

公路边坡防护工程施工质量常见问题分析

杨方俊

云南交投公建隧道工程有限公司 云南 昆明 650118

【摘要】：公路边坡防护工程属于保证公路行车安全、延长公路使用寿命的关键基础设施，施工质量同公路运营稳定性、安全性息息相关。结合公路边坡防护工程施工实践，本文对目前施工过程中存在的坡面修整不规范、防护结构施工质量不达标、排水系统设置不合理、材料质量管控不严等问题进行了梳理，分析了各种问题产生的原因，结合实际工程案例，提出了相应的防控措施，为提高公路边坡防护工程施工质量、减少工程隐患提供一定的参考，促进公路工程高质量发展。

【关键词】：公路边坡；防护工程；施工质量；常见问题；案例分析

DOI:10.12417/2811-0722.26.04.039

1 引言

目前，部分公路边坡防护工程在施工过程中由于施工工艺不规范、质量控制不到位、材料选择不合理等原因，造成施工质量存在许多隐患，病害发生率居高不下。因此，对公路边坡防护工程施工质量常见问题进行系统分析，并结合实际案例探究其产生的原因及防控措施，对规范施工行为、提高工程质量、保证公路运营安全有重大的现实意义和工程价值。本文以多个公路边坡防护工程施工案例为基础，对常见的质量问题进行详细的分析，提出行之有效的解决办法，给相关工程施工提供一定的参考。

2 公路边坡防护工程施工质量常见问题成因分析

2.1 施工管理不到位

施工管理不到位是造成施工质量问题的一个主要原因。部分施工单位没有建立完善的质量管理制度，质量控制体系不健全，在施工过程中对各个环节的监督管理不到位。施工管理人员专业素质欠缺，对于边坡防护工程施工工艺、质量标准掌握不熟练，不能及时发现并解决施工过程中出现的各类质量问题。施工人员责任心差，施工过程中敷衍了事，不按施工规范、设计要求施工，随意简化施工工序，造成施工质量不合格。部分工程存在转包、分包现象，分包单位资质不够，施工技术水平低，缺少有效的质量控制，从而加重了施工质量问题的发生。同时监理单位监督职责落实不到位，监理人员没有按照规范要求进行现场监理，对施工中出现的违规操作、质量隐患不能及时制止和整改，造成质量问题遗留。

2.2 施工技术水平不足

施工技术水平的低劣是造成施工质量下降的一个重要因素。目前部分施工单位缺少专业的施工技术人员及施工队伍，施工人员大多为临时招聘，缺少系统专业培训，对边坡防护工程施工工艺、操作要点掌握不熟练，施工过程中出现操作不规范、技术失误等问题。部分施工单位没有使用先进的施工技术和施工设备，继续使用传统的施工方法，施工效率低，施工质量无法保证。坡面修整人工修整，精度达不到设计要求，锚杆

安装人工钻孔，孔径、孔深偏差大，喷播施工简单设备喷播厚度不均，影响防护效果。施工前没有做详细的施工技术交底，施工人员对设计要求、施工规范不清楚，造成施工过程中出现偏差。

2.3 设计方案不合理

设计方案是施工的依据，设计方案不合理会造成施工质量问题。部分设计单位在进行边坡防护工程设计的时候，没有对边坡的地质状况、水文环境、地形地貌等做详细的现场勘察，造成设计方案与实际施工情况不符。未根据边坡地质类型选择合适的防护形式，对高陡边坡没有分级防护，对地下水丰富的边坡没有设计有效的排水系统，造成防护结构不能适应现场实际情况，容易出现质量隐患。另外设计方案对于施工工艺、质量标准要求不明，部分设计参数不合理，例如锚杆长度、锚固深度、砂浆配比等设置不合理，造成施工过程中不能准确执行，影响施工质量。设计方案没有针对性，对不同类型的、不同条件的边坡使用相同的防护形式，不能发挥防护作用。

3 结合实际案例的质量问题及防控对策分析

3.1 浠水县 S201 省道黄溪冲路段边坡防护工程

3.1.1 工程概况

浠水县 S201 省道黄溪冲路段为二级公路改造升级为一级公路工程，原路路基宽 12 米，路面宽 9 米，改造后路基宽 23.5 米，十字路口设渠化设施。该路段边坡高、作业环境复杂，共设六级边坡，边坡防护采用坡脚混凝土挡土墙支护、挂网喷浆、增设主动防护网等工艺，施工过程中出现多项质量问题，经过整改后达到设计要求，成功入选全省公路安全隐患突出路段治理十大精品案例。

3.1.2 存在的质量问题

该工程施工初期存在的主要问题有以下几个方面，一是坡面修整不规范，部分边坡实际坡率小于设计坡率，局部呈直立状态，坡面平整度偏差大，浮土清理不彻底；二是挂网喷浆施工质量不达标，挂网锚杆间距过大、固定不牢固，喷浆厚度不均匀，部分区域基质脱落；三是排水系统设置不合理，截水沟、

急流槽纵向坡度不够,存在积水淤积现象,泄水孔设置数量不足,部分泄水孔堵塞;四是挡土墙施工存在缺陷,基础埋深不够,墙体砌筑灰缝不饱满,伸缩缝未按要求施工,墙体出现细微裂缝。

3.1.3 问题成因分析

经分析可知,本工程质量问题的主要原因有三个,施工管理不到位,施工人员责任心不强,没有按照设计要求进行坡面修整和防护结构施工,监理单位监督不到位,不能及时发现并制止违规操作;施工技术水平低,挂网喷浆施工人员缺少专业培训,对喷浆厚度、锚杆固定等操作要点掌握不熟练,施工设备简单,施工精度受影响;设计方案在施工过程中没有及时优化,对于高边坡复杂的地形,初期排水系统的设计没有考虑到雨水流速和积水排出的要求,造成排水不畅;材料存储不当,部分喷浆基质露天堆放,受潮湿环境影响,性能下降,影响喷播效果。

3.1.4 防控对策

规范坡面修整工序,施工前用专业测量设备精确放线,用坡度尺实时控制边坡坡度,每填筑3层复核一次坡率,保证坡面坡度符合设计要求;采用机械与人工相结合的方式对坡面修整,用专业工具保证坡面平整度,修整完成后及时清理坡面浮土、碎石,保证坡面干净、平整。

提高防护结构施工质量,严格控制挂网锚杆间距、锚固深度,锚杆安装后做锚固力检测,不合格的及时整改;优化喷浆基质配比,增加有机肥和保水剂含量,使用专业喷播设备,保证喷浆厚度均匀,喷播后及时覆盖无纺布保湿,促进植被生长;对挡土墙基础进行加深处理,保证基础埋深符合设计要求,砌筑时严格控制灰缝厚度和饱满度,按要求设置伸缩缝,填充沥青木板,防止墙体开裂。

完善排水系统,改善截水沟、急流槽的纵向坡度,保证雨水流速合理,防止积水淤积;增设泄水孔数量,间距1米设置,施工时及时清除管道内杂物,保证泄水孔畅通;在坡脚处设置集水井及横向排水管,形成完整的排水系统,及时排除地下渗水及坡面雨水。

加强施工管理、质量检测,建立完善的质量管理制度,明确各岗位人员职责,加强施工人员技术培训,提高施工人员技术水平和责任心;监理单位履行好监督职责,加强现场巡查,对违规操作及时制止并整改;建立完善的质量检测体系,加强对材料进场、施工过程及竣工验收的检测,保证工程质量符合要求。

经过整改之后,本工程边坡防护质量得到了明显的改善,土体冲刷、山石滚落等安全隐患被完全消除,道路交通安全也得到了保障。

3.2 沪昆高速某岩质边坡防护工程

3.2.1 工程概况

该路段为沪昆高速岩质高陡边坡防护工程,边坡高45米,坡度1:0.5,岩体为中风化砂岩,节理裂隙发育,局部有顺层软弱夹层,原设计用浆砌片石挡墙防护,运营5年以后出现挡墙外鼓、坡面掉块现象,最大位移达12厘米,严重威胁行车安全,需要进行专项整改。

3.2.2 存在的质量问题

该工程运行期间出现的质量问题主要有浆砌片石挡墙强度不够,挡墙外鼓、开裂,部分片石脱落;锚杆框架防护不符合设计要求,锚杆长度不够、锚固深度不够,框架混凝土强度不合格,有蜂窝、麻面等缺陷;排水系统不完善,挡墙没有设置泄水孔,墙后地下水积聚,软化土体,加重挡墙变形;坡面防护不到位,岩体节理裂隙发育区没有做有效的防护,坡面掉块严重。

3.2.3 问题成因分析

该工程质量问题的主要原因有以下几点,一是施工阶段材料质量控制不到位,使用的片石强度不够,砂浆配合比不合理,锚杆、钢筋质量不符合设计要求;二是施工工艺不规范,挡墙砌筑灰缝不饱满,锚杆安装过程中钻孔精度不够,锚固深度未达到设计要求,框架混凝土浇筑振捣不密实;三是设计方案不合理,原设计没有充分考虑到岩体节理裂隙发育的特点,采用的浆砌片石挡墙不能满足高陡岩质边坡的防护要求,且没有设计有效的排水系统,造成地下水积聚;四是后期养护不到位,没有定期对边坡防护结构进行检查和维护,及时发现和处理轻微病害,导致病害逐渐加重。

3.2.4 防控对策

更换不合格材料,使用强度符合要求的片石、高强度锚杆、钢筋,严格控制砂浆、混凝土的配合比,材料进场时必须进行严格的检验,不合格的材料不得使用;优化防护结构施工,布置5排预应力锚索,间距3米×3米,锚索长度25-30米,设计拉力800kN,通过主动施压改善岩体应力状态;框架梁用C30钢筋混凝土,截面尺寸0.6米×0.6米,浇筑过程中加强振捣,保证混凝土密实,防止出现蜂窝、麻面等缺陷。完善排水系统,在坡面上增设Φ110mm排水盲管,间距2m,呈梅花形布置,坡脚设置集水井和横向排水管,将地下水位降低4m,减小孔隙水压力,防止土体软化,在挡墙设置泄水孔,保证墙后积水及时排出,减轻挡墙受力。加强后期养护,建立定期巡查制度,每月对边坡防护结构进行一次检查,及时清理泄水孔堵塞物,修复破损的防护结构;坡面生态修复采用客土喷播技术,在框架梁网格内喷附10厘米厚种植基材,混合高羊茅、紫穗槐等种子,配合三维植被网固定,形成生物锚杆效应,抑制表层风化剥落。整改完毕之后,经过长时间的监测,该路段边坡稳定

性明显提高,防护结构没有明显的变形和破损,坡面掉块现象得到有效控制,保证了公路的安全运营。

4 公路边坡防护工程施工质量防控的通用对策

4.1 完善施工管理制度,强化现场管控

建立完善的施工质量管理体系,明确各个岗位人员的职责,制定详细的施工质量控制方案,对施工过程中的各个环节进行规范化管理。加强施工人员专业培训和职业道德教育,提高施工人员技术水平和责任心,保证施工人员按照施工规范、设计要求进行施工。加强现场管理,设置现场巡查制度,安排专业的管理人员、监理人员在施工现场24小时值班,对施工过程中存在的质量问题及违规操作及时纠正,对质量隐患予以制止并整改。严格按照施工工序验收制度执行,上一道工序验收合格后,才能进行下一道工序的施工,保证施工质量层层把关。

4.2 提升施工技术水平,优化施工工艺

加强施工技术研发与推广,采用先进的施工技术、施工设备,提高施工效率、施工质量。使用机械坡面修整设备提高坡面平整度和坡度精度,用专业喷播设备保证喷播厚度均匀,用钻孔机进行锚杆钻孔提高孔径、孔深精度。施工前做好技术交底工作,向施工人员交代设计要求、施工工艺、操作要点、质量标准等,保证施工人员正确执行施工技术。根据不同的边坡类型、不同的施工条件,优化施工工艺,制定出相应的施工方案,高陡岩质边坡采用预应力锚索框架梁防护,地下水丰富的边坡加强排水系统施工,保证防护效果。

4.3 优化设计方案,增强针对性和可行性

设计单位在边坡防护工程设计前要开展详细的现场勘察工作,全面掌握边坡的地质状况、水文环境、地形地貌等实际情况,根据工程实际需求制定出科学合理、有针对性的设计方

案。根据边坡类型、坡度、地质条件等选择合适的防护形式和材料,确定施工工艺及质量标准,保证设计方案满足实际施工需要。加强设计方案审核、优化工作,由专业技术人员对设计方案进行审核,找出设计不合理、参数不适当等问题并及时予以修正和完善。施工过程中如果现场情况与设计方案不符,应立即同设计单位联系,对设计方案进行调整、优化,保证设计方案的可行性、适用性。

4.4 完善质量检测体系,强化全程检测

建立完善的质量检测体系,配备专业检测人员及检测设备,确定检测项目、检测频率、检测标准,对施工全过程进行质量检测。材料进场时严格检验,保证材料质量合格;施工过程中对坡面坡度、平整度、锚杆锚固力、混凝土强度、排水系统通畅性等重要指标及时检测,发现问题及时整改;工程竣工验收时进行全面检测,保证工程质量符合设计要求和规范标准。加强检测人员专业培训,提高检测人员技术水平、责任心,保证检测结果准确可靠。建立检测档案,对检测数据进行详细的记录和归档,方便以后查阅和追溯,为工程质量评价和后期养护提供依据。

5 结论

公路边坡防护工程施工质量直接影响到公路运营安全、稳定,今后公路边坡防护工程施工中应坚持“质量第一、安全至上”原则,不断改进施工管理制度,提高施工技术水平,加强质量控制,完善防控措施,根据工程实际情况,有针对性地解决施工过程中出现的质量问题,保证公路边坡防护工程质量满足设计要求和规范标准,为公路安全、稳定、长效运营提供保障。边坡防护工程施工技术与推广,推进公路边坡防护工程向绿色、环保、高效方向发展,助力我国公路建设事业高质量发展。

参考文献:

- [1] 彭成铭,汤建昆.数字化孪生技术在公路高边坡工程施工安全风险评估中的应用[J].科技与创新,2026,(03):242-244+248.
- [2] 代章磊.高海拔高寒区山区公路施工关键技术与变形监测研究[J].广东建材,2026,42(02):149-152.
- [3] 蒋诗波.公路高边坡防护施工关键技术分析[J].常州工学院学报,2025,38(06):13-19+51.
- [4] 路盼.高速公路边坡滑坡群抗滑桩施工技术研究[J].工程建设与设计,2025,(24):189-191.
- [5] 范群保,陈朝阳.高速公路路基边坡防护施工技术研究[J].全面腐蚀控制,2025,39(12):275-277.