

基于 ArcGIS Engine 与 ArcGIS Server 的海域定级信息管理系统设计与开发

卞盼盼¹, 白玉莹², 付丹丹¹, 王英刚³, 周立^{1,3}

(1. 中国矿业大学 环境与测绘学院, 江苏 徐州 221116; 2. 武汉大学 遥感信息工程学院, 湖北 武汉 430079; 3. 淮海工学院 测绘与海洋信息学院, 江苏 连云港 222005)

摘要: 以 Visual Studio 2012 为平台, 利用 ArcGIS Engine 强大的空间分析功能, 以 C# 为开发语言结合第三方插件设计开发海域定级决策子系统, 实现了不同用海方式海域的自动化定级, 对海域定级基础数据、过程数据和结果数据进行综合管理, 构建了一个具有一定实用价值的海域定级信息管理系统原型; 此外, 利用 Web GIS 将海域定级决策子系统分析生成的结果数据发布成服务, 实现海域定级信息共享子系统。本研究为海域定级提供智能化平台, 提高对海域定级及评估效率, 有利于海洋可持续发展。

关键词: ArcGIS Engine; ArcGIS Server; 海域定级; 信息管理系统

中图分类号: P208 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2018)06-0012-07

DOI: 10.11759/hyxx20170815003

由于全球性资源短缺, 对海洋资源进行开采利用成为新的资源探索形式, 这促使海域有偿使用制度不断深化, 准确评估海域资源价值是高效合理利用海洋资源的前提, 因此, 建立科学合理的海域资源信息管理体系进而实现海域信息的有效管理和资源的合理利用。海域分等定级为海域估价、征收海域使用金和制定海域利用规划提供科学依据^[1]。

Web GIS 是利用互联网相关技术通过扩展和完善 GIS 实现 Internet 环境下空间信息管理和发布的一项新技术^[2-3]。而近年来物联网、大数据、云计算等新兴技术的崛起在 IT 行业和地信产业掀起了新的浪潮, 目前, 不少学者研究地理空间信息技术在海洋领域中的应用^[4]。路文海^[5]将 GIS 和数据库技术相结合研究了海域定级系统; 学者将综合指数加权求和法与 GIS 技术结合研究了江苏省海域养殖增殖用海定级系统; 程敏^[6]等研究了基于 C 语言和 Arc Engine 组件库的海域定级系统。

本文在充分利用传统信息管理系统优势的基础上, 利用 ArcGIS Engine 和 Web GIS 的相关理论并结合指标体系构建方法研究设计开发了基于 Web GIS 的海域定级信息管理系统, 系统包括海域定级决策支持子系统和海域定级信息共享子系统两部分, 海域定级决策支持子系统实现海域定级, 海域定级信息共享子系统实现定级结果信息的共享, 为海域估

价提供参考依据和评估基础, 进而为海域价值的量化提供数据支持和科学依据^[7-8]。

1 系统体系结构与关键技术

1.1 系统体系结构

1.1.1 系统需求分析

随着海域资源的不断开发与利用, 如何高效合理地开采海洋资源愈加重要, 因此, 海域资源的价值和权属的确定成为国家和各学者关注的话题, 准确评估海域资源的价值才能为其权属确定提供科学依据。而进行海域资源价值评估必然要对海域进行分等定级, 并建立合理的海域使用评估体系。目前, 海域定级属于较少研究的领域, 但也有学者进行了深入研究并建立了海域定级系统, 探究了不同类型影响因子的量化, 然后进行海域定级和可视化, 但系统侧重于因素因子体系的建立, 在定级模型研究方面未能深入, 可视化效果较为一般; 另有部分学者基于某一区域特定的用海类型进行海域的分等定

收稿日期: 2017-08-15; 修回日期: 2017-11-27

基金项目: 国家海洋公益性行业科研专项 (201105004)

[Foundation: National Marine Public Welfare Industry Research Special, No.201105004]

作者简介: 卞盼盼(1991-), 女, 河南沁阳人, 在读硕士研究生, 研究方向为海洋测绘地理信息, 手机: 15705140306, E-mail: 898767644@qq.com

级,其研究的区域及用海类型具有一定局限性,平台的适用性和可扩展性较差。此外,多数平台是基于C/S端,未能实现海域定级信息的共享。基于此,本系统在海域定级体系基础上,实现包括填海造地、港口航运、旅游娱乐、养殖4种用海类型的海域定级,此外,利用ArcGIS Server通过服务发布实现海域定级信息的共享。

1.1.2 系统结构

系统结构设计遵循科学性、完整性、可扩展性和安全性等原则,系统架构由4部分组成,分别是基

础设施层、数据层、服务层和应用层,如图1所示。基础设施层为系统运行提供基本保障,包括存储资源、操作系统、计算机网络、服务器^[9]。数据层与服务层交互运行提供服务,海域定级空间地理数据由客户端通过海域定级决策子系统生成,经服务发布由各自服务器的ArcGIS Server统一管理,海域定级信息共享服务由Web端调用定级地图服务实现信息共享。应用层中包括数据管理、海域定级、定级服务发布、定级数据查询,分别与数据层、服务层中海域定级决策支持服务和海域定级信息共享服务相对应。

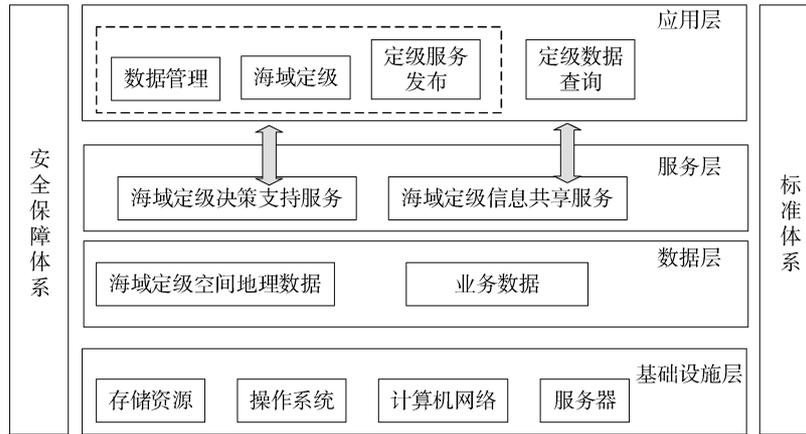


图1 海域定级信息管理系统体系结构

Fig. 1 Sea level rating information management system architecture

1.2 关键技术

1.2.1 ArcGIS Server

ArcGIS Server 是一个基于 Web 服务的企业级 GIS 应用平台。可以构建 Web 应用、Web 服务等,同时也可以通过桌面应用以 C/S(Client/Server)的模式访问^[10]。以 ArcObjects 组件库为核心,利用集中共享的服务器管理 GIS 数据并提供丰富的功能。通过发布多类型服务开发定制专门的 Web GIS 服务应用。ArcGIS Desktop 通过访问局域网或 Internet 对 ArcGIS Server 进行管理。ArcGIS API for JavaScript 是 ArcGIS Server 中的一套构建于 Dojo 上的 API 框架,通过 ArcGIS API for JavaScript 可以将 ArcGIS Server 提供的地图资源和其他资源(ArcGIS Online)嵌入到 Web 应用中,实现地图处理和功能服务的应用。

1.2.2 ArcGIS API for JavaScript

ArcGIS API for JavaScript 可调用 ArcGIS Server 提供的各类接口,通过 ArcGIS API for JavaScript 可以调用 ArcGIS Server 提供的各种服务和地图资源,进而实现专业的结果分析,提供显示、查询、分析等

功能,当同时调用多个服务时,还可实现服务的聚合。鉴于此,利用 ArcGIS Server 的共享性,以 ArcGIS API for JavaScript 为脚本,调用 ArcGIS Server REST API 接口,在 B/S 端实现海域定级信息管理系统开发。

2 系统设计

2.1 数据分析及建库

海域定级数据类型主要为填海造地、港口航运、旅游娱乐、养殖4种用海类型定级相关的指标数据,指标数据属性多为空间数据,多数为矢量数据和栅格数据,此外,业务数据为调查表格,其属性多为文档,经数据入库查询结果所示为 Table 形式。按部署形式主要分为两大块,分别为海域定级决策子系统的 C/S 端数据和海域定级信息共享子系统的 B/S 端数据,C/S 端数据包括基础地理空间数据和定级成果数据,存储于面向对象的关系型数据库 Geodatabase 数据模型中,在 Geodatabase 数据库中,选择 File Geodatabase 形式进行存储,相较于 Personal Geodatabase 可满足海域定级数据海量性和多样性的需求,

支持跨平台,且在运行效率方面具有明显的优势。其中基础地理空间数据按照数据结构分为矢量基础数据和栅格基础数据,矢量基础数据主要以要素文件的形式存储定级边界、水深线、海岸线等要素,栅格基础数据主要为影像数据,如研究区镶嵌影像、水质波段比值影像、水深波段比值影像。定级成果数据包括填海造地、港口航运、旅游娱乐、养殖 4 种用

海类型定级文件。

B/S 端数据包括共享服务数据和调查表格数据。利用 ArcGIS Server 进行存储与管理,这类数据是经海域定级决策子系统计算运行生成的共享数据,所有数据分图层存储于一个地图文档中,4 种用海类型分别存储于不同图层^[11]。数据库总体结构如图 2 所示。

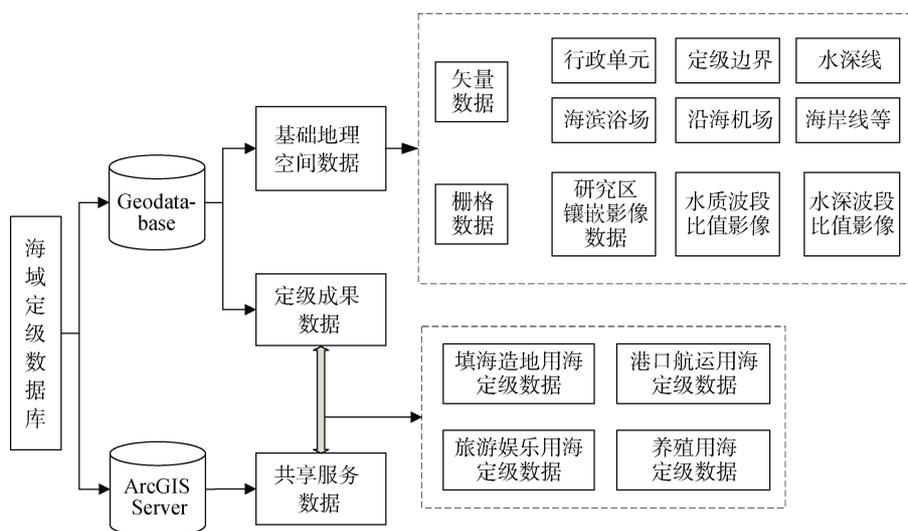


图 2 数据库总体结构图

Fig. 2 The overall structure of the database

2.2 系统总体设计

系统设计遵循实用性、数据一致性、自动化、先进性等原则进行设计,主要由海域定级决策支持子系统和海域定级信息共享子系统两部分组成^[12]。海域定级决策支持子系统包括数据管理模块、GIS 基础操作模块、海域定级模块和地图发布模块,海域定级信息共享子系统包括地图管理模块、定级结果查询模块、业务数据查询模块^[13]。各模块具体实现功能如图 3 所示。

海域定级决策支持子系统主要通过基础指标数据空间分析和加权计算实现海域的自动化定级。根据海域定级影响因素,结合指标提取方法和相关权重确定方法的研究,建立海域定级指标体系,利用网格法确定海域定级单元,将各指标运用加权求和模型计算定级单元综合分值,实现海域自动化定级。由于海域定级过程复杂,本文仅重点介绍海域定级数据的综合管理,定级相关研究将在另一篇文章中详细介绍。海域定级决策支持子系统中数据管理模块实现数据的录入、修改、删除、查询等基础操作;GIS 基础操作模块主要针对地图的

基本处理,如地图缩放、平移、距离和面积测量、鹰眼导航等;海域定级模块通过将海域定级模型与 GIS 结合进行海域定级,然后经地图发布模块将生成的定级结果图进行发布。海域定级信息共享子系统中地图管理模块通过目录树管理各省份不同用海类型的海域定级数据;定级结果查询模块是定级信息共享的关键模块,实现对海域定级决策支持子系统生成的定级结果数据的信息共享;业务数据查询模块主要是对调查表格的数据管理,以表单的形式将调查内容通过该模块展现给用户,可通过选择省、市、县、表头、年份等限制因素查询所需结果。

3 系统开发和主要功能实现

3.1 系统开发

系统开发环境依据需求分析、功能设计及关键技术进行配置,基于 Visual Studio 2012 开发平台,利用 ArcGIS Engine、ArcGIS API for JavaScript、ArcGIS Server 和 Geodatabase 数据库进行设计开发。如表 1 为海域定级信息管理系统开发环境。

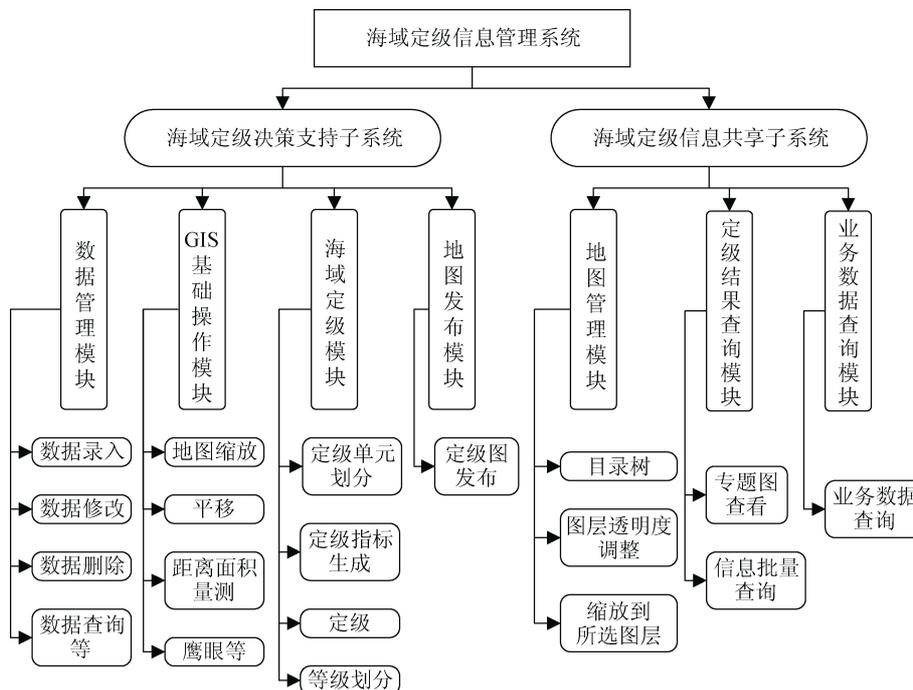


图 3 功能模块设计与功能实现

Fig. 3 Functional module design and function implementation

表 1 海域定级信息管理系统开发环境

Tab. 1 Sea area rating information management system development environment

开发环境名称	开发环境配置
服务器操作系统	Windows Server 2008 R2-X64
开发平台	Visual Studio 2012、ArcGIS Engine、ArcGIS API for JavaScript、ArcGIS Server
数据库	Geodatabase
开发语言	C#、HTML、JavaScript

系统开发根据地理信息系统开发流程进行，首先进行系统的需求分析和数据分析，然后进行数据库设计，选择适合系统开发的开发模式，设计系统架构，分析系统实现的关键技术，最后进行功能设计，实现海域定级决策支持子系统和海域定级信息共享子系统的开发。如图 4 所示为系统开发流程图。

3.2 主要功能实现

系统在表 1 的开发环境中进行设计开发。图 5 和图 6 分别展示了 C/S 端海域定级决策支持子系统主界面和 B/S 端海域定级信息共享子系统主界面。图 5 运行主界面展示了海域定级决策支持子系统基本功能，数据管理模块实现 GIS 基本地图操作和数

据管理功能；定级模块通过设置定级单元，对定级因素因子进行量化，然后通过各因素因子权重的设置加权计算海域级别，最后根据计算结果对海域进行分等定级；地图服务管理即为定级信息共享服务的发布，其结果如图 6 所示。

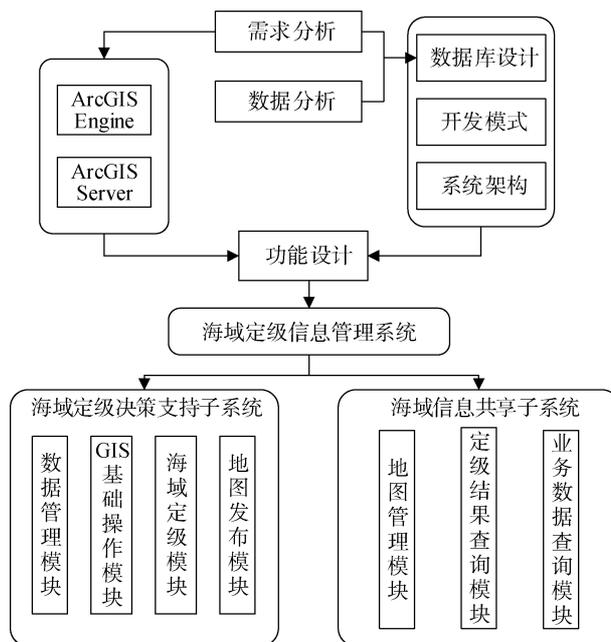


图 4 系统开发流程图

Fig. 4 System development flow chart

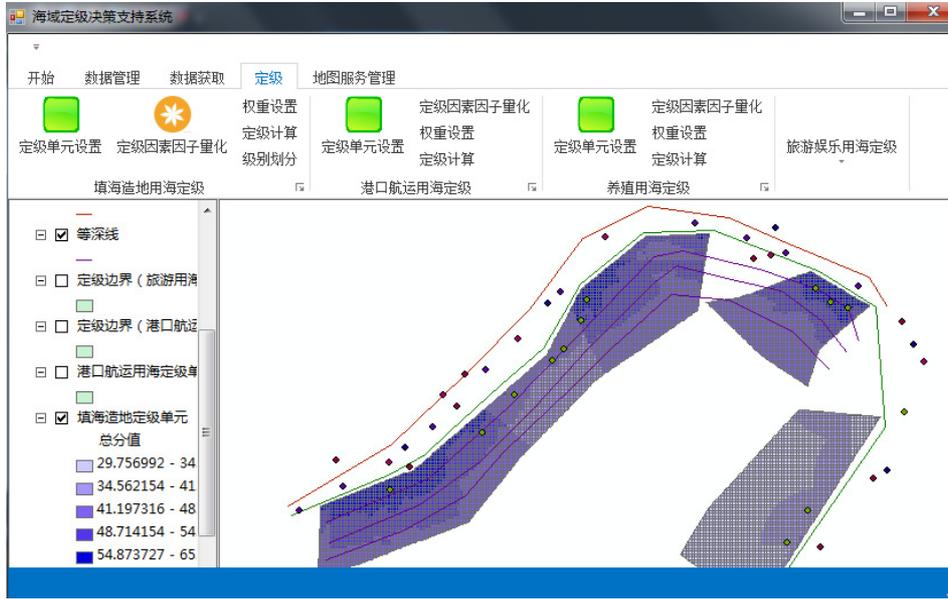


图 5 海域定级决策支持子系统主界面

Fig. 5 Sea level determination decision support system main interface

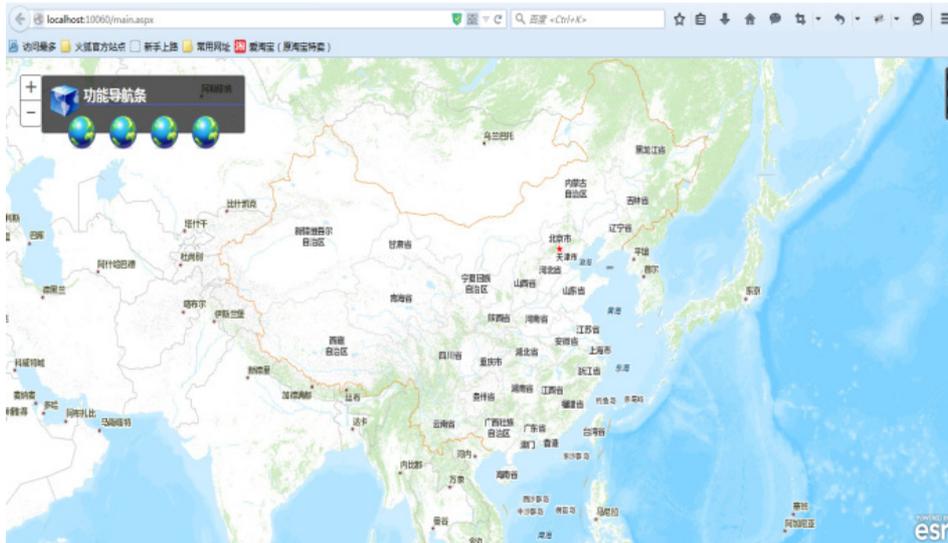


图 6 海域定级信息共享子系统界面

Fig. 6 Sea level classification information sharing subsystem interface

海域定级信息管理系统除实现基本的地理信息基础功能、鹰眼查看等，最核心内容为定级信息的查询与共享。定级结果信息查询是定级信息共享的关键之一，主要有两种形式，一种是根据各定级因素因子和指标动态渲染成专题图，利用 ArcGIS API 开发技术采用相应的类针对地图服务的属性数据渲染，制作相应指数值专题图，定级结果的级数及颜色渲染都可依用户自身需求决定，图 7 展示了填海造地用海定级专题图，左侧为专题图图例，不同颜色代表不同的用海等级，此外，通过点击当前图

层的单个定级单元可查询其具体的等级数值，其查询结果也如图 7 所示；另一种是根据点、线、面、多边形三种选择框确定空间位置批量查询专题信息，利用 ArcGIS API for Javascript 提供的 Query-Task、ItemFileReadStore 类实现了所选范围内定级信息的属性查询，并在 DataGrid 中予以展示，此外，利用 toScreen 方法实现了表格中属性信息与空间定级单元的定位，进而批量查询单个用海类型的某一定级单元的定级分值和级别，查询结果如图 8 所示。

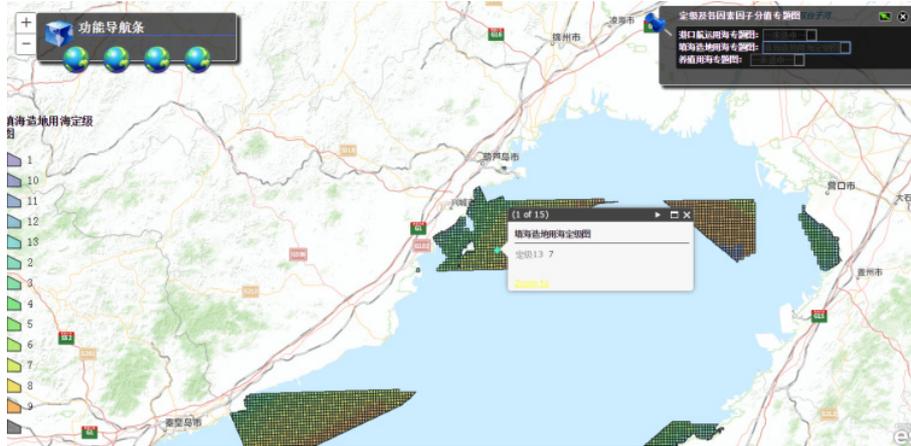


图 7 定级单元分值查询
Fig. 7 Rating unit score query



图 8 定级单元批量查询结果
Fig. 8 Rating unit batch query results

4 结语

根据海域评估及海域定级的实际需求，研究设计系统的体系结构，针对海洋数据特点进行建库，通过前期的需求分析确定系统设计的目的，经总体设计，运用 ArcGIS Engine 强大的空间分析计算功能和 ArcGIS Server 的地图服务的共享性设计开发包含海域定级决策支持子系统和海域定级信息共享子系统的海域定级信息管理系统，前者为后者提供定级决策基础，后者实现定级结果共享。结果表明，本研究为提高海域定级的信息化和可视化水平，为实现海域定级的科学决策和海洋资源的优化配置提供了重要的决策支持。

参考文献:

[1] 王静, 徐敏. 连云港市连岛度假区填海工程宗海估价[J].

海洋开发与管理, 2006, 23(3): 47-49.

Wang Jing, Xu min. The valuation of sea reclamation project in Lianyungang island resort area[J]. Marine Development and Management, 2006, 23(3): 47-49.

[2] 杨玉鑫. 基于 Web GIS 的校园房产管理信息系统设计与实现[D]. 泰安: 山东农业大学, 2015.

Yang Yuxin. Design and implementation of campus real estate management information system based on Web GIS[D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2015.

[3] Zhang H, Zheng L F, Chu F, et al. Application status and development trend of marine geographic information system[J]. Marine Geology Frontiers, 2013, 29(7): 11-17.

[4] Yang F, Du Y Y, Cui M, et al. Study of multi-source marine environmental data sharing system[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2011, 1(01): 35-37.

[5] 路文海, 陈戈, 金继业. 基于 GIS 的海域定级系统研究[J]. 海洋通报, 2007, 26(3): 72-80.

Lu Wenhai, Chen Ge, Jin Jiye. Research on sea level

- system based on GIS[J]. *Ocean Bulletin*, 2007, 26(3): 72-80.
- [6] 程敏, 张秀英, 陈书林, 等. 基于 ArcEngine 的海域定级系统的设计与实现[J]. *海洋科学*, 2015, 39(6): 88-93.
Cheng min, Zhang Xiuying, Chen Shulin, et al. Design and implementation of sea level system based on ArcEngine[J]. *Marine Sciences*, 2015, 39(6): 88-93.
- [7] 徐智颖, 钟太洋, 黄毅. 江苏示范区填海造地用海定级研究[J]. *海洋开发与管理*, 2015, 32(5): 37-42.
Xu Zhiying, Zhong Taiyang, Huang Yi. Research on Haiding in the reclamation of Jiangsu demonstration area[J]. *Ocean Development and Management*, 2015, 32(5): 37-42.
- [8] 栾维新, 李佩瑾. 海域使用分类定级与定价的实证研究[J]. *资源科学*, 2008, 30(1): 9-17.
Luan Weixin, Li Peijin. Empirical research on classification classification and pricing in sea use[J]. *Resource Science*, 2008, 30(1): 9-17.
- [9] 沈子文. 基于云计算的 Web 应用自动化部署系统的设计与实现[D]. 上海: 复旦大学, 2013.
Shen Ziwen. Design and implementation of automated deployment system for Web applications based on cloud computing[D]. Shanghai: Fudan University, 2013.
- [10] 傅俊锋. 基于 ArcGIS Server 的水资源信息查询系统研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2007.
Fu Junfeng. Research on water resource information query based on ArcGIS Server[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2007.
- [11] 杨平, 骆俊. 基于 ArcGIS Engine 的地理信息数据库管理系统设计与实现[J]. *国土资源信息化*, 2006(5): 20-23.
Yang Ping, Luo Jun. Design and implementation of geographic information database management system based on ArcGIS Engine[J]. *Information on Land Resources*, 2006(5): 20-23.
- [12] Li C, Luo C W. Design and implementation of a forest resources management system based on ArcGIS Engine[J]. *Forest Engineering*, 2013, 29(1): 15-20.
- [13] 贾泽露. 智能化土地定级估价信息系统设计与实现[J]. *测绘科学*, 2007, 32(4): 152-154.
Jia Zelu. Design and implementation of intelligent land grading evaluation information system[J]. *Surveying Science*, 2007, 32(4): 152-154.

Design and development of sea area grading information management system based on ArcGIS Engine and ArcGIS Server

BIAN Pan-pan¹, BAI Jue-ying², FU Dan-dan¹, WANG Ying-gang³, ZHOU Li^{1, 3}

(1. School of Environment Science and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China; 2. School of Remote Sensing Information Engineering, Wuhan University, Wuhan 430079, China; 3. School of Surveying and Mapping and Marine Information, Huaihai Institute of Technology, Lianyungang 222005, China)

Received: Aug. 15, 2017

Key words: ArcGIS Engine; ArcGIS Server; sea area grading; information management system

Abstract: This paper designs a support subsystem of sea area grading. It is based on the Visual Studio 2012 platform, using the spatial analysis function of ArcGIS Engine, which is developed by C# language combined with the third party plug-in design and development. It realizes the integrated management of the sea area grading basic data, process data and result data. This paper constructs a prototype of sea area grading information management system with certain practical value. In addition, the result data which from the support subsystem of sea area grading were published into service through Web GIS. It realizes the information sharing of the sea area grading. The research provides intelligent platform for the sea area grading. It improves the grading and evaluation efficiency of the sea and contributes to the sustainable development of the sea.

(本文编辑: 刘珊珊)