

工程地质勘察中水文地质参数的优化与应用研究

陈善合 李杰培

广西壮族自治区第四地质队, 中国·广西 南宁 530007

摘要: 论文深入剖析工程地质勘察中水文地质参数的关键作用。通过阐述其基础理论, 介绍优化技术手段, 并结合在工程地质勘察各阶段的应用实例, 揭示了精准水文地质参数对保障工程安全、提升勘察质量的重要意义, 为工程建设提供了科学依据与实践指导。

关键词: 工程地质勘察; 水文地质参数; 优化技术; 应用

Optimization and Application of Hydrogeological Parameters in Engineering Geological Survey

Shanhe Chen Jiepei Li

The Fourth Geological Team of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi, 530007, China

Abstract: This paper deeply analyzes the key role of hydrogeological parameters in engineering geological survey. By expounding its basic theory, introducing the optimization technology, and combining with the application examples in various stages of engineering geological survey, this paper reveals the important significance of accurate hydrogeological parameters to ensure engineering safety and improve the survey quality, which provides a scientific basis and practical guidance for engineering construction.

Keywords: engineering geological survey; hydrogeological parameters; optimization technology; application

0 前言

随着各类工程建设规模的不断扩大与复杂程度的提升, 工程地质勘察的精准性愈发关键。水文地质参数作为影响工程稳定性与耐久性的核心要素, 其准确测定、优化及合理应用, 直接关系到工程建设的成败。深入研究水文地质参数, 对提高工程地质勘察水平、降低工程风险具有重要现实意义。

1 水文地质参数基础理论

水文地质参数在水文地质参数体系中意义重大, 其中渗透系数体现岩土体让地下水通过的能力, 对工程问题分析为关键, 砂土与黏土表现迥异; 孔隙度反映储水能力, 不同岩土体孔隙度差异大影响地下水赋存分布; 给水度与岩土体特性相关, 对估算资源和分析动态意义非凡, 地下水位影响岩土体稳定性, 水质参数关乎混凝土与金属构件耐久性。其测定方法主要有现场试验法与室内试验法, 前者如抽水、注水、压水试验各有特点和适用场景, 后者可精细剖析岩土样测孔隙度、渗透系数及进行水质分析。而参数测定受多种因素影响, 岩土体特性方面, 岩性、结构和构造作用显著, 岩溶地区岩石就是典型例子; 测试方法存在现场受扰动、边界不确定及室内采集运输受损、难模拟实际的局限; 环境因素中, 温度、湿度及地下水动态变化都会干扰测定, 增加测定难度。

2 水文地质参数优化技术

2.1 数据处理与校正技术

在水文地质参数测定工作中, 常因仪器故障、操作失

误或外界干扰等因素产生异常数据。借助格拉布斯准则、狄克逊准则等统计分析方法, 能有效识别出这些偏离过大的异常值。对于能明确因错误操作或仪器故障导致的异常数据, 应予以剔除; 若原因不明, 则需谨慎分析其合理性。同时, 利用大量实测数据, 通过多元线性回归分析等统计手段, 可构建参数校正模型, 如建立渗透系数与岩土体颗粒级配、孔隙度等因素的数学关系模型, 以此校正初始测定的渗透系数, 提升准确性。此外, 数据融合技术将现场试验、室内试验等不同来源和类型的水文地质数据, 借助地理信息系统 (GIS) 进行整合分析, 弥补单一数据来源的局限, 全面、准确地反映参数真实情况, 实现参数优化 (见表 1)。

2.2 模型优化方法

在水文地质参数优化中, 数值模拟模型与模型结合优化方法作用显著。有限元、有限差分等数值模拟模型, 依据初始测定参数搭建地下水流动模型, 模拟水流状态后与实际观测对比, 运用参数反演技术调整参数, 以实现模拟与实际的最佳拟合。例如, 模拟某地区地下水水位变化, 通过调整渗透系数、给水度等, 减小模拟与实测水位误差, 获取精准参数。经验模型与理论模型结合优化也很关键, 经验模型基于观测数据, 实用性强但缺理论支撑; 理论模型基于物理原理, 却因简化假设与实际有偏差。二者结合优势互补, 像估算某地区地下水资源量时, 先用理论模型定框架, 再用经验模型修正参数, 使模型更贴合实际地质条件, 提升准确性与可靠性。

表 1 各种岩性给水度经验值

岩性	给水度	岩性	给水度
黏土	0.02~0.035	细砂	0.08~0.11
亚黏土	0.03~0.045	中细砂	0.085~0.12
亚砂土	0.035~0.06	中砂	0.09~0.13
黄土状亚黏土	0.02~0.05	中粗砂	0.10~0.15
黄土状亚砂土	0.03~0.06	粗砂	0.11~0.15
粉砂	0.06~0.08	黏土胶结的砂岩	0.02~0.03
粉细砂	0.07~0.010	裂隙灰岩	0.008~0.10

引自河北省地质局水文地质四大队,1978。

2.3 新技术应用于参数优化

地理信息系统 (GIS)、全球定位系统 (GPS) 与遥感技术 (RS) 在水文地质参数研究中各有重要作用。GIS 具备强大空间分析功能,能整合水文地质参数与地形、地质构造等空间信息,通过构建空间分布模型直观呈现参数区域变化规律,借助空间插值功能依有限实测数据估算未测点参数,提升空间分布精度,像绘制渗透系数等值线图时可精准反映其空间变化趋势。GPS 技术在地下水水位监测及参数动态更新中意义重大,在观测点设 GPS 设备能实时精确获取水位高程数据,结合时间序列分析水位变化规律,及时更新给水度等相关参数,且不受地形限制,提高监测效率与精度。RS 技术可获取大面积水文地质信息辅助参数优化,通过分析影像光谱特征识别岩土体类型、植被覆盖及水体分布,间接推断参数分布,如借植被指数与地下水位相关性估算水位范围,还能快速获取不同时期影像监测参数动态变化,提供宏观时空信息。

3 水文地质参数在工程地质勘察中的应用

3.1 工程选址阶段的应用

3.1.1 利用水文地质参数评估场地稳定性

水文地质参数对评估场地稳定性至关重要。地下水的浮力作用会影响建筑物基础的稳定性,若地下水位过高,基础可能承受较大浮力,导致建筑物上浮或倾斜。渗透系数大的区域,地下水的渗透力可能引发砂土液化、流砂等地质灾害,威胁工程安全。通过分析渗透系数、地下水位等参数,可以判断场地是否存在潜在的地质灾害风险,如在砂土地区,若渗透系数较大且地下水位较高,在地震等动力作用下,易发生砂土液化现象,应避免在此选址。

3.1.2 依据参数确定合理的工程布局

根据水文地质参数可以合理规划工程布局。对于地下水位较高的区域,应避免布置对地基沉降敏感的建筑物,或者采取相应的地基处理措施。水质参数也是重要的考量因素,若地下水具有腐蚀性,应避免在该区域建设金属结构的工程设施,或者选用耐腐蚀的建筑材料。此外,通过分析不同区域的渗透系数等参数,可以合理规划排水系统,确保工程场地内的地下水能够顺利排出,避免积水对工程造成不利影响。

3.2 工程设计阶段的应用

3.2.1 基础设计中的参数应用

在基础设计中,水文地质参数起着关键作用。计算地基承载力时,需要考虑地下水浮力的影响。根据阿基米德原理,地下水浮力等于基础所排开的水的重量,在设计基础尺寸与埋深时,必须将浮力纳入计算,以确保基础的稳定性。渗透系数则用于设计基坑降水方案,若基坑周围岩土体渗透系数较大,为保证基坑施工安全,需要采用有效的降水措施,如设置井点降水系统,降低地下水位,防止基坑涌水、流砂等现象的发生(见图 1)。

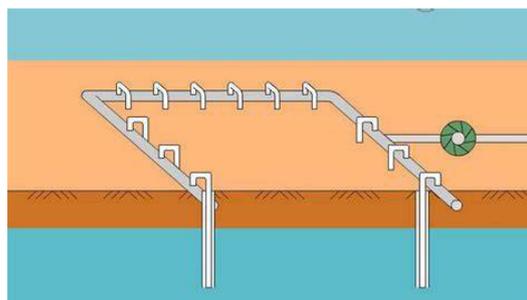


图 1 基础设计中的参数

3.2.2 地下结构防水设计

水质参数对地下结构防水设计至关重要。如果地下水含有侵蚀性二氧化碳、硫酸盐等成分,会对混凝土结构产生腐蚀作用。根据水质分析结果,选择合适的防水材料 with 混凝土配合比,提高地下结构的抗腐蚀能力。例如,对于硫酸盐含量较高的地下水环境,可选用抗硫酸盐水泥,并添加适量的外加剂,增强混凝土的抗侵蚀性能。同时,利用水文地质参数预测地下水渗漏风险,通过计算渗透系数、水力梯度等参数,评估地下水在地下结构周围的渗流情况,合理设计防水构造,如设置止水带、防水层等,防止地下水渗漏进入地下结构内部。

3.3 工程施工与运营阶段的应用

3.3.1 施工过程中的地下水控制

在工程施工过程中,依据水文地质参数制定有效的地下水控制措施。若施工区域地下水位较高且渗透系数较大,可能需要进行降水施工。通过抽水试验确定的渗透系数等参数,计算降水井的数量、间距与深度,合理布置降水井,确

保降水效果。同时,在降水过程中,利用实时监测的地下水位数据,及时调整抽水量,避免过度降水引发周边地面沉降等环境问题。此外,对于一些不适合降水的工程,如在城市密集区,可采用止水帷幕等方法,根据岩土体的渗透系数等参数,选择合适的止水材料与施工工艺,截断地下水的渗流路径,保障施工安全。

3.3.2 运营期建筑物安全监测与维护

在建筑物运营期,基于水文地质参数建立长期监测体系。定期监测地下水位、水质等参数的变化,分析其对建筑物耐久性的影响。若地下水位上升,可能导致地基土含水量增加,强度降低,引起建筑物沉降加剧。水质变化可能导致建筑物基础与地下结构的腐蚀。通过监测数据,及时发现潜在问题,并采取相应的维护措施,如对腐蚀的基础进行加固处理,对地下水渗漏部位进行修补等,确保建筑物的长期安全稳定运行。

4 结语

水文地质参数在工程地质勘察中极为关键,从基础理论到优化技术,再到工程各阶段实践,贯穿始终。通过完善测定方法、优化参数值,能精准评估地质条件。尽管当前在测定精度及复杂地质应用上存在挑战,但随着技术进步,其必将在工程地质勘察中发挥更大作用,助力工程安全、高效推进。

参考文献:

- [1] 段少洁.水文地质在工程地质勘察中的应用[J].水上安全,2023(14):196-198.
- [2] 祁英前.水文地质在工程地质勘察中的应用[J].有色金属设计,2022,49(1):103-105.
- [3] 车明德.水文地质在工程地质勘察中的有效应用[J].世界有色金属,2017(23):214-215.
- [4] 杨素平.水利水电工程地质勘察中的工程地质参数问题[J].水利科技与经济,2013,19(10):3.
- [5] 彭永明,鲁辉武,徐占东.水文地质问题对工程地质勘察的影响[J].世界有色金属,2018(6):185+187.
- [6] 钟涛.水文地质在岩土工程勘察中的应用[J].科学技术创新,2020(22):131-132.
- [7] 黄坚生.岩石工程中水文地质勘察技术的应用[J].学术,2018,11(12):34-35.
- [8] 唐洋.水文地质勘察技术在岩土工程中的应用[J].世界有色金属,2018,2(9):234-235.
- [9] 李文坤.水文地质勘察技术在岩土工程中的应用[J].西部探矿工程,2018,11(7):40-41.

作者简介:陈善合(1988-),男,壮族,中国广西来宾人,本科,工程师,从事水工环研究。