

岩土工程勘察在地质工程边坡治理中的实践研究

冯 丽

升升集团有限公司, 宁夏 银川 750001

[摘要]边坡失稳已成为影响工程安全的关键因素,尤其在公路、铁路、水利及矿山等基础设施建设中,带来的灾害后果往往极为严重。传统的边坡治理通常依赖经验性方法,尽管能够应对一些常见问题,但在面对复杂的地质条件和工程要求时往往表现出一定的局限性。随着岩土工程勘察技术的不断发展,基于地质数据与力学参数的科学分析,逐渐成为边坡治理的重要支撑。近年来,国内外学者与工程师不断推动新的边坡治理技术的研究,尤其在勘察数据的收集、分析与应用方面已取得了显著进展。现代勘察手段,如物探、钻探及地质雷达等,能够准确获取土层结构、地下水位以及岩性变化等关键数据,为边坡稳定性评估及治理方案设计提供了可靠依据。如何将岩土工程勘察与边坡治理技术相结合,进一步提升治理效率与效果,已成为岩土工程领域亟待解决的重要课题。

[关键词]岩土工程勘察; 地质工程; 边坡治理

DOI: 10.33142/aem.v6i12.14859

中图分类号: P642

文献标识码: A

Practical Research on Geotechnical Engineering Exploration in Geological Engineering Slope Treatment

FENG Li

Sheng Sheng Group Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750001, China

Abstract: Slope instability has become a key factor affecting engineering safety, especially in infrastructure construction such as highways, railways, water conservancy, and mines, where the consequences of disasters are often extremely serious. Traditional slope management often relies on empirical methods, which, although capable of addressing common problems, often exhibit certain limitations when faced with complex geological conditions and engineering requirements. With the continuous development of geotechnical engineering exploration technology, scientific analysis based on geological data and mechanical parameters has gradually become an important support for slope treatment. In recent years, scholars and engineers at home and abroad have continuously promoted the research of new slope treatment technologies, especially in the collection, analysis, and application of exploration data, significant progress has been made. Modern exploration methods, such as geophysical exploration, drilling, and geological radar, can accurately obtain key data such as soil structure, groundwater level, and lithological changes, providing reliable basis for slope stability assessment and treatment plan design. How to combine geotechnical investigation with slope treatment technology to further improve treatment efficiency and effectiveness has become an important issue that urgently needs to be addressed in the field of geotechnical engineering.

Keywords: geotechnical engineering exploration; geological engineering; slope treatment

引言

边坡失稳是工程建设中常见的地质灾害,尤其在山区、丘陵地区以及大规模基础设施建设中,对工程安全与质量的影响至关重要。作为边坡治理的基础性工作,岩土工程勘察通过提供精确的地质数据与力学参数有效评估边坡稳定性,为制定合理的治理方案奠定了基础。随着地质工程技术的进步,传统的边坡治理手段正朝着更加精准、高效的方向发展,岩土工程勘察在这一转变中的作用变得日益重要。聚焦于岩土工程勘察在地质工程边坡治理中的应用,分析边坡失稳的机制,探讨勘察数据在边坡稳定性分析与治理方案设计中的作用,同时提出治理方案优化与创新的思路,期望为边坡治理提供更加科学与系统的解决方案,推动工程建设的安全性及可持续性发展。

1 岩土工程勘察在边坡治理中的作用

岩土工程勘察在边坡治理中发挥着不可替代的关键作用,通过对地质条件的全面调查,勘察工作为边坡治理提供了详实可靠的基础数据,从而确保了治理措施的科学性与有效性,在此过程中土壤类型、岩层分布及水文特征等关键因素得以揭示,为评估边坡稳定性提供了重要依据。力学参数测试在勘察中的重要作用不可忽视,它能够精确测定土体或岩体的强度、变形性及应力反应,为潜在风险的预判提供了必要的技术支持。勘察结果也为制定合适的边坡加固与支护方案奠定了坚实的理论基础,通过分析不同类型的边坡,勘察使工程师能够选择最适宜的治理技术,优化方案、降低成本、提升安全性。可以说岩土工程勘察不仅为边坡治理提供了必要的前提条件,更在保障治理效

果与长期稳定性方面起到了至关重要的作用。

2 地质工程边坡失稳机理分析

2.1 边坡失稳的地质因素

边坡失稳的地质因素是引发边坡灾害的关键原因之一,涉及到多种复杂的地质条件。土层的结构与分布对边坡稳定性起着至关重要的作用,土层的厚度、密实度以及不同土质之间的接触面可能形成弱层,从而在特定条件下增大滑动的风险。岩体中的裂隙发育程度同样不可忽视,裂隙的存在显著削弱了岩石的强度,尤其是在水流渗透的情况下,裂隙中的水分进一步加剧岩体的劣化,增加了失稳的可能性。地层的倾斜角度与岩层的构造同样直接影响边坡的稳定性,陡峭的地层面通常会增强重力的作用,从而促进滑动或崩塌的发生。地下水的的作用也至关重要,地下水的渗透不仅改变了土壤的力学特性,还可能导致土体膨胀或软化,进一步降低边坡的稳定性。了解边坡所在区域的地质特征,对于分析失稳机理至关重要,它也是制定针对性治理措施的基础。

2.2 边坡失稳的力学分析

边坡失稳的力学分析是评估边坡安全性的重要步骤,主要通过力学模型揭示失稳的本质。分析重力、土体与岩体之间的相互作用以及外部荷载对边坡的影响均需被充分考虑。边坡失稳通常表现为滑坡或崩塌,这些现象与边坡材料的强度、摩擦力以及土体的剪切力学特性密切相关,通过建立应力分布模型能够在不同工况下计算边坡的安全系数,从而评估失稳的可能性。在力学分析中,极限平衡理论被广泛应用于评估边坡稳定性,该理论假设当滑动发生时,滑动面上的土体或岩体处于极限状态,滑动力与抗滑力之比(即安全系数)可以被用来直观地判断边坡的稳定性,若安全系数低于1则表明边坡存在失稳风险。数值模拟方法,如有限元分析或离散元分析,已被广泛应用于边坡稳定性分析。借助这些方法土体在外部荷载作用下的变形与破坏过程得以更精确地模拟,从而为边坡治理提供了更加可靠的力学依据。

3 岩土工程勘察在边坡稳定性评估中的应用

3.1 地质勘察数据的收集与处理

边坡稳定性评估的基础在于地质勘察数据的准确收集与处理,合理的数据为后续分析与决策提供了科学依据。在数据收集阶段,必须对边坡所在区域的地质条件进行全面调查,涵盖岩土层的类型、厚度、分布情况以及地下水位的变化等,通过钻探、取样及实验室分析等方法,从不同深度和位置的钻孔中采集土样与岩样并进行物理力学性质的测试,以获取所需的关键参数。在数据处理阶段,原始数据的筛选与整理至关重要,确保其准确性与代表性,不同类型的勘察数据需经过转换与标准化方能便于后续分析与比较,通过分析土壤与岩石的力学参数、应力应变关系及水文条件,结合现场实际情况精确的地质模型得以

构建。此外,考虑不同时间与空间尺度上的变化也同样重要,例如水位波动对土体性质的影响,或极端气候事件可能引发的变化,确保所用数据全面反映实际状况。通过高效的地质勘察数据收集与处理,能够为边坡稳定性评估提供准确可靠的基础数据,为工程师制定科学合理的治理方案奠定坚实的基础。

3.2 力学参数测试与分析

力学参数的测试与分析在岩土工程勘察中占据着至关重要的地位,准确性直接影响着边坡稳定性评估的可靠性。在此过程中,获取土体与岩体的核心力学参数,通常通过实验室与现场测试完成具有重要意义,常见的测试参数包括内摩擦角、黏聚力、抗压强度以及弹性模量等,这些参数反映了土体与岩体在不同荷载作用下的应力应变特性,为边坡稳定性分析提供了必要的基础数据。在力学测试中,常用的测试方法包括三轴剪切试验、无侧限压缩试验与剪切波速测试等。三轴剪切试验能够揭示土体在不同应力条件下的剪切强度特性,帮助分析外力作用下边坡的变形与破坏行为,无侧限压缩试验则主要用于评估土体的抗压强度,为稳定性分析提供了必需的参数。对于无法获取土样的区域,现场测试如压力meter试验与原位剪切试验,则能够有效提供土体原状的力学性质数据。在力学参数分析过程中,测试数据需与边坡所在地质环境结合进行综合分析,通过数值模拟与力学模型的应用,能够更加全面地理解土体与岩体的行为,进而预测不同工况下边坡的反应。

3.3 边坡稳定性分析方法与模型

边坡稳定性分析方法与模型是评估边坡安全性及加固需求的核心工具,常见的分析方法包括极限平衡法、有限元分析法与离散元法等,每种方法均适用于不同的边坡条件,且各自具有独特的优势与特点。极限平衡法为传统且广泛应用的分析方法,基本假设为边坡发生滑动时土体或岩体处于极限状态,通过对滑动面上的滑动力与抗滑力进行平衡计算出安全系数,当安全系数小于1时表明边坡存在失稳风险,简便且直观,该方法常用于初步分析或工程设计阶段。有限元分析法则通过建立边坡的数值模型,模拟土体在不同荷载与环境条件下的应力与应变分布,此方法能够考虑土体的非线性特性、边坡变形及内部力学过程,提供更为精确与全面的分析结果,适用于复杂边坡条件的情况,能够预测边坡在外部扰动下的反应并为加固方案的选择提供精确依据。离散元法则侧重于模拟土体颗粒之间的相互作用,特别适合用于研究边坡在复杂力学条件下的微观破坏机制,该方法能够有效处理土体内部的裂隙、界面与非连续体,模拟土体的破裂过程,因此尤为适用于研究崩塌等突发失稳情况。在实际应用中,针对不同边坡条件、精度要求及工程复杂性,工程师通常会选择合适的分析方法,常常将多种方法结合使用,从而进行综合评估

以确保边坡稳定性分析的全面性与准确性,进而为后续治理措施提供科学依据。

4 边坡治理方案的制定与优化

4.1 勘查数据在治理方案设计中的应用

勘查数据在边坡治理方案设计中的应用,对于确保治理措施的科学性与有效性至关重要,通过系统地收集、分析地质、力学及水文等多方面的勘查数据,能够全面掌握边坡的稳定性状况及潜在风险,这些数据为设计方案提供了理论支持与技术依据。勘查数据的一个关键作用在于帮助识别边坡的薄弱环节,明确可能存在滑动或崩塌风险的地质层或土体,例如通过分析土壤的剪切强度、黏聚力及地下水位变化等数据,可以揭示潜在的滑动面与薄弱层,进而帮助工程师制定合理的加固措施。详细分析土体的力学性质、滑动面及变形特性,针对性的加固方案得以提出,如喷锚加固、排水系统或植被恢复等技术手段^[1]。此外,勘查数据为加固方案的优化提供了重要依据,通过对不同深度的土样进行测试,准确的力学参数被获取,工程师得以更精确地评估加固效果,从而避免过度设计或设计不足的情况。结合数值模拟技术,勘查数据可被用于分析不同治理措施对边坡稳定性的影响进而优化治理方案,最大限度地降低成本并提高加固效果。勘查数据不仅为边坡治理提供了基础性信息,结合实际情况的分析,帮助设计团队制定出科学、经济且可行的治理方案,从而确保边坡的长期稳定。

4.2 治理方案的设计原则与考虑因素

边坡治理方案的设计原则与考虑因素对治理效果具有决定性影响。在设计过程中,首要任务是确保边坡的长期稳定性,避免任何可能引发灾害的风险,综合考虑地质条件、力学参数、地下水状况等多个方面,所采取的措施应能有效应对各类潜在的危险因素。经济性同样是设计中的关键因素,治理方案需在确保边坡稳定性的基础上合理控制成本,避免出现过度设计或资源浪费的情况,根据边坡的具体条件合理选择喷锚、土钉墙、加固排水等治理技术,并综合评估其效果与成本从而确保最佳平衡^[2]。另一个关键考虑因素为环境友好性,在边坡治理过程中,施工对环境的负面影响应尽量减少,例如避免对生态的破坏,同时考虑到生态恢复,治理措施应结合自然手段,如植被恢复和土壤固结力求实现与自然环境的和谐共存。施工可行性与后期维护性也应重点考虑,实施的治理措施必须具备可操作性确保施工周期、技术要求及人员配置等方面的可行性。此外,治理后的边坡应建立健全的监测与维护机制,确保在未来使用过程中能够及时识别并修复潜在问题,从而保证其长期稳定。

4.3 常见边坡治理技术与措施

根据边坡的类型、失稳原因及具体条件,采取不同的

治理技术和措施确保稳定性是至关重要的,常见的边坡治理技术包括加固技术、排水控制和植被恢复等。

喷锚加固技术广泛应用于岩质或松散土质的边坡,混凝土喷射至坡面后通过锚杆进行固定,此方法能显著增强坡体的整体稳定性,特别适用于陡峭或较高的边坡,能够有效提高抗滑能力减少滑坡或崩塌的风险,迅速改善边坡的稳定性。土钉墙技术作为另一种有效的加固手段,通过将土钉打入边坡并使用钢丝网或混凝土板将其连接形成坚固结构,该技术施工简便、成本较低,尤其适合较低或较陡的边坡,能有效抑制边坡滑动提高土体的抗剪强度。排水控制在边坡治理中占有重要地位,合理布置排水系统如排水沟、渗水管、透水性材料等,能有效降低水压减少水分对土体的侵蚀,从而显著降低滑坡发生的风险,特别在水土流失严重的区域,排水控制措施常常是确保边坡长期稳定的关键^[3]。植被恢复则作为一种自然的治理手段,通过选择适应性强的植物进行绿化,能够增强土体的粘结力减少降雨时土壤的流失,植被恢复不仅符合生态环保要求,且与其他工程技术措施结合使用时,能进一步增强边坡的抗侵蚀能力。在一些特殊情况下,锚固技术和加固型挡墙等措施,已在严重土壤腐蚀与大规模边坡变形时得到广泛应用,合理选择并组合这些技术能够在保障边坡稳定的基础上,实现最优的治理效果。

5 结语

岩土工程勘查在地质工程边坡治理中发挥着至关重要的作用,通过科学地收集与分析勘查数据,边坡稳定性评估与治理方案得以建立在坚实的基础之上。结合地质因素与力学特性的综合分析以及现代评估方法的应用,潜在的失稳风险能够得到准确识别,进而制定出针对性的治理措施。随着技术的不断进步,创新的边坡治理手段,特别是智能监测与生态修复技术在提升治理效果与可持续性方面已发挥了重要作用。但面对复杂的地质条件,勘查与治理方案优化仍然面临许多挑战,亟需进一步的研究与探索。岩土工程勘查不仅为边坡治理提供了科学依据,也为保障工程安全与环境保护作出了重要贡献。

[参考文献]

- [1]黄吉之,刘栓,王振,等.岩土工程勘查在地质工程边坡治理中的实践研究[J].世界有色金属,2024(1):214-216.
 - [2]杨争.岩土工程勘察在地质工程边坡治理中的运用分析[J].工程建设与设计,2022(11):58-60.
 - [3]梁万琦.岩土工程勘查过程中常见问题及措施[J].世界有色金属,2024(5):190-192.
- 作者简介:冯丽(1983.3—),毕业院校:长安大学,所学专业:工程管理,当前就职单位:升升集团有限公司,职称级别:中级。