

# 基于GIS的海岛规划管理系统设计与实现 ——以唐山市打网岗岛开发适宜性评价为例\*

吴蔚<sup>1</sup>, 苏天赞<sup>2\*\*</sup>, 张君珏<sup>2</sup>, 周林<sup>2</sup>, 丁明<sup>2</sup>, 贾贞<sup>2</sup>

(1. 中国海洋大学, 山东 青岛 266100; 2. 国家海洋局第一海洋研究所, 山东 青岛 266061)

**摘要:** 海岛规划管理信息系统的建立对于规范海岛资源的保护和利用, 引导海岛资源的合理配置具有重要意义。本文从系统总体设计、功能设计和开发实现等几个方面设计完成了基于 Visual C++ 开发环境、ArcGIS Engine 平台和 PostgreSQL 数据库的海岛规划管理信息系统, 并且对唐山市打网岗岛的旅游开发适宜性评价进行了实例应用。该系统在实现多目标决策分析模块的基础上, 集功能定位、开发适宜性评价、健康评价、承载力评估等多种评价模型为一体, 为海岛规划管理提供了重要技术支撑。

**关键词:** 地理信息系统; ArcEngine; 海岛规划管理; 评价

**中图法分类号:** TP31; X32

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1672-5174(2015)04-122-08

**DOI:** 10.16441/j.cnki.hdxh.20130226

中国海岛数量众多, 类型多样。合理的海岛规划是加强海岛保护, 引导海岛资源合理配置, 最大限度地推动海岛经济的可持续发展的有效手段。

为了海岛规划管理工作的科学、高效开展, 众多海洋国家都在海岸带管理、海岛管理的理论及应用上进行了大量的研究工作。例如周珂等人从海岛立法完善的角度对中国海岛的保护与管理做了论述<sup>[1]</sup>, Robert J Nicholls 等人对海岸带易损性评估做了研究, 为海岸带管理政策的实施提供了支持<sup>[2]</sup>, Sonnenschein L 论述了当前海洋及海岸带生态系统面临的主要威胁, 并指出了对于海洋及海岸带生物多样性保护规划的迫切需要<sup>[3]</sup>。就海岛评价方法理论而言, 通常多采用传统的表格计算方式, 计算过程繁琐, 计算结果无法直观显示。随着高新技术的迅猛发展, 基于空间信息技术的海岛规划管理信息系统建设和应用已经成为一种趋势。例如美国国家海洋大气局(NOAA)的海岸研究中心建立的“海洋规划与管理地理信息系统”<sup>[4]</sup>, 具有对海岸带、海岛等数据资源获取、显示、分析等功能; 中国南京河海大学建立的基于 MAPINFO 平台的“江苏海岛资源环境信息系统”<sup>[5]</sup>, 可以实现对海岛资源数据的输入、查询、更新、编辑及输出的功能; 国家海洋局第一海洋研究所建立的“基于 ArcGIS Server 的海岛管理信息系统”<sup>[6]</sup>, 提供了地图快速浏览、查询统计、基础操作等功能; 国家海洋环境监测中心研制的“海洋生

态系统健康评价软件”<sup>[7]</sup>, 可以对包括海岛在内的海洋生态系统健康状况进行评价并制作健康评价专题图。这些系统的建立在区域可持续发展的决策制定中发挥着重要作用<sup>[8]</sup>, 为各级海洋部门的依法行政提供了基础信息服务和技术支撑。

当前, 随着各地对海岛开发活动的不断深入, 海岛规划管理信息数据不断积聚更新<sup>[9]</sup>。但由于这些数据资料种类繁多、数据量大、格式复杂, 在传统的文件管理方式下无法得到有效利用。另外, 在海岛评价、规划和管理方面, 大多集中在理论研究方面, 缺乏专业的应用工具, 海岛规划信息管理、专业分析评价以及可视化表达工作尚未全面开展, 即使已建成的海岛信息系统也多数停留在系统框架、总体设计和数据库建设方面, 系统功能也大多仅限于资源查询、简单统计和分析功能上。在面向海岛规划管理工作的综合评价和辅助决策应用方面支撑能力不足。

本文基于海岛规划管理的需求, 利用地理信息系统技术和数据库技术, 对海岛规划管理系统进行设计, 并且采用 Visual C++、ArcGIS Engine 平台和 PostgreSQL 数据库进行开发, 实现对海岛数据科学化、规范化管理的同时, 提供交互性友好的海岛规划评价分析功能, 将对充分了解海岛基本信息, 制定科学合理的决策具有重要意义<sup>[10]</sup>。

\* 基金项目: 海洋公益性行业科研专项“‘山东半岛蓝色经济区’建设的海洋空间布局优化技术体系及决策服务系统应用示范”项目(201205001); 海洋公益性行业科研专项“基于生态系统的海岛保护与利用规划编制技术研究及应用示范”项目(200905004)资助

收稿日期: 2013-05-21; 修订日期: 2013-10-25

作者简介: 吴蔚(1990-), 男, 硕士生。E-mail: oucws2011@163.com

\*\* 通讯作者: E-mail: sutianyan@fio.org.cn

## 1 系统总体设计

从数据安全和保密的角度出发,根据业务功能的需要,系统主要采用基于 C/S(Client/Server)的系统架构设计(见图 1)。其中底层服务器端为 postgresQL 数据库服务器,为系统提供基础数据支持;中间层连接服务器与客户端,实现海岛规划管理系统的业务逻辑处理,负责连接底层数据库,同时为客户端提供基础信息服务;客户端部署应用系统,满足用户的业务需求。

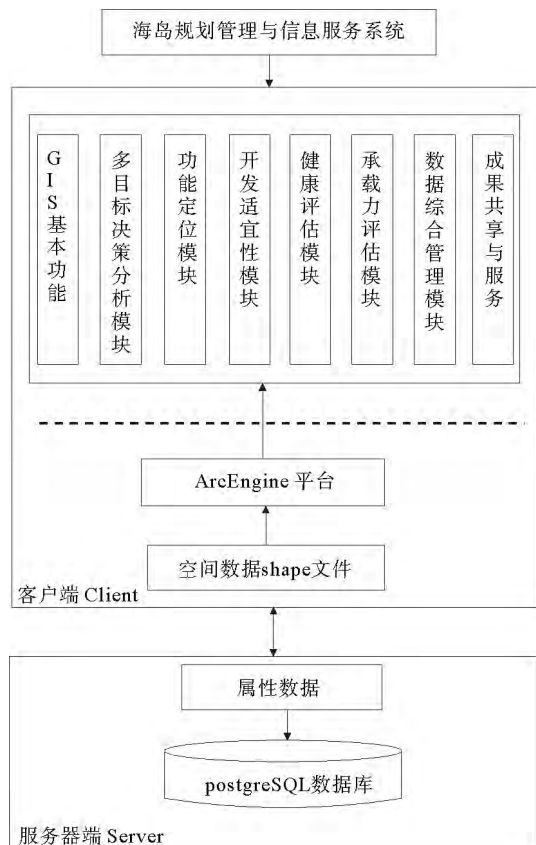


图 1 海岛规划管理系统框架设计

Fig. 1 Frame design of island planning system

## 2 系统功能设计

根据实际业务需要<sup>[11]</sup>,海岛规划管理系统的框架主要包括以下功能模块:

- (1)GIS 基本功能模块主要实现了 GIS 系统对图形文件的基本操作,包括地图基本浏览(放大、缩小、平移、全屏等),“鹰眼”,地图文档和图层操作等功能。
- (2)多目标决策分析模块以多目标决策理论为基础,计算所得权重用于各评价模块中综合指标的确定。本系统集成计算了海岛评价指标权重的两种数学模型,包括层次分析法和熵值法。
- (3)海岛功能定位模块集成海岛功能评价模型,输入相关指标参数和约束条件,定位海岛最适宜性功能。
- (4)海岛开发适宜性评价模块集成海岛开发适宜性评价模型,定义相关指标及约束条件,计算具体海岛的开

发适宜程度数值,得出最终评价结果图。

(5)生态健康评估模块集成海岛生态系统健康评价模型,输入相关指标参数和约束条件,计算得出海岛生态系统的健康等级。

(6)承载力评价模块是在整合承载力评价模型的基础上,结合管理目标和海岛功能分类体系,输入相关的指标参数和约束条件,实施对海岛资源环境承载力的评估,确定海岛承载力所处状态。

(7)数据综合管理模块主要包括对数据库中海岛调查数据的查询显示、专题图制作及存档等功能。

(8)成果共享与服务模块实现海岛数据和规划成果的共享,为海岛保护、生态修复和海岛开发与利用规划提供信息服务和决策依据。

## 3 系统实现

在进行了系统总体框架设计、功能模块设计之后,系统对各模块进行了开发实现。

### 3.1 开发平台选择

ArcEngine 是 ESRI 公司开发的一组完备且可以打包的嵌入式 GIS 组件库,是专门为开发人员提供的二次开发组件<sup>[12]</sup>,开发人员可以根据客户需求构建具有特定功能的 GIS 应用软件。ArcEngine 包括 ArcObjects 的核心功能,是对 AO 中大部分接口、类等进行封装所构成的嵌入式组件,它不依赖 ArcGIS Desktop 桌面平台,其提供的功能能够满足各层次的开发需要,保持了系统的开放性和扩展性。

ArcEngine 具有面向对象的特点,支持类、对象、继承等特性。同时它的类下面还定义了不同的接口,接口中包含不同的属性和方法,方便开发人员快速灵活的开发和功能扩展。

本文基于 Visual C++ 开发环境,使用 ArcEngine 提供的 C++ 接口对海岛规划管理系统进行开发,充分利用 C++ 的高效代码执行速度,提高了系统的执行效率。

### 3.2 主界面

海岛规划管理系统采用 windows 界面,集主视图、图层窗口、鹰眼窗口、菜单栏、工具栏等于一体,界面美观,可操作性强,系统主界面如图 2 所示。主视图是软件地图与评价分析结果的可视化窗口,利用工具栏中的快捷菜单可以方便实现图层的放大、缩小、漫游等功能;图层窗口位于主视图左侧,显示主视图中图层列表,可以实现图层顺序调整,添加、删除、导出图层,图层可见性设置等功能;鹰眼窗口标示主视图中所显示视野范围在全图中的位置,调整窗口内红色矩形框的大小或位置,主视图的图层显示范围也随之变化;菜单栏包括海岛系统的主要功能模块,点击某一菜单项的下拉菜单,系统即打开对应的功能模块。

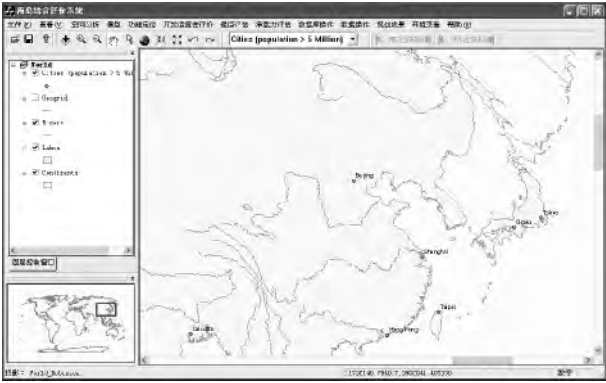


图 2 系统主界面

Fig. 2 System main interface

4 实例应用

为了对系统评价分析的功能进行实例应用, 本文结合河北省唐山市打网岗岛指标数据, 运用系统中多目标决策分析模块的层次分析法计算各指标权重, 实现对该岛分区开发适宜性评价分析。

4.1 建立评价指标体系

合理选取评价因子是进行海岛开发适宜性分析的前提。本文在文献[13]的基础上, 结合实际收集到的数据, 建立了表 1 所示的针对旅游型海岛构建的开发适宜性评价指标体系。

4.2 数据获取及预处理

本研究中, 打网岗岛开发适宜性指标数据的获取来源于两方面: 一是根据实测数据(如地形坡度), 进行

计算, 然后按照表 2 所示的分级标准进行赋值; 二是由专家对海岛不同空间区域进行指标打分赋值。通过 2 种方式结合, 形成打网岗岛开发适宜性评价各指标的指标数据。

表 1 海岛旅游开发适宜性评价指标体系

Table 1 Indicator system of island partition development suitability

| 目标 A                                                                   | 制约层 B               | 要素层 C           | 指标层 D             |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|-------------------|
| Objective A                                                            | Constrained layer B | Element layer C | Indicator layer D |
| D1 地形                                                                  |                     |                 |                   |
| 海岛旅游开发适宜性评价指标<br>Indicator of island partition development suitability | 自然环境 B1             | 自然环境 C1         | D2 海岸地貌           |
|                                                                        |                     |                 | D3 自然灾害           |
|                                                                        |                     |                 | D4 植被盖度           |
|                                                                        |                     |                 | D5 资源的美观度         |
|                                                                        |                     |                 | D6 资源的奇特性         |
|                                                                        | 旅游资源 B2             | 资源质量 C2         | D7 资源丰度           |
|                                                                        |                     |                 | D8 资源的知名度和吸引力     |
|                                                                        |                     |                 | D9 文化历史价值         |
|                                                                        |                     |                 | D10 娱乐体验价值        |
|                                                                        |                     |                 | D11 观赏价值          |
|                                                                        | 开发条件 B3             | 开发条件 C4         | D12 康体疗养价值        |
|                                                                        |                     |                 | D13 距旅游码头距离       |
|                                                                        |                     |                 | D14 食宿条件          |
|                                                                        |                     |                 | D15 旅游安全性         |
|                                                                        |                     |                 |                   |

表 2 指标分级标准

Table 2 Grading standard for Indicators

| 指标层 Indicator layer                            | 指标评价标准 Evaluation standards |         |         |         |         |
|------------------------------------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                                                | 5                           | 4       | 3       | 2       | 1       |
| 地形(坡度) Terrain(Gradient)                       | 0°~15°                      | 15°~25° | 25°~35° | 35°~55° | 55°~90° |
| 海岸地貌 Coastal landform                          | 很好                          | 较好      | 一般      | 较不好     | 不好      |
| 自然灾害 Natural disaster                          | 很轻                          | 较轻      | 一般      | 较重      | 严重      |
| 植被盖度 Vegetation cover/%                        | 100%~80%                    | 80%~60% | 60%~40% | 40%~20% | 20%~0%  |
| 资源的美观度 Resource aesthetics                     | 极高                          | 很高      | 较高      | 一般      | 低       |
| 资源的奇特性 Peculiar character                      | 极高                          | 很高      | 较高      | 一般      | 低       |
| 资源丰度 Resource richness                         | ≥40                         | 40~30   | 30~20   | 20~10   | ≤10     |
| 资源的知名度和吸引力<br>Resource popularity & attraction | 很知名                         | 较知名     | 知名      | 较不知名    | 不知名     |
| 文化历史价值 Cultural and historical value           | 极高                          | 很高      | 较高      | 一般      | 低       |
| 娱乐体验价值 Entertainment experience value          | 极高                          | 很高      | 较高      | 一般      | 低       |
| 观赏价值 Ornamental value                          | 极高                          | 很高      | 较高      | 一般      | 低       |
| 康体疗养价值 Health & recuperation value             | 极高                          | 很高      | 较高      | 一般      | 低       |
| 距码头距离 Distance to dook/m                       | ≤50                         | 50~100  | 100~200 | 200~250 | ≥250    |
| 食宿条件 Accommodations                            | 很好                          | 较好      | 一般      | 较不好     | 不好      |
| 旅游安全性 Travel safety                            | 安全                          | 较安全     | 一般      | 较不安全    | 不安全     |

由于这些指标数据与空间位置相关,为了便于评价模型的计算,对这些指标数据进行预处理。数据预处理包括投影转换、边界裁剪和网格化 3 个步骤:投影变换主要将最初获取的、具有不同地图投影的图形数据转化为所需投影;边界剪裁主要将位于不同图层的数据按照统一的边界进行预处理,便于进行空间计算;网格化主要将位于不同图层的数据按照统一的网格大小进行插值预处理,便于进行空间计算,系统网格化功能界面如图 5 所示。



图 3 网格化功能界面  
Fig. 3 Gridding interface

4.3 计算评价体系各指标权重

评价因子的权重反映各指标在评价体系中的相对重要程度,对于开发适宜性综合指标的确定尤为重要。根据应用需求和具体数据特点,本研究采用层次分析法计算各指标最终权重值,流程图设计见图 4。

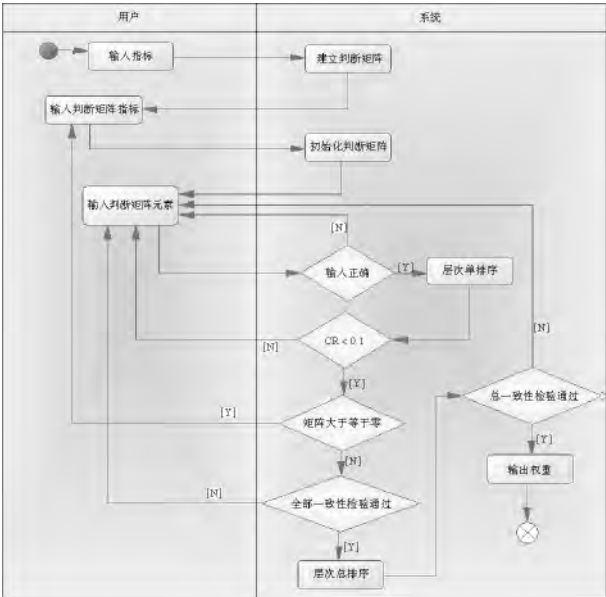


图 4 AHP 流程图设计  
Fig. 4 Flow chart design of AHP

(1)构建判断矩阵并赋值

首先根据建立好的指标层次关系构建如图 5 所示 8 个初始判断矩阵。

| 序号 | 层次 | 比例 | 矩阵大小 | 是否通过一致性检验 |
|----|----|----|------|-----------|
| 1  | 3  | A  | 3    | FALSE     |
| 2  | 2  | B1 | 1    | FALSE     |
| 3  | 2  | B2 | 2    | FALSE     |
| 4  | 2  | B3 | 1    | FALSE     |
| 5  | 3  | C1 | 4    | FALSE     |
| 6  | 3  | C2 | 4    | FALSE     |
| 7  | 3  | C3 | 4    | FALSE     |
| 8  | 3  | C4 | 3    | FALSE     |

图 5 初始判断矩阵  
Fig. 5 Initial judgement matrix

对于建立好的初始判断矩阵,通过指标间的两两比较,采用 1~8 标度建立指标重要程度量化取值表,如表 3 所示。

表 3 各指标重要程度量化取值表  
Table 3 Quantized value of various indicators

| 标度 Scale      | 含义 Implication                                                                      |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1             | 表示两个元素相比,具有同样重要性                                                                    |
| 3             | 表示两个元素相比,前者比后者稍重要                                                                   |
| 5             | 表示两个元素相比,前者比后者明显重要                                                                  |
| 7             | 表示两个元素相比,前者比后者强烈重要                                                                  |
| 9             | 表示两个元素相比,前者比后者极端重要                                                                  |
| 2,4,6,8       | 表示上述相邻判断的中间值                                                                        |
| 倒数 Reciprocal | 若元素 $i$ 与 $j$ 的重要性之比为 $a_{ij}$ ,那么元素 $j$ 与元素 $i$ 重要性之比为 $a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$ |

通过专家咨询法对各层次指标相对(竖排与横排元素比较)重要性做出判断,获取了指标打分结果<sup>[13]</sup>,形成的判断矩阵如表 4~9 所示。

表 4 海岛旅游开发适宜性指标 A  
Table 4 Indicator A for development suitability

| 指标 Indicator | B1   | B2   | B3   |
|--------------|------|------|------|
| B1           | 1    | 1.09 | 3    |
| B2           | 0.92 | 1    | 3.33 |
| B3           | 0.33 | 0.30 | 1    |

表 5 旅游资源评价指标 B2  
Table 5 Indicator B2 for tourism resource

| 指标 Indicator | C2   | C3 |
|--------------|------|----|
| C2           | 1    | 4  |
| C3           | 0.25 | 1  |

表6 自然环境评价指标 C1

Table 6 Indicator C1 for natural environment

| 指标 Indicator | D1    | D2   | D3   | D4    |
|--------------|-------|------|------|-------|
| D1           | 1     | 1.87 | 2.92 | 3.2   |
| D2           | 0.53  | 1    | 3.11 | 3.25  |
| D3           | 0.34  | 0.32 | 1    | 1.625 |
| D4           | 0.313 | 0.31 | 0.62 | 1     |

表7 资源质量评价指标 C2

Table 7 Indicator C2 for resource quality

| 指标 Indicator | D5   | D6   | D7   | D8   |
|--------------|------|------|------|------|
| D5           | 1    | 0.65 | 2.06 | 1.34 |
| D6           | 1.54 | 1    | 2.83 | 1.81 |
| D7           | 0.49 | 0.35 | 1    | 1.09 |
| D8           | 0.75 | 0.55 | 0.92 | 1    |

表8 资源价值评价指标 C3

Table 8 Indicator C3 for resource value

| 指标 Indicator | D9   | D10  | D11  | D12  |
|--------------|------|------|------|------|
| D9           | 1    | 2.06 | 2.42 | 3.21 |
| D10          | 0.49 | 1    | 1.64 | 2.33 |
| D11          | 0.41 | 0.61 | 1    | 2.08 |
| D12          | 0.31 | 0.43 | 0.48 | 1    |

表9 旅游条件评价指标 C4

Table 9 Indicator C4 for travel conditions

| 指标 Indicator | D13  | D14  | D15   |
|--------------|------|------|-------|
| D13          | 1    | 1.25 | 0.525 |
| D14          | 0.80 | 1    | 0.59  |
| D15          | 1.90 | 1.69 | 1     |

## (2) 层次单排序(计算权向量)及一致性检验

(a) 求取因素权重。计算每一判断矩阵的最大特征根及对应的特征向量,并对所有特征向量进行归一化处理,即得到各层次指标相对于上一层各因素的权值。但通过特征向量法求权重过程较复杂,系统采用列和法近似求解权重,权重计算公式为:

$$\omega_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left( \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}} \right) \quad (1)$$

其中:  $a_{ij}$  表示判断矩阵中第  $i$  个指标与第  $j$  个指标相对重要性比值;  $\omega_i$  表示当前矩阵中每一指标相对上一层中目标指标的权重。

(b) 一致性检验。由于客观事物的复杂性及人们对事物认识的模糊性和多样性<sup>[14]</sup>,首先要对基于专家打分法构建的判断矩阵进行一致性检验,以判定判断矩阵的一致性是否被接受。只有通过检验,才能说明判断矩阵在逻辑上是合理的,才能继续对结果进行分析。

引入一致性检验指标  $CI$ :

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

求出权向量  $W$  后,最大特征根  $\lambda_{\max}$  可用公式:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{nW_i} \quad (3)$$

求得,其中  $(AW)_i$  表示向量  $AW$  的第  $i$  个分量。检验判断矩阵一致性采用一致性指标  $C.I.$  与随机指标  $R.I.$ <sup>[14]</sup> 之比,即一致性比率  $C.R.$ :

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (4)$$

若  $C.R. < 0.10$ ,则矩阵元素的估计基本一致,通过一致性检验,否则应重新调整判断矩阵的元素,直到符合一致性检验标准为止。

通过检验后层次分析法窗口中“是否通过一致性检验”列表中对应项显示“TRUE”,如图6所示。



图6 判断矩阵 A 通过一致性检验

Fig. 6 Consistency check of matrix A

## (3) 层次总排序及一致性检验

总排序是指将判断矩阵中每一指标相对上一层的相对权重,采用自下而上逐层合成的方法,求得相对于最顶层目标的权重值。假设层次结构共  $k$  层,相应权重向量分别为  $W_1, W_2, \dots, W_K$ ,则可用公式

$$W = W_K \cdot W_{K-1} \cdot \dots \cdot W_2 \cdot W_1 \quad (5)$$

求得最终权重值,如表10所示。

与第(2)步类似,总排序结果也需要进行一致性检验。假定已经算出针对第  $k-l$  层第  $j$  个元素为准则的  $C.I._j^{(k)}, R.I._j^{(k)}$  和  $C.R._j^{(k)}, j=1, 2, \dots, m$ ,则第  $k$  层的综合检验指标。

表 10  开发适宜性各指标权重结果  
Table 10  Indicator weightiness of development suitability

| 目标<br>Objective                                                                                        | 制约层<br>Constrained layer      | 权重<br>Weight | 要素层<br>Element layer | 权重<br>Weight | 指标层<br>Indicator layer | 权重<br>Weight | 总排序权重<br>Total sorting weight |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------|--------------|------------------------|--------------|-------------------------------|
| 海岛<br>旅游<br>开发<br>适宜<br>性评<br>价指标<br>Indicator<br>of island<br>partition<br>development<br>suitability | 自然环境<br>Natural resource      | 0.44         | 自然环境                 | 1            | 地形                     | 0.43         | 0.189 4                       |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              | 海岸地貌                   | 0.32         | 0.141 3                       |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              | 自然灾害                   | 0.14         | 0.060 3                       |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              | 植被盖度                   | 0.11         | 0.045 7                       |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              | 资源的美观度                 | 0.27         | 0.092 4                       |
|                                                                                                        | 旅游资源<br>Travel resource       | 0.42         | 资源质量                 | 0.75         | 资源的奇特性                 | 0.18         | 0.133 8                       |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              | 资源丰度                   | 0.39         | 0.052 5                       |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              | 资源的知名度和吸引力             | 0.16         | 0.062 6                       |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              | 文化历史价值                 | 0.44         | 0.037 8                       |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              | 娱乐体验价值                 | 0.26         | 0.022 0                       |
|                                                                                                        | 开发条件<br>Development condition | 0.14         | 开发条件                 | 1            | 观赏价值                   | 0.19         | 0.016 1                       |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              | 康体疗养价值                 | 0.11         | 0.009 5                       |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              | 距旅游码头距离                | 0.28         | 0.038 0                       |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              | 食宿条件                   | 0.25         | 0.034 0                       |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              | 旅游安全性                  | 0.47         | 0.064 6                       |
|                                                                                                        | 资源价值                          | 0.25         | 资源价值                 | 0.25         |                        |              |                               |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              |                        |              |                               |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              |                        |              |                               |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              |                        |              |                               |
|                                                                                                        |                               |              |                      |              |                        |              |                               |

$C. I. ^{(k)} = (C. I. _1^{(k)}, C. I. _2^{(k)}, \dots, C. I. _m^{(k)}) W^{(k-1)}$   
 $R. I. ^{(k)} = (R. I. _1^{(k)}, R. I. _2^{(k)}, \dots, R. I. _m^{(k)}) W^{(k-1)}$   
$$C. R. ^{(k)} = \frac{C. I. ^{(k)}}{R. I. ^{(k)}} \quad (6)$$
  
当  $C. R. ^{(k)} < 0.10$  时, 认为判断矩阵的整体一致性是可以接受的, 此时可导出权重结果。

4.4 计算综合指标值

在各指标权重计算结果的基础上, 结合预处理后的各指标栅格图层数据, 可计算得到打网岗岛旅游开发适宜性指标值, 计算公式为:

$$EI = \sum_{i=1}^n EI_i \times W_i \quad (7)$$

其中:  $EI_i$  表示海岛开发适宜性评价体系中各指标分值;  $W_i$  表示相应指标的权重。通过 GIS 栅格运算, 将结果以栅格图层的形式保存, 所得灰度图如图 7 所示。



图 7  打网岗岛开发适宜性图层  
Fig. 7  Diagram of Dawanggang island partition development suitability

4.5 分级评价

由于所得的灰度图层中栅格计算数值为浮点型或连续型, 颜色复杂, 不便于进行实际规划, 为此要对所得数值进行定量分析, 使用系统的分级评价功能, 按照一定的区间规则重新赋值, 分级评价界面见图 8。



图 8  分级评价界面  
Fig. 8  Grading evaluation

本文将得到的综合指标值划分为 5 个等级: 禁止开发、待定开发、限制开发、适宜开发、优先开发, 并以不同颜色标识不同级别的区域, 分级评价后得到的栅格图层见图 9。

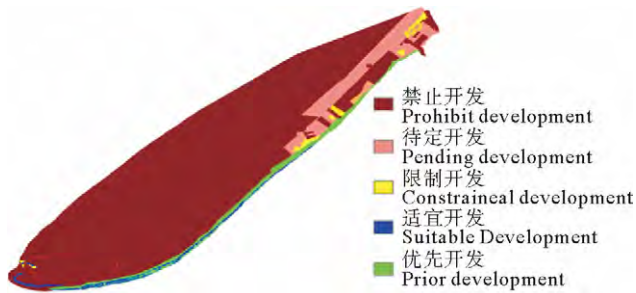


图9 打网岗岛开发适宜性分级评价图层

Fig. 9 Grading evaluation diagram of Dawanggang island partition development suitability

#### 4.6 评价结果分析

依据项目采集的数据和专家打分结果,通过本系统评价模块的分析处理和分级显示,可以直观地看出打网岗岛大部分地区禁止开发,只有海岛东岸和南岸的少部分地区适宜开发。分析15个指标权重,可以看到地形和海岸地貌排在第2位,是决定旅游开发适宜性程度的关键所在。打网岗岛中部及西部大部分区域,由于地形复杂,起伏较大,对应的指标分值也较小,因此不利于旅游资源的开发利用;东部和南部沿海区域狭长,资源秀美,南侧是较为开阔的海滩,地形平坦,且生态环境保存较好,这些都使该区域具备了优先开发的条件,旅游开发适宜性程度较高。

#### 5 结语

本文基于GIS技术和数据库技术设计开发了海岛规划管理系统,并且以唐山市打网岗岛的开发适应性评价为例进行了应用。通过实例应用,系统能够快速、正确、可靠地完成海岛规划管理评价计算,系统界面友好,操作简便,评价结果显示直观,能够为海岛的实际规划管理提供快速高效的信息服务和决策支持。

随着海岛开发活动的进一步开展及GIS在海岛规划管理领域的不断深入应用,该信息系统将不断进行更新和完善,以期为我国海岛规划管理、综合分析评价和预测、海洋权益维护、防灾减灾等工作提供借鉴和参考。

#### 参考文献:

- [1] 周珂, 谭柏平. 论我国海岛的保护与管理——以海岛立法完善为视角[J]. 中国地质大学学报: 社会科学版, 2008, 8(1): 37-43.
- [2] Nicholls R J, Wong P P, Burkett V, et al. Climate change and coastal vulnerability assessment: scenarios for integrated assessment[J]. Sustainability Science, 2008, 3(1): 89-102.
- [3] Sonnenschein L. Marine Biodiversity: Climate Impact and Conservation Planning [M]//Climate Change and Island and Coastal Vulnerability. Netherlands: Springer, 2013: 101-113.
- [4] 王英梅, 刘闯. 国内外海洋资源环境信息系统研究现状与发展趋势[J]. 资源科学, 1999, 21(6): 75-79.
- [5] 张鹰, 丁贤荣. 以GIS为平台的海岛资源环境信息系统[J]. 黄渤海海洋, 1997, 15(3): 46-50.
- [6] 麻德明, 吴桑云, 张兆代, 等. 基于ArcGIS Server的海岛管理信息系统设计与实现[J]. 海岸工程, 2010, 29(3): 65-73.
- [7] 许自舟, 马玉艳, 闫后仑, 等. 海洋生态系统健康评价软件的研制与应用[J]. 海洋环境科学, 2012, 3(2): 257-262.
- [8] 王英梅, 刘闯. 国内外海洋资源环境信息系统研究现状与发展趋势[J]. 资源科学, 1999, 21(6): 75-79.
- [9] 王明山, 高俊国, 卢毅. 海岛管理信息系统用户需求分析[J]. 海岸工程, 2006, 25(2): 86-92.
- [10] 吴桑云, 刘宝根. 中国海岛管理信息系统基础——海岛体系遥感信息服务平台[M]. 北京: 海洋出版社, 2008.
- [11] 麻德明, 丰爱平. 海岛规划管理信息系统框架设计[J]. 海岸工程, 2011, 30(3): 82-89.
- [12] 沈百玲. ArcGIS Engine 简介[J]. 中国通讯, 2003(10): 3-5.
- [13] 康靖. 唐山湾三岛功能分区研究[D]. 青岛: 国家海洋局第一海洋研究所, 2011.
- [14] 杨保安, 张科静. 多目标决策分析理论、方法与应用研究[M]. 上海: 东华大学出版社, 2008: 19-21.

## Design and Realization of Island Planning and Management System Based on GIS

WU Wei<sup>1</sup>, SU Tian-Yun<sup>2</sup>, ZHANG Jun-Jue<sup>2</sup>, ZHOU Lin<sup>2</sup>, DING Ming<sup>2</sup>, JIA Zhen<sup>2</sup>

(1. Ocean University of China, Qingdao 266100, China; 2. The First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China)

**Abstract:** To standardize the protection and utilization of our national island and guide our island resources to reasonable configuration, we developed the information system of island planning and management from the aspects of overall design, function design and system realization, which was based on Visual C++ development environment, ArcGIS Engine platform and postgre SQL database. This system realized the evaluative modules of island function identification, exploitation suitability evaluation, health assessment and bearing capacity evaluation based on the core module of multi-objective decision-making analysis. The effect of this system was applied by a demonstration of Tangshan Da Wang Gang island, where a rapid and clear planning result was given.

**Key words:** geographic information system; ArcEngine; island planning management; evaluation

责任编辑 陈呈超