

文章编号:1005-0523(2013)01-0080-07

国内客车安全技术研究进展

任保宽,刘如迪,李晓霞,党楠

(长安大学汽车学院,陕西 西安 710064)

摘要:为提高客车安全性,了解目前客车相关安全标准法规的状况及不足,分析了当前先进的国内汽车主动安全新技术,尤其是部分国内客车企业在安全预警系统、基于ABS的拓展技术及协同式智能安全技术等先进主动安全新技术在客车上的研发和应用;针对国内客车被动安全性存在的问题,分析了部分客车企业在全承载技术、正面碰撞及侧翻试验方面的最新进展状况,并简要概述了国内外安全法规对客车被动安全的性能要求和试验方法。对国内客车安全技术研究进展分析有助于制订更加先进、合理的客车技术标准法规,使其进一步促进国内客车安全技术水平的提高。

关键词:客车;主动安全性;新技术;被动安全性试验;标准法规

中图分类号:U461.91

文献标志码:A

近来,重特大道路交通事故频发,人员伤亡惨重。据2011年道路交通事故数据统计:高速公路事故呈上升趋势,一般事故、重特大事故普遍增加。图1为2011年驾驶不同机动车肇事导致死亡人数比例示意图。

由图1可看出客车肇事导致的死亡人数比例居于首位^[1],而2012年8月连续发生的多起严重道路交通事故,死亡数十人,已引起人们对车辆安全高度关注,车辆自身安全性能也被赋予更高的期待。客车事故发生的原因主要有车辆控制失灵、不规范驾驶、视觉盲区或受限等,如行驶中的客车经过畸形交叉口时,驾驶员视觉会受到很大影响,使得驾驶员视野角度无法清晰判断道路交通状况,容易导致交通事故的发生^[2]。而驾驶员的疏忽、疲劳、误判和操作不当是造成事故的主要原因之一。安全气囊、安全带、保险杠等传统安全设施,对防止交通事故的作用有限,于是,越来越多的研究集中于主动安全设施。

车辆主动安全防护系统在保证车辆安全方面发挥着重要作用,是体现车辆安全性能的关键环节。而在客车被动安全性能上主要表现在:①车身结构强度低,客车前部结构、上部结构、顶部结构、以及前风窗立柱和车门立柱等主要承受冲击载荷的关键部件等抗冲击强度低,客车车身易产生大变形、断裂、开裂及撕裂。车身结构破损对乘客造成挤压和冲击,是导致大量人员伤亡的主要原因。在部分侧翻和坠车事故中,由于车身上部结构严重变形侵入乘客生存空间,乘客受到挤压;上部结构开裂、车窗玻璃破碎,造成乘客从

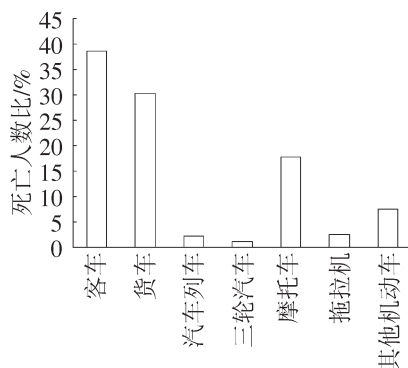


图1 驾驶不同机动车肇事导致死亡人数比例示意图

Tab.1 Proportion schematic diagram of accident death toll caused by different motor vehicles

收稿日期:2012-12-03

基金项目:交通运输部科技项目(交科技发2010-334)

作者简介:任保宽(1987—),男,硕士,研究方向为客车安全与法规。

车厢甩出或路侧设施侵入车厢内,使乘客受到托擦、撞击等是造成大量人员伤亡的主要原因;② 乘客约束系统性能差,国内客车重特大道路交通事故的死伤比远远高于国际水平。事故发生时易受到二次碰撞或其它伤害,主要原因是大部分乘客座椅未配备安全带,乘客座椅固定强度低。在部分碰撞、侧翻、坠车事故中,乘客与车厢内部结构发生碰撞,乘客座椅松脱、移位对乘客造成挤压和冲击是造成大量人员伤亡的另一主要原因;③ 客车阻燃防火材料性能差,客车与货车发生碰撞或追尾事故后,容易造成燃料泄漏起火,且客车燃烧速度快火势猛。主要原因是客车内饰虽采用防火材料,但车厢内仪表板、座椅等大多是易燃材料,一旦着火难以及时扑灭。为了降低因被动安全性造成的事故发生率。在被动安全技术方面,客车行业在车身结构方面等做了大量的优化改进并进行了实车碰撞、侧翻等安全性试验,这些技术对客车的安全性均有很大提高。

1 客车主动安全新技术

近年来,ABS(防抱死制动系统)、缓速器、自动灭火装置等装置在客车上的应用已较为成熟。主动安全新技术研发和应用方面,在国外,一些新智能技术在客车上的应用越来越成熟,如:智能避撞系统(超声波、微波雷达、激光雷达等)、智能制动系统、智能夜视系统、司机分神智能监视系统、智能黑匣子及车联网系统。在国内,部分科研院校积极开展了客车主动安全新技术的研究,如:清华大学课题组在课题“营运车辆安全保障技术开发及大范围集成应用”研究中,通过研究营运车辆行驶危险状态预警集成化技术与应用,开发了一套集前撞预警、车道偏离预警、侧翻预警、侧滑预警、超速报警功能于一体的集成式行驶危险状态预警系统^[3]。该系统能够实现客车行驶危险状态预警,达到提前警示驾驶员前撞、车道偏离、侧翻、侧滑及超速等危险工况的出现,从而有效减少事故发生率。同时国内客车企业在车辆的安全性能上正做着不懈的努力,其中部分客车企业取得了明显成效并将新技术应用到客车上,均已通过试验验证并可以实现客车上选装使用。如:大金龙客车三项自主研发的主动安全技术:前向防撞报警系统、车道偏离报警系统及道路自动速度控制系统。

1) 前向防撞报警系统。前向防撞报警系统可以通过报警方式,提醒驾驶员注意前方障碍物,提前做出避险动作。其中大金龙客车研发的前向防撞报警系统采用毫米波雷达探测本车与前方障碍物的相对距离和相对速度,通过智能算法判断是否潜在碰撞的危险。在预测可能发生碰撞时,通过声、光、振动等信号报警提醒驾驶员,为驾驶员提供更多反应时间,从而大大减少追尾可能性。

2) 车道偏离报警系统。基于智能图像处理技术及驾驶员预警的车道偏离报警系统,主要解决车道偏离这种常见交通危险情况。该系统以前将摄像头作为主要传感器,通过图像处理单元对图像进行分析和探测并跟踪车道线。当车辆由于驾驶员走神或者疲劳具有偏离车道危险时,通过声音、灯光、震动等方式告知驾驶员,减少因为无意识偏离车道所造成的交通事故。近年来,随着车道偏离报警系统的成熟,该系统已逐渐在欧盟国家成为标准配置。国内该系统的相关产品具有集成化安装、摄像头与控制器集成、图像智能处理技术等特点,比较符合我国目前的实际情况。

3) 道路自动速度控制系统。2011年道路交通事故数据统计:因超速行驶、驾驶疲劳等造成的交通事故依然占据很大比例,其中超速行驶导致的事故死亡人数占总数的14.1%,仍是肇事致人死亡最多的交通违法行为^[1]。针对超速驾驶,道路自动限速控制系统借助车联网平台,可以通过电子围栏对车辆行驶路线的不同路段分别进行限速设定,对车辆进行强制限速,该系统还综合考虑了不同道路环境、车辆类型及气候条件等因素对车辆的行驶速度进行实时控制。

4) 驾驶疲劳警示系统。作为当今交通安全的重要隐患之一,疲劳驾驶肇事发生率虽不及超速,但是疲劳驾驶的危险性最高。为了实现对疲劳驾驶的干预,通过对驾驶员生理反应的特征、操作行为等进行监控,及时并有效地提醒驾驶员。如:在中通客车上应用的驾驶员防疲劳技术,通过安装摄像头观察驾驶员眨眼次数,判断是否属疲劳驾驶。如果驾驶员眨眼次数小于正常状态,即可判断驾驶员疲劳驾驶,此时系统会发出警报进行提醒。大金龙公司研制中的疲劳驾驶报警系统是通过记录驾驶员瞳孔变化、持续行使

时间记录等来判断驾驶员是否趋于疲劳驾驶,并通过发出语音提醒、方向盘震动等警告信号提醒驾驶员。

5) 侧翻预警技术。侧翻是由于侧向加速度过大导致内侧车轮离地或因汽车滑移而与障碍物碰撞引起的,尤其是当大型营运客车以较高车速行驶时,突然变更车道或紧急避障和其他车辆致使其抗侧翻稳定性能显著下降,容易诱发侧翻事故。在侧翻事故发生前,侧翻预警系统可以依据驾驶员对车辆的操作行为来判断是否有发生侧翻危险的可能性,从而提前预知侧翻危险。该技术借助精确车辆模型预测未来时间段内的车辆载荷分布状及车身侧倾状态,对驾驶员进行侧翻危险工况预警,提醒驾驶员减少过多的转向。此技术为防侧翻控制的基础,预防侧翻控制可通过汽车直接横摆力矩控制系统、电子稳定性控制系统等实现。

6) 基于ABS的拓展技术。随着ABS技术发展的日趋成熟,基于ABS的拓展技术的发展也相对较快,主要有ASR(防驱动打滑系统)、TPMS(轮胎压力监测系统)、BPM(制动性能监控系统)、EBD(电子制动力分配)、RSC(防侧翻稳定性控制)及ESC(电子稳定性控制)等多项技术。ASR能够使打滑的驱动轮时刻保持在理想驱动力及稳定性的范围内,既获得良好的驱动力又保持车辆稳定性并将轮胎因打滑造成的磨损降低到最低限度,ASR系统具有故障自诊断功能,当ASR系统发生故障时,它将会自动关闭,同时向驾驶员发出警告信号。TPMS能够对胎压状况实时、有效监控^[4]。在制动时,BPM通过主动监控不同车轮的制动性能,当车轮制动性能异常时,该系统会发出警报。RSC能够通过总线控制发动机和缓速器的输出转矩,提高车辆稳定性,有效避免客车因翻车造成的事故。ESC电子稳定控制系统能够实时监控驾驶者的操控动作、汽车运动状态,并不断向发动机和制动系统发出指令,单独调整各车轮的制动力,来修正汽车的过度转向和转向不足,保证车辆在各种路面的行驶稳定性;EBS通过电控系统缩短制动响应时间,实现最优的制动力分配。将ABS/ASR或EBS/ASR功能集成,便于检测、诊断及维修。

7) 协同式智能安全技术。车内网、车际网和车载移动互联网为基础的车联网^[5-6]是协同式智能安全技术的核心,而车路协同系统与车联网技术的结合进一步大大提升智能交通系统带来的安全性应用领域,该系统应用的技术主要包括车路协同通信技术、感知技术及智能处理技术等关键性的智能技术。协同式智能安全技术主要包括车车协同式车辆高速公路安全系统和车路协同式车辆行驶安全技术。车车协同式车辆高速公路安全系统通过通信技术获取周边车辆的行驶状态,实时控制客车安全,保持纵向和横向安全距离,减少客车发生碰撞的可能性。车路协同式车辆行驶安全技术通过路侧基站发送路段内的各种信息,车辆按照安全驾驶要求进行自适应控制,提高车辆在恶劣路况和不良天气条件下的安全性。车联网在车与路、车、行人及互联网之间进行无线通信和信息交换,以实现智能交通管理、车辆智能化控制和智能动态信息服务的一体化。

车路协同系统涉及到多方面、多领域的技术应用,该系统具有感知车辆及道路环境信息,交通数据的传输交通状态显示和交通异常预警或报警,信号控制与信息发布等功能^[6]。如:通过3G技术可有效地满足对车与监控中心进行图像和视频等信号信息传输功能;通过DSRC通信技术和前碰撞预警系统技术,结合智能车载信息系统,进行客车车队控制,提高客车在高速公路的行驶安全性;以GIS电子地图、GPS及城市3G无线传输为基础的公交智能调度系统^[7],能够对车辆超速、运行状况、车内乘员的乘车状态等进行实时、有效地监控警示,提高了公交车辆的主动安全性。

2 客车被动安全技术研究进展

2.1 全承载式结构

全承载车身的矩形框架结构在受到冲击时首先弯曲变形缓解冲击,实现整体受力将车身前部的冲击扩散至整个车身,在冲击力向乘客传递的过程中,有效分散碰撞能量,保持乘员舱完整性,将正面冲击对人体的伤害降到最低。厦门金旅公司较早地关注对提升客车被动安全性能至关重要的全承载车身技术,注重全承载车身研发,提出了一套全新的全承载车身结构理论和结构形式,即脊柱式中央龙骨全承载车身结构并在中型客车上应用了该项研究成果。安凯在中国是最早采用全承载车身技术的客车企业,安凯全承

载车身结构的整体骨架采用矩形管焊接,延展性强、抗腐蚀性强,抗扭曲强度。宇通客车、厦门金龙等客车企业也都有多种采用该项技术的车型。苏州金龙、厦门金龙以及厦门金旅公司所生产的客车全承载在结构上比较类似,以车身中央结构为基础,然后将其与其他部分相连;安凯客车全承载车身结构则是先做好各个截面,然后再相互连接在一起。由于现在全承载车身尚未实现标准化,各企业客车全承载结构的不一致,是否会影响新标准的顺利实施,目前还未知。

2.2 被动安全性试验

我国现行的客车行业标准明显落后,如今许多客车企业已主动按照欧洲标准甚至更高的标准严于律己。部分客车企业通过进行实车正面碰撞、侧翻试验来检验车辆的安全性能并为我国客车安全质量标准国际化提供详实科学的证据,有效的推动国内客车在安全上走向世界。

2.2.1 安凯客车侧翻试验

安凯牌 HFF6850 型客车在进行实车安全侧翻试验时,在与地面倾斜 40° 的角度时才翻转落地,从试验架上翻转落地后的安凯客车除前窗玻璃破损外,侧窗玻璃没有破损,车身骨架没有变形,客车内部空间没有出现任何挤压现象,客车的各部件完好无损,发动机运转正常,车门开关自如,客车照常行驶。此次侧翻试验,是完全按照欧洲 ECE—R66 客车强度认证标准进行的国内首次客车安全可靠性检测,目的是检验客车在运输过程中遭遇意外事故时的被动安全性及旅客安全生命空间,而采用实车进行客车侧翻碰撞试验在国内尚属首次。据了解,国际客车侧翻试验标准倾斜临界角度为 35° ,而首次参加试验的安凯 6850 型客车在试验中安凯客车翻转的倾斜角度为 40° ,说明安凯客车不仅在强度,而且在客车重心设计上均达到国际标准。侧翻试验倾斜角度大,表明客车的重心低,重心的高低不仅标志客车的安全性好,也标志客车在高速行驶过程中的稳定性好,表明客车在高速行驶过程中翻车的可能性大大减少。这次侧翻试验的成功是我国客车在安全质量认证上一次重要的突破,开创我国客车实车碰撞实验的先河。

2.2.2 宇通客车正面碰撞、侧翻试验

宇通客车公司主要从客车结构安全、乘员保护系统、人体生物力学的研究等三个方面进行客车被动安全性方面研究。宇通客车公司较早引入先进的 CAE 分析手段,开始自主系统性地研究客车侧翻、正面碰撞、乘员约束系统及乘员伤害评价。针对 ZK6127H 车型进行了正面碰撞模拟、侧翻模拟、约束系统匹配及乘员保护分析、实车正面碰撞和实车侧翻试验,并对模拟数据和实车试验数据进行对比分析,找出了二者的对应关系,形成了侧翻安全性计算分析规范。自 2008 年以来,按照欧洲标准法规要求进行了多款车型的整车侧翻试验,均通过侧翻认证。

2.2.3 大金龙客车正面碰撞试验

2012 年,为了测试客车的安全性能,大金龙客车公司在北京交通部汽车试验场率先进行了中国客车的首次正面碰撞。在碰撞试验中,大金龙 XMQ6900Y 平头客车以 $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的速度和试验壁障正面撞击。碰撞后,车身向后反弹 5 m,客车前部除后视镜掉落、前挡风玻璃碎裂和覆盖件有褶皱变形外,前围骨架未发现明显变形。车辆前围车架前纵梁因吸能缓冲发生一些溃缩,但驾驶室未被明显侵入,驾驶员位置和第一排乘客位置上的假人坐姿正常,安全带束缚有效。车辆 A, B, C 柱都未发生明显变形。侧围司机窗、乘客门和侧窗玻璃完好,车内座椅和内饰件未发现位移现象。结果显示,此次正面碰撞试验按照欧洲标准已达到了优异的程度。

3 相关标准及法规要求

3.1 主动安全性相关要求

我国客车标准体系^[8]基本上参照欧洲经济委员会 ECE 法规制定的,当前涉及客车主动安全性试验的国标多达数十项,试验项目主要涉及照明与光信号装置、制动、轮胎等内容。其中,制动系统与汽车安全息息相关,目前国内涉及客车制动系统方面的国标有 GB12676—1999《汽车制动系统结构、性能和试验方法》^[9]、GB/T13594—2003《机动车和挂车防抱死制动性能和试验方法》、GB7258—2012《机动车运行安全技术

条件》、GB18565《道路运输车辆综合性能要求和检验方法》等。

GB/T13594-2003对装备ABS的汽车进行道路试验做了明确规定,根据不同路面的制动效能、制动时方向稳定性等试验结果,对ABS的性能进行综合评价^[10]。GB7258规定了制动系的基本要求及行车、应急、驻车、辅助制动要求,并对台试、路试检验制动性能作了详细规定^[11]。GB18565规定:在装置安装方面,部分类型客车应装车载自动诊断系统(OBD)^[12]以及在GB/T13594规定的一类防抱制动及其报警信号装置、胎压监测报警系统、超速报警装置等主动安全装置。在制动系统试验方面,规定了冷态、热态制动效能试验,行车、驻车制动的检验要求,台架、道路试验的性能要求与方法等。在国外,欧洲在制动法规ECE R13基础上对ESC(电子稳定控制)提出了相应技术要求并应用到法规中。在与客车整车及零部件电磁兼容测试相关的数项国标中部分或全部等同采用了国际相关标准,该系列标准对客车整车及零部件多项测试方法及限值都进行了详细规定。

由于国内客车企业一直将进入欧洲市场作为努力的方向,所以中国客车企业普遍用欧洲标准要求自己,主动按先进技术标准进行技术升级和安全测试,并取得了阶段性成果。由于欧洲标准与中国标准之间的差距,已达欧洲标准的中国客车往往领先于国家和行业的客车标准,势必要求我国客车行业标准应及时更新,如:ABS性能检测相关国家标准中,ABS性能评价指标要充分考虑汽车的结构参数;应出台涉及EBD、EBA等先进主动安全技术的性能要求和试验方法相关标准法规;先进的安全标准法规有助于汽车电子控制辅助制动系统的规范化,提高车辆的主动安全性能^[13]。

3.2 被动安全性相关要求

我国已颁布实施的与客车整车及零部件有关的被动安全性试验国标主要涉及客车结构、座椅、安全带等,包括GB 13094《客车结构安全要求》^[14]、GB/T 17578《客车上部结构强度的规定》、GB/T 19950《双层客车结构安全要求》、GB 18986《轻型客车结构安全要求》、GB 13057《客车座椅及其车辆固定件的强度》、GB 15083《汽车座椅、座椅固定装置及头枕强度要求和试验方法》、GB 14167《汽车安全带安装固定点》、GB/T 14172-2009《汽车静侧翻稳定性台架试验方法》及GB 11551-2003《乘用车正面碰撞的成员保护》。其中GB 18986对客车顶部强度要求作了明确规定;GB 13094-2007客车结构安全要求增加了对客车上部结构强度的要求;GB/T 17578正在修订成为强制性标准;这些反映出人们高度重视客车上部结构安全性能要求。

3.2.1 实车碰撞试验

实车碰撞试验法规主要有美国的FMVSS和欧洲的ECE两大体系^[6],其它国家的技术法规大多是参照上述两个法规体系制定的。正面碰撞法规为FMVSS 208、ECE R94,侧面碰撞法规为FMVSS 214、ECE R95。我国的相关标准是以ECE R94.00为蓝本制定的,但是碰撞方式改为垂直碰撞方式。侧面碰撞位居正面碰撞之后,是第二种最常见的碰撞形式。然而美国和欧洲的侧面碰撞法规从碰撞试验方法、碰撞试验假人、假人伤害指标、吸能块外形、尺寸及刚度等都不相同。在国外碰撞相关法规中,采取的正面碰撞试验有正面100%碰撞试验和40%偏置碰撞试验。不同碰撞重叠率在实际道路事故中,乘员伤亡率存在着较大的差异。40%左右的偏置重叠率发生的事故次数最高且乘员极易受伤,因此40%实车偏置碰撞试验可以真实、有效地模拟发生此类碰撞时的安全事故,正面100%碰撞试验与40%偏置碰撞试验各有其自身的优点。在国内,根据相关碰撞安全法规在进行C-NCAP试验时,其试验评价主要有正面100%刚性壁碰撞及40%偏置可变型壁障碰撞两种碰撞^[15-16]。不同国家的汽车侧面碰撞法规差异性较大,统一侧面碰撞法规是当前主要研究内容之一,而统一侧面碰撞假人是迫切需要解决的一项重要问题。我国将在参考ECE R95法规基础上来着手制定侧面碰撞法规。

3.2.2 倾翻试验

整车倾翻试验最能直接表明客车上部结构强度是否足够乘员安全,结论最有效,目前世界上绝大多数客车都进行整车倾翻试验。在进行整车倾翻试验时,主要是对车身上部结构产生破坏作用。在发达国家

的客车新产品开发和法规检测上,客车倾翻试验已成为必须进行的项目。而国内进行客车倾翻试验研究很晚,几乎是按照ECE R66中相关要求进行的国产客车出口认证试验。

1) ECE R66 倾翻试验认证方法。在2005年9月正式实施的ECE-R66-01包括五种认证方法^[5],见表1。

表1 ECE-R66-01中试验认证方法及特点
Tab.2 The test authentication methods and characteristics in ECE-R66-01

认证方法		特点
基本认证法	整车侧翻试验	评价明确,最能直观反映上部结构强度,试验成本较高。
	车体截段侧翻试验	只需车体截段,但需要精确的物理配重,准备工作繁琐,适于车辆前期的选型
	车体截段准静压试验	只需车体截段,准备工作简单,需特定试验台架和数据记录设备。
	准静态负荷计算	易建模,错误率和模型调试时间较低,易于前期车辆选型设计及后期法规认证。
	整车侧翻模拟	能对整车侧翻进行模拟,直观反映结构强度,信息捕获能力强,但建模、分析工作技术要求高,准确度难把握。

2) 国内倾翻试验要求。等效采用了ECE R66-00中整车倾翻试验部分内容的GB/T 17578是目前我国客车倾翻试验方法和性能要求的标准。对客车上部结构强度^[17]的要求则按照GB 13094-2007(引用GB/T 17578)中的规定在2011年强制才强制得到执行,而GB/T 17578-1998^[18]只有整车倾翻试验方法,正在修订的GB/T 17578通过综合ECE-R66-01中的几种形式的上部结构考核方法,明确计算机模拟分析的要求使该标准符合中国国情并通过标准实施提高。在交通运输部西部交通建设科技项目“西部山区营运客车安全性能试验与评价技术研究”课题研究过程中,通过对典型车型的车身结构进行整车和截段侧翻试验、整车正面碰撞和摆锤撞击试验,以及计算机模拟仿真分析的研究,确立我国客车上部结构强度和前部结构强度的试验规范和评价方法,便于更好地制订、修订国内营运客车被动安全评价体系相关国家标准。

在《营运客车安全技术条件》(送审稿)中规定:要求客车的上部结构应具有足够的强度和刚度,Ⅱ级和Ⅲ级客车应符合GB/T 17578的规定,客车客舱出口的面积及设置,应急出口的技术要求、通过性及标识按GB 13094、GB/T 16887、GB 18986、GB/T 19950对客舱出口及应急出口的技术规定;引用GB13057对座椅及其固定强度的要求,同时对座椅固定方式明确提出客车座椅必须固定在车身结构主要部件上;对客车防火性能的要求主要是对客车结构、内饰材料燃烧特性及热源部件(缓速器的温控、车载电器设备及导线等)提出技术要求。

4 结语

随着电子技术在客车上的广泛应用,客车主动安全新技术向集成化、信息化和智能化进一步发展,车联网技术智能技术逐步成熟,将进一步深化、完善该领域的研究,如何有效地避免事故的发生作为客车智能安全技术研究主要目的,将是下一代智能交通的拓展方向。在国家相关标准方面,关于安全的条款并不少,对客车的逃生、灭火、应急等都有严格要求。国内现有的客车安全标准是参照当时欧洲标准制定的,发展至今在防侧翻装置、全承载车身等被动安全性能和车身重心等方面仍需做一些调整及改进。客车相关法规能够有效推动客车安全试验技术的发展,借鉴国外安全法规及先进试验技术并结合国内实际情况来制定相关客车安全法规,有利于国内客车安全技术水平的不断提升。

参考文献:

- [1] 公安部交通管理局. 中华人民共和国道路交通事故统计年报(2011年度)[R]. 北京:公安部交通管理科学研究所,2012:52.
- [2] 郭忠印. 基于驾驶员视认性的畸形交叉口安全视距计算[J]. 华东交通大学学报,2012,29(3):46-50.
- [3] 清华大学. 营运车辆行驶危险状态预警集成化技术与应用[R]. 北京:清华大学出版社,2011:12.
- [4] 田晋跃. 现代汽车新技术概论[M]. 北京:北京大学出版社,2010:6.
- [5] 李世豪. 中国客车[M]. 北京:北京大学出版社,2009:2.
- [6] 蔡志理. 基于车联网技术的车路协调系统设计[J]. 山东交通学院学报,2011,19(4):17-23.
- [7] 申彪贤. 打造智能公交新亮点[J]. 人民公交,2012(34):32-35.
- [8] 刘晶郁,李晓霞. 汽车安全与[M]. 北京:人民交通出版社,2005:8.
- [9] GB 12676-1999 汽车制动系统结构、性能和试验方法[S]. 北京:中国标准出版社,1999.
- [10] GB/T 13594-2003 机动车和挂车防抱死制动性能和试验方法[S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [11] GB 7258-2012 机动车运行安全技术条件[S]. 北京:中国标准出版社,2012.
- [12] GB 18565 道路运输车辆综合性能要求和检验方法(送审稿)[S]. 2003.
- [13] 曹凤萍,于明进. 我国汽车制动电子控制辅助系统性能检测不足及完善措施[J]. 山东交通学院学报,2012,20(2):12-16.
- [14] GB 13094-2007 客车结构安全要求[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [15] 王志涛. 汽车偏置碰撞中的前横梁改进[J]. 汽车技术,2010(7):51-54.
- [16] 王斌. 汽车偏置碰撞安全性结构改进[J]. 汽车科技,2012(5):47-49.
- [17] 李仕锋. 客车上部结构强度试验及仿真技术分析[J]. 汽车科技,2012(2):31-35.
- [19] GB/T 17578-1998 客车上部结构强度的规定[S]. 北京:中国标准出版社,1998.

The Safety Technology Research Progress of Domestic Buses

Ren Baokuan, Liu Rudi, Li Xiaoxia, Dang Nan

(College of Automobile, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: In order to improve the bus safety and explore the current situation and shortages of relevant safety standards and regulations, this paper discusses the current advanced active safety technology of domestic automobiles, especially in application of pre-warning safety system, ABS development technology and coordinated intelligent security technology. According to the domestic bus passive safety problems, the paper then analyzes the progress state in all bearing technology, front collision and rollover test for some bus manufacturing enterprises, briefly summarizing the passive safety performance requirements and experiment methods for bus safety regulations. It seeks to draw up more advanced, reasonable bus technical standards and regulations through analyzing the safety technology research progress, further improving the level of domestic bus safety technology.

Key words: bus; active safety; new technology; passive safety experiment; standards and regulations