

文章编号:1001-5485(2009)02-0048-05

长江流域生态环境信息库总体方案设计与示范区建立

程学军^{1,2}, 谭德宝¹, 汪朝辉¹, 宋 丽¹

(1. 长江科学院 空间信息技术应用研究所, 武汉 430010; 2. 武汉大学 遥感信息工程学院, 武汉 430072)

摘要:以建立整个长江流域的生态环境信息的数据库为目的,在用户需求、数据需求、功能需求分析的基础上,进行信息库的功能设计、数据库设计和界面设计等。长江流域生态环境信息库主要功能包括:数据编辑、数据查询与检索、数据结果输出、数据库管理等。在生态环境信息库总体设计的基础上,以金沙江流域乌东德水电站为示范区,建立了生态环境信息数据库,采用面向对象的设计思想,开发了基于 Visual Basic 和 ArcGIS Engine 平台的陆生生态环境信息系统。

关键词:长江;生态环境;信息库;总体方案

中图分类号:P208 **文献标识码:**A

长江是我国第一、世界第三大河流。以其丰富的自然资源和区位优势,在我国“T”字型生产力整体布局中占有极其重要的战略地位,是 21 世纪我国经济最强大的“驱动轴”,也是我国 21 世纪重点开放开发地区。在占全国 18% 的国土面积上,集中了全国 30% 的人口和 40% 的国内生产总值。因此,长江流域的资源开发利用与生态环境保护管理对于全流域乃至全国经济可持续发展都具有重要的意义^[1]。

流域水资源开发利用对流域生态的影响是长期的、缓慢的、潜在的,也是极其复杂的。长江的开发与治理,离不开资源与环境的现势和变迁中的各类空间数据和描述这些空间数据特征的属性信息。这些信息具有区域性、多维性和时序性,与人类的生存和社会活动密切相关,是促进国民经济持续、快速和健康发展所需要的基本信息^[2]。因此,非常有必要全面收集、整理长江流域内的自然、社会、经济等方面的基本情况,收集有关长江流域资源、生态、环境等方面的科学研究、综合治理开发文献,收集有关长江流域主要自然灾害和减灾防灾等方面的内容,在此基础上建立“长江流域生态环境信息库”。

1 研究目标

长江流域生态环境信息库是针对长江流域社会经济、自然保护、生态环境等各方面状况而研究建立的,是长江流域生态学评价和管理的重要信息支持系统,应用前景极其广阔。它以区域生态系统为基

础,把人口、资源、经济及环境等有关数据,按其区域特有代码输入计算机进行存贮、更新、检索查询、显示、打印、输出。该系统以“人口-资源-经济-环境”区域综合体为对象,深入研究它们内部和彼此之间的相互关系与变化规律,为区域生态环境及管理提供了一种便利、快捷的技术手段。

长江流域生态环境信息库的总目标是通过生态环境信息库的需求分析,研究论证生态环境信息库建设的目标、内容、系统功能和建设环境要求等,制定生态环境数据库的数据标准、编码规范以及元数据标准。在此基础上进行系统设计,研究建立水资源开发利用信息系统和预警系统的可行性方法和技术路线,提出“长江流域生态环境信息库”构建方案并建立典型示范区。

2 长江流域生态环境信息库需求分析

2.1 用户需求分析

长江流域水资源的保护、水土流失现状、水土保持生态建设进展等等管理工作,都需要流域管理部门掌握流域内各类空间数据和描述这些空间数据特征的属性数据。因此,需要全面收集、整理长江流域内的自然、社会、经济等各方面的基本情况,以准确翔实的生态环境数据来反映流域动态变化情况,建成“长江流域生态与环境信息库”,为长江流域的可持续发展发挥参考咨询作用,为宏观决策提供科学依据。

收稿日期:2008-05-26; 修回日期:2008-09-28
基金项目:水利部科技创新基金项目(XDS2004-02);长江科学院中央级公益性科研院所基本科研业务费项目资助(YWF0718/KJ01)
作者简介:程学军(1975-),男,湖南宁乡人,工程师,主要从事“3S”技术在水利中的应用工作,(电话)027-82926895(电子信箱)chengxj@mail.crsri.cn。

“长江流域生态与环境信息库”的主要用户可以分为 3 类:①长江流域水行政主管部门,包括水利部、长江水利委员会、长江流域各省水利部门及与水资源管理相关的行政管理部门;②相关科研生产单位,包括进行有关长江流域生态环境科学研究的科研单位和水资源开发利用的生产建设单位;③普通的网络用户。其中最主要的用户是长江水利委员会。

2.2 系统功能需求

生态信息库集成长江流域生态、环境、社会经济、工程建设等数据库,并用统一的标准格式进行存储,用户可实现查询、输出和管理,同时通过数据接口,可实现应用系统与数据库之间的数据调用和存储。因此,整体生态与环境信息库的主要功能应包括 3 个方面:查询功能、输出功能和管理功能。

2.2.1 查询检索功能

查询检索是数据库系统的基本功能。由于数据库中存储的数据量非常大,而且种类繁多,因此必须开发数据的查询功能,方便用户快捷地找到所需的数据。

2.2.2 查询结果输出功能

将用户的查询结果以一定的形式表现出来,就是数据库输出功能。查询结果的输出表达形式有:数据表、文本信息框、数据图形、分布式图形、数字图像、声音、视频、交互式窗口等。

2.2.3 数据库管理功能

数据库管理功能包括用户管理、数据的网络发布管理、数据库备份、数据的导入、数据的导出等等。

2.3 系统建设环境要求

生态与环境信息库是一个共享的数据库,因此在系统的建设环境上有一定的要求,包括系统软硬件环境、网络环境等。

生态与环境信息库必须的硬件环境包括数据服务器、功能服务器和存储设备,这些设备的配置要有

一定的前瞻性,要充分考虑到技术的成熟性和系统的扩容问题。

生态与环境信息库必须的软件环境包括数据库管理软件、数据处理软件和系统二次开发软件等,这些软件可以采用当今国际上的主流软件。

生态与环境信息库的网络环境要求包括网络带宽、网络安全等。

2.4 数据需求分析

数据是整个信息系统的核心,它既是各种操作和处理过程的对象,又是这些过程的结果。

2.4.1 数据范围

长江流域生态环境信息库的数据覆盖范围包括整个长江流域,特别注重的是三峡库区、南水北调中线工程水源区、嘉陵江流域、金沙江梯级水电站建设区域、长江口地区、洞庭湖水系及鄱阳湖水系等重点区域。

2.4.2 数据来源

- 本项目所需的数据主要有 3 个来源:
- (1) 从国家基础地理信息中心购买。对于基础的、比例尺较小的空间数据,可以从国家基础地理信息中心直接购买。
 - (2) 从相关部门获取。对于某些专业数据,相关部门已经建立起数据库的,可以从相关部门获取,如水文数据、水质数据等。
 - (3) 按照专业分工生产。对于以前没有的专业数据,可以按照课题研究内容的分工,自行加工生产,如生物多样性数据、河流生态指标数据等。

2.4.3 数据分类

信息库所需数据的分类见表 1。从既满足长江流域生态与环境信息库的基本需要,又尽可能减少数据冗余、保证数据质量的角度出发,必须收集的数据为:

- (1) 基础地理信息数据包括整个长江流域 1:5

表 1 数据分类表

Table 1 Data classification

数据名称		数据类型	数据内容	保存时限
空间地理 信息数据库	基础地理信息数据库	矢量数据	长江流域 1:50 000 数字线画图(DLG)	定期更新, 长期保存
		属性数据	编码,坐标,周长,面积,名称,高程等	
	影像数据库	栅格数据	存储和管理系统涉及的航片、卫片、DOM 等	
	数字高程模型数据库	栅格数据	存储和管理系统需要数字高程模型数据(DEM)	
	元数据库	管理维护型数据	有关系统内数据库结构、内容描述、功能描述、流程定义描述、业务分类描述等描述型元数据和管理维护型元数据	定期更新, 长期保存
专题数据库	专题图数据库	矢量数据	各专题涉及的图形数据,如土地利用数据图、植被分布图、土壤侵蚀图、环境功能分区图等	定期更新, 永久保存
	专题特征信息库	非空间业务数据	各专题相关信息	
音像资料数据库	音像资料数据库	非空间业务数据	各专题数据的相关音像信息	
人口社会经济数据	人口社会经济数据	非空间业务数据	流域内各行政区的社会经济信息	

万 DLG,1:5 万 DEM 以及 1:5 万 DOM、重点区域的遥感数据。

(2) 专题地理信息数据包括土地利用数据、雨水情数据、工情数据、水文数据、水质数据、水土保持数据、河流生态指标数据、河流形态特征结构数据、河岸带状况数据等。

(3) 人口社会经济数据包括长江流域的全省各县市的社会经济统计信息。

(4) 音像资料包括静态音像(工程照片等)、声音数据、录像等。

3 总体方案设计

从“长江流域生态与环境信息库”的逻辑体系方面来看,它应由 4 个部分构成:用户终端系统、数据库服务器、功能服务器和 WWW 服务器。这 4 部分通过局域网构成 C/S 运行系统。在物理上,用户终端系统由若干台微机或工作站组成,数据库服务器、功能服务器以及 WWW 服务器可以是 1 台计算机,也可以由 2 台或多台计算机组成。

4 个部分的功能和组成如下:

(1) 用户终端系统主要功能包括信息浏览、各功能模块的操作界面、数据服务器、功能服务器、WWW 服务器发出的数据/功能服务请求、结果输出(专题图、报表、internet 主页)等。

(2) 数据库服务器主要包括空间数据库、土地利用数据库、人口社会经济数据库、气象—水文预警综合信息库、水文数据库、水质数据库、生物多样性数据库、水土保持数据库等。

(3) 功能服务器主要包括 GIS 的各种空间分析功能。

(4) WWW 服务器主要包括:各种专题图的网上发布和其它文本及多媒体信息的网上发布。

3.1 功能和结构框架

生态与环境信息库系统从结构上来看可以分为 3 个层次:最底层的是数据库层,主要功能是存储数据;中间层是系统功能支持层,主要是为生态与环境信息库提供各种所需功能;最上层是系统界面,这是人机交互的直接界面,通过这个界面可以调用系统的所有功能。具体结构见图 1。

系统的功能主要包括查询检索、结果输出、数据库管理 3 大功能,其具体的功能结构框架见图 2。

查询检索功能以生态与环境信息库为信息源,采用菜单式和基于空间位置分布式查询等方式,实现对各种信息的查询和数据检索要求,查询结果以

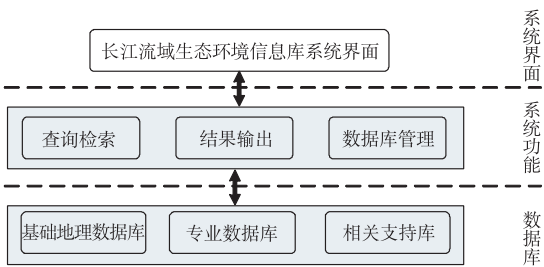


图 1 系统总体结构图
Fig.1 General system architecture

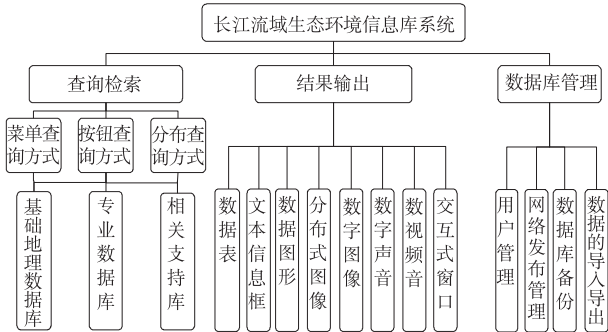


图 2 生态与环境信息库系统功能结构框架
Fig.2 The function frame of the ecoenvironmental information database

数据表、文本信息框、图形等简明直观的形式表达。还能根据用户定义将某些数据通过局域网或因特网发布出去。具体功能包括基础信息查询、实时信息查询、历史信息查询、预报信息查询、文档查询等。

信息的查询方式有菜单、按钮、基于地图 3 种,3 种方式可相互交叉组合,其中菜单式查询是主要方式。

结果输出功能主要是将查询检索的结果以各种形式表达出来。查询结果的表达形式有:数据表、文本信息框、数据图形、分布式图形、数字图像、声音、视频、交互式窗口等。

数据库管理功能主要是对数据库进行相关管理,包括用户管理、数据的网络发布管理、数据库备份、数据的导入、数据的导出等等。

3.2 数据库结构设计

根据“长江流域生态与环境信息库”对数据库的需求,考虑系统中各子系统的任务、特点和对数据库的要求,确定数据库由长江流域基础地理数据库、专题数据库和相关支持库组成^[3](见图 3)。

3.3 系统界面设计

系统界面是信息库的运行控制平台,它是基于数据库管理软件建立的,它全面控制整个系统的各种功能,包括数据库权限管理、数据查询检索、数据库备份和数据导入/导出的用户界面。

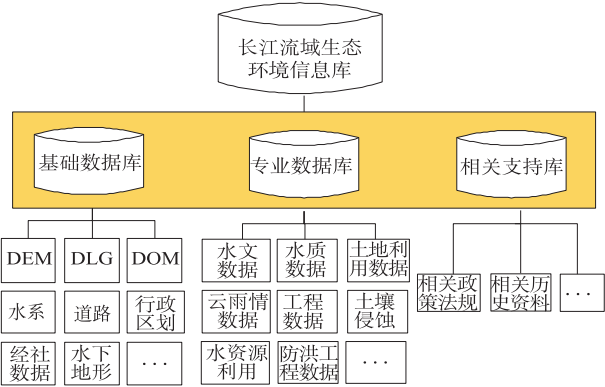


图 3 数据库结构图
Fig.3 Database structure

系统界面表现为系统的控制菜单,主要基于数据库管理软件和 ARCGIS 软件环境下开发。界面采用 Windows 界面风格,在 Windows2000/XP 环境下,采用面向对象的程序设计方法开发,数据访问控制采用基于 Intranet 或 Internet 的 B/S 工作模式。界面要求风格统一,层次清楚、简洁,人机交互式操作性强,可视化程度高。

系统的控制界面包括信息查询发布界面、信息输出界面、数据库备份界面、数据导入/导出界面、系统管理界面。前 4 个界面中设置与系统功能相对应的菜单,系统管理界面中包括用户管理、系统版权信息、帮助等子菜单。

4 示范区信息库的建立

示范区建设中,以金沙江梯级电站中的乌东德水库所在地的 2 个行政村为实验区,利用 ERDAS IMAGING 和 ARC/INFO 等软件,对栅格数据和矢量数据综合处理,采用人机交互解译办法,目视勾绘地类界并标注类型码,获得实验区的土地利用图,并利用 DEM 快速、准确地自动提取坡度数据。采用所获得的相关数据建立了示范系统。

系统基于 WindowsXP 操作系统,采用 Visual-Basic 加 ArcEngine 实现。采用 VB6 为开发前端,运用 ArcEngine 中的 ToolbarControl. TOCControl 和 MapControl 等开发控件,以此来进行相关 GIS 功能的系统开发。

系统以图形、图像为基础,将空间数据与属性数据相结合、专业模型与 GIS 相结合,使系统更加方便,功能更加强大。系统除了具备普通的 MIS 系统功能外,还可以管理空间数据,进行空间查询、空间分析,以及实现针对生态环境动态监测应用所需要的功能。系统的部分功能实现见图 4、图 5。

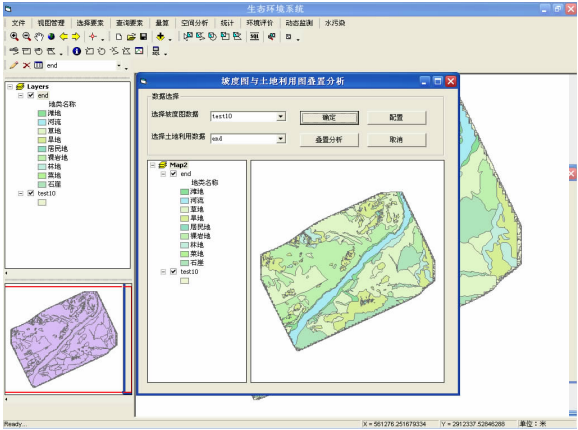


图 4 坡度分析
Fig.4 Analysis for the slope

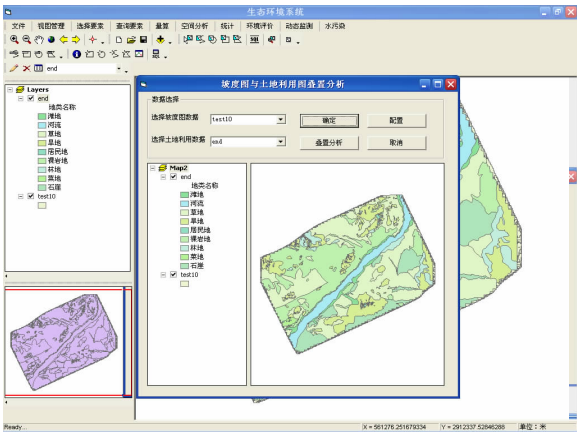


图 5 不同高程下的土地淹没分析
Fig.5 Soil submergence analysis at different elevations

5 结 论

在长江流域生态系统可持续发展研究中,经常需要收集各种来源的数据,这些数据格式、载体多种多样,精度参差不齐,严重制约了相关课题之间的数据交流与共享,妨碍了同一区域不同阶段研究成果的衔接运用^[4]。然而,对长江流域生态系统可持续发展规律的探索又不是一朝一夕的事情,每一个阶段的数据积累均会对区域生态结构、演化机理等科学问题的揭示产生相应贡献。因此,建立长江流域生态与环境信息库迫在眉睫,意义重大。

长江流域生态与环境信息库的建设涉及长江流域 180 万平方公里面积范围内人口社会、经济、交通、水文、水质、气象、工程建设和自然环境等许多方面,其数据量非常巨大,数据格式多种多样,其数据采集和处理的工作量非常巨大。因此,信息库的建设应遵循“统一规划、分步实施”的原则,在信息库建设之前必须进行详细的规划设计,使信息库的建设避免不必要的弯路。在生态与环境信息库的具体建

设实践中,可以按照“先易后难”、“先简单后复杂”、“急用先建”等原则进行。

参考文献:

[1] 长江水利委员会技术委员会. 长江流域综合利用规划研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社,2003.

[2] 苏 文, 郭学兵. CERN 生态站动态监测数据库管理系统研究进展[J]. 资源科学,2002,24(1):94-95.

[3] 李青云, 谭德宝, 程学军. 荆江河段洪水预警公共信息平台总体设计思路[J]. 长江科学院院报,2004,21(3):41-46.

[4] 钟永恒. 长江流域资源环境研究信息系统的研制和应用[J]. 长江流域资源与环境, 2002, 11(2):194-196.

(编辑:周晓雁)

General Design of Changjiang River Basin Eco-environmental Information Database and Demonstration Area Establishment

CHENG Xue-jun^{1,2}, TAN De-bao¹, WANG Zhao-hui¹, SONG Li¹

(1. Changjiang River Scientific Research Institute, Wuhan 430010, China; 2. School of Remote Sensing and Information Engineering of Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: The purpose of this paper is to set up the eco-environmental information database of the whole Changjiang River basin. By means of the analysis of user requirement, data requirement and function requirement, the function design, database design and interface design have been carried out. The functions of the database include data editing, data query and retrieval, data exporting, database management and so on. On the basis of the general design of the information database, a demonstration area database has been built in Wudongde Hydroelectric Station. The demonstration area database uses object-oriented design idea and develops a land eco-environmental information system based on Visual Basic and ArcGIS Engine.

Key words: the Changjiang River; eco-environment; information database; general scheme

~~~~~  
(上接第 35 页)

# ACA-LSSVM for Deformation Forecasting of Cavern Surrounding Rock and Its Application

XU Fei<sup>1,2</sup>, XU Wei-ya<sup>1,2</sup>, LIU Da-wen<sup>3</sup>, LIU Kang<sup>3</sup>

(1. Key Laboratory of Ministry of Education for Geomechanics and Embankment Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. Research Institute of Geotechnical Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China; 3. Chengdu Hydroelectric Investigation and Design Institute of CHECC, Chengdu 610072, China)

**Abstract:** The in-situ monitoring data of surrounding rock displacements reflect the changing of mechanical situation of a cavern. In order to overcome the excessive learning of ANN, a new method, ACA-LSSVM, is presented to forecast the nonlinear displacements of surrounding rock. An ant colony algorithm is used to choose parameters of support vector machine. It can escape from the blindness of man-made choice and enhances the efficiency and the capability of forecasting. The method can forecast in rolling the surrounding rock displacements on the basis of monitoring data, in order to discover abnormal situation in time, adjust the supporting schemes dynamically and ensure the stability of surrounding rock of the cavern. The engineering case studies indicate that it is scientific and there is an extensive prospect for this real time forecasting.

**Key words:** ant colony algorithm(ACA); support vector machine(SVM); surrounding rock deformation; time series prediction