

地下水监测技术在生态环境监测中的作用

韩涛

呼和浩特市生态环境监控中心，内蒙古 呼和浩特 010010

DOI:10.61369/EAE.2026040003

摘 要： 地下水是生态环境系统的核心组成部分，维系着区域水文循环、生态平衡与生态系统稳定，也是生态环境监测工作的重点内容。随着生态环境保护工作不断精细化、常态化发展，传统监测方式已无法适配现代生态环境治理需求，各类现代化地下水监测技术得到广泛应用。地下水监测技术能够精准捕捉地下水水质、水位、水流及水文动态变化特征，为生态环境现状研判、污染防治、生态修复及环境管理提供核心依据。本文基于生态环境监测工作实际，梳理地下水监测技术的主要类型，分析其在生态环境监测中的核心作用，总结当前技术应用存在的问题，并提出对应的优化应用策略，旨在为提升生态环境监测质量、推进地下水生态保护与治理提供理论参考。

关 键 词： 地下水监测技术；生态环境监测；生态保护；环境治理

The role of Groundwater Monitoring Technology in Ecological Environment Monitoring

Han Tao

Hohhot Ecological Environment Monitoring Center, Hohhot, Inner Mongolia 010010

Abstract： Groundwater is a core component of the ecological environment system, maintaining regional hydrological cycles, ecological balance, and ecosystem stability. It is also a key focus of ecological environment monitoring work. With the continuous refinement and normalization of ecological environment protection work, traditional monitoring methods are no longer suitable for modern ecological environment governance needs, and various modern groundwater monitoring technologies have been widely applied. Groundwater monitoring technology can accurately capture the characteristics of groundwater quality, water level, water flow, and hydrological dynamic changes, providing core basis for ecological environment assessment, pollution prevention and control, ecological restoration, and environmental management. This article is based on the practical work of ecological environment monitoring, sorting out the main types of groundwater monitoring technology, analyzing their core role in ecological environment monitoring, summarizing the problems in current technology application, and proposing corresponding optimization application strategies, aiming to provide theoretical reference for improving the quality of ecological environment monitoring and promoting groundwater ecological protection and governance.

Keywords： groundwater monitoring technology; ecological environment monitoring; ecological protection; environmental governance

引言

地下水作为重要的水资源与生态环境要素，广泛参与自然生态系统的物质循环与能量流动，对陆地植被生长、土壤环境稳定、地表水补给等具有关键支撑作用。在工业化与城镇化持续推进的背景下，地下水面临污染侵入、水位下降、水文结构失衡等一系列生态环境问题，间接引发植被退化、土壤盐碱化、水生态失衡等次生环境问题，严重制约区域生态环境可持续发展。生态环境监测是生态环境保护与治理的前置性、基础性工作，而地下水监测是水环境监测与生态质量评价的重要环节。科学运用地下水监测技术，能够实现对地下水生态状况的动态、全面、精准监测，及时掌握地下水生态变化规律，精准识别各类生态环境风险，为生态环境管控、污染治理和生态修复工作提供数据支撑与技术保障，对构建完善的生态环境监测体系、提升生态环境治理现代化水平具有重要现实意义。

一、生态环境监测中主要的地下水监测技术

（一）地下水水位动态监测技术

地下水水位动态监测技术是基础性的地下水监测手段，核心用于持续追踪地下水埋深、水位升降及水文动态变化情况。该技术依托专业监测设备搭建常态化监测点位，可实现全天候、自动化的水位数据采集与记录，能够稳定捕捉不同季节、不同时段地下水水位的动态波动规律。通过长期连续监测，可清晰掌握区域地下水补给与排泄平衡状态，精准判断地下水储量变化趋势，为研判区域水文生态稳定性、识别地下水超采等生态问题提供基础依据，是开展地下水生态评价的基础技术支撑。

（二）地下水水质监测技术

地下水水质监测技术聚焦地下水水体组分与水质状态，主要检测水体中各类化学指标、污染组分及理化性质的变化情况。该技术涵盖现场快速检测与实验室精准分析两种模式，可全面排查地下水水体污染情况、水质达标状态及水质演变趋势。通过对地下水水质的常态化监测，能够及时发现水体污染隐患，明确水质异常的变化特征，精准区分自然因素与人为活动对地下水水质的影响，为地下水污染防治、水质改善及水生态健康评价提供核心技术支撑。

（三）地下水生态遥感监测技术

地下水生态遥感监测技术属于新型非接触式监测技术，依托遥感设备与空间信息技术，实现大范围、立体化的地下水生态监测。该技术可突破传统点位监测的局限性，覆盖大面积区域，通过捕捉地表植被长势、土壤湿度、地表水体变化等关联特征，反演区域地下水分布、储量及生态变化状况。该技术适配大范围生态区域的普查式监测工作，能够快速掌握区域地下水生态整体格局与变化趋势，为宏观生态环境监测与治理规划制定提供重要参考。

（四）生物监测与同位素示踪技术

该技术可弥补传统物理化学监测方式的不足，大幅增强生态环境监测能力。针对地下生物检测，主要采取高通量测序技术分析微生物群落，以石油降解菌或反硝化菌等特定功能菌群，揭示地下水的有机物污染程度；在河流、泉眼等地下水排泄区域采集底栖生物指标，综合评估地下水水质对生态系统的支撑能力。针对同位素示踪技术，基于稳定同位素，综合研判地下水的补给来源和演化过程，可辅助分析地下水的人为污染程度；检测地下水的放射性同位素，可用于估算地下水的滞留时间和污染物迁移速率。此类技术大多应用于气候变化及地下水污染溯源等研究领域。

二、地下水监测技术在生态环境监测中的核心作用

（一）支撑生态环境现状精准研判

地下水生态状态是区域生态环境质量的重要评价指标，地下水监测技术能够全方位采集地下水水文、水质、生态相关的动态信息，构建完整的地下水生态数据体系，帮助工作人员全面掌握

区域地下水生态现状。通过持续监测数据的对比分析，可清晰梳理地下水生态的演变规律，精准判断区域生态环境整体质量，识别生态环境薄弱区域与潜在问题，彻底改变传统经验化、模糊化的研判模式，让生态环境现状评价更加科学、精准、客观，为各项生态环境工作开展奠定基础。

（二）助力地下水污染风险防控

地下水具有隐蔽性强、更新周期长、污染修复难度大的特点，一旦遭受污染将对区域生态环境造成长期负面影响。地下水监测技术可实现对地下水水质的常态化动态监测，及时捕捉水质异常变化，提前识别污染隐患与污染扩散趋势，实现污染问题的早发现、早预警、早处置。同时，通过监测数据可精准锁定污染影响范围与污染程度，为污染溯源、风险评估、污染管控工作提供支撑，有效防范地下水污染扩散引发的系列生态环境问题，筑牢区域水生态安全防线。

（三）服务生态修复与环境治理工作

生态环境修复与治理工作需要科学的数据支撑与效果验证，地下水监测技术贯穿地下水生态修复的全过程。在修复前期，监测数据可为修复方案制定提供现状依据，明确修复重点与治理方向；在修复中期，动态监测可实时追踪水体、水位变化状态，及时调整修复策略，保障治理工作的科学性与针对性；在修复后期，通过持续监测可验证生态修复成效，判断地下水生态系统的恢复状态，为巩固治理成果、建立长效管护机制提供重要支撑，推动生态环境治理工作闭环落地。

三、地下水监测技术应用的优化路径

（一）完善立体化监测体系

传统的地下水监测网络主要根据水文地质单元布设，监测重点在于获取资源属性，而搭建生态环境监测体系，则需强化健康属性和环境属性。为突破传统单点监测覆盖面不足、数据碎片化的问题，需整合各类地下水监测技术优势，构建点位监测与遥感监测相结合、静态检测与动态追踪相结合的立体化监测体系。合理优化监测点位布局，实现全域范围内无死角、全覆盖的常态化监测，丰富监测数据维度，保障监测数据的连续性、完整性与全面性。

针对生态环境较为脆弱的区域，可搭建生态敏感区靶向监测体系，实现数据精准加密。在部分集中式饮用水水源地及上游补给区域，搭建上中下三游监测网络，重点监测地下水中的有机农药及硝酸盐等有毒指标含量，对生态系统的危害影响；在河流湖泊及重要湿地等区域，设置水位与水质监测井，主要用于监测地下水位，矿化度及埋深情况，综合评估地下水对地表植被的影响机制。

针对农业及工业污染源，建立立体化的污染源监控网络。针对危废处置厂、化工园区等重点污染场所，在地下水流向的下游地区布设污染扩散监控井，用于监控化工污染的扩散轨迹，避免有毒有害物质渗透至含水层。在北方丘陵及华北平原等农业集中区域，适当增加地下水监测点位，布设密度，关注地膜微塑料及

氮磷流失等因素对地下水的影响。针对岩溶区域采用高精度监测方式，进行盲区监测，避免地表污水经由落水洞渗入地下水系。

（二）推进监测技术智能化升级

依托信息化、智能化技术推动地下水监测技术升级改造，搭建自动化监测、数据实时传输、智能分析预警的一体化监测平台。替代传统人工采样、人工分析的低效模式，减少人工操作带来的误差，提升监测工作的效率与精准度。通过智能系统实现数据自动汇总、分析与研判，自动识别异常生态状态并发出预警，大幅提升地下水生态风险处置的及时性，适配现代化生态环境治理的工作需求。

其一，搭建立体协同监测体系。突破各类介质壁垒限制，实现多维数据高效采集与衔接。基于 InSAR 微型干涉雷达技术，遥感监测地下水超采对地面沉降产生的影响，根据监测数据反向推演地下水储量变化，可有效弥补传统点状监测方法短板；地上采用物联网监测技术，依托 LPWAN 广域网技术实现偏远地区监测数据高效传输；配备低功耗且微型化的智能传感器，长期原位监测深层地下水压力、温度、pH 值等指标变化情况；地下采用地球物理监测技术，依托探地雷达、高密度电阻率法等先进技术，不需要开挖地表即可获取地下污染物流动轨迹，以二维或三维影像形式呈现，支持监测并对污染物的精准定位。

其二，引入 AI 技术深度赋能。相对于传统方式，AI 技术深度赋能下可以有效解决预警响应不及时、大规模数据处理难度大等问题。依托 LSTM、随机森林等机器学习算法，对采集的数据进行清洗处理，剔除环境干扰或设备故障等因素导致的异常值，从源头上提升数据整体质量。搭建长序列监测数据训练模型，模拟复杂水文地质条件下污染物在地下水的迁移轨迹，便于掌握扩散污染物的源头位置，针对后续污染物扩散趋势提前预警，从而将环境风险控制在合理范围内。

其三，研发新型污染物监测技术。面对新型污染物的治理需求，应持续研发污染物监测技术，以便更好地应对实际工作需要。例如，可开发以免疫分析原理为主的生物传感器，可实现氢化物、重金属物质的快速筛查。或大力推广激光诱导击穿光谱技术，在现场水环境监测中应用，这种方程式不仅可提升现场检测效率与精度，还可减少样品运输中的变质风险，最大程度上提升应急响应速度。

（三）搭建技术标准体系

地下水监测工作的规范化展开，离不开统一的技术标准体系支撑。面对持续增长的生态环境监测要求，需搭建全生命周期的

标准化监测体系，以保证采集的监测数据真实、准确、全面。故此，在现有标准体系中增加新污染物和生态指标的监测标准，如针对内分泌干扰物、微塑料、抗生素等新污染物，加快配套的技术规范和分析方法标准完善，弥补制度短板；将生态健康指标纳入地下水监测技术范畴，确保所采集的监测数据可直接用于区域生态风险评估中。针对数据混乱和类型不一的问题，需设定统一的技术规范，确定各类传感器的检出限，准确度和精密度以及生用条件的，保证现场各类传感器采集数据在同一监测体系保持一致性；加快地下水自动监测井的建设技术规范出台，从源头上规范统一数据传输模块，供电系统、监控防护的安装工艺，便于后期的设备调试和检修，将设备故障率降到最低。除此之外，针对不同水文地质条件进行全过程质量控制，避免受外界扰动因素出现采样假象；建立三级审核制度，现场运维人员在自行审核后，上传至技术中心二次审核，最后交由专家会审，检测全过程借助区块链技术进行数据加固，避免人为篡改数据影响整体数据精度。

（四）强化监测成果转化应用

建立监测数据与生态治理工作的联动机制，强化地下水监测成果的落地转化，避免监测与治理脱节。依托常态化监测数据，定期开展地下水生态质量评估，梳理区域地下水生态存在的突出问题，为生态环境规划、污染治理、生态修复、环境管控等工作提供精准的数据支撑与决策参考。同时，依托监测成果建立长效管护机制，持续巩固地下水生态保护成效，推动区域生态环境质量持续改善。除此之外，引入第三方运维单位，在市场化模式支持下，最大程度降低行政干预成本，提升地下水监测技术服务水平。

四、结束语

地下水监测技术是生态环境监测体系不可或缺的重要组成部分，是守护地下水生态安全、推进生态环境精细化治理的核心技术手段。各类地下水监测技术从水文动态、水质状态、宏观生态等多个维度，为生态环境现状研判、风险防控、修复治理提供了坚实支撑，对维护区域生态平衡、保障水生态安全、推动生态环境可持续发展具有重要意义。在生态环境治理现代化的发展背景下，需持续优化地下水监测体系，升级监测技术，强化成果转化，充分发挥地下水监测技术的核心价值，全面提升地下水生态保护与治理水平，为区域生态环境高质量发展提供坚实保障。

参考文献

[1] 万里. 地下水和土壤监测技术在环境监测中的运用要点分析 [J]. 皮革制作与环保科技, 2025, 6 (12): 70-72.
[2] 经阔. 水文地质勘探技术在地下水环境监测井成井中的应用 [J]. 地下水, 2024, 46 (01): 139-140+154.
[3] 刘德全; 张雪容. 生态环境监测技术培训教程 [M]. 中国环境出版集团: 202312. 694.
[4] 张师豪. 煤矿周边地下水重金属污染监测与生态修复技术研究 [J]. 科技与创新, 2025, (04): 162-165.
[5] 鲁珊珊. 水处理中环境监测技术及污染防治措施 [J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3 (07): 14-16.