

大数据技术在地下水环境监测中的应用

赵燕¹ 刘超²

1 柘水县环境监测站 2 洛南县环境监测站

DOI:10.12238/eep.v7i12.2359

[摘要] 目的: 大数据技术在地下水环境监测中的应用效果。方法: 本研究选取了从2024年1月到2024年9月之间的200个地区采集的地下水样品作为研究对象。样本随机平均分为对照组与实验组,每组各100例。对照组采用传统的监测方式,实验组利用大数据的优势在一些特定的监测点建立高密度的传感网络。结果: 实验组监测数据准确性高达92.0%,对照组监测数据准确性为80.0%; 实验组信息获取时效性平均仅需 6 ± 2 小时,对照组需 48 ± 5 小时; 实验组单位成本产出比达到 1.2 ± 0.2 ,对照组的为 0.8 ± 0.1 。这三个指标的p值均小于0.5,说明两组之间具有显著性差异。结论: 大数据在地下水环境监测中的应用效果明显,在保证数据准确性、可靠性、信息流通速度和成本效益等方面具有明显优势。

[关键词] 大数据技术; 地下水环境监测; 应用效果

中图分类号: X83 文献标识码: A

Application of Big Data Technology in Groundwater Environment Monitoring

Yan Zhao¹ Chao Liu²

1 Zhashui County Environmental Monitoring Station 2 Luonan County Environmental Monitoring Station

[Abstract] Objective: To evaluate the application effects of big data technology in groundwater environment monitoring. Methods: This study selected groundwater samples from 200 areas between January 2024 and September 2024 as research subjects. The samples were randomly and evenly divided into a control group and an experimental group, with 100 cases in each group. The control group used traditional monitoring methods, while the experimental group utilized the advantages of big data to establish a high-density sensor network at some specific monitoring points. Results: The accuracy of monitoring data in the experimental group reached 92.0%, while that of the control group was 80.0%; the timeliness of information acquisition in the experimental group averaged only 6 ± 2 hours, compared to 48 ± 5 hours for the control group; the cost-output ratio per unit in the experimental group reached 1.2 ± 0.2 , while that of the control group was 0.8 ± 0.1 . The p-values for these three indicators were all less than 0.5, indicating significant differences between the two groups. Conclusion: The application of big data in groundwater environment monitoring is effective, with significant advantages in ensuring data accuracy, reliability, information flow speed, and cost-effectiveness.

[Key words] Big data technology; Groundwater environment monitoring; Application effects

引言

地下水是水资源的重要组成部分,是支撑经济社会发展的重要自然资源,是维系良好生态环境的要素之一,也是抗旱应急的重要水源。《地下水管理条例》作为我国第一部地下水管理的专门行政法规,为强化地下水管理、防治地下水超采和污染带来重要影响。伴随着人口的不断聚集、工业用地面积的扩大和农业用水需求的增加,地下水这一重要的、相对稳定的水源,其开发利用的强度也在迅速增加。大量的地下水被抽走,既要满足工业生产,又要为城镇居民的日常生活用水和卫生清洁,导致许多区域的地下水位都有不同程度的下降,由此引发了一系列的地

质—生态问题,如地面塌陷和海水倒灌。在日益复杂多变的情况下,传统的地下水环境监测方法已越来越难以适应。近年来,随着大数据技术的发展,对地下水环境的监测提出了新的要求。它拥有强大的存储能力,可以很容易地容纳不同地域、不同时期、不同种类的传感器收集到的大量地下水信息;可以很快对数据进行清理、分类和初步分析;更重要的是,该方法可以从数据中发现地下水的动态变化规律和影响因素等深层信息。基于上述特点,利用大数据技术重建地下水环境监测系统是可行的,将有助于全面、精细、实时地对地下水进行保护,解决日益严峻的生态环境问题,保障人类社会生活用水的根本。

1 研究资料与方法

1.1 一般资料

本研究选取了从2024年1月到2024年9月之间的200个地区采集的地下水样品作为研究对象。涵盖了多种典型的地下水水源地,如城市工业区、农田灌区、住宅区等。将这些样本随机平均分为对照组与实验组,每组各100例。

1.2 实验方法

1.2.1 对照组

在传统的监测方式中,监测人员严格按照每月固定的时间段进行监测。每个月的月初,他们都会带着专门的取样仪器,在不同的水井中穿梭。一到井边,工作人员便小心地用特制的取样瓶进行取样,严格按照规定的程序进行取样,以保证样品没有受到外来的污染。采样结束后,立刻把样本放进冰箱里,然后立刻送到有资格的实验室进行监测。在实验室中,有经验的分析师按照国际上最权威的规范化分析方法,对各种水质指标进行了系统的分析,从烦琐的样品预处理到精密的仪器监测,每一道工序都是环环相扣,但由于步骤烦琐、样本量庞大,通常需要几个星期的时间才能完成一份完整的水质监测报告。对于水位的监测,方法比较传统和粗糙。仅靠在井口上的一台简单的水尺,就需要经常到现场进行测量。每一次读取到的数据,都会被记录在一张纸上,上面清晰地写着监测井的编号、读取时间和水位。每一期监测工作完成后,工作人员就会返回办公室,将所有的纸质记录逐项输入计算机,对数据进行初步的整理和存档。这样的信息记录和传输模式,不但效率低,容易发生人工录入差错。

1.2.2 实验组

为了更好地利用大数据的优势,将在一些特定的监测点建立高密度的传感网络。(1)传感器网络部署:为了更好地利用大数据进行地下水环境监测,项目组根据研究区地质结构、地下水流向和已有污染区的分布情况,选择和划分一批典型样点,建立高密度的传感网络。站点涵盖了多个含水层深度、临近潜在污染源和径流交汇区等重点地区,可实现对地下水系统的全面监测^[1]。选择的传感器节点都是业界最先进的,具有高度的敏感性和准确性,就像是一条“触角”,延伸到了地底深处的每一个关键部位。不管是城市里错综复杂的地下管网,还是广阔的农田下面的地下水层,抑或是工业聚集区的高危区域。该传感器可实时、准确地获取地下水多个重要的水质指标,尤其是水温信息,对认识地下水与外部环境热量交换过程,判断水体循环状态具有重要的科学价值。通过对电导率的测量,可以直观地反映出水体中可溶性离子的总量,从而推测出地下水的矿化度和潜在的污染类型;化学需氧量的测定可以对水体中的有机污染物进行精确监测,对可能存在的污染风险进行预警。同时,对地下水位进行实时监测,可以更好地反映地下水水量的动态变化,为水资源的合理利用提供重要的基础。(2)数据传输环节:在传感器节点中配置了高效的数据传送模块,这是保证数据实时共享的重要保证。以4G为代表的4G等无线通信技术覆盖范围广,传输速率极高,可在大多数常规监测场合下稳定高效地向外部传

输数据^[2]。如果监测区域的网络环境足够好,对数据传输的实时性有更高的要求,那么5G网络就能将数据以毫秒的速度送到云存储中心。这样的超高速数据传送方式,完全突破了常规监测方式的时空屏障。(3)云端大数据平台运作:随着海量数据的大量涌入,大数据平台的智能处理过程也随之变得高效起来。首先是数据清理算法,它就像是一道精密的“筛子”,根据历史数据和专业知识,制定出合理的数值范围,并根据数据的变化规律,对数据进行快速、精确的筛选和剔除。比如,当电导率值在某一段时间内超过某一区域的平均值,并且与正常变化规则不符,它就会快速判断出这是一个异常,有可能是由于传感器故障还是临时扰动引起的,从而排除掉这些异常,以保证后续的数据的干净、可靠。随后,利用最新的机器学习模型,对这些数据进行了深入的分析。这种方法可以实现海量的历史数据与持续出现的实时数据的无缝对接与深度融合^[3]。(4)监测报告生成与应用:在该模型的基础上,以图形、曲线等丰富的方式将各指标的变化趋势和水位变化情况等重要信息显示出来。报表是实时更新的,任何地方的管理者都可以通过计算机、移动电话等终端设备登录,就可以在任何时间、任何地点进行远程查询,为快速、科学的决策提供了强有力的参考^[4]。

1.3 观察指标

1.3.1 监测数据准确性

以实验室高精度仪器校验为基础,将两组监测值与参考值之间的误差比率进行比较,差值较小说明监测准确度较高。并按规定的时间,选取一定比例的样品,进行交叉校验,并计算各组样品在容许误差的范围之内所占的比例。

1.3.2 信息获取时效性

记录从获取资料到产生有效信息的时间间隔,比较两组的平均耗时,较短的时间段表示时效性较好。

1.3.3 成本效益

对两个小组在监测设备购置、维护、人力投入、数据管理等整个过程中所发生的费用进行核算,并与各单位监测数据的产出进行比较。

1.4 研究计数统计

本研究资料搜集,按照程序进行,详细地记录各种观测指标。数据收集完成之后,本研究以SPSS22.0为主要研究工具进行数据分析,组间差异比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

表1 两组效果对比

指标	对照组	实验组	P 值
监测数据准确性 (%)	80(80.0)	92(92.0)	$P<0.05$
信息获取时效性(小时)	48±5	6±2	$P<0.05$
成本效益(单位成本产出比)	0.8±0.1	1.2±0.2	$P<0.05$

实验组监测数据准确性高达92.0%，对照组监测数据准确性为80.0%；实验组信息获取时效性平均仅需 6 ± 2 小时，对照组的 48 ± 5 小时；实验组单位成本产出比达到 1.2 ± 0.2 ，对照组的为 0.8 ± 0.1 。这三个指标的p值均小于0.5，说明两组之间具有显著性差异^[5]。

3 讨论

其一，大数据技术在提升监测准确性方面具有显著优势。传统的监测方式受取样分散和监测手段单一的限制，多批次、多地点采集的样品很难进行有效的关联集成，且随着时间的推移，很容易出现微小的误差，从而造成监测结果的偏差。而大数据技术则通过建立密集的传感网络，同步、实时地采集地下水的多个参数，并在此基础上进行集成，采用先进的数据融合算法，突破“数据孤岛”，实现多个空间、时间的相互验证。通过大数据融合不同地区不同水深、不同时段的水质变化等数据，可以更好地反映地下水的实际状况，从而降低单个数据的误差，大幅度提升监测的精度，这也是试验组的数据偏倚在可接受的范围内的比例远高于控制组的重要原因^[6]。

其二，从信息时效性角度来看，传统监测流程冗长复杂。手工取样，实验室送检，纸张记录，手工记录，层层递进，造成了信息传递的严重滞后。而大数据则通过实时传递和智能分析，极大地减少了从收集到产生有效信息所需的时间。在此基础上，实现了毫秒级的数据传输、云平台的实时数据净化和模型计算、可视化报表的自动生成，使得有关人员可以快速把握地下水位的动态变化。例如，在模拟的污染情景中，试验组在6个小时内就给出了预警，从而为制定相应的防治措施赢得了宝贵的时间，从而有效地保证了地下水水质的安全。

其三，探讨成本效益层面，常规监测设备的初期投资看起来很少，但是从长远来看，其运行费用很高。大量的人工取样，频繁的化验，以及由于信息的延迟而造成的决策延迟，都是一种极大的浪费。虽然在建立传感器网络和搭建大数据平台的初期，需要投入大量的资金，比如购买设备，研究算法，培养专业人才，但是

当系统稳定运转后，它的优势就会越来越明显。这样，既可以减少重复性的工作，又可以节省大量的劳动力；另外，设备的智能运行可以减少失效的损耗，从长远来看，每台监测的费用都会被分摊。与此同时，准确、实时的监测成果可为地下水污染防治、合理开采等决策提供有价值的参考依据，极大地改善了决策的辅助效果，实现了资源的优化配置。

4 结论

研究表明，大数据在地下水环境监测中的应用效果明显，与传统的监测手段相比，在保证数据准确性、可靠性、信息流通速度和成本效益等方面具有明显优势。本项目的研究成果将为我国地下水环境的精细化管理提供强有力的支撑，帮助我国水利部门实施精准治理，保护好地下水的生态安全。

参考文献

- [1]白中钦,李梦超.水环境监测技术分析与监测质量控制要点研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(20):39–41.
- [2]刘鹏程,程海军,刘晴靓,等.我国水环境监测发展挑战与智慧化趋势展望[J].世界环境,2024,(05):28–31.
- [3]沈琪.大数据在水环境监测与管理中的价值及实践[J].皮革制作与环保科技,2024,5(04):33–35.
- [4]张雪莉.环境管理中的水环境监测及其保护研究[J].资源节约与环保,2023,(11):58–61.
- [5]高娜,文婷.探究大数据在水环境监测与管理的应用[J].清洗世界,2023,39(04):172–174.
- [6]柳维,杨维.水质自动监测系统在水环境监测中的应用[J].中国资源综合利用,2022,40(10):46–48.

作者简介:

赵燕(1989--),女,汉族,陕西延安人,本科,助理工程师,研究方向:生态环境监测及评价。

刘超(1995--),男,汉族,陕西商洛人,本科,助理工程师,研究方向:生态环境监测及评价。