

# 城市 交通规划 理论及其应用

王 炜  
徐吉谦  
杨 涛  
李旭宏  
等著

国家自然科学基金资助项目

东南大学出版社

# 城市交通规划理论及其应用

王 炜 徐吉谦 杨 涛 李旭宏 等著

东南大学出版社

## 内 容 提 要

本书系以城市交通规划理论为主题的7项国家自然科学基金、国家“七五”科技攻关项目的理论研究成果以及6项工程项目的应用研究成果的总结。主要内容包括:城市交通规划框架设计、交通信息扩展技术、城市活动及区位理论、城市交通需求预测理论、城市交通网络分析技术、道路网络规划方法、城市客运系统规划方法、大城市辐射交通规划方法、城市发展战略规划理论、城市交通系统评价理论、城市交通系统建设优化理论以及上述理论方法在南京、郑州、合肥、鞍山、镇江、马鞍山等城市的应用实践。

本书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、硕士研究生的教材,以及城市规划部门、交通工程规划和设计部门的科技人员及管理人员的参考书。

### 城 市 交 通 规 划 理 论 及 其 应 用

王 炜 徐吉谦 杨 涛 李旭宏 等著

\*

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼2号 邮编210096)

江苏省新华书店经销 南京五四印刷厂印刷

\*

开本 787×1092 1/16 印张 23.125 字数 600 千

1998年9月第1版 1998年9月第1次印刷

印数 1—3 000 册

ISBN 7—81050—321—9/U·5

定价:42.00 元

(凡因印装质量问题,可直接向承印厂调换)

## 出版说明

书籍是人类进步的阶梯。教材是教师教学成果的结晶,应是书籍中的珍品。一本好的教材,哺育和影响一代乃至几代人。东南大学一贯重视教材建设工作。近一个世纪来,一批一批的优秀教师写出了一批批优秀教材。据不完全统计,数十年以来,东南大学编写出版了近千种教材,并且在从1989年开始的三届全国优秀教材评选中,共有82种教材获奖,获奖数居全国高校前列。这一成果也是使得东南大学成为全国首批本科教学工作优秀学校的一个重要支撑条件。

面对即将到来的21世纪,东南大学将更加重视人才培养,重视本科和研究生教学,重视教材建设。2002年,东南大学将迎来建校100周年的盛大庆典。为了以实际行动迎接这一节日的到来,学校决定,到2002年出版100本高水平教材,并且在政策上给予了大力扶持。经过慎重的讨论和评审,规划工作已经完成,正在逐年落实出版。从今年起,将有一批面向21世纪、体现东南大学教学改革成果的教材陆续面世。我们高兴地看到,中国高等教育的教材园地将更加绚烂多彩。

东南大学教学委员会

1998年8月

AAM 17/14 06

# 前 言

随着国民经济的持续高速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研究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》也对交通规划作了明确的规定:“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,在今后的几十年内,城市交通规划将成为我国交通工程学科的研究重点之一。

所谓城市交通规划,是通过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,并进行综合评价。它是解决城市交通问题的最有效措施之一。目前,国内有近 50 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方法都需要进行大规模的城市居民出行调查及车辆 O-D 调查,需花费大量的人力、财力,使许多城市无力负担;调查项目多、耗时长,由于交通状况的不断变化,调查资料的时效性受到影响,从而影响交通规划方案的可靠性;目前采用的交通规划多为阶段性交通规划,缺乏滚动机制,规划的调整非常困难,不利于城市交通建设的持续发展;国内的城市交通规划多采用国外的规划模型,不能反映我国的混合交通特点等。可见,我国的城市交通规划理论体系还不完善,建立一套适合我国交通特点的城市交通规划理论体系已成为当前城市交通建设中一项亟待解决的重要课题。

本书旨在向读者介绍城市交通规划理论体系。全书内容基于著者完成的“城市交通规划与宏观交通管理”、“城市交通规划快速反应系统”、“城市交通发展战略规划”、“城市交通网络总体性能评价与建模”、“城市道路平面交叉口通行能力”、“城市道路环形交叉口通行能力”6 个国家自然科学基金项目及“大城市辐射交通与城乡结合部交通规划研究”等国家“七五”重点攻关项目的理论研究成果,以及这些研究成果在南京、郑州、合肥、鞍山、镇江、马鞍山等城市交通规划中的应用实践。本书所涉及的理论成果或应用成果已获国家科技进步二

等奖 1 项、国家教委科技进步奖 4 项、省部市级科技进步奖 5 项。

本书第 1, 2, 5, 6 章由王炜撰写, 第 3, 9, 10, 11, 15 章由杨涛撰写, 第 4, 14, 16 章由李旭宏撰写, 第 7 章由王炜、乔凤祥撰写, 第 8 章由徐吉谦、陈学武撰写, 第 12 章由王炜、蒋冰蕾撰写, 第 13 章由陈学武撰写, 第 17 章由王炜、陈学武撰写, 第 18 章由过秀成撰写。全书由王炜主编, 李峻利主审。

在本书稿的整理过程中, 得到了博士研究生杨琪小姐的大力帮助, 在此表示衷心感谢。

由于作者水平所限, 错误和不足之处在所难免, 敬请读者指正, 特此致谢!

本教材是经东南大学教学委员会慎重讨论和评审确定的重点建设教材, 是为建校 100 周年而出版的 100 本高水平教材之一。

著 者

1998 年 8 月于南京



责任编辑: 张新建

责任校对: 陈东方

责任印制: 陈 跃

封面设计: 王 俊

封面摄影: 田松沪

# 目 录

<b>1 绪 论</b> .....	( 1 )
1.1 城市交通规划的沿革 .....	( 1 )
1.2 城市交通规划的层次与范围 .....	( 3 )
1.3 城市交通规划的过程 .....	( 4 )
<b>2 交通调查数据的扩展技术——O-D 矩阵推算</b> .....	( 7 )
2.1 综述 .....	( 7 )
2.2 O-D 矩阵的分类 .....	( 7 )
2.3 区域 O-D 矩阵推算方法 .....	( 8 )
2.4 线路 O-D 矩阵推算方法 .....	( 23 )
2.5 结点 O-D 矩阵推算方法 .....	( 29 )
<b>3 城市活动区位建模理论</b> .....	( 34 )
3.1 引言 .....	( 34 )
3.2 城市活动区位影响因素分析 .....	( 34 )
3.3 对两种经典城市活动区位模型的评述 .....	( 35 )
3.4 考虑城市历史影响的活动区位模型 .....	( 36 )
3.5 流动人口的空间分布预测 .....	( 40 )
3.6 模型的应用 .....	( 41 )
<b>4 城市交通需求预测理论</b> .....	( 43 )
4.1 交通预测的内容及步骤 .....	( 43 )
4.2 交通生成预测模型与方法 .....	( 45 )
4.3 交通分布预测 .....	( 53 )
4.4 交通方式预测 .....	( 59 )
<b>5 城市交通网络交通分配理论</b> .....	( 68 )
5.1 综述 .....	( 68 )
5.2 最短路交通分配方法及其软件设计 .....	( 70 )
5.3 容量限制—增量加载分配方法及其软件设计 .....	( 72 )
5.4 多路径交通分配方法及其软件设计 .....	( 79 )
5.5 容量限制—多路径交通分配方法及其软件设计 .....	( 87 )



5.6	交通分配的动态连续模拟	( 88 )
5.7	交通分配方法的实际检验	( 90 )
<b>6</b>	<b>城市道路交通网络规划理论</b>	<b>( 94 )</b>
6.1	综述	( 94 )
6.2	道路网络系统规划原则	( 96 )
6.3	道路交通组成分析	( 99 )
6.4	道路网络计算机处理	(100)
6.5	道路网络交通分配	(101)
6.6	道路路段机动车容量分析	(101)
6.7	道路交叉口机动车容量分析	(103)
6.8	道路网络机动车交通负荷分析	(107)
6.9	自行车道路网络系统规划方法	(110)
6.10	机动车公共停车场规划方法	(117)
6.11	道路网络规划方案总体评价	(118)
6.12	城市交通网络规划基础软件 TRANSPAS for Streets 简介	(119)
<b>7</b>	<b>城市公共交通客运系统规划理论</b>	<b>(123)</b>
7.1	公共交通网络规划的基本原则	(123)
7.2	客运交通 O-D 分布量预测	(125)
7.3	常规公交线网规划	(127)
7.4	轻轨交通线网规划	(141)
7.5	公共交通线网规划方案评价	(148)
<b>8</b>	<b>大城市辐射交通与城乡结合部交通规划理论</b>	<b>(152)</b>
8.1	大城市辐射交通特性	(152)
8.2	城乡结合部交通规划理论与方法	(164)
<b>9</b>	<b>城市交通发展战略规划理论与方法</b>	<b>(175)</b>
9.1	概述	(175)
9.2	城市交通发展战略规划基本原理	(175)
9.3	社会经济与土地利用分析预测	(180)
9.4	城市远期交通供需分析预测	(183)
9.5	城市交通发展战略与对策	(201)
<b>10</b>	<b>城市交通网络总体性能评价与建模</b>	<b>(206)</b>
10.1	概述	(206)
10.2	城市交通网络总体建设水平评价技术	(207)
10.3	城市交通网络布局质量评价技术研究	(211)

10.4	城市道路网总体容量分析——网络流模型	(217)
10.5	时空消耗概念下的城市道路网广义容量及推广和应用研究	(220)
10.6	城市交通网络可达性:反思和更新	(222)
10.7	城市交通网络总体性能评价体系的建立与决策方案的综合评价	(224)
<b>11</b>	<b>城市交通环境影响评价预测及对策理论研究</b>	<b>(227)</b>
11.1	引言	(227)
11.2	道路交通环境质量因素分析及指标体系	(227)
11.3	城市交通环境质量 FUZZY 多级综合评判方法	(227)
11.4	城市交通环境质量 FUZZY 聚类分析法	(232)
11.5	城市交通环境影响预测评价	(235)
11.6	城市交通环境质量改善对策	(238)
<b>12</b>	<b>城市交通系统建设优化理论</b>	<b>(240)</b>
12.1	城市交通系统建设优化的约束条件	(240)
12.2	城市交通系统建设优化的目标	(242)
12.3	城市交通系统建设优化寻找最优解的方法	(248)
12.4	应用实例	(251)
<b>13</b>	<b>南京市综合交通规划概要</b>	<b>(254)</b>
13.1	背景概述	(254)
13.2	社会经济资料与道路交通现状分析	(257)
13.3	交通分析预测	(261)
13.4	综合交通规划	(262)
13.5	近期交通综合治理	(266)
<b>14</b>	<b>郑州市综合交通规划概要</b>	<b>(269)</b>
14.1	郑州市交通规划的背景与内容	(269)
14.2	郑州市交通调查与分析	(270)
14.3	郑州市交通需求预测	(273)
14.4	郑州市交通系统规划	(277)
14.5	郑州市交通规划调整	(282)
<b>15</b>	<b>马鞍山市综合交通规划概要</b>	<b>(287)</b>
15.1	城市历史发展概况及未来发展趋势	(287)
15.2	马鞍山市综合交通规划总体构思	(289)
15.3	城市交通系统主要问题	(291)
15.4	城市交通需求预测	(291)
15.5	马鞍山市远景期交通发展战略	(294)

15.6	2000年道路交通规划	(298)
15.7	2000年自行车交通规划	(300)
15.8	2000年公共交通规划	(301)
15.9	近期治理主要对策	(301)
<b>16</b>	<b>合肥市综合交通规划概要</b>	<b>(304)</b>
16.1	合肥市交通规划背景与内容	(304)
16.2	合肥市交通调查与分析	(305)
16.3	合肥市近期交通综合治理	(309)
16.4	合肥市中期交通需求预测	(311)
16.5	合肥市中期交通系统规划	(315)
16.6	合肥市远期及远景交通战略规划	(318)
<b>17</b>	<b>镇江市综合交通规划概要</b>	<b>(321)</b>
17.1	镇江市总体发展规划概况	(321)
17.2	镇江市综合交通规划总体构思	(321)
17.3	镇江市城市交通现状、特点及存在问题	(323)
17.4	镇江市综合交通规划主要成果	(330)
17.5	镇江市综合交通规划实施效果及评价	(339)
<b>18</b>	<b>鞍山市综合交通规划概要</b>	<b>(340)</b>
18.1	鞍山市综合交通规划背景与内容	(340)
18.2	鞍山市现状交通的主要特征及存在问题	(341)
18.3	鞍山市交通预测技术及评价	(345)
18.4	鞍山市近期交通综合治理对策	(350)
18.5	鞍山市中长期交通综合规划发展战略	(352)
18.6	鞍山市远期交通发展战略规划	(354)
18.7	效益分析	(357)
	<b>参考文献</b>	<b>(358)</b>

# 1 绪论

## 1.1 城市交通规划的沿革

纵观城市发展史<sup>[1]</sup>,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。交通发展与城市演变互相影响,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<sup>[2]</sup>。

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,改善以致优化城市交通条件,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。我国周代就已有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<sup>[3]</sup>,《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 150 m 以上,其它干道的路幅也多在 100 m 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 4 种形式。这与目前采用的快速干道、主干道、次干道及支路 4 级划分基本相同。如图 1.1 为唐长安道路系统复原图<sup>[4]</sup>。

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明显不同,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。图 1.2 为 1901 年的大连道路网规划图<sup>[5]</sup>。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<sup>[1]</sup>。

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

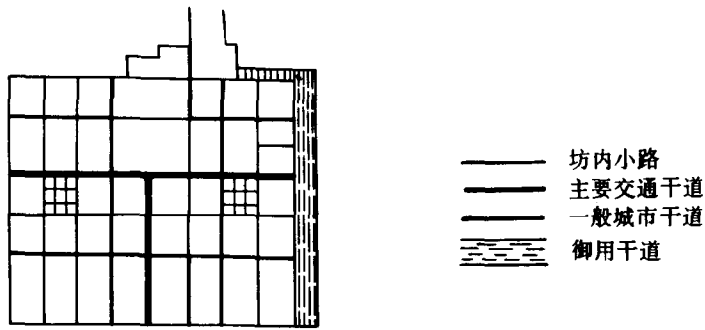


图 1.1 唐长安道路系统复原图

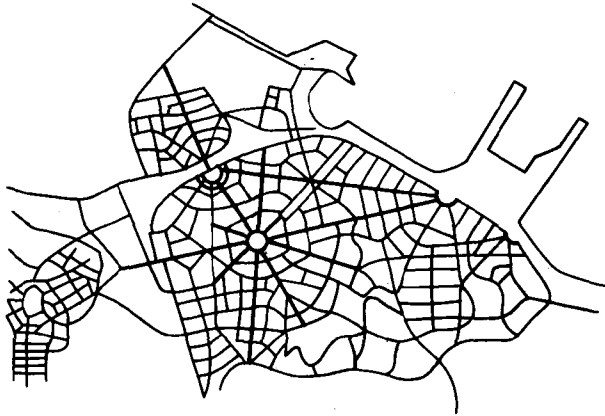


图 1.2 1901年大连道路网规划图

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4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。

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<sup>[6]</sup>,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,早在六七十年代就已完成了综合城市交通规划工作,多数大城市每3~5年进行一次规划方案的局部调整,使规划能适应土地利用及交通状况的

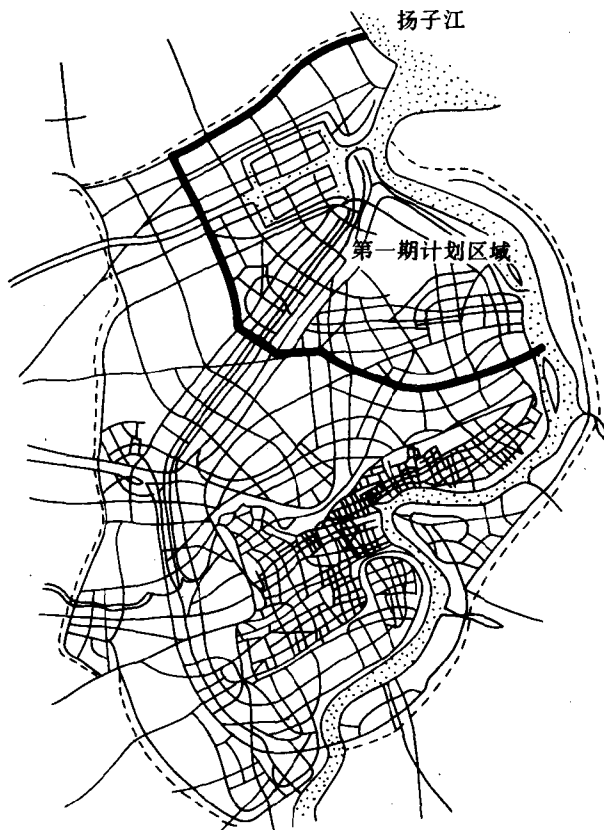


图 1.3 30 年代上海道路系统规划图

变化,一些大城市每 10 年进行一次大规模的规划修编(即滚动规划),以满足城市发展的需要。

我国自 70 年代以后才逐步开展综合性的交通规划工作,到目前为止,我国已有 50 多个城市进行了交通规划工作,其中,各省会城市都已基本完成了综合交通规划,有些城市已开始进行新一轮的综合交通规划滚动(如南京市、郑州市)。

## 1.2 城市交通规划的层次与范围

城市交通规划必须以城市总体规划为基础,满足土地使用对交通运输的需求,发挥城市道路交通对土地开发强度的促进和制约作用。城市交通规划一般分为 3 个层次,且不同城市的交通规划又有不同的年限及规划范围要求。

### (1) 城市交通发展战略规划

城市交通发展战略规划是城市交通的远景指导性规划,规划年限宜长,一般在 20~50 年,规划用地范围也宜适当大一些,以满足将来城市发展需要。城市交通发展战略规划应解决以下问题:

#### ① 远景交通发展目标及水平;

- ②远景城市交通方式及交通结构；
- ③远景城市道路综合网络主骨架布局；
- ④远景城市对外交通和市内客货运输设施的选址用地规模；
- ⑤实施城市交通规划过程中的重要技术经济对策；
- ⑥有关交通发展政策和交通需求管理政策的建议。

#### (2) 城市交通综合网络规划

城市交通综合网络规划是城市交通的中长期建设规划,规划年限一般为5~20年,规划用地范围与城市总体规划用地范围一致。城市交通综合网络规划应解决以下问题:

- ①中长期城市交通方式及交通结构；
- ②中长期道路网络布局；
- ③城市公共交通系统、各种交通的衔接方式、大型公共换乘枢纽和公共交通场站设施的分布和用地范围；
- ④各级城市道路红线宽度、横断面形式、主要交叉口的形式和用地范围,广场、公共停车场、桥渡的位置及用地范围；
- ⑤大运量轨道交通(地铁、轻轨)可行性分析及客流预测(仅对大城市)；
- ⑥综合网络方案的技术经济评价；
- ⑦分期建设及交通建设项目排序的建议。

#### (3) 城市交通近期建设规划

城市交通近期建设规划是城市交通的近期建设计划,一般为1~5年,规划用地范围一般为适当扩大后的建成区。通常情况下,城市交通近期建设规划不单独进行,而是在城市交通综合网络规划或城市交通发展战略规划的基础上进行。城市交通近期建设规划一般包括以下内容:

- ①现状交通网络评估；
- ②现状交通网络的完善计划(项目划分及优先排序)；
- ③道路交通建设项目方案设计；
- ④阻塞路段、交叉口的交通改造方案；
- ⑤近期大型建设项目的可行性分析；
- ⑥建设资金筹措；
- ⑦建设计划的技术经济评价。

## 1.3 城市交通规划的过程

城市交通规划可分为3个层次,不同层次的交通规划其规划方法不完全相同,但其规划过程是基本一致的,现以城市交通综合网络规划为例说明其规划过程。一般来说,城市交通规划的过程分以下几个方面:

### (1) 总体设计

包括确定规划的目标、指导思想、年限、范围,成立交通规划工作的组织机构,编制规划工作大纲。



## (2) 交通调查

交通调查是了解现状网络交通信息的必要手段,调查内容因规划层次及规划要求而异,一般来说,需进行以下调查:

### ① 出行 O-D 调查。

出行 O-D 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。出行 O-D 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 4 项 O-D 调查的费用占整个交通调查工作的 60%~70%,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。

## (3) 交通需求预测

交通需求预测是分析将来城市居民、车辆及货物在城市内移动及进出城市的信息,将来的交通需求信息是制订城市交通网络规模的依据。一般来说,交通需求预测应包括:① 社会经济发展指标;② 城市人口及分布;③ 居民就业就学岗位;④ 居民出行发生与吸引;⑤ 居民出行方式;⑥ 居民出行分布;⑦ 交通工具拥有量;⑧ 客运车辆 O-D 分布;⑨ 货运车辆 O-D 分布等。

## (4) 方案制订

根据交通需求预测结果,确定城市交通综合网络及其它交通设施的规模及方案,进行城市交通系统的运量与运力的平衡。包括:① 道路网络系统规划布局方案;② 公共交通线网布局方案;③ 轻轨、地铁网布局方案(仅对大城市);④ 自行车交通网布局方案;⑤ 公共停车场布局方案;⑥ 城市对外出入口道路布局方案等。

## (5) 方案评价

对城市交通系统设计方案的的评价应从技术与经济两个方面进行。包括:① 交通网络总体性能评价;② 道路交通网络流量预测及交通质量评价;③ 公共交通网客流量预测及交通质量评价;④ 交通网络经济效益评价;⑤ 交通环境评价等。

## (6) 信息反馈与方案调整

根据方案评价结果对规划方案进行必要的调整。方案的调整可以从几个层次进行:① 局部路段、交叉口等级及规模的调整;② 交通网络结构调整;③ 交通方式结构调整;④ 土地利

用调整。一般来说,若只进行①、②两项调整,只需重新进行方案评价,可以不重作交通需求预测,但若进行了③、④中的任何一项调整,就需重新进行交通需求预测。

图 1.4 为鞍山市综合交通规划的总体框架。

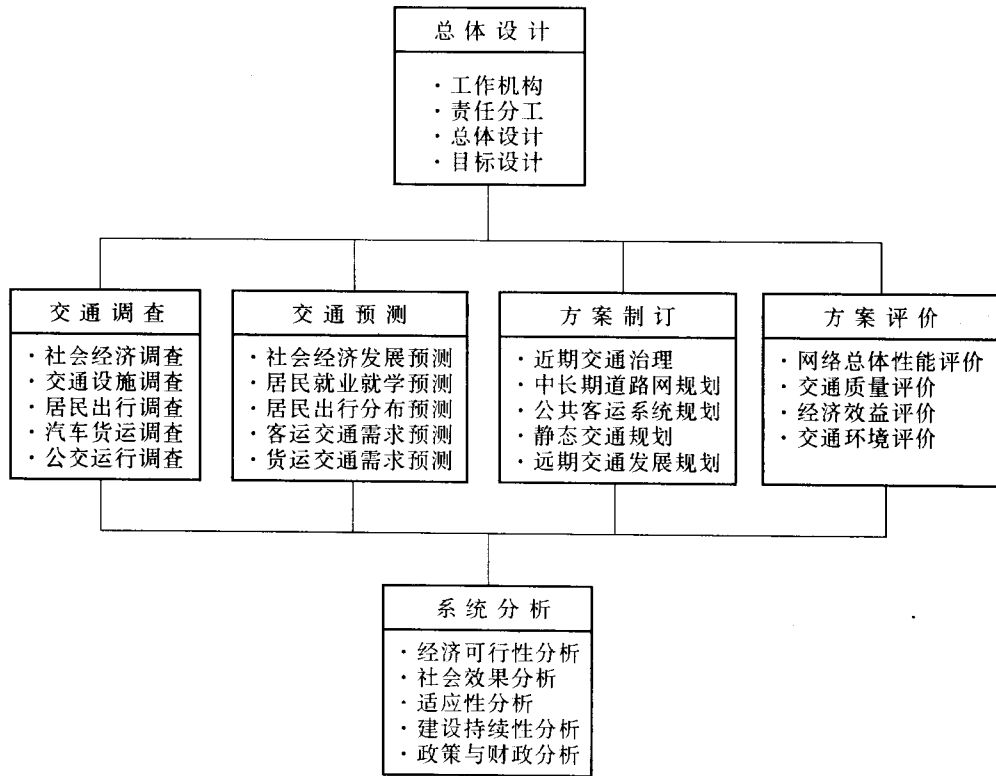


图 1.4 鞍山市综合交通规划总体框架