

上海市教育委员会高校重点教材建设项目

现代汽车安全技术

XIANDAI QICHE
ANQUAN JISHU

上海市教育委员会 组编
钱宇彬 胡 宁 编著

上海交通大学出版社

上海市教育委员会高校重点教材建设项目

现代汽车安全技术

上海市教育委员会 组编

钱宇彬 胡 宁 编著

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书在参考大量国内外文献和研究的基础上,介绍了汽车的最新安全技术和法规。本书主要内容包括:ABS、ASR、VSC等主动安全技术;汽车座椅、安全带和安全气囊等被动安全技术;LPG、CNG气体燃料汽车安全技术,电动汽车安全技术;国内外汽车安全法规标准体系,汽车安全检测和试验;汽车交通事故预防和事故车速分析。

本书可作为大专院校汽车工程、汽车服务工程、交通运输工程等专业的教材使用,也可供相关工程管理和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代汽车安全技术 / 上海市教育委员会组编. —上海:
上海交通大学出版社, 2006
上海市教育委员会高校重点教材建设项目
ISBN 7-313-04365-1

I. 现... II. 上... III. 汽车-安全技术-高等学校-教材 IV. U461.91

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第023851号

现代汽车安全技术

上海市教育委员会 组编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路877号 邮政编码200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

昆山市亭林印刷有限责任公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:14.5 字数:357千字

2006年4月第1版 2006年4月第1次印刷

印数:1-3050

ISBN7-313-04365-1/U·133 定价:26.00元

版权所有 侵权必究

前 言

从18世纪汽车诞生以来,汽车安全问题就随之产生了。目前,全球道路安全形势十分严峻,全世界每年死于车祸的人数达120万人,伤残5000万人,直接经济损失5000多亿美元。据预测,到2020年,道路交通死亡人数将达234万人,道路交通伤害在人类死亡和致病原因中排名第三。加强道路交通系统和汽车安全的研究,预防交通事故,是需要全社会共同关注和迫切改善的重要课题。

本书共分为8章,分别介绍汽车的主动安全技术、被动安全技术、气体燃料汽车的安全技术、电动汽车的安全技术、世界主要汽车安全技术法规、汽车安全性能的要求与检测试验、汽车交通事故分析和汽车事故车速分析7个部分。本书首先系统介绍了典型的主动安全技术和被动安全技术,同时通过多种资料途径收集整理了最新的汽车主动安全技术和被动安全技术。对ABS、ASR、VSC和SRS等典型的主动和被动安全技术,从基本工作原理、系统构成、试验评价以及使用维护等方面进行了分析介绍。对有别于传统汽油和柴油为动力的新型汽车,分析了气体燃料的理化特征、储气瓶的安全特征要求,并介绍天然气汽车和液化石油气汽车的改装安全技术要求;简要介绍了电动汽车的历史和结构,重点介绍了车载储能装置、功能安全和故障保护以及人员触电保护三方面电动汽车的安全要求。汽车安全法规和标准也是掌握和运用汽车安全技术的重要内容,因此本书介绍了美国、欧盟、日本和我国的安全法规和标准体系。针对2000年前后我国陆续出台了許多汽车安全法规和标准,本书整理收集截至2005年上半年止出台的汽车国家标准和相应行业标准,有助于读者掌握这方面的最新动态。本书从汽车的制动性能要求、操纵稳定性要求和汽车碰撞安全要求三方面分析介绍了相应的试验要求。汽车自诞生之日起就伴随着交通事故,反过来交通事故也促进汽车安全技术的发展,因此本书初步分析了预防道路交通事故“哈顿矩阵模型”中人、车和环境三要素对交通事故的影响。重点分析了国内外交通事故车速的主要分析计算方法(其他还有图解法和计算机模拟法),方便相应的读者使用,也有助于现场处理交通事故的人员根据实际情况不断积累经验从而不断修正公式。

本书可作为大专院校汽车工程、汽车服务工程、交通运输工程等专业的教材使用,也可作为汽车设计和研究的科技人员、车辆管理技术人员、汽车与道路工程人员、汽车服务工程人员、交通安全管理和事故现场处理的交通警察、汽车保险机构事故分析人员的参考书。

本书由钱宇彬担任主编,胡宁参加编写第7章汽车安全性能的要求与检测试验。全书由陈凤仁教授担任主审,他为本书提出了许多精辟的见解和有益的修改意见。

在本书的编著过程中,参考了大量的国内外相关著作、资料,在此向有关编著者和资料提供者表示真诚的谢意。

由于汽车安全技术是一个系统工程,汽车主动安全技术和被动安全技术仍然处于不断发展的过程中,我国的汽车安全技术也正从汽车的主被动安全技术、汽车碰撞技术、汽车安全法

规、特种车辆安全技术以及相应的试验设施的建设、试验数据、研制软件以及交通环境和人员伤害机理和救护体系等诸多方面进行研究,涉及非常宽泛的学科范围,而编著者的学识水平有限,书中难免出现疏漏、谬误和不足之处,希望广大读者不吝赐教,批评指正。

编著者

2006年1月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 汽车交通事故概述	1
1.2 汽车安全技术研究的发展	2
1.3 汽车安全保障体系	4
第 2 章 汽车主动安全技术	6
2.1 ABS 防抱制动系统	6
2.1.1 防抱制动系统概论	6
2.1.2 防抱制动系统的基本原理	8
2.1.3 防抱制动系统的构成.....	23
2.1.4 ABS 的试验评价及存在问题	33
2.1.5 装有 ABS 汽车的驾驶与维护	36
2.2 ASR 驱动防滑控制系统	37
2.3 VSC 车辆稳定控制系统	45
2.4 四轮转向控制技术.....	46
2.5 卫星导航与车距控制系统.....	49
2.6 其他主动安全技术.....	53
2.6.1 轮胎气压报警装置.....	53
2.6.2 辅助制动系统.....	55
2.6.3 带有车速感应式中央门锁.....	58
2.6.4 反光安全车身.....	59
第 3 章 汽车被动安全技术	60
3.1 汽车座椅及座椅安全带.....	60
3.1.1 汽车座椅.....	60
3.1.2 汽车座椅安全带.....	62
3.2 安全气囊系统.....	65
3.2.1 安全气囊系统的组成.....	67
3.2.2 智能保护系统.....	71
3.3 汽车结构安全.....	72
3.3.1 安全转向柱.....	72
3.3.2 COF 可溃缩式制动踏板	74
3.3.3 保险杠.....	74

3.3.4	侧向车门横梁(车门保险杠)·····	76
3.3.5	能量吸收式车架构造·····	76
3.4	其他乘员保护技术·····	77
3.4.1	汽车安全玻璃·····	77
3.4.2	行人安全保护·····	79
3.4.3	吸能内饰和阻燃内饰·····	79
3.4.4	儿童安全保护锁·····	79
第4章	气体燃料汽车的安全技术 ·····	81
4.1	天然气汽车概述·····	81
4.1.1	天然气汽车的发展史·····	81
4.1.2	天然气汽车的类型·····	82
4.2	天然气汽车的安全性分析·····	84
4.2.1	天然气的理化特性·····	84
4.2.2	压缩天然气储气瓶的安全要求·····	87
4.2.3	液化天然气储气瓶和储运技术的安全要求·····	94
4.3	液化石油气汽车的安全性分析·····	97
4.3.1	液化石油气的理化特性·····	97
4.3.2	液化石油气储气瓶的安全要求·····	99
4.4	燃气汽车改装技术要求·····	102
4.4.1	压缩天然气汽车改装技术要求和安装要求·····	102
4.4.2	液化石油气汽车改装技术要求和安装要求·····	105
第5章	电动汽车的安全技术 ·····	106
5.1	电动汽车概述·····	106
5.1.1	电动汽车的发展概述·····	106
5.1.2	电动汽车的结构·····	107
5.2	电动汽车安全要求·····	111
第6章	世界主要汽车安全技术法规 ·····	117
6.1	世界主要汽车安全技术法规简介·····	117
6.1.1	美国 FMVSS 汽车安全技术法规表·····	119
6.1.2	欧洲汽车安全法规 EEC 和 ECE·····	121
6.1.3	日本保安基准·····	124
6.1.4	中国汽车强制安全标准(2004年)·····	128
6.2	汽车主动安全法规·····	135
6.2.1	灯光·····	135
6.2.2	视野·····	140
6.2.3	制动·····	142

6.2.4	轮胎	144
6.3	汽车被动安全法规	146
6.4	汽车防火安全法规	156
第7章	汽车安全性能的要求与检测试验	158
7.1	机动车安全的一般要求	158
7.2	制动性能试验	160
7.2.1	新车制动性能的强制性检验	160
7.2.2	在用车制动性能检验	164
7.3	汽车操纵稳定性试验	165
7.3.1	低速行驶转向轻便性试验	166
7.3.2	稳态转向特性试验	166
7.3.3	瞬态横摆响应试验	167
7.3.4	汽车回正能力试验	168
7.3.5	方向盘角脉冲试验	168
7.4	汽车安全碰撞试验	169
7.4.1	汽车碰撞试验概述	169
7.4.2	汽车的正面碰撞试验	173
7.4.3	汽车的侧碰撞试验	176
7.4.4	车身耐挤压试验	181
7.4.5	汽车防侵入碰撞试验	184
7.4.6	座椅及坐姿约束系统性能试验	184
7.4.7	数字模拟试验	188
7.4.8	汽车安全性的民间评估试验	189
第8章	汽车交通事故预防和事故车速分析	192
8.1	交通事故	192
8.2	驾驶员的特性	193
8.2.1	驾驶员的交通特性	193
8.2.2	驾驶员的反应特性	194
8.3	汽车特性	196
8.3.1	汽车的动力性能	196
8.3.2	汽车的曲线行驶特性	198
8.3.3	汽车的制动性能	199
8.4	道路环境特征	203
8.5	事故车速分析基础	204
8.5.1	根据制动拖印计算事故车速	204
8.5.2	根据抛落体计算事故车速	206
8.5.3	根据人体撞出距离估算事故车速	207

8.5.4	根据档位计算事故车速	209
8.5.5	根据变形量计算事故车速	210
8.5.6	根据弯道运动约束条件计算事故车速	211
8.5.7	根据路面积水情况计算事故车速	212
8.6	交通事故统计分析	213
8.6.1	统计分析的意义	213
8.6.2	统计信息及统计指标	213
附录 1	通用汽车的百年安全	216
附录 2	事故车速分析参考计算公式	218
参考文献	222

第1章 绪论

1.1 汽车交通事故概述

蒸汽机出现之后,在法国制成了用蒸汽机驱动的汽车 Cugot。由于某种原因该车在行驶中撞到附近兵营的墙壁上。这可以说是世界上最早的一起汽车安全事故。随着这种蒸汽汽车的普及,为了交通安全,1858年英国开始实施世界上最早的交通法。1899年纽约,一位行走在马路上的名叫克丽丝的美国妇女,不幸被刚刚诞生的汽车撞死,她成为世界上第一个死于(机动车)车祸的人。继蒸汽汽车之后,电气汽车和汽油汽车先后诞生,汽车的保有量日益增加,汽车事故也不断出现。这样,从18世纪汽车诞生以来,汽车安全问题就随之产生了。

随着交通工具的现代化和绝对数量的急剧增长,车祸也不断增加。汽车交通事故已成为严峻的全球性社会问题。在世界历史上,美国的巴顿将军、法国科学家居里、罗马尼亚总理毛雷尔、巴西总统比契克、英国王妃戴安娜、中国共产党一大代表刘仁静(85岁高龄时)等都死于交通事故。

据初步统计,汽车交通事故造成的人员死亡在这100年内大约有2千多万人。这个数字比第一次世界大战的死亡人数1700万超出300万人,是第二次世界大战死亡人口数3760万人的一半多。在美国,从1872年诶巴斯生产蒸汽汽车以来至1994年共有304万人死于汽车交通事故,这个数据约为美国1872年以来战争中死亡人数(117.5万人)的3倍,同期汽车交通事故中受伤3亿人,是过去200年间在战争中受伤人数(145万人)的200多倍,1990年全球有统计记录的汽车交通事故损失为1370亿美元,1993年达5000亿美元,相比之下1995年日本的阪神大地震经济损失约为1000亿美元。可见对于人类来说,汽车交通事故的总体伤害与经济损失规模已大于任何一种自然或其他社会灾害所造成的损失规模。

全球道路安全形势十分严峻。2004年,在法国举行的由世界卫生组织组办的世界卫生日首次以道路交通安全为主题。目前,全世界每年死于车祸的人数达120万人,伤残5000万人,直接经济损失5000多亿美元。据预测,到2020年,道路交通死亡人数将达234万人,道路交通伤害在人类死亡和致病原因中排名第三,远排在艾滋病、结核病、上呼吸道感染等疾病之前。值得指出的是,在所有道路交通伤害事故中,中等和低收入国家占了90%,而且这一趋势还在继续上升。法国人惊呼,车祸这种“城市文明病”每年可以摧毁一座尼斯城。1986年圣诞节前夕,巴黎市发出了“救救巴黎”的“拯救巴黎”新方案,即巴黎副市长勒罗什提出的解决巴黎交通计划。日本则把城市车祸称为“交通地狱”。

与世界各国相比,我国的道路交通事故就更为严重。2001~2003年,中国道路交通死亡人数年均超过10万,年均受伤人数50多万,年均经济损失约30亿元人民币(约合3亿多美元)。

1960~1970年,汽车工业大国日本的汽车交通事故节节上升,成为当时最深刻的社会问题,随着日本社会生活汽车化的急速发展,1965年有12484人死于汽车交通事故,1970年达

到顶点——死于交通事故 16 765 人。鉴于这一极其严峻的交通安全状况,1970 年制定了日本交通安全基本法,并开始在日本全国大力推行全民交通安全教育及推广各种交通安全对策。其效果非常明显,从 1971 年开始汽车交通事故逐年减少,1979 年汽车交通事故的死亡人数为 8 466 人,比 1970 年减少了一半多。此后,随着道路交通环境的变化,汽车交通事故又呈缓慢增长趋势,尽管采取了必须装备安全带和必须使用安全头盔(摩托车)等措施,但到 1988 年,汽车交通事故死亡人数还是超过万人,此后一直保持这一状况。

1.2 汽车安全技术研究的发展

汽车的安全性是按交通事故发生的前后加以分类的。一方面是在交通事故发生之前采取安全性措施,特别当即将发生危险状态时,驾驶者操纵方向盘避让或者紧急制动,以避免交通事故发生。汽车在通常的行驶中,为确保驾驶者的基本操纵稳定性,对周围环境的视认性和确保汽车本身的基本行驶性能,开发了防抱制动系统(ABS)、防滑驱动系统(ASR)、主动悬架、动力转向、四轮驱动(4WD)、四轮转向(4WS)、灯光照明系统、刮水器、后视镜、防止车辆追尾的车距报警系统和激光雷达等。这些安全装置和技术称为主动安全系统,也可称为预防安全系统。另一方面,为了尽量减少交通事故和司乘人员直接受害程度,保证司乘人员和行人的安全,称这种安全性为被动安全,也可称为冲突安全。当事故发生后,为了防止灾害的扩大,包括防止火灾和使乘员能从事故车辆中解脱出来的安全装置和系统,称为防止灾害扩大的安全系统。汽车安全性研究内容可参考图 1-1。

1966 年美国首先制定实施了国家交通法、汽车安全法及公路安全法,1968 年又实施美国联邦汽车安全标准 FMVSS(Federal Motor Vehicle Safety Standard),1970 年美国运输部公布了开发实验安全车 ESV(Experimental Safety Vehicle)的计划,一般认为,ESV 计划的实施开始了汽车安全技术研究的新时代。

ESV 计划是汽车以 80km/h 速度正面碰撞固定壁而能够确保乘员生存为安全目标,开发具有高度安全性能,车重 4 000lb(1lb=0.453kg)级的试验样车,其目的是:

- (1) 弄清汽车的安全性对环境的影响,撞车时的乘员生存性等技术进步的可行性;
- (2) 掌握如何依靠不断改进的安全设计来减少伤亡和经济损失的一般规律;
- (3) 促进全世界的汽车工业界强化汽车安全的研究,把改进后的安全系统及时用于现实的汽车制造中;
- (4) 把试验安全车评价试验所得的技术资料用于制定新的安全标准。

ESV 计划的实施还开创了国际合作开展汽车安全技术研究的新尝试,在开发 ESV 的共同目标下,为了及时交流汽车安全研究的新成果,建立了 ESV 国际会议制度。自从 1971 年在法国巴黎召开第一届 ESV 国际会议来,到 1996 年 5 月共召开了 15 次会议,ESV 国际会议交流的内容也扩展到包括预防安全、被动安全、碰撞安全、安全新技术等在内的更广泛领域,提出了比 ESV 更接近实用的研究安全车 RSV(Research Safety Vehicle)的研究成果报告。

先进安全汽车 ASV(Advanced (Active) Safety Vehicle)是一种为 21 世纪研究开发的主动安全汽车。图 1-2 表示了 ASV 的概念,其目的在于通过应用电子技术实现汽车的高智能化,提高驾驶汽车的安全性,预防事故和减轻受害程度。该汽车上安装了各种监视驾驶员、车辆和道路环境情况的传感器,供分析用的计算机和相应的控制装置,可实现车辆的辅助驾驶。

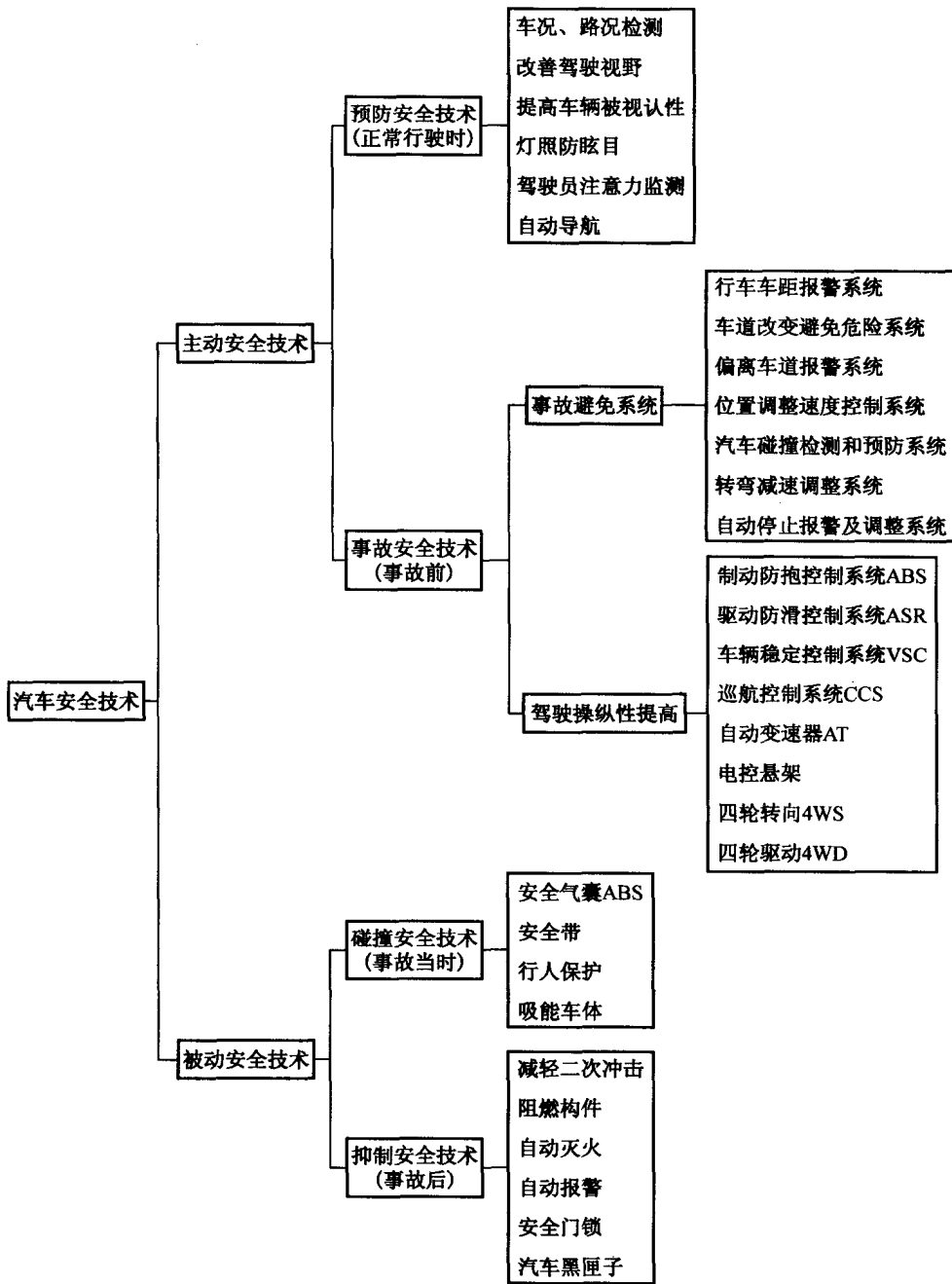


图 1-1 汽车安全性研究内容

国外自 20 世纪 90 年代以来,在汽车安全性方面已经进行了许多方面的研究,主要安全技术有:预防安全技术(信息显示和报警)、事故回避技术、全自动驾驶技术、碰撞安全技术(乘员保护和减轻对行人伤害)、防止灾害扩大技术和车辆基础技术。开发的系统有:碰撞检测与防护系统、车距保持系统、行驶路线改变时的事故避免系统、车道保持系统、弯道减速系统、自动停止报警和调节系统、超声波停车装置、驾驶盲区警报系统、夜视系统等项目,这些项目有的已

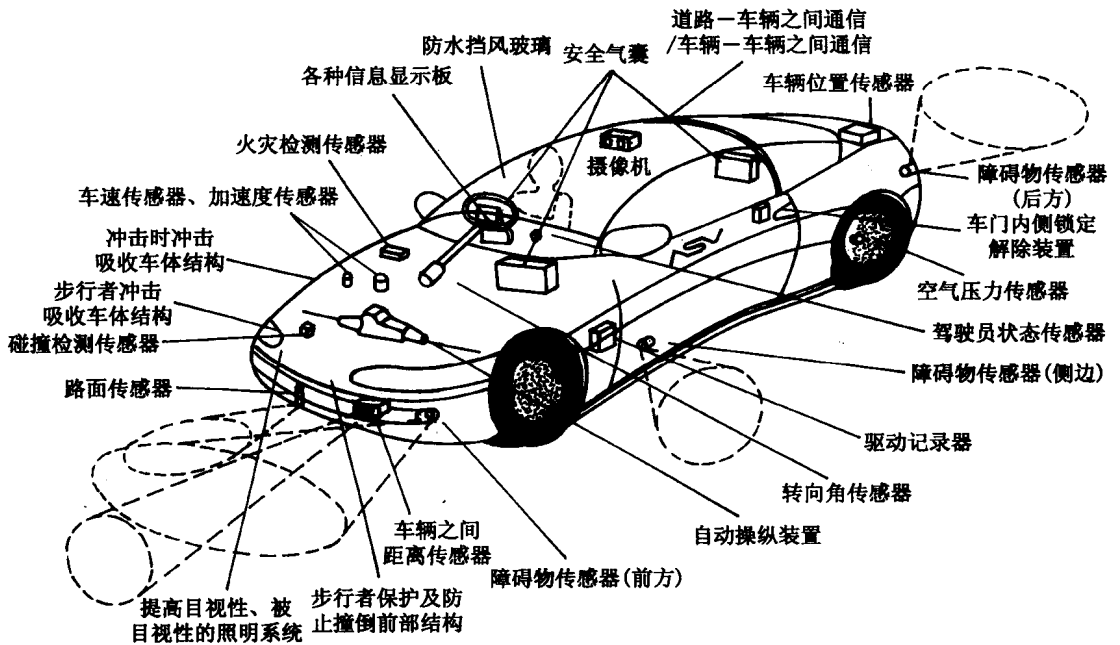


图 1-2 ASV 汽车主要安全技术

取得实用成果并在部分车辆上安装应用。

1.3 汽车安全保障体系

汽车安全保障体系是一个庞大的系统工程。它应用信息论、控制论和系统论的观点,研究在宏观世界中物质的运动规律,从复杂得多因素系统中找出特有的规律,进行多方面综合性的有效控制,以解决道路交通系统存在的问题,并已取得良好的效果。

在 20 世纪 70 年代,美国人 William Haddon 提出了著名的“哈顿矩阵模型”,阐述了在车祸发生碰撞前、碰撞时和碰撞后的三个阶段中互相作用的三要素:人、车和环境。该九格矩阵构成了系统动力学模型,矩阵中每一个格都有机会采取干预措施,促使减少道路交通伤害的发生(见表 1-1)。

表 1-1 哈顿矩阵模型

阶 段		因 素		
		人 员	车 辆 和 设 备	环 境
碰撞前	防止碰撞	信息 态度 损伤 交警执法力度	车辆性能 照明 制动 操控 速度管理	道路设计和布局 速度限制 行人装备

(续表)

阶 段		因 素		
		人 员	车 辆 和 设 备	环 境
碰撞时	在碰撞时防止伤害	固定装置的使用 损伤	乘员固定系统 其他安全装置 防碰撞设计	道路两侧防撞物体
碰撞后	生命支持	急救技术 获得医疗救助	容易进入车内 起火的危险	救援设施 交通阻塞

由人、车、道路环境三要素组成的道路交通系统,其工作实质是完成客货安全迅速的转移过程。因此,汽车安全保障系统是以这个大系统为前提,以交通法规为依据,以管理为手段而构成的,如表 1-2 所示。

表 1-2 汽车安全保障体系

人	现代交通安全意识、态度;	驾驶员选拔、培训;	交通伤害急救、保护
车辆	汽车设计、制造;	车辆安全检测;	汽车维修技术
道路环境	道路与环境设计、修建;	道路养护、事故多发点改造;	信号、标志、控制
法规	交通法规;车辆技术法规;	公路法;	伤害赔偿法
管理	管理体制、机构;	管理者素质;	现代管理手段、方法

从表上可看出,道路交通系统的安全,既涉及到静态交通的道路以及有关的环境设施,也涉及到人和车辆的动态参与,还涉及到社会政治经济的结构。所以汽车安全保障体系是一个有机的整体,其中每一个要素和环节,都与整个系统的安全密切相关,而整个系统的安全又依靠各个要素与环节的保障。

第 2 章 汽车主动安全技术

2.1 ABS 防抱制动系统

2.1.1 防抱制动系统概论

驾驶汽车在潮湿的沥青路面上或是在有积雪的道路上进行紧急制动时,车辆尾部会翘起,严重时车辆会打转。在积雪的路面上,由于出现行驶轮迹及部分路面从积雪中露出,这时如果车辆的左右车轮中一个轮在无雪的道路上,而另一个轮在积雪的道路上行驶时,就极有可能发生车辆打转的现象。如果在这样的路面上进行紧急制动,就很难掌握住方向盘;如果在弯曲道路上紧急制动,车辆会从路肩越出去,也极有可能闯入对向车道中,即使不是弯曲道路,也很难避开道路上障碍。防抱制动系统(Anti-lock Braking System,简称 ABS)就是为了防止这些危险状况而开发的装置。

防抱制动系统与原来的制动系(制动总泵、盘式制动器、鼓式制动器、压力限制阀等)共同构成汽车的主动安全装置。20 世纪 80 年代中期汽车才开始使用 ABS 装置。没有装设 ABS 的汽车,如果在行驶中用力踩踏制动踏板,车轮会急速降低转速,最后车轮停止转动,但车身由于惯性依然保持向前滑动。这种现象在车轮与路面之间发生较大的“滑移”,出现这种状况时,汽车轮胎对路面的侧滑摩擦力(侧向力或称横向力)几乎消失,于是就会出现下述现象:

- (1) 转向稳定性下降:方向盘操纵不灵,车辆尾部上翘,严重时车辆打转或出现折叠现象(拖挂车以联结轴为支点,形成“<”形的弯曲现象,或者当牵引车与挂车由于制动、倒车等驾驶动作,使挂车与牵引车之间出现类似折叠式小刀的折合现象);
- (2) 操纵性下降:操纵方向盘而达不到转向要求;
- (3) 制动距离延长:超过一般的制动距离。

防抱制动系统 ABS 的基本原理是,根据行驶中的轮胎与路面间的附着系数对各车轮给予最佳制动力,通常采用控制车轮的制动压力的方法来实现。这种控制方式,按照系统的构成、主要构件形式可以有以下几种:①控制全部车轮/或只控制一部分车轮;②独立控制各种车轮;③在原有制动系管路中增设防抱系统/或与原有的制动总泵一起,增设防抱系统,组成整体式构造;④机械形式/电子控制形式;⑤闭环回路/开环回路;⑥电动液压泵形式/真空形式;⑦循环方式/可变容积形式(柱塞式)/再充填式(使用高压储能箱)。

在 1990 年以前,对于 ABS 的名称,国外生产厂家有各自的习惯用法,如日本的 ASB(Anti Skid Brake)、ALB(Anti Lock Brake)、ESC(Electronic Skid Control)、4WAS(4 Wheels Anti Skid)、ABS(Anti-lock Braking System);在欧洲及北美习惯使用 ABS。德国梅塞荪丝·奔驰汽车公司以 ABS 为注册商标,1990 年该商标已经广泛使用,并被国际认同;日本也于 1991 年开始统一使用 ABS 来代替上述的各种名称用法。奔驰汽车公司 ABS 一词来自于德语 Anti Blockier System 的缩写。

各国交通安全状况与该 国政府实施交通法规的力度和该国交通管制立法有着密切的关系。例如,日本运输省于 1990 年 3 月 15 日,为强化汽车安全对策,对日本汽车工业会等提出尽快开发新型的旨在提高汽车安全性的装置,不断满足用户的要求,不断完善研究开发体系。1990 年 12 月 20 日,日本汽车工业会在题为“关于交通安全的今后解决措施”报告中提出了包括 ABS、安全气囊等 11 项与轿车相关的安全产品普及化时间表(见表 2-1)。由表可知,到 1993 年底,几乎所有车种都必须把 ABS 作为标准装备或选装件。

表 2-1 日本强化车辆安全对策的实施计划

序号	项目	全部车种采用时间	
		小型车(1~2L 排量) 普通车(2~3L 排量)	微型车 (1L 以下排量)
1	安全气囊	1994 年(*)	1994 年(*)
2	后座 3 点式座椅安全带	1992 年	1993 年(*)
3	高位制动灯	1993 年	(已全部采用)
4	双重加速踏板	1991 年	(已全部采用)
5	燃油喷泄防止装置	1993 年	1993 年
6	滚翻防护阀或其等效品	1992 年	1992 年
7	侧向车门横梁	1993 年	1993 年
8	座椅安全带扣锁报警装置	1993 年	1994 年
9	车厢内阻燃材料	1993 年	1993 年
10	防抱制动系统	1993 年(*)	1993 年(*)
11	4 轮驱动装置等	1993 年	1991 年

注:(1) 有 * 记号者为几乎所有车种的适用时期;

(2) “4 轮驱动装置等”是指除了 4 轮驱动装置外,还包括防滑差速锁(LSD)、牵引力控制装置(TCS),其中每一项装置都必须装设在车辆上。

在表 2-1 中所包括的 11 个安全系统产品中,人们更关心防抱制动系统与安全气囊。据日经产业新闻社咨询调查,愿意装设 ABS 的汽车用户,1989 年为 39.3%,1990 年上升到 41.9%。又据调查,ABS 在轿车上装用率 1991 年日本只有 14%,1995 年达到 40%左右;美国约 50%,德国超过 60%(见图 2-1)。

ABS 的装车率将进一步提高,ABS 将与防滑系统形成一体化控制,ABS 与电子控制主动悬架(或半主动悬架)、电子控制 4 轮转向、电子控制动力转向、电子控制自动变速器等底盘部分或驱动系统形成综合的控制。

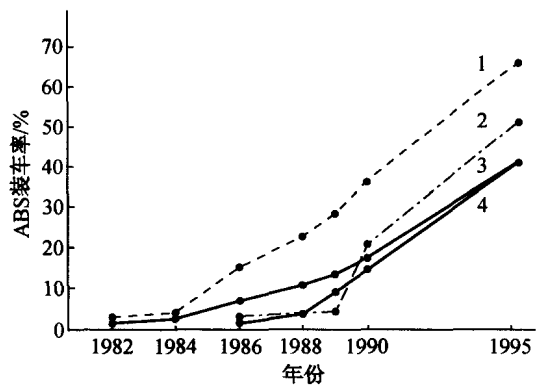


图 2-1 轿车用 ABS 的装车率
1—德国 2—美国 3—西欧 4—日本

2.1.2 防抱制动系统的基本原理

2.1.2.1 制动时的车辆运动分析

1) 有关车辆运动的主要受力分析

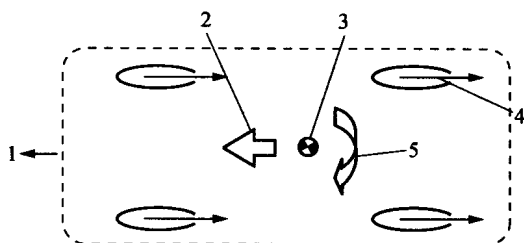


图 2-2 制动时车辆受的力

1—车辆前进方向 2—惯性力 3—重心
4—制动力 5—偏转力矩

当对行驶中车辆进行适当制动时,车辆会停止下来。这主要因为通过制动,轮胎与路面的接触面上发生与车辆行驶方向相反的摩擦力。图 2-2 表示了车辆在水平平直路面的受力情况(不考虑风阻)。图中,从车轮的中心用箭头表示的力就是摩擦力,也称制动力。

与制动力相关的是轮胎与地面的附着率,制动时附着系数(最大的附着率)越大,制动力也越大,车辆可以迅速而且在很短的距离内停止。

当制动减速时,汽车总质量(装载质量与汽车自身质量之和)沿汽车重心运动方向形成的反向力称为惯性力。为方便制动时受力分析,假设惯性力作用于汽车几何重心位置。当制左右动力对称发生时,车辆能在行驶方向停止下来。但当左右制动力不对称时,就会发生车辆绕重心周围旋转的力矩(称为偏转力矩)。偏转力矩会导致车辆发生侧滑。

制动时,在轮胎与路面的接触面上从侧向作用于轮胎上的力称为侧滑摩擦力(称侧向力或转向力)。在侧向风引起的干扰力作用在车轮侧面时,侧滑摩擦力能起到对外力抵抗并保持车辆前进方向的作用。当车辆转向时,操纵方向盘对各个轮胎给出侧滑角,从而产生侧滑摩擦力,用以抵抗离心力,保持旋转运动。图 2-3 给出了车辆在侧向力作用下制动时受的力。

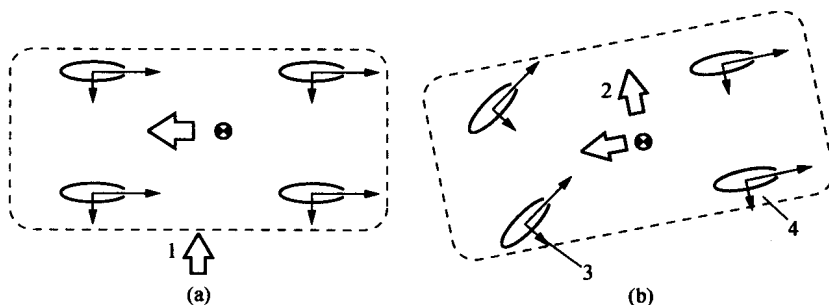


图 2-3 车辆在侧向力作用下制动时受的力

(a) 直线行驶时 (b) 转弯时

1—外部干扰 2—离心力 3—转向力 4—侧向力

与侧滑摩擦力有关的附着率称为侧滑附着系数。前后轮在路面上与轮胎成直角方向(横向)进行作用的力称为侧向力,而与轮胎前进的方向垂直作用的力则为转向力,但在侧滑角很小的情况下,两者可以看作相等。侧向力越大,车辆的方向稳定性也越高;转向力越大,则转向操纵性越好。反之,当该力变小或消失时,车辆就不能按照驾驶者的意图行驶。当车辆在结冰的道路上或者雪道路上进行制动时,车辆会发生翘尾或“打转”,就不能按照方向盘操纵行