

现代道路交通安全技术丛书

汽车安全工程

葛如海 刘志强 陈晓东 编著



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心



现代道路交通安全技术丛书

汽车安全工程

葛如海 刘志强 陈晓东 编著



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

北京

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车安全工程/葛如海, 刘志强, 陈晓东编著. —北京: 化学工业出版社, 2005. 6
(现代道路交通安全技术丛书)
ISBN 7-5025-7298-8

I. 汽… II. ①葛…②刘…③陈… III. 汽车-安全技术 IV. U461.91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 065666 号

现代道路交通安全技术丛书
汽车安全工程

葛如海 刘志强 陈晓东 编著
责任编辑: 杜进祥
文字编辑: 陈 喆 丁建华
责任校对: 顾淑云 战河红
封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
安全科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 18 $\frac{3}{4}$ 字数 521 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7298-8

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版者的话

道路交通安全是一个世界性的社会问题，并受到广泛的关注。据统计，20世纪以来，因交通事故死亡的人数已达到2235万人，这个数字比第一次世界大战中死亡的人数还多。交通事故已成为全世界非正常伤亡的重要因素。2004年世界卫生日的主题是“道路安全”，提出的口号是“道路安全，防患未然”。我国作为一个发展中国家，国民经济快速发展，交通运输繁忙，截止至2003年，机动车保有量96499597辆，汽车保有量24211615辆，驾驶员102781396人，汽车驾驶员54206819人，公路总里程已达180.9828万公里，其中高速公路里程已超过2.9745万公里，位居世界第二位。目前，交通事故多发已成为严重影响我国社会发展和人民生活的重要因素，并引起了各级政府及社会民众的极大关注。道路交通事故约占我国交通事故死亡人数的90%，占全国事故死亡人数的80%。因此，道路交通安全是我国安全生产管理的重中之重。

2004年5月1日，《中华人民共和国道路交通安全法》开始施行。为了普及推广道路交通安全新技术、新方法，我社组织编写了《现代道路交通安全技术丛书》。包括：《道路交通安全工程》，《汽车安全工程》，《汽车辅助制动装置》，《汽车安全检测技术》，《交通事故自救互救》，《道路交通标志》等。

希望这套丛书的出版有利于改善全国道路交通安全形势，使交通出行更加方便、迅捷、安全、舒适。

化学工业出版社

2005年1月

前 言

随着我国国民经济的快速发展，交通运输也获得飞速发展，但是交通事故的急剧攀升也随之而来。我国交通事故连续多年每年死亡人数在 10 万人以上的事实，已越来越引起国家的高度重视和社会的广泛关注。

交通安全问题涉及到人-车-环境这一系统问题，因此在研究交通安全时，应将人、车、环境（主要是道路）这三者作为一个系统来考虑。也就是说，在研究汽车安全性时，应充分考虑人与环境对汽车安全性的影响，在从事汽车安全性研究中，应充分了解人和环境，特别是人的特性。汽车安全问题可以分为事故预防性能（主动安全）、碰撞时的安全性（被动安全）和事故后的脱出及救出这三个问题进行研究。我国汽车主动安全问题的研究开展较早，已基本形成研究体系。而我国汽车碰撞安全问题的研究严格说来是从 20 世纪 90 年代才开始展开，这比国外的研究晚了三四十年。十多年来，虽然我国的汽车碰撞安全问题的研究已取得一定的成果，初步形成汽车碰撞安全研究体系，但与国外的研究相比还有较大的差距。

本书吸收了国内外研究的最新成果，以人与车的和谐相处为重点，从人的特性和汽车碰撞特性入手，重点介绍了汽车安全带、汽车安全气囊、座椅、方向盘等乘员约束系统对乘员的保护以及车体结构对乘员和行人的保护。另外，还介绍了汽车碰撞试验和碰撞仿真方面的最新进展。最后，简要介绍了碰撞发生后乘员的脱出及救出措施。

在本书的撰写过程中，得到了许多老师、同仁的指点和帮助，特别是苏清祖教授、朱西产博士给本书的撰写提出了很好的建议，研究生王群山、苗强、穆青、杨建等做了大量的资料收集和整理工作，在此表示感谢。

本书撰写过程中参考了国内外的文献资料，限于篇幅不能一一列出，在此对相关参考文献的作者、编译者表示衷心的感谢！

由于编著者水平有限，书中疏漏或不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

葛如海

2005 年 4 月

内 容 提 要

本书是《现代道路交通安全技术丛书》的一个分册。本书吸收了国内外研究的最新成果，以人与车的和谐相处为重点，从人的特性和汽车碰撞特性入手，系统地介绍了汽车安全带、安全气囊、座椅、方向盘等乘员约束系统对乘员的保护，车体结构对乘员和行人的保护，汽车碰撞试验和碰撞方面的最新进展，碰撞发生后乘员的脱出及救出措施。

本书可供汽车安全研究、汽车总体设计、车身设计等科技人员参考使用，也可作为交通工程、交通运输、交通管理等专业的教材。

目 录

第一章 概述	1
第一节 汽车安全问题的历史与现状	1
一、安全问题的历史	1
二、安全问题的现状	5
第二节 汽车交通事故的定义、特性与一般规律	8
一、交通事故的定义	8
二、交通事故的分类	10
三、交通事故的一般特性	12
第三节 影响汽车安全性的因素与措施	13
第四节 我国汽车安全技术现状与展望	18
一、产品质量管理的变革	18
二、我国汽车标准体系现状	18
三、我国汽车安全技术现状	18
四、汽车安全技术发展趋势和提高汽车安全性的措施	22
第二章 人的特性与汽车安全	28
第一节 交通心理学	28
一、交通心理学概况	28
二、交通心理学的研究课题	29
三、国外交通心理学的研究内容	30
第二节 驾驶员的视认性与汽车安全	32
一、人眼的功能及后视镜设计中的视觉因素考虑	32
二、直接视野	37
三、间接视野	50
四、恶劣天气的视野保持	59
五、发生故障时的视野保持	64

六、夜间视认性及灯光视认性	64
第三节 驾驶员操纵特性与汽车安全	74
一、驾驶员的操纵性	76
二、仪表类的视认方便性	79
三、加速器控制系统的操作	81
第四节 驾驶员行为特性与汽车安全	82
一、反应特性	82
二、驾驶员的行为特性	84
三、性格特征及心理特性	85
四、驾驶适应性	87
五、注意力	89
第五节 驾驶员酒后开车特性与汽车安全	91
一、酒后开车与交通事故	91
二、饮酒量与体内酒精浓度	93
三、血液中酒精浓度与人的驾驶能力	93
第六节 驾驶员驾驶疲劳特性与汽车安全	94
一、什么叫驾驶疲劳	94
二、疲劳的种类	95
三、驾驶疲劳的症状	97
四、驾驶疲劳与交通事故	98
五、驾驶疲劳与道路交通条件	98
六、疲劳与心跳	99
七、驾驶疲劳对策	99
八、驾驶疲劳的测量方法	101
第七节 事故心理	102
一、交通事故的直接原因	102
二、观察错误	103
三、判断错误	103
四、操作错误	103
第八节 行人等道路利用者的特性	104
一、行人特性	104

二、乘车者的交通心理	105
三、骑自行车者的交通心理	105
四、畜力车驭手的交通心理	106
第三章 汽车碰撞特性	108
第一节 汽车碰撞的基本知识	108
一、汽车碰撞类型	108
二、汽车碰撞过程的构成	110
三、汽车碰撞的基本假设	111
四、汽车碰撞的性质	113
五、加速度在汽车碰撞中的危害	115
第二节 汽车的一维碰撞	115
一、汽车对固定墙壁的正面碰撞	115
二、汽车对汽车的一维碰撞	121
三、追尾相撞	124
第三节 汽车的二维碰撞	129
一、汽车与固定壁斜角的碰撞	129
二、汽车与汽车前碰撞偏置碰撞车身变形经验公式	130
三、二维碰撞动量分析	131
四、矢量分析法	141
五、二维碰撞后汽车的运动	143
第四节 汽车与其他车辆的碰撞	151
一、轿车与大型车的碰撞	151
二、轿车与摩托车、自行车的碰撞	151
第五节 汽车对行人的碰撞	165
一、碰撞速度的推算	166
二、汽车与行人的碰撞速度实验结果	168
三、根据行人伤害判断的汽车碰撞速度	173
第六节 汽车的单独事故	174
一、不规则旋转	175
二、与柱碰撞	176
三、滚落路外	177

第四章 汽车安全带	179
第一节 安全带结构	180
一、主动式安全带的种类	180
二、安全带的主要零件及要求	182
三、安全带总成的性能要求	198
第二节 新型安全带	199
一、强力限制器	199
二、装有织带夹紧装置的安全带	200
三、预加载荷（预张紧器）装置	204
四、腰带部分折叠式安全带	213
五、能量吸收式织带（EA 织带）	215
六、张紧力降低型紧急锁止卷收器	215
七、织带导向臂	215
八、空气安全带	216
九、座位安全带报警系统	216
第三节 被动式安全带	217
第四节 安全带的设计分析	220
一、安全带当量刚度对人体响应的影响	220
二、安全带动态拉出量对人体响应的影响	222
三、安全带腰带与肩带刚度的匹配	223
第五节 安全带的使用效果	224
一、对前排乘员的保护效果	224
二、对后排乘员的保护效果	228
第六节 安全带的试验	229
一、安全带固定点试验	229
二、织带性能试验	232
三、带扣锁性能试验	235
四、调节件的调节力试验	235
五、卷收器性能试验	235
六、卷收器耐久性试验	238
七、安全带总成性能试验	242

第五章 安全气囊	247
第一节 安全气囊的结构与工作原理	248
第二节 安全气囊碰撞传感器	252
一、预知撞车传感器	252
二、检测冲击碰撞传感器	255
第三节 安全气囊气体发生器	264
一、气体发生器的类型	264
二、气体发生剂	267
三、中心点火管	280
第四节 安全气囊气袋	283
一、气袋的分类	285
二、汽车用气袋织物的主要性能与指标	286
三、气袋用材料及其性能	289
四、气袋用纤维的规格	290
五、气袋织物密封涂层	293
六、气袋织物的透气性	295
七、气袋的缝制	301
八、非涂层气袋织物的后整理方法	303
九、气袋试验	304
第五节 安全气囊中央控制器	306
第六节 侧碰撞安全气囊	311
第七节 安全气囊设计分析	314
一、撞车时乘员运动特性	314
二、汽车全碰撞行程	316
三、气囊展开时间的选择	318
四、对乘员的不同攻击率与汽车内部行程的关系	318
第八节 安全气囊使用效果分析	319
第九节 汽车座椅乘员识别系统	322
一、传感器系统	322
二、数据采集和处理系统	323
三、气囊安全释放控制系统	325

第十节 安全气囊试验	326
第六章 乘员舱内部保护乘员的其余措施	330
第一节 能量吸收式转向柱	330
一、能量吸收式转向柱的结构原理与设计	333
二、自对正方向盘	340
第二节 乘员约束系统——座椅、头枕与膝杠	341
一、座椅	341
二、头枕	348
三、膝杠	351
第三节 乘员舱内部结构	351
一、轿车内饰件的分类	351
二、轿车内饰件的特点	352
三、汽车内饰缓冲吸能特性	353
第七章 乘员舱以外保护乘员的措施	357
第一节 吸能式保险杠	360
一、吸能式保险杠基本结构	361
二、吸能式保险杠设计	365
第二节 车架及承载式车身结构	369
一、车架及承载式车身结构	369
二、车架吸能设计	370
第三节 车门	378
一、车门的类型	378
二、车门安全性能要求	381
三、车门上的安全性结构	381
四、增强纤维复合材料车门	384
第四节 强化 A、B、C 柱、门槛、车顶纵梁及防护格栅和 前围	386
一、强化 A、B、C 柱、门槛、车顶纵梁	386
二、防护格栅和前围	389
第五节 其他车身结构件	390
一、翻车保护杆	390

二、保险架	390
第六节 典型车身结构件能量吸收特性	391
一、扩孔管变形	391
二、翻转管变形	391
三、点焊连接薄壁梁碰撞性能	392
四、复合材料管的缓冲吸能研究	394
五、泡沫铝动态力学性能	398
六、圆柱形波纹管吸能特性	405
七、方形截面波纹管吸能特性	412
第八章 对行人及其他车辆的保护措施	413
第一节 车辆前端对行人的保护作用	413
一、行人与车辆碰撞的位置分布	415
二、行人碰撞试验法规	416
三、行人腿与膝关节保护	420
四、行人头部保护	424
五、行人碰撞保护研究动态	427
第二节 车辆外部凸出物	428
第三节 汽车外部防护装置	429
一、汽车外部防护装置的分类	429
二、汽车前后下部防护装置的设计要求	430
三、侧下部防护装置的设计要求	434
第四节 汽车与行人碰撞模拟	435
第九章 汽车碰撞试验	438
第一节 整车碰撞试验	439
一、碰撞试验类型	440
二、实车碰撞试验程序	453
三、实车碰撞用主要试验设备	454
第二节 部件碰撞试验	471
一、车顶及侧门强度试验	471
二、门锁及门铰链试验	473
三、座椅及头枕试验	475

四、燃油箱试验	481
五、转向柱试验	482
六、内部凸出物试验	482
七、保险杠性能试验 (FMVSS215)	485
八、货车驾驶室的碰撞试验	486
九、行人碰撞保护试验	487
第三节 零部件模拟碰撞试验方法与设备	488
一、HYGE 试验装置	489
二、CATARC、UTAC 和 TNO 模拟碰撞试验装置	492
三、德国 TUV 零部件模拟碰撞试验装置	493
四、美国 MTS 模拟碰撞试验设备	493
五、VIA 碰撞试验装置	496
六、模拟碰撞试验装置滑车驱动方式	497
七、模拟碰撞试验设备的吸能装置	498
八、滑车与拖车间的联结及脱钩机构	500
第四节 汽车碰撞模拟	502
一、汽车碰撞计算机模拟的基本理论	504
二、汽车碰撞模拟研究内容	519
三、汽车碰撞模拟研究方法	523
第五节 碰撞试验中乘员的替代物	533
一、假人	533
二、动物	538
三、死尸	540
四、志愿者	541
第六节 伤害标准	541
一、伤害标准的发展	541
二、头部伤害标准	544
三、胸部伤害标准	545
四、大腿伤害标准	546
五、侧面碰撞伤害指标	547
六、面部的耐冲击性	548

七、颈部的耐冲击性	549
八、综合的伤害标准	550
第十章 汽车碰撞后的对策	552
第一节 燃料系、点火系和电气系统的防止火灾要求及 布置	552
一、燃料系的火灾预防	552
二、排气系的火灾预防	553
三、电气系统的火灾预防	554
第二节 汽车内饰材料的燃烧特性	557
一、内饰材料的定义	557
二、内饰材料的分类	557
三、内饰材料燃烧特性的评价指标及试验方法	557
四、阻燃纤维	562
五、非织造布阻燃汽车衬垫毡	563
六、胶黏剂的阻燃	565
七、阻燃聚丙烯	568
第三节 燃油箱的布置及防止燃料泄漏的要求	571
一、燃油箱的布置	571
二、碰撞后防止燃料泄漏的要求	572
第四节 汽车事故后乘员的紧急撤离	572
参考文献	575

随着我国国民经济的迅猛发展,交通运输能力获得飞速提升,道路、桥梁建设稳步发展,车辆的保有量快速增长,人们的出行条件获得极大的改善。但是,随着道路交通的日益发展,汽车安全问题也迅速成为一个社会问题。因此,改进汽车安全性能正成为人们日益关注的问题。

第一节 汽车安全问题的历史与现状

一、安全问题的历史

安全问题起源很早,可以追溯到有史以前把太阳作为驱转太空车辆来崇拜的未开化人发明车辆的时代。可以说,安全问题的历史就是车子的文明史。例如,在瑞士的费伦山顶偶然发现了古罗马时代的马车道,其轨道是用带槽的石块铺成的,轨距 1m,槽深约 14cm。这种槽并不是车辆碾压出来的,而是为了马车的通行安全预先开凿好的。

随着时代的前进,1769 年英国的詹姆士·瓦特 (James Watt) 提出了蒸汽机的专利。在法国,炮兵技术士官 Nicolas Joseph Cugnot 制成了用蒸汽驱动的车子(二缸前轮驱动三轮车),一般把它称为最早的蒸汽汽车。Cugnot 的这辆蒸汽汽车撞到了兵营的墙壁上,可以说这是世界上最早的一起汽车事故。此后,英国、美国等国也开发了蒸汽汽车。在英国,1820 年以后蒸汽汽车和蒸汽火车同时达到了实