

附件3

《水环境执法监管 水质荧光指纹溯源
技术规范（征求意见稿）》
编 制 说 明

《水环境执法监管 水质荧光指纹溯源技术规范》

编 制 组

二〇二六年九月

目 录

1.项目背景.....	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 工作过程.....	2
2.标准制定必要性分析.....	3
2.1 落实美丽中国建设要求形成智慧执法体系的重要抓手.....	3
2.2 支撑水环境非现场执法监管的有效手段.....	3
2.3 规范水环境溯源执法监管工作的必然需要.....	3
3.国内外相关标准情况的研究进展.....	3
3.1 国外相关标准情况的研究.....	3
3.2 国内相关标准情况的研究.....	4
3.3 本标准与国内相关方法标准规范的关系.....	5
3.4 本标准相关实际应用案例情况.....	6
4.标准制定的基本原则和技术路线.....	9
4.1 基本原则.....	9
4.2 技术路线.....	9
5.标准主要技术内容.....	10
5.1 适用范围.....	10
5.2 标准结构框架.....	10
5.3 规范性引用文件.....	10
5.4 术语与定义.....	11
5.5 工作流程.....	12
5.6 溯源启动.....	13
5.7 溯源准备.....	14
5.8 线索筛查与记录.....	14
5.9 成果归档.....	15
5.10 附录.....	15
6.对实施本标准的建议.....	18
7.参考文献.....	18
7.1 法律法规.....	18
7.2 标准.....	18
7.3 支撑本标准的科研项目或成果.....	18
7.4 文献.....	19
附件.....	22

1.项目背景

1.1 任务来源

《关于全面推进美丽中国建设的意见》要求“大力推行非现场执法，加快形成智慧执法体系”。2023年，习近平总书记在全国生态环境保护大会上指出：“深化人工智能等数字技术应用，构建美丽中国数字化治理体系，建设绿色智慧的数字生态文明”。2024年12月召开的中央经济工作会议指出，我国经济运行仍面临不少困难和挑战，部分企业生产经营困难，要持续优化营商环境，提振企业信心。同月，国务院办公厅印发《关于严格规范涉企行政检查的意见》（国办发〔2024〕54号），要求严格规范涉企行政检查，坚决遏制乱检查，切实减轻企业负担，并明确提出强化数字技术赋能，确保执法监管精准高效的要求。2025年1月，生态环境部办公厅发布《关于进一步规范生态环境执法 助力优化营商环境的意见》（环办执法〔2025〕4号），对优化创新执法方式，提升执法质效，打造法治化营商环境，切实保障企业合法权益提出了具体要求。2025年7月，生态环境部办公厅发布《关于严格规范生态环境行政检查 大力提升执法质效的通知》（环办执法〔2025〕20号），要求强化生态环境质量监测溯源，充分发挥分布式监测点、无人机、走航车、便携执法检测仪、水质指纹仪等装备优势，精准实施溯源检查。

近年来，为不断提升生态环境执法效能，我国大力推动非现场智慧执法能力建设，在谋划顶层设计、完善技术体系、优化线索规则、强化多源数据融合等方面均开展了探索性工作，并取得了初步成效。但在水非现场生态环境执法监管实践方面尚处于拓展探索阶段，在严格限制涉企检查次数的情况下，亟需新技术手段、标准化操作方法和规范化执法流程对水环境执法的技术支撑，确保水环境执法的精准性和威慑性。《2024年生态环境执法工作要点》（环执法发〔2024〕1号）提出，要组织开展非现场执法监管试点，探索建立非现场执法监管体系，提高非现场线索发现能力，研究制定水质荧光指纹溯源方法（简称该方法）执法规范，指导地方在生态环境执法监管中推广运用。《2025年生态环境执法工作要点》（环执法发〔2025〕1号）要求，运用水质指纹、卫星遥感、人工智能（AI）等技术手段，发现并推送违法问题线索。

水质荧光指纹溯源方法是基于不同水样中含有荧光有机物组成和浓度不同的特点，采用特定波段的光照射水样产生具有特异性的三维荧光光谱，从而辨别污染来源的方法。这种特征性的三维荧光光谱类似于人类指纹和人的对应关系，故被称为水质荧光指纹或者简称为水质指纹，具有速度快、效率高、精度好的特点。该方法自2003年研发以来已在全国28个省（自治区、直辖市）的工业企业和工业园区、地表水环境质量断面和入河排污口等多个执法监管

场景中应用，通过快速精准识别水污染源，为生态环境执法监管提供有效指引。目前，水污染水质指纹预警溯源仪已被列入《生态环境保护综合行政执法装备标准化建设指导标准（2024年版）》（环办执法〔2024〕27号）中的选配标准清单。基于该方法已形成20余个各类水环境执法案例，该方法能有效提高生态环境保护执法监管工作效率，为科学、精准、快速溯源执法提供技术支撑。

为满足采用该方法进行生态环境保护执法监管工作方面的技术需求，完善水环境执法监管技术体系，《水环境执法监管技术指南 水质荧光指纹溯源方法》已列入《关于开展2024年度国家生态环境标准项目实施工作的通知》（环办法规函〔2024〕444号），项目统一编号2024-98。项目任务由生态环境部环境工程评估中心（以下简称评估中心）承担，协作单位包括清华大学、中国环境科学研究院。

1.2 工作过程

2024年11月，评估中心承担标准编制任务，组织成立编制组，研究标准制定的总体思路、工作方案，明确了总体目标、协作单位、任务分工与人员投入。

2024年12月，编制组系统总结了全国涉水企业总体情况、水环境执法现状、水质荧光指纹方法研究进展和在水环境执法中的应用等，梳理了相关技术的标准制修订进展。

2025年1—5月，编制组围绕标准框架、适用范围和主要技术内容进行了专题研究，结合当前水环境执法监管的特点与痛点，分析制订了采用水质荧光指纹溯源方法开展水环境执法监管的技术要求，形成开题论证报告初稿和标准草案。

2025年6—7月，按照执法局要求，编制组开展水质荧光指纹溯源方法进行执法监管工作的技术支撑辅助与验证工作，并根据技术支持单位和专家对开题论证报告的审查意见完善标准草案，报送管理部门申请开题论证。

2025年7月，召开开题论证会，并顺利通过。

2025年8—10月，按照专家意见对标准文本进行完善，并多次组织召开标准专家咨询会，根据专家意见等形成了标准征求意见稿及编制说明。

2025年11月，组织召开征求意见稿技术审查会，专家组一致同意通过审查，将标准名称由《水环境执法监管技术指南 水质荧光指纹溯源方法》修改为《水环境执法监管 水质荧光指纹溯源技术规范》（以下简称“本标准”），并提出进一步梳理标准的术语定义及技术内容等。

2025年12月—2026年7月，编制组根据专家意见，进一步修改完善，并多次组织内部研讨会，形成标准的公开征求意见稿及编制说明。

2026年7月，本标准通过生态环境部生态环境执法局审议，同意公开征求意见。

2.标准制定必要性分析

2.1 落实美丽中国建设要求形成智慧执法体系的重要抓手

《关于全面推进美丽中国建设的意见》和《关于严格规范涉企行政检查的意见》均提出了大力推行非现场执法，加快形成智慧执法体系和以数字赋能手段确保执法监管精准高效，以切实减轻企业负担的要求。水质荧光指纹溯源方法基于三维荧光光谱比对分析，实现“在线溯源+人工排查”的非现场执法监管效果，制定本标准将有效规范水质荧光指纹溯源执法应用，推动水环境智慧执法体系建设，确保在减少入企检查次数的同时保证执法监管到位。

2.2 支撑水环境非现场执法监管的有效手段

自动监控是常规溯源执法技术手段，但对偷排和借道排污等情况难以精准溯源管控。水质荧光指纹技术是目前除自动监测体系外为数不多的、适用于溯源执法的技术手段，该方法自2003年研发以来已在全国28个省（自治区、直辖市）的工业园区、地表水断面和入河排污口等执法监管场景中应用，通过快速精准识别污染源，为生态环境执法监管提供有效指引。在习近平总书记批示件（安徽省滁河水污染事件）办理过程中，该方法在10小时内锁定污染企业、24小时内明确污染迁移路径，为防止污染扩大、快速锁定涉事企业提供了重要技术支撑。目前已基于该方法形成各类水环境执法案例20余个。

2.3 规范水环境溯源执法监管工作的必然需要

在采用该方法开展执法监管实践中，迫切需要将水污染物种类、浓度与水质荧光指纹溯源结果建立关联关系，并统一溯源技术方法、规范执法监管行为、提升证据的精准性和时效性。但是，《基于水质荧光指纹的污染溯源监测技术指南（试行）》（总站水字〔2022〕467号）、《入河入海排污口监督管理技术指南 溯源总则》（HJ 1313-2023）和《入河入海排污口监督管理技术指南 水质荧光指纹溯源方法》（HJ 1407-2024）等现有规范性文件仅明确了基于污染源荧光指纹比对的点位布设、样品保存、溯源分析和质量控制等方法，无法满足基于污染物浓度的科学精准溯源技术需求，也无法满足采用该方法开展规范高效执法监管的管理需要。

3.国内外相关标准情况的研究进展

3.1 国外相关标准情况的研究

国外发达国家对水污染的管理主要通过制定严格的污染物排放标准和环境质量标准来实现。这些国家早期便建立了相对完善的污染排放监管体系，但由于管理和治理角度的差异，

目前国（境）外尚未形成统一的水污染溯源相关技术规范，与水污染溯源概念相关的规定或政策可能包含在更广泛的环保法规或水质管理法规中，而并非专门针对水污染溯源本身。

1972年，美国《清洁水法》第402节引入了国家污染物排放控制系统（NPDES），要求所有点源向水域排放污染物前，必须取得污染物排放许可证，否则将承担法律责任。该污染物排放控制系统依据《清洁水法》设定的水质标准运作，而最大日负荷总量（TMDL计划）则进一步明确了污染源排放的具体限值。TMDL的制定过程复杂，涵盖确定水域、利益相关者参与、污染物筛选、水质现状评估、环境容量计算、分配方案确定、监测及实施效果评价等多个环节，尽管涉及部分污染源的查找与监测，但尚未形成统一的技术操作规范。在欧盟方面，水框架指令（Directive 2000/60/EC）构建了一个包含质量标准、排放标准和监测标准的综合指标体系，规定向水体排放或注入污染物需获得许可证、授权或进行登记，并强调对潜在污染的点源排放进行事先监管或登记后的排放控制。

目前国际组织、其他国家和地区关于水污染溯源技术的标准技术指南相对匮乏，仅有同位素溯源方法，且其相关文献年代较早。2008年美国国家环境保护局（EPA）发布了《Guide for Assessing Biodegradation and Source Identification of Organic Ground Water Contaminants using Compound Specific Isotope Analysis（CSIA）》（EPA 600/R-08/148），专注于地下水有机污染物的同位素溯源。2009年欧盟委员会（EU）编制了《基于水框架体系下的地表水化学监测指南（Guidance on surface water chemical monitoring under the water framework directive）》（Technical Report-2009-025），该监测指南强调了化学检测方法在溯源中的重要性，但同样未涉及水质荧光指纹溯源方法。总体而言，基于水质荧光指纹的溯源指南和标准在国际上仍属空白。

3.2 国内相关标准情况的研究

近年来，随着技术进步和环境保护需求的日益增长，水质荧光指纹溯源技术在国内受到了广泛关注，尽管目前关于这一技术的指南和标准较少，体系尚未完善，但其发展潜力和应用前景已经引起了业界的高度重视，已有相关指导文件相继出台。

2022年11月，中国环境监测总站发布了《基于水质荧光指纹的污染溯源监测技术指南（试行）》（总站水字〔2022〕467号），规定了基于水质荧光指纹的污染溯源监测技术相关要求。2023年10月，生态环境部发布了环境标准《入河入海排污口监督管理技术指南 溯源总则》（HJ 1313-2023），其中涉及多种溯源方法，光谱比对作为其中一项常用溯源技术方法被列入。2024年12月，《入河入海排污口监督管理技术指南 水质荧光指纹溯源方法》（HJ 1407-2024）发布，规定了入河入海排污口水质荧光指纹溯源方法的技术流程、技术要求及

结果记录要求。总体而言，上述规范性文件主要明确了水质荧光指纹溯源方法的布点、采样、检测与质量控制等一般要求，未能明确开展水环境案件执法和日常监管的技术要求，对提升水环境执法监管的指导性不强。

2021年，江苏省生态环境厅海洋生态环境处编制了《江苏省入海排污口溯源整治技术指南（试行）》，该指南针对入海排污口进行溯源监测，水质荧光指纹法为其中一项溯源整治技术。2022年，江苏省环境监测中心又针对地表水污染，编制了《地表水污染溯源监测技术指南（试行）》，水质荧光指纹方法也作为一项监测技术被列入。但上述指南中只提及水质荧光指纹方法，未详细阐述该技术在排污口溯源情境下的使用方法和具体操作流程。2022年1月团体标准《在线水质荧光指纹污染预警溯源仪技术要求》（TCAEPI 41-2022）发布，此团体标准主要针对水污染预警溯源仪的使用、技术要求和检验方法等，不涉及技术本身的适用范围和具体场景使用方法。

随着水污染溯源技术不断发展，水环境非现场执法需求日益增长，市面上已涌现出一系列水质荧光指纹溯源方法及产品，当前水质指纹溯源技术成熟度进一步提升，设备已基本实现国产化，水质指纹溯源市场形成多元竞争格局，应用主体逐渐从第三方技术服务团队扩展至生态环境综合行政执法机构、监测部门或环科院等技术支撑单位自主开展，为确保执法过程的高效性与准确性，规范技术及产业链规范发展，迫切需要编制相应的技术指南及规定，完善标准体系，旨在设定明确的水质荧光指纹溯源技术要求并规范执法操作流程，从而有效提升执法效率，保障水环境执法工作的准确性、科学性和权威性，支撑精准治污、科学治污、依法治污。

3.3 本标准与国内相关方法标准规范的关系

本标准生态环境执法监管相关标准，本标准与生态环境部已发布的《入河入海排污口监督管理技术指南 水质荧光指纹溯源方法》（HJ 1407-2024）有所区别，在适用范围和技术内容等方面存在显著差别。本标准对与HJ 1407中相同的内容进行直接引用、不重复编制，对HJ 1407中不涉及的溯源启动、异常判定和案卷归档等重要内容进行补足。

《入河入海排污口监督管理技术指南 水质荧光指纹溯源方法》（HJ 1407-2024）更侧重于技术方法，主要适用于混合污水且污染来源不明确、溯源难度大的人河入海排污口，从资料收集与采样检测、溯源分析方法、责任主体与结果记录等方面，规定了入河入海排污口水质荧光指纹溯源方法的技术流程与要求，主要用于指导地方开展入河入海排污口溯源工作。

本标准更侧重于为水环境执法监管提供非现场执法线索,规定了采用水质荧光指纹溯源方法进行水污染溯源等工作的启动与准备、线索筛查与记录和成果归档等相关要求,突出了“何时启动溯源”的技术重点,从污染事后被动溯源转向污染主动预警,避免溯源工作启动的随意性,解决了“污染源排污浓度倍增而相似度不变从而漏报”的问题,适用于采用水质荧光指纹溯源方法开展地表水、地下水或排水管网等场景下的水污染溯源,协助建立执法监管的线索清单,并辅助执法取证。

3.4 本标准相关实际应用案例情况

目前,水质荧光指纹溯源方法在水环境执法和司法领域均有成熟应用案例。

3.4.1 执法领域应用

水质指纹技术已在溯源执法中展现出高度的适配性和显著成效,目前已在北京、安徽、河南、江苏、广东等28个省市实现应用(附表1),该技术自2010年起逐步在河流、工业园区、市政管网、水源地等多个场景,通过以“在线式预警溯源仪+指纹库”为核心,结合移动式溯源车、台式设备等的技术服务体系,构建了“监测-预警-溯源-执法”的全链条能力。尤其在工业偷排、跨境污染、突发应急等复杂场景中,实现精准溯源,执法案例见附表2。从目前运用水质荧光指纹溯源方法的执法案件分析,水质荧光指纹溯源技术通过污染路径分析与指纹相似度比对(普遍达80%~98%),大幅提升了水环境执法效率。例如,2024年重庆琼江重金属污染案中,5家嫌疑企业快速筛查至1家,地下水渗漏路径被精准锁定;2023年成都大运会油污事件,6小时内完成“污染识别-路径追踪-企业定位”。针对隐蔽性较强的违法行为,如暗管偷排、异地倾倒都能具有突出优势,2017年深圳永利鑫案通过水质指纹比对揭露企业虚假达标现象,2022年徐州废水倾倒案结合数据库与监控实现快速破案。此外该技术也在多污染物类型(重金属、有机物、染料等)、多污染载体(地表水、地下水、雨水管网)中均表现稳定,2021年宜城异味污染案通过特征信号比对锁定危废倾倒,2015年太湖异常溯源突破常规数据库局限。案件平均响应时间也从早期的数日缩短至近年的数小时,污染源锁定准确率超90%。目前水质荧光指纹溯源方法已成为环境执法中的重要工具,有效破解了传统执法发现难、溯源慢、证据弱的痛点,提高了线索的有效性和准确性,推动了非现场执法的科学性。

基于全国29个采用水质荧光指纹溯源方法开展水环境执法的典型案例,对本标准的工作流程在实际执法中的可行性与应用效果进行总结分析。结果表明,该技术方法及其工作流程涵盖全部执法案例的关键技术节点,可操作性强,能有效支撑复杂污染场景下的溯源执法工作。

（1）执法场景覆盖情况

本次分析的29个典型案例覆盖了查处隐蔽违法排污、应急执法、复合污染溯源等多种复杂执法场景，验证了技术的适用性。

a) 查处隐蔽违法排污：对暗管偷排、异地倾倒等行为效果显著。苏州吴中区案通过指纹排除合法企业、锁定非法接入点，引导视频取证抓获异地倾倒嫌疑人。重庆罐车残余污染物倾倒案，通过罐车污染废水水质指纹明确典型行业，精准锁定嫌疑企业。台州印染企业、山东泰安某化工、苏州枫桥熟食厂、济南瀛汶河某食品厂、台州医化园区电镀厂等案例中，借道排污、管网破裂等偷排漏排行为均被有效识别与取证。

b) 环境应急执法：显著缩短污染源识别时间至小时级。安徽滁河死鱼事件、潼南区琼江砷污染案均在12小时内锁定污染源、24小时内查清路径。成都大运会油污案、江苏昆山化工园区案均在6小时内定位责任主体。相比人工摸排的传统方法，效率和准确性大幅提升。

c) 复合污染溯源：能精准区分多污染源责任。山东济南徒骇河案成功解析污水处理厂渗漏、溢流和生活污水直排三因素。赣江流域跨省镉污染纠纷中，通过指纹比对快速锁定上游责任主体，支撑跨区域联合执法。

（2）工作流程关键环节验证

工作流程在执法实践中均得到有效应用,按照相关条款开展执法监管符合实际执法实践需求。

a) 启动与准备，异常线索来源主要包括三类，一是水质指纹在线监测预警，二是常规水质指标（COD、氨氮等）超标（环境质量和污染物排放等标准），三是收到个人、企业或其他方面提供的线索。在29个典型案例中，有7个案件为水质荧光指纹异常触发后续溯源执法（其中有5个同步触发水质超标），有15个为断面水质常规监测指标超标触发，剩余7个为舆情或其他执法线索。

b) 线索筛查：核心环节为水质荧光指纹数据库比对。在29个典型案例中，有20个案件将未知污染来源废水快速锁定至特定行业类型（如浙江台州印染废水案、苏州熟食加工废水案、成都大运会油污案），并通过异常水质指纹比对有效排除无关企业嫌疑（如重庆潼南琼江砷污染案），有9个案件通过污染源数据库直接锁定嫌疑污染企业（如泰安某化工通过雨水管道排污案）。

c) 线索固定：该技术为构建完整线索链提供有力支撑。29个案例中，最终确认污染源与受污染水体水样指纹相似度均高于77%（其中19个案例高于90%），在科学角度形成了较强的相关性。在复杂场景下（如重庆琼江案揭示隐蔽渗漏路径、浙江台州电镀厂案查明管网

破裂），该技术能精准锁定“污染主体－排污途径－排放口－受纳水体”关联，并能与其他技术（如视频监控）协同（如苏州吴中区非法倾倒案），形成完整的线索链条，为执法部门开展取证工作提供有力支撑。

d) 成果归档：按标准化归档案件资料（水质异常等级线索表、执法线索表、各环节水质荧光指纹图谱、污染路径核验表、检测报告及处罚决定书等），可确保线索和证据链完整，为后续执法、立案和移交等工作奠定坚实数据基础。

3.4.2 司法领域应用

在司法实践中，江苏省苏州市姑苏区人民法院在“某化工公司、赵某某等人污染环境案”（（2023）苏0508刑初568号）审理过程中，将水质荧光指纹结果作为“证明排污后果及案发情况的证据”，有效破解环境污染溯源及责任认定难题。本案中，水质荧光指纹技术在污染源追溯中发挥了关键作用。苏州某污水处理厂尾水超标排入京杭大运河，致使某国控断面超标。污染的水质指纹与沿线泵站、窰井采样检测数据进行比对分析，精准锁定异常来水的具体排放点位为某污水处理厂4号泵站。经进一步排查，排除了该泵站上游重点监管企业在冲击时段的排污可能性，明确污染源指向外部输入。办案机关通过调阅该泵站周边监控视频，发现了涉嫌运输废液的槽罐车，进而锁定涉案公司，从上述公司提取储存的废液样本，再次开展水质荧光指纹比对，结果显示相似度超过80%。这一科学证据充分证明，利某公司、武某公司的废水非法倾倒行为与污染后果之间存在直接关联性，为成功抓获以赵某为首的异地倾倒废液犯罪团伙提供了核心证据支撑。

该案例中，水质荧光指纹技术的应用，有效解决了环资审判实践中河流排污溯源及因果关系认定的难题，为同类案件办理提供了可复制的经验。本案入选生态环境部公布的第十六批生态环境执法典型案例，即《江苏省苏州市吴中区赵某金等人非法排放高浓度废液案》，对于推动环境资源审判领域科技手段与司法实践深度融合具有重要示范意义。本次应急溯源技术服务总投资约五万元，相比传统“逐一排查+人工监测”的方式动辄数十万元投入，成本降低约70%以上，是一种投资省、见效快、效果好的经济高效监管手段。

3.4.3 技术使用的成本

以北方某化工园区为例，该园区共有20余家涉水排放企业。若按照传统“一企一管”监管模式，需在每家企业排口均安装常规在线监测设备，每套约50万元，总投资成本约在千万元以上，且对企业的借道偷排、稀释排放等隐蔽违法行为难以有效监控。如安装水质荧光指纹溯源仪，园区仅需在总排口部署1台（套）在线式溯源仪，并建设重点污染源水质指纹数

据库，总投资成本约300万元左右，年度运维费用仅需数万元（主要为光源更换及少量纯水、电费）。

4.标准制定的基本原则和技术路线

4.1 基本原则

（1）目标明确、适用规范

为提升采用水质荧光指纹方法开展水环境溯源执法的科学性、技术性和合规性，基于《中华人民共和国生态环境法典》等法律法规，逐条梳理水环境执法事项并结合本方法的技术特点按照《生态环境行政处罚办法》（生态环境部令 第30号）相关规定提出规范性技术要求。

（2）数据支撑、判断科学

溯源工作以数据为基础，通过建立和使用水质荧光指纹数据库，进行科学的数据比对和分析，判断污染源及污染物的种类和浓度。通过水质异常等级判断、疑似污染源分析、特征污染物分析等步骤，提供可靠的执法线索。

（3）精准溯源、辅助执法

全过程溯源覆盖溯源工作的各个环节，包括溯源启动与准备、线索筛查与记录、成果归档等。确保溯源过程的每一步都有详细依据和线索链记录，为生态环境执法部门开展执法提供科学、精准、可追溯的技术支持。

（4）便于操作，服务一线

充分调研并采纳一线执法监管人员意见，在符合执法办案程序和监管要求的前提下充分优化采用本方法开展溯源执法监管的技术流程与要求，便于执法监管人员快速定位涉事企业或人员、辅助锁定证据。在标准中适度纳入水质荧光指纹与相关污染物的最新研究成果，帮助执法人员快速判断污染来源的污染物或行业特征，以协助判断或排除可能的污染源，提升执法监管效能。

4.2 技术路线

拟采取的技术路线如下图所示。本标准的重点问题是：第一，水质荧光指纹信号强度偏离阈值及异常等级的确定；第二，水质荧光指纹溯源方法和执法监管技术工作流程的建立。通过资料收集、文献调研、案例分析、专家咨询、座谈交流等方法解决以上问题，开展开题报告编制、标准各个阶段（征求意见、送审、报批、发布）文本和编制说明。

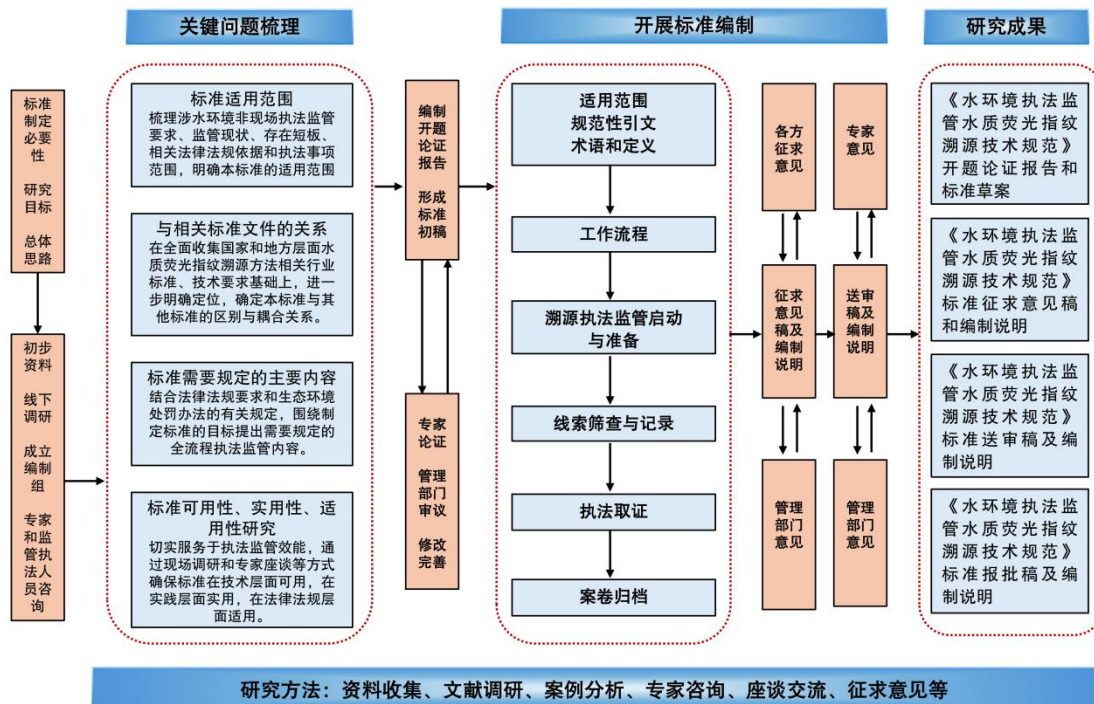


图1 编制工作技术流程图

5.标准主要技术内容

5.1 适用范围

根据水质荧光指纹溯源方法的原理、适用条件以及应用该方法开展的生态环境综合行政执法实践经验，确定了本标准的适用范围为采用水质荧光指纹溯源方法开展地表水、地下水和排水管网等场景下的水污染溯源和执法监管，用于筛查线索、污染溯源或辅助执法取证等。

本标准规定了采用水质荧光指纹溯源方法进行水污染溯源工作的启动与准备、线索筛查与记录和成果归档等相关要求。

5.2 标准结构框架

本标准结构框架分为两部分：

（1）正文部分：包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、工作流程、溯源启动、溯源准备、污染源筛查与记录和成果归档等8章。

（2）附录部分：包括“附录A 背景水质荧光指纹数据库建设方法”“附录B 水质荧光指纹偏离阈值设定及分级方法”“附录C 溯源采样要求”“附录D 线索信息记录表”“附录E 污染路径溯源方法”和“附录F 成果归档内容”等。

5.3 规范性引用文件

编制组查阅国家现行标准体系，结合标准实际操作需要，列出关于污水监测、水样采集、保存和水质荧光指纹溯源方法和生态环境执法现有的技术规范性文件作为规范性引用文件和参考，共引用了7个规范性文件，具体引用内容见表1。

表1 规范性文件及具体引用内容

标准编号	规范性引用文件	引用内容
HJ 91.1	污水监测技术规范	常规水质指标的分析及质量控制
HJ 91.2	地表水环境质量监测技术规范	常规水质指标的分析及质量控制
HJ 164	地下水环境监测技术规范	地下水采样点位布设，排水管网或沟渠采样点位布设
HJ 442.3	近岸海域环境监测技术规范 第三部分 近岸海域水质监测	潮汐河流、河口及近岸海域采样点位布设
HJ 494	水质 采样技术指导	采样过程及设备等具体要求
HJ 1407	入河入海排污口监督管理技术指南 水质荧光指纹溯源方法	水质荧光指纹的检测方法，水污染预警溯源仪要求，污染源水质荧光指纹数据库要求，污染源相似度计算方法等。
	《生态环境保护综合行政执法装备标准化建设指导标准》（环办执法〔2024〕27号）	执法装备要求

5.4 术语与定义

水质荧光指纹溯源中涉及一些专业词汇和术语，为规范术语应用，列出了技术中的重要术语并给出其定义。编制组查阅了引用的规范性文件以及其他法律法规和标准规范等，对于在已颁布实施的法律法规和标准中有明确定义的术语，本标准与其保持一致。

本标准给出了6条术语和定义，包含：背景水质荧光指纹、水质荧光指纹异常、水质荧光指纹类型偏离、水质荧光指纹强度偏离、水质荧光指纹一级异常与水质荧光指纹二级异常。

其中“背景水质荧光指纹”定义为“上游企业事业单位和其他生产经营者正常排放时采样断面或点位水样的水质荧光指纹”。

“水质荧光指纹异常”用于描述水样荧光指纹相对于其背景的显著偏离情况。为细化异常情况识别，本标准将其划分为“类型偏离”和“强度偏离”，两者界定清晰，各有侧重，又不与既有监测指标超标等概念相冲突。

“水质荧光指纹类型偏离”用于描述荧光指纹在图谱形态上的异常，表现为水样荧光指纹中出现环境背景中不存在的新荧光峰或特征谱图变化，反映水体污染物组成或种类发生明显改变。例如，在以腐殖质类荧光为主的背景水体中出现显著蛋白类荧光峰，即属类型偏离，提示可能存在新污染源或污染物类型。该术语的依据在于不同污染源排放的荧光物质具有差

异性，类型偏离指示污染源的变化。明确“类型偏离”有助于在溯源工作中判断污染来源性质并采取相应措施。目前现行标准中尚未对荧光指纹成分变化予以明确定义。

“水质荧光指纹强度偏离”用于表征荧光指纹信号强度显著超出正常波动范围的情形。该术语旨在识别污染物浓度或负荷突增的事件：当水样主要荧光峰位与背景相似但强度显著增高时，可判定为强度偏离，通常指示已有污染物的集中排放或浓度急剧上升。该概念设立的必要性在于从现象上区分污染物总量与种类变化，与“类型偏离”互补，辅助溯源人员判断异常原因是排放强度过大还是有新的污染成分介入。该定义填补了以往行业标准中相关命名的空白。

此外，为进一步指导溯源实践并依据异常严重程度采取差异化响应，本标准将水质荧光指纹异常划分为两个等级，由类型偏离和强度偏离中偏离等级较高的决定水质荧光指纹的异常等级。“水质荧光指纹一级异常”指示重度异常，表现为指纹偏离幅度大、异常特征显著，如任一水质荧光指纹特征峰强度超过其对应的一级阈值，或出现明显异常峰导致水质荧光指纹类型偏离度高于40%，标志可能发生严重污染事件，需优先响应与排查。“水质荧光指纹二级异常”表示轻度异常，特征为荧光指纹偏离背景但程度有限，例如存在某一荧光峰强度超出二级阈值，或指纹图谱出现微弱变化导致水质荧光指纹类型偏离度达到10%—40%，提示水体存在明显波动但污染影响尚不严重。

5.5 工作流程

本标准所涉工作流程主要分为溯源启动、溯源准备、污染源筛查与记录、成果归档等环节。溯源启动阶段，当出现水质荧光指纹异常、常规水质指标超标或获取其他异常线索时，即启动后续溯源工作。溯源准备阶段，开展信息收集与溯源装备准备。污染源筛查与记录阶段，先进行溯源采样；在疑似污染源分析环节，当有可用的污染源水质荧光指纹数据库时，将异常水样与该数据库比对，相似度达到阈值的确定为重点排查污染源，经非现场线索收集分析和现场溯源采样比对后确定疑似污染源，相似度未达到阈值的，按污染路径溯源方法确定疑似污染源；当没有可用的污染源数据库时，改与污染源行业数据库比对以确定疑似类型或行业，仍未发现嫌疑对象的，同样采用污染路径溯源方法确定疑似污染源。确定疑似污染源后，进入污染源核验环节，利用特征污染物、水质荧光指纹等指标对污染源、异常水样与污染流动路径水样逐一对比，核对各阶段记录的上下游逻辑关系，综合判定污染来源并形成核验结论：核验结论一致的，即完成线索认定；核验结论不一致的，结合视频监控、卫星遥感、自动监控数据等开展辅助验证，仍未发现线索的，返回疑似污染源分析环节继续溯源，

直至锁定污染责任主体。完成核验后开展线索分类，最后完成成果归档，为生态环境执法部门开展执法取证提供完整、规范的污染溯源线索。

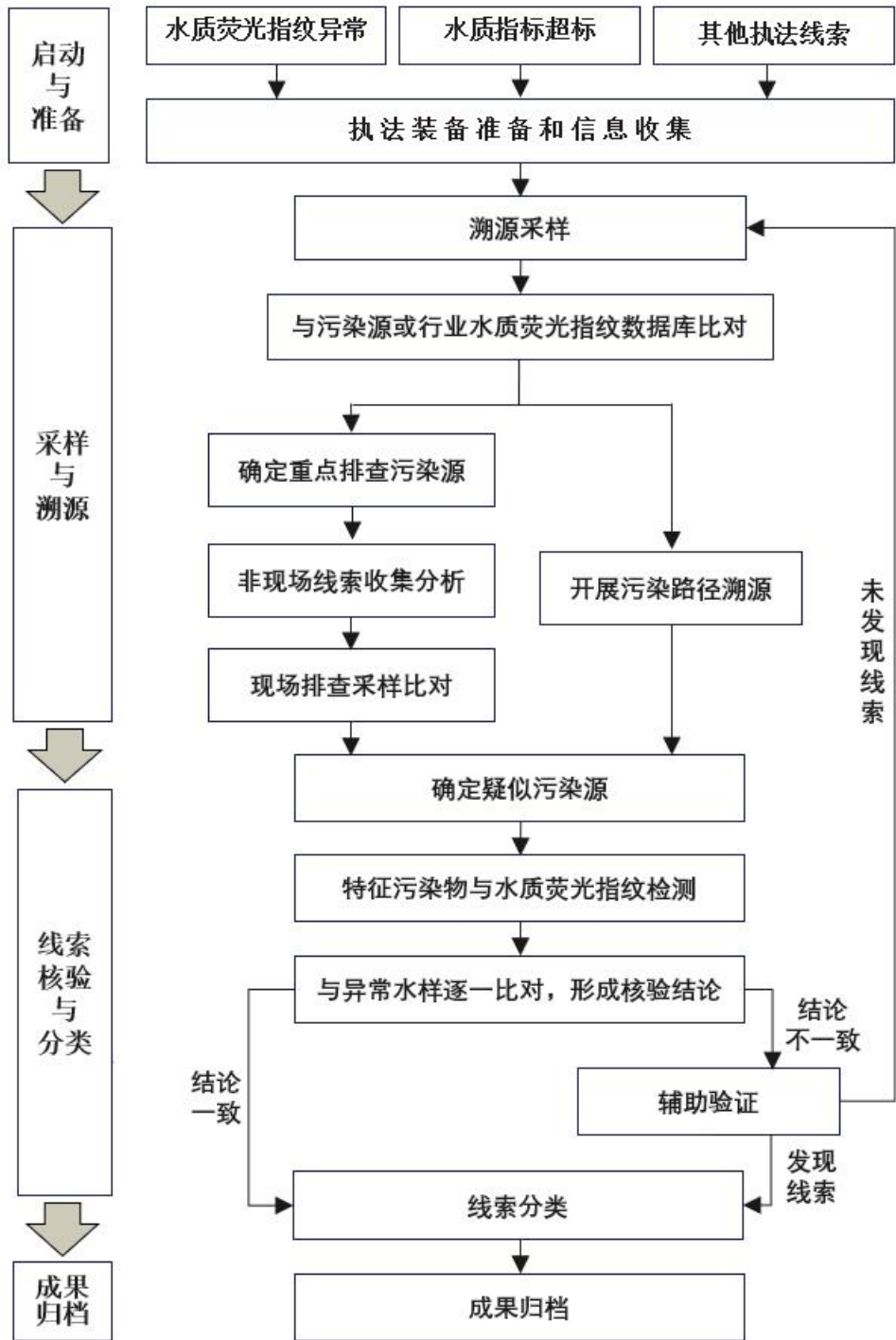


图2 标准技术流程图

5.6 溯源启动

溯源启动可以基于多方面的信息来源。三种启动情形（水质指纹监测装备发现、常规水质监测数据触发、群众线索触发）涵盖了目前已知的全部情况，避免留下执法监管空白。从近年典型执法案例看，三类占比相对均衡，均有相当数量。其中水质荧光指纹异常是重要的

启动依据之一。当水质荧光指纹提示发生一级异常时，表示可能发生严重污染，需立即开展后续执法监管工作。当水质荧光指纹提示发生二级异常时，表明可能发生明显水质波动。需对水质监测点位水样进行常规水质指标检测，如超过该取样点应执行的水质目标值，则启动后续溯源程序，否则持续监测。

除水质荧光指纹异常外，常规水质监测指标超标也是启动溯源程序的关键条件。当常规水质指标的检测数据超过环境质量或排放标准时，需启动后续的溯源程序。另外，若收到个人、企业或其他方面提供的异常信息，如水体味道、颜色异常、大量水生或沿岸陆生生物死亡、环保投诉等突发事件，经专业判断确认线索有效后，也应启动相应的溯源程序。

5.7 溯源准备

在启动溯源程序后，需进行相应的准备工作，包括信息收集和水质荧光指纹溯源装备两个方面。信息收集需全面且细致，一方面需要收集监管范围内的信息，如污染源名称、位置、行业类型、产品及排污许可证等关键信息，另一方面要详细收集水质异常事件信息，包括污染事件的基本情况、污染源分布、异常点位当前及历史的水质理化特征、群众提供的线索以及现场环境情况等。

信息收集完成后，根据现场溯源任务和计划，溯源人员提前准备必要的装备，装备满足《生态环境保护综合行政执法装备标准化建设指导标准》要求，可包括：水污染水质指纹预警溯源仪、水样采样设备、水质快检试剂包、便携式水质多参数分析仪、便携式水质快速检测仪等。水污染水质指纹预警溯源仪的性能参数、算法、质量控制和排放源水质荧光指纹数据库等应满足HJ 1407要求，确保溯源过程的规范性、合规性和有效性。

5.8 线索筛查与记录

本部分内容的编制旨在构建科学、规范的溯源线索处理流程，确保从采样到线索分类的全环节都有章可循，为精准锁定污染责任主体提供支撑。

在溯源采样阶段，采样点位布设和采样要求均参考了现行国家标准，在此基础上，编制时重点强调采样的时效性、规范性和全面性。

在疑似污染源分析与验证阶段，参考了现行国家标准的相关技术路线和要求，在编制过程中充分考虑了不同数据条件下的操作要求。当有可用的污染源水质指纹数据库时，通过设定明确的相似度阈值，确定重点排查污染源，以便于在排查工作中更具有针对性。当没有可用的污染源数据库时，则通过与相关的行业数据库进行比对以确定污染类型，确保在数据不足时仍能推进溯源工作，如果在与行业数据库比对过程中仍然未发现嫌疑污染源，则采用污染路径溯源方法不断缩小排查范围。

污染源验证环节需要对污染路径上的关键节点进行采样与测试,强调特征污染物、荧光指纹等参数的各节点一致性,记录排污完整的证据链。对于数值超标或特征污染物类型和上下游浓度趋势的问题,考虑了当地非法排放和其他污染源或异地倾倒的可能,结合其他视频监控、卫星遥感、自动监控数据等辅助验证手段,提供更多执法监管线索,进一步提高了找到污染责任主体的可能性,且增强判定的准确性。

线索分类环节的编制旨在对前期工作成果进行系统梳理,通过填写标准化表格,将水质异常情况、疑似污染源及特征污染物检测结果等信息整合,为后续执法取证提供清晰指引。整体流程设计既注重与相关标准(如HJ 1407)的衔接,又突出了实操性,通过标准化表格的使用,确保信息记录的规范性和完整性,为溯源执法监管的高效开展奠定了基础。

5.9 成果归档

溯源工作结束后,将各阶段佐证材料,如污染来源的关键水质荧光指纹图像、水样测试原始数据、溯源线索表和污染路径核验表等进行记录和归档。

5.10 附录

本标准附录是对标准正文的技术内容提供补充说明和技术支撑。共设置六个资料性附录(附录A~附录F),共同构成水质荧光指纹溯源方法在执法监管工作中的技术支撑和操作规范,以保证溯源执法的科学性、精准性与规范性。

附录A给出了构建背景水质荧光指纹数据库的方法。与HJ 1407中“排放源”水质荧光指纹数据库不同,排放源指纹库侧重于污染已经发生且需要溯源的情况下,判断污染源的嫌疑大小,而本标准提出的“背景水质荧光指纹数据库”聚焦于水体在未受到污染事件影响时的指纹特征及正常波动范围,用于判断“水质本身是否异常、是否需要启动溯源”,填补了HJ 1407“如何首先发现污染”环节的空白,将“污染被动响应”转变为“污染主动发现”,对于设定启动溯源的条件具有必要性。

目前行业内对于背景水质荧光指纹数据库的建库方法没有统一标准,为避免对实际应用造成不必要限制,本附录仅提出构建背景数据库时应遵循的采样原则、检验方式与维护更新原则,不对采样频次、样本数量和建库方法作细化规定,只要建立的背景库能够满足本附录A.2中规定的检验要求,即可被视为具备可用性。

附录B是本标准的技术核心,规定了水质荧光指纹强度偏离与类型偏离阈值的设定方法,及水质荧光指纹异常事件的分级判定准则,为非现场执法的启动提供直接技术依据。仅依赖HJ 1407的相似度比对,可能会出现污染源排污浓度倍增而相似度不变从而产生漏报的情况,强度偏离与类型偏离阈值的设定能够有效避免执法过程中经常出现的污染种类不变,

但因超标排放而造成下游断面超标的漏洞。本附录构建了“强度偏离”与“类型偏离”相结合的指标体系和“一级异常”和“二级异常”的两级预警机制。一级异常指示严重污染事件，需直接启动溯源程序；二级异常提示明显水质波动，应结合常规指标检测结果决定是否启动溯源，从而实现技术与行政资源的分级配置与响应。

本标准提出通过统计方法设定强度偏离阈值的方法，主要基于以下科学考量：

第一，水质荧光指纹检测中，“荧光强度”为仪器响应值，是一个无量纲的相对光强信号。其数值与仪器的光学系统、检测器灵敏度及仪器参数设置有关，不同型号乃至不同个体的仪器间存在差异。

第二，不同区域的水环境背景和污染源构成、浓度差异显著，导致其水质荧光指纹的背景与异常特征在强度上具有较大差异。采用同一阈值无法客观反映当地污染特征的偏离情况，易导致误报或漏报。

因此，为确保阈值设定的科学性与准确性，须依据该断面或点位监测数据，建立符合当地监管需求的本地化“特征峰信号强度-水质指标浓度”拟合关系，并通过该拟合关系，将管理限值转化为适用于当地仪器和水情的特异性预警阈值。这一方法从根本上解决了仪器差异和区域差异带来的不可比性问题，是保证本标准方法可靠、有效应用的必要前提。采用该方法设定的预警阈值经实际应用检验设定合理、预警效果较好。

强度偏离阈值应依据当地重点监管的水质指标设定，建议采用同一水文期或近2个月内的历史监测数据作为计算基础，以保障数据的可比性，避免因水文条件差异导致非污染性波动干扰。所用历史数据应包含水质荧光指纹数据及其对应时间段（采样时间偏差不超过2小时）、同一点位的一组水质指标监测结果。所选指标宜为当地监管重点或历史超标风险较高、预警需求突出的指标。

一级强度阈值通过统计分析进行设定，拟合水质荧光指纹特征峰强度和水质指标之间的线性或非线性关系，计算其95%置信区间，取该区间的下边界与当地水质标准限值的交点作为一级预警阈值，以确保设定结果既保守又灵敏。为保证统计结果可靠性，参与拟合的数据量应满足最低要求，没有在线自动监测设备，需手动监测时，要求不少于20组成对数据；当具有在线自动监测设备时，要求至少15天的在线监测数据。

二级强度偏离阈值作为水质变化的早期预警，其数值应低于一级阈值但高于背景水平，设置为背景水质荧光指纹数据库中特征峰平均荧光强度与一级阈值之间50%位置的强度值。水质荧光指纹类型偏离阈值的设定，参照HJ 1407中关于相似度的分级规定，其中相似度 $\geq 90\%$ 时是高度相似，表明水样可能主要受到了同种类型排放源污水的影响； $60\% \leq \text{相似度} < 90\%$ 时是中等相似，表明水样可能受到了多种类型排放源污水的影响；相似度 $< 60\%$ 时是低度相似，表明水样可能受到了多种类型排放源污水的影响。

90%，表明水样可能受到了该种排放源污水的影响，同时还可能存在其他排放源污水的影响；相似度 < 60% 时不相似，表明两个水样之间无明显相关性。本标准中设定偏离度（为 100% - 相似度），为和现有规定技术要求保持一致，设定一级类型偏离阈值为 > 40%，二级类型偏离阈值在 10% 和 40%（含）之间。

此外，还要求一级异常阈值的预警一致率不低于 80%，即基于荧光指纹判定的一级异常事件，应与同周期内常规水质指标（如 COD、总磷等）超标事件的吻合度达到 80% 以上。该指标设定主要基于以下两方面考量：

实证案例验证：编制组在典型场景中对该阈值设定方法进行了验证。基于全国多个流域具有长期常规水质指标和水质荧光指纹监测数据的站点进行数据统计，按照附录 B 方法建立的偏离阈值，各站点的预警一致率均能够达到 80% 的要求（虽然各站点水质荧光指纹特征峰位置各不相同，但其典型特征峰强度均与至少一个常规水质指标存在显著统计相关性）。附表 3 所列数据为采用本标准方法进行水质荧光指纹预警的单个典型站点的实际应用统计结果，大量数据统计结果表明方法科学可行。

与现有标准的协调一致性：国内现行水质在线监测相关标准多以“比对合格率”形式体现精准度要求，如国家生态环境标准《水污染源在线监测系统（COD_{Cr}、NH₃-N 等）运行技术规范》（HJ 355-2019）要求实际水样比对试验“5 对以上时至少 4 对满足要求”，即合格率要求不低于 80%。因此本标准设定 80% 的预警一致率，与现有标准体系保持衔接且要求适度提高。

附录 C 明确了溯源工作中采样断面或点位布设与采样操作的具体要求。本部分结合溯源工作对时效性与精准性的需求，分别针对水体、排污单位和排水管网三类场景提供了采样点位布设指引，采样断面或点位的选择则需结合前期收集的污染源和异常事件信息，覆盖关键节点，为后续排查缩小范围。还重点规定了及时采样、样品标识、样品数量与样品信息记录等关键采样要求，为一线执法人员提供清晰、可执行的现场取证规范，这些规定保证了样品的代表性和准确性，也能避免因信息缺失或混乱影响后续分析。

附录 D 提供了标准化的信息记录表格，用于系统化、结构化记录从异常事件发现、疑似污染源相似度比对至特征污染物排查的全过程关键信息。通过系统的表格格式，确保信息要素完整，线索链条清晰，支撑从“异常现象识别”到“疑似源”，再到“责任主体认定”的完整溯源流程，为后续的执法工作和案件处理奠定基础。

附录 E 规定了污染路径溯源的具体方法。当无法通过数据库直接匹配锁定污染源时，本附录提供的路径排查法成为关键溯源手段，针对不同水文特征的水体（线状水体、面状水体、

潮汐影响水体)和排水管网,提出了逻辑递进式的排查策略,指导执法人员科学高效缩小排查范围、定位污染来源,并提供了标准化记录表格,用于固化污染路径上的证据。

附录F列出了溯源工作完成后须归档的材料内容。成果归档是溯源流程的最终环节,也是溯源工作可追溯、可复查的重要保障。本附录通过清单形式,明确了从线索分类到路径核验等各个环节应归档的表格与资料,确保形成全链条、闭环管理的完整信息档案。

6.对实施本标准的建议

本标准是水环境执法监管技术的重要技术性文件,对推动我国水生态环境改善和技术支撑水环境执法监管工作具有重要的指导意义。通过构建水质荧光指纹溯源的工作流程、方法和技术要求,本标准为全国水环境执法监管工作提供必要的技术辅助支持。基于各地开展地方级水污染精准溯源、高效执法监管工作的需求迫切,建议尽快公开征求意见并发布实施。

为了保证本标准的实施,建议加强生态环境执法技术与装备研究,为水污染溯源提供有效的技术支撑。加大标准的宣传力度,扩大标准的影响力,促进标准在科研、执法监管实践等领域的广泛应用。

7.参考文献

7.1 法律法规

- [1] 《中华人民共和国生态环境法典》(2026年8月15日起施行)
- [2] 《排污许可执法检查通用清单》(环执法发〔2023〕9号)
- [3] 《环境保护行政执法与刑事司法衔接工作办法》(环环监〔2017〕17号)
- [4] 《生态环境保护综合行政执法装备标准化建设指导标准》(环办执法〔2024〕27号)

7.2 标准

- [1] 《污水监测技术规范》(HJ 91.1)
- [2] 《地表水环境质量监测技术规范》(HJ 91.2)
- [3] 《近岸海域环境监测技术规范 第三部分 近岸海域水质监测》(HJ 442.3)
- [4] 《水质 采样技术指导》(HJ 494)
- [5] 《入河入海排污口监督管理技术指南 水质荧光指纹溯源方法》(HJ 1407)
- [6] 《污染物自动监测监控系统数据传输技术要求》(HJ 212-2025)

7.3 支撑本标准的科研项目或成果

- [1] 国家重点研发计划重大科学仪器设备开发,2017YFF0108500,水环境污染快速识别与预警仪,2017/07-2021/06,已结题,4062万;

- [2] 国家自然科学基金面上项目, 22076093, 典型农业面源的荧光水质指纹特征及其污染水质指纹模型的研究, 2021/01-2024/12, 已结题, 63万元;
- [3] 国家重点研发计划长江黄河等重点流域水资源与水环境综合治理, 2023YFC3205500, 水环境污染快速识别与预警仪长江黄河主要污染物定量溯源技术与示范, 2023/12-2027/11, 在研, 3368万元;
- [4] Cheng Cheng; Chuanyang Liu; Jian Shen; Siting Wang; Xiaojin Wu; Qiuran Xiong; Hongmei Mu; Bingliang Zhang; Jing Wu. Novel insights into the evolution of dissolved organic matter during different full-scale advanced treatment processes for textile secondary effluent. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2025. 13 (3), 116266.
- [5] Jian Shen; Yiming Song; Cheng Cheng; Fengkui Duan; Chuanyang Liu; Yidi Chai; Siting Wang; Qiuran Xiong; Jing Wu. Spectroscopic and compositional profiles of dissolved organic matters in urban snow from 2019 to 2021: Focusing on pollution features identification. *Water Research*. 2023. 229: 119408.
- [6] Jian Shen, Chuanyang Liu, Qing Lv, Junqiang Gu, Mingyu Su, Shifeng Wang, Yidi Chai, Cheng Cheng, Jing Wu. Novel insights into impacts of the COVID-19 pandemic on aquatic environment of Beijing-Hangzhou Grand Canal in southern Jiangsu region. *Water Research*. 2021.193,116873.
- [7] Qiuran Xiong, Yiming Song, Jian Shen, Chuanyang Liu, Yidi Chai, Siting Wang, Xiaojin Wu, Cheng Cheng, Jing Wu. Fluorescence fingerprint as an indicator to identify urban non-point sources in urban river during rainfall period. *Environmental Research*. 2024, 245:118009.
- [8] Jian Shen; Bo Liu; Yidi Chai; Chuanyang Liu; Cheng Cheng; Wu Jing. Characterizing fluorescence fingerprints of different types of metal plating wastewater by fluorescence excitation-emission matrix. *Environmental Research*. 2021.194, 110713.
- [9] Cheng Cheng, Jing Wu, Luodan You, Jiukai Tang, Yidi Chai, Bo Liu, Muhammad Farooq Saleem Khan. Novel insights into variation of dissolved organic matter during textile wastewater treatment by fluorescence excitation emission matrix. *Chemical Engineering Journal*, 2018, 335: 13-21.
- [10] 熊秋燃, 沈鉴, 胡远, 柴一荻, 顾意琴, 冷晓婷, 程澄, 吴静. 基于水质荧光指纹技术的复合污染河道溯源研究. *光谱学与光谱分析*, 2024, 44 (5)
- [11] 刘传昶, 柴一荻, 徐宪根, 周俊, 陆森森, 沈鉴, 何苗, 吴静. 南方某河水质荧光指纹特征及污染溯源. *光谱学与光谱分析*, 2021, 7, 2142-2147.
- [12] 梁鸿, 王文霞, 蒋冰艳, 刘伟龙, 王士峰, 梁漫春, 吴静. 水污染预警溯源技术用于工业污染源精准监管的案例研究. *环境影响评价*. 2021, 43, 56-59.

7.4 文献

- [1] 张毅, 刘传畅, 程澄, 等.长江入海口段水质荧光指纹特征解析[J].光谱学与光谱分析, 2022, 42(12): 3948-3953.
- [2] 谢超波, 吴静, 曹知平, 等.大流量河道的水质荧光指纹变化[J].光谱学与光谱分析, 2014, 34(03): 695-697.
- [3] 巢波, 蔡永久, 徐宪根, 等.基于水质荧光指纹法的湖泊污染溯源研究-以太湖流域漏湖为例[J].湖泊科学, 2023, 35(04): 1330-1342.
- [4] 吴静, 崔硕, 谢超波, 等.好氧处理后城市污水荧光指纹的变化[J].光谱学与光谱分析, 2011, 31(12): 3302-3306.
- [5] 王士峰, 吴静, 程澄, 等.某印染废水的水质指纹特征[J].光谱学与光谱分析, 2015, 35(12): 3440-3443.
- [6] Yan L., Su R., Zhang C., et al. Assessing the dynamics of chromophoric dissolved organic matter (CDOM) in the Yellow Sea and the East China Sea in autumn by EEMs-PARAFAC[J]. Science China Chemistry, 2012, 55(12): 2595-2609.
- [7] Naden P S., Old G H., Eliot-Laize C., et al. Assessment of natural fluorescence as a tracer of diffuse agricultural pollution from slurry spreading on intensely-farmed grasslands[J]. Water Research, 2010, 44(6): 1701-1712.
- [8] 郝瑞霞, 曹可心, 邓亦文. 三维荧光光谱法表征污水中溶解性有机污染物[J]. 分析试验室, 2007(10): 41-44.
- [9] 吴函鸿, 高思佳, 刘婷婷, 等.水环境溶解性有机质溯源与表征技术研究进展[J].环境工程技术学报, 2024, 14(02): 474-486.
- [10] 刘东萍, 高红杰, 崔兵, 等.白塔堡河底泥DOM组成结构的荧光光谱与多元统计模型表征[J].环境工程技术学报, 2021, 11(02): 249-257.
- [11] 金梦, 兰亚琼, 丁森, 等.京杭运河上游河段磷污染时空分布特征及污染源解析[J].环境工程技术学报, 2024, 14(01): 43-51.
- [12] 梁博隆, 杜辉, 梁淑轩, 等.保定府河DOM的光谱特征及其来源解析[J].环境科学与技术, 2023, 46(02): 80-87.
- [13] 钟江丽, 沈捷, 高华, 等.基于DOM荧光光谱分析的初期雨水径流污染物溯源[J].中国给水排水, 2023, 39(07): 133-138.
- [14] Duan P F., Wei M J., Li M., et al, Relationship between non-point source pollution and fluorescence fingerprint of riverine dissolved organic matter is season dependent[J]. Science of The Total Environment, 2022, 823, 153617.

- [15] Li M., Wu H M., Zhang J., et al. Nitrogen removal and nitrous oxide emission in surface flow constructed wetlands for treating sewage treatment plant effluent: Effect of C/N ratios[J]. Bioresource Technology, 2017, 240,157-164.

附件

附表1 水质荧光指纹溯源应用情况

序号	省份	地区	项目名称	项目目的	开展方式	实施时间
1	安徽	合肥	某河污染预警溯源项目	识别河流的主要污染河段、主要污染类型、面源污染贡献大小及污染迁移路径	在线式水污染预警溯源仪+指纹库	2016
2	北京	北京	北京排水集团城市排水管网移动式污染溯源仪器采购项目	建立市政管网重点排水户水质指纹库、建设移动式水质指纹溯源能力	移动式水污染预警溯源仪+指纹库	2020
3	福建	平潭	三十六脚湖水质综合预警溯源应急系统项目污染源调查及水质指纹库建设	针对三十六脚湖闽江调水、入湖支流和自来水的取水口进行水质监管	水污染来源解析技术服务	2018
4	广东	深圳	深圳市江碧电镀园区水污染预警溯源项目	预警溯源仪设于工业园区总排口，对电镀产业园企业偷排进行预警及溯源	在线式水污染预警溯源仪+移动式水污染预警溯源车+指纹库	2016
		广州	广东省环境科学研究院采购溯源仪项目	实验室水污染溯源检测能力建设	台式水污染预警溯源仪+指纹库	2021
5	广西	南宁	广西壮族自治区环境保护科学研究院台式水污染预警溯源仪项目	实验室监测能力提升	台式水污染预警溯源仪（租赁）	2022
6	贵州	仁怀	仁怀市岩洞出水污染溯源服务	溶洞渗出水、嫌疑污染源水质指纹检测及比对分析	溯源检测服务	2020
7	河北	雄安新区	雄安新区生态环境智慧监测体系建设项目-生态环境监测体系基础能力建设（一期）项目	在地表水断面设置预警溯源仪，对河流水质异常及时进行报警和污染源溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库+运维及技术服务	2020
		石家庄	河北生态环境综合执法局服务项目	水污染溯源执法能力建设	移动式水污染预警溯源车+指纹库	2021
8	河南	周口	周口市生态环境监测智慧环保指挥服务中心采购项目	在地表水断面设置预警溯源仪，对河流水质异常及时进行报警和污染源溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库+运维及技术服务	2021
9	黑龙江	哈尔滨	某污水处理厂溯源仪采购及指纹库项目	建设重点涉水企业数据库、对污水处理厂进水水质进行水质指纹在线监测，保障污水处理厂稳定运行	溯源仪采购及指纹库建设	2019
10	湖北	随州	湖北某污水处理厂进水水质异常污染检测溯源项目	对某污水处理厂进水水质异常样品进行水质指纹溯源比对分析	溯源检测服务	2023

序号	省份	地区	项目名称	项目目的	开展方式	实施时间
		十堰	十堰市丹江口库区水质智慧监管体系建设项目	对丹江口水库水进行污染源智慧监管与溯源,保障饮用水安全	在线式水污染预警溯源仪+指纹库	2025
11	湖南	长沙	浏阳市捞刀河水污染预警溯源系统建设项目	污水处理厂进口处设置预警溯源仪,对园区内企业的偷排、超排进行监管	在线式水污染预警溯源仪+水质指纹数据库	2020
12	吉林	长春	长春市生态环境综合监控平台项目	长德、西部污水处理厂进水端及南部污水处理厂入河排口建设水污染预警溯源在线站	水污染预警溯源仪+污染源水质指纹数据库+溯源监管平台	2022
13	江苏	苏州	苏州太湖金墅港水源地预警溯源项目	监测太湖水体水质,进行水质异常预警,服务人口超1000万	在线式水污染预警溯源仪+指纹库+运维服务	2010
		苏州	苏州渔阳山水源地预警溯源项目	水源地水质预警溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库运维服务	2016
		苏州	苏州望亭运河跨界断面预警溯源项目	对运河水质异常及时进行报警和污染源溯源,为跨界污染提供关键信息,为跨界补偿提供科学依据	在线式水污染预警溯源仪+指纹库运维服务	2016
		苏州	苏州高新区上山村水源地预警溯源项目	有12套数据库,对水源地水质进行预警	在线式水污染预警溯源仪+指纹库运维服务	2017
		昆山	昆山千灯工业园区预警溯源项目	在千灯镇善浦在线监测站及昆山市环境监测中心设立预警溯源仪,对园区企业偷排以及雨污分流情况进行监管	在线式水污染预警溯源仪+指纹库	2018
		昆山	昆山经开工业园区污染排放监管项目	对园区企业排水进行监管,进行污染预警及污染溯源	台式水污染预警溯源仪+指纹库	2018
		苏州	昆山水务局污水处理区域污染源排放溯源监管系统	污水处理厂进口处设置预警溯源仪,对园区内企业的偷排、超排进行监管	在线式水污染预警溯源仪+指纹库	2019
		宜兴	中国环境监测总站服务项目	在地表水断面设置预警溯源仪,对河流水质异常及时进行报警和污染源溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库	2020
		苏州	城南污水处理厂冲击溯源服务	对污水处理厂进水水质冲击情况进行水质指纹溯源分析,识别污染排放源	水质指纹检测分析服务	2022
		连云港	连云港市环境信息化暨监测监控能力提升工程项目	污水处理厂进口处设置预警溯源仪,对园区内企业的偷排、超排进行监管对河流水质异常及时进行报警和污染源溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库运维服务	2020
		淮安	淮安市涟水生态环境局日常监测、应急	对国省考沿线支流、污水处理厂、泵站、闸口日常监测、	技术服务	2021

序号	省份	地区	项目名称	项目目的	开展方式	实施时间
			监测服务项目	应急监测服务		
		苏州	江苏省苏州环境监测中心检测服务采购项目	对定期送检水样进行水质指纹检测，提供溯源分析报告	水质指纹检测分析服务	2023
		无锡	江苏省无锡环境监测中心台式水污染预警溯源仪采购项目	建设区域内重点污染源数据库，赋能区域内水环境日常监测	台式水污染预警溯源仪+指纹库	2024
14	江西	抚州	某水务有限公司溯源服务项目	对某污水处理厂进水异常情况做污染源溯源工作	溯源技术服务	2022
15	辽宁	沈阳	某环境监测公司溯源仪采购项目	实验室水质指纹溯源能力建设	台式水污染预警溯源仪	2019
16	内蒙古	呼伦贝尔	黑山头水污染预警溯源项目	界河跨境水质预警，为跨境污染判断提供依据	在线式水污染预警溯源仪+指纹库	2016
		赤峰	赤峰市红山区水污染预警溯源监管系统示范项目（一期）	污水处理厂进口处设置预警溯源仪，对园区内企业的偷排、超排进行监管	在线式水污染预警溯源仪+指纹库+运维服务	2020
		通辽	通辽经开区、霍林郭勒、开鲁水污染预警溯源系统	在污水处理厂、自来水厂进口设置预警溯源仪，对水质异常及时进行报警和污染源溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库	2021
		呼伦贝尔	中俄蒙跨境地区水环境监测预警系统	在地表水断面设置预警溯源仪，对河流水质异常及时进行报警和污染源溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库+运维及技术服务	2021
		阿拉善盟	阿拉善盟黄河流域水污染预警溯源系统建设项目	为提升内蒙古自治区沿黄地区精准、科学、依法治污水平，探索黄河流域生态保护和高质量发展新途径，2023年，建设了阿拉善黄河流域水污染预警溯源系统。	在线式水污染预警溯源仪+水污染预警溯源移动实验室+指纹库+监管平台+运维服务	2023
		鄂尔多斯	鄂尔多斯市生态环境智能化监测监管项目	建设区域内重点污染源数据库，赋能区域内水环境日常监测	在线式水污染预警溯源仪+移动溯源实验室+指纹库	2025
17	宁夏	银川	银川贺兰工业园区预警溯源项目	于暖泉工业园区排水干管以及蓝星污水处理厂进口处安装在线溯源仪，对园区内的制药企业、炼油企业、活性企业等20家企业进行偷排、超排进行预警及溯源	在线式水污染预警溯源仪	2018
18	山东	济南	济南市河流断面例行监测、排查监测和应急监测及溯源服务项目	提供断面在线水质指纹监测数据；建立当地重点监管企业水质指纹库；提供污染排查和应急溯源服务。	在线式水污染预警溯源仪+指纹库+运维及技术服务	2020
		菏泽	菏泽黑臭水体治理智慧管控平台建设	在地表水断面设置预警溯源仪，对河流水质异常及时进行报警和污染源溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库+运维及技术服务	2021

序号	省份	地区	项目名称	项目目的	开展方式	实施时间
		泰安	宁阳化工园区水污染预警溯源系统	在地表水断面设置预警溯源仪，对河流水质异常及时进行报警和污染源溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库+运维及技术服务	2021
		济南	山东省小清河流域入河排污口规范化建设与精细管控试点项目	对小清河流域地表水进行排口在线监管与污染溯源，确定责任主体	在线式水污染预警溯源仪+指纹库	2025
		潍坊	潍河流域（诸城段）水环境精细化管理项目	对潍河流域地表水进行水质监管与污染溯源	台式水污染预警溯源仪+指纹库	2025
19	山西	临猗	山西临猗工业园区预警溯源项目	在污水处理厂进水口处设置预警溯源仪，对排水入厂企业的超排、偷排等进行监管	在线式水污染预警溯源仪+指纹库	2019
		太原	山西省环境污染溯源分析实验室建设项目	实验室科研	台式水污染预警溯源仪+指纹库	2020
		长治	长治市屯留区水质自动监测溯源站项目	在地表水断面设置预警溯源仪，对河流水质异常及时进行报警和污染源溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库+运维及技术服务	2021
		运城	盐湖区水污染预警溯源监管系统	在工业园区污水处理厂进口设置预警溯源仪，对河流水质异常及时进行报警和污染源溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库	2021
		长治	长治市生态环境精细管控体系建设工程项目	在地表水断面设置预警溯源仪，对河流水质异常及时进行报警和污染源溯源、	在线式水污染预警溯源仪+移动式水污染预警溯源车+指纹库+运维及技术服务	在建
		临汾	汾河浍河（侯马段）水环境管控能力建设项目	对临汾汾河浍河部分段的地表水进行在线监管与污染溯源，提升水环境质量	在线式水污染预警溯源仪+指纹库	2024
20	上海	上海	上海市环境监测中心在线式水质荧光指纹预警溯源仪项目	利用水质荧光指纹技术的在线式水质荧光指纹预警溯源仪，支撑黄浦江上游饮用水源地来水水质异常预警时的污染溯源	在线式水污染预警溯源仪+典型行业数据库	2024
		上海	普陀区生态环境监测项目—地表水监测项目	对普陀区地表水进行移动式污染溯源监管	移动式水污染预警溯源仪+便携式水质检测设备	2025
21	四川	成都	成都市流域地表水主要污染物来源解析服务采购项目	地表水主要污染来源解析	水污染来源解析技术服务	2019
		成都	成都环境科学研究院	实验室水污染溯源检测能力建设	台式水污染预警溯源仪+指纹库	2020

序号	省份	地区	项目名称	项目目的	开展方式	实施时间
		成都	成都环境科学研究院	当地水质指纹数据库建设	指纹数据库建库服务	2022
		成都	成都大运会期间水质安全保障技术服务	成都大运会水质安全保障及突发水污染事件应对	移动溯源技术服务	2023
		成都	温江区地表水水质预警监测能力建设项目（包二：水污染预警溯源系统）	对温江区地表水进行在线监测与污染溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库	2024
		成都	四川省典型污染源水质指纹数据库建设项目	当地典型水质指纹数据库建设，定制本地化行业库与污染源数据库，助力精准溯源	本地化定制行业库	2024
22	新疆	塔城	额敏河水污染预警溯源项目	识别出河流的主要污染来源	水污染来源解析技术服务	2017
		伊犁州	伊犁河水污染预警溯源项目	识别出河流的主要污染来源	水污染来源解析技术服务	2018
23	云南	昆明	安宁工业园区环境容量研究及污染精细化动态监管项目	识别安宁工业园区水环境主要污染问题，构建重点涉水污染源水质指纹数据库，开展水污染溯源技术示范研究，实时预警并快速溯源	污染溯源技术示范+水质指纹数据库	2023
24	重庆	两江新区	入河排口的溯源排查技术服务项目	利用水质指纹污染路径法开展雨污混流排口污染溯源排查，识别污染来源	溯源技术服务	2023
25	甘肃	兰州	甘肃省级生态环境保护综合行政执法装备标准化建设项目	设置台式预警溯源仪，建设省级水质指纹数据库平台，提供日常以及应急污染溯源服务	台式水污染预警溯源仪+指纹库+技术服务	2025
26	海南	琼海	琼海九曲江溯源排查服务项目	利用水质指纹对琼海九曲江流域进行溯源，解决高锰酸盐指数超标问题	溯源技术服务	2024
27	陕西	西安	生态环境执法重点涉水企业违法排放及水质溯源统筹管控能力建设项目	利用行业数据库+企业数据库，对重点涉水企业进行监管	台式水污染预警溯源仪+指纹库	2025
28	浙江	嘉兴	中国电子科技集团公司第三十六研究所	实验室水污染溯源检测能力建设	台式水污染预警溯源仪+指纹库	2021
		台州	临海市头门港经济开发区医化园区水质指纹监测溯源管理系统	在地表水断面设置预警溯源仪，对河流水质异常及时进行报警和污染源溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库+运维及技术服务	2021
		台州	黄岩江口轻化投资区工业废水水质指纹监测溯源管理服务项目	在污水管网重要节点设置预警溯源仪，对管网水质异常及时进行报警和污染源溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库+运维及技术服务	2021
		台州	椒江区医化园区水质指纹移动监测溯源管理场景服务项目	使用移动溯源车进行日常水质巡航和污染事件应急溯源排查	移动式水污染预警溯源车+指纹库+运维及技术服务	2021
		台州	仙居县经济开发区水质指纹溯源监测管理场景建设项目	在地表水断面设置预警溯源仪，对河流水质异常及时进行报警和污染源溯源	在线式水污染预警溯源仪+指纹库+运维及技术服务	2021

序号	省份	地区	项目名称	项目目的	开展方式	实施时间
		宁波	宁波华清环保技术有限公司水污染预警溯源在线站及水质指纹数据库项目	对工业园区进行在线溯源,实现园区内污染源的智慧化监管	在线式水污染预警溯源仪+指纹库	2024

附表2 水质荧光指纹溯源执法情况

序号	案件	项目区域	时间	溯源执法情况简述
1	狮山松岗污水厂进水冲击应急溯源案	广东佛山	2025 年 11 月	2025 年 11 月 21 日凌晨，狮山松岗污水厂二期进水受到污染冲击。通过快速检测锁定总磷异常偏高的管网节点并采集水样，依据节点水样的水质指纹比对结果精准定位污染输入的管网位置。对该节点所纳管的企业逐一进行水质指纹排查，成功向上游追溯出导致本次冲击的完整污染路径，并最终锁定 HG 长为责任企业。
2	宜春经开区企业借道跨区（双跨）偷排案	江西宜春	2025 年 8 月	2025 年 8 月，宜春经开区 XL 桥污水管节点监测到周期性总磷异常，浓度最高达 195.9mg/L，超标近百倍。通过水质指纹比对技术，首先确认污染源自上游朝霞路节点（相似度 98%）。沿该节点向上游追溯，精准锁定污染源为 FRWJ 厂。该厂私自铺设 PVC 管道，将未经处理的高浓度磷废水通过隔壁已停产企业的排口偷排。
3	葫芦岛经开区雨水管网破损点定位案	辽宁葫芦岛	2025 年 6 月	2025 年 6 月中旬葫芦岛经济开发区泄洪沟上游一雨水排口在晴天持续出水。雨水管中检出两种异常指纹信号，分别与园区内嫌疑企业 CY 化工的二车间、三车间废水样本比对成功，相似度达 76% 与 96%。揭示了"企业排放→地下水渗透→管网破损渗入"的污染迁移全链条路径。
4	宜春樟树工业园区雨水管网水质异常应急溯源案	江西宜春	2025 年 5 月	2025 年 5 月中旬樟树市工业园区某雨水汇集点出现 COD 超标（50mg/L）。通过水质指纹比对，盐化基地雨水口上下游水样与 STL、GJ 两家企业废水相似度较高（STL：83%—89%；GJ：74%）。特征污染物检测显示，上游存水样品中含有二氯甲烷和苯胺，与 STL 公司环评批复中的原料成分相符，综合判定 STL 为重大嫌疑对象。
5	江西萍乡某企业多路径偷排溯源案	江西萍乡	2025 年 3 月	2025 年 3 月上旬某市饮用水源上游河道出现铊浓度超标（约 10 倍）。采用行业预警结合水质指纹污染路径溯源法。污染主要来自某工业园区 A 支流与 B 排口；与园区内 10 家重点企业废水比对，发现污染水体与某再生科技的废水相似度高达 94%。最终确认该企业通过两条路径实施偷排。
6	“10·21”重庆市潼南区琼江污染溯源案	重庆潼南区	2024 年 10 月	2024 年 10 月 21 日，琼江河段突发重金属污染，水质监测显示重金属浓度超标近 7 倍，引发环境风险。重庆市生态环境局组织开展应急溯源排查。通过污染路径分析与水质指纹比对，调查 5 家重点嫌疑企业，最终锁定某辉公司为主要污染源。溯源结果显示，某辉厂区废水与琼江污染水样的水质指纹相似度达 60%~73%，其厂内地下水与废水相似度超过 90%，表明污染物已通过厂区渗漏影响地下水，并进一步扩散至地表水。厂外地下水及渗水点亦检测到某辉废水特征，相似度达 98%，证实污染经地下水流动扩散至琼江。其他企业废水水质指纹与污染水样相似度均低于 60%，排除直接关联。目前，某辉负责人已被刑事拘留，案件在进一步

序号	案件	项目区域	时间	溯源执法情况简述
				侦办中。
7	赣州市寻乌县东江镉污染溯源案	江西赣州寻乌县	2024 年 8 月	2024 年 8 月 11 日，寻乌县斗晏水库下游广东省水质监测站发现镉浓度严重超标，疑受工业污染影响。江西省生态环境厅随即组织启动水质指纹溯源调查。对斗晏水库、上游河道及周边企业进行采样分析，并采用污染路径分析法与水质指纹比对技术排查污染源。溯源结果表明，某企业排放的废水与斗晏水库污染水样的水质指纹相似度最高，达到 72%~89%，为本次镉污染的主要嫌疑源。进一步分析发现，某汇厂区泥土及废水残渣的水质指纹与库区深层河水及下游底泥污染特征高度一致，部分相似度高达 93%。调查确认，该企业废水未经有效处理，排入支流并最终进入斗晏水库，导致水体镉污染。目前，某汇企业负责人已被刑事逮捕，案件在进一步审理中。
8	滁河死鱼事件溯源排查案	安徽滁州	2024 年 6 月	2024 年 5 月 23 日，滁河部分河段水体浑浊、黑臭、溶解氧下降、鱼虾大量死亡，造成社会广泛关注。安徽省生态环境执法局启动应急溯源排查，利用水污染溯源移动实验室对滁河干流及上游支流进行调查采样，并采用污染路径分析法与水质指纹比对技术识别污染源。溯源结果显示，滁河异常水样与全椒经开区滁州富信石油助剂有限公司火灾后消防排放废水的水质指纹相似度高达 97%~98%，明确该企业为主要污染源。经调查，该企业火灾后消防水未经有效处理排入雨水管网，最终汇入滁河，造成大范围水质恶化及鱼虾死亡。
9	重庆雨水管网水质异常气味应急污染溯源案	重庆沙坪坝	2024 年 4 月	2024 年 4 月下旬，重庆沙坪坝某雨水排口突发异常刺鼻气味，引发居民投诉。前期执法排查发现，一辆嫌疑货车气味特征与雨水排口异味相似。采用水质指纹技术对嫌疑货车内残留物进行比对分析，发现其水质指纹特征与化工废水具有相似度，且与圣垦公司生产的环氧树脂粘结剂 B 组分相似度高达 93%。进一步调查确认，该货车回收圣垦公司废桶时，将桶内残余污染物倾倒入雨水管网，导致本次污染事件。
10	苏州市吴中区赵某金等人非法排放高浓度废液案	江苏苏州吴中区	2023 年 11 月	苏州市吴中城区城南污水处理厂于 2022 年 9、10 月受到 2 次进水冲击，污水处理厂不能正常运行，导致出水无法达标。引入水质荧光指纹溯源方法对污水处理厂进水进行污染源分析。在管网上游主要节点、泵站和接管企业进行取样，利用水质指纹锁定了污染进入管网的泵站位置。最终通过附近监控排查出某罐车进行污染异地倾倒。根据对罐车的追踪和入厂采样，该罐车内残留废液与泵站和污水处理厂异常进水的的水质指纹相似度均达到 80%以上，污染浓度超标，确认嫌疑企业利用罐车进行非法异地排污。
11	成都大运会赛事水质	四川成都	2023 年 7 月	7 月 26 日中午，羊叉河永达路断面发现油污，水质指纹分析与机械制造类行业污染有关。根据该溯源结果对

序号	案件	项目区域	时间	溯源执法情况简述
	安全保障服务			上游机械制造类企业重点排查时发现某企业内存在可疑情况，水污染移动溯源实验现场验证该企业门口油桶（大）内废水与永达路异常河水的水质指纹相似度高达 90%。经对污染路径进一步溯源分析后，确认该企业是造成此次羊叉河水质异常的主要污染源头，污水通过雨水总排口进入雨水管网，再通过赵青堰桥旁入河排口进入羊叉河。当天下午 1 点，应急人员赶赴现场，用时 40 分钟锁定嫌疑污染行业，6 小时查明肇事企业。
12	医化园区雨水管网排污入河案	浙江台州椒江区	2023 年 4 月	一条河东太和路附近一雨水入河排口，晴天排放红色污水，排口的 COD 浓度为 67mg/L，经过排查与测试发现污染源疑似为“恒虹印染厂”，雨水入河排口和恒虹印染厂废水池、污水井水样水质指纹的相似度均高达 97%，水样颜色同为红色。经检测，该企业厂内废水池、厂外雨水检查井水样的 COD 浓度分别高达 34657mg/L、793mg/L。
13	枫桥味清轩熟食加工厂违法排污案	江苏苏州高新区	2023 年 4 月	马运河岸边某雨水排口前期监测数据显示氨氮浓度严重超标，且出水伴有红色固体浮渣。经采样和水质指纹分析，检测结果显示该排口出水污染类型为疑似生活污水或食品加工类废水。通过相似度比对和上游雨水管网污染流动路径排查，最终确认为味清轩熟食加工厂的废水通过雨水管网排放，其厂区内雨水井内存水氨氮浓度高达 40mg/L，水质指纹与入河雨水排口相似度达 98%。
14	济南市徒骇河断面超标溯源	山东济南	2022 年 12 月	2022 年 12 月 9 日开始，徒骇河刘成大桥断面水污染预警溯源站预警河水疑似受到生活污水和印染废水影响，水质指纹信号强度明显升高，水质指纹监管系统发出三级预警。同期该断面水质由Ⅱ类恶化为Ⅴ类。对刁河沟上游生活污水处理厂、雨污混流排口及印染行业污染源进行重点排查。核查确认生活污水主要污染来源涉及污水处理厂溢流口和雨污混流入河排口。印染废水的主要污染来源为上游印染企业。
15	医化园区光明电镀厂管网破裂排污案	浙江台州黄岩区	2022 年 9 月	2022 年 9 月，园区污水处理厂泵站来水异常，水污染溯源仪显示受到电镀废水冲击。排查后发现，园区内光明电镀厂北侧的市政管网污水与泵站异常进水相似度为 82%，企业前的污水井侧壁有一个支管排出黄色污水，该污水总铜含量 15mg/L，与泵站异常进水相似度为 83%。
16	泰安某化工通过雨水管道排污案	山东泰安宁阳	2022 年 6 月	2022 年 6 月宁阳某化工园区雨水口在线溯源仪监测到有异常污染信号，污染源指向园区内的昌林化工。对企业雨水口采样分析发现，企业雨水口水样与园区雨水口异常水样水质指纹相似度达到 85%，且常规污染物浓度超标。现场排查发现该企业生产过程中因物料遗撒、跑冒滴漏等原因，地面残留物料在降雨时被冲入雨水管道排至外环境。

序号	案件	项目区域	时间	溯源执法情况简述
17	广西百色市突发水污染事件溯源	广西百色	2022 年 5 月	2022 年 5 月 10 日，广西壮族自治区百色市地表水突发水污染事件。5 月 11 日，将异常水样采集后进行水质指纹的检测和疑似污染源分析。当日即得出结论，“血红色”河水存在强度极高的工业污染信号，与罗丹明染料废水相似度 98%。广西壮族自治区生态环境厅生态环境保护综合行政执法局经调查后发现：上游加工作坊的红色染料流入水体，导致河水变红。
18	企业偷排污水入河案	浙江台州椒江区	2022 年 1 月	2022 年 1 月 27 日清晨起，浙江台州市某河某雨水管入河排口附近河水呈乳白色，并漂浮有大量油污。当日 14 点，应急溯源服务团队启动溯源车进行应急溯源排查。为了快速定位异常污染汇入雨水管网的位置，分别对三家企业厂内、外的雨水排口进行布点了采样。SS 厂内雨水井内稀释后水样、厂内固废堆场渗滤液与海韵路雨水管网入河口异常水样水质指纹相似度较高，相似度分别为 81%和 79%。15 点，抓到正在利用水泵软管偷排企业污水的 SS 厂人员。
19	徐州市污水处理厂受废水倾倒冲击案	江苏徐州	2022 年 1 月	2022 年 1 月 9 日，徐州市龙亭污水处理厂进水检出了苯和硫代磷酸酯类。立即对污水处理厂进水和污水管网的水样进行了采样测试。根据行业污染源数据库查询结果，确认该水样与化工类、原料药类行业废水相似，并查明污染进入管网的节点，公安部门通过节点附近监控视频发现疑似异地倾倒废液的行为，排查出了嫌疑企业和作案工具手段。
20	河北雄安新区跨界断面水质异常溯源	河北雄安	2022 年 1 月	2022 年 10 月 9 日，安装于孝义河丰收桥断面水污染预警溯源仪显示水质发生异常，溯源结果显示“印染废水信号”，水纹峰强度明显升高。同时，常规监测仪器显示 COD 超过地表水Ⅲ类限值。10 月 10 日，对孝义河上游断面及入河排口进行溯源排查，发现水质指纹信号仍为“印染废水”，进一步往上排查，对嫌疑排口高阳污水处理厂入河排水采样检测，水质指纹特征同为“印染废水”，与丰收桥断面异常水质指纹存在较高相似度，说明是该排口来水造成此次水质异常。
21	水阳江水源地异味污染溯源	安徽宣城	2021 年 11 月	2021 年 11 月中旬，安徽省宣城市水阳江地表水源地受到不明污染物污染，带有明显气味，自来水厂供水安全受到威胁。水质指纹测试并与污染行业数据库比对，发现异味水样存在明显工业污染信号。通过逐点采样比对，最终确认了涉事企业，该企业 2021 年 10 月份开始生产，利用废物提取乙二醇，偷倒 15 吨危废进入河道造成污染，已被查封。
22	遵义市大觉寺溶洞异	贵州遵义	2021 年 8 月	2021 年 8 月 16 日，遵义市大觉寺溶洞水质发生异常污染，引入水质荧光指纹溯源方法进行污染源排查。8

序号	案件	项目区域	时间	溯源执法情况简述
	常水质污染溯源			月 17 日大觉寺水质指纹与两次填埋场渗出液相似度高达 99%、98%，18 日大觉寺水质指纹与填埋场渗出液相似度 86%、85%。说明大觉寺溶洞很有可能受到了垃圾填埋场渗出液的影响。
23	济南瀛汶河王家洼断面污染溯源	山东济南	2020 年 11 月	从 2020 年 11 月 26 日凌晨开始，济南瀛汶河王家洼国控断面监测站监测到总磷从 0.2mg/L 升高到 0.3mg/L。水污染溯源服务团队迅速制定了应急溯源方案，并在重点断面和附近排口进行排查。在测试水样并进行水质指纹比对后发现，排口 A 和排口 B 的水质指纹与王家洼断面水质异常时的水质指纹相似度均超过 95%，总磷浓度分别高达 19.93mg/L 和 2.38mg/L，分别高出地表水Ⅳ类质量标准 66.4 倍和 7.9 倍。结合企业污水排放和排口的关系后，生态环境局现场确定此次王家洼断面总磷超标是由于排放未处理污水进入排口 A 的企业 A 和排口 B 的企业 B、C。
24	仁怀市溶洞水质异常污染溯源	贵州仁怀	2020 年 6 月	仁怀市母猪笼岩洞是当地饮用水源地和酒厂取水点，从 2020 年 1 月开始水颜色变成灰色、黑色和蓝色；水质超标严重，波动较大，最后通过水质指纹技术与常规指标检测，确认污染来自上游酿酒厂的废水排放，水质指纹相似度达到 77%以上。
25	昆山化工园区污水处理厂冲击溯源案	江苏昆山	2020 年 5 月	2020 年 5 月 27 日凌晨，昆山市某污水厂 COD 浓度升高，之后一段时间内维持在较高水平；预警溯源仪显示，疑似污染源为“塑胶/橡胶”企业。当日早上 9 点制定出污染路径溯源的排查方案，确定了异常来水的方向之后，沿化工园区干管沿线布点采样并测试水质指纹，与污水处理厂异常来水水质指纹作比对，逐步缩小嫌疑排污点区域，最终确认某塑化剂生产企业为肇事企业，耗时 5.5 小时。
26	松岗金标电镀厂超标排放案	广东深圳	2017 年 4 月	2017 年 4 月，园区总排口自动监测仪器显示水质超标，水污染预警溯源系统通过在线比对锁定超标企业为园区内的松岗金标电镀厂，水质指纹相似度在 90%以上。执法人员根据该结果入厂采样测试，确认该厂总磷、总锌等污染物超标排放
27	永利鑫五金制品公司暗管偷排案	广东深圳	2017 年 4 月	2017 年 4 月，电镀工业园总排口在线式水污染溯源仪多次监控到水质异常，疑似污染来源指向园区内永利鑫五金制造公司，但该企业排口自动监测数据显示水质达标，高度怀疑企业利用暗管偷排污水。执法人员连夜在该企业院内挖到暗管，管道内水样与排口异常水样水质指纹相似度高达 98%。经监测，偷排废水多项污染因子超标。
28	太湖流域河道水质异	江苏苏州	2015 年	苏州太湖流域某河水质连续 3 天出现异常，每天从中午 12 点开始，异常持续 8~12 小时。将异常水质指纹与

序号	案件	项目区域	时间	溯源执法情况简述
	常溯源案			已知仪器数据库的污染类型比对，均不匹配。该现象引起相关人员高度重视，利用水质指纹技术立即在监测点位附近开展污染溯源排查。最终确认污染源为上游的某化工厂。
29	金墅港饮用水源地溯源案例	江苏苏州	2013 年 11 月	冬季金墅港水源地预警溯源仪水纹强度明显升高，水质指纹发生了明显变化，氨氮、总氮、电导率等常规监测指标也出现了明显异常波动。预警溯源仪检测到水质异常的时间早于常规指标的波动。自动溯源结果显示异常水质指纹与印染类废水相似度达 90%~97%，表明水源地很可能受到了印染类废水的污染。通过对水源地和周边河道进一步核查，发现二者指纹特征一致，而且周边河道的水质指纹强度比水源地高 1.5-3 倍。因此，分析这次水质异常是由于太湖处于枯水期，水位低，被周边污染河水倒流造成的。

附表3 水质荧光指纹典型应用案例预警准确率情况

序号	预警指标	水质荧光指纹一级偏离与水质指标超标的预警一致率情况			
1	氨氮	水质荧光指纹特征峰	F1	F2	
			280/340 nm	230/340 nm	
		监测总次数	504	504	
		预警一致率	85.71%	88.10%	
2	总氮	水质荧光指纹特征峰	F1	F2	F3
			225/340 nm	280/340 nm	325/410 nm
		监测总次数	230	230	230
		预警一致率	87.39%	88.70%	83.04%
3	总磷	水质荧光指纹特征峰	F1	F2	F3
			225/340 nm	280/340 nm	325/410 nm
		监测总次数	232	232	232
		预警一致率	89.22%	87.93%	90.09%
4	化学需氧量	水质荧光指纹特征峰	F1	F2	F3
			225/340 nm	280/340 nm	325/410 nm
		监测总次数	241	241	241
		预警一致率	90.04%	92.95%	90.46%
5	高锰酸盐指数	水质荧光指纹特征峰	F1	F2	
			280/340 nm	230/340 nm	
		监测总次数	324	324	
		预警一致率	94.44%	94.75%	

注：（1）F1，F2，F3代表不同的特征峰；

（2）经统计，全国具有长期监测数据的站点的荧光特征峰强度均与至少一个常规水质指标存在显著统计相关性，且按照附录B方法建立的偏离阈值，各站点的预警一致率均能够达到80%的要求。本表列举的各预警指标统计数据来源于单个典型站点的实际应用统计结果，旨在示例展示方法的应用过程与可达成的效能。其中氨氮案例来自山东省某监测站点，总氮、总磷和化学需氧量案例来自江西省某监测站点，高锰酸盐指数案例来自山西省某监测站点。