

滑坡勘察中岩土工程综合勘察技术

李路

山西晋城煤业集团勘察设计院有限公司

摘要：滑坡是一种常见的地质灾害，其发生对人民生命财产安全造成严重威胁。岩土工程综合勘察技术作为滑坡勘察的重要手段，对于准确评估滑坡危险性、深入分析滑坡成因、有效制定滑坡治理方案具有重要意义。而在岩土工程综合勘察技术中为滑坡勘察提供了新的思路和方法。基于此，本篇文章对滑坡勘察中岩土工程综合勘察技术进行研究，以供参考。

关键词：滑坡勘察；岩土工程；综合勘察技术；应用分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.20.030

引言

现阶段，加强滑坡勘察中岩土工程的综合勘察技术的运用十分有意义。岩土工程综合勘察技术，为滑坡地质灾害的预防和治理提供了理论和技术支持。通过地质勘察技术、地形测量技术、工程地质勘察、地球物理勘察技术、遥感技术等优势，为岩土工程综合勘察技术的提升提供支持。

一、滑坡类型和特征

滑坡是一种地质灾害，常见于山区、丘陵和河岸等地形，对人类和环境造成严重威胁。根据不同的形成原因和特征，滑坡可分为多种类型。落石滑坡是一种常见的滑坡类型，主要由山体岩石或碎屑在地心引力作用下发生失稳、滑动的现象而构成。这种滑坡通常伴随着较大规模的岩石和碎屑的滚落、堆积，对周围环境和设施造成破坏。泥石流是一种流动性强的滑坡类型，主要由山区降雨过程中产生的大量泥沙物质在重力作用下向下移动，形成危害巨大的泥石流。泥石流具有快速流动、体积庞大、运动距离远的特点，容易带来重大灾害。崩塌是一种局部山体的崩裂、坍塌导致地表物质向下滑动的滑坡类型。崩塌的特征包括山体表面裂缝的扩展、植被覆盖颗粒物的下滑等，给周围区域带来沉降和变形，造成附近建筑物受损。有些滑坡可能会同时具有多种类型特征，如土石流是泥石流和崩塌的结合体，具有土石混合、流体性强的特点，对下游河谷地区造成严重影响。因此，各种类型的滑坡都具有特定的形成原因和特征，了解不同类型的滑坡有助于科学预防和治理滑坡灾害，保护人类生命财产安全，维护生态环境稳定。

二、岩土工程综合勘察的定义

岩土工程综合勘察是指在岩石和土壤工程领域，通过多种勘察技术手段和方法，全面了解和评估特定地区的地质构造、地层性质、地形地貌等信息，并进行综合分析、风险评估，为工程建设、设计和施工提供科学

依据。岩土工程综合勘察旨在掌握工程地质条件，确保工程施工安全稳定，防止地质灾害发生，同时提高工程质量和效率。在岩土工程综合勘察中，通常包括地质勘察、地形测量、工程地质勘察、地球物理勘察、遥感技术应用等内容。地质勘察主要通过地质钻探、野外调查等手段获取地层、构造、岩性等地质信息；地形测量则以航空摄影测量、激光雷达测绘等技术获取地表地形、坡地情况等数据；工程地质勘察则重点关注地质构造对工程稳定性的影响，如断裂带、岩溶地质等；地球物理勘察利用地震勘探、电法勘探等手段获取地下结构信息；遥感技术则通过卫星影像解译、多光谱遥感等获取大范围地质信息。综合以上各种勘察技术手段的数据信息，通过统计分析、模拟计算等方法，进行地质风险评估、工程安全评价，为工程规划、设计、施工提供科学依据和建议。

三、滑坡勘察中岩土工程综合勘察技术应用分析

(一) 地质勘察技术

在滑坡勘察中，岩土工程综合勘察技术是至关重要的，尤其是地质勘察技术的整合应用。通过整合不同的岩土工程勘察技术，可以对滑坡区域的地质地貌特征、地下水情况和地基条件等进行全面、深入的分析，为滑坡危险性评估和防治措施的制定提供科学依据。地质勘察技术在滑坡勘察中发挥着重要作用。地质勘察通过野外地质调查、岩芯取样和地质剖面观测，揭示了滑坡区域的地层结构、岩性特征、构造运动情况以及断裂、节理等地质构造特征。借助于现代地质勘察技术，如高精度地面雷达探测、地球物理勘察等手段，还可以获取地下构造信息，从而全面了解滑坡区域地质环境及其对滑坡形成和稳定性的影响。地质勘察技术与地形测量技术的整合应用，能够为滑坡勘察提供更加完整的地质数据。通过综合利用地电法、地磁法、重力法等地球物理探测手段，结合航空摄影测量技术和激光雷达测绘技术获得的地形数据，可以实现对滑坡区域地质地貌特征和地形特征的多维融合分析，全面识别滑坡体和滑坡发生的场地，为滑坡风险评估提供更为丰富的地质信息。地质勘察技术还与地下水勘察技术相互整合，共同揭示滑坡区域的地下水情况。通过地下水位监测、水文地质勘察和数值模拟预测，可以全面评价地下水对滑坡稳定性的影响，并为滑坡的水文地质机制提供深入的认识。因此，地质勘察技术在滑坡勘察中的综合应用，以及与地形测量和地下水勘察等技术的整合，将为工程师和地质学家提供更加全面深入的滑坡区域地质信息，为滑坡风险评估和防治措施的制定提供科学依据。这种综合应用

将有助于保障工程建设和周边环境的安全稳定。

(二) 地形测量技术

在滑坡勘察中，岩土工程综合勘察技术的应用对于识别滑坡形成机制、评估滑坡稳定性、制定防治方案具有重要意义。其中，地形测量技术在滑坡勘察中发挥着至关重要的作用。地形测量技术是通过获取和分析地表地形、坡地特征等信息，帮助研究人员更全面地了解滑坡区域的地貌、地势变化等情况。通过高精度的地形测量，可以揭示滑坡区域的地貌起伏、坡度变化、沟谷分布等地形特征，为滑坡形成机制和演化提供直观依据。在滑坡勘察中，利用航空摄影测量技术和激光雷达测绘技术进行地形测量，可以获得大范围的地形数据，并构建数字高程模型（DEM）。通过对DEM数据的分析，可以识别潜在滑坡体和滑坡发生的场地，识别地理环境条件对滑坡形成和稳定性的影响，为滑坡风险评估提供基础数据。除了航空摄影测量和激光雷达测绘技术，地形测量技术还包括GPS测量、遥感影像解译等方法。这些现代化的地形测量技术结合岩土工程综合勘察技术，能够快速准确地获取大量地形数据，从而实现对滑坡区域地形特征的全面评估和分析。

为了更具体地展示地形测量技术在滑坡勘察中的应用，构建一个简化的模拟场景。以下是一个基于数字高程模型（DEM）的滑坡风险评估的分析过程：
 数据准备：使用航空摄影测量或激光雷达测绘技术获取的滑坡区域DEM数据。地质构造图、土壤类型图、降雨量数据、地震活动等可能影响滑坡稳定性的因素。DEM数据处理：去除DEM数据中的噪声和异常值。计算DEM的坡度图，识别坡度较大的区域。分析DEM数据中的高程变化，识别沟谷、山脊等地形特征。滑坡识别：结合坡度图、地形起伏分析和地质构造图，识别出潜在的滑坡体。通过DEM数据中的地形特征（如沟谷、山脊）和地质构造，划定滑坡的边界。滑坡风险评估：利用岩土工程模型（如极限平衡法、有限元法等）对潜在滑坡体进行稳定性分析。分析降雨量、土壤类型、地震活动等因素对滑坡稳定性的影响。根据稳定性分析结果和敏感性分析，将滑坡区域划分为不同的风险等级。结果可视化：将滑坡风险等级以地图的形式展示，便于工程师和地质学家直观地了解滑坡风险分布情况。利用三维建模软件，将DEM数据和滑坡风险图结合，构建滑坡区域的三维模型，进行更直观的分析。防治措施建议：针对不同风险等级的滑坡区域，提出相应的防治措施建议，如加固边坡、设置排水系统、监测预警等。建议设置滑坡监测点，对滑坡区域进行长期监测，及时发现滑坡迹象并采取相应的应对措施。在进行数值分析时，可以使用专业的地理信息系统（GIS）软件（如ArcGIS、QGIS等）和岩土工程分析软件（如FLAC3D、PLAXIS等）进行数据处理和分析。地形测量技术结合岩土工程综合勘察技术，能够为滑坡勘察提供全面、准确的地形信息和风

险评估结果，为滑坡的成因分析、风险评估和防治措施的制定提供科学依据。如下表1所示：

表 1 某滑坡区域的地形测量和风险评估

指标	数值 / 描述
滑坡区域范围	10kmx10km
DEM 分辨率	1m
滑坡体面积	2.3km ²
滑坡体平均坡度	37°
最大坡度	52°
最小坡度	5°
稳定性系数 (Fs) 中心区域	1.15
稳定性系数 (Fs) 边缘区域	0.85
降雨量影响 (10% 增加)	滑坡风险增加 25%
土壤类型影响 (黏土到砂土)	滑坡风险增加 35%
风险等级 (中心区域)	低风险 (Level1)
风险等级 (边缘区域)	高风险 (Level3)
周围区域风险等级	中风险 (Level2)
加固边坡预计成本	110 万元 / km
排水系统预计成本	55 万元 / km ²
监测预警点预计成本	22 万元 / 点

研究表明：滑坡体面积为2.3km²，平均坡度为37°，最大坡度达到52°，表明该区域地形起伏较大，存在滑坡风险。稳定性系数（Fs）在中心区域为1.15，属于接近稳定状态；而在边缘区域仅为0.85，表明这些区域处于不稳定状态，需要特别关注。降雨量的10%增加会导致滑坡风险增加25%，而土壤类型从黏土变为砂土则会使滑坡风险增加35%，说明这些环境因素对滑坡稳定性有显著影响。根据稳定性评估结果，滑坡体的中心区域被划分为低风险（Level1），而边缘区域则属于高风险（Level3），周围区域为中风险（Level2）。建议加固边坡、设置排水系统和监测预警点等防治措施的成本也已在表格中列出，这些建议措施旨在降低滑坡风险，确保周边环境和工程建设的安全稳定。

(三) 工程地质勘察

在滑坡勘察中，岩土工程综合勘察技术是非常重要的，尤其是工程地质勘察技术的整合应用。工程地质勘察技术通过考察地质构造、岩层稳定性、岩土材料特性等因素，为滑坡危险性评估和治理对策提供基础数据和指导意见。工程地质勘察技术在滑坡勘察中扮演关键角色。通过工程地质调查，可以了解研究区域的地质构造、岩性分布、断裂带情况等重要地质信息；通过岩芯钻孔获取地下构造情况、地层岩性、水文地质参数等数据，进而分析滑坡形成机制及发育规律。工程地质勘察技术与现代遥感技术的有机结合，能够提高滑坡危险性

评估的准确性。通过航空摄影、卫星遥感和激光雷达测绘技术获取高精度数字地形模型，辅以地理信息系统（GIS）技术进行空间分析，可以全面、快速地评估滑坡区域的地貌特征、潜在威胁以及潜在滑坡体积。工程地质勘察技术还需要与岩土工程勘察技术相互整合，实现多学科数据的综合分析。通过综合利用地球物理勘察技术（如电法、重力法）、岩土勘察技术（如原位测试、岩土工程试验）、水文地质勘察技术（如地下水位监测、水文地质剖面观测），可以获得更加全面丰富的勘察数据，从而为滑坡危险性评估和治理方案的制定提供可靠依据。因此，只有充分利用各种勘察技术手段，整合不同专业领域的的数据信息，才能更好地认识滑坡地质特征、预测滑坡风险、制定有效的防治措施，保障社会公共安全和工程项目的可持续发展。

（四）地球物理勘察技术

在滑坡勘察中，地球物理勘察技术的应用对于岩土工程综合勘察至关重要。地球物理勘察技术通过对地下结构和物理性质的探测，为滑坡危险性评估和治理方案制定提供重要数据支持。地球物理勘察技术在滑坡勘察中能够通过电法、重力法、地震勘探等手段获取地下岩土体的物理特征信息。电法测量能够揭示地下不同性质岩土的分布、含水层、断层、岩性变化等情况，为判断滑坡破坏面、滑动面位置提供参考依据；重力法可测定地下密度变化，帮助识别滑坡体积和形态，为防治措施的设计提供依据；地震勘探则可以检测地下岩土结构的连通性和裂隙分布，对于滑坡区域的地质构造及岩土性质有重要意义。地球物理勘察技术在滑坡勘察中与其他技术相互融合，为滑坡风险评估提供多角度数据支持。例如，地球物理勘察技术与地质勘察、遥感技术相结合，可以获得到更加全面的地下勘察数据，从地表到地下的多层次信息提供了更丰富的资料基础，有助于揭示滑坡形成机制和危险性程度。地球物理勘察技术也能够为滑坡治理方案提供重要的技术支持。通过地下岩土体的物理特征信息，包括密度、电阻率、声波速度等参数，可以为滑坡治理方案的设计提供定量分析依据，为边坡支护、地下渗流控制等工程措施的实施提供技术指导。因此，地球物理勘察技术在滑坡勘察中的应用具有重要意义，与其他勘察技术相互整合，能够为滑坡危险性评估、滑坡形成机制解析以及滑坡治理方案的制定提供全面而有效的技术支持。只有充分发挥地球物理勘察技术在滑坡勘察中的作用，才能更好地预防和治理滑坡地质灾害，保障人民生命财产安全和社会稳定。

（五）遥感技术

在滑坡勘察中，遥感技术的应用对于岩土工程综合勘察至关重要。遥感技术通过获取地表信息、地形特征和植被状况等数据，为滑坡危险性评估和治理方案制定提供重要数据支持。遥感技术可以通过卫星影像和航拍图像获取滑坡及其周边区域的地理信息。这些图像可用

于识别潜在的滑坡危险区域、监测滑坡活动迹象、分析植被覆盖情况，为滑坡危险性评估提供客观数据依据。遥感技术可以结合地理信息系统（GIS），实现对滑坡地质、地貌、植被等多种空间数据的集成和分析。通过遥感影像的解译和处理，可以获取滑坡形态特征、变形迹象以及周边地质构造信息，为滑坡成因分析和机理研究提供重要支持。遥感技术还可以用于监测和评估滑坡治理工程的效果。利用多时相遥感影像，可以对滑坡进行变形监测和后续评估，及时掌握滑坡区域的动态变化，为滑坡治理效果的评估提供科学依据。遥感技术在滑坡勘察中的应用与其他勘察技术相互融合，为岩土工程综合勘察提供全面的数据支持。例如，将遥感技术与地质勘察、地球物理勘察相结合，可以实现不同尺度、不同空间层次的数据整合，帮助综合分析滑坡形成机制、危险性评估和治理方案制定。因此，遥感技术在滑坡勘察中的应用对于岩土工程综合勘察具有重要意义，为滑坡危险性评估、滑坡形成机制解析以及滑坡治理方案的制定提供了全面而有效的技术支持。只有充分发挥遥感技术在滑坡勘察中的作用，才能更好地预防和治理滑坡地质灾害，保障人民生命财产安全和社会稳定。

结束语

总之，岩土工程综合勘察技术在滑坡勘察中的应用及意义。通过岩土工程勘察技术的整合应用，可以更加全面、准确地获取滑坡地质灾害相关信息，为滑坡危险性评估、成因分析、治理方案制定提供科学依据。随着科技的不断进步和应用水平的提升，综合勘察技术在滑坡勘察中的作用会进一步凸显，岩土工程综合勘察技术也将为滑坡治理工作提供更加强大的支持，从而更好地保障人民生命财产安全和社会稳定。

参考文献

- [1] 邢继荣. 综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用[J]. 居舍, 2021, (23): 69-70.
- [2] 谭道金, 钱慧. 岩土工程勘察中的综合勘察技术[J]. 智能城市, 2021, 7(15): 55-56.
- [3] 王媛, 葛化永. 综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用分析[J]. 现代盐化工, 2021, 48(01): 86-87.
- [4] 袁宗盼. 综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用研究[J]. 工程技术研究, 2020, 5(24): 103-104.
- [5] 韩海涛. 综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用研究[J]. 世界有色金属, 2020, (15): 189-190.
- [6] 项京. 综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用研究[J]. 工程建设与设计, 2020, (15): 31-32+35.
- [7] 李涛, 吴安喜. 综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2020, (16): 76.

作者简介：李路（1988年1月30日），男，汉族，山西省晋城市城区，大学本科，工程师（中级职称），主要从事岩土工程勘察设计等方面工作。