

数字高程模型在坡耕地调查中的应用

郭鹏¹, 孙艳玲¹, 白洁¹, 刘洪斌^{1,2}, 王伟¹

(1. 西南农业大学数字农业与生物信息实验室, 重庆 400716; 2. 中国科学院地球化学研究所, 贵阳 550005)

摘要: 以1:1万比例尺地形图(H-48-72-24)为例, 采用地理信息系统软件 Arc/Info 数字化地形图生成数字高程模型, 并通过 DEM 计算派生出坡度图, 再结合土地利用现状图和相关资料, 应用地理信息系统空间分析功能, 自动提取坡耕地数据。整个过程主要由计算机进行处理, 人工干预少, 效率高。

关键词: 数字高程模型; 坡耕地; 调查; 地理信息系统

中图分类号: TP 75 : S 341 文献标识码: A 文章编号: 1001-070X(2003)04-0059-04

1 数字高程模型

1.1 DEM 概述

数字高程模型(Digital Elevation Model, 简称 DEM)是地面高程的数字表示, 是 GIS 中赖以进行三维空间数据处理和地形分析的核心数据^[1]。在一般情况下, 地面特征是高程 Z, 它的空间分布由 X、Y 水平坐标来描述, 也可用经度 X 纬度 Y 来描述。DEM 通常有 3 种格式: 栅格型、不规则三角网(TIN)和等高线, 其中栅格型 DEM 是比较普遍的格式, 不同格式的数字高程模型的数据结构对其应用有着重要的影响^[2]。同时, DEM 是地理信息系统重要的基础数据。与传统的地形图比较, DEM 作为表示地表信息的一种数字表达方式有着无可比拟的优越性。

1.2 DEM 数据的获取

数字高程模型的获取有很多方法, 其中包括全数字摄影测量的方法; 交互式摄影测量的方法; 解析摄影测量的方法; 通过对等高线、地形特征点、线等矢量数据进行内插获得 DEM 的方法等^[3]。本文所采用的是基于地形图数据源的矢量数据内插生成 DEM 的方法^[4]。即首先数字化栅格底图, 生成拓扑关系完整的矢量图, 再应用地理信息系统软件 Arc/Info 8, 将生成的矢量图转换为不规则三角网(TIN)(图 1), 并对 TIN 数据进行采样, 生成 DEM 数据, 如图 2。

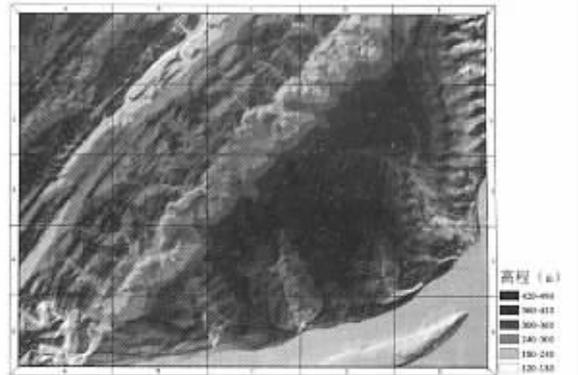


图 1 不规则三角网(TIN)

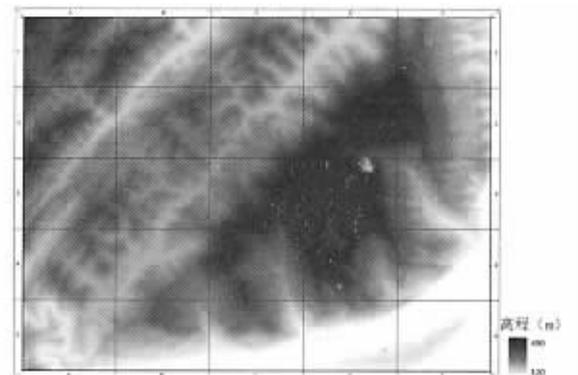


图 2 数字高程模型(DEM)

2 数字高程模型在坡耕地调查中的应用

2.1 坡度计算

目前, 利用 DEM 提取地面坡度的算法可归纳为

5 种 : 四块法、空间矢量分析法、拟合平面法、拟合曲面法、直接解法。其中前 3 种方法是为解求地面平均坡度而设计的, 后两种方法是为解求地面最大坡度而设计的。经证明, 发现拟合曲面法是解求坡度的最佳方法, 该方法能满足计算网格单元坡度值的要求。拟合曲面法一般采用二次曲面, 即 3 像元 × 3 像元的窗口(如图 3), 每个窗口中心为一个高程点, 点 e 坡度的解求公式为

$$Slope = \tan \sqrt{Slope_{we}^2 + Slope_{sn}^2} \quad (1)$$

式中 $Slope$ 为坡度; $Slope_{we}$ 为 X 方向上的坡度; $Slope_{sn}$ 为 Y 方向上的坡度。

在 Arc/Info 中 $Slope_{we} + Slope_{sn}$ 的计算方法为

$$Slope_{we} = \frac{(e_8 + 2e_1 + e_5) - (e_7 + 2e_3 + e_6)}{8cellsize} \quad (2)$$

$$Slope_{sn} = \frac{(e_7 + 2e_4 + e_8) - (e_6 + 2e_2 + e_5)}{8cellsize} \quad (3)$$

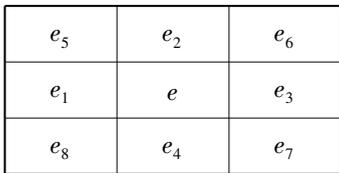


图 3 3 像元 × 3 像元窗口计算点的坡度

2.2 坡度分级图的生成

由 DEM 数据生成坡度图, 坡度范围为 $0^\circ \sim 89^\circ$ 。按照国家通用标准^[5], 将地面坡度划分为 6 级(表 1), 按此分级生成坡度分级图, 如图 4。

表 1 坡度分级表

坡度等级	1	2	3	4	5	6
坡度范围($^\circ$)	<3	3~7	7~15	15~25	25~35	>35



图 4 6 级坡度分级图

西部大开发中指出, 坡度 $>25^\circ$ 的坡耕地是退耕还林、还草的对象。因此, 可以将坡度分为 2 级, 即坡度 $<25^\circ$ 和坡度 $>25^\circ$, 从而生成只有这两个坡度的坡度图(数据)。

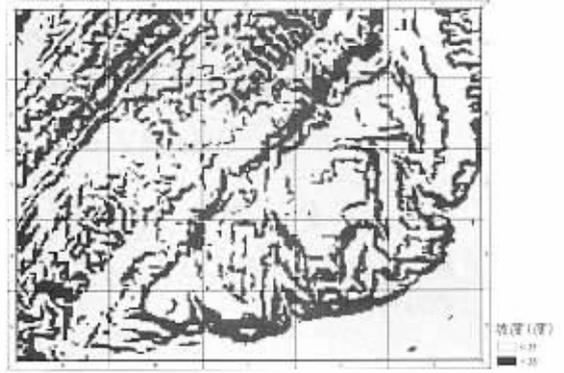


图 5 2 级坡度分级图

把坡度分级图由栅格格式转为矢量格式, 统计出不同坡度级的分布面积(表 2)。由表 2 可以看出, 研究区域坡度在 $7^\circ \sim 25^\circ$ 的坡地分布较多, 占总面积的 50.2%, 面积为 12.556 km^2 。坡度 $>25^\circ$ 的坡地面积为 8.592 km^2 , 所占比例为 34.4%。

表 2 各级坡度分布面积及比例

坡度范围($^\circ$)	<3	3~7	7~15	15~25	25~35	>35
面积/ km^2	2.606	1.246	4.689	7.867	5.577	3.015
比例/%	10.4	5.0	18.8	31.5	22.3	12.0

2.3 坡耕地数据自动提取

“西部大开发土地资源调查评价”项目主要是调查西部地区坡耕地特别是坡度 $>25^\circ$ 坡耕地的数量和分布, 采用的方法是由各个县上报坡耕地数据, 然后逐级汇总。而县级单位则是采取人工判读方法获得坡度数据。数据获取周期长、环节多、人为因素多, 准确度不高。而利用已生成的坡度分级图、土地资源数据库中的行政界限图、土地利用现状图, 以及地理信息系统的叠加分析功能, 可快速、准确地实现坡度数据的自动提取, 其工作流程如图 6 所示。

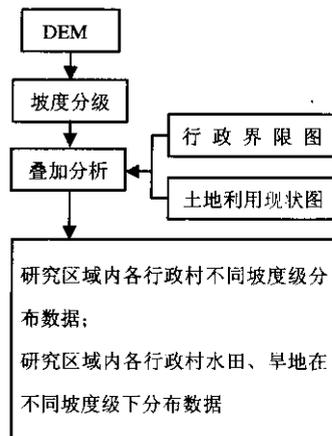


图 6 坡耕地数据自动提取工作流程图

2.3.1 研究区域各行政村不同坡度级分布数据

使用叠加分析功能将研究区域的坡度分级图与行政界限图进行叠加,经统计可获得研究区各行政村不同坡度级分布面积(表 3)。

表 3 各行政村不同坡度级分布面积 单位:km²

名称	坡 度/(°)						小计
	<3	3~7	7~15	15~25	25~35	>35	
白沙村	0.207	0.400	0.401	0.308	0.094	0.028	1.438
百窑村	0.145	0.099	0.207	0.340	0.156	0.163	1.110
大岩村	0.152	0.099	0.451	0.641	0.375	0.202	1.920
邓家村	0.121	0.034	0.323	0.409	0.343	0.214	1.444
高营村	0.224	0.075	0.341	0.548	0.337	0.168	1.693
郭云村	0.114	0.025	0.299	0.594	0.460	0.283	1.775
果梁村	0.164	0.023	0.284	0.609	0.540	0.211	1.831
合水村	0.130	0.072	0.293	0.401	0.295	0.165	1.356
黄棉村	0.141	0.063	0.137	0.437	0.254	0.191	1.223
黄泥村	0.075	0.006	0.073	0.282	0.305	0.143	0.884
黄岩村	0.250	0.159	0.458	0.705	0.492	0.246	2.310
鹿角村	0.126	0.085	0.520	0.827	0.630	0.376	2.564
马家村	0.092	0.002	0.132	0.324	0.323	0.157	1.030
胜利村	0.043	0.004	0.036	0.059	0.035	0.017	0.194
石佛村	0.003	0.000	0.003	0.013	0.007	0.002	0.028
四方村	0.228	0.014	0.245	0.568	0.483	0.187	1.725
新生村	0.104	0.020	0.073	0.209	0.172	0.117	0.695
银山村	0.287	0.066	0.413	0.593	0.276	0.145	1.780
合计	2.606	1.246	4.689	7.867	5.577	3.015	25

经分析可知,对坡度 >25°的坡地,石佛村面积最少,仅占研究区域坡度 >25°坡地面积的 0.1%;其次是胜利村,其坡度 >25°坡地的面积占研究区面积的 0.6%;鹿角村分布面积最多,为 1.006 km²,占研究区坡度 >25°坡地面积的 11.7%。另外,郭云村、果梁村、黄岩村分布面积也较多。对于坡度 <25°坡地面积的分布,白沙村、大岩村、银山村比较多,分别占研究区坡度 <25°坡地分布面积的 8.3%、8.5%、8.6%,石佛村面积最少。

2.3.2 研究区水田、旱地在不同坡度级下分布数据

将土地利用现状图与坡度分级图叠加,经统计得到水田、旱地在不同坡度下的分布数据。水田面积为 2.477 km²,旱地面积为 12.265 km²。其中,水田、旱地在不同坡度级下的面积和比例见表 4。

万方数据

表 4 不同坡度级水田、旱地分布面积及比例

地类		坡 度/(°)					
		<3	3~7	7~15	15~25	25~35	>35
水田	面积/km ²	0.508	0.198	0.986	0.528	0.173	0.084
	比例/%	0.205	0.080	0.398	0.213	0.070	0.034
旱地	面积/km ²	1.044	0.172	2.357	4.862	2.578	1.252
	比例/%	0.085	0.014	0.192	0.396	0.210	0.102

由表 4 可以看出,水田主要分布在坡度 <25°以下,占水田总面积的 89.6%,面积为 2.22 km²。在坡度 <25°水田中又以 7°~15°最多。坡度 >25°坡地由于水利、耕种条件不好,水田少有分布,面积仅为 0.257 km²。而旱地坡度 >15°的面积占了旱地面积的 70.8%,面积为 8.692 km²,其中坡度 >25°的旱地占旱地总面积约 31.2%,面积为 3.831 km²。对于这部分旱地因其坡度较大,易造成土壤侵蚀加剧、水肥流失,应退耕还林还草。

3 结语

本文利用地形图数据源生成 DEM,同时,利用土地资源数据库中的土地利用现状数据,结合地理信息系统的空间分析功能生成了数字坡度模型(DSM-Digital Slope Mode),实现了坡耕地数据自动提取。另外,数字坡度模型可以为土地资源调查、国家退耕还林还草工程的实施提供有效的辅助工具,也可以为土壤侵蚀、水土流失工程治理研究提供基础数据源,从而为土壤侵蚀、水土流失的科学治理奠定了基础。本文从数据采集、DEM 建立,到坡度分级图生成以及坡度数据自动提取,形成了一套比较完整的体系,对于土地科学的研究,国家政策的制定、实施具有现实意义。

参考文献

- [1] 汤国安,杨勤科,张勇,等.不同比例尺 DEM 提取地面坡度的精度研究[J].水土保持通报,2001,21(1):53-56.
- [2] 李志林,朱庆.数字高程模型[M].武汉:武汉测绘科技大学出版社,2000.
- [3] 林怡,陈鹰.一种数字高程模型生成系统的研究[J].测绘学院学报,2000,17(3):187-190.
- [4] 余鹏,刘丽芬.利用地形图生产 DEM 数据的研究[J].测绘通报,1998(10):16-18.
- [5] 丁峰,高志海,等.DEM 在旱耕地荒漠化评价中的应用[J].水土保持学报,2000,14(3):31-35.

THE APPLICATION OF DEM TO SLOPING FARMLAND INVESTIGATION

GUO Peng¹, SUN Yan - ling¹, BAI Jie¹, LIU Hong - bin¹, WU Wei²

(1. Laboratory of Digital Agriculture and Bioinformatics, Southwest Agriculture University, Chongqing 400716, China; 2. Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550005, China)

Abstract: The investigation of sloping farmland, especially that with slope steeper than 25°, is an important task in soil resource investigation and evaluation during the development of western China. DEM is a digital elevation model produced by computer system. It can make topographic analysis, simulate geomorphologic shape, and display geomorphologic characteristics and topographic position directly. With the 1: 10 000 scale relief map as an example and under the support of Arc/Info software of GIS, the authors formed DEM through digitizing the topographic contour map. The slope map computed and derived by the DEM was taken as the basic material and, with the integration of the landuse map and related material and the application of GIS to comprehensive analysis, the data of sloping farmland were obtained. In the whole process, computer processing occupies the dominant position and human interference is suppressed. Therefore, the efficiency is high.

Key words: DEM; Sloping farmland; Investigation; GIS

第一作者简介:郭 鹏(1978 -)男,辽宁本溪人,硕士研究生,从事土地资源信息管理与3S研究。

(责任编辑:周树英)

《国土资源遥感》来稿要求及注意事项

- (1) 来稿必须是未正式发表过的打印稿和电子版本稿件(一式两份,邮发、E-mail均可),拒收手稿,避免一稿两投。
- (2) 论文项目要齐全,前置部分应包括题名、作者署名、作者单位、所在省市、邮政编码、中英文摘要、关键词(3-5个)、中图法分类号等;主体部分包括引言、正文、结论、致谢、参考文献等。
- (3) 论文要求论点明确,层次清楚,结构严谨,术语准确,文字精练,数据可靠,图表清晰,不涉及国家的政治、经济及技术秘密,文责自负。
- (4) 论文题目不要过长(一般在20个汉字以内),文内标题层次不超过3级,一级标题用1、2、3,二级标题用1.1、1.2、1.3等表示,依次类推,顶格书写。
- (5) 作者只列出主要参加者,一般不超过6人,其他人可在致谢中列出。
- (6) 使用国家法定计量单位,外文字母应分清文种、大小写、正斜体、黑白体,上下角标字符的位置应区别明显,表格尽可能用三线表。
- (7) 参考文献用顺序编码制标注,只列出与本文有关的公开发表的文献,非公开出版物以脚注形式标出。参考文献的编著者不到3人时,全部列出,超过3人时,只写前3人,后加“等”。
- (8) 论文字数(包括图表所占篇幅折合的字数)控制在8000字之内,即A4纸不超过4面。
- (9) 文后附上第一作者简介,包括姓名、性别、出生年、籍贯、学位、职称、所从事的职业及研究方向等,提供主要撰稿人的联系电话及E-mail。
- (10) 注明省部级以上基金项目名称和编号。
- (11) 文中只附必要的图、图像及表格,图表力求简单,有自明性,有相应的图题和表题,图中文字、符号、坐标等应与正文呼应,凡涉及国家界限的图件必须以国家地图出版社公开出版的最新地理底图为依据。双栏排图长<80mm,通栏排图<160mm,图内文字用6号字体。图像和照片要求黑白清晰、层次分明,连同图像照片说明一起拼贴在240mm×180mm图版范围内,图像格式为TIF或JPEG格式。
- (12) 根据国家《著作权法》,编辑可以对来稿进行适当的删减和编辑加工,但对实质性内容的修改须征得作者同意。
- (13) 来稿一经刊用,编辑部将向作者收取版面费。文章刊出后,按规定一次性向作者支付稿费,并赠送当期刊物2份。
- (14) 本刊除印刷版外,还有光盘版和网络版,文章一经录用,所有版本的版权都转为本刊所有,凡不愿将自己的论文以光盘版和网络版发表的,请投稿时给予说明。

(本刊编辑部)