

# 基于水文分析方法的地性线自动提取

连金玲<sup>1</sup> 李玉芝<sup>2</sup> 徐志强<sup>3</sup>

1 山东省煤田地质局第四勘探队 2 山东水利职业学院 3 山东省煤田地质局

DOI:10.32629/gmsm.v3i2.635

**[摘要]** 为有效解决地性线的自动提取质量问题,进行了在ArcGIS环境下地性线自动提取的实验,经对实验结果的分析认为:以规则格网DEM为数据源,基于水文分析模型自动提取地性线,数据完整、准确度高、现场操作简单易行,较好指导了现场测量。对今后地性线的提取具有一定的借鉴意义。

**[关键词]** DEM; 水文分析; 山脊线; 山谷线; 测绘

## 引言

地性线是地貌形态的骨架线,是描述地貌形态时的控制线,主要包括山脊线、山谷线。它在水文分析、污染扩散分析、矿物质分布分析、土壤侵蚀分析、制图综合、遥感数字图像处理以及解析地貌等方面均有着十分重要的应用。随着GIS技术的应用与发展,地性线自动提取方法有多种。就数据源而言,地性线自动提取的途径通常分为基于等高线提取、基于规则格网DEM提取以及基于TIN提取<sup>[1-2]</sup>。目前,DEM作为标准的基础地理信息产品,已经非常普遍,再加上规则格网数据结构简单等优点,基于规则格网DEM提取地性线的研究有很多,例如:杨洪泉提出一种从1:25万数字高程模型(DEM)数据中提取地性线的方法,并用于计算机自动处理<sup>[3]</sup>;郭明武等提出基于规则格网自动提取地性线的一种简便方法,通过计算机编程实现<sup>[4]</sup>;周毅等基于格网DEM线状分析窗口的地形特征线快速提取方法<sup>[5]</sup>;等等。2002年,ESRI公司将GIS和水文地理领域知识相结合开发了Arc Hydro水文分析模型<sup>[6]</sup>。由于山脊线具有分水性,山谷线具有合水性特征,汤国安将水文分析与GIS的栅格计算、邻域分析、重分类等空间分析功能结合,研究了基于DEM地表水文分析的地性线提取方法,并在ArcGIS中实现,简单易行。本文以日照一地区的DEM为实验数据,在ArcGIS中提取地性线,并对结果进行分析,对于基于规则格网DEM自动提取地性线的方法改进起到积极作用。

## 1 基于水文分析提取地性线的原理

基于水文分析方法提取地性线的基本思想是:按照自然规律,水总是从高处流向低处,并不断地向下游汇合,按照顺序依次计算每一地形点的汇水量,根据汇水量的变化来提取特征线。即合水线(山谷线)的汇水量单调递增,而分水线(山脊线)上的汇水量是不累积的。

对于山脊线而言,由于它同时也是分水线,而分水线的性质即为水流的起源地。所以,通过地表径流模拟计算之后,这些栅格的水流方向都应该只具有流出方向而不存在流入方向,即栅格的汇流累积量为零。因此,通过对零值的提取,就可得到分水线,即山脊线。对于山谷线而言,可以利用反地形计算。即利用一个较大的数值减去原始DEM数据,得到与原始DEM地形相反的地形数据(即反地形DEM),使得原始的DEM中的山脊变成反地形的山谷,而原始DEM中的山谷在反地形中就变成了山脊<sup>[7-8]</sup>。利用山脊线的提取方法就可以实现山谷线的提取。此方法提取出的山脊线和山谷线有些偏差,山脊线属于正地形,而山谷线属于负地形,将前面提取的山脊线、山谷线与正、负地形DEM进行栅格运算,即可消除错误的山脊线或山谷线。

## 2 在 ArcGIS 中借助水文分析功能提取地性线的方法

### 2.1 实验区概况

日照市属鲁东丘陵,总体地势背山面海,中部高四周低,略向东南倾斜,山地、丘陵、平原相间分布。最高点为五莲县境内马耳山,海拔706米;最低点为东港区东海峪村,海拔1~1.5米。山地占总面积的17.5%,丘陵占

57.2%,平原占25.3%。本文采用的样品数据为ASTER GDEM2 30米分辨率的数字高程模型,经度为119.05° E-119.35° E,纬度为35.5° N-35.8° N,在日照东南区域。

### 2.2 正、负地形的提取

正、负地形的提取是通过领域分析、重分类方法实现的。在ArcMap环境下加载样区的DEM数据,借助“焦点统计”工具,通过邻域分析方法以11×11的窗口计算平均值,然后利用“栅格计算器”工具,以原始DEM数据减去邻域分析之后的DEM数据,使用“重分类”工具对做减法运算后的结果进行两次重分类,分类界线为0。第一次,将大于0的区域赋值为1,小于0的区域赋值为0,得到正地形(如图1所示);第二次,将小于0的区域赋值为1,大于0的区域赋值为0得到负地形数据(如图2所示)。

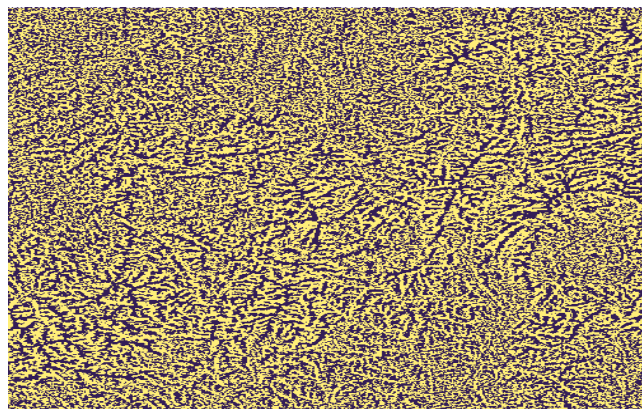


图1 正地形区域(图中深色区域)

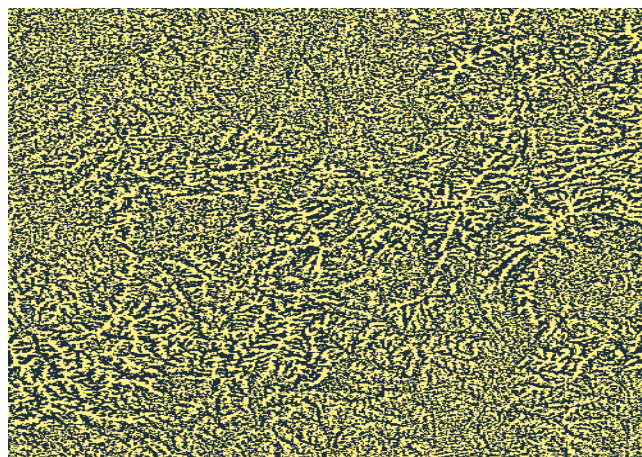


图2 负地形区域(图中深色区域)

### 2.3 山脊线的提取

基于水文分析方法提取山脊线流程[8]如图3所示。

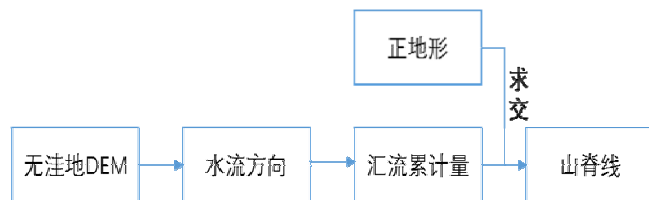


图3 基于水文分析方法提取山脊线流程

由于DEM误差及一些真实地形(如喀斯特地貌)的存在,使得表面存在以下凹陷的区域。在进行水流方向计算时,由于这些区域的存在,往往得到不合理的甚至错误的水流方向。因此,在水流方向计算之前需要对原始的DEM数据进行洼地填充,得到无洼地DEM。在ArcGIS中用水文分析中的“填洼”工具,对原始DEM进行洼地填充。紧接着利用“流向”工具,以无洼地DEM为数据源计算水流方向;第三步,通过“流量”工具,在水流方向数据基础上计算汇流累积量;第四步,借助“栅格计算器”工具,提取汇流累积量为“0”的栅格,即为初始山脊线。

此时在软件中显示初始山脊线会发现,很多地方并不是山脊线,因此需要对数据做如下处理:利用邻域分析方法,对初始山脊线进行 $3 \times 3$ 邻域分析,求均值,使数据变得光滑;通过“等值线”及“山体阴影”工具生成原始实验数据的等值线图和晕渲图;打开邻域分析后的汇流量为0的数据,在其“符号系统”选项卡中进行重新分类,并以晕渲图和等值线图作为辅助判断,以寻找最佳分类阈值,属性值越接近于1的栅格越有可能是山脊线的位置,本实验中选取0.5541为最佳阈值<sup>[8]</sup>。选定阈值后使用“重分类”工具对数据进行重分类,最后利用“栅格计算器”将重分类后的山脊线数据与正地形数据相乘,消除存在于负地形区域中的错误山脊线。山脊线提取结果如图4所示。

### 2.4 山谷线的提取

利用[Spatial Analyst工具][地图代数][栅格计算器]获取反地形,计算公式为 $Abs(dem-2000)$ ,得到与原始DEM地形完全相反的反地形DEM。反地形计算完毕之后,山谷线的提取就和山脊线的提取步骤一样,直到最终利用重分类的方法将重新分级的邻域分析后的结果二值化为止。需要注意的是:这里不需要对反地形DEM进行洼地填充;分级阈值为0.65677<sup>[8]</sup>。

利用[Spatial Analyst工具][地图代数][栅格计算器]工具,将重分类过后的数据与负地形数据相乘,消除那些存在于正地形区域中的错误的山谷线。然后将计算结果进行重分类,所有属性不为1的栅格属性值赋为NO DATA。就得到了山谷线,如图5所示。

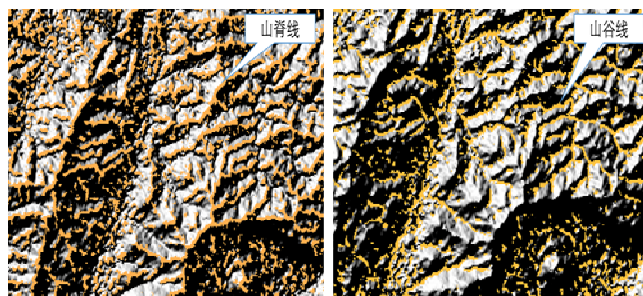


图4 山脊线

图5 山谷线

### 3 结语

在ArcGIS环境下,以规则格网DEM为数据源,基于水文分析模型自动提取地性线,简单易行。水文分析方法提取地性线是以整体的区域地形为依据的,提取的地性线具有较好的完整性。但通过对比等高线也发现:在地形起伏较小的地方提取的地性线不太准确,会出现断裂现象;山顶或靠近山顶处的地性线宽度过大;地性线最高处的点位提取不够准确。如何进一步提高地性线提取的准确度和精度,是需要下一步研究的问题。另外,建立客观、可执行度高的精度评价体系,以判定地性线提取的精度,也是一个重要的研究方向。

### [参考文献]

- [1]王文娟.规则格网DEM的地形特征线提取研究[D].长安大学,2018.
- [2]刘淑琼,邹时林.基于格网DEM的地形特征线提取方法比较[J].测绘与空间地理信息,2015(2):85-86.
- [3]杨洪泉,李乃良,李成名.从1:25万DEM中提取地性线的研究[J].测绘通报,2003(10):22-23.
- [4]郭明武,吴凡.基于规则格网DEM自动提取地性线的一种简便方法[J].测绘信息与工程,2005(02):33-34.
- [5]周毅,汤国安,张婷,等.基于格网DEM线状分析窗口的地形特征线快速提取方法[J].测绘通报,2007(10):67-69.
- [6]朱思蓉,吴华意.Arc Hydro水文数据模型[J].测绘与空间地理信息,2006(10):87-90.
- [7]仲腾,汤国安,周毅,等.基于反地形DEM的山顶点自动提取[J].测绘通报,2009(4):35-37.
- [8]汤国安,杨昕.ArcGIS地理信息系统空间分析实验教材[M].北京:科学出版社,2012.

### 作者简介:

连金玲(1979—),女,山东曹县人,汉族,大学本科,山东省煤田地质局第四勘探队地质技术服务中心工作,从事测绘工作的技术管理,测绘工程师。