

基于栅格模块地形因子提取及其水土流失评价中的应用 ——以湖北省房县水土流失评价为例

钟霞, 薛重生

(中国地质大学研究生院, 武汉 430074)

摘要: 以湖北房县为例, 在 ARC/INFO 的栅格模块支持下, 利用 1:25 万的栅格数字高程模型 (DEM) 数据, 对水土流失中地形因子进行了分析, 从中提取了坡度、坡向、坡形等地形因子图, 完成了水土流失地形因子的数据库及其制图; 在此基础上结合水土流失其它几个因子影响特征, 初步估算了房县水土流失量。

关键词: 地理信息系统; 栅格模块; 水土流失; 地形因子

中图分类号: TP79; S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)01-0092-03

The Processing of Terrain Factors Based on the Grid Module and Its Applying to Estimating Soil Erosion

ZHONG Xia, XU E Chong-sheng

(China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Taking Fang County in Hubei Province as a test area and by the support of the grid module of ARC/INFO geographic information system, the terrain factor in soil erosion was analysed from the 1:25 DEM which was expressed by grid. And then, the map of slope, aspect and terrain can be drawn and the data of terrain can be finished. Last, according to the characteristic of the terrain factor, the soil erosion amount in Fang County can be predicted.

Key words: ARC/INFO; grid module; soil erosion; terrain factor

中国是水土流失较严重的国家之一, 水土流失危害严重, 其中土壤侵蚀量估算很早就引起了人们的重视。60 年代, Wischmeier 提出的通用土壤侵蚀方程 (USLE), 是目前土壤侵蚀量估算中较为广泛应用的方法, 国内许多学者在这个基础上, 结合我国水土流失的特点, 具体的, 针对性的提出很多适用模型, 但是这些模型都是建立在大量实测实验数据基础, 对于广大地区, 尤其是无实测数据资料地区实施该模型有一定的困难^[1]。近年来, 遥感技术和地理信息系统在土壤侵蚀调查中广泛应用。相对于传统的土壤侵蚀量调查, 遥感方法具有耗资少、周期短、宏观快速等特点。遥感所获取的信息已成为广大无实测资料地区进行土壤侵蚀量估算的一种极其重要的信息源, 同时随着国家基础地理数据库的建立, 尤其是 1:5 万 DEM 数据库的建立, 为快速土壤流失评价和水土保持效益评价提供了依据。

本文研究应用 DEM 数据, 利用地理信息系统中栅格模块的技术, 对土壤侵蚀中地形因子做出一定研究, 为建立水土流失中的地形因子的空间数据库提供了一个科学、快速的方法, 使得建立水土流失的动态监测网络、全面监测、预测预报、快速调查土壤侵蚀的基本情况, 使实现土壤侵蚀的定量

评价成为可能。

1 ARC/INFO 栅格模块与数字高程模型介绍

1.1 ARC/INFO 栅格模块

地理特征在计算机内可以用矢量, 也可以用栅格数据表示。在矢量数据结构中, 地理特征用一组或一对 X, Y 坐标来表示。它能将地理实体表现得准确无误。在栅格数据结构中, 地理特征使用网格单元的行列作为位置标量, 栅格单元值为属性值。与矢量数据结构相比, 栅格数据结构简单, 地理现象模拟比较容易实现, 但数据量很大。在 ARC/INFO 系统中, 栅格数据处理和显示是由 GRID 模块来实现。GRID 模块是 ARC/INFO 扩展, 具有完整功能得基于网格数据的系统。其提供了数据转换和清除, 地理定位, 数据管理, 显示查询, 数据插值和表面分析以及其它一些模块分析功能。我们可以利用 grid 数据建立如距离模型, 位置特征模型, 表面模型和扩散模型来解决一些实际问题^[2]。

在栅格模块中, 像元是一个基本单位, 在 ARC/INFO 的 GRID 模块中, 对 grid 数据有强大的空间分析功能, 比如单个像元代数运算, 邻域像元的统计分析等等操作。利用其空

间分析功能,在不同图层的坐标系统和空间分辨率的一致是运算的前提下,进行一定的加,减,乘,除,三角函数,统计等运算,得到该单元空间分析要求的值。在此基础上,再根据一定的级别值分类和统计,得到一定要分析的数据,为进一步研究提供一个准确的数值。

1.2 数字高程

数字地面模型(Digital Terrain Model)简称DTM 是 20 世纪 50 年代由美国人米勒(C. L. Miller)首次提出的,是描述地表单元空间位置和地形属性分布的有序集合,是定义于二维区域上的一个有限的向量系列。数字高程模型(Digital Elevation Model)简称DEM,它是DTM 的一个子集。也是最基本的部分,它是对地球表面地形地貌的一种离散的数字表达,表示实际地形高低起伏和地形大小特征的空间分布模型。数字高程模型(DEM),是遥感与GIS 中赖以进行三维空间数据处理与地形分析的核心数据。

数字高程模型的数据结构有三种组织形式:正方形格网结构(GRID),不规则三角形结构(TN),GRID 与TN 混合的结构。地形数据的应用可以分为两类,一种是直接应用,即将DEM 本身作为测图自动化的重要组成部分和地理信息数据库的基础;第二类是将DEM 经过某种变换产生满足各种专业应用需求的各种派生产品,从地形分析的复杂性角度,可以将地形分析分为两大部分:一部分是基本地形因子,另一部分是复杂的地形分析包括可视性分析,地形特征提取,水系特征分析等等。

2 地形因子提取

2.1 水土流失地形因子

在水土流失通用方程(USLE)中,地形因子主要包括坡度因子 S 和坡长因子 L 。在水土流失过程中,除以上基本的几个量外,地形的起伏度,沟壑密度,裂度和糙度等也是其重要参数。坡度是地面坡度是反映地表斜面对水平面的倾斜程度的量值,是地表形态的重要标示量之一。坡度的大小制约着土壤侵蚀量的强弱,决定着水土保持措施的布设方式,关系着土地利用的方向及其规划,地面坡度是决定径流冲刷能力的基本因素之一。

坡长与土壤流失的关系比较复杂,在不同土壤、不同地面坡度和不同降雨量的情况下,土壤流失的程度也不同。

自然界中山岭丘陵的坡形虽然十分复杂,总的来说,有以下四种:凸形坡,凹形坡,直线形坡和阶段形坡。坡形对水力侵蚀的影响,实际上是坡度,坡长两个因素综合作用的结

果。一般来说,直线形坡上下坡度一致,下部集中径流最多,流速最大,所以土壤冲刷较上部强烈。凸形坡上部缓,下部陡而长,土壤冲刷较直线形坡下部更强烈。凹形坡上部陡,下部缓,中部土壤侵蚀强烈,下部侵蚀减小,常有堆积发生。

2.2 地形因子提取

地形地貌因子的提取,以DEM 为基础,计算每一栅格的坡度和坡向。坡度的计算原理是由小流域内任一点相邻的四个点拟合出空间平面方程,在解析分析的基础上,求出平面法线的倾角和倾向。坡度是拟合平面法线与水平法线之间的夹角。坡度具有在其值域范围(0~ 90°)量值上的无限可分性,而地表实际坡度又具有空间上的连续性,要对坡度进行科学的研究与制图,建立科学合理的地面坡度分级体系是极其重要的环节。坡向则是拟合平面法线在水平面上的投影的方位角。坡度根据每一栅格中心点与其周围栅格(8 个)中心点的高程来计算,坡向是最大坡度的朝向,用标准方位角来表示,北向起点顺时针0~ 360°。用再分类模型可将坡度分为5 个等级,坡向分为8 个朝向。利用归并算法,将坡度相等且相连的点合并为同一区域,同理,将坡向一致且相连的点合并为同一区域,分别形成坡度和坡向数据层。在这基础上,分别利用GRID 模块中一系列功能来依次得到坡长,坡形数据层等。

3 实例

3.1 研究区概况

房县,位于湖北西北、大巴山和武当山之间。同样也是丹江口水库的库区范围。地势南北高,中部低,四周高山环绕,由两侧分向中部倾斜,略成盆地形势。房县境内大小河流1 261条,总长3 455 km,境内有四大水系,即南河、堵河、北河、官山河,总长2 612 km,流域面积占全县的100%;土壤主要分黄棕壤土、山地棕壤土、石灰岩土、潮土、紫色土和水稻土等六大土类,土壤侵蚀主要以水蚀为主。自然人为等因素的约束干预,房县部分地区植被遭到严重破坏,水土流失较严重,对其水土流失的预防、治理研究了解水土流失的空间和数量分布状况是水土保持工作的重点。

3.2 土壤侵蚀地形因子信息提取

在ARC/INFO 的平台上,利用房县1:25 000 高程等值线,其间距是100 m,利用一定的内插,生成间距为50 m 的等高线,然后生成TN 数据,然后生成栅格DEM 数据。其过程是图1。

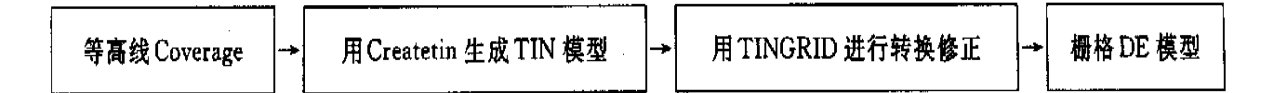


图1 栅格模型的生成

坡度坡向提取方法:在生成的DEM 数据中,在GRID 模块中利用其一些函数功能直接生成坡度坡向因子图,把坡度按< 5°;5~ 8°;8~ 15°;15~ 25°;> 25°分为5 级。

坡长坡形提取方法:在栅格模块下,利用其邻域分析和

几何上的关系,在坡度因子值基础上,确定其值。坡形是在对坡度求导而得到的值。该值大于0,坡形为凸坡,该区是物源区,处于一种不稳定的状态;该值小于0,坡形为凹坡,该区是土壤的沉积区,相对较稳定状态。

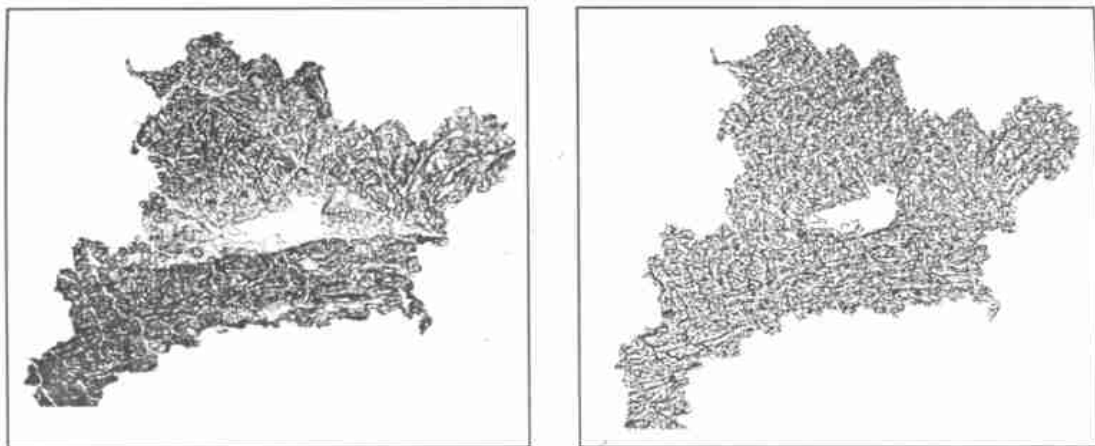


图 2 在 GRID 模块下提取的房县地形因子图(左边为坡度图,右边为坡形图)

3.3 地形因子综合与水土流失量估算应用

地形因子在水土流失过程中是一个自然的下垫面因子。在讨论坡度、坡长的基础上,本文在计算水土流失量中,考虑了坡形因素。坡形中数值的 $1/100^\circ$ 单位,从 -0.5 至 $+0.5$ 的区域为丘陵地带,从 -4 至 $+4$ 说明是一个崎岖的高山地域,根据这样的数值来确定坡形在水土流失中的权值。采用这样的方法,结合在水土流失通用方程(USLE)中的降雨因子,土壤抗蚀力,植被覆盖和保土措施因子图,土壤侵蚀量估算根据各因子影响度的分析,利用 Arc/Info 系统的地图代数功能,将各因子图进行叠加分析,得到综合因子得分图。得

到房县水土流失量评估的综合图。

由以上的方法,初步得到的栅格数据,在 ARCGIS 的 ARCMAP 中,通过不同的颜色来确定栅格值的大小,房县 1995 年的水土流失估算量(图 3 左边的图),从图上可以很明显的看出,在房县盆地的西北、西南方向,水土流失量是偏高值。在栅格模块中,对数值进行分类,在此基础上把栅格转为矢量,来统计不同流失程度的面积,与 2000 年土壤侵蚀数据(图 3 右边的图)对比,两者在空间上有很大的耦合,实现了快速从水土流失程度从空间上实现了定位,使为水土保持监测和水土保持工作的开展更有针对性和具体性。

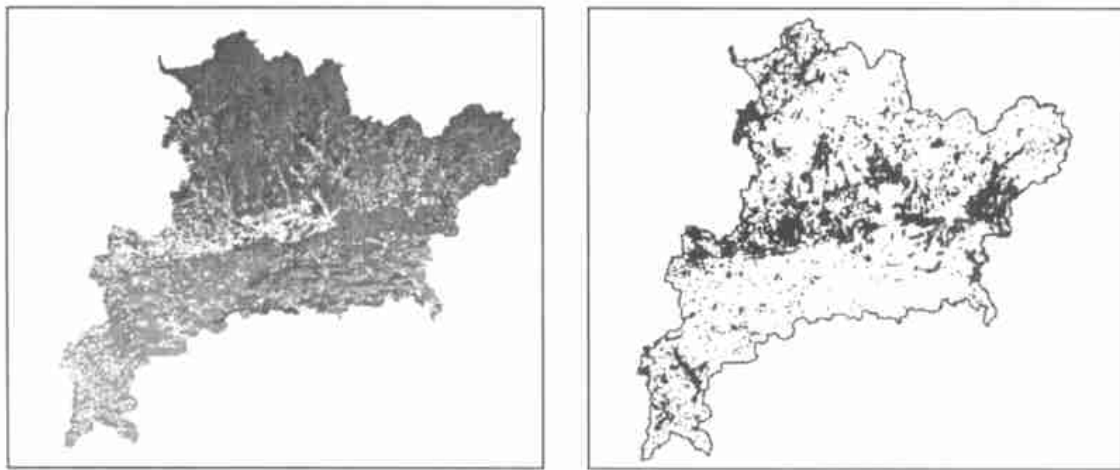


图 3 结果数据(左边的为估算流失量的栅格图,图象中白色像元,代表水土流失量较大,右边为土壤侵蚀量栅格图,彩色像元是水土侵蚀强烈的区域)

4 讨论

利用地理信息系统中的栅格模块,可以快速的从 DEM 栅格数据中,对水土流失中的地形因子进行快速的提取,进一步可以进行数据的挖掘。

利用该方法,可以快速的建立一系列的地形因子的数据

参考文献:

- [1] 黄诗峰, 钟邵南, 徐美. 基于 GIS 的流域土壤侵蚀量估算指标模型方法——以嘉陵江上游西汉水流域为例[J]. 水土保持学报, 2001, 15(2): 105-107.
- [2] 张山山. Arc/Info-Grid 模块及其水文模型应用[J]. 四川测绘, 1998, 21(1): 10-12.

库,为水土流失量进行定量,定位研究,更好的为水土流失动态监测,保护和治理提供一个科学的依据。

同时,该方法中,对 DEM 数据的分辨率应该根据一定的地域范围来确定,分辨率的大小在很大的程度上决定了水土流失量估算的精度。同时地形因子也是水土流失量估算的因子之一,对水土流失量的计算还取决于其他因子的值的准确性。