

客车安全技术

KECHE ANQUAN JISHU

唐友名 黄红武 周水庭 编著



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位

客车安全技术

KECHE ANQUAN JISHU

唐友名 黄红武 周水庭 编著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

客车安全技术/唐友名,黄红武,周水庭编著. —厦门:厦门大学出版社,2015.10
ISBN 978-7-5615-5786-0

I. ①客… II. ①唐…②黄…③周… III. ①客车-安全技术 IV. ①U469.1②U492.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 238421 号

出 版 人 蒋东明

责任编辑 陈进才

装帧设计 蒋卓群

责任印制 许克华

出版发行 厦门大学出版社

社 址 厦门市软件园二期望海路 39 号

邮政编码 361008

总 编 办 0592-2182177 0592-2181253(传真)

营销中心 0592-2184458 0592-2181365

网 址 <http://www.xmupress.com>

邮 箱 xmupress@126.com

印 刷 三明市华光印务有限公司印刷

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 19.5

插页 2

字数 500 千字

版次 2015 年 10 月第 1 版

印次 2015 年 10 月第 1 次印刷

定价 46.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换



厦门大学出版社
微信二维码



厦门大学出版社
微博二维码

■ 厦门理工学院教材建设基金（厦理工【2013】22号）

福建省高等学校教学改革研究专项(JAS14740)

国家自然科学基金项目(51305374)

资助出版

■ 参加编著人员：

唐友名 黄红武 周水庭

何汉桥 孙贵斌 李 勇

阳益涛 刘 娜 洪伟鹏

吕 娜 谭卫锋 王 亭

前 言

重大道路交通事故频发使客车安全技术问题凸显。本书以现有的客车安全为主线,包括主动安全、被动安全与智能安全技术,分别介绍了客车交通事故、安全法规、客车防护装置、客车碰撞试验与仿真以及客车发展趋势。全书共分为十三章。

绪论介绍了客车安全的基本概念、客车安全事故、安全法规以及客车安全的研究方法。

第一章介绍了客车交通事故的基本概念以及国内外客车交通事故概况。

第二章介绍了部分汽车安全法规以及国内外客车安全法规,如客车正面碰撞、侧翻碰撞安全法规和客车顶部压溃法规。

第三章介绍了客车被动安全的部分防护装置的工作原理及在客车上的应用,如客车座椅及座椅安全带、客车气囊系统、吸能式转向系统、客车碰撞吸能装置等。同时,阐述了校车安全技术,包括校车安全法规、校车座椅安全标准及试验方法、校车儿童约束系统以及带有前向防护装置的校车座椅等。

第四章介绍了客车主动安全技术及装备,主要有防抱死制动系统及其试验、客车爆胎应急安全装置、客车发动机可变气门制动缓速装置(VVEB)、辅助制动系统、先进辅助驾驶系统(ADAS)等。同时,总结了主动安全技术发展趋势。

第五章介绍了智能安全系统,如主动预紧式安全带、主被动结合汽车缓冲吸能装置以及智能安全气囊。

第六章为客车碰撞试验与测试技术,介绍了客车碰撞试验,包括试验方法与实验室介绍。重点介绍了客车碰撞试验,包括客车摆锤碰撞试验与测试、客车顶部强度与后围强度试验、客车截断和整车侧翻碰撞试验以及碰撞试验评价方法。

第七章为高速摄像技术的应用,从高速摄像机的安装、操作过程、图像采集,结合图像分析与处理技术,通过客车碰撞实例,对序列运动图像分析进行了详细讲解。

第八章介绍了碰撞仿真实理论与建模过程,包括基本力学模型与方程,几何建模、有限元模型建立以及后处理分析,仿真中常见的优化方法等。

第九章结合乘员的损伤机理与乘员安全性的评价指标,介绍了客车正面碰撞安全性设计。通过客车正面碰撞安全性设计实例,重点介绍了客车正面碰撞的边



界条件、吸能特性、匹配研究等。

第十章介绍客车侧翻碰撞安全性设计,包括抗侧翻车身结构设计、客车整车侧翻碰撞仿真分析以及碰撞结果分析与评价。同时,阐述了 LS-DYNA 常见的问题。

第十一章介绍了客车—轿车碰撞兼容性设计,主要讲述了兼容性评价方法与两车质量比、汽车刚度、汽车前端几何特征等兼容性的影响因素。分析了乘用车—轿车碰撞与客车—轿车碰撞的国内外研究现状以及影响因素。

第十二章介绍了客车轻量化的概况与意义,客车轻量化的评价标准、设计原则以及结构、材料、工艺轻量化。

第十三章介绍了新能源汽车的试验相关标准、技术要求与发展瓶颈,重点介绍了纯电动客车、混合动力客车、燃料电池客车安全技术。

本书由唐友名、黄红武、周水庭编著,参加编写的还有何汉桥、卢琳兆、孙贵斌、李勇、阳益涛、刘娜、洪伟鹏、吕娜、谭卫锋、王亭等。

感谢厦门理工学院教材建设基金资助(厦理工[2013]22号)、福建省高等学校教学改革研究专项资助(JAS14740)、国家自然科学基金资助(51305374),同时感谢厦门理工学院车辆与交通工程系各位老师的大力支持和指导。

由于编者的水平和条件有限,书中难免有不妥和疏漏之处,衷心希望广大读者提出批评和建议,以便不断提高和完善。

编著者

2015年9月

目 录

绪 论	1
0.1 客车安全事故	2
0.2 客车安全法规	2
0.3 大客车安全技术	3
0.3.1 主动安全性	3
0.3.2 被动安全性	3
0.4 提高客车安全性的途径	4
0.5 客车安全的研究方法	4
参考文献	5
第一章 客车交通事故	6
1.1 概 述	6
1.1.1 客车交通事故的定义和分类	6
1.1.2 客车交通事故的一般特性	7
1.1.3 造成交通事故的成因	9
1.1.4 2014 年的八起客车交通事故案例	10
1.2 世界客车交通事故概况	13
1.3 我国客车交通事故概况	14
1.3.1 我国客车交通事故现状	14
1.3.2 我国客车交通事故特点	16
参考文献	17
第二章 客车安全法规	19
2.1 概 述	19
2.2 国内外主要汽车安全法规简介	20
2.2.1 美国联邦机动车安全法规(FMVSS)	20
2.2.2 欧洲汽车安全法规	21
2.2.3 日本道路运输车辆安全标准	21



2.2.4	中国汽车安全法规	23
2.2.5	电动汽车安全法规	25
2.3	客车安全法规	29
2.3.1	我国客车安全标准的现状与要求	29
2.3.2	客车正面碰撞安全法规	30
2.3.3	客车侧翻碰撞安全法规	31
2.3.4	客车顶部压溃法规	33
2.3.5	客车安全标准发展趋势	34
	参考文献	35
第三章	客车被动安全技术	36
3.1	客车座椅及座椅安全带	36
3.1.1	概 述	36
3.1.2	汽车安全带分类	37
3.1.3	安全带组成结构	37
3.1.4	三点式安全带的工作原理	39
3.1.5	预紧式安全带	40
3.2	客车安全气囊系统	41
3.2.1	概 述	41
3.2.2	气囊的分类、组成及工作原理	41
3.2.3	安全气囊控制系统的点火控制算法	44
3.2.4	客车安全气囊试验方法	47
3.3	客车吸能式转向系统	48
3.3.1	吸能式转向系统的结构形式	49
3.3.2	吸能式转向管柱的设计指导原则	51
3.4	客车碰撞吸能装置	52
3.4.1	汽车碰撞吸能装置	52
3.4.2	客车碰撞吸能结构	53
3.5	校车安全技术	53
3.5.1	校车安全法规	53
3.5.2	校车座椅安全标准及试验方法	54
3.5.3	校车儿童约束系统	56
3.5.4	带有前向防护装置的校车座椅	58
3.6	客车被动安全技术研究现状及发展趋势	60
	参考文献	62
第四章	客车主动安全技术	64
4.1	现有主动安全技术及装备	64

4.2 防抱死制动系统及其试验	70
4.2.1 防抱死装置(ABS)的基本功能	70
4.2.2 防抱死装置(ABS)试验的主要内容	70
4.2.3 路面附着系数利用率的测试	74
4.2.4 ABS效能与制动稳定性	76
4.3 客车爆胎应急安全装置	76
4.3.1 轮胎爆胎原因	77
4.3.2 客车爆胎后的动力学响应	77
4.3.3 客车爆胎应急保险装置	80
4.3.4 客车爆胎应急安全装置技术要求	81
4.3.5 客车爆胎应急安全装置试验方法	81
4.3.6 带龙爆胎应急安全装置	82
4.4 客车发动机可变气门制动缓速装置(VVEB)	83
4.4.1 发动机缓速器制动原理	83
4.4.2 发动机缓速器的结构特征	84
4.4.3 可变气门排气制动技术	86
4.4.4 机械、液压混合控制排气门技术	86
4.5 客车辅助制动系统	89
4.5.1 发动机缓速器	89
4.5.2 发动机排气辅助制动系统	90
4.5.3 电涡流缓速器	91
4.5.4 液力缓速器	93
4.5.5 牵引力电动机缓速器	95
4.5.6 空气动力缓速器	95
4.6 客车先进辅助驾驶系统(ADAS)	95
4.6.1 车辆安全保障技术分类	96
4.6.2 大客车驾驶辅助系统	97
4.7 客车主动安全技术发展趋势	98
参考文献	99

第五章 智能安全系统	101
5.1 概 述	101
5.2 主动预紧式安全带	101
5.2.1 概 述	101
5.2.2 预紧式安全带结构	102
5.2.3 预紧式安全带预紧装置	102
5.2.4 预紧式安全带卷收器结构	104
5.3 主被动结合汽车缓冲吸能装置	108

5.3.1	理想的前碰撞特性	108
5.3.2	方案设计及工作原理	109
5.3.3	主被动结合汽车碰撞缓冲吸能装置	113
5.3.4	控制系统电路	115
5.4	智能安全气囊	121
5.4.1	概述	121
5.4.2	智能安全气囊系统的主要部件及工作原理	121
5.4.3	车外安全气囊	123
5.5	城市安全系统	124
5.5.1	概述	124
5.5.2	工作原理	124
5.6	无人驾驶技术	125
5.6.1	概述	125
5.6.2	工作原理	125
5.6.3	结构原理	126
	参考文献	129

第六章	客车碰撞试验与测试技术	130
6.1	客车碰撞试验概述	130
6.1.1	客车正面碰撞试验	130
6.1.2	客车倾翻试验	133
6.2	碰撞试验	135
6.2.1	乘用车碰撞模拟实验室	135
6.2.2	乘用车碰撞试验	137
6.2.3	整车碰撞试验	140
6.2.4	台车碰撞试验	146
6.3	客车摆锤碰撞试验与测试	150
6.3.1	摆锤试验台及其试验条件	151
6.3.2	三维坐标系的建立与“R”点和“H”点的确定	153
6.3.3	正面撞击试验及其安全性的评价	155
6.4	客车顶部强度和后围强度试验	155
6.4.1	客车顶部静压试验	156
6.4.2	后围强度试验	158
6.5	客车截段和整车侧翻碰撞试验	159
6.5.1	整车侧翻碰撞试验	160
6.5.2	截段侧翻碰撞试验	163
6.6	碰撞试验评价方法	164
6.6.1	碰撞试验用假人	164

6.6.2 乘员安全评价	169
参考文献	170
第七章 运动图像分析技术	172
7.1 高速摄像技术	172
7.1.1 高速摄像机	172
7.1.2 高速摄像机的操作过程	174
7.2 碰撞试验中的图像采集	176
7.2.1 测点的布置	177
7.2.2 图像的采集	177
7.2.3 车身变形标识点像平面坐标的判读及校正	177
7.3 图像分析与处理技术	178
7.4 序列运动图像分析	179
7.4.1 图像运动分析法	179
7.4.2 图像运动分析法的应用	180
7.4.3 数字化序列图像在计算机中的再现	180
7.4.4 目标的标识与跟踪	180
7.4.5 目标的运动分析	181
7.5 序列运动图像分析实例	182
参考文献	184
第八章 客车碰撞仿真基本理论与建模方法	185
8.1 基本力学模型与方程	185
8.1.1 概 述	185
8.1.2 非线性有限元基本理论	185
8.1.3 显式有限元软件积分的特点和方法	187
8.1.4 单元类型和特性说明	187
8.1.5 材料的特性	188
8.1.6 接触类型和接触算法	189
8.2 汽车碰撞仿真建模和应用	189
8.2.1 几何模型的建立	190
8.2.2 有限元模型的建立和后处理分析	191
8.3 汽车碰撞仿真中常见的优化方法	195
8.3.1 基于 DOE 的优化设计方法	195
8.3.2 基于近似模型的优化设计方法	195
8.3.3 基于微型遗传算法的多目标优化设计方法	197
参考文献	198

第九章 客车正面碰撞安全性设计	200
9.1 概 述	200
9.2 客车正面碰撞中乘员的损伤机理和安全性的评价指标	202
9.2.1 正面碰撞中乘员的损伤机理	202
9.2.2 正面碰撞中乘员安全性的评价指标	203
9.3 客车正面碰撞安全性设计的基础	203
9.3.1 客车前部结构	204
9.3.2 基础结构件的吸能特性	207
9.3.3 客车正面碰撞吸能的设计思路	215
9.4 客车正面碰撞安全性设计实例	220
9.4.1 建立模型	220
9.4.2 确定客车正面碰撞的边界条件	221
9.4.3 前碰吸能模块的碰撞吸能特性	222
9.4.4 前碰吸能模块匹配研究	224
参考文献	227
第十章 客车侧翻碰撞安全性设计	228
10.1 概 述	228
10.2 客车侧翻碰撞过程中力的传递路径及主要变形	229
10.3 客车抗侧翻结构设计	231
10.3.1 弯曲刚度	231
10.3.2 抗弯截面系数	231
10.3.3 抗侧翻车身结构设计	231
10.4 客车整车侧翻碰撞仿真分析	231
10.4.1 整车侧翻碰撞仿真分析建模流程	232
10.4.2 侧翻碰撞仿真分析建模	232
10.5 碰撞结果分析与评价	246
10.6 LS-DYNA 常见的问题汇总	246
参考文献	249
第十一章 客车—轿车碰撞兼容性设计	250
11.1 碰撞兼容性理论与分析方法	251
11.2 碰撞兼容性的影响因素	253
11.2.1 两车质量比	253
11.2.2 汽车刚度	255
11.2.3 汽车前端几何特征	258
11.3 乘用车—轿车碰撞分析	260
11.3.1 国内外研究现状	260

11.3.2 乘用车—轿车侧面碰撞兼容性的影响因素	262
11.4 客车—轿车碰撞分析	264
11.4.1 国内外研究现状	265
11.4.2 客车—轿车正面碰撞兼容性的影响因素	266
参考文献	267
第十二章 客车轻量化技术	268
12.1 汽车轻量化简介	268
12.1.1 国内外客车轻量化概况	268
12.1.2 客车轻量化的意义	269
12.2 客车轻量化评价方法	269
12.2.1 客车轻量化与安全的关系	269
12.2.2 客车轻量化的评价方法	270
12.3 客车轻量化的设计原则	271
12.4 客车轻量化设计的主要方法	271
12.4.1 客车轻量化结构	271
12.4.2 客车轻量化材料	272
12.4.3 客车轻量化工艺	275
参考文献	279
第十三章 新能源客车安全技术	280
13.1 新能源客车概述	280
13.2 新能源汽车试验相关标准与技术要求	282
13.2.1 新能源汽车试验检测相关标准	282
13.2.2 新能源汽车试验检测相关技术要求	283
13.2.3 新能源汽车发展瓶颈	284
13.3 新能源客车安全技术	284
13.3.1 新能源客车安全事故	284
13.3.2 纯电动客车安全技术	286
13.3.3 混合动力客车安全技术	291
13.3.4 燃料电池客车安全技术	295
参考文献	301

绪 论

在本书展开客车安全技术相关论述之前先要明确几个基本的前提条件。

首先,本书中所指的客车是指能够不依赖固定轨道运行的客车,需要与轨道车辆区分开来。

其次,本书中所指的客车主要针对商用车范畴的客车,也就是9座以上的客车。在明确研究和学习的对象后,再来展开客车安全的相关论述就更有针对性。

最后,需要了解中国客车近30年发展的历史。从20世纪90年代起,随着改革开放的深入,中国高速公路开始蓬勃发展,城市化进程越来越快,人口迁徙流动加剧,而此时铁路网络还不够健全,因此客车承担了绝大多数的客运量。公路客运和旅游客车一般作为跨省和跨市长途运输,公交车则作为城市内市民出行和上下班的主要交通工具。在公路客运中,双层卧铺客车应运而生,成为客车行业一个很重要的分支,但近几年也因为其自身安全性的问题被公安部交通管理部门废止。2008年宇通客车率先导入美国校车设计理念在中国推广长头校车,在很大程度上提高了中国校车的安全性。自2008年以来,由于通信网络的发展尤其是移动互联网的蓬勃发展,客车相关的安全事故多被曝光,从而人们对各种客车安全性的关注程度日益提升,这也就为进一步提升客车相关安全性带来了舆论动力。

当今客车领域中,安全、节能和环保是永恒不变的三个主题,而安全问题又是其中的首要问题。说到安全,首先就是要保障汽车内乘员的生命安全,其次也要一定程度上考虑到车外行人和其他车辆乘员的安全。由于客车是高速运动的物体,难免因自身问题或者外界干扰而导致发生交通事故,其交通事故的类型通常表现为以下两种大的形态:

1. 当轮胎不离开地面时,客车仍能保持一定的稳定和可控状态,与其他物体发生刮擦和碰撞,譬如正面碰撞、尾部碰撞和侧面碰撞,在这种情况下,客车的安全表现与小轿车的安全表现比较类似。

2. 当轮胎脱离地面,客车已经失稳,完全不受控制,此时客车的安全问题就表现出其独有的特征,其典型的事故类型大致为侧翻、翻滚和坠落,也可以是以上形态的叠加。在这个过程中,主要原因就在于客车车身高度通常大于车身宽度,其相对重心位置就比较高,抗侧倾能力较弱(也即是侧倾角刚度较小),尤其是对高床大客车(乘客区地板离地高度不小于1.3 m)就更加突出。

中国客车行业整体技术水平与国外先进水平存在着一定的差距,主要是由于技术经验积累不深厚、相关零部件配套行业不健全且零部件质量不高、客车生产企业设计创新能力不强且生产制作工艺水平比较落后导致的。目前,我国客车法规多采用国外法规或者采用部分修改过的国外法规,同时很多法规并没有强制执行。可以说,整个国家和汽车行业对客车安全性的重视程度还处于一个相对较低的水平,对客车安全性的研究工作还不够深入,客车安全试验设



备不够完备且相对落后,对客车结构安全性的有效评估需要很长时间。在这样的大环境下,中国客车的安全性和国外先进水平的差距很难在短时间内缩小,近年来许多由客车引发的交通事故已经暴露了中国客车安全性水平不高的一面。

0.1 客车安全事故

随着客车技术的发展,客车运行的速度越来越快,客车安全性一系列的问题就凸显出来。当客车达到较高的速度,客车各部件的振动开始加剧,进而加剧了客车因强度极限和疲劳极限所导致的部件失效。客车空气动力学性能也随着速度的提高而快速变化,客车的行驶因速度的增大而越来越不稳定。这些都影响着客车在行驶中的安全性能,更为严重的后果却是因客车的碰撞导致的乘员伤亡。

在美国和欧洲等国家和地区,客车是人们外出旅行的主要交通工具。例如,在美国,客车运输占总客运量的 70% 左右,由于相对健全的客车安全法规和高水准的客车产品,再加上良好的道路条件和驾驶人员素质等因素,使得客车在欧美国家各种运输方式中的安全性是最好的。2002 年美国仅 270 人死于客车车祸,占有交通事故死亡人数的 0.5%;其他小型乘用车占 46.6%;轻型货车占 37%。美国学生乘坐校车(大客车)的安全度比乘坐父母或监护人轿车的安全度要高得多。在欧洲,2001—2003 年,德国死于客车交通事故的人数分别为 11 人、12 人和 17 人,分别占当年交通事故死亡人数的 0.16%、0.18% 和 0.26%。即便如此,客车安全尤其是被动安全研究在这些国家仍然受到特别的重视。

在我国,据公安部门的交通统计数据,2004 年,营运客车肇事 63978 起,导致 11740 人死亡,分别占总数的 7.82% 和 10.03%;全国共发生一次死亡 10 人以上群死群伤特大道路交通事故 55 起,造成 852 人死亡、877 人受伤,其中发生客运汽车肇事的特大事故 32 起,占 58.2%。2005 年,营运客车肇事 51247 起,导致 10566 人死亡,分别占总数的 11.4% 和 10.7%;全国共发生的 47 起特大交通事故中,营运客车肇事 29 起,造成 480 人死亡,分别占总数的 61.7% 和 60%。

0.2 客车安全法规

ECE 法规(联合国欧洲经济委员会汽车法规)近年来已有了长足的进展,也最具有国际性,至今已颁布 114 项。虽然它是缔约国(41 个)自愿采用的,但很多汽车工业发达国家如德国、法国、意大利、英国等采用 106 项以上,在缔约国内法规采用率占 70%~90%。WP29(联合国世界车辆法规协调论坛)制定法规的专家工作组有 6 个,客车属于一般安全性专家工作组 GRSG,此外还有被动安全性、灯光及光信号、污染及能源、制动及底盘、噪声等专家工作组。现在世界车辆法规协调工作主要在 WP29 进行,并正在制动、安全玻璃、灯光及信号装置、行人安全、儿童安全带、门锁、头枕及排放等方面制定全球统一的汽车技术法规。

从发展和应用情况来看,现在 WP29 一般安全性专家工作组制定的 ECE R36、R52、R107 等法规是成功的,我国有必要结合实际情况全面采用。一般而言,安全法规只规定保证安全的最低要求,不干预部件或整车结构的具体设计,特别是不限制车型的发展和新技术的采用,像

客车法规这样细致的规定,是众多安全法规中少有的。ECE R107 在对客车结构安全的概念和实施上有了较显著的进展,采用客车新技术,安全要求全面,险情估计细致周到,特别重视行动不便的乘客安全。不需要技术难度很高的设备和严酷的试验项目,只要设计制造时忠实遵循 ECE R107 的具体要求就能达标。

2002 年,WP29 已决定将 ECE R36、R52、R107 合并为一项法规,且以 ECE R107 为基础作适当修改以将这三项法规合而为一,使其同欧盟客车指令 2001/85/EC 相一致。

0.3 大客车安全技术

0.3.1 主动安全性

客车主动安全性的目标是预防和避免交通事故的发生。优良的底盘设计和底盘匹配是客车主动安全性的核心。现代安全客车通常采用后置高功率柴油机后轮驱动,传动轴采用直角或夹角传动布置,前后轮都装备盘式制动器,并加装 ABS、EBD、ASR 和 ESP 等电子控制设备,安装辅助制动装置,充分保证客车安全行驶。还有多种安全装置可以减轻驾驶员的劳动强度以保障安全行驶,如多挡位自动变速器、智能巡航控制系统、动力辅助转向、油气悬架、良好的人机工程、良好的视野、智能预警系统、轮胎气压监控系统 and 智能前照灯系统等,这些可以有力保障客车不发生或者少发生意外事故。目前国内主动安全主要集中研究悬挂、轮胎和地面等的相互作用,通过改善轮胎和悬挂对地面的响应,保持车身的稳定,消除行车安全隐患。当然,随着车联网系统的逐渐兴起,前面提到的各种广泛应用于小汽车的主动安全装备也在逐渐地被应用于客车领域。

0.3.2 被动安全性

有关汽车交通事故原因的调查结果表明,由驾驶者原因造成的交通事故比例很高,加上道路和气候环境等其他因素所造成的交通事故,即非车辆自身原因造成的交通事故比例超过 95%。这就是说,即使客车的主动安全性再好,也不能彻底阻止大部分交通事故的发生。因此,客车的被动安全性,使它能在发生交通事故的瞬间有效地保护乘员或减轻伤亡,这是客车安全性研究的一个重要方向。若交通事故已经发生,安全性能优良的客车(安全客车)可以做到车毁而人不亡。

对客车而言,被动安全技术的发展主要集中在以下三个领域:

(1)吸能车体结构。客车发生碰撞时,车体结构一方面要均匀吸收汽车的动能以降低乘员的减速度,另一方面要保证乘员有足够的生存空间。在客车的车体结构设计中,要预先设计一个具有高吸能性的可压溃区域,当车体受到撞击时,该区域可发生理想的皱褶变形,最大限度地吸收车辆的碰撞能量,使乘员不受到直接的撞击力,并控制减速度峰值。此外,客车的前后保险杠不仅要有吸能功能,还要考虑对行人的保护;侧部结构能提供侧碰撞保护,车门在受撞击后不被挤开,同时又能手动开启;侧围和车顶要留有安全出口和安全玻璃,为逃生和救助工作提供方便;在发生侧翻或者倾覆后客车上部结构不发生结构溃散,能提供必要的安全工作区和生存空间。

(2)乘员保护系统。乘员保护系统也是客车被动安全技术的核心。理论和实际经验都表



明,仅车体结构吸收第一次碰撞的能量是不够的,还要依靠乘员保护系统来减缓乘员与车内物体之间的第二次碰撞。客车乘员保护系统主要由安全座椅、安全带和安全气囊等组成。未来客车除了进一步完善这些系统之外,还要开发新的功能或系统,以进一步提高乘员侧碰保护、头部保护以及儿童乘员和行人等的保护。

(3)人体生物力学的研究。这是一个基础研究,它涉及工程学、人体解剖学、生理学和医学等领域。其主要内容是:根据人体生理学和医学把人体能耐受冲击极限量化,用工程学观点来研究人对冲击的响应,以把握乘员保护装置的性能要求和需进一步完善的程度。

0.4 提高客车安全性的途径

提高客车的安全性需要从“人—车—路”三个方面的因素综合考虑。

对人而言就是要强化对驾驶员的培训和证照管理。第一,强化对驾驶员的管理。驾驶员的素质对提高交通安全至关重要,80%左右的交通事故与驾驶员有直接或间接关系。对驾驶员进行培训,主要是提高他们的驾驶技能,同时也提高他们对危险的认知能力,增强安全意识,改变不良行为,了解有关安全规定并明了道路交通事故的后果及严重性。第二,加强对驾驶人员的路上管理,防止违章行驶。第三,建立全国统一的机动车辆和驾驶员管理信息系统,形成网络,以便执法人员能够及时、科学地进行管理。

对路而言就是要改善道路交通安全状况和加强道路交通安全动态监控。一方面,改善道路状况是减少道路事故的重要方面。例如,澳大利亚的研究表明,每年投入1亿澳元就可减少两个人死亡,而在一些“黑点”地段,投入1亿澳元,每年可减少死亡20人。因此,针对一些“黑点”地段的投入是十分必要和有意义的。与此同时,还应建立并完善道路交通监控系统、通信系统和救援服务系统。另一方面,采用现代科技手段进行监控。研究表明,在澳大利亚西部地区,36%的道路交通事故是由于超速造成的,13%的事故是由于驾驶员疲劳驾驶造成的。交通警察的强有力执法是纠正驾驶员行为的主要手段,通过智能监控技术使驾驶员了解在“所有的时间、所有的地方”都遵守交通规则是最好的办法。此外,提高路上超载车辆的检测技术,加强执法队伍建设,提高仪器装备和监控手段,可以有效防范交通隐患的出现。

对车而言就是要提高客车自身的安全性。首先,需要能够推动客车安全发展的相关政策,还需要适合我国国情的客车安全法规的完善和执行。其次,与客车生产相关的行业、部门和研究机构需要加大客车安全性尤其是客车碰撞安全性研究的投入,这也是最为行之有效和立竿见影的途径。对客车碰撞安全性的研究,需要深入研究和总结我国客车交通事故的形态,广泛和深入采用CAE技术和虚拟试验技术来提高客车安全研究的质量并提高研究效率,还需要在客车安全领域不断地运用新技术和创新客车结构,并且不断提高客车生产制作工艺水平从而生产出更多的安全客车,最终减少因发生客车碰撞事故而死亡的人数,提高道路交通安全的品质。

0.5 客车安全的研究方法

国外发达国家对客车结构安全的研究工作开展得比较深入。国外先进客车厂组建了高性