

# 山区公路路基稳定性分析与加固技术研究

兰建军

内蒙古路桥建筑安装工程有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010050

**摘要:** 本文旨在对山区公路路基稳定性进行深入分析,并探讨相关的加固技术。通过对山区公路路基特点、稳定性影响因素的剖析,结合当前加固技术的研究现状,提出针对性的加固措施与建议,以期为山区公路的建设与维护提供理论支持和技术指导。

**关键词:** 山区公路;路基稳定性;加固技术;分析研究

## 引言

山区公路作为连接山区内外的重要交通纽带,其建设与维护对于促进区域经济发展、保障交通安全具有重要意义。然而,由于山区地形的复杂性和地质条件的多样性,山区公路路基稳定性问题一直是公路工程建设中的难点和重点。因此,开展山区公路路基稳定性分析与加固技术研究,对于提升山区公路的整体性能和使用寿命具有十分重要的现实意义。

## 1 山区公路路基稳定性分析

### 1.1 山区公路路基特点

山区公路路基的特点十分显著,主要体现在其面临的地形、地质和水文条件上。由于地处山区,地形往往异常陡峭,这给路基的设计与施工带来了极大的挑战。同时,复杂的地质构造,如断层、褶皱等,使得路基的稳定性难以保证。此外,多变的水文条件,如山洪、泥石流等自然灾害频发,进一步加剧了路基的不稳定性。因此,在山区公路的设计与施工过程中,必须充分考虑这些特点,采取针对性的措施,确保路基的稳定性与安全性。

### 1.2 影响路基稳定性的因素

#### 1.2.1 地质条件

地质条件是决定山区公路路基稳定性的根本因素之一。这其中包括了岩土的类型、分布及其物理力学性质,这些因素直接关乎路基的承载能力。地质构造如断层、褶皱等的存在,可能导致路基发生不均匀沉降或滑动。同时,地下水状况,如水位高低、水流动态等,对路基的稳定性也有着显著影响。地下水的长期作用可能软化岩土,降低其强度,进而威胁到路基的安全。

#### 1.2.2 气候条件

气候条件是影响山区公路路基稳定性的重要因素之一。降雨会导致路基湿度增加,进而影响路基材料的强度和稳定性。长时间的降雨还可能引发山洪、泥石流等

自然灾害,对路基造成直接冲击和破坏。此外,温差变化也会对路基材料的性能产生影响,特别是在昼夜温差大或季节性温差显著的地区,路基材料可能会因热胀冷缩而产生裂缝或变形,从而影响路基的整体稳定性<sup>[1]</sup>。

### 1.2.3 交通荷载

交通荷载是直接影响山区公路路基稳定性的关键因素之一。随着车辆的不断通行,特别是重型车辆的频繁经过,路基所承受的荷载作用会日益增大。这些持续的、动态的荷载不仅会导致路基材料的逐渐压实和变形,还可能引发路基结构的疲劳破坏。特别是在车流量大、轴载重的路段,路基的变形和损坏现象往往更加明显。

### 1.2.4 施工质量

施工质量对山区公路路基的稳定性具有至关重要的影响。在施工过程中,如果质量控制不严格,管理水平不高,就可能导致路基填筑不实、压实度不足、排水系统设置不合理等问题。这些问题会直接影响路基的初始稳定性,并可能在日后的运营过程中引发路基沉降、开裂、滑坡等病害,严重缩短公路的使用寿命。在山区公路的施工过程中,必须高度重视质量控制和管理工作,确保每一道工序都符合设计和规范要求,从而奠定路基稳定性的坚实基础。

## 1.3 路基稳定性分析方法

在山区公路的设计与施工过程中,为了确保路基的稳定性,工程师们采用了多种分析方法。目前,常用的路基稳定性分析方法主要包括极限平衡法、有限元法和离散元法。极限平衡法是一种基于静力平衡原理的分析方法。它通过计算滑动面上的抗滑力与滑动力之比来判断路基的稳定性。这种方法简单直观,适用于分析均质土坡或简单地质条件下的路基稳定性。然而,它忽略了岩土体的变形特性和应力应变关系,因此可能无法准确分析复杂地质条件下的路基稳定性。有限元法则是一种更为精确的分析方法。它将路基划分为有限个单元,通

过求解每个单元的应力应变关系来分析路基的稳定性。这种方法能够考虑岩土体的非均质性和非线性特性,适用于分析复杂地质条件下的路基稳定性。然而,有限元法的计算过程较为复杂,需要借助专业的计算机软件来完成。离散元法则是一种适用于分析岩土体大变形和破裂问题的分析方法。它能够模拟岩土体的非连续性和非线性特性,适用于分析滑坡、崩塌等地质灾害对路基稳定性的影响<sup>[2]</sup>。离散元法的优点在于能够真实反映岩土体的破裂过程和变形特性,为路基稳定性的分析提供更为准确的结果。然而,离散元法的计算量较大,需要高性能计算机的支持。极限平衡法、有限元法和离散元法各有其适用范围和优缺点。在实际工程中,应根据具体情况选择合适的分析方法,以确保路基的稳定性。

## 2 山区公路路基加固技术研究

### 2.1 加固技术概述

针对山区公路路基所面临的稳定性挑战,工程师们经过深入研究与实践,总结出了一系列有效的加固技术。这些技术主要围绕地基处理、支挡结构设置以及排水措施等方面展开。地基处理能够显著改善路基的力学性能,提升其承载能力;支挡结构则通过增强路基的整体性,有效抵抗外部荷载与不良地质条件的影响;而排水措施则旨在及时排除地表及地下水,防止水分对路基材料的软化与侵蚀。这些加固技术的综合应用,能够显著提升山区公路路基的稳定性与安全性,为山区交通的顺畅运行提供有力保障。

### 2.2 具体加固措施

#### 2.2.1 地基处理

地基处理是山区公路路基加固中不可或缺的关键环节,对于确保公路的稳定与安全具有至关重要的作用。面对山区复杂多变的地质条件,工程师们必须运用专业知识和丰富经验,精心选择和实施地基处理方法,以改善地基的承载能力,减少变形,从而确保路基的稳固。在众多地基处理方法中,换填法因其效果显著而备受青睐。这种方法通过彻底挖除软弱土层,替换为如砂石、碎石等强度高、稳定性好的材料,从根本上提升了地基的强度和稳定性。换填法的实施需要精确的工程设计和严谨的施工操作,以确保填充材料的均匀性和密实性,从而实现最佳加固效果。压实法则是一种通过振动压实机械对地基进行密实处理的方法。这种方法能够有效地提高地基的密实度和承载能力,减少地基的变形和沉降。在实际应用中,压实法需要根据地基的土质、含水量等因素调整压实机械的振动频率和振幅,以确保达到最佳的压实效果。桩基加固则是一种更为深入和全面的

地基处理方法。通过在地基中打入桩体,使桩体与周围土体形成整体,共同承担荷载,桩基加固能够显著提升地基的承载能力和稳定性。这种方法适用于处理深层软弱地基或需要承受较大荷载的情况。在实施桩基加固时,需要精心设计桩的类型、直径、长度和布置方式,以确保桩与周围土体的协同工作,实现最佳的加固效果。这些地基处理方法在实际应用中已经取得了显著的成效。通过合理选择和运用这些方法,工程师们成功地改善了山区公路路基的地基条件,提高了路基的稳定性 and 安全性。这些加固措施不仅延长了公路的使用寿命,降低了维护成本,还为山区交通的可持续发展提供了有力的支持。在选择地基处理方法时,工程师们必须充分考虑山区的地质条件、气候条件、交通荷载等因素,以及施工技术的可行性和经济性。只有在全面考虑这些因素的基础上,才能选择出最适合的地基处理方法,确保加固效果达到最佳。同时,施工过程中还需要严格控制施工质量,确保每一项加固措施都能发挥其应有的作用。

#### 2.2.2 支挡结构

在山区公路的建设与维护中,支挡结构是确保路基稳定性至关重要的一环。考虑到山区地形的陡峭和地质条件的复杂性,合理设置支挡结构对于防止土体坍塌、抵抗滑坡推力以及保持路基的长期稳定具有不可替代的作用。支挡结构主要包括挡土墙和抗滑桩等结构物。挡土墙是一种能够有效抵抗土压力、防止土体坍塌的结构。在山区公路中,挡土墙通常设置于路基边坡或易发生坍塌的地段,通过墙体自身的重量和强度来抵抗土体的侧压力。挡土墙的设计需充分考虑墙后土体的性质、墙身材料的强度以及墙基的稳定性,确保墙体在承受土压力时不会发生位移或破坏。抗滑桩则是另一种重要的支挡结构,主要用于抵抗滑坡推力。在山区公路中,抗滑桩通常设置在可能发生滑坡的地段,通过深入稳定土层的桩体来提供足够的抗滑力。抗滑桩的设计需根据滑坡体的规模、滑动面的位置以及桩周土体的性质等因素进行综合考虑,确保桩体能够有效地抵抗滑坡推力,保持路基的稳定<sup>[3]</sup>。除了挡土墙和抗滑桩外,还可以根据实际情况采用其他支挡结构形式,如锚杆挡墙、加筋土挡墙等。这些结构形式在特定条件下能够发挥更好的加固效果,提高路基的稳定性。在实际工程中,支挡结构的选择与应用需要综合考虑多种因素,选择出既经济又合理、既安全又可行的支挡结构方案。同时,在施工过程中,还应严格控制施工质量,确保支挡结构的施工质量和加固效果符合设计要求。支挡结构在山区公路路基加固中发挥着举足轻重的作用。通过合理设置支挡结构,可以有

效地抵抗土压力和滑坡推力,保持路基的稳定性和安全性,为山区公路的畅通和安全运营提供坚实的保障。

### 2.2.3 排水措施

在山区公路的建设与维护中,排水措施是确保路基稳定性不可或缺的一环。由于山区地形复杂,降雨丰富,地表水和地下水对路基的侵蚀与软化作用成为威胁路基稳定性的重要因素。因此,采取有效的排水措施,对于保障山区公路的安全运营至关重要。排水措施的设计需根据山区的具体地形、地质和水文条件进行综合考虑。通过设置边沟、截水沟、排水管道等设施,可以有效地排除地表水和地下水,防止水分对路基材料的侵蚀和软化。边沟主要用于收集和排除路基范围内的地面水,防止其渗入路基内部,造成路基软化。截水沟则设置在路基上方,用于拦截山坡上的雨水或雪水,防止其直接冲刷路基。排水管道则主要用于排除地下水,通过设置在路基下方的管道,将地下水引导至路基以外的地方排放。除了以上基本的排水设施外,还可以根据实际情况采取其他辅助措施。例如,在路基边坡上种植植被,可以增加地表的粗糙度,减缓水流速度,减少水土流失;在路基底部设置透水性材料,可以提高路基的排水性能,防止水分在路基内部积聚。这些辅助措施与基本的排水设施相结合,可以形成一个完整的排水系统,有效地保护路基免受水害的侵袭<sup>[4]</sup>。在实施排水措施时,还需要注意定期的检查和维护。由于山区环境复杂多变,排水设施可能会因各种原因而损坏或堵塞。因此,需要定期对排水设施进行检查和清理,确保其畅通有效。同时,还需要根据实际情况对排水系统进行必要的调整和优化,以适应山区环境的变化。

### 2.3 加固技术的选择与应用

在实际山区公路工程中,加固技术的选择与应用是一项复杂而关键的决策。这不仅仅是一个技术问题,更是一个涉及经济、环境、安全等多方面的综合考量。首先,地质条件是决定加固技术选择的基础因素。不同的地质构造、岩土类型和地下水状况,对路基的稳定性影响各异。例如,在软弱土层或滑坡易发区域,可能需要采用桩基加固或抗滑桩等深层加固技术;而在较为坚

硬、稳定的岩层上,简单的地基处理和排水措施可能就足够了。其次,气候环境也是一个不可忽视的因素。山区的降雨、温差等气候条件对路基的耐久性有着直接影响。在降雨量大、湿度高的地区,排水措施和防水层设置就显得尤为重要;而在温差变化大的地区,则需要考虑材料的热胀冷缩性能,避免因此产生的裂缝和变形。再者,交通需求也是选择加固技术时需要考虑的因素之一。对于重载交通频繁的路段,需要采用更加坚固耐用的加固方案,以确保路基的长期稳定;而对于交通量较小的路段,则可以在满足安全要求的前提下,适当考虑经济性。最后,施工条件同样是一个重要的决策因素。施工设备的进出、材料的运输、工人的生活等都需要考虑到当地的实际条件。在选择加固技术时,应尽量选择施工简便、对环境影响小、工期短的方案,以减少施工过程中的困难和风险。在实际工程中,选择与应用加固技术是一项需要综合考虑多种因素的复杂决策。只有在对各种因素进行全面评估的基础上,才能选择出既经济又合理、既安全又可行的加固方案。同时,在施工过程中,还应严格控制施工质量,确保每一项加固措施都能发挥其应有的效果。

### 结语

山区公路路基稳定性分析与加固技术研究是公路工程建设中的重要课题。本文通过分析山区公路路基的特点和影响因素,探讨了多种加固技术的原理和应用方法。然而,随着新材料、新工艺的不断涌现和工程实践经验的积累,未来还需进一步深入研究更加高效、环保的加固技术,以满足山区公路建设与发展的需求。

### 参考文献

- [1]田小军.高速公路高边坡稳定性分析与加固技术研究[J].科学技术创新,2024,(01):126-129.
- [2]张鹏凯.探究高速公路边坡稳定性影响因素及治理[J].中华建设,2023,(07):149-151.
- [3]高晓通.公路路基边坡稳定性分析及锚固优化设计研究[J].福建交通科技,2021(02):31-33.
- [4]杜力.高速公路边坡稳定性影响因素及治理[J].交通世界,2022,(21):156-158.