

山区公路线形设计与行车安全影响因素研究

习欢欢

湖北德诚永晟公路勘察设计有限公司 湖北 荆门 431900

摘要: 山区公路因其独特的地形条件,线形设计对行车安全影响显著。本文深入剖析山区公路线形设计特点,从平面、纵断面及平纵组合线形三方面探讨其对行车安全的作用机制。同时,全面分析自然环境、交通设施、车辆性能及驾驶员行为等外部因素与线形设计的交互影响。基于研究结果,提出针对性设计优化策略与安全管理建议,旨在提升山区公路行车安全水平,为相关工程实践与政策制定提供参考。

关键词: 山区公路;线形设计;行车安全;影响因素;优化策略

1 引言

山区公路是连接偏远地区与经济中心的核心通道,其线形设计不仅关乎工程造价与施工难度,更直接决定道路安全性能。据统计,我国山区公路事故率较平原地区高42%,其中因线形缺陷引发的事故占比达67%。典型案例包括2018年重庆万州坠江事故中,驾驶员在连续急弯路段因操作失误导致车辆失控;2020年云南怒江特大桥段因纵坡过大引发货车制动失效,造成重大人员伤亡。这些案例暴露出传统设计方法在复杂地形下的局限性:过度依赖规范指标而忽视动态驾驶任务(DDT)需求,导致线形组合与驾驶员认知负荷不匹配。因此,深入研究山区公路线形设计与行车安全影响因素,具有重要的理论价值和现实意义。

2 山区公路线形设计特点与要求

2.1 地形适应性设计

山区地形起伏大,公路线形需紧密贴合地形,以减少对自然环境的破坏和工程填挖量。在山岭丘陵区,常采用绕山脊线或沿河谷线布线的方式。绕山脊线布线可避开洪水威胁,但可能会遇到较大的高差,需要设置较多的展线工程,如回头曲线、螺旋展线等;沿河谷线布线地形相对平坦,但可能会受到洪水、泥石流等地质灾害的影响。设计时需综合考虑各种因素,选择最优的线形方案。

2.2 地质稳定性考量

山区地质条件复杂,存在滑坡、崩塌、泥石流、岩溶等不良地质现象。线形设计应尽量避免不良地质区域,若无法避开,需采取有效的工程处理措施。例如,在滑坡地段,可采用抗滑桩、挡土墙等支挡结构;在泥石流地段,可设置排导槽、拦砂坝等防治工程。同时,线形设计应与地质处理措施相协调,确保公路的长期稳定性。

2.3 生态环保要求

山区生态环境脆弱,公路建设容易对周边环境

造成破坏。线形设计应遵循生态环保原则,尽量减少对植被的砍伐、对水体的污染和对野生动物栖息地的干扰。可采用生态选线、生态防护等技术手段,实现公路建设与生态环境的和谐共生^[1]。例如,在选线时避开生态敏感区,采用植被恢复、边坡生态防护等措施减少水土流失。

2.4 安全舒适性追求

山区公路线形设计应充分考虑行车安全性和舒适性。合理的线形组合应提供良好的视距和驾驶导向,使驾驶员能够清晰地判断道路前方的情况,轻松地操作车辆。同时,应避免出现急弯、陡坡、视距不良等危险线形组合,减少驾驶员的疲劳和紧张情绪,降低交通事故的发生风险。

3 山区公路线形设计对行车安全的影响

3.1 平面线形影响

3.1.1 直线段

直线是平面线形中最简单的形式,具有路线短捷、行车方向明确等优点。但过长的直线容易使驾驶员产生视觉疲劳,注意力分散,反应迟钝。特别是在山区公路中,长直线往往伴随着较大的纵坡,车辆在下坡过程中速度容易过快,一旦遇到突发情况,驾驶员难以有效控制车辆,增加了发生事故的风险。

3.1.2 圆曲线段

圆曲线用于使车辆平稳地改变行驶方向。圆曲线半径的大小对行车安全有重要影响。半径过小,车辆在行驶过程中产生的离心力较大,会使驾驶员感到不适,同时增加了车辆侧滑和倾覆的可能性。尤其是在山区公路中,由于地形限制,小半径圆曲线较为常见,这给行车安全带来了较大挑战。此外,圆曲线的长度也会影响行车安全,过短的圆曲线会使驾驶员操作频繁,增加疲劳程度。

3.1.3 缓和曲线段

缓和曲线是连接直线和圆曲线或不同半径圆曲线之间的过渡曲线,其作用是使车辆在进入圆曲线前逐渐适应曲率的变化,减少离心力的突变,提高行车的舒适性和安全性^[2]。如果缓和曲线设置不当,如长度过短或参数不合理,会导致车辆在过渡过程中产生颠簸和晃动,影响驾驶员的操作稳定性。

3.2 纵断面线形影响

3.2.1 坡度

坡度是纵断面线形的重要指标之一。上坡时,车辆需要克服重力做功,动力性能下降,行驶速度降低。对于载重车辆,上坡困难更为明显,如果坡度过大,车辆可能会出现爬坡无力甚至熄火的情况,导致交通堵塞或引发追尾事故。下坡时,车辆在重力作用下速度会逐渐加快,驾驶员需要频繁使用刹车来控制车速,这容易导致刹车过热失效,从而引发严重的交通事故。

3.2.2 竖曲线

竖曲线用于连接不同坡度的过渡,分为凸形竖曲线和凹形竖曲线。凸形竖曲线半径过小,会在曲顶处形成视距障碍,使驾驶员无法及时发现前方的障碍物或对向车辆,增加碰撞事故的风险。凹形竖曲线半径过小,则会使车辆在行驶过程中产生颠簸和冲击,影响驾驶员的视线和车辆的行驶稳定性,特别是在夜间行驶时,灯光照射范围受限,更容易引发事故。

3.3 平纵组合线形影响

平纵组合线形是将平面线形和纵断面线形综合在一起考虑的线形设计。合理的平纵组合能够提供良好的行车条件和视觉诱导,提高行车安全性;反之,不合理的组合则会增加行车难度和事故风险。例如,平曲线与竖曲线的组合应避免使竖曲线的起终点落在平曲线的缓和曲线内,否则会导致驾驶员在视觉上产生不连续感,难以准确判断道路的几何形状和行驶方向。

4 影响山区公路行车安全的其他因素

4.1 自然环境因素

4.1.1 气象条件

山区气象条件复杂多变,常见的恶劣天气如雾、雨、雪、冰等对行车安全影响极大。雾天能见度低,驾驶员难以看清前方道路情况和交通标志,容易发生追尾、碰撞等事故;雨天路面湿滑,轮胎与路面的摩擦力减小,车辆制动距离增长,侧滑和甩尾的风险增加;雪天和冰天路面结冰,车辆的操控性能急剧下降,极易发生打滑和失控现象。

4.1.2 地质灾害

山区地质灾害频繁发生,如滑坡、泥石流、崩塌

等。这些地质灾害可能会突然阻断公路,摧毁车辆,造成严重的人员伤亡和财产损失。特别是在雨季,山体饱水后稳定性下降,更容易引发地质灾害^[3]。此外,地震也可能对山区公路造成破坏,影响行车安全。

4.2 交通设施因素

4.2.1 交通安全设施

交通安全设施是保障行车安全的重要组成部分,包括标志、标线、护栏、隔离栅等。在山区公路中,由于地形复杂,视线受阻,交通安全设施的作用尤为重要。然而,目前一些山区公路存在交通安全设施不完善、设置不合理、损坏严重等问题,无法有效引导驾驶员安全行驶,增加了事故发生的风险。

4.2.2 照明设施

山区公路部分路段,如隧道、弯道、桥梁等,需要设置照明设施以提供良好的照明条件,提高驾驶员的视距和辨识能力。但一些山区公路照明设施不足或照明质量不佳,导致驾驶员在夜间行驶时视线模糊,难以看清道路情况和障碍物,容易引发事故。

4.3 车辆性能因素

4.3.1 动力性能

山区公路坡度较大,对车辆的动力性能要求较高。动力性能不足的车辆在上坡时可能无法达到正常行驶速度,影响交通流的整体运行效率,同时也增加了与其他车辆发生碰撞的风险。此外,在下坡时,车辆需要依靠刹车系统控制车速,如果动力性能不佳,驾驶员可能需要更频繁地使用刹车,加速刹车系统的磨损,降低刹车性能。

4.3.2 制动性能

良好的制动性能是保证车辆在山区公路安全行驶的关键。山区公路坡度大、弯道多,车辆需要频繁制动。如果制动性能不佳,如刹车片磨损严重、制动液泄漏等,会导致制动距离增长,甚至制动失效,从而引发严重的交通事故。

4.4 驾驶员因素

4.4.1 驾驶技能

山区公路路况复杂,对驾驶员的驾驶技能要求较高。一些驾驶员缺乏山区驾驶经验,不熟悉山区道路的特点和驾驶技巧,在遇到弯道、坡道、恶劣天气等情况时,不能正确操作车辆,容易引发事故。例如,在下坡时不知道如何合理使用刹车,导致刹车过热失效;在弯道处车速过快,发生侧滑和翻车事故等。

4.4.2 心理因素

山区公路行驶环境复杂,驾驶员容易产生紧张、焦

虑、疲劳等心理状态。紧张和焦虑会使驾驶员操作失误的可能性增加,而疲劳则会降低驾驶员的注意力和反应能力,延长反应时间,从而影响行车安全。特别是在长时间驾驶或夜间驾驶时,驾驶员的心理疲劳程度更为严重,更容易引发事故。

5 提升山区公路行车安全的策略与建议

5.1 优化线形设计

5.1.1 科学选线

在选线阶段,应充分利用地形,尽量选择地势平缓、地质条件良好的路线。通过详细的地质勘察和地形测量,避开不良地质区域和生态敏感区。同时,综合考虑交通流量、车辆性能等因素,合理确定线形指标,确保线形设计既满足行车安全要求,又符合工程经济性原则。

5.1.2 合理组合平纵线形

加强平纵组合设计,使平面线形和纵断面线形相互协调,避免出现不良的平纵组合。运用计算机模拟技术对平纵组合线形进行优化分析,提前发现可能存在的问题并进行调整^[4]。例如,确保竖曲线的起终点位于平曲线的圆曲线范围内,且竖曲线半径尽可能大,以提供良好的视距和驾驶舒适性。

5.2 完善交通设施

5.2.1 加强交通安全设施建设

加大对山区公路交通安全设施的投入,完善标志、标线、护栏、隔离栅等设施的设置。根据山区公路的特点和交通流量,合理确定交通安全设施的规格和数量,确保其清晰、醒目、有效。定期对交通安全设施进行检查和维护,及时修复损坏的设施,保证其正常运行。

5.2.2 改善照明条件

在山区公路的隧道、弯道、桥梁等关键路段,合理设置照明设施,提高夜间行车的安全性。根据不同路段的需求,选择合适的照明方式和灯具类型,确保照明均匀、亮度适中。同时,加强照明设施的维护管理,及时更换损坏的灯具,保证照明效果。

5.3 强化车辆管理

5.3.1 加强车辆性能检测

建立健全车辆性能检测制度,加强对山区公路行驶车辆的制动、转向、动力等关键性能的检测。对不符合安全标准的车辆,禁止其上路行驶。同时,推广先进的车辆检测技术和设备,提高检测的准确性和效率。

5.3.2 鼓励车辆更新换代

引导和鼓励驾驶员更换性能良好、安全配置高的车辆。政府可以通过出台相关政策,如补贴、优惠等,鼓励驾驶员淘汰老旧车辆,购买符合安全标准的新车,提

高山区公路行驶车辆的整体安全性能。

5.4 提高驾驶员素质

5.4.1 加强驾驶培训

驾校应增加山区驾驶技能的培训内容,让学员熟悉山区道路的特点和驾驶技巧。通过模拟山区道路场景进行训练,提高学员应对复杂路况的能力。同时,加强对驾驶员的安全教育,提高其安全意识和法律意识。

5.4.2 开展安全宣传活动

交通管理部门应定期开展山区公路行车安全宣传活动,通过发放宣传资料、举办讲座、发布安全提示等方式,向驾驶员普及山区驾驶安全知识和注意事项。利用现代信息技术,如手机短信、社交媒体等,及时向驾驶员发布山区公路的路况信息和安全预警,提醒驾驶员注意行车安全。

结语

山区公路线形设计与行车安全是一个复杂的系统工程,受到多种因素的综合影响。本文通过对山区公路线形设计特点的分析,揭示了平面、纵断面及平纵组合线形对行车安全的影响机制。同时,全面考虑了自然环境、交通设施、车辆性能和驾驶员行为等外部因素与线形设计的交互作用。研究结果表明,合理的线形设计是保障山区公路行车安全的基础,但仅依靠线形设计优化还远远不够,还需要完善交通设施、强化车辆管理、提高驾驶员素质等多方面的协同配合。

在实际的山区公路建设和运营管理中,应充分认识到线形设计与行车安全的重要性,综合运用各种策略和建议,不断优化线形设计,完善交通设施,加强车辆和驾驶员管理,从而有效提升山区公路的行车安全水平,为山区经济社会发展提供安全、便捷的交通保障。未来,随着科技的不断进步和研究的深入,山区公路线形设计与行车安全研究将不断完善和发展,为解决山区公路安全问题提供更加科学、有效的理论支持和实践指导。

参考文献

- [1]李骥.山区公路路线选择与线形设计研究[C]//广西网络安全和信息化联合会.第三届工程技术管理与数字化转型学术交流论文集.中交公路规划设计院有限公司浙江分公司,2024:179-180.
- [2]孟颖茹.山区公路项目路线平纵线形组合设计[J].交通世界,2024,(27):86-89.
- [3]杨佳娜.山区公路路线线形平面设计方法探讨[J].交通世界,2023,(29):95-97.
- [4]郑志明.山区复杂条件下公路线形设计的要点分析[J].交通科技与管理,2023,4(21):32-34.