

水文地质在地下水监测中的应用与意义

范启金

清流县华腾矿业有限公司，福建省三明市，365300；

摘要：随着全球人口增长、工业化进程加速和气候变化的加剧，水资源的可持续管理和环境保护成为了人类面临的重大挑战。水文地质作为地球科学的核心分支，为揭示地下水资源的分布、循环和质量变化规律提供了重要的理论基础和实践指导。

关键词：水文地质；地下水监测；应用；意义

DOI: 10.69979/3060-8767.24.4.014

引言

水文地质学是研究地下水的科学，它不仅关注地下水的静态特征，如分布、储量和水质，还关注地下水的动态变化，包括补给、流动和排泄过程。随着人类活动对水资源的影响日益加剧，地下水监测成为了确保水资源可持续利用和环境保护的关键手段。水文地质学的应用，使得我们能够更准确地评估地下水系统的状态，预测其变化趋势，并制定有效的管理策略。

1 水文地质概念与分类

水文地质是地球科学的一个重要分支，它研究地下水与地表水的相互作用，以及地下水的形成、分布、运动、质量和环境效应。这一学科的理论基础涵盖了地球物理、地球化学、地质学、气候学等多个领域的知识，它的研究对象不仅包括地下水，还包括与地下水相互作用的土壤、岩石、地表水体以及大气等自然环境组成部分。

水文地质可以按照不同的维度进行分类。首先，从研究内容上看，水文地质可以分为静态水文地质和动态水文地质。静态水文地质侧重于描述地质结构、岩土介质的水文地质特性，如含水层的厚度、分布、渗透性等；而动态水文地质则关注地下水的流动规律、循环过程，包括地下水位的变化、流速、流向等。其次，从应用领域分类，水文地质又可细分为农业水文地质、工程水文地质、环境水文地质和灾害水文地质等，分别对应不同应用场景，如农业灌溉、建筑施工、环境保护和地震、滑坡等灾害风险的评估。

再者，从时间尺度上，水文地质可以分为现代水文地质和古代水文地质。现代水文地质主要研究当前地下水的状况和动态变化，而古代水文地质则是通过古气候、

古环境的重建，了解过去地下水系统的特征和变化，这对理解地下水系统的长期稳定性以及预测未来变化趋势至关重要。

在水文地质学中，不同的分类体系有助于更精细地描述和理解地下水的复杂性，为地下水的管理、保护和合理利用提供科学依据。通过系统研究水文地质，我们可以制定出更为精准的水资源管理策略，如在干旱地区找到可持续的水源，在城市规划中确保地下水安全，以及在矿产开采区有效地防止和修复地下水环境的破坏。因此，深入了解水文地质的概念和分类，是开展地下水监测和保护工作的基础，也是推动水文地质在水资源管理中发挥更重要作用的前提。

2 问题

在探讨水文地质概念与分类的过程中，我们不可避免地会遇到一些问题。首先，地下水系统的复杂性使得水文地质研究变得极具挑战性。地下水流动和分布受到多种因素的影响，包括地质结构、地表水体、气候条件以及人类活动等。这些因素的相互作用使得地下水系统的预测和管理变得复杂。其次，水文地质数据的收集和分析也存在一定的困难。由于地下水系统深藏于地下，直接观测和取样往往受限，因此需要依赖间接的地质、水文和地球物理方法来获取数据。这些方法的准确性和可靠性直接影响到水文地质研究的质量。此外，随着全球气候变化和人类活动的影响加剧，地下水系统的动态变化更加难以预测。气候变化可能导致降水模式的改变，进而影响地下水的补给和排泄。同时，城市化和工业化进程中的过度抽取地下水、污染排放等问题，也对地下水系统的健康和可持续性构成了威胁。

3 水文地质在地下水监测中的应用

3.1 水文地质模型在地下水预测中的应用

在地下水监测中,水文地质模型扮演着不可或缺的角色,它们通过模拟地下水系统的动态行为,预测地下水的未来变化,为水资源的管理决策提供科学依据。水文地质模型是将水文地质理论与数学方法相结合的产物,它们能够将复杂的地下水流过程简化为可计算的方程组,从而分析地下水的补给、径流和排泄,以及水质的变化。

常用的水文地质模型包括地下水流动模型、水文地球化学模型和水文地质风险模型等。地下水流动模型主要基于达西定律,通过对地下水流场的数学描述,模拟地下水位、流速和流向的变化。这些模型可以是解析解,如地下水流的二维或三维理论,也可以是数值解,如有限差分法、有限元法或随机有限元法等。通过这些模型,研究人员可以预测地下水位随时间的变化,甚至在特定条件下,如降雨事件后,预测未来地下水位的上升或下降。

水文地球化学模型则着眼于地下水的化学成分变化,它们通过追踪溶质的迁移和反应,揭示了污染物在地下水中的行为。这类模型可以用来预测污染物的扩散范围、迁移速度,以及污染物与地下水矿物质的相互作用,这对于预防和治理地下水污染至关重要。例如,通过监测点的长期数据,可以构建污染物浓度随时间变化的模型,预测污染源的潜在影响,从而指导污染防控策略的制定。

水文地质风险模型关注的是地下水系统对环境变化或人为活动的响应,以及由此产生的风险。这种模型常常结合了水文地质参数、遥感数据和气候模型,用来评估干旱、洪水、盐渍化、矿产开采等对地下水系统的风险。通过风险模型的输出,决策者可以评估不同管理策略的潜在影响,从而选择最有利于地下水保护和水资源可持续利用的方案。

在实际应用中,水文地质模型已被广泛应用于干旱区的水资源规划、城市地下水安全预警、矿产开采区的环境影响评估以及污染物追踪等领域。例如,在干旱区,水文地质模型可以帮助预测不同灌溉方案下的地下水位变化,确保水资源的合理分配;在城市,模型可以预测城市扩张对地下水位和水质的潜在影响,以便制定合理的城市规划;在矿产开采区,模型可以预测开采活动对地下水流动和水质的长期影响,为环境恢复提供科学

依据。

随着大数据和人工智能技术的发展,水文地质模型正变得越来越智能和自适应。实时数据的集成、模型参数的优化以及不确定性分析,使得模型预测的精度和可靠性不断提高。未来,深度学习和机器学习的应用将进一步增强模型的预测能力,使得水文地质模型在地下水监测和管理中发挥更大的作用。

水文地质模型是地下水监测中不可或缺的工具。它们通过模拟地下水系统的复杂行为,为水资源管理决策提供科学依据,帮助我们更好地理解地下水的动态变化,预测潜在的环境风险,促进地下水资源的可持续利用和环境保护。随着科技的进步,水文地质模型将在地下水监测中展现出更多可能性,为水资源精细管理提供更为精确的解决方案。

3.2 水文地质参数在监测数据解析中的应用

水文地质参数在地下水监测中的应用是不可或缺的,它们是数据解析的关键依据,能够提供地下水系统状态的定量描述。通过测量和分析这些参数,我们可以深入理解地下水的动态行为,为水资源的可持续管理提供科学依据。

渗透性是水文地质参数中的核心内容,它决定了地下水在地层中的流动能力。在监测数据解析中,通过计算不同岩层的渗透系数,我们可以对地下水的流动速度和方向进行精确预测。例如,监测到的地下水位下降速率与预测的渗透性相关联,可以帮助我们判断地下水补给是否充足,或者是否存在过度开采的情况。在干旱地区,通过监测渗透性变化,可以预测季节性地下水位的升降,指导水资源的合理调度。

地下水的贮存量,即含水层的水量,是评估水资源可利用性的重要依据。通过测量含水层的厚度、孔隙度以及地下水量,可以估算地下水的静态和动态储量。在城市地下水安全评估中,了解地下水储量变化,可以及时发现并防止因地下水过度开采导致的水位下降,确保城市供水安全。

流速和流向参数的监测对于地下水动态变化的追踪至关重要。流速的快慢反映地下水在含水层中的移动速度,而流向则揭示其流动方向。通过解析流速数据,我们可以预测污染物在地下水中的扩散速度和范围,为污染事件的应急响应和长期治理提供科学指引。例如,在矿产开采区,监测流向变化有助于预测采矿活动对地

下水系统的影响,进而指导环境恢复工作。

水文地球化学参数如矿化度、pH 值和溶解氧含量等,反映地下水的化学特性,对水质评估和环境风险识别具有重要意义。通过监测这些参数的时空变化,我们可以追踪污染物迁移路径,评估环境污染对地下水质量的长期影响,并为环境管理决策提供依据。

水文地质参数的测量通常通过钻探、物探、遥感和实验室分析等多种技术手段来实现。这些技术的联合应用,如结合遥感数据了解地表条件,通过物探探测地下结构,再结合钻探获取直接的物理化学数据,能够提供多维度的地下水信息。例如,遥感技术可以揭示地表水系、植被覆盖和土壤湿度等信息,帮助理解地下水的补给条件;物探技术则提供地下岩层结构和含水层厚度的详细信息;钻探则直接获取地下水样品和岩心,用于实验室分析。

3.3 水文地质在地下水污染防控中的应用

水文地质在地下水污染防控中的作用至关重要,它通过揭示地下水的流动规律、追踪污染物迁移路径、评估环境风险,为制定科学的污染防治策略提供依据。在实际工作中,水文地质方法常与现代技术融合,以实现更高效、精准的地下水污染防控。

水文地质模型在预测污染物扩散中扮演着关键角色。通过结合达西定律和其他水动力学原理,这些模型可以模拟污染物从污染源向下游含水层的迁移过程,预测污染物在地下水中的浓度分布和时间变化。例如,通过数值模拟,可以预测在特定边界条件和流速下,污染物需要多长时间才能到达某个特定位置,从而为隔离污染源或设置监控点提供指导。

水文地球化学技术在追踪污染物路径中起着关键作用。通过分析不同地点地下水的化学成分,特别是污染物浓度、同位素比例和化学指标的变化,科学家可以追踪污染物的迁移路径,确定污染源,以及评估污染物在地下水中的行为。例如,通过对比不同时间点的样品,研究人员可以识别出污染物的引入时间,对污染事件进行“地质年代学”分析。

遥感技术在水文地质污染防控中也发挥着越来越重要的作用。通过监测地表的异常变化,如地表沉降、植被变化和地表水体的颜色变化,遥感可以提供早期预警,帮助识别可能的地下水污染源。此外,遥感数据与地下水水位、流速等信息的融合,有助于识别地下水污染的潜在影响区域,为进行针对性的现场调查提供依据。

钻探技术在污染防控中同样不可或缺。在污染区域进行钻探,可以获取地下水样品和岩心,为实验室分析提供第一手数据。这些数据可用于识别污染物的类型、

浓度和可能的迁移途径,同时也可以评估地下水的自净能力。通过分析岩芯,可以了解污染物质在不同地质层中的分布,为制定修复策略提供信息。

在矿产开采区,水文地质调查对于识别和评估开采活动对地下水环境的影响至关重要。例如,通过监测采矿活动前后地下水位、水质和流速的变化,可以评估开采活动是否导致了地下水的过度抽取、水质恶化或流场变化。同时,通过水文地质模型预测,可以评估开采活动对地下水系统长期稳定性的威胁,为防止和修复环境破坏提供科学依据。

在实际应用中,例如在工业区,通过水文地质调查和模型模拟,可以指导设置地下水监测网络,及时发现污染扩散,防止污染蔓延至饮用水源。在城市地下水污染防控中,水文地质技术能够帮助识别污染源,并通过优化城市规划,减少污染对地下水的威胁。

随着科技的发展,如大数据和人工智能的引入,水文地质在地下水污染防控中的应用将进一步提升。通过实时数据集成、模型参数调优和不确定性分析,未来的地下水污染防控将更加精准和及时,为地下水的保护和可持续利用提供更有力的保障。水文地质技术与其他学科的交叉应用,将为解决全球水污染问题提供新的可能,确保水资源的安全,维护地球的生态环境。

4 结语

随着科技的发展,如大数据和人工智能的引入,水文地质在地下水污染防控中的应用将进一步提升。通过实时数据集成、模型参数调优和不确定性分析,未来的地下水污染防控将更加精准和及时,为地下水的保护和可持续利用提供更有力的保障。水文地质技术与其他学科的交叉应用,将为解决全球水污染问题提供新的可能,确保水资源的安全,维护地球的生态环境。

参考文献

- [1] 经闻. 水文地质钻探技术在地下水环境监测井成井中的应用[J].《地下水》,2024 年第 1 期 139-140,154,共 3 页
- [2] 殷烁渠. 传统水文地质调查方法应用于土壤及地下水环境污染调查中的价值探讨[J].《现代盐化工》,2024 年第 4 期 9-11,共 3 页
- [3] 杨曼. 水文地质与工程地质在地下水开发利用中的综合应用[J].《中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术》,2024 年第 9 期 0183-0186,共 4 页
- [4] 尹亚光. 水文地质调查方法在地下水资源勘探中的应用研究[J].《中文科技期刊数据库(全文版)自然科学》,2024 年第 7 期 0153-0157,共 5 页