

国家自然科学基金资助项目

Chengshi Jiaotong Guihua Lilun yu Fangfa

城市交通规划理论与方法

王 炜 徐吉谦 著

人民交通出版社

(京)新登字.091号

城市交通规划理论与方法

王 炜 徐吉谦 著

插图设计: 王惠茹 正文设计: 周 圆 责任校对: 郭晓丽

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

北京市怀柔县黄坎印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 10.5 字数: 262千

1992年8月第1版

前 言

随着国民经济的发展及城市化进程的加快,城市交通日趋紧张,城市交通拥挤与阻塞现象日趋严重,“乘车难、行车难、停车难”成了大中城市普遍存在的社会问题。为了缓解城市交通问题,不少城市不惜巨资进行了大规模的交通调查及初步的城市交通规划工作,且已初见成效。新通过的《城市规划法》也作了明确规定:“城市总体规划必须包括城市综合交通体系规划”。据有关部门预测,在今后的十几年甚至几十年内,交通规划将作为我国交通工程学科研究的重点,可见,城市交通规划的理论研究及实际应用将进一步在全国范围内蓬勃展开。

所谓城市交通规划,是通过对城市交通需求量发展的预测,为较长时期内城市的各项交通用地、交通设施、交通项目的建设与发展提供综合布局与统筹规划,它是解决城市交通问题的最有效措施之一。目前,国内有二十多个城市已经进行或正在进行城市交通规划工作,但无论在规划方法上还是在规划内容上都存在着许多不足。如:目前普遍采用的交通规划工作都需进行大规模的O-D出行调查,需花费巨大的人力、财力,使许多城市无力负担;由于调查项目众多,耗时太长,一个大城市进行交通调查及交通规划工作一般需3~5年,由于交通状况的不断变化,交通调查资料的时效性受到影响,从而影响规划方案的可靠性和科学性;目前,国内的城市交通规划多采用国外的规划模型,不能反映我国混合交通等特点;我国各城市进行的交通规划工作深度、规划内容、规划范围均不一致,对提出的规划方案缺少科学的评价。可见,我国目前尚无一套完善的城市交通规划理论体系。研制、开发适合我国混合交通特点的省时、省钱的快速反应系统(模式)已成为当前城市交通建设中一项急待解决的重要课题。

本书旨在向读者介绍城市交通规划过程的全貌及东南大学运输工程研究所结合多项国家自然科学基金项目及几个大城市交通规划实践在城市交通规划理论及城市交通规划快速反应系统(模式)方面所获得的最新研究成果。本书根据王炜的博士论文《城市交通网络规划理论与方法研究》(导师丁大钧教授、徐吉谦教授)及王炜主持的国家自然科学基金项目《城市交通规划及宏观交通管理方法研究》总报告《城市交通规划理论与方法》(该项目已由国家自然科学基金委员会于1991年3月组织国家级鉴定,技术负责人为北京工业大学任福田教授。鉴定结论:该项目整体水平为国际先进,其中,交通分配理论为国际领先水平,该项目已获1991年度国家教育委员会科技进步二等奖)综合整理而成。

该项成果已在南京市、郑州市总体交通规划中应用,效果良好,并将在马鞍山市、合肥市总体交通规划中得到进一步应用和验证,以臻完善。

本书由北京工业大学任福田教授审核,谨在此表示衷心感谢。

著 者

1991年夏于南京

内 容 提 要

本书系国家自然科学基金项目《城市交通规划与宏观交通管理方法研究》的成果。主要包括：交通需求预测理论与方法、交通网络计算机处理方法、交通分配理论与方法、道路网络规划理论与方法、公交线网规划理论与方法、区域 $O-D$ 量推算理论与方法、干线 $O-D$ 量推算理论与方法、交叉口 $O-D$ 量推算理论与方法以及这些方法在南京市、郑州市交通规划中的应用。

本书可作为城市规划部门、交通工程规划、设计部门的科技人员及管理人士的参考书,也可作为高等院校交通工程、道路工程和城市规划等专业高年级本科生及研究生的教材。

目 录

第一章 绪 论	1
§ 1-1 城市交通规划的沿革	1
§ 1-2 现行城市交通规划方法评述	3
§ 1-3 城市交通规划新方法的基本思路	5
第二章 交通需求预测理论与方法	8
§ 2-1 综 述	8
§ 2-2 客运预测方法	8
§ 2-3 货运预测方法	21
§ 2-4 结 语	23
第三章 交通网络计算机处理方法	24
§ 3-1 计算机语言的选择	24
§ 3-2 网络结构的计算机表示法	25
§ 3-3 最短路算法	30
§ 3-4 交通区与交通网络的对应	36
第四章 交通分配理论与方法	39
§ 4-1 综 述	39
§ 4-2 最短路交通分配方法及其软件设计	41
§ 4-3 容量限制交通分配方法及其软件设计	43
§ 4-4 静态多路径交通分配方法及其软件设计	58
§ 4-5 动态多路径交通分配方法及其软件设计	61
§ 4-6 交通分配方法的实际检验	71
§ 4-7 小 结	74
第五章 道路网络规划理论与方法	76
§ 5-1 综 述	76
§ 5-2 道路网络系统规划原则	76
§ 5-3 交通组成分析	79
§ 5-4 网络计算机处理	80
§ 5-5 交通分配	80
§ 5-6 路段容量分析	80
§ 5-7 交叉口容量分析	83
§ 5-8 交通质量评价	86
§ 5-9 规划方案总体评价	89
§ 5-10 规划网络分配与评价结果的输出	89
§ 5-11 网络规划实用软件设计	92

§ 5-12 小 结.....	94
第六章 公交线网规划理论与方法	95
§ 6-1 综 述.....	95
§ 6-2 拟设线路起讫点站的确定.....	95
§ 6-3 公交优化网络的构成.....	98
§ 6-4 线路断面流量检验.....	106
§ 6-5 公交线路停靠能力检验.....	107
§ 6-6 现有网络的优化改造及近远期网络的优化配合.....	108
§ 6-7 公交线网规划软件设计.....	110
§ 6-8 小 结.....	110
第七章 区域 O-D 量推算理论与方法	111
§ 7-1 综 述.....	111
§ 7-2 用路段交通量推算 O-D 出行量通用模型.....	112
§ 7-3 O-D 量推算通用模型的系统辨识检验	117
§ 7-4 通用推算模型的改进——一区多中心模型.....	120
§ 7-5 一区多中心模型的实际检验	125
§ 7-6 O-D 量推算模型通用软件设计	134
§ 7-7 推算模型的应用与推广.....	135
§ 7-8 小 结.....	136
第八章 干线 O-D 量及交叉口 O-D 量推算理论与方法	138
§ 8-1 综 述.....	138
§ 8-2 单向干线 O-D 量推算方法	138
§ 8-3 双向干线 O-D 量推算方法	141
§ 8-4 交叉口 O-D 量推算方法	143
§ 8-5 干线 O-D 量推算示例及软件设计	147
§ 8-6 交叉口 O-D 量(流向)推算模型的实际检验.....	149
§ 8-7 小 结.....	150
第九章 理论方法的实际应用简介	152
§ 9-1 O-D 量推算方法、交通分配方法在济南市单向交通规划中的应用简介	152
§ 9-2 交叉口 O-D 量推算方法在京深高速公路立交桥设计中的应用简介	153
§ 9-3 交通分配方法、网络规划方法在南京市总体交通规划中的综合应用简介	156

第一章 绪 论

§ 1-1 城市交通规划的沿革

纵观城市发展史^[1]，可以看出这样一个普遍现象：城市的形成与演变取决于交通，城市的发展又促进了交通。交通与城市互为影响，兴衰与共，是不可分离的有机整体。

城市交通系统的功能是为城市居民的各种出行活动提供必要的条件，城市交通设施把城市居民的各种出行活动有机地连接在一起。城市交通系统的性质，在很大程度上决定了城市的生活方式^[2]。

所谓城市交通规划，是指为城市居民的交通行为提供合适的交通设施，改善以至优化城市交通条件，并创造良好的城市环境。从人们有意识地规划城市起，城市交通规划便被作为城市规划的一个主要方面来进行。

道路因交通的需要而产生，道路系统的规划是城市交通规划的主要方面。我国周代就有了明确的道路系统及城市道路网规划。王城与诸侯国之间，诸侯国与诸侯国之间，都有大道相通，并有明确的等级规定^[3]，《周礼·考工记》记有“匠人营国，方九里，旁三门，国中九经九纬，…，经涂九轨，环涂七轨，野涂五轨”。王城规划中的建筑及道路网均为方格形，城市的道路有经纬交叉，城的四周有环涂围绕，野涂是连接王城与诸侯国的城际道路，经涂、环涂、野涂均有明确的设计标准。这种“九经九纬”的道路系统规划模式几乎一直沿用到近代，成为我国城市规划和道路网布局的典型图式之一。

隋唐时的长安城及洛阳城，道路系统规划更明显地突出了道路系统的功能，道路两边是封闭的坊里，有坊墙坊门，只有三品以上官吏的府第可以直接面向城市道路开门。道路路幅很宽，中轴线的主干大道路幅多在150m以上，其他干道的路幅也多在100m以上。道路分为御用干道、全市性的主要交通干道，一般坊里的城市街道及坊内小路四种形式。这与目前采用的快速干道、主干道、次干道及支路四级划分基本相同。如图1-1为唐长安道路系统复原图^[4]。

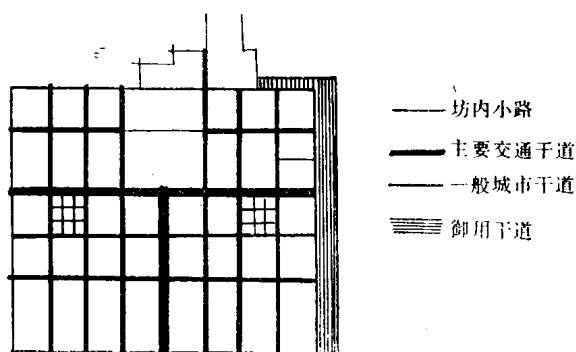


图 1-1 唐长安道路系统复原图

我国鸦片战争以后发展起来的城市及开拓的道路系统与封建时期形成的城市及道路系统完全不同，由于开辟商埠及民族工商业的发展，铁路、汽车的出现，以及国外城市的影响，城市布局和道路系统发生了很大的变化。如青岛、哈尔滨、大连等，城市道路系统规划，异国色彩十分明显。如图1-2为1901年的大连道路网规划图^[5]。有些以租界形式发展起来的城市，租界各自为政，互不联系，其道路系统十分混乱，路网分布很不均匀。如图1-3为30

年代上海道路系统规划图^[1]。

新中国成立后，全国新建了不少城市，一些旧城市也在原有基础上扩建发展。建国初期，城市布局与道路网系统规划比较注重轴线、放射线、追求干道网的平面对称性，对干道的系统性、功能划分考虑不多。

历史上形成的城市道路系统，不外乎这样四种形式：方格(棋盘)式路网、放射环形式路网、自由式路网及混合式路网。

国外城市道路系统的规划，同样也经历了从极端的自由布局到严格的整齐布局之间各种复杂的式样变化。如图 1-4 为国外几种较典型的的城市道路系统^[6]。

古代与近代的城市交通规划，主要是道路网络系统的布局与规划。近 40 年来，由于城市机动车、非机动车拥有量的急剧增加，城市交通拥挤现象日趋严重。为了解决日益恶化的

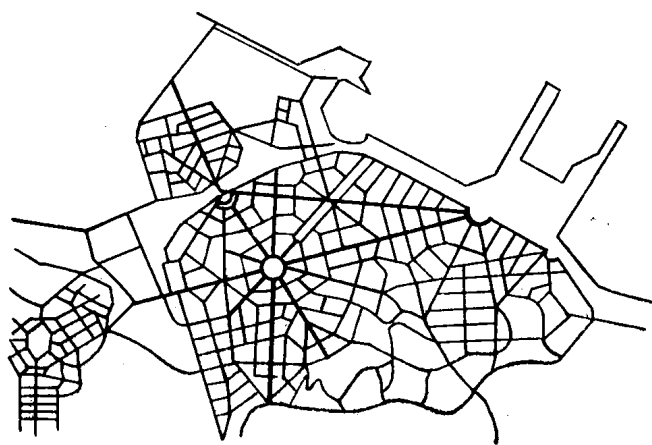


图 1-2 1901 年大连路网规划图

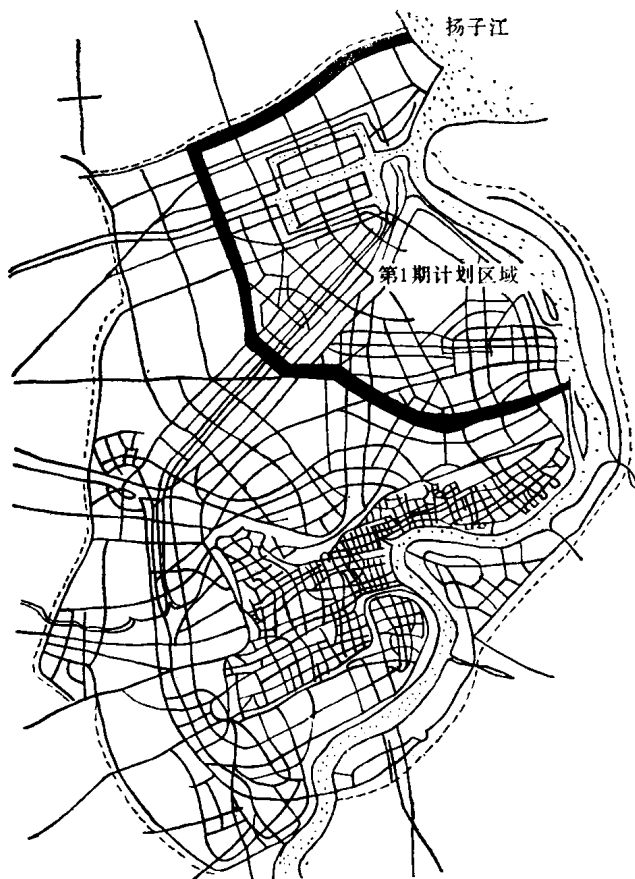


图 1-3 大上海都市建设计划图

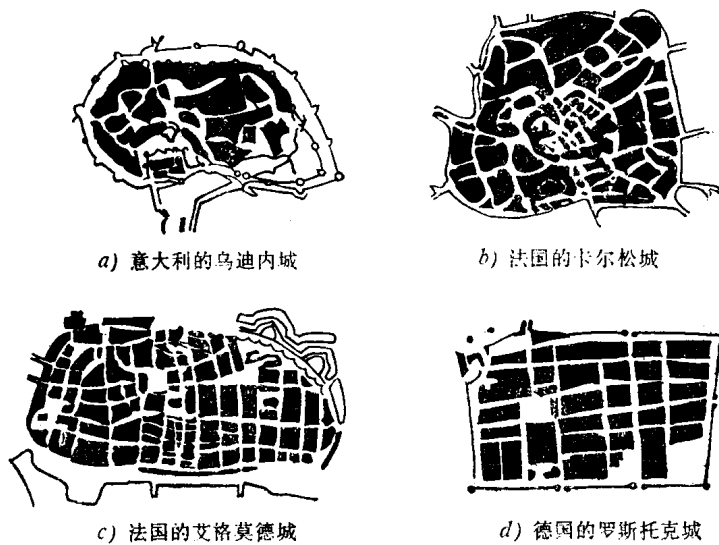


图 1-4 国外典型城市的道路网络系统

城市交通问题，城市地铁、高架路、快速轻轨等现代化交通设施相继出现，城市交通规划已不再局限于单纯的城市平面道路网络系统的布局，而是各种交通形式的综合规划，并与城市土地利用规划同步进行，相互作用，彼此协调。

城市交通是一个复杂的、动态的大系统，它涉及到社会、经济、环境、居民心理及生活方式等方面的因素，具有多方面的属性。城市交通规划必须采用系统工程方法来进行，即以科学性为基础、以综合性为手段、以整体性为目标进行系统的总体优化^[7]，以便得到一个能最佳满足居民出行要求，与城市环境相互协调的综合交通系统。

在工业比较发达的资本主义国家，一般大城市的综合交通规划 5 年左右进行一次，其间每年修改一次规划方案（俗称滚动规划）。我国自 70 年代以后才逐步开展综合交通规划，到目前为止，有 20 多个城市已经或正在进行交通调查或规划工作，如上海、北京、天津、南京、广州、绍兴、徐州、常州等。但多数城市只进行到交通调查，没有进行真正的综合规划，有些城市虽进行了道路网规划，但采用的方法比较落后，有待于改进。

§ 1-2 现行城市交通规划方法评述

目前，国内外各城市在进行交通规划时，其主要程序基本一致，如图 1-5 所示，其特点是交通规划一般从四项 $O-D$ 出行调查（居民出行调查，机动车出行调查、公交月票调查、货物出行调查）开始。

通过一系列的调查，能获得现状各方式、各车型的 $O-D$ 量资料及路段交通量资料，在此基础上进行分析与预测，可得规划年份各方式、各车型的预测 $O-D$ 量矩阵。预测 $O-D$ 量矩阵通过交通分配落实到具体交通网络的每一交叉口、路段上，可得规划年份的道路交通量及相应的服务水平。据

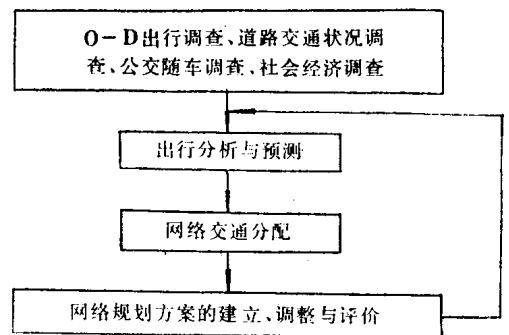


图 1-5 城市交通规划主要内容(现行方法)

此, 并可对道路网络进行规划、调整、改造及评价。

一、交通调查

1. $O-D$ 出行调查

$O-D$ 出行调查包括居民出行调查、机动车出行调查、货物出行调查及公交月票调查, 其目的在于找出居民出行、机动车出行、货物出行及公交客流的现状空间分布 ($O-D$ 分布) 规律及各交通方式的出行参数, 为出行预测提供依据。 $O-D$ 出行调查在城市交通规划的交通调查中占有很重要的地位。通常四项 $O-D$ 调查的费用占整个交通调查工作的 70%~80%, 调查与分析统计时间占的比重更大。

2. 道路交通状况调查

道路交通状况调查包括交叉口各车型的流量、流向、流速调查及路段各车型的流量、流速调查。其目的在于了解现状交通网络的交通质量, 并为规划网络服务质量标准的选定提供依据。

3. 公交线路随车调查

公交线路随车调查指调查每条公交线路各站点的上下乘客量及断面流量, 其目的在于了解现状公交线路的服务状况 (客流分布均匀性、方向均匀性、满载率等), 为公交线路的优化提供依据。

4. 社会经济调查

社会经济调查包括规划区域内各交通区的土地利用性质、各车型车辆的拥有量、工农业产值、工农业布局、人口、规划期内可能的投资与布局等。其目的在于为出行预测提供必要的参数。

二、出行预测

出行预测建立在现状交通调查资料分析的基础之上, 通常, 出行预测采用“四段式”模式^[8], 即出行产生、出行分布、出行方式划分及交通分配。由于交通分配在交通规划中具有特别重要的地位, 在本书中, 把交通分配作为规划的一个主要环节来研究, 本节只介绍前“三段”。

1. 出行产生预测

出行产生预测指预测规划年份各交通区的客货总发生量及总吸引量, 通常采用的方法有:

A. 回归发生模型 (回归分析法)

该法根据现状 $O-D$ 资料建立发生量及吸引量与影响发生量及吸引量的诸因素之间的回归关系式, 通过回归关系式预测未来的发生量与吸引量。

B. 类型发生模型 (类型分析法)

该法突出以家庭作为基本单元的制约因素, 按家庭规模、收入、拥有车辆数分类调查, 统计出相应的出行产生率, 由现状产生率得现状出行量, 由未来产生率得未来出行量。

2. 出行分布预测

出行分布预测指将出行产生预测中获得的各交通区总发生量、总吸引量转换成交通区与交通区之间的空间 $O-D$ 量, 即 $O-D$ 矩阵, 所以, 出行分布模型是一种空间相互作用模型。出行分布预测方法主要分两大类: 增长系数法及重力模型法。

3. 出行方式划分预测

出行方式划分预测指将全方式的预测 $O-D$ 量按一定比例划分给各出行方式。各出行方

式所承担的比例与该城市的规模、性质、交通网络状况、交通政策等因素有关。出行方式划分与出行距离关系密切，一般认为，短距离出行以步行为主，长距离出行以公交为主，自行车介于两者之间。如南京市综合交通规划中，出行预测时采用的各方式比例为：步行——35%；自行车——25%；公交车——30%；其他——5%。

出行方式划分预测也可以在出行分布预测前进行。

三、交通分配

所谓交通分配是指将各交通方式的预测 $O-D$ 量分配到交通网络的具体路线上，即将空间的 $O-D$ 量转换成道路、交叉口的交通量。

目前经常采用的交通分配方法有^{[9][10]}：

1. 最短路径法（或称全有全无法）
2. 容量限制交通分配法
3. 多路径概率分配法

四、交通规划方案的产生与评价

交通规划方案的产生通常经过这样一个过程：首先将预测的 $O-D$ 量分配到现状的交通网络上，并对交通网络进行交通质量评价，然后对现状网络进行调整（增加道路及改造交叉口等），并重新进行分配与评价。若调整后仍不能满足交通要求，则重新修改方案，直至满足交通要求为止。

通常，一个城市的可行交通规划方案不止一个，对每一可行方案都应进行综合评价与效益分析，从中确定一个最佳方案，并提出实施的规划。

§ 1-3 城市交通规划新方法的基本思路

目前，我国虽有 20 多个城市已经或正在进行城市交通规划，但在规划方法及规划内容上存在着许多不足之处，如：

(1) 各城市规划深度不一，多数城市只进行到交通调查及数据处理，没有进行真正的规划。有些城市虽然进行了网络规划，但采用的方法比较原始，不科学，方案的合理性受到影响。

(2) 目前采用的交通规划均是从四项 $O-D$ 调查开始的。进行 $O-D$ 调查需花费大量的人力、财力（通常四项 $O-D$ 调查的费用占全部调查费用的 70%~80%，高达十几万元甚至几十万元），使一般城市难以负担。

(3) 由于调查项目多，耗时太长。一般从调查工作开始到统计工作结束，需两年左右时间，加上规划时间，一个大中城市的交通规划全过程需 3~5 年时间。因此，调查资料的时效性受到很大影响。

(4) 目前的城市交通规划多数采用国外方法，而国外方法不符合中国的混合交通特点，在实际应用中存在着很多问题。

可见，我国目前尚无一套完善的城市交通规划方法。笔者认为，有必要建立一套适合我国混合交通特点的新型的城市交通规划理论体系。新体系的研制，以简化调查、适合国情、完善体系为主要目标。

各交通方式的 $O-D$ 矩阵是进行交通规划的依据,不可缺少,如果能通过其他简单调查的资料推算出 $O-D$ 量,必将大大简化城市交通规划工作。

在进行道路交通量调查及 $O-D$ 量调查时,道路网络是固定的,而道路上的交通量是由 $O-D$ 出行量所形成的,因此,道路交通量与 $O-D$ 出行量之间必定存在着某种数学关系,也就是说,可以用道路交通量来推算 $O-D$ 出行量。与 $O-D$ 调查相比,道路交通量调查比较简单,费用少,耗时短,且一般城市都有历年的交通量观测资料,因此,用道路交通量资料推算 $O-D$ 出行量,既可行,又具有很大的经济效益。

改进后的城市交通规划方法采用图 1-6 所示的主要结构。

在改进后的城市交通规划体系中,不进行四项 $O-D$ 调查,可节省调查费用 60% 左右。全部 $O-D$ 矩阵由道路交通状况调查及公交随车调查资料推算获得,少量不能推算的出行参数由出行参数补充调查获得。

出行参数补充调查远非大规模 $O-D$ 调查,在该调查中,只进行规模很小的专门参数调查,花费不大。规划所需时间可从原来的 3~5 年缩短至 1~2 年,其效益十分显著。

从图 1-6 可见,改进型城市交通规划体系的研制包括以下几项核心内容。

1. 交通调查
2. $O-D$ 矩阵推算
3. 未来出行预测
4. 交通分配
5. 道路网络规划
6. 公交网络规划

我国已有几十个城市进行过比

较全面的交通调查,掌握了比较成熟的调查方法,故本文对交通调查不做详细论述。

交通分配实际上是用 $O-D$ 出行量计算路段交通量,因此,从理论上说,用路段交通量推算 $O-D$ 出行量是交通分配的一种逆运算, $O-D$ 量推算方法以交通分配理论为基础,交通分配方法的合理与否,直接影响到 $O-D$ 量推算精度,若要研究 $O-D$ 量推算问题,必须先研究交通分配方法。

在本论著中,主要研究出行预测、交通分配、 $O-D$ 量推算、路网规划、公交规划的理论与方法、软件开发及其在南京市、郑州市总体交通规划中的实际应用。其中,出行预测、交通分配、路网规划、公交优化不仅是交通规划新体系的核心内容,也是常规交通规划的理论基础。

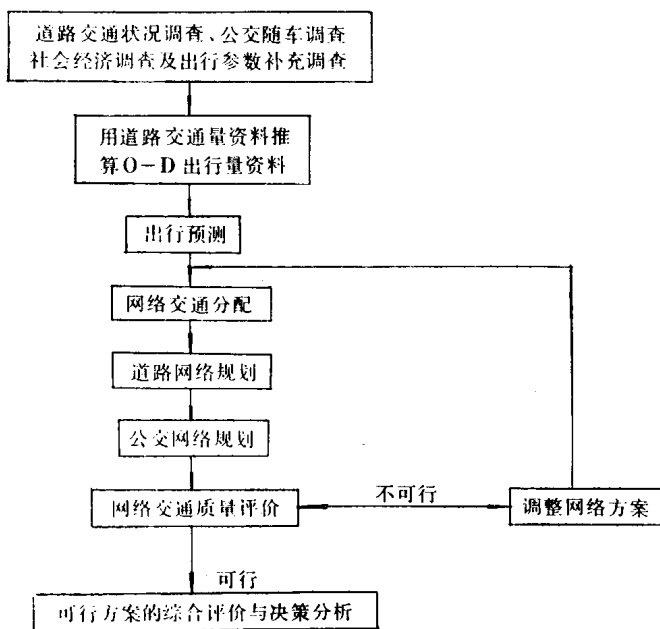


图 1-6 改进后的城市交通规划体系主框图

参 考 文 献

- [1] 董鉴泓:《中国城市建设史》,中国建筑工业出版社,1989年。
- [2] J. M. 汤姆逊:《城市布局与交通规划》,中国建筑工业出版社,1982年。
- [3] 欣兆生:“我国古代道路交通和道路交通工程”,《交通工程学基础知识》,上海市交通工程学会编,1984年。
- [4] 董鉴泓:《中国古代城市建筑》,中国建筑工业出版社,1988年。
- [5] 武汉建筑材料工业学院等编,《城市道路与交通》,中国建筑工业出版社,1981年。
- [6] 李洪武:“城市交通规划评价方法探讨”,硕士论文,1988年。
- [7] 王炜:《道路交通工程系统分析方法》,东南大学出版社,1990年。
- [8] R.J. Slter:《Highway Traffic Analysis and Design》,Macmillan Press LTD,1978.
- [9] W. R. Blunden:《The Land-Use and Transportation system》, Pergamen Press, 1984.
- [10] D.Meyer:《Urban Transportation Planning》,Mcgraw-hill Book Company, 1984.

第二章 交通需求预测理论与方法

§ 2-1 综 述

城市交通需求预测是城市交通规划的一个重要组成部分，预测的规划年份 $O-D$ 量是进行交通网络规划的直接依据。

城市交通需求预测包括客运预测、货运预测两大部分，客运预测包括人口预测、居民出行产生预测、居民出行分布预测，居民出行方式预测等内容；货运预测包括货运发生预测、货运吸引预测、货运方式预测、货运分布预测等内容。

§ 2-2 客运预测方法

客运量是城市交通需求量的一个主要组成部分，在大中城市，有 60~70% 的汽车交通、几乎 100% 的自行车交通为客运交通。因此，寻求科学合理的客运预测方法尤为重要。

一、人口预测

客运是由于人员的流动而产生的，城市内各交通区的人口数量与分布，对客运量有很大的影响，因此，人口预测是进行客运预测的基础。

在进行人口预测时，以按交通小区进行预测最为理想，但交通小区是在进行交通规划时人为划定的，一般来说，一个城市不可能具有交通小区的历年人口统计资料，统计部门所统计的是各行政区的历年人口，因此无法直接预测各交通小区的人口，我们只能以各行政区为单位分别进行人口预测，然后根据各行政区人口和各行政区内交通小区的土地利用性质进行交通小区的人口框算。

1. 人口总量增长回归预测法

根据统计部门所能提供的各区历年年末人口总数，在人口总量与统计（预测）年份之间进行回归分析，根据回归公式趋势外推，确定规划年份的各区人口总量。通常采用的回归公式为：

$$Y = a + b (X - X_0) + c (X - X_0)^2$$

式中： Y —— 预测年份的人口预测值；

X —— 预测年份的公元年号，如 1980 年、1990 年等；

X_0 —— 被采用统计资料的起始年份公元年号；

例如，在南京市总体交通规划中，采用的预测回归模型^[1]为：

$$\text{南京市市区： } Y = 148.84 + 3.7169(X - 1970) + 0.0920(X - 1970)^2 \quad (r = 0.9964)$$

$$\text{南京市城区： } Y = 84.88 + 2.1138(X - 1972) + 0.1152(X - 1972)^2 \quad (r = 0.9925)$$

$$\text{南京市郊区： } Y = 67.74 + 2.8370(X - 1972) - 0.0577(X - 1972)^2 \quad (r = 0.9929)$$

式中: r ——相关系数;

Y ——预测人口, 单位: 万人。

采用回归方法预测人口, 对于近期, 预测结果比较精确, 对于远期可能会产生较大的误差, 一般认为预测年限跨度不能超过人口统计年份的跨度。

2. 人口自然增长与机械增长预测法

各区历年的年末人口数都是由上年度的年末人口数及本年度的自然增长数、机械增长数三部分所组成的。自然增长数为出生人数减去死亡人数, 机械增长数为迁移进城人数减去迁出城人数。

自然增长与机械增长的预测模型为:

$$P_i = P_{i-1} + S'_i + T'_i = P_0 + S_i + T_i$$

$$S_i = \sum_{n=1}^i S'_n$$

$$T_i = \sum_{n=1}^i T'_n$$

式中: P_0 ——起始年的年末人口数;

P_i ——第 i 年的年末人口数;

P_{i-1} ——第 $i-1$ 年的年末人口数;

S'_i ——第 i 年的自然增长数;

T'_i ——第 i 年的机械增长数;

S_i —— i 年以前 (含第 i 年) 的自然增长总人口数;

T_i —— i 年以前 (含第 i 年) 的机械增长总人口数。

在进行预测时, 可取 P_0 为现状人口, 预测年份的 S_i 、 T_i 可根据各区历年的人口统计资料进行回归分析后预测。

例如, 在南京市的总体交通规划中, 采用的自然增长与机械增长人口预测模型^[1]为:
南京市市区:

$$Y = 151.46 + S_i + T_i$$

$$S_i = 0.25 + 0.8070(X - 1970) + 0.0299(X - 1970)^2$$

$$(r = 0.9945)$$

$$T_i = -2.87 + 2.9102(X - 1970) + 0.0692(X - 1970)^2$$

$$(r = 0.9970)$$

南京市城区:

$$Y = 87.94 + S_i + T_i$$

$$S_i = 0.02 + 0.0371(X - 1972) + 0.0375(X - 1972)^2$$

$$(r = 0.9687)$$

$$T_i = -3.07 + 2.0766(X - 1972) + 0.0777(X - 1972)^2$$

$$(r = 0.9952)$$

南京市郊区:

$$Y = 68.68 + S_i + T_i$$

$$S_t = -0.26 + 0.8353(X - 1972) - 0.0052(X - 1972)^2$$

$$(r = 0.9996)$$

$$T_t = -0.69 + 2.0016(X - 1972) - 0.0524(X - 1972)^2$$

$$(r = 0.9847)$$

式中符号同前，Y 的单位为万人。

前述两种方法的出发点是一致的，都是利用历年的人口统计资料进行趋势外推，前一方法只考虑了人口总量的增长趋势，而第二种方法考虑了各区人口的自然增长趋势与机械增长趋势，比单一考虑人口总量的增长趋势更合理一些，但两种方法的预测结果是相当接近的。

用前述两种方法预测的是各行政区的人口总数，在进行交通规划时，要求把人口数分配到每一交通小区。由于行政区内各交通小区的土地利用性质不同，行政区人口总量在行政区内各交通小区上的分布是不一样的，分配时根据行政区内各交通小区生活性用地的大小，并考虑第一类、第二类生活性用地的最大居住建筑面积净密度，进行加权分配。第一类生活性用地的权值取 1，其他生活性用地的权值取 2.0~3.0^[1]。

3. 年龄结构、职业结构预测

不同年龄、不同职业的居民，对出行产业、出行分布及出行方式的选择有不同的特征，在人口预测中，必须对年龄、职业结构进行专门预测。

年龄结构可根据平均寿命、各年份的出生率、死亡率以及现状的年龄结构确定。职业结构可根据现状的年龄结构与职业结构的关系以及预测的年龄结构确定。

二、居民出行产生预测

居民出行产生预测分居民出行发生预测与居民出行吸引预测两部分。

1. 居民出行发生预测

居民出行发生预测指预测发生于各交通小区的居民出行发生总量。影响居民出行发生的因素，有城市的总体发展水平、小区地理位置（中心区、一般市区、近郊区）、休假制度以及职业、性别、年龄结构等，其中，城市的总体发展水平、小区地理位置以及职业结构为主要的影响因素^[2]。

城市总体发展水平是指反映城市性质、规模、人均产值、人均收入等因素的总体定性指标，它直接影响到全市的人均出行次数及出行目的结构，从而影响出行总量，表 2-1、表 2-2 和表 2-3 显示了城市规模、人均收入对人均出行次数的影响。

居民出行发生预测可按以下程序进行：

(1) 根据居民出行调查资料统计现状居民出行目的结构，并根据小区地理位置、城市总

建成区人口与人均日出行次数

表 2-1

城市名称	建成区人口(万人)	人均日出行次数	城市名称	建成区人口(万人)	人均日出行次数
十堰	22	2.53	沈阳	287	2.43
常州	10	2.86	天津	300	2.44
徐州	50	2.46	九州	312	2.68
滨松	52	2.90	上海	608	2.87
长崎	63	2.67	中东	611	2.75
大连	140	2.31	京神	1423	2.39
札幌	142	2.68	东京	2117	2.48
长春	150	2.03			