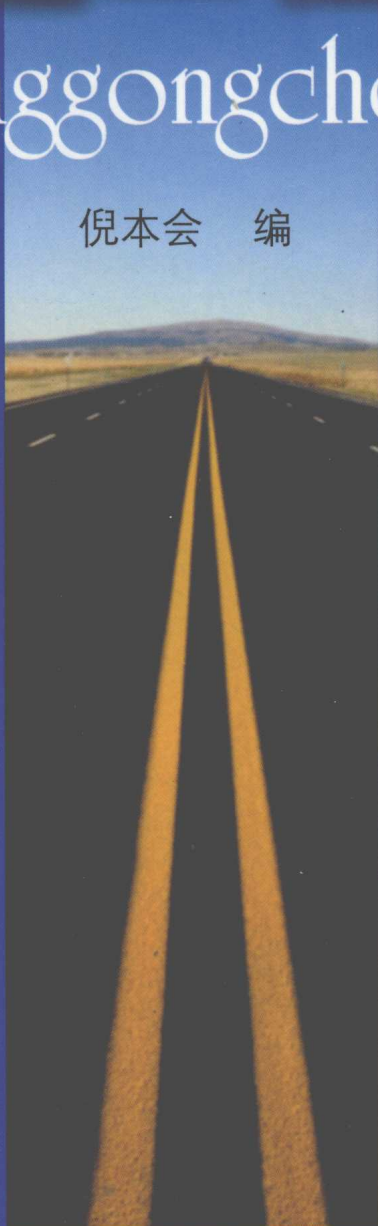


交通工程学

jiaotonggongchengxue

倪本会 编



山东大学出版社



交 通 工 程 学

(交通土建工程、交通管理、高速公路管理等专业用)

倪本会 编

山东大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

交通工程学/倪本会编. —济南:山东大学出版社,

2001.10

ISBN 7-5607-2349-7

I. 交...

II. 倪...

III. 交通工程学-成人教育:高等教育-教材

IV. U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 068722 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路 27 号 邮政编码:250100)

山东省新华书店经销

山东省恒兴实业总公司印刷厂印刷

850 × 1168 毫米 1/32 11.125 印张 286 千字

2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月第 1 次印刷

印数:1-4000 册

定价:17.00 元

版权所有,盗印必究

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部负责调换

前 言

在多年的教学及教育理论与实践的研究中,特别是从事成人高等教育“交通土建工程”、“交通管理”、“高等级公路管理”等专业《交通工程学》课程教学工作以来,深刻认识到交通工程学的理论、方法与公路交通的各方面,诸如交通规划、交通运政管理、公路路政管理、道路建设与养护、道路交通运输企业管理及高速公路管理等有着密切的联系。从事上述各方面工作的专门人才应该学好、用好交通工程学基本知识,同时也深深感受到:成人高等教育的规律及特点与普通高等教育的规律及特点存在着较大的差异,普通高等教育的教材很难适应成人高等教育相同或相近专业教学需要及学员的自学要求。

本书正是为适应成人高等教育(专科)“交通土建工程”、“交通管理”、“高等级公路管理”等专业的教学及学员自学以及相关专业技术人员、管理干部、岗位培训等继续教育的需要编写的。

在编写过程中,在多方听取意见的基础上,既坚持以交通工程学的基本内容为主线,又结合成人高等教育试用专业的特点,有选择性地介绍基本理论、基本方法,侧重其在实际工作中的应用。

本书参照了很多专家、学者的专著和学术论文,引用了部分研究成果,书中未能一一列出,再此向文献、资料的原作者表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,加之时间仓促,本书在内容的结构编排上的缺点及不足在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
2001年8月

目 录

前 言	(1)
第一章 概 述	(1)
第一节 交通工程学的产生和发展	(1)
第二节 交通工程学的定义和内容	(5)
第三节 交通工程学在我国现状与展望	(9)
第二章 交通流特性	(11)
第一节 概 述	(12)
第二节 交通流量	(13)
第三节 速 度	(22)
第四节 交通密度	(30)
第五节 交通量、速度与密度三者之间的关系	(34)
第三章 交通流基本参数调查	(39)
第一节 交通流调查的意义和内容	(40)
第二节 交通量调查	(43)
第三节 速度调查	(68)
第四节 交通密度调查与资料的应用	(71)
第五节 交通延误调查	(73)
第六节 特殊调查——OD 调查	(81)
第四章 交通流理论	(89)
第一节 概 述	(89)
第二节 概率和统计分布理论	(91)
第三节 排队论在交通工程中的应用	(117)
第四节 流体动力学模拟理论	(130)

目 录

第五节 跟车理论	(134)
第五章 通行能力	(141)
第一节 通行能力与服务水平	(142)
第二节 通行能力的计算	(145)
第三节 无信号控制的交叉口通行能力	(152)
第四节 信号控制交叉口的通行能力	(156)
第五节 环形交叉口的通行能力	(159)
第六章 道路交通组织与控制	(164)
第一节 概 述	(165)
第二节 交通组织方法和设施的选择	(175)
第三节 运用规划手段组织交通	(179)
第四节 利用技术设施组织交通	(188)
第五节 强行管制交通流运行的方法	(194)
第六节 交通管理与控制	(197)
第七节 交叉口的信号灯控制	(201)
第八节 高速公路现代化管理系统	(221)
第七章 人一机系统工程在交通工程中的应用	(245)
第一节 概 述	(246)
第二节 人一机系统工程简介	(247)
第三节 人一机系统工程在交通工程中的应用	(252)
第八章 交通安全	(293)
第一节 概 述	(294)
第二节 交通事故成因分析	(311)
第三节 交通事故预防	(334)
参考文献	(346)

第一章 概 述

考 核 要 求

一、交通工程学的产生和发展

1. 理解:交通工程学产生的必然性。
2. 了解:交通工程学的发展过程。

二、交通工程学的定义和内容

1. 识记:交通工程学的定义。
2. 了解:交通工程学的内容。

第一节 交通工程学的产生和发展

交通工程学是近 50 年来发展起来的一门新的综合性工程学科(一般都以美国 1933 年成立美国交通工程师学会作为《交通工程学》——一门独立学科诞生的标志),是综合研究交通系统中的人、车、路、环境之间关系的学科,其目的是使交通安全、经济、有效、便利和舒适。

一、交通工程学的产生

交通工程学是随着社会生活水平的提高,科学技术、生产经济

的发展而建立起来的一门新学科。它是把道路工程学中的静态物(道路设施)、汽车工程学中的动态物(运输工具)、人体工程学中的人(行人、乘客、驾驶员)、环境工程学中的环境,综合在道路交通这一系统中进行研究,以寻求道路通行能力最大、交通事故最少、运输效率最高、运输费用最省的科学技术措施,从而达到安全、经济、迅速、便利和舒适的目的。

二、交通工程学的发展

(一) 交通工程学的发展

交通工程学是随着人们的需求的提高,汽车、公路的发展,环境保护工作的发展而发展的,主要表现为如下几个方面:

1. 人的需求

随着经济的发展、人们生活水平的不断提高,人们对交通的需求也是不断提高的。首先是安全,其次是迅速、舒适、方便和低费用的交通运输。为了满足人们的需求,就产生了汽车、公路、环境保护飞速发展的年代。

2. 汽车的发展

自从以汽油为能源的汽车诞生以后,人力运输、畜力运输随之结束,这在人类道路交通史上出现了新的发展阶段。特别是20世纪50年代以后,许多工业发达的国家提倡“小汽车化”,让它成为人们陆路交通的主要工具(如日本、美国),也就促进了汽车的飞速发展。从世界汽车保有量来看,汽车数量的猛增是相当惊人的。与此同时,汽车给人们带来的灾难也越来越严重。如交通堵塞、事故增多、经济损失增大等等。为了减轻汽车给人们带来的灾难,在这一时期,交通工程学研究的主要内容,除了继续改善道路的几何构造和加强交通管制外,进而把人作为驾驶车辆的主宰,着重考察人、车、路及环境的相互影响。

3. 路的发展

为了减轻道路的交通阻塞,减少交通事故,以适应汽车产量和质量的发展,道路里程和路面质量也有了很大的发展。据 1999 年统计,我们国家公路里程已达 133.6 万公里,并且公路路面质量也有了很大改进;高速公路已达 11 558 公里。高速公路、一级公路的修建更是道路现代化的突出标志。再以美国为例,1996 年公路里程已达 642 万公里,另外还有 8.84 万公里的高速公路。

汽车数量的增加和公路里程的增长,使得汽车运输在整个世界的客货运输中占领先地位(据统计,全世界汽车的货运量占有所有形势货运量的 88%)。尽管以汽车为主要交通工具的道路交通发展给人们带来了许多好处,但同时也带来了许多消极有害的影响,如交通拥挤、道路阻塞、车祸增加、环境污染、能源紧张等等。仅以交通事故为例,全世界每年死于道路交通事故的人数约为 50 万人,受伤人数为 2000 万人,而美国每年死亡 5 万人。直接经济损失达 200 亿美元。我国 1999 年死亡 8.35 万人,受伤 28.6 万人。由此看来,汽车交通事故严重地影响了人们的工作、学习、生活和生命财产的安全。所以,汽车道路交通事故已成为引人注目的社会问题之一。

为什么汽车道路交通会给人们带来许多的害处呢?交通工程研究的结果认为产生交通事故和拥挤的主要原因是:

(1) 道路和汽车的数量、质量的发展比例失调。

(2) 对交通系统内的四个要素,即人、车、路、环境缺乏系统的综合研究,如汽车数量的增加、技术性能的提高、道路规划及道路设施的设计、现代化管理手段等等,应采取综合治理的办法,使它们得以协调地发展,也就是说,要深入地开展交通工程的研究工作。

(3) 未能及时发展新的交通系统。

为了解决道路交通中人、车、路、环境四者之间在时间和空间

上的关系,从而达到疏导交通、防止事故、减小污染的目的,许多国家在这方面投入了相当的人力、物力和财力,为交通工程学的发展奠定了基础。

(二) 交通工程学学科的形成

交通工程学是伴随着科学技术的进步、生产经济的发展,为适应道路交通发展的需要而形成并逐渐完善的一门新的综合性学科。

20 世纪 30 年代,在美国开始创立交通工程,成立了“交通工程师学会”,当时的中心内容是研究采用交通管理的办法来减少交通阻塞和保证交通安全。

40 年代,随着汽车数量的增加,为减少交通阻塞,开始进行道路规划及地市规划的研究工作。

50 年代,由于汽车数量的急增,不断地扩充道路,交通工程学发展较快,特别是有关交通流理论的研究。伴随着经济发展和人民生活水平的提高,开始建设高速公路,道路的改善更加刺激了汽车工业的发展,发达的资本主义工业国又提倡“小汽车化”,车辆的停放又是一个亟待解决的问题,因此,交通工程学又增加一个新的内容——停车场的研究工作。

进入 60 年代后,汽车数量直线上升,并把事物引向了自己的对立面,交通拥挤、事故增多,人身伤亡和经济损失数字是相当惊人的。此阶段交通工程学研究的重点是起讫点调查、交通流特征的调查、交通信号和交通标志的设计、多互通式立体交叉的研究,以及道路通行能力计算等等。至此交通流理论也已自成系统。

70 年代初期,原先的交通事故、环境污染等问题未能解决,又遭到了“石油危机”的冲击。交通工程学研究的重点也从客流分布调查、交通线网调查、交通管理的自动控制,进而转入与城市结构、区域布局、交通体系等方面有关的总体综合研究,以求从根本上减少发生交通事故和拥挤的可能性。

70年代末期,美国“交通工程师学会”改名为“运输交通工程学会”,这标志着“交通工程学”又进入了一个新的阶段。同样研究的是“人”,已不单指驾驶者,而是泛指每一个具有道路通行能力或在交通运动系统中会引起种种交感作用的所有“人”;同样研究的是“车”,已不单指汽车,而是泛指在道路上行驶或停驶的所有车辆(机动车和非机动车);同样研究的是“环境”,不仅要考虑环境保护,公害防治,生态维系,而且还要促进环境的绿化、美化、净化与静化,“车”与“路”的内涵相应地也有了大幅度的延伸。

90年代,逐代更换的电子技术和方兴未艾的系统工程学分别为交通工程学的发展提供了强有力的手段和开辟了广阔的道路,交通管理现代化、智能化得到了广泛应用。

第二节 交通工程学的定义和内容

一、交通工程学的定义

交通工程学是关于道路交通工程的一门科学,是综合研究道路交通系统中的人、车、路、环境之间关系的学科。

美国交通工程学学者布伦敦教授下的定义是: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法则科学。

总之,交通工程学是把道路工程中的静态物——道路及设施,汽车运输工程中的动态物——车辆,人体工程中的人,环境工程中的环境综合在道路交通系统中进行研究,以寻找最大的道路通行能力、最少的交通事故、最低的交通公害的科学措施,从而达到安全、经济、便利、舒适和低公害的目的。

二、交通工程学所研究的内容

交通工程学所研究的内容大体可分为如下几类：

1. 交通调查

交通调查是为了收集交通资料，作为交通规划、道路及设施的设计、道路交通管理的重要依据。例如，通过调查，已知某一路口的交通流量和车流密度情况，就可以设置该路口的控制形式，信号灯的配时及岗台的设置等等。交通调查的主要内容包括交通流量、行车速度、车流密度及交通事故的调查等等。

2. 交通规划

交通规划是根据调查的有关资料，用电子计算机和数学方法进行运算或模拟、预测未来生产经济发展和人民生活水平的提高对道路交通的新的要求，从而对道路交通进行科学的综合性的规划。例如各种交通方式的合理分配、道路网的布置等等。

3. 交通流理论

交通流理论是研究分析交通工程问题的理论基础，包括分析交叉路口交通的“点”理论，解决路段行驶的“线”理论，研究网络车流的“面”理论。交通流的分析方法有三种：概率论方法、流体动力学模拟理论和跟车理论。较为普遍的是概率统计分布理论。

4. 人—机特性

主要研究在现代交通条件下，机动车驾驶员与行人的生理特性和心理特性；研究汽车的动力性、操纵性、制动性和行驶稳定性；研究道路与汽车运行的相互关系以及环境、地形、地物、气候等所引起的交通问题；探索人与车、人车与道路、人车路与环境之间的相互影响、相互制约的规律。据以指导交通规划、道路及其他交通设施的设计，交通管理和驾驶员培训等各项工作。

5. 交通管理

交通管理是现代交通不可缺少的重要组成部分，是保证交通

畅通和安全的重要措施。它包括技术管理、法制管理、行政管理和安全教育。

技术管理包括设计交通设施,设置交通标志、标线、号志、实行交通渠化等。

法制管理是指对车、路、人、环境颁布各种强制执行的交通法令。

行政管理是对车、路、人的管理,如实行时差上、下班制度,减少高峰交通量等。

安全教育包括对驾驶员的培训、考核,对驾驶员及人民群众进行交通法纪和交通安全的教育。

6. 道路线型的设计

面对新的交通情况,对道路的改建、扩建及新道路进行道路几何线型设计,更好地反映人、车、路、环境之间的相互关系,更好地满足迅速、安全、舒适的运行要求。

7. 对交通事故与道路交通安全的研究

主要是研究和掌握交通事故发生的规律,弄清交通事故与人、车、路、环境之间的关系,以及采取减少交通事故的措施。

8. 汽车交通对环境污染的防治

汽车交通对环境污染主要是指车辆的振动、噪音、废气,因此,交通工程学的任务之一,就是研究污染程度,如何进行监测及采取防治的措施。

9. 城市公共交通的研究

主要研究城市的交通管理及交通控制,解决城市交通拥挤、事故增加、环境污染等问题。

交通控制通常分为三种:即点控制、线控制和面控制。

(1) 点控制。即用信号灯对一个交叉路口独立地实行控制,分别研究控制参数(相位、周期、绿灯时间、全红灯时间、损失时间),周期时间(最小周期时间和最佳周期时间),绿灯时间,重叠相位,

车辆的延误,车辆的平均排队长度。

(2) 线控制。在一条干线路上的各个交叉口,分别设有交通信号机,它们彼此协调一致的动作,使得交通沿干线尽可能不停止地通行。

(3) 面控制。是将相邻的多条干线路上的交叉口进行系统控制。

综上所述,交通工程学所研究的范围如图 1-1 所示:

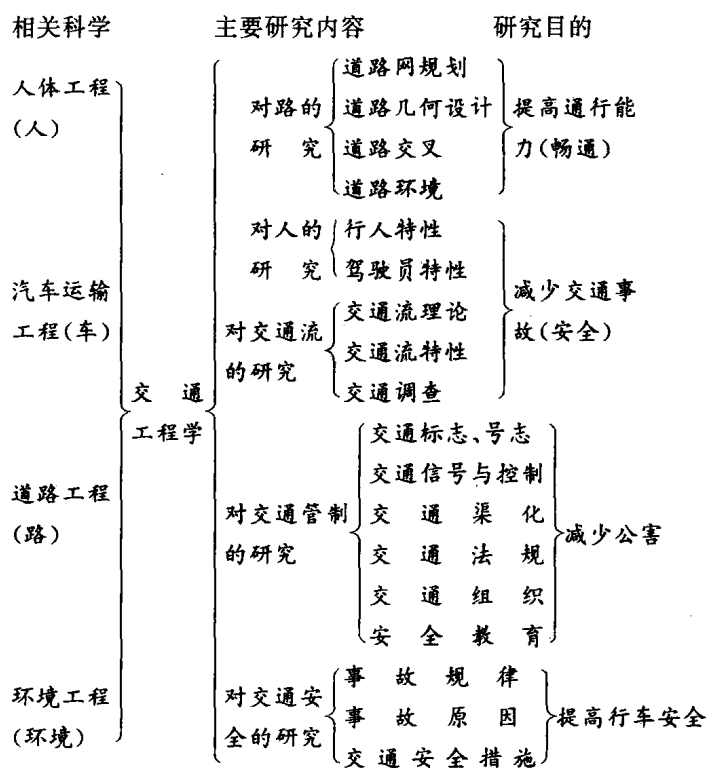


图 1-1 交通工程学研究范围

第三节 交通工程学在我国现状与展望

在我国,交通工程学作为一门独立学科是 20 世纪 70 年代末期的事。当然,在此之前,由于生产实际和交通管理的需要,道路建设者以及道路交通管理部门已经做了大量的工作,只不过是自觉地纳入交通工程的范畴罢了。

一、现 状

(1) 为了结合国情,研究交通工程学的理论,推动交通工程现代化建设,兼顾普及与提高,80 年代以来,先后成立了上海市、北京市交通工程学会,交通部所属系统的中国交通工程学会;有关高等院校及交通管理部门成立了进行教学或科研的所、系及专业。

(2) 为了加强道路网规划的科学性,至 1981 年底全国已建立间隙式交通量观测站 2688 个,连续式观测站 82 个,正在积累大量的第一手资料;不少城市还开展了客货流量预测的研究。

(3) 为了适应交通调查与交通管理的需要,开展了对机动车、自行车自动检测设备的研制,业已取得了可喜的成绩。

(4) 为了解决交通拥挤,减少事故,开展了“点”、“线”、“面”交通自动控制的研究,有些控制方法在全国已推广使用。

(5) 为了保证交通安全,在有条件的道路上采用了车道划线、路面区分、人行护栏、人行天桥或隧道等措施。

(6) 为了摸清事故的规律,不少单位从理论上到实践进行分析和探索,在交通监视和交通法规方面,提出了一些新的措施和方法。

(7) 为了适应国民经济的发展,在机动车辆猛增的情况下,开始了对高速公路的研究。北京等各大城市相继建立成立体交叉

群,并已投入使用,各地的高速公路建设也在迅速发展。

(8) 为了解决汽车排气、噪音、污染等问题,开展了对环境保护工作的监测与防治,颁发了部分试行标准,研制了监测设备。

(9) 为了强化交通管理现代化,开展了自动控制、智能交通的研究,并取得初步成绩。

二、展 望

前已述过,交通工程学是伴随着社会生活水平的提高、科学技术、生产经济的发展而建立起来的一门新学科。历史的发展告诉人们,科技、生产、经济将不断地向纵深发展,人民的生活水平将会出现无法想象的提高,人的需求将会出现新的突破,对交通安全、便利、舒适、畅通和迅速的要求,将会更严和更高。因此,交通工程学未来的发展是无法估量的。所以,今后首先要在加强领导、健全法制、加强安全教育和环境保护,与系统工程学紧密配合,协调步伐,统一指标,更新设备等方面取得显著的进展。在此基础上,才能期望出现意义重大、经济效益可观的突破。

复习思考题

1. 交通工程学作为一门综合性的学科是如何发展起来的?其发展的历史过程怎样?
2. 交通工程学的定义是什么?形成道路交通的四大因素是什么?
3. 交通工程学主要包括哪些内容?

第二章 交通流特性

考核要求

一、交通流量的定义及其特性

1. 识记:交通量;平均日交通量;小时设计交通量;第30小时交通量的定义。
2. 理解:年平均日交通量获得方法;高峰小时流量、第8小时流量的概念。
3. 简单应用:小时设计交通量的确定及其应用。

二、速度的定义及其特性

1. 识记:六种速度的概念;15%位车速和85%位车速的定义、含义、作用。
2. 理解:地点车速的统计分布。
3. 简单应用:利用地点车速的统计分布分析,确定路段的最低或最高限制车速。

三、密度及其特性

1. 识记:密度、车头间距的定义。
2. 理解:车头间距的三种解析方法。