

环境监测现场采样质量控制关键技术研究

谢威，孙万诚

山东省环科院环境检测有限公司，山东 济南 250109

DOI:10.61369/EAE.2026030013

摘 要： 环境监测是生态环境保护与环境管理决策的基础性、支撑性工作，现场采样作为监测工作的首要源头工序，其作业规范性、点位代表性、工况真实性直接决定监测数据的精准度与有效性。相较于标准化的实验室分析环节，野外现场采样受气象条件、设备状态、人员操作、企业工况、样品储运等多重可变因素干扰，质量隐患多、可控难度大，是当前环境监测质量管控的最薄弱环节。为系统性解决现场采样误差大、数据失真、质控流于形式等行业共性问题，本文全面剖析环境监测现场采样全过程的质量影响因素与技术难点，系统梳理水样、废气、土壤、噪声监测现场采样的标准化关键质控技术。

关 键 词： 环境监测；现场采样；质量控制；关键技术；案例分析

Research on Key Technologies for Quality Control Of on-Site Sampling in Environmental Monitoring

Xie Wei, Sun Wancheng

Shandong Provincial Academy of Environmental Sciences Environmental Testing Co., Ltd. Jinan, Shandong 250109

Abstract： Environmental monitoring serves as the fundamental and supportive work for ecological environmental protection and environmental management decision-making. As the primary source process of monitoring work, on-site sampling directly determines the accuracy and validity of monitoring data through its operational standardization, point representativeness, and operational authenticity. Compared to standardized laboratory analysis, field on-site sampling is subject to multiple variable factors such as meteorological conditions, equipment status, personnel operations, enterprise operational conditions, and sample storage and transportation, posing numerous quality hazards and significant control difficulties. It is currently the weakest link in environmental monitoring quality control. To systematically address common industry issues such as large on-site sampling errors, data distortion, and superficial quality control, this paper comprehensively analyzes the quality influencing factors and technical difficulties throughout the entire process of environmental monitoring on-site sampling, and systematically sorts out standardized key quality control techniques for on-site sampling of water samples, exhaust gas, soil, and noise monitoring.

Keywords： environmental monitoring; on-site sampling; quality control; key technologies; case analysis

引言

在我国生态环境治理精细化、监管执法常态化发展背景下，环境监测数据作为环境评价、排污许可核查、环保执法、生态考核的法定依据，其数据质量直接关系到环境决策的科学性与权威性。当前现场采样环节存在作业随意化、流程简化、质控缺失、监管缺位等突出问题，造成监测数据偏高、偏低、波动异常，甚至出现无效数据、失真数据，严重干扰区域环境研判与企业排污监管。本文系统分析采样质量影响因素与质控难点，总结全流程标准化关键质控技术，并结合真实综合监测案例开展系统性分析，验证质控技术的实际应用价值。

一、环境监测现场采样质量影响因素及质控难点

（一）自然环境与气象条件影响

野外自然环境是现场采样最大的不确定性干扰源，对各类监测介质均存在显著影响。在地表水与污水监测中，降雨、大风、

水位变化、气温波动会直接改变水体污染物分布状态。降雨形成的地表径流会携带路面、地表泥沙与杂物进入水体，造成悬浮物、化学需氧量、总磷等指标瞬时飙升，无法反映水体常态水质；高温环境会加速水体中氨氮、挥发酚、有机物的分解氧化，低温结冰天气会直接限制采样作业开展^[1]。在大气及有组织、无

作者简介：谢威，男，汉族，学历：本科，现有职称：高级工程师，职称方向：环境保护工程，从事工作：环境检测。

组织废气监测中，风速、风向、温湿度、气压直接影响污染物扩散沉降。静稳天气条件下污染物堆积浓度偏高，大风天气污染物快速扩散稀释导致浓度偏低，空气湿度过高会造成颗粒物滤膜受潮增重，产生假性数据偏差。土壤监测中，降水冲刷、土层温湿度变化、地形差异会造成表层土壤污染物迁移、富集，导致点位采样代表性不足。噪声监测易受瞬时车流、风声、人声干扰，造成瞬时数据失真^[2]。

（二）设备器具与校准维护因素

采样设备与辅助器具的精度、清洁度、校准状态是保障采样质量的硬件基础，也是误差高发重点环节。一是仪器校准不规范，部分便携式监测仪器超期未检定，现场作业未执行零点校准、跨度校准、气密性核查，设备自带系统误差无法消除；二是设备维护保养缺失，废气采样管路老化漏气、积水积尘，采样泵流量不稳定，传感器污染灵敏度下降，直接影响采样稳定性；三是器具清洁不到位，水质采样瓶、采样桶残留洗涤剂、杂质，不同指标采样器具混用，造成样品交叉污染；四是设备选型不匹配，高温烟气、高浓度腐蚀废水未使用专用耐温、耐腐蚀采样设备，导致采样中断、样品失效。

（三）人员操作与规范性因素

人为操作不规范是现场采样误差的首要主导因素，具有普遍性、重复性特点。部分一线采样人员专业标准掌握不扎实、质量意识薄弱，存在凭经验作业、简化作业流程的问题。点位布设随意更改，未按照规范选取主流断面、稳定监测区域^[3]；采样深度、采样时长、采样流量不达标，未等待工况、气流、水体稳定即开展采样；普遍存在不采集现场空白样、平行质控样的问题，无法实现误差校验；采样原始记录漏记、错记、事后补记，气象参数、工况状态、点位信息记录模糊，导致数据溯源性缺失，严重影响监测结果有效性。

（四）工况状态与样品储运因素

工业污染源监测对生产工况依赖性极强，规范要求企业生产负荷保持额定工况75%以上、治污设施正常稳定运行。实际监测中，部分企业通过降负荷生产、间歇停机、关闭治污设施、开启旁路等方式刻意降低排污浓度，造成监测数据虚低，无法反映真实排污水平。同时，采样结束后的样品保存、固定、运输、交接环节漏洞频发。易挥发、易氧化污染物未及时固定、避光、冷藏；样品存放超出国标最大保存时限；运输过程震荡泄漏、样品混淆、标签脱落^[4]；低温样品未全程控温保存，导致样品理化性质发生改变，实验室检测数据失真。

二、环境监测现场采样全流程关键质控核心技术

（一）采样前期筹备标准化质控技术

前期筹备是从源头规避采样误差、防范质量风险的基础保障，需落实方案、人员、设备、工况四维质控体系。在方案编制层面，摒弃通用化模板方案，依据监测目的、监测介质、执行国标、现场工况编制专项采样方案，明确点位坐标、布设方式、采

样深度、采样时长、质控样数量、固定方式、保存时限与送检要求，确保作业全程有据可依。在设备质控层面，严格执行设备周期检定制度，所有仪器设备必须在检定有效期内使用。现场作业前完成仪器开机预热、零点校准、量程校准、气密性检测、流量稳定性核查。玻璃采样器具严格执行酸洗、纯水多次冲洗、烘干灭菌流程，不同监测项目器具分类专用，杜绝交叉污染。在人员与工况准备层面，开展岗前专项技术交底，明确作业风险点、质控要点、禁忌操作。工业企业监测提前核查生产工艺、排污节点、治污设施运行逻辑，预判工况稳定性，提前记录原辅材料用量、生产线开机状态，杜绝工况不达标采样^[5]。

（二）现场点位布设与采样作业精准质控技术

点位布设的科学性、代表性是采样质量的核心关键。地表水监测严格选取河道中泓主流区、水流稳定断面，避开岸边浅滩、回流区、死水区、排污口近距离扰动区域，根据河宽布设监测垂线，依据水深执行表层、中层、底层定深采样规范^[6]。工业有组织废气监测优先选取烟道直管段长度充足、气流均匀稳定断面，避开弯头、变径、阀门、涡流区域，采样前充分吹扫管路、预热设备，待气流参数稳定后恒流、恒时连续采样。无组织监测严格按照主导风向布设上风向对照点、下风向监控点，规避建筑物遮挡与局部人为污染源干扰。土壤监测采用网格法、蛇形法均匀布点，剔除石块、建筑垃圾、回填杂物，统一取土深度，保证样品均匀代表性。所有现场作业必须同步采集现场空白样、平行双样，严格控制平行样品相对偏差，实现误差实时校验。

（三）样品保存运输与交接闭环质控技术

严格遵循“分类固定、限时保存、全程防护、闭环交接”质控原则。根据污染物理化特性差异化处置：重金属水样加硝酸酸化固定，氨氮、总磷、总氮水样低温冷藏避光保存，硫化物、挥发酚、有机物样品添加专用固定剂密封避光保存，杜绝组分挥发、氧化、降解。严格执行国标样品保存时限要求，地表水、污水常规样品4小时内送检，有机物、挥发性污染物优先即时送检，超期样品一律作废。运输过程做好防震、防倒置、防泄漏处理，低温样品全程车载恒温冷藏，样品标签清晰、分类存放。建立采样、运输、实验室三方交接台账，逐一核对样品数量、样品状态、保存条件、采样信息，实现全流程可追溯、可核查、可追责，形成完整质控闭环^[7]。

三、环境监测现场采样质量控制综合典型案例分析

（一）案例基本情况

某产业园区为完成环保竣工验收及日常监管溯源工作，委托第三方监测机构开展园区综合环境质量现状监测，监测内容包含园区河道地表水、园区内生产企业有组织废气、企业厂区表层土壤三类监测项目。首轮现场采样完成实验室分析后，数据整体出现异常：地表水COD、悬浮物数据波动异常偏高，企业废气颗粒物、VOCs浓度显著低于行业正常排放水平，厂区土壤重金属数据均匀性极差，数据整体不满足监测质控要求，判定为现场采样环

节系统性质量缺陷，需全面复盘整改、重新采样监测。

（二）采样质量问题深层成因分析

综合复盘分析，本次综合监测数据异常并非单一偶然误差，而是人员、管理、技术、监管多维度叠加的系统性质量问题^[9]。第一，主观层面，采样人员质量意识淡薄、专业技术不扎实，存在严重的经验主义作业思维，无视国标技术规范，为节省作业时间简化流程、随意布点、违规操作，对工况核查、质控样采集、样品固定保存等核心质控环节重视不足。第二，管理层面，监测机构内部质控管理制度落实不到位，岗前技术交底流于形式，未针对园区多介质综合监测制定专项质控方案；野外作业无监督、无抽查、无复核机制，违规操作长期无人纠正。第三，技术层面，作业人员对不同监测介质的误差机理认知不足，不掌握降雨干扰、工况波动、点位代表性对数据的核心影响，缺乏精细化、差异化的现场质控技术能力，导致多项目、多环节同步出现质量缺陷^[9]。

（三）标准化质控整改与重新采样技术措施

针对本次系统性采样质量问题，严格依据 HJ/T 91-2022、HJ 194-2017、HJ/T 166-2004 等国家规范，落实全流程标准化质控整改技术，开展全面重采。一是规范地表水全流程采样质控。避开降雨天气，雨后静置 24 小时待水体恢复常态后开展采样；统一选取河道中泓主流、水深充足、水流稳定断面；匀速缓慢下放采样器，静置待水体稳定后取样，杜绝扰动底泥；每监测断面同步采集平行双样与现场空白样，样品现场密封、冷藏、避光，4 小时内送达实验室。二是严格工业废气工况与作业质控。监测前严格核查企业原辅材料消耗量、生产线开机数量、设备运行参数，确认生产负荷稳定在 75% 以上，脱硫、除尘、VOCs 治理设施全程正常运行。重新选取烟道平直稳定断面布设监测点位，采样前充分吹扫管路、预热仪器，恒流连续采样，保证监测时长满足规范要求，完整记录工况参数与设备信息。三是标准化落实土壤采样质控。采用规范网格布点法均匀布设监测点位，避开建筑垃圾、局部回填、硬化边缘干扰区域；统一表层取土深度，剔除石块、杂物、浮土，保证土壤样品均匀一致；同步设置现场空

白对照，降低外界污染干扰。四是健全全流程质控与溯源体系。重采全过程留存影像资料，详细记录气象、工况、设备、采样时间、样品状态；严格落实样品分类固定、限时送检、闭环交接制度，所有质控流程、原始记录完整规范，实现全程可追溯。

（四）整改质控成效与案例总结

整改后重新监测数据整体平稳、偏差合理、规律正常，地表水各指标无异常偏高现象，平行样相对偏差全部控制在国标允许范围内；企业废气数据符合行业正常排污水平，能够真实反映企业满负荷生产工况下的排污状态；土壤监测数据离散性大幅降低，点位代表性、数据真实性完全达标，全部监测数据审核合格、有效可用。通过本次园区多介质综合监测案例可以得出明确结论：环境监测现场采样数据异常绝大多数源于操作不规范、点位不科学、工况不真实、质控缺失、储运不当五大人为与管理因素。自然环境干扰可通过合理研判规避，设备误差可通过校准消除，而真正决定采样质量的核心，是全流程标准化、精细化、制度化的质控技术落地执行^[10]。严格落实采样前筹备、采样中规范、采样后闭环储运的全套质控技术，能够彻底解决现场采样系统性误差问题，从源头保障环境监测数据“真、准、全”。本案例完整覆盖水、气、土主流监测场景，对各类现场采样质量管控具备极强的参考价值与指导意义。

四、结束语

现场采样质量控制是环境监测质量管理的源头核心与重中之重，采样环节的规范性与精准性，直接决定生态环境监测工作的公信力与实用性。本文剖析了当前野外采样质控的现实难点，构建了采样前期筹备、现场精准作业、样品闭环储运的全流程关键质控技术体系，依托案例分析，验证了标准化质控技术的必要性与有效性。未来，通过持续夯实现场采样质量基础，全面提升环境监测数据的真实性、准确性与代表性，为区域生态环境保护、污染精准治理、环境科学决策提供坚实、可靠的技术数据支撑。

参考文献

- [1] 张红瑞,王小娜.环境现场采样的质量控制分析[J].黑龙江环境通报,2025,38(08):61-63.
- [2] 吴杰.环境监测机构现场采样质量管理技术[J].清洗世界,2025,41(07):130-132.
- [3] 郭春燕.绿色生态理念下的水环境监测采样质量控制探讨[J].绿色中国,2025,(08):52-54.
- [4] 石诚.生态环境监测现场采样的质量控制研究[J].生态与资源,2025,(03):110-112.
- [5] 张明星,孙树旺,刘美玲.基于生态环境监测现场采样的质量保证和质量控制研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(03):60-62.
- [6] 杨丽云.环境监测现场采样的质量控制措施[J].中国战略新兴产业,2024,(30):124-126.
- [7] 卢剑.生态环境监测实验室现场采样质量管理技术数字化研究与应用[J].皮革制作与环保科技,2024,5(19):147-149.
- [8] 李文平.环境监测现场采样影响因素及对策研究[J].环境与生活,2024,(10):83-85.
- [9] 钱梦迪,唐天晨.环境监测中现场采样质量控制措施研究[J].环境与生活,2024,(9):76-78.
- [10] 朱习红.环境监测现场采样的影响因素及改进措施[J].黑龙江环境通报,2024,37(7):83-85.