

Research On Neck Calibration Of ES-2 Dummy

Hu ZHOU^{1,2}, Xi LAN^{1,2}, Bo WEI^{1,2}

¹State Key Laboratory of Vehicle NVH and Safety Technology, Chongqing, 401120,

²Chongqing Changan Automobile Co. Ltd, Chongqing, 401120,

Email: weibo@changan.com.cn

ABSTRACT : The response of a crash test dummy is a very important index for evaluating the occupant-protecting ability of a vehicle. ES-2 dummy use in GB、U-NCAP Side Impact Protection. Neck is a important part to connect Dummy head and torso , neck performance directness influence head performance There are many factors that affect the ES-2 dummy neck performance test, this paper mainly through the summary and analysis of the results of calibration of ES-2 dummy neck .ES-2 dummy neck were studied. Through the research, the method of adjustment factors were offered valuable reference calibration study later summarized as ES-2 dummy neck.

KEYWORDS: ES-2 Dummy; Calibration; Influencing Factors

ES-2 假人颈部标定的研究

周虎^{1,2} 魏波^{1,2} 兰玺^{1,2}

¹汽车噪声振动和安全技术国家重点实验室, 重庆,中国,401120

²重庆长安汽车股份有限公司, 重庆,中国,401120

Email: weibo@changan.com.cn

摘要: 碰撞测试假人的响应, 是实车碰撞中评判车辆碰撞安全性的一个重要指标。在国标、美标相关的侧面碰撞试验规程中, 都采用 ES-2 假人。ES-2 假人颈部作为连接假人头部与上躯干的重要部位, 它的响应性能直接影响头部的响应情况。影响 ES-2 假人颈部性能检测的因素有很多, 本文主要通过 ES-2 颈部标定时结果的总结及分析, 对 ES-2 假人颈部标定的因素进行了研究。通过研究, 对影响因素的调整方法进行了研究总结为以后的 ES-2 假人颈部标定提供了参考价值。

关键词: ES-2 假人; 标定; 影响因素

1 引言

在实际交通事故中, 人体受伤的部位不只是头部、胸部和腿部, 颈部伤害同样也是主要伤害之一, 在发生的这些交通事故中, 其一辆车的正面撞击另外一辆车的侧面的情况经常发生。发生该工况时侧面被撞击车辆内部的乘员头部和颈部会向撞击侧甩动, 在这一过程中一旦颈部甩动导致乘员头部受到伤害, 轻者影响躯干活动功能, 重者直接危及人类生命。而在假人颈部标定中是以颈部弯曲角度为参考评价的, 所以假人颈部组件的响应性能直接影响到头部伤害。所以本文就从 ES-2 假人颈部的标定试验中来研究假人颈部的响应性能。

2 ES-2 假人颈部标定

2.1 标定方法

主要是将假人的颈部、头部模型组件安装在颈部标定台摆臂上面, 在摆臂的撞击端安装有可以压缩变形的蜂窝铝, 当摆臂以一定的高度自由降落撞击压缩蜂窝铝时, 通过角度传感器和加速度传感器测量得到的这一过程中假人颈部的响应性能是否满足颈部标定的要求。



Figure 1.Dummy Dynamic Calibration Picture

图 1.假人动态标定示意图

2.2 标定结果要求

在 ES-2 假人颈部标定中有多项结果数据需要进行采集并进行评价。具体参数指标见下图。

NHTSA Corridor		SAE Corridor			Other Corr			
	Description	TestPoint	Unit	LowerLimit	Value	UpperLimit	Units	Results
1	Velocity	0		3.30	3.39	3.50	m/sec	Pass
2	Pend Velocity Curve Upper Limit	1	mSec	N.A.	Pass.	0.00	m/sec	Pass
3	Pend Velocity Curve at	3	mSec	N.A.	Pass.	- .25	m/sec	Pass
4	Pend Velocity Curve at	14	mSec	N.A.	Pass.	-3.20	m/sec	Pass
5	Pend Velocity Curve Lower Limit	0	mSec	-.05	Pass.	N.A.	m/sec	Pass
6	Pend Velocity Curve at	2.5	mSec	-.37	Pass.	N.A.	m/sec	Pass
7	Pend Velocity Curve at	13.5	mSec	-3.70	Pass.	N.A.	m/sec	Pass
8	Pend Velocity Curve at	17	mSec	-3.70	Pass.	N.A.	m/sec	Pass
9	Max Headform Flexion	0		49.00	53.70	59.00	degree	Pass
10	Time of Peak Headform Flexion	0		54.00	59.28	66.00	mSec	Pass
11	Max Neck Orientation at Fore A*	0		32.00	34.25	37.00	degree	Pass
12	Time of Peak Orientation at Fore A*	0		53.00	58.88	63.00	mSec	Pass
13	Max Neck Orientation at Fore B*	0		29.49	31.85	31.99	degree	Pass
14	Time of Peak Orientation at Fore B*	0		54.00	60.08	64.00	mSec	Pass
15	Temperature	0		18.00	20.70	22.00	degC	Pass
16	Humidity	0		10.00	52	70.00	%	Pass

Figure 2. Result Of Calibration

图 2.标定结果

3 影响因素的研究

主要针对在使用标定耗材满足标定相应法规的要求下，对出现的标定结果数据不满足标定要求的影响因素、调整方法的研究。

3.1 速度曲线的研究

颈部标定过程中标准的速度曲线见下图：

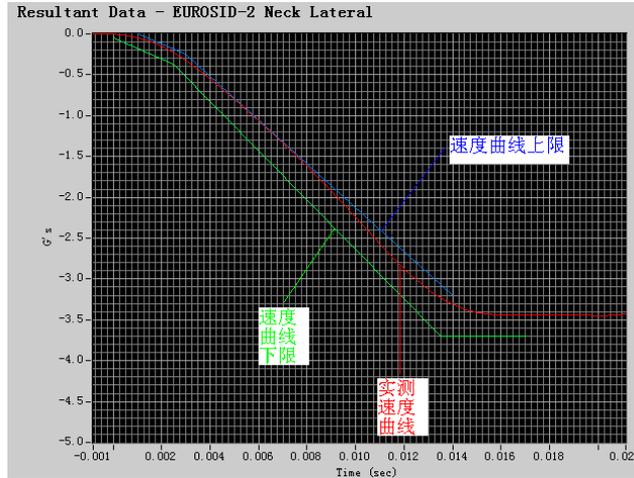


Figure 3. Standard Velocity Curve

图 3. 标准速度曲线

3.1.1 前期曲线异常

在标定过程中出现后期数据异常的曲线（见下图），说明在标定过程中使用到的蜂窝铝的硬度偏软，导致采集到的速度曲线在蜂窝铝被压的中间靠上的时段超过了速度曲线的上限。

调整方法：出现这种情况后应该在其他条件不变的前提下，在标定过程中应该在剪好的标定用蜂窝铝的方格中根据实际情况适当的增加额外的蜂窝铝，具体增加的蜂窝铝格数应该根据实际情况而定。

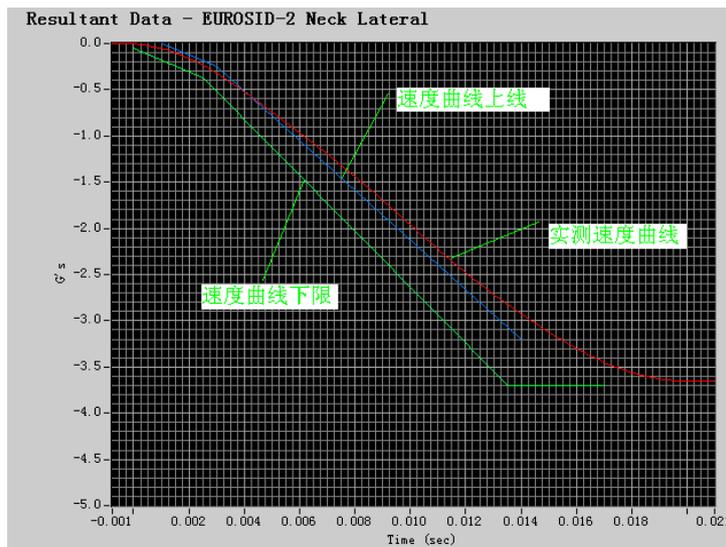


Figure 4. Prophase Singularity Velocity Curve

图 4. 前期异常速度曲线

3.1.2 后期速度曲线异常

在标定过程中出现前期数据异常的曲线（见下图），说明在标定过程中使用到的蜂窝铝靠近下边缘的硬度偏硬，导致采集到的速度曲线超过了速度曲线的上限。

调整方法：出现这种情况后应该在其他条件不变的前提下，将标定用的蜂窝铝人为的“破坏”——用剪刀将蜂窝铝的方格剪小口，具体剪几个口及口的深度应该根据实际情况而定。

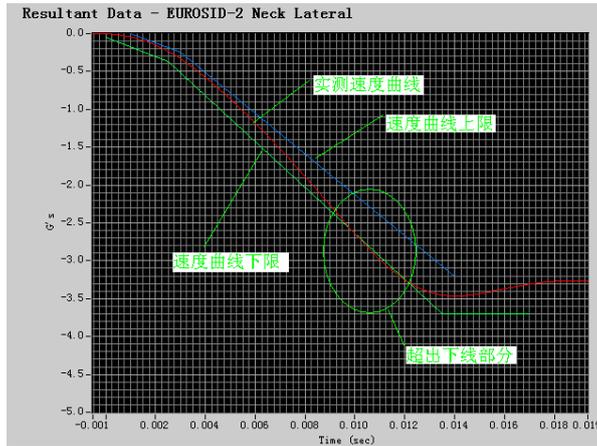


Figure 5. Evening Singularity Velocity Curve

图 5. 后期速度曲线异常

3.2 颈部标定过程中电位计 B 曲线的研究

在标定中，电位计 B 采集到的角度曲线（见下图）应该满足下列要求：

- 1) 采集到的参与评价的角度曲线数值范围是：29.49° ~ 31.99° ；
- 2) 达到最大角度时的时间范围应该是： 0.054s~0.064s；

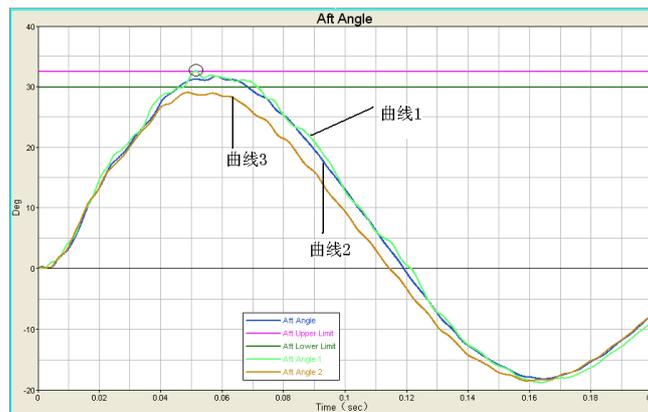


Figure 6. Goniometer B Data Curve

图 6. 角度计 B 数据曲线

上图中的曲线 2 为标定过程中满足要求的数据曲线，该曲线的时间参考值为 0.054 秒~0.064 秒。

过程中采集到的该电位计的数据曲线为图中曲线 1 的形势，说明该数据曲线不满足标定要求。造成这结果的原因主要有以下几点：

- 1) 标定之前假人颈部的扭力值没有按照要求打，打的扭力值偏小；
- 2) 标定使用的蜂窝铝偏硬，在标定过程中应该在剪好的表顶用蜂窝铝的方格中根据实际情况适当的破坏蜂窝铝的方格；
- 3) 假人的颈部偏软；
- 4) 标定之前未调整该传感器的零漂；

过程中采集到的该电位计的数据曲线为图中曲线 3 的形势，说明该数据曲线不满足标定要求。造成这结果的原因主要有以下几点：

- 1) 标定之前假人颈部的扭力值没有按照要求打，打的扭力值偏大；
- 2) 标定使用的蜂窝铝偏软，在标定过程中应该在剪好的标定用蜂窝铝的方格中根据实际情况适当的增加额外的蜂窝铝；
- 3) 假人的颈部偏硬；
- 4) 标定之前未调整该传感器的零漂；

3.3 颈部标定过程中电位计 A 曲线的研究

在标定中，电位计 A 集到的角度曲线（见下图）该满足下列要求：

- 1) 采集到的参与评价的角度曲线数值范围是： $32^{\circ} \sim 37^{\circ}$ ；
- 2) 达到最大角度时的时间范围应该是： $0.053s \sim 0.063s$ ；

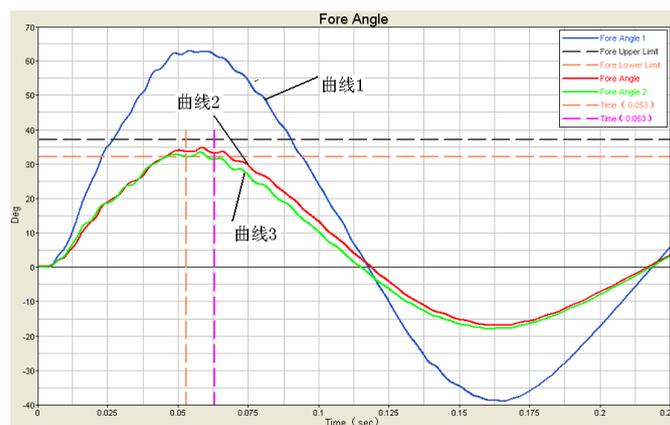


Figure 7. Goniometer B Data Curve

图 7. 角度计 A 数据曲线

上图中的曲线 2 为标定过程中满足要求的数据曲线，该曲线的时间参考值为 0.053 秒~0.063 秒。

如果在标定过程中采集到的该电位计的数据曲线为图中曲线 1 的形势，说明该数据曲线不满足标定要求。造成这结果的原因主要有以下几点：

- 1) 标定之前假人颈部的扭力值没有按照要求打，打的扭力值偏小；
- 2) 标定使用的蜂窝铝偏软，在标定过程中应该在剪好的表顶用蜂窝铝的方格中根据实际情况适当的增加额外的蜂窝铝；
- 3) 标定的实际速度高于要求的标定速度；

- 4) 标定之前未调整该传感器的零漂;
- 5) 假人的颈部偏软;

如果在标定过程中采集到的该电位计的数据曲线为图中曲线 3 的形势,说明该数据曲线不满足标定要求。造成这结果的原因主要有以下几点:

- 1) 标定之前假人颈部的扭力值没有按照要求打,打的扭力值偏大;
- 2) 标定使用的蜂窝铝偏硬,在标定过程中应该在剪好的表顶用蜂窝铝的方格中根据实际情况适当的破坏蜂窝铝的方格;
- 3) 标定的实际速度低于要求的标定速度;
- 4) 标定之前未调整该传感器的零漂;
- 5) 假人的颈部偏硬;

4 结论

通过对标定数据曲线的分析及研究,发现影响 ES-2 假人颈部标定结果的主要因素有:标定用蜂窝铝的硬度、传感器零漂值、扭力值大小、温湿度、颈部结构件的软硬度。通过定期的标定来检查假人的部件是否满足试验要求,以便于及时更换假人内部部件,确保试验数据的有效性 & 准确性。

参考文献

- [1] UM-ES-2
- [2] 49 CFR Part 572
- [3] Mongiardini M, Grzebieta R H, Mattos G A, et al. Computer modelling of vehicle rollover crash tests conducted with the UNSW Jordan Rollover System[J]. International Journal of Crashworthiness,
- [4] F. A. Pintar, N. Yoganandan, and T. A. Gennarelli, 'Airbag effectiveness on brain trauma in frontal crashes,' in Proceedings of the Annual Association for the Advancement of Automotive Medicine, vol. 44, pp. 149–169, Association for the Advancement of Automotive Medicine, 2000.
- [5] Ma Calden R W, Mc Geough J A, Barker M B. Age related Changes in the Tensile Properties of Cortical Bone. Journal of Bone and Joint Surgery, 1993
- [6] EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME (Euro NCAP) .SIDE IMPACT MOBILE DEFORMABLE BARRIER TESTING PROTOCOL, Version 7.1.2, December 2016
- [7] FMVSS 214 Side Impact Protection
- [8] Mary L. Chipman. Investigations of Side Impact Crashes with Control Data. SAE World Congress Detroit, Michigan, 2004
- [9] TYLKO.S, German.A, Dalmotas. D, Bussieres. A IMPROVING SIDE IMPACT PROTECTION: RESPONSE OF THE ES-2RE AND WORLDSID IN A PROPOSED HARMONIZED POLE TEST. IRCOBI Conference Paper, September 2006
- [10] David Winkelbauer, P. Michael Miller II, Helen A. Kaletto. FMVSS214 Dynamic NPRM-An Overview of the New Procedure, Component-Level Development Tests, and Vehicle Design Changes. SAE paper NO. 0742, 2005
- [11] Kent R, Lee S H, Darvish K, et al. Structural and material changes in the aging thorax and their role in crash protection for older occupants.[J]. Stapp Car Crash Journal, 2005, 49:231.
- [12] Li Z, Kindig M W, Kerrigan J R, etc. Rib fractures under anterior-posterior dynamic loads: experimental and finite-element study. Journal of biomechanics, 2010, 43(2): 228-234
- [13] Smith R D, Hayashi S, Kitagawa Y, et al. A Study of Driver Injury Mechanism in High Speed Lateral Impacts of Stock Car Auto Racing Using a Human Body FE Model[J]. Transportation Research Part B Methodological, 2011, 41(10):1094-1113.
- [14] Melvin J W, Stalnaker R L, Roberts V L, et al. Impact Injury Mechanisms in Abdominal Organs[J]. Endocrinology, 1973, 138(12):5231-7.

- [15] S. Stahlschmidt, A. Gromer, M. Walz: “WorldSID 50th vs. ES-2. A Comparison Based on Simulations”, 11th International LS-DYNA® Users Conference, 2010, Detroit.