

道路交通工程

李正宜 张维全 曾静康 编著

重庆大学出版社

道 路 交 通 工 程

李正宜 张维全 曾静康 编著

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书总结和收集了近年来国内、外交通工程的实践经验与科研成果,并结合我国实际进行系统地阐述。

全书包括:道路交通中人、车、路的特性;交通流特性及其理论;交通调查与数据分析;道路通行能力;道路交通规划;道路交通管理与控制;道路交通安全和环境保护。

本书可作为交通工程专业和公路与城市道路专业大学本科的专业课教材,也可作为交通运输管理工程专业与汽车运用工程专业的专业基础课教材,还可供公路与城市道路交通的规划、设计、管理、科研等部门的工程技术人员参考。

道 路 交 通 工 程

李正宜 张维全 曾静康 编著

责任编辑 蒋怒安

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆大学出版社印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 15.25 字数: 381千

1992年1月第1版 1992年1月第1次印刷

印数: 1—4000

标准书号: ISBN 7-5624-0437-2 定价: 4.37元
U·6

序

伴随我国经济建设的发展,道路交通事业日益兴旺。“七五”计划期间,公路总里程已突破百万公里,并完成了27条国道的整修,特别是高速公路已建成500余公里。“八五”与“九五”计划期间公路与城市道路建设方兴未艾,将处于黄金时期。交通工程由于道路等级与路网结构的提高,已呈现出了前所未有的显著效果,处于道路建设的先行、指导地位。

交通工程这一新学科在我国引进与发展仅十余年,已为广大的从事道路工程、汽车运输、城市规划、交通管理者所重视,形成不可缺少的必备知识。

李正宜副教授治学严谨,孜孜不倦,根据多年交通工程教学、培养研究生和工程实践的经验,由其主持,与曾静康、张维全合作,编著了这本《道路交通工程》,此书内容翔实新颖,条理清晰、透彻,学术性、实用性俱佳,既是优秀的专业教材,也是交通工程工作者的良好参考书。

愿交通工程的莘莘人士共同奋勉,为祖国的道路交通现代化作出更多的贡献。

西安公路学院教授

中国交通工程学会荣誉理事 **赵恩棠**

陕西省公路学会顾问

1991年2月

前 言

本书是根据公路与城市道路、运输管理工程和汽车运用三个专业的教学计划，参考了有关院校同类教材，结合教学、科研的实践编写而成。

本书的编写力求内容全面、系统、新颖、结合实际；有关名词术语采用了最新的国家标准GBJ124—88《道路工程术语标准》；在道路通行能力中参考了美国《道路通行能力手册》第三版的主要原理和方法；在交通管理与控制中按交通管理协调原则，引入了 Transyt 等较新的方法，对线控、面控的基本原理与方法进行阐述；其他如交通安全等章节，作者运用了系统工程的思想去分析道路交通问题。

全书共分十章，其中第一章、第五章、第八章和第十章由李正宜编写，第二章、第三章、第四章和第七章由张维全编写，第六章和第九章由曾静康编写。全书由李正宜统稿，张九师主审。

由于编著者水平所限，缺点、错误在所难免，恳请读者指正。

本书由邹筑煜、肖裕民同志协助绘制插图、誊写等工作，在此表示谢意。

编著者

1991.1.31.



目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 道路交通工程学的概念和研究内容	(1)
第二节 道路交通工程学的建立与发展	(3)
第三节 我国道路交通工程现状与发展趋势	(4)
第二章 道路交通中人、车、路的特性	(8)
第一节 概述	(8)
第二节 驾驶员和行人的交通特性	(8)
第三节 汽车的交通特性	(17)
第四节 道路的交通特性	(23)
第五节 人、车、路和环境在交通系统中的相互关系	(31)
第三章 交通流的基本特性	(33)
第一节 概述	(33)
第二节 交通量	(33)
第三节 车速	(41)
第四节 密度	(46)
第五节 交通流的基本参数模型	(48)
第四章 交通调查与数据分析	(53)
第一节 概述	(53)
第二节 交通量调查	(53)
第三节 车速调查	(60)
第四节 密度调查	(71)
第五节 通行能力调查	(72)
第六节 其它调查	(74)
第五章 交通流理论	(79)
第一节 概述	(79)
第二节 交通流的统计分布	(79)
第三节 排队论在交通工程中的应用	(93)
第四节 流体力学模拟理论	(98)
第五节 车辆跟踪理论	(102)
第六章 道路通行能力	(105)
第一节 概述	(105)
第二节 标志控制交叉口通行能力	(106)
第三节 环形交叉口通行能力	(110)
第四节 信号控制交叉口通行能力	(112)
第五节 一般公路通行能力	(120)
第六节 高速公路通行能力	(127)
第七章 道路交通规划	(134)
第一节 概述	(134)

第二节	交通规划的一般方法	(134)
第三节	道路交通规划的调查工作	(136)
第四节	出行产生、出行分布的预测模式	(144)
第五节	出行方式划分的预测模式	(154)
第六节	交通量分配的预测	(157)
第八章	道路交通安全	(162)
第一节	概述	(162)
第二节	道路交通事故的定义与分类	(162)
第三节	道路交通事故调查	(164)
第四节	道路交通事故原因分析	(165)
第五节	交通事故的统计分析	(178)
第六节	道路交通安全评价指标及事故预测	(182)
第七节	提高道路交通安全度的办法	(186)
第九章	道路交通管理与控制	(191)
第一节	概述	(191)
第二节	平面交叉口的管理与控制	(192)
第三节	一条干道上交通信号的协调控制	(204)
第四节	区域交通信号控制	(206)
第五节	高速公路的交通管制	(213)
第六节	交通控制中的仿真技术	(218)
第十章	道路交通环境的保护	(221)
第一节	概述	(221)
第二节	交通噪声的污染与控制	(221)
第三节	道路交通废气污染及其防治	(229)
第四节	道路交通振动的防治	(233)
参考文献		(235)

第一章 绪 论

第一节 道路交通工程学的概念和研究内容

一、道路交通工程学的定义及其相关学科

交通是人、车、物和信息在两地之间的往来、传递和输送的总称。它是人们生产和生活活动所引起的信息交往和客货流通的需要而必然产生的事物，随着人类社会生产发展而不断地发展着。现代交通是由道路（含公路与城市道路）、铁路、水运、航空和管道五种主要运输方式所构成。利用道路作为交通方式的，称为道路交通。道路交通工程学是研究公路与城市道路交通的一门学科，常简称为交通工程学。

交通工程学还是一门正在发展中的新兴边缘学科，世界上对其定义尚有多种提法，现仅将具代表性的述后。

美国交通工程师协会对交通工程学的定义为：交通工程学是研究道路规划、几何设计与交通管理，研究路网、车站以及与之相邻接的土地等同交通方式的关系，为使人和物的运输达到安全、有效和便利的目的。

著名的澳大利亚交通工程教授布伦敦给交通工程学下的定义是：交通工程学是关于交通和旅行的量测科学，是研究交通流和交通发生规律的科学，为了使人和物安全而有效地移动，把这些科学知识应用于交通系统的规划、设计和营运的领域。

概括而言，交通工程学是一门研究道路交通问题的边缘学科。它是研究道路交通各基本要素相互之间的时间和空间关系，使之获得最佳配合，从而达到安全、通畅、经济、舒适和低公害，充分发挥交通效能的科学。其主要研究的内容是：交通流特性及其理论，交通规划，交通设计，交通安全和交通管理与控制等。

交通工程学不同于一般的工程学，它是一种由自然科学和社会科学相互渗透、相互交叉的多种相关学科组成的边缘科学。它所研究的内容，不仅与车、路、环境等的工程因素有关，而且与人的生理、心理因素有关，还与社会、经济、政治的因素有关。在研究的过程中，既要以静态的观点研究道路工程技术，车辆构造及其技术特性等问题，还要用动态的观点，以交通流为中心，去综合研究交通体系中的人、车、路三大要素在交通流中的特性，以及三者在这个动态环境中的作用与相互关系。

交通工程不仅是把道路工程学、汽车工程学、运输工程和环境工程学综合在一个交通系统中，去探讨如何发挥交通的最大效能，它还涉及到城市规划学、国土学、人机工程学、心理学、生理学、系统工程学、运筹学、应用数学、电子工程、电子计算机、自动控制等学科。

由于交通工程学的内容涉及到以下五个方面：法规（Enforcement），教育（Education），工程（Engineering），环境（Enviroment），能源（Engergy），这五者的字首都是E，所以人们直观地把交通工程俗称为“五E”科学。

二、交通工程学的内容

交通工程学的主要内容有以下方面。

（一）道路交通中人、车、路的特性

1. 驾驶员和行人的特性

驾驶员在道路交通中起着主导作用；行人在我国当前交通单元中所占的数量很大，但他们又是交通事故中的弱者。这二者的特性是交通流量、流向的预测；交通规划；交通设施的设计；交通管理与控制措施；以及其它交通安全措施等的重要依据之一。他们的主要特性有：驾驶员和行人在交通中的心理与生理特性、视觉特性、反应特性、驾驶特性及差异特性等。

2. 汽车的特性

汽车交通是道路交通中主要方式，其构造特性如车身长度、宽度、自重、载重和在道路上的运动特性、动力特性、操纵特性、稳定性、通过性与经济性等，可为道路设计、交通设施的设计与安置及交通管制、交通安全、交通环境保护等提供基本依据。

3. 道路的特性

道路是交通的基础，各种道路的几何线形、视距、路幅的布设，各种几何尺寸，路面状况等对交通流特性、道路通行能力、交通安全、交通管理等提供基本参数。

4. 道路交通环境

道路交通环境的存在是车辆运行的客观依托，其质量如何，直接影响到道路的安全与通畅。反之，当交通环境受到交通污染，又将危及交通的正常运行。

（二）交通流基本特性及其基本参数的调查

交通流是交通工程研究的中心，其时间、空间特性可通过基本参数表征，能体现其基本特性的参数为交通量、车速、密度。交通调查中除对这三项基本参数进行调查外，还包括对交叉口和路段通行能力的调查，延误调查，人流、车流、货流的起迄点调查，交通安全调查等。通过调查所收集到的实际资料，是交通规划、交通管制、交通安全措施等的基础资料。

（三）交通流理论

交通流理论是对各种不同密度的交通流状态的基本参数间的关系，运用宏观与微观的方法，进行研究，所获的基本特性及其规律与模型。目前，以其不同的适用范围，大体可概括为概率统计分布方法和排队论、跟车理论与流体力学模拟理论的方法。据有关资料，一种适合于交通流任何状态的理论正在探索之中。

（四）道路通行能力

研究各种道路的路段及其各式交叉口在各种情况下，所能通过车辆的数量、即道路的能力。这是用以度量道路疏导车辆能力的一项定量指标。是作为交通规划、道路规划与设计和交通管制的重要依据。

（五）交通规划

研究交通发展与国民经济发展和土地利用与人口发展之间的关系，提出道路交通与国民经济发展相适应或促进国民经济发展方面的统筹部署，即在确定规划期限、目标的基础上，根据交通调查、分析和预测以及社会经济效益估价等，制定的交通结构与道路网规划。它是区域或城市总体规划的重要组成部分，是道路网规划的基础。交通规划的基础是地区或城市的总体规划及其土地利用和人口发展规划等。交通规划的程序是从现状交通出行调查和经济调查着手，预测规划年的出行分布，交通方式划分和交通量在路段上的分配，然后作出对规划的评价，提出实施方案。

（六） 交通管理与控制

交通管理与控制的研究，是根据交通工程学的原理，运用科学的方法与手段，采取技术上、行政上和法制等措施，探求合理地引导、组织和限制交通流，以达到交通的安全、快速、畅通和低公害的目的。现在常用的办法是：在技术方面有画地面标线，设置各种标志与信号，包括对一个交叉口或危险地段的“点控”，对一条路线的“线控”和对某个区域或城市的“面控”。此外还常采用渠化交通，单向交通等办法；在行政管理方面有错时上、下班，限制车辆的流向等；在法制管理方面有加强对驾驶员的管理和对车辆的检验等；此外，还有宣传、教育等方面的措施。交通管理与控制的目的是在现有的道路条件下，使各交通要素达到协调一致，从而保障交通的安全、畅通与低公害。

（七） 交通安全

研究交通事故在时间与空间的分布规律，分析产生事故的各种原因，建立安全度评价指标体系，宏观地预测未来交通安全状况，提出减少或避免交通事故，增强交通安全的对策或措施。

（八） 交通公害

研究因道路交通所产生的有害气体对大气和交通噪声与振动等对交通环境的污染。主要研究的内容为：分析这些公害产生的原因，特性及其危害，研究其评价量度与指标，并提出降低与防治的措施。

（九） 交通工程设计

研究道路与交叉口的交通设计，如高速干道的交通检测、交通管理设施和交通安全构筑物设计，停车场、车站等交通设施的设计，道路交通通讯及用电系统的设计等。

第二节 道路交通工程学的建立与发展

纵观历史，任何一门学科的建立与发展都是与社会的经济、文化、政治以及其他诸种因素的需要有关并与其发展相适应的。交通工程学是随着人类社会经济发展所导致的车辆、道路、城市的发展，而建立与发展起来的一门学科。

早在1920年前美国已是世界上汽车工业最发达的国家，随着汽车不断广泛的运用，出现了一些交通问题，便开始了有关道路交通问题的研究。同时设立了交通工程师职务，专门从事交通的管理和交通工程的规划与设计等工作。接着相继在哈佛大学和耶鲁大学等设立专修科，培养专门的交通工程人材。1930年美国成立交通工程师学会，这便成为世界上交通工程学诞生的重要标志。

30年代交通工程学创立之初，由于当时汽车数量增长很快，车速也大为提高，由此对交通安全的要求提上了议事日程。与此同期，德国于1928年至1932年开始修建了从科隆到波恩的世界上第一条高速公路。美、法、日、英也相继修建了高速公路。这一时期着重研究了车与路的关系，几何线形，路幅与车道布置和路面质量对行车的影响等，并开始研究自动控制信号、交通法规等。

40年代，由于汽车拥有量及城市人口的增加，为适应交通需求，促使人们去研究交通规划和各种城市交通方式的特点及综合性城市交通运输等问题。

50年代，为挽回第二次世界大战对社会经济等方面的破坏所产生的损失，各工业发达国家

家在道路建设与汽车工业等方面都有了大发展。汽车数量迅猛增加,可以说进入了“汽车化”时代(Motorization),与此同时,城市人口增长速度加快,尤其是郊区人口迅速增加,城市规模扩大,相应地出现了城市“郊区化”,城市的新建住宅区与卫星城等距市区越来越远,高速路应运而生。就在这一年代的中期,美国建成了高速道路系统。其他工业发达国家也加快了高速道路的建设。这一时期出现了交通拥挤阻塞,车速降低,交通事故增多,停车难,交通公害严重等问题,由此相应地着重研究了道路通行能力,线形设计,立体交叉,停车等问题。1959年在美国底特律市召开了交通流理论学术讨论会,这标志着交通流理论的诞生。

60年代,汽车数量仍继续激增,尤以小汽车为盛,城市“郊区化”继续发展,致使交通拥挤,事故频发,人身伤亡和经济损失严重。美国在交通事故中的人与财物的损失几乎等于全国新建、改建和养护费用之总和。这一时期研究的重点是OD(起、迄点)调查,交通规划,综合治理城市交通,交通标号志,高速多层次互通立交。开始运用电子计算机控制交通,主要用在城市信号灯的自动控制和交通规划所调查的数据处理等方面。这一时期提倡了渠化交通(Traffic channelized),还开始发展对新型交通系统的研究。

70年代,美国、西德、日本、英国、法国等已基本形成了以高速路为骨干的全国公路网,出现了交通自动控制的新时代。但汽车数量、行程、油耗的增长都超过了道路扩建速度。出现了事故频繁,污染严重等交通公害。为提高道路使用率,约束客流量。提倡“多乘员化”(Carpooling),即“多乘员车辆”、“多乘员车道”、“多乘员存车区”等。该时期研究的重点是:步行化和恢复公共交通;车流分布调查;公交OD路线合理分配;管理自动化;使用低损耗车;并进而从城市结构、区域布局、交通体系等宏观布局上去进行研究。1974年出现石油危机后,进一步研究交通规划,减少不必要的客流,加强对环境污染的防治等。随着学术研究内容的扩充,美国将交通(Traffic)工程师学会更名为运输(Transportation)工程师学会。

进入80年代以来,交通工程学原理在一些国家运用的结果,从减少交通事故发生的次数及其损失等方面都取得有效的成绩。从发展中又进一步对人在交通中的生理、心理特征;人体生理节律等方面进行研究,并将道路、线形组合对司机的视觉诱导,提高交通管理自动化程度等进行了深入的研究。此外还对道路通行能力计算进行了更加结合实际的修正,由于电子计算机的广泛运用,在交通管理、车辆检验、交通调查手段和数据的整理与分析等方面都达到飞跃的发展。为满足社会对交通日益增长的需求,在新交通体系的研究方面也在不断地深入中。

第三节 我国道路交通工程现状与发展趋势

一、现状

交通工程学在工业发达国家仅70年的历史,是一门新兴学科。我国早在50年代中期便在一些大城市开始了交通流的调查工作,并出版过一些有关道路的书。但作为一门新兴的综合性独立学科,在我国创立和发展至今仅有约20年的历史。80年代初美籍华人学者张秋先生来华讲学以及10余年来张先生每年来的讲学,对我国现代交通工程学的蓬勃发展起到了积极地推动作用。我国虽起步较晚,但有各级交通、公安、城建等部门的相互配合与支持,

还有许多发达国家的经验、教训可资借鉴,因而发展较快。

(一) 加强了交通工程的学术组织与建设

自1981年中国公路学会交通工程学会成立以来,已有20几个省市成立了交通工程学会。一些省、市的工程和研究单位及高等院校成立了交通工程专业或系,招收了各种层次的专科生、本科生、硕士生和博士生。交通、城建、公安等部门都积极开展交通工程学的学术研究与交流活动,出版了不少全国性和地方性的著作与刊物,开展了交通工程基本知识的宣传。目前已形成了一个全国性的学术活动体系。

(二) 开展了基础性的调查研究工作

1980至1981年期间,在全国公路部门对国道开展了交通调查和经济调查,获得大量的统计资料,基本掌握了全国约10万公里省级以上干道的交通动态。目前交通部门已设立连续式长期观测站183个,间隙式观测站11262个(1989年)。已基本形成了全国公路交通调查网和一支强大的技术队伍。1984年起每年都汇编一本全国的交通流量手册,对交通量的各种分布,交通组成,交通量变化规律等的分析提供了基础资料。近来又编写了《公路交通调查指南》对公路建设的规划、设计、管理及某些工程项目的可行性研究等提供了可靠的依据。一些大城市开展了客、货流,自行车流的起、迄点调查,为城市交通的规划和管理提供了必要的科学依据。

据国家建设所需和工农业生产的布局,参照国外公路建设与管理的经验和国道网设置的理论,1981年颁发试行了国家干线公路网。从我国实际出发,近来又颁发了以北京为中心的放射形和东西横向与南北纵向相结合的国家干线公路网。国家干线的设置与布局对全国公路建设与规划起到了指导作用。一些大城市开展了道路规划工作,对城市建设起到促进的作用。在公路建设方面制订了项目可行性研究编制办法及经济效益分析办法,最近又提出了公路建设五年计划的系统优化法的数学模型,对公路建设五年计划的制定决策,并可为直接社会效益最大目标提供科学的方法。

(三) 在交通控制与管理方面

近几年来,交通部门与公安部门协同配合,运用交通工程学原理,建立、健全了交通法规。于1986年颁布了《道路交通标志和标线》国家标准(GB—5768—86)。继后,于1988年由国务院发布了《中华人民共和国道路交通管理条例》,同时,有关部门还制定了有关道路交通安全方面的规章制度,初步提出了道路交通安全度评价方法与衡量指标。在一些大城市的道路与公路干线的交叉点上,运用了单点定周期或单点感应式自动信号控制机。在一些高等级公路和城市干道上实行了线控制。北京、大连、上海、南京、深圳等城市还实行了区域面控制。在有关检测仪器方面已制成自行车、汽车的检测设备,流量自动计录仪,微型雷达测速仪和反光标志,自控灯光显示标志等。结合我国存在“混合交通”等实际情况,研究了信号交叉口的道路标线设计法,结合公路技术改造,逐步改善了道路设施,有的已达到现代化水平,因而,有效地提高了道路通行能力和行车的安全保证。

(四) 城市交通规划和道路规划

随着城市建设改革开放的深入发展,城市人口的增加,汽车拥有量的递增速度年平均为13%,而自行车为17%。目前,我国已有100万以上人口的城市30个,50至100万人口的28个,少于50万的392个,城市规模尚在扩大之中。

不少城市出现了交通拥挤、堵塞,事故增加,对交通的需求日益提高。为配合城市的发

展和造就一个良好的投资环境，不少城市已作出道路网规划。有的城市则科学地从交通规划入手，进行了居民出行调查和车流与货流出行调查，并于此基础上作出交通规划及路网规划。如北京、天津、上海、南京、深圳、石家庄、贵阳、成都、重庆等城市都不同程度地开展了这方面的工作。但此项工作属于城市这个复杂大系统的一项基础工作，涉及面宽，工作量大而繁，矛盾多，有的城市已历时近五年尚未结束；有的城市仅对居民出行作了部分调查；有的进行了车流、货流的出行调查；有的则进一步于此基础上作出了交通规划，并依此为基础作出路网规划。为城市建设的决策提供了科学的、有力的依据。

目前，各个地区和城市对道路交通规划的重视程度还有所不同。有的虽重视路网规划，但却并不以交通规划为依据，以致改建或新建的道路，在建成后很短时间内，就发生拥挤、堵塞，事故增加，不符合交通的要求。而与此相反，有的高等级道路建成后，车流量却很少或事故频发。有的高等级道路待工程竣工后，再补作交通工程设计，以至出现了前修后又挖，不仅影响到道路的使用效益，还造成经济上的大浪费。有的工程则由于缺乏交通规划，就勉强地、主观地进行道路规划，以致对道路的起、迄点、控制点，技术标准的确定，在路线、路基、路面和其他结构工程的设计时，对交通工程的要求和设计没有考虑或考虑不够。在竣工通车后，出现了“混合交通”等问题时，只得再补作交通设计。然而，因地形、环境或道路标高等限制，已难以弥补，因而形成了一个人、车、路、环境不协调的道路交通系统，或需作较大投入方能求得协调。上述问题，究其原因，大都产生于缺乏交通规划，或不按应有的交通规划程序办事的结果。

二、发展趋势

当前交通部已提出了我国交通建设的长远规划设想，即从第八个五年计划开始，用几个五年计划的时间，建设公路主骨架、水运主通道和港站主枢纽，以适应国民经济和社会发展的需要。通过干线公路，将全国重要城市、工业中心、交通枢纽和对外口岸连接起来，逐步形成与国民经济发展格局相适应，与其他运输方式相协调，由高速公路和一二级汽车专用路组成的快速、安全的国道主干线系统。我国现已有高速公路、汽车专用路和一级公路近3800公里、二级公路2.7万公里。已为“八五”规划打下了坚实的基础。

从汽车运输方面看，近10年中新的客货运量和周转量比前30年还多，公路运输在全国总运网中汽车客运已占81%，公路货运也达74%。

展望到21世纪20年代，我国公路网的主骨架将改建完成，我国高速公路及高等级汽车专用公路也将基本成网。届时我国的公路建设及汽车工业的规模将达到工业发达国家90年代的水平。城市道路交通也必将得到相应的发展。因此在近30年内，我国的交通工程在监控、通信传输、交通安全设施、路上服务设施、环境保护及交通管理等方面都必须有一个飞跃的发展。

据上述态势，在交通工程的各个方面基本达到：

（一） 交通规划与路网规划将更趋完善

交通规划与路网规划的理论与方法的研究将更加符合我国实际并得到加强，对现行基于繁重OD调查资料的程序可望有所变革，微型电子计算机将广泛应用于交通规划之中。公路交通规划逐步提出并趋完善。城市道路交通规划将在现有几个大城市已进行的基础上更加广泛运用于全国所有大城市和中等城市。

（二）交通管理与控制日趋现代化，交通安全度大为提高

为配合我国现代化交通的建设，必将促进各项交通法规的建立与健全。随着在汽车专用公路和其他高等级公路上妥善解决了混合交通问题，会在不少国道、主干道路上实行“线控”。在不少大城市内实现“面控”。现代化电子和光纤自动控制系统将更加广泛地得到推广。因交通法规的健全、管理技术趋于现代化，加之其他措施的推进，必将促使道路交通安全度迅速提高。道路交通事故率在世界上名列前茅的状况必将得到改变。

（三）电脑在道路交通系统中的应用日趋广泛

为配合我国新兴的复杂的交通动态系统现代化建设的需要，从交通流基本资料的收集与分析和应用中，以及交通规划所需的有关道路交通和经济状况资料的调查到有关动态预测模型与交通流分配模型的建立等，都必将广泛地运用电脑。道路交通数据库及交通经济数据库的建立也必将迅速推广电脑的应用。随着道路交通现代化控制的推广，“线控”、“面控”的实施也将更加迅速、深入、灵活地运用电子与光纤技术。

（四）新型交通体系的建立

随着国民经济的发展，客流、车流、货流的不断增加，道路交通量将随之增长，对车速的要求亦高。而当可供道路扩展的土地和以燃油为动力的现型结构的车辆速度有限的情况下，在某些大城市主干道和高速公路上，必将视具体的地形、环境和资金的可能，发展某些新型交通体系和新动力车辆。如快速有轨电车（LRT）和载人快速系统（PRT）等。

（五）人体工程学应用在交通工程中的研究得到深入

我国当前道路交通事故及发生的频率均未能得到有效地控制，其事故率在世界上属前列，其中由于驾驶员的原因所占的比例为70%至80%。因此，要提高道路交通安全度，必将更加深入地研究道路交通心理学和交通生理学等人体工程方面的问题，如驾驶员、骑自行车人和行人的心理特征、道路交通安全管理心理、道路交通工程心理和道路交通环境心理特性以及人一车动态系统的信息反馈等。通过一系列的深入研究，采取相应的办法，以提高驾驶员、骑自行车人和行人对道路交通的适应能力。

（六）对道路线形、美化、交通环境保护等方面的研究得到相当重视

随着我国交通现代化水平和人民生活水平、文化素质的提高，必将对道路交通提出更高的要求。相应地，在道路线形设计、技术标准及其基础理论的水平等均会有较大地提高。这不仅能使道路结构与所在地区的自然条件、交通情况、土地利用情况及人口发展等相协调，并能与自然景观、生态平衡、美化等方面的要求相一致。对已有道路系统进行了技术改造，使坚持技术标准与环境美化融为一体的“GBM”工程得以实现。道路交通的环境保护、交通美学、公路美学等会得到广泛的重视。

第二章 道路交通中人、车、路的特性

第一节 概 述

道路交通是一个复杂的以交通流为中心的动态系统，它由人（行人、驾驶员、乘客）、车（汽车、自行车等）、道路和环境等交通要素组成。

道路交通作为一个具有特定功能（即达到“行”的目的）的系统，在正常营运和维修条件下能安全地完成预期的客、货运输任务，其必要且充分的条件是：系统各基本要素本身性能可靠和各要素之间的相互协调。即：

系统的主导——人（主要是驾驶员）必须具有合格的操作技能，合格的驾驶知识和经验，良好的习惯和情绪以及充沛的体力，在复杂的道路交通条件下不致发生交通事故。

车辆（汽车）——具有良好的技术性能（主要是操纵性和稳定性），保证操作（转向、加速、制动等）灵活，可靠。

道路——具有较高的质量，保证车辆不致于因道路线形不良，路面滑溜或结构物失稳、破坏而造成交通事故。

环境（包括社会环境和道路环境）——道路环境应适应司机的视觉心理特征，保证行车安全；社会环境应形成人人懂得交通法规，遵守交通法规的良好社会风气，为道路交通系统的正常运行创造一个良好的外部条件。

上述各要素相辅相成，只有在各要素相互协调时，系统才能维持平衡，交通的通畅和安全才能得到保证。如若系统中某一要素出现问题，与其它要素不相协调时，则系统即失去平衡，导致交通不畅和交通事故的可能发生。

人们常说：道路是交通的基础，车辆是交通的工具，而人是交通的主导——道路和车辆的使用者，环境是交通的外部条件。其各自的特性如何，如何有机的协调它们之间的空间和时间关系，则是交通工程学研究的主要内容。本章主要介绍人、车、路的交通特性。

第二节 驾驶员和行人的交通特性

道路交通中的人包括驾驶员、行人和乘客；人是交通系统的主导。人在交通行为中的心理和生理特性是属于交通心理学的范畴。

驾驶员在驾驶车辆过程中，总是遵循着刺激—感知—感觉—判断—行动这样一个活动规律，即遵循S—O—R模式。（S——Stimulus刺激，O——Organism人，R——Response反应）。

人的交通特性涉及的内容较多，诸如驾驶员的操作特性、反应特性、个人差异特性，驾驶员的视觉特性，驾驶员疲劳，饮酒与驾驶，人体生理节律等，以及生活环境与驾驶时的心理特点，行人的心理状态，交通安全教育等。

一、驾驶员特性

（一）操纵特性

汽车的操纵是通过驾驶员在汽车（车内环境）与道路（车外环境）之间来实现的。人和

驾驶装置组成人一机控制系统。驾驶员通过视、听、触觉正确地收集一切交通信息，从收集到的信息中，经大脑的分析作出安全行车的各种判断，根据判断准确无误地操纵方向盘、制动器和变速器等来完成驾驶作业。反应、判断、操作三个环节中有一个出现差错都会引起交通事故。

在人一机系统中，驾驶员、车辆、道路环境的关系如图 2-1 所示。

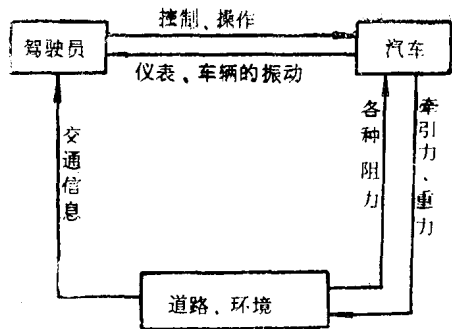


图 2-1 驾驶员、车辆、道路环境的关系

驾驶员利用方向盘、加速踏板、制动器等操纵汽车在道路上行驶，而汽车的牵引力、重力则通过轮胎作用到路面上，汽车在行驶过程中承受着各种阻力，如滚动阻力、空气阻力、爬坡阻力、加速阻力等，这些阻力随时都在影响着汽车的行驶状态。驾驶员通过仪表能获得车辆行驶状态变化的信息，随时改变驾驶操作，使汽车适应道路、交通环境的变化而正常运行。这个系统把人、车、路、环境有机的联系在一起。因此，在这个系统中，驾驶员是作为运动着的汽车的中枢而存在，故驾驶员的意志、欲望、感情、情绪、气质、疲劳、酒精含量、药物选用等，对人一机系统的调节起着主导作用，因此人的操纵特性对保证行车安全有着极密切的关系。

(二) 反应特性

反应是回答某种刺激所产生的动作。

当人接受外界因素刺激（如声、光、振动等）时，会立刻产生反应。人对外界因素的刺激通过视觉、听觉、触觉等感觉器官转换成信息，经过相当程度的处理后，由相应的传输系统传到中枢神经，再由中枢神经对信息进行识别、判断、决策，然后向有关部位（脚、手等）发出指令，作出反应。

从接受刺激，到作出反应动作，所需要的时间，称为反应时间；根据接受刺激的数目，供决策的反应动作种类不同，反将反应时间分为简单反应时间和复杂反应时间。简单反应时间是对一种刺激，只需相应做一种动作所需的反应时间。而复杂（选择）反应时间是对两种以上的刺激，需分析根据不同情况采取一种以上动作所需的反应时间。驾驶员所需的反应时间一般均为复杂反应时间，因为驾驶员在驾驶过程中所遇到的情况是异常复杂的，是一个识别、判断、反应的过程。

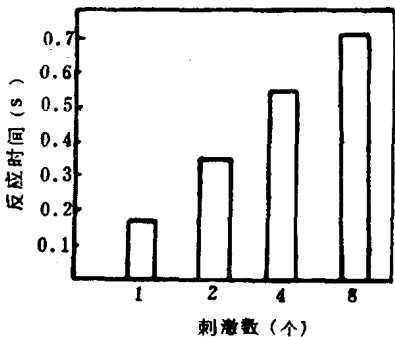


图 2-2 刺激数与反应时间

反应时间的长短因受刺激因素的强弱，刺激时间的长短，刺激次数的多寡，刺激种类，反应的运动器官等的不同而不相同。见图 2-2，表 2-1，表 2-2，表 2-3。

反应时间与刺激数的关系如下

$$RT=K\log_2(n+1) \tag{2-1}$$

式中 RT——反应时间 (s)；

K ——常数;

n ——刺激数(个)。

对就驾驶员而言,其特别重要的概念,就是制动反应时间,现以紧急制动加以说明,见图2-3。

对比度与反应时间关系 表2-2

刺激物与背景	反应时间(s)
红与黑	0.197
红与绿	0.203
红与黄	0.217
红与橙	0.246

刺激物与反应时间关系 表2-1

感觉(刺激物)	反应时间(s)
触觉(接触)	0.11—0.16
听觉(声音)	0.12—0.16
视觉(光线)	0.15—0.20
嗅觉(气味)	0.20—0.80

运动器官与反应时间关系 表2-3

运 动 器 官	反应时间(s)
手	左 0.144
	右 0.147
脚	左 0.179
	右 0.174

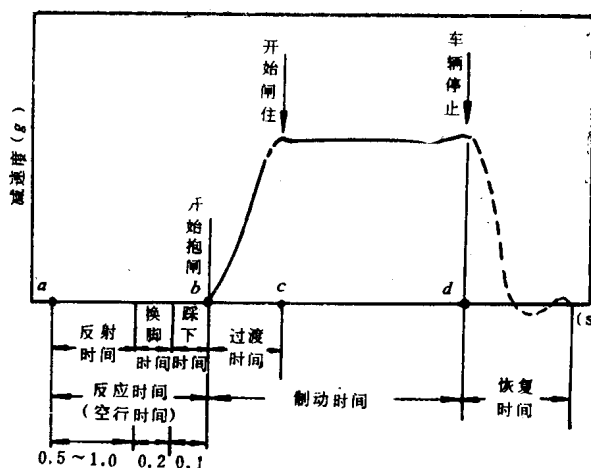


图2-3 制动动作和减速度

驾驶员从发现红灯到把右脚移到制动踏板上踩下到开始抱闸所需的时间($a-b$),称为制动反应时间。从开始抱闸到出现最大制动力(开始闸住)的时间($b-c$)称为过渡时间。从出现开始闸住到汽车停住的时间($c-d$)称为持续制动时间。如果把这三个时间中的任何一个缩短,就能缩短整个刹车时间。但缩短制动器的过渡时间和持续制动时间,涉及到汽车的设计和制造技术,不是交通心理学的范畴,这里仅研究如何缩短制动反应时间,目的在于使反应更为及时。

国外有人对驾驶员进行调查,总结出他们9个月事故次数与制动反应时间关系,如表2-4所示。

从表上看,9个月发生13—17次的驾驶员,平均制动反应时间为0.89s;而出事故0—1次的驾驶员,平均制动反应时间只有0.57s。可见制动反应时间长的人,事故次数多。

(三) 视觉特性

由可见光波作用于眼球视网膜所引起的生理反应产生视觉,其中与驾驶车辆密切相关的有视力、视野、色彩感觉、适应和眩目等。

事故次数与制动反应时间关系 表2-4

9个月中的事故次数 (次)	制动反应时间 (平均,s)
0—1次组	0.57
2—3次组	0.70
4—7次组	0.72
8—9次组	0.86
10—12次组	0.86
13—17次组	0.89