

DOI: 10.20035/j.issn.1671-2668.2024.01.008

# 货运车辆安全技术性能现状分析研究<sup>\*</sup>

罗智宁<sup>1</sup>, 尹志勇<sup>1</sup>, 林海<sup>1</sup>, 杨明志<sup>1</sup>, 石亮亮<sup>1</sup>, 段伟建<sup>2</sup>

(1. 中国汽车工程研究院股份有限公司, 重庆 401122; 2. 重庆市公安局 交通管理局, 重庆 400054)

**摘要:** 为了使交通管理部门能够了解和掌握在用货运车辆安全技术性能的实际情况, 做好涉及货运车辆交通事故的预防及处理, 文中通过现场抽样调查, 统计分析在用货运车辆的安全技术性能状况, 得到在用货车事故频发与货车安全技术状况、驾驶员的安全意识密切相关, 建议从车辆市场准入、企业主体责任、政府部门监管、驾驶人安全意识和新技术运用方面着力改进货运车辆的安全技术状况, 解决在用货车的安全问题。

**关键词:** 交通安全; 货运车辆; 安全技术性能; 交通事故; 安全意识

中图分类号: U491.6

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2024)01-0049-06

随着社会经济和城市的发展, 在综合运输服务体系中起到基础和枢纽作用的道路货物运输呈现频率高、跨度大、夜间时间长的特点。货运车辆作为道路交通事故的参与者之一, 威胁着交通事故中人员生命和财产安全。近年来, 通过政府和交通管理部门的不断努力, 道路交通事故数量、死亡人数、受伤人数和直接经济损失呈逐年下降趋势<sup>[1]</sup>, 但货运车辆参与的道路交通事故造成的人员伤亡仍占相当大的比例。据统计, 中国货车保有量占全部机动车保有量的比例不足 10%, 但导致的事故数量占 1/4, 其中一次死亡 3 人以上事故约占 1/3, 一次死亡 10 人

以上事故占 40%<sup>[2]</sup>。及时了解和掌握在用货运车辆的安全技术性能状况, 可为交通管理部门做好涉及货运车辆的交通事故预防及处理提供有力支撑。

## 1 方案设计

考虑到高速公路上行车速度快, 交通事故后果严重, 选择重庆市某高速公路服务区开展货运车辆交通事故抽样调查, 调查对象为途经该服务区路段的所有 N 类和 O 类车辆。调查方法: 先通过问卷调查(见表 1)了解货车驾驶员对所驾驶车辆及所行驶路线的熟悉情况、行驶过程中经常遇到的突发情况

表 1 问卷调查表

序号: 基本信息							
试验时间		试验地点		路面状况	干燥、沥青路面	天气	晴
车辆号牌		品牌/型号		发动机号		VIN	
整备质量/kg		核载质量/kg		实际载质量/kg		核载人数	
实载人数		行车记录仪	有□ 无□	GNSS	有□ 无□		
驾驶员性别	男□ 女□	年龄/岁		驾龄/年			
调查问卷							
1. 本次出行已行驶了多少里程? _____ km 出行前是否检查: 是□ 否□				2. 本次出行从出发地到目的地一共多少里程? _____ km			
3. 本车的车况是否存在安全隐患? 无□ 有□:				4. 本车的维护保养情况? 自己维护保养□ 统一维护保养□			
5. 在驾车过程中最大的安全隐患? 超速□ 超载□ 疲劳□ 路况□ 车况□ 天气□ 其他:							
6. 本车是长期使用还是临时使用? 长期□ 轮换□ 临时□: _____ d。驾驶本车的频率: _____ d/月							
7. 在高速公路上行驶时, 如果发现前方有险情, 是否会采取紧急制动? 会□ 不会□ 原因: _____							
8. 如果以 80 km/h 车速采取紧急制动, 本车需要多远距离 _____ m 才能停下来?							

注: VIN 为车辆识别代号的简称; GNSS 为全球导航卫星系统的简称。

<sup>\*</sup> 基金项目: 智慧交通安全管理联合实验室课题(0001KTCP20230480); 重庆市省部级课题(sl202100000528)

及面对突发情况采取的应急措施等;然后检视转向系、制动系、照明及信号装置、车身反光标识和车辆尾部标志板、后下部防护装置的基本情况;最后参照 GB 7258—2017《机动车安全运行技术条件》<sup>[3]</sup>的相关要求,通过测量与路试相结合的方式检测其安全

技术状况。路试条件:天气晴朗,测试路段路面为干燥、平直、硬实、清洁的新铺设沥青路面。测试仪器采用经过校准的方向盘转向角测试仪、汽车制动性能测试仪、视频采集系统、无人机航拍系统、距离与时间测量仪器等。表 2 为路试记录表。

表 2 路试记录表

装载情况	空载□ 半载□ 满载□ 超载□			灯光	完好□ 一般□ 差□		
反光标识	完好□ 被遮挡□ 有残缺□ 无□			尾部标志板	不需要□ 满足要求□ 不满足要求□		
转向灵活性	灵活□ 不灵活□	方向盘最大自由 转动量/(°)		是否跑偏	是□ 否□	转向助力	有□ 无□
能否紧急 制动	能□ 不能□	制动初速度/ (m·s <sup>-1</sup> )		最大减速度/ (m·s <sup>-2</sup> )		MFDD/ (m·s <sup>-2</sup> )	
制动时间/t		制动距离/m		协调时间/s		制动痕迹/m	
后防与车架连接方式		焊接□ 铰接□ 整体□ 其他□ 无后防□		后防阻挡能力	具备□ 不具备□ 不确定□ 无阻挡能力□		
下边缘离地高度/mm			截面宽度/mm	后防长度/mm		后轮外缘宽度/mm	

注:MFDD 为充分发出的平均减速度的简称;后防为后下部防护装置的简称。

抽样调查期间行经调查地点的货车 900 余辆,经过对现场调查问卷和试验数据的分析、统计,剔除无效数据和异常情况,共得到 867 个有效数据。

## 2 问卷调查及试验结果

### 2.1 基本情况

问卷调查涉及的 867 辆货车车型包括载货汽车、自卸汽车、半挂汽车列车、专项货车等,驾驶员均为男性,未发现超员现象。其中空载 399 辆,占 46.0%;满载 359 辆,占 41.4%;超载 11 辆,占 1.3%;其他 98 辆,占 11.3%。

根据相关标准要求,半挂牵引车和总质量大于 12 000 kg 的其他货车应装备具有记录、存储、显示、打印或输出车辆行驶速度、时间、里程等车辆行驶状态的行车记录仪,若配备了符合标准规定的车载视频行车记录装置,视为满足要求<sup>[3]</sup>。货运车辆尤其是营运货车,装载 GNSS 或行车记录仪已成为一项强制性的规定,不管是对车辆运营情况的监管,还是对发生事故后的责任判定,它们都能提供有效记录作为相关证据。被调查货车中,约 82% 的车辆装备有 GNSS,约 50% 的车辆装备有行车记录仪。

通过对货车驾驶员问卷调查的统计分析,发现约 45% 的货车经过了长距离、长时间的行驶;虽然调查过程中取样驾驶员都反映出车前进行了例行安全检查,所驾驶车辆都不存在安全隐患,但仍存在轮

胎异常磨损、反光标识被遮挡、后下部防护装置缺失或失效(竖向构件采用橡胶、铁丝或铰链连接)等情况;有 346 份调查问卷(约占有效问卷的 40%)显示,即使前方有异常情况,驾驶员也不会采取紧急制动措施(见图 1)。

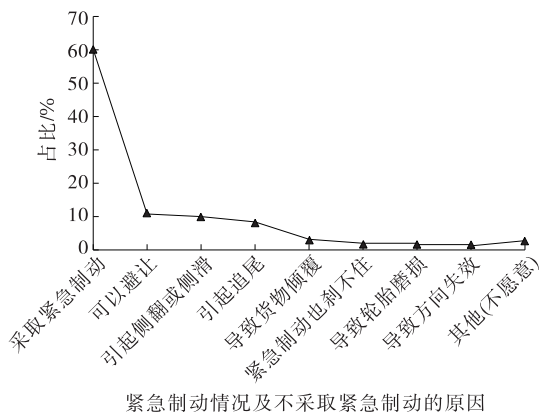


图 1 高速公路上遇前方有险情时采取紧急制动的情况及不采取紧急制动的各种原因

驾驶员不愿意采取紧急制动措施的主要原因: 1) 对自己的驾驶技术非常有信心,认为自己可以成功避让;2) 采取紧急制动措施容易导致车辆侧翻或侧滑;3) 采取紧急制动措施容易引起后方车辆与所驾驶车辆追尾;4) 紧急制动对轮胎磨损严重;5) 不愿意制动,因为采取制动措施后车辆速度下降,之后再提速耗时长,油耗增加。后两种原因表明部分驾

驶员的安全意识较低,两者合计比例超过10%。

正常情况下货车全制动的制动距离 $s$ 为:

$$s = \frac{1}{3.6} \left( t_1 + \frac{t_2}{2} \right) v_0 + \frac{v_0^2}{25.92 \mu g} \quad (1)$$

式中: $t_1$ 为驾驶员反应时间,一般取0.3~1.0 s; $t_2$ 为制动器协调时间,为0.2~0.6 s; $v_0$ 为制动初速度,为80 km/h; $\mu$ 为轮胎与路面间的附着系数,一般取0.55~0.70; $g$ 为重力加速度, $g=9.81 \text{ m/s}^2$ 。

将参数值代入式(1),得制动距离为45~75 m。为了解驾驶员是否熟悉所驾车辆及其制动性能,对847名驾驶员进行调查,预估车辆以80 km/h的初速度采取紧急制动所需距离,调查结果见图2。与正常情况车辆以80 km/h的初速度全制动所用制动距离相比,有超过15%的驾驶员过高估计了所驾车辆的制动性能,16%的驾驶员估计所驾车辆的制动距离与理论计算制动距离的偏差超过50 m,即约1/3的驾驶员对所驾车辆的制动性能不了解。

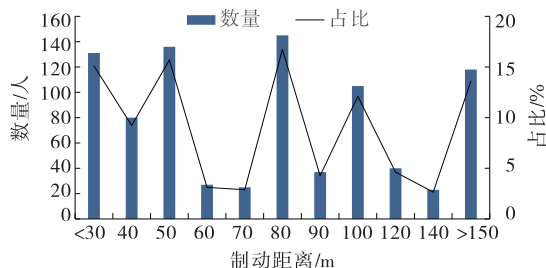


图2 驾驶员紧急制动距离估计( $v_0=80 \text{ km/h}$ )

按照GB 7258—2017《机动车运行安全技术条件》的规定,对取样调查货车以30 km/h的初速度采取紧急制动措施。结果显示:有的驾驶员因担心采取紧急制动会损伤车辆轮胎,在采取制动措施时犹豫不决或施加的制动力不足;有的驾驶员因车辆装载果蔬或车辆重载,不愿或不敢采取紧急制动措施。试验结果与问卷调查结果互相得到了验证。可想而知,车辆在高速公路上高速行驶时,驾驶员的不敢、不愿意采取紧急制动措施会延误多少宝贵的应急处置时间。

问卷调查样本中,驾驶员认为车辆在高速公路上行驶过程中遇到的安全隐患包括:疲劳驾驶,占42%;超速行驶,占22%;超载和天气,各占10%;车辆性能,占4%;道路状况,占3%;其他因素,占9%。疲劳驾驶占比最高,这与许多城市道路白天限行及货物运输距离远、运输时间长等有关。同时,许多货车驾驶员反映,在高速公路出口方向的匝道口

处有车辆突然变道或减速会对行驶在右侧车道的车辆造成很大的安全隐患。

## 2.2 照明及信号装置

白天,在距车辆前后转向灯、危险警告信号灯及制动灯100 m处应能观察到其工作状态,在距车身侧面转向信号灯30 m处应能观察到其工作状态<sup>[3]</sup>。本次调查车辆中,约85%的车辆能保持照明及信号装置的良好状态,其余15%的车辆存在部分照明或信号装置灭失、尾灯罩壳表面被尘土严重覆盖等问题。

根据GB 25990—2010《车辆尾部标志板》,总质量大于或等于12 000 kg的货车(半挂牵引车除外)和由货车底盘改装的专项作业车、车长大于8 m的挂车及所有最大设计速度小于或等于40 km/h的汽车和挂车应设置车辆尾部标志板;车身后部设置的反光标识应能体现车辆的高度和宽度,货车和挂车设置的车身反光标识或车辆尾部标志板被遮挡的,应在被遮挡的车身后部和侧门至少水平固定一块2 000 mm×150 mm的柔性反光标识<sup>[4]</sup>。本次调查的车辆中,应设置尾部标志板的车辆基本上设置了符合标准规定的尾部标志板;车辆后部需要设置反光标识的,能满足标准要求的仅占调查车辆总量的69%,设置有反光标识但被篷布遮挡的占15%,不符合标准要求(残缺或未设置)的占16%。

## 2.3 后下部防护装置

对车辆后下部防护装置,主要从横向构件尺寸、防护装置安装尺寸及阻挡能力三方面进行测量和评估。横向构件尺寸主要是指截面高度,要求如下:对于N2、O3类车辆,其值不小于100 mm;对于N3、O4类车辆,其值不小于120 mm<sup>[5]</sup>。防护装置安装尺寸主要是指后下部防护装置下边缘的离地高度、横向构件的宽度和与车辆最后端的纵向水平距离,要求如下:空载状态下,车辆在全宽度范围内的后下部防护的下边缘离地高度不大于500 mm;横向构件宽度不大于后轴车轮最外点之间的距离,距同侧车轮最外端的横向距离不大于100 mm;横向构件与车辆最后端的纵向水平距离大于400 mm的视为不合格<sup>[5]</sup>。阻挡能力采用专家打分法<sup>[6]</sup>,组织3名长期从事车辆安全技术状况鉴定的人员和2名整车公告试验人员分别对抽样车辆后下部防护装置的阻挡能力进行评估,超过一半的人员且至少有一名试验人员判定抽样车辆后下部防护装置阻挡能力合格即视为合格。调查车辆中需要安装后下部防护

装置的车辆为 846 辆,后下部防护装置满足要求的 车辆数量及占比见表 3。

表 3 后下部防护装置满足要求的数量及占比

车辆类型	有后下部防护装置		截面宽度满足要求		安装尺寸满足要求						阻挡能力满足要求	
					纵向水平距离		同侧横向水平距离		离地高度			
	数量	占比/%	数量	占比/%	数量	占比/%	数量	占比/%	数量	占比/%	数量	占比/%
载货类汽车	389	92.0	359	84.9	385	91.0	145	34.3	68	34.2	133	31.4
自卸汽车	70	82.4	58	68.2	69	81.2	5	5.9	3	7.3	3	3.5
罐式及厢式汽车	219	100.0	208	95.0	216	98.6	213	97.3	95	92.2	185	84.5
汽车列车	116	97.5	109	91.6	116	97.5	107	89.9	48	85.7	86	72.3
合计	794	93.9	734	86.8	786	92.9	470	55.6	214	53.6	407	48.1

注:罐式及厢式汽车主要是指危化品、集装箱等特殊运输货车;离地高度只包括 399 辆空载车辆的情况。

由表 3 可知:846 辆货车中,有后下部防护装置的车辆为 794 辆,占 93.9%;纵向安装水平距离合格率为 92.9%,有后下部防护装置的基本能满足要求;横向构件截面宽度合格率为 86.8%,不合格的主要原因是相关标准对 N3、O4 类车辆的要求从 100 mm 调整为 120 mm;同侧距后轴车轮最外端的水平距离和离地高度合格率均不高,除后下部防护装置自身存在问题外,与相关标准将离地高度从 550 mm 调整为 500 mm,而在用车辆未及时进行整改有关;阻挡能力合格率不到 50%,更有甚者为了应付检查,采用铰接、橡皮筋连接、铁丝绑定等不当连接方式,实质上跟没有安装无区别。在车辆类型中,汽车列车、危化品和集装箱运输车辆的后下部防护装置整体较好,而自卸汽车几乎都不满足后下部防护装置标准的要求。

## 2.4 车辆性能测试

### 2.4.1 转向系统技术状况检测

检视所有货运车辆转向系的连接情况,均连接完整、可靠,未发现转向节臂、转向横拉杆、转向直拉杆、球销有裂纹或损伤及转向球头松旷的现象;转动方向盘,方向盘转动灵活,无卡滞现象;利用方向盘转向角测试仪检测各车辆的最大自由转动量,仅有 2~3 辆货运车辆的最大自由转动量较大,不满足 GB 7258—2017《机动车运行安全技术条件》的相关要求;路试过程中均未出现方向盘摆振等异常现象,未出现超出试验通道宽度的制动跑偏现象,转向助力有效。

### 2.4.2 制动系技术状况检测

汽车行驶时能在短距离内停车且能维持行驶方向稳定性,在长下坡时能维持一定速度的能力,称为

车辆的制动性<sup>[7]</sup>。车辆制动性的好坏直接关系到驾乘人员的生命安全和财产安全,重大道路交通事故的发生往往与紧急制动时车辆发生侧滑或侧翻、车辆制动距离过长等有关,汽车的制动性能是汽车安全行驶的重要保障,是遇到突发情况时车内人员的救命“稻草”。

主要从制动效能、制动效能的恒定性及制动时汽车的方向稳定性三方面评价汽车制动性能。采用汽车制动性能测试仪、视频采集系统、无人机航拍系统、时间及距离测量仪器等设备,按照 GB 7258—2017《机动车安全运行技术条件》第 7.10 条路试检验制动性能的相关规定采集试验车辆的制动数据,剔除异常和无效数据后,得到 739 个有效数据。

检测结果如下:空载情况下有效数据为 390 个,制动距离满足 GB 7258—2017《机动车安全运行技术条件》要求的有 349 个,占 89.5%;满载情况下有效数据为 269 个,制动距离满足标准要求的有 193 个,占 71.7%;其他装载情况下有效数据为 80 个,结合空载制动距离和满载制动距离进行制动性能评估,达到空载制动距离要求的为合格,对空载检测的制动距离有质疑时,进行满载制动距离检测,达不到满载制动距离要求的为不合格,检测结果显示制动距离满足标准要求的有 68 个,占 85.0%;整体合格率为 82.5%。在制动过程中均未出现超出试验通道宽度的现象,制动方向稳定性较好。根据抽样统计分析结果,大部分车辆的制动性能良好。因制动过程中驾驶员存在不愿意紧急制动的情况,试验结果应低于实际车辆的制动效果。满载车辆愿意进行试验的比例较低,不能反映满载车辆制动性能的真实情况,但能体现驾驶员面对紧急制动的心理

状态。

### 3 讨论

受场地、交通流量等因素影响,本次只抽样调查了在高速公路上运行的货运车辆,除个别因素(如超载)与一般道路货运车辆实际情况有少许出入外,基本能真实反映货运车辆的安全技术状况。对货运车辆参与的事故进行调查分析,不难发现货运车辆事故的发生与其自身安全技术状况和驾驶员安全意识密切相关。

#### 3.1 存在的问题

随着高速公路收费站入口货运车辆质量检测方式的不断改进,货运车辆越来越不易逃避超载导致的整改与处罚,高速公路上超载车辆比例减小。同时,国家法律法规对车辆超速的处罚力度加大,通过区间测速、定点测速与移动测速相结合,大大减少了高速公路上超速行驶的货车数量和因此导致的交通事故数量。但因长时间、长距离疲劳驾驶引起的道路交通事故数量仍居高不下,疲劳驾驶是货运车辆驾驶员的最大安全隐患<sup>[8]</sup>。

货运车辆驾驶员例行检查时往往只关注车辆自身安全,对给其他交通参与者带来的安全隐患关注不够,如后部车灯被尘土覆盖、车身后部未设置反光标识、设置的反光标识残缺或被篷布遮挡且不按标准要求采取补救措施,无法给后方车辆起到有效提醒作用,其占比超过30%;尽管有关后下部防护装置的标准发布、实施了很多年,但后下部防护装置设置合格率仍不到50%,不能起到有效的防护作用,追尾事故的最后一道防线形同虚设,加重了追尾事故发生的后果。

超过1/3的驾驶员对所驾驶车辆的制动性能不了解,一旦遇到突发情况不能采取合理的避让措施,且有40%的驾驶员在高速公路上遇到前方情况异常时在主观上不愿意或不敢采取紧急制动措施,采取制动措施时犹豫不决、制动力不足,甚至担心轮胎磨损严重、油耗太高或装载的货物受损,驾驶员的安全意识淡薄。

转向系统基本正常,但仍有少量车辆存在安全隐患,调查发现存在安全隐患的车辆占比与全国道路交通事故中因转向故障导致的道路交通事故数量占比几乎相当。在车辆制动性能测试中,由于部分驾驶员未按要求采取全制动,车辆制动性能测试合格率偏低,但满载车辆的制动合格率、试验参与率大

大低于空载车辆的制动合格率和试验参与率,反映出车辆制动效果的好坏除与车辆本身的制动性能有关外,还与驾驶员采取制动措施时的心态密切相关。

#### 3.2 思考与建议

##### 3.2.1 严把货运车辆市场准入关

调查发现许多货运车辆后下部防护装置是车辆出厂时的配置,但存在不合格的现象,车辆使用者更是对相关标准不了解。虽然车辆在上市之前都需要公告其安全技术性能,但第三方的车辆检测仅对样车负责。整车生产企业应对车辆的一致性负责,不将存在安全隐患的车辆流入市场,同时负责车辆注册、年审的车辆管理部门应聘请专业技术人员对注册车辆严格按照在用车辆的要求进行检查,对不满足相关标准要求的车辆不予上户和通过年审。上户时发现同一车型多次出现不满足标准要求时上报国家汽车召回中心,启动召回调查和管理。对年审不过关的车辆强制要求整改直至合格。

##### 3.2.2 强化车主及运输企业的主体责任意识

货运车辆的车主绝大部分是运输公司。运输企业要建立健全安全生产管理制度,持续开展名下车辆的安全隐患排查与治理,不得让带“病”车辆上路,坚决落实隐患“谁辨识、谁控制、谁对车辆隐患后果负责”的主体责任,把车辆隐患管理贯穿全员、全过程、全方位。同时,道路运输企业要快速建立并深化营运车辆动态监控联网联控,提供动态监控系统服务的运营商应加快完善动态监控系统的有关功能,不断拓展大数据统计、分析的能力<sup>[9]</sup>,深入优化系统对超速行驶、疲劳驾驶等违法行为的自动识别报警功能,真正起到有效提醒和警示作用。

##### 3.2.3 强化交通管理部门的监管与巡查

交通运输、公安交通管理等部门要进一步健全联合执法机制,强化对货运车辆的监督管理,利用货运车辆动态监控系统报警信息与交警执法站、公路超限检测站等现场查处相结合的方式加强对货运车辆的执法检查,提高查处率与路面见警率,营造严管严查的执法氛围。严厉打击运输违法违规行为,对存在安全隐患的车辆督促整改。借鉴先进经验和做法,按照相关道路法律法规加大对货运车辆驾驶人的驾驶时间、有效休息时间和工作时间的检查力度,防止驾驶员疲劳驾驶。加强运输安全宣传,拓展媒体宣传渠道,督促道路运输企业加强对所属车辆和驾驶人的日常安全监管,检查道路运输企业落实建立健全防止驾驶人疲劳驾驶制度的情况。

### 3.2.4 全面提升驾驶员的安全意识

驾驶员应掌握并严格遵守道路交通法律法规及 GB 7258—2017 等标准对在用车辆安全运行技术条件的基本规定,服从道路交通管理。自我学习汽车安全行驶基础知识,了解所驾车辆的行驶特性。每次出车前对车辆进行安全检查,按时进行车辆维护,及时进行车辆修理。提高汽车驾驶技巧,尤其是应急驾驶技巧,遇到突发道路交通事件时能进行应急处理以避免交通事故的发生<sup>[10]</sup>。注重身心健康,了解交通安全心理学,正确认识道路交通事故可能发生的偶然性和必然性,在行驶过程中文明礼让、不飙车、不开斗气车,养成良好的驾驶习惯,全面提升安全意识。

### 3.2.5 进一步提升货运车辆的安全技术性能

借鉴当前乘用车的主、被动安全技术的最新成果,不断完善货运车辆安全设施配置,提升货运车辆安全技术水平。严格执行车辆安全技术标准,加快货运车辆安全辅助驾驶技术的应用,确保新生产的车辆全部按标准配置防抱死制动系统(ABS)、自动紧急制动系统(AEBS)、电子稳定性控制系统(ESP)、车道偏离预警系统(LDWS)和盲点警示系统(BSW)等安全装置。同时,鼓励在用车辆借助维修的机会自主进行安全装置加装升级。对无法加装的在用车辆,鼓励所属运输企业加速车辆淘汰、报废。

## 4 结语

在用货车事故频发与货车安全技术状况、驾驶员的安全意识密切相关。行业加强市场准入控制,运输企业主动承担主体责任,交通管理部门加强监管,驾驶员主动提高自身安全意识,车辆制造企业运用新技术完善货运车辆的安全配置,做到以上几点,

货运车辆的安全技术性能状况将会有个质的提升,减少由货运车辆导致的道路交通事故数量未来可期。

### 参考文献:

- [1] 李振明,牛毅,樊运晓,等.不同区域高速公路货车事故特征研究[J].中国安全科学学报,2020,30(6):121-127.
- [2] 张倩楠.公安部:2020 年货车肇事导致死亡人数同比减少近 1 000 人[EB/OL].[2021-11-03].<https://www.jiemian.com/article/6776507.html>.
- [3] 公安部交通管理科学研究所,交通运输部公路科学研究院,中国汽车技术研究中心.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.
- [4] 上海汽车灯具研究所,国家道路交通安全产品质量监督检验中心,中国汽车技术研究中心.车辆尾部标志板:GB 25990—2010[S].北京:中国标准出版社,2010.
- [5] 中国汽车技术研究中心,中国重型汽车集团有限公司,东风汽车集团股份有限公司,等.汽车及挂车侧面和后下部防护要求:GB 1567—2017[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [6] 蒋大荣.汽车和挂车后下部防护装置使用现状分析及改进对策[J].四川兵工学报,2014,35(9):76-80.
- [7] 余志生.汽车理论[M].5 版.北京:机械工业出版社,2009:89.
- [8] 刘鑫,肖乐,金思雨.基于 NAIS 的高速公路严重交通事故特征及成因分析[J].公路与汽运,2022(5):32-37.
- [9] 牛毅,李振明,樊运晓.基于数据挖掘的高速公路货车交通事故影响因素关联分析研究[J].安全与环境工程,2020,27(4):180-188.
- [10] 高建伟.道路条件对行车安全的影响分析[J].城市道桥与防洪,2017(10):34-36+8.

收稿日期:2023-06-06

\*\*\*\*\*  
(上接第 48 页)

- [21] 王龙健,成嘉琪.累计频率法鉴别道路事故多发点中单位取样长度的限定[J].公路与汽运,2015(5):36-39.
- [22] 华杰工程咨询有限公司.公路项目安全性评价规范:JTG B05—2015[M].北京:人民交通出版社股份有限

公司,2016.

- [23] 廖军洪.高速公路连续长大下坡路段线形优化理论与方法研究[D].北京:北京交通大学,2016.

收稿日期:2023-03-01