

山区8车道高速公路交通安全设施设计要点

王超

(云南省交通规划设计研究院股份有限公司, 云南 昆明 650011)

摘要: 针对多车道高速公路换道需求激增与车道选择复杂度提升的双重难题, 聚焦山区8车道高速公路交通安全设施设计要点展开深入剖析。以山区8车道高速公路为研究对象, 通过实地调研与数据分析, 提炼出安全保障、效率提升、适应性三类交通需求特征, 并基于此构建“安全优先、效率协同、环境适配”设计需求体系; 从交通标志优化、限速策略、交通标线引导、护栏与隔离设施强化、防眩设施升级五大维度逐一阐述, 提炼出针对性的设计策略与实施要点; 总结提出山区8车道高速公路交通安全设施设计需遵循“需求导向、系统集成、动态响应”的原则, 通过各设施的协同优化, 实现安全防护与通行效率的平衡。研究成果为山区8车道高速公路交通安全设施的科学设计提供参考依据, 助力提升驾乘人员的行车安全性与出行体验。

关键词: 山区高速公路; 交通安全设施; 协同优化

中图分类号: U412.36+6; TU997

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)05-0175-07

Design Points of Traffic Safety Facilities for Eight-Lane Expressways in Mountainous Areas

WANG Chao

(Broadvision Engineering Consultants, Kunming, Yunnan 650011, China)

Abstract: In response to the dual challenges of the increasing demand for lane changing and the complexity of lane selection on multi lane highways, the research team focuses on in-depth analysis of the key design points of traffic safety facilities on eight lane highways in mountainous areas. The research team takes the eight lane expressway in mountainous areas as the research object. Firstly, through field research and data analysis, three types of traffic demand characteristics are extracted: safety guarantee demand, efficiency improvement demand, and adaptability demand. Based on this, a design demand system of "safety priority, efficiency coordination, and environmental adaptation" is constructed; Secondly, from the five dimensions of optimizing traffic signs, speed limit strategies, guiding traffic markings, strengthening guardrails and isolation facilities, and upgrading anti-glare facilities, targeted design strategies and implementation points are extracted; Finally, it is summarized that the design of traffic safety facilities on eight lane highways in mountainous areas should follow the principles of "demand orientation, system integration, and dynamic response", and achieve a balance between safety protection and traffic efficiency through collaborative optimization of various facilities. The research results provide reference for the scientific design of traffic safety facilities on eight lane highways in mountainous areas, and help improve the driving safety and travel experience of drivers and passengers.

Keywords: expressway in mountainous areas; traffic safety facilities; collaborative optimization

0 引言

早期的山区高速公路以双向4车道居多, 近年来, 随着山区城市社会经济和旅游事业的快速发展,

高速公路路网的不断完善, 交通需求激增, 高速公路交通承载压力剧增, 部分双向4车道高速公路服务水平长期处于较低等级, 已无法满足区域社会经济和交通发展需求。特别是靠近省会城市的路段, 已成为制约省会城市乃至全省经济社会快速发展的瓶颈, 亟须进行扩容改造。因此, 双向8车道高速公路应运而生。但随之而来的是缺少相应的设计、建设经验。现有交安设施设计标准多基于4车道高速公路, 难以完全适应8车道高速公路的特性。例如交通标志的设置位置、数量及信息密度等, 在8车道环境下可能需要重新评估和调整。交通标线、防护设

收稿日期: 2025-11-25

基金项目: 云南省科技和人才平台计划(2017HC025); 云南省交通运输厅科技创新及示范项目(云交科教便[2019]6号); 云南省交通运输厅科技创新及示范项目(云交科教便[2019]36号); 云南省交通投资建设集团有限公司科技创新项目(YCIC-YF-2021-19)

作者简介: 王超(1995—), 男, 硕士, 工程师, 从事交通设计工作。

施、视线诱导设施等也需要根据双向8车道高速公路的交通流特性以及驾驶员行为特征等进行针对性设计,以确保交安设施能发挥最大的效果。

1 交通需求分析

1.1 交通需求特征

基于山区地形、交通流及环境特征,8车道交安设施设计交通需求特征可归纳为以下三类。

1.1.1 安全保障需求

山区地形复杂,表现为峡谷、陡坡、急弯、桥隧群等导致驾驶环境复杂恶劣,交安设施设计需强化风险预警与防护能力。

云雾天气频繁,影响驾驶员视线,需提升标志标线的视认性。

交通流复杂,表现为多车型、大流量、高速度差,需降低碰撞风险。

1.1.2 效率提升需求

路网复杂,表现为立交间距近、枢纽立交多,需优化指路信息以减少驾驶员决策负荷。

交通流转换频繁,需规范车道使用以减少变道冲突^[1]。

服务水平不足,需通过合理限速与车道功能划分提升通行效率。

1.1.3 适应性需求

路基宽度较宽,车道数较多,需统筹设施布局^[3]。

桥隧群、隧道群、连续长陡坡路段、小半径曲线路段、弯坡组合路段、主线出入口与隧道净距不足路段、特殊气候区路段等特殊路段,需解决设施过渡与协调问题。

1.2 设计需求

基于上述特征,形成“安全优先、效率协同、环境适配”的设计需求(见表1)。

2 交通标志设计要点

2.1 设计内容

山区8车道高速公路交通标志主要包括禁令标志、指示标志、警告标志、指路标志、告示标志、辅助标志等^[2]。

常用的禁令标志有限制速度标志、禁止超车标志、解除禁止超车标志、停车让行标志、减速让行标志、禁止驶入标志等。其中禁止超车标志和解除禁止超车标志用于隧道进出口路段,停车让行标志和

表1 设计需求

需求维度	具体表述
安全优先	强化恶劣天气下标志标线的可视性与辨识度
	提升特殊路段护栏防护等级
	规范车道使用,减少变道冲突与事故风险
效率协同	优化指路信息层级,确保路网复杂路段的信息连续性与一致性
	合理划分车道功能,合理确定限速方案,匹配不同车型速度需求
	简化指路信息,降低认知负荷
环境适配	适应山区风荷载,云雾等环境,增强设施结构稳定性与耐久性
	统筹路基空间,协调标志、护栏、防眩、隔离设施布局
	合理解决桥梁接隧道、桥梁接桥梁、桥梁接挖方等路段设施过渡问题

减速让行标志用于平面交叉口,限制速度标志用于需要进行速度限制的路段。

常用的指示标志有开车灯标志、靠右侧车道行驶标志、允许掉头标志等。其中开车灯标志用于短隧道入口前适当位置,靠右侧车道行驶标志用于立交渐变段终点后适当位置,允许掉头标志用于收费广场处。

常用的警告标志有交叉路口标志、急弯路标志、反向弯路标志、连续弯路标志、陡坡标志、注意横风标志、隧道标志、线形诱导标等。其中交叉路口标志用于小型平交口,急弯路、反向弯路、连续弯路、陡坡标志用于立交匝道以及改线道路,注意横风标志用于特大桥、桥墩高、易受侧向风影响的路段,隧道标志用于隧道入口处合适位置,线形诱导标用于立交小半径匝道、改线道路。

常用的指路标志有高速公路入口预告标志、分流端地点方向标志、高速公路命名编号标志、地点距离标志、高速公路出口预告标志、服务区/停车区预告标志、收费站预告标志、里程碑、百米牌、公路界碑等。

常用的告示标志主要是行车安全提醒标志,包括系安全带标志、禁扔弃物标志等。

常用的辅助标志主要是与禁令标志、指示标志、警告标志等联合使用。

2.2 设计要点

山区8车道高速公路交通标志的设计要点主要包括指路信息的选取、标志版面的制作以及标志结构的优化三个方面。

2.2.1 指路信息的选取

8车道高速公路一般情况下,立交间距较近,路

网较为复杂,枢纽立交较多,如何合理选择指路信息直接关系道路使用者的驾驶体验和安全。一般情况下按照下述顺序进行指标信息的选取。首先应该明确项目各个枢纽立交的指路信息,其次明确各落地互通的指路信息,最后完善其余指路标志。信息的选取原则按照表 2 执行^[2]。

表 2 信息分层

层级	信息
A 层信息	高速公路、普通国道、城市快速路,直辖市、省会、自治区首府、地级行政区等控制性城市及其他本区域内相对重要的信息
B 层信息	普通省道、城市主干道路,县级行政区及其他本区域内相对较重要的信息
C 层信息	县道、乡道、城市次干道路、支路,乡、镇、村及其他本区域内的一般信息

枢纽立交出口预告标志选取的信息一般不超过 2 个。以汕昆高速某路段为例(见图 1),通过小团山枢纽,可以到达银昆高速(G85),而通过银昆高速可以去往呈贡、嵩明两个方向,故出口信息选择呈贡、嵩明。枢纽立交选取的地点信息尽量选择 A 层信息和 B 层信息。两个方向的信息不可相同。



图 1 枢纽立交

对于落地立交出口预告标志选取的信息,如果出口后去往 1 个方向,宜取 1 个地名,如果出口后去往 2 个方向,宜取 2 个地名。以汕昆高速某路段为例(见图 2),通过宜良互通可以去往国道 G324,通过国道 G324,可以达到宜良。

确定了枢纽立交以及落地立交指路信息后,便可以按照方向分幅梳理地点距离标志信息,地点距离标志信息不宜超过三行,地点、道路信息由近及远按自上而下的顺序排列。地点距离标志的信息应与入口指引标志、出口指引标志信息相呼应,重复设置

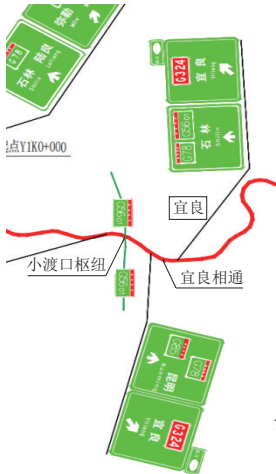


图 2 落地立交

的地点距离标志应保持信息的一致性。第一行地点距离信息应为经由前方互通立交的目的地信息,即通过前方互通立交可以到达的目的地信息。第二行与第三行地点距离信息宜分别为前方立交后路线前进方向上的 B 层信息及 A 层信息。

以汕昆高速宜良至昆明段为例(见图 3),从宜良往昆明方向,相邻两个互通之间设置了地点距离标志,地点信息依次为:a.草甸、阳宗、昆明;b.阳宗、马郎、昆明;c.马郎、松茂、昆明;d.G85、王家营、昆明;e.G56、小喜村、昆明。可见,第一行地点信息以及第二行地点信息在逐渐变化,第三行地点信息相对固定。第一行和第二行地点信息主要是根据前方立交进行相应调整,确保信息连续、一致。



图 3 路网信息

2.2.2 标志版面的制作

要设计标志版面首先需要确定汉字高度,而汉字高度取决于速度,速度越快,所需识认的汉字高度越高,其关系如表 3 所示。

表 3 汉字高度与速度的关系^[2]

速度/(km·h ⁻¹)	100~120	71~99	40~70	<40
汉字高度/cm	60~70	50~60	35~50	25~30

对于高速公路而言,设计速度一般为80、100 km/h,山区高速公路极少有120 km/h的设计速度,因此汉字高度一般为60 cm。确定了汉字高度,根据表4^[2]和表5^[2],可以确定字间隔、字行距等,从而确定整个标志版面的布局。

表4 阿拉伯数字和其他文字高度与汉字高度的关系

阿拉伯数字和其他文字		与汉字高度 h 的关系
字母或少数民族文字	大小写	$1/3h\sim 1/2h$
阿拉伯数字	字高	h
	字宽	$1/2h\sim h$
	笔划粗	$1/6h\sim 1/5h$

表5 文字的间隔、行距等

文字设置	与汉字高度 h 的关系
字间隔	$1/10h$ 以上
笔划粗	$1/14h\sim 1/10h$
字行距	$1/5h\sim 1/3h$
距标志边缘最小距离	$2/5h$

2.2.3 标志结构的优化

对于8车道高速公路而言,由于单向有4根车道,考虑驾驶人员的识认,设计标志版面时需要与传统4车道高速公路有所区别,需细化内侧车道驾驶人员的补充识认设计。

对于8车道高速公路,由于路基宽度过宽,采用传统的柱式标志及单侧单悬臂标志难以满足内侧2根车道的识认需求。8车道高速公路的标志结构设计需要重新进行考量。目前比较成熟的方案有2个,按照使用效果排序,首先是采用门架式支撑形式,其次是采用双侧设置单悬臂支撑形式。

采用门架式支撑形式,难点在于门架跨度大,受到风荷载以及结构自重的影响,标志结构强度、刚度、稳定性等面临挑战^[3]。双向4车道上使用的传统标志门架为平面门架,如图4所示。采用单立柱支撑形式,每侧只有一根立柱,当门架跨度较大时,横梁和立柱挠度会变大,结构稳定性会降低,因此不建议用于双向8车道及以上的高速公路。为了解决变形大、稳定性差等问题,目前可采用空间桁架结构,如图5所示。空间桁架结构是由多根杆件通过节点连接,在三维空间内形成网格状或框架状的承重结构,其受力以轴向拉压为主,空间刚度强。与平面门架相比,其优点主要体现在以下3点。

- (1)空间受力合理,整体刚度大
- 杆件沿三维方向布置,荷载通过节点传递至各杆件,所有杆件主要承受轴向拉力或压力,材料强度利用率极高;同时,三维网格结构形成“空间整体刚

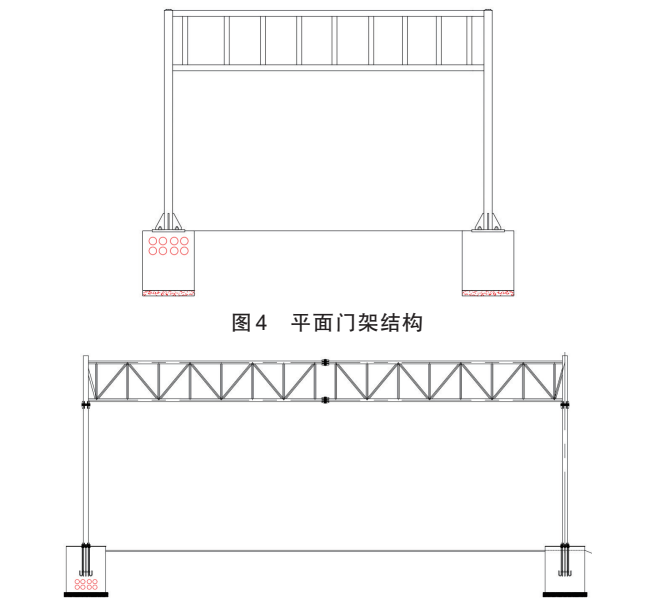


图4 平面门架结构

- 度”,抗侧移、抗扭转能力强,稳定性远优于平面结构。
- (2)大跨度能力突出,自重轻
- 因材料利用效率高,同等跨度下空间桁架自重仅为平面门架的1/3~1/2(如20 m跨度的空间桁架自重50~80 kg/m²,而平面门架可能达150~200 kg/m²),同时可轻松实现30 m以上大跨度。
- (3)抗震性能优异,适应性强
- 空间桁架整体刚度大、质量分布均匀,地震作用下惯性力小,且杆件间通过节点柔性连接,可通过微小变形吸收地震能量,适合地震高发区。
- 平面标志门架和空间桁架结构的对比如表6所示,可以从多个维度说明两者的优缺点。

表6 对比总结及适用场景

对比维度	平面标志门架	空间桁架结构
受力特性	平面内弯曲+轴向力,平面外刚度弱	三维轴向拉压,空间整体刚度强
跨度能力	小跨度(≤15 m)	大跨度(≥30 m)
材料效率	低(实腹构件应力不均)	高(杆件仅受轴力,强度充分利用)
施工难度	简单(构件少、节点简单,无需大型设备)	复杂(杆件多、节点精密,依赖专业设备)
经济性	小跨度场景成本低(材料+人工省)	大跨度场景成本优(自重轻、材料省)
稳定性	平面外易失稳,需额外支撑	空间稳定性好,抗侧移、抗扭转能力强
适用场景	小跨度、轻荷载	大跨度、重荷载

采用双侧单悬臂支撑形式,主要是基于安全性考虑。在同一断面两侧各设置一块单悬臂标志,两块标志版面的内容一般情况下相同,在枢纽立交出口500.0 m处除外。左侧单悬臂标志版面为直行方向地点信息,右侧单悬臂标志版面为出口方向地点信息。

3 限速方案设计要点

3.1 设计内容

山区 8 车道高速公路限速方案设计内容主要包括基础论证、影响因素分析、车道功能划分、限速标志设计、支撑结构设计等^[4]。其中影响因素主要考虑考虑平纵线形、桥隧比例、路侧风险(如高填方、悬崖)等,车道功能划分主要确定小客车专用道,支撑结构设计主要是单悬臂式和门架式的选择。

3.2 设计要点

限速方式选择时,应考虑公路技术等级、车道数、几何线形等技术指标和交通量、交通组成、运行速度等运行特征^[5]。

双向 8 车道高速公路限速方案与传统的双向 4 车道高速公路不同,主要在于车道数增多,需要考虑小客车专用车道、车型比例等。双向 4 车道高速公路一般采用分车型限速方案,如图 6 所示。小客车限速 120 km/h,其他车限速 100 km/h。



图 6 分车型限速

双向 8 车道高速公路限速方案,宜采用分车道限速方式,或根据实际需要,采用分车道与分车型组合限速方式。如图 7 所示,采用分车道与分车型组合限速方式,内侧两根车道为小客车专用车道,限速 100 km/h,外侧两根车道为混合车道,限速 80 km/h。



图 7 分车道与分车型组合限速

4 交通标线设计要点

4.1 设计内容

山区 8 车道高速公路交通标线设计内容主要包括主线车道标线、立交出入口标线、隧道出入口标线、收费广场标线等。

4.2 设计要点

交通标线设计的重点主要在立交出入口^[6]。双向 4 车道高速公路立交出入口交通标线设计如图 8 所示。立交出口区域车道分界线采用实线,规范出口车流秩序。

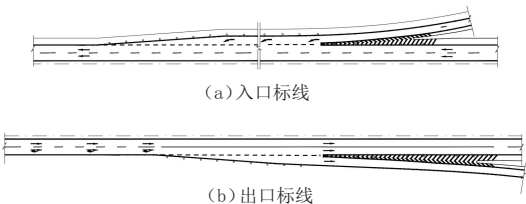


图 8 双向 4 车道高速公路立交出入口标线

双向 8 车道高速公路立交出入口交通标线设计如图 9 所示。由于单向存在 4 条车道,在靠近立交出口路段,最内侧车道车辆若要驶出高速,需要连续变道 3 次,才能驶入最外侧车道,从而驶入匝道。根据相关研究成果表明,变换一次车道所需距离平均值约为 150 m,85% 所需距离约为 180 m,同时参考现行立交细则中加速车道长度的规定,考虑一般情况下预留 3 s 行程长度,增加 60 m 的安全净距,即一般情况下宜确保 240 m 的可变道长度,特殊情况下应满足 180 m 的可变道长度。因此 8 车道高速公路立交出口标志采用梯次配置,禁止跨越同向车行道分界线由内往外依次减少,直至最外侧车道渐变段起点。

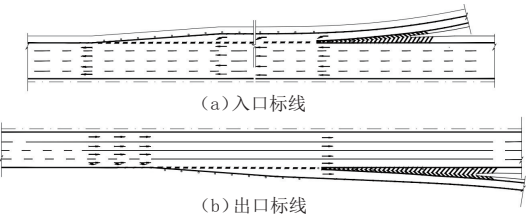


图 9 双向 8 车道高速公路立交出入口标线

5 护栏设计要点

5.1 设计内容

山区 8 车道高速公路护栏设计主要包括常规路段护栏设计、特殊路段护栏设计、护栏过渡段设计等。其中特殊路段护栏包括连续长陡下坡路段、小半径路段、涉铁路段等。护栏过渡段设计主要包括波形梁护栏与混凝土护栏过渡设计、路基护栏与桥梁护栏过渡设计、路基护栏与隧道过渡设计、桥梁护栏与隧道过渡设计等。

5.2 设计要点

由于路基较宽,一般情况会有桥梁桥墩落在中央分隔带,因此对中分带桥墩的防护是一个重点。一般情况下,山区双向 8 车道高速公路的路基宽度

为41 m,如图10所示。中央分隔带宽度为2 m,设计速度100 km/h时除去两侧侧向宽度值50 cm后,剩余中央分隔带宽度仅为1.5 m,在这个宽度内既有桥墩,也有护栏,空间是极度紧张的,因此需要统筹考虑中墩的防护。而对于路侧,则尽量提前与土建专业进行沟通确认,将桥墩移出车辆最大动态外倾当量值外。

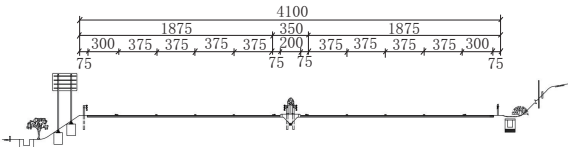


图10 双向8车道高速公路标准横断面(单位:cm)

同时,标志门架立柱、ETC门架立柱会落于中分带内,需要设置不低于四级(SB)护栏进行防护,特别注意,由于中分带宽度受限,需要考虑护栏最大横向动态位移外延值和车辆最大动态外倾当量值,选择低变形量护栏或混凝土护栏^[7]。

对于常规路段中分带护栏,考虑8车道高速公路交通量大,车型构成复杂,至少设置四级(SB)护栏进行防护。而对于特殊路段,如连续场长下坡路段、设施密集路段等,需要提高中分带护栏等级。

对于路侧护栏,要充分考虑路侧计算净区宽度范围内的情况。对于直线段,填方计算净区宽度最大为9 m(见图11),挖方计算净区宽度最大为5 m(见图12^[8])。

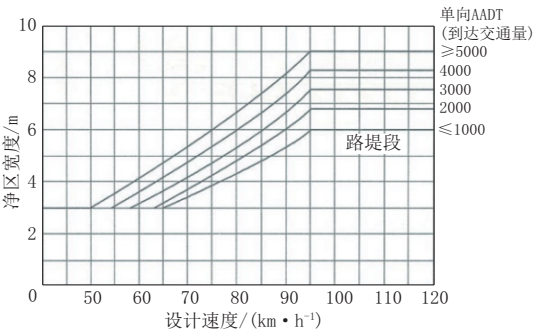


图11 填方直线段计算净区宽度

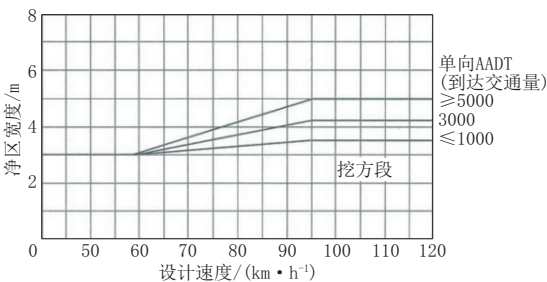


图12 挖方直线段计算净区宽度

对于曲线段,则需采用相同路基类型对应的直线段计算净区宽度乘以调整系数进行修正,调整系

数如图13所示。经计算,填方曲线段计算净区宽度最大为17.1 m,挖方曲线段计算净区宽度最大为9.5 m。

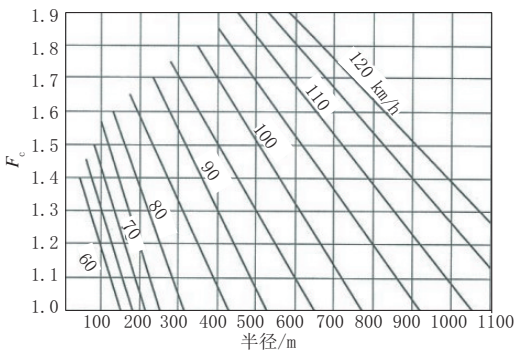


图13 曲线段计算净区宽度调整系数^[10]

凡计算净区宽度范围内存在高速铁路、高速公路、高压输电线塔、危险品储藏仓库、障碍物等,均需要设置护栏进行防护。护栏的等级主要取决于填方高度和障碍物情况,如图14所示。

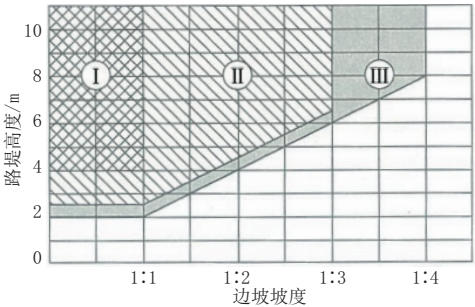


图14 边坡坡度、路堤高度与设置护栏的关系

6 隔离设施设计要点

隔离设施设计主要是考虑形式选择、构造要求两个方面。隔离设施的作用是有效阻止行人、动物误入高速公路。

目前山区高速公路常用的隔离设施形式为焊接网隔离栅以及刺钢丝隔离栅^[9]。前者适用于人口稠密、风景区、沿线设施路段,后者适用于人烟稀少、跨越沟渠的路段。焊接网隔离栅在实际运用中,易出现偷盗现象,而刺钢丝隔离栅相对不易出现偷盗。

对于山区双向8车道高速公路而言,一般情况都是通过改扩建方式建设,分离式路基相对较多。当两幅间距较近时,只需在两幅最外侧设置隔离栅。当两幅相距较远时,两幅左右侧都应设置隔离栅,避免漏防。

隔离栅构造主要包括网片、立柱、斜撑、连接件等。目前山区高速公路常用的隔离栅立柱主要有混凝土立柱、钢管立柱、GRC复合隔离栅立柱。混凝土立柱重量大、刚性强,抗冲击性能好,耐腐蚀性强,而钢管

立柱重量轻,韧性好。根据实际项目情况进行选用。

7 防眩设施设计要点

防眩设施设计主要是考虑形式选择、构造要求两个方面。山区高速公路目前主要的防眩形式有植物防眩、防眩板防眩两种^[10]。

植物防眩基于山区独特的气候和地理情况以及兼具生态修复与景观美化功能而被普遍采用。一般情况下,植物防眩参数由交安专业确定,植物工程纳入绿化专业。需特别注意的是,分离式路基中分带如采用植物防眩,需与绿化专业提前沟通确认,避免遗漏。

防眩板是一种经济、美观、对风阻挡小、积雪少、对驾驶人心理影响小的防眩设施。一般情况下,桥梁路段、中分带开口、互通立交双向行驶匝道路段采用防眩板进行防眩。防眩板设置间距为 1 m,防眩高度不低于 1.7 m。一般情况下,高速公路桥梁护栏的高度是 1.1 m,防眩板所需高度至少 0.6 m;中分带开口防眩板的高度取决于开口护栏的等级,如采用 SB 级开口护栏,则防眩板所需高度至少 0.75 m;互通立交双向行驶匝道路段防眩板的高度取决于护栏的等级,如采用 Am 级混凝土护栏,则防眩板所需高度至少 0.89 m。综合考虑线形以及交通量构成情况,适当调整防眩高度。

需要注意的是防眩板的安装不可侵入建筑限界,同时应注意左偏曲线和右偏曲线段防眩板的安装方式。

8 结 语

随着山区双向 4 车道高速公路扩容需求日益增

长,尤其是邻近省会城市的路段,双向 8 车道山区高速逐渐成为行业关注焦点,交通安全设施设计的重要性愈发凸显。针对多车道多车型车流组织、差异化限速方案、复杂路网环境下指路标志优化等核心挑战,结合小龙高速、功小高速、石昆高速三条山区双向 8 车道项目的设计经验,提炼出涵盖交通标志、限速方案、交通标线、护栏、隔离设施、防眩设施等关键环节的设计要点。明确山区 8 车道高速公路交通安全设施设计需遵循“需求导向、系统集成、动态响应”的原则,通过各设施的协同优化,实现安全防护与通行效率的平衡。为后续同类项目提供参考,旨在充分发挥交通安全设施的安全保障效能,助力实现高速公路“安全、畅通、舒适”的运营目标。

参考文献:

[1] 孙童,李欣,吴志强,等.十车道高速公路交通组织模式与策略研究[J].交通科技与管理,2025,6(18):32-34.
[2] GB 5768.2—2022 道路交通标志和标线 第 2 部分:道路交通标志[S].
[3] 夏保祥,杨汉忠,贾宁.一种新型交通标志门架的设计与应用[J].公路,2008(10):145-147.
[4] 李浩领,王季凯,任予跃.8 车道高速公路分车道限速适应性分析[J].北方交通,2016(11):50-52.
[5] JTG/T 3381-02—2020 公路限速标志设计规范[S].
[6] 刘聪,李天宇.高速公路出口区域车道指引标志与标线设计优化[J].天津建设科技,2025,35(1):4-7.
[7] 徐伟龙,项彦茂,谢喆.高速公路路侧护栏改造设计研究综述[J].交通科技与管理,2024,5(18):191-194.
[8] JTG/T D81—2017 公路交通安全设施设计细则[S].
[9] 冯维韬.浅谈高速公路隔离设施设计[J].黑龙江交通科技,2013(6):4-6.
[10] JTG D81—2017 公路交通安全设施设计规范[S].