

# 公路滑坡路段路基施工技术的优化

杨成

新疆北新顺通路桥有限公司 新疆 石河子 832000

**【摘要】**：公路滑坡路段的地形结构比较复杂，地质条件不稳定，不仅会影响地基结构安全性，还容易引发二次滑塌，导致公路工程整体结构性能不佳。文章以公路滑坡路段路基施工为要点，简要概述公路滑坡路段的形成原因，分析公路滑坡路段路基施工技术，以抗滑桩施工、坡边硬化改造、清坡缓载工程为主，提出优化公路滑坡路段路基施工技术的措施，为提高路基结构安全性与稳定性奠定良好的技术基础。

**【关键词】**：公路工程；滑坡路段；路基施工技术

DOI:10.12417/3083-5526.25.05.025

公路工程项目建设施工一直以来受到了较大的关注，其不仅与人们的日常生活、工作、学习息息相关，还给社会经济的发展造成了较大的影响。在公路工程建设施工中出现滑坡路段时，会导致公路通行受阻，还会引发安全事故，不利于社会稳定发展。因此，需要针对公路滑坡路段采取专业的路基施工技术方法，以提高滑坡路段路基施工水平作为主要目的，明确产生滑坡路段的主要原因，采取可行性方法进行改良，促使整体结构质量达到建设标准。

## 1 公路滑坡路段的形成原因

第一，坡体本着存在缺陷。滑坡问题大多发生在黄土、碎石土等松散的堆积层中，这些土体本身的抗剪强度较低，在坡体存在自重的情况下难以抵抗其剪切力，因而坡面会成为潜在的滑动面，在受力失衡的情况下会出现坡体滑动问题。

第二，受地质构造影响。当公路工程存在断层、褶皱等地质构造时会导致岩体的完整性遭到破坏形成破碎带，断层附近的岩石就会破碎松散，并且表现出较强的透水性，雨水一旦渗入其中就会降低岩土体的强度，表现出褶皱的岩层会被挤压变形，顺着坡向出现裂隙，为坡体滑动提供通道<sup>[1]</sup>。

第三，自然因素引发滑坡问题。区域降雨、地下水、地震、风化侵蚀等问题的产生都会引发公路滑坡问题。在区域持续降雨的情况下，雨水会不断深入坡体，在增加岩土体重量的同时软化软弱夹层，导致坡体结构呈现不稳定的状态。区域出现地震时会导致岩土体在振动状态下破坏自身的结构，原有裂隙不断扩张导致结构失稳。在长期风化作用下，坡体的抗滑能力会不断降低，原本稳定的斜坡就会逐渐向临界状态演变，最终引发滑坡。

第四，人类活动加剧坡体失衡。开展公路工程建设施工作业时，会由于公路路基开挖过度切削坡脚，导致原有坡体的平衡状态被打破，施工人员在工程项目建设施工期间经常会在坡顶或者坡脚堆放弃渣，增大坡体荷载的同时容易堵塞排水通道，形成了诱发滑坡的重要原因。

## 2 公路滑坡路段路基施工技术分析

### 2.1 抗滑桩施工

首先，施工准备与场地处理。针对公路滑坡路段路基开展施工操作时，应在工程项目建设施工之前平整场地，完善地面截排水系统，引出滑坡区域的水，防止雨水不断深入加剧坡面滑动问题，还要在现场规划通风设施，为深孔施工作业开展提供流通的空气。

其次，桩孔开挖与护壁支护。这个环节中的桩孔需要以分节开挖的方式为主，施工人员开展第一节护壁施工操作时，需要高处地面 20cm 形成井口锁口，防止地表坍塌<sup>[2]</sup>。开展护壁支护施工作业时，应该紧贴围岩灌注，并且在开挖施工期间清除已经松动的石块。针对滑动面附近开展护壁施工操作时，要进行连续浇筑避免分节。如果在工程建设施工期间出现地质变化，就应在区域内加强支护，遇到地下水时应先落实降水措施再开展施工操作，将孔底积水抽干，规避后续施工问题。

再次，钢筋骨架安装与混凝土灌注施工。安装钢筋骨架时要检测结构稳固性，形成一个完整的结构。安装骨架之后应采取固定措施防止在灌注混凝土的过程中出现钢筋骨架上浮的问题，施工人员要在关注混凝土之前彻底清理孔底杂物，检查净空尺寸和钢筋位置。在施工期间出现地下水发育情况则应采取水下混凝土灌注方法，保证桩身连续性与完整性。

最后，落实质量控制与安全措施。在工程项目建设施工期间应该严格检验桩孔的尺寸、持力层岩性、钢筋规格及混凝土强度等。管理人员应增大现场监管力度，保证护壁厚度、桩径等都达到设计要求。落实安全检查工作时，应检测孔内氧气与有害气体，按时通风。施工人员要在现场操作中佩戴安全帽、系紧安全绳，使用合格升降设备，开展井下作业时应该使用防水安全灯，保证通讯畅通性，一旦出现异常情况就要停工排险，增强现场施工安全性<sup>[3]</sup>。

### 2.2 坡边硬化改造

(1) 地质勘察与设计优化。公路滑坡路段路基坡边硬化改造要求施工人员掌握现场实际情况，以全面的地质勘察作为

基础,减少工程项目实践操作中可能产生的问题。因此,其需要通过地质钻探、土工试验等方式查明滑坡体范围、土层结构和地下水的分布情况,评估结构稳定性确定具体的滑坡原因。优化施工设计时需要明确路线走向,避开工程项目施工中的高风险区域。如果遇到无法规避的区域,就应该优选选用抗滑桩、挡土墙等支挡结构提高结构稳定性,设置排水系统疏导地表和地下水,防止出现水体软化土体的情况。

(2) 严格控制施工关键环节。坡边硬化改造施工的要点在于清理坡面杂物、修整至设计坡率。落实这项操作时,应该检查混凝土的密实度,同时保证钢筋配置符合规范。利用水泥搅拌桩的方式处理地基时要通过试桩的方式确定工艺参数,确定工程施工的钻进速度、水泥掺量等,还要控制桩径、桩长和垂直度。

(3) 水泥硬化层施工。对坡边进行硬化改造时,可以采取喷射混凝土或者模筑混凝土的施工方式,施工人员应该分层涂抹混凝土并且保证振捣密实性,按照设计要求优化水泥浆配比,提高结构抗压强度<sup>[4]</sup>。为了增大结构硬度,其需要选择温度适中、湿度较高的施工时段,防止极端天气影响水泥凝结质量。

(4) 强化后期监测与维护。坡边硬化改造期间可能出现结构位移等问题,施工人员要布设位移计、测斜仪等设备,管理人员应在现场实时监控,避免出现结构变形问题。完成工程项目建设施工作业时候要定期巡检,检查硬化层的裂缝和排水系统淤塞情况,及时采取维护措施确保结构长期安全性。

### 2.3 清坡缓载工程

(1) 现场勘察。施工人员需要调查现场的水文结构和地基稳定性,明确滑坡的具体范围、滑动面位置及工程项目建设施工中的影响因素,在现有的基础上完善工程项目建设施工方案,构建施工便道、堆场、安全警示区等临时设施。

(2) 坡体清理与缓载减载。清理坡体时需要将机械操作与人工操作相互结合,分层清除坡体的松散物质,优先处理坡顶及坡体表层,减轻结构荷载。施工人员要采取削坡减载的方式调整边坡形态,控制清理顺序避免下部稳定土体遭受侵扰,还要设置临时堆土设施及排水沟减少工程施工中的水土流失问题<sup>[5]</sup>。

(3) 边坡支护与排水系统设置。构建支护结构时需要以锚杆格构梁、喷混凝土或者注浆加固等措施为主,以此提高结构稳定性。设置排水系统时,要以截水沟、排水沟和渗压计监测等方式为主,增强边坡排水能力,防止水体下渗引发滑坡问题。

(4) 监测验收。管理人员需要使用全站仪、测斜仪等动态监测边坡的位移与变形情况,结合工程项目建设施工要求做好材料、工序验收等工作,确保边坡稳定性达到标准。在最后

的收尾阶段还需要做好生态恢复与竣工验收工作,采用喷播绿化或者植生袋的方式恢复裸露坡面的植被,根据工程项目稳定性指标验收排水效能,加强工程综合建设施工质量控制效果。

## 3 公路滑坡路段路基施工技术优化措施

### 3.1 改进施工工艺提高路基稳定性

(1) 开挖与支护协同工艺。公路路基开挖与支护施工是公路滑坡路段路基施工的基础工艺,施工人员应在现场操作中采取开挖一段、支护一段的流水作业方式,开挖一定高度之后同步构建临时支护设施,为坡体提供可靠的支撑,防止长时间暴露引发坍塌。处理破碎岩层段时需要利用静态爆破的方式控制结构振动速度,避免滑坡路段受到扰动。在工程建设施工期间遇到特殊路段时,应该及时调整工艺技术,在滑坡前缘采用反压回填技术操作利用高透水性的块石或者碎石回填压脚,使得坡体抗滑力矩得以增加,还可以在滑坡后缘设置截水沟,在沟底铺设防渗膜,避免地表水下渗,防止坡体软化。

(2) 排水系统精细化施工。许多公路滑坡路段的形成都与区域含水量有关,施工人员在改进施工工艺时,应该做好地表排水工作,在滑坡范围外设置环形截水沟,保证排水畅通,还要在坡面上设施横向急流槽,将其与截水沟相互连接排走坡面雨水。开展地下排水施工时,可以将仰斜式排水孔与渗沟系统相互结合,在滑坡路段内置透水管包裹土工布防止出现堵塞现象,施工人员还要在排水沟内填充级配碎石,在底部铺设盲沟将水引到路基外侧。

(3) 优化路基填筑材料与压实施工。选择路基填筑材料时需要以透水性好、抗剪强度高的材料为主,优先选择级配碎石、块石等材料,在填筑过程中应该采取分层摊铺的方式,控制每一层的厚度,采用重型振动压路机进行碾压施工,借助小型夯实机不压边角区域,提高路基结构均匀性与密实度。

### 3.2 实时预警及时修正施工参数

(1) 构建多源传感器网络。在公路滑坡路段路基施工中实时预警时,可以构建多源传感器网络采集关键数据,掌握滑坡路段的具体土体深层位移、表面位移等情况,还能够明确工程建设施工中的降雨量、土体含水量等环境因素,结合滑坡路段的路基裂缝和倾角变化合理部署施工设备,采集精准的数据信息。一旦在工程建设施工期间出现轻量化滑坡等问题就可以及时通过警报系统完成布设,实现秒级预警响应。

(2) 构建边缘计算和云平台。以数据处理与预警机制的完善作为要点,通过边缘计算与云平台建设的方式在运控中心上传监测数据,利用5G技术等通信方法让管理人员实时掌握工程项目建设施工现场的情况,还可以借助多传感器数据融合算法分析坡体变形趋势。在监测过程中一旦发现监测值超过预设阈值,就可以让系统自动触发分级预警,以声光报警、短信推送等方式为主,在短时间内进行响应。施工人员还可以借助

机器视觉算法识别坡体表面的细微变化，提高早期预警能力，为滑坡路段路基施工参数的优化提供依据。

(3) 构建反馈机制动态调整设计与养护策略。在工程建设期间，应该通过反馈机制分析工程项目监测数据，为结构动态设计提供依据。当系统反馈位移速率突变，可以通过调整支护结构参数的方式优化结构性能。管理人员要通过预警信息驱动应急响应流程，组织施工人员对地基进行加固，还可以远程校准参数，优化路基设计，使其能够适应地质条件的变化。

### 3.3 重视生态防护

(1) 植被护坡。借助植物根系的力学效应和水文效应提高结构稳定性，针对容易发生滑坡问题的路段，施工人员可以加固植被护坡与石笼网、钢筋网格、锚杆等结构相互结合，形成复合防护体系，提高结构稳定性的同时产生长期生态效益。落实植被护坡操作时，应该优先选择根系发达、抗逆性强的乡土植物提高植被成活率，清理滑坡体之后对其进行平整处理，设置排水沟疏导地表水，防止水分积聚加剧滑坡风险。施工人员可以采用液压喷播、客土植生或者三维植被网等技术快速覆盖坡面，产生显著的生态效益。

(2) 生态网格结构。通过力学约束及生态协同的方式实

现防护，施工人员可以将植被根系穿过锚固孔与网格缠绕，形成复合锚固力之后增强坡体抗冲刷能力，形成的柔性结构还能够适应冻胀变形。构建和优化生态网格结构时，可以应用蜂窝网固土技术、填料固结技术、植物群落技术等，做好坡面平整、蜂窝网铺装、植被喷播等工作，体现生态友好性、经济性、适应性、耐久性特征。

(3) 生态袋护坡。选择具有透水不透土、抗化学腐蚀、抗生物降解能力的植被，做好水分分析、坡率设计等工作之后选择适当植物种子混合基质。在具体操作中，应该按照坡面清理、基础夯实、生态袋垒砌、填充物装填的顺序完成施工任务，通过植物根系加紧锚固提高结构稳定性。

## 4 结语

开展公路滑坡路段路基施工作业时，应该掌握具体的技术方法，明确工程项目建设施工要点，尤其需要将滑坡路段路基被动防治转向主动控制，提高公路结构稳定性。施工人员应改进施工工艺条路基稳定性、实时预警及时修正施工参数、重视生态防护等，结合滑坡路段的地质条件灵活调整路基施工方案，提高工程项目建设施工精度，满足新时期公路工程路基结构性能要求。

## 参考文献：

- [1] 殷文杰.高速公路滑坡路段工程施工技术分析[J].运输经理世界,2025,(27):17-19.
- [2] 韩志刚.高速公路路基边坡滑坡处治技术分析[J].交通世界,2025,(10):47-49.
- [3] 蒙永乐.公路路基滑坡稳定性评价及防治研究[J].西部交通科技,2024,(12):32-35+182.
- [4] 赵栋.某公路工程路基滑坡成因及处治措施分析[J].交通科技与管理,2024,5(01):140-142.
- [5] 吕永华.浅析路基滑坡的成因及防治措施[J].中国水运,2023,23(16):130-131+137.