

The optimization of the arrangement of acceleration sensor at the lower end of B pillar in frontal impact test

Feibai LUO

*State Key Laboratory of Vehicle NVH and Safety Technology, Chongqing 401122,
luofeibai@caeri.com.cn, China Automotive Engineering Research Institute Co., Ltd., 9 jinyu avenue, Yubei District, chongqing*

Abstract: In this paper, the data were obtained through two frontal impact tests of the same model which the testing sensor program were identical. Since this model is in research and development stage, it requires more data collection and has added backup of key position sensors. In this paper, we collected the X direction acceleration waveform from the lower end area of B pillar and the threshold beam area at the lower end of B pillar, by comparing the data from the lower end area of B pillar and the threshold beam area at the lower end of B pillar with the data wave peak and the phase. By comparison, it is concluded that the lower end area of B pillar and the threshold beam area at the lower end of B pillar can collect the same data, therefore we can reduce some of the sensor according to this conclusion, we explored the optimization of the arrangement of the sensor at the B pillar zone.

Keywords: frontal impact test, high speed, acceleration sensor at B pillar

汽车正面碰撞试验 B 柱下端加速度传感器布置优化

罗非白

*汽车噪声振动和安全技术国家重点实验室, 重庆, 中国, 401122
luofeibai@caeri.com.cn, 重庆市渝北区金渝大道 9 号中国汽车工程研究院股份有限公司*

摘 要: 本文通过正处于开发阶段的某车型的两次传感器方案一致的正面碰撞试验获得的数据, 由于该车型处于研发阶段, 对数据采集要求多, 重点位置传感器都加了备份。本文收集了该试验 B 柱下端区域和 B 柱下端门槛梁区域所采集到的 X 向加速度波形, 通过同一侧位置数据对比的方式, 从数据波形的峰值以及相位比较了 B 柱下端相邻位置重复布置传感器所获得的数据。通过对比得出了同侧 B 柱下端区域与 B 柱下端门槛梁区域所采集到的 X 向加速度波形一致, 从而提出了减少 X 向传感器在 B 柱下端布置的方案, 探索了 B 柱下端传感器的布置方案的优化。

关键词: 正碰工况; 高速试验; B 柱加速度传感器

1 引言

国内外汽车厂家都投入大量的资金用于汽车碰撞试验, 旨在提高其产品的安全性。碰撞试验有很多类型的评价指标, 国标碰撞试验就有包括假人的头部、颈部、胸部、大腿等各个部位的加速度、力、力矩、位移变形的指标要求, 另还有 C-IASI 百分之 25 偏置碰撞试验对车身侵入量的测量与评价。

汽车厂家不仅实践标准试验, 同时也开展种类多样的研发碰撞试验, 其评价指标也不仅限于假人的数据, 同时也会在车上布置大量的传感器, 这些传感器所采集的加速度波形, 厂家会加以分析利用, 通过 CAE 的模型的优化来达到试验目。其中汽车 B 柱所采集到的加速度信号在正面碰撞中被看做能反映该车型碰撞过程中加速度信号, 在正面碰撞试验中采集 B 柱加速度信号尤其重要。一次碰撞试验所采集的试验数据通道数可多大 200 多个, 包含假人、加速度、电信号、接触撕裂等。由于开展一次碰撞试验费用不菲, 厂家往往会在关键部位布置双份传感器, 甚至三份传感器, 以避免传感器的损坏或者故障导致的数据丢失或者失准情况。本文提到的试验, 试验设计者为了避免传感器故障造成数据丢失这类情况, 在部分重要位置布置了双份甚至多份传感器, 用

来保证数据的采集。

2 试验

2.1 碰撞试验（一）50km/h 右侧 30° 斜角正面碰撞

本试验为右侧 30° 斜角正面碰撞试验，试验速度为 $50 \pm 1 \text{ km/h}$ 的高速试验，在前排驾驶员和乘员位置各放置了一个 HybridIII 50 男性假人，同时在前保险杠，左右 B 柱、C 柱，以及 ECU 布置了若干加速度传感器。最终试验速度为 49.35km/h。其中图 1 为右侧 B 柱加速度传感器布置情况：在右侧 B 柱侧碰传感器旁边布置了两组 X 向和 Y 向（1 和 2）的加速度传感器，其中一组为备份。同样在右侧 B 柱下端门槛梁区域布置了两组 X 向 Y 向 Z 向（3 和 4）的加速度传感器，其中一组为备份。在左侧 B 柱布置了对称的 1、2、3、4 传感器。

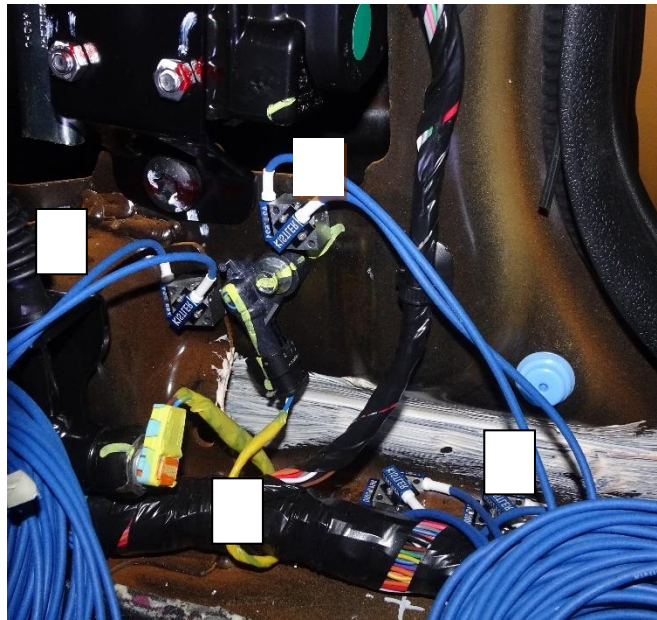


图 1 试验（一）右侧 B 柱传感器布置情况

2.2 碰撞试验（二）50km/h 左侧 30° 斜角正面碰撞

本试验为左侧 30° 斜角正面碰撞试验，试验速度为 $50 \pm 1 \text{ km/h}$ 的高速试验，在前排驾驶员和乘员位置各放置了一个 HybridIII 50 男性假人，同时在前保险杠，左右 B 柱、C 柱，以及 ECU 布置了若干加速度传感器。最终试验速度为 49.14km/h。其 B 柱加速度传感器布置方案与试验（一）相同，在左侧 B 柱侧碰传感器旁边布置了两组 X 向和 Y 向（1 和 2）的加速度传感器，其中一组为备份。同样在左侧 B 柱下端门槛梁区域布置了两组 X 向 Y 向 Z 向（3 和 4）的加速度传感器，其中一组为备份。在右侧 B 柱布置对称的 1、2、3、4 传感器。

2.3 结果与讨论

本文所使用的加速度波形均用软件 EVALUATION 进行了 CFC60（channel frequency class）滤波。

2.3.1 碰撞试验（一）

碰撞试验（一）右侧 B 柱所采集到的 4 个 X 向加速度波形分别如下图：

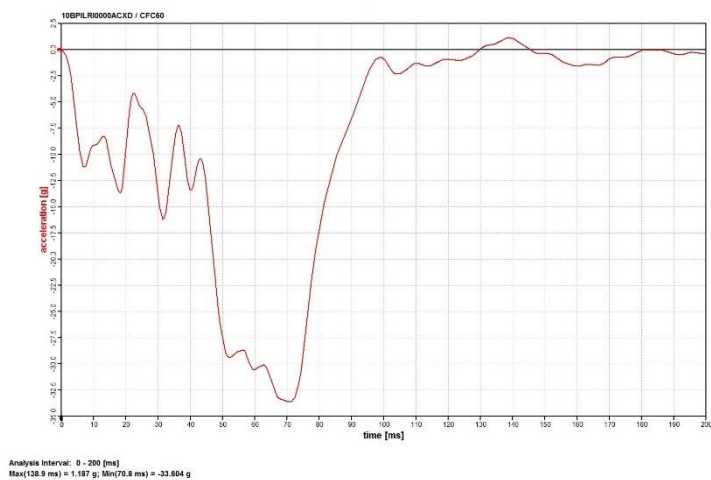


图 2 碰撞试验（一）右侧 B 柱 1 号传感器 X 向加速度波形

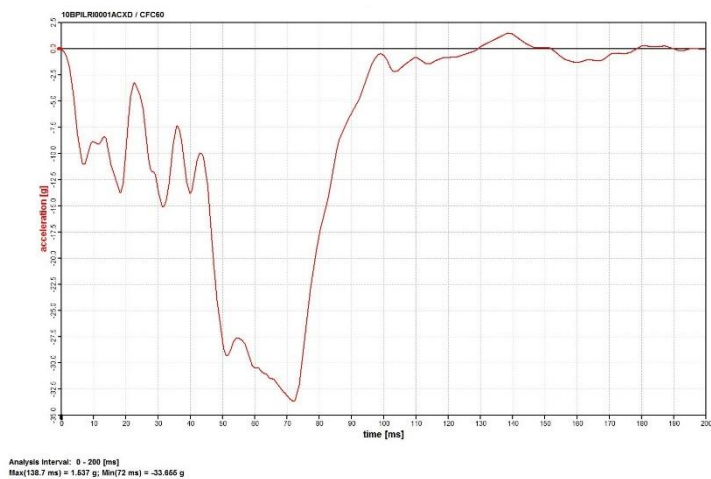


图 3 碰撞试验（一）右侧 B 柱 2 号传感器 X 向加速度波形

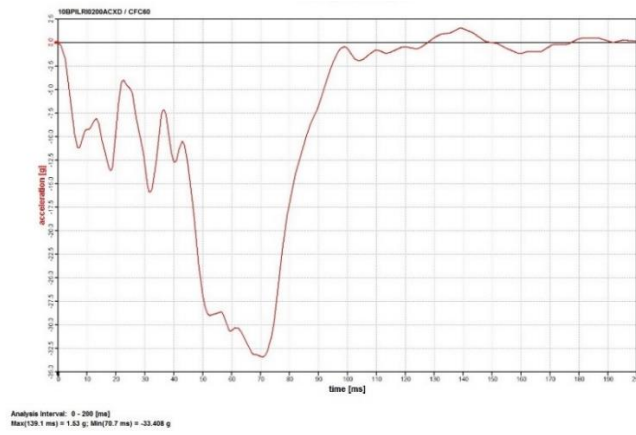


图 4 碰撞试验（一）右侧 B 柱 3 号传感器 X 向加速度波形

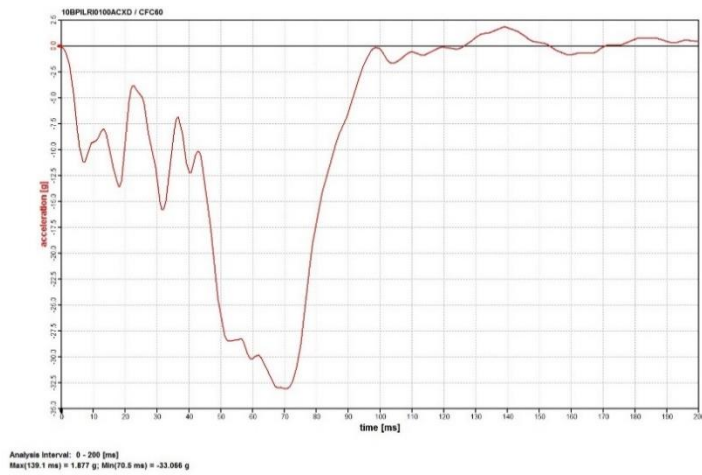


图 5 碰撞试验（一）右侧 B 柱 4 号传感器 X 向加速度波形

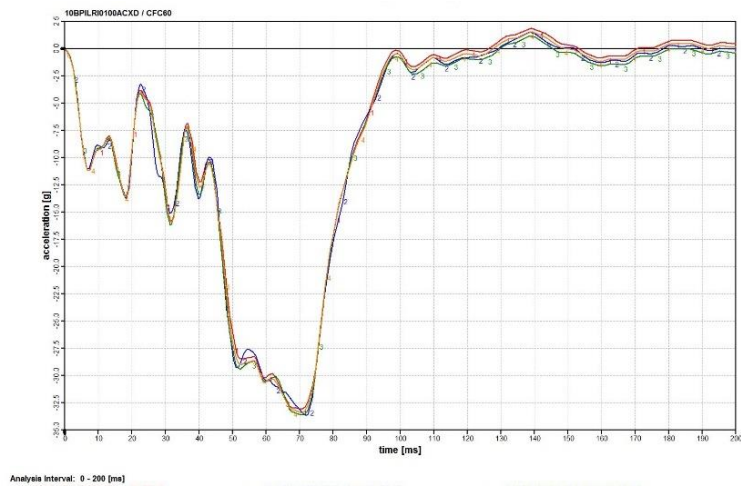


图 6 碰撞试验（一）左侧四个波形的比较图

通过比较可以发现，以上四个 X 向传感器所采集到的加速度波形，无论从相位以及峰值上都能够一一对应。

碰撞试验（一）左侧 B 柱所采集到的 4 个 X 向加速度波形分别如下图：

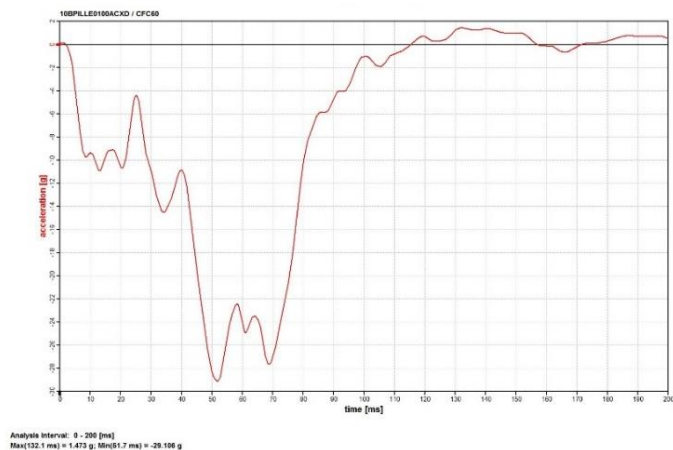


图 7 碰撞试验（一）左侧 B 柱 1 号传感器 X 向加速度波形

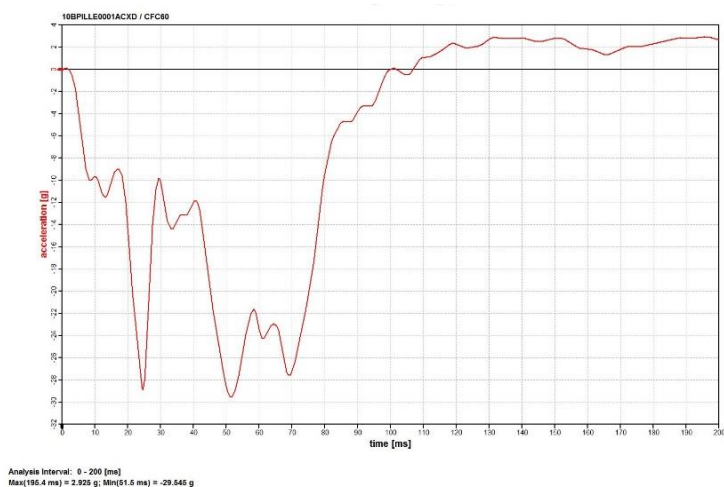


图 8 碰撞试验（一）左侧 B 柱 2 号传感器 X 向加速度波形

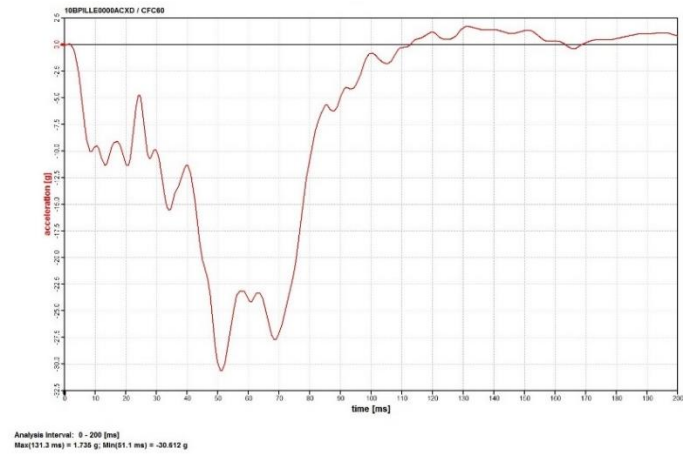


图 9 碰撞试验（一）左侧 B 柱 3 号传感器 X 向加速度波形

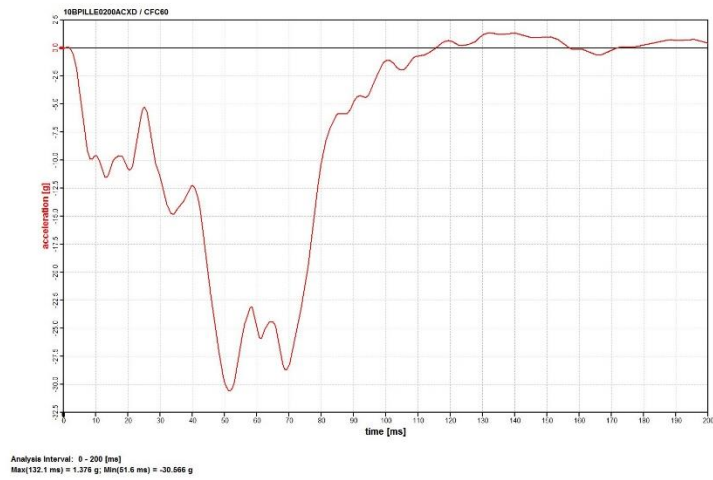


图 10 碰撞试验（一）左侧 B 柱 4 号传感器 X 向加速度波形

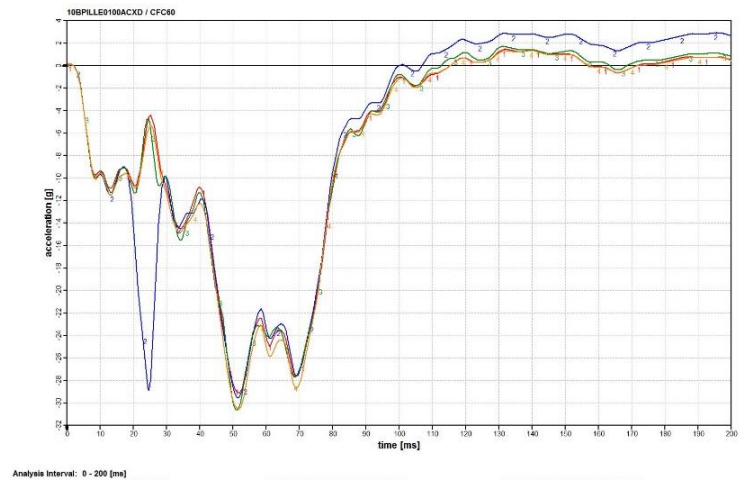


图 11 碰撞试验（一）左侧四个波形的比较图

通过比较可以发现，以上四个 X 向传感器所采集到的加速度波形，除了 2 号传感器因为受到飞溅物的撞击导致在 25 毫秒的时候有个异常峰值，所有传感器无论从相位以及峰值上都能够一一对应。

2.3.2 碰撞试验（二）

碰撞试验（二）右侧 B 柱所采集到的 4 个 X 向加速度波形分别如下图：

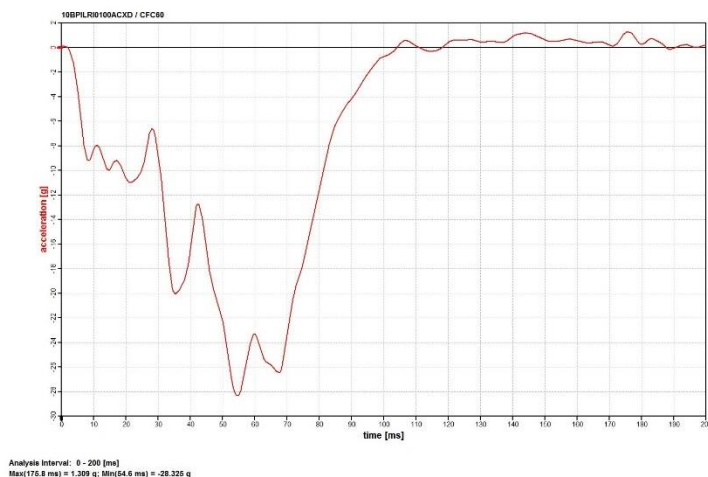


图 12 碰撞试验（二）右侧 B 柱 1 号传感器 X 向加速度波形

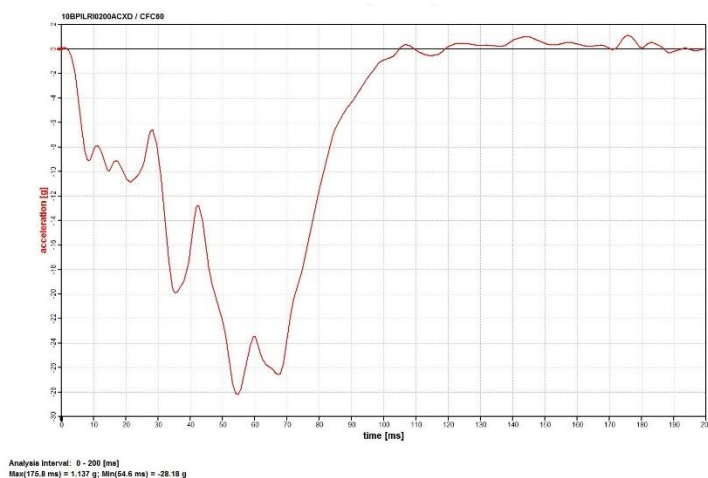


图 13 碰撞试验（二）右侧 B 柱 2 号传感器 X 向加速度波形

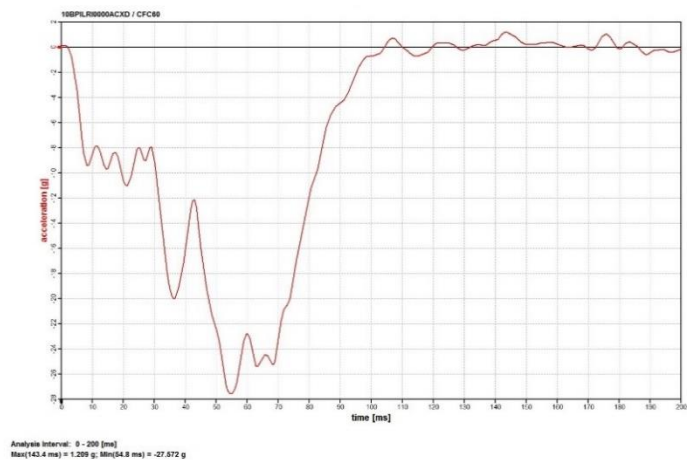


图 14 碰撞试验（二）右侧 B 柱 3 号传感器 X 向加速度波形

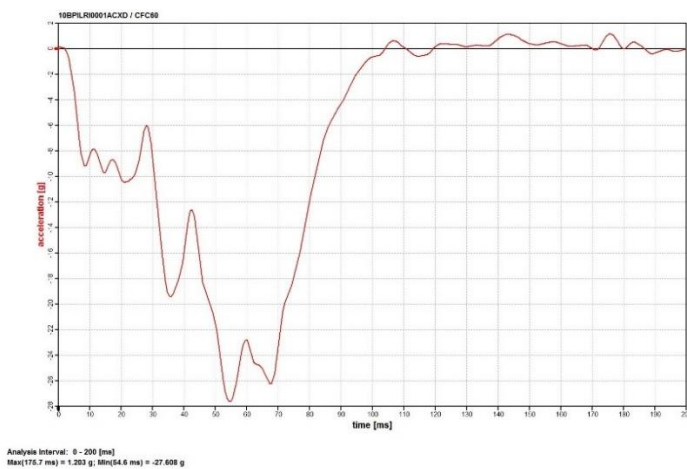


图 15 碰撞试验（二）右侧 B 柱 4 号传感器 X 向加速度波形

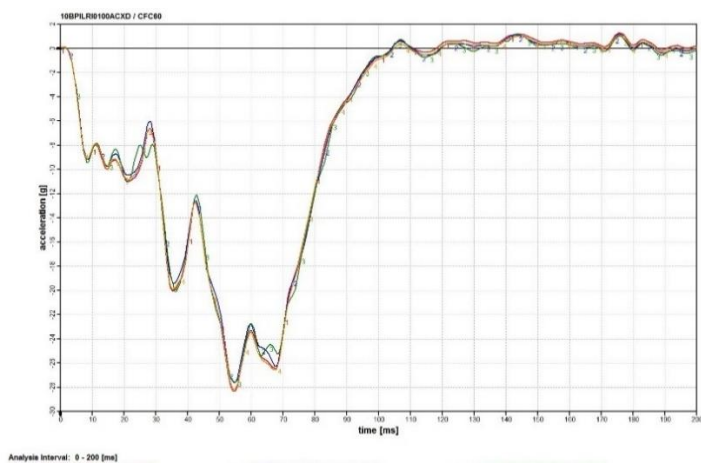


图 16 碰撞试验（二）右侧四个波形的比较图

通过比较可以发现,以上四个 X 向传感器所采集到的加速度波形,无论从相位以及峰值上都能够一一对应。

碰撞试验(二)左侧 B 柱所采集到的 3 个 X 向加速度波形分别如下图:左侧 3 号传感器在试验过程中失效,未采集到数据。

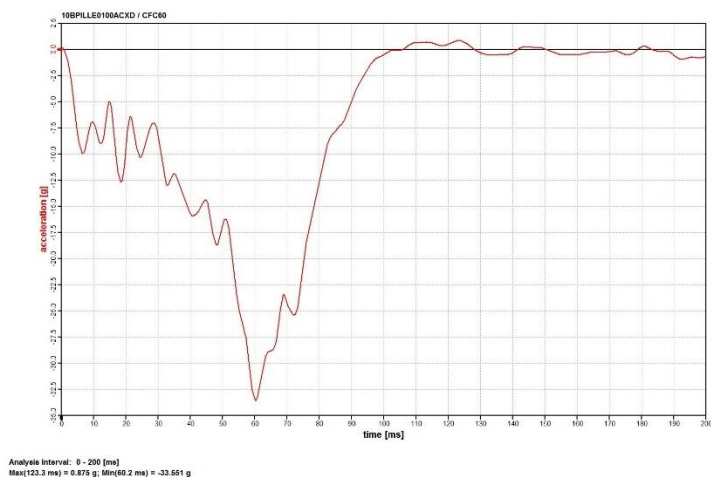


图 17 碰撞试验(二)左侧 B 柱 1 号传感器 X 向加速度波形

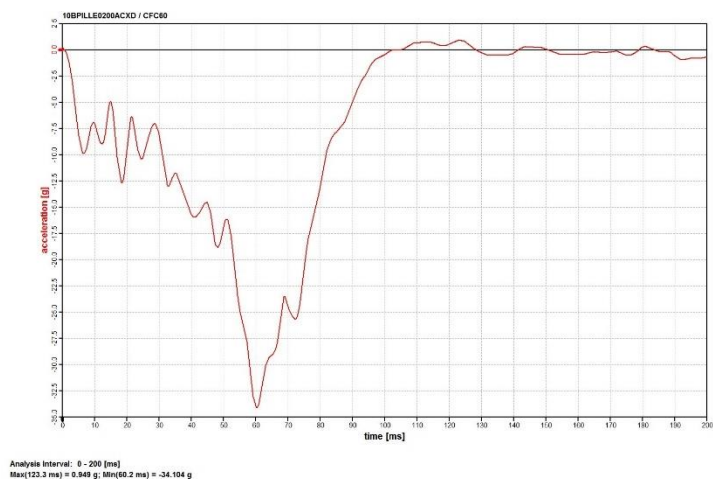


图 18 碰撞试验(二)左侧 B 柱 2 号传感器 X 向加速度波形

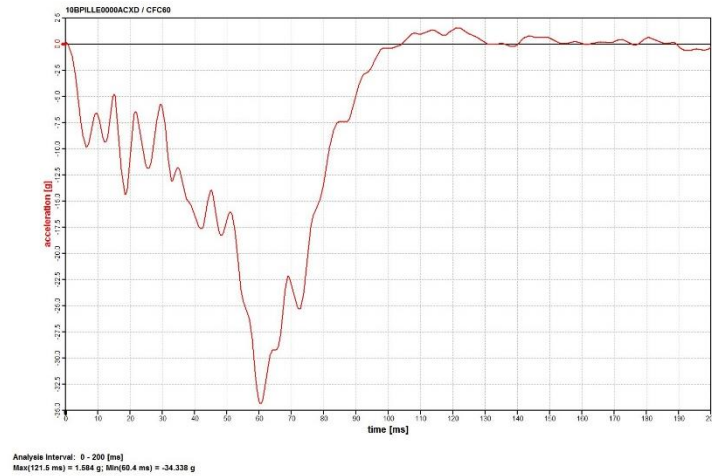


图 19 碰撞试验（二）左侧 B 柱 4 号传感器 X 向加速度波形

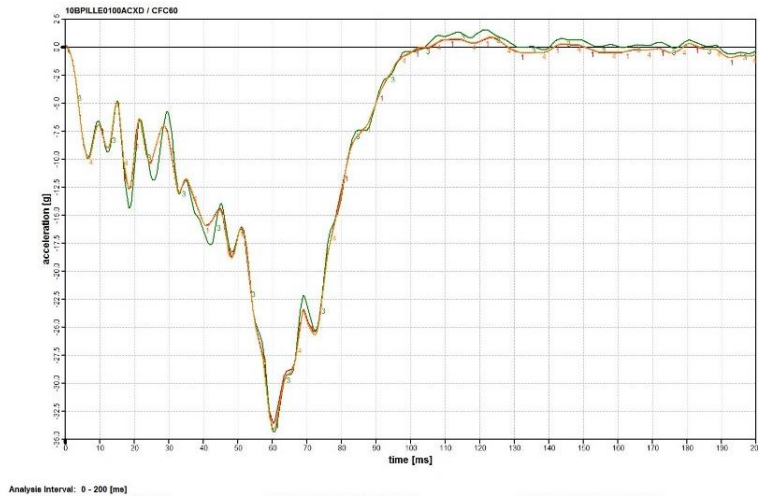


图 20 碰撞试验（二）左侧三个波形的比较图

通过比较可以发现,以上三个 X 向传感器所采集到的加速度波形,无论从相位以及峰值上都能够一一对应。

两次试验我们一共采集到 4 组 15 个 X 向加速度数据通过对比各组数据在峰值和相位上都能一一对应,数据一致性很高。

3 结论

通过以上两个试验所采集到的 4 组 15 个 X 向数据的分组对比中我们可以得出以下结论,在本文提到的试验传感器布置方案情况下,传感器 1、2、3、4 的 X 向传感器所采集到的数据无论从峰值还是相位一致性非常高,可以视为等值的数据。那么布置在 B 柱下端与 B 柱下端的门槛梁区域的在 X 向传感器的时候可以等同而论。那么在该实验中,等同于在 B 柱下端 X 向加速度传感器布置了 1 个常规另三个 3 个备份。

通过上述结论,在正面碰撞试验方案设计中关于 B 柱下端传感器布置形式,我们可以保留 B 住下端一个 X 向传感器,保留 B 柱下端门槛梁上的一个 X 像传感器,例如留下 1 号和 3 号或者 2 号和 4 号,即可保证 B 柱下端加速度信号的采集。通过应用以上结论,我们就能在正面碰撞试验中优化传感器布置方案避免不必要的重复工作。

参考文献 (References)

- [1] Zhang Xiang Huang Yiyong Han Wei Chen Xiaoqian. Numerical simulation of accelerometer sensor characteristics of an impact testing system in the SPACECRAFT ENVIRONMENT ENGINEERING. Changsha, China.
- [2] Chen Shuang Sun Hao Fen Chao Yang Ruyue. New Type Crash Simulation System and Simulation Accuracy Estimation in the AUTOMOBILE TECHNOLOGY 2011,5.
- [3] Chen Shuang Sun Hao Fen Chao Yang Ruyue. The Effects of Accelerometer and Its Mounting Technique on the Results of Crash Simulation Test in the AUTOMOBILE TECHNOLOGY 2012,11.
- [4] Li Beibei. The General Rule of Shock Response Spectrum in the PACKAGING ENGINEERING 2004,1
- [5] Shang Enyi Shi Yutao Yang Jinsong Zhang Shikai. Research on the Relationship between B-Pillar Acceleration and Seat Belt Selection in the Frontal Impact Test in the AUTOMOBILE TECHNOLOGY 2014,6
- [6] WEI Yong MO Yi-min LV Jun-cheng WANG Feng. Research on Reappearance Technique of Body Acceleration with Frontal Crashworthiness Based on Modular Design in the Machinery Design & Manufacture 2017,9.
- [7] Yang Hui Wang Yong Chen Bifeng Zheng Zudan Yu Feng. Analysis of Abnormal Acceleration Signal in Automotive Crash Test in the AUTOMOBILE TECHNOLOGY 2008,9.
- [8] Sun Zhendong Liu Yuguang Zhu Xichan. A Study on Some Typical Vehicle Frontal Crash Test Programs in the AUTOMOTIVE ENGINEERING 2006,7.
- [9] Wang Lei Yang Rui Zhao Qiang. Simulation Analysis and Optimization of Front Offset Collision of a Passenger Car in the Forest Engineering 2017,6.
- [10] Zhu Haitao Wang Jifeng Li Chong Zhong Yanhui. Study on the Correlation between Vehicle Frontal Impact Acceleration Waveforms(TESW)Characteristic Parameters and Occupant Injury in the AUTOMOBILE TECHNOLOGY 2010,7.
- [11] WANG Jun LI Xueling. IIHS Small Overlap Crash Test and Trend Reaserch in the CHINESE JOURNAL OF AUTOMOTIVE ENGINEERING 2017,6.
- [12] HU Yuanzhi LIANG Rui LIU Xi LIAO Gaojian XIE Daowei. Body Optimization of a Sedan in Small Overlap Impact in the Journal of Chongqing Institute of Technology 2018,2.
- [13] LIU Zhixin ZHANG Yue LOU Lei CHEN Chao. Prediction on vehicle acceleration and its application in frontal angular impact sled tests in the JOURNAL OF AUTOMOTIVE SAFETY AND ENGERGY 2013,3.
- [14] WANG Xin JIAN Xiaoping. Research on Full Frontal Crash Safety Evaluation Index System for Electric Vehicle in the Journal of Chongqing Institute of Technology 2017, 8.
- [15] Chen Yuanyuan Zheng Ling. Simulation and Optimization of Vehicle Frontal Crashworthiness Based on Surrogate Model in the Automotive Engineering 2018,6.
- [16] Chen Yuanyuan Zheng Ling. Simulation and Optimization of Vehicle Frontal Crashworthiness Based on Surrogate Model in the Automotive Engineering 2018,6.
- [17] Liu Chunke. Application of Improved Response Surface Method in the Optimization of Passive Safety in Car Positive Collision in the Automobile Technology 2018,14.
- [18] LI Shiyin ZHANG Nan WU Zhongwen WANG Hongmei. An Optimized MEMS Accelerometer De-Noising Algorithm Based on Wavelet Analysis in the Chinese Journal of Sensors and Actuators 2018,5.