

文章编号:1671-8879(2008)04-0095-04

## 道路减速带对车辆平顺性和安全性的影响

张 犇,魏 朗,余 强

(长安大学 汽车学院,陕西 西安,710064)

**摘 要:**在分析道路减速带控制车速原理的基础上,采用实车道路试验的方法,研究了道路减速带结构尺寸对车辆平顺性和安全性的影响,得到了车辆通过不同结构尺寸道路减速带时,车身加速度和车轴加速度随车速的变化关系。结果表明:道路减速带的宽度与控制车速成正比,高度与控制车速成反比;对于车速小于 40 km/h 的道路,道路减速带宽度为 400~500 mm(高度为 40~50 mm)即可取得良好的控制车速效果;对于车速小于 60 km/h 的道路,道路减速带的宽度为 500~600 mm(高度为 30~40 mm)时才能取得良好的控制车速效果。

**关键词:**汽车工程;道路减速带;结构尺寸;平顺性;安全性;车身加速度;车轴加速度;控制车速

**中图分类号:**U467.1

**文献标志码:**A

## Effect of road hump on driving comfort and safety of vehicles

ZHANG Wei, WEI Lang, YU Qiang

(School of Automobile, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

**Abstract:** On the base of analyzing the speed-control principle of road hump, the influence of the configuration dimensions of road hump on the driving comfort and the safety of vehicles is tested, the relations of body acceleration and axel acceleration with velocity while vehicle's passing through the road humps with different configuration dimensions are studied. The results show that: the height of road hump has a direct ratio to the control-speed, the height of road hump has inverse ratio to the control-speed; when the control speed is less than 40 km/h, 400~500 mm width of road hump (with 40~50 mm height) can get good speed-control effects; when the control speed is less than 60 km/h, 500~600 mm width of road hump (with 30~40 mm height) can acquire good speed-control results. 1 tab, 7 figs, 10 refs.

**Key words:** automobile engineering; road hump; configuration dimension; comfort; safety; body acceleration; axle acceleration; control speed

## 0 引 言

车辆超速行驶一直是导致道路交通事故发生的主要原因之一。2005 年中国共发生道路交通事故 450 254 起,死亡 98 738 人,受伤 469 911 人,其中由于超速原因导致事故数、死亡人数、受伤人数分别

占总事故的 11.69%、16.22%、11.29%<sup>[1]</sup>,特别是在一些长大下坡等特殊路段,超速事故的比例更高。车辆超速不仅极易导致交通事故的发生,而且还会增加事故的严重程度。根据美国俄勒冈州 2000~2002 年的交通事故统计数据,由于车辆超速导致的交通事故占总事故的 27%,占致命交通事故的

收稿日期:2007-08-10

基金项目:云南省交通科技项目(2004538)

作者简介:张 犇(1973-),男,陕西佳县人,讲师,工学博士研究生,E-mail:zhweijx@chd.edu.cn.

36%<sup>[2]</sup>。由文献[3]可知,车速每降低 10%,道路交通事故可降低 37%。

道路减速带是目前欧美各国应用最广、效果最好的交通速度控制设施之一<sup>[4]</sup>。但是,目前中国道路减速带主要是为城市道路等低速道设计的,在高等级公路上使用较少<sup>[5-6]</sup>。现有的道路减速带的宽度普遍较窄(300~500 mm),高度尺寸设计比较随意,这不仅使控制车速效果受到严重影响,而且还给公路交通安全带来新的隐患<sup>[7]</sup>。为此,本文在对不同尺寸类型道路减速带实车试验的基础上,分析了驾驶人乘坐舒适性和车辆行驶安全性,给出了在不同车速条件下的最佳道路减速带结构形式。

## 1 道路减速带的控制车速原理

### 1.1 驾驶人速度选择

车辆的行驶速度很大程度上取决于驾驶人的期望车速,而驾驶人的期望速度又是根据其行驶安全感和乘坐舒适性决定的<sup>[8]</sup>。如果驾驶人的安全感高、乘坐舒适性好,则他的期望车速比较高;反之,驾驶人的期望车速就比较低。

### 1.2 道路减速带的控制车速原理

道路减速带的减速是通过影响驾驶人的驾驶心理实现的。当车辆以较高车速通过道路减速带时,剧烈的振动会从轮胎经由车身及座椅传递给驾驶人,产生强烈的生理刺激(包括振动刺激和视觉刺激)和心理刺激。生理刺激使驾驶人产生很强烈的不舒服感,心理刺激会加深驾驶人的不安全感,进一步降低了驾驶人对道路环境的安全感。一般情况下,驾驶人认为不舒适度越大,车辆行驶安全性也越小,即安全感越小。由此可知,道路减速带的设置会大大降低驾驶人行车安全感和乘坐舒适性的期望值,促使驾驶人选择较低的期望车速。在期望车速的指导下,驾驶人将在没有外界压力的情况下,主动使车辆以较低的行车速度接近道路减速带。

欧美各国相关研究结果表明,如果设计正确,布置合理,道路减速带可使 85% 的车辆车速降低 10~20 km/h,事故率降低约 60%,事故伤亡人数降低 50%~70%<sup>[9]</sup>。对云南、陕西高等级公路道路减速带使用效果调研发现,道路减速带可大幅降低车辆行驶速度、事故发生率和事故严重程度<sup>[10]</sup>。

## 2 理想道路减速带的设计

理想的道路减速带必须保证车辆通过时不会发生车辆失控,以及重要安全部件不会产生断裂等危

险状况,即应该拥有较高的行驶和结构安全性。车辆的行驶安全性绝不允许一直随着车速的增加而降低,而是应在降低到一定程度后保持在一个稳定水平,甚至随着车速的升高行驶安全性还有所增加。

由道路减速带控制车速原理可知,车辆高速通过时,驾驶人所产生的不舒服感是道路减速带能够有效控制车速的关键原因,不舒服感越强,驾驶人的减速愿望也越强。为此,在车速低于公路最高限速时,驾驶人由于道路减速带而产生的不舒服感应该维持在较低水平,也即应该拥有良好的乘坐舒适性,否则,驾驶人会使车辆的行驶速度降的更低。

当车辆以高于公路最高限速通过道路减速带时,驾驶人的不舒服感应随着车速的增加而迅速增大,也即乘坐舒适性急速降低,驾驶人为了提高舒适性而主动降低车速。否则,道路减速带将不会对驾驶人产生震撼效果,使其安全感变化不大,甚至错误地认为,提高车辆的行驶速度还可以进一步减小振动,这将明显地不利于车辆的速度控制。

当车辆行驶速度继续增加,达到所有超速车辆的 85% 车速时(在没有统计数据的情况下,这一数值可以用公路限速加 20 km/h),道路减速带给驾驶人造成的不舒服感不应继续加大,也即乘坐舒适性不再恶化。虽然乘坐舒适性的降低有利于驾驶人降低车速,但实际上只要乘坐舒适性降低到一定程度后,驾驶人就会采取减速措施,若进一步降低乘坐舒适性,则驾驶人采取减速措施的紧迫感不明显。如果乘坐舒适性太差,一方面可能会影响到驾驶人操纵车辆的能力,使车辆处于不稳定状态,增加了事故发生的可能性;另一方面,驾驶人乘坐舒适性差,也说明车辆的行驶平顺性差,将可能导致车窗玻璃和车身物件的破碎以及货物的震落。

理想道路减速带应具有的特性:①随着车速的增加,行驶安全性降低到一定程度后能维持在一个稳定水平,甚至有所提高;②驾驶人的乘坐舒适性在车速低于公路限速时处于较高水平,在高于公路限速而低于所有超速车辆的 85% 车速时应随车速的增加而迅速恶化,在高于所有超速车辆的 85% 车速时能够维持在一个稳定的低水平状态。

车辆通过理想道路减速带时,其行驶安全性和乘坐舒适性与车速的关系如图 1 所示,图中

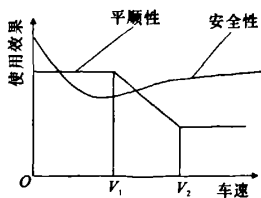


图1 理想减速带使用效果与车速的关系

$V_1$  为公路限速,  $V_2$  为超速车辆 85% 车速。

3 试验对象及测量参数

高度和宽度是道路减速带两个最为关键的设计参数,它直接影响到道路减速带的控速有效性和使用安全性。本试验从车辆行驶安全性和乘坐舒适性的角度出发,对 6 种不同尺寸(包括宽度尺寸和高度尺寸)类型的道路减速带进行了中型车(17 座全顺客车)和重型车(解放牌货车)的实车试验。试验车辆以 20、30、40、50、60、70、80 km/h 的车速分别通过 6 种类型的道路减速带,分析研究不同类型道路减速带行驶安全性和乘坐舒适性随车速的变化趋势。

3.1 试验对象

目前普遍使用的道路减速带宽度一般为 300~500 mm,高度一般为 30~60 mm。本研究选用的 6 种典型的道路减速带结构参数见表 1。

表 1 试验用道路减速带结构参数

减速带类型	高度/mm	宽度/mm
A	30	580
B	30	500
C	40	500
D	50	370
E	50	340
F	40	300

3.2 测量参数

道路减速带对车辆平顺性和安全性的影响,主要是通过车身加速度和车轴加速度评价,所以本研究将车身加速度和车轴加速度作为两个主要的测量参数。测量车轴加速度的传感器安装在靠近车轮的地方,尽可能与路面保持水平;测量车身地板加速度的传感器安装在驾驶人座椅下方。由于道路减速带试验属于冲击试验,加速度的峰值比较大,最大时会达到 200~300  $m/s^2$ ,所以传感器必须可靠固定,以防影响测量的可靠性。由于道路减速带试验为冲击性试验,故试验时必须要有较高的采样频率,本试验的采样频率为 1 000 Hz。

4 试验结果分析

试验用中型车和重型车分别以不同车速通过不同类型的道路减速带时,利用 32 通道 DEWE3010 数据采集处理系统,记录加速度响应的时间历程,然后采用 Flexpro 软件处理,得到在相应车速下的车身加速度最大值(绝对值)和车轴加速度最大值(绝对值),并绘制车身加速度和车轴加速度最大值(绝对值)随试验车速变化的车速特性曲线。

对值)随试验车速变化的车速特性曲线。

4.1 车辆平顺性分析

当试验车辆通过道路减速带时,车身加速度随试验车速的变化曲线如图 2、图 3 所示。由图 2、图 3 可看出,在减速带宽度较小(小于 400 mm)时,中型车和重型车的车身加速度都有随试验车速升高而降低的趋势,但随着车速的进一步升高,这种降低的趋势逐渐平缓。在减速带宽度较大(大于 500 mm)时,中型车和重型车的车身加速度都有随着车速的升高而增大的趋势,但当车速达到一定程度后,车身加速度随车速的升高不再继续大幅增长,而是逐渐趋于平缓。

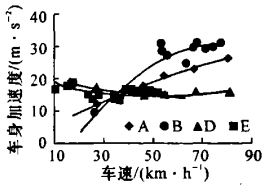


图 2 中型车车身加速度随车速的变化

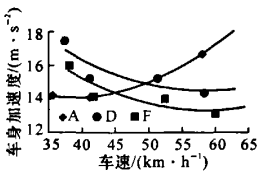


图 3 重型车车身加速度随车速的变化

由图 2、图 3 还可看出,在车速较低时,宽度较小的减速带的车身加速度大于宽度较大的减速带的车身加速度;当试验车速较高时,宽度较小的减速带的车身加速度又小于宽度较大的减速带的车身加速度。由此可知,在低速范围(小于 40 km/h)内,车辆通过宽度较小(小于 400 mm)的减速带时,其平顺性较差,而且随着车速的进一步升高,其平顺性变化不大,所以宽度较小的道路减速带在车速较低时能够取得较好的控制车速效果;而在高速范围(大于 40 km/h)内,车辆通过宽度较大(大于 500 mm)的减速带时,其平顺性较差,而且平顺性随车速的升高而逐步降低,所以宽度较大的道路减速带在车速较高时能够取得较好的控制车速效果。

4.2 车辆行驶安全性分析

试验车通过道路减速带时,中型车和重型车的车轴加速度随车速的变化曲线如图 4、图 5 所示。由图 4、图 5 可看出,中型车辆在试验车速范围内通过宽度较小(小于 400 mm)的道路减速带时,其车轴加速度随着车速的增加而增加,而通过宽度较大(大于 500 mm)的道路减速带时,在车速较低(小于 60 km/h)时,其车轴加速度也是随着车速的增加而增大,但在车速较高(大于 60 km/h)时,其车轴加速度随着车速的增加没有明显的增大趋势,甚至还有减小的趋势。重型车在试验车速范围内,其车轴加

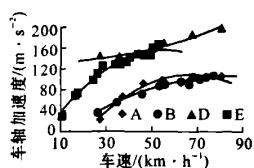


图4 中型车车轴加速度  
随车速的变化

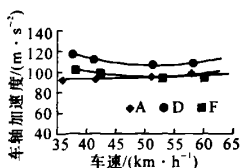


图5 重型车车轴加速度  
随车速的变化

速度随着车速的增加没有明显的变化,一直保持在  $100 \text{ m/s}^2$  的较稳定水平。

由此可知,当车辆通过宽度较小(小于  $400 \text{ mm}$ )的减速带时,车辆安全性随着车速升高而降低;当车辆通过宽度较大(大于  $500 \text{ mm}$ )的减速带时,其安全性开始也是随着车速的升高而降低,但达到一定车速后变化趋于平稳,甚至略有升高的趋势。

#### 4.3 相同宽度不同高度的减速带试验结果分析

中型车通过宽度为  $500 \text{ mm}$ ,高度分别为  $30$ 、 $40 \text{ mm}$  的不同道路减速带时,车身加速度和车轴加速度随车速的变化曲线如图6、图7所示。

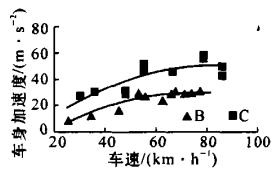


图6 减速带高度不同时车身  
加速度随车速的变化

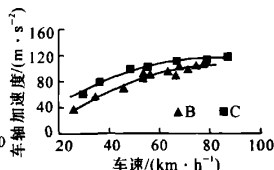


图7 减速带高度不同时车轴  
加速度随车速的变化

由图6、图7可看出,随着道路减速带高度的增加,车身加速度和车轴加速度都随之增加,但车身加速度和车轴加速度随车速的变化趋势基本维持不变。由此可知,道路减速带的高度对车辆的平顺性和安全性的影响是同步的,随着高度的增加,虽然其平顺性降低,能够取得较好的控制车速效果,但由于车辆的安全性也随之降低,所以道路减速带的高度不宜过高。

## 5 结 语

(1)道路减速带的结构尺寸对车辆的平顺性和行驶安全性都有重要影响。道路减速带的设计宽度与控制车速成正比,道路减速带的设计高度与控制车速成反比。

(2)对于车速小于  $40 \text{ km/h}$  的低速道路,道路减速带的设计宽度建议采用  $400 \sim 500 \text{ mm}$ ,高度采用  $40 \sim 50 \text{ mm}$  即可取得良好的控制车速效果。

(3)对于车速小于  $60 \text{ km/h}$  的道路,道路减速带的设计宽度建议采用  $500 \sim 600 \text{ mm}$ ,高度采用

$30 \sim 40 \text{ mm}$ ,才能取得良好的控制车速效果。

(4)对于车辆行驶速度更高的道路,根据控制车速与道路减速带设计宽度的关系,道路减速带的宽度应该进一步增加,具体设计尺寸还应经过大量的试验研究确定。

#### 参考文献:

#### References:

- [1] 中华人民共和国公安部交通管理局. 中华人民共和国道路交通事故统计(2005年度)[Z]. 北京: 中华人民共和国公安部交通管理局, 2006.
- [2] Monsere C M, Bertini R L, Bosa P G, et al. Comparison of identification and ranking methodologies for speed-related crash locations[R]. Washington D C: Federal Highway Administration, 2006.
- [3] Elvik R, Christensen P, Amundsen A. Speed and road accidents[R]. Oslo: Institute of Transport Economics, 2004.
- [4] Bjarnason S. Round top and flat top humps: the influence of design on the effect[R]. Lund: Lund Institute of Technology, 2004.
- [5] Weber P A, Braaksma J P. Towards a North American geometric design standard for speed humps[J]. Institute of Transportation Engineers Journal, 2000, 70(1): 30-34.
- [6] Garder P, Ivan J N, Du J H. Traffic calming of state highways: application in New England[R]. New England: Massachusetts Institute of Technology, 2002.
- [7] 张 桦. 高等级公路强制控速设施开发研究[D]. 西安: 长安大学, 2004.
- [8] 魏 朗, 高丽敏, 余 强, 等. 驾驶员道路安全感受模糊评判模型[J]. 交通运输工程学报, 2004, 4(1): 102-105.  
WEI Lang, GAO Li-min, YU Qiang, et al. Fuzzy evaluating model of driver's road safety perception[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2004, 4(1): 102-105.
- [9] Smith D, Hallmark S, Knapp K, et al. Temporary speed hump impact evaluation[R]. Iowa: Iowa State University, 2002.
- [10] 陈荫三, 魏 朗. 公路强制控速安全措施研究[J]. 公路交通科技, 2005, 22(10): 140-143.  
CHEN Yin-san, WEI Lang. Study on mandatory road speed-control measure[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2005, 22(10): 140-143.