

**《集中式地表水饮用水水源地风险源遥感
调查技术规范（征求意见稿）》**

编制说明

《集中式地表水饮用水水源地风险源
遥感调查技术规范》标准编制组

二〇二一年二月

目 录

| | |
|-------------------------------|-----------|
| 1 项目背景 | 1 |
| 1.1 任务来源..... | 1 |
| 1.2 工作过程..... | 1 |
| 2 标准制订的必要性 | 2 |
| 2.1 落实饮用水水源保护区全域环境保护的要求..... | 2 |
| 2.2 全面推广专项行动经验成果的需要..... | 3 |
| 2.3 规范化开展水源地风险源遥感调查的需求..... | 3 |
| 3 国内外研究进展 | 3 |
| 3.1 国外研究进展..... | 3 |
| 3.2 国内研究进展..... | 5 |
| 3.3 与相关标准的比较..... | 5 |
| 4 标准制订的基本原则和技术路线 | 6 |
| 4.1 基本原则..... | 6 |
| 4.2 技术路线..... | 6 |
| 5 标准主要技术内容 | 7 |
| 5.1 适用范围..... | 7 |
| 5.2 规范性引用文件..... | 7 |
| 5.3 术语和定义..... | 8 |
| 5.4 数据准备..... | 10 |
| 5.5 遥感解译..... | 11 |
| 5.6 现场核查..... | 12 |
| 5.7 质量控制要求..... | 14 |
| 5.8 成果提交要求..... | 15 |
| 6 对实施本标准的建议 | 17 |

1 项目背景

1.1 任务来源

饮用水安全是人民生活的一条底线。作为饮用水的源头，饮用水水源地安全是保障老百姓喝上放心水、健康水的第一道关卡，关系到人民群众的生命健康，关系到社会秩序的和谐稳定，是新时代生态文明建设的重要内容。党中央、国务院高度重视饮用水水源地环境保护，将其作为污染防治攻坚战七大标志性战役之一，明确要求打好水源地保护攻坚战。

近年来，我国饮用水水源地环境保护工作取得积极进展，但在一些地区因饮用水水源保护区划定不清、边界不明、违法问题较多，环境风险隐患突出。在实际工作中，由于水源保护区空间范围大（几十、上百、甚至几千平方公里）、地处偏远（山区或人烟稀少处）、交通不便、环境风险源种类多样（点源排放源、移动排放源、面状排放源），通过传统的人工信息调查手段建立问题清单，效率低下、主观性强、误差性大、时间滞后，快速、动态、持续的年度更新成本更高，无法满足新形势下监督管理需求。水源地环境安全是一个区域性、综合性问题，水源地精准执法、督查亟待引入新的技术和新的工作模式，开展全面、准确、高效的风险源调查。

自 2009 年起，生态环境部卫星环境应用中心对饮用水水源保护区全域环境风险源遥感监管工作进行了持续性探索和系统性创新，运用遥感技术有力支撑了饮用水水源地多次专项行动和执法督查，积累了成熟的集中式地表型饮用水水源地风险源遥感调查技术方法和流程，使饮用水水源地管控能力全面升级，有效支持了饮用水水源地环境保护执法监管工作顺利开展。

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》《中华人民共和国水法》《水污染防治行动计划》《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》《环境保护部水利部关于印发〈全国集中式饮用水水源地环境保护专项行动方案〉的通知》等规定，全面摸清地表水型集中式饮用水水源地保护区内环境风险源底数，为环境违法问题清理整治提供“清单”，支持改善饮用水水源地环境安全保障水平，规范和指导饮用水水源地（以下简称“水源地”）风险源调查工作，生态环境部执法局组织编制了《集中式地表水饮用水水源地风险源遥感调查技术规范》。

本标准的承担单位为：生态环境部卫星环境应用中心、生态环境部环境工程评估中心、生态环境部环境标准研究所。

1.2 工作过程

2012 年以来，以改善饮用水水源地环境安全保障水平为核心，通过生态环境部先后开展了“2012 年全国湖库型集中式饮用水水源地专项执法督查”、“2013 年全国城市河流型集中式饮用水水源地专项执法检查”、“2014 年南水北调中线总干渠‘内排段’环境保护调研督查”、“2015 年水源地相关高尔夫球场清理整治督查”、“2016-2017 年长江经济带饮用水水源地环境保护执法专项行动”、“2018-2019 年全国集中式饮用水水源地环境保护执法专项行动”等水源地专项行动。各专项行动积累了很多好的经验做法，形成了水源地风险源名单，

为持续开展水源地环境问题清理整治和长效监管执法奠定基础，同时也遇到很多问题。为总结专项行动经验并帮助解决遇到的困难，我们于 2020 年开始组织生态环境部卫星环境应用中心研究编制《集中式地表水饮用水水源地风险源遥感调查技术规范》。

编制期间，有关人员总结前期专项行动经验成果，与地方、技术单位进行了深入的交流讨论，在充分总结梳理前期工作的基础上形成了《集中式地表水饮用水水源地风险源遥感调查技术规范》初稿和编制说明。

2020 年 11 月，生态环境部生态环境执法局组织召开了《集中式地表水饮用水水源地风险源遥感调查技术规范》（草案）技术审查会。经讨论质询，专家组一致同意通过该标准的草案技术审查。会后，编制组根据专家意见，对本标准和编制说明进行了修改完善。随后，我们又将其征求了专项行动工作人员和有关专家的意见，经过多次的修改，形成了《集中式地表水饮用水水源地风险源遥感调查技术规范》（送审稿）。

2021 年 2 月，受生态环境部生态环境执法局委托，生态环境部环境标准研究所组织召开了本标准征求意见稿技术审查会，生态环境部环境工程评估中心、中国科学院空天信息创新研究院、中国环境科学研究院、国家基础地理信息中心、中国科学院地理科学与资源研究所、北京师范大学、海河流域北海海域生态环境监督管理局生态环境监测与科学研究中心、重庆市生态环境保护综合行政执法总队、泰州市生态环境综合行政执法局、江苏省环境监测中心等单位代表参加了会议。编制组汇报了《集中式地表水饮用水水源地风险源遥感调查技术规范》的编制过程与内容，会议通过了本标准征求意见稿的技术审查，并提出了建议。编制组根据专家组提出的修改意见完善内容，形成了《集中式地表水饮用水水源地风险源遥感调查技术规范》（征求意见稿）。

2 标准制订的必要性

2.1 落实饮用水水源保护区全域环境保护的要求

我国《水法》、《水污染防治法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求》等国家法律法规和文件均对饮用水水源保护进行了规定。水污染防治法规定，水源保护区范围内，禁止有与供水设施和保护水源无关的建设项目（一级保护区）或禁止排放污染物的建设项目（二级保护区）。“水污染防治行动计划”第八条第（二十四）款要求“保障饮用水水源安全，要求依法清理饮用水水源保护区内违法建筑和排污口”。

党中央、国务院高度重视饮用水水源地环境保护，将其作为污染防治攻坚战的七大标志性战役之一，明确要求打好水源地保护攻坚战。2018 年 3 月，国务院批准印发《全国集中式饮用水水源地环境保护专项行动方案》（环环监〔2018〕25 号）（以下简称《方案》），对开展饮用水水源地环境问题清理整治工作做出全面部署。2018 年 6 月，中共中央、国务院印发《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》，进一步明确工作要求，强调要限期完成县级及以上城市饮用水水源地环境问题清理整治任务。

通过制订本标准，能快速全面对水源地风险源进行排查，有效推动环境问题清理整治工

作，切实落实国家关于饮用水水源地环境保护相关法律法规、文件和政策。

2.2 全面推广专项行动经验成果的需要

预防和减少饮用水水源地水环境事件的发生，控制、降低和消除水环境事件危害，实现精准治污、科学治污、依法治污，提高执法效能，按照党中央、国务院决策部署，持续推进打好水源地保护攻坚战。

水源地风险源类别复杂、形式多样。传统的风险源调查方法通过依靠上级检查、地方自查及社会监督等手段，效率低、历时长、遗漏多。基于实地调查统计再逐级汇总上报，及时性、完整性难以保证，且存在成本效益平衡问题，水源地保护亟需一套全面、准确、高效的风险源识别技术体系，以强化饮用水水源地保护区全域风险源清单管理。遥感技术以其快速、客观的大面积监测优势，能够及时准确识别水源地及其周边地区面源（生活面源、农业面源）、流动源（码头、交通穿越）和固定源（排污口、工业企业、旅游餐饮）等各类风险源。

为深入贯彻落实党中央、国务院关于打好水源地保护攻坚战的决策部署，生态环境部积极探索饮用水水源地保护精细化管理模式，研发水源地“卫星遥感+APP”的科技手段，破解水源地环境问题排查整治现场难以定位、地面排查难以全面、动态监管难以实现等问题，为各地精准高效开展水源地保护工作提供科技支撑。通过提前对卫星遥感监测影像进行判读解译，辨识疑似环境问题，借助水源地执法 APP 推送各地进行现场核查，为地方自查提供“靶向”指引，大幅提升工作实效。分析水源地遥感影像斑块 151 万个、周长 103 万公里，相当于绕赤道 25 圈，对水源地环境问题进行精准“把脉”。支撑 2018 年和 2019 年水源地专项督查分别发现“清单外”新问题 2260 个和 280 个，积累了一套成熟的地表型集中式饮用水水源地风险源遥感调查技术方法和流程。为推动实现水源地保护精准化、智能化和长效化，完善集中式饮用水水源地风险源调查机制，支撑水源地日常执法和长效监管，更好地指导地方开展水源地环境风险源遥感监测工作，迫切需要从国家层面出台配套的技术规范。

2.3 规范化开展水源地风险源遥感调查的需求

水源地风险源类别多样，且在不同的法律法规和政策文件中具有不同的描述，目前并没有一套基于遥感调查技术特点的明确的水源保护区环境风险源遥感解译类别体系，造成水源地环境风险源解译“无体系可依”，分类混乱，严重影响执法和监管工作开展。此外，风险源遥感解译结果受解译工作人员的经验和习惯影响较大，解译结果间可比性不高，对后续现场核查和风险隐患评估工作带来重要影响。因此，针对当前饮用水水源地环境遥感调查缺乏统一技术规范的局面，急需出台一套科学统一的饮用水水源地风险源遥感调查技术方法和流程。

3 国内外研究进展

3.1 国外研究进展

美国环境保护署（EPA）下设地下水与饮用水办公室，负责饮用水水源地环境保护工作。

1996年美国颁布《安全饮用水法案》(Safe Drink Water Act, SDWA)修正案,规定各个州必须建立一套全面的饮用水水源地评估方案,包括饮用水源保护区的划定,潜在污染源清单的建立,以及评估饮用水受到污染的风险。EPA监测的潜在污染源包括垃圾掩埋场和泻湖,受污染的场所,化学品存储设施(石油和天然气存储设施或地下储罐),工业和市政废水排污口,采矿作业,农业和其他类型的面源污染,住宅或商业化粪池系统,街道和草坪(以及城市地区其他面源)的雨水径流,使用或存储化学物质的工业设施(例如制革厂,汽车修理厂,干洗店等),地下注水井,道路和危险品运输路线等。EPA使用多种方法来确定潜在污染源位置,包括对监管设施进行数据库搜索(如NPDES排放许可证或资源保护和回收法(RCRA)报告),航空照片和土地利用图,分区地图和市政总体规划分析,现场调查,与相关设施管理人员和市政官员座谈,以及与当地其他利益相关者和居民座谈。

美国EPA于1990年出版技术辅助文档(TAD)《来自轻工业的地下水污染源》(EPA 440/6-90-005),分析了轻工业对水源地的潜在影响。1991年EPA出版TAD文档《公共饮用水污染源清单建立指南》(EPA 570/9-91-033),协助州和当地水源管理者形成与完善水源地已有与潜在污染源清单建立方法与流程。该指南讨论了污染源清单的设计、结构与功能,污染源识别的方法,如何管理污染源信息和如何使用这些信息保护公共饮用水源。美国各个州也都有相应的规定,如爱荷华州自然资源厅于2000年发布的《爱荷华州水源地评估与保护项目及实施方案》。

加拿大在饮用水水源管理方面,先后颁布了《安全饮用水法》和《水与污水系统可持续发展法》。在管理体制上,联邦政府并未设立专门机构,而是将水源管理权下放到省一级,各加拿大省政府对饮用水监管负有主要责任。加拿大安大略省是饮用水源保护的典型代表,其饮用水源保护工作是加拿大饮用水源保护理念发展的缩影。安大略省2006年颁布了《清洁水法案,2006》,根据这项法律,安大略省政府制定了饮用水源保护计划。

加拿大联邦-省-领土环境与职业健康委员会与加拿大环境部长理事会(CCME)于2002年联合发布了《从源头到龙头:安全饮用水的多壁垒方法》,又于2004年联合发布了《从源头到龙头:关于安全饮用水多壁垒方法的指南》,指出水源地保护策略同样包括水源保护区划定、潜在污染源识别与风险评估三部分;系统梳理了水源地环境风险源,如微生物污染类风险源包括放牧动物和饲养场、污水排放、野生动物、娱乐活动、生物固体/肥料等,化学污染类风险源包括工业、采矿、危险废物处理设施、石油产品存储、农业、废水排放等;并指出水源地环境风险源识别的方法和数据可包括土地利用数据、已有的污染源清单、集水区特征评估、人口、气候、地形、地质和水质数据等。

欧盟有超过30年的饮用水政策历史。1998年欧盟理事会颁布了《饮用水指令》(98/83/EC),规定了水质标准和监测方法,要求必须定期监测和测试总共48个微生物,化学和指标参数。为响应世界卫生组织(WHO)在饮用水质量指南中提倡的基于风险的预防性管理方法,欧盟于2015年在《饮用水指令》附件2的修订版中首次提出了“基于风险的方法”,鼓励欧盟各国设立基于风险评估的监测体系,全面确定关键污染源,从源头减少污染。2021年初,欧盟又颁布实施了修订版的《饮用水指令》。修订后的《饮用水指令》是对

欧洲公民倡议“Right2Water”的回应，是对20年前的《饮用水指令》的现代化改造，以达到可持续发展目标的目标。在修订版的《饮用水指令》中，使用了比WHO建议更为严格的水质标准，增加了应对新型污染物的方法；同时正式提出了通过“基于风险的方法”从源头减少污染的预防性措施，具体规定了实施“基于风险的方法”的一系列关键原则，将为基于风险的监测方法应用提供强有力的依据，支持当地水源地风险源的跟踪监测工作。

3.2 国内研究进展

我国2007年发布了《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ/T338-2007)，规定了河流型、湖泊、水库和地下水饮用水水源一级、二级和准保护区的划分方法。2015年分别发布了《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求》(HJ 773-2015)与《集中式饮用水水源地环境保护状况评估技术规范》(HJ 774-2015)，对水源的水质水量、保护区建设、保护区整治、监控能力建设、风险防控与应急能力建设、管理措施提出了具体要求，并提供了具体评估方法。其中在HJ 773-2015中8.1.1的风险防控与应急能力建设要求中提出，“具备饮用水水源保护区及影响范围内风险源名录和风险防控方案”，8.1.2提出需要“定期或不定期开展饮用水水源地周边环境安全隐患排查及饮用水水源地环境风险评估”，推动饮用水水源地环境管理从“日常监管”到“风险防范”。

2020年，为落实政策法规对水源地风险管理提出的要求，生态环境部以环办标征函〔2020〕7号文的形式对《集中式地表水型饮用水水源地突发环境事件风险源名录编制指南》(征求意见稿)进行了公开征求意见。该指南主要针对突发环境事件风险源，包括工业企业类、尾矿库、规模化畜禽养殖场、污水处理厂、垃圾填埋场、可能排放污水的闸坝、泵站和泄洪口等点源，以及傍河公路、跨河桥梁和船舶航道等移动源，明确了突发环境事件风险源的定义，风险源排查范围，并提出了相应的风险评估方法。

3.3 与相关标准的比较

目前国外的饮用水水源地环境保护相关机构(如美国EPA地下水与饮用水办公室与加拿大各省政府相关机构等)均充分认识到水源保护区内风险源识别的重要性。各国水源地风险防控策略较为一致，基本都包括水源保护区划定、风险源识别与风险评估三部分。国外水源地风险防控相关文档包括美国EPA的技术辅助文档《公共饮用水源污染源清单建立指南》(EPA 570/9-91-033)，以及加拿大联邦-省-领土环境与职业健康委员会与加拿大环境部长理事会(CCME)发布的《从源头到龙头：关于安全饮用水多壁垒方法的指南》。这些技术文档仅仅是系统梳理了水源地各类潜在风险源，简单列举了可供使用的风险源识别相关数据与方法，讨论了风险源清单的设计、结构与功能，并没有严格规定风险源的类别体系以及风险源识别的具体方法流程和技术规范。

国内水源地风险管理相关的标准目前仅有生态环境部发布的《集中式地表水型饮用水水源地突发环境事件风险源名录编制指南》(征求意见稿)。首先，该指南针对的风险源仅包括突发环境事件风险源，并未涵盖如农业、生活面源等全部类型的水源地风险源。其次，该指南主要内容侧重于水源地风险源名录的技术指标体系、编制技术要求，以及突发环境事件风

险源的风险评估方法，并未涉及风险源识别的技术方法和规范。

本标准提出一套系统的基于遥感的风险源识别方法（风险源遥感调查技术）。与国内外相关标准相比，本标准是首个关于水源地风险源识别的标准，也是首个基于遥感技术手段开展水源地环境保护工作的标准。本标准提出了一套全面系统的集中式地表水型饮用水水源保护区全域全类型风险源类别体系，并对水源地风险源遥感调查技术涉及到的数据搜集、信息解译、现场核查、成果归档等技术步骤的细节进行了明确的规定。

4 标准制订的基本原则和技术路线

4.1 基本原则

（1）协调性原则

本标准内容与我国现行的饮用水水源地环境保护相关法规标准的内容相协调，与环境保护规范化建设目标相配套，与环境保护的现状相符合。

（2）合理性原则

本标准内容和方法在充分分析当前饮用水水源地管理需求和现状的基础上研究提出，既要考虑内容的合理性，方法的科学性，又需兼顾不同类型水源的特点，强调技术方法对不同类型、不同地区水源的适用性。

（3）可行性原则

本标准综合考虑我国不同地区饮用水水源地具体条件及实际情况，结合区域经济发展水平和污染防治工作的现实，提出符合我国国情和饮用水水源地环境保护规范化建设技术要求的风险源遥感调查方法。

4.2 技术路线

本标准技术路线见图 1。

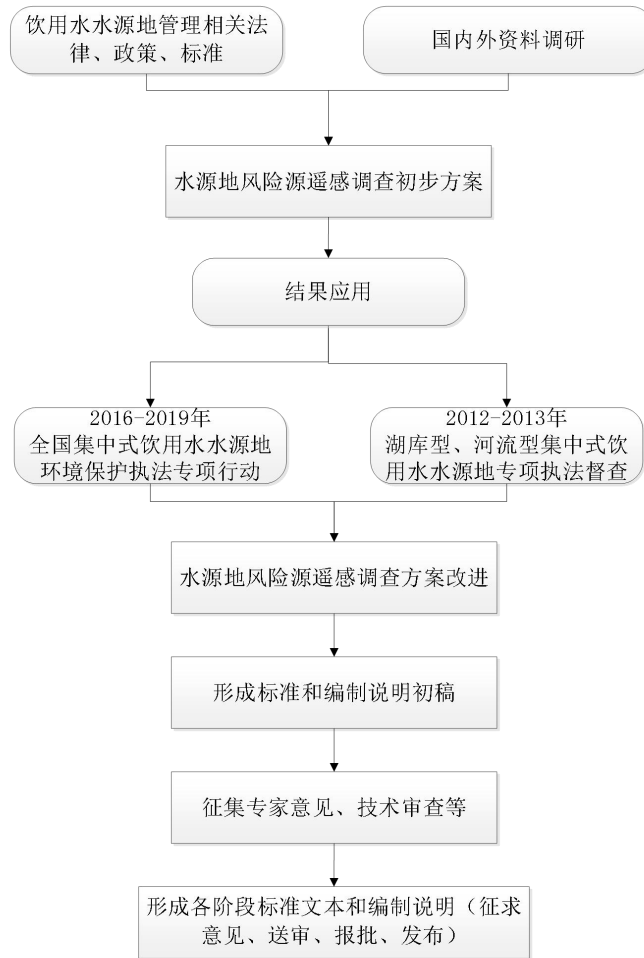


图 1 集中式地表水饮用水水源地风险源遥感调查技术路线

5 标准主要技术内容

5.1 适用范围

本标准规定了利用卫星、无人机等遥感技术对集中式地表水饮用水水源地风险源开展遥感调查的工作流程、数据准备、遥感解译、现场核查、质量控制和成果提交等相关要求。本标准适用于集中式地表水饮用水水源地风险源调查，建立集中式地表水饮用水水源地保护区全域风险源电子档案。

由于影响地下水饮用水水源地水质的风险源与地表水水源地差异较大，因此本标准所规定的风险源分类体系与遥感调查技术不适用地下水饮用水水源地。

本标准既适用于生态环境部生态环境执法局和卫星环境应用中心组织遥感调查技术单位开展全国集中式地表水饮用水水源地风险源遥感调查，也适用于各省级或地市级环境保护主管部门对本行政区域内的集中式地表水饮用水水源地风险源开展遥感调查。

5.2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用

于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 14950 摄影测量与遥感术语

GB/T 36296 遥感产品真实性检验导则

HJ 338 饮用水水源保护区划分技术规范

HJ 773 集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求

HJ □□□全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查（征求意见稿）

HJ □□□集中式地表水饮用水水源地突发环境事件风险源名录编制指南（征求意见稿）

DD 2014 多光谱遥感数据处理技术规程

GDPJ 06 遥感影像解译样本数据技术规定

5.3 术语和定义

（1）集中式地表水饮用水水源地 centralized surface drinking water source

进入输水管网送到用户和具有一定取水规模（供水人口一般大于 1000 人）的在用、备用和规划的地表水饮用水水源地。依据取水口所在水体类型的不同，可分为河流型饮用水水源地和湖泊、水库型饮用水水源地。

集中式地表水饮用水水源地的定义参照《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求》（HJ 773-2015）中“集中式饮用水水源地”的定义，在基本保持一致的基础上，将水源地类型限制为地表水水源地。

（2）饮用水水源保护区 drinking water source protection area

国家为防治饮用水水源地污染、保障水源水质而划定，并要求加以特殊保护的一定范围的水域和陆域。饮用水水源保护区分为一级保护区和二级保护区，必要时可划定准保护区。

饮用水水源保护区的定义参照《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ/T 338-2007）及《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求》（HJ 773-2015）。

（3）风险源 risk source

可能向饮用水水源地释放有毒有害物质，造成饮用水水源水质恶化的污染源。具体类别见表 1。

表 1 集中式地表水饮用水水源地风险源分类体系

| 一级代码 | 一级分类 | 二级代码 | 二级分类 |
|------|------|------|-------------|
| 1 | 排污口 | 101 | 工业排污口 |
| | | 102 | 污水集中处理设施排污口 |
| | | 103 | 工厂化水产养殖排污口 |
| | | 104 | 规模化畜禽养殖排污口 |
| | | 105 | 大型灌区退水口 |
| | | 106 | 分散生活污水排污口 |
| | | 107 | 集中生活污水排污口 |

| | | | |
|---|------|-----|---------------|
| | | 108 | 港口码头生产废水排污口 |
| | | 109 | 雨水（洪）排口 |
| | | 110 | 其他排污口 |
| 2 | 企业用地 | 201 | 生产类工业企业 |
| | | 202 | 非生产类工业企业（仓储等） |
| | | 203 | 开采用地 |
| 3 | 旅游餐饮 | 301 | 旅游用地 |
| | | 302 | 餐饮用地 |
| 4 | 农业面源 | 401 | 大棚种植 |
| | | 402 | 农业自然种植 |
| | | 403 | 经济林种植 |
| | | 404 | 畜禽养殖 |
| | | 405 | 水产养殖 |
| 5 | 生活面源 | 501 | 分散居民区（点） |
| | | 502 | 集中居民区 |
| 6 | 码头 | 601 | 货运码头 |
| | | 602 | 客运码头 |
| | | 603 | 综合码头 |
| | | 604 | 工作码头 |
| 7 | 交通穿越 | 701 | 公路 |
| | | 702 | 铁路 |
| | | 703 | 桥梁 |
| | | 704 | 其他交通附属设施 |
| 8 | 其他 | 801 | 如“小散乱污”企业等 |

风险源的定义在《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求》（HJ 773-2015）中“风险源”定义的基础上，根据风险源遥感调查的实际需求对风险源分类进一步的规定和细化。

（4）遥感调查 remote sensing aided survey

指基于遥感数据在水源保护区开展风险源识别，并对风险源情况及时记录和整理，获取风险源清单的过程。

遥感调查的定义为本标准提出，是根据多年全国地表型集中式饮用水水源地风险源遥感调查的实践经验总结得出。

（5）遥感解译 interpretation of remote sensing images

根据风险源解译标志，从遥感影像上定性、定量地提取出风险源的类型和分布等有关信息的过程。

遥感解译的定义基本沿用了《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与

野外核查》(征求意见稿)(HJ 000)中“遥感影像解译”定义,并在此基础上根据风险源遥感调查工作的实际特点稍作修改。

(6) 解译标志 interpretation sign

遥感影像上能直接反映和判别地物特征的影像信息,包括光谱、形状、大小、灰度、颜色、纹理和位置等。

解译标志的定义主要参考《遥感影像解译样本数据技术规定》(GDPJ 06-2013)的样本数据的相关内容,结合全国水源地遥感调查工作基础定义。

(7) 人机交互 human-computer interaction

将计算机自动分类和识别与目视解译相结合,即在遥感影像分类信息提取过程中,一方面发挥解译人员的经验,同时又能发挥计算机处理图像信息优势的一种遥感影像解译方法。

人机交互的定义参照《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》(征求意见稿)(HJ 000)。

(8) 混淆矩阵 confusion matrix

也称误差矩阵,是分类精度评价的一种标准形式,用于表示分为某一类别的遥感解译目标数量与实际确为该类别目标数量的比较阵列。

混淆矩阵的定义主要参考《遥感产品真实性检验导则》(GB/T 36296)的误差矩阵定义,结合全国水源地遥感调查工作基础定义。

(9) 总体精度 overall accuracy

被正确分类的遥感解译目标数量占遥感解译目标总数的比例,用于表示风险源解译的总体正确率。

总体精度的定义主要参考《遥感产品真实性检验导则》(GB/T 36296)的总体精度定义,结合全国水源地遥感调查工作基础定义。

(10) 生产者精度 producer's accuracy

被正确分类为某一类别的遥感解译目标数量占实际确为该类别的目标数量的比例,用于表示某一类别风险源解译的正确率。

生产者精度为遥感图像分类精度评价的常用指标之一,生产者精度的定义在此基础上结合全国水源地遥感调查工作特点定义。

5.4 数据准备

本部分规定了水源地风险源遥感调查所需的水源保护区矢量边界与遥感影像两种主要数据的准备和处理要求。

(1) 水源保护区矢量边界收集

收集集中式地表水饮用水水源保护区的边界矢量数据,并确保矢量数据空间拓扑关系的合理准确,保证一级保护区、二级保护区、准保护区等之间的空间关系合乎逻辑,不同水源保护区之间空间不能相互叠加。

(2) 遥感影像收集

基于多次水源地风险源遥感调查工作实践经验,以遥感能识别各类水源地风险源,且在

监测周期内可获取为原则，本标准规定了对遥感影像的时相、波段、空间分辨率、云量和质量的要求。在实际开展集中式地表水饮用水水源地风险源遥感调查工作时，需根据目标区域的风险源类型、分布规律、风险源排污季节性等特征，在标准要求的基础上，分析并选取适合目标区域的遥感影像。

- 遥感影像的时相选择：针对调查区域风险源类别差异和风险源排污的时间和季节性特征，选择水源地业务监测需要的遥感影像。
- 遥感影像的波段要求：遥感影像数据至少包括红、绿、蓝、近红外共四个波段。
- 遥感影像的空间分辨率要求：遥感影像数据的空间分辨率应至少优于（含）2米。
- 遥感影像的云量要求：遥感影像数据在集中式地表水饮用水水源地保护区范围内的云量不能超过5%，且不能对区域内的重要目标地物形成覆盖遮掩。
- 遥感影像的质量要求：遥感影像数据色彩层次丰富，纹理细节清晰，反差适中，色调柔和，能辨认出与地面分辨率相适应的细小地物，无模糊、重影、错位、扭曲、变形、拉花、脏点、漏洞和同一地物色彩反差不一致的现象。

（4）遥感影像预处理

原始遥感影像由于传感器姿态变化、飞行高度、速度、地形起伏、地球表面曲率、大气折射等原因，造成影像的几何畸变与信息误差等较多问题，需要对遥感影像进行一系列的预处理。

通过对收集的遥感影像开展辐射纠正、大气校正、几何精校正、影像融合、镶嵌处理，形成适用于开展饮用水水源地风险源解译的覆盖整个水源保护区的遥感影像，并根据饮用水水源地保护区边界范围，裁剪出水源地保护区范围内的遥感影像。遥感影像预处理技术方法和精度要求按 DD 2014 的相关要求执行。

5.5 遥感解译

（1）解译对象

《水污染防治法》对水源地风险源描述为：排污口、（一级保护区）与供水设施和保护水源无关的建设项目、（二级保护区）排放污染物的建设项目、及可能污染饮用水水体的活动（比如网箱养殖、旅游、游泳、垂钓等）。为了适应新形势下水源地风险源监督管理的需求，结合遥感调查的技术特点，对《水污染防治法》中关于水源地保护相关规定进行了针对性的精细分析和归类，构建了包括8个一级类和31个二级类的水源地风险源遥感调查目标类别体系。生态环境部十几年的基于遥感的水源地风险源调查实际工作表明，该类别体系具有明显的理论依据和业务管理的可操作性。本标准依据该分类体系对解译对象进行了如下明确细致的规定。

遥感解译对象为集中式地表水饮用水水源地保护区内可能影响水源水质的风险源，根据目标水源地调查需求，依据表1确定集中式地表水饮用水水源地风险源类别。

（2）解译范围

遥感解译范围为集中式地表水饮用水水源地的一级和二级保护区范围。根据水源水质安全需要，可将准保护区纳入调查范围。

(3) 解译方法

由于水源保护区中风险源类别多样，地物光谱特征复杂，且存在异物同谱和同物异谱现象，仅仅依靠自动分类很难达到较高的风险源识别精度。人工目视解译精度和灵活性较高，然而工作量大，效率低下。因此，根据水源地风险源遥感调查实际开展经验，采用人机交互解译方法，充分发挥自动分类和人工目视解译的各自优势，从而提高解译效率与精度。本标准对遥感解译包含的建立解译标志、人机交互解译、疑似风险源清单生成等基本步骤进行了规定。

建立解译标志：根据集中式地表水饮用水水源地风险源类别，以及目标水源地的地理区位、产业分布、水系特征等特点，在地面资料搜集和地面调查的基础上，参考风险源目标的颜色、色调、纹理、形状、大小、阴影、图案、位置、布局等，建立目标水源地风险源解译标志，形成风险源解译标志表，见表 2。

表 2 集中式地表水饮用水水源地风险源解译标志表

___省___市___县___水源地表编号：___建立人：___

| 编号 | 风险源类型 | 影像特征 | 空间特征 | 影像示例 | 影像编号 |
|-----|-------|------|------|------|------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| ... | | | | | |

注：
1.风险源类型为解译目标的风险源类型
2.影像特征为解译目标在遥感影像中的形状、大小、颜色、纹理等特征
3.空间特征为解译目标的空间位置特征、相邻地物、周边环境、地形等特征
4.影像示例为不同风险源类型的遥感影像示例

人机交互解译：基于水源地风险源解译标志，采用人机交互的解译方法，借助遥感影像处理相关软件系统，对风险源目标进行识别与必要的人工修正。

疑似风险源清单生成：基于解译完成的风险源（点、线、面状矢量）数据，整理解译目标的所在行政区划、水源地编码、风险源类别及编码、经度、纬度等信息，生成水源地疑似风险源清单。

5.6 现场核查

本标准根据饮用水水源地风险源监管要求、风险源清单管理需求及风险源遥感调查实际经验，明确了疑似风险源清单现场核查的主要内容包括：1) 在指定位置处核实风险源是否存在，从疑似风险源清单中剔除因数据时相因素、质量或算法误差导致的不存在风险源；2) 确定风险源位置是否准确，并根据实际定位的风险源坐标对不准确的坐标进行更新；3) 风险源类别与潜在污染相关信息的核查；4) 风险源是否安装防范措施及其实施情况。5) 增补疑似风险源清单外新发现风险源，并填写其基本信息。现场核查的形式则主要包括实地调查

和座谈。

(1) 核查目的

通过以实地调查为主，座谈为辅的形式，对遥感解译获取的水源地疑似风险源清单进行实地确认与完善，同时，补充现场新发现的风险源及相关信息。

(2) 实地调查

对水源地疑似风险源清单中的项目，逐一进行实地核查，确定风险源是否存在，位置、类别是否准确，并调查其潜在污染信息和防范措施。同时，补充现场新发现的风险源及相关信息。需要调查的信息包括但不限于：风险源目标名称、设施现状、道路级别、畜禽养殖种类与数量、垃圾堆放体积、潜在污染物类型、排污量及防范措施、现场照片、现场视频等。风险源基础状况调查待集中式地表水饮用水水源地突发环境事件风险源名录编制指南发布后从其规定。

(3) 座谈

与水源地管理人员、环境执法人员和风险源相关经营或管理部门开展座谈，详细了解疑似风险源清单及审批、排污、治理等情况。

(4) 资料整理

整理实地调查与座谈会资料，对风险源遥感调查成果的空间和属性信息进行修改完善，同时，填写水源地风险源现场核查表（见表4），做到“一（风险）源一表”，并按照水源地汇总整理。

表4 集中式地表水饮用水水源地风险源现场核查表

_____省 _____市 _____县 _____水源地

核查日期：_____ 核查人：_____ 复核人：_____ 目标风险源编号：_____

| | | | |
|---|--|------|--|
| 是否存在 | | 照片编号 | |
| 实际经度 | | 实际纬度 | |
| 遥感解译类别 | | 实际类别 | |
| 潜在污染 | | | |
| 防范措施 | | | |
| 其他需要说明的问题 | | | |
| 注： 1.目标风险源编号按照疑似风险源清单中编号填写，现场核查中新发现的风险源则按照新1、新2顺序编号。 2.实际经纬度填表形式为：经度：° ' " ； 纬度：° ' " 。 | | | |

5.7 质量控制要求

(1) 总体要求

通过比对遥感解译和现场核查的风险源清单，对风险源遥感调查质量进行评价。对于不符合精度要求的风险源清单，需重新开展遥感解译与现场核查。

(2) 质量评价

通过现场核查确定遥感解译类别对应的实际类别情况，基于目标水源地所有风险源与非风险源目标的遥感解译结果和实际情况构建混淆矩阵，计算生产者精度和总体精度。

混淆矩阵也称误差矩阵，是表示精度评价的一种标准格式，用 k 行 k 列的矩阵形式来表示。用于比较风险源解译类别与实际类别。矩阵的每一列代表了遥感解译类别，每一行代表了实际类别，如表 3。

表 3 混淆矩阵表

| 实际类别 \ 遥感解译类别 | 1 | 2 | ... | i | ... | k | 合计 |
|---------------|----------|----------|-----|----------|-----|----------|----------|
| 1 | n_{11} | n_{21} | ... | n_{i1} | ... | n_{k1} | P_{+1} |
| 2 | n_{12} | n_{22} | ... | n_{i2} | ... | n_{k2} | P_{+2} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| J | n_{1j} | n_{2j} | ... | n_{ij} | ... | n_{kj} | P_{+j} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| K | n_{1k} | n_{2k} | ... | n_{ik} | ... | n_{kk} | P_{+k} |
| 合计 | P_{1+} | P_{2+} | ... | P_{i+} | ... | P_{k+} | P |

注：本标准中 k 为 9，包括 8 个风险源一级类和非风险源类别， P 为遥感解译的风险源与非风险源目标总数， n_{ij} 为实际为 j 类而遥感解译为 i 类的目标数量， P_{+j} 为实际类别为 j 类的目标数量， P_{i+} 为遥感解译为 i 类的目标数量

总体精度指被正确分类的遥感解译目标数量除以遥感解译目标总数。被正确分类的遥感解译目标数量沿着混淆矩阵的对角线分布，总体精度计算方法如下式：

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{P}$$

式中： OA ——总体精度；

n_{ii} ——实际为 i 类遥感解译也为 i 类的目标数量；

k ——取 9，包括 8 个风险源一级类和非风险源类别；

P ——遥感解译的风险源和非风险源目标总数。

各类别的生产者精度指被正确分类为该类别的遥感解译目标数量除以实际确为该类别的目标数量。生产者精度计算方法如下式：

$$PA_i = \frac{n_{ii}}{P_{+i}}$$

式中： PA_i ——第 i 类的生产者精度；

n_{ii} ——实际为 i 类遥感解译也为 i 类的目标数量；

P_{+i} ——实际类别为 i 类的目标数量

(3) 精度要求

要求遥感解译总体精度大于 90%，各类别生产者精度均达到 85%以上，未达到精度要求的水源地风险源遥感调查需重新开展遥感解译与现场核查，直至生成符合精度要求的水源地清单。

5.8 成果提交要求

(1) 遥感影像

目标水源地风险源遥感解译所用到的预处理后遥感影像数据，提交格式为 GeoTIFF(.tif) 格式。

(2) 遥感解译

遥感解译过程与解译结果相关成果：

a) 风险源解译特征表（表 2），以文档方式提交，文档格式数据采用 Word (.doc/.docx) 格式，报告中的图片，采用 JPEG (.jpg) 格式，分辨率不得低于 300dpi，需要单独提交电子版，电子版图片按照图片在文档中的影像编号进行命名；

b) 水源地风险源解译数据，采用 Shapefile (.shp) 矢量格式，属性类别与风险源清单相同（见表 1）；

c) 水源地风险源遥感解译数据的元数据（表 5），以表格方式提交，采用 Excel(.xls/.xlsx) 格式。

表 5 集中式地表水饮用水水源地风险源遥感解译结果元数据格式

| 序号 | 数据项 | 数据类型 | 值域 |
|----|--------------------|------|-----------------------------|
| 1 | 水源地编号 ¹ | 字符型 | 20 位 |
| 2 | 传感器信息 | 字符型 | 16 位 |
| 3 | 波段信息 | 字符型 | 20 位 |
| 4 | 空间分辨率 | 浮点型 | |
| 5 | 成像时间 | 整型 | YYYYMMDDHHMMSS ² |
| 6 | 左上角经度 | 浮点型 | |
| 7 | 左上角纬度 | 浮点型 | |
| 8 | 右上角经度 | 浮点型 | |
| 9 | 右上角纬度 | 浮点型 | |
| 10 | 左下角经度 | 浮点型 | |
| 11 | 左下角纬度 | 浮点型 | |
| 12 | 右下角经度 | 浮点型 | |
| 13 | 右下角纬度 | 浮点型 | |
| 14 | 左上角坐标 X | 浮点型 | |
| 15 | 左上角坐标 Y | 浮点型 | |

| | | | |
|----|---------|-----|-----------------------|
| 16 | 右上角坐标 X | 浮点型 | |
| 17 | 右上角坐标 Y | 浮点型 | |
| 18 | 左下角坐标 X | 浮点型 | |
| 19 | 左下角坐标 Y | 浮点型 | |
| 20 | 右下角坐标 X | 浮点型 | |
| 21 | 右下角坐标 Y | 浮点型 | |
| 22 | 坐标系名称 | 字符型 | 20 位 |
| 23 | 投影名称 | 字符型 | 20 位 |
| 24 | 一级类总体精度 | 浮点型 | 单位为% |
| 25 | 解译日期 | 整型 | YYYYMMDD ³ |
| 26 | 质量评价日期 | 整型 | YYYYMMDD ³ |
| 27 | 解译单位 | 字符型 | 60 位 |

注：

1. 饮用水水源地风险源遥感解译结果元数据文件的名称与该水源地编号相同，采用文本文件格式，后缀为.txt；

2. 成像时间精确到秒，格式为 YYYY（年-四位）MM（月-两位）DD（日-两位）HH（小时-两位）MM（分钟-两位）SS（秒-两位）；

3. 解译日期和质量评价日期精确到日，格式为 YYYY（年-四位）MM（月-两位）DD（日-两位）。

（3）现场核查记录

a) 集中式地表水饮用水水源地风险源现场核查表（表 4），以表格方式提交，采用 Excel(.xls/.xlsx)格式；

b) 现场核查照片，采用 JPEG (.jpg) 格式，分辨率不得低于 300dpi，照片名称应与 Excel 文件中的照片编号一致；

c) 座谈会资料，以文档方式提交，文档格式数据采用 Word (.doc/.docx) 格式。报告中的图片，采用 JPEG (.jpg) 格式，分辨率不得低于 300dpi，需要单独提交电子版，电子版图片按照图片在文档中的图号进行命名。

（4）风险源清单

目标水源地风险源清单（表 6），以表格方式提交，采用 Excel(.xls/.xlsx)格式。

表 6 集中式地表水饮用水水源地风险源清单

| 序号 | 省 | 市 | 县 | 水源地编码 | 水源地名称 | 水源地级别 | 水源地类型 | 风险源编号 | 遥感解译类别 | 现场核查经度 | 现场核查纬度 | 现场核查类别 | 潜在污染风险 | 防范措施 | 其他 |
|-----|---|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|------|----|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | | | |

注：现场核查类别具体到风险源二级分类类别（见表 1）。

（5）空间数据格式要求

坐标系：平面坐标系采用 2000 国家大地坐标系。

高程基准：采用“1985 国家高程基准”。

投影方式：采用“经差 3 度分带高斯克吕格”。

6 对实施本标准的建议

本标准首次建立了集中式地表水型饮用水水源地风险源遥感调查的技术规范，是开展相关法律法规规定的饮用水水源地风险管理与完成风险源清单编制工作的必要指导性文件与技术依据。本标准的实施可有效支持饮用水水源地环境保护实施“问题导向，精准整治”，切实消除饮用水水源地环境安全隐患，实现饮用水水源地环境风险防控水平提升，使饮用水水源地管控从“日常监管”全面升级到“风险防范”。

鉴于各地均有开展饮用水水源地环境风险源遥感调查工作的迫切需求，建议尽快征求意见并发布实施。为保证本标准的有效实施，建议生态环境部门加强饮用水水源地风险源遥感调查技术和流程的培训，为风险源清单精确定位提供支撑；加大标准的宣传力度，扩大标准的影响力，促进标准在科研以及其它领域的应用。

本标准适用于各地方人民政府及其生态环境部门、科研院所、高等院校开展饮用水水源地风险源遥感调查工作，建立饮用水水源地风险源清单。在开展饮用水水源地风险源遥感调查时，应按照本标准的技术流程和规范性要求，确保依照风险源分类体系开展解译工作和现场核查工作，风险源识别精度符合要求。