

基于 ComGIS 的区域景观格局监测信息系统*

董有福^{1**} 全志杰² 赵永华³

(¹ 南京工业大学土木工程学院, 南京 210009; ² 西北农林科技大学林学院, 杨凌 712100; ³ 中国科学院沈阳应用生态研究所树木园, 沈阳 110016)

【摘要】 从区域景观生态数据科学管理和景观格局动态分析的需要入手, 以陕北纸坊沟流域作为设计和应用实例, 采用地理信息系统组件 MapX 与可视化编程语言 Delphi 相结合的方式研制和开发了区域景观格局监测信息系统; 文中首先对系统设计路线和建立方法进行简要说明, 然后详细介绍了系统的基本结构和功能; 该系统主要由数据管理模块、查询管理模块、景观指标分析和景观预测模块组成, 实现了景观属性和景观图形数据的有机集成和高效管理, 提供景观空间信息的显示、定位和交互查询, 在此基础上计算景观类型和整个景观层次上的各种景观指数来实现景观格局综合分析, 并且能够对景观发展趋势进行模拟预测, 同时可以动态生成统计图表, 形象直观地反映出不同时期内景观格局的发展变化规律。

关键词 ComGIS 景观格局 景观监测 管理信息系统

文章编号 1001-9332(2005)04-0647-04 **中图分类号** Q149 **文献标识码** A

ComGIS-based regional landscape pattern monitoring information system. DONG Youfu¹, QUAN Zhijie², ZHAO Yonghua³ (¹ College of Civil Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China; ² Forestry College, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China; ³ Shenyang Arboretum, Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China). -Chin. J. Appl. Ecol., 2005, 16(4): 647-650.

Based on the requirement of scientifically managing landscape ecological data and dynamically monitoring regional landscape pattern, and with the Zhifanggou region in North Shaanxi Province as an example, this paper developed a regional landscape pattern monitoring information system (RLPMIS) by the combination of Delphi and MapX. The planning route and establishing method of the system were simply explained, and its basic structure and function were explicated. This system was mainly divided into four parts, *i. e.*, data management module, query management module, landscape index analysis module, and landscape forecasting module. In this system, the graphics and the attributes of the landscape data were integrated entirely and managed effectively, and thus, the spatial information could be displayed, located and inquired in the RLPMIS. The landscape pattern could be comprehensively analyzed based on the various landscape indexes of landscape elements or whole landscape being calculated, and the landscape developing trend could be forecasted and simulated. At the same time, the statistical graph and table, which visually reflected the landscape pattern, developed and changed disciplinarian in different periods, could be dynamically generated.

Key words ComGIS, Landscape pattern, Landscape monitoring, Management information system.

1 引言

目前, 景观格局研究主要是利用遥感资料获取景观类型图, 再通过地理信息系统工具软件处理得到景观空间数据和属性数据, 然后采用高级语言编程或景观分析软件计算相关景观指数来对景观特征进行定量分析^[17], 而景观分析软件与 GIS 技术上仍然存在一些不足^[10, 11, 17]: 大多数景观分析系统只能通过 GIS 软件提取景观斑块的数目、面积、周长等有限的斑块特征计算景观指数, 难以满足景观全面分析的需要; GIS 软件的作用主要是收集、存储和处理景观数据, 为景观指标统计提供参数输入值,

GIS 空间数据操作和景观专题应用的关系尚未从分离型向耦合型方向转变。随着研究的深入, 景观格局监测系统应该不仅能够对景观变化进行分析, 还必须嵌入地理信息系统功能, 实现景观空间信息与属性数据的无缝集成和有效管理^[3, 10]。

展望软件开发的前景, 可视化、面向对象和组件化技术将是普遍采用的方法^[2, 6, 9, 12, 15]。因此, 针对区域景观格局监测需要, 本文以陕北纸坊沟流域作为开发设计实例, 应用 ComGIS 技术在 Delphi 平台上建立区域景观格局监测系统, 在提供景观空间和

** 中国科学院知识创新工程重大资助项目(KZCX1-06-01)。

** 通讯联系人。

2004-03-15 收稿, 2004-11-29 接受。

属性数据库管理维护的基础上,通过对不同时期景观空间格局、空间动态比较分析,进而发现区域景观格局变化的规律性,同时可以对景观发展趋势进行预测,从而为区域可持续发展提供参考依据。

2 景观监测信息系统实现

2.1 系统分析与设计

2.1.1 系统分析 系统分析是使系统设计达到合理、优化的重要步骤^[1,13,19]。为了满足区域景观分析评价和预测的需要,在对景观格局监测方法、步骤和现状调查分析的基础上,运用结构化分析方法,确定景观监测信息系统的逻辑功能,得出系统的结构方案。数据分析中最主要的就是对数据流程分析,以逻辑的方式表达系统数据走向,图1是系统的逻辑功能和连接方式。

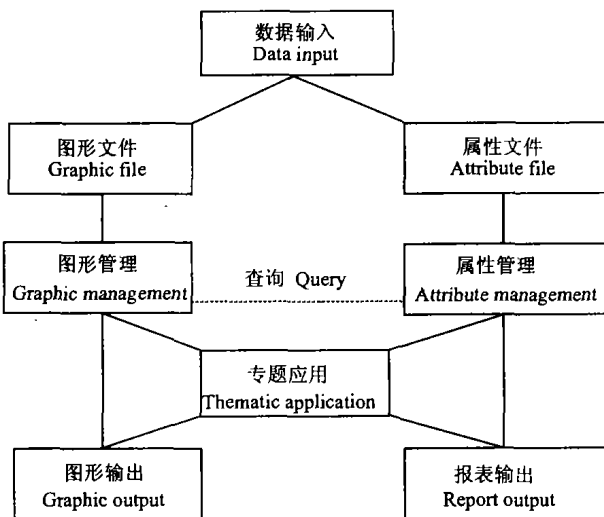


图1 景观格局监测系统逻辑结构图
Fig.1 Logic structural diagram of RLPMIS.

2.1.2 系统设计 根据面向对象模块化编程思想,将系统分解成若干个功能相对简单的部分:系统输入输出子系统、图形数据管理子系统、属性数据管理子系统、信息查询子系统、景观分析与预测专题应用子系统。每个模块不仅独立性较强,又相互紧密联系,构成一个有机整体。系统总体设计如图2所示。

2.2 实现方法与过程

2.2.1 实现方法 在进行系统开发时,以 Delphi 作为主语言进行系统界面设计和功能模块的建立,利用关系数据库结构化查询语句 SQL 来完成数据管理和查询,系统地图操作功能是通过调用 GIS 组件 MapX 的属性和方法与编程语言相结合实现的。首先在系统初始化过程,进行景观属性数据和景观图形数据的联接绑定,实现图形和属性数据的有机集

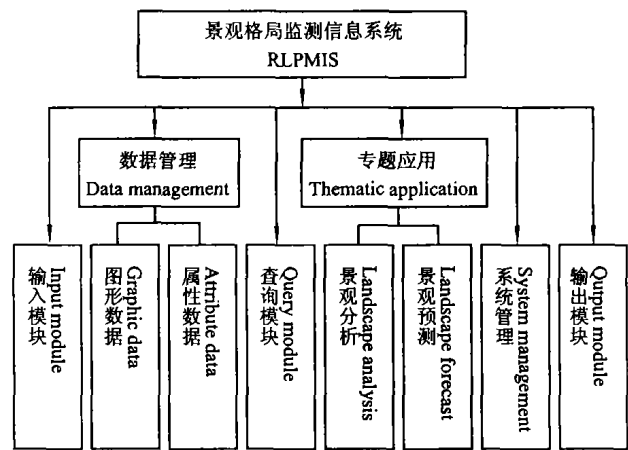


图2 景观格局监测系统模块结构图
Fig.2 Model structure diagram of RLPMIS.

成,在此基础上实现景观分析专题应用。

2.2.2 实现过程 1)数据采集:建立系统实例主要资料来源是纸坊沟流域 1987、1990、1995 和 2000 年 4 个不同时期的彩红外航片,比例尺为 1:10000,同时收集了地形图和土地利用现状等有关资料。2)数据预处理:以土地利用类型差异为主要依据进行景观类型的划分和编码,建立景观类型代码表,然后进行遥感图像的判读、转绘、校核和清绘等工作,生成纸坊沟流域 4 个时期的景观要素类型斑块底图。3)数据编辑:在 ARC/INFO 软件支持下,采用公用坐标系、公用控制点和统一的各类容限值,将各期景观要素斑块底图数字化录入计算机,经过“编辑-生成拓扑关系-投影坐标变换-图幅拼接-属性数据录入”等过程,生成纸坊沟流域 4 个时期的图形和属性数据文件。4)景观格局数据库的建立:区域景观格局背景数据库的建立是进行地图操作和景观分析预测的前提。景观数据主要有景观图形和景观属性两种文件形式,建库过程中将景观图形文件转换成 MapX 组件所支持的 tab 文件,景观属性文件采用 Delphi 默认的数据表格式。另外,为了实现景观指数计算统计,系统数据库中还应该具有景观弧段属性表、斑块距离表、网格叠加属性表、景观类型代码表等,并且数据表结构必须遵照系统约定格式。5)系统开发与调试:将经过以上数据作为实例数据源,对系统每个功能模块进行详细设计和编写代码,调试阶段主要检查系统运行情况,验证系统输出是否与预期结果相符。

3 系统结构和功能

3.1 系统输入模块

输入模块主要实现工作区和数据源管理,同时

提供常用数据表格式的转换接口.为了便于组织数据和方便用户操作,系统采用工作区方式对研究区域景观数据进行管理和维护,将数据源按照景观图形数据、属性数据和附加数据表分类组织,这是系统实现景观图形和景观属性交互查询,景观指标分析和预测的基础.

3.2 表格管理模块

表格管理模块是景观格局监测系统中的一个重要组成部分,用来实现对数据表结构和数据记录进行维护和管理.为满足不同层次用户的需要,该模块不仅提供对数据记录进行浏览、检索和更新,而且能够对数据表字段结构进行增、删、改,对数据表重新命名.用户一方面可以提取表格中数据用于景观分析预测,另一方面能够将查询统计、分析和预测的结果返回数据库,以备将来调用,最大限度地发挥表格管理模块的功能.

3.3 图形管理模块

图形管理模块提供对景观位置数据进行操作和控制,其结构如图 3.1)图形显示控制:主要是对图形窗口中景观图形的缩放、漫游、中心位置进行控制,提供景观图层的增删,图形对象选取和图例显示设置,改变景观图形观察视角等操作.2)其它图形功能:专题图操作实现景观专题图的创建和删除,同时可以修改专题图样式和图例,增强景观要素空间特征的图形表现力;此外,提供在景观斑块上添加重要属性标签信息,添加或删除文本注记和标注符号;测量景观图形任意两点间实地间距;改变当前景观图形投影类型等.

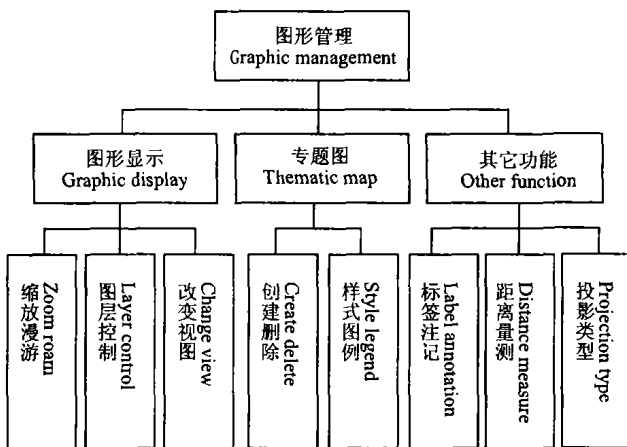


图 3 图形管理子系统的模块结构
Fig.3 Model structure of Logic graphical management subsystem.

3.4 查询管理模块

区域景观格局监测系统具有强大和完善的信息查询功能,检索方式灵活多样、信息提取方便.查询

子系统模块结构如图 4 所示.1)空间信息查询:系统空间查询首先能够保持图形窗口要素与表格窗口中属性记录同步联动,另外提供景观图形与属性间的双向查询、条件查询和区域查询,满足用户对不同景观信息的需求.2)综合信息查询:查询表结构信息和相关统计项目;进行多表联结查询,同时对输出字段进行选择、设置多重查询条件、对查询结果进行排序、保存等.

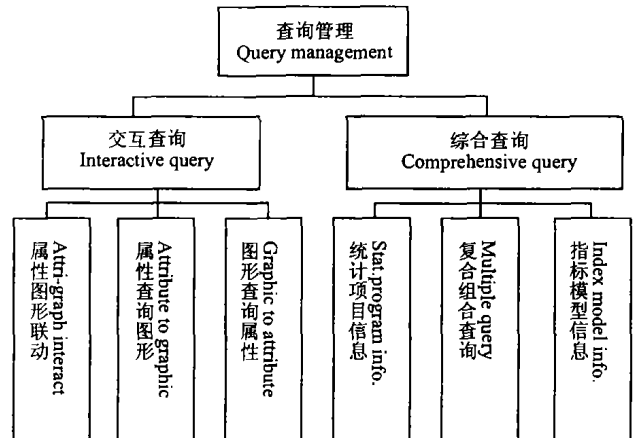


图 4 查询子系统的模块结构
Fig.4 Model structure of Logic inquiry subsystem.

3.5 景观分析和预测模块

对景观格局进行定量描述和分析,是揭示景观结构和功能之间的关系,刻化景观动态的基本途径.因此,景观分析和预测模块属于系统专题应用部分,是景观监测系统的核心功能,其结构如图 5.1)景观指标分析:系统不仅给出每种景观指标的说明和计算公式,而且提供非常灵活的景观分析功能,实现景观整体或景观要素层次上、对特定或全部景观类型任意时期的景观格局比较分析,同时动态生成统计图表,将景观指标数值关系和变化趋势直观、形象地反映出来.此外,可以对统计图类型和外观进行控制.景观构成特征是景观要素面积、斑块数和优势度等多种基本参数的统计结果^[5,14];斑块特征包括类斑形状指数和分维数等^[7,8];景观异质性是指景观斑块密度、边缘密度、镶嵌度和多样性指数的度量^[4,18];景观空间关系是关于景观要素连接度、联系度、聚集度、关联度和相邻度指数等方面信息^[20].2)景观格局预测:进行景观格局预测模拟,在区域景观建设管理中有着重要的现实意义.可以根据景观预测结果,同时结合可持续发展原理,进行人为控制,加强管理,使区域景观建设向预期方向发展.系统开发时通过统一网格图层与各期景观图层叠加,获取不同时期景观要素相互间转移概率,再建立马尔可夫模型^[16]对若干年后的景观格局进行预测分析.

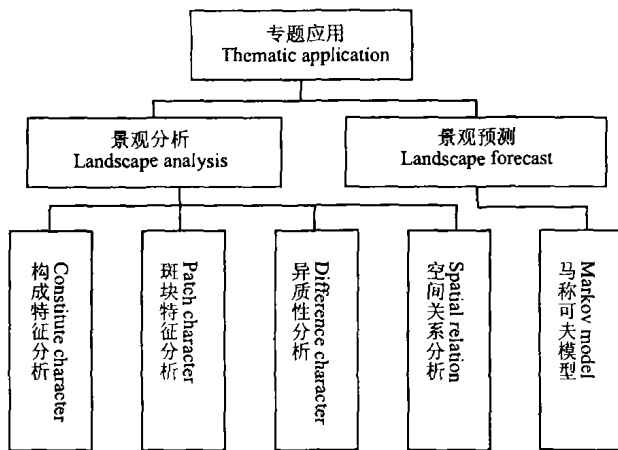


Fig.5 Model structure of thematic application subsystem.

3.6 系统输出和管理模块

输出模块用于将景观属性数据或统计数据生成报表打印输出;将景观图形数据或专题图转换为常用图像格式.系统管理部分包括用户管理和历史日志维护等.

4 结 语

通过在纸坊沟流域景观监测中的应用,系统建立了纸坊沟流域4个不同时期的景观图形数据库与属性数据库,得到景观类型分布专题图,利用系统提供的指标和模型对纸坊沟流域20世纪末的景观格局进行综合分析和预测,监测结果与实际情况基本吻合(应用结果另有文章发表),表明系统具有良好的可操作性与实用性,系统设计合理、界面友好,操作简便,运行可靠、功能比较完善,达到了预期的设计要求.

本系统是根据区域景观格局监测特点和生产实践要求,采用面向对象编程技术和GIS组件MapX相结合的方法精心设计建立的,是一个直接为区域景观格局监测服务的专题性信息系统.系统实现了景观图形与属性数据的集成管理,同时提供完善的信息查询和景观分析预测功能,为提高区域景观格局研究水平和效率提供了成功范例.但由于景观监测中考虑指标因子众多,因此,还需根据具体应用要求对系统加以改进扩充,同时在软件的标准化和规范化方面应做进一步完善.

参考文献

1 Bi H-X(毕华兴), He Q-T(贺庆棠), Zhu J-Z(朱金兆), et al. 1994. Information management system of shelterbelt forest in Qinshuihe watershed. *J Beijing For Univ* (北京林业大学学报), 16(4):19~25(in Chinese)

- 2 Cheng S-T(程声通), Situ W(司徒卫), Zhang X(章欣), et al. 1988. Several problems and measures on local land MIS. *Environ Sci* (环境科学), 10(2):57~61(in Chinese)
- 3 He H-S(贺红仕), Liu Z-G(刘振国), Xu J(许骏), et al. 1991. Construction and study on information system of monitoring landscape at large scale. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 2(2):153~158(in Chinese)
- 4 Li H-B(李哈尔滨), Wang Z-Q(王政权), Wang Q-C(王庆成). 1998. Theory and methodology of spatial heterogeneity quantification. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 9(6):651~657(in Chinese)
- 5 Li M-Y(李明阳). 1999. A study on changes of forest landscape patterns of Linan in Zhejiang Province. *J Nanjing For Univ* (南京林业大学学报), 23(3):71~74(in Chinese)
- 6 Liu M-S(刘茂松). 1995. Application of object-oriented programming techniques in ecosystem modeling. *Chin J Ecol* (生态学杂志), 14(1):62~66(in Chinese)
- 7 Liu S-R(刘灿然), Chen L-Z(陈灵芝). 2000. Analysis of the patch shape with shape indices for the vegetation landscape in Beijing. *Acta Ecol Sin* (生态学报), 20(4):559~566(in Chinese)
- 8 Liu S-R(刘灿然), Chen L-Z(陈灵芝). 2000. Landscape scale fractal analysis of patch shape in the vegetation of the Beijing region. *Acta Phytocool Sin* (植物生态学报), 24(2):129~134(in Chinese)
- 9 Men B-H(门宝辉). 1999. Application of visual basic 5.0 on developing information system of soil and water conservation plan in small basin. *Bull Soil Water Cons* (水土保持通报), 19(6):36~38(in Chinese)
- 10 Shao G-F(邵国凡), Zhao S-D(赵士洞), Zhao G(赵光). 1991. Study on modeling landscape dynamic of forest by GIS. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 2(2):103~107(in Chinese)
- 11 Turner MG, et al. 1989. Methods to evaluate the performance of spatial simulation models. *Ecol Model*, 48(1):1~18.
- 12 Wang H(王卉). 1998. Discussion on questions about visualizations of GIS software. *Bull Geodaetica Cartogr Sin* (测绘通报), (12):7~9(in Chinese)
- 13 Wang L-X(王礼先), Lu S-Y(陆守一), Hong X-Y(洪惜英), et al. 1992. Study on construction and application of valley MIS. *J Soil Water Cons* (水土保持学报), 6(1):25~32(in Chinese)
- 14 Wang S(王胜). 1999. An introduction of quantitative methods in landscape structure research. *Hebei J For Orch Res* (河北林果研究), 14(2):1~5(in Chinese)
- 15 Wang Z-G(王泽根). 2000. Visual programming and digital mapping. *Bull Geodaetica Cartogr Sin* (测绘通报), (6):12~13(in Chinese)
- 16 Xu L(徐岚), Zhao Y(赵羿). 1993. Predicting changes of land use pattern at Dongling district using Markov process. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 4(3):172~177(in Chinese)
- 17 Yuan Y-H(袁吟欢), Qin Q-M(秦其明), Lu R-J(陆荣健). 2000. Design and implementation of a landscape analysis system based on remote sensing data. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 11(6):927~930(in Chinese)
- 18 Zedler JB. 1996. Ecological issues in wetland mitigation: An introduction to the forum. *Ecol Appl*, 6(1):33~36
- 19 Zhou Y(周勇), Wang S-Q(汪善勤), Wang Q-Y(王庆云), et al. 1999. Several problems and countermeasures about establishment of land resources information system. *J Rem Sens* (遥感学报), 5(1):72~75(in Chinese)
- 20 Zonneveld IS. 1990. Scope and concepts of landscape ecology as an emerging science. In: *Changing Landscapes: An Ecological Perspective*. New York: Springer-Verlag. 3~20

作者简介 董有福,男,1976年生,硕士.主要从事遥感与地理信息系统在资源环境中的应用研究,发表论文3篇. Tel: 025-83408325; E-mail: dongyoufu@163.com