

# 城市规划系统工程学

同济大学城市规划研究所

陈秉钊 编著

同济大学出版社

# 城市规划系统工程学

同济大学城市规划研究所

陈秉钊 编著

同济大学出版社

## 内 容 提 要

本书包括三大部分。第一、二章为第一部分，介绍系统工程学的基本理论，并从推进城市规划学科从经验阶段向理性阶段发展的高度，结合实际阐明了对复杂的大系统施行整体思考、系统分解和综合的思想方法与工作步骤，做到深入浅出。从第三章到第十四章为第二部分，全面介绍国内外目前在城市规划与建设方面行之有效的系统分析、预测、模拟、优化、评价、决策等定量方法和技术，同时也兼顾系统工程学中常见的内容，做到点深面广。第三部分（第十五章）是一个综合应用实例，系统地体现了前两部分理论和大部分技术的实际应用，做到理论联系实际。

全书各章都有引语，简要说明本章中心思想；各章都有小结，概括了该章的关键内容。

本书是国内首部正式出版的关于城市规划与建设方面的系统工程学专著，大部分采用国内的实例，也注意介绍国外例子。

该书适用于从事城市规划与建设工作的领导干部、专业技术人员以及大学研究生、本科生阅读，也可作为其他专业人员的参考用书。

责任编辑 胡兆民

封面设计 王肖生

### 城市规划系统工程学

陈秉钊 编著

同济大学出版社出版

（上海四平路 1239 号）

新华书店上海发行所发行

同济大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张: 15.375 字数: 390 千字  
1991 年 1 月第 1 版 1991 年 1 月 第 1 次印刷  
印数: 1—3500 定价: 9.80 元  
ISBN 7 5603 0646-5/TU·80

## 序 言

大约一年以前就非常高兴地看到陈秉钊同志《城市规划系统工程学》的文稿。看来作者是在重要的时机，抓住了一个重要的课题，取得了重要的进展。我当时就欣然答应秉钊同志为本书写一篇序言，而且想要写得深一些、好一些。但是，由于繁杂的日常工作不断冲击，一直没有能写成，而且越是想要写好，就越是难能写成。想起来，其原因就是：现代城市规划，特别是我国的城市规划正处于一个历史性的发展阶段，问题一深下去，就涉及对规划学科及其实践的一系列的根本认识，这本身也就是一项不小的系统工程。

作为一门科学，城市规划的重要特色之一是诸多要素紧密集合，综合性、系统性很强。实际上，长期以来以一般系统理论为基础的系统分析方法，已经帮助了规划工作者认识许多复杂的城市问题，所以，城市规划工作者比较容易理解系统工程学的一些基本思想。但是，朴素的系统观点和简单的系统分析方法都不足以满足实际工作的需要。现代城市的相关要素、层次结构、控制条件等等，确实是越来越复杂，就象大家通常所说的，城市是一个不断演变的动态的巨系统，必须要有更为周密的，包括“硬件”和“软件”两方面的量化的分析，从系统的构架、模拟、预测、调控、和评价等各个侧面，全方位地去深化对城市的认识，才能比较切合实际地制定规划方案 and 解决好规划的管理控制问题。正是在这样一种实际需要面前，现代系统工程学加上相应的数学理论和电子计算机技术，就成为有力的手段，极大地提高了城市规划学科的水平。这是近二十年来，在许多重视城市规划的发达国家，系统工程学在城市规划中的运用，与其他学科相比并无逊色的根本原因。

应该讲，在我国城市规划中必然要运用系统工程理论，发展城市规划系统工程学，还有社会制度和发展时机二个重要的基本条件。首先是社会主义的社会制度为城市规划发展提供了最为有利的系统条件，系统理论和社会主义的城市规划具有天生的“亲和性”。城市规划中有不少系统问题的解决要依靠新的理论武器，同时，系统理论也必然要在城市规划中寻找用武之地。其二是发展的时机，看来这一时机现在已经到来。我国的城市规划，如以二十年为一个周期，建国以来经历了二轮系统的实践，正进入一个重要的发展和提高的时期。当前，城市经济正在由单一的计划经济，转变为有计划的商品经济，经济体制的改革、土地有偿使用和房地产业的发展，使原来的城市规划越来越不适应实际建设的需要，有些规划原则、目标、标准、方法、模式等都要求有相应的变革。城市规划能否跟上这些改革的需要，解决实际存在的城市问题，是摆在规划工作者面前的大问题。从最近国务院通过、人大常委会即将批准颁布的城市规划法可以看出，国家对城市规划的要求是很高的，要求城市规划为城市的健康发展起到实实在在的作用，我国的城市规划和许多发达国家一样，必须扩展其工作领域，必须深入研究社会经济发展，广泛考虑环境保护和资源利用条件，适应财政经济状况和管理控制要求。规划的目标体系、工作方法、方案模式等等必须更加切合中国实际情况。这些课题，在前一段时间还只是在学术界探讨的，目前已经提到实际工作的议事日程上来了。运用系统理论和先进的计算技术手段，针对新情况，解决新问题，已是迫不及待的工作任务了。在这样的时机，本书能够出版，应该讲是有重要意义的。

本书扼要地介绍了系统的结构、模型、预测、评价、优选等基本概念和具体的方法，用了许多本国的实例来说明问题，在分项阐述后，最后还用苏州旧城改建这一较为复杂的例子

来总结、概括，这样理论与实践相结合、研究与国情相结合是很宝贵的，也使得本书更具有实用的参考价值。

系统工程理论涉及不少数学名词概念和计算技术问题，作者有意着力避免，但实际有不少是避免不了的，我认为对此规划工作者不应该回避，而应该下决心钻进去，以达到有相当深度的理解。“数学盲”、“计算机盲”应当看成是规划工作者自身的不足。我相信，这里没有不可逾越的鸿沟，而恰恰应该看到，只有弥合这一鸿沟，才能为规划学科的发展开辟新的大道。

由于城市系统的复杂性，我相信城市规划系统工程学还将会有一个成熟过程和发展过程，但新的理论发展，既然已经引种、发芽，只要不断努力耕耘，就一定会茁壮成长，开花结果。

周幹侍

1989年10月

# 目 录

|  |        |
|--|--------|
| <b>第一章 城市规划与系统工程学</b> .....              | ( 1 )  |
| 第一节 对城市规划学科的反思.....                      | ( 1 )  |
| 第二节 规划思想上的三脱离.....                       | ( 3 )  |
| 第三节 引入系统工程学理论和方法发展城市规划学科.....            | ( 5 )  |
| 小结.....                                  | ( 7 )  |
| <b>第二章 系统工程学概论</b> .....                 | ( 8 )  |
| 第一节 系统的定义和它的属性.....                      | ( 8 )  |
| 第二节 系统思想和系统工程学.....                      | ( 9 )  |
| 第三节 系统工程学理论基础和方法论.....                   | ( 11 ) |
| 第四节 建立模型.....                            | ( 18 ) |
| 小结.....                                  | ( 24 ) |
| <b>第三章 空间分布的测度</b> .....                 | ( 25 ) |
| 第一节 空间分布的类型.....                         | ( 25 ) |
| 第二节 点状分布的测度.....                         | ( 26 ) |
| 第三节 线状分布——网络的测度.....                     | ( 29 ) |
| 第四节 界线网络(Boundary networks)的测度.....      | ( 30 ) |
| 第五节 区域分布的测度.....                         | ( 30 ) |
| 小结.....                                  | ( 35 ) |
| <b>第四章 概率、统计和系统的统计分析</b> .....           | ( 36 ) |
| 第一节 随机事件及其概率.....                        | ( 37 ) |
| 第二节 抽样与数据处理.....                         | ( 38 ) |
| 第三节 随机变量及其分布(法则)与随机变量的数字特征.....          | ( 42 ) |
| 第四节 大数定律和中心极限定理.....                     | ( 52 ) |
| 第五节 参数估计与假设检验.....                       | ( 53 ) |
| 第六节 方差分析.....                            | ( 56 ) |
| 第七节 样本的抽取方法和样本容量的确定.....                 | ( 59 ) |
| 小结.....                                  | ( 62 ) |
| <b>第五章 两要素的系统分析与预测(一元正态线性回归分析)</b> ..... | ( 64 ) |
| 第一节 一元(正态)线性回归分析的基本思路.....               | ( 65 ) |

|            |                                       |                |
|------------|---------------------------------------|----------------|
| 第二节        | 求一元线性回归方程的步骤                          | ( 67 )         |
| 第三节        | 回归方程的显著性检验                            | ( 69 )         |
| 第四节        | 非线性回归关系的线性化处理与计算                      | ( 71 )         |
| 第五节        | 回归分析中的注意事项                            | ( 76 )         |
|            | 小结                                    | ( 77 )         |
| <b>第六章</b> | <b>线性代数的概念和矩阵运算</b>                   | <b>( 78 )</b>  |
| 第一节        | 矩阵及矩阵运算                               | ( 78 )         |
| 第二节        | 解线性方程组的高斯-亚当消去法                       | ( 85 )         |
| 第三节        | 求解求逆并行及紧凑变换                           | ( 88 )         |
|            | 小结                                    | ( 90 )         |
| <b>第七章</b> | <b>多要素系统及趋势面的分析和预测 ( 逐步回归和多项式回归 )</b> | <b>( 91 )</b>  |
| 第一节        | 逐步回归的概念                               | ( 93 )         |
| 第二节        | 逐步回归分析的举例                             | ( 94 )         |
| 第三节        | 多项式及趋势面回归分析                           | ( 102 )        |
|            | 小结                                    | ( 104 )        |
| <b>第八章</b> | <b>人口预测动态模型</b>                       | <b>( 105 )</b> |
| 第一节        | 人口动态模型的基本思想和主要参数                      | ( 106 )        |
| 第二节        | 人口动态模拟预测举例                            | ( 110 )        |
|            | 小结                                    | ( 122 )        |
| <b>第九章</b> | <b>城市空间引力模型</b>                       | <b>( 123 )</b> |
| 第一节        | 单约模型                                  | ( 124 )        |
| 第二节        | 居住分布模型                                | ( 125 )        |
| 第三节        | 双约交通模型                                | ( 130 )        |
| 第四节        | 引力模型应用中若干问题                           | ( 134 )        |
| 第五节        | 引力模型的理论依据                             | ( 135 )        |
|            | 小结                                    | ( 136 )        |
| <b>第十章</b> | <b>线性规划模型及其应用</b>                     | <b>( 137 )</b> |
| 第一节        | 线性规划模型的基本结构                           | ( 137 )        |
| 第二节        | 线性规划模型举例                              | ( 139 )        |
| 第三节        | 线性规划问题的求解                             | ( 144 )        |
|            | 小结                                    | ( 145 )        |

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| <b>第十一章 系统结构分析</b> .....           | ( 154 ) |
| 第一节 聚类分析的直观说明.....                 | ( 154 ) |
| 第二节 三元比例分类图.....                   | ( 157 ) |
| 第三节 测度系统类型及差异性的综合指标.....           | ( 158 ) |
| 第四节 层次聚类法.....                     | ( 161 ) |
| 第五节 聚类分析的应用举例.....                 | ( 164 ) |
| 小结.....                            | ( 165 ) |
| <b>第十二章 系统的评价、优选方法</b> .....       | ( 166 ) |
| 第一节 矩阵综合评价法.....                   | ( 168 ) |
| 第二节 概率评价法.....                     | ( 169 ) |
| 第三节 投资-收益分析法.....                  | ( 172 ) |
| 第四节 特尔菲法.....                      | ( 177 ) |
| 小结.....                            | ( 180 ) |
| <b>第十三章 模糊评定法</b> .....            | ( 181 ) |
| 第一节 模糊数学有关的基本概念.....               | ( 181 ) |
| 第二节 评价的因素和评价等级间的模糊推论.....          | ( 182 ) |
| 第三节 评定因子的隶属函数.....                 | ( 184 ) |
| 第四节 模糊评定方法与步骤.....                 | ( 185 ) |
| 小结.....                            | ( 186 ) |
| <b>第十四章 科学决策和层次分析法</b> .....       | ( 189 ) |
| 第一节 层次分析模型及其构造.....                | ( 190 ) |
| 第二节 判断矩阵及其标度.....                  | ( 192 ) |
| 第三节 层次中的单排序——特征向量法.....            | ( 192 ) |
| 第四节 判断矩阵的一致性及其检验.....              | ( 194 ) |
| 第五节 层次总排序.....                     | ( 196 ) |
| 第六节 层次分析法方法步骤小结.....               | ( 203 ) |
| 小结.....                            | ( 204 ) |
| <b>第十五章 综合应用实例——苏州古城容量研究</b> ..... | ( 205 ) |
| 第一节 容量概念及多阶模型与子系统.....             | ( 205 ) |
| 第二节 工业子系统的分析和综合.....               | ( 206 ) |
| 第三节 系统总模型.....                     | ( 218 ) |
| 第四节 尾声.....                        | ( 227 ) |



|      |          |         |
|------|----------|---------|
| 附录一  | 排列组合基本公式 | ( 231 ) |
| 附录二  | 集合论的某些概念 | ( 232 ) |
| 附表一  | 正态分布检验表  | ( 233 ) |
| 附表二  | 相关系数表    | ( 234 ) |
| 附表三  | $T$ 分布表  | ( 234 ) |
| 附表四  | $F$ 分布表  | ( 235 ) |
| 参考书目 |          | ( 235 ) |

# 第一章 城市规划与系统工程学

城市规划学科近些年来正逐渐摆脱传统的束缚，研究的领域已从空间艺术处理、城市布局形态扩大到了社会、经济、心理、管理、法律诸多方面；研究的手段也逐渐从定性迈向定性和定量的结合。这种变化说明了城市规划学科正从注重于表象的研究深入到本质的探索，努力揭示事物内在的机制和运动规律。这种发展也使人们更加清楚地看到，从相关学科吸取养分来丰富、提高城市规划学科水平的必要性。本章首先对城市规划学科进行剖析，着重指出其不足的方面，然后说明引入系统工程学理论和方法将有力地推动城市规划学科的发展和提高。

## 第一节 对城市规划学科的反思

一切事物虽然都必然会不断地发展，然而唯人们对事物有清醒的认识方可能动地推动其前进。反思令人清醒，看清前进的方向。

### （一）古老而不成熟

城市规划是一门很古老的学科，早在 2300 年前，我国春秋时期的《周礼考工记》就记载：“匠人营国，方九里，旁三门，国中九经九纬。经涂九轨，左祖右社，前朝后市”。这里“方九里”讲的是城市规模；“左祖右社，前朝后市”讲城市布局，“旁三门……九经九轨”讲城市道路交通联系。

古都北京就是严格按此格局建设的：皇宫居前，宫后是市肆（什刹海、钟鼓楼一带），左面是太庙（今劳动人民文化宫）右面是社稷坛（今中山公园），东西南三面各有三座城门，城门间以干道相连。

城市规划研究城市的规模、布局、交通联系，这些至今仍然是城市规划中的主要内容，要使城市各功能区各得其所，同时解决城市各组成部分间的交通联系，使之组成有机的整体。

城市规划学科具有二千多年的历史，可谓古老然并不成熟。对于复杂的城市规划问题，至今基本还停留在定性分析的阶段。研究的方法手段主要还是靠经验作直观的判断，尚未实现从感性向理性的飞跃。

例如：在编制城市总体规划时，一般都广泛收集了城市有关各方面的基础资料，上溯春秋、秦汉，旁及工农兵学商。这些资料涉及到城市的历史、地理、社会、经济、工业、交通、居住、公共建筑、市政设施……，似乎应有尽有。但是实际上这种资料收集工作带有很大的盲目性。一旦用上科学的方法对城市问题进行分析时，就会发现许多资料是残缺不全或不配套的。比如近 20 年来国外广泛应用电子计算机技术为城市构造“引力模型”，定量地分析城市人口，就业岗位分布与用地布局和交通的联系的关系。然而我们的资料一般只有人口的分布而没有就业岗位分布的资料。日本东京市中心区昼夜人口差为 227 万人，相当于神户市全市人口，这说明东京每天早上要从郊区将二百多万人送入市中心区上班，晚上又得将他们疏散出来。可见，只有具备完整配套的资料，加上科学分析手段，才能定量地深刻揭示城市存

在的问题，准确地提出解决问题的方案。

由于缺乏对资料，数据进行深度加工和分析的技术和手段，大量资料对问题的分析、规划方案的构思、论证和优化所发挥的作用是极其有限的。一般不过是统计出人均用地、人均道路长度等等很初步的信息。一切还是凭直觉进行分析。

又如在方案比较与综合的关键环节，对于复杂的城市系统，基本上是靠经验，将问题罗列后作直观的判断（拍脑袋）。即列出优点几条，缺点几条而后判断优劣如此而已。而且优缺点一般也多是定性的描述。诸如城市布局紧凑，道路交通便捷一类，很少有量的标度。显然优缺点多寡并不和方案的优劣相一致。这里不仅有数量的问题，还有质量的问题，因为常有一俊遮百丑的情况。总之这些都阻碍着城市规划的质量的提高，难以做到科学的决策。

## （二）年轻而不有力

现代城市规划理论发源于英国。由于第一次产业革命，城市手工业生产方式解体，人们离开家庭，集中到工厂从事集体大生产，出现了工业区。农村人口拥入城市，在工业区周围出现了大量贫民窟。城市环境恶化，交通拥塞，瘟疫流行，直接威胁到统治阶级的自身利益。城市功能顿然变得异常复杂，矛盾激化，人们提出了“城市能否生存”的严峻问题。于是有些人企图从城市规划上去寻找出路，这正是现代城市规划理论的源头。现代城市规划理论若以英国霍华德的《田园城市》问世为标志（1898年），这些理论许多方面是从空想社会主义那里吸取了养分的。但是现代城市规划学科虽然受孕于社会学、经济学，但却成长在建筑学的摇篮之中，从事实际城市规划和建设工作的是一大批建筑师，如澳大利亚首都堪培拉规划设计师 W. B. Griffin 是美国芝加哥的建筑师。印度旁遮普邦首府姜迪迦的规划设计师勒·柯布西埃（Le Corbusier）是法国现代派建筑大师。巴西新都巴西利亚是巴西建筑师 L. Costa 规划的。

因此近代规划和建筑的发展犹如一对孪生兄弟。当现代建筑以功能主义为旗帜向古典建筑学派提出挑战，使建筑学挣脱了学院派的束缚，城市规划也开始从古典的轴线放射，圆形广场一类形式主义的桎梏中解放出来，开始注意研究城市的功能结构，城市布局 and 交通等的内在联系。但是城市规划的思想体系仍然没有摆脱建筑学的范畴。仍然习惯地“把城市看成是一种扩大形式的建筑学，那就是建筑师设计单幢建筑，城市规划设计建筑群”。（英国皇家城市规划学会副主席艾渥渥特·帕金森）。

这种状况已经日益显露出它的不良后果。首先是使规划工作者对“其它领域则不加考虑（实际上他们也不知道），那些是不在他们的责任范围之内的。在规划领域里，那些领域包括经济和社会的领域，这在全世界都是规划的最重要方面……那种不考虑经济和社会领域的做法，恰恰是规划家们所持的流行态度”，（香港大学城市研究及城市规划中心主任郭彦弘）我们不能不承认，正是这种态度造成城市规划“墙墙挂挂”的重要原因之一。

其次的后果是，把规划图看作是“建筑蓝图观念的放大，似乎建设城市和建造房屋一样，可以预先设计好，再逐步实现。事实上城市和建筑物完全不同……建筑物可以很快完工。但城市有不断发展的过程。不可能有完工的一天”。（美国波士顿大学教授华昌宜）把建筑设计的属性强加于规划，许多从事规划的人始终难以尝到“完工”的快味，弄得心灰意懒。

城市局部地段的规划设计它带有建筑群设计的性质，这在城市建设中仍然是大量的，这方面的工作随着建筑师活动领域扩大是不难解决的，建筑师应当把这部分工作当作己任。而

城市规划则必须研究城市发展建设的规律，制定城市发展的战略方针，具体的技术政策，协调城市各组成要素，进行综合平衡，为城市各局部地段的建设，单项设计提供控制指标和依据。这些恰恰是当前规划中非常薄弱的方面。

总之，现代城市规划学科，虽然它受孕于社会、经济学，但却生长在建筑的摇篮之中，所以发育得难免有些“畸形”。因此对于复杂的城市系统它就难以驾驭全局，显得软弱无力了。

## 第二节 规划思想上的三脱离

这个问题实际在上面已经论及，由于它的重要性，这里再加以深入讨论。

### （一）脱离国情

城市规划必须为城市发展与建设提出一系列的战略控制指标，例如用地标准、建筑标准、居住标准……。这些显然应该根据我国的国情进行科学的分析研究。同时更要从国情出发来考虑城市的规划布局，设计方案。然而以往我们常常将这些问题简单地看作是单纯技术性的问题，这里的教训是很多的。

陈云同志曾对我国的国情作了高度的概括，他说：“我国是十亿人口，八亿农民的国家，我们在这样一个国家进行建设”。（1980年12月中央工作会议上的讲话）百分之八十的人在搞饭吃这已足以说明我国经济发展的水平。近年来经济虽有了迅速的发展，但薄弱的基础是难以短期内根本改变的。据有关方面的研究预测，到本世纪末，我国的城镇人口将从目前的16%提高到25%左右。即使达到了这指标，我国的城市化水平仍然是很低的。（先进国家是70~95%）我国还处在社会主义初级阶段这是一个基本国情。

同时我们还应当清醒地看到，我国在土地等资源方面并不十分富裕。我国的土地、耕地、草地人均水平只是世界平均水平的1/3，林地是1/8，水资源是1/4。这些背景在规划中若不自觉地去适应，规划必然要脱离国情的，脱离国情的规划纵然出于好心，结果也是计不得售，只好望洋兴叹或造成恶劣后果。不了解这一点，便使规划“很容易成为个人的或规划家们自己的主张或信仰的表现形式。规划总图上涂上各种颜色……只能满足规划家们的想象和他们的秩序感。”（香港大学城市研究和城市规划中心主任郭彦弘）。

富有社会责任感和目光敏锐的规划师率先觉悟到“过去的规划虽出于好心，但却是专以主观猜想为基础，不是用科学方法或客观标准为基础的”。“规划最大的缺点是对规划问题过分简单化”。“有些我们设计得自以为非常理想的环境，但后来由于人们的活动和习惯使这些环境产生了以前所未有预料到的变化，糟塌得不成样子，我们同行们都逐渐了解到，最根本的社会和经济的力量，它是形成我们环境的最重要的因素，任何一个成功的城镇设计，必须以他们的社会和经济力量为出发点。”（英国利物浦规划处处长W. 鲍尔）由于我们对社会、经济缺乏研究，因此规划往往脱离国情，超越了事物发展的客观进程，简单地套用外国的规划模式。50年代的内向封闭式商业中心，60年代的尽端式道路、70年代在大城市盲目反对发展高层建筑，80年代盲目大量兴建豪华宾馆……这些都在实践中受到了无情的检验。

### （二）脱离社会、经济

众所周知，战后由于大城市人口的剧增，英国率先，而后其他国家也纷纷仿效着手建设

卫星城以疏散大城市的人口。然而几十年的实践结果，几乎卫星城的建设都没有达到预想的目的。从建卫星城的本意来看，留下的是失败的记录。失败并不在技术上，因为许多卫星城都是按规划完整地实现了，真是“一张白纸能画最新最美的图”。卫星城政策的失败根本在于规划中对社会、经济方面估计错误。

某个城市在50年代规划时提出“跳出城厢，建设新市区”的方针，要求“五年初具规模，十年大见成效”，结果在当时的社会、经济背景下，这个宏伟的蓝图成为空中楼阁。不得不转到了“旧城挖潜，向内发展”的道路上来。进入80年代之后，该市经济得到迅速发展，1985年的工业产值，国民收入都比1980年翻了一番。随着政策的开放，“常住流动人口”猛增。因为口粮对人口的约束机能已经失效，户口可以控制，人口已经难以严格控制了。城市实际人口突破百万大关进入特大城市的行列势在必行。面对这背景如果不适时地将城市布局拉开迎接特大城市的到来，那也将记下历史的错误。

以往我们的规划“根本缺陷在于不了解城市规划中的土地、人口、建筑都有其政治、经济背景”，自然见物不见人的规划往往要落空。例如要搬迁一个工厂，用上九牛二虎之力搬了一个车间怕也算有成效了。要疏解中心区人口，可是人家“宁要市区一张床，不要郊区一套房”。建设了20多年的卫星城至今还令人望而怯步。

不少城市规划刚刚批下来，人口规模就已达到了2000年的控制指标……这些显然必须到社会、经济方面去寻找原因。要把握城市建设和发展的客观规律，就不仅要见物还要见人，摆脱城市规划长期来只着重进行物质性要素的研究，而要加强非物质的社会、经济方面的探讨，只有这样才能完整地反映城市这个复杂的系统，抓住系统的要带。

### （三）脱离管理

产品设计要考虑工艺，建筑设计要考虑施工，这些比较容易被人所认识。然而规划要考虑管理和实施这点一般则很模糊。例如北京规划2000年古城内人口要从180万降到120万，迁出60多万。上海规划中心城要迁出60~70万人。苏州规划古城内人口要从36万人降为25万人。这些都是城市建设的重大战略目标，这些战略目标如果经过了科学的论证，那么战略目标确定后又当采取哪些相应的政策和策略措施以及立法保证其管理和实施？有人在北京故宫附近的皇城根调查了300户居民。他们居住面积平均 $5.03\text{ m}^2/\text{人}$ ，90%的建筑均无保留价值，建筑密度高达67.6~75.9%。无厕所，使用公共水龙头，可见条件是很差的。然而民意调查结果是40.1%的人不愿外迁，宁可挤下去；29.2%表示愿意外迁，30%不表态。（《北京故宫周围用低层住宅改建的可行性探讨》建筑学报1984·第七期）这说明规划如果没有配以相应的政策，管理措施就可能落空。

由于规划与管理脱节，在实际城市建设实施中许多问题只得临时应付，造成人治而无法实行法治。有些也许是难免的，但更多的是由于规划的深度不够，无法给管理提供具体管理的依据。因为规划不考虑管理，不研究相应的政策、措施。

国外有些做法是可借鉴的。他们在编制规划后接着就要做“翻译”工作，将规划的意图“翻译”成相应的管理法规，法律条款具体贯彻了规划的意图。如日本在规划中并不具体规定哪些有害工厂要搬迁，而是将某地区环境的要求，制定出条款：在这地区内有害物排放标

准，超标的罚款标准。这样迁或不迁完全由厂方自己去权衡，结果根据规定，宁可搬迁经济更上算。法律维护了规划，管理就有法可依。

随着改革的深入，许多问题已经提到了议事日程。比如如何运用立法的手段、发挥经济杠杆的作用有效管理城市、研究城市土地级差、实行土地有偿使用政策、住房商品化和私有化、改革住宅租赁制度，变公用设施福利型为经济型，这些都将关系到千家万户的切身利益。对于个人和企业单位的支付能力，经营活动将产生什么影响，这些都要仔细的、全面的分析和测算，才能使得改革顺利进行，避免决策上的重大失误，引起社会的动乱。虽然这里有许多问题对我们都还是个“必然王国”，但这说明已经从整体方面提出问题，还其城市规划和建设完整的面孔。

### 第三节 引入系统工程学理论和方法发展城市规划学科

规划学科要发展已经被越来越多的人所认识，一种责任心和紧迫感在蔓延在增强。这里仅从同济大学城市规划专业近些年研究生的论文这一侧面便可见其一斑。

1. 《始显点理论及对大城市发展的探讨》（1981届张庭伟）论文通过经济条件的分析，研究其与城市形态、人口分布、城市发展政策三者关系。认为国民收入要达2500美元以上，郊区化现象才出现（始点），4000美元时郊区化明显（显点）发展。

2. 《为创造更高的城市质量而努力》（1981届马武定）论文从城市质量与城市化、城市现代化和城市结构布局、城市效率和用地结构、社会环境和心理环境进行了论述。

3. 《居住效用指数法在居住环境质量评价中的作用》（1982届柯建民）。

4. 《居住区改建与新建的经济效益分析》（1982届俞汝珍）

1983届之后有：

《城市基础设施的综合评价》（俞培玥）

《上海市区人口迁居问题的初步研究》（唐子来）

《运用社会心理学进行居住状况调查》（沈清基）

《选址——规模框架理论——城市用地开发的理论探讨》（吴志强）

《城市居住人口分布、再分布的基础研究》（朱介鸣）

《城市中心地段商业与交通问题的综合研究》（赵民）

《城市规划中的交通分析模型及其应用》（张涵双）

《居民出行可达性的计算机辅助评价》（宋小冬）

《系统动力学在城市交通研究中的应用》（何雁冰）

《城市交通设施投资方向的研究》（王英姿）

从上面不完全的罗列中可以看到，年轻一代规划师在导师的引导下，正在努力开拓规划研究的新领域。这里有三个明显的特征：

1. 内容上从社会、经济、人口、心理等新角度去探讨城市发展的内在规律；
2. 对于传统的研究内容进行定量的分析、评价方法的探讨；
3. 普遍地采用了数理统计，数学分析方法以及计算机技术和手段进行研究。

系统工程学理论的基本点就是要求人们对研究对象作完整的、系统的、全面的考察、分析。城市这一复杂的大系统，它涉及到社会、经济、文化、心理……诸多“软”的因素，同时又涉

及到用地、建筑、基础设施……众多“硬”的因素。这就更加需要人们用系统论武装起来，才能有效地克服片面性，把握研究的对象。

系统工程学的方法论就是要求人们既定性又定量地研究分析对象，并提出优化的政策、方案、措施等。城市建设方针、城市规划方案、城市建设管理措施的优化显然是我们竭力追求的目标，这样才能真正做到决策的科学化。

面对如此复杂的问题，我们必须逐渐摆脱经验阶段的许多盲目性，而自觉地采取科学的实验法。马克思说：一种科学只有成功地运用数学时，才算达到了真正完善的地步。（拉法格《马克思回忆录》）科学技术量化的第一个显著成果是伽利略所创立的近代力学，使力学面貌一新。三百年前力学要作定量分析也是不可思议的，而今天已成为常识。当今还产生了像“生物数学”、“数学地质学”等新学科。一直被认为是一门“经验科学”的化学，自从量子力学理论和方法的引入，化学也开始从一门经验科学逐渐向系统的理论的科学过渡。就连和数学无缘的语言学，现在也和数学结下不解之缘，出现了数理语言学。甚至数学家应用了数学和计算机技术研究《红楼梦》，写出了《红楼梦成书新说》。科学在发展，今天被认为不可思议的，明天可能成为常识。总之，马克思的教导以及科学发展的历史已经指明，科学技术量化是科学发展的必然历史趋势，城市规划学科竟会例外？

从本世纪60年代起，国外城市规划界在这方面就开始了艰难的研究工作，他们已普遍运用了数理统计、运筹学、线性规划、计划评审技术（PART）重力模型（GRAVITY MODEL）等技术。美英还采用有投资-收益分析法、临界线分析法（CRITICAL-PATH ANALYSIS），波兰创造了“门槛分析法”（THRESHOLD-ANALYSIS）、苏联也运用了座标法等进行规划研究。（《新城市总体规划》中国建筑工业出版社1982年版第27页）、人们应用数学模式和电子计算机来模拟实际情况对规划方案进行了研究，虽然有些方法可能尚不成熟，但任何事物无不经过从幼稚到成熟的发展过程，关键在于它的方向。正如“戴维德·可拍曼教授所指出，像人类对高层建筑反映如此复杂的一种争论的科学研究问题，需要用正规数学和统计分析来研究；同时他又指出这种方法也有它的弱点；但毕竟应当承认与20年前相比较，这种方法所产生的知识，在知识的源泉中是一个量上的跳跃”。（《建筑学报》82年第九期第69页《美国住宅建设中有关密度与层数的争论》）

美国从60年代起某些大学的土木系，建筑系就开始讲授《系统工程学》的课程。翻译成中文的教材有《规划设计施工中的系统分析与设计》（《Systems analysis and design in engineering, architecture, construction, and planning》By Aguilar, Rodolfo. J）和《工程系统设计与规划》（《Design and planning of engineering systems》By Dale D. Meredith）等。

运筹学的发展，电子计算机的诞生促成了系统工程学的产生。系统工程学的理论和技术以及电子计算机技术为剖析城市深层结构提供了锐利的解剖刀和透视机，同时它又为构造城市规划模型，以便进行科学的实验提供了理想的“实验室”。

通过对城市有关大量资料，数据的整理加工，进行统计分析可以揭示城市系统各要素的内在联系和发展规律，预测城市的发展为规划提供科学的依据。如城市的经济发展，产业结构的变化，人口的发展，人口年令、职业文化水平等结构的变化，经济收入水平的提高所引起城市第一生活（生存）、第二生活（居住）、第三生活（游憩）比重的变化。这些都将对城市设施的性质、内容、规模和特征提出新的要求。研究城市的向心力和离心力的转化的社会经济条

件，决定城市的土地价值规律，合理制定人口密度，建筑密度、就业岗位分布，环境质量控制指标。为立法和用经济手段管理城市提供依据，保证城市的合理调整，改造和发展从“强人之难”转变为“顺其自然”，从人治转变为“法治”。

当然，同时也必须指出，对于如此复杂的大系统不可能由少数规划人员来包揽一切。城市规划工作要吸收社会、经济、法律、环境、统计学、计算机、系统工程学……各方面人员参加，这早已是世界各国发展的趋向。然而在进行城市规划工作时，牵头工种一般还是规划。为了有效地协调各方面工作，扩大规划师的知识面是必不可少的。尤其在当前，各种人才还难以配齐的情况下，规划人员有分工，有侧重地扩大某些方面的知识，以形成综合的整体是切实可行的。总之城市规划和建设工作必须扩大它研究的范围，引进系统工程学的理论和方法这必将有力地推进城市规划学科的发展。

### 小 结

规划学科正面临着挑战，正如斯大林所指出：“科学所以叫作科学，正是因为它不承认偶像，不怕推翻过时的旧事物，很仔细地倾听实践和经验的呼声。否则，我们就根本不会有科学”。（《在全苏斯达汉诺夫工作者第一次会议上的讲话》）当我们的理论不能完全反映客观世界运动的规律时，我们就必须以科学的严肃态度来思索。正如亚里士多德所说：“虽然我爱柏拉图和真理，然而神圣的义务令我宁可选择真理”。

城市建设和发展有着它内在的规律，以往我们的规划存在着“见物不见人”的做法，使规划工作存在许多缺陷。过去我们用“墙上挂上”来批评人们不尊重规划。（这在今后仍要努力克服）而今我们还要用它来反对脱离客观规律的规划。因为“君主们……从来不能向经济条件发号施令”（马克思）。

科学在发展，技术在进步，长期来城市规划主要靠定性分析，凭经验处理问题，手段的落后难免造成理论的粗糙，这种状况必须改变。相关学科的发展已为我们提供了条件。我们“不更新知识等于是一个残废人”（《第三浪潮》）。各学科的交叉和渗透是当代科学发展的重要特征之一。它具有广阔的前景，正如控制论创始人维纳所说：“成果收获最大的将是各学科之间的无人区”。



## 第二章 系统工程学概论

人类处于小生产阶段的生产活动整个过程，各个环节间的关系人们可以一目了然。然而，由于现代人类的社会活动日趋复杂，这就使得以往凭经验、直观的、小生产方式处理问题的方法手段越来越不相适应了，因此从30年代开始酝酿，逐渐形成了一门新的学科——系统工程学。

系统工程学它是一门横向组织的学科，它与纵向组织的学科不同。例如结构工程学它涉及理论力学，材料力学，结构力学，材料和施工等。这些方面的基本对象、理论基础都比较相通。而系统工程学横跨数学、计算机学、和某些应用学科（如城市规划）等。这些学科都有各自的研究对象、理论基础和研究方法，它们彼此间相去颇远，认识这一点对掌握系统工程学是重要的。

系统工程学是以量化的系统思想和方法处理大型复杂的系统问题。它包括思想、工作方法和具体工程技术两大部分。某些内容也许在哲学、辩证法、数学……等专著中也会见到，然而系统工程学是从这些相关学科中吸收其养分，融合成自己独立的体系。

总之，系统工程学是一门新兴的边缘学科，它正在迅速发展之中，在研究它的同时，一定要注视其他相关学科的发展。

### 第一节 系统的定义和它的属性

“系统”是系统工程的基本核心的概念，因为系统工程学就是对“系统”进行组织管理的科学。系统是指按一定的秩序和内部联系组合而成的整体。亚里士多德说“全体大于局部的总和”。这可以说是系统化概念的预言。“三个和尚没水喝”则是其反面的说明。“系统”可作为“混乱”的反义词。

自然界和人类社会中的万物，如太阳系，城市，建筑物，甚至一个制度，一个思想体系都是由若干相互作用和相互依赖的部分所组成，这些都可称之为系统。

世界上的系统千差万别，以不同的标准，可有不同的分类。按自然属性分，有自然系统和人造系统；按物质属性分，有实体系统和概念系统；按运动属性分，有静态系统和动态系统；按反馈属性分，有开环系统和闭环系统；按系统的规模和复杂程度分，有大系统和小系统。而系统工程学主要研究对象是人造的大系统。这些系统一般是动态的，闭环的控制系统。它们可以是实体系统，也可以是概念系统。

因此，系统工程学的系统定义是“由若干相互作用和相互依赖的组成部分结合而成，具有特定功能的有机整体。”还可再简单些说：“系统就是具有特定功能的综合体。”

系统一般具有四个主要属性：

1. 集合性：系统起码由二个可区别的要素所组成的有机整体。我们正是抓住系统这集合的属性，对复杂的系统进行分解，以实现对复杂系统的科学分析，把握系统。

注：英国《牛津词典》：“由互连接或互相依存的成组事物或集聚的事物所形成的复杂统一体；根据某种方案或计划有秩序地安排各部分而组成的一个总体”。