

2013年度宁波市自然科学学术著作出版资助项目

智慧的空间位置

——智慧城市时代的GIS

Smart Space Location:
GIS Application in Smart City

高慧君 蒋波涛 著



测绘出版社

2013年度宁波市自然科学学术著作出版资助项目

智慧的空间位置

——智慧城市时代的GIS

Smart Space Location:
GIS Application in Smart City

高慧君 蒋波涛 著

测绘出版社
· 北京 ·

© 高惠君 蒋波涛 2014

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内 容 简 介

本书在基于地理信息系统(GIS)的数字城市建设经验基础上,结合当前智慧城市建设热潮的动向,深入讨论和分析了在智慧城市时代地理信息该如何与各种新技术和新应用结合的思路与方法,并将这一新的全面应用称为智慧的空间位置;探讨了智慧的空间位置的特点、优点与关键实现技术,包括地理信息公共服务平台、包含位置的物联网、空间云计算、三维 GIS 技术的发展与应用和基于位置的无线应用。

本书适合正在从事智慧城市设计与规划,以及从事 GIS 项目管理及建设的工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

智慧的空间位置:智慧城市时代的 GIS/高惠君,

蒋波涛著. —北京:测绘出版社, 2014.6

ISBN 978-7-5030-3400-8

I. ①智… II. ①高… ②蒋… III. ①城市空间—地理信息系统—研究 IV. ①TU984.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 060746 号

责任编辑	吴 芸	封面设计	李 伟	责任校对	董玉珍	责任印制	喻 迅
出版发行	测绘出版社			电 话	010-83543956(发行部)		
地 址	北京市西城区三里河路 50 号				010-68531609(门市部)		
邮政编码	100045				010-68531363(编辑部)		
电子信箱	smp@sinomaps.com			网 址	www.chinasmp.com		
印 刷	北京柏力行彩印有限公司			经 销	新华书店		
成品规格	169mm×239mm						
印 张	8.75			字 数	168 千字		
版 次	2014 年 6 月第 1 版			印 次	2014 年 6 月第 1 次印刷		
印 数	0001—2000			定 价	28.00 元		

书 号 ISBN 978-7-5030-3400-8 /P·713

本书如有印装质量问题,请与我社门市部联系调换。

前言

中国城市化率在 2011 年年底已突破了 50% 的重要关口,数千年来神州大地上第一次出现了城镇人口多于农业人口的局面,这一西方国家历经百年的过程在中国却被压缩至短短数十年。许多城市在飞速发展和区域扩张的进程中逐渐暴露出许多问题与不足,特别是城市公共资源分配的相对不合理,造成了城市的环境污染、资源浪费和生态破坏,严重地影响了城市形象和居民日常生活。如何解决城市化带来的机遇与挑战早已成为一个重要的社会课题,而信息化作为社会发展的一种重要辅助支撑手段也已得到了广泛认可:通过信息流来推动物质流的调节与分配,减少物质在分配过程中的浪费与损失,构建更加平衡的城市运行机制,创造可持续发展的城市生态文明,已经成为社会各界的共识。

中国城市信息化的发展历史并不算短。从 20 世纪 80 年代末开始,许多城市随着改革开放进入高速发展期,同时伴随着个人电脑(personal computer, PC)的普及和互联网的出现,各种形式的信息化方法和工具如雨后春笋般出现。许多行业开始丢掉手中传统的行业工具转向计算机,试图通过电脑促进生产效率的提升:大量尘封已久的数据资料被陆续输入计算机的存储介质之中,基于这些数据的行业业务规范与流程也得以重构,各行各业都开始踏上自己的数字化征途,先后出现了由不同政府部门主导的多个数字城市项目,分别从不同侧重点出发实施城市信息化系统的建设。

但随着城市信息系统数量的剧增,人们逐渐发现这些彼此割裂的应用形成的信息孤岛已经成为信息化建设中的最大问题:如果信息不能共享,信息不久便会失去其价值,从而可能导致严重的城市分析和决策问题。而在 21 世纪的第一个 10 年,随着 IT 的进步,微型传感器、无线传感网络、物联网、云计算、科学数据可视化、3G 网络和移动智能设备的逐渐成熟和广泛应用使城市的信息化软硬件水平达到一个新的高度:无处不在的传感设备、识别设备和定位设备,正源源不断地产生海量的实时数据,这些数据需要被分析、挖掘和提炼,从中寻找出合适的模式和规律,为城市的规划、建设、运行和管理提供充分可靠的依据。这正是 IBM 提出“智慧地球”一词的背景,IBM 多次强调,自己并没有创造出一种新的城市形态,智慧地球是多种技术成熟后水到渠成的结果,全面物联、充分整合、激励创新和协同运作正是 IBM 对于智慧地球乃至智慧城市认识的结果和建设的愿景。

数字地球的一个重要技术基础是地理信息系统(geographic information system, GIS),这是因为发生在地球上的各种事件本质上都是时空行为,因此其蕴含的信息也都可以通过地理坐标进行关联与整合。在不同形式的数字城市建设中,

GIS 均发挥了基础性作用,成为各行各业信息化不可缺少的背景知识。由于城市中任何事情的发生都有其确定的空间位置和时间序列,因此基于空间信息的现实世界描述会显得更加真实和可靠,这既是信息化建设的重要内容,也是 GIS 的技术优势。GIS 在数字城市时代的发展和成熟令人鼓舞,它已从一个专业名词逐渐走进大众生活,人们已经能够在智能手机上方便地应用电子地图进行查询或导航,以及接受一系列基于位置的生活服务——这正是 GIS 的一个重要组成部分。而在智慧城市一词被频频提及的时代,在已经有数百个城市准备建设智慧化的大潮面前,GIS 又能够发挥怎样的基础性作用呢? GIS 的功能和应用已今非昔比:数据采集手段日益丰富,可以使用的数据类型和数量越来越多,采集成本不断降低,许多项目建设目标从地图浏览到地理信息共享,用户可以方便地查找有关地理信息数据,基于位置信息的大众化应用(location based service, LBS)不断丰富并广受人们的欢迎,使得现代的 GIS 能够更好地适应和满足智慧城市的需求。

在智慧城市建设进程中,北京、广州、武汉和宁波等城市已走在前列。然而对这一全新的城市形态概念及所应该包含的信息组件,至今会有许多争论:到底什么是智慧?什么是智慧城市?什么是 GIS 范畴内的智慧城市?有鉴于此,我们在 GIS 的数字城市建设工作基础上,试图通过本书讨论、分析和总结智慧城市时代 GIS 科技的有关理论和技术,并对四年来智慧城市的一些概念进行反思。本书中,我们探讨了智慧的空间位置的特点、优点与关键实现技术,其服务范围涵盖智慧城市中政府、企业和公众生活领域,充分体现了智慧城市解决方案组件中 GIS 的重要基础性功能。

在成书过程中,国家测绘地理信息局也下发了《关于开展智慧城市时空信息云平台建设试点工作的通知》,提出要通过开展时空数据建设、时空信息云平台开发、支撑环境完善和典型应用示范等试点工作,探索智慧城市时空信息云平台的建设模式、共享模式和服务模式,凝练工艺流程和标准规范,为全国数字城市地理空间框架升级转型,以及后续大规模的智慧城市时空信息云平台建设提供依据,为智慧城市、智慧区域和智慧中国建设奠定基础。GIS 领域的智慧城市建设正在如火如荼地开展,这既是 GIS 人面临的重要机遇,也是一个重大挑战。

最后,我们首先要感谢中国矿业大学的郭达志教授对本书细致的审读和修改,他指出了书中存在的许多不足;感谢支持本书出版的宁波市科学技术协会和宁波市计算机学会,以及在写作过程中提供了大量技术和案例支持的北京超图软件股份有限公司;我们还要感谢测绘出版社及吴芸编辑给予作者的信任与鼓励。正是他们的协助,才使本书得以完成。由于作者的水平有限,书中难免出现遗漏和谬误之处,在此敬请广大读者批评指正,并表示衷心的感谢。

2013 年 10 月于甬

目 录

第 1 章 空间位置的智慧化	1
1.1 城市信息化:从数字化到智慧化	1
1.1.1 城市与城市化困境	1
1.1.2 数字城市的发展历程	4
1.1.3 危险的信息孤岛	5
1.1.4 智慧化的呼唤	6
1.2 智慧城市	8
1.2.1 智慧城市的提出	8
1.2.2 智慧城市面面观	9
1.2.3 对智慧城市的思考	11
1.3 空间位置的智慧	13
1.3.1 GIS 的智慧化	15
1.3.2 智慧空间位置特征	17
1.3.3 智慧空间位置的意义	20
1.4 结 语	20
第 2 章 智慧的空间位置	22
2.1 迈向智慧的时空应用	22
2.2 智慧空间位置详解	23
2.3 智慧空间位置的组件	25
2.3.1 基于 SOA 的地理信息服务平台	26
2.3.2 包含位置信息的传感器	27
2.3.3 无处不在的云 GIS	28
2.3.4 直观的三维 GIS	30
2.3.5 基于位置的移动应用	31
2.4 结语:不仅仅只有坐标	32
第 3 章 地理信息的共享	33
3.1 地理信息的整合与共享	33

3.1.1	为什么要整合共享地理信息	33
3.1.2	如何实现地理信息整合共享	35
3.2	地理信息公共服务平台	38
3.3	为什么要基于 SOA	41
3.3.1	开放性:基于 SOA 的 Service GIS	42
3.3.2	互动性:地理信息的互操作	45
3.3.3	多样性:服务的聚合发布	46
3.3.4	高效性:服务的负载均衡	48
3.4	地理信息公共服务平台的数据管理	49
3.4.1	地理信息数据保密政策	49
3.4.2	数据的内容与质量	50
3.4.3	空间数据管理系统	53
3.5	地理信息的语义共享	54
第 4 章	物联网中的位置信息	57
4.1	炙手可热的物联网	57
4.2	物联网如何感知信息	60
4.2.1	识别感知	60
4.2.2	定位感知	62
4.2.3	传感器技术	65
4.3	物联网与地理信息	66
4.4	物联网如何存放数据	70
4.5	物联网安全吗	72
第 5 章	为 GIS 插上云翅膀	75
5.1	云计算的发展历程	75
5.2	从虚拟化到云计算	78
5.3	云计算实现模式	81
5.3.1	基础设施即服务	83
5.3.2	平台即服务	83
5.3.3	软件即服务	84
5.4	云 GIS 的变革	85
5.4.1	云与 GIS 的结合	85
5.4.2	云 GIS 的现状	87

5.5 云计算安全吗	91
第 6 章 三维 GIS:构建更真实的环境	95
6.1 三维 GIS:新的突破	95
6.2 三维 GIS 面面观	98
6.2.1 三维数据是如何制作的	98
6.2.2 三维数据的管理	101
6.2.3 三维数据的展示	103
6.2.4 基于三维的空间分析	107
6.2.5 立体视觉原理	109
6.3 智慧城市中的三维 GIS	110
第 7 章 移动 GIS 应用	114
7.1 移动时代的 GIS	114
7.2 移动 GIS 设备面面观	116
7.2.1 智能移动设备	116
7.2.2 移动操作系统	117
7.3 移动 GIS 应用的构成	119
7.3.1 移动空间数据管理	119
7.3.2 移动 GIS 数据库	120
7.3.3 移动 GIS 端应用	120
7.4 位置隐私问题	122
第 8 章 总结与思考	125
8.1 对智慧空间位置的思考	125
8.2 对时空信息云平台项目的思考	127
8.2.1 时空信息云平台的定位	127
8.2.2 数字城市地理空间框架的升级内容	128
8.2.3 时空信息云平台建设问题分析	129

第1章 空间位置的智慧化

产业革命以后,在技术经济方面的所谓发达国家里,大部分人口都被从农村吸收到了城市,这是一个社会灾难。

——阿诺尔德·汤因比

1.1 城市信息化:从数字化到智慧化

1.1.1 城市与城市化困境

城市的出现是人类文明进步的重要标志,是社会物质和精神财富生产、积聚和传播的中心,它的出现是人类社会发展的产物和人类文明进步的重要标志,也是人类社会化生产大分工后的必然结果,“是多种作用力的产物,是经济发展的发动机,是文化创新、社会转型和政治改革的中心”(保罗·诺克斯等,《城市化》,科学出版社,2009年)。“城市”一词从词源上包含了两方面的含义:“城”是都邑四周用作防卫的墙垣,是军事要冲和人口的聚集地;“市”是商业概念,即商品交换的场所。因此,真正意义上的城市是非农业生产活动人口的集中所在地,是工商业文明发展的产物。

城市并非与生俱来,它是伴随着第二次社会大分工(即随着农业规模的扩大,基于农业的经营种类逐渐增多,最终手工业从农业中独立出来)而最早出现于幼发拉底河与底格里斯河流域。现有考古证据表明,地球上五个地方存在人类最早的城市化和城市文明:两河流域的美索不达米亚、古埃及、印度河峡谷、中国北方和中美洲。但在相当长一段时间内,城市只是作为人类一种过渡的生活形态而存在,即城市与乡村之间并没有明显的差别。

现代意义上的城市诞生有其历史的必然因素,随着欧洲人的殖民与贸易扩张,特别是18世纪末第一次工业革命使人类社会开始从农业文明向工业文明过渡,生产力的发展和圈地运动的出现使得大量失地农民涌入城市寻找新的生活来源,城市开始吸纳越来越多的永久性居民,城市生活也随之成为一种常态。这种在短时间内大量农业人口向城市地区集中的现象称为城市化或城镇化(人口学观点),它给整个社会形态、政治格局、生产和生活方式带来了极大的冲击和变革,“成为对人类社会产生最大影响的社会过程之一”(保罗·诺克斯等,《城市化》,科学出版社,2009年)。

中国古代的城市发展一直居于世界的前列,历史上的许多重要城市,如长安、洛阳、开封和元大都等,其城市人口、城市财富和文明水平均远高于同期的世界其

他城市。近代以来,中国城市的功能及其发展动力开始发生重大转变,除了传统的通商口岸外,随着清王朝多次抗击侵略战争的失败,中国海岸线和内陆的许多城市被迫打开。20 世纪初,在国内外政治和经济因素的影响和冲击下,中国大地出现了普遍的地方自治运动。1909 年,清政府下令颁布《城镇乡地方自治章程》,这份文件标志着中国的城乡形成了两个完全不同的行政系统,这既为中国城市的发展在制度上予以保证,同时也为延续至今的城乡分野和割裂埋下种子。中国的城乡二元化由此开启大幕,城乡差距逐步拉开。

城市化程度是一个国家经济发达程度,特别是工业化水平高低的一个重要标志。我国大规模的城市化进程始于 20 世纪 50 年代,随着国家工业化进程的开始,我国出现了多个新兴的工矿业城市,大量农业人口在政府安排下进入城市生产和生活,但这一过程相当缓慢,城市人口比重仅由 11.2% 上升到 19.4%;而在改革开放之后,中国城市化进程的特征发生了重大变化,由以往政策主导的一元化因素转变为市场机制驱动的多元化因素,尤其是在 20 世纪 80~90 年代,随着国家对作为城市身份的户口管制逐渐放松,传统升学、参军才能离开土地的方式得以改变,大量非城镇户籍人口在经济因素驱使下自发进入城市,使城市规模不断扩大。

1980 年我国城市化率只有 18%,而到 2011 年年底城镇人口已经达到 50%,超过了农村人口,这是中国现代化进程中的一件大事(见图 1-1)。从此,中国数千年来以农村人口为主的城乡人口结构发生了逆转,中国人的生活方式、生产方式、职业结构、消费行为及价值观念等也都随之发生深刻的变化。然而,中国城市化的速度并不会从此放慢脚步,目前恰恰处于城市化进程最快的时期,根据预测,2040 年的中国城市化率将达到 75% 左右。

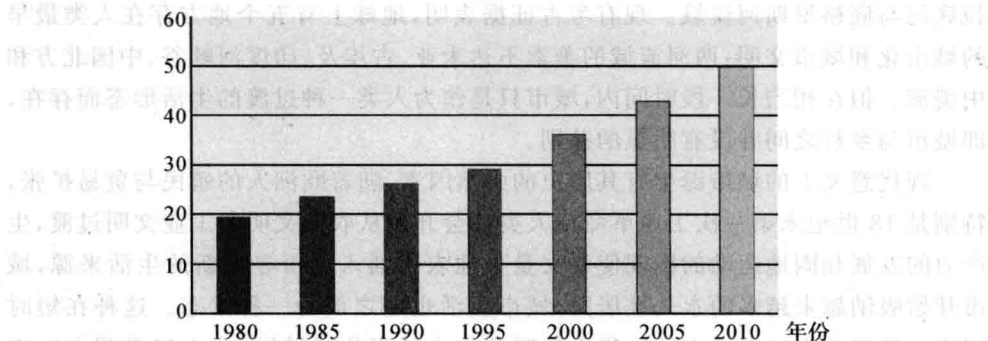


图 1-1 中国城市化率

来源:《中国统计年鉴》。

在城市发展过程中,许多城市的市政、交通、教育和卫生等资源的发展速度远远跟不上城市居民增长的速度,由此引发了一系列的城市化问题:城市环境的承载能力达到极限、城市管理矛盾突出、社会保障明显不足、各种城市资源分配不均和

城乡接合部的社会环境恶化等,都成为城市可持续发展的拦路虎,影响了城市的社会稳定和产业升级。工作和居住在城市中的农业户籍者大多处于半城市化或伪城市化状态,他们并没有成为城市的真正居民,难以享受城镇居民的社会待遇,这一种城市化被简单地解释为人口学过程,被等同于产业化,或被解释为城市的扩展和再开发。显然,这种简单地以城镇常住人口比例为指标的城市化造成了城市化与工业化的分道而驰,绝非城市发展需要的,它也不能解决城市化发展过程中的问题。为此,中国政府在2012年中央经济工作会议上已经提出了新型城镇化发展道路,即要通过以人为本、统筹城乡、大小并重和集约节约的方式,促进农村在产业支撑、人居环境、社会保障、生活方式等方面实现由乡到城的转变,实现可持续发展,最终实现人的无差别发展。

诺贝尔经济学奖得主、美国著名经济学家约瑟夫·斯蒂格利茨(Joseph Stiglitz)曾指出:“中国在新世纪面临的三大挑战之首就是中国的城市化。”许多研究也表明,城市化中暴露出来的许多问题,其实质并不一定是城市资源的绝对缺乏所致,更多是由于城市资源的分布和分配不合理造成的相对性匮乏。提升资源配置效率和公平程度的一个有效方式,就是依托信息化,这一点已经成为普遍共识。著名未来学家詹姆斯·坎顿(James Canton)博士认为:

我预测在未来的几十年里,中国将出现100多个新兴的大城市。中国有很多问题需要解决,比如怎样去管理13亿之众的人口,让他们都有医疗、教育的保证,对污染问题的解决,生产能力的提高等等,我认为解决这一切问题的核心就是IT。中国的新生代已经出现,我们需要一种非常复杂的人工智能以及IT来管理和服

务他们。

中国政府在《2006—2020年国家信息化发展战略》一文中对信息化一词给予了较为正式的界定,即“信息化是充分利用信息技术,开发利用信息资源,促进信息交流和知识共享,提高经济增长质量,推动经济社会发展转型的历史进程”。信息化在社会的许多方面有着重要的影响,也出现了多种分支和领域,如工业信息化、农业信息化、企业信息化和社会信息化等,其中城市信息化作为一种广义的数字城市概念,指以计算机技术和网络技术为基础,采用各种信息化技术对城市各类信息资源进行管理,以实现城市中各种信息的数字化、网络化和可视化,提高城市管理水平和运行效率,提高城市的生产力水平和产业竞争力,加快推进城市现代化过程。

从更高的层面而言,城市信息化建设本质上是一种制度和规范的创新与建设:通过信息化的强制手段,将城市的运行和管理纳入可控、可管、可监督的范畴。城市信息化的建设,需要明确的目标、需求和流程,并在此过程中建立起各种各样的规章制度、政策法规和保证体系。因此,城市信息化也可以视为国家制度建设的一项重要内容。

1.1.2 数字城市的发展历程

1998年1月,时任美国副总统的艾伯特·戈尔(Albert Gore)在美国加利福尼亚科学中心开幕典礼上发表题为“数字地球——新世纪人类星球之认识”演讲时,提出一个与地理信息系统(geographic information system, GIS)、高速信息网络、虚拟现实(virtual reality)等高新技术密切相关的概念“数字地球”:

我相信我们需要一个数字地球,即一个以地理坐标为依据的、嵌入海量地理数据的、具有多分辨率的、能三维可视化表示的虚拟地球。

戈尔的观点迅速被传播至全世界,人们认为信息高速公路将成为一场新的技术革命,推动世界的快速发展。后来的事实也证明这一判断完全正确。占据了信息技术和高科技制高点的美国,在众多世界级 IT 公司的支撑下,依靠互联网及信息技术这面旗帜,一扫 20 世纪 80 年代以来被日本经济压制的局面,再度成为世界经济巨轮中最重要的引擎,迎来了新一轮经济高速发展时期;中国各级政府也纷纷认识到信息技术和信息化的重要性,提出了“以信息化带动工业化”的发展思路,并成为国家发展的一个重要战略目标。

我国的信息化和数字化建设并非从 1998 年才起步,在此之前,各种数字化和信息化建设早已展开,只是未将其提升到国家战略的层次。如从 20 世纪 80 年代开始,国内许多具备条件的城市已经开始建设自己的业务信息管理系统、数据库系统和 GIS,中国城市信息化建设从那时起便已踏入第一个发展阶段,即数字城市时代。

作为一个广义名词,数字城市最早出现在 2000 年 5 月的“21 世纪数字城市论坛”,论坛认为所谓“数字城市”,与“园林城市”、“生态城市”一样,是对城市发展方向的一种描述,是指数字技术、信息技术、网络技术渗透到城市生活的各个方面。今天我们认为数字城市是利用数字技术、信息技术和网络技术,将城市的人口、资源、环境、经济、社会等要素,以数字化、网络化、智能化和可视化的方式加以展现。数字城市的本质是把城市的各种信息资源整合起来加以充分利用。这一阶段中,大量多年累积下来的纸质文档、表格数据、信息和图形资料在短时间内通过鼠标、键盘、扫描仪、数字化仪和其他数字设备存储到计算机的磁盘之中,计算机辅助设计(computer aided design, CAD)和计算机辅助制造(computer aided manufacturing, CAM)领域的“甩图板”工程就是其中最著名的信息化运动之一。

在 GIS 领域,20 世纪 80 年代中期应“城市规划管理世界银行贷款项目”的要求,河南洛阳、江苏常州和湖北沙市等城市开始建立服务于城市规划的 GIS 系统,开始通过局域网实现各种计算机应用系统内的共享与交互。从 20 世纪 90 年代初期开始,无纸化办公和办公自动化一时成为数字化建设的重要目标和标志。以数字化和信息化带动生产和管理效率的提升,成为当时各行业都认可的一条可持续发展之路,一个城市的信息化程度和水平也成为衡量城市经济、社会发展综合实力

和文明程度的主要指标。但用今天的眼光来看,很多当时的目标和看法脱离现实,如人们一度认为计算机和网络技术的发展,将会推动无纸化办公时代的到来,但实际上当前办公用纸的消耗量仍然在增加。

王家耀院士等在《让城市更智慧》一文中总结了我国多年来在数字城市建设八个方面取得的成就,即城市通信网络基础设施建设为数字城市铺设了信息高速公路,城市空间数据基础设施建设为数字城市构建了高精度空间数据框架,数字城市基础地理空间信息共享平台基本建成并投入使用,电子政务和各部门业务应用信息系统建成并逐步投入使用,电子商务与现代物流公共信息服务平台开始建设并产生明显效益,数字企业进入全面建设阶段且示范作用明显,数字城市的社会公众服务有了良好的开端,数字城市整体规划启动和数字城市建设全面有序展开。

然而,在我国的信息化建设中,由于通常以建设一个能够运行的信息系统或硬件机房作为信息化程度的度量标志,更相信看得见、摸得着的硬件建设,而忽视软件建设、制度建设和后续跟踪服务问题。在数字城市建设中缺乏科学而切合实际的考核评价体系,往往过分强调应用新技术,而忽视系统的合理性、实用性及稳定性,因此这样的考核指标体系既促进了大量的各个城市行业部门信息系统的发展,又造成了忽视相关法规、制度建设的问题,给信息系统的拓展及深化应用埋下了隐患。

1.1.3 危险的信息孤岛

随着城市各种信息系统的大量开发和广泛应用,人们越来越意识到数字城市建设中隐含有一个早已被打开的“潘多拉魔盒”,即由于城市信息化建设之初缺乏合理的顶层设计,没有一个统一的建设目标和总体框架,导致各部门各自为政,城市信息化建设管理职能分散、重复和交叉情况严重,存在许多信息孤岛现象。如图1-2所示,在不同部门之间,甚至同一部门的不同信息系统之间都无法实现信息的互联互通,每一个信息系统都是一个独立封闭的信息源。数据和信息无法共享,信息系统中数据的时效性和可靠性也受到质疑。特别是在数据建设中,由于技术、安全和政策原因,造成了大量的重复投资和建设:一方面,政府每年都投入巨资开展信息化建设;另一方面,不同的政府部门为了信息的共建共享而伤透脑筋。在城市信息化和数字化较发达的地区,如何消除广泛存在的信息孤岛,打通各个单位、部门之间的信息隔阂,已经成为数字城市建设必须面对和亟待解决的主要问题之一。



图 1-2 彼此无关联的信息孤岛

所谓城市信息孤岛,从信息割裂的高低层次可以分为三种,即数据孤岛、系统孤岛和业务孤岛:

(1)数据孤岛指不同系统之间的数据不能相互共享,其主要原因是数据格式或存储介质不同等问题,如一个系统初始时采用 MySQL 数据库,发展后期更换为 Oracle 数据库后就面临着数据的迁移问题。为了解决数据孤岛问题,技术人员开发了许多信息抽取转换与加载(extract-transform-load,ETL)工具,或是定义一种中间交换格式的数据供所有系统使用,如 GIS 行业的 e00 数据等。

(2)系统孤岛即不同系统之间的信息不能相互共享。信息是拥有语义(sematic)的数据,对于系统来说信息要比数据重要得多,因此在不同系统之间如何实现信息共享,要比数据共享更加困难,这是因为不同部门的数据在语义整理、收集和交流的方式方法上往往各不相同或不尽相同,如每个部门对同一对象都有自己的分类方法和词汇表。为了在不同系统之间实现信息的传递,做简单的数据转换已无济于事,而必须变换两个系统中使用的所有信息表的对应关系(包括字段关系、内部链接、外部链接等),以实现信息的导出和导入操作。

(3)业务孤岛则是部门之间的业务流不能相互畅通、共享。对于业务部门而言,业务比信息更为重要。所谓业务,可以概括为信息加上信息处理过程,如果业务也能够不同部门之间成功地导入、解析和输出,那么人们一直期待的网络一站式办公将成为现实。由于业务孤岛最为复杂,消除难度也最大,使许多城市的公共事务办事大厅中每个部门都有自己的办公系统,但作为需要办事的公民,只能拿着申请材料从第一个窗口排队到最后一个窗口,这是服务水平和服务质量难以提高的一个重要因素。

由于这些信息孤岛的存在,从根本上违背了城市信息化建设的“统一规划、统一标准、统一平台、整体推进”的基本要求,形成条块分割,各部门都强调各自利益而不顾及整体利益,不同领域、不同行业的信息很难关联起来,组合成一个有机的信息整体。因此现有的数字城市建设只是城市信息化建设的起点而远非终点,目前阶段的数字城市只是网络上的城市数字空间,它与现实的城市物理空间是分离的,这种数字城市只是城市运营管理服务的一个辅助系统,基本实现了对城市信息和内在机制的有效整合,并按照一定模式进行分析,提供一些可供参考的办法。

1.1.4 智慧化的呼唤

从 2000 年开始,数字城市建设进入了摸索和推进阶段,但人们对于什么是数字城市以及数字城市的建设内容是什么,存在不同的看法与认识。一种狭义的看法将数字城市等同为城市管理信息系统的建设,在这一思路指导下,由城管部门主导的城市网格化管理得到了更多的重视,它依托统一的城市管理以及数字化的平台,将城市管理辖区按照一定的标准划分成单元网格,通过加强对单元网格的部件和事件巡查,建立了一种监督和处置互相分离的形式。但 2005 年以后,随着政务

网络建设的推进和各部门内部信息化建设的深入,政府越来越希望在城市发展与决策过程中能够使用来自不同部门的数据与信息,避免重要信息的遗漏。但这些信息的存储方式、数据来源和采集时间段均不一致,实现标准与规范也各不相同,很难进行有效整合,无法协同运行和解决重大复杂问题,严重地制约了整个国家城市信息化进程。在这一大背景下,人们意识到,城市迫切需要一个统一的空间基础和框架设施来满足更多政府部门的广泛应用需求。这是数字城市建设过程中的一个重要的意识转变。

随着人们对数字城市的需求越来越高,部分经济较发达、信息化程度较高的城市信息化建设开始进入第二个阶段,即智能城市时代。该阶段的一个重要特征是通过物联网来构造新的城市基础设施,从而实现物与物之间,系统与系统之间的互联互通。只有各个系统之间的数据和信息能够互相交换和实时传递,才能对城市的整体情况实现更新、更快和更及时的了解与掌控,实施科学的判断和决策。但智能城市的概念,其着眼点仍然是物,强调的是城市间不同子系统的通信与交流。

目前在国内逐渐兴起的智慧城市建设,则是在物与物的基础上,更多地考虑到了人的因素,它是城市信息化的第三个阶段。城市信息化是解决当前城市发展与管理工作的一种途径,必须具有广泛的生态内涵、社会责任和人文精神,应跳出具体技术的限制,从城市经济学、城市社会学和城市管理学的角度研究数字城市,这正是智慧城市的落脚点。

从智慧城市的视角看,作为一个有机体城市的各个部门和行业的功能及其中的人,都是处于一个共同体中互相影响、互相促进的组成。智慧城市建设的目标,就是借助物的手段,尊重人、关心人、理解人和发展人,应用技术手段充分调动人的积极性和参与感来促进城市的和谐发展,提升市民生活质量和幸福感,全面推进城市管理的社会化、系统化和信息化,提高城市运行管理的科学性和服务质量。这不是一个简单的城市建设和管理问题,还包含着城市的产业转型、科学发展、节能减排等内容。因此,智慧城市建设是一个复杂的城市化发展问题,包含了人类对未来美好生活的憧憬与向往。显然,智慧城市建设不仅十分必要,而且是一项长期而艰巨的任务。

中国的城市信息化虽然已逐步走进数字城市、智能城市和智慧城市等三个阶段,但由于中国幅员辽阔,地区和城市之间的经济社会发展水平差距较大,因此许多地方仍然处在数字城市建设阶段甚至刚刚起步。在这种情况下,不同区域和城市的数字城市和智慧城市建设,显然不能实行某种统一的模式、路径和步调来一刀切,而必须采取实事求是、因地制宜、先后有别以及先进帮后进、后同学先进的政策,才能逐渐缓解和消除不同地域之间形成的数字化鸿沟。

1.2 智慧城市

1.2.1 智慧城市的提出

IBM 前总裁郭士纳曾提出过一个“十五年周期律”，即“计算模式会每隔 10~15 年便发生一次重大变革”，由此产生新的技术，催生新的技术关系和业务模式，颠覆已有的优势技术，从而创造新的应用市场，最终促成新的产业诞生。谁抓住了这个新的机遇，谁就抓住了社会发展的主导权和社会财富。

智慧城市概念的出现有其深刻的技术和社会背景：在技术上，是随着物联网、云计算、下一代互联网和新一代移动网络应用技术发展到一定阶段后的产物，这些技术的出现和发展，使得“实时感知、海量计算、及时反馈”的城市管理目标有了可能的技术基础；在社会发展上，城市又面临着在资源环境压力日益严峻的情况下，居民的物质文化需求不断提高的问题。

2008 年 11 月，IBM 总裁兼 CEO 彭明盛在美国纽约市外交关系委员会发表了《智慧地球：下一代的领导议程》的演讲，首次提出了智慧地球的概念。该概念的主要思想是将传感设备嵌入到各种物体之中，进行数据的自动采集，基于互联网形成物物相连的物联网（Internet of things, IOT），然后通过超级计算机和云计算对数据进行整合、分析和建模，挖掘出其中的规律，更好地实现城市精细化管理，从而使信息化与物理世界无缝融合。智慧地球本意是 IBM 实现自身从硬件厂商到软件和服务提供商转变的宣言，与“数字地球”一样，智慧城市的概念在中国也获得了极大的关注和兴趣。这是因为，一方面中国在快速城市化进程中遇到了不少传统思路难以解决的问题，如城市在产业转型与升级中如何降低对生态的破坏，提升城市居民生活幸福指数，正需要一种有助于解决这类问题的新理念、新技术和新思路；另一方面，也适应了国人希望借助信息化这一轮新的技术革命浪潮，早日实现中华民族伟大复兴的伟大目标。

2009 年 11 月，温家宝总理在全国科技界大会上发表了《让科技引领中国可持续发展》的演讲，演讲指出：

“智慧地球”简单说来就是物联网与互联网的结合，就是传感网在基础设施和服务领域的广泛应用。我们要着力突破传感网、物联网关键技术，及早部署后 IP 时代相关技术研发，使信息网络产业成为推动产业升级、迈向信息社会的“发动机”。

2010 年，IBM 正式提出“智慧的城市”愿景，给出了“智慧城市”的定义，即“可以充分利用所有今天可用的互联化信息，从而更好地理解和控制城市运营，并优化有限资源使用情况的都市”。在 IBM 的定义中，包含了“运用信息和通信技术手段感测、分析、整合城市运行核心系统的各项关键信息，从而对包括民生、环保、公共

安全、城市服务、工商业活动在内的各种需求做出智能响应”。该定义的实质是通过信息技术手段,对城市进行更有效和更高效的管理,为生活在城市中的人创造更美好的生活条件。具体而言,就是将各种各样的传感器嵌入和安装到城市所有基础设施和市政设施之中,形成一张普遍连接的巨型网络,通过云计算平台对物联网进行整合,使得城市管理者能够实时了解城市面貌,更好地进行决策、规划和管理,从而实现城市发展的可持续化、低碳化和快速化。

在 IBM 看来,智慧城市可以有效地平衡社会、商业和环境发展的需求,优化现有可用的资源,最终实现社会公共信息广泛化、基础设施行业信息深度化、城市信息管理集中化和城市管理决策科学化。智慧城市具有四个重要特征,即全面物联、充分整合、激励创新和协同运作:

(1)全面物联:城市的公共设施通过智能传感设备和传感器网络连接,能够对城市运行的核心系统进行实时感测与了解,这是智慧城市的数据基础。

(2)充分整合:物联网与互联网系统完全连接和融合,为城市核心系统的运行提供完整的数据图谱,提供包括软硬件在内的智慧基础设施。

(3)激励创新:鼓励政府、企业和个人在基础设施之上,进行科技和业务创新应用,为城市发展提供源源不断和可持续发展的动力。

(4)协同运作:基于智慧的基础设施,城市中的各个关键系统和参与者能够高效地协作,达成城市运行的最佳状态。

这四个特征使得智慧城市能够实现对城市人、地、物和组织等管理对象的身份信息、状态信息和位置信息的全面感知与实时掌握,实现对城市的一体化监管与服务。

1.2.2 智慧城市面面观

IBM 认为,智慧城市具备一些基础技术特征,如物联网、云计算、面向服务的应用等。就宏观而言,智慧地球或智慧城市的总体架构如图 1-3 所示。

智慧城市的最底层是感知层,它是智慧城市的神经末梢,包括电子标签、读卡器、传感器、摄像头、感应器、全球定位系统(Global Positioning System, GPS)、量测设备等设施及其操作者,以实现城市的各个角落、各种情况的实时感知,使城市的各组成部分可量测、可监控和可分析,并生成海量的数据进行分析处理;智慧城市的中间层是网络层,包括有线网络(电信网、电视网和拨号网络等)、无线网络(2G、3G、4G 和 WiFi 等)和互联网共同组成的泛在网络,是传递感知信息的重要通道和途径,也是构建智慧城市的骨架。最上层是应用层,它包含两个部分:一部分是城市核心应用和各部门的专业应用,如智慧医疗、智慧卫生、智慧环保、公共安全、智慧家居、智能生活和智慧物流等;另一部分是在这些应用下面的多种智慧城市基础设施,包括超级计算中心、云计算中心、云数据中心、智慧空间位置的服务中心和相应的城市信息管理中心。