

生态环境监测现场采样点布设优化策略

张丽莉

南通市如东生态环境局 江苏 南通 226400

摘要：生态环境监测现场采样点布设是获取准确环境数据的基础，直接影响监测结果科学性与决策有效性。本文阐述其代表性、完整性、可行性及经济性原则，分析功能区布点法、网格布点法等常用方法，指出当前存在难以反映环境复杂性、人为干扰大、长期动态考虑不足及要素协同性差等问题。在此基础上，提出基于科学规划与精准评估、引入新技术新方法、强化质量控制、注重长期动态监测与调整、加强多部门协作与公众参与的优化策略，旨在提升布设科学性与合理性，为生态环境管理提供可靠数据支撑。

关键词：生态环境；监测现场；采样点布设；优化策略

引言：生态环境是人类生存与发展的基石，随着经济社会快速发展，生态环境问题日益突出，生态环境监测作为掌握环境状况、评估治理成效、制定保护政策的重要手段，其数据质量至关重要。现场采样点布设作为监测工作的起点，是决定数据代表性与准确性的关键环节，其科学性直接关系到对生态环境的认知与决策精度。当前，受环境复杂性、技术局限性及管理模式等因素影响，部分采样点布设存在覆盖不足、针对性不强等问题，难以满足精准化监测需求。因此，优化生态环境监测现场采样点布设策略，对于提升监测数据质量、强化生态环境监管具有重要现实意义。

1 生态环境监测现场采样点布设的原则

1.1 代表性原则

代表性原则是生态环境监测现场采样点布设的核心准则，要求采样点能够精准反映监测区域的整体生态环境特征。在布设过程中，需综合考虑区域内的地形地貌、植被类型、水文条件、污染源分布等关键因素，确保所选点位能涵盖不同环境单元的典型特征。例如，在流域监测中，应兼顾上游源头区、中游汇流区及下游入海口的水质差异；在土壤监测中，需覆盖耕地、林地、建设用地等不同土地利用类型。通过科学筛选具有典型性的采样点，可避免因点位偏差导致监测数据失真，为准确评估区域生态环境质量提供可靠依据。

1.2 完整性原则

完整性原则要求采样点布设能够全面覆盖监测区域的生态环境要素及空间范围，避免出现监测盲区。这一原则既包括对不同环境介质（如大气、水体、土壤、生物）的协同覆盖，也涉及对区域内主要生态功能区、敏感区及潜在问题区域的重点关注。例如，在城市生态监测中，需同时布设大气质量监测点、噪声监测点、地表

水监测点，并涵盖工业区、居民区、交通干线等不同功能区域。通过构建全方位、多层次的采样点网络，确保监测数据能够完整呈现区域生态环境的整体状况，为系统分析环境问题、制定综合防治策略提供全面的数据支撑。

1.3 可行性原则

可行性原则强调采样点布设需立足实际操作条件，确保采样工作能够顺利开展。在选择点位时，需综合考量交通可达性、安全保障、采样权限等现实因素。例如，避免将采样点设置在交通闭塞、地形险峻的区域，以防增加采样难度和安全风险；同时，需提前与相关部门沟通，获得进入自然保护区、军事管理区等特殊区域的采样许可。此外，采样点应便于监测设备运输、安装及后期维护，避免因客观条件限制导致采样工作中断或数据采集不完整。

1.4 经济性原则

在满足监测精度和质量要求的前提下，采样点布设需兼顾成本效益，实现资源的最优配置。经济性原则体现在点位数量的合理控制、采样频率的科学设定及监测技术的性价比选择等方面。例如，在环境特征相对均一的区域，可适当减少采样点密度；对稳定性较强的监测指标，可降低采样频率。同时，优先选择操作简便、维护成本低的监测技术和设备，避免因过度追求高精度而造成资源浪费。通过平衡监测需求与经济投入，在保证数据质量的基础上，最大限度降低监测成本，提升生态环境监测工作的可持续性^[1]。

2 生态环境监测现场采样点常用布设方法

2.1 功能区布点法

功能区布点法依据监测区域的功能属性差异进行采样点布设，适用于人类活动影响显著、功能分区明确的区域，像城市、工业园区等。具体操作时，先将监测区

域划分为不同功能区,比如居民区、商业区、工业区、交通枢纽、文教区、生态保护区等,再结合各功能区的环境特征和污染风险程度,确定采样点的数量与位置。例如,工业区作为污染高发区,可适当提高采样点密度;生态保护区则要重点设置背景对照点。该方法的优势是能针对性地反映不同功能区的环境质量状况,便于精准识别污染源和制定差异化管控措施,但需留意避免因功能区边界模糊而导致采样点覆盖出现偏差。

2.2 网格布点法

网格布点法是把监测区域划分成若干等面积的网格单元,在每个网格内或网格节点处布设采样点,适用于地形相对平坦、环境要素分布较为均一或污染源分散的区域,如平原地区的农田、大型湖泊等。布设时,可根据监测精度要求确定网格大小,精度要求越高,网格划分越细密。该方法能保证采样点在空间上均匀分布,减少人为主观因素干扰,具有较强的系统性和客观性,可全面覆盖监测区域,避免出现监测盲区。不过,对于地形复杂、环境异质性强的区域,可能存在部分网格内采样点代表性不足的问题,而且网格划分过细会增加采样成本和工作量。

2.3 同心圆布点法

同心圆布点法主要用于监测固定污染源对周边环境的影响,适用于污染源集中且影响范围呈辐射状扩散的场景,比如工厂烟囱、污水处理厂排污口等周边区域。其核心是以污染源为中心,绘制一系列不同半径的同心圆,在各圆周上按一定角度均匀布设采样点,同时在圆心处及最外侧圆外设置对照点。该方法能清晰反映污染物浓度随距离增加的衰减规律,为评估污染源影响范围和强度提供直接数据,但仅适用于单一或少数集中污染源的监测场景。

2.4 扇形布点法

扇形布点法是针对具有明显方向性扩散特征的污染源设计的布设方法,适用于风向稳定、污染物扩散受主导风向影响显著的区域,如废气排放口、突发性泄漏污染源等周边。布设时,以污染源为顶点,根据主导风向和污染物扩散角绘制一个扇形区域,扇形角度通常在一定范围内,再在扇形区域内按一定距离梯度布设若干采样点,同时在扇形区域外的上风向设置对照点。该方法能精准捕捉污染物在主导风向方向上的浓度变化,有效评估污染源的定向影响,但对风向不稳定的区域适用性较差,需结合气象数据动态调整采样点位置^[2]。

3 生态环境监测现场采样点布设存在的问题

3.1 难以全面反映生态环境的复杂性

生态环境是由地形、气候、生物、水文等多要素相互作用形成的复杂系统,不同区域的环境特征存在显著差异。现有采样点布设往往难以覆盖所有环境异质性区域,例如在山地与平原过渡带、水陆交错带等生态敏感区,容易出现采样点遗漏或密度不足的情况。部分布设方案仅关注单一环境介质或典型区域,忽视了要素间的关联性和区域间的相互影响,导致监测数据无法完整呈现生态系统的整体状况,可能造成对环境问题的误判或漏判。

3.2 受人为因素干扰较大

采样点布设过程中,人为主观判断的影响较为突出。部分布设方案依赖经验性选择,缺乏科学量化依据,可能因个人认知偏差导致点位选择偏向易达区域或主观认为的重点区域,而忽略了实际污染风险较高但难以进入的区域。此外,行政干预、利益相关方的诉求等也可能影响点位布设的客观性,使得采样点分布偏离最优状态,降低了监测数据的代表性和公正性。

3.3 对生态环境的长期动态变化考虑不足

生态环境处于持续动态变化中,受季节更替、气候变化、人类活动强度波动等因素影响,其特征会随时间发生改变。现有采样点布设多侧重于静态设置,一旦确定后长期保持不变,难以适应环境的动态演化。例如,对于突发性污染事件后的区域恢复过程、季节性迁徙物种的栖息地变化等长期动态,固定采样点无法及时捕捉,导致监测数据难以反映生态环境的时序变化规律。

3.4 不同监测要素采样点缺乏协同性

生态环境监测涉及大气、水、土壤、生物等多个要素,各要素间存在密切的相互作用。但实际采样点布设中,不同要素的监测往往各自为政,缺乏统一规划和协同设计。例如,大气采样点与土壤采样点的空间分布不匹配,水文监测断面与周边植被监测点缺乏关联,导致各要素监测数据难以相互印证、综合分析,无法揭示生态环境问题的内在机理和跨介质影响,降低了监测数据的综合利用价值^[3]。

4 生态环境监测现场采样点布设优化策略

4.1 引入新技术与新方法

引入新技术与新方法是提升采样点布设科学性的重要支撑。地理信息系统(GIS)与遥感技术(RS)的结合,可实现对监测区域地形地貌、植被覆盖、土地利用等信息的高精度空间分析,为采样点的宏观布局提供可视化决策支持。物联网(IoT)技术与传感器网络的应用,能通过布设小型化、低成本的环境传感器,实时采集大气、水体、土壤等要素的微观数据,为采样点的

密度调整和位置优化提供精细化依据。无人机与无人船等智能装备的运用,可突破地形限制,对沼泽、深水区等人员难以抵达的区域进行高效采样,弥补传统布设方法的空间覆盖盲区。大数据分析机器学习算法则能通过挖掘历史监测数据,识别环境要素的时空分布规律,预测潜在污染扩散路径,辅助生成动态优化的采样点方案。例如,基于聚类分析算法可自动识别环境特征相似的区域,减少冗余采样点;通过神经网络模型能模拟污染源对周边环境的影响范围,精准定位关键监测点位。

4.2 强化质量控制与管理

强化质量控制与管理是保障采样点布设规范性和数据可靠性的关键环节。需建立覆盖采样点布设全流程的质量控制体系,从方案设计阶段即引入第三方评估机制,对布设依据的科学性、覆盖范围的合理性进行独立审核,避免主观因素干扰。在采样点实地选址过程中,严格执行标准化操作流程,通过GPS精确定位、现场拍照记录、周边环境勘查等手段,确保点位坐标与实际环境特征的一致性,并建立包含点位属性、布设时间、责任人等信息的电子档案,实现全生命周期可追溯。定期开展采样点核查与维护工作,对因自然因素(如河道改造、植被覆盖变化)或人为活动(如工程建设、土地利用变更)导致代表性下降的点位,及时进行标记并启动调整程序。同时,加强对采样人员的专业培训,通过技能考核、实操演练等方式,提升其对布设原则、技术规范的掌握程度,减少因操作不规范造成的点位偏差。

4.3 注重长期动态监测与适应性调整

生态环境的长期性和动态性要求采样点布设必须建立长效监测与动态调整机制。在布设初期即制定中长期监测规划,根据生态系统的演化周期(如植被生长季、水文年)和环境问题的变化特点,确定合理的监测频次与数据更新周期,避免因短期数据波动导致对环境趋势的误判。建立环境变化预警指标体系,通过连续监测捕捉关键要素(如污染物浓度、生物多样性指数)的异常波动,当指标达到预设阈值时,自动触发采样点加密或重点跟踪程序。针对气候变化、城市化进程等宏观因素对区域环境的影响,定期开展生态环境状况评估,结合评估结果对采样点布局进行系统性优化。例如,在城市扩张区域增加新增污染源监测点,在生态修复区增设生态

恢复效果评估点,使采样点始终与环境变化保持同步。

4.4 加强多部门协作与公众参与

生态环境的跨域性和复杂性决定了采样点布设需要多方协同发力。建立跨部门协作机制,打破环保、水利、林业、国土等部门的数据壁垒,通过联合制定布设标准、共享基础信息(如污染源台账、生态保护红线分布)、开展联合勘查等方式,统筹不同行业的监测需求,避免重复布设或监测空白。畅通公众参与渠道,通过政府官网、社交媒体等平台公开采样点布设方案,邀请公众就点位选址、覆盖范围等提出意见建议,尤其关注居民集中区、敏感污染源周边等群众关切区域的监测需求。鼓励环保组织、科研机构、志愿者等社会力量参与采样点辅助巡查工作,利用其贴近基层的优势,及时反馈点位周边环境变化信息,弥补专业监测力量的不足。开展环境监测科普宣传活动,通过现场讲解、案例展示等方式,向公众普及采样点布设的原理和意义,提升其对监测工作的理解与支持,形成“相关部门主导、部门协同、公众参与”的多元共治格局,使采样点布设更贴合实际需求,增强监测数据的社会公信力^[4]。

结束语

生态环境监测现场采样点布设的优化是提升监测效能的核心环节,贯穿于科学规划、技术创新、质量管控、动态调整及多元协作的全过程。通过系统性策略的实施,既能增强采样点对复杂环境的代表性,又能提升数据的精准度与时效性,为生态环境管理提供可靠支撑。这一优化过程不仅是技术层面的改进,更是监测理念向精细化、动态化、协同化的转变,对筑牢生态环境保护基石、推进治理体系和治理能力现代化具有深远意义,需持续探索完善以适应生态环境变化的新需求。

参考文献

- [1]李丹,郑辉武.环境监测在生态环境保护中的重要性[J].资源节约与环保,2020(12):262-263.
- [2]王奇.浅谈环境监测现场采样的相关问题及注意事项[J].轻工科技,2020,36(10):101-102.
- [3]方大纲.环境监测现场采样质量影响因素分析[J].科技创新与应用,2020(16):164-165.
- [4]徐春梅.环境监测现场采样的要点和质量措施分析[J].质量与市场,2020(02):225-226.