

道路连续减速带对重载汽车平顺性影响*

李灿[†] 李韶华 黄宏伟

(石家庄铁道大学机械工程学院, 石家庄 050043)

摘要 道路减速带是目前广泛使用的强制限速设施,对于减缓汽车的行驶速度、减少交通事故的发生有着良好的效果.但是,减速带产品种类繁多,参差不齐,关于不同限速道路上减速带的选择以及汽车通过减速带时的平顺性研究尚不多见.本文建立了道路连续减速带和三轴重型载货汽车模型,以车身垂向加速度和垂向轮胎力作为评价指标,分析了车速、减速带高度和宽度对汽车平顺性的影响.研究发现道路连续减速带的宽度与控制车速成正比,减速带高度与控制车速成反比.

关键词 重型汽车, 连续减速带, 平顺性, 道路有好性, 控制车速

引言

汽车超速行驶一直是导致道路交通事故发生的主要原因之一,而重型汽车发生事故尤为严重.有关研究表明,平均车速每增加 1km/h,交通事故伤害就增加 3%,死亡交通事故就会增加 4%-5% [1].

道路连续减速带是目前欧美各国应用最广泛、效果最好的交通速度控制设施之一 [2]. 目前中国道路连续减速带主要是为城市道路等低速道路设计的,在高等级公路上使用较少 [3-4]. 我国关于减速带的研究主要是针对较为简单的单一型减速带,且仅局限于减速效果上 [5-8]. 在高速公路的一些特殊路段,如下坡、弯道和隧道口等处均铺设了不同形式的连续减速带,以迫使汽车减速.目前对于连续减速带激励下汽车动力学特性的研究较为少见 [9].

本文利用 ADAMS 软件建立连续减速带和重型汽车模型,仿真分析重型汽车以不同车速通过不同规格道路连续减速带时的平顺性,得出不同限速道路上最佳连续减速带的结构形式.

1 减速带模型

本文以隧道口的连续减速带为研究对象,利用 ADAMS 软件的 3D ROAD 路面建模器建立了连续减速带模型.如图 1 示.路面的不平度远小于减速带的高度,因此可以忽略连续减速带路段的路面不平度.

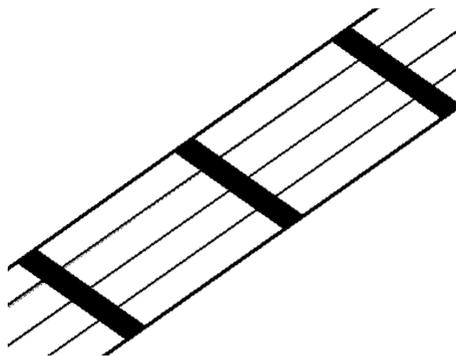


图 1 连续减速带模型

Fig.1 Continuous bumps model

表 1 仿真用道路连续减速带结构参数

Table 1 Structure parameters of simulation with the road continuous humps

	H/mm	X/mm
A	4	600
B	6	600
C	8	500
D	8	50
E	8	600
F	8	650
G	8	700
H	10	600
I	12	600

目前减速带参数还没有统一的标准,通常情况下,为了保证行驶汽车有效减速, h 的值一般在 3mm 到 15mm 之间.据调查连续减速带的宽度和间距尺寸基本相等,但一般没有严格要求.本文选用

2012-04-10 收到第 1 稿,2012-06-15 收到修改稿.

* 国家自然科学基金项目(11072159),教育部科学技术研究重点项目(210023)和河北省应用基础研究计划项目(10963528D)资助

[†] 通讯作者 E-mail: comelican@126.com

了 A-I 九种规格连续减速带(见表 1)来仿真分析,在平滑的道路上设置了间隔为 20m 的三组连续减速带,每组减速带由四个突起组成.

其中 H 为减速带高度, X 为减速带宽度

2 重型汽车模型

重型汽车由于车速发生事故造成的结果尤为严重.

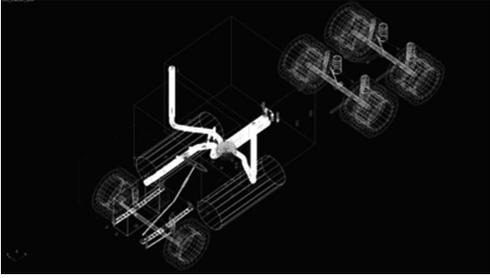


图 2 三轴重型汽车模型

Fig. 2 The triaxial the heavy vehicle model

通过现场调查和统计,三轴车在交通运输中占很大的比例,因此本文利用 ADAMS/CAR 建立三轴重载汽车模型(见图 2),汽车部分参数见表 2.

表 2 重载汽车模型的参数

Table 2 Parameters of the heavy veicle model

M	10138kg
m	135/150kg
k_1	4000N/rad
k_2	873N/mm
k_3	170K N/m
k_4	170KN/m

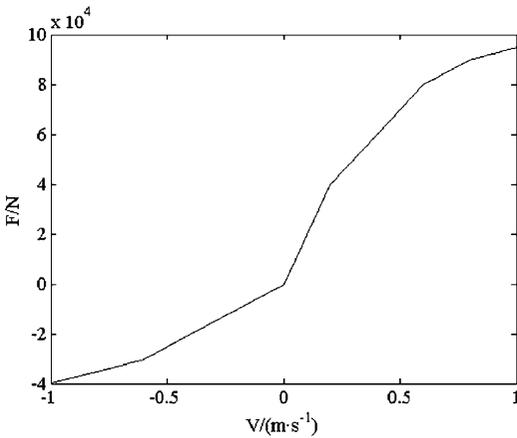


图 3 转向轴力—速度曲线

Fig. 3 Steering axis force - velocity curve

其中 M :整车质量; m :轮胎质量; k_1 轮胎侧偏刚度; k_2 :轮胎径向刚度; k_3 驱动轴弹性刚度; k_4 :转向轴

弹簧刚度;图 3、图 4 分别为汽车前后悬架阻尼器参数,其中 F 为阻尼力, v 为车身与车轴的相对速度.

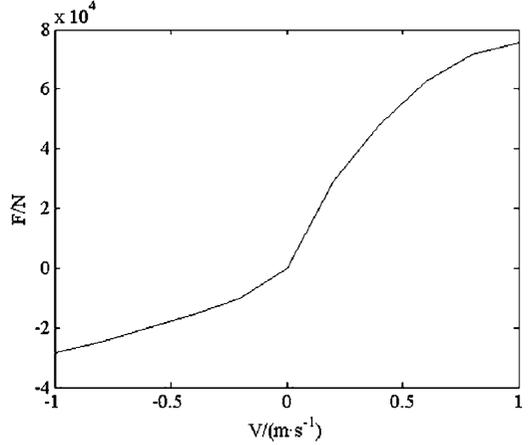


图 4 驱动轴力—速度曲线

Fig. 4 Driving axis force - velocity curve

3 仿真结果分析

汽车分别以 40km/h - 80km/h 的车速通过 A-I 九种不同类型的连续减速带,得到相应车速下车身垂向加速度最大值(绝对值)和右转向轮、右驱动前外轮、右驱动后外轮的垂向轮胎力最大值,并绘制加速度和轮胎力最大值随不同车速变化的车速特性曲线.

3.1 减速带宽度对车身垂向加速度和垂向轮胎力的影响

当汽车通过不同宽度减速带时,车身垂向加速度和轮胎力随车速的变化曲线如图 5 ~ 8. 由图 5 可得,车身垂向加速度随减速带宽度增大而减小;减速带宽度大于 600mm 时汽车车身加速度随车速增大而增大的趋势较小,其平顺性变化较小,不能起到良好的限速作用;在低速时(车速小于 50km/h)车身加速度随车速增大而减小,平顺性较好,随着车速的增加加速度增加,但增加趋势不大,平顺性变化不大;当车速增大到 70km/h 时,通过五种减速带(宽度都为 8mm)的汽车车身加速度开始发生了明显的增大.

由图 6,图 7 可得,转向轮和驱动前轮的垂向轮胎力随减速带宽度增大而减小,当减速带宽度大于 600mm 时,转向轮和驱动前轮轮胎力随减速带宽度增大而增大的趋势较小. 由图 9 还可以看出在 70km/h—80km/h 的车速下,驱动前轮的轮胎力随

车速的增加而减小. 由图 8 可得, 驱动后轮轮胎力与减速带没有明显的联系, 造成这种情况的原因可能是两驱动轴距离较近, 驱动前轮影响了驱动后轮的垂向轮胎力.

还可以保证汽车具有的平顺性.

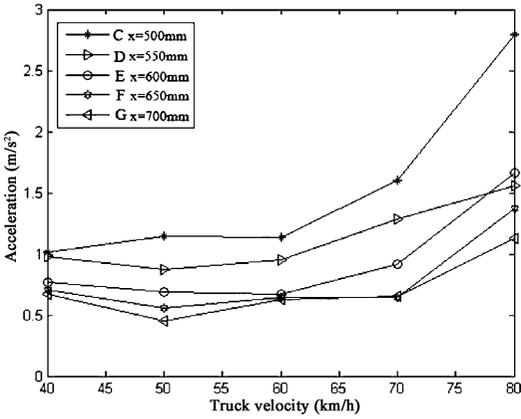


图 5 车身垂向加速度随车速的变化

Fig. 5 Body vertical acceleration with the speed of change

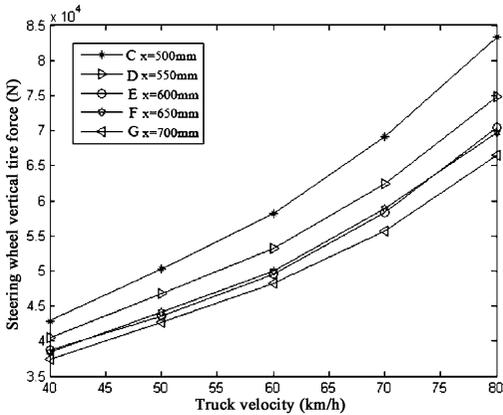


图 6 转向轮垂向轮胎力随车速的变化

Fig. 6 Steering wheel vertical tire force with speed change

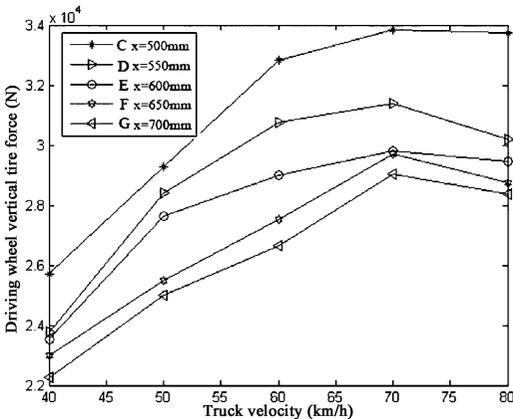


图 7 驱动前轮垂向轮胎力随车速的变化

Fig. 7 Driving wheel vertical tire force with speed change

综上所述, 对于限速 70km/h 的道路, 宽度为 600mm 的减速带可以起到良好的限速效果, 同时

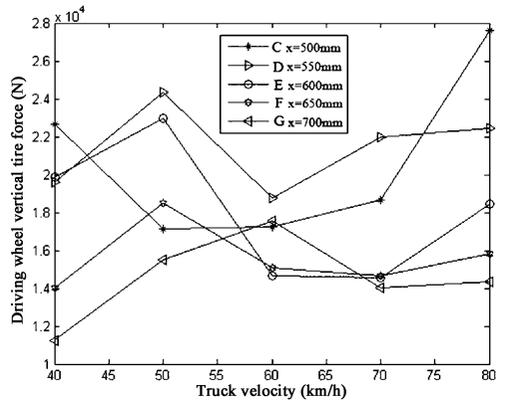


图 8 驱动后轮垂向轮胎力随车速的变化

Fig. 8 Driving wheel vertical tire force with speed change

3.2 减速带高度对车身垂向加速度和垂向轮胎力的影响

当汽车通过不同高度减速带时, 车身垂向加速度和轮胎力随车速的变化曲线如图 9 ~ 12. 由图 9 可得, 车身垂向加速度随减速带高度增大而增加; 减速带高度在 4 - 6mm 时车身加速度变化趋势较小; 减速带高度为 8mm 时, 低速 (车速小于 60km/h) 车身加速度随车速变化不大, 其平顺性较好, 当车速增大到 70km/h 时, 车身加速度开始发生明显的增大. 由图 10, 图 11 可得, 转向轮和驱动前轮垂向轮胎力随减速带高度增大而增大;

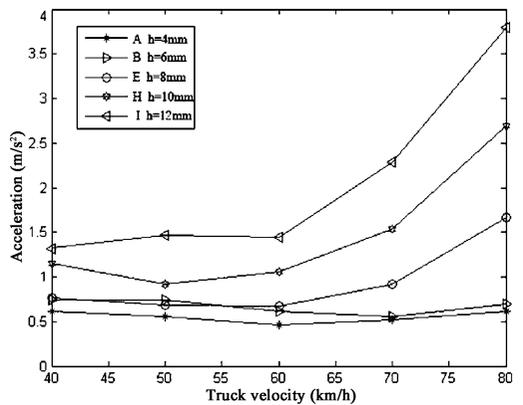


图 9 车身垂向加速度随车速的变化

Fig. 9 Body vertical acceleration with the speed of change

在 70km/h—80km/h 的车速下, 驱动前轮的轮胎力随车速增大而增大的趋势较小. 由图 12 可得, 减速带高度为 4 - 6mm 时, 驱动后轮轮胎力基本不变. 综上所述, 对于限速 70km/h 的道路, 减速带高度为 8mm 可达到良好的限速效果, 并使汽车具有较好的平顺性.

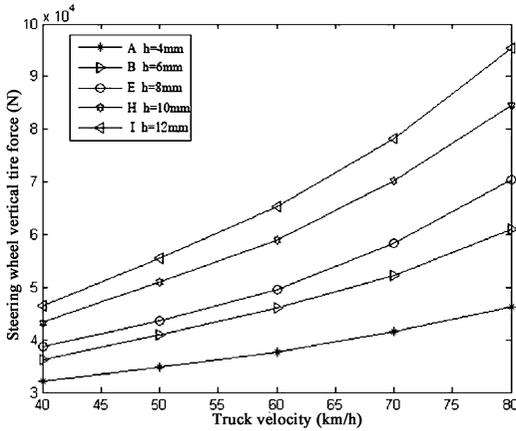


图10 转向轮垂向轮胎力随车速的变化

Fig. 10 Steering wheel vertical tire force with speed change

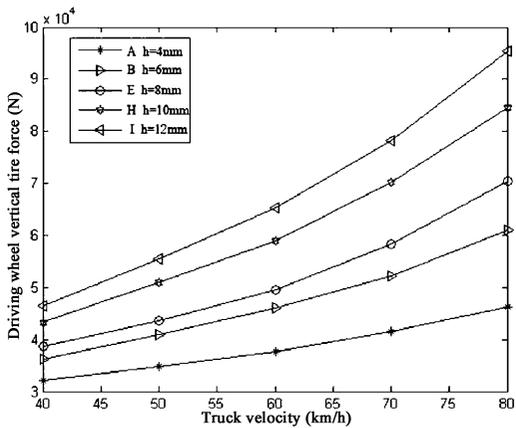


图11 驱动前轮垂向轮胎力随车速的变化

Fig. 11 Driving wheel vertical tire force with speed change

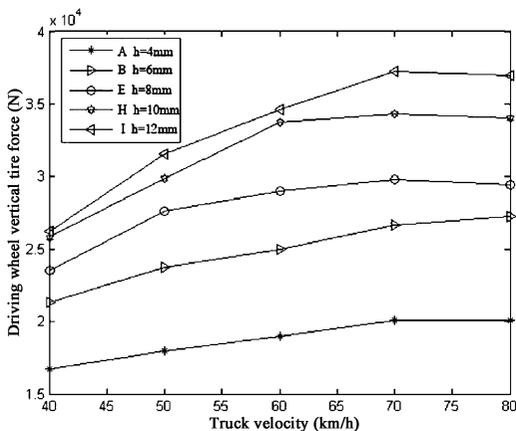


图12 驱动后轮垂向轮胎力随车速的变化

Fig. 12 Driving wheel vertical tire force with speed change

4 结语

(1)道路连续减速带的结构尺寸对汽车的平顺性具有重要的影响.道路连续减速带的高度与控制车速成反比,减速带的宽度与控制车速成正比.

(2)对于本文选取的汽车,对于限速 70km/h 时的道路,连续减速带的设计宽度建议采用 600mm,高度采用 8mm,在取得良好的限速效果的同时,可以保证汽车具有较好的平顺性.

(3)对于汽车行驶速度更高的道路,根据车速与道路连续减速带宽度的关系,道路减速带的宽度和凸包的个数应该进一步增加,具体设计尺寸还应经过大量的试验研究确定.

参 考 文 献

- 1 毛建民,于博,张春学.超速行驶对交通安全的影响及其对策.公路与汽运,2009,(4):52~54(Mao J M, Yu B, Zhang C X. Impacts and responses for speeding driving to traffic safety. *Highway and Automotive*, 2009, (4):52~54 (in Chinese))
- 2 Bjarnason S. Round top and flat top hump: the influence of design on the effect. Lund: Lund Institute of Technology, 2004
- 3 Weber P A, Braaksma J P. Toward a North American geometric design standard for speed humps. *Institute of Transportation Engineers Journal*, 2000, 70(1):30~34
- 4 Garder P, Ivan J N, Du J H. Traffic calming of state highways: application in New England. New England: Massachusetts Institute of Technology, 2002
- 5 Kokowski P, Makarewicz R. Predicted effects of a speed bump on light vehicle noise. *Applied Acoustics*, 2006, 67(6):570~579
- 6 Salau T A O, Adeyefa A O, Oke S A. Vehicle speed control using road bumps. *Transport*, 2004, 19(3):130~136
- 7 Oke S A, Salau T A O, Adeyefa A O. Vehicle speed control using road bumps; Part 2. *Transport*, 2005, 20(3):99~105
- 8 杨英武,韩舟轮,王柏生,刘承斌.车辆通过减速带引起的振动分析.振动工程学报,2007,20(5):502~506 (Yang Y W, Han Z L, Wang B S, Liu C B. Vibration analyses caused by vehicles running across the speed control bump. *Journal of Vibration Engineering*, 2007, 20(5):502~506 (in Chinese))
- 9 郑剑,梁山,朱勤等.路面连续减速带下汽车悬架的动力学分析及混沌控制.公路交通科技,2011,28(1):132~137 (Zheng J, Liang S, Zhu Q. Chaotic vibration of vehicle suspension excited by consecutive speed control hump. *Highway and Transportation Research*, 2010, 28

(1):132 ~ 137 (in Chinese))

EFFECT OF ROAD HUMP ON HEAVE TRUCK RIDE COMFORT*

Li Can[†] Li Shaohua Huang Hongwei

(School of Mechanical Engineering, Shijiazhuang Tie Dao University, Shijiazhuang 050043, China)

Abstract A model for road continuous humps and a three-axis heavy vehicle was established. Taking the vertical acceleration and vertical tire force as index, the effects of driving speed, hump width and height on the vehicle ride comfort were analyzed. The results show that regulation speed is proportional to the width of road continuous humps and inversely proportional to the humps' height.

Key words heavy vehicle, continuous humps, comfort, rode-friendliness, regulation speed

Received 10 April 2012, revised 15 June 2012.

* The project supported by the National Natural Science Foundation of China(11072159)、Ministry of Education Science and Technology Research Key Project(210023)and Applied basic research program of Hebei project(10963528D)

[†] Corresponding author E-mail:comelican@126.com