

水文地质勘察与水文地质问题研究

段淑瑞

山西省地质勘查局二一七地质队有限公司 山西 大同 037000

摘要：随着工业化与城市化进程的加速，水文地质勘察与水文地质问题日益凸显其重要性。本文系统阐述了水文地质勘察的基本概念、方法体系，包括地质钻探、水文地质试验及地球物理勘探等技术的应用。同时，深入剖析了地下水污染、过量开采等水文地质问题的成因与影响，并以具体案例为依托，提出了针对性的解决方案。本文旨在为水资源保护与合理利用提供科学依据，促进经济社会可持续发展。

关键词：水文地质；勘察；问题

引言：水文地质勘察与水文地质问题研究是保障水资源可持续利用、维护生态平衡的重要基础。随着人类活动的不断拓展，地下水资源的合理开发与保护面临诸多挑战。深入研究水文地质特性，准确评估地下水资源潜力，有效解决地下水污染与过量开采等问题，对于促进经济社会可持续发展、保障人民饮水安全具有重要意义。本文旨在探讨水文地质勘察方法及水文地质问题的应对策略，为水资源管理提供科学参考。

1 水文地质勘察基础

1.1 水文地质基本概念

在水文学与地质学的交叉领域，水文地质学扮演着至关重要的角色，它专注于研究地下水的分布、运动规律以及与地表水、大气水之间的相互转化关系。理解水文地质基本概念是进行水文地质勘察的前提。（1）地下水系统、含水层与隔水层。地下水系统是指由一系列具有水力联系的含水层和隔水层组成的复杂网络。这个系统如同大地的“隐形水库”，存储着大量的淡水资源，对维持生态平衡、保障人类生产生活用水具有重要意义。含水层，作为地下水系统的重要组成部分，是指那些能够储存并允许地下水流动的地质层。它们通常由多孔、透水的岩石或土壤构成，如砂层、砾石层等。与含水层相对应的是隔水层，它们由致密的岩石或土壤组成，具有很低的透水性，能够有效隔绝上下含水层之间的水力联系，保护地下水免受污染。（2）水文循环与地下水补给排泄机制。水文循环，又称水的大循环，描述了地球上水分通过蒸发、降水、径流、下渗等过程在海洋、大气、陆地及地下水系统之间不断循环的过程。在这个过程中，地下水作为水文循环的一个重要环节，其补给主要来源于大气降水、地表水的下渗以及人工灌溉等。地下水排泄则主要通过泉水出露、地下水开采、河流渗流、蒸发等方式进行。了解水文循环与地下水补给

排泄机制，有助于我们更好地把握地下水的动态变化，为水资源的合理开发与保护提供科学依据。

1.2 水文地质勘察方法

水文地质勘察是揭示地下水分布特征、评估水资源潜力、解决地下水问题的关键环节。随着科技的进步，勘察方法日益多样化，主要包括：（1）地质钻探、测井技术。地质钻探是直接获取地下地质信息的重要手段。通过钻探，可以直观地观察地层结构，采集岩芯样本进行实验室分析，同时也可安装观测井监测地下水位变化。测井技术则是利用物理方法（如电阻率、自然电位、声波速度等）测量井壁岩石的物理性质，间接推断地层的岩性、含水量等信息，为地下水资源的评价提供依据。（2）水文地质试验。抽水试验和注水试验是评估含水层水文地质参数（如渗透系数、储水系数）的有效方法。抽水试验通过抽取一定水量观察水位下降情况，结合水量与时间的关系计算相关参数；注水试验则是向井内注入水量，观测水位上升，同样通过数据分析得出参数。这两种试验不仅能提供宝贵的地下水资源信息，还能帮助判断含水层的富水性及开采潜力^[1]。（3）地球物理勘探与遥感技术应用。地球物理勘探，如电阻率法、重力勘探、电磁法等，通过测量地下介质对物理场的响应，间接揭示地下地质结构和含水层分布。遥感技术则利用卫星、飞机等高空平台获取地表信息，结合多光谱图像分析，可识别地质构造、植被覆盖、土壤湿度等与地下水相关的地表特征，为水文地质勘察提供宏观视角。

1.3 数据处理与地质建模

（1）水文地质参数的估算。基于野外勘察和实验室分析数据，运用数学统计、数值模拟等方法估算水文地质参数，如渗透系数、储水率等，是评估地下水资源的关键步骤。这些参数的准确性直接影响到地下水资源的评价和开发利用计划的制定。（2）三维地质模型构建与

分析。随着GIS（地理信息系统）和计算机图形技术的发展，三维地质模型已成为水文地质研究的重要手段。通过将地质钻探、地球物理勘探等多源数据整合，构建三维地质结构模型，可以直观地展示地下水的空间分布、流动路径及水化学特征，为地下水资源管理、地下水污染预警、地质灾害防治等提供科学依据。通过模型模拟地下水动态变化，还能预测未来不同情景下的水资源状况，为决策提供前瞻性的信息支持。

2 水文地质问题研究

2.1 地下水污染问题

地下水作为地球上最重要的淡水资源之一，其污染问题日益严峻，对人类健康、生态环境及经济发展构成了严重威胁。深入研究和有效治理地下水污染，已成为全球水资源管理的重要议题。（1）污染源识别与分析。地下水污染源种类繁多，主要包括工业污染源、农业污染源、生活污染源及自然污染源。工业废水中的重金属、有机污染物等，通过废水排放、管道泄漏等途径进入地下水系统；农业活动中过量使用的化肥、农药，在雨水冲刷和土壤渗透作用下进入地下水；生活污水中的氮、磷等营养物质，以及医院、垃圾填埋场等产生的特殊污染物，也是地下水污染的重要来源^[2]。此外，自然地质过程，如矿物溶解、地下水流经含盐地层等，也会导致地下水水质变化，但这类污染通常较为温和，且局限于特定区域。识别与分析地下水污染源，是制定有效防治策略的基础。这要求我们对各类污染源进行全面调查，了解其分布、排放量、污染物种类及浓度等关键信息，并借助地理信息系统（GIS）、遥感技术等现代科技手段，实现污染源的空间定位与动态监测。（2）污染运移模拟与风险评估。地下水污染运移是一个复杂的物理、化学和生物过程，涉及水流、溶质运移、吸附解吸、氧化还原等多个方面。为了准确预测污染物的扩散趋势和潜在影响，需要运用数学模型进行模拟。这些模型通常基于质量守恒、能量守恒等基本物理原理，结合地下水流动、溶质运移理论，以及污染物与介质之间的相互作用机制，构建出地下水系统中污染物的运移模型。风险评估则是基于污染运移模拟结果，结合地下水使用功能、水质标准、人体健康风险等因素，对地下水污染可能造成的危害程度进行量化评估。风险评估的结果，不仅为制定污染防控策略提供了科学依据，也是确定地下水污染治理优先级、制定应急预案的重要参考。

2.2 地下水过量开采问题

地下水过量开采导致的地面沉降与海水入侵现象，是全球范围内普遍存在的环境问题。（1）地面沉降与海

水入侵现象。地下水过量开采会破坏地下水的天然平衡状态，导致含水层压力降低，进而引发地面沉降。地面沉降不仅威胁基础设施安全，还可能改变地表水系，影响生态环境。在沿海地区，地下水过量开采还会加剧海水入侵，破坏地下淡水资源的可持续性。海水入侵后，地下水水质恶化，不仅影响饮用水的安全，还可能对农业生产、工业生产造成严重影响。（2）水资源管理策略与法规分析。为解决地下水过量开采问题，各国政府和国际组织纷纷出台了一系列水资源管理策略和法律法规。这些策略和法律旨在通过限制开采量、提高水资源利用效率、加强地下水监测和保护、推广节水技术和设施等措施，保障地下水资源的可持续利用。此外，还通过经济激励、公众参与等手段，提高全社会的节水意识和水资源保护意识^[3]。

2.3 特殊地质条件下的水文地质问题

特殊地质条件下的水文地质问题，如喀斯特地貌、盐碱地等区域的水文地质特征，对地下水资源的开发利用提出了特殊要求。（1）喀斯特地貌、盐碱地等区域的水文地质特征。喀斯特地貌以其独特的岩溶作用而闻名，地下水在岩溶裂隙、管道中快速流动，使得喀斯特地区的地下水系统极为复杂。这种复杂性增加了地下水资源的开发利用难度，也提高了地下水污染的风险。盐碱地则通常由于地下水位高、水质差或土壤含盐量高而形成，对地下水资源的开发利用和生态环境保护构成了挑战。（2）解决方案与技术挑战。针对喀斯特地貌和盐碱地等特殊地质条件下的水文地质问题，需要采取针对性的解决方案。在喀斯特地区，应加强地下水系统的监测和研究，掌握其运移规律，采用合理的开采方式，避免过度开采导致的环境破坏。在盐碱地地区，则可通过改良土壤、降低地下水位、增加淡水补给等措施，改善地下水水质和土壤环境。然而，这些解决方案的实施面临着诸多技术挑战，如如何准确预测和监测地下水动态、如何有效控制和治理地下水污染等。这些挑战要求我们在技术创新、政策法规制定等方面不断探索和完善^[4]。

3 案例研究：汾河流域地下水超采与污染综合整治

3.1 案例选择与背景介绍

汾河，作为山西省的主要河流之一，流经多个重要城市和农业区，其流域内的地下水资源对当地经济社会发展具有不可替代的作用。然而，长期以来，由于不合理的农业灌溉、工业用水以及城市化进程中水资源的无序开发，汾河流域面临着严重的地下水超采和污染问题。选择汾河流域作为案例研究，不仅因为其代表性，更在于探索一种适合北方干旱半干旱地区地下水保护与

合理利用的模式。

3.2 勘察过程与数据分析

3.2.1 勘察方法

本次勘察采用了地质调查、水文地质钻探、水位动态监测、水质分析、遥感与GIS技术相结合的综合方法。首先,通过地质调查,查明了流域内地层结构、含水层分布及其水文地质特性;随后,实施了多口水文地质钻探,获取了地下水动态监测数据,评估了地下水的补给、径流和排泄条件;同时,在不同地段采集了地下水样,进行了全面的水质分析,包括物理性质、化学组分及微生物指标;利用遥感技术,对流域内的土地利用变化、水体分布进行了监测;最后,借助GIS技术,对收集到的地质、水文、水质数据进行了空间分析和可视化表达,为问题的识别和解决方案的提出提供了科学依据。

3.2.2 数据收集与处理

勘察期间,共收集地质剖面图20余幅,水文地质钻孔资料50余份,水位动态监测数据超过1000组,水质检测报告200余份,遥感影像数据多时段覆盖。所有数据经过标准化处理后,运用专业软件进行统计分析、趋势预测和空间分析。通过时间序列分析,揭示了地下水位随季节变化的规律及长期下降的趋势;通过空间分析,识别了地下水污染的高风险区域和主要污染源类型。

3.3 主要问题与发现

基于勘察结果,汾河流域地下水主要存在以下问题:(1)地下水超采严重。由于农业灌溉需求大、工业用水集中,加之地下水开采缺乏有效的管理和调控,导致地下水位持续下降,形成了区域性的地下水漏斗,加剧了地面沉降的风险。(2)水质污染加剧。工业废水、生活污水未经处理或处理不达标直接排放,农业面源污染严重,导致地下水水质恶化,尤其是硝酸盐、重金属等污染物超标,威胁到居民饮水安全和生态环境健康。(3)水资源管理薄弱。水资源管理机制不健全,水权交易、节水激励机制缺失,公众节水意识淡薄,水资源利用效率低下。

3.4 解决方案与建议

针对上述问题,提出以下解决方案与管理建议:

(1)实施地下水开采总量控制。根据地下水资源评价结果,制定科学合理的地下水开采总量控制指标,严格控制超采区的开采量,逐步恢复地下水位。(2)加强地下水污染防治。建立流域内工业废水和生活污水处理设施,实施严格的排放标准;推广生态农业,减少化肥农药使用,控制农业面源污染;开展地下水污染修复试点,探索适合本地区的污染修复技术。(3)推进水资源节约与循环利用。在工业、农业和生活领域全面推行节水措施,提高水资源利用效率;鼓励和支持水资源循环利用项目,如雨水收集利用、中水回用等。(4)完善水资源管理制度。建立健全水资源管理体系,明确各级政府和部门的水资源管理职责;推行水权交易制度,建立节水激励机制,激发社会节水积极性;加强水资源监测和信息化建设,提高水资源管理的科学性和精准度。(5)提升公众节水意识与参与度。通过媒体宣传、社区活动等形式,普及节水知识,增强公众节水意识;鼓励公众参与水资源保护活动,形成全社会共同保护地下水资源的良好氛围。

结束语

通过对水文地质勘察与水文地质问题的系统研究,我们不仅加深了对地下水分布规律、动态变化及潜在风险的认识,还提出了一系列针对性的解决方案。未来,随着科技的不断进步和环境保护意识的日益增强,我们需持续创新水文地质勘察技术,加强地下水资源的监测与管理,构建更加完善的地下水保护体系。同时,提高公众参与度,形成全社会共同保护地下水资源的强大合力,确保水资源可持续利用,支撑经济社会健康发展。

参考文献

- [1]韩忠.工程地质勘察中的水文地质问题及其工作优化策略[J].工程技术研究,2021,(16):136-137.
- [2]秦万能,冯禄强.基于工程地质勘察中水文地质问题的危害分析[J].世界有色金属,2021,(15):197-198.
- [3]曾滔.工程地质勘察中应加强对水文地质问题的分析应用探讨[J].世界有色金属,2020,(20):190-191.
- [4]杨位刚.水文地质勘察在煤矿地质工程勘察中的重要性[J].华北自然资源,2020,(06):44-45