

# 公路路基高边坡设计与防护控制要点

陈朝卓

华设计集团股份有限公司, 江苏 南京 210014

**[摘要]**随着交通基础设施建设的不断推进,公路系统中存在的高边坡问题成为影响交通运输安全和工程可持续性的关键因素。高边坡不稳定可能导致路基滑坡、坡面崩塌等危险,对交通流畅性和沿线环境造成威胁。因此,深入研究公路路基高边坡的设计与防护控制,对于提高公路工程的安全性、稳定性和可持续性具有迫切需求。文章详细分析了导致公路路基高边坡不稳定的因素,在此基础上,提出了公路路基高边坡防护设计的关键要点,包括抗滑桩、排水设计、坡面防护设计、边坡表面裂缝处治设计、植被防护技术以及砌筑防护技术等多个方面,旨在为相关领域提供实用的控制方法,以确保公路路基高边坡的稳定性和安全性。

**[关键词]**公路路基;高边坡;防护控制

DOI: 10.33142/ect.v2i2.11348

中图分类号: U213.1

文献标识码: A

## Key Points for Design and Protection Control of High Slopes in Highway Embankments

CHEN Zhaozhuo

China Design Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210014, China

**Abstract:** With the continuous advancement of transportation infrastructure construction, the problem of high slopes in the highway system has become a key factor affecting transportation safety and engineering sustainability. Unstable high slopes may lead to hazards such as roadbed landslides and slope collapse, posing a threat to traffic smoothness and the environment along the line. Therefore, in-depth research on the design and protection control of high slopes in highway embankments is urgently needed to improve the safety, stability, and sustainability of highway engineering. This article analyzes in detail the factors that cause instability of high slopes in highway embankments. Based on this, key points for the design of high slope protection in highway embankments are proposed, including anti slip piles, drainage design, slope protection design, slope surface crack treatment design, vegetation protection technology, and masonry protection design, aiming to provide practical control methods for related fields in various aspects such as technology, so as to ensure the stability and safety of high slopes in highway embankments.

**Keywords:** highway subgrade; high slopes; protection control

### 引言

公路路基高边坡的不稳定性可能导致滑坡、崩塌等灾害,直接威胁交通安全,通过科学合理的设计和有效的防护控制,能够降低高边坡灾害的发生频率,保障行车和行人的安全。造成公路路基高边坡不稳定的因素既包括自然因素,如地质条件和气候条件的影响,也包括人为因素,如施工操作、开发活动等,这些因素的综合作用使得高边坡的设计与防护成为一个复杂而关键的工程问题,需要深刻理解这些因素的相互关系,以及它们对高边坡稳定性的具体影响,为有效的设计与防护提供科学依据。深入研究公路路基高边坡的设计与防护控制要点,有助于总结经验,借鉴先进技术,为未来的公路工程提供更为安全可靠的高边坡设计与防护解决方案。

### 1 公路路基高边坡防治的重要性

公路路基高边坡防治的重要性不可忽视,直接关系到交通安全、工程可持续性以及社会经济的健康发展。首先,在公路系统中,高边坡的稳定性直接关系到车辆和行人的安全通行,不稳定的高边坡可能导致路面坍塌,影响道路

通畅,甚至危及行车安全,通过科学合理的设计和防护控制手段,能够有效减少高边坡灾害的发生,保障公路交通的安全运行<sup>[1]</sup>。其次,高边坡的稳定性问题涉及到工程的可持续性。不稳定的高边坡可能导致工程提前老化、损坏,增加维护和修复的成本,合理设计和采用有效的防护手段可以延长公路工程的使用寿命,减少因灾害而产生的维护费用,提高工程的可持续性,这对于节约资源、降低社会成本具有积极的经济和环境效益。最后,高边坡问题的解决还涉及到社会的稳定和经济的健康发展。公路交通是社会运转的重要组成部分,而高边坡的不稳定会对交通造成严重干扰,进而影响社会的正常运行,通过高边坡的科学设计和防护控制,能够维护交通畅通,保障社会的正常秩序,减少灾害造成的经济损失,促进经济的可持续发展。

综上所述,公路路基高边坡防治的重要性体现在保障交通安全、提高工程可持续性、促进社会经济健康发展等多个层面。通过科学的研究和创新,能够制定出更加可靠和经济有效的防护控制策略,确保公路路基高边坡的稳定性,为社会交通和工程建设提供坚实的保障。

## 2 造成公路路基高边坡不稳定的因素

### 2.1 自然因素影响

#### 2.1.1 地质条件因素

地质条件的复杂性对高边坡稳定性产生深远影响,需要深入理解和综合考虑。首先,地质条件中的地层结构对高边坡的稳定性有直接影响,不同地层的岩性、土性及其层理对边坡的承载能力和抗滑性产生显著影响。例如,软弱的泥质土层易于发生滑坡,而坚硬的岩石层则可能导致崩塌,因此,地质勘探和地层分析是高边坡设计的关键步骤,有助于确定合适的工程措施。其次,地震活动是地质条件中一个重要的动力因素。地震引起的地震力和地震振动可能导致边坡失稳,特别是在地震多发地区,了解地震的频率、强度和波动特性对高边坡的设计和防护至关重要,结合地震影响进行防护设计,可以有效减缓地震对高边坡的不稳定性产生的影响。最后,长期大量的降水可能导致土壤饱和,增加高边坡的滑坡和坍塌风险。降水引起的地下水水位上升也可能影响边坡的稳定性,合理的排水设计和防护控制是预防地质条件引起的高边坡不稳定的重要手段。

#### 2.1.2 气候条件因素

气候的变化对土壤和岩石的物理性质以及水文循环产生直接的影响,从而影响高边坡的稳定性。其一,长期的降水可能导致土壤饱和,使其失去一部分抗滑性。饱和土壤的重量增加,容易发生滑坡、泥石流等现象,不仅降水量大,降水的强度和分布也会影响高边坡的稳定性。其二,气温变化也会对高边坡产生影响。温度的升高可能导致土体膨胀,而温度的降低可能导致土体收缩,这些变化影响土体的力学性质,可能导致边坡的变形和破坏,特别是在寒冷地区,冻融作用是一个重要的考虑因素,容易引起土体的不均匀收缩膨胀,加剧高边坡的不稳定性。其三,风也是气候条件中的因素之一,尤其在裸露的高边坡地区,强风可能导致土壤风蚀,减少覆盖层,使高边坡暴露在风化和侵蚀的影响下,这会削弱土壤的稳定性,增加高边坡发生滑坡的风险。其四,气候条件下的植被变化也会对高边坡的稳定性产生重要影响。植被通过根系固定土壤,减缓水分流失,对高边坡具有稳定作用<sup>[2]</sup>。气候变化可能导致植被的生长受到影响,从而减弱了这种稳定作用。在高边坡设计和防护控制中,综合考虑降水、温度、风力和植被等气候因素,采取相应的技术手段,是确保公路工程安全的必要步骤。

### 2.2 人为因素

人为因素通常涉及到人类活动对自然环境的改变和影响。以下是一些常见的人为因素:第一,土地利用变化。城市化和工业化的快速发展常常伴随着土地的大规模改变,例如城市扩张、基础设施建设等,这些活动可能导致原有的地形地貌发生改变,增加了高边坡发生滑坡和崩塌的风险,大规模的土地填充和开发可能破坏原有的地质结构,降低土壤的稳定性。第二,不合理的开采活动。矿山

开采、采石和土砂开采等活动可能改变地表的坡度和结构,使原本稳定的高边坡变得脆弱。开采活动会引起土壤的紊乱和破坏,增加高边坡发生滑坡的可能性。第三,不良的工程施工。例如,在施工过程中,不当的爆破、挖土和排水操作可能导致高边坡的变形和破坏,缺乏有效的防护措施和监测机制可能使高边坡在施工过程中面临更大的风险。第四,不合理的水资源管理。过度抽取地下水或者不合理的排水系统设计可能导致地下水下降,增加高边坡的干燥和裂缝,降低土壤的黏结力,从而增加了高边坡的滑坡风险。为确保高边坡的稳定性,必须在土地利用规划、开采活动、工程施工和水资源管理等方面采取科学合理的措施,减少人为因素对自然环境的负面影响。

## 3 公路路基高边坡防护设计要点

### 3.1 抗滑桩

抗滑桩是公路路基高边坡防护设计中的重要技术手段,其作用主要是增加边坡的稳定性,防止滑坡和崩塌等灾害的发生。首先,抗滑桩的材料通常采用钢筋混凝土、钢材等,其具有较强的抗拉和抗压性能,能够承受来自边坡的拉力和压力,从而提高边坡的整体稳定性。其次,抗滑桩的布置和排布要合理,通过精确的工程测量和地质勘探,确定抗滑桩的位置和数量,以适应不同地质条件和边坡的特点,合理的布置能够更有效地抵抗边坡发生滑坡的力量,提高整体的抗滑能力。另外,施工过程中需确保抗滑桩的埋设深度、连接方式、混凝土浇筑等工艺符合设计规范和标准,以确保抗滑桩的稳定性和耐久性。最后,抗滑桩与排水系统、植被覆盖等结合使用,能够更全面地提高边坡的稳定性。通过科学合理的抗滑桩设计和实施,能够有效提高边坡的稳定性,确保公路交通安全和工程可持续发展。

### 3.2 排水设计

排水设计主要目的是有效地排除降水,减少土壤饱和,降低边坡滑坡和崩塌的风险。排水设计应该综合考虑多个因素,包括地质条件、降水特性和边坡结构,以实现最佳的防护效果。首先,需要通过地质勘探,了解地层结构、土质、岩性等信息,为排水系统的位置和布置提供基础数据。不同地质条件可能需要不同类型的排水设施,例如排水沟、排水管道或渗流防护层,以确保水分不在边坡内积聚。其次,了解降水特性对排水系统的尺寸和设计流量十分重要。通过分析历史气象数据,确定降水频率和强度,以确保排水系统足以应对各种气象条件下的排水需求,合理计算设计流量,确保排水系统足够大,能够有效排除降水,防止水分在边坡内滞留<sup>[3]</sup>。再者,排水设计还需要考虑排水系统的布置和结构,排水管道或渗流防护层的铺设应符合地质条件和边坡形状,确保水分迅速排出,合理设置排水沟和渠道,以最小化水流对边坡的侵蚀和侵蚀。最后,应定期检查排水设施的状态,清理排水管道和沟渠,确保排水系统始终保持畅通,安装监测设备,及时发现任

何排水问题，并采取相应的修复措施。

### 3.3 坡面防护设计

坡面防护设计需要确保边坡表面免受侵蚀、滑坡和其他自然力的损害，需要综合考虑地质条件、材料选择、结构布置等多个因素，以实现最佳的防护效果。第一，在地质条件方面，需要了解边坡的地质特征，包括土质、岩性、坡度等，确定合适的坡面防护材料和结构类型。对于不同地质条件的边坡，可能选择使用混凝土护坡、植被覆盖、岩石挡坡等不同的技术手段。第二，材料选择是坡面防护设计中的关键考虑因素。防护材料应具备抗侵蚀、耐久性和稳定性等特性，常见的材料包括混凝土、植被、岩石等。对于较陡峭或易发生滑坡的边坡，需要选择更坚固耐用的材料，如混凝土结构；而对于较缓坡度的地区，植被覆盖则是有效的选择。第三，根据坡度和地形，确定防护结构的分布和形状，包括设置坡面梯田、挡土墙、护坡壁等，以增强边坡的稳定性，合理的结构布置不仅可以提高防护效果，还能美化边坡，融入周围环境。第四，设计排水系统，防止水流对坡面的侵蚀，是确保坡面长期稳定的重要步骤，排水系统的设置应与坡面防护结构相协调，形成一个完整的防护体系。通过科学合理的设计，可以有效提高边坡的稳定性，延长其使用寿命，确保公路路基高边坡的可靠性和安全性。

### 3.4 边坡表面裂缝处治设计

边坡表面裂缝处治设计是为了防止裂缝的进一步发展，维护边坡的稳定性和安全性，需要综合考虑地质、结构和材料等因素。首先，需要对于裂缝的形成原因进行深入的技术分析，了解裂缝产生的地质背景、土层特性以及水文条件等，精准判断裂缝的性质，根据裂缝的类型，可以有针对性地选择治理方法，如对水平裂缝和垂直裂缝采用不同的技术手段。其次，材料选择可以使用聚合物、聚合物修补材料、地基增强材料等，这些材料具备耐水、抗温差、黏结力强等特性，以确保在不同气候和地质条件下都能有效发挥作用。最后，结构设计方面，应根据裂缝的具体情况采取不同的处理手段，对于较小的裂缝，可以采用填充和封闭的方式，使用聚合物修补材料进行修复；对于较大和深层的裂缝，需要采用植物根系加固、土工合成材料加固等结构性手段，以加强边坡的整体稳定性。裂缝治理应融入整体防护方案，与其他结构布置、排水系统等相互配合，形成一个协同作用的整体设计。

### 3.5 砌筑防护技术

#### 3.5.1 石砌防护技术

石砌防护设计应从技术层面出发，注重材料选择、结

构布置和连接方式等方面。首先，在材料选择上，需要考虑石材的物理和力学性质，选择硬度高、抗风化、抗压强度优越的石料，以确保石砌结构的稳定性和耐久性。其次，在结构布置方面，采用块状石料，并通过适应性排列形成有机的结构，合理设计石砌的坡度和重叠方式，以增加整体的抗滑性。填充材料应选择具有良好排水性和抗侵蚀性的填充材料，填充石隙以提高整体稳定性。最后，在连接方式上，采用可靠的连接件，如锚杆、锚索等，使石块之间形成紧密的连接，增加整体的连续性和抗震性<sup>[4]</sup>。

#### 3.5.2 护面墙防护技术

设计护面墙需要综合考虑材料选择、结构设计和施工工艺等多个方面。首先，在材料选择方面，应选择具有足够强度和稳定性的材料，如混凝土或砌筑石块，这些材料能够提供坚实的支撑，抵抗边坡的压力和侵蚀。其次，护面墙的高度、倾角和厚度需要根据边坡的坡度、土质特性和设计要求来合理确定，采用适当的抗渗透措施，如添加防渗剂或设置渗透屏障，以增加护面墙的防水性能。最后，考虑到地震安全性，可以在设计中引入抗震设计原则，采用适当的连接方式和增强措施，提高护面墙的整体抗震性<sup>[5]</sup>。全面考虑设计要求、地质条件和气象因素，能够更好地发挥护面墙防护技术的效果，确保公路高边坡的安全和可靠。

## 4 结束语

在进行公路路基设计时，不仅要强化公路路基与路面的施工质量，还要根据公路路基规模形态有针对性地展开有效的边坡防护，以提高公路路基设计水平和边坡结构质量，应充分认识到公路路基设计中高边坡防护的重要性，掌握设计防护关键要点，促进公路工程的可持续发展。

### [参考文献]

- [1]谭福官.山区市政道路路基边坡设计研究[J].运输经理世界,2023(13):14-16.
- [2]胡晨霞.高速公路填方路基边坡设计[J].交通世界,2022(11):62-63.
- [3]王昕远.公路路基高边坡防护设计探讨[J].科技创新与应用,2022,12(8):69-71.
- [4]胡晨.公路路基边坡工程设计与稳定性分析[J].交通世界,2021(7):54-55.
- [5]程春龙.公路路基设计的边坡防护问题研究[J].运输经理世界,2021(1):15-16.

作者简介：陈朝卓（1988.9—），学历：本科，交通工程专业。