

水文地质勘察在污染场地环境调查中的重要性

杨倩

四川省第七地质大队, 四川 乐山 614000

摘要 : 通过对地下水的循环和流动规律、地质结构对地下水流动的影响以及污染物在地下水中迁移机制的深入研究, 水文地质勘察能够提供关于地下水资源和污染物行为的关键数据。在污染场地的环境调查中, 水文地质勘察有助于确定污染物的来源及其迁移路径, 从而评估污染物对地下水资源的潜在影响。此外, 它为污染场地的修复和风险评估提供了科学依据。实际应用中, 水文地质勘察包括场地特征调查、污染源识别和污染范围与程度的评估, 确保了环境调查的全面性和准确性。

关键词 : 水文地质勘察; 地下水循环; 污染物迁移

The Importance of Hydrogeological Survey in Environmental Investigation of Polluted Sites

Yang Qian

The seventh Geological Brigade of Sichuan Province, Leshan, Sichuan 614000

Abstract : Through in-depth studies on the circulation and flow patterns of groundwater, the influence of geological structures on groundwater flow, and the migration mechanism of pollutants in groundwater, hydrogeological surveys can provide critical data on groundwater resources and pollutant behavior. In the environmental investigation of polluted sites, hydrogeological surveys help determine the source of pollutants and their migration pathways, thereby assessing the potential impact of pollutants on groundwater resources. Furthermore, it provides a scientific basis for the remediation and risk assessment of polluted sites. In practical applications, hydrogeological surveys include site characteristic investigations, pollution source identification, and assessment of pollution scope and extent, ensuring the comprehensiveness and accuracy of environmental investigations.

Keywords : hydrogeological survey; groundwater circulation; pollutant migration

一、水文地质勘察的基本原理

(一) 地下水的循环与流动

地下水的循环是一个涵盖水分蒸发、降水、渗透、流动及回补等多个环节的复杂过程, 其形成始于降水, 通过地表的渗透作用渗入地下, 穿过表层土壤和岩石的过滤, 最终储存在地下含水层中。在地下水的流动过程中, 地形、地质结构以及补给和排泄条件等因素均会对其流动特性产生显著影响。自然状态下, 地下水通常从高水头区域流向低水头区域, 流动模式主要由重力和地下水压力差驱动。地下水的流动速度和方向受到地层孔隙度和渗透性的决定性影响。渗透性较大的地层具有较高的水传输能力, 可以容纳和传输大量的水, 而渗透性较低的地层则限制了水的流动, 导致水流缓慢或停滞^[1]。

地下水在流动过程中还受到地质结构的影响, 地层的孔隙度和渗透性是决定地下水流动速度的关键因素。孔隙度大的地层可以储存更多的水, 而渗透性好的地层允许水流动得更为迅速。相反, 孔隙度和渗透性较差的地层则对地下水流动产生阻碍。此外, 地形的起伏和地下水补给及排泄条件也对地下水流动模式产生影响。山脉和丘陵形成地下水流动的障碍, 改变水流的方向和速度, 而地下水补给源(如降水或河流)和排泄源(如泉水或地

下水流出)则会影响地下水的补给和排泄平衡, 从而影响整体的水流动态。

(二) 地质结构对地下水流动的影响

地质结构对地下水流动的影响主要体现在岩石的孔隙度、渗透性以及地质层的构造特征, 岩石和土壤的孔隙度决定了地下水的储存能力, 即地下水能够在岩石或土壤中存储的总量。渗透性则影响水的流动速度和流动路径, 渗透性高的地层允许水流迅速通过, 而渗透性低的地层则会对水流形成阻碍。地下含水层的地质构造特征, 如裂缝、断层和褶皱, 对地下水流动产生了复杂的作用。裂缝和断层通常会形成地下水流动的主要通道, 使得地下水能够沿这些结构迅速迁移, 导致水流速度显著加快, 在地下水系统中形成高渗透通道, 从而引导地下水流向特定区域。相对而言, 褶皱和层间的不连续面可能会对地下水的流动产生阻碍或引导作用, 褶皱的弯曲结构导致地下水在褶皱的凹陷部分积聚, 而层间的断裂面可能使地下水在流动中发生偏折或停滞^[2]。地质结构的复杂性要求在水文地质勘察中进行深入的空间分布分析, 理解不同地质层对水流的控制作用, 包括详细测绘岩层的空间分布、分析地层的交错和重叠情况, 以及识别可能影响地下水流动的各类地质构造特征, 有助于准确描绘地下水的流动特征, 预测地下水在不同地质条件下的行为, 并为水资源的管理和保护提供科学

依据。

（三）污染物在地下水中的迁移机制

污染物在地下水中的迁移机制是一个复杂的过程，涉及多种物理、化学和生物因素，主要的迁移机制包括溶解、扩散、对流和吸附等。溶解过程指的是污染物以离子或分子形式溶解在地下水中，溶解的污染物随水分子一起流动，成为地下水的一部分。扩散机制则是由污染物浓度梯度引起的自发性迁移，浓度较高的区域向浓度较低的区域迁移，直到达到均衡状态。对流则是由于地下水流动所带动的污染物迁移，地下水的流动将污染物从源头带向其他区域，这种迁移方式与水流的速度和方向密切相关。污染物的迁移速度和范围不仅受到上述机制的影响，还与地质介质的性质密切相关，砂质地层由于其较高的渗透性，允许污染物较快地迁移，而在粘土层中，污染物的迁移速度显著降低，这主要是由于粘土的低渗透性和较高的吸附能力所致。^[9]此外，地下水中的吸附作用也会显著影响污染物的迁移。某些污染物能够与土壤颗粒发生相互作用，导致其在地层中被固定，从而减缓其迁移速度，吸附作用的强弱与污染物的化学性质以及土壤颗粒的特性有关，带有较强极性的污染物更容易被土壤颗粒吸附。

二、污染场地环境调查中水文地质勘察的重要性

（一）确定污染物的来源和迁移路径

通过对地下水进行深入勘察，能够揭示污染物的原始释放点以及其在地下水中的扩散方式，调查过程通常包括对污染物的地质背景进行详细分析，监测地下水样本中的污染物浓度及其空间分布，并评估地下水流动的方向和速度，能够为揭示污染物的迁移路径提供基础数据。地下水流动的模式与地质结构、污染物的物理化学性质密切相关。^[4]地质结构特征，如断层、裂隙以及土壤类型，会显著影响污染物的流动和扩散，而污染物的溶解度、密度和与土壤的相互作用也会改变其迁移特性。系统化的勘察与建模工作能够在复杂因素的基础上，精确追踪污染物的源头，并描绘其在地下水系统中的传播路径，详细的追踪和分析不仅有助于理解污染物的实际分布情况，还能够评估其对地下水系统的长期影响，从而为制定针对性的污染防控和修复措施提供科学依据。准确识别污染物的迁移路径有助于环境工程师和决策者制定有效的应对策略，以防止污染进一步扩散，并保护地下水资源及其周边环境。

（二）评估污染物对地下水资源的潜在影响

污染物的存在及其浓度对地下水质量产生直接影响，进而对水资源的安全性和适用性产生深远的影响，水文地质勘察通过详细分析污染物在地下水中的浓度分布和扩散范围，以及对地下水资源的长期影响，能够全面评估污染的程度，包括对污染物迁移速度和浓度衰减的监测与分析，以揭示污染物在地下水系统中的行为和变化。通过对数据的深入解读，了解污染物对地下水质量的具体危害，并预测其未来产生的影响。进一步的分析则可以揭示污染物对地下水生态系统的潜在风险，包括其对水体生物的健康影响，对饮用水源的安全性威胁，以及对农业用水的污染风

险，为制定有效的水资源保护和污染治理措施提供了科学依据。通过理解污染物的迁移模式和对地下水系统的影响，可以优化污染控制策略，确保地下水资源的持续安全和利用，系统化的评估方法不仅有助于当前污染状况的管理，也为未来的环境挑战提供了预测和应对方案，确保了地下水资源的可持续性和生态系统的稳定性。^[6]

（三）为污染场地的修复和风险评估提供科学依据

通过深入的地下水调查和数据分析，可以为污染场地的修复工作制定科学的策略和方案，水文地质勘察提供的详细数据有助于全面了解污染的范围和程度，明确污染源的具体位置以及污染物的迁移路径，为制定修复目标和选择适当的修复技术提供了必要依据。通过构建污染物在地下水中行为的模型，能够模拟其不同情境下的扩散和变化，从而预测修复措施的有效性和长期影响。^[6]此过程不仅涵盖了对不同修复技术的比较分析，还涉及对未来可能出现的污染风险的预估。通过这些模型和分析，能够评估各种修复方案的实际效果，为决策者提供科学依据，帮助其选择最适合的修复策略，对不同修复技术的效果进行对比，能够发现每种技术在特定环境条件下的优缺点，从而为现场修复方案的优化提供支持。通过系统的风险评估和修复效果预测，可以有效制定和调整修复计划，以应对可能的环境挑战，实现对污染场地的有效治理和长期保护。

三、水文地质勘察在污染场地环境调查中的应用

（一）场地特征调查

水文地质勘察在污染场地环境调查中展现了其在场地特征分析方面的核心作用，对场地进行综合调查时，涉及的内容不仅包括地质结构和地下水特性，还涵盖了土壤性质和地层构造等多个维度。通过地质勘探手段，能够详细记录土壤层的分布、深度及其物理特性，信息对于了解地下水的流动动态和污染物的迁移路径至关重要。具体而言，地下水的流动受地层的孔隙度和渗透性的影响，参数决定了水流在地下介质中的储存和传输效率。孔隙度较高的地层可以容纳更多的地下水，而渗透性强的地层则允许水流迅速通过，从而影响污染物的扩散速度和范围。^[7]此外，地质结构的复杂性，如地层的断层、褶皱及裂隙等，也对地下水流动模式产生深远影响，如断层和裂隙可以作为地下水流动的主要通道，使得污染物能够沿这些结构迅速迁移，改变其在地下水系统中的分布情况。相反，密实的地层则可能对水流形成阻碍，导致污染物在某些区域的积聚。通过对地质和水文特征的系统分析，能够建立地下水流动模型，精准描绘污染物在地下水系统中的行为模式，从而为污染场地的环境评估和治理提供科学依据。对于制定有效的污染控制措施和修复方案，数据和模型是不可或缺的支持，确保了污染防治工作的针对性和实效性。

（二）污染源识别

通过对污染场地及其周边环境的细致调查，能够明确污染源的具体位置并评估其对地下水系统的潜在影响，通常包括对历史活动记录的梳理，如工厂生产、废料处理及废弃物堆放等，活动

往往是污染物的主要来源。同时，现有的排污设施和管理措施也需要纳入分析范围，以识别可能的泄漏或管理不善的情况。^[8] 采集地下水样本并进行化学分析是关键步骤，通过分析可以明确水中污染物的种类和浓度，进一步揭示污染源的性质和规模。结合地质数据和水文信息，能够精确定位污染源，并理解其对地下水质量的具体影响，地质层的特性和地下水流动路径对污染物的扩散有直接影响，能够帮助解释污染物的空间分布和浓度变化，污染源的识别还需包括对其释放机制的研究，例如排放途径、污染物的溶解性和迁移速度等，为未来的环境影响评估提供了依据，使得制定有效的污染控制和治理措施成为可能。全面了解污染源的释放机制及其带来的长期影响，可以指导采取适当的应对策略，减轻污染对地下水资源的潜在威胁，确保环境保护措施的科学性和有效性。^[9]

（三）污染范围和程度评估

污染范围和程度的评估在水文地质勘察中占据了核心地位，主要用于全面掌握污染物在地下水中的扩散状态，此评估过程涉及系统化的地下水监测和数据分析，通过这些步骤可以绘制出污染物在地下水体中的空间分布和浓度变化图谱。具体而言，定期采集地下水样本并进行化学成分分析，能够揭示污染物在不同深度和地理位置的浓度分布，需要高频次的监测，以捕捉污染物浓度的时空变化，并结合地质层的特性与地下水流动模式，形成详

尽的污染扩散模型。利用模型，可以预测污染物在未来的扩展趋势，从而对污染扩散进行前瞻性评估。^[10] 除了当前污染情况，这些预测结果还为未来的环境保护和修复策略提供了科学依据。通过深入分析污染的空间和时间分布，可以有效制定针对性的修复方案和管理措施，以降低污染对地下水资源的长期影响。最终，评估为制定切实可行的修复目标和方案奠定了基础，确保在实际治理过程中能够准确应对污染问题，实现有效的环境保护和资源管理。

四、结束语

在当今环境保护和资源管理日益受到关注的背景下，污染场地的有效调查和修复显得尤为重要，水文地质勘察作为环境调查中的核心环节，提供了关于地下水资源和污染物行为的宝贵数据，不仅有助于明确污染物的来源和迁移路径，还能准确评估其对地下水资源的潜在影响。通过科学的水文地质勘察，可以为污染场地的修复措施和风险评估提供坚实的基础，从而保障地下水资源的安全性和环境质量的提升。在全面理解污染场地特征、识别污染源以及评估污染范围与程度的过程中，水文地质勘察的作用不可替代，确保了环境调查的科学性和准确性，为制定和实施有效的环境保护策略提供了重要支持。

参考文献

- [1] 龚良成. 污染场地环境岩土工程地质勘察中水文地质条件评估方法研究 [J]. 环境科学与管理, 2024, 49 (05): 186-190.
- [2] 王文森. 矿山污染场地环境治理中的水文地质勘察技术研究 [J]. 中国金属通报, 2023, (10): 149-151.
- [3] 陈会会. 污染场地环境水文地质勘察技术的应用 [C] // 上海筱虞文化传播有限公司, 中国智慧工程研究会智能学习与创新研究工作委员会. Proceedings of 2022 Shanghai Forum on Engineering Technology and New Materials(ETM2022)(VOL.3). 河北正润环境科技有限公司; , 2022: 2.
- [4] 吴仕军. 水文地质勘察在污染场地环境调查中的重要性探讨 [J]. 冶金管理, 2022, (01): 103-105.
- [5] 张雷, 刘利军, 郭晨辉. 水文地质勘察在污染场地环境调查中的重要性探讨 [J]. 环境与发展, 2020, 32 (02): 60-61.
- [6] 陈林. 水文地质勘察在污染场地环境调查中的应用 [J]. 城市周刊, 2022(31):43-45.
- [7] 王继誉, 宋乐乐, 袁晓磊. 水文地质调查在污染场地调查中的作用研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3(4):177-179.
- [8] 张建春. 水文地质调查在污染场地调查中的影响分析 [J]. 装饰装修天地, 2022(20):109-111.
- [9] 张雷, 刘利军, 郭晨辉. 水文地质勘察在污染场地环境调查中的重要性探讨 [J]. 环境与发展, 2020, 32 (02) :60-61.
- [10] 石磊. 基于污染场地环境水文地质勘察技术应用分析 [J]. 科学技术创新, 2020, 07:36-37.