

Frontal Impact Test Analysis of Chery's Sedan

FANG Kehong, XIA Zhihua, XU Liwei, DONG Ruiqiang, LUO Chao, GU Lei

Automotive Engineering Research Institute

Chery Automobile Company, Wuhu, 241009

Abstract –There are two typical vehicle frontal impact tests for assessing structure and occupant safety performance, one is rigid barrier, and another one is 40% offset deformable barrier. In China, the government regulation of vehicle front impact procedure--CMVDR294 only requires rigid barrier full frontal test. This report will present some frontal impact test results of Chery's vehicles. Based on government regulation for passenger cars, we have analyzed structural safety performance, restraint system and occupant injury data for these tests conducted in government certified test facilities. It shows in the data, Chery cars are not only met the criteria defined in CMVDR294, but also at least can get 3 star rating if using U.S. New Car Assessment Program (NCAP) rating method.

Keywords: Crashworthiness, Frontal Impact, Vehicle Crash Test, Occupant Safety

1 概述

随着汽车技术的不断发展，汽车安全性问题越来越受到人们的重视。汽车安全性分为主动安全性和被动安全性两个方面。主动安全性是指在交通事故发生之前采取安全性措施，尽可能的避免交通事故的发生。被动安全性是指在事故发生的时候，利用对车辆结构的设计以及被动安全性装置，尽可能的减少驾驶员和车上乘员以及车外行人受到伤害的程度。

作为汽车主机厂要不断提高自身设计车身的的能力，增强车身结构安全性设计和乘员约束系统设计，利用车身结构件的变形来吸收能量以减少对乘员的冲击，同时利用乘员约束系统给予乘员最大限度的保护。目前世界上各大汽车主机厂在汽车安全性方面的研究主要是先采用 CAE 模拟，然后做试验验证的方式来进行的。

奇瑞汽车有限公司作为国内为数不多的拥有自主知识产权的汽车主机厂，致力于运用先进科技手段开发适合国情的国民车，因此在 CAE 分析的基础上非常有必要进行实车的碰撞试验，意义在于：第一，通过试验来验证 CAE 的分析结果，积累 CAE 分析经验；第二，通过试验分析来为设计部门开发新车型提出指导性建议；第三，通过试验验证奇瑞轿车完美安全性能，给奇瑞客户提供最科技、最安全的汽车产品。

2 试验方法及评价指标

碰撞试验一般分为前碰、侧碰和后碰试验，而且各个国家实施的碰撞法规也不一样，中国目前实施的只有前碰法规（CMVDR294），本文集中论述了奇瑞轿车根据CMVDR294进行的前碰试验，同时奇瑞汽车有限公司考虑到碰撞法规的前瞻性，以及本着对奇瑞客户提供最安全汽

车产品的宗旨，根据ECER94进行了40%重叠率的偏置碰，本文也将具体论述之。由于NCAP给广大用户提供了可靠易懂的汽车安全性能评估，因而越来越多的得到各方面的认同，本文也根据美国NCAP对奇瑞轿车的正碰进行了星级评定。

(1) 试验方法

CMVDR294 是中国正碰法规的简写，适用于总质量小于等于 2500Kg 的 M1 类车辆，要求碰撞速度为 50km/h，壁障为完全刚性壁障，车辆与壁障的重叠系数为 100%，在驾驶员和前排乘员侧分别放置 50 百分位的 Hybrid III型假人，假人使用厂家设置的约束系统，试验车质量为车辆整备质量加两个假人质量，座椅位置在正常驾驶位置，座椅靠背位置为设计标准位置，方向盘在设计中间位置，车窗应处于关闭位置，车门应关闭但不锁止，驻车制动松开，变速器处于空挡位置。见图 1。

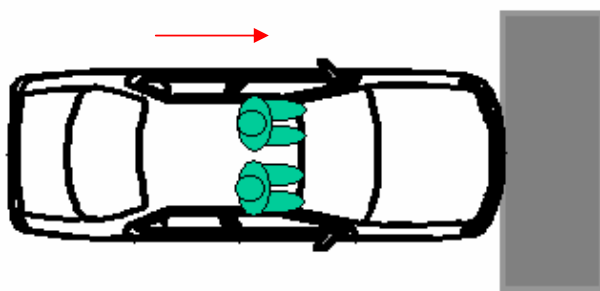


图 1

ECER94 是欧洲正碰乘员保护法规的简写，适用于总质量小于等于 2500kg 的 M1 类车辆。要求碰撞速度为 56km/h，壁障为 950kg 的蜂窝铝壁障，车辆与壁障的重叠系数为 40%，在驾驶员和前排乘员侧分别放置 50 百分位的 Hybrid III型假人，假人使用厂家设置的约束系统，试验车质量为车辆整备质量加两个假人质量，座椅位置在正常驾驶位置，座椅靠背位置为设计标准位置，方向盘在设计中间位置，车窗应处于关闭位置，车门应关闭但不锁止，驻车制动松开，变速器处于空挡位置。见图 2。

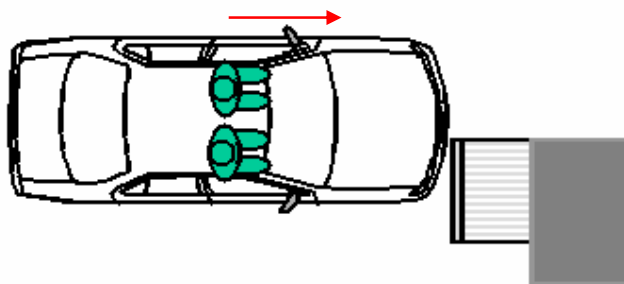


图 2

美国 NCAP 对正面碰撞的试验包括两项：100%重叠率的刚性壁障碰撞和 40%重叠率变形壁障碰撞。碰撞速度为 55km/h，对车辆星级评定还考虑包括试验后车门开启、人员是否容易营救等其他因素。

(2) 评价指标

CMVDR294: 头部伤害指标 $HIC \leq 1000$; 胸部压缩量 $\leq 75\text{mm}$; 大腿力 $\leq 10\text{KN}$; 试验过程中车门不得开启, 前门的锁止系统不得发生锁止; 碰撞试验后, 不使用工具, 对于每排座位至少能打开一个门; 燃油泄漏速率 $\leq 30\text{g/min}$ 。

ECER94: 头部伤害指标 $HIC \leq 1000$; 胸部压缩量 $\leq 75\text{mm}$; 大腿力 $\leq 10\text{KN}$; 颈部弯曲扭矩 $\leq 57\text{Nm}$; 方向盘位移量: 垂直/水平 $\leq 80/100\text{mm}$; 碰撞过程中门不能撞开, 也不能由于碰撞而锁止, 并且在碰撞后不用工具能够将门打开; 燃油泄漏速率 $\leq 30\text{g/min}$ 。

美国 NCAP 对正面碰撞的星级评价主要是对 HIC 和 Chest G 的综合分析, 见图 3, 从图中可以比较清楚地看出, HIC 和 Chest G 存在一定的函数关系, 新车的星级评定可以从图中比较容易获知。

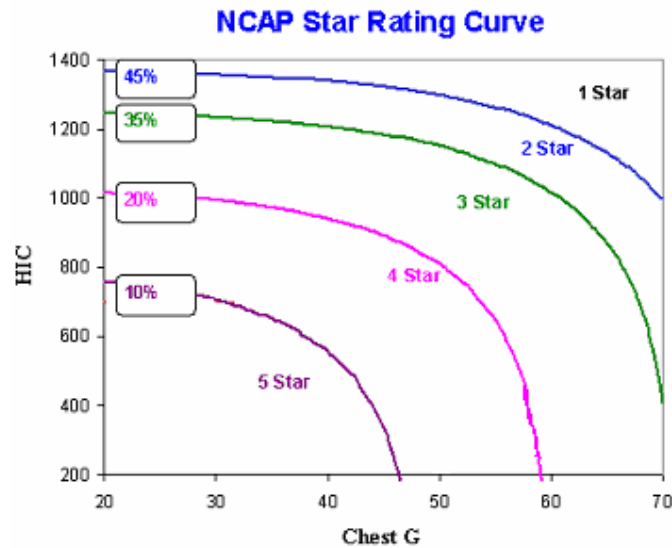


图 3

3 试验分析

根据以上论述, 本文从以下方面对奇瑞轿车的正面碰撞性能进行对比分析研究。由于试验的随机性和其他不确定因素的影响, 致使某些数据不完整。

(1) 不匹配安全气囊 100% 正面碰撞

我们首先来分析奇瑞轿车不匹配安全气囊时按照 CMVDR294 进行的正面碰撞结果, 见表 1:

表 1

假人伤害值 (不匹配安全气囊)		奇瑞车型 I	奇瑞车型 II	奇瑞车型 III	中国法规 (CMVDR294)
假人头部 HIC 值	驾驶员	506	513.0	419	≤ 1000
	乘员	未接触	316.0	427	
胸骨相对脊	驾驶员	38.49	25.1	48.41	$\leq 75\text{mm}$

柱压缩量 (mm)	乘员		31.49	42.9	38.18	
假人大腿受 力(KN)	驾驶员	左腿	0.51	2.45	1.86	≤10KN
		右腿	0.73	2.97	4.77	
	乘员	左腿	3.13	3.86	4.29	
		右腿	2.04	3.74	1.89	

从表 1 可以清楚地看出, 虽然三款奇瑞轿车没有匹配安全气囊, 但是由于三点式安全带的作用使得假人的伤害值远小于国家规定的范围, 尤其是假人大腿的受力。100%重叠率的正面碰撞的主要伤害机理是由于这种碰撞形式的车辆刚度较集中, 作用在车内乘员上强烈的冲击惯性力造成头部和胸部致命性伤害。

车辆前舱结构的设计对轿车前碰非常重要, 往往通过对前纵梁的优化以及对前舱进行合理的布置来得到最大的碰撞区域 (Crash-able Zone), 以此来吸收碰撞时的能量, 这样才不至于过多的能量通过牺牲乘员舱的生存空间来吸收。通过表 1 可以反映出三款轿车的车身设计比较合理, 能充分吸收碰撞时的大部分能量, 假人伤害值控制在了合理的范围内。

(2) 匹配安全气囊 100%正面碰撞

我们同时还进行了奇瑞轿车匹配安全气囊后按照 CMVDR294 进行的正面碰撞, 结果见表 2

假人伤害值（匹配安全气囊）			奇瑞车型 I	奇瑞车型 II	奇瑞车型 III	中国法规 （CMVDR294）
假人头部 HIC 值	驾驶员		347	466.0	343	≤1000
	乘员		595	311.0	359	
胸骨相对脊 柱压缩量 (mm)	驾驶员		/	49.4	52.39	≤75mm
	乘员		/	41.6	42.75	
胸部加速度 (g)	驾驶员		61.33	51.49	53.45	
	乘员		38.65	42.12	44.23	
假人大腿受 力(KN)	驾驶员	左腿	1.65	1.96	0.69	≤10KN
		右腿	4.64	3.97	1.42	
	乘员	左腿	5.94	5.91	5.54	
		右腿	1.92	3.28	3.19	

从表 2 可以明显看出三款轿车在加装安全气囊后, 假人头部 HIC 值明显减少。用美国 NCAP 对三款轿车进行星级评定后可知 (见图 3): 车型 I 驾驶员位置处于 3 星, 乘员位置处于 4 星; 车型 II 驾驶员位置处于 4 星, 乘员位置处于 5 星; 车型 III 驾驶员位置处于 4 星, 乘员位置处于 5 星。

可见, 加装安全气囊后, 对假人的保护进一步加强, 虽然安全带在碰撞过程中起到决定性的作用, 它能约束住假人在惯性力作用下撞上方向盘或仪表盘甚至是挡风玻璃, 但是安全气囊可以避免假人撞到车内坚硬物上造成更大的伤害。

(3) 匹配安全气囊 40% 正面碰撞

由于 40% 偏置碰撞也属于正碰的一种, 而且 40% 偏置碰撞在汽车碰撞事故中占有相当高的比例, 40% 重叠率的正面碰撞由于车辆只有一半结构参与碰撞, 碰撞中车体冲击加速度峰值较小, 但是这种碰撞形态下车身变形较大, 乘员室严重的侵入会造成车内乘员的伤害。40% 偏置碰撞对乘员约束系统无法充分评价, 但是对车身结构的考察却非常合理, 只有对白车身进行合理设计后才能减少在碰撞过程中的乘员室的侵入量。通过表 3 能清楚地反映奇瑞轿车按照 ECER94 进行正面碰撞试验的结果。

表 3

假人伤害值 (匹配安全气囊)			奇瑞车型 I	奇瑞车型 II
假人头部 HIC 值	驾驶员		209	319
	乘员		202	264
胸骨相对脊柱压缩量 (mm)	驾驶员		27.02	22.15
	乘员		39.61	43.06
胸部加速度 (g)	驾驶员		33.54	32.09
	乘员		26.58	27.54
颈部弯曲扭矩	驾驶员		37	39.81
	乘员		39.05	36.40
假人大腿受力 (KN)	驾驶员	左腿	2.02	1.26
		右腿	2.64	2.20
	乘员	左腿	3.33	2.53
		右腿	2.75	2.40

从表 3 可知: 奇瑞的这两款轿车在 40% 偏置碰撞中假人伤害值的各项指标大约为 100% 碰撞一半, 碰撞时产生的车体侵入并没有造成假人伤害值的过大, 这正是由于车型 I 和车型 II 出色的车身设计, 在碰撞过程中将碰撞的冲击能量合理地分散在了车身的其它部位, 再加上安全气囊的作用, 使得车内乘员的保护得到很大的改善。

我们结合美国 NCAP 来进行分析。车型 I 驾驶员位置处于 5 星, 乘员位置处于 5 星; 车型 II 驾驶员位置处于 5 星, 乘员位置处于 5 星。

(4) 车身结构

在以上所有碰撞过程中, 车门都未打开, 并且锁止系统也没有发生锁止情况; 碰撞后未使用任何工具即可打开所有车门, 很方便地就可以取出假人, 没有出现任何燃油泄漏现象, 车身

结构并没有发生任何异常现象。

4 总 结

我们通过对奇瑞轿车进行 CMVDR294 和 ECER94 试验后, 使我们对汽车碰撞安全有了更进一步的认识, 对工程上指导意义进一步加强, 体现在以下方面:

- (1) 奇瑞轿车不仅能完全满足中国法规的要求, 而且按照最严格的美国 NCAP 法规奇瑞轿车大部分可以达到 4 星级要求。
- (2) 对 CAE 整车碰撞模拟的验证有了现实根据, 通过试验和 CAE 模拟的比较, 可以增强 CAE 在今后碰撞模拟的准确度。
- (3) CAE 在分析了试验的基础上可以为车身设计部门提供更多的设计更改意见以其达到安全车身开发的目的。
- (4) 为其它部门提供参考, 例如可以建议转向系设计部门对方向盘的设计进行优化, 减少碰撞过程中方向盘对假人的伤害。

5 参考文献

1. 王冬梅等. 两种典型正面碰撞试验的研究. 汽车安全技术. 2004.6
2. 朱西产. 实车碰撞试验方法和评价指标. 世界汽车: 1998.5