

基于 GIS 的小流域坡耕地调查方法探讨

李晓燕, 李壁成, 安韶山

(中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 坡耕地研究是水土流失治理及水土保持规划的核心内容, GIS 的发展及其在多领域的成功应用为坡耕地研究提供了新的技术手段。用矢量基础图件叠加来获取单元图斑的方法是 GIS 的基本功能, 但叠加多边形的不确定性成为影响 GIS 数据质量的灾难性因素。以 MapGIS 作为基础平台, 以 DOM 作为控制底图更新信息, 采取矢栅叠加的方法获得单元图斑, 用操作属性表获取专题属性, 进行小流域坡耕地快速调查的研究, 展示了矢栅叠加方法在信息复合过程中的显著优势。

关键词: GIS; DOM; 矢栅叠加; 坡耕地调查

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2001)05-0037-04

中图分类号: S157.2, P283.7

Sloping Farmland Investigation Method in Small Watershed Based on GIS

LI Xiaoyan, LI Bicheng, AN Shaoshan

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources,
Yangling District 712100, Shaanxi Province, PRC)

Abstract: The research of sloping farmland is the key part of soil and water loss harness as well as soil and water conservation planning, the development and the application of GIS offered a new technical means for the research of sloping farmland. It is the basic function for GIS to get unit polygon by overlaying the vector map, but the uncertainty of polygon is the disastrous factor affecting GIS's data quality. Based on MapGIS, updated information by DOM. The method of Overlaying Vector and Grid and operating attribute table is used to prosecute the sloping farmland investigation quickly in small watershed. It is the prominent of Overlaying Vector and Grid in the process of information combination.

Keywords: GIS; DOM; Overlaying of Vector and Grid; investigation of sloping farmland

坡耕地调查及数据的收集和整理是水土保持工程最基础、最费时、最费力的工作。传统方法受自然因素的影响, 进度慢, 且耗时、费力。GIS 技术的应用, 完全改变常规方法存在的不足, 提高了流域资源调查的科学性、可行性与质量, 使流域各项规划更加合理化。但常用的基于 GIS 矢量叠加获取单元图斑的方法由于“边缘现象”的处理加大了工作的难度, 而且细小多边形合并的方法目前还没有统一的定论, 即使选用一定的指标将碎斑合并到相邻的大图斑中, 其中协调结果完全符合地学规律及属性组合的图斑占图斑总数的百分比不足 40%^[1], 信息损失量比较大; 且叠加后数据量呈指数关系增长, 大大限制了系统的运行速度。而以栅格图作为控制图, 以矢量线划图作为本底图, 交互式信息复合的方法不仅可以降低信息的损失量、提高数据的精度、减少数据冗余, 而且所见即所得, 操作方便、直观、准确。

本研究介绍了以矢栅叠加获取单元图斑, 用操作属性表获取专题属性的方法, 并以“3S”基本原理、系统工程及数字制图技术为指导, 以中国科学院宁夏回族自治区固原县上黄试区为例, 在 MapGIS 系统环境下实现了坡耕地动态变化的快速调查。

1 方法和步骤

1.1 矢量和栅格

矢量和栅格是 GIS 数据组织的 2 种基本方法。矢量数据结构是面向地物的, 即对于每一个具体的目标都直接赋有位置和属性信息及目标之间的拓扑关系, 具有数据量小、精度高、易于编辑等优点; 栅格数据结构是面向位置的, 平面空间上的任何一点都直接联系到某一个或某一类地物^[2], 易于空间分析, 数字模拟方便。具体应用中对于数据如何组织必须根据数据的性质及使用方式来选择。

1.2 矢量和栅格的数据集成

由于矢量数据不能直接建立位置与地物的关系,多边形的中间区域是空洞,给不同比例尺数据转换时的制图综合带来了困难,而栅格模型中的各个对象不能直接聚集所有地物信息,尤其是拓扑关系;因而具有两者优点的矢栅混合数据结构一直是数据结构研究方面的重要内容。真正物理和逻辑意义上的矢量栅格一体化目前仍是 GIS 的理论难题,实际应用中的矢栅数据集成的概念是逻辑意义上的矢量栅格一体化显示和编辑,基于统一空间基底集成来自不同数据源的数据,通过对不同数据层的互操作,进行线、多边形等的空间定位的误差分析及局部变化更新。

1.3 矢栅叠加方法的实现

由于不同的数据来源导致数据的精度、比例尺等的不同,集成的前提是必须具有相同的数学空间表达基础;其次还要求相同的地物在不同数据层上空间位置的一致性。任一地理实体的空间特性用 GIS 对象表达时都同时具有空间数据和属性数据,即单元图斑的生成和属性数据的获取是进行空间分析和查询检索的基础。

1.3.1 单元图斑的生成 单元图斑图是进行 GIS 空间分析定位及分析的基础,要求各图斑内具有相对一致的地理发生、动态变化过程和均一的属性。通常可以将 2 个或多个 GIS 图形数据文件进行矢量叠加操作,以合并生成的图形文件作为空间分析的基础和数据建库的本底图,该图保留源图形的定位和属性数据。但由于同名线及多边形在不同专题图上定位精度不同、数字化参数及综合取舍程度不同,或由于地图数字基础不好,地图存放及数字化时发生变形等原因,造成叠加后错位、碎多边形等“边缘现象”的产生。矢栅叠加的方法可以避免因“边缘现象”而带来的工作难度和信息量的损失,以矢栅叠加的方法获得地块图的步骤如下。

(1) 首先选择特征地物(如沟壑拐点、道路、河流等)作为控制点,然后将矢量图与栅格图进行空间配准;(2) 建立一个合适的统一的坐标系统,对矢量图形与栅格图像进行叠加,集成来自矢量和栅格数据源的数据类型;(3) 对比两图的界线,将明显变化的区域(或明显不同的界线)利用人机交互矢量化进行更新,并进行实测验证;(4) 利用图形编辑功能编辑处理更新后的线划图,进行拓扑重建生成面文件,并对更新的数据加以实测验证。

1.3.2 属性数据的获取 具有多种专题信息的属性的获取,一般以地理模型为基础,通过内置或外挂的关系数据库来实现。一种方法是直接在 GIS 中对各

个图斑进行属性字段的设置和专题属性的编辑;另一种方法是在关系数据库中编写好属性表,通过关键字段或 ID 顺序将 GIS 图形与数据库相连接^[3]。在矢量叠加中,属性数据可在叠加操作的同时获得,但在处理叠加结果的过程中会造成信息的大量损失,精度较低;以矢量叠加获得过渡图层,通过操作属性表,以公共区号为连接字段获取专题属性(图 1),可以提高数据库精度和空间、属性数据连接的合理性,形成合乎地理规律的、可用的、完整的空间数据库。



图 1 属性连接图

2 应用实例

2.1 资料准备

研究区位于宁夏回族自治区固原县河川乡上黄村,地处黄土高原西部的宁南宽谷丘陵沟壑区。面积 7.6 km²,海拔 1 534.3~1 822 m,比高约 300 m,区内 51% 的土地坡度在 15°—25° 之间。收集研究区土地利用图、坡度分级图等基础专题图件;固原 1:10 000 高精度数字正射影像图;试区其它自然、社会等文字资料。本研究在 MapGIS 系统环境下进行。MapGIS 采用矢栅数据混合结构,力求两者合为一体的同时又考虑其各自的独立性^[4];系统模块齐全、数据冗余小、具备大型数据库能力、空间分析能力强、中文环境操作简便,在小流域中有巨大的应用潜力。

2.2 研究方法

2.2.1 数据采集及预处理 基于 GIS 的坡耕地快速调查及其动态监测的基础数据主要是地块的多边形矢量数据和属性数据,坡耕地多边形图是在土地利用图及坡度图等专题图件的基础上生成的。

专题图件的数字化通常有 2 种方式:数字化仪法和扫描矢量化法。前者数字化精度与操作人员熟练程度有很大的关系,且对仪器要求较高;本研究在 MapGIS 系统环境下,采用扫描输入、人工导向跟踪矢量化的方法分别对各专题图件矢量化,生成各专题

图的点(*.wt), 线(*.wl), 面(*.wp) 文件。对矢量化后的图形进行编辑、查错、整饰和校正。

2.2.2 基于数字正射影像图(DOM)的流域土地利用信息更新

(1) 数据格式精度的选取。由于所收集的数据类型, 比例尺均不相同, 研究中选择在 1: 10 000 比例尺, 10×10 数字正射影像栅格图的基础上进行栅格与矢量数据的集成; 建立高斯-克吕格投影为基础的同一坐标系, 来满足 GIS 单层专题图空间分析与多层空间分析、信息复合、叠置分析及空间特征分析等对数据精度的要求。

(2) 土地利用动态变化的快速更新。在 MapGIS 系统中, 将数字正射影像图(DOM)与土地利用图(矢量图)进行空间叠加(叠加图见图 2), 通过空间复合分析进行土地利用变化区的识别。具体作法是: 以本底矢量图上的图斑为单位, 逐一检查每一个图斑, 当影像所表示的土地利用类型与本底图的类型不一致时, 视为土地利用变化区。DOM 兼有线划图的精确性和影像信息的丰富性, 能比较全面地反映试区土地利用现状信息、水土流失现状、植被等状况^[5]。通过对固原县上黄村的数字正射影像图与本底土地利用图的空间叠加复合分析, 我们发现试区经过 10 a 多的治理, 梯田基本全部实现坡改平, 果园面积明显增大, 人工草地部分退化, 其它利用类型变化不大。土地利用变更数据的获取首先是空间数据的获取, 土地利用空间数据分为线、面 2 种类型, 分别存储在不同的数据文件中。对变化区域的判读进行实测验证并修正属性。

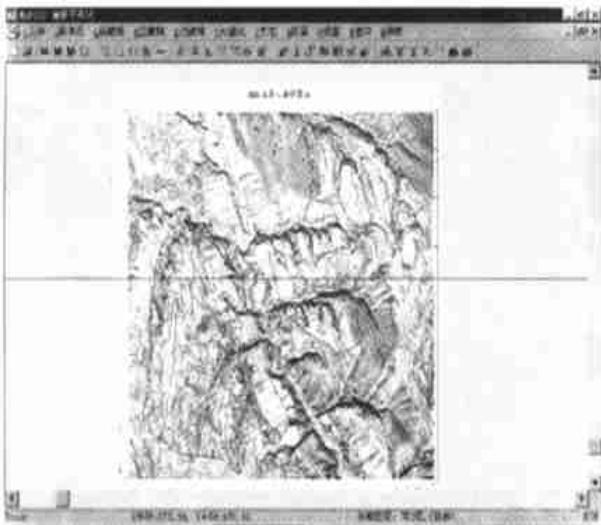


图 2 土地利用图与数字正射影像叠加图

2.2.3 坡耕地数据库的建立及制图 坡耕地本底数据库的建立是坡耕地调查工作的基础和关键, 本研究以坡度分布图和更新以后的土地利用图为基础, 以空

间复合叠加后生成的坡耕地分布图作为本底数据库的数据源。在 MapGIS 编辑子系统下进行矢量化、编辑和拓扑重建, 并输入专题属性。

(1) 本底图的获取。首先将土地利用图和坡度图进行空间配准, 并以图形显示及应用目的为依据, 对更新后的土地利用图进行制图综合; 然后以流域坡度栅格图作为控制底图, 将经过制图综合的土地利用图与其叠加。MapGIS 提供整图缩放、旋转及整图位移等功能, 可以保证套合精度达 0.01 mm; 交互式勾绘出明显不重合的重要界线并进行拓扑处理生成面文件。每一个图斑内的坡耕地景观在发生发展上具有相对的一致性, 图斑与图斑之间具有可比性。

(2) 数据集成。属性数据是 GIS 空间分析及统计分析的基础。MapGIS 采用完全的关系数据模式, 对图形空间数据与属性数据统一管理。本研究通过属性表操作来获取属性数据, 并以坡耕地多边形地块的区号为公共字段进行数据集成。

将多边形地块图与各分类专题图分别叠加, 叠加后不必对“边缘现象”和内部多边形碎块做后期处理, 直接生成过渡图层; 将各过渡图层的属性输出到 Visual Foxpro 中, 以多边形地块图的区号为主, 依据多边形地块内景观单元的地理一致性原则, 按照过渡图层中多边形的面积大小分别提取各因素的属性数据; 以多边形地块图中的区号为公共数据项, 从处理后的各单要素图层的属性文件中提取所需要的属性数据进行合并汇总, 制成新表; 进行数据集成, 将属性表与本底图进行属性连接。

2.3 应用

基于 GIS 的坡耕地基础数据库的建立, 以图数同时显示的方式方便资源信息的查询和检索, 使被检索区耕地数量、质量及空间分布一目了然, 可以改善和健全流域资源管理体制, 为流域数字化管理提供数据基础; 以坡耕地分布图作为本底图, 与土壤性质及其它社会经济资料相连接, 依据评价模型对各属性综合分析可以进行坡耕地的适宜性评价; 建立的坡耕地资源数据库, 可用于土地利用、水土保持工程的评价和规划, 为流域有步骤地退耕、还林还草、进行有计划的生态环境保护和建设提供条件。

3 结论与分析

3.1 属性表操作结果

对过渡图层属性表数据的运算有: 面积占优法、极值法和均值法^[1]。对固原县坡耕地属性表操作中采用第 1 种方法。由于坡耕地单元景观内形态、性质、及地理分异具有相对的一致性, 因而在属性表操

作时各单元图斑的属性以面积占绝对优势的属性类别为主,当其它属性所占面积 > 30% 时记为 A_1/A_2 (A_1 为优势属性类别, A_2 为另一次优势属性类别)。根据属性类别可将过渡图层中的图斑分为 3 种类型: 仅有 1 种属性的图斑(独立图斑); 以绝对优势的属性类别为主的图斑(合并图斑); 以 2 种或 2 种以上属性为主的图斑(混合图斑)。对各过渡图层分别处理并记录各类图斑的个数,记录结果见表 1。

表 1 属性运算结果统计

项 目	独立图斑	合并图斑	混合图斑	图斑总数
坡 度	54	195	64	313
土地利用	96	191	26	313

经对属性表操作结果与原图逐个图斑进行检查,确定混合图斑的属性,平均准确度可达 90% 以上。

3.2 精度控制

GIS 的数据质量问题,包括数字化前的预处理、手扶跟踪数字化精度或扫描数字化的分辨率和质量化精度、数据转换误差、分析处理过程引入的数据质量问题等^[6]。本研究数字化建库过程中误差主要来源于数据源误差、扫描数字化误差、图幅定向误差及

分析处理中的误差几方面。

研究表明,在统一空间基底的条件下对矢量图和栅格图进行配准叠加,交互式获得单元图斑,数字化精度可达 1.8 mm。空间数据及属性数据的质量远远大于单纯矢量叠加的数据质量,均满足 2 次分析、数据建库及实际应用的精度需要。实践证明利用矢栅叠加的方法获得本底图,通过对属性表的操作来获取属性的方法在实践中是行之有效的。

[参 考 文 献]

- [1] 李锐,杨勤科,主编.区域水土流失快速调查与管理信息系统研究[M].郑州:黄河水利出版社,2000.26—30.
- [2] 李德仁,关泽群主编.空间信息系统的集成与实现[M].武汉:测绘科技大学出版社,2000.56—70.
- [3] 胡月明,欧阳村香,戴军,等.基于 GIS 的土地资源评价单元确定与属性数据获取方法初探[J].华南农业大学学报,1999,2(2):30—35.
- [4] 武汉中地信息工程有限公司.MAPGIS 地理信息系统使用手册[M].武汉:中国地质大学,2000.
- [5] 闫慧敏,李壁成.4D 技术在流域管理中的应用研究初报[J].水土保持通报,1999,19(3):41—43.
- [6] 闫正,等.城市地理信息系统标准化指南[M].北京:科学出版社,1998.23—25.
- [7] 孙广友,张文芬,张家驹,等.若尔盖高原沼泽生态环境及其合理开发的研究[J].自然资源学报,1987,2(4):359—369.
- [8] 刘红玉,吕宪国.三江平原湿地景观生态制图分类系统研究[J].地理科学,1999,19(5):432—435.
- [9] 中国科学院青藏高原综合考察队.横断山区沼泽与泥炭[M].北京:科学出版社,1998.26—27.
- [10] 中国科学院地理所主编.青藏高原地图集[Z].北京:科学出版社,1990.98.
- [11] 刘振乾,徐新良,吕宪国.3S 技术在三角洲湿地资源研究中的应用[J].地理学与国土研究,1999,15(2):87—91.
- [12] 张柏.卫星遥感在海滨湿地资源研究中的应用——以辽河三角洲为例.辽宁海岸带开发研究(2)[M].大连:大连理工大学出版社,1997.67—71.
- [13] 中国科学院西部地区南水北调综合考察队.若尔盖高原的沼泽[M].北京:科学出版社,1965.17—43.

(上接第 22 页)

由于缺乏相应的法规依据,对这片沼泽湿地的保护仅依靠宣传和教育的是不够的,每当放牧与湿地保护产生矛盾时,当地群众常偏重于放牧的利益,此时,常规的宣传和教育难以奏效,只有依靠有关职能部门依法执行才能解决问题,建立相应的湿地立法,按法规办事,是保护若尔盖高原沼泽湿地最有力、最有效的手段。

根据若尔盖高原湿地破坏现状和自然保护区的管理现状,有必要开展宣传教育,提高当地居民对湿地价值和功能的认识。同时为当地居民提供湿地保护方面的培训,以提高当地政府和群众保护与合理利用湿地的意识,促使他们积极参与湿地保护工作。

[参 考 文 献]

- [1] 何池全,赵魁义.若尔盖高原湿地生物多样性保护及其可持续利用[J].自然资源学报,1999,14(3):238—244.
- [2] 杨永兴.若尔盖高原生态环境恶化与沼泽退化及其形成