

Study on ground clearance of truck's underride-protection facility base on energy

Dong xueqin¹, Zhu xichan¹, Yang Hui², Li jiaqi¹

1. Automotive Safety Technology Institute of Automotive College of Tongji University, Shanghai, 201084, pangpang_dong@163.com ; 2. Shanghai Motor Vehicle Inspection Center, Shanghai, 201805

ABSTRACT: The underride-protection facility can make a very important role for occupant-protection of the car in the rear collision with a truck. The finite element model of an underride-protection facility is built base on real-object , and its validity is test base on the regulation by mean of LS-DYNA simulation. Then, presenting a study on the effect of collision from the different ground clearance of underride-protection facility. This will be a valuable reference for the design of the underride-protection facility and study on the car in the rear collision with a truck.

Keywords: Truck, Rear-end Crash, underride-protection facility, ground clearance, energy

基与能量的卡车后下部防护装置离地高度的研究

董学勤¹, 朱西产¹, 杨辉², 李佳琦¹

1. 同济大学汽车学院汽车安全技术研究所, 上海, 201804, pangpang_dong@163.com ; 2. 上海机动车检测中心, 上海, 201805

摘要: 卡车后防护装置在轿车追尾钻入卡车后部事故中, 对保护轿车乘员生命安全起着十分重要的作用。根据某卡车后防护装置实物建立其有限元模型, 借助 LS-DYNA 仿真计算, 按照法规实验要求验证了该后防护装置的有效性。在此基础上, 从能量分布的角度研究了后防护装置离地高度对碰撞结果的影响, 为今后的卡车后防护装置的设计, 防止轿车追尾钻入卡车的研究提供了参考。

关键词: 卡车, 追尾, 后下部防护装置, 离地高度, 能量

1 引言

轿车追尾钻入大卡车是一种非常危险的交通事故, 由于卡车和轿车重量差异很大, 碰撞相容性非常差^[1], 一旦发生轿车追尾大卡车, 如果卡车没有后下防护装置或者装有不合格的后下防护装置如图 1 所示, 轿车将会钻入卡车底部, 车顶往往会被卡车尾部车架削去, 这种情况下, 轿车乘员的生还率非常低^[2]。若卡车装有合格的后下防护装置如图 2 所示, 则其后下部防护装置将能够在碰撞事故发生时有效的阻止后车的钻入碰撞,从而达到保护轿车驾乘人员的生命安全的目的^[3]。

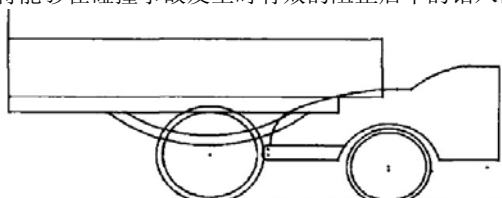


图 1 未安装后下部防护装置的货车追尾碰撞示意图

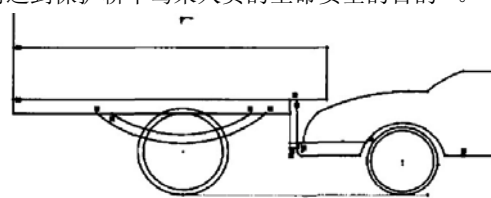


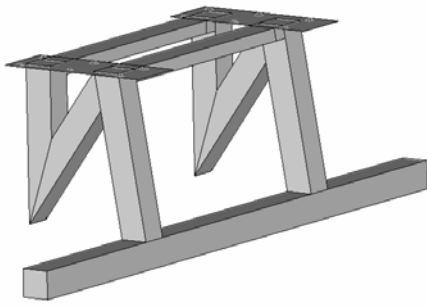
图 2 安装后下部防护装置货车追尾碰撞示意图

2002 年,国家质量技术监督局公布并实施了《汽车和挂车后下部防护要求》(GB11567.2—2001), 在移动避障追尾碰撞试验中对其的考核项目有两个: (1) 阻挡功能——防止追尾碰撞时钻入载货汽车下部而造成车内乘员伤害; (2) 缓冲吸能功能——缓和冲击,减轻对碰撞车辆车内乘员的伤害, 改善碰撞相容性。因此,在对货车后下部防护装置进行设计的过程中,应尽量达到保证生存空间、降低冲击力的目的,尤其要防止后车发生钻入碰撞,并且使得碰撞能以可控制、可预见的方式耗散因此本文基于上海机动车检测中心某款后下防护装置的实物, 根据 GB11567.2-2001 规定的工况条件, 模拟了移动避障追尾碰撞试验, 验证了该装置的有效性, 并通过该装置与某轿车多次 CAE 仿真, 分析了后下防护装置离地高度对碰撞后能量分布和相关参数的影响。

2 移动避障追尾碰撞仿真

2.1 有限元模性的建立

根据实物的具体结构, 结合 GB11567.2-2001 对移动避障的规定, 应用 HYPERMESH 软件, 采用四边形和三角形的壳体单元进行网格划分, 建立了移动避障追尾碰撞后防护装置的有限元模性, 如图 3 为“N”子型后防护支架 CAD 模型, 图 4 为移动避障追尾碰撞有限元模型。



如图3 “N”子型后防护支架 CAD 模型

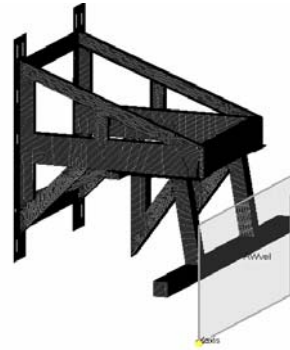


图4 移动避障追尾碰撞有限元模型

图4中有限元模型包括“N”字型后下部防护装置，安装支架和移动避障。右侧的移动避障是刚性碰撞面，重 1100KG。左侧的防护装置由方钢焊接而成，其截面尺寸为 100mm*100mm，厚度为 4mm，下端横梁的长度为 2.3m，材料为普通碳素结构钢，各项尺寸完全符合法规要求，该支架上段由螺栓连接到安装支架，通过约束把两者固定，其总重量为 320kg。

2.2 仿真计算与分析

利用 LS-DYNA 软件，按照 GB11567.2-2001 要求，给移动壁障上施加碰撞初速度，大小为 32 kph，方向垂直于后防护支架下横梁外板，整个仿真计算时间为 130ms，移动壁障在 53ms 时刻速度降为 0，所有能量被后防护装置变形吸收，所以此时也是该支架变形最为严重的时刻，如图4所示为该时刻仿真截图和后防护装置上某点的 X 方向的位移曲线图：

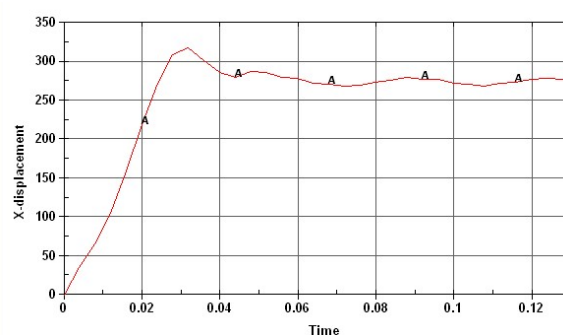
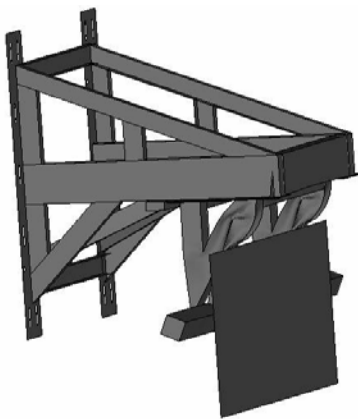


图5 后防护装置变形最严重时刻仿真截图和某点 X 方向位移曲线图

如图5所示，在整个碰撞过程中，该后防护装置虽然变形较大，但还是有效的阻挡住了移动壁障，由于该“N”字型装置下端两根悬臂之间的水平距离为 400mm，靠内侧的悬臂在一般情况下是不会变形的，这就保证了后防护装置即使变形，但其变形水平距离一般情况下不会超过 400mm，取次装置上某点的 X 方向最大位移为 323.16mm，满足标准要求，如图6分别移动壁障反弹速度和最大减速度曲线图：

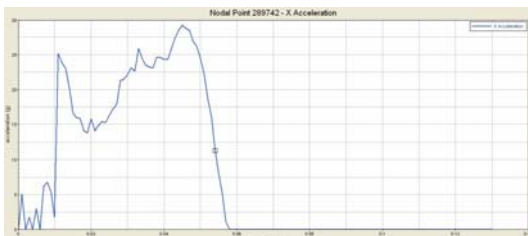
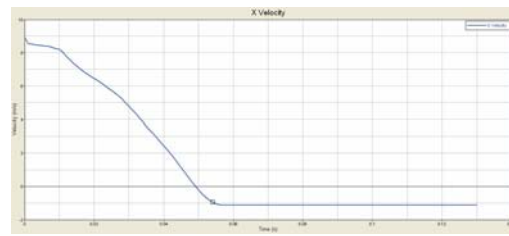


图6 移



速度和速度曲线图

动壁障减

减速度的峰值在大概出现在 45ms，然后逐渐减小，移动壁障速度递减到 0，后防护装置充分变形吸收能量，随后出现反弹，移动壁障反方向运动。GB11567.2-2001 中对移动壁障在碰撞过程中的最大减速度、反弹速度和后防护装置最大变形位移量都有明确的规定，如下表1为仿真结果与法规对比：

表1 仿真结果各参数与法规要求对比

	GB11567.2-2001	仿真结果	评价结果
移动壁障最大减速度	不大于 40g	29.24g	合格
移动壁障反弹速度	不大于 2m/s	1.14m/s	合格
防护装置最大变形量	不大于 400mm	323.16mm	合格

3 后下部防护装置离地高度对轿车追尾碰撞的影响

3.1 后防护装置不同离地高度轿车追尾碰撞有限元仿真

根据 GB11567.2-2001 的要求, 卡车后防护装置的前横梁下边缘离地高度应不大于 550mm, 但在轿车追尾碰撞卡车过程中, 防护装置的离地高度决定了轿车前端有多少部件参与碰撞中的吸能, 如右图 7 所示为轿车前端结构与不同离地高度的下部防护装置碰撞时接触区域的示意图。以与轿车前纵梁的接触为标准, 将后下防护装置的离地高度分为不接触、半接触和全接触三种。

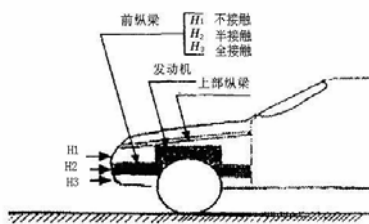


图 7 防护装置碰撞时不同接触区域示意图

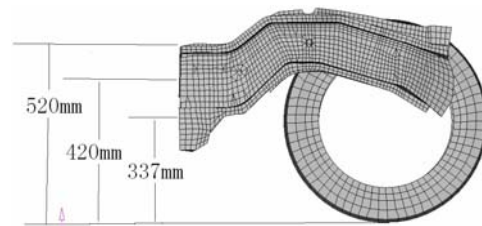


图 8 轿车纵梁不同离地高度位置

本文选取某款轿车为研究对象, 该轿车质量为 1.317 吨, 整车模型共有 29.7 万网格单元, 该车纵梁最下端离轮胎垂直方向距离为 334.3mm, 最上端为 493.18mm, 按照上述标准, 如图 8 所示, 将后防护装置离地高度分为 337mm、420mm、520mm, 利用 LS-DYNA 软件, 对轿车以每小时 50 公里的初速度分别碰撞不同离地高度的后防护装置进行有限元仿真计算, 计算时间为 140ms。如图 9 为不同离地高度后防护装置变形最严重时刻仿真结果图:

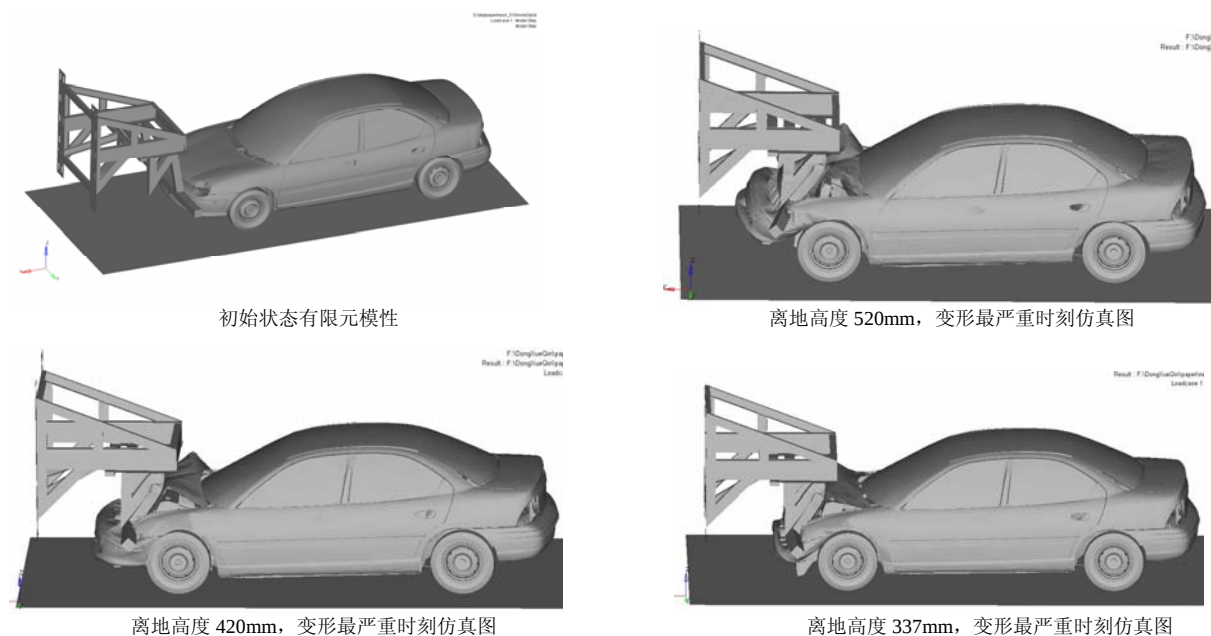


图 9 不同离地高度后防护支架变形最严重时刻仿真图

卡车后下部防护装置应尽量达到保证生存空间、降低冲击力的目的, 尤其要防止后车发生钻入碰撞, 并且使得碰撞能以可控制、可预见的方式耗散^[4]。由图 9 可以看出, 碰撞从开始到结束, 三种不同离地高度的后防护支架虽有较大的变形, 但还是阻挡住了轿车的钻入, 轿车的变形都发生在 A 柱以前, 有效的保护了轿车的乘员安全, 后防护装置变形最严重的时刻约发生在 110ms 左右。

3.2 后防护装置离地高度对碰撞结果的影响

后防护装置的离地高度，决定了在碰撞过程中轿车前端有多少部件参与吸能，所以在初始能量相同的情况下，碰撞过程中各部件的吸能情况就不一样，从而后防护支架所吸收的能量值、最终变形位移量就会不同，如下图 10 为三种不同离地高度下，从仿真结果取出后防护装置在碰撞过程中吸能曲线图：

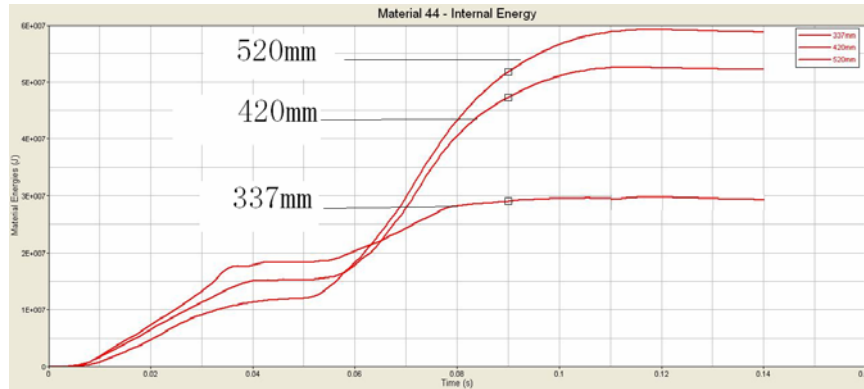


图 10 不同离地高度下，后防护装置在碰撞过程中吸能曲线图

由图 10 可以看出，随着后防护装置离地高度的增加，其在碰撞过程中所吸收的能量也增加。这是因为当后防护装置离地高度比较大时，轿车参与吸能的主要是纵梁上方的部件，如左右翼子板内撑，发动机罩内撑，散热器前横梁和挡泥板等，反之，若后防护装置离地较低，轿车的前纵梁以及保险杠内杠也会参与吸能，则后防护装置所需要吸收的能量就会减少，从而变形量就会减小，轿车追尾钻入的概率就会降低，其安全性就会越高。如下表 2 位各参数的最大值比较：

表2 后防护装置不同离地高度下各参数峰值

	后防护最大吸能值	后防护最大变形量
后防护离地 520mm	59.190KJ	412.6mm
后防护离地 420mm	52.597KJ	388.2mm
后防护离地 337mm	29.594KJ	350.7mm

4 结束语

虽然法规早已制订实施，但道路上还是存在大量未安装后下部防护装置或虽安装却形同虚设的货车在飞驰，为行车安全带来了严重的安全隐患。卡车后防护装置虽然结构简单，但是作用巨大，一个合格的后防护装置能有效地阻挡轿车追尾钻入卡车后部，从而保护到轿车乘员的生命安全。

本文以某卡车后防护装置实物建立有限元模性，依据 GB11567.2-2001 中的动态实验要求进行仿真计算，验证了该后防护装置的有效性。在此基础上，以某款轿车纵梁为基准，针对后防护装置不同离地高度会影响碰撞结果的问题，分别仿真计算轿车碰撞三种不同离地高度的后防护装置。从能量的角度分析表明，卡车后防护装置离地高度越低，在碰撞过程中吸收的能量就越少，则变形量就越小，在轿车追尾的碰撞中更能有效地将轿车阻挡在外，防止轿车钻入。需要指出的是，考虑到卡车离去角的问题，后防护装置又不能太低，所以在今后卡车后防护装置的设计，防止轿车追尾钻入卡车后部的研究需要权衡两者的关系。

参考文献

- [1] 杨辉等. 卡车后下部防止轿车追尾钻入保护装置的研究. 第 12 届汽车安全技术学术会议, 武汉, 2009.08
- [2] 潘婷, 王宏雁. 在我国推进载货汽车后下部防护装置法规的必要性. 2008 中国汽车安全技术国际研讨会, 上海, 2008.06.11-06.13, pp: 407-411
- [3] 张易红, 周廷萱. 轿车追尾碰撞货车事故分析与预防措施 [J]. 西华大学学报(自), 2006 (4) :8210.
- [4] 中国汽车工程年会. 汽车安全技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004