



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国交通土建高职高专规划教材

(第二版)

交通工程学基础

Jiaotong Gongchengxue Jichu

张郃生 易 操 高红宾 主编

裴玉龙 [哈尔滨工业大学]

张国清 [河北省交通勘察设计研究院]

主审



人民交通出版社

China Communications Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国交通土建高职高专规划教材

交通工程学基础

Jiaotong Gongchengxue Jichu

(第二版)

张郁生 易 操 高红宾 主编

裴玉龙[哈尔滨工业大学]

张国清[河北省交通勘察设计研究院]

主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本教材为普通高等教育“十一五”国家级规划教材、全国交通土建高职高专规划教材。本书主要介绍了交通工程学发展的历史、现状及存在的问题;介绍了交通流、交通调查与数据分析、道路通行能力和交通规划的基本理论与方法,以及交通事故分析、交通管理与控制、交通与环境、停车场设计等内容。本书课后附有思考题和习题供学生学习使用。

本教材适用于高等职业技术学院道路桥梁工程技术专业及其他相关专业,也可供相应专业中专学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

交通工程学基础 / 张郃生等主编. —2 版. —北京:人民交通出版社,2008.7

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 全国交通土建高职高专规划教材

ISBN 978 - 7 - 114 - 07240 - 6

I. 交… II. 张… III. 交通工程学 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 092173 号

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

书 名: 全国交通土建高职高专规划教材

交通工程学基础(第二版)

著 者: 张郃生 易 操 高红宾

责任编辑: 卢仲贤 郑蕉林

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010)59757969,59757973

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京凯通印刷厂

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 14

字 数: 346 千

版 次: 2002 年 6 月 第 1 版

2008 年 7 月 第 2 版

印 次: 2008 年 7 月 第 2 版 第 1 次印刷 总第 9 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 114 - 07240 - 6

印 数: 24001 ~ 27000 册

定 价: 25.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

全国交通土建高职高专规划教材编审委员会

主任委员 张洪滨(吉林交通职业技术学院)

副主任委员 (按姓氏笔画为序)

田 平 (河北交通职业技术学院)

刘建明 (青海交通职业技术学院)

李加林 (广东交通职业技术学院)

陆春其 (南京交通职业技术学院)

钟建民 (山西交通职业技术学院)

郭发忠 (浙江交通职业技术学院)

刘 志 (贵州交通职业技术学院)

陈方晔 (湖北交通职业技术学院)

李全文 (四川交通职业技术学院)

张润虎 (贵州交通职业技术学院)

俞高明 (安徽交通职业技术学院)

彭富强 (湖南交通职业技术学院)

委 员 (按姓氏笔画为序)

王丰胜 (安徽交通职业技术学院)

王连威 (吉林交通职业技术学院)

王常才 (安徽交通职业技术学院)

孙元桃 (宁夏交通学校)

刘福明 (南昌工程学院)

杨 平 (四川交通职业技术学院)

陈纪胜 (甘肃交通职业技术学院)

张保成 (内蒙古大学交通学院)

杨晓丰 (黑龙江工程学院)

吴继锋 (江西交通职业技术学院)

周传林 (南京交通职业技术学院)

周志坚 (福建交通职业技术学院)

易 操 (湖北城市建设职业技术学院)

赵树青 (山东交通职业学院)

晏 杉 (云南交通职业技术学院)

夏连学 (河南交通职业技术学院)

梁金江 (广西交通职业技术学院)

程兴新 (陕西省交通厅交通工程定额站)

谢远光 (重庆交通职业技术学院)

薛安顺 (陕西交通职业技术学院)

王 彤 (辽宁交通高等专科学校)

王海春 (青海交通职业技术学院)

王穗平 (河南交通职业技术学院)

刘孟良 (湖南城建职业技术学院)

李中秋 (河北交通职业技术学院)

李仕东 (鲁东大学交通学院)

沈建康 (徐州建筑职业技术学院)

张美珍 (山西交通职业技术学院)

张铁成 (广东同望科技股份有限公司)

李绪梅 (新疆交通职业技术学院)

金仲秋 (浙江交通职业技术学院)

金 桃 (贵州交通职业技术学院)

姚 丽 (辽宁交通高等专科学校)

高占云 (呼和浩特职业学院)

郭秀芹 (山东省公路高级技工学校)

栗振锋 (太原科技大学)

曹雪梅 (四川交通职业技术学院)

彭 芳 (内蒙古河套大学)

裴俊华 (甘肃林业职业技术学院)

秘 书 长 卢仲贤 (人民交通出版社)

总 序

针对高职高专教材建设与发展问题,教育部在《关于加强高职高专教材建设的若干意见》中明确指出:先用2至3年时间,解决好高职高专教材的有无问题。再用2至3年时间,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材,形成**一纲多本、优化配套**的高职高专教育教材体系。

2001年7月,由人民交通出版社发起组织,15所交通高职院校的路桥系主任和骨干教师相聚昆明,研讨交通土建高职高专教材的建设规划,提出了28种高职高专教材的编写与出版计划。后在交通部科教司路桥工程学科委员会的具体指导下,在人民交通出版社精心安排、精心组织下,于2002年7月前完成了28种路桥专业高职高专教材出版工作。

这套教材的出版发行,首先解决了交通高职教育教材的有无问题,有力支持了路桥专业高职教育的顺利发展,也受到了全国各高职院校的普遍欢迎。

随着高职教育教学改革的深入发展、高职教学经验的丰富与积累,以及本行业有关技术标准、规范的更新,本套教材在使用了2至3轮的基础上,对教材适时进行修订是十分必要的,时机也是成熟的。

2004年8月,人民交通出版社在新疆乌鲁木齐召开了有19所交通高职院校领导、系主任、骨干教师共41人参加的教材修订研讨会。会议商定了本套教材修订的基本原则、方法和具体要求。会议决定本套教材更名为“交通土建高职高专统编教材”,并成立了以吉林交通职业技术学院张洪滨为主任委员的“交通土建高职高专统编教材编审委员会”,全面负责本套教材的修订与后续补充教材的建设工作。

2005年6月,编委会在长春召开了同属交通土建大类、与路桥专业链接紧密的“工程监理专业、工程造价专业、高等级公路维护与管理专业”主干课程教材研讨会,正式规划和启动了这三个专业教材的编写出版工作。

2005年12月,教育部高等教育司发布了“关于申报普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”选题的通知(教高司函[2005]195号),人民交通出版社积极推荐本套教材参加了“十一五”国家级规划教材选题的评选。

2006年6月,经教育部组织专家评选、网上公示,本套教材中有十五种入选为“十一五”国家级规划教材,2008年1月,又有六种教材在“十一五”国家级规划教材补报中列选,共计21种,标志着广大参与本套教材编写的教师的辛勤劳动得到了社会的认可、本套教材的编写质量得到了社会的认同。

2006年7月,交通土建高职高专统编教材编审委员会及时在银川召开会议,有24所各省区交通高职院校或开办有交通土建类专业的高等学校系部主任、专业带头人、骨干教师以及人民交通出版社领导共39位代表出席了本次会议。会议就全面落实教育部“十一五”国家级规划教材的编写工作进行了研讨。与会代表一致认为必须以入选的十五种国家级规划教材为基本标准,进一步全面提升本套教材的编写质量,编审委员会将严格按照国家级规划教材的要求审稿把关,并决定本套教材更名为“**全国交通土建高职高专规划教材**”,原编委会相应更名为“**全国交通土建高职高专规划教材编审委员会**”。以期在全国绝大多数交通高职院校和开办有交通土建类专业的高等院校的参与、统筹、规划下,本套教材中有更多的进入“十一五”国家级

规划教材行列。

2007年5月,编委会在湖南长沙召开工作会议,就“十一五”国家级规划教材主参编人员的确定和教材的编写原则作出了具体安排,全面启动“十一五”国家级规划教材的编写与出版工作。

2008年4月,编委会在广东珠海召开工作会议,研讨了“工学结合”高职高专教材编写思路,决定在“十一五”国家级规划教材编写过程中,注重高职教学改革新方向,注重工程实践经验的引入,倡导“工学结合”。

本套高职高专规划教材具有以下特色:

——顺应交通高职院校人才培养模式和教学内容体系改革的要求,按照专业培养目标,进一步加强教材内容的针对性和实用性,适应学制转变,合理精简和完善内容,调整教材体系,贴近模块式教学的要求;

——实施开放式的教材编审模式,聘请高等院校知名教授和生产一线专家直接介入教材的编审工作,更加有利于对教材基本理论的严格把关,有利于反映科研生产一线的最新技术,也使得技能培训与实际密切结合;

——全面反映2003年以来的公路工程行业已颁布实施的新标准、规范;

——服务于师生、服务于教学,重点突出,逐章均配有思考题或习题,并给出本教材的参考教学大纲;

——注重学生基本素质、基本能力的培养,教材从内容上、形式上力求更加贴近实际;

——为加强学生的实际动手能力,针对《工程测量》、《道路建筑材料》等课程,本套教材特别配套有实训类辅导教材;

——为方便教学,本套教材配套有《道路工程制图多媒体教材》、《公路工程试验实训多媒体教材》、《路基路面施工与养护技术多媒体教材》、《桥涵设计多媒体教材》、《桥涵施工技术多媒体教材》、《现代道路测量仪器与技术多媒体教材》等。

本套教材的出版与修订再版,始终得到了交通部科教司路桥工程学科委员会和全国交通职教路桥专业委员会的指导与支持,凝聚了交通行业专家、教师群体的智慧和辛勤劳动。愿我们共同向精品教材的目标持续努力。

向所有关心、支持本套教材编写出版的各级领导、专家、教师、同学和朋友们致以敬意和谢意。

全国交通土建高职高专规划教材编审委员会

人民交通出版社

2008年5月

第二版前言

本书第一版是根据路桥工程学科委员会高职教材建设联络组2001年7月昆明会议上通过的路桥专业高职教材编审的原则意见和“交通高等职业技术教育路桥专业课程设置框架文件”的要求编写的。2006年6月,本书入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材,根据国家级规划教材的要求,本书在第一版的基础上进行了修订。

本书从内容和难度上充分考虑了高职学生的知识基础和路桥专业的要求,结合路桥专业的知识体系,尽量做到与路桥主干专业课内容相衔接,为公路勘测设计、路基路面工程等课程提供必要的相关知识,使学生在掌握交通工程基本理论的基础上,具备交通调查、交通分析的基本能力以及对交通规划和交通设计理论的灵活运用能力。

在本书编写过程中,对所涉及的规范采用了最新版本,对所采用数据也进行了全面更新,根据各交通职业技术学院的反馈意见,对道路交通调查、道路通行能力、道路交通规划、道路交通管理与控制、道路交通环境与保护等章节内容进行了较大修改。

本书共十章。全书由河北交通职业技术学院张郃生主编,由湖北城市建设职业技术学院易操、河北交通职业技术学院高红宾任副主编。全书由哈尔滨工业大学博士生导师裴玉龙教授和河北省交通勘察设计研究院张国清高级工程师主审。东南大学博士生导师过秀成教授对本书提出了许多建设性的意见,河北交通职业技术学院张君纬教授在本书内容的规划上提出了建设性的意见并对全书文字进行了润色。各章的编写人员为:第一、二、四章由张郃生编写;第三章由张郃生和湖北城市建设职业技术学院韩俊平编写;第五章由湖北城市建设职业技术学院韩俊平和河北交通职业技术学院张君纬、高红宾编写;第六章由张郃生和河北省交通规划设计院杜军辉编写;第七章和第九章由河北交通职业技术学院高红宾编写;第八章由湖北城市建设职业技术学院易操和湖南交通职业技术学院蒋芳超编写;第十章由湖北城市建设职业技术学院易操和河北交通职业技术学院孙琳编写。

本书在编写过程中得到了东南大学、河北交通职业技术学院、湖北城市建设职业技术学院、湖南交通职业技术学院、河北省交通规划设计院、京沪高速公路管理处、中交跨世纪公司、大广高速河北南段筹建处有关领导的大力支持;得到了河北交通职业技术学院冯卫星教授、田平教授、李中秋教授及湖南交通职业技术学院彭富强教授的关怀;哈尔滨工业大学博士生导师裴玉龙教授和河北省交通勘察设计研究院张国清高级工程师在百忙中审阅了本书;北京工业大学交通工程研究所贺玉龙教授及人民交通出版社卢仲贤编审审阅了第一稿,并提出了许多有益的修改意见;京沪高速公路管理处的祖贵文、张士兴、张春玉,中土赛科公司的董春,河北省交通厅的邱文利,中交跨世纪公司的张志伟为本书的编写提供了部分资料,河北交通职业技术学院李强绘制了本书的部分插图,在此一并表示感谢。

限于时间和编写者的水平,错误和不当之处恳请读者予以批评指正。

编者

2008年3月于石家庄

第一版前言

本书根据路桥工程学科委员会高职教材建设联络组 2001 年 7 月昆明会议上通过的路桥专业高职教材编审的原则意见和“交通高等职业技术教育路桥专业课程设置框架文件”的要求编写的。

本书从内容和难度上充分考虑了高职学员的知识基础和路桥专业的要求,结合路桥专业的知识体系,尽量做到与路桥主干专业课内容相衔接、为公路勘测设计、路基路面工程等教材提供必要的相关知识,使学员在掌握交通工程基本理论的基础上,具备交通调查、交通分析的基本能力以及运用交通规划和交通设计的知识的初步能力。

本书在编写过程中对所涉及的规范尽量采用了最新版本,所采用数据也尽最大努力进行了搜集和更新。在内容上对环境保护和智能运输交通系统采取了不同处理办法,前者独立成章,而后者只在绪论部分作了简单介绍。交通调查和交通特性分析部分均给出了具体示例和相应的表格,交通流理论部分以交通流理论简介的方式给出,道路通行能力和服务水平、道路交通规划、交通管理与控制、停车场的规划与设计、交通事故分析与安全措施等章节主要考虑了路桥专业的知识结构,着重叙述了有关内容,并对某些偏难的内容作了适当的处理。尽管如此,考虑到各学校的具体情况,可以把第四章第二节、第五节,第六章第七节、第九章作为选学内容。交通调查部分最好安排有针对性的实习,交通规划部分如有条件最好做一个课程设计。

本书共十章。全书由河北交通职业技术学院张郃生主编,人民交通出版社卢仲贤主审。各章的编写人员为:第一、二、三、四章由张郃生编写;第五、七、九章由河北交通职业技术学院高红宾编写;第六章由河北省交通规划设计院杜军辉和张郃生合编;第八章和第十章由湖南交通职业技术学院蒋芳超编写。

本书在编写过程中得到了河北交通职业技术学院、湖南交通职业技术学院、河北省交通规划设计院有关领导的大力支持,得到了河北交通职业技术学院田平高级讲师和张君纬高级讲师、湖南交通职业技术学院彭富强高级讲师及河北省交通规划设计院张国清、李恒旺两位高级工程师的大力支持和技术指导;北京工业大学交通工程研究所贺玉龙教授审阅了本教材,并提出了许多有益的修改意见,在此一并表示感谢。

限于时间和编写者的水平,错误和不当之处恳请读者予以批评指正。

编 者

2002 年 3 月于石家庄

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 交通工程学的定义	(1)
第二节 交通工程学的起源与发展	(2)
第三节 交通工程学在我国的发展	(5)
第四节 本课程的内容、目的、任务及与其他学科的关系	(8)
思考题	(10)
第二章 交通特性分析	(11)
第一节 驾驶员的交通特性	(11)
第二节 乘客和行人的交通特性	(17)
第三节 车辆的交通特性	(20)
第四节 道路的交通特性	(21)
第五节 交通量的基本特性	(24)
第六节 行车速度特性	(31)
第七节 交通流的基本特性及其相互关系	(33)
思考题	(37)
习题	(37)
第三章 交通调查与分析	(38)
第一节 概述	(38)
第二节 交通量调查	(39)
第三节 行车速度调查	(55)
第四节 交通流密度调查	(64)
第五节 交通延误调查	(68)
第六节 自行车、行人交通调查	(71)
思考题	(73)
调查案例	(73)
第四章 交通流理论	(74)
第一节 概述	(74)
第二节 交通流的统计分布特性	(75)
第三节 车辆跟驰理论	(81)
第四节 流体动力学模拟理论	(83)
思考题	(86)
习题	(86)
第五章 道路通行能力	(87)
第一节 概述	(87)
第二节 机动车道通行能力	(91)

第三节	非机动车道的通行能力	(107)
思考题	.....	(109)
第六章	交通规划	(110)
第一节	交通规划的目的、内容与方法	(110)
第二节	交通规划的指导思想	(111)
第三节	交通规划的调查工作	(112)
第四节	交通系统现状分析评价	(119)
第五节	交通预测	(121)
第六节	交通规划与路网规划	(126)
第七节	交通规划的评估	(128)
思考题	.....	(129)
第七章	交通事故分析与安全措施	(130)
第一节	概述	(130)
第二节	交通事故调查	(133)
第三节	交通事故成因分析	(134)
第四节	交通安全措施	(137)
思考题	.....	(139)
第八章	交通管理与控制	(140)
第一节	概述	(140)
第二节	交通法规	(144)
第三节	道路交通标志与标线	(145)
第四节	平面交叉口的交通管控	(152)
第五节	信号管制	(156)
第六节	高速公路的交通控制	(165)
思考题	.....	(170)
第九章	停车设施的规划与设计	(171)
第一节	停车设施分类和停车调查	(171)
第二节	停车场的规划	(172)
第三节	机动车停车场设计	(177)
第四节	自行车停车场设计	(179)
思考题	.....	(181)
第十章	道路交通环境保护	(182)
第一节	概述	(182)
第二节	汽车污染物的危害与防治	(184)
第三节	噪声污染	(187)
第四节	道路交通振动的危害和防治	(195)
第五节	道路结构物景观与绿化设计	(198)
思考题	.....	(205)
参考教学大纲	.....	(206)
参考文献	.....	(209)

第一章 绪 论

第一节 交通工程学的定义

现代交通运输系统是由铁路、道路、水路、航空和管道五种运输方式组成的综合系统。道路运输是由汽车在公路和城市道路上行驶的运输系统。道路交通系统是一个由人、车、路、环境组成的整体,图 1-1 是道路交通系统构造模型,图中表明了人、车、路、环境四者的关系,是道路交通工程学(简称交通工程学)研究的中心内容。

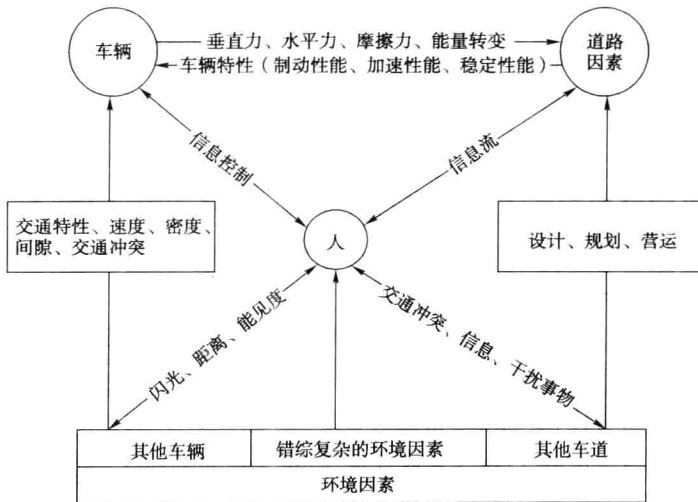


图 1-1 道路交通系统的组成

交通工程学是一门发展中的交叉学科。它与运输工程学、道路工程学、汽车工程学、电子工程学、功效学(Ergonomics, 曾译名人机工程学)、心理学和经济学等有着密切关系,兼有自然科学和社会科学的内容,且其内容不断发展丰富。从交通工程学的组成上来看,交通工程学由法规(Enforcement)、教育(Education)和工程(Engineering)组成。随着人们对能源(Energy)和环境(Environment)的日益重视,人们把交通工程学又简称为“5E”科学。目前,对其定义和内涵有各种不同的认识和提法。

美国交通工程师协会给交通工程学所下的定义是:所谓交通工程学是研究道路规划、几何设计及交通运行,研究道路网、车站及与它们相邻接的土地与交通工具的关系,以便使人和物的移动达到安全、有效和便利。

澳大利亚学者给交通工程学所下的定义是:交通工程学是关于交通和出行的量测科学,是研究交通流和交通发生基本规律的科学;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、设计和营运中。

英国的定义是:道路工程学中研究交通营运与控制、交通规划、线形设计的那一部分叫做交通工程学。

前苏联的定义是:交通工程学是研究交通过程的规律和交通对道路结构、人工构造物影响的科学。

我国的交通工程专家们亦提出过不同的定义,迄今尚未形成统一的定义。分析国内外的意见的差异,主要是描述的角度和提出时间的先后不同,列举的具体研究内容也就有所不同。交通工程学应是研究道路交通中各种交通现象的基本规律及其应用的一门边缘科学,而不是原有其他学科分支的汇集和取代,其具体研究内容尚在发展中,不可能也不必要完全罗列于定义之中。基于此,交通工程学的定义为:

交通工程学是研究道路交通中,人、车、路、环境之间的关系,探讨道路交通规律,建立交通规划、设计、控制和管理的方法和理论以及有关的设施、装备、法律和法规等,使道路交通更加安全、高效、快捷、舒适的一门技术科学。

第二节 交通工程学的起源与发展

伴随着交通工具和道路的发展,交通工程已经经历了古代的步行时代、马车时代和近现代的汽车时代,正在进入高速公路时代和智能运输时代。

一、古代的交通

交通是人类生存和社会发展所必须进行的活动,人类衣食住行中的“行”是最基本的交通活动。随着社会生产的发展和劳动的分工,生活和生产活动需要交换生活必需品,需要交换信息和彼此来往,因此产生了交通。

交通工程的发展同道路和车辆紧密相关。早在公元前 3000 年黄帝时代,我国劳动人民就已发明舟车。公元前 21 世纪,商国发明了马驾车,成为世界上最早用车的国家。从舟车到马车,使人类交通进入车辆时代,史称“车轮文化”。

在公元前 2 世纪以后,世界上第一条最长的横贯欧亚大陆的交通干线,将中国同印度、巴基斯坦、古希腊、罗马以及埃及等国连接起来的大路——“丝绸之路”。从此,道路交通在军事、商业和文化交流中的作用越来越明显。

二、近代及现代交通工具的发展

随着经济发展、科学技术的进步,各种交通工具不断出现。

1. 自行车

1817 年德国人 K. 德华斯,在 1791 年法国人 C. 西弗拉克年的玩具木马轮的基础上,制成了转向的木马轮,并于 1818 年获得专利;1874 年英国人 H. J. 劳森,在两轮车上安装了链条及传动机构,用以驱动后轮前进。改变链轮的传动速比,可以获得需要的车轮转速。这样就形成了现代自行车的基本形式。

2. 有轨电车

世界上第一辆以输电线供电的电动车于 1879 年出现在柏林工业展览会上,1884 年美国 C. J. 范德波尔在多伦多农业展览会试用电车载客,1888 年美国 F. J. 斯波拉格在里士满用上述方法在马拉轨道车路线上改用电力牵引行驶,于是出现了现代的有轨电车。

我国于1906年首先在天津创办有轨电车交通系统。随后,上海于1908年,大连于1909年,北京于1921年,沈阳于1924年,哈尔滨于1927年,长春于1934年相继建成了有轨电车系统。

20世纪50年代以后,因汽车工业迅速发展,汽车数量激增,而有轨电车运行不畅,加之噪声大、维护费用高、在各种车辆混行条件下干扰较多,遂逐渐被拆除。

3. 无轨电车

德国人 W. 西门子,1882年在柏林发明无轨电车,它由直流架空触线供电的牵引电动机驱动的,非轨道运行的城市公共交通客运车辆,它运行噪声低,牵引性能好,不排放有害气体,驾驶操作简便。

我国上海于1914年就开始使用无轨电车,20世纪50年代中期约有20多座城市兴建了无轨电车系统,20世纪60年代由于公共汽车发展特别是小汽车发展,使无轨电车地位逐步下降,英国首先开始取消无轨电车,其他国家亦相继仿效。20世纪70年代由于汽油短缺和汽车公害日益严重,无轨电车又开始受到重视,我国许多大城市也都建设了无轨电车系统。

4. 汽车

本身具有动力装置驱动,不需轨道和架线可在地面行驶的车辆,其优点为机动、高速,使用方便,可以从门到门。

1885年德国人 K. 本茨制成一辆三轮机动车,以后法国人 R. 庞赫尔和 E. 勒瓦瑟予以改进,使底盘前部的发动机通过离合器、变速器用链条驱动后面的车轮,这样就形成了现代汽车的雏形。

这些交通工具的出现,使城市交通工具发生了质的变化。低速的人力、畜力交通工具逐渐被高速的机动与电动交通工具所替代。

三、交通工程学的理论形成与发展

交通工程学是伴随着汽车工业和道路交通事业的发展而发展起来的。1903年,美国开始大量生产汽车,至1920年,全国已有800多万辆汽车。为了有效地对车辆、驾驶员及交通进行管理,便有专人分工从事这方面的工作,随后于1921年任命了第一位交通工程师。1926年,在哈佛大学创立了交通工程专修科。至1930年,美国平均每千人拥有180辆汽车。小汽车已成为美国人民生活中不可缺少的交通工具。此时,美国的公路已达400万km。大城市地域内和大城市之间的汽车交通也相当繁忙。为了便于技术交流,讨论共同关心的交通问题,一些专门从事交通工程工作的技术人员聚集在一起,于1930年成立了世界上第一个交通工程师协会。后来,人们认为该协会的成立是交通工程学诞生的标志。

20世纪30年代是交通工程学创立的初期,主要是交通管理,诸如给驾驶员发执照、设立交通标志、安装手动信号机、进行路面画线等。这一时期交通工程学发展的主要标志为:交通工程学的诞生,主要研究车、路关系,交通管理如何使路适应汽车行驶及如何减少交叉口阻塞。

20世纪40年代,交通工程人员开始意识到,只靠交通管理,无法根治交通问题。修建道路若不以交通量大小为依据则带有很大的盲目性。于是交通工程学增添了交通调查、道路规划的内容。在修路之前,首先进行交通调查,预测远景交通量。根据车流的流量、流向对道路布局标准、线形几何设计提出要求,并考虑交通管理方案,配备必要的交通设施,根据投资效益进行技术经济论证。这一时期交通工程学发展的主要标志为研究提高路面质量与交叉口通行能力计算。

20 世纪 50 年代,各工业发达国家为了尽快恢复第二次世界大战期间受到破坏的工业体系,大规模修建公路。这一时期交通工程学发展的主要标志为:汽车化时期,主要研究如何修建高速公路、几何线形设计与车辆存放。

20 世纪 60 年代,由于汽车数量激增,美国、英国、前德意志联邦共和国、法国、日本等国的每公里公路平均汽车密度逐渐趋于饱和。于是,交通工程技术人员开始更为深入地研究车流特性,倡导“交通渠化”,用计算机控制交通,改进道路线形设计,注意使各元素之间保持协调,更多地考虑道路对所在地区带来的影响(如空气污染、噪声干扰、城市景观、环境协调等)。在此期间,交通规划已形成了系统的理论和明确的规划方法。这一时期交通工程学发展的主要标志为:交通渠化时期,主要研究城市综合调查与交通渠化、交通规划及电子计算机在交通工程中的应用。

20 世纪 70 年代,由于能源危机,石油价格急剧上涨;另一方面,大量汽车排出的废气、引起的噪声、振动危及人们的健康,这就迫使工业发达国家对交通进行综合治理。在此期间注意研究大众捷运系统,倡导步行,对公共交通实行优惠政策,推行合乘方式,减少不必要的客流、车流,保护环境,挖掘现有交通设施的潜力等。

这一时期交通工程学发展的主要标志为:多乘员化时期,注重减少汽车数量,城市交通综合治理,交通系统管理(TSM)等。

20 世纪 80 年代,在工业发达国家,多数城市的发展已经定型,大规模进行交通规划的时代已经过去,交通工程的研究问题,多集中于交通管理方面。这一时期交通工程学发展的主要标志为:新型车辆出现,创建新交通体系,实现交通新体系与交通管理自动化、电脑化;重点研究驾驶员的交通特性、驾驶员心理和生理对公路线形设计的影响。

20 世纪 90 年代至今,重点研究智能交通系统,主要服务领域包括:先进的交通管理系统、先进的出行者信息系统、先进的公共交通系统、先进的车辆控制系统、运营车辆调度管理系统、电子收费系统、应急管理系统。

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“智能车路系统”(Intelligent Vehicle Highway System, IVHS),或称智能运输系统(ITS)。日本和欧洲起步较早,从 20 世纪 80 年代后期即开始进行。美国在 1991 年“地面运输方式之间的效率法案”(Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991, ISTEA)通过后,才得到联邦政府的重视和支持。因为该法案的缩写 ISTEA 与英文中的冰茶一词谐音,所以人们通常称之为“冰茶法案”。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。

目前世界各工业发达国家已形成北美(美国、加拿大两国)、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、高校和研究机构,积极进行各项子系统的开发研究。目前开发的项目很多,但概括起来,不外以下几个方面。

(1)先进的汽车控制系统(Advanced Vehicle Control System, AVCS)或称智能汽车控制系统(IVCS)。

(2)先进的交通管理系统(Advanced Traffic Management System, ATMS)或称自动高速公路系统。

(3)先进的驾驶员信息系统(Advanced Driver Information System, ADIS)。

以上三项为主要组成部分。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营运系统等针对各个运输部门和企业的子系统。

大家知道,当交通方式为步行时,人们自城市中心向外的活动半径只有 1km 左右,所以城

市规模很小。当交通方式为骑马或骑自行车时,人们的活动半径扩大到 5km 左右,这时城市的规模大多了。自汽车成为交通工具以来,人们的活动半径扩展到十几公里或几十公里,因此城市的范围已扩大到某一区域。从另一方面看,全世界有 50% 左右的人口居住在城市,超过 100 万人口的特大城市有几百个,有些城市的人口已超过 1 000 万。面对城市的发展,如何组织城市交通,成为必须解决的问题。城间公路运输,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。在美国,目前交通工程学已发展为“运输工程学(Transportation Engineering),它囊括了道路交通、铁路交通、航空交通、水路交通和管道交通五种运输方式涉及的有关问题。实际上它形成了一门研究综合运输体系的学科,并将交通工程学称之为它的分支学科。

当前着重研究的问题如:

(1)明确提出将交通供给管理与交通需求管理一起研究,力求减少交通需求,增大交通供给,缓解交通紧张状况;

(2)研究综合采用各种运输方式。其一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;其二是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,这些研究趋向,均值得我们注意。

总之,交通工程学自 20 世纪 30 年代建立以来,是随着道路交通及相关科学技术的发展,而逐步丰富和完善起来的,目前还在进一步发展中。

第三节 交通工程学在我国的发展

20 世纪 70 年代开始,我国公路和城市道路上的交通量迅猛增长,交通拥挤、堵塞严重,事故日增。有鉴于此,交通部在 1970 年编制“四五”科技发展规划中,就提出在我国兴建高速公路,并将京津塘高速公路作为样板路列入规划,还责成有关研究部门提出我国的高速公路技术标准和设计细则。1972 年我国建立了交通工程研究室,开展了有关交通工程学科领域的研究工作;建立了城市交通的点、线、面控制系统,研究交通量调查的方法及设备;研究设立反光标志、标线、发光标志、光纤标志、可变标志及标志牌的形式、尺寸、位置;研究建立广佛二级路、天津疏港一级公路及高速公路的交通控制系统、收费系统、通信及传输系统等。在此期间,各单位亦先后开展了大量研究工作。与此同时,还邀请了一些国外的专家来我国讲学,引进国外的先进技术和设备。1980 年,有关高校开始建立交通工程专业,进行人才培养。1981 年,中国公路学会成立了交通工程学会,标志着我国的交通工程学已进入正规、全面、系统的科学研究阶段。在短短的 20 多年中,我国的交通工程学从无到有,在交通规划、交通设计、交通管理、交通监控、交通安全等领域取得了较大的进展,形成了独立的学科体系。

一、交通调查

20 世纪 70 年代中期,交通部公路科学研究所与公路规划设计院共同对国道交通调查进行了研究,研制了手控和自动控制(便携式和固定式)的交通量调查仪,提出了调查分析的方法等。在此基础上,1979 年交通部以公路字(79)837 号文通知各省、市、自治区交通厅(局),要求在全国范围内对国家干线公路(国道)进行技术调查。从此,各单位在国道上先后建立了交通调查站,对交通量、车速、运量、起讫点进行观测。根据观测的资料,已掌握了国道

上目前的交通情况和交通变化规律,并整理出了所在地区的交通量换算系数。2005 年底,全国拥有国道观测站点 4 688 个,其中连续式观测站点 383 个,间隙式及其他观测站点 4 305 个,观测里程 10.93 万公里,占国道总里程的 82.3%。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、货运行资料,这些资料给道路与交通的规划、设计、管理和领导部门的决策等提供了可靠的数据。

二、公路网规划与城市交通规划

截至 2007 年底,全国公路总里程达 358.37 万公里,其中国道 13.71 万公里,省道 25.52 万公里,县道 51.44 万公里,乡道 99.84 万公里,专用公路 5.71 万公里,村道 162.15 万公里。全国等级公路里程 253.54 万公里,等外公路 104.83 万公里。各等级公路里程分别为:高速公路 5.39 万公里,一级公路 5.01 万公里,二级公路 27.64 万公里,三级公路 36.39 万公里,四级公路 179.10 万公里。

2006 年,《公路水路交通“十一五”发展规划》确定的目标,2010 年,全国高速公路里程将达到 6.5 万公里,二级以上公路里程 45 万公里,县乡公路里程 180 万公里。具备通达条件的乡镇和建制村 100% 通公路,95% 的乡镇、80% 的建制村通沥青(水泥)路。至 2007 年底,贯通“五纵七横”12 条国道主干线;2010 年,基本建成西部开发 8 条省际公路通道;重点建设高速公路网规划中的“五射两纵七横”共 14 条路线,并力争到 2010 年基本贯通。

2004 年 12 月 17 日,国务院审议通过《国家高速公路网规划》,我国将用 30 年时间,形成 8.5 万公里国家高速公路网。国家高速公路网规划采用放射线与纵横网格相结合的布局方案,形成由中心城市向外放射以及横连东西、纵贯南北的大通道,由 7 条首都放射线、9 条南北纵向线和 18 条东西横向线组成,简称为“7918 网”,总规模约 8.5 万公里,其中:主线 6.8 万公里,地区环线、联络线等其他路线约 1.7 万公里。

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和公交线网规划的研究。

三、交通规划的理论与方法

在道路交通规划的实践中,我国交通科技人员探讨了城市交通规划的规范化交通调查内容及调查技术,对最短路分配、容量限制—增量加载分配、多路径概率分配的适用性进行了研究,提出了动态多路径交通分配模型。与此同时,对交通枢纽规划进行了研究,提出了一套可供实际应用的交通枢纽规划方法。这套方法包括交通枢纽规划内容、规划流程、枢纽选址方法与计算程序,枢纽规模与功能设计。此外,对公共交通线路优化的研究也获得了一批研究成果。

四、道路线形设计理论

在研究道路交通安全的过程中,发现一些交通事故与道路设计不尽合理有一定关系。现行道路线形设计理论,以汽车行驶对道路的要求为依据,静止地套用公路技术标准上的规定,孤立地分析线形元素的尺寸。针对这种情况,北京工业大学提出了道路线形设计新理论,其要点是以道路使用者的交通需求为依据,从交通的角度,即用动态的观点分析问题,用协调的方法进行设计。所谓协调是指道路与环境的协调,道路三个投影面之间的协调,线形各元素之间的协调。用速度连续和视觉连续作为判断协调的标准。按照新理论设计的道路,充分考虑了用路者的生理心理特征,更加符合行车规律,为保证道路交通安全创造了条件。

五、交通管理与控制

道路交通是一个复杂的开放系统,涉及政治、经济、技术等诸多问题。因此,对交通治理需运用系统科学理论,采取综合措施。

1. 在交通安全教育、制定交通法规、推广各种管理措施方面做的工作

(1)为减少交通需求,国家采取了限制性购车,在城市中,实行错峰上班、轮休、弹性工作时间,禁止某种车在规定时间内进入某一范围等措施。

(2)为了增大道路通行能力,在城市交通中,广泛采取了信号控制、建立自动控制系统、路面画线、路口渠化、封闭路口、实行单向交通、禁止路边停车、变向车道等各种措施。

(3)1997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》,1998年国务院颁发了《中华人民共和国道路交通管理条例》,1994年,公安部颁布了《高速公路交通管理办法》,1996年国务院颁发《城市道路管理条例》,1999年,颁发了国家标准《道路标志和标线》GB 5768—99,2003年颁布了《中华人民共和国道路交通安全法》。

2. 城市道路交通控制

1972年交通部公路所研制了单点定周期的红绿灯信号控制机。1973年又在北京北太平庄路口试验了单点感应式的红绿灯信号控制机。1974年,又与天津市公安局合作,在天津和平区最繁华的路段上进行了城市交通区域控制系统的试验。系统地研制了交通自动控制设备和开发计算机控制软件,对城市交通实施自动控制。

交通部、公安部与南京市共同完成了“七五”攻关项目,建成了我国第一个实时自适应城市交通控制系统——南京城市交通控制系统 HT-UTCS,并研制了控制设备,建立了区域控制系统并付诸试运行。

3. 高速公路及其监控系统

我国20世纪80年代,先后修建了沈(阳)大(连)、沪嘉(定)、京津塘(沽)等一批高速公路。20世纪90年代至今是我国高速公路的大规模的建设的时期,这些高速公路具有路线长、连接性强和可达性强的特点。到2007年底,我国共建成高速公路5.39万公里。

高速公路的修建,带来交通监控系统、收费系统、通信系统、安全设施设计等诸多新课题。交通部公路科研所及各有关单位对这些问题进行了研究,取得了丰硕成果。目前在部分高速公路上已建设了交通自动监控系统和控制中心,其中包括交通量、交通事故、路况及气候等信息系统、闭路电视系统和应急电话系统等;研究采用中同轴、微波及光纤等各种不同的通信和数据传输系统建设了试验路段,其后大部分采用了光纤系统;设计建设了开放式和封闭式收费系统,还创造了混合式收费系统。北京市公路局还在京石高速公路收费站,研究建立了车型自动识别系统。在交通安全设施方面,交通部公路科研所从1972年开始就在京昌、京密、京周等公路上研究设立了反光标志、标线及发光标志,并对标志牌的尺寸、形式等进行研究改进。“七五”期间,他们又对汉字视认性进行了试验研究,取得了丰富的试验数据。据此,提出了适合我国国情的交通标志的面板尺寸、汉字字符结构和大小。八五期间,又研制成功光纤标志。交通部公路科学研究所编写了《高速公路护栏安全性能评价标准》(JTGV F83-01—2004)。

六、交通评价理论与评价方法

在交通评价范围内,研究了综合效益函数法、模糊数学法、灰色理论的应用问题,提出了建模原则,建立了适合不同用途的评价体系,编制了交通规划评价专家系统。这些成果已广泛应