

城市空间数据生产的技术框架探讨

王丹,汪祖进,李海明

(建设部综合勘察研究设计院 建设部遥感制图中心,北京 100007)

[摘要]城市空间数据是城市 GIS、数字城市乃至数字中国的核心要素之一。我国城市空间数据生产取得了巨大成就,但尚不能满足城市发展的需求。“快、准、全、廉”地生产与提供城市空间数据应该成为未来的奋斗目标。为此,需要面向应用建立一个统一的包括数据形式、内容、尺度、质量与标准等在内的技术框架。

[关键词]城市空间数据;数据生产;技术框架;数字城市

[中图分类号] P208 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-2307(2001)04-20-05

1 引言

最近一个时期以来,数字中国、数字省区、数字城市和数字社区建设受到了人们的广泛关注,国家有关部门正组织开展相应的发展战略研究,建设部即将在全国范围内实施“城市规划、建设、管理和服务的数字化工程”,这一工程的终极目标就是数字城市^[1]。与此同时,包括北京、上海、重庆、厦门、广州、武汉、宁波、中山等在内的一些城市相继启动了各自的数字城市建设计划。

我们认为,无论是数字中国、数字省区还是数字城市,其核心都是数据和基于数据的服务。这里的数据不仅包括数据的生产和更新,同时也包括数据的管理与分发。而基于数据的服务覆盖面很广,涉及地理信息系统(GIS)与相关系统(如网络、办公自动化等系统)的设计、开发、集成与实施的方方面面。数据总体上可以分为空间数据和非空间数据两大类,其中空间数据又可以划分为基本框架数据和专题数据;非空间数据主要指文本、图表和多媒体等信息。

作为城市信息的一个重要和特殊组成部分,城市空间数据在城市规划、建设、管理和服务中得到了广泛应用,发挥了不可替代的作用。经过几十年特别是最近 10 年的努力,我国的城市空间数据生产取得了巨大成就,城市 GIS 建设也得到了长足的发展。但遗憾的是,我国城市空间数据生产尚缺乏统一的技术框架,在数据的生产、管理、传播和共享等方面缺少有效的技术、管理政策和运行机制,很大程度上削弱了城市空间数据在国家空间数据基础设施(NSDI)中的地位,也影响了城市 GIS 作用的发挥和城市地理信息产业化的进程。

本文在简要分析我国城市空间数据现状和未来需求的基础上,讨论了城市空间数据生产与提供的目标和原则,初步探讨了建立城市空间数据生产技术框架的几个问题及其建议。

2 城市空间数据的现状与需求

2.1 现状分析

在有关部门的组织下,最近我们对全国部分城市的规划或建设管理部门及城市测绘单位进行了一次问卷调查^{[5][8]}。调查的内容主要包括城市基本情况;空间数据基准、线划地形图件情况;数字正射影像图(DOM)情况;数字高程模型(DEM)情况;管线、地籍、房产、土地利用、规划等专题图件情况;城市数据与图件提供部门情况以及城市 GIS 应用系统建立情况等。

通过调查,我们得到以下几点关于城市空间数据的认识:

(1)城市空间数据的参考基准状况良好,能较好地满足城市空间数据生产的需要。就平面基准而言,有 2/3 以上的城市使用地方系统,这些地方系统与国家系统之间尽管有一定的联系,但采用的投影方式多不同,只有不到 1/3 的城市使用国家统一坐标系。高程基准的情况恰好相反,有 2/3 左右的城市使用国家统一高程系,有 1/3 左右的城市采用地方高程系。

(2)从空间信息的种类和尺度上来看,线划图件是目前城市基本图件的最主要形式。使用的比例尺主要有 1:500、1:1000、1:2000、1:5000 和 1:10000 等 5 种。在一个具体的城市,一般只使用其中的 2 种或 3 种比例尺,通常是在 1:500~

1:2000 中选 1~2 种,覆盖建成区及部分城市规划市区。在 1:5000 和 1:10000 中选 1 种,覆盖整个市域范围。数字形式的线划图在所有图件中所占的比例,在不同城市及同一城市不同比例尺间都有较大的差异。从数字线划图(DLG)建库情况看,已建、正建和未建的比例分别为 27%、55%和 18%。

(3)城市 DOM 和 DEM 无论是数量还是种类目前都相当少。在被调查的城市中,制作数字正射影像图的不到一半,一般只有一种比例尺,覆盖的范围也很有限,制图比例尺基本上为 1:1000/1:2000 或 1:5000/1:10000。仅有约 1/8 的城市建立了一定范围的数字高程模型,使用的格网尺寸为 5~25m,格网点高程精度为±0.25~1.2m。

(4)在城市专题图件中,地下管线图占多数,地籍及房产等图则参差不齐,但相对于地形图,这些专题图的总体覆盖范围尚很有限。这可能与本次调查的对象主要是城市规划、建设管理部门和城市测绘生产等单位有关。

从调查中可以发现,城市空间数据种类比较单调,现势性较差,多数城市用于数据生产和更新的资金投入严重不足,数据依然是 GIS、数字城市和其它相关系统建立与运行的“瓶颈”。而在城市数据的共享上存在的问题主要表现在:缺乏合适的数据库;已有数据库并没有得到充分有效地利用;重复性生产时有发生等几方面。

与国家基本比例尺地形数据相比,城市空间数据具有一定的特殊性,这些特殊性表现在:(1)比例尺大,分辨率高;(2)内容丰富,信息传输效率低;(3)信息老化速度快;(4)数据生产与更新所需时间长、费用高;(5)由于投影变形等原因,各城市多使用独立的平面参考系统,造成不同城市的数据参考基准不一致;(6)在城市大比例尺地图中,目前存在多种国家和行业规范,这些规范的一些技术指标又不尽相同,造成实际采用规范的不一致性;(7)数字式数据的标准化工作严重滞后,关于城市数据的分类、存储格式、图形属性定义等没有统一的标准,给数据交换带来困难;(8)城市空间数据的投资主体是城市地方政府,城市测绘单位是数据生产的主要承担者。

2.2 未来需求

城市是一个复杂的巨系统。21 世纪的城市面临着更加严峻的挑战,城市将继续成为人们关注的焦点。城市规划、建筑界以及社会、经济界的许多专家学者和政府官员都在对城市的现状和发展进行思考和再认识。高起点的规划、高标准的建设、高效率的

管理和高质量的服务已经成为人们的共识。在城市规划建设与管理、城市化与城市可持续发展研究、区域规划与建设、小城镇规划与建设、城市住宅产业发展以及城市社会与公众服务等众多领域,都离不开城市空间数据和基于这些数据服务的支持^[6]。可以说,21 世纪城市的发展将为数字城市和城市地理信息产业的发展提供十分宽广的舞台。显然,这也给城市 GIS 和城市空间数据带来了新的机遇和挑战。城市发展需要数字城市或城市地理信息技术,问题是城市地理信息技术如何为其提供有效的支持和服务,显然,这是当前摆在地球空间信息科技工作者面前的一个重要课题。

3 城市空间数据生产与提供的目标和原则

我国城市空间数据获取与提供的现状不能满足城市发展对空间数据的需求。为了改善这一状况和促进数据共享,有必要发展一个统一的技术框架。为此,首先需要确定城市空间数据生产与提供的原则和目标。

我们认为,“面向应用”应作为城市空间数据生产和提供的最基本原则^[7]。这里的面向应用指的是根据实际应用的需求来确定数据的内容和质量指标。城市空间数据生产和提供的目标应是“快、准、全、廉”。所谓“快”,指的是数据生产与更新的周期要短,作业效率要高,数据交付应迅速;“准”表示适应应用需求的数据空间特征、属性特征和时间特征应准确,也就是说数据的几何精度、属性精度和现势性要高;“全”反映的是为满足应用需求所生产和提供的数据库在空间、属性和时间上要全面、完整。这里有 2 层含义,一是要保证数据的完整性;二是要体现数据库的 3 维特征和时态性。“廉”则是指经济性。目前数据库的生产经费投入过低,严重背离数据库的价值,而数据库的销售价格又偏高,这一矛盾如果解决不好,将给数据库更新、数据库质量以及数据库应用等带来一系列的负面效应。

4 城市空间数据生产与提供的技术框架

4.1 城市空间数据库基准

空间数据库基准包括参考椭球体、平面基准、高程基准和重力基准等方面。就城市而言,数据库基准具有一定的特殊性。由于历史沿革,许多城市都建立有自己的空间基准,特别是平面基准。这些地方基准尽管与国家基准之间有一定的联系,但实际上存在许多不足。在当前情况下,似乎有必要重新思考和认识这

一问题,积极寻求科学合理的解决方案。

4.2 城市空间数据形式

城市空间数据的存在形式,主要是 DLG、DOM、DEM 以及它们的复合。至于 DRG(数字栅格图),可以看成是 DLG 的一种特殊表现方式。

我国是一个发展中国家,城市建设可谓日新月异。目前大多数城市空间数据的主要形式是所谓的大比例尺“全要素”线划图,这种图生产周期长、费用高、老化非常快,很难及时地描述城市地理空间状况。我们认为,在城市应该大力推广使用基于 DOM 和 DEM 的新数据形式,这将是从根本上实现前述城市数据生产和提供的目标基础。对于 DLG,应该只采集基本框架要素和某些特殊要素,将其与 DOM 叠加生成混合式数据产品,它们还可与 DEM 等做进一步集成,生成所谓的“城市三维景观模型”。在进行不同形式数据叠加时,可以对比例尺进行适当变换,使之相互适应。随着影像压缩技术的发展和网络性能的提高,这些新的数据形式在城市规划、建设、管理和服务中将具有十分广阔的应用前景。

4.3 城市基本框架数据

前已述及,城市空间数据包括基本框架数据和专题数据,其外延十分广泛,它们组成的是一个无限集合。为了有效地组织空间数据的生产,需要确定一个有限的数据集,即所谓的空间基本框架数据。框架数据的作用一方面是为研究和观察地球以及进行某些地理分析提供最基本和公用的数据集,另一方面则是为用户添加各种与空间位置有关的信息(专题数据)提供定位参考。

美国 NSDI 空间框架数据由大地控制、数字高程和深度、数字正射影像、交通运输、行政境界、水系和地籍信息等 7 类组成。国家测绘局正在建设的 NSDI 包括 DOM、DEM、行政边界、道路、水系以及大地控制点和地名数据库等框架数据^[3],空间数据的基本尺度为国家范围的 1:100 万、1:25 万、1:5 万以及省级范围的 1:1 万比例尺。

对于城市而言,在确定其空间数据基本框架数据时,应结合我国国情,综合考虑数据生产周期、成本和数据质量特点以及大多数实际应用的需求。我们认为,在一个城市内部,根据地域的不同,对不同形式的数据库分别选用不同的比例尺是一种积极的选择。表 1 是综合国内一些城市数据生产与应用的实践和我们的研究分析而提出的一种建议方案,可能很不完善。此处的分辨率指的是该尺度的数据应能表示的地面特征的最小尺寸。

表 1 城市空间基本框架数据建议方案

城市地域	DLG		DOM		DEM		
	尺度	分辨率(m)	基本框架要素	尺度	分辨率(m)	尺度	分辨率(m)
建成区	1:500	0.1	道路边线、市政设施、地名、控制点等	1:1000	0.1	1:2000	2×2
	1:1000	0.2		1:2000	0.2		
规划市区	1:1000	0.2	道路边线、市政设施、地名、控制点等	1:2000	0.2	1:2000	2×2
	1:2000	0.4		1:5000	0.5		
其它市辖区	1:5000	1.0	道路中心线、境界、水系、地名、控制点等	1:5000	0.5	1:10000	10×10
	1:10000	2.0		1:10000	1.0		

对于表 1 中给出 2 种比例尺的,可根据具体城市规模的大小和城市经济发达的程度以及城市数据生产和更新的能力选择 1 种。对于 DLG,我们只给出最基本的框架要素,各城市可以根据自身特点和应用需要添加其它特殊要素。城市所辖郊区县的中心区可参照建成区处理。

4.3 城市空间专题数据

城市空间专题数据涉及的范围很广,因此需要针对不同专题数据的特点和应用需求确定其相应的尺度、分辨率和数据内容。例如,对于城市规划来说,关心的主要是城市用地和建筑物分类情况,前者的尺度可以使用 1:1000~1:2000(详细规划)和 1:5000(总体规划),后者的尺度可以使用 1:2000~1:5000^[4]。

实际上,许多专题信息都可以基于上述基本框架数据(特别是 DOM、DEM),通过解译来获取。同时,这些专题信息也可以以 DOM 为载体予以表示。基于 DOM 的专题数据或专题地图在未来将具有重要的应用价值。

4.4 城市空间数据标准体系

由于城市空间数据量大,使用面广,从技术政策上对其进行必要的规范,才能有效地利用信息,从而减少数据的重复,减轻数据采集和更新的负担,最大限度地发掘信息的使用价值。

我国标准化的一个总体状况是标准严重滞后,难以满足技术发展和实际应用的需求。1994~1997 年,国家有关方面完成并于 1998 年出版了国家“八五”课题研究成果《城市地理信息系统标准化指南》^[2]。该指南所列 GIS 领域的相关标准(包括空间数据标准)有 200 余项,但至今实际只完成了其中很少一部分。当前,需要加大城市空间数据标准化工作的力度,尽快制定一系列既具有超前意识又可操作

的城市空间数据标准,以促进城市空间数据的生产、更新、分发、应用和共享,加速数字城市建设和城市地理信息产业化的进程。

在标准方面,首先需要研究和制定城市空间数据的标准体系。应在充分采纳和参考已有国家、行业和地方标准、规范与规程以及一些国际组织(如ISO/TC211、OGC等)和国外(如FGDC、USGS、ATKIS等)标准规范的基础上,根据我国城市空间数据生产和管理的特点,制定比较完善的产品标准、工程标准和服务标准。

城市空间数据产品标准是目前最薄弱的环节。我国已制定的一系列测绘类标准规范,对于最终产品及其质量的定义与确认方面的规定比较含糊,而对生产这些产品作业过程的规定则过于琐碎,这也是造成标准总是落后的重要原因之一。空间数据生产技术发展十分迅速,在未来的标准制定中,应将重点放在产品标准上。产品标准应具有超前性,并在一个较长的时间里保持稳定。生产这些产品的工程标准则应尽可能简化,只规定若干对最终产品质量起关键作用的共性内容,而更详细的作业规程应由生产单位自行制定。许多单位都在推行ISO9000系列标准体系认证,可以为此提供保证。数据服务标准过去基本上没有,当前需要重视。

城市空间数据产品标准主要应包括以下方面:

(1)空间数据的产品形式和尺度系列标准;(2)空间数据基准标准;(3)空间数据(框架)内容标准;(4)空间数据分类与编码标准;(5)空间数据质量标准;(6)空间数据元数据与元数据质量标准;(7)空间数据交换标准;(8)空间数据可视化标准;(9)空间数据硬拷贝输出质量标准等。产品标准面向数据生产者、所有者和用户。城市空间数据工程标准则面向数据生产者和所有者,主要包括空间数据生产与更新方面的有关技术标准。例如,应用摄影测量、遥感、地面测绘、GPS等技术以及基于现有图件制定空间数据的作业准则、空间数据更新作业准则、数据生产与更新过程中质量控制与质量检验标准、数据生产与更新过程中元数据建立及其质量检验标准、空间数据生产工程监理技术标准以及空间数据产品验收标准等。城市空间数据服务标准主要面向数据提供者,同时也服务于数据用户,主要应包括:城市空间数据产品标识、存储与包装标准;城市空间数据用户手册编写标准以及城市空间数据售后服务标准等。

在上述标准中,数据质量标准对于前述数据生产与提供目标的实现意义重大。在这里,需要研究以

下2个问题:

(1)空间数据质量包括位置精度(几何精度)、属性精度、逻辑一致性、完整性和现势性(时间精度)等要素^[2]。对于城市空间数据生产来说,应该面向应用,合理地确定所有这些要素的具体指标。由于数据生产部门多为传统的测绘单位,往往更多地关注数据的几何精度,而忽视其它要素特别是数据的现势性。实际上,一组几何精度很高但时间精度很低的数据,其实用价值不可能高。

(2)就数据的几何精度而言,应强调“适宜精度”,并简化目前数据精度的层次。现行许多标准中的有些精度指标偏高,分级也过于繁琐,不同标准的规定很不统一,不利于数据生产效率的提高,也不利于数据的共享与交换。

此外,“元数据”是数据生产中一个非常重要而又被普遍忽视的问题。它对于数据生产者有效地管理维护数据和数据用户查询、检索所需数据并正确地使用数据都具有十分重要的意义。城市空间数据生产涉及众多工序过程,中间成果多,数据生产和提供者在生产和提供数字产品的同时,应该建立并提供与数字产品对应的完整的元数据文件。制定权威的城市空间数据元数据标准和元数据质量标准是当务之急。

5 结 语

在城市空间数据生产方面,DLG至今一直占据着主导地位。目前,一些新类型的空间数据正逐步被人们所认识和理解,许多用户也准备接受这些数据。基于DOM和DEM的新数据产品具有一系列的优越性,越来越受到广大用户的重视,许多城市也开始生产大比例尺DOM和DEM。可以相信,未来城市空间数据产品将呈现出多样性。

在发展有效的城市空间数据技术框架的同时,还应积极开发和推广使用数据采集、更新、管理和分发的新技术、新工艺,为实现“快、准、全、廉”的目标提供新的技术手段。

实际上,要切实解决城市空间数据生产与提供方面存在的问题,还必须处理好管理、政策和经济等一系列非技术性环节。显然,与技术问题相比,处理它们更加复杂。

致谢:在进行城市空间数据现状调查过程中得到了建设部城乡规划司蔡力群高级工程师的大力帮助,谨此致谢。

参考文献

- [1] <http://www.cin.gov.cn/ude>, 2000
- [2] Yan Zheng, et al. Guide to standardization for urban geographic information systems [M]. Beijing: Science Press, 1998 [阎正, 等. 城市地理信息系统标准化指南[M]. 北京: 科学出版社, 1998]
- [3] Chen Jun. Construction and development of multi-scale spatial data infrastructure [J]. Geomatics World, 1999 (2) [陈军. 多尺度空间数据基础设施的建设与发展[J]. 地理信息世界, 1999(2)]
- [4] Zhou Xintie, et al. Earth observing technology and digital city [M]. Beijing: Science Press, 2001 [周心铁, 等. 对地观测技术与数字城市[M]. 北京: 科学出版社, 2001]
- [5] Wang Dan. Status and prospects of urban spatial data production and GIS applications in China [J]. Geotechnical Investigation and Surveying, 2001(1) [王丹. 我国城市空间数据和 GIS 应用的现状与前景[J]. 工程勘察, 2001(1)]
- [6] Wang Dan. Digital city and urban geoinformation industrialization: Opportunities and Challenges [J]. Remote Sensing Information, 2000(2) [王丹. 数字城市与城市

地理信息化——机遇与挑战[J]. 遥感信息, 2000(2)]

- [7] Wang Dan. Production modes and quality management for urban geo-spatial data [J]. Beijing Surveying and Mapping, 1997(4) [王丹. 城市空间基础数据的生产模式与质量管理[J]. 北京测绘, 1997(4)]
- [8] Wang Dan, Cai Liqun. Status and development of urban geo-spatial data in China [J]. City Planning Review, 2000(6) [王丹, 蔡力群. 我国城市空间基础数据的现状与发展[J]. 城市规划, 2000(6)]
- [9] Wang Dan, Li Haiming, Wang Zujin. Urban spatial data infrastructure and digitization engineering [J]. Urban Studies, 2000(3) [王丹, 李海明, 汪祖进. 城市空间数据基础设施与数字化工程[J]. 城市发展研究, 2000(3)]



作者简介:王丹(1962~),男,研究员,现从事地理空间信息技术在城市和工程中的应用研究与开发。

启 事

《测绘科学》杂志是由中国测绘科学研究院主办的具有较高水平的现代测绘科学前沿的学术刊物。欢迎读者进入 chinainfo 系统免费查询检索本刊内容,欢迎读者对本刊提出宝贵意见并通过电子信箱向本刊投稿。欢迎订阅《测绘科学》杂志(邮发代号 2-945),全年 40 元。欢迎刊登广告。

地址:北京海淀区北太平路 16 号 100039 中国测绘科学研究院《测绘科学》编辑部

电子版网址: <http://chkd.chinajournal.net.cn>

<http://www.chinainfo.cn.net/periodical/chkx>

电子邮箱: niu@casm.ac.cn

联系电话: (010)88217815 联系人: 牛汝辰