

基于 ArcEngine 的海域定级系统的设计与实现

程 敏¹, 张秀英¹, 陈书林¹, 卢学鹤¹, 钟大洋²

(1. 江苏省地理信息技术重点实验室 南京大学国际地球系统科学研究所, 江苏 南京 210093; 2. 南京大学国土资源与旅游学系, 江苏 南京 210093)

摘要: 海域定级是采用定性和定量的方法将同一类型用海划分为不同级别, 是海域管理最基础性的工作, 对于科学合理地开发和利用海岸带资源至关重要。本研究以 Visual Studio 2010 为开发平台, 采用 C 语言, 结合嵌入式 ArcEngine 组件库, 集成设计实现海洋领域具有较高专业性和实用性的海域定级系统。该系统采用海洋公益领域专家制定的指标体系, 通过数据的管理、集成和分析, 实现了海域定级相关方面的功能。该系统将海域定级原理与地理信息系统(Geographic Information System, GIS)技术相结合, 为海域基层部门提高工作效率、实现海岸带资源科学有效管理提供了依据。

关键词: 海域定级系统; ArcEngine; 地理信息系统(Geographic Information System, GIS)组件

中图分类号: P208 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2015)06-0088-06

doi: 10.11759/hyxx20140703002

我国大陆海岸线长达 18 000 km, 管辖海域面积约 3×10^6 km², 占国土总面积的 24% 左右, 是国家重要的基础资源。然而我国海域资源分布不均, 地理区位、区域经济、自然环境及资源状况的差异致使海域资源难以科学合理有效地被利用, 进而导致了海域环境的污染、生态系统的破坏以及海域资源的严重浪费^[1-3]。海域定级是在海洋功能区划与全国海域分等的基础上, 结合海域的区位、自然环境条件、资源环境等, 采用多因素综合评定及定性、定量相结合的方法, 对各类型用海进行级别划分^[4-5], 通过海域定级能确定海域的最佳主导功能, 为实现海洋产业结构和布局的优化提供科学论证, 对科学管理和合理利用海域资源, 提高海域资源使用率具有重要意义^[6-8]。早在 20 世纪 70 年代, 美国开发利用海岸带时, 不同地理位置的海岸带收费标准不同, 此外英国、法国、新西兰以及日本等国家海域的有偿使用费用同样存在着区域差异性, 且不同功能、不同类型的海域其有偿使用的管理也存在着差异^[9-10]。我国海域资源的利用和管理经历了从无偿到有偿的转变过程, 海域定级工作开展时间不长, 但发展迅速, 从 1993 年, 财政部、国家海洋局联合发布《国家海域使用管理暂行规定》, 明确海域有偿使用制度, 逐渐开始海域分等定级研究及工作, 已发展至目前的海域分类定级^[4-6, 11]。

近年来, 随着计算机技术和信息化的飞速发展, 地理信息系统(Geographic Information System, GIS)

已发展为一种成熟的技术, 并以其强大的空间分析及地图可视化功能, 广泛应用于城市规划、土地管理、林业资源管理及海洋研究等诸多领域^[12-14]。美国夏威夷大学的太平洋制图中心为开发、管理和发展美国太平洋岛屿的专属经济区, 设计开发了集成海洋信息系统^[15]; 荷兰利用动态监测系统采集海岸带的资源与环境的变化信息, 建立了完善的海洋地理信息系统^[16]; 西班牙圣地亚哥大学的系统实验室借助卫星利用交通船提供的信息服务, 建立了有效的渔业信息系统^[17-18]。我国自 20 世纪 90 年代开始, 大力倡导 GIS 在海洋研究中的应用^[19], 众多研究者纷纷将海洋研究中的模型、原理及方法与 GIS 技术相结合, 研究或者开发相应的系统, 章任群^[20]利用 GIS 技术进行海域管理信息系统的建设; 姜杰等^[21]在可视化开发环境 Visual C++ 下, 开发了江苏省海域管理信息系统; 张瑞林等^[22]针对信息化技术在福建省海域管理过程中出现的问题, 设计了海域使用管理信息系统的基本框架; 路文海等^[23]基于 GIS 技术和数据库技术设计开发了海域定级系统; 徐效波等^[13]开发设计了基于 ArcEngine 组件的大连市海域

收稿日期: 2014-07-03; 修回日期: 2014-09-09

基金项目: 海洋公益性行业科研专项经费项目(201105004)

作者简介: 程敏(1989-), 男, 山东莱芜人, 硕士, 主要从事海域定级、GIS 开发, 电话: 18260408875, E-mail: chengmin007008@163.com; 张秀英, 通信作者, 副教授, 主要从事高分辨率图像信息提取、高光谱遥感、大气环境遥感等, 电话: 025-83595969, E-mail: lzhy77@163.com

管理信息系统; 卜志国等^[24]研究了适用于海洋环境特点的时空分析模式和相关评价模型, 选用 GIS 技术作为系统基础构建了海洋监测数据分析评价应用系统, 实现了监测数据的自动分析与评价等功能。

目前, 海域使用分类定级尚属新的研究领域^[4-5, 11], 在将 GIS 与海域定级相结合的领域, 诸多研究者多是利用 GIS 技术设计实现海域信息管理系统, 路文海^[23]设计的海域定级系统偏重于指标体系的确定及因子权重的计算等。本研究以 Visual Studio 2010 为开发平台, 结合嵌入式 ArcEngine 组件库, 采用海洋公益领域专家制定的指标体系, 实现了遥感影像数据、观测离散数据等多源海域定级数据的加载、管理、集成、分析以及海域定级计算及其结果显示, 设计实现了海域定级领域具有较高专业性和实用性的海域定级系统。

1 系统设计开发模式

目前应用型地理信息系统的开发主要有 3 种方式: 独立开发, 单纯的二次开发和集成二次开发。集成二次开发正成为应用 GIS 开发的主流方向^[25], 是指以面向对象的可视化开发工具为平台(Visual Basic、Delphi、Eclipse、Visual Studio), 结合专用的 GIS 工具软件或相应的组件进行应用型地理信息系统的集成二次开发。目前集成二次开发方式主要有 DDE/OLE 方式和组件式两种, 而组件式地理信息系统凭借其面向对象、可扩展性等优势已成为集成二次开发的主要方式^[26]。

ArcGIS Engine 是一个完整的基于 COM 技术的嵌入式 GIS 组件库和工具包, 它支持多语言(COM、JAVA、NET 及 C++等)和多系统(Windows 和 Unix), 开发者通过 ArcEngine 可以定制完整的 GIS 软件, 同时还可以将 GIS 功能嵌入到已有的应用软件中。基于 ArcEngine 开发 GIS 应用系统具有高效性等优势,

已成为 GIS 桌面系统开发的主要技术^[27-28]。

本研究利用独立的嵌入式 ArcEngine 组件, 通过目前流行的 Windows 平台应用程序开发环境 Visual Studio 2010 进行海域定级系统的集成二次开发, 既可以充分利用 ArcEngine 简洁、灵活、易用、可移植性强等优势实现海域定级系统中地理数据管理、集成和分析及海域定级计算等 GIS 功能, 也可以利用 Visual Studio 2010 开发平台的高效、方便等编程优点。

2 系统功能设计与实现

2.1 功能设计

海域定级主要是遥感影像数据、观测离散数据等多源数据的管理、集成、分析、定级计算及其结果显示。根据海域定级过程的需求, 按照系统的实用性、简洁性以及安全性等原则, 海域定级系统设计为 4 个模块: GIS 视图模块、数据管理模块、数据集成处理模块、海域定级模块(图 1)。

2.2 系统关键功能实现

2.2.1 GIS 视图模块

利用 ArcEngine 中的 TOCControl、MapControl 等控件, 实现定级系统的页面布局、鹰眼视图、坐标比例尺的实时显示, 图层管理下的图层的添加、关闭及移除等, 制图模式下的查看、编辑及打印等, 以及主窗口下的视图的放大、缩小、平移及全图显示等功能, 其主要控件及其功能见表 1, 系统运行主页面如图 2。

2.2.2 数据管理模块

数据管理模块主要实现对地图文件的管理, 包括矢量数据、栅格数据和 Mxd 数据的加载、保存、关闭, 指北针、比例尺等各种制图符号添加后的打印输出, Jpg、Tiff、Bmp 等各种图像格式的另存, 及地图属性数据的查看和管理。

表 1 GIS 视图模块所用控件及其引用和功能

Tab.1 The reference and function of controls used in modules of GIS view

控件名称	引用	功能
TOCControl	ESRI.ArcGIS.Controls	图层信息显示
MapControl	ESRI.ArcGIS.Controls	地图数据显示
PageLayoutControl	ESRI.ArcGIS.Controls	管理着布局视图, 提供输出、打印功能
ToolbarControl	ESRI.ArcGIS.Controls	命令和工具的宿主控件
LicenseControl	ESRI.ArcGIS.Controls	许可管理, 能确保其他控件正常使用
MenuStrip	System.Windows.Forms	自定义添加常用菜单
StatusStrip	System.Windows.Forms	窗体状态栏, 显示坐标、比例尺等
PropertyGrid	System.Windows.Forms	显示对象或类型的属性

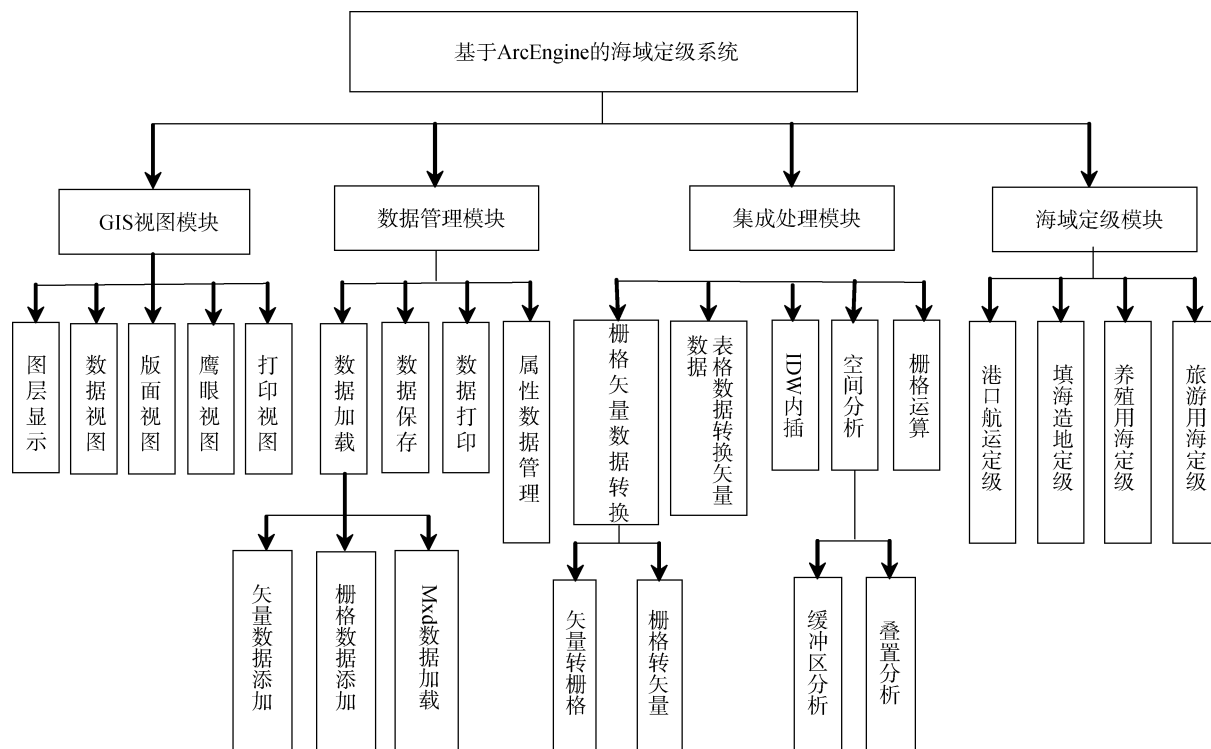


图 1 海域定级系统功能结构图

Fig.1 The functional modular of the marine grading system

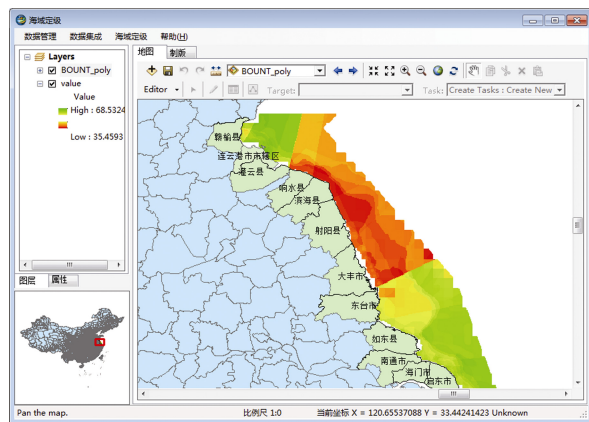


图 2 系统主界面

Fig.2 The main interface of the system

2.2.3 数据集成处理模块

海洋数据具有多源性特征，不同的采集方法和管理系统使得海洋数据在数据标准和数据格式上具有很大差异^[29-30]。这种多源性决定了在进行最终海域定级计算前必须对数据进行预处理分析，实现多源数据的集成统一。

目前，实现数据集成的模式大致有数据格式转换模式、直接数据访问模式及数据互操作模式^[31-32]。海域定级数据主要包括遥感影像数据，观测调查离

散数据，文献资料中的基础地图数据以及以公路、城镇、港口等为原始数据的空间分析再生成数据等。根据各种数据的特点，定级系统设计实现了栅格矢量数据之间的转换、表格数据转化为矢量数据、IDW 点位内插、缓冲区分析以及栅格计算器等数据集成处理模块，将多源数据转换为栅格数据进行最终的海域定级计算。

2.2.4 海域定级模块

多因素综合评价是当前国内海域定级研究中的主导方法^[33]。本系统采用“综合指数评价法”对海域进行评价，综合指数评价法是将影响海域资源质量的各个因子的分值与其权重值相乘，得到各个评价因素的指标指数，再计算各个评价单元内各参评因素的指标指数之和，最后根据指数和的大小来确定海域资源的等级^[2, 28, 34]。如公式(1)根据指标体系中已确定的各指标因子的 A_{ij} 值与权重 W_j ，计算评估单元的综合质量指数：

$$F_i = \sum_{j=1}^n W_j \cdot A_{ij} \quad (1)$$

式中， F_i 为第 i 个评估单元的综合质量指数， W_j 为第 j 个参评子系统因素的权重， A_{ij} 为第 i 个评估单元、第 j 个参评子系统因素的得分值， n 为参评子系

统的个数。

海域定级系统采用海洋公益领域专家制定的填海造地定级、港口航运用海定级、养殖用海定级以及旅游用海定级指标体系，利用初始化后 IMapAlgebraOp 接口对象将各个评价因子的栅格图像转换为字符串标识符，利用 Execute()函数参照公式(1)实现海域定级计算，生成 IGeoDataset 对象。然后利用 IRaster 接口对象将生成的 IGeoDataset 对象转换为栅格数据，同时利用 IRasterLayer 接口的 CreateFromFilePath 方法将已知栅格数据创建为 IRasterLayer 对象，最终将该对象添加到 Map 中，实现定级结果在主窗口中的显示，数据流如图 3，养殖用海定级系统界面如图 4。

3 结语

本研究以 Visual Studio 2010 为开发平台，结合嵌入式 ArcEngine 组件库进行集成二次开发，针对当

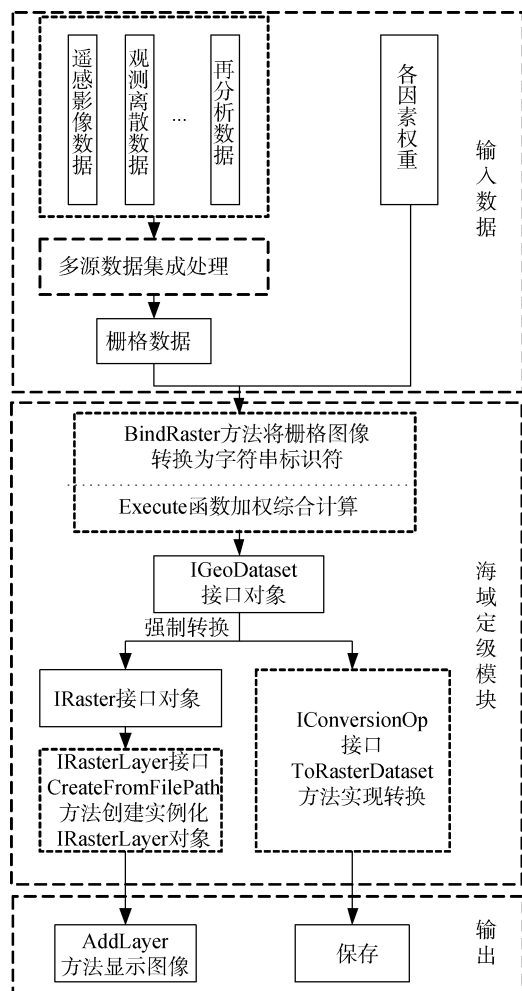


图 3 海域定级数据流图

Fig.3 The data flow graph of Marine grading



图 4 养殖用海定级系统界面

Fig.4 The system interface of marine grading used for cultivation

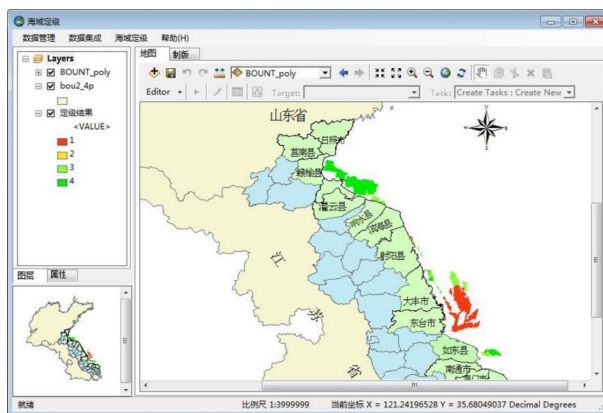


图 5 养殖用海海域定级结果

Fig.5 Results of grading of seawater for Mariculture use

前海域定级中的综合指数评价方法和数据管理、集成分析等相关问题，设计实现了海域定级系统。系统主要实现了数据管理、数据集成处理分析、海域定级综合计算以及 GIS 视图编辑等功能，提高了海域定级效率，降低了成本，为海域资源的科学合理利用提供了科学依据。

目前，国家尚没有成熟统一的海域定级指标体系来实现海域定级，此外，不同的地理区位、区域经济、自然环境等条件致使定级数据来源多样，指标体系复杂多变，海域定级工作复杂，因此仍需要根据具体情况对系统进行不断的改进和完善。

参考文献:

[1] 翟伟康. 我国海域使用现状特点及存在问题的分析[J]. 海洋开发与管理, 2012, 29(3): 26-30.
 [2] Jin J, Yun C X, Zhang L J. Economic Valuation of Coastal Zone Resources Based on Their Classification and Gradation[J]. Marine Science Bulletin, 2009, 28(3): 86-91.

- [3] 张润秋. 海洋管理学理论初探及其应用[D].青岛: 中国海洋大学, 2003.
- [4] 苗丽娟, 李淑媛, 王玉广. 海域使用分类定级方法初探[J]. 国土资源科技管理, 2005, 22(4): 75-77.
- [5] 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.
- [6] 赵建华, 赵全民, 苗丰民, 等. 海域使用分类定级因素及其指标研究[C] // 中国海洋学会. 中国海洋学会 2005 年学术年会论文汇编.北京: 中国学术期刊(光盘版)电子杂志社, 2005: 428-433.
- [7] 路文海, 徐伟, 王占坤. 海域定级方法初步研究[J]. 海洋信息, 2007, (3): 5-9.
- [8] 陈明剑, 何国祥. 我国海域分等定级指标体系研究[J]. 海洋学报, 2002, 24(3): 18-27.
- [9] 路文海. 基于 GIS 的海域定级与估价系统研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2007.
- [10] 王龙泉. 国外海洋资源开发管理模式[J]. 海洋开发与管理, 1996, 2: 49-51.
- [11] 曹可, 李娜. 海域分等定级理论与方法研究[J]. 海洋开发与管理, 2003, 20(6): 20-23.
- [12] 许捍卫, 茆德柱, 何江. 基于 ArcEngine 的 GIS 三维功能开发技术研究[J]. 测绘工程, 2006, 15(6): 50-53.
- [13] 徐效波, 李国忠, 黄金华, 等. 基于 ArcEngine 的海域管理信息系统开发[J]. 城市勘测, 2008, (6): 56-58.
- [14] 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.
- [15] Li R, Saxena N K. Marine Geographic Information Systems: Approaches, Applications and Trends[C] // Oceans-Conference. Oceans-Conference-Institute of Electrical & Electronics Engineers(1), New York: IEEE, 1993: 3-49.
- [16] 周冠华. 基于 ComGIS 的南海地理信息系统的设计与开发[D].青岛: 中国海洋大学, 2003.
- [17] Trinanes J, Cotos J, Tobar A, et al. A geographic information system for operational use in pelagic fisheries-FIS[C] // OCEANS'94. 'Oceans Engineering for Today's Technology and Tomorrow's Preservation Proceedings(3). New York: IEEE, 1994: 532- 535.
- [18] 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.
- [19] 陈述彭, 钟耳顺. 中国地理信息系统发展透视[J]. 地球信息, 1998, 3(4): 42-45.
- [20] 章任群. 基于 GIS 的海域管理信息系统建设[J]. 海洋信息技术, 2003, (1): 5-7.
- [21] 姜杰, 张鹰, 张东. 基于 MapX 组件的江苏省海域管理信息系统开发[J]. 海洋环境科学, 2004, 23(2): 55-57.
- [22] 张瑞林, 肖桂荣, 王国乾, 等. 基于 ArcGIS Server 的海域使用管理信息系统开发[J]. 地球信息科学, 2007, 9(4): 80-84.
- [23] 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.
- [24] 卜志高, 高晓慧, 李忠强. 基于 GIS 的海洋生态环境监测数据分析评价系统研究[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2012, 42(1): 36-40.
- [25] 马思根, 何明勤. 应用型 GIS 的开发模式及其发展趋势[J]. 计算机与现代化, 2009, (5): 65-68.
- [26] 文远保, 杜亚辉. 基于 GIS 的集成二次开发[J]. 北京轻工业学院学报, 2000, 18(2): 39-45.
- [27] 吴玮, 李小帅, 张斌. 基于 ArcGIS Engine 的 GIS 开发技术探讨[J]. 科学技术与工程, 2006, 6(2): 176-178.
- [28] 张斌. 基于 ArcGIS Engine 的 GIS 开发技术[J]. 武汉大学研究生学报(自然科学版), 2004, 21(3): 173-176.
- [29] 薛惠芬, 周燕遐. 数据仓库技术在海洋环境信息管理中的应用研究[J]. 海洋通报, 2005, 24(3): 66-72.
- [30] 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.
- [31] 钟耳顺, 王康弘, 宋关福, 等. GIS 多源数据集成模式评述[C] // 中国地理信息系统协会. 中国海外地理信息系统协会 1999 年年会论文集(上). 北京: 科学出版社, 1999: 286-290.
- [32] 占美志, 何政伟, 李程. 基于 GML 的空间数据集成技术研究[J]. 地理信息世界, 2014, 21(2): 29-32.
- [33] 钟太洋, 黄贤金, 张秀英. 海域使用定级研究综述[J]. 海洋开发与管理, 2014, 31(5): 1-7.
- [34] 栾维新, 李佩瑾. 我国海域评估的理论体系及海域分等的实证研究[J]. 地理科学进展, 2007, 26(2): 25-34.

Design and implementation of marine grading system based on ArcEngine

CHENG Min¹, ZHANG Xiu-ying¹, CHEN Shu-lin¹, LU Xue-he¹, ZHONG Tai-yang²

(1. Jiangsu Provincial Key Laboratory of Geographic Information Science and Technology International Institute for Earth System Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China; 2. Department of Land Resource and Tourism Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Received: Jul., 3, 2014

Key words: Marine grading system; ArcEngine; GIS Components

Abstract: Marine grading is to grade the marine source based on qualitative and quantitative analysis, which is the most basic work of marine management, and is also essential for scientific and rational development and utilization of coastal zone resources. In this study, we constructed the marine grading system with higher specialization and practicability by using Visual Studio 2010 as the development platform, and C programming language as the development language, as well as the embedded ArcEngine component. This system accomplished the data management, integration, analysis and grading calculation. Since the principles of marine area grading and the GIS technology were integrated in this system, this system can be used to enhance the efficiency of marine grading.

(本文编辑: 李晓燕)