

气候-海面变化数据检索系统的实现与应用

孙健,袁林旺,闫国年*,俞肇元,谢志仁

(南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室,南京 210046)

摘要: 对地学数据进行 GIS 统一管理 with 检索分析,实现数据的空间化显示和数据挖掘,是数据共享网建设的重要发展方向。本文以地球系统科学数据共享网中的气候-海面变化数据集为例,在气候-海面变化数据模型研究基础上,进行了相关数据库的统一规划、设计与管理;同时基于 .NET、ArcIMS 开发平台,利用 ASP、.NET、ADO.NET 等工具开发了气候-海面变化数据检索系统,用户可在统一平台下实现基本数据、专题、空间和文献的单一检索或多角度集成检索。此外,通过 GIS 初步实现了一些数据分析和数据挖掘功能,以及文献空间化及相关地学数据的可视化。本系统初步实现了面向用户服务的统一存储管理、发布、检索与共享,是将科学数据中心由单纯的数据下载中心向数据服务中心转变的一次有益尝试。

关键词: 气候-海面变化;WebGIS;数据检索;空间可视化

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2011.00073

1 引言

随着全球变化等重大科学计划的实施,迫切需实现区域级乃至全球级的海量多源异质地学数据的系统化整理与共享^[1]。目前,国内外已有多个机构开展了地学科学数据库和科学数据共享的相关研究^[2-10]。“地球系统科学数据共享网(GEODATA)”旨在通过对科学数据的系统收集、整理、存储和服务,为基础和前沿研究提供科学数据支撑服务^[11]。传统数据中心往往仅提供文件方式的数据下载服务,其主要不足:(1)多是以文件方式进行组织和管理空间数据,以数据下载功能为主;(2)GIS 技术引入不够,数据的空间可视化功能相对较弱;(3)数据检索方式单一,没有整合相关专家的知识 and 经验,对用户的多元化需求服务尚显不足。

GIS 空间数据库引擎,可将空间数据存储到通用的数据库中,实现空间数据和属性数据统一管理,将所有数据集中到统一的数据管理和检索平台。WebGIS 在空间框架下实现图形、图像数据与属性数据的动态连接,提供可视化查询和空间分析的功能^[12]。用户能根据需求,实现数据的分析与挖

掘,并整合相关专家的知识 and 经验,实现数据管理和维护的简单化、数据存取和检索的多样化,以及数据分析和挖掘的准确化,面向用户需求,在 GIS 技术支撑下实现空间化显示、数据分析和数据挖掘功能,也是数据共享网建设主要发展方向之一。

气候-海面变化数据的共享、管理、深入研究,已成为气候海面变化学科领域中迫切需要解决的重要问题^[13]。本文以地球系统科学数据共享网中气候-海面变化数据集建设为例,进行了相关数据库的统一规划、设计与管理;进而以 WebGIS 技术建立了气候-海面变化数据库检索系统,初步实现了面向用户服务的统一存储管理、发布、检索与共享,是将科学数据中心由单纯的数据下载中心向数据服务中心转变的一次有益尝试。

2 气候-海面变化数据检索系统设计

数据的标准化、规范化是信息共享的必备条件。由于种类多样,本文参照行业标准,并根据系统需要进行补充,基于气候-海面变化数据本身特点、组成、内容、使用方式等分析,应用关系数据模

收稿日期: 2009-06-24; **修回日期:** 2010-10-15.

基金项目: 国家科技基础条件平台建设项目(2003DEA2C010-12);国家自然科学基金重点项目(40730527)和资源与环境信息系统国家重点实验室基金项目资助。

作者简介: 孙健(1984-),男,硕士,主要从事地理信息系统开发。E-mail: gisweb@163.com

* **通讯作者:** 闫国年(1961-),男,教授,博导,主要从事地理信息系统研究。E-mail: gnlu@njnu.edu.cn

型,完成了数据库的逻辑及数据编码设计。

2.1 气候-海面变化数据库结构设计

气候-海面变化数据库主要包括专题数据子库、文献子库与元数据子库。气候-海面变化专题数据,包括中国东部末次间冰期以来不同时间尺度的气候记录、海面变化序列数据库、古海面遗迹点数据库、历史潮灾数据库及潮位变化数据库、全球海面卫星测高数据库及长江沿岸线变迁数据,以及相应的文献数据。气候-海面变化数据库中各表间通过外键进行关联,存在“一对一”、“一对多”或“多对多”关系。数据库结构及主从关系如图 1 所示。

数据库的元数据信息主要包括:(1)专题数据集元数据:主要分为核心元数据和扩展元数据两部分^[14-15]。核心元数据参考地理信息元数据国家标准,设定了主题类别、经纬度、年代信息、发行单位等元数据项;扩展元数据参照气候-海面变化专题数据的属性特征和区域特征,提取了区域编码、剖面要素类型和分析要素 3 类信息。(2)文献元数据,包括核心元数据和扩展元数据两部分。核心元数据内容参照 Dublin Core 标准 (Metadata Resources-Dublin Core. <http://www.ukoln.ac.uk>),设定了文献名、作者、关键字等 9 个元数据项;扩展元数据包括经度、纬度和区域编码 3 个元数据项;(3)数据库元数据,描述了数据库中各专题表名称、描述信息,采集时间和联系方式等。

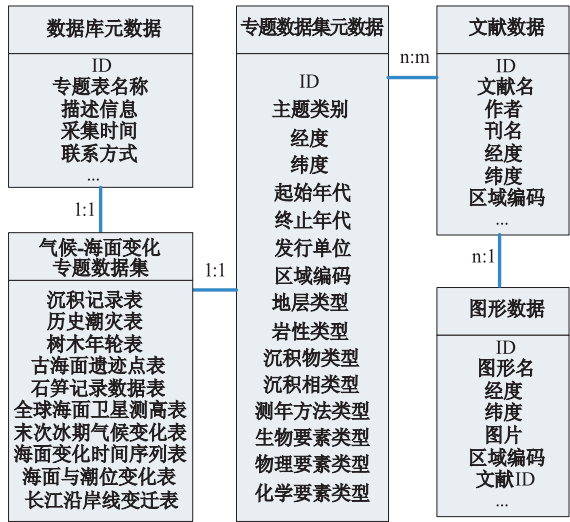


图 1 气候-海面变化数据库结构

Fig. 1 Structure of climate & sea level change database

(1)气候-海面变化数据模型

本文在研究气候-海面变化数据内容和特点基

础上,应用关系数据库理论建立了气候-海面变化数据模型。气候海面变化数据库的所有数据被存储在一系列具有唯一名称、相互关联的关系数据表中,这些数据表涵盖了气候-海面变化数据的专题数据集、元数据、图形数据。

例如,“石笋记录数据表”记录了石笋专题信息,“文献数据表”中包含了文献库中文献元数据信息。“行”(记录)和“列”(字段)组成了每个关系表。每条“记录”为表格中的一行数据,每个“字段”记录了具体的信息,以唯一的名称进行区分。每个表都有一个“主键”,使表中每条记录都有唯一的主键标识,保证表中的每条记录都不会重复,实现在表格中找到所需信息。关系数据库中的各种表之间通过外键相互关联。图 2 说明了气候-海面变化数据关系模型,其中,起始年代和终止年代时间属性中“KyBP”表示距今千年前,BC 表示公元前,AD 表示公元。

(2)空间数据的组织与关联

为了更好地用 WebGIS 技术表达气候-海面数据空间检索和数据空间可视化,系统以全国基础地形数据作为电子地图,全国基础地形数据坐标系采用 Beijing 54,比例尺为 1:250 000,包括省行政区域、市行政区域、县界、城市点、水系等图层信息。由于空间信息的层次性、模糊性和复杂性,加上各个专题数据库之间相对独立,使得空间检索更为复杂。本文采用了“国家编码+海域+省+自然单元+流水号”区域编码体系将各个相对独立的子集在区域层面上有机整合,有助于各数据区域信息的统一空间检索和空间化表达^[13,16]。通过区域编码将电子地图与专题特征属性数据进行关联。

地理数据模型中通过同一 ID 连接空间数据和属性数据^[17],本文通过一个指定项(某字段)使属性表与其他外界表进行联系,从而实现外界表与空间数据间关联。通过“键”相互联系,气候-海面变化数据库可实现专题特征属性数据与空间数据的关联,为空间查询和空间可视化奠定了基础。图 3 中“全国行政区域图层”通过区域编码与“石笋数据表”表进行关联。

2.2 系统结构设计

气候-海面变化数据检索系统采用了 B/S 分布式、松耦式的多层体系结构(图 4),以实现面向空间实体及其关系的数据组织、空间数据的存储与索



图 2 气候-海面变化数据的关系数据模型

Fig. 2 Relational model of climate & sea level change data

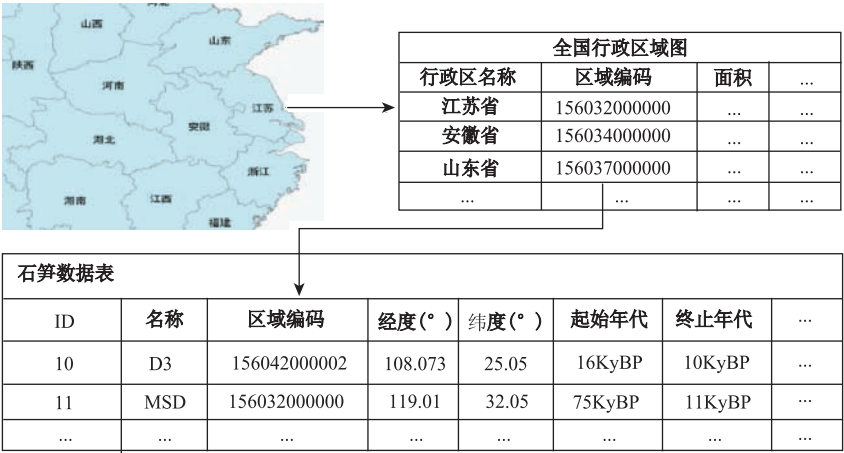


图 3 空间数据与属性表关联

Fig. 3 Relation of spatial data and attribute table

引,支持局域和广域网络环境下空间信息的发布、检索、共享与服务。服务器端使用 Windows 2003 Server,软件开发环境为 Visual Studio 2005,地图服务器为 ArcIMS 9.2,GIS 开发平台采用 ArcIMS For .NET ADF。系统基于 Microsoft .NET Framework 2.0,选用 C# 语言开发 ASP .NET 站

点。客户端可使用 IE 6.0 及其以上的浏览器来访问数据信息。

气候-海面变化数据检索系统由以下 7 个部分组成,系统各个模块可以部署在同一台服务器,也可以分别部署与不同服务器,具有良好的伸缩性、扩展性和开放性。

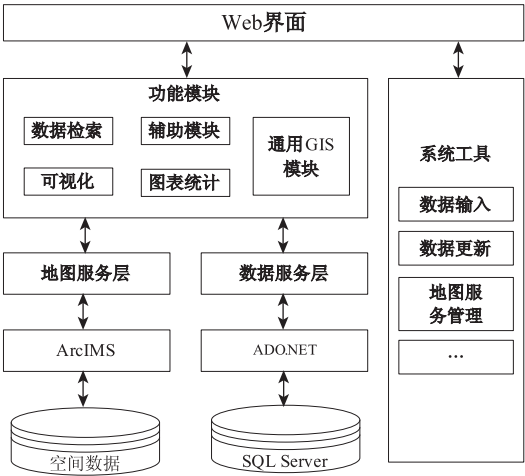


图 4 系统架构与组成

Fig. 4 System architecture and composition

(1)数据库:以 SQL Server 2005 进行数据存储。空间数据主要包括全国基础地形数据和长江沿岸线变迁专题数据。属性数据包括专题属性数据

集、文献数据及元数据;

(2)数据服务层:提供数据查询、获取等服务;

(3)ArcIMS:用 ArcIMS 地图服务器,为用户提供全国基础地形地图服务;

(4)地图服务层:ArcIMS 和系统之间的逻辑处理层,为系统提供地图相关的逻辑处理服务,在此基础上实现数据空间检索与数据空间可视化功能;

(5)功能模块:包括数据检索、可视化、图表统计和通用 GIS 功能及辅助功能等模块;

(6)界面层:为用户提供数据查询和数据展示接口;

(7)系统工具:主要包括数据管理和地图服务管理等系统工具,可便捷、批量地进行数据管理。

2.3 系统功能设计

气候-海面变化数据检索系统主要包括基础地图操作、数据查询、空间可视化、图表统计等 4 个功能模块。

表 1 系统功能模块

Tab. 1 System functional modules

模块名称	功能说明
地图浏览	GIS 中常用的地图显示、控制、操作等功能,具体包括:地图放大、地图缩小、地图平移、全局显示、点选、框选、图层控制、鹰眼跟踪等操作
数据查询	可根据专题数据的经纬度、年代、发布单位等信息进行基本查询;根据地层、岩性等专业信息进行专题检索;通过解析区域编码进行层次匹配、文献和数据的空间检索、文献检索,以及属性-属性多重检索和空间-属性多重检索
空间可视化	以 Web 电子表格和图片等形式进行查询结果浏览、查看,并通过空间位置标注于电子地图中(可缩放、平移、点选、查询详细信息),进行空间信息和属性信息的互动查看
图表统计	根据系统提供基本数据检索方式,用户选择横纵坐标数据源绘制统计图,根据查询结果生成曲线、面状、柱状等多种统计图形式展示

3 系统实现与应用

3.1 空间数据与属性数据的复合检索

系统将数据检索分为基本数据、专题、空间和文献检索 4 大类,用户可以根据需求进行单一或组合方式进行数据和文献检索查询。组合检索方式主要分为两种:(1)空间-属性数据复合检索,提供满足特定的空间分布及其基本属性要求的查询和检索,通过指定空间区域并设定相关数据子集的基本属性信息,进行空间和属性的联合查询,实现空间维度的数据检索;(2)时间-专题属性复合检索,根据时间属性范围和专题属性范围的多种条件,确定符合条件的特征实

例,将检索结果空间化表达,实现时间维度的数据检索。具体流程为:利用工具栏上的点选择或者矩形选择工具在地图上设定感兴趣的区域,根据区域编码规则解析选中区域的信息,提取选中区域的特征标识,在基本属性设置模块中设定基本属性信息,点击查询按钮提交,在弹出的窗口中显示符合条件的查询结果,界面示例如图 5 所示。

3.2 文献查询及空间化

通过探索文献与空间匹配的关键问题,为实现空间检索和空间化奠定了基础。进而集成基于 WebGIS 的网络电子地图技术,将数据和文献查询结果,依据其空间位置标注于网络地图上,并应用

OWC(Office Web Components)生成专题图,对不同属性数据的曲线、面状、柱状等相关的统计图表进行分析。其实现的具体流程为:用户通过设定作者、文献名、关键字等可选条件对文献库进行

查询,根据结果列表选择相关操作,可查看文献通用信息、研究区域及相关的图形信息。也可通过选择空间区域,到文献库中查询相关的文献信息并显示,界面示例如图 6 所示。

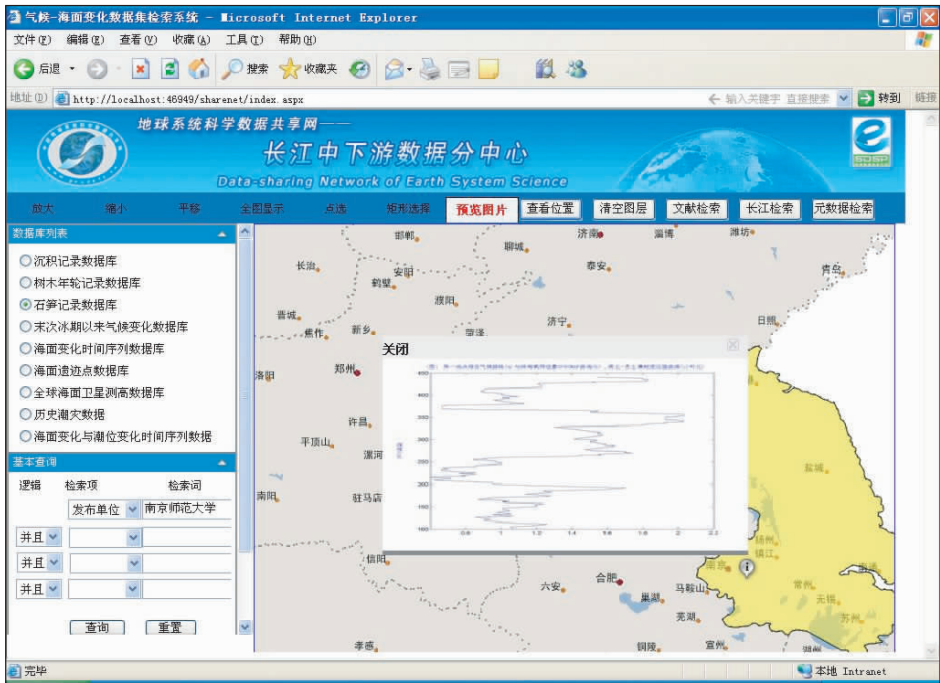


图 5 江苏省区域葫芦洞空间位置及详细信息

Fig. 5 Location and more information of Hulu Cave in Jiangsu Province

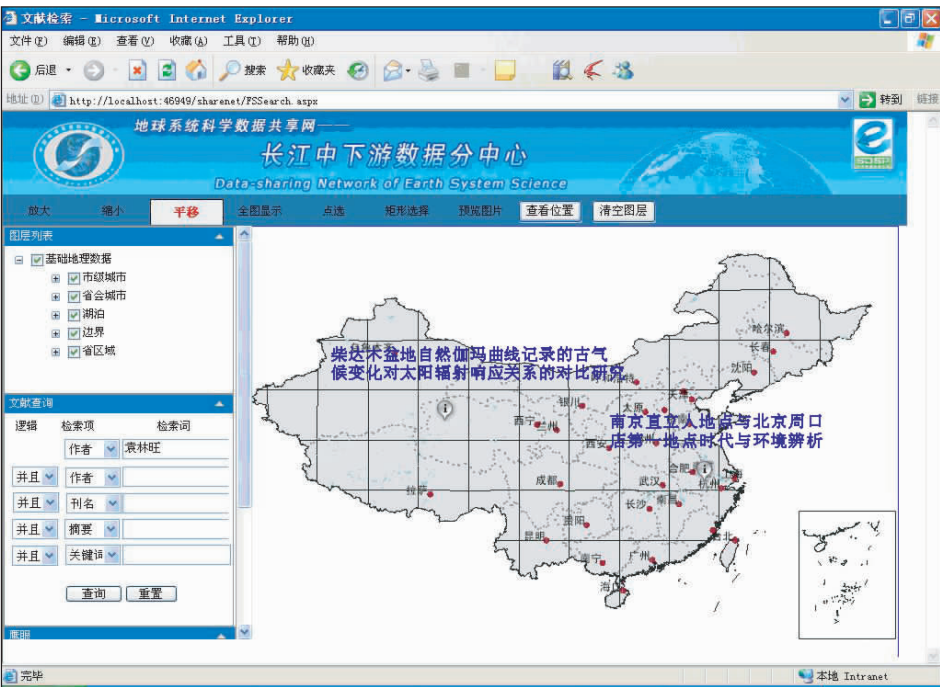


图 6 文献的空间分布图

Fig. 6 Spatial distribution of the literature

3.3 多时相空间数据的动态加载与显示

系统以长江沿岸线变迁历史过程演化为例,实现了多时相空间数据的动态加载与显示。通过将长江沿岸线动态加载到全国基础地形图上,重构出不同历史时期长江沿岸线分布情况。用户可对特

定历史时期长江沿岸线变迁记录进行查询及空间化显示;也可选择多个历史时期,进行不同时期的长江沿岸线空间分布对比,以直观的形式再现长江沿岸线的历史变迁过程,其实现示例如图 7 所示。

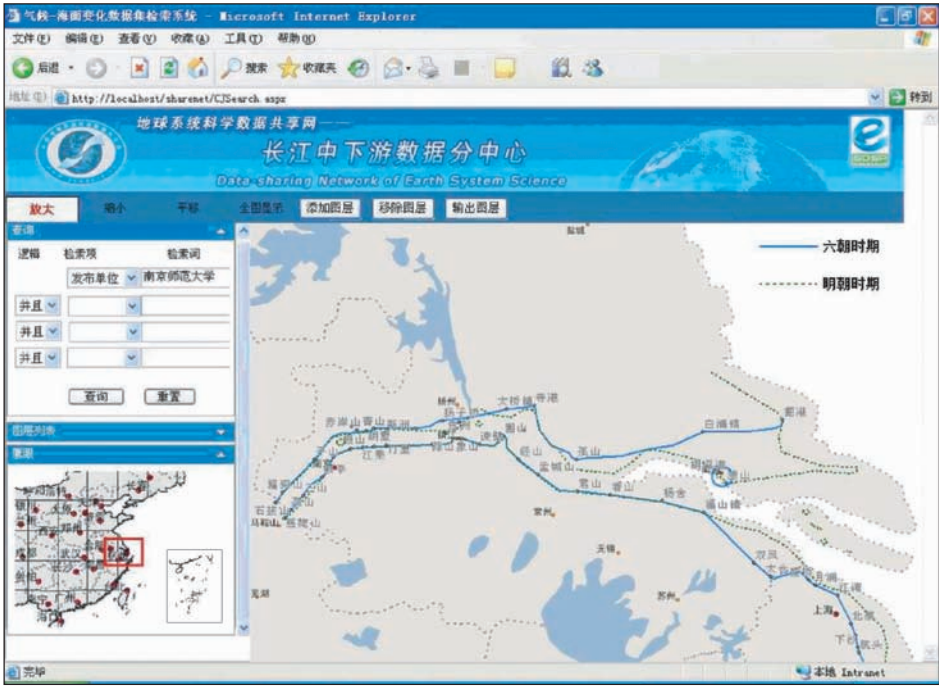


图 7 六朝和明朝时期的长江沿岸线演变图

Fig. 7 Spatial location of Yangtze River in the Six Dynasties and Ming Dynasty

4 讨论和结论

本文针对复杂地学数据建库与检索服务等问题,以 ArcSDE 作为空间数据库引擎,以 WebGIS 的理论和方法为支撑,实现了元数据、专题数据和空间数据的统一存储与管理,实现了气候—海面变化数据检索系统,提供了用户在统一平台下实现多角度集成检索,并通过简单的集成数据挖掘功能对原始数据和检索数据进行处理,实现数据获取、数据分析与处理的全程服务,为科学数据下载中心向数据共享服务中心的转变提供了借鉴。

系统面向地学用户需求,将数据检索分为基本数据检索、专题检索、空间检索和文献检索 4 大类,用户可以根据需要进行单一或组合方式的数据和文献检索查询,提供了属性—属性、空间—属性等多要素的复合检索方式;论文对文献与空间匹配的关键问题进行了探索,实现了文献的空间查询,并提供了文献中所包含的地图数据、曲线数据和剖面

数据的空间化功能。通过空间数据动态加载模块,实现了多时相数据的动态演示与表达。本系统的研制为气候—海面变化数据共享、获取、交流协作平台的构建奠定了基础。扩充系统的网络集成与共享功能,加强诸如模式数据等大规模海量数据的共享服务,以及集成诸如网格技术等实现更为复杂的数据分析功能等是今后需深化的研究方向。

参考文献:

[1] 孙九林. 科学数据资源与共享[J]. 中国基础科学, 2003 (1): 30 - 34.

[2] 冯锐, 班显秀, 胡伟. 东北地区气候资源与生态环境信息系统设计与建立[J]. 水土保持通报, 2006, 26(5): 82 - 83.

[3] 杨欣. 古气候环境科技资源共享平台研究与开发[J]. 计算机应用与软件, 2008, 25(12): 80 - 81.

[4] 李安虎, 周玉斌, 刘海行, 等. 基于 WebGIS 的海洋科学数据共享平台的分析与设计[J]. 海洋科学进展, 2004, 22(1): 86 - 88.

[5] 刘海行, 宋转玲, 韩彬. 青岛海洋资料共享服务系统的设

- 计与实现[J]. 海洋科学进展, 2008, 26(3): 395 - 397.
- [6] 傅小锋, 李俊, 黎建辉. 国际科学数据的发展与共享[J]. 中国基础科学-科技基础性工作, 2007, 2: 30 - 31.
- [7] 赵纯真, 李晓玫, 何宝金. B/S 多层结构的湖泊数据库 WebGIS 服务系统的设计与应用[J]. 地球信息科学, 2007, 9(4): 90 - 93.
- [8] 马维峰, 王晓蕊, 高山. 基于关系数据库和 WebGIS 的中国东部地球化学科学数据库[J]. 地球科学-中国地质大学学报, 2008, 33(3): 424 - 427.
- [9] 王晓蕊. 华北克拉通地球化学科学数据的管理及应用研究[D]. 中国地质大学, 2008, 6 - 9.
- [10] Mathiyalagan V, Grunwald S, Reddy K R. A WebGIS and Geodatabase for Florida's Wetlands[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2005, 47: 69 - 75.
- [11] 王卷乐, 诸云强, 谢传节. 地球系统科学数据共享网络平台的设计和开发[J]. 地学前缘, 2006, 13(3): 54 - 59.
- [12] 张宏, 丰江帆, 闫国年, 等. 基于 RIA 技术的 WebGIS 研究[J]. 地球信息科学, 2007, 9(2): 37 - 42.
- [13] 袁林旺, 闫国年, 谢志仁, 等. 地球系统科学数据共享网的气候-海面变化数据集建设[J]. 地球信息科学, 2008, 10(1): 1 - 3.
- [14] 王卷乐, 游松财, 孙九林. 地学数据共享网络中的元数据扩展和互操作技术[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2006, 42(5): 22 - 26.
- [15] 蒋景瞳, 刘若梅, 周旭, 等. 国家标准《地理信息元数据》研制与实现若干问题[J]. 地理信息世界, 2003, 1(5): 2 - 3.
- [16] 戴勤奋, 魏合龙, 苏国辉, 等. 区域海洋地质调查数据库结构模型[J]. 计算机应用研究, 2004(3): 65 - 66.
- [17] 罗永峰, 杨晓梅, 张洪岩. 基于 ArcIMS 的科学文献空间化表达与网络检索系统[J]. 地球信息科学, 2004, 6(2): 60 - 61.

Implementation and Application of Climate & Sea Level Change Data Retrieval System

SUN Jian, YUAN Linwang, LV Guonian, YU Zhaoyuan, XIE Zhiren

(Key Laboratory of Virtual Geographic Environment, Ministry of Education,
Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China)

Abstract: With the implementations of global-change and other major science programs, there is an urgent need to collect and share multi-source heterogeneous mass of data at regional and even global scale systematically. Traditional data centers only provide downloading service, which significantly lacks services to diversified needs of users. Therefore, it is one of the main directions of data sharing network development to meet the demand for users and achieve spatially displaying and data mining based on GIS technology. Taking the construction of climate and sea-level change dataset in the Geodata-sharing network as an example, aiming at the management and retrieval of geo-scientific datasets, based on research of climate and sea-level change data model, in this article we carried out unified planning, designing and management of the related databases. Furthermore, ASP.NET, ADO.NET system development environment are used to build the retrieval system of climate and sea-level changes based on .NET and ArcIMS technologies. Users in a unified platform can achieve single retrieval such as basic data, thematic themes, spatial contents and literature searches or multi-angle integrated retrieval. Simultaneously, with the application of GIS, a number of data analysis and data mining functions are achieved preliminarily and the literature and related geodata visualization are also achieved. The user-oriented services to unified storage management, publication, retrieval and sharing are accomplished preliminarily, which is a valuable attempt to science data centers by converting the simplex data downloading centers to the multi-functional data service centers.

Key words: climate and sea-level change; WebGIS; data retrieval; spatial visualization