

数字化测图在地理信息系统数据获取的应用

黄 钊, 罗洪亮

(广西师范学院 资源与环境科学学院, 广西 南宁, 530001)

摘 要: 本文以数字化测图和 GIS 数据源为结合点, 分别介绍了当前数字化测图的一些方式, 比较了几种 GIS 数据源的优缺点, 并以校园数字化测图为例, 通过数字化测图和 GIS 结合的一些实践经验, 探讨数字化测图与 GIS 结合的方式.

关键词: 数字化测图; GIS; 数据源
中图分类号: TP391 文献标识码: A

数字化测图指利用全站仪、GPS 等测量仪器结合掌上电脑等记录设备在外业测量空间图形的位置, 并将空间坐标等信息以数字的形式记录在存储设备上, 内业工作把数据输入计算机, 利用相应的成图软件编辑处理, 成为数字地图的测量成图方式. GIS 数据源, 这里指的是 GIS 系统中的空间图形数据获取的来源, 是系统的重要组成部分, 它主要有几种类型: 原有地图数字化, 航空像片, 遥感图像和野外测量数据. 其中, 数字化测图的方法可以使野外测量的图形数据直接进入 GIS 系统, 是 GIS 的重要数据来源. 本文主要从 GIS 数据采集的角度来讨论数字化测图技术.

1 数字化测图技术的发展现状

目前测绘技术的发展很快, 电子信息技术在测绘领域得到广泛应用, 随着全站仪的不断普及, 很多测绘部门都已开始使用数字测图技术完成测绘工作. 数字化测图的发展主要经历了以下几种模式.

1.1 全站仪+内存方式

即将地物特征点以原始观测数据(角度、距离)或坐标(x, y, z)的形式存储于全站仪的内存文件中, 最后将其传输到计算机进行数据处理. 各种全站仪所形成的数据文件的格式大同小异, 数据存储方式有两种. 一种是原始观测数据信息, 另外一种存储点的坐标及其它属性信息, 带内存的全站仪基本都是这两种存储方式. 这两种方式可根据已知点坐标是否可知供用户选择, 存储坐标时需在现场采用坐标转换键进行坐标转换, 比较直观, 容易在现场发现问题, 而存储原始数据信息可以减少操作按钮提高观测速度^[1]. 每个特征点数据存在内存数据文件的一个记录中, 每个记录被分为若干字段, 相当于计算机语言中的二维数组.

全站仪和计算机的数据通讯一般采用 RS-232 电缆, 是异步串行通信中应用最广的标准总线. 如果存储的是原始数据, 当起始数据已知后要进行内业计算, 代码点号有误时还要进行编辑. 当全站仪内存存储的是坐标信息时, 需要进行格式转换、分类及排序, 生成 SCR 文件, 才能传输到清华山维的 EP-SW 或南方的 CASS 等机助成图系统进行绘图^[1]. 如 TOPCON311s 系列全站仪所带内存可以存储 3000 个观测点或 5000 个放样点, 通过 RS232C 数据线连接计算机串口, 将数据输入计算机存为数据文件进行处理.

这种方式的优点是野外^[1]操作作业简单方便, 利用全站仪内存进行数据采集是一个可行有效的方法. 在减少人员和工序、提高效率等方面都有明显的优势; 数据的安全可靠性有了很大的提高, 无论全

收稿日期: 2002-09-10
作者简介: 黄钊(1976—), 男, 壮族, 从事地图学、测量学、地理信息系统教学及相关科研工作.

站仪电池是否有电、是否断开, 内存里的数据都不会丢失; 提高了外业采集数据的速度, 不需要带外业记录手簿, 不需要每站的电缆连接, 能够节省人力物力。但缺点是由于全站仪的微处理器程序简单, 存储的坐标信息单一, 不够灵活, 需要绘制草图辅助内业成图; 而且要求全站仪附带内存, 增加全站仪的成本。

1.2 全站仪+掌上电脑方式

为了克服笔记本电脑的缺点, 采用了便捷的掌上电脑与全站仪连接作为数据存储的设备, 这种方式克服了方式 1 和方式 2 的主要缺点。早期使用的掌上电脑如 E500、HP200LX、PSION 等采集设备多采用类 DOS 操作系统的非图形界面, 虽然存储方式比较灵活方便, 但不能实时显示空间图形, 也不能对空间图形进行编辑操作, 还是要画草图或采用复杂编码。

这种作业方式分为编码作业和无码作业。编码作业在记录测量数据时必须按碎部点类型及相互间几何关系输入特征编码, 作业员不仅要熟记编码, 为正确输入地物编码, 测站与镜站之间需要较多有关测点的信息交流, 因此作业速度慢, 尤其当地形复杂、通视困难的时候, 对一个地物的测量是不连续的, 甚至要经过几个测站的观测才能完成时, 作业难度大、出错机会多。无码作业则不需输入任何编码, 代之以绘制草图记录所测点位及相邻关系, 测站与棱镜间联络较少, 测站照准目标, 操作电子手簿驱动全站仪测取数据后, 只需向棱镜处作业员报告碎部点号, 具有平板测图知识的作业员随棱镜现场绘制草图, 轻松且不易出错, 测图工作实际上主要在棱镜处进行, 测站观测速度很快, 一台全站仪可观测几个棱镜, 相当几个图板的平板测图。所以无码作业方法更容易为测量人员所接受^[4]。

1.3 GPS 数据采集方式

利用 GPS 接收机配合相应的记录设备和软件进行快速静态、动态测量也可以进行空间数据的采集。

综合考虑系统的数据量与作业效率, 动态 GPS 测量无疑是最适合作业方式。动态 GPS 测量一般包括 3 种方式: 单机定位、事后差分、实时差分 (RTD) 与实时动态 (RTK) 定位。单机定位对接收机的要求最低, 从手持式导航型到双频大地测量型都可以实现。手持式导航型 GPS 接收机的价格相对较低, 操作简单, 但定位精度较低, SA 关闭情况下一般在 20m 左右, 通过点位平均能稍有提高。单机定位方式适用于对精度要求不高的国土资源、林业调查等应用。事后差分定位对 GPS 接收机的要求是能输出伪距原始观测值, 这一点目前我国测绘单位所拥有的测量型接收机都能满足。作业时要求至少有一个坐标已知的基准站, 一个或多个流动站进行数据采集。内业对基准站、流动站数据进行联合处理得到定位结果, 其精度优于 5m 甚至更好。这种方式的优点是对接收机的要求不高, 精度能满足 1:5 万乃至 1:2.5 万比例尺的数据精度要求。其缺点是野外作业时需要设置基准站, 结果的实时性差。事后差分定位方式适用于对精度有一定的要求、使用一般的测量型接收机、实时性要求不是很高的应用。实时差分 (RTD) 或实时动态 (RTK) 定位对接收机的要求相对较高, 一方面需要接收机对 RTD/RTK 功能的支持, 另一方面需要额外的数据链设备。RTD 的精度与事后差分的精度相当, RTK 的精度可以达到厘米级。二者在作业时都需要基准站, 其最大优点在于实时性, 可以在野外得到定位结果乃至成图。设备较贵, 数据链对环境的要求是限制其应用的主要因素。RTD/RTK 适用于实时性要求较高或工期要求较紧的应用。其中 RTK 更适用于大比例尺成图应用^[3]。

2 数字测图数据源与其他 GIS 数据源的比较

2.1 地图数字化

将已有的地图通过数字化仪的手扶跟踪数字化或通过工程扫描仪扫描数字化。这种数据源以其最方便、经济的特点, 目前仍是 GIS 获取空间图形数据的主要手段。但它是将非数字化的图形数据数字化而来, 属于第二手的数据, 转化过程中会产生图形空间数据的二次误差, 而且地图资料一般比较旧, 数据的时效性比较差。

按照地图数字化的方式又分为手扶跟踪式地图数字化和自动扫描地图数字化两种。

手扶跟踪式地图数字化是指对已有地形图借助数字化仪, 用手扶跟踪的方法对地图要素的特征点

逐个进行采集的方法.一般数字化板的分辨率可以达到 0.123mm,手扶跟踪精度一般在 0.15mm 左右,输入时如果采用薄膜底图则图纸伸缩率相对较小,对精度影响不大,但采用蓝图等纸介质输入时,图纸伸缩的影响可达到 2—5mm,而且在 X、Y 方向变形不一致时,要发生畸变误差.这时进行仿射变换——六参数变换,改正图纸不均匀伸缩产生的畸变差.

扫描数字化法是利用扫描仪根据图纸情况确定范围(图纸的长和宽)、色度类型值(二值、灰度和彩色)、亮度和对比度、分辨率后对地图进行扫描获取栅格形式的数字化地图,然后利用适当的矢量化软件从中提取必要的矢量化的空间数据信息.

2.2 航空摄影成图

是利用航空像片解析为 GIS 图形数据的方法,也是传统地图制图的主要手段.目前已由光学像片发展为数字摄影测量得到的数字影像.航测数字化是指应用全数字化航测仪器或航测解析手段,从航测像片采集地形地物数据,然后通过计算机编辑达到建立 GIS 空间数据库的目的

2.3 遥感图像

是以卫星遥感得到的地面影像作为数据源.由于卫星遥感观测范围大,重复周期短,可以取得时效性很高的地面数字图像.但这种数字图像也是栅格图像,要获得 GIS 常用的矢量图形也需要进行转化处理,或是直接以栅格数据与其他的矢量数据源进行叠加运用.目前可以向遥感卫星地面接收站购买遥感影像数据,但遥感影像的比例尺较小,目前只能作为区域 GIS 的数据源.

2.4 数字化测图成果.

该数据源即前面介绍的专业测绘单位目前经常使用的主要方法,它利用全站仪、GPS 接收机、掌上电脑和笔记本电脑等设备直接在野外采集各种控制成果、地物、地形的特征点等,以编码加坐标的形式记录,经编辑处理直接生成 GIS 空间数据,取代了平板仪等常规仪器的模拟测图方式.这种方法精度高、速度快,尤其适用于大比例尺地图测量及各种工程测量或局部修测等,不失为一种较为经济快速的方法.影响数字化成图数据采集精度的主要因素有:仪器对中及棱镜对中引起的误差;目标照准误差、读数误差等引起的测角中误差;仪器测距误差等引起的测距中误差.针对上述因素,作业中应合理选择一定精度等级仪器,采点时应使用小棱镜并严格按规程要求操作,这样才能确保数据采集的精度.^[4]数字化测图得到的矢量图形,属于第一手的原始数据,是组建大比例尺城市 GIS 系统时直接获得高精度空间图形数据的重要来源.

3 应用数字测图数据作为校园 GIS 图形数据源实例

本项目为获取组建广西师范学院校园 GIS 系统所需的进行数字化测图.测区为广西师范学院校区,面积约为 0.13km²,测区内地形简单,高差在 15m 以内,主要为建筑、道路等地物,由于建筑密度大,通视条件较差.

3.1 控制测量

测区内原有城市控制点两个,分布在测区北面校门口附近.故控制网采用闭合导线为一级图根控制,碎部测量进行二级加密控制点的方式.校园一级控制点沿校区主要道路布设,共 14 个点.观测仪器采用宾得 PTS2 全站仪,水平角进行内外角两测回观测,水平距离进行全站仪往返观测,水准测量采用全站仪同时进行三角高程测量,可以保证测量结果符合控制精度.经导线平差解算各点坐标,观测结果角度中误差为 39 秒、距离中误差为 12mm、点位中误差 14mm、导线全长相对闭合差为 1/17 000,坐标精度完全满足测制数字化地图的需要.

3.2 碎部测量

碎部测量采用了两种数字化成图的方式,分别为“全站仪+E500 电子手簿”和“全站仪+掌上电脑”的模式,碎部测量用的图根点在一级导线点的基础上利用数字化测图设备提供的加密控制点功能,随测

随加密. 这两种方式实质上都是利用极坐标展点的原理来测定碎部点坐标. 在点上架设全站仪并与记录设备连接后, 以另一控制点为定向点, 照准目标棱镜后, 操作程序驱动全站仪进行测距和测角, 软件根据测得的角度和距离自动解算出目标点的坐标, 并按输入的点名编码存储在记录设备上.

在碎部测量过程中, 前一种方式得到的碎部点的点号、编码和坐标, 后一种方式还得到根据编码在掌上电脑绘制的简单图形.

3.3 成图

数字化设备记录的数据可以通过数据库直接转输到计算机, 进一步处理后成为 GIS 空间图形数据. 本项目采用的两种野外测图方式皆可采用 CASS 测量成图软件进行数据处理.

CASS 软件是基于 AutoCAD 平台进行二次开发的成图软件. 第一种野外碎部测量的方式采用软件中“点号定位”的方式进行成图, 主要处理步骤为: (a)数据导入. 首先用数据线和计算机串口连接, 利用软件中的通讯模块把 E500 电子手簿中的野外数据输入计算机存为 CASS 软件的原始坐标数据文件. (b)展点. 选择菜单“绘图处理”——“展点”——“野外测点点号”项, 输入对应的坐标数据文件名, 便可在屏幕上展出野外测点的点号. (c)绘平面图. 展好点之后就可以利用 CASS 系统提供的绘图和编辑工具, 结合野外草图进行绘制各种地物图形, 如绘制道路、房屋等等, 以及利用野外测点的高程数据绘制等高线.

第二种野外碎部测量的方式可以直接导入掌上电脑的图形数据. 用数据电缆连接掌上电脑和计算机, 将掌上电脑测得的 SPD 格式图形文件拷入到桌面计算机, 在 CASS 的命令行中键入“readspda”命令, 在弹出的对话框中输入 SPD 文件名, 图形即被读入到 CASS 系统, 同时在存放 SPD 文件的目录下会自动生成两个文件: dat 后缀的 CASS 格式坐标数据文件和 hvs 后缀的原始测量数据文件, 然后就可以直接进入绘图步骤进行绘图编辑.

3.4 图形数据进入 GIS 系统

CASS 系统编辑得到的空间图形数据是 AutoCAD 的 dwg 数据格式, 该系统提供了多种与 GIS 接口的方式.

(1)交换文件接口: CASS 为用户提供了文本格式的数据交换文件(扩展名是“.CAS”). 通过交换文件可以将数字地图的所有信息毫无遗漏地导入 GIS. 用户可根据自己的 GIS 平台的文件格式开发出相应的转换程序.

(2)DXF 文件接口: AutoCAD 是世界上流行的图形编辑系统, 其系统的灵活性、广泛的开放性受到用户的一致好评. 它的图形交换格式已基本成为一种标准, 受到了其他系统的广泛支持、兼容. CASS 采用 AutoCAD 为系统平台, 提供标准的 ASCII 文本格式的 DXF 数据交换文件. 通过 DXF 文件可实现与大多数图形系统的接口, 许多 GIS 系统都可以直接导入 DXF 格式的图形数据, 如 MapInfo 等.

(3)E00 文件接口 用于 Arc/info 系统 : 文本格式的 E00 文件是 Arc/info 系统自定义的标准数据交换格式, 与其 Coverage 图层文件 完全对应, GIS 版 CASS 直接解读 E00 文件, 可以利用“生成 ARC/INFO 文件”功能将图面写成 E00 文件, 避免了转换间的地物遗失.

校园 GIS 系统由于采用的是 MapInfo 软件, 没有开发相应的转换程序, 故采用 DXF 文件的接口方式. 在 CASS 系统中将图形导出为 DXF 格式, 然后在 MapInfo 系统中选择导入功能, 将 DXF 文件的各层依次导入为 MapInfo 的 tab 格式的图形文件.

整个作业流程如下图 1.

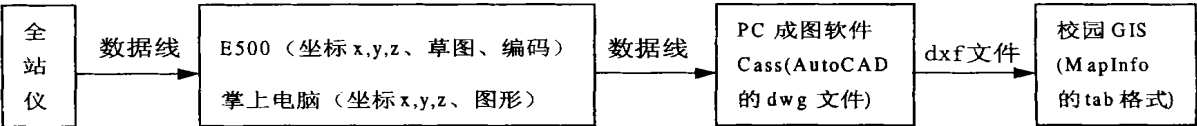


图 1 整个作业流程图

3.5 数字化测图数据源实践过程中的优点和问题

(1)数字化测量得到的大比例尺 GIS 图形数据精度高.在转为校园 GIS 数据后,利用 GIS 的量算工具进行线状地物的边长量算和面状地物的面积量算,和实地量算比较达到相当高的精度.使 GIS 系统的图形数据可以作为精确量算的依据.

(2)GIS 的数据更新方便迅速.在完成数字化测图后的半年,校园相继有部分地物发生变更(新增楼房、露天舞台,道路拓宽)利用原有控制点进行数字化补测,仅用一天时间就完成了 GIS 数据更新.

(3)数字化测图数据源比较适合小型的校园信息系统.地图数字化的数据源从时效性和精度方面来看都比不上数字化测图,而航空摄影测量和遥感图像对于小型的校园信息系统的成本、可行性和比例尺精度来说都是不切合实际.

(4)存在的主要问题是测图系统空间数据导入到 GIS 的接口技术.由于构建 GIS 所用的基础 GIS 软件和测量成图软件不是同一系统,中间通过 DXF 格式的交换文体进行二次转换带来部分数据丢失.例如在 CAD 平台生成的一些线型,(如行树、小路等)在转为 MapInfo 的 tab 格式后变为实线,需重新编辑;CAD 里生成的一些曲线,转为 tab 格式后为折线,需重新拟合为曲线,降低了定位的精度;同时 CASS 系统生成的图形都是线状符号,点状符号也是由线形组成,而且没有面状符号,这些都需要在 MapInfo 系统中再进一步处理;由于系统采用的字库不同,也存在处理问题.这些都降低了数字化测图的效率和精度.为解决这一问题,目前有人提出了 OpenGIS 的思想,即使用的成图软件和 GIS 系统都符合一套读写空间数据的标准函数,这样每个软件都可以通过这种标准函数读取对方的内部数据,数据转换需一次完成,保证数据的精度,目前也可以在构建 GIS 的过程中采用 GIS 本身的测量成图系统,避免了数据转换造成的损失.例如 GeoStar、SuperMap 等国产 GIS 软件不仅带有地图跟踪数字化、遥感图像处理等模块,也设计了数字测量成图的模块,使数字测图和 GIS 数据成果成为一体.

4 结 语

随着地理信息系统应用的普及,对数据源的要求越来越广泛,对数据源的精度和实效性要求也越来越高;而数字化测图技术的不断提高,其空间图形数据采集的效率越来越高,和 GIS 的接口技术也趋于完善,数字化测图必然会在 GIS 数据源中占有重要的地位.

参考文献:

- [1] 董春来.利用全站仪内存实现数字化测图[J].北京测绘,1999,(2).
- [2] 李玉宝.数字化测绘实践中的几个问题[J].测绘通报,2001,(9).
- [3] 李夕银.GPS 在 GIS 数据采集中的应用[J].测绘通报,2002,(5).
- [4] 丁文源.目前 GIS 地图数据获取的方法及精度分析[J].地矿测绘,2002,(1).
- [5] 龚健雅.地理信息系统基础[M].北京:科学出版社,2001.

Application of Digital Mapping to GIS Data Capture

HUANG Zhao, LUO Hong-Liang

(School of Resource and Environment Sciences, Guangxi Teachers College, Nanning Guangxi 530001, China)

Abstract: This paper based on the combination of digital mapping in GIS Data Resource, introduced some modes of digital mapping at present, and compared the advantages and disadvantages of many kinds of GIS Data Resource. In the case of campus digital mapping, the combinative method of digital mapping and GIS Data Resource through some practical experiences was discussed.

Key words: digital mapping; GIS; data resource

[责任编辑:黄天放]