

The implementation path of hydrogeological exploration technology in geotechnical engineering

Xiao Yang Xingxian Yin*

Yunnan Geological Engineering Second Survey Institute Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650218, China

Abstract

Hydrogeological exploration technology has important application value for geotechnical engineering, which can provide scientific basis for engineering design and construction. In this paper, the basic theory system of hydrogeological exploration is sorted out, and the specific application of this technology in geotechnical engineering is discussed in detail, such as groundwater level measurement, permeability measurement, geological radar detection and numerical simulation. At the same time, the implementation path of hydrogeological exploration technology in geotechnical engineering is given, including investigation preparation, field implementation, data processing, result evaluation and report compilation. With the help of scientific hydrogeological survey, the safety and reliability of geotechnical engineering can be effectively improved, and solid technical support for engineering construction can be provided.

Keywords

hydrogeological exploration technology; Geotechnical engineering; Application analysis; Practice path

水文地质勘查技术在岩土工程中的实施路径

杨晓 尹兴显*

云南地质工程第二勘察院有限公司, 中国·云南昆明 650218

摘要

水文地质勘查技术对于岩土工程来说有着重要的应用价值,可以为工程设计以及施工提供科学的依据。本文对水文地质勘查的基础理论系统进行梳理,对该技术在岩土工程里的具体应用进行了详细探讨,例如地下水位测量、渗透性测定、地质雷达探测以及数值模拟等。与此同时,给出水文地质勘查技术在岩土工程中的实施路径,包含勘查准备、现场实施、数据处理、结果评估以及报告编制等环节。借助科学的水文地质勘查,可切实提升岩土工程的安全性和可靠性,给工程建设提供坚实的技术支撑。

关键词

水文地质勘查技术; 岩土工程; 应用分析; 实践路径

1 引言

水文地质勘查是岩土工程设计与施工的重要基础,研究成果直接对工程的安全性和经济性产生影响。伴随工程建设规模不断扩大以及复杂性不断增加,水文地质勘查技术的应用变得格外重要。本文系统探讨水文地质勘查技术在岩土工程里的应用价值以及实施路径,借助分析其基础理论跟关键技术提出科学合理的勘查方法以及实践策略。研究结果会给岩土工程的水文地质勘查提供理论依据跟实践指导,推动工程建设朝着科学化和规范化方向发展。

【作者简介】杨晓(1991-),男,中国云南腾冲人,本科,工程师,从事水工环地质、岩土工程、地热地质研究。

【通讯作者】尹兴显(1993-),男,中国云南腾冲人,本科,工程师,从事水工环地质、岩土工程、地热地质研究。

2 水文地质勘查基础理论

2.1 水文地质勘查的定义

水文地质勘查是从多学科交叉的角度出发,对区域地下水动态特征进行系统研究的一项基础性工作。它综合运用地质学理论以及水文地质分析方法,着重揭示含水层系统的赋存状态、渗流机制以及其与地表水体的耦合关系,技术人员整合野外勘探、地质填图、地球物理探测以及钻孔验证等技术手段,结合地下水动态监测网络数据,系统地分析区域水循环特征和岩层渗透规律^[1]。这些研究成果能为城市基建选址、灌区规划以及矿山排水设计提供科学依据,可指导地下水资源开发与生态保护之间的平衡策略,有效降低因地下水失衡而引发的环境风险。

2.2 水文地质勘查的主要内容

水文地质勘查的主要内容包含以下几个核心要素,目标区域含水层与隔水层的空间展布规律进行系统解析,精确

测定其厚度变化以及岩性构成特征,以此为揭示地下水赋存环境提供地质方面的依据。另外一个研究重点则是聚焦于区域水循环系统的动态解析,需要深入探究大气降水与地表水体对地下水的补给机制,同时绘制地下水径流路径图谱并且阐明其排泄通道特征^[2]。在研究过程中要持续监测地下水位、水质参数、水温以及流量等动态指标,构建起其时空演变模型来揭示规律性特征,针对地下水开发引发的次生地质问题,地基沉降、岩溶地面塌陷以及咸淡水界面运移等现象,要开展多维度调查以及定量化评估,为工程安全与生态保护提供科学的决策依据。

3 水文地质勘查技术在岩土工程中的应用

3.1 地下水位和流量的测量技术

在岩土工程实践中,地下水的动态监测属于保障工程安全的关键环节,一般会在钻孔或者监测井里面布置自动化水位仪,借助压力传感器实时采集水头波动数据。针对地下水出露点位的流量监测,技术人员常使用微型流速计测定泉口处水流速率,并且结合横截面几何参数来计算渗流量。在河床与含水层交互带研究里,大多采用分层监测法,在水力联系紧密的河段设置三维观测网络,利用高精度水质分析仪同时获取水温、电导率以及流速等多维度数据,依据这些构建地表水与地下水的水力耦合模型,这样的综合监测体系可定量评估含水层补给强度,给边坡稳定分析提供动态水文参数,有效预防地下水位异常波动造成的工程地质灾害^[3]。

3.2 地下水渗透性和水文地质参数的测定

地下水渗透性测定常采用抽水试验法作为主要研究手段,在抽水井实施稳定流量的抽水作业,配合观测井网记录的动态水位数据,结合泰斯公式或雅各布修正法等理论模型推导渗透系数,工程实践中压水试验通过向钻孔段塞注水并维持恒定水压,基于压力-流量曲线的非线性特征解析岩体透水率参数。实验室分析则对采集的岩芯样本进行系统性测试,采用变水头或常水头渗透仪进行精准测定,利用多源数据融合技术建立渗透参数矩阵,这种综合研究方法可量化评估含水层的水力传导特性,为工程地质勘察提供关键参数支撑,辅助设计人员结合三维渗流模拟技术,科学制定基础结构的防渗帷幕与排水系统优化方案^[4]。

3.3 地质雷达和电磁波探测技术

地质探测技术通过电磁波与地下介质的相互作用获取地质信息,其中地质雷达系统(如图1所示)通过发射高频电磁脉冲并捕捉其反射信号,依据不同岩层界面介电常数的突变特性实现地下构造成像。当探测天线沿地表或钻孔轨迹移动时,系统能连续采集电磁波数据,通过分析反射波时频特征,构建三维地质模型以识别含水层分布、空洞构造及断裂带延伸等地质现象。同类型的电磁波探测方法则采用多频段扫描技术,通过解析不同波长电磁场的衰减规律与相位变化,有效判断岩土导电性差异,能追踪地下水渗流路径,精

确划分地层岩性界面,为工程地质评价提供多尺度地下空间数据,有效提升勘察工作的可靠性和成果精度。



图1 地质雷达

3.4 钻探取样和实验室分析技术

地质勘探中普遍采用钻探技术获取地下介质信息,利用钻探设备在不同地层深度进行取样作业,同步获取岩芯与扰动/原状土体,岩芯样本能直观呈现岩石的层理构造和裂隙发育特征,为判断岩体完整性等级及渗透特性提供直接依据。采集的土样需通过三轴仪、渗透仪等专业设备进行室内试验,系统测定粒度组成、压缩模量及抗剪强度参数等关键指标,同步采集的地下水样本需开展水质检测,重点分析pH值、矿化度及硫酸盐等离子浓度,这对评估地基土腐蚀潜势、优化基础防腐措施具有决定性作用^[5]。上述多维度测试数据共同构成工程地质评价体系,指导工程基础选型、抗侵蚀混凝土配比优化等关键技术决策,保障构筑物全生命周期安全。

3.5 数值模拟和水文地质模型构建

基于专业分析平台对地质勘查数据进行三维可视化建模,构建包含含水层空间结构、渗流场分布特征及水力边界参数的综合水文地质模型,运用有限元数值解法可动态推演不同工况下潜水面波动规律、渗流路径偏移趋势及其对土体力学特性的耦合效应。以深基坑降水工程为例,通过动态仿真抽水过程中的孔隙水压力消散过程,建立降水速率与周边地层变形量的定量关系模型,实现降水井群布置方案的多目标优化,为控制地面沉降量值提供决策支撑,有效提升支护体系设计参数与工程地质条件的适配度。

4 水文地质勘查技术在岩土工程中的实施路径

4.1 勘查前的准备工作

工程勘察实施前需完成多维度的基础准备工作,系统收集目标区域的地质基础数据包,整合历史水文记录、气象档案及既有勘探成果,重点分析区域构造特征与地下水赋存规律。针对建设项目的岩土工程特性,协同设计与施工方开展需求对接会,如超限高层项目需专项论证地基持力层与潜水位变幅的关联机制。依托多源数据构建勘探技术路线

图,明确三维勘查网格布设原则及多尺度探测技术的耦合应用方案,同步完成勘探设备的技术准备,对钻探机组、地球物理探测装置、精密测绘仪器等专业装备实施性能校验与工况调试,形成完整的设备保障体系^[6]。

4.2 勘查现场的实施步骤

抵达作业现场后,严格按照勘查方案开展测量放线工作,精准标定各勘探点位坐标。在实施钻探作业时,严格遵循预设深度参数进行钻进操作,全过程详细记录岩芯采取率、机械钻进速率等关键指标,关注钻具异常振动及突发性卡钻等异常地质界面。沿规划测线同步开展物探探测,运用地质雷达和电法勘探等专业设备构建三维地质模型,针对水文地质调查,在选定点位布设地下水观测井,安装自动化监测设备实施动态水位追踪,结合阶段性抽水/注水试验获取渗透系数等核心参数。作业全程实行双人复核制度保证数据溯源可靠性,同时落实三级防护体系,包括钻孔即时封盖、临边防护网设置等12项安全举措,有效防范作业风险。

4.3 数据采集和处理方法

数据获取工作涵盖实地测量、实验室试验及问卷调查记录三类主要方式,其中地形测绘采用全站仪进行坐标采集,高程数据则通过精密水准仪测定。岩土体特性参数与地下水文指标通过现场原位测试结合实验室标准化试验双重验证。原始数据经初步质量筛查,重点核查信息完整度与逻辑性,剔除存在明显偏差的异常值。在基础数据整理阶段,运用描述性统计方法计算均值、方差等指标评估样本离散特征,针对地球物理勘探数据则采用 Geosoft 等专业平台实施降噪处理与信号增强,特别对地质雷达剖面进行时频域联合分析以提取断层构造等关键地质界面信息^[7]。通过构建多源数据校验机制,形成具备充分可靠性的基础资料库,为后续地质解译与工程评价提供科学依据。

4.4 勘查结果的分析与评估

在系统解析现场实测数据的基础上,本研究融合区域地质构造特征与工程力学参数,重点判定地下水赋存形态、动态运移模式及其与岩土介质力学响应的耦合机制,建立水文地质三维模型,解析含水层空间展布规律与渗透特性,定量评估孔隙水压对建筑基础的浮托效应及离子迁移引发的材料腐蚀风险。基于多参数关联分析,构建场地水文地质工程适宜性评价体系,着重识别潜在地层液化、地基沉降或基坑突涌等水岩作用隐患并针对性提出帷幕截渗或智能监测

等防控措施,通过多源勘查数据的交叉比对与互验,运用贝叶斯概率模型修正参数误差,提升结论的科学性与可信度。

4.5 勘查报告的编制和提交

勘查报告是地质工程领域技术成果的核心载体,其编制质量直接影响工程决策的科学性,该成果文件通常涵盖六大核心组成部分。工程背景说明、技术目标定位、勘探手段选择、实测数据汇总、综合研判过程及可行性建议。在编制实践中需遵循“三精原则”,文字精炼准确避免歧义、图例规范符合行业标准、数据链完整可追溯。专业技术人员需运用系统思维方法,将现场采集的多元异构数据进行科学整合与逻辑梳理,利用可视化技术将复杂地质信息转化为具有工程指导价值的专业文档,成果交付前需建立三级审核机制(项目组自检、质量部门复核、总工程师审),经标准化排版后形成具备法律效力的技术文件,为岩土工程全生命周期管理提供可靠的地质参数支撑,有效规避施工风险并保障项目顺利推进。

5 结语

综上所述,水文地质勘查技术用于岩土工程中,为工程建设带来了重要的地质参数以及科学依据。研究显示,科学的水文地质勘查可以有效提高岩土工程的安全性和可靠性,降低工程风险。在不断地发展过程中,需要优化勘查技术和方法,加强多学科交叉融合,推动水文地质勘查技术的创新与应用,给岩土工程的可持续发展提供坚实保障。

参考文献

- [1] 许庆飞. 水文地质勘查技术在岩土工程中的实施路径 [J]. 冶金管理, 2024, (08): 103-105.
- [2] 张莉萍. 水文地质勘查技术在岩土工程中的应用探讨 [J]. 工程建设与设计, 2024, (04): 41-43.
- [3] 王豪, 窦洪鑫. 水文地质勘查技术在岩土工程中的运用分析 [J]. 冶金与材料, 2023, 43 (12): 178-180.
- [4] 蔡奥博. 水文地质勘查技术在岩土工程中的实施路径 [J]. 江苏建材, 2023, (05): 105-106.
- [5] 董浩, 殷淑翠, 谢飞. 水文地质勘查技术在岩土工程中的应用 [J]. 中国金属通报, 2023, (02): 192-194.
- [6] 崔长兴. 水文地质勘查技术在岩土工程中的应用 [J]. 居业, 2022, (07): 94-96.
- [7] 鹿传磊, 刘占辉. 岩土工程水文地质勘查技术研究 [J]. 工程技术研究, 2022, 7 (07): 96-98.