

## 遥感图像成图尺度问题初探\*

王 红<sup>1</sup>,赵红蕊<sup>2</sup>,高劲松<sup>3</sup>

(1. 华中农业大学经贸土管学院,湖北 武汉 430070; 2. 河北理工学院 遥感与 GIS 研究中心,河北 唐山 063000;  
3. 北京市政工程集团 三公司,北京 100080)

**摘要:**简要论述了遥感图像和地图的特点,分析了遥感图像成图中的尺度问题。指出遥感图像成图包括空间信息提取中的尺度问题和属性信息提取中的尺度问题;选择制图所需遥感图像需同时考虑空间信息和属性信息在不同尺度上的特点和需求。并提出任何尺度都是相对的,解决尺度问题必须以一定目的为前提的观点。

**关键词:**遥感图像;地图;比例尺;分辨率;尺度

**中图分类号:** P 237 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9394(2004)03-0008-03

### Elementary Discussion on the Scale of the Map of Remote Sensing

WANG Hong<sup>1</sup>, ZHAO Hong-rui<sup>2</sup>, GAO Jing-song<sup>3</sup>

(1. School of Economics and Trade- Land Administration, Central China Agricultural University, Wuhan Hubei 430070, China; 2. Research Center of GIS and Remote Sensing, Hebei College of Science and Technology, Tangshan Hebei 063000, China; 3. The Third Co. of Beijing Municipal Works Group, Beijing 100080, China)

**Abstract:** This paper discusses briefly the characteristic of remote sensing and map; it also discusses the problem of the scale of the mapping of remote sensing. It brings forward that the scale is relative and the scale of mapping of remote sensing is the first question on the characteristic and the requirement of the spatial information and attribute information.

**Key words:** remote sensing image; map; scale; resolution ratio; scale or measure

#### 0 遥感图像成图的主要内容

遥感图像成图主要包括如下几个方面的内容<sup>[1]</sup>。

##### 0.1 制作影像地图

影像地图是按照一定的地图投影、分幅和精度,对航空或航天遥感图像进行平面定位、投影改正,并按照规定的表示方法,把影像要素、线划要素、图示符号和说明注记,综合表现在同一图面的地图,能直观反映地表形态,图面信息丰富,层次分明,资料来源快,现势性强,所以影像地图对于反映地理概貌,综合调查和分析评价,工农业生产及自然资源调查具有重要意义。

##### 0.2 遥感系列地图

遥感系列地图是指按照统一设计要求,以相同的比例尺反映同一制图区域各种要素(或现象)的一组地图的集合。各图幅内容具有相关性、协调性、互补性和对比性。

##### 0.3 利用遥感图像更新小比例尺普通地图

遥感图像的覆盖面积大,时间是连续的,能反映自然现象的动态变化,现势性强,有利于用来更新小比例尺普通地图。

##### 0.4 利用遥感图像指导编图

当利用大比例尺航片或地形图编制小比例尺地形图时,由于大比例尺航片或地形图上信息量大,难以决定取舍,利用遥感图像指导编图作业就能很快解决问题。

#### 1 遥感图像成图中的尺度问题

空间信息是空间信息科学的重要组成部分,任何和空间位

置有关的信息都需要以不同的空间信息形式来表达,据统计,85%的信息是与空间位置有关的。地图是空间信息的重要传播手段之一,无论是遥感图像成图涉及的哪种成图方式,在地图上要表达的社会、经济与地理信息,在地域上是广阔的,在内容上是复杂多样的,要正确认识、掌握与应用这种广而复杂的信息,需要进行去粗取精,去伪存真的思维加工。要进行科学和抽象,更深刻、更正确、更完全地反映自然,揭示事物的本质。这就是制图中的地图综合(或地图概括)问题<sup>[3]</sup>。相应的遥感图像成图也需要研究其尺度问题。

尺度(scale)是一个广泛使用的术语,无论是遥感图像的分辨率问题还是地图的比例尺问题,都可称为尺度问题。尺度问题是对从天空观测地球的首要挑战,地表信息在时间和空间上的分辨率都有极大的跨度,即存在着多级尺度。

从遥感的角度,尺度是从天空测量地球的空间量度范围和时间量度间隔,因此,尺度更多地作为观测的维数,而不是被观测现象的维数。空间尺度可直接看作为有效分辨率单元,时间尺度通常指采集数据的时间间隔,也指遥感成像的瞬间或观测的一段时间范围。

任何尺度都是相对的。研究尺度问题必须要寻找对应该尺度的决定性因素。不同的领域里尺度有着不同的内涵。Lam 和 Quattrochi<sup>[4]</sup>定义了4种与空间现象有关的尺度:

1) 制图尺度或地图尺度。

2) 地理尺度,即研究区域的空间扩展,大的研究区域具有更大的尺度。

3) 分辨率, 指空间数据集中最小的可区分部分, 越细的区分单位具有越小的尺度。

4) 运行尺度, 指地学现象发生的空间范围, 如森林具有比单个树更大的运行尺度。

Goodchild 和 Quattrochi<sup>[4]</sup> 从地理学的视角出发, 认为有关尺度的科学研究应回答这样几个问题:

1) 尺度在空间模式和地表过程检测中的作用, 以及尺度对环境建模的冲击。

2) 尺度域(尺度不变范围)和尺度阈值的识别。

3) 尺度转换, 尺度分析和多尺度建模方法的实现。

具体到遥感图像成图中, 对尺度问题的研究离不开对图像和地图的分析。因为遥感图像和地图都反映了地球在平面上的缩影, 但却各有其特点:

遥感影像十分逼真, 接近地面实况。但地面实况是实物, 如: 土地、水体、植被、岩石、城镇、道路等。实物是由分子、原子构成的, 是有质量的。而遥感影像是地物的像, 它是没有质量的信息。遥感信息的载体在传输过程中是载在电磁波上的, 记录遥感影像时, 则载在像纸、胶片、磁盘、磁带之上。遥感信息在传输过程中消耗能量, 并有噪声介入。因此, 遥感影像无论是模拟的还是数字的, 都是信息而不是实物。对信息的提取与利用则是遥感必须关注的研究内容。

遥感图像就其本质来讲是信息。更严格而言, 遥感图像本身仅仅是数据, 数据转化为信息需要以一定的目的为前提提取需要的数据并去除噪声。遥感信息是多源的。它由平台的高低、视场角的大小、波段的多少、时间频率的长短 4 个方面来决定。这 4 个因素的变化造成遥感信息本身具有不同的物理属性, 即不同的空间分辨率(地面分辨率)、波谱分辨率和时间分辨率。在遥感应应用中, 相应于遥感信息本身的 4 个物理属性, 遥感研究对象也存在着 4 个地学属性, 空间分布、波谱反射和辐射特征以及时相变化。近年来发展的多角度遥感又在方向维上开辟了新的信息源。

遥感图像的宏观性、多光谱特性、多时相、多角度特性, 充实和丰富了地图信息。通过对多波段、多时相、多角度等多种遥感图像的分析, 使得通过遥感图像所获取的信息, 要超过一般地面观察所能获取的信息。这也正是遥感图像成图的优越性之所在。

丰富的遥感数据源蕴藏丰富的多源信息, 然而, 信息与噪声是相对的, 当一项任务需要较为概括的信息时, 提供过多的细节就成为干扰, 就会淹没主要信息。这时, 多余的信息就变成噪声。若为决策者提供远远多于进行决策需要的信息时, 决策者反而什么都看不见了。所以要应用遥感图像, 首要的问题就是遥感图像中的信息提取问题。这是遥感理论研究的重要内容, 也是遥感应应用中的关键与难点。因而有些遥感研究者提出“天上数据一箩筐, 地上遥感用不上”, “我们在数据的海洋中渴求知识的淡水”, 反映出信息提取之难。

信息提取的难度首先来源于尺度, 由于地球表面是一个复杂的巨系统, 在这个复杂的大千世界中, 在一个尺度下总结出来的规律在另一个尺度下不一定适用, 有的需要重新总结适合新尺度的规律, 有的需要做修正。所以, 信息的提取必然以一定的目的为前提。以制图为目的的信息提取与表示, 则是遥感图像制图的问题了。而相对于制图综合问题, 遥感图像成图中的尺度问题则是需要研究的新内容。

遥感图像成图首先是从遥感图像中提取空间信息, 空间信息是属性信息的重要载体。因而遥感图像成图中所涉及的信息提取中的尺度问题必须考虑两个方面的需求, 即空间信息的尺度要求和属性信息的尺度要求。尺度的概念是广泛的, 它涉及到几何、规律、机理等多个层面。本文中探讨的遥感制图的尺度问题, 从空间信息和属性信息对尺度的要求, 结合遥感图像和地

图各自的特点, 初步讨论遥感图像成图问题中尺度图像的选择原则与存在的问题。

## 2 遥感图像空间信息提取中的尺度问题

对于空间信息而言, 其涉及到的尺度问题主要表现在两个方面, 一是对于一定的比例尺需要一定空间分辨率的图像, 即遥感图像的选择; 二是选定了遥感图像后在制图过程中的制图综合问题。

### 2.1 遥感图像的分辨率

1) 空间分辨率: 空间分辨率(spatial resolution) 又称地面分辨率(ground resolution), 前者是从图像的分解能力而言, 亦称图像分辨率; 后者是从前者对应的地面而言。简言之, 空间分辨率是在遥感图像上能详细区分最小地物的尺寸。遥感图像地面分辨率, 是指每个像元的大小在地面上对应的实际范围, 即地表与一个像元大小相当的尺寸。

2) 遥感信息的特征与地面分辨率: 从遥感图像解译和信息提取的角度来说, 遥感信息具有压缩性、有限性和概括性的特征。地面信息是多维的、无限的, 但是地面信息的多维性, 在遥感图像上则压缩在二维的平面上。同样在遥感图像成图过程中, 是用符号把遥感信息表示在二维平面上的。在这些过程中, 信息既有损失, 又有概括。例如, 由于比例尺的缩小, 地面上小的物体显示不出来了, 河流和海岸线等的小弯曲不见了, 这就是遥感信息的概括性。需要明确这种图形信息的概括和地图制图中从大比例尺地图到小比例尺地图的地图综合并不完全相同。制图综合是为了使地图能反映出制图区域的地理特征, 在舍去小弯曲的同时, 对于某些弯曲要夸大表示, 对于某些按比例尺不能显示出来的地物, 要有意夸大表示, 具有一定的人为性、主观性, 而在遥感图像上显示出来的信息概括, 则完全是受技术条件和比例尺的制约。这种图像信息的概括是客观的、被动的, 反映了在图像上损失信息的客观事实。在选择遥感图像及遥感图像成图过程中要考虑这个因素。

3) 地面分辨率与影像分辨率: 遥感信息传输是有限的, 地面分辨率是受影像上像元大小所决定的。影像分辨率是指在遥感影像上能识别最小物体的能力。地面分辨率是受遥感图像比例尺限制的。所以在解译不同比例尺的地图时, 依据比例尺精度和地面分辨率及影像分辨率选择合适的遥感图像。即遥感图像解译精度是由地面分辨率所决定的。但对遥感图像质量的评价要紧紧围绕应用目的来研究评价。例如成图比例尺从小到大, 遥感图像可选择 MSS、TM、SPOT 或航空像片。如当解译 1:10 万专题图时, 则以采用 TM 图像更为有利。

4) 地面分辨率与像元: 遥感图像的像元是反映地面分辨率的基础, 但是由于遥感技术是利用电磁波传输信息的, 它是依据各种物体特性反射或发射电磁波辐射的。在同一个像元中反映的是占优势的地物, 所以在遥感图像制图时要进行地学分析, 综合考虑。

5) 波谱分辨率: 是由遥感技术所选择的传感器所决定的。它包括传感器波谱段的数目、波段的波长和波段宽度。

### 2.2 地图的比例尺

地图比例尺是地图上主要的数学要素之一, 它决定着实地的轮廓转变为制图表象的缩小程度。各个国家的地图比例尺系统是不完全相同的。在长期的实践中, 中国已形成约定的大、中、小比例尺系列。比例尺的确定是和用图目的紧密相连的。

当大比例尺图向小比例尺图转化时, 就必然涉及到制图综合问题。所以说, 比例尺因素是制图综合中非常重要的因素之一。

正象孩子不是成人按比例缩小的, 不同比例尺的图上制图对象的形状也不是简单的仿制, 当比例尺从大到小变化时, 综合一方面要考虑比例尺的因素, 另一方面要考虑对象的整体形状、

结构及语义特征等,因此,选择综合所依据的标准就成了问题的关键,哪些标准真正体现一定比例尺下的综合依据?哪些标准是从总体上保护制图对象的地理特征?制图对象的哪些几何特征是需要保护的?而且,由于现在地图形式的多样性和制图方法的多样性,地图综合和地图的最终形式、用图目的都是密切相关的。

相对于遥感图像来讲,地图有其独有的特点:具有特殊的数学法则,使用地图语言和实施地图综合。遥感图像制图就是针对其地学属性,以地图特有的语言和方式表示所感兴趣的内容。地图上的对象在地面上具有一定的空间分布范围,并具有明显的几何外形和界线的对象。把不规则的地球表面制成地图,首先将地球自然表面上的点沿垂直方向投影到地球椭球面上来(这种椭球是经过复杂的天文大地测量而获得的接近地球体的、能用数学表达的旋转椭球),这由测量工作者来完成;然后,再将投影到椭球面上的点运用数学方法投影到某种可展面(圆柱面、圆锥面、平面等)上(地图投影),依此来建立地球椭球面(或球面)上点的经纬度和它在平面上的直角坐标之间的解析关系,这就是地图的数学基础。

遥感图像毫无选择的记录了地表的状况,记录的详细程度取决于其空间分辨率,所以,当制图的比例尺确定后,选择制图需要的遥感图像首先考虑的因素就是遥感图像的空间分辨率问题。一般都有一定的规则,如 TM 可以生产 1:10 万的地形图。然而,认为这并不是绝对的,考虑遥感图像的空间分辨率的同时还需要考虑到要生产的图的具体应用目的,或者说,对于一定的空间分辨率的遥感图像可以生产的地形图的比例尺不是固定的,是有其用途决定的,也可以说是由用图的精度决定的,虽然理论上可以通过空间分辨率和比例尺精度推算得到,但是根本上还是有用图的精度决定的。

由于遥感图像是对地表的被动记录,“毫无选择”,因而制图过程中需要对地学信息进行科学抽象的再加工,进行必不可少的制图综合,以使制成的地图具有明显的一览性。一般由两种综合:首先地图使用符号是对事物进行分级分类,将性质类似和大小相近的事物不顾它们的细微差而赋予同样的记号——地图特号,这就对事物进行了抽象概括,这个概括过程就是对地面事物进行选取和化简,可视为第一次综合;随着编图时比例尺的缩小,地图面积在迅速缩小,可能表达在地图上的物体的数量也必须相应地减少,这就势必还要去掉一些次要的物体而选取主要的物体,同类物体也要进一步减少它们按质量、数量区分的等级,简化其轮廓图形,概括地表示地图内容,这可视为第二次综合。对制图对象的综合取舍也是和用图目的有直接关系的,适当的取舍使用图者更易于理解事物内在的本质和规律。

### 3 遥感图像属性信息提取中的尺度问题

电子地图的发展, GIS 的广泛应用,使传统地图储存属性信息的能力大为增强。以空间数据为底图,在其上可以任意叠置属性数据层,如人口、资源、环境等方面的专题图。选择需要的属性数据加上空间数据底图即成为需要的专题图。而属性信息提取的遥感图像波谱特征,由于波谱分辨率和空间分辨率之间的矛盾,追求由多光谱或高光谱提供的属性信息必然同时损失空间分辨率。如 IKONOS, QUICK BIRD 等全色波段提供高空间分辨率的图像,而多光谱图像的空间分辨率降低 4 倍。TM 可以提供多个波段,包括中红外和热红外波段,可以用于提取环境变化信息,也有人用于做温度反演,但其空间分辨率是有限的。高光谱传感器 MODIS 多用于环境监测、农作物估产等,它提供的中红外和热红外波段可以用来反演地表温度、通量等。从专题信息提取的角度,需要选取光谱分辨率达到要求的遥感

图像,这可以说是属性信息提取中的尺度问题。为了和空间信息的尺度需求相统一,有必要采用多源数据,即根据需求将多尺度数据统一起来,达到专题制图的目的。如前所述,尺度是相对的,研究任何尺度问题一定要考虑其目的,这也是尺度问题吸引众多科学家和科技工作者研究的原因之一。

以遥感系列专题图为例,内容取舍是个关键问题。但是,它和普通地图中的内容取舍不是一个含义。制图目的是取舍的主要依据。普通地图中的内容取舍是由于比例缩小,为了保证地图的清晰易读,把同样属于普通地图的内容要素舍去一些(相对次要的内容);而专题系列图的取舍,主要表现在专业要素的类型和级别的划分上。编制一定比例尺的线划图,可以由较大比例尺线划图向较小比例尺线划图变换,也可以由相同尺度的遥感图像解译。尺度转换中存在一系列的矛盾现象,如形与数量与质、分类与制图、分析与综合,以及差异和协调的矛盾等。在编绘中、小比例尺专题地图的过程中,制图综合后的地图内容是否符合实际,一直引起地图工作者的疑虑,甚至有人认为,小比例尺专题地图经过那么多的制图综合过程,已无几何精度可言,具有很大的任意性。如果由相同尺度的遥感图像解译,则可克服地图综合中的主观性和任意性。同时,更易考虑到专业内容和其它地理要素的关系。

地图的不同比例尺和遥感的不同分辨率的尺度变换是有区别的。对于地图,假定尺度变换的结果是变化到理想的另一尺度,而该尺度是理想结果并和实测的结果相同。如沙漠中的一口井,在测图时,无论多大的比例尺都要测量,遥感则不然,它的图像生成是个被动的过程,一般情况下,小于其分辨率的对象在图像上得不到反映。所以在遥感图像成图的信息提取中,一方面必须满足图面负荷的要求,另一方面又必须考虑到不同尺度下的语义特征及周围环境,这也是属性信息综合考虑的结果。

### 4 结语

遥感图像具有很好的客观性、现势性和周期性,它直观综合地反映自然界各要素的形态特征和客观规律,因此,若不考虑遥感图像空间信息和属性信息的适用尺度,尽管其信息量非常丰富,由于不同尺度的地学规律不尽相同,真正传递给读者的信息量差异很大。遥感系列图的信息产生于遥感图像与地学分析方法的结合,地图信息具有定位、定性、定量的特性。遥感图像成图是以一定的用图目的为指导,在不同的尺度上进行分析、综合,并经过地学方法,充分利用多光谱、多角度、多时相等遥感图像提取有用信息,因而有利于正确认识不同尺度制图区域地理景观的空间结构、区域分异以及彼此间的联系。

任何地图都是为一定的目的服务的,在将图像信息转化为图形信息的过程中,必须考虑用途目的,充分进行地学分析、合理选择影像尺度、正确综合取舍,才可以从遥感图像中正确提取成图所需信息,显示遥感图像成图的优越性。

### [参 考 文 献]

- [1] 褚广荣,王乃斌. 遥感系列成图方法研究[M]. 北京:测绘出版社,1992.
- [2] 陈述彭,赵英时. 遥感地学分析[M]. 北京:测绘出版社,1990.
- [3] 王桥,毋河海. 地图信息的分形描述与自动综合研究[M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社,1998.
- [4] Quattrochi, D. and Goodchild, M. Eds., Scale in Remote Sensing and GIS[M], CRC Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 1997.
- [5] Lam, N. S. -N. and Quattrochi, D. A., On the issues of scale, resolution and fractal analysis in the mapping sciences [J]. Prof. Geogr. 1992, 44: 88 ~ 98.