

汽车事件数据记录系统数据符合性判定

黄志刚 胡宇尚 闫肃军 宋广文

(中汽研汽车检验中心(天津)有限公司,天津 300300)

【欢迎引用】黄志刚,胡宇尚,闫肃军,等.汽车事件数据记录系统数据符合性判定[J].汽车文摘,2024(12):40-45.

【Cite this paper】HUANG Z G, HU Y S, YAN S J, et al. Data Compliance Assessment of Vehicle Event Data Recorder[J]. Automotive Digest (Chinese), 2024(12): 40-45.

【摘要】为了改善汽车安全性能、为汽车安全性能评估提供有效的数据支撑,深入分析了国家标准GB 39732—2020《汽车事件数据记录系统》对EDR所记录数据的相关要求,对多种工况下不同厂商车型的EDR数据进行符合性判定。结果表明,所有车型对标准GB 39732要求必须记录的数据总体较为完整,但在特殊工况下仍存在数据记录不完善的情况。最后,针对新能源汽车在事故发生时应纳入记录范围的数据提出建议。

关键词:汽车事件数据记录系统;标准;法规;符合性判定

中图分类号:U467;T-01 文献标志码:A DOI: 10.19822/j.cnki.1671-6329.20240045

Data Compliance Assessment of Vehicle Event Data Recorder

Huang Zhigang, Hu Yushang, Yan Sujun, Song Guangwen

(Automotive Inspection Center (Tianjin), Co., Ltd., Tianjin 300300)

【Abstract】In order to improve the safety performance of automobiles and provide effective data support for the evaluation of automobile safety performance, the relevant requirements of the national standard GB 39732—2020 “Vehicle Event Data Recording System” for the data recorded by EDR are deeply analyzed, and the compliance judgment of EDR data of different manufacturers and models under various working conditions is carried out. The results show that the data that must be recorded according to the standard GB 39732 for all vehicle models is generally complete, but there are still imperfect data records under special driving conditions. Finally, some suggestions are put forward for the data that should be included in the recording scope of new energy vehicles when accidents occur.

Key words: Event Data Recorder(EDR), Regulations, Standards, Compliance determination

0 引言

近年,我国机动车保有量逐步增加,随着车辆增加,交通事故发生率也在增加^[1]。根据公安部交通管理局公开数据,2023年全国共发生175万起交通事故,较2022年上升8%。车辆事件数据记录器(Event Data Recorder, EDR)是一种内置于车辆中的电子设备,与飞机上的“黑匣子”类似^[2-3],能够记录车辆运行时的各种参数数据。这些数据对于了解事故原因、改善车辆安全性能以及进行车辆性能评估具有关键意义。本文通过对各种工况下实车碰撞试验中EDR数据进行符合性判定,并进行比较分析,不同厂商车型深入探讨其EDR数据完整性,以及该数据在事故调查和车辆性能分析中的重要性。同时提出新能源汽车

EDR符合性判定的方法,通过对EDR系统的原理、功能和数据进行分析,挖掘该技术在提高道路安全和车辆设计方面的潜在价值。

1 EDR相关标准和法规分析

2003年,SAE针对EDR数据进行了相关的定义以及格式的确立,发布了SAE J1698/1 Event Data Recorder-Output Data Definition^[4]。2004年5月,SAE发布了SAE J1698/2 Event Data Recorder-Retrieval Tool Protocol^[5],确定了EDR的物理接口位置、数据检索协议。2004年9月,IEEE发布了IEEE 1616—Motor Vehicle Event Data Recorders^[6],但该标准并未强制规定EDR中应该获取的数据类型,仅给出其可能记录的数据种类。同时,该标准明确了其数据的防篡改性和防撞性。2006

年,美国国家公路交通安全管理局(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)发布了49 CFR Part 563联邦法规^[7],其要求2010年9月1日以后,安装EDR的车辆应该满足的数据格式、标准以及符合性,并于2008年完成修订。2013年,SAE发布了SAE J1698/3 Event Data Recorder-Compliance Assessment推荐条例^[8]规定了EDR的符合性判定验证,评估其数据的规范性。2016年,对SAE J1698/1中的内容进行扩充,增加了行人保护相关的参数定义。美国在EDR方面的法规制定比较早,标准制定较全面。欧洲方面,欧盟参照联合国EDR法规,于2019年颁布了Regulation (EU) 2019/2144,提出了EDR安装的具体要求,同时启动了EDR法规制定工作,于2021年颁布UN Regulation No. 160 Event Data Recorder(EDR)^[9]。我国EDR相关法规制定起步较晚^[10],目前强制性标准有两项:GB 7258—2017《机动车运行安全技术条件》^[11]及其第2号修改单和GB 39732—2020《汽车事件数据记录系统》^[12],分别规定了EDR相关的技术要求,包括参数、试验方法、符合性判定等。2024年1月1日起,针对乘用车,所有新申请型式批准的车型必须满足GB 39732标准的全部要求。国内外标准、法规EDR数据要求适用的车型范围如表1所示。

表1 国内外标准、法规EDR数据要求适用车型

地区	标准/法规	安装车型	备注
中国	GB 7258	乘用车	2022年1月1日新生产的车辆
欧盟	Regulation (EU) 2019/2144	所有M类、N类车型	分批实施、2029年1月7日前所有车辆均应安装EDR设备
美国	49 CFR Part 563	乘用车、MPV、卡车、客车、GVWR等	2012年9月新生产的车辆

2 现阶段EDR符合性判定

2.1 EDR数据记录

标准GB 39732将EDR所记录的数据分为A级数据元素和B级数据元素,其中A级数据元素为车辆应记录数据(表2),B级数据元素为车辆配备相应功能时应记录的数据(表3)。

表2 A级数据元素

序号	名称
1	纵向 ΔV
2	最大记录纵向 ΔV
3	达到最大记录纵向 ΔV 时间
4	削波标志
5	车辆速度
6	行车制动,开启或关闭
7	驾驶员安全带状态
8	加速踏板位置,全开位置的百分比
9	每分钟转数(r/min)
10	事件中上电周期
11	读取时上电周期
12	事件数据记录完整状态
13	本次事件距离上次事件的时间间隔
14	车辆识别代号
15	记录EDR数据的ECU硬件编号
16	记录EDR数据的ECU序列号
17	记录EDR数据的ECU软件编号

表2为EDR强制记录数据,而B级数据则根据车辆配置进行记录,如表3所示。标准中增加了事件发生的时间和事件终点等信息,同时根据配置,增加了

表3 B级数据元素

序号	名称	序号	名称	序号	名称
1	纵向加速度	14	制动踏板位置	27	前排乘客侧面气囊展开时间
2	横向加速度	15	驻车系统状态	28	前排乘客侧面气帘展开时间
3	横向 ΔV	16	转向信号开关状态	29	乘员保护系统报警状态
4	最大记录横向 ΔV	17	驾驶员安全带预紧装置展开时间	30	轮胎压力监测系统报警状态
5	最大记录合量 ΔV 的平方	18	驾驶员正面气囊展开时间(第一阶段)	31	制动系统报警状态
6	最大记录横向 ΔV 时间	19	驾驶员正面气囊展开时间(第二阶段)	32	定速巡航系统状态
7	最大记录合量 ΔV 平方的时间	20	驾驶员侧面气囊展开时间	33	自适应巡航系统状态
8	横摆角速度	21	驾驶员侧面气帘展开时间	34	防抱制动系统状态
9	转向角度	22	前排乘客安全带状态	35	自动紧急制动系统状态
10	T_{end}	23	前排乘客安全带预紧装置展开时间	36	电子稳定性控制系统状态
11	年、月、日、时、分、秒	24	前排乘客正面气囊抑制状态	37	牵引力控制系统状态
12	挡位	25	前排乘客正面气囊展开时间(第一阶段)	38	事件前同步计时时间
13	发动机节气门位置	26	前排乘客正面气囊展开时间(第二阶段)		

乘员保护系统报警状态、制动系统报警状态等,可以在事故发生后判断车辆状态是否正常。

根据标准及表3中的数据元素进行判定并出具符合性曲线,符合性曲线是根据试验室测量的横/纵向加速度数据进行积分,得到参考的 ΔV ,而后将参考数值加10 km/h作为上限、减10 km/h作为下限,通过对试验时所采集的电子控制单元(Electronic Control Unit, ECU)上的加速度以及ECU本身所记录的 ΔV (纵向加速度或横向加速度)和点爆时间,根据策略选择唤醒算法或连续算法进行处理。车辆VIN号码:车辆的唯一识别代码;最大记录纵向、横向 ΔV 以及所到达的时间:通过分析数据可以还原事故发生时的状况;车辆速度:记录事故发生时车辆速度;ECU硬件编号、序列号以及软件编号;转向角度、制动踏板位置:可以记录事故发生时,驾驶员所做的动作,作为事故分析的重要参数;挡位:N,P,D,R;安全气囊、安全带展开时间:ECU中记录的气囊和安全带作用时间;加速踏板位置:可以判断驾驶员是否踩下加速踏板。

2.2 试验数据分析

汽车EDR数据在事故调查中扮演着至关重要的角色,能够提供车辆碰撞前后的关键参数^[13]。此外,车企和研究人员可以利用EDR数据改进车辆设计,提高安全性能,减少事故发生的可能性^[14]。

根据试验室现有数据,对4个厂商的车型(用A、B、C、D表示)的各种工况试验进行了分析,包括50 km/h正面碰撞、27 km/h正面碰撞、侧面柱碰、ENCAP-MPDB、沙坑拌翻以及边坡翻滚试验。

2.2.1 A厂商EDR记录数据完整性分析

针对A厂商的某款车型,在正面碰撞类试验中,对低速和高速试验后的EDR数据以及符合性曲线进行了比较分析。在纵向 ΔV 和符合性曲线方面,A厂车型的数据满足标准要求。然而,在低速工况下,转向角度数据记录不完整,但在高速工况下的记录完整。在MPDB工况也出现转向角度数据记录不完整的情况,如表4所示。

转向角度可以用于重建交通事故,通过分析车辆在事故前后的转向角度变化,了解驾驶员对事故的反应,并判断是否有避免事故的机会。该数据还是评估驾驶员行为的重要指标之一,异常的转向角度变化可能表明驾驶员急转弯、紧急制动或出现其他突发驾驶动作,对评估驾驶员的注意力和反应能力具有关键意义。此外,转向角度的变化还可以用于评估车辆的稳定性,异常的转向动作可能表明车辆操控异常或悬架

系统出现问题,这对于维护和改进车辆性能具有指导意义。通过监测转向角度的变化,可以检测驾驶员是否存在疲劳驾驶,连续驾驶时长和转向动作的特征,可以用于评估驾驶员的疲劳水平。此外,不同驾驶员可能在转向动作上有不同的特征,因此转向角度数据也可以用于驾驶员识别,特别是在共享车辆或家庭车辆中。此外,如表4所示,其发动机转速数据无记录;更令人担忧的是,车型可能处于研发阶段,功能不完善,该厂商车型的驾驶员安全带状态显示异常,尽管试验中安全带已明显插入卡扣,试验后读取的数据却显示未系安全带,见表5。

表4 MPDB工况下的转向角度

时间/s	速度/km·h ⁻¹	发动机转速/r·min ⁻¹	转向角度/(°)
-5.0	28	无法获取值	错误或无效值
-4.5	31	无法获取值	错误或无效值
-4.0	35	无法获取值	错误或无效值
-3.5	38	无法获取值	错误或无效值
-3.0	40	无法获取值	错误或无效值
-2.5	42	无法获取值	错误或无效值
-2.0	45	无法获取值	错误或无效值
-1.5	48	无法获取值	错误或无效值
-1.0	50	无法获取值	错误或无效值
-0.5	50	无法获取值	错误或无效值
0.0	49	无法获取值	错误或无效值

表5 MPDB工况下,安全带状态

最大纵向加速度/g	-42
达到最大纵向加速度的时间/ms	220
纵向加速度削波标志	无法获取值
横向加速度削波标志	无法获取值
驾驶员安全带状态	未系

在侧面碰撞工况下,A厂商车型与正面碰撞工况存在差异,低速工况下转向角度记录完整,但高速工况下却没有转向角度完整的记录,如表6、表7表示。A厂商车型EDR详细记录了ECU的硬件编号、序列号、软件版本及车辆识别号,有助于追溯和确认具体车辆。同时,无论高速还是低速试验,EDR中所记录的数据包含了事故前及发生事故时的车速、加速踏板位置、制动系统状态和安全带状态等关键参数,为事故重建提供了重要数据。数据展示了车辆在事故发生时的即时反应,如安全带和气囊部署。然而,针对翻滚角度和翻滚率的记录并不完善,这类信息的记录有利于对车辆事故行为进行更深入的分析。此外,偏

航角速度的记录不完整,这一参数对了解车辆的实际运动方向和稳定性有重要意义。同时,多事件记录和事故应急呼叫系统状态方面,大部分均记录了多事件的数量、事件之间的时间差异以及事故应急呼叫系统的状态,为事故重建提供了额外的时间框架和信息。每份文件在提供的数据类型和详细程度有所不同,部分车型提供了更全面的车辆动态和安全系统状态信息,而其他车型则侧重于基础事故数据。

表6 侧面柱碰工况下,转向角度的记录(16 km/h)

时间/s	速度/ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	行车制动状态	转向角度/ $^{\circ}$
-5.0	0	关闭	-35
-4.5	0	关闭	-35
-4.0	0	关闭	-35
-3.5	0	关闭	-35
-3.0	0	关闭	-35
-2.5	0	关闭	-35
-2.0	0	关闭	-35
-1.5	0	关闭	-35
-1.0	0	关闭	-35
-0.5	0	关闭	-35
0.0	0	关闭	-35

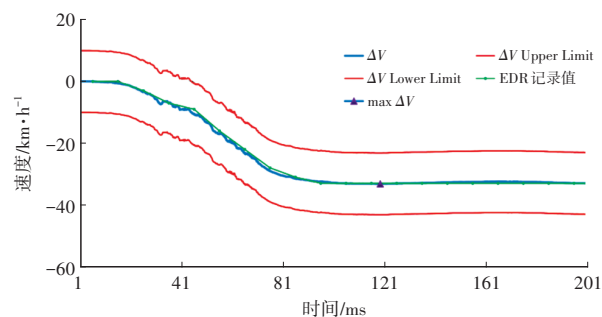
表7 侧面柱碰工况下,转向角度的记录(32 km/h)

时间/s	速度/ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	行车制动状态	转向角度/ $^{\circ}$
-5.0	0	关闭	无法获取值
-4.5	0	关闭	无法获取值
-4.0	0	关闭	无法获取值
-3.5	0	关闭	无法获取值
-3.0	0	关闭	无法获取值
-2.5	0	关闭	无法获取值
-2.0	0	关闭	无法获取值
-1.5	0	关闭	无法获取值
-1.0	0	关闭	无法获取值
-0.5	0	关闭	无法获取值
0.0	0	关闭	无法获取值

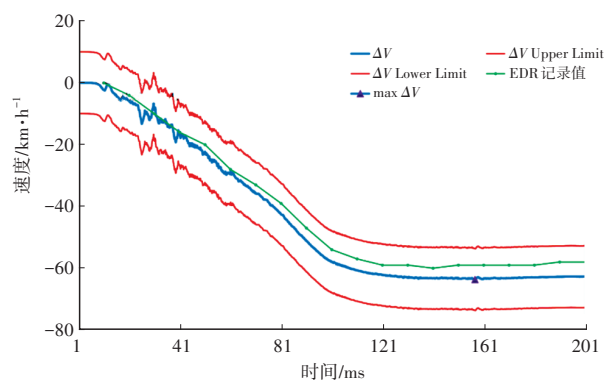
综上所述,在正面碰撞工况下,如MPDB、高低速正碰,以及侧面碰撞工况下的侧柱碰、侧碰下,A厂商车型所记录的EDR数据相对完整,可以通过符合性曲线来判断ECU的性能,如图1a为低速正碰下纵向 ΔV 的符合性曲线图,图1b为高速下的符合性曲线图。

从图1可以看出,低速工况下,EDR记录值与最大值吻合度较高,其符合性很好,而高速工况下EDR数据

符合性较差但仍符合标准。



(a)低速正碰



(b)高速正碰

图1 正碰工况下的符合性曲线

2.2.2 其他车企EDR数据完整分析

在试验室中针对多家车企的车型进行测试,并进行EDR数据符合性的判定,目前试验室中其他车企特殊工况下的数据量不够丰富,但仍可看出在特殊工况下,其他车企记录的数据也不够完整。因此,针对特殊工况,如螺旋翻滚,仍需完善。本小节仅对正、侧面碰撞工况下各车型EDR数据进行对比分析。

B厂高速正碰下的符合性曲线如图2所示。本试验室所做试验中,针对符合性曲线的判定,A、B、C、D各厂商均在限值内,满足条件,但其性能有差距。如图1和图2,越靠近中间的蓝线,符合性越好,可以看出B厂车型的ECU性能更强,但也无太大差异。

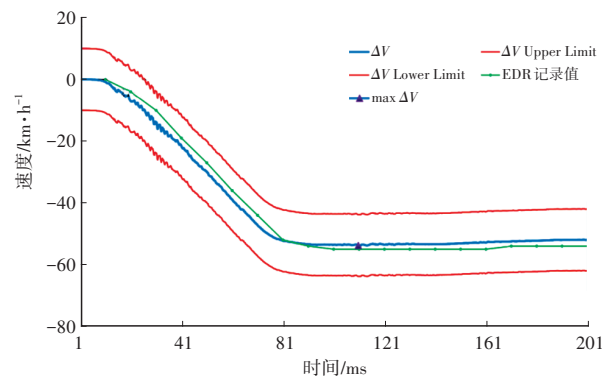


图2 B厂高速正碰下的符合性曲线

针对4家厂商正、侧面碰撞工况下的上述A类、B类数据元素60项数据进行符合项判定,正面碰撞结果如表8。

表8 正面碰撞工况下符合项

厂商	满足项/个	不满足项/个	问题项描述
A	56	4	安全带状态;发动机转速;定速巡航状态;自适应巡航状态
B	59	1	发动机节气门位置,全开位置的百分比
C	57	3	定速巡航;自适应巡航;电子稳定性控制系统状态
D	54	6	发动机转速;转向角;定速巡航;自适应巡航;纵向加速度;横向加速度

由表8数据可知,B厂商记录的相对完善,但相对来说,其问题项影响也较大,汽车节气门相对位置指的是汽车节气门的开度相对于其关闭位置的百分比。相对位置的百分比表示节气门开度,其数值越大,节气门开度越大,发动机输出功率也越大。在汽车行驶过程中,ECU不断监测节气门的相对位置,并根据其数值来控制发动机的工作状态。但如果发生事故,节气门位置的记录不完善,对事故的责任划分会造成影响。同时,有很多共性的问题,定速巡航状态、自适应巡航状态记录并不完整。

针对侧面碰撞工况,对60项数据进行符合项判定,结果如表9所示。

表9 侧面碰撞工况下符合项判定

厂商	满足项/个	不满足项/个	问题项描述
A	56	4	安全带状态;发动机转速;定速巡航状态;自适应巡航状态
B	57	3	定速巡航;自适应巡航;紧急转向功能
C	56	4	转向角;定速巡航;自适应巡航;紧急转向功能
D	55	5	安全带状态;前排乘客正面气囊抑制状态;达到最大记录横向 ΔV 时间;定速巡航;自适应巡航

通过表9可以看出侧面碰撞工况下,B厂商记录相对完善,而D厂商的记录不完整,缺少项较多,需要加以完善与改进,同时,与正面碰撞工况相同,其对定速巡航状态、自适应巡航状态的记录同样不完整。

此外,不同厂商车型的EDR数据文档命名不一致,给数据分析人员带来困扰。例如表10、表11,乘员保护系统报警状态在A厂商的文档中为“乘员保护系统报警状态”,而在C厂的文档中为“气囊报警灯”。同时,各厂的同款车型可能存在高、中、低配多种配

置,如定速巡航、自适应巡航功能,然而EDR数据中只显示“无法获取值”,如无参数配置表,无法确定是否具有这些功能。因此,建议在EDR数据中增加相应的提示,以明确车辆是否配备了特定功能。

表10 A厂乘员保护系统报警状态

乘员保护报警状态	关闭
胎压报警系统状态	关闭
制动系统报警状态	关闭
事件同步计时时间/s	481

表11 C厂乘员保护系统报警状态

气囊报警灯	关闭
胎压报警系统状态	关闭
制动系统报警状态	关闭
事件同步计时时间/s	216

3 未来展望

目前,GB 39732中仅针对正面、侧面类碰撞要求记录相关数据,对翻滚类工况的数据记录暂未作出强制要求。根据试验室数据,针对A厂商车型所进行的螺旋翻滚类试验,其EDR数据中无有效数据,仅记录车辆识别代号无法进行符合性判定。此种工况下,有许多重要数据应该被记录,如车辆速度、上电周期、加速踏板位置、横摆角速度、转向角度、气囊展开时间,牵引力控制系统状态等。这些数据都对分析事故发生原因有重要意义。

此外,近年来,随着新势力新能源车企的不断发力以及国家的大力支持,电动汽车的发展十分迅猛^[15]。由于电动汽车的结构与传统燃油车不同,目前GB 39732中所要求记录的数据元素并不能完全体现新能源汽车碰撞时的状态^[16],试验室对正碰类试验进行电池包温度的监控,对电池包贴合温度传感器以监测碰撞后电池包的温度变化,试验后使用测温枪进行温度监控。图3中记录了试验车碰撞时电池包温度变化,在试验车18s左右发生碰撞,电池包的温度在10s内升高,而后20s内下降至碰撞前温度,温度有明显变化,因此建议新能源汽车EDR记录0~10s内的电池包温度变化,以应对碰撞后车辆状态分析。

EDR应对碰撞后的电压、电流以及碰撞后电池包的残余电量、电能予以监测。同时由于电动车没有发动机,靠电动机进行驱动,因此电动机转速、扭矩等数据应被记录。参照GB 39732,针对新能源汽车,建议记录如下数据(表12)以反映碰撞时的汽车状态,更好

地还原和分析事故。

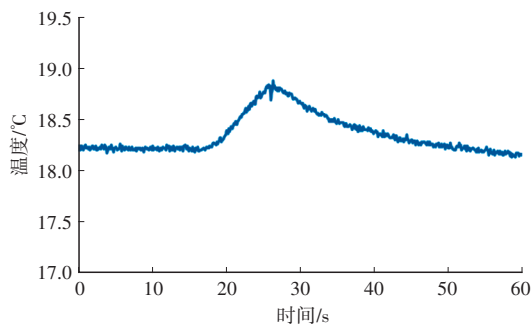


图3 碰撞时电池包温度变化

表12 新能源汽车EDR数据

数据元素类别	数据元素	记录目的
电动机动力输出	电动机转速	监测电动机是否正常运转
	电动机转矩	
动力电池	动力电池包温度	监测电池包工作状态是否异常
	碰撞时电池包剩余能量	
	电动机驱动电流/电压	

4 结束语

本文对4个厂商的车型进行各类工况试验并对所读取的EDR数据进行解析,根据国家标准GB 39732—2020《汽车事件数据记录系统》的相关要求进行EDR符合性判定。目前,特殊工况下EDR记录的数据并不完善,除此之外,对新能源汽车进行相关试验,并对其记录的EDR数据元素进行挖掘,发现针对新能源汽车的数据记录严重缺失。随着新能源智能网联汽车技术不断发展,应把智能驾驶领域、新能源汽车相关数据纳入记录范围,完善EDR功能,与国际接轨,促进我国汽车行业技术进步。由于不涉及智能驾驶测试,后续将在智能驾驶领域进行EDR数据的解析。

参考文献

[1] 郝皓,陶世鹏. 绿色低碳背景下新能源汽车产业发展研究[J]. 中国商论, 2022(5): 145-147.
 [2] 李毅,高岩,秦朗朗,等. 汽车EDR及其应用进展研究[J]. 警察技术, 2022(6): 4-9.
 [3] NOWACKI G, NIEDZICKA A, KRYSIUK C. The Use of Event Data Recorder (EDR)—Black Box[J]. Advances in Science and Technology, 2014, 8(21): 1091881.
 [4] SAE International. Event Data Recorder—Output Data Defi-

inition: SAE J1698/1_202301[S/OL]. 2003[2024-11-04]. https://www.sae.org/standards/content/j1698/1_202301/.

[5] SAE International. Event Data Recorder—Retrieval Tool Protocol J1698/2_202307[S/OL]. 2023[2024-11-04]. https://www.sae.org/standards/content/j1698/2_202307/.

[6] IEEE. Motor Vehicle Event Data Recorder (MVEDR): 1616-2021[S/OL]. 2004[2014-11-04]. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9654153>.

[7] National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), Department of Transportation (DOT). Final Rule—Event Data Recorders: 49 CFR Part 563[Docket No. NHTSA-2006-25666] RIN 2127-A172[S/OL]. 2006[2024-11-12]. <https://www.ecfr.gov/current/title-49/subtitle-B/chapter-V/part-563>.

[8] SAE International. Event Data Recorder—Compliance Assessment J1698/3_202009[S/OL]. (2020-09-29)[2024-11-12]. https://www.sae.org/standards/content/j1698/3_202009/.

[9] UNECE. UN Regulation 160—Uniform Provisions Concerning the Approval of Motor Vehicles with Regard to the Event Data Recorder[S/OL]. (2021-10-21)[2024-11-12] <https://unece.org/transport/documents/2021/10/standards/un-regulation-160-uniform-provisions-concerning-approval>.

[10] 张广秀,孙枝鹏,常晏宁. 国内外汽车事件数据记录系统(EDR)标准法规对比研究[J]. 中国汽车, 2021(12): 52-59+45.

[11] 公安部道路交通安全管理标准化技术委员会. 机动车运行安全技术条件: GB 7258-2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

[12] 中国国家标准化管理委员会, 国家标准化管理委员会. 汽车事件数据记录系统: GB 39732—2020[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020.

[13] 丁元文,王启波,崔杰,等. 基于实车碰撞试验的EDR数据有效性研究[C]//2020中国汽车工程学会年会论文集(4), 2020.

[14] GABLER H C, GABAUER D J, NEWELL H L, et al. Use of Event Data Recorder (EDR) Technology for Highway Crash Data Analysis[J]. NCHRP Project, 2004: 17-24.

[15] 高雯,丁子懂,陈伟,等. 新能源汽车产业国际竞争力分析[J]. 现代管理, 2024, 14(1): 14-23.

[16] 陈泽宇,熊瑞,孙逢春. 电动汽车电池安全事故分析与研究现状[J]. 机械工程学报, 2019, 55(24): 93-104.

(责任编辑 明慧)