

# GIS 在水土保持研究中的应用

汪亚峰, 卢玉东, 卢喜平, 罗春燕, 陈娟

(西南农业大学资源环境学院, 重庆 400716)

**摘要:** GIS 是一项以计算机为基础的新兴技术。本文从 GIS 的概念、特征及国内外常用的 GIS 软件出发, 从 GIS 的基本功能上分析了其在国内外的应用现状。通过分析, 引入它在水土保持研究中的具体应用。主要应用方面包括基础数据调查与信息管理系统, 水土保持生态环境项目前期工作, 水土保持项目管理, 水土保持监测与管理, 水土保持规划。GIS 的引入极大的促进了水土保持研究工作发展。

**关键词:** 地理信息系统; 水土保持研究; 应用

## 1 GIS 的概念、特征及国内外常用的 GIS 软件

地理信息系统 (Geographic Information System 简称 GIS) 是一项以计算机为基础的新兴技术, 围绕着这项技术的研究、开发和应用形成了一门交叉性、边缘性的学科, 是管理和研究空间数据的技术系统, 在计算机软硬件的支持下, 它可以对空间数据按地理坐标或空间位置进行各种处理、对数据的有效管理、研究各种空间实体及相互关系。通过对多因素的综合分析, 它可以迅速地获取满足应用需要的信息, 并能以地图、图形或数据的形式表示处理的结果。

GIS 是信息技术、计算机技术与地理、测绘等地球科学相结合的产物。该系统是以地理空间数据库为基础, 采用地理模型分析方法, 适时提供多种空间的和动态的地理信息, 为地理研究和地理决策服务的计算机技术系统<sup>[1,2]</sup>。GIS 具有以下 3 个方面的特征:

(1) 具有采集、管理、分析和输出多种地理空间信息的能力, 具有空间性和动态性;

(2) 以地理研究和地理决策为目的, 以地理模型方法为手段, 具有区域空间分析, 多要素综合分析和动态预测能力, 产生高层次的地理信息;

(3) 由计算机系统支持进行空间地理数据管理, 并由计算机程序模拟常规的或专门的地理分析方法, 作用于空间数据, 产生有用的信息, 完成人类难以完成的任务。

近几年来, 计算机技术、信息技术和网络技术飞速发展, 特别是面向对象、分布式计算或 Internet/ Intranet 技术、组件式软件、虚拟现实、人工智能和多媒体等技术的不断涌现和广泛应用, 对 GIS 的发展产生了重大的影响, 使 GIS 融入到各行业、各领域中, 并在其中起着不可低估的作用。目前, 世界上常用的 GIS 软件已达 400 多种, 它们大小不一, 风格各异。国外较著名的有 ArcView, ARC/INFO, ArcGIS, GENAMAP, MGE 等; 国内较著名的有 MAP/ GIS, Geostar 和 CITYSTAR 等。虽然 GIS 起步晚, 但它发展快, 目前已成功地应用到一百多个领域。

## 2 GIS 在国内外研究应用现状

尽管现存的 GIS 软件很多, 但对于它的研究应用, 归纳概括起来有二种情况。一是利用 GIS 系统来处理用户的数据; 二是在 GIS 的基础上, 利用它的开发函数库二次开发出用户专用的 GIS 软件。目前已成功地应用到了包括资源管理、自动制图、设施管理、城市和区域的规划、人口和商业管理、交通运输、石油和天然气、教育、军事等九大类别的一百多个领域。在美国及发达国家, GIS 的应用遍及环境保护、资源保护、灾害预测、投资评价、城市规划建设、政府管理等众多领域<sup>[3,4]</sup>。近年来, 随着我国经济建设的迅速发展, 加速了 GIS 应用的进程, 在城市规划管理、交通运输、测绘、环保、农业、制图等领域发挥了重要的作用, 取得了良好的经济效益和社会效益。

收稿日期: 2004-06-28

作者简介: 汪亚峰 (1978-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 水土保持与荒漠化防治。

## 2.1 GIS 在地理空间数据管理中的应用

GIS 在地理空间数据管理中的应用,即以多种方式录入地理数据,以有效的数据组织形式进行数据库管理、更新、维护、进行快速查询检索,以多种方式输出决策所需的地理空间信息<sup>[5]</sup>。GIS 在对空间数据管理上的应用日趋活跃。如 ARC/INFO 在公路管理中的应用;ARC/INFO 在对市政设施管理中的应用等。

## 2.2 GIS 在综合分析评价与模拟预测中的应用

GIS 不仅可以对地理空间数据进行编码、存储和提取,而且还是现实世界模型,可以将对现实世界各个侧面的思维评价结果作用其上,得到综合分析评价结果;也可以将自然过程、决策和倾向的发展结果以命令、函数和分析模拟程序作用在这些数据上,模拟这些过程的发生发展,对未来的结果作出定量的和趋势预测,从而预知自然过程的结果,对比不同决策方案的效果以及特殊倾向可能产生的后果,作出最优决策,避免和预防不良后果的发生。如 GIS 在土地信息和土壤保护中的应用。

## 2.3 GIS 的空间查询和空间分析功能的应用

为了便于管理和开发地理信息(空间信息和属性信息),在建库时是分层处理的。也就是说,根据数据的性质分类,性质相同或相近的归并一起,形成一个数据层。这样 GIS 对单副或多副图件及其属性数据进行分析 and 指标量算。这种应用以原始图为输入,而查询和分析结果则是以原始图经过空间操作后生成的新图件来表示,在空间定位上仍与原始图一致。因此,也可将其称为空间函数变换。这种空间变换包括叠置分析、缓冲区分析、拓扑空间查询、空集合分析(逻辑交运算、逻辑并运算、逻辑差运算)。

## 2.4 GIS 的输出功能在地图制图中的应用

GIS 的发展是从地图制图开始的,因而 GIS 的主要功能之一用于地图制图,建立地图数据库。与传统的、周期长的、更新慢的手工制图方式相比,利用 GIS 建立起地图数据库,可以达到一次投入,而多次产出的效果。它不仅可以为用户输出全要素地形图,而且可以根据用户需要分层输出各种专题,如行政区划图、土地利用图、道路交通图等等。更重要的是由于 GIS 是一种空间信息系统。它所制作的图也能够反映一种空间关系,可以制作多种立体图形,而制作立体图形的数据基础就是数字高程模型。在地图的输出中,MAPGIS 达到世界先进水平。

## 2.5 运用 GIS 系统,建立起专题信息系统和区域信息系统

专题信息系统,如水资源管理信息系统、矿产资源

信息系统、草场资源信息系统、水土流失信息系统和目前上海正在建立的长途电信局 GIS 系统等等。这类信息系统具有有限目标和专业特点,系统数据项的选择和操作功能是为特定的专门目的服务。区域信息系统,如加拿大国家信息系统、美国 Oakridge 地区模式信息系统等等。这类信息系统主要以区域综合研究和全面的信息服务为目标,可以有不同的规模,其特点是数据项多,功能齐全,通常具有较强的开放性。这两种信息系统与上述四种 GIS 应用或多或少有重叠处,但这里强调的是完整性、系统性,故与它们分开讨论。

## 2.6 GIS 与遥感图像处理系统结合的应用

遥感数据是 GIS 重要信息源<sup>[6]</sup>。其实目前大多数 GIS 系统已揉进图像处理功能,并把它作为其一个子模块。这种应用在海湾战争期间,美国国防制图局 GIS 实时服务,为战争需要在工作站上建立了 GIS 与遥感的集成系统,它能用自动影像匹配和自动目标识别技术,处理卫星和高低侦察机实时获得战场数字影像,及时地将反映战场现状的正射影像叠加到数字地图上,数据直接传送到海湾前线指挥部和五角大楼,为军事决策提供 24 小时的实时服务。

## 2.7 GIS 中属性数据的综合及融合

在现有的 GIS 中,属性数据只是用于检索和查询,或进行简单的统计,难以深入的分析,难以发掘隐含在其中的模式和规律。在众多项的属性数据中,有时将几个属性项的属性数值加以综合,构成一个具有某领域特定意义的新属性项、新属性值。这种综合不是综合前属性数据值的简单反映,也不是它们的孤立集合,而是经过某领域研究人员深思熟虑的综合分析,用数量表示某领域问题的综合概念和结果特征。此外,应用 GIS 的一些二次开发函数库,开发出具有特定功能的软件系统也是 GIS 的一个非常重要的应用。

总之,GIS 为人类从客观世界到信息世界的认识、抽象过程以及由信息世界返回客观世界的利用改造过程的发展和转化,创造了空前良好的条件和环境。

## 3 GIS 在水土保持研究中的应用

水土保持研究的对象主要是水土资源及其发展变化过程,它涉及大量大气、土壤、地貌、植被及人类活动因子,其信息具有明显的空间性及时间性。GIS 在水土保持领域中已广泛应用在水土流失的动态监测,防护林体系建设的生态控制,小流域综合治理以及泥石流等灾害的预测预报和防治中。山区是水土流失严重,自然灾害频繁的地区。由于对土地长期的不合理使用,乱垦乱伐,使山区的水土流失严重,生态环境不断恶化,

借助 GIS,以小流域为单位通过空间分析及合理规划,对其进行综合治理是水土保持领域中重要任务之一。

目前,在我国基于 GIS 的很多应用系统已进入了水土保持领域,为水土保持工作建立了坚实的应用平台<sup>[6]</sup>,如流域动态监测系统,流域管理信息系统,防护林综合效益评价和预测系统,区域治理和开发空间信息系统等。其应用模型包括数字地形模型,土壤侵蚀模型,土地利用规划模型,流域水文动态模型,洪水预测预报模型,产流产沙模型,以及效益评价模型等。GIS 在水土保持研究中的应用主要体现在以下几个方面:

### 3.1 基础数据调查与信息管

土地利用现状、植被、土壤、地质、坡度、坡向、高程、降水量等数据是水土保持工作中常用的基础数据,其中土地利用现状、植被、土壤、地质等专题图可以通过 RS 来获得,分类矢量化以后作为 GIS 的数据图层;坡度、坡向、高程等指标可以通过地形图提取,即利用 GIS 把地形图输入到计算机,再通过 DEM/DTM 模型产生;降雨量指标可以通过定位观测或降水等值线图得到。

上述指标在 GIS 软件的统一管理下,把各专题图层按地理坐标配准,形成水土保持空间数据库,这样就建立了基本的水土保持信息系统。利用该系统可以进行面积计算、长度计算、查询、检索、统计、分析等。通过统一的信息系统建设,统一行业标准,确保以最快的速度获取丰富而精确地资料数据<sup>[7]</sup>,为水土流失监测预报、水土资源评价、水土保持规划、水土流失防止等提供科学的方法、依据和先进的治理模式。同时,可以实现水土保持与生态环境工程建设信息的有序管理、定量管理、标准化管理,实现办公自动化。

### 3.2 水土保持生态环境项目前期工作

水土保持生态环境项目前期工作包括规划、项目建设书、可行性研究、初步设计等阶段。各阶段工作的共性可以概括为:数据分析、统计报表、专题制图。数据分析是利用 3S 技术获取的基础数据在 GIS 空间模型和经济模型的支持下进行的,例如:土壤侵蚀分析、土地资源评价、水土保持布局、投资估算等。有了这些分析结果,项目各阶段的工作就可做出相应的决策;统计报表可以利用 GIS 提供的报表功能,按不同阶段的要求编制统计表;利用 GIS 进行专题制图上非常简单的工作,把水土保持制图标准符号填充到相应的位置上,并加上图名、图例、比例尺、文字注记等即可输出任意比例尺的专题图。这里需要说明的是,绘制工程设计图并不是 GIS 的专长,但是有的 GIS 开发了这样的功能,可以取代 CAD 的工作。

### 3.3 水土保持项目管理

水土保持生态环境建设项目要求实行项目监理制,利用 3S 技术可以提高监理的效率和质量。如果项目前期工作采用了 3S 技术,那么相应的信息系统已经建立起来,监理单位可以根据电子地图上的措施布局,利用 GPS 到现场定点检查,从而对项目的进度、质量等迅速做出反应。比较先进的做法是把 GIS 与笔记本电脑连接,在 GIS 中打开项目区图集,GIS 适时接收 GPS 采集的地理坐标进行位置配准,并利用已经确立的评价指标进行项目评估。

### 3.4 水土保持监测与管理

水土保持监测包括土壤侵蚀和治理情况两大方面。通过 GIS 与 RS 有机的结合,分层次建立水土保持本底信息库,对治理区按年度监测各项指标,建立动态的监测管理信息系统,用相应的评价模型对土壤侵蚀和治理效果进行动态分析。具体做法可利用高分辨率遥感数据获取治理动态变化的指标。利用 GPS 进行定点定位,确保各项监测指标在不同的时间序列上地理位置一致。监测成果以数据库、图形库、图像库、图片库、视频文件等多种方式表达,各县(市)通过网络上报监测网站向社会定期发布水土保持成果或向国家相关部门上报,实现最终的监测目标。

利用监测管理系统并结合计算机网络技术,可以为水土保持及相关部门及时提供有关的信息服务,也为水土保持办公自动化提供了良好的手段。

### 3.5 水土保持规划

水土流失及其导致的土地退化是生态环境恶化的重要原因之一。小流域是水土流失发生和发展的最基本单元,它是指面积几平方公里至几十平方公里的地表径流汇集区域,主要是由分水岭、坡面、沟道组成的自然集水单元。查明水土流失和水土保持现状和监测其演变过程,是确定水土保持方针和制定水土保持规划不可缺少的科学依据<sup>[8]</sup>。

GIS 具有空间数据的管理功能,如果在 GIS 平台上,利用 GIS 的图形数据的输入和处理、数据库管理(包括空间数据和属性数据)、数据分析(包括空间数据分析、属性数据分析和综合查询检索)功能,经过 RS 解译和建立小流域基础 GIS 图形库和数据库后,根据流域的规划设计指标,应用 GIS 的基本功能可快速准确完成小流域水土保持规划,再进行经济效益分析、土壤侵蚀预测、生产潜力预测以及实地复核进行修正,最终完成小流域水土保持规划设计,大大提高了工作效率和规划质量<sup>[9]</sup>。GIS 在水土保持规划方面的应用也在加快。体现在以下几个方面:(1)改进了 GIS 技术、适用性

和扩大了用户；(2) 提高了数据资源信息的利用率，诸如地形、海拔数据、林地覆盖类型、土壤目录、土地利用信息及政区图等；(3) 提高了经济效率，而且及时地吸收了各种平面和空间的信息，以进行资源管理规划。

#### 4 结语

GIS的发展将极大促进水土保持研究工作。水土保持研究与GIS紧密联系，大大的节省了人力、物力、财力，同时减少了许多繁杂、琐碎的过程，减小了人为因素带来的误差。当前计算机技术与生产工艺的提高，图像处理技术与GIS技术的进展，“3S”技术的集成，促进了GIS技术的进一步发展，表现为地理数据采集自动化、建立地学模型库以及GIS的智能化。使得水土保持工作从传统的定性分析发展为定性、定量和定位分析；从单一要素分析过渡到多要素、多变量综合分析；从静态分析发展到动态研究；减少了大量外业工作，提高了调查精度，大部分工作可以实现自动化，其过程不需要用户过多的干预，减少了传统人工工作的随意性和盲目性，增加了研究工作的科学性，极大地推动了水土保持事业的发展。在水土保持领域中，GIS具有广阔的应用前景，相信随着科学技术的不断进步，作为一种现代化工具，GIS不仅在水土保持领域得到广泛应用，也会在使用地图的有关部门和领域得到广泛应用。

#### 参考文献

- [1] 汪卫民.RS和GIS在农业领域的应用与展望.计算机与农业,1998,(2):4~7.
- [2] 单美.GIS与RS的农业应用与展望.计算机与农业,2000,(11):33.
- [3] 曹瑜,胡光道.地理信息系统在国内外应用现状.计算机与现代化,1999,61(3).

- [4] 李德仁.空间信息技术与农业发展.大学大自然探索,1999,(1):1~6.
- [5] 陆守一,唐小明,王国胜.地理信息系统实用教程.北京:中国林业出版社.
- [6] 遥感技术和地理信息系统在流域治理中的应用.河北科技报,1999-10-21(10).
- [7] 黄诗峰,钟邵南.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.水土保持学报,2001,15(2):105~108.
- [8] 李锐,杨勤科.空间信息技术在水土保持规划中的应用.水土保持通报,1996,16(1):114~118.
- [9] 宋秀清.GIS与计算机技术相结合进行水保规划.水土保持科技情报,1994,(4):1~5.

#### Application of GIS in soil and water conservation

WANG Ya-feng, LU Yu-dong, LU Xi-ping,  
LUO Chun-yan, CHEN Juan

(College of Resources and Environment, Southwest Agriculture University, Chongqing 400716, China)

**Abstract:** GIS is a newly developing technology that takes computer as the foundation. Starting GIS' s concept, characteristics and GIS software used generally in home and broad, this article analysed its application situation from the basic function of GIS in home and broad. By analyzing, this paper expounds its concrete application in Soil and Water Conservation research. Its main application aspects include foundation data investigation and information management, fore-period works of Soil and Water Conservation ecological environment projects, Soil and Water Conservation programmer management, Soil and Water Conservation monitoring and management, Soil and Water Conservation planning. GIS is largely promoting the development of Soil and Water Conservation research works.

**Key words:** Geography information system(GIS); Soil and water conservation; Application

(上接第26页)目前,农民接受信息的主要渠道还不是互联网,尽管计算机及信息网络在信息的采集、处理、分析及存储方面具有不可替代的作用,互联网以其强大的交互功能和多点互联、无时空限制的优势,有效地解决信息传播问题,但是,电视、广播、报刊、书籍、电话、传呼等媒体和通讯工具还仍有很高的利用率。传统媒体有其独特的优势,覆盖面广、直观、传播速度也很快,加之目前农民中拥有计算机的比率还很低,电视、广播、科技书籍、农业科技光盘等传统传播渠道仍然是当前农民获取信息的主要渠道。因此,要充分利用传统媒体和现代通讯工具的作用,使之有机组合和搭配,在农村市场信息服务中优势互补,强化信息发布工作,使计算机网络和传统媒体共建成覆盖西部地区的农业信

息服务网络。

#### Building agricultural information system even more in the west of China

ZHOU Ai-jun

(China Jiuyi agricultural Information Technology Co, Ltd,  
Beijing 100086, China)

**Abstract:** Founding and strengthening a agricultural information system is an important and urgent task. It is necessary to build agricultural information system even more in the west of China. The paper gives some advice on how to solve the problem of "the last kilometer of agricultural information transmission".

**Keywords:** West; Agricultural informationsystem; Build