

汽车行业推荐性标准《特种车辆后部防撞吸能装置》 征求意见稿编制说明

（一）工作简况

1. 任务来源

根据 2017 年 6 月中华人民共和国工业和信息化部工信厅科[2017]70 号文发布的《2017 年第二批行业标准制修订计划》，由中交华安科技（天津）有限公司承担制定《特种车辆后部防撞吸能装置》汽车行业标准项目，项目编号：2017-0751T-QC。

2. 主要工作过程

2017 年 6 月，中华人民共和国工业和信息化部发布《2017 年第二批行业标准制修订计划》，由中交华安科技（天津）有限公司、中国汽车技术研究中心有限公司相关人员成立标准起草组，负责制定《特种车辆后部防撞吸能装置》汽车行业标准。

起草组首先对近几年发生的危化品运输车重大交通事故进行了搜集和分析，多起事故均是由于追尾撞击后造成车辆后部结构破损，危化品泄漏，最终导致了重大人员伤亡。2017 年 5 月接连发生两起因为追尾危化品运输车辆事故，造成重大人员伤亡和经济损失：2017 年 5 月 23 日，河北张石高速公路 302 公里加 400 米处浮图峪 5 号隧道发生一起车辆燃爆事故；2017 年 5 月 27 日下午 4 时许，京台高速枣庄段发生一起三车碰撞事故。两起事故中共造成 14 人死亡，24 人不同程度受伤，造成了巨大经济损失和因危化品的泄露对环境的污染。

表 1 危化品运输车辆追尾事故统计

文献名称	作者	作者单位	追尾事故占比
《100 起危化品泄漏事故统计分析 & 消防对策》	张磊等	公安部上海消防研究所	55 交通事故中追尾事故 15 起，占 29.4%；
《2013-2014 年我国道路危险化学品运输事故统计分析 & 对策》	陈晓勇等	湖南科技大学	248 交通事故中追尾事故 92 起，占 37.1%
《危险化学品公路运输事故新特点 & 对策研究》	闫利勇	重庆交通大学	303 交通事故中追尾事故 76 起，占 25.0%

2017 年 7 月-8 月，标准起草组开展了国内关于特种车辆后部防撞吸能装置的行业调研工作。向多个危化品车辆生产企业了解车辆结构及尺寸，车辆使用特点，相关标准使用情况等。调研了河北昌华专用汽车公司、辽宁天信专用汽车制造厂、滨港物流股份有限公司、天津大港油田运输股份有限公司等多家危化品运输企业。

同时，也对国内与特种车辆后部防撞吸能装置类似的装置进行了调研。同类产品用途有一定的区别，一些吸能装置是在车辆静止时应用，以起到后部防护作用。起草组认为，标准的制定需要针对特种车辆，也就是危化品运输车在运行中的后部防护作用。同时，对于其他后部防护装置，也可参考使用本标准的相关内容。

2017 年 9 月，起草组在中国汽车技术研究中心有限公司召开了

“特种车辆后部防撞吸能装置”的标准制定工作会议，会上邀请了国内汽车后下部防护装置研究方向的专家进行交流，针对标准的技术要求，试验方法等进行了初步确认，并计划进行相关试验验证和模拟仿真。

2017 年 10 月-2018 年 4 月，起草组对特种车辆后部防撞吸能装置进行了试验方法和碰撞力学性能的研究工作，在中国汽车技术研究中心有限公司进行的试验包括移动壁障碰撞试验、实车碰撞试验和静压试验等共 5 次验证及对标试验。

2017 年 11 月-2018 年 4 月，通过建立数字模型，对吸能式后防护进行碰撞仿真研究，并与移动壁障碰撞试验结果进行对标，研究吸能式后防护吸能特性（静动态）及移动壁障的质量、速度、碰撞能量等参数对其吸能特性的影响。

根据试验及仿真结果，标准起草组成员在中国汽车技术研究中心有限公司召开多次讨论会，针对标准中的技术指标和试验方法进行讨论，包括：

（1）特种车辆后部防护吸能装置的评价指标：最小吸能量的要求和最大加速度的要求。

（2）确定评价方法。根据仿真模拟试验结果，静态试验不适合评价特种车辆的吸能性决定采用动态碰撞试验对特种车辆后部防护吸能装置进行评价，并确定在动态碰撞试验中移动壁障的速度、质量、尺寸等参数。

2018 年 4 月，在全国汽车标准化委员会汽车碰撞试验及碰撞防

护分技术委员会 2018 年工作会议上，与会委员及专家就“特种车辆后部防撞吸能装置”标准草案听取意见并进行讨论。会议提出问题及解决方法见表 1：

表 1 汽车碰撞分委会会议一意见及反馈

序号	意见	反馈
1	(1) 应进一步对有一定角度的追尾碰撞进行研究	采纳。对不同型号和吨位的车辆进行了仿真模拟，增加了 SUV 型乘用车和客货两用型的皮卡车的碰撞试验，在仿真碰撞过程中，由于特种车辆后部防护吸能装置具有的吸能效果，证明对前后车起到了很好的保护作用。
2	(2) 应进一步研究吸能装置对不同吨位商用车保护的有效性（仿真研究）	采纳。补充了不同角度的碰撞试验，用移动壁障以 60km/h 的速度与吸能式后防护结构分别以 0°、30°、45°、60° 的夹角进行碰撞，试验结果表明 0° 夹角，即正碰时特种车辆后部防护吸能的吸能效果最好。

2018 年 5 月在河南洛阳由中国汽车技术研究中心有限公司组织的“汽车碰撞安全标准工作组 2018 工作会议”，就“特种车辆后部防撞吸能装置”标准征求意见稿初稿听取意见并进行讨论修改。在这次会议上与会专家提出如下问题及解决方案如表 2：

表 2 洛阳会议一意见及反馈

序号	意见	反馈
1	附录应叫“资料性附录”还是“规范性附录”，	采纳，修改附录。

	还是考虑把附录 A 直接放入正文中	
2	应加入一些附件的要求，如后照明灯、转向灯等	采纳
3	试验台车是否可以参照 GB20072 乘用车后碰撞燃油系统安全要求中所用的试验台车型号标准	采纳
4	对非金属材料燃烧性能要求和标准需进一步进行确认	采纳

2018 年 4 月-7 月，根据会上的专家建议和补充的试验，标准起草组对“特种车辆后部防撞吸能装置”标准稿进行修改，完成“特种车辆后部防撞吸能装置”标准征求意见稿及编制说明。

3. 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

在该标准的建立和编制过程中，主要参加单位有中交华安科技（天津）有限公司、中国汽车技术研究中心有限公司。

中交华安科技（天津）有限公司主要负责产品性能研究、模拟仿真、标准编制等工作；中国汽车技术研究中心有限公司主要负责标准中试验实施和标准制定等工作。

（二）标准编制原则和确定标准内容

1. 标准编制的目的

车辆追尾事故是我国城市道路中仅次于正面碰撞和侧面相撞的多发事故类型。近年来，危化品运输车被追尾造成危化品泄露从而造成重大人员伤亡的事故多发，给人民生命及财产带来重大损失。我国

于 2001 年发布实施 GB11567.1-GB11567.2-2001《汽车和挂车侧面及后下部防护要求》。目前国内 N2、N3 类载荷汽车和 03、04 类挂车等大型运输车安装的后下部防护装置均依据 GB11567 标准执行，根据标准安装的后下部防护装置可以起到一定的阻挡功能，但是由于其主要用于防止后车钻入，刚性结构基本没有吸能性和隔离作用，所以在发生追尾事故时，造成危化品车运输车后部结构损坏、有害物质泄漏，从而造成的不可估量的人员损失和环境污染。装特种车辆后下部防护装置后，该装置具有吸收碰撞能量、缓和冲击的作用，因此可以大大降低因追尾所产生的前后车损失以及有害物质泄漏的风险。

目前国内市场中，根据实际用途，有多家企业生产用于后部防撞吸能的装置。但具体用途、外观和尺寸、电气连接、吸能性能存在差异，缺乏统一标准和产品性能考核手段。因此，制定相应的标准来规范市场上防撞吸能装置，可以明确特种车辆后下部防护装置的定义范围，规范装置的技术要求和测试手段，进一步提高特种车辆安全性。

2. 标准编制原则

参考国内外类似标准对后防护装置的技术指标要求，与已有相关标准协调互补。综合考虑我国特种车辆特别是危化品运输车辆的使用特点和安全需求。

3. 标准的主要内容

3.1 材料燃烧性能要求

特种车辆后部防撞吸能装置的非金属材料的燃烧性能应满足 GB2408 中 V-1 等级要求。

3.2 质量要求

安装了符合本标准要求的后下部防撞吸能装置的车辆，其满载质量不应超过车辆说明书所标明的最大设计总质量。

3.3 灯具和标志要求

3.3.1 特种车辆后部防撞吸能装置应安装转向灯、后位灯、制动灯、后雾灯、后标志板、反光器，其配光性能应满足相应要求。

3.3.2 特种车辆后部防撞吸能装置上安装灯具的位置、数量、光色应满足 GB 4785 的要求。

3.3.3 特种车辆后部防撞吸能装置与车辆之间的线束连接应满足 QC/T 417 的要求。

3.4 安装要求

3.4.1 应具有可靠的方法以保证装置安装后在安装位置上不会随意移动。当调整其安装位置时需要施加的力不超过 400N。

3.4.2 在车辆空载状态下，安装了符合本标准要求后部防撞吸能装置的车辆，其后部防撞吸能装置的下边缘离地高度不大于 500mm。

3.4.3 车辆在安装符合本标准要求的装置后，车辆最大长度应符合标准 GB1589 的要求。

3.4.4 防撞吸能装置的宽度不可大于车辆后轴两侧车轮最外端之间的距离（不包括轮胎的变形量），防撞吸能装置任一端的最外缘与这一侧车辆后轴车轮最外端的横向水平距离不大于 100mm。如果安装后部防撞吸能装置的车辆有两个以上的后轴，应以最宽的后轴为准。

3.5 技术指标

3.5.1 按照 5.2 进行试验，特种车辆后部防撞吸能装置在碰撞过程中吸收能量不小于 120kJ；

$$\int_{t_1}^{t_2} a dt = v_2 - v_1 \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2 = E \dots\dots\dots (2)$$

v1：移动壁障的初速度，即在碰撞前 2m 范围内移动壁障的运动速度；

v2：移动壁障的反弹速度，即移动壁障与防撞吸能分离后反弹到 0.2m 时刻的速度定为反弹速度，这一时刻定为最终时刻；

t1：初始时刻，即移动壁障与防撞吸能装置刚接触时刻定为初始刻；

t2：最终时刻；

m：移动壁障质量；

E：防撞吸能装置的吸能量。

3.5.2 试验后，移动壁障的 x 向最大加速度不大于 40g。

3.5.3 试验后，防撞吸能装置不应整体散落。

3.6 试验方法

3.6.1 材料燃烧特性试验

按照 GB2408 的要求对防撞吸能装置中非金属材料进行燃烧特性试验。

3.6.2 碰撞试验

3.6.3 试验条件及试验准备

试验场地应足够大，以容纳跑道、固定壁障和试验所需的技术设备。在固定壁障前至少 5m 的跑道应水平、平坦和光滑。

移动壁障质量为 $1100\text{ kg} \pm 25\text{kg}$ ，前端碰撞表面为刚性，宽 2300 mm，高 700 mm，离地间隙 $240\text{ mm} \pm 10\text{mm}$ 。前端碰撞表面覆盖一层 20mm 厚的优质胶合板。

固定壁障由钢筋混凝土制成，前端宽度不小于 3m，高度不小于 1.5m。壁障厚度应保证其质量不低于 $7 \times 10^4\text{kg}$ 。壁障前表面应铅垂，其法线与车辆直线行驶方向称 0 度夹角，壁障前表面应具有适当的结构以便安装试件。

防撞吸能装置应牢固可靠的安装在固定壁障上，试验过程中安装点不应产生相对移动。防撞吸能装置的被撞击平面与撞击方向垂直，装置下边缘距水平地面高度应能使移动壁障前端碰撞表面完全覆盖防撞吸能装置被撞击平面。

3.6.3.1 碰撞试验的实施

移动壁障在碰撞瞬间不应再承受任何附加转向或驱动装置的作用。移动壁障到达防撞吸能装置的路线的过程中，在横向的任一方向偏离理论轨迹均不得超过 5cm。在碰撞瞬间，移动壁障的速度应为 58-60 km/h。

3.6.3.2 测量项目

在移动壁障与吸能装置接触碰撞前 2m 范围内，测量移动壁障的运动速度。在移动壁障上安装 2 个加速度传感器用以采集 X 向加速度，数据采集应符合 GB11567-2017 附录 D 的要求且 CFC 为 60 的数据通道。

4. 国内外相关标准现状

近年来，我国每年的交通事故都有数十万起，直接经济损失十几亿元，而且交通事故数量呈上升趋势。2009 年全国追尾交通事故的数量占全年总数量的 53.5%，说明追尾事故在我国交通事故中所占比重较高，成为主要的事故形式。其中尤其重型货车与乘用车之间，货车与货车的追尾事故最为严重。一旦发生追尾，货车安装的后下部防护装置因强度不足的情况下，乘用车很容易钻入货车底部；或者货车与货车之间发生追尾因为撞击力度大等原因极其容易造成严重的交通事故。

随着人们对汽车碰撞问题的关注度的逐步提高，人们希望能够通过增加大型运输车的后部防护吸能装置来降低因追尾所产生的前后车损失。而特种车辆后下部防护装置的主要作用是在发生追尾时，能够发挥本身的缓冲、吸能的功能，将碰撞时的能量转换为防护装置的变性能，保护追尾事故中前后车的人员和减小车辆损失。

对于车辆的后部防护吸能装置，国外的研究和发展速度较快，尤其是对增强吸能效果的防护装置已经成为研究的热点。各国对车辆后部防撞吸能装置的技术指标要求也比较高，例如，美国法规、加拿大标准对后下部防护装置的最大变形量及吸收能量大小均有具体指标规定。美国 FMVSS 223/224 标准中在 125mm 变形量内至少吸收 5.65kJ 能量；加拿大 CMVSS223 规定了在静态试验过程中，要求后下部防护装置的在 125mm 变形量内至少吸收 20kJ 能量，见表 3。国内对汽车后防护装置的研究比较晚，而且重视程度不高。GB11567《汽车及挂

车侧面和后下部防护要求》中对后下部防护装置并未强制要求必须进行动态试验，所以虽然标准中对后下部防护装置的加速度和反弹速度做出了固定，但因未强制要求进行动态试验，所以各厂家生产的后下部防撞装置一般只进行静态试验对其阻挡功能进行验证，但是否能达到标准中要求的动态吸能效果并不好确定。所以目前现有的后防护装置对追尾的车辆和乘员的保护效果非常有限，建立阻挡和吸能效果更高要求的车辆后部防护装置标准很有必要。

表 3：国内外后下部防护装置试验参数和性能要求对标表

国内外标准	下边缘最大离地高度	主要指标要求
美国标准	560mm	在 125mm 变形范围内至少吸收 5.65kJ 能量
加拿大	560mm	在 125mm 变形量范围内至少吸收 20kJ 能量
中国标准	500mm	最大减速度不大于 40g，反弹速度不大于 2m/s，至少吸收 38.5kJ 能量

（三）主要试验（或验证）情况分析

1. 对技术指标的说明

下面对本标准制定过程中主要的技术指标进行阐述。

1.1 一般指标的确定

为了保证车辆的通行能力，并考虑在碰撞时具有足够的阻挡能

力，标准中规定装置安装离地高度不大于 500mm。

在前后车发生追尾碰撞时，为最大限度减少前后车损失，降低或避免因碰撞挤压危化品泄露时造成起火的概率，要求特种车辆后部防撞吸能装置的所用材料为阻燃材料，阻燃级别需达到 GB2408 《塑料燃烧性能的测定 水平法和垂直法》中对燃烧特性技术指标 V-1 的规定：

1.2 吸能性能技术指标的确定

在实际的交通事故中，为了保证确实能对前后车辆都起到保护作用，吸能结构不能压溃到完全密实的程度；当试验条件（碰撞速度和台车质量）确定后，台车碰撞初始动能约为 140-150kJ，吸能式后防护应至少耗散掉 80%-85%的碰撞能量，即吸能式后防护应可以耗散掉 120kJ 以上的能量。

为了保护乘员不受到伤害，应对碰撞加速度做出规定。台车最大碰撞加速度不应超过 40g（对汽车进行被动安全性评价时，考虑乘员器官不受到伤害时要求的最大加速度限值）。

2. 评价试验指标的确定

2.1 试验移动壁障前端碰撞表面尺寸的确定

为了提高试验移动壁障对不同结构的吸能式后防护碰撞的适应性和标准汽车后碰撞试验移动壁障的继承性，最终采用 GB20072 中规定的标准后碰移动壁障。

GB-11567 中规定的货车后防护动态性能试验碰撞移动壁障前端刚性表面的尺寸为 1700mm×400mm，设计的吸能式后防护前表面尺

寸为 $2200\text{mm} \times 604\text{mm}$ ，故移动壁障前碰撞表面无法完全覆盖吸能式后防护表面。为了比较不完全覆盖与完全覆盖碰撞之间的差异，将试验移动壁障前端刚性表面加宽至 $2500\text{mm} \times 800\text{mm}$ ，使之完全覆盖吸能式后防护表面（质量与不完全覆盖移动壁障完全一样，都是 $1100\text{kg} \pm 20\text{kg}$ ）。

分别对比内能-位移曲线和加速度-位移曲线发现，当移动壁障前端表面不能完全覆盖吸能装置时，吸能式后防护产生相同的压缩量时，与完全覆盖吸能装置时相比，吸能量和提供的变形阻力都偏小，这说明，采用不能完全覆盖吸能装置的移动壁障进行仿真试验时，仿真结果不能准确反应吸能装置的吸能能力和吸能特性，所以，研究吸能式后防护的吸能特性应该采用移动壁障前表面完全覆盖（移动壁障前端刚性表面尺寸为 $2500\text{mm} \times 800\text{mm}$ ）的移动壁障进行碰撞试验。

通过以上模拟试验，同时考虑移动壁障的继承性，故采用 GB20072 标准中台车的尺寸 $2500\text{mm} \times 800\text{mm}$ 。

2.2 移动壁障质量的确定

不同质量的移动壁障以 60km/h 的速度进行碰撞仿真发现：移动壁障质量（初始动能）对碰撞加速度-位移曲线幅值有明显影响，但对其变化趋势影响不大；移动壁障质量（初始动能）对后防护的吸能量-变形曲线的变化趋势影响不大，但会影响最大吸能量；移动壁障质量（初始动能）影响最大变形量，但不影响吸能式后防护在碰撞中表现出的力-变形特性。在移动壁障压缩相同距离（吸能装置产生相同的压溃量）时，后防护提供的力几乎是相同的；初速度相同时，移

动壁障的质量不影响反弹速度。结果比较如表 4 所示。

表 4 不同质量移动壁障以 60km/h 的速度仿真结果对比

移动壁障质量	1.1t	1.28t	1.38t	1.5t	1.6t	1.7t	1.8t
初速度 (km/h)	60	60	60	60	60	60	60
初动能 (KJ)	152.9	177.9	191.8	208.5	222.4	236.3	250
末动能 (KJ)	9.6	11.3	12.3	13.3	14.3	15.1	15.9
吸能量 (KJ)	143.3	166.6	179.5	195.2	208.1	221.2	234.1
最大加速度 (m/s ²)	413	443	482	511	556	577	608
最大压缩量 (mm)	564	611	636	658	677	688	700

不同质量的移动壁障以 143KJ 的初始能量进行碰撞发现：碰撞初始能量决定了吸能式后防护的最大变形（初始能量相同，变形量几乎相同）；只要吸能式后防护结构确定，吸能量-变形曲线的形状和趋势不受移动壁障质量的影响，但移动壁障质量影响碰撞加速度的峰值。结果比较如表 5 所示。

表 5 不同质量的移动壁障以相同的初始动能仿真结果对比

移动壁障质量	1.1t	1.28t	1.38t	1.5t	1.6t	1.7t	1.8t
初速度 (m/s)	16.11	14.39	14.38	13.79	13.36	12.96	12.59
初动能 (KJ)	142.8	142.7	142.7	142.7	142.9	142.8	142.7
末动能 (KJ)	8.7	8.8	9.0	9.0	8.9	8.8	8.6

吸能量 (KJ)	134.1	133.9	133.7	133.7	134	134	134.1
最大加速度 (m/s ²)	366	325	315	289	268	258	251
最大压缩量 (mm)	557	552	547	548	549	557	550

根据以上分析可以得出以下结论：确定用于评价吸能式后防护装置性能特性的移动壁障质量与 GB20072-2006 中移动壁障质量相同，为 1100kg±20kg。

2.3 碰撞速度对后防护吸能特性的影响

改变碰撞速度进行碰撞仿真研究发现：碰撞速度对后防护的吸能特性（内能-位移曲线）的形状和走向趋势影响不大；碰撞速度对台车碰撞产生的加速度特性（加速度-位移曲线）的形状和走向趋势影响不大；碰撞速度不同，产生的初始碰撞动能不同，引起最大变形量不同。较大的碰撞速度可以更充分的体现吸能式后防护整个变形阶段的吸能特性和加速度特性。如表 6 所示。

表 6 1.1T 台车以不同速度碰撞仿真结果对比

初始速度	8.33m/s 30km/h	11.11m/s 40km/h	13.89m/s 50km/h	15.83m/s 57km/h	16.67m/s 60km/h
最大加速度 (m/s ²)	283	310	314	349	413
最大力 (KN)	312.1	341.9	346.3	383.9	454.3

最大位移 (mm)	224	323	447	531	564
初动能 (KJ)	37.6	66.8	104.3	135.5	152.9
末动能 (KJ)	3.9	4.6	5.4	8.1	9.6
最终吸能 (KJ)	33.7	62.2	98.9	127.4	143.3

根据以上分析并根据中国现有交通法规和高速公路上的实际交通状况采用碰撞速度为 60km/h 的台车与静止的后防护吸能装置进行碰撞研究，借此考核吸能装置的吸能特性。

3. 验证试验

3.1 第一次移动壁障碰撞试验

试验地点：中国汽车技术研究中心有限公司碰撞实验室

试验时间：2016 年 1 月

移动壁障重量：1400 kg

碰撞速度：90.2 公里/小时

移动壁障尺寸：2300mm×700mm

后部防护吸能装置尺寸：宽 2200mm、长 908mm、高 604mm。

试验结果：通过这次试验发现，在碰撞过程中，该装置有飞溅物飞起掉落，这样如果安装在车辆后部直接使用在碰撞过程中有可能因为飞溅物对车辆和人员造成伤害，所以该装置需要改进内外部结构。

3.2 第二次移动壁障碰撞试验

经过将近一年半的对特种车辆后部防护系能装置的内部和外形进行了升级改造，2017 年 7 月在中国汽车技术研究中心进行了第二次移动壁障碰撞试验。该次试验条件和结果如下所示。

试验时间：2017 年 7 月

试验地点：中国汽车技术研究中心有限公司碰撞实验室

移动壁障重量：2292 kg

碰撞速度：60 公里/小时

移动壁障尺寸：2300mm×700mm

后部防护吸能装置尺寸：宽 2200mm、长 908mm、高 604mm。

试验结果：（1）在试验过程中，发现特种车辆后部防护吸能装置在受到撞击时无飞溅物飞起和脱落。（2）通过移动壁障碰撞加速度曲线发现（图 1），在吸能式后防护装置发生 700mm 左右变形时加速度发生陡升，根据吸能式后防护装置的厚度尺寸（908mm）判断，当吸能块压缩到总厚度的 80%（726mm）左右时基本上已经压密实，后面的变形数据已经不能反映真实碰撞（吸能）情况了，此次试验为后期的仿真模拟实验提供了依据。

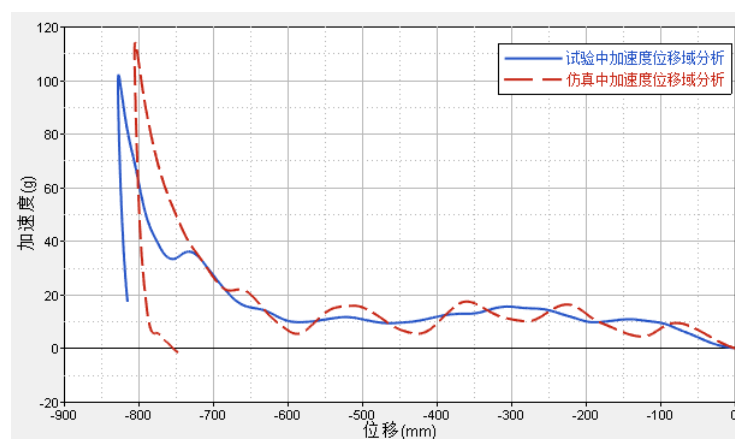


图 1 台车碰撞试验和碰撞仿真试验的加速度-位移曲线对比图

3.3 实车碰撞对比试验

试验地点：中国汽车技术研究中心有限公司碰撞实验室

实车重量：1325 kg 桑塔纳轿车

碰撞速度：97.1 公里/小时

后部防护吸能装置尺寸：宽 2200mm、长 908mm、高 604mm

在同样的试验条件下，用同样的轿车直接撞击固定臂和撞击安装在固定臂上的特种车辆后部防护吸能装置，从图 2 和图 3 可以看出，轿车直接撞击固定壁时，前排驾驶室几乎全部被压缩变形损毁；而在撞击安装了吸能装置的固定壁时，轿车的前排驾驶室基本没有变形损毁。从这个实车对比试验可以看出，防护吸能装置可以有效减低碰撞冲击和对后车人员以及车辆的伤害。



图 2 直接撞击固定壁



图 3 在固定臂上安装了防护吸能装置

3.4 吸能式后防护与传统后防护的仿真模拟对比试验

传统后防护指的是 GB11567-2017 标准中规定的车辆后防护。为了比较吸能式后防护结构与传统后防护结构性能的差异，进行碰撞仿真研究。

将分别安装有传统后防护和吸能式后防护的车架前端固定，按照 GB11567-2017 中的要求，车架纵梁下表面距离地面 800mm。为了具有可比性，安装时，吸能结构下表面与原车后防护下表面等高，移动壁障前端刚性表面尺寸为 2300mm×700mm，台车速度为 60km/h。

通过图像和纵梁受力曲线可以看出（图 7），碰撞时，由于传统后防护不具备好的吸能能力，使得车架纵梁承受了非常大的冲击力，而安装有吸能式后防护结构的车架，纵梁受力明显降低，而且纵梁没有发生明显形变。这充分说明，若在高速公路上发生轿车（后车）与前车（大货车）两车追尾碰撞事故，安装有吸能式后防护结构的前车（大货车）在受到后车较猛烈的撞击时既可以降低冲击力，避免前车自身受到破坏，又可以对轿车（后车）起到很好的保护作用，明显降低后车乘员受到的伤害。如图 4-6

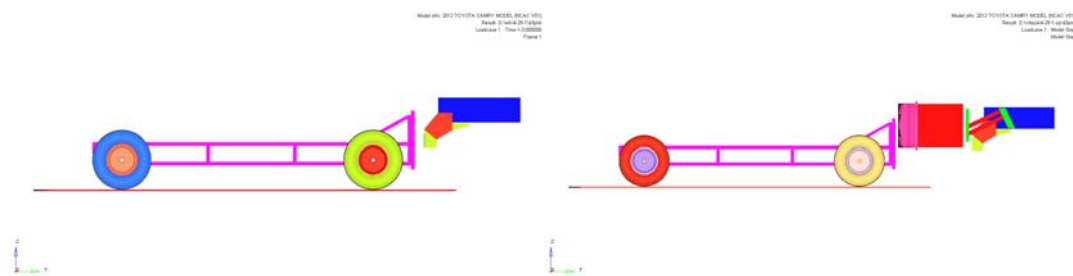


图 4 碰撞前

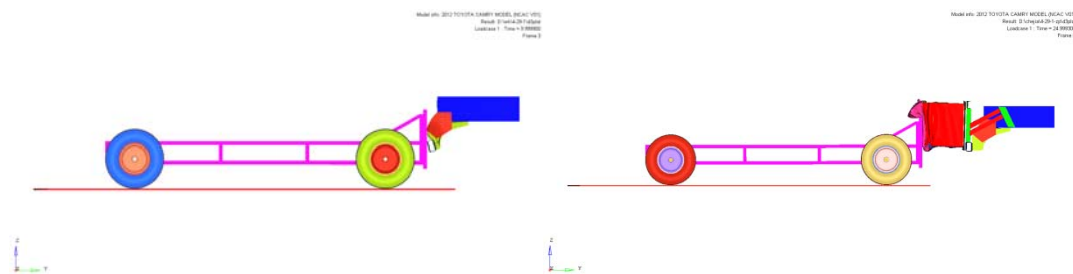


图 5 碰撞中

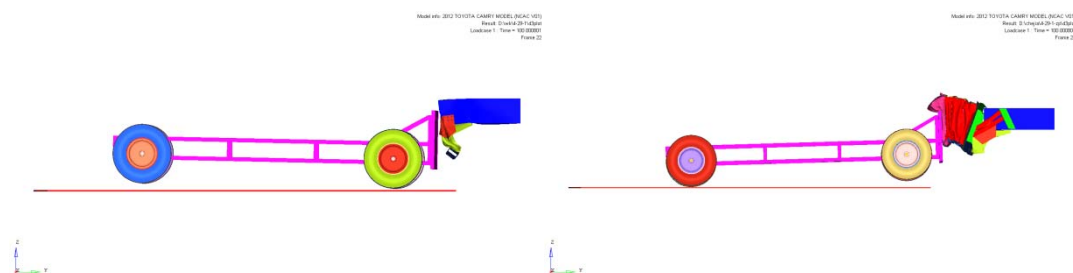


图 6 碰撞结束

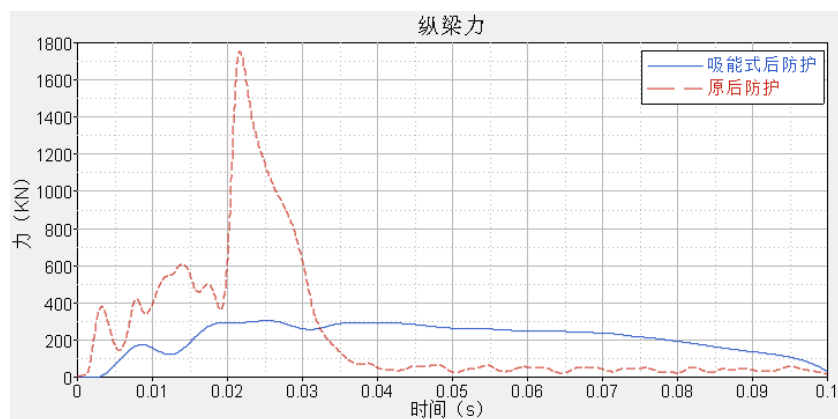


图 7 纵梁受力曲线

3.5 静态试验

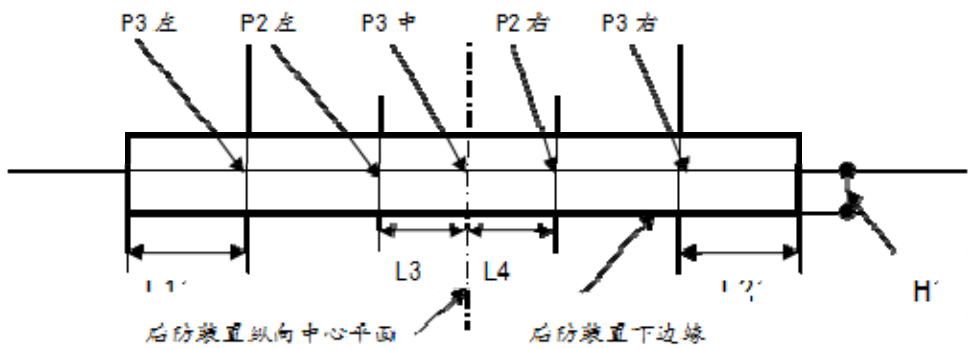
试验日期：2016 年 09 月 15 日

试验目的：考核后部防护吸能装置的阻挡承压能力

试验参数及试验结果：根据样件的实际情况，分别对 P2 左加载点施加 100 kN 的试验载荷、P2 右加载点施加 25 kN 的试验载荷，试验后加载点位移情况及样件残留值见下表 7：

表 7 静压试验测试表

检验项目	检验要求		检验结果	
阻 挡 能 力 (静态加载)	后下部装置对追	试验载荷（kN）	100.1	25.1
	尾碰撞的车辆必须具有足够的阻挡能力。记录静态加载过程中的	加载作用点的最大变形量（mm）	418.0	60.1
	各加载作用点的最大变形量	样件加载作用点处在加载方向的水平残留值(mm)	382.0	739.9



	P3 左	P2 左	P3 中	P2 右	P3 右
水平距离	L1'	L3	—	L4	L2'

(mm)	——	350	——	——	300
高 度 (mm)	H'				
	180	180	180	180	180

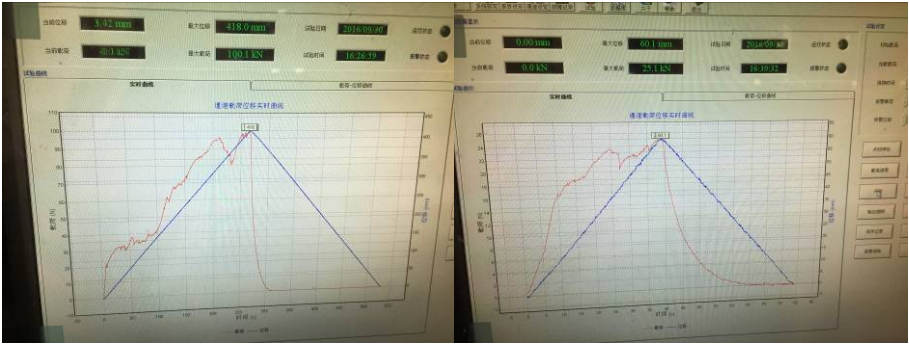


图 8：P2 左 100kN 加载载荷-位移曲线图 9 P3 右 25kN 加载载荷-位移曲线

3.6 静态试验和动态试验结果对比

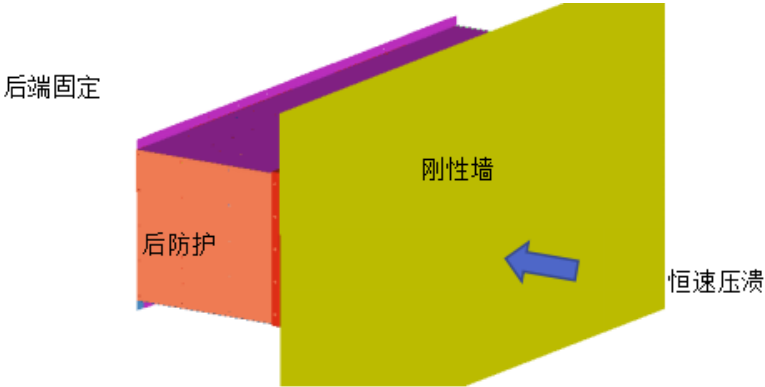


图 10 静态仿真模型

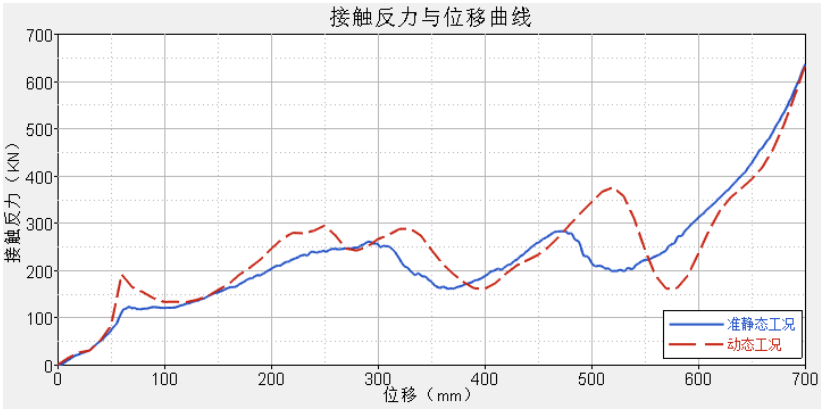


图 11 静动态接触反力

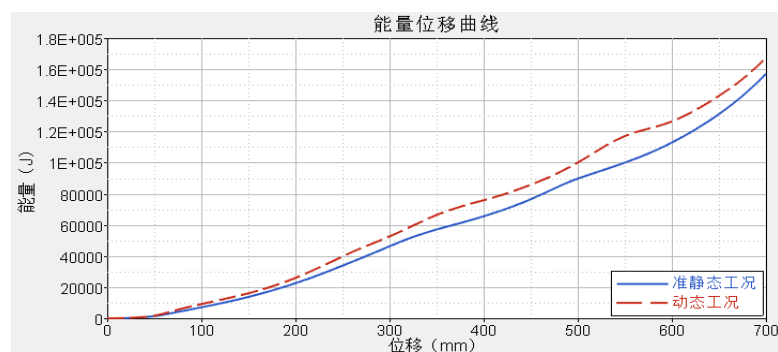


图 12 静动态吸能量

由图 11 和图 12 可知，静态和动态工况下同一变形时后防护产生的反力不同，且相同变形量时吸能量相差也较明显，动态吸能量较静态吸能量大。这说明，静态工况不能充分体现动态冲击工况时吸能结构的吸能特性，而吸能式后防护的主要使用目的是在动态冲击（碰撞）条件下要充分吸能，以有效保护前后车辆及其乘员。因此，必须采用移动壁障动态冲击试验对后防护的吸能能力和吸能特性进行评价。

3.7 振动试验

试验日期：2016 年 09 月 26 日～ 2016 年 09 月 28 日

试验目的：

- 测试螺丝钉等起到固定和禁锢作用的部件是否有松动
- 测试防护吸能装置经过振动后与地面的倾斜程度

试验方法及参数：每次 40 小时（2 次，共 80 小时），频率 5Hz～8Hz，振幅 $15.25\text{mm} \pm 1.25\text{mm}$ ($0.60 \pm 0.05\text{inches}$)。试验数据测量间隔为 20 小时，40 小时时候如发现螺丝等有松动禁锢一下再重新开始试验

试验结果：每 20 小时检查螺钉未松动，数据记录见表 8 和表 9。

试验结果：经过 80 小时的耐震试验，防护吸能装置各部位固定

稳定，没有松动和倾斜。



图 13：振动试验图

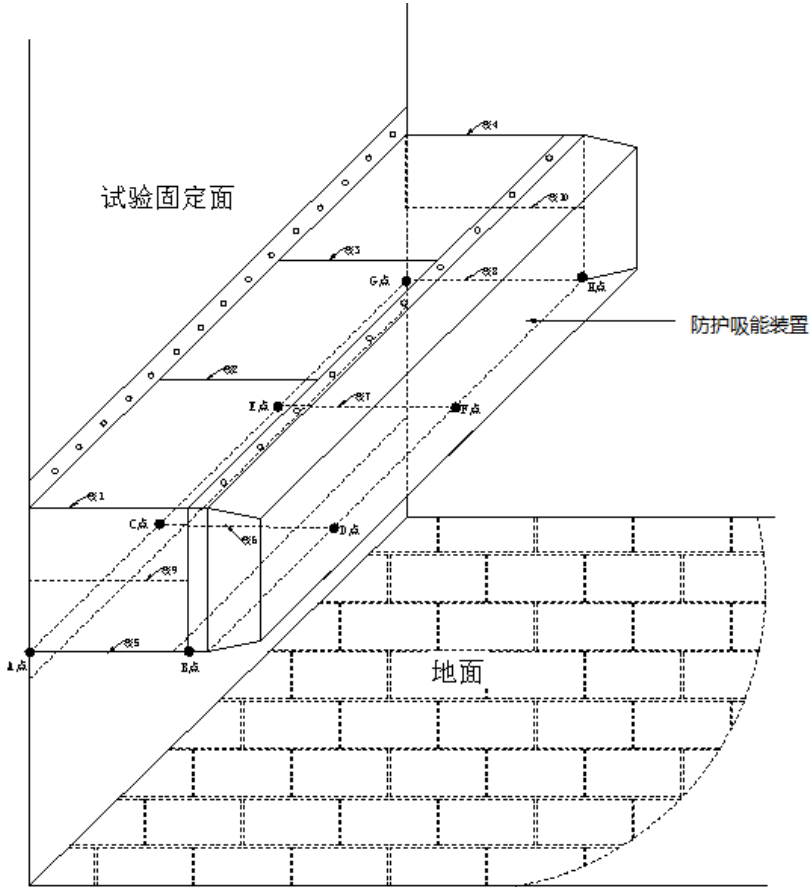


图 14 耐振试验固定草图及测量点位位置示意图

表 8 各点距地面的距离（mm）

位置	试验开始	20 小时	40 小时	60 小时	80 小时
A 点	286	285	286	286	286
B 点	270	271	270	271	271
C 点	288	289	287	287	287
D 点	271	271	271	270	270
E 点	285	285	285	285	285
F 点	270	270	269	269	269
G 点	284	284	283	283	283
H 点	267	268	268	268	268
备注：A、C、E、G 点分别指装置固定位置端，B、D、F、H 分别指塑料防护罩边缘端。					

表 9 上下、左右平面的固定位置到防护罩边缘的距离（mm）

位置		试验开始	20 小时	40 小时	60 小时	80 小时
上平面	线 1	632	632	630	630	631
	线 2	629	629	628	627	628
	线 3	628	629	627	627	627
	线 4	631	632	631	631	631
下平面	线 5	631	630	630	631	631
	线 6	626	627	626	626	627
	线 7	631	632	630	631	631
	线 8	632	632	632	632	632
左平面	线 9	634	635	635	634	635
右平面	线 10	636	637	636	636	637

（四）明确标准中涉及专利的情况，对于涉及专利的标准项目，应提供全部专利所有权人的专利许可声明和专利披露声明

无。

（五）预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

特种车辆后部防护吸能装置是降低或避免交通事故中人员和财产损失的有效方法，后防护吸能装置是对传统后防护的升级，通过该

吸能装置的吸能，既可以避免后车钻入前车尾部，保护碰撞中后车乘员的安全，又可以对前车后部起到较好的保护作用，尤其当前车装载的是易燃易爆等危险货物时，则可以在一定程度上避免危险货物泄露、燃烧或爆炸，保护人民群众生命财产的安全，避免环境污染。若前车是正在施工的工程车辆，则也完全可以起到对碰撞中的前后车辆同时保护的作用。预计该标准实施后将有利于促进我国交通运输行业的健康安全发展，大大降低因大型运输车引起的交通事故、人员死亡和财产损失，减少因危化品泄露而引起的环境污染等问题。

（六）采用国际标准和国外先进标准情况

在本标准的起草过程中，标准起草组参考了美国 FMVSS223/224 标准、加拿大标准、欧盟标准中的技术要求，同时也综合考虑了国内特种车辆行业的实际需求。

（七）在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

该标准与我国现行的法律、法规无冲突，与现行的 GB11567《汽车及挂车侧面和后下部防护要求》标准相协调、互补充。

（八）重大分歧意见的处理经过和依据

无。

（九）标准性质的建议说明

该标准为行业推荐性标准。

（十）贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）

建议标准批准发布后，相应部门应及时开展标准的宣贯指导工作，以促使标准使用者更好的理解标准的内容和要求，为标准的顺利实施打下良好的基础。

（十一）废止现行相关标准的建议

无。

（十二）其他应予说明的事项

无。