



华中师范大学出版基金丛书
学 术 著 作 系 列

城市规划数字工程原理 与方法研究

张雪松 著

C B J J

出版社

华中师范大学





中国环境出版社

城市规划数字工程应用与技术研究

王 明 著

中国环境出版社

103

— 103 —



华中师范大学出版基金丛书
学 术 著 作 系 列

本书由华中师范大学出版社提供的出版基金全额资助

城市规划数字工程原理与方法研究

张雪松 著

 华中师范大学出版社

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

城市规划数字工程原理与方法研究/张雪松著.

—武汉:华中师范大学出版社,2009.6

ISBN 978-7-5622-3954-3

I. 城… II. 张… III. 数字技术—应用—城市规划—研究
IV. TU 984-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 077871 号

城市规划数字工程原理与方法研究

© 张雪松 著

责任编辑:胡小忠

责任校对:王 炜

封面设计:罗明波

编辑室:文字编辑室

电话:027—67863220

出版发行:华中师范大学出版社

社址:湖北省武汉市珞喻路 152 号 邮编:430079

电话:027—67863040,67863426,67867076(发行部) 027—67861321(邮购)

传真:027—67863291

网址:<http://www.ccnpublish.com> 电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

印刷:武汉理工大印刷厂

督印:章光琼

开本:880mm×1230mm 1/32

印张:7.25

字数:202 千字

版次:2009 年 6 月第 1 版

印次:2009 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—1 200

定价:18.00 元

欢迎上网查询、购书

敬告读者:欢迎举报盗版,请拨打举报电话 027—67861321。

序

城市规划是我国最早应用地理信息系统(GIS)技术的领域之一,早在 20 世纪 80 年代末在世界银行的支持下,就首先在常州、洛阳、沙市等城市开展了城市规划与管理信息系统的试点建设,之后随着城市规划界对 GIS 等计算机技术的普遍认识与接受,城市规划信息化建设如雨后春笋般在全国铺开,促进了相关理论与技术的长足发展,一些学术著作相继出版,相关的学术论文也举不胜举。20 世纪 90 年代中后期,全球信息化浪潮扑面而来,1998 年美国前副总统戈尔又提出了数字地球的概念,在此基础上,“数字城市”也呼应而出。数字城市是一个庞大系统工程,其概念的内涵与外延很难统一界定,许多专家与学者把它从狭义上理解为城市规划与管理的数字化工程。为了推动该数字化工程的建立与发展,原建设部也提出了“十五期间重大科研课题”——“城市规划、管理、建设、服务数字化工程”,甚至有些学者将之简称为“数字规划”。首批数字化工程的试点工作先后在北京、上海、重庆、杭州、济南、北海、中山、青岛等城市全面展开,取得了明显的应用成果。如同城市规划是城市建设与发展的龙头一样,数字规划也必将在数字城市建设中发挥重要的作用。数字规划时代的到来,必将促进现代城市规划的深刻变革,也给现代城市规划带来了新的发展机遇和挑战。因而,开展城市规划数字工程原理与方法的研究具有重要时代背景和现实意义。

张雪松跟随我攻读硕士和博士学位,参与了我的多项城市规划信息化相关研究课题与工程项目。他对空间信息技术在城市规划中的应用方法进行了长期系统的研究,并多年工作在城市规划、测绘、国土管理等机关事业单位第一线,积累了丰富的工程实践经验。《城市规划数

字工程原理与方法研究》是在他博士论文基础上改编而成的一本学术专著,全书紧紧围绕着信息化时代城市规划理论与方法急需拓展的需要,全面分析了我国城市规划信息化现状,论述了城市规划数字工程原理,并实例研究了城市规划动态过程的主要子过程的数字技术实现方法。本书提出了描述城市规划动态过程的螺旋模型,并在该模型基础上,运用以 GIS 为核心的信息技术,提出了城市数字规划模型框架。在方法与技术上,作者以城市规划空间数据为应用基础,剖析了目前应用中存在的问题与难点,为城市规划基础数据集成提供了切实可行的解决方案;系统性地研究了城市规划模型体系与决策支持、城市规划办公自动化系统以及城市规划批后管理,并结合主持或参与的近 10 个 GIS 工程项目与实际工作经验,提出了相应的解决方法。

与已出版的同类著作相比,本书在吸收前人研究成果基础上,并不完全侧重 GIS 技术而是首先将城市动态规划思想具体化,然后把 GIS 相关信息技术贯穿于动态规划的全过程,以“动态规划是目的,信息化是手段”为主线,将城市动态规划与相关信息技术紧密集合起来。因而,本书在理论上得到升华,在应用方法与技术上也更具体新颖。本书中许多观点与成果已在城市规划与 GIS 行业有影响的期刊上发表,表现出了其一定的理论意义与明显的实用价值。

21 世纪的中国正面临着城市化浪潮,城市规划数字工程必将得到更加深入的研究与更加广泛的应用。本书的出版无疑会起到抛砖引玉的效果,希望能够进一步推动空间信息与数字工程在城市规划界的应用。祝愿作者的研究更上一层楼,取得更大的成就!

边馥苓

2009 年 1 月于武昌珞珈山

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 研究目的与意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究目的与意义	5
1.2 城市规划数字工程研究现状	7
1.2.1 城市规划动态思想发展历程	8
1.2.2 城市规划信息化研究现状	9
1.2.3 GIS 与规划模型研究进展	12
1.2.4 存在的问题	25
1.3 本书研究目标与内容	26
1.3.1 研究目标与思路	26
1.3.2 研究内容	26
第 2 章 动态规划与数字规划原理	28
2.1 城市与城市规划	28
2.1.1 城市与城市化	28
2.1.2 城市规划	30
2.1.3 我国城市规划现状与特点	33
2.2 动态规划过程的螺旋模型	35
2.2.1 城市规划理论发展	35
2.2.2 动态规划思想内涵	37
2.2.3 动态规划过程的螺旋模型	39
2.3 基于螺旋模型的数字规划原理	46
2.3.1 数字规划内涵	46

2.3.2	数字规划理论基础	51
2.3.3	基于螺旋模型的数字规划框架	62
2.4	本章小结	63
第3章	城市规划基础空间数据组织方法	65
3.1	城市规划空间数据内容与分类	66
3.1.1	数字规划数据	66
3.1.2	城市规划空间数据	67
3.2	多源数据与异构平台集成方法	71
3.2.1	数字规划中 GIS 与 CAD 集成的必要性	72
3.2.2	集成方法	74
3.2.3	AutoCAD 中组织 GIS 数据的方法	78
3.2.4	实例分析	80
3.3	面向多应用的基础地理数据组织方法	82
3.3.1	现有数据模型的分析	83
3.3.2	面向多应用的数据模型	86
3.3.3	数据模型的实现	89
3.3.4	结论	90
3.4	面向 GIS 的基础地理数据改造方法与过程	91
3.4.1	原有地形图数据质量的分析	91
3.4.2	数据改造方法与过程	92
3.4.3	结果分析	96
3.5	本章小结	96
第4章	规划预测模型与规划决策支持系统	99
4.1	城市规划预测模型概述	99
4.1.1	预测和决策之间的辩证关系	99
4.1.2	城市规划预测模型特点	101
4.2	城市空间动态模型	104
4.2.1	基于微分方程的城市动力学模型	105
4.2.2	基于元胞自动机的离散动力学模型	108

4.3	灰色空间动态扩展模型	114
4.3.1	灰色系统分析与建模原理	115
4.3.2	灰色动态模型在规划预测中的应用	117
4.3.3	灰色空间动态扩展模型	120
4.4	城市规划决策支持系统	126
4.4.1	城市规划决策支持系统的发展	127
4.4.2	城市规划决策支持系统的作用	132
4.4.3	城市规划决策支持系统框架	134
4.5	城市规划模型库系统	136
4.5.1	城市规划模型库组成	137
4.5.2	城市规划模型标准化	138
4.5.3	城市规划模型库管理系统	141
4.6	本章小结	143
第5章	数字规划审批	145
5.1	城市规划办公自动化系统的内涵与特点	145
5.1.1	城市规划办公自动化系统的内涵	145
5.1.2	城市规划办公自动化系统的发展历史	146
5.1.3	城市规划办公自动化系统的特点	147
5.2	城市规划办公自动化系统功能框架	152
5.2.1	城市规划办公自动化系统基本功能	152
5.2.2	电子政务框架下的城市规划办公自动化系统功能	153
5.3	城市规划办公自动化系统关键技术	156
5.3.1	GIS/MIS 集成技术	156
5.3.2	workflow 技术	158
5.3.3	海量数据存储与数据库联动技术	160
5.3.4	Web-GIS 技术	162
5.3.5	GIS 与 CAD 的集成应用技术	165
5.4	基于 Intranet 的城市规划办公自动化系统	166

5.4.1	基于 Intranet 的城市规划办公系统的特点·····	166
5.4.2	组件技术实现基于 Intranet 的 GIS 的方法·····	167
5.4.3	基于 Intranet 的 OA 技术实现·····	170
5.4.4	基于 Intranet 的图文办公系统集成框架·····	172
5.4.5	实例分析·····	174
5.5	数字规划中基于工作流协同空间决策支持·····	182
5.5.1	协同空间决策支持的产生背景·····	182
5.5.2	CSCW 概念·····	183
5.5.3	基于工作流的协同空间决策支持系统·····	183
5.5.4	系统框架与集成方法·····	187
5.5.5	实例分析与结果·····	188
5.6	本章小结·····	189
第 6 章	数字规划批后管理技术 ·····	192
6.1	城市规划批后管理·····	192
6.1.1	城市规划批后管理的内容·····	193
6.1.2	城市规划批后管理存在的问题·····	194
6.2	城市规划批后管理技术保障体系·····	199
6.2.1	体系结构·····	199
6.2.2	公众服务系统·····	201
6.2.3	决策支持系统·····	204
6.3	本章小结·····	208
第 7 章	结论与展望 ·····	210
参考文献	·····	214

第1章 绪 论

1.1 研究目的与意义

1.1.1 研究背景

1.1.1.1 中国城市化浪潮

20 世纪 80 年代以来,随着改革开放的不断深入,我国的经济建设取得了举世瞩目的快速发展,也为城市的建设和发展带来了勃勃生机,城市在我国整个经济和社会发展中已占有越来越重要的地位。有关统计显示,目前中国工业产值和国内生产总值的 70%、税收的 80%都来自城市。与此同时,我国城市化从 20 世纪 80 年代的 14%,提高到 1999 年的 45%多,已经开始进入城市化快速发展期(陈廷根,1997;李德华,2001)。这种快速发展趋势,将随着改革开放的不断深入而得以持续。据统计与推测,今后若干年如果国内生产总值能以每年 7%以上的速度增长,城市化率将会以每年一个百分点提高。种种数据表明,我国城市化正在以其他国家空前罕见的速度进行,这是工业化、现代化和经济高速增长下无法遏制的必然(陈述彭,1999)。

面对中国这种突飞猛进的城市化潮流,有些专家认为,21 世纪是城市的世纪;甚至有人称,21 世纪是中国的城市世纪。因为,据这些专家推论,到 2050 年,有 75%的中国人口将居住在城市里。这将是人类历史上规模最大的一次城市化浪潮。美国著名经济学家斯蒂格利茨更断言,21 世纪影响世界进程和改变世界面貌的有两件事:一是美国高科技产业的发展,二是中国的城市化进程。

在这种城市化浪潮中,我国城市面貌已经并将继续发生巨大的变

化。城市的数量会迅速增加,城市的规模会迅速扩大,城市的结构和功能会更加趋于多元化。面对城市化的不断发展及大规模城市经济建设和基础设施建设,如何有效地规划和利用有限的土地资源,维护和管理好城市的各项基础设施,保护环境,促进城市的持续快速发展,是各城市面临的主要问题。针对这些问题,原建设部部长汪光焘 2003 年 10 月 29 日在专题会议上指出:中国城市发展的重点要研究解决好科学规划、改善人居环境等重大问题;其中,科学地制定城乡规划、严格规划监督管理是这些问题的重中之重。这就为城市的规划、建设和管理提出了更高、更为复杂的要求。

1.1.1.2 全球信息化浪潮

当前,以建立信息高速公路为龙头的全球信息化浪潮正扑面而来。各种媒介目不暇接的介绍、报道和预测,使人们感觉到由通信网络、数据库、信息系统和各种日用电子设备组成的信息基础设施的建立和完善,将会实现全国乃至全球范围内信息的瞬息共享、交流和沟通,从而极大改变社会化大生产的协作方式,巨大地推动社会生产力提高。

人类社会发展历经百万年,在经过漫长的原始社会、农业社会及近 200 多年工业社会后,于 20 世纪 90 年代迈入信息社会。在此过程中,知识与技术对国民经济所产生的贡献率从原始社会的 2% 增加到当今信息社会的 50%,在发达国家甚至达到 70%~80% (简逢敏, 2000)。这些变化昭示着以信息技术为核心的知识经济时代已经到来,引起了全球广泛的关注与重视。

1991 年美国提出了信息社会的概念,1992 年西方七国随后研究了在全球建立信息社会的问题。为了推进信息社会的迅速发展,美国第 42 任总统克林顿在 1993 年 2 月提出了信息高速公路的概念并签署法令,建立全美的信息高速公路,即国家信息基础设施 (National Information Infrastructure, 简称 NII)。当人们在进行信息的处理、发布和查询时,发现大量的信息都与地理空间位置有关。紧接着,为了在信息高速公路上表达地理位置,使之与地理和地球有关的空间信

息得以在互联网上准确地表达、描述和查询,克林顿总统又于1994年4月13日签署了建立国家空间数据技术设施(National Spatial Data Infrastructure,简称NSDI)的12906号总统令。

之后,为了进一步将信息技术推进到人们的日常生活、工作和娱乐中,美国副总统戈尔又提出了数字地球(Digital Earth)的概念。1998年1月31日,戈尔在加利福尼亚科学中心举行的开放地理信息系统(Open GIS)协会上,发表了题为“数字地球:21世纪理解我们行星的方式(The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st Century)”的报告(承继虎、林晖、周成虎,2000)。他在报告中指出,应在三维地球的数字框架上按照地理坐标集成有关的海量空间数据及相关信息,构建一个数字化的地球,即数字地球,为人们认识、改造和保护地球提供一种重要信息源和新技术手段。数字地球实际上是一种能嵌入海量地理信息,对我们的星球所作的多分辨率、三维的描述,是3S技术(遥感RS、全球定位系统GPS、地理信息系统GIS)、遥测、通讯系统、互联网(Internet)、万维网(Web)、仿真与虚拟现实(VR)技术等现代高科技的高度综合集成。它的提出,引起了各国政府和科技界的广泛关注和积极反应。经过近年来的研究,专家学者对数字地球的概念、支撑技术、应用前景和优先发展的应用领域做出了比较详尽的探讨和阐述。此后,数字国家、数字省、数字城市、数字行业等概念如雨后春笋般冒出来(如图1-1),并已逐渐得到了各级政府和各个行业的重视,有的已提上了议事日程。

正是在数字地球的背景下,城市问题专家提出了数字城市的概念。数字城市指的是信息化城市,是现实城市(物质城市及其社会经济特征综合体)的虚拟对照体。它是综合运用3S(RS, GIS, GPS)、网络和虚拟仿真等技术对城市的基础设施、功能机制进行信息自动采集、动态监测和辅助决策服务的技术系统(丁烈云,2000)。数字城市的核心是现实城市及其时空变化在虚拟三维空间的数字化重现与认识,其技术基础是城市空间数据基础设施。其内容包括城市设施的数字化、城市网络化、城市智能化和可视化等主要方面。随着科

学技术的不断发展,数字城市还将被赋予不同的新内涵。数字城市是一种通俗的说法,用数字化手段处理城市问题是数字城市概念的本质。

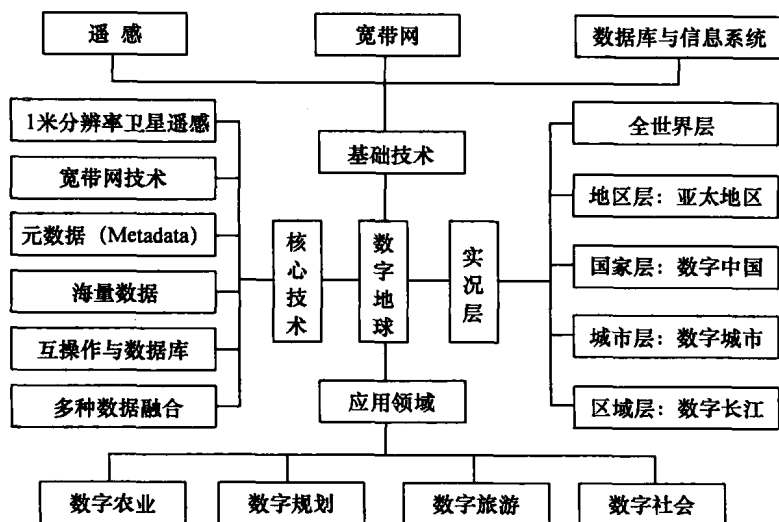


图 1-1 数字地球略图

1.1.1.3 城市数字规划的产生

城市规划是根据一定时期城市的经济和社会发展目标,确定城市性质、规模和发展方向,合理利用城市土地,协调城市空间功能布局及进行各项建设的综合部署和全面安排。城市规划是城市建设的龙头,有效的城市规划、管理是促进城市健康发展的重要手段。

面对我国突飞猛进的城市化,传统的以手工为主的城市规划与管理方式已越来越不适应城市迅速发展的需要,城市规划必须进行信息化的改造和技术上的提升,才能适应信息化时代发展的要求。城市是一个集社会、经济、自然等多种因素的复杂的动态系统,因而城市规划也是一个涉及面广泛、多变量、多层次、多目标的、动态的综合性复杂大系统问题。但目前传统规划管理手段与信息反馈的落后,以及管理过程综合和系统分析的缺乏,已严重影响到城市规划的科学性、

适应性,不利于城市的可持续发展。为此,在改革现行的城市规划管理模式基础上,加强以GIS为基础的信息技术的应用,建立数字规划是至关重要的。

如果说数字城市的产生,是城市化与全球信息化两大潮流交汇的结果。那么,数字规划是在这个交汇处的浪尖上应运而生的。数字城市的建设为城市规划带来了重大变革机遇,它的建立将为城市规划提供数字平台与技术基础。不仅给城市规划提供了全新的技术手段,更加深了认识城市本质的能力和程度,规划和管理工作者的观念和逻辑思维也将发生重大变化,使之从工业社会的物质生产方式转向信息社会和数字化社会的知识生产方式,从单一思维转向多向思维,从而使城市规划经历一次以信息和数字化为基础的深刻变革(任国岩,2000)。由于数字城市是一个庞大的系统工程,其建设不可能一蹴而就,必需有一个良好的切入点。正因如此,数字城市从狭义上也可理解为城市规划与管理的数字化工程。为了推动我国城建行业信息化的发展,国家建设部提出了十五期间重大科研课题——“城市规划、管理、建设、服务数字化工程”(刘兴权等,2002),其终极目标就是建成数字城市。目前建设部首批“数字化工程”试点城市工作已在北京、上海、重庆、杭州、济南、北海、中山、青岛等城市全面展开。如同城市规划是城市建设与发展的龙头一样,数字规划也必将在数字城市建设中发挥重要的作用。数字规划时代的到来,必将促进现代城市规划的深刻变革,也给现代城市规划带来了新的发展机遇和挑战。因而,开展数字规划的研究具有重要时代背景和现实意义。

1.1.2 研究目的与意义

城市规划是一个灰色的动态的循环过程。长期以来,我国城市规划以土地利用、控制为核心,关注的是既定蓝图的实现,而忽略了城市规划对城市开发过程的调控作用。这种静态规划往往造成城市规划管理工作中的低效与失误:①未能为规划决策提供有效的城市现状和实用的信息;②所涉及的各组织之间缺乏必要的信息交流,从而缺乏协调;③未能及时提供规划实施之后的反馈信息(童明,1998)。事

实上,规划所面对的城市和城市问题是在不断变化的,而且参与决策的各方面对城市问题的态度也是不断改变的。所以静态规划的思维方式已无法满足城市发展的要求,这就要求在规划理念上强调规划是一种动态发展与整体协调发展的过程(刘兴权,2002)。城市规划是一个不断模拟、实践、反馈、重新模拟的循环过程,在这样一个不间断的连续过程中,城市规划的理想状态只能逐步接近,因而应提供一种循环方法,以便在规划编定、管理过程中不断修正所出现的偏差(桑东升,2000),这种不断调整过程使规划趋于完善、永无止境(顾永清,1994)。

另一方面,城市规划管理的对象——城市的高度复杂性、不确定性,使城市规划管理者收集到的客观信息具有模糊性。城市是一个多因素、多层次、多目标的复杂系统,它是一个部分信息明确、部分信息不明确的灰色系统(宋振宇,1998)。它具有明显的模糊性、随机性和信息不完全性,亦即灰色性。所以,城市规划也是一个典型的灰色系统。这样的抽象系统,没有物理原型,但如同整个国民经济系统一样,它的活动过程也遵循最基本的原则——自组织原则,即在一定的社会动力下,城市发展将形成某种新的组织格局,以利于新形式下的稳定增长。要探索这一过程的运行机制,采用传统的归纳、比较和分析方法,对城市的历史演变加以描述,对空间布局与扩展趋势进行推测是远远不够的,而必须依靠严谨的数学逻辑描述,即系统的分析,并需要一套完整的数学工具。灰色理论深刻揭示了认识系统从“黑”到“白”的过渡过程。人类对事物的认识一开始面对的就是灰色系统,黑箱是相对的,白箱是只可能无限接近而不能达到的目的,人们对事物的认识过程,是使事物对人类来说灰度不断降低的过程(邓聚龙,1986)。

为此,目前我国的城市规划正面临着从静态规划向动态规划、从物质规划向社会经济发展规划、从专家评审到公众参与、从行政管理到法制化管理等方面的重大转变(徐建刚,2000)。这些变化对城市规划和管理的技术手段及信息的规范化、智能化、可视化及现势性提

出了更高的要求。城市规划只有在强有力的空间数据库、城市规划知识库与计算机网络等技术的支持下,才能做到科学的决策支持(陈顺清,1998),建立城市规划信息系统(Urban Planning Information System,简称UPIS)是实现动态城市规划的必要条件(宋振宇,1998),也是提高城市规划决策科学化的重要条件。

UPIS需要GIS、RS、GPS、计算机辅助设计(CAD)、办公自动化(OA)、人工智能(AI)和专家系统(ES)等技术的系统集成(陈顺清,1998)。同时,UPIS必须实现同城市规划的整合。为此,GIS等信息技术必须为满足城市规划领域的要求,提高信息采集、处理、分析与模型计算能力,网络协同作业能力,人工智能与专家系统能力等。而更重要的、可行、现实、紧迫的问题是城市规划理论与方法的拓展,城市规划体系必须建立在UPIS建设上。UPIS是规划编制、规划立法与规划管理的基础与纽带,并提供技术与方法支持;同时也是指导开发与建设的信息源。实现UPIS基础上的城市规划理论与手段的拓展,其关键是实现信息技术与城市规划的真正“整合”。城市规划信息系统要想科学、健康地发展,必须充分地探讨和建立起理论基础,必须把它纳入城市规划体系之中,成为城市规划领域的重要组成部分。城市规划领域信息系统十多年的建设表明,已经到了急需解决城市规划信息系统理论与方法的时刻(陈顺清,1998)。

本书研究的重要意义在于全面总结国内外城市规划管理信息化建设现状,引用软件工程中的螺旋模型为原型,以系统论、控制论、信息论为理论基础,以GIS为基础应用平台,构建城市规划数字工程模型框架,拓展信息化时代城市规划理论与方法。

1.2 城市规划数字工程研究现状

城市规划数字工程是城市动态规划思想与城市规划信息化的结合体。城市动态规划思想是城市规划数字工程的内涵与目标,而城市规划信息化是城市规划数字工程的表现形式,是动态规划的实施方法与手段。