

DOI :10.3880/j.issn.1006-7647.2009.03.007

基于状态空间法的我国近岸 海域生态环境人文因素影响评价

钟昌标,邓观明

(宁波大学商学院,浙江 宁波 315211)

摘要 以状态空间法为理论基础,构建区域海域生态环境人文因素影响程度的定量评价方法。根据该方法,利用 2004~2005 年的数据定量测算了我国近岸海域生态环境人文因素的影响程度。评价结果表明,我国近海地区人文因素所带来的影响已大幅度超出近岸海域生态环境的可承受限度。为实现我国近岸海域生态环境的可持续发展,建议培植资源节约环境友好型价值体系,重立资源环境修复的技术观,实行技术干预与人文牵引相结合的政策。

关键词 海域生态环境;人文因素;影响评价;状态空间法

中图分类号 X171.1 **文献标识码** A **文章编号** 1006-7647(2009)03-0024-05

Evaluation of influence of human factor on ecological environment of seashore of China based on the status space method//ZHONG Chang-biao, DENG Guan-ming(*School of Business, Ningbo University, Ningbo 315211, China*)

Abstract :Based on the status space method, a quantitative method for evaluation of the influence of the human factor on the coastal ecological environment is constructed. According to the method, the influence of the human factor on the ecological environment of the seashore of China is quantitatively calculated using data from 2004-2005. The results show that the influence of the human factor in this area greatly exceeds the supportable limit of the coastal ecological environment. It is suggested that a resource-saving and environmentally friendly value system should be fostered, a view of technology on resources and environmental remediation should be reestablished, and policies of incorporating technical intervention with culture guidance should be carried out.

Key words :coastal ecological environment; human factor; influence evaluation; status space method

根据 ISSC 的报告,第二次世界大战以来影响海域生态环境变化的纯粹自然力作用趋于衰减,人类活动力的作用日渐增强。研究表明,21 世纪以来人类活动造成氮磷输入海洋的数量较以往增加了 4~5 倍,城市化海区较以往增加 10 倍以上。我国人口数量庞大、人地矛盾尖锐、人们环境保护意识较低而且追求‘挥霍奢侈型’的消费理念和消费模式,技术和管理水平低,经济增长方式仍以粗放型为主,经济体制转型尚未完成,政治体制改革滞后,“经济行为政绩化,行政功能经济化”导致短期行为盛行。凡此种种,都与人文因素紧密相关。人文因素主要指人类活动的规模和强度、消费量、消费模式、价值观念、社会政策和社会制度等。因此,开展人文因素对我国近海海域生态环境影响的理论研究,探讨各种社会和经济行为对海域生态环境的影响,探究人文因

素影响的定量与定性评价方法,最大程度地修缮海域生态环境,已经成为我国沿海经济重心地区可持续发展具有前瞻性、战略性和全局性的课题。

1 我国近岸海域生态环境人文因素影响评价方法的构建

1.1 状态空间法的基本原理及应用

状态空间法是欧氏几何空间用于定量描述系统状态的一种有效方法。近年来,许多学者将状态空间法运用于定量描述和测度区域承载能力。

海岸带作为区域海域系统的重要组成部分,是由人口、海域资源、海域环境、经济社会发展等子系统复合而成的复杂系统。现实中人口、经济社会发展等子系统对海域资源环境系统的影响(即人文因素影响)尤为突出。构造一个由人文因素轴、海域资

基金项目 国家自然科学基金(70673048) 国家自然科学基金中英国际合作项目(70810107006)

作者简介 钟昌标(1964—),男,江西兴国人,教授,博士,从事应用经济学研究。E-mail :zhongchangbiao@nbu.edu.cn

源轴、海域环境轴组成的三维状态空间,见图 1。不仅不同的人文因素影响与不同的海域资源环境的最终组合结果不同,即便在同一海域资源环境条件下,不同的人文因素影响所导致的结果也不同,或影响过度,或影响适度,或达到临界状态。图 1 中的点 D, F, E 为任意 3 个状态点,设 D 点为临界状态点(或限度点),则 E 点为影响过度状态点, F 点为影响适度状态点。

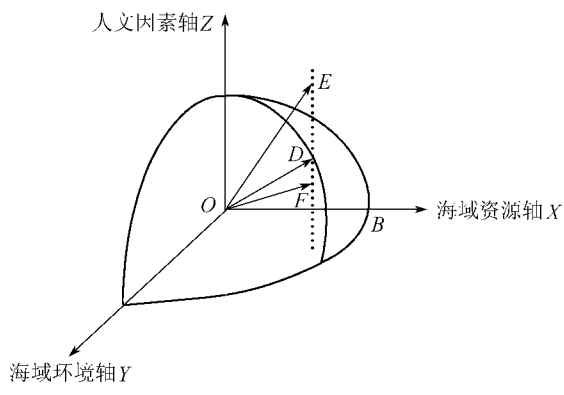


图 1 区域海域人文因素影响概念模型

据此,可用状态空间中的原点同系统状态点所构建的矢量模(图 1 的 $|OD|$, $|OF|$, $|OE|$)来定量描述其状态值,并通过比较矢量模的大小来判断系统的状态情况。在给出综合定量模型前,先对各状态维加权综合成一个指数,从而得到区域海域系统人文因素、海域资源、海域环境在状态空间中的坐标值。人文因素轴(Z 轴)、海域资源轴(X 轴)与海域环境轴(Y 轴)的综合性指数分别为

$$\begin{aligned} Z &= (\omega_{11}Z_1 + \cdots + \omega_{1h}Z_h) - \\ &\quad (\omega_{1(h+1)}Z_{h+1} + \cdots + \omega_{1n}Z_n) \\ X &= \omega_{21}X_1 + \cdots + \omega_{2m}X_m \\ Y &= \omega_{31}Y_1 + \cdots + \omega_{3l}Y_l \end{aligned}$$

式中: $Z_1, \cdots, Z_h$ 为人文因素的壓力类活动在状态空间中的坐标值,代表负面影响; $Z_{h+1}, \cdots, Z_n$ 为人文因素的潜力类活动在状态空间中的坐标值,代表正面影响; $X_1, \cdots, X_m$ 为区域海域资源在状态空间中的坐标值; $Y_1, \cdots, Y_l$ 为区域海域环境在状态空间中的坐标值; $\omega_{11}, \cdots, \omega_{1n}$ 为各人文因素指标对应的权重; $\omega_{21}, \cdots, \omega_{2m}$ 为各区域海域资源指标对应的权重; $\omega_{31}, \cdots, \omega_{3l}$ 为各区域海域环境指标对应的权重。

于是,区域海域生态环境人文因素影响的综合评价模型为

$$IHD = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

1.2 人文因素影响的定量评价方法

在人文因素影响的定量评价过程中,采用一替代方法^[1],首先构造向量 X^*, Y^*, Z^* :

$$X^* = X_{\text{现值}}(\text{opr}) X_{\text{临界值}}$$

$$Y^* = Y_{\text{现值}}(\text{opr}) Y_{\text{临界值}}$$

$$Z^* = Z_{\text{现值}}(\text{opr}) Z_{\text{临界值}}$$

式中: (opr) 代表某种运算符,其作用在于使向量 X^*, Y^*, Z^* 的每一个指标相对于可持续临界状态时,该指标项代表的海域系统某一方面所处的状态(如 $|Z^*| > 1$, $|Z^*| = 1$ 和 $|Z^*| < 1$ 分别代表区域海域被该指标所作用的状态是影响过度、达到临界状态和影响适度);在相同资源环境条件下, $X_{\text{临界值}}$ 和 $Y_{\text{临界值}}$ 分别取其现状指标值。

将向量 X^*, Y^*, Z^* 进行加权计算,这样,海域资源、海域环境、人文因素轴的综合性指数 X, Y, Z 就分别变为 X', Y', Z' , 则

$$IHD' = \sqrt{X'^2 + Y'^2 + Z'^2}$$

经过同样的运算,各临界状态值 $X_{\text{临界值}}, Y_{\text{临界值}}, Z_{\text{临界值}}$ 经加权后得到各维综合指数 $X'_{\text{临界值}}, Y'_{\text{临界值}}, Z'_{\text{临界值}}$, 此时

$$IHD'_{\text{临界值}} = \sqrt{X'^2_{\text{临界值}} + Y'^2_{\text{临界值}} + Z'^2_{\text{临界值}}}$$

通过 IHD' 与 $IHD'_{\text{临界值}}$ 值的比较,可以判断区域海域人文因素影响情况: $IHD' > IHD'_{\text{临界值}}$, 影响过度; $IHD' = IHD'_{\text{临界值}}$, 达到临界状态; $IHD' < IHD'_{\text{临界值}}$, 影响适度。

1.3 人文因素影响临界值的确定

根据上述分析,要对人文因素影响程度进行评价,关键是要确定不同时期具体海域在可持续发展状态下所能承受的人文因素影响临界值(或限度值)。该值的确定可采用问卷调查法征集当地有关专家、学者或政府决策者的意见,将其转换成相应的定量数据;或利用现有的一些国内及国际标准来确定;也可参照国内外与当地总体背景相似但生态环境更可持续的不同区域海域的实际指标值确定;或综合利用以上方法来确定。

1.4 区域海域系统评价指标体系的构建

根据指标构建的科学性、定量可操作性、完备性等原则,基于海洋生态环境承载力评价指标体系^[2],参照其他相关指标体系^[3],设计包括人口、经济、社会等 10 个方面近 30 个具体指标的区域海域系统评价指标体系,见表 1。所建指标项总体上分为 2 类,第 1 类为影响体指标,第 2 类为承受体指标。影响体指标包括: ① 压力类指标,主要反映沿海地区人文因素给近岸海域带来的负面影响,包括因经济社会活动增强而引发的人口与经济增长、海域资源消耗以及海域环境污染等。压力类指标包括人口指标、经济指标、社会指标、环境指标。② 潜力类指标,主要反映随着生活水平的提高,人们对生态环境的保

表 1 区域海域系统的评价指标体系

区域 海域 系统 的 评 价 指 标 体 系	影响体 指标	压力类 指标	人口指标 人口密度、城镇化率、城镇居民人均可支配收入、农村居民人均纯收入
			人均 GDP 产值、人均工农业生产总值、GDP 年均增长率、第一产业年均增长率、第二产业年均增长率、海洋产业 产值增长率
			社会指标 失业率、人均居住面积、人均用海面积
			环境指标 万元工业产值废水排放量、万元工业产值废气产生量、万元工业产值固体废物产生量、赤潮发生程度
	承受体 指标	潜力类 指标	社会经济发展程度指标 第三产业占 GDP 的比例
			生活质量水准指标 恩格尔系数
			科技潜力程度指标 科技进步在经济增长中的贡献率、科研与发展费用占 GDP 的比例
	承受体 指标	生态弹性指标 海洋生物资源的多样性指标(包括动物、植物、原核生物、原生生物与真菌物种多样性指标)	资源承受体指标 人均海洋资源占有量(包括人均海洋生物资源丰度、人均海水资源丰度、人均海洋矿产资源丰度等)
			环境承受体指标 主要污染物(包括石油类、COD、无机氮、无机磷、Pb)污染指标、海洋环境功能区达标率、工业污染源 达标排放率、海洋环保投资比例

护意识增强。特别是随着科技的迅速发展,人们采用新的生产方式、新的替代资源等,从而减轻了资源环境压力。潜力类指标主要包括社会经济发展程度指标、生活质量水准指标以及科技潜力程度指标。承受体指标主要反映海域生态环境对区域社会经济发展的服务能力,主要有生态弹性指标、资源承受体指标、环境承受体指标。

2 我国近岸海域人文因素影响的定量评价

依据状态空间法的评价思路,首先收集代表 2004 年我国沿海地区有关人口、经济、社会等人文影响因素,以及近岸海域资源环境方面的各具体指标值。其中,生态弹性指标相关数据以我国已记录的生物物种数为基准计算得来;除海洋生物资源丰度、海水资源丰度数据外资源承受体指标相关数据来源于吴克勤^[4]的研究数据;环境承受体指标中有关污染物浓度值来源于《2005 年中国海洋统计年鉴》^[5],其他数据来源于《2005 年中国海洋环境质量公报》^[6];其他数据来源于《2005 年中国统计年鉴》^[7]。需补充说明几点:一是人口密度、人均 GDP 产值以及人均海洋资源丰度等仍以户籍人口而非常住人口为基准进行计算;二是由于海洋矿产资源(包括石油、天然气、沙矿与海洋能源)的调查勘探程度远低于陆地,海洋石油和天然气的产量在全国石油和天然气总产量中的比例不高,开发利用程度不高,海洋矿产资源丰度根据我国初步调查的探明储量计算得来;三是我国近海渔业资源已出现衰竭,可捕捞的渔业资源基本得到开发,用渔业捕捞量基本可以反映渔业资源的社会生产力或现有量。

其次,将区域海域系统的评价指标体系划分成 3 层,即 A 层、B 层和 C 层。A 层包括人文因素(影响体指标)、海域资源(资源承受体指标)、海域环境及生态弹性(环境承受体指标及生态弹性指标);B 层包括人口指标、经济指标、社会指标、环境指标、社会经济发展程度指标、生活质量水准指标、科技潜

力程度指标、人均海洋资源占有量、环境承受体指标及生态弹性指标;C 层包括 B 层以下各具体指标。利用层次分析法(AHP)对各指标进行赋权。通过 15 名专家赋值的平均值得到各层同类指标的判断矩阵,依此最终得到 C 层指标在整个指标体系中的权重,并通过一致性检验。如果未能通过一致性检验,将结果反馈给专家,请专家重新打分,详细赋权步骤可参考相关研究^[8]。

最后,根据人文因素影响临界值的确定方法,参照国内外与研究区域总体背景相似但生态环境更可持续的不同区域海域的实际指标值给出我国近海海域在可持续发展状态下所能承受的各人文因素影响临界值。由于我国近海类似的研究区域几乎没有,在人文因素指标中,人口指标、经济指标、社会指标、社会经济发展程度指标、生活质量水准指标等的指标值均以我国南海海区(包括广东、广西、海南 3 省)的现状指标值为计算标准,这是基于我国四大海区内南海近岸海域生态环境状况最为可持续发展^[9]。据中国近岸海域环境质量公报显示,2005 年南海一、二类海水比例达到 85.8%,而污染最重的海域——东海一、二类海水比例只有 35.5%,与此同时南海各海洋功能区达标率较高,生物多样性相对比较稳定。环境承受体指标以渤海海区污染物的处理与环境的自净能力为计算依据^[10]科技潜力程度指标以国际平均水平值为计算依据^[11]海域资源环境临界值取其现状指标值。

由此得到我国近海海域各评价指标的指标值、临界值、在向量 X^* 或 Y^* 或 Z^* 中的对应值及权重分别如下:①人口指标中人口密度、城镇化率、城镇居民人均可支配收入、农村居民人均纯收入的指标值分别为 416 人/ km^2 , 49.17%, 11 330.82 元, 3 882.89 元;临界值分别为 312 人/ km^2 , 48.06%, 12 204.98 元, 3 315.88 元在人文向量 Z^* 中对应值分别为 1.33, 1.023, 0.928, 1.171 权重分别为 0.080 0, 0.034 0, 0.020 4, 0.030 6。②经济指标中人均 GDP 产

值、人均工农业生产总值、GDP 年均增长率、第一产业年均增长率、第二产业年均增长率、海洋产业产值增长率的指标值分别为 18 216.82 元,11 597.72 元,11.56%,4.85%,12.879%,11.3%;临界值分别为 14 366.51 元,8 219.47 元,11.17%,5.02%,13.14%,14.44% 在人文向量 Z^* 中对应值分别为 1.268,1.411,1.035,0.966,0.982,0.783;权重分别为 0.065 0,0.039 0,0.031 2,0.027 3,0.019 5,0.068 0。其中,GDP 年均增长率的计算期为 1994~2004 年,海洋产业产值增长率的计算期为 2003~2005 年。

③社会指标中失业率、人均居住面积、人均用海面积的指标值分别为 3.87%,28.89 m²,29.87 m² 临界值分别为 3.07%,25.99 m²,21.08 m² 在人文向量 Z^* 中对应值分别为 1.261,1.112,1.417;权重分别为 0.010 0,0.020 0,0.070 0。其中,人均用海面积用海水养殖面积代替。

④环境指标中万元工业产值废水排放量、万元工业产值废气产生量、万元工业产值固体废物产生量、赤潮发生程度的指标值分别为 27.94 t,28 109 m³,1.18 t,277.4 km²/次;临界值分别为 8.6 t,8 800 m³,0.5 t,78.33 km²/次;在人文向量 Z^* 中对应值分别为 3.249,3.194,2.36,3.541;权重分别为 0.053 9,0.015 2,0.007 7,0.033 0。

⑤第三产业占 GDP 的比例的指标值为 38.01%,临界值为 36.9%,在人文向量 Z^* 中对应值为 1.03,权重为 0.048 0。

⑥生活质量水准指标中城镇居民恩格尔系数、农村居民恩格尔系数的指标值分别为 37.42%,44.47% 临界值分别为 38.1%,51.2% 在人文向量 Z^* 中对应值分别为 0.982,0.869;权重分别为 0.019 2,0.028 8。

⑦科技潜力程度指标中科技进步在经济增长中的贡献率、科研与发展费用占 GDP 的比例的指标值分别为 38.68%,1.456% 临界值分别为 55%,2.5%;在人文向量 Z^* 中对应值分别为 0.703,0.582;权重分别为 0.038 4,0.025 6。

⑧生态弹性指标中动物多样性指数、植物多样性指数、原核生物多样性指数、原生生物多样性指数、真菌物种多样性指数的指标值分别为 2.963,1.954,1.313,1.501,0.952;临界值也分别为 2.963,1.954,1.313,1.501,0.952 在环境向量 Y^* 中对应值均为 1.00;权重分别为 0.016 0,0.012 0,0.004 0,0.006 0,0.004 0。

⑨资源承受体指标中人均海洋生物资源丰度、人均海水资源丰度、人均石油资源丰度、人均天然气资源丰度、人均砂矿资源丰度、人均海洋能源丰度的指标值分别为 26.26 kg,0.008 7 km²,74.991 t,1.552 × 10⁴ m³,3.001 t,1.164 kW 临界值也分别为 26.26 kg,0.008 7 km²,74.991 t,1.552 × 10⁴ m³,3.001 t,1.164 kW 在资源向量 X^* 中对应值均为 1.00;权重

分别为 0.043 0,0.032 0,0.018 0,0.011 0,0.007 2,0.012 0。其中,人均海洋生物资源丰度以渔业资源捕捞量计算所得。

⑩环境承受体指标中石油类污染指数、COD 污染指数、无机氮污染指数、无机磷污染指数、Pb 污染指数、海水增殖区达标率、海水浴场达标率、海洋保护区达标率、海洋倾倒地达标率、海洋油气区达标率、工业污染源达标排放率、海洋环保投资比例的指标值分别为 0.951,0.48,2.277,1.261,1.863,52%,100%,100%,100%,100%,93.96%,0.3% 临界值也分别为 0.951,0.48,2.277,1.261,1.863,52%,100%,100%,100%,100%,93.96%,0.3% 在环境向量 Y^* 中对应值均为 1.00;权重分别为 0.003 2,0.002 4,0.009 0,0.009 8,0.001 6,0.003 6,0.003 0,0.001 8,0.002 4,0.001 2,0.004 0,0.008 0。其中,石油类污染指数根据 GB 3097—1997《海水水质标准》中一类标准计算所得,海水增殖区达标率以达到优良或满足功能区要求或国家一类标准为计算基准。

根据以上数据,可得 $Z^* = (1.333, 1.023, \dots, 0.703, 0.582)$, Y^* 与 X^* 为单位向量,将生态弹性类指标纳入海域环境类指标,则

$$IHD' = \sqrt{X'^2 + Y'^2 + Z'^2} = \sqrt{0.123^2 + 0.0920^2 + 0.822^2} = 0.8365$$

$$IHD'_{\text{临界值}} = \sqrt{X'_{\text{临界值}}^2 + Y'_{\text{临界值}}^2 + Z'_{\text{临界值}}^2} = \sqrt{0.123^2 + 0.0920^2 + 0.4648^2} = 0.4900$$

$IHD' > IHD'_{\text{临界值}}$,表明我国近海地区的人文因素影响已超出了我国近岸海域生态环境的可承受限度。

3 结论与建议

我国近海地区的人口、经济与社会所带来的压力已超出我国近岸海域生态环境的可承受能力。落实科学发展观,要从近海地区及近岸海域整体出发,除了要提升近岸海域各种资源与环境的禀赋外,更重要的是合理限制近岸地区人文因素影响的强度和力度。一方面要不断减少人文因素所施加的各种压力,另一方面要不断强化人文因素所带来的各种正面效应。建议:

- a. 加强领导,切实落实海岸带环境保护目标责任制。由于环境与短期经济目标经常是矛盾的,并且涉及国民经济管理的多个部门,所以建议组建各级政府主要领导挂帅的组织保障体系,在主要港湾建立港湾开发保护委员会,切实落实海岸带环境保护目标责任制。
- b. 加大宣传和教育力度,培植资源节约环境友好型价值体系。保护近岸海域生态环境,需要上至

领导下至普通百姓形成经济效益、社会效益与生态效益兼顾的共识,需要人们在价值观念上进行较大的调整。我国人口众多、人均资源贫乏,节约应当成为一种生活方式、生活习惯和生活理念。改变人们吃穿住行中不是基于生活需要而是基于满足欲望的消费行为。本着‘手段简朴、目的丰富’的生活观念,营造一个合于自然常理、内蕴人文价值、富有文明含量的日常生活方式。同时,重立资源环境修复的技术观。应该看到,海岸带环境的破坏与现代技术的介入是密不可分的。正是借助技术的威力,人们征服和改造海洋的能力得以增强,对海洋资源的占有欲得以膨胀。渔轮功率越来越大、网眼越来越小、鱼汛导航越来越精准,现代技术加速了人们对渔业资源环境的破坏,所以应对技术保持高度的警觉,树立辨证的技术观。应把技术的发展和运用纳入人文理性和人文关怀的轨道,加强对技术的价值归约和引导,使技术真正为人类可持续发展服务,实现技术干预与人文牵引的高度统一。

c. 建立环境与经济一体化的核算体系。由于海岸带资源环境既面临‘市场失灵’,又面临‘政府失灵’,所以在设计政策手段时,需要进行经济制度和社会机制的创新。政府机制方面主要做好环境法律机制、生态税收机制、环境修复投入机制、绿色核算机制、官员考核机制、信息披露机制等机制的建立。社会机制方面主要做好公众参与和自治制度、资源节约制度等的建立。

d. 加强入海污染源控制,建立污染物总量和浓度控制的制度。陆源污染物排放入海是影响海岸带环境的主要原因,为防止沿海主要港湾环境恶化,在海岸带污染物入海量大的海湾实行污染物总量控制制度。加快完善以海监、港监、渔政为骨干的海洋污染监控和信息传递网络,加强协作执法和重大污染事故的调查处理。各级政府应根据国民经济发展水平,每年安排一定资金用于海洋生物环境监测网络和海洋环境保护执法队伍的建设。

e. 构建海洋循环经济政策体系。海洋循环经济作为一种新的经济运行方式,依靠临海区位优势,以海洋资源的高效与循环利用为核心,依托循环经济技术,整合区域经济、社会、环境及技术等资源,实现海陆大循环的经济发展模式。海洋循环经济把海洋资源和海洋生态环境看成社会大众共有的稀缺自然福利资本。

f. 构建海洋生态环境保护的技术保障体系。要充分利用海洋环境保护主管部门与高校、科研单位相结合的培训渠道,通过各种形式积极培养海洋环境保护相关专业技术人才。海洋生态环境保护的

技术保障体系重点包括:①海洋环境、海洋资源、海洋经济、海洋管理等 CIS 系统。②海洋环境标准与评估。③海洋生态修复工程、海洋资源评估与合理化利用等。④赤潮、溢油、海岸侵蚀、外来物种入侵等海洋灾害防治技术。应建立海洋环境保护技术服务体系,积极推广海洋环境保护科研成果,加强对海洋环境保护的科学研究,深入开展海洋生物多样性的调查和研究,加强信息网络建设和遥感技术等先进设备的配置,跟踪国内外海洋开发与保护的最新动态,借鉴和吸收国内外海洋开发与保护的经验和教训。

参考文献:

- [1] 韩彬,王保栋.河口和沿岸海域生态环境质量综合评价方法评介[J].海洋科学进展,2006,24(2):254-258.
- [2] 张丕远,葛全胜,吕明,等.全球环境变化中的人文因素[J].地学前缘,1997,4(1/2):195-200.
- [3] 闫小培,毛蒋兴,晋军.巨型城市区域土地利用变化的人文因素分析:以珠江三角洲地区为例[J].地理学报,2006,61(6):613-623.
- [4] 吴克勤.国际海洋环境数据管理体系[J].海洋信息,2002(3):21-28.
- [5] 中华人民共和国国家海洋局.2005年中国海洋统计年鉴[M].北京:海洋出版社,2006.
- [6] 中华人民共和国国家海洋局.2005年中国海洋环境质量公报[EB/OL]. [2008-06-10]. <http://www.eastsea.gov.cn/Module/Show.aspx?id=3128>.
- [7] 中华人民共和国国家统计局.2005年中国统计年鉴[M].北京:统计出版社,2006.
- [8] 刘坚,黄贤金,赵彩艳,等.快速城市化背景下江苏省土地利用程度变化及其人文驱动因素分析[J].四川农业大学学报,2005,23(2):223-227.
- [9] 毛汉英,余丹林.区域承载力定量研究方法探讨[J].地球科学进展,2001,16(4):549-555.
- [10] 杨志峰,隋欣.基于生态系统健康的生态承载力评价[J].环境科学学报,2005,25(5):586-594.
- [11] 余丹林,毛汉英,高群.状态空间衡量区域承载状况初探:以环渤海地区为例[J].地理研究,2003,22(2):201-210.

(收稿日期:2008-06-25 编辑:骆超)

