

## 公路改扩建工程既有高边坡防护设计分析

白红玉

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

**[摘要]** 此次研究对路改扩建工程中既有高边坡的防护设计进行了详细分析。在防护设计的原则方面, 主要考虑两个方面, 一是确保边坡的稳定性和安全性, 通过采用适当的防护结构和材料, 减少边坡的滑坡、塌方等风险; 二是兼顾美观和环境保护, 选择与周围环境相协调的防护形式, 使其融入自然景观中。在边坡防护施工工艺方面, 此次研究介绍了几种常见的方法, 主要包括方格网护坡, 该方法适用于土石混合边坡, 通过搭设方格网并填充土石材料, 形成一个具有一定抗滑能力的护坡结构; 拱形骨架护坡, 它利用拱形骨架结构来支撑和加固边坡, 提高整体的稳定性。另外还有浆砌片石满铺护坡, 通过将片石按照一定规则浆砌在边坡表面, 形成一道美观而且具有抗冲刷能力的护坡形式。护面墙护坡是将预制混凝土板砌筑在边坡前面, 起到保护和支撑作用。最后是支挡工程, 主要采用挡土墙、钢筋混凝土梁等结构, 在边坡顶部设置支撑结构来防止边坡的塌方。此次研究还总结了施工过程中的注意事项。

**[关键词]** 公路改扩建; 公路工程; 高边坡防护; 防护设计

DOI: 10.33142/ec.v7i1.10888

中图分类号: U416.1

文献标识码: A

## Design Analysis of Existing High Slope Protection in Highway Renovation and Expansion Projects

BAI Hongyu

XPCC Surveying and Designing Institute Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** This study provides a detailed analysis of the protection design of existing high slopes in road renovation and expansion projects. In terms of the principles of protection design, two aspects are mainly considered: first, ensuring the stability and safety of slopes, reducing the risks of landslides, collapses, and other hazards by using appropriate protection structures and materials; second, considering both aesthetics and environmental protection, selecting protection forms that are coordinated with the surrounding environment, and integrating them into the natural landscape Guanzhong. In terms of slope protection construction technology, this study introduces several common methods, mainly including grid protection, which is suitable for soil rock mixed slopes. By setting up grid and filling soil rock materials, a slope protection structure with certain anti-skid ability is formed; Arched skeleton slope protection utilizes the arched skeleton structure to support and reinforce the slope, improving overall stability. In addition, there is also a fully paved slope protection with mortar rubble, which is laid on the surface of the slope according to certain rules to form a beautiful and erosion resistant slope protection form. Face wall slope protection is the construction of precast concrete slabs in front of the slope to provide protection and support. Finally, there is the support engineering, which mainly adopts structures such as retaining walls and reinforced concrete beams, and sets up support structures at the top of the slope to prevent slope collapse. This study also summarizes the precautions during the construction process.

**Keywords:** highway renovation and expansion; highway engineering; high slope protection; protection design

### 引言

既有高边坡在路改扩建工程中经常面临防护设计的问题。这是因为, 随着社会经济的快速发展, 很多道路已不能满足日益繁重的交通量需求, 因此对现有道路进行改扩建将逐步开展。在改扩建施工中, 高边坡路段是较大的潜在危险源, 其施工难度大, 施工质量不易控制, 若处置不当不仅会造成严重的经济损失, 还可能引发行车安全问题。因此, 中国未来道路改扩建施工中高边坡防护方案的选择尤为关键。此次研究主要针对既有高边坡防护设计进行分析, 通过综合考虑地质条件、边坡稳定性、施工技术等因素, 探讨适合我国道路改扩建工程的高边坡防护设计方法。

### 1 工程概况

本项目所处地区属于温凉半干旱山区气候区, 由于受大气环流、地理纬度、地形等因素综合影响, 区域内风吹雪灾害局部存在, 尤其是特克斯达坂隧道进口段, 一期工程中设置了防雪网及防雪轮廓标, 并设置了较宽的三角形边沟作为积雪平台。本项目二期工程风吹雪段落划分为2段, 第一段为K64+500~K81+800山前平原区, 第二段为K81+800至116+000中山区。第一段山前区原地形开阔, 地势西高东低, 冬季主风向以西北风为主, 路线走向与风雪流主导方向夹角约为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ , 局部路段存在风吹雪病害。K64+500~K73+500段为阿克吐别克镇区附近范围, 风向受建筑物和树木的减弱, 风吹雪灾害较小;

K73+500~K81+800 段, 路线走向与风雪流主导方向夹角可能存在风吹雪病害, 但地形、地势有利于风雪流通过, 本段路基大部分以填方路基通过, 不易积雪, 局部挖方路段易形成风吹雪灾害, 设计中挖方路段边坡坡率采用 1:4 (考虑上风侧气流平滑过渡), 并对路肩、坡脚、坡顶等有棱角的地方应做成圆弧形, 以利于风雪流近地顺滑通过, 并设置较宽的三角形边沟和加宽碎落台作为积雪平台。第二段根据特克斯气象局提供的资料, 中山区冬季风气流变化比较大, 风向不太稳定, 沿山腹方向为主导风向, 主风向与路线基本平行, 风吹雪灾害较小, 本次设计根据地形条件, 设置较宽的三角形边沟作为积雪平台。

## 2 边坡防护设计的原则

根据此次工程区域气候干旱少雨且蒸发量大, 对路基边坡坡面上植被生长不利的情况, 应采取适合该气候条件的防护设计原则。

要考虑到气候干旱少雨的特点, 必须采取措施确保边坡的稳定性以防止滑坡或崩塌。可采用技术手段如地质勘察、边坡结构加固等, 确保边坡在干旱情况下能够承受外部作用力。经调查发现项目区植被稀少, 但适合耐干旱的刺类植物生长, 并在旱季也不会死亡<sup>[1]</sup>。这些刺类植物具有发达的根系, 能够对坡面起到加固作用并提供长久的保护。因此, 在边坡绿化设计中应优先选择这类植物作为坡面植被, 以增强边坡的稳定性和保护效果。项目路线经过农田路段、戈壁草场和沿溪路段。根据不同段落的植被密度和灌溉水源情况, 可采取不同的防护策略。对于农田路段和沿溪路段, 植被密度较大且有充足的灌溉水源, 应以植物防护为主, 通过合理的绿化设计来保证公路景观与自然环境的协调。而对于戈壁草场路段, 植被稀少且自然景观荒凉, 可以不刻意进行绿化, 以保持公路景观与自然环境的相协调<sup>[2]</sup>。

所以, 公路改扩建工程既有高边坡防护设计的原则包括确保边坡稳定性和安全性、选择适合于干旱气候的耐干旱刺类植物进行绿化、根据路线不同段落的特点采取不同的防护策略。这样能够在保证边坡稳定的同时, 保持公路景观与自然环境的协调。

## 3 边坡防护施工工艺

### 3.1 方格网护坡

方格网护坡是公路改扩建工程中常用的高边坡防护设计之一, 方格网护坡适用于一般填方路段和一般挖方路段。在该工艺中, 采用预制砼块方格网进行边坡防护, 方格网内可铺设清表土进行绿化。在此次的项目中, 采用 1m×1m 的方格网, 骨架采用宽 10cm、厚 15cm 的预制 C25 砼条块。此规格满足边坡防护的要求, 并具有良好的稳定性和承载能力。在施工过程中, 需要注意方格网与构造物 (如桥梁、涵洞等) 的顺接。确保方格网与构造物的衔接紧密, 提高整体结构的连续性和稳定性。如果遇到无法使用标准预制构件的情况, 可以采用现浇砼的方法进行施工。

灵活应对特殊情况, 确保施工质量和效果<sup>[3]</sup>。

对于路堤边坡高度大于等于 4m 的路段, 采用预制方格网进行防护; 而对于边坡高度小于 4m 的路段, 可以使用砾石土自然坡面进行保护。在路堤边坡高度大于等于 4m 的路段, 采用预制方格网进行防护, 并在方格网内铺设清表土, 并进行种植草籽进行绿化; 而在边坡高度小于 4m 的路段, 可以采用表层覆盖清表土并进行种植草籽绿化方案。对于路段边坡高度大于等于 4m 的路段, 使用预制方格网进行防护; 而边坡高度小于 4m 的路段, 可以采用砾石土自然坡面进行保护。在边坡高度大于等于 4m 的路段, 采用预制方格网进行防护, 并在方格网内铺设清表土, 并进行种植草籽进行绿化; 而在边坡高度小于 4m 的路段, 可以采用表层覆盖清表土并进行种植草籽绿化方案。通过以上方格网护坡的详细分析, 可以根据不同路段的特点和高度要求, 选择合适的防护方法, 并注意施工细节以确保边坡的稳定性和美观性。

### 3.2 拱形骨架护坡

拱形骨架护坡是公路改扩建工程中常用的高边坡防护设计之一, 适用于稳定的挖方土质路基坡面防护以及破碎、风化强烈的岩质边坡防护。通常与高边坡锚固防护配合使用。拱形骨架适用于需要稳定边坡并具有较大变形能力的挖方土质路基坡面防护, 以及对破碎、风化强烈的岩质边坡进行防护。在一些情况下, 拱形骨架也可以与高边坡锚固防护结合使用, 以提供更好的稳定性。拱形骨架采用现浇 40cm 厚 C20 混凝土进行浇筑。混凝土的厚度和强度可根据实际需要进行调整。骨架内可填充清表土, 以提供边坡的绿化效果。每隔 10.5m 设置一道伸缩缝, 用于处理拱形骨架的热胀冷缩和变形。伸缩缝内填塞沥青麻絮或沥青木板, 以保证缝隙的密封性和弹性。拱形骨架护坡适用于挖方土质路基坡面和岩质边坡的稳定性防护, 在施工过程中, 需要按照设计要求进行混凝土浇筑和伸缩缝处理, 确保骨架的稳定性和可靠性。同时, 根据实际情况, 可以结合高边坡锚固防护等方法, 提供更全面的边坡保护措施<sup>[4]</sup>。

### 3.3 浆砌片石满铺护坡

浆砌片石满铺护坡是公路改扩建工程中常用的高边坡防护设计之一, 适用于可能浸水的桥头、内滞或河流洪水浸泡的路基防护。浆砌片石满铺适用于需要防止冲刷或淹没的路基防护, 特别是在桥头、内滞或经常受到河流洪水影响的区域。它能够有效保护路基免受水流侵蚀和冲刷。坡面采用 30cm 厚 M10 浆砌片石进行铺设。这种石材具有较好的耐久性和抗冲击性, 能够有效防止水流对路基的侵蚀。浆砌片石的顶部应高于设计洪水位 0.5m 以上, 以确保足够的防护高度。在坡脚处设置护脚墙, 其基底埋深为 1m。护脚墙采用浆砌片石进行砌筑, 以增强坡脚的稳定性和抵抗冲刷的能力。在冲刷严重的路段, 可以配合石笼护基, 进一步增强防护效果。施工过程中, 需要按照设计要求进行浆砌片石铺设和护脚墙的砌筑, 确保防护结构的稳

定性和可靠性。同时,在冲刷严重的路段还可以采用石笼护基来加强防护效果。这种防护设计能够有效保护公路改扩建工程的边坡免受洪水和水流的影响<sup>[5]</sup>。

### 3.4 护面墙护坡

护面墙是公路改扩建工程中常用的高边坡防护设计之一,主要用于封闭坡率较陡的软质岩石挖方边坡。护面墙适用于需要防止软质岩石坡体滑坡和崩塌的边坡防护,特别是在坡高不超过 10m 的情况下。它能够有效稳定边坡,并保护公路免受岩石崩落的危险。护面墙采用 M10 砂浆砌 Mu40 块石或片石进行砌筑。这些材料具有足够的强度和稳定性,能够抵抗外部压力和冲击。根据墙高的不同,可以设立一个或两个耳墙在墙背侧提供额外的支撑。为了排除墙体内部积水,泄水孔需要交错设置,间距通常为 2~3m,并按照 2%~4% 的坡度设置。这样可以确保墙后的水能够及时排出,减少水压对墙体的影响。为了应对墙体的沉降和热胀冷缩,沿着墙身长度每隔 10~15m 设置一道伸缩缝(沉降缝)。这些缝隙可以使用沥青麻絮填塞,并深入 10~20cm。伸缩缝的设置可以减少墙体产生裂缝的风险。

通过以上对护面墙的详细分析,可以看出它适用于软质岩石边坡的防护,能够有效稳定边坡并保护公路安全。在施工中需要按照设计要求选择合适的材料进行砌筑,同时设置泄水孔以排除墙内积水。根据墙高的不同,还需考虑设置耳墙提供额外支撑。此外,伸缩缝的设置可以应对墙体的变形和热胀冷缩,确保墙体的稳定性。这种护面墙设计可以有效应对软质岩石边坡的挖方工程,并确保公路改扩建工程的安全和可靠。

### 3.5 支挡工程

支挡墙身及基础采用 C25 片石混凝土。片石的含量不得大于总体积的 25%。选择结构密实、质地均匀、不易风化、无裂缝的硬质片石作为石料,其强度和尺寸应符合技术要求。基底应置于满足承载力要求的地基上,并且基底逆坡应符合设计要求,以确保墙身的稳定性。在路肩墙顶部的 70cm 高度范围内采用现浇 C25 砼,便于埋设安全护栏的预埋件。如果墙顶宽度小于土路肩宽度,则要求将路面加铺至挡墙内侧;如果墙顶宽度大于土路肩宽度,则需要对宽度超出的部分进行开槽处理,开槽深度与路面厚度相同<sup>[6]</sup>。挡土墙施工时,应在两面立杆上挂线或使用样板挂线。外侧的线应保持顺直整齐,逐层收坡;内侧的线可以大致保持顺直。挡墙面坡采用 1:0.05 的坡度,当路肩挡墙与重力式桥台相接时,桥台面坡和挡墙面坡应保持一致,以避免产生错台现象。施工分段位置宜设在沉降缝处,各墙段的水平砌缝应基本一致。在施工墙顶构造时,应按照规定要求正确布置预埋预留件,以便后续安装其他设施或结构。挡墙后填料可以与路基同步用相同的料填筑。墙后应填筑砂砾或其他多孔料,并应设置反滤层和排水设施,以确保排水畅通和抗渗性能。施工过程中要选择合适的材料进行墙身和基础的建设,注意墙顶部的处理和开槽要求。同时,

在施工中需遵循规范要求,进行挂线和收坡操作,并合理安排施工分段和预留件布置。最后,对墙后填料进行合理处理,确保排水和抗渗性能的有效实现。这样的支挡工程设计和施工工艺可以有效地保障公路改扩建工程的边坡稳定和安全。

### 4 施工注意事项

在公路改扩建工程中,高边坡防护设计施工需要注意,在边坡开挖后、防护前的一段时间内,降雨可能导致塌方等不良情况频繁发生。为减少这种情况的发生,应优先施工和完善坡面范围内及周边的排水设施,确保及时排除积水,维持边坡稳定。边坡开挖后需要对坡面进行拍照,并进行地质描述。如果实际地质情况与设计不符,应结合实际情况进行调整。坚持开挖一级、防护一级的原则,即根据实际情况适当修改设计,确保施工过程中的边坡稳定性。并且由于地下工程地质复杂且隐蔽性强,设计勘察阶段很难全面准确地反映地质情况。因此,在支挡工程基础施工时,应核查地基地质情况。如果与原设计情况不符,应采取动态设计,并根据实际情况酌情修改。基底和墙后排水设施在挡墙基础换填前和墙后填筑前需要经过验收后方可进行施工。所以,高边坡防护设计施工中需要注重排水设施的优先施工和完善,遵循开挖一级、防护一级的原则,并核查地基地质情况并进行动态设计。这些措施能够有效减少塌方等不良情况的发生,确保公路改扩建工程的边坡稳定与施工安全。

### 5 结语

此次研究对路改扩建工程中既有高边坡的防护设计进行了详细分析,并探讨了边坡防护设计的原则、施工工艺和施工过程中的注意事项。通过此次研究的分析可以了解到,选择适当的边坡防护设计和施工工艺对于保障路改扩建工程中既有高边坡的稳定性、安全性和美观性至关重要。同时,在施工过程中,严格遵循施工注意事项,保证质量和安全是不可忽视的因素。希望此次研究的研究能为边坡防护设计和施工提供有益的参考,并促进相关领域的发展与创新。

#### [参考文献]

- [1]马艳,黄文静,李东虹等.基于高速公路改扩建工程的交通安全设施再利用研究[J].公路,2023(11):317-325.
- [2]巩万祯,张校磊,魏文杰等.路基高边坡防护工程施工技术[J].科学技术创新,2023(24):108-111.
- [3]姜彪.路基路面拼接施工技术在高速公路改扩建工程中的应用[J].工程技术研究,2023,8(18):99-101.
- [4]钟伟珊.公路改扩建工程既有高边坡防护设计分析[J].交通科技与管理,2023,4(18):144-146.
- [5]李原宝,徐剑.高速公路深路堑高边坡防护工程设计比选分析[J].四川水泥,2023(3):268-270.
- [6]谢振安.公路扩建工程既有高边坡防护设计[J].工程技术研究,2021,6(12):205-206.

作者简介:白红玉(1982.3—),男,汉族,乌鲁木齐人,硕士,路桥工程师,从事路桥设计工作。就单位名称:新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司。