

# 浅谈山区公路安全设施系统设计

马凤瑶

山西晋城公路规划勘察设计院有限公司 山西 晋城 048000

**摘要：**随着交通路网在山区的大规模拓展，山区公路在促进区域经济发展、加强地域联系等方面发挥着日益重要的作用。本文聚焦山区公路安全设施系统设计，先分析山区公路地形复杂、地质不稳定、气候恶劣及交通组成复杂等特点，进而提出安全性、系统性、适应性、经济性和环保性设计原则。在此基础上，详细阐述交通标志、标线、护栏、视线诱导设施的设计要点，包括分类、设置要求、材料选择、性能设计等内容，为提升山区公路行车安全提供全面的设计参考，旨在构建科学合理的山区公路安全保障体系。

**关键词：**山区公路；安全设施；系统设计

引言：山区公路作为连接山区与外界的重要交通纽带，其安全运行直接关系到人民群众的生命财产安全。然而，受地形地貌、地质条件、气候因素及交通组成等多重复杂因素影响，山区公路交通事故发生率居高不下，安全隐患突出。为有效改善这一现状，构建完善的安全设施系统至关重要。从山区公路的固有特点出发，结合实际设计需求，探讨安全设施系统的设计原则与具体要点，以期对山区公路安全设施的规划、设计与建设提供理论依据和实践指导，助力提升山区公路的安全通行能力。

## 1 山区公路特点分析

### 1.1 地形地貌复杂

山区地势起伏大，山峦连绵、沟壑纵横。公路往往需依山傍水而建，路线蜿蜒曲折，需频繁设置弯道、陡坡以顺应地形，导致行车视距受限。如西南山区，峡谷深切，公路常于峡谷间穿行，一侧是陡峭山体，另一侧是深谷，行车环境险峻。且受地形制约，公路平纵面指标难以达到平原地区标准，增加了车辆行驶难度与安全风险，给驾驶者带来极大挑战。

### 1.2 地质条件不稳定

山区地质构造复杂，岩石破碎、断层发育。地震活动频繁地区，公路路基、桥梁等结构易受地震波冲击而损坏。岩石风化严重，在雨水冲刷下，山体滑坡、泥石流、崩塌等地质灾害多发。像部分花岗岩分布山区，岩石风化后形成的松散土体，遇强降雨便极易引发滑坡，冲毁公路，阻断交通，严重威胁行车安全，也给公路维护带来巨大困难与成本。

### 1.3 气候条件恶劣

山区气候多变，昼夜温差大，极端天气频繁。高海拔山区冬季漫长寒冷，降雪、冰冻天气常见，路面易结

冰积雪，降低轮胎与路面摩擦力，导致车辆制动距离变长，易发生侧滑、追尾事故。夏季多暴雨，短时间强降雨可能引发山洪暴发，淹没公路，冲垮路基。此外，山区多雾，低能见度天气严重影响驾驶员视线，使行车安全性大打折扣，增加了交通事故发生概率。

### 1.4 交通组成复杂

山区公路上交通参与者多样，除常规汽车外，还有大量摩托车、农用车等。农用车性能较差，安全防护设施不足，常超载行驶，在陡坡、弯道处易失控。部分山区居民交通安全意识淡薄，骑行摩托车不戴头盔、随意横穿公路等现象频发。同时，旅游旺季时，自驾游客增多，部分驾驶员对山区路况不熟悉，操作不当，进一步加剧了交通复杂性，使山区公路交通秩序管理难度增大，交通事故隐患重重<sup>[1]</sup>。

## 2 山区公路安全设施系统设计原则

### 2.1 安全性原则

安全性是山区公路安全设施设计的核心。设计需全方位保障交通参与者安全，考虑车辆行驶特性与山区复杂路况。通过设置合理的弯道超高、加宽，匹配车辆转弯需求，降低侧翻风险；在视距不良路段，如急弯、连续下坡起点，增设反光镜、线形诱导标志，拓展驾驶员视野，及时察觉路况变化。选用高强度、防撞性能优的材料构建护栏，像波形梁护栏，能有效缓冲车辆撞击力，阻止车辆冲出路外，最大程度降低事故伤亡与财产损失，为山区公路筑牢安全防线。

### 2.2 系统性原则

山区公路安全设施是有机整体，各部分相互关联、协同作用。从交通标志、标线到护栏、视线诱导设施，设计要通盘考量，构建完整安全体系。交通标志、标线信息应连贯一致，标线引导车辆行驶轨迹，标志提示

前方路况,两者配合让驾驶员明确行驶意图;护栏设置要与道路线形紧密衔接,过渡段平稳顺滑,确保防护不间断;视线诱导设施沿路线合理分布,与标志、标线协同,全方位引导驾驶员视线,增强道路可辨识度,使安全设施发挥最大效能,保障公路顺畅运行。

### 2.3 适应性原则

设计需契合山区独特自然、交通环境。针对复杂地形地貌,如陡坡路段设避险车道,供制动失效车辆安全减速;在地质不稳定的滑坡、落石频发区,安装防护网、挡土墙等设施。考虑恶劣气候条件,积雪冰冻地区选用耐低温、防滑材料施划标线,雾区增设雾灯、轮廓标强化视线引导。面对复杂交通组成,合理规划车道,设置摩托车专用车道或慢行区域,适应不同交通参与者需求,确保安全设施实用、高效。

### 2.4 经济性原则

在保障安全前提下,追求成本效益最大化。设计时综合权衡建设、维护成本与设施寿命周期。选用性价比高的材料,如热镀锌钢材用于护栏,耐腐蚀且价格合理;采用标准化、模块化设计,方便施工安装,缩短工期,降低人工成本。同时,充分利用既有资源,对原有设施改造升级,减少新建工程量。此外,考虑设施后期维护便捷性,降低维护频次与难度,减少长期运营成本,实现经济与安全目标的平衡。

### 2.5 环保性原则

注重安全设施与生态环境和谐共生。施工选材优先采用可回收、可再生环保材料,减少资源消耗与环境污染;避免使用含重金属等有害成分材料,降低对土壤、水体污染风险。施工过程中,合理规划作业场地,控制施工范围,减少对周边植被、地形破坏;优化施工工艺,降低噪声、粉尘排放。设施外观设计与山区景观融合,如采用自然色调、仿木仿石材质,减少视觉突兀感,最大程度保护山区生态环境,实现公路建设与生态保护协调发展<sup>[2]</sup>。

## 3 山区公路安全设施系统设计要点

### 3.1 交通标志设计

#### 3.1.1 标志的分类与设置

山区公路交通标志涵盖警告、禁令、指示、指路等主标志及辅助标志。警告标志如急弯路、陡坡标志,提前警示驾驶员路况风险;禁令标志限制特定车辆或行为,保障行车秩序。指示标志引导车辆行进方向,而指路标志提供地点、距离等信息。设置时需依山区道路线形、交通流量、地形特征综合考量,在弯道、陡坡、视距不良路段增设警告标志;于危险路段入口设禁令标

志;复杂路段设置清晰的指示与指路标志,构建完善标志体系,辅助驾驶员决策。

#### 3.1.2 标志的视认性设计

视认性是山区交通标志关键。选用反光性能优的材料制作标志板,如高强级反光膜,确保夜间或低能见度下清晰可见。合理设计标志颜色、图案与文字,遵循国标,黄色警示、蓝色指示等,色彩对比强烈;图案简洁明了,文字醒目且大小适中,便于驾驶员快速识别。此外,采用特殊光学设计,如增加标志轮廓反光条,强化边缘显示效果,提升标志在复杂环境中的辨识度,为驾驶员争取更多反应时间。

#### 3.1.3 标志的设置位置与间距

标志设置位置与间距直接影响信息传递效果。应设置在驾驶员易察觉处,如弯道前、岔路口、陡坡起止点,确保提前给予提示。间距依据道路等级、车速及路况确定,高速路段间距适当加大,复杂山区路段适当缩小。避免标志设置过密致信息过载,或过疏使驾驶员错过关键提示。在长下坡路段,按一定间隔设连续下坡标志;隧道进出口提前设相应指示、警告标志,保证标志布局科学合理,发挥最佳引导作用。

## 3.2 交通标线设计

#### 3.2.1 标线的类型与功能

山区公路交通标线丰富多样,功能各异。指示标线如车行道边缘线,清晰界定机动车道边界,引导车辆规范行驶;导向车道线明确路口车辆行驶方向,提高通行效率。禁止标线像黄色双实线,严格禁止车辆跨线超车、掉头,维护对向交通秩序;网状线则禁止车辆在特定区域停车,保障交通顺畅。警告标线方面,车行道纵向减速标线通过视觉压迫感,提醒驾驶员减速慢行,应对山区复杂路况,降低事故风险。

#### 3.2.2 标线的材料选择与施工要求

材料选择关乎标线耐久性与视认性。山区环境恶劣,宜选用耐磨、耐候且反光性能佳的材料,如热熔型反光涂料,其在高温下施工迅速固化,耐磨性强,内置反光玻璃微珠,能有效反射车灯光线,保障夜间可视。施工时,路面需清洁干燥,确保标线与路面附着牢固;控制涂料温度、厚度,保证标线质量均一。标线边缘应整齐、顺直,箭头、文字等图案精准清晰,满足规范要求,为山区公路提供稳定、清晰的引导标识。

#### 3.2.3 特殊路段标线设计

在急弯、陡坡、连续下坡等特殊路段,标线设计尤为关键。急弯处设弯道边缘线,采用加粗、加密设计,增强视觉警示;增设横向减速标线,强制车辆减速。

陡坡路段施划爬坡车道线,区分快慢车道,避免车辆混行;连续下坡起点设连续下坡警告标线,搭配辅助文字说明,提前预警。此外,隧道进出口设置振荡标线,通过振动与视觉双重刺激,提醒驾驶员注意路况变化,谨慎驾驶,保障特殊路段行车安全。

### 3.3 护栏设计

#### 3.3.1 护栏的类型与适用场景

山区公路常用护栏包括波形梁护栏、混凝土护栏与缆索护栏。波形梁护栏应用广泛,有两波和三波之分,两波结构简单、成本低,适用于乡村及低等级山区公路;三波强度高、抗冲击强,多用于急弯、陡坡等危险路段,像连续弯道外侧,能有效阻挡失控车辆。混凝土护栏刚性大,防护等级高,在临崖、深谷等危险路段,如山区桥梁两侧,可阻止车辆坠崖。缆索护栏柔韧性好,能吸收大量能量,适用于视线要求高的路段,如风景优美山区,不影响观景且可减少对驾驶员视觉压迫。

#### 3.3.2 护栏的防撞性能设计

防撞性能是护栏核心。依据山区道路等级、车速、交通量及事故历史数据确定防护等级。设计时,模拟车辆碰撞场景,运用计算机仿真技术,分析碰撞力、车辆运动轨迹、变形量等参数。选用高强度、韧性佳材料,如优质钢材用于波形梁,增强抗冲击能力;合理设计结构,波形梁通过波纹变形吸收能量,混凝土护栏优化截面形状与配筋,提高承载能力。确保安装牢固,立柱深埋或采用混凝土基础固定,特殊地质条件下,如松软土质,采取加固措施,使护栏在碰撞时稳定,发挥最佳防护效果。

#### 3.3.3 护栏的过渡段设计

过渡段连接不同类型或等级护栏,确保行车平稳过渡。在路基与桥梁护栏衔接处,设置渐变段,如从波形梁护栏渐变为混凝土护栏,通过调整立柱间距、高度及波形梁形状,实现平滑过渡,避免车辆行驶颠簸。不同防护等级护栏过渡时,同样依据渐变原则,逐步提升或降低防护能力,防止出现防护“短板”。此外,过渡段外观设计保持协调,与周边环境、整体道路风格统一,从色彩、材质质感上入手,增强道路美观性,提升驾驶员行车体验与安全感。

### 3.4 视线诱导设施设计

#### 3.4.1 视线诱导设施的分类与作用

山区公路视线诱导设施多样,包含轮廓标、线形诱导标与分合流诱导标等。轮廓标沿道路两侧连续设置,柱式轮廓标直立路边,附着式则依附于护栏、隧道侧墙

等,通过反射车灯光,勾勒道路轮廓,助驾驶员明确道路边界与走向。线形诱导标多设置于弯道、匝道等线形变化处,指示性的绿白相间,警告性的红白相间,提醒驾驶员提前调整方向。分合流诱导标用于互通立交进出口等车流交汇点,引导车辆有序通行,全方位辅助驾驶员在复杂山区路况下准确判断行车方向。

#### 3.4.2 视线诱导设施的设置原则与要求

设置需遵循系统性、连续性与醒目性原则。系统性要求设施布局与道路整体安全体系协同,如与交通标志、标线配合,信息连贯。连续性上,在直线段、曲线段均连续设置,像轮廓标直线段间距不超50米,曲线段依曲率加密,确保视觉引导不间断。醒目性方面,选用高反光、耐候材料,如反光膜,保证恶劣天气与夜间清晰可见。设置高度、角度适配驾驶员视线,柱式轮廓标反射体面向交通流,与路中心线成0至25度角,安装高度60至120厘米,保障设施充分发挥诱导功效。

#### 3.4.3 特殊路段视线诱导设施设计

急弯路段,加密轮廓标并设线形诱导标,线形诱导标按曲线走向设置,间距保证视野内至少3个,增强弯道警示与方向引导。长下坡路段,增设荧光黄绿警示性视线诱导设施,提前100米以上提醒,结合振荡标线,给予视觉与振动双重刺激,促使驾驶员减速。雾区路段,采用主动发光式轮廓标、线形诱导标,提升穿透性,搭配雾灯,强化视线引导,降低因能见度低引发的事故风险,保障特殊路段行车安全<sup>[3]</sup>。

### 结束语

山区公路安全设施系统设计对保障交通安全、提升通行效率至关重要。从交通标志标线清晰指引,到护栏、视线诱导设施筑牢安全防线,再到避险车道应对突发状况,各部分协同构建起安全保障网。但当前仍存在设施标准不统一、智能化程度低等问题。未来,应结合物联网、大数据等技术,提升设施智能化水平,实现精准管理。同时,严格规范标准,确保设计施工统一,加强维护管理,保障设施持续发挥作用,为山区公路营造更安全、高效的通行环境。

### 参考文献

- [1]李叶,高等级公路交通安全设施设计影响因素分析[J],工程建设与设计,2022,(12):165-169
- [2]周林,公路工程中交通安全设施设计研究[J],交通世界,2022(11):14-15
- [3]穆海峰;高等级公路交通安全设施的设置探讨[J],交通标准化,2022(10):93-96