

Research On the New SID-II's Side Dummy

Li Xiangrong¹, Liu Zhixin¹, Wang Kai¹

(1.China Automotive Technology & Research Center)

Abstract: The NHTSA edit the American rule FMVSS214(side impact protection) in 2007. The 5 percent adult female crash test dummy(SID-II's) is added in the final FMVSS214. Small female will be hurt more seriously in the traffic accident, so it is necessary to add the SID-II's dummy in the new vehicle safety assessment. The new SID-II's dummy's structure and performance of biologic mechanics are described and analysed. The difference between different size of SID-II's dummy is also described. We can see that the SID-II's dummy is very particular and can be improved.

Key words: Side Impact, Dummy, SID-II's, EuroSID-2

最新侧碰假人 SID-II's 技术状况分析

李向荣¹, 刘志新¹, 王凯¹

(1.中国汽车技术研究中心, 天津, 300162, dragon_lxr@163.com, Tel: 022-84771877 Fax: 022-24375350)

摘要: 2007年NHTSA对美国法规FMVSS214(侧碰撞保护)进行了修订, 修改后的FMVSS 214 增加使用代表第5百分位成年女性的侧碰假人(SID-II's)。实际交通事故中身材较小的女性所受伤害往往较重, 原来的标准对此关注不够, 所以引入SID-II's型假人进行车辆安全性评价很有必要。本文通过对最新的SID-II's假人结构及生物特性的分析, 阐述其与其它类型侧碰假人的异同。通过分析可以看出SID-II's结构较为独特, 技术性能还有待提高。

关键词: 侧面碰撞, 假人, SID-II's, EuroSID-2

1 引言

为检测车辆侧面乘员保护的安全性能, 各国制定了各自的侧面碰撞安全法规。不同的法规除了试验方法、试验条件有区别外, 在试验中使用的侧碰假人也不尽相同。目前世界各国侧碰法规中主要用到两种类型的假人, 一种是以美国法规为代表的美国侧碰假人SID, 另一种是以欧洲法规为代表的侧碰假人Euro SID, 这两种假人本身的结构有较大区别, 评价指标也不相同。欧洲法规中考核假人头部、胸部、腹部及骨盆的伤害, 原来的FMVSS 214(侧碰撞保护)中主要测量侧碰假人胸部和骨盆的数据。随着侧面碰撞研究的深入, 人们发现在真实交通事故中, 乘坐后排身材矮小的女性及儿童往往受伤较为严重。在前面提到的不同法规体系中, 用到的假人类型虽然不同, 但身材比例都属第50百分位男性假人, 无法评价车辆对身材相对矮小的女性人群的保护情况。正是基于这种原因, 新的美国法规FMVSS 214增加使用代表第5百分位成年女性的侧碰假人(SID-II's)的要求, 在试验中同时使用代表第50百分位成年男性的Eurosid-2re型侧碰假人。

修改后的FMVSS 214法规进行两种类型的侧面碰撞试验, 如图1所示。一种是可变形移动壁障侧面碰撞试验, 质量为1356Kg的移动壁障以33.5mph(53.9km/h)的速度撞击试验车辆, 移动可变形壁障前进运动方向与试验车辆中心线成63°夹角, 移动可变形壁障的所有车轮与移动可变形壁障中心线之间夹角为27°, 变形壁障垂直接触试验车辆; 另一种是侧面撞柱试验, 试验车辆以20mph(32 km/h)的速度撞击直径254mm(10 英寸)的刚性碰撞柱, 试验车辆横向推进, 车辆移动方向与车辆纵向中心线在碰撞试验时成285(或75)度。在新的FMVSS214法规中增加和加严有关假人伤害的要求和指标, 对范围更加广泛的车辆乘员提供更高的头部、胸部和骨盆的保护水准。

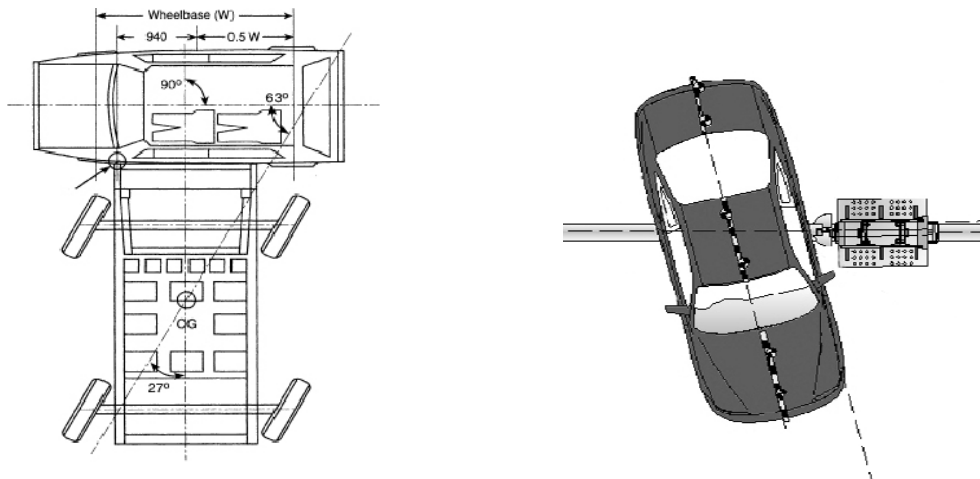


图1 FMVSS 214法规碰撞试验形式示意图

2 SID-II_s假人开发背景

由于交通事故中身材较小的女性所受伤害往往较重，尤其是气囊打开时受到的冲击，将比普通人大很多。在以往的侧面碰撞试验中用到的都是成年男性侧碰假人，无法提供女性伤害指标的评价。为了测量相关的数据，1993年美国汽车研究委员会（OSRP）就提出开发一种新的小型假人，随后协同假人制造公司通过大量的试验开发出了通用的SID-II_s型女性假人。如图2所示，SID-II_s假人总重为44.5kg，垂直坐高790mm。假人头部、颈部、肋骨、腹部、骨盆及腿部均可安装相应传感器，测量碰撞过程中变形、力和加速度信号，最多可达到100多个采集通道。SID-II_s假人在开发中先后出现了几个版本，最早的SID-II_s FRG型假人，之后在SID-II_s FRG基础上改进的SID-II_s C版和SID-II_s D版侧碰假人。美国IIHS的试验程序中应用的是SID-II_s C版，最新的FMVSS 214的试验程序中应用的是SID-II_s D版。

图2 SID-II_s 侧碰假人表1 SID 和 SID-II_s C 版的质量参数

年份	SID-II _s 的开发	质量	SID (kg)	SID-II _s C (kg)
1994	开始研制	头部	4.5	3.67
1995	Alpha prototype 版	颈部	0.86	0.91
1998	Beta+ prototype 版	上躯干	29.6	12.20
2000	Production level	下躯干	16.7	12.50
2002	SBL C specified in IIHS test	腿部总成	25.0	15.24
2004	FRG NPRM	总重	76.66	44.52
2006	SBL D Final Rule issue			

2007年NHTSA对美国法规FMVSS 214（侧碰撞保护）进行了修订。修改后的FMVSS 214 增加使用代表第5 百分位成年女性的假人（SID-II_s），并且发布关于SID-II_s假人的PADI（组装检查）文件，文件中包含了与假人试验相关的组装、拆解、调整和标定等内容。与之前的FMVSS 214中对SID假人伤害指标评价不同，修改后的法规对乘员伤害做出更多的规定，SID-II_s假人伤害指标如下：HIC₃₆小于1000，下脊椎合成加速度小于82g，侧向骨盆力小于5100N，其中骨盆力等于髋关节力与髌骨力的和。

3 SID-II_s假人的结构特性

SID-II_s型侧碰假人的头部和颈部是基于Hybrid III 5百分位女性假人头部和颈部设计的，同时被赋予侧碰时女性假人的仿

真特性。其结构、性能及传感器的安装与我们已经普遍了解的ES2型侧碰假人有很多相似之处，在此不再赘述。SID-II_s结构上的特点主要体现在上躯干、肋骨、骨盆等部位的改进，下面就这几个地方进行讨论分析。

3.1 肩部结构

在侧碰试验中，撞击侧车身的变形的过程中会接触到假人身体的各个部位，最先受到冲击的是肩部、肋骨、骨盆等位置。在ES-2型侧碰假人中，肩部安装了力传感器，可以测量碰撞中肩部载荷的数据，但是无法获得肩部的移动情况。另外，随着侧气囊及侧气帘的广泛应用，在侧碰试验中气囊展开时最先接触的假人身体部位之一就是肩部，所以获得更多的肩部信号是很有必要的。因此与其它侧碰假人不同，SID-II_s型假人设计了肩部肋骨的结构。如图3所示，肩部肋骨上装有一个位移传感器，用以测量在侧面碰撞发生时，假人的肩部在撞击方向上发生的伸缩量。与此同时，在肋骨的移动方向上装有限位块以保护传感器。

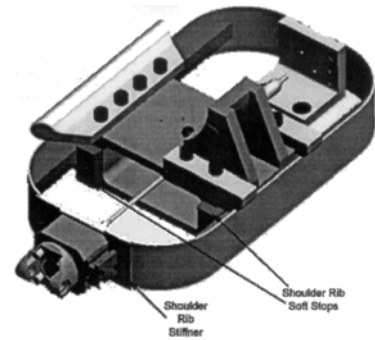


图3 肩部肋骨结构

3.2 上躯干结构

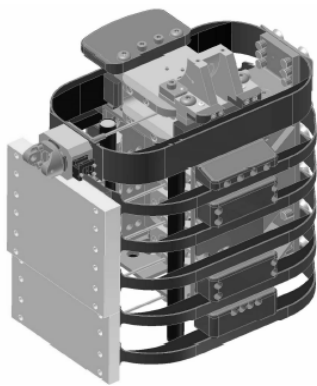


图4 SID-II_s 肋骨结构

SID-II_s型侧碰假人的上躯干与ES-2型侧碰假人有很大的区别，主要体现在胸部及腹部的结构及测量信号。ES-2侧碰假人的胸部和腹部是完全不同的两个部分。ES-2的胸部有三根肋骨，肋骨钢板较宽，其上安装加速度传感器及位移传感器，主要关注在碰撞发生过程中肋骨的位移量。ES-2假人的腹部装有三个力传感器，用三个传感器信号的代数和表示腹部所受的冲击力。SID-II_s型假人的上躯干结构如图4所示，共由五根肋骨模块构成，分别装有位移传感器以测量碰撞过程中躯干各个位置的伸缩量。SID-II_s型假人没有腹部力传感器。

3.3 骨盆结构

与ES-2型侧碰假人不同，SID-II_s型假人在骨盆结构上做出重大改动。ES-2假人的骨盆中安装有力传感器测量碰撞中耻骨力的大小。从生物力学的角度上来讲，ATD研究机构认为后排女性假

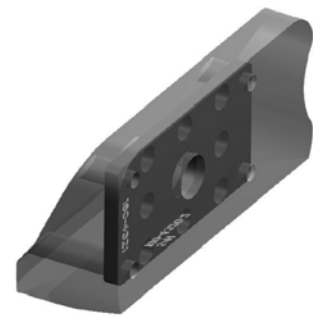


图5 SID-II_s假人骨盆髌骨翼板

人在侧碰中所受伤害用髌关节力与耻骨力的和来描述更能反映真实情况。所以SID-II_s假人的骨盆部分做出适合测量髌关节载荷的结构改进，增加了髌骨翼板结构，如图5所示，在增加翼板的同时也加装了髌骨力传感器。由于骨盆结构的改变，耻骨力传感器也做出相应的改变。此外，在SID-II_s型侧碰假人的标定试验中也制定了新的针对骨盆的标定程序。

4 SID-II_s型假人发展现状

4.1 仿生学性能

假人开发过程中重要的指标就是它的生物仿真特性。新的侧碰假人既要根据需要作出种种改进，又要与在用的假人生物力学特性保持一定程度的一致。图6给出了SID-II_s侧碰假人在开发阶段进行的生物力学特性对比。从图中我们可以看出，SID-II_s型假人与SID、ES-1、BioSID型假人相比，头部得分，胸部得分，腹部得分，骨盆得分以及总体得分都相对较高，尤其是腹部得分，这说明SID-II_s型假人头部、胸部、腹部及骨盆部位的特性都与真实的5百分位成年女性特性相近，能够很好的反映5百分位成年女性在侧碰试验中所受到的伤害。相对而言SID-II_s颈部得分较低，与真实5百分位成年女性颈部指标相差较大，这也为下一版的SID-II_s型假人的改进提出了方向，可以通过改变结构或者材料等手段，使假人更能真实地反映在实际碰撞中所受到的伤害。

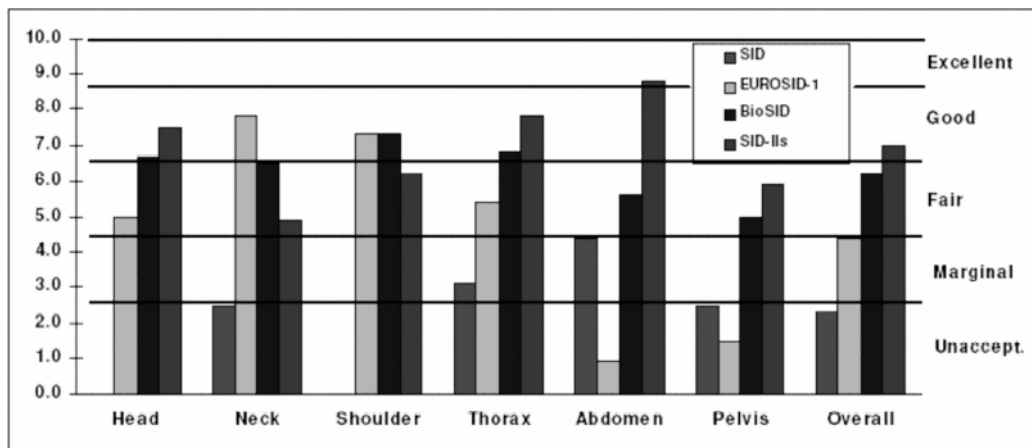


图6 不同类型侧碰假人仿生特性比较

4.2 SID-II假人现行版本及存在问题

2002年IIHS机构与加拿大交通部出台了一套SUV侧碰试验程序并相应开发了SID-II C版假人，一直沿用至今。

2007年NHTSA对美国法规FMVSS214(侧碰撞保护)进行了最终修订,修改后的FMVSS 214 决定使用SID-II D版假人。原因是SID-II D版假人的结构设计以及伤害指标更接近于真实情况,具备更好的生物仿真特性。

下面就目前应用较广的C版和D版结构上进行一下对比:

1) 撞击侧的能量吸收泡沫连接方式有所不同,如图8所示, SID-II C版中是每块泡沫只有一套尼龙扎带连接,而D版中为对应每根肋骨一套塑料扎带连接;

2) 背板形状改变,如图7所示, D版在肋骨末端增加了肋骨位移限位器(最大行程为63mm),并增加了肩部位移限位装置;

3) SID-II D阻尼材料的高度增加到与肋骨的钢铁部分相称,厚度减薄以获得更佳生物力学特性;

4) SID-II D肋骨导向的连接机构的位置的形状发生了改变,肋骨导向的半径增加;

5) SID-II D胸板的几何形状改变,宽度减小,厚度增加;

6) SID-II D髌骨和髌骨的形状和重量发生改变;

同时为了更好的满足法规FMVSS214, SID-II D版假人在结构设计和如何更好的标定方面仍有很多可以改进的地方。比如说在每项标定中都有严格的撞击速度要求,如何规定更有效的速度范围,更好的获得假人生物力学特性。此外髌骨的材料以及结构和安装方面还有很多设计问题有待解决。

综上所述, SID-II C版和D版是IIHS和NHTSA机构分别针对各自的试验内容开发的侧碰试验假人,虽然同属SID-II系列,但是由于指标以及要求的不同在结构上不尽相同,这也直接导致假人性能的差异。SID-II C版和D版的协调工作也正在进行中,如何对假人做出适当的调整是目前面临的问题。

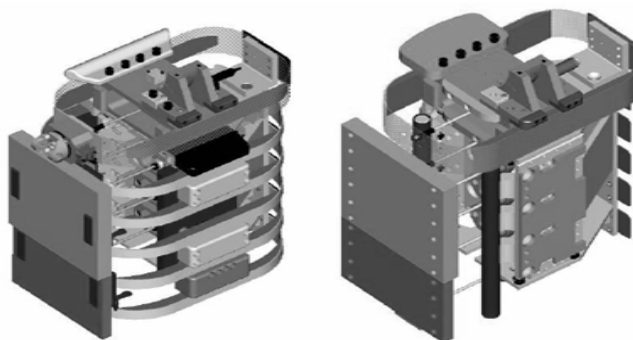


图7 SID-II假人C版和D版胸部模

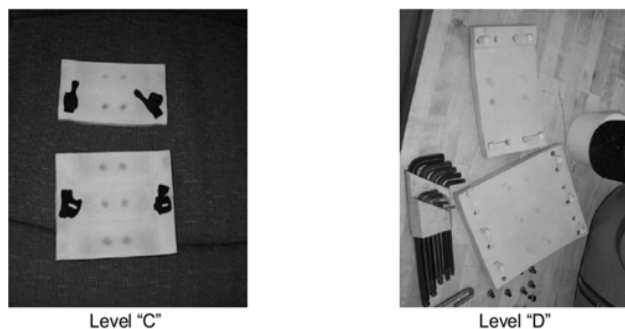


图8 SID-II假人C版和D版撞击侧泡

5 国内侧碰法规中假人的发展趋势

2004年起我国开始制定《侧面碰撞乘员保护》强制性标准，并于2006年7月1日在国内正式实施。由于我国采用ECE法规体系，所以在制定标准时使用Euro SID型侧碰假人，而不是美国的SID假人。同时在我国侧碰法规参考了欧洲ECE R95的最新内容，允许使用ES-1或ES-2型侧碰假人。SID-IIs的研发主要是考虑到美国法规的发展跟进，目前除美国之外的大多数国家普遍使用的是EuroSID-2侧碰假人。在最新的美国FMVSS214法规中，侧面碰撞试验前排使用 ES-2re型假人，后排使用SID-IIs型假人，将这一新型假人的运用提到日程上来。我国出口美国的汽车也将遵循FMVSS214法规，使用SID-IIs型假人进行试验。

6 结论

本文通过对SID-IIs假人的结构和生物力学特性进行介绍，以及SID-IIs假人与欧洲通用的ES2假人的结构及指标对比，并将现有的SID-IIs C版和D版进行比较。可以得出以下结论：

- 1) SID-IIs假人是一种对身材较小的女性以及13岁左右的儿童在侧碰中受到的伤害进行试验的假人，具有很强的实际意义；
- 2) 由于针对的对象，以及关注的指标不一样，SID-IIs假人与ES2假人在结构及测量指标上有很大不同；
- 3) SID-IIs型假人与SID、ES-1、BioSID型假人相比生物力学特性较好；
- 4) SID-IIs C版和D版在结构上略有不同。

参考文献

- [1] SID-IIs Biofidelity Paper, November 2-4, 1998
- [2] Procedures for Assembly, Disassembly, and Inspection of the SID-IIs Side Impact Crash Test Dummy, NOVEMBER 2004
- [3] SIDIIs -D Modifications, DENTON, 2008
- [4] Side Impact Regulatory Information, April 27, 2008
- [5] Denton SID-IIs Development - Beijing, China Seminar, May 2008