

◎ 国家高技术研究发展计划
(863计划) 支持成果

倪金生
李琦 编著
赵明伟

地球空间信息技术丛书

数字城市



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

地球空间信息技术丛书

数字城市

倪金生 李琦 赵明伟 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统、全面地讲述了数字城市的理论,并列举了大量利用 Titan 软件进行数字城市建设的案例,力求把地球空间信息技术的理论更好地应用在城市建设中。第 1 章讲述了数字城市的基本理论、功能及发展。第 2~8 章阐述了数字城市的关键技术,第 9~13 介绍了数字城市的典型应用案例。

本书系统性强,原理与案例并重,可作为本科或高职高专的数字城市及相关专业的教材。同时,对从事数字城市相关科学领域的技术人员具有较高的参考价值。

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。

图书在版编目(CIP)数据

数字城市 / 倪金生, 李琦, 赵明伟编著. —北京: 电子工业出版社, 2008.8

(地球空间信息技术丛书)

ISBN 978-7-121-07149-2

I. 数… II. ①倪… ②李… ③赵… III. 地理信息系统—应用—应用—城市建设—研究 IV. TU984

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 110071 号

策划编辑: 万子芬(wzf@phei.com.cn)

责任编辑: 宋兆武 张 京

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂
装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 21.25 字数: 544 千字

印 次: 2008 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 39.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

序

随着科学技术的进步，人类社会正在向信息社会迈进。作为信息技术的重要组成部分，遥感对地观测技术、地理信息系统、卫星导航定位系统及与之相协同的通信和网络技术已经越来越显示其重要的作用，特别是在当今人类面临资源、环境、灾害、人口的严峻挑战的形势下，它们在地球资源勘测和开发，环境和灾害的监测和管理等方面的作用日渐突出，从而对人类认识和保护地球，落实科学发展观，促进人与自然及社会的和谐发展具有重要作用。

地球空间信息技术的发展也是推动国家信息化进程和国家安全的一项重要技术保障。地球空间信息已逐渐形成一项强有力的产业体系，它的发展不仅直接影响着经济社会发展，而且对推动社会就业也会产生非常积极的作用。2004年第1期的《自然》杂志，曾把以空间信息技术为核心的地学技术称为与生物技术和纳米技术同等重要的当代三大最具发展前景的技术。21世纪空间信息技术将全面步入集成化、网络化、产业化和实用化的新时期，空间信息技术的发展正面临着前所未有的新机遇。

在我国空间信息技术产业迅速发展的今天，倪金生先生领导北京东方泰坦科技有限公司在该领域占据了重要的一席之地。他们在以信息化带动工业化、促进现代化的大好形势下，面向国家经济社会发展对信息化的迫切需求，立足自主，研发了包括图像处理、地图矢量化、地理信息系统、卫星导航、三维影像及农、林地理信息平台等全系列 TITAN 空间信息软件系统，在推进空间信息技术产业化方面作出了贡献。更难能可贵的是，他们十分重视技术教育和人才培养，集聚了一批富有学识、精于实践的专家学者，办学校、授课程，言传身教，在我国民办地理空间信息科技教育方面迈出了可喜的一步。在此基础上出版了“地球空间信息技术丛书”，其覆盖面包含了遥感对地观测、地理信息系统和卫星导航定位技术的各个方面，其中有对相关理论的论述和技术系统的介绍，但其核心是对 TITAN 空间信息系统的基础、技术、软件及其在各行业、各领域应用的全面表述。该系列丛书的编写，既立足于当前空间信息技术的现状，又面向其发展的趋势，其出版必将对加快地球空间信息体系的建设并拓宽其服务和应用领域起到积极的作用。

本丛书的编著者都是长期全身心投入、致力于地球空间信息科学研究和产业化发展的专家，他们曾参加过国家重点项目的攻关和高技术研发，既有深入的技术实践，又有高度的理论升华。本丛书在剖析国内外发展趋势的基础上，系统阐述了有关地球空间信息技术的理论、技术和方法，作为示范，还通过实例介绍了空间信息在一些重要领域的应用。该丛书不仅对于地球空间信息领域的职业教育，而且对于面向社会的科技普及，深化地球空间信息科学技术教育，都是一部重要的教科书和参考文献，它同时又是一套促进行业和领域内的技术交流、加深理解、促进和深化应用的具有指导作用的丛书。

作为一家地球空间信息技术企业，能面向科技发展的前沿和广泛的应用需求，以开拓者的目光组织这一系列丛书的编写，实属不易，也足见其前瞻的眼力。在此，我谨以本领域一个老科技工作者的身份，热烈祝贺本丛书的面世，并以此序对本丛书的出版，向丛书的编著者倪金生等各位专家及电子工业出版社表示诚挚的祝贺！



2008年2月于北京

前 言

21 世纪是信息化、网络化、数字化、智能化蓬勃发展的世纪。世界范围的新技术革命和知识经济的浪潮，推动着发展中国家和发达国家在电子信息技术的创新和应用领域重新站在同一起跑线上，共同面对新的发展机遇和挑战。数字城市正是这股浪潮的潮头。随着全球信息化和网络化的高速发展，人们对“数字化”的概念越来越熟悉。数字化正在影响着人们日常生活的每个细节：电子消费、网络办公、网络课堂、网上购物……数字城市是依靠现代信息技术和网络技术实现城市地理空间和社会活动信息的高效采集和处理，并通过信息资源整合及深度开发与利用，为城市的规划、建设和管理提供决策与服务功能的开放的城市综合信息系统。

城市，是民众生活的载体和数字化的主要承担者。人们已经逐渐意识到，城市数字化程度集中体现了一个城市的信息化水平，同时也在一定程度上影响着城市的经济、社会、文化等各方面的发展。因此，国家和地方政府大力支持城市的数字化建设。

近年来，关于数字城市建设理论的书籍越来越多。笔者阅读了大量相关书籍和资料，受益匪浅。同时，也发现大多数书籍在理论方面阐述深刻，但是在实践方面笔墨较少。本书着重将理论和实践两方面结合起来进行数字城市的阐述，讲解数字城市建设过程中的主要问题和难点，以及如何构建数字城市的子系统。本书主要包含 3 篇共 13 章。第一篇在总结数字地球等相关概念的基础上，介绍数字城市的概念、背景、发展、意义等，其中以我国现有的信息基础设施为案例，分析了数字城市构建过程中面临的各种问题。第二篇着重阐述数字城市建设过程中的关键技术和理论，从数据获取、传输、存储、处理、应用等几个角度，结合案例进行分析。第三篇以数字城市建设过程中的典型案例为样板，从软件工程的角度进行剖析。

本书配合本科生和高职高专的基本理论学习，对软件实现和具体开发进行辅助指导。在本书的整理及编排过程中，得到了中国农业大学冯露及北京师范大学栾庆祖的大力协作。读者在学习需要获得技术支持时，请登录网站 www.otitan.com，在“下载”目录下进行相关素材的下载，或者致电 010-82884082 咨询。

由于作者水平有限，书中错误在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

第一篇 数字城市概论

第 1 章 数字城市概论	(2)
1.1 数字城市的背景	(2)
1.1.1 数字城市产生的背景	(2)
1.1.2 数字地球战略的提出	(4)
1.2 数字城市及其框架结构	(5)
1.2.1 数字城市的定义与内涵	(5)
1.2.2 数字城市的结构框架	(7)
1.2.3 数字城市系统的主要构成要素	(12)
1.3 数字城市的特征与建设原则	(13)
1.3.1 数字城市的特征	(13)
1.3.2 数字城市的建设原则	(14)
1.4 数字城市的功能	(15)
1.4.1 数字城市的数字化功能	(15)
1.4.2 数字城市的信息化功能	(16)
1.5 数字城市实现阶段的划分	(17)
1.5.1 数字城市基础建设阶段	(18)
1.5.2 数字城市管理和应用系统建设阶段	(19)
1.5.3 数字城市的形成与发展阶段	(20)
1.6 中国数字城市的发展	(21)
1.6.1 发展现状	(21)
1.6.2 制约因素	(25)
1.6.3 主要对策	(27)
1.7 数字城市建设的意义、目标及展望	(33)
1.7.1 数字城市建设的意义	(33)
1.7.2 数字城市建设的目标	(36)
1.7.3 数字城市建设展望	(37)

第二篇 数字城市的关键技术

第 2 章 数字城市技术支撑体系	(46)
2.1 数字城市支撑技术分类	(46)
2.2 GIS 技术	(46)
2.2.1 地理信息系统概述	(47)
2.2.2 地理信息系统的发展	(50)
2.2.3 地理信息系统的研究内容	(53)

2.2.4	地理信息系统软件分类	(54)
2.2.5	Web GIS 技术	(55)
第 3 章	数据获取技术	(58)
3.1	卫星遥感技术	(58)
3.1.1	卫星遥感技术概述	(58)
3.1.2	卫星遥感技术在数字城市中的应用	(61)
3.1.3	卫星遥感技术的智能化获取技术	(67)
3.2	GPS 技术	(67)
3.2.1	GPS 简介	(67)
3.2.2	GPS 的特点	(68)
3.2.3	GPS 的组成与工作原理	(69)
3.2.4	GPS 的应用与发展	(70)
3.2.5	GPS 在数字城市建设数据获取中的应用	(72)
3.3	城市活动空间智能化获取技术	(73)
3.3.1	LBS 技术的概念	(74)
3.3.2	LBS 的系统构成和工作流程	(74)
3.3.3	LBS 系统环境	(75)
3.3.4	LBS 运营中心构建	(76)
3.3.5	用户接口	(76)
3.3.6	GIS 数据库和其他 ICP 接口	(77)
3.3.7	LBS 对数字城市建设的作用和意义	(77)
3.4	技术应用实例——Titan-GPS 车辆系统	(78)
第 4 章	数据传输技术	(80)
4.1	互联网技术	(80)
4.1.1	有线互联网	(80)
4.1.2	无线互联网	(83)
4.2	栅格网络技术	(88)
4.2.1	网络的概念	(89)
4.2.2	网络的资源组成	(89)
4.2.3	网络的技术特点	(90)
4.2.4	网络的体系结构	(90)
4.2.5	网络计算的概念	(91)
4.2.6	网络计算的关键技术	(92)
4.2.7	网络计算在数字城市中的应用	(93)
4.3	空间信息格网技术	(94)
4.3.1	空间信息网格的概念	(94)
4.3.2	空间信息网格的研究现状	(95)
4.3.3	空间信息网格的体系结构	(96)
4.3.4	从 SIG 到 Grid GIS	(98)
4.4	面向网格计算的智能化遥感数据处理系统	(100)
4.4.1	国家发展与安全战略的需求	(100)

4.4.2	行业重大应用的需求	(100)
4.4.3	国民经济与遥感信息产业化发展的需求	(101)
4.4.4	我国空间信息技术研究与发展的需求	(101)
第5章	数据存储技术	(104)
5.1	海量数据存储与压缩	(104)
5.1.1	数据压缩的原理	(104)
5.1.2	压缩方法的分类	(105)
5.2	数据仓库	(106)
5.2.1	数据仓库概述	(106)
5.2.2	空间数据仓库	(110)
5.2.3	海量数据存储管理实例——Titan-SDM 空间数据管理系统	(114)
第6章	数据处理技术	(122)
6.1	分布式计算技术	(122)
6.1.1	典型的分布式计算技术	(123)
6.1.2	分布式计算技术的发展	(125)
6.1.3	分布式计算技术的基础	(126)
6.2	数据的融合与集成	(128)
6.2.1	数字城市中的数据融合与集成	(128)
6.2.2	融合技术	(129)
6.3	数据挖掘	(135)
6.3.1	数据挖掘的功能和方法	(135)
6.3.2	空间数据挖掘	(137)
6.4	数据共享	(138)
6.4.1	地理空间信息共享的实现模式	(139)
6.4.2	数字城市中数据共享管理的实现	(141)
6.5	元数据的管理	(144)
6.5.1	数字城市中的元数据	(144)
6.5.2	元数据的管理	(145)
6.5.3	元数据的作用	(148)
6.5.4	我国元数据标准	(149)
第7章	数据应用技术	(152)
7.1	空间智能体技术	(152)
7.2	虚拟现实技术	(154)
7.2.1	虚拟技术概述	(154)
7.2.2	虚拟地理信息系统	(157)
7.2.3	虚拟城市理论	(160)
7.3	数字城市的管理信息技术	(161)
7.3.1	现代集成制造系统	(161)
7.3.2	电子数据交换技术	(163)
7.3.3	企业资源计划	(164)
7.3.4	企业客户关系管理	(166)

7.4	虚拟现实技术应用实例——Titan 三维景观虚拟现实	(167)
7.4.1	系统设计目标	(167)
7.4.2	系统设计实现功能	(168)
7.4.3	系统主要研究开发的内容	(169)
7.4.4	Titan 虚拟现实系统的创新点	(172)
第 8 章	数字城市空间数据基础设施	(173)
8.1	空间信息基础设施概述	(173)
8.1.1	空间信息基础设施的基本概念	(173)
8.1.2	城市地理基础设施的必要性	(173)
8.2	城市地理基础数据库建设	(174)
8.3	城市地理数据库管理系统建设	(175)
8.3.1	城市地理数据管理系统的特点	(175)
8.3.2	城市地理数据管理系统建设的原则	(176)
8.3.3	管理系统的主要功能	(176)
8.4	城市基础设施数据库管理系统建设	(177)
8.4.1	城市交通设施数据库及其管理系统	(177)
8.4.2	城市能源设施数据库及其管理系统	(178)
8.4.3	城市建筑设施数据库及其管理系统	(179)
8.4.4	城市生态环境保护基础设施数据库及其管理系统	(179)
8.4.5	城市供水基础设施数据库及其管理系统	(180)

第三篇 数字城市应用工程

第 9 章	数字城市之城市智能交通系统	(182)
9.1	智能交通概述	(182)
9.1.1	智能交通的定义	(182)
9.1.2	智能交通的发展现状与关键技术	(182)
9.1.3	智能交通在数字城市中的应用	(185)
9.1.4	我国智能交通的发展	(187)
9.2	智能交通系统模型	(188)
9.3	智能交通系统体系结构	(190)
9.3.1	欧洲智能交通系统体系结构	(190)
9.3.2	美国智能交通系统体系结构	(191)
9.3.3	日本智能交通系统体系结构	(191)
9.4	实例——某城市智能交通管理系统总体设计	(192)
9.4.1	系统需求分析	(192)
9.4.2	系统可行性分析	(194)
9.4.3	系统设计原则及目标	(196)
9.4.4	系统总体结构	(197)
9.4.5	各子系统设计	(201)
9.4.6	关键技术的实现	(208)

9.4.7	系统的运行和维护	(212)
第 10 章	数字园林	(215)
10.1	数字园林概述	(215)
10.1.1	数字园林定义	(215)
10.1.2	数字园林体系结构	(215)
10.1.3	数字园林逻辑结构	(216)
10.1.4	数字园林关键技术	(217)
10.2	北京市数字绿化管理系统综述	(219)
10.2.1	园林绿化管理的意义	(219)
10.2.2	园林绿化管理的发展趋势	(221)
10.2.3	系统开发的目的	(224)
10.2.4	系统开发的指导思想与原则	(225)
10.2.5	系统开发的必要性和可行性	(226)
10.2.6	系统开发环境	(227)
10.2.7	园林系统开发的几个核心问题	(227)
10.3	北京市数字绿化管理系统构建	(232)
10.3.1	系统体系结构构建	(232)
10.3.2	数据库构建	(234)
10.3.3	数据采集终端的研发	(236)
10.3.4	基础技术支撑系统的功能设计	(241)
10.3.5	专业应用系统的功能设计	(243)
10.3.6	安全体系构建	(246)
10.3.7	接口设计	(248)
10.4	北京城市园林绿化管理信息系统应用示例	(248)
10.4.1	系统总体框架	(248)
10.4.2	应用系统框架	(249)
10.4.3	系统功能结构	(250)
第 11 章	数字城市之可视化工程	(255)
11.1	理论基础	(256)
11.1.1	概述	(256)
11.1.2	三维 GIS 理论体系	(257)
11.1.3	面向数字地球的虚拟现实系统关键技术	(261)
11.2	Titan Earth 简介	(264)
11.2.1	概述	(264)
11.2.2	Titan Earth 的社会价值	(265)
11.2.3	Titan Earth 的功能	(266)
11.2.4	Titan Earth 的独特优点	(266)
11.3	Titan Earth 可视化实现	(269)
11.3.1	可行性分析	(269)
11.3.2	技术方案	(271)
11.3.3	系统体系结构	(272)

11.3.4	系统功能设计	(273)
第 12 章	数字城市之公共应急信息化建设	(276)
12.1	公共应急信息化概述	(276)
12.2	黄山市公共应急信息化建设分析	(277)
12.2.1	加快黄山市公共应急信息化建设的必要性	(277)
12.2.2	黄山市公共应急信息化建设的可行性	(278)
12.2.3	总体需求分析	(279)
12.2.4	现有的相关工作基础	(279)
12.2.5	设计原则	(280)
12.2.6	总体目标	(281)
12.3	黄山信息化建设整体框架体系	(282)
12.3.1	基本框架	(282)
12.3.2	技术路线	(283)
12.3.3	执行的标准	(284)
12.3.4	性能规定	(286)
12.4	应急系统体系设计	(287)
12.4.1	应急预警受理分系统	(287)
12.4.2	应急业务协同办公分系统	(288)
12.4.3	辅助决策分系统	(288)
12.4.4	灾害预测及灾情评估分系统	(290)
12.4.5	应急预案管理分系统	(296)
12.4.6	应急信息发布分系统	(297)
12.4.7	GIS 地图服务中间件	(299)
12.4.8	构建与维护分系统	(301)
12.4.9	基础数据资源管理分系统	(302)
12.5	基础设施建设及系统集成关键技术	(303)
12.5.1	基础设施建设	(303)
12.5.2	系统集成方案	(304)
第 13 章	数字黄山·景区	(308)
13.1	概述	(308)
13.1.1	“数字黄山·景区”的提出	(308)
13.1.2	“数字黄山·景区”建设的意义	(309)
13.1.3	“数字黄山·景区”建设的作用	(311)
13.2	总体框架	(312)
13.2.1	体系结构	(312)
13.2.2	“一个中心”和“三大系统”	(313)
13.2.3	信息基础设施构建	(322)
参考文献		(324)

第一篇 数字城市概论

数字城市是“数字地球”的一个派生概念，也是信息科学与信息技术发展的必然结果。数字城市建设不仅是一个技术问题，还是受到科技、政府和市场等多种因素影响和制约的一项复杂的系统工程。

21 世纪是信息化、网络化、数字化、智能化蓬勃发展的新世纪。世界范围的新技术革命和知识经济的浪潮，推动着发展中国家和发达国家在电子信息技术的创新和应用领域重新站在同一起跑线上，共同面对新的发展机遇和挑战。数字城市正是这股浪潮的潮头，如果我国能够抓住这个跨越式发展机会，中国的城市规划、建设和管理水平将冲进世界先进国家的前列，并带动相关产业的发展。

第1章 数字城市概论

1.1 数字城市的背景

1.1.1 数字城市产生的背景

1. 信息技术的发展与现代城市

信息与人类的生存与进步密切相关。人类总是在自觉或不自觉地与信息打交道，利用信息为自己的生存和发展服务。随着人类认识自然程度的不断深入、社会信息的日益增加、管理问题的日益复杂化，如何准确、及时地获取、处理、传输和利用信息逐渐成为解决人类社会可持续发展的重要基础。20 世纪中期以来，信息科学的出现及信息技术突飞猛进的发展，使人类在信息的获取、传输、存储、处理及利用信息进行管理、决策和控制等方面取得了突破性的进展，整个社会出现了“信息化”潮流。“信息化”潮流源于人类充分开发、利用自然资源的根本需求、源于信息机械的高度发展和生产力水平发生的根本性变化、源于信息科学的诞生与发展。

目前，信息技术已发展到崭新的阶段。高分辨率卫星遥感技术突飞猛进，极大地提高了地理信息的获取和更新的能力；以宽带光纤和卫星通信为基础的互联网的迅速普及，极大地增强了信息的交换能力；分布式数据库和共享技术的发展，极大地提高了信息存储和管理能力；仿真和虚拟技术的成熟，酝酿着信息应用技术领域的划时代变革。信息技术变革的大趋势必然深刻地影响到城市规划、建设和管理等行业的信息技术应用领域。传统的城市规划、建设和管理必须顺应世界信息化的历史潮流，以积极的姿态迎接数字城市的技术革命。根据城市的聚集与扩散理论，在推进全球信息化的过程中，城市是地区物质流、能量流和信息流的聚集和扩散中心，尤其是信息流的产生和辐射中心。城市不仅是其所在区域的物质、能源、资金、人才及市场的高度集中点，更是信息产生、交流、扩散和传播的高度聚合点。信息资源成了城市社会经济发展最重要的战略资源，城市之间的竞争很大程度上转换为是否运用信息科学理论和信息技术来提高城市对信息的感知、获取、传输、处理和利用的能力的竞争。

信息化对城市经济的推动作用是非线性的，凡是信息化发展速度快的城市，其经济发展速度也将越来越快；相反，信息化发展较慢的城市，其经济发展速度也相对较慢。因此，在全球信息化的热潮中，城市面临着“边缘化”危机和“数字鸿沟”的挑战，信息流成了信息时代城市发展的主要驱动力。不同的城市之间，由于信息技术的利用水平和信息化程度的不同，出现了“信息鸿沟”和“信息不对称”现象，即信息化水平高的城市，其信息技术的利用程度高、信息流动快、准确性高、经济发展较快；相反，另一些城市由于信息化水平相对较低，其信息技术的利用程度较低、信息流动较慢、准确性低、经济发展相对较慢。最终，

由于“信息的不对称”导致了“城市经济发展的不对称”，从而影响了城市的综合发展，出现了跟不上信息化潮流的边缘城市。

数字城市这一概念的诞生不仅是信息技术和信息科学发展的必然结果，也是城市迎接信息革命挑战、推进信息产业和信息经济的发展、避免区域间产生“信息鸿沟”、提高城市在信息革命中的综合竞争力的重要战略。城市的规划、建设、管理和公众服务系统必将对信息科学的发展和信息技术的应用提出广泛而又迫切的需求，以提高城市的管理质量和快速应变能力，这些工作都必须由城市数字化工程研究成果的应用来支撑。

2. 支持数字城市的相关技术的发展

从技术角度看，数字城市是实现城市信息化的技术基础，而且还是城市信息化水平提高的重要特征。进入21世纪，信息技术与信息产业的发展已迈入了一个崭新的时代。这些先进的、改变城市功能的技术主要有以下几种。

(1) 卫星遥感技术。高分辨率卫星遥感技术突飞猛进，极大地提高了地理信息的获取和更新的能力。

(2) 互联网技术。以宽带光纤和卫星通信为基础的互联网的迅速普及，极大地增强了信息的交换能力。

(3) 数据库技术。分布式数据库和共享技术的发展，极大地提高了信息存储和管理能力。

(4) 虚拟技术。仿真和虚拟技术的成熟，酝酿着信息应用技术领域的划时代变革。

先进技术的渗透与扩张，一方面刺激着城市数字化生存的危机感，另一方面也迫使传统城市不得不向数字城市靠近，并努力追寻数字城市的发展模式。

3. 社会管理的要求

从社会管理角度看，利用信息技术进行城市规划、建设、管理服务是高新技术与传统产业相结合、拉动城市经济增长的新的增长点。但是，随着城市的不断膨胀及人口的高度密集化，传统的以手工作业为主的城市规划、建设与管理方式已越来越不适应城市迅速发展的需要，具体表现在如下几个方面。

(1) 图纸、资料管理的手段落后，资料丢失、损坏的现象较为严重，而且没有形成完整的档案，查询、检索困难。数据资料不准确、不全面给城市规划、建设和管理带来了一定的障碍。

(2) 规划、建设与管理的工作量大。规划、建设与管理人员超负荷运作，人员编制紧张，不能快速准确地处理各类规划、建设与管理案件，也不能对规划、建设与管理实施效果进行快速反馈。手工作业方式容易疏忽和失误，如在规划管理工作中常常出现因用地红线不准确而引起的“红线重叠”、“一女两嫁”或“无人地带”等现象。

(3) 由于资料管理落后，在城市建设施工过程中，各类事故也时有发生。尤其是遇到事故时无法及时准确检修和排除，影响工程建设的速度和效益。

(4) 现有城市规划、建设与管理的技术基础差，不能充分利用各种信息进行城市经济与城市发展的多层次、全方位的分析与研究，不能为政府部门进行项目论证和重大问题的决策提供有效的支持。城市化水平的提高不仅意味着城市数字化程度的提高，还意味着城市管理质量的提高，对城市规划、建设和管理的手段与方式提出了更高、更新、更复杂的要求。传统的以手工作业为主的方式显然已越来越不适应城市迅速发展的需要，开发与实施城市规划、

建设、管理与服务的数字化工程势在必行。

1.1.2 数字地球战略的提出

20 世纪 90 年代中期,美国的信息高速公路和空间数据基础设施已初见成效。为了将信息技术推进到人们的日常工作、生活和娱乐中,美国前副总统戈尔于 1998 年 1 月 31 日提出了“数字地球”(digital earth)的概念。

“数字地球”是未来高级信息社会的重要信息资源,它将为信息高速公路提供内容丰富、形式多样的“信息货物”,也为人们认识、改造和保护有限的地球生存空间提供了一种重要的技术手段,是 21 世纪知识经济的战略制高点。对戈尔提出的“数字地球”概念,可以从以下几个角度来理解。

从信息科学及其发展角度来看,“数字地球”的概念强调了“数字化”的基础作用,反映了信息科学的基本观点——“信息是经过加工处理的数据”;“数字地球”的概念对信息感知技术、获取技术、存储技术等提出了新的要求,将极大地促进信息技术的发展;“数字地球”还将极大地促进信息资源的共享与开发利用,促进人类社会发展。

从经济角度来看,自从进入 20 世纪 90 年代,美国信息技术及信息产业的发展,使经济持续增长、失业率下降,这些都得益于信息技术和信息产业的发展。因此,美国期望通过“数字地球”战略的实施,继续把持信息技术和信息产业的制高点,不断提高生产力,从而推动本国经济的高速和持续发展。

从政治角度来看,“数字地球”是美国全球战略的延续和发展,“数字地球”战略的实施将进一步增强美国对全球事务的快速反应能力和对国际热点问题的发言权,从而维护其超级大国的根本利益。

因此,“数字地球”概念的提出引起了各国政府的普遍关注,世界上许多国家政府纷纷采取有效措施,响应数字地球建设。从我国实施可持续发展战略的实际需要看,建设“中国的数字地球”或“数字中国”也是十分必要的。

数字地球的建设是一项庞大的系统工程,要实现这一战略目标,需要从城市、国家、全球三个层次上,全局地、系统地、一体化地进行规划和建设。城市作为地球表面人口、经济、技术、基础设施及信息最密集的地区,对数字地球系统的实现具有基础性的作用。

世界经济全球化和信息化已经成为人类社会发展的趋势。联合国亚太地区城市信息化高级论坛宣言——“上海宣言”(2000 年 6 月 5 日)指出:当今世界经济全球化和信息化已经成为人类社会发展的趋势,信息化程度和水平已经成为衡量一个城市经济、社会发展的综合实力和文明程度的主要标志。“数字城市”的概念是“数字地球”概念的微缩,自从“数字城市”的概念提出后,世界上许多国家相继提出数字城市的规划,世界一些相对发达的国家多年前就开始了数字城市建设的试验,但从全球范围来看,数字城市建设目前还处于探索阶段。因此,探索数字城市的建设理论和模式对建设数字地球和提高一个国家综合竞争力具有重要的理论意义和实践意义。我国政府和科技界对数字地球的建设高度重视。1999 年 11 月,在北京举行的数字地球国际会议上,前国务院副总理李岚清指出:中国力争在数字地球建设中实现跨越式发展。数字城市作为中国数字地球的一部分,将成为今后城市发展的重要战略,也是世界各国从战略上、经济上、科学技术上争夺制高点的重要的切入点。

我国是一个人口基数大、人均资源贫乏、耕地面积不断减少、水土流失和沙漠化严重、

水资源紧缺、森林覆盖率不高、生物多样性遭受破坏、许多能源后备不足、尚未完成工业化的发展中国家。因此,用现代信息技术装配国民经济各部门和社会各领域,将极大地提高生产力水平及社会劳动生产率,也是我国社会主义现代化建设的急切要求。数字城市作为数字中国的重要组成部分,对实现我国数字地球战略的实现具有重要意义和深远的影响。

1.2 数字城市及其框架结构

数字城市是数字地球的派生概念,也是数字地球建设的核心内容。目前,数字城市还没有一个明确、统一的定义。不同的城市,由于其规模、结构、功能、经济和信息化水平不同,对数字城市建设的内容和层次的看法也不尽相同。在此以系统学、信息科学和城市学的有关理论为基础,根据信息运动的客观规律和特性来描述数字城市,定义数字城市各个组成部分的层次及它们之间的关系。

1.2.1 数字城市的定义与内涵

城市信息化反映的是一种发展过程,而数字城市反映的则是一种发展状态。从宏观构成上看,数字城市是城市信息化建设的重要组成部分;从发展模式上看,数字城市是一种可供选择的新型发展模式。数字城市是人类对物质城市认识的一次飞跃,它与园林城市、生态城市一样,是对城市发展方向的一种描述。数字城市是一个发展中的概念,目前尚没有一个统一、权威的意见。据粗略统计,关于数字城市的概念,至少有 30 余种,其中有代表性的有以下几种。

一种观点认为,数字城市就是以全要素数字地形图、数字正射影像(包括航空、卫星遥感影像)、数字地形模型(DEM)、城市三维景观模型为空间定位的基本信息数据,结合地下管线、规划、土地、交通、绿化、道路、环境、经济、开发、旅游、房地产、人口、商业、农业、林业、工矿企业、渔业、水利、金融、电信、电力等与空间位置有关的信息,建立数据库。在此基础上,建立各种信息管理系统和监控与决策系统,如综合市情系统、城市规划系统、交通指挥系统、配电管理系统等。

另一种观点认为,从信息化广义角度看,“数字城市”即是空间化、网络化、智能化和可视化的技术系统。数字城市是物质城市在信息世界的反映和升华。从城市规划、建设和管理的狭义角度看,数字城市可概括为“43VR”,即地理数据 4D 化、地图数据三维化、规划设计 VR(Virtual Reality,虚拟现实)化。地理数据 4D 化指城市空间基础地理信息数据库包括数字线划地图(DLG)、数字栅格地图(DRG)、数字高程模型(DEM)、数字正射影像地图(DOM);地图数据三维化指地图数据由现在的二维结构转换为三维结构;规划设计 VR 化指规划和规划管理在 4D 数据、三维地图数据支撑下,将现有的二维作业对象和手段升级为三维和 VR 结合的作业对象和手段。

第三种观点认为,“数字城市”是综合运用 GIS 系统(地理信息系统)、遥感、遥测、网络、多媒体及虚拟仿真等技术,对城市基础设施、功能机制进行自动采集、动态监测管理和辅助决策服务的技术系统。通俗的解释:“数字城市”也指在城市规划、建设与运营管理及城市生产与生活中,充分利用数字化信息处理技术和网络通信技术,将城市的各种信息资源加