

复杂地质条件下岩土工程勘察思路与技术要点

陈伟 蔡明

江苏科泰岩土工程有限公司, 江苏 泰州 225300

[摘要] 岩土工程勘察是工程建设的前提与基础, 其成果直接决定工程设计的科学性、施工的安全性及工程全生命周期的稳定性。复杂地质条件因类型多样、成因复杂, 给岩土工程勘察工作带来诸多挑战, 易导致勘察偏差、成果精度不足, 进而引发工程安全隐患。文中结合岩土工程勘察实践, 系统分析复杂地质条件的类型、成因及对岩土工程的影响机制, 梳理勘察过程中常见的技术难题与潜在风险。在此基础上, 明确复杂地质条件下岩土工程勘察的总体思路与核心原则, 重点解析场地调查、勘探取样、原位测试及成果分析等关键技术要点, 构建科学完善的勘察技术体系。研究旨在为复杂地质条件下岩土工程勘察工作提供理论指导与实践参考, 提升勘察工作的规范性、精准性与高效性, 保障岩土工程建设质量, 推动岩土工程勘察行业高质量发展。

[关键词] 复杂地质条件; 岩土工程勘察; 勘察思路; 技术要点; 风险防控

DOI: 10.33142/ec.v9i4.19485

中图分类号: TU4

文献标识码: A

Exploration Ideas and Technical Points for Geotechnical Engineering under Complex Geological Conditions

CHEN Wei, CAI Ming

Jiangsu Ketai Geotechnical Engineering Co., Ltd., Taixing, Jiangsu, 225300, China

Abstract: Geotechnical engineering investigation is the premise and foundation of engineering construction, and its results directly determine the scientificity of engineering design, the safety of construction, and the stability of the entire life cycle of the project. Complex geological conditions, due to their diverse types and complex causes, pose many challenges to geotechnical engineering survey work, which can easily lead to survey deviations and insufficient accuracy of results, thereby causing engineering safety hazards. Combining with the practice of geotechnical engineering survey, this article systematically analyzes the types, causes, and impact mechanisms of complex geological conditions on geotechnical engineering, and sorts out common technical difficulties and potential risks in the survey process. On this basis, the overall idea and core principles of geotechnical engineering investigation under complex geological conditions are clarified, with a focus on analyzing key technical points such as site investigation, exploration sampling, in-situ testing, and result analysis, and constructing a scientific and comprehensive exploration technology system. The research aims to provide theoretical guidance and practical reference for geotechnical engineering survey work under complex geological conditions, improve the standardization, accuracy, and efficiency of survey work, ensure the quality of geotechnical engineering construction, and promote the high-quality development of the geotechnical engineering survey industry.

Keywords: complex geological conditions; geotechnical engineering investigation; exploration ideas; technical key points; risk prevention and control

引言

随着我国工程建设领域的不断拓展, 各类岩土工程项目逐渐向山区、岩溶区、软土区等复杂地质区域延伸, 复杂地质条件下的岩土工程勘察难度持续提升。岩土工程勘察作为工程建设的首要环节, 核心任务是查明场地地质条件, 为工程设计、施工及后期运维提供可靠的地质数据支

撑, 其工作质量直接关系到工程结构安全、建设成本控制及工程使用寿命。

当前, 复杂地质条件因地质构造复杂、岩土体性质不均、水文地质条件多变等特点, 导致传统勘察方法难以满足实际需求, 勘察过程中易出现勘察范围不全面、参数获取不准确、风险预判不及时等问题, 严重制约岩土工程建

设的顺利推进。因此,深入研究复杂地质条件下岩土工程勘察的思路与技术要点,破解勘察工作中的技术难题,优化勘察流程与方法,具有重要的理论价值与现实意义。

1 复杂地质条件特征与勘察难点分析

1.1 复杂地质条件的类型与成因分析

复杂地质条件是指受地质构造、自然演化及人类活动等多种因素影响,岩土体性质、地质构造、水文地质条件等呈现出复杂性、多样性和不确定性的地质环境。其类型划分需结合地质演化过程与工程实际需求,主要包括不良地质条件、特殊岩土地质条件及复合地质条件三大类。不良地质条件涵盖岩溶、滑坡、崩塌、泥石流、断层破碎带等,此类地质环境易引发地质灾害,对岩土工程建设构成直接威胁;特殊岩土地质条件包括软土、膨胀土、冻土、红黏土等,这类岩土体具有独特的物理力学性质,易发生变形、失稳等问题;复合地质条件则是指两种及以上复杂地质类型叠加形成的地质环境,其复杂性远超单一地质类型勘察难度显著提升。

复杂地质条件的形成是自然演化与人为活动共同作用的结果。自然演化过程中地壳运动、岩浆活动、风化侵蚀、沉积作用等长期作用,导致地质构造发生改变,岩土体性质出现差异,形成断层、褶皱、岩溶等地质形态。同时气候变迁、水文作用等也会进一步加剧地质条件的复杂性,如降水渗透导致岩土体软化、冻融循环引发岩土体结构破坏等。人类活动的干预则进一步改变了地质环境的原有状态,工程建设、矿产开采、地下水过度开采等行为,会破坏岩土体的稳定性,诱发滑坡、地面沉降等地质问题,进一步增加了地质条件的复杂性,给岩土工程勘察工作带来更大挑战。

1.2 复杂地质条件对岩土工程的影响机制

复杂地质条件对岩土工程的影响贯穿工程设计、施工及运维全过程,其影响机制主要体现在岩土体稳定性、工程承载能力及施工安全三个方面。在岩土体稳定性方面,复杂地质条件下的岩土体往往存在性质不均、结构松散等问题,如断层破碎带中的岩土体强度低、整体性差,易发生坍塌;软土、膨胀土等特殊岩土体在外界环境变化时,易产生收缩、膨胀或蠕变变形,导致工程结构出现裂缝、沉降等隐患,影响岩土工程的整体稳定性。

在工程承载能力方面,复杂地质条件会直接影响岩土体的承载性能,导致工程基础选型难度增加。不同类型的复杂地质体,其物理力学参数差异较大,若勘察过程中未能准确获取相关参数,会导致基础设计不合理,要么出现过度设计造成资源浪费,要么设计承载力不足,引发工程

结构失稳、沉降过大等问题。此外,复杂地质条件下的水文地质环境也会对工程承载能力产生影响,地下水的侵蚀、渗透作用会破坏岩土体结构,降低其强度和承载力,进一步加剧工程安全风险。在施工安全方面,复杂地质条件易引发各类施工安全事故,如岩溶地区施工易出现突水、突泥,滑坡体附近施工易发生滑坡灾害,给施工人员安全和工程建设进度带来严重影响。

1.3 勘察过程中常见技术难题与风险分析

复杂地质条件下岩土工程勘察过程中面临诸多技术难题,首先是勘察范围与深度的确定难度较大。在复杂地质条件下,地质体的分布具有较强的不均匀性和隐蔽性,难以通过表面观察准确判断地下地质情况,若勘察范围不足、深度不够,易导致漏查关键地质隐患,如地下溶洞、断层等,影响勘察成果的完整性和准确性。其次是岩土参数获取难度高,复杂地质体的岩土性质差异大,取样过程中易出现样品扰动,导致试验数据失真,难以准确反映岩土体的真实物理力学性质,给工程设计带来误导。

勘察过程中还存在诸多潜在风险,主要包括地质灾害风险、勘察精度风险和施工安全风险。地质灾害风险主要表现为勘察过程中诱发滑坡、崩塌等地质灾害,不仅影响勘察工作的正常开展,还可能造成人员伤亡和财产损失;勘察精度风险是指由于勘察方法选择不当、技术应用不规范等原因,导致勘察成果与实际地质情况存在偏差,进而引发工程设计失误、施工返工等问题;施工安全风险主要体现在野外勘察作业中,复杂地质环境下的地形地貌复杂,易出现坠落、坍塌等安全事故,给勘察人员的人身安全带来威胁。这些技术难题和风险相互交织,进一步提升了复杂地质条件下岩土工程勘察的难度。

2 复杂地质条件下岩土工程勘察总体思路与原则

2.1 基于地质条件差异化的勘察策略制定

复杂地质条件的多样性和差异性,决定了岩土工程勘察不能采用统一的勘察模式,必须基于地质条件的差异化制定针对性的勘察策略。在勘察工作开展前需对勘察区域的地质背景进行全面梳理,收集区域地质资料、水文地质资料及已有勘察成果,明确勘察区域的地质类型、分布特征及潜在地质隐患,为勘察策略的制定提供基础依据。针对不同类型的复杂地质条件,需采用差异化的勘察方法和技术手段,确保勘察成果的精准性。

对于不良地质区域如滑坡、岩溶等,应重点突出地质灾害隐患的排查,扩大勘察范围,增加勘探点密度,采用多种勘察方法相结合的方式,查明地质灾害的分布范围、

发育程度及演化趋势,为地质灾害防控提供可靠数据。对于特殊岩土区域,需针对性地开展岩土体物理力学性质测试,重点关注特殊岩土的变形特性、强度参数等,采用适合特殊岩土的取样和测试方法,避免样品扰动导致的数据失真。对于复合地质区域应兼顾不同地质类型的勘察需求,合理划分勘察单元,明确各单元的勘察重点,确保勘察工作全面、细致,为工程建设提供全面的地质数据支撑。

2.2 勘察阶段划分与工作流程优化

复杂地质条件下岩土工程勘察应遵循“分阶段、循序渐进”的原则,合理划分勘察阶段,优化工作流程,确保勘察工作有序开展、层层深入。结合工程建设的实际需求,可将勘察工作划分为可行性研究阶段勘察、初步勘察和详细勘察三个阶段,各阶段明确不同的勘察目标和工作重点,避免重复勘察或勘察不到位的问题。可行性研究阶段勘察主要是对勘察区域的地质条件进行初步排查,判断场地建设的适宜性,为工程选址和可行性研究提供依据;初步勘察重点查明场地的主要地质构造、岩土体分布及水文地质条件,为工程初步设计提供支撑;详细勘察则需全面、准确查明场地地质条件,获取精准的岩土参数,为工程施工图设计和施工提供详细的地质资料。

在勘察流程优化方面,应打破传统勘察流程的局限性,构建“前期准备—现场勘察—室内试验—成果分析—后期跟进”的闭环工作流程。前期准备阶段重点做好资料收集、勘察方案编制及人员设备调配;现场勘察阶段严格按照勘察方案开展工作,加强现场质量管控,确保勘察数据的真实性和可靠性;室内试验阶段规范试验操作,提高试验数据的准确性;成果分析阶段结合现场勘察和室内试验数据,进行综合分析评价,形成完整的勘察报告;后期跟进阶段则针对工程施工过程中出现的地质问题,及时开展补充勘察,完善勘察成果,确保工程建设顺利推进。

2.3 多学科融合的综合勘察理念与方法论

复杂地质条件下的岩土工程勘察具有较强的综合性和复杂性,单一学科的勘察方法难以满足实际需求,必须树立多学科融合的综合勘察理念,整合地质学、岩土力学、水文地质学、环境科学等多学科知识,构建科学完善的勘察方法论。多学科融合的核心是打破学科壁垒,实现不同学科技术方法的优势互补,提升勘察工作的科学性和精准性。例如,结合地质学知识可准确判断地质构造的分布特征,结合岩土力学知识可深入分析岩土体的力学性质,结合水文地质学知识可全面掌握水文地质条件的变化规律,为勘察工作的开展提供多维度支撑。

在综合勘察方法论的应用中,应注重多种勘察技术的

融合使用,将传统勘察技术与现代信息技术相结合,如将地质测绘、钻探取样等传统方法与遥感技术、地理信息系统、物探技术等现代技术融合,实现地质数据的多源采集、综合分析和精准呈现。同时应加强勘察人员的多学科素养培养,提升勘察人员对不同学科知识的综合运用能力,确保勘察方案的科学性、勘察技术的合理性和勘察成果的准确性。通过多学科融合的综合勘察理念与方法论,有效破解复杂地质条件下的勘察难题,提升勘察工作的整体水平。

3 复杂地质条件下岩土工程勘察关键技术要点及解析

3.1 场地调查与地质测绘的理论基础

场地调查与地质测绘是复杂地质条件下岩土工程勘察的基础环节,其理论基础主要源于地质学、地貌学及工程地质学等学科,核心是通过现场调查和测绘,全面掌握勘察区域的地形地貌、地质构造、岩土体分布及不良地质现象等情况,为后续勘察工作提供基础数据。场地调查的理论核心是“全面排查、重点突出”,通过现场踏勘、资料收集、走访调研等方式,查明场地的基本地质特征,识别潜在地质隐患,明确勘察重点和方向。

地质测绘以地质构造理论、地貌演化理论为指导,采用地形测量、地质点测绘、地质剖面绘制等方法,将勘察区域的地质现象准确反映在测绘图纸上,形成完整的地质测绘资料。在复杂地质条件下,场地调查与地质测绘需注重细节排查,重点关注不良地质现象的分布、规模及发育趋势,如滑坡体的边界、岩溶的分布范围等;同时,需结合勘察区域的工程需求,合理确定测绘比例尺和测绘范围,确保测绘成果的精度和实用性。场地调查与地质测绘过程中应及时记录相关数据和现象,建立完整的调查档案,为后续的勘探取样、原位测试及成果分析提供可靠支撑。

3.2 勘探取样与原位测试方法的适用性分析

勘探取样与原位测试是获取岩土体物理力学参数的核心手段,其方法的适用性直接影响勘察成果的准确性,在复杂地质条件下,需结合地质类型和岩土体性质,合理选择勘探取样与原位测试方法,确保方法的科学性和适用性。勘探方法主要包括钻探、物探、坑探等,不同勘探方法具有不同的适用范围和优势,需根据勘察需求合理选择。钻探方法适用于各类地质条件,可直接获取地下岩土样品和地质资料,是复杂地质条件下应用最广泛的勘探方法;物探方法则适用于大范围地质排查,可快速识别地下地质构造和岩土体分布,为钻探工作提供指导;坑探方法适用于浅层地质勘察,可直接观察岩土体的结构和性质,但受地形条件限制较大。

取样方法的选择需遵循“最小扰动”原则,根据岩土体类型选择合适的取样工具和方法,如对于软土、膨胀土等特殊岩土体,应采用薄壁取土器、活塞取土器等工具,减少样品扰动,确保样品的代表性;对于砂土、碎石土等粗粒岩土体,可采用螺旋钻、勺钻等工具进行取样。原位测试方法的选择需结合岩土体性质和勘察需求,常用的原位测试方法包括静力触探试验、标准贯入试验、平板载荷试验等,静力触探试验适用于软土至砂土层的承载力评估,标准贯入试验适用于砂土、黏性土的密实度评价,平板载荷试验适用于重要建筑物基础的承载力验证,通过合理选择原位测试方法,确保岩土参数准确可靠。

3.3 勘察成果分析与评价框架

勘察成果分析与评价是岩土工程勘察的核心环节,其理论框架主要基于岩土力学、工程地质学及水文地质学等理论,核心是对现场勘察、室内试验获取的地质数据和岩土参数进行综合分析,评价场地地质条件的适宜性、岩土体的稳定性及工程承载能力,为工程设计、施工提供科学依据。勘察成果分析与评价应遵循“全面分析、重点突出、科学合理”的原则,构建“数据整理—参数分析—综合评价—结论建议”的完整理论框架。

在数据整理阶段,需对现场勘察记录、室内试验数据等进行系统整理、审核和修正,剔除异常数据,确保数据的真实性和完整性;在参数分析阶段,结合岩土体的物理力学性质、地质构造特征及水文地质条件,对岩土参数进行深入分析,明确岩土体的强度、变形、渗透性等关键参数,为综合评价提供支撑;在综合评价阶段,结合工程建设需求,对场地建设适宜性、岩土体稳定性、工程承载能力及潜在地质风险进行全面评价,识别工程建设中的关键地质问题;在结论建议阶段,基于综合评价结果,提出针对性的工程设计、施工及地质灾害防控建议,确保工程建设安全、经济、合理。同时,勘察成果分析与评价还需注重多学科知识的综合运用,结合工程实际情况,确保评价结果的科学性和实用性。

4 结语

复杂地质条件下的岩土工程勘察是一项综合性强、难度高的系统工程,其工作质量直接关系到岩土工程建设的安全与稳定。本文通过对复杂地质条件的类型、成因及影响机制进行分析,梳理了勘察过程中常见的技术难题与风险,明确了基于地质条件差异化、分阶段勘察及多学科融合的总体思路与原则,重点解析了场地调查与地质测绘、勘探取样与原位测试、勘察成果分析与评价等关键技术要点。

在实际勘察工作中需严格遵循相关勘察规范,结合工程实际需求,灵活运用勘察思路与技术方法,注重勘察过程的质量管控,确保勘察成果的精准性和可靠性。未来,随着岩土工程勘察技术的不断发展,应加强现代信息技术与勘察技术的融合应用,不断优化勘察方法,提升勘察工作的智能化、精准化水平,为复杂地质条件下岩土工程建设提供更有力的技术支撑。同时,还需加强勘察人员的专业素养培养,提升其综合运用多学科知识解决复杂勘察问题的能力,推动岩土工程勘察行业持续健康发展。

【参考文献】

- [1]李世权.复杂地质环境背景下岩土工程勘察技术探究[J].工程建设与设计,2025(12):31-33.
- [2]陈龙明.复杂地质条件下岩土工程勘察中的水文地质研究[J].西部资源,2025(3):47-49.
- [3]王文宇.特殊岩土工程勘察技术的相关思考[J].城市建设理论研究(电子版),2025(18):148-150.
- [4]刘瑞雪,崔玉红,吕仁军.岩土工程勘察智能信息化技术浅析[J].新疆有色金属,2025(03):17-18.
- [5]潘忠明.岩土工程勘察技术在复杂地形地质条件下的应用研究[J].工程技术研究,2025,10(11):23-25.
- [6]陈翔.数字化视域下的岩土工程勘察技术研究[J].石子科技,2025(03):59-61.

作者简介:陈伟(1988.08.19—),男,毕业于安徽理工大学地质工程专业,工程师。