

# 数字城市到智慧城市的思考与探索

李成名, 刘晓丽

(中国测绘科学研究院, 北京 100830)

**[摘要]** 首先综述了构建权威、唯一、通用的数字城市地理空间框架的必要性, 然后详细介绍了我国数字城市建设的总体思路、进展情况、发挥的作用及产生的影响。接下来, 针对时代发展、技术进步和需求变化, 论述了当前地理空间框架面临的全新发展机遇和挑战, 以及存在的问题, 明确指出了智慧城市阶段时空信息框架的建设目标与内容, 展望了下一步技术突破的方向。

**[关键词]** 数字城市; 智慧城市; 时空信息云平台

**[中图分类号]** P208 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2013)05-0004-04

## 1 前言

测绘是指对自然地理要素或者地表人工设施的形状、大小、空间位置及其属性等进行测定、采集、表述以及对获取的数据、信息、成果进行处理和提供的活动<sup>[1]</sup>, 究其本质是对真实世界的综合表达。然而, 面对在空间上连续的真实世界, 囿于测绘手段的局限, 一直以来, 人类惯性地分层次、分尺度描述, 比例尺可以小至1:400万、1:1 600万, 大到1:1 000、1:500, 采用割裂开来的若干“断面”表达我们所处的连续真实世界。虽然20世纪80年代步入了数字化阶段, 但思维局限并未打破, 仍然致力于多尺度地理信息数据库的建立和硬拷贝提供, 为当时部门信息化、实现无纸化办公、提高效率奠定了空间基础。随着互联互通的泛化, 以地理信息为基础研发的各类专题应用系统, 受提供时间、批次、再加工、更新频度等诸多因素的影响, 导致空间基底在基准上、时间上和内容上不一致, 加剧了信息集成与共享的难度, 甚至产生了大大小小的信息“鸿沟”。

城市作为经济建设的主战场, 发展最快速、信息最丰富、资本最集中, 信息化进程突飞猛进、日新

月异, 对地理信息的需求最旺盛, 当然遭遇上述问题也最早、最重, 甚至成为信息化推进过程中的“瓶颈”。譬如突发事件应急, 要集成多种信息为决策提供支持, 由于空间基底的不统一, 集成过程耗时费力, 集成结果缺少可靠性。因此, 整个城市建立一个连续、统一、权威、唯一的空间基底或地理空间框架支撑国民经济信息化和当地经济社会发展刻不容缓。

## 2 数字城市建设

### 2.1 总体思路

本质上, 要把连续的真实世界在电子计算机“0 1”二进制环境中数字化重建, 沿用1:500、1:1 000、1:2 000等易于人类口算心算的尺度已不适宜, 应采用更符合电子计算机“口算心算”的尺度(2<sup>n</sup>), 如2<sup>0</sup>、2<sup>2</sup>、2<sup>4</sup>、2<sup>8</sup>、2<sup>16</sup>、2<sup>32</sup>等。在无级地图制图技术支撑下, 把1:500、1:1 000等多尺度的数据集成, 转变为多级且每级数量为2<sup>n</sup>的金字塔瓦片。这样, 就可以在数字环境中连续地表达真实的世界, 而不是割裂开来的若干“断面”。这种真实世界的连续表达, 为有别于原数据库, 被称为“地理信息公共平台”。当然, 考虑到网络技术的进步, 平台可以是

**[收稿日期]** 2013-03-21

**[基金项目]** 国家自然科学基金项目(49471059)

**[作者简介]** 李成名(1968—), 男, 山东枣庄市人, 博士, 研究员, 主要从事数字城市、智慧城市、地图制图与综合自动化研究;

E-mail: cml@casm.ac.cn

“分布式存储、多节点协同、一站式服务”,并通过当地政府的文件,将其确立为全市统一、权威、唯一的专题信息集成叠加空间基底或地理空间框架,避免测绘地理信息重复建设,促进信息资源的广泛应用和共建共享。

## 2.2 建设情况

数字城市地理空间框架建设内容包括“一库、一平台、2~3个应用和一套更新维护推广长效机制”<sup>[2-4]</sup>。国家测绘地理信息局自2006年,特别是2009年加快推进数字城市地理空间框架建设以来,311个地级市、100多个县级市开展了数字城市建设工作,其中158个地级市、60多个县级市数字城市地理空间框架建成并投入使用,研建了2 000多个应用系统,惠及国土、规划、房产、公安、消防、环保、卫生等60多个领域,在经济社会发展、工业与信息化进程中发挥了重要作用。

## 2.3 作用影响

数字城市地理空间框架已经成为展示城市形象的靓丽名片、领导科学决策的重要工具、城市信息化建设的基础平台、产品推介宣传的先进手段和提高人民生活质量的便利帮手。

2010年9月14日,10家中央新闻媒体对8个试点城市进行了3个月的连续跟踪采访,系列报道了数字城市建设取得的成就和应用产生的效果,在全社会引起了广泛反响<sup>[5]</sup>。2011年5月23日,时任副总理的李克强同志视察中国创新基地,充分肯定了数字城市建设成就,认为:“数字城市建设有些方面已经迈入了世界先进行列,有力地提高了城市管理工作的科学化、精细化水平,提升了政府形象”<sup>[6]</sup>。

# 3 新形势、新问题、国内外情况及启示

## 3.1 新形势

时代在发展,技术在进步,需求在变化,地理空间框架又将面临全新的发展机遇和挑战。第一,体验性要好。地理信息大众化与普及化势不可挡,使用者由原来具有一定测绘知识背景的专业人士开始遍及一般的社会大众,精细三维、全景影像、视角三维等一批体验性较好的新型产品更易为普通人“读懂”。第二,实时性要强。数字城市时期的地理信息公共平台解决了真实世界的空间连续表达,但时间上仍为过去的某一时刻。实时定位、空间物联感知、无线射频等技术的发展为集成实时信息提供了有效的手段,使测绘在时间维度上能够得以连

续,可以更精准地反演过去、表达现在、预测未来。第三,移动性要大。随着无线网络、智能终端等技术的发展,以机器为核心将不可避免地走向以人为本,移动办公时代悄然莅临,将来甚至可能实现任何人、任何地方、任何时候、掌控权限范围内的任何事情。第四,可控性要高。系统将不再拘泥于一般的查询、定位、统计、分析,而要深度挖掘知识,支撑科学决策,依托物联网、传感网等发布指令。实现远程控制,通过数字世界分析判断,反作用于真实世界。第五,自主性要多。从实际应用的角度出发,当普通使用者发出请求,系统能够科学准确地萃析,并自动地汇聚分布在各网络节点上的数据资源、软件、计算资源和网络资源,在知识驱动下实现智能组合,按需提供服务。

## 3.2 新问题

距离上述新要求,首先,视频、无线射频等物联网节点尽管实现了空间定位,可以开辟窗口实时接入,但还需提取信息,与地理信息有机整合,全面支撑空间分析决策。其次,弱地理信息系统(GIS)应用部门囿于环境建设、人才不足、更新等诸多困难,期望采用宿主方式实现数据、软件和计算的按需应用。最后,目前已建成的权威、唯一、通用的地理信息公共平台,尽管反映了各部门的共性需求,但缺乏个性化平台及其定制能力。

## 3.3 国内外情况

世界各国都在努力抓住这一历史机遇和发展契机。2008年,美国IBM大中华区首席执行官彭明盛在一次致辞中,率先提出了“智慧地球”的概念<sup>[7]</sup>,依托现代信息技术,实现更透彻的感知、更全面的互联互通、更深入的智能化,立刻得到奥巴马政府的高度关注,并上升为美国的国家战略;2000年,欧盟启动了环境感知智能(AMI)项目,以推动区域物联网建设;2011年,巴西里约热内卢建立了应急响应智能系统,以推动本地区的智能化;日本、韩国、新加坡等亚洲国家也先后启动了新一代网络发展战略,加快推动城市信息化进程。国家测绘地理信息局、科技部、建设部等部门均在开展智慧城市试点,如广州、武汉、徐州、太原、沈阳、昆山等城市正在积极开展智慧城市的探索与实践。

各国启动类似项目的初衷和目的不尽相同,但都有一个中心思想,就是通过各种现代化的技术,使全社会的每个个体与组织都可以自由、精确、便捷、及时地贡献和获取信息、挖掘知识,并对彼此的

行为施加正面影响,达到智慧运行的宏观效果,以推动整个产业和整个公共服务领域的变革。

### 3.4 启示

要适应这些技术进步和需求发展带来的新形势,与世界发达国家处在同一起跑线上,我国信息化建设必须从数字走向智慧,把数字城市建设推向智慧城市建设。而且,云计算、物联网、传感器、无线射频等相关硬件技术的进步也使之成为可能。

## 4 智慧城市思考

### 4.1 理解认识

不同国家、不同地区、不同行业对智慧城市都有各自的理解与认识,笔者认为:智慧城市是在时空信息支撑下,依托物联网和云计算等现代信息技术,将人类知识物化到信息化条件下的城市规划、设计、建设、管理、运营和发展等各项活动中,形成不依赖人或少依赖人的智能化专题,按需优化组合,相互之间实现有机协同<sup>[8,9]</sup>。一个智慧的城市应当包括像人类感官一样的实时信息感知设备,像人类神经系统一样的信息与指令双向传输泛在网络系统,像人类大脑一样的云计算服务中心,像人类行为器官一样的应对与处置专题系统。

智慧城市是城市信息化发展的愿景,会历经从初级到高级、从局部到整体、从单一到综合的不同发展阶段。

### 4.2 相互区别

与数字城市相比,智慧城市从“两式四化”发展至“4S四化”。数字城市阶段:“两式”即为“分布式、一站式”,数据无需集中,采取分布式存储,并可以通过网络实现逻辑集成,对用户提供服务;“四化”即为“数字化、网络化、空间化、协同化”,各种专题首先数字化,并集成到统一的空间基础上,通过网络在线运行,实现相关业务的协同办公。智慧城市阶段:“4S”即为“数据作为服务(DaaS)、基础设施作为服务(IaaS)、软件作为服务(SaaS)、平台作为服务(PaaS)”<sup>[10]</sup>;“四化”即为“鲜活化、虚拟化、代理化、灵性化”,集成物联网感知实时信息,通过虚拟化共享基础设施,依托“代理”宿主资源,智能组合,按需提供服务。

### 4.3 测绘部门的定位

数字城市、智慧城市都离不开地理空间框架的支撑。地理空间框架是测绘地理信息部门的责任和担当,也是城市信息化的基础设施。

数字城市阶段:地理空间框架主要内容呈现为基础地理信息数据库和地理信息公共平台。随着物联网和云计算等技术的发展,基础地理信息数据库上升为时空信息数据库,地理信息公共平台上升为时空信息云平台。

智慧城市阶段:地理空间框架具有时空特点,发展为时空信息框架,核心内容包括时空信息数据库和时空信息云平台,如图1所示。

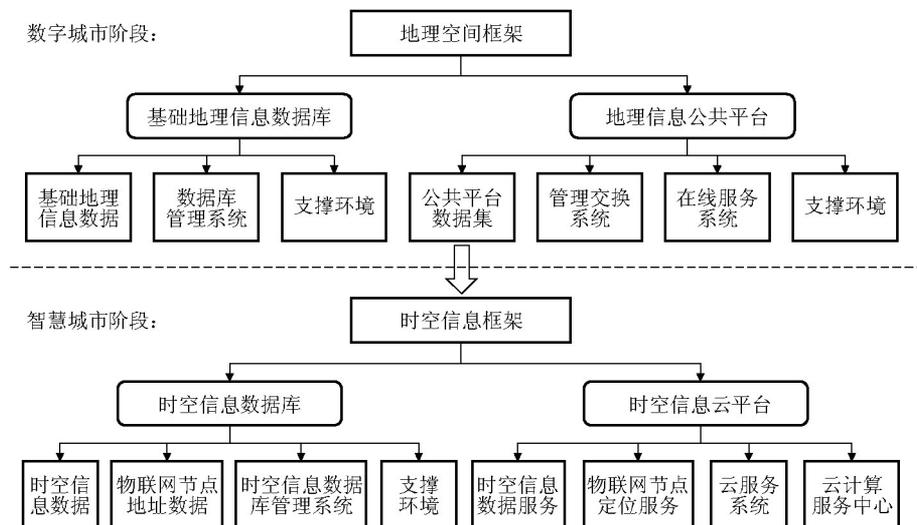


图1 不同阶段地理空间基础的构成与联系

Fig.1 The constitute and contact of geospatial framework at different stages

其中,时空信息数据库由时空信息数据、物联网节点地址数据、时空信息数据库管理系统和支撑环境4个部分构成;时空信息云平台是以直观表达的全覆盖精细地理信息和时相地理信息为基础,面向泛在应用环境按需提供地理信息、物联网节点定位、功能软件 and 开发接口的服务,由时空信息数据服务、物联网节点定位服务、云服务系统和云计算服务中心4个部分构成。

与地理信息公共平台相比,时空信息云平台的体验性更好、实时性更强、移动性更大、可控性更高、自主性更多。其不再仅仅是真实世界的一个瞬间数字化快照,而是带有时间维的空间信息,是鲜活世界的连续再现;不再是真实世界的数字化重建,而是能够依托物物网络反作用于真实世界。

简而言之,智慧城市时空信息框架是与空间位置有关的信息处理、可视、分析与决策“大脑”的一部分,同时,还是无处不在的城市“神经末梢”即物联网节点不可分割的重要组成,保证感知设备不仅能够“及时知道城市发生的问题”,而且能够准确告知城市“大脑”即云计算中心“在何处发生了问题”。

## 5 结语

从数字城市发展到智慧城市,在技术上未来本质的突破至少包括以下3个方面:一是从感知信息的实时接入发展到有机整合、深度利用;二是从资

源的分布式存储、逻辑式集中发展到用云计算、宿主资源;三是从服务对接发展到知识引擎、按需服务。结合现有数字城市地理空间框架在数据、功能和性能上的扩充、新增或提升,推动其从量变到质变,再一次升级转型,以支撑智慧城市的建设与运行。

## 参考文献

- [1] 中国法制出版社. 中华人民共和国测绘法[S]. 北京:中国法制出版社,2002.
- [2] 国家测绘局. CH/T 9003—2009 地理空间框架基本规定[S]. 北京:测绘出版社,2009.
- [3] 国家测绘局. CH/T 9004—2009 地理信息公共平台基本规定[S]. 北京:测绘出版社,2009.
- [4] 国家测绘局. CH/T 9005—2009 基础地理信息数据库基本规定[S]. 北京:测绘出版社,2009.
- [5] 赵亚辉,沈寅,刘先云. 数字城市,让生活更美好(回眸“十一五” 展望“十二五”)——数字中国建设八城市调查[N/OL]. 人民日报,2010-11-21(1). <http://politics.people.com.cn/GB/1026/13271733.html>.
- [6] 李维森. 浅析数字城市地理空间框架建设中的创新[J]. 测绘通报,2011(9):1-5.
- [7] 彭明盛. 智慧的地球:下一代领导人议程[R]. 纽约:外国关系理事会议,2008.
- [8] 李成名. 智慧城市的时空信息云平台[EB/OL]. [2012-06-04]. <http://www.cbnews.com/cloudchannel/news/2012-06-04/187453.htm>.
- [9] 李成名. 地理信息在智慧城市中的定位与作用[EB/OL]. [2012-06-13]. <http://www.labs.chinamobile.com/news/73542>.
- [10] 赵立威,方国伟. 让云触手可及——微软云计算实践指南[M]. 北京:电子工业出版社,2012.

# Investigation and practice of digital city to smart city

Li Chengming, Liu Xiaoli

(Chinese Academy of Surveying and Mapping, Beijing 100830, China)

**[Abstract]** First of all, the necessity of the authentic, unique and universal digital city geospatial framework construction was summarized in this paper. And then, the general idea, construction progress, effect and impact were introduced in detail. After that, according to the times development, technology progress and demand change, the new development opportunities, challenges and problems that the geospatial framework facing now were discussed. Finally, the construction goal and contents of spatiotemporal framework in the smart city stage were clearly stated in this paper, as well as the direction of technical breakthrough in the next step.

**[Key words]** digital city; smart city; cloud platform of spatiotemporal information