

# 公路工程边坡防护的成本效益分析

陈永燕

(兰州交发建公路投资管理有限责任公司, 甘肃 兰州 730000)

**摘要** 为解决公路工程边坡防护的成本效益问题, 本文以某山区公路工程为例, 对边坡防护的成本与效益进行了深入研究。本文首先分析了边坡防护的重要性及其在公路工程中的应用现状, 然后详细介绍了项目中采用的各种防护措施, 如锚杆支护、植草护坡和排水系统建设。其次, 本文对这些措施的成本进行了详尽的分析, 通过成本与效益的对比, 指出边坡防护工程在经济和社会效益上的积极作用, 以期为类似工程提供参考。

**关键词** 公路工程; 边坡防护; 成本效益分析

中图分类号: U412

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0056-03

## 1 工程概况

某山区公路工程边坡防护项目位于降水量年均值约 800mm 的复杂地势区域, 公路总长 12.5km, 沿途地质以松散砂岩和页岩为主。项目主要针对因降雨和地质滑动可能导致的边坡稳定性问题, 采取了多种防护措施以保障道路的安全和畅通。首先, 项目在边坡稳固上采用了锚杆支护技术, 使用直径 32mm 的钢筋作为锚杆, 并且每隔 1.2m 设置一个锚点, 锚杆的平均长度为 4.5m。这一措施旨在通过增强边坡的整体稳定性来防止滑坡。

为了进一步提升边坡的防护效果, 项目还包括了植草护坡的环节。在边坡表面覆盖了厚度约 30cm 的土层, 并在其中种植了抗蚀性强的草本植物。这种方式不仅能提高边坡抗侵蚀的能力, 还能在一定程度上改善周边的生态环境。除此之外, 为了有效控制降雨对边坡可能造成的侵蚀, 项目特别设计了排水系统。这一系统包括沿边坡顶部设置的排水沟和边坡脚下的排水管。排水沟的宽度大约为 0.5m, 深度约 0.3m, 而排水管的直径为 150mm。通过这样的排水设计, 可以有效地引导雨水流走, 从而减少水对边坡的直接冲刷和侵蚀。该边坡防护项目的排水系统技术参数可见表 1。

## 2 公路工程边坡防护的成本效益分析

### 2.1 成本分析

该山区公路工程边坡防护项目的成本分析涉及多个方面的综合考量。首先是锚杆支护的成本, 考虑到锚杆的材质为高强度钢材, 每米成本为 180 元, 总计安装长度达到 1.5 万 m, 因此仅锚杆支护的总成本约为 270 万元。这一费用包括了材料购买、运输以及工人施工的人工费。锚杆支护的成本构成可见表 2。其次是植草护坡的成本, 涉及土壤改良、植被种植和后期维护等环节, 每平方米成本约为 15 元。考虑到项目的植草护坡面积约为 3 万 m<sup>2</sup>, 总成本达到 45 万元。植草护坡总成本构成可见表 3。

此外, 排水系统的建设是另一项重要开支。排水沟和排水管的建设成本每米约为 100 元, 整体长度约 5km, 总成本约 50 万元。除此之外, 还需考虑项目管理、设计、监理等间接费用, 预估约为项目直接成本的 10%, 即 36.5 万元。综上, 整个边坡防护项目的总成本约为 401.5 万元。

### 2.2 效益评估

该公路工程边坡防护项目的效益评估主要从安全性提升和长期经济效益两方面进行。安全性方面, 通

表 1 该边坡防护项目的排水系统技术参数

排水设施类型	尺寸 (cm)	材料	容量 (m <sup>3</sup> /小时)	维护周期 (月)	维护成本 (元/次)
排水沟	50×30	混凝土	10	6	500
排水管	直径 15	PVC	8	12	300
集水井	直径 100	混凝土	15	24	1000
渗水管	直径 20	HDPE	12	18	800

表 2 锚杆支护的成本构成

费用项目	描述	单价 (元/m)	数量 (m)	总成本 (万元)
材料购买成本	高强度钢材	100	15000	150.00
运输费用	材料运输至现场	10	15000	15.00
人工安装成本	锚杆安装人工费	40	15000	60.00
设备使用与租赁	钻孔与安装设备费用	-	-	30.00
施工管理费用	现场管理和协调	-	-	10.00
安全与质量控制	安全防护措施费用	-	-	5.00

表 3 植草护坡的成本构成

费用项目	描述	单价 (元/m <sup>2</sup> )	面积 (m <sup>2</sup> )	总成本 (万元)
土壤改良费用	土壤条件改良	3	30000	9.00
植被种植成本	植物种子或苗木	4	30000	12.00
植被养护初期费用	初期浇水和施肥	1	30000	3.00
运输及工人费用	植被运输和种植	1	30000	3.00
设备租赁费用	种植和养护设备	-	-	8.00
项目管理与监督	管理和质量控制	-	-	10.00

过实施锚杆支护和植草护坡,边坡稳定性得到显著加强<sup>[1]</sup>。在连续降雨季节中,边坡未发生滑坡事故,确保了道路的畅通,减少了因边坡不稳定导致的交通事故和道路封闭,间接减少了社会经济损失。以往该区域年均因边坡问题导致的直接经济损失约为 30 万元,考虑到项目的有效运行周期至少 20 年,长期来看,可以节约的直接经济损失总计约为 600 万元。此外,排水系统的建设有效减轻了雨水侵蚀,从而降低了道路维护成本。每年的维护成本由原先的 100 万元降低至 80 万元,20 年累计可节约约 400 万元的维护费用。同时,植草护坡的实施改善了道路周边环境,提升了景观价值,对于提升区域形象和吸引旅游有积极作用,虽难以量化,但对地方经济发展有间接促进作用。因此,综合考虑,该项目的总效益远超过其成本投入,不仅保障了道路的安全性,还带来了显著的经济和社会效益。

### 2.3 成本与效益对比

在对该山区公路工程边坡防护项目的成本与效益进行对比时,需从多个维度进行综合评估。项目的直接成本总计约为 401.5 万元,包括锚杆支护、植草护坡和排水系统等。这些措施提升了边坡稳定性,减少了由于边坡不稳定导致的道路维护和重建成本。从长期效益角度考量,项目有效预防了边坡滑坡,保障了道路畅通,降低了因道路关闭和交通事故带来的社会经济损失,各方面可节约的成本达到约 1000 万元。因此,从长远来看,该项目的总效益显著高于其成本,

具有良好的成本效益比。项目不仅提高了道路使用的安全性和稳定性,而且通过减少后期维护和修复工作,为政府和社会节约了大量资金。

### 2.4 长期效益考量

在长期效益考量方面,该公路工程边坡防护项目的积极影响体现在多个方面。首先是提高公路安全性,确保交通畅通,减少了因边坡不稳定导致的交通事故和道路封闭的风险,这对于提升该区域的交通安全和便捷性至关重要。其次,项目的实施对环境保护和生态改善也产生了积极影响。通过植草护坡,改善了道路周边的景观和生态环境,提升了地区的旅游吸引力,间接促进了当地的旅游业发展<sup>[2]</sup>。此外,该项目的实施也为类似山区公路工程提供了宝贵的经验和参考,对未来类似工程的规划和建设具有指导意义。长期来看,这些直接和间接效益的累积,将显著超过项目的初始投资成本,不仅在经济上带来回报,而且在社会、环境和技术层面产生深远的积极影响。因此,该公路工程边坡防护项目是一个在安全性、经济效益和生态效益上都取得了良好平衡的成功案例。

## 3 公路工程边坡防护的效益提升策略

### 3.1 技术创新与优化

在技术创新与优化方面,针对该山区公路工程边坡防护,可采取以下措施以提升效益。首先,应用高性能材料。使用高强度、耐腐蚀的新型合成材料替代

传统锚杆材料,如采用碳纤维复合材料,其强度是普通钢材的几倍,但重量仅为其一半<sup>[3]</sup>。这样的材料选择能显著降低结构负荷,提高施工效率,同时延长结构的使用寿命。各类锚杆支护技术参数对比可见表4。

其次,实施智能监测。利用先进的传感器技术,如微型地面位移传感器,实时监控边坡的移动和倾斜情况。配合大数据分析,可以实现对边坡稳定性的动态评估,及时发现风险并采取预防措施。此外,优化设计方案。运用计算机模拟和分析技术,对边坡防护结构进行优化设计,确保其在最大程度地满足安全需求的同时,减少材料和施工成本。例如,通过精确计算确定最佳锚杆长度和间距,避免资源浪费。

表4 各类锚杆支护技术参数对比

锚杆类型	直径 (mm)	抗拉强度 (MPa)	使用寿命 (年)	材料成本 (元 /m)
型钢锚杆	32	500	20	120
碳纤维锚杆	30	800	30	200
玻璃纤维锚杆	28	600	25	180
复合材料锚杆	30	750	28	220

### 3.2 环境综合治理

在环境综合治理方面,该公路工程应采取以下策略。

一是生态植被的恢复与优化。选用当地适应性强、生长周期长的植物进行植草护坡,如采用当地耐旱、抗蚀的草种,这些植物不仅能稳定边坡,还能提升生物多样性<sup>[4]</sup>。例如,选择深根系植物,其根系可加固土壤,提高抗侵蚀能力。

二是实施水资源管理与循环利用。建立雨水收集系统,收集边坡和道路表面的雨水,用于植被灌溉或其他非饮用目的,这样既减少了对地下水的依赖,又降低了道路维护成本。

三是推行绿色建设理念。在工程设计和施工中,应充分考虑环境保护,尽量减少对自然环境的干扰和破坏<sup>[5]</sup>。例如,选择环境友好型施工材料,减少噪声和尘埃污染,确保施工过程中的环境友好性。

通过这些综合性的环境治理措施,不仅能提高边坡的稳定性和持久性,还能提升项目对周边环境的整体贡献,增加公众对项目的认可度。

### 3.3 成本控制与管理

在成本控制与管理方面,对于公路工程边坡防护项目,实施精细化和系统化的成本管理至关重要。

一是进行成本预算的精确制定和严格执行是基础。例如,在项目启动阶段,对材料、人工、设备等各项成本进行详细预算,严格控制预算总额,确保每一项

开支都有明确的依据和控制目标<sup>[6]</sup>。

二是采用先进的项目管理工具和技术,如项目管理软件,实现成本的实时跟踪和管理。通过这些工具,可以监控成本的使用情况,及时调整策略以避免超支。

三是优化采购策略和施工方案,如采用集中采购以降低材料成本,选择施工方法和技术以减少施工时间和成本。例如,采用模块化施工技术,可以减少现场作业时间,降低劳动力成本。通过这些方法,不仅可以有效控制和管理成本,还能提高项目效率,确保项目按预算和时间计划顺利完成。

## 4 结语

本文通过深入分析某山区公路工程边坡防护的成

本效益,揭示了边坡防护在提高公路安全性和环境可持续性方面的重要性。通过对该项目的成本分析、效益评估以及成本与效益的对比,不仅阐明了边坡防护工程的经济合理性,还强调了其在提升道路安全性、环境美观性及社会效益方面的积极作用。本文提出了针对边坡防护工程的技术创新、环境综合治理、成本控制策略,旨在为类似公路工程提供参考和启示。

## 参考文献:

- [1] 王利. 高速公路工程边坡生态防护技术分析[J]. 四川建材, 2021, 47(09): 169-170.
- [2] 唐卫国. 公路工程路基高边坡防护的优化设计分析[J]. 黑龙江交通科技, 2018, 41(04): 60-61.
- [3] 党翠艳. 边坡防护技术在公路工程中的应用[J]. 交通世界, 2022(14): 61-63.
- [4] 王雄. 公路工程新型边坡防护技术[J]. 交通世界, 2021(33): 109-110.
- [5] 明德会. 公路工程边坡治理问题及质量控制措施研究[J]. 交通世界, 2019(07): 30-31.
- [6] 张志民. 某公路工程边坡植草防护失败的原因及对策[J]. 低碳世界, 2017(18): 233-234.