

基于地质特征的岩土工程勘察技术应用研究

崔岚嵩

(山东龙跃兴设计集团有限公司, 山东 济南 250000)

摘要 岩土工程勘察技术的应用是建设项目中的重要环节,其精度直接影响到工程设计和施工的安全与质量。不同地质条件下,勘察技术的选择与应用需要依赖于精确的参数与专业技术手段。本文基于不同地质特征分析了岩土勘察技术的应用,包括软土地质、岩石地质及特殊地质条件下的勘察技术,并对数据采集、处理与分析进行了探讨,通过案例分析,展示了勘察成果如何为工程设计与施工提供精准的技术支持,旨在提供一种系统的岩土工程勘察技术应用路径,为提高勘察数据的可靠性与工程的安全性提供借鉴。

关键词 岩土工程; 勘察技术; 地质特征; 数据分析; 工程应用

中图分类号: TU195

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.07.039

0 引言

岩土工程勘察是建筑工程的重要基础,它为工程设计和施工提供了关键信息。不同地质环境下,勘察技术的选择和实施方式需要依赖于地质特征的精准识别。软土、岩石以及特殊地质环境(如岩溶、滑坡等)下的勘察技术,均有其特定的应用要求和技术手段。数据的准确采集与处理是确保勘察质量的关键环节。随着技术进步,现代勘察技术不断发展,如何高效应用这些技术并确保其成果的准确性成为当前研究的重点。

1 基于不同地质特征的勘察技术选择

1.1 软土地质特征下的勘察技术

软土地区的勘察技术选择需要充分考虑土壤的塑性、流变性以及承载能力等因素。此类地区的地质特点使得土体具有较低的抗剪强度与压缩性,软土的勘察技术在参数获取上要求精确。

十字板剪切试验主要用于测定软土的抗剪强度及其变形特性。通过在土样上施加剪切力,记录土体的剪切阻力与变形情况,从而计算其抗剪强度。试验的关键在于保证土样的代表性和试验的精确性^[1]。常见的操作流程包括:准备一定量的土样并确保其含水率符合要求;将土样放入十字板剪切仪中,逐步施加剪切力并记录变形数据;依据力与位移数据计算土体的抗剪强度。

静力触探试验是通过静态加载的方式,探测土壤的抗力情况,从而推算土体的力学参数。在软土区域,静力触探试验主要用于测量比贯入阻力和沉降量等参数,以评估土体的承载能力。试验时,通过触探器逐步进入土层,并记录相应的阻力值,最后分析不同深

度土体的工程特性。

1.2 岩石地质特征下的勘察技术

在岩石地区,岩土工程的勘察技术必须能够准确评估岩石的力学性质和稳定性。岩石常具有较高的抗压强度与低变形能力,勘察技术需侧重于岩石的抗压强度和结构完整性。岩石抗压强度试验通过在试验机上施加压力来测量岩石的破坏强度^[2]。此类试验通常采用单轴或三轴压缩试验方法,能够获得岩石在不同应力下的应变反应。在勘察过程中,岩石的抗压强度是判断其稳定性的核心指标。精确测定岩石抗压强度对工程设计至关重要。

钻孔电视成像技术通过在钻孔中布置高清摄像头,实时观察和记录岩层的状态。这项技术可以准确捕捉岩石的裂隙、节理以及其它不连续面的分布情况,从而为工程设计提供详细的岩层信息。与传统的钻探技术相比,钻孔电视成像技术可以有效减少钻探过程中的误差,并为后续的工程设计提供可靠的依据。

1.3 特殊地质(如岩溶、滑坡等)特征下的勘察技术

特殊地质环境中的岩土工程勘察面临更多复杂因素,常规技术往往无法满足其特殊需求,因此需要采用特殊勘察手段。在岩溶地区,地下溶洞、裂隙等地质结构的存在常导致不稳定的地基,因此需要使用物探技术进行勘察。高密度电法是常见的物探技术,通过测量地下电阻率分布,能够判断地下岩溶的空间分布及其形态。此技术通过将电极埋设在地表,产生电流并测量电阻值,从而推算出地下溶洞的分布情况。

滑坡地区的勘察通常结合位移监测技术,以实时

监控滑坡体的变化。位移监测通常使用高精度的全站仪、GPS 设备等进行监测。通过布置监测点并定期获取位移数据，能够为滑坡风险评估提供支持，确保及时发现潜在的滑坡危险。监测数据的精确性和及时性对于预防滑坡灾害具有重要意义。

2 勘察技术应用中的数据处理与分析

2.1 数据采集方法与质量控制

数据采集的准确性直接影响到岩土工程勘察的质

量和后续分析的可靠性。良好的数据采集方法和严格的质量控制手段是确保勘察数据符合标准要求的前提^[3]。在勘察过程中，传感器的精度至关重要，尤其是在进行土壤和岩石测试时，精度较高的传感器能够准确反映土体的物理、化学特性。例如，在静力触探试验中，触探器的精度要求直接影响到比贯入阻力等关键参数的测量结果。所有使用的传感器和仪器需要进行严格的校准，确保其测量数据符合实际情况（见表 1）。

表 1 岩土勘察中常用传感器的校准参数表

设备名称	校准标准	主要校准参数	校准频率	校准误差范围	备注
静力触探仪	国家标准 GB/T50123-2019	比贯入阻力（qc）、推进阻力	每 6 个月	±5%	适用于不同土质的检测
电阻率测量仪	ASTM D6760-08	电阻率（ρ）	每年	±3%	针对土壤、岩石的电性特征
动态触探仪	ISO 22476-1:2005	动力学特性（ND）	每 6 个月	±4%	动态加载下的土壤反应测试
倾斜计	ASTM D5956-08	土体位移、沉降	每年	±2 mm	用于监测滑坡、沉降等变形
岩芯取样设备	JGJ/T 158-2015	取样深度、样本密度	每季度	±1%	需要符合规范的取样深度

数据采集的频率和误差范围应根据具体的地质条件进行设定。在软土地区，因其强烈的非均质性和易变性，要求数据采集更为频繁，以确保能够捕捉到土层的微小变化。而在岩石地区，由于岩石的力学性质较为稳定，数据采集的频率可以相对较低。但无论如何，所有数据采集设备的误差范围都需要控制在一个合理的范围内，以避免由于设备误差带来的数据偏差。

2.2 数据处理方法与软件应用

随着科技的发展，岩土工程勘察中的数据处理逐渐实现了计算机化，利用专业软件进行数据分析，不仅提高了分析效率，还增强了数据的精度和可视化效果。

在岩土工程勘察中，岩土参数的统计分析是重要的数据处理环节。通过采集到的大量数据，采用统计学方法对参数进行分析，可以提取出代表性的数据值。常见的统计分析方法包括均值、标准差、方差分析等，这些方法有助于确定岩土的物理和力学特性^[4]。以静力触探试验为例，可以通过以下公式计算土体的承载力参数：

$$qc=k\cdot\sigma_v+\epsilon$$

其中，qc 为触探阻力；σ_v 为垂直地层压力；k 为常数；ε 为误差项。通过统计分析，能够推算出土层的真实承载能力，从而为工程设计提供依据。

专业勘察软件如 Geostudio 是岩土工程中常用的数据分析工具，能够对不同的地质勘察数据进行综合

分析，并生成详细的工程模型^[5]。以 Geostudio 为例，其可以进行静力学、动力学分析，支持土壤稳定性分析、地下水流动分析等。通过将采集的原始数据输入软件，勘察人员可以对土层的力学性质、沉降等参数进行精确模拟，为后续的工程设计提供精确数据。

数据分析的最终目标是构建准确的地质模型。这一模型不仅需要包含岩土的物理力学参数，还应包括不同地质层次的空间分布与相互关系。通过数据分析，工程师可以识别出潜在的地质风险，并对工程设计进行优化。地质模型的构建通常基于三维建模技术，通过软件工具对数据进行可视化处理，形成动态的地质模型^[6]。这个模型为工程决策提供了科学依据，并帮助施工单位提前预测地质风险。

2.3 数据分析的挑战与优化策略

尽管现有的勘察技术和数据处理方法在很多方面取得了显著进展，但依然存在一定的挑战，主要表现在数据的准确性、处理过程中的误差以及软件模型的适应性等方面。尽管勘察设备不断更新，但仍有一些因素会影响数据的准确性。例如，土样的代表性、仪器的精度以及外界环境的变化都可能导致测量数据的偏差。为解决这一问题，勘察人员需要加强现场操作规范，定期校准设备，并通过多次采样来减少偶然误差。

在数据处理过程中，误差是不可避免的，尤其是

在处理大量数据时。为了优化数据处理过程,可以采用多种误差修正方法,如加权平均法、滤波算法等,减少数据偏差对分析结果的影响^[7]。使用高效的数据处理软件,可以通过内建的算法优化功能来消除处理过程中的误差,确保最终结果的准确性。每个勘察项目的地质情况有所不同,标准化的模型可能不适用于所有情况。在构建地质模型时,必须根据实际情况对模型进行调整和优化。通过引入机器学习和人工智能技术,模型的适应性和灵活性可以得到进一步提高,预测精度也会显著增强。

3 勘察技术应用案例分析

3.1 地质条件概述

该案例位于某省的一座城市,计划建设一栋大型商业综合体。地质勘察显示,该区域地下土层复杂,包含软土层、砂土层以及局部岩石层。土层深度达到 20 米,地下水位较浅,且该地区存在一定的地震风险。在如此复杂的地质条件下,勘察工作的精准性和技术要求显得尤为重要。尤其是在软土层的处理与岩石层的开挖方面,均需要采用先进的勘察技术和精确的数据分析来确保设计方案的合理性。

3.2 勘察技术应用全过程

由于项目位于软土地质区,勘察工作首先对软土层进行了详细的测试,包括静力触探、十字板剪切试验等。这些试验主要用于测量土体的承载力与变形特性。在静力触探试验中,触探器的推进阻力数据帮助评估了土层的均匀性与承载力;十字板剪切试验则提供了土体的剪切强度数据,为后续地基处理提供了依据。通过这些数据,工程师得知了该区域软土层的承载能力较低,需要进行加固处理。加固方案通过桩基设计来增强地基承载力,从而保证后续建筑物的安全性。

在硬岩层区域,采用了钻孔电视成像技术,结合岩芯取样,得知了岩石的抗压强度及结构情况。钻孔电视技术能够实时监控钻孔过程中的岩层状况,并通过影像分析获取精确的岩石特性数据。通过对地下水位的监测与分析,勘察人员判断出该区域地下水位较浅,并且存在一定的水文地质问题。因此,施工过程中需要采取防水措施,防止地下水对建筑物造成影响。

项目地附近存在部分地质问题较为复杂的区域,例如局部岩溶地带和滑坡隐患区。在岩溶地区,采用了高密度电法物探技术进行详细勘察,通过分析电阻率数据,识别出岩溶空洞的位置和范围。滑坡区的勘察则通过安装位移监测设备,持续监测土体的位移情况,确保勘察数据的实时性与准确性。这些特殊地质

区域的勘察结果为项目后期的施工方案提供了重要的参考依据。

3.3 勘察成果对工程设计与施工的指导作用

根据岩土勘察的详细结果,设计单位确定了工程的基础设计方案。特别是在软土区域,通过勘察结果得出的地基承载力与沉降量数据,设计了深基础桩基,并对土体进行加固处理。同时,在岩溶地区,根据物探数据为地下结构的设计提供了重要参考,确保了建筑结构在复杂地质条件下的安全性。

在施工过程中,基于勘察结果,施工单位对地下水渗透问题进行了充分预判,并采取了有效的防水措施。具体来说,在地下室施工时,通过增设地下水排水系统,并加厚防水层,解决了地下水对施工的影响。滑坡区域的位移监测系统在施工过程中发挥了重要作用,实时监测土体位移情况,确保了施工安全。通过这些技术手段,勘察成果为施工过程中的潜在问题提供了及时的解决方案,确保了项目的顺利推进。

4 结束语

岩土工程勘察技术是保障建筑项目安全、合理设计和顺利施工的重要基础。通过对不同地质特征的勘察技术进行选择和应用,结合数据采集、处理与分析技术,可以有效提升勘察成果的精度和可靠性。在实际应用中,勘察技术为工程设计提供了必要的参数依据,并在施工过程中解决了诸多潜在的地质问题。随着技术的不断进步,岩土工程勘察的手段和方法将会更加成熟,未来将在更多复杂地质条件下发挥更大的作用,为建筑项目的顺利实施提供坚实的保障。

参考文献:

- [1] 吴族洪. 复杂地质条件下岩土工程勘察技术应用要点探究[J]. 石河子科技, 2024(06):67-68.
- [2] 柯东节. 岩土工程勘察在复杂地质条件下的技术应用分析[J]. 中国住宅设施, 2024(11):96-98.
- [3] 许魏. 复杂地形地质条件下岩土工程勘察技术的应用研究[J]. 工程技术研究, 2024,09(14):48-50.
- [4] 范兵涛. 复杂地质条件下岩土工程勘察技术的应用探讨[J]. 房地产世界, 2024(06):128-130.
- [5] 徐念望. 岩土工程勘察在复杂地质条件下的技术应用[J]. 江苏建材, 2024(01):127-129.
- [6] 武宜. 岩土工程勘察技术在复杂地形地质条件下的应用实践[J]. 中华建设, 2023(09):160-162.
- [7] 夏岩. 岩土工程勘察技术在复杂地形地质条件下的应用分析[J]. 中国金属通报, 2023(08):201-203.