

ASTER-GDEM 数据在塔吉克帕米尔成矿带 区域化探中的实际应用

曹积飞, 王斌, 孟广路, 李宝强, 范堡程, 张晶, 吴亮

(中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安 710054)

摘 要: 塔吉克帕米尔地区地处高寒地区, 地质研究程度整体相对较低, 缺乏完整的 1:5 万和 1:10 万地形资料, 兼之塔吉克保护性政策较强, 对外开放程度不够, 难以获得大比例尺的地形资料。因此, 在塔吉克开展 1:25 万区域化探工作, 地形等基础资料成为亟待解决的关键的问题。针对上述存在问题, 开展了专题研究工作。研究基于 ASTER-GDEM 高程数据, 通过 ARCGIS9 平台, 对 DEM 数据进行一系列处理, 实现了地形、河网水系的提取, 数据精度 25 m。利用境内已有 1:5 万地形资料与同一地区利用该方法提取的地(水系)资料进行了对比, 结果表明, 利用 GDEM 数据提取的地形(水系)资料是可靠的, 其精度接近于 1:5 万地形图精度, 满足了开展 1:25 万区域化探工作的精度要求, 从而成功解决了在塔吉克境内开展化探工作地形资料匮乏问题。在缺乏境外地形资料的情况下, 无疑为快速开展境外地区相关地质调查研究工作提供一种新的、快速有效的技术方法和手段。

关键词: 帕米尔成矿带; 区域化探; ASTER 数据; DEM; 水系提取

中图分类号: TP751.1

文献标识码: A

塔吉克斯坦境内帕米尔高原区是喜马拉雅山、喀喇昆仑山、昆仑山等诸多山脉的汇接点, 其海拔在 4 000~7 700 m, 地形复杂, 盆山相间。项目工作区位于东帕米尔地区, 是由近北西—南东向的山脉和一些山间河谷盆地构成, 地区地势较复杂, 工作条件极差。塔吉克斯坦地质工作主要是在前苏联时期完成的, 目前, 1:5 万、1:10 万地形资料不全。由于国家政治经济体制等原因, 对外开放程度较低, 保护性政策较强, 一直未收集到研究区有关的 1:5 万、1:10 万的水系、地形资料。因此, 地形、水系资料成为在境外塔吉克帕米尔地区开展区域化探工作首要解决的关键性问题。

笔者首次在境外勘查工作中利用 GIS 手段,

基于 GEDM 数据、利用 ARCGIS 平台处理, 获得了准确、可靠的地形资料, 有效地保障了项目的顺利实施。

1 ASTER GDEM 数据简介

ASTER 是 The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (星载热量散发和反辐射计) 的缩写, GDEM 是 Global Digital Elevation Model (全球数字高程模型) 的缩写。ASTER-GDEM 是由日本经贸部、工业部和美国航空航天局联合开发、能够免费获取的一类精度较高的高程模型数据。

收稿日期: 2012-03-15; 修回日期: 2012-06-11

基金项目: 国外矿产资源地质调查与评价项目 (基 [2010] 矿评 03-03-23)、地质大调查项目 (科 [2011] 01-71-09)

作者简介: 曹积飞 (1983-), 男, 甘肃金昌人, 硕士, 矿产普查与勘探专业, 主要从事区域成矿与矿床学研究。E-mail: caojifei2008@163.com

高程模型数据覆盖范围在南 83° —北 83° , 由 2.26 万个 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 的数据单元组成, 其采样间隔为 1 弧秒 (约 25 m)。其数据精度评估统计如下: 垂直数据精度 25 m, 其置信度在 95%; 水平数据精度 30 m, 其置信度在 95%。

1:25 万化探采样工作所需地理地图比例尺为 1:10 万或 1:5 万, 本次研究利用的 DEM 高程数据采样间隔约为 25 m, 满足工作精度要求。

2 水系、等高线数据提取

利用 DEM 提取河网的方法是以 O' Callaghan 与 Marks 提出的坡面径流模拟方法为基本依据 (O' Callaghan F, et al, 1984), 后又经诸多学者进行了相继研究和改进 (Jensont K, et al, 1988; Martz L W, et al, 1988, 1992; Martz L W, et al, 1992)。DEM 数据中洼地填平处理又是数据利用的关键问题, 近年来, 国内外学者针对不同研究目的, 对 DEM 洼地处理进行了一系列研究, 取得了较好的实际应用效果 (黄玉华等, 2002; 王疆霞等, 2003; 谢顺平等, 2005; 徐亚菲等, 2008; 武俊娴等, 2009)。由于该方法使用了水文学当中的汇流概念来判断水流的路径, 且能够生成连续的流路。因此, 被认为是河网提取当中较好的一种方法。

通过 ArcCIS 9.0 平台可以完成水系和等高线数据的提取。

2.1 水系数据提取

2.1.1 洼地充填

笔者所获取的 DEM 高程数据一般被认为是比较光滑的地形表面的模拟, 由于内插原因以及一些真实地形 (采坑或喀斯特地貌) 的存在, 使得 DEM 表面存在着一些凹陷区域。这些区域在进行地表水流模拟时, 由于低高程栅格的存在, 从而在进行水流流向计算时得到不合理的或错误的水流方向。因此, 首先需对原始 DEM 数据进行洼地填充, 得到无洼地的 DEM 数据。

通过 ArcToolbox → Spatial Analyst Tools → Hydrology → Fill 等处理过程后, 得到无洼地的 DEM 数据。

2.1.2 流向计算

目前, 流向判断方法应用较广的是 D8 法及多

流向法 (孙崇亮等, 2007), 其目的在于生成水流方向栅格。ArcGIS 的流向分析是比较网点与周边 8 个网点间的高程大小与落差, 将高程下降最大的方向视为该网点的流向, 因此产生的流向网格图层为 8 个方向水流流向分析结果 (贺中华等, 2007)。

通过 “Hydrology” 下的 “Flow Direction” 命令, 得到无洼地水流方向栅格图层。

2.1.3 水流累积量

根据无洼地水流方向栅格图层, 按自然水流从高往低的自然规律, 进行流向累积栅格的计算, 便可得到该区域水流累积数字矩阵。

一个流域的汇流累积量计算是提取该流域河流网络的前提和基础。流域内一个栅格的汇流量反映了其汇聚水流能力的强弱程度。因此, 一个栅格的汇流累积量越大, 其汇流能力也就越强, 该栅格所代表的地形特征就有可能是河谷; 反之, 汇流累积量为零的地方则可能代表流域的分水岭。汇流累积量计算的基本思想是, 以规则格网表示的数字地面高程模型每点处有一个单位的水量, 按照水流从高处流往低处的自然规律, 根据区域地形的水流方向数据计算每点处所流过的水量数值, 从而得到该区域汇流累积量。

在流向计算结果基础上, 通过 “Flow Accu” 命令, 即可得到汇流累积量数据。

2.1.4 提取河网

上述处理得到的汇流图中, 每一个栅格的汇流累积量代表着能够注入该栅格的所有单位水量的数量, 当栅格的汇流累积量大于某一给定的阈值时, 认为该栅格位于水道之上, 将这些栅格赋值为 1, 小于该阈值的栅格赋值为空值。将各水道按有效水流方向连接产生流域河网, 划分出河流网络系统。

设定阈值: 阈值的设定在河网的提取过程是很重要的, 并且直接影响到河网的提取结果。阈值的设定应遵循科学、合理的原则。首先应该考虑到研究的对象, 研究对象中最小级别, 不同级别的沟谷所对应的不同阈值; 其次考虑到研究区域的状况, 不同的研究区域相同级别的沟谷需要的阈值也是不同的。本次工作用 800。

提取河流网栅格: 在空间分析模块 “Map Algebra” 下的单地图代数表达式中输入公式: $\text{con}(\text{Flow Accumulation} > 800, 1)$, 将输出文件存为 “StreamNet”。其思想是将 “Flow accumulation”

累积量大于 800 的栅格均赋值 1, 而其余则为无数据, 进而得到河流网栅格。

之后再河网栅格矢量化, 即为获得的原始水系文件, 为 shp 格式 (根据用户需要转换为相应格式)。

2.2 地形数据提取

Arcgis 中实现等高线的提取, 操作较为简单, 是通过 “Spatial Analyst Tools” 模块下 “Surface” 菜单的 “Contour” 功能来实现。导入已有的 DEM 数据文件, 根据实际需求, 设置等高线间隔, 保存结果文件, 即可得到 shp 格式等高线文件。最后仍

需将成果文件转换为用户自定义格式。

3 数据的可靠性分析

为了判断所获取的地形资料的可靠性, 在国内边境地区选取了 1:5 万地形图, 用同样的方法利用 GDEM 数据提取了对比区的地形 (水系) 资料, 将二者进行了对比 (图 1), 对比结果表明, 处理得到的等高线与实际 1:5 万地形图上等高线吻合较好, 提取出了水系长度在 1 km 左右的一级水系, 满足工作技术要求。



图 1 提取等高线与实际等高线对比图

Fig. 1 Comparison diagram between abstracting contour and actual contour

1. 提取等高线; 2. 实际地形等高线; 3. 提取水系

根据实际条件, 海拔低于 4 000 m, 通行方便的地区采样密度为 1~2 点/4 km²; 海拔 4 000~5 000 m, 易于车辆通行地区采样密度为 1 点/4 km²; 车辆不易通行地区采样密度为 1~2 点/16 km²; 海拔大于 5 000 m 的地区, 以最大限度的控制上游汇水域为原则。采样点主要布设在长度为 1~2 km 的一级水系沟口 (中国地质调查局, 2007)。基于上述原则, 完成全区采样点布设 (图

2)。

4 结论

针对实际工作中存在的关键性问题, 通过实际应用研究, 利用 Arcgis 平台, 对 DEM 数据进行处理, 经过校正等一系列处理流程, 得到了满足本次

- 水文特征模拟与分析[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2009, 29 (5): 396-399.
- Wu Junxian, Bi Rutian, Liu Geng, et al. The Simulation and Analysis of Land Surface Hydrological Characteristics Based On The DEM in Sushui River Drainage Area [J]. Shanxi Agric Univ. (Natural Science Edition), 2009, 29 (5): 396-399.
- 孙崇亮, 王卷乐. 基于 DEM 的水系自动提取与分级研究进展[J]. 地理科学进展, 2007, 27 (1): 118-124.
- Sun Chongliang, Wang Juanle. The Progress on Automatic Basin Streamline Extracting&Classifying Methods Based on DEM [J]. Progress in Geography, 2007, 27 (1): 118-124.
- 贺中华, 梁虹, 黄法苏, 等. 基于 ASTER 的喀斯特流域地表水系自动提取研究——以贵州省为例[J]. 中国岩溶, 2007, 26 (4): 354-360.
- He Zhonghua, Liang Hong, Huang Fasu, et al. ASTER supported research on automatic extraction of karst surface water-A case in Guizhou province [J]. Carsologica Sinica, 2007, 26 (4): 354-360.
- 中国地质调查局. 地质调查标准汇编-地球化学勘查分册[S]. 2006.
- China geological survey. Compilation of China geological surveying standard-Geochemical exploration volume [S]. 2006.
- O'Callaghan F, Mark D M. The extraction of drainage network from digital elevation data [J]. Computer Vision, Graphics and Images Processing, 1984, 28: 323-344.
- Jensont K, Dominique J O. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographical information system analysis [J]. Photogrametric Engineering and Remote Sensing, 1988, 54 (11): 1593-1600.
- Martz L W, de Jong E. Catch: A fortran program for measuring catchment area from digital elevation models [J]. Computers&Geosciences, 1988, 14 (5): 627-640.
- Martz L W, Carbrecht J. Numerical definition of drainage network and subcatchment area from digital elevation models [J]. Computer&Geosciences, 1992, 18 (6): 747-761.
- Tribe Andrea. Automated recognition of valley lines and drainage networks and drainage networks grid digital elevation models: A review and a new method [J]. Journal of Hydrology, 1992, 139: 263-293.

Application of Aster-GDEM Data on Regional Geochemical Survey in Tajikistan Pamir Metallogenic Belt

CAO Ji-fei, WANG Bin, MENG Guang-lu, LI Bao-qiang, FAN Bao-cheng, ZHANG Jing, WU Liang

(Xi'an Center of Geological Survey, China Geological Survey, Xi'an 710054, China)

Abstract: Pamir, in Tajikistan, located in alpine region, relatively lower geological researching level, lacks complete topographies with the scale of 1 to 50 000 and 1 to 100 000. Tajikistan has power protective policies, obtaining large scale topography data is very difficult, so to carry on regional geochemical survey topography data with scale of 1 to 250 000 has become the first key problem. According to the above matter, the project carries on monographic studies. Based on the ASTER-GDEM elevation data, platform of ARCGIS 9.0, disposing DEM data, we successfully extracted the topography and water system with the accuracy of 25 m. At the same time, the comparison between the extracted data and actual data indicates that the topographic data extracted is reliable and credible, and the accuracy is close to the scale of 1 to 50000. And finally the problem encountered above was solved, a new, quick and effective method for abroad geological survey is provided.

Key words: Pamir metallogenic belt; regional geochemical survey; ASTER data; DEM; water extracting