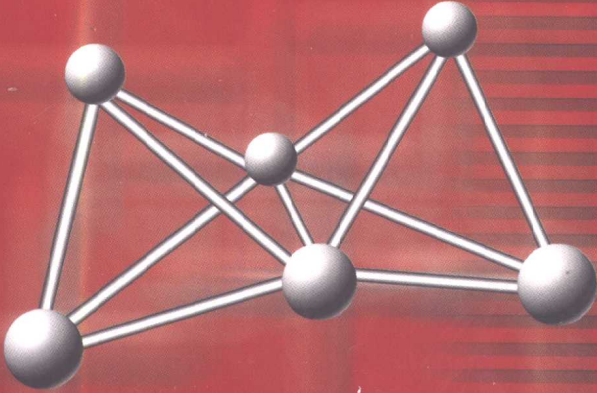


ADVANCED TRAFFIC PLANNING

国家自然科学基金项目资助

# 现代交通规划学

..... 刘灿齐 编著



人民交通出版社

国家自然科学基金项目资助 (项目编号:70071018)

Advanced Traffic Planning

# 现代交通规划学

刘灿齐 编著

人民交通出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

现代交通规划学 / 刘灿齐编著. —北京: 人民交通出版社, 2001.6

ISBN 7-114-03981-6

I. 现... II. 刘... III. 交通规划 IV. U491.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 043512 号

## 现代交通规划学

刘灿齐 编著

正文设计: 孙立宁 责任校对: 刘高彤 责任印制: 张 凯

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

北京鑫正大印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 13.5 字数: 353 千

2001 年 10 月 第 1 版

2001 年 10 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—3000 册 定价: 30.00 元

ISBN 7-114-03981-6

U · 02899

## 内 容 提 要

本书介绍交通规划历年来的研究成果,着重讨论近 20 多年来的国内外先进的理论、模型、算法。主要包括:交通规划的数据调查与分析、相关的社会活动模型、出行发生预测、出行分布预测、交通方式划分预测、交通分配理论、交通网络设计理论、交通枢纽设计理论、规划方案评价方法。

本书可作为交通规划部门、交通管理部门、物流系统工程单位的科研人员以及高校相关专业教师的参考书,也可作为交通工程、运输工程及其相关专业的本科生、硕士生、博士生的学习和研究的平台。

# 前 言

交通规划工作是交通工程中一个主要的工作内容,是城市规划和区域规划的一个关键组成部分。随着我国经济飞速发展和城市化速度加快,如何最大限度地降低交通建设投资和成本和提高交通设施的运行效益是我们不可回避的问题,而要解决好这个问题就必须进行科学的交通规划。交通规划学是交通规划的科学基础。

作为交通工程专业的一门课程和学术方向,交通规划学是 20 世纪 50 年代诞生的,20 世纪 80 年代后期被引入我国,现已成为我国高校交通工程专业本科、研究生的必修专业课,也是交通学术界的一个主要研究方向。国内第一本系统介绍交通规划的书籍是肖秋生和徐慰慈先生所著的《城市交通规划》(人民交通出版社,1990),后来又有几本关于交通规划的教材和专著问世,但大多是基于国外 1975 年以前的理论成果。本人在进行交通规划的教学和研究中发现,近 20 多年来国际上交通规划的研究发展很快,创新成果颇丰,其中大多不为国内读者所了解。因此,有必要系统全面地将其中比较成熟的、新颖前沿的理论和方法介绍给国内读者,供国内同行应用和参考。本书就是基于这个目的而写的。

本书具有以下特点:

- 完整地提出了交通规划五大技术步骤:规划调查、社会经济模型、交通预测、规划设计、方案评价。尤其是规划设计(交通网络和枢纽设计)问题在国内是首次被介绍的。这同时也是本书提出的新的理论体系。本书对各步骤内容都着有较多的笔墨,一改原有书籍大都只注重交通预测四小步(交通发生、交通分布、方式划分、交通分配)的状况。
- 以定量分析为主、定性分析为辅。重点研究相关问题的数学模型及其解法,注重分析模型理论上的来龙去脉。

·为了内容的全面性和完整性,在以介绍新方法为主的同时,也系统扼要地介绍了1950~1970年代间的理论成果。

·仍以城市道路交通网络和公路交通网络为主要研究背景,也尽量使方法和模型适用于一般交通网络的规划,如其中包括专门讨论用于大交通网络的物流网络空间价格均衡模型。

·本书虽然有不少理论分析过程,但并不深奥难懂。书中尽量使用了直观和简单的示例以帮助读者理解分析过程,对很深难的数学推导,只作直观说明,并不赘述其纯数学的推导。同时指出其理论上的出处,以供感兴趣的读者查阅。学过高等数学和概率统计的高年级本科生能看懂本书的大部分内容,学过最优化理论的研究生能读懂本书的全部内容。

由于本书既注意全面性、完整性,又注重理论性和前瞻性,在内容上有易有深。作者在组织和论述书中的内容时力求做到由远及近、由浅入深、系统全面、脉络清晰,这就使得不同层次的读者都可使用该书。对于初学者,可以在学习交通规划的基本知识的同时,了解和展望较深较新的内容;对于再学者,可以复习过去已学过的内容,在一个完整的理论体系内,容易前后贯通,进一步学习新的研究成果。

本书作者力争使本书成为交通工程及相关专业的教师、研究人员和工程技术人员有益的参考书,希望能成为交通工程及相关专业的大学生在本科、硕士、博士各个阶段学习和研究交通规划的一个平台。

本书的立意和大量的文献资料是在作者进行自然科学基金项目——“城市交通的网络设计理论”(编号:70071018)的预备研究和正式研究过程中获得的,书中也融入了自己关于该项目的研究成果,写作和出版都得到了该项目的资金支持。在此,作者谨向国家自然科学基金委员会及其管理科学部表示由衷的感谢!

在本书的写作过程中,杨佩昆先生(北京航空航天大学黄

海军教授、同济大学杨东援教授、杨晓光教授、彭国雄教授等老师提出了许多宝贵意见,给予了热情支持;黄海军教授还将他的研究论文寄给作者参考;美国 Davis 大学的葛颖恩博士后、新加坡南洋理工大学的杨超博士后帮忙从国外查阅邮寄文献资料。在此,作者向他们表示衷心的感谢!

由于近几十年来,国内外学术界有关交通规划的研究成果层出不穷,百家纷呈,更由于作者才疏学浅,尽管毕其全力,以求全面、系统、先进、深入,欲集国内外交通规划研究之大成,却仍然难免挂一漏万和出现不当不真之处,敬请广大读者批评指正!

刘灿齐  
2001年春  
于同济园

# 目 录

第一章 绪论	1
§ 1.1 交通规划概述	3
§ 1.2 交通规划步骤	10
§ 1.3 本书的理论体系和内容安排	15
<hr/>	
第二章 交通调查	18
§ 2.1 概述	18
§ 2.2 基本资料调查分析	21
§ 2.3 起讫点调查分析	25
§ 2.4 交通设施调查	38
§ 2.5 交通现状调查	39
<hr/>	
第三章 社会活动模型	41
§ 3.1 概述	41
§ 3.2 交通的供求关系	41
§ 3.3 人口模型	48
§ 3.4 家庭模型	53
§ 3.5 城市用地模型	60
§ 3.6 经济指标模型	66
<hr/>	
第四章 出行发生预测	73
§ 4.1 概述	73
§ 4.2 出行产生量预测	76
§ 4.3 出行吸引量预测	91
<hr/>	
第五章 出行分布预测	95
§ 5.1 概念	95



§ 5.2	增长率法 .....	98
§ 5.3	引力模型法 .....	106
§ 5.4	模型的理论解释 .....	116
§ 5.5	从路段观测流量反推分布矩阵 .....	121

---

<b>第六章</b>	<b>交通方式划分预测 .....</b>	<b>129</b>
§ 6.1	概述 .....	129
§ 6.2	四种集计的方式划分模型 .....	134
§ 6.3	非集计方式划分方法、Logit 模型 .....	140
§ 6.4	Probit 模型 .....	153
§ 6.5	分层类 Logit 改进模型 .....	173
§ 6.6	直接类 Logit 改进模型 .....	183
§ 6.7	非集计方法的最后两个问题 .....	200
§ 6.8	模型的评比 .....	202

---

<b>第七章</b>	<b>交通分配 .....</b>	<b>206</b>
§ 7.1	概述 .....	206
§ 7.2	基本概念 .....	207
§ 7.3	最短路径的求法 .....	215
§ 7.4	非均衡分配方法 .....	219
§ 7.5	B-L 均衡分配法 .....	236
§ 7.6	B-L 均衡分配法的扩展 .....	248
§ 7.7	一般交通均衡分配 .....	272
§ 7.8	空间价格均衡分配问题 .....	283

---

<b>第八章</b>	<b>交通网络设计 .....</b>	<b>293</b>
§ 8.1	定性的交通网络设计方法 .....	294
§ 8.2	定量交通网络设计方法概述 .....	303
§ 8.3	离散交通网络设计问题 .....	307
§ 8.4	连续交通网络设计问题 .....	322

§ 8.5	交通网络设计问题的扩展 .....	339
§ 8.6	交通分配的作用与地位 .....	353
<hr/>		
<b>第九章</b>	<b>交通枢纽规划设计 .....</b>	<b>355</b>
§ 9.1	概述 .....	355
§ 9.2	两种交通枢纽的例子 .....	357
§ 9.3	枢纽的选址 .....	359
§ 9.4	枢纽的规模 .....	370
<hr/>		
<b>第十章</b>	<b>规划方案评价 .....</b>	<b>383</b>
§ 10.1	概述 .....	383
§ 10.2	评价指标 .....	386
§ 10.3	层次分析法 .....	398
§ 10.4	递阶模糊综合评价法 .....	404
<hr/>		
<b>参考文献</b>	.....	<b>413</b>

# 第一章 绪 论

随着人类社会的发展，社会劳动活动复杂程度的提高，逐渐出现了劳动分工，并越来越细化。自 19 世纪初铁路、轮船出现以来，逐渐形成了一个专事人员和物资的空间位置移动的产业——交通运输业。后来的社会发展表明，交通运输是国民经济中一个重要的生产部门，它把社会生产、分配、交换和消费各个环节有机地联系起来，是保证社会经济活动得以正常进行和发展的基础产业。它的基本任务就是通过提高运输系统的作业能力和工作质量，改善各个地区之间的运输联系，安全、经济、快速地组织旅客和货物的运输，保证最大限度地满足社会经济、国防建设的要求。另一方面，交通运输对于充分开发、利用各地区的潜在资源、推动当地的经济的发展起着十分重要，有时甚至是决定性的作用。

纵观社会经济发展历史和交通运输发展历程，可以发现，交通运输与社会经济的发展不总是同步的。常常出现两种情形：一是交通运输超前于社会经济的发展。如美国在 19 世纪的经济尚不很发达时，于 19 世纪 30 年代至 20 世纪 20 年代大力进行铁路建设，全国铁路总里程达 41 万公里，之后敏感地洞察到运输需求的变化，又大力发展公路、内河和民航等运输方式。目前美国拥有 650 万公里公路、4 万公里内河航道以及 45 万公里的民航线。近 200 年来，美国的交通运输基本上保持超前于国民经济的发展，这无疑是其经济长期快速发展的一个重要因素。其他一些发达国家也很重视优先发展交通，如日本虽然国土面积狭小，但在工业化初期就重视交通建设，目前日本全国有近 3 万公



里的铁路和 12 万公里的公路，而且其铁路的高速化和城市化（即城市轨道交通）在全世界都处于领先地位。另一种情形是交通运输滞后于社会经济发展。在汽车时代开始之初，欧洲一些国家的大城市由于交通设施没能适应汽车这种新的交通工具的发展，出现了严重的交通问题，拥挤的交通冲击着城市居民的出行和生活。目前许多发展中国家，如我国，无论是跨地区的大交通，还是城市内的交通，都面临着问题成堆的局面，交通已成为各级政府和广大人民群众最关心和最头疼的问题，已成为了制约国民经济发展的主要瓶颈。

国内外的历史经验教训都告诉我们一个铁律：“要发展经济，就必须先发展交通”。正因为此，近些年来，我国政府的各级决策者都把发展交通作为发展经济头等大事来抓。例如，现在中央政府提出西部开发的十件特大工程中就有四件是关于交通建设的。

我们知道，做任何一件事都要有个计划。小到上街购物，大到建设国家，在行事之前都会有一个关于目的目标、步骤顺序、资源分配等要素的安排计划，而且事情越重大，计划就越重要。这个制定计划的过程就叫规划。交通运输是社会经济中一种重要基础工程，交通规划自然是交通建设的一个必要的前提工作。现代化的交通工具在给人类带来出行和运输便捷的同时，也带来了愈来愈突出的诸如拥挤、污染等交通问题。因此怎样最大限度地发挥它对社会经济的促进作用，又尽可能地降低它带来的负面作用，就显得尤为重要了。另外，交通的建设成本高，对地区和城市的发展走向具有很强的拉动作用，所以为了最大程度地发挥交通设施的效益，使交通能引导地区或城市朝可持续方向发展，在动工建设之前慎重地作好交通规划，提高交通规划的科学性就变得十分有意义了。于是“交通规划”这门学科就应运而生。

## § 1.1 交通规划概述

### 1.1.1 交通运输系统

#### 1. 交通运输系统分类

交通运输方式和类型很多,主要可作以下分类。

(1)从区域范围分,有:地区交通(含全国交通、国际交通)、城市交通,它们分别又称做“大交通”、“小交通”。

(2)从运输对象来分,有:乘客运输、货物运输。

(3)从运输方式来分,有:公路、铁路、水运(内河与海运)、航空、管道。

(4)从所涵盖的范围来分,有:综合交通、单项交通。

综合交通涵盖了所有的交通方式。地区综合交通包括:公路交通、轨道交通、水上交通、空中交通及管道交通五种交通。城市的综合交通包括以下一些子系统:

机动车交通系统——包括道路和各类机动车;

客运交通系统——分公共交通和个体交通;

货运交通系统——货运线路、货流中心;

自行车交通系统——包括非机动车道(含机非混行车道)和各类非机动车;

行人交通系统——行人、人行道、步行街、过街人行设施等;

城市轨道交通——主要有地铁、轻轨、市郊铁路。

#### 2. 交通运输的系统工程

交通运输是一个庞大的系统,它包括三种基本要素:运输对象——人员和货物;运输工具——各种用于运载的车辆;交通设施——包括线路网络、节点和终点的站场和设备。

交通运输系统工程的范围包含以下几个方面:

(1)需求方面。概括地说,就是人员和货物出行的需求,

具体的说,交通需求是由人民生活、社会经济发展和国防建设的需要决定的。

(2)工程方面。含交通设施的建设工程和运输工具的制造工程。

(3)管理方面。包括交通政策策略的制定、交通规划、工程的管理监督、运营管理、交通管理。

(4)经济方面。包括投融资方案的制定和实施、财务管理等。

交通运输系统不仅本身是一个复杂的大系统,它还是一个开放的系统。它以社会经济、政治体制、人口分布、地理地貌作为其外部的环境系统,与这个环境系统存在着极强的相互作用关系。

### 1.1.2 交通规划

规划(Planning)——确定工作目标,并设计达到目标的工作方案。

交通工程——运输工程的一个分支(运输工程包含公、铁、水、空、管五项内容),只研究公路和城市道路上的交通管理和组织问题,主要是人、车、路的协调和优化配合问题。

交通规划(Traffic planning)——是交通工程学的组成部分。旨在确定公路和城市道路交通建设的发展目标,设计达到这些目标的策略、过程与方案。

交通网络——本书中的交通网络可以是城市道路网、城市公共交通网、城市轨道交通网、公路网、高速公路网中的任意一种。

对象区域——交通规划的空间客体,可能是一个城市、一个地区或整个国家。目前主要是城市在进行交通规划,因此交通规划的对象区域大都是城市。

规划的基年和规划年——交通规划总是在当前年的调查数据的基础上,以未来某一年的设想交通需求为工作目标提

出相应的交通建设的计划。那么当前年就叫作规划的“基年”；未来交通需求量所在的那一年就叫规划的“规划年”，又称作“目标年”。如果对象区域是交通规划的空间客体，那么规划年就是交通规划的时间客体。

### 1.1.3 交通规划的发展历程

交通规划理论的产生和发展大致可分作 4 个阶段。

1) 萌芽阶段。交通问题和交通建设几乎从人类文明开始就出现了，在汽车出现以前和汽车出现之初，交通建设比较简单，但仍然存在交通规划的过程。如一些中国古代城市的道路网就表现成棋盘形状，这明显是在建路之前有关人员作了全盘的计划和打算，也就是作了规划。二次大战末期，发达国家汽车逐渐增多，已有的城市路网的容量上和形态上与汽车的出行需求之间的矛盾逐渐表现出来。美国就于 1944 年进行针对交通出行的家庭访问调查，并作了数据统计分析，这是人类有史以来第一次交通调查。20 世纪 50 年代，美国还借用系统分析方法对城市道路网的布局进行了分析。其他国家，如日本，也于 1950 年在东京进行了机动车出行 OD 调查。但这些都只是局部的尝试性的探索，作为系统的交通规划理论尚未形成，这是交通规划理论的萌芽阶段。

2) 四步法阶段。以 1962 年美国芝加哥市发表的《Chicago Area Transportation Study》为标志，交通规划理论得以诞生。1962 年美国制定的联邦公路法规定凡 5 万人口以上城市，必须制定以城市综合交通调查为基础的都市圈交通规划，方可得到联邦政府的公路建设财政补贴。该项法律直接促成交通规划理论的形成和发展。开始，交通预测只是关于交通发生、交通分布、交通分配三个阶段的预测。20 世纪 60 年代后期，日本广岛都市圈的交通规划首次提出了对不同交通方式进行划分这一新的预测内容。此后，交通规划变成了交通发生、交通分布、交通发生划分和交通分配四个步骤，这就是交通规划



的四步法(也叫四阶段法)理论。后来人们将交通发生划分与其它三个步骤做了不同形式的结合,相应地得出各类预测方法。这些都归入四步法。

3)非集计模型(Disaggregate model)阶段。关于非集计模型的研究最早也是始于20世纪60年代后期(就是上面提到的广岛都市圈的交通规划),首先用于交通方式划分,20世纪70年代后,McFadden等学者对它作了深入的研究,并推向实用化。四步法是将个人的交通活动的的数据资料按交通分区进行统计处理的,是以交通分区为单位的模型,而非集计模型的分析单位是个人,对调查得到的数据不进行统计处理,而是引入效用理论、概率论的方法进行直接分析研究的。非集计模型至今仍在发展之中。

4)平衡模型加计算机技术阶段。自1975年LeBlanc发明Beckmann平衡交通分配模型(1956年)的算法以来,人们借助各种现代的应用数学工具(神经网络方法、数学规划方法等)展开了关于平衡问题的数学模型及其算法研究,迅速发展的计算机技术使得大规模的、复杂的非线性数学规划模型及其算法得以能够实现。这方面的研究一直是20多年来交通规划的主要研究内容,而且其触角已经延伸到交通规划以外的领域,如智能交通系统(ITS),大有出现交通规划与ITS相结合的局势。

我国的交通规划起步较晚,至今不到20年历史。20世纪80年代初期和中期我国城市中的交通规划主要是进行一些定性分析,最多也只作一些简单的、局部的定量分析,如仅仅依据道路交通量用最简单的方法估计年增长率,来推求未来年份的交通需求量。20世纪80年代后期国外的交通规划理论才被引进,很快得到了广泛的应用和长足的发展。在理论方面,我国学者在应用国外的交通规划理论和方法时,注重针对我国城市的实际情况(如大量的自行车出行)进行完善,创造了具有中国特色的交通规划理论。另外,我国学者也参



与了国际前沿的研究,推出了许多研究成果。在应用方面,目前我国大多数大城市和一部分中等城市都进行了交通调查,并在此基础上进行了交通规划。

#### 1.1.4 交通规划的意义

交通规划的意义表现在:

① 交通规划是进行交通设施建设的不可或缺的前期工作。如果没有科学细致的规划,交通建设就很可能盲目进行,往往出现头痛医头,足痛医足的情况,容易产生重复工程、废弃工程,造成巨大的经济浪费。

② 解决交通问题的根本措施。交通问题其实是一个整体的、综合性的问题。首先,交通系统本身是由多个要素包括车、路、人和货等组成,交通方式又有多种多样,相互之间既有竞争又有补充;另外,交通系统还与其它系统存在着密切的联系和相互作用,如交通与用地、交通与社会经济都是如此。所以单从增加交通建设投资或提高交通管理水平都不能很好地解决交通问题的,只有从系统的、综合的观点出发,制定全面的、有科学依据的交通规划才是解决交通问题的根本措施。

③ 交通规划是获得交通运输工作最佳效益的有效手段。交通建设投资的大小,车辆运营成本的高低,以及交通管理质量的好坏都与交通规划密切相关,只有制定合理的规划才能获得交通运输工作的最佳效益。

④ 能为交通建设的决策者提供决策的科学依据,减少决策的盲目性、短视性和狭隘性,最大限度地降低交通投资的浪费。

#### 1.1.5 交通规划的阶段与层次

交通规划根据问题和对象的不同,有不同的工作内容。从目标年的时间远近和着眼点的规模来说,交通规划分为三个层面:战略规划、网络规划和工程规划。