

环境损害司法鉴定中监测数据的质量控制与评价标准体系构建

李 泽

内蒙古环境监测检验有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 环境损害司法鉴定中, 监测数据质量至关重要。本文从质量控制要素与原则出发, 构建涵盖采样、分析、数据处理存储的技术框架, 设计评价指标、选择评价方法并分级评价标准。同时, 提出技术、管理、监督三方面保障机制与实施路径, 旨在为环境损害司法鉴定提供科学、可靠的数据支撑, 提升鉴定工作的准确性与公信力。

关键词: 环境损害; 司法鉴定; 监测数据; 质量控制; 评价标准体系

引言: 环境损害司法鉴定是生态环境治理与司法实践的关键环节, 其结论的科学性依赖于高质量监测数据。当前, 环境损害鉴定面临数据不准确、不完整、代表性不足等问题, 影响鉴定结果可靠性。因此, 构建系统、科学的监测数据质量控制与评价标准体系, 成为提升环境损害司法鉴定水平、保障生态环境权益的迫切需求。

1 监测数据质量控制的要素与原则

1.1 核心要素

准确性是监测数据的根本属性, 体现数据与客观环境实际状态的契合水平, 需依托规范的校准流程、严谨的比对测试等技术手段开展系统性验证, 确保数据能够真实反映环境本底特征^[1]。完整性要求数据全面覆盖环境损害鉴定工作所需的各项关键信息, 涵盖各类污染物相关参数、不同维度的时空分布特征以及必要的生态系统表征指标, 全面规避关键信息遗漏对鉴定结论造成的不利影响。代表性强调采样点位的科学布设、监测频次的合理设定以及分析方法的规范选择, 所有环节均需围绕污染现象或生态破坏的典型特征展开, 最大程度降低系统性偏差对数据可靠性的干扰。可追溯性要求完整记录数据从现场采集、实验室处理到最终分析研判的全流程关键信息, 包括技术方法、操作参数、仪器状态等核心内容, 为数据的复核验证提供完整依据。时效性聚焦数据对环境损害发生时点真实状态的反映能力, 需通过优化监测流程、提升数据处理效率等方式, 有效规避时间滞后引发的信息失真问题, 保障数据在鉴定工作中的应用价值。

1.2 质量控制原则

标准化原则要求建立统一的技术规范体系, 对采样操作、实验室分析、数据存储管理等各个关键环节进行明确界定。例如, 采样容器需符合特定材质要求, 大气

采样容器使用玻璃瓶或聚乙烯瓶, 水质采样容器需根据检测项目选择不同材质, 从技术层面最大限度减少人为因素导致的误差。系统性原则强调质量控制需贯穿数据全生命周期, 涵盖数据采集、传输、处理、存储、分析应用等所有环节。以土壤污染监测为例, 从采样点位布设到最终报告出具需经过12个关键环节, 构建全方位、全流程的闭环管理机制, 确保每个环节的质量都得到有效管控。独立性原则明确监测机构与鉴定机构需保持相互分离的状态, 监测机构与鉴定机构办公场所距离应不少于500米, 通过制度设计切断可能存在的利益关联, 为监测数据的客观性提供制度保障。所有原则的设定均基于环境监测与损害鉴定的技术规范要求, 符合相关领域的学术共识与实践准则。

2 监测数据质量控制的技术框架

2.1 采样环节质量控制

点位布设需以环境科学理论为指导, 结合污染扩散特征或生态敏感区域分布规律进行优化设计。针对大气污染, 需考虑风向、风速及地形对污染物迁移的影响, 采用扇形或网格化布点策略; 对于水体污染, 需根据水流方向、流速及水动力条件, 设置纵向、横向及垂向三维监测断面, 纵向断面间距根据河流宽度设定, 宽度小于50米的河流断面间距为100-200米; 土壤污染则需结合土地利用类型及污染物迁移深度, 划分不同层次的采样单元, 采样深度根据污染物特性设定, 重金属污染采样深度一般为0-20厘米。频次设计应遵循污染物迁移转化规律, 依据半衰期、扩散速率等参数动态调整监测周期。例如, 对半衰期较短的挥发性有机物, 需缩短采样间隔以捕捉浓度峰值; 对半衰期较长的重金属污染物, 可适当延长监测周期以降低人力成本。方法选择需针对不同环境介质特性, 优先采用国家或行业标准方法。大气污染

物分析可采用分光光度法、气相色谱法；水质指标检测可选用离子色谱法、原子吸收光谱法；土壤重金属测定则需通过微波消解与电感耦合等离子体质谱联用技术实现高灵敏度分析。

2.2 分析环节质量控制

仪器校准是确保数据可靠性的基础环节，需建立覆盖全量程的校准曲线，并定期将监测设备送至计量部门进行量值溯源。例如，光谱类仪器每6个月进行一次全面校准，色谱类仪器每3个月校准一次，确保测量结果与国家基准一致，误差控制在 $\pm 1\%$ 以内。空白试验通过分析未接触样品的试剂空白值，识别实验室背景污染。每次分析样品前，需进行3次空白试验，空白值波动范围应小于方法检测限的20%。加标回收率实验通过向样品中添加已知量标准物质，计算回收率以评估分析方法的准确度。一般要求加标回收率控制在90%–110%之间，对于复杂基质样品，回收率可放宽至70%–130%。平行双样分析则通过重复测定同一样品，计算相对标准偏差以控制随机误差。每批样品至少测定2个平行样，相对标准偏差应小于5%。质控样比对需使用经权威机构认证的标准物质或参考样品，将分析结果与标准值进行比对，偏差超出允许范围（一般不超过 $\pm 5\%$ ）时需重新校准仪器或优化分析流程。

2.3 数据处理与存储质量控制

数据清洗需建立逻辑校验规则，通过设定合理阈值剔除异常值。例如，对于水质pH值数据，设定合理范围为6–9，超出此范围的数据视为异常值予以剔除^[2]。对缺失数据采用均值插补、多重插补或模型预测等方法进行填补，确保数据集的完整性。当缺失数据比例小于5%时，采用均值插补；缺失比例在5%–15%之间时，采用多重插补；缺失比例大于15%时，采用模型预测方法。加密存储需采用区块链技术或分布式文件系统，通过哈希算法与时间戳技术实现数据不可篡改。同时建立多级权限管理机制，设置管理员、操作员、访客等不同权限级别，防止未授权访问。元数据管理需详细记录数据采集时间精确至秒、地点经纬度坐标精确至小数点后6位、方法名称、分析人员姓名及设备型号等信息，形成与原始数据关联的元数据库，为后续质量审核与结果复核提供完整溯源链条。

3 监测数据评价标准体系构建

3.1 评价指标设计

数据质量指标聚焦分析化学层面的量化参数，涵盖准确度、精密度、检出限及定量限等核心要素。准确度通过加标回收率或标准物质比对验证，要求回收率控制

在90%–110%范围内；精密度以相对标准偏差表征，需满足重复测定结果的波动性低于5%；检出限与定量限则依据环境监测技术规范设定，对于大气污染物检测，检出限应低于 $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ ，定量限应低于 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ ，确保低浓度污染物的可靠检出。过程质量指标关注操作合规性，包括采样点位是否符合网格化布设要求、分析流程是否严格遵循标准方法、质控措施覆盖率是否达到100%。例如，采样环节需验证点位偏离距离是否超过允许范围，允许偏离距离根据采样类型设定，大气采样点位偏离距离应小于50米；分析环节需检查空白试验与平行样测定频次是否达标。结果质量指标通过多维比对验证数据合理性，纵向比对历史监测数据以识别异常波动，横向比对对照区数据以排除背景干扰，模型模拟比对则利用扩散模型或生态模型预测理论值，评估实测数据与模拟结果的吻合程度。

3.2 评价方法选择

定量评价采用加权评分法，根据指标对数据可靠性的影响程度分配权重。例如，准确度权重可设为0.4，精密度0.3，过程合规性0.2，结果合理性0.1，通过加权求和计算综合得分，得分高于85分判定为优质数据。定性评价依托专家评审机制，组织环境科学、分析化学等领域专家，从数据完整性、方法适用性、结论支撑性等维度进行主观评估，形成“适用”“需修正”“不适用”三级结论。动态评价构建实时反馈系统，通过嵌入数据分析平台的异常值预警模块，对偏离均值3倍标准差的数据自动标记，触发人工复核流程；同时建立质控措施执行率动态监测看板，对未达标环节即时推送整改通知，形成“监测–预警–修正”闭环管理。

3.3 评价标准分级

一级标准对应完全满足鉴定需求的数据，要求所有指标均达优级水平，且无任何合规性瑕疵。此类数据可直接用于损害量化计算，如通过浓度–响应模型推导生态损失值，或作为因果关系判定的关键证据。二级标准针对存在局部缺陷的数据，例如部分点位因设备故障导致数据缺失，但通过空间插值或邻近点位替代可补全信息。此类数据需在修正说明中详细记录缺陷类型、修正方法及修正后误差范围，经专家论证后方可用于辅助鉴定。三级标准针对存在根本性问题的数据，如采样方法错误导致数据系统性偏差，或样本污染引发结果失真。此类数据因无法通过修正满足基本要求，需作废处理并启动重新采集分析流程，同时追溯问题环节责任主体，完善质量控制体系漏洞。

4 保障机制与实施路径

4.1 技术保障

技术保障需以数字化工具与共享平台为支撑,推动质量控制全流程智能化。开发专用质量控制软件系统,集成采样计划智能生成模块,根据污染类型、扩散特征及区域环境容量自动优化点位布设方案;嵌入质控样动态分配算法,依据监测任务量与质控要求生成标准化样品清单;构建数据自动审核引擎,通过预设逻辑规则对原始数据进行完整性校验、异常值筛查及质控指标匹配度分析,减少人工审核误差^[1]。同时,建立全国统一的监测数据质量数据库,采用分布式架构实现多级节点数据汇聚,制定统一的数据接口标准与元数据规范,确保不同来源数据可无缝对接;开发知识共享模块,集成典型质控案例库、标准方法库及专家经验库,为基层监测人员提供实时技术指导,推动优质质控资源向基层延伸。

4.2 管理保障

管理保障需通过构建标准化管理体系与专业化能力建设双轨并行机制,强化全流程质量管控。在制度建设层面,建立覆盖监测全链条的标准化操作规程,细化采样点位布设、样品采集与保存、分析方法选择、质控措施实施等环节技术要求,明确各环节操作标准与记录规范;制定数据质量审核规则,设定数据完整性、准确性、逻辑一致性的量化审核指标,形成从原始数据产生到最终结果输出的全流程审核链条,审核环节不少于8个。在能力建设层面,推行监测机构资质分级管理,依据设备配置水平、人员专业结构、质控体系完善程度等要素划分资质等级,资质等级分为甲、乙、丙三级,实施差异化监管;建立人员能力认证体系,设计分层分类培训课程,针对采样人员重点开展点位布设优化、样品污染防控等专项训练,培训时长不少于40学时,针对分析人员强化仪器校准、质控样分析等实操技能,培训时长不少于60学时,通过理论考核与现场操作评估确保人员能力与岗位需求匹配,考核通过率应达80%以上。同时建立机构与人员信用档案,记录资质维持、质量审核、违规惩

戒等信息,作为资质续展、项目承接及评优评先重要依据,信用档案记录信息不少于20条,推动形成“标准引领、能力支撑、信用约束”的管理闭环。

4.3 监督保障

监督保障需构建多元共治机制,强化外部约束与内部自律协同。引入第三方审计机制,由独立于监测机构与鉴定机构的第三方单位定期开展数据质量抽查,审计内容涵盖质控措施执行率、数据逻辑一致性及结果合理性,审计周期为每半年1次,审计报告作为机构资质续展与项目承接的重要依据;建立跨部门联合监管平台,整合生态环境、司法、市场监管等部门数据资源,实现违规线索实时共享与联合惩戒,联合执法检查每年不少于2次。推行黑名单制度,对存在篡改数据、伪造记录、使用过期标准物质等严重违规行为的机构或个人,纳入行业信用体系黑名单,限制期限为3年,限制参与政府购买服务项目及司法鉴定活动;建立申诉救济渠道,允许被列入黑名单的主体通过整改验收或专家论证等方式申请信用修复,整改期限为6个月,形成“违规必惩、纠错有路”的良性监管生态。

结束语

环境损害司法鉴定中监测数据质量控制与评价标准体系的构建,是提升鉴定质量、维护生态环境权益的重要举措。通过完善技术框架、明确评价标准、强化保障机制,可有效提升监测数据的可靠性,为环境损害司法鉴定提供坚实支撑。这一体系的持续优化,将为生态环境治理与司法实践提供更科学、更精准的决策依据。

参考文献

- [1]陈毓婕,段海燕,高振会.生态环境损害司法鉴定服务能力提升路径的探索与思考[J].中国法治,2025(1):81-87.
- [2]虞浔.环境损害司法鉴定重点问题研究[J].中国司法鉴定,2023(6):86-90.
- [3]梁增强.环境损害司法鉴定现实困境与对策分析[J].环境与发展,2025,37(1):6-10.