

## 基于空间技术北京市地貌类型区划研究

李婧, 张超, 朱德海, 李海霞

(中国农业大学信息与电气工程学院, 北京 100083)

**摘要:**地貌类型区划图是区域土地利用及农业规划中重要的基础数据,而北京市现有的地貌类型区划数据存在比例尺过小、与北京市当前的土地利用图不一致等问题。针对这一问题,在收集总结研究区已有地貌区划方案的基础上,确定了北京市地貌划分的类型及划分标准。首先以研究区高精度 DEM 为主要数据源,同时参考研究区的地质图,利用相应的空间分析技术初步确定地貌类型区划界线。然后,利用 SPOT5 遥感影像和 DEM 生成的三维景观对地貌类型区划进行了验证和局部调整,并通过外业实地调查进行核实。最后,生成与研究区土地利用现状图在比例尺、参考坐标系等方面一致的地貌类型区划数据,为北京市土地利用规划提供了基础数据。

**关键词:**空间技术;北京;地貌类型划分

**中图分类号:**P236, F301.23

**文献标识码:**B

**文章编号:**1008-0864(2007)02-00126-04

## Research on the relief zonal approach of Beijing based on spatial technology

Li Jing, ZHANG Chao, ZHU De-hai, LI Hai-xia

(College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The relief type zonal map is the basic data for the region land use and agriculture global planning. But the existed relief zone data of Beijing is not accordance with the latest land use map, while the scale of the relief data is too small. To these questions, through collected and summarized the historical relief zonal solutions, the relief types and zonal criterion of Beijing are determined. The precision digital elevation model (DEM) generated by 1:10 000 contour of the study area is used as the main data source, while the geology map is referred to define the boundary of relief zones. Then the relief zonal data are validated and locally adjusted with the 3-dimensional relief view generated by SPOT5 remote sensing image and DEM, while the zonal data are verified with the field survey. At last, the Beijing relief zonal data which have the accordant scale and reference frame with the latest land use map of study area is presented.

**Key words:** spatial technology; Beijing; relief type zone

地貌是地域分异的主要指标和主导因子,地貌的形态特征、海拔高度、地面坡度、切割深度、坡向和物质组成等地貌差异,制约着光、热、水的再分配和物质的迁移,影响着土地利用方向、结构、布局和改造措施<sup>[1]</sup>。所以,地貌类型区划数据,是区域土地利用及农业规划重要的基础数据。目前北京市正在进行 2006—2020 年新一轮市级和区(县)级土地利用总体规划修编工作,地貌类型的划分对北京市的土地利用总体规划至关重要。北京市现有的地貌类型区划数据是 1:60 万地貌类型图,该数

据是 20 世纪 80 年代通过大量外业调查得到的。在北京市土地利用规划中,全市以 1:10 万土地利用现状图作为基础数据,区县以 1:5 万土地利用现状图为基础数据。显然现有地貌区划数据不能满足北京市土地利用总体规划的要求。针对这一问题,在收集总结前人工作的基础上,以北京市最新的 1:1 万等高线数据和 SPOT5 卫星遥感影像为数据源,利用 GIS、遥感等空间技术对北京市地貌类型进行了重新划分。

**收稿日期:**2006-12-06; **修回日期:**2006-12-25。

**作者简介:**李婧,在读硕士研究生;研究方向:遥感与 GIS 应用。E-mail:lijing851122@sohu.com

**通讯作者:**张超,副教授;主要从事遥感在国土资源与农业监测方面的应用研究。

**基金项目:**北京市国土资源局项目;北京市地貌与流域划分及三维景观资助。

## 1 研究区及数据概况

研究区北京市地跨山地与平原,在大地构造单元上,处于阴山纬向构造体系、祁吕—贺兰山山字形构造体系东翼和新华夏构造体系等3个构造体系的复合部位。构造错综复杂,地貌类型多样,地貌形态对比鲜明,主要由西部和北部山地、东南部平原三大地貌单元构成<sup>[2]</sup>。

北京市地貌类型划分的主要基础数据有北京市1:1万地形图中的等高线数据;北京市地质图;北京地区2004年SPOT5卫星遥感影像,该影像的全色波段空间分辨率为2.5m,多光谱波段的分辨率10m,融合后为空间分辨率2.5m的多波段数据。

## 2 研究区地貌类型划分标准

目前北京市现有地貌类型划分方案及成果是基于1979—1983年的北京市农业资源调查与农业区划中的地貌类型划分工作。该地貌类型图主要依据大量野外调查成图,成图比例尺为1:60万,主要为北京市的农业生产服务。此次地貌类型划分注重了外营力的作用和地貌形态特征,依据形态和成因相结合的原则。此外,在具体划分时,参考了全国1:100万地貌图的分类及划分方法,将北京市地貌类型划分为2级,对不同级别采用了不同指标<sup>[1,2]</sup>。

本文在沿袭研究区已有的地貌类型区划原则基础上,同样采用形态和成因相结合的原则,将北京市地貌划分为2级,确定出北京市地貌划分标准。

第一级:以研究区地貌形态为主要指标,划分为山地和平原两大类型,具体划分主要参照了100m等高线;

第二级:以地貌形态和成因相结合的原则,将山地进一步划分为中山、低山、丘陵、河谷及沟谷、高台地、高平原等类型;平原划分为洪积扇、冲积平原、河床及漫滩、沙质决口扇及沙丘、低台地等类型,并给出具体划分标准。

①中山:高程大于800m;

②低山:高程大于300m并且小于800m;

③丘陵,高台地:高程大于100m小于300m的区域,由于利用DEM很难区划丘陵与高台地,所以区分丘陵和高台地主要参照地形起伏,高台地坡

度小于7°,丘陵坡度在7°~15°之间,此外参照《北京市农业资源与区划图集》中地貌类型图,最后实地调查核实与调整;

④河谷及沟谷:对于河谷及沟谷的划分主要依据是北京市DEM数据以及坡度数据,此外,参照研究区SPOT5影像,判读沟谷内是否有村庄等居民点,以及沟谷内植被覆盖情况,此外参照《北京市农业资源与区划图集》中地貌类型图中沟谷的相关位置;

⑤高平原:高程450m且小于600m,坡度小于7°的地势平缓延庆平原区;

⑥平原:高程小于100m,平原又根据地质成因,参照北京市地质图和已有地貌类型划分数据,划分为低台地、洪积扇、冲积平原、河床及漫滩、沙质决口扇及沙丘等类型,并通过外业调查核实与调整。

## 3 北京市地貌类型划分

北京市地貌类型划分以1:1万等高线矢量数据为数据源,首先选定适当参数生成DEM,由DEM生成坡度图,同时提取不同的高程等级区域,最后利用DEM、坡度图、高程等级图以及北京市地质图初步划分地貌类型。地貌类型初步确定后,通过三维景观对初步地貌划分进行调整,最后通过实地调查核实最终确定北京市地貌类型分布图。具体划分流程如图1所示。

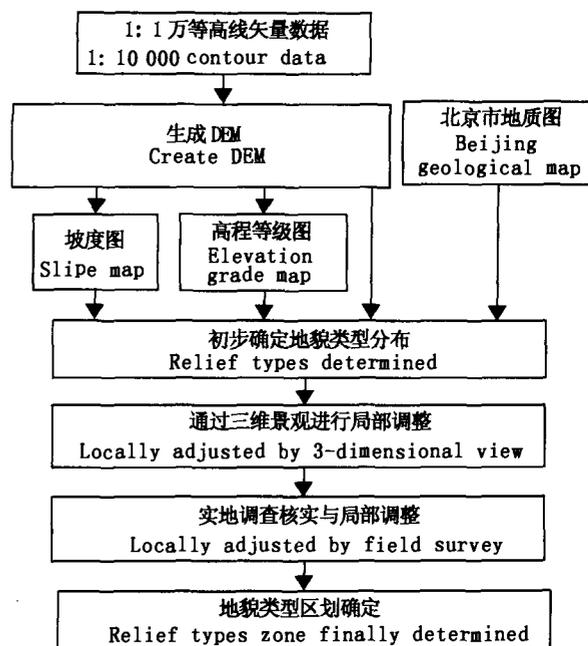


图1 地貌类型划分流程图

Fig.1 Flow chart of the relief types zone plotting

### 3.1 DEM与坡度图的生成

**3.1.1 DEM的生成** DEM的生成有很多方法,包括摄影测量方法以及通过对等高线、地形特征点、线等矢量数据进行内差的方法<sup>[3]</sup>。本文采用的是基于等高线矢量数据进行内差生成DEM的方法。在地理信息系统软件ARCGIS的支持下,首先由等高线生成不规则三角网(TIN)模型,然后对TIN进行采样转换成GRID数据(lattice格式),最后将生成的GRID数据转成DEM数据(USGS格式)。为评价DEM精度的总体状况,采用DEM内插生成等高线的方法<sup>[4]</sup>,将生成的等高线与原有等高线相比较,误差在5m之内,DEM较好的描述了实际地形。

根据梁天刚<sup>[5]</sup>研究的结果,对面积为几十平方公里左右的区域(一个村或一个乡),选用1:1万的地形图建立DEM,栅格单元分辨率取10m×10m或20m×20m较为适宜;对一个县(一般面积大于几千平方公里),选用1:10万或1:50万地形图建立DEM,栅格单元分辨率取250m×250m或1km×1km较适宜。从DEM提取坡度因子,在DEM数据比较准确时,较高分辨率的DEM能得出较高精度的坡度、坡向计算值<sup>[6]</sup>。在计算机硬件允许的情况下,针对本文选用的1:1万等高线为数据,DEM栅格单元空间分辨率取10m×10m。

**3.1.2 坡度图的生成** 坡度作为描述特征信息的重要指标,能够间接表示地形的起伏形态和结构。坡度数据是地貌类型划分的基础必要数据。地面上某点的坡度表征地表面在该点倾斜程度,坡度基于数学的定义是空间曲面上某点的外向法线方向与垂直方向的夹角<sup>[7]</sup>。

自从DEM理论形成以来,人们就对计算坡度的方法进行了大量的研究和试验,迄今为止,其计算方法可归纳为5种:四块法,空间矢量分析法,拟合平面法,拟合曲面法,直接解法。经证明,发现拟合曲面法是解求坡度的最佳方案<sup>[8]</sup>。拟合曲面法一般采用二次曲面,即3×3的窗口,如图2所示。每个窗口中心为一个高程点,点e<sub>0</sub>的坡度解求公式见公式(1):

e5	e2	e6
e1	e0	e3
e8	e4	e7

图2 3×3窗口计算点的坡度

Fig.2 The calculation of slope in 3×3 windows

$$Slope = \tan \sqrt{Slope_{we}^2 + Slope_{sn}^2}$$

$$Slope_{we} = \frac{(e^8 + 2e_1 + e_5) - (e_7 + 2e_3 + e_6)}{8 \times cellsize}$$

$$Slope_{sn} = \frac{(e^7 + 2e_4 + e_8) - (e_6 + 2e_2 + e_5)}{8 \times cellsize} \quad (1)$$

式中,Slope为坡度,Slope<sub>we</sub>为X方向上的坡度,Slope<sub>sn</sub>为Y方向上的坡度。cellsize为DEM的格网间隔。

### 3.2 研究区地貌类型初步划分

地貌类型划分主要考虑形态和成因,形态因素主要依据研究区10m分辨率的DEM,成因因素主要参考研究区地质图。在具体地貌类型划分时,首先以生成的DEM为数据源,利用决策树分类功能,分别提取出不同高程等级区域,高程等级分别是:<100m;100~300m;300~800m;>800m。利用不同的高程等级区域,参照研究区坡度图和地质图,根据既定的划分标准在ArcGIS中进行地貌类型区划。此外,北京市地貌类型划分参照了《北京市农业资源与区划图集》中的地貌类型图。

### 3.3 利用三维景观图对地貌类型调整

考虑到SPOT5遥感影像数据的分幅特点,首先对初步划分的地貌类型图进行分区县裁剪,然后生成分区县三维景观图后对地貌类型界线进行验证与调整,最后把分区县调整后的地貌类型图合并。具体操作时,利用北京市各区县2004年融合后2.5m分辨率的SPOT5遥感影像和10m分辨率的DEM,叠置分区县的地貌类型图,生成不同视角的三维景观图。以便立体的、从不同视角的观察地貌类型的分界线附近地貌形态特征以及土地覆盖情况,从而对地貌类型划分界线进行局部调整。

### 3.4 外业调查核实

在内业地貌类型区划完成后,通过外业调查,对划分结果进行核实。外业调查具体路线沿着北京为:顺义-平谷-昌平-门头沟-丰台-房山。通过外业调查对出入较大的区域进行了局部修改。如:昌平区南口西部地区海拔在100m以上,但地势平缓上升,按照《北京市农业资源与区划图集》北京市地貌类型图中划为低山,实地考察认为应将其划为高台地。

## 4 划分结果与分析

基本延续1988年《北京市农业资源与区划图

集》中的地貌类型划分体系,只对个别类型作了调整,把台地分为高台地和台地两类。在《北京市农业资源与区划图集》的地貌类型划分中延庆地区被划为平原中的洪积扇和冲积平原,针对北京市西北的延庆地区地势平坦,海拔较高,设定了高平原地貌类型,该地貌类型属于山地;在《北京市农业资源与区划图集》中,地貌类型划分的水库只包括密云水库和官厅水库,地貌划分水库为北京市中型以上水库。

如图 3 所示为最终得出北京市地貌类型划分图。所采用的划分方法和 20 世纪 80 年代的划分方法相比,无论从采用的技术手段,还是采用空间数据的精度都有很大提高,而且与北京市最新的土地利用现状图具有更好的空间一致性。

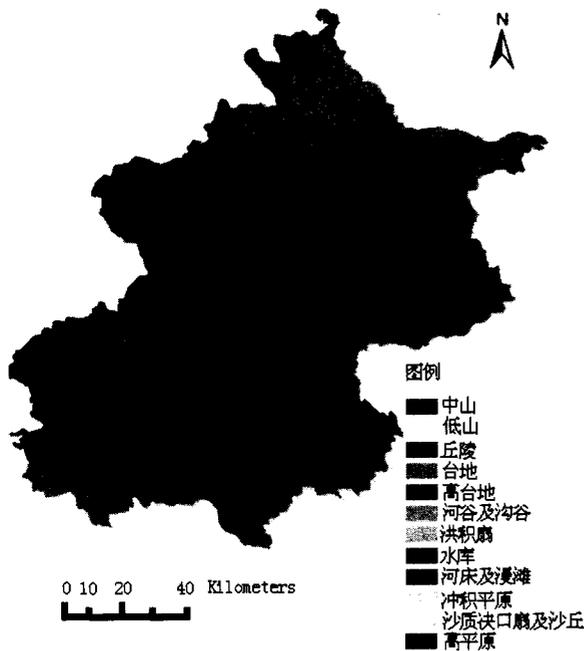


图 3 北京市地貌类型划分图

Fig. 3 Beijing relief types zonal map

## 5 结束语

按照以形态和成因相结合的原则,把北京市地貌分为 2 级,第一级按形态划分为山地和平原两大类型,第二级结合形态和地质成因把北京市地貌划分为中山、低山、丘陵、高台地、河谷及沟谷、低台地、洪积扇、冲积平原、河床及漫滩、沙质决口扇及沙丘、高平原 11 个类型。与以往以野外调绘为主的地貌调查与类型划分方法不同,此次地貌类型划分利用 GIS 和遥感等空间技术手段,采用了空间分析和地貌三维虚拟景观等方法,以高精度 DEM、高空间分辨率的 SPOT5 遥感影像以及北京市地质图为基础数据。地貌类型划分不但充分利用了研究区最新的地理数据,更缩短了地貌类型划分工作的时间。研究成果数据为北京市土地利用规划修编,特别是北京市山区农业总体规划,提供了满足精度要求的地貌区划基础数据。

## 参 考 文 献

- [1] 北京市农业区划委员会办公室. 北京市农业资源与区划图集 [M]. 北京:测绘出版社,1988
- [2] 北京市计划委员会国土环保局. 北京国土资源 [M]. 北京:北京科学技术出版社,1988
- [3] 林怡,陈鹰. 一种数字高程模型生成系统的研究 [J]. 测绘学院学报, 2000, 17(3):187~190
- [4] 唐新明,林宗坚,吴岚. 基于等高线和高程点建立 DEM 的精度评价方法探讨 [J]. 遥感信息, 1999, 7~10
- [5] 梁天刚. GIS 在半干旱区集水农业水资源评估中的应用研究 [D]. (博士学位论文). 兰州:兰州大学,1998
- [6] 刘学军,龚健雅,周启鸣. DEM 结构特征对坡度坡向的影响分析 [J]. 地理与地理信息科学, 2004, 20(6):1~9
- [7] 吴立新,史文中. 地理信息系统原理与算法 [M]. 北京:科学出版社,2003
- [8] 李志林,朱庆. 数字高程模型 [M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社,2000

(责任编辑 王燕华)