

“道路交通安全智能化管控关键技术与集成示范”项目技术丛书

课题一 高速公路行车条件提升关键技术及装备研发

高速公路互通立交 交通冲突分析技术及应用

Traffic Conflict Analysis Technology and Application
in Freeway Interchange

项乔君 钟连德 李 燊 顾 欣 周 建 著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

“道路交通安全智能化管控关键技术与集成示范”项目技术丛书
课题一 高速公路行车条件提升关键技术及装备研发

高速公路互通立交 交通冲突分析技术及应用

项乔君 钟连德 李 燊 顾 欣 周 建 著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书在对高速公路互通立交交织区、合流区和分流区的交通冲突产生机理、数据采集方法、冲突分类和严重性判定等理论系统分析的基础上,对交通冲突技术在交通安全评价及应用做了系统介绍,建立了互通立交交通冲突分析方法的体系框架,并为定量研究互通立交交通安全相关问题提供了一种新思路。主要内容包括:交通冲突理论基础、交通冲突机理分析、交通数据采集方法、交通流特性分析、交通冲突分类及严重性判定、交通仿真实验设计、交通冲突分析模型构建方法、交通冲突技术的交通安全改善方法。

本书可供交通运输工程领域特别是从事交通安全教学、科研、管理的人员及交通工程、交通运输、土木工程、市政工程专业高年级本科生、研究生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

高速公路互通立交交通冲突分析技术及应用 / 项乔君等著. —北京:人民交通出版社股份有限公司,2016. 12
ISBN 978-7-114-13334-3

I. ①高… II. ①项… III. ①高速公路—互通式立交—交通拥挤—研究 IV. ①U412.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 223041 号

书 名: 高速公路互通立交交通冲突分析技术及应用

著 作 者: 项乔君 钟连德 李 燊 顾欣 周建

责任编辑: 戴慧莉

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.cpress.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 8.5

字 数: 173 千

版 次: 2016 年 12 月 第 1 版

印 次: 2016 年 12 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-13334-3

定 价: 42.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)



丛书编委会名单

主任委员 吴德金

副主任委员 张劲泉 胡 滨

主 编 李爱民 周荣贵

编 委 (按姓氏笔画排序)

万娇娜	马 亮	王 琰	刘会学
刘建蓓	孙 剑	李长城	李 勇
李 健	李 琳	吴京梅	张 帆
张铁军	张高强	陈亚莉	陈祥辉
陈 瑜	邵毅明	罗 青	周 宏
房 锐	项乔君	胡江碧	胡 钢
柳本民	钟连德	侯德藻	姜 明
贺玉龙	郭 艳	郭 敏	唐琤琤
矫成武	焦圣明	燕 科	

丛书前言

自人类进入汽车社会以来,道路交通事故就如影随形,道路交通安全问题已经成为当今世界一个严重的社会问题。为了遏制道路交通事故的发生,降低道路交通事故的危害,人类做出了不懈的努力。进入21世纪,国际社会对道路交通安全问题愈发重视,在全球范围内掀起了提高道路交通安全性的新高潮。但是遏制道路交通事故发生、缓解道路交通安全压力仍是一项长期、漫长和艰巨的任务。

高速公路是公路交通运输系统的“大动脉”,承担了我国70%以上的公路运输交通量,已成为我国综合交通运输系统的重要组成部分。然而,随着高速公路的迅速发展,高速公路交通安全状况不容乐观。一是事故死亡人数占比较大,根据公安部发布的统计数据,2014年我国高速公路事故死亡人数占比达到了9.71%。二是事故率和死亡率仍然较高,2014年亿车公里事故率和死亡率分别为1.8和1.3,虽然低于普通国、省干线公路,但近年来有所上升,且仍远高于发达国家。与高等级公路相比,低等级公路数量大、覆盖面广,是农民群众出行的主要通道,甚至是唯一途径,对促进地区发展和便于农民出行有着极其重要的作用。低等级公路事故总量占比不高,但重特大事故的比例较大。统计数据显示,2010年至2014年一次死亡10人以上的特大交通事故中,41.52%发生在低等级公路上。随着我国机动化进程的不断加快,机动车数量和居民人均出行量进一步快速增长,改善道路交通安全的压力和难度仍在增大。

交通安全是道路交通研究永恒的主题,科技进步和新技术应用则是解决道路交通安全问题的重要手段。由科技部、公安部、交通运输部三个部委联合组织实施的《国家道路交通安全科技行动计划》一期项目“重特大道路交通事故综合预防与处置集成技术开发与示范应用”已于2012年正式通过验收,项目形成了大量具有先进性和实用性的研究成果,示范效果明显,示范路网内事故数平均下降了20.1%,重特大事故数降幅为21.4%,死亡人数平均降幅27%。正是基于此,2014年国家又启动了《国家道路交通安全科技行动计划》二期项目“道路交

通安全智能化管控关键技术与集成示范”，其目标是在一期项目的基础上，利用传感网、大数据研判等先进信息技术，围绕道路交通安全的主要矛盾和突出问题，打造安全、有序的高速公路交通行车环境，实现交通行为全方位有效监管，促进重点驾驶人安全驾驶行为和习惯的养成、交通秩序根本性好转，全面提升重特大交通事故的主动防控能力。在低等级公路上重点制订低成本安全设施改善方案和设施安全规范，遏制重特重大事故发生。

课题一《高速公路行车条件提升关键技术及装备研发》、课题六《低等级公路安全防控关键技术研发及示范》是“道路交通安全智能化管控关键技术与集成示范”的重要组成部分。课题一根据高速公路行车条件提升的长期需求和国内外交通安全技术的发展，充分分析我国高速公路交通安全的现状和特点，通过自主创新和高速公路行车条件提升技术的集成应用，研发高速公路设施风险动态评估技术及系统，研究连续下坡等高风险路段以及大雾冰雪等不利行车条件下的安全预警、智能诱导、设施处置和装备应用等一系列主被动安全提升技术，重点完善安全防护设施可靠性设计和研发以及指路标志系统性设计等关键技术，并从车路适应的角度，提出车辆运行安全技术条件，形成综合安全保障技术体系，全面提升高速公路行车环境。在此基础上形成一系列标准、规范和技术指南，并应用于全行业。课题六重点针对安全问题突出的低等级公路以及农村客运，形成涵盖设计、运营、管理以及高风险路段安全提升等领域的路网、路段两级交通安全防控技术体系，形成适合低等级公路使用的安全防控成套技术，有效遏制特大交通事故多发态势，综合提升低等级公路的安全保障水平。

在科技部、公安部和交通运输部三个部委的高度重视下，调动了在各相关方向有专长的科研单位、大学、企业及行业管理单位等 30 余家单位的 400 余位研究人员，共同参加《高速公路行车条件提升关键技术及装备研发》《低等级公路安全防控关键技术研发及示范》两个课题研究、示范工程建设及标准规范编制修订工作，取得了丰硕的研究成果，并通过“产、学、研、用”相结合的方式，保证研究成果达到了“实际、实用、实效”的要求。本丛书是对《高速公路行车条件提升关键技术及装备研发》《低等级公路安全防控关键技术研发及示范》课题部分成果的总结，是《国家道路交通安全科技行动计划》项目的重要成果之一。本丛书涉及公路风险评估、道路交通流理论与运行管理、道路交通安全设计、在用护栏评价与再利用、低等级公路交通安全综合处置以及农村客运安全发展等方面。丛书将

为公路行业的运营管理及交通安全改善工作提供指导,有助于进一步提升高速公路和低等级公路的交通安全保障能力,具有重要的指导意义和实用价值。

本丛书在编写过程中,得到了交通运输部总工程师周伟,交通运输部公路局李华,交通运输部科教司庞松,交通运输部公路科学研究院王笑京、何勇、牛开民、傅宇方等领导的鼎力支持,得到了陈永耀、王彦卿、姜廷顺、杨新苗、邵春福、冯明怀、刘浩学、韩凤春和夏方庆等专家的热情指导,交通运输部公路科学研究院等 30 余家课题参加单位领导、同仁给予了大力配合,在此表示衷心感谢!书中参阅了大量的国内外文献,引述文献已尽量予以标注,但难免存在疏漏,在此对各文献作者一并致谢!

交通作为人民群众日常生活和国民经济运行的基本支撑,交通安全是一项长期和艰巨的工作,希望通过大家的共同努力,为我国交通安全事业的发展贡献微薄之力。

前 言

互通立交是高速公路的重要组成部分,是实现路网车辆转向的重要设施,对高速公路路网的通行能力和交通运行质量起关键作用。在互通立交区域内,由于车辆间的分流、合流、交织运行频繁,往往会引起主线交通流紊乱、行车速度剧烈变化、交通冲突发生概率增加、运行质量下降,成为高速公路的“瓶颈”路段和事故多发路段。以往关于互通立交的研究,主要集中在互通立交的通行能力方面,对于互通立交区域的交通安全研究则相对不足。

传统交通安全研究,多采用事故数据分析方法进行安全评价。由于事故的发生具有一定的偶然性,且事故统计资料的积累往往无法满足微观分析的需要,事故数据分析法在道路交通安全性能评价方面有很大的局限性。交通冲突技术能够克服现有事故数据不足或获取周期过长的弊端,又能够用来定量地研究交通设施的安全相关问题,在国内外的应用已较为普及。自 20 世纪 90 年代以来,我国逐步开展了交通冲突分析技术的研究,尤其在道路交叉口研究中,取得了较好成果,但在高速公路互通立交研究中是一项空白。交通条件不同导致交通流的运行特征存在较大的差异,表现在交通冲突技术中的一些核心问题,如交通冲突产生机理、交通冲突分类及交通冲突严重性划分标准等问题。

科学技术的不断发展,特别是无人机技术的广泛应用,以及视频追踪技术的不断升级,为互通立交的交通数据高质量采集与分析提供了有力支撑,解决了以往因互通立交地理位置偏远、周边高点架设视频采集设施困难等交通数据采集问题,为提出基于交通冲突的互通立交交通安全分析方法创造了基础条件。

本书依托“十二五”国家科技支撑计划《国家道路交通安全科技行动计划》中课题一——“高速公路行车条件提升关键技术及装备研发(课题编号:2014BAG01B01)”中的主要研究成果,系统地阐述了高速公路互通立交交通冲突分析方法的基本原理和关键技术,并结合实例论述了交通冲突技术应用中的主要技术环节。全书包括基础理论部分(第 2 章:交通冲突理论基础;第 3 章:交通冲突机理分析;第 4 章:交通数据采集方法;第 5 章:交通流特性分析;第 6 章:交

通冲突分类及严重性判定)和工程应用部分(第7章:交通仿真实验设计;第8章:交通冲突分析模型构建方法;第9章:基于交通冲突技术的交通安全改善方法)。

本书所涉及的基础理论主要针对互通立交设施的交织区、合流区和分流区,研究内容包括交通冲突在交通安全评价中的应用和基于交通冲突技术的分析预测模型,拓宽了交通冲突技术的应用领域。作者期望本书能够为研究互通立交交通安全问题提供一种系统的方法和思路。

本书除署名作者外,戴骏晨参与了第1章、第5章、第7章、第9章撰写;唐超参与了第2章、第3章、第4章撰写;赵世鹏参与了第6章、第8章撰写。

鉴于交通冲突技术仍处在不断探索和发展之中,加上作者水平有限,错误和不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

作 者
2016年7月

目 录

第1章 绪论 /1

1.1 高速公路互通立交交通安全现状	1
1.2 传统交通安全分析方法	3
1.3 基于交通冲突技术的交通安全分析	5
1.4 关键技术	7
1.5 主要研究内容	7

第2章 交通冲突理论基础 /9

2.1 引言	9
2.2 交通冲突定义	9
2.3 交通冲突与交通事故的关系	10
2.4 交通冲突与事故的替代性研究	11
2.5 交通冲突指标	12
2.6 基于交通冲突技术的安全评价方法	12

第3章 交通冲突机理分析 /14

3.1 引言	14
3.2 互通立交形式及组成	15
3.3 交通冲突形成过程	18
3.4 驾驶行为与交通冲突的关系	20
3.5 交通流特性与交通冲突的关系	21
3.6 几何设计与交通冲突的关系	25
3.7 其他因素与交通冲突的关系	29

第4章 交通数据采集方法 /31

4.1 引言	31
4.2 调查内容	31
4.3 调查实施流程	33
4.4 数据处理方法	36

第5章 交通流特性分析 /40

5.1 引言	40
5.2 交织区交通流特征分析	40
5.3 合流区交通流运行特征分析	43
5.4 分流区交通流运行特征分析	47

第6章 交通冲突分类及严重性判定 /50

6.1 引言.....	50
6.2 交通冲突分类.....	50
6.3 交通冲突严重性划分.....	52
6.4 综合冲突指标确定方法.....	59

第7章 交通仿真实验设计 /62

7.1 引言.....	62
7.2 仿真软件介绍.....	62
7.3 驾驶行为参数校正.....	68
7.4 仿真方案设计.....	80

第8章 交通冲突分析模型构建方法 /89

8.1 引言.....	89
8.2 交通冲突分析建模.....	89
8.3 交通安全评价方法	104

第9章 基于交通冲突技术的交通安全改善方法 /106

9.1 引言	106
9.2 改善前评价	107
9.3 互通立交可能存在的安全问题与改善措施	108
9.4 改善对策排序方法	111
9.5 改善效果评价	111
9.6 实例分析	112

第10章 结论与展望 /116

10.1 结论.....	116
10.2 展望.....	117

附录 /119

参考文献 /121

第1章 绪 论

高速公路互通立交系统包括基本路段、交织区、合流区和分流区,是一种连续流交通设施,在提升高速公路通行能力方面发挥了重要作用。互通立交作为高速公路网络节点,是整个网络服务品质提升的关键所在。因而,保证互通立交安全通畅是重中之重。

长期以来,国内外在交通安全评价领域大多采用事故统计的方法,由于事故数据是交通不安全状况的集中表现,能够表征道路交通的平均安全状况,因此采用事故数据分析道路交通安全状况具有较高的可信度。但由于中国在交通安全领域的研究起步较晚,目前尚未建立满足微观层次分析需要的交通事故统计资料,使得采用事故数据统计的方法分析道路设施的交通安全性能存在一定的局限性,加上事故的发生通常是多个不安全因素共同作用的结果,具有较大的偶然性,即使获得一定的事故统计数据,也未必能对道路设施的安全性能,特别是影响交通安全的主要症结做出准确的判断。因此,如何建立一种更有效的评价体系,可以在短期内获得安全评价的相关数据,克服事故数据采集周期过长的弊端,同时采集到的数据又能和事故数据存在一定的相关性和可替换性,能够很好地表征道路交通的真实安全水平,一直是工程技术领域研究的热点。

交通冲突技术(Traffic Conflict Technique,简称TCT),具有可观测、效率高、量化等特点,是一种非事故的交通安全分析方法。该技术在公路平面交叉口的应用已经取得了良好的效果,为其在互通立交系统的应用提供了可能。

1.1 高速公路互通立交交通安全现状

随着高速公路规模的快速增长和网络的不断完善,高速公路对促进国家社会经济发展的作用日益显著,与此同时,高速公路的交通安全状况却不容乐观。统计资料显示,我国高速公路里程占公路的总里程不足2%,而高速公路交通事故数、死亡人数和直接损失所占比例却分别占全部事故的4.55%、10.34%和31.97%^[1-3]。高速公路事故具有重特大交通事故多、伤亡率高、直接经济损失严重等特点,尤其是一些特殊路段如长

大纵坡、弯坡组合以及一些重要构造物,如桥梁、隧道和互通立交等,交通事故频繁发生。而在高速公路交通事故分布中,尽管互通立交所占里程比例不高,但发生在互通立交的交通事故却占有相当大的比例。据统计,京津塘高速公路 2002 ~ 2004 年互通立交发生的事故数占总事故数的 14%^[4];沈大高速公路 2005 年在 26 座互通立交发生的事故数有 170 起,占交通事故总数的 34%^[5]。

作为高速公路网的枢纽,互通立交的运行状态对整个路网的运行会产生显著的影响。因此,对互通立交通行能力的研究一直是高速公路一项重要的研究内容,并取得了可喜的研究成果,这些成果对指导互通立交的规划与设计发挥了重要的作用^[6]。然而,在交通安全方面的研究却相对滞后,相应研究成果在互通立交规划与设计方面的应用较少。事实上,导致互通立交交通事故频发的原因,除了不规范的驾驶行为外,道路设计指标的不合理也是诱发交通事故的重要因素。在运营管理方面,高速公路互通立交主要依靠交通工程设施,告知互通立交的可达方向、车辆行驶警告等引导车辆行驶,如标志标线等,关于标志标线设置与交通安全关系的研究甚少^[7]。高速公路的安全问题可以分为以下几方面。

(1) 道路线形组合设计不合理。

道路线形几何设计不合理及多种不良线形的组合,均可能导致交通事故发生。匝道圆曲线半径、渐变段曲率、坡度以及超高的组合设计较为复杂,指标取值不合理,容易造成车辆翻车,特别是对于大型客货车,因车辆磨损大、车辆性能较差,对线形指标值的选取要求更高。

(2) 匝道出入口端部设计不合理。

匝道出入口是实现主线与匝道交通转换的部分,是事故和冲突多发区域。匝道端部设计要考虑匝道与主线的连接形式、变速车道长度、速度一致性、视距等要素。加速车道长度不足,导致匝道车辆汇入主线时速度太低,容易发生追尾事故;减速车道不足,主线驶出车辆运行速度与匝道设计速度不协调,容易造成追尾和翻车事故。匝道出入口端部陡坡和急弯组合,导致匝道车辆观察主线车辆视线受阻、视距不足等问题。

(3) 交通标志标线设置不合理。

出口预告标志设置位置不合理、版面设计过于复杂、信息量过多、版面模糊未及时更新等问题,会导致驾驶人未及时得到明确的指引,内侧车道车辆未及时换至外侧车道,容易在出口位置出现强行变道或者危险倒车的现象。标线磨损严重、箭头和字迹模糊、反光性能差,也可能导致车辆发生侧击事故。

(4) 不良天气的影响。

冰雪、下雨、强风、团雾等不良天气会大大影响车辆性能、路面摩擦、视距以及驾驶人的驾驶能力,由于互通立交复杂的构造形式和交通流特性,往往造成连续追尾、翻车等事故,同时,恶劣天气的影响下,能见度大大降低,容易发生二次事故。

1.2 传统交通安全分析方法

缓解高速公路互通立交交通安全形势的首要且关键的一步是进行交通安全分析,在认清互通立交交通安全机理、交通安全水平的基础上,可为相关部门提供参考,从而修订、完善相关标准、规范以及制订有效的安全改善措施。传统交通安全分析方法主要包括:交通事故分析、交通安全诊断和交通流稳定性分析。

1.2.1 交通事故分析

交通事故分析方法是通过对交通事故数据的采集,获取研究对象事故数据,根据一系列的事故计算指标进行安全分析,从不同的角度审视道路存在的交通安全风险,目的在于查明交通事故的总体现状,发现事故发展的整体规律以及各种影响因素对事故的作用,从宏观、中观和微观三个层面上认识事故的分布与演变规律。交通事故指标在道路交通安全分析与评价方面有广泛的应用,主要体现在宏观层面分析事故发生规律、微观层面查找事故黑点和交通安全设计方案评价三个方面。

(1) 分析事故发生规律。

研究一个区域的交通事故指标,可以帮助我们找出事故发展趋势及发展规律,从而发现城市、区域、路网的交通安全症结,在宏观方面进行制订交通安全政策,指导交通安全规划。

(2) 查找事故黑点。

事故黑点为事故多发点,是通常所说的事故易发点、危险地点。

事故黑点是指在一定的时段内,发生的交通事故指标具有统计学意义地超过了规定阈值的位置(点、路段或区域)。从交通安全规划、设计角度考虑,事故黑点为在一定的条件下,道路条件对驾驶技能要求远远超出了正常的驾驶人驾驶能力的位置。

交通事故黑点的鉴别标准是指在具体判别道路网特定地点(点、段、区域)是否危险,亦即交通事故多发和交通事故损失严重的可能性是否明显高于道路网中其他地点时所依据的定量化指标。确定道路的交通事故黑点鉴别标准时,通常主要考虑交通事故的发生次数和交通事故的损失情况这两项因素。另外,交通事故黑点的鉴别标准是与一定的鉴别方法相对应的,采用什么样的鉴别方法,就会有一套与之相对应的、特定的鉴别标准存在。

(3) 交通安全设计方案评价。

事故评价法是评价交通设施最常采用的方法,其中包括事故数、事故率、事故严重程度等评价模型。事故评价法以事故及事故率为评价指标,用数学统计建立道路的事故模型,对道路事故率和事故严重程度的分布进行统计分析,得出基于统计分析的安全分析方法。运用事故评价法进行交通安全评价,可以准确地寻求道路交通设施中存在的

主要问题,指导交通安全设计。

1.2.2 交通安全诊断

交通安全诊断是应用系统工程的原理和方法,对道路设施事故发生的原因、显著性和可能造成事故的恶性程度及各种隐患形式进行定性和定量分析。安全诊断基于交通安全分析的基础,不同于单纯的安全性能评价,安全诊断和改善的目的在于发现和分析影响交通安全的主要问题,针对问题提出经济有效的解决方案,指导交通安全设计。

道路交通安全诊断是从现有的状况出发,从工程、设施及交通环境等方面对道路设施交通安全进行系统的诊断和改善分析。

(1) 交通安全影响因素分析。

经过资料的收集和研究,将可能存在的影响安全的因素按照几何条件、交通控制和交通环境进行分类,再对每一大类进行分类,得到一系列子类,以此类推,罗列出所有与交通安全有关的因素,并经过现场调查和反复论证,最后确定各类道路设施的交通安全主要影响因素;然后,在此基础上设计出交通安全问题诊断表。

(2) 评判标准的制订。

为了消除工程应用人员主观判断的偏差,针对各类道路交通设施交通安全的每个影响因素制订了显著性和可能造成事故恶性程度的评判标准。制订的主要依据是目前的规范、标准、研究资料、实践经验及专家的建议等。

(3) 交通安全影响因素排序方法。

在现场调查时,根据各类道路设施交通安全诊断存在的主要问题,分别从显著性和恶性程度两个方面进行诊断并依据评判标准进行排序分析,通过回归分析的方法确定了排序模型中显著性和恶性程度的权重,并由此建立起交通安全影响因素的排序方法。

(4) 改善对策。

依据各类道路设施交通安全影响因素的分类,列出所有可能的交通安全改善对策,并根据交通安全问题和实际情况进行补充和筛选,最后得到交通安全改善对策。

(5) 改善对策排序方法。

依据发达国家的研究资料并结合我国的国情,建立和改善对策(事故折减系数)分析方法;通过对文献资料的研究和广泛分析,制订改善对策的成因(工程造价)分析方法。在改善对策成本和效益分析方法的基础上提出改善对策的排序方法,建立改善对策的排序模型。

1.2.3 交通流稳定性分析

交通流稳定性描述的是一种状态,在这种状态下,道路系统各要素协调配合,交通流中车辆行为差距不大,驾驶人感受到安全和舒适。这需要工程技术人员通过一些可测性指标描述这种状态。度量交通流稳定性的指标主要是速度指标。

根据观测,影响交通性能的并非是单点的运行速度,而是运行速度的变化轨迹。美国的相关研究表明,道路相邻平曲线段的运行速度落差大(即速度梯度大),则该曲线的安全记录就差,具体数据见表 1-1。

运行速度变化趋势与交通事故率的相关性 表 1-1

运行速度梯度	平曲线个数	3 年累计事故数	交通周转量 (百万车公里)	事故率 (事故/百万车公里)
$\Delta v_{85} \leq 10\text{km/h}$	4518	1483	3206.06	0.46
$10\text{km/h} < \Delta v_{85} \leq 20\text{km/h}$	622	217	150.46	1.44
$\Delta v_{85} > 20\text{km/h}$	147	47	17.05	2.76
合计	5287	1747	3373.57	0.52

注: Δv_{85} 为相邻区段的 85% 位车速的偏差(梯度)值。

由表 1-1 可以看出,三组不同运行速度梯度的道路区段,其事故率水平有着显著的差异,表现出速度梯度越大,则事故率越高的趋势。

1.3 基于交通冲突技术的交通安全分析

传统基于事故数据的交通安全分析方法往往由于数据不全而使应用受到限制;交通安全诊断则更适用于区域交通安全的改善;交通流稳定性分析能较好地反映影响交通安全的机理性因素,但现有的交通流稳定性分析往往深度不足,并且该方法可作为更接近于事故产生机理的交通冲突分析方法的基础。

因此,本书采用基于交通冲突技术的评价方法,其具有如下显而易见的优点:

- (1)相比与基于交通事故数据的分析,交通冲突技术可以在短期内获得交通安全评价指标,便于交通安全改善决策;
- (2)改善结果可以在短期内得到反馈并继续优化,从而提高了安全提升的效率;
- (3)可以通过观测获得驾驶人行为特性,贴近事故产生机理。

多年来,交通冲突技术受到一系列专家与学者的关注,并对其投入实际应用做出了大量的科研工作。然而交通冲突技术在高速公路互通立交方面的应用仍然较少,将此技术引入该领域将有效地促进互通立交安全评价的实效性,为解决严峻的交通安全形势提供了一个新思路。

1.3.1 交通冲突技术简介

交通事故是交通安全状况的集中体现,能够表征道路的平均安全状况,采用事故数据分析道路交通安全状况可信度较高。然而,这种可靠性是基于两个基本条件的,一是要有足够的样本,即事故数量要能够满足统计分析的需要,偶发的交通事故不能真实地反映道路的交通安全水平;二是交通事故数据要分类统计,每一数据类要有相似的道路

与交通条件,高速公路与普通道路的数据不具有可比性,某交叉口由无信号交叉口改造成信号交叉口,改造前的数据不能用于改造后的交通安全分析。也就是说,应用交通事故数据进行交通安全分析时,我们希望获得尽可能多的交通事故数据,但又希望这些事故是在相似的道路和交通条件下发生的,这在很大程度上限制了交通事故分析方法的应用。

如何在短时间内获得交通安全分析相关数据,同时采集到的数据又能和事故数据存在一定的相关性和可替换性,能够很好地表征道路交通的真实安全水平,一直是交通安全技术领域研究的热点,交通冲突技术(Traffic Conflict Technique, TCT)就是在这样的背景下发展起来的。交通冲突分析技术在我国有很好的应用前景。

交通冲突(Traffic Conflict)定义为两个或两个以上道路使用者在同一时间、空间上互相接近,除非另一方采取相应的避险行为,否则会发生碰撞。相似于交通事故,交通冲突也可表述为两个交通行为者在空间运动时相互作用的结果。交通事故与交通冲突的成因及发生过程完全相似,从这种意义上说,交通事故也可归属于交通冲突范畴,两者之间唯一的区别在于是否发生了有损害的后果。

1.3.2 交通冲突分析方法的可靠性

交通冲突方法克服了事故数据缺乏或在短期内较难获得的弊端,工程技术人员可以通过对交通冲突数据的快速采集和分析处理,开展交通安全评价、诊断和事故预测等方面的工作。但是,交通冲突毕竟不是交通安全的直接指标,为保证交通冲突分析的可靠性,需要注意以下几个技术环节。

(1) 数据采集的可靠性是前提。

对交通安全状况的准确评价,一个基本前提就是采集大量的交通冲突数据。交通冲突样本量不仅需要满足调查精度的要求,还需要根据具体的道路设施交通事故的特点对交通冲突进行合理的分类。如在高速公路基本路段,事故形态多以追尾和侧击为主,交通冲突可以划分为追尾冲突和侧击冲突,而在交叉口,事故形态远多于高速公路基本路段,冲突类型划分相应也要多于高速公路基本路段的冲突类型。此外,由于目前交通冲突数据尚不能实现自动采集,需要通过现场观测(或视频回放)后进行人工判断才能获得,这就要求数据观测点要能够俯视调查区域全貌。

(2) 冲突严重性的判定是基础。

交通冲突的严重程度越高,与交通事故之间的关联性也越高,属于需要解决的重要安全隐患点,同时有利于解决主要问题。因此,确定交通冲突严重等级划分标准并对样本进行严重等级分类是交通冲突分析技术的基础工作。

(3) 冲突机理的研究是关键。

交通安全研究的最终目的是为了改善现有的安全状况,交通冲突作为交通不安全状况的体现,其产生与人、车、路、环境等诸因素均有一定的关系,在诸多因素中,找出与