

复杂地质条件下岩土工程勘察技术的运用分析

郑必盛

浙江华东岩土勘察设计研究院有限公司, 浙江 杭州 310012

[摘要]我国国土面积疆域广阔,有着较多的地质种类,在进行岩土工程施工时,整体的施工难度较大,在施工时期勘察工作属于重要的组成部分,如果勘察工作存在不足之处,就会影响到数据信息的真实性和可靠性,并且会严重影响到岩土工程的设计质量和工程质量。在这种情况下,施工单位需要高度重视勘察工作,而且需要联系现场的实际情况,选择合理的勘察技术,确保可以有效提升勘察工作的实效性,进而得到更加可靠的数据信息。

[关键词]复杂地质;岩土工程;工程勘察;勘察技术;技术运用

DOI: 10.33142/aem.v6i11.14599 中图分类号: TU195 文献标识码: A

Application Analysis of Geotechnical Engineering Survey Technology under Complex Geological Conditions

ZHENG Bisheng

Zhejiang Huadong Geotechnical Investigation & Design Institute Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310012, China

Abstract: China has a vast land area and many geological types. When carrying out geotechnical engineering construction, the overall construction difficulty is relatively high. Survey work is an important component during the construction period. If there are deficiencies in the survey work, it will affect the authenticity and reliability of data information, and seriously affect the design quality and engineering quality of geotechnical engineering. In this situation, the construction unit needs to attach great importance to the survey work, and needs to connect with the actual situation on site, choose reasonable survey technology, and ensure that the effectiveness of the survey work can be effectively improved, which obtaining more reliable data information.

Keywords: complex geology; geotechnical engineering; engineering survey; survey technology; technical application

引言

岩土工程勘察在基础工程建设中占据着关键地位,其与工程设计、施工质量以及安全性密切相关。在复杂地质条件下,岩土工程勘察面临着诸多挑战,例如地下水、软弱土层、断裂带及岩溶等地质现象,这些因素将显著影响地基的承载力、稳定性及工程的整体安全性。精准获取地下土层与岩层的分布、物理性质及力学特征,已成为岩土工程勘察的核心任务。在传统勘察方法的基础上,岩土工程勘察技术不断创新与发展,涵盖了钻探、坑探、地震勘探、电磁探测等多种先进手段。随着科技的持续进步,数字化技术、三维建模及遥感技术等新兴技术的应用,极大地提升了岩土工程勘察的效率与精度,确保了勘察结果的全面性与精准性。尽管如此,在复杂地质条件下,传统勘察技术仍面临深度设计、勘察精度、数据处理及技术融合等一系列挑战。对这些技术的应用及其在复杂地质环境中的实际意义进行深入分析与探讨,将具有推动岩土工程勘察技术不断发展与创新的现实价值。

1 岩土工程勘测的重要性

岩土工程勘测在工程建设中的作用至关重要,其核心价值体现在为工程选址、设计、施工及后续运行提供科学依据与技术保障。通过勘测工作,场地的地质构造、土层分布、物理力学性质及地下水特征得以全面掌握,从而潜在的

不良地质条件及地质灾害风险可被识别。这一过程有助于避免地质问题对工程安全带来的隐患与经济损失。高质量的勘测不仅有助于优化工程设计、解决施工中可能遇到的技术难题,还能显著提升工程的经济性与可持续性。尤其在复杂地质条件下,岩土工程勘测为合理制定施工方案、规避地质风险提供了坚实的基础,且其重要性贯穿于整个工程建设过程中,项目的安全性、稳定性与经济效益直接受到其影响。

2 岩土工程勘察技术应用存在问题

2.1 地下水的勘察问题

地下水勘察是岩土工程勘察中的常见且关键问题,其复杂性主要体现在地下水分布规律的难以预测及勘察精度的局限性上。地下水的动态变化受到多种因素的影响,如地质构造、降雨量、地表渗透条件以及人类活动等,这使得其时空分布呈现出显著的不确定性。在一些复杂地质条件下,例如岩溶发育区、断裂带以及多层含水系统区域,地下水流动形式变得更加复杂,相关信息常常难以通过传统勘察手段准确获取。由于地下水通常深埋地下,探测其位置与特征所需的高精度设备与复杂技术显得尤为重要。受技术条件的限制,数据采集过程中可能出现不完整或误差较大的情况,增加了勘察工作的难度。

2.2 勘察点的深度设计问题

勘察点深度设计是岩土工程勘察技术应用中的常见

难题之一,其直接关系到勘察数据的完整性与可靠性。由于工程场地的地质条件通常复杂且变化多端,勘察点的深度设计必须符合工程需求。然而,在实际操作中,深度设计往往存在不足或过度的情况。当设计深度不足时,地下深层土层的分布特征、力学性质及变化规律可能无法得到准确揭示,尤其是在地基承载力评估中,误判容易发生。而当深度设计过度时,勘察成本与施工周期不仅会增加,且可能会收集到与工程实际无关的数据,从而浪费资源^[1]。尤其在一些特殊地质条件下,如软弱土层、岩溶地貌及多层土体,勘察点深度设计的合理性显得尤为重要。不当设计可能导致关键地质信息的缺失,从而影响工程设计的科学性及施工安全性。

2.3 勘察技术运用问题

勘察技术的运用是岩土工程勘察中影响成果质量的关键因素,具体表现在技术选择的针对性不足、实际操作中的规范性缺失以及设备性能的限制上。岩土工程勘察需要根据不同的地质条件选择适当的技术手段,若所选技术与现场条件不符,勘察结果可能无法全面反映地下情况。在技术实施过程中,若操作人员未严格按照规范操作,或因经验不足而导致数据分析和解读偏差,勘察结论的准确性也会受到影响。此外,部分设备在复杂地质条件下的适应性较差,勘察精度不足的情况可能因技术局限性而发生,尤其在探测深层土体、断裂构造或细微地质变化时,这一问题尤为突出。

3 复杂地质条件下岩土工程勘察技术的运用分析

3.1 工程地质测绘技术

工程地质测绘技术是岩土工程勘察中应对复杂地质条件的基础手段,具有直观性强、覆盖范围广以及综合性高的特点。通过对地表地质现象的细致观察与记录,关键信息如地质构造、地层分布、不良地质现象及地形地貌得以获取。在复杂地质条件下,工程地质测绘的重要性尤为突出,场地的地质特征得以初步揭示,为后续深入勘察提供了方向。测绘工作通常结合区域地质背景,明确主要地质构造的发育规律,地质单元得以划分,同时,可能影响工程安全的地质隐患,如滑坡、崩塌、泥石流等,得以识别。在地形复杂的地区,如高山、峡谷或岩溶地貌,工程地质测绘的难度增大,精度要求也随之提高,多种手段被用以进行详细调查。随着数字化技术的持续发展,遥感技术、无人机测绘及地理信息系统(GIS)的引入,数据采集与处理效率得到了极大的提高,测绘结果变得更加精确、全面且直观,为复杂地质条件下的岩土工程勘察提供了更加可靠的技术支持。

3.2 直接勘探技术

3.2.1 钻探技术

钻探技术,作为岩土工程勘察中最常用的直接勘探手段之一,在复杂地质条件下扮演着关键角色。通过钻孔,

地下土层、岩石及地下水等地质信息得以直接获取,具备高精度及强直观性的特点。地质层序、土层厚度及其物理力学性质不仅能够揭示,地下水的埋藏深度、流动方向与动态变化特征也能准确测定。尤其在岩溶地区、断裂带及软弱土层区域等复杂地质环境中,钻探技术的重要性更加凸显。通过岩芯的采集与分析,岩石的风化程度、节理发育特征及地质构造的复杂性得以直观评估,为地基承载力评估及岩土体稳定性分析提供了可靠依据。此外,钻探技术还可与其他手段结合使用,如现场原位测试与实验室试验,以进一步验证和补充勘察数据。然而,复杂地质环境对钻探技术提出了更高的挑战,硬岩层的钻进效率、软岩层的取样完整性以及水文地质条件对钻探工艺的影响等问题仍需克服。

3.2.2 坑探技术

坑探技术,作为岩土工程勘察中的一种重要直接勘探手段,通过开挖探坑或探槽,能够直接暴露地下土体或岩体,为地质条件的直观观察与详细分析提供了重要基础。与其他勘探方法相比,坑探技术的独特优势在于能够真实反映土层的自然状态、结构特征及与地下水之间的相互关系,尤其适用于地表浅层地质构造的探查及特殊土体性质的评估。在复杂地质环境下,如软弱土层、岩溶区或边坡地带,土层间的接触关系、不良地质现象的发育情况及地下水的动态特征可以直接观察,为地基稳定性与工程适应性提供了详细依据。此外,坑探技术还可与现场试验结合使用,如土体剪切试验、承载力试验与渗透试验等,进一步验证并补充其他勘察方法的结果^[2]。尽管坑探技术受到开挖深度及施工环境的限制,但在浅层地质条件复杂的区域,它仍然具有重要的实际价值,为复杂地质条件下的岩土工程设计与施工提供了可靠的数据支持及直观的地质依据。

3.2.3 采样试验技术

采样试验技术在复杂地质条件下的岩土工程勘察中占据着重要地位。通过从地下土层或岩层中提取原状土样或岩芯,它为后续实验室分析提供了直接的依据。这项技术不仅能准确反映土壤或岩石的物理力学性质,还为地基承载力评估、沉降分析及地下水流动特征等提供了关键的数据支持。在复杂地质环境中,如软土、膨胀土、岩溶区或断裂带,采样试验技术能够帮助工程师深入理解土体的内部结构及其应力-应变特性,从而为设计合理的基础与结构提供了科学依据。尤其在一些常规勘探手段难以直接获取数据的区域,通过采样技术,能获得更为精准的土体信息,如孔隙率、密实度、抗剪强度及塑性指数等重要参数,这些数据直接影响着工程的安全性与经济性。然而,采样技术在实际应用中也面临诸多挑战,特别是在软弱土层或地下水丰富的区域,如何保证采样过程中的土样原状性,避免扰动与污染,是亟须解决的重要问题。

3.3 高密度电法勘探技术

高密度电法勘探技术是一种基于电阻率测量原理的地质勘探手段,广泛应用于复杂地质条件下的岩土工程勘察。通过在地面布设多个电极并施加电流,该技术测量地下不同深度位置的电阻率变化,从而推测地下土体的电性特征。高密度电法具有较高空间分辨率,能够精准识别土壤和岩石的不同层位,尤其在岩溶、断裂带、滑坡等特殊地质环境中,展现出了明显的优势。地下水位、土层厚度、岩性变化等信息不仅被探测出来,且为勘察人员提供了详细的地质构造数据,辅助分析地基承载力、地下水渗透性及工程施工中的潜在风险。与传统钻探或坑探技术相比,高密度电法可实现无损探测,具有较深的勘探深度和较高的分辨率,特别适用于大范围、深层次的勘察。复杂地质条件下,特别是在软土区和岩溶区,电法勘探能够迅速、高效地获取地下的电性分布图像,从而为工程设计提供更加全面的地质信息。

3.4 探地雷达勘探技术

探地雷达勘探技术(GPR)是一种非破坏性的地质勘察方法,在复杂地质条件下的岩土工程勘察中被广泛应用。通过向地下发射高频电磁波并接收其反射波信号,该技术揭示了地下土层及岩体的结构特征。无需挖掘或破坏地面物体,探地雷达便可实时获取地下物质的分布、厚度及变化情况,且其具有较高的空间分辨率,尤其适用于浅层地质的探测。岩土工程中的浅层结构能够被精确勘察,地下管线、空洞、裂隙及土壤层界面等地质现象得以有效探测,特别适合于城市建设等不允许破坏地面环境的项目,展现出了不可替代的优势。在复杂地质环境下,如岩溶区、断裂带、填土区及建筑物基础下,探地雷达提供了关于土层结构、空隙以及污染物迁移等重要信息,为工程设计与施工提供了科学依据。此外,较快的数据获取速度使得探地雷达能够覆盖较广的勘察区域,且具备较强的实时性,能够动态评估地下环境的变化。

3.5 浅层地震反射波勘探技术

浅层地震反射波勘探技术是一种基于地震波传播原理的有效地下勘察方法,广泛应用于复杂地质条件下的岩土工程勘察中。通过人工激发地震波,反射波信号由地面或地下传感器接收,并加以分析,从而详细揭示了地下土层和岩体的结构特征及其物理性质。特别适合识别地下层状结构、断层、岩溶及地下空洞等地质异常,浅层地震反射波勘探技术为岩土工程提供了高精度的地质资料。在地震活动频繁的地区、软土层、断裂带及含水层等复杂地质环境中,这一技术展现出了显著的优势。通过精确测量不同深度处反射波的时间差,地下几百米范围内的土层分布情况及其力学特性得以有效描绘,为地基稳定性分析、地下水评估以及工程设计提供了可靠的数据支持^[3]。此外,较高的分辨率及空间覆盖能力使得浅层

地震反射波勘探技术能够快速且高效地获取大面积区域的地质信息,特别适用于城市建设、道路桥梁及隧道施工等领域的勘察工作。

3.6 大地电场岩性勘探技术

大地电场岩性勘探技术是一种通过测量地下岩层在自然电场作用下的电气响应来分析地下结构的地质勘探方法。依托于自然电场在岩层传播时,由于岩性、地下水含量、土壤盐度等因素引起的电阻率变化,该技术能够有效揭示地下岩层的分布特点及物理性质。在软土、岩溶、断裂带等复杂地质条件下,能够提供高精度的地质信息,大地电场岩性勘探技术显得尤为重要。通过布设电极并测量电场分布,地下岩层的电性变化得以实时监测,为勘察人员提供了关于地下结构、断层位置、地下水位及岩性变化等关键数据。具有较强适应性的该技术,特别适用于难以进行传统钻探或坑探的区域,能够在较大范围内有效开展地质勘察,尤其是在深层地质的探测中表现出显著优势。与其他勘探手段相比,大地电场岩性勘探具有较低的成本和较高的效率,尤其在复杂地质环境下展现了其独特的优势。

3.7 数字化技术运用

数字化技术在复杂地质条件下的岩土工程勘察中,正日益成为关键工具,显著提高了勘察的效率、精度以及数据处理能力。通过计算机技术、数据分析、地理信息系统(GIS)、遥感技术及三维建模等手段,岩土工程勘察实现了从数据采集、处理到结果分析的全流程数字化,极大推动了勘察工作的自动化与智能化水平。传统勘察方法常因地形、地下水及土壤层次等因素的制约,难以获取全面且准确的地质数据,而数字化技术则能够通过精确的三维建模与虚拟仿真,模拟不同地质条件下的地质演化过程,从而帮助勘察人员预判潜在的风险和不确定性。实时数据传输与多源数据的融合也得到了数字化技术的支持,突破了传统勘察方法对人工判断的依赖,提供了更为直观、详细和全面的地质信息^[4]。借助高效的数据处理与分析工具,能够快速处理大规模勘察数据,提取隐藏在数据中的地质规律与风险,从而使得勘察结果更加准确可靠。在岩土工程勘察过程中,数字化技术不仅提升了数据采集的精度与速度,也优化了勘察过程中的决策支持系统,为复杂地质环境中的工程设计提供了精细的地质基础数据,确保了勘察结果的科学性与准确性。

4 结语

岩土工程勘察技术在复杂地质条件下正不断发展与完善,现代技术的应用显著提升了勘察的效率与准确性。从传统的钻探与坑探技术,到高密度电法、探地雷达等先进勘察手段的广泛应用,各种技术的结合使得在复杂地质环境下的勘察工作更加精确可靠。然而,技术挑战仍然在勘察过程中存在,尤其是在提升勘察精度、优化数据处理能力及实现多技术融合方面,尚有改进空间。随着科技的

持续进步,岩土工程勘察技术将在未来的工程建设中发挥更加重要的作用,确保工程安全与提升建设质量的技术保障,将提供更加坚实的支持。

[参考文献]

- [1] 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(6):128-130.
- [2] 杨君平. 复杂地质条件下岩土工程勘察技术的运用分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(32):163-165.
- [3] 马喜云. 复杂地质条件下岩土工程勘察技术的运用分析[J]. 石材, 2023(7):108-110.
- [4] 董鹏飞. 复杂地质条件下岩土工程勘察技术的运用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022(24):112-114.

作者简介: 郑必盛(1990.12—), 毕业院校: 安徽理工大学, 所学专业: 土木工程, 当前就单位名称: 浙江华东岩土勘察设计研究院有限公司, 就单位职务: 项目经理, 职称级别: 工程师。