AEB制动下BioRID-II假人生物仿真度研究

张爱法　娄磊　丛艳军　赵微

（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司，天津 300300）

【摘要】为验证鞭打假人在AEB制动叠加追尾事故工况中的适用性，以BioRID-II假人为研究对象，通过设置不同的实车牵引制动方案，分析了不同因素对假人头部离位量的影响。进而用弹簧-质量物理模型对假人头部离位运动进行等效分析，为假人头部离位运动提供理论支撑，并修正假人头部离位运动数据进行BioRID-II假人仿真度研究。研究结果表明：BioRID-II假人的头部离位量与有肌张力的志愿者数据具有较高的一致性，鞭打假人生物仿生度满足AEB制动叠加追尾工况的要求，可以用于预制动叠加鞭打试验。

主题词：自动紧急制动系统　BioRID-II假人　假人离位　生物仿真度

中图分类号：U463　　**文献标志码：**A　　**DOI:** 10.19620/j.cnki.1000-3703.20250557

Study on the Bio-fidelity of BioRID-II Dummy under AEB Braking Conditions

Zhang Aifa, Lou Lei, Cong Yanjun, Zhao Wei

（CATARC Automotive Test Center (Tianjin) Co., Ltd., Tianjin 300300）

【**Abstract**】In order to verify the applicability of dummies in the AEB braking superimposed rear-end collision, this paper takes BioRID-II dummies as the object, and analyzes the impact of different factors on the dislocation of the dummy head by setting different vehicle traction braking schemes. Furthermore, the spring mass model is used to perform equivalent analysis of the off-position of the dummy head to provide theoretical support for the off-position of the dummy head, and correct the off-position data of the dummy head to perform bionic analysis of the dummy head. The results show that the head dislocation amount of BioRID-II dummies has a high consistency with the tense volunteer data. The bionic degree of the BioRID-II dummy meets the requirements of the AEB braking superposition rear-end collision and can be used for the pre-braking superposition whiplash test.

Key words: AEB, BioRID-II Dummy, Dummy out of Position, Bio-fidelity

【引用格式】张爱法, 娄磊, 丛艳军, 等. AEB制动下BioRID-II假人生物仿真度研究[J]. 汽车技术, 2026(3): 56-62.

ZHANG A F, LOU L, CONG Y J, et al. Study on the Bio-fidelity of BioRID-II Dummy under AEB Braking Conditions[J]. Automobile Technology, 2026(3): 56-62.

1　前言

随着车辆主动安全技术的发展，车辆自动紧急制动（Autonomous Emergency Braking，AEB）系统装配率明显提高，并且在未来有、无AEB的车辆混行的交通状态将持续较长时间，导致车辆在制动状态下再被追尾的事故发生概率大为增加。在主被动安全融合发展大背景下[1-3]，AEB的触发在一定程度上降低了车辆发生前向碰撞的风险，但会给追尾事故带来不确定性。车辆的紧急制动会使乘员姿态发生明显的前倾离位效应。这种前倾前移表现行为会增加乘员头部与座椅头枕的距离，不利于座椅在追尾事故中对乘员颈部的保护[4]。

针对车辆制动会导致乘员前倾离位的问题，有学者已对乘员离位量进行了仿真和试验研究。韩勇等采用THUMS人体有限元模型，分析了正面碰撞中有无AEB介入时，不同乘员姿态对头部和胸部的损伤影响[4]；孙振东等构建典型AEB实车制动工况，通过控制初始速度和制动减速度，对THOR 50th假人头部和胸部前倾量进行研究[5]；任立海等通过构建人体乘员约束系统测试装置（THOR）假人和人体安全模型（THUMS）的乘员约束系统模型，研究了假人与人体模型的离位差异和不同安全带约束下驾驶人离位情况[6]。崔东等

通过志愿者实车试验，分析了AEB系统制动过程中不同制动减速度和不同试验速度下驾驶人前倾位移量的变化规律[7]。孙振东等应用MADYMO主动人体仿真模型，采用变量分析法研究不同制动减速度波形下乘员离位特征，研究了主动三点式安全带参数与乘员离位量之间的相关性[8]。

BioRID-II假人与中等真人体型基本一致，其颈部结构的特殊设计使其在追尾事故中的生物仿真度很高，主要用于检测追尾伤害的传统鞭打试验项目[9]。而AEB叠加鞭打的追尾事故过程中，人体运动姿态发生了头部前向甩动。为验证BioRID-II假人在此工况下的适用性，需要对其前向仿真度进行确认。因此，结合AEB制动特点设置了不同的制动减速度波形，通过分析BioRID-II假人的头部离位量，对鞭打假人的前向生物仿真度进行评估，为预制动鞭打新工况的假人适用性提供数据支撑。

2 AEB制动试验矩阵设计及环境搭建

2.1 试验矩阵

根据AEB制动减速度特点初步分析，影响BioRID-II假人前向离位的因素可能有制动初速度、制动减速度波形和假人差异、制动与追尾时间差等。为验证猜想，设计试验矩阵如表1所示。基础预制动波形借鉴C-NCAP（2024年版）[10]附录J：主动预紧式安全带试验的制动波形（见图1），其他离位试验制动波形根据验证需求进行调整。

表1 预制动离位试验矩阵

方案	试验假人	试验初速度/km·h^{-1}	波形上升沿/s	水平加速度/g	试验次数/次
1	A	20	0.4	0.8	2
2	B	20	0.4	0.8	2
3	A	15	0.4	0.8	1
4	A	25	0.4	0.8	1
5	A	20	0.2	0.8	2

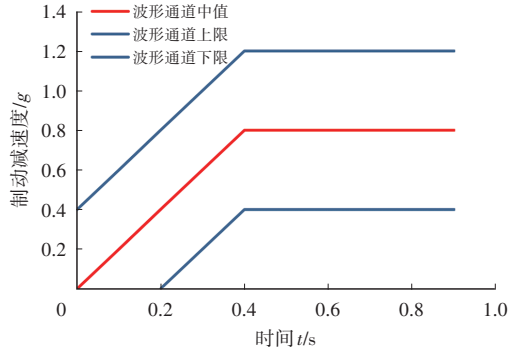
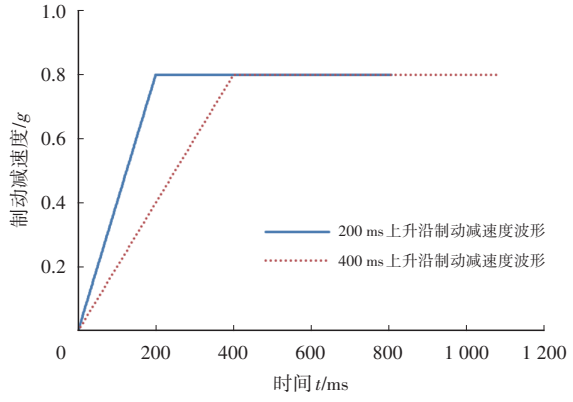
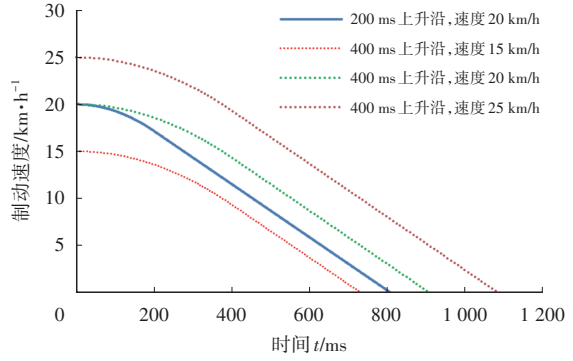


图1 C-NCAP主动预紧式安全带制动阶段减速度波形

矩阵试验从速度变化、制动减速度波形形状和假人差异三个维度展开，分析预制动时BioRID-II假人的离位量变化。试验方案1：初速度为20 km/h，制动减速度的持续时间为0.4 s，加速度水平段峰值为0.8 g，试验假人为A，试验重复2次，验证试验自身的重复性；。试验方案2：初速度为20 km/h，制动减速度持续时间0.4 s，加速度水平段峰值0.8 g，试验假人为B，试验重复2次。方案1和方案2的假人离位数据用于验证同型号的不同假人的头部离位一致性。试验方案3和试验方案4：初速度分别为15 km/h和25 km/h，制动减速度持续时间为0.4 s，加速度水平段峰值0.8 g，假人为A，用于验证试验初速度差异对假人头部离位的影响。试验方案5：初速度20 km/h，制动减速度持续时间0.2 s，加速度水平段峰值0.8 g，假人为A，试验重复2次。方案1和方案5的离位数据对比，验证制动减速度波形形状对假人头部离位的影响。根据试验矩阵中对制动波形速度和减速度的要求，绘制了图2所示的制动减速度和速度波形图，输入到实车牵引系统，用于完成BioRID-II假人不同的预制动离位试验。



（a）2种上升沿制动减速度波形



（b）4种不同制动速度曲线

图2 离位试验目标制动波形图

2.2 试验环境设置

受限于现有滑台曲线能力，用实车碰撞牵引系统完成BioRID-II假人的预制动离位试验。根据C-NCAP

（2024年版）附录I中1.4.2认证试验模型要求进行试验环境设置，相同的试验环境便于BioRID-II假人头部离位数据与标准制定过程中的真人志愿者数据比较，进而分析鞭打假人生物仿真度。试验环境如下：座椅为刚性座椅，45°刚性脚板模拟车辆制动踏板，安全带使用同一批次的标准织带并通过工装模拟车辆上下固定点、插扣和卷收器，固定点位按照图3所示的尺寸进行设置，将安全带处于锁止状态，试验现场布置如图4所示。试验过程中通过实车牵引系统缓慢提速到目标速度，与调整好摩擦因数的地面配合完成不同的假人制动离位试验，试验只进行预制动离位研究，不发生碰撞。

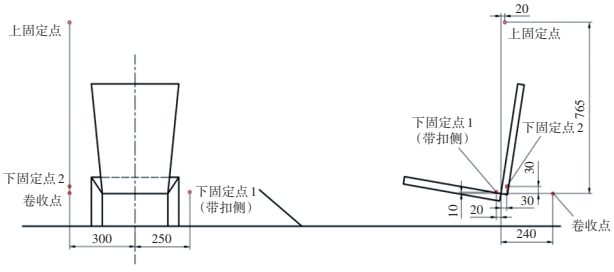


图3　安全带固定点位置设置



图4　假人预制动离位现场布置

假人制动离位过程中，使用车载摄像记录BioRID-II假人的头部运动，并通过专业视频分析软件计算假人头部质心的运动轨迹，视频视角如图5所示。

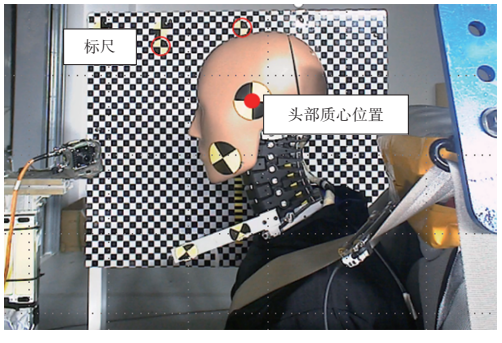
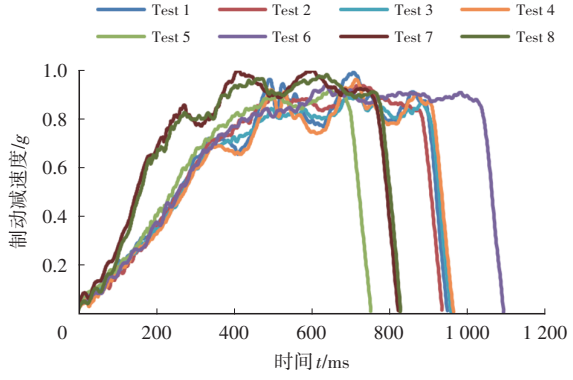


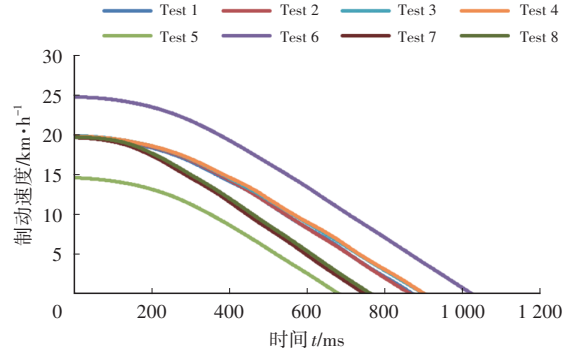
图5　车载摄像视角及计算点位布置

3　预制动离位试验及试验结果分析

按照试验矩阵，共完成8次BioRID-II假人预制动离位试验，根据图2曲线设置实车牵引目标波形，实际制动波形与目标波形存在差异，如图6所示，制动波形满足假人离位试验要求。试验过程中，BioRID-II假人在制动力和惯性力的双重作用下，相对台车前向运动，产生前向离位，假人离位量及出现最大离位量的时刻见表2，并将进一步分析制动初速度、制动减速度波形和假人差异对BioRID-II鞭打假人离位量的影响规律。



（a）两种上升沿实际制动减速度波形



（b）实际制动速度波形

图6　离位试验实际制动波形图

表2　假人离位试验与鞭打假人头部质心离位量及峰值时刻

试验号	假人	试验初速度/km·h^{-1}	拟合上升沿/s	最大前移量/mm	最大前移量时刻/s
1	A	19.81	0.503	127	0.634
2	A	19.77	0.448	124	0.602
3	B	19.91	0.466	127	0.607
4	B	19.85	0.488	117	0.604
5	A	14.63	0.424	114	0.566
6	A	24.81	0.452	113	0.578
7	A	19.70	0.272	133	0.443
8	A	19.76	0.269	147	0.474

3.1　假人变化对离位量的影响

Test 1、Test 2使用A假人，Test 3、Test 4使用B假人，试验其余输入条件均保持一致。试验后，计算得到的BioRID-II假人头部质心离位量随时间的变化关系如图7所示，4次试验假人离位量最大偏差在10 mm之内，

曲线走势一致。进一步计算4组离位试验数据的变异系数（Coefficient of Variation, CV）值（见表3），假人头部质心最大前移量CV值为3.8%，头部质心最大前移量时刻的CV值为2.4%，结果表明BioRID-II假人的自身重复性和不同假人之间的头部离位数据没有明显差异，重复性较好。

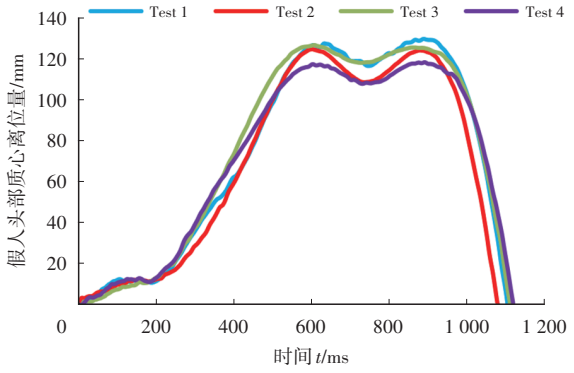


图7　不同假人头部离位量随时间的变化

表3　预制动下不同鞭打假人离位数据对比

试验号	假人	试验速度/km·h^{-1}	拟合上升沿/s	拟合水平加速度/g	头部最大前移量/mm	最大前移量时刻/ms
1	A	19.81	0.503	0.872	127	634
2	A	19.77	0.448	0.879	124	602
3	B	19.91	0.466	0.835	127	607
4	B	19.85	0.488	0.845	117	604
平均值（A假人）		19.79	0.475	0.876	126	618
平均值（B假人）		19.88	0.477	0.840	122	606
CV（总体）/%		0.3	5.1	2.5	3.8	2.4

3.2　速度对假人离位量的影响

在试验之前初步评估了预制动试验速度，初速度需满足：假人头部离位可以达到稳定状态，可以提高后续碰撞试验的重复性；根据预制动叠加试验的特点，预制动速度不小于鞭打速度，否则后续鞭打阶段无法进行。因此，Test 4设定曲线速度为20 km/h，Test 5设定速度为15 km/h，Test 6设定速度为25 km/h，3个试验速度涵盖了NCAP主流鞭打试验的速度且假人头部均可以达到最大离位量，满足试验需求。离位试验后，对比不同速度下的假人头部离位数据，由图8可知，3种速度下假人头部最大离位量差值为4 mm。结果表明：设定的初速度满足假人最大离位量时，再增大或减小初速度对BioRID-II假人头部最大离位量无影响。

3.3　波形上升沿对假人离位量的影响

为验证制动减速度的波形上升沿变化对假人离位量的影响规律，Test 7和Test 8设定加速度波形上升沿时间为0.2 s，其余6组离位试验设定的加速度波形上升沿时间均为0.4 s。从图9的假人头部质心的离位曲线和表2假人最大离位量及最大离位量峰值时刻数据可知，上升沿0.2 s制动减速度的假人头部质心离位量与0.4 s上升沿的假人离位量有明显的差异，峰值时刻会提前，头部离位量会增大。

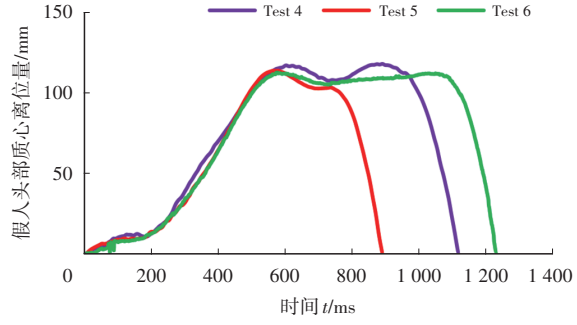


图8　不同速度下头部离位量随时间的变化

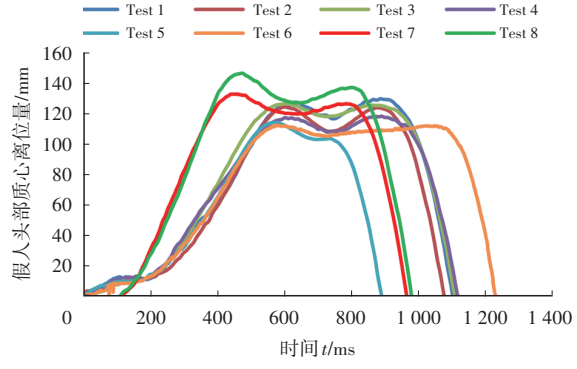


图9　不同加速度上升沿对头部质心离位量的影响

4　假人运动模型及生物仿真度分析

4.1　假人离位运动等效模型

为深入简化分析假人头部离位问题，根据BioRID-II假人的结构及离位运动特点，将假人头部离位运动进行物理模型等效分析。忽略假人离位过程中的阻尼和迟滞，可将其等效为理想的弹簧-质量模型。将牵引小台车位移用d表示，假人头部随地位移用h表示，则假人头部离位量x可表示为：

$$x = d - h \tag{1}$$

引入弹簧质量模型公式：

$$ma = kx \tag{2}$$

式中：m为物体的质量，a为物体的瞬时加速度，k为弹簧的劲度系数，x为弹簧的形变量。

可得

$$m(\ddot{d} - \ddot{x}) = kx \tag{3}$$

令$\frac{k}{m} = \omega^2$，则式(3)可转化为：

$$\ddot{x} + \omega^2 x = \ddot{d} \tag{4}$$

式中：ω为用系统等效劲度系数和质量定义的参量。

带入台车制动及运动参数：

$$\ddot{d}=\begin{cases}tH/T, & t<T\\ H, & t\geqslant T\end{cases} \tag{5}$$

式中：H为制动减速度的最大值即平台段加速度；T为制动减速度由倾斜段转为平台段的时刻，如图10所示。

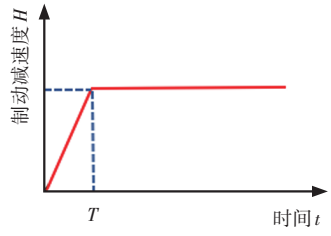


图10　预制动波形示意图

联立式(4)和式(5)求解x的微分方程，当$t<T$和$t\geqslant T$时，分别有：

$$x(t)=-\frac{H}{\omega^3T}\sin(\omega t)+\frac{H}{\omega^2T}t \tag{6}$$

$$x(t)=-\frac{H}{\omega^3T}\sin(\omega T)\cos(\omega t)+\frac{H}{\omega^3T}[1-\cos(\omega T)]\sin(\omega t)+\frac{H}{\omega^3} \tag{7}$$

根据表2数据，可知假人头部位移量x的最大值出现在$t\geqslant T$阶段，可根据式(7)计算头部离位量最大值。通过三角函数关系，可得头部离位量最大值为：

$$x_{\max}=\frac{\sqrt{2}\,H}{\omega^3T}\sqrt{1-\cos(\omega T)}+\frac{H}{\omega^2} \tag{8}$$

头部离位最大位移，对应时间为：

$$t_{(x=x\max)}=\frac{\pi}{\omega}+\frac{T}{2} \tag{9}$$

4.2　弹簧-质量人体模型有效性分析

对于假人离位运动，k和m为假人离位系统的固有参数，则可确定ω也为固定值。通过已有的头部离位试验数据对ω进行调校、求解。当$\omega\approx10$时，在假人离位到达峰值之前的阶段，模型计算数据和试验数据具有较高的拟合度，如图11所示，而最大值之后的反向运动，由于模型忽略的阻尼和迟滞，拟合度较低。因此，可以借助弹簧-质量模型实现对BioRID-II假人头部最大离位量及之前的数据进行补充和修正分析。

4.3　BioRID-II假人生物仿真度分析

根据C-NCAP(2024年版)附录I：主被动离位乘员保护虚拟测评规程中乘员离位假人认证相关程序和要求，进行假人乘员离位的制动波形加速度为0.8 g，上升沿持续时间为200 ms并要求假人头部质心轨迹在认证通道之内，如图12所示。需要特别说明，认证通道是志愿者在松弛状态下进行预制动离位试验获得的[11]。

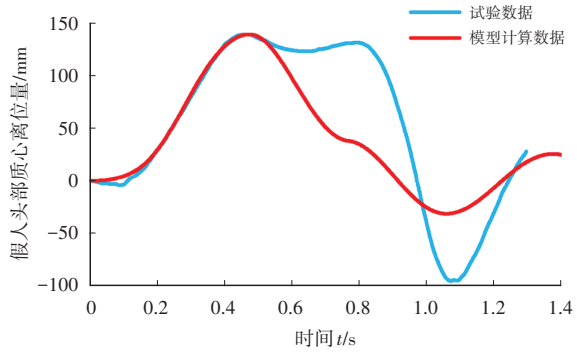


图11　假人头部离位量模型数据与试验数据拟合对比图

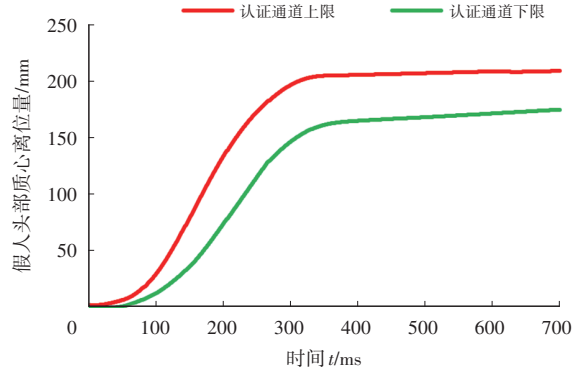


图12　C-NCAP附录I中假人头部质心轨迹认证通道

BioRID-II假人头部离位试验的制动减速度的设置有(0.8 g，400 ms)和(0.8 g，200 ms)两种，由于制动路面精度和牵引系统本身精度的局限，鞭打假人的离位试验工况并不是理想的对标工况，需要对假人头部离位数据修正后进行对比。为避免单一试验带来的个体差异，将已完成试验工况数据进行平均化处理，按照制动减速度设置的差异，可求得两组均值后的假人离位数据。均值后的离位试验制动波形参数分别为(0.865 g，464 ms)、(0.916 g，270 ms)，将头部离位试验数据经弹簧-质量物理模型修正后求取(0.8 g，200 ms)标准制动波形下的BioRID-II假人头部离位数据，见图13。修正后的BioRID-II假人头部离位量与认证通道的下限非常接近，所以BioRID-II假人颈部结构刚度比松弛状态的志愿者颈部略微偏大。

分析未进入认证通道的原因。通过查阅文献[12]关于BioRID-II假人和THOR-NT假人生物仿真度的相关研究结论：THOR-NT假人离位数据更接近松弛的志愿者，而BioRID-II假人则更接近有肌张力的志愿者结果，两者都适用于预制动离位试验。其研究数据和结论可以有效支撑本研究结果。因此，BioRID-II假人颈部结构在前向运动时与有肌张力志愿者数据相近，刚度略高于松弛状态下的志愿者颈部。BioRID-II假人可用于

AEB叠加鞭打的试验新工况，但不完美，后续可继续研究以提高仿真度。

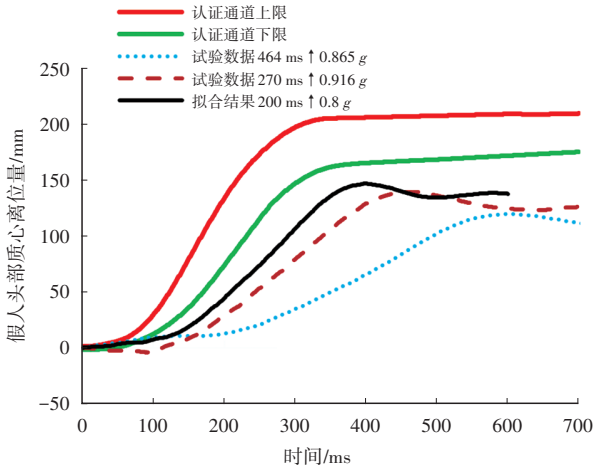


图13　修正后的假人头部离位量随时间的变化

5　结论

本研究设计并完成8组BioRID-II假人预制动离位试验，通过控制变量法，分析了不同的假人、初速度和制动波形对假人头部离位影响的规律，引入弹簧-质量模型等效假人离位运动，并验证了模型有效性；将BioRID-II假人头部离位数据与过往研究结论进行对比，证明了BioRID-II假人可用于制动中被追尾碰撞鞭打的新工况。具体结论如下：

a. 相同制动减速度下，BioRID-II假人头部离位量的自身重复性以及相同型号的不同假人之间没有明显差异；

b. 相同制动波形形状且设定的初速度满足假人最大离位量时，再增大或减小初速度对BioRID-II假人头部最大离位量无影响，而预制动鞭打试验制动速度20 km/h的选取是为了在达到最大值后存在尽量趋于稳定的阶段，否则后续碰撞阶段的重复性会较差；

c. 不同的制动波形对BioRID-II假人离位有显著影响，会影响假人前向离位量的最大值和到达最大离位量的峰值时刻；

d. BioRID-II假人头部离位量在最大值及之前的时间内，可用弹簧-质量物理模型进行分析；

e.BioRID-II假人前向运动仿生性与有肌张力志愿者离位数据相似，可用于AEB制动再叠加被追尾碰撞的鞭打试验新工况，但未来有仿真度更好的假人，会适时引入C-NCAP。

参　考　文　献

[1] 唐洪斌. 预碰撞下的乘员保护与主被动安全融合技术的发展[J]. 汽车文摘, 2020(10): 1-6.
TANG H B. Occupant Protection Based on Pre-Crash and the Fusion of Active Safety And Passive Safety[J]. Automotive Digest, 2020(10): 1-6.

[2] 杨帅, 张金换, 钱占伟, 等. 汽车安全多领域融合的研究与展望[J]. 汽车安全与节能学报, 2022, 13(1): 29-47.
YANG S, ZHANG J H, QIAN Z W, et al. Research and Prospect of Multi Domain Integration of Automobile Safety[J]. Journal of Automotive Safety and Energy, 2022, 13(1): 29-47.

[3] 李君明. 面向汽车主被动集成安全的乘员碰撞损伤研究及约束系统优化设计[D]. 重庆: 重庆大学, 2018.
LI J M. Research on the Occupant Impact Injury and Optimization Design of Restraint System for Vehicle Integrated Active and Passive Safety[D]. Chongqing: Chongqing University, 2018.

[4] 韩勇, 张悦苡, 李明旺, 等. AEB工况下驾驶员姿态对损伤风险的影响[J]. 汽车工程, 2024, 46(10): 1920-1927.
HAN Y, ZHANG Y C, LI M W,et al. Effect of Driver Posture on Injury Risk under AEB Conditions[J]. Automotive Engineering, 2024, 46(10): 1920-1927.

[5] 孙振东, 朱海涛, 彭伟强. AEB制动对THOR 50th假人乘坐姿态影响[J]. 汽车安全与节能学报, 2021, 12(4): 499-506.
SUN Z D, ZHU H T, PENG W Q. Influence of AEB for THOR 50th Dummy Seating Position[J]. Journal of Automotive Safety and Energy, 2021, 12(4): 499-506.

[6] 任立海, 罗志秦, 陈浩, 等. 假人与人体模型在AEB作用下的驾驶员离位响应对比[J]. 汽车安全与节能学报, 2023, 14(4): 448-456.
REN L H, LUO Z Q, CHEN H, et al.Comparison of Driver's Out-of-Position Response of Dummy and Human Models under AEB[J]. Journal of Automotive Safety and Energy, 2023, 14(4): 448-456.

[7] 崔东, 祁志楠, 张慧. 紧急制动下的驾驶员运动姿态变化与碰撞损伤研究[J]. 汽车工程, 2020, 42(8): 1060-1065.
CUI D, QI Z N, ZHANG H. Study on the Motion Posture Change and Crash Injury of Driver under Autonomous Emergency Braking[J]. Automotive Engineering, 2020, 42(8): 1060-1065.

[8] 孙振东, 朱海涛, 彭伟强, 等. 汽车预碰撞制动下乘员离位影响及参数优化分析[J]. 汽车工程, 2023, 45(1): 112-118.
SUN Z D, ZHU H T, PENG W Q, et al. Analysis on the Influence of Occupant Displacement and Parameter Optimization Under Pre-Crash Braking Condition[J]. Automotive Engineering, 2023, 45(1): 112-118.

[9] 娄磊, 杨运生, 张晓龙. 鞭打试验在欧洲、日本与中国[J]. 交通标准化, 2010(18): 37-41.
LOU L, YANG Y S, ZHANG X L. Whiplash Test in Euro,

Japan and China[J]. Standard and Standardization, 2010(18): 37-41.

[10] 中国汽车技术研究中心有限公司. C-NCAP管理规则（2024版）[S]. 天津：中国汽车技术研究中心有限公司 2024.
China Automotive Technology and Research Center Co., Ltd. C-NCAP Management Regulation (2024 edition) [S]. Tianjin: China Automotive Technology and Research Center Co., Ltd., 2024.

[11] WU X, JIANG B, BAI Z, et al. Development of a Neck Finite Element Model with Active Muscle Force for the THOR-50M Numerical Dummy[J]. SAE Report, 2023,(4): 9.

[12] DEVELET J A ,CARLSSON A , SVENSSON M Y ,et al. Evaluation of the Biofidelity of the BioRID-II and THOR-NT Anthropomorphic Test Devices under Seatbelt Pre-Pretensioner Loading in Stationary Conditions[J]. Ohio State University Injury Biomechanics Symposium, 2013.

（责任编辑　王　一）

修改稿收到日期为2025年10月16日。

《汽车文摘》征文

《汽车文摘》（月刊）于1963年7月3日创刊，由国务院国有资产监督管理委员会主管、中国第一汽车集团有限公司主办，为中国汽车工程学会会刊。《汽车文摘》以“览全球汽车技术文献，指中国汽车技术之道”为使命，以打造“中国汽车前沿与创新技术传播与交流的重要平台”为愿景，致力于成为汽车领域最具影响力的综述类期刊。

《汽车文摘》深耕电动化、智能化、网联化、共享化和智能制造5大方向和10大领域，聚焦新能源、燃料电池与混合动力汽车、智能网联汽车、氨氢融合零碳和碳中性燃料、汽车安全、健康与舒适、碳达峰与碳中和、生命周期评价（LCA）与技术经济分析、智能制造、材料轻量化与一体化压铸、飞行汽车前沿与创新技术综述论文，揭示相关领域的新动态、新趋势、新技术和新进展，为广大科研和工程技术人员进一步发展这一领域提供新突破口、新出发点和新基准。

欢迎高等院校师生、研发工程技术人员、技术管理人员，充分发挥专业领域优势，深度挖掘国内外高影响力学术期刊与其它文献，形成某个技术领域前沿综述。

《汽车文摘》选题范围：

电动化：混合动力关键技术；动力电池关键技术；先进充电技术；电驱动系统及电力电子技术；智能底盘及子系统线控关键技术；燃料电池动力系统设计与优化。

智能化：新型电子电气架构；自动驾驶感知、决策与运动控制；智能新能源汽车测试评价方法与工具链；车辆智能安全技术。

网联化：智能网联云控技术；车用通信及网络技术；车路协同技术；汽车人因、人机交互与智慧座舱；信息安全与预期功能安全；车网融合（V2G）及应用。

低碳化：汽车节能与排放技术；清洁能源动力系统技术；碳达峰、碳中和；氢燃料制、储、运、加及安全管控技术；生命周期评价（LCA）、标准法规与技术经济分析；氨氢融合零碳和碳中性燃料。

轻量化：新能源汽车新材料技术；混合材料轻量化设计；一体化压铸。

共享化：区块链技术与移动出行；车辆大数据挖掘方法与应用案例。

燃料电池：电池堆、电池系统与基础设施。

智能制造：机器人与自动化控制、四大工艺、物流技术、设计-制造-服务。

颠覆式出行：飞行汽车；未来低空智能交通体系及其关键技术。

汽车安全：主被动安全与融合；智能安全；健康与舒适。

《汽车文摘》发表论文的独特优势：

《汽车文摘》是国家级刊物、中国汽车工程学会会刊、汽车领域唯一的综述期刊。《汽车文摘》不收版面费、4个月左右可发稿。

投稿要求：

1. 综述篇幅在10 000～15 000字（6~10页），图文并茂，图、表和公式非原创要求标注引用文献；

2. 请按科技论文要求撰写文章摘要，摘要中文字数约200字；

3. 文章必须附有公开发表、体现本领域最新研究成果和高影响力出版物作为参考文献，一般要求参考文献在20篇以上，一半左右为外文参考文献，且在文中标注所引用文献；

4. 来稿保密审查工作由作者单位负责，确保署名无争议，文责自负；

5. 切勿一稿多投。

《汽车文摘》投稿网址：http://www.qcwz.cbpt.cnki.net

邮箱：autodigest@faw.com.cn

《汽车文摘》编辑部