

ICS 号

中国标准文献分类号



中国城市科学研究会标准

T/CSUS XX-202X

城市道路交通防护设施安全性能 评价标准

Standard for Safety Performance Evaluation of Urban Road
Traffic Protection Facilities

（征求意见稿）

2021-xx-xx 发布

2021-xx-xx 实施

中国城市科学研究会发布

前言

根据中国城市科学研究会《关于发布 2019 年中国城市科学研究会标准研编计划（第二批）的通知》的要求，标准编制组经广泛调查研究，系统总结实践经验，参考有关国际标准和国内先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1 总则、2 术语和符号、3 防撞护栏安全性能评价、4 缓冲设施安全性能评价、5 限界结构防撞设施安全性能评价、6 分隔设施安全性能评价、附录 A 实车足尺碰撞试验方法、附录 B 仿真计算方法、附录 C 防撞护栏安全性能评价报告、附录 D 缓冲设施安全性能评价报告、附录 E 限界结构防撞设施安全性能评价报告、附录 F 分隔设施安全性能评价报告、附录 G 碰撞车型主要技术参数。

本标准由中国城市科学研究会负责管理，由北京华路安交通科技有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送××××××（地址：××××××，邮政编码：××××××）。

本标准主编单位：北京华路安交通科技有限公司

本标准参编单位：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

北京市市政工程设计研究总院有限公司

本标准主要起草人员：××× ××× ××× ×××

本标准主要审查人员：××× ××× ××× ×××

目 次

1 总 则	1
2 术语和符号	3
2.1 术语.....	3
2.2 符号.....	8
3 防撞护栏安全性能评价.....	10
3.1 一般规定.....	10
3.2 评价方法.....	10
3.3 碰撞条件.....	11
3.4 安全性能评价.....	13
3.5 评价结论.....	16
4 缓冲设施安全性能评价.....	19
4.1 一般规定.....	19
4.2 评价方法.....	19
4.3 碰撞条件.....	19
4.4 安全性能评价.....	23
4.5 评价结论.....	27
5 限界结构防撞设施安全性能评价.....	28
5.1 一般规定.....	28
5.2 评价方法.....	29
5.3 碰撞条件.....	29
5.4 安全性能评价.....	31
5.5 评价结论.....	32
6 分隔设施安全性能评价.....	33

6.1 一般规定.....	33
6.2 评价方法.....	34
6.3 碰撞条件.....	34
6.4 安全性能评价.....	38
6.5 评价结论.....	40
附录 A 实车足尺碰撞试验方法	41
A.1 试验场地.....	41
A.2 试验防护设施.....	41
A.3 试验车辆.....	43
A.4 碰撞条件容许误差.....	44
A.5 测试参数及方法.....	45
附录 B 仿真计算方法	48
B.1 仿真模拟软件要求.....	48
B.2 车辆建模.....	48
B.3 护栏建模技术.....	57
B.4 验证测试方法.....	59
附录 C 防撞护栏安全性能评价报告	62
C.1 防撞护栏结构安全性能评价报告封面.....	62
C.2 防撞护栏安全性能评价报告扉页.....	63
C.3 防撞护栏安全性能评价报告提纲.....	63
C.4 防撞护栏安全性能评价简表.....	67
附录 D 缓冲设施安全性能评价报告	70
D.1 缓冲设施安全性能评价报告封面.....	70

D.2 缓冲设施安全性能评价报告扉页.....	71
D.3 缓冲设施安全性能评价报告提纲.....	71
D.4 缓冲设施安全性能评价简表.....	73
附录 E 限界结构防撞设施安全性能评价报告	74
E.1 限界结构防撞设施安全性能评价报告封面.....	74
E.2 限界结构防撞设施安全性能评价报告扉页.....	75
E.3 限界结构防撞设施安全性能评价报告提纲.....	75
E.4 限界结构防撞设施安全性能评价简表.....	77
附录 F 分隔设施安全性能评价报告	78
F.1 分隔设施安全性能评价报告封面.....	78
F.2 分隔设施安全性能评价报告扉页.....	79
F.3 分隔设施安全性能评价报告提纲.....	79
F.4 分隔设施安全性能评价简表.....	81
附录 G 碰撞车型主要技术参数	82
本标准用词说明.....	85

1 总 则

1.0.1 为科学评价城市道路交通防护设施的安全性能，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于城市道路防撞护栏、缓冲设施、限界结构防撞设施、分隔设施的安全性能评价。

1.0.3 城市道路交通防护设施应进行结构安全性能评价，宜结合与道路防护设施相关的其它沿线设施及交通工程条件进行道路适应性能评价，宜采用多种车型选取不同碰撞条件进行车辆乘员适应性能评价。

条文说明

根据国内外研究经验，新型道路防护设施首先要对结构本身的安全性能进行评价，其次在应用于实际道路时，需要对局部结构进行改造，考虑道路设置条件（如其他构筑物等）和不同交通流特征条件下防护设施的适应性问题，因此，在防护设施结构安全性能评价的基础上，考虑工程实际中与防护设施设置相关的道路其他沿线设施及交通工程条件的影响，开展道路适应性能评价，结合交通流特性选取多种车型不同碰撞条件防护设施的性能表现，开展车辆乘员适应性能评价。

1.0.4 新研发的道路交通防护设施安全性能可采用实车足尺碰撞试验或仿真计算方法进行评价，其中新研发的防撞护栏与防撞垫最终应通过实车足尺碰撞试验评价，对于已通过实车足尺碰撞试验评价合格的

防撞护栏与防撞垫的改造结构可直接采用仿真计算方法进行评价。

条文说明

车辆碰撞道路防护设施过程是复杂的动力学过程，碰撞结果与防护设施结构形式、车辆质量、碰撞速度、碰撞角度、道路设置条件和碰撞车型等诸多因素有关，国内外研究机构根据多年的实车足尺碰撞试验经验积累，对仿真模型的不断校核，特别是针对道路设置条件变化和需要对车辆乘员状态进行客观评价时，计算机仿真计算方法成为一种高效、客观的评价方法。

1.0.5 城市道路交通防护设施的安全性能评价应编制评价报告，评价报告应由从事交通安全业务的咨询工程师、安全评价师或安全工程师审核、批准。

1.0.6 城市道路交通防护设施安全性能评价除应符合本标准的规定外，还应符合现行国家有关标准、规范的相关规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.0.1 防护设施安全性能 safety performance of safeguard facilities

车辆碰撞防护设施时，为降低车辆内乘员的伤害程度，防护设施具有的对碰撞车辆阻挡、缓冲和导向的综合性能。防护设施安全性能包括结构安全性能、道路适应安全性能、车辆乘员适应安全性能三个方面。

2.0.2 阻挡功能 containment performance

防护设施阻挡碰撞车辆穿越、翻越和骑跨的能力。

2.0.3 缓冲功能 buffering performance

防护设施降低对碰撞车辆和车内乘员冲击程度的能力。

2.0.4 导向功能 redirective performance

防护设施使碰撞车辆向行车方向顺利导回并恢复运行状态的能力。

2.0.5 结构安全性能评价 safety performance evaluation of structure

采用实车足尺碰撞试验或仿真计算方法对防护设施的结构安全性能进行碰撞分析，评价防护设施结构能否达到相应防护等级。

2.0.6 道路适应性能评价 safety performance evaluation of road adaptability

结合与城市道路防护设施设置相关的其他沿线设施及交通工程条件，采用仿真计算方法对防护设施进行碰撞分析，评价防护设施对于道路适应的安全性。

2.0.7 车辆乘员适应性能评价 safety performance evaluation of traffic adaptability

结合城市道路交通流特征条件，采用多种车型选取不同碰撞条件，利用仿真计算方法对防护设施进行碰撞分析，评价防护设施对于车辆乘员适应的安全性。

2.0.8 实车足尺碰撞试验 full-scale impact test with real vehicle

按照规定的碰撞条件采用试验车辆对 1: 1 比例的防护设施进行碰撞试验，根据检测的试验数据评价防护设施安全性能的一种方法。

2.0.9 仿真计算 simulation computation

按照规定的碰撞条件建立防护设施和车辆仿真计算模型进行碰撞分析，根据碰撞仿真计算数据评价防护设施安全性能的一种方法。

2.0.10 碰撞车型 impact vehicle type

用于防护设施安全性能评价的车辆类型。

2.0.11 碰撞条件 impact conditions

评价防护设施所采用的碰撞车型、车辆总质量、碰撞速度和碰撞角度的组合。

2.0.12 碰撞点 impact point

碰撞评价时，防护设施上最先被车辆碰撞处的地面投影点。

2.0.13 驶离点 exit point

碰撞评价时，车辆首次碰撞防护设施的轮迹与防护设施碰撞前迎面最内边缘的地面投影线最后相交的点。

2.0.14 碰撞速度 impact velocity

车辆在碰撞点前 6m 处的行驶速度。

2.0.15 碰撞角度 impact angle

对于防撞护栏、防撞垫、限界结构防撞设施和分隔设施，碰撞角度是指车辆碰撞防护设施初始瞬间，车辆纵向中心线与防护设施纵轴线间的夹角；对于防撞端头，碰撞角度是指车辆碰撞防撞端头瞬间，车辆纵向中心线与防撞端头连接的防撞护栏标准段纵轴线间的夹角。

2.0.16 导向驶出框 redirective exit box

为评价防护设施导向功能，对车辆碰撞试验样品后的运行轮迹所规定的安全范围。

2.0.17 乘员碰撞速度（OIV） occupant impact velocity

碰撞评价时，小客车碰撞防护设施过程中，假想的乘员头部与乘

员舱内部碰撞的瞬时相对速度。

条文说明

乘员碰撞速度按式 (2-1) 计算：

$$v_{x,y} = \int_0^{t^*} a_{x,y} dt \quad (2-1)$$

式中： $v_{x,y}$ ——纵向（ x 方向）或横向（ y 方向）的乘员碰撞速度；

$a_{x,y}$ ——纵向（ x 方向）或横向（ y 方向）的车辆重心处加速度；

t^* ——假想的乘员头部与乘员舱内部碰撞的时刻，取值为假想乘员头部在乘员舱内纵向（ x 方向）移动 0.6m 或横向（ y 方向）移动 0.3m 的时间，应按式 (2-2) 计算。

$$X, Y = \int_0^{t^*} \int_0^{t^*} a_{x,y} dt^2 \quad (2-2)$$

式中： $X=0.6m$ ， $Y=0.3m$ ， t^* 为满足 x 、 y 方向积分等式所得的 t_x^* 和 t_y^* 的较小值。

2.0.18 乘员碰撞后加速度（ORA） occupant ridedown acceleration

碰撞评价时，小客车碰撞防护设施过程中，假想的乘员头部与乘员舱内部碰撞后，假想的乘员头部与车辆共同经受的车辆重心处加速度 10ms 间隔平均值的最大值。

2.0.19 最大横向动态变形量（D） maximum dynamic lateral deflection

车辆碰撞防护设施过程中，防护设施变形后迎撞面相对于其初始位置的最大横向水平位移。

2.0.20 最大横向动态位移外延值 (W) maximum dynamic widening distance of lateral deflection

车辆碰撞防护设施过程中，防护设施变形后最外边缘相对于防护设施碰撞前最内边缘的最大横向水平距离。

2.0.21 车辆最大动态外倾值 (VI) maximum dynamic vehicle incline-out distance

大型车碰撞防护设施过程汇中外倾时，车辆最外边缘相对于防护设施碰撞前最内边缘的最大横向水平距离。

条文说明

防护设施最大横向动态变形值 D 、最大横向动态位移外延值 W 和车辆最大动态外倾值 VI 如图 2-1 所示。

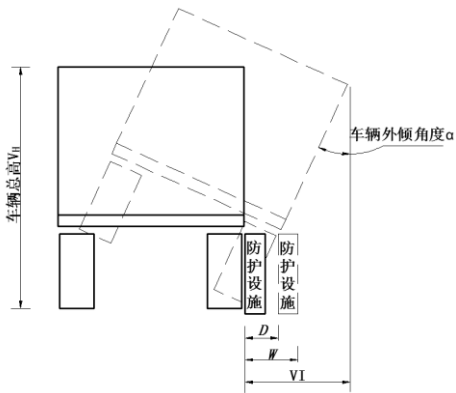


图 2-1 防护设施最大横向动态变形值 D 、最大横向动态位移外延值 W 和车辆最大动态外倾值 VI

2.0.22 车辆最大动态外倾当量值(VI_n) normalized maximum dynamic vehicle incline-out distance

大型车碰撞防护设施测出的车辆最大动态外倾值(VI)按照车辆总高 4.2m 换算后的车辆最大动态外倾值。

条文说明

大型车辆的车辆最大动态外倾当量值按式(2-3)计算:

$$VI_n = VI + (4.2 - V_H) \sin \alpha \quad (2-3)$$

式中: VI_n ——大型车辆的车辆最大动态外倾当量值 (m);

VI ——大型车碰撞防护设施测出的车辆最大动态外倾值(m);

V_H ——车辆总高(m);

α ——车辆外倾角度($^\circ$)。

2.2 符号

L_S ——防撞护栏标准段设置长度

L_T ——防撞护栏过渡段设置长度

L_M ——活动护栏设置长度

L_C ——可导向防撞垫长度

L'_C ——非导向防撞垫长度

L_N ——防撞端头长度

L'_N ——防撞端头水平投影长度

L_O ——分隔栏杆标准段设置长度

V_w ——车辆总宽度

V_L ——车辆总长度

VI_n ——大型车辆的车辆最大动态外倾当量值 (m)

VI ——大型车碰撞防护设施测出的车辆最大动态外倾值 (m)

V_H ——车辆总高 (m)

α ——车辆外倾角度 ($^{\circ}$)

L_G ——分隔栏杆标准段设置长度

3 防撞护栏安全性能评价

3.1 一般规定

3.1.1 防撞护栏安全性能评价分为防撞护栏标准段安全性能评价、防撞护栏过渡段安全性能评价和活动护栏安全性能评价。

3.1.2 防撞护栏的安全性能评价应采用小客车碰撞评价其缓冲功能和导向功能，采用大客车碰撞评价其阻挡功能和导向功能。

3.2 评价方法

3.2.1 新研发的防撞护栏应采用实车足尺碰撞试验方法评价结构安全性能，基于通过实车足尺碰撞试验评价合格结构进行改造的防撞护栏可采用仿真计算方法评价结构安全性能。

3.2.2 结构安全性能评价合格的防撞护栏标准段应用在道路上时，宜结合道路其它相关沿线设施及交通工程条件，采用仿真计算方法评价防撞护栏的道路适应性能。

3.2.3 结构安全性能评价合格的防撞护栏标准段应用在道路上时，宜结合交通流特性，考虑多种车型不同碰撞条件，采用仿真计算方法评价防撞护栏的车辆乘员适应性能。

3.3 碰撞条件

3.3.1 防撞护栏标准段、防撞护栏过渡段和活动护栏的碰撞条件与设计防护能量应符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 防撞护栏标准段、防撞护栏过渡段和活动护栏的碰撞条件与设计防护能量

防护等级代码		碰撞条件				设计防护能量 (kJ)
路侧	中央分隔带	碰撞车型	车辆质量 (t)	碰撞速度 (km/h)	碰撞角度 (°)	
B	Bm	小客车	1.5	60	20	70
		大客车	10	40	20	
		大货车*	10*	40	20	
A	Am	小客车	1.5	100	20	160
		大客车	10	60	20	
		大货车*	10	60	20	
SB	SBm	小客车	1.5	100	20	280
		大客车	10	80	20	
		大货车*	18	60	20	
SA	SAm	小客车	1.5	100	20	400
		大客车	14	80	20	
		大货车*	25	60	20	
SS	SSm	小客车	1.5	100	20	520
		大客车	18	80	20	
		大货车*	33	60	20	
HB	HBm	小客车	1.5	100	20	640
		大客车	25	80	20	
		大货车*	40	60	20	

注：*指根据道路交通流特征情况确定的可选碰撞条件。

3.3.2 防撞护栏标准段、防撞护栏过渡段和活动护栏的碰撞点位置应符合

合下列规定：

1 防撞护栏标准段：小客车和大型车的碰撞点均应位于沿碰撞车辆行车方向距离防撞护栏标准段起点 $1/3$ 长度处，见图 3.3.2-1；

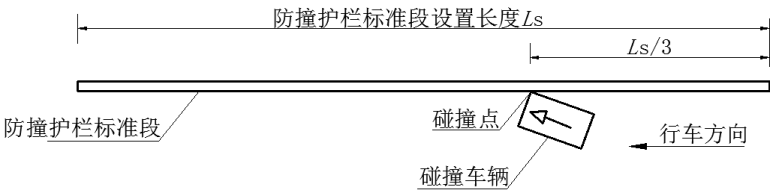


图 3.3.2-1 防撞护栏标准段的碰撞点位置

2 防撞护栏过渡段：小客车的碰撞点应位于沿碰撞车辆行车方向距离防撞护栏过渡段起点 $3/4$ 长度处，大型车的碰撞点应位于护栏过渡段中点，见图 3.3.2-2；

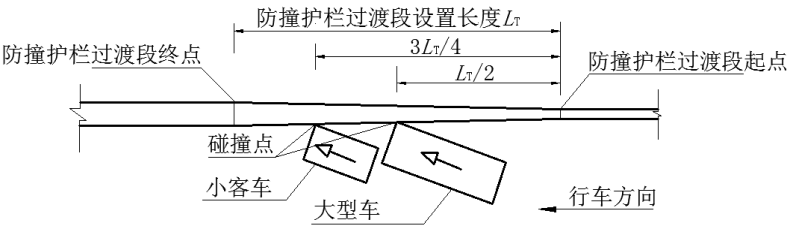


图 3.3.2-2 防撞护栏过渡段的碰撞点位置

3 活动护栏：小客车和大型车的碰撞点均应位于活动护栏中点和沿碰撞车辆行车方向距离活动护栏终点 2m 的位置处，见图 3.3.2-3。

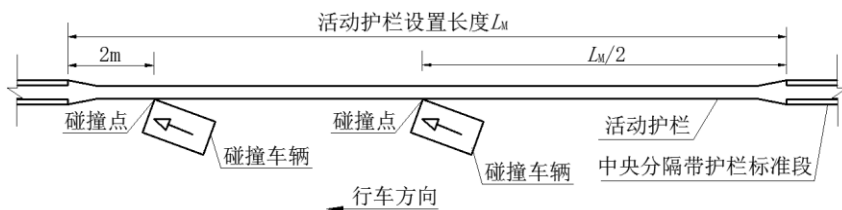


图 3.3.2-3 活动护栏的碰撞点位置

3.4 安全性能评价

3.4.1 防撞护栏标准段、防撞护栏过渡段和活动护栏的结构安全性能评价指标:

- 1 阻挡功能: 应能够阻挡车辆穿越、翻越和骑跨, 防撞护栏构件及其脱离件不得侵入车辆乘员舱;
- 2 缓冲功能: 乘员碰撞速度的纵向与横向分量均不得大于 12m/s, 乘员碰撞后加速度的纵向与横向分量均不得大于 200m/s^2 ;
- 3 导向功能: 车辆碰撞后不得翻车, 车辆驶出驶离点后的轮迹经过图 3.4.1 所示的导向驶出框时不得越过直线 F, 其中参数 A 和 B 的取值应符合如表 3.4.1 的规定。

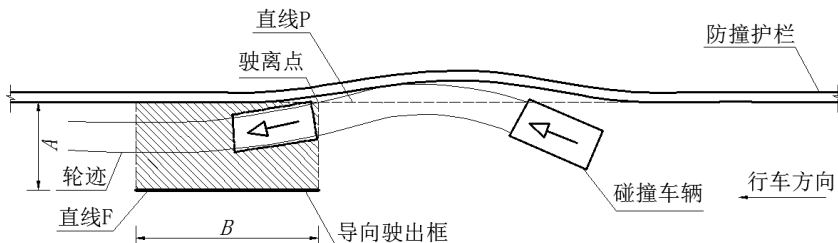


图 3.4.1 防撞护栏标准段、防撞护栏过渡段和活动护栏的车辆轮迹导向驶出框

- 注：1. 直线 P 为防撞护栏碰撞前迎面最内边缘的地面投影线；
2. 直线 F 与直线 P 平行且间距为 A；
3. 直线 F 的起点位于驶离点在直线 F 上的投影点，长度为 B。

表 3.4.1 参数 A 和 B 的取值 (m)

碰撞车型	A	B
小客车	$2.2 + V_w + 0.16V_L$	10
大型车	$4.4 + V_w + 0.16V_L$	20

- 注：1. V_w ——车辆总宽度 (m)；
2. V_L ——车辆总长度 (m)。

3.4.2 防撞护栏标准段的道路适应性能除应符合 3.4.1 条各款的规定外，还应符合以下规定：

- 1 应考虑道路其它沿线设施及交通工程条件影响因素；
- 2 宜考虑道路其它沿线设施及交通工程条件导致的碰撞点位置

变化。

条文说明

道路上其它沿线设施及交通工程条件可能会对防撞护栏的安全

防护能力产生影响，评价中主要考虑的影响因素见表 3-1，需结合这些实际影响因素进行建模及安全性能仿真评价。

表 3-1 道路其它沿线设施及交通工程条件影响因素

类 别		影 响 因 素
基 础	路基	基础形式、埋深、土基压实度、土路肩、边坡、人孔等。
	桥梁	翼缘板形式（混凝土箱梁、钢箱梁）、梁板厚度、配筋、预埋连接、伸缩缝、桥台等。
路 侧 构 筑 物		桥墩、隧道检修道、隧道洞门、标志立柱、照明灯柱、斜拉索、吊杆、监控设施、声屏障、防眩设施、防抛网、边沟等。
道路线形		超高、横坡、纵坡、平曲线、竖曲线等。
路面		路面形式、路缘石、拦水带、护轮带等。

3.4.3 防撞护栏标准段的车辆乘员适应性能除应符合 3.4.1 条中阻挡功能和导向功能的规定外，还应符合以下规定：

- 1 应在车辆模型驾驶席上设置假人模型，并配带有效安全带；
- 2 宜根据道路交通流特征确定碰撞车型；
- 3 缓冲功能指标应满足假人头部性能指标 $HPC \leq 1000$ ，假人胸部压缩指标 $ThCC \leq 75mm$ ，假人大腿压缩力指标 $FFC \leq 10kN$ 。

条文说明

防撞护栏的安全性能最终要通过对乘员的保护来体现，增添假人模型可考察碰撞护栏过程对乘员的伤害情况，直观的评价护栏对乘员的缓冲保护功能。

3.5 评价结论

3.5.1 防撞护栏的结构安全性能必须同时满足阻挡功能、缓冲功能和导向功能所对应的评价指标要求，安全性能才达到相应的防护等级。

3.5.2 防撞护栏的道路适应性能评价应通过与结构安全性能评价结果对比得出评价结论，道路适应性能评价结论见表 3.5.2。

表 3.5.2 道路适应性能评价结论

评价结果			评价结论
防撞护栏结构安全性能指标结果	与结构安全性能仿真评价指标比较结果	对道路沿线设施的影响程度	
○	○	无影响	优秀
		影响小	良好
		影响大	差
○	⊗	无影响	良好
		影响小	一般
		影响大	差
⊗	⊗	--	差
注：“护栏安全性能指标结果”为“满足护栏安全性能指标要求”时，用“○”表示，反之用“⊗”表示；“与结构安全性能仿真评价指标比较结果”为“优于或等同于结构安全性能仿真评价指标”时，用“○”表示，反之用“⊗”表示；“--”表示忽略该项。			

条文说明

评价结论综合考虑防撞护栏结构安全性能指标结果和对道路沿

线设施影响程度两方面因素，例如通过与结构安全性能仿真评价结果对比后，护栏安全性能指标优于或等同于结构安全性能仿真评价指标时，若对道路沿线设施无影响，给出评价结论为“优秀”，但若对道路沿线设施影响大，则给出评价结论为“差”。表中“无影响”的情况如车辆碰撞护栏过程未碰撞道路沿线设施等、“影响小”的情况如车辆碰撞护栏过程有轻微剐蹭道路沿线设施等、“影响大”的情况如车辆碰撞护栏过程有严重绊阻导致道路沿线设施破坏等。

3.5.3 防撞护栏的车辆乘员适应性能评价除应符合结构安全性能评价指标外，还应通过考察不同车型、不同碰撞条件下护栏的阻挡功能、缓冲功能和导向功能指标来评价防撞护栏的车辆乘员适应性能。

表 3.5.3 车辆乘员适应性能评价结论

防撞护栏的阻挡与 导向功能评价结果	防撞护栏的缓冲功能评价结果		评价 结论
	假人头部和胸部指标结果	假人大腿指标结果	
○	○	○	优秀
		⊗	一般
	⊗	--	差
⊗	--	--	差
注：“护栏的阻挡与导向功能评价结果”均满足评价指标要求时，用“○”表示，反之用“⊗”表示；“假人头部和胸部指标结果”均满足评价指标要求时，用“○”表示，反之用“⊗”表示；“假人大腿指标结果”满足评价指标要求时，用“○”表示，反之用“⊗”表示；“--”表示忽略该项。			

3.5.4 防撞护栏安全性能评价应编制《防撞护栏安全性能评价报告》，其格式和内容应符合附录 C 的规定。

4 缓冲设施安全性能评价

4.1 一般规定

4.1.1 缓冲设施安全性能评价分为可导向防撞垫安全性能评价、非导向防撞垫安全性能评价和防撞端头安全性能评价。

4.1.2 缓冲设施的安全性能评价应采用小客车碰撞评价其阻挡功能、缓冲功能和导向功能。

4.2 评价方法

4.2.1 新型缓冲设施应采用实车足尺碰撞试验方法评价结构安全性能。

4.2.2 基于通过实车足尺碰撞试验评价合格结构进行改造的缓冲设施可采用仿真计算方法评价结构安全性能。

4.3 碰撞条件

4.3.1 可导向防撞垫、非导向防撞垫和防撞端头的碰撞条件与设计防护速度应符合 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 可导向防撞垫、非导向防撞垫和防撞端头的碰撞条件与
设计防护速度

缓冲设施类型	防护等级代码	碰撞条件					设计防护速度 (km/h)
		碰撞类型	碰撞车型	碰撞质量 (t)	碰撞速度 (km/h)	碰撞角度 (°)	
可导向防撞垫	A50	正碰	小客车	1.5	50	0	50
		斜碰				15	
		偏碰				0	
		正向侧碰				20	
		反向侧碰*				20	
	A65	正碰	小客车	1.5	65	0	65
		斜碰				15	
		偏碰				0	
		正向侧碰				20	
		反向侧碰*				20	
	A80	正碰	小客车	1.5	80	0	80
		斜碰				15	
		偏碰				0	
		正向侧碰				20	
		反向侧碰*				20	
非导向防撞垫	B50	正碰	小客车	1.5	50	0	50
		斜碰				15	
		偏碰				0	
	B65	正碰	小客车	1.5	65	0	65
		斜碰				15	
		偏碰				0	
	B80	正碰	小客	1.5	80	0	80
		斜碰				15	

缓冲 设施 类型	防护 等级 代码	碰撞条件					设计防护 速度 (km/h)
		碰撞 类型	碰撞 车型	碰撞 质量 (t)	碰撞 速度 (km/h)	碰撞 角度 (°)	
		偏碰	车			0	
防撞 端头	C50	正碰	小 客 车	1.5	50	0	50
		斜碰				15	
		偏碰				0	
		正向 侧碰				20	
		反向 侧碰*				20	
	C65	正碰	小 客 车	1.5	65	0	65
		斜碰				15	
		偏碰				0	
		正向 侧碰				20	
		反向 侧碰*				20	
	C80	正碰	小 客 车	1.5	80	0	80
		斜碰				15	
		偏碰				0	
		正向 侧碰				20	
		反向 侧碰*				20	

注：*当可导向防撞垫和防撞端头无反向侧碰要求时，可不进行反向侧碰。

4.3.2 可导向防撞垫、非导向防撞垫和防撞端头的碰撞类型应符合下列规定：

1 可导向防撞垫的碰撞类型分为正碰、斜碰、偏碰、正向侧碰和反向侧碰，见图 4.3.2-1。

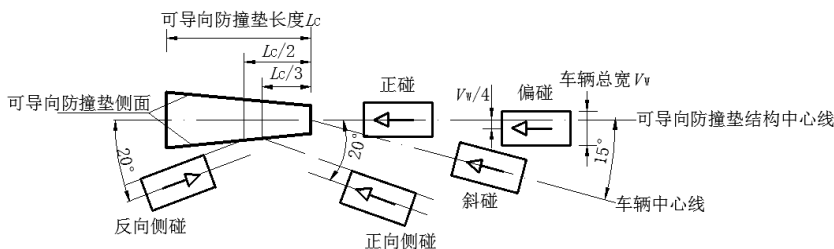


图 4.3.2-1 可导向防撞垫的碰撞类型

2 非导向防撞垫的碰撞类型分为正碰、斜碰、偏碰，见图 4.3.2-2。

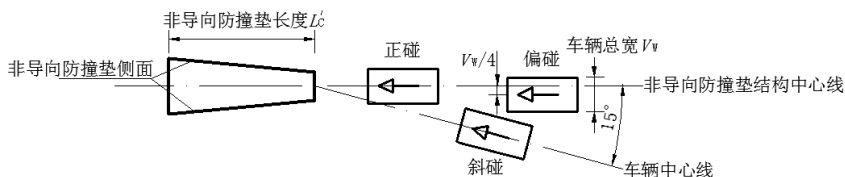
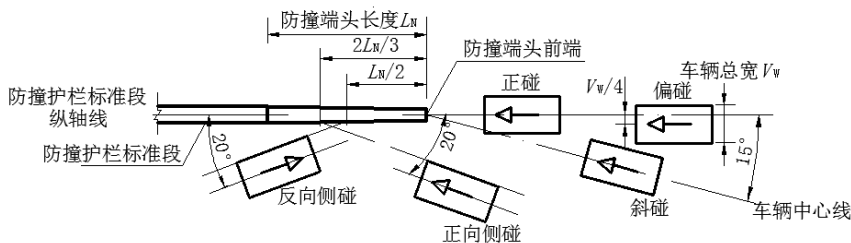
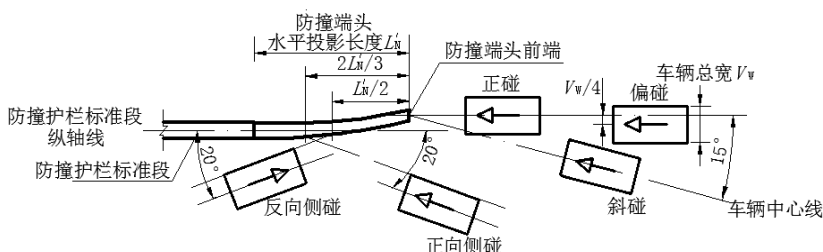


图 4.3.2-2 非导向防撞垫的碰撞类型

3 防撞端头的碰撞类型分为正碰、斜碰、偏碰、正向侧碰和反向侧碰，见图 4.3.2-3。



a) 适用于防撞端头纵轴线与防撞护栏标准段纵轴线的延长线重合的防撞端头



b)适用于防撞端头纵轴线向路侧方向外展的防撞端头

注：正碰是指碰撞车辆中心线针对防撞端头前端中点且行车方向与防撞护栏标准段纵轴线平行，偏碰是指碰撞车辆中心线与防撞端头前端中点横向偏移 $V_w/4$ 且行车方向与防撞护栏标准段纵轴线平行

图 4.3.2-3 防撞端头的碰撞类型

4.4 安全性能评价

4.4.1 可导向防撞垫和非导向防撞垫的安全性能应符合下列要求：

1 阻挡功能：防撞垫构件及脱离碎片不得侵入车辆乘员舱；当质量大于 2kg 的防撞垫脱离构件散落时，散落位置应位于图 4.4.1-1 所示的直线 A_a 和直线 A_d 之间，直线 A_a 和直线 A_d 均应与防撞垫侧边平行且间距均应为 0.5m。

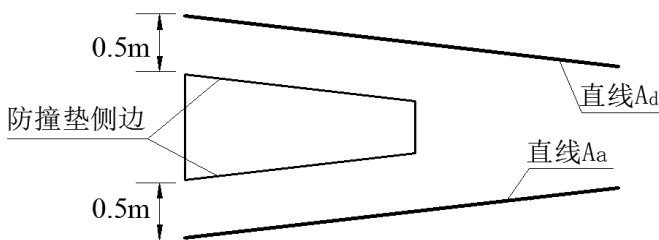


图 4.4.1-1 质量大于 2kg 的防撞垫脱离构件的散落位置限制区域

- 2 缓冲功能：乘员碰撞速度的纵向与横向分量均不得大于 12m/s；乘员碰撞后加速度的纵向与横向分量均不得大于 200m/s^2 。
- 3 导向功能应符合下列规定：
 - 1) 车辆碰撞后不得翻车；
 - 2) 车辆正碰防撞垫后，车辆轮迹越出图 4.4.1-2 所示的导向驶出框的直线 F、直线 D、直线 A 或直线 R 时，车辆重心处速度不得大于碰撞速度的 10%；
 - 3) 车辆偏碰、斜碰和正向侧碰防撞垫后，车辆轮迹越出图 4.4.1-2 所示的导向驶出框的直线 F、直线 D 或直线 A 时，车辆重心处速度不得大于碰撞速度的 10%；
 - 4) 车辆反向侧碰防撞垫后，车辆轮迹越出图 4.4.1-2 所示的导向驶出框的直线 A 时，车辆重心处速度不得大于碰撞速度的 10%。

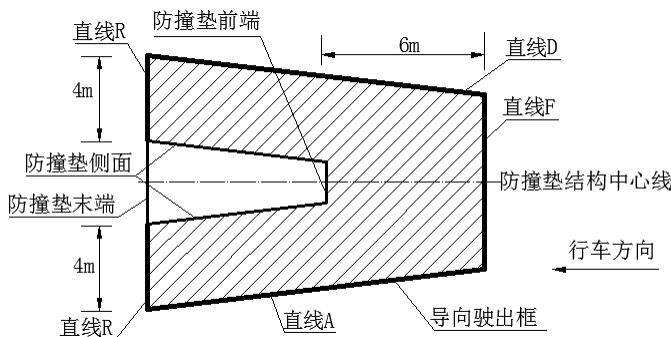


图 4.4.1-2 防撞垫的车辆轮迹导向驶出框

- 注：1.直线 F 垂直于防撞垫结构中心线，与防撞垫前端间距为 6m；
2.直线 D 和直线 A 均与防撞垫侧边平行且间距均为 4m；
3.直线 R 经过防撞垫末端且与防撞垫结构中心线垂直。

4.4.2 防撞端头的安全性能应符合下列要求：

1 阻挡功能应符合下列要求：

- 1) 防撞端头构件脱离件不得侵入车辆乘员舱；
- 2) 当质量大于 2kg 的防撞端头脱离件散落时，散落位置应位于图 4.4.2-1 所示的直线 A_a 和直线 A_d 之间，直线 A_a 和直线 A_d 平行于防撞护栏标准段碰撞前迎撞面最内边缘的地面投影线且间距均为 0.5m，当防撞端头外侧无其他行驶车辆或行人等安全要求时，直线 A_d 与防撞护栏标准段碰撞前迎撞面最内边缘地面投影线的距离可不作限制；

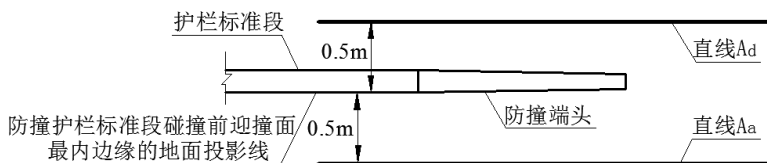


图 4.4.2-1 质量大于 2kg 的防撞端头脱离构件的散落位置限制区域

3) 防撞端头应阻挡正向侧碰车辆穿越、翻越和骑跨。

2 缓冲功能：乘员碰撞速度的纵向与横向分量均不得大于 12m/s，乘员碰撞后加速度的纵向与横向分量均不得大于 200m/s^2 。

3 导向功能应符合下列要求：

1) 车辆正碰后不得翻车。

2) 车辆正碰、偏碰和斜碰防撞端头后，车辆轮迹越出图 4.4.2-2 所示的导向驶出框的直线 F、直线 D 或直线 A 时，车辆重心处速度不得大于碰撞速度的 10%；车辆轮迹越出直线 R 时的车辆重心处速度可不作限制。

3) 车辆正向侧碰和反向侧碰防撞端头后，车辆轮迹不得越出图 4.4.2-2 所示的导向驶出框的直线 A。

5 限界结构防撞设施安全性能评价

5.1 一般规定

5.1.1 限界结构防撞设施安全性能评价分为侧面限界结构防撞设施安全性能评价、正面限界结构防撞设施的安全性能评价和顶面限界结构防撞设施安全性能评价。

5.1.2 侧面限界结构防撞设施安全性能评价宜参照防撞护栏进行安全性能评价，正面限界结构防撞设施安全性能评价宜参照缓冲设施进行安全性能评价。

条文说明

对于距道路行驶限界较近的桥梁墩柱、隧道入口处两侧、交通标志支撑结构等限界结构，根据限界结构防撞设施设置情况调查，若限界结构和道路边线之间有一定距离时，一般采用防撞护栏作为侧面限界结构防撞设施；若限界结构和道路边线之间距离受限，如安全岛、二次过街岛的前端，一般在限界结构正面设置防撞垫、防撞岛和防撞墩等缓冲设施作为正面限界结构防撞设施，避免事故车辆直接碰撞限界结构，因此，侧面限界结构防撞设施安全性能评价宜参照防撞护栏进行安全性能评价，正面限界结构防撞设施安全性能评价宜参照防撞垫进行安全性能评价。

5.1.3 顶面限界结构防撞设施的安全性能评价应采用大客车碰撞评

价其阻挡功能和导向功能。

条文说明

在桥梁主梁、隧道洞口顶部等道路净空限高约束位置，容易被超高误入车辆撞击，目前一般设置限高架作为顶面限界结构防撞设置，根据相关交通事故调查，事故车辆以大型客车和载货汽车为主，考虑车辆乘员安全，顶面限界结构防撞设施安全性能评价的车型应采用大客车。

5.2 评价方法

5.2.1 新型限界结构防撞设施应采用实车足尺碰撞试验方法评价结构安全性能。

5.2.2 基于通过实车足尺碰撞试验评价合格结构进行改造的顶面限界结构防撞设施可采用实车足尺碰撞试验或仿真计算方法评价结构安全性能。

5.3 碰撞条件

5.3.1 顶面限界结构防撞设施的碰撞条件与设计防护速度应符合表 5.3.1 的规定。

表 5.3.1 顶面限界结构防撞设施的碰撞条件与设计防护速度

限界结构 防撞设施	防护 等级	碰撞条件					设计防 护速度
		碰撞	碰撞	碰撞	碰撞	碰撞	

类型		类型	车型	质量 (t)	速度 (km/h)	角度 (°)	(km/h)
顶面限界 结构防撞 设施	XD20	正碰	大客 车	10	20	0	20
		偏碰					
	XD30	正碰	大客 车	10	30	0	30
		偏碰					
	XD40	正碰	大客 车	10	40	0	40
		偏碰					
	XD50	正碰	大客 车	10	50	0	50
		偏碰					

条文说明

目前城市道路已设置的顶面限界结构防撞设施以限高架为主，设置位置一般位于快速路的匝道、或设计速度较低的次干路、支路等，根据公路护栏相关规范的碰撞条件确定原则，一般选取设计速度的0.8倍作为碰撞速度，因此，顶面限界结构防撞设施碰撞条件的防护设计速度确定为 20km/h~50km/h。

5.3.2 顶面限界结构防撞设施的碰撞点位置应位于车辆中心线正对限界结构防撞设施前端 midpoint 处和横向偏移 V_w 且行车方向与限界结构防撞中心线平行。见图 5.3.2。

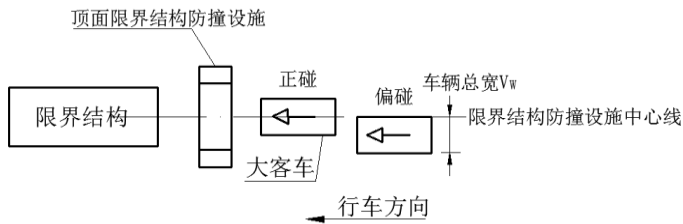


图 5.3.2 顶面限界结构防撞设施的碰撞类型

5.4 安全性能评价

5.4.1 顶面限界结构防撞设施安全性能应符合下列要求：

1 阻挡功能：应能够阻挡车辆穿越；当质量大于 2kg 的顶面限界结构防撞设施脱离构件散落时，散落位置应位于图 5.4.1-1 所示的直线 A_a 和直线 A_d 之间，直线 A_a 和直线 A_d 均应与顶面限界结构防撞设施侧边平行且间距均应为 2m。

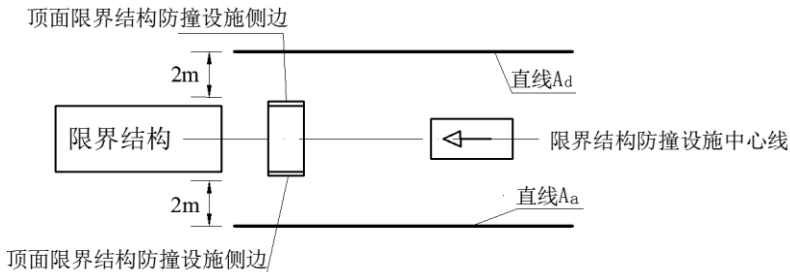


图 5.4.1-1 质量大于 2kg 的顶面限界结构防撞设施脱离构件的散落位置限制区域

2 导向功能：车辆正碰和偏碰顶面限界结构防撞设施后不得翻车，车辆轮迹在图 5.4.1-2 所示的导向驶出框内越过直线 F、直线 D、直线 A 或直线 R 时，车辆重心处速度不得大于碰撞速度的 10%。

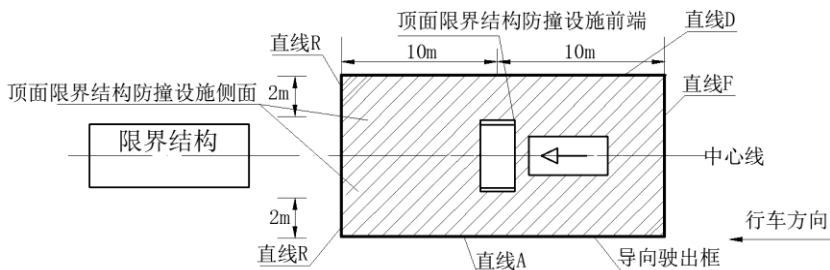


图 5.4.1-2 顶面限界结构防撞设施的车辆轮迹导向驶出框

注：1.直线 F 垂直于顶面限界结构防撞设施结构中心线，与顶面限界结构防撞设施前端间距为 10m；

2.直线 D 和直线 A 均与顶面限界结构防撞设施侧边平行且间距均为 2m；

3.直线 R 经过顶面限界结构防撞设施末端且与防撞垫结构中心线垂直。

5.5 评价结论

5.5.1 限界结构防撞设施的安全性能必须同时满足阻挡功能和导向功能所对应的评价指标要求，安全性能才达到相应的防护等级。

5.5.2 限界结构防撞设施的安全性能评价应编制《限界结构防撞设施安全性能评价报告》，其格式和内容应符合附录 E 的规定。

6 分隔设施安全性能评价

6.1 一般规定

6.1.1 分隔设施安全性能评价分为分隔栏杆安全性能评价和分隔柱安全性能评价。

6.1.2 分隔栏杆的安全性能评价应采用小客车碰撞评价其阻挡功能、缓冲功能和导向功能。

条文说明

根据我国城市道路交通事故调查分析，车辆碰撞分隔栏杆的事故车型多为小客车，事故形态多为分隔栏杆刺穿车体造成车辆受损严重、分隔栏杆插入车体造成乘员伤亡、事故车辆与对向或相邻车辆发生二次碰撞事故，因此，对于分隔栏杆应采用小客车对其安全性能进行评价。

6.1.3 分隔柱的安全性能评价应采用小客车碰撞评价其阻挡功能和侵入距离。

条文说明

分隔柱设置于道路平交口、安全岛、二次过街岛或行人汇聚等局部人流密集区域，这些区域紧邻机动车行车道，易发生失控车辆直接冲入人流密集区，造成人员伤亡的事故，目前城市道路设置的分隔柱大多采用空心不锈钢管或钢管，防护能力不足，根据相关事故分析，

采用小客车碰撞评价分隔柱的阻挡功能和侵入距离。

6.2 评价方法

6.2.1 新型分隔设施应采用实车足尺碰撞试验方法评价结构安全性能。

6.2.2 基于通过实车足尺碰撞试验评价合格结构进行改造的分隔设施可采用实车足尺碰撞试验或仿真计算方法评价结构安全性能。

6.3 碰撞条件

6.3.1 分隔栏杆的碰撞条件与设计防护速度应符合表 6.3.1 的规定。

表 6.3.1 分隔栏杆的碰撞条件与设计防护速度

防护等级代码	碰撞条件					设计防护速度 (km/h)
	碰撞类型	碰撞车型	车辆质量 (t)	碰撞速度 (km/h)	碰撞角度 (°)	
D30	侧碰	小客车	1.5	30	20	30
	端部正碰				0	
D40	侧碰			40	20	40
	端部正碰				0	
D50	侧碰			50	20	50
	端部正碰				0	
D60	侧碰			60	20	60
	端部正碰				0	

条文说明

分隔栏杆作为城市道路主要隔离设施，功能类似于防撞护栏，但由于设置空间的限制，其防撞功能要弱于防撞护栏，但其应具备一定的安全性能，同时，由于城市道路平交口较多，分隔栏杆需要断开的位置也较多，因此，分隔栏杆的碰撞条件除了侧碰外，还应进行端部正碰，确保车辆碰撞分隔栏杆端部安全性能。

欧盟安全护栏防护标准（EN1317-2:2010）中道路采用低防护等级和普通防护等级时，防护车型采用为小客车，涉及 TB11、TB21、TB22、TB31、TB32 共 5 种碰撞条件，碰撞速度从 80km/h 到 110km/h，碰撞角度从 8 度到 20 度，小客车的碰撞条件见表 6-1。

表 6-1 欧盟安全护栏小客车防护碰撞条件

级别	碰撞 车型	碰撞速度 (km/h)	碰撞角度 (°)	车辆质量 (kg)	防护能量 (kJ)
TB11	小客车	100	20	900	40.6
TB21	小客车	80	8	1300	6.2
TB22	小客车	80	15	1300	21.5
TB31	小客车	80	20	1500	43.3
TB32	小客车	110	20	1500	81.9

由于设置具备一定安全防护性能分隔栏杆的道路多为主干路和次干路，设计行车速度为 30km/h~60km/h，分隔栏杆的功能类似于防撞护栏，碰撞试验条件的部分指标可借鉴防撞护栏，同时参考欧洲相关规范，根据我国不同区域城市道路分隔栏杆设置情况调研，通过对道路状况、车辆运行速度状况、发生事故碰撞情况的分析，确定分隔对向机动车道和非机动车道的分隔栏杆的防护车型为小客车，设计防护速度分别为 30km/h、40km/h、50km/h 和 60km/h，分别适用我国城

市道路设计速度 40km/h 及以下、50km/h、60km/h 和特殊防护需求。

6.3.2 分隔柱的碰撞条件与设计防护速度应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 分隔柱的碰撞条件与设计防护速度

防护等级 代码	碰撞条件					设计防 护速度 (km/h)
	碰撞 类型	碰撞 车型	车辆质 量 (t)	碰撞速度 (km/h)	碰撞角 度 (°)	
E30	正碰	小 客 车	1.5	30	0	30
E40				40		40
E50				50		50
E60				60		60

条文说明：

目前国外已研发出多款防护柱的产品，高度一般介于 60cm~150cm，防护车型车重一般 1.5t~7.5t，防护速度一般介于为 20km/h~80km/h，防护能量介于 52kJ~1851kJ。

我国公共安全行业标准《防暴升降式阻车路障》（GA/T 1343—2016）将防暴升降式阻车路障按设计防护能量分别为 A、B、C、D、E 五个等级，其碰撞条件和碰撞能量见表 6-2。

表 6-2 我国防暴升降式阻车路障的碰撞条件与设计防护能量

等级	碰撞类型	车辆质量 (kg)	碰撞速度 (km/h)	设计防护能量 (kJ)
A	正碰	6800	80	1679
B		6800	65	1108
C		2300	100	887
D		1500	100	579
E		1500	65	245

国内外这些具备较高防护能力的防暴升降式阻车路障防撞能力较强，造价也较高，适用于危险区域的特殊防护需求。对于分隔交通流的分隔柱设置位置道路多为主干路和次干路，道路设计行车速度为30km/h~60km/h，分隔柱的功能类似于缓冲设施，碰撞试验条件的部分指标可借鉴缓冲设施，参考公共安全行业标准相关规范，根据我国不同区域城市道路交通分隔柱设置情况调研，通过对道路状况、车辆运行速度状况、发生事故碰撞情况分析，确定分隔柱的防护车型为小客车，设计防护速度分别为30km/h、40km/h、50km/h和60km/h，分别适应城市道路设计速度40km/h及以下、50km/h、60km/h和特殊防护需求。

6.3.3 分隔栏杆和分隔柱的碰撞类型位置应符合下列规定：

1 分隔栏杆：小客车的碰撞点应位于沿碰撞车辆行车方向距离分隔栏杆标准段起点 $1/3$ 长度处和正碰分隔栏杆端部，见图 6.3.3-1；

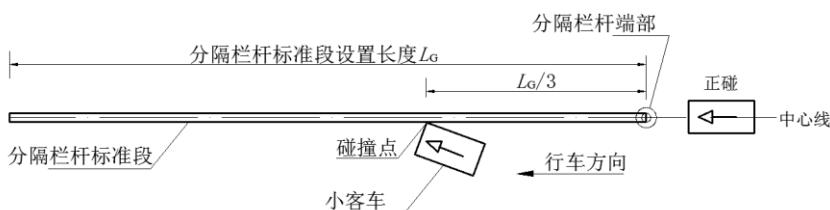


图 6.3.3-1 分隔栏杆的碰撞类型

2 分隔柱的碰撞类型为正碰，见图 6.3.3-2。

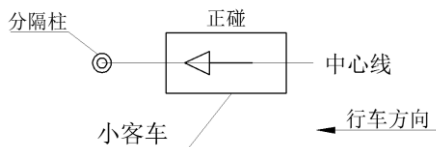


图 6.3.3-2 分隔柱的碰撞类型

6.4 安全性能评价

6.4.1 分隔栏杆标准段的安全性能应符合下列要求：

- 1 阻挡功能：应阻挡车辆穿越和翻越，分隔栏杆构件及其脱离碎片不得侵入车辆乘员舱；
- 2 缓冲功能：驾驶员碰撞速度的纵向与横向分量均不得大于 12m/s，驾驶员碰撞后加速度的纵向与横向分量均不得大于 $200/s^2$ ；
- 3 导向功能：车辆碰撞后不得翻车，运行轨迹在图 6.4.1 所示的导向驶出框内不得越过直线 F，其中参数 A 和 B 的取值规定如表 6.4.1 所示。

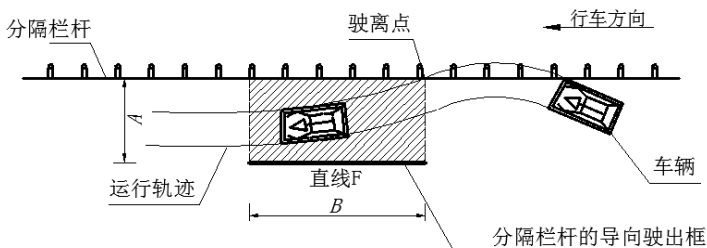


图 6.4.1 车辆运行轨迹要求

表 6.4.1 参数 A 和 B 的取值 (m)

碰撞车型	A	B
小客车	$2.2+V_w+0.16V_L$	10

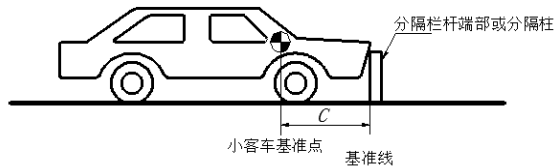
注：1. V_w ——车辆总宽度 (m)；

2. V_L ——车辆总长度 (m)。

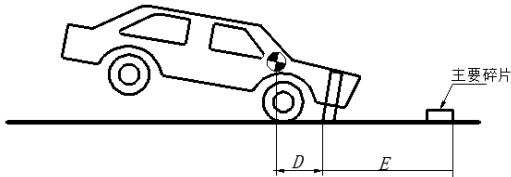
6.4.2 分隔栏杆端部和分隔柱的安全性能应符合下列要求：

1 阻挡功能：车辆碰撞后应丧失继续行驶能力，分隔栏杆端部或分隔柱的构件及其脱离碎片不得侵入车辆乘员舱；

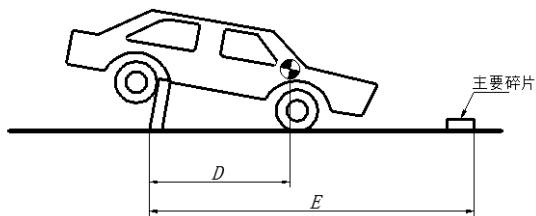
2 侵入距离：车辆侵入距离和质量大于 2kg 的散落物的最大侵入距离如图 6.4.2 所示，其中参数 C、D 和 E 的取值规定如表 6.4.2 所示。



a) 碰撞前



b) 碰撞后形态 1



c) 碰撞后形态 2

图 6.4.2 车辆侵入距离和质量大于 2kg 散落位置限制区域

表 6.4.2 参数 C 、 D 和 E 的取值 (m)

碰撞后形态	基准距离	侵入距离	
		小客车	散落物
形态 1	C	$C-D \leq 1$	$E \leq 2$
形态 2		$C+D \leq 3$	$E \leq 4$

6.5 评价结论

6.5.1 分隔设施的安全性能必须同时满足阻挡功能、缓冲功能和导向功能所对应的评价指标要求，安全性能才达到相应的防护等级。

6.5.2 分隔设施的安全性能评价应编制《分隔设施安全性能评价报告》，其格式和内容应符合附录 F 的规定。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/777020046104006151>