

文章编号:1671-8879(2008)01-0046-05

高速公路中间带安全侧向净距值

赵一飞,潘兵宏,王 浩,杨少伟

(长安大学 特殊地区公路工程教育部重点实验室,陕西 西安 710064)

摘 要:为了研究高速公路中间带安全侧向净距值,在具有代表性的试验路段实测了超车道上行驶车辆的行驶速度与相应的内侧净距。用数理统计的方法研究了不同车型的车辆行驶时的内侧净距与车速的关系,分析了路缘石对内侧净距的影响,从安全角度提出了高速公路中间带安全侧向净距值。研究表明:汽车行驶时的内侧净距与车速呈线性关系;位于护栏外侧的凸起路缘石,对汽车行驶的安全侧向净距有一定影响;中国许多正在运营的采用分设型布设中央分隔带护栏的高速公路安全侧向净距不足。

关键词:道路工程;高速公路;中间带;内侧净距;安全侧向净距;路缘石
中图分类号:U491.59 **文献标志码:**A

Safety lateral clearance of expressway median

ZHAO Yi-fei, PAN Bing-hong, WANG Hao, YANG Shao-wei

(Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education,
Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: In order to research the median safety lateral clearance of expressway, the speed data of overtaking lane and respective inside clearances data of vehicles were collected on some typical sections expressways. This paper studied the relation between the inside clearance and the speed of different vehicle types by using mathematical statistics, analyzed the effect of curb on the inside clearance, put forward the median safety lateral clearance of expressway from safety angle. The results show that the relation between vehicles' inside clearance and speed is linearity, and the vertical curb situated outboard of corrugated beam barrier has some effect on vehicles' safety lateral clearance, and the current specification for safety lateral clearance between median and corrugated beam barrier in China is insufficient. 3 tabs, 5 figs, 12 refs.

Key words: road engineering; expressway; median; inside clearance; safety lateral clearance; curb

0 引 言

侧向净距值是高速公路中间带的重要设计参数,其值的大小与行车的安全舒适性和工程建设的经济性密切相关。从交通心理分析和路段调查来

看,在防撞护栏与路缘石同时存在的情况下,高速公路侧向净距过小,驾驶人会下意识地靠中间行驶,无形压缩与相邻车道的侧向安全宽度,干扰另一车道上的车辆行驶,增加了不安全因素,容易诱发交通事故^[1];若侧向净距过大,将增加高速公路的占地和

收稿日期:2007-03-01

基金项目:陕西省交通科技项目(02-37R)

作者简介:赵一飞(1968-),男,浙江诸暨人,副教授,博士研究生,E-mail:kc01@gl.chd.edu.cn.

工程造价。同时,高速公路中间带仿真试验表明,高速公路超车道侧向净距过大,容易导致车辆对护栏大角度碰撞,危及行车安全^[2-5]。因而,研究合适的高速公路中间带安全侧向净距值非常必要。

国外关于中间带侧向净距的研究以日本和前苏联居多。日本道路协会通过大量的追逐试验,研究了车速与侧向净距的关系;前苏联也提出了类似的研究成果^[6-8]。日本和前苏联的研究成果是以路缘石为参照物进行的,但在防撞护栏与路缘石同时存在的情况下,以护栏为参照物,兼顾路缘石的位置及高度,应比单纯的以路缘石为参照物更为合理。中国中交第一公路勘察设计研究院曾对隧道的横断面进行过专题研究,提出了超车道侧向净距推荐值,同时表明隧道侧墙对行车的“墙效应”比较明显^[9-10]。对于高速公路一般行车路段,中国目前还没有对中间带的侧向净距值进行专门研究,设计指标主要引用日本的规定。但中国驾驶人的行为方式、公路上的交通组成、汽车性能以及交通法规等与日本有很大差异,日本中间带的标准和形式不一定适合中国的实际情况。为此,本文通过在不同试验路段实测超车道上不同车型的行驶速度与相应的内侧净距,分析确定了不同车型行驶时的内侧净距与车速的函数关系,研究了路缘石形式对内侧净距的影响,从安全角度提出了适合中国国情的高速公路中间带安全侧向净距值。

1 试验数据的采集

1.1 试验目的与内容

试验目的:通过采集数据,确定高速公路中间带内侧净距与车型车速的函数关系,研究路缘石形式对内侧净距的影响。试验的主要内容:采集不同中间带形式下各型车辆在超车道上行驶时的车速和相应内侧净距。中间带各组成部分如图1所示。

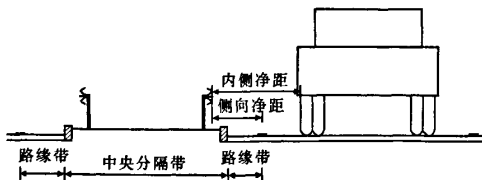


图1 中间带的组成部分

1.2 试验方案

在高速公路中间带形式和车道宽度无变化的典型路段中选取一断面,对实际营运的车辆进行定点隐蔽观测。测量所有在超车道上行驶的汽车车速和相应的内侧净距,再甄别汽车的车型。根据车型将

所测的车速与相应的内侧净距归类,最后用数理统计的方法确定同种车型的内侧净距与车速的关系。

1.3 试验地点与时间

试验地点选在中间带形式无变化的路段上。试验不应影响汽车的正常行驶,避免驾驶人看见实验人员和设备产生戒备心理,引起驾驶行为异常。具体地点选在陕西省西安—临潼高速公路 K18+040(A点)、西安—宝鸡高速公路 K19+500(B点)、K43+200(C点)、K29+600(D点)、K16+950(E点)处。这5处路线均较为顺直,且有天桥跨越主线,实验人员隐蔽在天桥上,不会对驾驶人的心理产生干扰,得到的试验数据比较有代表性。A点的中央分隔带形式为上凸式,路缘石高0.15 m,路缘石外边缘到护栏外边缘距离 $C=0.2$ m;B、C点中央分隔带形式为浅碟型,路缘石高0.05 m, $C=0.18$ m;D、E点中央分隔带形式为浅碟型,路缘石与路面齐平, $C=0.16$ m。

试验时间选择为9:00~11:00和15:00~17:00。在这两个时段,高速公路上能见度较好,车流量较适中,两条高速公路均处于一级服务水平,易于观测。

1.4 试验设备

记录设备采用高清晰度、内置话筒的 SONY 数码相机;测速设备采用连续的多普勒 CS-9 雷达测速仪,工作频率为 $(10\ 525 \pm 25)$ MHz;测速范围:目标车速为 17~199 km/h;测速精度为 ± 1 km/h;测速距离:大型车为 800 m,小型车为 500 m。

1.5 试验数据的采集

在行车方向距天桥 40 m 的超车道上,沿横断面方向用刻度模板喷画出尺寸刻度线,喷画长度为 2 m。在天桥上,摄像机架在超车道左外侧线的正上方,拍摄汽车通过尺寸刻度线的情况,实验人员用雷达测速仪测出每辆车通过该处的车速,并及时大声报出和记录在摄像机中。录像时间为每处 3 h 左右,以保证记录的数据足以分析其规律。图2为摄像机拍摄到的汽车通过刻度线的瞬间。

2 试验数据分析

2.1 汽车车型划分

中国高速公路上行驶的汽车种类很多,各种车型的外廓尺寸不一,若要研究汽车内侧净距与车型、车速的关系,应依据汽车的宽度划分车型。因试验观测到的是汽车后轮左边缘所压过的刻度与相应的车速,因此还应调查、统计各种车型的后轮宽度。

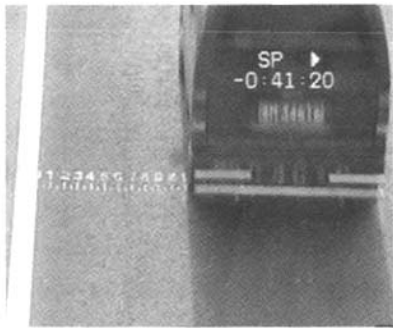


图2 摄像机拍摄到的汽车通过刻度线的瞬间

通过调查分析,常见的载质量不小于4 t的载重汽车与车长不小于7.5 m的大中型客车后轮总宽度非常接近,都在2.40 m附近,因此将两种车型划分为一类,定为大型车,同时将这类车的后轮总宽度定为2.4 m;载质量2~4 t的载重汽车与车长5.4~7.5 m的客车及专用公务车划为中型车,后轮总宽度定为2.10 m;小轿车和车长小于5.4 m的小型客车、载质量小于2 t的微型卡车划为小型车,后轮总宽度为1.70 m。

2.2 试验数据的概率分布

在相同的中央分隔带形式下,汽车在一定速度下行驶时,内侧净距是由驾驶人的驾驶行为、汽车的性能及车辆间的纵向干扰等因素决定的。这些因素是随机的,通过对试验路段5处试验数据的概率统计分析,不管什么车型,车速与内侧净距均近似服从正态分布。

2.3 不同车型车辆的内侧净距与行车速度的关系

通过对路段试验中的小型车、中型车、大型车的车速与内侧净距的关系进行分析,可以得出内侧净距是与车速有线性关系的随机变量,各观测点的车速与内侧净距的关系如表1所示。B点与C点、D点与E点的中央分隔带形式和路缘石高度分别一致,在数据处理时,将观测数据合并在一起进行分析。表1中y为内侧净距,即汽车后轮外边缘到护栏边缘的水平距离(m);x为汽车的行驶速度(km/h)。

从表1回归公式的斜率可以看出,随着车速的增加,小型车的内侧净距变化最快,中型车次之,大型车最慢;从置信区间宽度可以看出,小型车内侧净距的离散程度大于中型车,大型车最小,这是因为随着车体宽度的增大,使驾驶人在超车道上驾驶的自由受到限制。

2.3.1 路缘石高度对内侧净距的影响

在不同的中央分隔带形式中,对内侧净距产生影响的因素还有路缘石高度、护栏高度及绿化带高

表1 各观测点车速与内侧净距的关系

车型	位置	回归公式	85%置信区间宽度/m
小型车	A点	$y=0.010\ 2x+1.12$	0.864
	B、C点	$y=0.009\ 6x+1.03$	0.798
	D、E点	$y=0.009\ 2x+1.05$	0.800
中型车	A点	$y=0.009\ 7x+1.07$	0.691
	B、C、D、E点	$y=0.009\ 3x+1.04$	0.778
大型车	A点	$y=0.008\ 3x+0.92$	0.616
	B、C点	$y=0.008\ 1x+0.95$	0.676
	D、E点	$y=0.007\ 8x+0.94$	0.691

度等^[11-12]。绿化带高度由防止夜间行车眩光确定,其高度范围为1.5~2.0 m,其值的变化随着树木的生长和修剪而形成。护栏的高度根据汽车碰撞研究确定,也不应随意改变,中国高速公路采用的波纹钢板护栏高度多为0.7~0.8 m。因此,在护栏高度与绿化带高度相近,交通流相似的情况下,影响内侧净距的主要因素为路缘石的高度。

表2为试验数据回归公式斜率与路缘石高度的对应关系。由表2可以看出,随着路缘石高度的增加,对应的车速与内侧净距回归公式的斜率也相应增加,说明路缘石高度对内侧净距的影响随车速的增高而增大。当路缘石高度由0增加到0.15 m时,大型车车速与内侧净距回归公式的斜率增加了0.000 5,而小型车增加了0.001,说明路缘石对小型车的影响要比对大型车大。

表2 试验数据回归公式斜率与路缘石高度的对应关系

位置	A点		B、C点		D、E点	
车型	小型车	大型车	小型车	大型车	小型车	大型车
路缘石高度/cm	15	15	5	5	0	0
斜率	0.010 2	0.008 3	0.009 6	0.008 1	0.009 2	0.007 8

2.3.2 平均影响因素下的内侧净距回归公式

通过上述分析可知,各车型的内侧净距是与车速存在线性关系的随机变量,内侧净距与车速在坐标图上成带状。路缘石高度等因素影响内侧净距与车速回归方程的表达式。若将除车速以外的其他对内侧净距产生影响的因素平均,则车速与内侧净距的关系可以表示为

小型车: $y=0.010\ 1x+1.03$ (1)

其85%置信区间:上限为 $y=0.010\ 1x+1.45$;
下限为 $y=0.010\ 1x+0.61$;

中型车: $y=0.009\ 5x+1.04$ (2)

其85%置信区间:上限为 $y=0.009\ 5x+1.41$;
下限为 $y=0.009\ 5x+0.67$;

大型车: $y=0.008\ 1x+0.94$ (3)

其85%置信区间:上限为 $y=0.008\ 1x+1.28$;

下限为 $y = 0.0081x + 0.61$ 。

图 3、图 4、图 5 分别为小型车、中型车、大型车车速与内侧净距的关系。

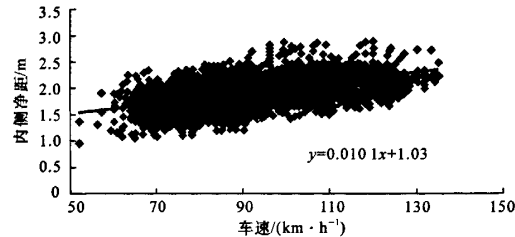


图 3 小型车车速与内侧净距的关系

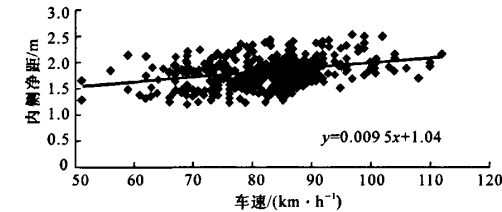


图 4 中型车车速与内侧净距的关系

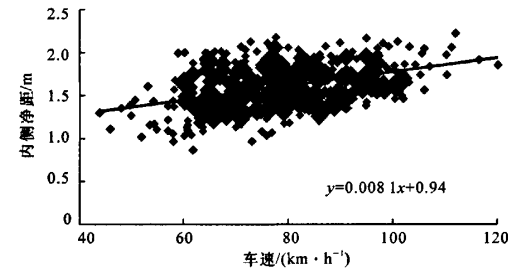


图 5 大型车车速与内侧净距的关系

3 中间带安全侧向净距

确定高速公路中间带安全侧向净距的方法是以超车道的中线作为车辆实际位置向外推出所需的侧向净距。其基本公式为

$$M = y - \frac{B - b}{2}$$

式中: M 为安全侧向净距; y 为内侧净距; B 为车道宽; b 为汽车后轮总宽。

对用不同车型计算的侧向净距进行比较,得到的最大值作为舒适行车的高速公路中间带安全侧向净距值。

由于小(中)型车的车辆宽度比大型车窄,因此在超车道上行驶时实际位置向右有一定的偏移是可以接受的。偏移后小(中)型车的内侧净距在超车道内的部分增大,在超车道外需要的侧向净距会相应减小。在保持小(中)型车右后轮外边缘所在位置与大型车右后轮外边缘齐平的情况下,对小(中)型车的中间带安全侧向净距进行折减,折减值采用小

(中)型车与大型车后轮总宽之差的一半。将折减后的小(中)型车安全侧向净距与大型车的值进行比较,最大值作为高速公路中间带的最小安全侧向净距值。通过对相关公式的计算,高速公路中间带安全侧向净距的推荐值如表 3 所示。

表 3 高速公路中间带安全侧向净距推荐值

设计车速/ (km · h ⁻¹)	中间带安全侧向净距推荐值/m			
	路缘石凸起并位于 护栏外侧		路缘石齐平	
	舒适值	最小值	舒适值	最小值
120	1.35	1.10	1.15	1.00
100	1.15	0.95	1.00	0.90
80	0.95	0.80	0.85	0.80

4 结 语

(1)汽车行驶时的内侧净距、安全侧向净距与车速呈线性关系。行车速度越高,需要的安全侧向净距越大。

(2)位于护栏外侧的凸起路缘石,对汽车行驶的内侧净距与安全侧向净距有一定影响。随着车速的增高这种影响增大,对小型车的影响要比对大型车和中型车的影响大。因而,从安全角度考虑,高速公路应取消路缘石。如果非要设置,建议路缘石侧面与护栏齐平,并在相同的中间带上减小中央分隔带的宽度,增加路缘带的宽度,以保证侧向安全净距。

(3)中国许多正在运营的采用分设型布设中央分隔带护栏的高速公路安全侧向净距为 0.2 m+左侧路缘带宽,对照表 3 中的数值,其中间带安全侧向净距均不足,给行车安全带来隐患。

参考文献:

References:

[1] 马卫民. 路缘石、护栏与交通安全[J]. 辽宁交通科技, 1997, 20(1): 20-21.
MA Wei-min. Barrier and traffic safety[J]. Journal of Liaoning Transportation Research and Development, 1997, 20(1): 20-21.

[2] Malcolm H R. The effect of curb geometry and barrier placement on the safety performance of curbs and curb/guardrail combinations [R]. Worcester: Worcester Polytechnic Institute, 1999.

[3] 王忠仁. 高速公路中央分隔带护栏形式选择[J]. 公路交通科技, 1999, 16(1): 48-53.
WANG Zhong-ren. Selection of median barrier types [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 1999, 16(1): 48-53.

- [4] 赵永平, 杨少伟, 赵一飞. 具有中央分隔带公路弯道外侧超车车道的视距[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2004, 24(5): 31-34.
ZHAO Yong-ping, YANG Shao-wei, ZHAO Yi-fei. Passing lane stopping sight distance outside of median divider in expressway [J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2004, 24(5): 31-34.
- [5] 张胜平. 高速公路中央分隔带护栏碰撞仿真试验的研究和应用[D]. 西安: 长安大学, 2004.
- [6] 许金良, 石飞荣, 杨宏志. 基于计算机仿真的公路安全设计方法[J]. 中国公路学报, 2004, 17(2): 1-5.
XU Jin-liang, SHI Fei-rong, YANG Hong-zhi. Method for highway safety design on computer simulation [J]. China Journal of Highway and Transport, 2004, 17(2): 1-5.
- [7] 杨宏志, 许金良, 李建士. 基于计算机仿真的公路线形设计评价[J]. 中国公路学报, 2005, 18(1): 14-18.
YANG Hong-zhi, XU Jin-liang, LI Jian-shi. Evaluation of highway route design based on computer simulation [J]. China Journal of Highway and Transport, 2005, 18(1): 14-18.
- [8] 杜洋, 黄小清, 汤立群. 半刚性护栏系统模型冲击实验研究[J]. 华南理工大学学报: 自然科学版, 2003, 31(12): 66-70.
DU Yang, HUANG Xiao-qing, TANG Li-qun. Impact experiment of semirigid guardrail system model [J]. Journal of South China University of Technology: Natural Science Edition, 2003, 31(12): 66-70.
- [9] 中交第一公路勘察设计研究院. 公路隧道横断面宽度研究报告[R]. 西安: 中交第一公路勘察设计研究院, 2002.
- [10] 杨少伟, 潘兵宏, 吴华金, 等. 高速公路中间带型式及安全性[J]. 中国公路学报, 2006, 19(6): 39-44.
YANG Shao-wei, PAN Bing-hong, WU Hua-jin, et al. Median type and safety on freeway [J]. China Journal of Highway and Transport, 2006, 19(6): 39-44.
- [11] JTJ/T D81-2006, 公路交通安全设施设计规范[S].
- [12] 张晶, 白书锋, 石红星, 等. 车辆与弯道混凝土护栏碰撞的动态数值模拟及试验[J]. 中国公路学报, 2007, 20(1): 102-106.
ZHANG Jing, BAI Shu-feng, SHI Hong-xing, et al. Dynamic numerical simulation and experiment for vehicle and curved concrete barriers crush [J]. China Journal of Highway and Transport, 2007, 20(1): 102-106.

(上接第 40 页)

- LIAO Zhi-gao. Asphalt pavement aggregate production and quality control with two-phase crashing process [J]. Road Machinery & Construction Mechanization, 2006, 23(10): 32-35.
- [6] 高蕾, 陈拴发. 配合比设计参数对高性能混凝土抗冻敏感特性的影响[J]. 交通运输工程学报, 2006, 6(4): 27-31.
GAO Lei, CHEN Shuan-fa. Influence of mix-designed parameters on freeze-thaw resistance of high performance concrete [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2006, 6(4): 27-31.
- [7] 赵战利, 张争奇, 胡长顺. 集料级配对沥青路面抗滑性能的影响[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2005, 25(1): 6-9.
ZHAO Zhan-li, ZHANG Zheng-qi, HU Chang-shun. Influence of gradation on anti-skidding performance of asphalt pavement [J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2005, 25(1): 6-9.
- [8] 张宜洛. 抗滑级配类型沥青混合料的抗滑性能[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2003, 23(1): 7-10.
ZHANG Yi-luo. Skid resistance regularity of different grades bituminous mixture [J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2003, 23(1): 7-10.
- [9] 张登良. 沥青路面工程手册[M]. 北京: 人民交通出版社, 2003.
- [10] JTJ 032-94, 公路沥青路面施工技术规范[S].