

高 等 学 校 教 材



道路交通 安全工程

◆ 刘志强 赵艳萍 汪 澎 编

高等学校教材

道路交通安全工程

Daolu Jiaotong Anquan Gongcheng

刘志强 赵艳萍 汪 澎 编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书根据国内外交通安全研究方面的最新研究成果和交通安全领域的实践,系统地介绍了人、车、路、道路交通环境与交通安全的关系,交通事故的发生机理,交通安全系统的分析和评价,交通事件检测的原理方法、检测技术和事故鉴定技术。

本书可以作为交通工程、交通运输、交通管理以及汽车服务工程等本科专业和交通运输工程学科研究生教材,也可供交通、公安、城市规划建设部门的技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

道路交通安全工程/刘志强,赵艳萍,汪澎编. --
北京:高等教育出版社,2012.8
ISBN 978-7-04-034772-2

I. ①道… II. ①刘…②赵…③汪… III. ①公路运输 交通运输安全-安全工程-高等学校-教材 IV.
①U492.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第161844号

策划编辑	段博原	责任编辑	段博原	特约编辑	周琳	封面设计	赵阳
版式设计	马敬茹	插图绘制	尹莉	责任校对	刘丽娟	责任印制	尤静

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 化学工业出版社印刷厂
开 本 787 mm × 1092 mm 1/16
印 张 19.5
字 数 470千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
版 次 2012年8月第1版
印 次 2012年8月第1次印刷
定 价 28.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 34772-00

前 言

世界上第一例有记录的交通事故发生在 1896 年, 其时判官在报告中称此事“绝不可能再发生”。然而, 一个多世纪后的今天, 全世界每年有 120 多万人在交通事故中丧生, 数百万人受伤或致残, 2002 年全球近 50% 交通事故受害者为 15 岁至 44 岁的青壮年。世界卫生组织于 2004 年 4 月 7 日的世界卫生日首次以“道路交通安全”为主题, 提出“Road safety is no accident”, 并在随后发表的公报中宣称, 全球交通事故每年造成的经济损失高达 5 180 亿美元, 其中发展中国家占 1 000 亿美元, 是其每年获得发展援助总额的一倍。如果这些国家继续无动于衷的话, 在未来的 20 年内, 这个数字将增加 60%。公报还呼吁, 限制行车速度, 严禁酒后驾车, 系安全带、戴头盔以及安装儿童安全设备, 加强紧急救护体系, 推动设计更为安全的车辆和制定交通安全的标准。

当今的中国, 交通安全问题十分严重。2009 年, 全国共发生道路交通事故 238 351 起, 造成 67 759 人死亡、275 125 人受伤。交通事故给人民的生命、财产造成巨大损失。因此研究交通事故的发生、发展、分布规律以及特征并进行有效的防治是十分必要的。

交通安全涉及人-车-路以及与环境的融合, 是一个三位一体的耗散系统, 只有充分地了解系统内各个组分的特性, 才能构建完整的道路交通安全系统; 交通安全工程是一个 3E(Engineering、Education、Enforcement)工程, 只有通过实施教育、立法和安全工程, 才能建设完善、安全的交通体系。

本书根据国内外的研究成果和交通安全的实践, 详细地介绍了道路交通安全系统中人-车-路以及交通环境在交通系统中的特性和对交通安全的影响, 阐述了交通事故的发生机理, 展开交通安全系统的分析和评价, 分析了交通事件检测的原理方法、检测技术和事故鉴定技术。根据国内目前交通事故发生的特点和各国交通事故发生的规律, 本书重点针对当前我国交通安全形势热点问题展开分析和探讨, 希望借此能够对交通安全研究、管理和教育工作有所裨益, 并有助于我国交通安全水平的提高。

本书由刘志强、赵艳萍、汪澎编写, 东南大学过秀成教授审阅了全书。在本书的撰写过程中, 得到了许多专家、同仁的关心和指点。倪捷、赖焕俊、张建华、钱卫东、高敏、张晓娜、张曦、袁朝春、秦红懋、王运霞、吕学等做了大量的资料收集和相关研究工作, 公安部交通管理局、公安部交通管理科学研究所、江苏省交通厅科技处、江苏省公路学会提供了支持和帮助, 在此一并表示感谢。

本书撰写过程中参考了国内外大量的文献资料, 限于篇幅不一列出, 在此对相关参考文献的作者、编译者表示衷心的感谢!

由于本人水平有限, 书中谬误在所难免, 恳请读者批评指正!

刘志强

2011 年 8 月于西双版纳

目 录

第一章 绪论	1	1. 交通安全的道路因素	21
第一节 全球道路交通事故主要特征	1	2. 道路主要构成要素对安全的影响	22
1. 道路交通事故是一个全球公共问题， 尤其是在低收入和中等收入国家	1	第三节 道路交叉口	28
2. 道路死亡人数中有将近一半为弱势道路 使用者	2	1. 公路平面交叉口	28
3. 道路交通安全的主要影响因素	3	2. 道路立体交叉口	30
第二节 中国道路交通安全现状	4	第三章 道路线形与交通安全	35
1. 交通安全形势严峻	4	第一节 道路平面线形与交通安全 的关系	37
2. 机动化水平低，但交通事故率高	5	1. 直线长度对交通安全的影响	37
3. 高速公路事故量大	7	2. 平曲线要素对交通安全的影响	38
4. 国内外交通事故特征比对	8	3. 平曲线设置频率对安全的影响分析	41
第三节 安全科学基本概念	9	4. 平曲线转角方向和大小与交通安全 的关系	41
1. 安全(safety)	9	第二节 道路纵断面线形与交通安全 的关系	42
2. 危险(danger)	9	1. 坡度对交通安全的影响	43
3. 风险(risk)	9	2. 坡长对交通安全的影响	43
4. 安全性(safety property)	10	3. 竖曲线对交通安全的影响	44
5. 可靠性(reliability)	10	4. 新型缓和竖曲线的应用	45
6. 交通安全	10	第三节 道路横断面线形与交通安全 的关系	50
7. 事故、事件、交通事故	11	1. 道路几何特征对安全的影响	50
第四节 道路交通安全工程的内容 与作用	11	2. 道路线形组合与交通安全的关系	51
1. 道路交通安全工程的内容	11	第四章 公路设计一致性	57
2. 道路交通安全研究的框架	12	第一节 交互式公路安全设计模型与 设计一致性模型的应用	57
3. 道路安全工程的作用	15	1. IHSDM 简介	57
4. 道路交通安全系统的组成对道路安全性 的影响	16	2. 设计一致性模型	58
第二章 道路因素与交通安全	19	3. DCM 在实际中的应用及其分析评价	61
第一节 道路安全	19	第二节 线形设计连续性分析与评价	63
1. 道路安全基本要求	19	1. 设计一致性模型在我国线形安全中 的应用	63
2. 公路构造特征的安全因素	20		
第二节 交通事故与道路因素	21		

2. 我国双车道公路线形连续性及舒适性分析	64	1. 驾驶适应性	122
3. 实例分析	66	2. 驾驶适应性的评价指标	123
4. 85MSR 评价法	68	3. 疲劳、酒精、药物对驾驶行为的影响	123
第五章 车辆与交通安全	72	4. 驾驶能力	131
第一节 车辆使用与交通安全	72	第四节 驾驶疲劳机理与评价	134
1. 混合交通	72	1. 驾驶员注意力涣散(驾驶疲劳)机理	134
2. 车辆超载对路面结构的影响	72	2. 驾驶员疲劳机制	142
3. 爆胎	73	3. 驾驶员注意力状态检测和评价方法	144
4. 雨天对交通安全的影响	74	第七章 道路交通速度管理	150
第二节 车辆安全性能的保证	75	第一节 速度特性	150
1. 车辆设计、制造的安全标准化	75	1. 交通的速度特性	150
2. 汽车构造安全化	76	2. 车速的道路特征	152
3. 提高被动安全性	76	第二节 交通事故中的速度因素	153
第三节 先进安全车辆	77	1. 速度因素的道路交通事故及伤害	153
1. 欧、美、日先进安全汽车	78	2. 基于速度的交通事故分析	158
2. ASV 设计原则	78	第三节 车速审计	161
3. ASV 的主要内容	78	1. 运行车速在道路安全审计中的评价指标	161
4. 日本已量产的 ASV 技术介绍	82	2. 两项道路安全评价指标及其标定	163
5. 美国智能安全车辆设计	86	第四节 基于速度的交通工程对策	164
第四节 改善车辆致害因素	88	1. 道路在规划和设计时应考虑安全性问题	164
1. 人体的耐冲击性与伤害标准	88	2. 安全性评价	165
2. 保护乘员空间	90	3. 提供可见度好、防撞和智能型车辆	165
3. 车体前部构造与耐冲击性能	91	4. 制定和实行速度限制	165
4. 其他方面的车体构造与耐冲击性能	92	5. 限速相关技术手段	165
5. 乘员约束装置的保护原理	93	第八章 交通安全系统分析	167
6. 安全带和安全气囊	94	第一节 交通事故宏微观分析方法	168
7. 其他构件安全设计	97	第二节 事故多发点鉴别分析	170
第六章 交通安全心理	100	1. 事故多发点	171
第一节 驾驶员的个性特征	100	2. 常用道路事故多发点分析方法	172
第二节 驾驶信息处理	103	3. 事故多发点分析方法的应用	173
1. 信息处理过程	103	第三节 交叉口的交通冲突	175
2. 注意力	106	1. 典型交叉口交通事故模型	175
3. 视觉观测	108	2. 交通冲突方法	177
4. 知觉与知觉判断	109	第四节 交通安全分析软件简介	180
5. 决策与决策时间	114	1. 交通事故再现软件 Pc Crash	180
6. 反应能力	118		
第三节 驾驶适应性	122		

2. 安全评价软件 SafeNET 简介	184	2. 事故现场的调查要领	226
3. 微电脑事故分析软件 MAAP	186	第二节 碰撞简述	229
4. 行人和自行车与汽车碰撞分析软件 PBCAT	192	1. 碰撞类型	229
第九章 交通安全评价	195	2. 碰撞的基本原理	230
第一节 道路交通安全评价	195	第三节 碰撞分析	235
1. 绝对数	196	1. 偏心正碰撞	235
2. 相对数	196	2. 正面碰撞	235
3. 当量事故数与当量事故率	197	3. 追尾	239
4. 致死率	198	4. 台球式追尾	243
5. 事故强度分析法	198	5. 侧面碰撞	244
6. 系统分析法	199	6. 翻滚路面外	249
7. 交通冲突方法	199	7. 柱子碰撞	250
第二节 公路交叉口交通安全的 评价	199	8. 翻滚	251
1. 交叉口交通情况	200	9. 车辆火灾	252
2. 交叉口交通安全的主要影响因素	201	10. 废气中毒死亡	253
3. 平面交叉口	201	11. 摩托车事故	256
4. 立体交叉口	204	12. 自行车事故的碰撞速度	257
第三节 道路交通安全评价	206	13. 行人事故	258
1. 事故率系数线性图评价法	206	第十二章 交通事件检测技术	262
2. 安全系数图评价法	210	第一节 交通事件检测系统	263
第十章 道路交通事故机理	213	1. 事件检测方法	263
第一节 交通事故机理	213	2. AID 系统框架的构成	263
1. 多米诺骨牌理论	214	3. 评价指标	264
2. 轨迹交叉论	214	第二节 交通事件的检测	265
3. P 理论	214	1. 检测系统的功能及结构框架	265
4. 能量意外释放论	215	2. 交通流预测模块	266
5. 事故因果连锁论	215	3. 事件确定与评估模块	269
6. 事故致因综合分析方法	216	4. 智能控制模块	269
7. 系统方法	216	第三节 交通信息采集技术	270
第二节 事故频发倾向理论	217	1. 常用交通参数采集技术	270
1. 事故倾向性	217	2. 固定交通检测器空间布置方法分析	272
2. 证明事故倾向性存在的方法	219	第四节 交通事件自动检测的算法	274
3. 事故趋势理论的数学基础	221	1. 概述	274
第十一章 事故鉴定分析技术	225	2. 交通事件自动检测经典算法	274
第一节 交通事故调查	226	3. 交通事件检测算法比较	278
1. 事故调查目的和调查项目	226	第十三章 道路交通安全管理	280
		第一节 交通安全理念	280
		1. 交通安全管理	280

2. 交通安全理念	281	10. 加强对严重交通违章行为的执法 力度	292
第二节 国外交通安全管理	282	11. 确保高速公路上交通的安全和 畅通	292
1. 美国道路交通管理体制	282	12. 交通事故调查取证的高效化、合理化 和交通事故受害人救助对策	292
2. 英国道路交通管理体制现状	285	第四节 道路交通安全对策	293
3. 德国道路交通管理体制	286	1. 开展道路交通安全宣传教育	293
第三节 日本道路交通现状及对策 ...	286	2. 道路安全目标	294
1. 交通安全形势	286	3. 安全审核	294
2. 交通安全对策	287	4. 容错的交通设计	295
3. 实施交通安全教育	287	5. 运输信息技术的应用(applied transport telemetric ,ATT)	295
4. 针对老龄驾驶员的措施	288	6. 道路交通事故紧急救援系统	296
5. 驾校、驾照	289	7. 伤害监测系统	297
6. 智能交通系统(ITS)	289	参考文献	299
7. 改善交通事故多发地点的道路 交通环境	290		
8. 考虑环境问题的交通管理方法研究 ...	291		
9. 综合停车对策的推进	291		

第一章 绪 论

自从 1885 年 1 月 29 日德国人卡尔·本茨研制成功世界上第一辆汽车后，给人们带来了数不尽的生活便利、经济效益和社会繁荣。然而，它又引发出接连不断的人为伤害，使人类蒙受了难以计数的损失。

在发明汽车之前，道路交通伤害只涉及马车、推车、动物和人。自从小客车、大客车、卡车和其他机动车开始普遍使用以后，道路交通伤害则呈指数增加。纽约市记录的第一起与机动车相关的伤害是 1896 年 5 月 30 日，伤者是一位骑自行车者；同年 8 月 17 日，伦敦记录了首例行人与机动车碰撞死亡的事件。

第一节 全球道路交通事故主要特征

世界卫生组织 WHO 于 2009 年发布了《道路安全全球现状报告》，该报告使用了 2008 年进行的标准调查收集的数据，第一次广泛地评估了 178 个国家的道路安全状况。

1. 道路交通事故是一个全球公共问题，尤其是在低收入和中等收入国家

低收入和中等收入国家的道路交通死亡率分别为每 10 万人死亡 21.5 人和 19.5 人，高于高收入国家的每 10 万人死亡 10.3 人(表 1.1、图 1.1)。然而，即使是在过去 40~50 年来道路交通死亡率不断下降的高收入国家，道路交通事故仍然是死亡和伤残的主要原因。

表 1.1 按世卫组织区域和收入组分类的道路交通事故死亡率(每 10 万人)^a

世卫组织区域	高收入国家	中等收入国家	低收入国家	总 计
非洲区域 ^b	—	32.2	32.3	32.2
美洲区域 ^c	13.4	17.3	—	15.8
欧洲区域	7.9	19.3	12.2	13.4
东南亚区域 ^b	—	16.7	16.5	16.6
东地中海区域	28.5	35.8	27.5	32.2
西太平洋区域	7.2	16.9	15.6	15.7
全球	10.3	19.5	21.5	18.8

注：a. 道路交通死亡的 30 日定义；b. 无高收入国家；c. 无低收入国家。

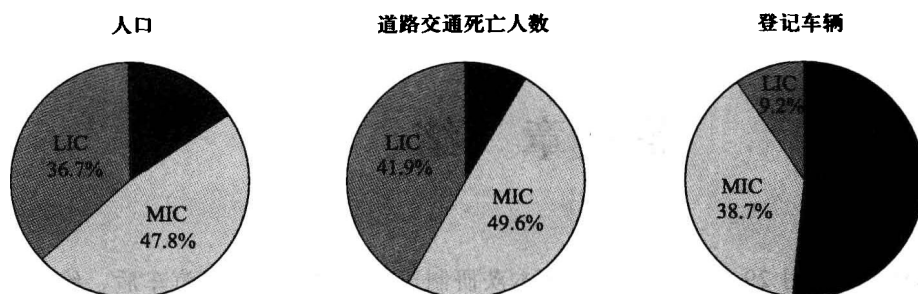


图 1.1 按收入组分类的人口、道路交通死亡*和登记机动车辆

注：a. 30 日定义。HIC = 高收入国家；MIC = 中等收入国家；LIC = 低收入国家

2. 道路死亡人数中有将近一半为弱势道路使用者

在道路交通中，行人、骑自行车者、两轮机动车驾驶员、汽车驾驶员、公共汽车和卡车乘客面临的交通伤害危险差别甚大。高收入国家两轮机动车驾驶员的危险最大，在欧盟国家，骑两轮机动车面临的死亡危险是汽车驾乘人员的 20 倍。乘坐汽车要比骑自行车和步行安全 7 ~ 9 倍，但其危险性仍比乘坐公共汽车高出 10 倍。研究表明，无论是按照旅行时间还是出行次数计算，乘坐公共汽车和火车都比其他道路出行方式安全数倍。

死于道路交通事故者，将近半数 (46%) 为步行者、骑自行车者或两轮机动车的使用者，统称为“弱势道路使用者”。这一比例在较贫穷国家中更高，在一些低收入和中等收入国家，有高达 80% 的道路交通死亡者为弱势道路使用者 (图 1.2)。

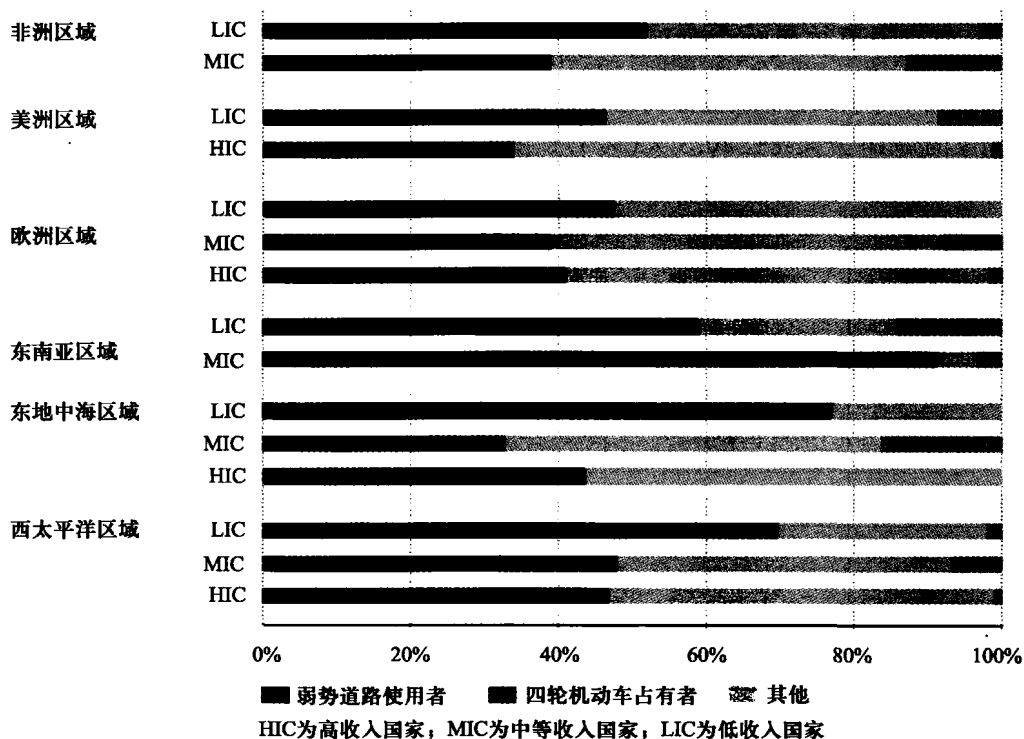


图 1.2 按使用者类别(%)、世卫组织区域和收入组分类的死亡比例报告

社会经济状况、年龄以及出行方式等因素影响着道路使用者的出行安全：

1) 社会经济状况

由道路交通事故导致的死者中，有 90% 以上发生在低收入和中等收入国家。非洲和中东地区的低收入和中等收入国家发生的道路交通事故死亡率最高。即使在高收入国家内，社会经济背景较低的人群与较为富裕的人群相比，更有可能牵扯到道路交通碰撞问题。

2) 年龄

儿童和 25 岁以下的年轻人占到因道路交通碰撞而致死或者受伤人员中的 30% 以上。年龄较轻人群的道路交通死亡率更高。

3) 性别

从年轻时起，男性比女性更有可能与道路交通碰撞相关联。在年轻驾驶员中，25 岁以下的年轻男性在汽车碰撞中死亡的可能性几乎是年轻女性的三倍。

3. 道路交通安全的主要影响因素

道路交通事故是可以预防的。有效的干预措施包括：设计更安全的基础设施并且将道路安全因素纳入土地使用和交通规划之内；改进车辆的安全性能；改进发生事故后对受害者的救治条件。针对道路使用者行为的干预措施具有同等重要性，如制定并实施与主要危险因素有关的法律，提高公众对这些问题的认识。

对交通事故特征的分析可知，车速控制、驾驶人状态(酒后驾车)、安全防护(摩托车头盔、安全带和儿童约束装置)等因素显著影响着道路交通安全状况。

1) 车速

平均速度的上升与发生碰撞事故的可能性以及碰撞后果的严重性直接相关。

(1) 当发生碰撞的车辆速度在 30 km/h 或以下时，行人的生存几率为 90%。但当车速在 45 km/h 或以上发生事故时，生存几率就会低于 50%；

(2) 设定 30 km/h 的速度区可以减少碰撞危险并且建议在弱势道路使用者经常出现的地区使用(如住宅区、学校周边)。

2) 酒后驾车

酒后驾车会加大撞车的危险，以及由此导致死亡或者严重受伤的可能性。

(1) 当血液中酒精浓度高于 0.04 g/100 mL 时，卷入撞车的风险就会大大增加；

(2) 将血液中酒精浓度设定为 0.05 g/100 mL 或者更低的法律，对于减少与酒精相关的撞车事故有明显效果；

(3) 设立清醒度检查站以及进行随车呼气测试可使与酒精相关的碰撞事故减少约 20%。

3) 摩托车头盔

正确佩戴摩托车头盔可将死亡风险降低约 40%，将严重受伤风险减少 70% 以上。

要求头盔符合公认的安全标准，确保能够有效降低外界对头部撞击。

4) 安全带和儿童约束装置

佩戴安全带可使前排乘客的死亡危险降低 40%~50%，使后排乘客的危险减少 25%~75%。

正确安装并使用儿童约束装置(婴儿座、儿童座和增高垫等)，可减少约 70% 的婴儿死亡，以及 54%~80% 的幼儿死亡。

5) 注意力分散

有多种因素会导致驾驶员注意力分散,驾驶时使用手机打电话就是其中之一。边驾驶边用手机打电话的情况最近在全世界呈现大幅上升趋势,由手机造成的干扰可以多种方式影响驾驶操作,比如反应时间延长(特别是制动反应时间,还有对交通信号的反应时间)、车道保持能力下降以及车间距过短等。

(1) 收发手机短信也会对驾驶操作带来很大不利影响,在因使用短信造成的注意力分散影响方面,年轻人面临的风险尤其大;

(2) 使用手机的驾驶员卷入撞车情况的可能性约为不使用手机的驾驶员的四倍,免提电话并不比手持电话的安全度高。

6) 现场急救

及时正确的现场急救可拯救道路交通事故中受伤者的生命。约76%的国家建立了现场急救系统,包括由专业人士组成的急救系统和依靠过路人的急救系统。世界各地约有90个不同的现场急救电话号码,需要将其协调成一个全球通用号或几个区域号。

第二节 中国道路交通安全现状

近年来,随着机动车辆保有量的增加,交通事故有越演越烈的趋势。2001—2004年,中国道路交通每年导致10万以上的人员死亡,数十万人受伤,造成巨大的经济损失,近年来道路交通安全形势有所好转。

1. 交通安全形势严峻

中国是世界上交通事故发生最严重的国家之一。2010年交通事故的死亡人数超过6万多人(表1.2,图1.3)。统计表明,在中国交通事故中受伤人数与交通死亡人数的比例为5:1到6:1。

表 1.2 中国交通事故情况统计

年份	次数	死亡人数	受伤人数	万车死亡率	10万人口死亡率
1970	55 437	9 654	37 128	227.63	1.16
1975	91 606	16 862	71 776	183.86	1.82
1980	116 692	21 818	80 824	104.47	2.21
1985	202 394	40 906	136 829	62.39	3.89
1990	250 297	49 271	155 072	33.38	4.31
1995	271 843	71 494	159 308	22.48	5.9
1998	346 129	78 067	222 721	17.30	6.25
1999	412 860	83 529	286 080	15.45	6.68
2000	616 971	93 853	418 721	15.65	7.52

续表

年份	次数	死亡人数	受伤人数	万车死亡率	10 万人口死亡率
2001	754 919	105 930	546 485	15.46	8.48
2002	773 137	109 381	562 074	13.71	8.79
2003	667 507	104 372	494 174	10.81	8.08
2004	517 889	107 077	480 864	9.93	8.28
2005	450 254	98 738	469 911	7.57	7.6
2006	378 781	89 455	431 139	6.16	6.8
2007	327 209	81 649	380 442	5.1	6.3
2008	265 204	73 484	304 919	4.33	5.7
2009	238 351	67 759	275 125	3.63	5.0
2010	219 521	65 225	254 075	3.15	4.89

注：1) 1994—1998 年间中国的人口虽然在继续增长，但是增长的幅度已经大为降低，而机动车数量保持强劲增长，1998 年比 1994 年增长了 67.42%。

2) 当世界各发达国家事故数、死亡人数及受伤人数都保持下降趋势时，中国的各类数据却延续了增长的势头，且增长的幅度较大，1998 年与 1994 年相比，三者分别增长了 36.5%、17.6% 和 49.7%，这样的增长率即使与同为发展中国家的印度相比也要高出许多，这说明中国的道路交通事故还处于高速增长时期。

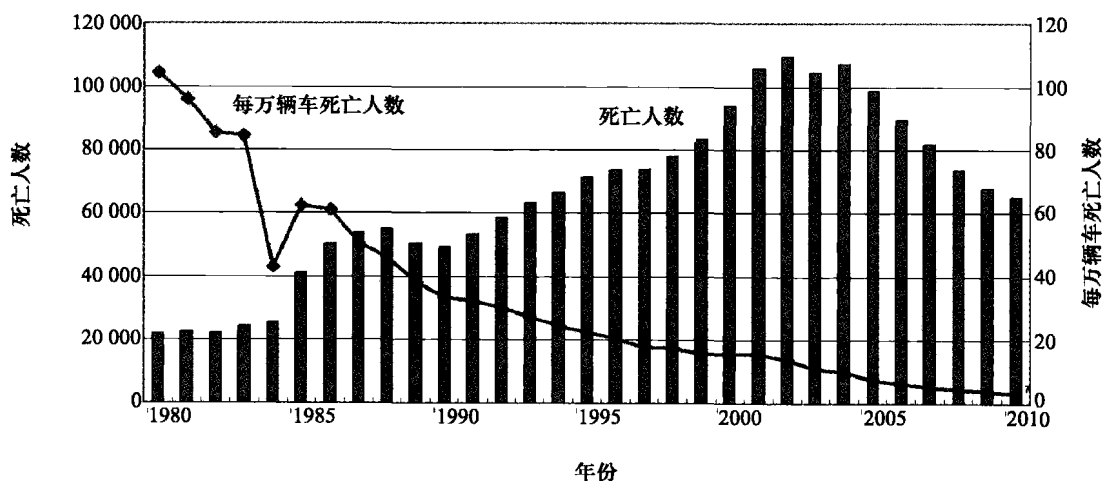


图 1.3 中国交通事故指标统计

2. 机动化水平低，但交通事故率高

国际经济合作和发展组织(OECD)的研究报告表明，发达国家(这里指 OECD 成员国)的交通事故和机动化水平与亚洲和其他发展中国家相比较，亚洲国家的机动化水平最低，但交通事故率最高(图 1.4)。

对比中、美、日、韩、印的交通事故的走势有较现实的意义。作为发达国家的日本，通过实施相关项目在解决国内的交通安全问题上取得了较大成效。美、日、欧盟等拥有很大的机动车保有量、道路密度大的国家，多年来道路交通事故持续下降，车辆事故率及里程事故率均持续下降，一些主要的西方国家的交通事故率也呈现持续下降的趋势。中国、美国、欧盟道路交通事故比较见表 1.3。

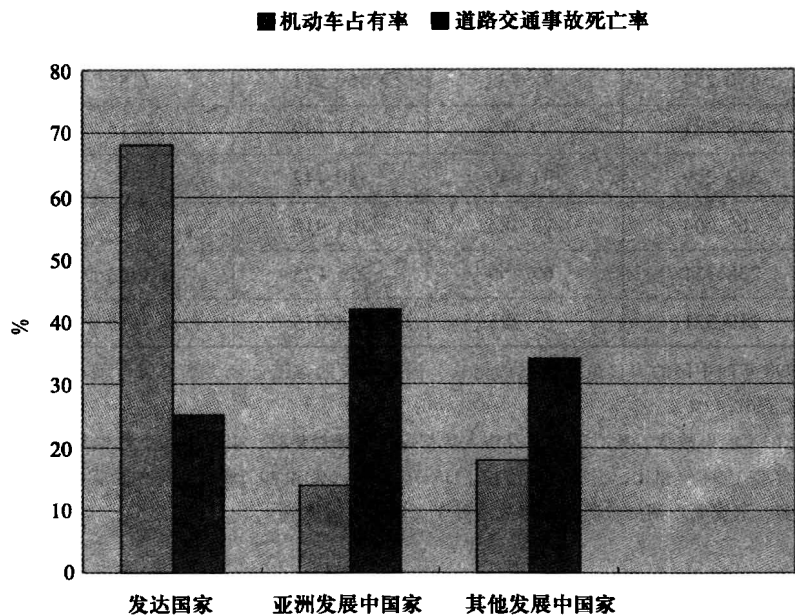


图 1.4 世界部分地区机动车占有率/事故死亡率

表 1.3 中国、美国、欧盟道路交通事故比较

项目	中国	欧盟	美国
面积/万 km ²	960. 0	237. 3	936. 3
人口/万人	132 129	35 410. 5	27 513. 0
机动车/万辆	20 706. 13	20 780. 4	21 702. 8
汽车/万辆	(9 085. 94)		
机动化水平/(辆/千人)	156. 7	586. 8	788. 8
道路长度/万 km	400. 82	353. 4	633. 5
死亡人数	65 225	38. 349	41. 821
十万人口死亡率	4. 89	10. 8	15. 2
万车死亡率	3. 15	1. 84	1. 93
百万千米死亡率	1. 62	1. 08	0. 66
来 源	公安部	IRTAD	IRTAD

注：中国为 2010 年数据，欧盟、美国为 2000 年数据。

在过去的几十年里，高度机动化国家的基本指标显示(图 1.5)，其道路安全状况不断改

善。在所有的高度机动化国家，1986—1996 年期间交通死亡人数下降了 10%，尽管同期美国的机动化水平提高了近 15%、其他高度机动化国家的机动化程度提高了近 27%。

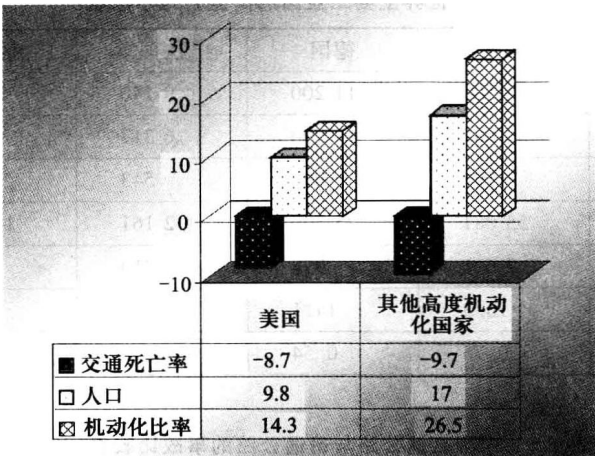


图 1.5 高度机动化国家交通趋势图 (1986—1996)

3. 高速公路事故量大

作为一个新的路面形态，高速公路发生的交通事故不容忽视。到 2009 年，全国高速公路总里程达 65 000 km，2008 年高速公路发生交通事故 10 848 起，造成 6 042 人死亡、13 768 人受伤。交通安全状况比较严重，近几年来该状况一直没有明显改善，如果要以生命换取速度的话，这样的代价太大了。

与国外相比，我国高速公路交通安全状况有较大差距。在道路交通安全方面，日本在发达国家中一直处于中间水平，其高速公路亿车公里事故率 20 世纪 80 年代中后期在 50 ~ 60 件之间，90 年代初略有反弹。

美国是高速公路最多、路网最发达、设备最完善的国家，美国公路总里程为 626.4 万 km，其中高速公路发展迅速，总长度达 88 500 km，美国高速公路系统承担全国公路运输任务 21% 以上，各大城市之间都有州际高速公路相通。由于有完善的安全设施和管理措施，州际高速公路每年可减少车祸死亡者 8 000 人及受伤者 50 万人，因此减少 20 亿美元车祸费、汽车修理费及医药费。

据统计，各国高速公路的交通事故率和死亡率分别只有一般公路的 1/3 和 1/2 (表 1.4)。日本高速公路交通事故死亡人数仅为普通公路的 1/40、负伤人数为 1/62。美国 1980 年在一般公路上交通事故死亡人数为 51 153 人，平均每亿辆千米死亡 2.1 人 (该指标近几年没有变化)，而高速公路的死亡人数为 4 643 人，平均每亿辆千米仅 1 人，是一般公路的一半。英国 1981 年高速公路的事故率仅为一般公路的 1/10。

我国高速公路亿辆千米事故率指标与日本相当 (表 1.5)，与美国、法国仍有差距。但从亿辆千米死亡率来看，我国则明显高于日本。从 20 世纪 80 年代至 90 年代，日本高速公路亿辆千米死亡率均在 0.5 ~ 0.8 人之间波动，而我国几乎是日本的十倍。我国建成较早的沈大高速公路 1993 年的交通事故的致死率为 28%，而同期 202 国道的交通事故的致死率仅为 16%。其

主要原因除常规原因以外，还包括重特大事故比例较大和事故救援体系不完备等高速公路交通安全管理上特有的原因。

表 1.4 世界主要工业国的高速公路事故状况

国 家	美国	德国	法国	意大利	日本
高速道路总里程/km	88 500	11 200	9 140	8 860	6 879
高速公路总里程/km	52 582	11 190	6 317	6 397	5 908
交通量/(亿辆·km)	3 594	1 809	543	696	634
事故数/起	53 081	25 500	2 161	10 880	6 761
事故死亡/人	2 691	978	310	745	354
事故率/[起/(亿辆·km)]	15.3	14.1	4.2	16.0	10.7
死亡率/[人/(亿辆·km)]	0.75	0.54	0.57	1.07	0.56

表 1.5 中国高速公路与普通公路的事故比较表(2010)

指标 路面	事故数/ 起	死亡数/ 人	受伤数/ 人	公路里程/ km	事故率/ (起/km)	死亡率/ (起/km)	受伤率/ (起/km)	公路里程/ km
高速公路	9 700	6 300	13 739	74 113	0.13	0.085	0.185	74 113
普通公路	209 821	59 225	240 336	3 934 116	0.053	0.015	0.061	3 934 116
全部公路	219 521	65 225	254 075	4 008 229	0.055	0.016	0.063	4 008 229

4. 国内外交通事故特征比对

中、美、日人-车-环境状况的比对见表 1.6。

表 1.6 中、美、日人-车-环境状况比对表

		中国	美国	日本
环境	白天/晚上/%	53/47	48/52	50/50
	城市/乡村/%	75/25	53/47	75/25
	交叉口(否/是)/%	94/6	77/23	43/51
	道路类型(主干/二级以下)/%	72/28	75/48	57/73
人	驾驶年龄	/	<24: 24%; >65: 9%	<24: 14%; >65: 11%
	酒后驾驶/%	2.5	10	3.1
	行人年龄	>65: 13%	>65: 20%	>65: 66%
	事故类型	人行横道: 59%	38%	33%
		车转向: 1%	9%	21%
		背面事故: 0%	7%	6%
		横穿马路: 30%	33%	18%
车	平均车速/(km/h)	45	46	28

第三节 安全科学基本概念

1. 安全 (safety)

绝对安全观——安全指没有危险，不受威胁，不出事故，即消除能导致人员伤害，发生疾病、死亡或造成设备财产损失、损失以及危害环境的条件。

绝对安全观在现实生产系统中是不存在的，它是安全的一种极端理想的状态。由于绝对安全观过分强调安全的绝对性，使其应用范围受到了很大的限制，因此产生了与其相对应的人们现在普遍接受的相对安全观。

相对安全观——安全是相对的，绝对安全是不存在的。“安全就是被判断为不超过允许极限的危险性，也就是指没有受到损害的危险或损害概率低的通用术语”，“所谓安全，是指判明的危险性不超过允许限度”。

1) 安全是指人类控制对自身利益威胁的能力，是在具有一定危险性条件下的状态，安全并非绝对无事故。

2) 事故与安全是对立的，但事故并不是不安全的全部内容，而只是在安全与不安全这一对矛盾斗争过程中某些瞬间突变结果的外在表现。

3) 安全不是瞬间的结果，而是对系统在某一时期、某一阶段过程状态的描述。

4) 这里所讨论的安全是指生产领域中的安全问题，既不涉及军事或社会意义的安全与保安，也不涉及与疾病有关的安全。

5) 构成安全问题的矛盾双方是安全与危险，而非安全与事故。因此，衡量一个系统是否安全，不应仅仅依靠事故指标。

6) 不同的时代、不同的领域，可接受的损失水平是不同的，因而衡量系统是否安全的标准也是不同的。

综上所述，安全是指在生产活动过程中，能将人或物的损失控制在可接受水平的状态，即安全意味着人或物遭受损失的可能性是可以接受的，若这种可能性超过了可接受的水平，即为不安全。

2. 危险 (danger)

作为安全的对立面，可以将危险定义为：危险是指在生产活动过程中，人或物遭受损失的可能性超出了可接受范围的一种状态。危险与安全一样，也是与生产过程共存的状态，是一种连续性的过程状态。危险包含了尚未为人所认识的，以及虽为人们所认识但尚未为人所控制的各种隐患。同时，危险还包含安全与不安全一对矛盾斗争过程中某些瞬间突变发生外在表现出来的事故结果。

3. 风险 (risk)

风险是描述系统危险程度的客观量。