

附件 3

《入河入海排污口监督管理技术指南
水质指纹溯源方法（征求意见稿）》
编 制 说 明

《入河入海排污口监督管理技术指南 水质指纹溯源方法》
编 制 组
2023 年 9 月

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 工作过程.....	1
2 标准制定必要性分析	2
2.1 有效控制污染物入河入海的需要.....	2
2.2 各地开展复杂入河入海排污口溯源工作的需要.....	2
2.3 完善入河入海排污口溯源技术的需要.....	3
3 国内外相关标准情况的研究进展	4
3.1 国外相关标准情况的研究.....	4
3.2 国内相关标准情况的研究.....	5
3.3 本标准与国内外相关方法标准规范的关系.....	6
3.4 本标准相关实际应用案例情况.....	7
4 标准制定的基本原则和技术路线	10
4.1 基本原则.....	10
4.2 技术路线.....	10
5 标准主要技术内容	11
5.1 关于适用范围.....	11
5.2 关于规范性引用文件.....	12
5.3 关于术语与定义.....	12
5.4 关于技术流程.....	12
5.5 关于技术要求.....	13
5.6 关于结果校核.....	15
5.7 关于结果记录.....	15
5.8 关于附录.....	15
6 对实施本标准的建议	16
7 参考文献	16
7.1 法律法规.....	16
7.2 标准.....	16
7.3 文献.....	17

1 项目背景

1.1 任务来源

为贯彻落实《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》《中华人民共和国海洋环境保护法》《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，生态环境部联合多部委印发了《生态环境部发展改革委关于印发〈长江保护修复攻坚战行动计划〉的通知》（环水体〔2018〕181号）、《生态环境部发展改革委自然资源部关于印发〈渤海综合治理攻坚战行动计划〉的通知》（环海洋〔2018〕158号）。从2019年起，生态环境部先后组织开展了渤海、长江、黄河、赤水河等入河入海排污口排查整治专项行动和试点工作，通过开展“排查、监测、溯源、整治”四项工作任务，摸清流域海域入河入海排污口底数，探索行之有效的的工作方法，支持改善水环境质量，为全国其他地区开展入河入海排污口排查整治工作提供借鉴。

为满足各地开展入河入海排污口排查整治工作需要，规范入河入海排污口溯源工作，在现有技术成果及长江、渤海实践经验的基础上，生态环境部组织《入海排污口溯源技术指南》编制，2021年以《关于开展2021年度国家生态环境标准项目实施工作的通知》（环办法规函〔2021〕312号）下达了本标准编制任务，项目统一编号为2021-71，完成年度为2023年。为落实《国务院办公厅关于加强入河入海排污口监督管理工作的实施意见》，经海洋司与水司协调，将本标准纳入入河入海排污口监督管理技术标准体系，内容调整为《入河入海排污口监督管理技术指南 水质指纹溯源方法》。

本标准承担单位：生态环境部华南环境科学研究所；协作单位：清华大学、中国环境科学研究院。

1.2 工作过程

2020年12月~2021年1月，由生态环境部华南环境科学研究所牵头，联合清华大学，组成了《入海排污口溯源技术指南》制定课题联合申报组，完成了项目申请并批准；同时课题工作团队完成组建和任务分工。

2021年2月~2021年5月，收集我国入河入海排污口现状，梳理、分析我国入河入海排污口现状和发展趋势；收集整理现有入河入海排污口溯源技术资料、文献，结合《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国水污染防治法》等法律法规要求，调研已有技术规范 and 入河入海排污口相关法律法规政策要求，形成溯源技术方法体系框架。

2021年6月~2021年7月，标准课题组开展了唐山市、烟台市入海排污口溯源工作的座谈和现场调研工作，了解掌握唐山市和烟台市入海排污口溯源工作的实践经验；开展湖南省长江入河排污口溯源工作技术交流座谈，吸取湖南省入河排污口溯源工作的经验做法。

2021年8月~2021年12月，进一步梳理总结入河入海排污口排查和溯源现状，选择污水来源不明或者责任主体不清的入河入海排污口，开展溯源技术评估研究。

2022年1月~2022年3月，经海洋司与水司协调，将本标准纳入入河入海排污口监督管理技术标准体系，内容调整为《入河入海排污口监督管理技术指南 水质指纹溯源方法》。

2022年4月~2022年7月,根据资料收集分析情况和溯源技术评估结果,编写完成《入河入海排污口监督管理技术指南 水质指纹溯源方法》草案和开题论证报告。

2022年8月~2023年6月,将中国环境科学研究院纳入标准课题组,2022年9月完成标准开题论证,根据专家意见,编制组修改完善了标准材料,形成了《入河入海排污口监督管理技术指南 水质指纹溯源方法》征求意见稿和编制说明。

2023年7月~2023年8月,生态环境部海洋生态环境司组织召开了标准征求意见稿技术审查会,与会专家一致同意通过标准的技术审查,并对溯源方法的适用性、衔接性、相关案例等提出意见和建议。编制组根据专家意见,进一步修改完善,并于8月再一次组织召开了专家咨询会,根据专家意见形成标准的公开征求意见稿及编制说明。

2 标准制定必要性分析

2.1 有效控制污染物入河入海的需要

“十三五”时期,我国水环境治理工作取得了显著成效,全国水环境质量持续改善,但是水生态环境保护不平衡不协调的问题依然突出,部分断面水质出现反弹,少数地区消除劣V类断面难度大,部分区域城乡面源污染严重等问题不容忽视。流域、海域水生态环境污染问题看似在水里、海里,根子却在陆上、岸上,入河入海排污口是流域、海域生态环境保护的重要节点。开展入河入海排污口排查溯源整治,加强和规范排污口监督管理,对维护流域、海域水生态安全,推动水环境质量改善和高质量发展具有重要意义。

入河入海排污口溯源是为了确定责任主体,从而落实入河入海排污口整治和管理职责,建立“受纳水体—排污口—排污通道—排污单位”全过程监督管理,是打通岸上和水里、陆地和海洋的关键一环。入河入海排污口量大面广,种类复杂,不仅涉及生态环境部门,还涉及住房和城乡建设、农业农村、交通、水利等多个部门。通过开展入河入海排污口溯源,落实入河入海排污口责任主体关于排污口整治、规范化建设、维护管理等主体责任,以及住房和城乡建设等相关部门监管职责,建立由生态环境部门统筹,各部门协同配合的入河入海排污口整治和监督管理机制,是有效管控污染物入河入海的重要工作。

因此,在排污单位和入河入海排污口关联不清晰时,亟需相关溯源技术来确定责任主体。

2.2 各地开展复杂入河入海排污口溯源工作的需要

2019年至今,生态环境部先后组织开展了渤海、长江、黄河、赤水河等入河入海排污口排查整治工作,并已于2020年底将长江、渤海排查出的近八万个排污口以交办函的形式下发给各省级生态环境厅和地方政府,要求其落实排污口溯源整治工作。浙江、福建等其他地区也将入河入海排污口当作改善流域海域水生态环境质量的重要抓手,参考长江、渤海经验,自行开展相关工作。2022年3月,国务院办公厅印发《关于加强入河入海排污口监督管理工作的实施意见》(国办函〔2022〕17号),明确到2025年底前,完成七个流域、近岸海域范围内所有入河入海排污口排查,基本完成七个流域干流及重要支流、重点湖泊、重点海湾排污口整治。

从各地目前已经开展的排查工作来看,入河入海排污口五花八门,情况复杂。大量入河

入海排污口同时承接生活污水、企业废水、雨洪水外排；一些雨洪口雨污混流，管网错接混接、私搭乱接；还有大量间歇性、季节性排污的排污口，旱季“藏污纳垢”，雨季“零存整取”等问题突出。由于历史原因，这些排污口大多没有纳入日常管理，且不少地方仍存在“排污口管理就是生态环境部门一家的事”的错误认识，亟需通过开展溯源工作，逐一明确排污口责任主体，建立责任主体清单和部门职责清单，以此落实排污口整治和监管职责，“一口一策”推进整治。

截至 2021 年底，长江入河和渤海入海排污口溯源任务已完成 80% 以上，初步厘清污染排放来源。在开展入河入海排污口排查整治中，唐山、烟台、泰州、重庆渝北和两江新区等试点城市探索了有关工作经验。另外，湖南省在开展长江入河排污口溯源工作中组织制定了全国首个入河排污口溯源的规范性指导文件。

从目前各地开展排污口溯源情况来看，主要存在以下问题：一是溯源时间成本高。排污口量大面广，且大多数排污口以前并未纳入监管，在现场探查无法明确污染来源的情况下，很多地区辅以水质监测进行分析研判，该方法从水样采集到实验室分析需要较长时间；二是复杂排污口溯源技术有待完善。对于污水混排偷排间排等复杂排污口溯源，往往需要多次监测，并可能错过最佳监测时间，而目前用到比较多的管道潜望镜、管道机器人和地质雷达探测等高科技手段，对排污口的大小、管道内部和周边环境有一定的要求，适用范围有限。

因此，制定水质指纹溯源标准，是各地对复杂排污口进行有效溯源的迫切需求。

2.3 完善入河入海排污口溯源技术的需要

水利部、原环境保护部等部门积极探索入河入海排污口监督管理，住建部在开展城市黑臭水体排查过程中也积累了丰富经验，摸索了一些有关追溯排污口废水来源、明确责任主体方面的技术方法，如人工探查、水质监测、染色试验等，还有一些管道潜望镜、管道机器人、地质雷达探测等高科技手段。从各地溯源工作来看，大部分入河入海排污口可通过人工探查、水质监测的方式进行溯源，但是对于一些偷排漏排、管网混搭乱接情况的溯源花费时间较长，且管道潜望镜、管道机器人和地质雷达探测高科技手段适用范围有限，这就需要一些更为有效的技术方法为复杂入河入海排污口溯源提供支撑。

入河入海排污口溯源主要包括三种方式，即资料溯源、人工排查和技术溯源。技术溯源包括管道检测法、同位素解析法(马文娟等, 2020)、线粒体 DNA 溯源法(何席伟等, 2014)、图谱比对法等。图谱比对法是一种通过比较水体中不同污染物的光谱或者质谱识别污染源的溯源方法，包括水基因溯源法、水质指纹溯源法、质谱溯源法等。在无法明确污染主要来源的入河入海排污口溯源或已知周边疑似污染源排放情况下，通过荧光光谱、水基因光谱、质谱等不同图谱特征，识别水体中污染物判定入河入海排污口排放污水的主要来源和责任主体。宜用于识别主要工业源、生活源及农业源。

本标准的水质指纹，是指水体中溶解性有机物在特定波长的激发光照射下会发出特定波长的发射光(即荧光)，将水样荧光强度以等高线方式投影在以激发光波长和发射光波长为横纵坐标的平面上得到的三维荧光光谱。工业废水、生活污水以及天然水体中含有多种荧光物质，如油脂、腐殖酸、蛋白质、表面活性剂、维生素、酚类等芳香族化合物。不同污染源产生的污水因工艺、原料和管理水平等不同，其荧光溶解性有机物的组成和浓度不同，其三

维荧光光谱也会有所差异，使三维荧光光谱与水样一一对应，被称为水质指纹。通过与已知污染源的水质指纹进行比对，确定疑似污染源。

水质指纹检测涉及到的仪器主要包括：三维荧光光谱仪和内置三维荧光光谱仪的水质指纹溯源仪。使用三维荧光光谱仪检测的原理是将测得的图谱与常见污染类型典型图谱或排查区域的重点污染源图谱比对，通过比较荧光峰的数量、激发和发射波长、强度和形状等特点确认疑似污染类型；而水质指纹溯源仪内置自动比对算法和数据库，可自动将检测到的水质指纹与加载的污染源水质指纹数据库进行比对，以定性判断疑似污染源。目前已有团体标准《在线水质荧光指纹污染预警溯源仪技术要求》（T/CAEPI 41-2022），其规定：相似度达到 90% 以上时，表明水样可能受到了该污染源的污染；相似度为 60%~89% 时，表明水样可能受到该疑似污染源污染，但同时还可能不存在其他污染源；相似度低于 60% 时，表明被测水样的水质荧光指纹与污染源数据库的各污染源水质荧光指纹没有明显相关性，为未知污染。

水质指纹溯源法具有高选择性、操作简便、试剂耗量少、测量精度高、检测快速等优点，目前可识别包括生活污水、城市雨水、农业面源、养殖废水、印染废水、电子废水、造纸废水和电镀制造废水等 10 余种污染类型的污水（王士峰等，2015；Wu J 等，2016），可实现对入河入海排污口的溯源，迅速锁定污染排放行业，并通过与污染源车间排放口、总排口、雨水排口以及周边地表水上下游进行采样比对，进一步锁定污染点位，确认污染流动路径，最终实现入河入海排污口的污染溯源，整体过程高效准确。

水质指纹溯源法的适用范围较广，大部分污染源均有含有荧光有机物并有明显信号，仅无机磷肥、太阳能器件制造等少数行业的少数企业废水荧光有机物含量较少，水质指纹信号较弱，存在一定的局限性。但大部分污染源都含有荧光有机物，因此水质指纹溯源方法目前已经成熟，并且市场上已具备对应的溯源仪器，该方法在全国各地得到广泛应用，亟需完善相应溯源方法标准。

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

发达国家的排污口建设比较早，但由于管理和治理角度差异，目前国外尚未有现行的排污口溯源方法相关技术规范。排污口属于点源，对于点源的管理，欧美等发达国家主要通过制定污染物排放标准和环境质量标准两种途径予以管控，溯源工作开展较少。

早在 1972 年，美国《清洁水法》第 402 节设立了国家污染物排放控制系统（NPDES），规定从点源向水域排放任何污染物，必须获得污染物排放削减许可证。未按要求依法取得许可证或者未按许可证规定对污染源进行管理排放污染物的，需要承担法律责任。《清洁水法》给定水域水质标准，而最大日负荷总量（TMDL 计划）则对污染源排放限值做了规定。TMDL 是指满足水质标准前提下，纳污水体能够容纳的某种污染物的最大日负荷量，其制定和实施步骤主要包括：确定水域、利益相关者参与、污染物筛选、水质现状评价、计算环境容量、确定分配方案、监测及实施效果评价等，具体工作涉及部分污染源的查找与监测，但未形成统一的技术规范。欧盟水框架指令（Directive 2000/60/EC）包括质量标准、排放标准、监测标准三大指标体系，规定向水体排放或注入污染物，需要许可证、授权或登记。对可能导致

污染的点源排放，要求事先监管，或者登记后对有关污染物进行排放控制。

目前国际组织和其他国家地区关于入海排污口溯源方法的标准技术指南较少，涉及的溯源方法仅有同位素溯源，且时间较早。2008年，美国国家环境保护局（EPA）编制了《利用单体同位素分析技术评估有机地下水污染物的生物降解和溯源指南（A Guide for Assessing Biodegradation and Source Identification of Organic Ground Water Contaminants using Compound Specific Isotope Analysis）》（EPA 600/R-08/148），从同位素角度针对地下水的有机污染物进行污染溯源。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），内容基于化学监测方法展开，表明了溯源的重要性。但目前其他国家地区和国际组织尚无基于水质指纹方法的溯源指南和标准。

3.2 国内相关标准情况的研究

2015年，住房城乡建设部会同原环境保护部、水利部、原农业部组织制定了《城市黑臭水体整治工作指南》（建城〔2015〕130号），要求开展污染源调查，调查内容包括污染物来源、排放口位置、污染物类型、排放浓度及排放量等。2016年，住房城乡建设部印发了《城市黑臭水体整治——排水口、管道及检查井治理技术指南（试行）》（建城函〔2016〕198号），提出了污水来源的调查方式和方法，即根据前期调查阶段收集的排水口资料及分析，结合现场踏勘，对排水口中污水的来源进行确认，并对前期调查中未判明来源的污水进行现场调查。

2018年机构改革后，生态环境部统筹整合入河入海排污口职责，按照“海陆统筹、以海定陆”原则，全面推进渤海入海排污口“排查、监测、溯源、整治”4项任务，在此过程中初步探索了入海排污口溯源的工作方法。2020年5月，生态环境部印发《渤海入海排污口整治试点工作要点》（环办便函〔2020〕161号），明确排污口溯源的方法“综合运用现场探查、调研问询、图纸作业、科技勘测和工程机械溯源等手段，查清排污口的污水来源，了解掌握污水排放的责任单位。对能够通过现场探查、调研问询等方式查清污水来源的，可现场核实确认；对现场无法直接查清污水来源及监测数据异常的，可综合运用地下管网图纸作业、探地雷达、管道机器人、潜望镜、标识物示踪、化学分析等科技手段或者工程机械溯源措施，开展科技溯源和工程溯源，全面查清污水排放单位，落实排污口责任主体。现场溯源工作可与监测工作同步开展”。2022年3月，国务院办公厅出台了《国务院办公厅关于加强入河入海排污口监督管理工作的实施意见》（国办函〔2022〕17号），该意见指出要坚持水陆统筹、以水定岸，根据受纳水体生态环境功能倒逼岸上污染源治理，打通“受纳水体-排污口-排污通道-排污单位”全过程监督管理链条；要坚持明晰责任、严格监督，落实国家、流域、省、地市各级管理部门的责任与义务，明确每个排污口的责任主体。

现有图谱溯源法相关标准主要有：《海面溢油鉴别系统规范》（GB/T 21247-2007）规定了海面溢油样品的采集、储运、保存和鉴别的方法。该规范提出了“油指纹”的概念，指在一定实验条件下，油品的特征图谱及数字化后的数据。油样品中某些特定组分之间的比值即诊断比值，能够表征不同油样各自的化学组成，用于判断两个油样来源是否一致。《海洋石油勘探开发油指纹库建设技术规程》（HY/T 205-2016）规定了海洋石油勘探开发油指纹库建

设的程序和技术要求，建设原则是采用统一的采样方法、分析方法、指纹表征方法、数据处理方法和信息录入方法。原始油指纹库主要基于气相色谱法、气相色谱/质谱法、荧光光谱法或红外光谱法获取，且应根据各海区油井数量、产量等的实际变化情况进行更新。

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）》，水质指纹溯源法为其中一项溯源技术。2022年，江苏省环境监测中心针对地表水污染，编制了《地表水污染溯源监测技术指南（试行）》，水质指纹溯源法也被列为其中一项监测技术。2022年1月，《在线水质荧光指纹污染预警溯源仪技术要求》（TCAEPI 41-2022）发布，该团体标准主要阐述了水污染预警溯源仪的使用、技术要求和检验方法。目前中国环境监测总站已发布《基于水质荧光指纹的污染溯源监测技术指南（试行）》，规定了基于水质荧光指纹的污染溯源监测技术相关要求。

现有入河入海排污口监督管理技术指南系列标准中，国内已经发布《入河（海）排污口命名与编码规则》（HJ 1235-2021）、《入河（海）排污口排查整治 无人机遥感解译技术规范》（HJ 1234-2021）、《入河（海）排污口排查整治 无人机遥感航测技术规范》（HJ 1233-2021）、《入河（海）排污口三级排查技术指南》（HJ 1232-2021）等入河入海排污口监督管理技术指南规范，主要提到了入河入海排污口溯源控制相关要求。针对目前溯源技术种类多、适用范围不明晰等问题，生态环境部组织制订的《入河入海排污口监督管理技术指南 溯源总则（送审稿）》已完成公开征求意见。该指南提出入河入海排污口溯源方法，包括非现场溯源和现场溯源，所包含的溯源技术方法有染色试验、彩色烟雾试验、泵站运行配合、管道检测、无人机航测、无人船航测、同位素解析法、图谱比对法、线粒体DNA检测溯源法等。

3.3 本标准与国内外相关方法标准规范的关系

目前我国尚未发布入河入海排污口溯源技术的标准规范，本标准为入河入海排污口监督管理技术指南系列标准之一。

本标准是《入河入海排污口监督管理技术指南 溯源总则》（以下简称《溯源总则》）的分则。《溯源总则》规定了入河入海排污口溯源的总体要求、溯源调查方法、责任主体确定方法及溯源结果记录要求。溯源过程中可能使用的具体技术方法主要为推荐性方法，需要规范的，可由其他相关标准进一步规范。本标准作为其中的具体技术方法，对水质指纹溯源方法进行规范。此外，本标准按照《溯源总则》的工作流程开展入河入海排污口溯源，按照开展技术溯源、溯源结果校核和记录溯源结果的基本流程进行。

根据《入河（海）排污口三级排查技术指南》（HJ 1232-2021）的规定，三级排查成果的第二（或三）级排查成果表和入河（海）排污口名录均需要确定污水疑似来源，因此针对排污口责任单位不明确的排污口，需要通过溯源确定污水疑似来源。

本标准与中国环境监测总站已发布的《基于水质荧光指纹的污染溯源监测技术指南（试行）》有所区别。主要体现在：一是发布单位和适用范围不同。《基于水质荧光指纹的污染溯源监测技术指南（试行）》由中国环境监测总站发布，适用于地表水、地下水、海水和排水管网等水污染源识别，主要作为各监测中心在实际监测工作中的指导性文件；本标准拟由生态环境部发布，主要适用于混合污水且污染来源不明确、溯源难度大的入河入海排污口，对于地方开展入河入海排污口溯源工作的针对性和指导性更强。二是规定的内容不同。《基于

水质荧光指纹的污染溯源监测技术指南（试行）》基于监测的角度，规定了基于水质荧光指纹的污染溯源监测技术原理与监测流程、监测点位布设、样品采集和保存、水质荧光指纹污染溯源分析、质量控制等技术要求；而本标准除了规定水质指纹溯源方法的技术流程和技术要求以外，还规定了入河入海排污口溯源前期工作准备、溯源结果校核和溯源结果记录等具体要求，全面规定了入河入海排污口水质指纹溯源方法的全部流程，并且，还详细给出了水质指纹的人工比对、自动比对等方法流程，方法从简单到复杂，兼具了方法的易用性和准确性，且具有更强的可操作性。三是溯源设备不同。《基于水质荧光指纹的污染溯源监测技术指南（试行）》主要规范了水污染预警溯源仪的溯源分析方法；本标准则规范了三维荧光光谱仪和水质指纹溯源仪两种设备的使用，仪器从普遍到专业全面覆盖，经研究，可根据入河入海排污口溯源的难易程度，选择人工比对或者自动比对方法，以更好指导地方开展入河入海排污口水质指纹溯源工作，因此本标准具有更强的普适性。

3.4 本标准相关实际应用案例情况

（1）入海排污口污染流动路径溯源案例

案例背景：为确保广东省沿海某市入海排污口规范化溯源整治，实现污染减排，对前期排查出的十余个入海污染通量较大且未开展监测，污染来源不清的重点入海排污口开展污染溯源工作，这些入海排污口包括城市建成区、水产养殖区、农业种植区以及农村生活区等，污染源类型多样。

前期准备：在监测分析基础上，对十余个入海排污口开展污染溯源分析并制定详细的监测溯源方案。采用水质指纹溯源技术进行污染溯源，分析不同入海排污口的污染流动路径、主要污染源类型以及各类污染源的占比情况，为入海排污口溯源整治提供依据。

水质指纹检测：对十余个入海排污口进行水质指纹样品采集并采用三维荧光光谱仪进行检测，同时在入海排污口的重点流域范围内（从上游到下游）采集若干点位的水样进行水质指纹检测，并计算出区域相似度。

水质指纹比对溯源：根据区域相似度结果，得出不同入海排污口的污染流动路径，定性判断出主要受到哪些支流的影响。然后进一步进行水质指纹分析和现场考察，得出不同污染源（包括市政污水、水产养殖、生活污水、农田水等）的贡献比例情况。

溯源结果校核：根据流量数据或遥感地物识别，进行溯源结果校核，进一步确认入海排污口主要受到的污染源类型。

（2）入河雨水排口污染流动路径法溯源案例

案例背景：2022年3月苏州市高新区某河道氨氮严重超标，为加快推进河道水质改善，查明污染来源，对该河道的入河排污口进行溯源排查。

前期准备：经前期排查，该河道沿途有多个入河雨水排口氨氮浓度显著超标，其中对A排口进行水质指纹检测并对照常见污染类型的典型水质指纹，发现排口A的水质指纹具有明显特征，但无法与常见污染类型的典型水质指纹比对上。故制定方案分别在A排口附近已知的排污单位进行排查比对，若无法比对上则采用污染流动路径法。

水质指纹检测：采用水质指纹溯源仪进行水质指纹的检测，检测前经过空白样检验、标准品检验和仪器溯源性能的检验要求，后对各点位采集的水样进行检验比对分析，得出相似度结果。

水质指纹比对溯源：首先通过直接比对 A 排口附近已知污染源嫌疑单位，发现水质指纹相似度均较低，故采用污染流动路径向上游雨水井进行溯源排查。将采集的 A 排口水质指纹分别与上游各雨水检查井内水质指纹进行相似度比对，根据相似度结果不断缩小排查范围，最终将排查范围缩小至某两个检查井之间，两个检查井内水样与 A 排口的水质指纹相似度分别为 97% 和 78%，最后通过疑似污染行业将污染源锁定至位于两检查井某食品厂 D，进入厂区进行污染源采样比对分析后，发现 A 排口与 D 厂内雨水井内存水相似度达到 99%。

溯源结果校核：经过常规指标测试分析，D 厂内雨水井的氨氮浓度为 40.4 mg/L，且沿途污染流动路径上氨氮浓度均处于较高水平，经过水量校核和现场排查确认，雨水排口 A 的氨氮超标排放是由食品厂 D 的生产废水从雨水管网排放导致。

溯源结果记录：当地执法部门直接对 D 厂限令整改，整改完成后 A 排口的氨氮浓度达标。经过全河道的问题入河排口溯源排查后，登记整改责任主体 30 余家，该河道水质从劣 V 类迅速提升至 III 类并长期稳定达标，原定河道治理工程取消，降本增效效果显著。

(3) 入河排雨水排口直接与污染源比对的溯源案例

案例背景：2022 年 3 月苏州市高新区某河道氨氮严重超标，对该河道的入河排污口进行溯源排查过程中，发现雨水排口 B 晴雨天均有出流，晴天出流氨氮浓度达到 55.2 mg/L，雨天氨氮浓度达到 29.0 mg/L。

前期准备：经前期排查和采样测试，B 排口的水质指纹与生活类污水的典型水质指纹类似。故选定首先在 B 排口附近已知的生活源排污单位进行排查直接比对。

水质指纹检测：利用水质指纹溯源仪检测水质指纹并进行相似度比对，水质指纹溯源仪使用前经过空白样、标准样等质量保证与质量控制检验。

水质指纹比对溯源：通过直接比对 B 排口附近的疑似排污单位，发现某小区 X 内的三个雨水井存水与 B 排口的水质指纹相似度达到 95% 以上，而其他嫌疑排污单位的水质指纹相似度均在 75% 以下，故怀疑 X 小区为排口 B 氨氮超标的主要污染来源。

溯源结果校核：雨天时 X 小区内的三个雨水井氨氮浓度分别为 26.2、29.9 和 32.1 mg/L，根据雨水管网布设图，沿途雨水管网检查井中采样检测结果表明，氨氮浓度和水质指纹均与排口 B 吻合，经过小区内管网排查，确认为 X 小区内污水雨水管网错接混搭，部分生活污水进入雨水管网。

记录溯源结果：管理部门对溯源过程中的基本信息和溯源信息进行登记，并对 X 小区内的雨污管网混接情况进行登记改造。

(4) 入河雨水排口总磷超标异常溯源

案例背景：2023 年，安徽定远县某入河雨水排口水质异常，主要表现为雨水排口晴天持续性出水，水质总磷超地表水 V 类标准。

前期准备：经过前期资料收集，根据排水管网图发现该雨水排口来水方向为某盐化工园区，怀疑该化工园区内疑似存在雨污管道错接漏接，或企业通过雨水管网偷排漏排的情况。故优先采用直接与已知污染源比对的方法进行排口比对溯源工作。

水质指纹检测：应环境管理部门要求，采用水质指纹溯源仪，结合水质常规检测，对该雨水排口水质异常情况进行了污染溯源。水质指纹溯源仪使用前和使用过程中通过质量保证与质量控制的所有验证。

水质指纹比对溯源：首先采集入河雨水排口水样进行水质指纹测试，并直接在化工园区内进行已知污染源的样品采集，通过实验室测试分析和水质指纹相似度比对，发现化工园区内 A 企业的水解车间设备清洗水和排口水样的水质指纹相似度达到 92%，其余企业各点位采集水样的水质指纹相似度均较低（<60%），故认为企业 A 很可能借雨水管网偷排生产原废水，为排口水质污染的主要原因。

溯源结果校核：通过常规测试，发现 A 企业的水解车间设备清洗水和排口水的总磷浓度高达 60.12 mg/L，且经过企业 A 至入河排口的污染流动路径上的现场排查和测试分析发现，水质指纹相似度和总磷浓度均处于较高水平，污染流动路径校核通过。

但进行水量校核时发现企业A 仅进行瞬时排污，排水量远小于排口出流流量，且并不能造成排口的晴天连续出流，故该排口可能还收纳其他污染源排水。

结合前期采样分析，并经过再次的现场排查，发现企业 B 和 C 雨水支管中存在非雨出流的情况，虽然水样与入河雨水排口水质指纹相似度较低，但总磷浓度在 0.2-1.2 mg/L 之间，疑似分别将少量工业废水和生活污水排入雨水管网，对排口水质存在负面影响。企业 D 和 E 的水质指纹相似度较低，总磷浓度也较低，但总雨水排口存在间断或持续的非雨出流情况，加之其纳管区域浅层地下水渗漏进入管网，可能为造成入河雨水排口非雨期间长期出流的主要原因。

溯源结果记录：本次溯源排查采用直接与已知污染源比对水质指纹的方法，通过污染流动路径校核，确认了造成入河雨水排口总磷超标的主要原因，同时通过水量校核发现了其他污染源和造成排口晴天出流的主要原因，五家企业对该入河排口分别在水质指纹、总磷浓度和水量上进行贡献，管理部门分别对五家企业进行备案登记，并登记地下水渗漏进入管网的情况，经管理整治后排口总磷浓度下降，显示了水质指纹溯源方法的准确与精细溯源能力。

（5）入河雨水排口水质异常排查分析

案例背景：2022 年 1 月 27 日清晨起，浙江台州一河道雨水管网入河雨水附近河水水质呈乳白色，并有大量油污漂浮于水面，随即开展入河排口溯源。

前期准备：根据雨水排口水质异常情况和水质指纹样品检测比对，初步判断废水可能来自排口上游的电镀或电机制造行业。故选择优先采用与已知污染源比对的溯源方法，在上游登记纳管的三家电镀或电机制造企业 SS、RD 和 JWD 进行采样比对。若比对不上或校核不通过再采用污染流动路径溯源方法。

水质指纹检测：采用水质指纹溯源仪对采集到的水样进行比对分析，自动得出相似度结果。

水质指纹比对溯源：于当日下午 14 时开始在 SS、RD 和 JWD 厂内、外的雨水排口进行排查采样，直接与雨水管网入河口水样进行水质指纹相似度比对分析。结果显示三个企业中 SS 厂的雨水排口水样与雨水排口相似度最高，其余两家企业的雨水井内水样相似度均小于 60%，故再次进入 SS 厂内进行其余可能污染源的采样，最终发现该厂内固废堆场内渗滤液的水质指纹与排口水样相似度达到 80% 以上，其余点位相似度介于 70~80%。

溯源结果校核：根据前期收集的管网布设图，在污染流动路径上沿途采样进行分析，水质指纹和油污均能与排口情况吻合。且第二次进入厂区内采样时发现该企业人员正在利用消防用水冲刷厂内雨水管网，同时利用水泵和软管从企业污水管路中抽取污水，抽出的污水排

放到了沿河厂外路面。故认为 SS 厂利用雨水管网偷排污水是造成入河雨水排口水质异常的主要原因。

溯源结果记录：此次溯源利用入河雨水排口水质指纹先确定污染行业，后采用与已知污染源直接比对的方法，识别疑似污染源后进行污染流动路径验证校核，仅用时不到 2 小时确认污染来源，管理部门对排口基本信息和溯源过程进行了登记，并对 SS 厂进行了查处整改，水质提升效果显著。

4 标准制定的基本原则和技术路线

4.1 基本原则

(1) 依法合规。严格按照我国现行的入河入海排污口相关法律法规要求，明确水质指纹溯源方法的技术要求。

(2) 保护优先。入河入海排污口水质指纹溯源的主要目的是为了保护水体环境，尤其是针对目前地表水和近岸海域普遍存在水质超标的现象，通过划分入河入海排污口责任主体，明确入河入海排污口整治工作分工，从而有效控制入河入海排污口达标排放。

(3) 合理可行。针对入河入海排污口排查出的各类情形的污染源，充分考虑各类待溯源入河入海排污口的具体状况，提出针对性的水质指纹溯源方式与技术，做到因地制宜、经济合理。

(4) 体系协调。结合水质指纹溯源的相关技术标准、技术规范等，从适用范围、溯源方法等方面实现溯源与整治、规范化建设的有效衔接，保证标准体系的整体性、协调性。

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，入河入海排污口溯源的技术要求和有效性验证；第二，入河入海排污口水质指纹溯源方法与流程的建立。通过资料收集、实地调研以及专家咨询等解决以上问题，开展开题报告编制、标准各个阶段（征求意见、送审、报批、发布）文本和编制说明等。

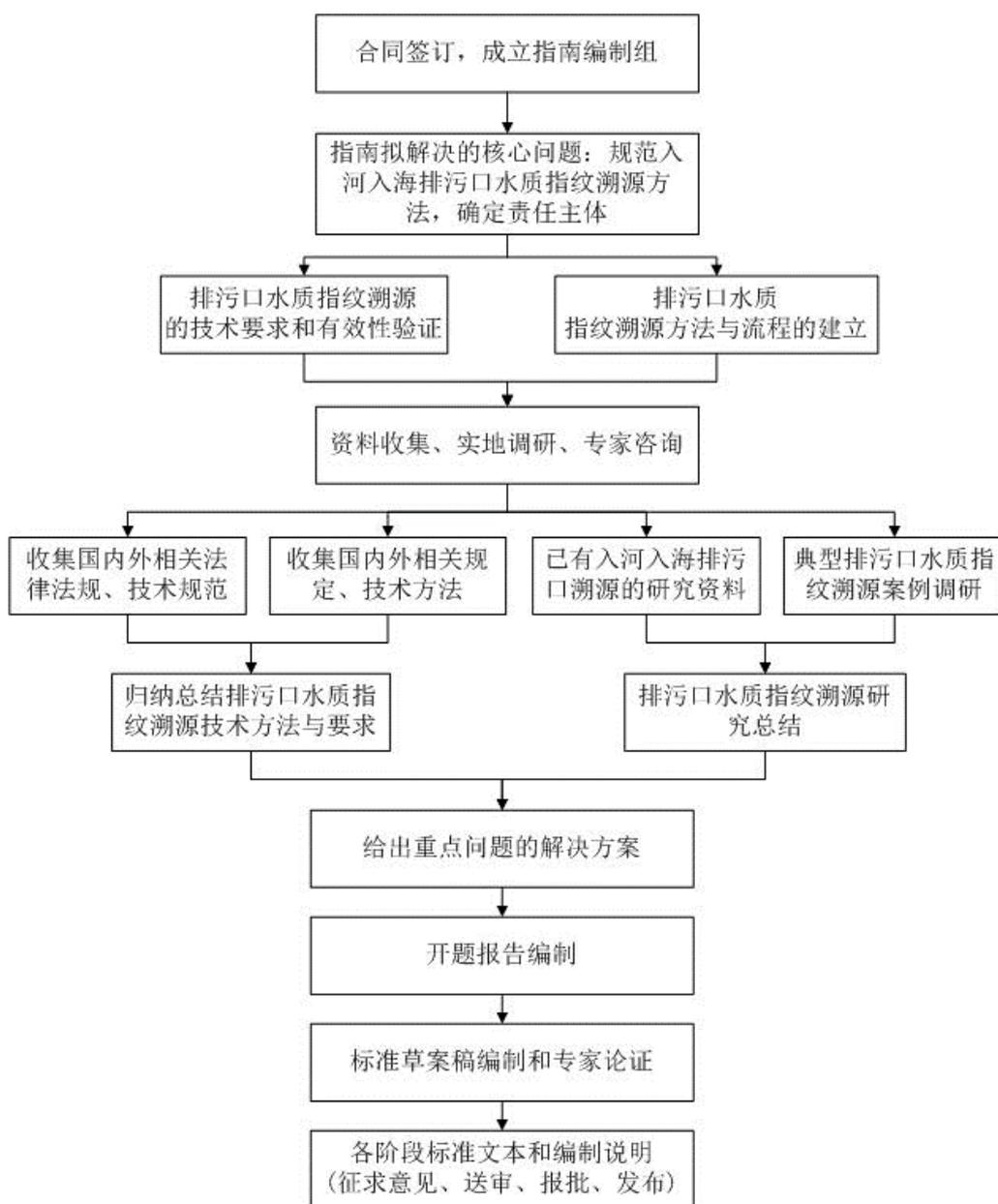


图 4-1 技术路线图

5 标准主要技术内容

5.1 关于适用范围

根据水质指纹溯源方法的原理、使用条件以及前期的实践经验，确定了本标准的适用范围为有排水的入河入海排污口。基于三维荧光光谱的水质指纹溯源方法具有精度高、速度快等优点，所以尤其适合于混合污水且污染来源不明确、溯源难度大的入河入海排污口溯源。

根据实验表明海水对污水水质指纹信号基本没有影响，且根据实践经验，水质指纹溯源方法在入海口等近海水域也可准确溯源（张毅等，2022），如在海水倒灌的入海河道内采集到的受污染水样与污染源样品相似度仍能达到98%以上。故水质指纹溯源方法在入河入海排

污口均适用，基本不会受到盐度影响。

5.2 关于规范性引用文件

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、水样保存和入河入海排污口现有的技术规范文件作为规范性引用文件和参考。

5.3 关于术语与定义

水质指纹溯源中涉及一些专业词汇术语，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7条术语和定义，包含：入河入海排污口溯源、三维荧光光谱、水质指纹、水质指纹溯源方法、水质指纹峰、水质指纹峰强度、水质指纹相似度。

其中“水质指纹”定义为“表征水体污染物组成的具有特异性的三维荧光光谱”。其“特异性”主要表现为不同类型的污废水所包含的荧光类溶解性有机物存在差异，对应的荧光图谱也会产生差别，比如印染废水、石化废水的水质指纹峰位置、个数均不同，因此，不同污染源的典型三维荧光光谱可以作为污染源的独特特征。

三维荧光光谱是以发射波长、激发波长分别为横轴和纵轴，并以荧光强度为等高线呈现的光谱图。一般来说，不同的荧光物质具有不同的分子结构，会形成不同的激发波长和发射波长特征而在三维荧光光谱上占据不同的位置（Chen W等，2003）。水体中常见的荧光有机物有氨基酸、蛋白质、腐殖质和叶绿素等，而污水中的荧光有机物种类一般更为丰富，包括表面活性剂、维生素、酚类等芳香族化合物等物质。由于不同污染源产生的污水水样中荧光有机物组成及浓度不同，其三维荧光光谱也具有特异性，被称为“水质指纹”，可以通过其特异性比对分析得出疑似污染源。三维荧光光谱具有测量快速简便、较强的灵敏度和选择性等优势，目前已经能够区别蛋白质类和类腐殖质等有机物，并且实现溶解性有机物(DOM)组分的定量和半定量分析，已经广泛应用于天然水体（海洋、河流湖泊和土壤间隙水等）、市政污水及再生水、垃圾渗滤液、啤酒废水、煤化工废水、造纸废水和印染废水中DOM的表征（Carstea, E.M.等，2016）。目前水质指纹技术及仪器成熟稳定，应用基础良好，已经在全国各地25个省市自治区成功落地。

5.4 关于技术流程

本标准主要规范水质指纹溯源方法的技术流程。通过检测排查区域内疑似污染源的水质指纹和待溯源入河入海排污口污水的水质指纹，比对两者的水质指纹相似度以确定主要污染来源。对于有长期溯源和监管需求的地区，可建立污染源水质指纹数据库，溯源时会将水样与提前录入的污染源信息自动比对，不用再次采样进行逐个手动比对，以提高溯源效率。水质指纹溯源方法应按照前期准备、水质指纹检测、水质指纹比对溯源、溯源结果校核和记录的基本流程进行。其中溯源分析方法分为与已知污染源比对的溯源和污染流动路径法的溯源，优先采用与已知污染源比对的溯源，简便直接，当比对不到污染源时可采用污染流动路径法，即不断与上游水样比对判断污染进入管网或沟渠的节点位置。

5.5 关于技术要求

本部分对溯源前期准备、水质指纹的检测、溯源分析方法和质量保证与质量控制提出要求，确保溯源结果的准确，也是本标准重点部分。

5.5.1 关于前期准备

前期准备部分包括了资料收集、采样设计和样品采集与贮存。

前期资料的收集对污染溯源的过程起到很大的帮助作用，能够帮助事先掌握待溯源排污口的排污能力、污染类型以及收纳的排污单位信息，了解片区内管网沟渠的分布走势，为后续进行与已知污染源直接比对或污染流动路径溯源提供了方向，缩小了排查范围，节省了人力物力和时间。

溯源前需要在不同点位进行采样。本标准在采样设计部分，根据溯源的具体场景，将采样点位类型分为待溯源入河入海排污口、排水管网或沟渠、污染源三种分别介绍了布设原则。在待溯源入河入海排污口处布设采样点位是为了确定入河入海排污口的污染类型和污染程度，为进一步向上排查比对提供依据；排水管网或沟渠中采样是为了确定污染的流动路径，故主要在支管支流的汇入口等重要节点采样；而污染源采样是为了采集已知污染源的水质指纹，供与待溯源入河入海排污口的水样直接进行比对，这是确定污染源的主要方式之一。

样品采集参考现行水质监测、水质采样和保存等相关技术规范和标准，需要记录采样现场相关信息。本标准中明确提出测试水质指纹的样品保存不能添加任何试剂，且需要用高纯水清洗干净后的试剂瓶贮存，这是由于水质指纹溯源方法的检测灵敏度很高，很多试剂纯度不高，往往携带荧光信号，或未清洗干净的试剂瓶也会引入荧光物质干扰，可能造成水样的水质指纹发生改变，从而导致溯源错误。样品采集间隔和采集个数根据例行监测、应急采样的不同场景提出不同间隔要求。监测常规指标的水样采集和运输贮存要求可参照《水质采样技术指导》（HJ 494-2009）和《水质采样样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）相关要求。

5.5.2 关于水质指纹的检测

本部分对水质指纹的检测过程中需要的试剂材料、检测仪器和测定步骤作了相应要求。

检测水质指纹的仪器主要是三维荧光光谱仪或者水质指纹溯源仪（其内置的设备也是三维荧光光谱仪）。此处对三维荧光光谱仪采用标准样品进行验证，以使不同三维荧光光谱仪测得的结果具有可比性。其主要是要求 0.1 mg/L 的 L-色氨酸标准溶液的水指纹峰强度比值在 0.5~1.5 的范围内，此范围根据不同型号和不同使用年限的三维荧光光谱仪测试结果数据统计得出，以保证紫外区的信号强度达到使用标准。同时要求不同比例混合后的标准溶液水质指纹图谱与附录 A 中一致，则认为三维荧光光谱仪测试结果准确。

水质指纹测定步骤依据仪器初始化及参数设置、空白水样测定、标准样品测定、样品测定的顺序相应进行，在样品测定前需要进行空白水样的测定，检查其水质指纹峰强度以保证仪器信号稳定正常。实验过程中可能需要对水样进行稀释，为避免引入干扰物质，选用高纯水。水样的预处理采用 0.45 μm 滤膜进行过滤去除浊度的干扰影响，因为 0.22 μm 滤膜会截留部分发荧光的大分子有机物，0.7 μm 滤膜则会通过部分胶体有机物，在长时间大量实验测

试和实际使用中, 0.45 μm 滤膜能够最好程度的保留可溶性有机物并截留胶体, 保障溯源效果。过滤后的待测水样不需要添加固定剂, 一方面是避免引入荧光物质的干扰, 另一方面, 荧光化合物的稳定性较好, 往往难降解。以生活污水为例, 室温环境下放置半个月后, 也不会影响溯源准确性。但为保证常规指标的监测准确, 水样应在 48 h 内进行分析, 水质指纹的监测最长不超过两周。温度对于水质指纹强度略有影响, 在温度升高时水质指纹峰强度会略有降低, 但不影响水质指纹峰位置和溯源准确性, 故要求水样经过过滤后需在 1~5 $^{\circ}\text{C}$ 下冷藏保存, 以避免有机物降解和温度对荧光信号强度的影响。

5.5.3 关于溯源分析方法

在本标准中, 分别规定了与已知污染源比对的溯源和污染流动路径法的溯源的技术要求。

在大部分情况下, 待溯源水样与已知污染源污水的水质指纹比对均能获得较高的相似度, 此种方法溯源迅速, 且指向性明确, 应当优先使用。已知污染源可指行业污染源水质指纹数据(附录 A)或污染源水质指纹数据库中的样品, 也可指没有建数据库时周边区域内采集到的污染源样品。在没有建立数据库且暂时没有掌握周边污染源水质指纹时, 可与行业水质指纹数据(附录 A)进行比对确定排污所属行业, 缩小排查范围; 当掌握入河入海排污口周边污染源水样的水质指纹时, 则优先与这些水质指纹进行比对缩小排查范围; 在建立污染源水质指纹数据库的情况下, 可直接将待溯源水样与数据库内水质指纹进行比对。

但有的情况下, 由于污染复杂多变或未能采集到相关污染源水样, 会出现与已知污染源水样水质指纹比对结果相似度不高的情况, 此时可以采用污染流动路径法逐段向上排查。例如基于已有实践案例, 在应用中出现了被污染的水样和所有已知污染源水质指纹均比对不上的情况, 而后尝试采用与上游的雨水管网中的水质指纹开展比对, 较快定位了污染排放源的地理位置, 从而锁定疑似污染源。

污染流动路径法采用了原数值分析领域的“二分法”思想, 即通过不断把一个区间一分为二, 排查逼近某一点的过程, 该方法简便、效率高, 目前为计算机等领域常用的方法。由于实际排水管网或沟渠的分布情况往往非常复杂, 此部分以图示为例, 具体举例规定了污染流动路径法的溯源详细的采样和分析方法, 从而高效排查污染源头。对于排污口可能受到往复性河流或受潮汐影响, 导致管网或沟渠内水流方向不定的情况, 也特别指出需要尽量在落潮时间, 或在上下游两个方向均采集样品。

5.5.4 关于质量保证与质量控制

质量保证与质量控制是规范技术的必要部分。本标准参考现行相关技术标准规范《污水监测技术规范》(HJ 91.1-2019), 结合实践经验, 对所采用的三维荧光光谱仪和水质指纹溯源仪的质量控制提出空白样、平行样、水质指纹荧光峰强度与浓度线性相关度的技术要求。

高纯水是水质指纹检测过程中必需的耗材, 对溯源准确性影响很大, 因此本部分也明确了高纯水的质量要求。L-色氨酸溶液和水杨酸钠溶液为常用的标准物质, L-色氨酸溶液的主要水质指纹峰位置(激发波长/发射波长)为 275/350 nm 和 220/350 nm, 水杨酸钠溶液的主要水质指纹峰位置(激发波长/发射波长)为 230/405 nm 和 295/405 nm, 与大部分常见的荧光污染物的水质指纹峰位置接近, 具有代表性, 故在检验三维荧光光谱仪和水质指纹溯源仪时使用。

5.6 关于结果校核

在通过与已知污染源比对或污染流动路径法找到疑似污染源后，还需完善溯源证据链，用其他手段验证溯源结果是否准确。主要通过污染流动路径校核和水量校核两种方式。

污染流动路径校核除了沿途水质指纹需要吻合，还需要常规水质指标或特征污染物能够吻合，尤其是特征污染物监测结果吻合可使得溯源结果更加可靠。通过污染流动路径校核后，通过水量的校核可以判断是否还有溯源遗漏或者管网漏损错接问题，确定是否还需重新排查溯源。

5.7 关于结果记录

溯源结果参照《入河入海排污口监督管理技术指南 溯源总则》（HJ xxx）的总体要求，记录能够佐证溯源结论的内容，包括水质指纹、污染流动路径、校核结果和其他相关证明文件等。

5.8 关于附录

本标准附录A（资料性附录）是标准样品及常见污染类型的典型水质指纹，附录B（规范性附录）是污染源水质指纹数据库建立方法，附录C（规范性附录）是水质指纹比对算法，附录D（规范性附录）是入河入海排污口水质指纹溯源结果记录内容。附录A、B、C和D都是对标准正文的重要补充，旨在规范统一溯源结果的有效性、可操作性和规范性。

附录A给出了标准样品及常见污染类型的典型水质指纹，其中A.2节的标准样品水质指纹供检验三维荧光光谱仪溯源准确度时使用，标准溶液以不同比例混合后水质指纹图谱与附录A.2中水质指纹峰位置和形状基本一致，则认为三维荧光光谱仪测试结果准确，A.3的常见污染类型的典型水质指纹图谱和峰位置信息供三维荧光光谱仪测试溯源分析时进行比对，包括：种植和水产养殖废水、以生活污水为主的城市污水、印染废水、造纸废水、电子废水、电镀废水、常见城市雨水、垃圾渗滤液、印刷废水、生活洗涤废水、板材加工废水、焦化废水、机械制造废水、酿酒废水、涂料废水等。

附录B关于污染源水质指纹数据库的建立方法。当区域内有长期溯源监管需求时，可以选择建立污染源水质指纹数据库，便于比对。如果只进行一次溯源，或应急情况下的溯源时，可以不建立数据库，与附录A中常见污染类型典型水质指纹或排查区域的重点污染源水质指纹进行直接比对。

污染源水质指纹数据库建立是否准确是通过数据库比对方式溯源是否能够成功的关键，应综合考虑其污染排放规律和特征进行采样建库，从尽量提高数据库的可用性来说，应优先选择区域内数量多的工业企业、城镇生活和农业污染源等类型，对于工业企业，优先选择污染量大、毒性强的污染源企业纳入污染源水质指纹数据库。由于数据库的质量会直接影响比对结果的准确性，故对数据库建立提出了检验方法，通过最多三次的盲样测试累计准确率来鉴别数据库质量，能够通过该检验则认为建立的数据库可用。其中在一次盲样测试未通过，需要进行第二次或第三次盲样测试时，规定需要对包含在前一次溯源失败的 n 个污染源，共 $n+d$ （其中 $d=20\%$ 建库污染源个数，向上取整，且 $d\geq 3$ ）个污染源重新采样测试，这是为了保证所有测试溯源失败的样品在下

一轮盲样测试时不被遗漏，否则容易因样品选择的误差造成“假性准确”。

实际过程中污染源可能会存在工艺调整、转产等情况导致污染源排污情况发生变化，应对水质指纹数据库提出每6个月进行一次检验的要求，当区域内有新增污染源或污染源排放类型、排放污染物发生变化时可加密检验，以及时反映实际变化。

附录C给出了水质指纹相似度比对算法。水质指纹相似度的比对分析算法多种多样。本标准主要给出了区域百分比相似度计算公式，以满足对不同水质指纹样品的相似度比较需求，该公式较为简单且操作性强，适用于对入河入海排污口与污染源、路径上各关键节点间的水质指纹进行比对分析。附录C也针对目前一些其他的水质指纹相似度比对算法进行了规范，以满足入河入海排污口溯源要求。这些比对算法一般内嵌在水质指纹溯源仪中，水质指纹溯源仪是在三维荧光光谱仪的基础上，整合了水样预处理、自动进样检测等装置部件，并加载了较为复杂的水质指纹相似度算法，能够自动提取光谱有用信息进行比对，给出水样之间相似度并定性判断疑似污染源的仪器。虽然不同水质指纹溯源仪加载的算法不同，但本标准规定了水质指纹相似度的判断标准（“高度相似”“相似”以及“不相似”，并规定对应的水质指纹相似度值）以及水质溯源仪输出结果的检验准则等，从而保证了不同水质指纹溯源仪结果的可比性和可靠性。

附录D给出了溯源结果记录的具体内容，是对前期所有溯源工作结论的总结，为后期整治入河入海排污口提供有效信息。

6 对实施本标准的建议

本标准是入河入海排污口水质指纹溯源方法的技术性规范文件，对推动我国入河入海排污口溯源工作的开展具有重要的指导意义。本标准通过构建技术流程、技术要求、结果校核与记录的具体要求，可解决实际入河入海排污口溯源工作的难题，尤其适合混合污水且污染来源不明确、溯源难度大的入河入海排污口。各地也有开展入河入海排污口溯源的迫切需求，建议尽快公开征求意见并发布实施。

7 参考文献

7.1 法律法规

- [1] 《中华人民共和国环境保护法》(2014年4月24日修订,2015年1月1日起施行)
- [2] 《中华人民共和国水污染防治法》(2017年6月27日修正,2018年1月1日起施行)
- [3] 《中华人民共和国海洋环境保护法》(中华人民共和国主席令第8号,2017年11月5日起施行)

7.2 标准

- [1] 《入河排污口监督管理技术指南 溯源总则(送审稿)》
- [2] 《城市黑臭水体整治工作指南》(建城〔2015〕130号)
- [3] 《城市黑臭水体整治——排水口、管道及检查井治理技术指南(试行)》(建城函〔2016〕198号)

- [4] 《城镇排水管道检测与评估技术规程》（CJJ 181-2012）
- [5] 《在线水质荧光指纹污染预警溯源仪技术要求》（T/CAEPI 41-2022）
- [6] 《海面溢油鉴别系统规范》（GB/T 21247-2007）
- [7] 《海洋石油勘探开发油指纹库建设技术规程》（HY/T 205-2016）
- [8] 《G-YSY-2000 型水污染预警溯源仪》（Q/SZGS 001-2018）
- [9] 《江苏省入海排污口溯源整治技术指南（试行）》
- [10] 《基于水质荧光指纹的污染溯源监测技术指南（试行）》
- [11] 《地表水污染溯源监测技术指南（试行）》
- [12] 《水质采样技术指导》（HJ 494-2009）
- [13] 《水质采样样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）
- [14] 《污水监测技术规范》（HJ 91.1-2019）
- [15] 《The EU Water Framework Directive》（Directive 2000/60/EC）
- [16] 《Clean Water Act》（EPA 2018）
- [17] 《A Guide for Assessing Biodegradation and Source Identification of Organic Ground Water Contaminants using Compound Specific Isotope Analysis》（EPA 600/R-08/148）
- [18] 《Guidance on surface water chemical monitoring under the water framework directive》（Technical Report-2009-025）

7.3 文献

- [1] 马文娟, 刘丹妮, 杨芳, 王鹤立, 王希欢, 李崇蔚, 廖海清. 水环境中污染物同位素溯源的研究进展[J]. 环境工程技术学报, 2020, 10(02): 242-250.
- [2] 何席伟, 苗雨, 陈慧梅, 张徐祥. 水体粪便污染的线粒体 DNA 溯源研究(英文)[J]. 南京大学学报(自然科学), 2014, 50(04): 388-398.
- [3] 王士峰, 吴静, 程澄, 杨林, 赵宇菲, 吕清, 付新梅. 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.
- [4] Wu J, Zhao Y F, Cao J Z, Yang L, Li Z H, Tang J K, Fingerprint properties of cephalosporin pharmaceutical wastewater. Spectrosc. Spectr. Anal. 2016. 36 (4), 1075-1079.
- [5] 吕清, 顾俊强, 徐诗琴, 吴静. 水纹预警溯源技术在地表水水质监测的应用[J]. 中国环境监测, 2015, 31(01): 152-156.
- [6] 王英俊, 沈鉴, 王文霞, 柴一荻, 胡远, 王洪杰, 吴海梅, 常荣, 程澄. 水质荧光指纹污染溯源技术在跨界断面污染监管中的应用[J]. 环境监控与预警, 2023, 15(2): 1-7.
- [7] 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应用案例研究[J]. 环境影响评价, 2021, 43(02): 56-60.
- [8] 张毅, 刘传吻, 程澄, 沈鉴, 柴一荻, 李芳, 陈重军, 梅娟, 吴静. 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.
- [9] Chen W, Westerhoff P, Leenheer J A, et al. Fluorescence excitation–emission matrix

regional integration to quantify spectra for dissolved organic matter[J]. *Environmental Science & Technology*, 2003, 37(24): 5701-5710.

- [10] Carstea, E.M., Bridgeman, J., Baker, A., Reynolds, D.M., Fluorescence spectroscopy for wastewater monitoring: a review[J]. *Water Res*, 2016, 95, 205-219.