

108

237
27

交通规划理论与方法

陆化普 等著



A0968427

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书针对交通规划中亟需解决的诸多问题,系统阐述了交通规划的基本理论和方法;全面反映了国内外交通规划和交通工程领域的最新理论和研究成果;广泛探讨了交通规划建模理论、方法与应用。主要内容包括:交通调查、交通与土地利用、交通发生与吸引、交通分布、交通方式划分、非集计模型、交通分配及其扩展模型、组合模型、动态交通分析以及规划方案的评价等。

本书具有系统性强、全面反映最新理论和研究成果、实用性好等特点,并对发展方向作了探索性论述。

本书可作为高等院校交通运输专业本科生和研究生教材,亦是从事交通规划研究、制定交通规划人员的重要参考书。

图书在版编目(CIP)数据

交通规划理论与方法/陆化普著. —北京:清华大学出版社, 1998. 2

ISBN 7-302-02837-0

I. 交… I. 陆… III. ①交通规划-理论②交通规划-方法
N. U491. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 02021 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

因特网地址:www.tup.tsinghua.edu.cn

印刷者:北京通县人民文学印刷厂

发行者:新华书店总店北京科技发行所

开 本:850×1168 1/32 印张:11.75 字数:303 千字

版 次:1998 年 3 月第 1 版 1998 年 3 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-02837-0/TU·130

印 数:0001~4000

定 价:16.50 元

前 言

随着国民经济的高速发展和城市化进程的加快,我国机动车拥有量及道路交通量急剧增加。尤其是在大城市,交通拥挤阻塞以及由此导致的交通事故的增加,环境污染的加剧,是我国城市面临的极其严重的“城市病”之一,已成为国民经济进一步发展的瓶颈问题。面对这种形势,如何确定我国交通运输发展战略,从而建立起可持续发展的交通环境,为 21 世纪我国国民经济的持续腾飞奠定基础,是亟待解决的课题。

城市交通系统是一个相当复杂的系统,解决城市交通问题必须采取综合对策。总体上看,应从如下“三个层次、两个方面”着手,同时采取措施。所谓三个层次是指:其一是从城市规划、土地利用的角度,避免城市人口、城市功能过度集中,造成交通总需求超过城市的交通容量极限,避免城市商务区土地利用强度过大而使城市交通问题无法解决;其二是从交通结构的角度,采取各种有效措施优先发展交通运输,形成以公共交通为骨干的大运量、快速度的交通运输系统,合理地利用城市有限的土地资源和交通设施;其三是通过提高路网容量,借助科学化、现代化交通管理手段充分有效地利用现有路网等综合措施,使现有交通基础设施发挥最大作用。所谓两个方面就是指从交通需求和交通供给两个方面同时采取措施。

上述从“三个层次、两个方面”解决城市交通问题的基本思想,其核心就是加强城市交通规划的制定和实施。所以,为使我国建立

起高速、安全、准时、舒适、可持续发展的交通环境和综合交通体系,必须做好不同层次的交通规划,尤其要加强区域交通规划、城市综合交通规划和交通管理规划的制定与实施。

经过二十几年的理论研究和工程实践,我国在交通规划理论和方法方面有了很大发展。但是完整的交通规划理论体系尚未完全建立起来。随着城市交通需求的不断增大和日趋多样化,对交通规划理论和技术水平的要求在不断提高。这种客观需要为城市交通规划的发展提供了极好的机遇和挑战。因此,在未来十几年中,中国城市交通规划在基础理论方法、技术手段和应用等方面都会有较大的发展和突破,并将逐步形成完整的科学体系。

为此,作者总结十几年来在国内外从事交通规划、交通工程研究工作的成果,结合教学工作经验,写了这本《交通规划理论与方法》。本书针对交通规划中亟需解决的诸多问题,系统阐述了交通规划的基本理论和方法;总结了国内外交通规划和交通工程领域的最新理论和研究成果;广泛探讨了交通规划建模理论、方法与应用;展望了交通规划理论的研究发展方向。

作者在编写本书时,考虑到加快完善我国的交通规划理论体系的客观需要,着重对基本思路的剖析与国际最新研究成果的阐述,反映了作者在本研究领域的研究成果和见解,以供国内同行参考。作者力图使本书成为交通规划理论与方法方面本科生和研究生课程教学的一本好教材,也期望本书能成为从事交通规划理论研究的科研工作者以及从事交通规划、交通管理工作的技术人员和管理人员一本有价值的参考书。

全书共分 13 章,由陆化普统稿。分工如下:

第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 5 章、第 11 章、第 13 章(陆化普);

第 4 章、第 7 章(宿良);

第 6 章(石京);

第 8 章(刘正凯);

第9章、第12章(陆化普、殷亚峰);
第10章(陆化普、史其信)。

本书的完成也得益于多年来与国内外同行的广泛的学术交流与探讨,以及同清华大学交通研究所研究生们的热烈而深入的讨论。此外,清华大学交通研究所研究生魏锋同学承担了本书计算机输入、排版的主要工作,在此深表谢意。

由于写作时间仓促及作者理论水平有限,本书中难免有诸多不足之处,敬请各位读者批评指正,交流切磋。

陆化普

1997年1月于清华大学

• III •

目 录

前言	I
1 交通系统规划	1
1.1 交通规划的必要性	1
1.2 交通规划的系统工程分析方法	7
1.3 交通市场的供求平衡	13
1.4 交通系统规划的过程	22
1.5 城市交通规划的思路与观点	30
2 交通调查	39
2.1 概述	39
2.2 有关交通调查的基本概念和调查方法	42
2.3 国外的主要交通调查及其概要	51
2.4 我国居民出行调查的现状与课题	64
3 交通与土地利用	67
3.1 交通与土地利用的关系	67
3.2 土地利用模型	73
4 交通的发生与吸引	92

4.1	概述	92
4.2	影响交通量产生的因素	92
4.3	生成交通量的预测	95
4.4	发生、吸引交通量的预测	99
4.5	有关发生交通量分析的新动向	102
5	交通分布	109
5.1	概述	109
5.2	增长率法	111
5.3	重力模型法	116
5.4	机会模型法	121
5.5	各种方法的特性比较	123
5.6	从观测路段流量推求 OD 交通量	125
6	交通方式分担	136
6.1	交通方式分担的概念	136
6.2	影响选择交通方式的因素	137
6.3	交通方式选择阶段的分析方法	139
6.4	实用预测模型	143
7	非集计模型的理论与方法	146
7.1	概述	146
7.2	非集计模型的基本理论	148
7.3	常用的非集计行为模型	154
7.4	非集计模型的计算	159
7.5	有关预测的几个问题	175
7.6	非集计模型的研究进展和课题	181

8	交通量分配	192
8.1	交通分配问题的基本概念	192
8.2	交通量分配方法	196
8.3	平衡分配法	197
8.4	交通分配模型中存在的问题	211
9	平衡交通分配模型的扩展	215
9.1	弹性需求分配模型	215
9.2	随机分配模型	222
9.3	考虑路段交通量相互影响的平衡模型	230
9.4	基本数学规划模型的扩展方向	236
10	组合模型	240
10.1	多出行方式的选择.....	240
10.2	方式间独立的组合模型.....	242
10.3	考虑方式间相互影响的组合模型.....	248
10.4	多出行方式中公共交通路线的选择.....	254
10.5	模型应用中的几个主要问题讨论.....	258
10.6	组合模型的其它形式及研究前景.....	259
11	交通需求快速预测模型	269
11.1	通过路段交通量推算 OD 矩阵.....	269
11.2	简化的交通方式划分模型.....	283
11.3	概略规划方法.....	285
11.4	干道模型.....	286
11.5	边际需求模型.....	287
12	动态交通分析模型	289

12.1	动态交通分析模型的意义与特征	289
12.2	动态交通分配理论发展回顾	292
12.3	交通流模型	295
12.4	动态系统最优分配模型	300
12.5	动态用户最优分配模型	312
12.6	动态交通分析的研究展望	324
13	交通规划方案的评价	327
13.1	社会基础设施建设的效益	327
13.2	规划方案评价的基本思路	330
13.3	交通规划评价的步骤	333
13.4	交通规划的评价主体与评价指标	334
13.5	不同评价主体的评价方法	336
13.6	交通规划的综合评价法	339
13.7	几种主要的评价方法梗概	341
	参考文献	351

1 交通系统规划

1.1 交通规划的必要性

1.1.1 城市交通问题与交通规划

我国国民经济已经进入高速成长期。20世纪30年代,国民经济发展的实际年平均增长率在6%以上。90年代以来,持续地超过10%。随着经济的高速发展,城市化速度加快。至1995年末,全国设市的城市超过640个,其中城市人口在100万以上的特大城市32个,建制镇多达16000个,居住在城镇地区的人口近3.5亿人,占全国总人口的28.85%。自80年代以来,我国汽车拥有量年平均增长率为13.7%,机动车拥有量年平均增长率为26.4%。

国民经济的持续高速发展、城市化进程的加快、机动车保有量的迅猛增加,导致了交通运输需求的迅速增长,加之我国交通基础设施长期欠账过多和建设速度缓慢,使得交通运输供需不平衡的矛盾日趋尖锐。目前,铁路客运列车普遍超员,货运瓶颈问题无法解决。特别是在大中城市交通堵塞严重,事故率上升,车速普遍下降,公共交通萎缩。面对这种形势,如何确定我国交通运输发展战略,建立起可持续发展的交通环境,为21世纪我国国民经济的全面腾飞奠定基础,是亟待解决的课题。

城市交通系统涉及面广,解决城市交通问题必须采取综合措施。总体上看,应根据问题的范围和目的,从如下三个层次上,采取

系统的对策。其一是从城市规划、土地利用的角度,避免城市人口、城市功能过度集中,造成交通总需求超过城市的交通容量极限,避免城市商务区土地利用强度过大而使城市交通问题无法解决;其二是从交通结构的角度,采取各种有效措施优先发展公共交通,形成以公共交通为骨干的快速交通运输系统,合理地利用城市有限的土地资源和交通设施;其三是通过提高路网容量,通过实现城市交通的科学化、现代化管理等措施,充分有效地利用现有道路网,使现有的道路交通基础设施发挥最大作用。

上述从三个层次解决城市交通问题的基本思想、核心问题就是加强城市交通规划的制定和实施。所以,为使我国建立起高速、安全、快捷、舒适、可持续发展的交通环境和适应国民经济发展需要的综合交通体系,必须做好不同层次的交通规划,尤其是要加强区域交通规划、城市综合交通规划和交通管理规划的制定与实施。

1.1.2 交通规划的目的与分类

交通规划的主要目的可以归纳成如下几点:

① 交通规划是建立完善的综合运输系统的重要方式。因为交通规划协调各种运输方式之间的联系,明确各种交通方式的任务和要求,各种交通方式之间密切配合,相互补充,共同完成运输任务,这样就可以排除过去那种单一、孤立的道路规划和铁道规划中的某些偏见,如仅注重路网的形式,不重视各种运输方式间的内在联系等。

② 交通规划是解决目前道路交通问题的根本措施。因为交通问题是一个整体性、综合性的问题,单从增加道路建设投资或提高交通管理水平某一个方面是不能从根本上解决问题的,而必须与社会经济发展规划相适应,通过以人、车、路、环境诸方面综合考虑,促成工、农、商业、文化设施以及人口分布的合理布局,制定一个全面的有科学依据的交通规划才是根本的措施。

③ 交通规划是获得交通运输最佳效益的有效途径。因为道路建设投资的大小,汽车运输方式的路线选择,车辆运营成本的高低以及交通管理水平高低等都与交通规划密切相关,只有制定合理的交通规划,才能形成安全、畅通的交通运输网络,从而用最短的距离、最少的时间和费用,完成预定的运输任务和获得最优的交通运输效果。

④ 交通管理规划是实现城市交通科学化、现代化管理,充分利用现有道路交通设施的重要环节。交通供需矛盾的长期性和城市空间的有限性决定了我们不但要规划建设好交通基础设施,而且还要使现有设施发挥最大效益。因此,从供求两个方面采取措施,通过加强交通管理提高道路通行能力,是缓解我国城市交通拥挤的重要环节。

交通规划的分类方法很多。根据规划的性质,我们可以把交通规划分成战略交通规划、城市综合交通规划、专项交通规划(如城市道路网规划、公共交通规划和具体的交通设施规划)以及交通管理规划。根据规划对象的空间范围可以把交通规划分成区域交通规划、城市总体交通规划、分区交通规划。根据规划对象的时间范围可以把交通规划分成长期规划、中期规划和短期规划。根据规划对象设施可以把交通规划分成城市道路网规划、公共交通规划、轨道交通规划、停车场规划、站前广场规划和交通枢纽规划等。

1.1.3 城市综合交通规划发展经纬及其必要性

从世界范围来看,在 20 世纪 60 年代以前,城市规划中的交通规划,通常是对道路规划和轨道交通规划分别进行的。也就是说,通常是以城市的机动车 OD 调查(也称为起讫点调查)为基础,预测未来的机动车交通需求,进行道路规划;以定期月票利用者的站点间 OD 调查等为基础预测将来的利用者数,进行轨道交通规划。但是,到了 60 年代,在考虑未来的城市交通时,道路规划和轨道交

通规划之间的平衡,或者说个体运输工具与大运量的运输工具之间的平衡,成了人们关注的焦点。

人们逐渐认识到,解决大城市交通阻塞,仅仅通过对断面交通量采用某些局部数据进行交通分析、道路规划是远远不够的,必须以路线及道路网为对象进行全面的分析。当人们认识到要想解决大城市的交通拥挤就必须实现城市交通的整体化后,道路规划与轨道交通规划间的协调,进而在城市快速发展、城市空间急剧扩大的情况下,使之与城市规划相协调的问题受到了极大关注。以定量数据为基础进行城市综合交通规划起源于美国,并且在世界范围内得到了迅速发展。1953年,美国大都市圈底特律首先开始进行交通调查,1962年发表了高速公路规划报告书。名为“Traffic Study”的底特律都市圈交通规划,其核心是高速道路规划。而继此之后,称为“Chicago area transportation study”的芝加哥都市圈交通规划则对包括道路规划在内的大运量交通方式进行了综合考虑,开发了包括交通方式划分在内的四阶段交通需求预测法,开了城市综合交通规划之先河。1962年美国制定的补充联邦道路法,规定人口5万人以上的城市,为了得到与道路建设有关的联邦政府的补贴,必须制定以城市综合交通调查为基础的都市圈交通规划。因此,关于城市综合交通规划的理论研究和规划实施在全美广泛地开展起来。至此,“traffic planning”也由于范围不断扩大而改称为“transportation planning”。由于城市综合交通规划始于芝加哥,而且现在的城市交通规划方法是以芝加哥都市圈交通规划(CATS)为基础发展起来的,所以芝加哥都市圈交通规划在交通规划发展史上占有极其重要的地位。

在英国,1963年发表了著名的布凯南报告书。在此前后,已经开始了制定城市综合交通规划所必须的城市交通调查。1964年雷塞士特市进行的综合城市交通规划是英国定量进行城市综合交通规划的先驱。

在日本,运用科学分析规划手段制定城市交通规划始于 20 世纪 60 年代后期,以居民出行调查为基础进行城市综合交通规划。日本于 1952 年在东京进行了第一次关于城市机动车出行的 OD 调查。到 1958 年,在全国主要城市都开展了机动车 OD 调查,并决定此后定期进行此项调查,为定量的交通需求预测打下了基础,60 年代前半期,道路交通规划方面已开始运用交通发生、交通分布、交通分配的三阶段交通需求分析法。

此后,道路规划与轨道交通规划间的协调,以及在城市快速发展、城市空间急速扩大的情况下,使之与城市规划相协调的问题受到重视。因此,以城市内全部交通方式为对象的与城市规划、土地利用规划相协调的综合交通规划方法开始形成。

广岛都市圈首先进行了大规模的居民出行调查。居民出行调查捕捉能够体现“人流活动”的居民出行活动,即人们利用汽车、轨道交通及公共汽车的情况,将“不同交通方式分担”这一新的预测步骤加到三阶段需求预测法中去,开创了对城市内全部交通方式进行系统分析的先河。广岛调查进行后,以东京、京阪神、名古屋等大都市圈为首,日本在全国主要都市圈都开展了居民出行调查,由交通发生、交通分布、不同交通方式分担、交通分配所构成的四阶段交通需求预测法也固定下来。另外,对于城市交通的另一重要构成要素“物质流通”,则在居民出行调查外补充了物资流动调查(1971 年广岛首先开展,以大都市圈为中心)。二者共同推进了综合城市交通规划的发展(参见图 1.1)。

在我国,城市交通规划作为专门的应用学科已有近 20 年的时间,发展过程大致可以分为如下三个阶段。

① 20 世纪 70 年代末到 80 年代初,城市经济复苏,自行车迅速增长,特大城市交通出现全面紧张的局面。这种情况使国内规划界的许多专家开始认识到,采用 50 年代从功能分区到道路干道的纯定性的规划方法已不能适应今天的城市发展,需要引进交通规

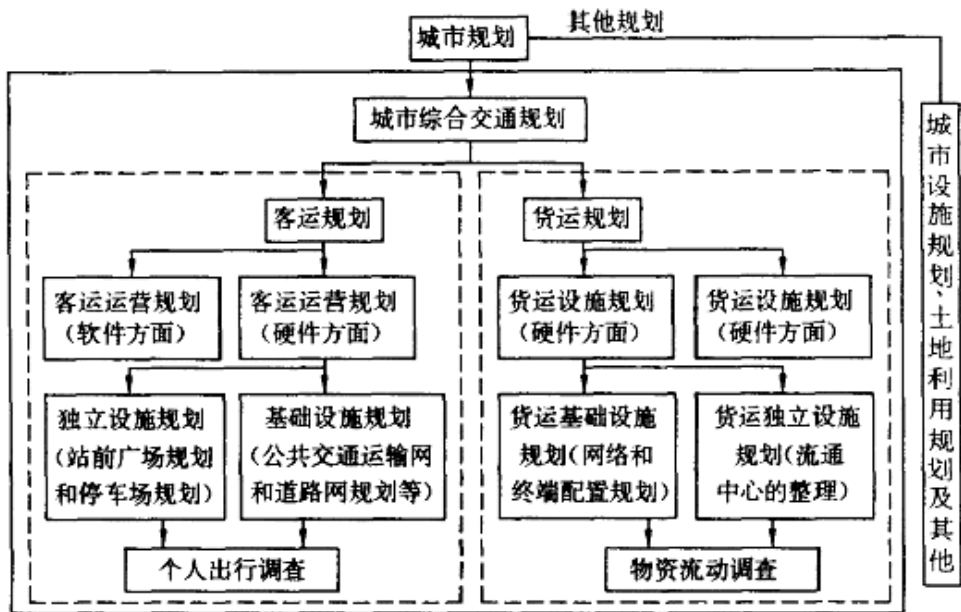


图 1.1 城市综合交通规划概念图

划的新理论和高新技术。在这一时期，交通规划在方法上引进了发达国家的交通规划理论、计算机技术，开始探讨我国综合交通规划的理论与方法。与此同时，国内几十个大城市开展了大规模的交通调查，利用计算机技术进行调查数据的统计和交通特征分析，交通规划迈开了量化的第一步。

② 80年代中到90年代初，城市改革开放的步伐加快，现有的交通矛盾尚未解决，又迎来了规划建设的高潮。结合这一时期的规划特点，交通规划在交通调查的基础上，对交通特征进行研究分析，将交通规划的“四阶段”理论与方法，交通预测技术应用到实际的道路运输规划中，交通规划开始了定量与定性相结合的一步。

③ 90年代初到现在，随着经济的发展，城市交通的机动化发展速度加快，城市交通问题的复杂性和改善的难度加大，交通需求不断增加，各级政府对交通规划的认识加强。在这一时期，由于计算机技术的普及，交通规划人才素质的提高，市场需求加大，城市

交通规划的基本原理、定量化预测技术等在各种类型的规划实践中得到了广泛的应用。研究的重点侧重于运用定量的科学技术进行规划方案的分析、指导设计,城市交通的现代技术开始同规划紧密结合。与此同时,国内交通规划在调查方法、数据分析、模型精度、预测技术、战略研究、规划的层次划分、交通设计方面进行了广泛的探索研究,在与城市规划、市政工程设计、运输规划、交通管理的结合方面有了良好的开端。

1.2 交通规划的系统工程分析方法

许多工程分析中采用的传统分析方法是把系统的某一部分与系统分离,然后再单独对这部分进行分析。这种方法也可以用于分析城市交通系统发生微小变化所产生的影响。例如,路口的单点定周期交通信号的配时问题仅仅考虑了该路口的交通情况,而通常不考虑相邻路口交通变化的影响。同样在分析停车规则、交叉口设计以及运输系统中的其他变化时,也仅仅考虑了最直接的环境。

如果一个具体策略或设计的影响范围较小,那么这种传统的分析方法是采用的。然而如果所分析部分的变化较大时,那么这种变化不仅会影响到正在变化的部分,而且还会波及到系统的其他部分。为了说明和理解这种波及效果,首先让我们来考虑分析一下城市干道上的一段拥挤路段。为了减轻拥挤,可拓宽道路,因此建设部门要考虑拓宽这段道路所需的成本和可取得的效益。在现状交通流量条件下,假若拓宽后的路面能使交通流运行通畅,延误时间减小,我们就认为拓宽部分是满足要求的话,由于没有考虑到该路段的改善对相邻路段乃至整个路网带来的变化,按这种方式计算的工程效益就可能导致错误。比如,以前不走这条道路的车辆,在道路改建后就可能改走这条道路了。这样,由于交通流量的增加可能会引起更严重的交通堵塞,使得改建道路上的交通状况

并无多大的改善,甚至比改建前更加拥挤,因而也就达不到预期的目的。而且,由于车辆进入和离开拓宽路段数量的增加,与之相连接的一些路段也会引起堵塞。另一方面,在与拓宽路段平行的道路上,由于交通流量的减少,交通条件会随之得到改善。这样,在系统其他部分运行的车辆驾驶员由于意识到交通流量的这种变化而相应地调整其行驶路径,那么每条路径上交通条件的改变必然会引起交通状况的进一步变化,其结果会造成更多路径上交通条件的变化。经过一段时间,这种波动情况将逐渐减缓,最终系统又在新的平衡点上达到稳定状态。但是这种状态同以前相比或许并没有什么明显的改善。

上面的例子说明了道路网的改变会导致交通流的变化。交通控制策略的改变或者新的交通设施的建设也会产生同样的变化。但是,交通系统的变化仅间接地影响交通流模式。直接决定交通流模式的是城市区域内总的出行行为,这些出行行为产生了对交通的需求。例如,我们来考虑一个新开辟的商业区对交通流的影响。商业区所吸引的购物者部分是新出现的,部分是从其他地方转移过来的。这样,与新商业区相连的街道会产生交通堵塞现象,迫使那些仅仅打算通过该区域的出行者,改变其路径,变更其交通工具或者调整其出行时间。这些变化将改变整个系统的交通流模式和拥挤情况,从而进一步影响人们的出行决策。其他商业区的情况也将随之发生一些变化,比如其车流量可能会下降。但是,同样经过一段时间后,又会出现新的平衡点。当达到平衡点时,整个运输网中的出行频数、出行终点、交通方式以及路径的选择都将保持稳定。

从上述分析可以看出,与一定交通状态相对应的平衡交通流模式包含了城市交通网络各个部分的交通流量水平和交通堵塞状况,平衡状态下的交通流模式与受该交通状态影响的出行者之间有直接关系。换句话说,只有通过同时分析城市交通网络的所有要