

# 基于高分辨率 RS 影像的城市大比例尺 GEO-DB

杨亮洁<sup>1</sup>, 牟乃夏<sup>2</sup>

(1. 西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070; 2. 山东科技大学地球信息科学与工程学院, 青岛 266510)

**摘要:** 传统控制测量方法在成图周期、数据存储和后续利用等方面难以满足城市大比例尺制图的要求。该文将高空间分辨率卫星遥感影像借助数据库技术用于城市大比例尺制图来提高制图效率。探讨了研究制图比例尺与遥感影像分辨率的关系, 遥感影像处理方法, 基于定制规则、自动化符号方案和自动拓扑的遥感图像自动采集方法, 空间数据库构建技术, 不同格式数据的统一存储、管理和利用, 利用版本技术构建和管理时空地理数据库。

**关键词:** 高分辨率遥感影像; 城市大比例尺制图; 地理数据库; GIS; 版本技术

## Large-scale Urban GEO-database Based on High Resolution Remote Sensing Image

YANG Liang-jie<sup>1</sup>, MOU Nai-xia<sup>2</sup>

(1. College of Geography & Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070;

2. Geoinformation Science & Engineering College, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510)

**【Abstract】** Traditional surveying process lags behind, because it has many shortcomings in mapping cost, mapping period, data storage and further usage. It is an effective way to use high spatial resolution remote sensing image to make large-scale urban maps. This paper discusses the relationship between mapping scale and image spatial resolution, and explains the data-abstracted method based on customized rules, intelligent symbols and automated topology. Then it expatiates on the core technology of geo-database based on large-scale digital maps and high spatial resolution image, and argues how to establish and maintain a spatial database and serve other different applications by the public interface. Different format data are stored into the same spatial database which further provides comprehensive data and the thematic maps for urban administration, urban plan, digital city and GIS. The spatio-temporal geo-database is established by the “versioning” which can manage different spatial and temporal data.

**【Key words】** high resolution remote sensing image; large-scale urban mapping; geo-database(GEO-DB); GIS; versioning

控制测量制图, 无法满足数字城市、城市规划管理和GIS应用等对基础地理数据的需求。主要存在的问题是: (1)成图周期长, 测图过程受外界影响大, 难以按时完成任务(中小城市施测 1: 500 的地形图需 1~2 年); (2)测图成本高, 大比例尺制图国家指导价格为 3 万~6 万/km<sup>2</sup>, 中小城市一次测图动辄几百万元; (3)测图过程复杂, 全站仪或经纬仪测量的数据一般以纸质地图或CAD文件形式保存, 没有同步记录地物的属性资料, 后续利用难度大。纸质地图需要矢量化, CAD格式的数据在转化为GIS使用的数据格式时会丢失信息; (4)地理数据以文件形式存储, 在数据安全性、数据更新、共享、分发和专题制图信息提取等方面存在不足。高空间分辨率卫星遥感影像给城市大比例尺制图提供了新的选择<sup>[1,2]</sup>。用高空间分辨率卫星影像能有效绘制城市大比例尺地图, 其在生产周期、更新成本、地理数据现势性方面具有明显优势<sup>[3]</sup>。

### 1 遥感影像大比例尺制图

#### 1.1 像元尺度与制图精度的匹配

城市大比例尺基础地理制图, 应根据制图精度选择相应分辨率的遥感影像。过高的分辨率存在信息和数据冗余, 增加了购置费用和处理难度; 过低分辨率地物特征模糊, 达不到制图精度。分辨率的选择还要考虑影像所包含的地物内容和纹理特征, 若制图内容以大面积流域、海域和植被为主,

可适当降低分辨率<sup>[4]</sup>。常见的遥感影像分辨率和制图精度之间的关系见表 1。

表 1 卫星影像分辨率与基础地理制图比例尺的关系

遥感卫星	影像分辨率	主要用途	地图表达精度
Landsat7	15m、30m、	区域地质、地貌、	中小比例尺专题制图,
ETM+	60m <sup>[5]</sup>	环境专题制图等	1: 100000、1: 250000 测图
SPOT5	全色 2.5m、5m,	土地监测、	用于 1: 50 000 测图和 1: 25
	多光谱 10m	城市总体规划、	000 地形图修测,
		灾害监测等	具有 1: 10 000 专题图表达精
			度
IKONOS	全色 1m, 多	城市管理、	用于 1: 10 000 测图,
	光谱 4m	基础地理制图、	具有 1: 5 000~1: 2 000 专题
		水利防洪等	图表达精度
QuickBird	全色 0.61m,	基础地理制图、	1: 5 000 测图,
	多光谱 2.44m	工程设计、	具有 1: 2 000、1: 1 000 专题
		工程施工等	图表达精度

根据表 1, 1m 分辨率的影像用于山区、林区等测区 1: 2 000 或 1: 5000 的制图, 0.61m 的影像用于城镇中心测区 1:

**作者简介:** 杨亮洁(1977 -), 女, 讲师, 主研方向: 城市动力学, GIS 基础理论与应用研究; 牟乃夏, 副教授

**收稿日期:** 2006-10-08 **E-mail:** yangljmxx@163.com

2 000 或 1:1 000 的制图。

### 1.2 大比例尺制图的遥感影像处理

购买的遥感影像一般不能直接应用,必须经过一定的处理。辐射校正和初步的几何校正等操作在数据接收之后就完成了,使用的方法和参数与传感器的特点、成像时的大气状况等有关,与空间分辨率的高低没有直接关系。这些工作大多由数据提供商完成<sup>[4]</sup>。还应选择合适的配准参照图对遥感影像进行几何校正。城市大比例尺制图遥感影像的处理方法主要有数据融合、边缘信息增强、阴影影响消除和光谱信息增强<sup>[6]</sup>。数据融合将全色波段的黑白图像变为彩色图像,增强对地物的分辨能力;边缘信息增强突出地物的边界信息,提高地物识别的精度和速度;阴影影响消除凸现高层建筑阴影遮盖区域的地物,减少信息遗漏;光谱信息增强提高不同类别地物的数据提取能力。

### 1.3 遥感影像的数据采集

经过上述处理的遥感影像,具有国家统一的坐标系,易于进行地物特征的信息提取<sup>[7]</sup>。综合利用各种遥感图像处理软件,自动半自动地提取水体、道路、绿地<sup>[8,9]</sup>等地物信息,自动识别精度达不到制图要求的区域和建筑密集区域需要人工采集。提取的图像如图 1、图 2 所示。



图 1 自动提取的建筑物(人工修改后)



图 2 自动提取的池塘、绿地

综合比较现有软件的优势,选用 ArcInfo WorkStation 进行遥感图像配准和数据采集、数据拓扑检查;ArcCatalog 建立和维护空间数据库;ArcMap 用于地图制图输出和数据对外服务。并根据需要进行二次开发,设计数据采集模块、空间数据库管理模块、数据服务模块,以定制客户化的应用,提高工作效率。

本文采用 VC6.0 编程语言引入 ArcEdit 进行数据采集模块的开发。实现了基于定制规则的数据采集、兼顾制图和地理分析的自动化符号方案及数据的自动拓扑检查。遥感影像数据采集流程如图 3 所示。

#### (1) 基于定制规则的数据采集

现实世界的地理数据存在一定的空间规则,如河流的支流要流入主流,2 条非立交的城市道路要形成十字(丁字)路口,建筑物不能互相重叠,电力线路的架空线必须从杆塔处引出等。采集模块内置地理数据的空间规则使采集的空间数据与现实世界相符,如采集河流支流数据时自动捕捉主流河道;建筑物重叠时提示错误,并放弃本次数据采集;采集电力线杆时,杆塔间自动生成架空线路等。根据定制的规则,地理实体能自动获取相关属性值,修改已有的地理规则并建立新的规则。

#### (2) 兼顾制图和地理分析的符号化方案

城市基础地理数据应满足各行各业的需要,有的侧重于地图制图,有的侧重于空间分析。常用的制图软件各自拥有不同的符号库,同一制图要素在不同软件中有不同的符号表达,这给数据共享和交换带来了很大困难。为此,根据国家标准制定了一套符号方案,对水体、绿地等面状符号,铁路、栅栏等线状符号,铁塔、路灯等点状符号开发符号库。只须指定采集的图层,系统自动以相应的符号来显示图形。特别是点状地物,在采集的同时向 2 个图层(GIS 使用的点层、制图需要的符号层)添加要素:对 GIS 使用的点层只添加一个普通的点,自动赋以识别码;对制图需要的符号层,系统自动从符号库中匹配相应的符号。这充分兼顾了制图和 GIS 空间分析的需要,满足了不同用户的需求。

#### (3) 数据的自动拓扑检查

遥感图像采集的矢量数据常有较多的矢量化误差,执行“拓扑数据检查”命令后,系统会根据设定的容差值自动消除不达节点、悬挂节点等矢量化错误,并进行疏密调整,在保证精度的前提下减少数据量。拓扑检查能提取违反定制规则的数据,如建筑物的重叠等,给出提示,要求用户处理。

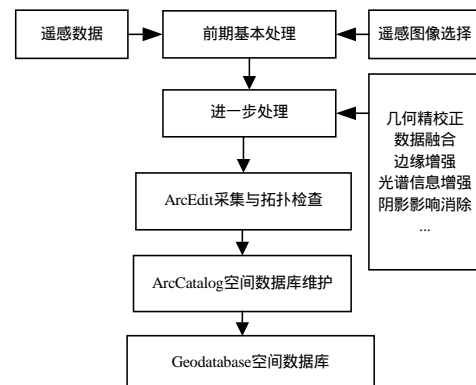


图 3 遥感影像数据采集流程

## 2 基础地理空间数据库构建技术

基于文件的数据管理在数据的完整性、共享性、安全性、一致性等方面存在严重不足。将遥感影像、矢量数据、DEM 等数据一体化存储于空间数据库中,可有效解决数据的完备性、多用户并发操作等问题,保证了数据的安全。利用空间数据库的版本技术实现对基础地理数据的时序记录,为城市规划、工程建设和城市发展演变分析提供多时相的数据支持。

### 2.1 空间数据库建立与维护

空间数据库是在通用关系数据库的基础上引入空间的概念,如 Oracle 的 Oracle spatial、DB2 的 Spatial Extender 等。其采用 ESRI 的 Geodatabase 以地理空间实体作为管理对象,在同一模型框架内对地理空间要素进行统一的描述,更接近

现实事物，并引入了地理空间要素的行为、规则和关系，处理其中的要素时，对于基本的行为和必须满足的规则，无须通过程序编码；对于特殊的行为和规则，则可以通过要素扩展进行客户化定义。

通过 ArcCatalog 操作 Geodatabase 空间数据库，可将不同分辨率、多时相的遥感图像、矢量数据、DEM 数据、设计的图饰、符号库、社会统计数据等统一存储到空间数据库中，保证了数据的统一性。在 ArcCatalog 的基础上用内置的 VBA 宏语言进行开发，可控制用户权限，限制对数据的操作，实现空间数据的智能输出、版本管理、数据交换、自动备份等。

## 2.2 空间数据服务

建立空间数据库的根本目的是满足城市发展研究对空间数据的需求：(1)提供基础数据；(2)提供规划设计、工程建设等需要的制图数据。针对 2 种不同需求，在 ArcMap 的基础上进行了开发，实现了数据的自动提取、裁剪、合并、数据格式转换和自动分幅等功能。GIS 所需的基础数据一般包括高分辨率遥感影像数据、采集的矢量数据和社会统计数据等<sup>[10]</sup>。系统根据用户的要求，自动裁剪、合并遥感图像，根据比例尺大小进行数据的自动制图综合，并输出用户需要的格式。对于规划和工程设计需要的制图数据，一般须根据指定区域和固定比例尺自动分幅出图，系统自动匹配符号库和图饰库，整饰输出标准地图，如图 4 所示。

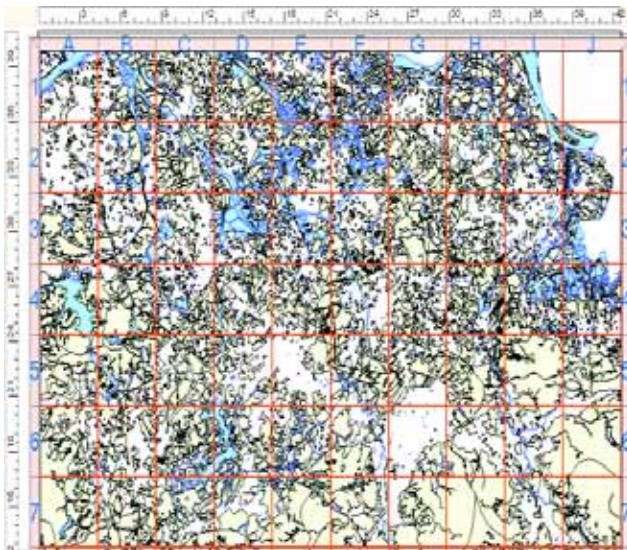


图 4 空间数据的自动分幅出图

## 2.3 基于版本技术的时空数据更新支持

城市发展建设的速度很快，这就要求基础地理数据能及时更新。变通地使用“版本”技术，将每一次更新的遥感图像和矢量数据作为一个“版本”保存，版本具有继承性，新版本是在父版本基础上的增量备份，减少了数据量。“版本”代表了不同时相的数据，不同的“版本”构成了底图叠加模型<sup>[11]</sup>的时空数据库，如图 5 所示。通过不同的“版本”可依次恢复任意时相的数据。不同时相的空间地理数据为城市发展、演变、扩展等研究提供了基础的地理数据支持。

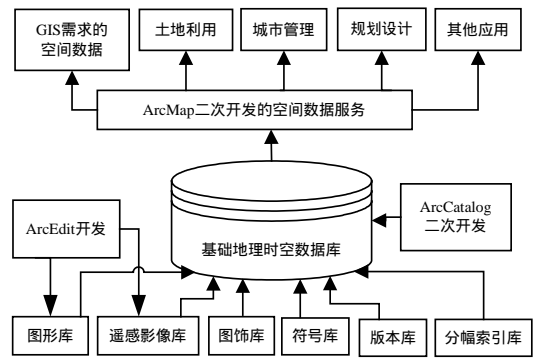


图 5 时空数据库的模型结构

## 3 结论

利用高分辨率卫星遥感影像制作城市大比例尺地图不仅减少了测绘成本、加快了成图速度，更保证了数据的现势性，是目前城市大比例尺地理制图和快速自动更新的一种有效方法。综合利用各种现有软件，取长补短，并进行客户化的二次开发，无疑会加快遥感影像的处理速度、提高成图的质量。将成图结果置入空间数据库，有效解决了多用户并发访问的冲突问题，利于控制数据的安全性、完备性。基于空间数据库的“版本”技术适合用户基于长事务的工作流管理，不同时相的数据以增量备份的“版本”方式管理构建时空数据库，将遥感影像、矢量地图、各种成图资料统一存储到空间数据库中，为城市管理和变化发展的研究提供了基本的地理数据支持。

## 参考文献

- 1 宁宝坤, 曲国胜, 张宁, 等. IKONOS 卫星影像在城市防震减灾及震害评价中的应用研究[J]. 地震地质, 2004, 26(1): 161-168.
- 2 王丹. 大比例尺地形测量新技术的发展及其前景[J]. 工程勘察, 1999, 27(1): 47-51.
- 3 丁军, 王少娟, 王超鹏, 等. 城市大比例尺数字影像地图的研制[J]. 地球信息科学, 2002, 7(2): 66-71.
- 4 郭仕德, 林旭东, 马廷. 高空间分辨率遥感环境制图的几个关键技术研究[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2004, 40(1): 116-119.
- 5 林辉, 刘泰龙, 李际平. 遥感技术基础教程[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2002.
- 6 梅安新, 彭望球, 秦其明. 遥感导论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- 7 龚健雅. 地理信息系统基础[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- 8 Petia R, Andres S, Antonio M L, et al. Detecting Nets of Linear Structures in Satellite Images[M]//Machine Vision and Advanced Image Processing in Remote Sensing. Berlin: Springer-Verlag, 1999.
- 9 Cheng Chengqi, Ma Ting. Linear Features of Landscape Automatic Recognition in High-resolution Satellite Images[J]. Journal of Remote Sensing, 2003, 7(1): 25-30.
- 10 李硕, 邓晓红. 遥感专题制图中任意指定区域制图框架的生成[J]. 测绘通报, 2001, 47(5): 26-27.
- 11 黄杏元, 马劲松, 汤勤. 地理信息系统概论(修订版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.