

中华人民共和国国家标准

GB 17578—201×
代替 GB/T17578-1998

客车上部结构强度的规定

Provisions of Strength for the Superstructure of Bus

(ECE R66, 2005, Uniform technical prescriptions concerning the approval of large passenger vehicles with regard to the strength of their superstructure, MOD)

(征求意见稿)

(请将你们发现的有关专利的内容和支持性文件随意见一并返回)

201× - ×× - ××发布

201× - ×× - ××实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 要求	4
4.1 总体要求	
4.2 生存空间	4
5 试验方法	
5.1 作为基本试验方法的整车侧翻试验	6
5.2 等效试验方法	7
5.3 对铰接客车进行的试验	7
5.4 侧翻试验的方向	8
6 同一型式的判定	
附录 A (规范性附录) 车辆质心的测量	9
附录 B (规范性附录) 关于上部结构的结构基本说明	13
附录 C (规范性附录) 基本试验方法 整车侧翻试验	18
附录 D (规范性附录) 等效试验方法一 车身截段侧翻试验	23
附录 E (规范性附录) 等效试验方法二 车身截段准静态负荷试验	25
附录 F (规范性附录) 等效试验方法三 根据测试部件进行准静态计算	31
附录 G (规范性附录) 等效试验方法四 计算机模拟整车侧翻试验	37
附录 H (规范性附录) 试验需要的技术文件	39
附录 I (资料性附录) (空白)	41
附录 J (资料性附录) 本标准章条编号与 ECE R66 章条编号对照	42
附录 K (资料性附录) 本标准与 ECE R66 技术性差异及其原因	43

前 言

本标准等效采用联合国欧洲经济委员会2006年2月22日颁布的第66号法规“关于大客车上部结构强度认证的统一技术规定”01版 (ECE R66 *Uniform technical prescriptions concerning the approval of large passenger vehicles with regard to the strength of their superstructure*) 及其修订单、勘误单的技术内容。

本标准根据ECE R66重新起草。在附录J中列出了本标准章条编号与ECE R66章条编号的对照一览表。

根据我国国家标准的编写规定,同时为了方便标准的理解和提高标准的可操作性,本标准在采用ECE R66时进行了一些修改,并在附录K中给出了这些技术性差异及其原因的一览表,以供参考。

为便于使用,本标准对ECE R66做了以下编辑性修改:

- a) “本法规”一词改为“本标准”;
- b) 增加我国标准的前言;
- c) 增加了“规范性引用文件”;
- d) 将ECE R66的术语“Total occupant mass (乘员总质量)”改为“Total restricted occupant mass (约束乘员总质量)”,以免“Total occupant mass”被误解为“全体乘员”质量的总合,这样表达更确切和便于理解。

本标准代替GB17578—1998《客车上部结构强度的规定》。

本标准与GB17578—1998相比,主要变化如下:

- a) 标准的属性由推荐性改为强制性;
- b) 标准的范围改变(1998版1;本版1);
- c) 增加和修改了术语和定义(1998版3;本版3);
- d) 增加了双层客车和卧铺客车生存空间的规定(本版4.2.1 e)、4.2.2);
- e) 修改了侧翻试验的加载质量(1998版5.1.1;本版5.1.1);
- f) 增加了车身截段侧翻试验、车身截段准静态负荷试验、根据测试部件进行准静态计算和计算机模拟整车侧翻试验等四种等效试验方法(见5.2及附录D、E、F、G);
- g) 增加了对铰接客车的测试方式的规定(见5.3);
- h) 增加了侧翻试验方向的规定(见5.4);
- g) 增加了同一型式的判定原则(见6);
- h) 增加了车辆质心的测量(见附录A);
- i) 增加了关于上部结构的结构基本说明(见附录B);
- j) 修改了整车侧翻试验,作为基本试验方法(1998版5,本版附录C);
 - 1) 增加了侧翻试验台应该有足够的刚度和充分可控的转速,以保证同时举起车轴,所测的车轴举起时轴下平台间斜角差小于1°(见附录C.1.1);
 - 2) 增加了侧翻平台起始水平面与撞击面之间高度差800mm的误差(见附录C.1.2);
 - 3) 增加了车轮挡板详细尺寸的说明(见附录C.1.4.1);
 - 4) 修改了翻转轴中心线距离撞击平面侧壁的水平距离,原来0~200mm,现在为不大于100mm(1998版5.2.2 b);本版附录C.1.3.a));
 - 5) 增加了装有约束装置的座椅上的配重规定说明(见C.2.1.e));
 - 6) 增加了试验时车辆悬架系统应锁止的规定说明(见C.2.2.b));

- 7) 增加了针对铰接客车的试验规定说明(见C. 2. 3);
- 8) 增加了对高速摄像机位置的规定说明(见C. 3. 4);
- 9) 增加了侧翻试验的文件说明(见C. 4);
- k) 增加了型式核准试验需要的技术文件(见附录H);

本标准实施的过渡期要求:

对于5. 1. 1及附录A~附录H中加载质量的规定, 自本标准实施之日起12个月后实施。

本标准的附录A、附录B、附录C、附录D、附录E、附录F、附录G、附录H为规范性附录, 附录J、附录K为资料性附录。

请注意本标准的某些内容有可能涉及专利。本标准的发布机构不应承担识别这些专利的责任。

本标准由国家发展和改革委员会提出。

本标准由全国车辆标准化技术委员会(SAC/TC114)归口。

本标准负责起草单位: 中国公路车辆机械总公司、厦门金龙联合汽车工业有限公司。

本标准参加起草单位:

本标准主要起草人:

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

GB/T 17578-1998。

客车上部结构强度的规定

1 范围

本标准规定了客车上部结构强度的技术要求和试验方法。

本标准适用于M₂类和M₃类中的II级、III级及乘客数大于16人的B级客车，包括卧铺客车。

本标准也可适用于M₂类和M₃类中的其它客车。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 11551-2003 乘用车正面碰撞的乘员保护

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

车型 vehicle type

按相同的设计技术规范、主要尺寸和结构布置进行生产的车辆种类。

3.2

车型系列 group of vehicle types

是指根据本标准通过最差状态试验的现有的或将来推出的车型。

3.3

最差状态 worst case

在一系列的车型中，最不可能满足本标准有关上部结构强度要求的车型，确定最差状态的三个参数为结构强度、基准能量和生存空间。

3.4

双层客车 *Double deck vehicle*

至少有一部分乘客空间布置为上下两层，并且上层不设站立乘客空间的车辆。

3.5

乘客区 passenger compartment

供乘客使用的空间，不包括如酒吧、厨房或洗手间等固定设施所占有的空间。

【有别于GB/T 4780-2000中3.22】

3.6

乘员约束装置 occupant restraint

在翻车事故中将乘客、驾驶员或车组人员固定在其座位上的装置。

3.7

垂直纵向中心面 (VLCP) vertical longitudinal central plane

穿过前轴轮距中点和后轴轮距中点的垂直平面。

3.8

生存空间 residual space

侧翻事故中，乘客区、驾驶区和分隔舱中剩余的为乘客、驾驶员和车组人员提供生存可能的空间。

3.9

空载质量 (M_k) unladen kerb mass

车辆在可运行状况下未载运乘客、货物，但包括驾驶员75kg的质量、燃料箱容量的90%燃料的质量、工具、备用车轮、润滑剂、冷却液（如果需要）的车辆质量，即整车整备质量加驾驶员75公斤的质量。

3.10

约束乘员总质量 (M_m) Total restricted occupant mass

就坐于装有约束装置的座位上的乘客和车组人员的质量总和。

3.11

车辆总有效质量 (M_t) Total effective vehicle mass

车辆空载质量 (M_k) 与约束乘员总质量 (M_m) 的一部分 ($k = 0.5$) 的总和，约束乘员视为固定在车辆的部分。

3.12

基准能量 (E_R) Reference energy

指准备试验的车型的势能，通过测量翻滚过程开始时的不稳定的位置，相对于撞击平面的高度来获得。

3.13

整车侧翻试验 Rollover test on a complete vehicle

对一辆完整的、与待验证车型大小一致的车辆进行的，用以测试其上部结构强度的侧向滚翻试验。

3.14

侧翻试验台 tilting bench

由侧翻平台和与之形成高度落差的混凝土撞击平面组成的装置，用于对整车或车身截段进行侧翻试验。

3.15

侧翻平台 Tilting platform

能绕水平轴线旋转以使整车或车身截段侧翻的刚性平台。

3.16

车身 Body work

运行状态中的车辆整体结构，包括构成乘客区、驾驶区、行李舱以及机械装置和部件空间的所有结构部件。

3.17

上部结构 superstructure

车身的承载部分，包括增加车身强度和能量吸收能力的、在侧翻试验中保护生存空间的那些相连接的部件和零件。

3.18

隔间 bay

上部结构的一个结构部分，其在垂直于车辆垂直纵向中心面的两个平面之间形成一个封闭环。一个隔间包括车辆每侧的一个车窗（或车门）立柱以及侧围部件、一部分车顶结构和一部分地板和地板下结构。

3.19

车身截段 Body section

代表用于试验的上部结构的一部分的结构单位，车身截段至少包括由代表性连接件（侧围、车顶和地板下结构等）连接的两个隔间。

3.20

车身截段原型 original body section

由两个或两个以上隔间构成的车身截段。各隔间形状、位置关系与其在实车状态相同。隔间之间的所有连接件也与其在实车上的状态相同。

3.21

模拟车身截段 Artificial body section

由两个或两个以上的隔间构成一个车身截段，但它们与实际车辆上的彼此间位置不同，距离也不同。这些隔间之间的连接件无需与实际车身结构上的完全相同，但在结构功能上必须相当。

3.22

刚性零部件 Rigid part

在侧翻试验中无明显变形和吸收能量的结构性部件或零件。

3.23

塑性区域(PZ) Plastic zone

车辆上部结构中一个特定的几何限定区域，动态冲击力会在该区域造成：

- 集中大面积的塑性变形；
- 原来的形状（横截面、长度或其它几何形状）严重变形；
- 由于局部皱曲，造成稳定性下降；
- 由于变形使动能被吸收。

3.24

塑性铰链(PH) Plastic hinge

在杆状部件（单管、窗立柱等）上形成的一个简单的塑性区域。

3.25

上边梁 Cantrail

侧窗上方车身的纵向结构部件，包括与车顶结构相连的弯曲过渡部分，在侧翻试验中，上边梁(对于双层客车，指上层的上边梁)最先与地面接触

3.26

腰梁 Waistrail

侧窗下方车身的纵向结构部件，在侧翻试验中，腰梁(对于双层客车，指上层的腰梁)是在车辆横截面部分开始变形后第二个接触到地面的部分。

4 要求**4.1 总体要求**

4.1.1 车辆的上部结构应具有足够的强度，以确保在整车侧翻试验过程中和侧翻后生存空间没有受到侵害。

4.1.2 测试时，生存空间之外的车辆其它部件（如立柱、拉手、行李架等），在测试过程中不得侵入生存空间。不包括生存空间内的结构部件（如垂直把手、隔间、小厨房和卫生间等）。

4.1.3 生存空间内的部件不应突出至变形结构的轮廓外。变形结构的轮廓线应在每个相邻的窗户和/或门立柱间按顺序进行确定。两个变形的立柱之间的轮廓线，理论上应是一个连续的平面（或：表面），由立柱内部各轮廓点连接的直线确定，这些点在侧翻试验前距地板平面处于同一高度（见图1）。

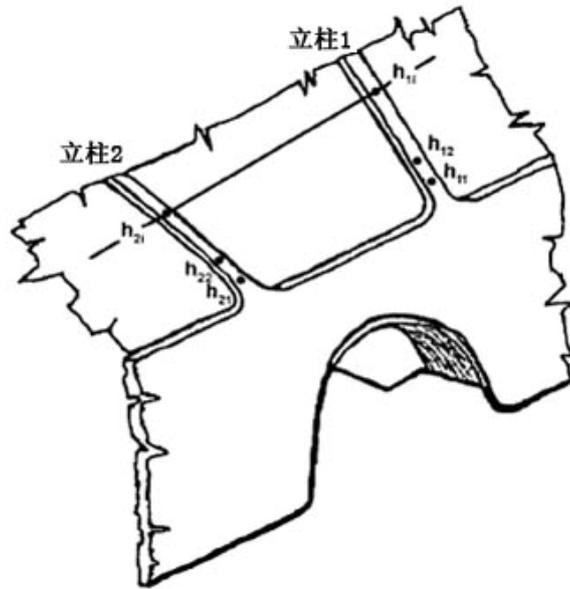


图1 变形结构轮廓线的技术参数

4.2 生存空间

4.2.1 座位客车的生存空间

车辆生存空间的外廓通过在车厢内建立一个垂直横截面进行确定，其边缘如图2 a)和2 b)所示，将此垂直横截面按如下方法移动穿过整个车长（见图2 c)）：

- S_R 点位于外侧每个朝前或朝后的座椅（或假定的座椅位置）靠背前面，距乘客脚下地板500mm（不考虑发动机舱等引起的地板高度局部变化），距侧围内表面150mm。对于侧向座椅，这些尺寸在座椅中心平面测量。
- 如果车辆的左右两侧因地板布置而不对称，则 S_R 点的高度也不同；两侧生存空间的高度差应在车辆纵向垂直中心平面内体现（见图2 b)）。
- 生存空间的最后端是最后一排外侧座位的 S_R 点向后200mm处的垂直平面；如果车辆后围内表面距 S_R 点小于200mm，则取车辆后围内表面作为生存空间最后端。
生存空间的最前端也是垂直平面，在车辆最前排座位（不论是乘客、机组人员或是驾驶员座位）最大限度向前调整后，位于其 S_R 点前方600mm。
如果车辆最前排和/或最后一排的两侧座位不在同一横向平面上，则每侧生存空间的长度可能不同。
- 生存空间在乘客、机组人员和驾驶员车厢内是连续的，将图2 a)和2 b)所示的垂直横截面沿车辆两侧各 S_R 点形成的直线由生存空间前端面移至后端面所形成的扫描区来确定。通过最前排座位 S_R 点之前以及最后一排座位 S_R 点之后的直线是水平的。
- 双层客车上层、下层的生存空间应分别符合4.2.1的规定。

- f) 可确定一个比给定座位布置所需要空间更大的生存空间，以代表车型系列中的最差状态，以便日后设计上的改进。

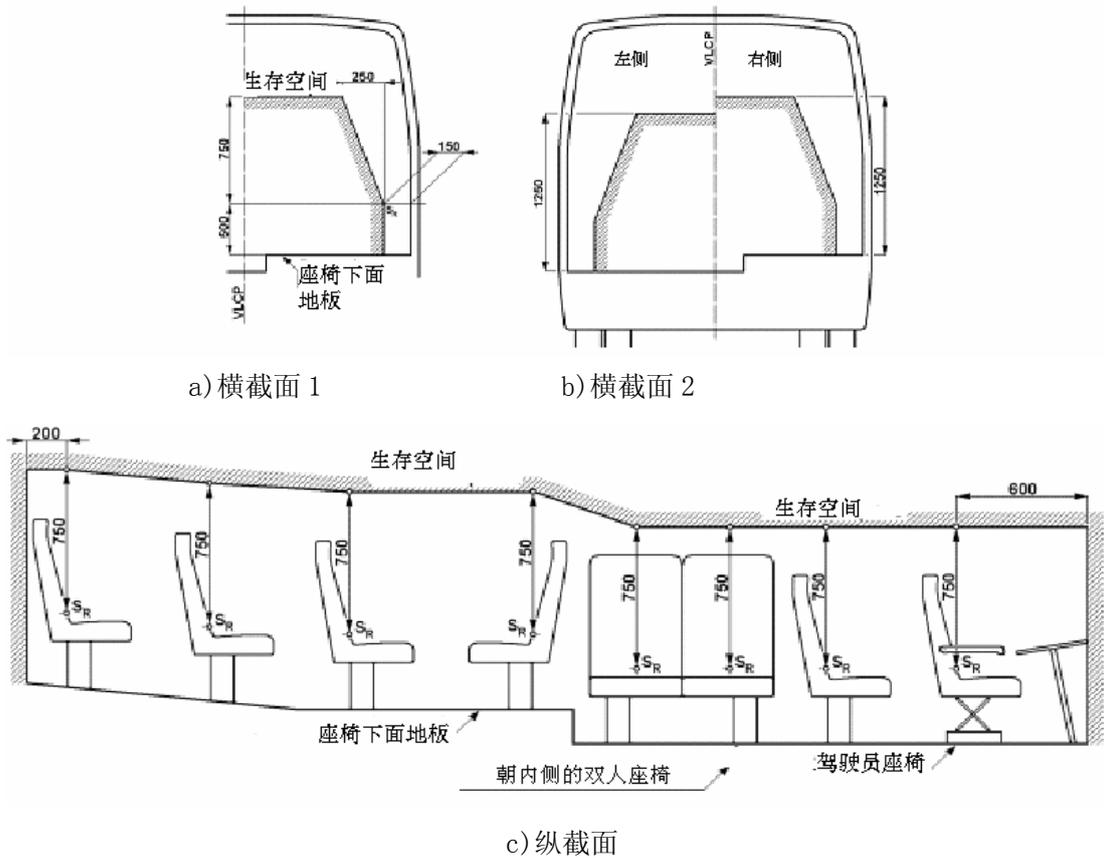


图 2 座位客车生存空间示意图

4.2.2 卧铺客车的生存空间

4.2.2.1 上铺生存空间是通过在汽车内建立一个垂直横向平面（见图 3 a）并将该平面按照图 3 b）所示在车辆的长度方向所扫过的车内空间：

- S_R 点是确定生存空间的基准点。该点位于通过每张卧铺 R' 点的横向垂直平面内，距离铺架上表面上方 100mm，距离车身侧壁的内表面 150mm。
- 该垂直横向平面高度为 500mm，其上边端点距离侧围内表面 300mm。
- 上铺生存空间的最前端是距离第一立柱的水平距离 300mm 的垂直平面，最后端是通过最后一张卧铺的靠背的垂直平面。
- 在整车侧翻试验或等效试验过程中，车辆上铺生存空间随同车辆上层铺骨架同步偏转。

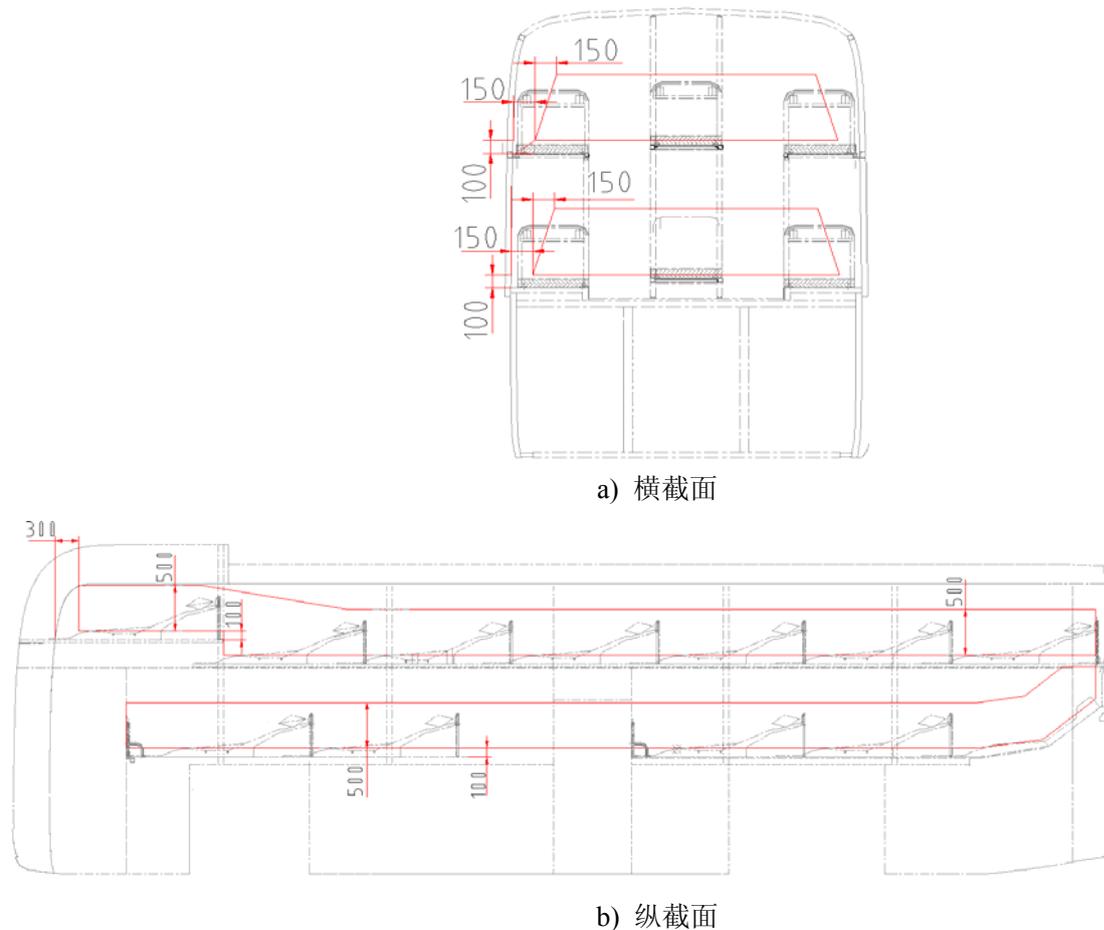


图3 卧铺客车生存空间示意图

4.2.2.2 下铺生存空间是通过在汽车内建立一个垂直横向平面（见图3 a））并将该平面按照图3 b）所示在车辆的长度方向所扫过的车内空间：

- a) S_R 点是确定生存空间的基准点。该点位于通过每张卧铺 R^* 点的横向垂直平面内，距离铺架上表面上方100mm，距离车身侧壁的内表面150mm。
- b) 该垂直横向平面高度为500mm，其上边端点距离侧围内表面300mm。
- c) 下铺生存空间的最前端是通过第一张卧铺的安全脚蹬的垂直平面，最后端是通过最后一张卧铺的靠背的垂直平面。

5 试验方法

5.1 作为基本试验方法的整车侧翻试验

5.1.1 将整车放置在一个可倾斜的侧翻平台上（见图4），将悬架锁止，再慢慢地倾斜到一个不稳定的平衡位置。没有乘员约束装置的车型，按空载质量进行测试；装有乘员约束装置的车型，按车辆总有效质量进行测试。

5.1.2 侧翻试验从车辆不稳定位置开始，角速度初速度为0，围绕车轮-侧翻平台平面接触点作为旋转轴翻转，此时的车辆特征用基准能量 E_R 表示（见附录H和图3）。

单位为 mm

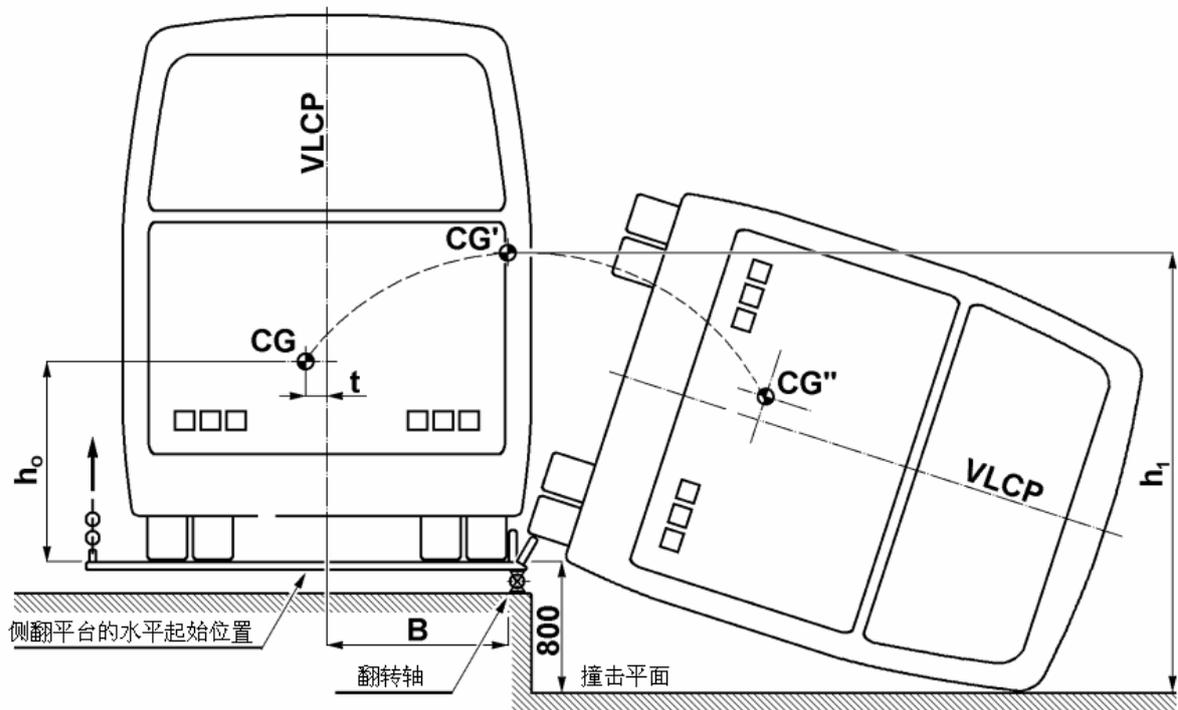


图 4 试验过程中车辆质心位置变化及其轨迹示意图

5.1.3 车辆从侧翻平台翻滚撞击在 800 mm 落差的水平、干燥平整的混凝土撞击平面上。

5.1.4 作为基本试验方法采用整车进行的侧翻试验，其详细规定见附录 C。

5.2 等效试验方法

5.2.1 采用等效测试方法的基本原则是该方法应能代表附录 C 所规定的基本侧翻试验。如果选定的等效试验方法不能将车辆的一些特殊特征或结构（如车顶安装空调、腰梁高度变动、车顶高度变动等）考虑在内，检测机构可要求对整车进行附录 C 规定的侧翻试验。

5.2.2 在满足 5.2.1 的前提下，可以采用下列任何一种等效的试验方法来代替整车侧翻试验：

- a) 按照附录 D，采用可代表整车的车身截段进行侧翻试验。
- b) 按照附录 E，进行车身截段准静态负荷试验。
- c) 按照附录 F，以部件测试结果为基础进行准静态计算。
- d) 按照附录 G，通过动态计算，用计算机模拟整车的基本侧翻试验。

5.3 对铰接客车进行的试验

铰接客车的每个刚性段应符合 4.1 的规定。车辆每个相连的刚性段可以单独进行测试，也可以联接进行测试，见附录 C 中 C.2.3 或附录 A 中 A.2.6.7 的规定。

5.4 侧翻试验的方向

进行侧翻试验时，应朝向车辆生存空间相对更危险的一侧，由检测机构以制造商的建议为基础进行确定，并至少考虑到以下因素：

- a) 质心的横向偏心距及它在车辆不稳定开始位置时对基准能量的影响，见附录 H。
- b) 生存空间不对称，见 4.2。

c) 车辆两侧不同的、不对称的结构特点，以及隔间和内厢（如衣柜、卫生间、小厨房等）的支撑，支撑较少的一侧应选为侧翻试验的方向。

6 同一型式的判定

6.1 以已经通过试验的车型为基础车型，对其它车型同一型式的判定，应基于以下最差状态下的三重原则：

- a) **结构强度**：与基础车型相比，上部结构没有改变或新的结构强度更好；
- b) **基准能量**：基准能量与基础车型的相同或者更小；
- c) **生存空间**：生存空间的每一处轮廓线都在基础车型生存空间之内。

6.2 如果 6.1 中的三方面都符合，则可以判定为同一型式；如果都不符合，则需要重新试验；如果有 1 条或 2 条符合，则需要进一步分析确认（比如试验，计算，结构分析等）。

附 录 A
(规范性附录)
车辆质心的测量

A.1 基本原理

A.1.1 在侧翻试验中吸收的基准能量及总能量直接取决于车辆质心的位置，因此，测量应尽量精确可行。检测时应记录尺寸、角度及负荷值的测量方法及测量的精确度，加以评定。对测量设备的精确度要求如下：

- a) 尺寸测量精度：± 1 mm（小于2000mm的测量）或± 0.05%（大于2000mm的测量）；
- b) 角度测量精度：± 1%；
- c) 负荷测量精度：± 0.2%。

每个轴距以及每一车轴上的轮距应对试验样车进行测量。计算可以采用设计值。

A.1.2 在测量质心及进行实际侧翻试验时，锁定悬挂是必要的条件。悬挂应按制造商的说明在常规操作位置锁定。

A.1.3 质心的位置由三个参数确定：

- a) 距前轴中心线的纵向距离 (l_1)；
- b) 距车辆垂直纵向中心面的横向距离 (t)；
- c) 轮胎按车辆要求充气时，高于平坦的水平地面的垂直高度 (h_0)。

A.1.4 测量 l_1 , t , h_0 的方法可使用悬臂梁称重传感器，也可采用举升起重设备和/或侧翻台的方法，应根据每种方法的精确程度来决定。

A.1.5 空载车辆（空载质量 M_k ）的质心位置应以测量确定。

A.1.6 总有效质量(M_e)车辆的质心位置可通过下列方法确定：

- a) 在总有效质量状态下测量车辆，或
- b) 采用所测的空载质量状态下的质心位置再计入全部约束乘员质量（对于双层客车，包括上层和下层座椅上乘客的质量）的影响。

A.2 测量法

A.2.1 车辆的质心位置应根据A.1.5和A.1.6的规定，在空载质量状态下或总有效质量状态下进行测量。对于在总有效质量状态下确定车辆质心位置的，单独乘员质量（以常数 $k=0.5$ 为因子）应严格定位在座椅R点（按照GB 11551-2003中附件C中R点的定义）上方100mm，前方100mm处。

A.2.2 质心的纵坐标 (l_1) 及横坐标 (t) 应在普通水平地面（见图A.1）上测量，测量时车辆的或双联轴的每个车轮应立于单独的传感器上。各转向轮应调整为正前方朝向。

A.2.3 每个传感器应同时读数，并用于计算车辆总重及质心位置。

A. 2. 4 质心至前轮接地点中心的纵向距离（见图A. 1）可通过下式求出：

$$l_1 = \frac{(P_3 + P_4) \times L_1 + (P_5 + P_6) \times L_2}{(P_{total})}$$

式中：

P_1 —— 施加于第一轴左侧轮下负荷传感器上的反作用荷重；

P_2 —— 施加于第一轴右侧轮下负荷传感器上的反作用荷重；

P_3 —— 施加于第二轴左侧轮下负荷传感器上的反作用荷重；

P_4 —— 施加于第二轴右侧轮下负荷传感器上的反作用荷重；

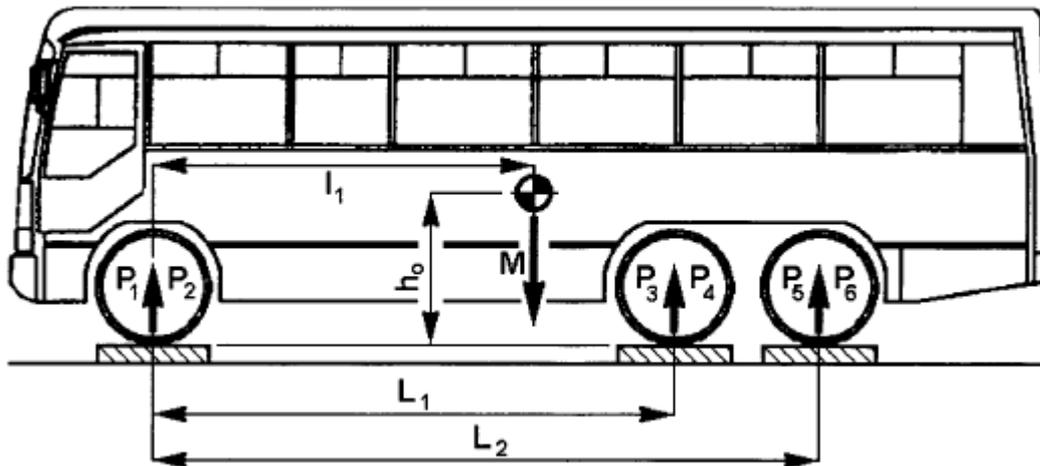
P_5 —— 施加于第三轴左侧轮下负荷传感器上的反作用荷重；

P_6 —— 施加于第三轴右侧轮下负荷传感器上的反作用荷重；

$P_{total} = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6) = M_k$ （空载质量，若未装乘员约束装置）或 M_t （车辆总有效质量，若装有乘员约束装置）；

L_1 —— 第一轴车轮中心至第二轴车轮中心的距离；

L_2 —— 第一轴车轮中心至第三轴车轮中心的距离，如有。



图A. 1 质心的纵向位置

A. 2. 5 相对于纵向垂直中心平面的车辆质心的横向位置（见图A. 2）可根据下式求出：

$$t = \left[(P_1 - P_2) \times \frac{T_1}{2} + (P_3 - P_4) \times \frac{T_2}{2} + (P_5 - P_6) \times \frac{T_3}{2} \right] \times \frac{1}{P_{total}}$$

式中：

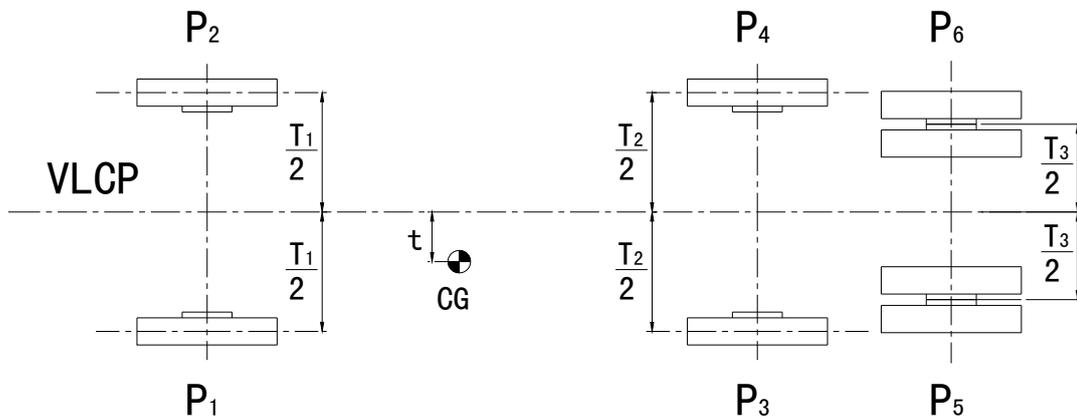
T_1 —— 第一轴两端车轮底部中心间的距离

T_2 —— 第二轴两端车轮底部中心间的距离

T_3 —— 第三轴两端车轮底部中心间的距离

该等式假定通过 T_1 、 T_2 和 T_3 的中心点可划一条直线。

如果不行则要求采用专门的公式。如果求得的 (t) 值为负数，车辆的质心应处于车辆中心线的右边。



图A.2 质心的横向位置

A. 2. 6 质心的高度(h_0) 应通过纵向倾斜车辆和在两轴的车轮处使用单独的负荷传感器来确定。

A. 2. 6. 1 在普通水平面上放置两个负荷传感器以支承前轮。水平面应在车辆周围表面之上足够高的位置，使车辆可以按要求角度（见A. 2. 6. 2）向前倾斜，而其前端不会接触到该平面。

A. 2. 6. 2 第二对负荷传感器应置于支撑结构顶部的普通水平面上，以支承车辆第二轴的车轮。支撑结构应有足够的高度以便车辆产生足够大的倾角 α ($> 20^\circ$)，角度越大，计算精确度越高（见图A. 3）。将车辆重新置于四个负荷传感器上，前轮垫上防滑垫木以防止车辆向前滚动。每个转向轮均应调整在正前方的行驶位置。

A. 2. 6. 3 各个负荷传感器应同时读数，并用来检查车辆总重及质心位置。

A. 2. 6. 4 倾斜试验的倾角可由下式求出（见图A. 3）：

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{H}{L_1}\right)$$

式中：

H —— 第一轴和第二轴车轮着地面间的高度差；

L_1 —— 第一轴和第二轴车轮中心间的距离。

A. 2. 6. 5 车辆的空载质量可通过下式进行检查：

$$F_{\text{total}} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \equiv P_{\text{total}} \equiv M_k \cdot g$$

式中：

F_1 —— 施加于第一轴左侧轮下负荷传感器上的反作用力；

F_2 —— 施加于第一轴右侧轮下负荷传感器上的反作用力；

F_3 —— 施加于第二轴左侧轮下负荷传感器上的反作用力；

F_4 —— 施加于第二轴右侧轮下负荷传感器上的反作用力；

如该等式不相符，应重新进行测量和/或要求制造商修改车辆技术说明中的空载质量的值。

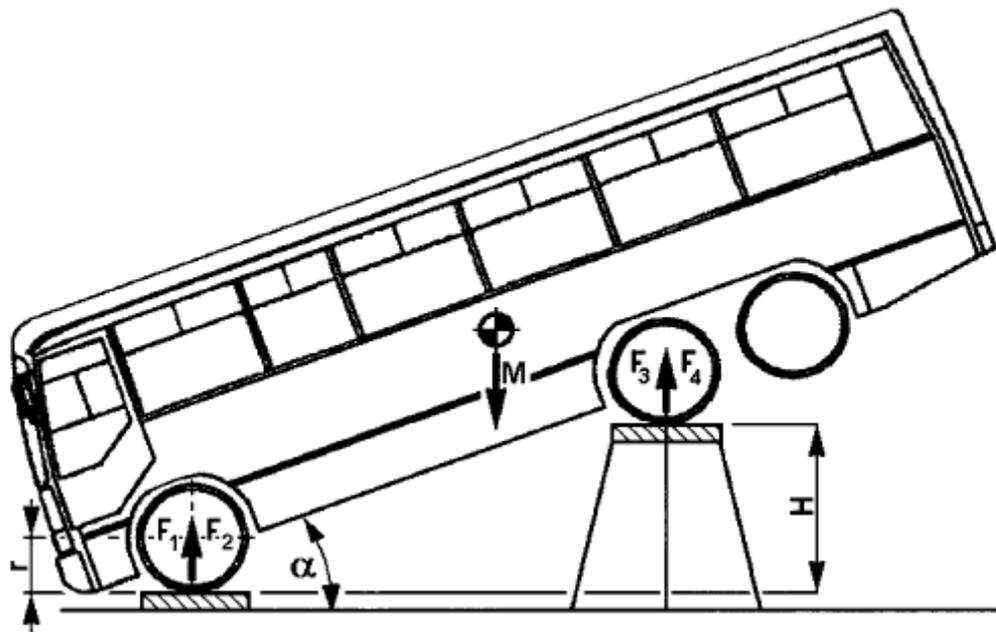
A. 2. 6. 6 车辆质心的高度可由下式求出：

$$h_0 = r + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \times \left(l_1 - L_1 \times \frac{F_3 + F_4}{P_{total}} \right)$$

式中：

r —— 负荷传感器顶部表面上的车轮（第一轴上）中心高度

A. 2. 6. 7 如对铰接客车进行分段测试，每一段的质心位置应单独确定。



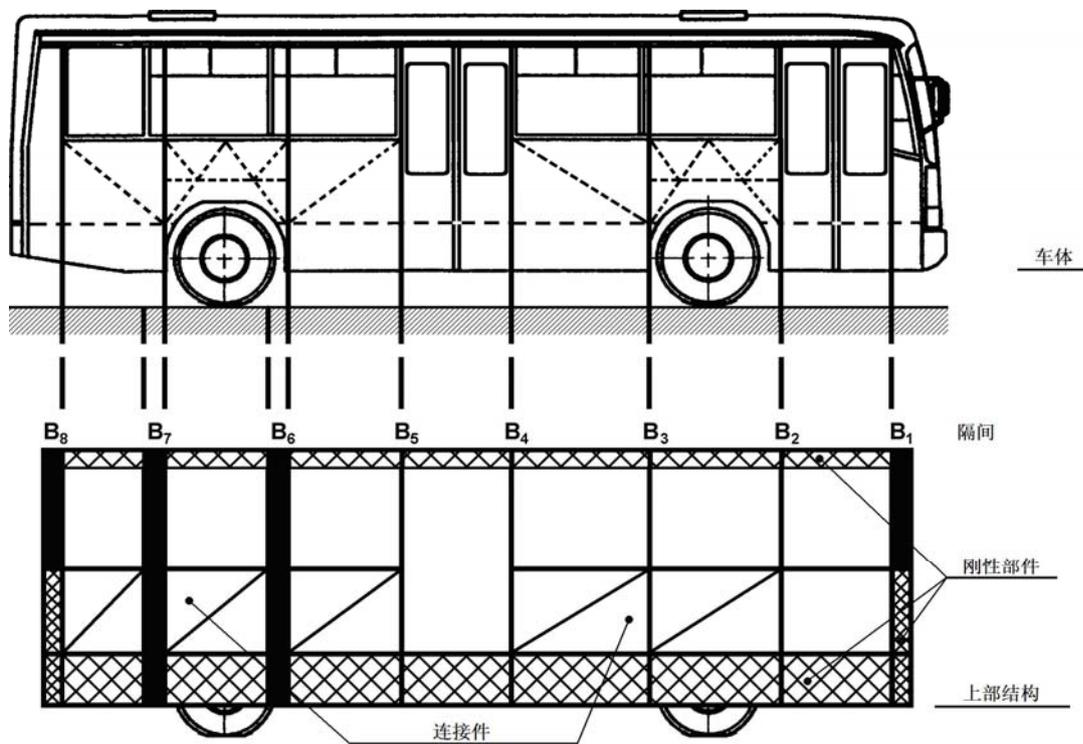
图A.3 质心高度的测量

附 录 B
(规范性附录)
关于上部结构的结构基本说明

B.1 基本原理

B.1.1 应对车身的上部结构明确定义（如图B.1），并应说明：

- a) 哪些隔间部分有助于上部结构的强度和能量吸收；
- b) 隔间之间的哪些连接件有助于上部结构的扭转刚度；
- c) 各指定隔间的质量分配；
- d) 上部结构的哪些部件假定为刚性部件。



图B.1 车身上部结构的示意图

B.1.2 制造商应提供上部结构有关部件的下列资料：

- a) 图纸，包括生产该部件和评估部件变更或替代所需的重要几何尺寸；
- b) 纳入国家或国际标准的部件材料；
- c) 结构部件间的连接工艺（铆接、螺栓、胶接、焊接、焊接类型等）；

B.1.3 每个上部结构应至少具有两个隔间：一个在质心前，一个在质心后。

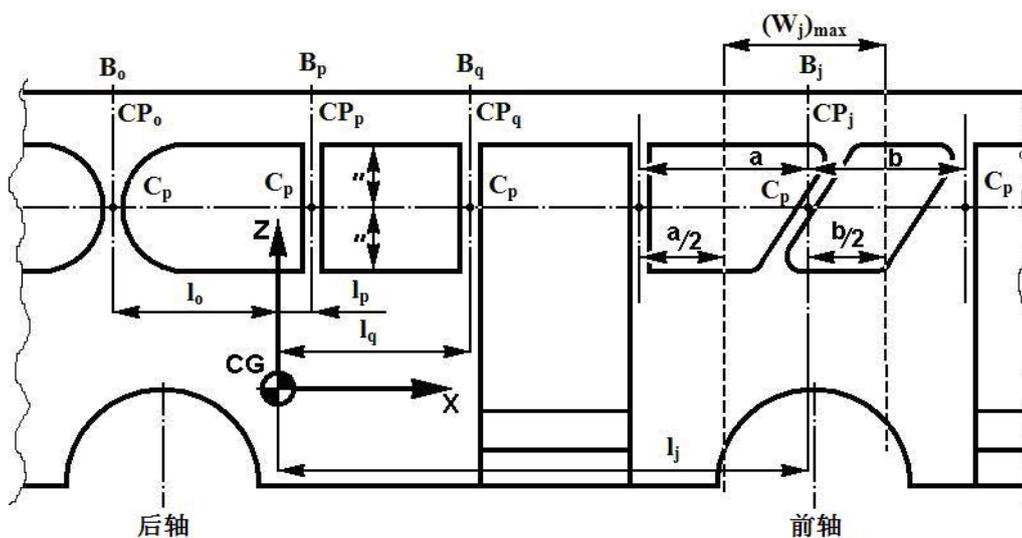
B.1.4 车身上不属于上部结构的部件不要求提供相关资料。

B.2 隔间

B.2.1 隔间是指在两平面间可形成一个空间的上部结构的一个结构区段，两平面垂直于车辆的垂直纵向中心面（VLCP）。一个隔间包括车辆每一侧的一个车窗（或门）立柱以及侧围部件、顶部结构的一部分和地板及地板以下结构的一部分。每一隔间具有一个横向中心平面（CP），垂直于车辆的垂直纵向中心面（VLCP）并通过车窗立柱的中心点（ C_p ）（见图B.2）。

B.2.2 C_p 是指车窗一半高度和立柱宽度中间位置相交的点。如一个隔间的左侧和右侧立柱的 C_p 不在同一个横向平面上，则隔间的横向中心平面（CP）应设定在两个车窗立柱中心点（ C_p ）的横向平面的中间。

B.2.3 隔间的长度沿车辆的纵轴方向测量，由垂直于车辆VLCP的两个平面间的距离确定。隔间的长度取决于两个限制条件：车窗（门）的布置和车窗（门）立柱的外形及构造。



图B.2 隔间长度的确定

B.2.3.1 隔间的最大长度取决于两个相邻的车窗（门）框架的长度。

$$(W_j)_{\max} = \frac{1}{2}(a + b)$$

式中：

a—— J^{th} 立柱后面的窗（门）框的长度；

b—— J^{th} 立柱前面的窗（门）框的长度。

如果隔间对面的立柱不在同一个横平面上，或车辆每侧的窗框的长度不同（见图B.3），则隔间的总长 W_j 由下式确定：

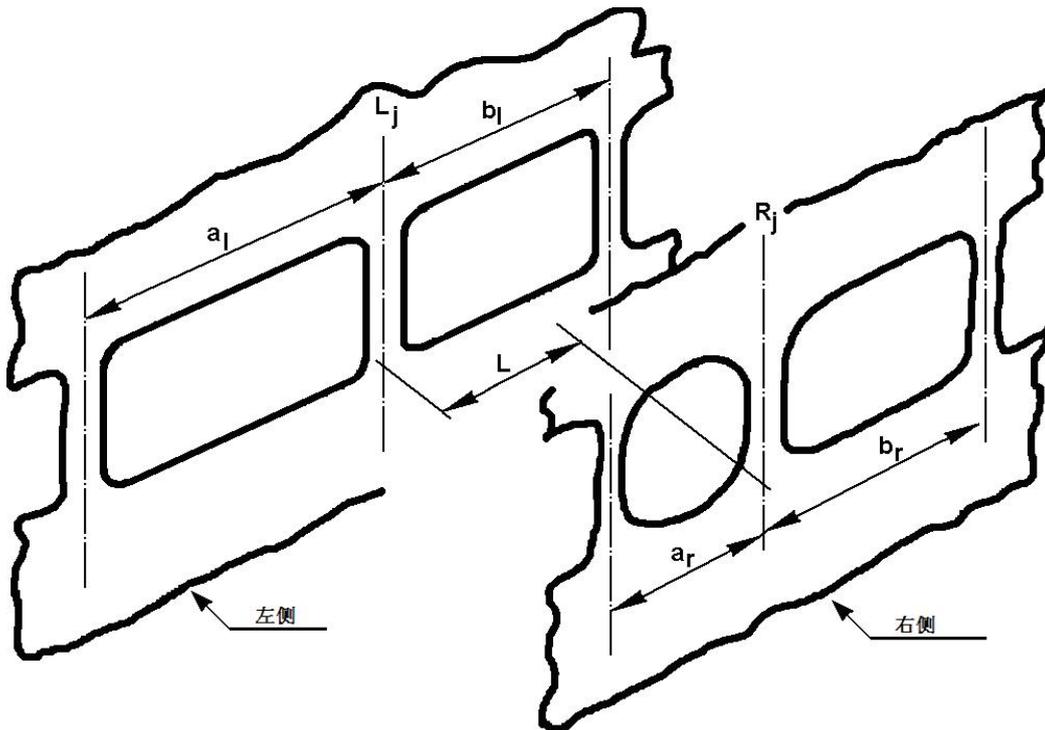
$$(W_j)_{\max} = \frac{1}{2}(a_{\min} + b_{\min} - 2L)$$

式中：

a_{\min} ——右侧a 或左侧a 的较小值；

b_{\min} ——右侧b 或左侧b 的较小值；

L——车辆左侧和右侧立柱中心线的纵向偏移量。



图B.3 当隔间每侧的立柱不在同一横平面上时隔间长度的确定

B.2.3.2 隔间的最小长度应包括整个车窗立柱（包括它的倾角、圆角半径等）。如果倾角和圆角半径超过相邻车窗的长度的一半，则下一个立柱也应包括在隔间里面。

B.2.4 两个隔间之间的距离等于它们横向中心平面（CP）间的距离。

B.2.5 从车辆质心至一个隔间之间的距离等于其横向中心平面至车辆质心的垂直距离。

B.3 隔间之间的连接结构

隔间之间的连接结构应在上部结构中进行明确的定义。这些结构部件分为两个不同的种类：

- a) 可形成上部结构一部分的连接结构，这些部件应在提交材料中区分出来，包括：
 - 1) 连接几个隔间的侧围结构、车顶结构、地板结构；
 - 2) 可强化一个或多个隔间的结构部件，如座椅下的箱子、轮拱、连接侧围同地板的座椅、厨房、衣柜和卫生间等结构。
- b) 不增加车辆结构强度但侵占生存空间的附加部件，如通风管、手提行李厢、加热管。

B.4 质量分布

B.4.1 制造商应明确指出施加于上部结构每一隔间上的车辆质量的比例。该质量分布表示了每一隔间的能量吸收能力及负载承受能力。在定义质量分布时应符合下列要求：

- a) 施加于每一隔间上的质量总和同整车的质量M相关：

$$\sum_{j=1}^n (m_j) \geq M$$

式中：

m_j ——施加在 J^{th} 隔间上的质量；

n ——上部结构中隔间的数量；

M —— M_k （空载质量，若未装乘员约束装置）或 M_t （车辆总有效质量，若装有乘员约束装置）；

b) 分布的质量的质心应和车辆质心的位置相同：

$$\sum_{j=1}^n (m_j l_j) = 0$$

式中：

l_j ——自车辆质心至 j^{th} 隔间之间的距离（见B.2.3）。

如隔间位于质心前方， l_j 为正数，反之则为负数。

B.4.2 上部结构每个隔间的质量“ m_j ”应由制造商给出，如下：

a) “ j^{th} ”隔间的部件质量同其质量“ m_j ”相关：

$$\sum_{k=1}^s m_{jk} \geq m_j$$

式中：

m_{jk} ——隔间中每一部件的质量；

s ——隔间上单独质量的数量。

b) 一个隔间的部件质量的质心应同隔间的质心一致，在隔间内横向位置相同（见图B.4）：

$$\sum_{k=1}^s m_{jk} y_k \equiv \sum_{k=1}^s m_{jk} z_k \equiv 0$$

式中：

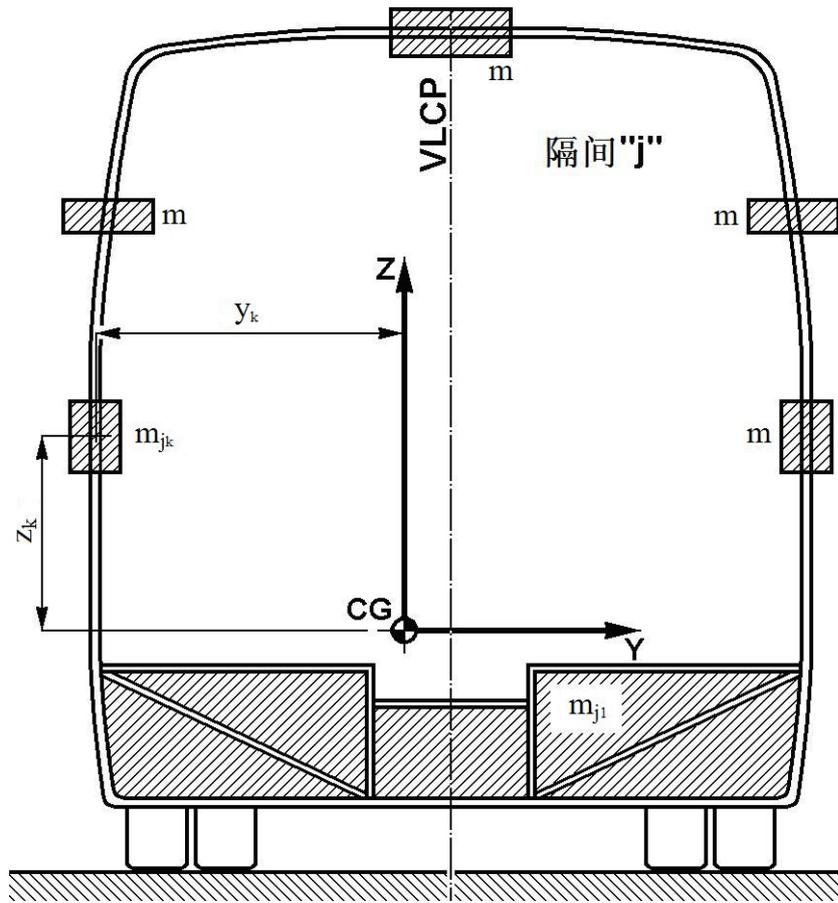
y_k ——Z轴至隔间的 k^{th} 质量部件的距离（见图B.4），

y_k 在轴的一端为正数，在另一端为负数；

z_k ——Y轴至隔间的 k^{th} 质量部件的距离，

z_k 在轴的一端为正数，在另一端为负数。

B.4.3 乘员约束装置为车辆的一部分时，施加于一个隔间上的乘员质量应加在上部结构的那个部位上，该部位设计用于吸收座椅及乘员的负荷。



图B.4 隔间横截面中的质量分布

附 录 C
(规范性附录)
基本试验方法 整车侧翻试验

C.1 侧翻试验台

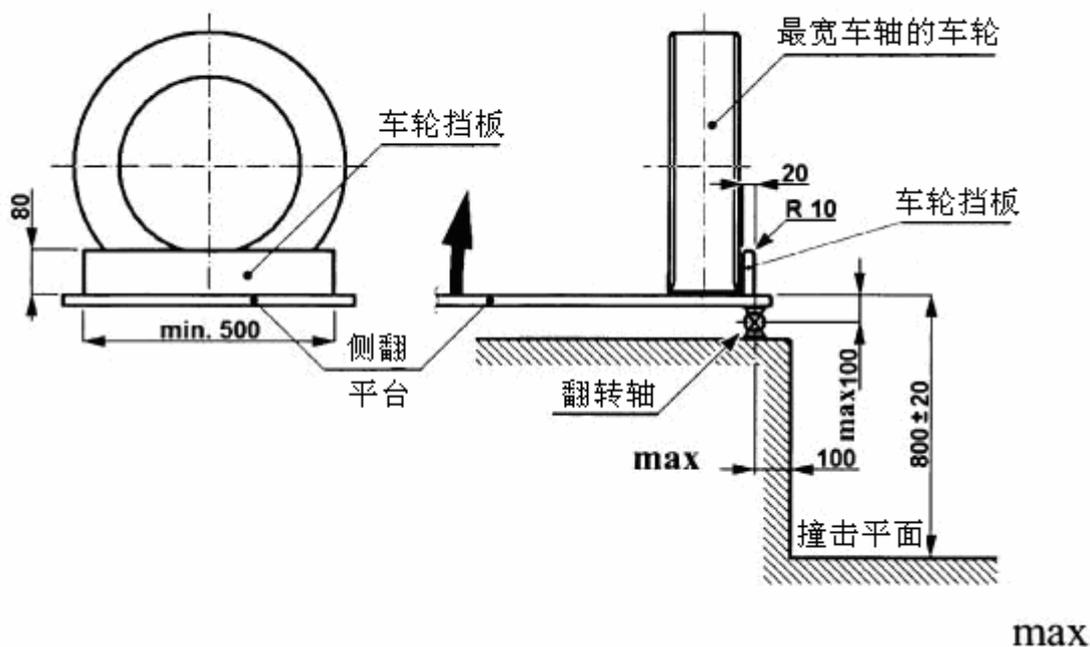
C.1.1 侧翻平台应具有足够的刚度和充分可控的转速，以保证同时举起车轴，所测的车轴举起时轴下平台间斜角差小于 1° 。

C.1.2 撞击平面（见图C.1）与侧翻平台上表面的高度差为 800 ± 20 mm。

C.1.3 侧翻平台相对于撞击平面，应按下列要求布置（见图C.1）：

- a) 旋转轴与撞击平面侧壁的水平距离不大于100mm；
- b) 旋转轴与侧翻平台上表面的距离不大于100mm。

单
位为mm



图C.1 侧翻试验台

将规范图中“max”和“min”的标注

C.1.4 车轮挡板应置于车轮靠近旋转轴一侧的轮胎处，防止车辆倾斜时产生滑移。车轮挡板（见图C.1）的主要特征为：

a) 车轮挡板的尺寸：

高度：不得超过其倾斜前车辆停放表面至离该表面最近的轮辋部位间距离的2/3；

宽度：不小于20 mm；

边缘半径：10 mm

长度：不小于500 mm；

b) 最宽车轴处的车轮挡板应置于侧翻平台上，这样从旋转轴至轮胎侧边最大为100mm；

c) 其它车轴处的车轮挡板应进行调整，这样使车辆的垂直纵向中心面（VLCP）平行于旋转轴。

C. 1. 5 建造的侧翻平台应防止车辆沿其纵轴移动。

C. 1. 6 试验撞击区域应为水平、均匀、干燥、光滑的混凝土表面，或其他坚硬材料构成的平面。

C. 2 测试车辆的准备

C. 2. 1 准备测试的车辆无需全部完工，处于“可运行”状态即可。总体上讲，如果上部结构的基本特性和功能不受影响，未全部完工状态所做的任何改变都可接受。测试车辆在下列方面应与其全部完工车型相同：

a) 质心的位置、车辆总质量（空载质量或装有约束装置的车辆总有效质量），以及质量的分布及位置。

b) 所有有助于上部结构强度的部件应安装在其原始的位置（见附录B）。

c) 对上部结构强度没有帮助的部件或太昂贵（如传动链、仪表板、司机座椅、厨房设备、卫生间设备等），可由质量和安装方法相同的其它部件进行替代。这些“其它部件”对上部结构的强度不能有强化作用。

d) 燃料、电池酸液及其它易燃、易爆或易腐蚀材料可由其它材料替代，但应达到C. 2. 1 a) 规定的条件。

e) 装有乘员约束装置的车辆，应选择下列两种方式之一，在每个配置乘员约束装置的座椅加上质量：

1) 第一种方法，该质量为：

——每个乘员质量的 50%；

——将其质心置于GB 11551-2003中附录C中定义的座椅R点上方100mm和前方100mm的位置；

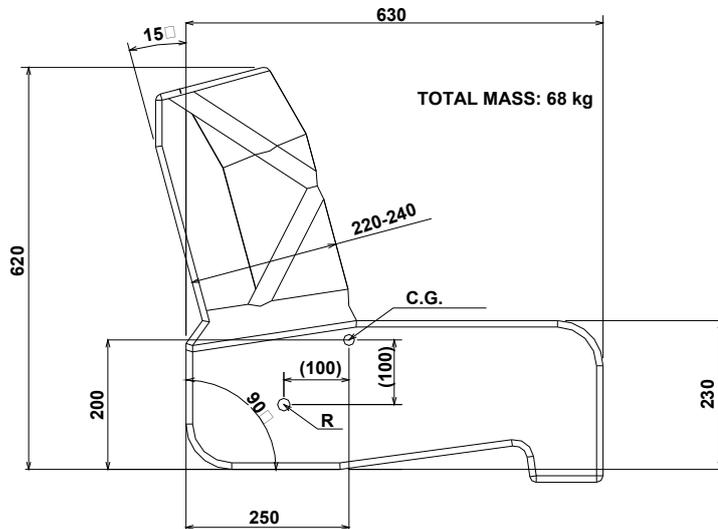
——固定牢靠，使其测试时不会位移。

2) 第二种方法，该质量为：

——一个质量为65kg的仿人体配重物，由2点式安全带约束，该配重物必须允许安全带定向和定位；

——根据图C. 2放置其质心并确定尺寸；

——固定牢靠，使其测试时不会位移。



胸宽 $\approx 315-322$ mm

腰髋 $\approx 290-310$ mm

臀宽 $\approx 325-342$ mm

图中“TOTAL MASS: 68kg”改为“总质量: 65kg”

图C.2 仿人体配重物的尺寸

C.2.2 测试车辆应按下列要求准备：

- a) 轮胎应按制造商指定的压力充气。
- b) 车辆悬架系统应锁止，即车桥、弹簧和悬架系统的部件相对车身应该是固定的。根据车辆说明书，水平侧翻平台上的车辆地板高度取决于车辆是空载还是总质量的负载状态。
- c) 车辆的每个车门和可打开的车窗应关闭但不锁止。

C.2.3 铰接客车的刚性段可单独测试，也可以联接测试。

C.2.3.1 如联接测试铰接客车，车辆各刚性段间的互相固定应确保：

- a) 在侧翻过程中不会相对移动；
- b) 质量分布和质心位置无明显改变；
- c) 上部结构的强度及变形能力无明显改变。

C.2.3.2 如单独测试铰接客车，单轴刚性段应连接在人工支架上，该支架将其固定于侧翻平台上，而且能在水平面位置至翻转点的过程中移动。该支架应满足下列要求：

- a) 应以一种方式固定在结构上，该方式对上部结构既不具有强化作用，也不增加额外的负载；
- b) 不应产生任何变形导致改变车辆翻车方向；
- c) 其质量应同名义上应在该刚性段进行试验但并未放置上的那些铰接零部件（如转盘及其地板、手把、橡胶密封帘等）的质量相等；

- d)其质心应与C. 2. 3. 2 c)中所列的那些部件的共同质心的高度相同；
- e)应有一个旋转轴平行于车辆多轴截面的纵轴，并穿过该截面的轮胎接触点。

C. 3 试验程序、试验过程

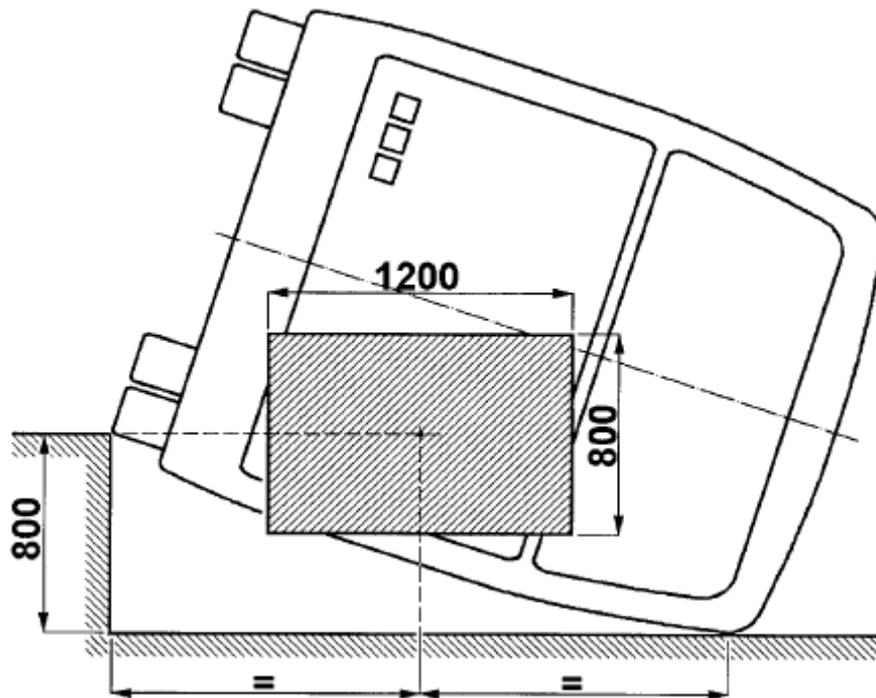
C. 3. 1 侧翻试验是一个具有可区分阶段的高速、动态的过程，应考虑在侧翻试验中计划使用的仪器设备及其测量法。

C. 3. 2 客车在没有摇晃和不受其它外力影响的情况下侧倾直至翻倒。侧翻平台的角速度不得超过 $5^\circ/\text{秒}$ (0.087弧度/秒)。

C. 3. 3 为了观察内部，可用高速摄影、视频、可变形模板、电感触传感器或其他适当的方法来确定其生存空间是否符合4. 1的要求，在生存空间中的任何位置加以验证，如乘客所在的任何位置、驾驶员和车组人员分隔舱等，其准确位置由检测机构自行确定。其中至少应在乘客舱前部和后部这两个位置予以验证。

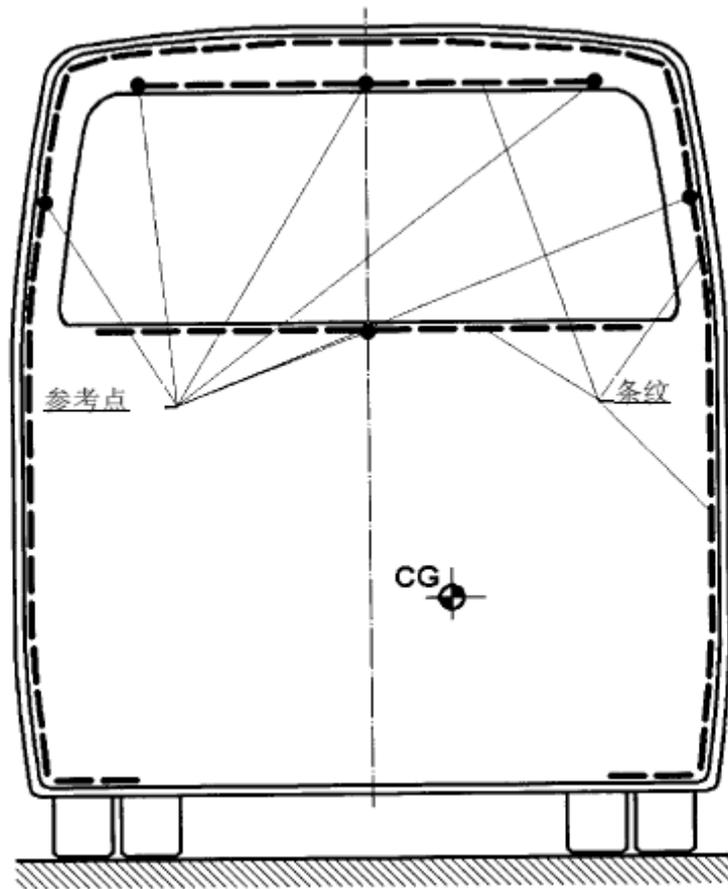
C. 3. 4 建议对侧翻及车身变形过程进行外部观测及记录，包括下列内容：

- a)两台高速照相机——车辆前、后各一台，分别置于距离车辆前围和后围足够远的位置，以生成可测量图象，避免在阴暗处的宽角度变形，见图C. 3。



图C. 3 外部照相机的建议视野

- b)质心的位置及上部结构的轮廓线（见图C. 4）由条带标出，以保证对图象的正确测量。



图C.4 质心位置及车辆轮廓线的建议标记

C.4 侧翻试验的文件

C.4.1 制造商应提供详细的测试车辆说明，包括：

- a) 列出工作状态下完工车型与测试车辆之间的差别；
- b) 当结构零件、部件由其它部件或同等质量物体代替时，对每一方案的等效代替均应加以验证（有关质量、质量分布和安装）；
- c) 测试车辆质心位置的明确说明，该位置基于在车辆准备试验时测量，或综合测量（在完工车型上进行），并以质量代入法进行计算。

C.4.2 测试报告应包括所有数据（图片、记录、图纸、测量值等），并加以说明：

- a) 测试是根据本附录进行的；
- b) 是否符合4.1.2和4.1.3的要求；
- c) 对内部观测的单独评估；
- d) 用于鉴别车型、测试车辆、测试本身以及对其评价的测试责任人员所需的全部数据及资料。

C.4.3 建议在测试报告中说明相对撞击平面的质心的最高及最低位置。

附 录 D (规范性附录)

等效试验方法一 车身截段侧翻试验

D.1 附加数据及资料

如选择该试验方法,除附录H要求的数据、资料及图纸外,应向检测机构提供下列资料:

- a) 准备试验的车身截段的图纸;
- b) 在车身截段侧翻试验顺利完成后,按附录B中B.4要求,对质量分布的有效性的证明;
- c) 准备试验的车身截段的测量质量,以及他们的质心位置同未装配乘员约束装置的空载质量的车身质心相同、或同装有乘员约束装置的车辆总有效质量的质心相同的证明(需提供测量报告)。

D.2 侧翻台

侧翻台应符合C.1的要求。

D.3 车身截段的准备

D.3.1 准备试验的车身截段的数量、几何特性、旋转轴和质心位置应当是该整车有代表性的,具体由下列规定确定:

- a) 所有属上部结构一部分的不同隔间构造应至少在一个车身截段内试验;
- b) 每一车身截段至少应有两个隔间;
- c) 在模拟车身截段中任何一个隔间与另一个隔间的质量比不得大于2;
- d) 整个车辆的生存空间均应在车身截段中充分体现,包括车身构造中形成的任何特殊结合;
- e) 如具有局部特殊性,如顶盖的高度变化、空调安装、燃气罐、行李架等,应在车身截段中充分体现整个顶盖结构。
- f) 应至少具有两个车身截段:一个在整车的纵向方向的质心前部,一个在整车的纵向方向的质心后部。
- g) 为了评价车辆的最差状态标准,车身截段应至少需要包含结构强度最弱的隔间、质量最重的隔间和生存空间最苛刻的隔间。

D.3.2 车身截段的隔间,在外形、几何尺寸、材料及连接上,应同其在上部结构中代表的结构完全一致。

D.3.3 隔间之间的连接结构应代表制造商对上部结构的说明(见B.3)并考虑下列规定:

- a) 对于直接从实际车辆设计图上截取的车身截段原型,基本的及附加的连接结构(见B.3.1)应同车辆上部结构中的一致;
- b) 在采用模拟车身截段时,连接结构在强度、刚度及特性方面应同车辆上部结构中的等效;
- c) 对于在变形时可能侵占生存空间,但不属于上部结构部分的那些刚性元件,应安装在车身截段中;
- d) 根据特殊隔间的属性及在该隔间中的分布,连接结构的质量应含在质量分布中。

D.3.4 车身截段应配备人工支架,以便在侧翻台上提供与整车相同的质心位置及旋转轴。该支架应符合下列要求:

- a) 应以一种对车身截段中的吸能部件既不具有强化作用也不增加额外附加载荷的方式;
- b) 应具有足够的强度和刚度,能够阻止任何在倾斜和侧翻过程中会改变车身截段运动方向的变形;
- c) 支架的质量应含在车身截段的质量分布及质心位置中。

D.3.5 车身截段中的质量分布应根据下列事项布置:

- a) 在检查附录B的B.4.2.1和B.4.2.2中两个等式的有效性时,应考虑整个车身截段(隔间、连接结构、附加结构部件、支撑);
- b) 任何附加在隔间上的等质量配载物体(见B.4.2.2和图B.4)应以一种不起强化作用、不增加额外附加载荷或限制变形的方式固定在车身截段上,并且质量分布应同试验车辆上的相符。主要的质量包括:发动机、变速箱、悬挂系统、车桥、油箱等底盘部件的质量和玻璃、空调、座椅、行李架和地板等车身部件的质量。
- c) 等质量配载物体应具有足够的强度和刚度,能够避免任何在倾斜和侧翻过程中会改变车身截段运动方向的变形,即他们在倾斜和侧翻过程中无相对移动,质量分布和质心位置无重大改变。
- d) 在乘员约束装置作为车型的一部分时,乘员质量应按附录B和附录C中的说明进行考虑。

D.4 试验程序

试验程序应与C.3对整车试验的说明相同

D.5 试验评估

D.5.1 如所有车身截段通过侧翻试验且符合附录B中B.4.1 a)和B.4.1 b)的两个公式,则该车型应通过试验。

D.5.2 如有一个车身截段未通过侧翻试验,则该车型不能通过试验。

D.5.3 如一个车身截段通过了侧翻试验,构成该车身截段的每个隔间应视为通过了侧翻试验,试验结果可在今后的型式核准中引用,但应证明在后续试验的上部结构中它们的质量比例保持不变。

D.5.4 如一个车身截段未通过侧翻试验,即使生存空间仅在一个隔间中被侵占,该车身上的所有隔间也应视为未通过侧翻试验。

D.6 车身截段侧翻试验的文件

试验报告应包含所需的全部数据,以证明:

- a) 试验的车身截段的构造(尺寸、材质、质量、质心位置及制造方法);
- b) 试验是按本附录的要求进行的;
- c) 是否符合本标准中4.1条给出的要求;
- d) 对车身截段及其隔间的单独评估;
- e) 车型、其上部结构、试验的车身截段、试验本身、试验责任人员及其评估的一致性。

附 录 E
(规范性附录)

等效试验方法二 车身截段准静态负荷试验

E.1 需要提供的数据及资料

该试验方法将车身截段用做试验单元，每一单元至少由待评估车辆上的两个隔间组成，并同典型的结构件连接在一起。如选择该试验方法，除附录H要求的数据及图纸外，还应向检测机构提供下列资料：

- a) 拟测试的车身截段的图纸；
- b) 需由上部结构单独隔间吸收的能量值，以及需由拟测试车身截段吸收的能量值；
- c) 车身截段的准静态负荷试验顺利进行后，对能量要求的核实，见E.4.2。

E.2 车身截段的准备

E.2.1 当设计和生产测试用的车身截段时，应符合D.3.1、D.3.2和D.3.3的要求。

E.2.2 车身截段内应装备显示生存空间轮廓的装置，该装置应位于可能产生预期变形并导致生存空间侵入的立柱或其他结构部件处。

E.3 试验程序

E.3.1 每个拟测试的车身截段均应通过一个刚性的底座结构牢固、安全地固定在试验台上，并且：

- a) 固定点周围不得产生局部塑性变形；
- b) 固定的位置与方法不得影响预期的塑性区域及铰链的形成及工作。

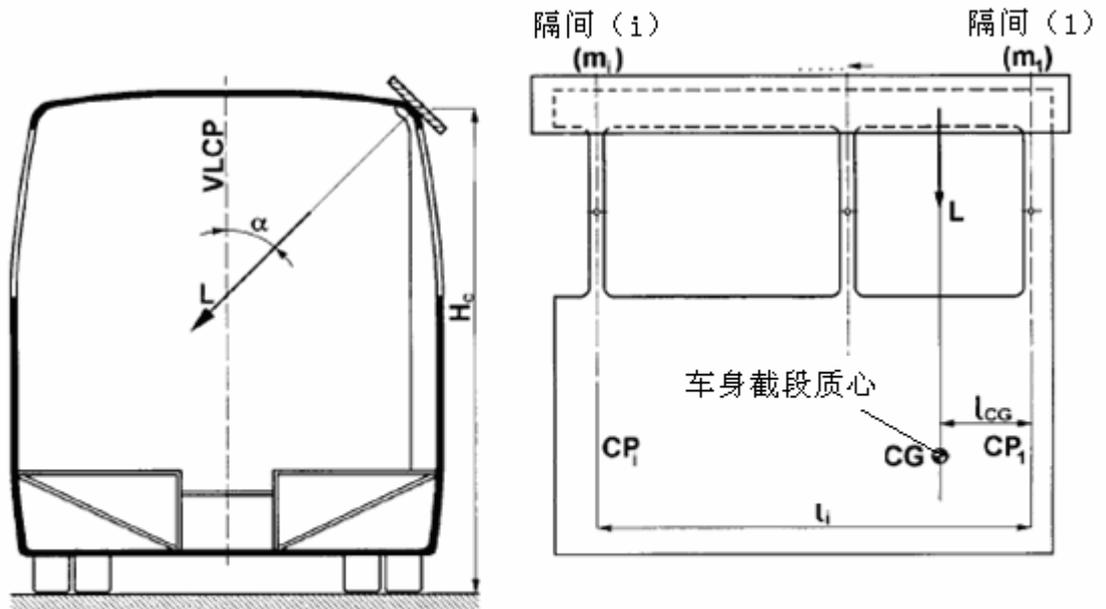
E.3.2 负荷应按下列规定施加在车身截段上：

- a) 负荷应通过一个刚性平板均匀地分布于上边梁上，刚性平板的尺寸应能模拟在侧翻试验中接触的地面，并能适应上边梁的几何形状。
- b) 施加负荷的方向（见图E.1）应同车辆的纵向垂直中心平面成 α 角，可由下式求得：

$$\alpha = 90^\circ - \arcsin\left(\frac{800}{H_c}\right)$$

式中：

H_c —— 在完整车辆停放的水平面上测得的车辆上边梁高度(mm)。



图E.1 作用于车身截段上的负荷

c) 负荷应在车身截段的质心处作用于刚性平板，车身截段的质心位置由隔间及连接它们的结构部件的质量导出。

采用图E.1中的符号，车身截段的质心位置可由下式确定：

$$l_{CG} = \frac{\sum_{i=1}^s m_i l_i}{\sum_{i=1}^s m_i}$$

式中：

s —— 车身截段中的隔间数量

m_i —— i^{th} 隔间的质量

l_i —— 选择的取距点（图E.1中隔间(1)的中心平面）至 i^{th} 隔间质心间的距离

l_{CG} —— 从相同的取距点至车身截段质心间的距离

d) 负荷应逐渐加大，以不连续的时间间隔对相应的变形加以测量，直到剩余空间被车身截段的某一部件侵入时为止，此时的变形记为最终变形（ d_u ）。

E.3.3 应绘制负荷—变形曲线，相应测量要求：

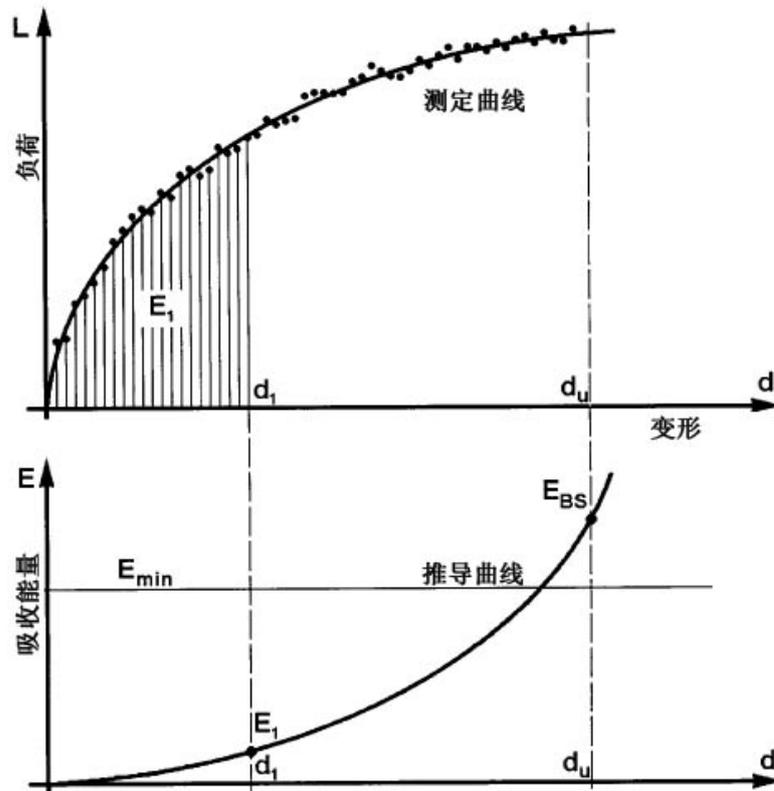
a) 采样频率应能保证生成一条连续的曲线（见图E.2）。

b) 负荷及变形值应同步测量。

- c) 承受负荷的上边梁的变形应在负荷作用的平面内沿作用力方向上测量。
d) 负荷及变形的测量精度均要求不低于± 1 %。

E. 4 试验结果的评估

E. 4. 1 车身截段实际吸收的能量 (E_{BS}) 由曲线下方的面积表示 (见图E. 2)。



图E. 2 由测量的负荷-变形曲线推导出的车身截段吸收的能量

E. 4. 2 需要车身截段吸收的最小能量 (E_{min}) 应由下式确定:

- a) 上部结构吸收的全部能量 (E_T) 为:

$$E_T = 0.75 \cdot M \cdot g \cdot \Delta h$$

式中:

M —— 空载质量 M_k (如无乘员约束装置), 或总有效质量 M_T (如装有乘员约束装置);

g —— 重力加速度;

Δh —— 侧翻试验中车辆质心的垂直移动量 (m), 按E. 6 确定。

- b) 按总质量在上部结构各隔间的分配比例计算各隔间吸收的能量:

$$E_i = E_T \frac{m_i}{M}$$

式中：

E_i —— i^{th} 隔间所吸收的能量

m_i —— i^{th} 隔间的质量，按B. 4. 1确定

c) 需由车身截段吸收的最小能量 (E_{\min}) 为车身截段包括的隔间的能量总和：

$$E_{\min} = \sum_{i=1}^s E_i$$

E. 4. 3 如满足下面条件，则车身截段通过了负荷试验：

$$E_{\text{BS}} \geq E_{\min}$$

在这种情况下，组成车身截段的所有隔间均视为通过了准静态负荷试验，其他车型如采用与该车身截段相同的隔间，这些试验结果可直接引用，但需提供各隔间在其他车型的上部结构中不承载更大质量的证明。

E. 4. 4 如出现下列情况，则车身截段未通过负荷试验：

$$E_{\text{BS}} < E_{\min}$$

在这种情况下，既使生存空间仅在一个隔间内发生侵占，组成车身截段的所有隔间均视为未通过负荷试验。

E. 4. 5 如要求的车身截段全部通过了负荷试验，则该车型上部结构强度符合本标准规定。

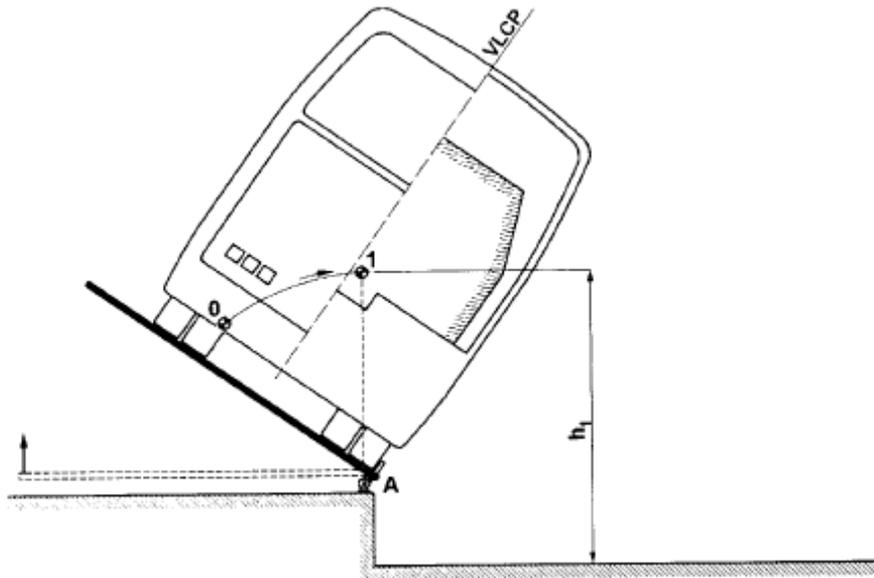
E. 5 车身截段准静态负荷试验的文件

试验报告应包含D. 6要求的内容。

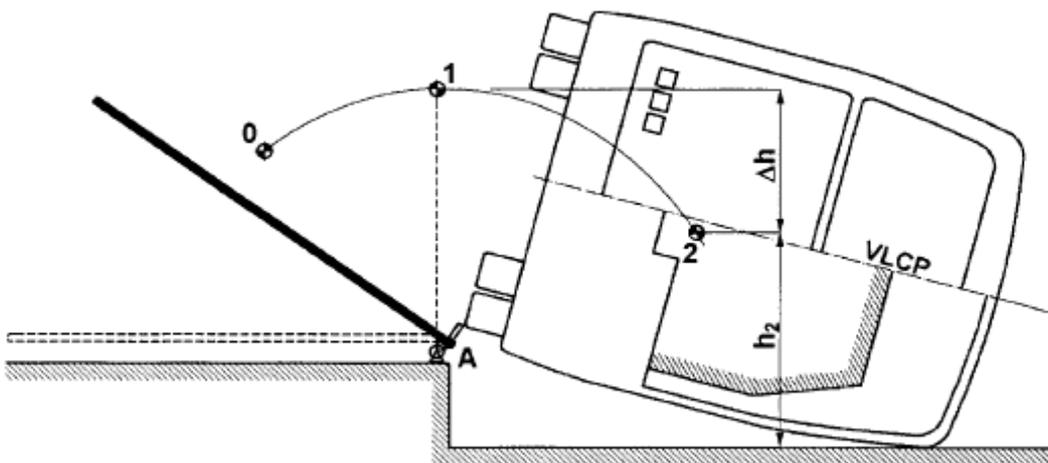
E. 6 侧翻过程中车辆质心垂直位移的确定

侧翻试验的质心垂直位移 (Δh) 可按下列所述的绘图法确定：

- 当车辆随侧翻试验台的倾斜角度正好处于车辆发生侧翻的临界位置时，采用车辆横截面的比例图确定此时质心（位置1）相对于撞击平面的初始高度 (h_1)（见图E. 3）；
- 假定车辆横截面围车轮挡板的上边缘旋转（图E. 3点A），将车辆横截面图旋转至其上边梁刚好触及撞击平面位置（图E. 4），以确定此时质心（位置2）相对于撞击平面的高度 (h_2)。



图E.3 车辆质心的初始高度



图E.4 车辆质心垂直位移的确定

c) 质心的垂直位移量 (Δh) 为:

$$\Delta h = h_1 - h_2$$

d) 当需要通过多个车身截段的质心垂直位移确定整车的质心垂直位移时, 如果每个车体截段具有不同的质心垂直位移 (Δh_i), 则每个车体截段的质心垂直位移量 (Δh_i) 均应分别确定, 综合平均值 (Δh) 为:

$$\Delta h = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \Delta h_i$$

式中：

Δh_i —— i^{th} 车身截段的质心垂直位移；

k —— 被测试的车身截段的数量。

附 录 F
(规范性附录)

等效试验方法三 根据测试部件进行准静态计算

F.1 附加的数据及资料

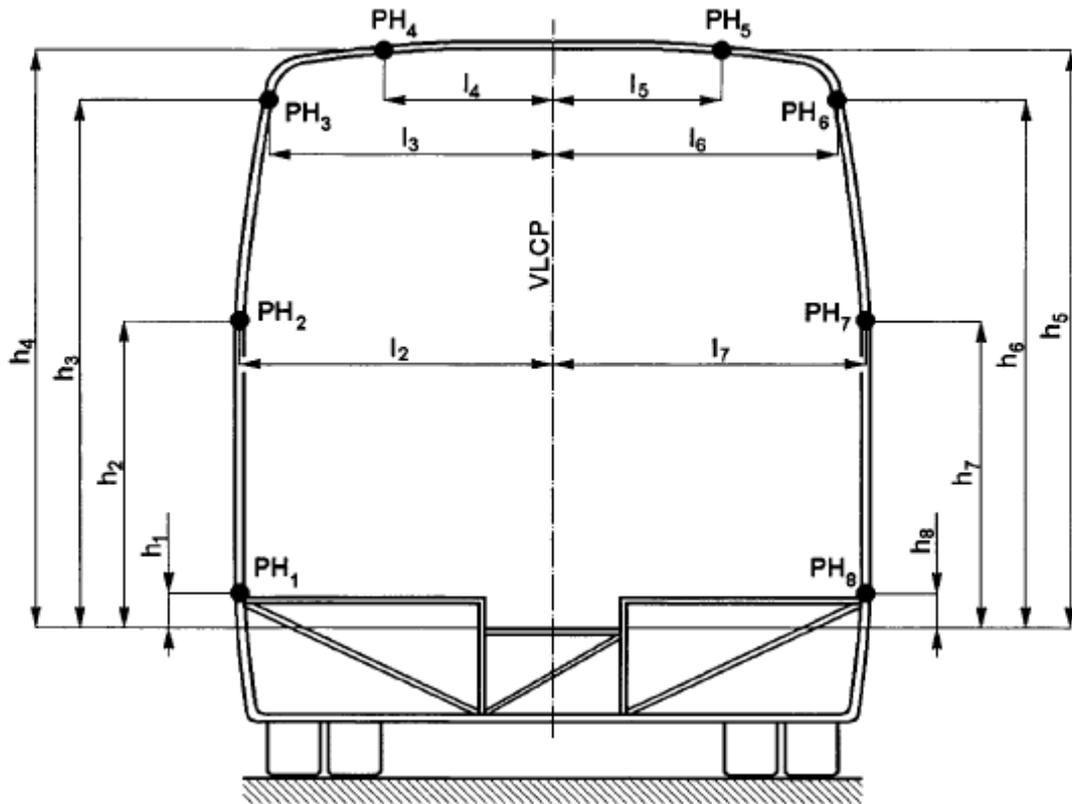
如制造商选择该试验方式，除附录H要求的数据及图纸外，还应向检测机构提供下列附加资料。

F.1.1 塑性区域（PZ）及塑性铰链（PH）在上部结构中的位置：

- a) 所有单独的塑性区域及塑性铰链应按其几何尺寸的确定位置在上部结构的图纸中单独标明（见图F.1）。
- b) 塑性区域及塑性铰链之间的结构部件在计算中可作为刚性或弹性件处理，它们的长度应按其在车辆上的实际尺寸确定。

F.1.2 塑性区域及塑性铰链的技术参数：

- a) 塑性区域及塑性铰链所在的结构部件的横截面几何尺寸。
- b) 作用于每一塑性区域及塑性铰链上的负荷的类型及方向。
- c) 按F.5中说明的每一塑性区域及塑性铰链的负荷-变形曲线，可采用塑性区域及塑性铰链的静态或动态特征进行计算，但在同一计算中不得混合使用静态和动态特征。



图F.1 隔间上塑性铰链的几何参数

F.1.3 需由上部结构吸收的总能量 (E_T) 应采用F3.1中的公式进行计算。

F.1.4 计算中采用的运算法则和电脑程序的简要技术说明。

F.2 准静态计算的要求

F.2.1 为进行计算，整个上部结构应设定为一个承受负荷且可变形的结构的数学模型，并考虑下列因素：

- 上部结构应模拟为一个负荷承受体，该负荷承受体需包含塑性变形区和塑性铰，塑性区域或塑性铰之间由适当结构部件连接。
- 上部结构应为车身的实际尺寸。在检查生存空间时应采用侧围立柱和车顶结构的内轮廓线。
- 塑性铰链应采用其所在的立柱和结构部件的实际尺寸（见F.5）。

F.2.2 计算中采用的负荷应符合下列要求：

- 作用负荷需位于经过上部结构（车辆）质心的横向平面内，该横向平面与车辆的垂直纵向平面（VLCP）相互垂直。作用负荷应通过一个绝对刚性的加载板施加于车辆上部结构的上边梁上。刚性加载板沿车体纵向向两侧延伸，其长度需超过上边梁及其毗邻结构。

- b) 模拟开始时，加载板应首先接触上边梁距车辆垂直纵向中心面最远部位。应精确定义加载板与上部结构间的接触位置，以确保负荷的正确传递。
- c) 作用负荷同车辆的垂直纵向中心面间应有一个倾角 α （见图F.2）。

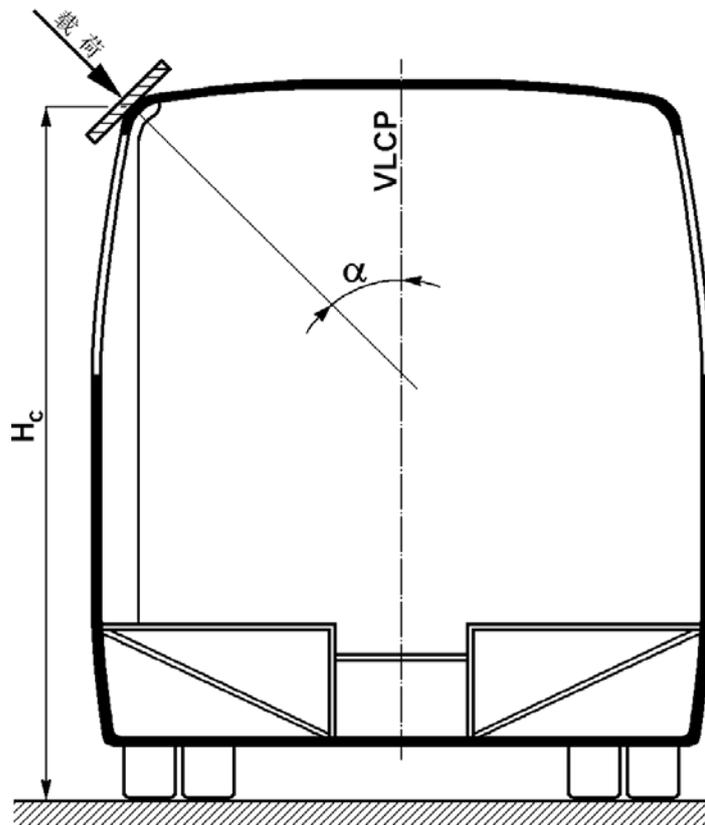
$$\alpha = 90^\circ - \arcsin\left(\frac{800}{H_c}\right)$$

式中：

H_c ——在车辆停放的水平面上测量的上边梁的高度（mm）。

在计算过程中，作用负荷的作用方向不得改变。

- d) 作用负荷应以小幅增量递增，加载步总数需大于100，各步的加载增量应基本相同。在每一增量步计算结构的整体变形。
- e) 在变形过程中，为了顺应上部结构的不对称变形，除平行移动外，还应允许加载板绕着加载板与质心所在的横向平面的交叉轴线旋转。
- f) 被动（支撑）反作用力作用在刚性地板下的结构上，并不得对结构变形造成附加影响。



图F.2 作用于上部结构的负荷

F.2.3 计算的运算法则及电脑程序应符合下列要求：

- a) 程序应考虑塑性铰链特征中的非线性以及大范围的结构变形。

- b) 程序应适应塑性铰链及塑性区域的工作范围,如塑性铰链的变形超过了有效的工作范围应停止计算(见F.5)。
- c) 程序应能计算每一负荷递增步骤中上部结构吸收的总能量。
- d) 在每一负荷增量步中,程序应能够表征组成上部结构的各隔间的变形,以及可能对生存空间构成侵入的各刚性部件的位置。程序应确定在何增量步下生存空间首先受到的任一刚性部件的侵入。
- e) 程序应能够发现并确定在何负荷增量步上部结构开始全面塌陷。即在此增量步,上部结构变得不稳定,负荷不用增加而结构却继续变形。

F.3 计算的评估

F.3.1 需由上部结构吸收的总能量 (E_r)按下式确定:

$$E_r = 0.75 \cdot M \cdot g \cdot \Delta h$$

式中:

M —— 空载质量 M_k (如无乘员约束装置),或总有效质量 M_T (如装有乘员约束装置);

g —— 重力加速度

Δh —— E.6中规定的侧翻试验过程中车辆质心的垂直位移 (M)。

F.3.2 上部结构吸收能量 (E_a) 在任何刚性结构部件首次侵占生存空间的那一负荷递增步骤时进行计算。

F.3.3 如 $E_a \geq E_r$,则该车型通过试验。

F.4 准静态计算的文件

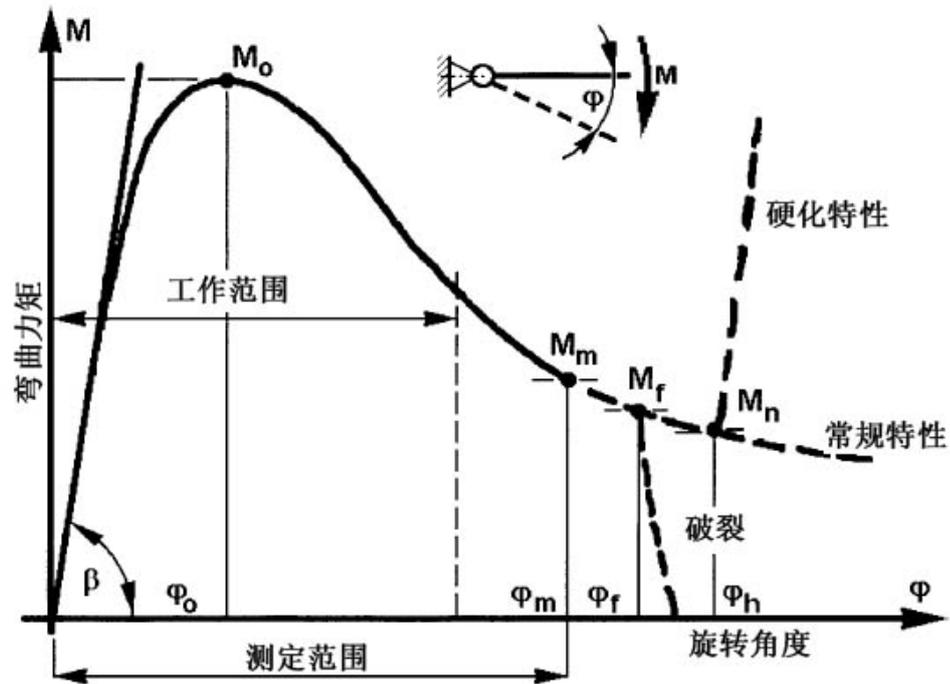
计算报告应包括下列资料:

- F.4.1 对上部结构的详细力学描述,该描述包括塑性区和塑性铰链的位置、指定的刚性和弹性部件;
- F.4.2 试验中获取的数据及合成图表;
- F.4.3 是否符合本标准4.1的要求的说明;
- F.4.4 对车型、测试责任人员、计算及评估的核对。

F.5 塑性铰链的特征

F.5.1 特性曲线

塑性区域特性曲线的一般形式为在实验室测得的车辆结构部件的负荷-变形非线性关系。塑性铰链特性曲线为弯矩(M)与转角(ϕ)关系。塑性铰链特征曲线的一般形式见图 F.3 所示。



图F.2 塑性铰链的特征曲线

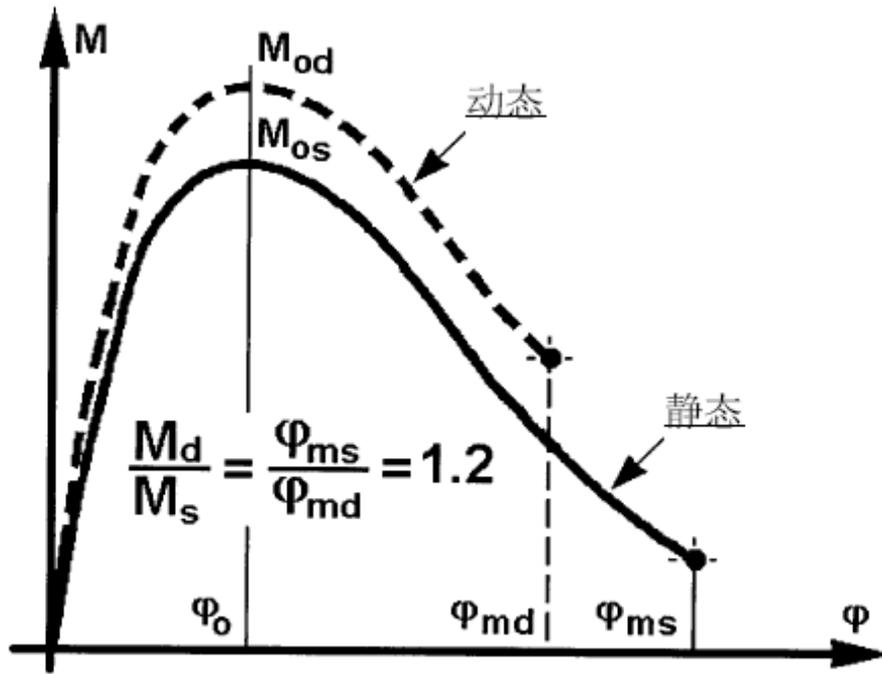
F.5.2 变形范围的情况

- 塑性铰链特征曲线中的“测定范围”是指进行了变形测量的范围。测定范围可包括破裂和/或快速硬化范围。计算中仅可使用在测定范围内出现的塑性铰链的特征值。
- 塑性铰链特征曲线的“工作范围”是指计算所覆盖的范围。
工作范围不得超过测定范围，可包括破裂，但不包括快速硬化范围。
- 计算中采用的塑性铰链特征应包括测定范围内的 $M-\phi$ 曲线。

F.5.3 动态特征

塑性铰链和塑性区域的特征有两种类型：准静态和动态。塑性铰链的动态特征可由两种方法确定：

- 通过部件动态撞击试验；
- 采用动态因数 K_d 转换塑性铰链的准静态特征。该转换是指将准静态弯曲力矩倍乘 K_d 得到动态特性。对于钢结构件，可直接使用 $K_d = 1.2$ ，而不需进行实验测试。



图F.3 从静态曲线推导出塑性铰链的动态特征

附 录 G (规范性附录)

等效试验方法四 计算机模拟整车侧翻试验

G.1 附加的数据和资料

可使用计算机模拟法演示上部结构以证明其符合4.1.2和4.1.3的规定。除附录H中规定的数据和图纸外，还应提供下列资料：

- a) 对所采用的模拟软件及计算方法的说明。
- b) 采用的材料模式及输入数据，并说明输入数据的来源。
- c) 数学模型中采用的确定的质量、质心及转动惯量的值。

G.2 数学模型

模型应能够描述依据附录C所进行的侧翻试验的真实物理行为。模型的构建及假设应能保证计算出保守的结果。构建模型应考虑下列因素：

- a) 在实际车辆结构上进行试验以证明数学模型的有效性和验证该模型中的假设。选取用于测试的部位主要是车身骨架的两侧接头部位，包括焊接、铆接、螺栓连接等接头。试验方法是截取接头部位，对其施加静态或动态载荷，使构件发生弯折或断裂等破坏，测试接头部位的变形或破坏模式，数学模型采用同样的工况进行比较，验证部件模型的有效性或模型中的假设。
- b) 数学模型中使用的总质量及质心位置应同试验车辆上的一致。
- c) 数学模型中的质量分布应同试验车辆上的相符。数学模型中采用的转动惯量应以该质量分布为基础进行计算。
- d) 客车有限元模型中，推荐的上部结构网格尺寸应不大于20mm。
- e) 推荐有限单元网格质量标准为：
 - 1) 翘曲度 (Warpage) $\leq 15^\circ$
 - 2) 长宽比 (Aspect Ratio) ≤ 5
 - 3) 四边形内角 (Angle Quad): $40^\circ \sim 135^\circ$
 - 4) 三角形内角 (Angle Tria): $25^\circ \sim 120^\circ$
 - 5) 雅各比 (Jacobian) ≥ 0.6
 - 6) 三角形单元数目不超过总单元数目的5%。

G.3 对运算法则及模拟程序的要求

G.3.1 应详述车辆的不稳定平衡侧翻点的位置，和首先接触地面的位置。模拟程序可从不稳定平衡位置开始，最迟也应从首先接触地面的点的位置开始。

G.3.2 在不稳定平衡位置时，赋予车辆最大侧倾角速度 $5^\circ/\text{s}$ 进行倾翻，倾翻方向应朝向汽车相对于生存空间更危险的一侧，至少考虑到以下因素：

- a) 质心的横向离心力及它对车辆在不稳定平衡位置时的基准能量的影响；
- b) 生存空间不对称的情况：汽车两侧不同的、不对称的结构特点，以及隔间和内厢（如衣柜、卫生间、小厨房等）的支撑，支撑较少的一侧应选作侧翻的方向。

首先接触地面的点的初始条件应采用从不稳定平衡位置落下的势能变化进行确定。

G.3.3 至少未达到最大变形前，模拟程序应一直运行。

G.3.4 模拟程序应能生成稳定的计算结果，计算结果不与所用时间增量步长相关。

G.3.5 模拟程序应能计算在每一时间步达到能量平衡的能量成分。

G.3.6 在任一时间步，由数值模拟所引入的非物理性能量成分（如“沙漏”和内部阻尼）不得超过总能量的5%。

G.3.7 地面接触点的摩擦系数可由物理测试得出，计算所采用的摩擦系数应当大于或等于实际测量得到的摩擦系数。如果不进行摩擦系数的测试而采用假设的方法，假设的摩擦系数应不低于0.7。

G.3.8 车辆部件间所有可能的物理接触应在数学模型中加以计入。

G.4 模拟的评估

G.4.1 当符合模拟程序规定的要求时，对内部结构几何尺寸变化的模拟以及与生存空间的几何形状的比较，可按4.1和4.2的要求进行评估。

G.4.2 如生存空间在侧翻模拟中未被侵占，则该车型符合本标准的规定。

G.4.3 如生存空间在侧翻模拟中被侵占，则该车型不符合本标准的规定。

G.5 文件

G.5.1 模拟报告应包括下列资料：

- a) G.1中说明的所有数据及资料；
- b) 展示上部结构数学模型的图纸；
- c) 车辆在不稳定平衡位置及最先接触地面位置上的角度、速度及角速度的值；
- d) 以毫秒为时间递增单位的总能量及其所有成分（动能、内能、沙漏能）的值的图表，至少包括从最先接触地面至达到最大变形这一期间；
- e) 仿真计算中所采用的地面摩擦系数（测量值或不低于0.7的假设值。）
- f) 按本标准4.1.2和4.1.3规定方法进行仿真结果分析，可以是包含生存空间在内的结构仿真变形，也可以是反映变形结构的内廓线与生存空间外围间距离变化的时间历程曲线。
- g) 是否符合4.1.2和4.1.3的要求的说明；

- h) 用于明确鉴别车型、其上部结构、上部结构的数学模型及计算本身的所有数据及资料。
- G. 5.2 报告应包括最大变形时刻的变形结构图，以显示上部结构及大塑性变形区域的总体状态。
- G. 5.3 如果报告的审核机构要求，该报告还应提供和包括更多的信息。

附 录 H
(规范性附录)
型式核准试验需要的技术文件

H.1 车型或车型系列的主要鉴定数据和参数

H.1.1 车型总体平面布置图纸，包括车身和内部布置及主要尺寸，装有乘员约束装置的座位必须明确标明，它们在车内的位置应标有准确的尺寸。

H.1.2 车辆空载质量以及相应的轴荷。

H.1.3 空载车辆质心的准确位置及其测量报告，应采用附录A中说明的测量和计算方法确定车辆的质心位置。

H.1.4 总有效车辆质量及相应的轴荷。

H.1.5 总有效质量车辆质心的准确位置及其测量报告，应采用附录A中说明的测量和计算方法确定车辆的质心位置。

H.2 用于评价车型系列中最差情况所需的全部数据和资料

H.2.1 基准能量值(E_R)，它是车辆质量(M)、重力加速度(g)和侧翻试验开始时车辆位于不稳定平衡时的质心高度(h_1) (见图3)的乘积。

$$E_R = M \cdot g \cdot h_1 = M \cdot g \left[0.8 + \sqrt{h_0^2 + (B \pm t)^2} \right]$$

式中：

M —— 空载质量 M_k (如无乘员约束装置)，或总有效质量 M_T (如装有乘员约束装置)；

M_T —— $M_k + k \cdot M_m$ ，此处 $k=0.5$ ， M_m 是约束乘员总质量

H_0 —— 所选定质量值(M)下的车辆的质心高度(m)

t —— 从车辆质心到纵向垂直中心平面的垂直距离(m)

B —— 侧翻试验中转动轴到车辆纵向垂直中心平面的垂直距离(m)

g —— 重力加速度

h_1 —— 车辆在开始不稳定状态时，质心到撞击平面水平面高度(m)。

H.2.2 附录B要求的车型或车型系列的上部结构的图纸和详细说明。

H.2.3 根据4.2的要求，每个准备试验验证的车型所需的生存空间的详细图纸。

H.3 附录C、附录D、附录E、附录F和附录G中详细说明书的，按照所选试验方法要求的更为详细的文件、参数和数据等。

H.4 对于铰接客车的，车型每一段的资料都应单独提供，H.1.1中提及的与整车相关的资料除外。

附 录 Ⅰ
(资料性附录)
(空白)

附 录 J
(资料性附录)

本标准章条编号与 ECE R66 章条编号对照

表 J.1 给出了本标准章条编号与 ECE R66 章条编号的对照。

表 J.1 本标准章条编号与 ECE R66 章条编号对照

本标准章条编号	对应的 ECE R66 章条编号
1	1
2	—
3	2
—	3.1, 3.3, 3.4
—	4
4.1	5.1
4.2.1 a)~d), f)	5.2
4.2.1 e)	—
4.2.2	—
5.1~5.4	5.3~5.6
6	6.2
—	7
—	8
—	9
—	10
—	11
—	Annex 1
—	Annex 2
附录 A	Annex 3
附录 B	Annex 4
附录 C	Annex 5
附录 D	Annex 6
D1~D3	Annex 6 - 1~3
D3.1	Annex 6 - 3.1
D3.1 a) ~D3.1 e)	Annex 6 - 3.1.1~3.1.5
D3.1 f)	—
D3.1 g)	—
D3.2~D3.5	Annex 6 - 3.2~3.5
D3.5 a) ~D3.5 b)	Annex 6 - 3.5.1~3.5.2
D3.5.3	—
D3.5.4	Annex 6 - 3.5.3
D4~D6	Annex 6 - 4~6
附录 E	Annex 7
E.1~E.5	Annex 7 - 1~5
E.6	Annex 7 - Appendix 1
附录 F	Annex 8
F.1~F.4	Annex 8 - 1~4
F.5	Annex 8 - Appendix 1
附录 G	Annex 9
G1	Annex 9 - 1
G.2 a) - G.2 c)	附件 9 - 2.1-2.3

G.2 d)	—
G.2 e)	—
G3	附件 9 - 3
G4	附件 9 - 4
G5	附件 9 - 5
附录 H	3.2
附录 J	—
附录 K	—

附 录 K
(资料性附录)

本标准与 ECE R66 技术性差异及其原因

表 K.1 给出了本标准与 ECE R66 的技术性差异及其原因。

表 k. 1 本标准与 ECE R66 的技术性差异及其原因

本标准的章条编号	技术性差异	原因
1	比 ECE R66 的适用范围扩大： 增加了对 II 级和 III 级客车中卧铺客车、双层客车的强制规定。 删除了 ECE R66 范围中“应制造商要求，本标准也可适用于 M2 类和 M3 类中的其它客车”中的“应制造商要求”。	卧铺客车用于长途客运，属于 II 级或 III 级客车； 对于 II 级和 III 级客车中双层客车提高产品的安全性能。
3	删除了 ECE R66 “2.8 铰接车辆”、“2.9 乘客区”、“2.10 驾驶室”……	我国标准中已有对应的术语和定义，并且所定义的内容基本相同，所以本标准不重复定义。
3	删除了 ECE R66 “2.17 单个乘员质量”	采用 GB/T12428 规定的乘员质量。
4.2.1 e)	比 R66 中 5.2 增加了“双层客车上层、下层的生存空间应分别符合 4.2.1 的规定”。	明确规定双层客车的生存空间。
4.2.2	比 R66 中 5.2 增加了卧铺客车生存空间的确定方式。	卧铺客车用于长途客运，属于 II 级或 III 级客车。
A1.1	将 R66 附件 3 中“每个轴距以及每一车轴上的轮距应根据制造商的图纸确定”改为“……应对试验样车进行测量”。	对试验样车的轴距、轮距的测量是试验最基本的检测项目，使用测量值进行计算和提供报告数据，可以更规范地提供试验数据。
A. 2. 1 C. 2. 1 e) 1)	将 R66 的（见 ECE R21 附件 5 座椅 R 点的定义）改为（按 GB 11551-2003-2003 中附件 C 中 R 点的定义）	与我国标准相协调，方便标准的使用。
C. 1. 4	车轮挡板的宽度由 R66 的 20 mm 改为不小于 20 mm。	国内现有条件车轮挡板采用钢材，如果采用 20mm 厚度的钢板，无论是焊接或在其两端拉，其钢板强度不足，易出现试验安全事故。
c. 2. 1. 5. 1. 1 c. 2. 1. 5. 2. 1 等多处	ECER66 中 2. 17 规定每个乘员质量 68kg, 本标准采用 GB/T 12428, 每个乘员质量 65kg.	与我国客车乘员质量的规定相统一。
D3. 1	比 ECE R66 附件 6 增加了 3. 1 条准备试验的车身截段的“几何特性，旋转轴和质心位置应当是该整车有代表性的”具体规定。	使车身截段的选取总原则更为明确和清晰。
D3. 1. 5	在 ECE R66 附件 6 3. 1. 5 条中增加了“腰梁高度变动、”	对局部特殊性进一步说明，更有利于标准的具体操作与实施。

D3. 1. 6	在 ECE R66 附件 6 增加了 D3. 1. 6 条“应至少具有两个车身截段：一个在整车的纵向方向的质心前部，一个在整车的纵向方向的质心后部。”	对如何在车辆上选取车身截段做出了更明确的规定，便于标准的具体操作和实施。
D3. 1. 7	在 ECE R66 附件 6 增加了 D3. 1. 7 条“为了评价车辆的最差状态标准，车身截段应至少需要包含结构强度最弱的隔间、质量最重的隔间和生存空间最苛刻的隔间。”	对如何在车辆上选取车身截段做出了更明确的规定，便于标准的具体操作和实施。
D3. 5. 2	在 ECE R66 附件 6 3. 5. 2 条中增加了“，并且质量分布应同试验车辆上的相符。主要的质量包括：发动机、变速箱、悬挂系统、车桥、油箱等底盘部件的质量和玻璃、空调、座椅、行李架和地板等车身部件的质量”	对等质量配载物体进行了更为详细的说明，主要也是为了使标准更为明确和清晰。
D3. 5. 3	在 ECE R66 附件 6 增加了 D3. 5. 3 条“等质量配载物体应具有足够的强度和刚度，能够避免任何在倾斜和侧翻过程中会改变车身截段运动方向的变形，即他们在倾斜和侧翻过程中无相对移动，质量分布和质心位置无重大改变。”	对等质量配载物体的强度和刚度进行了更为详细的说明，主要也是为了使标准更为明确和清晰。
E. 3. 2 a)	将加载作用的“刚性梁”改为“刚性平板”，并将原文中仅对“刚性梁”的长度要求扩展为对“刚性平板”的尺寸要求（包括了宽度）。	修改后才能完全模拟地面，且与原文中的 Annex 8 基于部件的准静态计算方法中的要求一致。
E. 6. 4	增加了“当需要通过多个车身截断的质心垂直位移确定整车的质心垂直位移时”的内容。	原文没有该限定条件，相应条款内容在全文用途不明。
G. 1 a)	删除了 ECE R66 附件 9 的 1. 1 中“，分析软件的精确鉴定，至少应包括其生产者、商业名称、使用版本及开发人的详细联系方式”	进行了简化。原因一是目前采用的软件都是通用的商用软件，其精度在其商业化时已做过鉴定；二是检测机构本身对软件应有一定程度的了解。
G. 1 b)	在 ECE R66 附件 9 1. 2 条中增加了“材料模式是指真实的材料本构关系或者简化的材料本构关系。材料输入数据包括材料密度、弹性模量、泊松比、屈服极限、强度极限等，这些参数可从实验测得的包含塑性变形阶段的材料应力应变关系曲线获得，或者通过材料手册获得。”	对材料模式及输入数据进行了详细说明，更有利于标准的具体操作与实施。
G. 2 a)	在 ECE R66 附件 9 2. 1 条中增加了“选取用于测试的部位主要是车身骨架的连接部位，包括焊接、螺栓连接以及角支撑部位等。试验方法是截取连接部位，对其施加静态或动态载荷，使构件发生弯折或断裂等破坏，测试连接部位的变形或破坏模式，数学模型采用同样的工况进行比较，验证部件模型的有效性或模型中的假设。”	对如何在车辆上选取结构以及如何进行模型验证做出了更明确的规定，便于标准的具体操作和实施。
G. 2 c)	在 ECE R66 附件 9 2. 3 条中增加了“主要的质量包括：发动机、变速箱、悬挂系统、车桥、油箱、蓄电池和储气罐等底盘部件的质量和车身骨架、内饰件、蒙皮、玻璃、空调、座椅、行李架和地板等车身部件的质量。”	对数学模型中的主要质量进行了更为详细的说明，主要也是为了使标准更为明确和清晰。
G. 2 d)	在 ECE R66 附件 9 2. 3 条后继续增加了本条“关于上部结构有限元网格尺寸	增加本条有利于统一有限单元尺寸标准。

	客车有限元模型中，上部结构网格尺寸不大于 10mm，下部结构网格尺寸不大于 40mm。”	
G.2 e)	在ECE R66附件9 2.3条后继续增加了本条“关于有限单元质量标准 推荐有限单元网格质量标准为： 1) 翘曲度 (Warpage) $\leq 15^\circ$ 2) 长宽比 (Aspect Ratio) ≤ 5 3) 四边形内角 (Angle Quad): $40^\circ \sim 135^\circ$ 4) 三角形内角 (Angle Tria): $25^\circ \sim 120^\circ$ 5) 雅各比 (Jacobian) ≥ 0.6 6) 三角形单元数目不超过总单元数目的 5%。	增加本条有利于统一有限单元质量标准。
G3	在 ECE R66 附件 9 3 条中删除了“计算设备”	因为下文条款中并未提到对计算设备有何要求，所以这几个字是多余的。
G3.2	在ECE R66 附件9 3.2条原文后增加了“在不稳定平衡位置时，赋予车辆最大侧倾角速度 $5^\circ/\text{s}$ 进行倾翻，倾翻方向应朝向汽车相对于生存空间更危险的一侧，至少考虑到以下因素： a) 质心的横向离心力及它对车辆在不稳定平衡位置时的基准能量的影响； b) 生存空间不对称的情况：汽车两侧不同的、不对称的结构特点，以及隔间和内厢（如衣柜、卫生间、小厨房等）的支撑，支撑较少的一侧应选作侧翻的方向。”	明确了侧翻仿真中的初始侧倾角速度以及往哪一侧倾翻的确定原则。
G3.7	将 ECE R66 附件 9 3.7 条改为“地面接触点的摩擦系数可由物理测试得出，计算所采用的摩擦系数应当大于或等于实际测量得到的摩擦系数。如果不进行摩擦系数的测试而采用假设的方法，假设的摩擦系数应不低于 0.7。”	更改后使摩擦系数的确定方法更加明确，即或通过实际测试，或者假设，并按保守的原则给出了假设的摩擦系数最低值，便于实际操作实施。
G.5.1 d)	删除了 ECE R66 附件 9 5.1.4 条中“1ms”，即由“每毫秒”改为“毫秒”。	本条将“每毫秒”改为了“毫秒”，因为“每毫秒”意味着每一毫秒都要进行输出，而“毫秒”可以根据具体情况如 2 毫秒输出一次，或者 5 毫秒输出一次。另外，输出值可以用图的形式或者表格的形式进行表达，所以将“表格”改为“图表”。
G.5.1 e)	将 ECE R66 附件 9 5.1.5 条更改为“仿真计算中所采用的地面摩擦系数（测量值或不低于 0.7 的假设值。）”	对应上文的条款，摩擦系数可以是测量得到的值，也可以是不低于 0.7 的假设值。
G.5.1 f)	删除了 ECE R66 附件 9 5.1.6 条中“以适当方式呈现的满足本标准 4.1.1 和 4.1.2 规定的绘图或数据”，改为“按本标准 4.1.1 和 4.1.2 规定方法进行仿真结果分析”，同时增加了“可以是包含生存空间在内的结构仿真变形”	修改后的结果分析中包含了仿真变形，原条款中只提到了变形曲线。
G5.2	删除了 ECE R66 附件 9 5.2 条中“建议”	去掉“建议”意味着必须这样做。
G5.3	将 ECE R66 附件 9 5.3 条中“根据”改成了“如果”。	此处“如果”比“根据”更贴近实际含义。按原文 (At the request of)，也

		可翻译成“如果”。
--	--	-----------
