

江苏省 1:5 万基础地理信息更新集成技术特点探析

安 如¹ 王慧麟¹ 冯学智¹

(1 南京大学城市与资源学系, 南京市汉口路 22 号, 210093)

摘 要:以江苏省为例, 详细讨论了 1:5 万基础地理信息更新与集成的目的及技术特点, 在数据获取过程中主要误差来源及控制方法, 并且对采用的数据获取与集成方法的可行性与存在的缺陷进行了讨论。

关键词:基础地理信息; 更新与集成; 技术特点; 3S 技术

中图法分类号: P208; TP392

“江苏省 1:5 万基础地理信息更新与集成”是一项大区域的地理信息工程, 该项目是为了满足交通、环境、城乡规划等需求而实施的。江苏现有的 1:5 万地形图为 80 年代初测制的纸质地图, 其现势性已远远不能满足各行各业的需求。为了填补具有较强现势性的全省范围基础地形数据的空白, 采用了“3S”这种更新周期短、成本低的技术和方法进行江苏省 1:5 万基础地理信息的更新与集成工作。

空间数据更新与集成按两种模式进行: ①生成满足地图制图可视化要求的地形图数据产品, 满足常规用图需要, 它在图形环境下完成; ②产生具有空间位置关系、属性数据, 具有 Arc/Info 数据结构, 满足 GIS 建库要求的空间数据库产品。在图形数据的基础上经过接口转换生成空间数据, 以满足如建立公路管理信息系统、环境保护信息系统、乡镇规划信息系统等对基础地理空间数据的需求。

1 更新与集成的主要技术特点

1.1 多源数据的综合使用

1.1.1 更新公路网及其附属设施数据源

动态 GPS 实测公路网数据, 用于更新高速公路、国道、省道、县乡道路等内容。动态和准动态 GPS 实测需空间精确定位的道路中心线及其附属设施数据, 如特大桥、大桥的中心点, 收费站、加油站、服务区、公路交叉点、起讫点等定点数据。由于 GPS 采用的是 WGS-84 坐标系统, 与我国的

1954 年北京坐标系和 1980 年国家大地坐标系相比, 彼此之间不仅采用的椭球不同, 而且定位和定向也不同。因此, GPS 实测数据必须在两坐标系之间进行转换后获得大地坐标, 然后通过数据格式转换后在基础地理信息更新与集成中直接引用。高速公路、国道、省道、县乡道、重点养护公路的名称、经过主要居民地的资料以及有关公路基础设施、公路服务设施的资料作为公路交通内容稳定性的依据。

1.1.2 更新居民地、主要水系、部分县乡道路的数据源

采用覆盖全省 1999 年底至 2000 年初成像的空间分辨率为 10m 的 SPOT 影像与空间分辨率为 30m 的 TM 影像的融合数据作为更新居民地图形、主要水系、部分县乡道路的数据源。

《江苏省行政区划代码表》作为本项目行政区划代码(PAC 码)的编码依据;《江苏省行政区划简册》作为更新居民地名称的依据。

1.1.3 境界

采用能够获得的最新行政区划调整、勘界成果更新各级境界。为满足城乡规划的需要, 境界最低表示到乡级。

1.1.4 测量控制点

收集 GPS 控制网的 A、B、C 级控制点数据添加到更新数据中。A、B 级 GPS 控制点成果作为本项目公路 GPS 测量的基准点。

1.1.5 用于更新的基础资料

用于更新集成的基础资料为覆盖江苏全省的 80 年代初施测的 312 幅 1:5 万标准地形图。

1.1.6 其他参考资料

为了更好地定位和定性各类空间实体,必须充分应用各种数据源,在定位定性时相互印证,这样才能确保各地理要素定位定性的正确性。影像上城区的次要街道以及农村道路的判定均需参照多种资料。其主要参考资料有 1:25 万水系图,1:25 万道路交通图,主要城市最新版交通旅游图,主要市、县的有关交通信息图及最新版区域综合性地图集。

1.2 科学的数据标准

在本次数据集成与更新中,按行业特点及地理信息科学的最新发展与趋势制定了数据标准。

1.2.1 数据内容的界定

现行 1:5 万地形图要素可分 10 大类:①各类控制点;②居民地;③交通;④水系;⑤地貌;⑥境界;⑦各类地理名称注记;⑧植被;⑨工矿设施及独立地物;⑩管线与垣栅。此次更新重点表示前 7 类要素。植被仅表示成片的林地;工矿设施及独立地物由于很难获得现势资料仅表示很少的几类;管线与垣栅按旧地形图表示。

°控制点。国家 IV 等以上三角点, I、II 级军控点及国家 IV 等以上水准点。尽可能地表示 GPS 测量控制点。

°居民地。按其行政级别分为主要居民地和次要居民地。主要居民地包括乡(镇)级以上居民地,以下为次要居民地。在街道表示及居民地图形表达上,允许有一定程度的制图概括。

°交通。主要分为铁路和公路两大内容。铁路按原图表示,并按新资料添加在建铁路。公路按高速公路、国道、省道、县道、乡道、机耕路、乡村路、小路 8 个等级表示。原技术标准中等级道路以上的公路,根据用户需求按行政标准分成了等级中的前 5 类,后 3 类即等级以下的道路按技术标准执行。乡村路与小路的表示存在一定程度的选取。

°水系。注意治理的水系和大江、大湖的周边地区的变化的表示,如新增鱼塘和围垦区等。大的水系按影像更新,影像无法判读的次要河渠、池塘按一定指标适当选取表示。

°地貌。地貌是变化较小的要素,以原 1:5 万图为主表示,连续表示各等高线。

°境界。目前的行政区域境界和原 1:5 万地形图比较变化较大,表示时以民政部门的勘界资料为准。

°各类地理名称注记。按《行政区划简册》更改乡镇以上居民地名称,村级及以下居民地,××

大队改为××村,××生产队改为××组。其余各自然实体名称按旧图表示。交通要素名称按提供资料表示。

1.2.2 数据的定义与组织

在数据获取前先要给出详细的数据分类、数据的点、线、面定义,图形数据分层以及空间数据库产品的分类分层规定,各数据元素的分类码及追加的属性项定义。

°图形数据采集分层。按数据定义的详细类别共分 30 层,如图廓线、公里网、图廓注记、境界、县界、主要居民地边线、主要居民地晕线、次要居民地等。

°Arc/Info 数据定义及组织。根据江苏实际及已有的用户需求,将地理要素分为境界、铁路、主要道路、次要道路、水系、主要居民地、次要居民地、管线、垣栅、独立地物和面状构(建)筑物、地貌、地表植被、控制点、公里网及图廓共 15 类。据每一类点、线、面情况,共分 26 个 Arc/Info 图层,共定义了 195 种点、线、面数据元素。

°用户自定义属性。共有 code(分类码)、elev(高程)、name(名称)、namf(副名)、namd(道路所在县市名)、rn(道路编码)、GDP(生产总值)、pop(人口)、pac(行政区划代码)9 项属性,根据不同数据元素分别定义不同的属性字段。一般元素挂接的属性项为分类码及名称。有些元素据情况可挂接多项属性,如县级面挂接属性如表 1 所示^[3,4]。

表 1 县级面属性

Tab. 1 Attribute of County Polygon

	code	pac	name	pop	GDP
境界面	属性	行政区	名称	人口	经济
标识点	代码	划代码			指标

1.3 3S 技术的综合运用

1.3.1 更新与集成的技术路线

确定技术路线要考虑两个方面:①所选择的数据采集平台必须能综合管理彩色遥感影像数据、二值数字线划栅格地图,同时必须已被数据获取人员熟练掌握并具有较高生产效率;②图形数据向 Arc/Info 数据的转换问题。

数据采集的主要平台是 Bentley 公司的 MicroStation95 及 Intergraph 公司的 I/RAS B 和 I/RAS C, Arc/Info 为地理数据编辑检查平台。软件模式为{MicroStation95 + I/RAS B(I/RAS C)} + MicroStation95 basic} + {Arc/Info + AML}。

MicroStation95 是高效的矢量化软件,它能同

时调用 I/RAS B(二值栅格图形与矢量混编处理软件)和 I/RAS C(连续色调/彩色影像与矢量混编处理软件),同时管理彩色遥感影像数据、二值数字线划栅格地图的显示与操作。

1.3.2 GPS 技术

将高精度的 GPS 定位技术与计算机技术相结合,使 GIS 的数据采集更为精确、快速、可靠^[1]。在江苏省 1:5 万基础地理信息更新与集成中,使用了车载 GPS 获取道路及附属设施信息的方法。全省国道省道公路干线 GPS 测量采用动态差分后处理技术解算道路轨迹中心线坐标, GPS 基准站以国 A、B 级 GPS 网点为起算点设立,采用单点定位方法进行施测。公路属性要素及附属设施的名称、编码及几何信息使用 DGPSWAY 软件包记录和提取。

采用上述方法获得的 GPS 公路测量数据空间位置精度小于 3m~5m。在实际更新集成中,与卫星影像的匹配误差在精度允许的范围内。在与原来的 1:5 万图的配准上,绝大部分路段配准得很好,仅有个别路段误差较大。这说明过去用手工编绘的 1:5 万图亦有不准确之处。

1.3.3 RS 技术

本项目采用的地物更新数据源为 SPOT 卫星影像与 TM_{1,3,5} 的融合影像。在两种影像融合之前需进行 SPOT 影像与 1:5 万地形图的精确几何配准纠正以及 TM_{1,3,5} 组合影像到 SPOT 影像的纠正配准。

由于江苏大部分地区地势平坦, SPOT 影像与 1:5 万地形图的精确几何配准纠正采用了多项式纠正法。在地形图和影像上分别找到明显地物点(道路交叉点、水渠与道路的交叉点等),直接用多项式法建立像点与实际点的映射关系,完成像点坐标到地面坐标的转换^[7,9]。此时的地面坐标为相对坐标。

影像到影像的纠正配准方法可分为基于灰度匹配和基于特征匹配两种。前者主要利用两幅图像的光谱特性所反映出的灰度值,计算图像间的匹配尺度;后者则是依据图像中的特征点、线、面进行图像间的匹配测度的计算。本文 SPOT 图像和 TM 图像配准采用灰度差的绝对值归一化的相关系数作为匹配的测度,定义为:

$$\rho = C(p, q) / [C_{gg}(p, q)C_{g'g'}(p, q)]^{1/2}$$

式中, $C_{gg}(p, q)$ 和 $C_{g'g'}(p, q)$ 分别为参考影像 $g(x, y)$ 和输入影像 $g'(x, y)$ 的方差; $C(p, q)$ 为 $g(x, y)$ 和 $g'(x, y)$ 的协方差; ρ 的取值在 -1 和 1 之间,越接近 1 则影像间相似程度越高。

采用归一化的相关系数作为匹配的测度,进行不同传感器遥感影像配准,其理由是 ρ 能消除影像灰度间的线性畸变,即 ρ 是灰度平移、比例尺变形的不变量。这些畸变通常存在于由不同传感器或者在不同时相获取的遥感影像之间,采用 ρ 可消除其影响,达到正确进行灰度匹配的目的^[8]。

纠正后的影像按标准分幅地形图的范围进行切割。在进行数据获取时,在 Iras/c 中调用。GPS 公路网数据、DRG 已进行绝对定位。影像数据必须根据地图 DRG 进行绝对定位。其方法是按 GPS 数据的公路交叉点与影像的同名地物点匹配。这一过程无需进行影像重采样,仅需对影像在 X、Y 方向上进行等比例缩放。

在主要基于遥感影像进行空间数据集成更新时,利用了 GIS 的叠置功能。DRG 及 GPS 数据为影像的判读提供了相应的参考背景数据,便于各种数据进行综合分析,进行正确的定位定性。遥感与地理信息系统的叠加复合显示,帮助了作业人员直接进行空间地物的屏幕编辑^[5,9]。

在融合影像上采用人机交互目视解译的方法进行数据获取,主要地物影像特征解译如下。

①居民地。江苏居民地主要表现为 3 种分布方式:①集团式居民地,分为城镇与农村居民地两种。城镇式居民地分布范围与旧图相比一般都外扩了 3/4。居民地内部通道清晰可辨,特别注意新增工业区、开发区、各种商业市场的判读,其与居民地在影像上的表现一致,在影像判读时注意区别。居民地在各地区呈现的色调不完全一样,但总体呈灰紫红色,可判读出建筑物的阴影。典型区域如苏州地区,如图 1 所示。新建房屋与新建公路、打谷场影像特征相似,呈白色。在南京附近的丘陵地区种植蔬菜的塑料大棚也呈规则白色长条块状,与新建独立房屋相似。另外,采石场在色调上有些与居民地相似,看其是否地处山地,及以前是否有建筑物来加以区分。②沿线状地物排列分布式居民地。其典型特征为沿沟渠排列分布,一般朝向南方,典型区域如靖江、南通地区。在图形表达上一般以半依比例尺带状图形表示,如图 2 所示。③散列式居民地。居民地在空间上呈单幢独立散布,没有规律可循,典型区域如海门地区,如图 3 所示。

④道路。在影像上呈浅白色、线状纹理特征。特别是新增道路在影像上很容易识别,在影像上大车路及以上级别的道路均能识别。特别是新增乡村路,在经济发达的苏南地区,道路质量都很

高, 在影像上很容易识别。但山上的小路, 由于有树遮挡, 在影像上无法识别。

°水系。在影像上呈深黑色。面状河系呈自

然形态, 较易识别。单线河流呈浅色略带黄色, 较难识别, 一般以已有的 1:5 万图为主^[2]。



图 1 集团式居民地

图 2 沿线状地物分布的居民地

图 3 散列式分布的居民地

Fig. 1 Residential Area Distributed with Centrality

Fig. 2 Residential Area Distributed along a Line

Fig. 3 Scattered Residential Area

1.3.4 GIS 技术

GIS 技术在空间数据的更新与集成中主要用于数据源的综合管理、用户化工作界面定制、数据更新、数据转换、数据编辑、数据管理等工作。

在整个空间数据的更新与集成过程中大量的多源数据的集成管理方法为: 遥感数据在图像处理软件中进行纠正、配准及融合。GPS 数据由 GIS 软件完成由地心坐标到高斯-克吕格投影坐标系的转换, 并以 DXF 格式存储。分别对各扫描地形图进行空间定位纠正, 生成 DRG。在空间数据更新集成环境(MicroStation)中, 调用各种数据源, 叠加显示, 进行数据获取。整个过程在局域网环境下进行。

江苏省地处东经 116°18'45" ~ 121°56'15", 北纬 30°45'00" ~ 35°07'30", 处于高斯-克吕格投影的第 20、21 带, 数据存在跨带问题。在生成江苏全境卫星影像融合图时, 在跨带交替 1°经差区域分别按 20 带和 21 带的数学基础生成同一地区的两种数据。

在数据获取时依然按传统分幅原则获取数据并作为数据可视化的本底数据。在转入 Arc/Info 时, 分别将各 coverage 全区域拼接, 建立拓扑关系。

在实际使用数据时, 依应用项目的实际需求, 提取感兴趣区。如该区域横跨两带且数据精度要求不高, 可选择适当的投影, 进行数据转换, 实现数据无缝拼接。如果项目数据既要高精度又要无缝拼接, 只有采取移投影带中央经线的方法。这种方法适用于感兴趣区经差不超过 6°的情况。

空间数据的采集使用自主开发工具作业, 实现了与层色无关的作业原则, 在作业中对采集的对象(点、线)直接赋予 code 码。

图形数据向 GIS 数据的转换分两步进行: ①使用 MicroStation 软件的内置函数, 自主开发的软件按 Arc/Info 的数据结构生成文本文件, 可归类为: 点(point/lab)文件、线(line)文件、文本(text)文件、面(poly)文件, 文件中带有 code 属性; ②使用 Arc/Info 的 AML 语言编写导入程序, 将从 Microstation 提取的文本文件转化为 Arc/Info 的数据格式, 属性通过 User-Id 属性项随即代入。

数据编辑主要对每一 coverage 中的 P、L、D 对象进行处理。

°面层(P)主要是进行图形封闭、消除悬挂点, 检查 LAB 点和其属性。

°线层(L)主要是对线状要素按增画辅助线的方法使其连续, 消除悬挂点, 并对转入的属性码进行检查, 尤其是对公路的共线进行拷贝并赋属性。

°点层(D)主要是对点状要素转入的属性码进行检查。

1.4 高度综合、繁难的数据获取过程

制图综合贯穿在整个数据获取过程中。这主要体现在数据内容的定义, 详细表达了 7 大地形要素, 对独立地物、植被等无法准确获取的内容几乎不表示。其次, 用卫星影像作为更新的数据源, 由于影像的空间分辨率、判读误差等原因, 各地形要素的表达与已有 1:5 万地形图相比, 均有

不同程度的取舍和化简。比如,沿线状地物分布的半比例尺农村居民地的表示,制图综合的原则是控制两头,中间相应内插,其表达已不是与实际地物完全一一对应了。

在图形的可视化表达方面,必须从宏观到微观,从整体到局部细节先进行分析,从大的框架要素入手,逐层逐要素进行数据采集。

与已有 1:5 万地形图相比,在公路表示方面,充分利用了计算机色彩显示丰富的特点,分别用双边线内普染红色、品红、绿色、黄色、棕色等,相应表示高速公路、国道、省道、县道和乡道。

2 方法的可行性与存在的缺陷

应用 3S 技术进行基础地理信息的更新与集成是行之有效的办法,它使过去采用旧方法难以实现的目标变成了现实。

1) 采用此种方法进行数据的集成与更新,在生产过程中存在着以下 6 个方面的误差:①信息源年龄及误差,主要表现为各种更新信息源的年龄及误差,其中卫星融合影像、GPS 实测数据的年龄、精度、质量最为关键;②纸质地图扫描后的空间纠正误差;③卫星影像、扫描地图及 GPS 数据的空间配准误差,这是数据获取过程中保证数据质量的难点之一;④数据采集误差;⑤影像判读误差;⑥属性误差。其中影像判读误差是遥感影像获取数据所固有的不确定性,很难完全消除,因此,在数据精度方面只能基本达到现行 1:5 万图式的精度要求。

2) 从遥感影像很难判读如独立地物、高层房屋等细节信息,因而在信息繁简程度上有所简化。

3) 在图形可视化表达方面,计算机绘制街道的方法是用街区图斑之间的自然空隙在视觉上构成街道,因而城市平面图形的街道的贯通性表示不如手工制图。在对数据成果验收中发现,在镇以上居民地的平面图形的可视化表达中,当无街区边线替代街道边线的地方,由于没有补绘街道线,因而街道的通达、贯穿性不好。

由于直接在屏幕上依据已有 1:5 万图和卫星影像利用多种资料一次性获取数据,尽管这种方法效率较高,但由于缺乏直观性,没有事先整体规划、综合,运用常规制图综合、图形表达的原则,从水系、道路等框架要素入手再到细节,逐步表达不够,因而大型居民区的图形表达完整性、层次性、通达性不够,显得凌乱破碎。对农村居住地的朝

向、图斑形状表示等都有很多有待改进之处。

4) 各要素关系处理,特别是道路与居民地图形的关系处理不如已有地形图表示细腻。

5) 如经费、时间允许,可适当进行一些野外调绘,核改影像判读误差。

6) 地理名称依据《行政区划简册》更正,变化较少,但工厂、学校等名称变化较大,其现势性更新困难较大。国家 1:5 万地名数据库的建立将有利于问题的解决。

3 结 语

现有的图式规范是在过去技术条件下制定的,显得过于繁琐,不利于 GIS 所要求的最小数据冗余以及系统最高运行效率。对基础地理信息的评价不能完全对照旧的图式标准,而主要从用户需求、所采用的技术路线等出发来进行数据成果的评价。

人机交互知识解译的影像分析方法是目前在实用中应用普遍且较成熟的方法,但由于受影像解译个体的知识水平的影,影像解译的程度会有很大差别,而且效率较低。解决这一问题的方法依赖于遥感信息提取技术的进步,使遥感图像计算机自动信息提取达到实用化的程度。

参 考 文 献

- 1 李德仁,关泽群.空间信息系统的集成与实现.武汉:武汉测绘科技大学出版社,2000
- 2 李德仁.摄影测量与遥感的现状及发展趋势.武汉测绘科技大学学报,2000,25(1):1~5
- 3 国家测绘局.1:10 000 基础地理信息更新与建库技术设计指南,1998
- 4 李 军.大型遥感图像处理系统中集成数据库设计及运用.遥感学报,2001,5(1):41~45
- 5 齐清文,裴新富.多源信息的集成与融合及其在遥感制图中的优化利用.地理科学进展,2001,20(1):36~42
- 6 唐绍军,王 飞.数字地形图快速修测研究.测绘学院学报,2001,18(1):72~74
- 7 张祖勋,廖明生,张剑清.遥感影像的高精度自动配准.武汉测绘科技大学学报,1998,23(4):320~323
- 8 林宗坚.用航空航天影像更新地形图地物要素的栅格化方法.中国工程科学,2000,2(4):43~47

作者简介:安如,高级工程师,博士生.主要从事计算机地图制图、地理信息工程、遥感研究与应用。

E-mail: Anru@china.com

Research and Analysis on Technological Features of Updating and Integrating Jiangsu 1:50 000 Scale Fundamental Geographic Information

AN Ru¹ WANG Huilin¹ FENG Xuezhi¹

(1 Department of Urban and Resources Science, Nanjing University, 22 Hankou Road, Nanjing, China, 210093)

Abstract: Taking Jiangsu as an example, this paper discusses the purposes and technological features of data updating and integrating in detail. Technological features are:

°synthetical use of multi-sources data including SPOT-P and TM multi-spectral fusion image, GPS surveying road data, old 1:50 000 scale topographic maps and so on.

°making scientific and advanced criterion according to the study area and the new development of geomatics.

°application of 3S technologies to the data updating and integrating.

Lastly, the paper discusses not only the source of error in the process of updating and methods of error control but also the feasibility and drawback of updating and integrating ways applied in this paper.

Key words: fundamental geographic information; updating and integrating; technological features; 3S technologies

About the author: AN Ru senior engineer, Ph. D candidate. She is good at computer map making and interested in geomatics and image processing.

E mail: Anru@china.com

《武汉大学学报·信息科学版》编辑委员会

名誉主任: 宁津生

主任: 李德仁

委员: 毋河海 王新洲 刘 甬 刘经南 刘耀林 朱元泓 朱灼文

仲思东 张正禄 张祖勋 苏光奎 杜清运 杜道生 李建成

李清泉 郑肇葆 柳建乔 晁定波 龚健雅 舒 宁 詹庆明

主 编: 李德仁(兼)

副 主 编: 柳建乔(常务)