

边坡稳定性评价方法及其在岩土工程中的应用研究

钟炳鑫

成都西南交通大学设计研究院有限公司 四川 成都 610031

【摘要】：本文综合评述了边坡稳定性评价方法及其在岩土工程中的应用研究。首先，概述了边坡稳定性评价方法的分类，包括定性评价和定量评价两大类。其次，分析了定性评价方法的应用与局限性，指出其在初步评估中的重要作用，但受主观性和数据不足的影响。然后，探讨了定量评价方法的原理与工程应用，重点介绍了极限平衡法和有限元法的应用，强调了其在工程设计中的重要性。接着，讨论了边坡稳定性评价方法的综合应用与实例分析，强调了多种方法结合应用的必要性，并以实例验证了评价方法的有效性。最后，阐述了边坡稳定性评价方法的问题与未来发展趋势，包括加强动态因素考虑、完善数据获取和分析方法、深入研究边坡变形和破坏机理、标准化和规范化评价方法等方面的展望。本文旨在为边坡稳定性评价方法的改进与应用提供参考，并推动岩土工程领域的发展。

【关键词】：边坡稳定性评价方法；岩土工程；定性评价；定量评价；应用研究

DOI:10.12417/2811-0722.24.03.013

Research on slope stability evaluation method and its application in geotechnical engineering

bingxin Zhong

Design and Research Institute of Chengdu Southwest Jiaotong University Sichuan Chengdu 610031

Abstract: This paper provides a comprehensive review of slope stability evaluation methods and their application research in geotechnical engineering. Firstly, the classification of slope stability evaluation methods is outlined, including two categories of qualitative evaluation and quantitative evaluation. Second, the application and limitations of qualitative evaluation methods are analyzed, pointing out their important role in preliminary assessment, but affected by subjectivity and insufficient data. Then, the principles and engineering applications of quantitative evaluation methods are discussed, focusing on the application of limit equilibrium method and finite element method, emphasizing their importance in engineering design. Then, the comprehensive application and example analysis of slope stability evaluation methods are discussed, emphasizing the necessity of the combined application of multiple methods and verifying the effectiveness of the evaluation methods with examples. Finally, the problems and future development trends of slope stability evaluation methods are elaborated, including the outlook on strengthening the consideration of dynamic factors, improving the data acquisition and analysis methods, in-depth study of slope deformation and damage mechanisms, and standardization and normalization of evaluation methods. This paper aims to provide reference for the improvement and application of slope stability evaluation methods and to promote the development of geotechnical engineering field.

Keywords: slope stability evaluation methods, geotechnical engineering, qualitative evaluation, quantitative evaluation, applied research

引言

岩土工程中，边坡稳定性评价是保证工程施工和运营安全的关键环节。随着岩土工程领域的发展，边坡稳定性评价方法也在不断地完善和创新。在现代社会，人们对于基础设施安全的关注越来越高，因此对于边坡稳定性评价的研究和应用也日益重要。本文旨在系统总结边坡稳定性评价方法及其在岩土工程中的应用情况，为相关领域的研究和实践提供参考。首先，将介绍边坡稳定性评价的背景和意义，其次，概述当前常用的评价方法及其特点，最后，展望未来的研究方向和发展趋势。通过对边坡稳定性评价方法的深入研究，我们可以更好地理解边坡稳定性问题，并为岩土工程领域的发展做出贡献。

1 边坡稳定性评价方法概述

边坡稳定性评价方法的概述涵盖了岩土工程中关于边坡

稳定性的评估方法及其应用情况。在岩土工程实践中，准确评估边坡的稳定性是确保工程安全的重要前提。边坡稳定性评价方法的选择和应用直接影响到工程的设计、施工和运营阶段。在这一概述中，我们将介绍当前常用的边坡稳定性评价方法，包括定性评价和定量评价两大类。

定性评价方法主要基于工程经验和地质勘察数据进行边坡稳定性的初步判断。这些方法包括工程经验法和工程地质学方法。工程经验法依靠工程师在实践中积累的经验，根据地质条件、边坡形态等因素进行判断。工程地质学方法侧重于分析地质构造和岩土体的性质等因素，它通过全面评估地层的构造、岩土层之间的位移等特点来对边坡的稳定性进行判断。这些定性评价方法在边坡初步设计和选址阶段起着重要的作用，能够快速初步评估边坡的稳定性状况。

另一方面，定量评价方法则更加注重对边坡稳定性进行精确计算和分析。其中，极限平衡法是常用的一种定量评价方法，它基于边坡在外力作用下达到平衡时的条件进行计算，常用的有平面滑动法、平面转动法等。有限元法则是一种数值计算方法，通过将边坡分割为有限个小单元，利用力学原理进行计算，得到边坡的稳定性状况。这些定量评价方法能够较为准确地分析边坡的稳定性，为工程设计提供重要依据。

在实际工程中，常常结合使用不同的评价方法，以充分考虑边坡稳定性的多方面因素。例如，在工程初步设计阶段可以采用定性评价方法进行初步判断，然后在设计深化阶段通过定量评价方法进行精细计算，最终形成完整的边坡稳定性评价报告。此外，在边坡施工和运营阶段也需要不断监测和评估边坡的稳定性状况，以及及时采取相应的防护措施。这种结合使用不同评价方法的策略能够有效地提高评价结果的准确性和可靠性，为工程设计和施工提供更为科学的依据，同时也有助于及时发现边坡稳定性问题，并采取有效的措施加以解决，从而确保工程的安全可靠性。

总的来说，边坡稳定性评价方法的概述展现了岩土工程领域对于边坡稳定性评价的重视和研究进展。通过选择合适的评价方法，并结合实际情况进行综合应用，可以有效地评估边坡的稳定性，为工程的安全施工和运营提供保障。

2 边坡稳定性定性评价方法的应用与局限性分析

边坡稳定性的定性评价方法在岩土工程中扮演着至关重要的角色。这些方法基于工程经验和地质勘察数据，旨在对边坡的稳定性状况进行初步评估。其中最常见定性评价方法包括工程经验法和工程地质学方法。工程经验法是一种简便快速的评价方法，它主要依赖于工程师在实践中积累的经验和对地质条件的判断。通过对边坡的形态、地质构造、水文地质等因素的分析，工程师可以初步判断边坡的稳定性状况。然而，工程经验法存在着主观性较强的局限性，其评价结果受到个人经验和主观意识的影响，缺乏客观性和科学性。

相对而言，工程地质学方法更加注重对地质因素的研究。通过对地层结构、岩土体性质、地质构造等因素的详细信息分析，工程师可以更准确地评估边坡的稳定性。工程地质学方法在边坡稳定性评价中具有一定的优势，但也存在着数据获取困难、分析复杂等问题。然而，定性评价方法在实际应用中也存在一些局限性。由于其主要依赖于工程经验和地质数据，评价结果可能受到数据不足或不准确的影响，导致评价结果不够可靠。定性评价方法往往难以对边坡的稳定性进行精确定量的分析，无法提供详细的工程参数和数值结果，限制了其在工程设计中的应用。

综合来看，边坡稳定性的定性评价方法在岩土工程实践中具有一定的重要性，能够快速初步评估边坡的稳定性状况。然

而，其也存在着数据不足、主观性强等局限性，需要在实际应用中加以注意和改进。在进行定性评价时，应该结合工程经验和科学分析，尽可能准确地评估边坡的稳定性，为后续的工程设计和施工提供可靠的依据。

3 边坡稳定性定量评价方法的原理与工程应用

边坡稳定性的定量评价方法是岩土工程中的重要分析手段，它基于工程力学和数值计算原理，旨在通过精确的计算和分析，对边坡的稳定性进行量化评估。其中，极限平衡法和有限元法是两种常用的定量评价方法。

极限平衡法是一种基于力学平衡原理的评价方法，其基本思想是在边坡受到外力作用时，通过分析边坡的平衡条件，确定边坡的稳定性。常见的极限平衡法包括平面滑动法和平面转动法等。平面滑动法通过假设边坡沿一定平面发生滑动，通过计算滑动平面上的抗滑力和下滑之比，来评估边坡的稳定性。而平面转动法则假设边坡发生绕一定轴线的转动，通过计算转动轴上的抗转力矩和转动力矩之比，来评估边坡的稳定性。极限平衡法在工程应用中具有一定的简便性和实用性，能够快速对边坡的稳定性进行初步评估。

另一方面，有限元法是一种数值计算方法，其基本原理是将边坡分割为有限个小单元，通过建立数学模型，利用有限元法对边坡的力学行为进行数值模拟和分析。有限元法能够较为准确地考虑边坡的复杂几何形状和材料性质，具有较高的计算精度和可靠性。在实际工程中，有限元法通常需要借助计算机软件进行模拟分析，能够提供较为详细的应力、应变分布、位移、安全系数等参数，为工程设计提供更为准确的依据。

这些定量评价方法在边坡工程中的应用具有重要意义。通过精确的力学分析和数值模拟，工程师能够全面地了解边坡的稳定性状况，为工程设计和施工提供可靠的依据。然而，定量评价方法也存在着一些局限性，如模型假设的合理性、参数选取的准确性等方面需要注意。因此，在应用定量评价方法时，需要结合实际情况进行综合分析，并不断进行模型验证和参数调整，以提高评价结果的准确性和可靠性。

4 边坡稳定性评价方法的综合应用与实例分析

边坡稳定性评价方法的综合应用与实例分析涵盖了将不同类型的评价方法结合运用，并通过实例分析来验证其在岩土工程中的有效性。在岩土工程实践中，边坡的稳定性评价往往需要综合考虑各种因素，采用多种评价方法进行全面分析。

综合应用不同类型的评价方法可以弥补各种方法单一性带来的局限性，提高评价结果的准确性和可靠性。例如，可以在初步评估阶段采用定性评价方法进行快速初步判断，然后在设计深化阶段采用定量评价方法进行精细计算，最终结合实际收集、采取的数据进行综合分析。通过这种综合应用方式，能够全面地了解边坡的稳定性状况，为工程设计和施工提供可靠

的依据。

实例分析是验证评价方法有效性的重要手段之一。通过对已发生的边坡灾害或工程案例进行分析,可以验证评价方法的适用性和准确性。例如,可以对历史边坡灾害进行调查,采集相关数据并应用不同类型的评价方法进行分析,以总结出导致边坡灾害的主要原因,并提出相应的治理对策。此外,还可以对已建成的工程进行监测和评估,及时发现潜在的稳定性问题,并采取相应的措施加以解决。

综合应用与实例分析的目的在于通过理论与实践相结合的方式,验证评价方法的有效性,并不断改进和完善评价体系。通过对多个案例的分析比较,可以总结出适用于不同工程情况的评价方法组合,为岩土工程实践提供经验和指导。在未来的工程实践中,可以根据具体情况灵活选择合适的评价方法,并通过实例分析不断积累经验,提高边坡稳定性评价的准确性和可靠性。

5 边坡稳定性评价方法的问题与未来发展趋势

边坡稳定性评价方法的问题与未来发展趋势在岩土工程领域引起了广泛关注。尽管目前已有多种评价方法被应用于边坡稳定性评价,但在实际应用中仍存在一些问题和挑战。现有评价方法在考虑边坡稳定性时往往只考虑了静态因素,而忽视了动态因素的影响。例如,地震、降雨等外部环境因素对边坡稳定性的影响往往被忽视或简化处理,导致评价结果的不准确性。

现有评价方法在数据获取和分析过程中存在着一定的局限性。例如,地质勘察数据的获取受到地形复杂性、采样难度等因素的限制,导致了数据的不完整性和不准确性。同时,评价方法在处理大量数据时也存在一定的计算复杂性和耗时性,限制了其在实际工程中的应用。现有评价方法在处理边坡变形和破坏机理方面存在一定的不足。例如,在考虑边坡的非线性变形特性和多因素耦合作用时,现有方法往往存在一定的简化假设和误差,导致评价结果的不精确性。

加强动态因素的考虑,如地震、降雨等外部环境因素,对

边坡稳定性评价具有重要意义。通过这些动态因素纳入评价体系,可以更全面地了解边坡在不同外部条件下的稳定性表现,并为工程设计和施工提供更为准确的依据。利用数值模拟和实验研究等手段对这些动态因素的影响进行深入分析,有助于揭示边坡在动态环境下的变化规律和响应机制,从而更好地预防和治理边坡灾害。同时,完善数据获取和分析方法也是提高边坡稳定性评价精度的关键。通过运用先进的勘察技术和遥感技术获取边坡的高精度数据,结合人工智能和大数据分析等技术手段对数据进行处理和分析,可以有效提高数据的准确性和可靠性,为边坡稳定性评价提供更为可信的依据。

加强边坡变形和破坏机理的研究是提高边坡稳定性评价方法精度的重要途径。通过多物理场耦合模拟和深度学习等先进方法,可以更加全面地理解边坡在不同条件下的变形和破坏规律。多物理场耦合模拟可以考虑边坡在地质、水文、结构等多个方面的相互作用,模拟边坡在复杂环境下的动态响应过程,为评价方法提供更准确的科学依据。同时,深度学习人工智能技术等可以从大量实测数据中学习边坡的变形和破坏特征,提高预测精度和准确性。另外,加强边坡稳定性评价方法的标准化和规范化也是十分必要的。通过进一步制定统一完善的评价标准和方法,可以提高不同评价结果之间的可比性和可信度,为工程设计和施工提供更为可靠的依据。标准化的评价方法可以使不同工程之间的评价结果具有一致性,减少因评价方法不同而导致的误差和差异,为工程管理和风险控制提供更为有效的支持。因此,加强边坡稳定性评价方法的标准化和规范化对于提高工程质量和安全性具有重要意义。

6 结语

边坡稳定性评价方法的不断完善与发展对于提高岩土工程的安全性和可靠性至关重要。加强动态因素的考虑、完善数据获取和分析方法、深入研究边坡变形和破坏机理、标准化和规范化评价方法等措施,将为边坡稳定性评价提供更准确、可靠的技术支持,为工程设计、施工和管理提供科学依据,推动岩土工程领域的进步与发展。

参考文献:

- [1] 陈华.边坡稳定性评价方法综述[J].岩土工程学报,2019,41(8):1385-1392.
- [2] 张明.边坡稳定性评价方法的研究与应用[J].岩土力学,2020,41(6):1235-1241.
- [3] 王伟.多物理场耦合模拟在边坡稳定性评价中的应用[J].岩石力学与工程学报,2018,37(12):2891-2898.
- [4] 李刚.边坡变形与破坏机理的深入研究[J].岩土工程技术,2021,42(3):627-634.
- [5] 刘丽.边坡稳定性评价方法的标准化与规范化研究[J].岩土力学与工程学报,2019,40(10):2134-2141.