

MAPGIS 大比例尺数字测图系统的设计

樊文有, 谢 琼

(中国地质大学信息工程学院, 湖北武汉 430074)

摘要: 随着城市信息化建设特别是 GIS 应用的发展, 对大比例尺数字图的需求日益增加. 以往的测图软件往往着重于制图的需要, 很少考虑 GIS 应用的需求. 在 MAPGIS 平台的基础上, 根据系统性、兼容性、扩展性和开发性等原则, 详细探讨了大比例尺数字测图系统的整体结构、数据组织、工作流程, 设计了一个完整的数字测图系统. 该系统具有野外数据采集、输入、处理、联接成图、编辑与修改及绘图等功能, 在输入地物图形的同时, 可以输入图形属性信息, 输出符合国家标准图式的图形, 并自动生成和维护拓扑关系. 输出成果数据可以直接进入 GIS 系统, 进行分析处理.

关键词: 数字测图; GIS; MAPGIS.

中图分类号: TP311.52; TP302.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2002)03-0319-04

作者简介: 樊文有(1970—), 男, 讲师, 2000 年毕业于中国地质大学信息工程学院, 获硕士学位, 主要从事计算机制图及地理信息系统的研究开发工作.

E-mail: Fuy371@public.wh.hb.cn

0 引言

近几年, 我国城市地理信息系统(UGIS)建设的势头很迅猛, GIS 的建立离不开空间数据和属性数据的更新. 数字地(形)图及其更新是建立 GIS 最基础的工作, 而且工作量也是最大的. 城市地理信息系统所使用的图形一般都是大比例尺地形图^[1], 因此开发高效的数字测图系统, 显得尤为重要. 而采用电子全站仪, 进行数字式地面测图系统, 具有高精度、低成本、灵活、方便等特点, 与全球定位系统 GPS 和航空航天遥感测图形成了极好的互补关系. 为了顺应地理信息产业的发展 and 我国各行各业对大比例尺数字测图的需要, 中地公司在 MAPGIS 开发平台的基础上, 推出了数字测图系统.

1 系统设计目标和设计原则

数字测图系统总的设计目标是构造一个完整的数字测图成图软件, 它既可以采用野外测记, 室内成

图; 也可以采用电子平板测绘模式, 内外业一体化, 实时成图. 它具有数据采集、输入、数据处理、成图、图形编辑、修改及绘图等功能, 可以自动生成和维护拓扑关系, 输入图形属性信息, 同时可以输出符合国家标准图式的图形.

系统的设计原则^[2]: (1) 系统性. 作为采集地形数据的数字测图软件系统, 不能仅仅停留在 CAD 的基础上, 必须考虑 GIS 软件需求, 很好地维护数据的拓扑关系, 为 GIS 数据采集服务. (2) 规范化. 直接利用现有的国家标准和行业标准. 对于大比例尺采用 GB/T7929-1995《1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》. (3) 兼容性和可扩展性. 在硬件方面, 由于提供外接设备的厂家很多, 各厂家的产品系列中又有多种型号, 因此在数字测图系统软件中, 应包括适用于常见的各种外部设备的驱动程序. 而对于新设备, 则应很好地进行扩充. 在软件方面, 系统应尽可能接收其他软件系统的数据. (4) 科学性. 采用编码方式, 将测点与地物联系起来. 编码设计符合国标图式分类^[3], 符合地形图绘图规则, 便于计算机处理. 为了书写快捷, 一般采用 3 位或 4 位编码. (5) 开放性. 系统可以输出多种数据格式, 供其他软件系统使用. (6) 先进性. 系统能够适应用户的需求不断变化,

能够跟踪当前技术动态不断发展.

2 系统模块结构

(1)整体结构^[4]. 作为数字测图系统,其总体结构如图 1 所示. 其中电子全站仪、扫描仪、GPS 接收机等是主要的数据输入方法. 若使用电子全站仪,则通过导线测量采集控制点,并进行平差处理,也可通过 GPS 直接采集控制点. 所有地物通过各种碎部测量方法来采集位置,再通过地物编码和地物点位置来自动绘制成图. 若是纸质地图,则通过数字化仪追踪或扫描矢量化,所成图形经过编辑整饰,即可输出. (2)输入模块结构如图 2 所示. (3)输出模块结构如图 3 所示.

3 系统主要功能

作为数字测图系统,主要由 3 大部分组成^[5],如图 4 所示.

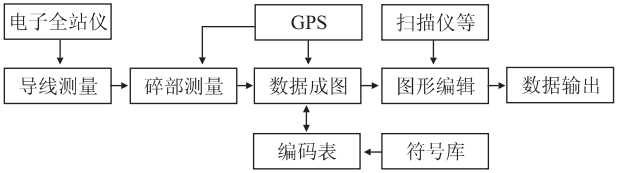


图 1 总体结构
Fig. 1 General structure

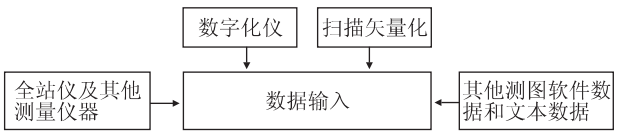


图 2 输入结构
Fig. 2 Input structure

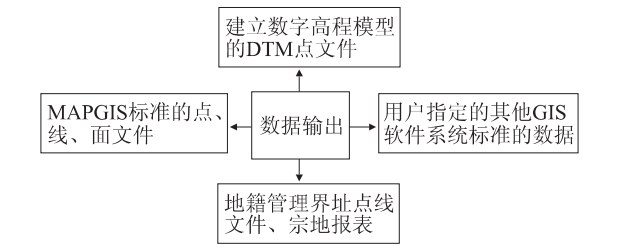


图 3 输出结构
Fig. 3 Output structure

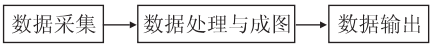


图 4 数字测图系统的工作流程
Fig. 4 Procedure of digital surveying and mapping system

(1)数据采集. 数字测图系统,由于空间数据的来源不同,采集的仪器和方法也不同. 这里主要介绍野外数据采集功能. 野外数据采集是用全站仪(或半站仪)进行实地测量,将野外采集的数据自动传输到全站仪内存、电子手簿或磁卡内记录,并在现场绘制地形草图,到室内将数据自动传输到计算机,人机交互编辑后由计算机自动生成数字地图,这种方法称为草图法. 也可以将测图软件直接装到便携机或掌上电脑中,连接全站仪直接现场成图^[2]. 由于测绘仪器测量精度高,而电子记录又如实地记录和处理,所以地面数字测图是几种数字测图方法中精度最高的一种,也是城市地区的大比例尺(尤其是 1:500)测图中最主要的测图方法^[1]. 野外数据采集所要实现的功能如表 1 所示.

表 1 野外数据采集所实现的功能			
Table 1 Functions realized in open-air data gathered			
测量准备	控制测量	碎部测量	
编辑控制点	导线测量	坐标输入	极坐标测量
划定测区	支导线测量	平极坐标测量	十字尺测量
图幅命名	导线平差	相对极坐标测量	
修改图幅参数		偏心点测量	目标遥测 偏心距测量
安装全站仪		求交会点	垂直量边
测站设置	坎类测量	中心道路测量	
测站检核	水深测量	房屋测量...	

(2)数据处理与成图. 在绘制地形图之前,不同来源(如航测立体坐标量测仪、解析测图仪、各类全站仪或 PC—E500 等)的原始数据可能有不同的格式,都需要进行专门的处理;或者先转换成标准格式后再做预处理. 提取对绘图有用的各种信息,对其进行计算和整理,再按照规定的数据结构存储(如图 5 所示),建立起适合绘图、编辑处理并与 GIS 接轨的地形数据库. 据此,可生成数字地形图;可进行地形图的绘制;可向 GIS 提供地形(图)空间数据和属性

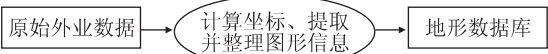


图 5 外业数据处理一般流程^[1]
Fig. 5 Procedure of surveying data

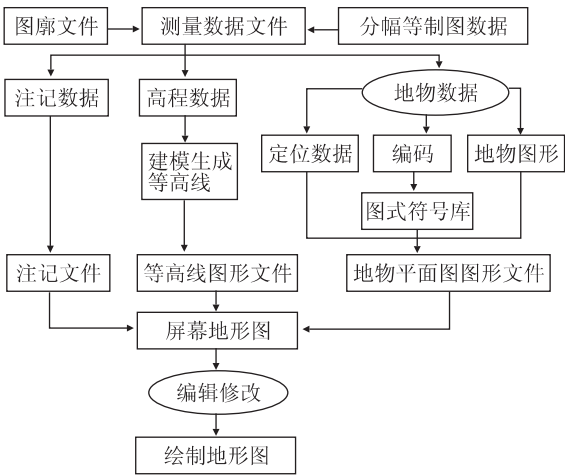


图 6 绘制地形图流程

Fig. 6 Procedure of drawing digital map

测点名	北坐标X	东坐标Y	高程	编码	建模	注记高程
-----	------	------	----	----	----	------

图 7 测点数据结构

Fig. 7 Data structure of surveyed point

地物号	作业区号	宗地号	地类号	楼层	结构	地物编码	点数	测点名列
-----	------	-----	-----	----	----	------	----	------

图 8 地物块数据结构

Fig. 8 Data structure of object

数据^[1]. 经过外业测量和相关的数据处理, 就可以建立起测区的地形数据库. 地形数据库中保存有全部地物、地貌特征的准确描述数据, 但提交给用户应用的测量成果, 一般还是采取可视的地形图形式. 根据地形测量数据文件和出图范围自动绘制地形图的过程如图 6 所示. 一个完善的数字测图系统, 既要能存储或输出完整的测量定位及图形和属性信息, 又要能绘制精美、规范的纸质(聚酯薄膜)地形图, 除了具有自动成图的能力, 还应能提供相当多的编辑手段, 便于用户交互式进行修改.

(3) 图形输出. 测量后的地形数据, 经过预处理、编辑后, 根据特定的图式符号, 就可以形成图形文件. 图形输出功能, 一方面可以将生成的图形输出到屏幕、打印机、绘图仪、激光照排机等设备上, 生成可视地图; 另一方面, 还要将其生成 GIS 可以利用的分层数据, 且维护好拓扑关系, 便于 GIS 进行分析处理. 在输出图形的过程中, 还应该输出一些常用的数据报表, 如地籍测量中界址点成果表等.

4 系统数据组织

作为一个测图系统, 所涉及的内容相当多. 需要记录的内容包括: 控制点、碎部点、地物连接关系、地物属性、地物图形, 高程点、表示地形的等高线等. 因此, 为了方便表示这些内容, 数据的组织^[6]是非常重要的. 根据数据之间的关系, 可以将这些内容组织为 3 个文件^[7]: (1) 控制点文件. 记录控制点原始测量边角值, 以及导线平差计算后得到的大地坐标系的

三维坐标值. 控制点文件可以采用明码文件. (2) 地物文件包括构成地物的点的位置(即碎部测点)及各个地物点之间的连接关系和地物属性. 地物文件使用二进制表示. 其中测点包含的信息主要有测点点号、坐标、作业区号等; 地物连接关系主要是测点间的连接关系, 如直线、曲线或弧线相连; 地物属性主要有地物类型编码, 以及与其相对应的属性信息, 如宗地包含宗地号、地类, 房屋包含层数、建筑材料等. 同时建立一个索引文件提高查询速度. 具体结构分为 2 类: ①测点数据结构(图 7); ②地物块数据结构(图 8). 将测点和所连地物分开表示, 是因为 1 个测点可能供多个地物使用, 这样既可以减小数据量, 也可以通过修改测点位置来直接更新地物. (3) 等高线文件包括构造地形的高程点, 以及追踪过程中的三角网. 至于追踪结果等高线及其注记, 则直接存贮为图形文件. 将测点中用于建立地形模型的点提出来, 单独存贮为一个文件, 主要是便于三角网的生成和等高线的绘制.

5 结语

目前数字测图正处于蓬勃发展的时期, 其必将成为地形测绘的主流, 并逐步代替白纸测图, 最后形成自身的新的学科体系. 可以说, 数字测图标志着大比例尺测图的科学技术理论与实践的革命性进步, 标志着地形测绘科技发展的新阶段、新里程、新时期, 有着广泛的应用前景.

参考文献:

[1] 杨德麟. 大比例尺数字测图的原理方法与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1998.
YANG D L. Theory method and application of a large-scale digital surveying and mapping system [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1998.

- [2] 宋小东. 大比例尺基础地图更新的有效途径[J]. 测绘通报, 2001, 11: 25—26.
SONG X D. An effective way for innovation of basic large-scale map [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2001, 11: 25—26.
- [3] 张夏林, 汪新庆, 吴冲龙. 计算机辅助地质填图属性数据采集子系统的动态数据模型[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2001, 26(2): 201—204.
ZHANG X L, WANG X Q, WU C L. Dynamic data model applied in regional geological mapping computer-aided mapping system [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2001, 26(2): 201—204.
- [4] 李超岭, 张克信. 基于 GIS 技术的区域性多源地学空间信息集成若干问题探讨[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2001, 25(6): 545—550.
LI C L, ZHANG K X. Study on regional multi-source geological spatial information system based on techniques of GIS [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2001, 25(6): 545—550.
- [5] 李德仁, 关泽群. 空间信息系统的集成与实现[M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 2000.
LI D R, GUAN Z Q. The integration and realization of space information system [M]. Wuhan: Wuhan Technical University of Surveying and Mapping Press, 2000.
- [6] 石伟伟, 钟耳顺, 王康宏, 等. 以 GIS 为核心的数字化成图系统的设计与实现[A]. 2001 中国 GIS 年会论文集[C]. 成都: [s. n.], 2001.
SHI W W, ZHONG E S, WANG K H, et al. The development of digital mapping system for GIS [A]. The collection of articles in 2001 annual meeting of Chinese GIS [C]. Chengdu: [s. n.], 2001.
- [7] 袁艳斌, 吴冲龙, 李伟忠. 面向野外地质填图的空间实体对象表达[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2001, 26(2): 192—196.
YUAN Y B, WU C L, LI W Z. Object styles of spatial entity for field geological mapping based on object-oriented method [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2001, 26(2): 192—196.

Design of Large-Scale Digital Surveying and Mapping System Based on MAPGIS

FAN Wen-you, XIE Qiong

(Faculty of Information Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: With the development of city information building, a large-scale digital surveying and mapping system is widely used in urban geographic information system. In the past, some digital surveying and mapping systems emphasized mapping, and hardly considered application of GIS. This paper discusses the general structure, data organization and function of the system. It also introduces data input, data process and output of many kinds of maps. According to system solutions, compatibility, expansibility and opening fundamental, a whole digital surveying and mapping system is designed and developed based on MAPGIS. The system can perform data collection outdoors and making map automatically indoors. In other words, the system has the functions about data loading, collecting, reading, analyzing, dealing with, mapping, editing, changing and printing etc. At the same time, the system can input the attribute information of surveying object, make maps with topology relation, and print maps that meet the national standards.

Key words: digital surveying and mapping; geographic information system; MAPGIS.