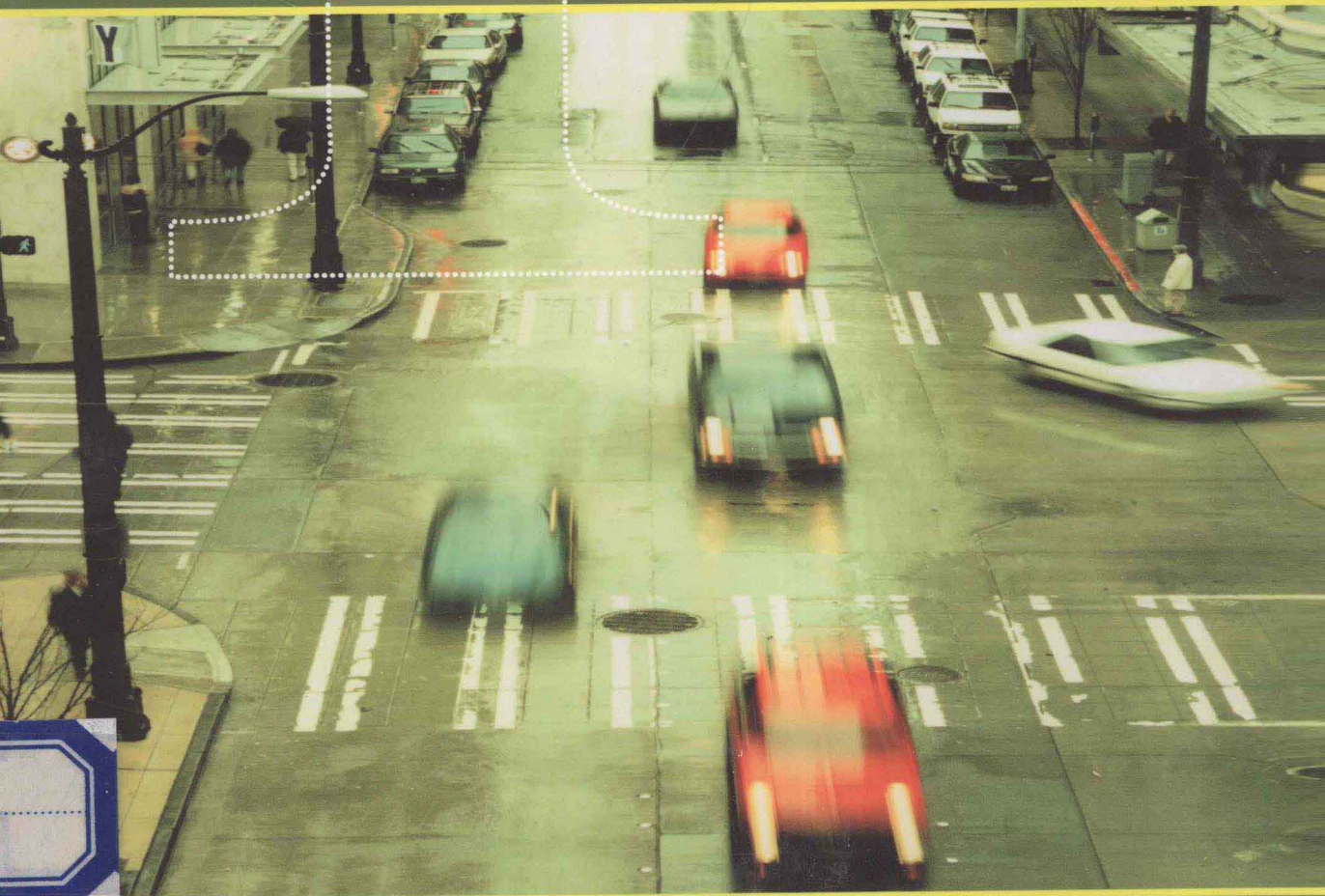


城市道路

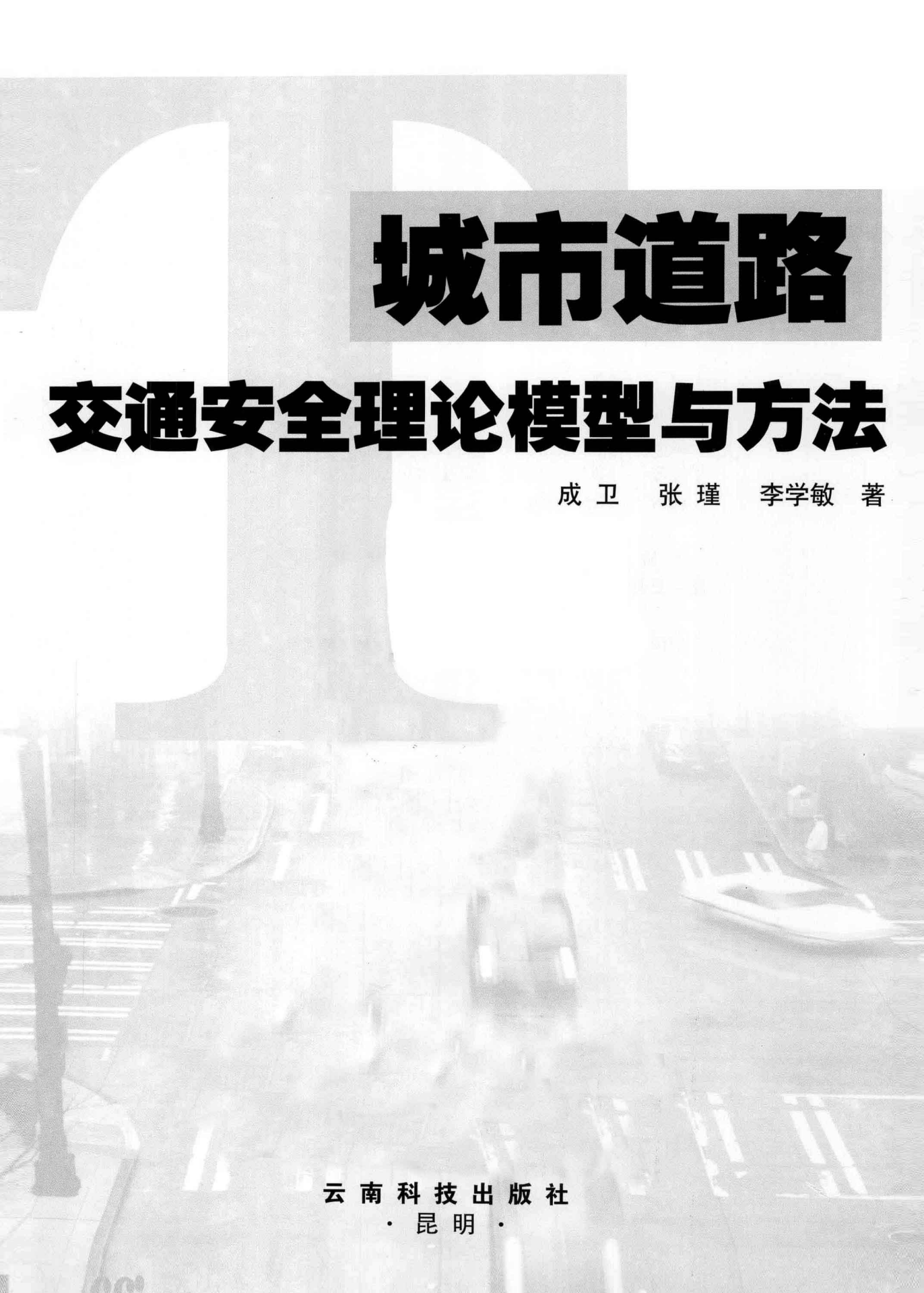
交通安全理论模型与方法

● 成卫 张瑾 李学敏 著



云南科技出版社
YUNNAN SCIENCE & TECHNOLOGY PRESS

affic



城市道路

交通安全理论模型与方法

成卫 张瑾 李学敏 著

云南科技出版社
· 昆明 ·

图书在版编目(CIP)数据

城市道路交通安全理论模型与方法/成卫,张瑾,李学敏著. —昆明:云南科技出版社,2005.3

ISBN 7-5416-2150-1

I.城... II.①成...②张...③李... III.城市道路-交通运输安全 IV.U492.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005) 第 020911 号

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码:650034)

昆明市五华区教育委员会印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:9.25 字数:230 千字

2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月第 1 次印刷

印数:1~1000 册 定价:20.00 元

序

近年来，由道路交通安全状况主要表征的指标——道路交通事故数的日益增加，交通安全形势非常严峻。交通事故研究与预防成为交通安全研究领域的重要课题。交通事故表现出两大特征：一是成因的复杂多样性，二是发生的随机动态性。多年来，国内外的交通工程专家在这一领域取得了可喜的进展，建立了相应的理论体系和方法。但由于上述两个特征的日益突出，使得本领域的研究有待于新理论和新方法地出现。

道路交通安全研究的根本任务是减少交通事故的发生。从交通工程的角度，为实现这一目标，应该做到：①找出道路交通事故的分布规律，为宏观对策的建立提供依据；②建立行之有效的交通事故多发点鉴别方法，做到交通安全改善的有的放矢；③建立精度高的交通事故预测方法，为交通安全改善措施的出台提供依据；④建立完善的交通安全评价体系及其方法，逐步建立一整套有效的安全量化标准；⑤建立一整套简单适用的交通安全改善措施，逐步将高新技术运用到交通安全管理工作中，提高安全管理工作的效率。

交通安全理论模型及其各种方法是建立交通环境与道路安全关系理论的基础，是实现上述内容的基石，通过建立数学模型，定量确定道路环境参数等因素对交通安全的影响，对道路交通安全研究有重要的指导意义。

对道路交通安全的研究，除国内外交通安全专家已建立相应的理论体系和方法研究的内容外，还有待于进一步完善的内容为：①道路交通事故影响因素众多，这些因素之间又相互关联、相互影响，每一种因素又只能反映问题的一个侧面，若要全面评价道路交通安全水平，则应当在模型中引进尽可能多的变量，然而这在数学建模过程只会增大难度，因此需要引入新技术、新理论建立科学合理的数学模型；②由于我国的地域广阔，交通状况千变万化，因此需要因地制宜地确定出适用于各个地区的交通安全评价指标；③交通事故统计不完善，为保证其可比性，只能引进少量的评价指标，但另一方面，为避免道路交通安全评价的片面性，又要求在模型中尽可能多的引入评价指标。二者相互矛盾，使得建立模型的工作陷入了困境。因此，有必要对交通安全理论模型进行完善和改进。

城市道路交通状况特性决定了城市道路交通安全研究在整个道路交通安全研究中的

重要地位，本书作者结合近几年交通工程领域内道路交通安全研究成果和实践经验，有针对性地研究范围划定在城市道路，对城市道路交通安全的理论模型与方法进行了颇有见地的分析论述，并提出了一些新观点。该书的出版，为理论模型与方法的研究增添了新的花朵，愿她在众人的进一步精心培植下茁壮成长。

李江

2005年2月18日于长春

前言

改革开放 20 年来,随着经济、社会的快速发展,机动车的数量迅猛增加,社会机动化程度越来越高,交通事故日益增多,交通安全形势非常严峻。为减少交通事故发生次数、降低事故严重程度,许多专家、学者一直致力于交通安全问题的研究。道路交通安全研究的主要内容就是要对道路交通事故的发生原因、过程、结果进行调查和处理,对交通事故的相关数据进行统计、分析,并就交通安全问题进行预测,从宏观和微观上提出相应对策,为建立安全、通畅、高效的交通系统做出贡献。建立科学合理的交通安全理论模型及其各种方法是道路交通安全研究的基础理论,是实现上述内容的基石,具有重要的指导意义。

鉴于城市道路交通事故是整个道路交通事故的重要组成部分,且我国城市道路交通事故率和严重程度居高不下,所以本书作者结合近年来的道路交通安全研究成果和实践经验,将研究范围划定在城市道路交通安全问题上,通过理论模型地建立与方法地提出,深入研究城市道路交通事故的分布规律、形成原因以及预测方法,建立城市道路的安全评价方法,并将交通冲突技术运用到城市道路的安全评价、事故危险点的鉴别上,提出基于交通冲突技术的城市道路交通安全改善方案,以落实城市道路交通安全措施,为降低事故率和事故严重程度,提高道路安全度奠定理论基础和实践基础。

全书共八章,第一章在概括国内外研究现状的基础上,主要介绍城市道路交通安全理论模型与方法的研究内容,并阐述本书在理论模型与方法方面的研究思路;第二章总结城市道路交通事故的成因构成,为确定事故原因中的主要影响因素与交通事故的相关关系,提出交通事故灰色关联模型。第三章通过收集大量的城市道路交通事故资料,系统研究交通事故的分布规律,探讨我国城市道路交通事故的分布特点,为进一步研究事故预测和安全评价方法奠定理论基础。第四章具体介绍城市道路交通事故预测的模型与方法,提出了运用改进 BP 神经网络和自适应神经网络模糊推理系统分别建立的城市道路交通事故预测模型和城市道路交通事故经济损失预测模型。第五章介绍城市道路交通事故危险点的鉴别方法,提出交通事故危险点模糊综合评判方法,并进一步提出交通事故危险点的整治原则、方法和策略。第六章介绍城市道路交通安全评价的常用方法,并针对评价对象的各自特点,提出基于模糊聚类的交叉口安全度评价方法,基于灰色理论的城市交通安全水平评价方法以及适用于城市不同路段的四项指标相对数和交通事故率评价法。第七章分别对交叉口和路段的交通冲突技术进行深入研究,提出以灰色理论为基础的交通冲突预测方法,建立基于交通冲突技术的城市路段事故危险点的判定模型;建立了以早高峰、晚高峰和平峰三个时段的小时冲突数(采用严重冲突)与混合当量交通量之比($TC/MPCU$)为评价指标的交叉口模糊聚类评价法;建立小区域内以冲突率为指标的信号相位选择标准,为信号设计建立安全评价方法。第八章以城市交叉口的交通流运行作为研究对象,分析交叉口的交通冲突形式,介绍解决交通冲突的根本途径。提出以减少冲突点为突破口的交通安全改善方法,提出在交叉口实行以整体车流为主,以车流通过交叉口通行时间均衡的原则来设计相位的多相位控制方法,并运用到工程实践中,验证

方法的可行性。

本书既可供研究交通安全问题的理论工作者使用，也可作为高等院校交通工程、交通运输管理专业本科生和研究生的教学用书，还可作为交通管理部门管理人员的培训和自学用书。

本书在撰写过程中得到许多人士的大力支持，在此特别感谢吉林大学交通学院丁同强博士、佟守愚博士、席建锋博士、矫成武硕士、程三伟硕士在撰写过程中所给予的宝贵建议，以及云南省交警总队刘石伟同学、昆明市交警支队陈淑翔副处长等其他同志在数据整理与分析中所提供的帮助。

由于作者水平有限，书中的错误和观点不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

成 卫

2005年3月6日

目 录

1 绪 论	(1)
1.1 我国城市道路交通的特点	(1)
1.2 城市道路交通安全研究的重要意义	(1)
1.3 城市道路交通安全理论模型与方法研究的目的与内容	(2)
1.3.1 国内外研究现状	(2)
1.3.2 本书研究内容	(6)
1.4 小 结	(7)
2 城市道路交通安全状况及交通事故原因分析	(8)
2.1 道路交通安全现状	(8)
2.2 城市道路交通事故原因分析	(9)
2.2.1 人的原因	(9)
2.2.2 车辆原因	(13)
2.2.3 道路原因	(14)
2.2.4 交通环境的原因	(15)
2.3 城市道路交通事故灰色关联分析	(16)
2.3.1 灰色关联基本理论	(16)
2.3.2 灰色关联分析	(16)
2.3.3 应用示例	(18)
2.4 小 结	(19)
3 城市道路交通事故分布规律	(20)
3.1 交通事故指标和分析方法	(20)
3.1.1 交通事故指标	(20)
3.1.2 交通事故分析方法	(21)
3.2 城市道路交通事故时间分布规律	(24)
3.2.1 月分布	(24)
3.2.2 星期分布	(25)
3.2.3 小时分布	(26)
3.3 城市道路交通事故空间分布规律	(27)

3.4	城市道路交通事故形态分布规律	(27)
3.5	不同道路及交通管理条件下的城市道路交通事故分布规律	(28)
3.5.1	按道路横断面形式的分布	(28)
3.5.2	按路面条件的分布	(29)
3.5.3	按道路类型的分布	(30)
3.5.4	按交通控制方式的分布	(31)
3.6	不同气候条件下的城市道路交通事故分布规律	(32)
3.7	不同肇事者与伤亡人员的交通事故分布规律	(32)
3.8	城市道路交通事故特点	(33)
3.9	小 结	(34)
4	城市道路交通事故预测	(35)
4.1	城市道路交通事故预测模型概述	(35)
4.1.1	线性回归预测法	(35)
4.1.2	增长曲线预测法	(36)
4.1.3	对数抛物线预测模型	(38)
4.1.4	多元逐步回归预测模型	(39)
4.1.5	灰色系统理论预测模型	(40)
4.1.6	生成数列回归分析法	(41)
4.2	城市道路交通事故神经网络预测模型	(43)
4.2.1	改进的快速 BP 算法	(43)
4.2.2	BP 网络的设计	(46)
4.2.3	应用示例	(47)
4.3	基于自适应神经网络模糊推理系统的交通事故损失预测	(49)
4.3.1	自适应神经网络模糊推理系统	(49)
4.3.2	城市道路交通事故损失预测系统的建立	(51)
4.3.3	应用示例	(51)
4.4	小 结	(52)
5	城市道路交通事故危险点的鉴别与整治	(53)
5.1	城市道路交通事故危险点鉴别方法综述	(53)
5.1.1	交通事故数法	(54)
5.1.2	交通事故率法	(54)
5.1.3	矩阵法	(55)
5.1.4	当量交通事故数与当量交通事故率	(56)
5.1.5	预测法	(57)
5.1.6	累计频率曲线法	(59)
5.2	基于模糊综合评价的危险点鉴别	(61)

5.2.1	数学模型的描述	(61)
5.2.2	评价指标的选择	(65)
5.2.3	隶属函数的确定	(66)
5.2.4	应用示例	(67)
5.3	城市道路交通事故危险点的整治	(68)
5.3.1	整治原则	(68)
5.3.2	整治方法	(69)
5.3.3	整治策略	(69)
5.4	小 结	(70)
6	城市道路交通安全评价	(71)
6.1	城市道路交通安全评价方法综述	(71)
6.2	平面交叉口的交通安全评价	(71)
6.2.1	交叉口安全评价方法综述	(71)
6.2.2	模糊 C-均值聚类评价法	(78)
6.3	不同类型城市道路的安全评价	(81)
6.3.1	四项指标相对数法	(81)
6.3.2	交通事故率法(亿车公里事故率)	(82)
6.3.3	应用示例	(82)
6.4	城市道路交通安全水平评价	(83)
6.4.1	灰色聚类评价法	(83)
6.4.2	应用示例	(86)
6.5	小 结	(87)
7	城市道路交通冲突技术研究	(88)
7.1	交通冲突技术综述	(88)
7.1.1	交通冲突技术的基本概念	(89)
7.1.2	平面交叉口的交通冲突	(92)
7.1.3	路段的交通冲突	(96)
7.2	交通冲突技术的应用	(100)
7.2.1	城市道路路段交通事故危险点的冲突判定	(100)
7.2.2	城市道路交叉口交通冲突安全评价法	(103)
7.2.3	基于交通冲突的交叉口信号相位安全评价	(106)
7.3	交通冲突数的预测	(111)
7.3.1	灰色预测的必要性	(111)
7.3.2	灰色预测方法的建立	(112)
7.3.3	应用示例	(115)
7.4	小 结	(116)

8 基于交通冲突技术的城市道路交通安全改善方法	(117)
8.1 交通冲突分析	(117)
8.1.1 交叉口的交通流现象	(117)
8.1.2 交通冲突与冲突点	(117)
8.1.3 交通冲突点的影响因素	(119)
8.2 交通冲突技术的实际应用	(120)
8.2.1 方法综述	(120)
8.2.2 交通渠化	(122)
8.2.3 交通信号控制	(127)
8.3 小 结	(134)
参考文献	(135)

1 绪论

1.1 我国城市道路交通的特点

我国的城市化经历了一个发展滞缓、起伏较大、漫长而曲折的过程。改革开放给我国城市的发展注入了强大活力，城市化进程加快，我国与世界平均水平的差距正日益缩小。然而，城市化进程的加快，尤其是机动化水平的提高，使得交通问题变得日益严重，交通拥挤已成为制约城市经济发展的瓶颈问题。西方发达国家城市发展中出现的问题，我国现在也正在经历，鉴于我国的国情，也有自身的特殊性，其特点表现为：

1. 混合交通严重

交通流混合成分复杂是我国当前城市道路交通中一个极为突出的特点，机动车、非机动车、行人混杂，车辆行驶时相互干扰，再加上交通设施不完善，交通法规不健全，造成秩序混乱，交通事故不断增多。

2. 自行车交通突出

自行车拥有量大，出行频繁，尤其是城市的自行车交通量大，行驶密集，与机动车的横向干扰严重，影响了机动车的行驶速度。加之我国自行车的交通管理不善，自行车肇事及与自行车有关的交通事故占相当比例，安全问题严重。

3. 出行人口多

我国是世界上人口最多的国家，许多地区人口密度大。在全国人口中 5~14 岁的儿童和少年约占 24%，15~64 岁的人口约占全国人口 61% 之多。前者外出活动较多，而后者不仅出行多，且年龄又适合骑自行车，这就给混合交通的安全管理带来不便。

1.2 城市道路交通安全研究的重要意义

鉴于我国城市交通的现状，人们在享受机动车优越性的同时也付出了沉重的代价。近年来，随着运输业的发展，作为交通安全状况主要表征的交通事故有不断增加的趋势。交通事故的发生，对个人、家庭甚至整个社会都造成不同程度的影响。进入 20 世纪 80 年代以来，全世界每年大约有 50 万人在车祸中死亡，1000 多万人受伤。2004 年全国公安交通管理部门共受理一般以上道路交通事故 567753 起，造成 99217 人死亡、451810 人受伤，直接财产损失 27.7 亿元，交通事故死亡人数、10 万人死亡率等指标仍处于高值。相比 2003 年，虽然交通事故得到一定程度的遏制，但交通安全形势仍然严峻。随着城市经济的飞速发展以及机动化水平的不断提高，我国加强交通安全管理，尤其是加强城市道路交通安全的工作迫在眉睫。

1.3 城市道路交通安全理论模型与方法研究的目的与内容

道路交通事故与交通冲突技术研究是道路交通安全研究的重要内容，道路交通安全强调的是综合性，包括人、车、路、环境等诸多方面的安全技术问题，其主要表现为对交通事故的研究。交通事故不但直接威胁着道路使用者的人身安全、造成巨大的经济损失，还严重影响道路交通系统的正常运行。鉴于城市道路交通事故是整个道路交通事故的重要组成部分，且由于我国城市道路交通事故率和严重程度居高不下，有针对性地将研究范围划定在城市道路，目的就是要深入研究城市道路交通事故的分布规律、形成原因以及预测方法，建立城市道路的安全评价方法，并将交通冲突技术运用到城市道路的安全评价、交通事故危险点的鉴别上，提出基于交通冲突技术的城市道路交通安全改善方案，以落实城市道路交通工程安全措施，为降低交通事故率和交通事故严重程度，为提高道路安全度奠定理论基础和实践基础。

城市道路交通安全研究的重要内容就是要对交通安全问题的发生、过程、结果进行调查和处理，对交通事故的相关数据进行统计、分析，并就交通安全问题进行预测，从宏观和微观上提出相应对策，为城市的发展提供安全、通畅、高效的交通系统。交通安全理论模型及其各种方法是交通安全研究的基础理论，是实现上述内容的基石。对城市而言，其理论模型及方法的研究重点包括以下内容：

- (1) 道路交通事故原因分析
- (2) 道路交通事故分布规律
- (3) 道路交通事故危险点鉴别
- (4) 道路交通事故预测
- (5) 道路交通安全评价
- (6) 道路冲突技术研究
- (7) 道路交通安全改善

1.3.1 国内外研究现状

1. 道路交通事故原因分析

国内外关于道路交通事故原因分析的理论主要经历了三个阶段：最早出现也是最简单的是单因素理论，这种理论偏重于对人的分析，把交通事故简单归结为由一种原因引起；随后单因素理论逐渐发展成为多因素理论，该理论广泛地用于各种交通事故分析，认为在交通事故分析中，主要应从“人—车—路”三因素着手；国外在 20 世纪 80 年代又提出了系统致因理论，该理论以系统的观点对引发交通事故的多种因素及其关系进行了研究。

归纳起来，单因素理论不能全面系统揭示交通事故发生的规律，但当要寻找交通事故的主要原因时，单因素理论的简单直观性就非常有用，多因素理论则使人们改变了对交通事故成因的单向性、局部性思维，开始从社会整体的角度来考虑交通安全问题。然

而多因素理论的不足之处在于对各因素间的关系及相互影响考虑不够，没有对各因素间的逻辑关系进行深入分析；系统致因理论的优点在于它将数学引入到交通事故研究之中，从而将致因理论建立在定量研究的基础上。但就目前我国实际情况而言，交通事故数据往往只记录一种原因，因此系统致因理论及多因素理论还难于进行实际的应用。

目前，国内对交通事故原因的研究取得了一定的进展，如，长沙交通学院从系统论的观点出发，提出了一种基于统计学原理和“交通事故危险系数”的分析方法，即交通事故成因综合定量分析法。其不但可以找出单个交通事故原因，而且更重要的是还可以揭示这些因素之间的综合作用对交通事故发生的影响。东南大学对现行交通事故成因研究中在一定程度上夸大人为因素而忽略道路因素的现象给予了指正，指出了道路因素——而不是通常认为的人的失误或错误是影响交通安全的深层次原因，同时，还建立了交通事故成因分析的模糊聚类法。

2. 道路交通事故分布规律

道路交通事故分布规律的研究是建立在详实、准确和全面的交通事故原始资料的基础上，通过对交通事故资料的分析，找到道路交通事故分布的规律和特点，发现存在的问题，进而提出解决问题的对策和方法，以达到改善交通安全状况的目的。

国外很早就已开始研究道路交通事故的分布规律。早在 1949 年，英国伦敦大学的 Smeed R. J. 教授就根据欧洲 20 个国家 10 余年的交通事故资料，对交通事故次数与机动车及人口数量进行了回归分析，建立了斯密德模型，并一度占据统治地位长达三十年之久，遗憾的是，这一方法自 20 世纪 80 年代之后已经不适用了。

目前国外对道路交通事故分布规律的研究具有很强的针对性。如，日本在对 65 岁以上老年人死亡交通事故的研究中，不仅记载了老年人交通事故次数在各年的分布情况，而且还注明了发生交通事故时老年人所采用的交通方式和老年人的性别。美国对交通事故分布情况的记录也非常细致，对驾驶员酒后驾车交通事故的统计中，记录了驾驶员的年龄、发生交通事故的时间、驾驶员的伤亡情况、车辆类型以及血液中酒精含量等相关信息。

随着我国交通安全问题的日益严重，国内针对道路交通事故分布规律也进行了一些相关研究，如交通事故生成规律研究，山区道路交通事故以及寒冷地区交通事故分布特点等的研究。但同国外相比，我国的研究还不够细致。

目前国内对交通事故分布规律的研究只停留在宏观水平，缺乏对多个因素作用的综合考虑，而且研究的成果对解决实际问题帮助有限。当然，这与交通事故资料记载信息较少有着直接关系。

3. 道路交通事故危险点鉴别

国内外在鉴别交通事故危险点时，常采用的方法有交通事故数法、交通事故率法、交通事故数—交通事故率法、概率—数理统计法、安全系数法、当量交通事故数与当量交通事故率等。

比较起来，上述各种方法各有侧重点和优势，应用时也各有条件要求，其中交通事故数法的优点是简便直观，数据来源是交通事故统计数据；交通事故率法所用交通量资料比较科学，数据来源是交通事故数据和交通量数据；交通事故数—交通事故率法综合

考虑了上述两种方法,对每一研究的道路单元进行交通事故数和交通事故率计算,通过图示的方法确定两者分布,可以借助计算机快速搜索交通事故危险点,可操作性强;概率—数理统计法、安全系数法和全系数法则需要完整的道路和交通数据,且使用过程比较复杂。鉴于目前我国交通事故的统计要求及交通事故信息表所列举的内容,采用交通事故率控制法较为适用。

另外,结合我国的实际情况,同济大学提出了适合于中国道路交通特点的分级鉴别的步骤和用于微观评价的交通事故危险点鉴别新方法——累积频率曲线法;江苏大学开发了交通事故危险点数据库,设计了道路交通事故危险点自动分析系统,使交通事故危险点的鉴别工作能快速进行。

4.道路交通事故预测

国外学者曾经用三种方法将道路几何特征和交通相关变量与道路交通事故建立关系,这三种方法分别是多元线性回归、泊松回归和负二项回归。

国内常用回归分析预测法进行道路交通事故的预测,建立的回归模型有一元的和多元的,有线性的和非线性的,其中较为典型的是北京交通工程研究所建立的死亡人数预测模型和天津城市综合研究所建立的天津市交通事故死亡人数模型。

另外,道路交通事故预测方法还有时间序列预测法(如移动平均法、指数平滑法、自回归模型、时间序列分解法),其中以吉林大学的时系列分解预测法和北京工业大学的交通事故时间序列模型为典型;以华中科技大学、公安部交通管理科学研究所等单位研究的我国基于灰色系统理论的道路交通事故死亡人数预测模型较为典型,上述两种方法多用于研究宏观预测。相应的微观预测方法主要有:北京工业大学基于数量化理论的高速公路交通事故预测方法,该方法建立了交通事故预测的数量化模型,但最终的预测模型仍属于回归分析预测模型;长沙交通学院采用改进的 *LM-BP* 网络建立道路交通事故发生的时间序列预测模型,用于短期道路交通事故预测;华南理工大学在分析道路交通事故直接损失与交通事故次数、死亡人数和受伤人数的关系后,应用模糊神经网络预测道路交通事故损失;西南交通大学建立了等间隔序列的道路交通事故灰色预测模型。

5.道路交通安全评价

国外的安全度评价方法主要有质量控制法、多元回归模型和交通冲突法。其中,质量控制法是按照质量控制理论评价某一路段上交通安全度的方法。这种方法假设任何情况下,交通事故发生的概率都服从汽车每车公里平均交通事故次数的泊松分布,并选取这一分布的置信水平,然后将某路段发生交通事故的实测值与置信水平值进行对比,如实测值大,则说明这一路段为危险路段。多元回归模型采用回归方程预测地区或路段交通事故,在此基础上对安全度进行评价。而交通冲突法是新兴的一种以交通冲突评价替代交通事故评价的安全评价方法。

在国内,同济大学利用“综合影响系数法”建立了城市道路交叉口交通安全的评价模型;北京工业大学应用灰色评价方法,对五省市的交通安全状况进行了灰色聚类评价。在其评价指标中,选用了 10 万辆自行车死亡率作为评价指标之一,但由于各地统计数据的缺乏以及不同地域的出行习惯使其不具有普遍意义,不适宜建立区域内统一的评价标准。解放军汽车管理学院于 1998 年进行了道路交通安全多层次灰关联综合评价,将综合

评价指标分为三个层次,进行灰关联评估。此外,北京工业大学建立了道路交通安全宏观模糊评价模型,选择了10万人口死亡率、万车死亡率、千公里死亡率、交通事故严重性指数、交通事故死亡指数5个指标组成评价指标集合,提出道路交通安全宏观评价的两级模糊数学模型。

6.道路冲突技术研究

交通冲突技术是国际交通安全领域新兴开发的非交通事故统计评价方法,是以大样本、快速、定量研究评价交通安全现状与改善效果的特点而区别于传统的交通事故统计评价方法。目前,交通冲突技术在世界许多国家已得到广泛应用,成为国际上用于定量研究多种交通安全(特别是地点安全)问题及其对策的重要方法。

国外的主要研究成果及结论有,*Charles V. Zegeer*等在1976年应用冲突技术评价信号交叉口绿灯信号延时系统的有效性;美国*W. d. Glouz*等在1982年对大堪萨斯城地区46个信号交叉口与非信号交叉口的交通事故与冲突进行调查,将交通事故和冲突分为12种类型,认为各类型冲突与同类型交通事故有较好的相关关系,使用模型预测的交通事故值与实际值相差很小,因而当交通事故数据不足或不尽可靠时,可以用冲突法对交叉口安全度进行快速评价;*Brian L. Allen*等通过对交叉口冲突和碰撞产生过程的分析,对交通冲突技术进行修改补充,提出后浸时间的概念,并得出结论:交通冲突技术确实能为交通工程师提供可靠的交通事故预测和评价工具;*Ezra Hauer*等在1984年论述了交通冲突技术的有效性,分析了点估计法和极大似然估计法的差别,认为后者效果较好,与实际值较为接近;英国道路交通研究所认为根据广义的冲突定义不可能找出冲突与交通事故的关系,但严重冲突却与交通事故密切相关,所以可用冲突法作为研究交叉口交通安全的快速方法;瑞典通过实验发现受伤交通事故与交通环境、交通量及车辆密切相关,可用冲突技术评价交通安全措施的效果及交叉口重新改造的效果。

目前国内外的大部分研究还集中在验证交通冲突是否可靠、确定哪种冲突类型与交通事故次数存在强相关性以及建立冲突与交通事故的换算模型。1997年北京工业大学建立了平面交叉口交通冲突概率分布模型及安全评价标准;1998年西南交通大学将城市交通安全分为特别安全、安全、安全边缘和不安全四个等级,其分级标准采用时均的冲突与混合交通当量的比值来确定;西安公路交通大学引入交通冲突技术,于2000年对郑州黄河公路大桥进行了安全评价,具有一定实际指导意义。但我国交通冲突技术研究尚处于起步阶段,现有研究程式均参照汽车交通发达国家的经验,与我国的实际交通特点结合不够,因此有必要研究开发适合中国交通特性的混合交通条件下的交通冲突技术。

7.城市交通安全改善

城市道路交通安全改善的研究一直是交通安全研究的重要目标,多年来人们提出了各种安全措施。发达国家在安全设施方面的粗放型建设已经完成,目前对管理措施已进入深入研究阶段。在信号控制方面,*Utpal*等人对信号协调后交叉口交通事故率的变化进行了研究,结果表明,交叉口在信号协调后虽然总的交通事故率没有明显变化,但交通事故的严重程度却有很大改善。近年来,交通抑制措施已为西方国家广泛采用,并建立一个独立学科,其主要是通过限制车速和减少车辆的数量来改善交通环境和降低交通事故率。

目前国内关于城市道路交通安全改善工作还处于借鉴国外的经验和研究成果阶段,主要侧重于宏观定性的描述。使用最为广泛的改善措施是设置信号控制系统、施划标线和增加安全设施等等,鉴于我国道路交通的实际情况以及经济实力,在这些措施上下功夫,还是有潜力可挖。

1.3.2 本书研究内容

1.城市道路交通安全状况及交通事故原因分析

道路交通是一个动态系统,道路交通安全是建立在其上的动态平衡,系统内任何因素的不可靠、不平衡、不稳定都可能导致种种的冲突与矛盾,产生危险或隐患,可使道路交通安全成为城市发展的制约瓶颈。在道路交通系统中,因驾驶员、车辆、道路、环境等因素的变化,都会导致系统变化,甚至恶化,如果任其发展将会导致交通事故的发生。因此城市道路交通事故的发生是上述各种因素共同作用的结果。所以,对影响城市道路交通事故的各种原因进行统计分析,确定各因素的影响程度,为建立合理的预防措施奠定基础,是交通安全研究的主要内容。为此,建立了灰色关联模型,进一步确定了人、车辆、道路、环境等各要素对交通事故的影响程度,以便使交通改善措施更具针对性。

2.城市道路交通事故分布规律

通过收集大量的城市道路交通事故资料,系统研究交通事故的分布规律,探讨我国城市道路交通事故的分布特点,进行系统的分析和研究,其对进一步研究交通事故预测和安全评价方法奠定理论基础。

3.城市道路交通事故预测

城市道路交通事故预测是对未来有可能发生的交通事故做出估计,分析未来交通事故的危险程度和发展趋势,以便能及早采取措施进行防治。对于交通事故预测,国内外提出了不少预测模型。主要是采用线性或非线性回归分析的方法。此外,国内有关研究机构也采用 *BP* 神经网络实现交通事故的时间序列预测,但 *BP* 算法具有学习速度慢,目标函数存在局部极小点的缺点,为此可采用改进的快速 *BP* 算法,即采用加动量项和自适应学习速率的方法来弥补这一不足,实现交通事故的预测。同时,本书还就交通事故次数、死亡人数、受伤人数这三者和交通事故的直接经济损失之间存在的联系,提出了基于自适应神经网络模糊推理系统的道路交通事故经济损失预测模型,在一定程度上丰富和完善了交通事故预测方法。

4.城市道路交通事故危险点鉴别

根据城市道路交通事故调查与分析资料,研究了城市道路交通事故危险点的鉴别方法。建立了运用模糊综合评价方法实现城市道路交通事故危险点判定的模型,并用该方法对昆明市的交叉口进行了交通事故危险点的鉴别工作,同时提出了交通事故危险点的整治原则、方法和策略。

5.城市道路交通安全评价

城市道路安全评价包括宏观和微观两个方面:宏观评价是指对某一区域的道路交通