

复杂地质条件下岩土工程勘察方法与实践应用研究

杨疆东

五家渠农六师勘测设计研究有限责任公司, 新疆 五家渠 831300

[摘要]传统的岩土勘察方法在复杂地质环境中面临诸多困难,尤其在山区、湿地及地震活跃区,勘察周期长、数据不全面等问题时常出现。随着新型勘察技术的不断发展,无人机测绘、激光扫描与电磁探测等手段的应用,这些问题得到了有效的解决。勘察工作的效率与精度得到了显著提升,推动了岩土工程勘察现代化的进程。因此,重点探讨这些新技术在复杂地质条件下的实际应用与实施效果,为工程建设提供更为可靠的数据支持。

[关键词]复杂地质;岩土工程;勘察实践

DOI: 10.33142/aem.v6i12.14844 中图分类号: U416.1 文献标识码: A

Research on Exploration Methods and Practical Applications of Geotechnical Engineering under Complex Geological Conditions

YANG Jiandong

Wujiaqu Sixth Agricultural Division Survey, Design and Research Co., Ltd., Wujiaqu, Xinjiang, 831300, China

Abstract: Traditional geotechnical exploration methods face many difficulties in complex geological environments, especially in mountainous areas, wetlands, and seismic active areas, where problems such as long exploration cycles and incomplete data often occur. With the continuous development of new survey technologies and the application of unmanned aerial vehicle surveying, laser scanning, and electromagnetic detection, these problems have been effectively solved. The efficiency and accuracy of survey work have been significantly improved, promoting the modernization process of geotechnical engineering survey. Therefore, the focus is on exploring the practical application and implementation effects of these new technologies under complex geological conditions, in order to provide more reliable data support for engineering construction.

Keywords: complex geology; geotechnical engineering; exploration practice

引言

岩土工程勘察是工程建设中的基础环节,尤其在复杂地质条件下,勘察数据的准确性与全面性对工程的安全性及稳定性具有直接影响。面对不均匀的土层、强风化岩层以及地震带等复杂地质环境,勘察工作面临着巨大的挑战。如何获得可靠的岩土数据,并为后续工程设计提供科学依据,已成为亟待解决的关键问题。随着科技的不断进步,新型岩土勘察技术相继应运而生,如无人机测绘、激光扫描、地震波反射等技术,这些技术为勘察提供了更高效、更精准的解决方案。通过这些新技术的应用,复杂地质条件下的勘察工作得到了有效支持,深入探讨这些技术的实际应用,并分析它们在复杂地质环境中的实践意义。

1 复杂地质岩土工程勘察的重要性

在复杂地质条件下,岩土工程勘察不仅是工程建设的起点,还是确保工程安全、稳定与高效实施的关键环节。软弱土层、滑坡以及地震带等多种不确定因素,常常存在于这些复杂环境中,直接影响地基承载能力、建筑物抗震性能及其长期使用的安全性,通过岩土工程勘察可以深入剖析地下土体的物理与力学性质、分布特征以及地下水流动规律,为后续的工程设计、施工方案的制定以及风险评

估提供可靠的数据支持。例如,在软弱土区域,勘察数据有助于评估土壤的沉降性及抗压强度等关键指标,为地基处理方案的合理制定提供科学依据。山区或滑坡区的勘察,能够有效识别潜在的地质灾害隐患,提前做好应急预案,从而降低工程事故发生的风险。随着建筑规模的不断扩大与工程复杂性的提升,传统经验性设计逐渐无法满足现代工程的需求。精准的岩土工程勘察为设计提供了科学依据,确保了工程在稳定性与可持续性方面的有力保障。

2 复杂地质条件下岩土工程勘察存在的问题

2.1 野外勘察问题

在复杂地质条件下,野外勘察面临着一系列严峻的挑战,这些问题直接影响着勘察数据的准确性与可靠性,勘察现场复杂的环境常常导致工作进展缓慢,尤其在山区、湿地或其他特殊地形中,地形障碍限制了勘察工作的顺利进行。此外,恶劣天气、交通不便等外部因素的干扰,也使得勘察任务的执行难度大大增加,时间成本显著上升。地下地质变化的不可预测性也是野外勘察中一大难题,复杂地质条件下,岩土分布的不均匀性以及突发地质现象,如地下水位波动等,常常超出勘察人员的预期,给勘察过程带来额外的风险与不确定性。此外,设备与技术的局限

性在野外勘察中也不容忽视, 在一些偏远地区, 现代勘察设备的运输与使用面临重重困难, 传统的钻探及测量设备难以满足复杂地质环境中的精度要求。尽管新型勘察技术逐渐得到应用, 但其推广仍受到资金投入、技术人员技能水平以及设备更新等因素的制约, 这也导致了数据采集与分析过程中不可避免的误差。

2.2 岩土工程的分析评估问题

在复杂地质条件下, 岩土工程的分析与评估面临着诸多挑战, 特别是在数据准确性、模型适应性及评估结果可靠性等方面。勘察过程中, 采集到的数据常常不完全或存在误差, 地下土层的分布、力学性质以及地下水状况, 通常表现出强烈的局部性与变异性, 导致通过有限勘察点收集的样本数据, 难以全面反映整个区域的地质特征。由于无法覆盖所有潜在的地质变化, 分析往往依赖于某些假设, 进而增加了数据的不确定性。在岩土工程分析中, 所使用的评估模型在复杂地质条件下的适应性也有其局限, 许多传统的地质分析模型假定土体为均质且结构简单, 而在面对复杂岩层变化、软硬不均或水文条件变化时, 这些模型的适用性受到显著限制。尤其是土体的非均质性与各向异性, 常常无法通过简单的模型精确描述, 导致计算结果存在较大偏差, 进而影响工程设计的准确性与安全性。在岩土工程评估过程中, 科学处理各种不确定因素依然是一个难题, 地震、沉降、滑坡等潜在风险因素常交织在一起, 且具有高度随机性与时效性。传统的评估方法难以全面预测并准确反映这些因素对工程长期稳定性的影响, 从而影响决策的合理性与科学性。

3 复杂地质条件下岩土工程勘察方法的应用与实践

3.1 地质测绘技术

在复杂地质条件下, 地质测绘技术对岩土工程勘察至关重要, 它直接关系到勘察数据的准确性与可靠性, 通过系统的现场调查与数据采集, 地质测绘能够详细记录地下土层、岩石及构造的分布, 为后续设计与施工提供关键的数据支持。传统的地质测绘方法主要依赖人工测量与地形图绘制, 尽管在简单地质环境中仍然有效, 但在复杂地质条件下, 随着地质环境复杂性的增加这些方法的局限性日益凸显。随着测绘技术的不断进步, 现代地质测绘手段得到了广泛应用, 数字化地质测绘、遥感技术与地面激光扫描等新技术的使用, 显著提高了数据采集的精度与效率, 特别是在复杂地形与恶劣环境下, 这些技术能够顺利实施。例如, 遥感设备搭载的无人机, 可以在危险或难以到达的区域完成地质信息采集, 从而减少现场操作的风险。激光扫描技术通过精确测量地表特征, 能够高效获取三维地质数据, 进而支持复杂地质结构的分析与重建。尽管如此, 地质测绘技术的应用仍面临一些挑战。复杂地质结构与变化常常导致测量结果出现较大的局部误差, 尤其是在软弱

土层, 传统测绘方法难以准确反映地下情况, 高精度仪器设备的技术要求较高, 操作人员的专业素质也成为关键因素。在一些偏远地区, 由于设备运输条件有限, 技术水平较低的勘察团队可能难以实现理想的测绘效果, 从而影响数据的准确性与可靠性。

3.2 岩层钻探技术

岩层钻探技术是岩土工程勘察中的关键手段, 通过深入地下能够获取岩层的物理、化学性质及其分布特征, 为工程设计提供直接的数据支持。在复杂地质条件下钻探技术显得尤为重要, 尤其在面对硬岩、软土或不均质土层时, 它能有效揭示地下土体与岩石的具体状况, 从而帮助勘察人员识别潜在的工程风险。现代岩层钻探技术包括多种钻探方法与设备, 如旋转钻进、冲击钻进和反循环钻进等。根据不同地层的性质选择合适的钻探方式显著提高了勘察效率与准确性。例如, 在坚硬岩层中, 冲击钻进法可有效打破岩石; 而在软土层中, 旋转钻进则能保持较好的稳定性与连续性。随着技术的不断进步, 许多钻探设备已具备自动化控制与实时数据传输功能, 使得钻探过程中土层变化与钻进进度得以实时监控与调整。尽管岩层钻探技术在岩土勘察中得到了广泛应用, 它仍然面临一些挑战。尤其是在岩土交替的地区, 地层的不均匀性常常使钻探工作变得更加复杂, 特别是当土层硬度变化较大时, 钻探效率往往会受到影响, 在深层钻探过程中, 设备的稳定性与耐用性是必须考虑的关键因素, 尤其在高温高压环境下, 设备可能受到不同程度的损害。另一个问题是钻探过程中采集的土样可能存在代表性不足, 特别是当取样工具精度有限时, 这可能影响后续分析与评估的准确性。

3.3 原位测试技术

原位测试技术在岩土工程勘察中具有至关重要的作用, 它能够实时获取地下土壤与岩石的力学性质, 直接反映土层的物理力学性能。与传统的实验室测试相比, 原位测试避免了样品处理中的误差, 更为精准地呈现土层的实际状态, 尤其在复杂地质环境中其优势更为明显, 通过现场测试, 勘察人员可获得土壤的压缩性、渗透性、强度等关键指标, 从而有效评估地基承载力与工程风险。常见的原位测试方法包括标准贯入试验 (SPT)、静力触探试验 (CPT)、现场动力触探试验 (DPT), 以及土壤与岩石的压密试验等, 这些技术根据不同的原理与设备, 依据土层特性提供了有力的数据支持。例如, 标准贯入试验通过测定贯入过程中所需的压力, 反映土层的密实度与强度; 静力触探试验则通过测量探头的压力与阻力, 实时评估土体的工程性质, 如剪切强度、土层分布及其层间变化。尽管原位测试技术具备诸多优势, 应用仍面临一些挑战。某些测试方法在特殊地质条件下的适用性受到限制, 例如在强风化岩层中, 传统触探试验往往难以进行, 因为探头可能无法顺利贯入或测试结果的误差较大。此外, 设备性能与操

作人员的技术水平对测试精度也有着重要影响,任何细微的操作失误都可能导致结果偏差,进而影响后续分析。再者,部分原位测试方法在多次测试过程中,设备的移动与数据的集成可能会受到干扰,导致数据出现不一致或不全面性。

3.4 勘探和取样技术

勘探与取样技术在岩土工程勘察中占据着至关重要的地位,它们直接影响地下土层和岩石性质的准确评估,进而决定工程设计与施工的安全性,通过高效的勘探与取样不仅可以获取土体与岩层的物理与力学性质,还能揭示地下水、地质构造等关键因素,为工程提供科学依据^[1]。勘探工作通常依赖钻探、挖掘或地面探测等手段,探索地下土层与岩石的空间分布;而取样技术则在勘探基础上,通过专业设备将土体样品提取出来,供后续分析与试验使用。传统的勘探与取样方法包括机械钻探、人工探井、地下电磁探测等。机械钻探通常用于深层土体与岩石的取样,具有较强的适应性与普遍性;人工探井则主要应用于软土或浅层地质勘探,能够在较短时间内迅速获得土样。随着技术的发展,现代勘探方法逐渐朝着高精度与高效率的方向迈进。例如,自动化取样设备的使用,使得取样过程更加精确,从而有效减少了人为操作失误带来的误差。尽管如此,在复杂地质条件下勘探与取样技术的应用仍面临诸多挑战。土层的非均质性使得取样工作复杂化,尤其在地震液化、滑坡等地质灾害频发的地区,传统取样方法常常难以确保样品的代表性与完整性。随着勘探深度的增加,钻探设备的稳定性与操作难度随之增大,深层土样的获取与测试受到设备与技术的多重限制。在取样过程中,土样的扰动与损伤问题时常发生,这可能导致样品性质发生变化,进而影响后续分析结果的准确性。

4 在复杂地形条件中应用岩土工程勘察技术的建议

4.1 完善勘察体制,加强对勘察人员的培训

在复杂地形条件下,岩土工程勘察的准确性与可靠性对工程的安全性及可行性起着至关重要的作用。为了提升勘察质量,关键在于建立科学合理的勘察管理体制,确保勘察工作能够有序进行。应当完善勘察管理体制,明确各环节的职责与操作规范,确保勘察设计到现场实施的每个步骤都能遵循标准,从而做到系统化、合理化,并确保各环节之间无缝衔接。有效的勘察体制不仅能够提高工作效率,还能保障勘察数据的准确性与全面性,从而避免因流程混乱或职责不明而导致的疏漏与偏差^[2]。在此基础上,提升勘察人员的专业素质同样至关重要。岩土工程勘察不仅依赖于先进技术与设备,更需要一支高水平的勘察团队,

尤其是在复杂地形条件下,勘察工作面临多种挑战,如特殊地质条件、恶劣天气或难以进入的勘察现场等,这些因素都要求勘察人员具备更高的技术水平与应变能力。因此,定期组织专业培训显得尤为重要,通过培训不仅能够提升勘察人员的操作技能与现场应变能力,还能增强他们应对突发情况的能力。培训内容应包括最新勘察技术、设备操作规范、数据分析方法等,同时还应注重培养勘察人员在实际工作中的实践经验,使他们能够在复杂环境中灵活应对,确保每项勘察任务都能高质量完成。

4.2 积极使用新型岩土工程勘察技术

在复杂地形条件下,传统的岩土勘察方法常常面临勘察效率低下及数据获取困难等问题。随着科技的发展,许多创新的岩土勘察技术逐渐得到应用,它们有效地提升了勘察的精度与效率,已成为解决复杂地质问题的重要工具^[3]。例如,迅速采集大范围、高精度地形数据的无人机技术,尤其在山地、河谷等难以到达的区域,提供了有效的勘察手段,通过三维建模技术,激光扫描技术能够帮助勘察人员清晰地分析地下土层的空间分布,从而为地层研究提供更加直观的数据支持。此外,非破坏性的地震反射波法与电磁探测技术等方法,则可以在不扰动土体的前提下获取地下结构信息,为勘察提供了更加全面的数据支持。不仅如此这些新兴技术显著提高了数据采集的准确性,大幅缩短了勘察周期,减少了人工成本,同时降低了勘察人员面临的风险,为后续设计与施工提供了更加可靠的基础数据。

5 结语

在复杂地质条件下,岩土工程勘察被视为确保工程安全与稳定的关键环节。随着技术的不断创新,勘察的精度与效率已有了显著提升。勘察人员的专业能力与完善的管理体制,仍然是保障勘察结果可靠性的基础。未来,在创新技术的支持下,结合丰富的实践经验,岩土勘察的应对能力将不断增强,以应对复杂地质环境,从而为工程设计与施工提供更加稳固的数据基础。

【参考文献】

- [1] 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(9): 160-162.
- [2] 康果, 朱斌, 刘君. 岩土工程勘察技术在复杂地形地质条件下的应用实践[J]. 世界有色金属, 2019(23): 259.
- [3] 王伟. 复杂地质条件下岩土工程勘察的应用与实践[J]. 世界有色金属, 2018(2): 273-274.

作者简介: 杨疆东(1990.4—), 毕业院校: 西安理工大学, 专业: 水文与水资源工程, 当前就职单位名称: 五家渠农六师勘测设计研究有限责任公司, 现职称: 中级。