

现代道路交通安全技术丛书

汽车安全工程

葛如海摇刘志强摇陈晓东摇编著



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

· 北京 ·

前摇摇言

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 80 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

圆年源月

目 录

第一章 概述	员
第一节 汽车安全问题的历史与现状	员
摇摇一、安全问题的历史	员
摇摇二、安全问题的现状	缘
第二节 汽车交通事故的定义、特性与一般规律	愿
摇摇一、交通事故的定义	愿
摇摇二、交通事故的分类	愿
摇摇三、交通事故的一般特性	愿
第三节 影响汽车安全性的因素与措施	猿
第四节 我国汽车安全技术现状与展望	愿
摇摇一、产品质量管理的变革	愿
摇摇二、我国汽车标准体系现状	愿
摇摇三、我国汽车安全技术现状	愿
摇摇四、汽车安全技术发展趋势和提高汽车安全性的措施	愿
第二章 人的特性与汽车安全	愿
第一节 交通心理学	愿
摇摇一、交通心理学概况	愿
摇摇二、交通心理学的研究课题	愿
摇摇三、国外交通心理学的研究内容	猿
第二节 驾驶员的视认性与汽车安全	猿
摇摇一、人眼的功能及后视镜设计中的视觉因素考虑	猿
摇摇二、直接视野	猿
摇摇三、间接视野	缘
摇摇四、恶劣天气的视野保持	缘
摇摇五、发生故障时的视野保持	愿

摇摇六、夜间视认性及灯光视认性·····	愿源
摇摇第三节摇摇驾驶员操纵特性与汽车安全·····	愿源
摇摇一、驾驶员的操纵性·····	愿苑
摇摇二、仪表类的视认方便性·····	愿苑
摇摇三、加速器控制系统的操作·····	愿苑
摇摇第四节摇摇驾驶员行为特性与汽车安全·····	愿园
摇摇一、反应特性·····	愿园
摇摇二、驾驶员的行为特性·····	愿园
摇摇三、性格特征及心理特性·····	愿缘
摇摇四、驾驶适应性·····	愿苑
摇摇五、注意力·····	愿苑
摇摇第五节摇摇驾驶员酒后开车特性与汽车安全·····	愿员
摇摇一、酒后开车与交通事故·····	愿员
摇摇二、饮酒量与体内酒精浓度·····	愿猿
摇摇三、血液中酒精浓度与人的驾驶能力·····	愿猿
摇摇第六节摇摇驾驶员驾驶疲劳特性与汽车安全·····	愿源
摇摇一、什么叫驾驶疲劳·····	愿源
摇摇二、疲劳的种类·····	愿缘
摇摇三、驾驶疲劳的症状·····	愿苑
摇摇四、驾驶疲劳与交通事故·····	愿愿
摇摇五、驾驶疲劳与道路交通条件·····	愿愿
摇摇六、疲劳与心跳·····	愿怨
摇摇七、驾驶疲劳对策·····	愿怨
摇摇八、驾驶疲劳的测量方法·····	员员
摇摇第七节摇摇事故心理·····	员圆
摇摇一、交通事故的直接原因·····	员圆
摇摇二、观察错误·····	员猿
摇摇三、判断错误·····	员猿
摇摇四、操作错误·····	员猿
摇摇第八节摇摇行人等道路利用者的特性·····	员源
摇摇一、行人特性·····	员源

摇摇二、乘车者的交通心理	员缘
摇摇三、骑自行车者的交通心理	员缘
摇摇四、畜力车驭手的交通心理	员远
第三章摇摇汽车碰撞特性	员愿
摇摇第一节摇摇汽车碰撞的基本知识	员愿
摇摇一、汽车碰撞类型	员愿
摇摇二、汽车碰撞过程的构成	员园
摇摇三、汽车碰撞的基本假设	员员
摇摇四、汽车碰撞的性质	员猿
摇摇五、加速度在汽车碰撞中的危害	员缘
摇摇第二节摇摇汽车的一维碰撞	员缘
摇摇一、汽车对固定墙壁的正面碰撞	员缘
摇摇二、汽车对汽车的一维碰撞	员员
摇摇三、追尾相撞	员源
摇摇第三节摇摇汽车的二维碰撞	员怨
摇摇一、汽车与固定壁斜角的碰撞	员怨
摇摇二、汽车与汽车前碰撞偏置碰撞车身变形经验公式	员园
摇摇三、二维碰撞动量分析	员员
摇摇四、矢量分析法	员员
摇摇五、二维碰撞后汽车的运动	员猿
摇摇第四节摇摇汽车与其他车辆的碰撞	员缘
摇摇一、轿车与大型车的碰撞	员缘
摇摇二、轿车与摩托车、自行车的碰撞	员缘
摇摇第五节摇摇汽车对行人的碰撞	员缘
摇摇一、碰撞速度的推算	员远
摇摇二、汽车与行人的碰撞速度实验结果	员愿
摇摇三、根据行人伤害判断的汽车碰撞速度	员猿
摇摇第六节摇摇汽车的单独事故	员源
摇摇一、不规则旋转	员缘
摇摇二、与柱碰撞	员远
摇摇三、滚落路外	员苑

第四章 汽车安全带	192
第一节 安全带结构	192
一、主动式安全带的种类	192
二、安全带的主要零件及要求	192
三、安全带总成的性能要求	192
第二节 新型安全带	192
一、强力限制器	192
二、装有织带夹紧装置的安全带	192
三、预加载荷（预张紧器）装置	192
四、腰带部分折叠式安全带	192
五、能量吸收式织带（耗能织带）	192
六、张紧力降低型紧急锁止卷收器	192
七、织带导向臂	192
八、空气安全带	192
九、座位安全带报警系统	192
第三节 被动式安全带	192
第四节 安全带的设计分析	192
一、安全带当量刚度对人体响应的影响	192
二、安全带动态拉出量对人体响应的影响	192
三、安全带腰带与肩带刚度的匹配	192
第五节 安全带的使用效果	192
一、对前排乘员的保护效果	192
二、对后排乘员的保护效果	192
第六节 安全带的试验	192
一、安全带固定点试验	192
二、织带性能试验	192
三、带扣锁性能试验	192
四、调节件的调节力试验	192
五、卷收器性能试验	192
六、卷收器耐久性试验	192
七、安全带总成性能试验	192

第五章 安全气囊	001
第一节 安全气囊的结构与工作原理	001
第二节 安全气囊碰撞传感器	001
一、预知撞车传感器	001
二、检测冲击碰撞传感器	001
第三节 安全气囊气体发生器	001
一、气体发生器的类型	001
二、气体发生剂	001
三、中心点火管	001
第四节 安全气囊气袋	001
一、气袋的分类	001
二、汽车用气袋织物的主要性能与指标	001
三、气袋用材料及其性能	001
四、气袋用纤维的规格	001
五、气袋织物密封涂层	001
六、气袋织物的透气性	001
七、气袋的缝制	001
八、非涂层气袋织物的后整理方法	001
九、气袋试验	001
第五节 安全气囊中央控制器	001
第六节 侧碰撞安全气囊	001
第七节 安全气囊设计分析	001
一、撞车时乘员运动特性	001
二、汽车全碰撞行程	001
三、气囊展开时间的选择	001
四、对乘员的不同攻击率与汽车内部行程的关系	001
第八节 安全气囊使用效果分析	001
第九节 汽车座椅乘员识别系统	001
一、传感器系统	001
二、数据采集和处理系统	001
三、气囊安全释放控制系统	001

摇第十节摇安全气囊试验	猿匠
第六章摇乘员舱内部保护乘员的其余措施	猿园
摇第一节摇能量吸收式转向柱	猿园
摇摇一、能量吸收式转向柱的结构原理与设计	猿猿
摇摇二、自对正方向盘	猿园
摇第二节摇乘员约束系统——座椅、头枕与膝杠	猿员
摇摇一、座椅	猿员
摇摇二、头枕	猿愿
摇摇三、膝杠	猿猿
摇第三节摇乘员舱内部结构	猿员
摇摇一、轿车内饰件的分类	猿员
摇摇二、轿车内饰件的特点	猿圆
摇摇三、汽车内饰缓冲吸能特性	猿猿
第七章摇乘员舱以外保护乘员的措施	猿苑
摇第一节摇吸能式保险杠	猿园
摇摇一、吸能式保险杠基本结构	猿员
摇摇二、吸能式保险杠设计	猿缘
摇第二节摇车架及承载式车身结构	猿怨
摇摇一、车架及承载式车身结构	猿怨
摇摇二、车架吸能设计	猿园
摇第三节摇车门	猿愿
摇摇一、车门的类型	猿愿
摇摇二、车门安全性能要求	猿员
摇摇三、车门上的安全性结构	猿员
摇摇四、增强纤维复合材料车门	猿源
摇第四节摇强化粤月悦柱、门槛、车顶纵梁及防护格栅和 前围	猿远
摇摇一、强化粤月悦柱、门槛、车顶纵梁	猿远
摇摇二、防护格栅和前围	猿怨
摇第五节摇其他车身结构件	猿园
摇摇一、翻车保护杆	猿园

摇摇二、保险架	猿园
摇摇第六节摇摇典型车身结构件能量吸收特性	猿猿
摇摇一、扩孔管变形	猿猿
摇摇二、翻转管变形	猿猿
摇摇三、点焊连接薄壁梁碰撞性能	猿园
摇摇四、复合材料管的缓冲吸能研究	猿源
摇摇五、泡沫铝动态力学性能	猿愿
摇摇六、圆柱形波纹管吸能特性	源缘
摇摇七、方形截面波纹管吸能特性	源圆
第八章摇摇对行人及其他车辆的保护措施	源猿
摇摇第一节摇摇车辆前端对行人的保护作用	源猿
摇摇一、行人与车辆碰撞的位置分布	源缘
摇摇二、行人碰撞试验法规	源远
摇摇三、行人腿与膝关节保护	源园
摇摇四、行人头部保护	源源
摇摇五、行人碰撞保护研究动态	源苑
摇摇第二节摇摇车辆外部凸出物	源愿
摇摇第三节摇摇汽车外部防护装置	源怨
摇摇一、汽车外部防护装置的分类	源怨
摇摇二、汽车前后下部防护装置的设计要求	猿园
摇摇三、侧下部防护装置的设计要求	猿源
摇摇第四节摇摇汽车与行人碰撞模拟	猿缘
第九章摇摇汽车碰撞试验	猿愿
摇摇第一节摇摇整车碰撞试验	猿怨
摇摇一、碰撞试验类型	源园
摇摇二、实车碰撞试验程序	猿猿
摇摇三、实车碰撞用主要试验设备	猿源
摇摇第二节摇摇部件碰撞试验	猿员
摇摇一、车顶及侧门强度试验	猿员
摇摇二、门锁及门铰链试验	猿猿
摇摇三、座椅及头枕试验	猿缘

摇摇四、燃油箱试验	源贡
摇摇五、转向柱试验	源园
摇摇六、内部凸出物试验	源园
摇摇七、保险杠性能试验 (碰撞试验)	源缘
摇摇八、货车驾驶室的碰撞试验	源远
摇摇九、行人碰撞保护试验	源苑
摇第三节摇零部件模拟碰撞试验方法与设备	源愿
摇摇一、匀再试验装置	源愿
摇摇二、悦葬粤悦 裁葬粤悦 和 裁葬粤悦 的模拟碰撞试验装置	源园
摇摇三、德国 裁葬粤悦 零部件模拟碰撞试验装置	源猿
摇摇四、美国 裁葬粤悦 模拟碰撞试验设备	源猿
摇摇五、灾粤碰撞试验装置	源远
摇摇六、模拟碰撞试验装置滑车驱动方式	源苑
摇摇七、模拟碰撞试验设备的吸能装置	源愿
摇摇八、滑车与拖车间的联结及脱钩机构	缘园
摇第四节摇汽车碰撞模拟	缘园
摇摇一、汽车碰撞计算机模拟的基本理论	缘源
摇摇二、汽车碰撞模拟研究内容	缘怨
摇摇三、汽车碰撞模拟研究方法	缘猿
摇第五节摇碰撞试验中乘员的替代物	缘猿
摇摇一、假人	缘猿
摇摇二、动物	缘愿
摇摇三、死尸	缘园
摇摇四、志愿者	缘贡
摇第六节摇伤害标准	缘贡
摇摇一、伤害标准的发展	缘贡
摇摇二、头部伤害标准	缘源
摇摇三、胸部伤害标准	缘缘
摇摇四、大腿伤害标准	缘远
摇摇五、侧面碰撞伤害指标	缘苑
摇摇六、面部的耐冲击性	缘愿

摇摇七、颈部的耐冲击性	缘愿
摇摇八、综合的伤害标准	缘园
第十章摇摇汽车碰撞后的对策	缘园
摇摇第一节摇摇燃料系、点火系和电气系统的防止火灾要求及 布置	缘园
摇摇一、燃料系的火灾预防	缘园
摇摇二、排气系的火灾预防	缘猿
摇摇三、电气系统的火灾预防	缘源
摇摇第二节摇摇汽车内饰材料的燃烧特性	缘苑
摇摇一、内饰材料的定义	缘苑
摇摇二、内饰材料的分类	缘苑
摇摇三、内饰材料燃烧特性的评价指标及试验方法	缘苑
摇摇四、阻燃纤维	缘园
摇摇五、非织造布阻燃汽车衬垫毡	缘猿
摇摇六、胶黏剂的阻燃	缘缘
摇摇七、阻燃聚丙烯	缘愿
摇摇第三节摇摇燃油箱的布置及防止燃料泄漏的要求	缘员
摇摇一、燃油箱的布置	缘员
摇摇二、碰撞后防止燃料泄漏的要求	缘圆
摇摇第四节摇摇汽车事故后乘员的紧急撤离	缘圆
参考文献	缘缘

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，轨距是1.5米，槽深约1.5厘米。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年英国的詹姆斯·瓦特（James Watt）提出了蒸汽机的专利。在法国，炮兵技术士官尼古拉·约瑟夫·居纽（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。1796年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，1825年以后蒸汽汽车和蒸汽火车同时达到了实用阶

段，由**亨利·福特**等制作的公共汽车开始了工农业活动。**1880**年末，为少数有钱人服务的私人蒸汽汽车也开始生产。随着这种蒸汽汽车的普及，为了交通安全，**1888**年在英国开始实施世界上最早的道路交通法。由于蒸汽汽车有喷冒烟火粉尘和发出刺耳的蒸汽噪声的缺点，在原来从事马车运输业的人们的反对下，实施了有名的“红旗法”，即“郊外限速在**16公里/小时**以下，市内限速在**8公里/小时**以下，而且在蒸汽汽车的前方几米远的地方要有一持红旗的男人先行，以使人们知道将有危险物接近”，最后蒸汽汽车从英国消失了。这一“红旗法”在英国实施到**1890**年。

在这种蒸汽汽车之后，又经过了电气汽车，最后迎来了汽油车的时代。

这样，自**18世纪**蒸汽汽车诞生以来所经历的半个多世纪，从汽车与其他交通工具协调的观点出发所产生的安全问题，可以看作是汽车安全性的起源。

1885年第一辆汽油汽车的问世，标志着由马车时代进入了汽车时代。世界上第一起汽车交通事故发生在**1889**年美国的纽约，一个名叫蓓蕾丝的妇女被车轮轧死。

为了提高汽车安全性，各发达国家先后制订和实施了相应的法律和技术法规。应该说，欧洲各国是实施与车辆有关的法规较早的国家。英国从**1898**年开始实施“道路车辆照明法”，**1903**年开始实施“汽车构造和使用”法规，对**1903**年**10**月**1**日以后生产的车辆开始执行型式认证制度。德国于**1904**年公布了包含汽车及其零部件安全法规的道路交通法。第二次世界大战后，欧洲各国为消除贸易障碍，大力推行法规的国际化，制订了统一的**欧共体**（欧洲经济共同体）指令和**联合国**（联合国欧洲经济委员会）法规。前者是强制性的，后者是各成员国任意选用的。日本也是制订汽车法规最早的国家，**1953**年颁布了“道路运输车辆法”，确立了法律体系，对汽车产品实行定期检查 and 型式认证。澳大利亚于**1958**年制订了设计法规（**澳标**）。

为了提高汽车行驶的安全性，必须进一步提高驾驶员的素质，改善道路状况以及对汽车本身增加新的安全措施。然而，一起汽车交通

事故，车主往往归咎于汽车本身，只追究制造商的责任，而忽视人与环境因素，从而在法庭上引起双方争执。美国通用（别克）公司最早投入市场的右置发动机的柯尔贝车，其转向性能和高速行驶的不稳定性成了人们批评的对象，使制造者走上法庭。法庭上辩论的形势对别克公司不利，最后别克公司不得不接受索赔才算了事。从此以后，出现了汽车交通事故追究汽车制造者责任的社会现象。特别是麻省理工学院所著的《在任何速度下行驶都是危险的》一书发表后，更加剧了这种观念的形成，引起了世人的强烈反响。

汽车安全问题不但成了人们关心的社会问题，也成了政治问题，引起了美国参、众两院和国会的高度重视。从1955年以后，美国朝野对汽车交通事故给人们带来的危害和给经济造成的损失提出了严厉批评。参议员利比柯夫在1955年参院讲座会上提出立法的必要性。在1956年11月美国第84届国会上，约翰逊总统提出了“1956年交通安全法（1）”并进行辩论，1956年11月1日，参、众两院通过该法，11月1日，总统正式签署了交通安全法。同时规定，对1956年型汽车（轿车、货车及摩托车）开始实施安全法。美国从1956年11月1日开始实施1项规定，不久又增加了1项，结果变成2项规定（这些规定是1967年的先导）。制造商为了销售产品也相应地采取了满足标准的措施，例如采用能量吸收式转向柱、双管路制动等，从而推动了安全技术的进步。加拿大车辆及零部件安全法令基本上与美国1967年相同，并从1967年11月1日开始实施。

为了推动汽车安全性水平进一步提高，美国运输部（DOT）部长于1956年10月提出开发安全试验车（SAFARI）计划，该计划要求开发以1吨重的正面壁障撞车试验具有高度安全性能的1吨级试验样车。其目的是弄清汽车碰撞时增加乘员生存的可能性，掌握如何领先改进设计来减少伤亡和经济损失的一般规律，促进世界汽车工业界安全研究，将安全试验车试验研究所得到的技术资料用于制订新的安全标准。同年福特·海勒公司、通用（美国汽车公司）、别克公司与DOT（美国运输部）签署了SAFARI开发合同。与此同时，日本与欧洲对1吨级1吨级的SAFARI进行了开发工作。1956年11月，日美

签署了“开发 开发备忘录”。在日本汽车工业协会中设立了 分会，制订了日本 规范。丰田、日产和本田等公司参加了这项工作。

在欧洲，德国、英国、法国和意大利等政府也与美国 签订了推进 的协议。 计划的成果为制订 世纪 年代后期的安全标准起了重要作用。

此外，欧洲各国普遍重视提高汽车操纵性能和制动性能，即重视主动安全性。例如，在 年波尔舍 的半摆臂式后悬架上应用了所谓巴扎哈型后轴，从而提高了行驶稳定性。为防止高速行驶时轮胎爆破或轮胎气压过低引起行驶事故，开发了各种安全轮胎。

为提高被动安全性，美国决定从 年 月 日起，全部车上实施被动式乘员保护装置，推广使用安全带并准备使其法制化。但由于时间紧，伤害标准过严，遭到制造商反对没能按时实施。 年 月，美国运输部长宣布对被动式乘员保护系统实行大规模、全国性示范计划，其内容是从 年秋天开始在 多万辆车上装备安全气囊或其他乘员保护装置。 年 月又公布了修正案，并规定从 年型车到 年型车按轴距大小顺次装备被动式乘员保护装置。根据这个决定， 标准才最终定下来。

日本为进一步提高汽车安全性，其运输技术审议会于 年 月向运输大臣提出一项提议，即“保证机动车安全的对策——机动车安全法规第一期提高和加严目标”。其内容包括：①避免事故对策（识别性、操纵性等）；②减少损伤对策（乘员保护、行人保护、车身等）；③火灾预防对策（内饰阻燃性和电气系统安全性等）。 年 月，日本运输技术审议会又提出了机动车安全法规第二期的提高和加严目标，其重点放在高速行驶产生的事故、大型货车的事故及火灾事故等方面。由于汽车交通事故一直在恶化，为进一步改进汽车安全性，日本运输省于 年 月发布了“提高机动车安全对策”的通知，拟实行一系列对策，例如从 年 月 日起为大型牵引车和装载危险物品的大型挂车以及从 年 月 日起为高速公路上行驶的大型客车义务安装 等。