

耦合多源地缘要素的地缘环境模拟与预测平台建设

张珣^{1,2}, 李江涛¹, 张小虎³, 付晶莹^{2,4}, 王冬鸣¹

1. 北京工商大学计算机与信息工程学院; 食品安全大数据技术北京市重点实验室, 北京 100048

2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

3. 南京农业大学国家信息农业工程技术中心, 南京 210095

4. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049

摘要 地缘环境模拟与预测平台以认知国际地缘政治态势、服务“一带一路”倡议应用为目标, 综合利用3DWebGIS和WebGL技术, 集成了多尺度的地缘环境要素, 旨在进行地缘环境模拟与预测研究。本文在地缘环境要素指标体系约束下, 明确了地缘环境模拟与预测平台总体架构方案, 建立了地缘环境要素数据库, 实现了地缘环境数据管理、区域分析、专题分析、数据挖掘、综合评估功能。另外, 形成了地缘环境模拟与预测平台技术方法体系, 为地缘环境研究提供了一套可视化与可视分析平台, 以期为“一带一路”倡议地缘环境研究提供有关数据支撑和软件平台保障。

关键词 地缘环境; 模拟预测; 系统设计; 功能设计

中国共产党第十九次全国代表大会明确提出要以“一带一路”建设为重点, 遵循共商共建共享原则, 形成陆海内外联动、东西双向互济的开放格局。同时, “一带一路”倡议的全面实施也面临着复杂的地缘形势, 受多重地缘环境要素制约^[1-3]。构建地缘环境模拟与预测平台, 对于推进中国地缘环境系统研究具有重大的理论和现实意义。

地缘环境研究的科学内涵主要是监测、分析和评估地缘环境要素的变化, 预估地缘环境演变趋势并提出应对风险的措施^[4-5]。近年来国内外学者对地缘环境

的研究不断加强。其中, Agnew指出地缘环境是一项综合、系统的研究, 应探寻地缘政治、军事、经济、社会、文化和资源环境的空间关系^[6-7]; Herb等指出地缘环境研究需要综合考虑地缘环境要素如何在不同尺度上与种族、经济、社会文化和环境空间相关联的^[8]; 同时, 胡志丁等总结地缘环境主要涉及地理环境、地缘关系和地缘结构3部分^[9-10]; 葛全胜等提出, 地缘环境系统是一个复杂的非线性系统, 具有层次性、地域性、综合性等特征^[4,7,11]。通过异构数据挖掘、机器学习、高性能计算等方法, 可预测与干涉地缘环境系统演化过程, 为地缘环

收稿日期: 2017-11-20; 修回日期: 2018-01-20

基金项目: 中国科学院重点部署项目(ZDRW-ZS-2017-4); 中国博士后科学基金第62批面上项目(2017M620885); 中国科学院重点部署课题(ZDRW-ZS-2016-6-1)

作者简介: 张珣, 副教授, 研究方向为GIS软件技术、地缘环境模拟, 电子信箱: zhangxun@reis.ac.cn; 付晶莹(通信作者), 副研究员, 研究方向为资源环境遥感应用, 电子信箱: fujy@igsrr.ac.cn

引用格式: 张珣, 李江涛, 张小虎, 等. 耦合多源地缘要素的地缘环境模拟与预测平台建设[J]. 科技导报, 2018, 36(3): 55-61; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2018.03.007

境问题的解决提供新的技术手段。以上研究为地缘环境信息系统建设提供了理论支撑。

另外,针对“一带一路”倡议背景下地缘环境研究形成了一系列系统平台(表1),通过对比分析可知,上述平台主要在经济、文化、政治等方面提供数据服务及新闻资讯,没有充分体现三维全视角地缘环境的模拟,且对地理和环境要素涉及较少。

本文研发的地缘环境模拟与预测平台基于3DWe-

bGIS(三维网络地理信息系统)和WebGL(Web Graphics Library,一种3D绘图协议)技术,具有无需加载组件、兼容主流浏览器、渲染效果好等优点。基于多尺度的全球及中国周边地区资源环境科学数据库,构建了地缘环境模拟与预测平台数据库^[12]。可快速、准确的对典型区域进行二三维一体化的地缘环境模拟与预测,为地缘环境研究提供了数据和可视分析平台。

表1 “一带一路”倡议背景下地缘环境系统平台建设

Table 1 Geographic environment system platform construction under "the Belt and Road Initiative"

平台名称	架构方式/网址	特点
“一带一路”大数据综合服务门户	http://www.bigdataobor.com	国家信息中心建设的以“一带一路”大数据开发应用为重点,平台设计了新闻、政策、国别、数据、服务、1+N合作等几个模块,为“一带一路”沿线国家和地区提供多元化、个性化、可视化的大数据产品和服务。
北京大学“一带一路”数据分析平台	http://scie.pku.edu.cn/ydyl	平台以政策沟通、设施联通、贸易畅通、资金融通、民心相通“五通”指数从中国视角对比分析了“一带一路”64个沿线国家政治、经济、文化等方面的基本现状与发展态势。
“一带一路”倡议支撑平台	http://ydyl.drcnet.com.cn/www/ydyl	平台设有7大主栏目、5大辅助栏目,全面系统地整合了“一带一路”沿线沿路国家和地区最新政经形势、投资环境、投资指南、项目机会、贸易与投资合作情况、风险评估报告、丝路战略研究报告、政策法规等信息。
新华思路数据库	http://db.silkroad.news.cn	平台主要包括数据库、征信服务、信息咨询和智库服务、交易撮合服务四类服务。
“一带一路”数据库	http://www.ydylcn.com/skwx_ydyl/sublibrary?SiteID=1&ID=8721	平台为用户提供“一带一路”沿线国家和地区宏观经济、地区安全、政治安全、军事安全、风险评估等动态信息,提供经济数据、政策法规等在线查询服务。
“一带一路”统计数据库	http://ydyl.cei.cn	平台涵盖“一带一路”沿线各国的地理环境、行政规划、国旗国徽、人口、经济、外交、旅游、文化等信息,为研究人员提供国别尺度经济文化背景知识。
中国周边地缘环境信息系统 ^[13]	C/S 架构	基于.NET平台基于ArcObjects进行二次开发,提供了中国周边地缘环境信息浏览、数据查询,以及基于这些数据的分析、评价和可视化等功能。

1 地缘环境模拟与预测平台总体设计

地缘环境模拟与预测平台采用B/S架构,总体上分为基础设施层、数据层、支撑层、应用层和表现层5层架构(图1)。

基础设施层主要为地缘环境模拟与预测系统的各服务功能提供计算、存储、网络、传感器等硬件设施、网络设施和外部设施,是整个系统平台的基础。由于地缘环境模拟的复杂性和多变性对计算资源提出了更高的要求,硬件设施需要有强大的数据处理能力;同时出于对数据安全的考虑,系统采用私有云架构,为系统提供了完善的网络设施;高精度传感器、GPS和观测设备

等为系统提供了强大的外部设施支撑。

数据层主要是存储和管理各种地缘环境要素的空间和属性数据。该层主要为系统模拟与预测提供数据支持,存储和管理的数据主要包括:1)基础地理要素科学数据库,包括水系流域、行政区划、农业区划、土壤类型、地貌类型等数据;2)重点资源环境要素数据库,包括水资源、耕地资源、森林、草地、降水等数据;3)人文与发展要素数据库,包括人口分布、道路、机场、国内生产总值、重要工厂、医院、学校空间分布等数据;4)海洋与战略支点要素数据库,包括主要岛礁、重要港口、主要航线、重要海岸带等数据;5)全球典型区域特征数据库,包括中巴经济走廊、孟中印缅经济走廊、中俄蒙经

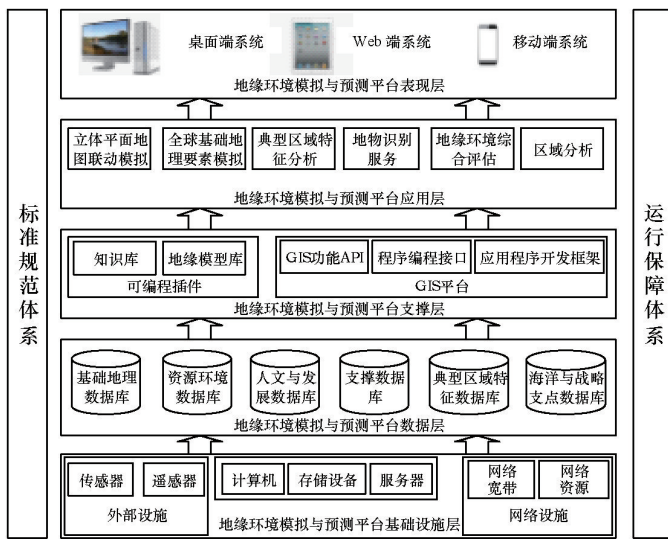


图1 地缘环境模拟与预测平台总体框架

Fig. 1 Overall framework of the geopolitical environment simulation and prediction platform

济走廊、新亚欧大陆桥经济走廊等数据(图2)。

支撑层主要是针对地缘环境模拟与预测平台功能可扩展框架的技术架构模式,包括地理信息系统(GIS)基础平台和系统预测分析可编程组件。GIS平台主要是集成了基础GIS功能程序编程接口、应用程序开发框架等功能,为地缘模拟提供基础平台支持;可编程组件主要完成模拟与预测分析模型的对接。

应用层主要将平台分为数据管理、数据挖掘、专题分析、区域分析和综合评估5个功能模块。

表现层直接面向用户设计,提供可供桌面端、Web端和移动端访问的平台,为用户提供多尺度、多时相极端气候事件快速监测、快速评估与预警、突发事件追踪与地缘关系影响评估等服务,以便于决策者进行决策与研判。

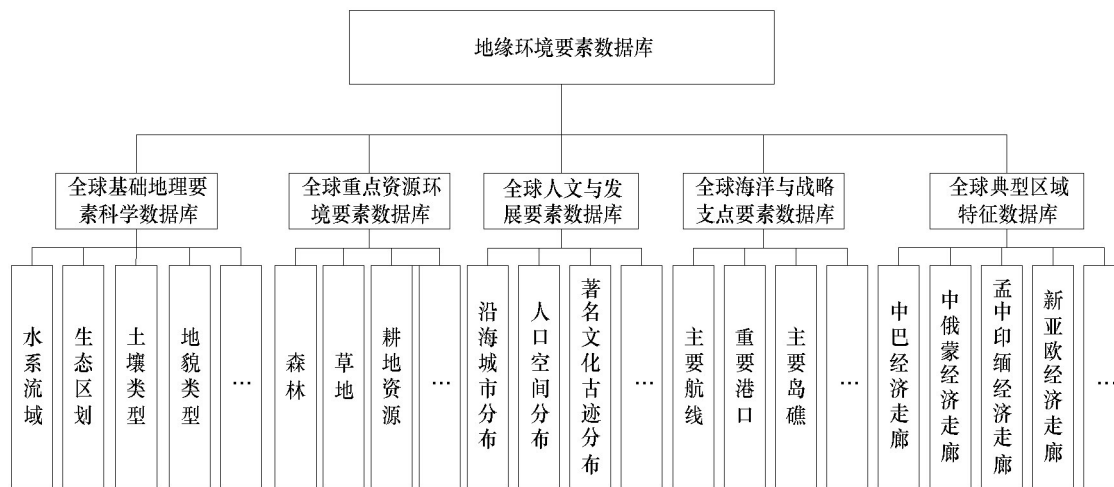


图2 地缘环境模拟与预测平台数据库组成

Fig. 2 Geopolitical environment simulation and prediction platform database

2 地缘环境模拟与预测平台功能设计

地缘环境模拟与预测平台的目标用户是从事地缘环境相关研究与分析的研究人员、决策者与管理人。平台建设的目标是研究和总结“一带一路”倡议背景下的地缘环境系统平台技术方法体系,为地缘环境研究提供一套可视化与可视分析平台。

针对平台用户需求分析与平台建设目标的分解,在总体架构方案约束下,平台主要包含数据管理、数据挖掘、专题分析、区域分析和综合评估5个功能模块及

一些基础功能(图3)。目前重点实现了地缘环境数据管理、综合评估模块。

2.1 基础模块

1) 二三维一体化。

此功能是地缘环境模拟与预测平台的基础功能,主要完成在同一页面相同数据的三维立体地图和二维平面地图的同步展示。二三维一体化功能可更直观的全方位多视角展现数据特征,更好为地缘环境的模拟与预测提供支撑,同时也为其他功能模块实现提供数据可视化保障(图4)。

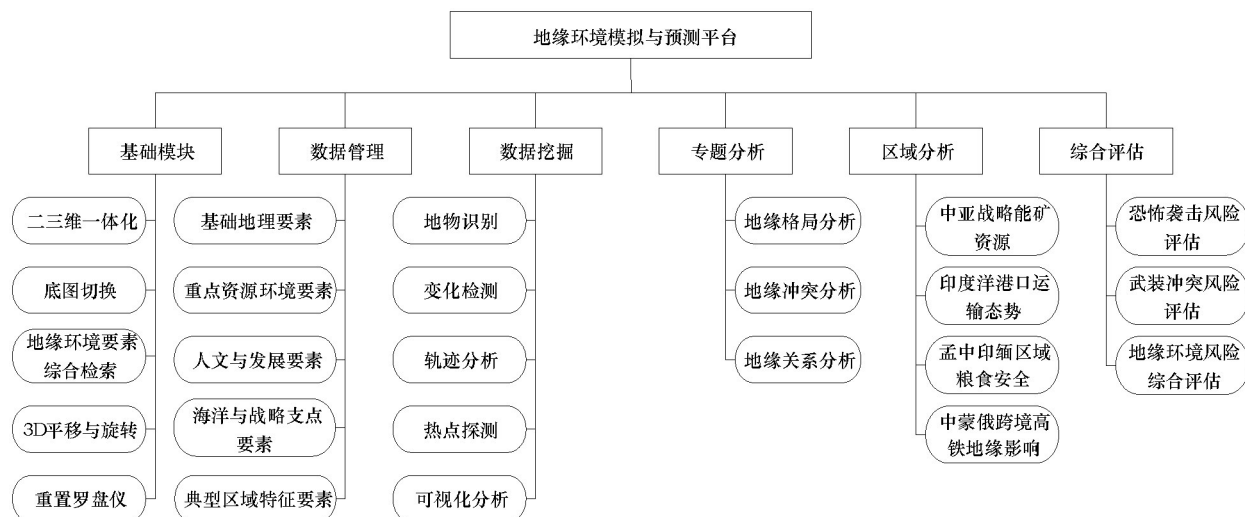


图3 系统总体功能模块

Fig. 3 Overall system function block diagram

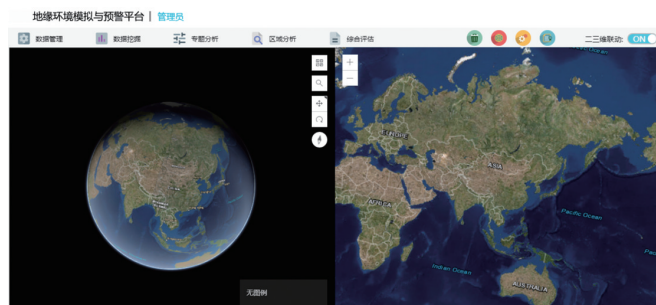


图4 二三维一体化

Fig. 4 2&3-dimensional integration

2) 底图切换。

由于不同的地缘环境模拟过程底图需求差异较大。平台提供了包括影像图、带标注影像图、街道图、地形图、深灰色画布地图、浅灰色画布地图、国家地理、海洋图、带标注的三维地形图、开放维基世界地图 10 种地图类型,可面向不同的地缘环境模拟需求实时动态切换底图类型。

2.2 数据管理

此部分主要展示全球基础地理科学数据库、全球重点资源环境要素数据库、全球人文与发展要素数据库、全球海洋与战略支点要素数据库、全球典型区域特征数据库中的地缘环境要素。形成了一套地缘环境研究的完整的基底数据,是进一步进行地缘环境模拟、评估和预警的数据源。

此功能通过响应鼠标点击事件,调用 REST(representational state transfer, 表述性状态转移)风格的 Arc-

GISWeb 地图服务,进而加载图层到 WebScene(网络场景)显示。此处以全球基础地理要素中土壤类型分布为例,点击该模块会在三维地球表面显示土壤类型的分布情况(图5)。



图5 全球基础地理要素-土壤类型分布

Fig. 5 Global basic geographical factors-Soil type distribution

2.3 区域分析

此模块主要对“一带一路”沿线典型地区的区域特征进行分析。提供了孟中印缅经济走廊、中巴经济走廊、中国—中南半岛经济走廊、中国—中亚—西亚经济走廊、中蒙俄经济走廊、新亚欧大陆桥经济走廊等典型区域地缘环境格局的变化特征。包括中亚战略能矿资源分析、印度洋港口运输态势分析、孟中印缅区域粮食安全分析和中蒙俄跨境高铁地缘影响分析,对重点区域环境格局演变进行动态监测、实时分析和快速评估,以期对“一带一路”倡议需求提供典型区域分析的技术方法和成果集成平台。

2.4 数据挖掘

该模块是利用机器学习方法进行地缘环境研究,主要包括重点地物识别、变化检测、轨迹分析、热点探测、可视分析等功能。

以下以重点地物识别功能为例进行说明,重点地物识别是地缘环境模拟的重要功能,为地缘环境信息识别提供了有效的方法。该功能通过动态可视化手段对遥感影像进行分割,并根据用户设定的规则对重点地物(如机场、港口等)进行识别,并将识别结果形成矢量数据进而展示在二维和三维地图上。

2.5 专题分析

该模块是对地缘环境模拟过程中的地缘格局、地缘冲突和地缘关系进行专题分析。该功能模块融合遥感监测技术、GIS交互可视化技术、级联效应分析与情景模拟分析,结合地理学、经济学、军事学等多领域知识,可对以上专题地缘环境展开模拟研究。

2.6 综合评估

该模块以上述数据与模型方法为支撑,对地缘环境进行综合评估。主要包括恐怖袭击风险评估、武装冲突风险评估以及地缘环境风险综合评估。

1) 恐怖袭击风险评估和武装冲突风险评估。

以上2个模块按照风险评估因子、事件回顾、风险模拟逻辑顺序依次展开。以下以恐怖袭击风险评估为例进行说明。

恐怖袭击风险评估因子主要展示评估建模过程中所需因子数据。恐怖袭击事件回顾功能模块记录了自1970年起恐怖袭击发生地点的分布。通过时间坐标对应的恐怖袭击时间发送时间,三维地图展示相应的恐怖袭击地点。饼状图展示每年因恐怖袭击伤亡情况(图6)。

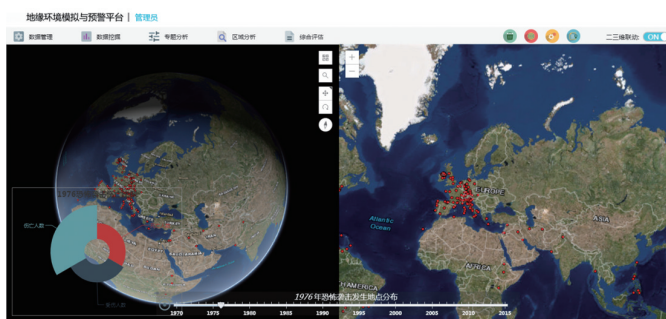


图6 恐怖袭击时间回顾

Fig. 6 Terrorist attack time review

恐怖袭击风险模拟主要是在模拟因子数据支持下,选用支持向量机、BP神经网络、随机森林等方法进行风险模拟研究^[14-15](图7)。

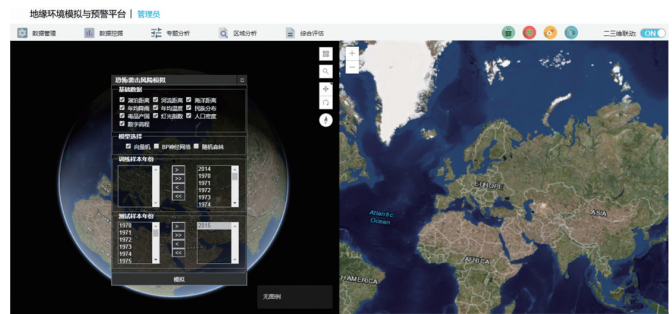


图7 恐怖袭击风险模拟

Fig. 7 Terrorist attack risk simulation

2) 地缘环境风险综合评估。

地缘环境风险综合评估功能模块结合地缘风险评估因子,通过全球技术风险评估、全球环境风险评估、全球经济风险评估、全球社会稳定性风险评估以及全球地缘政治风险评估5个风险评估因子,在AHP模型专家知识支持下,对各评估因子设置不同的权重,进行综合评估^[16](图8)。

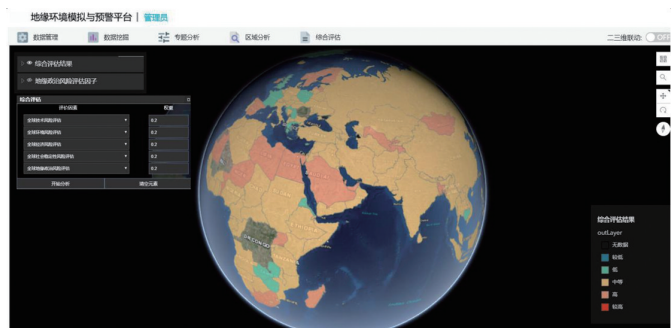


图8 地缘环境风险综合评估

Fig. 8 Geopolitical environment risk comprehensive assessment

3 结论

针对地缘环境研究的实际需求,研究了“一带一路”倡议背景下的地缘环境系统平台技术方法体系,在平台框架设计、功能设计方案的约束下,建立了全球地缘环境要素数据库,采用3DWebGIS和WebGL技术,构建了地缘环境模拟与预测平台。实现了数据管理、数据挖掘、专题分析、区域分析和综合评估5个功能模块,为地缘环境研究提供了相关数据支撑及可视化与可视分析平台。

后续将聚焦于三维动态模拟技术,全面实现地缘态势过程的动态模拟。同时,平台将进一步融合网络舆情数据模拟与分析方法,为“一带一路”倡议地缘环境研究提供更全面的软件平台支撑。

参考文献(References)

- [1] 黄凤志. 对中蒙俄经济走廊建设的战略分析[J]. 人民论坛·学术前沿, 2016(13): 62-73.
Huang Fengzhi. Strategic analysis of the China-Mongolia-Russia economic corridor[J]. People's Forum · Academic Frontiers, 2016 (13): 62-73.
- [2] 王海燕. “一带一路”视域下中蒙俄经济走廊建设的机制保障与实施路径[J]. 华东师范大学学报(哲学社会科学版), 2016, 48(5): 112-118.
Wang Haiyan. The mechanism guarantee and implementation of the construction of China-Mongolia-Russia economic corridor from the perspective of "One Belt and One Road"[J]. Journal of East China Normal University(Philosophy and Social Sciences), 2016, 48(5): 112-118.
- [3] 杜德斌, 马亚华. “一带一路”: 中华民族复兴的地缘大战略[J]. 地理研究, 2015, 34(6): 1005-1014.
Du Debin, Ma Yahua. One Belt and One Road: The grand geo-strategy of China's rise[J]. Geographical Research, 2015, 34(6): 1005-1014.
- [4] 葛全胜, 江东, 陆锋, 等. 地缘环境系统模拟研究探讨[J]. 地理学报, 2017, 72(3): 371-381.
Ge Quansheng, Jiang Dong, Lu Feng, et al. Views on the study of geopolitical environment system simulation[J]. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(3): 371-381.
- [5] 埃里克森·戈尔茨坦, 李楠. 中国、美国与21世纪海权[M]. 徐胜, 范晓婷, 王琦, 等, 译. 北京: 海洋出版社, 2014.
Erickson A S, Li Nan. China, the United States, and 21st century sea power[M]. Xu sheng, Fan Xiaoting, Wang Qi, et al, trans. Beijing: China Ocean Press, 2014.
- [6] Agnew J. Geopolitics: Re-visioning world politics[M]. London and New York: Routledge, 2010.
- [7] 陆大道, 杜德斌. 关于加强地缘政治地缘经济研究的思考[J]. 地理学报, 2013, 68(3): 723-727.
Lu Dadao, Du Debin. Some thoughts on the strengthening of geopolitical and geoeconomic studies[J]. Acta Geographica Sinica, 2013, 68(3): 723-727.
- [8] Herb G, Kaplan D. Nested identities: Nationalism, territory, and scale[M]. Boulder, CO: Rowman & Littlefield, 1999.
- [9] 胡志丁, 葛岳静, 鲍捷, 等. 南亚地缘环境的空间格局与分异规律研究[J]. 地理科学, 2013, 33(6): 685-692.
Hu Zhiding, Ge Yuejing, Bao Jie, et al. The spatial pattern and differentiation laws of geo-setting in South Asia[J]. Scientia Geographica Sinica, 2013, 33(6): 685-692.
- [10] 王淑芳, 葛岳静, 刘玉立. 中美在南亚地缘影响力的时空演变及机制[J]. 地理学报, 2015, 70(6): 864-878.
Wang Shufang, Ge Yuejing, Liu Yuli. The spatio-temporal evolution and driving mechanism of geopolitical influence of China and the US in South Asia[J]. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(6): 864-878.
- [11] Rosswall T. The international geosphere-biosphere programme: A study of global change (IGBP)[J]. Environmental Geology, 1992, 20(2): 77-78.
- [12] 江东, 黄耀欢, 庄大方. 全球及中国周边地区资源环境科学数据库构建[J]. 地球信息科学学报, 2012, 14(5): 592-598.
Jiang Dong, Huang Yaohuan, Zhuang Dafang. Construction of global and China's surrounding regional resources and environmental science database[J]. Geo-Information Science, 2012, 14(5): 592-598.
- [13] 董卫华, 杨胜天, 葛岳静, 等. 中国周边地缘环境信息系统设计、开发与制图[M]. 北京: 科学出版社, 2016.
Dong Weihua, Yang Shengtian, Ge Yuejing, et al. Geographic environment information system design, development and mapping in China[M]. Beijing: Science Press, 2016.
- [14] Cristianini Nello, Shawe-Taylor John. 支持向量机导论[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
Cristianini Nello, Shawe-Taylor John. An introduction to support vector machines and other kernel-based learning methods [M]. Electronic Industry Press, 2004.
- [15] 刘小生. 基于空间信息格网和BP神经网络的洪灾损失快速评估[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2015.
Liu Xiaosheng. Rapid assessment of flood disaster based on spatial information grid and BP neural network[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2015.
- [16] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
Xu Jianhua. Mathematical methods in contemporary geography [M]. Beijing: Higher Education Press, 2002.

Construction of a geopolitical environment simulation and prediction platform coupling multi-source geopolitical environment factors

ZHANG Xun^{1,2}, LI Jiangtao¹, ZHANG Xiaohu³, FU Jingying^{2,4}, WANG Dongming¹

1. Beijing Key Laboratory of Food Safety Big Data Technology; School of Computer and Information Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China
2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China
3. National Engineering and Technology Center for Information Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China
4. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract The geopolitical environment simulation and prediction platform aims at recognizing the international geopolitical situation and serving "the Belt and Road Initiative". The platform synthesizes 3DWebGIS and WebGL technologies, and integrates multi-scale geopolitical environment factors for geopolitical environment simulation and prediction research. Under the constraints of index system of geopolitical environmental factors and software engineering standards, this paper clarifies the overall architecture scheme of the platform, establishes the database of geopolitical environmental factors, and focuses on geopolitical environmental data management and comprehensive assessment. The platform has formed a system of technical methods of geopolitical environment simulation and prediction, providing a set of visualization and visual analysis means for geopolitical environment research. It is expected that its completion will provide geopolitical environment data support and software platform guarantee for the country's "the Belt and Road Initiative".

Keywords geopolitical environment; simulation prediction; system design; functional design ●



(责任编辑 傅雪)