赵艳,唐诚,张华,等.基于 GeoServer 海底数据 RIAWebGIS 系统设计与建立 [J].环境科学与技术,2014,37 (120) :507-510.Zhao Yan,Tang Cheng,Zhang Hua,et al. Design and development of riawebgis system for seabed data based on geoserver[J]. Environmental Science & Technology,2014,37 (120) :507-510.

# 基于GeoServer海底数据RIAWebGIS系统设计与建立

赵艳[1,2], 唐诚[1*], 张华[1], 晁晖[3]

(1. 中国科学院烟台海岸带研究所,山东 烟台 264003; 2. 中国科学院大学,北京 100049;
3. 河北联合大学,河北 唐山 063000)

**摘 要**:由于海底数据获取的困难性及数据的多源性,导致其共享与管理存在诸多问题,WebGIS 可以将这些海底数据以矢量化的方式展现在网络上,实现大范围的数据共享。文章在分析海底数据特征基础上,将海底数据进行专题分类入库,并采用开源地图服务器 GeoServer 及开源 GIS 框架 OpenScales 技术,提出海底数据的 RIA (Rich Internet Application,富互联网应用程序) WebGIS 数据管理系统的设计与实现,介绍了系统开发的关键技术和流程,并以莱州湾为例实现系统的应用,最终实现了莱州湾海底数据的显示、管理及常规 GIS 功能。

**关键词**:海底数据; GeoServer; RIA WebGIS 系统; OpenScales

**中图分类号**:X87 **文献标志码**:A doi:10.3969/j.issn.1003-6504.2014.120.104 **文章编号**:1003-6504(2014)120-0507-04

## Design and Development of RIAWebGIS System for Seabed Data Based on GeoServer

ZHAO Yan[1,2], TANG Cheng[1*], ZHANG Hua[1], CHAO Hui[3]

(1. Yantai Institute of Coastal Zone Research, Chinese Academy of Sciences, Yantai 264003, China;
2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Heibei United University, Tangshan 063000, China)

**Abstract**: Due to the difficulty of data acquisition and multi-source of data from seabed, there are problems in data sharing and management. WebGIS can achieve share of data from multiple sources within large scope by putting the vector data on the Internet. Based on analyzing seabed data features of Laizhou Bay, a database was set up categorizing the data, the key technique and process of system buliding were introduced, and a RIA WebGIS system was built using GeoServer and OpenScales to achieve display, management and GIS functions of seabed data.

**Key words**: seabed data; GeoServer; RIA WebGIS; OpenScales

WebGIS 利用 Internet 发布和出版地理信息,为用户提供各种 GIS 功能,实现地理信息的操作和共享。将 WebGIS 运用到海洋综合信息管理中,最终实现海洋信息的数据库管理是一个新的趋势。早在 20 世纪 60 年代,发达国家就已经开始研究"数字海底"数据库系统[1-3],并建立了许多海底数据库和数据中心,提供了便捷高效的数据服务,如美国的海洋地球物理数据库 (National Geophysical Data Center, NGDC)和海底数据库 dbSEABED,以及英国的海底沉积物岩芯库 BOSCORF (British Ocean Sediment Core Research Facility)。近几年,我国在海洋信息 Web 管理方面已有大量研究[4-7],但这些研究中关于海底数据的管理系统相对较少。

海底是海洋深水下面,海水与陆地的接触面。海底数据包括海底底质、海底生物、海底物理化学等数据。海底底质是海底表层的组成物质,其结构特征和分布类型是海底科学研究、海底探测、海洋资源开发与海洋工程项目建设的重要测量项目。海洋科学考察船、海底潜水器和机器人探测技术、海底摄像技术及海底观测系统等技术的发展为海底数据管理系统的建立提供了大量的调查数据和文献,但是这些数据往往分散在各单位,数据共享滞后,数据不能有效地组

《环境科学与技术》编辑部:(网址) http://fjks.chinajournal.net.cn (电话) 027-87643502 (电子信箱) hjkxyjs@126.com
收稿日期:2014-04-08;修回 2014-05-13
基金项目:国家自然科学基金项目 (100605);中国科学院重点部署项目 (KZZD-EW-14)
作者简介:赵艳 (1988-),女,硕士研究生,主要研究方向为海洋环境遥感与环境地理信息系统,(电子信箱) yzhao@yic.ac.cn;* 通讯作者,(电话) 0535-2109021 (电子信箱) ctang@yic.ac.cn。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

织和利用，加之海底数据的存储格式以及表达方式不一致，致使信息资源严重浪费，许多数据仍以原始形式存储在不同形式的介质中，从而导致数据管理、分析、维护及查询检索的困难[8]，特别是准确地获取特定研究应用的资料非常困难，需要耗费大量的人力和时间，WebGIS系统是解决这个问题的有效手段，能够实现海底数据大范围网络共享，使用开源软件实现WebGIS，不仅费用低，还具备良好的可扩展性和跨平台性。

莱州湾位于渤海南部，是山东半岛蓝色经济区海洋经济活动最频繁的地区之一，近几年，莱州湾海洋工程项目不断增加，沿海港口码头建设、近岸海底养殖、堤围建造、填海造地和近海石油开采等，迫切需要了解海底沉积环境、沉积物来源及构造特征。本文通过对莱州湾海底数据的收集和提取、数据的规范化，建立基本的数据库管理系统，包括基础地理数据、水深数据、沉积物数据、海底生物化学数据等，借助开源地图服务器GeoServer，设计搭建莱州湾海底底质的WebGIS数据管理系统，有效地管理数据，从而为今后其他海区的海底数据系统提供示范作用。

## 1 关键技术概述

本文采用GeoServer、OpenScales、Flex开源架构实现海底数据的RIAWebGIS系统。GeoServer可以方便地发布地图服务信息，OpenScales能够集成多种基于OGC（Open Geospatial Consortium，开放地理空间信息联盟）标准的地图服务，可以与GeoServer协同使用，Adobe Flex则是一套完整的RIA技术解决方案，在Flex中导入开源GIS渲染引擎OpenScales包，方便建立RIA地图应用程序。

### 1.1 GeoServer

GeoServer是遵循OpenGIS（Open Geodata Interoperation Specification，开放的地理数据互操作规范）规范并由J2EE（Java 2 Platform Enterprise Edition，Java 2平台企业版）实现的开源地图服务器，具有自行修改、复制及再发布的权利，GeoServer最大的特点在于能够兼容WMS（Web Map Service，Web地图服务）和WFS（Web Feature Service，Web要素服务）特性，利用开源桌面GIS应用程序框架uDig对空间数据进行编辑并生成SLD（Styled Layer Descriptor，风格化图层描述器）样式文件供GeoServer发布maps/images（利用WMS来实现），也可以直接发布实际的数据（利用WFS来实现），用于空间数据查询，以XML文件描述所有地图服务，同时也提供了修改、删除和新增的功能（利用WFS-T）[9]，允许用户对特征数据进行更新、删除、插入等操作；支持PostGIS、Oracle、MySQL、Shapefile及上百种投影；能够将地图通过网络以jpeg、gif、png等格式输出；通过GeoServer可以比较容易的在用户之间迅速地共享空间地理信息，跨平台能力较强；与传统商业GIS软件相比，GeoServer的源代码是完全开放的，开发成本低，具有很好的扩展空间。

### 1.2 OpenScales

OpenScales是基于AS3（ActionScript3，面向对象编程语言）和Flex编写的开源GIS框架，包括4个swc文件包（见图1），由Map、Layer、Handler、Controls等基本的类组成，用以显示、操作、控制地图，能够支持各种标准的地图服务，比如WMS、WFS等，为GeoServer所支持。见图1。

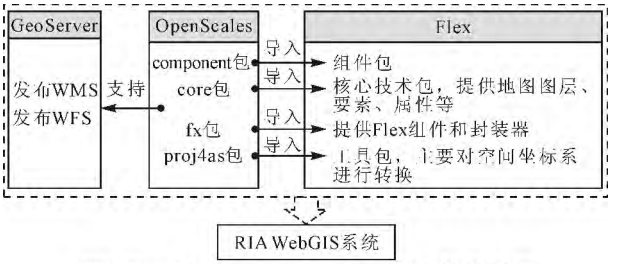


图1 GeoServer、OpenScales、Flex的关系图

### 1.3 RIA WebGIS

随着带宽的增容和电脑配置的升级，RIA在提高用户网络体验方面变得越来越重要，RIA结合了传统桌面应用软件反应快、交互性强的特点与Web应用程序易部署的特性，其最大的特点是将大部分处理任务从用户界面端移植到客户端。克服了传统WebGIS客户端数据处理效率低、速度慢、用户交互能力差等局限性[10-11]。Adobe Flex包括MXML和ActionScript编程语言，分别用户界面的布局和程序式编程，Flex类库主要包括各种Flex组件，如可视化组件、图标组件等，方便RIAWebGIS界面的实现。

## 2 系统设计与建设

### 2.1 系统环境

系统使用B/S（Browser/Server，浏览器/服务器）模式，操作系统采用Windows 2003 Server，开发工具为Flex Builder 3.0，Web服务器选用IIS6.0，前台地图框架为OpenScales2.2，WebGIS开发平台为GeoServer2.4.1，使用Postgres/PostGIS数据库进行数据存储，为了最大限度的实现系统的扩展性和数据的共享，数据以Web服务的形式提供。

### 2.2 数据库的建立

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

系统采用开源对象–关系型数据库 PostgreSQL 进行数据存储，PostGIS 作为 PostgreSQL 的空间插件，支持一系列重要的 GIS 操作函数和 GIS 空间数据的存储。

数据库的建立工作包括空间数据的建模、存储和管理等。根据研究区域环境研究与开发等工作的需求，按照专题数据进行分类，如表 1。

其中，基础地理数据类中的海岸带地形地貌图、数字高程图及元数据以文件形式存储，其它子对象类均以数据表的形式存储，并将相关字段进行拆分建立多级相关联数据表，不同表之间的联系通过公共键来实现，提高数据库的性能，减少空间数据冗余。以沉积物粒径分析数据表为例，其逻辑关系图见图 2。

表 1　数据对象类及说明

| 主要对象类 | 子对象类 | 表字段（空间或属性数据） |
|---|---|---|
| 基础地理数据类 | 海岸带地形地貌图、数字高程图 | |
| | 海区温度数据表 | 样点编号、数据采集时间、经度、纬度、温度、数据来源 |
| | 海区盐度数据表 | 样点编号、数据采集时间、经度、纬度、盐度、数据来源 |
| | 海区水深数据表 | 样点编号、数据采集时间、经度、纬度、水深、数据来源 |
| 沉积物数据类 | 沉积物调查数据表 | 采样编号、采样时间、经度、纬度、数据说明 |
| | 沉积物粒度参数表 | 采样编号、平均粒径、分选、偏态、峰态、沉积物类型、粒度测量方法 |
| | 沉积物类型表 | 名称、类型特征、数据来源 |
| 海底生物数据 | 海底生物文献提取数据 | 数据采集时间、生物类型、数据来源、数据说明 |
| | 海底生物类型表 | 类型名称、类型特征 |
| 海底化学数据 | 海底化学调查及文献提取数据表 | 采样编号、采样时间、经度、纬度、数据来源、数据说明 |
| | 化学元素数据表 | 采样编号、元素名称、含量 |
| 元数据 | 上述各数据的说明数据 | |

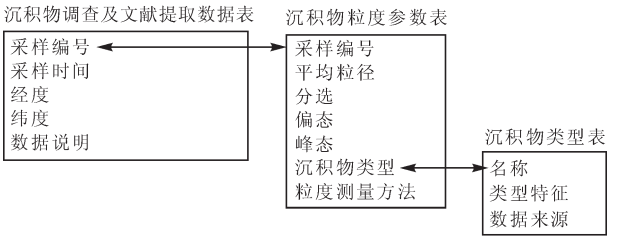


图2 沉积物数据表之间的逻辑关系

对于空间数据，PostGIS 可以将 Shapefile 文件转换为 SQL 命令文件，导入 PostGIS 数据库中，对 Shapefile 文件进行有效管理和查询，很大程度上提高数据的处理效率。

2.3　系统体系架构设计及开发流程

系统分为三层结构 数据源、服务器、客户端，见图 3。

数据源涉及的空间数据主要是以 GIS 中常用的 Shapefile 格式存储，利用 uDig 软件对 Shapefile 文件进行查看和编辑。

服务器包括地图服务器和 Web 服务器，其通过空间数据引擎 PostGIS 连接数据库，并利用中间件 GeoTools 读取数据库中的数据。地图服务器GeoServer 为用户提供 WMS 服务和 WFS 服务，实现数据的可视化和查询编辑。通过在 Flex Builder 加载 OpenScales 开发包实现用户界面。最后系统采用 IIS6.0 作为 Web 服务器实现网页的最终发布。客户端向服务器发送数据请求，将所需数据显示在浏览器上。

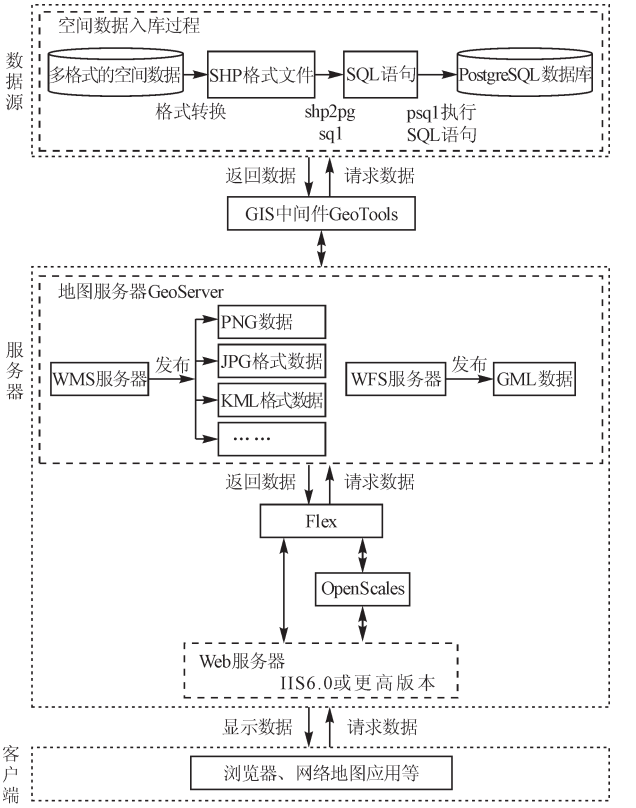


图3 系统体系架构及开发流程

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

## 3 系统应用实例

基于上述 WebGIS 系统框架，设计建立了莱州湾海底数据 Web 系统，实现了海底数据（包括海底沉积物、海底生物、海底化学等数据）的管理与可视化展现，以及海底信息的共享查询。

系统实现了基本的 GIS 功能（平移、放大、缩小、前一视图、后一视图、全景、标注）、地图要素绘制和收藏、地图标注、截图下载，以及空间查询功能，以实现海底数据的大范围共享，最终运行效果图如 4~5 所示。

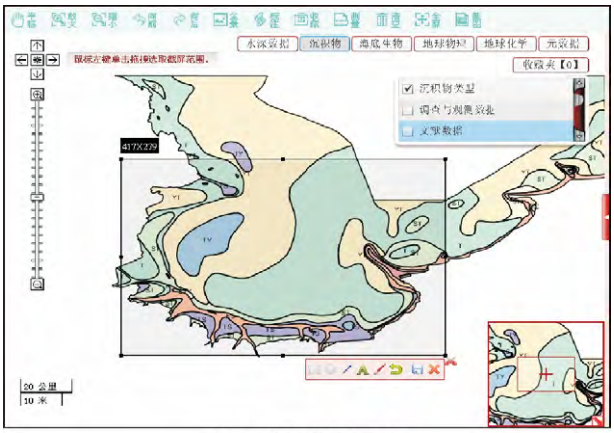

图4 系统截图功能

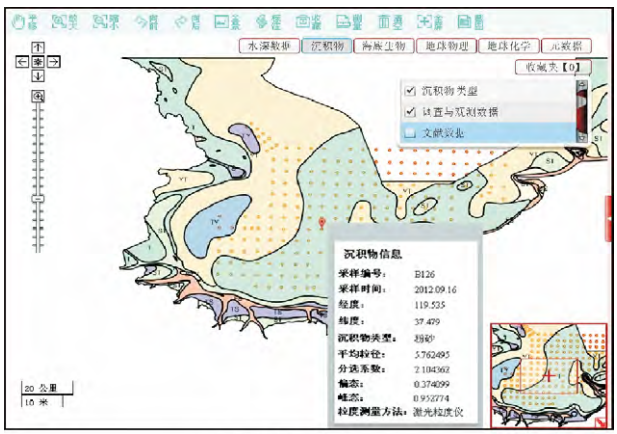

图5 系统查询界面

## 4 结语

传统 WebGIS 数据管理平台基于静态页面，数据表现形式不丰富，而且缺少与客户端的交互，响应速度较慢，开发维护困难。针对该问题，本文提出基于开源软件的 RIA WebGIS 海底数据管理系统，界面设计简单，地理空间信息的表现形式丰富；程序运行于客户端，更多地与用户交互，有效地提高了用户体验度；使用组件开发模式，实现了页面零刷新，提高响应速度；基于开源软件进行开发，提高系统运行效率，降低了开发及维护成本。对于数据量大、多源的海底底质数据显示和管理，RIA WebGIS 提供了数据共享的一种新思路。本文在研究上述技术的基础上，初步探索了数字海底建设的关键技术，并以莱州湾为例，构建了莱州湾海底数据管理系统，为今后数字海底的全面建设提供了一种新思路。但对于全国海底的海量多源数据，需要制定统一的数据标准，以及更高的网络带宽和服务器性能，因此，如何提高客户端和服务器之间的通信效率以及提供高级的 GIS 服务（如空间分析、三维建模），是下阶段需要解决的问题。

[参考文献]


[1] Pravin D K. Worldwide databases in marine geology: A review [J]. Marine Geology, 1995, 122(3): 263–275.

[2] Basu A. Development of a Marine Geographic Information System for Various Data Analysis and Data Integration in the Hawaiian Exclusive Economic Zone[C]// OCEANS ´95 MTS/IEEE. Challenges of Our Changing Global Environment(Volume:1). San Diego, CA: IEEE, 1995: 146–153.

[3] J Coffey, D J Beard, D A Ryan. Visualising coastal seabed characteristics: using VRML models to present three dimensional special data via the web[J]. Journal of Spatial Science, 2007, 52(1): 133–143.

[4] 苏天赟, 刘保华, 翟世奎, 等. “数字海底”数据库:海底多源综合数据的集成与管理方法研究[J]. 海洋科学进展, 2005, 23(4): 504–512.
Su Tianyun, Liu Baohua, Zhai Shikui, et al. Digital seabed database: study on integration and management method for multisource and comprehensive seabed data[J]. Advances in Marine Science, 2005, 23(4): 504–512. (in Chinese)

[5] 姚长新, 王圣洁, 苏国辉. WebGIS 技术在海洋地质领域中的应用[J]. 海洋地质动态, 2005, 21(11): 11–14.
Yao Changxin, Wang Shengjie, Su Guohui. Application of WebGIS technique to the field of marine geology [J]. Marine Geology Letters, 2005, 21(11): 11–14. (in Chinese)

[6] 苏天赟, 刘保华, 刘海行, 等. 基于 WebGIS 技术的黄海大海洋生态系信息共享系统[J]. 海洋科学进展, 2008, 26(3): 401–408.
Su Tianyun, Liu Baohua, Liu Haixing, et al. A yellow sea large marine ecosystem data sharing system based on webgis technology[J]. Advances in Marine Science, 2008, 26(3): 401–408. (in Chinese)

[7] 袁庆, 周云轩, 刘玥. 基于 XML 和 FLEX 的河口海岸数据服务平台[J]. 测绘与空间地理信息, 2011, 34(6): 36–43.
Yuan Qing, Zhou Yunxuan, Liu Yue. An estuarine and coastal data service platform based on XML and FLEX[J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2011, 34 (6): 36–43. (in Chinese)

[8] 夏登文, 石绥祥, 于戈, 等. 海洋数据仓库及数据挖掘技术方法研究[J]. 海洋通报, 2005, 24(3): 1–6.
Xia Dengwen, Shi Suixiang, Yu Ge, et al. Study on the tech–


（下转第 534 页）

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

国家应建立模型技术支持中心，开展 CALPUFF 模式参数敏感性、重点行业排放一次 $PM_{2.5}$ 源强因子、背景污染物浓度等研究和试验来验证 CALPUFF 在不同尺度范围预测结果的科学性，制定并发布相关参数的参考值，对于当前无法说明一次 $PM_{2.5}$ 源强因子、背景臭氧和氨气浓度以及二次前体物排放量极少的环评项目，不应采用 CALPUFF 来进行 $PM_{2.5}$ 污染的模拟；针对 CALPUFF 二次开发的商业软件，模型技术支持中心应开展一系列审查试验，来检验其参数和模拟结果的科学性。

### 3.5 公众参与标准化

环境保护部发布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》，要求环评工作公开环评报告书全本，但目前环评报告书文本并不包含预测所用的大气模式参数，公众无法从全本中了解大气建模过程，建议国家要求环评单位将大气预测模式输入文本文件（例如 CALPUFF 模式的 INP 格式文本文件）作为全本的附件内容，大气预测模式文本公开有助于社会公众监督，另一方面也有利于督促环评单位提高自身大气预测技术水平，按照大气导则规范使用 CALPUFF。

## 4 结语

鉴于现阶段中国环境空气污染状况和高速的经济发展，开展 CALPUFF 模式标准化应用技术研究，制定 CALPUFF 标准化应用技术指南，解决当前 CALPUFF 应用不规范问题，可以为国家环境规划、总量控制和环境影响评价提供技术支持和服务，具有十分重大的意义和紧迫性。同时国家应制定严格的惩罚制度，公开曝光造假单位“大气源强、模式参数造假”等违规行为和对其处罚情况，真正从制度上堵住这些漏洞。

[参考文献]


[1] HJ 2.2–2008, 环境影响评价技术导则: 大气环境 [S].

[2] 张丹, 周志恩, 翟崇治. 利用 CALPUFF 模型模拟重庆主城区能见度水平[J]. 三峡环境与生态, 2013, 35(1): 8–11.

[3] 崔慧玲. CALPUFF 模式用于放射性核素不同尺度的迁移扩散研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2012.

[4] 张玉珍, 蒯琳萍, 杨燕华. CALPUFF 模型在模拟核电站事故源项大气扩散中的应用 [J]. 电力与能源, 2011, 32 (2): 149–152.

[5] 杨怀荣, 刘茂, 刘付衍华. 利用 CALPUFF 对安徽和河南秸秆焚烧的模拟与研究 [J]. 环境科学研究, 2010, 23 (11): 1368–1375.

[6] 伯鑫, 丁峰, 李时蓓. CALPUFF 动态可视化系统的开发与应用研究[J]. 安全与环境工程, 2010, 17(4): 37–42.

[7] 任重, 马海涛, 王丽, 等. CALPUFF 在大气预测及环境容量核算中的应用[J]. 环境科学与技术, 2011, 34(6): 201–205.

[8] 杜吴鹏, 房小怡, 轩春怡, 等. MM5 与 CALMET 对北京地区风能资源的初步模拟 [J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(1): 84–92.

[9] 王淑兰, 张远航, 钟流举. 珠江三角洲城市间空气污染的相互影响[J]. 中国环境科学, 2005, 25(2): 133–137.

[10] 赵伟, 谢文彰, 瞿群, 等. 北部湾经济区产业发展对大气环境的影响研究[J]. 中国环境科学, 2011, 31(S): 12–18.

[11] 王栋成, 王勃, 王磊, 等. 复杂地形大气扩散模式在环境影响评价中的应用[J]. 中国环境科学, 2009, 26(6): 89–93.

[12] 邹伟. CALPUFF 模型在洋浦区域环境空气影响评价中的应用[J]. 环境科学与管理, 2010, 35(10): 186–189.

[13] 伯鑫, 丁峰, 徐鹤, 等. 大气扩散 CALPUFF 模型技术综述[J]. 环境监测管理与技术, 2009, 21(3): 9–13.

[14] Scire J S, Strimaitis D G, Yamartino R J. A user´s guide for the CALMET dispersion model[M]. Version 5 Concord,MA:Earth Tech, 2000: 1–79.

[15] EPA, 1998. Interagency Workgroup on Air Quality Modeling (IWAQM) Phase 2 Summary Report and Recommendations for Modeling Long Range Transport Impacts [R]. http://www.epa.gov/ttn/scram/7thconf/calpuff/phase2.pdf.

[16] HJ/T 169–2004, 建设项目环境风险评价技术导则[S].


（上接第 510 页）


niques of marine data warehouse and data mining [J]. Marine Science Bulletin, 2005, 24(3): 1–6. (in Chinese)

[9] Blagoj D, Andreja J, Dimitri P S. Development of a web application for water resources based on open source software [J]. Computers & Geosciences, 2014, 62: 35–42.

[10] 吴涛, 戚铭尧, 黎勇, 等. WebGIS 开发中的 RIA 技术应用研究[J]. 测绘通报, 2006(6): 34–37.
Wu Tao, Qi Mingyao, Li Yong, et al. On the application of RI–A technique in WebGIS development[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2006(6): 34–37. (in Chinese)

[11] 李源泰, 李红波, 赵俊三. 开源 GIS 在 WebGIS 中的应用初探[J]. 地理空间信息, 2010, 8(2): 2–5.
Li Yuantai, Li Hongbo, Zhao Junsan. Application of open source GIS toWebGIS [J]. Geospatial Information, 2010, 8(2): 2–5. (in Chinese)


?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net