

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.08.012

基于交通安全的乡村道路设计技术研究

彭翔

[同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要: 随着乡村道路网络通达顺畅水平的稳步提升,其交通安全形式依然严峻。为进一步提升乡村道路的行车安全水平,现首先分析乡村道路的交通事故特征,从“人-车-路-环境”角度系统分析事故诱因,然后基于事故分析结果,从道路本身属性角度出发,提出乡村道路系统设计要求,最后以桂林市某山区乡村道路为例,结合事故数据分析其交通安全影响因素并提出针对性的改善措施,以适应新时代下四好农村路的建设要求。

关键词: 乡村道路;交通事故;道路线形;交通安全设施

中图分类号: U412

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)08-0045-04

0 引言

乡村道路的高效建设是实施乡村振兴战略及建设交通强国的基础,随着经济的快速发展,截至 2021 年末我国农村公路建设里程达 446.6 万 km,乡村道路网络通达顺畅水平稳步提升^[1]。城镇化水平的不断提升使得乡村机动车保有量出现明显增长,虽然“十三五”期间交通事故数量、事故率及致死率较峰值有所下降,但均高于城市道路,交通安全形势依然严峻。

现首先分析乡村道路的交通事故特征,并基于“人-车-路-环境”系统分析事故诱因,然后根据事故分析结果,着重从道路本身属性角度出发,提出乡村道路系统设计要求,最后以桂林市某乡村道路为例,分析其交通安全水平并提出改善措施。

1 交通事故分析

1.1 交通事故特征分析

乡村道路受其自身的固有属性,交通事故特征也具有独特性,交通事故特征分析将有利于挖掘事故原因,指导设计。

1.1.1 事故车辆类型

乡村道路一方面服务于村庄居民日常出行,同时也是路网末端连接乡村内部的重要通道,其交通组成以摩托车、货运车辆以及拖拉机等为主。“十三五”时期,乡村道路的货车以及摩托车事故占乡村地区总交通事故的比重分别高达 28.34%、20.89%^[2]。

1.1.2 事故形态分析

交通事故形态包括碰撞、刮擦、翻车、坠车、撞固定物等形式。“十三五”时期,乡村道路单车事故上升趋势明显,占乡村道路总事故的 10.19%,且以翻车及坠车事故形态突出,分别占单车事故的 41.6%、8.24%^[2]。

1.1.3 事故严重程度

近十年平均每 10 起交通事故中,乡村道路的死亡人数较城市道路多 1 人。“十三五”期间,乡村道路的事故致死率虽然相比于峰值有所下降,但依然高于城市道路,其安全形势不容乐观。由于货车超载、违法装载、超速行驶、疲劳驾驶等四类违法导致事故的致死率均高于 0.5^[2]。

1.2 交通事故诱因分析

道路交通环境是涉及“人-车-路-环境”的系统工程。针对性地分析乡村道路的交通事故诱因,可以有效提升设计技术水平,保障行车安全。

1.2.1 人为因素

人为因素在交通事故诱因中起着重要作用,占比高达 80%~90%^[3]。乡村道路主要服务于农民、学生及儿童,其法律法规认知、交通安全及自我保护意识淡薄,违规违法的交通行为时常发生,如超载运营、超速疲劳驾驶、随意穿越道路等,极易引发交通事故。除交通参与者行为因素制约外,受管理人员教育程度、管理力量及水平的限制,乡村道路管养力度不足,间接增加交通安全风险。

1.2.2 车辆因素

随着乡村地区的经济快速发展,机动化水平与日俱增。良好的车辆使用性能是保证交通安全的前提,

收稿日期: 2022-10-20

作者简介: 彭翔(1993—),男,工学硕士,工程师,从事道路工程设计工作。

然而受收入水平制约,农村居民购置交通工具时对于安全性能重视程度不高,甚至存在非法改装、报废车辆,加之维护保养及检验检测力度不足等原因,交通安全隐患上升。

除车辆使用性能欠佳外,乡村道路的车辆组成类型复杂多样,包括摩托车、拖拉机、小型货车及过境大型货运车辆,车辆性能及运行特征差别明显,极易引发交通事故。

1.2.3 道路因素

道路作为交通运行的载体,其设计的合理性及可靠性均对行车安全产生直接影响。乡村道路受建设时期经济、技术等方面制约,其运行环境问题显著,如总体设计欠佳,设计标准较低引发视距受限、侧向净宽不足等问题,路基路面因后期缺乏管养导致其使用性能差,沿线排水、交通安全设施布设不完善,进而使得安全事故问题突出。

1.2.4 环境因素

影响乡村道路交通安全的环境因素包括自然环境和交通环境^[4]。乡村道路本身的特征叠加不良气候环境因素的影响,直接增加了行车风险。交通环境因素包括交通量及交通组成。乡村道路虽然交通量一般较小,但是交通组成复杂,在影响乡村道路的通行能力的同时带来交通安全隐患。

2 设计要点研究

基于上述交通诱因分析结果可知,提升乡村道路交通安全水平除应构建完善的乡村道路交通安全管理体系、提高交通参与者的安全意识和素质,以及车辆监管力度外,还应改善和提高道路安全性设计水平。现着重从道路角度分析设计要点,提升乡村道路的建设水平。

2.1 道路线形设计

乡村道路作为路网末端连接乡村内部的通道,受两侧宅基地、用地属性等因素限制,线位布设较为困难。新建道路需要从交通系统角度,以“人-车”为本统筹考虑道路线形设计^[5]。

平面线形设计应尽量避免急弯、连续弯道、“长直线+急弯”等不良组合线形,保证视线的连续及均衡,实现相邻路段运行速度的协调性,降低车辆发生侧滑、侧翻及追尾事故的概率。

纵断面设计应尽量避免连续长陡下坡、“长陡下坡+急弯”等不良线形组合,同时,在未设置排水设施的路段应避免合成坡度较小而引发路面积水问题。

横断面有条件时应尽量采用双车道断面,条件困难设置单车道时应按一定间距设置错车道。其中,双车道路面宽度不应小于6.5 m,单车道宽度不宜小于3.5 m,设置错车道路段的路基宽度不宜小于6.5 m^[6]。考虑乡村道路主要服务于周边村庄居民出行,基于以人为本的设计原则,应根据慢行交通量考虑在过村镇路段设人行道或硬化路肩以供行人步行。

2.2 路基路面设计

路基路面设计除需要满足强度、稳定性、耐久性等要求外,设计时应充分考虑路基路面排水设计。由于乡村道路作为连通居民生活点的载体,当过村路段未进行有组织排水设计且路面排水能力不足时,极易引发积水问题,进而导致路基路面出现质量问题的同时诱发侧滑、追尾等交通事故。

2.3 交通安全设施设计

由于设计等级低,早期乡村道路的线形指标不规范,调整道路线形以提升道路安全品质的效益水平低,完善交通安全设施是保障安全的重要手段。

2.3.1 交通标志标线设计

乡村道路交通标志标线普遍存在设置数量不足、位置错误、不相匹配等问题,难以引导交通参与者的行为。受道路线形和路域环境限制,乡村道路交通标志标线设计时应具有针对性、合理性。现深入分析乡村道路事故易发典型路段的交通标志标线设置技术要求,从主动安全角度提升道路安全水平。

(1)急弯陡坡、连续长陡下坡、长直线或长陡坡接小半径曲线、过村镇和学校等路段、宽路窄桥、路基宽度变化等路段,应统筹考虑设置警告标志、限速标志、指示标志、车行道边缘线、减速标线等。其中,交通标志的前置距离宜为30 m。

(2)交通标志标线夜间应具有良好的反光效果,且标志版面不应被遮挡。

(3)交通标志杆件宜设置在路侧净区宽度范围外,若无法满足,应使其不对驶离道路的车辆产生二次危害或设置防护警告措施。

2.3.2 防护设施设计

乡村道路的防护设施设置存在防护等级不足、防护形式、危险路段防护设施设置不充分等问题。防护设施的设置应根据道路线形、路侧计算净区宽度范围内的环境条件等因素,确定护栏的防护等级及防护形式^[7]。路侧计算净区宽度范围内存在以下条件时应设置防护护栏,且防护等级为B级或C级^[8]:

(1)高速铁路及高速公路桥墩、高压输电线路、

危险品存储仓库等设施;

(2)深度 30 m 以上的悬崖、深谷、深沟等路段;

(3)江、河、湖、海、沼泽等水深 1.5 m 以上水域;

(4)高出路面或开挖的边坡坡面有 30 cm 以上的混凝土砌体或大孤石等障碍物;

(5)边坡坡率小于 1:1 且路堤高度不小于 4 m 的路段。

2.3.3 视线诱导设施设计

视线诱导设施可以辅助告知驾驶员路线走向、行车风险路段及小型平面交叉分布,夜间可以有效指明行车方向,指导驾驶员安全驾驶。乡村道路受地形地物条件限制,不可避免地存在视线受阻路段,需设置必要的视线诱导设施^[9]。

视距不良路段、车道数或车道宽度变化路段、连续急弯陡坡路段宜设置轮廓标,轮廓标间距应根据曲线半径合理确定且不应超过 50 m。未设置护栏路段采用柱式轮廓标,设置护栏段采用附着式轮廓标。

路侧存在一定危险但无需设置护栏时,可设置示警桩或示警墩;沿线未设置警告标志或指路标志的小型平面交叉两侧应设置道口标柱。

2.3.4 智能交通设施设计

随着科学技术的快速发展,乡村道路交通安全水平治理应向现代化、智能化的方向发展。加强智能交通建设布局,强化数据对交通管理的服务支撑能力,深度挖掘分析乡村道路交通安全数据,让数据成为农村地区交通安全管理工作的重要依据^[10]。

3 设计方案实例

现以桂林市某设计速度为 40 km/h 的双向两车道乡村道路为例,对事故多发路段的改造设计方案进行分析。该道路修建时以连通沿线村庄为目的,而未充分考虑特殊路段的行车安全保障。2018—2019 年累计发生死亡事故 6 起,伤亡事故占总事故的 8.5%,事故车辆以大型车辆为主,伤亡事故形态多为单车侧翻和两车碰撞,且 60% 的伤亡事故位于下陡坡路段坡底的两同向小半径曲线间,如图 1 所示。小型车、大型车在该路段的实测运行速度分别在 55~65 km/h、50~60 km/h 之间。通过深入调查事故现场环境,采集实际道路线形并进行拟合,挖掘事故诱因并针对性地提出改善设计方案。

3.1 事故诱因分析

3.1.1 道路线形因素

该项目通过采集关键参数点的坐标及高程,对



图 1 事故多发路段之实景

实际道路线形参数进行恢复并按照规范要求对线形进行拟合。根据拟合结果发现,实际道路线形走向与按照规范要求拟合的线形存在较大偏差,最大偏差达 1.2 m,导致外侧车道宽度不足,使得现有道路走向与车辆运行轨迹变化规律不相匹配,线形走向与驾驶者操纵方向盘的特性不相适应,如图 2 所示。

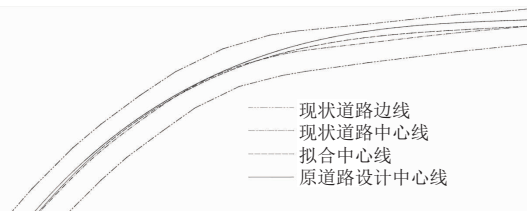


图 2 事故多发路段道路线形拟合图

通过驾驶模拟的实验方法采集驾驶员在该路段的驾驶特性时发现,当车辆由直线段驶入该平曲线段初始,其方向盘转角值突增,随后其值又发生连续的陡降陡升,由此可知驾驶员在该路段对道路线形判断失误而导致方向控制困难,车辆行驶稳定性差,易发生侧翻事故。

除平面线形外,该道路位于连续下坡路段,高差 145.925 m,平均纵坡 4.3%,最大纵坡坡度为 7%,事故路段的圆曲线的实际超高方向与要求相反,极易发生侧滑追尾、侧翻等事故。

3.1.2 交通安全设施因素

该道路沿线安全设施布设不完善,整体系统性差。其存在的问题主要包括:事故多发路段标志内容不规范且版面被遮挡;路面标线不清晰;标志与标线设置不统一;路侧存在山体、沟壑、悬崖及水体等危险障碍物的路段未设置防护设施或防护设施不连续、损坏等;视距不良的曲线路段未设置视距台;交叉角度较小且视距不良的平面交叉出入口未设置完善的标志标线系统等。

3.2 改造设计方案

3.2.1 交通安全设施改造设计方案

3.2.1.1 交通标志

通过对沿线的交通标志系统进行整体优化,增设急弯路标志、陡坡标志、行车安全提醒标志、告示标志等,如图 3 所示。所有标志杆件都采用悬臂式支



图3 道路交通标志系统图示

撑方式以避免标志被遮挡,提升行车安全水平。

3.2.1.2 交通标线

交通标线方案主要包括减速标线、禁止跨越对向车行道分界线、车行道边缘线、彩色抗滑磨损层铺装。

(1)根据夜间行车调研发现,该目标线反光性能较差,部分事故发生于雨夜,全线标线重新施画,增设车行道边缘线,并采用全天候雨夜标线。

(2)对向车行道分界线采用振动型单黄实线,并事故易发路段设置违反禁行规定的自动记录设备,如越线抓拍设备。

(3)事故多发路段前加铺彩色抗滑磨损层。

3.2.1.3 视线诱导设施

(1)小半径曲线路段增设线形诱导标。

(2)在视距不良的曲线路段曲线中点设置一块凸面镜以供驾驶者获取视野盲区的车道交通状况或设置视距不良行车安全智能预警系统,即利用视频信息采集设备获取前方道路交通信息并通过信息情报板告知驾驶者,进而有效避免因视距不足导致两者相向碰撞事故发生。

(3)视距不良的小交角平面交叉范围内增设道口标柱。

3.2.1.4 防护设施

(1)部分高填方路段增设二(B)级护栏。

(2)路侧计算净区宽度范围内的边坡坡面上存在30 cm以上的大孤石等障碍物、路侧边沟无盖板且车辆无法安全越过的挖方路段增设一(C)级护栏。

3.2.1.5 速度控制与管理措施

根据实测运行速度发现,该道路的车辆实际行驶速度远高于设计速度,速度控制与管理尤为重要,其措施包括:

(1)限速值的确定:该路段区间小型车限速40 km/h,大型车限速30 km/h。

(2)限速标志类型的选择:事故易发路段前增设车速反馈标志,告知驾驶员车辆实际运行速度。

(3)限速控制方式:通过设置限速标志而不采取监管措施,对车辆的管控没有实质性效果。从执法角

度考虑,为进一步管理车辆运行速度,该路段采取机动车区间测速的方式,测速区间全长3.6 km。

3.2.2 土建工程改造设计方案

土建工程改善方案包括:路面横坡改造工程、开挖视距平台工程以及事故易发路段平面线形优化。

(1)通过破除现状路面部分结构并加铺沥青的方式调整路面超高。

(2)小半径平曲线路段($R=107$ m)的停车视距不满足大型车的停车视距要求,且均不满足小型车和大型车会车视距要求。从保证驾驶人视认角度考虑,需开挖视距平台且平台宽度不应小于5 m。

(3)适当拓宽事故易发路段适宜的路基宽度,以满足拟合后的道路线形所需的车行道宽度要求。

4 结论

本文通过分析乡村道路的交通事故特征,并从“人—车—路—环境”角度系统分析事故诱因;基于事故分析结果,着重从道路本身属性角度出发,从道路线形、路基路面及交通安全设施等方面提出乡村道路系统设计要求,最后以桂林市某山区乡村道路为例,结合交通事故数据从道路线形及交通安全设施角度分析交通事故诱因,并提出针对性的改造设计方案,为四好农村路的建设提供设计思路和方法。

参考文献:

- [1] https://www.mot.gov.cn/2022zhengcejd/202205/t20220524_3656662.html.
- [2] https://mp.weixin.qq.com/s/NFDre2pTYQF_wcu5ePKKKA.
- [3] 李若愚.山区农村公路陡坡急弯路段安全评价及交安设施布置仿真研究[D].重庆交通大学,2021.
- [4] 何凡.农村公路交通安全保障技术研究[D].重庆交通大学,2012.
- [5] 张毅.上海市农村公路提档升级前瞻[J].中国公路,2020(19):4.
- [6] GB/T 51224—201.乡村道路工程技术规范[S].
- [7] 罗森平,李曙.乡村道路交通安全设施设计思辨[J].城市道桥与防洪,2021(12):26—30.
- [8] JTG/T D81—2017.交通安全设施设计细则[S].
- [9] 王思宇.陡坡急弯农村公路安全性评价及对策研究[D].重庆交通大学,2020.
- [10] <https://mp.weixin.qq.com/s/K9dAjxQOqTzdLqIewYun5Q>.