



21 世纪高等学校规划教材

21Shiji Gaodeng Xuexiao Guihua Jiaocai

交通工程学

Jiaotong Gongchengxue

● 胡明伟 主编



21 世纪高等学校规划

JIAOTONG GONGCHENGXUE

交 通 工 程 学

胡明伟 主编

中国质检出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

交通工程学/胡明伟主编. —北京: 中国质检出版社, 2012

21 世纪高等学校规划教材/邓寿昌主编

ISBN 978-7-5026-3334-9

I. ①交… II. ①胡… III. ①交通工程学—高等学校—教材 IV. ①U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 166872 号

内 容 提 要

本书系统阐述了交通工程学的概念、原理、方法和技术。全书分三篇,共十三章。前四章为基础知识篇,分别为绪论、交通特性及其调查分析、道路通行能力、交通流理论;中间三章为交通规划与管理篇,阐述了道路交通运输规划、道路交通运输管理与控制、道路交通运输设计;最后六章为交通工程专题篇,分城市客运交通系统、智能交通系统、交通安全、道路交通运输与环境保护、交通仿真软件及其应用、交通物流六个专题进行阐述。

本书结构体系清晰、理论深入浅出、内容新颖实用,结合最新的国家标准规范、交通规划与仿真软件,系统讲述交通工程学原理、方法和技术,充分反映了该领域的最新研究成果与应用。

本教材可作为高等院校交通工程专业学生的专业基础课教材,以及交通运输专业、物流工程专业、土木工程专业学生的选修课教材,还可供从事交通工程研究及应用的专业技术人员参考,不同院校的老师在授课时可根据自身特点进行取舍,从实际出发,灵活掌握。

中国质检出版社出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100013)

北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室: (010) 64275323 发行中心: (010) 51780235

读者服务部: (010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 22.25 字数 534 千字

2012 年 1 月第一版 2012 年 1 月第一次印刷

*

定价: 39.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 68510107

编 审 委 员 会

- 顾 问 赵惠新 (黑龙江大学)
- 主 任 邓寿昌 (中南林业科技大学)
- 副主任 刘殿忠 (吉林建筑工程学院)
- 姜连馥 (深圳大学)
- 高 潮 (大连水产学院)
- 郦 伟 (惠州学院)
- 薛志成 (黑龙江科技学院)
- 委 员 (按姓氏笔画排序)
- 丁 琳 (黑龙江大学)
- 叶 青 (浙江工业大学)
- 刘 东 (东北农业大学)
- 关 萍 (大连大学)
- 张兆强 (黑龙江八一农垦大学)
- 张季超 (广州大学)
- 张燕坤 (北方工业大学)
- 杨 璐 (沈阳工业大学)
- 赵文军 (黑龙江大学)
- 郭宗河 (青岛理工大学)
- 原 方 (河南工业大学)
- 徐建国 (郑州大学)
- 程 桢 (哈尔滨职业技术学院)

— 本 书 编 委 会 —

主 编 胡明伟（深圳大学）

副主编 廖明军（北华大学）

钱红波（上海海事大学）

编 委 李顺勇（重庆交通大学）

曹瑾鑫（内蒙古大学）

序

言

伴随着近年来经济的空前发展和社会各项改革的不断深化，建筑业已成为国民经济的支柱产业和重要的经济增长点。该行业的快速发展对整个社会经济起到了良好的推动作用，尤其是房地产业和公路桥梁等各项基础设施建设的深入开展和逐步完善，也进一步促使整个国民经济逐步走上了良性发展的道路。与此同时，建筑行业自身的结构性调整也在不断进行，这种调整使其对本行业的技术水平、知识结构和人才特点提出了更高的要求，因此，近年来教育部对高校土木工程类各专业的发展日益重视，并连年加大投入以提高教育质量，以期向社会提供更加适应经济发展的应用型技术人才。为此，教育部对高等院校土木工程类各专业的具体设置和教材目录也多次进行了相应的调整，使高等教育逐步从偏重于理论的教育模式中脱离出来，真正成为为国家培养生产一线的高级技术应用型人才的教育，“十一五”期间，这种转化加速推进并最终得以完善。为适应这一特点，编写高等院校土木工程类各专业所需教材势在必行。

针对以上变化与调整，由中国质检出版社（原中国计量出版社）牵头组织了 21 世纪高等学校规划教材的编写与出版工作，该套教材主要适用于高等院校的土木工程、工程监理以及道路与桥梁等相关专业。由于该领域各专业的技术应用性强、知识结构更新快，因此，我们有针对性地组织了中南林业科技

大学、深圳大学、大连水产学院以及北方工业大学等多所相关高校、科研院所以及企业中兼具丰富工程实践和教学经验的专家学者担当各教材的主编与主审，从而为我们成功推出该套框架好、内容新、适应面广的好教材提供了必要的保障，以此来满足土木工程类各专业普通高等教育的不断发展和当前全社会范围内建设工程项目安全体系建设的迫切需要；这也对培养素质全面、适应性强、有创新能力的应用型技术人才，进一步提高土木工程类各专业高等教育教材的编写水平起到了积极的推动作用。

针对应用型人才培养院校土木工程类各专业的实际教学需要，本系列教材的编写尤其注重理论与实践的深度融合，不仅将建筑领域科技发展的新理论合理融入教材中，使读者通过对教材的学习可以深入把握建筑行业发展的全貌，而且也将建筑行业的新知识、新技术、新工艺、新材料编入教材中，使读者掌握最先进的知识和技能，这对我国新世纪应用型人才的培养大有裨益。相信该套教材的成功推出，必将推动我国土木工程类高等教育教材体系建设的逐步完善和不断发展，从而对国家的新世纪人才培养战略起到积极的促进作用。

教材编审委员会

2011 年 7 月

前言 FOREWORD

交通工程学是一门新兴的应用型学科，集自然科学与社会科学于一体，它涉及工程、教育、法规、环境、能源、经济等诸多领域，其内涵与外延仍处在不断变化与完善中。本书在结构体系的构思和内容编排上注重继承和创新，既阐述基本理论方法又注重结合实际应用。全书分为基础知识篇、交通规划与管理篇和交通工程专题篇，使读者由浅入深，循序渐进地掌握该学科的理论方法和应用；既涵盖交通工程学的经典内容，又根据学科的发展更新和实际应用需求引入了新的章节，如道路交通设计、城市客运交通系统、交通仿真软件及其应用、交通物流，拓展读者的知识面。

作者力图使全书的知识体系实用有效，以实际工作中所需的专业知识和操作技能为着眼点，在阐述基础知识与理论的同时，特别增加应用型人才培养所需的内容和关键点，突出实用性和可操作性，使读者学而有用、学而能用。在基础理论的阐释上注重融入人文知识，适当介绍历史背景、理论来源出处，让读者知晓其来龙去脉；同时进行一些形象易懂的类比，增强教材的可读性。在编著过程中融入实例以及操作性较强的案例，并对其进行深入剖析，激发学习兴趣，同时起到培养职业意识和职业能力的作用，全方位提升读者对知识的掌握和应用。

作者力争突出科学性、实用性和新颖性，参考了大量国内外教材、论文和研究成果，结合了最新的标准、规范、软件和统计数据，并将教学科研成果融入其中。希望本书成为本科生和研究生学习交通工程学的好教材，也成为科研工作者和工程技术人员有价值的参考书。

全书分为三篇，共十三章，由胡明伟主编并负责全书的修订和统稿。各章编写分工如下：胡明伟（深圳大学）编写第二、四、五、十二章；廖明军（北华大学）编写第一、三章；钱红波（上海海事大学）编写第六、七、九

章；李顺勇（重庆交通大学）编写第八、十、十一章；曹瑾鑫（内蒙古大学）编写第十三章。胡明伟参编了第一、三章部分内容，曹瑾鑫参编了第五章部分内容，廖明军参编了第四、十一章部分内容，朱翠娟（北华大学）参编了第二章部分内容。张宝玉（重庆交通大学）协助了部分章节校阅。为方便读者自学、复习、总结和应用，本书各章均编排了前言和小结，章末附有复习思考题。

编写过程中，得到中国质检出版社李保忠的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢。编写过程中参考了大量文献，对其作者表示感谢。由于学识水平所限，书中难免有诸多不足，恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 7 月

目 录 CONTENTS

上篇 基础知识

第一章 绪论	(1)
第一节 交通工程学的概念及研究内容	(1)
第二节 国外交通工程的发展历程	(5)
第三节 我国交通工程的发展历程	(7)
复习思考题	(13)
第二章 交通特性及其调查分析	(14)
第一节 人、车、路的交通特性	(14)
第二节 交通量及其调查分析	(21)
第三节 车速及其调查分析	(30)
第四节 密度及其调查分析	(36)
第五节 延误及其调查分析	(38)
第六节 交通流三参数之间的关系	(43)
小 结	(48)
复习思考题	(48)
第三章 道路通行能力	(49)
第一节 概述	(49)
第二节 道路路段通行能力	(55)

第三节 平面交叉口通行能力 (58)

第四节 公共交通通行能力 (62)

第五节 行人交通设施通行能力 (63)

小 结 (67)

复习思考题 (67)

第四章 交通流理论 (68)

第一节 交通流理论的发展历程 (68)

第二节 概率统计模型 (71)

第三节 排队论模型 (77)

第四节 跟驰模型 (82)

第五节 流体力学模型 (88)

小 结 (90)

复习思考题 (91)

中篇 交通规划与管理

第五章 道路交通规划 (92)

第一节 交通规划调查 (92)

第二节 交通发生与吸引 (97)

第三节 出行分布 (106)

第四节 方式分担 (115)

第五节 交通分配 (119)

第六节 交通规划软件及其应用 (122)

小 结 (126)

复习思考题 (127)

第六章 道路交通管理与控制 (128)

第一节 概述 (128)

第二节	道路交通法规	(131)
第三节	道路交通标志和标线	(133)
第四节	城市交通控制	(139)
第五节	高速公路交通控制	(157)
小 结		(162)
复习思考题		(163)

第七章 道路交通设计 (164)

第一节	概述	(164)
第二节	路段交通设计	(167)
第三节	平面交叉口交通设计	(176)
第四节	公共交通的交通设计	(188)
小 结		(200)
复习思考题		(201)

下篇 交通工程专题

第八章 城市客运交通系统 (202)

第一节	城市客运交通系统的结构与特征	(202)
第二节	常规地面公共交通	(209)
第三节	城市轨道交通系统	(216)
第四节	城市客运交通系统规划	(228)
小 结		(231)
复习思考题		(232)

第九章 智能交通系统 (233)

第一节	智能交通系统的发展历程	(233)
第二节	智能交通系统体系框架与标准	(238)
第三节	智能交通系统关键技术	(245)

第四节 智能交通应用子系统	(253)
小 结	(255)
复习思考题	(256)
第十章 交通安全	(257)
第一节 概述	(257)
第二节 交通事故产生机理及预防	(259)
第三节 交通事故调查与统计分析	(264)
第四节 交通安全评价	(271)
第五节 提高交通安全的对策与技术	(273)
小 结	(276)
复习思考题	(277)
第十一章 道路交通与环境保护	(278)
第一节 概述	(278)
第二节 车辆排放污染物的危害与防治	(278)
第三节 道路交通噪声污染与控制	(284)
第四节 道路交通振动危害与防治	(288)
第五节 交通环境影响评价	(289)
小 结	(294)
复习思考题	(294)
第十二章 交通仿真软件及其应用	(295)
第一节 交通系统仿真	(295)
第二节 常用交通仿真软件	(299)
第三节 交通仿真软件的应用	(308)
小 结	(312)
复习思考题	(313)

第十三章 交通物流 (314)

 第一节 物流系统概述 (314)

 第二节 物流运输的基础理论与问题 (317)

 第三节 物流配送中心布局 (329)

 第四节 物流车辆优化调度 (333)

 小 结 (335)

 复习思考题 (336)

参考文献 (338)

上篇 基础知识

第一章 绪 论

第一节 交通工程学的概念及研究内容

一、交通工程学的概念

(一) 交通工程学的定义

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)的定义有多种提法,目前尚无公认的统一定义。1983年,美国交通工程师协会指出:交通工程学是运输工程的一个分支,它涉及道路的规划、几何设计、交通管理和道路网、起终点站、毗邻用地以及道路交通与其他交通方式的关系。

澳大利亚著名交通工程学家布伦敦教授的定义为: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《交通工程手册》对交通工程学的定义为:“交通工程学是研究道路交通中的人、车、路和环境之间的关系,探讨道路交通规律,建立交通规划、设计、控制和管理理论与方法以及有关的设施、装备、法律和法规等,使道路交通更加安全、高效、快捷和舒适的一门技术学科”。

从上述定义看,运输工程涵盖了多种交通方式(海、陆、空等),而交通工程只局限于道路(城市道路和公路)交通,但也涉及与其他交通方式的衔接。我国对交通工程学的定义与美国交通工程师协会所下的定义类似,我国的定义更详细地从系统上以及从技术、工程、管理控制和政策法规上对交通系统规律进行阐述。研究交通工程学的目的是确保交通运输的安全、迅速、舒适、经济,其研究对象为驾驶员、行人、车辆、道路和交通环境之间的关系,而不是单个因素。

另外,国外一些专家明确指出:交通工程学只有将工程(Engineering)、教育(Education)、执法(Enforcement)和环境(Environment)四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、执法和环境四个单词的英文字头都是字母E,所以人们也常称交通工程学科为“4E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。它的研究目的是提高道路的通行能力和交通效率,减少交通事故,降低能源消耗、环境污染与交通费用,从而达到安全、畅通、经济、舒适和低公害的目标。

(二) 交通工程学与其他学科的关系

交通系统是一个由人、车、路和环境等主要要素组成的整体,因此,针对不同的要素需要不同学科的知识。对行人、驾驶员的研究需要用到心理学、行为科学、社会学以及经济学等方面的知识;对车的研究涉及汽车工程、自动控制和人机工程等学科;对路的研究涉及道路工程、交通运输工程和城市规划等学科;交通工程学与其他学科的关系详见图 1—1,随着科技的进步和发展,将有不同的新兴学科渗透于交通工程学科中。

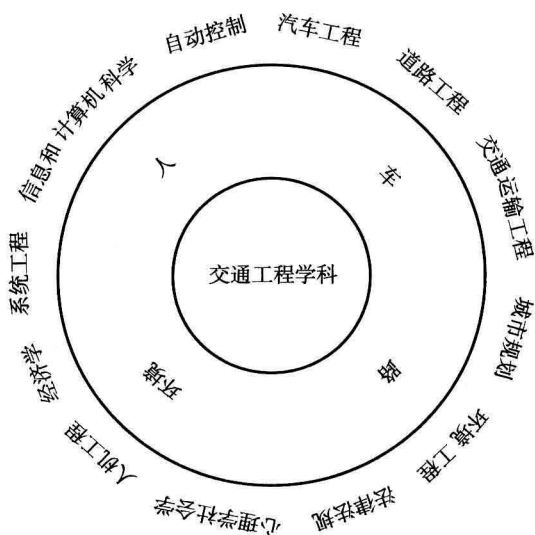


图 1—1 交通工程学与其他学科的关系

(三) 交通工程学科的特点

从交通系统组成、交通工程研究内容和其所涉及的相关学科来看,交通工程学是一门综合性很强的复杂系统科学。其特点主要有:

1. 系统性

交通的系统性一方面体现在交通与社会经济生活联系密切,另一方面表现在交通系统的多要素构成。交通系统的优化是针对多目标的、多约束、开放的巨系统的优化。交通工程学的基本理论是工程学的系统优化分析。

2. 综合性和交叉性

表现在其研究内容的复杂,涉及工程、教育、执法、环境等诸多领域。从图 1—1 亦可看出交通工程学不仅涉及自然学科,同时与社会科学密切联系,是集软硬于一身的科学。

3. 社会性

交通系统中的人(行人、乘客、驾驶员以及交通管理者)具有社会性,因此,交通工程学需要应用社会科学的理论和方法。交通规划、交通管理以及交通法规等需要考虑到不同阶层、

不同收入等各类型的人的需求,以确保社会公平。

4. 超前性

交通系统是社会经济活动的支撑,在城市规划建设中交通处于先行地位。又由于道路基础设施建设和使用的周期较长,因此,交通系统规划和建设还要适应未来一定时期(20—30年或者更长)的交通需求。否则,一旦交通网络形成或预留用地不足,进行交通改善需要付出高昂代价,因此,交通系统必须要超前考虑、前瞻规划。

5. 动态性

交通流是一个动态的随机系统,如交通量、车辆到达和离开、人和车的出行等都具有不确定性。交通流在道路网上的分布随着时间和空间不断变化。另外,路网中的交通流常常受到事件或者其他因素的干扰,而呈现复杂状态。

二、交通工程学的内容

交通工程学的研究内容与其研究对象和研究目的密切相关。交通流本身的理论及研究方法,加上图1—1所示的学科的一些基本理论,就构成了交通工程学的主要内容。

(一) 交通特性

要对道路交通系统有一个充分了解,就需要对其组成要素的基本属性进行识别和分析,只有这样才能保障交通系统达到安全、舒适、快速和经济等目标。从交通系统组成要素看,交通特性可分为人的交通特性、车辆的交通特性、道路的交通特性以及交通流特性。

1. 人的交通特性

人的交通特性主要是研究驾驶员、行人或者乘客的生理和心理对其出行行为的影响,并得出关键的行为参数,指导道路以及交通设施的规划和设计。

2. 车辆(机动车、非机动车)的交通特性

车辆的交通特性主要研究车辆的几何尺寸、质量等外部特征;研究车辆的动力性、制动性、安全可靠、稳定性、机动性等运行特性。从物理几何尺寸以及车辆动力学方面考虑车辆对道路设计的要求。

3. 道路的交通特性

道路交通系统从拓扑结构看是由点、线、网构成的,因此道路的交通特性主要是研究:道路网的形态、布局 and 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;交叉口类型、几何尺寸以及管理控制等。道路是交通的载体,是交通系统的供给方。研究道路交通特性是确保交通安全、畅通、舒适、经济的基础。

4. 交通流特性

在动态交通中,行驶在道路上的车辆形成车流,在宏观上类似流体。交通流的特性可用流量、速度、密度三参数表征。其规律亦可用三参数反映,还可以从通行能力、延误及时空分布反映交通流的特性,研究成果可应用于交通网络和设施规划与设计。

(二) 交通调查

交通调查的主要目的是获取交通系统要素的特性,主要包括交通量、速度、密度、延误的调查,居民和车辆出行调查,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