

The Study about Airbag Error Function during the Cars and Electric Bikes Collision

Peng Wei¹, Qi ZhiNan¹, Zeng BiQiang², Guo LanShen¹

¹School of Mechanical Engineering, HeBei University of Technology, TianJin, 300130

²Automotive Engineering Research Institute, China Automotive Technology and Research Center, TianJin, 300399

Abstract: According to CIDAS statistical results show that cars and electric bikes occurred a higher probability of collision conditions in road traffic collision in China. Based on the investigation of CIDAS, this article simulates and reconstructs the process of cars and electric bicycles collisions by LS-DYNA. It is not only studying the response of the structure of the cars during the collision process of electric bicycles and cars, also analysing the causes of airbag error function during the collision process of electric bicycle referred to the automobile safety related condition. Then this article puts forward feasible technical means to avoiding airbag error function during the ACU calibration.

Keywords: Collision; Electric bikes; Vehicle safety calibration; Airbag error function

汽车与电动自行车碰撞事故中气囊误作用研究

彭伟^{1,2}, 祁志楠^{1,2}, 曾必强², 郭兰申¹

¹河北工业大学机械工程学院, 天津, 300130, pengwei1989@gmail.com

²中国汽车技术研究中心工程研究院, 天津, 300399

摘要: 根据 CIDAS 统计结果显示汽车与电动自行车碰撞是中国道路交通事故发生概率较高的碰撞工况, 也是气囊误作用情况高发的碰撞工况。本文基于 CIDAS 调查案例, 通过 LS-DYNA 仿真软件对电动自行车与汽车碰撞过程进行了模拟再现。研究了轿车与电动自行车碰撞过程中轿车结构响应规律, 参照轿车安全标定工况对与电动自行车碰撞过程中气囊误作用原因进行了分析, 对 ACU 标定中避免气囊误作用提出了可行的技术手段。

关键词: 碰撞; 电动自行车; 车辆安全标定; 气囊误作用

1 引言

我国是人口大国, 电动自行车也是我国居民短途出行的绝大部分选择方式。根据 CIDAS 统计结果显示汽车与电动自行车碰撞是中国道路交通事故发生概率较高的碰撞工况, 也是气囊误作用情况高发的碰撞工况。为了更好的降低交通事故中人员于财产的损失, 降低和消除今后该工况下气囊误作用的概率。本文基于 LS-DYNA 模拟再现典型交通事故场景, 提取碰撞过程中车辆响应的共性规律。为将来将该工况纳入新车安全开发标定工况中提供参考。

2 气囊工作原理

汽车安全气囊的基本思想是: 在一次碰撞发生后、二次碰撞前, 迅速在乘员和汽车内部结构之间打开一个充满气体的袋子, 让乘员扑在气囊上。通过气囊的排气节流阻尼吸收乘员的动能, 使猛烈的二次碰撞得以缓冲, 以达到保护乘员的目的。安全气囊主要由传感器, 控制器, 气体发生器和气囊组成^[1]。

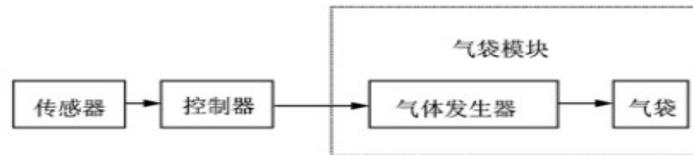


图1 安全气囊组成

安全气囊匹配试验一般包括实车碰撞试验和行驶误作用试验两大部分，在试验完成后，采集数据，处理数据，将各种数据进行汇总、分析，由专业技术人员进行起爆标定并刷入安全气囊 ECU；之后再做验证试验，验证气囊在各种碰撞当中对乘员的保护作用、气囊起爆程序是否正常等，并且对碰撞当中的乘员伤害进行优化等^[2]。

3 典型交通事故及模拟

图1、图2是由中国交通事故深入研究项目（CIDAS）提供的典型的两种交通事故。



图2 交通事故一正面碰撞



图3 交通事故二左前方碰撞

为了在不同的交通事故中更好的模拟出现场情况，在基于 LS-DYNA 的模拟仿真中，根据以上两种交通事故的现场图并结合我国的实际情况，分别赋予假人 80kg，电动自行车 55kg，轿车 1400kg。为了更好的研究轿车与电动自行车碰撞事故中气囊的误作用，作者特别将交通事故一、二，分别设定不同的速度。并且与汽车在 21km/h 100% 正面刚性墙碰撞、30km/h，30° 斜角刚性墙碰撞、32km/h 正面柱碰等作为对比参考。

表1 各个交通事故模型设定速度

	事故一	事故二	对比试验
1	20km/h	20km/h	21km/h, 100% 正面刚性墙碰撞
2	40km/h	40km/h	30km/h, 30° 斜角刚性墙碰撞
3	60km/h	60km/h	30km/h, 正面柱碰

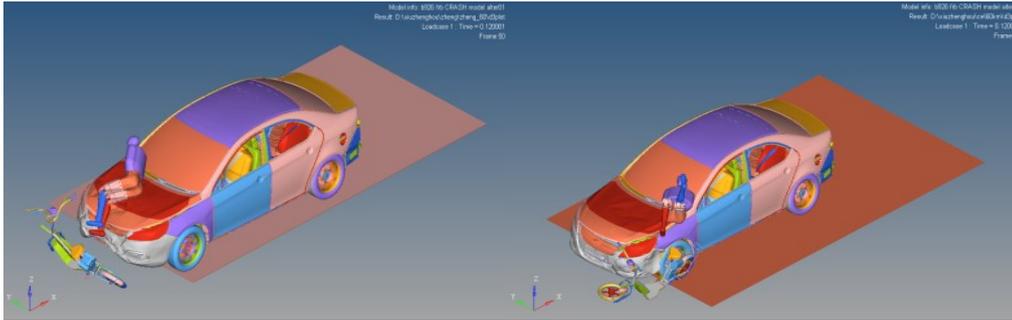


图4 事故一模拟

图5 事故二模拟

4 车身碰撞响应分析

当汽车发生碰撞事故时，安全气囊控制系统检测到冲击力（减速度）超过设定值时，安全气囊 ECU 立即接通充气元件中的电爆管电路，点燃电爆管内的点火介质，火焰引燃点火药粉和气体发生剂，产生大量气体。在 30ms 的时间内即将气囊充气，使气囊急剧膨胀，冲破转向盘上装饰盖板鼓向驾驶员和乘员，使驾驶员和乘员的头部和胸部压在充满气体的气囊上，缓冲对驾驶员和乘员的冲击，随后又将气囊中的气体放出。

气囊的点爆与车辆 ACU 传感器测得的数值有关，所以在模拟仿真中测出车身碰撞响应规律，可以用该规律来研究车辆与自行车相撞过程中 ACU 误作用原因。

4.1 相关 ACU 标定试验

选用合适的标定工况对 ACU 进行标定是 ACU 在车辆碰撞过程中能否正常给气囊发出合理响应信号的前提和依据。经分析在 ACU 标定工况与汽车正面与电动自行车碰撞较为密切的标定工况有正面刚性壁碰撞、30 度斜角刚性壁碰撞、正面刚性柱碰撞，如下图所示。

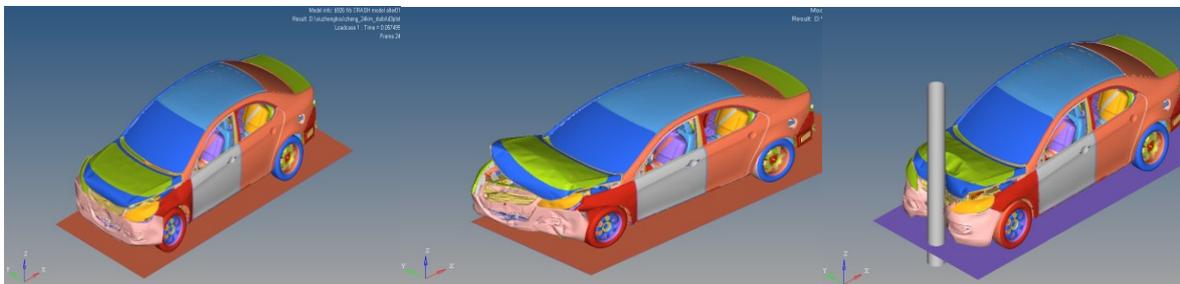


图6 21km/h100%正面刚性墙碰撞

图7 30km/h30°斜角刚性墙碰撞

图8 30km/h 正面柱碰

在以上三个标定工况中我们分别提取在不同对比试验下的车辆的前保中间加速度、左前前纵梁加速度、右前前纵梁加速度、B 柱左侧加速度来进行分析，如下图所示。

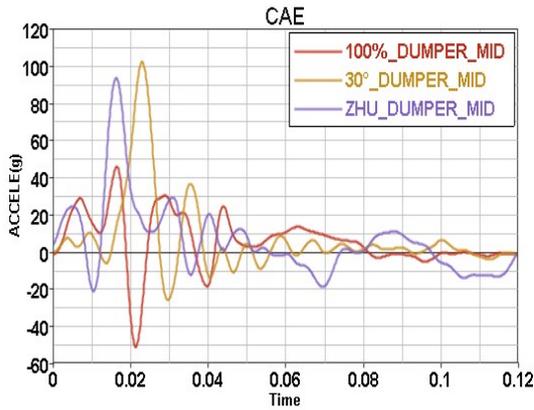


图9 前保中间加速度

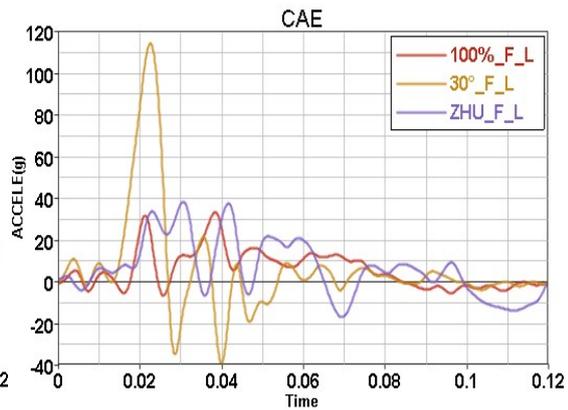


图10 左前前纵梁加速度

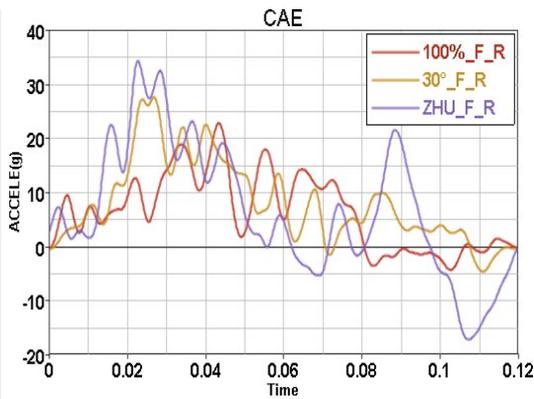


图11 右前前纵梁加速度

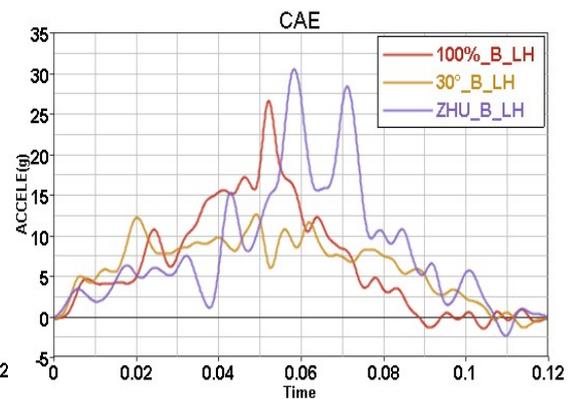


图12 B柱左侧加速度

从图可见，在以上三个标定工况碰撞响应加速度曲线中 20ms 左右均出现了较高的峰值，根据 ACU 响应规律判断该响应峰值可作为 ACU 点火信号所对应的碰撞特征信号。从图中可见前保中部及前纵梁左右侧加速度信号峰值均在 20ms 左右的碰撞前期，而左侧 B 柱加速度信号在 20ms 以后继续增大直至 60ms 左右。表 2 为以上四个位置在碰撞 20ms 左右过载值。

表 2 对比试验 20ms 各个构件最大加速度

	正面刚性墙碰撞	斜角刚性墙撞	正面柱碰
前保中间	48g	100g	90g
左前前纵梁	30g	110g	30g
右前前纵梁	12g	20g	12g
B 柱左侧	7g	12g	7g

由表 2 可见在碰撞 20ms 左右车辆前保-前纵梁-B 柱三个位置从前往后加速度迅速衰减，前保加速度值约为纵梁加速度值的 2-5 倍，纵梁加速度约为 B 柱加速度 2-5 倍。

4.2 交通事故一（正前方）模拟分析

分别提取模拟交通事故一中不同碰撞速度下车辆前保中间加速度、左前前纵梁加速度、右前前纵梁加速度、B 柱左侧加速度。如下图所示。

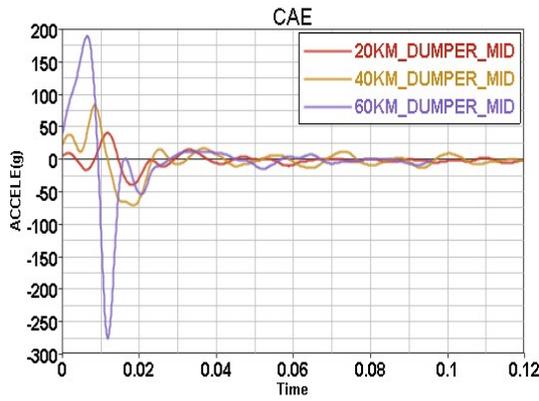


图 13 前保中间加速度

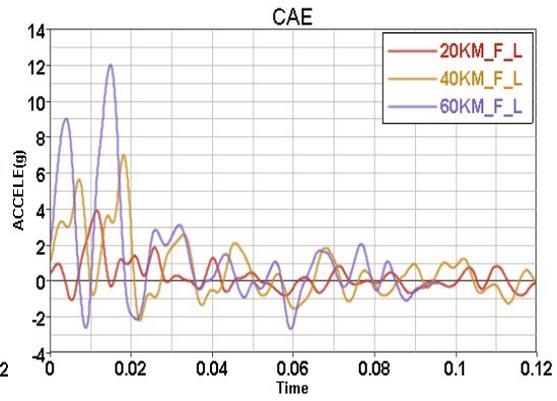


图 14 左前前纵梁加速度

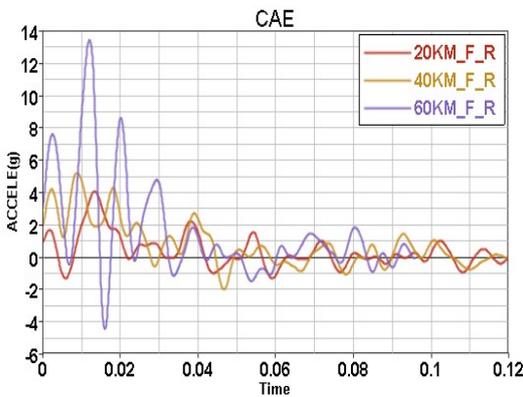


图 15 右前前纵梁加速度

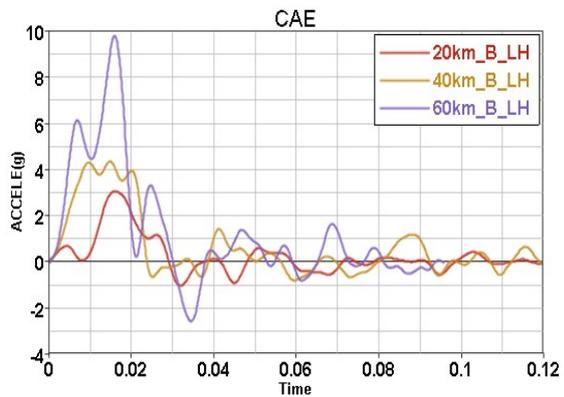


图 16 B 柱左侧加速度

由图可见与电动自行车碰撞车身碰撞加速度集中在 20ms 以前,且加速度峰值与上述三个 ACU 标定工况 20ms 左右加速度峰值相当。所以由此可见汽车与电动自行车碰撞较容易造成 ACU 误判而导致气囊起爆。

由上图 13-图 16 还可见在碰撞中前保-前纵梁-B 柱三个位置测得加速度值仍然呈逐级衰减趋势,但以表 2 所示三个标定工况中加速度衰减趋势对比可知,汽车与电动自行车发生碰撞时从前保到前纵梁的加速度衰减较标定工况更为迅速,前纵梁到 B 柱的加速度衰减较标定工况缓慢。前保加速度约为前纵梁加速度的 10 倍,前纵梁加速度约为 B 柱加速度的 1-1.5 倍。

4.3 交通事故二（斜前方）模拟分析

分别提取模拟交通事故二中不同碰撞速度下车辆前保中间加速度、左前前纵梁加速度、右前前纵梁加速度、B 柱左侧加速度。如下图所示。

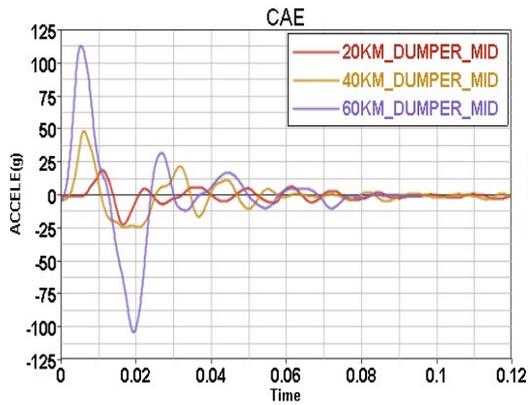


图 17 前保中间加速度

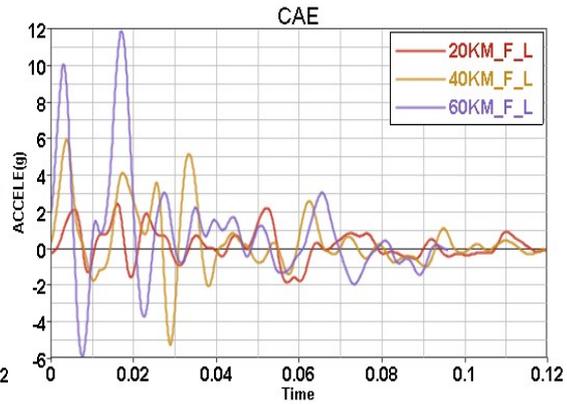


图 18 左前前纵梁加速度

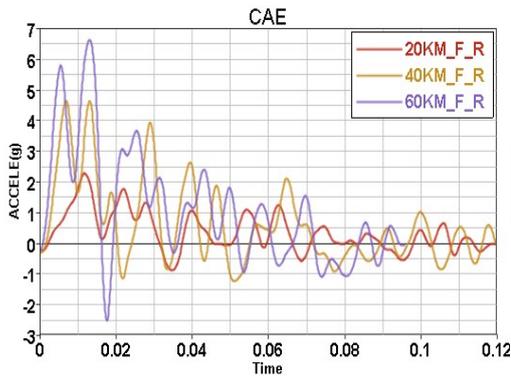


图 19 右前前纵梁加速度

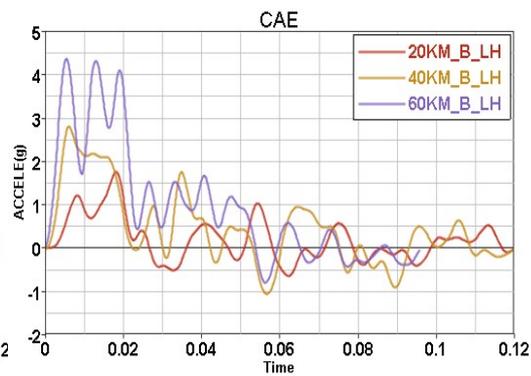


图 20 B 柱左侧加速度

由图可见电动自行车与车身斜前方发生碰撞时车身响应规律与电动自行车与车身正前方发生碰撞时响应规律完全一致。其 20ms 前加速度信号强度与标定信号相当，可能导致气囊误作用。在碰撞中前保到前纵梁加速度衰减较标定工况更为迅速。

5 结论

本文以 CIDAS 汽车与电动自行车碰撞事故为基础，对汽车与电动自行车碰撞事故特征进行深入的响应分析可以得到以下三点结论。

- 1、电动自行车与汽车碰撞事故中，碰撞轿车车身 ACU 传感器测量位置加速度强度可达 ACU 标定强度，较容易出现气囊误作用。
- 2、轿车与电动自行车碰撞中，车身前保加速度最大，加速度从前保到前纵梁传递过程衰减较标定工况更快，前纵梁与 B 柱间碰撞加速度衰减较标定工况慢。
- 3、电动自行车与轿车侧前方碰撞同与轿车正前方碰撞有相同的响应规律。

通过以上研究可知，由于信号强度和响应规律的相似性汽车与电动自行车发生碰撞中较容易发出气囊误作用。但增加 ACU 传感器检测位置，完善 ACU 内部对前保、前纵梁、B 柱（乘员舱）三个位置碰撞加速度的对比分析能力，ACU 可以区分与电动自行车的碰撞，避免气囊发生误作用。

参考文献

- [1] 唐波. 中国汽车安全气囊标准制定的探讨. 《汽车与配件》技术与应用, 2012, 32: 13-15
- [2] 张金换, 杜汇良, 马春生等. 汽车碰撞安全性设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010. 2