

‘数字黄土高原’到‘数字水土保持’

韩琳, 杨勤科

中国科学院
(水利部)水土保持研究所, 西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西杨凌 712100

摘要: 立足于黄土高原水土保持与生态环境建设及其科学研究的要求和空间信息科学技术发展的最新动态, 通过“数字黄土高原”建立的时代背景及其技术背景, 讨论了“数字黄土高原”研究与建设的目标、基本内容、关键技术环节(包括数据库结构、数据集成方法、数据更新、元数据体系建设和数据共享机制)和推广应用等。初步讨论了“数字水土保持”及其与国家空间数据基础设施(NSDI)建设的关系。

关键词: 数字; 黄土高原; 水土保持; 国家空间数据基础设施

中图分类号: S 157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2002)01-0010-04

From ‘the Digital Loess Plateau’ to ‘the Digital Soil and Water Conservation’

HAN Lin, YANG Qin-ke

(Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of Sciences, Ministry of Water Resources, Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, China)

Abstract: Based on the soil and water conservation, ecology and environmental construction on the Loess Plateau, science research requirement and the latest development of the spatial information technology, through the age and technological background of building ‘the digital Loess Plateau’, its aim, basic content, key technology link (including the database structure, the data integration means, data update, metadata system building and data share mechanism) and extending use are discussed. The relationship between ‘the digital soil and water conservation’ and the establishment of the national spatial data infrastructure is discussed.

Key words: digital; the Loess Plateau; soil and water conservation; national spatial data infrastructure

1 提出背景

黄土高原在世界范围内是一个十分特殊的区域。深厚的黄土层记录了丰富的第四纪地质与环境(包括人类演化)信息, 强烈的水土流失对我国乃至东亚地区环境变化构成强烈的影响, 黄土高原的水土保持和生态环境建设是中国经济持续高速增长的关键因素之一, 也是关系到中国社会可否持续发展的关键问题之一。尽管, 我国政府一向重视水土保持事业, 将其列为一项基本国策^[1], 我国水土流失面积仍有增长趋势。

20世纪80年代, 遥感RS、全球定位系统GPS、及地理信息系统GIS等空间科学技术得到了广泛应用, 已成为水土流失研究的重要手段。陆地卫星系列组成了对全球的全面监测系统, 获取了大量的、多种分辨率的卫星数据, 可连续不断的提供四维(三维坐标和时间)特征的数据图像, 为区域性、大范围的连续、精确、动态环境调查和监测提供了可靠的信息保证。影像处理技术(包括校正、增强和特征提取)、模式识别技术、数据库技术与GIS技术, 不仅能有效的管理已有的空间数据, 而且还为数据的分析提供了强有力的工具, 为土壤侵蚀的定量监测和预报

① 收稿日期: 2001-11-15

作者简介: 韩琳, 女, (1978-), 硕士, 陕西渭南人, 从事基于GIS的区域水土流失评价。

提供了重要的科学手段。

美国副总统戈尔(AIGORE)于1998年1月31日在美国加利福尼亚学中心提出“数字地球”后,各国政府和科学界对此做出了强烈的反响。自1993年开始,信息传输技术,尤其是国家信息基础设施(NII,俗称信息高速公路)的研究,使Internet与Web得到了迅猛发展。1994年,美国提出的建设国家空间数据基础设施,作为NII的补充,也很快遍及全球。这些都为数据的共享提供了技术基础。90年代末期以来,黄土高原治理已经进入一个大面积、快速度和集中连片治理的新阶段,对于较大区域水土流失、水土保持效益和水土保持环境效应的评价与规划,对于小流域治理成果的推广等,客观上要求建立“数字黄土高原”,为水土流失规划和决策提供服务。

2 数字黄土高原

2.1 数字黄土高原的概念、目标及内容

2.1.1 概念 数字黄土高原是指在区域地理科学、水土保持科学理论的指导下,在现代空间科学技术和通讯网络技术基础上,基于多种形式(数字地图、遥感影像、实验观测、调查统计、声像等)、多种时相、多种比例尺/空间分辨率的数字化空间数据和模型(土壤侵蚀预报模型、水土保持与土地利用规划模型、社会发展模型)对黄土高原全方位表现、描述和分析的系统。也就是从空间和时间两方面对黄土高

原这一特殊地理区域的数字化表现^[2]。

2.1.2 目标 其研究目标是在“数字地球”基本概念和“数字中国”基本构想的基础上,依据黄土高原的区域特色和生产与科学需要,建立“数字黄土高原”信息平台,为黄土高原水土保持和生态环境建设及其相关的科学研究提供全方位的数字图形/图像和环境分析支持。

“数字黄土高原”建设,将为黄土高原水土流失定量评价、水土保持规划,黄土高原环境演变科学预测的研究提供强有力的支持,也将为国家水土保持基础信息设施做出探索和示范,将我国的水土保持推进到“数字水土保持”的出新阶段。

2.1.3 “数字黄土高原”的建设内容 “数字黄土高原”将由多源数据、专业应用模型系统和数据管理与共享服务平台组成。

(1)多源数据库。系指由多种专题、多种比例尺/多分辨率、多时相的空间数据(包括数字遥感图像、数字地图)和相关类型(空间数据、统计表格、文本等)数据组成,对黄土高原进行全方位描述、相互协调统一的大型数据库。

(2)应用模型系统。指应用上述数据库,对黄土高原一系列科学和生产问题进行量化描述、评价和预测的模型。包括:水土资源评价、水土流失评价预报、综合治理效益评价、环境效应评价、土地利用和生态环境建设规划等。

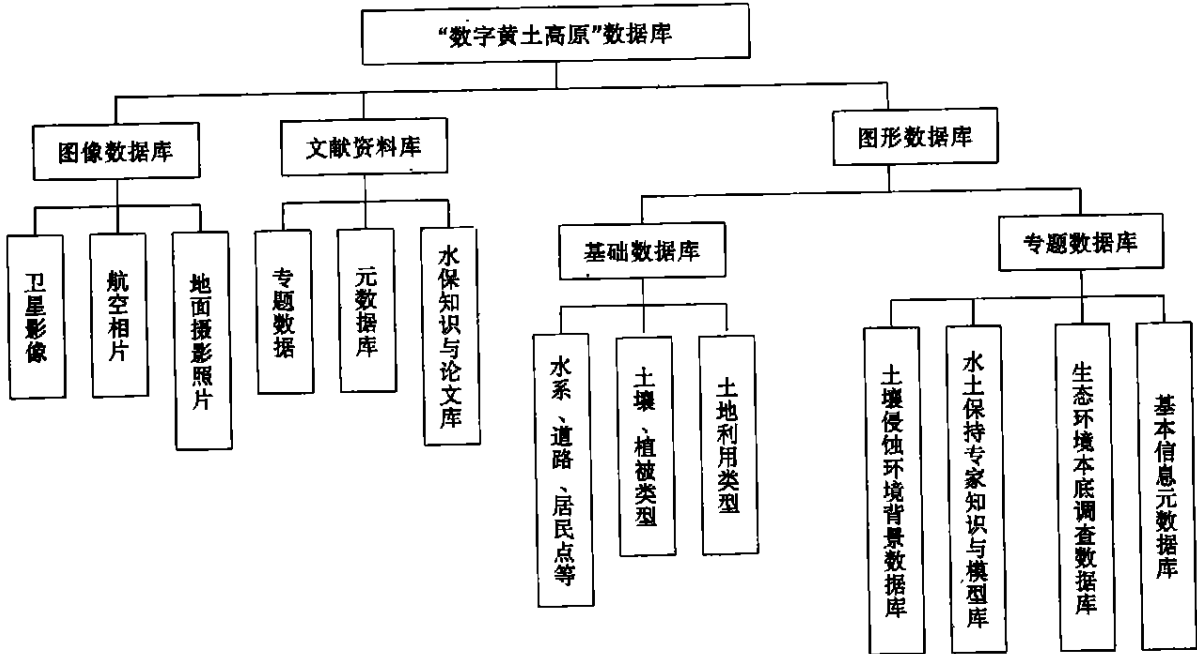


图1 “数字黄土高原”数据库结构

(3)数据管理和共享服务平台 建立健全元数据 体系,基于网络平台和现代网上GIS,设计和开发

“数字黄土高原”查询系统,协调好知识产权和数据使用权的关系,实现对数据共享和服务,逐步实现信息产品的商品化。

2.2 数字黄土高原建设的关键技术

2.2.1 数据库结构 “数字黄土高原”水土保持数据库根据数据类型将其分为图像数据库、图形数据库和文献资料库。图形数据库包括基础数据库和专题数据库。其中基础数据库是空间数据定位的基础,是分析水土流失的必备数据。专题数据库包括水土流失环境背景数据、基本信息元库以及水土保持评价预报参数和专家知识、模型等。文献资料库包括全国和地区性水土流失和水土保持调查数据、水土保持和水土保持试验观测研究数据、数据说明(图形数据分类与代码、属性数据指标体、投影方式、坐标参照系)等。

2.2.2 数据集成方法 数据集成包括栅格和矢量数据的集成方法。栅格数据的集成是以网格为基本单元,在单位网格内,对某种属性的组合做出评判,网格单元大小的设定对评判结果有直接影响。矢量数据的集成(以 ARC/INFO 为例)是以基本信息元为基础,在 ARC/INFO 拓扑叠加支持下,将一组属性数据叠加于基本信息元图,建立具有多维属性数据的空间数据库^[3]。在叠加过程中,由于各种原因导致定位误差的存在,致使产生许多无意义小图斑和基本信息单元中属性数据类型不相匹配现象。在处理时,根据地理事物之间的相关性,逐个图斑进行分析比较,最终使每个图斑的属性组合是合理的,同时也是存在的。

由于在以上的集成过程中是层的集成,而每层的集成又需要将区域划分为若干个块(title),使得数据在区域上产生不连续性。Supermap2000 采用了多源数据无缝集成技术,能够直接访问和管理多种格式的数据^[4]。此外,多源数据集成还包括有遥感图像的集成等。

2.2.3 数据更新 利用遥感、野外试验观测、调查统计等方法提供的数据对图形图像以及属性数据进行更新。数据更新是数据有效性和实时性的根本保证。

2.2.4 元数据体系建设 元数据是关于数据的数据^[5],它是在地理信息中用于描述地理数据的内容、质量、表示方式、空间参照系、管理模式以及数据集的其他特征诸如数据名称、位置、来源、日期、数据格式以及分辨率等信息,是实现地理空间数据共享的核心内容之一。在元数据体系建设中,应考虑到以下几点:(1)对数据要尽可能详细,用户能得到关于数据的所有信息,这样便于用户更好的理解和应用数据;(2)考虑到元数据是实现数据共享的基础,因而

元数据库的设计和建设应考虑到不同用户层次。我国学者对元数据的内容体系及标准体系及元数据的建设正在探讨之中^[6,7]。

2.2.5 数据共享机制 建立健全元数据体系和空间数据标准体系,基于网络平台和现代网上 GIS,设计和开发“数字黄土高原”查询系统,协调好知识产权和数据使用权的关系,实现对数据共享和服务,逐步实现信息产品的商品化。

2.3 数字黄土高原的推广应用

基于“数字黄土高原”信息平台,结合多种专业研究的需要,开发(改进)多种专业使用模型,包括区域水土流失评价,区域水土保持环境效应评价、区域水土保持和土地利用规划,多种空间尺度变换方法等,是“数字黄土高原”在应用和为研究者提供服务中得到发展和丰富。“数字黄土高原”研究和建设,对于国家水土保持基础信息设施的建设(包括国家水土保持监测系统、水土保持管理信息系统)也将是一种示范。

3 数字水土保持

由于 3S 技术的发展,尤其是近几年来遥感、地理信息系统以及全球定位系统以及信息高速公路(传输)技术在水土保持工作中的应用,海量数据的产生与数据不能充分利用的矛盾日渐突出。与此同时,水土流失的评价预报和水土保持的规划等,均需要进行多种因子的综合分析、动态分析和空间分析。因而,在“数字黄土高原”的基础上,适时开展“数字水土保持”研究和探索,是十分必要的。“数字水土保持”将强化水土保持科学研究所对国家水土保持和生态环境宏观决策的支持能力,促进水土保持宏观决策的科学化、准确化和动态化。该研究同时也将强化和提高区域水土流失、水土保持及其环境研究科学的综合分析、科学预测、数字化动态模拟能力。

3.1 建立国家水土保持基础数据库

整理历史调查数据和试验观测数据,建立国家水土保持基础数据库,为水土流失与水土保持的长期监测提供基础数据支持。国家水土保持基础数据库包括水土流失环境背景数据、水土流失试验观测数据、水土流失评价参数、国家和区域水土流失调查数据、相关研究文献资料、专家知识和模型等。数据库的建设与维护是以数据库的基本信息元为基础,集成多源数据(多专题、多比例尺和多时相),在统一软件系统和计算机平台支持下,建立综合性的多维数据库。数据维护是利用遥感数据以及最新调查数据更新数据库,数据更新和维护是数据准确、现势性强的可靠保证。

3.2 开发水土保持信息平台

遥感和 GIS 软件工具发展的趋势之一是有走向专业化。对于“数字水土保持”而言,也应该开发具有水土保持、生态环境建设特色的专业数据处理平台。利用该平台,能有效管理国家水土流失环境背景数据库,能方便检索用户所需信息,对影响水土流失的各因子及其综合效应分析能予以支持。在此基础上,应用 GIS 多源数据集成技术,进行水土流失评价及制图,进行水土流失过程动态模拟等。

3.3 数字水土保持的应用

3.3.1 土壤侵蚀因子研究 根据土壤流失预测预报模型,基于国家水土流失基础数据库和专题数据库,对影响水土流失的不同侵蚀因子(如地形、土地类型、植被等)进行逐个分析、不同组合分析以及综合效应分析,分别得出单因子、因子不同组合以及综合因子与土壤流失间的关系,以便对不同地区影响水土流失的主要因子做出准确判断,及时提出适合该地区的水土流失治理措施^[8]。

3.3.2 水土流失评价与制图 引起水土流失的因子有很多,大致可分为自然要素和人工要素。其中,自然因素是水土流失发生、发展的潜在条件,人类活动是水土流失发生、发展和水土保持的主导因素。根据影响水土流失发生的各自然因子(包括侵蚀动力与侵蚀营力、地貌、植被、土壤及其母质类型)和研究区特征,确定引起水土流失发生区每一因子的主导因素^[9],例如认为降雨侵蚀力 R 是降雨指标中最能反映土壤侵蚀性降水宏观特征的一个指标,区域性水土流失的地形因子指标主要有沟壑密度、地面割裂度、地形起伏度等。由数字水土保持提供的数据,在图形管理软件 SURFER、地理信息系统软件 ARC/INFO 和数据库软件 FOXBASE 下,进行评价指标提取和数据集成,并通过集成各评价参数,进行潜在水土流失评价与制图。

3.3.3 预测、预报模型开发 模型是一种事物或过程的微型表示。土壤侵蚀建模上,现已出现了从计算单一坡面的土壤侵蚀模型,例如 USLE(Universal Soil Loss Equation),向估算流域内的土壤侵蚀和沉积模型转移,从经验性模型向分析型、确定型模型的转移^[10]。数字水土保持将支持我们建立一系列的评价模型,如水土资源评价模型、水土流失评价预报模型、综合治理效益评价模型、环境效应评价模型、土地利用和生态环境建设规划等,对典型区的水土流失进行动态监测、评价和趋势预测。

3.3.4 土壤侵蚀过程的时空模拟 由土壤侵蚀机理及侵蚀因子分析不同时期、不同区域水土流失的多因子综合效应、应用 GIS 技术模拟土壤侵蚀在时间和空间上的变化。

4 空间信息基础设施与数字水土保持

“国家空间数据基础设施”(National Spatial Data Infrastructure,简称 NSDI)属于国家信息基础设施的一部分,它是在信息高速公路上表达地理参考,使得与地理和地球有关的空间信息得以在因特网上准确地表达、描述和查询。国家空间数据基础设施主要包括空间数据协调、管理与分发体系和机构、空间数据交换网站、空间数据交换标准以及空间数据框架。空间数据基础设施与数字水土保持存在密切联系,一方面空间数据基础设施为数字水土保持研究提供了基本框架。数字水土保持依据国家空间数据基础设施的研究内容,构建自己内容框架体系,设计自己研究内容实施方案。另一方面,数字水土保持是国家空间信息基础设施应用的具体体现。数字中国、数字城市、数字农业等均是在国家空间数据基础设施的基础上,实现全国、区域和专业领域里数字化。

参考文献:

[1] 郭廷辅.我国水土保持工作的现状、问题和对策[J].地理研究,1995,14(4):1-7.
[2] 杨勤科,李锐,等.关于数字黄土高原的设想[A].区域水土流失快速调查与管理信息系统研究[M].黄河水利出版社,2000.123-125.
[3] 杨勤科.矢量数字地图叠加及其应用的初步研究[A].区域水土流失快速调查与管理信息系统研究[M].黄河水利出版社,2000.126-133.
[4] 钟耳顺.土地信息系统建设中的若干问题[Z].http://www.gisforu.com.
[5] 承继成,李琦,易善桢.国家空间信息基础设施与数字地球[M].北京:清华大学出版社,1999.146-165.
[6] 赵永平,承继成,等.地理信息数据元数据标准化的研究[J].中国标准化,1997(3):6-9.
[7] 国家基础地理信息系统(NFGIS)源数据标准草案(初稿)[J].http/www.gisforu.com.
[8] 于书霞,王宁等.基于地理信息系统的土壤侵蚀研究[J].水土保持通报,2001,21(3):20-23.
[9] 马晓微,杨勤科.基于GIS的中国潜在水土流失评价指标研究[J].水土保持通报,2001,21(2):41-44.
[10] 王西琴,周孝德.黄土区小流域土壤侵蚀模型系统解析[J].水土保持通报,2000,20(1):32-35.