

# 论数字黄土高原建设的若干问题

杨勤科, 李锐

(中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:** 提出了“数字黄土高原”的概念, 对其建设的必要性、发展的基础、目标、战略及其发展阶段、总体结构(包括数据组成、数据库结构、投影方式、数据层的组织), 和几个亟待研究的问题, 包括数据标准与元数据体系、数据协调与集成方式、空间尺度的转换等, 进行了初步的讨论。

**关键词:** 数字地球; 地理信息系统; 数字黄土高原; 生态环境建设

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2000)04-0033-04

中图分类号: TP79

## On the Issues of Digital Loess Plateau

YANG Qin-ke, LI Rui

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

**Abstract** The concept of the “digital loess plateau (DLP)” is suggested. The necessity, the purposes, the targets, and the strategy of the DLP, and some issues, such as meta data, method of the data matching and integration, and the scaling, etc., have been discussed primarily. A framework of the DLP, including the data, the database structure, and the layers, etc., has been planned.

**Keywords** digital earth; geographical information system; digital loess plateau; environmental building

## 1 前言

### 1.1 数字黄土高原建设的必要性与意义

黄土高原在世界范围内是一个十分特殊的地理区域, 其水土保持和生态建设是中国经济持续高速增长的关键因素之一。江泽民同志最近从我国经济持续稳定发展、国家安全与领土完整统一战略高度强调了开发大西北问题。黄土高原是西北地区治理、开发和建设的重要一环, 黄土高原的治理也事关华北地区安全和持续发展。所以国内外政治经济、科技教育等各界都将对黄土高原十分关注, 对多种数字化空间数据的需求将是广泛和连续的。鉴于此开展“数字黄土高原(简称 DLP)”研究, 具有重要意义。“数字黄土高原”将可以使我们方便地检索、传递和共享黄土高原治理和建设中所需要的多种信息, 利用多种学科的方法分析研究黄土高原治理和建设中的或者是科学发展提出的诸多问题, 并因此加速生态治理和建设的步伐, 促进黄土高原区域水土保持学及其相关科学的发展。

### 1.2 数字黄土高原的基础、目标与问题

1.3.1 研究与技术基础 (1) 20世纪 50年代以来, 几代科学家和工程技术人员, 在黄土高原进行了深入广泛的调查研究, 从不同各专业层次和综合水平上对各自然环境及其利用进行了分析和综合研究, 基本上掌握了各环境要素的发生发展、相互关系及其空间分异与组合, 积累了丰富的空间(地图)数据, 为空间数据的协调奠定了科学基础。而这些研究和调查工作中形成的一系列分类、分区方案和调查技术规程, 成为建立和制定“数字黄土高原”建设的技术规程和标准的基础; (2) 80年代以来在黄土高原开展了多方面的遥感信息学理论与技术研究, 如空间数据的基本信息元及其数据集成方法<sup>[1-4]</sup>, 技术方面如大比例尺航空摄影技术、地形复杂地区的数字图象处理技术<sup>[5-6]</sup>、数字图形处理中的误差积累与分析、表面生成与分析、水土保持和土地管理等专题信息系统开发与应用等, 涉及了空间数据管理分析的各个方面, 同时也积累了一批数字地图和图象数据, 具备了实施数字黄土高原建设的遥感信息学理论和技术积累。

收稿日期: 2000-01-11

资助项目: 中国科学院知识创新项目“区域水土流失分析与评价(99-01-05)”

作者简介: 杨勤科(1962-), 男(汉族), 研究员, 主要从事区域水土保持、遥感与地理信息系统应用等研究。电话: (029)7012482, E-mail qkyang@public.xa.sn.cn

1.3.2 数据资源现状 20世纪 50年代以来,对黄土高原进行了深入广泛的调查,积累了丰富的地图数据。同时大比例尺土地利用图(1:10 000-1:50 000)、中小比例尺土地利用图(1:100 000,1:250 000)已经覆盖了黄土高原全区,加上源源不断的遥感数据,成为“数字黄土高原”建设的数据基础(表 1)。在这些研究和调查工作中形成的一系列分类、分区方案和调查技术规程,也为建立和制定“数字黄土高原”建设的技术规程和标准奠定了基础。

表 1 黄土高原空间数据资源情况

序号	年代	比例尺	内 容
1	1954-1956	1:2 000 000- 1:4 000 000	地形、地貌、植被、土壤、土壤侵蚀等
2	1954-1956	1:1 000 000	面状、沟状侵蚀类型与强度图,土壤类型与强度图等
3	1980-1986	1:1 000 000	地貌、土壤、土地类型、土地资源、土地利用等
4	1986	1:500 000	地貌、土壤、植被、森林、草场、土地资源、土壤侵蚀、土地利用等
5	1990	1:250 000	土地资源、资源环境要素(地形、土壤、气候等指标)两个方面
6	1986-1990	1:50 000- 1:100 000	农业区划图
7	1986-1990	1:10 000- 1:50 000	土壤、土地利用图

1.3.3 数据资源的缺陷与问题 (1)系统性和协调性。以往资源环境调查与制图研究,由于过于学科化,或者由于技术手段的限制,或因比例尺、分辨率、精度和时相方面的过大差异,而使各种空间数据之间不能保证起码的、量化的时空协调。同时因记录介质的限制(纸介质),或因学科理论上较大差异等原因,一方面存在大量的调查研究数据,一方面在生态规划、综合科学研究中缺乏可以直接利用的比较系统和协调的数据。

(2)精确性和现势性。以往全区性的资源环境调查利用 1:250 000或更小比例尺,尚不能有效地揭示该区侵蚀环境的基本特征(如地形破碎、田块小、植被稀疏、土壤侵蚀强烈等)。由于缺乏有关标准(科学分类和遥感技术),也没有长期监测或者比例尺之间转换与协调的机制,致使数据的更新十分困难,生产周期过长,难于及时反映生态环境的现状。

(3)自然社经数据复合。以往的调查或没有社经数据,或没有给社经数据赋予空间特征,或者限于条

件不能将这两类数据集成,所以难以满足“环境—人口—发展”综合研究与规划的要求。

## 2 DLP建设的战略与总体设计

### 2.1 DLP发展战略

2.1.1 DLP的目标 “数字黄土高原”是一科学战略,也将是一项跨世纪的科学工程。其目标在“数字地球”<sup>[7]</sup>基本概念和“数字中国”<sup>[8]</sup>基本构想的基础上,依据黄土高原的区域特色和黄土高原生态环境建设的需要,制定“数字黄土高原”的战略和总体规划,分步实施“数字黄土高原”的建设。为黄土高原生态治理和建设提供全方位的数字地图、图象支持<sup>[9]</sup>。

2.1.2 DLP的发展战略 根据我们对黄土高原的多年研究,确定了“数字黄土高原”的战略为:高标准设计、需求带动、分阶段稳步发展。即根据科学与技术的发展成就,和黄土高原治理建设和研究的需要,做出高标准的统一设计,并制定技术标准和规范。而“数字黄土高原”的发展动力则主要来自生产实践的需求,在对环境治理和建设的服务中求得发展并逐渐增强自我发展和创新能力。正在开展的生态环境建设工程,则为其发展提供了良好的机遇。

2.1.3 DLP的发展阶段 “数字黄土高原”的建设,将分为三个阶段实施完成:既起步阶段(已有数据集成)、发展阶段(数据更新)和创新阶段(数据分析和应用)。这三个阶段同时也是研究工作的 3个深度层次。

(1)起步阶段:制定发展战略和总体设计,研究拟订数据标准、元数据体系建设和已有空间数据标准化处理。(2)发展阶段:通过遥感和地面监测手段,完成大比例尺、动态化数据的积累,中小比例尺数据的更新,支持或者开展水土流失、土地利用动态、水土保持效益等重大区域问题的动态评价与规划研究,初步建成“数字黄土高原”检索查询系统。(3)创新阶段:结合“数字中国”的研究建立,国家基础信息设施(如对地观测系统、西北生态建设监测系统、中国水土保持监测系统等)的建设,在继续加强原始数据生产能力的同时,全面系统地支持和开展区域环境过程时空动态分析与模拟研究,基于 Internet建立查询和检索系统,为生态环境建设提供全面地决策支持。

### 2.2 DLP总体设计

2.2.1 综合性与协调性 “数字黄土高原”将服务于黄土高原生态环境建设规划评价和区域科学综合性研究,就总体而言数据组成应该是综合而全面的(多专业、跨学科、多时相、多来源)。为此,必须也可能在区域资源环境综合研究成果和现代空间信息学理论

和技术基础上,克服传统的区域综合考察、系列制图等研究中总体上综合程度不够等不足,使数据高度协调和统一。

2.2.2 空间性与层次性 黄土高原内部具有很大的差异性,“数字黄土高原”的建设必须表现这种空间特征。除数字地图和图象外,试验观测数据也应赋予空间位置信息,从而构成  $X, Y, Z (i=1 \cdots n)$  形式的数据。同时不同空间尺度(比例尺)体现的地理规律互不相同,不同空间区域层次从应用上的要求不同,“数字黄土高原”必须包括多种比例尺的空间数据,利用与空间尺度相适应的方式表示多种比例尺或者分辨率的空间数据并建立相互之间的关系。

2.2.3 标准化和实用性 “数字黄土高原”是用数字形式对黄土高原这一特殊地理区域的全面表示,所以要求每层专题数据(定位数据、描述数据、元数据等)均必须完整,并在有关行业标准基础上达到标准化,使得数据在专题层次和整体水平上均是可以利用的数据产品,从而保证在生态环境建设与科学研究中的综合性、跨学科性分析研究。

### 3 总体结构

数据组成结构从 4 个方面规定。(1)空间范围:全区性的、地方性的和小流域的。(2)空间分辨率与比例尺:空间分辨率用图斑大小或者像元大小来表示,与比例尺相适应。一般比例尺越大,分辨率越高,包括高、中、低不同程度的分辨率,大、中、小不同比例尺。(3)专题层次:包括主要资源环境要素(地貌、植被、土壤、土地资源、土地利用、水土流失类型区等)。(4)时相:指上述 3 方面在时间序列上的变化。

#### 3.1 数据库结构

数字黄土高原的建立依据地理信息系统的基本原理,所以采用地理关系数据模型为基本的数据结构。

地理关系模型总体包括 4 个基本问题:(1)如何对地理特征进行定位;(2)如何确定地理信息采集、存储、分析和管理的的基本单元;(3)如何描述每一地理单元,亦即说明它是什么;(4)如何反映地理特征之间时空间关系和地理要素层之间的发生关系。

#### 3.2 投影方式

由于数字黄土高原由若干专题层组成,同一专题层由若干个图幅组成,所以只有将其置于统一的地理坐标系中,才能实现同一地区不同专题层的叠加和同一地区多个图幅的拼接。考虑到黄土高原的地理位置和形状,全区性投影方式(适于较小比例尺)设计为等积圆锥投影,地方性投影方式(适于较大比例尺)设计

为高斯投影。

#### 3.3 数据层次与数据文件组织

对专题地图而言,每个图形层次将再分解为若干要素分别管理。如专题要素(如土壤类型、土地利用);基础要素 I——河流;基础要素 II——道路;基础要素 III——境界线;基础要素 IV——经纬度;数字地图产品文件;图例与编码文件(同时用 WORD 和 DBF 数据库格式);描述与说明文件。

### 4 亟待研究的问题

#### 4.1 数据标准与元数据体系

数据标准指专题要素代码化的一套方法和技术,是联系专题研究和空间数据管理的纽带和桥梁。包括:分类分级标准、要素代码标准(包括点、线、面状要素)等。标准的制定应当以资源环境学、区域水土保持学的理论和研究成果为基础。元数据(meta data)是关于数据的数据。数据源(包括上述 4 大要素)、数据专题、数据文件(产品)、数据格式及其运行环境、数据代码、数据库结构及其完整程度等方面的描述与说明。其目的是为数据的应用和共享提供详尽的支持。元数据是空间数据不可分割的组成部分。

#### 4.2 数据协调与集成方式

“数字黄土高原”是一个庞大的数据库群或者数据仓库。但是其中的各种数据不是简单的堆砌,而是一个有机的整体。在单个数据单元标准化的基础上,要实现在不同分辨率和比例尺、不同专题、不同时相之间的协调和统一。通过建立一种可以比较和可以转换的关系和机制,使所有数据成为一个统一的整体,构成完整的“数字黄土高原”。其中最关键的问题是同一地区、相近或相同比例尺条件下,不同专题之间的协调关系的建立。

#### 4.3 空间尺度的转换

空间数据是与空间位置和比例尺相关的数据。随着比例尺或者分辨率的变化,相同专业的数据所能反映的信息、表示信息的方法、代码方式等将发生变化。如在坡面或者一个小区,土地利用类型可以图斑的方式用具体的利用类型(耕地、林地、草地等)来表示在 1:50 000 或者更小的土地利用图上,同时必须增加线状、点状图斑表示重要的,但是面积较小的利用类型。比例尺转换的基本途径将是利用比例尺系列制图的方法,研究和分析较小比例尺图斑的内部组成和变异,以及不同表现手段之间的关系,从而建立不同比例尺之间的关系。

改善了因工程施工所破坏的生态环境,景观效果也很显著。

## 4 几点建议

### 4.1 生态护坡研究首先应致力于生态材料的研制

目前,国内大多直接从国外引进现有的护坡技术,生态材料也直接进口。这样会产生许多弊端,一方面,护坡成本过高,无法在国内广泛推广;另一方面,由于地形、气候、施工等多种因素的影响,护坡效果并不明显。因此,国内应在借鉴国外经验的基础上,大力开发自己的生态材料,使其实现国产化。

### 4.2 生态材料研究包括以下内容

材料配合比研究,孔隙结构研究,透气性研究,保水性研究,pH值分析,有机质状况研究,养分分析,微生物量分析,阳离子代换量分析,强度试验,人工模拟侵蚀试验,拌和工艺研究,施工工艺研究,生态材料的三相比与施工工艺及设备的关系研究,生态材料的标准及规程编制。

### 4.3 当前研究应首要解决黏结材料及保水材料

当前应用的黏结材料主要有水泥和有机胶结材料两种,前者的缺点是生态材料的pH值过高,后者是成本太高。目前,我们正在采用高分子材料作为黏结材料进行试验。从实际应用中发现,如何长时地保持生态材料中的水分也是亟需解决的一个重要课题。

## [参 考 文 献]

- [1] Donald H Gray, Robbin B Sotir. Biotechnical stablization of highway cut slope[J]. Journal of Geotechnical Engineering, 1992, 118 1395- 1409.
- [2] Kobayashi, Tsuguo. Slope protection method for planting. Appl [P]. No.: 131698, Filed March 19, 1980. United States Patent 4304069. Dec., 1981.
- [3] Tanno Katsuji. Method of vegetation planting construction of mortar-spraying treating slope-face [P]. Appl. No.: JP950196970 950710, Patent No.: JP9025633, 1997.
- [4] Hamasuna Junichi, Maki Hirohisa. Method of vegetation in slope protection area [P]. Appl. No.: JP960222255 960823. Patent No.: JP10060900. Publication date 98-03-03.
- [5] Omoni Hideji. Quick greens-planting work for slope [P]. Appl. No.: JP800112139 800814. Patent No.: JP57036222, 1982.
- [6] 王可钧,李焯芬.植物固坡力学简析[J].岩石力学与工程学报. 1999,(17)6 687- 691.
- [7] 周跃.土壤植被系统及其坡面生态工程意义[J].山地学报. 1999,(17)3 224- 229.
- [8] Ministry of works and transport(Nepal). Use of bio-engineering in the road sector (Geo-enviromental unit) [Z]. 1999. 9.
- [9] 张俊云,周德培,李绍才.岩石边坡生态种植基试验研究[J].岩石力学与工程学报. 2001,20(1).

(上接第 35 页)

## [参 考 文 献]

- [1] 杨勤科,等.地块图的编制和讨论[J].水土保持通报, 1993,13(5): 34- 38.
- [2] 杨勤科,等.黄土高原和秦巴山地的土地资源类型区分[J].西北农学报. 1995(增刊): 19- 22.
- [3] 杨勤科,李锐.论矢量地理信息系统的基本信息元[J].土壤侵蚀与水土保持学报, 1997, 4(1): 66- 70.
- [4] 杨勤科,等.矢量数字图形叠加的应用研究[C].全国区域水土流失快速调查与管理信息系统学术研讨会文集, 1999. 58- 62.
- [5] 李锐.小流域综合治理遥感动态监测[M].见:杨文治(主编).黄土高原治理与评价.北京:科学出版社, 1992.
- [6] 李壁成.黄土高原小流域综合治理遥感动态监测[M].北京:科学出版社, 1993.
- [7] Al GORE. The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st century [Z], 1998, 1. <http://www.opengis.org/info/pubaffairs/ALGO RE.htm>.
- [8] 中国科学院地学部.中国数字地球[J].科学新闻周刊, 1999, 4.
- [9] 杨勤科,等.关于数字黄土高原的设想[C].见:全国区域水土流失快速调查与管理信息系统学术研讨会文集, 1999. 42- 45.