

基于GIS的鄱阳湖区生态数据库和信息共享服务平台构建

许小华¹, 章重¹, 雷声¹, 黄宽²

(1.江西省水利科学研究院, 江西 南昌 330029; 2.东华理工大学, 江西 抚州 344000)

摘要: 为了不仅能从宏观尺度上反映鄱阳湖区生态状况以及时间和空间的动态变化, 同时还能追溯到生态系统的某些变异和影响, 本文以鄱阳湖区为对象, 通过综合分析鄱阳湖区特征及生态建设需求, 在遵循生态评价指标选取的原则基础上, 初步构建了能够反映鄱阳湖区的自然地理、社会经济、水环境、水生态、水利工程等综合功能的3级生态指标体系。通过运用计算机网络、数据集成、信息处理和数据库等技术构建了具有实用价值的鄱阳湖区生态数据库和信息共享服务平台, 为鄱阳湖区的生态综合治理提供全方位的数据服务和技术支持。

关键词: 鄱阳湖; 生态指标体系; 生态数据库; 共享服务平台

中图分类号: X171.1 TP311.132

文献标识码: A

文章编号: 1004-4701(2015)05-0327-05

0 引言

随着经济社会的发展, 人口增长过快, 资源开发过度, 鄱阳湖的水资源供需矛盾开始显现, 导致水旱灾害、水土流失、森林生态功能退化、水污染呈加剧趋势、水环境质量下降等问题。在深度开发流域水资源的同时, 必须正确处理资源的开发、利用和保护三者之间的关系。通过建设生态鄱阳湖, 制定合理的鄱阳湖区生态指标体系来解决维持和增强各类生态系统的结构和功能、增大生态系统的负荷能力、保证生态系统服务功能的正常发挥。对于维护健康长江具有十分重要的意义。

根据鄱阳湖区生态环境的特点和江西省经济开发战略的需要, 尽快建立鄱阳湖区生态数据库信息共享服务平台, 发展“数字湖泊”, 已成为鄱阳湖区信息化的必由之路。通过鄱阳湖生态数据库和信息共享服务平台的构建, 能在发生更严重的生态环境资源问题前, 预先发出生态安全危机警报, 及时地提出有效的解决方案, 加以遏制、缓解、控制、整治, 使鄱阳湖区生态系统步入良性循环。同时也能有效地对海量的鄱阳湖区生态数据进行实时更新和维护, 提供准确有效的存储、检索、分析和维护地理数据的功能, 为鄱阳湖区的生态治理提供全方位的数据支持和业务分析功能。

1 生态指标体系的构建

1.1 选取原则

湖泊生态系统是一个自然-社会-经济复合系统, 系统结构复杂, 层次众多, 子系统之间既有相互作用, 又有相互间的输入和输出, 某些因素及某些子系统的改变可能导致整个系统发生质的变化^[1]。生态指标是度量生态系统特征的参数, 指标的选取在生态系统评价中起决定性的作用, 同时由于生态系统的复杂性, 很难建立统一的指标体系来评价所有的生态系统。因此, 在构建鄱阳湖区生态指标体系时, 遵循以下指标选取原则: (1) 系统性和一致性原则; (2) 定量与定性相结合原则; (3) 规范化和可比性原则; (4) 可测性原则。

1.2 生态指标体系

以鄱阳湖区为对象, 结合湖区特征及生态建设需求, 在遵循指标选取原则的基础上, 初步建立了能反映鄱阳湖区自然地理、社会经济、水环境、水生态、水利工程、政府管理等综合功能特征的3级指标体系。各指标体系的选取是参照与生态系统相关的研究综合考虑, 既有自然性的指标, 又有社会性的指标; 既有动态的指标, 又有静态的指标。根据各个影响因素之间的相互关系, 建立了具有层次结构的指标体系(见表1)。

收稿日期: 2015-08-31

基金项目: 水利部公益性项目“鄱阳湖流域生态调度研究”(项目编号 201101041)

作者简介: 许小华(1978-), 男, 硕士, 工程师。

表1 鄱阳湖区生态指标体系

生态指标体系	一级指标	二级指标	三级指标
	自然地理	土地利用	各类用地面积
		水资源	水域分布、湖区水位-水面积关系、湖区水位-容积关系
		水文气象	降雨、径流、蒸发
	社会经济	人口	总人口、人口自然增长率、人口密度、农业人口
		经济	年财政收入、GDP、人均产值、产业结构比值
	水环境	水量	供水量、用水量、耗水量、排水量
	水生态	水生生物	浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类及渔业状况、大型水生动物
		湿地	挺水植被、水域、沉水植被、湿生植被、裸露沙滩泥滩
		候鸟	种类与分布、数量
水利工程		水库	大型水库、中型水库、小(1)型水库、小(2)型水库
		堤防	保护面积 10 万亩以上堤防、保护面积 5~10 万亩堤防
		水闸	无
		泵站	无
		农村供水	无

2 系统需求分析

根据鄱阳湖生态系统特征和现有信息管理平台的特点,需要从根本上解决河流内不同部门、不同层次、不同类型GIS的信息交换,真正实现资源共享,为鄱阳湖的灾情分析、评估、决策提供服务。本系统的建设功能需求如下:

(1)实现信息的有效存储。通过研究和建立生态综合数据库,实现对鄱阳湖区生态数据的分类有效存储(包括自然地理、社会经济、水环境、水生态、政府管理等)、综合管理、统一维护、高度共享,保证数据的安全、可靠和一致,为信息共享服务平台提供信息支持^[2]。

(2)提供信息查询服务。要求用户可以用图表、文字、图形、声音等多种方式查询获取研究区土地利用、人口与社会经济、水资源、水量、水质、水生生物、湿地、候鸟、水利工程、政府治理等信息。为生态系统规划、保护、管理提供信息服务。

(3)可对系统信息进行操作与管理。要求实现对栅格数据、矢量数据、图表信息进行更新、修改、维护、信息发布等。要求实现对信息源、用户信息、平台信息的集成和管理,将本地、远程的信息库与共享服务平台有效地结合起来,提供信息源出入认证管理、共享目录管理、信息检索服务、信息安全管理等。

(4)实现信息共享服务。要求实现将那些异构、自主

和分布式的信息资源链接起来,按照统一资源描述元数据将各种信息集成整合起来,实现信息共享,提供信息服务^[3]。

3 系统的总体框架

系统的总体目标是建设一套符合统一数据标准的鄱阳湖区生态数据库和信息共享服务平台。充分发挥利用已有鄱阳湖区基础地理数据、社会经济资料、遥感影像、生态数据以及监测数据等,利用“3S”技术、计算机网络、数据集成、信息处理和数据库技术建立具有实用价值的生态数据库和信息共享服务平台。

通过生态数据库和信息共享服务平台的构建,能有效地对海量的鄱阳湖区数据进行计算机管理,同时通过该工程数据库的建立能够对鄱阳湖区的生态数据进行实时更新和维护,提供准确有效的存储、检索、分析和维护地理数据的功能,为鄱阳湖区的生态治理提供全方位的数据支持和业务分析功能。

系统采用基于B/S(Browser/Server)架构的多层结构,针对共享数据集分布式异构特点,平台采用不同方式实现数据共享,以提高平台的灵活性和可扩展性,同时考虑平台的安全性和开发的高效便捷^[4]。系统的总体架构分为数据层、组件层、业务层,如图1所示。

(1)数据层

数据层是对鄱阳湖区生态数据库的设计和构建。

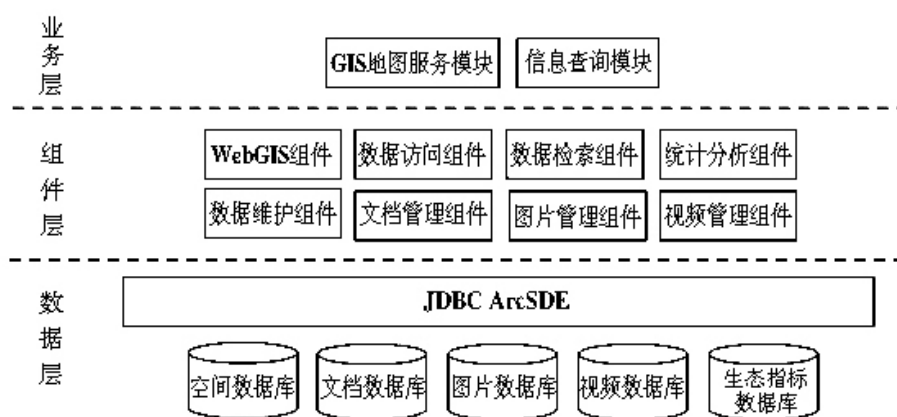


图1 系统总体架构

主要是对数据的组织、表结构设计、存储设计和数据对象关系的组织,形成一个标准统一、结构完整的数据库。鄱阳湖区生态数据库包括空间数据库、文档数据库、图片数据库、视频数据库和生态指标数据库。平台通过JDBC和ArcSDE对数据层进行访问、浏览和管理。

(2) 组件层

组件层是系统的中间层,主要是通过封装组件的方式为系统的业务功能应用提供通用的、可复用的功能组件,系统通过组件层并根据业务功能需要可以构建出符合需求的业务功能。组件层主要包括WebGIS组件、数据访问组件、数据检索组件、统计分析组件、认证授权组件、数据维护组件、文档管理组件、图片管理组件、视频管理组件和信息共享组件等。

(3) 业务层

业务层是根据系统功能要求,面向最终用户的业务功能,业务层的设计要充分考虑满足实际业务的需要,提供界面友好、操作方便、功能实用的业务功能。业务层主要功能包括:GIS地图服务模块、信息查询模块、数据维护模块和后台信息管理模块。

4 系统开发技术

系统构建是采用数据库技术进行数据的存储和管理,采用ArcSDE进行空间数据的管理和访问,采用webGIS技术进行空间数据的发布、浏览、检索和维护,采用.NET和FLEX技术进行系统数据的网页发布、数据查询和维护^[9]。系统的开发平台选择如下:

(1) webGIS开发平台:选取主流GIS开发平台和市场占有率比较高的ArcGIS Server10,采用Flex API方式进行系统二次开发。

(2) 开发语言:选择主流的、适应性强、灵活的JAVA

开发语言,采用SSH(Struts+Spring+Hibernate)开发框架进行构建。网页发布采用JSP技术。

(3) 数据库平台:采用目前流行的数据库系统SQL Server 2008。SQL Server 2008数据库具有可用性强、可扩展性强、数据安全性强、稳定性强等优点,适合进行大型数据库开发。

5 系统数据库的设计

鄱阳湖区生态数据库是以鄱阳湖区生态数据、遥感影像、地图资料为基础,通过计算机软、硬件的支持,集空间数据、属性数据、文档数据、图片数据及视频数据为一体的系统。一方面通过数据库构建,能有效的对大量的研究区数据进行计算机管理,另一方面通过工程数据库的建立能够对鄱阳湖区的生态数据进行实时更新和维护,提供准确有效的存储、检索、分析修改地理数据的功能及其它数据信息,为鄱阳湖区的生态治理提供全方位的数据支持。

5.1 数据库设计原则

5.1.1 数据库设计原则

- (1) 数据冗余度小,共享程度高,充分利用数据空间,减小投入,并且保证各数据库之间的数据关联;
- (2) 数据独立性强,使应用子系统对数据的存储结构与存取方法有较强的适应性;
- (3) 设计结果符合各项规范指标要求;
- (4) 强调数据的可靠性与完整性;
- (5) 优化存储方式,提高数据库访问速度。

5.1.2 数据库保护原则

- (1) 完整性原则:通过实时监控数据库事务(主要是更新和删除操作)的执行,来保证数据项之间的结构不受破坏,使存储在数据库中的数据正确、有效,以及

不同副本中的同一数据一致与协调。

(2) 并发性原则: 当多个用户程序并发存取同一个数据块时应进行控制, 从而保持数据库数据的一致性。例如不致因为多名用户同时调阅某图形资料并进行编辑而产生该数据资料的歧义。

(3) 安全性原则: 通过检查上机权限对业主不同级别数据库用户进行数据访问与存取控制来保障数据库的安全与机密。

5.1.3 数据库备份原则

根据各个数据库的实际需要定期或实时对数据进

行本地与异地备份。同时备份应与更新同步。

5.2 数据库组织结构

在对系统数据内容进行分析的基础上, 考虑到系统数据库的逻辑管理与应用的要求, 对系统的数据库组织进行设计, 建立合理的数据库建库与管理流程, 完成对空间数据的建库与处理。将系统数据库的基础信息作归类为结构化数据, 将影视信息、空间信息归类为非结构化数据。基础数据采用关系模型, 空间信息采用网状模型, 影视信息采用层次模式。系统数据库的组织结构如图2所示。

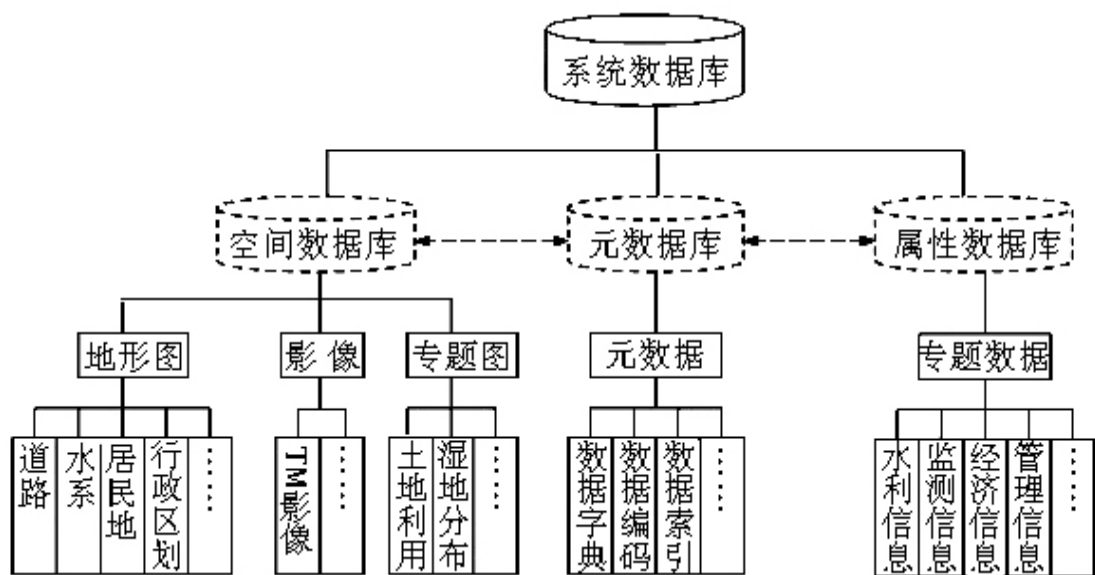


图2 系统数据库的组织结构图

6 共享信息服务平台实现

基于“3S”技术, 结合计算机网络、多媒体、数据库等技术, 充分利用已有鄱阳湖区基础数据、地理数据、遥感影像、生态数据以及监测数据等, 建成鄱阳湖区生态数据库平台, 通过政务网进行系统访问, 支持对以上数据的浏览查询、编辑、分析、更新以及统计输出, 实现了鄱阳湖区生态数据库的共建共享。平台主要包括四大功能模块: 空间信息查询与展示模块、基础信息查询与展示模块、影视信息展示模块和三维信息展示模块。

共享信息服务平台数据交换模式是将数据存入服务器中, 通过SOAP技术, 基于REST风格构建WEB服务, 对外部只提供get权限内部提供post/get/put/delete 权限。

(1) 空间信息查询与展示

空间信息主要以地图、影像信息数据类型进行展

示, 其中包括地理信息(包括铁路、高速公路、居民地)、土地利用信息、水域分布信息、湿地分布、水文站点、水利工程(包括小(1)型水库、小(2)型水库、中型水库、五至十万亩圩堤、十万亩圩堤、水闸、泵站、农村供水)、历史变化(包括5个时间段的尾间演变、4个朝代的湖区演变)、高程模型(包括地面及水下)、以及6个星子水位的遥感影像。对空间信息进行操作查询分析的功能主要包括地图基本操作功能、信息查询功能、缓冲分析功能、路径分析功能、统计分析功能、地图编辑功能、打印输出功能。

(2) 基础信息查询与展示

基础信息主要通过表格、文字图片的数据格式展示水文生态信息, 其中主要包括水资源(包括湖区水位的水面积与体积)、水文气象(包括多个年份的降雨、径流、蒸发数据信息)、社会经济(包括人口、经济)、水环境(包括水量以及有关水资源的公报展示)、水生态(包括多类水生生物、候鸟等)、湖区枢纽(包括抚河、赣江、鄱阳湖

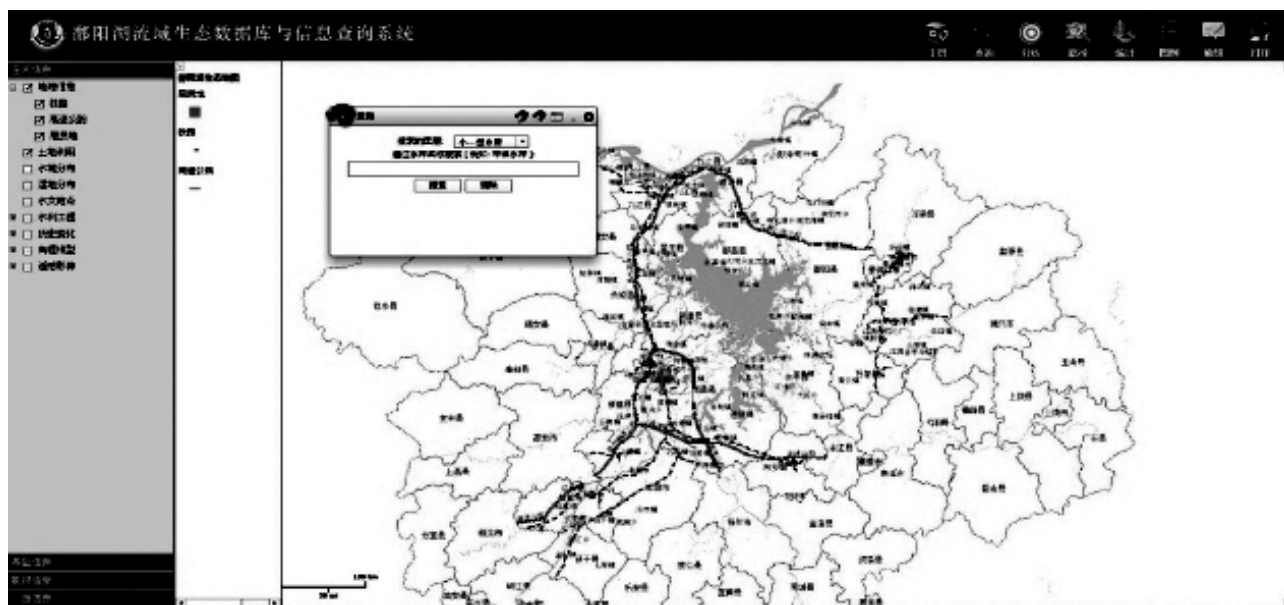


图3 系统信息查询展示界面

水利枢纽工程以及工程的规划)。

(3) 影视信息展示

影视信息以视频的形式展示鄱阳湖地区水资源情况,包括以三维模型方式展示的不同水位湿地的分类、鄱阳湖水位面积介绍以及不同水位下鄱阳湖的介绍。

(4) 三维信息展示

以CE作为二次开发平台,在语言环境下,将建立好的三维地形模型、三维地物模型和二维的平面图进行连接,实现对鄱阳湖区内三维地形的浏览显示、三维漫游以及兴趣点查询功能。同时,通过对水位影像图层开关控制,三维场景中直观、形象化的描述了鄱阳湖区水位情况。

7 结论

系统选取了反映鄱阳湖区自然地理状态、社会经济特征、水环境特征、水生态特征、水利工程情况等综合功能特征的主要指标构成了鄱阳湖区生态指标体系。并由各生态指标体系要素生成了各类专题数据,构成完整的鄱阳湖区生态数据库。基于Web平台搭建,集

成鄱阳湖区水利、水文、气象、环保以及社会经济等各部门各类专题数据,通过政务网进行系统访问,支持对以上数据的浏览查询、编辑、分析、更新以及统计输出,实现了鄱阳湖区生态数据库的共建共享。通过系统的构建,能有效地对海量的鄱阳湖区数据进行计算机管理,为鄱阳湖区的生态治理提供全方位的数据支持和业务分析功能;此外,系统能够帮助公众及时了解并掌握鄱阳湖区的生态现状,监督生态治理并积极参与生态管理,同时具有为政府决策提供支持依据和检测评估的效果和作用。

参考文献:

- [1] 任黎,杨金艳,相欣奕.湖泊生态系统健康评价指标体系[J]. 河海大学学报(自然科学版),2012,01:100-103.
- [2] 席科. 组件式GIS在新疆阿克苏地区矿产资源数据库建设中的应用[D]. 长安大学,2007.
- [3] 钱大君. 崇明岛生态环境数据共享平台开发研究 [D]. 华东师范大学,2008.
- [4] 黄宽. 鄱阳湖流域生态数据库和信息共享平台功能设计与实现[D]. 东华理工大学,2013.
- [5] 胡圣武,张光胜,王宏涛. 空间数据建库研究[J]. 地球科学与环境学报,2007,02:199-204.

(下转第 350 页)