

生态河岸带综合评价与 GIS 耦合研究

夏继红¹, 严忠民²

(1. 河海大学现代农业工程系, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要 生态河岸带综合评价与 GIS 耦合是实现精确评价的有效手段. 介绍在耦合过程中所涉及的耦合技术, 主要包括数据库的设计、评价模型的存取方式、评价结果的可视化等. 各种不同评价数据库的逻辑结构和物理结构分别采用图层结构和关系表的方式设计, 描述性评价模型和计算性评价模型的存储方式分别采用关系表和模型字典方式存储, 评价结果均以各种专题地图形式表现. 应用 GIS 耦合技术可以有效地实现生态河岸带的合理评价.

关键词 生态; 河岸带; 综合评价; GIS 耦合

中图分类号 X171.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-1980(2006)04-0366-04

生态河岸带综合评价涉及内容广泛, 所需数据繁多, 用手算方法很难对其进行精确、有效地评价, 必须借助于计算机^[1-2]. 在以往的生态河岸带研究中, 水文、水利、环保等部门积累了大量的数据资料, 这类信息资料大多是以纸质形式存在的. 传统的纸张信息管理方法, 除了在收集、储存信息方面存在物理缺陷外, 在技术上越来越不适应河岸带现代化信息管理评价的需要. 主要存在两方面的问题, 首先, 存储在地图上的庞大的空间数据很难直接应用于问题的分析; 其次, 多数生态河岸带信息都具有动态变化特征, 传统的人工维护方法很难实现资料的实时更新^[3]. GIS 的强大空间数据库和属性数据库的管理功能可以较容易地解决上述问题, 可以很方便地实现地图资料的显示和更新. 同时, GIS 的空间分析功能特别适用于处理具有地理位置特征的空间对象, 如河岸带动植物资源分布、水土流失分布、含水层分布、土壤地质分布等^[4-6]. 因此, 合理有效的生态河岸带综合评价应该借助于 GIS 技术, 利用 GIS 技术建立一套完整的生态河岸带综合评价地理信息系统 (Eco-Riparian Assessment-GIS, 简称为 ERA-GIS), 通过空间数据库和属性数据库实现地图资料的查询、检索和更新等管理功能. 利用系统的空间分析评价功能, 可以系统地了解河岸带生态系统的水力特性、生态资源的空间分布状况等, 掌握生态河岸带结构稳定性、生态发展变化规律, 以及生态河岸带对河流、陆地生态系统的影响规律, 从而为管理决策者提供决策依据^[3].

生态河岸带综合评价与 GIS 耦合是实现精确评价的最有效的手段. 在耦合过程中, 需要将评价过程中所涉及的数据、模型、方法在 GIS 中合理、高效地存储和读取, 同时还应该能将评价结果直观地表现出来. 在耦合过程中, 所涉及的耦合技术主要有数据库的设计、评价模型的存取方式、评价结果的可视化等.

1 数据库设计

1.1 数据库类型

1.1.1 空间数据库的类型

生态河岸带空间数据库按照存储的数据类型可分为河岸带基础地理数据库和空间地物数据库.

1.1.1.1 河岸带基础地理数据库

- a. 河岸带地形数据库. 主要存储河岸带地理高程模型, 最常用的地理高程模型为 DEM.
- b. 基础地理图件库. 主要存储河岸带所属水系、行政区域、公路和铁路、地名等要素.

1.1.1.2 空间地物数据库

空间地物数据库信息分别表示在不同的图层上, 主要有以下几类:

- a. 水利枢纽数据库. 主要存储闸、涵、坝、泵站等水利枢纽的空间位置、所在区域、平面布置图、剖面图等空间信息.
- b. 水文、水质测站数据库. 主要存储测站名称、建站时间、测量区域范围、测量内容等.
- c. 景观建筑数据库. 主要存储河岸带景观建筑的位置、布置方式、实物图片等空间信息.
- d. 休闲娱乐设施数据库. 主要存储河岸带休闲娱乐设施的种类、形式、位置以及相关图片资料信息.
- e. 港口码头库. 主要存储港口码头吞吐量、面积、建造时间、位置、布置方式、结构形态等.

1.1.2 属性数据库类型

生态河岸带综合评价属性数据库主要包括水文气象信息库、地质数据库、植被数据库、动物数据库、周边社会经济数据库等. 水文气象信息库存储降雨数据、最大流量、最高水位、年径流量、温度、湿度等. 地质数据库存储岩土类别、地质类型、土层厚度、土壤粒径等. 植被数据库存储植物名称、所属类别、植物面积(或植物株数)、保护级别、拉丁名等. 动物数据库存储动物名称、所属类别、动物数量、活动范围、保护级别等. 周边社会经济数据库存储人口、工业产值、农业产值、主要工业类别、主要农业类别、污染强度等.

1.2 数据库逻辑设计

生态河岸带空间数据的表现形式通常是一幅地图, 其组织方式是首先将地图(或图形)分成不同的图块, 再将各个图块分成不同的图层, 对每一图层的数据信息采用关系数据表进行描述, 其逻辑关系如图 1 所示^[7]. 图块结构和图层结构是空间数据库从纵、横两个方向的延伸, 同时空间数据库是两者的逻辑再集成.

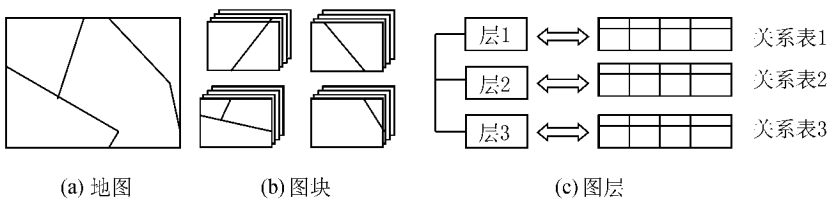


图 1 空间数据表示的逻辑结构
Fig.1 Logical structure of spatial data

1.3 数据库物理设计

生态河岸带综合评价空间数据库的物理结构是指空间数据信息在存储介质上的实际存储方式. 生态河岸带空间数据库的物理结构主要是以各种表的形式表现出来的, 主要包括图层数据表(layer table)、空间参照系表(spatial refsys table)、空间对象数据表(spatial object table)、空间索引表(spatial index table)、属性信息表(attribute table)等 5 类数据表^[8]. 图层数据表是描述图层标识、图层名称、图层类型、参照系标识以及图层坐标范围等信息的存储结构. 空间对象数据表由空间地物对象标识、空间对象的类型、空间对象名称、对应图层标识以及空间对象的位置信息组成. 空间对象标识为空间对象的唯一标识, 同时也是建立空间索引的關鍵字. 空间对象位置信息是描述空间对象位置的, 通常由起始点、中间点、终结点等空间对象上点序列的坐标串组成. 图层数据的描述是针对某一参照系来说的, 一个图层有一个空间参照系与其对应, 所以图层信息中应该包含参照系信息. 参照系的描述模型是空间参照系表, 主要用于描述所有的空间参照系统. 空间索引表用于协助进行空间检索、分析, 以加快其检索、分析效率, 它随空间对象的改变而动态更新. 空间索引表是根据不同的索引对象来建立的, 它可以按空间对象的不同字段、空间图层等来建立.

2 评价模型的存储

生态河岸带综合评价中所涉及的模型包括评价指标模型、评价等级模型、评价准则值模型、指标隶属度模型、指标权重模型以及一些统计计算模型等. 这些模型可归纳为两类模型, 即描述性模型(指标结构模型、评价等级模型、评价准则值模型等) 和计算性模型(距离计算模型、面积计算模型、隶属度计算模型、复合指标计算模型等). 在评价过程中, 模型库采用何种结构形式来存储评价模型将直接决定数据库的使用效率. 对上述两类模型均以模型库的方式存储, 但是这两类模型的特点各不相同, 所以在存储过程中又根据各自的特点采用了相应的存储方式.

2.1 描述性模型的存储

描述性模型可以抽象概括成关系表格的形式, 所以对描述性模型采用关系数据库的方式进行存储. 库中

不同字段表示模型的不同参数,其数据类型除指标标准值模型库的字段数据类型是数字型之外,其他大多是字符型.不同的记录表示参数的不同取值.使用这种方式存储描述性模型,用户可以方便地对模型进行修改、维护、管理,还可以方便地与数据库进行数据交换.

2.2 计算性模型的存储

计算性模型的主要表现形式是一些数学方程式和相应的算法,同时还包含模型编号、模型名称、模型标题、模型描述、模型过程名称、模型适用条件、模型作者、模型输入/输出参数等说明性信息.这类模型采用分离式存储,即方程、算法以及说明性信息的分开存储.对方程和算法的描述采用文件形式存储,称作模型文件,对说明性信息采用关系表形式存储,称作模型字典.所以这类模型的模型库包括模型字典和模型文件.

2.2.1 模型字典

模型字典是描述有关模型的基本特征信息,对模型的名称、特征、来源、用途、开发时间以及与有关数据的联系等内容进行说明.模型字典的内容主要包括两类信息:一类是模型描述信息,另一类是模型参数信息.模型描述信息是指模型的名称、种类等描述性信息,同时说明模型运行时所调用的过程和算法.它主要包括模型标识、模型名称、模型种类、模型适用条件、模型过程、模型算法等.模型参数信息是指模型的输入输出参数,它主要包括模型标识、参数序号、参数数据类型、参数性质[输入/输出]、取值范围等.模型字典的结构形式采用关系数据库的组织形式存储.每一类模型建一个库,一个模型对应一个记录,每个记录包含模型的基本特征信息.模型字典结构形式如表1所示.

表1 模型字典结构

Table 1 Structure of model dictionary

描述信息结构		参数信息结构	
字段	数据类型	字段	数据类型
Model ID	Integer	Model ID	Integer
Model Name	String	Parameter Number	Integer
Model Type	Integer	Data Type	Integer
Model Condition	Integer	Parameter Type	Integer
Model Procedure	String	Value Range	Integer
Model Arithmetic	String		

2.2.2 模型文件

模型文件是模型的主体,是存储模型的算法和程序.模型文件的存储方式采用子目录方式存储,按模型的类别建子目录.每一类模型建一个子目录,该子目录下存放着同一类模型的所有模型文件.模型文件库与模型字典库一一对应的,通过 Model ID 来保持两者之间的一致性.模型文件由文件头、文件体、文件尾组成.文件头由模型标识、程序(或算法)名称、文件大小组成,文件体是实现模型计算的具体程序或算法过程,文件尾是模型文件的结束标志.其结构如图2所示.

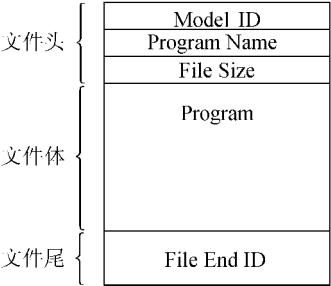


图2 模型文件结构

Fig.2 Structure of model file

3 评价结果的显示

综合分析评价是 ERA-GIS 的核心功能,它主要包括统计分析和综合评价.对属性数据库的相关数据信息进行统计分析,以形成各种统计图表,如长度统计、面积统计、洪水强度统计、动物数量分类统计、稀有生物分类统计、沿岸人口数量、沿岸点源污染量、沿岸建筑物分类统计等.综合评价包括结构稳定性评价、景观适宜性评价、生态健康性评价、生态安全性评价以及生态综合评价等功能.通过这些分析评价,形成大量的分析数据信息,再利用 GIS 的专题功能将这些评价结果以一定的专题地图的形式表现出来.通过这些专题图,用户可直观地了解河岸带不同区域的生态状况.

参考文献:

[1] 夏继红,严忠民.生态河岸带的研究进展与发展趋势[J].河海大学学报:自然科学版,2004,32(3):252-255.
[2] XIA Ji-hong, WU Wei, YAN Zhong-min. Comprehensive assessment index system of ecological riparian zone[C]//LEE L. Environmental Hydraulics and Sustainable Water Management. London: Taylor & Francis Group, 2005: 969-972.
[3] 夏继红.生态河岸带综合评价理论与应用研究[D].南京:河海大学,2005.
[4] 王传胜,孙小伍,李建海.基于GIS的内河岸线资源评价研究[J].自然资源学报,2002,17(1):95-101.
[5] 张鹰,王文,丁贤荣.GIS在海岸工程规划设计中的应用[J].河海大学学报,1998,26(4):103-106.

[6] 黄家柱. 遥感与地理信息系统技术在长江下游江岸稳定性评价中的应用[J]. 地理科学 ,1999 ,19(6) :521-524.

[7] YOSHINO K ,NAGANO T ,ISHIDA T et al. Classification of vegetation in a tropical peat swamp area by remote sensing in narathiwat of the southern part of Thailand : Building an ecological environment GIS database form monitoring carbon balance[J]. Rural and Enviromental Engineering 2002 42 :15-25.

[8] 胡金星 ,潘懋 ,王勇. 空间数据库研究[J]. 计算机工程与应用 2002(3) :11-14.

Application of GIS coupling technology to comprehensive assessment of ecological riparian zone

XIA Ji-hong¹ , YAN Zhong-min²

(1. Department of Modern Agricultural Engineering , Hohai University , Nanjing 210098 , China ;

2. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering , Hohai University , Nanjing 210098 , China)

Abstract GIS coupling technology is an effective approach to obtain accurate results about the comprehensive assessment of ecological riparian zone. The coupling techniques , including database design , accessing way of assessment model , visualization of assessed result , etc. , were introduced. The logical structure and physical structure for different assessment databases were designed by use of the map-layer structure and relation table ; the relation table and model dictionary were adopted as the way of data storage in the descriptive assessment model and the computational assessment model , respectively ; the results of assessment were reflected with the thematic map. As a result , the GIS coupling technology can give a direct and reasonable assessed result of ecological riparian zone.

Key words ecology ; riparian zone ; comprehensive assessment ; GIS ; coupling

《河海大学学报(自然科学版)》征订启事

《河海大学学报(自然科学版)》是以水资源开发、利用与保护为重点的综合性学术期刊 ,主要刊登本校在水资源、水文、地质、测量、水利工程、水电工程、水运工程、海洋及海岸工程、水工结构、工程力学、水力学及河流动力学、岩土工程、计算机科学、电力工程、电子技术及自动化工程、工业与民用建筑、管理工程、水利经济、环境工程、机械工程等学科方面的科研成果、学术论文、学术讨论、研究动态等学术性文章 ,可供上述有关专业的科技工作者及大专院校师生阅读和参考。

本刊创办于 1957 年 ,是我国中文核心期刊 ,在国内工程技术界和学术界有较大影响. 刊载的文章中 ,有不少国家科技攻关(重点)项目和各种科学基金资助项目的研究成果 ,部分达到了国内领先和国际先进水平 ,为我国水利、水电、水运工程及其他有关工程建设的规划、设计、施工和管理提供了科学理论、方法和具体建议 ,发挥了较大的社会效益和经济效益 ,深受工程界和科技界赞许 ,并获得全国高校科技期刊优秀编辑出版质量奖以及中国期刊方阵“ 双效期刊 ”、江苏省优秀期刊、全国水利系统优秀期刊称号。

本刊每逢单月出版 ,国内外公开发行. 邮发代号 :28-63 ,每期定价 12.00 元 ,全年 6 期共 72 元. 欢迎广大读者在全国各地邮局订阅或直接与编辑部联系. 联系地址 :南京市西康路 1 号《河海大学学报(自然科学版)》编辑部 ,邮政编码 210098. 联系电话 :025-83786343.