



湖北省学术著作出版专项资金资助项目
中国城市建设技术文库

3S Technology
and Its Application in Smart City

3S技术 及其在智慧城市中的应用

王金鑫 张成才 程帅 编著



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



湖北省学术著作出版专项资金资助项目
中国城市建设技术文库

3S Technology
and Its Application in Smart City

3S技术 及其在智慧城市中的应用

王金鑫 张成才 程帅 编著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

3S 技术及其在智慧城市中的应用 / 王金鑫, 张成才, 程帅编著. — 武汉: 华中科技大学出版社, 2017.12

(中国城市建设技术文库)

ISBN 978-7-5680-2499-0

I. ①3… II. ①王… ②张… ③程… III. ①遥感技术—应用—现代化城市—城市建设—研究 ②地理信息系统—应用—现代化城市—城市建设—研究 ③全球定位系统—应用—现代化城市—城市建设—研究 IV. ①TP7 ②P2 ③F299.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 017509 号

3S 技术及其在智慧城市中的应用 王金鑫 张成才 程帅 编著

3S Jishu ji Qi zai Zhihui Chengshi Zhong de Yingyong

责任编辑: 叶向荣

封面设计: 王娜

责任校对: 张会军

责任监印: 朱玢

出版发行: 华中科技大学出版社(中国·武汉) 电话: (027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园 邮编: 430223

录排: 华中科技大学惠友文印中心

印刷: 湖北新华印务有限公司

开本: 787mm×996mm 1/16

印张: 21.5

字数: 326 千字

版次: 2017 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定价: 98.00 元



本书若有印装质量问题, 请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线: 400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

湖北省学术著作出版专项资金 丛书编委会

主 编 鲍家声 赵万民
委 员 (以姓氏笔画为序)
万 敏 华中科技大学
王 林 江苏科技大学
朱育帆 清华大学
张孟喜 上海大学
胡 纹 重庆大学
顾保南 同济大学
顾馥保 郑州大学
戴文亭 吉林大学

前 言

随着计算机、互联网、3S 技术等的发展,1998 年初,当时的美国副总统戈尔提出了数字地球的概念,随后世界各地掀起了建设数字地球的热潮。在数字地球背景下,数字城市的概念被提出,成为数字地球建设的最前沿领域,现代城市的建设与管理迎来了新的发展阶段。一般意义上,数字城市是指通过建设宽带多媒体信息网络、地理信息系统等基础设施平台,整合城市信息资源,实现城市建设、运营和管理的信息化,电子政府、电子商务、电子社区等是其典型代表。总之,数字城市就是通过建设城市信息基础设施及其集成应用,提高城市的运行效率。

数字地球经过 10 余年的发展取得了非凡的成就,但人们发现已有的数字地球技术在智能化应用、精细化管理方面还远远不够。例如,数字城市平台提高了人们学习、工作和生产的效率,极大地方便了市民的日常生活,但数字城市还不能很好地解决交通阻塞问题,不能随时告诉驾驶员哪里还有停车位,造成了不必要的浪费,并污染环境。随着传感网、物联网、大数据、云计算等技术的发展,一种新的发展理念——智慧地球被提出,并逐渐演变为继数字地球之后的全球性战略。2008 年 11 月,IBM 首席执行官彭明盛 (Samuel J. Palmisano) 首次提出智慧地球这一概念。主要内容是把新一代的 IT 技术充分运用到各行各业中,即要把传感器装配到人们生活中的各种物体当中,并且连接起来,形成物联网,同时通过超级计算机和云计算技术将物联网整合起来,实现网上数字地球与人类社会和物理系统的整合。在此基础上,人类可以以更加精细和动态的方式管理生产和生活,从而达到智慧状态。从此,当代城市发展进入智慧城市的新时代。它以数字城市为基础,依托物联网、云计算、传感设备等信息技术,融合海量的时空信息,把人类的知识充分应用到信息化条件下的城市规划、设计、建设、管理、运营和发展当中,形成智能化专题应用,并通过相互之间的优化组合,最终使城市具

有智慧、变得智能,以实现人口、产业、空间、国土、环境、社会活动和公共服务等领域智能化管理为目标的全新城市形态。

智慧城市是基于当代先进信息技术集成的虚拟地理空间,3S(GNSS、GIS、RS,全球卫星定位系统、地理信息系统和遥感)是其核心的关键技术。GNSS 为智慧城市提供基础地理空间框架,RS 是其重要的时空大数据源,GIS 则是智慧城市的大脑,是构建虚拟地理空间、模型分析、大数据应用以及时空信息服务的基础,是智慧城市智能化应用的引擎。

本书从技术发展的视角阐述了智慧城市的概念、产生背景、发展现状、技术体系和建设方略;论述了 3S 及其集成的概念、基本原理、最新进展及其在智慧城市中的应用机制;剖析了若干典型的智慧城市应用案例;并对信息技术和城市信息化建设的发展进行了深入的哲学反思。反映了我们几个中青年教师在多年的地理信息科学教学与科研中的一些思考。具体分工如下:王金鑫编写第 1~3 章、第 6~8 章、第 12~13 章和第 15 章;张成才编写第 4~5 章、第 10 章、第 14 章;程帅编写第 9 章和第 11 章。全书由王金鑫统稿和检校。

特别感谢华中科技大学出版社金紫编辑、叶向荣编辑以及其他为本书出版付出辛勤劳动的编辑老师们!没有他们出色的工作,本书就不可能出版。在写作过程中,参阅了众多的文献,包括很多网上电子资源,这里向所有文献的作者表示衷心的感谢!由于时间仓促,水平有限,书中难免存在不妥和错误之处,敬请大家批评指正。

作者

2017 年 3 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 城市的起源与发展	(1)
1.2 数字城市与智慧城市的概念及产生背景	(7)
1.3 智慧城市的发展现状	(15)
1.4 3S 技术与智慧城市建设概述	(19)
第 2 章 智慧城市的技术分析	(24)
2.1 技术发展与城市发展	(24)
2.2 数字城市与智慧城市的关系辨析	(25)
2.3 数字城市的技术架构与技术体系	(27)
2.4 智慧城市的技术架构与技术体系	(31)
2.5 3S 技术在智慧城市建设中的地位与作用	(56)
第 3 章 GNSS:全球卫星定位技术	(62)
3.1 导航定位的起源与发展	(62)
3.2 全球卫星定位的基本原理	(64)
3.3 国际上四大 GNSS 系统介绍	(66)
3.4 GNSS 的特点	(73)
3.5 GNSS 的应用	(74)
3.6 GNSS 技术新进展	(75)
第 4 章 RS:遥感技术	(78)
4.1 遥感概述	(78)
4.2 遥感信息获取	(81)
4.3 遥感数字图像处理	(82)
4.4 遥感图像解译	(85)
4.5 遥感技术新进展	(86)

第 5 章 GIS:地理信息技术	(88)
5.1 地理信息系统概述	(88)
5.2 地理空间信息的数据模型	(89)
5.3 地理信息系统的基本功能	(92)
5.4 地理空间分析	(95)
5.5 地理信息技术新进展	(96)
第 6 章 从 3S 集成到地球空间信息科学	(100)
6.1 3S 集成的概念	(100)
6.2 3S 技术集成的理论问题和关键技术	(101)
6.3 3S 集成的模式及应用	(104)
6.4 地球空间信息科学的提出	(109)
第 7 章 智慧城市建设的核心技术	(112)
7.1 物联网技术	(112)
7.2 现代通信技术	(118)
7.3 云计算技术	(123)
7.4 大数据及其挖掘技术	(128)
7.5 智慧城市技术发展趋势	(141)
第 8 章 智慧城市建设方略	(146)
8.1 城市发展的一般规律与城市问题	(146)
8.2 我国城市发展所面临的难得机遇	(148)
8.3 信息技术对我国城市转型发展的推动作用	(150)
8.4 国内外智慧城市建设实践与经验	(152)
8.5 我国智慧城市的建设方略与思考	(164)
第 9 章 智慧城市虚拟空间构建	(171)
9.1 城市虚拟空间概述	(171)
9.2 智慧城市虚拟空间总体架构与关键技术	(174)
9.3 城市虚拟空间建模实践	(179)
9.4 城市虚拟空间的信息管理与分析	(186)



第 10 章 城市环境动态监测	(191)
10.1 城市发展与城市环境	(192)
10.2 城市环境监测的意义	(192)
10.3 城市环境监测技术路线	(195)
10.4 城市环境监测实例	(203)
第 11 章 智慧城市规划	(209)
11.1 智慧城市规划的作用与意义	(210)
11.2 智慧城市规划体系架构	(217)
11.3 智慧城市规划信息管理系统框架设计	(222)
11.4 智慧城市发展对城市规划的影响	(234)
第 12 章 智慧交通	(239)
12.1 智慧交通概述	(240)
12.2 智慧交通体系结构	(246)
12.3 智慧交通的典型案列	(254)
第 13 章 智慧政务	(268)
13.1 智慧政务概述	(268)
13.2 智慧政务体系框架	(275)
13.3 智慧政务典型案例	(287)
第 14 章 智慧城市防洪	(294)
14.1 现代城市内涝现状	(294)
14.2 城市内涝原因分析	(296)
14.3 智慧城市防洪技术框架	(299)
14.4 智慧城市防洪应用实例	(307)
第 15 章 超越技术的灵光:发展与责任	(316)
15.1 智慧城市能解决所有城市问题吗?	(316)
15.2 可持续发展概念的提出	(318)
15.3 热力学第二定律的“潘多拉盒子”——熵之“痛”	(321)
15.4 关于数字技术的哲学畅想	(325)

第 1 章 绪 论

城市是人类社会生产力发展的结果,是人类物质财富和精神财富的积聚地,是人类文明的标志。一座城市就是一定区域的政治、经济和文化中心。据统计,世界上 80% 以上的 GDP 集中在城市;发达国家中,80% 左右的人口居住在城市里。城市数量的多少、发展水平的高低、城市化水平的优劣是一个国家综合国力的重要体现。

然而,随着社会经济的快速发展和城市规模的不断扩张,城市建设与管理越来越复杂,越来越难以驾驭,许多问题、矛盾和弊端日益突出。例如,城市规模失控、生态环境恶化、基础设施落后、水电供应紧张、经济结构失调、治安形势严峻、突发事故频繁等等,这些所谓的现代“大城市病”,日益成为城市发展的包袱和阻碍,亟待寻找一条科学、高效的管理现代城市的新出路。

当代高科技的发展,在深刻地改变着人类生产、生活方式的同时,也逐渐改变着人们的世界观;同时也为现代城市的管理指明了道路和方向。

1.1 城市的起源与发展

筑垣而守,为城;交易之所,为市。中文的“城市”一词,厚重博大,回味无穷,蕴涵着自身的起源与功能,浸润着文化的滋养与积淀,昭示着社会的变迁与发展。城市是人类发展历史进程中人类社会与自然环境紧密融合并以人工环境为主的特殊的地域综合体,集聚着灿若星河的人文文化,是人类文明的产物和标志。

城市的产生和发展是一个客观的历史过程。人们最初生产、生活的场所称为聚落。“一年而所居成聚,二年成邑,三年成都”(《史记·五帝本纪》),这里的“聚”“邑”“都”都是规模不同的聚落。聚落有一个从低级到高

级的发展过程,从小自然村、村庄、镇到城市、大都市,一直到城市群、城市带。其中,村、镇和城市古代就有,大都市则是工业化阶段的产物,而城市群、城市带则是后工业化阶段的产物,尤其是当代城市的特点。

城市的缘起有市场起源论、地理环境决定论和功能决定论等多种学说^[1],但归根结底是由人的“群居性”引起的。人是群居性的社会动物,人们的社会劳动促进了社会生产力的发展,进而促进了人类社会的三次大分工。随着社会生产率的提高,出现了商品交易,导致了城市的产生。城市的产生与发展反过来又促进了社会生产力的进一步提高和社会结构的嬗变。二者的相辅相成,相互作用,推动着人类社会文明的不断进步和发展。

早期的人类祖先,茹毛饮血,风餐露宿,生产工具极其简陋,靠捕猎、采集野果维持生存,居无定所,穴居而生。距今1万年左右,人类逐渐学会了栽培植物,发明了生产工具,提高了生产能力,农业从畜牧业中分类出来,形成了人类历史上的第一次社会大分工。人类摆脱了游牧生活,选择适宜的陆地耕作并定居,形成了固定的农村聚落,孕育了城市的胚芽。

农业和畜牧业的分离,使农产品有了更多的剩余,出现了原始的商品交换。农业的发展又对生产工具和技术提出更高的要求,使原来附属于农业的手工业者独立出来,从事手工业生产,于是产生了人类历史上的第二次大分工。手工业要求有相对集中和固定的地点,于是居民点便分裂为以农业为中心的乡村和以手工业为中心的“城市”,出现了城市的雏形。

第二次大分工使交换从偶然、分散、零星的行为逐渐发展成大量和经常性的行为,交换数量变大,交换地点逐步集中,形成比较固定的交易场所。人类历史上第三次大分工产生了,出现了专门从事商品交易的行业和专门从事商品买卖的商人,商业和商人的出现对城市的形成和发展起了巨大的推动作用,使城市成为人类社会的经济中心和贸易中心。

人类早期的城市诞生在两河流域的美索不达米亚、尼罗河中下游的古埃及、印度河流域的古印度以及黄河流域的古中国。这些古文明的发祥地,地势平坦,灌溉方便,农业发达,交通便利,人口集中。

古代城市像一颗颗璀璨的明珠镶嵌在地球上大河中下游的冲积平原上。两河流域先后出现了古巴比伦、乌尔城、拉迦什、尼普尔、亚述等。尼罗



河流域出现了孟菲斯、卡洪、底比斯等。古印度出现了摩亨约达罗、华化、王舍等。古希腊和古罗马以及地中海沿岸建立了古尔尼亚、玛利亚、费斯特、迈锡尼、拜占庭、斯巴达、雅典和罗马等城邦。黄河流域在公元前 1000 年相继出现一些小城邑,如郑州商城、河南安阳等。

古代城市建立在土地财产和农业的基础上,大多数是帝都京畿之地,后变成帝王和贵族服务的手工业集中地和商业中心,是古代君王、贵族征集分配剩余农产品、安享奢靡生活的场所。古代城市的经济作用不太突出,军事防御是其主要职能,如孟菲斯、卡洪、古罗马、雅典等城市的防御作用都非常突出,这是早期城市的共同特征^[1]。

中世纪是指封建社会时期。世界各国进入封建社会的时间不尽一致,欧洲和中亚细亚奴隶社会解体比中国晚。欧洲封建社会从产生到衰落大体是公元 5—16 世纪,前后 1100 余年。

在中世纪时期,欧洲城市的发展经历了一个由衰亡到复兴的过程。罗马衰微后,城市文明在西欧几乎消失,进入所谓的“黑暗时期”。但欧洲的城市传统并没有消亡,只是中心有所转移。一是在罗马帝国城市故址上产生了大批重要城市,如科隆、斯特拉斯堡、美因兹、特里、雷根斯堡、奥格斯堡、维也纳、巴黎、里昂、土鲁斯、米兰、那不勒斯、伦敦、约克等,这些城市都是当时各国的宗教中心,是大主教和主教驻节地;二是逐渐出现一批工商业发达的城市,新型城市首先从意大利和法国南部兴起,如威尼斯、热那亚、那不勒斯、阿尔玛菲、马赛、阿尔等。公元 11—13 世纪,欧洲城市开始发展起来,英国大约有 140 个新兴城市,德国的许多城市也出现在这个时期。我国唐代的长安、两宋的开封和临安、明初的南京等都是当时世界上的大城市。

就特征而言,首先,中世纪的城市来源多样,有宗教中心或政治中心(如英国的伯里圣埃蒙兹)、手工业中心或商贸中心(如腓尼基城),还有很多军事堡垒。其次,城市经济功能出现分化,西欧城市的发展完成了由“城”到“市”的转变。第三,城市社会结构发生变化,突出表现在城市内部行会组织发展、市民运动兴起、城市自治权扩大及城市国家出现等。

工业革命开始至 20 世纪中叶,近代城市的演变和进化的过程在城市学中被称作“城市扩张”,包括量的增多和质的飞跃。量的增多指城市总体数

量增加,单个城市规模扩大;而质的飞跃则是指城市内部的各部门、结构与以往相比都呈现出前所未有的兴旺局面,也可以说是现代化过程。工业革命导致人类劳动生产率迅速提高,商品经济在全球范围内迅速扩展,新的城市数量急剧增加,城市经济在社会和国民经济中开始起决定性作用。马克思将这一时期概括为“乡村城市化”。

英国是世界上最早开始城市化的国家。16 世纪英国圈地运动后,农村经济遭到沉重打击,人口向城市流动,传统手工业逐渐被新式工厂取代。机器生产规模扩大,分工精细,新的职业不断产生,大批工业化城市迅速成长,出现了利物浦、伯明翰、曼彻斯特等工业城市。伯明翰人口数量从 1800 年的 7 万增加到 1844 年的 20 万;1844 年,伦敦人口数量为 250 万,是当时的世界经济中心。1750 年,全英国城镇人口占总人口数量的比例不超过 16%,1801 年达到 21%,1851 年为 45%,1900 年增加到 70%。

城市的扩张同样出现在欧洲其他国家。19 世纪后,德国、法国、葡萄牙等相继完成了工业革命,人口大规模向城市转移。城市的数目越来越多,规模也越来越大。美国凭借资源、科技和工商业优势,仅用 100 多年就实现了城市化。美国的城镇数及城镇人口占总人口数量的比例,1790 年为 24 个,5.1%;1830 年增加到 90 个,8.8%;1870 年达到 663 个,25.7%;1890 年高达 1340 个和 35.1%。城市发展速度居世界之冠。

在亚洲、大洋洲、非洲、拉丁美洲等一些经济发展较快的国家和地区,近代城市也随着工业化进程逐渐增多,但其发展速度与水平远不及欧美。亚非拉地区还出现了许多殖民地和半殖民地城市,如中国的上海、天津、大连、青岛,印度的加尔各答,埃及的开罗,阿根廷的布宜诺斯艾利斯等。它们都在西方殖民主义控制下畸形发展,没有形成自己的民族工业,始终处于落后境地。

工业革命以来,近代城市与以往的古代城市相比,发生了质的变化,呈现如下特点。第一,城市发展迅速,工业人口增长,新兴工业城市不断涌现;城市中出現铁路、公路等近代交通设施;形成廉价的劳动力市场和广阔的商品市场,城市规模空前扩大。第二,城市集中了巨大的社会物质财富和精神财富。第三,城市智能多样化。城市不仅是工业生产中心,而且还是商业、



金融、信息、科技、文化、行政中心和交通枢纽。原有的宗教、政治中心非但没有被削弱,而且有所增强。第四,城市内部结构和布局更加科学、合理,分工协作进一步加强。第五,城市生活多样化、社会化,基础设施明显改善。

第二次世界大战以后,即20世纪中叶以来的城市称为现代城市或当代城市。随着当代科学技术的迅猛发展,社会生产力空前提高,全球范围内的经济结构、产业结构和就业结构发生了巨大变化,社会经济达到新的水平,社会产品空前丰富。与近代城市相比,现代城市渗透了更多的人类科技成果,在城市经济、结构、环境和社会生活等方面发生了巨大的变化。现代城市的发展呈现如下特征。

(1) 城市规模扩大更加迅猛。从1950年到1995年,发达国家的城市人口从4.47亿增加到9.1亿,增长了1.04倍;发展中国家的城市人口从2.87亿增加到16亿,增长了4.57倍^a。20世纪初,全世界人口数量在10万以上的大城市为360个,居住着世界总人口的5%;1950年为962个、16%,50年间增长了1.67倍;1960年为1300个、20%,10年间增长35%;1970年为1800个、24%,10年间增长38.5%。20世纪初,50万人口以上的大城市为49个,居住人口5300万,平均每个城市的人口数量为108万;1950年猛增到183个,人口25700万,平均为140万;1980年又增加到476个,人口77300万,平均为162万。

(2) 城市平均规模急剧扩大。1950年到1980年的30年中,全世界百万人口以上的城市由77个增加到235个,人口总数由1.9亿增加到6.5亿。这些大城市人口占城镇总人口的比例由2.58%增加到12.8%。1950年,全球最大的15个城市中,属于发展中国家的只有4个,到1994年,增加到11个。2000年,世界人口的近一半住在城市,城市化水平为45%以上(见图1.1)。发达国家居住在城市的人口已达总人口的80%,大多数发展中国家的城市化水平尚在30%左右,处在高速发展期。预计2050年,世界城市人口将占总人口的2/3,未来世界10大城市人口数量将高达5亿人。

目前,世界上已形成六大城市带,见图1.2。

(3) 城市经济在国民经济中占绝对优势,综合功能强大。从城市经济占

注:^a 联合国:《世界城市化展望:1994年》,纽约:1995年英文版,第4至5页。

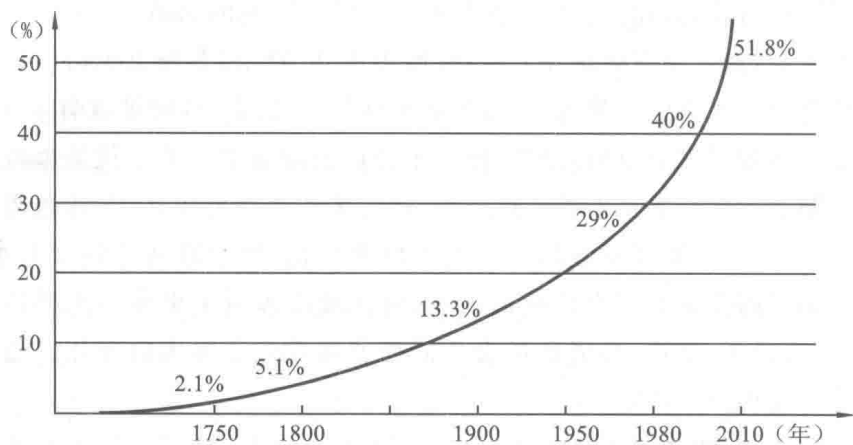


图 1.1 世界城市人口比重变化

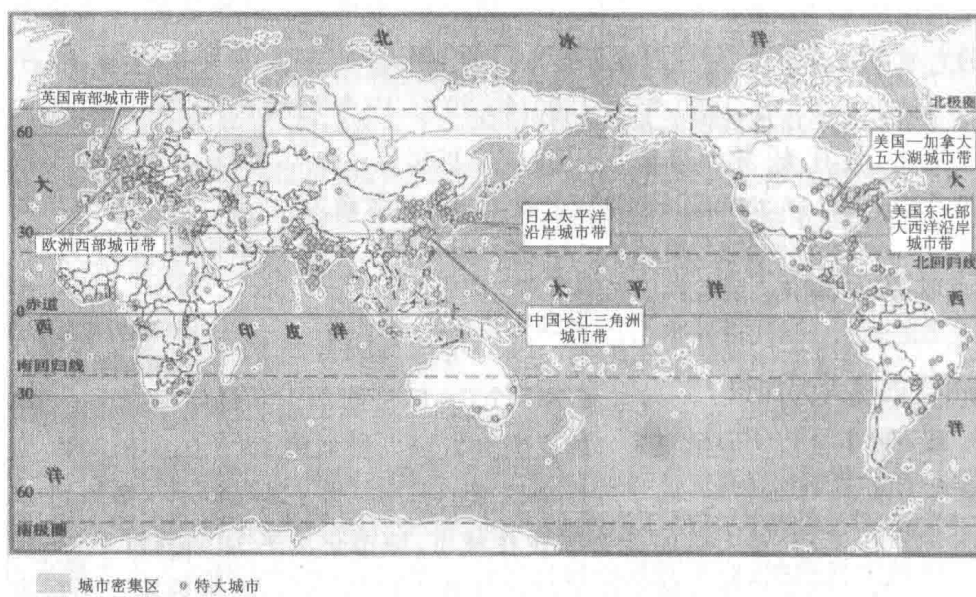


图 1.2 世界六大城市带的分布

国内生产总值的比例看,美国由 1960 年的 96% 上升到 1985 年的 98%,日本由 87% 上升到 96%,英国由 97% 上升到 98%,法国由 91% 上升到 95%。城市的经济和服务功能不断增强,纯粹的政治、军事或宗教性质几乎不存在了。在全球化的背景下,城市之间的联系也越来越紧密。



(4) 城市生活更加时尚与现代。现代城市社会群体的种族、职业十分复杂,人们的思想观念、信仰和生活方式日趋多元化。随着民主观念和社会制度的进步,以人为本的理念不断深化和传播,大众化逐渐主导城市的发展。城市逐渐成为广大市民共同的家园。这表现在公共活动空间规模扩大,设施不断完善,文化、娱乐活动日益丰富等方面。现代城市规划和建设更加强调宜居性,重视生活功能的发挥。生态性和文化性成为凸显人性化的重要手段。

(5) 发展中国家城市化速度加快。由于历史、社会和经济等方面的原因,发展中国家的城市化进程落后于发达国家。近年来,发展中国家的城市化进程加快。

从上面的论述可以得出,城市的本质是集聚。首先是人的集聚,进而引起生产、生活和科技文化等诸多要素的集聚,最终使城市变为人类物质财富与精神财富的高地,成为人类的经典和精华。而集聚源于人的社会性,正是人类的社会劳动,推动了生产力的发展,进而推动了城市的产生与发展,并最终推动了人类社会的发展。生产力是驱动力,科学技术是第一驱动力!

1.2 数字城市与智慧城市的概念及产生背景

数字城市和智慧城市均为次生范畴,它们源于数字地球和智慧地球的概念。所以,提起数字城市与智慧城市,就不能不提数字地球和智慧地球。

1.2.1 数字地球产生的背景

数字地球(the digital earth, DE)是世纪之交、千年之交出现的新生事物,表面上看,它是一个科技词汇。但它并不是一个科学家提出的概念,而是出自一个世界上最发达国家的、有科学家背景的政治家(代表美国政府)之口。因而,它的出现远远超出了纯粹的科学范畴,有着深层的社会、经济和地缘政治的复杂背景。

数字地球的提出,不是美国前副总统戈尔一时的心血来潮,而是具有深刻的时代背景。它的提出是第二次世界大战以来,尤其是20世纪70年代以

来的“信息革命”的一个自然发展,是空间技术、信息技术、网络及其应用技术环境发展到一定阶段的产物,同时也是国际社会在新的政治、经济和科技发展背景下,综合制衡的必然结果。

从政治上分析,冷战结束后,世界格局发生了不以某些少数人意志为转移的变化:由美苏两个超级大国在政治、军事上的对峙逐渐走向政治多极化,打破了原有的均衡格局。各国由军事上的竞争转向经济和综合国力的竞争,美国成为全球唯一的超级大国。美国政府为了巩固其世界霸主的地位,在坚持奉行其一贯的全球战略的同时,投入巨额经费,网罗全球人才致力于军事、科技的研究与开发,在世界高科技领域内独拔头筹。从“星球大战”到“信息高速公路”,直到提出“数字地球”,都是服务于美国国家战略目标的综合性重大计划,“数字地球”更是美国政府为其政治和经济持续发展而推出的“一个国家级的,吸引力很强的,具有挑战性的目标”,是其全球战略延续和发展的具体体现^[2]。

从技术方面分析,1993年和1994年,美国政府先后以总统令的形式提出建立国家信息基础设施(national information infrastructure, NII)及国家空间数据基础设施(national spatial data infrastructure, NSDI),NII的提出和实施,实现了覆盖全美的高速计算机网络(即信息高速公路),而NSDI的实施则进一步实现了在信息高速公路上表示和查询与地理和地球有关的空间信息。上述两项计划是推进美国社会信息化、占领信息产业新的制高点和主动权的重大战略步骤。随后,英、法、德、意、俄等国相继研究、制定、实施各自的信息社会计划及信息技术发展纲领,形成了全球信息化浪潮。美国在实现了信息高速公路(NII)和国家空间数据基础设施(NSDI)两个计划之后已完成了通向“数字地球”的必要技术准备。在与数字地球直接相关的技术领域,如空间对地观测技术、计算机技术、网络技术、通信技术、遥感技术、地理信息系统、全球定位系统、地学数字技术等方面都发展得很快,居世界领先水平。信息高速公路既然已经铺就,必须解决信息源的问题,提出“数字地球”正是为了解决信息高速公路上的“车”和“货”的问题。“数字地球”由美国率先提出,是美国空间技术、信息技术、网络通信技术及其应用发展到一定阶段的产物,是美国基本实现了因特网传输、数据管理标准化、数据