

地下水环境监测数据审核中数据合理性判断研究

解欣欣

河南晟豫环保科技有限公司 河南 郑州 450001

【摘要】：当前我国地下水污染防治与生态保护工作持续深化，地下水环境监测网络逐步完善，海量监测数据成为环境管理、风险防控的核心依据。但监测全流程受采样不规范、检测误差、环境干扰、人为操作偏差等多重因素影响，数据失真、异常、逻辑矛盾等问题频发，直接降低数据可信度，制约地下水环境精准管控与科学决策，亟需构建完善的合理性判断体系，筑牢数据质量防线。

【关键词】：地下水环境；监测数据审核；数据合理性；判断研究

DOI:10.12417/2811-0528.26.10.053

引言

地下水环境监测数据是研判水环境质量、识别污染隐患、制定治理方案的基础支撑，数据合理性直接决定环境管理成效。现阶段行业内数据审核缺乏统一的判断标准、规范流程和科学方法，异常数据甄别效率低、误差溯源难，难以保障数据精准性。开展数据合理性判断研究，能弥补现有审核短板，为提升监测数据质量、强化地下水环境监管提供理论支撑。

1 地下水监测数据合理性问题识别与影响因素分析

1.1 采样与现场操作引发的数据失真问题

采样环节是数据偏差的首要源头，井位选址不合理、洗井不彻底、采样容器未达标、样品保存运输不当等操作不规范行为，会直接导致监测数据偏离真实值。部分监测井存在井管破损、淤堵问题，采集水样并非目标含水层水体，造成数据代表性缺失；野外现场流速、水温等参数测定设备未校准，读数误差叠加，进一步加剧数据不合理性，这类问题具有隐蔽性，后期审核难以快速溯源。尤其是浅层地下水与深层承压水混采、洗井时长不足导致残留死水混入、样品密封不严受外界污染等细节疏漏，往往会让原始数据从采集之初就失去真实性，即便后续检测流程规范，也无法修正源头偏差，大幅增加数据复核与修正成本。

1.2 实验室检测分析导致的数据异常问题

实验室检测阶段的技术误差是数据不合理的核心诱因，检测仪器未定期检定、试剂纯度不达标、分析方法选用不当、操作流程不规范等，都会引发数据异常。部分指标检测受干扰物质影响，出现检出值偏高、偏低或平行样偏差过大的情况；空白试验、质控样测定不合格，未及时排查问题就出具检测数据，导致无效数据混入；人员操作熟练度不足、数据记录疏漏，也会造成数据逻辑矛盾、数值失真。比如分光光度计波长偏移、色谱柱老化未更换、滴定终点判断失误、数据修约不规范等问

题，都会放大检测误差，加之部分实验室为赶进度简化质控流程、跳过异常数据复核环节，进一步让检测数据失去科学性，误导后续水质评价工作。

1.3 环境与人为干扰造成的数据逻辑矛盾问题

自然环境波动和人为干预是数据合理性失控的重要因素，区域降水、含水层补给、地质构造变化等自然条件突变，会导致水质指标短期波动，若未结合环境背景研判，易误判为异常数据。部分点位存在人为排污、监测数据篡改、虚报瞒报等违规行为，造成数据与区域水文地质条件、历史监测趋势严重背离；不同监测时段、点位数据缺乏关联性校验，时空维度逻辑冲突问题突出，降低数据整体可信度。此外，周边工程施工扰动含水层、农田灌溉退水渗透、临时排污口偷排等突发人为行为，会打破水质动态平衡规律，再加上监测频次不足、时空数据未联动分析，极易导致数据失真难甄别，影响地下水环境治理决策的准确性。

2 地下水环境监测数据合理性判断指标体系构建

2.1 基础质量控制类判断指标构建

基础质量控制类指标是数据合理性判断的核心底线，围绕监测全流程质控要求，涵盖空白值、平行样偏差、加标回收率、检出限、准确度、精密度六大核心指标。空白值指标把控实验环境污染干扰，平行样偏差反映检测操作稳定性，加标回收率衡量样品前处理与分析可靠性，检出限界定指标有效监测范围，准确度对标标准物质校验误差，精密度把控重复测定一致性。这类指标量化审核标准，剔除明显不符合质控要求的劣质数据，筑牢数据质量第一道关卡，指标阈值结合国家监测规范与行业实践精准设定，兼顾通用性与实操性。

2.2 时空关联性类判断指标构建

时空关联性类指标依托地下水水文地质规律，实现数据逻

辑合理性研判,分为时间维度、空间维度、水文匹配度三类子指标。时间维度指标对比历史同期数据、连续监测数据趋势,排查突变异常值;空间维度指标分析同一含水层、相邻监测点位数据相关性,甄别孤立异常数据;水文匹配度指标结合地下水位、流速、补给条件等参数,校验水质指标与水文地质背景的契合度。该类指标打破单一数据审核局限,结合区域水环境特征综合研判,有效剔除不符合自然演化规律的不合理数据,提升判断科学性。

2.3 指标相关性类判断指标构建

指标相关性类指标基于地下水水质化学组分内在关联,实现数据内在合理性校验,涵盖阴阳离子平衡、氧化还原电位匹配性、常规指标关联性三大核心维度。阴阳离子平衡指标校验水电荷守恒性,排查离子浓度计算或检测偏差;氧化还原电位匹配性结合 pH 值、溶解氧、铁锰等指标,研判氧化还原环境与指标数值的契合度;常规指标关联性聚焦硬度、碱度、电导率等指标的耦合关系,杜绝数值背离常规配比的异常数据。该类指标从化学机理层面深挖数据合理性,精准识别检测计算失误导致的隐性问题,完善指标体系的深度校验功能。

2.4 合规性校验类判断指标构建

合规性校验类指标紧扣地下水环境监测管理规范、行业标准及专项管控要求,实现数据合规性闭环审核,分为监测方法合规性、采样记录完整性、限值阈值符合性、台账溯源性四大核心子指标。监测方法合规性指标核查检测手段、仪器设备、试剂耗材是否匹配现行国标与行业规范,杜绝方法选用不当引发的数据偏差;采样记录完整性指标核验采样时间、点位坐标、深度、天气、保存方式、运输时长等原始信息,排查记录缺失、填写不规范导致的数据失真;限值阈值符合性指标对照地下水质量标准、管控限值、区域管控要求,筛查超标数据的合理性,区分自然超标与人为污染导致的异常;台账溯源性指标绑定样品编号、检测批次、质控记录、审核签字等全链条资料,实现数据可追溯、可复核。

3 地下水监测数据合理性判断方法与审核流程优化

3.1 多层级分级判断方法优化

构建初级筛查、中级研判、高级溯源的多层级分级判断方法,实现数据合理性精准甄别。初级筛查采用阈值法、趋势分析法,快速剔除超出国标限值、背离历史趋势的明显异常数据;中级研判运用数理统计法、相关性分析法,校验数据质控指标与时空逻辑合理性,定位可疑数据;高级溯源结合现场核查、实验复盘、水文地质模拟等多维手段,联动业务场景与环境参数,深挖数据异常的设备故障、人为操作、环境扰动等根源,形成闭环整改依据。该方法分层推进、逐级细化,兼顾批量审

核效率与异常甄别精准度,彻底解决传统单一方法判断片面、漏判误判频发的痛点,完美适配海量监测数据的高效、批量、精细化审核需求,筑牢数据质量第一道防线。

3.2 智能化辅助判断方法应用

依托大数据、人工智能技术搭建智能化辅助判断平台,革新传统人工审核模式,整合历史监测数据、水文地质资料、质控标准等海量信息,构建数据合理性判断模型。通过机器学习算法识别数据异常特征、预测合理数值范围,实现异常数据自动预警、分类标注;结合 GIS 技术可视化展示监测点时空分布,直观呈现数据关联关系;搭建数据比对数据库,快速实现同期、邻点、历史数据联动校验。平台搭载自适应迭代模块,持续吸纳新审核案例优化算法参数,不断提升异常识别精准度,还可对接移动端实现远程审核、实时处置,打破时空限制。智能化方法降低人工审核强度,提升异常数据识别效率,破解复杂数据合理性研判难题,推动审核工作数字化转型。

3.3 全流程闭环审核流程优化

优化形成数据接收、初步审核、合理性研判、异常处置、复核归档的全流程闭环审核流程,规范审核全链条操作。数据接收环节核验资料完整性、格式规范性,同步完成数据加密存储与权限管控;初步审核聚焦基础质控指标,剔除劣质数据,做好初步筛查记录;合理性研判运用多层级方法与智能化工具,全方位校验数据,兼顾人工复核与智能研判双重保障;异常处置环节建立台账,明确数据复核、溯源、剔除或修正规则,全程记录处置轨迹;复核归档环节由专人二次校验,确保审核结果准确,全程留痕可追溯。流程配套制定岗位操作手册与考核细则,细化各环节交接标准,强化跨岗位协同效率,杜绝审核漏洞,实现数据审核规范化、标准化,保障最终入库数据真实可靠。

4 数据合理性判断保障措施与对策建议

4.1 技术层面保障措施

技术层面是筑牢地下水监测数据合理性判断的核心支撑,需聚焦监测全链条质控与智能化工具升级,从源头规避数据失真风险。一方面,完善采样、储运、分析、录入全流程质控技术规范,细化样品采集点位定位、容器清洗、保存剂添加、运输时限等操作细则,统一实验室分析方法、仪器校准周期、平行样测试频次,明确各类监测指标的检出限、精密度、准确度管控标准,杜绝人为操作和仪器误差引发的数据异常。另一方面,加快智能化审核技术落地应用,搭建数据自动审核平台,集成统计分析、空间插值、机器学习等算法,实现极值预警、相关性校验、时空趋势预判的自动化处理,搭配可视化研判模块,辅助审核人员快速定位异常数据。同时建立历史数据库与

标准图谱库,整合区域水文地质、污染源、历年监测数据,为合理性判断提供精准参照,提升技术研判的科学性和高效性,全程把控数据质量关卡。

4.2 管理层面对策建议

管理层面是保障数据合理性判断落地执行的关键抓手,需构建权责清晰、管控闭环的管理体系,强化人员与流程双重管控。首先健全分级审核责任体系,明确采样人员、实验室分析人员、数据录入员、专职审核员的岗位职责,推行“谁操作、谁负责,谁审核、谁把关”的追责机制,建立数据审核台账,详细记录异常数据、研判过程、处置结果,实现全流程可追溯。其次加强专业队伍建设,定期开展监测技术、数据审核规范、合理性判断方法、水文地质知识专项培训,开展实操考核和案例复盘,提升从业人员的异常识别、溯源分析能力。同时搭建跨部门数据共享与交叉复核平台,打通监测单位、环保部门、地质机构的数据壁垒,实现点位信息、监测数据、质控报告的实时共享,开展多岗位、跨专业联合复核,避免单一审核视角的疏漏,强化日常监督考核,将数据合规率、异常处置效率纳入绩效评价,倒逼管理责任落地。

4.3 制度层面完善路径

制度层面是夯实数据合理性判断的长效保障,需补齐标准

规范短板,构建法治化、规范化的制度框架。一方面细化数据合理性判断专项行业标准,结合不同区域水文地质条件、监测类型(例行、专项、应急),明确各类指标的合理性阈值、判断流程、异常数据分类处置细则,统一数据审核、判定、修正、上报的技术要求,解决现有标准模糊、实操性不足的问题。另一方面建立健全数据质量监管制度,出台地下水监测数据审核管理办法,划定数据造假、违规修改、审核失职的惩戒边界,强化违法违规追责力度,形成刚性约束。同时建立动态更新与反馈机制,结合监测技术升级、污染特征变化、实操痛点问题,定期修订判断标准和管理制度;建立公众监督与异议复核机制,畅通数据异议反馈渠道,对质疑数据开展专项复核,保障数据审核的公正性,推动数据合理性判断工作制度化、标准化、长效化开展。

5 结语

地下水环境监测数据合理性判断是保障数据质量、支撑环境管理的关键环节,通过精准识别问题、构建科学指标体系、优化判断方法与审核流程,能有效破解数据失真、审核无序等痛点,提升监测数据可信度。未来需持续完善判断技术与规范,强化技术落地应用,为地下水污染精准防控、生态环境保护提供坚实的数据保障,助力水环境治理提质增效。

参考文献:

- [1] 倪鹏程,田志仁,徐瑞颖,等.地下水环境监测数据审核技术方法研究[J].环境监测管理与技术,2025,37(06):6-11.
- [2] 高利霞.地下水环境污染监测的主要技术分析[J].皮革制作与环保科技,2025,6(15):67-69.
- [3] 杨庆龙,丰岩,郭海奇.在线监测系统在地下水环境监测中的实践探究[J].黑龙江环境通报,2025,38(07):165-167.
- [4] 寇常兰,刘楠楠.地下水环境监测中面临的挑战与优化路径分析[J].皮革制作与环保科技,2025,6(11):34-36.
- [5] 宋嗣利.自动连续监测在安全利用地下水资源中的应用[J].清洗世界,2025,41(06):22-24.
- [6] 徐延兵,丰岩,郭海奇.基于大数据的地下水环境监测系统分析[J].皮革制作与环保科技,2024,5(24):53-55.
- [7] 张平,刘菲,赵爱华,等.基于大数据的地下水环境监测系统研究[J].资源节约与环保,2024,(02):51-54.