

基于DEM (数字高程模型) 的小流域河网提取研究

——以南北盘江为例

李小丽

贵州省地质矿产勘查开发局 111 地质大队(贵州地质工程勘察设计院有限公司)

DOI:10.12238/gmsm.v8i1.2132

[摘要] 流域是科学管理水资源和环境保护的基础。流域的划分是自然与社会系统协调发展的基石,为科学决策提供空间框架,促进人水和谐共生。但很多时候流域只有大致的范围,而没有详细的界线,给我们的工作带来不便。本文以南北盘江流域为研究对象,基于DEM数据,运用GIS工具,提取河网,结合河网水系属性数据,得出南北盘江流域的河网水系,得到南北盘江流域的界线范围。

[关键词] 数字高程模型(DEM); 南北盘江流域; GIS

中图分类号: TV212.4 文献标识码: A

Research on Extracting Small Watershed River Networks Based on DEM (Digital Elevation Model): A Case Study of Nanbei Panjiang River

Xiaoli Li

111 Geological Brigade of Guizhou geological and mineral exploration and Development Bureau (Guizhou geological engineering investigation and Design Institute Co., Ltd.)

[Abstract] Watershed is the foundation for scientific management of water resources and environmental protection. The division of river basins is the cornerstone of the coordinated development of natural and social systems, providing a spatial framework for scientific decision-making and promoting harmonious coexistence between humans and water. But often times, the watershed only has a rough range without detailed boundaries, which brings inconvenience to our work. This article takes the Nanbei Panjiang River Basin as the research object. Based on DEM data and using GIS tools, the river network is extracted. Combined with the attribute data of the river network, the river network system of the Nanbei Panjiang River Basin is obtained, and the boundary range of the Nanbei Panjiang River Basin is determined.

[Key words] Digital Elevation Model (DEM); The Nanbei Panjiang River Basin; GIS

DEM(digitalelevationmodel, 数字高程模型)是一种数字地形表示法,用于模拟地形的有限高程信息,包含大量有关地形、地貌和水文的信息。与传统方法相比,基于DEM数据提取的精度可以满足水文模拟与生产的需要,这些水文信息对构建水文特征模型有很重要的作用,水文模型的典型水文模型建设,并提供重要科学依据来监测和防止大型自然灾害。首先,从地形图上探索集水区和水文集水区,然后从最低点搜索集水区参数和特征。这种方法需要耗费大量时间和精力,而且存在人为差异,这种方法既费时又费力,而且个体之间存在差异。随着地理信息系统的发展,研究转向数字化和数字自动提取。O'Callaghan等人提出了一种梯度建模方法,在这种方法中,DEM数据被平滑,根据流动方向有一个最大梯度,以降低压力,提高处理效率。Tribe

强调了基于O'Callaghan等人的斜坡模拟算法生成所需的条件,根据该算法,网格中的每个单元格都被分配到水流的一个特定方向。Garbrecht和他的同事们引入了新的改进,改进后的算法可以处理所有的洼地区域。Deterministic Eight Nodes(D8)是一种经典的单流算法。这种方法因其简单和有效而被国内外科学家广泛使用。总体而言,大多数现有研究基于数据补充数据,或加强现有的算法,提取后通过分析水文地理信息系统工具水文信息。基于上述中外研究,包括流域南北河盘江等研究领域,利用地理信息系统水文分析提取和分析研究区域的小流域特征信息,为数字水文提供支持数据。

1 研究区概况

南北盘江为西江上游的左右源,共同构成珠江流域重要水

源。云贵高原的“乌蒙山脉”为两江分水岭。南盘江发源于云南曲靖市马孔山南端(珠江最重要的源头),流经云南、贵州和广西三省,在贵州省望谟县与北江汇合后,被称为“红水河”。属珠江流域西江上游干流上游为高原山地,中下游多喀斯特峡谷,河道深切,落差大,水能资源丰富。北江发源于云南曲靖市马孔山北麓,流经云南、贵州两省,在贵州省望谟县与南盘江汇合。以喀斯特地貌为主,多峰丛洼地、溶洞暗河,其中“北盘江大峡谷”(贵州段)为典型深切峡谷景观。南北盘江的详细位置及水系网络不详,本文通过对DEM数据进行水文分析,结合1:100万水系图,从而得到最终的南北盘江流域河网水系及南北盘江的具体范围。为了更好的分析河网水系,本文收集的DEM数据范围远远大于南北盘江的范围,对超大范围的DEM数据进行分析,得出超大范围的数字河网,结合水系属性数据,最后对其进行叠加,得到结果。研究区超范围DEM如图1所示。

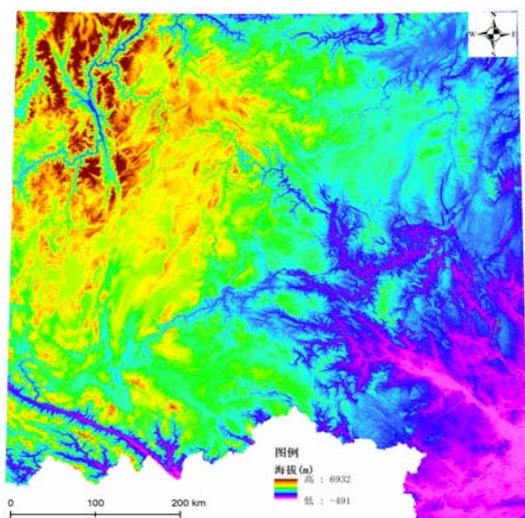


图1 研究区超范围DEM

2 数据来源与处理

2.1 数据来源

本文所使用的DEM数据来源于NASA官方网站(<https://search.asf.alaska.edu/#/>)的ALOS12.5mDEM数据,高程数据水平及垂直精度可达12.5米。以及1:100万的流域水系图。

2.2 数据预处理

原始DEM数据可能有一个压缩,本质上是未开发的像素信息,具有相对较高的相邻像素值。这可能是由于DEM分辨率的差异或生成过程中的错误。由于在计算水流方向和电网蓄积量时压力不正确,可能会导致原始方向错误,甚至水流方向结果不正确。预处理必须确保网格中的每个单元都有一个清晰、合理的流动方向。

3 研究方法

河流系统功能信息的数字化提取包括以下五个步骤:(1)计算河流系统设备的水流方向;(2)计算网格单元格的累计收敛性;(3)水道建设;(4)河流系统分类;(5)河流网络和媒介通信

3.1 流向计算

流向方向指一个栅格的流量在离开该栅格时的方向,它决定了表面流动的方向和栅格之间的能量分布。Skid Mom建议将流的地址标记为两个受 n 影响的地址(从0开始),并在顺时针方向添加8个地址。该方法简化了自然状态下多种可能的水流方向,使水流明确偏向某个栅格。其简单、多功能和实用的处理使其成为最常用的方法。

3.2 流量计算

在表面流建模中,基于水流方向数据计算汇流累积量,它代表了域内网格中每个单元点的累积大小。

3.3 建立流动网络

如果特定网格点的累计收敛超过了为排水区设定的最小阈值,网格将出现在小溪中,并成为供水系统的一部分。这意味着必须设置一个适当的阈值,提取累计水量大于约定最小值的网格,为汇聚水量分配属性并得到结果。

3.4 河网分级

通过采用GIS的“河网分级”工具对设定阈值并通过栅格计算器计算的河道进行河网分级。

3.5 栅格河网矢量化

通过采用GIS的“栅格河网矢量化”工具对以上分析的河网进行自动分级。

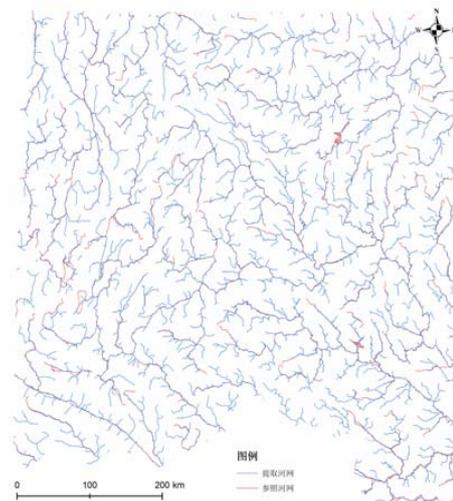
3.6 河流链接

对流量栅格进行提取可得到离散的栅格河网的形状图,河流工具按顺序将这些离散点连接到看起来像河网弧段的线。这有助于确定河流的方向,而河流网络连接记录了河流网络和水系统之间的结构信息。

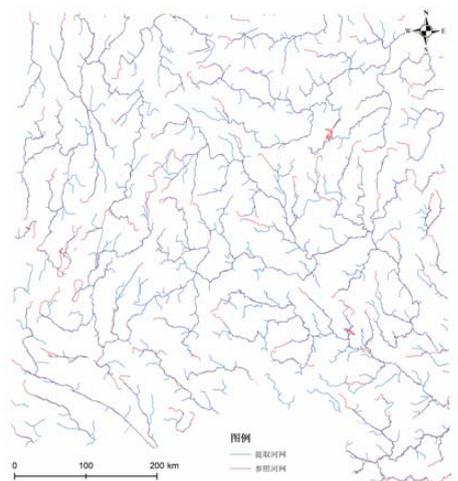
4 结果与分析

4.1 河网提取阈值的确定与分析

确定适当的提取梯度是收集和分析河流网络的关键。排放限值越高,在蓄水流量中超过这一限值的漏斗孔就越少,抽取的河水就越分散。为了找到最合适的阈值,并将其与研究领域的实际情况进行比较,进行了更多的实验和比较,以找到最合适的阈值。



阈值100000



阈值150000

图2 不同阈值情况下的1:100万参照河网对比

通过连续对比测试,选择了阈值为100,000和150,000的数字系统,并与现有的100万个参考芯片进行了对比。结果发现,从每个阈值(蓝色)中提取的数字水系统与参考芯片(红色)的主电流基本一致。经过详细比较,发现当阈值为10万时,主要流域的河流基本一致,主要支流之间的相似度较高。最终,选择了10万阈值来挖掘河流。

4.2 小流域的划分

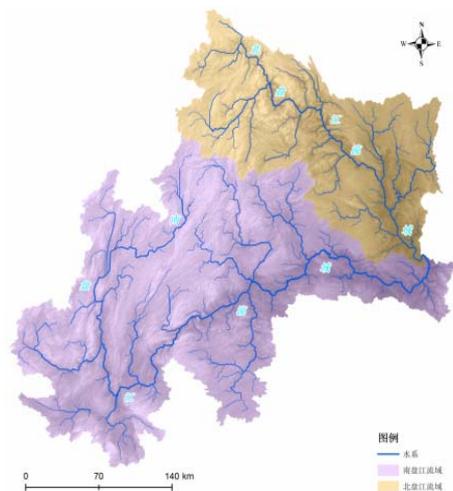


图3 南北盘江流域范围(100000阈值)

选定阈值为100000的水系,进行小流域的划分。使用GIS的“集水区”工具进行分析,对分析结果结合1:100万参照河网属性进行叠加分析,从而得出南盘江所包含的流域和北盘江所包含的流域,两者进行叠加分析最终得出南北盘江流域的最终范围如图3所示。

流域面积统计。通过在GIS中计算得到,南盘江流域面积为57198.54km²,北盘江流域面积为28911.48km²,南北盘江流域面积共计86110.02km²。

5 结论

DEM与GIS的结合进行小流域分析,不仅将流域划分效率提升了一个数量级,更通过量化分析打破了传统经验主导的局限性。其核心价值更具有科学性,以数据而非主观判断定义流域边界,分析更加精细化,支持从平方公里级到跨地区的无缝分析。为南北盘江流域区域的可持续发展提供科学依据,为区域研究、生态保护或政策制定提供基础框架。

[参考文献]

- [1]郑子彦,张万昌,郇庆国.基于DEM与数字化河道提取流域河网的不同方案比较研究[J].资源科学,2009,10(10):10.
- [2]李翀,杨大文.基于栅格数字高程模型DEM的河网提取及实现[J].中国水利水电科学研究院学报,2004,2(3):208-214.
- [3]郑子彦,张万昌,郇庆国.基于DEM与数字化河道提取流域河网的不同方案比较研究[J].资源科学,2009,31(10):1730-1739.
- [4]黄娟,申双和,殷剑敏.基于DEM的江西潦河流域河网信息提取方法[J].气象与减灾研究,2008,31(1):49-53.
- [5]李涛.基于不同尺度DEM提取三峡库区紫色土小流域特征参数研究[D].中国科学院·水利部成都山地灾害与环境研究所,2008.

作者简介:

李小丽(1986--),女,贵州桐梓人,硕士研究生,研究方向:测绘地理信息技术、建筑信息模型技术。