

# 山区公路工程施工难点与对策分析

胥晓勇

汉中市南郑区农村公路管理站 陕西 汉中 723100

**摘要：**山区公路工程是推动区域发展、改善交通条件的重要基础设施，具有施工环境复杂、技术要求高等特点。然而，受地形复杂、地质恶劣、气候多变、场地受限及生态脆弱等因素影响，施工难度大、成本高，质量和安全风险突出。本文系统分析了施工中的主要难点，并提出针对性对策，旨在为山区公路建设提供参考，提升工程建设水平与综合效益。

**关键词：**山区公路工程；施工难点；对策分析

## 1 引言

随着我国经济和城市化的发展，山区公路建设需求日益增长。作为连接山区与外界的重要通道，其对资源开发、经济交流、改善民生及乡村振兴具有重要意义。然而，受复杂地形、特殊地质及多变气候等因素影响，山区公路施工面临诸多挑战，如选线困难、地质风险、生态保护等，远比平原地区复杂。如何在确保质量、安全和进度的前提下有效应对这些难题，已成为当前山区公路建设的关键课题。深入研究其施工难点与对策，对提升建设水平、保障工程顺利实施具有重要现实意义。

## 2 山区公路工程施工难点分析

### 2.1 地形复杂带来的施工难题

山区地形复杂，起伏大、陡峭且高差显著，给公路选线、测量和施工带来诸多挑战。选线需考虑地形尽量避开不良地质，但实际操作中难以找到理想路线，增加了选线难度与不确定性。测量阶段，传统方法在陡坡深谷难以实施，需使用无人机或三维激光扫描等技术，这不仅提升成本还要求更高的专业技能，同时数据准确性受影响可能导致设计偏差。施工方面，场地平整耗时费力效率低，材料运输因道路狭窄弯多坡陡，只能依赖小型工具多次转运，增加成本延长周期。大型设备受限于狭窄场地难以展开作业，进一步影响施工进度。这些因素共同制约了山区公路建设的顺利进行。

### 2.2 地质条件恶劣引发的施工风险

山区地质复杂，岩层破碎、断层、滑坡和泥石流等不良地质现象频发，对公路施工安全和质量构成严重威胁。岩层破碎区稳定性差，易发生坍塌，尤其在隧道和边坡开挖时需特殊支护如锚杆和喷射混凝土，增加了成本与难度。不当处理可能引发严重事故。断层地带岩石破碎且地下水活动频繁，导致隧道涌水和边坡渗水，影响进度并威胁安全，需采用注浆加固或桩基础等地基处

理方法增加技术难度和造价。滑坡和泥石流突发性强、破坏力大，在不利气象条件下可能发生灾害，冲毁工程造成重大损失。因此，施工前需进行详细地质灾害评估，并采取挡土墙、抗滑桩等防治措施，但这些措施实施困难且耗费巨大，增加了整体工程成本。

### 2.3 气候多变对施工的影响

山区气候多变，垂直分异和局地性明显，对公路工程施工造成多重不利影响。降雨强度大且历时短，易引发山洪和泥石流，导致施工现场泥泞、作业受阻，边坡失稳及路基沉降等问题，需额外设置排水系统和防雨措施增加成本。气温变化剧烈，昼夜温差大，低温使混凝土等材料受冻，需采取保温措施如暖棚和加热设备，增加了施工复杂性和费用；高温则可能导致人员中暑和材料性能变化，影响工程效率与质量<sup>[1]</sup>。此外，山区风力强劲，特别在高山峡谷，强风可能干扰施工机械运行，破坏临时设施和结构，如吹倒脚手架、刮断电线等，需采取加固和防风屏障等措施以保障安全。这些气候因素共同提升了施工难度和成本。

### 2.4 施工场地受限导致的施工困难

山区公路工程因沿山体或河谷布设，施工场地狭窄，限制了设备布置、材料堆放和人员作业。大型设备难以展开高效作业，如隧道施工中只能用小型设备分部开挖，增加了难度和工期，同时频繁调动设备也提升了成本和风险。材料堆放受限，需少量多次供应，增加了运输次数与成本，并可能造成供应延误，不当堆放还可能引发安全事故。施工人员在有限空间内作业困难，协作不便，劳动强度加大且安全风险升高，例如边坡防护施工时，由于作业空间小，安全措施难实施易发生坠落事故。这些因素共同导致施工效率低下和成本增加。

### 2.5 生态环境脆弱带来的保护压力

山区生态环境脆弱，生物多样性丰富，公路建设易

造成植被破坏、水土流失和野生动物栖息地丧失等问题,需重视生态保护以实现协调发展。公路施工导致土壤裸露,增加水土流失风险,需采取植树造林、种草护坡等措施,但这增加了成本与实施难度。施工还可能干扰野生动物,选线时需考虑其习性和迁徙路线以减少影响,这要求进行大量生态调查,增加前期成本与复杂性。此外,施工产生的噪声、粉尘和废水等污染物也对环境和居民生活带来负面影响,需通过降噪设备、防尘网和污水处理设施等手段控制污染,但这也提高了工程成本和管理难度。

### 3 山区公路工程施工难点应对对策

#### 3.1 针对地形复杂的应对措施

##### 3.1.1 优化选线设计

在选线阶段,充分利用现代地理信息技术,如地理信息系统(GIS)、遥感技术(RS)等,对山区地形进行详细的地形地貌分析和评价。结合工程的经济性、安全性和环保性要求,综合考虑地形起伏、地质条件、生态环境等因素,选择最优的路线方案。尽量避开陡峭山坡、深谷和不良地质区域,减少工程量和对环境的影响。同时,对于无法避开的复杂地形地段,可以采用隧道、桥梁等结构形式穿越,以降低施工难度和提高行车安全性。

##### 3.1.2 光扫描等先进的测量技术和设备

无人机测量具有机动性强、灵活性高、成本低等优点,能够快速获取大面积的地形数据,尤其适用于陡峭山坡和深谷地带的测量工作。三维激光扫描技术可以高精度地获取物体表面的三维坐标信息,生成真实的三维地形模型,为施工设计和测量提供准确的数据支持。通过采用这些先进技术,提高测量工作的效率和准确性,减少测量误差对施工的影响。

##### 3.1.3 合理规划施工场地和运输方案

在施工前,对施工场地进行详细的规划和布置,充分利用有限的场地空间,合理安排施工设备、材料堆放和人员作业区域。对于施工场地狭窄的问题,可以采用分层施工、流水作业等方式,提高施工场地的利用率。在材料运输方面,根据山区道路的特点,选择合适的运输工具和运输路线<sup>[2]</sup>。对于大型设备和材料,可以采用分段运输、现场组装的方式,减少运输难度。同时,加强与当地交通管理部门的沟通协调,确保运输道路的畅通和安全。

#### 3.2 应对地质条件恶劣的策略

##### 3.2.1 加强地质勘察工作

在施工前,进行详细、全面的地质勘察,采用多种勘察手段,如钻探、物探、槽探等,深入了解施工区域

的地质构造、岩土性质、地下水情况等。通过地质勘察,准确掌握不良地质现象的分布范围和特征,为施工设计和施工方案的制定提供可靠的地质依据。同时,建立地质灾害预警机制,加强对施工区域地质灾害的监测和预报,及时发现和处理潜在的地质灾害隐患。

##### 3.2.2 采取有效的地质灾害防治措施

针对不同的不良地质现象,采取相应的防治措施。对于岩层破碎区域,采用锚杆支护、喷射混凝土支护、钢架支护等联合支护方式,增强岩层的稳定性。在隧道施工中,根据围岩情况,合理选择开挖方法和支护参数,及时进行初期支护和二次衬砌,确保隧道施工安全。对于断层地带,采用注浆加固、桩基础等措施,提高地基的承载能力和稳定性,防止隧道涌水和边坡渗水。对于滑坡和泥石流易发区,设置挡土墙、抗滑桩、排水沟、拦砂坝等防治工程,降低地质灾害的风险。同时,加强对防治工程的监测和维护,确保其长期有效运行。

##### 3.2.3 优化施工工艺和方法

根据地质条件的特点,优化施工工艺和方法。在边坡开挖过程中,采用分层开挖、及时支护的方式,避免边坡暴露时间过长导致失稳。对于高边坡,可以采用预应力锚索加固、格构梁防护等技术,提高边坡的稳定性。在隧道施工中,根据围岩级别,合理选择全断面法、台阶法、分部开挖法等开挖方法,减少对围岩的扰动。同时,加强施工过程中的地质超前预报工作,及时掌握前方地质情况,调整施工方案,确保施工安全。

#### 3.3 应对气候多变的举措

##### 3.3.1 制定针对性的施工计划

根据山区气候特点,制定科学合理的施工计划。在雨季来临前,合理安排施工进度,优先完成对气候条件较为敏感的工程部位,如路基填筑、边坡防护等。同时,加强对施工现场的排水设施建设,确保在降雨期间能够及时排除积水,减少雨水对施工的影响。在冬季施工时,提前做好防寒保暖措施的准备,如采购保温材料、调试加热设备等。根据气温变化情况,合理安排施工时间,避免在低温时段进行混凝土浇筑等对温度要求较高的作业<sup>[3]</sup>。在夏季高温天气,调整施工人员的作息时间,采取错峰施工的方式,避免高温时段作业。同时,为施工人员提供充足的防暑降温用品,确保施工人员的身体健康。

##### 3.3.2 加强气象监测和预警

建立完善的气象监测系统,实时掌握施工区域的气象变化情况。与当地气象部门保持密切联系,及时获取气象预报信息,特别是暴雨、大风、高温、低温等极

端天气预警。根据气象预警信息,提前做好防范措施,如停止露天作业、加固临时设施、转移施工设备和材料等,确保施工安全和工程进度。

### 3.3.3 改进施工材料和工艺

针对气候多变对施工材料和工艺的影响,进行相应的改进。在混凝土施工中,选用适合不同气候条件的外加剂,如防冻剂、缓凝剂等,以提高混凝土的抗冻性、抗裂性和耐久性。在高温天气下,采用遮阳、喷水降温等措施,降低混凝土的浇筑温度,防止混凝土因温度过高而产生裂缝。在防水材料的选择上,选用耐候性好、抗老化能力强的材料,以适应山区多变的气候环境。

## 3.4 解决施工场地受限问题的方法

### 3.4.1 采用小型化、模块化施工设备

针对施工场地受限的情况,选用小型化、模块化的施工设备。这些设备具有体积小、重量轻、操作灵活等优点,能够在狭窄的施工区域内展开作业,提高施工效率。例如,采用小型隧道掘进机、微型挖掘机等设备进行隧道开挖和土方施工。同时,将施工设备进行模块化设计,便于设备的运输、安装和拆卸,减少设备在施工现场的占用空间。

### 3.4.2 优化施工组织和管理

加强施工组织和管理,合理安排施工顺序和施工流程,提高施工场地的利用率。采用流水作业、平行作业等方式,使各个施工环节紧密衔接,减少施工过程中的等待时间和场地占用时间。加强对施工人员的培训和管理,提高施工人员的操作技能和安全意识,确保施工人员在有限的场地内能够高效、安全地进行作业。

### 3.4.3 加强材料管理和供应

建立科学的材料管理制度,合理控制材料的库存量。根据施工进度和材料需求计划,及时采购和供应材料,避免材料积压和浪费。采用集中采购、统一配送的方式,减少材料运输次数和成本。同时,在施工现场设置合理的材料堆放区域,对材料进行分类存放、标识清晰,确保材料的取用方便和安全。

## 3.5 加强生态环境保护的措施

### 3.5.1 强化生态环保意识

在山区公路工程建设过程中,加强对全体参建人员的生态环境保护宣传教育,提高大家的生态环保意识。通过开展培训、讲座、宣传栏等形式,使参建人员充分

认识到生态环境保护的重要性,自觉遵守生态环境保护法律法规和相关规定,将生态环境保护理念贯穿于工程施工的全过程。

### 3.5.2 制定科学合理的生态保护方案

在施工前,委托专业的环保机构进行环境影响评价,根据评价结果制定科学合理的生态保护方案。方案应明确生态环境保护的目标、任务、措施和责任,涵盖施工过程中的各个环节,如土地占用、植被保护、水土保持、野生动物保护等<sup>[4]</sup>。在施工过程中,严格按照生态保护方案的要求组织实施,加强对生态环境保护工作的监督检查,确保各项措施落实到位。

### 3.5.3 采取有效的生态保护和恢复措施

在施工过程中,尽量减少对植被的破坏。对于必须占用的林地和草地,采取异地补植、植被恢复等措施进行补偿。加强对施工现场的水土保持工作,设置完善的排水系统、沉砂池、挡土墙等设施,防止水土流失。在施工结束后,及时对施工场地进行清理和整治,采取植树造林、种草等生态恢复措施,修复受损的生态环境。同时,加强对野生动物的保护,设置野生动物通道、保护标志等,减少对野生动物栖息地的干扰。

## 结语

山区公路工程施工面临地形复杂、地质恶劣、气候多变、场地受限及生态脆弱等多重挑战,需通过优化选线、采用先进测量与小型设备、加强地质勘察与灾害防治、科学安排施工计划及强化生态保护等措施加以应对。未来应加强技术与管理创新,提升施工水平和装备能力,完善环保措施,强化协同合作,确保工程质量、安全与生态协调。通过系统施策,推动山区公路建设高质量发展,为区域经济和乡村振兴提供有力支撑。

## 参考文献

- [1]牛柏超,毛强.山区公路路基工程施工技术难点与质量控制研究[J].汽车周刊,2025,(03):232-234.
- [2]王凯旋.山区高速公路施工的难点与施工措施[J].科学中国人,2017,(20):173.
- [3]张建强.精细化管理在山区公路施工中的应用[J].石河子科技,2025,(02):60-61.
- [4]杜永祥.山区公路高填深挖路基施工技术研究[J].交通世界,2025,(Z1):69-71.