

水文地质调查在污染场地调查中的运用分析

熊 川

中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司 重庆 400042

摘 要: 本文围绕水文地质调查在污染场地调查中的应用展开论述。先阐述其重要性,包括为污染物迁移研究、确定污染范围和修复方案设计提供依据;接着介绍主要内容,如地质地貌、地下水水位与流向等调查;还说明常用方法,如钻探取样、物探技术、同位素示踪技术的应用;又分析了不同类型污染场地(工业、农业、矿山开采区)中水文地质调查的特点与应用;最后强调水文地质调查对污染场地治理和修复的重要意义。

关键词: 水文地质调查; 污染场地调查; 运用

一、水文地质调查在污染场地调查中的重要性

1. 为污染物迁移研究提供基础

污染物在地下环境中的迁移过程复杂且受到多种因素的共同影响,其中水文地质条件是至关重要的因素之一。例如,地下水的流动方向和速度直接决定了污染物的迁移方向和速率。在渗透性能良好的地层中,地下水流速较快,污染物能够迅速下移并在较短时间内扩散至较大范围;而在隔水层中,地下水流动缓慢甚至停滞,污染物则主要在局部区域积聚。此外,地层的岩性也对污染物的迁移产生显著影响。粗粒的砂卵石层孔隙度大、渗透性强,污染物易于在其中随地下水运移;相反,黏土层孔隙细小、透水性差,对污染物具有一定的阻隔作用,使污染物的迁移速度明显减慢。因此,只有通过详细的水文地质调查,准确把握场地内不同地层的岩性特征、渗透系数以及地下水的流动特性,才能建立科学合理的污染物迁移模型,预测污染物在地下环境中的迁移路径和影响范围,为后续的风险评估和修复方案制定提供准确的依据^[1]。

2. 辅助确定污染范围和程度

在污染场地调查中,准确确定污染范围和程度是制定有效修复措施的前提。水文地质调查能够通过多种手段获取与地下水相关的信息,从而为判断污染范围和程度提供有力支持。一方面,通过对地下水水位的长期监测,可以发现因污染物渗入导致的水位异常变化区域。例如,在某些工业污染场地,由于废水的长期渗漏,地下水水位可能会出现明显的下降或上升现象,这往往是地下存在污染源的重要线索。另一方面,对地下水水质的分析能够直接反映污染物的种类和浓度分布情况。根据不同区域的水质监测数据,结合地下水的流向和流速

信息,可以推断出污染物的扩散方向和污染范围。同时,水文地质调查还可以确定地下水与地表水之间的水力联系,这对于评估污染物是否可能通过地表水的侧向补给或排泄进入地下水体具有重要意义。如果地下水与地表水存在密切的水力联系,那么地表水的污染可能会进一步加剧地下水的污染程度,反之亦然。

3. 为污染场地修复方案设计提供依据

合理的污染场地修复方案需要充分考虑场地的水文地质条件,以确保修复措施的有效性和可行性。水文地质调查所提供的信息能够帮助工程师选择合适的修复技术和方法。例如,对于地下水流速较快且污染范围较大的场地,采用原位化学氧化还原技术时,需要考虑如何控制反应药剂的扩散范围,避免其随地下水快速迁移而造成二次污染;而对于地下水流速缓慢、污染主要集中在局部区域的场地,则可以考虑采用原位生物修复技术,利用微生物的代谢作用降解污染物。此外,水文地质调查还可以确定地下水的补给来源和排泄途径,这对于实施截断污染源、设置地下水抽提井等修复工程措施具有重要的指导意义。通过合理布置地下水抽提井的位置和数量,可以有效地抽出受污染的地下水,防止污染物的进一步扩散和迁移,从而达到修复污染场地的目的。

二、水文地质调查的主要内容

1. 地质地貌调查

地质地貌是影响水文地质条件的基础因素之一。通过详细的地质调查,可以了解场地的地层岩性、地质构造、岩石裂隙发育情况等信息。例如,在山区的污染场地,由于地形起伏较大,岩石裸露较多,降水容易形成地表径流并沿裂隙渗入地下,导致污染物在浅层地下水中的迁移和富集。而在平原地区,地层相对较为平坦,

沉积物厚度较大，地下水埋深较浅且水流相对缓慢，污染物一旦进入地下水系统，可能更容易在深层土壤和地下水中积聚。因此，对场地所在区域的地质地貌进行深入研究，有助于分析污染物的来源和可能的迁移途径，为后续的水文地质调查提供背景资料。

2. 地下水水位与流向调查

地下水水位和流向是水文地质调查的核心内容之一。通过测量不同位置的地下水水位，绘制地下水等水位线图，可以直观地反映出地下水的流动方向和水力梯度。在污染场地中，地下水通常从高水位区向低水位区流动，污染物也会随之发生迁移。例如，在一个位于河流附近的化工企业污染场地，由于河水侧向补给地下水，地下水流向总体指向河流方向。如果场地内的污染物泄漏到地下水中，将会沿着地下水流向逐渐向河流迁移，对河流水体造成潜在威胁。因此，准确掌握地下水水位和流向对于预测污染物的迁移趋势、确定污染范围以及制定相应的防护措施具有重要意义^[2]。

3. 含水层特性调查

含水层是储存和运移地下水的主要场所，其特性直接影响着污染物在地下水中的分布和迁移。含水层的岩性、厚度、渗透系数等参数是水文地质调查的重点内容。例如，砂岩含水层通常具有较高的渗透性和孔隙度，能够为地下水提供良好的储存空间和运移通道，污染物在其中的迁移速度相对较快；而黏土质含水层则由于其致密的结构，渗透性较差，对污染物具有一定的阻隔作用。通过对含水层特性的详细调查，可以评估不同含水层对污染物的敏感性和容纳能力，为确定地下水污染防治的重点区域和选择合适的修复技术提供依据。例如，对于渗透性强的含水层，可能需要采取更为积极的修复措施，如设置多层防渗帷幕或增加地下水抽提量，以防止污染物的快速扩散；而对于隔水性能较好的含水层，则可以重点加强对其上部包气带的防污处理，减少污染物向下渗透的可能性。

4. 地下水水质分析

地下水水质分析是了解污染场地污染程度和污染物种类的重要手段。采集不同地点、不同深度的地下水样品，检测其中的各种化学指标，如重金属离子、挥发性有机物、氨氮、硝酸盐等的含量，可以确定污染物在地下水中的分布情况和浓度水平。例如，在一个电镀厂污染场地，通过地下水水质分析发现，地下水中铬、镍等重金属离子浓度严重超标，且在靠近厂区生产车间的区域浓度最高，随着距离的增加逐渐降低。这表明污染物

主要来源于电镀生产过程中产生的废水排放，并且已经在一定范围内扩散。根据水质分析结果，可以进一步评估污染场地的环境风险，确定受影响的范围和程度，为制定针对性的修复方案提供数据支持。

三、水文地质调查方法在污染场地调查中的应用

1. 钻探与取样

钻探是获取地下岩芯样本和地下水样品的关键手段。在污染场地调查中，合理布置钻探孔位和深度至关重要。据最新数据显示（见表1《不同地层岩性统计》），通过钻探可获得不同地层的岩芯样本，分析地层的岩性、结构和含水层特性等信息。同时，在钻探过程中采集地下水样品进行水质分析，确定污染物种类和浓度。例如，在某电子垃圾拆解场地调查中，采用冲击钻在不同方位和深度钻探。钻至一定深度提取岩芯样本，观察发现地层主要由粉质黏土和细砂组成，部分深度有黑色物质夹杂，实验室分析确认为含重金属污染物。采集各层位地下水样品检测显示，铅、汞等重金属含量远超国家饮用水标准。这些数据为后续准确评估场地污染程度和制定修复方案提供了关键依据^[3]。

表1 《不同地层岩性统计》

地层深度	岩性成分	占比情况
0-5米	粉质黏土	60%
5-10米	细砂	30%
10-15米	粉质黏土与细砂混合	10%

2. 物探技术应用

物探技术是一种非破坏性的地球物理勘探方法，在污染场地调查中具有广泛的应用前景。常用的物探技术包括电阻率法、电磁法、地震波法等。电阻率法通过测量地下介质的电阻率差异来推断地层结构和含水性变化。例如，在一个煤矿采空区污染场地调查中，利用电阻率成像系统对场地进行二维电阻率测量。结果表明，采空区上方地层的电阻率明显低于周边正常地层，推测是由于采空区积水和煤矸石中矿物质溶解导致地下水矿化度升高所致。电磁法则主要用于探测地下导电物体的分布情况，如金属管道、电缆等，同时也可用于寻找含水层的边界和监测地下水的流动状态。地震波法可以通过人工激发地震波并接收其在地下介质中的传播特性来探测地层的结构和厚度变化。在某沿海工业区的污染场地调查中，采用地震反射波法探测到地下存在多个不同年代的填海沉积层，且各层之间的界面清晰可见。这些物探技术的应用为进一步的水文地质调查提供了重要的参考信息，有助于更精确地了解污染场地的地下地质结构和

水文地质条件。

3. 同位素示踪技术

同位素示踪技术是一种有效的研究地下水运动和污染物迁移过程的方法。通过向地下水中注入稳定的或放射性同位素示踪剂，然后在不同的时间和位置采集地下水样品进行分析，可以追踪地下水的流动路径和速度，以及污染物与地下水之间的相互作用。例如，在某农药生产厂污染场地的调查中，向地下水中注入氚同位素示踪剂。在下游不同距离的监测井中定期采集地下水样品，检测氚的含量变化。根据氚的衰减规律和浓度变化曲线，计算出地下水的平均流速为每天0.5米左右，并且发现污染物与同位素示踪剂具有相似的迁移规律，表明污染物主要随着地下水的流动而迁移。同位素示踪技术的应用为深入了解污染物在地下环境中的行为模式提供了有力的工具，有助于优化污染场地的修复方案和提高修复效率。

四、不同类型污染场地中水文地质调查的特点与应用

1. 工业污染场地

工业污染场地通常具有复杂的生产工艺和多样的污染物种类，如重金属、有机物、酸碱废液等。在这类场地中，水文地质调查需要重点关注工业生产活动对地下水的影响。例如，某钢铁厂污染场地，由于长期的铁矿石冶炼过程产生了大量的废渣和废水。通过水文地质调查发现，厂区内的地下水水位存在明显的波动现象，且在靠近炼铁高炉的区域，地下水中的铁、锰等重金属含量严重超标。进一步调查显示，这是由于炼铁过程中冷却水泄漏导致地下水受到污染，并且由于地下水的径流作用，污染物逐渐向周边扩散。针对这种情况，在制定修复方案时，除了对污染源进行封堵外，还需要根据地下水的流向设置多级地下水拦截坝和收集池，对受污染的地下水进行处理后再排放或回用。

2. 农业污染场地

农业污染场地的主要污染物来源包括农药、化肥、畜禽粪便等有机污染物和氮、磷等营养元素。在这类场地中，水文地质调查应着重关注地表水与地下水之间的相互转化关系以及土壤对污染物的吸附和解吸作用。例如，在某大型养殖场周边的农田污染场地调查中，发现由于长期过量施用畜禽粪便作为有机肥料，导致土壤中氮、磷含量过高，并且随着灌溉水的淋溶作用逐渐向地下渗透。通过水文地质调查了解到该区域的地下水埋深较浅且与地表水体存在密切的水力联系。为了防止污染

物进一步污染地下水和地表水体，采取了调整种植结构、控制化肥施用量、建设生态沟渠等一系列措施。同时，加强对地下水水质的长期监测，以便及时发现潜在的污染风险并采取相应的补救措施。

3. 矿山开采区污染场地

矿山开采活动会对地下地质结构和水文地质条件造成严重的破坏，引发一系列环境问题，如地面塌陷、地下水位下降、矿井水排放等。在矿山开采区污染场地调查中，水文地质调查需要综合考虑矿山开采历史、地质构造、矿坑排水等因素。例如，在某金属矿山开采区关闭后的污染场地调查中，发现由于多年的地下开采活动形成了大量的采空区和废弃矿坑。这些采空区改变了原有的地层应力分布状态，导致地面出现不同程度的塌陷现象。同时，矿坑水的排放使得周边地区的地下水水位大幅下降，形成了大面积的疏干漏斗区。通过对矿山开采区水文地质条件的详细调查，确定了采空区的分布范围和稳定性状况，并对矿坑水的水量、水质进行了评估。在此基础上，制定了包括采空区治理、矿坑水回灌、地下水监测与修复等一系列综合治理措施，以恢复矿山开采区的生态环境和地质稳定性。

结语

综上所述，水文地质调查在污染场地调查中扮演着至关重要的角色。通过详细的水文地质调查，能够深入了解污染场地的地质结构、地下水状况以及污染物的迁移规律，为准确判断污染范围和程度提供有力支持，进而为修复方案的设计和实施提供科学依据。不同类型的污染场地具有各自的特点，需要针对性地开展水文地质调查工作。未来，应进一步加强水文地质调查技术的研究与创新，提高调查结果的准确性和可靠性，为污染场地的有效治理和生态环境的保护贡献力量，实现经济发展与环境保护的协调共进。

参考文献

- [1] 王娜, 郑志林, 贾锐. 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, 2023, 4(24): 195-197.
- [2] 商金超. 水文地质调查在场地污染调查中的作用[J]. 资源信息与工程, 2022, 37(02): 53-55.
- [3] 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(04): 177-179.