

# 小流域试点治理管理系统设计\*

李智广

(中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西杨陵 712100)

**摘要** 建立一个支撑水土保持小流域试点治理的数据管理、竣工验收和效益评价的系统,既可保证数据处理的规范化和效益评价的科学化,又可建立小流域治理实体库,为区域水土保持治理提供模式。研究设计开发的小流域试点管理系统,在功能上将小流域治理实体库、治理验收和评价模型联结起来,可直接生成验收结论和效益评价结果。

**关键词:** 水土保持 试点小流域 管理信息系统

文章编号: 1000-288X(1999)04-0029-04 文献标识码: B 中图分类号: S157.2, TP391

## Design of Management Information System for Experimental Watershed of Soil and Water Conservation

LI Zhi-guang

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

**Abstract** A computer system, which was suitable for the acceptance of comprehensive control and benefits evaluation benefits of experimental watershed of soil and water conservation, was designed by modern information technology. It could make data processing and evaluation scientific and normal, and meantime create the entity base of watershed management. All these can provide comprehensive control of watershed in different regions with patterns. This management information system of experimental watershed can combine the entity base with acceptance and evaluation of experimental watershed, and directly provide the results of comprehensive rehabilitation and its benefits.

**Keywords** soil and water conservation; experimental watershed; management information system

### 1 研究背景

我国小流域治理已取得了显著的经济、社会和生态效益,并向多目标、多功能和高效益的方向发展。如何分析治理动态、评价治理成效,为区域水土保持治理提供指导?关键在于科学化、系统化、规范化地总结已取得的经验与成功模式。

近年来,关于小流域治理的信息系统研究取得了较大发展,研究内容主要包括:数据类型的选取(数据类型和数据库设计)、流域治理综合评价(指标体系和评价模型)和流域治理规划(土地经营和工程措施配置)等。但是,对既适应试点小流域治理需要,建立小流域治理实体库,又能够直接对试点治理进行验收和评价,为区域水土保持提供决策支持的可操作的系统并不

多见,或在验收和评价时尚未采用有关部门标准。本研究依据水利部的标准,通过计算机技术,对试点流域的数据进行规范化和统一化,并建立验收和评价模型,为流域治理实施单位和管理部门服务。

## 2 系统结构与功能

### 2.1 总体结构

本系统是为小流域试点治理的管理部门和实施单位对治理实施动态监测、评估和宏观调控服务。系统主要的功能模块包括数据管理、试点验收和效益评价,可直接通过流域治理实体库生成流域治理模式库(包括理想治理模式和现实最优模式),其结构如图 1 所示。

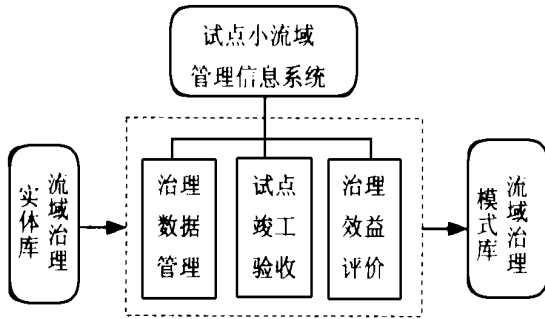


图 1 系统总体结构图

### 2.2 系统功能

系统的开发以 Microsoft Visual Fox Pro 3.0 为基本支撑,操作系统为中文 Windows 95。微机内存 32M,硬盘 1.5D。

2.2.1 数据管理 包括数据录入和数据编辑。该模块的主要功能是进行数据的规范化和数据质量控制。数据规范化包括数据指标体系的建立、数据内容的确定,并且把这些内容以数据库的物理结构和数据录入的屏幕界面分别固定在系统中,提供给用户。数据质量控制

是为了提高数据的正确性,主要是通过系统的程序以“负反馈”的形式完成。

2.2.2 统计与检索 依据小流域治理单位和流域管理部门对试点小流域治理的信息要求,设计若干查询接口,以便支持管理单位的预测和决策。

2.2.3 试点验收 按照《水土保持小流域综合治理开发标准》(保治[1996]6号)的标准对试点小流域进行验收。其中,定量标准是验收的量化依据,而对定性标准制订分等定级的规范。

2.2.4 治理评价 流域治理评价是为了反映试点治理中各项措施的数量、质量和治理效益,为探索区域优质高效的小流域治理模式提供决策信息。

## 3 验收与评价模型设计

### 3.1 试点验收模型设计

试点小流域的竣工验收,是按照试点合同的要求,对各项措施的质量和数量进行评价。如果把《水土保持小流域综合治理开发标准》规定指标作为试点治理合格的充分必要条件,那么,验收模型可用下列规则表达:

IF 所有指标的实测值  $\geq$  对应指标标准的下限值, THEN 验收合格

IF 任何一个指标的实测值  $<$  对应指标标准的下限值, THEN 验收不合格

该模型实质上是一种产生式规则法,其特点是:在验收时,可以回答试点小流域治理中“哪些项目已经合乎标准,达标的程度如何?”“哪些项目尚未达标,仍有多大距离?”因此,可以说:该模型能够明确反映进一步治理的方向和任务。

### 3.2 治理效益评价模型设计

3.2.1 评价模型 (1) 加权综合指数模型 对每个评价指标评分,其分值用 0~10 的数值表示,求全部指标分值的加权和得到效益总分值,然后按总分大小排序,以决定治理效益的优劣。

其计算式为: 
$$A = \sum_{i=1}^n W_i \cdot X_i \quad (0 < W_i < 10, \sum W_i = 10)$$

式中:  $A$ ——治理效益总值;  $W_i$ ——第  $i$  指标的权重;  $X_i$ ——第  $i$  指标的得分值 (0~ 10)。

(2) 关联度分析模型。对于参与评价的  $m$  条流域,评价指标由  $n$  个组成。各流域的所有指标实测值就构成一个数据列,称为被比较数据列,计作  $X_i$ ;参考数据列由参评的  $m$  条流域中各单项指标实测值的最优值组成,计作  $X_0$ 。于是得到数据列:

$$X_i = X_{i(1)}, X_{i(2)}, \dots, X_{i(n)} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m)$$

$$X_0 = X_{0(1)}, X_{0(2)}, \dots, X_{0(n)}$$

在无量纲化处理后,就可以计算  $m$  条流域与评价标准的关联系数  $q_{i(k)}$ 。公式如下:

$$q_{i(k)} = \frac{\Delta \min + 0.5 \cdot \Delta \max}{\Delta_{i(k)} + R} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m; k = 1, 2, 3, \dots, n)$$

其中:  $\Delta_{i(k)} = |X_{i(k)} - X_{0(k)}|$ ;  $\Delta \min = \min[\min_k \Delta_{i(k)}]$ ;  $\Delta \max = \max[\max_i \Delta_{i(k)}]$

关联系数  $q_{i(k)}$  只反映流域在一个指标上的关联情况,不反映全过程 (即在全部指标上) 的

关联程度。全过程的关联程度为:  $G_i = \frac{1}{n} \cdot \sum_{k=1}^n q_{i(k)}$

参考数据列是多个流域经过治理后所达到的最佳水平,实际上是特定时段试点流域治理的“理想模式”。该模式就是关联度评价的标准,用参评各流域与该模式对比作出定量评价:  $\Gamma$  值越大,说明流域治理成效越好。

3.2.2 指标权重值确定 (1) 权重以“默认值”内含在系统中; (2) 由用户自定义权重,“确定”后可参与评价。不同的评价模型,具有各自的效益评价定级标准,这些标准以系统常量的形式内含在系统中。因此,对于不同的评价模型,不论采用哪种方式确定指标权重,只要小流域的治理效益总分值在某个范围内,就唯一地属于对应的等级。

3.2.3 效益评价流程 效益评价数据流程如图 2 通过图 2 的评价,可以由试点治理的实体库,直接生成流域治理效益的得分值、等级,以及试点时段的治理模式 (包括理想治理模式和现实最优模式),为区域水土保持提供决策依据。这里的所谓模式是指由评价指标的数据值组成的数据列,“理想模式”就是关联度分析模型中的评价标准,“现实最优模式”是参评流域中效益最好的 1~ 3 条流域。

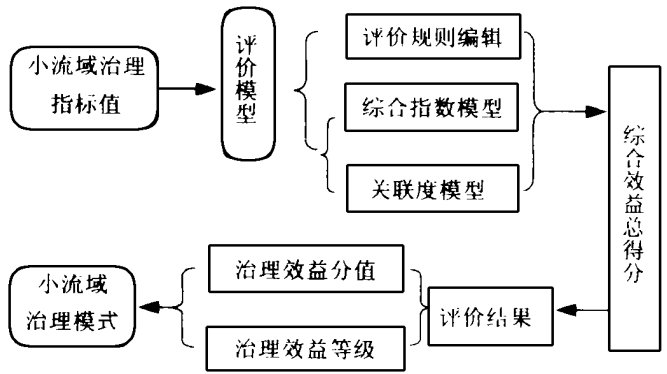


图 2 评价模型流程图

### 3.3 验收和评价指标体系

该系统选用的验收指标是《水土保持小流域综合治理开发标准》中的 14 个指标。治理效益评价选用其中的 10 个定量指标作为评价指标。

## 4 系统工作方式及其应用范围

### 4.1 工作方式

该系统是以水利部文件标准作为验收与评价的指标依据,采用产生式规则的知识表达方

式 IF... THEN... 的形式,通过模型运算得到验收和评价结论。系统提供的工作方式为:验收和评价的指标体系,模型由系统事先在专家水平上确定,本身无自学功能;指标权重由系统用户自行定义,或直接采用系统内含的“默认值”;系统以“在线帮助信息”为用户解释和帮助。只要用户按照屏幕提示信息操作,系统就可以生成验收结论与效益总得分及其等级,或者为用户提供帮助信息。

#### 4.2 应用范围

尽管本系统是基于小流域试点治理的验收和效益评价开发的。但是,由本系统的工作方式可知,只要在指标体系编制时,按照研究内容把规则做相应的改动,就可以应用到其它方式的小流域治理。在编制规则时,应注意以下 2 个要求:(1)对应于不同的模型,数据需要相应的形式。加权综合指数模型需要有指标实测值及其量化分级体系(包括各分级得分值)。关联度分析模型需要指标实测值与每个指标最优值的确定规则;(2)加权综合指数模型的指标值可以是一定的区间,该区间必须唯一地属于指标分级体系的某一级,而不能跨越 2 个级别;关联度分析需要具体的数值。

所有符合上述要求的问题都可以用本系统进行相应的工作。其用户包括小流域治理实施主持单位、项目主管单位以及项目提出单位。该系统的突出特点是只要用户采用系统提供的规则,就可以直接生成结果信息。在系统的使用过程中,可以保证数据处理的规范化和效益评价的科学化,同时自动建立小流域治理实体库,该实体库可以为不同区域的流域治理提供模式,并为小流域试点的规划提供决策信息。

#### 参 考 文 献

- 1 李智广,李锐.小流域治理效益综合评价方法刍议.水土保持通报,1998,18(5):19-23
- 2 李智广,李锐,杨勤科,等.小流域治理综合效益评价指标体系研究.水土保持通报,1998,18(7):71-75

(上接第 28 页)

#### 参 考 文 献

- 1 Halbertsman J M, Veerman G J. A new calculation procedure and simple set-up for the evaporation method to determine soil hydraulic functions. Report 88(SC-dlo), Wageningen, 1994, 15
- 2 Schnabel R R, Richie E B. Calculation of internodal conductances for unsaturated flow simulations: a comparison. Soil Sci. Soc. Am. J., 1984, 48: 1006-1010
- 3 Brooks R H, Corey A T. Hydraulic properties of porous media. Hydrology Paper No. 3, Colorado State Univ. Fort Collins, Colorado, 1964, 27
- 4 van Genuchten M Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic properties of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 1980, 44: 892-898
- 5 van Genuchten M Th, Nielsen D R. On describing and predicting the hydraulic properties of unsaturated soils. Ann. Geophys., 1985, 3: 615-628
- 6 Mualem Y. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. Water Resour. Res., 1976, 12: 513-522
- 7 Burdine N T. Relative permeability calculations from pore-size distribution data. Petrol. Trans., Am. Inst. Min. Eng., 1953, 198: 71-77