

地下水监测存在问题与对策研究

王建刚 王振山

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要:地下水作为重要淡水资源,在居民生活、工农业生产和生态调节中发挥关键作用,地下水监测是管控水资源风险、防治污染的核心基础。本文立足新疆生产建设兵团地下水监测实践,梳理监测体系发展现状,系统分析当前监测工作在站网布局、技术标准、运维保障、数据应用等方面的突出问题,提出针对性优化对策,为提升地下水监测质量、保障地下水资源安全、推动生态环境可持续发展提供理论支撑与实操指导,助力实现地下水监测从传统模式向智慧化、标准化转型。

关键词:地下水监测;站网布设;水质水量;信息化建设;对策建议

引言:随着全球气候变化加剧与人类活动强度提升,地下水面临水位下降、水质污染等严峻挑战,其安全状况直接关系到国家水资源安全与生态环境稳定。地下水具有隐蔽性、复杂性、滞后性特点,监测工作作为掌握其动态变化、预警风险的核心手段,重要性日益凸显。兵团高度重视地下水监测工作,逐步推进监测体系建设,取得一定成效,但在实践中仍面临诸多瓶颈。基于此,本文围绕地下水监测概述与理论基础、发展现状、现存问题展开分析,提出科学可行的对策建议,破解监测工作难题,推动地下水监测体系完善,为地下水资源保护与合理利用提供有力支撑。

1 地下水监测概述与理论基础

1.1 地下水监测的基本概念

地下水监测是指通过科学布设监测站点、运用专业技术手段,对地下水的水位、水质、水量、水温等核心指标进行长期、系统的采集、传输、分析与解读,进而掌握地下水动态变化规律、识别污染与超采风险的专项工作。其核心目标是为地下水管理、污染防治、资源调度提供精准、可靠的数据支撑,实现地下水从“被动治理”向“主动防控”转变。监测范围涵盖各类地下水分布区域,重点包括饮用水源地、化工园区、地下水超采区等关键区域,监测方式分为人工监测与自动化监测,监测流程贯穿点位布设、数据采集、质量控制、分析应用、预警反馈全环节,是地下水保护工作的基础前提与核心支撑。

1.2 水文地质学理论

水文地质学理论是地下水监测工作的核心理论支撑,主要涵盖地下水赋存、运动及补给排泄等相关理论。地下水赋存理论明确了地下水在岩石空隙中的分布规律,分为孔隙水、裂隙水、岩溶水三大类型,为监测站点布设的深度、密度提供科学依据。地下水运动理论阐述了地下

水的渗透规律,指导监测点位的合理选址,确保监测数据能够真实反映区域地下水动态。补给排泄理论揭示了地下水与地表水、大气降水的相互转化关系,为分析地下水水位、水量变化原因提供理论支撑^[1]。另外,地下水污染迁移转化理论,明确了污染物在地下水中的扩散路径与转化规律,为监测指标设定、污染预警提供科学指导,保障监测工作的针对性与有效性。

2 地下水监测体系发展现状

2.1 地下水监测工程建设成果

兵团地下水监测工作起步较晚,直至2017年,国家地下水监测一期工程的实施,兵团才初步形成较为薄弱的地下水监测站网。国家地下水监测一期工程(水利部分)实施时将兵团按省级单列,新疆兵团共建设70个水利部国家级地下水监测站,新疆地方共建设430个水利部国家级地下水监测站;国家地下水监测一期工程(自然资源部分)实施时未将兵团按省级单列,在新疆共建设410个自然资源部国家级地下水监测站。至今,新疆共有910个国家级地下水监测站,主要分布在平原区,按新疆主要平原区面积513400km²来计算,站网平均密度为1.77站/10³km^[2]。

2.2 现行管理体制与运行机制

地下水监测实行多部门协同管理体制,依据《地下水管理条例》,国务院水行政主管部门负责全国地下水统一监督管理,生态环境主管部门负责地下水污染防治监督管理,自然资源等主管部门按照职责分工做好地下水调查、监测等相关工作。地方层面,县级以上地方人民政府对本行政区域内地下水管理负责,相关部门各司其职、协同推进监测工作。运行机制方面,逐步建立起“国家-省-市-县”四级监测运行体系,形成了监测数据采集、传输、整编、分析的完整流程,部分地区已试点“5G+北

斗”双信道数据传输模式,提升监测效率,同时编制了13项地下水监测标准体系,为监测工作规范化开展提供保障。

2.3 数据应用与服务现状

随着地下水监测体系不断完善,监测数据的应用与服务能力逐步提升。目前,监测数据已广泛应用于地下水超采治理、污染预警、水资源调度等工作,为地下水环境质量评价、国土空间规划提供重要支撑。各地逐步推进监测数据信息化建设,研发了集数据采集、传输、分析、共享于一体的信息应用服务系统,实现国家级和省、市等多级地下水监测网的联动管理^[1]。

3 当前地下水监测存在的主要问题

3.1 监测站网布局不完善

监测站网布局不合理问题突出,难以全面反映区域地下水动态变化。部分区域监测点位分布不均,农村地区、偏远地区等区域监测点位稀疏,存在监测空白;重点区域监测覆盖不足,围绕化工园区、垃圾填埋场等污染风险区域的监测点位布设密度不够,无法及时捕捉污染隐患。部分监测点位代表性不足,区域地下水环境背景值监测点密度低,部分监测井布设深度未覆盖目标含水层,井壁原材料耐腐蚀性差,改建井缺少井深数据、监测层位不清,新建井未预留新型设备安装空间,导致监测数据无法真实反映地下水实际状况,影响监测工作的科学性与准确性。

3.2 监测技术体系与标准滞后

监测技术体系与标准建设滞后于监测工作发展需求,制约监测质量提升。技术层面,部分地区仍依赖传统人工监测方式,自动化监测设备覆盖率不足,在线监测设备不成熟,主要检测物理指标,监控污染物种类有限、精度低、易受干扰,难以应对多源污染问题。新型监测技术应用范围有限,数字孪生、地下水CT、卫星遥感解译等技术尚未广泛普及。标准层面,不同区域、不同部门的监测频率、监测项目、技术方法存在差异,缺乏统一的监测技术规范,导致监测数据缺乏可比性,无法实现数据有效对接,同时部分标准更新不及时,与新型监测技术、监测需求不相适应。

3.3 运维管理与资金保障困难

运维管理体系不健全且资金保障不足,严重影响监测工作持续稳定开展。运维管理方面,基层监测队伍专业素养不足,监测人员数量不足、专业能力参差不齐,缺乏系统的技术培训,难以熟练操作自动化监测设备,部分监测站点缺乏专人管护,设备故障无法及时维修,导致监测数据中断。资金保障方面,监测资金主要依赖财

政投入,来源单一,受地方经济水平影响,部分地区资金投入不足,难以支撑动态监测需求,监测站点运维经费短缺,老旧监测井淤积严重,设备无法及时更新换代,进一步降低监测工作质量与效率^[4]。

3.4 数据共享与开发利用不足

监测数据共享机制不健全,开发利用水平偏低,未能充分发挥数据价值。数据共享方面,不同部门、不同区域的监测数据各自为政,监管平台未实现标准化,数据无法有效互联互通,部分地方数据未纳入全国系统,存在“数据孤岛”现象,数据共享质量和效率低下。数据开发利用方面,缺乏对海量监测数据的深度挖掘,多数监测数据仅用于常规统计,未能通过数据分析识别地下水动态变化规律和污染风险,数据在预警预测、精准管控等方面的应用不足,“监测-分析-预警-响应”的全链条未完全形成,数据价值未能充分发挥。

4 完善地下水监测体系的对策与建议

4.1 优化监测站网布局,提升代表性

科学规划监测站网布局,填补监测空白,提升监测点位代表性与覆盖质量。结合水文地质条件,统筹规划监测点位,加密农村地区、偏远地区等监测空白区域的点位布设,重点增加化工园区、垃圾填埋场等污染风险区域的监测密度,确保监测覆盖全面。规范监测井设计与建设,合理确定监测井布设深度,选用耐腐蚀性强的井壁原材料,完善监测井基础信息,新建监测井预留新型设备安装空间与信息载体区域。统筹布设土壤、地表水等监测功能,实现多介质协同监测,淘汰数据质量不高的普通民井、生产井,确保监测数据能够真实反映区域地下水状况。

4.2 推进技术创新与标准化建设

加大技术研发与推广力度,完善监测标准体系,推动监测技术转型升级。技术创新方面,加大监测设备研发投入,推动核心设备自主创新,提升在线监测设备的精度与稳定性,扩大污染物监测种类,解决设备易受干扰、损坏率高的问题;加快老旧设备更新换代,推广“5G+北斗”、物联网传感器、无人机航测等新型技术与设备应用,试点“无人自动采样+智慧实验室检测”模式,提升监测自动化、智能化水平。标准化建设方面,制定统一的监测技术规范与标准,统一监测频率、监测项目、技术方法,确保监测数据的一致性与可比性,及时更新滞后标准,适应新型监测技术与监测需求。

4.3 健全长效运维保障机制

构建完善的运维管理体系,强化资金保障力度,破解运维难题,确保地下水监测工作持续稳定开展。聚焦

基层监测队伍建设薄弱问题,扩大监测人员招聘规模,优化人员结构,重点吸纳水文地质、环境监测等相关专业人才。建立常态化系统培训机制,定期组织监测人员开展设备操作、数据采集、故障排查、质量控制等方面的培训,提升监测人员的专业素养与业务能力,确保其能够熟练操作自动化监测设备、规范完成监测工作。建立健全监测人员考核评价体系,将监测数据质量、设备运维情况等纳入考核范围,完善奖惩机制,充分激发监测人员的工作积极性与责任心。建立监测设备定期维护与检修机制,明确专人负责监测站点与设备的日常管护,制定详细的运维台账,定期对设备进行校准、检修与保养,及时处理设备故障,保障监测数据连续、有效,避免因设备问题导致监测工作中断。建立稳定的地下水监测资金保障机制,加大中央与地方财政投入力度,重点向经济欠发达地区、重点监测区域倾斜,提高监测站点运维经费标准,保障设备更新、人员培训、站点维护等工作有序开展。积极拓宽资金来源渠道,制定优惠政策引导社会资本参与地下水监测工作,形成“财政投入为主、社会资本补充”的多元化资金投入格局,加强资金使用监管,规范资金使用流程,确保资金专款专用,提高资金使用效益^[5]。

4.4 强化数据集成与智慧化应用

打破部门与区域之间的数据壁垒,加强监测数据集成与深度开发,充分发挥监测数据的核心价值,推动地下水监测向智慧化管控转型。整合各部门、各区域的地下水监测资源,建设标准化、一体化的监测数据管理平台,统一数据格式与接口标准,实现不同区域、不同部门监测数据的互联互通、实时共享。推动地方监测数据全面纳入全国地下水监测数据系统,彻底消除“数据孤岛”现象,建立健全数据共享管理制度,明确数据共享范围、权限与流程,提升数据共享质量与效率,确保监测数据能够高效流转、充分利用。引入机器学习、时间序列分析、大数据挖掘等先进技术,对海量监测数据进行深度分析与处理,精准识别地下水水位、水质、水量

的动态变化规律,及时捕捉污染隐患与超采风险,为地下水管控提供科学依据。加快构建地下水数字孪生系统,整合水文地质、监测数据、地理信息等各类资源,实现对地下水流场、污染物迁移过程的精准推演和风险实时预警,提升风险防控的前瞻性与针对性。拓展监测数据应用场景,推动监测数据深度应用于地下水超采治理、污染防治、水资源调度、应急处置等工作,构建“监测-分析-预警-响应”全链条管控体系,充分发挥监测数据在地下水管理中的核心支撑作用,推动地下水保护与管理工作提质增效。

结束语

地下水监测是地下水资源保护与生态环境治理的基础工作,对保障水资源可持续利用、维护生态环境安全具有重要意义。当前兵团地下水监测体系虽取得一定发展成效,但在站网布局、技术标准、运维保障、数据应用等方面仍存在突出问题,制约了监测工作的质量与效能。本文提出的优化站网布局、推进技术标准化、健全运维机制、强化智慧化应用等对策建议,结合当前兵团地下水监测的实际情况与前沿技术应用经验,具有较强的针对性与可操作性。未来,需持续完善地下水监测体系,强化科技支撑,提升监测水平,充分发挥监测数据的支撑作用,为地下水资源保护、污染防治及经济社会可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1]孙巍,张杨利,贺乐荣.陕西省地下水资源管理存在问题及对策研究[J].地下水,2025,47(4):96-97,193.
- [2]邓恩松,刘玉疆,王振山.新疆生产建设兵团地下水监测站网现状分析[J].水利技术监督,2024(2):8-10.
- [3]卢静.探讨土壤和地下水环境监测中存在的问题与对策[J].皮革制作与环保科技,2023,4(2):39-41.
- [4]蒋廷凯.地下水和土壤环境监测中存在的污染问题与对策分析[J].皮革制作与环保科技,2024,5(3):51-52,58.
- [5]姬成岗,孟祥琪,邢杰,等.云南省地下水环境监测现状及对策研究[J].环境科学与管理,2025,50(5):129-134.