



21世纪全国高等院校汽车类**创新型**应用人才培养规划教材

汽车安全

郑安文 主编

- ✓ 以汽车安全性与道路交通安全的关系为基础
- ✓ 着重介绍了各种实用、先进的汽车安全技术
- ✓ 理论与实际相结合，利于学生了解技术现状



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

130380310

内 容 简 介

在对汽车安全涉及的相关内容 & 国内现有相关教材进行深入分析后, 本书在编写体系上进行了创新, 确定了以汽车安全法规、汽车安全性能、汽车安全技术为核心的模块编写体系, 各模块之间合理分工、相互配合, 旨在全面、系统地反映汽车安全的主体内容。本书在内容上明确提出了汽车结构安全性的概念, 并独立设章进行系统介绍与分析。

本书从汽车安全法规、汽车安全性能、汽车安全技术三方面系统地介绍了国内外汽车主动和被动安全法规、汽车行驶安全性能、汽车主动安全技术、汽车被动安全技术、汽车结构安全性、汽车被动安全性能试验、汽车安全检测的基础内容和最新成果; 在力求保持系统性和完整性的基础上, 更注重介绍了一些实用、先进、相对成熟的安全技术。

本书既可作为高等院校车辆工程、汽车服务工程、交通运输等相关专业的教材和教学参考书, 也可作为汽车厂家、科研院所及相关工程技术人员的参考书, 也可作为高职相关专业的教材和教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车安全/郑安文主编. —北京: 北京大学出版社, 2014. 3
(21世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材)
ISBN 978-7-301-23794-6

I. ①汽… II. ①郑… III. ①汽车驾驶—安全技术—高等学校—教材 IV. ①U471. 15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 015692 号

书 名: 汽车安全

著作责任者: 郑安文 主编

策划编辑: 童君鑫

责任编辑: 黄红珍

标准书号: ISBN 978-7-301-23794-6/TH·0382

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电子信箱: pup_6@163.com

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 三河市北燕印装有限公司

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 22.25 印张 520 千字

2014 年 3 月第 1 版 2014 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

安全是汽车发展过程中永恒的课题之一。汽车安全技术的产生和发展是随着车辆行驶速度的提高及汽车保有量的增加而逐步受到重视的。在汽车发展初期,由于道路条件差、车辆行驶速度低及保有量少,汽车安全技术受到的关注较少。随着汽车的广泛使用及伤害事件的增多,自20世纪50年代开始,各汽车企业全面重视汽车安全问题,汽车安全技术逐步取得进展,特别是自60年代以来,随着电子、信息及计算机技术在汽车上的应用及材料科学和制造技术的进步,先进的汽车安全装置不断地被发明和投入使用,使汽车安全技术进入了系统、快速发展时期,汽车安全现已成为涵盖法规、性能、技术、结构、试验、检测等多方面专业知识的综合性学科。本书是汽车类创新型应用人才培养规划教材,其特色如下。

(1) 系统性强、定位明确。鉴于汽车安全涉及内容的广泛性,本书以现代汽车安全技术为重点,并结合典型结构,通过对汽车安全法规、汽车行驶安全性能、汽车安全技术的系统介绍与分析,为学生构建完整、系统的汽车安全知识体系。本书定位为本科教材,同时兼顾高职教学需要。

(2) 注重工程应用。本书充分吸收国内外最新的理论研究成果和实际案例,侧重内容的前沿性、综合性和交叉性,在力求保持技术系统性和完整性的前提下,注重介绍适用、先进、前沿和相对成熟的技术,使学生对汽车安全技术发展方向有明确的了解和认识。

(3) 层次分明。以汽车安全法规、汽车行驶安全性能、汽车安全技术为核心的三大模块之间的编写严格按照由浅及深、循序渐进的原则,采用理论与实际相结合、以案例引入的编写方法,结合典型结构进行系统介绍,重点、难点突出,以提高学生的学习效率。

全书共分8章。第1章为概述,以汽车安全性与道路交通安全的关系为基础,介绍了汽车安全技术及其发展状况、道路交通安全保障体系、汽车安全的研究内容等;第2章以汽车标准与技术法规为基础,全面介绍了美、欧、日、中汽车安全技术法规体系、汽车认证制度及技术法规与标准的对比;第3章从汽车制动性、汽车操纵稳定性、汽车视野与灯光、汽车操纵机构等方面讨论了对应性能与汽车安全性之间的关系;第4章系统介绍了包括车轮防抱死制动系统(ABS)、驱动防滑系统(ASR)、电子制动力分配(EBD)、电子稳定程序ESP等9种装置在内的汽车主动安全装置的工作原理、主要结构、性能、作用及特点;第5章系统介绍了包括车身安全结构、座椅安全带、安全气囊防护系统等6种装置在内的汽车被动安全技术及装置;第6章在定义汽车结构安全性意义的基础上,从车身结构与碰撞安全性、制动器、轮胎、汽车玻璃、汽车自燃等方面讨论了结构差异对安全性的影响;第7章从C-NCAP、汽车零部件台架试验、汽车零部件模拟碰撞试验、实车碰撞试验等方面介绍了汽车被动安全性能试验的试验方法及典型设备;第8章主要介绍汽车安全检测的相关知识。

本书由武汉科技大学郑安文、杨啟梁、郭健忠编写。其中,第1、2、4~6章由郑安文编写,第3章由杨啟梁编写,第7~8章由郭健忠编写。研究生陈引、童高鹏、邵红玲



等参加了部分资料收集整理工作。全书由郑安文统稿。本书在撰写过程中参考了大量国内外文献资料，限于篇幅未能一一列出，引用及理解不当之处，敬请谅解，并在此向这些文献资料的原作者表示衷心的感谢！

由于汽车安全涉及的学科知识面非常广泛，且编者水平有限，书中难免存在纰漏，恳请广大师生、读者批评指正。

编者

2013年12月

本书在撰写过程中参考了大量国内外文献资料，限于篇幅未能一一列出，引用及理解不当之处，敬请谅解，并在此向这些文献资料的原作者表示衷心的感谢！



北京大学出版社汽车类教材书目

序号	书 名	标准书号	著作者	定价	出版日期
1	汽车构造(第2版)	978-7-301-19907-7	肖生发, 赵树朋	56	2014.1
2	汽车构造学习指导与习题详解	978-7-301-22066-5	肖生发	26	2014.1
3	汽车发动机原理(第2版)	978-7-301-21012-3	韩同群	42	2013.5
4	汽车设计	978-7-301-12369-0	刘涛	45	2008.1
5	汽车运用基础	978-7-301-13118-3	凌永成, 李雪飞	26	2008.1
6	现代汽车系统控制技术	978-7-301-12363-8	崔胜民	36	2008.1
7	汽车电气设备实验与实习	978-7-301-12356-0	谢在玉	29	2008.2
8	汽车试验测试技术	978-7-301-12362-1	王丰元	26	2013.6
9	汽车运用工程基础(第2版)	978-7-301-21925-6	姜立标	34	2013.1
10	汽车制造工艺(第2版)	978-7-301-22348-2	赵桂范, 杨 娜	40	2013.4
11	汽车工程概论	978-7-301-12364-5	张京明, 江浩斌	36	2008.6
12	汽车运行材料(第2版)	978-7-301-22525-7	凌永成	45	2013.7
13	汽车试验学	978-7-301-12358-4	赵立军, 白 欣	28	2013.5
14	内燃机构造	978-7-301-12366-9	林 波, 李兴虎	26	2011.12
15	汽车故障诊断与检测技术	978-7-301-13634-8	刘占峰, 林丽华	34	2013.8
16	汽车维修技术与设备	978-7-301-13914-1	凌永成, 赵海波	30	2013.5
17	热工基础	978-7-301-12399-7	于秋红	34	2009.2
18	汽车检测与诊断技术	978-7-301-12361-4	罗念宁, 张京明	30	2009.1
19	汽车评估	978-7-301-14452-7	鲁植雄	25	2012.5
20	汽车车身设计基础	978-7-301-15619-3	王宏雁, 陈君毅	28	2009.9
21	汽车车身轻量化结构与轻质材料	978-7-301-15620-9	王宏雁, 陈君毅	25	2009.9
22	车辆自动变速器构造原理与设计方法	978-7-301-15609-4	田晋跃	30	2009.9
23	新能源汽车技术(第2版)	978-7-301-23700-7	崔胜民	39	2014.2
24	工程流体力学	978-7-301-12365-2	杨建国, 张兆营等	35	2011.12
25	高等工程热力学	978-7-301-16077-0	曹建明, 李跟宝	30	2010.1
26	汽车电气设备(第2版)	978-7-301-16916-2	凌永成, 李淑英	38	2014.1
27	现代汽车发动机原理	978-7-301-17203-2	赵丹平, 吴双群	35	2013.8
28	现代汽车新技术概论	978-7-301-17340-4	田晋跃	35	2013.5
29	现代汽车排放控制技术	978-7-301-17231-5	周庆辉	32	2012.6
30	汽车服务工程	978-7-301-16743-4	鲁植雄	36	2013.1
31	汽车使用与管理	978-7-301-18761-6	郭宏亮, 张铁军	39	2013.6
32	汽车数字开发技术	978-7-301-17598-9	姜立标	40	2010.8
33	汽车人机工程学	978-7-301-17562-0	任金东	35	2013.5
34	专用汽车结构与设计	978-7-301-17744-0	乔维高	45	2010.9
35	汽车空调	978-7-301-18066-2	刘占峰, 宋 力等	28	2013.8
36	汽车CAD技术及Pro/E应用	978-7-301-18113-3	石沛林, 李玉善	32	2014.1
37	汽车振动分析与测试	978-7-301-18524-7	周长城, 周金宝等	40	2011.3
38	新能源汽车概论	978-7-301-18804-0	崔胜民, 韩家军	30	2013.6
39	汽车空气动力学数值模拟技术	978-7-301-16742-7	张英朝	45	2011.6
40	汽车电子控制技术(第2版)	978-7-301-19225-2	凌永成, 于京诺	40	2014.1
41	车辆液压传动与控制技术	978-7-301-19293-1	田晋跃	28	2011.8
42	车辆悬架设计及理论	978-7-301-19298-6	周长城	48	2011.8
43	汽车电器及电子控制技术	978-7-301-17538-5	司景萍, 高志鹰	58	2012.1
44	汽车车身计算机辅助设计	978-7-301-19889-6	徐家川, 王翠萍	35	2012.1
45	现代汽车新技术	978-7-301-20100-8	姜立标	49	2013.7
46	电动汽车测试与评价	978-7-301-20603-4	赵立军	35	2012.7
47	电动汽车结构与原理	978-7-301-20820-5	赵立军, 佟钦智	35	2012.7
48	二手车鉴定与评估	978-7-301-21291-2	卢 伟, 韩 平	36	2012.8
49	汽车微控制器结构原理与应用	978-7-301-22347-5	蓝志坤	45	2013.4
50	汽车振动学基础及其应用	978-7-301-22583-7	潘公宇	29	2013.6
51	车辆优化设计理论与实践	978-7-301-22675-9	潘公宇, 商高高	32	2013.7
52	汽车专业英语	978-7-301-23187-6	姚 嘉, 马丽丽	36	2013.8
53	车辆底盘建模与分析	978-7-301-23332-0	顾 林, 朱 跃	30	2014.1
54	汽车安全辅助驾驶技术	978-7-301-23545-4	郭 烈, 葛平淑等	43	2014.1
55	汽车安全	978-7-301-23794-6	郑安文	45	2014.3

相关教学资源如电子课件、电子教材、习题答案等可以登录 www.pup6.com 下载或在线阅读。

扑六知识网(www.pup6.com)有海量的相关教学资源和电子教材供阅读及下载(包括北京大学出版社第六事业部的相关资源), 同时欢迎您将教学课件、视频、教案、素材、习题、试卷、辅导材料、课改成果、设计作品、论文等教学资源上传到 pup6.com, 与全国高校师生分享您的教学成就与经验, 并可自由设定价格, 知识也能创造财富。具体情况请登录网站查询。

如您需要免费纸质样书用于教学, 欢迎登陆第六事业部门户网站(www.pup6.com)填表申请, 并欢迎在线登记选题以到北京大学出版社来出版您的大作, 也可下载相关表格填写后发到我们的邮箱, 我们将及时与您取得联系并做好全方位的服务。

扑六知识网将打造成全国最大的教育资源共享平台, 欢迎您的加入——让知识有价值, 让教学无界限, 让学习更轻松。

联系方式: 010-62750667, 童编辑, 13426433315@163.com, pup_6@163.com, 欢迎来电来信咨询。

目 录

第 1 章 概述 1

1.1 汽车安全性与道路交通事故的关系 2

1.1.1 安全和汽车安全性的意义 2

1.1.2 道路交通安全概述 4

1.1.3 汽车安全性与道路交通事故的关系 6

1.2 汽车安全技术及其发展 6

1.2.1 汽车主动安全技术 7

1.2.2 汽车被动安全技术 8

1.3 道路交通安全保障体系 9

1.4 汽车安全的研究内容 10

1.4.1 汽车安全体系构成 10

1.4.2 汽车安全涉及内容 11

思考题 12

第 2 章 汽车安全法规 13

2.1 汽车标准与技术法规概述 14

2.1.1 标准、技术法规和标准化的意义 14

2.1.2 标准体系与法规体系的主要不同点及联系 15

2.1.3 目前世界三大主要汽车法规体系及其构成 18

2.2 美、欧、日、中汽车安全技术法规体系及汽车认证制度 19

2.2.1 美国汽车技术法规体系 20

2.2.2 欧洲汽车安全技术法规体系 23

2.2.3 日本汽车安全技术法规体系 30

2.2.4 美国、欧洲、日本汽车技术法规体系的主要特点 33

2.2.5 中国汽车安全技术法规 34

2.2.6 汽车认证制度和政府管理 37

2.3 美、欧、日、中汽车安全性技术法规与标准对比 40

2.3.1 汽车主动安全性技术法规或标准主要项目对比 40

2.3.2 汽车被动安全性技术法规或标准主要项目对比 43

2.3.3 汽车被动防火安全法规或标准主要项目对比 47

2.3.4 汽车视野法规或标准对比 48

思考题 50

第 3 章 汽车行驶安全性能 52

3.1 汽车行驶安全性能概述 53

3.2 汽车的制动性 54

3.2.1 汽车的制动过程 54

3.2.2 制动距离 56

3.2.3 制动效能的恒定性 59

3.2.4 制动时汽车方向的稳定性 60

3.3 汽车的操纵稳定性 63

3.3.1 转向盘角阶跃输入下的时域响应 63

3.3.2 转向回正性能 65

3.3.3 转向盘转角脉冲输入瞬态响应 66

3.3.4 转向轻便性 66

3.3.5 急剧转向能力 67

3.3.6 侧风稳定性 68

3.4 驾驶室人机工程设计与安全性 68

3.4.1 汽车视野 68

3.4.2 汽车灯光 76

3.4.3 汽车操纵机构 79

思考题 84



第4章 汽车主动安全技术(装置) 85

4.1 汽车安全概述 86

4.2 车轮防抱死制动系统 87

4.2.1 概述 87

4.2.2 ABS的基本原理 90

4.2.3 ABS三大重要部件简介 98

4.2.4 ABS控制车轮的方式及不同控制通道的结构与性能特点 111

4.3 驱动防滑系统 115

4.3.1 概述 115

4.3.2 驱动轮防滑控制方式 116

4.3.3 ASR组成、工作原理及关键部件结构功能 119

4.3.4 ASR与ABS的比较 126

4.4 电子制动力分配 126

4.4.1 概述 126

4.4.2 对制动力的分配控制 128

4.4.3 EBD的功能与优点 129

4.5 电子稳定程序 129

4.5.1 概述 129

4.5.2 ESP系统的组成与工作原理 131

4.5.3 ESP系统的工作过程 134

4.5.4 ESP的应用情况及其与ABS、ASR的比较 136

4.5.5 ESP的发展 137

4.6 轮胎压力监测系统 140

4.6.1 概述 140

4.6.2 TPMS的组成及工作原理 141

4.6.3 TPMS的主要功能和特点 142

4.6.4 吉利集团研发的爆胎监测及安全控制系统简介 143

4.7 四轮转向技术 144

4.7.1 概述 144

4.7.2 4WS汽车的工作原理及转向特性 145

4.8 电控动力转向系统 149

4.8.1 概述 149

4.8.2 EPS 152

4.8.3 EPS的主要优点 156

4.8.4 汽车线控转向系统 157

4.9 自适应巡航控制系统 159

4.9.1 概述 159

4.9.2 ACC的组成与工作原理 160

4.9.3 ACC系统的特点 163

4.10 先进安全汽车 164

4.10.1 概述 164

4.10.2 ASV简介 165

4.11 其他系统 170

4.11.1 制动辅助系统简介 170

4.11.2 自动驻车/上坡辅助系统 172

4.11.3 DSG变速器突然失速或加速引起的安全隐患 173

4.11.4 车门电动锁遇水出现失灵引起的安全隐患 175

4.11.5 正确对待和认识汽车安全装置的作用 176

思考题 177

第5章 汽车被动安全技术(装置) ... 179

5.1 汽车被动安全性概述 180

5.2 安全车身结构 182

5.2.1 概述 182

5.2.2 汽车碰撞形式与车身的变形特性 184

5.2.3 车身安全结构 187

5.3 座椅安全带 197

5.3.1 安全带的作用与工作原理、分类及主要部件 199

5.3.2 安全带的使用误区 205

5.4 安全气囊防护系统 207

5.4.1 安全气囊简介 207

5.4.2 安全气囊的分类及引爆条件 215

5.4.3 安全气囊发展新技术 219

5.5 汽车座椅系统 222

5.5.1	概述	222	6.3.3	防滑水轮胎	269
5.5.2	汽车座椅的分类、组成及 主要部件功用	223	6.3.4	SUV 轮胎	270
5.6	儿童乘员保护	227	6.3.5	轮胎的发展趋势	272
5.6.1	我国儿童乘员保护 现状	227	6.4	汽车玻璃与安全性	272
5.6.2	儿童乘员保护法规 简介	228	6.4.1	汽车玻璃的基本要求与 分类	272
5.6.3	儿童安全座椅的分类	229	6.4.2	玻璃破碎形状与安全性	274
5.6.4	ISOFIX 标准和 LATCH 标准	230	6.4.3	汽车玻璃新技术	275
5.7	吸能防伤转向机构	232	6.4.4	逃生条件下的应急安全	277
5.7.1	汽车正面碰撞时转向管柱与 驾驶员运动趋向分析	233	6.5	汽车自燃与安全性	278
5.7.2	吸能防伤转向机构工作 原理与结构	234	6.5.1	汽车自燃	278
5.7.3	吸能式转向管柱系统结构 设计	236	6.5.2	汽车自燃原因分析	279
5.8	行人碰撞保护	237	6.5.3	预防措施	280
5.8.1	人车碰撞事故特点	238	思考题		281
5.8.2	行人保护技术简介	238	第 7 章 汽车被动安全性能试验		282
5.8.3	本田公司的 G-CON 碰撞 安全技术	242	7.1	中国新车评价规程(C-NCAP) 简介	284
思考题		244	7.1.1	世界 NCAP 的发展	284
第 6 章 汽车结构安全性		245	7.1.2	C-NCAP 的碰撞测试 规则和评分	288
6.1	车身结构与碰撞安全性	246	7.2	汽车零部件台架试验	291
6.1.1	车身类型及承载式 车身	246	7.2.1	车顶及侧门强度试验	291
6.1.2	车身结构、碰撞安全性及 行驶安全	250	7.2.2	门锁及门铰链试验	293
6.2	制动器与安全性	252	7.2.3	安全带试验	294
6.2.1	制动器的结构、类型与 特点	252	7.2.4	安全带固定点强度试验	297
6.2.2	制动器热衰退现象及其 产生原因分析	254	7.2.5	座椅试验	299
6.2.3	汽车制动器摩擦材料	256	7.2.6	头枕强度及其后移量 试验	300
6.3	轮胎与安全性	261	7.2.7	燃油箱试验	301
6.3.1	轮胎分类、结构及其 安全性	262	7.2.8	转向系统缓冲性能试验	302
6.3.2	安全轮胎	265	7.2.9	内部凸出物试验	302
			7.2.10	行人碰撞保护试验	304
			7.2.11	安全气囊试验	306
			7.3	汽车零部件模拟碰撞试验	307
			7.3.1	冲击型模拟碰撞试验 装置	307
			7.3.2	发射型模拟碰撞试验 装置	309
			7.3.3	冲击反弹型模拟碰撞试验 装置	311





7.3.4 安全带动态模拟碰撞试验
实例 311

7.4 实车碰撞试验 312

7.4.1 正面碰撞试验及侧面碰撞
试验介绍 312

7.4.2 实车碰撞用主要设备的
结构及工作原理 316

7.4.3 假人及碰撞试验测量
系统 320

7.4.4 实车碰撞试验程序 321

7.5 汽车被动安全碰撞试验仿真技术
简介 323

7.5.1 计算机仿真研究的优越性及
局限性 323

7.5.2 计算机仿真研究的主要
内容及应用 324

思考题 326

第8章 汽车安全检测 327

8.1 汽车安全检测制度 328

8.1.1 机动车检验制度及其相关
规定 328

8.1.2 机动车辆检测的类型及
作用 329

8.2 汽车安全检测项目与基本
内容 330

8.2.1 汽车安全检测项目 330

8.2.2 线外检验 330

8.2.3 线内检验 331

8.3 汽车安全检测设备 334

8.3.1 前照灯检测仪 334

8.3.2 侧滑试验台 337

8.3.3 车速表 340

8.3.4 制动试验台 342

思考题 345

参考文献 346

第 1 章 概 述



本章教学要点

知识要点	掌握程度	相关知识
汽车安全性与道路交通事故的关系	掌握汽车安全性、道路交通安全概念的内涵及汽车安全性与道路交通事故二者之间的关系	道路交通安全的重要性；汽车与道路交通安全之间的关系
汽车安全技术及其发展	了解汽车安全技术的发展路径及其主要内容	汽车安全技术对汽车安全及其交通安全的重要性
道路交通安全保障体系	了解现代道路交通安全保障体系的主要构成要素及其相关内容	道路交通安全保障体系的系统性



道路交通事故已成为一大严重社会公害

道路交通事故是机动车特别是汽车广泛使用过程中派生出来的问题。目前,道路交通事故每年造成约120万人死亡,4000万以上人员伤残,其经济损失约占国民生产总值的1%~2%。在许多国家,道路交通事故引起的人员伤亡和经济损失,比火灾、水灾、意外伤害等灾难造成的人员伤亡总和及经济损失要大得多,因而人们称道路交通事故为“柏油路上的战争”和“文明世界第一大公害”。据世界卫生组织统计,2000年,在人类死亡和发病的原因中,道路交通事故排在第9位,即道路交通伤害已成为全球疾病和伤害负担的第九大原因,如果不采取有力措施,预计到2020年,道路交通伤害将上升成为全球疾病与伤害负担的第三大原因,将远远高于艾滋病、疟疾等疾病。道路交通事故致人死伤已成为全球关注的重点之一。

在当今社会,道路交通事故已成为一大严重社会公害,而且在目前的科学技术条件下尚不可能完全避免。这是因为在目前科学技术条件下,作为现代道路交通系统的人员、车辆、道路三大要素均存在着引发道路交通事故的可能性。其中,对于人员即交通参与者而言,无论是机动车驾驶员在驾车过程中,还是行人在行走过程中、骑车人在骑车过程中均存在着过失的可能性;对于机动车而言,在设计、制造、使用、维护、管理等诸多方面仍存在许多不完善之处;对于道路及其交通系统而言,在设计、建设、管理及维护等诸多方面也仍然存在着相当多的不完善之处;与此同时,在道路交通法规的制定、执行过程中也存在着缺陷及漏洞,此外,实际中还存在着一些意外情况等,只要这些不完善之处不彻底消除,对于道路交通系统而言就时刻存在着发生交通事故的可能性,从而使得道路交通事故不能完全避免。

在道路交通事故尚不可能完全避免的条件下,对于车辆而言,设计和制造高安全性的汽车对于降低事故发生率和减轻交通伤害具有重要的现实意义。

资料来源:郑安文,范红伟.道路交通安全概论.北京:机械工业出版社,2010.

汽车经过百余年的发展,已成为人类必不可少的最重要的交通工具之一。汽车的广泛使用在给人类的工作、生活、运动带来方便的同时,也带给了人类重要的副产品——道路交通事故。道路交通事故泛指在对人和物进行运输的过程中所发生的人员伤亡和财物损毁事件,它是道路交通营运过程的伴生现象。提高汽车的安全性,有利于防止事故发生和减轻事故伤害。汽车的安全性已经成为汽车产品竞争力的重要标志之一。

1.1 汽车安全性与道路交通事故的关系

1.1.1 安全和汽车安全性的意义

1. 安全的意义

安全是相对危险、威胁、事故而言的。“无危则安,无损则全”。安全就是人们在生

活和生产过程中,身体免于伤害,财产免于损失,即安全意味着无危害、无危险。对于一个系统而言,安全与危险永远是一对矛盾,相伴存在。在现代社会,保障安全、免受伤害是人们从事生产、生活等各项活动的一项最基本的要求和权利,缺乏安全保障的工作、生活条件和环境是无法保证人们安心和努力工作的。因而,安全对于人类非常重要。

一般意义下的安全,是指人们在生产、生活中其人身伤害或财产损失不超过可接受的水平,即安全意味着人或物遭受损害或损失的可能性和程度限定在可接受的范围内。若这种可能性和程度超过了可接受的状态即为不安全。危险的意义是指人们在生产、生活活动中潜在的可能造成人身伤害、致病或财产损失的状态。这里所述的安全主要是指与人们的生产、生活相关领域的安全问题,如驾驶车辆过程中的安全,但不包括军事及社会意义下的安全,也不包括与疾病相关的安全。

安全按其危险性程度的不同可进一步分为绝对安全和相对安全。绝对安全是指人们在生产、生活活动过程中没有危险、不受威胁和危害、不出事故,即消除可能导致人身伤害或死亡,诱发疾病或造成设备破坏、财产损失及危害环境的条件。绝对安全是安全的一种理想状态,实际中很难实现,或者说就不存在,这是因为现实中没有绝对安全的环境及条件。

相对安全是指人们在生产、生活活动过程中判明的危险性不超过允许的限度。现实中,人们所述的安全通常都是指相对安全,即当人们对工作、生活、生存的环境及条件所判明的危险性未超过允许的限度时,就认为是安全的,否则,就认为是不安全的。当然,对安全环境及条件的判断涉及人们对危险性尺度的把握,实际中,不同的人对危险性尺度把握的标准是不同的。

实际中,安全是一个相对的概念,其相对性表现在3个方面。

- (1) 绝对的安全状态是不存在的,安全是相对危险而言的,是一种比较的结果。
- (2) 安全标准是相对于人类对安全问题的认识与理解和社会经济的承受能力而言的,抛开社会环境讨论安全是不现实的。
- (3) 人的认识是无限发展的,对安全机理和运行机制的认识也处于不断深化的过程中,因而,安全对于人的认识而言具有相对性。

2. 汽车安全性的意义

相对于一般意义下的安全而言,汽车安全指的是汽车在使用过程中与安全相关的性能处于可控的状态(一种具体的安全状态),而汽车安全性则多指汽车在保障乘员安全方面应具备的能力。简明地讲,汽车安全性是指预防事故发生及减轻事故伤害的能力。人类提高这种能力的手段就是通过综合运用法规、技术、管理等多种措施,不断改进汽车结构设计,开发出性能更先进的安全设施,从而提高汽车的安全性能。汽车安全性可进一步分为主动安全性和被动安全性。

汽车主动安全性是指汽车自身防止或减少道路交通事故发生的能力。其主要与车辆的制动性、操纵稳定性、视野灯光信息性、结构尺寸及驾驶员工作条件(操作元件的人机特性、操纵轻便性、座椅舒适性,驾驶室温度、噪声、通风等)等因素有关。汽车行驶过程中,避免制动与驱动状态滑移,保障前、后轴的制动力合理分配,提高操纵稳定性等一系列相关措施均为汽车的主动安全性措施。

汽车被动安全性是指当交通事故不可避免发生时汽车对车内乘员的保护能力,即减轻



事故后果的能力,进一步可分为内部安全性和外部安全性。在内部安全性方面应尽力减少事故中作用于车内乘员的冲击力,如中间“硬”,前后“软”的车身结构、安全带、安全气囊、吸能防伤转向机构等设备。在外部安全性方面应减少凸出物,物体外形采用圆弧形、软饰化、增大接触面等结构形式。

汽车被动安全性这一保护概念目前已延伸到汽车使用过程中车内、车外所涉及的人员和物体。近年来,汽车被动安全性能由于其保护设计出发点的不同被划分为三大“流派”。

(1)“软防护派”。以日本丰田汽车公司为代表,依据安全碰撞实验结果,突出车身结构的溃缩变形和轻量化设计。研究表明,在道路交通事故中,绝大部分的碰撞能量被车身吸收,发生碰撞事故时对车内乘员的保护主要通过车体结构的溃缩变形实现。依据这一认识,一方面在车身结构上通过预先设定的褶皱永久变形,以在碰撞时吸收大部分的冲击能量;另一方面尽量降低车身结构重量,即车身轻量化设计。“软防护派”基于标准化的碰撞实验结果其实并不能够涵盖一切突发的车辆事故,在极端事故中这些车辆的安全性还有待进一步研究。

(2)“硬防护派”。以德国车为代表,突出车身结构的坚固性。实际中,同样尺寸的两辆汽车相互碰撞时,车身较重的一方往往变形较小。就直观认识而言,车身钢板越厚越硬、乘员舱结构越坚固,发生碰撞事故时其变形量会越小,安全性自然会越高。因而,大量采用整块钢板一体冲压成型的部件,并安装侧门双防撞板,使得在不少极端条件下的碰撞事故中,“硬防护派”汽车表现出实验室里无法测试出的牢固度,这其中既有偶然的成分,也有经验与智慧因素的作用。值得注意的是,软与硬两派近年一直在互相靠拢,两者的分歧也越来越小。

(3)“设备派”。其特点是突出新型电子设备的应用。科技的发展使得大量的新型电子设备被有效地运用于汽车安全系统中。以智能安全气囊为例,在普通气囊的基础上增加了多种传感器,可以探测出座椅上的乘员是成年人还是儿童,是否系上安全带及所处的位置高度;由计算机软件分析和控制安全气囊的膨胀,使其发挥最佳作用,从而极大地提高其安全作用。传统上安全气囊只能对车内乘员起保护作用,最新的汽车将更加注重人、车与环境的融合,因此对行人的安全保护也将成为汽车设计者考虑的因素之一。有专家指出,未来功能更强大的新型安全装置在汽车上的广泛应用,将对交通参与者提供最好的保护。

1.1.2 道路交通安全概述

1. 道路交通事故的概念

由于各国国情、文化及经济发展水平的差别及道路交通安全状况、交通规则和交通管理规定的不同,其对交通事故的定义也不尽相同。中国根据本国的国情及其交通安全状况,在2004年5月1日开始实施的《中华人民共和国道路交通安全法》中给出的定义为:交通事故是指车辆在道路上因过错或者意外造成的人身伤亡或者财产损失的事件。此定义主要强调车辆在道路上因过错或者意外原因造成的人身伤亡或者财产损失事件,比较适合当今中国道路、车辆和人员参与交通活动的现状。

构成一起交通事故应具有以下6个缺一不可的基本要素。

(1) 车辆。车辆是构成交通事故的前提条件,指各种机动车辆与非机动车辆,主要为民用车辆(军用车辆一般不包括其列),且以机动车为主。

(2) 在道路上。道路是构成交通事故的基础条件,指供公众使用的道路。仅供本单位车辆和行人通行的,交通管理部门没有义务对其进行管理的,因不具备公共性质不能列为道路之列。

(3) 在运动中(运行中)。交通事故涉及的各当事方中至少有一方的车辆处于运动状态。

(4) 有交通事态(发生)。发生了碰撞、刮擦、碾压、翻车、坠车、爆炸、失火等现象中的一种或几种。

(5) 人为原因。造成事故的原因是人为的,且是非故意的,主要有违法行为与过失行为两类。

(6) 有后果(损害后果)。交通事故必定有损害后果存在,即有人员、牲畜伤亡或车辆、物质损坏发生。

2. 道路交通安全

道路交通安全从本质上讲是指交通参与者在参与交通活动过程中的人身及财产安全。通俗地讲是指交通参与者在参与交通活动的过程中确保自身和他人的生命及财产安全,也就是既不要向他人(包括自己)或他物施加伤害,也不要遭受到外来伤害。

交通参与者是指在从事交通活动过程中与人的特定行为或临时角色相关的不同群体,通常指机动车驾驶员、骑车人、行人、乘客等。关于交通参与者的人身安全,存在两方面的含义。

(1) 从交通参与者个人微观层面上讲,就是交通参与者在参与交通活动的过程中人身不要受到伤害。具体体现为“三不伤害”。

① 我不伤人,即交通参与者自己不要伤害其他参与者(别人)。

② 人不伤我,即交通参与者自己不要被其他参与者(别人)伤害。

③ 我不伤我,即交通参与者自己不要伤害自己。

(2) 从交通管理部门的宏观层面上讲,人身安全可用机动化程度和交通安全的乘积描述,用公式表示则为

$$\text{人身安全} = \text{机动化程度} \times \text{交通安全}$$

上式中,机动化程度的意义是指在一定时期内一个国家或一个地区范围内统计人口所拥有的机动车数量,通常用每1000人拥有的机动车数量表示。显然,一个国家或一个地区范围内每1000人拥有的机动车数越多,其机动化程度就越高,2012年我国大陆地区每1000人拥有的机动车数为177.24辆。而反映交通安全状况好坏的重要评价指标之一是万车死亡率,万车死亡率(也称为万辆机动车死亡人数)的意义是指在一定时期内一个国家或一个地区范围内按机动车拥有量所平均的交通事故死亡人数。在机动车总量一定的条件下,万车死亡率越低,交通事故死亡人数的绝对数越低。2012年我国大陆地区每万辆机动车死亡人数为2.50人,这一数值较交通发达国家仍然要高。就交通安全和机动化程度两项指标的乘积而言,其数值越小,表明人身安全状况越好。在机动化程度一定的条件下,万车死亡率指标越低,人身安全状况就越好。虽然我国的机动车保有量处于快速增长的过程中,但多年来万车死亡率不断降低,总体而言,我国的交通安全状况正逐年趋好。



1.1.3 汽车安全性与道路交通事故的关系

(1) 汽车的主动安全性好，道路交通事故的发生率会降低；反之亦然。例如，汽车的制动性能变差，出现制动距离增加、后轴侧滑、制动跑偏的可能性会增大；汽车的照明性能、视野性能较差，夜间行驶引发交通事故的可能性会增大。汽车的被动安全性能提高，在交通事故不可避免时可有效减轻事故伤害。

(2) 提高汽车的主动安全性，有助于降低道路交通事故的发生率，对于预防交通事故的发生具有重要意义。

(3) 提高汽车的被动安全性，对于减轻或避免交通事故伤害具有积极意义。

人员、车辆、道路是构成现代道路交通系统的三大基本要素。显然，汽车只是现代道路交通系统中的重要因素之一，汽车安全性并不代表道路交通安全的全部，但汽车安全性不高，道路交通系统则难以保证安全。

1.2 汽车安全技术及其发展

安全是汽车发展过程中永恒的课题之一。汽车安全技术的产生和发展是随着道路条件的改善、车辆行驶速度的提高及汽车保有量的增加而逐步受到重视的。在汽车发展初期，由于道路条件差、车辆行驶速度低及保有量少，汽车安全技术受到的关注较少。随着汽车的广泛使用及伤害事件的不断增多，自 20 世纪 50 年代开始，各个汽车企业全面重视汽车安全问题，开始了对汽车碰撞问题的系统研究。与此同时，汽车安全技术逐步取得突破，特别是自 20 世纪 60 年代以来，随着电子、信息及计算机技术在汽车上的应用及材料科学和制造技术的进步，先进的汽车安全装置不断被发明和投入使用，汽车安全技术进入了系统、快速发展时期，图 1.1 所示的汽车被动安全和主动安全技术应用曲线较全面地反映出了汽车安全技术在汽车上的应用状况及其未来一定时期的应用预测。

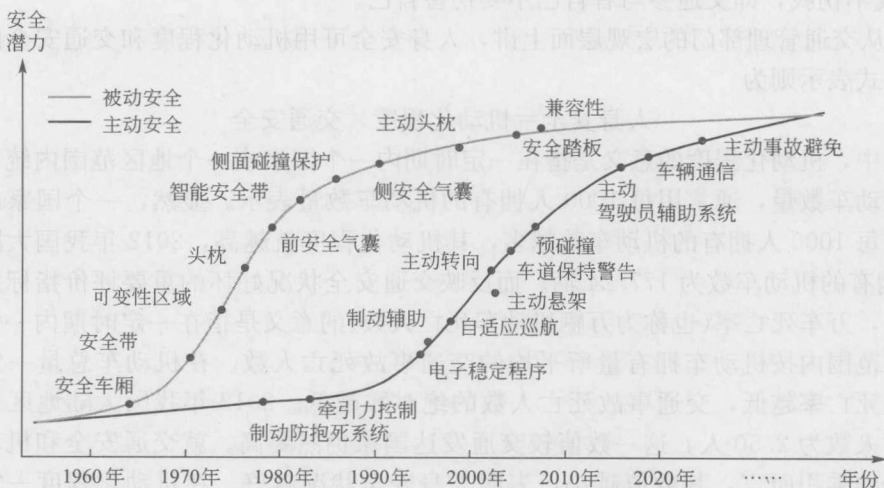


图 1.1 汽车安全技术在汽车产业的应用及其预测

图 1.1 表明,随着人们对汽车安全性能的要求越来越高及汽车保有量的日益增加,未来会有越来越多的先进技术被应用到汽车安全装置上。

汽车安全技术按其防范事故伤害着眼点的不同可分为汽车主动安全技术与汽车被动安全技术。汽车主动安全技术是指汽车设计者为使汽车安全行驶,尽可能避免道路交通事故发生而采取的技术措施,具有主动预防交通事故的特点。汽车被动安全技术是指汽车在行驶过程中当交通事故不可避免地要发生时,汽车设计者为尽可能减轻事故伤害而采取的技术措施,具有被动减轻事故伤害的特点。

1.2.1 汽车主动安全技术

汽车主动安全技术按防范和预防的差异可分为事故防范技术和安全预防技术等。

事故防范技术进一步可分为驾驶操纵性提高装置和事故避免系统。

驾驶操纵性提高装置包括制动防抱死系统(ABS)、驱动防滑系统(ASR)、电子制动力分配(EBD)、电子稳定程序(ESP 或 VSC)、四轮转向(4WS)、速度控制动力转向、自适应巡航控制系统(ACC)、四轮驱动(4WD)等。

事故避免系统包括行车车距报警系统、车道改变避免危险系统、偏离车道报警系统、调节车辆位置的速度控制系统、汽车碰撞检测和预防系统、转弯减速调整系统、轮胎压力监测系统(TPMS)等。

正常行驶过程中的安全预防技术包括车况、路况检测,改善驾驶视野,提高车辆的被视认性,灯光照明防炫目,驾驶员注意力监测,自动导航等。

1) 典型主动安全技术

(1) ABS。当车辆制动时,它能使车轮保持转动而不抱死,从而帮助驾驶员控制车辆并安全停车。在制动过程中不仅可以控制方向稳定性,还可以减小制动距离,目前已成为绝大多数车辆的标准配置。

(2) ASR。它是在 ABS 的基础上发展起来的新系统。ABS 在汽车制动时控制 4 个车轮,而 ASR 只控制驱动轮,当汽车加速时,将滑动控制在一定的范围内,从而防止驱动轮快速滑动。其功能在于避免驱动轮滑转,提高牵引力和保持车辆行驶稳定性。

(3) ESP。它是博世公司的专利产品,综合了 ABS 及 ASR 系统功能。在汽车行驶过程中,通过不同传感器实时监控驾驶者转弯方向、车速、节气门开度、制动力及车身倾斜度和侧倾速度,以此判断汽车正常安全行驶和驾驶者操纵汽车意图的差距,然后通过调整发动机的转速和车轮上的制动力分配,修正过度转向或转向不足。ESP 可防止车辆侧滑和侧翻,在提高汽车行驶稳定性方面效果显著,逐渐在发达国家成为车辆标准配置。ESP 的应用使事故降低 16%。ESP 全球车辆安装率趋势如图 1.2 所示。

对于 ESP,由于专利的原因,致使不同的开发厂家采用了不同的称谓,如宝马公司称为动力学稳定控制系统(DSC),本田公司称为汽车稳定性控制系统(VSC)。

2) 主动安全技术的发展趋势

随着网络技术的发展和车辆动态控制认识的深化,主动安全技术的范畴已在 ABS 和 ESP 的基础上拓展出更多的功能,朝着预防纵向碰撞、纵向临近车辆监控、横向稳定及车况实时监控等方面延伸,以满足在各种行驶状态和路面条件下,既保证安全又提高行驶效率的目的,而多系统控制的集成和协调问题也成为技术上的重点和难点。