



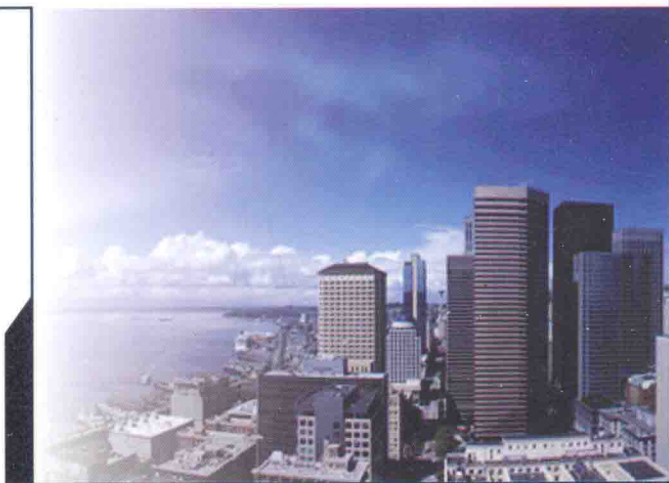
21世纪全国本科院校土木建筑类**创新型**应用人才培养规划教材

城市与区域规划实用模型

编 著 郭志恭

提供电子课件

- 结合定性与定量分析并贯穿形象的描述与严谨的逻辑分析
- 精选城市与区域规划方面通用的及有开发前途的数学模型
- 提出城市与区域规划全息理论及不同知识领域全息的概念



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材

城市与区域规划实用模型

郭志恭 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

从 20 世纪 80 年代起, 欧美许多国家已在城市与区域规划中广泛地应用数学模型进行定量分析, 取得了良好的效果, 而我国在这方面却还存在很大的差距。本书精选了国际上在城市与区域规划方面通用的、有开发前途的一些数学模型(涉及人口、经济、功能空间相互作用、土地使用、交通等诸多方面), 并进行了必要的讨论和评价。此外, 作者提出了城市与区域规划全息理论及不同知识领域全息的概念, 可开阔规划工作者的视野。

本书可作为高等学校城市规划专业的本科生和研究生的教材, 也可供规划部门的专业人员参考学习。

图书在版编目(CIP)数据

城市与区域规划实用模型/郭志恭编著. —北京: 北京大学出版社, 2014. 3

(21 世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-23861-5

I. ①城… II. ①郭… III. ①城市规划—数学模型—高等学校—教材②区域规划—数学模型—高等学校—教材 IV. ①TU984②TU982

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 020550 号

书 名: 城市与区域规划实用模型

著作责任者: 郭志恭 编著

策划编辑: 吴 迪

责任编辑: 伍大维

标准书号: ISBN 978-7-301-23861-5/TU·0387

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电子信箱: pup_6@163.com

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 22.25 印张 515 千字

2014 年 3 月第 1 版 2014 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

城市规划专业是从建筑学专业脱胎和发展起来的，至今仍然打着建筑学专业的深深烙印。其主要表现是城市规划学的教材及城市规划专业部门的城市规划工作仍然保持着建筑学的下列特点。

(1) 以定性分析和形象的描述为主，缺少必要的定量分析及逻辑性的系统分析。

(2) 规划的内容以建(构)筑物的布局与建筑物的尺度安排为主，缺少城市经济与社会等方面的系统分析及深入阐述。

(3) 现在的城市发展，不但在规模上而且在内涵上与过去已经有很大不同，但人们在实际规划中仍然在很大程度上受着过去一些城市规划模式的影响，或者有意无意地照抄西方国家城市规划的路子，如单中心的、设置“卧城”的城市规划做法在许多大中城市的规划中频频出现，从而造成交通堵塞、工时损失等许多问题，其实，这是过时的规划思想必然产生的后果。如果把这种摊大饼的做法，用功能空间相互作用模型和交通出行分布模型予以计算，弊端会昭然若揭。其实，城市与区域规划比建筑设计要复杂、困难得多。自从 20 世纪 50 年代以来，国际上城市规划的研究与实践有了很大的发展，其特点如下。

(1) 城市规划吸取了系统论、信息论、控制论及耗散结构论等新的理论系统的思想，眼界大为放宽，认识大为提高。

(2) 城市规划学科吸收了其他学科如人口学、经济学、统计学、社会学、运筹学及生态学等方面的分析技术及方法，使规划手段大为丰富。

(3) 城市规划学科重视了定量分析，并开展了城市与区域规划数学模型构建的系统研究和推广应用，取得了显著的成就。

(4) 电子计算机的广泛应用为在城市与区域规划中运用定量分析与数学模型的发展创造了条件。

进行城市与区域规划工作，正确和全面的做法应该是把定性分析与定量分析有机结合起来，把形象的生动描述与严谨的逻辑分析紧密地贯穿起来。按照国家总体的长远规划及对城市或区域的定位，以及国家城市化和城乡结合发展的政策，结合当地的特性与优势，对城市或区域未来的发展进行高屋建瓴的定性分析，对城市或区域作出总体的安排，然后用有关的数学模型进行定量分析，验证定性分析结果的合理性和准确性。如定量分析表明定性分析结果有不合理及违背实际的地方，则应修正或更改。定性分析与定量分析反复相互印证，不断纠偏，最后，肯定会得到优化的结果。

为了弥补城市规划教学与实践定量分析这一薄弱环节，本书介绍和讨论了近五六十年以来在国际上较通用的城市与区域规划实用数学模型，供大学本科生及研究生教学使用，也可供城市规划部门的实际工作者参考与应用。考虑到多数学规划和做规划的人不擅长较高深的数学，本书的大多数模型只用到高中学过的数学知识，如初等代数、概率论等，因此，读者学习本书是不会感到有太大困难的。

本书内容的要点如下。

第1章 概论。讨论了城市的核心是人，城市规划的基本任务是为了人的生活和劳动，是为城市的居民创造生存、发展和追求幸福的空间；介绍了数学模型的发展状况以及在城市与区域规划中国际上应用模型的实例。

第2章 人口变化预测模型。讨论了人口变化的原因，介绍了分群组合法等几类人口发展预测模型。

第3章 经济预测模型。讨论了经济基础理论及预测模型，转移份额分析模型及投入产出模型，其中，经济基础模型是基础性模型。

第4章 功能空间相互作用及分布模型。讨论了两大类功能空间相互作用及分布模型，一类是类比牛顿万有引力定律构建的重力模型，在应用的过程中形成了一个重力模型家族，即无约束条件重力模型、单约束条件重力模型及双约束条件重力模型；另一类是机遇介入模型，这类模型是为了改进重力模型理论依据的不足而开发出来的，当前，虽然应用不如重力模型广泛，但却是有发展潜力的。此外，本章还介绍了把功能空间分布模型、经济预测模型和土地使用模型结合起来的劳瑞组合模型，这一发展是十分重要的。

第5章 土地使用及预测模型。介绍了土地的分类及建设用地指标，讨论了3个土地适用性评价模型，它们是八步评价模型、综合评价模型及门槛评价模型，这3个模型在思路上一致的，只是在选用的指标及定量的方法上有所不同。此外，本章还介绍了劳瑞土地使用模型。

第6章 交通需求预测模型。讨论了交通预测及规划的重要性。交通需求模型开发应用得较早，也比较成熟，这就是著名的四阶段预测法，即出行生成量预测模型(包括出行产生量预测模型及出行吸引量预测模型)、出行分布模型、出行方式选择模型及出行分配模型。本章还介绍了一个较系统的应用算例。

第7章 优化模型——线性规划模型及动态规划模型。前面第2章至第6章介绍及讨论的模型未涉及如何取得最佳方案的问题，而且多是静态模型，即预测的是未来某个时间点的状态，而没有考虑到一个发展过程。本章介绍的两类模型引用自运筹学，可用来解决优化的问题及动态的问题。

第8章 模型标定与精度验证。这一章的内容主要解决两个问题：模型中一些系数及参数如何确定；系数及参数确定后，用已建成的模型进行预测是否符合实际情况，偏差有多大，精度有多高，如何进行调整。本章涉及概率论及统计学中的知识，故首先介绍了这方面的知识，然后介绍了标定的理论及方法，最后讨论了模型精度的验证及模型内函数形式的确定方法。

第9章 回归分析预测模型。回归分析预测方法在自然科学和社会科学领域都得到了广泛的应用。在前面各章的预测模型中，也有用到回归分析方法建立的模型。本章系统地介绍了回归分析方法的来龙去脉，讨论了一元回归分析、相关分析、多元回归分析与偏相关分析，并介绍了几个用回归分析构建城市与区域规划模型的算例。

第10章 城市与区域规划全息论。笔者首次将全息论引入城市与区域规划，希望引起城市与区域规划工作者的注意并认识到这一发展，使城市与区域规划思想与理论能提高一个层次。本章阐述了各学科之间的全息，城市与区域规划中总系统与其子系统之间的全息，城市与区域规划中子系统与子系统之间的全息。笔者认为，中华文化中的“天人合一”的思想在城市与区域规划中具有重大的指导意义。本章引入了熵的理论，熵的概念在

社会科学及城市与区域规划中有极大的发展潜力，应引起城市与区域规划工作者的重视。

第 11 章 城市与区域规划模型的发展简史。在第 1 章概述中已初步涉及城市与区域规划模型创建与发展的情况，本章作了更加全面的介绍。

笔者认为，城市与区域规划模型的研究、开发与应用在许多国家已成绩斐然，而我国在这方面却甚为欠缺，但这种情况还未引起有关方面应有的重视，所以编写了这本书，意在抛砖引玉。因为笔者也是这一领域知识的初学者，书中的不足实难避免，敬请读者与专家批评与赐教。

编著者

2013 年 12 月

目 录

第 1 章 概论	1	3.3.1 调查法	56
1.1 城市与区域的核心与灵魂	1	3.3.2 假设法	56
1.2 城市与区域规划的基本任务	3	3.3.3 区位商法	57
1.3 城市与区域规划的方法	5	3.3.4 基本就业人口的估算	58
1.4 数学模型	6	3.4 转移份额分析模型	59
1.5 城市与区域规划模型应用情况		3.4.1 3 个组分	59
举例	7	3.4.2 用转移份额模型进行	
1.5.1 概述	7	经济预测	64
1.5.2 英国的实例	8	3.4.3 转移份额模型的假设和	
1.5.3 苏联的实例	10	问题	65
1.6 若干建议	10	3.5 投入产出模型	65
1.6.1 城市与区域规划的内容	10	3.5.1 概述	65
1.6.2 需要学习的规划模型	11	3.5.2 投入产出表	66
第 2 章 人口变化预测模型	12	3.5.3 投入产出模型的应用	68
2.1 人口变化的原因	12	3.5.4 投入产出模型的用途	72
2.1.1 现有人口的调查、统计	12	3.5.5 关于投入产出模型的讨论	74
2.1.2 出生人口	12	第 4 章 功能空间相互作用及分布	
2.1.3 死亡人口	14	模型	75
2.1.4 简易生命表	15	4.1 概述	75
2.1.5 迁移	15	4.1.1 推动城市与区域发展的	
2.2 人口变化预测模型	15	动力主体	75
2.2.1 人口预测方法	15	4.1.2 城市空间组织的基本	
2.2.2 趋势外推法	16	原则	78
2.2.3 分群组合法	26	4.2 重力模型及其应用	79
2.2.4 李伟生人口预测法	37	4.2.1 基本的重力模型	79
2.2.5 人口预测的结构法	40	4.2.2 瑞利(Reilly)零售重力	
2.3 简要的总结	45	定律	81
第 3 章 经济预测模型	49	4.2.3 改进的重力模型——单约束	
3.1 什么是经济学	49	重力模型	83
3.2 经济基础理论	50	4.2.4 用于出行分布的双约束	
3.3 经济基础分析方法	56	重力模型	87
		4.2.5 关于重力模型的讨论	90
		4.3 组合模型——劳瑞模型	
		(The Lowry Model)	91

4.3.1	概述	91	6.2.2	四阶段预测法	141
4.3.2	劳瑞模型及计算过程	92	6.3	出行生成量预测模型	142
4.3.3	关于劳瑞模型的讨论	98	6.3.1	出行生成率	142
4.4	机遇介入模型	99	6.3.2	类型分析模型	146
4.4.1	机遇介入模型的理论	99	6.3.3	单人类型分析模型	147
4.4.2	机遇介入模型的应用	103	6.3.4	回归分析模型	147
4.4.3	机遇介入模型的一些 变体	108	6.4	出行产生量预测模型	148
第5章	土地使用及预测模型	110	6.4.1	出行产生量模型的变量	148
5.1	概述	110	6.4.2	回归分析模型	149
5.1.1	土地的定义	110	6.4.3	类型分析模型	149
5.1.2	城市的功能与城市的利益 攸关者	110	6.5	出行吸引量预测模型	151
5.1.3	城市用地的属性	112	6.6	出行分布量预测模型	153
5.2	城市土地的分类及建设用地指标	113	6.6.1	概述	153
5.2.1	城市土地分类的意义	113	6.6.2	重力模型	154
5.2.2	土地的分类	113	6.6.3	增长系数法	156
5.2.3	城市用地规模和用地指标的 确定	115	6.7	出行方式选择预测模型	162
5.3	不同主要功能空间对用地的 要求	117	6.7.1	影响出行方式选择的 因素	162
5.4	城市用地适用性评价模型	119	6.7.2	出行方式选择预测 模型	163
5.4.1	概述	119	6.8	出行分配量预测模型	171
5.4.2	八步评价模型(土地适用性 八步分析法)	120	6.8.1	概述	171
5.4.3	综合评价模型	124	6.8.2	最短线路模型	172
5.4.4	门槛评价模型	130	6.8.3	容量限制-增量加载 分配模型	176
5.4.5	劳瑞(Lowry)土地使用 模型	132	6.8.4	转移曲线模型	178
第6章	交通需求预测模型	137	6.9	应用举例	179
6.1	概述	137	6.9.1	标定与证实	179
6.1.1	交通是城市或区域的血液 循环系统	137	6.9.2	交通需求预测模型综合 应用算例	179
6.1.2	交通分析区	138	6.10	评论与总结	187
6.1.3	出行	138	6.10.1	评论	187
6.1.4	交通规划的任务	140	6.10.2	总结	189
6.2	交通需求预测模型构建程序	140	第7章	优化模型——线性规划模型及 动态规划模型	191
6.2.1	构建交通需求预测模型的 步骤	140	7.1	概述	191
			7.1.1	说明性模型与优化性 模型	191
			7.1.2	线性规划模型的 重要性	191

7.1.3 动态规划模型的重要性	192	9.2 一元回归分析	280
7.2 线性规划模型	192	9.3 相关分析	290
7.2.1 几个涉及城市与区域规划的 线性规划实例	192	9.4 多元回归分析与偏相关分析	296
7.2.2 二变量线性规划的 图解法	197	9.5 补充例题	301
7.2.3 线性规划模型存在的 问题及限制	201	第 10 章 城市与区域规划全息论	304
7.2.4 单纯形法	202	10.1 概述	304
7.3 动态规划模型	209	10.1.1 全息理论的产生与 发展	304
第 8 章 模型标定与精度验证	220	10.1.2 全息理论的要点	306
8.1 概述	220	10.2 学科之间全息的探索	307
8.2 调查研究方法	221	10.2.1 概述	307
8.3 概率论	225	10.2.2 运筹学和城市与区域 规划	308
8.3.1 基本概念	225	10.2.3 经济学和城市与区域 规划	308
8.3.2 样本的数字特征值—— 平均值、方差、标准差	228	10.3 从重力模型看城市与区域规划中 子系统与子系统之间的全息	310
8.3.3 契比雪夫定理	230	10.4 从城市交通规划看部分与整体的 全息	312
8.3.4 概率的运算法则	231	10.5 从将熵的概念引入城市与区域 规划看全息原理	314
8.3.5 随机变量的概率分布	232	10.5.1 热力学中的熵	314
8.3.6 大数法则	237	10.5.2 社会科学中的熵	316
8.4 抽样误差	238	10.5.3 城市与区域规划中的熵	316
8.5 统计推断	240	10.5.4 小结	318
8.5.1 概述	240	10.6 简短的结论	318
8.5.2 总体分布和抽样分布	242	第 11 章 城市与区域规划模型的 发展简史	319
8.5.3 参数估计——确定模型的 输入数据	245	11.1 概述	319
8.5.4 例题	251	11.1.1 城市与区域规划中采用 定量分析方法的 必要性	319
8.6 模型标定	260	11.1.2 在城市与区域规划中采用 定量分析与建模	320
8.6.1 最小方差和法	260	11.1.3 城市与区域规划模型的推广及 应用的曲折道路	324
8.6.2 最大可能性法	263	11.2 一部分模型的开发简史	326
8.7 已标定模型精度的验证	266	附录 数表	328
8.8 模型内函数形式的确定	270	附表 1 随机数字表 (一)	328
8.9 附注	275		
8.9.1 样本平均值的平均值 μ_G 及 方差 σ_G^2	275		
8.9.2 优选法 2 种	276		
第 9 章 回归分析预测模型	279		
9.1 概述	279		

附表 2 随机数字表(二) 329
附表 3 标准正态分布概率表 330
附表 4 t 分布单侧临界值表(一) 331
附表 5 t 分布双侧临界值表(二) 332

附表 6 二项分布累积概率表 333
附表 7 正态分布概率表 336
附表 8 正态分布双侧临界值表 339

参考文献 340

第1章 概 论

1.1 城市与区域的核心与灵魂

城市与区域的核心和灵魂是人及人的活动。

什么是城市？简单地说，城市是大量人口密集，从事各种经济、政治、社会、文化活动的地方，城市是人流、物流、资金流、文化流、信息流的汇集点。

什么是区域？从规划的观点看，区域是以城市为核心在向外扩展，扩展到一定的自然边界(如江、河、湖、海、山岳等)及人为边界(如经济、人文特征相同、行政区划等)的地区。

显然，城市或区域是由人及人的活动形成的，人及人的活动自然就成了城市的核心和灵魂。人是各种各样的，人的活动是多方面的和多变的。人有各种各样的需求，要他人为自己提供，因此，每个人就都要从事各种各样的劳动，为他人提供需求，这就构成了城市及区域里错综复杂的社会关系。城市与区域的生存状态是有生命的、动态的，是不断地随着人的活动与变化在活动、变化和发展着。可以将人在城市或区域中的活动与各方面的关系，用如图 1.1 所示的关系图来简要地说明。

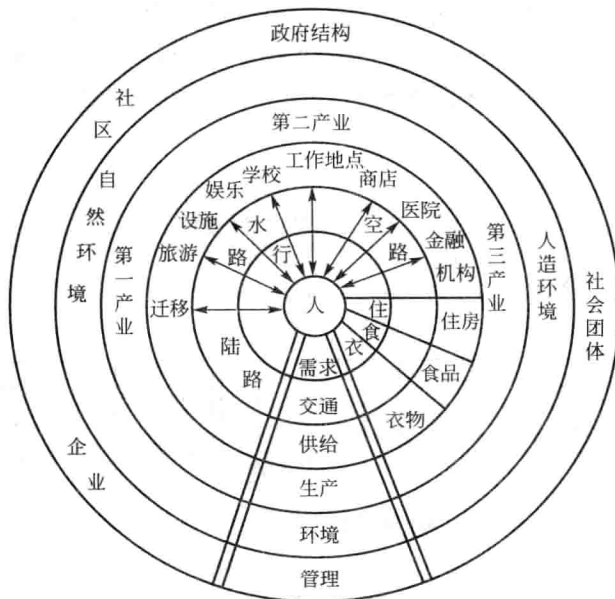


图 1.1 以人为中心的城市或区域内各种关系图

从此图中，至少可以看到这样几个关键点。

(1) 城市或区域的中心和灵魂是人。

(2) 人的最基本的活动是经济。人要生存，要发展，必须满足必要的衣、食、住、行。人要获得这些需求，就必须付出劳动创造财富(物质的及精神的)以换取这些需求；因此，人在城市或区域中的活动，最主要的就是一方面以自己的劳动给别人提供需求，另一方面，从别人的劳动所创造的供给中获得自己的需求。

(3) 从整个城市或区域看，人们对第一、第二、第三产业所能提供的供给，必须满足他们对第一、第二、第三产业所要求的需求，否则，就会产生供不应求或供过于求，从而产生社会矛盾。因此，社会的管理者——政府机构、企业、社会团体、社区，就要掌握供需情况的变化，不断地解决矛盾。这就是人们所说的社会主义社会发展规律之一：必须不断地发展经济与文化，努力满足人民日益增长的物质和文化要求。

(4) 在人们对衣、食、住与行中，“行”所涉及的活动最为多样，占的比重最大，在城市或区域规划和管理中占有很重要的地位。城市一定会按照不同功能划分为许多小的区域，有的是工业区，有的是居住区，有的是商业区等；也可能按行政管辖不同，划分为东城区、西城区、南城区、北城区等；还能按在城市里的不同地位分为中心区、近郊区、远郊区等。各个小区之间人来人往的目的又有种种不同，有的人早出晚归去上班工作，有的人随时随地去工作，孩子们要去上学，老人们要去晨练。出行活动千姿万态，或坐私家车，或利用公共交通，或骑自行车，或步行等。不同的活动，不同的土地使用构成了交错的空间分布，形成一个开放的、复杂的大系统；这个系统的联系就离不开交通和通信了。

(5) 要使人的供需在不断变化与矛盾中能不断达到矛盾的解决，达到一定时期的平衡，就需要管理，进行及时的组织、规划、控制与协调。管理工作就要各级政府、企业、社会团体和社区来实施了。人们既生活与工作于人造环境(房屋、交通设施、公共设施等)之中，也生活与工作在自然环境(山、水、草、树、空气等)之中，还生活在文化、人际关系之中。这就需要人和人、人和物、人和自然相协调，这是一个更高层次的管理和适应的工作了。

(6) 为了把图 1.1 所表达的人的各种活动关系概括得更浓缩、深刻一些，可以抓住最基本的关系——经济关系，以供需的循环，即生产、流通与消费的循环为主线，绘制成图 1.2 的经济流循环图。

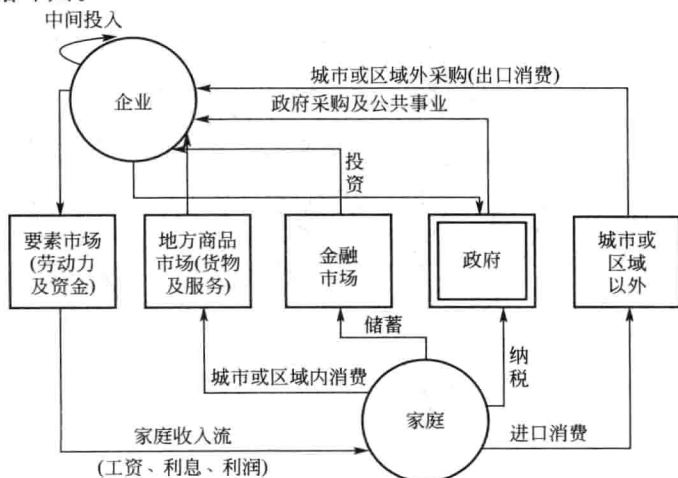


图 1.2 生产—流通—消费循环图

从图 1.2 可以看到以下方面。

(1) 在此生产—流通—消费循环图或供需循环图中,有 3 个经济决策主体:家庭、企业及政府。这 3 个经济决策主体的买卖行动发生在 3 个市场:一个是商品市场,他们支付货币,交换回货物及服务;一个是金融市场,他们在这里进行金融资产(如股票、债券等)交易,获得收益;还有一个是要素市场,为企业提供必要的生产要素,如劳动力及资金。

(2) 这个图中还表明了两个流动:收入流和消费流。家庭的收入有企业付的工资,投资的红利以及企业活动的利润。家庭的支出则有:在地方商品市场购买货物及服务的支出,去金融市场储蓄的支出,给政府纳税的支出,还有从城市或地区以外购买商品或服务的支出。企业的收入有产品销售给地方商品市场和政府的收入,从金融市场贷款的收入和产品销售到城市或区域以外的收入;企业的支出有劳动力工资的支付、投资的红利及给政府缴纳的税金。政府的收入主要是税金和土地使用权销售的收入;政府的主要支出则有政府采购及公共事业的支出等。

(3) 这个图中还有未表达出来的两个流动:一个是各个企业之间的内部流动,如这个工厂的产品是另一个工厂的原料或半成品,工业企业之间有交易,有财物的流动;另一个是土地的流动。我国的土地一部分是国有的,另一部分是农村集体所有的。土地的买卖是土地使用权的买卖。国有土地使用权的销售收入为政府所有,集体所有土地使用权的买卖或租赁则由土地承包权人做主,获得收益。

(4) 收入流和支出流就是供给和需求的流动。这是一个多重交错的繁复网络系统,但这仅仅是经济流动的网络系统,如果再加上政治活动、文化活动、社会活动等等的网络系统,那就成了一个巨大的网络系统。

但不管怎样,所有的系统的核心仍然是人。

1.2 城市与区域规划的基本任务

城市与区域规划工作的基本任务就是为了人。

(1) 党和国家执政的方针是以人为本,执政为民,建构和谐社会。城市与区域规划工作也必须一切为了人民,为保障人民的生存权、发展权、平等权和幸福权而规划城市与区域,管理城市与区域。

因此,对城市规划工作者的要求如下。

① 城市规划工作者不应只是一个专业人员,而应更关心政治。在规划中要考虑到让所有人而不是让少数人生活和工作得更方便、更快乐、更有尊严。如果过去规划者为所有人,特别是那些贡献大,却被严重忽视的劳动者多关怀一下,就不会出现大中城市中大量“城中村”这样的问题,就不会产生大量中低收入人群住房难和房价高得离谱这样的问题。

② 城市规划工作者不应只是一个技术人员,而应更关心社会。在规划中要考虑到让所有人群都得到社会主义公平与正义的好处。让医院和学校更多些,分布得更合理些,设施更完善些;让公园、博物馆、图书馆、公共绿地、儿童游乐设施,特别是公共交通设施更完善、更普遍、更人性化些;让住宅区更安静、更绿化、更方便、更群众化些。城市的面貌很具体,十分强烈地反映着社会是否更公平、正义与和谐,反映着社会人群的贫富差距、感情和心理距离,也反映着城市规划者和决策者的社会良心。城市规划部门和政府各

个部门相关的规划者、计划者和决策者，必须时刻用心关注如何通过城市的规划、建设与 管理，为构建和谐城市和谐 社会出一份力。

③ 城市规划工作者不应只是一个应付日常事务的公务员，而应是一个有历史深度与未来眼光的思考者。梁思成先生不止是一个建筑师与规划师，而是一个有历史远见的思想家。他对保存北京历史古城的呼吁是正确的。如果能把北京古城完整地保存下来，北京的价值会比现在大得多。许多大中城市对城市历史遗存的破坏，都是急功近利的短视者对中华五千年文明的无法弥补的伤害；城市的环境污染，城市的垃圾处理一直是城市发展的大问题，如果规划指导思想正确，这些问题大部分是可以避免的。就说垃圾处理，许多国家都有了较好的经验和办法，就是照人家的葫芦画我国的瓢，也不至于搞得现在这样狼狈，连北京、天津、广州等这样的城市都捉襟见肘，连分类集中都做不到。这些事情，不但与人们现在的健康与正常生活有关，而且涉及保护生态环境，泽及子孙后代的大问题，岂可掉以轻心。

(2) 城市与区域是一个开放的巨大系统，其下有许多子系统，涉及方方面面。城市与区域规划工作者必须是一个组织者和协调者，把和城市与区域规划有关的各个方面联系在一起，共同搞好城市与区域的发展规划。

城市与区域大系统的规划中，最基本的有下列子系统。

① 人口子系统。人是城市与区域的核心。城市与区域规划工作的第一步是人口分析，即调查清楚现有人口状况，并尽可能合理地预测未来若干年内人口的发展结果。这项工作，除了规划工作者有预测人口的理论知识与实践外，还得与统计部门、民政部门、公安部门、工商业部门有良好的沟通与协作。

② 经济子系统。城市与区域里人的最基本的活动是经济活动，经济活动与保障人的生存权、发展权、平等权和幸福权有最直接的关系，经济活动中最关键的是劳动者的就业问题。城市与区域规划者在作城市与区域规划时，就要对工业、商业、服务业与农业的规模、布局、特征、发展等作出尽可能优化的安排，使生产、流通、消费顺畅、和谐。

这时，城市与区域规划工作者就要与经济金融工作者、企业管理者、人力资源管理 者、城市管理者等进行密切的合作与协调，对城市与区域里第一、第二、第三产业的发展与分布做出科学的规划。

③ 功能空间分布子系统。这个子系统主要涉及的是第一、第二、第三产业的分布与土地合理使用的问题。土地是城市的载体，土地的内涵包括有地面的资源土、水、绿地；空中的资源空气及空间；地下的资源地下水、矿藏等。土地是极其稀缺、珍贵的资源，必须十分珍惜地使用它。

城市规划者要考虑：住宅区布置在什么地方最合适？它不能靠近有污染、有危险的地方，它要在距离就业的地方和公共交通路线最近的地方，它要在已有的树林和绿地的地方等。大中小的商店要有合理的分布，方便为居民服务；而工业生产则要根据其生产特征，分布在城市或区域的适当地点。

在考虑产业分布时，还要考虑不同的土地使用价值。商业用地的价值大于住宅用地，更大于工业用地、仓库用地。

④ 交通子系统。交通在功能空间分布系统中起着相互联系的重要作用。交通工具有私家车、公家车、出租小汽车，有公共交通工具，有摩托车、自行车，这些交通工具的载体是路，有公路，有铁路。此外，人们还会步行，也得行走在人行道上。所有道路的载体又是土地。道路对土地的坡度、地基土等各有一定的特殊要求。道路既对城市与地区的功

能区域起到联系的作用,又对城市起到分割的作用。道路的构成是不规则的,往往是多重网状的,道路通常使城市各种活动通畅,道路不通畅,则使城市与区域的各种活动堵塞。交通系统必须有其有效的信号和控制指挥系统。交通子系统的规划是城市与区域动脉的规划。

⑤ 公共服务及设施子系统。公共服务及设施包括学校、医院、博物馆、图书馆、体育馆、科学馆等,公共设施是一个城市与区域精神文明与文化水平的象征。凡是公共设施完善并得到充分利用的城市与地区,其人文素质会高尚,其科学文化素质会高级,其人口健康素质会有高水平。公共设施的规模、质量、分布与人的各种活动密切相关,应尽量做出良好的规划。

⑥ 基础设施子系统。基础设施包括水、电、气、汽、通信、邮电等。这个子系统的规划相对比较简单,当前面5个子系统安排好了,这个子系统就可如法炮制了。

1.3 城市与区域规划的方法

城市与区域规划可以区分为下列3个层次。

(1) 总体规划,其主要任务是确定城市的性质、规模和城市发展的方向。总体规划应有一个适当的规划期限。规划期限应与国家的长远经济、社会、文化、生态发展规划相适应。例如,我国有长三角、珠三角及沿渤海湾发展规划,有中部崛起发展规划;在西部大开发规划以下又有北部湾经济区、成渝经济区及关中天水经济区规划等。一般城市与区域的总体规划期限以10~20年为主,大城市宜长些,中小城市宜短些。

(2) 详细规划,其主要任务是对城市与区域内近期要进行开发建设的地区,在总体规划的基础上作出进一步较详细的规划,其规划期限宜以5~10年为主。

(3) 近期具体规划设计,其主要任务是对5年期以内的房屋建设、基础设施工程、园林绿化、公共设施、道路等作出具体布置和设计。

规划的方法有如下两类。

(1) 定性描述方法。此法是有城市规划这个学科以来的传统方法,就是用文字和绘图来描述如何进行城市规划的编制,基本上不用数学方法作定量的分析。我国的城市规划教学和实际的城市规划编制工作历来采用的是这种方法。

(2) 定性与数学模型定量分析法。在第二次世界大战以后,许多发达的资本主义国家面临着战后重建及城市化的大发展,城市与社会变化加大了步伐。城市与区域规划工作者的传统经验无法对社会变化的基本过程进行分析和较清晰的了解,他们被迫要寻找新的规划思路。

系统工程、控制论及运筹学等这些新的科学思想与方法在空间发射领域的技术成就给一些有先见之明的规划工作者以启发。对于城市与区域规划人员,这些发展给他们提供了两方面的重要信息。

① 空间发射的成功表明,复杂的系统是可以控制的,空间发射系统与城市与区域系统的相似性鼓励城市与区域规划工作者找到了可借鉴的理论和经验。

② 空间发射系统开发的分析方法表明,无论多么复杂的相互关系的集合,都能使用数学模型来模拟,因此可运用这种数学模型来描述城市与区域系统的活动过程及活动后果。

从20世纪50年代开始,城市与区域规划工作已被系统分析方法所改变。受此种方法

影响的,首先是交通工程系统。在20世纪50年代所进行的研究,如美国“芝加哥地区交通研究”所表明的,如果能预测出未来土地使用的状况,就可以预测出一种交通的方式,为交通系统研究不同的方案提供基础。交通流模型主要是由有土木工程专业基础的人们所开发的。

在20世纪50年代,在北美的交通规划中,数学模型得到了不断增多的使用,并试探性地在土地使用规划中使用相似的方法,并取得初步的成功。

到1960年以后,数学模型使用的范围逐渐扩大。1965年5月美国规划师协会期刊发表了一篇名为《城市发展模型——规划的新工具》的文章,把数学模型的应用从交通及土地使用推广到住房市场分析及零售店布局模型。

数学模型在城市规划中的应用与推广在业内人士中曾遭到嘲笑、讽刺与甚为强烈与广泛的反对。但随着数学模型发挥的作用日益增强与成熟,数学模型得到了越来越多的城市与区域规划工作者的接受、应用、改进与推广。

1.4 数学模型

模型是对现实世界的模拟。模型通常是对现实世界状态最重要特征的简单化和一般化的表达,它是现实世界的缩小和抽象,它把现实世界的多变性和复杂性减小到人们能够理解和清晰地予以规定的水平。

模型有各种不同的类型,最基本的两类是实物模型和抽象模型。实物模型容易理解,它们是所研究实物按一定比例缩小尺寸的复制物,例如在水利工程、建筑工程中普遍使用的实物模型;在飞机设计与开发中,在风洞中进行空气动力学的实验,以取得有用的设计数据等。抽象模型则是以符号而不是以实物来表达真实世界的模型,像城市或区域这样的真实世界,人们无法用实物模型来研究它的状况,只有用抽象模型来模拟。

数学模型是抽象模型的一种。数学模型是以数学语言写成的,它是对复杂现实一种有目的的抽象,可定义为“通过数学函数而建立起内在关系的一组自变量和因变量”。

城市与区域规划数学模型开发与建模的过程就是要把对城市与区域规划任务和目的有本质关系的性质——加以识别,并把它们结合到模型中,把非本质的、不必要的细节略去。在城市与区域系统中,识别什么是本质的,什么是非本质的,必须与关于这些系统的理论发展和时间的验证联系起来研究。在数学模型中,要把所考虑的城市或区域系统中不同要素之间的相互关系表达为一系列的方程式。

发展到现在,城市与区域规划这门学科已经与许多其他学科建立了密切的联系,成了多门学科的一种交叉学科,哲学、人口学、经济学、社会学、政治学、地理学和管理学等已经渗透到它的里面,它与各有关工程学如交通工程、土木工程、环境工程等又密不可分。当要做定量分析时,它又离不开数学、计算机技术,而数学模型中所用的数据收集、整理、储存、输入、输出又离不开统计学、信息处理与信息工程。在这么多的关系中,选出最关键的4个方面来建立数学模型。

(1) 人口基本要素分析与预测模型。

(2) 经济活动基本要素分析与预测模型。

(3) 功能空间分布基本要素分析与预测模型。

(4) 交通系统分析与预测模型。

这也是本书以后各章中要着重论述的部分。

1.5 城市与区域规划模型应用情况举例

1.5.1 概述

把系统论的思想及系统分析技术应用于现代城市与区域这一开放系统是长期研究、实践、发展的结果。在这个发展过程中,每个阶段推动其发展的动力,大都是来自城市与区域分析领域以外其他学科发展的理论与经验。对城市发展分析的方法多是从很多其他学科借来的。

在20世纪50年代中期及后期,在军事及工业应用中,系统分析、预测及模拟(仿真)技术有了很快的发展。模拟系统行为能力的提高,结合经济分析方法的创新和发展,科研工作者、经济工作者、工程技术工作者创造了对各种各样策略和规划的思考、检验和评估的有效方法与技术。特别是高速电子计算机的出现及广泛应用,使预测及对预测结果的检验方法更为可行。多种有效的理论、技术与方法在城市与区域系统规划中的应用,使快速变化的城市与区域内存在的大量复杂问题能够得到较好的解决。在这些发展中,数学模型的开发与应用成为一大亮点。

人口学家很早就有人在人口统计与预测中使用了数学模型;随后,经济学家在对城市与区域经济发展研究中开发和应用了数学模型。但是在以空间尺度为核心问题的领域,如交通流和人的活动分布和定位,以及各种活动的相互作用等方面,因构建数学模型的难度较大,进展较为曲折。直到20世纪50年代,美国对大城市交通问题的研究中才有了实践,开发了交通流的数学模型。至今,在城市与区域规划领域中,使用数学模型较普遍、较成熟的仍然是城市交通规划。现在,在美国,甚至人口只有一两万的小县城,都有一位交通工程师,他能够知道5年、10年后本城市的交通发展的情况如何。他之所以能够做到这一点,原因有3个。

(1) 由各级政府提供的全国及地方的交通量调查数据库,对居民的出行次数、行驶里程等,都有分年龄、性别、就业情况和居住地区的统计,而且对这些数据,每5年就更新一次。

(2) 有一个全国的交通网络系统,美国境内的任何一条道路的情况都可以从这个系统中查到。

(3) 有已研制出的、较完备的交通模拟数学模型,工程师们只要将需要的数据和本县发展的相关数据输入模型,就能得到自己需要的结果。

人口活动分布、定位及相互作用的数学模型到20世纪60年代才初步开发出来。接着,在城市与区域规划和研究中,开发与使用数学模型的工作出现了较快发展的趋势。其主要原因如下。

(1) 人们对生活质量的关注日益增加。