

现代道路交通安全技术丛书

道路交通安全工程

刘志强 葛如海 龚 标 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

道路交通安全工程/刘志强, 葛如海, 龚标编著.
北京: 化学工业出版社, 2005. 1
(现代道路交通安全技术丛书)
ISBN 7-5025-6465-9

I. 道… II. ①刘…②葛…③龚… III. 公路
运输-交通运输安全-安全工程 IV. U492.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 131483 号

现代道路交通安全技术丛书

道路交通安全工程

刘志强 葛如海 龚 标 编著

责任编辑: 杜进祥

文字编辑: 宋 薇

责任校对: 顾淑云 战河红

封面设计: 张海峰

*

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)

发行电话: (010) 64982530

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

三河市宇新装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 11¼ 字数 286 千字

2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6465-9/U·10

定 价: 24.00 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

前 言

世界上第一例有记录的交通事故发生在 1896 年，当时判官在报告中称此事“决不可能再发生”。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 15~44 岁的青壮年。世界卫生组织 2004 年 4 月 7 日组办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”（安全就是无意外事故），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 5180 亿美元，其中发展中国家占 1000 亿美元，是它们每年获得发展援助总额的一倍。如果继续无动于衷的话，在未来的 20 年内，这个数字将增加 60%。

公报呼吁限制行车速度，严禁酒后驾车，佩带安全带、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规定交通安全的标准。

当今的中国，交通安全问题十分严重。2003 年，全国共发生道路交通事故 667507 起，造成 104372 人死亡，494174 人受伤，直接经济损失 33.7 亿元。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控制是十分必要的。

交通安全涉及人-车-路以及与其相关环境的融合，是一个三位一体的耗散系统，只有充分地了解系统内的各个组分的特性，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（教育、立法、工程，Education、Enforcement、Engineering）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系统。

本书根据国内外的研究成果，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以及对交通安全的影响，阐述了交通事故的发生机理，开展了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，探讨了GIS在交通安全领域的运用技术。根据国内目前交通事故发生的特点和各国交通安全发生的规律，本书重点展开了针对当前我国交通安全形势热点问题的分析和探讨，希望借此能够对交通安全研究、管理和教育工作的开展有所裨益，并有助于我国交通安全水平的提高。

在本书的撰写过程中，得到了许多老师、同仁的关心和指点，研究生汪旻、王兆华、梅德纯、邹庆等做了大量的文字录入编排、制图和资料收集工作，公安部交管局杨继青、李勤处长，江苏省交通厅金陵、张毅处长提供了支持和帮助。

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！

由于编著者水平有限，书中谬误在所难免，恳请读者批评指正！

刘志强

2004年11月

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

目 录

第一章 绪论	1
第一节 全球道路交通安全状况	1
一、全球、地区和国家的交通安全状况情况估计	1
二、全球、地区和国家的趋势	3
三、道路交通伤害的人群分布	4
四、社会经济状况及居住地点	6
五、其他卫生、社会和经济方面的损失	7
六、卫生和社会损失	7
七、经济损失	8
第二节 中国道路交通安全现状	10
一、交通安全形势严峻	10
二、机动化水平低, 交通事故率高	10
三、高速公路事故量大	13
第三节 安全科学基本概念	16
一、安全 (Safety)	16
二、危险 (Danger)	17
三、风险 (Risk)	17
四、安全性 (Safety Property)	18
五、可靠性 (Reliability)	18
六、交通安全	18
七、事故、事件、交通事故	19
第四节 道路安全工程的目的与内容	20
一、道路安全工程的内容	20
二、道路安全工程的作用	21
三、道路交通安全系统的组成对道路安全性的影响	24
第二章 道路因素与交通安全	28

第一节 道路安全	28
一、公路构造的基本特征	29
二、公路构造特征的安全因素	30
第二节 交通事故与道路因素	32
一、交通安全的道路因素	32
二、道路主要构成要素对安全的影响	34
第三节 道路交叉口	43
一、公路平面交叉口	43
二、道路立体交叉口	46
第三章 车辆与交通安全	53
第一节 车辆使用与交通安全	53
一、混合交通	53
二、车辆超载对路面结构的影响	54
三、爆胎	55
四、雨天	57
第二节 车辆安全性能的保证	58
一、车辆设计、制造的安全标准化	58
二、汽车构造安全化	59
三、提高被动安全性	60
第三节 先进安全车辆	61
一、欧美日先进安全汽车	62
二、ASV 设计原则	63
三、ASV 的主要内容	64
四、美国智能安全车辆设计	68
第四节 改善车辆致害因素	71
一、人体的耐冲击性与伤害标准	71
二、保护乘员空间	73
三、车体前部构造与耐冲击性能	74
四、其他方面的车体构造与耐冲击性能	75
五、乘员约束装置的保护原理	77
六、安全带和安全气囊	78
七、其他构件安全设计	81

第四章 交通安全心理	83
第一节 驾驶员的个性特征	83
第二节 驾驶信息处理	88
一、信息处理过程	88
二、注意	92
三、视觉探测	95
四、知觉与知觉判断	97
五、决策与决策时间	104
六、反应能力	111
第三节 驾驶适宜性	116
一、驾驶适宜性	116
二、驾驶适宜性的评价指标	118
三、工作能力	119
四、驾驶能力	126
第五章 安全系统分析	129
第一节 交通事故宏微观分析方法	131
第二节 事故多发点鉴别分析	136
一、事故多发点	137
二、常用道路事故多发点分析方法	138
三、事故多发点分析方法的应用	140
第三节 交叉口的交通冲突	145
一、定型交叉口交通事故模型	145
二、交通冲突方法	147
第四节 交通安全分析软件简介	153
一、交通事故再现软件 Pc-Crash	153
二、安全评价软件 SafeNET 简介	156
三、微电脑事故分析软件 MAAP	159
四、步行与自行车碰撞分析软件 PBCAT	165
第六章 交通安全评价	167
第一节 道路交通安全评价	168
一、绝对数	169
二、相对数	169

三、当量事故数与当量事故率	171
四、致死率	172
五、事故强度分析法	172
六、系统分析法	173
七、交通冲突方法	174
第二节 公路交叉口交通安全的评价	174
一、平面交叉口	176
二、立体交叉口	179
第三节 道路交通安全评价	181
一、用事故率系数线性图评价交通安全性	181
二、按安全系数图评价路线	186
第七章 道路交通事故机理	192
第一节 交通事故机理	192
一、多米诺骨牌理论	193
二、轨迹交叉论	193
三、P 理论	195
四、能量意外释放论	195
五、事故因果连锁	196
六、事故致因综合分析方法	196
七、系统方法	197
第二节 事故频发倾向理论	198
一、事故倾向性	198
二、证明事故倾向性存在的方法	200
三、事故趋势理论的数学基础	205
第八章 事故鉴定分析技术	209
第一节 碰撞简述	209
一、碰撞类型	209
二、碰撞的基本原理	211
第二节 碰撞分析	217
一、偏心正碰撞	217
二、正面碰撞	219
三、追尾	225

四、台球式追尾	229
五、侧面碰撞	231
六、翻滚路面外	238
七、柱子碰撞	239
八、翻滚	240
九、车辆火灾	241
十、废气中毒死亡	244
十一、摩托车事故	248
十二、自行车事故的碰撞速度	250
十三、行人事故	251
第九章 GIS 在交通安全中的运用	256
第一节 地理信息系统	256
第二节 交通地理信息系统	263
第三节 GIS-T 在交通安全中的应用	267
一、GIS-T 在交通安全中的应用	267
二、交通安全 GIS 系统设计	272
三、GIS-T INTERFACE 简介	277
第十章 交通事件检测技术	281
第一节 交通事件检测系统	282
一、事件检测方法	282
二、AID 系统框架的构成	283
三、评价指标	284
第二节 事件的检测	286
一、检测系统的功能及结构框架	286
二、交通流预测模块	287
三、事件确定与评估模块	291
四、智能控制模块	292
第三节 交通信息采集技术	293
一、常用交通参数采集技术	293
二、固定交通检测器空间布置方法分析	297
第四节 事件的算法	300
一、概述	300

二、交通事件自动检测经典算法	301
三、交通事件检测算法比较	307
第十一章 道路交通安全管理	309
第一节 交通安全理念	309
一、交通安全管理	309
二、交通安全理念	311
第二节 国外交通安全管理	313
一、美国道路交通管理体制	313
二、英国道路交通管理体制现状	318
三、德国道路交通管理体制	319
第三节 日本道路交通现状及对策	320
一、交通安全形势	320
二、交通安全对策	321
三、实施交通安全教育	322
四、对老龄驾驶员的措施	322
五、驾校、驾照	323
六、警察的智能交通系统 (ITS)	324
七、改善交通事故多发地点的道路交通环境	326
八、考虑环境问题的交通管理方法研究	327
九、综合停车对策的推进	328
十、加强对严重交通违章行为的执法力度	328
十一、确保高速公路上交通的安全和畅通	329
十二、交通事故调查取证的高度化、合理化和推进交通事故受 害人对策	329
第四节 道路交通安全对策	330
一、开展道路交通安全宣传教育	330
二、道路安全目标 (Road-Safety Target)	332
三、安全审核 (Safety Audit)	333
四、宽恕的交通设计 (Sustainable Safe Traffic)	334
五、运输信息技术的应用 (Applied Transport Telemetric , ATT)	335
六、道路交通事故紧急救援系统	336
七、伤害监测系统	337
参考文献	339

自从 1885 年 1 月 29 日德国人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，它又引发出发出接连不断的人为灾害，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到马车、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事件。至 1997 年为止，道路交通事故死亡累计总数估计已达 2500 万人。

第一节 全球道路交通安全状况

一、全球、地区和国家的交通安全状况情况估计

2002 年有 118 万人死于道路交通伤害，平均每天死亡 3242 人。道路交通伤害死亡占全球死亡的 2.1%，是全球的第 11 位死因，但目前各国政府却将更多的精力和资金放在疾病的治疗上而不是放在解决道路安全问题上（见表 1-1）。

表 1-1 全球用于重点课题的研究和开发经费（估计值）

疾病或伤害	美元/百万	1990DALYs ^① 序次	2020DALYs 序次
HIV/AIDS	919~985	2	10
疟疾	~60	8	—
腹泻病	~32	4	9
道路交通伤害	24~33	9	3
结核病	19~33	—	7

① DALYs 伤残调整寿命年。

除了死亡，估计每年因道路交通事故受伤者达 2 千万~5 千万人。道路交通伤害估计损失了 3840 万伤残调整寿命年，占有所有疾病和伤害 DALYs 的 2.6%。道路交通伤害成为全球疾病和伤害负担的第 9 大原因。

道路交通伤害死亡率在不同地区和同一个地区的不同国家中都不相同（见图 1-1）。总的来说，中等收入和低收入国家的道路交通事故死亡率要比高收入国家的高。2002 年中等收入和低收入国家道路交通伤害死亡占全球所有国家道路交通事故死亡的 90%。

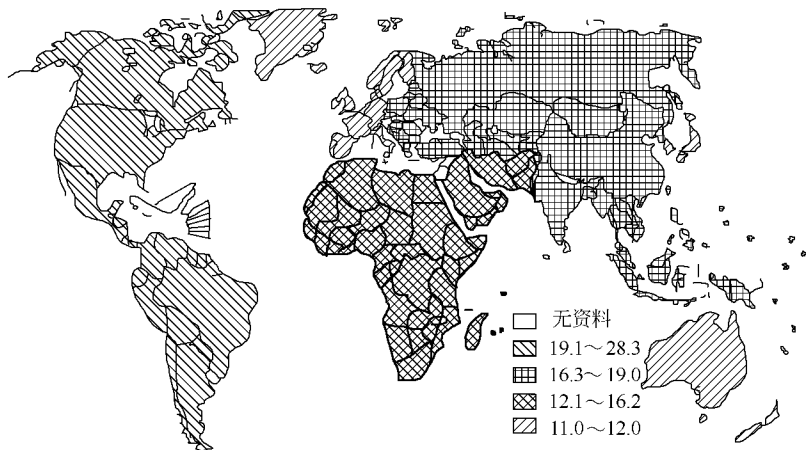


图 1-1 WHO 地区道路交通伤害的死亡率（每 10 万人）（2002 年）

二、全球、地区和国家的趋势

尽管各国的道路交通伤害的情况很不相同，甚至同一地区的各个国家也不相同，但从 20 世纪六七十年代开始，道路交通事故死亡率高收入国家已经开始下降。例如在北美洲，1975~1998 年期间，每 10 万人口的道路交通事故死亡率在美国下降 27%，加拿大则下降了 63%。与此同时，在中等收入和低收入国家道路交通伤害死亡率则大幅度升高。各国的情况仍然相差很大，1975~1998 年，亚洲的道路交通伤害死亡率在马来西亚上升了 44%，而在中国则上升了 243%。

研究结果预测表明，除非采取有效的干预行动，否则在中等收入和低收入国家中道路交通伤害死亡率增长的趋势仍会继续。因而在未来 20 年中全球每年的道路交通伤害死亡数将急剧上升。研究预测从 1990~2020 年将发生下列变化。

① 在全球主要死因排序中，道路交通伤害将上升为第 6 位原因。

② 在损失的伤残调整寿命年 (DALYs) 中，道路交通伤害将上升为第 3 位原因。

③ 在中等收入和低收入国家，道路交通伤害的伤残调整寿命年 (DALYs) 将上升为第 2 位原因。

④ 全球道路交通伤害死亡人数将从 99 万增加到 234 万 (占所有死亡的 3.4%)。

⑤ 在中等和低收入国家，道路交通伤害死亡平均将上升 80%，而在高收入国家中则将下降约 30%。

⑥ 道路交通伤害所损失的 DALYs 将从 3430 万上升为 7120 万 (占全球疾病负担的 5.1%)。

表 1-2 显示了世界银行的有关交通死亡和经济增长的研究结果。2000~2020 年，在高收入国家预计每年道路交通伤害死亡率将下降 27%，在中等收入和低收入国家集中的 6 个地区中，预计每

表 1-2 1990~2020 年预测各地区车祸调整死亡率

地区 ^①	国家数	1990	2000	2010	2020	变化/% 2000~2020	死亡率 (死亡数/10 万人口)	
							2000	2020
东亚和太平洋地区	15	112	188	278	337	79	10.9	16.8
东欧和中亚	9	30	32	36	38	19	19.0	21.2
拉丁美洲和加勒 比地区	31	90	122	154	180	48	26.1	31.0
中东和北非	13	41	56	73	94	68	19.2	22.3
南亚	7	87	135	212	330	144	10.2	18.9
撒哈拉以南非洲 地区	46	59	80	109	144	80	12.3	14.9
小计	121	419	613	862	1124	83	13.3	19.0
高收入国家	35	123	110	95	80	27	11.8	7.8
合计	156	542	723	957	1204	67	13.0	17.4

① 参照世界银行区域分类。

年道路交通伤害死亡率将增加 83%。

三、道路交通伤害的人群分布

图 1-2 所示为部分国家不同道路使用者道路交通伤害死亡分布情况。行人、骑自行车者、骑助动车和摩托车者是最弱势的道路使用者。在中等收入和低收入国家，他们是主要的道路使用者，并且是道路交通伤害死亡的主要受害者。在高收入国家，汽车拥有者和驾驶员是主要的道路使用者，他们占道路交通伤害死亡的大部分。然而，即使是这样，行人、骑自行车者和驾驶助动车和摩托车者每公里旅程死亡的危险性仍高出很多。

图 1-3 所示为全球不同性别和年龄道路交通伤害死亡分布情况。在各年龄组中男性均多于女性。2002 年男性的道路交通伤害死亡率为 27.6/10 万，女性为 10.4/10 万。男性占总死亡的 73%，

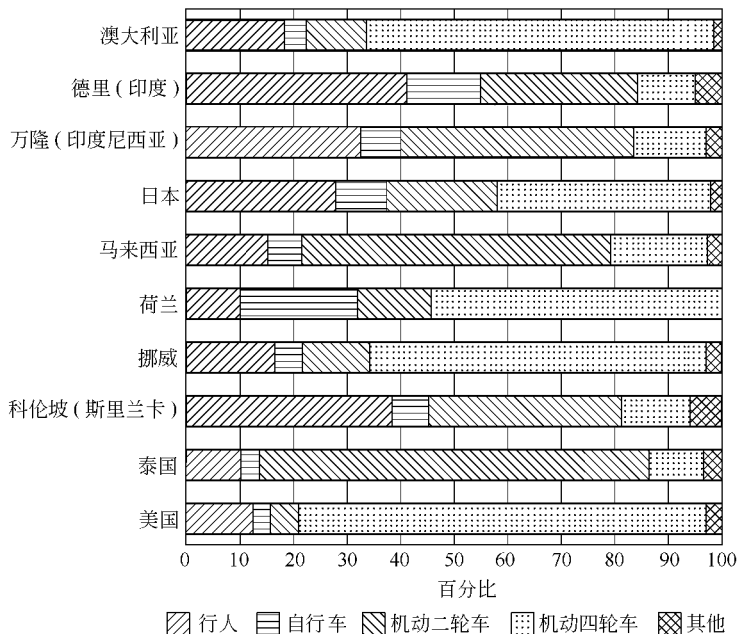


图 1-2 部分国家不同道路使用者道路交通伤害死亡分布情况

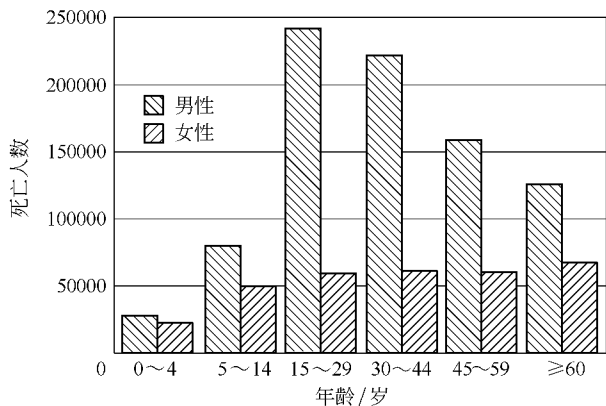


图 1-3 按性别和年龄分的全球道路交通死亡人数 (2002 年)

占道路交通伤害所损失 DALYs 的 70%。

2002 年 15~44 岁年龄组的人因道路交通事故死亡人数占全球道路交通事故死亡人数的一半以上，占道路交通伤害总损失 DALYs 的 60%。在高收入国家每 10 万人口车祸死亡率以 15~29 岁年龄组为最高，但在中等收入和低收入国家中，车祸死亡率最高的是 60 岁和 60 岁以上年龄组的人，这些国家中儿童的道路交通伤害死亡率要比高收入国家高得多。

2002 年有 193000 多名 60 岁及以上的人死于道路交通伤害。在中等收入和低收入国家中每 10 万人口的年龄死亡率以 60 岁及以上人群为最高；在机动车碰撞的伤害中，年纪大的人因为不容易恢复，所以他们的要比年轻人更容易死亡或造成严重残疾。

联合国人口预测表明，在未来 30 年内，60 岁及以上年龄组所占的比例在所有国家都将大大增加。老年人是道路交通伤害死亡和重度创伤的弱势人群，这将成为全球日益关注的问题。

四、社会经济状况及居住地点

一些研究表明，社会经济地位较低的人群受到各种各样伤害的危险性更高，这也包括交通伤害。在交通伤害案例中，可能这些人更多地暴露于道路交通伤害的危险之中。例如 2002 年在肯尼亚的一个调查发现，未受过正规教育的人群中，有 27% 的人每天步行往返上班，55% 的人乘坐公共汽车或小巴，只有 8% 的人使用私人汽车。相反，受过中等教育的人群中，有 81% 的人驾驶私人汽车，19% 的人乘坐公共汽车，没有人步行。

人们的居住地同样也影响着道路交通伤害的暴露危险。一般来说，居住于城市的人更容易遭遇道路交通伤害；但居住于农村的人，如果他们遭到了道路交通伤害则更容易死亡或严重受伤，其中一个原因就是农村地区的机动车速度可能更快。在许多中等收入和低收入国家中，当新建的高速公路经过居民社区时，人们就处在暴露于道路交通伤害的新的危险之中。