

边坡稳定性分析中的岩土勘察数据可靠性研究

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] 边坡稳定性分析是土木工程领域中的关键环节, 岩土勘察数据的可靠性直接影响分析结果的准确性与可靠性。在工程项目的安全性、设计精度以及施工质量中, 数据的准确性起着决定性作用。然而, 在岩土勘察的过程中, 数据质量常常受到多种因素的制约。尽管科技进步带来了更精确的勘察技术, 但数据的不确定性依然存在较大挑战。文章探讨影响岩土勘察数据可靠性的主要因素, 分析现有的可靠性评估方法, 并提出相应的改进措施, 从而为边坡稳定性分析提供更为精确的支撑, 确保工程的安全性与可行性。

[关键词] 边坡稳定性分析; 岩土勘察数据; 可靠性分析; 数据质量; 误差控制

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15071

中图分类号: U652.2

文献标识码: A

Reliability Study on Geotechnical Survey Data in Slope Stability Analysis

YANG Jiangdong

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

Abstract: Slope stability analysis is a key link in the field of civil engineering, and the reliability of geotechnical investigation data directly affects the accuracy and reliability of analysis results. The accuracy of data plays a decisive role in the safety, design precision, and construction quality of engineering projects. However, in the process of geotechnical investigation, data quality is often constrained by various factors. Although technological advancements have brought about more precise surveying techniques, the uncertainty of data still poses significant challenges. The article explores the main factors affecting the reliability of geotechnical investigation data, analyzes existing reliability assessment methods, and proposes corresponding improvement measures to provide more accurate support for slope stability analysis, ensuring the safety and feasibility of the project.

Keywords: slope stability analysis; geotechnical survey data; reliability analysis; data quality; error control

引言

岩土勘察数据在土木工程中的应用至关重要, 尤其在边坡稳定性分析、地下水流动研究及基础设计等方面, 其可靠性直接影响工程设计的科学性与实施效果。然而, 岩土勘察过程中面临着众多不确定因素, 尤其是传统勘察手段与设备的限制, 常常导致数据质量的波动。随着新型勘察技术和设备的引入, 尽管可以在一定程度上提高数据的精度, 但数据的误差仍然无法完全避免。不同种类的岩土勘察数据, 如土体力学特性、地下水位、土层分布等, 对分析结果的影响程度各异。因此, 如何在实际应用中综合运用先进技术与严格的质量控制措施, 提高数据的准确性与可靠性, 已成为亟待解决的关键问题。

1 边坡稳定性分析基础

1.1 边坡稳定性分析的基本理论

边坡稳定性分析旨在综合考虑边坡的几何形状、岩土体的物理力学特性以及外部荷载等多种因素, 评估在不同荷载作用下边坡是否处于稳定状态。为了判断边坡是否存在滑坡或崩塌的潜在风险, 常用的方法包括极限平衡法、有限元法和滑坡稳定性系数法等。极限平衡法通过假设破坏模式, 运用力学平衡方程进行分析, 通常用于快速地初步评估。有限元法通过详细模拟边坡体的应力与变形情况,

尤其适用于地质条件复杂的区域, 提供精确的分析结果。滑坡稳定性系数法则通过计算稳定性系数来量化边坡的稳定性, 常用于评估潜在滑坡发生的概率。在实际工程中, 选用合适的分析方法能够根据不同的地质环境、设计需求以及边坡风险等级, 进行科学合理的评估。

1.2 边坡稳定性影响因素

边坡的稳定性受到多种因素的综合影响, 其中包括岩土体的物理力学性质、地下水情况、坡度、坡形以及外部荷载等。岩土体的抗剪强度、抗压强度等参数是影响边坡稳定性的主要因素。如果岩层不均或土体结构松散, 边坡的稳定性将大大降低。地下水的存在及其流动作用会改变土体的强度, 尤其是水位的变化可能导致边坡失稳。坡度的大小对边坡的稳定性起着决定性作用, 坡度越大, 稳定性越差, 特别是在地质条件不稳定的情况下, 崩塌的风险更为严重^[1]。此外, 外部荷载, 如建筑物或交通荷载, 亦会对边坡造成影响, 特别是在长期荷载作用下, 土体的强度会逐步降低, 导致稳定性下降。环境因素, 如降水或温度变化等, 也可能影响边坡稳定性。

1.3 常见的边坡稳定性分析方法

对于边坡稳定性的分析, 常用的分析方法包括极限平衡法、有限元法以及滑坡稳定性系数法等。极限平衡法是

通过对边坡假设破坏模式进行分析,通常适用于初步的稳定性评估。此方法的优点在于计算简便、速度较快,适合进行快速的工程筛选。有限元法则通过对边坡体的细致建模,能够准确分析边坡的应力、变形及位移,尤其适用于复杂地质条件下的精确分析。滑坡稳定性系数法则是通过计算稳定性系数来量化边坡的稳定性,常用于量化评估边坡发生滑坡的可能性。不同的方法适用于不同的工程背景,选用合适的分析方法能够提高边坡稳定性评估的准确性,从而为工程的设计与施工提供科学依据。

2 岩土勘察数据的基本概述

2.1 岩土勘察的概念与内容

岩土勘察是对地下岩土层、地基土体及地下水等因素进行详细调查与分析的过程,其目的是为工程项目提供必要的地质资料。岩土勘察的主要内容包括地质勘探、地下水位监测、土层剖面分析以及岩土力学性能测试等。通过钻探取样,勘察人员能够获取地下岩土层的分布特征及其物理力学性质。这些数据对于工程的安全性、稳定性评估及设计方案具有至关重要的作用。此外,地下水位监测有助于评估地下水的变化对边坡稳定性的影响,土层剖面分析揭示了不同深度土层的力学特性,而岩土力学试验则进一步提供了关于土体抗压强度、剪切强度等的具体数据,帮助工程师全面了解地下环境状况。

2.2 岩土勘察数据的种类与采集方法

岩土勘察过程中,所采集的数据主要包括岩土的物理力学特性、地下水位变化以及土层分布等。物理力学性质数据通常涵盖土体的密度、孔隙率、抗压强度、抗剪强度及弹性模量等,这些参数对于评估土体在外力作用下的行为至关重要。地下水位数据则能够帮助分析水流对土体强度的影响,地下水的渗透作用可能改变土体的结构,从而影响边坡稳定性。常见的岩土勘察数据采集方法包括钻探取样、地质雷达勘测及地震波探测等。钻探取样是一种传统且有效的勘察方法,能够提供精确的地下数据。地质雷达和地震波探测则采用非破坏性的方法,能够在不破坏地下结构的前提下,获取有关地下岩土层及水文条件的详细信息。

2.3 岩土勘察数据的分析与处理

岩土勘察数据的通常采用统计分析、回归分析及数值模拟等方法,旨在从采集到的数据中提取出有价值的信息。统计分析可揭示数据的趋势与规律,帮助工程师识别土体的力学特性与边坡稳定性之间的关系。回归分析则通过建立数学模型,量化岩土参数之间的相互影响,为边坡稳定性评估提供支持^[2]。数值模拟方法则通过计算机模拟地下水流动、土体变形等现象,预测不同情况下的边坡稳定性。

2.4 岩土勘察中常见的误差来源

岩土勘察过程中,可能会受到多种误差来源的影响,这些误差可能影响数据的准确性与可靠性。常见的误差来

源包括仪器的精度误差、样本采集误差及数据处理误差等。仪器精度误差通常由设备的性能、操作过程中的细节问题以及校准状况等因素引起,可能导致测量结果出现偏差。样本采集误差主要源于取样位置选择不当或样品的代表性不足,这可能导致数据的失真。数据处理误差则通常发生在数据输入、处理或分析方法的选择不当时,影响结果的准确性。其他如地质复杂性、环境变化及人为操作等因素,也可能对数据产生干扰。因此,在岩土勘察过程中,采取严格的质量控制措施,及时识别并解决这些误差问题,是确保数据可靠性的关键。

3 岩土勘察数据的可靠性分析方法

3.1 数据可靠性的基本概念

数据可靠性是指在规定的条件下,数据能够维持其真实性、一致性与有效性的能力。对于边坡稳定性分析而言,岩土勘察数据的可靠性是评估分析结果可信度的基础。进行可靠性分析的核心目的在于识别数据中的不确定性因素,确保使用数据的准确性与有效性,保障数据能够在后续应用中为实际决策提供支持的基础。

3.2 影响岩土勘察数据可靠性的主要因素

岩土勘察数据的可靠性受到多个因素的共同影响,其中包括设备精度、采样方法、数据处理技术以及外界环境等。设备精度对数据的准确性起着决定性作用,若精度不达标,则可能使所采集的数据无法准确反映实际情况。采样方法的科学性同样至关重要,若方法不当,将无法全面或代表性地反映岩土的真实特性。数据处理技术的质量与先进性也显著影响数据的最终可靠性。此外,外部环境的变化,如气候、地下水位波动等,亦会对数据的稳定性产生一定影响。

3.3 可靠性评估方法与技术

岩土勘察数据的可靠性评估方法多种多样,其中包括误差分析法、敏感性分析法以及统计分析法等。误差分析法通过对数据误差的量化,揭示其对整体分析结果的影响,帮助分析不确定性的来源。敏感性分析则通过识别哪些数据对分析结果有着显著影响,为采集与处理关键数据提供指导。统计分析法则对大量数据进行系统分析,揭示其中的规律与一致性,为评估提供科学依据。与此同时,利用现代仪器设备及多源数据融合技术,也可提高数据的精度,增强其可靠性,进而为分析结果提供更加可靠的支撑。

3.4 岩土勘察数据质量控制

确保岩土勘察数据质量的控制措施至关重要。有效的质量控制应包括定期校验仪器设备,严格遵循规范的采样与测试方法,并实施标准化的数据处理流程。仪器设备定期校验有助于确保其精度,避免由设备问题引起的数据偏差。规范的采样与测试方法能够保证数据的代表性,减少由操作不当或选择不当引起的误差。数据处理的标准化流程则确保了每一步操作的一致性,降低人为因素对数据质

量的影响。

4 岩土勘察数据对边坡稳定性分析的影响

4.1 数据不确定性对边坡稳定性分析的影响机制

岩土勘察数据的不确定性对边坡稳定性分析有着直接且深远的影响。不确定性主要表现为测量误差、采样误差及环境变化等因素,这些都可能对分析结果出现偏差,从而影响对边坡稳定性的判断。例如,岩土力学参数的估计误差会导致安全系数偏离实际值,从而对设计的安全性产生影响。地下水位波动、土体的空间异质性等因素,也会在不同程度上影响岩土数据的可靠性。

4.2 不同类型数据对分析结果的影响

在岩土勘察过程中,不同类型的数据对边坡稳定性分析结果的影响各异。例如,岩土的力学参数、地下水位及土层分布等,都会对分析结果产生不同程度的影响。岩土力学参数直接影响边坡的强度与稳定性,因此其准确性至关重要。地下水位的变化对边坡稳定性影响较大,特别是在高水位或多雨地区,地下水的升降会影响土体的强度与稳定性^[3]。因此,在分析过程中,必须根据不同数据类型的重要性,合理设置权重并加以评估,从而确保分析结果的准确性。

4.3 数据误差对边坡稳定性评价的敏感性分析

敏感性分析通过识别对分析结果影响较大的关键数据,为数据采集与处理提供重要指导。通过对这些关键数据的精确控制,能够有效减少误差对评价结果的干扰,提升分析的准确性。加强对这些关键数据的管理和优化,有助于提高整体分析结果的可信度,从而为边坡稳定性评价提供更为科学、可靠的依据。

5 提高岩土勘察数据可靠性的策略与方法

5.1 勘察方案优化

优化勘察设计通过科学合理的勘察方案,可以确保采样点具备充分的代表性,同时选择合适的采样深度,从而有效降低数据的不确定性。这一阶段对岩土特征及工程需求的充分分析,保障了数据采集的合理性,并为后续的数据分析提供了坚实的基础。优化后的勘察设计,不仅提升了数据的准确性,也增强了数据的可靠性。

5.2 先进勘察技术的应用

随着技术的不断进步,遥感技术、地质雷达探测与钻探技术等先进勘察手段的应用,显著提升了岩土勘察数据的精度。这些技术提供了更加细致、准确的勘察数据,增强了数据的可靠性。遥感技术能够通过卫星或航空影像获取广泛的地质信息,地质雷达则能深入地下探测水位与土层情况,而高精度钻探设备则确保了对土层特性的详细了解。

5.3 数据采集与处理的质量控制

确保数据可靠性,必须严格控制数据采集与处理的质量。定期校准测量仪器、标准化操作流程及采用高效可靠

的分析软件,均能有效保障数据质量。在实际操作中,校准设备能够减少仪器误差,标准化流程确保了操作的统一性与一致性,而使用先进软件进行数据分析,有助于保证处理结果的精确性。

5.4 提高数据准确性的常见措施

提高岩土勘察数据准确性的常见方法包括优化采样方案、选择高精度设备以及进行多次测试验证。通过调整采样方案,可以避免数据偏差并确保采样点的代表性;高精度仪器的使用能显著降低测量误差,特别是在复杂的地质环境下,精密设备能够提供更为准确的数据。此外,实施多次测试可对数据进行验证,有效排除偶然误差,进一步提高数据的可靠性。操作人员的专业培训也对减少人为误差至关重要,从而进一步提升数据准确性。

6 边坡稳定性分析中岩土勘察数据可靠性的提升方法

6.1 多源数据融合技术

多源数据融合技术是提高边坡稳定性分析可靠性的有效途径。通过整合来自不同来源的数据,可以充分发挥各类数据的优势,减少由单一数据源可能引发的偏差。遥感、地质雷达与传统钻探数据的结合,使得分析过程中能够获得更加全面、准确的地质信息,极大提升了边坡稳定性分析的可靠性。不同类型数据的融合,不仅增强了分析的精确度,也为稳定性评估提供了更加坚实的数据支持。

6.2 高精度勘察仪器与设备的应用

高精度勘察仪器和设备的应用,为岩土勘察数据的准确性提供了有力保障。利用精确的钻探设备与地质雷达,可以显著减少测量中的误差,提高数据的精度。钻探设备能深入土层获得准确的物理参数,而地质雷达则帮助探测地下水位与土层结构。借助这些高精度设备,勘察数据的精确度得到了大幅度提升,为后续分析提供了坚实基础。

6.3 边坡稳定性分析中数据质量监控系统的构建

数据质量监控系统的构建,是确保岩土勘察数据准确性的重要措施。通过实时监控数据采集与处理的全过程,能够对数据质量进行动态管理,及时识别和纠正数据中的异常^[4]。在边坡稳定性分析中,实时数据监控系统能够有效保障所使用数据的高质量,从而确保分析结果的可靠性。此类监控系统为数据的精准控制提供了强有力的技术支持,确保了边坡稳定性评估的高效性与精度。

6.4 持续监测与动态数据分析

实时监测与动态数据分析,为岩土勘察数据的时效性与准确性提供了保障。通过建立动态监测系统,能够持续跟踪岩土条件的变化,并及时发现潜在问题。实时数据的采集与分析使得勘察数据始终处于动态更新状态,提高了数据的时效性,同时减少了因时间滞后而引发的误差。动态监测与数据分析的结合,不仅增强了分析的准确性,也为边坡稳定性评估提供了可靠依据。

7 结语

如果未能有效控制数据的不确定性,分析结果可能出现显著偏差,从而危及工程的安全性。为了提升岩土勘察数据的可靠性,必须从多个方面进行改进:优化数据采集与分析方法,结合现代科技提升勘察精度。通过合理设计勘察方案、引入高精度仪器设备以及加强质量管理,能够有效提高数据的可靠性,进而增强分析结果的可信度。

[参考文献]

- [1]李培顺.港口岩土工程勘察中的填方边坡稳定性分析[J].四川水泥,2022(5):79-81.
- [2]黎德波.岩土工程勘察中赤平投影判断边坡稳定性分析的应用[J].冶金与材料,2023,43(5):178-180.
- [3]王宇江.基于岩土工程勘察结果的边坡稳定性分析[J].石材,2024(6):147-149.
- [4]陈桂红.岩土勘察中边坡稳定性分析与评价——以南平建阳中心加油站项目为例[J].技术与市场,2024,31(7):114-117.

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。