

Exploration of Geotechnical Engineering Survey Technology Based on Complex Terrain and Geological Conditions

Aifen Li

Guangxi Wantu Surveying and Mapping Service Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract

The complex terrain and geological conditions require geotechnical engineering surveys to have high technical skills. The article systematically analyzes the characteristics and classification of complex terrain and geological conditions, and discusses the key technologies of geotechnical engineering exploration, mainly involving geological survey and mapping, geophysical exploration, drilling and sampling, in-situ testing, remote sensing, and GIS technology. At the same time, based on the difficulties encountered during the survey process, propose solutions and predict future technological development trends. Research has shown that the integration of multiple technologies and intelligence is an important development direction for geotechnical engineering exploration in the future.

Keywords

complex terrain and geological conditions; Geotechnical engineering investigation; Geophysical exploration; remote sensing technique; GIS technology

基于复杂地形地质条件下岩土工程勘察技术的探析

李爱芬

广西万图测绘服务有限公司, 中国·广西 南宁 530000

摘要

复杂的地形和地质条件, 要求岩土工程勘察必须具备较高技术。文章对复杂地形地质条件特征及分类进行系统分析, 并对岩土工程勘察关键技术进行论述, 主要涉及地质调查及测绘, 地球物理勘探, 钻探及取样, 原位测试和遥感及GIS技术等。同时根据勘察过程中存在的困难, 提出解决措施, 预测今后技术发展趋势。研究表明: 多技术融合和智能化是岩土工程勘察今后的一个重要发展方向。

关键词

复杂地形地质条件; 岩土工程勘察; 地球物理勘探; 遥感技术; GIS技术

1 引言

岩土工程勘察在工程建设中处于基础地位, 勘察精度的高低直接影响着项目的安全性与经济性。但是在复杂的地形地质情况下岩土工程勘察工作面临着很多的挑战。复杂地形例如山地, 丘陵, 河谷, 复杂地质条件例如断层, 褶皱, 岩溶等等都给勘察工作加大了难度与不确定性。文章旨在通过对复杂地形地质条件岩土工程勘察关键技术及应用进行探究, 对勘察过程中存在的困难进行分析, 并提出了解决措施, 希望能够对相关工程实践起到理论支持与技术借鉴作用。

2 复杂地形地质条件的特点与分类

2.1 复杂地形的定义与特征

复杂地形一般是指地表形态各异, 起伏变化明显, 地貌类型多样的地理区域。这类地形既包括高山, 深谷和陡坡的明显地貌特征, 也可涉及河流, 湖泊和湿地的水体分布及冰川和沙漠的特殊地貌特征。复杂地形主要体现在地形高差较大, 坡度变化强烈, 地表切割程度高等方面, 同时具有地貌单元多样复杂等特点。这些特点使地表水文条件, 土壤分布, 植被覆盖及其他自然要素表现出明显的异质性, 因而给工程勘察, 设计与建设提出了许多挑战。

2.2 复杂地质条件的定义与特征

复杂地质条件, 一般是指地质构造比较复杂, 岩性多种多样, 地质作用频繁发生的区域。这类地质条件既包括断层, 褶皱等构造特征也可涉及岩溶, 滑坡, 泥石流等地质灾害现象。复杂地质条件主要体现在地质构造多样性, 岩性多变性和地质作用强。这些特点使地下岩土体在分布, 结构及

【作者简介】李爱芬(1982-), 女, 壮族, 中国广西南宁人, 本科, 助理工程师, 从事测绘、地质与岩土工程等研究。

性质等方面表现出明显的复杂性,因此给工程勘察,设计及施工提出了许多挑战。

2.3 复杂地形地质条件的综合影响

地形和地质条件相互作用,是复杂地形和地质条件共同作用的核心内容。地形的起伏变化既影响地表水文条件及土壤分布,也可能显著影响地下岩土体应力分布及变形。如陡坡地区地形坡度变化会使岩土体应力集中而诱发滑坡,崩塌等地质灾害。另外,地形切割程度也会影响地下水流动与分布,从而显著影响岩土工程设计与建设。以河谷地区为例,地下水流动会使地基软化或者液化,进而影响建筑物稳定安全。所以,对于复杂的地形地质情况,勘察工作一定要充分考虑到地形以及地质情况的共同作用,并制定出科学、合理的勘察方案来保证工程安全、可靠。

3 复杂地形地质条件下岩土工程勘察的关键技术

3.1 地质调查与测绘技术

地质调查和测绘技术是岩土工程勘察中具有复杂地形和地质条件的基本环节。通过使用无人机、激光雷达(LiDAR)以及全球卫星定位系统(GPS)等尖端技术,高精度地形测绘技术能够迅速捕获高清晰度的地形信息,为接下来的地质研究提供了准确的空间数据支撑。比如无人机测绘能够在短期内覆盖大面积地区,尤其是陡峭山地或者不易进入地区。地质填图和地质剖面分析是在完成地形测绘工作的基础上,结合实地野外调查,绘制出详细的地质构造、岩性分布和地层关系图。通过对地质剖面的分析可揭示地层在垂向上的变化特点,从而为工程设计与施工提供了重要的依据。综合运用这几项技术可以有效地减少复杂地形地质条件勘察的难度并提高勘察的精度与效率。

3.2 地球物理勘探技术

地球物理勘探技术对于复杂的地形和地质条件有着无可替代的重要意义,它可以获得地下地质信息而又不会对地表造成损害。地震勘探技术是一种人工激发地震波的技术,它利用地震波沿不同岩层传播的特点来探测地下岩层构造及属性,尤其适合探测断层,裂隙及岩溶地质现象。电法勘探技术主要是通过测定地下介质的电阻率分布来识别含水层、岩石性质的变化和地质结构,特别是在水文地质勘查方面具有明显的优越性。磁法探测技术主要应用于寻找磁性矿石或磁性异常区域,例如铁矿或火成岩体的分布情况。

3.3 钻探与取样技术

钻探和取样技术直接获得了复杂地形和地质情况下地下岩土样品。复杂地形的钻探设备和方法需结合地形特点来选择适合的钻探设备如在陡峭山地可以使用便携式钻机或者定向钻探技术来降低设备搬运难度。同时在钻探时需要注意控制钻孔垂直度与深度以保证所得岩土样本的代表性。岩土样品采集和保存技术,是确保实验室检测结果正确性的关键环节。取样时需要使用专用取样器以免对试样造成干扰和污染。对于特殊岩土(如软土、破碎岩体),还需采用特殊

的采样方法,如冻结法或气压法。试样在保存过程中需要对温度,湿度以及光照条件进行控制,以避免试样产生物理或者化学的变化。合理运用这些技术可为岩土工程后续分析与设计提供可靠试验数据。

3.4 原位测试技术

原位测试技术作为一种无需对岩土天然状态进行干扰就能直接获得岩土力学性质信息的重要方法。静力触探技术是利用探头向土层中挤压,测得贯入阻力及侧摩阻力来迅速评价土层力学性质及分层特征,尤其是在软土及砂土层中。动力触探方法是通过锤击的能量将探测器深入土壤,记录其穿透的深度和锤击的频次,以此来评估土壤的紧密度和其承载能力,这种技术经常被应用于砾石或坚硬的土层中。旁压试验技术是利用钻孔内侧向压力来测定土体变形特性的一种试验方法,适于评价土体压缩性、剪切强度等。综合运用上述原位测试技术可为复杂地形地质条件岩土工程设计与建设提供直接力学参数支撑。

3.5 遥感与GIS技术

遥感和GIS技术广泛应用于复杂地形地质勘察。将遥感技术应用于复杂地形地质勘察,利用卫星影像,航空摄影及无人机影像等手段可以快速获得大面积地表信息并查明地形地貌,植被覆盖及地质构造特征等。如高分辨率遥感影像能够对断层,滑坡,岩溶等地质灾害隐患进行识别,从而为工程选址及风险评估提供了重要的依据。GIS技术在岩土工程勘察中的整合和应用,是通过空间数据的收集、储存、分析和可视化,实现地质调查和地球物理勘探、钻探与原位测试多源数据融合,建立三维地质模型为工程设计与建设提供综合空间信息支撑。

4 复杂地形地质条件下岩土工程勘察的难点与对策

4.1 勘察难点分析

4.1.1 地形复杂导致的勘察难度

复杂地形例如陡峭山地,沟壑纵横,植被茂密或者岩溶发育区域等都对岩土工程勘察工作提出了巨大挑战。前缘地形高差较大,坡度较陡,给勘察设备运输及安装带来了很大困难,常规钻探设备很难进入现场,即使受地形限制也不能进行勘察。二是复杂地形常伴有地质灾害高发危险,例如滑坡,崩塌以及泥石流,这些地质灾害在加大勘察人员安全危险的同时也会给勘察设备以及数据采集带来干扰。此外,地形复杂区域的地表覆盖物(如植被、松散堆积物)也会掩盖地质构造的真实情况,增加了地质判读的难度。如岩溶地区地表覆盖物会对地下溶洞或者裂隙造成遮挡,从而使勘察结果出现偏差。所以如何克服地形障碍,保证勘察数据准确完整是岩土工程勘察中遇到的第一个难题。

4.1.2 地质条件复杂导致的勘察不确定性

复杂的地质条件如断层发育,岩性多变,地下水位波动及岩溶发育使岩土工程勘察中不确定性明显增加。一、问

题的提出断层、裂隙等因素可能会使岩体产生不连续性、各向异性等特征,从而给岩土力学参数取值带来一定难度。如在断层带周围,岩体强度及稳定性可明显下降,而在调查时却很难将这种现象全部捕获。其次,岩性多变(例如,软硬岩互层,松散堆积物和基岩相间等)使得地层的力学性质差异显著,增加了工程设计和施工的难度。此外,地下水位的变化(比如季节性波动,或者岩溶水等)会显著改变岩土的物理力学性质,导致勘察结果的动态变化。如岩溶地区地下水溶蚀作用会使岩体突然坍塌,对工程安全造成潜在危险。所以如何精确地查明地质构造,评价岩土力学性质和预测岩土力学性质的动态变化是复杂地质条件岩土工程勘察中的一个核心难题。

4.1.3 数据采集与处理的困难

复杂的地形和地质条件给数据采集和处理带来了许多困难。首先,由于地形和地质条件的复杂性,传统的勘察方法(如钻探和原位测试)往往难以全面覆盖目标区域,导致数据采集的密度和精度不足。如在陡峭山地或者岩溶地区钻探点布设会受到地形限制而造成数据分布不均。二是复杂地质条件数据通常是高度非线性且不确定的,如断层带周围岩土力学参数在空间上可能会出现明显变异而加大数据处理难度。此外,多源数据(例如,地质调查,地球物理勘探,钻探,原位测试等)的整合与分析也面临挑战,不同数据之间的尺度差异和精度差异可能导致分析结果的不一致。如地球物理勘探数据分辨率不一定能满足工程设计需要、钻探数据代表性受采样深度制约等。因此如何提高数据采集精度及密度,实现多源数据高效融合分析是复杂地形及地质条件岩土工程勘察中的一个技术难题。

4.2 应对策略与技术措施

4.2.1 多技术融合与综合勘察

对于复杂地形地质条件勘察难点问题,采用多技术融合和综合勘察为有效对策。综合运用地质调查,地球物理勘探,钻探,原位测试及遥感技术等各种勘察手段,能够充分发挥各种技术的长处,弥补单一技术存在的缺陷。例如,在地形复杂的区域,可以使用无人机测绘和遥感技术获取大范围的地表信息,同时结合地球物理勘探(例如,地震勘探、电法勘探等)获取地下地质信息,最后通过钻探和原位测试验证和补充数据。另外多技术融合也能提高勘察结果可靠性与准确性。如在地质条件比较复杂的地区,可利用地球物理勘探与钻探数据对比分析来查明断层,裂隙及岩溶等地质构造并对它们的影响范围进行评价。

4.2.2 高精度数据采集与处理技术

复杂地形和地质情况下高精度数据采集和处理技术对

提高勘察质量具有重要意义。首先可利用高分辨率无人机测绘,激光雷达(LiDAR),三维地震勘探等先进勘察设备与技术提高数据采集精度与密度。如无人机测绘能在短期内获得高分辨率地形数据、三维地震勘探能揭示地下地质构造细节等。二是数据处理上,可利用地质统计学,机器学习及三维建模技术等先进数据分析方法及软件工具来提高处理效率与准确性。比如地质统计学方法能够对资料的空间变异性进行评价,三维建模技术则能够对地下地质构造进行直观呈现。另外,实时数据传输与处理技术也可应用于勘察工作中,提高勘察工作效率。比如钻探时,可利用无线传感器对钻孔参数进行实时监控,利用数据分析软件对岩土性质进行快速评价。所以高精度数据采集及处理技术在提高勘察数据质量的同时也可以对工程设计及施工起到技术支撑作用。

4.2.3 风险评估与应急预案

风险评估及应急预案的制定是确保勘察安全及工程顺利实施的重要环节。首先,在勘察前需要进行全面的风险评估,识别潜在的地质灾害(例如滑坡,崩塌以及岩溶塌陷等)和工程风险(例如,设备损坏,数据丢失等),并制定相应的防范措施。比如在陡峭山地的勘测中,可使用安全绳、防护网等装置来减少人员坠落的风险。二是调查期间需设置实时监测系统对地质条件变化及灾害征兆进行及时监测。如可利用位移传感器、地下水位监测仪等对滑坡、岩溶水等动态变化过程进行实时监测。

5 结论

岩土工程勘察在复杂地形与地质情况下对工程建设具有重要意义,勘察精度直接影响工程安全与经济。文章对复杂地形地质条件特征及分类进行系统分析,并对岩土工程勘察关键技术进行论述,主要涉及地质调查及测绘,地球物理勘探,钻探及取样,原位测试和遥感及GIS技术等。研究表明:复杂地形和地质条件要求勘察工作技术要求较高,多技术融合及综合勘察为解决勘察难点问题提供了一种行之有效的策略。高精度数据采集及处理技术可显著提升勘察数据质量,风险评估及应急预案是确保勘察安全及项目顺利实施的关键。

参考文献

- [1] 王成真.岩土勘察技术在复杂地形地质条件下的运用[J].房地产导刊,2022(1):26-28.
- [2] 韦善接.基于复杂地形地质条件下岩土工程勘察技术的探讨[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术.2022,(3).0149-0151.
- [3] 刘桂才,徐坤,孙晖.复杂地形地质条件岩土工程勘察的实践探究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术.2022,(7).0115-0117.