

# 黄土高原梯田质量评价系统设计研究

陈勇<sup>1,2</sup>, 刘京<sup>1\*</sup>, 刘举<sup>1,3</sup>

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100;

2. 西北农林科技大学信息学院, 陕西 杨凌 712100; 3. 烟台大学建筑系, 山东 烟台 246005)

**摘要:** 针对黄土高原的自然环境条件, 提出了梯田质量评价的指标体系、评价系统的设计原则及方法。探讨了梯田质量评价系统的主要模块, 研究了梯田数据库的结构及主要内容, 利用 Visual Basic 6.0 与 MapX 5.0 相结合, 开发了黄土高原梯田质量评价信息系统, 实现了属性信息与空间信息的相互查询、统计分析以及对梯田质量进行评价。本系统的建立能够对梯田建设与管理提供科学依据, 为黄土高原水土保持工作提供基础资料, 具有一定的社会和经济效益。

**关键词:** 梯田; 系统设计; 质量评价

**中图分类号:** S281   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1000-7601(2007)06-0227-04

我国是世界上水土流失较严重的国家之一<sup>[1]</sup>。黄土高原由于受特殊的地貌结构、环境条件和人类社会经济活动等因素的综合作用, 使之成为全球水土流失最严重的地区。其结果不仅造成黄河中下游地区河床淤积抬高, 洪水泛滥, 而且使当地生态环境不断恶化, 土地资源日趋衰退, 社会文明和经济发展停滞、甚至倒退<sup>[2]</sup>。为了有效扼制该地区严重的水土流失和环境退化状况, 改变贫穷落后面貌, 建设一个环境优美、山川秀丽的黄土高原, 当地人民群众进行了长期不懈的水土保持综合治理工作, 取得了明显的成效<sup>[3~6]</sup>。梯田就是广大劳动人民在与自然的相处过程中创造出来的一种防止水土流失的有效方式, 它已成为黄土高原基本农田的重要组成部分<sup>[7~9]</sup>, 因其所具有的控制水土流失、提高地力、从时空上合理调控雨水资源的独特功能, 在农业生产和农村经济发展中发挥着越来越重要的作用<sup>[10~14]</sup>。随着梯田在黄土高原地区的大面积建设, 必然出现不同质量的梯田, 这就要求我们对梯田的质量能有一个统一、客观、快速的综合评价。本文以黄土高原地区的梯田为对象, 设计了黄土高原地区梯田评价信息系统, 初步探讨了梯田评价及其资料管理的信息化和自动化的实现方法。

## 1 系统设计的原则与目标

### 1.1 设计原则

信息系统的设计和建设涉及多方面的因素, 是一项十分复杂的管理活动。梯田质量评价信息系统

的设计应立足于模块化, 遵循实用性、通用性、扩充性和系统性的设计要求, 在具体设计时应遵循以下基本原则:

1) 实用性、通用性原则: 系统采用图形窗口用户界面, 通过菜单、按钮和对话框进行操作, 操作简单, 使用方便。系统不仅适用于地市级政府对梯田质量的评价, 也适用于乡镇级管理部门对梯田信息的查询与分析。代码的编写既要符合人们的一般习惯, 又要方便计算机处理。

2) 可扩充性原则: 采用模块化结构, 各模块都能具备一套完整的处理功能, 且功能相对独立, 可以降低系统的重复度, 为系统升级和扩充预留了很大的空间。同时, 系统的建设应不仅能满足近期需要, 而且要能满足中期和长期数据管理分析的需要, 具有高度的可扩充性。

3) 系统性原则: 在系统设计过程中, 使用统一的地图分幅、地图投影、地理坐标、数据结构、元数据标准和规范化的基础地理数据库, 以便系统数据的交换、共享, 为系统的结构和内容进行规范化设计奠定基础。

### 1.2 系统目标

建立梯田评价系统的目标是: 通过野外调查、资料收集, 对研究区与梯田有关的信息资料进行分析、整理, 用 GIS 技术进行数字化管理和动态监测; 将专家对梯田评价的原则、依据和方法进行整理总结, 实现梯田质量评价的自动化和标准化; 根据评价结果, 给出该地区梯田修建和合理开发利用的建议。

收稿日期: 2007-03-04

基金项目: 国家自然科学基金(30571527); 国家重点基础研究发展计划(2007CB407203); 西北农林科技大学 2006 年创新团队支持计划

作者简介: 陈勇(1970—), 男, 四川仁寿人, 讲师, 主要从事计算机应用与 GIS 开发研究。

\* 通讯作者: 刘京(1975—), 宁夏贺兰人, 讲师, 主要从事遥感技术与 GIS 应用研究。

具体目标有以下几点:

1) 对区域自然环境、社会经济状况及其有关的梯田信息进行存储、管理、查询、更新。

2) 根据梯田地块调查和分析测试资料,按照科学的评价指标体系、方法和标准,对梯田的质量进行自动定量评价。

3) 经过空间分析和综合研究,能够提供区域梯田质量状况信息,提出对梯田进行合理利用和改造的意见和建议。

## 2 系统功能设计与结构模块

基于 GIS 的梯田质量评价信息系统的总体设计是一种面向应用目标的设计,立足于梯田质量的评价管理。在进行系统总体结构设计之前,首先采用与用户单位相关业务人员进行面谈的方法,进行调查,摸清系统目标、业务职能、业务流程、数据现状等基本情况。然后,以此为基础提出需求分析的初步成果,制成简易应用规格表,供开发设计时使用。由于考虑到系统涉及业务繁多,关系复杂,因此,系统设计采用结构化分析的方法进行,以便理清业务关系,明确业务职能,建立系统流程。结构化分析的主要策略是“自上而下,逐步求精,逐层细化”<sup>[4]</sup>。以此方法设计的系统能够很好地满足用户需要,为决策部门提供动态、准确的评价信息。

根据黄土高原梯田质量评价研究的总体要求,系统设计以下几个功能模块:

1) 文件管理模块。此模块提供了文件的基本操作功能如:新建,打开,保存,另存为,导入,导出等功能,属于通用模块。

2) 数据管理模块。为了维护系统的时效性和准确性,必须对数据进行经常性的维护。主要包括数据添加,修改,编辑,删除等图形数据的编辑功能;属性数据的编辑功能。数据的编辑和维护是建立评价系统的前提。

3) 评价分析模块。此模块是整个系统的核心,其基本功能分为:评价指标体系,评价模型与方法,质量等级分析,评价信息获取管理等<sup>[4]</sup>。

4) 查询统计模块。包括属性数据和空间数据的查询(分类查询、组合查询和模糊查询),数据添加说明、标注,数据的空间分析等。在本系统中,这一模块设计成一个独立的部分,这有利于充分发挥地理信息系统的空间分析优势,提高空间数据的利用效率。

5) 帮助模块。为系统的操作提供实时帮助。

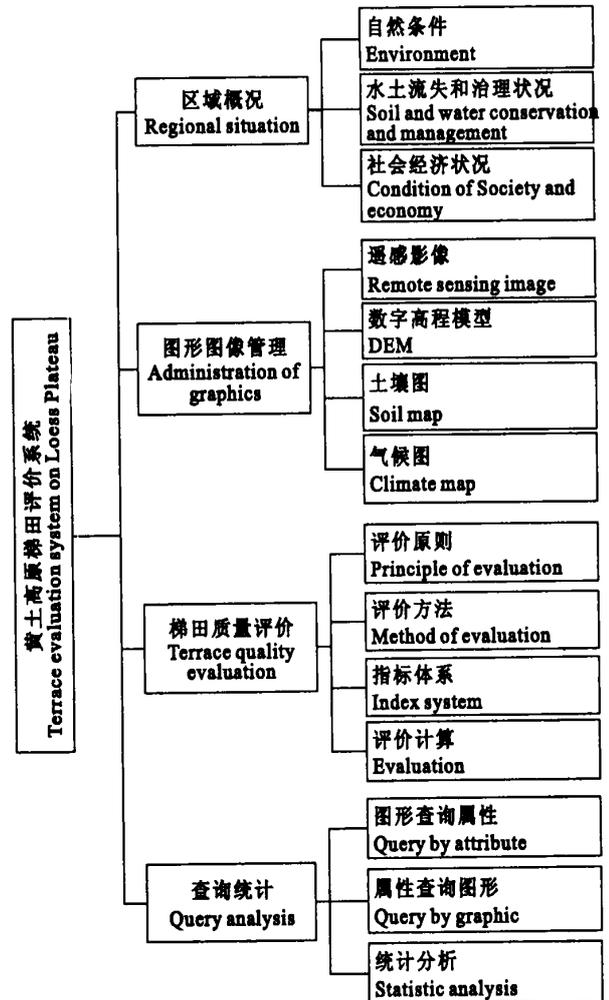


图 1 系统的功能结构

Fig. 1 Function and structure of the system

## 3 系统建立

### 3.1 数据源

数据是信息系统的原料,是系统操作的对象。所有的输入、管理、转换、分析、输出功能都是针对一定的数据进行的。因此,选择合适的数据库对建立数据库极为重要。根据黄土高原梯田评价管理系统的要求和特点,需要的数据主要有以下几类:

遥感影像:能够反映梯田信息的高分辨率(地面分辨率高于 10 m)遥感影像,如 SPOT、QuickBird、IKONOS 影像和航空像片等。如果进行动态变化监测和评价,则需要不同时期的遥感影像,一般选择 3 期以上。

空间数据:包括行政区划图、地形图、土地利用现状图、土壤类型图、气温分布图、降雨量分布图和土壤养分图等空间信息资料,数字化的电子数据,如数字高程模型和派生的电子图件,以及通过叠加分析,生成的土壤因素评价图、气候因素评价图、地貌

因素评价图等数字地图。

属性数据:包括区域自然资源、生态环境和社会经济方面的统计资料,反映梯田质量的野外调查、分析测试、试验观测数据。

### 3.2 数据库建立

黄土高原梯田评价信息系统的数据库根据系统具有的数据源及其数据特点进行设计建立,分为属性数据库和空间数据库。属性数据库主要是用来管理研究区资源环境、社会经济数据,梯田田块的地理基础性质、修建质量及田面状况、土壤质量、其他因素等影响梯田质量特征的分析测试数据<sup>[5]</sup>。在本系统中,属性数据库设计为关系型数据模型,应用 SQL server 进行数据操作,这有利于系统的管理和应用。

空间数据是空间对象的位置、形状、大小等几何特征以及与相邻地物之间的拓扑关系,空间数据库的功能就是将点状、线状和面状表示的 3 类地理空间要素的空间数据,在系统中依据一定的规律进行科学合理的分层,按不同的类型进行统一编码,然后对其进行存储、管理、组织、显示和处理。本系统空间数据库的设计依据地理信息国家标准,建立地理数据库(GeoDatabase)的基本图幅索引,提高数据检索的效率,方便各个图幅内数据的检索。根据数据库的设计要求,按图幅划分存储单元建立各个子数据库。通过入库处理,将分层数据导入到目标数据库中。

梯田质量评价信息系统数据库采用对象—关系空间数据库的管理方法,这种数据管理方式同时管理矢量图形数据和属性数据,具有数据的安全性、一致性、完整性和数据损坏后的恢复等功能,适用于 GIS 系统的数据管理方式。

### 3.3 界面设计

系统总体功能设计完成后,界面设计开发是系统实现的关键。本系统的界面采用下拉式菜单,分为两级。第一级为主菜单,包括:区域概况、图形图像、评价系统、查询统计、帮助等功能项。第二级是操作菜单,点击主菜单功能栏图标后进入,直接对应具体的操作内容,不同的功能应用不同的方法设计。如查询统计模块进入二级菜单后,弹出以 MapInfo 中的 MapX 插件,应用 VB 语言进行程序设计实现的,有利于系统的再次开发升级,方便应用。

## 4 系统应用

黄土高原梯田评价信息系统的主要应用功能是在进行区域资源环境、社会经济和梯田状况的信息化

管理和自动定量评价。从以下三个方面说明系统的具体应用。

1) 图形与属性双向查询:能够实现属性数据检索、查询所需的属性信息,如梯田田块面积、研究区自然环境及经济条件等信息。利用属性表的相关属性(如名称、面积、土壤养分含量等)对图上的梯田要素进行查询,即根据属性数据查询对应的地理目标;同时可以查询地理目标对应的其它相关属性信息。

2) 统计分析:管理人员对研究区梯田信息需要作一些统计分析与处理,如:研究区梯田的分布、梯田的管理措施、各种自然环境要素与田块的养分状况之间的关系等可以利用强大的统计分析功能进行,并能以直方图、饼图、折线图等统计图的形式输出。

3) 质量评价:本系统建立了完善的评价指标体系和优化的评价模型,可以对梯田质量自动分等定级,不仅可以对现有梯田数据按照界面上提示信息输入,进行人机交互式评价(如图 2 所示),还可以对已经存入数据库的信息进行评价。该系统建立了灵活的、开放的数据库系统,只要符合该系统所要求的各种自然环境及相关的梯田信息,就可以将此数据导入系统,系统对此数据进行筛选和检验,如果数据与系统所要求的数据不一致,系统将会提示操作人员数据缺失,请检查补充后再进行运算,否则评价结果可能不正确。系统检查数据完整性后进行运算,最后将评价结果用文字描述和图件的形式输出供用户参考。

图 2 质量评价模块

Fig. 2 The module of terrace quality

黄土高原梯田质量评价系统的设计研究填补了国内在梯田质量评价量化、信息化方面的空白,为梯田的评价提供了有益的尝试。同时,评价结果为水土保持工作规划和基本农田建设提供了科学依据,为梯田的推广和建设提供了科学的评判标准。

#### 参考文献:

- [1] 凤蔚,师伟.庄浪县梯田水土保持效益分析[J].地下水,2006,28(6):126-131.
- [2] 吴发起,张玉斌,王健.黄土高原水平梯田的储水保土有效分析[J].中国水土保持科学,2004,3(2):34-37.
- [3] 常庆瑞,贾科利,刘京,等.陕北农牧交错带土地荒漠化动态变化研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2005,33(2):74-78.
- [4] 陈乃政,曲继宗,王征兰.晋西王家沟流域梯田综合效益调查初步分析[J].中国水土保持,1988,(8):28-32.
- [5] 洪世奇,朱胤椿,江华,等.山旱区新修梯田土壤培肥途径及其效益研究[J].干旱地区农业研究,1998,16(1):80-83.
- [6] 代华龙.梯田建设及其效益研究[J].中国农村水利水电,1996,

(4):17-19.

- [7] 姚云峰,王礼先.我国梯田的形成与发展[J].中国水土保持,1991,(6):54-56.
- [8] 赵文礼.黄河流域的梯田[J].中国水土保持,1983,(2):36-40.
- [9] 毛廷寿.梯田史料[J].中国水土保持,1983,(2):31-32.
- [10] 焦菊英,王万中,李靖.黄土丘陵区不同降雨条件下水平梯田的减水减沙效益分析[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(3):59-64.
- [11] 焦菊英,王万中.黄土高原水平梯田质量及水土保持效果的分析[J].农业工程学报,1999,15(2):59-64.
- [12] 陶士珩,王立祥,胡希远.西北黄土高原水平梯田冬小麦的水分供应状况分析[J].中国农业气象,1996,17(3):7-10.
- [13] 刘廷宏,杨松旺.关于梯田储流节水灌溉的探讨[J].中国水土保持,1998,(5):21.
- [14] 王应期,周波.甘肃梯田的发展及其在农业发展中的作用[J].中国水土保持,1996,(9):31-33.
- [15] 李满春,任建武,陈刚,等.GIS的设计与实现[M].北京:科学出版社,2003.
- [16] 刘举,常庆瑞,刘梦云.土地利用规划管理信息系统的设计研究[J].水土保持研究,2005,12(3):138-140.

## Design of terrace evaluation system on the Loess Plateau

CHEN Yong<sup>1,2</sup>, LIU Jing<sup>1</sup>, LIU Ju<sup>1,3</sup>

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Information Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3. Department of Architecture, Yantai University, Yantai, Shandong 246005, China)

**Abstract:** Evaluation index system and principle and method of designing evaluation system were studied under the condition of natural environment on Loess Plateau. The main modules were discussed and the structure and content of terrace database were also studied in this paper. Terrace evaluation system on Loess Plateau was designed by integrating Visual Basic 6.0 with MapX 5.0, so that attribute information and spatial information can be queried by each other, and statistical analysis and terrace quality evaluation were carried out. It benefits society and economy since it can provide science gist for managing terrace and basic data for soil and water conservation on the Loess Plateau.

**Keywords:** terrace; system design; quality evaluation