

路基边坡防护设计与实际稳定性脱节问题分析

许博 王定强

湖北省城建设计院股份有限公司 湖北 武汉 430051

【摘要】：路基边坡防护设计通常是根据理论和规范进行的，但在实际应用中，由于环境因素、地质条件、施工质量等因素的变化，防护设计与实际稳定性之间常常出现脱节。本文分析了这种脱节的主要原因，探讨了如何通过对设计过程的改进、对施工技术的优化以及对实际环境的充分考虑来提高路基边坡的稳定性。通过案例分析，本文指出，在实际工程中，路基边坡防护设计应更加注重与实际情况的结合，采用动态监测和定期检查等手段，以确保设计和实际效果的一致性，避免因设计脱节导致的安全隐患。

【关键词】：路基边坡；防护设计；稳定性；脱节；施工技术

DOI:10.12417/2705-0998.26.01.005

引言

路基边坡防护作为公路建设中的重要环节，其设计理论和实际应用之间的脱节已成为影响工程安全的关键因素。随着路基工程复杂性和多样性的增加，传统的防护设计方法往往无法完全适应变化的实际环境，导致路基边坡在使用过程中出现稳定性问题。地质条件、气候变化、施工质量等因素均可能对边坡的实际稳定性产生深远影响，但现有的设计往往未能充分考虑这些因素。因此，如何通过优化设计、改进施工技术和强化现场监测来缩小设计与实际之间的差距，成为了工程技术人员亟待解决的问题。

1 路基边坡防护设计中的关键问题分析

路基边坡防护设计是保证公路安全运行的关键因素之一，但在实际工程中，设计与实际稳定性之间往往存在显著脱节。这种脱节问题的根本原因在于设计过程中忽视了自然环境、地质条件以及施工过程中的变数。一般来说，路基边坡防护设计依赖于标准化的理论和设计规范，然而这些规范多基于理想条件，往往难以覆盖所有实际环境中的复杂性^[1]。某些地段的土质松软、地下水位较高，或地质断层、滑坡带的存在，使得在标准设计中无法有效解决这些特殊的稳定性问题。实际工程中的地形、气候条件以及施工技术的差异，使得设计方案在实施过程中可能面临预期之外的工程挑战。

边坡的施工技术和质量控制也直接影响了防护效果。设计过程中对于施工技术的要求往往较为模糊，未能考虑到具体的施工环境。施工人员可能由于设备条件、施工技术的局限性或现场环境的复杂性，无法严格按照设计要求进行施工，导致最终的防护效果与设计标准之间出现较大的偏差。例如，部分地区的边坡土质松散，传统的防护措施往往难以承受预期的负荷，这就需要在设计阶段针对特殊地质条件进行个性化的优化，确保边坡的长期稳定性。在实际施工过程中，设计方案的实施受制于现场的复杂性，可能需要根据实时情况进行调整，但这一过程往往缺乏灵活性和针对性，容易导致防护效果不理

想。

环境因素的变化也是导致防护设计与实际稳定性脱节的重要因素之一。随着气候变化的加剧，极端天气事件频发，降水量、温度波动等因素都会对路基边坡产生额外的压力。设计时若未充分考虑这些动态变化，防护效果很可能大打折扣。此外，周围建筑施工、交通负荷等人类活动也可能影响边坡的稳定性，进一步加剧设计与实际之间的脱节。为了应对这些复杂的因素，必须在防护设计中引入更加灵活的监测和调整机制，例如通过动态监测系统实时跟踪边坡的稳定性，并根据实际变化对设计方案进行必要的修正，从而保证防护措施的持久有效性。

2 设计理论与实际稳定性脱节的原因

路基边坡防护设计中，理论与实际稳定性脱节的根本问题往往源于设计阶段对复杂地质条件的忽视。设计规范和标准大多是基于理想化的假设条件，如均质土层、稳定的地下水位等，但在实际情况中，这些条件很少能够完全满足。自然界的地质条件复杂多变，路基所在区域可能存在软土层、滑坡带、裂缝带等不稳定因素，这些因素无法完全纳入传统设计计算的范畴^[2]。尤其在一些山区或湿润地区，地下水位的季节性变化和极端降水条件可能导致边坡的稳定性受到严重影响，而设计模型和规范往往对这些动态变化缺乏应对策略。这样，防护设计的理论基础无法适应实际的地质条件，导致边坡设计无法在实际中达到预期的稳定效果。

施工过程中的技术与质量控制同样是造成设计与实际稳定性脱节的重要因素。设计阶段假设了防护材料和施工工艺能够精确执行，但施工现场的实际情况通常与设计时的预想存在差异。例如，施工人员可能由于技术水平或现场环境限制，无法按设计要求完成防护工程，尤其是在复杂地形或恶劣天气条件下，施工难度加大，设备与工艺的局限性直接影响了施工质量。若施工时对防护材料的选择、施工工艺的把控不到位，可能导致防护结构的稳定性远低于设计要求，进而影响整体边坡

防护效果。在这类情况下,设计理论所依赖的理想假设与实际施工中的变数形成了明显的脱节,进而影响了边坡防护的实际效果。

设计理论通常忽略了长期使用过程中环境变化对边坡稳定性的影响。随着时间推移,气候变化和人为活动的干扰可能导致路基土壤的性质发生变化,原本稳定的边坡可能因降水量增加、温度波动、土壤湿度变化等原因而逐渐失去稳定性。设计时未能充分考虑到这些长期变化和外部扰动,往往使得设计方案在实际应用中无法保持足够的适应性。边坡防护设计普遍缺乏对地质勘探资料与实际观测数据的充分整合,过度依赖固定的计算模型,这就使得设计理论在面对实际情况时表现出很大的局限性。在边坡防护设计中引入环境因素的动态变化和实时监控机制,是减少设计脱节和提高稳定性的重要方向。

3 优化路基边坡防护设计的方法探讨

优化路基边坡防护设计需要从多方面入手,是对地质条件和环境因素的深度分析。在设计阶段,必须结合详细的地质勘察数据,充分考虑地下水位变化、土壤类型、岩层结构等因素,这些因素直接影响边坡的稳定性。传统设计通常基于简化的地质假设,但实际情况中的不均匀性和复杂性要求设计师根据不同区域的具体情况进行个性化调整^[3]。在湿润气候地区,应加强对水土流失、地下水渗透的防护措施,而在干旱地区,边坡表层的干裂和土壤疏松问题则需要特别重视。通过引入更为细致的地质数据和动态监测,可以使设计方案更加贴合实际地质环境,从而提高防护效果。

优化防护设计方案需要在施工技术和材料选择上进行创新和调整。许多边坡防护设计方案由于施工技术的局限性,未能充分实现设计的预期效果。在实际施工中,技术标准应当具有更高的灵活性,以应对不同现场条件的变化。在选择防护材料时,应根据地质条件和环境变化的特点,选用具有高适应性的材料,如高强度钢筋混凝土、生态植被复合材料等,这些材料不仅能有效增强防护效果,还能减少施工过程中的资源浪费和环境负担。施工过程中的质量控制也需强化,采用更为严格的标准和规范,确保防护设施的施工精度,避免因施工不当导致的防护结构损坏。此外,施工技术应当强调对施工人员的培训,提高其操作水平和应急应对能力,从而确保防护措施的实施能够达到设计要求。

动态监测和数据反馈机制的引入对优化边坡防护设计具有重要意义。随着气候变化和人类活动的影响,边坡的稳定性可能会出现变化。因此,传统静态设计方法在长期使用中存在一定的局限性。通过在边坡防护设计中引入实时监测系统,可以在防护结构投入使用后,实时获取边坡的稳定性数据,及时发现潜在风险,并根据数据反馈调整防护方案。这种动态监测不仅能够有效识别边坡的隐患,还能帮助设计人员对防护结构

进行必要的调整和优化。采用现代化的监测手段,如无人机巡查、地质雷达探测、激光扫描技术等,不仅提高了数据采集的精度,也提升了对复杂地质条件下边坡变化的应对能力。通过这种反馈机制,设计与实际的脱节得以缩小,防护效果也能在长期使用中保持最佳状态。

4 施工技术对路基边坡稳定性的影响

施工技术在路基边坡稳定性中起着至关重要的作用,其影响不仅体现在边坡的初期稳定性上,还涉及到防护结构的长期表现。施工过程中的每一步都可能对边坡的稳定性产生深远的影响,尤其是在特殊地质条件下,施工工艺的选择和技术的精细化程度决定了防护设计的最终效果^[4]。边坡的稳定性不仅依赖于防护材料的强度和耐久性,更与施工过程中的精确度、施工顺序以及施工期间对自然环境的应对能力息息相关。对于复杂地形和地质条件的边坡,若施工技术不到位,可能导致防护结构不均匀或者不符合设计要求,从而在实际使用过程中无法有效发挥应有的防护作用。

在一些具有特殊地质条件的地区,施工技术对路基边坡稳定性的影响尤为明显。不同类型的土壤和岩层需要采用不同的施工技术,例如,软弱土层和膨胀土区通常需要采取加固措施,以提高边坡的稳定性。在这样的环境中,若施工过程中忽视了土质改良和加固环节,防护结构很可能无法有效地稳定边坡,甚至会在一段时间后发生位移或滑坡。此外,施工质量的控制也是关键因素,施工过程中细节的把控至关重要,任何一个环节的疏忽都可能导致边坡防护设施的失效。为了确保边坡的长期稳定性,施工阶段需要严格遵循技术规范,确保每一个细节都符合设计要求,避免施工中产生不符合规范的隐患。

施工技术的持续创新和适应性调整,也是确保路基边坡长期稳定的关键。随着新材料和新技术的不断发展,边坡防护施工技术已经取得了显著进展。例如,采用新型复合材料、喷射混凝土、钢筋网支护技术等,能够有效提高施工的效率和防护结构的稳定性。此外,施工中的技术创新不仅能提高施工质量,还能够提高施工的灵活性和适应性,尤其是在面对复杂或突发环境变化时,具有高度可操作性。借助现代化施工设备,如无人机、激光扫描技术、自动化监测等,可以大幅提高施工精度和施工效率,减少人为操作失误,提高边坡稳定性的可靠性。施工技术的不断创新和优化,能够有效应对复杂地质条件下的施工挑战,为实现边坡防护设计的稳定性提供有力支持。

5 提高边坡防护稳定性的综合策略

为了提高边坡防护的稳定性,采取一系列综合性的策略是至关重要的。这些策略不仅仅依赖于单一的设计或施工技术,而是应当结合地质环境、施工技术、材料选择及长期监控等多个方面进行优化。在设计阶段,应充分考虑边坡的实际地质条件,包括土壤性质、岩层分布及水文情况,对不同地质条件采

取有针对性的防护措施^[5]。在一些高风险区域，如软土区或滑坡带，需要采用加固措施，如注浆、锚杆、抗滑桩或格构锚固体系等，以有效控制边坡变形并提升整体稳定性。同时，设计时应考虑到边坡可能的长期变化，如气候变化、地震等因素，以便采取更为灵活和应变的防护策略。

施工阶段的质量控制同样是提高边坡防护稳定性的关键。严格的施工管理不仅确保了施工质量的精度，也避免了因施工失误或不规范操作造成的隐患。在边坡防护结构的施工过程中，施工技术必须与现场条件相匹配，并进行动态调整。在复杂的施工环境下，应选择适当的施工工艺，如喷射混凝土、锚固技术、钢筋网等，以确保防护结构的持久性和有效性。此外，施工过程中应加强对施工质量的监督，确保每一环节都严格按照设计要求执行，从而最大程度地保障防护效果的实现。施工人员的技术培训也是不可忽视的因素，提升施工队伍的操作水平，有助于避免因技术不熟练或经验不足引发的施工质量问题和安全事故。

动态监测与定期检查是提高边坡防护稳定性的另一项重要策略。边坡在长期使用过程中，可能会受到外界因素的影响而发生变化。为了确保防护设计在实际环境中的有效性，必须

建立起完善的监测系统，实时获取边坡的稳定性数据。这些数据可以通过传感器、地质雷达、无人机等现代化监测手段进行采集，以便及时发现潜在的安全隐患并进行调整。定期检查和维护也是确保防护效果长久不衰的重要措施，尤其是在极端天气或地质环境变化较大的地区，及时的检查能够提前预防事故的发生。此外，通过监测数据的反馈，可以不断优化边坡防护方案，确保设计与实际效果的高度一致性，从而提升整体的稳定性。

6 结语

路基边坡防护的稳定性不仅取决于设计阶段的科学性，还与施工技术的精确性以及后期的动态监测息息相关。优化设计方案、加强施工质量控制、选择合适的防护材料和技术是提高边坡防护效果的核心。随着地质条件、气候变化等因素的不断变化，防护措施需要具有更高的灵活性和适应性。实施动态监测和定期维护，及时发现和修复潜在隐患，将有助于确保边坡长期稳定。在未来的工程实践中，综合性的防护策略应成为主流，以实现更加安全、稳定的路基边坡防护，保障交通设施的安全性与耐久性。

参考文献：

- [1] 陈信源.市政道路路基边坡防护施工技术设计[J].中国建筑金属结构,2025,24(19):57-59.
- [2] 安运江.边坡防护技术在公路路基设计中的应用[J].运输经理世界,2024,(15):43-45.
- [3] 马海鹏.公路路基设计中的边坡防护问题及应对措施分析[J].大陆桥视野,2023,(04):116-118.
- [4] 蔺青青.边坡防护技术在公路路基设计中的应用研究[J].工程建设与设计,2023,(03):122-124.
- [5] 胡晨霞.路基边坡防护设计探析[J].交通世界,2022,(08):80-81.