

基于地理格网的新疆地貌区划方法与实现

柴慧霞^{1,2,3}, 周成虎^{2,*}, 陈曦¹, 程维明¹, 欧阳², 袁焯城²

(1 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011;

2 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;

3 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 利用遥感影像和 Srtm-DEM 等多源信息解译的新疆数字地貌图为基础数据源, 运用地理格网方法对新疆地貌类型分布进行定性与定量分析, 在此基础上, 通过自下而上的合并与自上而下的划分相结合的系统聚类分析法, 确定各级地貌区划单元及其区划界线, 实现新疆地貌的智能化分区。将新疆地貌分为一级、二级和三级地貌区划。其中, 一级为 6 个地貌区, 二级为 23 个地貌区, 三级为 200 个地貌区。研究表明, 在所依据的地貌数据基础上, 采用地理格网地貌区划方法, 能够实现地貌区划的智能化分区。本研究中的地貌分区和区划等级合理, 区划界线准确可靠, 利用地理格网方法实现了区划的定量化和数字化。

关键词: 地貌; 地貌区划; 地理格网; 系统聚类

文章编号: 1000-0585(2008)03-0481-14

1 引言

地貌是地球表层系统中最重要组成要素, 影响并制约着水文、气候、植被等其他环境因子的空间分布与变化。地貌类型与地貌区划是地貌学研究的重要内容, 其中, 地貌区划是根据各地区地貌特征的相似性对不同区域进行划分的研究工作^[1], 是对地貌过程与地貌类型综合研究的概括和总结^[2], 在资源、环境、生态、国防等领域具有重要的应用价值。

新疆位于干旱的欧亚大陆腹地, 其独特的地貌特征一直备受中外学者的关注^[3-6]。新疆地貌区划研究开始于 1959 年。由中国自然区划工作委员会编辑出版的《中国地貌区划》^[3] 对中国的地貌进行了系统的研究和分区, 该书中新疆的地貌分区部分不是很详细, 但其理论和分区原则为后人研究地貌区划提供了依据。1959 年中国科学院新疆综合考察队编写了《吐鲁番盆地地貌区划草稿》^[4], 该区划方案没有明确提出其分区原则。1978 年出版的《新疆地貌》^[5] 和 1987 年出版的《新疆综合自然区划概要》^[6] 是最早提出比较完善的新疆地貌区划和自然区划并有较详细的分区描述的专著, 前者的地貌分区原则基本上与中国地貌区划中的全国区划相似, 但是也没有明确提出地貌区划的原则和指标, 同时受限于当时的技术和资料, 部分界线定位不太准确。

随着遥感和地理信息系统技术的发展, RS 数据源和 GIS 等技术和方法已被广泛应用

收稿日期: 2007-09-21; 修订日期: 2008-03-12

基金项目: 科技部科学数据平台项目 中国 1 100 万数字地貌集成、更新与共享研究; 中科院院士咨询项目 新疆生态建设与可持续发展战略研究 (KZCX1-YW-08-02, KZCX3-SW-347)

作者简介: 柴慧霞 (1980), 女, 陕西宝鸡人, 博士生。主要从事数字地貌遥感解译与 GIS 应用方面的研究。

E-mail: chaih@lreis.ac.cn

通讯作者: 周成虎, 教授, 博士生导师。E-mail: zhouch@lreis.ac.cn

到新疆地貌的各类研究中,同时为了更深入地了解新疆各种地貌类型的空间组合特征,正确认识地貌形成演化机制,并因地制宜地利用和改造地貌,进而分析地貌与生态保护、国土资源开发利用的关系,为国民经济建设、环境保护、生态保育与重建,以及国防建设等提供必要的区域地貌信息^[17,18],有必要利用新的技术和方法进行新疆地貌区划的研究。

鉴于此,本文在借鉴和参考新疆地貌研究区划的基础上,应用RS、GIS和网络等技术,进一步研究新疆地貌区划的新方法,并提出新疆区划的新方案。研究方法和步骤是在遥感影像TM上解译出地貌类型并进行综合制图的基础上,根据区划目的和原则,利用地理格网对新疆地貌类型进行定性和定量分析,通过自下而上的合并与自上而下的划分相结合,确定各级地貌区划单元,并准确确定区划界线,得到新的新疆地貌区划。

2 数据整理与技术流程

2.1 基础数据搜集

本研究中搜集了新疆地区新的地貌类型数据,Srtm-DEM数据和新疆老地貌区划图。

新的新疆地貌类型数据共有七层,其中起伏度和海拔高度组合成基本地貌类型作为第一层;成因和次级成因分别是二、三层数据的依据,作为地貌成因类型;形态、次级形态、坡度坡向及其组合是四、五、六层数据的依据,作为地貌形态类型;最后一层是物质组成和岩性,也归为地貌成因类型。Srtm-DEM为美国实施的航天飞机雷达地形测量计划(Shuttle Radar Topography Mission,SRTM,http://srtm.csi.cgiar.org/)对全球60°N到56°S之间的高精度高程格网数据,采样格网大小为90m。此外,原有的新疆地貌区划数据是依据新疆维吾尔自治区地貌区域图(1:150万)^[6]扫描矢量化得到。

2.2 地貌类型数据处理

本研究中地貌类型数据属性表见图1,为使地貌类型数据聚类分析、编程和构建运算模型更加方便快捷,先对其属性表进行处理。首先,对已有的属性字段进行转化处理。NAME统一用N表示,即NAME0=N0,NAME1=N1,。同时根据每个图斑NAME0和NAME1的属性,为其相应的属性字段N0和N1重新赋值:N0={平原,台地,丘陵,山地},N1={低海拔,中海拔,高海拔,极高海拔}。其他的5个字段NAME2至NAME6的值,直接赋给与其对应的N2~N6字段。此外,用Q表示地貌区划,在属性表追加3个字段Q1(表示一级地貌区),Q2(表示二级地貌区),Q3(表示三级地貌区)。

NAME0	NAME1	NAME2	NAME3	NAME4	NAME5	NAME6	NAME7
山地	低海拔丘陵	干燥	侵蚀剥蚀	低的		平缓的	花岗岩
平原	中海拔台地	干燥	剥蚀	低的		起伏的	花岗岩
山地	中海拔丘陵	干燥	侵蚀剥蚀	低的		平缓的	花岗岩
平原	中海拔台地	干燥	剥蚀	高的		起伏的	花岗岩
平原	低海拔平原	干燥	剥蚀			起伏的	花岗岩
平原	中海拔台地	干燥	剥蚀	低的		起伏的	花岗岩
平原	低海拔平原	干燥	剥蚀			起伏的	花岗岩
山地	中海拔丘陵	干燥	侵蚀剥蚀	低的		平缓的	花岗岩

图1 地貌类型数据属性表

Fig 1 Attribute table of geomorphologic types

2.3 技术流程

根据本研究的地貌区划原则和区划等级, 借鉴刘军会等^[20]研究可持续发展综合区划的方法, 制定了本研究基本的技术流程, 见图2。

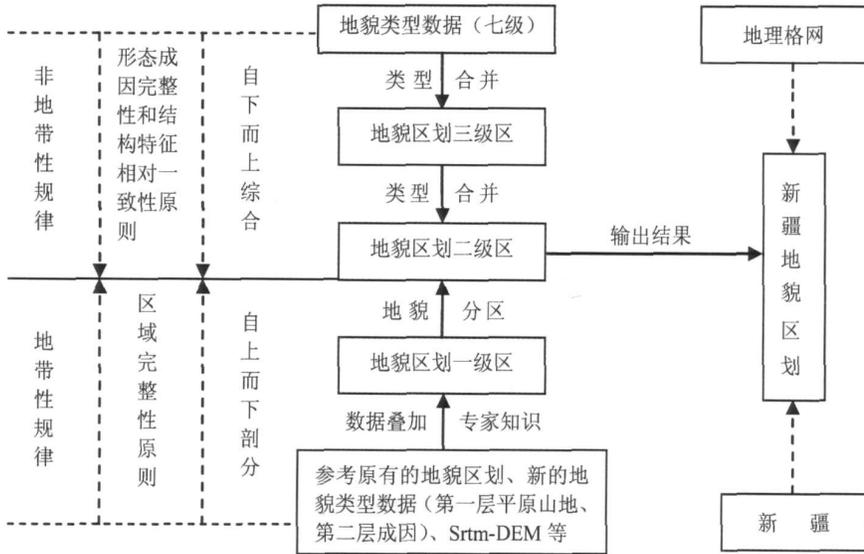


图2 新疆地貌区划技术流程图

Fig 2 Technical flowchart of geomorphologic zonalization in Xinjiang

3 区划原则

(1) 形态、成因相对完整性和结构特征相对一致性: 地貌分区必须反映地貌形态(轮廓、组合等)的差异, 而地貌形态又与其成因有密切联系。因此地貌分区要遵循形态成因的相对完整性, 保证分区的科学性。而且还要考虑地貌结构各组成部分与整体之间的关系, 保证地貌区内部的相对一致性, 显示出它与邻区的差异性。

(2) 区域完整性原则: 地貌分区是在地貌类型的基础上进行的, 二者关系密切。一个地貌小区内不会只有一种地貌类型, 而是由多种地貌类型组成。每个地貌区内常有一种或几种地貌类型占的面积相对较大, 在地貌分区中起主导分异作用。为确保区域完整性, 可能在山地地貌区内出现山间盆地, 在平原地貌区内出现丘陵等等。

(3) 分级划分原则: 地貌区划中各分区单元的相似性和差异性 is 相对的, 所以应该从整体到局部按照不同级别进行地貌分区, 从高级到低级逐级分区。

(4) 主要为生态环境和农业服务原则: 地貌、生态环境与人类利用改造活动三者之间相互影响, 相互作用。新疆地貌区划主要为生态环境和农业发展服务, 进行地貌分区要注意与环境 and 农业的关系。

依据区划原则, 制定地貌区划指标。地貌的形态、次级形态、成因和次级成因作为地貌分区的总体指标, 但每级区划和不同区域的地貌分区之间还会有一些细微差别, 结合构造特征、地理区域特点等作为分区指标。

4 区划方法

采用自下而上的合并法、自上而下的顺序划分法和聚类分析法, 把地貌形态、成因、

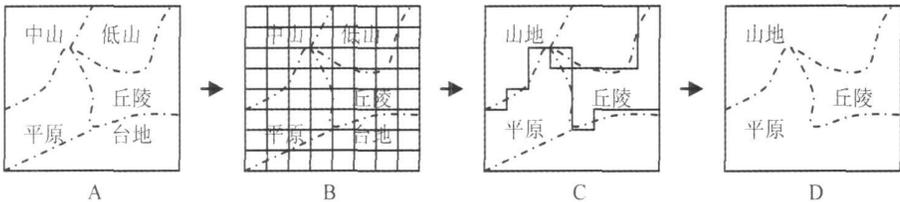
地质构造等因素都叠加到地理格网中, 构建并运用地理格网模型得到新疆地貌区划。

4.1 自上而下划分法与自下而上合并法

自上而下方法即顺序划分区划的方法。这种方法先着眼于地域分异的普遍规律——地带性与非地带性, 按区域的相对一致性和区域共轭性划分出最高级区域单位, 然后逐级向下划分低级的单位。该方法的优点是易于掌握宏观格局, 缺点是划出的界线比较模糊, 而且越往下一级单位划分, 界线的科学性和客观性越低。自下而上方法又称合并区划的方法。这种方法是对最小图斑指标的分析, 首先合并出最低级的区划单位, 然后根据地域共轭性原则和相对一致性原则把它们依次合并为高级单位。合并法通常是在地貌类型图的基础上进行的。该方法的优点是可以得到准确的区划界线, 缺点是合并区域时有可能产生跨区合并的错误。因此, 为取长补短, 本研究采取二者相结合的方法进行地貌区划。自下而上和自上而下的区划方法是经典的区划方法, 它们可以相互补充, 将两种方法协调使用, 是解决区域综合问题一种可行的途径^[19, 20]。

4.2 基于地理格网的区划方法

在新疆地貌区划研究过程中, 采用地理格网分析技术, 对新的地貌分区进行定位、定性与量化研究。将地理格网作为定位精度、数据尺度参差不齐的采样或调查数据的综合平台, 是区域综合分析、空间分析, 以及数据挖掘、知识发现等应用的有效手段之一^[21-23]。本研究拟利用 ArcGIS 栅格化手段和数学模型, 将地貌类型数据、Srtm-DEM 数据和原始地貌区划数据等集成到统一的地理格网上, 建立基于地理格网的地貌区划指标体系和综合分析模型, 分析不同地貌类型的空间分布特征和规律, 根据区域内相似性和区域之间差异性原则, 自下而上逐级进行地貌类型的合并, 得到地貌区划单元。



A 地貌类型数据 (矢量格式); B 将矢量数据转为栅格数据, 每个栅格赋予相应的属性; C 根据地理格网和地貌分区原则对地貌类型进行聚类分析, 得到三个地貌分区 (以实线为界); D 栅格界线不圆滑且与实际地貌边界有出入, 再依据地貌界线进行修正得到实际地貌分区界线 (平原、丘陵、山地)。

图3 根据地貌类型数据自下而上划分地貌区方法图示

Fig. 3 Sketch map of the method of geomorphologic zonalization

图3简要概括了基于地理格网进行地貌区划的方法, 当然实际地貌类型数据不会这么简单。由前面可知该地貌数据类型复杂、多样, 就算是三级地貌分区, 一个地貌区也会由 n (n 至少大于等于 3) 个地貌类型数据进行合并。

4.3 地貌分区与算法

本文首先按照自上而下的划分方法, 得到一级地貌区划单元; 其次, 分别以每个一级区划为基本单元, 从地貌类型最小图斑开始, 分别对每个地貌大区内的地貌类型数据进行聚类分析, 按照自下而上的合并方法, 分别得到三级地貌区划; 第三, 继续分别合并三级地貌区, 从而得到二级地貌区划; 最后, 将分别得到的 6 个地貌大区的地貌区划结果拼接在一起, 得到整个新疆全区的地貌区划数据。

4.3.1 一级地貌区的划分 利用 Srtm-DEM 数据派生出新疆地区的三维地势图, 根据其

反映出来的宏观地貌格局和地势特征, 借鉴新疆维吾尔自治区地貌区域图(1:150万)^[6], 将整个研究区自上而下初步划分为 6 个区域作为一级地貌区, 以方便后面进行地貌类型数据的聚类分析。利用 Srtm-DEM 数据派生坡度数据, 对坡度数据重新划分等级, 以 7 为界分为平原和山地, 并进行过滤除掉小图斑得到初始地貌分区。将得到的初始地貌区对应三维地势图, 参考新疆大的地貌格局“三山夹两盆”, 分为阿尔泰山和北塔山山地(用 1 表示), 准噶尔西部山地(用 2 表示), 准噶尔盆地(用 3 表示), 天山山地(用 4 表示), 塔里木盆地(用 5 表示), 昆仑山和阿尔金山山地(用 6 表示)。

需要说明的是这样得到的地貌分区边界线不一定和地貌类型数据完全准确地重合, 因此还需要对地貌类型数据进行聚类分析, 参考原来新疆地貌区划数据以便获取更精确的地貌分区界线。将初始地貌分区数据、地貌类型数据和原有地貌区划数据均叠加到地理格网中, 利用地貌分区原则、指标制定相应分区参数。结果表明, 自动提取的边界线基本与地势相吻合, 但线条不够圆滑, 且不能确保地貌大区的完整性。因此还需要进行人工修正。

用 S (Subarea) 表示地貌分区, F 表示综合分析原则, G0 (Geomorphological) 表示地貌原则, G1 (geognosy) 表示地质构造原则, A (area) 表示区域原则。一级地貌区划的区划方法见表达式 1:

$$S1 = F(G0(\text{坡度, 成因}) + A(\text{区域}) + G1(\text{构造})) \quad (1)$$

算法的核心内容可以简单理解为, 如果地貌类型数据中的一个最小图斑 $X_i(i=1, 2, 3, \dots, n)$, 表示每个图斑的 ID, 即属性字段 OBJECT_ID_1 中的值) 落在初始地貌分区的 $Y_j(j=1, 2, 3, 4, 5, 6)$ 中, 就给该图斑的属性字段 Q1 赋值为 j 。然后根据属性字段 Q1 的值, 将 Q1 值相同的图斑合并为一个图斑, 共得到 6 个图斑, 从而得到新疆的一级地貌区划数据, 并且保证了边界的准确性。

4.3.2 二级地貌区的划分 二级地貌分区是按一级区划区域, 在三级地貌区划的基础上, 进一步进行聚类分析。二级地貌分区更多的是注重区域性和山体的独立性和完整性。因此, 二级地貌区的划分受人为主观因素影响较大。

盆地区主要分为两大块, 山麓平原和盆地中心的沙漠区。准噶尔盆地由北到南划分为阿尔泰山南麓平原、古尔班通古特沙漠和天山北麓平原 3 个二级地貌区。塔里木盆地划分为天山南麓平原、塔克拉玛干沙漠、昆仑山北麓平原和阿尔金山北麓平原 4 个二级地貌区。因此, 盆地区的二级地貌区的划分先按照成因将属于风成地貌的三级区划归为一类, 就可将盆地中部的沙漠区划分出来。然后根据周围冲洪积平原的物质来源, 冲积平原上河流的发源地等划分出山麓平原的区域。第一步可以通过直接对三级地貌区划数据进行聚类分析得到; 第二步先利用 Srtm-DEM 数据进行流域分析, 然后再叠加三级地貌区划数据进行分析、合并, 从而完成盆地区的地貌分区。值得一提的是, 塔里木盆地中考虑罗布泊地区的特殊性, 需要人工辅助完成地貌区的划分。

山地区的二级地貌分区, 依据方位将山脉进行分段, 并考虑当地山体的独立性。依据山脉自身的特征, 利用 Srtm-DEM 计算出沟谷线, 选择距离原有地貌分区界线较近的沟谷线作为山脉的分割边界。然后叠加三级地貌分区数据进行分析、合并。其中, 对于山间的盆地平原, 同样参考地质构造、原有地貌分区等划分到相应的山脉中。在对三级地貌区划数据的聚类分析的基础上, 合并出二级地貌区划数据。

由于前面首先是将矢量格式的地貌类型数据转换成栅格数据, 构建地理格网, 再运用上述的分区方法, 对地貌类型进行聚类分析, 从而得到栅格格式的地貌区划数据。因此,

完成地貌分区后, 还需要将栅格格式的地貌区划数据转换为矢量格式, 并将地貌区划数据叠加到地貌类型数据上, 进行地貌区划边界的修正圆滑, 减少数据转换过程中造成的边界误差, 并减少线条的棱角毛刺提高区划数据整体效果的可视性。

4.3.3 三级地貌区的划分 因为每个一级区内的地貌类型并不完全相同, 所以它们各自的内部区划指标也会有细微差别。由前面已知, 共有 4 个山地区和 2 个盆地区, 先将各自对应的地貌类型数据分割出来, 然后针对每个地貌大区分别进行聚类分析和图斑合并。因为作为基础数据源的地貌类型数据很细致, 而对于全疆的地貌区划主要是从宏观表达地貌格局, 所以在开始计算三级地貌区前, 先要对于地貌类型数据进行过滤, 滤掉面积小于 10km^2 的细小图斑。

根据一级地貌分区, 分割出相应的地貌类型数据, 并将矢量格式的地貌数据转为栅格数据, 每个栅格赋予相应的属性。在此基础上, 根据地理格网和地貌分区原则对地貌类型进行聚类分析。常用的聚类分析方法包括: 最短距离法、最长距离法、中间距离法、重心法、类平均法、可变类平均法、可变量法、离差平方和法。聚类分析尽管方法很多, 但归类的步骤基本上是一样的, 所不同的仅是类与类之间的距离有不同的定义方法, 从而得到不同的计算距离的公式^[23, 24]。本研究是在地貌类型图的基础上, 选用最短距离聚类分析方法, 自下而上的对地貌类型数据进行聚类分析, 聚类分析的统计量就是地貌类型。

(1) 盆地区的三级地貌区划分。

新疆的准噶尔盆地和塔里木盆地分别有两大沙漠, 古尔班通古特沙漠和塔克拉玛干沙漠。对平原区的地貌类型进行聚类分析, 合并出冲积洪积扇平原、冲积洪积平原、冲积平原、三角洲平原、山前平原、古河道、湖积平原(湖盆)、山丘。其中, 对风成地貌区即两大沙漠要单独进行地貌分区。塔克拉玛干沙漠由于有和田河和于田至轮台的沙漠公路贯通, 因此分别以它们为界将塔克拉玛干沙漠划分为西部、中部和东部 3 个部分。古尔班通古特沙漠中有一条东西向的干沟, 位于福海县南部的三个泉村和喀斯克尔苏村之间, 以此为界先将古尔班通古特沙漠分为北部和南部两大部分; 从遥感影像上来看古尔班通古特南部沙漠的东西两边沙砾明显要比中间细, 中部沙丘明显高于东西两边的沙丘, 所以再进一步将古尔班通古特沙漠南部划分为西部、中部和东部。对两大沙漠的这些划分, 很大程度上要借助于专家知识的判读来进行人工划分。

盆地区的三级地貌区划分, 首先将地貌类型数据转换为地理格网的栅格数据, 然后按照地貌类型属性字段中的形态、次级形态、成因和次级成因类型, 利用计算机自动对栅格数据进行聚类分析, 属性相同且相邻的网格合并在一起。进行属性判读是要同时对多个属性字段进行比较分析。对于沙漠公路, 利用 2004 年出版的《新疆维吾尔自治区地图集》^[25] 中提供的新疆交通公路现状图作为参考。将该图扫描配准后与地貌数据相叠加, 得到沙漠公路的基本位置, 作为沙漠的分区界线。

(2) 山地区的三级地貌区划分。

新疆山区有许多山间盆地和谷地, 因此, 对于山地区的地貌类型数据要先进行平原山地的分离处理。山地要依据地貌类型数据的属性表, 聚类合并出高山、中山、低山、丘陵。对于面积较小的山体不做进一步细分(如北塔山), 以确保图面分布一致。山间的平原按照次级形态、成因等指标进行聚类合并, 细分为盆地、谷地、冲积洪积平原、盐湖平原、剥蚀高原、高平原、山间平原、山前平原。

山地区的三级地貌区划分, 也是先将地貌类型数据转换为地理格网的栅格数据, 然后

按照地貌类型属性字段中的形态、次级形态类型为主,对栅格数据进行聚类分析,划分出高山、中山、低山、丘陵;对于面积较大的山间盆地区按照形态、次级形态、成因和次级成因类型,利用计算机自动对栅格数据进行聚类分析,合并属性相同且相邻的网格。

最后,将每个地貌大区的地貌数据分层拼接在一起,得到本研究最终的成果——新疆地貌区划数据。其中,一级地貌区划分为6个地貌区,二级地貌区划分为23个地貌区,三级地貌区划分为200个地貌区,见图版1附图1。

5 区划结果对比分析

5.1 区划等级与地貌分区的对比分析

中国地貌区划和新疆地貌中的地貌区划研究,以及其他前辈对地貌区划的研究为本研究制定地貌区划的原则、指标和等级系统等,提供了科学的支持。比较本研究与中国地貌区划和新疆地貌中的地貌分区,三者在职划等级和区划界线上有差异,在此略作讨论。此外,通过本研究可知,地貌区划虽然是依据地貌类型数据而来的,但二者之间还是有差别的。

中国地貌区划和新疆地貌中地貌区划体系对比(见附表1),本研究提出的新疆地貌区划体系(见附表2),经过对比分析可知,对于二级和三级地貌区,三者的差异比较大,中国地貌区划中有些地貌区如:哈密-吐鲁番盆地和东段北天山被归为三级地貌区中,本研究将这两个地貌区归为二级区划中。依据本研究区划对象和原则,吐哈盆地和东段北天山还包括较多的地貌类型,且各类型之间有较为明显的差异,所以将二者划为二级地貌区,以便进一步划分出三级地貌区。新疆地貌中,有些地貌区被划分到三级区中,如诺敏戈壁、卡拉麦里、古尔班通古特沙漠,本研究同样根据地貌成因将它们与其他地貌单元划分开来,归为二级地貌区。新疆地貌中,帕米尔高原、喀喇昆仑为二级地貌区,本研究中将它们划分到三级地貌区中,以保证三级地貌区划单元没有空缺和满足整体区划的一致性。

5.2 区划界线的对比分析

众所周知,地貌类型的划分是地貌区划的基础,从某种意义上讲,地貌区划就是地貌类型的组合。因此,地貌区划的粗细是由地貌类型划分的粗细所决定的,区划界线也是由地貌类型的界线确定的。几乎所有的地貌区划都是以地貌类型数据为基础的,只是比例尺不同,中国地貌区划以1:400万地貌图为基础,新疆地貌以1:150万地貌类型图为基础,而本研究是以1:100万地貌类型图为基础。

由于资料不足,中国地貌区划的地貌图有部分界线是根据地形图和地质图推测的,新疆地貌的地貌图是依据多年实地考察编制的,而本研究中的地貌类型图主要是利用高精度、高分辨率的DEM和TM数据,以及1:50万的地质数据,借助功能强大的地理信息系统软件ArcGIS来完成的。这样一来人类考察所不能到达的地方也能进行精确定位和准确分析,这些数据和技术为新疆地貌区划的定位、定性和定量化表示奠定了基础。因此,本研究中的新疆地貌区划边界线的定位精度和科学性高于前人的研究成果。新疆地貌中的地貌分区界线明显与实际地貌有偏差(图版2图4),相比较而言,本文中的地貌分区界线与实际地形吻合较好。

新疆地貌小区的界线是由地貌类型数据中最小图斑的界线合并而成,增强了区划界线的客观性和科学性,提高了地貌分区数据的精度。地貌区划分区边界就是地貌类型的边

界, 故其定位精度与地貌类型数据的精度相一致, 而新地貌类型数据是由遥感影像等多源数据得到, 所以根本上保证了地貌数据准确性。以此类推, 地貌区划中每一级地貌区的界线同样具有很强的客观性和科学性, 从而为地貌区划界线的精确定位提供了有力保障。

5.3 区划方法的对比分析

传统的地貌区划方法, 是先根据搜集到的资料编制地貌类型数据图, 再依据地貌类型数据, 结合地貌区划原则, 直接进行地貌类型图斑合并来得到地貌区划。本研究采用地理格网模型, 运用系统聚类的分析方法, 实现地貌分区的自动化, 提高工作效率。

本研究采用地理格网分析技术, 对新的地貌分区进行定位、定性与定量化研究。针对地理格网的地貌区划, 采用自下而上的合并法、自上而下的顺序划分法和聚类分析方法, 按地貌类型进行合并, 将合并结果嵌入到新疆地貌区划的 6 个大区中, 用大区的地貌形态、山脉或区域地名对其命名。根据分区原则、指标和方法构建地理格网模型, 借助计算机实现智能化地貌区划。新疆地貌类型数据中, 大小图斑共 23 626 个, 靠人工进行图斑类型合并, 不但费时而且还容易出错。用本研究中的地貌区划方法, 建立相应地貌区划模型, 只需几个小时就可以计算出新的地貌区划数据, 提高了工作效率。

6 结论与讨论

6.1 结论

本研究采用遥感影像等多源信息解译的新疆数字地貌图为基础数据源, 对照新疆地貌区划和新疆综合自然区划等资料, 基于地理格网技术和方法, 进行新疆地貌区划的探讨。通过前面的区划结果对比分析获得如下结论: (1) 地貌区划分区和区划等级合理; (2) 区划界线准确可靠; (3) 地理格网方法可实现区划的定量化和数字化。新疆自治区内地貌类型种类多, 地貌差异性大, 利用新的技术手段和先进的分区方法提高地貌分区的精确度和可靠性, 充分阐明各区域的地貌类型和特征, 以及它们在各区内的组合规律, 具有一定的科学研究意义和区域经济发展建设价值。

6.2 讨论

虽然本研究方法取得了一些进展, 但基于地理格网技术和方法自动计算地貌分区还存在一些问题, 有待进一步研究解决。图版 2 图 5 中红色线是基于地理格网自动计算出的区划界线, 黑色线为人工修改后得到的最终地貌区划界线。由图可见, 自动计算的结果与实际结果还存在一些差距。山地地区的计算结果 (图 5 (b)) 与实际分区匹配程度较高, 需要人工修改的不多, 而盆地区的计算结果 (图 5 (a)) 相对而言吻合程度较低, 需要人工修改的地方比较多。

自动计算的地貌分区界线与实际地貌分区界线之间有偏差, 主要可能是受制定的量化规则的影响。地貌类型数据的属性内容转化为地理格网中的 value 值的过程中存在误差, 一些属性内容的定量化比较困难。特别是盆地区, 需要人工细化规则, 还要对多个属性进行多次组合进行判断。而山地区, 山脉的海拔高度、山间平原等类型的量化表示相对容易。山地区的量化指标明确, 利用海拔高度和起伏度就可以直接将山间平原、山间盆地、高山、中山和低山丘陵划分出来。而平原区对于次级形态和次级成因类型的量化指标难以明确界定, 因而会存在较大偏差。此外, 新疆地貌的特殊性使得不同区域的量化指标也存在较大差异, 而在研究中只对个别地貌大区的量化指标进行了调整, 有些特殊区域未进一步实验调整, 这也是产生误差的原因之一。

综上所述, 以下几方面有待继续研究: (1) 区划和类型的关系和计算机自动综合仍然是综合自然地理的研究热点之一, 本次研究采用数字地貌的分层分级数据, 但在具体区划时, 类型数据和大区之间存在很多矛盾需要利用专家知识进行综合, 如何利用专家知识进行格网自动计算是一个非常困难的研究内容; (2) 地理格网是 GIS 量化研究地学问题的最新方法, 它可降低对专家知识的依赖性, 可实现根据既定知识或规则的计算机自动聚类和综合, 但多数知识和规则目前还不能使计算机认可, 故在区划和类型界线勾画时, 专家知识和智能化提取仍是目前常见的方法, 如何完善不同地貌特征的量化指标, 实现计算机对地貌类型和区划的完全自动提取还有很多研究工作要做。

参考文献:

- [1] Ishiyama T, Saito N, Fujikawa S, *et al* Ground surface conditions of oases around the Taklimakan Desert. *Advances in Space Research*, 2007, 39: 46~ 51
- [2] 沈玉昌, 苏时雨, 尹泽生 中国地貌分类、区划与制图研究工作的回顾与展望 *地理科学*, 1982, 2(2): 97~ 105
- [3] 中国科学院自然区划工作委员会 中国地貌区划 北京: 科学出版社, 1959 12
- [4] 中国科学院新疆综合考察队 吐鲁番盆地地貌区划草稿 中国科学院地理研究所资料, 1959
- [5] 中国科学院新疆综合考察队, 等 新疆地貌 北京: 科学出版社, 1978 8
- [6] 杨利普 主编 新疆综合自然区划概要 北京: 科学出版社, 1987
- [7] 周廷儒 新疆综合自然区划纲要 *地理学报*, 1960, 26(2): 87~ 103
- [8] 严钦尚, 夏训诚 新疆额尔齐斯河与乌伦古河流域地貌发育 *地理学报*, 1962, 28(4): 257~ 271
- [9] 袁方策, 杨发相 新疆地貌的基本特征 *干旱区地理*, 1990, 13(3): 1~ 5
- [10] Wang T Land use and land degradation in the Tarim Basin, Xinjiang, China *Arid Land Stud*, 1996, 5(2): 137~ 144
- [11] Zhu Z, Wang T The problem of desertification in the marginal regions of the Taklimakan Desert *Arid Land Stud*, 1996, 5(2): 135~ 136
- [12] Cheng Weiming, Zhou Chenghu, Tang Qicheng, *et al* Landscape distribution characteristic of northern foothill belts of Tianshan Mountains. *Journal of Geographical Sciences*, 2002, 12(1): 23~ 28
- [13] Zhang Hong, Wu Jianwei, Zheng QiuHong, *et al* A preliminary study of oasis evolution in the Tarim Basin, Xinjiang, China. *Journal of Arid Environments*, 2003, 55: 545~ 553
- [14] Ishiyama T Estimation of surface conditions around oases in alluvial fan of Tarim Basin based on satellite data. In: *Proceedings of the Third Symposium on Xinjian Uyghur, China*, 2003. 15~ 18
- [15] Cheng Weiming, Zhou Cheng hu, *et al* The oasis expansion and eco-environment change over the last 50 years in Manas River Valley, Xinjiang. *Science in China: (Series D)*, 2006, 49(2): 163~ 175
- [16] Qian Y B, Wub Z N, Yangc Q, *et al* Ground-surface conditions of sand-dust event occurrences in the southern Junggar Basin of Xinjiang, China. *Journal of Arid Environments*, 2007, 70: 49~ 62
- [17] 郑度, 葛全胜, 张雪芹 中国区划工作的回顾与展望 *地理研究*, 2005, 25(4): 330~ 344
- [18] 刘闯 中尺度对地观测系统支持下中国综合自然地理区划新方法研究 *地理科学进展*, 2004, 23(6): 1~ 9
- [19] 刘会平 长江流域地貌区划新方案 *华中师范大学学报(自然科学版)*, 1996, 30(3): 347~ 352
- [20] 刘军会, 傅小锋 关于中国可持续发展综合区划方法的探讨 *中国人口 资源与环境*, 2005, 15(4): 11~ 16
- [21] 刘燕华, 郑度, 葛全胜, 等 关于开展中国综合区划研究若干问题的认识 *地理研究*, 2005, 24(3): 321~ 329
- [22] 陈述彭 网格地图与网格计算. 见: *地学的探索(第六卷)* 北京: 科学出版社, 2003. 253~ 267
- [23] 陈述彭, 周成虎, 陈秋晓 格网地图的新一代. *测绘科学*, 2004, 29(4): 1~ 4
- [24] 杨国良 华中区自然区划研究的新方法 *四川师范大学学报(自然科学版)*, 2000, 23(1): 54~ 58
- [25] 新疆维吾尔自治区测绘局 新疆维吾尔自治区地图集 北京: 中国地图出版社, 2004 8

The new methodology of geomorphologic zonalization in Xinjiang based on geographical grid

CHAI Hui-xia^{1, 2, 3}, ZHOU Cheng-hu², CHEN Xi¹, CHENG Wei-ming²,
OU Yang², YUAN Ye-cheng²

(1 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, CAS, Urumqi 830011, China;

2 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

3 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: A methodology was designed for the geomorphologic zonalization plan based on Srtm- DEM and TM imagery with a resolution of 90m. The method was demonstrated for Xinjiang. According to interpretation and classification of geomorphologic types, research on the distribution of differently geomorphologic types was conducted using the method of geographical grid from qualitative and quantitative analysis. On this basis, the new method of geomorphologic zonalization was put forward via the system clustering analysis method, by combining the merger from bottom to top with the partition from top to bottom.

Firstly, the slope, relief, and altitude value from Srtm- DEM in spatial analyst were calculated and reclassified. Through testing, the 30m relief was regarded as the critical relief value for plain and mountain. And the 7° slope was regarded as the critical slope value for plain and mountain. Combined with the old map of geomorphologic zonalization of Xinjiang, the study area was divided into six subareas as Class 1 geomorphologic zonalization through the merger-partition from top to bottom. Secondly, the data format of geomorphologic types was transformed. The geomorphologic types data was interpreted from Srtm- DEM and TM imagery, and its data format was vector. For constructing the model of geographical grid, vector data was transformed to raster. Thirdly, parameters of the system clustering analysis were calculated. Then, based on the geomorphologic types, the method of merger from bottom to top was used to implement the system clustering analysis. Finally, the new method of geomorphologic zonalization in Xinjiang was primarily realized based on Srtm- DEM, TM imagery and geographical grid. And the new plan of geomorphologic zonalization in Xinjiang was put forward.

By the new plan, geomorphologic zonalization in Xinjiang includes three classes, i. e., macro geomorphology, medium geomorphology, and micro geomorphology. Class 1 geomorphologic zonalization includes six geomorphologic subareas. Class 2 geomorphologic zonalization includes 23 geomorphologic subareas. Class 3 geomorphologic zonalization includes 200 geomorphologic subareas.

This method can achieve the intelligentized partition of geomorphology by computer. After verification, based on the new method of geomorphologic zonalization, the precision of the boundaries of geomorphologic subareas in Xinjiang is very high.

Key words: geomorphology; geomorphologic zonalization; geographical grid; system clustering

附表 1 《中国地貌区划》和《新疆地貌》中地貌区划体系对比
Attached Tab. 1 The geomorphologic Zonalization system in Chinese Geomorphologic Zonalization with Geomorphology in Xinjiang

《中国地貌区划》中包括新疆地区的地貌区划体系			《新疆地貌》中的新疆地貌区划体系		
三级区	二级区	一级区	二级区	一级区	三级区
乌伦古—额尔齐斯具有沙丘的冲积平原; 准噶尔中部干燥剥蚀高原; 准噶尔南部平原	准噶尔盆地 东准噶尔高原与盆地 西准噶尔边缘山地 塔城平原	阿尔泰山山地 准噶尔平原与山地	阿尔泰山及山前丘陵 北塔山—诺敏戈壁盆地 北部中高山区 南部中低缓平坦高原及盆地	阿尔泰山和北塔山 准噶尔西部山地	阿尔泰山山地; 阿尔泰山山前丘陵 北塔山及以东断块山地; 卡拉麦里剥蚀高原; 诺敏戈壁盆地 萨乌尔山; 吉木乃—卡森库梅尔套低山和纵谷; 和布克谷地和沙尔布尔提高原; 塔里木巴哈断块山地 塔城山间盆地; 巴布雷克—乌尔嘎萨尔断块山地
西段北天山 东段北天山	北天山山地	天山山地	北天平原	准噶尔盆地	额尔齐斯河下游冲积平原; 额尔齐斯河与乌伦古河中游古老冲积平原; 卡拉麦里山西北麓古三角洲; 阔布北—阿克库姆乌伦古河南岸的古老冲积平原; 乌伦古河下游三角洲与乌伦古湖盆; 德仑山—穆库尔台丘陵及平原
伊犁河洪积冲积平原; 天山内带山地与山间盆地; 哈密—吐鲁番盆地	中天山山地与山间平原	塔里木—阿拉善平原	天山北麓山前平原 北天山 中天山及其山间盆地	准噶尔盆地	精河—乌苏山前平原及艾比湖盆; 玛纳斯新生代褶皱前山及纵谷; 玛纳斯—呼图壁山前平原; 玛纳斯河下游及其尾间湖相平原; 奇台—木垒山前平原; 古尔班通古特沙漠
塔克拉玛干沙丘平原; 昆仑山山前沙丘分布的冲积洪积平原; 喀什噶尔冲积洪积平原; 天山山前洪积冲积平原; 罗布泊风蚀湖积平原; 柯坪拜城干燥剥蚀山地与山间平原	塔里木盆地	塔里木—阿拉善平原	南天山 南天山前山山脉及山间盆地 东天山 吐鲁番—哈密盆地 嘎顺戈壁	天山山地及天山山间盆地	阿拉套山及山间谷地; 博罗霍洛山; 伊林哈北尔杂山 巩吉斯山间谷地; 伊犁山间盆地; 恰普恰拉山—伊什基里克山; 昭苏—特克斯山间盆地; 毕依克山—那拉特山; 尤尔都斯盆地; 萨阿勒明山—波托托乌拉
新疆北山	北山残山	祁连山与阿尔金山	西昆仑山麓叶尔羌—英吉沙冲积平原和洪积平原 天山南麓平原 昆仑山—阿尔金山北麓平原 塔克拉玛干沙漠 塔里木河—孔雀河三角洲及罗布泊洼地 帕米尔高原 昆仑山 阿尔金山 喀喇昆仑山 昆仑山南部山原	阿莱山及苏鲁特里克山; 图鲁加尔特—玛依丹塔格; 柯克沙尔山; 汗腾格里—哈雷克套山; 阿克魁克套—博罗霍坦山 汗腾格里—哈雷克套; 乌恰—阿图什年轻短轴褶皱山脉; 柯坪前山山脉及山间盆地; 秋里塔格及拜城盆地 博格多山; 沙马尔套山; 巴里坤台原; 喀尔里克山 吐鲁番—哈密盆地 吐鲁番盆地; 十三间房—南湖戈壁; 哈密盆地 库鲁克塔格; 焉耆山间盆地; 库米什山间盆地和克孜勒塔格; 克孜勒塔格残余基底台原; 焉耆戈壁; 北山山地 喀什—阿克库姆和布古里库姆砂质平原; 英吉沙山麓平原; 叶尔羌河中游冲积平原; 叶尔羌河下游冲积平原 阿克苏三角洲; 渭干河—库车河三角洲; 库尔勒三角洲; 塔里木河冲积平原 叶城—和田倾斜平原; 和田—于田山麓倾斜平原; 且末—若羌山麓倾斜平原; 库姆塔格(阿尔金山北麓); 车尔臣河谷平原 塔克拉玛干西部; 塔克拉玛干中部; 塔克拉玛干东部 塔里木河—孔雀河三角洲 塔里木河下游平原; 塔里木河下游平原; 库鲁克库姆; 罗布泊湖盆与台特马湖平原 西昆仑山; 中昆仑山; 东昆仑山 昆仑山 喀喇昆仑山 昆仑山南部山原	
西昆仑冰蚀高山 喀喇昆仑冰蚀高山	西昆仑与喀喇昆仑高山	祁连山与阿尔金山	阿尔金山山地	塔里木盆地	西昆仑山麓叶尔羌—英吉沙冲积平原和洪积平原 天山南麓平原 昆仑山—阿尔金山北麓平原 塔克拉玛干沙漠 塔里木河—孔雀河三角洲及罗布泊洼地 帕米尔高原 昆仑山 阿尔金山 喀喇昆仑山 昆仑山南部山原
西部东昆仑山原 库木库里洪积湖积盆地	东昆仑山原	西昆仑与喀喇昆仑高山	东昆仑山原	塔里木盆地	西昆仑山; 中昆仑山; 东昆仑山 昆仑山 喀喇昆仑山 昆仑山南部山原; 库木库里盆地

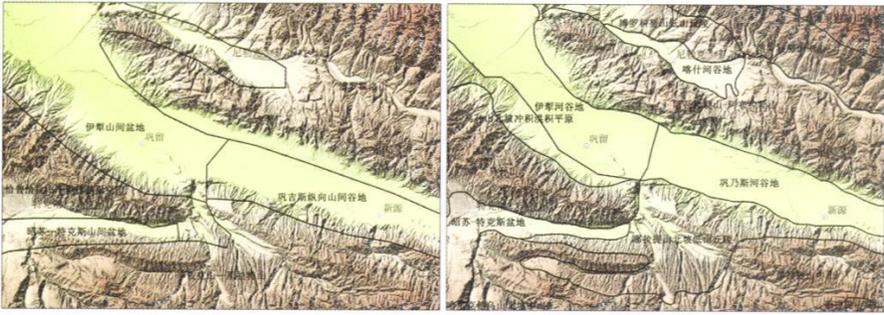


图 4 地貌区划边界对比

Fig.4 Comparison of new boundaries with old of geomorphologic zonalization

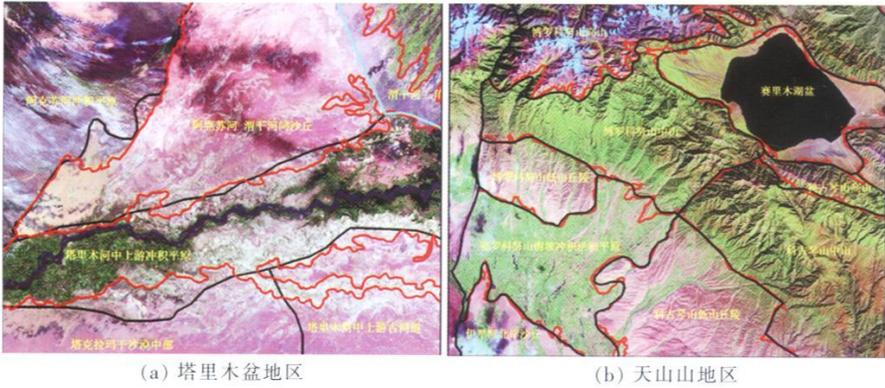


图 5 自动计算区划边界与人工修正边界比较

Fig.5 Comparison of the result of automatic partition with that of revised (a. Tarim; b. Tianshan)

卓 莉 等: 基于 GA-SVM 封装算法的高光谱数据特征选择

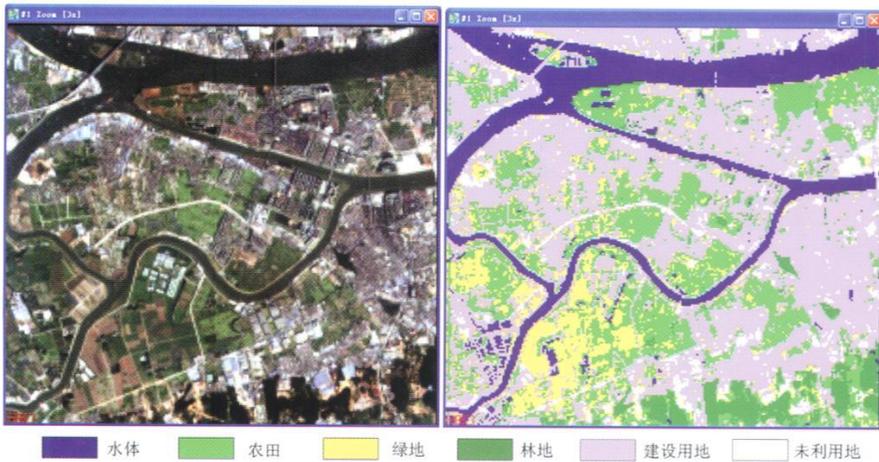


图 3 GA-SVM 模型的输入图像和分类结果图像

Fig.3 The input image and classification result of the GA-SVM