

构建新时代生态环境监测体系的思考

孙本万

新疆生产建设兵团第七师生态环境监测站 新疆 胡杨河 834034

摘要: 本文深入探讨构建新时代生态环境监测体系。现行监测体系存在空间覆盖失衡、技术协同困境、数据应用效能不足等结构性缺陷。新型监测体系构建需遵循系统集成、技术创新、治理协同原则,在智能监测网络构建、大数据深度挖掘、标准体系重构等关键领域实现技术突破。同时从监管机制创新、市场机制培育、人才战略升级等方面优化制度保障体系,采用PDCA循环管理模式分阶段推进并评估成效,旨在全面提升生态环境监测能力,为生态文明建设提供有力支撑。

关键词: 新时代; 生态环境; 监测体系

引言: 随着生态环境问题日益严峻,生态环境监测在环境保护中的基础性作用愈发凸显。然而,现行监测体系在空间布局上,东密西疏,农村覆盖率低,重点区域监测缺乏系统性;技术层面,天地空监测数据融合难,手工与自动监测效率低,技术标准不统一;数据应用上,数据转化利用率低,预警滞后且未形成闭环管理。这些缺陷严重制约了生态环境监测的发展,难以满足新时代生态环境保护的需求。因此,构建新时代生态环境监测体系迫在眉睫,以实现生态环境全方位、精准化监测,为生态保护决策提供科学依据。

1 现行监测体系的结构性缺陷

1.1 空间覆盖失衡问题

现行监测体系在空间布局上存在显著的不合理性。监测站点分布呈现出“东密西疏”的梯度分布特征,西部地区监测密度仅为东部的32%。这一差距使得西部地区生态环境变化难以被全面、及时地捕捉。在广袤的西部地区,诸如荒漠生态系统、草原生态系统等独特的生态类型,由于监测站点稀疏,其生态环境的细微变化无法被精准监测,导致对这些地区生态保护和修复工作的决策缺乏充分的数据支撑。农村环境监测同样存在严重短板,站点覆盖率不足15%。农村地区面源污染广泛存在,如农业生产中的农药化肥使用、畜禽养殖废弃物排放等。监测站点的缺乏使得面源污染监测存在大片盲区,难以有效评估农村面源污染对土壤、水体等生态环境要素的影响,不利于农村生态环境的综合整治。即便在长江经济带等重点区域,虽已建立专项监测网络,但生态系统完整性监测仍缺乏系统设计。仅关注了部分重点指标和关键区域,对于整个生态系统的生物多样性、生态服务功能等方面的监测存在缺失,无法从整体上把握生态系统的健康状况和发展趋势。

1.2 技术协同困境

现有监测体系存在“三重割裂”现象。天地空立体监测数据融合度不足,卫星遥感、航空监测与地面监测获取的数据未能实现高效整合。这导致在对生态环境进行全面评估时,无法形成完整的信息链条,影响了对生态环境变化的准确判断。手工监测与自动监测并行的模式,虽然在一定程度上保证了数据的可靠性,但也带来了效率损耗,据统计效率损耗达28%。手工监测需要大量人力投入,且操作过程繁琐、耗时,而自动监测设备在数据准确性和稳定性上仍存在提升空间,两者未能实现优势互补^[1]。实验室分析与现场快速检测技术标准尚未统一。以挥发性有机物(VOCs)监测为例,现行方法对117种特征污染物的检出率仅为76%。不同的检测技术和标准使得数据缺乏可比性,难以构建统一、准确的监测数据库,阻碍了对污染物排放和环境质量的有效评估。

1.3 数据应用效能不足

随着监测技术的发展,2019-2024年环境监测数据年均增长率达43%,但数据转化利用率不足35%。大量的监测数据被收集后,未能得到充分的分析和挖掘,没有有效转化为对生态环境保护决策有价值的信息。监测预警系统对复合型污染的响应时效性滞后12-24小时。在面对多种污染物相互作用形成的复合型污染时,监测预警系统无法及时发出警报,错过最佳的污染防控时机。未能形成“监测-评估-决策”的闭环管理,监测数据与实际的生态环境保护决策之间缺乏紧密的联系,无法为决策提供及时、准确的支持,使得监测工作的实际价值大打折扣。

2 新型监测体系的构建原则

2.1 系统集成原则

构建“点-线-面-体”四维监测架构,是系统集成原则的核心体现。在占国土面积2.0%的重要生态功能区设

立基准点, 这些基准点犹如生态环境监测的“眼睛”, 精准捕捉生态系统的关键变化。它们分布于各类生态系统, 如自然保护区、国家公园等, 为生态环境状况提供基础数据。沿生态廊道建设观测线, 总里程达15万公里。生态廊道连接着不同的生态区域, 观测线的设立能够动态监测生态系统间的物质、能量流动, 以及生物迁徙等生态过程。

建立流域性监测网格, 单元尺度为5km×5km。通过这种网格化的布局, 实现对流域内生态环境的全面覆盖监测, 无论是水质变化、土壤侵蚀, 还是土地利用变化等都能被及时发现。在此基础上, 借助卫星遥感、航空监测和地面监测等多种手段, 形成天地空一体化立体监测体系^[2]。不同监测手段相互补充, 卫星遥感可获得大尺度的生态环境信息, 航空监测能对重点区域进行详细勘查, 地面监测则能提供实地数据, 从而全方位、多角度地掌握生态环境状况。

2.2 技术创新原则

技术创新是提升监测能力的关键。积极推进量子传感、微流控芯片等第三代监测技术研发。量子传感技术凭借其超高的灵敏度, 能够探测到极其微弱的环境信号, 为生态环境监测提供更精准的数据。微流控芯片技术则可实现对环境样品的快速、高效分析, 大大提高监测效率。在大气污染监测方面, 通过技术创新将PM2.5源解析精度提升至90%以上, 能够更准确地确定PM2.5的来源, 为制定针对性的污染治理措施提供有力支撑。发展环境DNA监测技术, 实现生物多样性指标的分子级检测。这一技术通过检测环境中的DNA片段, 能够快速、准确地识别生物种类和数量, 及时掌握生物多样性的变化情况。

2.3 治理协同原则

建立“监测-执法-修复”联动机制, 是治理协同原则的重要内容。监测数据作为生态环境状况的直观反映, 与生态补偿、环境税等政策直接挂钩。当监测数据显示某区域生态环境受到破坏时, 相关部门可依据数据启动生态补偿机制, 对受损生态进行修复; 同时, 对污染排放企业征收环境税, 促使企业减少污染排放。在长三角示范区开展监测标准、数据平台、预警机制“三统一”试点。统一的监测标准确保了监测数据的可比性和准确性, 统一的数据平台实现了监测数据的共享与高效利用, 统一的预警机制能够在生态环境问题发生时及时发出警报, 各部门协同作战, 快速响应, 共同应对生态环境挑战, 提升区域生态环境治理能力。

3 关键领域的技术突破路径

3.1 智能监测网络构建

采用5G+边缘计算技术, 能够极大地提升数据传输与处理的效率。5G技术的高速率、低延迟特性, 可将数据传输延迟压缩至50ms以内, 使得监测数据能够实时、快速地传输到监测中心。边缘计算则在数据源头进行初步处理, 减轻了核心网络的负担, 提高了数据处理的时效性。部署自主导航无人机集群, 为突发污染事件的监测提供了有力支持。无人机集群能够在接到指令后的30分钟内实现对事件发生区域的响应覆盖。它们可以灵活地穿梭于复杂地形和环境中, 快速获取污染现场的图像、气体浓度等数据, 为后续的应急处置提供第一手资料。开发具有自校准功能的微型传感器, 有效提高了监测设备的稳定性和准确性。通过自校准技术, 设备漂移率可控制在±2%以内, 确保了监测数据的可靠性。这些微型传感器体积小、功耗低, 便于大规模部署, 能够实现对生态环境的全方位、精细化监测。

3.2 大数据深度挖掘

构建生态环境知识图谱, 建立包含5000万实体关系的环境数据库, 是大数据深度挖掘的基础。知识图谱将各种生态环境数据进行关联整合, 使得数据之间的关系更加清晰明了。通过对这个庞大数据库的分析, 可以挖掘出生态环境变化的内在规律和趋势。运用时空序列预测模型, 能够对环境质量进行精准预测^[3]。将环境质量预测准确率提升至85%以上, 为生态环境保护决策提供了更具前瞻性的依据。比如, 提前预测空气质量的变化, 有助于相关部门及时采取污染防控措施, 减少污染对公众健康的影响。开发决策支持系统, 实现污染溯源定位精度达到100米级。当发生污染事件时, 该系统能够快速分析监测数据, 准确追溯污染源头, 为执法部门的精准执法和污染治理提供有力支持。

3.3 标准体系重构

建立“4+X”指标框架, 使生态环境监测标准更加科学合理。4类基础指标(气、水、土、生态)实现全域覆盖, 确保了对生态环境的全面监测。X类特征指标(如臭氧前体物、抗生素等)实施动态调整, 能够根据不同地区、不同时期的生态环境特点和污染状况, 及时调整监测指标, 提高监测的针对性。制定生态环境健康指数(EHI), 涵盖28项核心参数, 为生态环境状况的综合评价提供了量化依据。EHI综合考虑了生态系统的多个方面, 包括空气质量、水质状况、土壤健康以及生物多样性等, 通过对这些参数的综合分析, 能够更准确地评估生态环境的健康程度, 为生态环境保护和修复提供科学指导。

4 制度保障体系的优化方向

4.1 监管机制创新

推行“双随机、一公开”的质控核查制度，为监测数据质量提供了有效保障。在这种制度下，随机抽取监测机构和监测项目进行质量核查，并将核查结果及时公开。这不仅增加了监测工作的透明度，还能有效防止监测机构的违规操作^[4]。同时建立监测机构信用评价体系，根据监测机构的工作质量、数据准确性等方面进行综合评价，信用良好的机构在业务承接等方面给予一定的政策倾斜，而信用不佳的机构则面临严格的监管和限制。实施数据质量“一票否决”制，对篡改数据行为实行行业终身禁入，这一举措有力地打击了数据造假行为。数据是生态环境监测的核心，只有真实、准确的数据才能为生态环境保护决策提供可靠依据。

4.2 市场机制培育

发展环境监测服务外包市场，能够充分利用社会资源，提高监测效率和质量。越来越多的专业第三方监测机构参与到环境监测工作中，它们凭借先进的技术和丰富的经验，为环境监测提供了多样化的服务。建立第三方机构能力验证制度，定期对第三方监测机构的技术能力、设备性能等进行验证，确保其具备承担监测任务的能力。在粤港澳大湾区试点监测数据资产交易，开发环境数据金融衍生品，这是市场机制培育的创新举措。监测数据具有重要的价值，通过数据资产交易，可以实现数据的合理流通和有效利用。环境数据金融衍生品的开发，进一步拓展了环境监测市场的发展空间，吸引更多的社会资本投入到生态环境监测领域，推动监测技术的创新和发展。

4.3 人才战略升级

构建“本科-硕士-博士”贯通培养体系，设立生态环境监测工程专业，为生态环境监测领域培养专业人才。从本科阶段的基础知识学习，到硕士阶段的专业技能提升，再到博士阶段的前沿研究，形成了完整的人才培养链条。培养出的专业人才能够适应不断发展的监测技术和工作需求。实施技术人员定期轮训制度，确保每年接受72学时前沿技术培训，这有助于提升技术人员的专业素养。生态环境监测技术不断更新换代，只有通过持续

的培训，技术人员才能掌握最新的监测技术和方法，提高监测工作的质量和效率。

4.4 实施路径与成效评估

采用PDCA循环管理模式，分三阶段推进制度保障体系的优化。2025-2027年完成监测网络重构，通过优化监测站点布局、升级监测设备等措施，构建更加科学、完善的监测网络。2028-2030年实现技术体系升级，引入先进的监测技术和数据分析方法，提高监测的精准性和时效性。2031-2035年建成智慧监测系统，实现监测工作的智能化、自动化^[5]。建立包含38项指标的成效评估体系，对制度保障体系的实施效果进行全面评估。其中数据有效获取率、预警准确率、政策转化率等核心指标要求达到95%以上。通过定期的评估和反馈，及时发现问题并进行调整，确保制度保障体系的持续优化和有效运行。

结束语：构建新时代生态环境监测体系是一项复杂且长期的系统工程。通过剖析现行体系缺陷，明确新型体系构建原则、技术突破路径以及制度保障优化方向，有望逐步解决当前监测工作中的困境。随着各阶段目标的达成，监测网络将更加科学完善，技术水平显著提升，制度保障更加健全。这不仅能提高生态环境监测的效率和准确性，还将有力推动生态环境保护与治理工作，为实现人与自然和谐共生的美好愿景奠定坚实基础，助力我国生态文明建设迈向新高度。

参考文献

- [1]李少飞,王少伟,姜丽丽,藏德进.新污染物生态环境监测体系构建研究[J].环境科学与管理,2024,49(10):125-130.
- [2]张进财.新时代背景下推进国家生态环境治理体系现代化建设的思考[J].生态经济,2021,37(8):178-181.
- [3]杨志蓬.新时代强化生态环境监测质量管理体系的建设途径[J].皮革制作与环保科技,2023,4(14):69-71.
- [4]王桥,刘绍民,王国强,阿膺兰,薛宝林,徐自为,吴劲.我国生态环境监测网络体系发展研究[J].中国工程科学,2024,26(5):212-222.
- [5]吴季友.新时期生态环境遥感监测发展思路与举措[J].环境与可持续发展,2024,49(3):21-26.