

中国 1:100 万遥感地貌制图方法的试验 ——以南京幅(I-50)为例

张进平, 程维明, 王睿博, 龙恩, 张 旸

(中国科学院地理科学与资源研究所 资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101)

摘要:地貌是自然地域综合体的主导因素,与国民经济建设关系十分密切。本文在总结前人研究地貌及地貌制图的基础上,以 Landsat ETM、DEM 和地貌图件为基础数据源,试验全国 1:100 万遥感地貌制图方法和技术(南京幅为例),即利用历史地貌图和 ETM 影像来更新地貌界线,制定制图流程和规范,并讨论遥感地貌制图的几个关键技术和问题,包括遥感影像地貌界线划分的比例尺确定、遥感影像上地表覆盖和地貌界线划分、地貌界线与 DEM 等高线关系以及遥感地貌自动化制图等,为编制全国 1:100 万地貌图奠定基础。

关键词:遥感;地貌制图;地理信息系统;分类系统

中图分类号: P28; B023

1 引言

地貌是自然地理环境要素的重要组成部分,与国民经济建设关系十分密切,发展农、林、牧、渔业等生产,进行城镇和交通建设以及开采矿山、修筑水库和渠道等都离不开对区域地貌条件的分析,它不仅可为生产建设创造资源或地域条件,对于优化和配置资源、合理调整产业结构、协调区域经济平衡发展、促进农业和农村现代化、加快城市化进程、实施经济社会可持续发展,都具有深远的战略意义;特别对当前国内外最关心的生态修复与环境建设都有重要的指导意义^[1,2]。

地貌图着重反映地貌的形态、成因、发展变化及其空间分布规律,是区域地貌研究的重要手段和方法^[3]。早在 20 世纪 70、80 年代,我国科学家曾在一系列国家级大型项目的支持下,对我国地貌类型、地貌区划等进行了系统而深入的研究,相继完成了中国 1:400 万地貌类型图和地貌区划图及 1:100 万 15 幅地貌类型图与各省区(西藏与黑龙江等除外)中小比例尺的地貌类型图等,积累了一大批宝贵的资料。但由于当时技术水平和其他条件的限制,除已出版的 15 幅 100 万之一地貌类型图和一些省或地区的 50 万与 20 万之一地貌图外(如河北

省、山东省等),其余标准分幅、大部分省只编辑或完成了草图,因此全国 1:100 万地貌制图工作迄今尚未完成,成为地学界的遗憾^[4]。

随着遥感和地理信息系统技术的发展,遥感已成为当前地貌制图的主要方法,本研究的目的:(1)在总结前人研究地貌分类与制图的基础上,借助于遥感与地理信息系统技术和方法,探索遥感与 DEM 数据的地貌制图方法;(2)以 100 万之一分幅的南京幅为例,探索遥感地貌制图流程;(3)以南京幅遥感地貌制图为基础,讨论遥感地貌制图的几个关键技术问题,包括地貌线划比例尺问题、ETM 图像上地表覆被和地貌界线确定、地貌界线与 DEM 高程关系等,为完成全国 1:100 万地貌图提供应用理论基础和方法。

2 遥感地貌制图的应用分析

传统的地貌制图方法一般是通过地貌标绘图的制作,如制作 1:100 万地貌图,一般选择 1:10 万或 1:25 万地形图为工作底图,过渡图比例尺为 1:50 万,最后形成 1:100 万地貌类型图。这种方法数据精度较高,同时在不明确界线的地区,一般采用野外实地踏勘的方法,但因工作量大,周期较长。

收稿日期:2005-03-02.

资助项目:国家自然科学基金青年基金(40401048)和国家自然科学基金杰出青年基金(40225004)

作者简介:张进平(1979-),男,硕士,主要从事于遥感、地理信息系统应用方面的研究。E-mail:zhangjp@reis.ac.cn

随着遥感和地理信息系统技术的发展,大量需要在野外完成的地貌制图工作可在室内完成,并建立相应地貌数据库,从而为开展全国宏观生态与环境规划与治理提供重要的科学基础数据。目前,遥感地貌制图已成为国内外地貌制图的主流,它是以遥感图像为主要信息源,整合多源数据为基础,借助于专家的野外地貌知识,采用基于 GIS 技术的分类编码系统和地貌信息提取方法,在对制图区域地貌特征研究的基础上,对地貌类型进行分类与制图的过程,主要技术流程如图 1。

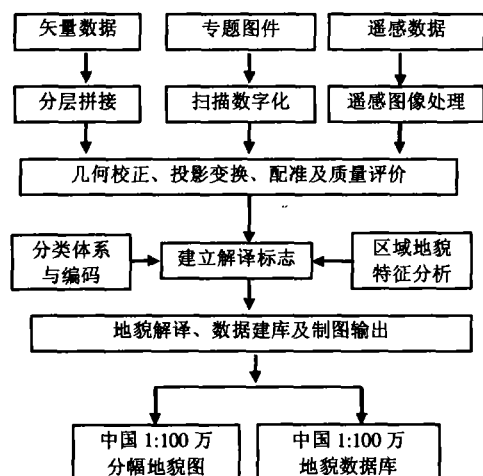


图 1 中国 1:100 万遥感地貌制图流程框图

Fig.1 Flowchart of geomorphologic mapping based on RS of 1:1 000 000 in China

目前,地貌制图以卫星影像为基础数据源,以出版了的或草图形式的各类比例尺的地貌图作为参考。其制图步骤为:先配准并镶嵌 ETM 数据,扫描各类地貌图,并用大比例尺的矢量数据进行配准,形成数字栅格图(DRG),使影像和图件拥有相同的投影,将 1:25 万的 DEM 转换成等高线,在 ArcMap 中加入 ETM、DRG 和 DEM,采用目视解译的方式来修改和完成 1:100 万地貌类型图。

3 南京(幅)遥感地貌制图的方法实践

3.1 地貌制图基本资料整合分析与处理

在地貌遥感制图的试验中,我们选取 2000 年的 ETM 影像作为提取原始地貌信息的基础资料。该影像由 7、4、2 波段合成,融合后的分辨率达 15m,完全可以满足全国和省区两级比例尺(1:100

万和 1:50 万)图的需要。且图像质量高,能够较好的区分出制图区域内的各种地貌类型。

同时选用由中国科学院南京地理与湖泊研究所于 1987 年负责承编的“中国 1:100 万地貌图南京幅(I-50)”^[5]作为主要参考图件。

此外还有 1:25 万地形数据库,1:50 万的地质图和各类文字资料等,作为定性定量的参考和依据。

对于上述基础信息数据,编制中进行了编目、质量评价,形成资料元数据报告和资料质量评价报告。与此同时制图研究中使用的各类矢量数据、扫描图件和遥感影像等都被统一到同一坐标系统中(Transverse Mercator(TM), WGS84 datum),使各种数据源之间能够进行精确的叠加分析。

3.2 制图区域的地貌特征分析

南京幅 1:100 万地貌图是中国 1:100 万地貌图的标准分幅之一^[4],位于东经 114°~120°,北纬 32°~36°,包括山东西南部、河南东部、安徽北部和江苏的中部、北部。本区地处黄河、长江、淮河下游的交汇地带,是我国文化发源地与主要的粮棉基地之一。它还面临我国东部大陆边缘,是构造与气候变动的敏感地带。因此对本区地貌的研究与制图具有较高的科学与实用价值。

区内地貌可简称为“四边角山丘台地,中部广阔平原”的平面结构。平原是本区的主要地貌,约占图幅总面积的 80%,其中黄淮平原约占 65%。山丘台地主要分布于图幅的东北部(鲁中南山地)、西北角(太行山东南山前丘陵),以及图幅南缘的山丘台地(大别山山前丘陵台地和苏皖江淮丘陵与宁镇山脉)。此外,中部淮北市—徐州市附近也有丘陵分布。山地以鲁中南一带海拔最高,其中龟蒙顶高 1 155m,为图幅之冠,其他山地多数皆为 200~300m 以下的低丘、台地。

平原位于图幅中部的广阔地区,是本区域的研究重点。除了山地丘陵的山前洪—冲积平原外,主要由黄泛冲积扇平原、淮北河—湖平原以及苏北河—海—湖穿插的平原组成。平原皆由河、湖、海合力堆积而成,其中黄河南泛历时数百年,对本区平原地貌的形成具有重大的改造意义。黄泛冲积扇以郑州花园口为顶点,向东扩散并呈扇形分布,经徐州再向东扇形伸出弧形条带(即苏北黄泛故道及其两侧扇形平原),整个黄泛平原犹如一把“顶部插着羽毛的巨扇”。除横贯图幅北部的古泛道一带外,其

泛滥影响还遍及淮北颍河以东至苏北运河两岸的整个江淮流域。此外,人类活动对平原微地貌的形成也有重要作用。

3.3 地貌图分类与编码系统的拟订

制图分类系统是地貌制图的重要基础性工作之一。1988 年出版的“中国 1:100 万地貌图基本图例与色标”^[4] 建立在崭新的理论基础和完整的分类体系之上,并以国际上通用的形态成因作为地貌制图的分类原则,是制定地貌分类与编码系统的基础性资料,故该制图过程中基本上采用了全国 1:100 万地貌分类体系。

编码系统以“中国 1:100 万地貌图基本图例与色标”所涵盖的内容为基础,采用 7 位数字码,第一、二位表示起伏度和海拔,第三、四位为 15 类成因,第五位为次级成因,第六位为形态,第七位为次级形态、物质组成或倾斜程度等。例如,平坦的低海拔冲积扇平原表示为 1113331,第一位 1 代表平原,第二位 1 代表低海拔,第三、四位 13 代表流水地貌,第五位 3 代表冲积,第六位 3 代表冲积扇,第七位 1 代表平坦的,依次类推(限于篇幅,这里不列举所有类型)。

3.4 遥感地貌解译

遥感地貌解译是遥感地貌制图的工作重点。以遥感影像为基础,充分利用参考地貌图件和地形图、DEM 等有关资料进行综合分析,是遥感地貌解译的关键环节。其主要任务和分析目标是以建立地貌类型解译标志为基础,由已知扩展为对全区域的认识,确定形态成因类型,找出各种地貌类型的形态和空间分布规律。

(1) 遥感图像解译

首先对图像的光谱特征进行分析。7、4、2 波段合成的遥感图像可以较好的区分制图区域内的各种地貌类型。其解译标志主要有形态特征、色调变化和纹理结构。由于地貌体本身的特性,形态特征指标能利用遥感图像配合地形图,可以直观地获得地貌类型线。另外,诸多形态反映着成因,可以用形态特征的不同形式作为推导地貌成因的指标。地貌体的色调是通过假彩色合成的颜色效果反映的,与地貌体的自然景色有很大差别。

(2) 地形图/DEM 辅助解译

地形图和 DEM 是山区地貌解译的有力辅助工

具。地形图以等高线的形式来表达地貌的形态特征,而 DEM 则是用栅格形式表达的数字高程模型,有助于判读地貌基本结构线,如分水线、山脊线、山麓线、坡折线、谷底线等^[2]。

(3) 参考地貌图辅助解译

遥感图像对平原地区地貌信息的表达,因地表覆盖的存在而受到限制。由于地貌类型间高差较小,一些地貌类型界线被地表物质所覆盖,或受人类活动的影响而不易识别。此时,参考地貌图件对于地貌类型的定性定位就尤其的重要,可以作为勾绘界线的重要参考和依据。最终生成地貌类型图。

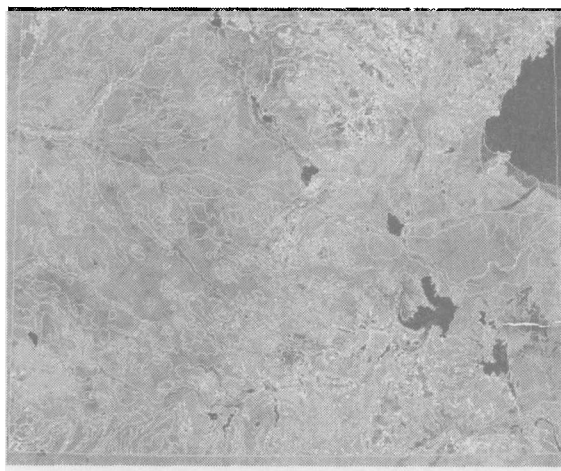


图 2 南京幅遥感影像地图

Fig.2 Geomorphologic interpretation of Nanjing sheet from RS data

4 遥感地貌制图的关键问题讨论

利用卫星遥感数据制作地貌图既要读懂遥感数据上所反映的现象,同时也要根据地质知识和其他辅助数据挖掘出遥感数据所深藏的地貌特征。纵观遥感地貌制图方法和过程,以下几个问题是划分地貌界线及评价其合理性的最关键因素。

(1) ETM 影像显示比例尺与地貌界线的关系

在 ETM 影像上划地貌界线时,根据不同的地貌形态和成图要求选择合适的比例尺。根据遥感数据(ETM 数据)的比例尺,对于绘制 1:100 万地貌图来讲,一般界线需要选择 1:20 万比例尺,但是在绘沟谷(如山谷、河谷)时,为了看清楚地貌界线,需要放大到 1:10 万比例尺;而在绘沙漠地区时,在 1:10 万上无法确定其界线和走向,此时就要缩小到 1:15

万、1:20 万或者 1:25 万。总之在划界线时,要把影像放大或缩小到合适的比例尺,使之即能看清楚地貌类型界线走向,还要保证划的界线准确,以满足成图所要求的精度。

(2) ETM 影像上地表覆被和地貌界线的区别与联系

相比较而言,地表覆被的界线比较容易划分,因为地表覆备受人类活动的影响较大,而且在同一波段下,人类活动频繁和不频繁的地方在 ETM 影像上的表现是有区别的,所以可以依据受人为活动影像的不同来划分。而对于地貌来讲,就不能用颜色来划分而要依据等高线等要素来划分,按照高程和相对高度区分出平原、山地、丘陵。区域地貌发育的基本特征和地貌分布的规律性,以及各种地貌形态发生和发展的原因,往往与区域自然地理环境变化的关系十分密切。因此,我们在研究地表形态确定地貌界线时,必须重视地貌形成原因特别是外营力的作用,这可以为确定地貌界线提供科学依据。在确定地貌界线时,可利用地形图和地貌图来绘制,既要依据地形高度的不同又要考虑地貌成因和发育阶段的一致性,沿河谷、沟谷及分水鞍等具有明显差别的地形部位,划定山地的次一级类型界线,使图斑体现出山体的完整性。

(3) 地貌界线与 DEM 等高线的关系

地貌界线与地面高程线的关系主要表现在台

地、丘陵和山地的划分上。我们在绘制地貌图的时候,除了参考有关地貌图件外,主要利用等高线来确定地貌界线,因 ETM 影像上山地区域基本植被或其他地表物质所覆盖,一般可借助于等高线高程及线的疏密程度来确定界线^[2]。

对于台地和丘陵,一般可借助于 DEM 数据生成的坡度和坡向图来区分,如台地分为坡度较陡的台坡(一般坡度大于 10°)和坡度较缓的台面(一般坡度小于 7°),台面水平投影面积一般大于台坡投影面积,台坡高度一般大于 30m。其中台坡高度小于 100m 的一般划归为低台地,大于 100m 的一般划归为高台地。

参考文献

- [1] 中国 1:100 万地貌图编辑委员会. 地貌制图研究文集. 北京:测绘出版社,1985.
- [2] 苏时雨,李钜章. 地貌制图. 北京:测绘出版社,1999.
- [3] 斯皮里顿诺夫. 地貌制图学. 北京:地质出版社,1956.
- [4] 中国科学院地理研究所. 中国 1:100 万地貌图制图规范. 北京:科学出版社,1987.
- [5] 中国 1:100 万地貌图编辑委员会. 中国 1:100 万地貌图(I-50,南京). 北京:科学出版社,1988.
- [6] 中国科学院地理研究所地貌研究室. 黄淮海平原地貌图(1:50 万). 济南:山东省地图出版社,1991.

Experiment on 1:1 000 000 Geomorphologic Mapping Method Based on RS and DEM in China

ZHANG Jinping, CHENG Weiming, WANG Ruiibo, LONG En, ZHANG Yang

(Institute of geographical Sciences and Natural Resources Research, State Key Laboratory of Resource and Environmental Information System, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, P.R. China)

Abstract: In the vast domain of China, topographic and geomorphic conditions are quite varied. Geomorphology is one of the most main factors of physical geographical environment, and its maps have been widely used in the scientific research, economic construction, eco-environmental protection, education and military affairs etc.

Modern geomorphology and its mapping started in 1950's. In the last 50 years, Chinese scholars made great progress in regional geomorphology, geomorphologic mapping and other branches of geomorphology, formed

comparative integrated scientific system, finished and published lots of geomorphologic maps with the different scales and regions. However, only 15 sheets of geomorphologic maps (total 77 sheets, including land and ocean) with a scale of 1:1 000 000 were finished and compiled in 1980's, and field geomorphologic surveying was the main traditional mapping methodologies, some geomorphologic borderlines were not exact, which cannot satisfy the objective demands. With the development and application of technology and methodology based on Remote Sensing and GIS, lots of work can be finished in indoors.

So, based on Landsat TM, DEM with a scale of 1:250 000 and lots of historic geomorphologic maps, this topic will try to research geomorphologic mapping method and technology with a scale of 1:1 000 000 using GIS and RS. Some parameters, such as slope, aspect, hillshade and watershed units are calculated from DEM, which can help distinguish from different landform and topographic units in the Landsat TM imageries. Some key problems, such as the relationship between land-cover and geomorphologic types, landform and contour lines, are discussed. The research is foundation for updating the geomorphologic borderline and finish all geomorphologic maps in with a scale of 1:1 000 000 by means of GIS and RS in the future.

Key words: remote sensing; geomorphologic mapping; geographical information system; geomorphologic classification system