

文章编号:1671-8879(2014)01-0090-05

高速公路防眩板高度和交通安全关系

杨春风¹,肖金林¹,孙吉书¹,王 坤²

(1. 河北工业大学 土木工程学院,天津 300400;

2. 江苏华新城市规划市政设计研究院有限公司,江苏 连云港 200000)

摘 要:为了有效解决防眩板统一高度在特定条件下存在的交通安全隐患,通过对平曲线路段防眩板高度的遮光效果和影响因素进行分析,构建了平曲线路段防眩板高度的验算模型。研究了防眩板高度对交通安全的敏感性,对防眩板静视距和行车动视距进行了比较分析,提出了防眩板高度对不同线形路段交通安全影响的关键参数(静视距和动视距差值 ΔL),并结合示范路段进行模拟仿真验证。研究表明:平曲线路段防眩板高度与路段的横断面形式、交通组成和线形条件有着直接关系;不同的防眩板高度影响着不同车辆的安全行驶速度和安全行驶区域。

关键词:交通工程;高速公路;防眩板高度;模型;交通安全;安全速度;安全区域

中图分类号:U491

文献标志码:A

Relationship between anti-glare plate height and traffic safety on expressway

YANG Chun-feng¹, XIAO Jin-lin¹, SUN Ji-shu¹, WANG Kun²

(1. School of Civil Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300400, China; 2. Jiangsu Huaxin Urban Planning & Design Institute Co Ltd, Lianyungang 200000, Jiangsu, China)

Abstract: In order to avoid certain traffic hazards caused by anti-glare plates with uniform height, it is necessary to analyze the shading effect and impact factors of anti-glare plate height on the horizontal curved sections. Checking model for anti-glare plate height was constructed on the horizontal curved sections. The sensitivity of traffic safety affected by anti-glare plate height was researched. By comprehensive analysis and comparison between the static visual range and moving visual range on the horizontal curved sections, key parameter (the difference ΔL between the static visual range and moving visual range) for anti-glare plate height impact on traffic safety, the different linear sections was put forward. Combined with demonstration section, it was simulated and verified for the traffic safety. The results show that anti-glare plate height has a direct relationship with cross-section form, traffic composition and linear conditions; different anti-glare plate heights affect safety speeds and safety zones for different cars. 4 tabs, 4 figs, 8 refs.

Key words: traffic engineering; expressway; anti-glare plate height; model; traffic safety; safety speed; safety zone

0 引 言

通过调查,在平曲线路段上,由于防眩板高度设置不合理引起夜间交通事故呈现逐年增加的态势,因此通过研究平曲线路段防眩板高度和交通安全之间的关系,来改善因眩光原因而引起的交通事故,就成为我们最近需要关注和解决的问题。目前国内外对高速公路防眩板高度的研究成果很多,如李爱民等利用驾驶人刚好看不到对向车道前照灯这一几何关系,得出防眩板高度的计算公式^[1];韩定海等通过分析混合交通下不同车辆驾驶人防眩高度需求,提出了不同车辆组成下的防眩板高度变化值^[2];交通部公路科学研究院在《公路防眩设施技术条件》(JT/T 333—1997)中从防眩板高度对驾驶人视距安全的影响方面做了详细的说明^[3];欧盟在规范《道路防眩系统》(EN12676—1:2000)中从横断面左右路幅高程是否相等的角度上得出了防眩板高度的计算模型^[4]。上述文献中,都没有从最不利车道组合和对交通安全的影响程度上分析防眩板高度,为此,本文将从以上角度对平曲线路段防眩板高度进行分析,得出不同线形条件下的防眩板高度,研究高度对

交通安全的影响模型,得出不同高度影响下的车辆安全行驶速度和安全行驶区域。

1 平曲线路段防眩板高度分析

1.1 混合交通下,最不利车道组合下防眩板高度的确定

平曲线路段上防眩板高度与车辆前照灯高度、驾驶人视线高度、道路平曲线及前照灯的最小几何可见度角、配旋光性能等因素有关。平曲线路段上防眩板高度可以由式(1)确定为^[5]

$$H=h_1+(h_2-h_1)\frac{B_1}{B} \tag{1}$$

式中: H 为防眩板高度; h_1 为汽车前照灯高度; h_2 为驾驶人视线高度; B_1 、 B_2 分别为行车道上发射眩光、救援眩光车辆距防眩板中心线的距离(m); B 为相对行驶车辆相距的横向距离(m), $B=B_1+B_2$ 。

在式(1)中, h_1 、 h_2 是固定值,因此防眩板高度主要取决于 B_1/B 的大小。下面就双向 4 车道、6 车道和 8 车道高速公路的车道组合形式进行分析,如图 1 所示。

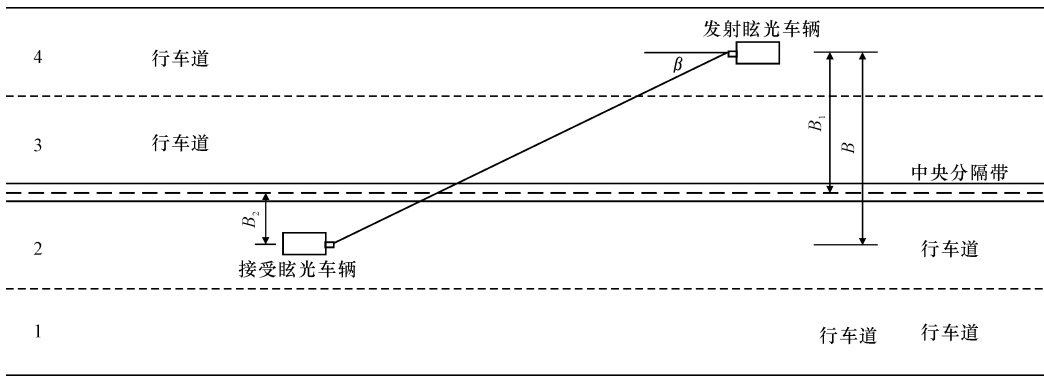


图 1 车道组合形式
Fig. 1 Lane combination

设中央分隔带宽度为 a ,行车道宽度为 b ,通过比较各车道组合形式下 B_1/B 的大小可得出,双向 4 车道、6 车道和 8 车道最不利车道组合形式为接受眩光车辆在最里车道位置和发射眩光车辆在最外侧车道位置,进一步得出各车道组合下防眩板高度 H 和中央分隔带宽度 a 、行车道宽度 b 之间的关系。

双向 4 车道防眩板设置高度 H 为

$$H=h_1+(h_2-h_1)\frac{a+3b}{2(a+2b)} \tag{2}$$

双向 6 车道防眩板设置高度 H 为

$$H=h_1+(h_2-h_1)\frac{a+5b}{2(a+3b)} \tag{3}$$

双向 8 车道防眩板设置高度 H 为

$$H=h_1+(h_2-h_1)\frac{a+7b}{2(a+4b)} \tag{4}$$

1.2 高速公路防眩板高度验算模型的建立

在平曲线路段,通过高速公路防眩板高度对驾驶人心理影响分析可得,不同线形条件下,驾驶人对防眩板高度的需求是不一样的,如果采取统一的高度,对某些驾驶人心理影响是相当大的,甚至会造成

交通事故,因此有必要对不同线形条件下的路段防眩板高度进行合理的验证,来满足防眩效果和交通安全。对平曲线路段上防眩板位置处进行比较分析可知,防眩板设置在平曲线中间位置时,对驾驶人的影响最大,由图 2 分析在不同线形条件下,各行驶位置时的防眩板高度验算模型^[6]。

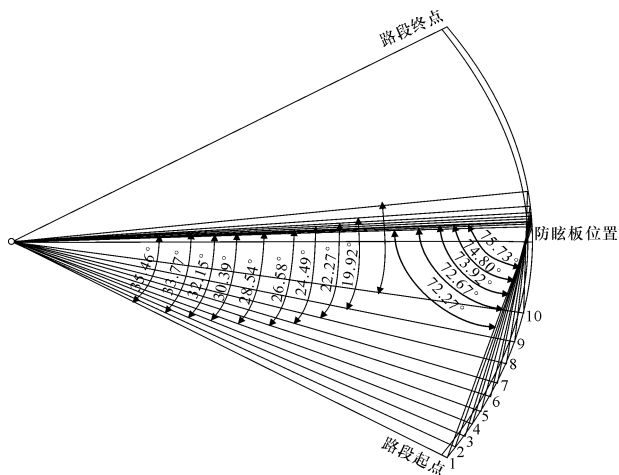


图 2 防眩板高度验算模型

Fig. 2 Checking model for anti-glare plate height

车辆在平曲线路段各位置处行驶时,防眩板高度按下式进行验算为

$$H < [D - (R + a/2) \cos(\gamma)](h_2 - h) / D + h \quad (5)$$

$$D = 2R \sin(S/2R) \quad (6)$$

式中: D 为驾驶人与障碍物通视的直线距离; h 为障碍物高度; R 为平曲线半径; S 为停车视距; γ 为半径和直线 D 之间的夹角。

1.3 混合交通下,车辆组成对高速公路防眩板高度的影响分析

在对高速公路防眩板高度进行设计时,需要从路段实际交通量、车辆组成、防眩效果、交通安全、节约成本 and 经济效益等方面进行综合考虑,以便更好地满足道路建设者和使用者的要求。依据路段上小型车、中型车和大型车的占有比例,防眩板高度分别设置为 1.15、1.55 和 1.65 m,经过分析比较,该设置方式是合理的。

2 混合交通下,防眩板高度对交通安全的影响分析

在平曲线路段上,当防眩板高度大于驾驶人视线高度时,防眩板就会对驾驶人的视距(静视距和动

视距)造成影响,进而影响该车辆的道路行车安全;当防眩板高度小于驾驶人视线高度时,防眩板对驾驶人的视距(静视距和动视距)不会造成影响,也不会影响到该车辆的道路行车安全。防眩板高度对交通安全的影响程度主要是通过防眩板静视距和车辆动视距的差值体现的,因此,对防眩板静视距和车辆动视距进行比较分析,得出防眩板高度对不同线形、不同车辆类型、不同运行速度条件下的安全行驶速度和安全行驶区域。

2.1 高度影响下的防眩板静视距

当防眩板高度高于车辆驾驶人视线高度时,防眩板形成的静视距由防眩板位置和车辆位置共同确定,其可以通过式(9)得出。

设车辆位置为 (x_1, y_1) , 交点位置为 (x_2, y_2) , 防眩板和车辆所确定的直线方程为

$$Y = k(x - m) + n \quad (8)$$

式中: k 为直线斜率, $k = (y_1 - n) / (x_1 - m)$; m 、 n 为防眩板位置坐标。

防眩板静视距 S_j 为^[7]

$$S_j = 2R_1 \sin^{-1} [\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} / 2R] \quad (9)$$

式中: S_j 为防眩板静视距(m); R_1 为车辆行驶轨迹圆半径(m)。

2.2 高度影响下的车辆动视距

车辆在平曲线路段以一定的运行速度行驶时,驾驶人所需要的视距值即为车辆动视距,其可以根据车辆的运行速度、路面与轮胎的横向摩擦系数和避免车辆相撞的安全距离来确定,具体可以用停车视距 S_t 来体现^[8]。

$$S_t = \frac{V_t}{3.6} + \frac{k_z v^2}{254(\partial \pm i)} + S_0 \quad (10)$$

式中: t 为驾驶人反应时间; V 为车辆速度(km/h); ∂ 为路面与轮胎之间的纵向摩擦系数; i 为路面纵坡,以小数计,上坡为“+”,下坡为“-”; S_0 为安全距离,取 5~10 m; k_z 为制动使用系数,一般取 1.20~1.40。

2.3 高度对交通安全影响程度分析

平曲线路段上,在行驶车辆不发生滑移的情况下,设 S_j 与 S_t 之间的差值为 ΔL , 即 $\Delta L = S_j - S_t$, 当 ΔL 大于 0, 则防眩板高度对交通安全无影响, 当

ΔL 小于 0 时,则防眩板高度对交通安全造成影响,且 ΔL 值越大影响的程度愈大;反之,对交通安全的影响程度就越小。

3 工程实例

选取工程实例为河北省宣大高速公路中的平曲线示范路段,该路段为双向 4 车道,行车道 3.75 m,中央分隔带为 2 m,曲线半径为 400 m,曲线长度 S 为 463.24 m,缓和曲线长度为 180.665 m,设计速度为 80 km/h。

3.1 平曲线路段防眩板高度的确定

该示范路段为双向 4 车道,且行驶的车辆主要为大型货车,其驾驶人视线高度 h_2 为 2.25 m,通过式(2)可以得出该路段防眩板高度 H 为 1.7 m,同时进一步根据式(5)和式(6)对不同位置处防眩板高度进行验证,具体验算值见表 1。

表 1 设计速度 80 km/h、半径 R 为 400 m 时防眩板高度验算值

Tab. 1 Checking value of anti-glare plate height when design speed is 80 km/h and radius R is 400 m			
$a/(^{\circ})$	H/m	$a/(^{\circ})$	H/m
0	1.694	9.89	1.697
1.76	1.703	12.38	1.697
3.60	1.691	15.19	1.705
5.55	1.695	18.52	1.701
7.63	1.711	22.83	1.700

注: a 为行驶位置点与圆曲线起点构成的圆心角($^{\circ}$); H 为防眩板高度验算值(m)。

通过表 1 可以得出,各位置处防眩板验算高度都在 1.7 m 左右,经过实车验证,该高度满足大型货车在该路段的防眩需求,进一步证明了该高度验算模型的正确性。

3.2 平曲线路段,防眩板高度对交通安全影响分析

根据得出的防眩板高度(1.7 m),可以得出防眩板对各种车型的影响程度值见表 2。

表 2 防眩板高度(1.7 m)对行车安全影响程度值

Tab. 2 Impact value on traffic safety affected by anti-glare plate height (1.7m)	
影响程度值	1.7 m
大型车(大于 2 m)	0
中型车(1.2~1.8 m)	ΔL
小型车(小于 1.2 m)	ΔL

通过表 2 可得出,该防眩板高度只对中小型车的交通安全造成影响,对大型车的交通安全不会构成影响。结合平曲线路段线形情况,建立高度对交通安全的影响模型,得出不同车辆类型(小型车和中型车)、不同位置处和不同运行速度下的 ΔL ,且 ΔL 随着车辆类型变化而变化(如小型车影响程度值 ΔL 是在中型车的基础上累加的且一次累加 10 m),下面就通过图 3 来分析防眩板高度对小型车交通安全影响程度值图。

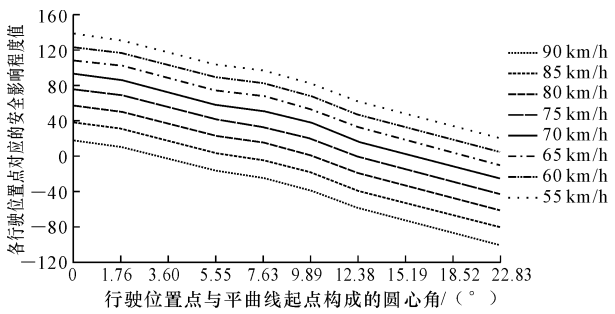


图 3 不同位置、不同行驶速度下防眩板对小型车行车安全影响程度值

Fig. 3 Impact value on traffic safety affected by anti-glare plate height when small car in different positions and with different speeds

表 3 小型车在不同行驶速度下的安全行驶区域

Tab. 3 Safety zones of small car with different speeds				
行驶速度/($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	55	60	65	70
安全区域(位置点圆心角)/($^{\circ}$)	33.19	33.19	19.12	15.39
行驶速度/($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	75	80	85	90
安全区域(位置点圆心角)/($^{\circ}$)	11.88	10.65	7.54	3.42

通过图 3 和表 3 可以看出,小型车在该路段上行驶时,其行驶速度低于 65 km/h 时,防眩板高度对小型车的交通安全不构成影响,故小型车的安全行驶速度为 65 km/h,此安全速度下的安全行驶区域为 19.12 $^{\circ}$ 。

对中型车的影响程度见下页图 4 及下页表 4。中型车在该路段上行驶时,其行驶速度低于 60 km/h 时,防眩板高度对中型车的交通安全不构成影响,故中型车的安全行驶速度为 60 km/h,此安全速度下的安全行驶区域为 21.97 $^{\circ}$ 。

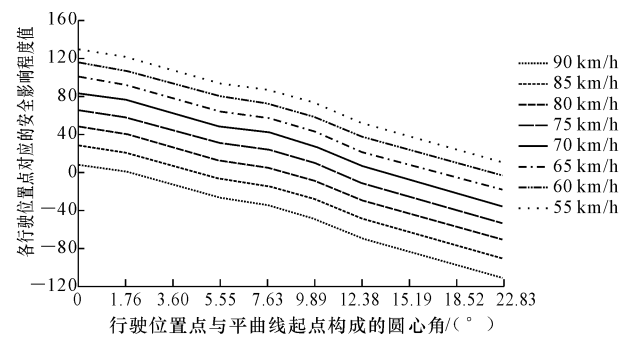


图 4 不同位置、不同行驶速度下防眩板对中型车行车安全影响程度值

Fig. 4 Impact value on traffic safety affected by anti-glare plate height when middle car in different positions and with different speeds

表 4 中型车在不同行驶速度下的安全行驶区域

Tab. 4 Safety zones of middle car with different speeds

行驶速度/(km·h ⁻¹)	55	60	65	70
安全区域(位置点圆心角)/(°)	33.19	21.97	17.88	14.73
行驶速度/(km·h ⁻¹)	75	80	85	90
安全区域(位置点圆心角)/(°)	10.17	8.45	4.98	2.87

4 结 语

(1)平曲线路段的防眩板高度与路段的横断面形式、交通组成和线形条件有着直接关系,在防眩板高度的设计、施工中应充分考虑。

(2)提出了防眩板高度对交通安全影响程度值的计算模型,并基于平曲线路段的调查分析,确定了计算模型中一些关键参数的取值。

(3)不同的防眩板高度影响着不同车辆的安全行驶速度和安全行驶区域,如在实例路段上,当防眩板高度设置为 1.7 m 时,其对小型车和中型车的交通安全构成影响,小型车和中型车防眩板在高度影响下的安全行驶速度分别为 65 km/h 和 60 km/h,安全行驶区域分别为 19.12°和 21.97°。

(4)本文只是从平曲线路段分析防眩板高度验算方法和高度对交通安全的影响,对纵断面路段的防眩板高度验算方法和高度对交通安全的影响有待进一步研究。

参考文献:

References:

[1] 李爱民. 高速公路防眩设施研究[J]. 公路交通科技, 1994(3):17-22.
LI Ai-min. Research on the anti-glare devices in freeway [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 1994(3):17-22. (in Chinese)

[2] 韩定海, 李宝红, 程建彬. 混合交通下防眩设施的设计研究[J]. 西安文理学院学报: 自然科学版, 2008, 11(2):116-120.
HAN Ding-hai, LI Bao-hong, CHENG Jian-bin. Study on the design of anti-dazzle facilities under mixed traffic conditions[J]. Journal of Xi'an University of Arts & Science: Natural Science Edition, 2008, 11(2):116-120. (in Chinese)

[3] JT/T333—1997, 公路防眩设施技术条件[S].
JT/T333-1997, Specification of highway glare screen [S]. (in Chinese)

[4] BS EN 12676—1:2000, Anti-glare systems for roads - part 1: performance and characteristics[S].

[5] 王春娥. 双向四车道高速公路防眩板设置高度研究[J]. 盐城工学院学报: 自然科学版, 2012, 25(1): 62-66.
WANG Chun-e. Study on the setting height of anti-dazzle board in bidirectional four-lane highway [J]. Journal of Yancheng Institute of Technology: Natural Science Edition, 2012, 25(1):62-66. (in Chinese)

[6] JTG BOI—2003, 公路工程技术标准[S].
JTG BOI—2003, Technical standard of highway engineering[S]. (in Chinese)

[7] 孟庆艳. 山区弯道景观对道路行车安全影响建模及仿真[D]. 长春: 吉林大学, 2007.
MENG Qing-yan. Research on modeling and simulation of the driving safety & sight inside the mountain curve highway [D]. Changchun: Jilin University, 2007. (in Chinese)

[8] 杨少伟. 道路勘察设计[M]. 第 3 版. 北京: 人民交通出版社, 2004.
YANG Shao-wei. Road survey and design [M]. 3rd ed. Beijing: China Communications Press, 2004. (in Chinese)