

# 山区公路桥梁施工难点及安全保障措施研究

周 坤

湖北交投致远新材科技有限公司 湖北 鄂州 436000

**摘 要：**山区公路桥梁是山地交通路网建设的核心组成部分，施工环境复杂、作业约束条件多，施工安全管控始终是工程建设的重要内容。山地特殊的地形、气候与场地条件，催生各类施工难点与安全隐患，容易干扰施工推进与现场安全稳定。本文结合山区桥梁施工的环境特性与作业规律，系统梳理基础施工、上部结构施工、现场运输作业中的突出难题，分析各类环境衍生的施工风险，搭建适配山地场景的专项安全保障体系，从防护技术、现场管理、应急能力三个维度完善优化路径，持续完善山区桥梁施工安全管控体系，提升山地桥梁工程施工的安全稳定性。

**关键词：**山区公路；桥梁施工；施工难点；安全保障；施工管控

**引言：**山地交通路网的完善建设，是打通山区交通脉络、完善区域交通格局的重要支撑。公路桥梁作为山区道路的关键控制性工程，施工质量与安全状态直接影响路网建设成效与通行稳定性。山地独特的地貌水文与气候条件，让桥梁施工区别于常规平原施工，作业受限因素多、高危施工工序占比高，安全风险防控压力更大。现阶段山地桥梁施工仍存在防护针对性不足、管控精度偏低、应急保障不完善等问题。依托施工环境与作业特点梳理核心施工难点，搭建全方位安全保障体系，能够有效规范现场施工状态，筑牢工程施工安全底线。

## 1 山区公路桥梁施工环境与施工特性分析

### 1.1 山区施工地形地貌特征

山区地形结构相对复杂，整体地势起伏落差较大，地表形态存在明显的不规则变化。山体坡面陡峭多变，沟谷纵横交错，平整开阔的施工场地较为稀缺。区域内地层分布杂乱，岩土结构稳定性存在差异，局部坡面易出现松散土石堆积的情况。特殊的地形条件会限制施工空间的拓展，施工设备摆放、材料堆放、作业区域规划都会受到地形约束。山地走势的不规则变化，也让施工线路排布难以保持规整状态，大幅提升现场布设的整体难度<sup>[1]</sup>。

### 1.2 山区气候与水文环境特征

山区气候状态具备较强的不确定性，天气变换节奏更快，局地性气象变化较为突出。山地海拔差异会造成局部温度、湿度分布不均，昼夜温差变化幅度相对明显。多雨季节降水集中，山间汇水速度快，地表径流会快速冲刷坡面与施工区域。山谷地带容易积聚雾气，降低施工现场能见度，干扰正常施工推进节奏。山间水系分布零散，水文状态易受天气影响出现波动，对露天施工工序形成持续干扰。

### 1.3 山区公路桥梁施工整体作业特点

山区公路桥梁施工依托山地地形开展，作业空间整体较为狭小，施工布局呈现分散化状态。多数施工区域临近坡面、沟壑，作业点位高差显著，高空作业、临边作业占比更高。施工工序排布需要适配地形走势，标准化、规模化的施工模式难以直接套用。现场作业流转效率偏低，材料转运、设备移位的操作流程更为繁琐。外界环境对施工开展的干预程度较强，施工推进节奏容易出现波动，整体作业具备复杂度高、可控性弱的特点。

### 1.4 山区场地施工受限条件分析

山区施工场地可利用空间有限，难以规划大面积的临时作业区域与物料仓储区域。通行道路狭窄崎岖，大型施工设备进场、退场及日常转运都会受到阻碍。山地地质稳定性不足，临时场地硬化、支架搭设、便道修建都需要额外把控基础稳定性。复杂的外界环境会压缩有效作业时长，各类突发环境变化都会打断施工进度。场地、交通、地质、环境多重限制因素相互叠加，让山区桥梁施工的组织难度、管控难度远高于平原地区施工场景。

## 2 山区公路桥梁核心施工难点分析

### 2.1 基础工程施工难点

山区桥梁基础施工依托复杂山地地质开展，土层结构杂乱不均，岩体风化程度存在较大差异。地基土层承载力分布不均匀，基础开挖成型难度偏大，开挖作业中容易出现边坡失稳、土石滑落等问题。山间沟谷区域土体含水量偏高，地基固结状态不稳定，常规基础施工工艺无法适配现场地质条件<sup>[2]</sup>。基础施工环节需要处理不规则岩层与松软土层，作业规整度难以把控。地质结构的不确定性，让基础施工前期勘测与施工调整工作更为繁琐，地基成型质量难以保持统一标准，对整体结构稳定

性建设形成极大制约。

## 2.2 墩台及上部结构施工难点

山区桥梁多依托高差地形布设，墩体设计高度普遍偏大，墩台施工整体处于高空作业状态。高空作业环境开阔无遮挡，自然风扰动明显，施工操作精度容易受到干扰。墩台浇筑、模板搭设、钢筋布设等工序对作业精度要求较高，狭小作业空间会限制施工操作开展。上部结构施工跨度布置受山地地形约束，构件拼装、现浇作业的施工基准难以统一。结构施工过程中，竖向与横向施工精度把控难度提升，结构线形控制、构件对接规整度都需要投入大量管控工作，施工容错空间相对狭小。

## 2.3 施工运输与临时工程搭建难点

山区外部通行路线曲折狭窄，大型构件、施工设备与建材运输工作存在较大阻碍。山间道路坡度起伏大，路面承载条件有限，大件物料转运稳定性不足，转运效率整体偏低。施工现场可利用空地稀缺，临时办公区域、物料堆放区域、加工场地的规划空间严重不足。临时便道修建需要顺应山地走势，场地平整、路基加固的施工成本与施工难度大幅增加。临时工程搭建完成后，易受降水、坡面径流、山体风化影响，整体稳定性维持难度更高，需要持续开展维护修整工作。

## 2.4 现场作业环境衍生施工难点

山区特殊的自然环境会衍生出各类施工阻碍因素，持续影响桥梁施工整体推进。山谷气流变化无规律，雾气、阴雨天气出现频次较高，大幅压缩有效作业时长。坡面土体长期暴露在自然环境中，岩土状态易发生改变，轻微扰动就可能引发坡面松动。露天施工工序无法隔绝外界环境干扰，温湿度变化会影响混凝土成型、结构固化的整体效果。复杂多变的现场环境，提升施工偏差出现概率，也增加现场隐患排查与施工质量管控的整体难度。

# 3 山区公路桥梁施工专项安全保障体系构建

## 3.1 施工人员安全作业保障体系

山区公路桥梁施工多以高空、临边、陡坡作业为主，作业场景具备较高的安全风险属性。人员安全保障体系建设围绕现场作业行为规范、作业防护落实、风险认知提升展开搭建<sup>[3]</sup>。体系针对山区特殊作业场景设定专属作业准则，明确不同施工岗位的操作规范与履职边界，杜绝违规作业行为滋生。全面落实岗位防护配置，根据高空作业、坡面作业、基坑作业等不同场景，配齐对应的防护设施与防护用具。常态化开展作业风险宣讲与实操规范引导，加深人员对山地施工隐性风险的认知程度。完善岗位作业约束机制，规范作业流程与操作习

惯，从人为管控层面降低安全隐患滋生概率，筑牢现场作业的人员安全基础。

## 3.2 施工设备与物料安全保障体系

施工设备与建材物料是山区桥梁施工推进的核心载体，运行与存放状态直接影响现场整体安全水平。设备安全管理围绕进场核验、日常运维、场景适配管控展开，搭建全周期设备保障模式。进场设备完成性能检测与工况核查，不符合山地施工条件的设备禁止投入作业流程。定期开展设备零部件检修、磨损排查与性能调试，规避设备老化、故障引发的安全问题。物料管理聚焦存储、转运、使用全流程，结合山区潮湿、多降水的环境特点，设置防潮、防风、防冲刷的存放区域。规范物料堆放方式与堆放高度，规避物料滑落、堆积坍塌等问题，保障设备运行稳定与物料使用安全。

## 3.3 施工现场环境安全保障体系

山区施工环境复杂多变，地形、水文、气象等自然条件都会带来持续性安全干扰。现场环境安全保障体系聚焦场地规整、坡面防护、排水疏导、隐患防控多个维度开展建设。结合山地地形特点规整施工区域，加固松散坡面与临时作业场地，规避土石滑落、边坡坍塌等险情。搭建完善的现场排水系统，疏导山间降水与坡面径流，减少积水浸泡引发的场地沉降、基底失稳问题。针对雾气、大风、强降雨等恶劣天气设置专项防护方案，及时调整现场作业布局，封闭高危作业区域。持续排查场地环境的隐性隐患，动态优化现场防护布局，构建适配山地露天施工的环境安全屏障。

## 3.4 施工全过程安全管控体系

全过程安全管控打破阶段性管控的局限，将安全管理要求融入施工筹备、现场作业、工序交接、场地收尾全部环节。施工筹备阶段完成整体安全规划，梳理各工序风险点位，提前布设防护措施与管控方案。作业实施阶段细化分区分管，针对高空施工、基础开挖、构件安装等高风险工序加大管理力度，细化日常巡查与隐患排查频次。工序交接阶段落实安全核查流程，确认作业区域无遗留隐患后，再推进后续施工内容。收尾阶段规整现场设施、清理施工遗留杂物，消除场地残留安全问题。全周期的管控模式可以填补分段管理存在的管控空白，搭建闭环式安全管理框架，稳定山区桥梁施工整体安全状态。

# 4 山区公路桥梁施工安全管控优化策略

## 4.1 施工安全防护技术优化策略

山区公路桥梁施工常年处于复杂露天环境，地形起伏大、作业点位分散、高危工序占比高，常规防护手段

只能满足基础防护需求,无法应对多变的山地施工风险。防护技术升级需要立足现场实际工况,针对各类高危作业场景更新防护思路与技术手段。高空墩台浇筑、上部结构拼装作业中,传统临时防护结构稳定性不足,抵御外界环境干扰的能力偏弱。可以更换稳定性更强的封闭式防护体系,加固作业平台支撑结构,完善临边围挡与防坠构造,提升高空作业区域整体防护等级。坡面与基坑作业区域需要强化土体加固技术,通过科学支护方式稳固松散岩土结构,削弱坡面松动、土石滚落带来的安全威胁<sup>[4]</sup>。针对山区多雨、多雾、大风的气候特征,优化作业面防滑、防渗、抗风防护工艺,弱化恶劣天气对施工操作的负面影响。结合不同工序的风险差异定制专属防护方案,补齐传统防护体系通用性过强、针对性不足的短板,逐步搭建适配山区复杂工况的专项防护技术体系。

#### 4.2 现场安全管理模式优化策略

山区桥梁施工场地分散、作业区域跨度大,传统粗放式管理模式存在覆盖范围不足、管控力度不均等问题,整体管理精细度难以适配现代化施工安全标准。现场管理模式优化需要从制度细化、区域划分、责任落实等方面逐层完善,搭建精细化、全覆盖的现场管理体系。依据施工点位分布、工序类型与风险等级划分独立管控区域,明确各区域管控重点与管理职责,彻底消除现场管控盲区。细化各道施工工序的安全管理标准,统一现场作业约束尺度,杜绝随意化、粗放化的作业行为。建立常态化巡查排查机制,重点关注隐蔽施工部位、高危作业工序,及时发现并整改现场存在的隐患问题。理顺现场层级管理权责,把安全管理要求细化到每一处施工环节,推动安全管理贯穿施工筹备、现场作业、工序收尾的全部阶段,持续提升现场安全管理的规范性与系统性。

#### 4.3 应急安全保障能力优化策略

山区特殊的地形条件导致施工场地相对闭塞,外部救援通道通行效率偏低,突发险情处置难度更大,完善的应急保障体系是稳住施工安全底线的关键。应急能

力建设需要围绕预案细化、物资布设、实操训练、风险预警多维度推进升级。结合山地施工常见的边坡不稳、局部坍塌、极端天气侵袭等隐患,细化各类突发状况的处置流程,优化预案内容细节,提升预案的实操指导价值。按照施工区域布局分散的特点,合理布设物资储备点位,就近存放抢险、防护、救援类物资,保障突发状况出现后可以快速启动处置工作。定期组织现场人员开展险情处置训练,积累现场避险与隐患处置经验,提升人员应急实操素养。搭建常态化环境监测与风险预警机制,捕捉现场环境变化带来的风险征兆,提前落实防控准备,压缩险情响应时间,全面强化山区桥梁施工整体应急防控水平<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

山区公路桥梁施工受地形、气候、场地等多重客观因素制约,施工流程复杂且安全风险点位繁多。梳理山地施工的环境特性与作业受限条件,剖析基础工程、上部结构及现场作业的各类施工难点,可以精准定位现场安全管控的薄弱环节。通过搭建人员、设备、环境、全流程多维安全保障体系,结合防护技术升级、管理模式优化、应急能力完善的优化策略,能够系统性补齐山地桥梁施工的安全管控短板。整套管控体系贴合山区施工实际工况,可为同类山地桥梁工程安全建设提供规范化参考。

#### 参考文献

- [1]牛波.道路桥梁隧道工程施工中的难点及其改进措施[J].文渊(中学版),2022(6):343-345.
- [2]汪逵.道路桥梁工程现场施工管理难点和应对策略[J].门窗,2023(14):157-159.
- [3]乔建锦,张强.山区公路桥梁施工难点和施工管理策略[J].建材与装饰,2025,21(17):121-123.
- [4]赵龙.山区高速公路桥梁施工难点和管理措施分析[J].建筑与装饰,2023(8):65-67.
- [5]李远.山区高速公路桥梁施工难点和施工管理策略研究[J].交通世界(中旬刊),2022(12):176-178.