

# Analysis of Difficulties and Methods in Slope Investigation of Geotechnical Engineering

Jie Fu<sup>1</sup> Zhifan Liang<sup>2</sup>

1. Yunnan Geological Engineering Second Survey Institute Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

2. Yunnan Geology and Mineral Engineering Survey Group Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

## Abstract

Slope stability assessment is an important part of geotechnical engineering, which mainly involves the complex effects of geological conditions, hydrological conditions, environmental factors and human activities. In practical work, there may be some difficulties in the survey process. This paper discusses in detail the various survey difficulties and proposes targeted methods such as comprehensive application of geological survey, geophysical survey, in-situ testing and indoor testing, numerical simulation analysis, etc., to improve the accuracy and reliability of slope survey. In addition, it is emphasized that the long-term stability and potential risk of slope should be fully considered in the course of investigation, so as to provide scientific and comprehensive geological basis for engineering design and construction.

## Keywords

slope; difficulty of investigation; geotechnical engineering; method

## 岩土工程边坡勘察难点及方法分析

付杰<sup>1</sup> 梁之凡<sup>2</sup>

1. 云南地质工程第二勘察院有限公司, 中国·云南昆明 650000

2. 云南地矿工程勘察集团有限公司, 中国·云南昆明 650000

## 摘要

边坡稳定性评估是岩土工程的重要组成部分, 主要涉及地质条件、水文条件、环境因素以及人为活动等多个方面的复杂影响。在实际工作中, 勘察过程会存在一些难点, 论文详细探讨了各个勘察难点, 并针对性地提出了综合应用地质勘察、地球物理勘探、原位测试与室内试验、数值模拟分析等多种方法, 以提高边坡勘察的准确性和可靠性。另外, 强调了勘察过程中应充分考虑边坡的长期稳定性和潜在风险, 为工程设计与施工提供科学、全面的地质依据。

## 关键词

边坡; 勘察难点; 岩土工程; 方法

## 1 引言

在岩土工程中, 边坡的稳定性评估会直接影响工程项目的安全性与长期稳定性。但是边坡勘察工作的难度较高, 存在地形复杂、地质条件多变以及勘察技术本身的局限性等难点, 若勘察质量较低, 会为后续施工埋下风险<sup>[1]</sup>。因此, 需分析勘察难点, 探索有效的勘察方法, 提高岩土工程的安全性及可靠性。

## 2 岩土工程边坡勘察难点

### 2.1 地形地貌复杂

在岩土工程的边坡勘察过程中, 复杂的地形地貌是最常

见的勘察难点。在山区或河谷地带, 经常遇到陡峭的斜坡甚至悬崖, 不仅使勘察设备的布置和移动变得困难, 还可能增加边坡失稳的风险。非均匀分布的山丘、沟壑、台地等造成地形起伏大, 应用常规的勘察方法很难调整, 进而适应复杂地形。另外, 在边坡勘察中, 石膏岩、石灰岩等可溶性岩石在岩溶作用下, 容易形成溶洞、溶沟等地貌, 会威胁边坡的稳定性, 并且勘察的难度较高。地下洞穴和空洞的存在也会影响边坡的稳定性, 但是往往很难在地表勘察中直接发现<sup>[2]</sup>。

### 2.2 地质条件多变

在岩土工程的边坡勘察中, 在同一边坡内, 可能存在多种不同类型的岩土层, 由于地质构造活动形成的断层、褶皱等地质特征, 不同地层的交错分布、厚度变化和岩性差异等, 增加边坡稳定性评估的难度。即使是同一种岩土层, 岩石的密度、强度、渗透性等物理力学性质也可能在空间上发生显著变化, 进而增加了边坡稳定性评估的难度<sup>[3]</sup>。在岩石

【作者简介】付杰(1984-), 女, 中国云南昭通人, 本科, 高级工程师, 从事水工环地质、岩土工程、地热地质研究。

中的节理和裂隙属于常见地质特征，可能会影响岩石的完整性和强度。在边坡勘察中，需要关注岩石的节理和裂隙的发育情况及其对边坡稳定性的影响。岩石在自然环境中受到风化作用的影响，导致岩石强度降低、裂隙增多。水流、风力等自然力对边坡的侵蚀作用会导致边坡形态的改变、稳定性的降低。

### 2.3 水文地质条件的变化

在边坡勘察中还必须重视地下水位的季节性变化、水流路径和渗透性差异等，附近的河流、湖泊等，降雨引起的地表径流等，都会影响边坡稳定性。由于降雨、灌溉、邻近水体渗透等原因会造成地下水位上升，由于抽取地下水、排水系统作用或地质构造导致地下水位降低，地下水位的变化会影响岩土体的有效应力、土体的重量和剪切强度，从而影响边坡的稳定性<sup>[4]</sup>。另外，受到季节性变化，也会影响地下水位，在湿润季节可能会降低边坡稳定性，干燥季节会保持边坡相对稳定。当地下水在岩土体中流动时，会产生渗透力，能够改变岩土颗粒的排列和土体的结构，进而影响岩土体的力学性质。在快速流动的地下水条件下，渗流力可能对边坡产生冲刷和侵蚀作用，导致土体颗粒重新分布，甚至形成孔洞和管道，降低边坡的稳定性。有些地下水中可能会含有化学物质，进而对钢筋、混凝土等建筑材料产生腐蚀作用，进而减少工程结构的稳定性以及耐久性。

### 2.4 勘察技术水平较低

在岩土工程边坡勘察水平会受到勘察技术水平的影响，有些勘察单位中设备存在老化、过时的状况，导致勘察数据精度较低。由于受到资金限制，没有及时更换设备、应用新勘察技术<sup>[5]</sup>。在实际勘察过程中，若勘察方法过于单一，也会影响勘察结果，在勘察过程中需综合运用多种方法和技术来获取全面的地质信息，避免单一的勘察方法结果过于片面。在勘察过程中，若应用的分析以及数据处理的软件效率较低，也会影响勘察结果的精确性。在边坡勘察中，若工作人员的专业水平较低，会大大影响勘察的质量。岩土边坡勘察如图1所示。



图1 岩土边坡勘察图

## 3 岩土工程边坡勘察的方法

### 3.1 综合应用地质勘察

在岩土工程边坡勘察中，综合应用地质勘察中能够全面了解和评估边坡的地质条件，为工程设计和施工提供可靠依据。在详细的地质勘察之前，首先进行区域地质调查。主要收集和区域地质资料，了解区域地质构造、地层岩性、水文地质条件等。还需详细分析边坡的地形地貌，掌握边坡的坡面形态、坡度、坡向等。通过在不同位置进行钻探，可以获取岩土层的厚度、岩性、节理裂隙等信息。通过取样工作，提供实验室测试所需的样品，用于进一步分析岩土的物理力学性质。还需收集地下水的水位变化、赋存条件、渗透性等信息，主要通过水文地质勘察、井探等方法进行勘察。另外，还需评估边坡出现滑坡、崩塌等地质灾害的风险<sup>[6]</sup>。

### 3.2 地球物理勘探

地球物理勘探是指利用地质体物理特征的差异来勘探矿床，地质结构的方法。在岩土工程边坡勘察中，地球物理勘探发挥着重要作用，能够提供关于地下岩土层、构造、节理裂隙以及地下水等多方面的信息。常用的地球物理勘探法有激发极化法、电阻率法、磁法、地震法以及重力法等。激发极化法是根据岩石、矿物的激发极化效应来寻找金属或者勘察水文地质、工程地质的方法，不仅可以寻找金属矿藏，而且在寻找地下水资源、油气藏和地热田方面也取得了良好的地质效果。电阻率法是通过测量地下岩土体的电阻率差异来推断其内部结构的一种方法。不同岩土体具有不同的电阻率特性，因此可以通过电阻率测量来区分不同的岩土层、节理裂隙以及含水层等。磁法则利用岩石和矿物的磁性差异来探测地下地质体。通过测量地磁场的变化，可以推断出地下磁性体的存在和分布情况。地震法是通过在地表激发地震波并观测其在地下岩土体中的传播规律来探测地下地质结构的一种方法。地震波在不同岩土层中的传播速度、衰减等特性会有所不同因此可以通过分析地震波的传播特征来推断地下岩土层的分布和性质。重力法则是利用地下岩土体的密度差异来探测地质构造的一种方法。通过测量地球重力场的变化，可以推断出地下不同密度体的分布和形态。

在岩土工程边坡勘察中，地球物理勘探方法通常与其他勘察方法相结合使用，进而获得更全面、准确的地质信息<sup>[7]</sup>。比如，通过钻探法获得地下岩土层的初步信息，然后利用地球物理勘探方法对钻探结果进行验证和补充。同时，地球物理勘探方法还可以用于监测边坡稳定性的变化，为工程安全提供预警和保障。

在实际勘探中，地球物理勘探方法会受到多种因素的影响，如地形地貌、电磁干扰、气候条件等。因此，在使用地球物理勘探方法时，需要根据具体情况选择合适的方法和仪器，并进行必要的数据处理和解释工作。同时，还需要加强与其他相关专业的协作和沟通，确保勘察结果的准确性和可靠性。

### 3.3 原位测试与室内试验

在岩土工程的边坡勘察中，原位测试和室内试验是两种重要的测试方法，能够勘探出岩土体的物理力学性质指标。①在原位测试中主要检测出岩土体所处的原始位置进行的测试，能够反映岩土体在天然状态下的力学性质。其中标准贯入试验，主要使用标准重量的落锤，以规定的自由落体高度，将标准规格的贯入器打入土中，记录打入一定深度所需的锤击数。在勘察中能够检测出砂土、粉土和黏性土等细粒土的密实度和承载力。动力触探试验中通过施加动态冲击力，将锥形探头贯入土中，记录不同深度的贯入阻力。静力触探试验中通过静力将锥形探头压入土中，测量不同深度的贯入阻力，能够连续测量土层的力学性质，适用于软土和黏性土<sup>[8]</sup>。②在室内试验中，将通过钻探、槽探或其他方法从现场取得的岩土样本送到实验室中进行检测。主要针对样本进行密度以及含水量检测，固结试验，直剪试验和三轴试验，渗透试验，岩石力学试验。在密度以及含水量检测中，主要测量岩土样本的体积以及质量，进而计算出密度，在含水量检测中主要应用烘干法。在固结试验中通过对土样施加垂直压力，测量其变形特性。

### 3.4 数值模拟分析

数值模拟分析在岩土工程边坡勘察中是一种重要的技术手段，利用数学模型和计算机程序来模拟边坡的力学行为、变形特性以及稳定性。通过数值模拟，可以对边坡在各种工况下的响应进行预测和分析，为工程设计和施工提供科学依据。首先，在数值模拟分析过程中，建立数值模型，根据边坡的资料，建立边坡几何模型，并将弹性模量、泊松比、内摩擦角、黏聚力等材料属性加入模型中。其次，根据边坡的特点和分析目的，选择合适的数值分析方法，如有限元法（FEM）、边界元法（BEM）、离散元法（DEM）等。若问题过于复杂，需使用多种数值方法的耦合分析，如流固耦合分析、热力耦合分析等。再次，使用计算机程序对数值模型进行求解，计算边坡在各种工况下的应力场、位移场、渗流场等，还需模拟计算出边坡的稳定性、变形特性以及可能发生的破坏模式。最后，需处理模拟计算后的结果，将关键信息提取出来，根据勘察资料，分析以及解释模拟结果，还为边坡的支护设计提供可靠依据。

### 3.5 钻探法、井探、槽探和洞探

在岩土工程的边坡勘察中，钻探法、井探、槽探和洞探都属于常见的勘探方法。钻探法主要是指用钻机在地层中

钻孔，以鉴别和划分地表下地层，同时可以沿孔深取样。钻探法在各种地质条件下应用，能够获取较为连续和完整的岩芯或岩屑样品，提供直接的地质证据。但是在应用过程中成本相对较高，在地质条件复杂的情况下，钻探的难度较高。井探是在地表开挖探井以观察和了解地质情况的方法，用于了解浅层地质结构，如基岩的风化情况、覆盖层的厚度和性质等，在检测中能够直接观察井壁暴露的地质现象，获取第一手地质资料，但是无法检测出深层地质情况。探是通过开挖长条形探槽来揭露地质体的勘探方法，检测中揭露面积大，能够观察到更多的地质信息，但是受开挖深度的限制，可能无法深入了解深部地质情况。洞探是通过开挖洞穴或隧道来揭露和了解地质情况的勘探方法，直接观察到洞室内的地质现象，但是成本高昂、施工难度大，还会破坏周围环境。

## 4 结语

岩土工程边坡勘察是保证边坡稳定性以及安全性的重要措施，在勘察中存在一些难点，比如地形地貌复杂、地质条件多变、水文地质条件的变化、勘察技术水平较低等。在实际勘察过程中应用综合运用钻探法、地球物理勘探、井探、槽探和洞探等多种勘探手段，原位测试与室内试验能够分析勘察样本，数值模拟分析能够分析模拟边坡的状况，进而保证边坡的稳定性。

## 参考文献

- [1] 魏雁宾.岩土工程边坡勘察难点及技术优化[J].中国新技术新产品,2024(2):110-112.
- [2] 柳旻,夏玉云,门青波,等.基于Hoek-Brown准则和Sarma法的海外水电工程边坡稳定性评价[J].水利与建筑工程学报,2023,21(4):47-53.
- [3] 邹宜贤.岩土工程边坡勘察技术难题及优化方案分析[J].江西建材,2023(7):172-174.
- [4] 黄玻.岩溶地区基坑工程勘察的重点与难点分析[J].有色金属设计,2022,49(2):90-92.
- [5] 齐门亮.边坡支护工程的岩土工程勘察探究[J].现代物业,2021(26):142-143.
- [6] 杨洪亮.岩土工程中边坡治理的岩土锚固技术探讨[J].建筑工程技术与设计,2020(8):415.
- [7] 张龙,刘奕含,王鹏胜,等.基于层次分析法的露天采石场高陡边坡生态修复方案遴选研究[J].环境生态学,2023,5(6):93-98.
- [8] 蔡怀恩,张继文,李鹏军,等.黄土挖填方场地形成的关键岩土工程问题[J].岩土工程技术,2022,36(1):22-25.