

汽车自动紧急制动系统行人测试与评价方法

武茂廷

山东唐骏欧铃汽车制造有限公司 山东 淄博 255100

摘要: 为建立我国汽车自动紧急制动系统的测试及评价方法, 根据我国交通事故类型、伤亡人数及财产损失等道路交通事故基本数据, 提出了适合我国城市道路车辆AEB的多种不同测试工况。通过某样品车型的AEB实车测试对所提评价方法进行验证, 结果表明: 所提方法具有合理性和实用性。

关键词: 自动紧急制动系统; 城市道路工况; 行人测试与评价

引言

自动紧急制动系统是一种主动安全技术, 其利用传感器(雷达、摄像头等)来监测前面车辆、检测与目标车辆之间的相对速度和距离, 计算即将发生的情况, 先进行报警, 在驾驶员没有进行主动刹车的情况下将刹车信号传递给ABS/EBS控制系统, 进行自动刹车, 可以有效降低追尾事故发生概率或减轻碰撞激烈程度。

1 AEB 行人系统测试

针对AEB行人测试系统, C-NCAP测试规程设定了4种典型测试场景: 远端碰撞CVFA-50、CVFA-25和近端碰撞CVNA-25、CVNA-75。如图1所示, 假人目标与测试车辆中心线两者之间的水平距离为 $D=6\text{m}$ (远端)和 $D=4\text{m}$ (近端)。测试汽车行驶速度 VV 分别为 20km/h 、 30km/h 、 40km/h 、 50km/h 、 60km/h 。假人移动速度 VP 分别为 5km/h 、 6.5km/h , 其移动方向与测试汽车呈垂直状态, 在汽车头部宽度的25%处(M点)、50%(C点)和75%处(K点)分别进行碰撞测试。

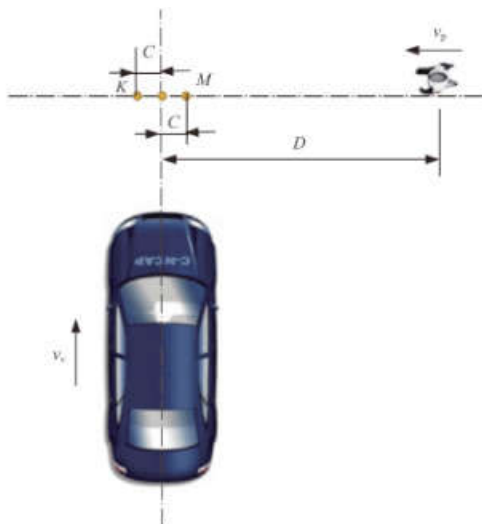


图1 测试场景示意图C-NCAP

规范中的AEB行人测试场景是基于欧美地区交通事故数据建立的, 与我国行人交通习惯存在较大差异, 为此需建立适合我国行人交通行为的测试方案, 因此设定如下两种测试场景: 1) 近距离测试场景(CPN): 汽车速度为 $5\sim 25\text{km/h}$, 假人和测试汽车的距离为 7m 。2) 远距离测试场景(CPF): 测试汽车速度为 $10\sim 60\text{km/h}$ (以 10km/h 为间隔), 假人与测试汽车的距离为 20m 。假人移动速度为 5.4km/h , 碰撞位置为汽车50%位置处^[1]。

2 测试方案设计

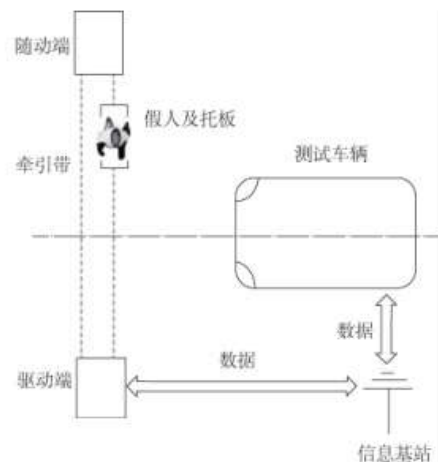


图2 系统方案架构根据C-NCAP

本文利用 PreScan 软件, 搭建典型测试场景对本文所提出的测试与评价方法进行仿真测试, 所选测试车辆为某 A 级样车进行了实车测评。测试天气条件如下: 没有降雨、降雪、冰雹等恶劣天气情况; 测试温度范围为 $0\sim 45\text{℃}$; 测试时最大风速低于 10m/s 。测试场地条件如下: 干燥的沥青路面, 没有可见的潮湿处; 峰值附着系数大于 0.9 ; 直道并且平坦。针对C-NCAP以及行人测试相关的规定, 行人检测系统应当具有如下功能: 1) 目标假人可在驱动系统的作用下沿一定速度行驶; 2) 驾驶机器人能够控制汽车按一定的速度和路线行驶; 为了使假人与测试汽

车发生指定位置的碰撞,假人与测试汽车互联互通,保持实时通信。根据上述的功能需求,设计了如图2所示的测试过程。将假人固定在托板上,借助牵引带驱动假人和托板移动,并在假人驱动系统和测试汽车上安装通信设备,借助实时动态基准站完成汽车与假人速度、位置的信息交互,满足测试场景的碰撞要求。

3 汽车 AEB 性能测试评价方法

3.1 测试项目

根据ECE R131《关于就自动紧急制动系统(AEB)方面批准机动车辆的统一规定》要求,从2个方面对AEB性能进行试验评价:

- 1) 预警及触发试验;
- 2) 误响应试验。

其中,预警及触发试验囊括2个测试场景,即前车静止CCRs试验、前车慢行CCRm试验,综合考察AEB在危险状态下的预警及紧急制动能力;误响应试验主要考察系统的目标辨别能力,即纵向辨别能力、横向辨别能力^[2]。

3.2 汽车AEB测试评价试验对象

预警及触发(即启动)试验测试评价根据ECE R131标准中的试验方法进行试验,对AEB的预警及触发性能测试主要为以下两种场景:1) 前车静止试验(CCRs):目标假车静止,被测车辆以 80 ± 2 km/h的时速且离静止目标车辆至少120 m接近静止假车,被测车辆与目标车辆纵向中心线横向偏移不超过0.5 m。驾驶员除控制转向系统以控制车辆漂移之外,不采取任何操作。2) 前车慢行试验(CCRm):目标假车以 12 ± 2 km/h的车辆行驶,被测车辆以 80 ± 2 km/h的时速且离移动目标车辆至少120 m接近,被测车辆与目标车辆纵向中心线横向偏移不超过0.5 m。驾驶员除控制转向系统以控制车辆漂移之外,不采取任何操作。2种测试场景下的评价指标:1) 报警模式(触觉、声音或视觉信号报警)及降速量要求如表1所述:2) 在AEB报警阶段,车辆速度减少量不超过15 km/h或被测车辆总减速量的30%,两种取较大值。3) 对于测试场景一,碰撞报警阶段应在紧急制动阶段之后;对于测试场景二,在紧急制动阶段,AEB应保证被测车辆与移动目标车辆不相撞。在碰撞时间(TTC)等于或小于3.0 s之前,AEBS不应进行紧急制动^[3]。

4 评价方法

4.1 试验项目

4.1.1 头型试验

将车辆调整为正常行驶姿态,头型以 $40_{-0.72}^{+0.72}$ km/h的速度冲击车辆头型试验区域,评价车辆对行人头部的碰

撞保护性能。头型试验分为儿童头型试验和成人头型试验,在冲击瞬间,头型应处于自由飞行状态,试验点冲击位置偏差应不大于 ± 10 mm。试验中,通过采集碰撞过程中头型三个方向的加速度,计算出HIC15值来评价车辆对行人头部的碰撞保护性能。

4.1.2 腿型试验(aPLI试验)

将车辆调整为正常行驶姿态,腿型以 $40_{-0.72}^{+0.72}$ km/h的速度水平冲击车辆前部腿型试验区域,评价车辆对行人腿部的碰撞保护性能。试验中,采集碰撞过程中小腿弯矩(4个)、大腿弯矩(3个)以及膝部韧带延伸量MCL等8个指标,来评价车辆对行人腿部的碰撞保护性能。

4.2 性能指标与评分办法

行人保护的评价包括对车辆头型试验区域和腿型试验区域的评价。可得到的最高分数为15分,其中头型试验区域最高得分为10分,腿型试验区域最高得分为5分。

4.2.1 头型试验区域

头型试验区域最高得分为10分,最低得分为0分。头型试验区域被划分为若干个网格点或区,每个网格点或区的最高可得点数为1.000,最低可得点数为0.000。头部评价指标为HIC15,根据头部评价指标HIC15值设定5个区间,每个区间对应不同点数分,并以不同颜色来表示,头型试验区域内所有网格点或区所得点数分之总和除以所有网格点或区最高可得点分数,得出头型试验得分百分比。将百分比乘以10,得出头型试验区域的最终得分,该分数采用四舍五入的方法保留到小数点后三位。

4.3 腿型试验区域的评分

腿型试验区域最高得分为5分,最低得分为0分。腿部试验区域被划分为若干个网格点,每个网格点的最高可得点数为1.000最低可得点数为0.000。通过测量相关指标评分,评价指标包括小腿的弯矩4个、大腿弯矩3个以及膝部韧带MCL的伸长量。其中,大腿的弯矩最高可得点数为0.400,取3个弯矩值中最大的进行评分;小腿的弯矩最高可得点数为0.400,取4个弯矩值中最大的进行评分;膝部韧带伸长量最高可得点数为0.200,根据MCL值进行评分。评分时采用高性能限值和低性能限值来计算。低性能限值和高性能限值分别对应点数为0.000和最高可得点分数,处于两者之间的测量值分别采用线性插值的方法计算,采用四舍五入的方法保留到小数点后三位。

高性能限值:大腿弯矩 390Nm、小腿弯矩275Nm、MCL伸长量27mm。

低性能限值:大腿弯矩 440Nm、小腿弯矩320Nm、MCL伸长量32mm。

试验得到的网格点点数分之之和除以这些网格点最高可得点数分之之和得出腿型试验区域得分百分比。将百分比乘以腿型试验区域总分5，得出腿型试验区域的最终得分，该分数采用四舍五入的方法保留到小数点后三位。

5 结束语

本文根据中国交通事故深入研究，借鉴国内外研究成果，主要参考我国新车评价规程（C-NCAP）中的汽车自动紧急制动系统（AEB）行人测试方法，提出了适合我国城市道路车辆AEB的多种不同测试工况及方法。针对行人测试不同部位的评价本文设计的AEB行人检测系统对行人不同部位进行测试评价，能够用于行人危险工

况的测试实验，其测试精度较高，是汽车AEB系统功能测评和相关产品开发的有效支撑工具。

参考文献

- [1]杨为, 赵胡屹, 舒红. 自动紧急制动系统行人避让策略及仿真验证[J]. 重庆大学学报, 2019, 42(2):1-10.
- [2]李霖, 朱西产, 董小飞, 等. 自主紧急制动系统避让策略的研究[J]. 汽车工程, 2015, 37(2):168-174.
- [3]吴俊, 向国梁, 杨俊辉, 等. 汽车自动紧急制动(AEB)行人检测系统的开发与测试[J]. 汽车安全与能学报, 2018, 9(4):401-409.