

地质测绘中地下水文地质参数获取技术研究

徐延兵 杨洪文 郭文辉

DOI:10.12238/gmsm.v8i1.2125

[摘要] 在地质测绘和地下水水资源研究的背景下,地下水文地质参数的获取成为了关键的技术环节。这些参数不仅决定了地下水的利用潜力,更是环境保护和水资源管理的核心。随着技术的不断演进,地下水文地质参数获取的方法也在不断更新,从传统的钻井采样到现代的遥感、自动化技术,这些进步让我们能够更全面、更精准地理解地下水的分布。然而,技术的进步并非没有挑战,数据的不确定性、复杂地质条件下的技术限制,以及跨学科整合的难度,依然是当前研究中的瓶颈。本文将深入探讨地下水文地质参数获取的现状、问题以及未来可能的技术发展方向,力图为水资源的可持续利用提供科学指导。

[关键词] 地质测绘; 地下水资源; 水文地质参数; 技术挑战; 数据不确定性

中图分类号: P2 文献标识码: A

Research on the Technology of Obtaining Underground Hydrogeological Parameters in Geological Mapping

Yanbing Xu Hongwen Yang Wenhui Guo

[Abstract] In the context of geological surveying and groundwater resource research, obtaining hydrogeological parameters of groundwater has become a key technical link. These parameters not only determine the utilization potential of groundwater, but are also the core of environmental protection and water resource management. With the continuous evolution of technology, the methods for obtaining underground hydrogeological parameters are also constantly updated, from traditional drilling sampling to modern remote sensing and automation technology. These advances enable us to have a more comprehensive and accurate understanding of the behavior and distribution of groundwater. However, technological progress is not without challenges. The uncertainty of data, technical limitations under complex geological conditions, and the difficulty of interdisciplinary integration remain bottlenecks in current research. This article will delve into the current situation, problems, and possible future technological development directions of underground hydrogeological parameter acquisition, aiming to provide scientific guidance for the sustainable utilization of water resources.

[Key words] geological surveying and mapping; Groundwater resources; Hydrogeological parameters; Technical challenges; data uncertainty

引言

地下水是自然界最重要的资源之一,承担世界上近1/3的人口饮用水,其获得与管理有着诸多未知与复杂之间需要探讨。科技进步一直为我们提供解决地下水文地质参数获得的最优方法,然而现在我们仍然需要知道如何有效地得到这些参数。地质填图是一项重要的基本工作,它为地下水提供了一幅图片,为我们了解地下水的波动提供了信息来源。在对地下水调查期间,总会在自然世界与技术世界相遇的缝隙间挣扎,如何破译传统测量方法和新技术世界的距离是我们需要挑战的部分。

1 地质测绘、地下水文地质参数获取技术背景

1.1 地质测绘在地下水水资源研究中的作用、意义

地下水资源的管理与保护离不开地质测绘,通过地质测绘可以掌握含水层的类型、性质及地下水水资源数量与质量变化趋势、地下水含水层特性,进而可以掌握含水层的补给和排泄条件及地表水、地下水之间的转化过程以及地下水水质问题,更有利干地下水资源的管理与保护。

1.2 地下水文地质参数获取技术的应用背景

随着人口的增长以及气候变暖,作为重要水源的地表水逐渐受到人们的青睐,为了有效管控地下水资源的开发利用与保护,需获取地下水文地质参数,即反映水体特性、位置和分布特征的物理化学参数,包括渗透系数、孔隙度、含水层的厚度和流动性,直接决定水资源开发和运用类型^[1]。随着技术的进步,地

下水文地质参数获取的方法也不断变化,从钻探取样、遥感、地球物理勘探等技术的不断进步中都增加着我们对地下水系统认知,促进着地下水资源的可持续发展。

2 地下水文地质参数获取面临的挑战

2.1 传统技术在地下水文地质参数测量中的限制

虽然传统的地下水水文地质参数测量技术(钻孔法、气相测定法等)在一定程度上对地下水研究的开展起到了相应的作用,但是其缺陷显而易见。传统的水文地质参数测量技术测量范围过大,测量点之间的间隔过大,很难获得连续的、细致的地下水水流网参数。传统水文地质参数测量方法都需要人工进行现场操作,在一定程度上具有人为的主观能动性,数据误差不可避免。更重要的是传统技术的滞后性不能反映环境在不停地变化,也不能完全揭示地下水水流的微小变化,数据时效性和精度会受到很大的影响。

2.2 测量中技术难点、技术障碍分析

对地下水文地质参数进行测量,相对其他类型的地质勘测来说,困难多多,其中关键的是如何在复杂的地质情况下获取到更加精确的数据。在裂隙岩层、岩溶区等地质条件下,由于地下水的流动规律与分布状况通常存在不规则的特点,这就给地下水文地质参数的常规测量工作带来了很大的麻烦;相对而言,地下水的流动性本来就存在着很强的非线性、动态变化等特点,而如何实现地下水动态流动状态的及时、持续性观测,也是此次技术研究的一个重要难点^[2]。目前采用的技术方法并不能达到动态变化所需要的精度以及时间上的要求,需要进行跨学科整合和新技术的支持才能去完成。

2.3 数据不确定性对地下水文地质测量精度的影响

地下水文地质测量过程中最原始的问题是其数据的不确定性,不仅仅依赖于测量仪器的精度,而是由于地下水本身具有难以管控的复杂性,其本身的存储和流动与地质构架、气象变化、人工影响等多种因素息息相关,且各种因素也随时处于动态的变化状态,很难准确预估,而由此带来的测量数据的不确定性在很大程度上也制约着地下水水资源的评价工作和管理,在长期的监测和基于模型的预报中,这种测量数据的不确定性会不断放大,如何在后续的技术手段中最大程度降低这种不确定性,得到可靠和精准的数据是目前研究与技术运用中的首要难题。

3 地质测绘中地下水文地质参数获取技术研究

3.1 水文地质数据采集的现有技术方法

地下水研究的基础是水文地质数据的采集,在实际使用过程中,现有的技术方法很多,每一项都有针对性的解决了不同类别的地下水数据的采集问题。其中,最常见最传统的技术是钻井取样和泵试方法,传统技术虽然覆盖最广且使用最久,但如今随着数据精度与使用效率的提高,传统的技术所存在的问题愈加明显。钻井技术虽然作为最传统且直接的方法之一,但它在获得地下水的水位、孔隙度和渗透率等水文地质信息的同时,成本巨大且周期较长,并且常常不能全面地展示地下水系统信息的动态性。对于这些问题,我们开始使用地球物理勘探技术,包括电

阻率法、地震反射法、微波遥感法。这些新兴的技术都有很广泛的应用场景。和传统的技术比较,地球物理勘探技术具有高度的效率性以及探测范围广的优点,这些优势都是传统的水文地质勘探技术无法具备的。电阻率法是一种根据地下水的不同层之间电阻率不同的差异,测出地下水介质分布和地层结构的方法。并且由于其对大规模面积进行勘探的优势,它在地球上有着广阔的适用范围和前景^[3]。但是,也正是因为上述勘探技术在应用的过程中会有相应的问题存在,例如电阻率法并不能穿透复杂多样的岩溶水层和裂隙带,可能因为探测的地下介质不同而导致结果的偏差。

3.2 新兴技术在地下水文地质参数获取中的应用

随着科技的发展,新的科技手段在地下水文地质参数的获取中得到越来越多的应用,尤其是在如何提高数据采集效率与精度方面都达到了新的层次。遥感技术中应用最广泛、最早出现在我们视线里的就是卫星遥感,但现在已经在向无人机遥感发展,这对于整个空间时间和地域上的地下水勘测起到一种极大的改善作用。遥感技术对空间高清晰度的地下水水资源量的测得和获取,尤其是那些地理位置偏僻而资源较为贫乏的地区,它们在一定程度上满足了地质测绘的要求,使得我们对地下水的获取和掌握达到了一个新的层次。一种较为先进的方法就是应用人工智能和大数据分析技术,对以往的水文数据进行处理并分析,与此同时,也能借助人工智能这一技术手段对整个水系统的地下水的流动趋势、水位状况进行预测,以此来使得地下水系统当前水资源的预估可以更加科学。但是不得不提到的是在地质结构复杂地区往往难以对地下水流动状况进行观察,这时人工智能通过数据分析、规则提取以及高效推理对地下水流量进行预测,并结合历史数据进行模拟和预测,对今后科学地开发利用地下水很有益处。大数据技术的配合与运用同样不容忽视,应用大数据技术,则可以多层面、多方面地进行数据获取,而非单一数据点采集,当水资源量在时间尺度上有异常波动的时候,我们可以从天气气候、历史的地下水数据信息、地质构造等多个角度进行数据资料获取,对一个区域地下水流量的规律进行一定的分析和预判^[4]。特别是在对极端气候的影响下,大数据与人工智能可以实现对这些数据分析,加大准确度,可以为水资源管理者提供正确且迅速地措施,防止过度的利用或未充分地利用水资源。

3.3 地下水文地质参数测量仪器的选择操作

测量地下水文地质参数是地下水开发和保护的重要工作之一,测量仪器的选择则是地下水文地质参数测量工作的第一步,是保证测量结果准确合理,做出科学正确判断的基础。测量仪器的选择不仅仅只在于技术指标本身,还属于一种科学管理的过程。测量仪器在使用过程中其自身性能好坏、适用性状况,以及是否方便等问题都直接影响到地下水文地质参数测量的工作效率及精度。渗透仪、孔隙度计及水位计是常用的地下水文地质参数测量仪器。渗透仪用于测量土壤或岩石的渗透性,从地下水角度来看主要应用于研究流体通过地下水介质时的特点,对于

地下水流动及补给的研究至关重要。渗透仪在复杂条件下使用的测量难度大,对于裂隙岩层及高渗透性岩土介质,其水流入渗的实际径流情况较难测量。水位计即用于监测地下水水位变化的仪器,对于地下水动态变化参数分析至关重要。数字水位计、自动化水位计、智能化水位监测系统已成为新潮流。水位计与渗透仪的差别之一是数字化水位计实时监测、自动化记录、自动上云的使用功能,与以前水位计相比数字水位计方便很多,在需要进行大范围测量时,实时数据通过记录、分析,能够得到可靠准确的结果。然而,不论所采取什么仪器,必须要根据研究目的、试验要求合理选择,对于深层地下水调查来说,必须选择准确的测深仪器与多种参数分析仪,而对于地表水、浅层地下水监测来说,可以选择更为方便实用的仪器^[5]。

3.4 数字化、自动化技术在测绘中的作用效果

由于信息技术和自动化技术的普遍运用,在技术成熟方面对数据采集工作带来的直接好处就是精确度大大提高、数据收集效率大提高,可持续性更强。自动化技术和智能化测绘技术的运用,尤其表现在替代了以往人工进行的技术手段和现场测绘工作,随着地下水资源参数数据采集设备的进步和手段的现代化,彻底改变了时间、地点、人为等因素导致的传统测绘技术手段无法达到的误差问题。由于运用了物联网感应技术、计算机网络技术和数据分析,使得传感器可以将地下水位、水质含量、流量等数据直接传送并实现自动化设备的监测并远程传输采集。运用无纸化数字地图、遥感等技术对水文信息的数据存储、挖掘分析以及共享流通都将更加合理高效。

3.5 地下水文地质参数获取技术改进方向

地下水文地质参数获取技术的进步需要与科技发展同行,针对技术进步方向上的局限性及问题,接下来地下水文地质参数获取技术的改进将重点考虑提高精度性、全面性和可持续性,基于新技术研究现状和未来的发展趋势来看,地下水文地质参数获取技术的改进将着重围绕提高精度性、扩大勘探区域、提高实时性数据采集三点展开。而提高精度是提高地下水测量技术的目标之一,随着新型传感器及测量仪器的研发,未来地下水文地质参数测量技术能更精确地测量地下水的渗透性、孔隙度和水头等,在特殊地质条件下(裂隙岩区、岩溶带等)能更清晰地表达出地下水流动的微观变化,水资源的使用会更加科学,地下

水资源的开发利用会越来越合理和有效。扩大勘探区域与提高实时性数据采集是重要的技术方向^[6]。通过遥感技术与无人机配合,地质测绘人员能快速对更大区域开展地下水资源的勘探测量工作,而传统的地面钻探与测量技术都具有一定的局限性,无法获取更大范围或者难以抵达的区域数据信息,通过遥感技术能高效而低成本获取大量数据,结合大数据分析得到较为全面的地下水资源评估和管理。

4 结束语

综上所述,获取地下水的水文地质参数不只是一个技术问题,而是我们认识自然问题的重要途径。今后我们将更依赖于技术手段与技术上的整合,更依赖于不同的科学界之间的协同合作,而这种协同合作之一,或许在某一时刻,可以更加熟练地应用所有这些参数获取技术手段,以便更好、更准确地预测、开发和保护地下水资源。

【参考文献】

- [1]李建民,张勇.地下水水文地质参数测量技术的现状与发展[J].地质勘探,2020,56(3):112-118.
- [2]王晓鹏,刘斌.基于数字化技术的地下水水文地质调查方法探讨[J].水资源保护,2022,38(5):57-62.
- [3]陈华,刘飞.自动化技术在地下水监测中的应用研究[J].地质与环境,2021,43(4):35-41.
- [4]张辉,赵国栋.地下水资源开发与保护中的技术难点分析[J].水利科技,2020,47(6):45-49.
- [5]赵雷,孙涛.新型地质测绘技术在地下水资源评估中的应用[J].地质技术,2022,48(2):95-101.
- [6]刘建伟,韩梅.物联网技术在地下水文地质监测中的创新应用[J].水文与水资源,2021,39(7):73-78.

作者简介:

徐延兵(1977--),男,汉族,山东日照人,本科,高级工程师,研究方向:采矿工程。

杨洪文(1998--),男,汉族,内蒙古赤峰人,大专,研究方向:土木工程检测技术。

郭文辉(1970--),男,汉族,辽宁昌图人,大专,中级工程师,研究方向:煤矿地质与测量。