

82

高等学校教材

Jiaotong Gongcheng Xue

# 交通工程学

李江等编著



A0970129

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书系统地介绍了交通工程的基本概念和基础理论,着重阐述了道路交通要素特性、交通调查、交通流理论、道路通行能力、交通信号控制、道路交通过规划、交通安全、城市公共交通系统、智能运输系统以及交通工程的最新发展动态等有关内容。

本书可作为交通工程、交通运输、土木工程、城市规划等专业的本科生教材,也可作为硕士生入学考试的指定参考书,或作为城市交通规划、公路交通、城市规划等领域规划、设计与管理部门技术人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

交通工程学/李江等编著.-北京:人民交通出版社,  
2002  
ISBN 7-114-04295-7

I.交… II.李… III.交通工程学 IV.U491

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第037188号

### 高等学校教材 交 通 工 程 学

李 江 等编著

正文设计:孙立宁 责任校对:戴瑞萍 责任印制:张 恺

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:19 字数:480千

2002年7月 第1版

2002年7月 第1版 第1次印刷

印数:0001~3500册 定价:30.00元

ISBN 7-114-04295-7

U · 03151

# 前 言

交通工程学是随着道路工程、汽车、车辆交通控制、信息采集、数据传输及自动化、智能化等有关道路交通的科学技术发展而逐步丰富形成的一门边缘学科,是为解决交通问题提供基础理论及基本技术的一门学科,是一门集自然科学与社会科学于一体的综合性学科,它涉及工程、法规、教育、环境、能源、经济等诸多领域。

本书总结与吸收了国内外近年来交通工程领域内的最新研究成果和实践经验,在多年的教学和研究工作的基础上编写完成。考虑到交通工程学科综合性、系统性、交叉性、动态性的特点,书中注重交通工程基本概念、基本理论及基本方法的阐述。

本书第一、二、五、九章由吉林大学交通学院李江(教授)撰写,第七、十二、十三章由丁同强(在职博士生)撰写;第四章由哈尔滨工业大学孟祥海(副教授)撰写;第六、十章分别由昆明理工大学交通学院朱明轩(副教授)、成卫(在职博士生)撰写;第十一章由山东理工大学交通与车辆工程学院贾洪飞(博士)撰写;第八章由山东交通学院交通工程系刘廷新(副教授)撰写;第三章由内蒙古大学职业技术学院交通运输系李富仓(高级讲师)撰写。全书由李江教授统稿,哈尔滨工业大学裴玉龙教授主审。

本书在编著过程中,得到了吉林大学交通学院博士、硕士研究生魏丽英、王晓原、阎松申、杨少辉、矫成武、程三伟、张林林等同学的大力支持和帮助,在此,谨向支持、协助、鼓励、提供方便的单位和同志致以诚挚的谢意。

由于作者学识有限,书中错误和疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编著者  
2002年5月

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
第一节 交通运输工程学与交通工程学.....	1
第二节 交通工程学的主要内容及其作用.....	3
第三节 道路交通系统.....	5
第四节 交通工程学的产生与发展.....	5
第五节 交通工程学在我国的发展.....	7
第六节 交通工程学的相关学科.....	9
<b>第二章 人、车辆、道路的交通特性</b> .....	11
第一节 人的交通特性 .....	11
第二节 车辆的交通特性 .....	25
第三节 道路的交通特性 .....	33
<b>第三章 交通流特性</b> .....	51
第一节 概述 .....	51
第二节 交通量和流率 .....	51
第三节 速度 .....	57
第四节 交通流密度 .....	60
第五节 车头间距和车头时距 .....	61
第六节 连续流特性 .....	62
第七节 间断流特性 .....	65
<b>第四章 交通调查</b> .....	69
第一节 概述 .....	69
第二节 交通量调查 .....	70
第三节 速度调查 .....	79
第四节 交通流密度调查 .....	85
第五节 交通延误调查 .....	89
<b>第五章 交通流理论</b> .....	94
第一节 概述 .....	94
第二节 交通流特性参数的统计分布 .....	94
第三节 排队论及其应用.....	100
第四节 跟驰理论简介.....	103
第五节 交通波理论.....	105
第六节 可插车间隙理论介绍.....	108
<b>第六章 道路通行能力</b> .....	111
第一节 概述.....	111
第二节 城市道路通行能力.....	117

第三节	公共交通线路通行能力	144
第四节	公路路段通行能力	146
第五节	高速公路基本路段通行能力	149
<b>第七章</b>	<b>交通信号控制</b>	<b>154</b>
第一节	概述	154
第二节	单点信号控制	158
第三节	主干路信号协调控制	162
第四节	区域信号控制	167
<b>第八章</b>	<b>道路交通规划</b>	<b>173</b>
第一节	概述	173
第二节	交通规划的调查工作	174
第三节	交通需求预测	178
第四节	交通规划的制定	185
第五节	规划方案的评价	187
<b>第九章</b>	<b>交通安全</b>	<b>190</b>
第一节	概述	190
第二节	交通事故调查与处理	193
第三节	交通事故统计分析与管理	199
第四节	交通事故预测及预防	208
第五节	交通安全评价	218
<b>第十章</b>	<b>城市公共交通系统</b>	<b>229</b>
第一节	概述	229
第二节	城市公共交通规划	232
第三节	公共交通客运能力	239
第四节	轻轨交通	241
第五节	城市公共交通系统的综合评价体系	243
第六节	新型公共交通	245
第七节	智能公共交通系统	246
<b>第十一章</b>	<b>停车场的规划与设计</b>	<b>250</b>
第一节	概述	250
第二节	车辆停放特征与停车调查	251
第三节	停车场的规划	253
第四节	机动车停车场的设计	255
第五节	自行车停车场设计	259
<b>第十二章</b>	<b>道路交通环境保护</b>	<b>261</b>
第一节	概述	261
第二节	大气污染	263
第三节	噪声污染	266
第四节	振动污染	269
<b>第十三章</b>	<b>智能运输系统</b>	<b>272</b>

第一节	概述	272
第二节	先进的出行者信息系统	275
第三节	国外智能运输系统研究的进展	279
第四节	国内智能运输系统研究的进展	283
附录	交通工程中常用的概率统计知识	286
名词汇编		291

# 第一章 绪 论

## 第一节 交通运输工程学与交通工程学

### 一、交通运输工程学

随着社会的发展,人们对交通运输需求的迅速增长,从而形成了现代的交通运输业。交通运输是国民经济的重要组成部分,在整个社会机制中起着纽带作用。交通运输既是衔接生产和消费的一个重要环节,又是人们在政治、经济、文化、军事等方面联系交往的手段。因此,交通运输在现代社会的各个方面起着十分重要的作用。

交通运输工程学(Transportation engineering)是把现代技术和科学原理应用于各种运输方式中运输设施的规划、功能设计、运营和管理,以实现安全、迅速、舒适、方便、经济和与环境相协调地运送旅客和货物。

交通运输是国民经济的基础产业,也是一个面向全社会的服务系统,该系统将无数个产生社会活动的地点联结起来。这些地点可以是组成社会有机整体的部分,如居民点、商业中心、工矿区、农业区、旅游点等等,也可以是一个地区、国家的组成部分。

交通运输系统由5种运输方式(子系统)组成,即铁路、公路、水路、航空、管道。各种交通运输方式应统筹规划、合理分工、扬长避短、协调发展,以提高综合运输能力,适应国民经济可持续发展的需要。

完成交通运输任务有3个基本要素:

#### 1. 路线(Links)

- (1)实有路线,如轨道、道路、管道、运输带、索道等;
- (2)虚有路线,如航海路线、航空路线等。

#### 2. 载运工具(Means of moving persons and goods)

- (1)轮船、飞机、汽车和火车等;
- (2)传送带、缆车、管道等。

#### 3. 枢纽站(Terminals)

枢纽站主要包括出行和运货的起、终点,转换运输方式的中间站点,载运工具的停放地点等。

- (1)大型站——飞机场、港口、火车站和公共汽车端点站、停车设施等;
- (2)小型站——装卸货码头、公共汽车车站、居住区的车库等;
- (3)非正式站——路边的停车带和装卸货区。

交通运输的5种方式之间是彼此互补和竞争的关系。当某种方式用先进技术装备起来时,该方式便兴旺发达,占有较大的市场份额。各种运输方式可用3个属性来评价:

普遍性——系统的可达性、路线的直接性和处理各种需求的适应性。

机动性——处理运量的能力(载运能力)和敏捷性(速度)。

效率——系统的生产率。直接费用与间接费用之间的关系。投资和运营是直接费用。间接费用是反映环境影响和不可定量的(如安全)费用。

交通运输工程学涉及的主要学科领域和研究方向如下:

(1)铁道、公路、城市道路和机场的规划、设计、施工、养护是本学科中研究的重要内容,以高速重载铁路、高速公路、快速城市干道和现代化机场工程等为主攻方向。从发展趋势看,铁路上部建筑及公路路面和机场地面设施的功能尚需进一步完善,并着重研究各种新技术、新材料、新工艺在该学科领域的应用,以适应重载及高速列车、新型汽车和大型现代化飞机的运行发展需要。为使线路和机场的设计更为经济合理,采用优化及自动化设计已成为迫切需要。

(2)交通运输中的载运工具必须适应重载、高速、高效、安全运输的需要。这就给载运工具的结构及运用的可靠性、科学性和安全性研究,载运工具在运行过程中的动态性能与环境影响的研究,载运工具的维修、诊断以及轮轨(路、航道)相互作用的研究等方面提出了许多亟待解决的新课题。

(3)为保证交通运输安全,提高运输效益和效率,建设智能化、综合化的交通信息控制系统,对信息采集、处理和传输、信息集成与控制等技术提出了更高更新的要求。因此,必须加强运输控制现代化、运输过程自动化与运输信息集成化的研究和应用。

(4)交通运输要实现经济、高效与安全,必须加强交通运输系统总体规划,运行技术及运输管理的研究。要利用最优化的理论和方法、计算机技术等进一步研究如何科学地组织运输生产,实现运营管理现代化。要着重研究利用现代化技术手段来提高载运工具的运行效益,研究物流过程中的技术经济规律,研究现代客运系统和城市交通的规划与管理。

(5)要进一步研究人、载运工具、交通环境及各种附属设施的相互作用和各种运输方式相互衔接而产生的技术和经济问题,研究交通运输的发展对社会经济需要的适应以及环保、城市规划、土地利用诸方面的协调问题。

(6)随着铁道、公路、水路及航空的发展,安全问题日益突出,在技术密集和资金密集的条件下,交通事故所造成的人员伤亡和物资损失也日趋严重,而交通运输安全技术和保障问题仍是当前交通运输业的薄弱环节,急需深入研究交通运输过程中的安全运行规律和提供安全技术保障。

## 二、交通工程学

由于世界各国学者认识问题的角度、观点和研究方法不同,对交通工程学(Traffic Engineering)的定义也有多种提法,目前尚无世界公认的统一定义。

1983年,美国交通工程师协会(American Institute of Traffic Engineers)指出:交通工程学(亦称道路交通工程)是交通运输工程的一个分支,它涉及到道路的规划、几何设计、运营和道路网、终点站、毗邻地带以及道路交通与其他运输方式的关系。

澳大利亚著名交通工程学家 W. R. Blunden 的定义为:交通工程学是关于交通和旅行的计测科学,是研究交通流和交通发生的基本规律的科学。为了使人和物安全有效地移动,将此学科的知识用于交通系统的规划、设计和运营。

我国的一些交通工程学者认为:交通工程学是研究交通规律及其应用的一门技术科学。

20世纪70年代以来,国外一些专家明确指出:交通工程学只有将工程(Engineering)、教育(Education)、法规(Enforcement)、环境(Environment)和能源(Energy)5个方面综合起来考虑,才能



保证人、车、路之间合理的时间和空间关系。由于工程、教育、法规、环境和能源这 5 个英文字母都是字母 E,所以,人们常称交通工程学科为“5 个 E”学科。

总之,交通工程学是以人(驾驶员、行人和乘客)为主体、以交通流为中心、以道路为基础,将这三方面的内容统一在交通系统中进行研究,综合处理道路交通中人、车、路、环境四者之间的时间和空间关系的学科。它的目的是提高道路的通行能力和运输效率、减少交通事故、降低能源机件损耗、公害程度与运输费用,从而达到安全、迅速、经济、舒适和低公害的目的。

## 第二节 交通工程学的主要内容及其作用

### 一、交通工程学的内容

随着科学技术的进步和人们对交通需求的增加,交通工程学科作为运输学科的一个重要分支得到了迅速的发展,学科领域不断扩大,学科的内容也日趋丰富。交通工程学的主要内容包括以下几个方面:

#### 1. 交通特性(Traffic characteristics)

##### 1)人(驾驶员、行人和乘客)的交通特性(Critical characteristics of road users)

人的交通特性主要研究驾驶员的视觉特性、反应特性、酒精对驾驶的危害性、驾驶员的职业适应性,以及疲劳、情绪、意志、注意力等对行车的影响;行人和乘客的交通需求、心理特征和习惯等。

##### 2)车辆(机动车、非机动车)的交通特性(Critical characteristics of vehicles)

车辆的交通特性主要研究车辆的几何尺寸、质量等车辆的外部特征;研究车辆的动力性、制动性、通过性、稳定性、机动性等运行特性;研究车辆拥有量及其增长规律和对需求量的适应性;车辆组成对车辆运行的影响等。

##### 3)道路(公路、城市道路、交叉口及交通枢纽)的交通特性(Critical characteristics of highways)

道路的交通特性主要是研究道路网的布局、结构如何适应交通的发展;道路线形如何满足安全行车的要求;道路与环境如何协调等。

##### 4)交通流的交通特性(Traffic-stream characteristics)

交通流的交通特性主要研究交通流的 3 个参数——流量、速度、密度特征及其在时间与空间环境中的相互作用关系,同时要研究车头时距分布、延误等。

#### 2. 交通调查(Traffic studies)

包括交通量、交通速度、交通密度、交通延误的调查,(居民、车辆)出行调查,道路及交叉口的通行能力调查,交通事故及违章调查,公共交通及停车场调查,交通污染(大气、噪声)调查等。

#### 3. 交通流理论(Traffic flow theory)

研究不同密度的交通流特性与其表达参数之间的关系,寻求最适合交通状态的理论模型。目前已有的模型有:车辆跟驰理论、概率论、排队论、流体力学理论等,从宏观和微观的角度研究连续车流、间断车流和混合车流的变化规律。

#### 4. 道路的通行能力和服务水平(Capacity and level-of-service)

包括城市道路、一般公路、高速公路通行能力的分析方法,交叉口(无控制交叉口、环形交叉口、信号交叉口、立体交叉口)通行能力的分析方法,公共交通线路(常规公交线、地铁轻轨

线等)通行能力及线网运输能力的分析方法,服务水平的分级及划分标准等。

#### 5. 交通规划(Transportation planning)

包括城市交通需求、区域综合运输需求、公路交通需求的预测方法,网络交通流的动态、静态分配模型,城市道路网络、公共交通网络、公路网络的规划方法,道路交通规划的评价技术。

#### 6. 交通事故与安全(Traffic accident and safety)

主要研究交通事故发生的统计分布规律;交通事故的各种影响因素分析;交通安全评价;安全改善及其效益分析与评价;交通事故的预测等。

#### 7. 交通管理与控制(Traffic management and control)

包括道路交通安全法规制定、交通系统管理(TSM)策略、交通需求管理(TDM)策略、交通运行组织管理、交叉口交通控制、干线交通控制、区域交通控制、交通管理策略的计算机模拟及定量化评价技术等。

#### 8. 停车场及服务设施(Parking and service facilities)

研究停车需求,对停车场进行规划、设计和管理,讨论交通服务设施的布点、规模和经营等。

#### 9. 公共交通(Public transportation)

讨论各种公共交通工具的特点、适用条件以及各种交通方式的相互配合,并探索新的交通方式,为居民提供方便的公共交通系统。

#### 10. 交通系统的可持续发展规划(Persistent development planning)

研究交通合理结构的规划,交通环境污染(大气污染、声污染、振动等)的预测、评价及预防,交通能耗的预测与评价,交通系统中其他资源消耗的预测与评价,交通系统可持续发展的保障体系等。

#### 11. 交通工程的新理论、新方法、新技术(New theory and technology)

交通工程是一门新学科,它随着科学技术的发展而发展,目前,交通工程的新理论、新方法、新技术主要集中在智能运输系统(ITS)方面,包括现代通信技术、计算机技术、信息技术、管理技术、控制技术在交通管理中的应用,如车辆卫星导航技术、高速公路自动收费技术、自动高速公路等都是ITS的核心内容。

## 二、交通工程学的作用

交通工程学研究的内容涉及道路交通及运输工程的各个方面。总结国内外研究和运用交通工程学的实践以及交通工程学在发展过程中所显示的作用,可以概括为以下几点:

(1)能够促进道路交通综合治理方案的形成和实施,促使交通事故全面下降。

(2)能够有效地减少和避免交通拥挤、混乱状况,提高交通运输效率和运输企业的经济效益。

(3)能够通过改善道路交通环境达到既提高道路通行能力又减轻驾驶员劳动强度的效果;通过对驾驶员交通心理及生理特性的研究和运用,实施对驾驶员的科学管理,提高安全驾驶率。

(4)能够促使车辆和道路在质量和数量上协调发展,提高交通规划和公路网规划水平及道路的整体设计和施工水平。

(5)能够增进汽车驾驶员、乘客、行人、骑自行车者等道路使用者的安全感和舒适感,减少道路运输中的货物损失。

(6)能够减少空气污染、交通噪声等交通公害。

(7)能够提高各项交通工作(含车辆运行管理、公路运输行业和企业化管理)的管理水平、服务水平和法制教育水平等。

### 第三节 道路交通系统

道路交通系统是一个由人、车、路、环境(含交通控制装置)组成的整体,每个组成部分都有其独立的功能或特性,按照特定的方式有规律地运行着,由此实现安全通畅的目标。

图 1-1 是道路交通系统的构造模型,图中表明了人、车、路、环境四者的关系,是道路交通工程学要研究的中心内容。这个概念模型反映了交通系统组成要素的实质内容,所以能系统明确地以动态的观点为交通工程技术的应用指明方向,并提出解决问题的可靠途径。

道路交通系统的研究对象是交通流,目标是安全、通畅。道路的主要特点是:动态、开式。所谓动态是指系统中的各要素随空间、时间的推移而发生变化。开式是指不仅道路交通系统内部人、车、路、环境相互联系密切,而且系统本身还受国家政策、人民生活方式,文化水平,经济条件等影响,因此对该系统不能离开社会现实孤立地进行研究。

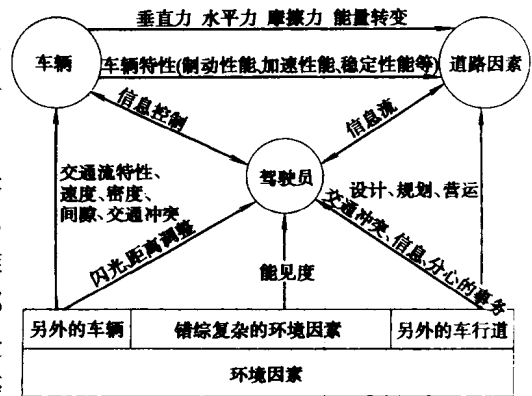


图 1-1 道路交通系统组成的概念模型

### 第四节 交通工程学的产生与发展

#### 一、交通工程学的产生

汽车的出现,使道路交通产生了第二次飞跃,即由人力和畜力的低速交通时代进入了汽车的高速交通时代。从 1885 年德国人卡尔·本茨制造了第一辆三轮汽车,到 1892 年奥托发明了四冲程内燃汽油汽车,便完成了汽车由实验型向实用型的转变,形成了现代汽车的雏形。1908 年美国亨利·福特采用标准化、专业化生产方式,大大降低了汽车的成本,使汽车成为大众普及型的交通工具。

汽车运输以其机动灵活、速度高、投资少、适应性强、可达性好等优点,得到了迅速的发展。美国是汽车运输发展最快的国家。1920 年美国已有 300 多万辆汽车,300 多万公里道路,而到 1930 年美国的汽车拥有量已达 3 000 多万辆,道路 400 多万公里,平均每 1 000 居民拥有 180 辆汽车。小汽车已成为美国人生活中不可缺少的交通工具,大城市汽车交通已相当繁忙。汽车运输的发展除了繁荣经济、方便生活外,同时也带来了交通事故、交通拥挤、车速降低、停车困难和环境污染等交通问题。为解决这些问题,人们开始重视对交通工程方面的研究工作。1921 年美国任命了第一个交通工程师;1926 年在哈佛大学创立了交通工程专修科。这一时期交通工程主要研究交通法规的制定、交通管理,设置交通信号灯以及交通标志标线等方面的问题。随着交通的需要和研究的发展,1930 年美国成立了世界上第一个交通工程师协会,并正

式提出了交通工程学的名称,这标志着交通工程学作为一门独立的工程技术科学的诞生。

## 二、交通工程学的发展

交通工程学科自 20 世纪 30 年代诞生起,经过 70 年的不断研究、应用和发展,日益得到了充实、发展和完善。其主要发展阶段为:

30 年代——主要研究车辆到达分布特性,单点自动信号控制,交通管理如何使道路适应汽车行驶及如何减少交叉口阻塞;

40 年代——主要研究交通调查、交通规划,并根据交通调查及远景交通量的预测进行合理交通设计,研究提高路面质量与交叉口通行能力计算;

50 年代——主要研究高速道路线形设计、通行能力计算,立体交叉设计,停车存放问题;

60 年代——主要研究车流特性、城市综合调查与交通渠化、交通规划及试用计算机控制交通;

70 年代——重点研究并拟定合理的交通规划,减少不必要的客流,缩短行程,倡导步行,恢复并优先发展公共交通,给汽车选择最佳运行路线,从根本上改变交通组成,从而减少交通拥挤程度和交通事故,同时加强防治交通对环境的污染;

80 年代至 90 年代初——在人的交通特性方面,开展了对驾驶员和行人的心理、生理特性以及生物节律的研究;道路通行能力的研究;汽车行驶性能(制动、转弯、撞击)以及汽车碰撞时如何保证乘车人及驾驶员安全的研究;人一机系统的研究和应用范围进一步扩大。在公路几何设计方面,过去主要是以汽车运动力学平衡原则为线形设计基础,现在发展到要考虑驾驶员的驾驶生理和心理要求,线形组合要考虑对驾驶员的视觉诱导等方面的研究。在交通规划方面,研究经济发展对交通的定量需求和交通对经济发展的影响,并体现在交通规划和道路网设计上。从宏观上研究了路网密度的理论和计算公式。在交通控制方面,进行了在主要干线和主要街道上设置自动控制系统的研究以及反光标志、标线、可变标志的研究;在交通管理方面,按照交通工程学原理制定交通法规的研究;对车辆实行强制保险的研究。在设备与手段方面,交通控制与车辆检测、测试、调查分析方面的自动化程度大大提高。在公害防治和环境保护方面,进行了汽车交通噪声控制和限制废气排放标准、采取措施等工作。

目前世界各工业发达国家均集中大量人力、物力、财力,采用各种高、新技术,研究智能运输系统(Intelligent Transportation Systems, ITS),或称“智能车路系统”(Intelligent Vehicle Highway System, IVHS)。日本和欧洲起步较早,从 80 年代后期即开始运行。美国在 1991 年“地面运输方式效率法案”(Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991, ISTEA)通过后,才得到联邦政府的重视和支持。在该法案的第六章中,明确规定了 IVHS 的研究工作。美国起步虽晚,但进展较快,美国国会指令运输部最迟到 1997 年要建成自动高速公路的第一条试验路。整套智能车路系统建成后,将会大大提高公路交通的安全度和通行能力,使整个公路交通完全实现智能化。目前世界各工业发达国家已形成北美(美国、加拿大)、欧洲(有 10 多个国家参加)和日本三大研究集体,每个集体均组织了跨部门的上百个企业、高校和科研机构,积极进行子系统的开发研究。目前开发的项目很多,但概括起来主要有:先进的汽车控制系统(Advanced Vehicle Control System, AVCS),或称智能汽车控制系统;先进的交通管理系统(Advanced Traffic Management System, ATMS)或称自动高速公路系统;先进的驾驶员信息系统(Advanced Driver Information System, ADIS)。以上三项为主要的组成部分。另外,还有先进的公共运输系统、先进的公路运输系统及商用车辆运营系统等针对各个运输部门和企业的子系统。

随着现代城市的发展,人们的活动半径越来越大。城间的公路运输,其经济运距已延长到数百公里,可与其他运输方式相抗衡。这些都必将引起交通规划、交通方式、交通政策、交通组织管理等各方面的变革,推动交通工程的理论与实践不断地向前发展。当前交通工程学中如下的研究方向值得我们注意:

(1)研究交通供给管理和交通需求管理,力求减少交通需求,增大交通供给,缓解交通紧张状况;

(2)对各种运输方式综合运用的研究。主要是研究各种运输方式的功能与适用条件,尽量发挥各自的优势。另外,还要研究各种运输方式的衔接,以便形成有效的交通系统。在城市交通中,还研究向立体空间发展的“新交通体系”。

总之,在交通工程学发展过程中,其研究内容不断拓宽。随着计算机科学的普及、系统科学、信息科学、控制论等现代科学的发展,交通工程学理论必将得到进一步丰富和发展。

## 第五节 交通工程学在我国的发展

在我国,现代交通工程学的研究始于20世纪70年代初。1973年交通部公路科学研究所就设置了交通工程研究室。70年代末,交通、城建和公安交通管理等有关部门开展了交通工程学理论学习和交通调查工作。1978年以来,以美籍华人交通工程专家张秋先生为代表的美、日、英、加等国的交通工程专家,先后在上海、北京、西安、南京、哈尔滨等城市讲学,系统介绍西方发达国家在交通规划、交通管理、交通控制及交通安全方面的建设与管理经验。国内也派出了多个代表团出国参加由英、美、日、澳、德等国举办的国际交通工程学术会议,这些活动推动了国内交通学科的产生。1980年上海市率先在国内成立了交通工程学会,1981年中国交通工程学会宣告成立,标志着我国的交通工程学已进入正规、全面、系统地科学研究阶段。到目前为止,虽然只有20多年的时间,但是我国交通工程学从无到有,已经在交通规划、交通设计、交通管理、交通监控、交通安全等领域得到较大的发展,形成了一个独立的体系。

交通工程在我国目前的发展状况,可概括为以下几个主要方面。

### 1. 建立学术和研究机构培养专业人才

自中国交通工程学会成立以来,全国已有20多个省、市、自治区成立了交通工程学会。交通、公安及城建部门成立了交通工程研究所、室,现在已有了一支相当规模的专门从事交通工程研究和设计的专业队伍,独自完成了高速公路安全、监控、通信、收费系统的设计;研制开发了我国第一个实时自适应区域交通控制系统。

现在全国有十几所高校设立了交通工程专业或开设了交通工程学课程,培养了数以百计的交通工程方向的硕士生、博士生;不断开展学术研究和学术交流,出版了交通工程方面的期刊、专著和译文;举办了多层次的培训班和专题讲座。通过这些研究活动,培养了一大批掌握交通工程系统理论的专业技术人才。

### 2. 开展了基础数据的调查

自1979年开始,按交通部的统一部署,各地公路部门在所有国道上和主要省道上设置了交通调查站,构成全国公路交通调查网,对分车型的交通量、车速、运量、起讫点等动态数据进行长期观测调查,取得了大量的统计资料,基本上掌握了国家干线路网的交通负荷与运行状况,并定期汇编《全国交通量手册》,为公路规划、交通流组成、交通量变化规律等分析提供了基础资料。

大中城市也于1982年开始了居民出行调查,道路交通调查,掌握了大量的城市客、货运出

行资料,这些资料对于道路、交通的规划、设计、管理和领导部门的决策等提供了可靠的数据。

### 3. 城市交通规划与公路网规划

天津、上海、广州、北京、南京等城市均先后开展了城市交通规划、公交线网、站点与调度优化的研究。1981年在全国公路交通普查的基础上,规划了放射与纵横相结合的国家干线公路网,共70条10多万公里;“七五”期间,又规划了由12条国道,2.5万km高速公路和汽车专用公路组成的快速、安全、高效的全国主骨架公路网。“十五”期间,公路建设以“五纵七横”国道主干线和西部地区公路建设为重点,进一步完善省际高等级公路网,强化路网建设与改造,提高技术水平,充分发挥公路运输的基础性和主通道作用。“十五”期间,全国公路将新增公路通车里程20万km,其中高速公路1万km。到2005年,全国公路通车里程将达到160万km。其中:高速公路达到2.5万km,二级以上高等级公路比重达18%,通达公路的乡(镇)和行政村比重分别达到99.5%和93%左右。实践证明,干线公路网规划对全国公路建设与规划起到了指导性作用。在我国京津塘、沈大、沪宁、广佛、广深珠、济青、贵黄、杭甬等高速公路和汽车专用公路系统的规划、设计中,解决了工程实际中的许多问题,并摸索出一套我国高等级公路系统规划、设计的原理、方法和经验。

### 4. 制定交通法规

运用交通工程学与法学原理,制定了一些交通法规,1986年颁发了国家标准GB 5768—86《道路交通标志和标线》,1987年国务院颁发了《中华人民共和国公路管理条例及实施细则》,1988年国务院颁发了《中华人民共和国道路交通管理条例》,1991年国务院颁发了《道路交通事故处理办法》,同时制定了一系列安全监理制度,交通管理处罚程序规定和交通事故分析方法等。1994年,公安部发布了《高速公路交通管理办法》,1996年国务院颁发了《城市道路管理条例》。

### 5. 交通管理与交通控制

在城市道路和干线公路实施路面划线或隔离措施,使车辆各行其道;实施人行横道线,设置行人交通信号灯,并在大城市行人集中的地方修建人行过街天桥或地道。

现在我国已研究出单点定时自动控制信号机和感应式自动控制信号机,在北京、上海、天津、深圳等地引进或安装了联动线控系统和区域自动控制系统,并在南京自主研制开发了我国第一个实时自适应城市交通控制系统,结合工程实际,独立完成了高速公路安全、监控、通信、收费系统的设计并投入运营使用,开发了一些硬件设备和控制通信软件,为我国高等级公路的现代化交通管理迈出了可喜的一步。

### 6. 交通安全设施与交通检测仪器的研制

研制了多种汽车、自行车流量自动检测记录装置、雷达测速仪、酒精检测仪、驾驶员职业适应性检测装置等,还试制了反光标志、标线、隔离、防眩、防撞、诱导等交通安全设施。这些仪器和设施对于提高交通管理水平和通行能力,保障交通安全,提供交通信息和舒适美观的交通环境等均有着重要的作用。

### 7. 交通工程学基本原理在道路交通实践中的应用

- (1)交通流特性常用作道路交通管理计划、举措和警力配置的主要依据;
- (2)大城市中心区交通系统管理(TSM)技术的应用;
- (3)城市道路平面交叉口的系统分析与综合治理;
- (4)公路增设汽车专用车道,或设慢车行道,或硬化路肩,实行分道行驶;
- (5)实施公路标准化,规范化和环境美化的GBM工程。

### 8. 计算机技术在交通工程中的应用

目前我国自行开发的交通工程计算机应用软件技术有:交通模拟软件、交通调查数据处理分析系统、交通图形信息处理软件、交通工程辅助设计软件、交通信号配时优化软件、交通事故分析软件、车辆及驾驶员档案管理系统,道路情况数据库及交通信息管理系统等。

### 9. 新理论、新技术的研究

在进行交通工程基础理论研究的同时,我国已开始将现代新理论、新技术与交通工程理论相结合,与我国交通实际相结合,以发展和完善交通工程学。如交通的熵特性研究、系统工程方法运用于交通运输,交通冲突技术运用于交叉口安全评价及事故分析,交通量及交通事故的灰色预测,交通工程的系统模糊分析和决策等。另外,已经着手开发以专家知识为基础的智能系统、知识工程、人机工程领域的新技术和方法。

## 第六节 交通工程学的相关学科

交通工程学研究的内容非常广泛,几乎涉及道路交通的各个方面。而就交通工程学这门学科来说,其基础理论是:交通流理论、交通统计学、交通心理学、汽车动力学、交通经济学。与交通工程密切相关的主要学科有:汽车工程、运输工程、人类工程、道路工程、交通规划学、环境工程、自动控制、应用数学、电子计算机等。因此,交通工程学是一门由多种学科相互渗透的新兴边缘学科。

交通工程学的研究对象、内容、目的及其相关学科如图 1-2 所示。

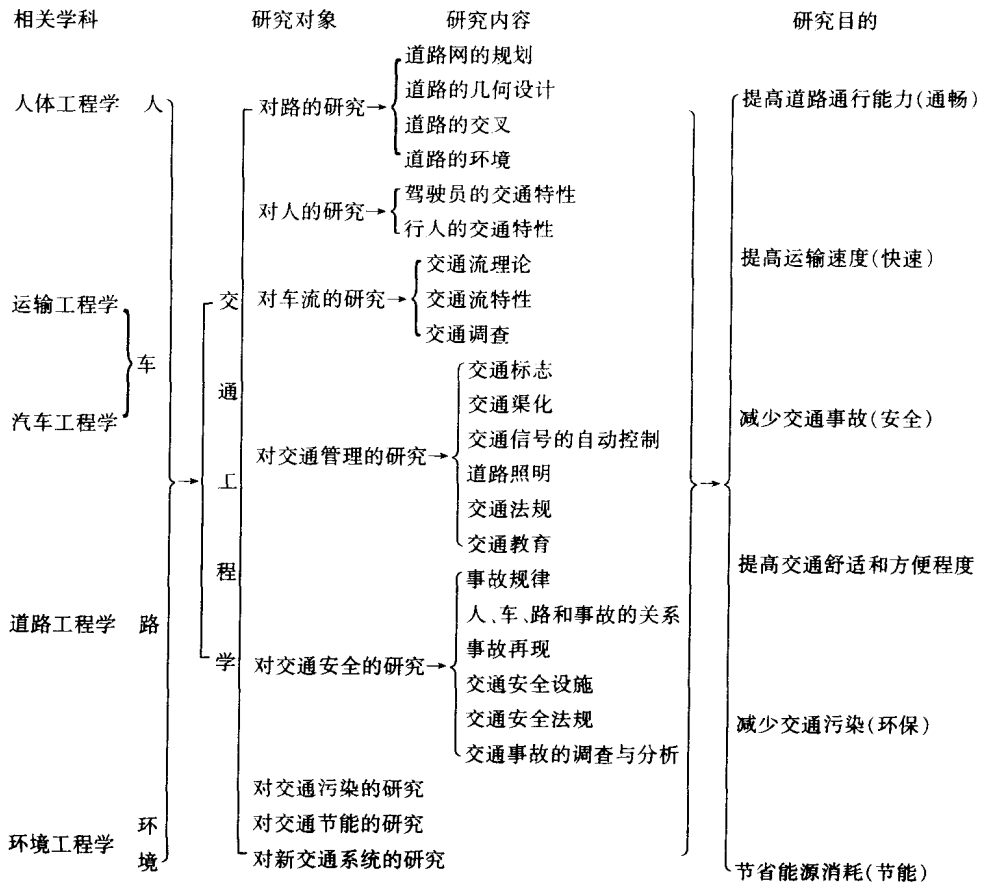


图 1-2 交通工程学研究对象、内容、目的示意图

## 复习思考题

1. 交通工程学的定义是什么？
2. 交通工程学的主要研究内容是什么？
3. 什么是道路交通系统？
4. 试述交通工程学的产生与发展的历史条件及交通工程学今后的发展趋势。
5. 试述我国现代交通工程研究与应用现状。



## 第二章 人、车辆、道路的交通特性

### 第一节 人的交通特性

#### 一、驾驶员的交通特性

道路交通系统中的人包括车辆(机动车和非机动车)驾驶员、乘客和行人,他们都是道路的使用者。其中机动车驾驶员交通特性(Critical characteristics of driver)是研究的主要对象。道路交通系统中的各种要素都是围绕着这个“特殊的”要素进行设计和运作的。随着科学技术的发展,学科的交叉渗透,对交通系统中这一最复杂因素的深入研究,使交通工程改变了纯技术学科的性质。

##### 1. 驾驶员的任务(Driver tasks)

驾驶员是道路交通系统中“会思考”的部分,其主要任务是:

(1)沿着选定的路线驾驶车辆,完成从起点到终点的运输过程,以实现人员和货物在空间上的转移。

(2)遵守交通法规,正确理解信号、标志、标线的含义,服从交通警察的指挥,自觉维护交通秩序以保证交通的安全和通畅。

(3)遇到不利情况及时调整车速或改变车辆的位置和方向,甚至停车,以避免交通事故的发生。

以上三项任务中,后两项任务决定着车辆运行的可靠性和安全程度。

##### 2. 驾驶员的信息处理过程(The Process of information disposal)

###### 1)信息处理过程

人的感觉器官可以接收到各种各样的刺激,如驾驶员的眼睛可以看见车内的仪表、车外的道路、车辆、行人、交通信号和标志,耳朵可以听见发动机和喇叭的声音,鼻子可以闻到异常气味,手脚可以感觉到振动等。所有这些可以被直接或间接感知到的各种刺激,就是这里所说的信息。

车辆在行驶过程中,驾驶员通过视、听、触觉器官从交通环境中获取信息,经过大脑进行处理,作出判断和反应,再支配手脚(运动器官)操纵汽车,使其按驾驶员的意志在道路上行进,这就是信息处理过程,见图 2-1。在这一过程中,驾驶员要受到自身一系列生理、心理因素的制约和外部条件的影响,如果在信息的采集、判断和处理的任何一个环节上发生差错,都会危及交通的安全和通畅。因此,有必要对信息处理的各个环节(阶段)以及它们之间的联系作一下简要的介绍。

###### 2)信息感知阶段(The phrase of information perception)

信息感知阶段也就是收集并理解信息的阶段。所谓感知就是感觉器官获取的信息在头脑中的反映。其具体过程是:信息先由感觉器官接收,再经传入神经传到大脑皮层,产生相应的