

地下水环境监测技术探析

郑继羽

赤峰市生态环境监控中心阿鲁科尔沁旗分中心 内蒙古 赤峰 025550

摘要：随着环境保护的重要性日益凸显，地下水环境监测技术备受关注。本文概述了地下水环境监测技术，涵盖监测目的、指标等内容，详细介绍了采样、物理化学指标监测、水位水温监测、遥感监测及原位监测等多种技术手段。同时分析其面临监测网络不完善、数据融合难、技术更新需求及资金人才短缺等挑战，探讨了智能化、原位监测、多学科融合及绿色环保监测等未来发展趋势，旨在为提升地下水环境监测水平、推动环保工作提供参考。

关键词：地下水环境；监测技术；探析

引言：地下水作为水资源的关键组成部分，对生态系统稳定、工农业生产及居民生活用水意义重大。然而，当下地下水面临着诸多污染威胁，其环境质量状况亟待准确掌握。在此背景下，地下水环境监测技术应运而生，其通过不同的技术手段，旨在全面、精准地监测地下水各项指标，把握其质量变化趋势，为地下水的保护、污染治理以及生态环境的可持续发展筑牢根基，发挥着不可替代的作用。

1 地下水环境监测技术概述

1.1 监测目的

地下水环境监测目的具有多维度重要性。首要目的在于保障居民饮用水安全，通过及时察觉地下水有害物质，预防健康风险。其次，为水资源管理部门提供科学依据，助力合理规划开采量，避免因过度开采引发地面沉降、海水入侵等灾害，以达成水资源可持续利用。再者，能早期预警地下水污染，精准确定污染来源、范围与程度，为污染治理策略制定提供关键支撑，如追踪污染羽迁移路径。

1.2 监测指标

地下水环境监测指标丰富多样。水位是基础指标，其动态反映地下水赋存与运动状态，关联着水资源量变化及地质灾害风险。（标黄色去掉）水质指标涵盖常规、重金属、有机污染物和微生物等多类。常规指标包含酸碱度（pH 值）、溶解性总固体（TDS）、硬度、电导率、化学需氧量（COD）等；重金属指标如汞、镉等毒性强，威胁人体健康；有机污染物包含农药、多环芳烃等，具“三致”风险；微生物指标可评估水源受粪便污染状况^[1]。

1.3 监测频率

地下水环境监测频率的确定至关重要，需综合多方面因素考量。对于重点污染源周边、人口密集用水区以

及生态脆弱区域，因潜在污染风险高、对环境的影响大，通常需高频次监测，如每月甚至每周进行一次。而在地质条件相对稳定、污染源少的偏远地区，可适当降低频率，按季度或半年监测一次。同时，在出现突发污染事件、极端气候影响等特殊情况下，也要及时增加监测频次，以便精准掌握地下水环境变化，为后续治理和保护提供可靠依据^[1]。

2 地下水环境监测技术

2.1 采样技术

2.1.1 手动采样

手动采样是地下水环境监测中常用的采样技术之一。它主要借助如贝勒管采样器这类专业工具来进行操作。工作人员可依据实际需求，灵活地将采样器下放至特定深度的含水层采集水样，能较好地适应不同地质条件与复杂环境状况，尤其适用于小范围、临时性的监测任务。不过，手动采样的效率相对偏低，整个采样过程受操作人员熟练程度、操作规范程度影响较大，容易引入人为误差，且每次采样的时间成本较高，在长期、大规模的监测工作中存在一定局限性。

2.1.2 自动采样

自动采样技术在地下水环境监测里发挥着独特优势。其可按照预设的时间间隔、采样深度等参数实现自动化操作，无需人工持续介入，能保证采样的连续性与规律性，极大减少了人为因素对采样结果的干扰，对于需要长期、频繁监测的区域尤为适用，比如大型工业园区周边长期追踪地下水质量变化时，自动采样能稳定提供可靠数据。但自动采样设备购置成本高昂，而且对维护保养要求高，一旦出现故障若不能及时修复，容易造成数据缺失等情况。

2.2 物理化学指标监测技术

2.2.1 化学分析法

化学分析法在地下水环境监测的物理化学指标监测中有着重要地位。它主要依据化学反应原理,通过特定的试剂与地下水中的待测物质发生反应,再根据反应现象及产物的量来确定目标物质的含量。例如酸碱滴定法可测定酸碱度,沉淀滴定用于部分离子含量分析等。该方法操作相对简便,成本较低,不需要复杂昂贵的仪器设备,在一些常规指标监测中应用广泛。但化学分析法灵敏度有限,对于微量、痕量物质检测难度较大,且分析过程耗时较长,效率有待提高。

2.2.2 仪器分析法

仪器分析法是地下水环境监测中精准测定物理化学指标的关键手段。像原子吸收光谱仪、气相色谱-质谱联用仪等先进仪器被广泛应用,它利用物质的物理或化学性质差异,通过仪器进行分离、检测和定量分析。具有高灵敏度、高选择性的特点,能检测出地下水中微量甚至痕量的污染物,如重金属、有机污染物等,检测结果精确可靠。不过仪器分析法对操作人员专业要求高,仪器设备购置和维护成本高昂,且需要特定的环境条件保障其正常运行^[2]。

2.3 水位水温监测技术

2.3.1 人工观测法

人工观测法是较为传统的水位水温监测手段。工作人员会借助专业的测量工具,如水位测绳、水温计等,定期前往监测点进行实地测量。操作时,将水位测绳缓慢放入井中,直至接触水面,通过测绳上的刻度读取水位数值,水温计则可直接测量不同深度的水温情况。这种方法简单直接,成本较低,不需要复杂的设备和技术培训即可上手。然而,其效率不高,受人力、时间限制明显,难以实现实时、连续的监测,且数据的准确性易受人为操作误差影响。

2.3.2 自动监测技术

自动监测技术在水位水温监测方面展现出显著优势。它通过在监测点安装水位传感器、水温传感器等设备,能实时、不间断地采集水位和水温数据,并借助数据传输系统将信息及时传至监测平台。如此一来,工作人员可远程查看数据变化,便于及时掌握地下水动态。同时,其监测精度较高,可有效减少人为误差。不过,自动监测技术前期设备投入较大,且对安装环境、维护保养要求严苛,一旦出现故障,若不能及时修复,会影响数据获取的完整性。

2.4 遥感监测技术

遥感监测技术在地下水环境监测中独具特色。它基于卫星、航空等遥感平台,通过接收和分析地物反射或

发射的电磁波信息,来间接获取地下水相关特征。比如能探测地下水的分布范围、水位变化情况,还可对大面积区域实现同步监测,高效且覆盖面广,可突破地理条件限制快速掌握宏观情况。但遥感监测技术获取的数据多为间接性的,精度相对有限,并且易受天气、云层等外界因素干扰,对地下水某些具体的水质指标难以做到精准监测。

2.5 原位监测技术

原位监测技术是直接在水体所处环境中开展监测的有效方式。它借助各类原位传感器,像光纤传感器、电化学传感器等,可实时检测地下水的水温、pH值、重金属离子浓度等指标,无需将水样取出,避免了水样采集、运输过程中可能出现的变化,能精准反映地下水的真实状态。不过,原位监测技术目前相关传感器的稳定性和耐用性还有待提升,且部分传感器成本较高,限制了其更广泛的应用范围。

3 地下水环境监测技术面临的挑战

3.1 监测网络不完善

当前,地下水环境监测网络存在诸多不完善之处。部分地区尤其是农村、偏远山区及经济欠发达区域,监测站点数量稀少,难以全面覆盖,导致很多地方的地下水状况处于监测空白状态。而且在已有的监测网络布局里,往往未充分考量不同的地质、水文条件以及潜在污染源分布等关键要素,使得监测数据代表性不足,无法精准反映真实的地下水环境质量,不利于对地下水整体情况进行准确把握与后续的科学治理。

3.2 多源数据融合困难

地下水环境监测涉及多种来源的数据,像采样数据、物理化学检测数据、生物监测数据以及地质水文基础数据等。然而,这些数据分别来自不同监测手段与不同部门,其格式、标准各异,缺乏统一规范。在进行综合分析利用时,很难将它们有效融合起来,数据之间无法实现无缝对接,这就极大限制了多源数据协同分析优势的发挥,难以更好地助力地下水环境质量评估以及污染溯源等工作。

3.3 监测技术更新换代需求

随着地下水污染情况愈发复杂,新型污染物不断涌现,现有的地下水环境监测技术逐渐暴露出短板。一些传统监测方法灵敏度欠佳,难以检测出微量的新型污染物,检测速度也跟不上实际需求。像面对新型持久性有机污染物、纳米材料等,现有的技术手段捉襟见肘。同时,新技术研发和推广应用进程缓慢,导致难以快速更替旧技术,使得整体监测技术水平与日益增长的地下水

环境监测实际需求之间存在较大差距。

3.4 资金与人才短缺

在地下水环境监测工作中,资金与人才短缺问题较为突出。一方面,监测工作需要长期投入大量资金用于购置、更新和维护监测设备,开展采样及检测等事务,完善监测网络,但不少地区因财政紧张,资金投入不足,致使监测工作无法顺利开展。另一方面,该工作要求人员具备多学科知识,是既懂地质水文,又掌握环境监测技术与数据分析能力的复合型人才,可这类人才极为匮乏,严重影响了监测工作的质量与效率^[3]。

4 地下水环境监测技术的未来发展趋势

4.1 智能化监测技术的发展

智能化监测技术正为地下水环境监测带来前所未有的变革。通过物联网技术,监测设备能实现互联互通,传感器实时采集水位、水质等各类数据,并借助无线传输模块迅速将其发送至云端服务器。大数据分析技术可对海量、繁杂的数据进行深度挖掘,从中提取有价值的信息,精准把握地下水环境变化趋势。人工智能算法则能依据历史数据构建智能预测模型,提前预判可能出现的水质恶化、水位异常等情况,实现主动预警。工作人员借助移动终端,无论身处何地都可远程监控、操控设备,极大提高了监测效率与时效性,也让地下水环境管理更加科学、精准,为及时应对各类环境问题筑牢根基。

4.2 原位监测技术的推广应用

原位监测技术在未来地下水环境监测中有着广阔的推广前景。它能够在不扰动地下水原始状态的前提下,依靠高度灵敏且精准的原位传感器,如可以实时监测水中溶解氧、电导率等指标的光学传感器,以及能精确检测重金属含量的电化学传感器等,持续且直接地获取地下水的参数。这不仅避免了传统采样过程中水样成分改变、代表性受影响等问题,还能实时反馈地下水的动态变化,使监测结果更贴合实际情况。随着传感器技术不断进步,成本逐渐降低,其稳定性和可靠性也会进一步提升,有望在更多不同类型的地下水环境监测场景中被广泛应用,助力提升整体监测质量。

4.3 多学科交叉融合

多学科交叉融合会成为推动地下水环境监测技术进步的强大动力。地质学可提供地下含水层结构、地层岩性等基础信息,帮助精准确定监测点位与深度;水文学能模拟地下水的流动路径、流速等,助力追踪污染物的

迁移扩散轨迹;化学学科凭借先进的分析技术,精确测定水中各种污染物的成分与含量;而生物学则通过分析微生物群落等变化来评估生态影响;计算机科学利用建模与算法优化,实现数据整合与可视化展示。各学科知识和技术相互补充、协同作用,比如利用地质-水文学联合模型结合化学分析手段来准确溯源污染源头,开发出更全面、高效的监测方案,以应对日益复杂的地下水环境问题。

4.4 绿色环保监测技术的兴起

绿色环保监测技术的兴起契合了当下可持续发展的时代要求。在未来的地下水环境监测中,从采样环节开始,就会优先选用可降解、无污染的材料制作采样器具,减少对地下水环境的潜在危害。试剂方面,会研发和应用绿色环保型试剂,避免传统化学试剂带来的二次污染风险。在监测设备的能源利用上,积极推广太阳能、风能等清洁能源供电模式,降低能耗与碳排放。对于检测技术,会探索更加温和、无损的方法,既能保证监测数据的准确性,又能最大限度地保护地下水生态环境。这种绿色理念贯穿整个监测过程,实现地下水环境监测与环境保护的和谐共生,推动环保事业朝着绿色、低碳的方向稳健发展^[4]。

结束语

总而言之,地下水环境监测技术对于守护地下水资源、维护生态平衡意义重大。当前,虽已拥有多种采样、物理化学指标监测等实用技术,但也面临着监测网络不完善、数据融合困难等诸多挑战。不过,随着智能化、原位监测等先进技术的发展,以及多学科交叉融合、绿色环保理念的深入推进,地下水环境监测技术正不断革新与完善。相信在未来,这些技术将更好地助力精准掌握地下水环境状况,为地下水污染防治、生态可持续发展筑牢坚实的技术保障。

参考文献

- [1]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.
- [2]王磊.水处理中环境监测技术及污染防治措施研究[J].造纸装备及材料,2022,51(03):172-174.
- [3]樊涛.水处理中环境监测技术及污染防治[J].资源节约与环保,2021(08):72-73.
- [4].关于发布《地下水环境监测技术规范》国家环境保护标准的公告[J].中国环境监测,2020,36(06):56-57