

文章编号:1672-6561(2013)02-0120-07

中国地质环境信息服务平台研究

诸云强^{1,2}, 周天墨^{1,2}, 喻孟良³, 曾青石³, 王 勇³, 罗 侃^{1,4}, 张鸣之³

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所 资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101;

2. 首都师范大学 资源环境与旅游学院, 北京 100048; 3. 中国地质环境监测院,

北京 100081; 4. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘 要:为了满足地质环境数据充分高效地服务于中国地质环境管理、综合评价、可视化展示及辅助决策等需求,在分析国内外地质环境信息服务平台应用现状的基础上,总结当前中国地质环境信息服务平台特点及存在的主要问题;提出“分布集成、统一管理、集中服务”的建设模式,进而设计平台逻辑层次,功能体系及内、外接口,并构建中国地质环境信息服务平台。结果表明:中国地质环境信息服务平台逻辑上分为 5 个层次,自底向上依次为基础设施层、数据层、功能层、服务层和用户层;其功能体系包括分布式地质环境数据集成系统、地质环境信息服务基础支撑系统、地质环境智能感知系统、地质环境综合评价系统和地质环境一张图服务系统;平台五大系统在统一的集成框架下,具有较好的交互性与实用性,可实现分散、多源、异构地质环境数据的整合集成,地质环境变化信息的实时感知,综合信息分类分级评价,地质环境信息多维表征与一张图展示等功能。中国地质环境信息服务平台的构建,对于充分规划、配置、发挥地质环境资源,辅助地质灾害应急决策等具有重要意义。

关键词:地质环境;服务平台;分布集成;统一管理;集中服务;一张图;网络服务

中图分类号:P66;P694

文献标志码:A

Study on China Geo-environmental Information Service Platform

ZHU Yun-qiang¹, ZHOU Tian-mo^{1,2}, YU Meng-liang³, ZENG Qing-shi³, WANG Yong³,

LUO Kan^{1,4}, ZHANG Ming-zhi³

(1. State Key Laboratory of Resources and Environmental Information System, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2. School of Resource Environment and Tourism, Capital Normal University, Beijing 100048, China;

3. China Institute of Geological Environmental Monitoring, Beijing 100081, China;

4. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: In order to meet the requirement of China geo-environment management, comprehensive evaluation, visualization and decision-making, the applications of geo-environment information service system platform around the world were analyzed, and the characteristic and major issues of China geo-environmental information service platform (CGISP) were summarized; the mode of “distributed integration, uniform management and centralized service” was put forward to build logical layer, function architecture and internal and external interfaces, and then China geo-environmental information service platform was built. The results showed that the five logical layers of CGISP were infrastructure, data, function, service and user from the bottom up; the function system of CGISP included distributed geo-

收稿日期:2012-11-09

基金项目:国土资源大调查项目(O9L90100AJ);中国科学院地理科学与资源研究所“一三五”战略科技计划项目(2012ZD010);资源与环境信息系统国家重点实验室自主部署创新研究计划资助项目(O88RA900KA)

作者简介:诸云强(1977-),男,江西广丰人,副研究员,理学博士,E-mail:zhuyq@lreis.ac.cn。

通讯作者:喻孟良(1978-),男,贵州六枝人,高级工程师,E-mail:yuml@mail.cigem.gov.cn。

environmental data integration system, geo-environmental information service based support system, geo-environmental intellisense system, geo-environmental comprehensive evaluation system and geo-environmental one-map service system; the above five systems were very interactive and practical under the uniform framework, and implemented the integration of dispersive, multi-source and heteroid geo-environmental data, the real-time sensing of geo-environmental change information, the classification and rating evaluation of summarized information, the multi-dimensional characterization of geo-environmental information and the one-map display. The construction of CGISP played an important role in planning, disposing and exploiting geo-environmental resources, and helping emergency decision-making for geological disaster.

Key words: geo-environment; service platform; distributed integration; uniform management; centralized service; one-map; web service

0 引言

随着全球气候变化和社会经济的发展,地质环境问题频繁发生,严重威胁着人民群众的生命和财产安全。为了准确掌握地质环境时空分布规律、变化情况和的发展趋势,支撑地质环境的防治、保护与应急决策,很多国家开展了一系列的地质环境调查、监测与评价工作,并非常重视地质环境信息服务系统的建设,旨在通过信息化手段提升地质环境调查、监测工作服务于地质环境防治保护的能力。

发达国家已开展地质环境信息服务平台的研究。美国建立了滑坡灾害实时监测预警系统^[1]、自然灾害支持系统、国家水资源信息系统等,通过实时数据传输、多源数据整合和可视化表达等,方便用户对于自然灾害信息的查询浏览和调用;日本自然灾害预警系统^[2]为用户提供地震实时数据、火山活动风险图、洪水风险图、地质灾害风险图,辅助人们认知自然灾害,分析可能产生的灾害风险区域,通知和指导民众撤离地点、路线和防范方法等;德国-欧洲水文地质系统提供覆盖整个欧洲大陆及亚洲部分地区的水文地质数据;英国、奥地利、韩国^[3]等国家也都建立了自然灾害在线实时监测预警和信息发布查询系统。

近年来,中国也开展了大量的地质环境调查、监测及其信息化建设工作,在国家层面建立了中国县(市)地质灾害调查数据库系统、地下水监测数据库管理系统、地质灾害群测群防信息系统、区域环境地质调查数据库系统等,各省(市、自治区)也纷纷建立各类地质环境信息系统^[4-19]。但与国外相比,中国地质环境信息服务系统还存在以下问题:地质环境各业务部门和地方省市不同类别的地质灾害、地下水、矿山地质环境、地质遗迹等多维数据尚未有效整合集成在一起,动态更新机制不成熟,难以提供统一的共享服

务;地质环境信息管理与服务系统各自独立建设,缺乏统一的规划,相互之间难以进行数据交换和互操作;地质环境信息的开发利用还远远不够,地质环境综合评价分析和辅助决策的能力还有待进一步提升。

针对上述问题,笔者开展了中国地质环境信息服务平台的设计研究,提出了“分布集成、统一管理、集中服务”模式的地质环境信息服务平台,设计了平台的逻辑层次、功能体系及内外部接口等。

1 总体结构

1.1 总体架构

中国地质环境信息服务平台按照“分布集成、统一管理、集中服务”的模式进行设计,其总体架构见图1。

分布集成是指依托中国地质环境信息网络,形成国家-省(市)-区(县)3个层次的分布式地质环境数据集成系统,以实现中国地质环境数据的有机集成、功能的科学管理和资源的有序共享。统一管理指基于分布集成形成的中国地质环境数据中心,构建统一的地质环境信息服务基础支撑系统,为平台其他系统、地质环境监测机构业务应用系统及其他第三方系统提供基础性功能服务。集中服务是指在前两者的基础上,面向领导决策和业务管理,构建集中式的地质环境智能感知系统、地质环境综合评价系统和地质环境一张图服务系统等3个应用系统,它是平台信息收集、多指标评价及对外展示的窗口。

1.2 逻辑层次

为实现平台数据的分布集成、系统运维的统一管理以及平台功能服务的集中提供,中国地质环境信息服务平台逻辑上分为5个层次,自底向上依次为:基础设施层、数据层、功能层、服务层和用户层。平台逻辑层次见图2。

基础设施层为平台运行提供相关的软硬件设

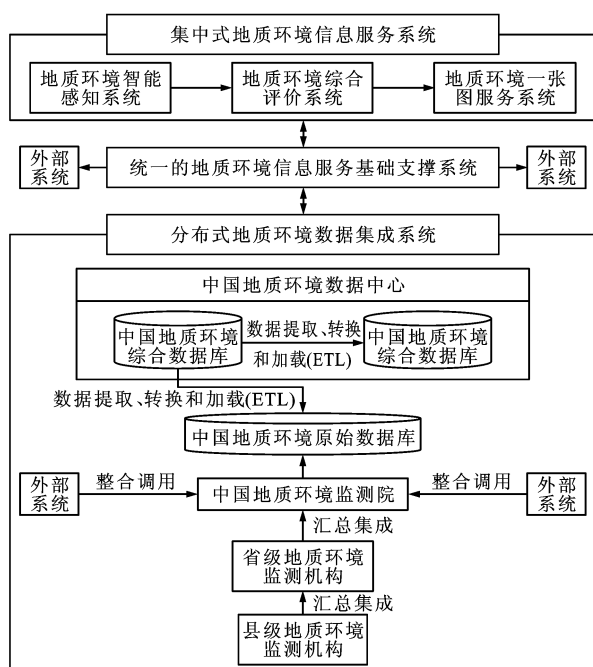


图1 中国地质环境信息服务平台总体架构

Fig.1 General Frame of China Geo-environmental Information Service Platform

备,是支撑平台正常、稳定运行的保障,主要由监测仪器、设备、服务器、显示设备、网络、卫星系统、通讯网络等组成。

数据层是平台服务的内容,可集成各类监测设施获取的信息,为平台提供数据支持。地质环境数据资源主要包括:地质灾害、地下水、矿山地质环境、农业生态地质环境的监测与调查,地质遗迹数据以及基础地理空间数据,基础地质、对地观测遥感影像

等。地质环境数据通过动态目录(水工环信息资源分类与编码规范)和元数据(地质信息元数据标准)相结合的方式为用户提供导航展示服务。

功能层主要实现底层数据资源的调度、处理,并将结果反馈给用户。该层包含管理功能和服务功能2部分,可为用户提供注册、单点登录与权限认证、数据汇总集成与更新维护、数据查询浏览、空间化服务、综合评价服务等。

服务层在功能层的基础上,利用网络服务技术(Web Service)将核心功能封装成网络组件,为第三方软件系统提供基础性功能的远程调用。服务层是平台对外扩展、与其他系统交互的窗口。比如,集成国家测绘地理信息局提供的基础地理信息服务,以扩展和丰富平台的功能与信息量。

用户层是指平台的管理维护者和使用者,具体包括地质环境相关业务人员、领导决策者、地质环境科研人员、社会公众等。

1.3 功能体系

中国地质环境信息服务平台功能体系(图3)具体包括分布式地质环境数据集成系统、地质环境信息服务基础支撑系统、地质环境智能感知系统、地质环境综合评价系统和地质环境一张图服务系统等5个系统。

分布式地质环境数据集成系统是地质环境数据科学管理、优质服务的控制器,构成了地质环境信息服务平台服务的基础。该系统主要面向地质环境管理部门,实现中国及各省市地质环境数据资源的整合集成与逐级汇总,为中国地质环境日常管理、防治

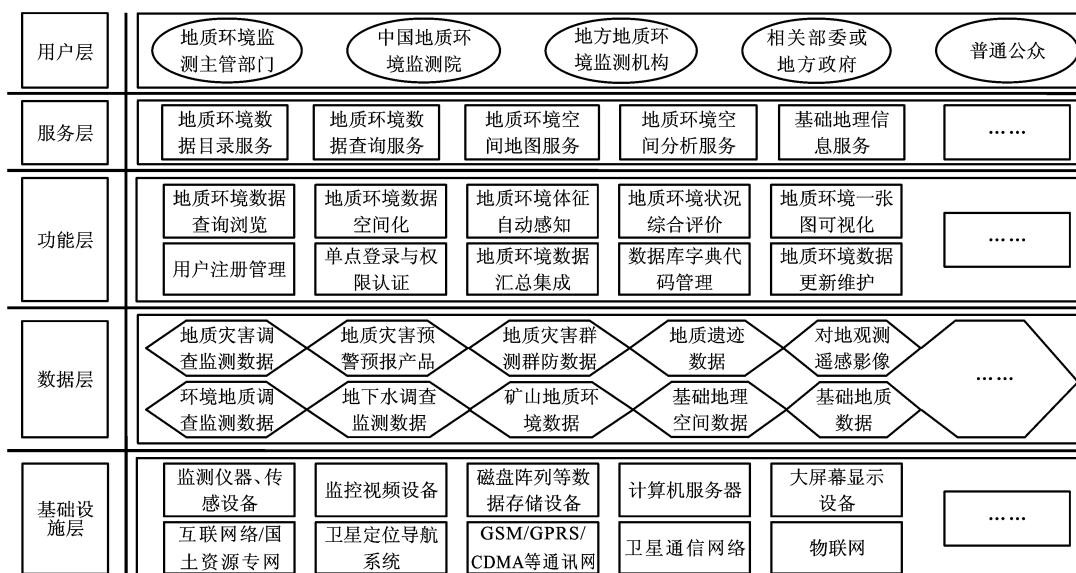


图2 中国地质环境信息服务平台逻辑层次

Fig.2 Logical Layers of China Geo-environmental Information Service Platform

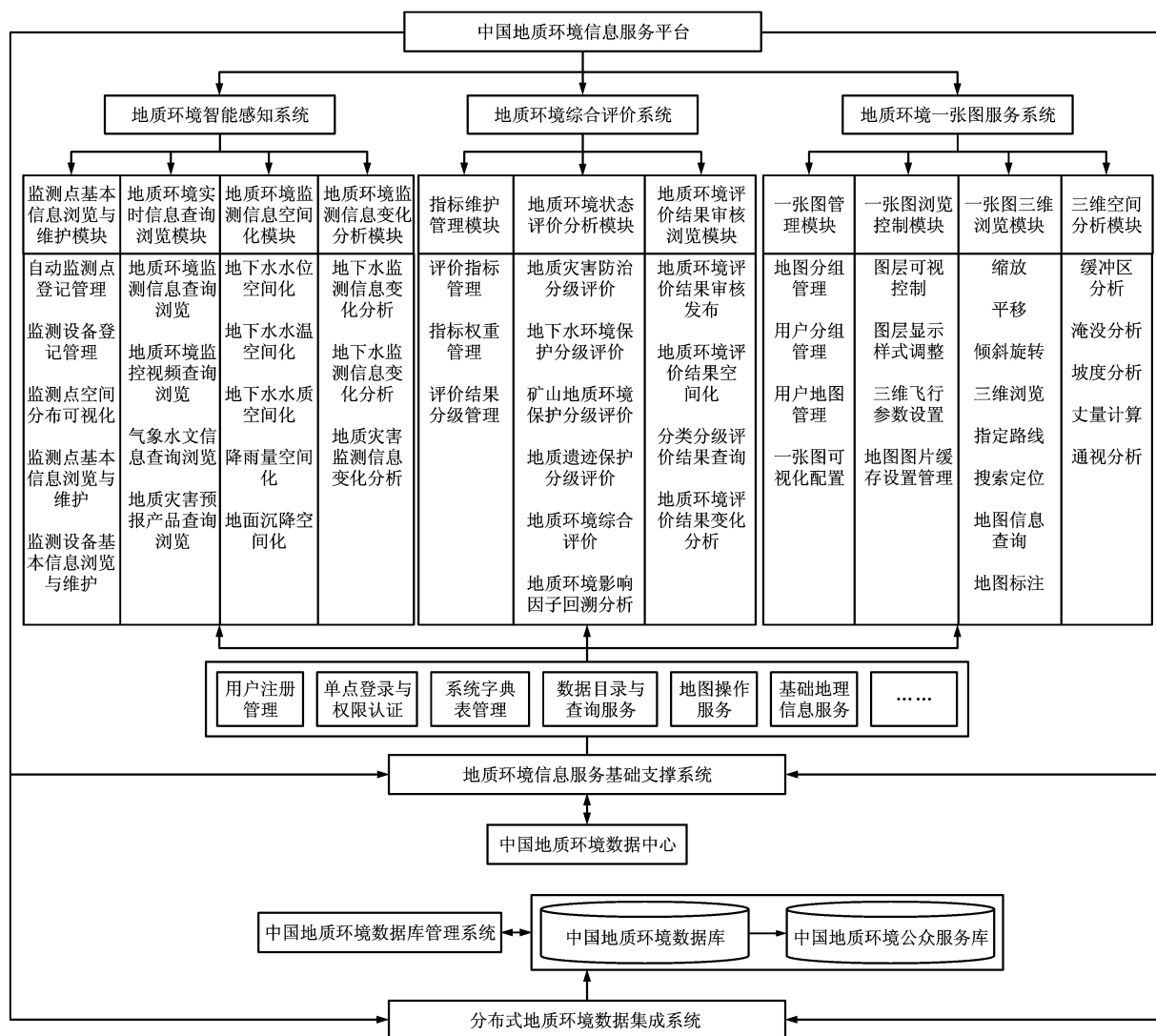


图3 中国地质环境信息服务平台功能体系

Fig. 3 Function Architecture of China Geo-environmental Information Service Platform

保护、预警预报、应急指挥等提供全面、统一的一站式地质环境数据资源支撑服务。

地质环境信息服务基础支撑系统是地质环境信息服务平台的引擎,为整个平台提供统一的功能服务。该系统分为面向系统管理员、业务人员以及软件系统3个层级,实现数据的导航、浏览、查询、分析、空间化处理、用户权限认证、数据库连接设置、数据字典维护等功能,并为地质环境智能感知系统、综合评价系统、一张图服务系统及第三方软件系统提供远程网络服务。

地质环境智能感知系统是实时掌握地质环境体征状态变化的通道。该系统依托中国地质环境监测网络,利用物联网技术,可实现地质环境监测信息和监控视频的实时接入,为各级领导和业务人员全面掌握中国地质环境监测点时空分布、监测设备状况

以及地质环境体征状态动态变化情况提供支撑。

地质环境综合评价系统是服务地质环境管理和宏观决策的科学依据,可实现中国各区域地质灾害防治、地下水环境保护、矿山地质环境保护和地质遗迹保护等状态的综合评价。利用该系统可进行地质环境综合评价指标及权重的维护管理,地质环境状态分类、分级评价以及影响因子分析、评价结果的审查发布等操作。

地质环境一张图服务系统是提升和扩展地质环境信息服务的重要门户。基于该系统可实现集成资源的统筹管理、共享共用,并利用合理的地图样式配置,将信息有序地整合到一张专题图上,实现多源信息联动,方便查询调阅,进而促使地质环境信息的应用。

1.4 内、外接口

规范化的接口是实现地质环境信息服务平台各

系统内部、各系统之间以及平台与第三方系统互操作,提高应用系统使用效率,避免基础性数据得不到及时更新,满足资源重用和业务协同的重要步骤。地质环境信息服务平台接口可分为 3 类(图 4)。地

质环境信息服务平台内、外接口采用网络服务的形式,既可以采用简单对象访问协议(SOAP)也可以采用 RESTful 规范来实现,接口之间的数据交换采用 XML 实现。

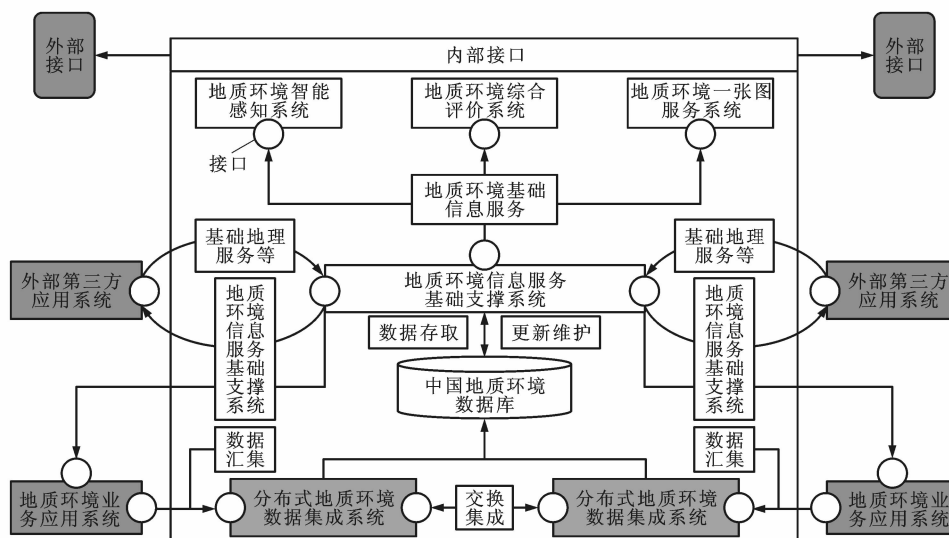


图 4 中国地质环境信息服务平台内、外部接口

Fig. 4 Internal and External Interfaces of China Geo-environmental Information Service Platform

(1)平台内部系统的接口是指分布式地质环境数据集成系统之间的接口,主要用于实现地质环境监测机构之间数据的交换集成。

(2)与部门内已有业务系统的接口是指地质环境信息服务基础支撑系统与三大应用系统之间的接口,通过接口为地质环境智能感知系统、地质环境综合评价系统和地质环境一张图服务系统提供各种地质环境基础信息服务。

(3)与部门外部系统的接口分为 2 类:一类是平台(如分布式地质环境数据集成系统)对地质环境业务应用系统的调用接口,该类接口可实现平台对地质环境业务应用系统底层数据资源的整合;另一类接口用于实现外部系统对平台功能服务的调用,比如地质环境业务应用系统和授权的第三方应用系统对地质环境信息服务基础支撑系统提供的地质环境数据目录导航、数据查询、统计分析等基础服务接口的调用。

2 平台开发与实现

2.1 平台开发技术

地质环境信息服务平台采用 B/S 结构和 SOA 体系架构,在统一的 WAF 集成框架下,分别采用 Java(如地质环境信息服务基础支撑系统、地质环境一张图服务系统)和 ASP.NET(如分布式地质环境

数据集成系统、地质环境综合评价系统)编程语言实现。Java 程序开发采用 Eclipse 3.4.x,利用 JDK1.5.0_10、Apache-tomcat-5.5.x;.NET 程序开发采用 Microsoft Visual Studio 2005 和 ASP.NET C# 编程语言;地理信息功能采用 ArcGIS Server for Flex 编程,遵循 OGC WMS、WFS 等规范,进而实现异构地理空间数据(ArcGIS shpfile 和 MapGIS 格式的空间数据)的集成与互操作;后台数据库采用 Oracle 10g。

为了能够有效集成应用系统,采用统一的单点登录模块,保证用户在不同应用系统之间使用同一套用户名和密码;采用美国耶鲁大学的开源项目“中心认证服务”(CAS),通过统一的认证中心实现。

应用系统之间的接口采用 Web 服务的形式,利用 RESTful 协议实现,接口之间的数据交换采用 XML 来实现。提供统一的服务注册中心,实现服务的注册、审核、订阅、检索等;通过 ESB 服务总线,实现服务的监听、控制、集成与连接等。在基础支撑平台中,提供公共组件服务,包括数据库访问、数据查询统计分析、ETL 工具(支持表或视图、SQL 查询、文本文件、CSV 文件、Excel 文件、XML 文件等的数据库抽取)、统一图表显示、文件上传下载、词语检索与解释、统一打印、安全管理、日志管理等组件,支持各应用系统使用,避免重复开发。

2.2 平台实现

目前,已经完成开发的系统包括:分布式地质环境数据集成系统(图5)、地质环境信息服务基础支撑系统、地质环境一张图服务系统(图6)。正在进行地质环境智能感知系统和地质环境综合评价系统的开发。

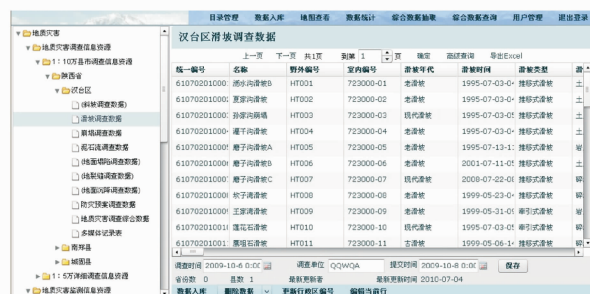


图5 分布式地质环境数据集成系统界面

Fig.5 Web Page of Distributed Geo-environmental Data Integration System

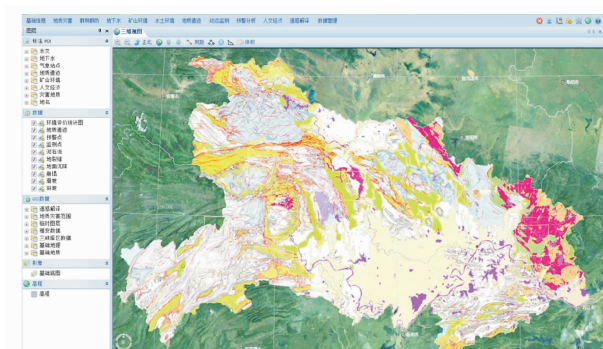


图6 地质环境一张图服务系统界面

Fig.6 Web Page of Geo-environmental One-map Service System

地质环境一张图服务系统采用全球30 m数字高程模型(DEM)及不同分辨率的遥感影像作为背景,重点地区采用高分辨率遥感影像,支持各类地质环境信息二维、三维和专题图的可视化展示和查询浏览。目前,通过上述系统已经集成的数据包括:中国1:500 000分省地质环境空间数据、1:200 000水文地质空间数据;地质灾害调查数据22万多条;中国1500多个地下水监测点监测数据;北京、山东和新疆等地下水示范区500多个监测点监测数据;矿山及矿山地质环境数据7万多条;地质遗迹数据1000多条;四川雅安以及云南哀牢山、新平示范区地质灾害动态监测数据等。

3 结语

(1)提出并设计了“分布集成、统一管理、集中服务”模式的中国地质环境信息服务平台。该平台包括分布式地质环境数据集成系统、地质环境信息服务基

础支撑系统、地质环境智能感知系统、地质环境综合评价系统和地质环境一张图服务系统五大系统。

(2)在统一的框架下,五大系统协同工作可以实现分散、多源、异构地质环境数据的无缝集成、统一管理,实时掌握地质环境体征状态变化,开展中国各区域地质环境状态分类分级评价和影响因子分析,提供地质环境多维信息的一体化服务。

(3)利用ASP.NET、Ajax、Flex等编程语言,已经完成分布式地质环境数据集成系统、地质环境信息服务基础支撑系统和地质环境一张图服务系统的开发,并在中国地质环境监测院以及部分省市进行了应用,集成了大量的地质环境空间数据以及地质灾害调查、地下水监测、矿山地质环境和地质遗迹调查数据等。

(4)在物联网、卫星、移动通讯以及综合评价指标体系、评价模型等的支持下,将继续完成地质环境智能感知系统和地质环境综合评价系统的开发,推进地质环境信息服务平台在中国的应用。

武汉达梦数据库有限公司、武汉地大信息工程有限公司提供了相关材料和技术实现,在此一并致谢!

参考文献:

References:

- [1] 徐曙光. 美国建立滑坡灾害实时监测-预警系统[J]. 国土资源情报, 2001(6): 52.
XU Shu-guang. Landslide Hazard Real-time Monitoring and Warning System of United States[J]. Land and Resources Information, 2001(6): 52.
- [2] 姚国章. 日本自然灾害预警系统建设报告[J]. 电子政务, 2007(11): 67-82.
YAO Guo-zhang. Construction Report of Natural Hazard Warning System of Japan[J]. E-government, 2007(11): 67-82.
- [3] 唐彩娣, 姚国章. 韩国自然灾害预警系统建设及其经验借鉴[J]. 信息化建设, 2008(7): 44-46.
TANG Cai-di, YAO Guo-zhang. Construction and Experience of South Korea Natural Hazard Warning System[J]. Informatization Construction, 2008(7): 44-46.
- [4] 黄建军, 李雪梅. 宝鸡城市地质环境质量评价研究[J]. 西安工程学院学报, 2001, 23(1): 50-53.
HUANG Jian-jun, LI Xue-mei. Study and Appraise on Urban Geological Environment in Baoji City[J]. Journal of Xi'an Engineering University, 2001, 23(1): 50-53.
- [5] 余丰华, 麻士华, 张义顺, 等. 浙江省突发性地质灾害预警预报系统应用研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2006, 17(1): 36-39.
YU Feng-hua, MA Tu-hua, ZHANG Yi-shun, et al.

- Application and Study on Abrupt Geological Hazards for Early-warning and Prediction in Zhejiang Province [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2006, 17(1): 36-39.
- [6] 冯杭建, 李伟, 麻士华, 等. 地质灾害预警预报信息发布系统——基于 ANN 和 GIS 的新一代发布系统 [J]. 自然灾害学报, 2009, 18(1): 187-193.
FENG Hang-jian, LI Wei, MA Tu-hua, et al. Geological Disasters Early Warning and Forecast Information-releasing System—A New Generation of Releasing System based on ANN and GIS [J]. Journal of Natural Disasters, 2009, 18(1): 187-193.
- [7] 唐朝晖, 刘楠, 柴波, 等. 合山市矿山地质环境影响评价研究 [J]. 水文地质工程地质, 2012, 39(6): 124-130.
TANG Zhao-hui, LIU Nan, CHAI Bo, et al. Mining Geo-environmental Impact Assessment of Heshan City [J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 2012, 39(6): 124-130.
- [8] 景学义, 王开宇, 贾艳辉, 等. 哈尔滨市地质灾害气象诱因分析及监测预警 [J]. 自然灾害学报, 2008, 17(1): 139-142.
JING Xue-yi, WANG Kai-yu, JIA Yan-hui, et al. Meteorological Cause Analysis and Early Warning of Geological Disasters in Harbin City [J]. Journal of Natural Disasters, 2008, 17(1): 139-142.
- [9] 贾永刚, 方鸿琪. 青岛城市地质环境信息系统 (QUGIS) 的设计与实现 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 1999, 10(2): 45-52.
JIA Yong-gang, FANG Hong-qi. The Design and Complishment of Qingdao Urban Geological Environment Information System [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 1999, 10(2): 45-52.
- [10] 刘兴权, 姜群鸥, 战金艳. 地质灾害预警预报模型设计与应用 [J]. 工程地质学报, 2008, 16(3): 342-347.
LIU Xing-quan, JIANG Qun-ou, ZHAN Jin-yan. Design and Application of Geo-hazard Early-warning Model [J]. Journal of Engineering Geology, 2008, 16(3): 342-347.
- [11] 马霄汉, 陆柏树, 陈国金. 湖北省地质灾害信息系统 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 1999, 10(4): 80-85.
MA Xiao-han, LU Bai-shu, CHEN Guo-jin. Data Base of Geological Hazard System of Hubei Province [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 1999, 10(4): 80-85.
- [12] 徐春迪, 郭俊理. 基于 GIS 的陕西省地质灾害信息系统设计 [J]. 灾害学, 2005, 20(2): 102-105.
XU Chun-di, GUO Jun-li. Design of Geological Hazard Information System in Shaanxi Based on GIS [J]. Journal of Catastrophology, 2005, 20(2): 102-105.
- [13] 诸云强, 宫辉力, 赵文吉, 等. 地下水空间分析系统的设计与实现 [J]. 地学前缘, 2003, 10(3): 276.
ZHU Yun-qiang, GONG Hui-li, ZHAO Wen-ji, et al. The Design and Implementation of Groundwater Spatial Analysis System [J]. Earth Science Frontiers, 2003, 10(3): 276.
- [14] 郑庭明. 山东省地下水监测数据管理与发布系统的设计与实现 [D]. 济南: 山东大学, 2007.
ZHENG Ting-ming. The Design and Realization of Shandong Province Underwater Monitoring Data Management and Issue System [D]. Jinan: Shandong University, 2007.
- [15] 蔡子华, 段学军, 李向远, 等. 浙江省农业地质环境信息系统建设初探 [J]. 资源调查与环境, 2005, 26(2): 120-127.
CAI Zi-hua, DUAN Xue-jun, LI Xiang-yuan, et al. Construction of Agriculture Geology Environment Information System in Zhejiang Province [J]. Resources Survey and Environment, 2005, 26(2): 120-127.
- [16] 赵法锁, 宋飞, 王艳婷, 等. 基于 GIS 的略阳县地质环境质量评价 [J]. 地球科学与环境学报, 2006, 28(1): 88-91.
ZHAO Fa-suo, SONG Fei, WANG Yan-ting, et al. Geo-environmental Quality Assessment of Lueyang County Based on GIS [J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2006, 28(1): 88-91.
- [17] 张红才, 金星, 李军, 等. 地震预警系统研究及应用进展 [J]. 地球物理学进展, 2013, 28(2): 706-719.
ZHANG Hong-cai, JIN Xing, LI Jun, et al. Progress of Research and Application of Earthquake Early Warning System (EEWs) [J]. Progress in Geophysics, 2013, 28(2): 706-719.
- [18] 焦方晖, 贾永刚, 王治良, 等. 崂山地质灾害远程监测预警系统构建 [J]. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2012, 42(1/2): 49-53.
JIAO Fang-hui, JIA Yong-gang, WANG Zhi-liang, et al. Construction of Remote Monitoring and Early Warning System in Laoshan Geological Hazards [J]. Periodical of Ocean University of China: Natural Science Edition, 2012, 42(1/2): 49-53.
- [19] 袁宏, 钟红梅, 赖德军, 等. 基于 Flex Viewer 框架的地质灾害在线实时监测预警系统研究 [J]. 自然灾害学报, 2013, 22(2): 177-184.
YUAN Hong, ZHONG Hong-mei, LAI De-jun, et al. Geological Disaster On-line Real-time Monitoring and Early-warning System Research Based on the Flex Viewer Framework [J]. Journal of Natural Disasters, 2013, 22(2): 177-184.