

高速公路不良线形组合下防眩改善方案研究

刘安辉, 朱欢

(贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司, 贵州 贵阳 550000)

摘要: 早期修建的山区高速公路因地形条件和施工技术限制,设计采用的技术指标较低,随着交通量的增大,不良线形组合路段频繁发生由对向车眩光引发的交通事故。JTG D81—2017《公路交通安全设施设计规范》、JTG D20—2017《公路路线设计规范》对防眩设施的要求单一,实际工程设计中未根据道路线形条件对平纵曲线路段防眩设施进行有针对性的设计。文中以贵州省 G60 沪昆(上海—昆明)高速公路贵新段为研究对象,基于当前线形条件、运行速度和道路宽度对防眩设施设置影响的分析,建立防眩板间距、高度计算模型,结合相关规范提出符合当前运行环境的防眩设施设置参考值。

关键词: 交通工程;高速公路;防眩设施;线形组合;眩光分析

中图分类号: U491.59

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2023)05-0044-04

夜间行车对驾驶员最大的影响因素是光线照明,若防眩设施设置不合理,驾驶员因受对向来车强光灯眩光影响,视觉机能降低,极有可能引发交通事故^[1]。早期修建的山区高速公路线形指标较低,平纵组合复杂。JTG D81—2017《公路交通安全设施设计规范》、JTG D20—2017《公路路线设计规范》对视距及防眩设施设置的要求单一^[2-3],实际工程中通常按照固定高度和间距进行全线防眩板设置,难以满足不同线形组合、运行速度及中央分隔带宽度条件下防眩需求。尤其是小半径平曲线路段的停车视距较紧张^[4-5],防眩设施的设置比直线路段要求更严格^[6-7]。已有学者对公路弯道停车视距计算模型及防眩设施设置进行了研究^[8-11],但未得出统一结论形成标准规范。依据实际工况提出符合不同线形组合的防眩设施间距及高度设置参考值并进行有针对性的防眩设计,对公路设计及交通安全具有重要意义。

1 工程概况

贵州省 G60 沪昆(上海—昆明)高速公路贵新段原为汽车专用(一级)公路,路基宽度 21.5 m,双向四车道,后纳入高速公路管理。该路段提升为高速公路后,限速方案调整为小车 100 km/h、其他车型 80 km/h,由于交通流量增大,运行速度提升,事故频发,后期陆续进行了一系列安全设施改造提升。

下坝枢纽至大良田互通段夜间事故发生频率较

高,该路段平纵线形显著低于 JTG D20—2017《公路路线设计规范》规定的设计速度 80 km/h 下一般值(见表 1),不良线形组合路段共计 20 处,长度占比约 32%,综合线形指标较差(见图 1)。

表 1 贵新段线形指标选用情况及规范一般值

技术指标	贵新段采用值	规范一般值(80 km/h)
圆曲线半径/m	290~772	400
纵坡/%	2.0~0.8	5
中央分隔带宽度/m	1.5	2

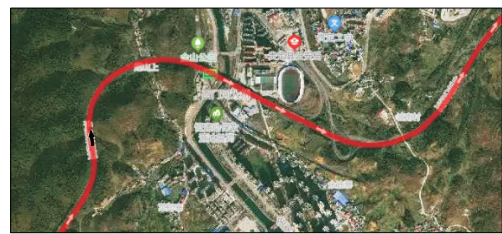


图 1 贵新高速公路不良平纵线形典型路段

经现场调查,既有防眩设施多处存在高度不足、间距较大的问题,未能有效减少眩光现象;夜间行车时,对向来车强光灯产生的眩光严重干扰驾驶员的正常驾驶行为,驾驶舒适度降低,甚至引发交通事故。

2 防眩设施高度分析

从道路纵断面看,设置防眩设施的路段主要包

括平直路段、直坡路段(上坡或下坡)、凹形竖曲线路段、凸形竖曲线路段,其中凹形竖曲线与小半径平曲线组合情况下,下坡车辆灯光与平曲线夹角最大,光线更易透过中央分隔带射入对向车道。

目前,对单一平曲线或竖曲线路段防眩高度的研究较多。对于平曲线路段,基于停车视距对防眩设施高度进行取值,防眩设施的设置易导致中央分隔带外侧超车车道行车视距不足,中央分隔带越窄、平曲线半径越小,影响越大。因此,对于设置防眩设施的平曲线路段应进行停车视距分析,确保视距范围内无遮挡驾驶员视线的障碍物。可根据图 2 所示平面几何关系确定平曲线路段防眩设施高度限值,计算公式如下:

$$h_s < \frac{D - R_s \cos \gamma}{D} (h_2 - h) + h \quad (1)$$

$$D = 2R_s \sin \frac{S}{2R_s} \quad (2)$$

$$\cos \gamma = \frac{D}{2R_s} \quad (3)$$

式中: D 为驾驶员至障碍物的直线距离(m); R_s 为车辆行驶轨迹的半径(m); γ 为驾驶员与障碍物通视直线与车辆行驶轨迹半径的夹角; h_2 为驾驶员视线高度(m); h 为障碍物高度(m); S 为驾驶员至障碍物的弧长距离(m)。

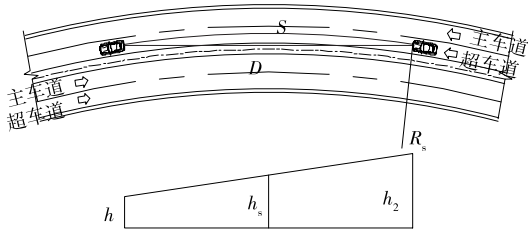


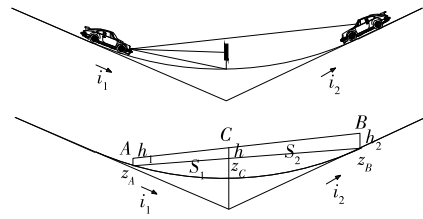
图 2 平曲线路段防眩设施高度计算简图

对于单一凹曲线路段,特别是小半径凹形竖曲线路段,两车在竖曲线底部相向行驶时,某两处的驾驶员互相能以高于防眩设施高度的角度看到对向车的前灯。在凹形竖曲线路段设置防眩板,可根据图 3 所示几何关系及特征点 A、B、C 的坐标计算驾驶员与防眩设施间的水平投影距离 S_1 、对向来车与防眩设施间的水平投影距离 S_2 ,公式如下:

$$S_1 = \sqrt{(x_C - x_A)^2 + (y_C - y_A)^2} \quad (4)$$

$$S_1 + S_2 = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2} \quad (5)$$

式中: x_A 、 y_A 、 x_B 、 y_B 、 x_C 、 y_C 分别为特征点 A、B、C 的平面坐标。



i_1 、 i_2 为路线纵坡坡度

图 3 凹形竖曲线路段防眩示意图

设特征点 A、B、C 的绝对高程分别为 z_A 、 z_B 、 z_C ,任一桩号处中央分隔带防眩板的有效高度 h_p 为:

$$h_p = z_A + h_1 + \frac{(z_B + h_2 - z_A - h_1)S_1}{S_1 + S_2} - z_C \quad (6)$$

式中: h_1 为汽车前照灯高度(m)。

平曲线—凹形竖曲线组合路段为上述线形组合路段。如图 4 所示,当两车均位于平曲线—凹形竖曲线内部时,防眩设施的防眩高度须同时满足平曲线路段和凹形竖曲线路段防眩要求。假定平曲线路段防眩高度为 h_p ,凹形竖曲线防眩高度为 h_s ,则平曲线—凹形竖曲线组合路段防眩板的有效防眩高度 h 应满足如下条件:

$$h_p \geq h \geq h_s$$

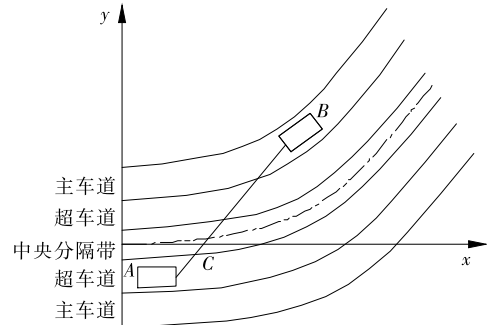


图 4 平曲线—凹形竖曲线路段防眩设施示意图

3 防眩设施设置间距分析

平曲线路段曲线半径越小,防眩板的遮光角越大,防眩板设置间距越小。防眩板设置间距过大,不能满足防眩需求;过小则工程量增加,不经济。应结合线形条件对平曲线路段防眩板间距进行适当调整和优化。

JTG D81—2017《公路交通安全设施设计细则》中防眩设施设置间距建议值为 0.5~1.0 m。参考文献[11],平曲线路段遮光角 β 按下式计算:

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{R - B_s}{R} \right) \cos \beta_0 \quad (7)$$

式中: R 为平曲线半径(m); B_3 为车辆与防眩板之间的横向距离(m); β_0 为直线段遮光角, $\beta_0 = \tan^{-1}(d/L)$; d 为防眩板宽度(m); L 为防眩板纵向间距(m)。

如图5所示,根据平曲线路段防眩板遮光角、间距与宽度的关系,可推导出平曲线路段防眩板间距 L 计算公式:

$$L = \frac{d}{\sqrt{\{R/[(R-B_3)\cos\beta_0]\}^2 - 1}} \quad (8)$$

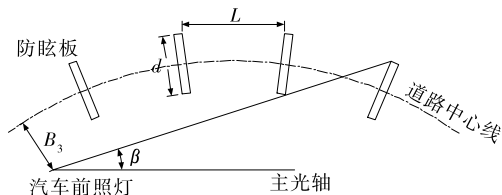


图5 平曲线路段防眩设施设置间距计算示意图

根据平曲线半径,按式(8)可计算不同平曲线路段防眩板设置间距。

4 方案设计及应用

视距和线形组合是影响防眩板设置的关键因素。贵新段中央分隔带宽度仅1.5 m,且须设置护

栏防护设施,为增大车辆与防眩板间的横向净距,拆除原分设型波形护栏,采用单片式混凝土护栏顶部安装防眩板方式,设计方案见图6。该方案在不降低中央分隔带护栏防护等级的条件下增加了单侧横向净距约20 cm,在同等视距要求下增大了无妨碍视线范围。

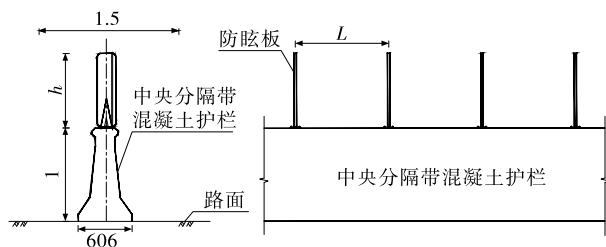


图6 贵新高速公路整体式混凝土护栏顶部设置防眩板示意图(单位:m)

综合考虑结构稳定性及经济性,防眩板横向宽度增大,工程投资、风荷载对防眩板的作用力增大,横向净距相应减小;防眩板过窄时,须减小防眩板间距、增加防眩板数量以达到防眩要求,相应工程量增大。该项目按照规范推荐值选取防眩板宽度为20 cm。选取典型不良线形组合路段计算防眩设施高度及间距,结果见表2。

表2 贵新段防眩设施设置优化

路段编号	长度/m	线形条件	圆曲线半径/m	纵坡/%	防眩设施设置建议值/m	
					间距	高度
1	410	平曲线—凹形竖曲线	290	-3.8	0.58	1.91~2.00
2	192	平曲线—凹形竖曲线	300	-3.9	0.86	1.87~2.00
3	396	平曲线—凹形竖曲线	600	-3.6	0.88	1.78~2.00
4	445	平曲线—凹形竖曲线	772	-3.6	0.91	1.84~2.00
5	900	平曲线—凹形竖曲线	350	-3.0	0.76	1.79~2.00
6	408	平曲线—凹形竖曲线	500	-4.5	0.62	1.75~2.00

由表2可知:防眩板设置高度的下限为1.75~1.91 m,则防眩板的最低高度为0.75~0.91 m。为方便施工,推荐设置高度为0.95 m的防眩板,设置间距按表2取整。防眩板实施效果见图7。



图7 防眩板实施效果

采用BIM软件建模对防眩设施设置优化路段进行漫游仿真,仿真结果见图8。根据仿真结果和现场检测结果,防眩板的夜间防眩效果得到有效提升。

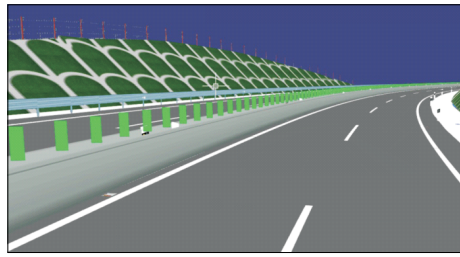


图8 贵新高速公路 BIM 建模仿真漫游效果图

5 结语

山区高速公路线形指标较差,不良线形组合路段多,为减少因防眩设施设置不合理导致的交通事故,通过对平曲线、竖曲线路段防眩设施设置高度和间距的分析,得到道路在不同线形组合条件下防眩设施设置计算模型。结合贵新高速公路既有中央分隔带宽度和护栏的实际情况,设计采用整体式混凝土护栏顶部设置防眩板方案,增加路侧横向净距;根据道路设计参数,提出不同线形条件下防眩板设置指标值,防眩板的夜间防眩效果得到有效提升。

参考文献:

- [1] 董君曼.不同线形条件下高等级公路防眩设施设置[D].哈尔滨:东北林业大学,2021.
- [2] 交通运输部公路科学研究院.公路交通安全设施设计规范:JTG D81—2017[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2017.
- [3] 中交第一公路勘察设计研究院有限公司.公路路线设

计规范:JTG D20—2017[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2017.

- [4] 张韩,哈敏捷,白琛琛.基于多因素的公路弯道停车视距计算模型研究[J].公路与汽运,2023(1):10—16.
- [5] 刘帮权.关于公路停车视距横净距计算公式修正的探讨[J].公路与汽运,2020(4):50—52+55.
- [6] 路旭.高速公路防眩设施优化设计与综合评价研究[D].天津:河北工业大学,2018.
- [7] 杜志刚,徐弯弯.针对城市道路眩光的防眩设施改善设计[J].公路,2017,62(9):249—256.
- [8] 夏元波.基于公路空间三维线形的动态视距计算及其安全性研究[D].广州:华南理工大学,2021.
- [9] 邢福东,史琴.高速公路曲线路段内侧车道停车视距分析及改善措施研究[J].公路交通科技(应用技术版),2020(11):311—313.
- [10] 孙祺,段丹军,孔繁盛,等.基于BIM的高速公路有效视距影响因素分析[J].市政技术,2022,40(2):20—24.
- [11] 刘驰.对防眩板设施设计参数的研究和计算[J].中国市政工程,2016(5):92—94+106.

收稿日期:2023-03-17

(上接第17页)

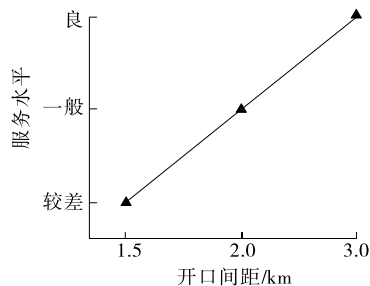


图9 转序段开口间距与服务水平的关系

7 结论

(1) 对于不同类型的转序段开口,以行程车速、车辆延误、交通冲突率为评价指标,推荐开口长度为100 m,此时行程车速较高、交通冲突率与车辆延误较小。

(2) 对于改扩建施工路段,中央分隔带开口间距与服务水平成正比,在可接受的服务水平下,最佳开口间距为3 km,最好不小于2 km,否则道路服务水平将严重下降。

参考文献:

- [1] 赵一飞,万航,肖珊.高速公路改扩建借道施工作业区

中央分隔带开口长度研究[J].中外公路,2021,41(3):365—369.

- [2] 祁雪梅,王少飞,沈国辉.高速公路扩建施工区中央分隔带开口合理长度[J].公路交通科技(应用技术版),2019,15(8):283—285.
- [3] 孙智,荆迪菲,李志勇,等.高速公路改扩建借对向车道行驶中央分隔带开口长度[J].公路工程,2022,47(6):113—120+196.
- [4] 贾庸,蒋若曦,朱顺应,等.高速公路施工区中央分隔带开口长度研究[J].公路交通科技(应用技术版),2018,14(5):20—23.
- [5] 张良陈,邓丽娟,党高峰.基于满足基本功能情况下的中央分隔带最小宽度分析[J].交通科技,2018(3):110—112.
- [6] 交通运输部公路科学研究院.公路养护安全作业规程:JTG H30—2015[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2015.
- [7] 周晨静,荣建,陈春安.面向微观交通仿真实验的模型参数敏感性分析方法[J].北京工业大学学报,2016,42(11):1728—1733.
- [8] 李永义.高速公路施工路段交通组织方案设计与评价研究[D].南京:东南大学,2006.

收稿日期:2022-07-08