

基于 GIS 实现的中国土壤侵蚀背景数据库 若干技术问题

张晓萍

(中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 建立准确可靠、精确可用的中国土壤侵蚀背景数据库是进行全国或区域范围内土壤侵蚀定量评价及土壤侵蚀时空特征研究的基础工作,也是其重要的手段和途径。就小比例尺全国土壤侵蚀背景数据库的建立过程,探讨了该类数据库在 ARC/INFO 软件系统上实现的技术方法,以及数据精确程度的控制问题。

关键词: 土壤侵蚀 数据库 地理信息系统 ARC/INFO 数据精度

文献标识码: B **文章编号:** 1000-288X(2000)01-0048-03 **中图分类号:** S157.1, TP311.135.3

Technique and Procedure of Establishing Environmental Context Database of Chinese Soil Erosion Based on GIS

ZHANG Xiao-ping

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

Abstract The work of establishing environmental context database of soil erosion of China accurately and precisely, is essential in the models of qualitatively accessing the soil conservation at the whole country or region field. The work is also an important means to study the characteristics of temporal and spatial scale of soil erosion. Based on the procedure of building environmental context database of soil erosion of China in the 1:4 000 000 scale, the executive means of the database like this on computer and the accuracy control of the data with the support of ARC/INFO is mainly discussed.

Keywords soil erosion; database; geographic information system; ARC/INFO; accuracy of data

土壤侵蚀以及各种土壤侵蚀环境下的成土作用,受到众多环境因子,诸如地质、地貌、土壤、植被、水文和气候等的影响;实际生产中土地利用方向以及人类各种社会经济活动也都明显地影响着土壤侵蚀的发生和发展过程。对土壤侵蚀和水土流失的研究,在方法上从定性走向定量,建立小比例尺的土壤侵蚀背景数据库是关键的一步。建立地质、地貌、植被、降雨、水文、土壤等环境背景数据库,为科研工作者进行土壤侵蚀定量评价以及土壤侵蚀在时间、空间上变化特征的研究奠定了牢靠的基础。ARC/INFO 强大的空间数据管理功能为这项研究提供了有力的工具。本文就小比例尺全国土壤侵蚀背景数据库的建立过程,探讨了其基于 GIS 实现的方法和 ARC/INFO 系统支持下数据精确程度的控制。

1 数据类型和数据库结构

本次输图采用比例尺为 1:4 000 000 国家正式

出版的全国性专题类型图作为基本底图(数据源),进行数据输入工作。

1.1 数据类型

基于 GIS 的土壤侵蚀定量评价模型的建立需要若干类数据,包括图形数据、规则或知识、试验参数等。图形数据是数据库的主体部分,基本有 2 种:空间(定位)数据和属性(描述)数据。规则(知识)体现在运用数据库进行运算过程中,根据某些先验知识,对图形数据进行优先性的选择,参数的选择、增删等。试验参数体现在运用数据库建立模型,从而进行试运算过程中。空间数据表示了地表地理现象的位置及其相互关系,而属性数据则是对每一地理实体的描述和说明。数据编码包括了对这两类数据的编码。ARC/INFO 系统是通过每一空间地物特征图形建立起的拓扑关系,和对该空间地物建立起的唯一标识,形成地物—图形—数据库之间的一一对应关系,从而达到

对空间数据和属性数据的存储目的,在进一步的编辑过程中,也避免了因为操作的疏忽或错误使得具有某项相同属性的 2 个图斑其它属性数据发生替代变化而产生数据错误。

数字化输入处理过程中,ARC/INFO 系统环境下分别建立起存储图形点、线、面等空间特征的数据文件,作为具有拓扑关系的空间数据存储格式。为了表示图斑的非空间特征,反映地学规律,对图斑甚至线等空间地物还要进行地学编码,以提高信息的完备性、可使用性,以及对数据的管理水平和使用效率,便于交流和数据共享。采取的原则是:(1) 唯一确定性;(2) 可扩充性;(3) 易于识别记忆;(4) 标准化

1.2 数据库结构特征

ARC/INFO 提供存储空间数据和属性数据的功能。空间数据采用的是矢量或栅格数据结构,而属性数据、规则或试验数据则采用了关系数据库模型。后者将数据的逻辑结构归结为满足一定条件的二维表,表的行表示实体的空间位置,列表示实体的属性(如面积、降雨量、年均温、土壤类型、土地利用方式、植被类型、植被覆盖度等非空间特征)。将图上表现的事物及其关系抽象而成的信息模型,进一步转换成 ARC/INFO 的数据描述语言,便于各种运算。在 ARC/INFO 支持下,数据输入如图 1 所示。

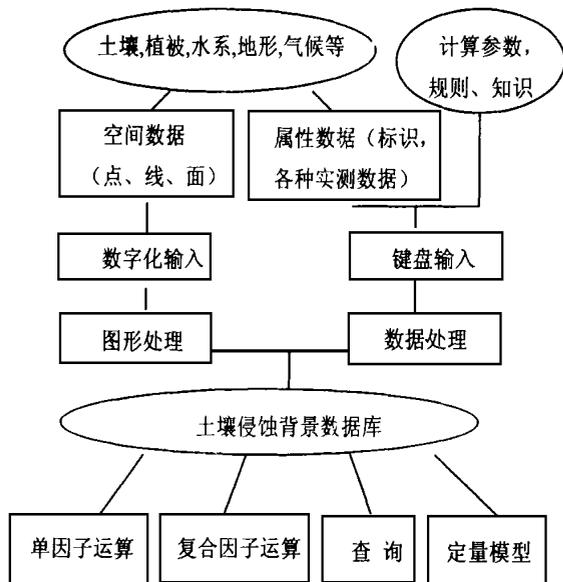


图 1 数据库逻辑结构图

2 基于 GIS 的实现

使地理信息系统思想得以实现的著名的软件之一就是 ARC/INFO,主要包括数据的采集、管理、分析和描述。生成的基本空间数据库是地理信息系统的

最主要部分。只有在建立基本空间数据库的基础上,才能实施下一步空间或非空间数据或图层关系间的数据运算、查询和分析。根据工作的程序,土壤侵蚀背景数据库主体的实现过程可分为如下部分,即数据的获取与转换,图形与文件的编辑,数据存储与管理,进行信息协调,根据图面数据表达的各种关系进行运算、空间查询与分析,以及图形输出或各种表达。

数据获取途径有几种,其中主要有:(1) 在数字化仪上对图形进行手工数字化,建立基本图形库,每幅图形文件在 ARC/INFO 中称为一个 coverage。(2) 遥感数据、测量数据、扫描仪、数字摄影测量仪等形式的数据通过磁带机或人一机交互等形式将数据转换成一定的格式被 ARC/INFO 系统处理。(3) 图形、图斑相对应的属性数据,通过建立相关数据库,与图形数据相连接。相对地说,图形数据的输入、人一机交互式编辑和管理均比较困难,工作量大且相当繁琐。这里主要介绍通过手工数字化建立土壤侵蚀背景(图形)数据库的过程。

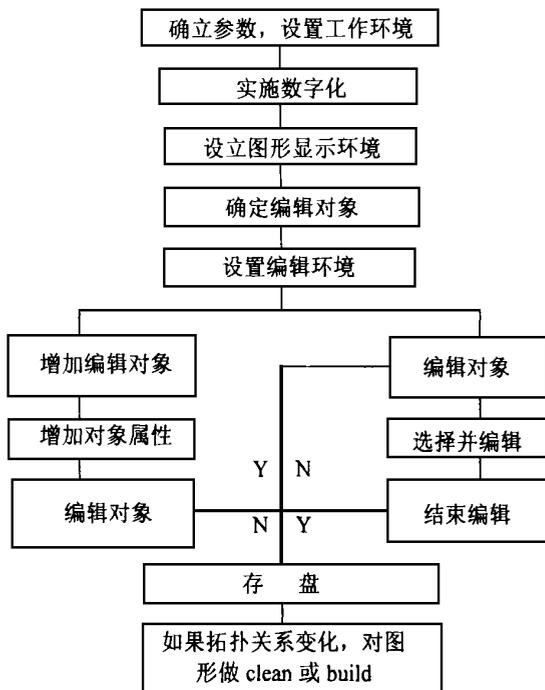


图 2 ARC/INFO 系统支持下数据处理过程

(1) 基本图件的准备。与土壤侵蚀发生密切相关的环境因子很多,为能保证数据库数据的一致性和完备性,采用了比例尺为 1:4 000 000 的国家正式出版的图件,并补充其它比例尺的专题图件^[2]。

(2) 建立统一的坐标系统。控制点 Tic 用来控制数据输入、坐标转换以及图幅接边。对每幅图形的输入至少需要 4 个 Tic 点。

(3) 建立 ARC/INFO 工作环境,实施数字化作业。建立 ARC/INFO 的工作环境,将以地图表示的空间信息以点、线、面 3 种要素确立图幅 (coverage) 路径。在 ARCEdit 模块下,将基本图件输入到计算机中形成基本空间数据库。数字化输入过程中,准确地输入各个地物的线条及形状,是减少误差,保证数据精度的重要环节。针对 1:4000000 小比例尺地图,采用 ARC/INFO. SML 语言编写的程序,设置 WeedDistance, SnapDistance, Grain, EditDistance 等数字化采集前的相应状态值

(4) 进行人机交互式编辑。这是校正数字化输入过程中出现的各种错误的重要过程。编辑的内容包括对线条各种错误关系的检查和校正。完整、正确的线条关系是建立空间地物实体拓扑关系的基础和进行大量基本数据存储的保证

(5) 建立拓扑关系。严格的拓扑关系是 ARC/INFO 能够存储海量数据的关键因素之一,也是能够进行分析与查询功能关键所在。对图形的每次编辑和修改都需要重新刷新拓扑关系。依据本次图形输入的大小,确定 Dangle, Fuzzy 的具体参数值

(6) 属性数据的输入。属性数据既可在数字化线条的同时输入,也可在输入图形后,通过键盘对每幅图文件的图斑进行属性数据输入。通过编写 SML 语言,同时可进行添加、修改、删除、查询等编辑功能

(7) 数据库集成。检验已建立的空间数据库中数据的精度与完善性,同时与属性数据库相连接。各种数据层间存在着时间以及空间关系,这些关系也是图形层次间数据组织协调和查询的纽带。基于这些关系进行集成,使之成为有机的、可用的、完整的数据库

3 基本空间数据库生成过程精度控制

空间数据库是地理信息系统应用的主要部分,是构成 GIS 的基础和核心。其数据精度是决定 GIS 应用成功与否的重要条件。因此,数据的精度控制应贯穿数据库建立的全过程。我们在建立土壤侵蚀背景数据库的过程中,主要是从图件选择、图件精度检查、属性数据准确输入、图幅数据完整性、空间数据精度、数据情况说明、数据逻辑一致性等方面进行数据库数据的精度控制

原始图件是 GIS 的主要数据源,它真实地描述了地表实体,直接影响着数据的可用程度。因此原则上选择年代最近,纸质良好,表达信息准确可靠的原

始图件是减少数据误差,提高数据精度的第一步。图件纸质受气温、湿度等影响很大,再加上年代久远可能因多人使用而遭受破损,图面模糊不清,导致表达信息不准确。图件精度包括图廓精度、图面表示是否准确,点线是否矛盾以及地物间相互逻辑一致性等

Tic 点的采集精度直接影响着整幅图的精度。检查数字化图面的完整性,线化质量、偏差,点线状要素编码的正确性等均是提高数据精度的重要环节

通过屏幕人机交互式编辑,确定 ID 码是否唯一,code 值是否冗余、遗漏,是否正确等来保证属性数据的准确性

数据逻辑一致性包括地理要素一致性(如河流与梯田的位置),相邻图幅接边和拓扑关系。检查地理要素的准确性是检查是否存在重复数字化,多边形不闭合、悬线、多边形冗余、伪节点等。每一次修改都需要重新建立拓扑关系

一幅完整的数字化输入数据的图形包括 15 项文件,即 BND.dbf, TIC.dbf, PAT.dbf, AAT.dbf, LOG, TOL, LAB, NRF, CNT, ARC, ARX, CNX, PRF, PAL, PAX

为尽可能保证数据的精确性,除了通过数字化人员的细心来减少数据的错误外,ARC/INFO 系统也提供了数据检查的功能。比如,重复数字化,多边形不闭合、悬线、代码冗余、代码遗漏、多边形冗余等均可通过系统提供的功能编写 SML 程序,或输图进行比较检查出来。确定合适的编辑参数也是减少图形要素变形、移位等误差的重要方法

地理信息系统在水土流失与水土保持研究中的应用已非常广泛,基本数据库的建立和数据精度问题将直接影响地理信息系统应用的成效,必须将基本数据库作为地理信息系统应用的首要任务来完成。尽可能减少从图形数据输入到图形输出或 GIS 产品输出每一步骤的误差,保证数据库完善和精确,为 GIS 模型的空间分析、查询等实际应用提供基本保障

本篇文章经杨勤科研究员提出宝贵意见,在此表示感谢!

参 考 文 献

- [1] 李建波. 地理信息系统基础信息库的生成 [C]. 见: 中国地理信息系统协会首届年会论文集, 1995.
- [2] 张晓萍, 杨勤科. 中国土壤侵蚀环境背景数据库的设计与建立 [J]. 水土保持通报, 1998, 18(5): 35-39.