此，水质预报必须考虑上下游、干支流的水力联系，需要建立覆盖完整汇水区域的模型体系。二是水文情势复杂，水质波动剧烈。江苏处在亚热带和暖温带过渡地带，季风气候明显，春夏之交易形成江淮梅雨，持续时间长，覆盖范围广；夏秋之际多台风暴雨，暴雨强度高；秋冬春季常持续干旱。全省汛期（5-9月）径流量约占全年的90%左右，丰枯

年份径流量相差达 53 倍之多。这种“旱涝急转”的气候特征导致水质波动剧烈。三是**过境水资源丰富，但本地水环境容量偏低**。全省多年平均水资源总量 339.1 亿立方米，人均占有量仅为全国人均的五分之一。全省多年入境水量约 947 亿立方米，供水不足部分主要通过调引长江等过境水资源补给。由于地势平坦，全省河湖蓄水量少，加上时空分布不均，属水资源紧缺省份。本地水资源可利用量小，开发利用程度超过 50%，太湖流域片高达 80%，远超过国际公认的 40%警戒线。水体流动性差、交换周期长，导致水环境容量偏低，水质对污染输入的响应更加敏感。四是**人口密集、经济发达，环境压力持续**。江苏经济发达，城镇化水平高。全省 13 个设区市，95 个县（市、区），常住人口约 8505 万人，城镇化率达 73.9%，人口密度 794 人/平方公里，是全国人口密度最高的省份。全省地区生产总值约 13.7 万亿元，位居全国第二位。江苏以全国 1.1% 的国土面积，聚集了 6.0% 人口，创造了 10.2% 的 GDP。高强度的人类活动给水环境带来持续压力，水质达标和风险管控的任务十分艰巨。

1.3 水质预报对重点断面水环境管理的支撑作用

“十四五”期间，江苏省地表水环境质量考核断面数量大幅增加，覆盖了全省主要河流。重点断面的水质稳定达标已成为各级政府生态环境考核的核心指标之一。尽管监测网络不断完善，但传统监测手段难以预判未来水质变化趋势，当前水环境管理仍以“事后监测、事后评估”为主，缺乏对未来水质变化的预判能力。一旦发生水质超标或突发污染事件，管理部门往往被动应对，难以提前采取有效措施。水质预报技术可以在未来 3~7 天内预判重点断面的水质类别和主要污染指标变化趋势，为管理部门争取宝贵的“提前量”，变被动应对为主动防控。一是**提前预警**，在断面水质即将超标前发出预警，为管理应对争取时间。二是**精准治污**。识别主要污染指标，为污染溯源和精准治污提供方向。三是**效能评估**。评估治理措施对水质改善的效果，支撑管理决策。这不仅是断面达标管理的技术支撑，也是防范水环境风险的现实需要。

2025 年全省 210 个国考断面优Ⅲ比例达 94.8%，全面完成国家考核（86.2%）和省定工作目标（92.4%）；656 个省考断面优Ⅲ比例达 97.6%。“十四五”期间，在美丽中国建设、“双碳”目标等国家战略引领下，全省生态环境质量明显改善，但对照高质量发展要求和群众的美好期盼，还有一定差距。在水环境方面，一是环境基础设施短板仍是制约生态环境质量持续改善的根本原因，城镇污水收集处理、农村生活污水治理等基础设施建设仍显滞后，导致水质随雨波动问题长期未得到根治；二是应对复合型污染与外部不确定因素影响的能力不足导致生态环境质量易发波动。2025 年全年气温偏高，汛期降水时空分布不均，全省地表水国考断面单月水质连续 5 个月处于“轻度污染”，恢复速度明显偏慢。

1.4 水质预报工作的现实需求与技术必要性

目前，国内与省内部分城市已开展水质预报探索，如四川省、安徽省、浙江省、上海、重庆、

南京等地均有相关实践。但由于缺乏统一的技术规范，预报成果难以互认、难以推广应用。当前，生态环境监测部门在水质预报系统建设中，由于缺乏统一的行业应用标准，在数据要求、模型选择与配置、预报技术要求等关键环节存在标准引用不一、主观性强、规范性不足的问题。具体表现为：数据要求不统一：不同系统对水质、气象、水文数据的更新频率要求各异。模型选择不明确：针对不同水体特征应选用何种模型缺乏指导。评估方法不一致：预报准确率的计算方法和合格阈值缺乏统一规定。因此，亟需制定一套系统化的技术规范，对水质预测预报的全流程进行统一规定，推动该技术的规范化、业务化应用。在技术路径上，本规范选择以物理机制为基础的水环境数值模型作为主线，因其具备物理可解释性、极端情景外推能力和对工程调控的模拟能力，是满足水环境风险预警业务需求的最成熟、最可靠的技术路线。

2 任务来源

“十五五”期间，江苏省地表水环境监测网络已基本构建完成，全省地表水环境质量监测网中，共有国家考核断面 215 个，省级考核断面 588 个。重点断面均建有水质自动监测站，实现 4 小时/次的高频监测，为水质预报提供了坚实的数据基础，也为本规范的实施提供了现实条件。

2025 年 3 月，省市场监督管理局印发《2025 年度江苏省地方标准立项指南》（苏市监标〔2025〕42 号）；2025 年 4 月，《小流域水体水质预测预报技术规范》标准编制组经行政主管部门省生态环境厅向省市场监督管理局提交了江苏省地方标准立项申报书及标准草案；2025 年 9 月，省市场监督管理局印发《关于征求 2025 年度江苏省地方标准立项建议的函》；2025 年 10 月，省市场监督管理局在其官方网站发布了《关于 2025 年度江苏省地方标准立项计划的公示》；2025 年 11 月，根据江苏省生态环境厅推荐，江苏省南京环境监测中心作为第一承担单位，联合河海大学、中电莱斯信息系统有限公司、扬州莱斯信息技术有限公司等单位，向省生态环境厅、省市场监督管理局申报了《小流域水体水质预测预报技术规范》地方标准编制任务并获得批准（《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），立项编号：2025068）。编制组将通过相关单位调研、专家评审和征求意见等程序，完成技术规范的编制工作。

3 编制过程

3.1 成立编制组

项目编制组在长期水质监测和水质预报工作的基础上，2025 年 4 月启动了《规范》编制前期工作。2025 年 4 月，成立了《规范》编制组，明确各成员分工。召开内部研讨会，成员在前期项目研究、文献资料分析和国内外相关研究成果调研的基础上，讨论并确定了开展《规范》编制工作的原则、程序、步骤和方法，形成了《规范》提纲。

3.2 专题研讨阶段

2025 年 5 月 30 日，召开第一次专题研讨会。专家组提出：完善研究对象，结合实际工作，明确技术方法主线。编制组据此将技术方法聚焦于数值模拟，以纳入国家或省级考核的监测断面为核心预报对象。

2025 年 6 月 6 日，召开第二次专题研讨会。专家组提出：标准需进一步完善规范模型构建流程，进而实现对工作详尽指导。编制组据此系统梳理了模型构建各环节的技术要求，明确了数据准备、模型选择、模型构建、结果输出、效果评估等全流程规范。

2025 年 8 月 12 日，召开第三次专题研讨会。专家组提出：明确预报相关技术要求，规范预报评估部分内容描述。编制组据此细化了预报内容、预报时效、预报空间范围等章节。

2025 年 9 月至 12 月，编制组根据专家意见对标准文本进行系统修改，将原结构调整“基本要求—预报内容—工作流程—技术要求—效果评估”，并遵循“正文定框架、附录载细节”原则，增设了基础资料清单、模型核心原理、评估计算方法、报告模板、参数参考范围等附录。

3.3 开题论证阶段

2026 年 1 月，完成开题报告和标准草案，通过开题技术审查。根据专家审查意见，进一步完善技术规范内容。一编制组讨论后，主要遵循两个原则开展修订完善，一是全文以数据信息为主线，关键环节给出明确界定条件；二是以业务应用部分为主体，各类数据为核心”原则，进行修改调整。按照以上原则，修改后《规范》的内容框架：由范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、预报内容、预报工作流程、预报技术要求及预报效果评估等 8 个方面组成。关于“明确技术规范适用范围，结合江苏省实际情况，突出管理支撑作用”意见的修改完善情况为：一是进一步明确适用范围；二是新增管理导向术语；三是基本要求中，明确提出服务管理决策；四是在技术规范中，充分考虑江苏省平原河网、闸坝密布的实际情况；五是增加评估指标，预报报告模板，确保预报产品可直接服务管理决策。关于“进一步明确预测预报周期、频次、准确率等规范型要求”意见的修改完善情况为：一是基本要求中，明确预报工作时间；二是明确预报时间范围；三是对基础数据来源，更新频次等做出规范要求；四是明确评估周期；五是提出预报评估界定要求，并明确模型优化的触发条件和优化流程。

3.4 开展调研座谈

2026 年 4—6 月开展现场调研，同时向省内各驻市监测中心等技术单位进行问卷调研，收集围绕水质预测预报工作与技术基础，数据基础，规范反馈及推广应用建议等方面建议。

3.5 完成征求意见稿审查

2026 年 6 月，根据调研意见修改完善，形成《规范（征求意见稿）》。

2026 年 7 月，召开征求意见稿技术审查会，通过技术审查，专家组建议：一是进一步细化模型的适用对象和应用场景；二是进一步规范文本格式和语言表述；三是根据标准文本修改情况同步修订编制说明。编制组根据审查会意见进行系统修改完善。

3.6 技术路线

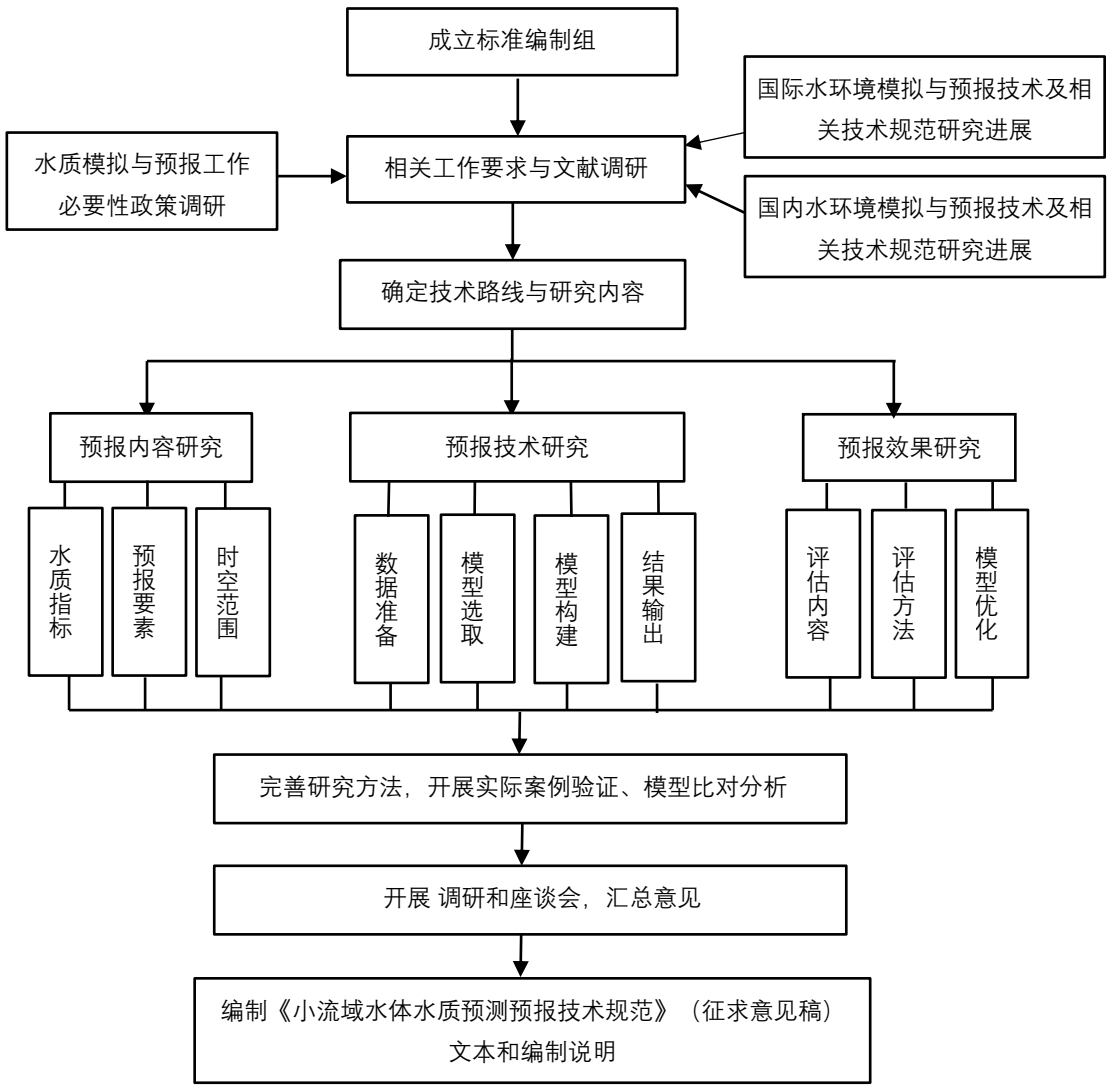


图 1 技术路线图

4 国内外研究进展

4.1 国际水质预报技术发展历程

国际水质预报技术发展可划分为四个阶段：第一阶段（1925-1965 年）：简单氧平衡模型阶

段。以 S-P 模型为代表，主要模拟溶解氧和 BOD 之间的平衡关系。这一阶段模型结构简单，参数少，适用于有机污染为主的河流水质预测。S-P 模型至今仍作为水质预测的基础理论被广泛引用。第二阶段（1965-1985 年）：快速发展阶段。美国 EPA 开发了 QUAL 系列模型（QUAL I、QUAL II、QUAL2E 等），开始考虑氮、磷等多指标的综合水质模拟。WASP 水质模型系统于 1983 年推出，至今仍为全球应用最广泛的水质模型之一。这一阶段模型从单一指标向多指标发展，从稳态向非稳态演进。第三阶段（1985-1998 年）：深入研究与广泛应用阶段。模型维度从一维逐步提升至二维、三维，应用范围从河流拓展至湖泊、河口、海岸带。丹麦水动力研究所开发的 MIKE 系列模型、美国弗吉尼亚大学研发的 EFDC 模型相继问世，涵盖水动力、水质及泥沙过程，适用于多种水体类型。模型开始纳入更复杂的水质过程，如藻类生长、营养盐循环等。第四阶段（1998 年至今）：集成化与业务化应用阶段。欧美主导开发多模块集成模型，将水动力、水质、生态、泥沙等模块耦合，同时逐步引入人工智能、遗传算法、神经网络等新兴技术。国际上代表性水质预报系统包括，美国伊利湖有害藻类水华预测系统（NOAA 开发）：每周发布 1-2 次，预测未来 4-7 天蓝藻水华的空间分布和强度。美国切斯皮克湾缺氧预测系统（VIMS 开发）：预测未来 2 天海湾分层的溶解氧变化。德奥多瑙河流域预警系统：跨国合作，实时预警跨境污染事件。这些系统普遍采用“监测—模型—评估—发布”的业务化运行模式，将高频在线监测、遥感、气象水文预报等多源数据融合，实现滚动更新预报。

4.2 国际水质预报关键技术环节

在模型构建方面，国际研究积累了丰富经验。在初始条件与边界条件设置方面，初始条件反映模拟水体的初始状态（如水位、流速、水质浓度），在湖泊、水库模拟中尤为关键，缺乏实测数据时常通过模型“预热”进行估计；对于河流、河口等水动力变化剧烈的水体，初始条件影响相对较小。边界条件是模型运行的主要驱动力，包括大气边界、出入流流量、水工建筑物等；水质模块还需考虑点源与非点源污染输入。合理设置垂向与水平边界条件，对避免模拟误差具有重要意义。模型评估方法方面，国际常用评估方法包括模拟值与实测值对比、纳什效率系数(NSE)、均方根误差（RMSE）、平均相对误差（MRE）等统计指标，并重视模型的不确定性分析与敏感性检验。美国 EPA 发布的《环境模型开发、评估与应用指南》对模型评估提出了系统要求。

本规范在模型开发流程、模型性能评价、质量保证、敏感性分析和不确定性表达等方面，参考了美国 EPA《环境模型开发、评估与应用指南》及环境模型质量保证相关技术文件。上述文件强调模型问题界定、数据质量控制、模型性能评价、敏感性与不确定性分析以及全过程质量保证。本规范在吸收相关技术要求的基础上，结合江苏省中小河流域业务化预报需求，进一步细化了数据更新周期、预报时效、重点断面结果输出、预报信息审核和评估优化等内容。

4.3 国内水质预报技术研究进展

我国水质预报研究始于 20 世纪 70 年代末，早期以引入国外模型为主。2000 年以来，国内模型研发取得显著进展，从单一因子向多因子发展，从点源模拟转向点源—面源耦合模拟。

典型应用案例：太湖蓝藻水华预测预警系统（中国科学院南京地理与湖泊研究所）：2008 年建成，是国内第一套蓝藻水华及湖泛预测预警系统，已连续运行 17 年，累计发布预测预警报告 500 余份，为太湖蓝藻防控和饮用水保障做出了重要贡献。系统采用三维水动力-水质耦合模型，结合高频自动监测和遥感反演数据，预测未来 3-7 天蓝藻水华的空间分布和湖泛风险。千岛湖水华预测预警系统：2018 年建成，采用 AEM3D 三维水动力水质生态模型，逐日运行，输出水质指标和藻类水华预测结果，支撑杭州市生态环境局淳安分局日常管理。秦淮河流域水质预报系统（江苏省南京环境监测中心）：2023 年建成，覆盖七桥瓮、三汊河口等重点断面，采用一维水质模型，结合水质自动监测数据和气象水文预报，实现未来 3-7 天水质类别和主要污染指标预报，已在台风“梅花”过境等实战中验证应用。其他地区实践：北京市建立了温榆河水环境监测预警平台；广东省采用 EFDC 模型支撑北江流域水质模拟预测；湖北省构建了通顺河流域二维 EFDC 自动化预警模型；上海市应用 ARIMA 和 LSTM 模型实现水质实时报警预警。

4.4 国内相关标准现状

当前，国家与地方层面已发布的标准主要为特定场景提供技术依据，尚未有专门针对小流域河流水质预报的通用技术标准。《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）由生态环境部发布，适用于建设项目环境影响评价中的地表水环境预测。该标准系统规定了地表水环境影响预测的模型方法，包括模型选择、参数确定、初始边界条件设置等技术要求，是水质预报技术的重要基础。但该标准主要服务于建设项目环评，在目标、时空尺度上与业务化预报存在差异。

《流域水环境模型评估验证技术指南》（T/CSES 72-2022）由中国环境科学学会发布，适用于流域水环境模型的评估与验证工作。该标准提出了模型评估验证的共性要求，包括数据要求、验证指标、不确定性分析等内容，为模型效果评估提供了方法论参考。但该标准主要针对模型验证环节，未涉及预报业务化运行的全流程。《湖库蓝藻水华及湖泛短期预测预警技术规范》（DB32/T 4816-2024）由江苏省发布，适用于湖库蓝藻水华及其引起的湖泛事件的短期预测与预警。该规范与本规范同属江苏省生态环境监测领域的地方标准，在技术框架、工作流程、评估方法等方面具有参考价值。但该规范主要针对湖库水体，聚焦于蓝藻水华和湖泛等生态灾害，核心指标为叶绿素 a、溶解氧、水华面积等，与本规范针对河流断面水质预报的定位有所不同。《地表水环境质量监测技术规范》（HJ 91.2-2022）由生态环境部发布，适用于地表水环境质量监测工作。该标准规定了监测断面设置、采样频次、样品保存、数据分析等技术要求，为水质预报的数据基础提供了规范依据。但该标准主要服务于监测业务，未涉及预报技术流程。

在水动力边界、水质边界、污染负荷设置和代表性水文条件选取方面，本规范参考了《水域纳污能力计算规程》等国内技术文件中关于污染物迁移转化、河段概化和设计水文条件选取的技

术要求，并针对短期滚动预测预报场景，将静态核算中的边界与负荷设定方法转化为可动态更新的初始条件、边界条件和预报效果评估要求。

上述标准虽具参考价值，但均未系统覆盖针对小流域河流开展全流程、业务化水质预报所需的技术规定，在数据要求、模型选择、预报技术要求等等关键技术环节缺乏统一、细化的操作流程。

5 主要内容及技术指标确定的依据

5.1 基本原则

本规范以国家生态环境法律法规和江苏省生态环境管理要求为依据，结合江苏省小流域河流水质预报工作实际需求，在充分调研国内外相关标准和技术进展的基础上，遵循科学性、实用性、可操作性、可评估性的原则进行编制。

（1）科学性原则

本规范在编制过程中，充分借鉴国内外水质预报领域的成熟技术和研究成果，确保预报指标选择、数据要求确定、工作流程设计、效果评估方法等各环节建立在科学基础之上。规范以数据信息为主线，明确一维、二维模型的适用条件，规定数据质量控制要求，确保技术流程有充分科学依据。

（2）实用性原则

规范编制紧密结合江苏省水环境管理实际需求。江苏省设有水质自动监测站的考核断面数量众多，水质预报需求迫切。以生态环境监测部门为主体、水质监测数据为核心，适用对象为重点断面所在河流，目标是支撑水污染风险预警和环境管理。

（3）可操作性原则

规范使用对象包括生态环境部门技术人员，他们熟悉水质监测业务，但未必具备专业的预报技术开发能力。因此，本规范在技术要求部分，以原则性规定为主，重点规定数据、流程、结果，避免过度技术化。

（4）可评估原则

本规范建立预报效果评估与质量控制体系，设置水质类别预报准确率为评估标准，若预报结果持续偏离实际情况或发生重大水质预报失误时启动模型优化的触发条件，客观评价预报产品可靠性，形成“评估-反馈-优化”的工作闭环。

5.2 范围

本节明确了两方面内容和要求，一是规定了以水环境机理模型为主体技术方法的小流域水体水质预测预报的基本要求、预报内容、工作流程、技术要求及预报评估等内容。水环境机理模型能够反映流域污染负荷的产生、迁移、转化及其与水质响应的关系，机理明确、技术成熟，是当前水质预测预报的主流技术方法，故确定为本文件的主体技术方法。二是《规范》的适用范围。本规范适用于小流域水体的水质预测预报，适用水体类型范围聚焦于河流水体。根据“十五五”期间国家和江苏省水环境管理要求及工作目标，同时作为重点断面设置和水环境精细化管理的重要空间单元，可为重点断面所在河流水体的水质预报和精准管控提供技术支撑。

流域面积小于 200 平方公里或大于 3000 平方公里的河流水体，以及其他类型水体的水质预测预报，其水质预测预报的工作流程和技术方法与本文件规定的小流域水体水质预测预报具有共性，故规定可参照执行，以扩大本文件技术成果的应用范围。

5.3 规范性引用文件

列出了与本规范密切相关的 2 项标准文件：GB 3838-2002《地表水环境质量标准》、HJ 2.3-2018《环境影响评价技术导则 地表水环境》。而 GB/T 22482-2008《水文情报预报规范》、GB/T 41867-2022《信息技术 人工智能 术语》、DB32/T 4816《湖泛蓝藻水华及湖泛预测预警技术规范》、“十五五”国家地表水生态环境监测与评价工作方案（环办监测函〔2026〕120 号）、《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办〔2011〕22 号）、《江苏省水环境质量监测预警方案（试行）》（苏环办〔2020〕158 号）等，以文献的形式放在参考文献中。

5.4 术语和定义

5.4.1 小流域水体 small watersheds

流域面积在 200 km² 至 3000 km² 之间的河流水体（不包括大型河流干流）。

本标准所称“小流域水体”是参照水利部《中小河流治理技术指南（试行）》和《全国中小河流治理总体方案》中“流域面积 200~3000 平方公里中小河流”的界定；参考水利部《河流分级分类规范（征求意见稿）》表 1 河流分级分类指标中关于小型河流的分类，该规范综合考虑河流自然属性与管理治理要求，选取流域面积、耕地、人口、涉及城市规模、重大基础设施级别、流经区域 6 项指标，按“三类六级”对河流进行分级分类。即流域面积小于 3000km² 的河流为小型河流，其中流域面积在 200~3000km² 的河流级别为五级，流域面积在 200km² 以下的河流为六级河流。

同时根据《江苏省基本水情手册》，全省流域面积 50 km² 及以上河流 1495 条。其中符合“中小河流”范围（200~3000 km²）的河流，是江苏省水质考核断面最主要的水体类型，具有防洪、

排涝、灌溉、供水等综合功能，与群众生产生活密切相关。根据《江苏省中小河流治理总体方案》，江苏省开展中小河流治理情况调查评估，提出 200~3000 km² 中小河流名录，编制全省十七个水利分区中小河流治理方案。依据国家和江苏省关于中小河流治理以及河流分级分类规范的规定，确定本标准的适用范围为流域面积在 200~3000km² 的河流水体（不包括湖泊和水库）。

考虑江苏省“十五五”地表水考核断面设置实际情况，对于流域面积小于 200km² 但设有考核断面的河流，以及流域面积 3000km² 以上的大型支流，考虑到其与中小河流在水质预报方法上的相通性，参照本标准执行。

5.4.2 重点断面 key section

设有水质自动监测站，且纳入国家或省级地表水环境质量评价考核的河流断面。

本标准将“重点断面”定义为流域水体中设有水质自动监测站且纳入国家或省级地表水环境质量评价考核的监测断面。这一界定主要基于以下两方面考虑：一是水质预报工作需要高频、实时监测数据作为模型驱动和验证的基础；二是预报产品应直接服务于断面达标管理和水环境风险预警，将纳入考核的断面作为核心预报对象，可确保预报成果与生态环境部门管理需求紧密衔接，预报输出的水质类别等信息能够直接应用于国省考断面考核评价和风险研判。

根据国家和江苏省“十五五”地表水环境质量监测网设置情况，经优化调整后，纳入“十五五”地表水环境质量评价考核的监测断面已基本实现以下水体类型的全覆盖：①重点流域主要干支流、主要入湖河道；②国家及省级调水输水通道、重点流域跨市界生态补偿水体；③近年来水质污染矛盾突出的跨界水体；④水质不稳定或有变差趋势的监测断面；⑤流经建成区百姓身边的中小河流；⑥因生态环境问题突出纳入重点监管和重点攻坚的水体。这些水体和断面是各级生态环境部门开展水环境质量考核、污染溯源、风险预警、治理决策及成效评估的核心关注对象，其水质状况直接反映区域水环境管理成效，是水质预测预报工作的首要目标。根据《2026 年全省生态环境监测方案》，全省地表水环境质量监测网中共有国家考核断面 215 个，省级考核断面 588 个。大部分断面均建有水质自动监测站，实现 4 小时/次的高频监测，部分站点参与地表水手工与自动融合监测评价，为水质预报提供了坚实的数据基础。

在此基础上，各设区市、县（市、区）生态环境部门还可根据本地水环境管理实际，结合水质状况变化特征，在国家及省级考核断面的上下游、汇水区及所在水体范围内，自主增设监测断面或拓展预报覆盖范围，其他纳入考核的市控、县控断面可根据管理工作需求参照本规范在相应流域内开展预测预报工作，以更精准地支撑区域水环境质量改善和风险防控工作。

5.4.3 水质预测预报 water quality forecasting

以水环境机理模型为主要手段，对水体主要污染指标浓度、水质类别、变化趋势等进行预测，并生成水环境质量预报的工作过程。

本定义主要参考以下标准和技术规范中的相关内容:《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)中“地表水环境影响预测”章节;《环境空气质量数值预报技术规范》(HJ 1130—2020)第 3.2 条“环境空气质量数值预报”;《水文基本术语和符号标准》(GB/T 50095-2014)第 6.9.1 条“水质预报”、第 6.9.3 条“水质模型法”。

上述标准虽分属不同领域,但预报逻辑基本一致,本规范在综合借鉴的基础上,结合小流域水体水质预测预报工作实际进行定义。

5.4.4 预报准确率 forecast accuracy

预报结果与实测值之间的一致程度,通常以预报准确的天数与评价总天数的百分比表示。

本定义参考《环境空气质量预报评价规范》(DB32/T 4678—2024)中“预报准确率”的释义。该指标可通过水质类别准确率、主要污染指标准确率、浓度误差统计等方法进行评价。

5.5 基本要求

5.5.1 时间要求

从模拟预测开始至预报产品发布的总时长不宜超过 12 小时,其中模型运算时间原则上不超过 2 小时。这一要求确保了预报产品的时效性,使其能够切实服务于水环境管理决策。

时效性是水质预报产品能否真正服务于管理决策的关键。预报产品的价值在于其“提前量”,若发布时间滞后于水质变化,则失去预警意义。参考国内外同类系统运行经验(如太湖蓝藻水华预测预警系统、美国伊利湖有害藻华预测系统等),预报产品通常需要在监测数据获取后数小时内完成计算与发布。结合江苏省水质自动监测数据每 4 小时更新一次的频率,以及模型运算、结果审核、报告编制等环节所需时间,确定总时长不超过 12 小时是兼顾科学性与可操作性的合理阈值。其中,模型运算时间不超过 2 小时,主要考虑当前主流数值模型在典型小流域(河段长度数十公里、网格数千个)的计算能力,同时为模型优化和并行计算留有余地。考虑不同小流域在模型范围、网格规模、复杂程度、数据条件和管理需求等方面存在差异,对于计算量较大或存在特殊管理场景的,可合理确定发布时间并说明依据,以兼顾科学性。

5.5.2 数据要求

预报模型应基于水质、气象、水文、污染源、水利工程等多类基础数据进行构建和运行,实现多源数据驱动的模式计算与预报。

水质预测预报是一个多要素耦合的系统工程,单一数据源难以支撑准确预报。水质自动监测数据(特别是高锰酸盐指数、氨氮、总磷等核心指标)是模型驱动的主输入,其高频次(4 小时/次)特点能够捕捉水质短期波动;气象数据(降水、气温、风速、风向)是驱动水文水质模型的关键边界条件,决定了污染物的迁移扩散强度;水文数据(流量、水位)反映了水动力特征,是

污染物“载体”的核心参数；污染源数据（点源、面源）则提供了模型内部的源汇项。

5.5.3 场景要求

标准按照水环境管理决策用途划分三类水质预报应用场景，开展预报工作前需先厘清对应业务类型。不同业务的管理目标存在区别，模型筛选、参数校准、预报精度评价等各环节管控尺度同步差异化设置，各类场景核心管控侧重点如下：常规趋势预报服务于断面水质预判和日常管理参考；水质突变风险预报服务于断面水质可能降类前的提前预警；污染溯源分析服务于污染来源判断。

5.6 预报内容

5.6.1 预报要素

预报要素为重点断面水质类别。对于存在特征污染风险的流域，应增加相应特征指标。

预报要素是预报产品的核心输出内容，需与生态环境部门的管理需求密切相关。

断面水质类别：水质类别是地表水环境质量考核的核心指标，优Ⅲ比例是各级政府考核的重要依据，直接关系到断面达标评价。依据《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）和《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办〔2011〕22号）进行水质评价。

5.6.2 时空范围

预报时间范围为未来3天~7天，时间间隔不大于1天，必要时可缩短至4小时。预报空间范围根据重点断面所在水系及水环境现状确定，应覆盖断面汇水范围内的干流与主要支流、对断面水质有影响的污染汇入河段，以及受人工调控影响河段的闸坝水利设施。时空范围的确定兼顾预报的提前量、可行性和管理需求。

时间范围：3天以内预报精度较高，但对管理提前量贡献有限；7天以上预报不确定性显著增加，且超出多数管理部门应对措施周期。3天~7天既能为管理部门争取“提前量”（如预降闸坝水位、调整调度方案、开展雨前排查等），又能在当前模型技术水平下保持可接受的准确率。时间间隔不大于1天，可满足逐日水质变化跟踪需求。必要时（如预报期内有强降雨过程或重大活动保障）可缩短至4小时，与自动监测频率匹配，实现滚动预报。

空间范围：重点断面的水质受上游来水、支流汇入、污染源排放及闸坝调控等多因素影响。因此，预报空间范围必须以模拟河段为核心，向上游延伸至最近的控制断面，应覆盖断面汇水范围内的干流和主要支流（确保水力连续性）、对断面水质有影响的污染汇入河段（识别污染源贡献）、以及受人工调控影响的闸坝水利设施（反映工程调度对水动力水质的影响）。这一范围界定既保证了模型边界条件的完整性，又避免了过度扩大计算区域导致数据需求过量和计算负担加重。

5.7 预报工作流程

本规范以水环境机理模型为预报工作的主体技术方法，按照“数据准备—模型选取—模型构建与配置—模型率定与验证—结果输出—预报生成—预报评估”的技术路线开展。工作流程见图 2。

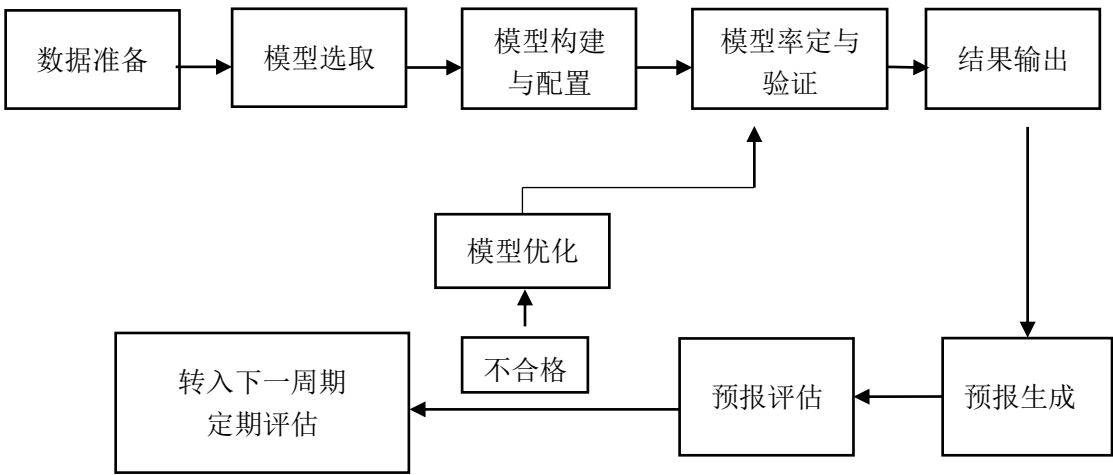


图 2 小流域水体水质预测预报工作流程图

5.8 预报技术要求

5.8.1 数据准备

数据准备是水质预报的基础，其质量直接决定预报结果的可靠性。本节规定了水质监测数据、气象数据、水文数据、污染源数据、水利工程信息等五类数据的准备要求，对各类数据的更新频率、来源和质量要求作出明确规定，并提出基础数据库建立与数据质量要求。基础数据收集清单见表 1。

（1）水质监测数据：包括水温、pH 值、溶解氧、电导率、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮等 9 项指标，更新周期不低于 4 小时/次。与水质自动监测站的实际运行周期一致，能够捕捉水质短期波动特征，满足预报对数据时效性的要求，数据来源于生态环境部门水质自动监测站；手工监测数据包括 GB 3838-2002 表 1 基本项目，更新周期原则上不应超过 1 个月，用于模型率定验证及补充自动监测未覆盖的指标，数据来源于生态环境部门监测数据。

（2）气象数据：数据包括未来 3 天~7 天降水、气温、风速、风向等，更新周期不应超过 1 天，用于驱动模型的气象过程，是模型的关键边界条件，与气象部门预报产品发布周期相匹配。数据来源于气象部门公开发布或共享数据。强降雨或极端天气可能造成水质突变时，宜根据业务需要将更新周期缩短至 4 小时或与自动监测数据同步。

（3）水文数据：用于模拟水流运动过程，反映河流的水动力特征，包括重点断面流量、水位和主要支流流量等。重点断面流量、水位数据更新周期不应超过 1 天，主要支流流量数据更新周期原则上不应超过 1 个月，并可根据水情复杂程度、预报时效和数据获取条件适当缩短。数据来源于水利部门公开发布或共享数据，以及生态环境部门补充监测数据。对于设有水文站的断面，优先使用实测水文数据；对于无水文站的断面，可采用经验证的水文模型或经验方法估算，并说明估算方法和适用条件。历史水文序列主要包括水位、流量、流速、流向等数据，用于分析河流水动力特征、模型率定验证及参数确定。对于江苏省平原河网地区，由于河网密集、水系连通性强，水流方向和交换过程受闸坝调度、引排水工程影响明显，水质预测预报过程中应充分考虑人工调控形成的水动力变化。对于数据不足区域，可根据数据条件采用合理方法补充水文边界，并对数据来源、处理方法及不确定性进行说明。

（4）污染源数据：包括点源排放口位置、排放量、排放浓度，以及面源土地利用、农业面源负荷估算等，用于输入模型内部源汇项，反映外源污染负荷。污染源数据更新周期原则上不宜超过 1 年；排放许可、生产工况、治理设施运行或土地利用发生显著变化时，应及时更新。点源数据来源于生态环境和水务部门；面源数据可通过统计资料、遥感解译和调查研究资料等获取。

（5）水利工程信息：包括闸坝调度与运行记录等，用于模拟闸坝调度等人工调控影响。水利工程运行信息的更新周期应与相应水文数据保持同步；用于实时预报时，应采用能够反映预报起算时刻工程状态的最新数据。数据来源于水利部门共享。

（6）数据质量要求：应建立水质预测预报数据库，统一归集水质、气象、水文、污染源等基础数据，模型构建与预报运行所需数据应优先采用生态环境、水文、气象等主管部门的自动监测、公开发布或审核共享数据。基础数据须满足完整性、连续性、一致性、准确性和可追溯性要求。异常值可采用合理范围检验、突变检验、连续性检验和多源数据比对等方法识别，经确认无效的异常值应剔除并记录。采用替代数据、估算数据或模型反演数据时，应说明数据来源、适用范围、处理方法和不确定性，并保留审核与处理记录。短时、少量缺失值可依据数据变化特征和时间尺度采用线性插值、样条插值、相邻时段统计值或相邻站点回归等方法填补；连续长时段缺失或关键边界数据缺失时，不宜直接插值，应采用经验证的替代数据、模型估算或重新获取数据，并说明处理依据和不确定性。预报输入不得使用预报期之后的数据进行填补，以防止信息泄漏。闸坝、泵站等人工调控工程未来运行状态存在不确定性时，应根据管理需求采用确定调度方案、历史运行规律或典型调度情景设置模型边界条件，并说明相关假设及影响。

表 1 基础数据收集清单

信息类别	信息项目	具体内容	用途说明
流域水系	水系分布	河流干流、支流分布图	构建河网拓扑关系
	河网关系	上下游连接关系、支流汇流点坐标位置	设置支流边界
河道地形	横断面数据	断面间距、断面形	一维水质模型网格划

		状、断面坐标	分
	底部高程	河道底部高程	水动力计算
水文资料	站点分布	水文站点位置坐标	水文数据空间插值依据
	水文序列	水位、流量、流速、流向等时间序列数据	水动力边界条件设置及模型率定验证
水质资料	干支流断面	河流干流、支流出入断面水质时间序列数据	水质边界条件设置及模型率定验证
	常规监测点	河道常规采样点水质时间序列数据	模型率定验证及预报效果评估
重点断面	断面位置	经纬度坐标、所在河流	模型输出点定位
	断面属性	考核级别、监测指标、管理目标	输出内容要求
水利工程	闸坝位置	经纬度坐标、所在河流	边界条件设置
	工程参数	孔数、孔宽、底板高程	水工构筑物模拟
	调度规则	水位-流量关系曲线、运行记录	水工构筑物实时信息模拟
污染源分布	点源分布	排污口位置坐标、排放方式、排放水量与水质	设置点源输入边界条件
	面源分区	汇水区划分、土地利用类型、面源入河负荷特征资料	面源负荷估算
气象信息	气象站点	站点位置、高程、观测要素	气象数据插值依据
	气候特征	多年平均气温、降水量、风速、风向、相对湿度	模型参数率定参考
	极端气象	历史极端气温、最大日降水量	边界条件极端情况设置

5.8.2 模型选取

模型选取是水质预报的核心技术环节，直接影响预报精度和计算效率。本节规定了模型选择原则。模型选取应结合应用场景需求，选用能够模拟水动力过程、污染物对流扩散过程及相关理化、生物迁移转化过程的模型。

规范依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）和《水文情报预报规范》（GB/T 22482—2008）相关要求，结合小流域水质预测预报特点提出模型选取原则。模型应具备模拟主要水动力过程和污染物迁移转化过程的能力，并能够按照管理需求输出水质类别、主要污染指标及其时空变化结果。模型选取除考虑河流水系结构、水动力特征、河道形态及工程调控条件等自然与工程因素外，还应首先根据管理目标和所需输出分辨率确定。仅需获得河流重点断面

或河段平均水质结果时，一维水质模型通常能够满足需求；需要分析横向水质差异、局部污染扩散或闸泵调控影响时，可采用二维水质模型或一维—二维耦合水质模型。

具体适用条件与情景：

一维水质模型：基于断面均匀混合假设，仅模拟水流与污染物沿河道纵向输移、转化过程，计算开销小、对基础监测数据需求量更低，更适合高频次滚动预报业务开展。从河道适用条件来看，该模型优先用于河道顺直、宽度变化平缓、水体纵向流动占主导，流向稳定的平原中小型河网。从业务适配角度，一维水质模型仅适用于常规趋势预报；若河段不存在支流汇入、无闸坝泵站调控、全年水动力条件长期稳定，也可用于简单河道的水质突变风险预报。受自身维度限制，一维水质模型无法刻画支流汇入、弯道回流、河道分汊带来的横向浓度梯度，难以区分不同汇水区、排污口的污染贡献差异，无法完整还原污染团平面扩散范围，缺少空间解析能力，因此不适用于污染溯源类预报工作。

二维水质模型：同步模拟水体纵向、横向的水动力与污染物扩散过程，能够精准刻画弯道、分汊、缓流回流区等局部区域的污染浓度空间分布，对暴雨泄洪等极端工况下水质峰值、短时污染带的模拟还原效果更优，空间模拟能力显著优于一维水质模型。河道层面，适用于河宽较大、河道宽浅，存在连续弯道、分叉水系，易形成局部滞留回流的河段。业务应用上，二维水质模型是水质突变风险预报、污染溯源分析的优选模型，依托平面浓度场可精准识别污染汇入点位、追踪污染团迁移扩散路径；对于结构简单的单一河道，若具备完整水文水质监测数据，仅开展常规趋势预报时也可选用该模型。

一维-二维耦合模型：采用分区模拟思路，主干长河段采用一维计算保障整体运算效率，闸坝、支流汇口、集中排污口等关键敏感区域启用二维精细模拟，兼顾全域计算速度与局部污染过程模拟精度。该模型适配支流层级多、汇流关系复杂，闸泵调度频繁、水位流量年内波动幅度大的复杂河网，耦合模型对复杂河网下的常规趋势研判、极端工况水质预警、全流域污染源空间溯源工作均可选用。

计算方法：水质预报机理计算方式如下，供使用者参考理解模型的物理基础，但不作为强制执行的技术细节。

水动力过程：

水动力模型用于模拟水流运动，是水质预报的基础，包括连续方程和动量方程。连续方程描述了水流质量守恒，动量方程描述了水流运动守恒。

（1）一维水动力方程

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) - q \frac{Q}{A} = -g \left(A \frac{\partial z}{\partial x} + \frac{n^2 Q |Q|}{A h^{4/3}} \right) \quad (2)$$

式中：Q——断面流量，m³/s；

q——单位河长的旁侧入流，m²/s；

A——断面面积，m²；

Z——断面水位，m；

n——河道糙率，量纲一；

h——断面水深，m；

g——重力加速度，m/s²；

x——笛卡尔坐标系 X 向的坐标，m；

t——时间，s。

(2) 平面二维水动力方程

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = hS \quad (3)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial(h+z_b)}{\partial x} + fv - \frac{g}{C_z^2} \times \frac{\sqrt{u^2+v^2}}{h} u + \frac{\tau_{sx}}{\rho h} + A_m \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \quad (4)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial(h+z_b)}{\partial y} - fu - \frac{g}{C_z^2} \times \frac{\sqrt{u^2+v^2}}{h} v + \frac{\tau_{sy}}{\rho h} + A_m \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \quad (5)$$

式中：h——断面水深，m；

t——时间，s；

g——重力加速度，m/s²；

u——对应于 x 轴的平均流速分量，m/s；

v——对应于 y 轴的平均流速分量，m/s；

z_b——河底高程，m；

f——科氏系数，f=2Ωsinφ，s⁻¹；

C_z——谢才系数，m^{1/2}/s；

τ_{sx}、τ_{sy}——分别为水面上的风应力，τ_{sx}=r²ρ_aw²sinα，τ_{sy}=r²ρ_aw²cosα，r²为风应力系数，ρ_a

为空气密度，kg/m³，w 为风速，m/s，α为风方向角；

ρ——水的密度，kg/m³；

A_m——水平涡动黏滞系数，m²/s；

x——笛卡尔坐标系 X 向的坐标，m；

y——笛卡尔坐标系 Y 向的坐标，m；

S——源（汇）项，s⁻¹。

污染物迁移转化过程:

水质模型用于模拟污染物在水体中的迁移转化, 主要包括以下过程:

对流过程: 污染物随水流移动, 由水动力场决定;

扩散过程: 污染物因浓度梯度引起的物质输移;

衰减过程: 污染物因生物化学作用而降解, 可用一级反应动力学表示;

源汇过程: 污染源输入、底泥释放等。

(3) 一维水质方程

$$\frac{\partial(AC)}{\partial t} + \frac{\partial(QC)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(AE_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + Af(C) + qC_L \quad (6)$$

式中: A——断面面积, m^2 ;

C——污染物浓度, mg/L ;

Q——断面流量, m^3/s ;

x——笛卡尔坐标系 X 向的坐标, m ;

q——单位河长的旁侧入流, m^2/s ;

E_x ——污染物纵向扩散系数, m^2/s ;

C_L ——旁侧出入流(源汇项)污染物浓度, mg/L ;

$f(C)$ ——生化反应项, $g/(m^3 \cdot s)$ 。

(4) 平面二维水质方程

$$\frac{\partial(hC)}{\partial t} + \frac{\partial(uhC)}{\partial x} + \frac{\partial(vhC)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(E_x h \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(E_y h \frac{\partial C}{\partial y} \right) + hf(C) + hSC_s \quad (7)$$

式中: h——断面水深, m ;

t——时间, s ;

u——对应于 x 轴的平均流速分量, m/s ;

v——对应于 y 轴的平均流速分量, m/s ;

x——笛卡尔坐标系 X 向的坐标, m ;

y——笛卡尔坐标系 Y 向的坐标, m ;

C——污染物浓度, mg/L ;

E_x ——污染物纵向扩散系数, m^2/s ;

E_y ——污染物横向扩散系数, m^2/s ;

$f(C)$ ——生化反应项, $g/(m^3 \cdot s)$;

S——源（汇）项， s^{-1} ；

C_s ——源（汇）项污染物浓度， mg/L 。

式 7 中的生化反应项 $f(C)$ 并非单一衰减项，可根据预报指标包括有机物降解、硝化与反硝化、磷吸附与解吸、沉降与再悬浮、藻类生长与死亡和底泥释放等过程。实际纳入的反应项应结合污染物特性、资料条件和敏感性分析结果确定，并说明简化依据与参数来源。

各水环境机理模型类型、核心模拟对象、典型适用场景、适用前提与局限性汇总整理于资料性附录，可供技术人员快速查阅、选型参考，简化现场模型选取判定工作。

表 2 水环境机理模型类型及适用场景

模型类型	空间概化	核心模拟对象	典型适用场景	适用前提	主要局限
解析解模型	无空间或简化一维	在理想化边界和简化反应条件下，描述污染物沿程衰减、扩散或氧平衡过程	稳态或近稳态河段的理论分析、参数初估、方案快速比选，以及数值模型结果的合理性校核	河道断面及水力条件可显著简化；边界条件明确；主要反应过程可用少量参数表达	难以处理复杂河网连接、时变边界、非均匀水动力及多过程耦合
零维模型（完全混合模型）	零维	将选定河段或计算单元视为完全混合水体，模拟水量与污染物质量平衡	短河段、调蓄河段、封闭或弱流动河段的平均水质估算；应急状态下的快速判断	计算单元内部浓度差异可忽略；入流、出流和污染负荷可明确量化	不能描述沿程浓度变化和局部污染带，不适用于空间差异明显的河段
一维模型	沿河道纵向一维	模拟断面平均水位、流量、流速及污染物沿程输移、扩散和转化	天然河流、城市河道、平原河网、渠道及长距离输水河道；适用于断面平均水质和沿程变化预测	横向和垂向水动力及水质差异相对较小，或仅要求断面平均结果	难以刻画宽浅河段、汇流区、分汊区、弯道或闸坝附近的显著横向差异和回流结构
二维模型（平面二维）	水平平面二维	模拟水深平均条件下的平面流场，以及污染物在纵向和横向的输移、扩散和转化	宽浅河段、河流汇流区、分汊区、弯曲河段、受闸坝或排口影响河段，以及横向流速或浓度差异显著的局部河段	垂向混合较充分，但平面流场或水质分布存在明显非均匀性；具有足够地形、边界和校准数据	网格构建、参数率定和计算成本较高，不宜用于大范围复杂河网实时预测
一维-二维耦合模型	河道纵向一维与局部区域平面二维组合	通过边界耦合，模拟河道长河段一维断面水流/水质沿程变化与局部区域平面二维流场及污染物输移转化	适用于同时模拟河道纵向输移与局部区域二维扩散转化过程为主的干支流交汇区、闸控河段回水区，以及河流弯道	需明确一维与二维模型的空间分界与耦合断面；需具备河网及局部区域地形、边界数据；对耦合边界的流量、水位、水质	耦合边界处理及模型衔接技术复杂，计算稳定性对耦合算法敏感；建模和率定工作量较大

模型类型	空间概化	核心模拟对象	典型适用场景	适用前提	主要局限
			或狭窄卡口段，以及需兼顾河道长距离模拟与局部精细模拟的场景	通量需满足物理守恒条件	

5.8.3 模型构建与配置

模型构建与配置是保证模拟准确性和稳定性的关键技术环节，直接影响预报结果的精度与可靠性。本节依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）相关要求，结合小流域水质预报业务化需求，从网格划分、初始条件设置和边界条件设置三个方面作出明确规定。

（1）网格划分

本规范 7.3.1 条对网格划分作出了原则性规定。在具体操作中，网格尺度的确定应综合考虑以下因素：一是模型计算精度要求，关键区域（重点断面、污染源汇入处、闸坝附近）需要更精细的网格以捕捉水动力和水质的空间变化；二是计算效率，网格过细将显著增加计算时间；三是数据可得性，网格尺度不应超过地形数据的有效分辨率。网格质量的检查一般包括正交性、长宽比、最小角度等指标。具体网格尺度的确定方法、加密策略及质量检查标准，属于模型构建的操作层面，可由技术人员根据实际模型软件和工程经验确定，本标准不作统一规定。

一维模型按河道长度、河宽变化和重点断面位置划分计算河段，并在主要支流汇入口、排污口、闸坝等位置设置计算节点，河段划分应能够反映河道沿程变化特征。

二维模型水平网格按河道岸线、河宽、弯道、分汊及干支流连接关系划分。网格整体应平顺、规则，相邻网格尺度宜均匀过渡，不应出现明显交叉、扭曲或畸变，网格正交性应满足所采用模型的计算稳定性要求，否则会引起数值扩散甚至计算发散。重点断面、主要支流汇入口、污染源汇入口及闸坝等关键位置应在网格中准确对应，必要时可结合河道形态和模拟需求适当调整或加密网格。网格生成后应检查水域连通关系及关键位置设置，并形成模型网格图，记录网格数量、主要尺度和正交性检查结果。

一二维耦合模型根据水动力与水质特征的空间差异划分计算区，在河道形态或水流条件显著变化处设置耦合界面；界面处网格尺度协调、几何参数吻合、变量传递满足守恒关系且时间步长匹配，以保证耦合模型数值稳定和精度。

（2）初始条件设置

初始条件是模型计算的起点。规范要求优先采用最新有效实测数据，以最大限度反映实际状态。缺乏实测数据时，可采用相邻断面数据、空间插值结果或经验证的替代数据，但需说明数据来源和依据，保证可追溯性。

当模型初始状态与实际水动力、水质状态存在差异，且可能对模拟结果产生明显影响时，应

设置合理的模型预热期，使水位、流量、流速和水质指标等状态变量逐步趋于稳定，减弱初始条件引起的模拟偏差。预热期时长应结合河道水流特性、水体交换周期、水质响应过程及模型运行需求确定，并可通过试算进行验证。保持其他条件不变，分别设置不同长度的预热期，对比重点断面或重点区域的水位、流量及水质模拟结果；当延长预热期不再引起主要模拟结果明显变化时，可认为模型达到相对稳定状态。

初始条件敏感性分析可在合理取值范围内调整初始水位、流量、流速或污染物浓度等参数，保持边界条件、模型参数及其他设置不变，对比不同初始条件下重点断面的模拟结果，分析初始条件变化对模拟过程、峰值、变化趋势及预测结果的影响。当不同初始条件下的模拟结果差异较小时，可认为模型对初始条件不敏感；差异较大时，应进一步优化初始条件或适当延长预热期。对于水流较快、水体交换周期较短的河段，预热期可适当缩短；对于水流缓慢、水体滞留时间较长或水质响应较慢的河段，预热期宜适当延长。预热期设置依据及敏感性分析结果应予以记录。

（3）边界条件设置

边界条件应根据模型类型、预报范围及预报需求合理设置，具体包括水动力、水质、污染负荷、气象和水工构筑物等边界。边界条件设置后，应检查时间范围、时间间隔、单位和空间位置与模型配置的一致性。

边界条件应根据模型类型、预报范围及预报需求合理设置，优先采用水质自动监测站数据、水文部门共享数据和气象部门预报数据，具体包括水动力边界、水质边界、污染负荷边界和气象边界，设置后需检查合理性、完整性和匹配性。边界条件是模型运行的主要驱动力，规范依据 HJ 2.3—2018 对各类边界作出规定：

数据来源优先序：优先采用水质自动监测站数据、水文部门共享数据、气象部门预报数据等权威来源，保证基础数据的可靠性。同时要求说明数据来源、时间范围及完整度。

水动力边界根据河道上下游关系、主要支流汇入位置、重点断面分布布设，包括流量、水位、流速等要素，需真实可靠、过程连续。对于闸坝、泵站等涉水工程，应结合实际设计参数、调度规则和运行记录设置水工构筑物边界；对于受人工控制的河流，应根据涉水工程的调度方案，合理确定边界条件。优先采用实时调度信息，也可根据现行调度规则、历史运行记录构建边界条件。

水质边界与水动力边界配套设置，包括氨氮、总磷、高锰酸盐指数等主要指标浓度过程，满足预测范围内水质变化过程模拟需求。

污染负荷边界包括点源排放流量、浓度及必要面源负荷估算。点源优先采用排口监测数据或核定排放量；面源根据资料条件和预报尺度采用适宜方法（如输出系数法、SWAT 模型等）；底泥释放等内源过程不属于外部边界，应作为模型内部源汇项处理；是否设置应结合底泥污染程度、水动力扰动特征和预报指标确定，不要求所有模型均采用复杂的底泥模块。

气象边界包括降水、气温、风速、风向等。预报时宜采用预报期内的气象预报数据，必要时结合实测资料或多年同期资料补充，以应对气象预报的不确定性。

边界条件输入前应确认数据时间范围、时间间隔、单位和空间位置是否与模型设置一致，避免因时间错位、单位不统一或边界位置错误影响模拟结果。

5.8.4 模型率定与验证

模型率定与验证是检验模型模拟能力、保证预报结果可靠性的重要环节。本节按数据要求、参数选取、敏感性和不确定分析、实施步骤几个方面进行规定。

数据要求：模型用于水质预报前，应开展率定与验证，率定解决模型参数取值问题，验证检验模型的独立预测能力，二者缺一不可。模型率定与验证应采用具有代表性的实测水文和水质数据，除覆盖丰水期、平水期和枯水期外，具备多年资料条件时，还应兼顾丰水年、平水年和枯水年等不同水平年，使模型在不同水流条件下的模拟能力均得到检验。用于率定和验证的两组数据应相互独立。

参数选取：模型参数是影响水动力和水质模拟结果的重要因素，其取值应兼顾物理意义、区域代表性和数据可靠性。本标准将模型参数划分为实测参数、经验参数和率定参数，并按照数据可靠程度明确参数选取顺序：优先采用现场监测、试验或调查获得的数据；缺少实测资料时，可采用研究区域历史监测资料或既有研究成果；仍无法确定时，可参考现行标准、技术指南或条件相近区域的研究成果；最后采用模型技术手册推荐值，从而避免直接套用经验值或将所有参数均作为自由参数进行率定。表 3 给出的河道曼宁糙率、有机物衰减系数、硝化速率、颗粒态磷沉降速度、底泥耗氧通量及温度系数等参考范围和建议初值，主要用于资料不足时的模型初始化和参数筛选，不作为统一固定取值。实际应用时，应结合河道形态、水动力条件、底泥污染状况、水温及污染物迁移转化特征，在参考范围内确定初值，并通过敏感性分析识别对模拟结果影响较大的参数，再结合实测过程进行率定。参数来源、适用条件、初始取值、率定结果及调整依据均应记录，以保证模型参数设置的合理性和可追溯性。

表 3 常用模型参数参考范围

参数	参考范围	建议初值
河道曼宁糙率	0.025 ~ 0.080	0.030 ~ 0.045
有机物一级衰减系数（20℃）	0.2 ~ 2.0 d ⁻¹	0.2 ~ 0.5 d ⁻¹
氨氮硝化速率（20℃）	0.1 ~ 0.3 d ⁻¹	0.2 d ⁻¹
颗粒态磷沉降速度	0 ~ 2.0 m·d ⁻¹	0.1 ~ 0.5 m·d ⁻¹
底泥耗氧通量	0.2 ~ 4.0 g O ₂ ·m ⁻² ·d ⁻¹	0.5 ~ 1.5
有机物衰减温度系数	1.03 ~ 1.06	1.047
硝化温度系数	1.05 ~ 1.10	1.07 ~ 1.08
底泥耗氧温度系数	1.06 ~ 1.08	1.07

敏感性和不确定性分析：应针对初始条件、边界条件、污染负荷及模型参数等可能影响模型输出的因素，在其合理取值范围内设置统一的扰动幅度或取值组合，计算重点断面水位、流量和

水质浓度等输出的变化率或敏感性系数，并根据影响程度识别和排序关键敏感因素。

对于参数较多、因素间可能存在交互作用的模型，宜采用 Morris 筛选法、Sobol 法或其他适宜的全局敏感性分析方法。

实施步骤：

(1) 水动力—水质耦合模型应先开展水动力率定与验证，再开展水质率定与验证。水动力率定应根据实测水位、流量或流速过程，对河道糙率、水平动量扩散等主要参数进行调整；水质率定应根据主要水质指标实测浓度过程，对污染物降解、沉降及其他主要水质参数进行调整。

(2) 模型率定与验证应结合模拟值与实测值过程线进行比较，根据不同应用场景需求，选取相对误差、纳什效率系数等指标，宜根据所用模型的操作手册推荐的指标精度范围，分别评价模型对水位、流量及主要水质指标变化过程的模拟效果。

针对常规趋势预报、水质突变风险预报、污染溯源分析分业务差异化设置模型校核评判标准，所有场景均需结合模拟值与实测时序过程线开展对比，采用相对误差、纳什效率系数等指标定量评价水位、流量及水质指标模拟效果。各场景管控重点与判定标准区分如下：

常规趋势预报：服务日常断面常态化水质研判，核心关注中长期水质整体变化走向，选取相关系数、平均相对误差作为核心评价指标；只要整体升降规律与实测保持一致，仅存在小幅波动、短时峰值轻微偏差，即可判定模型满足使用要求。

水质突变风险预报：面向汛期、台风、暴雨等极端工况水质降类预警，核心管控污染峰值、突变时段模拟精度，选用纳什效率系数、均方根误差作为核心评价指标；突变时段、峰值量级与实测基本贴合即符合预警使用标准。

污染溯源分析：用于识别污染源、追踪污染团迁移路径，需保证各汇入点位模拟无系统性偏移，以平均相对误差、相关系数开展评判；各源项误差合理、全过程无固定偏移时，模型可用于溯源研判。

(3) 当模型验证结果不能合理反映实测变化过程时，应优先检查基础数据、初始条件、边界条件及污染源输入，在确认上述设置合理后再调整模型参数，并重新开展验证。

(4) 率定与验证结果应记录率定期和验证期、主要参数及其取值、模拟值与实测值对比结果和精度评价指标。

5.8.5 结果输出

本节规范了预报结果输出内容，包括各重点断面每日水质指标浓度（高锰酸盐指数、氨氮、总磷等）；按照 GB 3838-2002 和地表水环境质量评价办法（试行）》（环办〔2011〕22 号）评价结果，输出各重点断面每日水质类别；当预报水质类别劣于超过Ⅲ类时，应识别并注明主要污染指标；可根据管理需求输出预测结果数据及图表，包括重点断面水质变化趋势等辅助分析结果。

水质类别是地表水环境质量考核的核心指标，优Ⅲ比例是各级政府考核的重要依据。输出水

质类别可服务于断面达标预警、水质变化趋势研判和管理成效评估。主要污染指标为精准治污提供了方向，管理部门可据此开展污染溯源和针对性治理。可根据管理需求输出预测结果数据及图表，包括水质变化趋势图、空间分布图等。目的是增强预报产品的可视化和实用性，满足不同场景下的管理需要，如重大活动保障、突发环境事件应对等。

规范规定的输出内容与现行地表水环境质量评价考核体系紧密衔接，预报产品可直接用于管理决策，降低了应用门槛。规范化的输出内容为报告模板提供了直接数据来源。报告模板中的“水质预测情况”表格、“主要污染指标”说明、“变化趋势分析”等内容，均与本节输出要求一一对应，实现了“模型计算—结果输出—报告生成”的标准化流程，提高工作效率。

5.8.6 预报生成

预报信息编制与审核是将技术成果转化为管理产品的最终环节，决定了预报信息的可用性和权威性。本节明确了报告内容的基本框架、报告模板的规范格式以及技术审核要求，确保预报信息规范、准确、可追溯。

（1）报告内容

报告基本信息：包括报告编号、编制单位、编制时间。这是报告的基本标识信息，便于归档、检索和追溯。报告编号建议采用“年度+流域+序号”等统一规则，由编制单位自行确定。

预报对象信息：重点断面名称、所在河流、预报范围及预报时效。

预报结果信息：各重点断面预报期内逐日水质指标浓度和水质类别，预报水质变化过程。

主要污染指标：当预报水质类别超过Ⅲ类时，说明主要污染指标（超标倍数最大的前三项或优先控制的毒性指标），为精准治污和风险预警提供方向。

变化趋势分析：根据预报结果对水质变化趋势进行必要分析，说明重点断面的水质变化情况（如“预计未来3天氨氮浓度呈上升趋势”），增强预报信息的可读性和决策参考价值。

风险提示：当存在水质下降风险或符合管理关注情形时，提出相应的风险提示信息（如“预计X月X日断面水质将降至劣Ⅴ类，建议提前采取管控措施”）。这是报告的最终应用点，直接支撑管理部门决策。

（2）报告模板：规范提供了标准化的报告模板，统一格式便于推广应用。模板内容包括：气象与降水预报、水质预测情况（分断面列出）、风险提示与建议，并附断面水质预测图。模板中明确了规范表述，如“X月X日至X日”“X断面X指标浓度为劣Ⅴ类水平”，避免因表述不一致导致歧义。使用单位可根据管理需求在模板基础上适当调整，但核心信息不得缺失。

（3）技术审核

规范明确报告须经技术负责人审核确认后方可输出使用，审核重点包括：

数据准确性：核验输入数据（水质、气象、水文、污染源等）的完整性和可靠性，确认异常

数据处理方式得当。

方法合规性：检查模型选取、参数设置、率定验证等是否符合本规范的技术要求。

结论可靠性：评估预报结果的合理性，必要时与历史同期数据或经验判断进行比对，确认无明显异常或错误。

报告模版详见图 3。

环境监测信息专报

关于 X 月 X 日至 X 日 XX 流域重点断面水 环境风险的预测预报

一、未来七天气象与降水预报

X 月 X 日—X 日，XX 将有一次降水过程，雨量中到大雨，部分地区暴雨，最大 XX 毫米。

二、水质预测情况

根据模型预测结果，未来 X 天，X 断面，所属河流为 XX，水质为 X—X 类，其中 X 月 X 日水质为 X 类，主要污染指标为 X；X 断面水质整体稳定，X 指标浓度达工作目标。

X 断面，所属河流为 XX，水质为 X—X 类，其中 X 月 X 日水质为 X 类，主要污染指标为 X；X 断面 X 指标浓度为劣 V 类水平。

三、风险提示与建议

X 断面水质预计 X 月 X 日达劣 V 类，风险指标为 X。

建议：

附件：断面水质预测图

单位名称

X 年 X 月 X 日

图 3 小流域水体水质预测预报报告模版

5.9 预报评估

5.9.1 评估周期

预报效果应结合汛期与非汛期，至少每半年评估一次。定期评估是确保预报质量的重要手段。结合汛期与非汛期分别评估，能够反映不同水文气象条件下模型的预报能力差异。每半年至少一

次的频率，既能及时发现模型存在的问题，又不至于过于频繁而增加不必要的工作负担。评估结果作为模型优化的依据，形成持续改进机制。

5.9.2 评估内容

评估内容为水质类别预报准确率，以水质类别预报准确率作为基本评估指标，一是 GB 3838-2002 以水质类别作为地表水环境质量评价的基本单元，水质类别预报准确率可直接服务管理考核；二是不同应用场景可共用同一指标框架，仅预报时间范围不同，便于统一评估使用。宜根据应用场景需求，对不同预报时间范围的水质类别准确率进行评估，水质突变风险预报为 1 天，污染溯源分析为 1 天~3 天，常规趋势预报为 1 天~7 天

同时条文明确预报时长为精度管控辅助条件：同一组连续预报序列内，距离起报时刻越远，气象、水文输入不确定性累积越高，模型模拟容错区间可适度放宽；但水质突变峰值、污染源空间贡献等核心管控内容，不得单纯随预报时长降低精度底线，保障风险预警、溯源分析结论可靠。

5.9.3 评估方法

水质类别预报准确率是通过水质类别预报结果与实测水质类别数据的一致性对比分析，评估水质类别预报效果。当实际水质类别与预报水质类别相同时，记为水质类别预报准确。公式如下：

$$S_w = \frac{n_w}{N_w} \times 100\% \tag{1}$$

式中：
S_w——水质类别预报准确率；
n_w——水质类别预报准确天数；
N_w——评价总天数。

5.9.4 评估结果

对水质类别准确率评价结果进行等级划分，根据S_w数值的范围划分为优秀、良好、合格、不合格四个等级。评价结果等级划分见表4。

表4 评价结果等级划分

S _w %	等级
S _w ≥80.0	优秀
70.0≤S _w <80.0	良好
60.0≤S _w <70.0	合格
S _w <60.0	不合格

5.9.5 模型优化

模型优化是闭环管理的关键环节，确保预报系统能够持续改进。由于水质预报过程中，水文气象条件、污染源排放、模型参数及边界条件等存在一定程度的不确定性，水质类别预报结果与实测结果可能存在偏差。为客观评价预报质量，并明确模型优化的启动判据，若评估结果不合格，或预报结果持续偏离实际情况时，应启动模型优化，对模型参数及边界条件进行校正，确保预报系统持续改进、预报精度稳步提升。优化措施按照“诊断—调整—完善”三步开展。首先诊断误差来源（是水动力过程偏差还是水质过程偏差，是边界条件问题还是参数问题）；然后调整模型参数，并使用独立于率定期的新实测资料验证；最后根据验证结果补充更新基础数据，优化模型结构和计算设置。通过这一闭环，逐步提升预报精度和稳定性。

优化措施包括：

（1）分析误差原因，以河宽、水深、流速、流量及主要预测因子的模拟结果为依据，诊断模型模拟误差的主要来源；

（2）调整模型参数，采用模型率定法，重新核定水动力及水质模型参数，并使用与率定期不同的实测资料进行验证，说明参数取值的合理性；

（3）完善基础数据与模型结构，根据验证结果，补充更新水文、水质及水下地形等基础数据，优化模型结构、计算步长及边界概化方式。

6 重大分歧意见

本标准无重大分歧意见。

7 与相关法律法规和标准的关系

本标准在编制过程中，充分遵循现行国家标准和行业标准的要求，未违反相关的标准和技术规范。规范中规范性引用了以下国家标准和行业标准：GB 3838-2002《地表水环境质量标准》、HJ 2.3-2018《环境影响评价技术导则 地表水环境》。

同时，《规范》与我省现行的《江苏省水环境监测预警方案（试行）》（苏环办〔2020〕158号）、《“十四五”国家地表水生态环境监测与评价工作方案》（环办监测函〔2026〕120号）、《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办〔2011〕22号）等管理文件相衔接，根据重点断面水环境质量考核、水质风险预警及水环境管理的实际需要，立足全省小流域水质预测预报的业务化需求，明确了水质预测预报的技术流程、数据要求、模型选取、结果输出及效果评估等内容，尽可能充分满足我省地表水环境质量管理和水污染风险防控需求。

本《规范》系我省首次针对小流域水体水质预测预报提出的地方标准，不违反现行法律、法规和强制性国家标准。

8 推广实施建议

本标准为你推荐性标准,使用对象为有水质预测预报需求的相关单位,包括但不限于生态环境、水利、水务、市政、自然资源、渔业、港航和旅游等行业领域,以及相关行业领域的规划设计、工程运维、信息服务以及科研机构 and 高校等。

标准发布后由江苏省生态环境、起草单位和参与编写单位相关领域进行宣传贯彻,使相关单位能够积极主动的获取基础数据资料,通过标准的实施推广水质预测预报技术在更多的纳入国家或省级地表水环境质量考核的监测断面所在河流水体的应用。同时,对该标准执行情况进行跟踪调查,收集实施过程中出现的问题和改进建议,以便编制组对本标准进行进一步修订和完善。

9 起草单位和起草人员信息及分工

序号	姓名	工作单位	项目分工
1	刘军	江苏省南京环境监测中心	主要起草人,构建标准主要框架结构,参与标准全文编写
2	谢鑫苗	江苏省南京环境监测中心	主要起草人,构建标准主要框架结构,参与标准全文编写
3	李一平	河海大学	主要起草人,构建标准主要框架结构,参与标准全文编写
4	柏松	江苏省南京环境监测中心	主要起草人,构建标准主要框架结构,参与标准全文编写
5	胡静	江苏省南京环境监测中心	主要起草人,构建标准主要框架结构,参与标准全文编写
6	赵明明	江苏省南京环境监测中心	主要起草人,构建标准主要框架结构,参与标准全文编写
7	薛宗璞	江苏省南京环境监测中心	主要起草人,参与标准编写

8	周玉璇	河海大学	主要起草人，参与标准编写
9	潘泓哲	河海大学	主要起草人，参与标准编写
10	金巧依	河海大学	主要起草人，参与标准编写
11	曹淇	河海大学	主要起草人，参与标准编写
12	刘雨曦	河海大学	主要起草人，参与标准编写
13	付伟	扬州莱斯信息技术有限公司	起草人，参与标准编写
14	张云虎	扬州莱斯信息技术有限公司	起草人，参与标准编写
15	商宇人	扬州莱斯信息技术有限公司	起草人，参与标准编写
16	宋文韬	中电莱斯信息系统有限公司	起草人，参与标准编写
17	王鹏鹄	中电莱斯信息系统有限公司	起草人，参与标准编写
18	于艺	中电莱斯信息系统有限公司	起草人，参与标准编写

参考文献

- [1] Ambrose R B, Wool T A, Martin J L. The Water Quality Simulation Program, WASP5: model theory, user' s manual, and programmer' s guide[J]. US Environmental Protection Agency, Athens, GA, 1993.
- [2] Bhattarai A, Dhakal S, Gautam Y, et al. Prediction of nitrate and phosphorus concentrations using machine learning algorithms in watersheds with different landuse[J]. Water, 2021, 13(21): 3096.
- [3] Boudreau B P. A method-of-lines code for carbon and nutrient diagenesis in aquatic sediments[J]. Computers & Geosciences, 1996, 22(5): 479-496.
- [4] Gassman, P. W., Reyes, M. R., Green, C. H., & Arnold, J. G. (2007). The soil and water assessment tool: historical development, applications, and future research directions. Transactions of the ASABE, 50(4), 1211-1250.
- [5] Jeong D S, Jeong H, Kim J H, et al. A hybrid approach to improvement of watershed water quality modeling by coupling process-based and deep learning models[J]. Water Environment Research, 2024, 96(8): e11079.
- [6] Ji Z G. Hydrodynamics and water quality: modeling rivers, lakes, and estuaries[M]. John Wiley & Sons, 2017.
- [7] Ji, Z. G., Morton, M. R., & Hamrick, J. M. (2001). Wetting and drying simulation of estuarine processes. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 53(5), 683-700.
- [8] Jia L, Yen N, Pei Y. Spatial and Temporal Water Quality Data Prediction of Transboundary Watershed Using Multiview Neural Network Coupling[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2023, 61: 1-16.
- [9] Lesser, G. R., Roelvink, J. V., van Kester, J. T. M., & Stelling, G. S. (2004). Development and validation of a three-dimensional morphological model. Coastal engineering, 51(8-9), 883-915.
- [10] Mudunuru M K, Son K, Jiang P, et al. Scalable deep learning for watershed model calibration[J]. Frontiers in Earth Science, 2022, 10: 1026479.
- [11] Tripp A C, Ross H P. SP modeling[J]. RESERVOIR TECHNOLOGY, 1997.
- [12] Wan H, Xu R, Zhang M, et al. A novel model for water quality prediction caused by non-point sources pollution based on deep learning and feature extraction methods[J]. Journal of Hydrology,

2022, 612: 128081.

- [13] Wang K, Liu L, Ben X, et al. Hybrid deep learning based prediction for water quality of plain watershed[J]. Environmental Research, 2024, 262: 119911.
- [14] Wang Q, Li S, Jia P, et al. A review of surface water quality models[J]. The Scientific World Journal, 2013, 2013(1): 231768.
- [15] Wang S, Peng H, Liang S. Prediction of estuarine water quality using interpretable machine learning approach[J]. Journal of Hydrology, 2022, 605: 127320.
- [16] Willard J D, Varadharajan C, Jia X, et al. Time series predictions in unmonitored sites: A survey of machine learning techniques in water resources[J]. Environmental Data Science, 2025, 4: e7.
- [17] Wu G, Xu Z. Prediction of algal blooming using EFDC model: Case study in the Daoxiang Lake[J]. Ecological Modelling, 2011, 222(6): 1245-1252.
- [18] Xu, H., Gao, Q., & Yuan, B. (2022). Analysis and identification of pollution sources of comprehensive river water quality: Evidence from two river basins in China. Ecological Indicators, 135, 108561.
- [19] Zhao S, Liu Y, Liu Y, et al. Development of water basin pollution emission inventory: a preliminary literature review and Its implication for China[J]. AQUA – Water Infrastructure, Ecosystems and Society, 2021, 70(1): 1-19.
- [20] Zheng L, Wang H, Liu C, et al. Prediction of harmful algal blooms in large water bodies using the combined EFDC and LSTM models[J]. Journal of Environmental Management, 2021, 295: 113060.
- [21] Zhi W, Appling A P, Golden H E, et al. Deep learning for water quality[J]. Nature water, 2024, 2(3): 228-241.
- [22] Zhi W, Baniecki H, Liu J, et al. Increasing phosphorus loss despite widespread concentration decline in US rivers[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2024, 121(48): e2402028121.
- [23] GB/T 41867-2022 信息技术 人工智能 术语
- [24] GB/T 22482-2008 水文情报预报规范
- [25] DB32/T 4816 湖泛蓝藻水华及湖泛预测预警技术规范
- [26] 《“十五五”国家地表水生态环境监测与评价工作方案》（环办监测函〔2026〕120号）
- [27] 《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办〔2011〕22号）

- [28] 《江苏省水环境质量监测预警方案（试行）》（苏环办〔2020〕158号）
- [29] 陈湛峰,李晓芳.基于注意力机制优化的 BiLSTM 珠江口水质预测模型[J].环境科学,2024,45(06):3205-3213.
- [30] 《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办〔2011〕22号）
- [31] 《水文基本术语和符号标准》（GB_T 50095-2014）
- [32] 程宇,马明睿,钟毅,等.基于 EFDC 模型的靖江河道多码头开发段溢油事故综合污染风险分析[J].水资源保护,2024,40(02):150-156.
- [33] 何宗健,蔡静静,倪兆奎,等.洱海不同途径氮来源季节性特征及对水体氮贡献[J].环境科学学报,2018,38(05):1939-1948.
- [34] 和克俭,黄晓霞,丁佼,等.基于 GWR 模型的东江水质空间分异与水生态功能分区验证[J].生态学报,2019,39(15):5483-5493.
- [35] 《环境空气质量数值预报技术规范》（HJ 1130—2020）
- [36] 《城市河道水环境综合整治工程设计标准》（DB32/T 4498-2023）
- [37] 黄婧,潘贵生,李娟,等.河流考核断面水污染源清单编制及水质异常风险管控方案研究[J].吉林水利,2021,(07):53-56.
- [38] 李继选,王军.水环境数学模型研究进展[J].水资源保护,2006,(01):9-14.
- [39] 李永坤,薛联青,邸苏闯,等.基于 Infoworks ICM 模型的典型海绵措施径流减控效果评估[J].河海大学学报(自然科学版),2020,48(05):398-405.
- [40] 李余隆,张兰,李立.基于 GCN-LSTM 的钱塘江南源水质预测研究[J].人民黄河,2023,45(12):83-87+95.
- [41] 廖如婷,徐宗学,叶陈雷,等.基于 SWMM 和 InfoWorks ICM 模型的大红门排水区暴雨内涝模拟[J].水资源保护,2023,39(03):109-117.
- [42] 刘悦忆,赵建世,黄跃飞,等.基于蒙特卡洛模拟的水质概率预报模型[J].水利学报,2015,46(01):51-57.
- [43] 吕睿喆.MIKE 21 模型在“引江济淮”背景下瓦埠湖水质模拟预测中的应用[J].环境科学导刊,2023,42(04):18-23.
- [44] 马仕先,周刚,童思陈,等.基于 HSPF 模型的平原河网地区流域划分[J].人民长江,2023,54(11):76-82.
- [45] 莫军成,黄春福,杨家亮,等.HSPF 模型在绿水流域洪水预报中的应用[J].水电能源科

- 学,2023,41(02):70-73+210.
- [46] 秦艳,徐庆,陈晓倩,等.基于在线监测时间序列数据的水质预测模型研究进展[J].东华大学学报(自然科学版),2024,50(03):116-122.
- [47] 王红晨,马俊,陈博行.基于进化算法优化的 CNN-EA-ConvLSTM 水质预测模型[J].水电能源科学,2023,41(08):73-76.
- [48] 王建平,程声通,贾海峰.环境模型参数识别方法研究综述[J].水科学进展,2006,(04):574-580.
- [49] 王昆,王年斌,孙家文,等.基于辽东湾海域的非保守型水质预测预报模型研究[J].水动力学研究与进展 A 辑,2013,28(06):691-700.
- [50] 王晓萍,孙继洋,金鑫.基于 BP 神经网络的钱塘江水质指标的预测[J].浙江大学学报(工学版),2007,(02):361-364.
- [51] 王颖.河流水环境水质预测模型研究应用及发展[J].广东化工,2022,49(10):135-136+144.
- [52] 徐祖信,尹海龙.黄浦江水环境模拟计算边界条件影响分析[J].同济大学学报(自然科学版),2006,(01):74-79.
- [53] 张冲,王千凤,齐新虎,等.基于 EEMD-NGO-LSTM 神经网络耦合的月径流预测模型及应用[J].水力发电,2024,50(01):1-7.
- [54] 张龙.湟水河流域水环境质量综合评价及典型污染物溯源和控制对策研究[D].山东大学,2022.
- [55] 张阳,洗慧婷,赵志杰.基于空间相关性和神经网络模型的实时河流水质预测模型[J].北京大学学报(自然科学版),2022,58(02):337-344.
- [56] 赵云强.北运河流域污染源解析及其清单研究[D].北京化工大学,2021.
- [57] 周华,王浩.河流综合水质模型 QUAL2K 研究综述[J].水电能源科学,2010,28(06):22-24+12.

附件一：重点断面水质预测预报应用实践案例

南京环境监测中心与河海大学选在秦淮河、滁河流域水污染溯源技术研究的基础上，选取重点河段开展小流域水质预测预报技术应用研究工作，通过整合自动站与手工监测、气象预报、水文水情、闸泵调度及污染源排放等多源数据，开展空间网格划分与插值构建二维水动力—水质数值模型，形成以水环境机理模型为预报工作的主体技术方法，按照“数据准备—模型选取—模型构建与配置—模型率定与验证—结果输出—预报生成—预报评估”的技术路线开展，实现未来3~7天各断面高锰酸盐指数、氨氮、总磷等主要指标的时空分布及水质类别、变化趋势预测。中心技术团队积极推进技术实践应用，从无到有搭建预报应用平台，并先后在2022年台风“梅花”过境应对、2024年春汛水质下滑预测、2026年台风“巴威”影响等场景中开展业务化应用，成功预测重点断面水质下滑与降类风险，为省、市主管部门部署汛期水环境监管、制定水质保障方案提供了有力技术支撑。主要应用技术内容如下：

1 预测预报技术流程

（1）数据准备

①基于秦淮河流域35公里重点河段5个国省考断面自动站与手工监测数据，以及水污染溯源调查工作积累，获取高锰酸盐指数、氨氮、总磷等指标高频和历史监测数据。

②根据国家气象网及江苏省气象台每日发布及推送气象信息，获取未来3天~7天降水、气温、风速、风向等气象信息。

③根据江苏省水情网每日发布及推送重点断面水情信息，获取重点断面流量、水位等水文信息；从水文部门共享获得秦淮新河节制闸-武定门闸每日运行调度数据；主要支流流量采用生态环境部门与水文部门监测共享数据。

④根据全市国省考断面关联泵站监测数据与溯源调查工作积累，获取秦淮河流域重点泵站高锰酸盐指数、氨氮、总磷等指标监测数据及排放量；秦淮河流域土地利用及遥感解译成果采用生态环境与市其他部门最新更新发布口径，用于面源污染测算。

（2）网格划分

利用空间网格划分和插值算法，将5个重点断面水环境参数插值到全河段。

（3）初始与边界条件：

（4）预测结果生成：以设置好的初始与边界条件，运行二维水动力-水质数值模型，得到未来3天~7天内各断面高锰酸盐指数、氨氮、总磷指标的时空分布。

（5）预报输出：根据预测结果，得到各断面未来水质类别、主要污染指标、变化趋势等。

（6）预报信息编制：根据预报输出结果，结合未来气象水情变化，判断水质超标风险，编制水质预报。

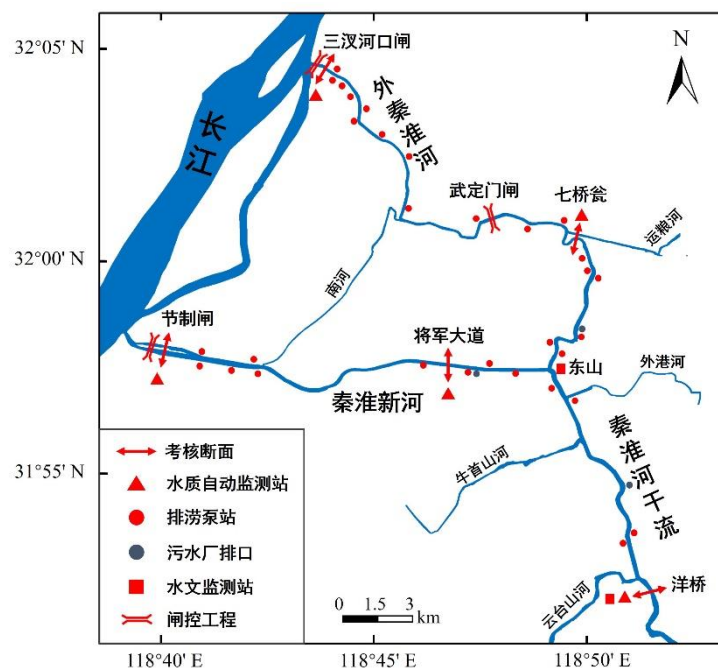


图 1 秦淮河流域重点河段水质预测预报应用区域图

2 预测预报技术应用

(1) 常态化业务应用方面，工作架构见图 2。以 2024 年春汛期间预报案例为例，案例应用情况如下：

由于春汛期间连续降雨且水资源量相对偏少，秦淮河流域水质易发生下滑，沿线 5 个国省考断面雨后污染强度高，水质持续超标。通过小流域水质预测预报技术应用，实时生成未来 7 天水质波动情况，结合预报结果与前期流域水污染溯源成果，准确识别造成水质下滑现象的潜在污染源为沿线 12 个重点排涝泵站以及南河、内秦淮河等支流河道。

①根据秦淮河流域监测站点与基础数据条件，选取秦淮河干流洋桥、秦淮新河节制闸、外秦淮河三汊河口为边界。监测点位布设、监测指标及数据频率如图 1 和表 1 所示。

表 1 预报区域监测点位布设、监测指标及数据频率

站点类型	站点名称	监测数据	数据监测频率
水质自动监测站	节制闸	pH、水温、溶解氧、浊度、电导率、高锰酸盐指数、氨氮、总氮、总磷	4h/次
	将军大道		
	洋桥		
	七桥瓮		
	三汊河口		
水文监测站	节制闸	流量、水位、降雨量	1d/次
	武定门闸		
	东山		
	前埠村（洋桥）		
微型水质自动监测站	三汊河口闸	pH、水温、溶解氧、浊度、电导率、高锰酸盐指数、氨氮	4h/次
	CC 泵站		
	XXW 泵站		
	CB 泵站		
	XJP 泵站		

污水厂排口	科学园污水厂 城北污水厂 开发区污水厂	氨氮、总氮、总磷、COD _{Cr}	1d/次
排涝泵站	沿线 45 个重点排涝泵站	氨氮、总氮、总磷、COD _{Cr}	15d/次

②预报区域河网水系分布相对简单，以秦淮河干流河道为主，河宽为 40~140 m，平均水深 4~5 m，横向河宽远大于垂向水深，因此选择二维垂向平均的正交曲线网格划分河网。将各条河道沿河宽方向划分为 1~6 个网格，共划分网格 2280 个。基于 13 个河道横断面的实测底高程数据，分别沿河宽及河长方向均匀插值到对应网格中。模型网格划分与地形设置结果如图 3（a）所示。

模型选取洋桥、节制闸 2 个干流断面，以及牛首山河、外港河、运粮河、南河 4 个支流断面作为入流边界，选取三汊河口闸作为出流边界。入流边界包括流量、水位与水质数据输入，出流边界仅包括水位数据输入。将武定门闸、三汊河口闸作为水工构筑物边界，将沿线 45 个排涝泵站、4 个污水厂排口作为污染源边界分别概化至模型中。模型边界条件设置如图 3(b)所示。初始条件设置中，将模型起算时刻各水文站点实测水位数据及各水质监测断面实测水质浓度分别作为模型初始水动力条件与初始水质条件，均匀插值分配到临近模型网格。

③数据准备、网格划分、初始和边界条件等设置完成后，开展预报应用。

2024 年 1 月 31 日通过降雨预报获取到，南京市未来 7 d 会发生连续降雨，降雨时长超过 5 d，总降雨量超过 70 mm，单日最大降雨量超过 40 mm。根据降雨预报数据以及 2024 年 1 月 30 日的流域水文实测数据，模拟预测未来 7 d 的水质波动情况。

预测结果显示，外秦淮河三汊河口断面未来 7 d 将出现明显的水质下滑与降类，尤其在 2024 年 2 月 3—4 日水质将由现状 III 类降低为 V 类与劣 V 类，氨氮质量浓度最高达 2.27 mg/L。建议主管部门加强对沿线排涝泵站的雨前排查与预降水位，腾出调蓄容量，避免雨后集中排放对三汊河口断面水质带来的不利影响。

降雨事件过后，根据三汊河口断面实测水质数据对预测预报结果进行了后评估。本次预测事件成功预测了 2 月 3—4 日的水质恶化现象，断面实际水质峰值浓度达 2.28 mg/L，与预测结果基本一致；7 日水质类别平均预测精准率为 57.1%，预测误差主要出现在预测期的最后 2 d，预测水质类别均为 IV 类，实际水质类别为劣 V 类与 V 类，表明在降雨停止后，沿线仍有储存的降雨径流及非点源污染持续排放，带来了预测误差。后续将进一步研究沿线污染源排放与降雨事件的非线性响应关系，优化匹配算法，提升水质预测精度。

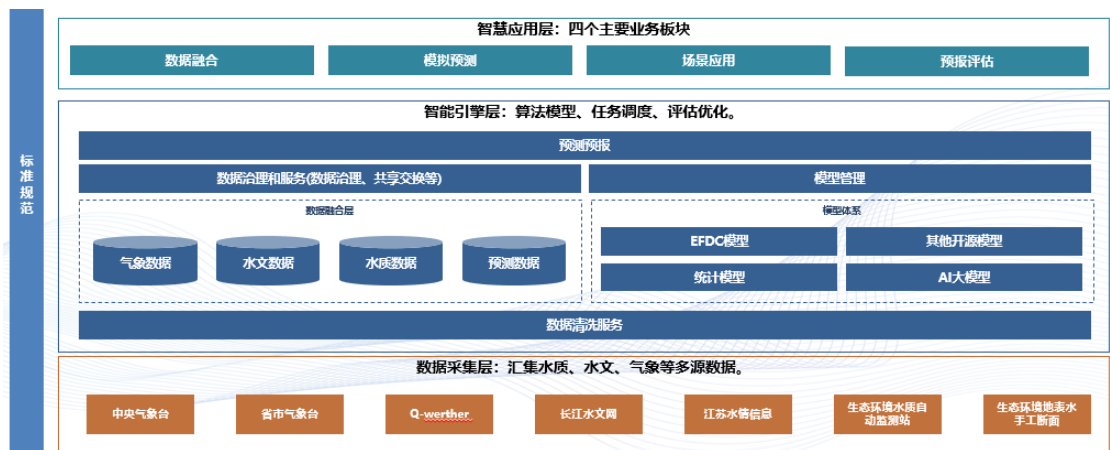


图 2 小流域水质预测预报技术应用架构图

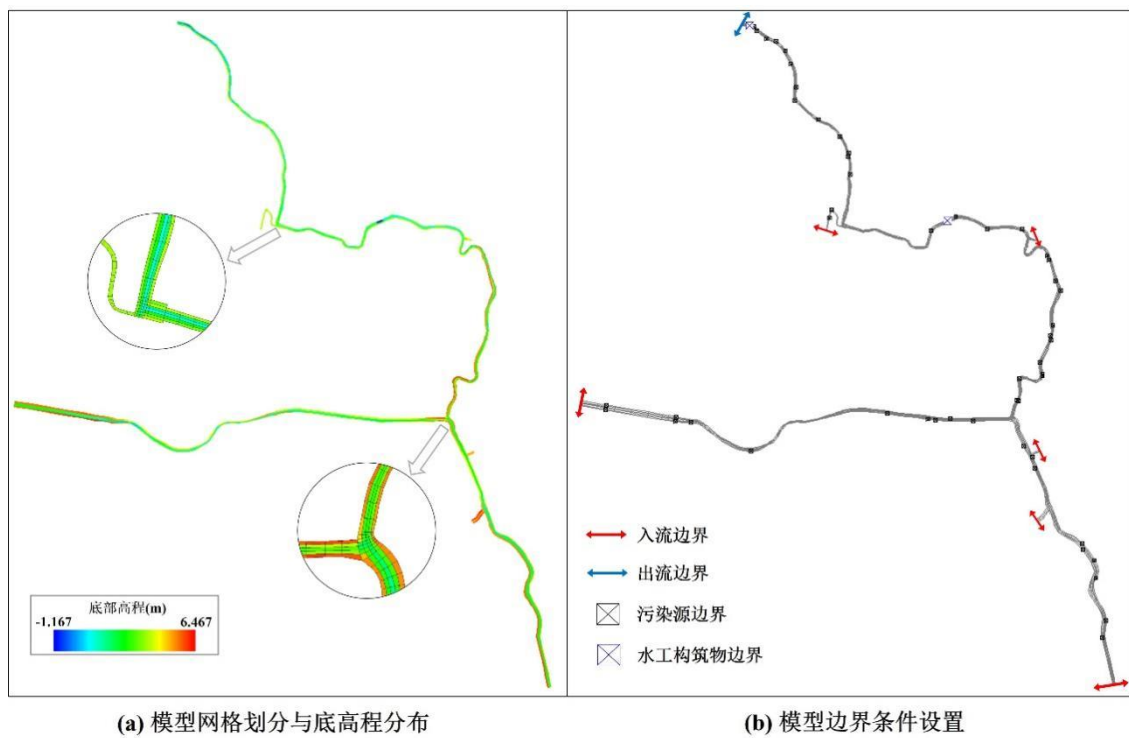
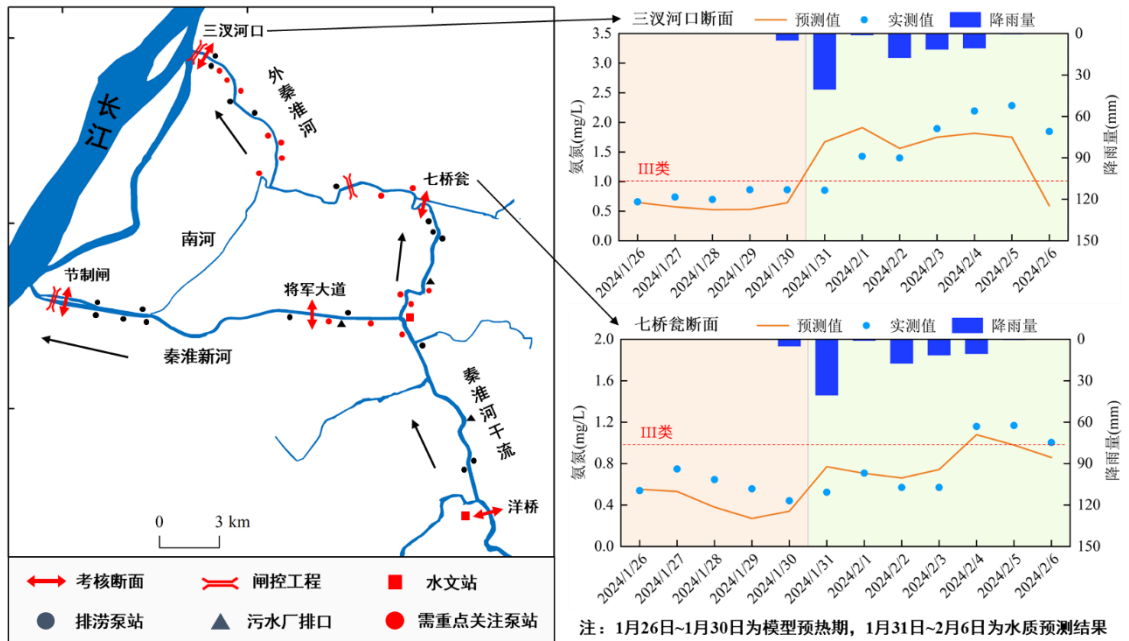


图 3 模型网格划分、地形及边界条件设置结果



以预测分析结果为导向，2024 年 4 月南京市污防攻坚办制定下发了《南京市 2024 年汛期水环境监管与水质保障工作方案》，按照“查、溯、治、控、督”的工作思路，紧盯水质下降明显、降雨污染强度排名靠前的国省考断面；

2024 年 5 月南京市生态环境局根据相关研究成果制定《外秦淮河水水质稳定达标专项行动实施方案》，下达 18 项工作措施，持续提升外秦淮河水环境质量，保障流域内国省考断面水质稳定达标。



图 6 典型案例水质预测预报报告生成

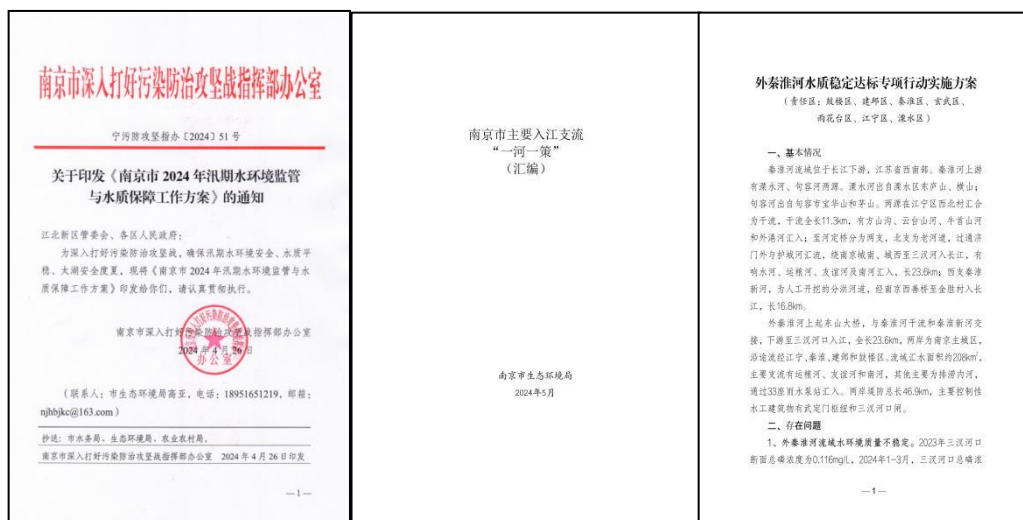


图 7 常态化预报部门应用

(2) 极端气候条件应对方面，台风过境期间案例应用情况如下：

2022 年 9 月第 12 号台风“梅花”过境期间，基于小流域水质预测预报技术试点研究成果，编制组编制《关于台风“梅花”对南京市国考断面水质影响的预警分析报告》上报厅，研究与应用受到肯定，省厅做出工作部署。研究成果及相关技术方法被省内相关驻市环境监测中心应用于水环境污染溯源监测工作中，为重点考核断面在降雨历程中出现的水质波动预警研判及精准溯源提供了有效的理论与技术支撑。

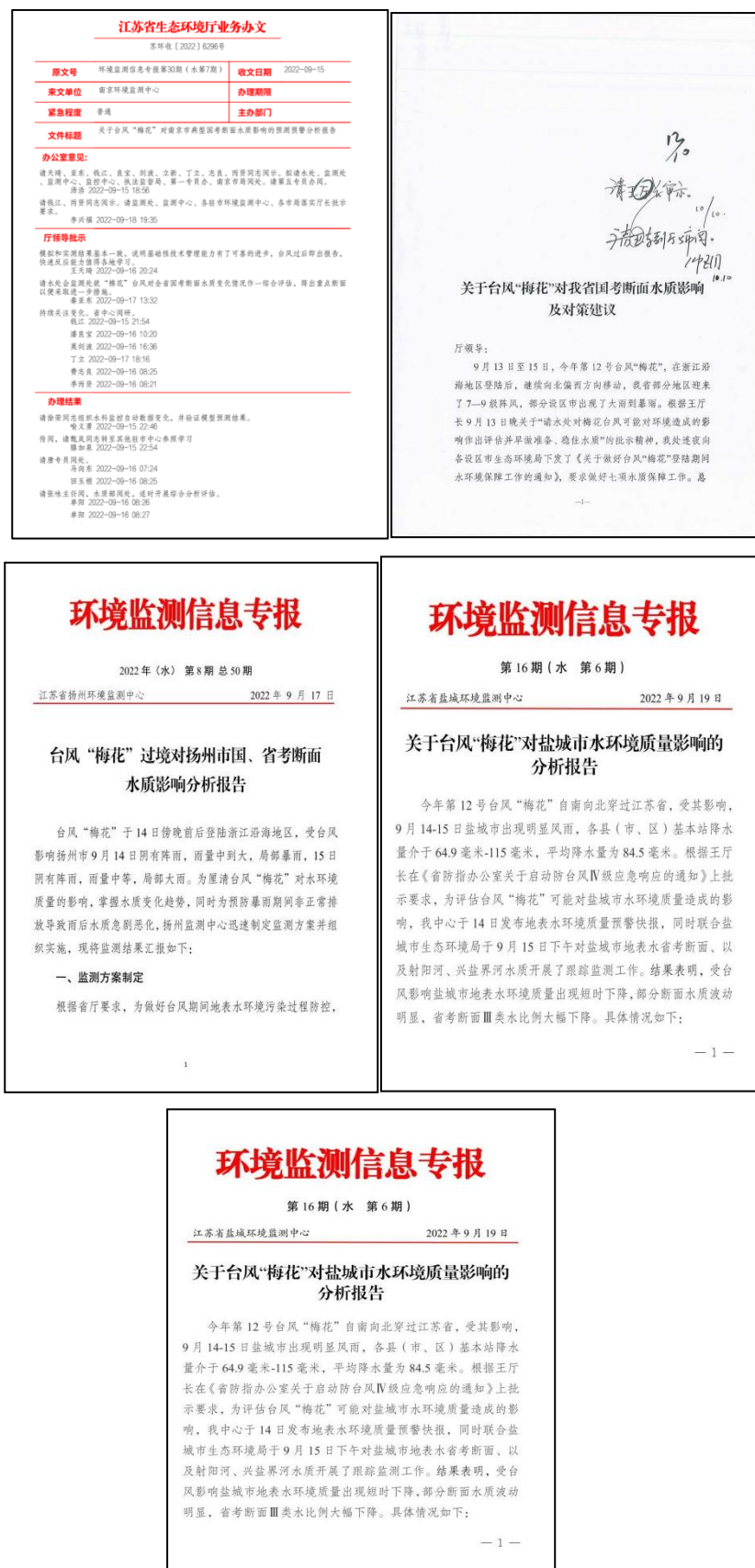


图 8 极端天气条件下预测预警应用

2026年7月，第9号台风“巴威”登陆浙江沿海并北上影响我省，过境期间，基于小流域水质预测预报技术试点研究成果，编制组开展基于台风“巴威”对南京市国考断面水质影响进行了预测预报，并编制《关于台风“巴威”对南京市国考断面水质影响的预警分析报告》，预报结果表明：7月12日至7月14日台风“巴威”过境期间，两个国考断面氨氮和总磷浓度均出现不同程度抬升，但均低于地表水Ⅲ类标准限值，七桥瓮断面氨氮日均最高预测值为0.468 mg/L、总磷日均最高预测值为0.110 mg/L；三汊河口断面氨氮日均最高预测值为0.904 mg/L、总磷日均最高预测值为0.135 mg/L。

编制组结合台风过境期间七桥瓮、三汊河口国考断面实时水质监测数据，对初始预测结果进行精度校验，同时采用实测降雨、水文实况数据开展事后反演重新模拟，识别水质预测偏差成因并形成《关于台风“巴威”对南京市典型国考断面水质影响的预测预警分析报告》（续报），结果表明：模型对7月12日以后氨氮等指标浓度上升过程有响应，能够识别台风降雨后水质风险抬升方向，但模拟值整体高于实测值。

本次针对台风“巴威”过境期间水质预测预报工作严格按照规范标准流程组织实施，从数据准备、模型构建与配置、结果输出到预报生成等，各环节均有章可循、有据可查。经实况数据校验与事后反演验证，模型对水质变化趋势研判准确，总体结论与实况过程基本吻合，预测结果真实可信。尽管受气象预报时序偏差及个别参数设定偏高等因素影响，氨氮预测精度与实测值存在一定误差，但总体趋势判断基本一致。实践表明，按照规范流程开展的小流域水质预测预报技术总体可用、可行，具备业务化应用条件，可为水质预测预报与水环境风险防控提供可靠的技术支撑。

环境监测信息专报

江苏省南京环境监测中心2026年7月11日

关于台风“巴威”对南京市典型国考断面水质影响的预测预警分析报告

根据江苏省气象局预警应急信息，今年第9号台风“巴威”（台风级）的中心于7月10日16时位于距离浙闽交界东南方向约850公里的洋面上，台风中心附近最大风力有13级（40米/秒），中心最低气压为960百帕。预计，“巴威”将以每小时20~25公里的速度向西北方向移动，强度变化不大。受其影响，11—13日南京市有明显风雨天气，雨量中雨，部分地区大雨，最大阵风陆上可达8~10级，水面10~11级。南京监测中心根据省市气象和水情预报信息，结合正在开展的水环境质量预测预警研究工作，基于台风“巴威”对南京市国考断面水质影响进

环境监测信息专报

江苏省南京环境监测中心2026年7月16日

关于台风“巴威”对南京市典型国考断面水质影响的预测预警分析报告（续报）

南京监测中心7月11日基于台风“巴威”气象预报对南京市典型国考断面水质影响进行了预测预警分析。截止13日下午14时，台风“巴威”自11日登陆浙江玉环以来已先后途经浙江、安徽、江苏、山东等省市，13日中午以热带风暴强度进入我省徐州睢宁后，一路向北偏东移动，13日夜同离开江苏陆地。台风影响期间，南京监测中心结合国考断面自动监测数据，对本次台风影响期间南京市水环境变化情况进行了分析评估，并对典型国考断面水质预测情况进行验证与总结，现将具体情况报告如下：

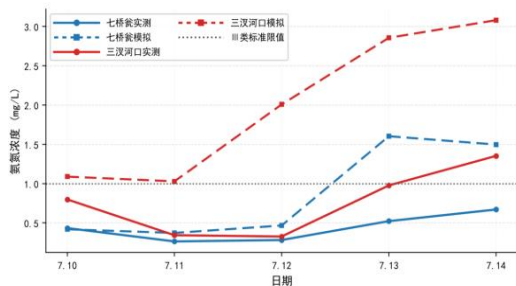


图1 台风“巴威”影响期间断面氨氮预测值与实测值对比分析图

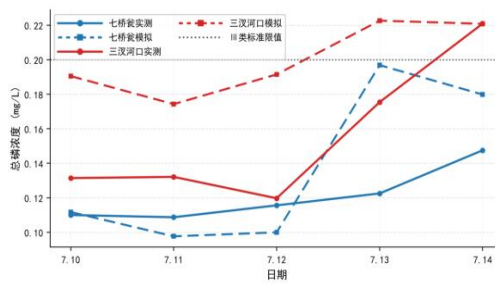


图2 台风“巴威”影响期间断面总磷预测值与实测值对比分析图

图9 台风“巴威”过境水质预测预警应用

3.水质预测预报结果评估实践

由于水质预报过程中，水文气象条件、污染源排放、模型参数及边界条件等存在一定程度的不确定性，水质类别预报结果与实测结果可能存在偏差。评估时段内，水质类别预报结果与实测水质类别一致，则记为准确。水质类别预报准确率为水质类别预报准确天数与评估总天数的比值，用百分数表示。

根据目前水质预报业务的预报时效能力水平，每日预报未来 1-7 天的水质情况。按照本标准方法，对中心已开展的预报工作的 5 个监测点位 2025 年预报结果进行水质类别预报准确率测算。

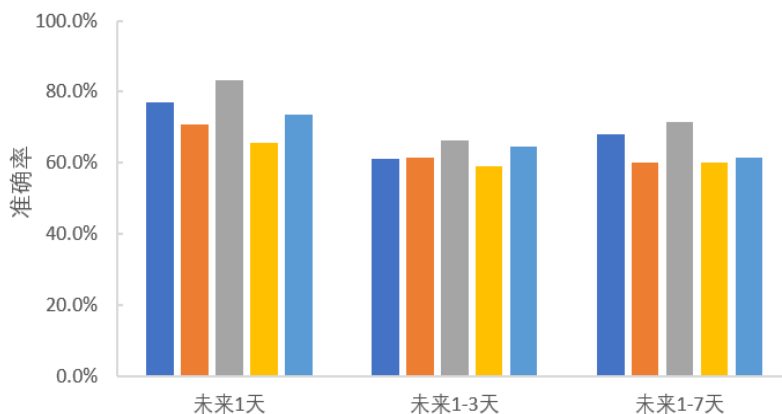


图10 2025 年水质类别准确率分布图

根据测算结果，各点位 2025 年水质类别预报准确率分布如图 10 所示。未来 1 天水质类别准确率范围为 65.8%—83.2%，平均值为 74.1%；未来 1-3 天水质类别预报准确率范围为 59.0%-66.5%，平均值为 62.5%；未来 1-7 天水质类别预报准确率范围为 60.1%-71.6%，平均值为 64.2%。考虑到不同点位水文气象条件、污染来源及水质波动特征存在差异，且预报难度随预报时效延长而增大，但水质类别准确率总体达 60%以上，因此本规范规定水质类别预报准确率不宜低于 60%。

附件二：模型比对验证

1 机理模型（数值模型）与统计模型对比分析

1.1 统计模型的局限性

近年来，人工智能（AI）和机器学习方法在水质预测中受到关注。与机理模型相比，统计模型（包括神经网络、支持向量机、随机森林、长短期记忆网络 LSTM 等）直接从历史数据中学习输入与输出的映射关系，无需构建物理过程方程。其优势在于：①在数据充足且变化规律稳定的情况下，可快速建模；②对特定断面的短期预报具有一定精度。然而，统计模型在面向小流域水质业务化预报时存在以下主要局限：

（1）**数据依赖性强**：需要大量、长时间序列、覆盖多种水文气象情景的历史数据。小流域往往历史数据不足，或数据质量难以满足要求。

（2）**缺乏物理约束**：统计模型无法保证预报结果符合质量守恒等物理定律，可能出现非物理值（如负浓度）或离群值，在极端条件（历史未出现的强降雨、旱涝急转）下预报完全失效。

（3）**难以处理工程调控**：闸坝调度、人工补水等可干预措施对水质影响显著，统计模型无法将这些控制变量有效纳入预报。

（4）**跨区域移植性差**：统计模型针对特定断面训练，模型参数和结构无法直接移植到其他河流，每一条河流都需要重新训练或迁移学习，实际通用性并不优于机理模型。

1.2 机理模型对比优势

本规范以水环境数值模型为主（机理模型），主要基于以下几点考虑：

（1）**机理模型具有明确的物理机制和可解释性**：基于质量守恒、动量守恒等基本定律，能够模拟污染物在水体中的真实迁移转化过程，预报结果具有物理一致性，便于管理部门和各技术单位应用。

（2）**机理模型具备外推能力，适合风险预警**：对于未发生过的极端气象、新污染源输入等情景，模型能够基于物理原理进行合理外推；而统计模型仅能依据历史数据中的模式进行预测，在新情景下极易失效。水质预报的核心价值恰恰在于对“变差”的提前预警，机理模型更能胜任。

（3）**机理模型能够融合工程调控信息**：小流域水质受闸坝、泵站调度影响显著，模型可以显式设置水工构筑物边界条件；统计模型难以处理此类可干预因素。

（4）**机理模型具有良好的跨区域移植性**：不同河流可采用相同的模型构建方法，仅需重新率定参数；统计模型在不同河流间几乎不可移植，也需重新训练。

（5）**长期业务化验证**：国内太湖、千岛湖等水质预报系统以及本规范研究中秦淮河流域案例，均采用数值模型实现多年业务化运行，证明了其可行性和稳定性。

因此，本规范选择机理模型作为主体技术方法，统计模型可作为辅助工具在以下场景使用：
①作为物理模型的误差校正；②在水动力变化不显著、无工程调控、数据充足且情景单一的特定河段作为补充预报手段。无论采用何种方法，均应满足本规范第 7.4 节率定验证和第 8 章效果评估的要求。

2 常用水质数值模型流程对比验证

为进一步验证本规范所规定技术流程的通用性和代表性，编制组对当前国内外应用较为广泛的几类水质数值模型（MIKE 模型、EFDC 模型、QUAL2K 模型、SWAT 模型）的构建与操作流程进行了系统调研，并与本规范第 5 章规定的技术流程进行对比分析。

2.1 几种数值模型的基本特点

（1）MIKE 模型（以 MIKE21 为例）：由丹麦水动力研究所开发，适用于河流、湖泊、河口及近岸水域的水动力—水质耦合模拟。模型采用非结构化网格，支持一维、二维及三维计算，能够模拟污染物对流扩散及生化反应过程。其典型操作流程包括：基础数据准备、计算范围与边界确定、Mesh 网格生成、模型文件建立、水动力模块设置边界与初始条件设置、水质模块耦合、模型运行、结果后处理、率定与验证。

（2）EFDC 模型：由美国环境保护署研发的三维水环境综合模拟模型，是国内河湖、水库、河口海湾应用最广泛的通用型耦合模型之一，适配河流、湖泊、水库、河口及近岸海域等各类水域的水动力、泥沙、水质、富营养化及污染物迁移转化全过程模拟。模型水平支持正交曲线网格、直角坐标网格，垂直采用 σ 坐标分层，可实现一、二、三维精细化模拟，具备完善的水动力-水质-底泥耦合机制，可精准模拟水流运动、污染物对流扩散、生化降解、底泥释放、藻类生长等复杂水环境过程。其典型操作流程包括：基础数据收集整理、模拟范围界定与网格剖分、垂直分层与地形拟合、模型工程文件搭建、水动力模块参数与初始边界条件配置、水质及耦合模块参数赋值、污染源与气象驱动数据输入、模型预热与运算、模拟结果提取与统计分析、模型参数率定与精度验证。

（3）QUAL2K 模型：由美国 EPA 开发的一维河流水质模型，适用于单一河道或结构相对简单的河流系统的水质沿程变化模拟。模型基于对流—扩散—反应方程，将河道离散为若干连续计算单元，在准稳态或日变化条件下运行。其典型操作流程包括：基础数据准备、河道分段与断面参数设置、模型文件建立与数据输入、边界条件与污染源设置、水质参数设置、模型运行、结果分析与验证。

（4）SWAT 模型：由美国农业部农业研究局开发的流域尺度分布式水文—水质模型，适用于中大尺度流域的水量平衡、面源污染产生与迁移过程模拟。模型以子流域和 HRU（水文响应

单元)为基本计算单元,由气象数据驱动,按日时间步长连续计算。其典型操作流程包括:基础数据准备、流域划分与子流域生成、HRU 划分、模型参数设置、气象与驱动数据输入、模型运行、结果分析、率定与验证。

2.2 与本规范技术流程共性分析

将上述几类模型的操作流程与本规范第 6 章规定的技术流程(数据准备—模型选取—模型构建与配置—模型率定验证—结果输出—预报信息编制与审核)进行对比,发现它们在以下方面具有高度一致性:

(1) 数据准备:四类模型均明确要求准备地形数据、水文数据、水质数据、气象数据及边界条件数据,且对数据格式、坐标系、时间序列连续性等有严格要求。本规范第 7.1 节对五类数据(水质、气象、水文、污染源、水利工程)的准备要求与上述模型实践一致。

(2) 模型构建:MIKE 模型强调网格划分(Mesh 生成)及局部加密,EFDC 模型重点开展水平网格剖分、垂直分层设置与地形拟合优化,QUAL2K 模型强调河道分段及断面参数设置,SWAT 模型强调子流域划分及 HRU 生成。四类模型均要求在关键位置(排口、监测断面、汇流区、水工结构等)进行细化处理。本规范第 7.3.1 节关于网格划分的规定(一维以重点断面为控制点加密、二维在关键区域局部加密、耦合模型合理设置耦合界面)与上述实践完全吻合。

(3) 初始与边界条件:四类模型均要求设置初始水位、流量、水质浓度,以及边界驱动条件(上游流量/水位过程、下游水位过程、污染源输入、气象驱动等)。本规范第 7.3.2 节和第 7.3.3 节的规定与之一致。

(4) 率定与验证:MIKE、EFDC、QUAL2K、SWAT 均强调先进行水动力率定再进行水质率定,采用实测数据与模拟结果对比的方法,调整糙率、扩散系数、降解系数等关键参数。本规范第 7.4 节关于率定验证的数据独立性、精度指标(相对误差、NSE、合格率)及优化机制的规定,与模型实践高度一致。

(5) 结果输出:四类模型均输出水位、流速、水质浓度等结果,并可对关键断面进行时序分析和空间分布分析。本规范第 7.5 节规定的输出内容(浓度、水质类别、主要污染指标)直接对接管理需求,与模型输出逻辑一致。

3 比对结论

1、本规范选择机理模型作为主体技术方法,统计模型(包括人工智能、机器学习方法)在数据充足、变化规律稳定的特定河段可作为辅助手段,用于敏感性分析或模型误差订正,但受限于数据依赖性强、缺乏物理约束、难以外推至极端情景等固有局限,不作为本规范的主体技术方法。各地可根据自身数据基础和技术条件,在满足本规范数据质量、率定验证和效果评估要求的

前提下，将统计模型作为补充工具使用。

2、通过对 MIKE、EFDC、QUAL2K、SWAT 四类典型水质数值模型操作流程的系统调研，并与本规范第 5 章规定的技术流程进行逐项对比，可以得出以下结论：

（1）本规范的技术流程具有跨模型的通用性：无论是水动力—水质耦合模型（MIKE、EFDC）、一维河流水质模型（QUAL2K），还是流域分布式水文—水质模型（SWAT），其核心操作步骤均遵循“数据准备—模型构建—条件设置—率定验证—结果输出”的基本逻辑，与本规范规定的技术路线基本一致。

（2）本规范提炼了共性关键技术：在充分吸收各类模型实践经验的基础上，本规范将数据准备、网格划分、初始条件与边界条件设置、率定验证等共性环节进行了标准化规定，既避免了过度依赖某一特定模型，又确保了技术流程的科学性和可操作性。其中 EFDC 模型的精细化网格构建、多模块耦合、多参数分层率定等实践，进一步印证了规范关键技术环节的全面性与严谨性。

（3）本规范适用于多种模型系统：各业务应用部门在开展水质预报工作时，可根据自身数据基础和技术条件，选择合适且成熟的模型类型，按照本规范规定的技术流程开展预报工作。规范的发布将为不同模型系统的应用提供统一的技术指引。

附件三 江苏省区域调研情况说明

《小流域水体水质预测预报技术规范》
调研报告

《小流域水体水质预测预报技术规范》编制组

二〇二六年七月

1 调研背景

1.1 调研目的

为推动江苏省小流域水体水质预测预报工作的规范化、业务化开展，现为《小流域水体水质预测预报技术规范》编制工作展开调研。本次调研的主要目的为：

- 1、掌握江苏省地表水水质预测预报工作的开展现状、技术基础及数据保障情况。
- 2、了解各级生态环境监测部门（水环境管理相关部门）对水质预测预报工作的基本认识、实际需求及存在的技术困难。
- 3、征询《小流域水体水质预测预报技术规范》（征求意见稿）相关意见和建议，重点就数据准备要求、模型选择条件、预报内容设置、效果评估指标等关键技术指标听取意见。
- 4、为本规范中预报技术要求的合理性和可操作性开展实地验证与意见征询。

2.2 调研时间与对象

本次调研工作开展时间拟定为 2026 年 5 月至 7 月。本次调研以全省各驻市中心为主，江苏省生态环境监测监控有限公司作为行业代表。

1.3 调研方法

本次调研采取“实地座谈+问卷征集”的形式：

- 1、实地座谈：编制组赴典型设区市召开座谈会，与当地生态环境监测管理和技术人员面对面交流，深入了解具体情况和实际问题。
- 2、问卷调查：编制组设计统一调研问卷（见附件），于实地座谈结束后发放至参会单位，在会后补充填写当地无法即时提供的数据信息；同时，问卷可转交当地其他水环境管理部门（如水利部门、水文部门等）补充填写，以获取更全面的信息。座谈会前，编制组向参会单位提前发放调研提纲及《规范》（征求意见稿）文本，便于参会人员提前研读并准备意见。

2 调研收集意见与建议

2.1 各单位反馈意见与建议

标准编制小组经对各驻市中心与江苏省生态环境监测监控有限公司开展调研工作，共收集意见和反馈约 31 条。调查问卷汇总与具体意见与建议如下：

1、无锡中心

水质预测预报工作基础：无锡已开展水质预测预报工作试点，采用 SWAT+EFDC 数值模

型，覆盖 1 条河流、2 个断面，预报时效 7 天、每日运行 1 次，2024 年起投入运行；自动监测覆盖程度最高，其国考断面 29 个、自动站 27 个，省考断面 44 个、自动站 42 个，监测指标除常规指标另含叶绿素、蓝绿藻、VOC 等特征指标；但存在不同品牌仪器之间有一定数据差异，水文、气象等数据分散在不同部门、共享机制不完善、协调成本高等问题。

对《规范》的意见和建议主要有：建议预报时效调整为 24 小时；建议增加总氮指标，空间范围界定更具体；自动监测按指标区分频次并考虑藻类影响；气象、水文数据来源拓展至公益网站或采购数据；污染源排放量与浓度动态更新；明确"准确天"定义、"小流域"定义、拓展重点断面适用范围，同时完善技术审核问责等相关表述。

对技术方法选择的意见：以机理模型为主体基本合理、应补充统计模型作为辅助；已尝试神经网络算法、效果一般；认为机理与统计模型两者结合更适合本地区，建议突破维度模型框架、融入人工智能等新技术。

对于推广实施的意见建议：需要经费支持和建立数据共享机制，附录 C 预报报告模版评价为"很实用"。

2、徐州中心

水质预测预报工作基础：徐州中心已开展试点，采用 EFDC 模型，覆盖 1 条河流、1 个断面，预报时效 3—5 天、每日 1 次，2025 年起运行；国考断面 15 个、自动站 8 个，省考断面 21 个、自动站 10 个，覆盖率相对偏低；气象数据、点源数据可获取，但水文、面源、闸坝数据难以获取。

对《规范》的意见和建议主要有：建议预报时效 24 小时；建议增加总氮、溶解氧；工作流程中增设独立"数据质控与异常剔除"环节；细化网格划分要求；建议率定验证数据序列不少于 2 年。

对技术方法选择的意见：以机理模型为主体基本合理，建议补充统计模型作为辅助；并结合本地区水体特征，更倾向一二维耦合模型。

对于推广实施的意见建议：需要技术培训、经费支持、数据共享机制和技术平台建设；附录 A、附录 C 均评价为"很实用"。

3、苏州中心

水质预测预报工作基础：苏州中心计划开展水质预测预报工作；国考断面 32 个、自动站 15 个，省考断面 47 个、自动站 36 个；反馈站点数量不足；水文数据、气象数据可获取，但覆盖不足，水文数据来源省平台、1 小时/次、尚未全覆盖、气象数据来源省平台、半小时/次、仅太湖 3 个点位可获取，点源、面源、闸坝数据难以获取。

对《规范》的意见和建议主要有：建议预报时效为 24 小时；数据准备内容、预报指标合理；但按 12 小时时效要求水文数据密度需进一步提升；手工数据频次无法满足模型需求、部分区域自动站覆盖不够；建议引用成熟案例说明模型选择依据。

对技术方法选择的意见：认为以机理模型为主体合理、符合业务需求；统计模型存在数据需求量大、小流域数据不足的局限；对何种技术路线适合本地区表示不确定，建议依据数据完备程度灵活选型。

对于推广实施的意见建议：需要技术培训、经费支持、数据共享机制、上级政策推动、技术平台建设和专业人才引进；附录 A、附录 C 评价为"基本可用"。

4、南通中心

水质预测预报工作基础：南通中心计划开展水质预测预报工作；国考断面 15 个、自动站 9 个，省考断面 37 个、自动站 12 个；反馈存在站点数量不足、数据质量不稳定、运维人员不足等问题；点源数据可获取，水文、气象、面源、闸坝数据难以获取。

对《规范》的意见和建议主要有：时效建议 24 小时；建议增加总氮指标和通量要素；水质边界、污染负荷边界数据获取困难，网格划分需更详细指引；评估周期建议每季度一次；建议预报产品附带置信区间或概率分布，增加不确定性表达。

对技术方法选择的意见：以机理模型为主体基本合理、建议补充统计模型作为辅助；根据本地区水体特征，优先选用一维模型。

对于推广实施的意见建议：需要技术培训、经费支持、数据共享机制和技术平台建设；附录 A"基本可用"、附录 C"很实用"。

5、连云港中心

水质预测预报工作基础：连云港中心暂无开展相关工作的计划，技术力量、基础数据、规范指导、经费等方面制约因素均存在；国考断面 19 个、自动站 14 个，省考断面 18 个、自动站 13 个；反馈站点数量不足，基础数据获取渠道有限，仅气象数据可通过应用软件获取。

对《规范》的意见和建议主要有：12 小时时效完全可行；预报指标合理；污染源数据建议调整为 4 年/次；流程完整合理，无其他修改意见。

对技术方法选择的意见：以机理模型为主体合理；结合本地区水体特征，倾向选用一维模型；统计模型存在数据不足、极端情景失效、不可移植、难以纳入闸坝调度等局限。

对于推广实施的意见建议：需要技术培训、经费支持、数据共享机制、上级政策推动、技术平台建设和专业人才引进；附录 A、附录 C 均评价为"很实用"。

6、淮安中心

水质预测预报工作基础：淮安中心暂无开展相关工作的计划，技术力量、基础数据、规范指导、经费等方面制约因素均存在；国考断面 56 个、自动站 23 个，省考断面 43 个、自动站 17 个；水文、气象、污染源、闸坝数据均难以获取。

对《规范》的意见和建议主要有：时效建议 24 小时；预报指标合理；建议不设置预报时间间隔；污染源数据调整为每半年 1 次；气象、水文数据库共享需充分征求相关部门意见；除了水质数据外，其他基础数据无具体获取途径；评估周期建议每季度一次；模型优化触发

条件调整为连续 3 个周期。

对技术方法选择的意见：以机理模型为主体基本合理、建议补充统计模型作为辅助；结合本地区水体特征，倾向选择一二维耦合模型；认为统计模型存在数据不足、极端情景失效、不可移植、缺乏物理约束、难以纳入闸坝调度等局限。

对于推广实施的意见建议：需要经费支持、数据共享机制和上级政策推动；认为附录 A 基础数据收集需要政策支撑，附录 C"基本可用"。

7、盐城中心

水质预测预报工作基础：盐城中心计划开展水质预测预报工作，主要有受经费投入不足、政策推动不足等影响因素；国考断面 16 个、自动站 12 个，省考断面 23 个、自动站 17 个；反馈存在站点数量不足、运维人手不足；水文、气象、点源数据可获取，但存在水文数据时效难保证等问题；面源、闸坝数据难以获取。

对《规范》的意见和建议主要有：12 小时时效完全可行；预报指标合理；认为空间范围界定过细不利于实际操作；与水利部门及时沟通难度大；农业面源数据获取途径不畅。

对技术方法选择的意见：以机理模型为主体基本合理、建议补充统计模型作为辅助；两者结合更适合本地区，倾向选择一二维耦合模型。

对于推广实施的意见建议：以机理模型为主体基本合理、建议补充统计模型作为辅助。

8、镇江中心

水质预测预报工作基础：镇江中心已开展水质预测预报试点工作，采用数值模型覆盖 2 条河流、4 个断面；国考断面 10 个、自动站 6 个，省考断面 35 个、自动站 17 个；反映站点数量不足；气象、点源数据可获取，但存在数据质量不佳问题，水文数据难以获取。

对《规范》的意见和建议主要有：12 小时时效难以实现；预报时间建议最长 5 天；基础数据情况中存在水文数据量不足、污染源数据共享延迟等问题；实际河道常具备多种模型混合情形，筛分条件需进一步论证；率定验证数据序列建议 2 年；评估周期建议每季度一次并补充推荐值范围。

对技术方法选择的意见：以机理模型为主体基本合理、建议补充统计模型作为辅助；根据本地区水体特征，倾向二维及一二维耦合模型。

对于推广实施的意见建议：需要技术培训、上级政策推动、专业人才引进和数据共享机制；附录 A、附录 C 评价为"基本可用"。

9、泰州中心

水质预测预报工作基础：泰州中心计划开展水质预测预报工作，受技术力量、基础数据、规范指导、经费四方面制约；自动站监测指标为高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、溶解氧；仅气象数据可获取，其余数据渠道不畅。

对《规范》的意见和建议主要有：时效建议调整为 8 小时；建议增加溶解氧指标；评估

周期建议每季度一次。

对技术方法选择的意见：以机理模型为主体基本合理、建议补充统计模型作为辅助；本地化工作中已尝试随机森林模型、应用效果好；结合本地区水体特征，倾向一维、二维模型。

对于推广实施的意见建议：需要技术培训、经费支持、上级政策推动、专业人才引进和数据共享机制；附录 A、附录 C 均评价为“很实用”。

10、宿迁中心

水质预测预报工作基础：宿迁中心计划开展水质预测预报相关工作，受技术力量、基础数据、规范指导等三方面制约；国考断面 16 个、自动站 5 个，省考断面 28 个、自动站 13 个，覆盖率偏低；点源、面源数据可通过自测或市生态环境局获取，但频次不固定，闸坝运行记录可经水利局获取，但水文、气象数据难以获取。

对《规范》的意见和建议主要有：12 小时时效完全可行；建议增加总氮指标；工作流程完整合理；建议标准发布后开展具体应用培训。

对技术方法选择的意见：认为以机理模型为主体合理、符合业务需求；结合本地区特征，倾向一二维耦合模型。

对于推广实施的意见建议：需要技术培训、数据共享机制、技术平台建设和专业人才引进；附录 A、附录 C 均评价为“很实用”。

11、江苏省生态环境监测监控公司

水质预测预报工作基础：已开展试点，采用 EFDC 模型覆盖 15 条河流、21 个断面；国考断面 6 个、省考断面 15 个；反馈数据质量不稳定；水文、气象、点源、面源、闸坝等数据均可获取。

对《规范》的意见和建议主要有：12 小时时效完全可行；预报指标合理、工作流程完整合理；针对数据分属气象、水利、生态环境、执法等多部门，存在融合难度较大等问题，且模型在不同河流间不可复制；评估周期建议每季度一次。

对技术方法选择的意见：以机理模型为主体基本合理、建议补充统计模型作为辅助；结合已开展的地区情况看，倾向一维模型；同时指出统计模型存在数据不足、不可移植、难以纳入闸坝调度等局限。

对于推广实施的意见建议：需要技术培训、数据共享机制、上级政策推动和技术平台建设；附录 A、附录 C 评价为“基本可用”。

2.2 调研意见归纳与整理

标准编制组对反馈意见进行归纳和整理，调研情况表明，各地对《规范》（征求意见稿）给予充分肯定和普遍认可，一致认为《规范》编制工作具有积极意义、框架合理、内容可行。主要体现在以下几个方面

一、《规范》总体反馈情况

（一）出台统一技术规范正当其时

各地普遍认为，小流域水质预测预报是提升水环境精细化管理水平、支撑水污染预警防控的重要手段，当前基层相关工作普遍缺乏统一的技术遵循。在尚未开展和计划开展工作的地区中，有 5 家将“缺乏统一技术规范指导”列为主要制约因素，反映出基层对统一技术标准的迫切需求。《规范》的编制及时回应了这一需求，对统一技术路线、规范工作流程、提升预报能力具有重要的引领和支撑作用，各地对《规范》编制工作普遍持支持态度。

（二）总体框架与技术路线获一致认可

各家单位一致认为“数据准备→模型驱动→结果输出→预报生成→评估优化”五环节流程完整合理；均认可以水环境数值模型（机理模型）为主体技术方法。

（三）主要技术内容总体合理可行

围绕基本要求、预报要素、时间空间范围、模型选取、模型构建与配置等内容获认同；预报时效、监测频次、率定验证数据序列等关键要求与各地基础总体适应；附录 A（基础资料清单）、附录 C（水质预报报告模版）及附录 D（预报效果评估计算方法）获普遍认可，认为具备一定实用性。

二、工作与技术基础

多地已开始先行先试，在重点河段探索开展水质预测预报工作，同时各地水质自动监测能力稳步提升，监测指标普遍覆盖高锰酸盐指数、氨氮、总磷等 9 项，为《规范》贯彻实施奠定了初步基础。

（一）预测预报工作总体处于试点起步阶段

从问卷反馈看，11 家单位中，无锡、徐州、镇江中心及省环保集团 4 家已开展水质预测预报试点，苏州、南通、盐城、泰州、宿迁中心 5 家计划开展，已开展试点的地区均采用数值模型方法（SWAT+EFDC、EFDC 等），其中省环保集团覆盖 15 条河流、21 个断面，范围最大。个别区域尝试采用随机森林模型，具有一定应用效果但也存在数据需求量大，缺乏物理约束等局限性。

（二）水质自动监测网络初具规模

根据问卷反馈内容统计，各单位监控国考断面合计 214 个、已建自动站 119 个，省考断面 311 个、自动站 177 个，覆盖率约 56%。监测指标普遍覆盖高锰酸盐指数、氨氮、总磷等 9 项，更新频率多为 4 小时/次，满足《规范》要求。

（三）多源数据获取渠道初步建立

从调研情况看，各地多源数据获取渠道已初步建立，但总体上数据可得性因类型和地区存在一定差异。气象数据获取相对便利，多数地区可经气象部门等渠道获得；点源数据有 6 家可以获取，但以年度更新为主。水文数据、面源数据和水利工程调度信息获取相对不足，

水文数据仅苏州、盐城、省环保集团可以获取，面源数据和水利工程调度信息均仅宿迁、省环保集团可以获取，其余地区基本处于空白状态。

三、存在问题

（一）工作开展与保障条件均存不足。调研区域尚无地区实现业务化运行，5家仍在计划阶段、2家暂无计划；部分区域反映自动站点数量不足、覆盖不全面。从制约因素看，主要集中在缺乏专业技术力量、经费投入不足、缺乏统一技术规范指导、基础数据不足等方面。

（二）跨部门数据共享不畅是共性瓶颈。调研对象均反映存在基础数据分散在不同部门、共享机制不完善，跨部门协调成本高，部分基础数据获取渠道不畅。水文、面源污染、水利调度等关键数据易缺失。各类数据尚未形成稳定、畅通的共享渠道，与水质预测预报的多源数据需求还存一定差距。

（三）工作基础及技术内容仍需完善。技术内容部分存在术语缺失，影响使用者对《规范》的理解；模型构建中网格划分部分等环节需要更详细的操作指引。在工作基础方面，水质自动监测网络虽初具规模，但仍需进一步提升覆盖水平，同时强化推广应用保障，带动水质预测预报技术在面上推广应用。

四、意见建议

（一）完善《规范》关键技术条款。问卷反馈建议集中优化数据准备相关内容，厘清数据获取渠道，完善术语与定义，进一步明确网格划分、模型选取、初始条件设置、公式相关指标说明等内容，使《规范》内容更加科学、技术要求更加明确、操作流程更加可行。

（二）强化《规范》实施配套保障。各地对《规范》发布后开展工作的支持需求依次为：数据共享机制、技术培训、经费支持、上级政策推动、技术平台建设、专业人才引进。推进《规范》推广应用过程中同步开展应用培训和技术指导，推动建立跨部门数据共享机制，并以试点地区经验为示范，带动水质预测预报技术在面上推广应用。

（三）拓展预报技术发展路径。从长远看，在坚持以数值模型为主体的同时，为人工智能、大数据等新技术应用预留空间。在后续工作中，鼓励有条件的地区先行探索“机理+统计”耦合预报和智能预报试点，跟踪评估应用成效，不断提升水质预测预报的科学化、智能化水平。

2.3 调研意见采纳情况

编制组对各单位反馈的意见和建议采纳情况如下

调研意见采纳表

序号	意见内容	采纳情况	备注
1	以机理模型为主体基本合理、建议补充统计模型作为辅助；	已采纳。标准对技术发展趋势保持关注关注。在适用范围、术语和定义、技术路线、预报工作流程、预报技术要求等环节进行补充完善，在正文中以数值模型为主体，数据驱动方	
2	对“小流域”的定义进行说明；并建议对 3.1 重点断面的定义拓展适用范围，围绕“小流域”的标题名称去编制。	已采纳。术语定义中，分别定了“小流域水体”“重点断面”，在正文适用范围进行补充说明。	
3	建议时空范围界定需要更具体，建议明确断面上游具体的范围与距离	部分采纳。内容修改为“预报空间范围以模拟河段为核心，向上游延伸至最近的控制断面，应覆盖断面汇水范围内的干流与主要支流、对断面水质有影响的污染汇入河段，以及受人工	
4	建议细化模型筛分条件	部分采纳。模型选择部分，增加分河段选用模型、具备多模型适用条件时主要选择依据等要求。	
5	建议细化模型网格划分要求	部分采纳。关于网格划分的操作指引。本标准 7.3.1 条对网格划分作出了原则性规定。在具体操作中，编制说明部分，补充了网格尺度的确定应综合考虑主要因素，由技术人员根据	
6	建议细化模型初始条件设置要求	部分采纳。关于明确预热期确定方法，改为“当初始条件可能对模拟结果产生明显影响时，应设置模型预热期以减弱初始条件的影响。预热期时长应根据河道水流特性、模型响应时	
7	率定验证数据序列长度代表性不足	采纳。江苏水情年际差异大，1 年数据代表性不足。修改为：率定 + 验证总数据序列≥2 年，完整覆盖丰平枯水年。	

8	技术审核中预测报告难对准确性 问责	采纳。7.6.3 技术审核部分,修改为“技术负责人应对输入数据的完整性、方法的合规性及结论的合理性进行审核确认。”	
9	明确模型优化评估条件	已采纳。修改后主要对水质类别准确率提出明确要求。针对“8.4 评估准确率不宜低于 60%”修改为“水质类别预报准确率不宜低于 60%”。	
10	附录中评估方法相关内容表述不准确	已采纳。在附录 D 中对应完善“准确天”“主要污染指标预报准确率”“水质突变预报准确率”,相关公式中数学符号等内容。	