

# 中国土壤侵蚀环境背景数据库的设计与建立\*

张晓萍 杨勤科

(中国科学院 水土保持研究所·陕西杨陵·712100)  
(水利部)

**摘要** 综合分析研究影响土壤流失和保持的环境因子将是土壤侵蚀机理、土壤侵蚀定量评价及其时空特征研究的重要手段和途径,也是土壤侵蚀和水土保持基础信息工程建设的重要内容。做为区域土壤侵蚀快速调查的一部分,本研究对中国土壤侵蚀环境数据库的设计和建立进行了初步的讨论。并提出了今后研究中的几个问题。

中图分类号: S157.1, TP7

**关键词:** 土壤流失 水土保持 空间数据库 地理信息系统

## Designing and Building of Soil Erosion Environment Database in China

Zhang Xiaoping Yang Qinke

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

**Abstract** Comprehensive analysis and study on the environmental factors that affect soil and water loss and conservation are important measures of research on soil erosion mechanics, quantitative evaluation of soil erosion and investigations of their temporal and spatial characters, and they are also the important contents of constructing the foundational information engineering of soil and water loss and conservation. As the part of quick survey of regional soil erosion, the design and construction of soil erosion environmental database is discussed, and some aspects are suggested for further studies.

**Keywords:** soil erosion; soil conservation; spatial database; geographic information system

土壤侵蚀是地表诸多环境现象和过程的一种,受到多种环境因子(如地质地貌、土壤植被、水文气候和人为因子)的作用和影响,具有时间和空间变化的特征。综合利用和分析研究与其有关的环境因子将是土壤侵蚀机理、土壤侵蚀时空特征研究的重要手段和途径,也是土壤侵蚀和水土保持基础信息工程建设的重要内容。

从土壤侵蚀定量评价研究看,国内外比较成熟的土壤侵蚀评价预报模型<sup>[1~3]</sup>,其运行所需要的数据大致有 3 类:(1) 侵蚀环境数据,如地形坡度、坡长、土壤、植被和土地利用、气候(降水)等。这类数据与地理位置相对应,一般表现为图形。(2) 计算参数,如土壤有机质、土壤渗透性、径流系数、土壤导水率等。这类数据与土壤、植被的类型等相关,一般表现为表格形式。(3) 某些规则或者知识,如在 USLE 的  $R$  值计算中, $< 12.1\text{ mm}$  的降雨将被忽略不计。其中第一类数据的输入和管理均比较难,工作量也大。作为建立国家水土保持基础数据库的尝试和

一部分,我们首先进行了小比例尺全国水土流失与水土保持环境背景数据库设计与建立的研究。本数据库的建立,将为国家制定宏观水土保持规划,进行全国范围的土壤侵蚀宏观概略评价提供支持。同时,也将为建立国家水土保持基础数据库积累和提供经验。

## 1 土壤侵蚀环境数据库设计

### 1.1 数据积累情况分析

自 70 年代以来,我国开展了 1:1 000 000 国家自然资源与自然条件系列制图研究,编制了大量的专题系列图并依此为基础,以 1:4 000 000 为基本比例尺编制了全国的主要自然资源与自然条件系列制图。80 年代,水利部组织进行了全国水土流失遥感调查,编制了 1:250 万中国土壤侵蚀图,发布了有关统计数据。在有关地图集中,进行了土壤侵蚀制图和水土保持制图(表 1)。对土壤侵蚀评价的某些重要参数,也进行了全国性的研究<sup>[4,5]</sup>。有关气候方面,全国性的图集与土壤侵蚀有关的气候因子(降水、气温、湿润度、风沙等)均有专题地图出版,这些为土壤侵蚀环境背景数据库的建立奠定了基础。

表 1 中国土壤侵蚀环境背景和土壤侵蚀专题地图

序号	编辑者	时间	图名	出版者
1	中国地图出版社	1988	中国行政区划图	中国地图出版社
2	中国地图出版社	1988	中国水系图	中国地图出版社
3	中科院沙漠所	1988	中国沙漠图	中国地图出版社
4	中科院地理所	1994	中国地貌图	科学出版社
5	中科院冰川所	1988	中国冰川分布图	中科院冰川所
6	中科院冰川所	1988	中国滑坡发育图	中科院冰川所
7	中科院土壤所	1978	中国土壤图	中国地图出版社
8	中国地图出版社	1988	中国地形图	中国地图出版社
9	中科院植物所	1979	中国植被图	中国地图出版社
10	中科院遥感所等	1995	中国土地资源类型图	未出版
11	中科院遥感所等	1995	中国环境背景图	未出版
12	水利部遥感中心	1990	中国土壤侵蚀图	未出版
13	中科院水利部水保所	1990	中国土壤侵蚀统计图	未出版
14	中科院水利部水保所	1965	中国土壤侵蚀类型图	科学出版社
15	中科院水利部水保所	1990	中国土壤侵蚀类型图	未出版
16	中科院水利部水保所	1990	中国水土保持图	未出版
17	水利部遥感中心	1990	中国土壤侵蚀统计表	未出版
18	中科院水利部水保所	1990	中国降雨侵蚀力图	水土保持学报

注: 1. 1~9 比例尺为 1:400 万; 12 比例尺为 1:250 万, 13~16 比例尺为 1:150 万。

2. 10 和 11 在东部地区,比例尺为 1:25 万,西部地区为 1:50 万; 10 大致相当于土地利用图, 11 为综合地理单元图,表示了地貌、海拔、降水量、湿润度、土壤质地等专题信息。

3. 13 据遥感调查统计表、中国政区图和中国水系图编制。

根据中国土壤侵蚀环境背景数据库设计的目标和数据积累的现状,我们将有关数据分为土壤侵蚀环境数据和土壤侵蚀调查数据两组。土壤侵蚀环境数据包括影响土壤侵蚀的主要环境因子图(表 1 中 1~12),用来分析土壤侵蚀与其影响因子间的关系。土壤侵蚀调查数据包括土壤侵蚀调查统计图形和表格数据(表 1 中 13~17),表明调查时期水土流失的基本状况(类型和强度)。

## 1.2 数据编码方法

表1所列大多是图形数据。根据地图学的原理,考虑GIS记录数据的方法,其所表现的信息基本有2种:定位数据和描述数据,前者表示地表地理现象(实体)的位置及其相互关系,后者是对每一个地理实体的描述和说明。所以数据编码包括对这2类数据的编码。科学合理的编码是空间数据库科学性、实用性的重要保证。

表2 土地利用图线段代码表

要素名	代码	彩色代码	要素名	代码	彩色代码
图廓	—10	3	铁路	60	15
方里网	20	8	主干渠道	771	14
河流	71	12	支渠道	775	29
陡坎	87	9	水工建筑	73	27
居民地	512	10	行政界限	20	43
公路	62	75	土地利用	61	5
小路	63	30			

关于数据编码,我们初步考虑采取的原则是:(1)唯一确定性:对每一个地理实体必须有一个,也只能有一个代码,而且要尽可能符合有关专业和行业标准。(2)可扩充性:考虑数据的更新和维护,数据编码最好采用分级分段制度,以便扩充。(3)尽可能减少数据冗余:利用合理的编码与数据结构,使数据存储的冗余降低到最低限度。数据编码方案如表2,表3示,本方案主要依据土地利用调查技术规程<sup>[6]</sup>。

表3 土地利用图面状图斑代码表

代码	利用类型	代码	利用类型	代码	利用类型	代码	利用类型
111	滩水田	211	苹果园	510	城镇	710	河流水面
112	川水田	⋮		520	农村居民点	720	湖泊水面
⋮		217	梨园	530	独立工矿用地	730	水库水面
131	滩水地	311	针叶林地	610	铁路	810	荒地
132	川水地	⋮		610	铁路	⋮	
⋮		331	针叶疏林地	620	公路	840	沙地
141	滩旱地	341	灌木林地	630	农村道路	⋮	
142	川旱地	410	天然草地	640	民用机场	880	未利用土地
⋮		⋮		650	港口码头		

## 1.3 空间坐标系

由于表1所列数据大多是图形数据,所以必须将其置于统一的地理空间坐标系统中。地理空间坐标系的设计遵循了我国地图制图的习惯<sup>[7]</sup>,并参考了有关全国数据规范。我们统一规定为正轴等角割圆锥投影(海南岛做插图)。两条标准纬线为 $Q_1 = 25^\circ$ ;  $Q_2 = 47^\circ$ 。各种地图输入以后,根据源图的投影方式换算统一到标准投影。

## 2 数据集成

水土保持环境背景数据库的数据源在编辑者、比例尺和数学基础等方面是不尽相同的,同时他们之间又具有多种联系。在各种数据层之间建立联系和协调关系,使之成为一个统一的整

体,而不是一组图形数据的堆砌,这种过程称为数据集成。数据集成将建立在对多个数据层面的理论分析和技术处理的基础上。

## 2.1 理论分析

数据关系的理论分析包括对各种专题数据之间在逻辑关系、地理发生关系和时间关系方面的分析论证,这是一项十分复杂、细致的工作。当将一组地图换算成统一坐标系统,相互叠置或者套合并仔细分析后,可以发现道路与水系、水系与地形、土地利用与土壤等之间将存在或多或少的不相协调一致的现象。不同时相的同一专题,也会发现一些问题。如在农业地区,一般来说耕地不会、也不该变化为荒地(分类上属于未利用地),干旱地区地表水系的面积不会发生较大的增减变化。

## 2.2 技术处理

我们处理上述问题采用了两种方法:一是图形比较编辑,二是属性比较编辑。例如在 ARC/INFO 系统中,将相互协调处理的数据分别作为编辑图形和背景参考图形,对图斑的定位数据(必要时也可以是属性数据)进行编辑处理。地形图和水系图的编辑协调可以利用本方法进行。属性比较编辑涉及图形的叠加运算问题。将编辑图形的图斑做为基本信息元,把对照图形作为附加信息叠加于编辑图形,然后逐个图斑分析其属性间的关系,保证使之协调和符合逻辑、发生和时序关系。

## 3 结 语

我们对国家水土流失与水土保持基础数据库进行了初步的设计并主要就其中的侵蚀环境背景数据库的建立方法进行了研究。数据库建立和完善的工作正在进行之中。以下问题值得探讨。

(1) 关于数据集成问题,上述只是保证了数据之间没有过大的矛盾冲突。我们的初步研究表明,可能存在一些基本空间信息元<sup>[8]</sup>,可以用来将多层专题数据集成到一个定位数据环境中。这样一方面为土壤侵蚀的综合评价分析提供数据支持,另一方面也为动态研究提供客观定位数据基础。

(2) 国家水土流失与水土保持基础数据库。应该包括侵蚀环境背景数据库、土壤侵蚀定量评价预报模型参数库和土壤侵蚀与水土保持知识库。我们将在本研究的基础上进一步设计和建立水土流失与水土保持基础数据库。

(3) 关于比例尺问题。上述讨论以 1:4 000 000 为基本比例尺。我们的目标是正在计划之中的第 2 次全国水土流失调查提供技术支持,这一比例尺显然偏小。必须建立较大比例尺的空间数据库。我们初步认为全国范围内用 1:250 000 为基本比例尺,省区或重点地区的详细调查用 1:50 000 ~ 1:10 000 为基本比例尺。有关方面的研究积累将为此提供支持,前者如国家测绘局的 1:250 000 DTM 等,后者如国家土地管理部门已经完成的土地详查(1:10 000 ~ 1:50 000)等。

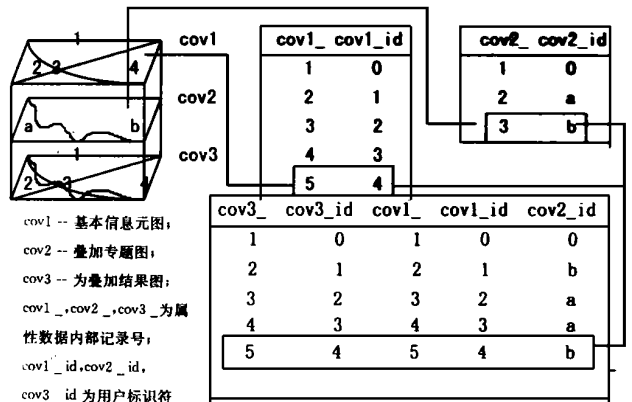


图 1 空间数据集成

## 参 考 文 献

- 1 Wischmier W H, Smith D D. Predicting rainfall erosion loss A Guide to Conservation Planning, USDA Agriculture Handbook 1978. 537
- 2 De Roo A P J, Wesseling C G, Ritsema C J. LISEM: A Single-Event Physically Based Hydrological and Soil Erosion Model for Drainage Basins. I: Theory. Input and Output *Hydrological Processes*, 1996(10): 1107—1118
- 3 Renard K G, Foster G R, Weesies G A, McCool D K, Yoder D C. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), USDA Agriculture Handbook No. 703, 1997
- 4 王万忠, 焦菊英, 郝小品, 等. 中国降雨侵蚀力  $R$  值的计算与分布(I). 水土保持学报, 1995, 9(4): 5—18
- 5 王万忠, 焦菊英, 郝小品, 等. 中国降雨侵蚀力  $R$  值的计算与分布(II). 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(1): 29—39
- 6 陕西省土地利用调查办公室. 陕西省土地利用调查技术规程. 1990
- 7 胡毓锯, 龚剑文, 黄伟. 地图投影. 北京: 测绘出版社, 1980年8月
- 8 杨勤科, 李锐. 论矢量地理信息系统的基本信息元. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1997, 4(1): 66—70

## 水利工程的骄子 集雨旱井的骄傲

## ——介绍有机硅用于集雨灌溉旱井的优越性

有机硅合成剂(以下简称“有机硅”)作为混凝土外加剂,较好地解决了混凝土的自防水、高强、高流态、防冻、抗裂、抗碳化等世界性6大难题。给集雨灌溉用旱井(窑)(下文称“旱井”)的防渗、抗裂防坍塌、保安全及提高经济效益带来福音。有机硅掺入混凝土(水泥砂浆)用于旱井有如下优点:

- (1) 具有与塑料膜相近的防渗效果。
- (2) 可提高混凝土强度19%左右,同时节约水泥15%。
- (3) 抗混凝土龟裂、干裂、抗冻胀破坏。有机硅耐高低温,可在冬季施工。
- (4) 抗混凝土碳化,寿命可达60a(暂定)。
- (5) 防坍塌、保安全、具有明显的经济效益和社会效益。
- (6) 和易性好,粘结力强,具有良好的粘结性能,是修补新、旧旱井混凝土表面裂缝、脱落的极好材料。
- (7) 配制和施工技术简单,施工性能良好,群众容易掌握。
- (8) 投资少,见效快。据测算,每眼容积 $50\text{ m}^3$ 的有机硅防渗旱井,比对照井年减少渗漏损失 $9.8\text{ m}^3$ ,以 $1\text{ m}^3$ 灌溉水增产小麦 $4.77\text{ kg}$ , $1.4\text{元/kg}$ (1998年运城资料)计,共增值66元,相当有机硅用于旱井防渗的一次性投资。

(9) 旱井防渗、坍塌问题的解决,一改几千年来只能建小旱井、不能建大旱井的历史。因为大(直径)比小(直径)旱井的单方水体占有的表面积小,所以能大大降低其防渗造价,这是旱井建设史上的一次大的技术进步。如:一眼直径 $3.5\text{ m}$ 变为 $4.0\text{ m}$ 的旱井,单方可节约防渗投资13%,节约部分超过有机硅的一次性投资。若直径 $3.5\text{ m}$ 变为 $6.5\text{ m}$ 时,单方水防渗造价约降低一半。

(10) 在蓄水量不变有情况下,小井变大井,减少了井的数量,给管理带来诸多方便。

(11) 目前,农村的大块耕地多划分为一家一户的条条管理,给农户个人打井带来了不可克服的困难。有机硅的综合性能,为农户联合兴建大(直径)旱井创造了条件;也为克服当前一些农民为多得国家旱井补助,只图打井数量,不讲经济效益,旱井越打越小,单方水平均防渗造价越来越高的不良倾向提供了新材料、新技术的可靠保证。

(12) 有机硅无毒、无味,是一种不污染,不燃烧的碱性液体。

(山西省运城地区水利水保局王红实 王红久供稿)