

# 胶州湾海岸带生态环境脆弱性空间建模与分析

李睿博, 江涛, 周雪莹, 吴桐

(山东科技大学 测绘科学与工程学院, 山东 青岛 266590)

**摘要:** 胶州湾对青岛市的生态环境有着重要影响。由于经济飞速发展, 海岸带生态环境问题日益严峻, 对胶州湾海岸带生态环境脆弱性的研究具有重大意义。以卫星遥感影像为主要数据源, 基于层次分析法, 结合海平面上升、灾害风险指数、健康指数等, 建立了胶州湾海岸带生态环境脆弱性空间模型。分析结果表明: 胶州湾海岸带生态环境脆弱性值为 5.64~86.20, 随着海水水质变差, 物种种类减少等自然因素的影响, 以及岸滩环境变化等人为活动的加剧, 该值呈现上升趋势。经济发展早、速度快的市区生态环境脆弱性较高, 后期发展起来的胶州市、城阳区生态环境脆弱性较低。该模型的建立及其对胶州湾生态环境现状的分析评价结果, 能够为改善胶州湾生态环境建设及其应对措施的制定提供参考。

**关键词:** 胶州湾海岸带; 生态环境脆弱性; 空间建模; 层次分析法; 地理信息系统

中图分类号: P237

文献标志码: A

文章编号: 1672-3767(2014)04-0065-11

## Spatial Modeling and Analysis of Habitat Vulnerability in the Coastal Zone of Jiaozhou Bay

Li Ruibo, Jiang Tao, Zhou Xueying, Wu Tong

(College of Geomatics, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266590, China)

**Abstract:** Jiaozhou Bay has an important impact on the ecological environment of Qingdao City. However, the ecological environment of the coastal zone has worsened with the rapid development of economy. This study is duly on the assessment of the habitat vulnerability in the coastal zone of Jiaozhou Bay. The space model of the Habitat vulnerability in the given area was established using satellite remote sensing image for the main data source. The analytic hierarchy process (AHP) was employed with rising sea level disaster risk index and health index. The results show that the value of the habitat vulnerability in this area is between 5.64~86.20; the value increases with the influence of the water quality variation, reduction of species, and aggravating human activities. The habitat vulnerability is high in the early-developed urban area while comparatively low in the late-developed Jiaozhou City and Chengyang District. This modeling analysis provides reference and guide for the improvement of Jiaozhou Bay ecological environment and its countermeasures construction.

**Key words:** Jiaozhou Bay coastal zone; habitat vulnerability; spatial modeling; analytic hierarchy process; Geographic Information System

自 20 世纪 80 年代起, 海岸带作为一个国家政治、经济、安全以及生态环境的敏感区, 越来越引起国家的重视。近年来, 国内外学者围绕海岸带生态环境脆弱性问题开展了大量研究。通过空间建模的方式可以更清楚直观地认识到目前的环境现状, 能够提高人们对环境保护的认识程度, 进而提高环保意识。生态环境脆弱性是指生态系统对于外界干扰所做出的敏感反应和自我恢复能力<sup>[1]</sup>, 目前其主要的研究方法有指示物种

收稿日期: 2014-02-28

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(41001294); 山东科技大学科研创新团队支持项目(2011KYTD103)

作者简介: 李睿博(1993—), 女, 山东聊城人, 主要从事遥感图像处理与 GIS 空间分析等研究. E-mail: 527196774@qq.com

江涛(1961—), 男, 山东济南人, 教授, 博士生导师, 主要从事遥感数字图像处理与遥感技术应用方面的教学与科研工作, 本文通信作者. E-mail: tjiang@126.com

法和指标体系法<sup>[2]</sup>。在对生态环境脆弱性及其相关的研究中, Carignan 等<sup>[3]</sup>率先概括了指示物种应具备的特征, Rapport 等<sup>[4]</sup>率先提出 PSR (pressure state response) 方法, 后由联合国可持续发展委员会采纳, 并发展成为可持续发展指标。近几年, 利用遥感与 GIS 技术, 我国针对海岸带脆弱性的研究已取得初步进展, 研究的方法和手段已经由定性逐渐走向定量。此外, 陈朝华等<sup>[5]</sup>利用若干非生物与生物要素建立了近岸海域生态质量综合评价指标体系, 并使用层次分析和模糊数学方法构建了近岸海域生态质量综合评价模型。窦勇等<sup>[6]</sup>对青岛市胶州湾的生态环境利用遥感反演的陆地植被覆盖信息及衍生数据建立了生态健康综合评价指数 (integrated health index, IHI)。然而, 海岸带作为一个由经济社会与自然耦合而成的城市生态系统, 具有显著的不确定性、差异性、复杂性, 所以单一定量化标准不能体现环境的复杂性以及多变性。

本研究以遥感数据为主要数据源, 运用 GIS 空间建模和层次分析法, 对影响胶州湾海岸带生态环境脆弱性的多因素进行综合空间建模和分析, 实现对胶州湾生态环境脆弱性的现状评价与空间分异规律的研究。

## 1 研究区概况与数据获取

### 1.1 研究区概况

研究区位于中国黄海山东半岛南部的胶州湾, 介于  $120^{\circ}04 \sim 120^{\circ}23$  E,  $35^{\circ}58 \sim 36^{\circ}18$  N 之间, 是典型的半封闭海湾。湾内岸线长 163 km, 总水域面积约  $320 \text{ km}^2$ , 根据《全国海岸带和海涂资源综合调查》中规定, 将海岸带的宽度为离岸线向陆延伸 10 km、向海延伸至水深 15 m 等深线的区域范围作为研究区。研究区如图 1 所示。

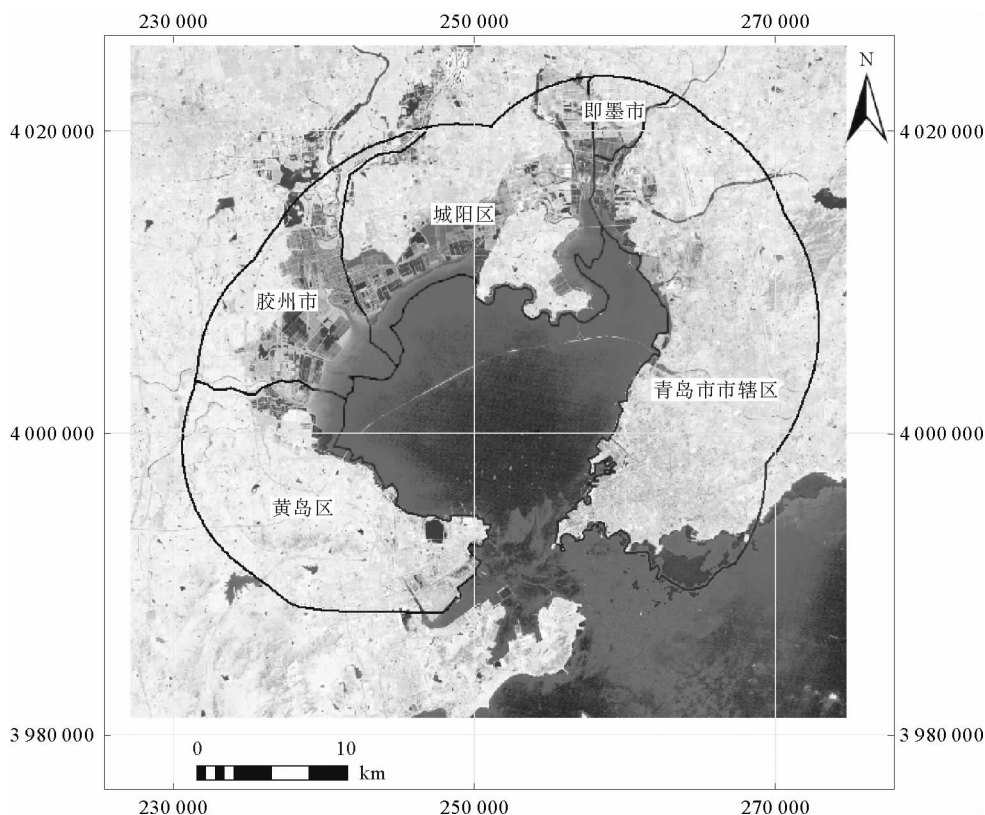


图 1 胶州湾区域地理位置图

Fig. 1 The map of Jiaozhou Bay's location area

### 1.2 数据获取

本研究数据来源于 2006—2010 年分辨率为 30 m 的 Landsat 4-5 TM 和 Landsat 7 ETM 影像 (表 1)。

首先,对遥感影像进行辐射定标、大气校正和去条带等预处理。另外,收集了 30 m 分辨率 ASTER GDEM 数据(表 2),青岛市历年经济产值、胶州湾可污染点源数据、年辐射量数据等进行空间建模的非遥感数据。

表 1 遥感数据一览表

Tab. 1 The list of remote sensing data

序号	数据标识	条带号	行编号	日期	经度	纬度
1	LT51200352006300IKR00	120	35	2006-10-27	120.00	36.05
2	LT51200352007127IKR00	120	35	2007-05-07	119.94	36.07
3	LE71200352008298EDC00	120	35	2008-10-24	119.93	36.08
4	LT51200352009196IKR00	120	35	2009-07-15	120.05	36.04
5	LE71200352010303EDC00	120	35	2010-10-30	120.07	36.03

(来源:国际科学数据服务平台<sup>[7]</sup>)

表 2 非遥感数据一览表

Tab. 2 The list of non-remote sensing data

序号	数据	来源	说明
1	青岛市第六次人口普查人口密度及分布	中国资源、环境、经济、人口数据库青岛市统计信息网	无
2	青岛市历年经济产值	中国科学院资源环境科学数据中心青岛市统计信息网	全国人口社会经济空间数据库(分辨率:km)
3	胶州湾可污染点源数据	中国海洋环境质量公报青岛市海洋质量公报	化学需氧量(COD)、氨氮(以氮计)、总磷(以磷计)的入海含量以及标准含量
4	年辐射量数据/(0.01 MJ/m <sup>2</sup> )	中国气象科学数据共享服务网	2006—2010年
5	日大型蒸发量与日小型蒸发量/0.1 mm	中国气象科学数据共享服务网	2006—2010年
6	日降水量/0.1 mm	中国气象科学数据共享服务网	2006—2010年
7	日平均风速/(0.1 m/s)	中国气象科学数据共享服务网	2006—2010年
11	人均 GDP/元	青岛市统计信息网	2006—2010年
12	第二、三产业占 GDP 的比重	青岛市统计信息网	2006—2010年
13	每十万人中大专以上学历人数	青岛市统计信息网	2006—2010年
14	文盲率	青岛市统计信息网	2006—2010年
15	每万户固定电话和移动电话用户数/户	青岛市统计信息网	2006—2010年
16	每万人口医生数/人	青岛市统计信息网	2006—2010年
17	每平方公里公路拥有里程/km	青岛市统计信息网	2006—2010年
18	每平方公里铁路长度/km	青岛市统计信息网	2006—2010年
19	城市建筑面积/km <sup>2</sup>	青岛市统计信息网	2006—2010年
20	城市园林绿化面积/公顷	青岛市统计信息网	2006—2010年
21	城市广电文艺支出/亿元	青岛市统计信息网	2006—2010年

胶州湾位于山东半岛的南部,口窄内宽。从 DEM(digital elevation model)数据中可以看出(图 2),胶州湾周围地区地势东高西低,南北两侧隆起,中间低陷。以丘陵和平原为主,东面为崂山山脉,西面为珠山山脉,而北面为大泽山脉,中间则为胶莱平原和盆地。

原始影像和所有空间数据统一到 WGS\_1984\_UTM\_Zone\_50N 空间参考坐标下,将栅格象元大小统一为 30 m。

## 2 生态环境脆弱性空间模型

### 2.1 胶州湾生态环境脆弱性影响因子综述

根据胶州湾海岸带已有的研究情况,海岸带地区生态环境脆弱性的影响因子主要有:海平面危险评估因子、水质综合污染因子、物种多样性因子和岸滩演变因子组成<sup>[8-19]</sup>,各个因子的因素组成如图 3 所示。

海平面危险评估因子受多种自然因素和社会经济的影响,结合海平面上升灾害风险评估的特点<sup>[8]</sup>,海平面危险评估指标的选取主要围绕海平面上升危险性、土地系统易损性以及区域社会生态经济易损性三个方面进行。

水质综合污染因子是根据该指数的计算方法以及胶州湾海水污染物的特点,选用具有代表性的污染物指标:COD(化学需氧量,chemical oxygen demand)含量,氨氮含量和总磷含量作为三项指标,最后对胶州湾地区的水质污染程度进行判别。

物种多样性因子主要与动物和植被有关,通过以植被  $I_{NDVI}$ (归一化植被指数,normalized difference vegetation index)为基础的健康指数与生物丰富度相结合,反映胶州湾地区的物种多样性情况。

岸滩演变因子主要考虑人类活动对海岸带生态环境的影响,因此以城市化综合测度水平为主要因素,结合植被盖度,海岸带气候因素评价胶州湾海岸带的岸滩演变。

### 2.2 生态环境脆弱性因子空间建模及分析

以遥感数据为主要数据源,利用 2006—2010 年青岛市年鉴数据、降水数据、风级数据、蒸发量数据,以及青岛市 DEM 数据,运用 GIS 空间建模和层次分析法,对影响胶州湾海岸带生态环境脆弱性的多因素进行综合空间建模和分析,分别得到海平面危险评估因子、水质综合污染因子、物种多样性因子和岸滩演变因子评估模型。

#### 2.2.1 海平面危险评估因子空间建模及分析

海平面上升危险性指数是海平面上升幅度与相对地面高度的比值(式(2));土地系统易损性指数是各种土地面积的组合,本研究采用了耕地面积、滩涂面积、城镇面积因子(式(3));社会生态经济易损坏性指数所考虑的问题为人口问题和经济问题,本研究采用了胶州湾各区的人口密度相对分值与各区的经济总产值相对分值等因子(式(4))。采用式(1)~式(4)的计算方法<sup>[9]</sup>:

$$P = (H \times A \times R)^{\frac{1}{2}}; \tag{1}$$

$$H = (\Delta E + 3) \times h; \tag{2}$$

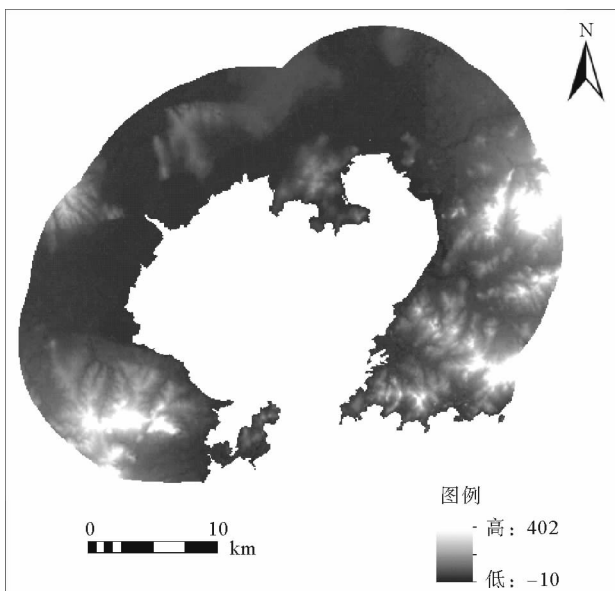


图 2 胶州湾区域 DEM 数据

Fig. 2 DEM data of Jiaozhou Bay area

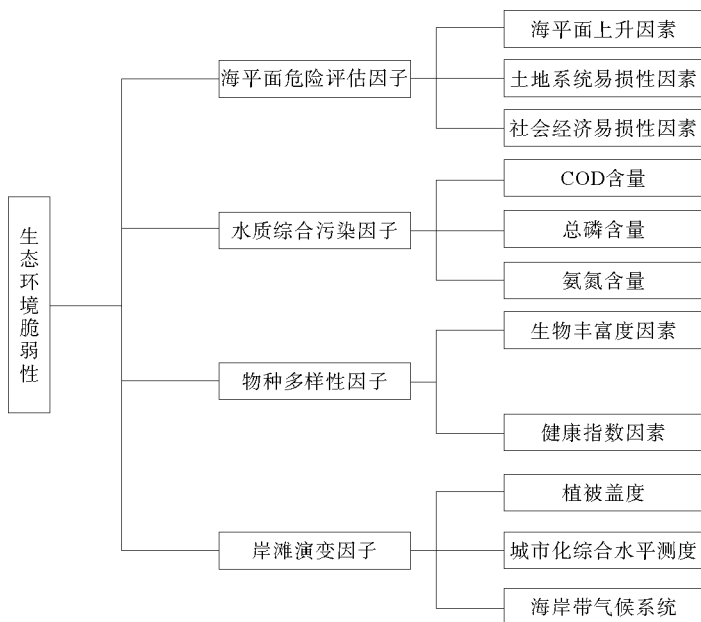


图 3 生境脆弱性影响因素示意图

Fig. 3 The sketch map of vulnerability factors

$$A_i = \sum_{i=1}^n (0.474P_i + 0.376M_i + 0.149O_i); \quad (3)$$

$$R_i = \sum_{i=1}^n (0.223S_i + 0.767E_i)。 \quad (4)$$

其中,  $P$  表示海平面危险评估指数,  $H$  为海平面上升危险性指数,  $A$  为土地系统易损性指数,  $R$  为区域社会经济易损性指数。  $\Delta E$  表示海平面上升的幅度,  $h$  表示地面的高度。  $P_i$  指各个区耕地面积,  $M_i$  指各个区滩涂面积,  $O_i$  指各个区城镇面积。  $S_i$  指各个区人口密度相对分值;  $E_i$  指各个区经济总产值相对分值。

本研究参考中国沿海海平面的上升预测模型<sup>[10]</sup>, 为使研究结果更加明显, 采用山东半岛海平面上升高度预测值: 2100 年上升 40 cm。通过对海平面危险评估的单因子以及总结果分析, 可以发现, 海平面危险性的高低与地形特征有很大关系, 而对社会经济生态发展也有很大影响。由图 5 可知, 当海平面上升 40 cm 时, 地势高的区域, 淹没范围小, 社会经济损失小, 海平面危险性较低。而对于不同区域之间, 黄岛区和青岛市辖区的地势高, 因而海平面危险评估指数就比胶州市、城阳区和即墨市低。

### 2.2.2 水质综合污染因子空间建模及分析

水质综合污染指数是对胶州湾海水污染特点的综合考虑, 它是在单项污染指数法的基础上建立的, 通过对所有参与综合水质评价的单项水质指标进行算术平均等数学方法得到一个综合指数, 采用式(5)~式(6)的计算方法<sup>[11]</sup>:

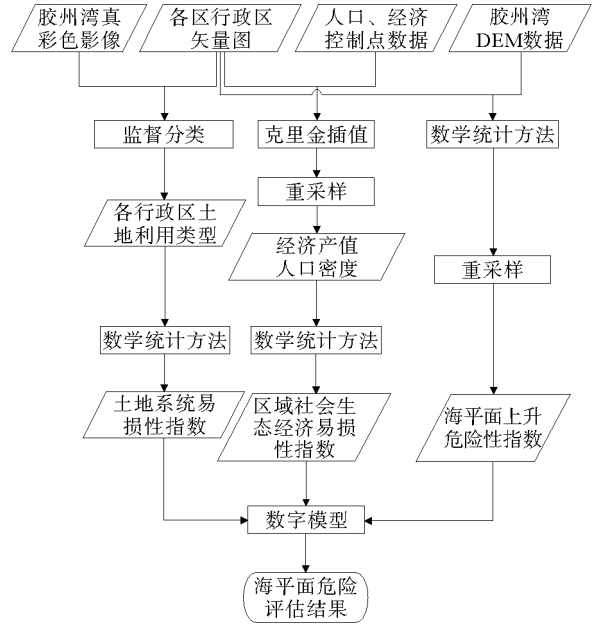


图 4 海平面危险评估因子模型

Fig. 4 The model of sea-level's risk assessment factor

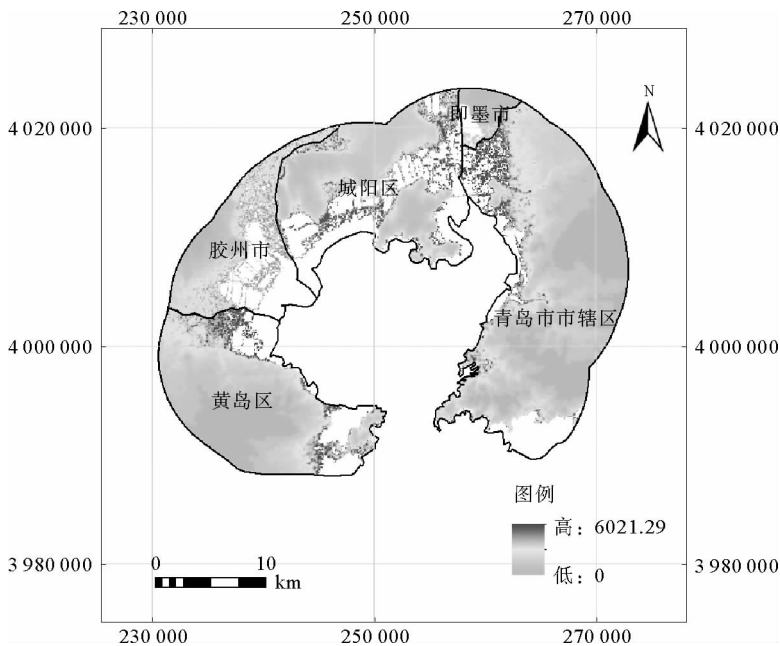


图 5 海平面危险评估影响分析图

Fig. 5 The analysis of dangerous effects of sea-level

单项污染指数法:  $P_i = C_i/S_i$ ; (5)

综合污染指数法:  $P_{I=1} = 1/n \sum_{i=1}^n P_i$ . (6)

其中,  $P_i$  为水质综合污染指数,  $C_i$  为污染物实测浓度,  $S_i$  为相应类别的标准值。

为使研究结果更加准确, 本研究参照胶州湾入海污染物总量控制研究<sup>[12-13]</sup>中的监测值和允许排放量作为实测浓度和标准值。根据以表 4 为主要研究数据的结果可

表 3 山东半岛(胶州湾)海平面上升预测

Tab. 3 The prediction of sea-level rise in Shandong Peninsula (Jiaozhou Bay) cm

上升幅度	2030 年	2050 年	2100 年
低	-2.5	-0.6	20.5
中	-1.2~0.0	1.7~3.8	27.8~34.4
高	1.1	5.7	40.2

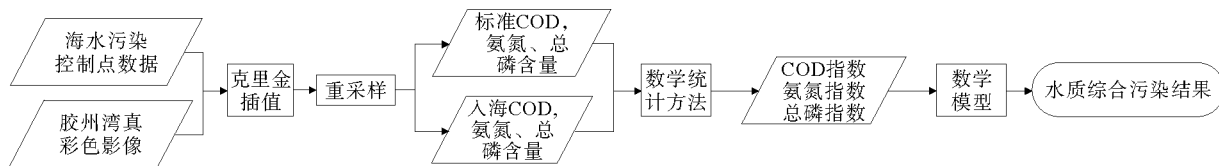


图 6 水质综合污染因子模型

Fig. 6 The model of comprehensive water pollution factor

表 4 山东半岛(胶州湾)污染物浓度监测值

Tab. 4 The pollutant concentration monitoring values of Jiaozhou Bay in Shandong Peninsula

监测点	mg · L <sup>-1</sup>		
	c(COD) 监测值	c(N) 监测值	c(P) 监测值
1	1.10	0.351	0.002
2	1.02	0.341	0.016
3	0.84	0.304	0.008
4	1.78	1.717	0.048
5	1.28	0.574	0.002
6	1.17	0.537	0.015
7	1.35	0.848	0.002
8	1.40	0.584	0.009
9	0.84	0.539	0.003
10	1.83	0.039	0.011
11	1.74	0.943	0.012
12	1.63	1.271	0.025
13	3.01	0.885	0.013
14	2.56	2.151	0.085
15	2.22	0.737	0.019
16	1.21	0.736	0.006
17	1.16	0.796	0.007
18	0.42	0.109	0.002
19	0.84	0.214	0.006
20	1.21	0.380	0.019

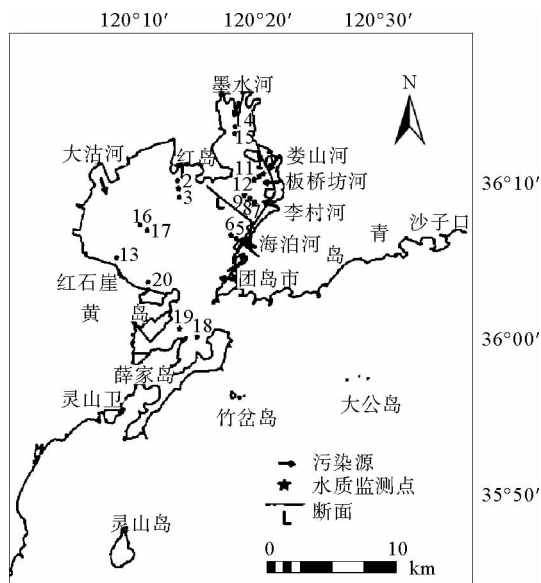


图 7 监测站位及排污口位置

Fig. 7 Observation station and location of sewage hole

以看出, 黄岛区和胶州湾市区好于青岛市辖区, 青岛市辖区监测点的浓度较高, 胶州湾污水治理迫在眉睫。由于城市化进程的发展, 青岛地区城市污水排放量逐年增加, 由于污水处理设施配备不全, 城市污水不能全部进入污水处理厂, 导致部分污水未经处理直接排入胶州湾, 对青岛市区周边海域环境造成严重污染, 这与水质综合污染指数相符合。根据胶州湾入海污染物的研究<sup>[13]</sup>, 青岛的工业企业大多分布在城阳区、即墨市附近。如图 7 所示, 胶州湾东北部, 特别是楼山河河口和墨水河河口, 由于水交换较弱, 不利于污染物的稀释扩散, 自净能力较差且污源排放量也相对较大, 因此海洋所能容纳的污染物质相对较小。而农业生产的发展, 特别是养殖业, 使得李村河、大沽河、墨水河排污浓度较高, 符合水质综合污染指数。

造成严重污染, 这与水质综合污染指数相符合。根据胶州湾入海污染物的研究<sup>[13]</sup>, 青岛的工业企业大多分布在城阳区、即墨市附近。如图 7 所示, 胶州湾东北部, 特别是楼山河河口和墨水河河口, 由于水交换较弱, 不利于污染物的稀释扩散, 自净能力较差且污源排放量也相对较大, 因此海洋所能容纳的污染物质相对较小。而农业生产的发展, 特别是养殖业, 使得李村河、大沽河、墨水河排污浓度较高, 符合水质综合污染指数。

### 2.2.3 物种多样性因子空间建模及分析

生物学家 Costanza<sup>[14]</sup> 提出,如果生态系统能够在一定时期维持自身生态组织并具有活力,且被外界干扰后具有恢复能力,则该生态系统就是健康的,由此提出健康指数。基于此方法将生物丰富度<sup>[15]</sup>与健康指数相结合,从生物和植被两个角度得到物种多样性因子。采用式(7)~式(9)的计算方法:

$$B = 0.7 \times I_b + 0.3 \times I_H ; \quad (7)$$

$$I_b = A_b \times (0.35 \times S_i + 0.22 \times M_i + 0.11 \times P_i + 0.04 \times O_i + 0.28 \times C_i) / S ; \quad (8)$$

$$I_H = V \times O \times R. \quad (9)$$

其中:  $B$  是物种多样性指数,  $I_b$  是生物丰富度指数,  $A_b$  生物丰度指数的归一化系数;  $S_i$  为林地面积,  $M_i$  指各个区滩涂面积,  $P_i$  指各个区耕地面积,  $O_i$  指各个区城镇面积,  $C_i$  为养殖及盐田面积,  $S$  为区域面积;  $I_H$  是生态系统健康指数,  $V$  表征系统活力,  $O$  表征系统组织力,  $R$  表征系统恢复力。

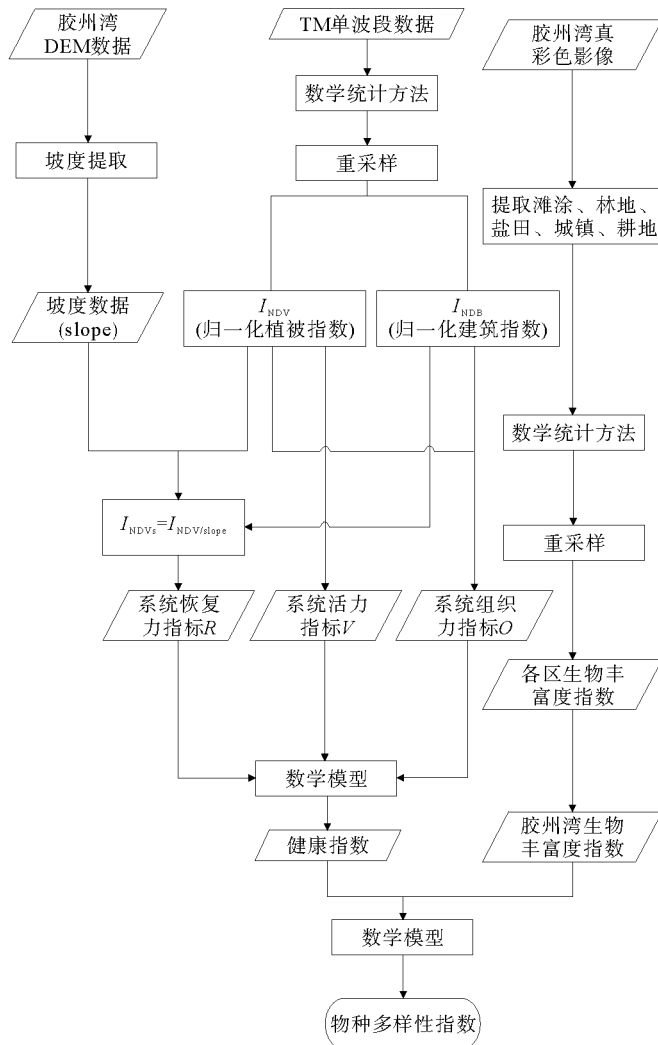


图 8 物种多样性因子模型

Fig. 8 The factor model of species diversity

根据式(7)~式(9),得到物种多样性影响的结果<sup>[16]</sup>,如图9所示。由于2006—2010年的数据获取时间在5—10月份,正值胶州湾夏天与秋天交际之时,植被茂盛,青岛市市辖区与黄岛区的物种多样性较低,胶州市的物种多样性最高。而青岛是山东省最大的工业城市,工业基础雄厚,通过近5年的青岛市年鉴数据也可看出,黄岛区经济建设和工业发展比其他地区快,许多企业在黄岛区建立工厂。

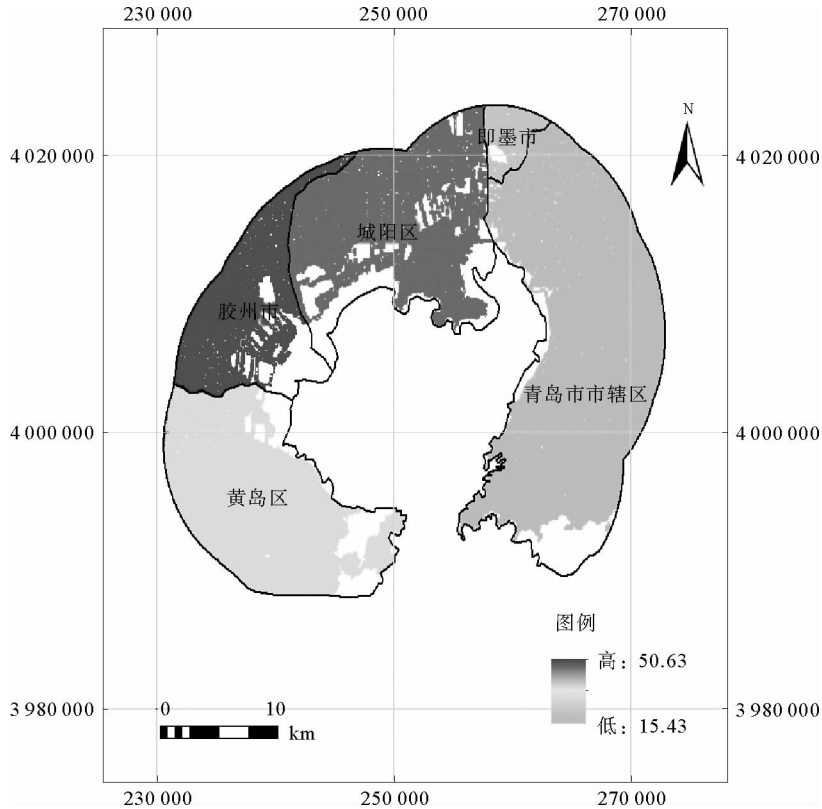


图 9 物种多样性影响分析图

Fig. 9 The impact of species diversity

### 2.2.4 岸滩演变因子空间建模及分析

岸滩演变因子通过考虑植被、城市发展、气候三方面反映岸滩的环境变化。采用式(10)~式(13)的计算方法:

$$I_{BE} = 0.118 \times Y_i + 0.268 \times S + 0.614 \times I_{VFC}; \quad (10)$$

$$I_{VFC} = (I_{NDVI} - I_{NDVIsoil}) / (I_{NDVIveg} - I_{NDVIsoil}); \quad (11)$$

$$Y_i = \sum_{i=1}^n (A \times H_i + B \times S_i + C \times K_i); \quad (12)$$

$$S = 0.637 \times T_1 + 0.258 \times T_2 + 0.105 \times I_A. \quad (13)$$

其中:  $I_{BE}$  为岸滩演变指数;  $I_{VFC}$  为植被盖度 (vegetation fractional coverage)<sup>[17]</sup>, 是基于归一化植被指数 (normalized difference vegetation index, NDVI) 得出的;  $I_{NDVIsoil}$  为完全裸土或无植被覆盖区域的  $I_{NDVI}$  值;  $I_{NDVIveg}$  则代表完全被植被所覆盖的像元的  $I_{NDVI}$  值, 即纯植被像元的  $I_{NDVI}$  值;  $Y_i$  为各区城市化综合指标<sup>[18]</sup>;  $S$  为海岸带气候系统<sup>[19]</sup>;  $H_i$  为城市现实实力指标;  $S_i$  为城市潜在实力指标;  $K_i$  为城市发展环境指标, 其系数分别为  $A(0.33)$ ,  $B(0.38)$  和  $C(0.29)$ ;  $T_1$  为风力  $\geq 5$  级的大风天数;  $T_2$  为降水量  $\geq 50$  mm 的天数;  $I_A$  为干燥指数 (aridity index), 通过  $E$  蒸发量 (mm) 和  $P$  降水量 (mm) 的比值计算得到。

以图 11 为主要研究结果, 并结合图 10 可以看出, 岸滩演变因子主要与城市综合发展水平有关。2006—2010 年, 青岛城市综合发展整体上表现为黄岛区  $>$  城阳区  $>$  胶州市  $>$  青岛市市辖区  $>$  即墨市。黄岛区近几年经济迅速发展, 工业化程度加大, 因而岸滩演变最大。城阳区和胶州市的植被盖度虽然较高, 但由于城市化综合水平高, 占据主要地位, 因而岸滩演变程度也就较大, 而根据青岛市近几年加大对环境保护的投入, 市辖区虽然城市化速度减慢, 但环境有所改善, 因而岸滩演变较小。



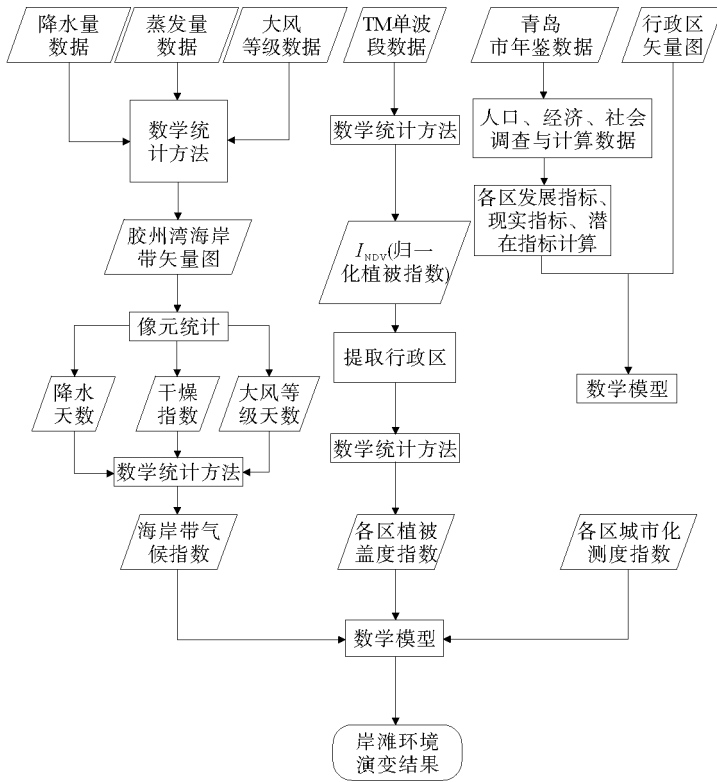


图 10 岸滩演变因子模型

Fig. 10 The factor model of beach evolution

### 2.3 综合模型建立与分析

通过对海平面危险评估因子、水质综合污染因子、物种多样性因子和岸滩演变因子的评估,运用层次分析法,经专家打分和参考相关文献<sup>[20]</sup>得到生态环境脆弱性影响要素权重如表 5 所示。

从表中看出,海平面危险评估因子  $A_4$  权重为 7,物种多样性因子  $A_3$  权重为 5,水质综合污染因子  $A_2$  权重为 4,滩涂演变因子  $A_1$  权重为 1。经计算得到最终分权为: $A_4$  海平面危险评估因子 0.599, $A_3$  物种多样性因子 0.195, $A_2$  水质综合污染因子 0.156, $A_1$  岸滩演变因子 0.05。计算公式如下:

海岸带生态环境脆弱性指数 = 0.599 × 海平面危险评估指数 + 0.195 × 物种多样性指数 + 0.156 × 水质综合污染指数 + 0.05 × 岸滩演变指数

利用 ARCGIS 空间建模工具,进行胶州湾地区海岸带生态环境脆弱性分析与评估。由图 12 可知,胶州湾海岸带生态环境脆弱性值为 5.64~86.20。随着海水水质变差,物种种类减少等自然

因素的影响,以及岸滩环境变化等人为活动的加剧,该值呈现上升趋势。其中,深色区域为最高,其中多为沿

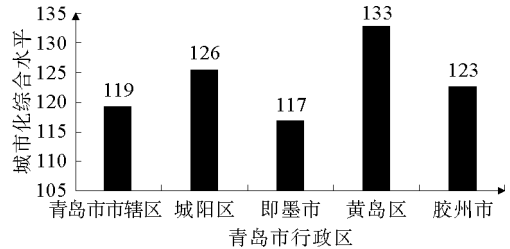


图 11 城市化综合水平评估图

Fig. 11 The assessment of comprehensive level of urbanization

表 5 生态环境脆弱性模型权重  
Tab. 5 The weights of the Habitat vulnerability model

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_1$	1	4	5	7
$A_2$	1/4	1	5/4	5
$A_3$	1/5	4/5	1	4
$A_4$	1/7	1/5	1/4	1

海区,且工业较发达的市区脆弱性较高。受到海平面变化速率、城市发展、土地质量、海水污染、生物丰富度、健康程度、植被盖度、城市化综合水平测度、海岸带气候等影响,大致规律为越接近内陆脆弱性越低,且植被多、生物多样性高的地方脆弱性低;市区、沿海养殖盐田区、工业区脆弱性高。按照行政区分析,胶州市、市辖区、黄岛区的内陆脆弱性较低,即墨市脆弱性为中等,市辖区工业区、沿海地带脆弱性较高。

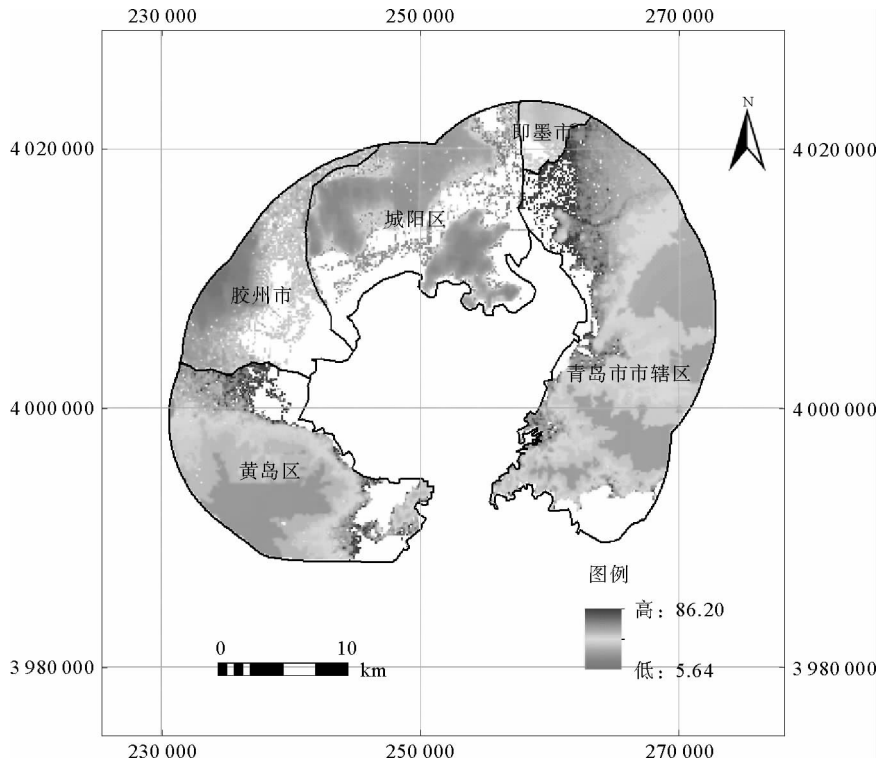


图 12 胶州湾海岸带生境脆弱性评估结果

Fig. 12 The assessment results of the coastal habitat vulnerability of Jiaozhou Bay

同时,将研究结果与青岛市近年来对海岸带的开发利用情况、经济概况以及植被覆盖情况相结合进行论证。根据窦勇等<sup>[6]</sup>提出的以  $I_{NDV}$  为主要研究内容的海岸带生态环境评价方法,在陆域生态环境中,质量较差的区域主要集中在胶州湾沿岸,特别是青岛市区、黄岛区东北部。而根据近几年青岛市统计年鉴也不难发现,它们正是青岛市人口最稠密、经济最发达的区域。

综上所述,影响胶州湾海岸带生态安全状态的因素主要有以下几点:

1) 水质污染。人口的增长和经济的迅速发展,带来了大量生活污水、工业废水和废气的排放,增加了海岸带的负荷,也对海岸带的生态安全问题敲响了警钟。

2) 围海造地。改革开放以来,青岛市为发展海洋经济,大力开展港口建设,围海造地、岸滩围垦等现象时有发生,并有增长趋势,但所造成的负面影响,近几年也凸显出来。

3) 过度捕捞。由于近海捕捞与过度污染等原因,胶州湾里可以捕捞的鱼已越来越少了,成规模的鱼群也很少了,海岸带生态环境遭到巨大破坏。

4) 人口增长与人类活动。人口密度的迅速加大以及频繁的人类活动,造成海岸带生态环境的巨大压力。是影响海岸带生态环境又一大安全隐患。

### 3 结论

以海平面危险评估因子、综合污染指数因子、物种多样性因子、岸滩演变因子为研究框架,基于 RS 与 GIS 技术得到胶州湾海岸带生态环境脆弱性指数,确定了胶州湾沿岸海域生态环境脆弱性情况。结果表明:

1)无论是水质综合污染因子还是物种多样性因子,反映出来的问题多集中在青岛市市辖区和即墨市。由此可见,青岛市市辖区和即墨市的环境污染最为严重。这与青岛市历年统计年鉴上的统计情况吻合。

2)海平面危险评估因子和物种多样性因子是两个最为主要的影响因子,由此可知,对工农业发展最快,城市发展最迅速的地区加强环境监测与治理是工作重点。

3)从地势上看,山区地势相对较高的地区,其海岸带生态环境脆弱性比地势平坦的地区要好。而地势平坦的地区等经济发展快,若任其发展必将影响区域环境质量,给可持续发展带来障碍。

总之,海岸带生态环境的改善与评价仍需进一步的优化,在今后的研究与措施实施中,对于污染、湿地减少、生物生态平衡、人口密集等因素,政府应该建立更加综合、科学、有效的维护管理的方针政策。

#### 参考文献:

- [1]欧朝蓉,孙永玉,朱清科,等.中国生态环境脆弱性研究进展[J].安徽农业科学,2013,41(8):3619-3621.  
Ou Zhaorong, Sun Yongyu, Zhu Qingke, et al. Advances in ecological fragility of China[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2013, 41(8): 3619-3621.
- [2]全峰,朱麟.海岸带生态健康评价方法综述[J].海南师范大学学报:自然科学版,2011,24(2):204-209.  
Quan Feng, Zhu Lin. Coastal ecosystem health assessment method review[J]. Journal of Hainan Normal University: Natural Science, 2011, 24(2): 204-209.
- [3]Carignan V, Villard M A. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: A review[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2002, 78(1): 45-61.
- [4]Rapport D J, Singh A. An ecohealth-based framework for the state of environment reporting[J]. Ecological Indicators, 2006, 6(2): 409-428.
- [5]陈朝华,吴海燕,陈克亮,等.近岸海域生态质量状况综合评价方法:以同安湾为例[J].应用生态学报,2011,22(7):1841-1848.  
Chen Zhaohua, Wu Haiyan, Chen Keliang, et al. Ecological quality of coastal waters comprehensive evaluation method: A case study in Tong'an Bay[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2011, 22(7): 1841-1848.
- [6]窦勇.基于RS, GIS调查资料的青岛市海岸带生态系统健康评价[D].青岛:中国海洋大学,2012:32-39.
- [7]黎建辉.国际科学数据服务平台:地理空间数据云[DB/OL].(2013-06-14)[2013-11-01]http://www.gscloud.cn/.
- [8]黄镇国,张伟强,赖冠文,等.珠江三角洲海平面上升对堤围防御能力的影响[J].地理学报,1999,54(6):518-525.  
Huang Zhenguo, Zhang Weiqiang, Lai Guanwen, et al. The influence of sea level rise in the Pearl River delta to the bund defense ability[J]. Acta Geographica Sinica, 1999, 54(6): 518-525.
- [9]崔红艳.基于GIS的辽河三角洲潜在海平面上升风险评估[J].辽宁师范大学学报:自然科学版,2005,28(1):107-111.  
Cui Hongyan. Liaohe Delta potential rise in sea level risk assessment based on GIS[J]. Journal of Liaoning Normal University: Natural Science Edition, 2005, 28(1): 107-111.
- [10]张锦文.中国沿海海平面的上升预测模型[J].海洋通报,1997,16(4):1-9.  
Zhang Jinwen. China's coastal sea level rise forecast model [J]. Marine Science Bulletin, 1997, 16(4): 1-9.
- [11]尹海龙,徐祖信.河流综合水质评价方法比较研究[J].长江流域资源与环境,2008,17(5):729-733.  
Yin Hailong, Xu Zuxin. Comparative study on river comprehensive water quality assessment method[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2008, 17(5): 729-733.
- [12]张学庆,孙英兰,蔡惠文,等.胶州湾COD, N, P 污染物浓度数值模拟[J].海洋环境科学,2005,24(3):64-67.  
Zhang Xueqing, Sun Yinglan, Cai Huiwen, et al. Numerical simulation of pollutant concentrations in Jiaozhou Bay COD, N, P [J]. Marine Environmental Science, 2005, 24(3): 64-67.
- [13]张燕.海湾入海污染物总量控制方法与应用研究[D].青岛:中国海洋大学,2007:48-53.
- [14]Costanza R, Arge R, Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [15]中华人民共和国环境保护部生态环境部标准. HJ/T192-2006, 生态环境状况评价技术规范(试行) [S].
- [16]吴泉源.基于RS, GIS技术的海岸带环境动态变化研究[D].青岛:山东科技大学,2007.