

初论遥感与地图的融合

黄万华 毛继周

(河南省科学院地理研究所)

1990年1月18日收稿

摘 要

本文从方法论的角度论述了地理科学中的地图方法和遥感方法的共同特征,分析了二者之间的差异和联系,阐述了二者融合的两个理论问题(地图和遥感图像的综合与图形识别)和技术基础(地理图像处理),提出了为促进二者融合需要研究的主要内容及具体建议。

关键词 遥感 地图 图像处理 地理研究

作为地理科学的研究方法和获取信息的手段,地图和遥感两种方法正向着结合一融合一体化的方向发展。这是地理科学方法论的重大进展和地图学理论体系与技术基础的重大变革。这里所说的地图方法包括使用已有地图研究地理问题和根据研究需要编制一定数量的专用地图;遥感方法是指直接应用遥感信息(光学图像、数字图像、地物光谱数据等)进行地理研究和以遥感资料为信息源编制专题(系列)地图,为研究地理系统和地理科学的重大问题提供依据。

近年来少数国家的一些地理学家和地图学家在这个领域的研究取得的新进展^[1-3],已经引起国际地理学与地图学界的兴趣和关注。国内在这方面的专题研究还不多,但在地理、环境、资源等区域科学研究实践中,已广泛采用地图方法与遥感方法,并取得了引人注目的成果,展现出了我国地理科学中地图方法和遥感方法逐步融合、实现一体化的必然发展趋势,显示出了两种方法联合使用在地理科学研究中的独特作用和潜力。

地图方法和遥感方法在地理科学研究和地图学中走向融合的必然性是由地理科学的性质与研究对象以及这两种方法的本质与特点决定的。最重要的是两种方法在许多方面具有明显的相似性和共同性。技术科学的长足进步和一些相关理论的新突破为两方法的融合奠定了理论与技术基础,加快了融合的进程。

一、地图方法和遥感方法的共同特征

地图与遥感图像,地图方法与遥感方法是两对不同的概念。然而,这两对具有某些共同性和相似性。

1. 地图和遥感图像都是地域空间模型

通过制图程序获得地图,采用遥感技术取得空间图像,就其本质而言,地图和遥感图像都是一定地域地理系统的空间模型,具有丰富的信息和概括性与直观性等特征。地图

以线划或线划加影像和各种符合及其多种组合,有选择地突出、显示区域空间内地理事物与现象的实际分布、结构、数量与质量特征及其相互关系,反映地理事物和现象产生、存在的条件(原因)与发展演化规律。其中包括作为地形模型的地形图和各类专题地图。遥感图像(包括航空摄影像片和航天遥感图像)以特定的空间分辨率和波谱段,如实地、无遗漏地记录地面上的一切客体 and 地面以下的部分地理信息,无论是全色图像、多光谱图像、红外图像或全息图像,都是地面的综合图像。地图与遥感图像的图形形态和表现地理环境的方法与形式不同,但其实质和功能,反映的内容以及人对它们的直观感受等都是相同的,两者都是地域空间模型。当然,地图与遥感图像,地图方法与遥感方法不是同一个概念,二者在定义、内涵、形式等方面都有一定的差别,如地图是根据一定的目的和原则对资料信息进行选择、技术加工与处理而获得的新的信息载体,具有抽象性、概括性和符号化特征,突出了所选取的地面信息的性质、分类与数量等特征;而遥感图像是地面地物光谱特性的真实反映,图像所包含的是原始信息,具有全面性、翔实性和客观性等特点。因此,在作为研究方法使用时也不可能完全相同。但是,这些差别不会阻碍二者的融合与统一。

2. 地图方法和遥感方法具有共同的研究对象和内容

地图方法和遥感方法都把地理系统作为自己的研究对象和内容。地图以特有的地图语言——符号系统,表现地球及其它星球的地理环境和各组成要素的特征、空间分布与相互联系,以地图的形式存储、传输这些信息。遥感方法则是通过传感器获取地球和其它星球的空间信息,经过技术处理的图像(或影像地图、数字地图)将这些地理信息存储起来,提供给地理科学研究之用。二者研究、反映地理系统的方法、手段和形式有所不同,但都以地理系统为对象,展示的内容基本相同,且都以不同的基质(图纸、胶片、磁带或磁盘)作为信息的载体。地图是应用制图技术与遥感技术研究地理系统取得的重要成果之一。

3. 地图和遥感图像具有相同的功能

(1) 认识和反映功能

地图和遥感图像都是地理客体与现象的真实反映和再现,不仅反映各个具体事物或现象,更重要的是显示各个地理事物或现象之间的复杂关系和一定地域内地理系统各组成要素的总体与综合特征,特别是通过遥感图像的自然综合,可以获得新的高质量的信息,显示出不同等级的地理系统及其空间层次结构。若能不断提高图像的分辨率,就可以从三维甚至四维的角度去认识和研究地理系统。如在大尺度和中尺度的遥感图像上,可以在广度和深度上发现更大的地质构造。在综合程度很高的巨尺度航天遥感图像上,能显示出全球范围的线性构造体系、造山地带和大尺度地块,全球大气循环与海洋要素,自然地理景观带,岩石圈、大气圈、水圈与生物圈的其它未认识的地区与基础结构等。

(2) 信息传输功能

地图和遥感图像不仅是地理信息的载体和贮存器,也是传递地理信息的工具和通道,它们以线划图形、数字显示、图像转换等形式,把贮存在其上的信息传输给用户——地理科学工作者和其它信息使用者。

(3) 数据量测功能

地图和经过几何纠正的遥感图像都具有特定的数学基础和比例尺,因而有与比例尺

相应的数学精度,线划、符号和影像可以精确地显示出地物和地类的位置、区域范围、长度、距离、方位、坡度、内部结构与密度等数量特征,通过量测可获得地物或地类的长度、宽度、高(深)度、面积、体积等数据,通过数理统计分析,为研究地理系统及其各组成要素的数量特征与数量关系,解决地理工程中的实际问题(如工程设计,居民点布局与规划,生产力配置等)提供基础数据信息。

(4) 动态监测功能

每幅地图和遥感图像所反映的是某一特定时期(时刻)的地理空间信息,遥感图像提供的是瞬时状态的快速信息。根据不同时期(时刻)的遥感图像和其它有关资料,可编制不同时期(时刻)的专题地图,对比分析同一地区不同时期(时刻)同种要素的地图或遥感图像,可以认识、了解该要素的时空变化与数量变化的动态特征。如监测积雪层、不同生长期的农作物长势、洪水灾害、森林火灾、沙暴、滑坡、涨落潮过程、水域污染等变化迅速的地物或现象的发生、发展变化动态,判定其发展方向、趋势、强度和造成的后果等。

4. 地图和遥感图像在地理科学中被使用的方式基本相同

地图在地理科学中的基本功用表现在两个方面。一是作为研究内容的信息源和研究方法,二是构成研究成果的一个重要部分,以图解形式体现研究得出的主要结论。遥感图像也有类似的用途,所不同的是,作为研究成果的一个组成部分时,其作用主要在于对研究结论(包括成果地图和基本论点)加以印证。在一份区域地理研究报告中,同时附上成果地图和相关的遥感图像,其科学性和说服力要比仅附上成果地图要强得多。

地图用于地理研究时,有两种主要使用方式。一是人对地图的目视阅读与分析,即通过地图符号系统的识别、理解、分析与对比研究区域地理特征和各组成要素的实际状况。这是地图应用的最基本方式。二是根据地图进行某些数据的量测与计算,即通常所说的地图量算。如量测地面坡度、两点的高程差、河流弯曲度、居民地密度等。此外,地图经数字化后,存入地理数据库或地图资料库,构成地理信息系统的一个部分。遥感图像也有与地图相似的使用方式。其差别在于:地图目视分析与遥感图像目视解译所依据的标志不同,未加工和粗加工的遥感图像一般不直接用来量测地理数据。

5. 地图方法与遥感方法之间的密切关系

地图方法与遥感方法的密切联系,可以从三方面略加论述。首先,遥感图像是现代地理学和地图学(尤其是专题系列制图)研究所必需的主要信息源。现代地理学研究的内容相当广泛,涉及的空间小至一个乡、一个村,大至整个地球,以及地理系统和各种地理事物或现象的动态变化。借助遥感方法可以获得不同地域单元任何时间的空间图像,这些图像可以直接用于地理研究,也可以先通过制图程序,编制成各种专题地图,提供研究使用。我国海南行政区、云南腾冲、山西太原、天津市区、辽宁、河南等省、市先后完成了国土资源、农业资源、城市环境等遥感系列制图试验和农业区划、区域开发、工程选址等重大地理研究课题。墨西哥、日本、澳大利亚、意大利等国也用同样方法进行了本国领域的专题系列制图与地理研究。1987年9月,在奥地利拉茨举行的“遥感及其在地图制图中的应用国际讨论会”^[6],各国就这一领域的进展与经验,进行交流和总结,指出了今后5—10年内遥感制图的新方向。这些均有力地说明了地图法和遥感法正在趋向融合。

其次,充分开发利用遥感资料,编制更多的易为广大地理科学工作者接受、理解、使用

的专题地图,既可以充分显示遥感技术在地图成图方法上的优越性和应用上的广泛性,促进地理科学的研究,又可进一步推动遥感技术的进步与发展。地图制图(特别是专题系列制图与综合制图)只有充分运用遥感资料与技术,扩大自己的内容范围,增加新图种,创立新图型,革新成图工艺,才能使其本身获得突破性的发展和进步。二者互相促进又互相依赖,是它们内在一致性的必然反映。

其三,如前所述,遥感资料用于地理科学研究有两种形式,一是直接使用遥感图像,分析、研究地理问题;二是将遥感图像转换成专题地图(线划图和影像图,或由原始线划专题地图派生、转换来的特种专题地图),根据这些专题地图对相关问题进行研究。但是,不论用何种形式的遥感资料研究地理学、环境科学和其它区域科学的问题,研究所得结论,除一部分可用文字表述、论证外,主要借助于地图直观、客观、准确地予以表达。

二、地图方法和遥感方法融合的两个理论问题

1. 地图综合与遥感图像综合

由于地图方法和遥感方法在地理科学研究中具有某些共同性和近似性,所以,在现代科学技术成就的基础上,逐步把二者融为一体,形成地理科学和其它区域科学等统一的“地图-遥感”方法将成为可能。现在,在建立统一的“地图-遥感”方法的理论研究方面已取得了积极的成果。这首先是对“地图综合和图像综合”共同性与差异性的理解。

地图内容综合和遥感图像综合的共同性主要表现为:(1)综合程度随比例尺而变化,比例尺增大则综合程度变小;比例尺变小,其综合程度增大。(2)随着综合程度的增大,地图和遥感图像包含的信息量相应减少,反映的内容各要素更概括,层次更高。在大比例尺地图和遥感图像上可以详细、全面地显示地面各类地物个体及其细微特征,但难以甚至无法反映地理系统高层次的宏观信息。而小比例尺和特小比例尺的地图和遥感图像恰恰与之相反,它们能很好地显示群体和大尺度与巨尺度大区域高等级的地理系统的宏观特征,却难以甚至不能像大比例尺地图和图像那样,详细地反映各个地理事物或现象的具体特征。这些共同性是构成地图方法和遥感方法趋于统一和融合的又一基础。

但是地图综合与遥感图像综合又有本质上的原则区别。在地图学中,地图综合是一种特殊的制图原则与技术方法,用这种方法可以获得一定区域及其内部各地理事物特征的信息,使研究人员根据各种比例尺地图认识并揭示出地理系统不同等级与不同层次的结构和规律。但是,“地图综合”作为地图编制的一种原则与方法,使用的科学程度和由此取得的信息的可靠性,在很大程度上与地图编制人员的经验、知识水平和对编图目的与地图内容的理解等主观因素有直接关系。遥感图像的光学“综合”是地面物体和现象在图像上的几何图形与影像综合,与图像比例尺、分辨率、测量方法、光谱段等技术因素和大气影响、区域特征等自然因素有关。这种“综合”不仅发生在成像(信息获取)过程中,而且在以后的图像变换(如量化、平化、消除随机干扰、反差增强等)和图像合成与测量过程中也相继发生。任何一种光学综合都是自然的机械综合,这一综合过程在一定程度上可以通过选择测量光谱段、特殊的感光材料和高分辨率的仪器加以控制,排除人的主观因素,使“综合”具有客观性。而且,遥感图像的自然综合不只是信息的凝聚和碎部的取舍,更重要的

是可以获得高质量的宏观信息。因此，在地理科学研究中应当联合使用地图和遥感图像（特别是航天遥感图像）。同时运用地图方法和遥感方法，既可丰富和完善地理学中指示分析的理论与方法，利于提取研究工作所需的直接的地理信息和潜在信息，又能充实、发展地图学的方法论。

地图综合与遥感图像综合有其共同性或相似性，又有差异性。未来的任务就是继续寻求两者之间内在的本质联系，研究出适合于两者的统一的综合原理和技术方法，为地图方法与遥感方法的融合，实现一体化奠定理论基础。

2. 地图与遥感图像的图形识别

为促进地图方法与遥感方法的融合，需研究地图上和遥感图像上图形识别的一些基本问题，如地图和遥感图像之间的关系，地图与遥感图像的指示分析与判读方法，多维分类原则与方法，图形综合理论，图型感受心理学等。这些问题是地图方法与遥感方法的核心和融合的前提条件之一。

识别地图上和遥感图像上的图形，就是把各个具体地物的图形（如线划符号系统）归入某一地类（如水文网、道路网、等高线等）的某一等级，确定某一可用质量与数量的量测形式、概率形式和拓扑学形式表示的特征空间的具体地物和要素之间的关系。因为，空间的某些点或向量与每个具体地物相对应。

地图上的图形（轮廓、形状、结构）是根据符号的空间序列、各种符号系统的组合与交叉和图形的平面配置等设计、绘制的。经常使用地图进行研究工作的地理学家和区域科学专家都懂得，不是符号本身而是符号的空间结构才是图形的最大信息特征。物体的形状特征、空间结构以及同其它物体的关系是地图和遥感图像最重要的判读标志。

地图目视阅读和遥感图像的目视判读是人遵循一定规则，根据地图上的图例符号和图像上的地物影像的形状、结构、色调、纹理等特征，用眼睛直接识别地物。识别的准确性和精确度取决于目视者的知识水平和实际经验。总的来说，地图目视识别与遥感图像目视判读的方法与过程，相对而言比较简单。但是通过电子计算机和地图阅读机自动识别图形却是一个相当复杂的技术问题，而且，遥感图像的自动识别与地图上的图形识别在某些方面有明显的不同，前者比后者要复杂得多。因此，地图方法和遥感方法的融合，在分别研究地图上的图形识别与遥感图像识别问题的同时，更重要的是研究两者的共同问题，探索既适用于地图图形识别（自动阅读），又适用于遥感图像自动识别的理论原理和技术途径。从发展观点看，需深入研究如下问题：（1）建立一套能清楚识别地理系统中各种自然和社会经济现象图形的标准；（2）研究图形描述方法，建立识别标志分类系统，选出信息量最大的标志；（3）研究不同图形相似与差别的客观标准，包括地图指标、形态示量指标和概率统计指标；（4）依据图形结构及其复杂程度、规整性等，研究不同专题内容的标准图形，使其系统化、规范化；（5）研究图形判别准则和自动或人机对话识别与分类程序。

上述诸方面的研究如能取得进展，必将在理论和实践上促进、加速地图方法和遥感方法的融合。

三、地图方法和遥感方法融合的技术基础

在地理科学中,地图方法和遥感方法能够而且必然融合,还在于二者具有共同的科学技术基础——地理图像处理 (Geoiconikon)。地理图像处理是在地理科学、图像处理、地

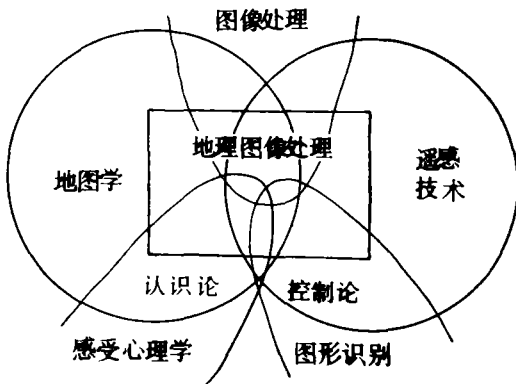


图 1

Fig. 1

图学、遥感技术、控制论和感受心理学的接合部发展起来的新兴现代技术,是地理科学中地图方法与遥感方法融合的新方向。它研究地图图形、摄影与扫描图像(传真图像、雷达图像和其它遥感图像)的共同特性,研究全息地图图像及其在不同研究目的条件下的识别、分析和变换原理。地理图像处理学不能也不应当代替地图应用、地图符号学、像片判读与摄影测量学等分支学科,与地图学、遥感技术、图像处理学、控制论等学科联系紧密,其关系可用图 1 表示^[2]。

地图图像处理学还处在发展和不断完善阶段,尚未形成完整的结构体系。美国、苏联、英国等一些科学家在这方面进行了探索性研究,对地理图像处理学的未来结构做出推测。如苏联学者 A. M. Берлянт 认为,地理图像处理学应包括地理图像处理理论、图像处理与识别方法和图像判读三个主要部分。地理图像处理理论的基本任务是用系统论观点研究作为实际模型的地图、正射影像地图、遥感图像和其它二维、三维地图图像(包括全息图像)的性质与特点;研究图像信息量的评价原则和提高信息量的方法;论述各种类型不同内容与不同复杂程度的图形分类的基础,制订适合于各种地理事物、现象和过程的标准与分类系统;研究地图和遥感图像综合的共同问题,评价综合对图像几何精度和信息可靠性的影响;研究地图和遥感图像的直观感觉规律、心理学因素、感觉训练的原则和图像阅读机制;研究阅读器和识别系统设计的原理与方法;研究地理图像处理学和其它科学(心理学、视觉生理学、图形识别理论、控制论、光学、结构语言学等)接合部的交叉问题。

图像处理与识别方法在地理图像处理学中占有重要地位,它既是图像处理理论的实际体现,又是图像判读应用的技术基础。现阶段地理图像处理与识别方法研究的主要内容有:(1)定量分析方法,包括地图量测学、形态示量学、数理统计法、摄影测量法、光度学等;(2)图像变换、改善、纠正方法,消除噪声、滤波、均匀化与反差增强等方法;(3)图像数字化方法,数学模型的建立、储存与输出方法;(4)图形自动与人机对话识别与分类方法;(5)图像目视解译、计算机自动识别与综合识别可靠性的评价方法等。

图像判读是地理图像处理的应用部分,同使用地图、遥感图像和其它模型的地理科学与其它区域科学关系甚为密切。这一部分的任务是研究各种地理现象与过程的图形形成机制,寻求并扩大地理图像处理实际应用的可能性。

四、积极采取有效步骤,促进地图方法和遥感方法的融合

地图方法和遥感方法在地理科学中多方面的共同性和近似性是二者融合的基础和前提,现代高科技的发展是促进二者融合的强大动力。但这并不意味着两者会自动地顺利地趋向融合。我们科技工作者的责任就在于认识二者的本质与特点,相似性与差异性,预见它们的发展趋势,并为二者的融合创造条件,加快其融合的步伐。为此我们建议:

(1) 跟踪国际地图学和遥感技术的发展,及时了解世界科技动态,学习、引进新思想、新观点、新技术,认识我国在该领域同世界先进水平的差距,制订有针对性的战略对策。

(2) 建议国家有关部门组织或委托有关学术团体,组织有关专家制订我国在该领域的研究规划和近期计划,组织有关部门和单位开展协作攻关研究,结合学术年会,总结、交流研究情况和经验,推动研究工作的不断发展。

(3) 有条件的高等院校和科学研究所(院)有计划地招收地理图像处理专业研究生,培养这一方面的专门人才。

(4) 大力提倡、鼓励地图生产与科研单位,广泛应用遥感资料与应用技术,积极发展遥感制图,编制更多的新型专题地图与专用地图,使遥感资料逐步成为地图制图的主信息源,为地图方法和遥感方法在地理科学中的广泛应用和两者逐步走向融合创造条件。

参 考 文 献

- [1] А. С. Викторов, К вопросу об индикационном значении рисунка аэрофотоизображений и карт. В кн.: Биогеографические основы индикации природных процессов. М. 1975.
- [2] А. М. Берлянт, Интеграция картографического и аэрокосмического методов. География и природные ресурсы, №4, 1985,
- [3] В. А. Червяков Картографический аэрокосмический метод при изучении границ. География и природные ресурсы, №4, 1988,
- [4] P. C., Meehrcke, Map use: reading, analysis and interpretation. Madison WISC: JP Publ., 1978.
- [5] Remote sensing methodologies and geography. Int. J. Remote sensing, Vol. 8, No.9, 1987.
- [6] 杨世仁,九十年代空间遥感的展望,环境遥感,3(4),1988。

A Preliminary Discuss On the Integration of Remote Sensing Method and Cartography

Huang Wanhua Mao Jizhou

(Institute of Geography, Henan Academy of Sciences)

Abstract

In geography cartographic and remote sensing method are tending to integrate. In this article the author expounds common characteristics of cartographic and remote sensing method, analyzes the differences between them and their connection, explains two basic theoretical problems and technical base for their integration, enumerates main study tasks for their integration, and finally makes four suggestions.

Key words Remote sensing Map Image processing Geographical research