

# 水文地质及工程地质勘察关键要素探究

刘 涛

黄河勘测规划设计研究院有限公司 河南 郑州 450000

**摘 要：**随着经济快速发展，各类工程建设规模不断扩大，对地质环境的要求日益提高。本文聚焦水文地质及工程地质勘察关键要素。水文地质勘察围绕地下水赋存条件、运动规律、水质评估及勘察技术展开，工程地质勘察则涵盖岩土体工程性质、地质构造与不良地质作用、工程地质问题分析及勘察技术。探讨了数字化与智能化技术（三维地质建模、人工智能、物联网监测）对勘察要素的革新。旨在为工程建设、水资源开发利用及生态环境保护提供科学依据，提升勘察精准度与效率，保障工程安全、合理运行。

**关键词：**水文地质勘察；工程地质勘察；关键要素

引言：水文地质及工程地质勘察作为工程建设的前期关键环节，其重要性愈发凸显。准确查明水文地质条件与工程地质特征，是保障工程安全、合理利用水资源及保护生态环境的基础。当前勘察领域面临诸多挑战，传统勘察方法存在局限性。因此深入研究水文地质及工程地质勘察关键要素，并探索数字化与智能化技术的应用，对提升勘察水平、推动行业发展具有重要意义。

## 1 水文地质及工程地质勘察概念

### 1.1 水文地质勘察概念

水文地质勘察是以地质学、水力学、水文地质学等理论为基础，运用各种技术手段和方法，对特定区域地下水的形成、分布、运动规律，以及地下水与地表水、大气水之间的相互关系进行调查、研究和评价的系统性工作。其核心目标在于查明区域水文地质条件，为工程建设、水资源开发利用、生态环境保护等提供科学依据。从勘察目的来看，水文地质勘察主要服务于三大领域。在工程建设中，需评估地下水对地基稳定性、建筑物基础抗浮、施工降水的影响，避免因地下水问题引发工程事故；在水资源开发方面，通过勘察确定地下水的储量、水质及可开采量，保障供水安全；在生态环境保护层面，勘察可揭示地下水污染源和迁移规律，助力污染防治与生态修复。勘察内容涵盖多个维度。首先是地下水赋存条件调查，包括含水层和隔水层的岩性、厚度、分布范围，以及地下水的类型；其次是研究地下水的运动规律，分析其补给、径流、排泄条件，测定渗透系数、水力坡度等水文地质参数；最后是开展地下水水质评价，检测水中化学成分、微量元素及有害物质含量，判断其对工程材料的腐蚀性和作为供水水源的适用性。

### 1.2 工程地质勘察概念

工程地质勘察是以工程地质学理论为指导，针对工

程建设项目，采用专业技术手段和方法，系统调查、分析和评价建设场地的地质环境、岩土体工程性质及地质灾害隐患的综合性工作。其核心目标是为工程规划、设计、施工及运营提供科学可靠的地质依据，确保工程安全、经济、合理。工程地质勘察的核心任务在于揭示工程场地地质条件与工程建设之间的相互作用关系。一是需评估场地地质条件对工程建设的适宜性，包括地基稳定性、岩土体承载能力等；二是要预判工程活动对地质环境的影响，如开挖引发的边坡失稳、填方导致的地基沉降等问题，为工程设计和施工提供风险预警与解决方案。勘察内容主要包含三大方面。首先是工程地质条件调查，涵盖地形地貌、地层岩性、地质构造（断层、褶皱）、不良地质现象（滑坡、泥石流、岩溶）等，明确场地地质背景；其次是岩土体工程性质研究，通过室内试验和原位测试，获取岩土体的物理力学参数，如密度、孔隙比、抗剪强度等；最后是工程地质问题分析，针对不同工程类型（如建筑、道路、水利工程），分析潜在地质风险，提出相应防治措施<sup>[1]</sup>。

## 2 水文地质勘察关键要素

### 2.1 地下水赋存条件分析

地下水赋存条件是水文地质勘察的基础要素，直接影响地下水的储存与运移。它主要由含水层与隔水层的特性、地质结构以及地形地貌共同决定。含水层作为储存和传输地下水的地质体，其岩性、厚度和孔隙度是关键参数。如砂砾石层孔隙度大、渗透性强，常形成富水性良好的孔隙含水层；而碳酸盐岩因岩溶发育，可形成高渗透性的岩溶含水层。隔水层则限制地下水流动，其完整性和连续性对地下水分布范围起控制作用。地质结构对地下水赋存影响显著，褶皱构造可形成向斜储水构造，断层破碎带可能成为地下水的导水通道或隔水边

界。地形地貌条件与地下水赋存密切相关,山区地形切割强烈,地下水以径流为主,而平原地区地势平缓,地下水多以储存为主。勘察时需通过地质测绘、钻探取芯等手段,准确识别含水层与隔水层分布,测定岩性参数,建立三维地质结构模型,为后续分析提供基础数据。

## 2.2 地下水运动规律研究

掌握地下水运动规律是水文地质勘察的核心任务之一,主要涉及地下水的补给、径流和排泄过程,以及渗流特性的量化分析。地下水补给来源多样,包括大气降水入渗、地表水渗漏、相邻含水层越流补给等。不同地区主导补给方式存在差异,如干旱地区降水稀少,河流渗漏补给可能占主导;而湿润地区大气降水入渗则是主要补给源。地下水径流受地形坡度、含水层渗透性和水力坡度控制,其运动方向和速度决定了地下水的空间分布和水质变化。排泄方式包括蒸发、径流排泄、人工开采等,其中蒸发排泄易导致地下水盐分浓缩,影响水质。为量化地下水运动规律,常通过抽水试验获取含水层渗透系数、导水系数等参数,结合达西定律建立渗流模型,模拟地下水运动过程,预测地下水位变化趋势,为水资源评价和工程防排水设计提供依据。

## 2.3 地下水水质评估

地下水水质评估是水文地质勘察的重要内容,关乎水资源利用安全和工程耐久性。评估内容包括化学成分分析、有害物质检测以及水质腐蚀性评价。地下水中常见化学成分如阳离子(钙、镁、钠)、阴离子(氯离子、硫酸根离子)等,其含量与含水层岩性、补给来源及水岩作用密切相关。例如,石灰岩地区地下水中钙离子和碳酸根离子含量较高;滨海地区受海水入侵影响,氯离子浓度显著增加。有害物质检测主要针对重金属(汞、镉、铅)、有机污染物(苯、酚类)等,需采用高精度仪器进行定量分析。水质腐蚀性评价根据地下水对混凝土、金属材料的侵蚀性划分等级,依据《岩土工程勘察规范》等标准,判定地下水对工程结构的腐蚀性,为工程防腐蚀设计提供参数。此外,结合水化学类型和水质指标,还可对地下水作为饮用水源或工业用水的适用性进行分级评价。

## 2.4 勘察技术手段应用

先进的勘察技术手段是获取准确水文地质数据的关键。水文地质勘察综合运用地面调查、原位测试、物探和遥感技术,形成多维度、立体化的探测体系。地面调查通过水文地质测绘,绘制比例尺不同的水文地质图,标注泉、井、湿地等地下水露头信息,建立区域水文地质概念模型。原位测试以抽水试验、渗水试验为核心,

通过控制抽水量或渗水量,测定含水层参数和渗透特性。物探技术利用不同地质体的物理性质差异,实现非侵入式探测,如电法勘探通过测量电阻率变化识别含水层位置和厚度;地质雷达可快速探测浅层地下水通道和地下空洞<sup>[2]</sup>。遥感技术借助卫星影像和无人机航测,提取地形地貌、水系分布等信息,辅助判断地下水补给区和排泄区。

## 3 工程地质勘察关键要素

### 3.1 岩土体工程性质研究

岩土体工程性质直接决定地基承载能力与工程稳定性。岩土体的物理性质和力学性质是两大研究重点。物理性质方面,岩土体的密度、含水量、孔隙比等参数对其力学行为有显著影响。如含水量增加会降低土体的抗剪强度,导致地基沉降风险增大;孔隙比反映岩土体的密实程度,影响其压缩性和渗透性。通过室内土工试验,如比重试验、含水量试验、密度试验等,可精确测定这些物理参数。力学性质研究聚焦于岩土体的强度、变形特性和承载能力。土体抗剪强度通过直剪试验和三轴压缩试验测定,其黏聚力和内摩擦角参数是边坡稳定性分析和地基承载力计算的关键依据;岩体的完整性和强度受节理、裂隙发育程度影响,需采用现场岩体原位测试获取弹性模量、单轴抗压强度等数据。岩土体的蠕变特性、动力响应等时变和动态力学性质,在高填方工程、地震区建筑设计中也需重点考量。

### 3.2 地质构造与不良地质作用勘察

地质构造包括褶皱、断层、节理等,对岩土体的完整性和力学性能影响巨大。褶皱构造形成的背斜和向斜构造,可能改变岩土体的原始应力状态;断层破碎带不仅是岩体强度的薄弱区,还可能成为地下水导水通道,增加工程突水风险。勘察过程中,需通过地质测绘、钻探和物探技术,查明断层的位置、产状、规模及其活动性,评估其对工程的影响。不良地质作用涵盖滑坡、泥石流、岩溶、采空区等多种类型。滑坡和泥石流的发生与地形地貌、岩土体特性、降水条件密切相关,勘察时需识别滑坡边界、滑动面位置及泥石流物源区,分析其诱发因素和发展趋势;岩溶地区需探测溶洞、土洞的分布范围和充填情况,评估地基塌陷风险;采空区则需确定空洞位置、顶板稳定性及地表沉降范围。针对这些不良地质作用,常采用地质雷达、高密度电法等物探手段进行快速探测,结合钻探验证,为工程避让或治理提供依据。

### 3.3 工程地质问题分析与评价

对于建筑工程,主要问题包括地基稳定性、地基变

形和地下水影响。地基稳定性分析需计算地基承载力特征值,判断是否满足上部结构荷载要求;地基变形计算则需预估沉降量、沉降差,避免建筑物因不均匀沉降导致开裂破坏;地下水上升可能引起地基土软化、基础上浮,需采取降水或抗浮设计措施。道路桥梁工程面临的工程地质问题以边坡稳定性、地基不均匀性和隧道围岩稳定性为主。边坡稳定性分析需考虑岩土体力学性质、边坡几何形态和外部荷载(如地震、降雨),采用极限平衡法、数值模拟法评估潜在滑动风险;隧道工程则需根据围岩分级判断支护类型,针对破碎围岩、富水地层制定超前支护和排水方案。水利工程中的坝基抗滑稳定、渗透变形和库区浸没问题分析重点,需通过渗流计算和抗滑稳定验算,确保大坝安全运行。

### 3.4 勘察技术与方法应用

工程地质勘察采用“宏观-微观”“定性-定量”相结合的技术路线。宏观层面,工程地质测绘通过实地调查和遥感解译,绘制工程地质图,建立区域地质结构模型;遥感技术利用卫星影像和无人机航测,快速获取地形地貌、地质构造等信息,辅助判断不良地质体分布。微观层面,钻探和坑探是获取深部地质信息的主要手段。钻探通过岩芯取样,直观获取地层岩性、地质构造和地下水信息;坑探(探槽、竖井)则可直接观察岩土体结构和地质现象,便于现场试验和取样。原位测试技术如静力触探、标准贯入试验、波速测试等,能在不扰动岩土体的前提下获取力学参数,提高数据真实性。物探技术(如地震勘探、电磁法勘探)利用岩土体物理性质差异,实现快速探测和异常体定位<sup>[3]</sup>。随着数字化技术发展,三维地质建模、数值模拟软件(如FLAC3D、PLAXIS)广泛应用,可直观展示地质结构,模拟工程地质问题演变过程,为工程设计提供科学依据。

### 4 数字化与智能化技术对勘察要素的革新

在信息技术高速发展的当下,数字化与智能化技术深度融入水文地质及工程地质勘察领域,从数据处理、风险预测到实时监测等多个环节实现全面革新。具体来看,其革新作用主要体现在以下方面:(1)三维地质建模技术(BIM+GIS)。BIM与GIS技术的集成,打破了传

统二维勘察数据的局限性,将复杂地质信息转化为直观的三维模型。BIM精准构建岩土体与地下工程结构,GIS则赋予数据空间分析与管理能力,二者结合可清晰展现地质构造与工程要素的空间关系。例如在隧道工程中,三维模型能直观呈现断层、溶洞等隐患位置,结合GIS模拟地下水渗流与地层变形,辅助优化施工方案,实现从数据记录到动态决策的跨越。(2)人工智能在勘察中的应用。随机森林、神经网络等算法可深度挖掘地形、降雨、岩土参数等海量数据中的潜在规律,精准捕捉复杂地质条件下的非线性关系。如LSTM网络分析降雨量与地下水位序列,可提前预警滑坡风险;CNN技术识别遥感影像中的灾害前兆,大幅提升预测时效性与准确率,并结合实时数据动态优化模型,赋能智能化防灾减灾。

(3)物联网监测技术。物联网技术借助传感器网络与无线通信,构建起实时监测体系,扭转了传统勘察离散采样、滞后分析的局面。分布式光纤传感器可高精度监测水位、水温变化,智能压力与水质传感器实时传输地下水位、酸碱度等数据至云端<sup>[4]</sup>。在城市地下空间开发中,物联网系统实时反馈基坑水位,联动控制降水设备,有效防范地面沉降,为工程安全运营提供全周期保障。

结束语:本文全面探究了水文地质及工程地质勘察的关键要素,涵盖勘察概念、内容、技术手段及数字化与智能化革新。研究表明,准确把握地下水赋存、运动规律与水质,以及岩土体工程性质、地质构造与不良地质作用等要素,对工程建设至关重要。数字化与智能化技术的融入,如三维地质建模、人工智能与物联网监测,极大提升了勘察的精准度与效率。

### 参考文献

- [1]江忠彦,吴修嵘.水文地质及工程地质勘察关键要素探究[J].中国标准化,2019(6):100-101.
- [2]许代兵.水文地质及工程地质勘察关键要素探究[J].低碳世界,2020,10(7):52-53.
- [3]高健,张菊,赵辉.水文地质及工程地质勘察关键要素探究[J].中国科技期刊数据库工业A,2023(7):13-16.
- [4]张文鹏.水文地质及工程地质勘察关键要素探究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2023(7):94-97.