

两种正面碰撞标准的试验对比

白 鹏（中国汽车技术研究中心 天津 300162）

摘要：本文介绍了两种正面碰撞标准的制订过程，进行其技术要求的对比。从数百次的正面碰撞试验中，选出比较有典型意义的车型进行两种碰撞标准的试验对比，分析不同标准下乘员的伤害指标和车身变形情况，从而分析两种正面碰撞标准评价内容。100%RB 碰撞试验考核的主要是乘员约束系统，而 40%ODB 碰撞试验考核的主要是车身结构。

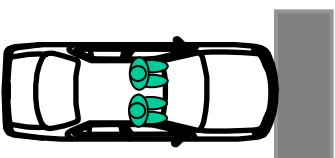
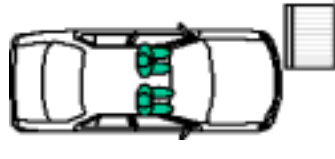
1 概述

目前，关于汽车正面碰撞的试验标准有两种，一种是 100%重叠率的刚性固定壁障碰撞试验方法（以下简称 100%RB），碰撞速度为 48~50 km/h；另一种是 40%重叠率的偏置变形壁障碰撞试验方法（以下简称 40%ODB），碰撞速度为 56~57 km/h。其中，包括美国、日本、澳大利亚和中国的正面碰撞标准采用的是 100%RB 方法，而欧共体则采用 40%ODB 的碰撞方法。我们知道，两种试验标准存在着很大不同，首先是其标准体系建立过程。

美国在 1968 年制订的 FMVSS208 是第一个汽车碰撞安全法规，采用的是车速为 30 mph 的刚性固定壁障碰撞试验。要求在前方左、右 30°范围内发生的碰撞事故都满足乘员保护要求。一般要使用 0°、左 30°和右 30°三种碰撞试验形式验证车辆

的正面碰撞安全性。欧洲在研究正面碰撞安全法规时比较重视实际的交通事故形态，提出了与实际交通事故最接近的偏置变形壁障碰撞试验方法。但是由于偏置变形壁障碰撞试验方法对碰撞试验条件的控制十分苛刻，当时的碰撞试验设备无法满足该试验要求，故此在 1995 年颁布 ECE R94/00 时先采用了车速为 50 km/h 的 30°斜角碰撞方法作为过渡。但是，欧洲专家认为，30°斜角碰撞试验中光滑的斜角壁障使碰撞车辆产生了滑移而减轻了车辆碰撞的强烈程度，使试验结果与实际交通事故不同。为了防止斜角碰撞中车辆前端面的滑动，欧洲 ECE R94/00 中的 30°斜角壁障上装设了标准的防滑块阻止碰撞中试验车前端面的滑动。到 1998 年，ECE R94/01 中采用了车速为 56 km/h 的 40% 偏置变形壁障碰撞试验方法。表 1 是两种正面碰撞标准的对比。

表 1 两种正面碰撞标准的对比

	碰撞形式	技术要求
100%RB		头部伤害值：HIC 1000 胸部伤害值：胸 g 60g（注： $g=9.8\text{ m/s}^2$ ，下同） 胸部位移：75 mm 大腿载荷：力 1021 kgf
40%ODB		头部伤害值：HIC 1000；头部加速度：80g； 颈部弯曲扭矩：57 Nm；胸部位移：50 mm； 粘性指数 1.0 m/s； 大腿力时间历程： 肋骨压缩力指数 8 KN；肋骨指数 1.3； 膝盖滑动较位移 15 mm

由此表可以看出 40% ODB 的碰撞标准相对 100% RB 增加了很多测量要求，在碰撞对乘员的伤害方面增加了一些颈部及小腿等部位的评价，同时对乘员大腿的评价也由原来的峰值指标要求变为力时间历

程，所以应该说，40% ODB 的碰撞标准的评价方法更合理、更全面。那么，基于 100%RB 碰撞标准的乘员伤害指标与 40%ODB 相比结果会是怎样？我们通过两个典型车辆的碰撞试验进行对比。

2 试验对比

在两种标准的要求中,均存在针对乘员和车身变形两种评价,其中对乘员的评价可以见上表,在这里我们仅基于 100%RB 碰撞标准的乘员伤害指标进行比较,即乘员头部伤害、胸部位移和大腿载荷;两种标准对车身变形的评价方式基本相同,即碰撞过程中车门不得打开,碰撞完后,在不使用工具的前提下每排至少有一个车门可以打开,假人能完整取出。方向盘向后移动小于 100 mm,向上移动小于 80 mm。对燃油泄漏的要求也基本相同。

为了更好的进行两种碰撞标准的试验对比,我们将 M1 类车辆分成四个类型,即中型长头轿车、微型长头轿车、中型面包车和微型面包车。通过分析数十次的试验结果,发现长头轿车及面包车各有其共性的表现。因此,在这里只进行长头轿车与平头面包车的试验对比。

2.1 首先是某长头轿车,整备质量为:1470 kg,车辆总长:4780 mm,轴距:2600 mm,配置方式:前置前驱。

按照前面所述,先比较一下两种碰撞标准对车身的碰撞强度即车身碰撞加速度。车身加速度是通过安装在车身 B 柱下方的加速度传感器测得的,测量方向为车辆纵向即 X 向。图 1 是该车两种碰撞标准车身碰撞加速度的时间历程的对比:

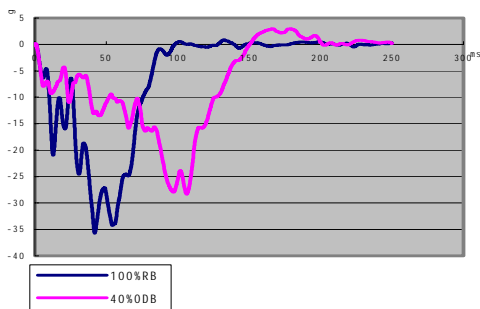


图 1

从该车的两种碰撞标准的车身碰撞加速度的时间历程上看,车身所承受的碰撞加速度 100%重叠率的刚性壁障碰撞要明显大于 40%重叠率的可变形壁障碰撞试验,而且前者碰撞加速度峰值出现的时刻也相比 40%ODB 早。

表 2 是该车两种碰撞标准的车身碰撞加速度峰

值及时刻对比:

表 2

	100%RB	40%ODB
车身加速度峰值	35.71g	28.32g
峰值时刻	41.90ms	106.20ms

通过综合分析,碰撞过程中驾驶员侧的伤害要比乘员侧的伤害更有典型意义,所以在下面的探讨中,只研究驾驶员侧的乘员伤害。

图 2 是两种碰撞标准的驾驶员的头部合成加速度时间历程对比:

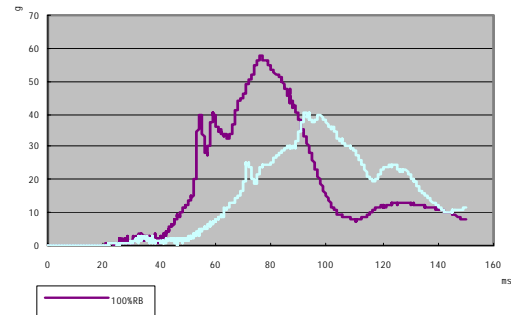


图 2

从该车的两种碰撞标准的乘员头部合成加速度的时间历程上看,乘员头部合成加速度 100%重叠率的刚性壁障碰撞要明显大于 40%重叠率的可变形壁障碰撞试验,而且前者合成加速度峰值出现的时刻也相比 40%ODB 早。下表是该车两种碰撞标准的乘员头部伤害指数对比:

表 3

	100%RB	40%ODB
HIC(airbag)	466	209

下图是两种碰撞标准的驾驶员胸部位移时间历程对比:

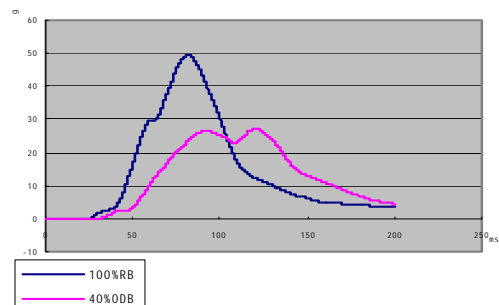


图 3

从该车的两种碰撞标准的驾驶员胸位移的时间历程上看,驾驶员胸位移的峰值 100%重叠率的刚

性壁障碰撞要明显大于40%重叠率的可变形壁障碰撞试验,而且前者峰值出现的时刻也相比40%ODB早。表4是该车两种碰撞标准的驾驶员胸位移峰值及时刻对比:

表 4

	100%RB	40%ODB
胸位移峰值	49.38mm	27.02mm
峰值时刻	81.50ms	120.70ms

图4是两种碰撞标准的驾驶员腿部载荷时间历程对比:

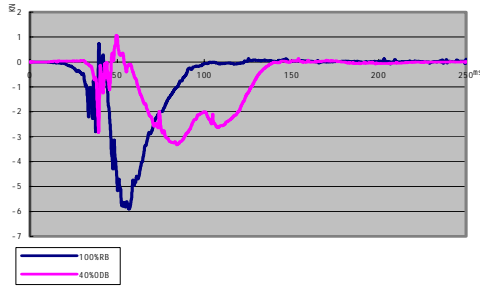


图 4

从该车的两种碰撞标准的驾驶员大腿载荷的时间历程上看,驾驶员大腿载荷的峰值100%重叠率的刚性壁障碰撞要明显大于40%重叠率的可变形壁障碰撞试验,而且前者峰值出现的时刻也相比40%ODB早。表5是该车两种碰撞形态下的驾驶员胸位移峰值及时刻对比:

表 5

	100%RB	40%ODB
大腿载荷峰值	5.91KN	3.33KN
峰值时刻	56.90ms	84.20ms

两种碰撞标准的车身变形对比见表6(mm):

表 6

	A柱	左保险杠	右保险杠	方向盘	总长
100%RB	17	178	175	X=15 z=7	352
40%ODB	67	673	51	X=22 z=9	337

2.2 某平头面包车,整备质量为898kg,车辆总长:3690mm,轴距:2500mm,配置方式:前置前驱

图5是该车两种碰撞标准车身碰撞加速度的时间历程的对比。从该车的两种碰撞标准的车身碰撞加速度的时间历程上看,100%RB碰撞50ms后的波峰应属于干扰或非正常曲线,具体分析时应不考虑它。总的看来,车身所承受的碰撞加速度100%

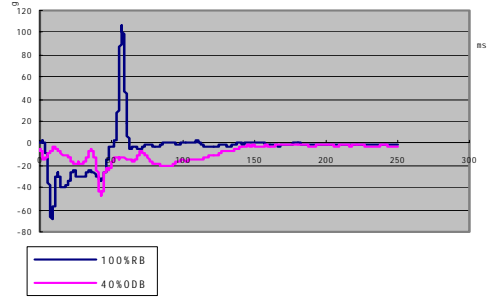


图 5

重叠率的刚性壁障碰撞要明显大于40%重叠率的可变形壁障碰撞试验,而且前者碰撞加速度峰值出现的时刻也相比40%ODB早。

表7是该车两种碰撞标准的车身碰撞加速度峰值及时刻对比:

表 7

	100%RB	40%ODB
车身加速度峰值	65.8g	45.2g
峰值时刻	12.5ms	46.8ms

图6是两种碰撞标准的驾驶员的头部合成加速度时间历程对比:

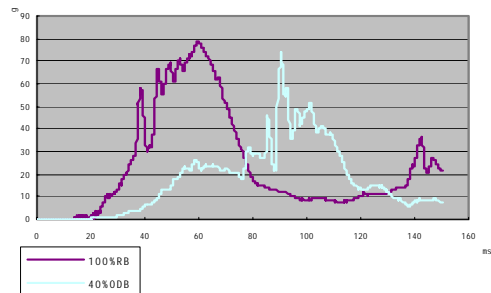


图 6

从该车的两种碰撞形态的乘员头部合成加速度的时间历程上看,乘员头部合成加速度100%重叠率的刚性壁障碰撞要明显大于40%重叠率的可变形壁障碰撞试验,而且前者合成加速度峰值出现的时刻也相比40%ODB早。

表8是该车两种碰撞标准的乘员头部伤害对比:

表 8

	100%RB	40%ODB
HIC	892	467

图7是两种碰撞标准的驾驶员胸部位移时间历程对比:

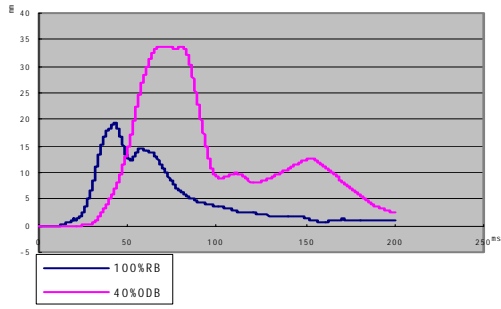


图 7

从该车的两种碰撞标准的驾驶员胸位移的时间历程上看，驾驶员胸位移的峰值 100%重叠率的刚性壁障碰撞要明显小于 40%重叠率的可变形壁障碰撞试验，而前者峰值出现的时刻相比 40%ODB 早。

表 9 是该车两种碰撞标准的驾驶员胸位移峰值及时刻对比：

表 9

	100%RB	40%ODB
胸位移峰值	19.2mm	53.8mm
峰值时刻	45.6ms	68.5ms

图 8 是两种碰撞标准的驾驶员腿部载荷时间历程对比：

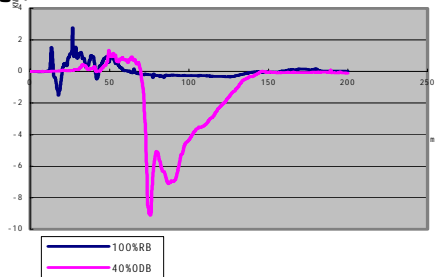


图 8

从该车的两种碰撞标准的驾驶员大腿载荷的时间历程上看，驾驶员大腿载荷的峰值 100%重叠率的刚性壁障碰撞要明显小于 40%重叠率的可变形壁障碰撞试验，但前者峰值出现的时刻相比 40%ODB 要早。

表 10 是该车两种碰撞标准的驾驶员大腿载荷峰值及时刻对比：

表 10

	100%RB	40%ODB
大腿载荷峰值	2.78KN	9.12KN
峰值时刻	22.8ms	76.3ms

两种碰撞标准的车身变形对比见表 11：

注：40%ODB 时驾驶员侧车门无法打开，方向盘后移量超标。

表 11

	A 柱	左保险杠	右保险杠	方向盘	总长
100%RB	35	198	195	X=56 z=21	211
40%ODB	58	310	35	X=137 z=73	168

3 试验结果分析

综合分析所得到的曲线，发现无论从车身加速度、乘员头部伤害、胸部伤害来看，两种车型均是 100%RB 大于 40%ODB。说明 100%RB 标准的碰撞强度要大于 40%ODB 的碰撞标准，也就是说，在这几个方面 100%RB 标准的要求要高于 40%ODB 的碰撞标准。而在车身变形方面，40%ODB 试验的驾驶室的绝对侵入量要大于 100%RB 试验，尤其对平头车来说，由于前端车身的吸能变形区很小，其驾驶室局部变形很大，方向盘位移也容易超标，也容易造成驾驶员侧车门试验后难以打开，影响假人的取出。而且由于驾驶室变形较大，也造成了乘员大腿载荷远远大于 100%RB 试验的情况。由此可以看出，40%ODB 的碰撞标准相对来说更侧重于对车身结构方面的考核。

4 结论

通过试验分析，100%RB 和 40%ODB 的碰撞形态乘员的伤害机理不同，对车身和乘员的约束系统考核的侧重面也不同，两种形态的碰撞试验无法相互替代。

100%RB 的碰撞时车前端全部参与碰撞，这种情况车身碰撞加速度最大，而车体变形较小。这种碰撞形态对乘员的伤害机理是：在巨大冲击惯性力作用下，乘员上半身即头部、胸部伤害较严重，人体头部、胸部伤害往往造成死亡。大量研究表明，与乘员伤害指标相关的是乘员约束系统，车身在保证乘员足够生存空间的前提下，合理配置的乘员约束系统能有效控制乘员动能的耗散，减小乘员伤害。所以 100%RB 标准主要考核了乘员的约束系统，而对车身侵入所造成的乘员伤害无法充分评价。

40%ODB 的碰撞时车辆前端只有 40%的部分参与碰撞。这种碰撞形态下车身变形大，驾驶室严重的侵入会造成车内乘员的伤害。由于这种碰撞形态车体刚度小，大约只有 100%RB 碰撞形态的一半，所以碰撞中车体冲击加速度峰值较小，但严重的驾

驾驶室侵入会造成乘员的伤亡。总体来说，使用单一的碰撞形态无法全面的评价正面碰撞的安全性。因

此，我们觉得应该尽快建立基于欧洲 ECE R94 法规的标准，以作为现行正面碰撞法规的补充。