

Research on Side Sled Test Method of Child Restraint System

Renjun Wan, Zhixin Liu, Qi Feng, Jian Yuan

China Automotive Technology and Research Center, Tianjin, China, 300162

Abstract: With the importance was attached to child occupant safety, regulations and laws of child restraints system was issued by different countries in recent years. In the technique requirement of existing laws, lot of which aimed to longitudinal impact tests. However, according to the new statistics data of traffic accidents, it shows that lateral impacts are still dangerous for children, especially for those sitting at the struck of side. Therefore, it is great importance to protection of child in side impact, but no procedure to test side impact performance of CRS has been agreed on yet in the world. In this paper, the existing several side impact test methods of ISO/TRL, TUB, ADAC, AS1754 and CREP are compared, the results of research will help us to understand the difference of these test methods and constitute our relevant laws as a valued reference.

Keywords: CRS; side impact; sled test

儿童约束系统侧面碰撞台车试验方法研究

万仁君, 刘志新, 冯琦, 袁健

中国汽车技术研究中心, 天津, 300162

摘要: 随着世界各国对儿童乘员安全问题的重视, 国际上发达国家相继颁布了儿童保护装置相关法规及测试标准, 在现有法规的技术要求中, 更多的是针对正面碰撞或者后面碰撞工况。然而最新交通事故统计表明, 侧面碰撞对儿童乘员的伤害致死率达到30%以上。因此儿童约束系统的侧面碰撞安全性不容忽视。但目前缺乏统一的儿童约束系统侧面碰撞台车试验方法。本文重点分析了欧洲的ISO/TRL, TUB, 澳大利亚AS 1754以及CREP的侧面碰撞台车试验方法的差异, 研究结果将有助于借鉴吸收先进国家对汽车儿童约束系统侧面碰撞安全性评价的动态试验方法, 为将来我国相关法规的修订提供一定的参考价值。

关键词: 儿童约束系统; 侧面碰撞; 台车试验

1 引言

随着近年来汽车保有量的迅猛增长, 道路交通安全问题日趋严峻, 交通事故造成的伤害不容小觑, 根据世界卫生组织2006年发布的《世界预防道路交通事故报告》称, 全世界每年约有120万人死于交通事故, 每天有3242人死亡。而国际交通安全机构统计表明, 在每10位死于交通事故的人中, 至少有1名是儿童。儿童虽然不是交通死亡的主体, 但他们是道路交通安全中的弱势群体, 交通事故已成为导致14岁以下儿童死亡的主要原因之一。

汽车儿童约束系统是交通事故中保护儿童乘员的乘车保护装置, 随着世界各国对儿童乘员安全问题的重视, 国际上发达国家相继颁布了儿童保护装置相关法规及测试标准, 如欧洲 ECE R44、美国FMVSS 213、日本JIS D0401、澳洲 AS (AS 1754, AS3629)等。预计

明年我国也将颁布机动车儿童乘员用约束系统。根据美国NHTSA2003年的一项调查, 正确使用儿童约束系统能够极大地降低儿童在交通事故中的伤亡率。

在现有法规的技术要求中, 更多的是针对正面碰撞或者后面碰撞工况。目前仅有澳大利亚有关于儿童约束系统的侧面碰撞安全性的法规要求。然而根据最新交通事故统计发现, 侧面碰撞对儿童乘员的伤害率达到30%以上。因此儿童约束系统的侧面碰撞安全性不容忽视。目前欧洲正在酝酿增加儿童约束系统侧面碰撞要求, 但由于目前就儿童约束系统侧面碰撞台车试验方法未达成一致而被耽搁^[1,2,3,4]。因此本文重点分析了欧洲的ISO/TRL, TUB, ADAC, 澳大利亚AS 1754以及CREP的侧面碰撞台车试验方法的差异, 并对各自的试验条件、采用的假人及其伤害指标、侧碰模拟门板形式等侧碰动态试验内容进行了对比研究。研究结

果将有助于借鉴吸收先进国家对汽车儿童约束系统侧面碰撞安全性评价的动态试验方法,为将来我国相关法规的修订提供一定的参考价值。

2 实车侧面碰撞试验数据分析

为了分析儿童乘员侧面碰撞的试验条件,首先分析了被业界广泛认可的实车侧面碰撞试验条件,在侧面碰撞试验中,最主要的伤害来自于侧面结构的侵入变形对乘员造成的冲击伤害,侵入可以用侧面结构的侵入量以及侧门的侵入速度来表征。考虑到儿童约束系统主要安装在汽车的后排,图1是根据ECE R95试验方法做的样品车后门的侵入量与时间变化曲线,从图1看出,1995年以后生产的车型比以前生产的车型后门的侵入量要小,并且后门侵入量要小于前门的侵入量;后门最大侵入量变化范围在170mm至280mm之间。车门侵入速度由侵入量积分计算获取。如图2所示。我们发现后门的侵入速度在7m/s到13m/s之间。这些数据是制定侧面儿童约束系统台车试验的基础,并被广泛应用在各试验机构的侧面儿童约束系统试验条件。

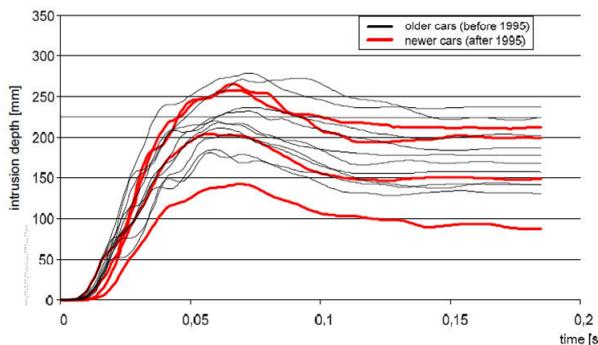


Figure 1. Rear door intrusion depth in side impact tests

图1. 侧面碰撞中后门侵入量

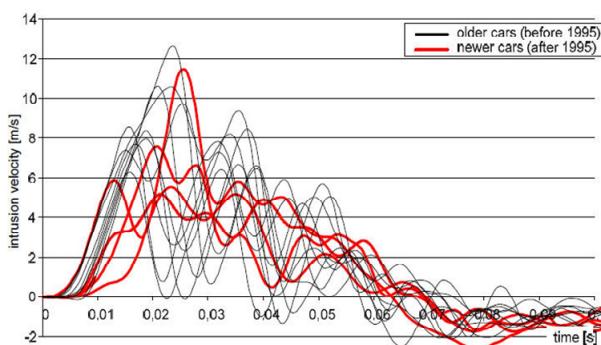


Figure 2. Rear door intrusion velocities in side impact tests

图2. 侧面碰撞中后门侵入速度

3 各种侧面碰撞试验方法分析

目前对儿童约束系统的动态评价主要集中在正面碰撞和后面碰撞,对于侧面碰撞只有澳大利亚具有相应标准,欧洲目前也正在酝酿增加儿童约束系统侧面碰撞要求,但由于目前就儿童约束系统侧面碰撞台车试验方法未达成一致而被耽搁。本节重点分析了欧洲的ISO/TRL, TUB, ADAC, 澳大利亚AS 1754以及CREP的侧面碰撞台车试验方法的差异,并对各自的试验条件、采用的假人及其伤害指标、侧碰模拟门板形式等侧碰动态试验内容进行了对比研究。

3.1 ISO/TRL 试验方法

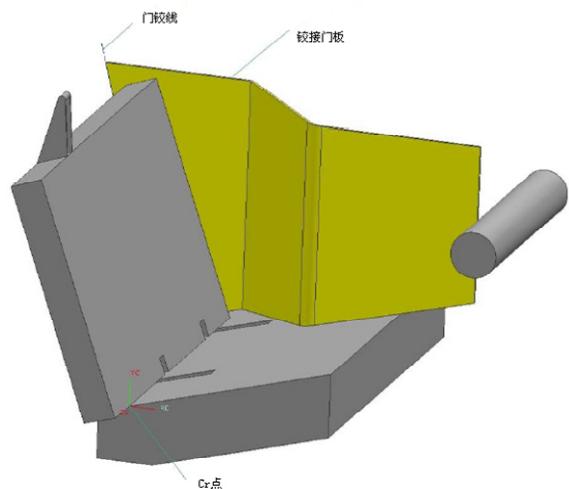


Figure 3. Seat bench construction with panel of ISO/TRL
图3. ISO/TRL试验座椅与模拟门

ISO/TRL规定的试验条件对台车加速度,侵入量与侵入速度的模拟,以及模拟铰链门的几何特性,如门板的高度以及与CRS的相对位置关系等进行了规定。如图3。具体要求如下:

侵入速度范围: 7-10m/s;

侵入量(深度): 250mm;

台车加速度峰值范围及速度变化: 10-15g;
25km/h;

模拟门板高度: 500mm;

模拟门与CRS中心线距离: 300mm

对于后向安装模拟门的角速度: $13 \pm 1 \text{ rad/s}$;

碰撞角度: 90度

评价要求包括假人头部不能与模拟门接触;具体测量指标包括头部HIC以及胸部压缩量以及颈部力与力矩。

3.2 TUB 试验方法

TUB试验方法是由柏林工业大学1999年开始开发的,它与ISO/TRL的主要差别在于模拟门板的形状(它采用平板作为模拟门,平且平板上覆盖有规定好材料的垫子)以及门板的定位,以及其加速度波形要求峰值较高,但持续时间较短;此外,其安全带固定点以及ISOFIX下固定点的位置均可进行调整至与实车情况一致。相应的侧面碰撞试验条件要求如下所示,具:

侵入速度范围: 7-10m/s;
侵入量(深度): 250mm;
台车加速度峰值范围及速度变化: 10-16g;
25km/h;

模拟门板高度: 500mm;
模拟门与CRS中心线距离: 300mm
车门窗下部与CRS中心线距离: 380-390 mm;
车门窗与水平面夹角72度;

碰撞角度: 90度

评价要求包括假人头部碰撞过程中不能与模拟门接触; CRS对假人头部具有保护作用。具体测量指标包括头部HIC以及胸部压缩量以及颈部力与力矩。

3.3 ADAC 试验方法

ADAC试验方法与其它试验方法有较大不同,它采用将CRS装置在白车身上进行试验,而非其它的专用座椅上,并且其碰撞角度为80度与一固定门相撞,因为80度侧向碰撞会增大头部在前向的运动幅度,因此该种方法很难保证对头部运动量的保护,并且该种方法无法门的侵入量进行模拟。台车加速度峰值要求为15g,速度变化为25km/h;

3.4 澳大利亚标准 AS1574 试验方法

该标准对儿童约束系统侧面碰撞要求做两种台车试验,一种是将CRS装置在专用座椅上,固定在台车上,碰撞角度为90度,但无模拟门,用来评价儿童假人在横向碰撞过程中的保护情况;另外一种碰撞角度同样是90度,但增加了侧向门的模拟,这种方法用来评价CRS对儿童假人头部运动保持能力。具体装置见图4所示:

其具体试验条件主要包括:

台车加速度峰值: 14g;
速度变化: 32km/h;
模拟门采用刚性门板,上边覆盖特定吸能材料;
评价假人: TNO P系列假人以及Taru Theresa假

人;

评价指标主要包括:
假人的头部、颈部以及胸部伤害指标;
CRS的保持能力;
对假人头部运动的保护能力;
调节件是否破损;
CRS刚性件是否破裂;



Figure 4. Test equipment of AS1754
图4. AS1754侧面碰撞台车装置

3.5 澳大利亚 CREP 试验方法

CREP (Child Restraint Evaluation Program) 是澳大利亚消费者协会联合NSW RTA, NRMA以及RACV实施的对儿童约束系统的一种测试评价方法,该组织旨在为消费者购买儿童座椅时提供最详实的指导,该种试验方法是基于澳大利亚标准方法,但试验条件又高于标准要求;就侧面碰撞而言,同样包含两种试验形态,一种是90度侧面碰撞,另外一种是66度侧面碰撞(以前是45度侧面碰撞),两种方式都要求带有固定的模拟车门,试验条件与AS1574相同,但评价指标较AS1574更丰富,主要包括:

头部向上以及向后运动位移量;
CRS对头部的保持作用;
头部不能与侧门结构接触;
带扣开启力;

3.6 上述方法总结

ISO/TRL试验方法给出了比较相信的试验条件,包括根据数据统计得出的加速度以及速度变化范围,模拟车门侵入量以及侵入速度的引入,但该种方法主要应用于后向安装的CRS,对于前向安装的CRS需要改变铰接门的设计,而且目前对于前向安装的设计还

缺乏试验验证；而TUB试验方法的主要问题存在于其目前难以对前向安装CRS最恶劣情况的试验进行评测；ADAC试验方法中头部合成加速度采用32g和76g进行考核，低于32g，即认为结果很好，而高于76g即认为结果比较差，然而其它几中评价方法（采用铰接门）中头部加速度却很少低于100g，因此说明ADAC试验方法的碰撞轻度过低；相比而言，澳大利亚AS1754以及CREP试验方法及评价较为成熟，但碰撞强度（速度变化）与欧洲试验方法差异较大，且模拟门没有模拟侵入量。

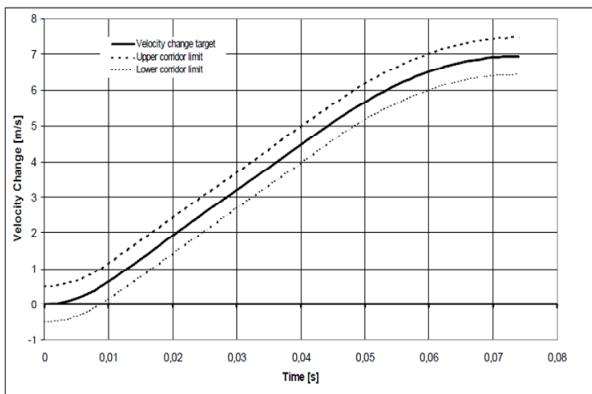


Figure 5. Velocity change corridor of sled
图5. 侧面碰撞中台车速度变化

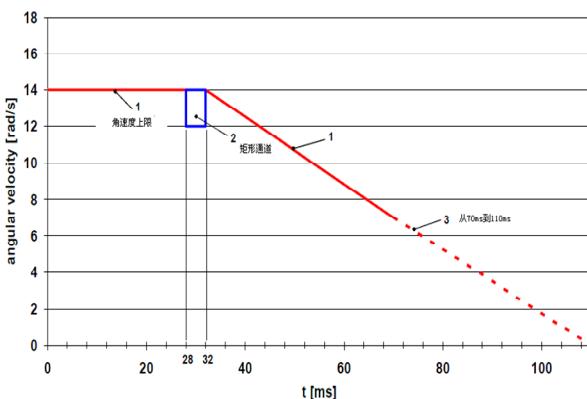


Figure 6. Hinged panel angular velocity
图6. 铰接门角速度

目前欧洲对侧面碰撞台车碰撞强度以及铰接门的运动角速度基本达成以下一致：台车的速度变化为25km/h，铰接门的角度总变化不超过25度且角速度不超过14rad/s并对角速度曲线进行了规定以及门的侵入保持在250mm左右。分别如图5-6所示。

4 结束语

侧面碰撞是造成儿童乘员伤害的重要伤害形式，世界各国纷纷开始着手研究并制定相应的儿童约束系统侧面碰撞法规，但目前为止尚无统一的试验方法，本文通过分析比对欧洲以及澳洲的相应的试验方法，主要通过试验条件、评价指标分析比较了各试验方法的异同点。尤其是碰撞条件的选取，碰撞加速度以及车门侵入量以及侵入速度的分析，包括试验波形、模拟门形状以及运动曲线的规范，采用的假人及其伤害指标、侧碰模拟门板形式等侧碰动态试验内容进行了对比研究。研究结果将有助于借鉴吸收先进国家对汽车儿童约束系统侧面碰撞安全性评价的动态试验方法，为将来我国相关法规的修订提供一定的参考价值。

目前中国的儿童约束系统法规标准尚未正式颁布，且报批稿未加入侧面碰撞动态试验评价，但是我们已经开始进行相关的研究，加入侧面动态评价方法将是大势所趋。对相关国际标准技术内容的研究分析帮助完善我国的汽车安全标准体系，更好地促进汽车的相关技术发展。

References (参考文献)

- [1] Julie Brown, Michael Paine. Assessing child restraint performance using child dummy response. Proceedings of impact biomechanics conference 2001, Institution of engineers Australia, August 2001.
- [2] Li Yu, Liu Jingsen. Road vehicles — Sled test method to enable the evaluation of side impact protection of child restraint systems Mechanism and Improvement of Direct Anonymous Attestation Scheme[J], *Journal of Henan University*, 2007, 37(2), P195-197 (Ch).
- [3] International organization for standardization (ISO); Road vehicles-child restraint systems—"Side impact test method"; ISO/DIS 14646; SIS, Sweden, 2004
- [4] Leclaire, M. "Nordic analysis of the side impact method given in N453"; ISO TC22/SC12 WG1 document 685, 2004