环境检测采样方案标准化设计与点位优化研究

曾繁辉

东莞市华溯检测技术有限公司，中国·广东 东莞 523000

摘要：环境检测是生态环境保护与治理的重要基础，采样环节的科学性与规范性直接决定检测数据的准确性与可靠性。本文聚焦环境检测采样方案标准化设计与点位优化，系统分析当前采样工作中存在的方案设计缺乏统一规范、点位代表性与覆盖性不足、过程质量控制薄弱等问题；构建涵盖通用框架、技术方法选择、全流程质量控制的采样方案标准化体系；探索基于污染源分布、环境功能区划、历史监测数据的点位优化方法，为提升环境检测工作质量、强化生态环境监管提供技术支撑，助力精准治污与生态环境持续改善。

关键词：环境检测；采样方案；标准化设计；点位优化

Standardized Design of Environmental Monitoring Sampling Schemes and Research on Site Optimization

Zeng Fanhui

Dongguan Huasu Testing Technology Co., Ltd., China Guangdong Dongguan 523000

Abstract: Environmental monitoring serves as a crucial foundation for ecological protection and governance. The scientificity and standardization of the sampling process directly determine the accuracy and reliability of monitoring data. This study focuses on the standardized design of environmental monitoring sampling schemes and site optimization, systematically analyzing existing problems in current sampling work, such as the lack of unified norms in scheme design, insufficient representativeness and coverage of sampling sites, and weak process quality control. A standardized system for sampling schemes is constructed, encompassing a general framework, technical method selection, and full-process quality control. Additionally, site optimization methods based on pollution source distribution, environmental functional zoning, and historical monitoring data are explored. This research provides technical support for improving the quality of environmental monitoring work and strengthening ecological environment supervision, thereby facilitating precise pollution control and the sustained improvement of the ecological environment.

Keywords: Environmental monitoring; Sampling scheme; Standardized design; Site optimization

0 引言

生态环境是人类生存发展的基础，随着社会经济的快速发展，环境保护与污染治理工作日益受到重视。环境检测作为掌握环境质量状况、评估治理成效、制定环保政策的核心手段，其数据质量直接关系到生态环境决策的科学性与有效性。采样作为环境检测的首要环节，是连接环境实际与检测数据的关键桥梁，采样方案的合理性与点位布设的科学性，直接影响检测数据的代表性与准确性。当前，我国环境检测行业快速发展，但部分地区和机构在采样工作中仍存在诸多不规范问题，导致检测数据可信度不足，难以有效支撑环境管理工作。因此，推进采样方案标准化设计，优化采样点位布局，强化采样过程质量控制，对于提升环境检测整体水平、筑牢生态环境保护数据基础具有重要现实意义。

1 环境检测采样方案的现状与问题分析

1.1 采样方案设计缺乏统一规范

环境检测涵盖地表水、地下水、大气、土壤、噪声等多个领域，不同检测对象的采样要求存在差异，虽然各领域均有专属执行标准，但当前行业内尚未形成覆盖全领域、全场景的统一采样方案设计规范。部分检测机构缺乏系统的方案设计流程，采样方案制定随意性较大，往往仅根据检测任务简单确定采样时间、地点与方法，未能充分结合检测目的、环境特征、污染类型等关键因素进行科学规划。不同地区、不同机构的采样方案设计标准不一致（缺乏统一依据），导致针对同一区域、同一类型的环境检测，因采样方案差异出现数据偏差较大的情况，检测结果缺乏可比性与权威性（检测结果的可比性与权威性不足）。此外，部分采样方案内容不完善，未明确采样流程、质量控制要

求、安全防护措施及异常情况处理方案等关键内容，导致采样过程缺乏明确指导，操作规范性难以保障，进一步影响检测数据质量。

1.2 采样点位的代表性与覆盖性不足

采样点位的布设是决定检测数据能否真实反映区域环境质量的核心因素。当前部分采样点位布设缺乏科学依据，存在代表性与覆盖性不足的问题。在点位选择过程中，部分机构过于注重采样便利性，将点位集中在交通便利、易于到达的区域，忽视了对污染敏感区域、污染源周边、生态功能关键区域的覆盖，导致采样数据无法全面反映区域环境质量的真实状况。部分点位布设缺乏系统性，未充分考虑区域内污染源分布、地形地貌、水文气象等自然与人为因素的影响，点位分布不均，存在监测盲区。此外，部分采样点位长期固定不变，未能根据区域环境状况变化、污染源迁移、功能区划调整等情况进行动态调整，导致点位代表性逐渐下降，难以适应环境检测工作的动态需求[1]。

1.3 采样过程质量控制环节薄弱

采样过程质量控制是保障采样数据准确可靠的关键，但当前部分检测机构对采样过程质量控制重视不足，相关措施落实不到位。在人员管理方面，部分采样人员缺乏系统的专业培训（部分采样人员未接受定期、系统的专业培训），对采样规范、技术要求、质量控制要点掌握不熟练，操作过程中存在不规范行为，如采样器具清洗不彻底、采样深度与时间不符合要求等。在设备管理方面，采样仪器未按规定定期校准、维护（采样仪器未按《检验检测机构资质认定评审准则》要求定期校准与维护），部分仪器老化、精度下降，导致采样数据误差较大；采样器具选择不当，未根据检测对象与检测项目的要求选用适配的器具，影响样品采集质量。在样品管理方面，样品采集后未及时做好标识、保存与运输，存在样品混淆、变质、污染等问题，导致后续检测数据失真。此外，部分机构缺乏有效的采样过程监督机制，对采样全流程的质量管控力度不足，难以及时发现并纠正采样过程中的不规范行为。

2 环境检测采样方案的标准化设计

2.1 采样方案设计的通用框架构建

构建统一的采样方案通用框架，是实现采样方案标准化的基础。通用框架需涵盖方案设计的核心环节，确保方案制定的系统性与完整性。首先明确检测目的，根据环境质量监测、污染源监督监测、污染治理成效评估等不同检测目的，确定检测范围、检测项目与检测精度要求。其次开展前期调研，收集区域环境功能区划、污染源分布、地形地貌、水文气象、历史检测数据等基础信息，为方案设计提供科学依据。在此基础上，确定采样单元与采样频次，结合检测对象特征与检测目的，将检测区域划分为合理的采样单元，明确不同采样单元的采样时间、采样频次与采样周期，确保采样数据能够反映环境质量的时间与空间变化规律。最后制定采样流程、质量控制措施、安全防护方案与数据记录要求，明确各环节的操作标准与责任分工与完成时限，形成结构完整、逻辑清晰、可操作性强的采样方案通用框架，为各类环境检测采样方案的制定提供统一指导[2]。

2.2 采样技术与方法的标准化选择

采样技术与方法的标准化是保障采样数据准确性与可比性的关键。针对不同检测对象，制定明确的采样技术与方法选择标准，避免因方法不当导致的数据偏差。对于地表水采样，根据水体类型、水深、流速等特征，明确表层水、中层水、底层水的采样方法，规定采样器具的类型、材质与清洗要求，明确采样时应避开排污口、回流区等干扰区域。对于大气采样，根据检测项目（如颗粒物、气态污染物）确定采样高度、采样时间与采样流量，明确采样仪器的技术参数与校准要求，区分不同气象条件下的采样方法选择原则。对于土壤采样，根据土壤类型、检测深度要求，确定采样器具与采样方式，明确采样点的布点方法（如网格布点、对角线布点）与样品混合、分装要求。同时，明确各类采样方法的适用范围、操作步骤与注意事项，要求检测机构严格按照标准化方法开展采样工作，不得随意更改采样技术与操作流程，确需调整的需履行验证与有关部门确认，确保不同机构、不同批次的采样工作具有统一的技术标准。

2.3 采样过程全流程质量控制体系

构建采样过程全流程质量控制体系，是保障采样方案有效实施的重要支撑。在人员管理方面，建立采样人员持证上岗和不定时考核制度，明确采样人员的学历、专业背景等资质要求与常态化培训标准，定期开展专业技能培训与考核，提升采样人员的规范操作意识与技术水平。在设备管理方面，制定采样仪器与器具的校准周期、日常维护流程与报废判定标准，要求采样仪器定期送有资质的机构校准并留存校准证书，采样器具使用前进行严格清洗、检查、校准等，确保设备性能符合采样技术要求。在采样操作控制方面，明确采样过程中的质量控制要点，如空白样品采集、平行样品采集的数量与要求与操作规范，规定空白样品、平行样品与实际样品的采集、保存与运输条件一

致（的规范要求），通过空白试验与平行试验验证采样过程的可靠性。在样品管理方面，建立标准化的样品标识、保存、运输与交接流程，样品采集后及时粘贴包含采样点位、时间、检测项目、采集人员、保存方式等信息的唯一标识，根据样品特性选择合适的保存方法与保存期限，规范样品运输过程中的防护措施，确保样品在运输过程中不发生污染、变质与损失，交接时，样品管理人员需与采样交样人员双方签字确认。同时，建立采样过程质量追溯体系，详细记录采样人员、设备编号、时间、操作过程、环境条件、采样点位等信息，确保采样全流程可追溯、可核查[3]。

3 环境检测采样点位的优化方法

3.1 基于污染源分布的点位布设优化

污染源分布是影响区域环境质量的核心因素，基于污染源分布优化采样点位，可提升检测数据对污染状况的反映能力。首先开展污染源普查，全面掌握区域内工业污染源、农业污染源、生活污染源的数量、类型、排放强度与排放去向及污染治理状况，明确主要污染物的种类与排放特征。针对工业污染源，在污染源排放口下游、下风向等关键影响区域布设监控点位，同时在远离污染源的清洁区域增设 1-2 个背景点，区分本地污染还是外源输入，确保能够准确捕捉污染物排放对周边环境的影响；根据污染源排放强度与扩散规律，合理确定点位与污染源的距离，对于高浓度污染源，适当增加周边采样点位密度，细化污染影响范围监测。针对农业面源污染与生活污染源，结合污染物迁移路径，在流域汇流区、城镇周边等区域布设点位，全面覆盖污染扩散区域。通过结合污染源分布特征优化点位，实现对污染源头、污染路径、污染影响区域的全面监测，为污染源管控提供精准数据支撑。某工业园区大气检测中，通过梳理园区内化工、机械加工等各类污染源的分布与排放特征，在污染源集中区域及下风向布设 3 个核心监测点位，在园区边界布设 4 个扩散监测点位，同时在园区远离污染源的清洁区域增设 1 个背景点位，形成全方位的污染监测网络，有效提升了园区大气污染监测的针对性与准确性[4]。

3.2 基于环境功能区划的点位布局优化

环境功能区划明确了不同区域的环境使用功能与质量目标，基于功能区划优化采样点位，可确保检测数据与区域环境管理需求精准匹配。根据区域环境功能区划，将检测区域划分为居住区、工业区、农业区、生态保护区、饮用水水源保护区等不同功能区域，结合各区域的环境质量目标与管理要求，确定差异化的采样点位布设方案。对于饮用水水源保护区、生态保护区等敏感功能区域，提高采样点位密度，细化监测频次，确保能够及时发现环境质量异常，保障区域生态环境安全；对于工业区等污染防控重点区域，聚焦主要污染因子，布设针对性的采样点位，强化对污染排放与环境质量变化的监测；对于居住区等人口密集区域，重点监测与人体健康密切相关的污染物，确保环境质量符合居住标准。通过基于功能区划的点位优化，使采样工作能够精准对接不同区域的环境管理需求，提升检测数据的实用价值。某城市地表水检测中，根据城市水环境功能区划，在饮用水水源地布设 5 个加密监测点位，在工业用水区布设 3 个重点监测点位，在景观用水区布设 2 个常规监测点位，实现了不同功能水域环境质量的精准监测。

3.3 基于历史监测数据的点位动态调整

历史监测数据包含了区域环境质量的变化规律与空间分布特征，基于历史数据进行点位动态调整，可提升采样点位的时效性与代表性。建立历史监测数据库，系统整合历年采样数据，通过数据分析明确区域环境质量的空间分布差异、时间变化趋势以及污染热点区域。对于历史数据显示环境质量稳定、污染风险较低的区域，可适当减少采样点位数量或降低监测频次，避免过度监测造成资源浪费；对于历史数据显示污染浓度较高、波动较大的污染热点区域，增加采样点位密度，细化监测网格，确保全面捕捉污染状况；对于历史数据存在监测盲区或数据可信度较低的区域，补充布设新的采样点位，完善监测网络。同时，结合区域环境状况变化，如新增污染源、产业结构调整、生态修复工程实施等情况，定期对采样点位进行评估与调整，确保采样点位能够持续适应环境检测工作的动态需求。某区域土壤检测中，通过分析近 5 年的历史监测数据，发现部分原有点位所在区域环境质量持续稳定，将其监测频次从每季度 1 次调整为每半年 1 次；在新增工业园区周边补充 3 个采样点位，在生态修复工程区域新增 2 个点位，通过动态调整实现了监测资源的优化配置与监测效果的提升[5]。

4 结语

环境检测采样工作的规范化与科学化，是提升环境检测数据质量、强化生态环境管理的重要基础。本文通过对环境检测采样方案现状与问题的分析，明确了方案设计缺乏统一规范、点位代表性与覆盖性不足、过程质量控制薄弱等核心问题；构建了涵盖通用框架、技术方法选择、全

流程质量控制的采样方案标准化体系，为采样工作提供了统一的操作依据；探索了基于污染源分布、环境功能区划、历史监测数据的点位优化方法，提升了采样点位的科学性与针对性。采样方案标准化设计与点位优化，能够有效减少采样过程中的不规范行为，提升检测数据的准确性、可比性与代表性，为生态环境质量评估、污染治理成效考核、环保政策制定提供可靠的数据支撑。通过采样方案标准化与优化工作的推进，将进一步规范环境检测行业发展，提升环境检测整体水平，为精准治污、科学治污提供有力保障，助力生态环境质量持续改善与美丽中国建设。

参考文献：

[1] 郑文添. 无线传感器网络中的蠕虫检测与异常数据检测方案研究[D]. 南京邮电大学，2020.(生态环境类不涉及这个) .

[2] 宋钊，陈迪. 生态环境检测实验室现场采样质量管理技术数字化研究与应用[J]. 认证技术，2021, 000(006):59-60,64.

[3] 张增祥，鞠小敏，刘宝忠.环境检测现场采样质量问题分析及解决措施探讨[J]. 生态与资源，2023(11):0025-0027.

[4] 自强，刘刚. 环境检测现场采样质量问题分析及解决措施探讨[J]. 皮革制作与环保科技，2023, 4(18):193-195.

[5] 马亚杰. 社会化环境检测机构地表水采样质量管理研究[J]. 皮革制作与环保科技，2022, 3(4):72-73.