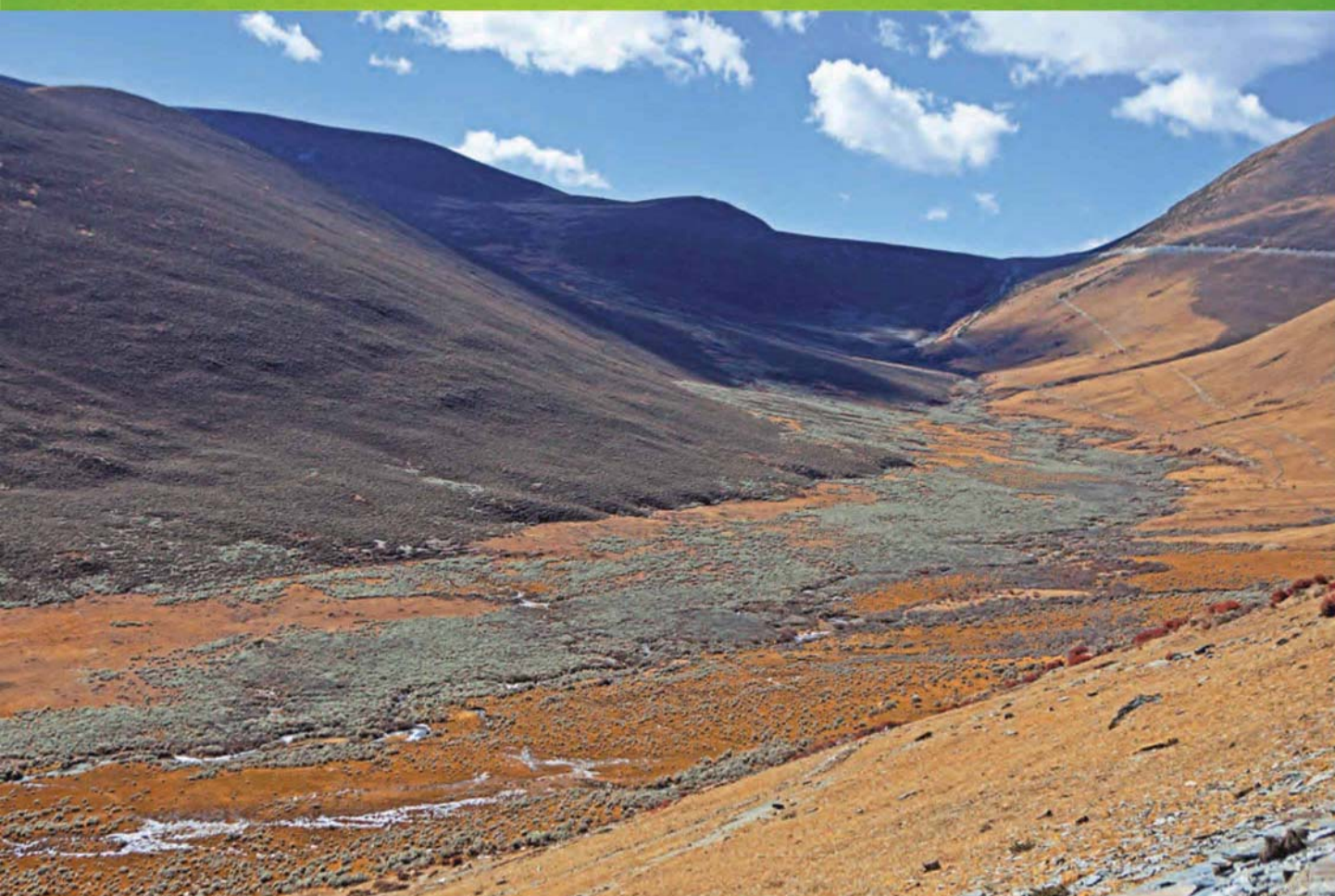


ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

中国生态学会 2013 年学术年会专辑



第 33 卷 第 18 期 Vol.33 No.18 **2013**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 18 期 2013 年 9 月 (半月刊)

目 次

中国生态学会 2013 年学术年会专辑 卷首语

- 美国农业生态学发展综述 黄国勤, Patrick E. McCullough (5449)
- 水足迹研究进展 马 晶, 彭 建 (5458)
- 江西省主要作物(稻、棉、油)生态经济系统综合分析评价 孙卫民, 欧一智, 黄国勤 (5467)
- 植物干旱胁迫下水分代谢、碳饥饿与死亡机理 董 蕾, 李吉跃 (5477)
- 生态化学计量学特征及其应用研究进展 曾冬萍, 蒋利玲, 曾从盛, 等 (5484)
- 三峡库区紫色土植被恢复过程的土壤团粒组成及分形特征 王轶浩, 耿养会, 黄仲华 (5493)
- 城市不同地表覆盖类型对土壤呼吸的影响 付芝红, 呼延佼奇, 李 锋, 等 (5500)
- 华南地区 3 种具有不同入侵性的近缘植物对低温胁迫的敏感性 王宇涛, 李春妹, 李韶山 (5509)
- 沙丘稀有种准噶尔无叶豆花部综合特征与传粉适应性 施 翔, 刘会良, 张道远, 等 (5516)
- 水浮莲对水稻竞争效应、产量与土壤养分的影响 申时才, 徐高峰, 张付斗, 等 (5523)
- 珍稀药用植物白及光合与蒸腾生理生态及抗旱特性 吴明开, 刘 海, 沈志君, 等 (5531)
- 不同温度及二氧化碳浓度下培养的龙须菜光合生理特性对阳光紫外辐射的响应 杨雨玲, 李 伟, 陈伟洲, 等 (5538)
- 土壤氧气可获得性对双季稻田温室气体排放通量的影响 秦晓波, 李玉娥, 万运帆, 等 (5546)
- 免耕稻田氮肥运筹对土壤 NH_3 挥发及氮肥利用率的影响 马玉华, 刘 兵, 张枝盛, 等 (5556)
- 香梨两种树形净光合速率特征及影响因素 孙桂丽, 徐 敏, 李 疆, 等 (5565)
- 沙埋对沙米幼苗生长、存活及光合蒸腾特性的影响 赵哈林, 曲 浩, 周瑞莲, 等 (5574)
- 半干旱区旱地春小麦全膜覆土穴播对土壤水热效应及产量的影响 王红丽, 宋尚有, 张绪成, 等 (5580)
- 基于 Le Bissonnais 法的石漠化区桑树地埂土壤团聚体稳定性研究 汪三树, 黄先智, 史东梅, 等 (5589)
- 不同施肥对雷竹林径流及渗漏水中氮形态流失的影响 陈裴裴, 吴家森, 郑小龙, 等 (5599)
- 黄土丘陵区不同植被土壤氮素转化微生物生理群特征及差异 邢肖毅, 黄懿梅, 安韶山, 等 (5608)
- 黄土丘陵区植被类型对土壤微生物量碳氮磷的影响 赵 彤, 闫 浩, 蒋跃利, 等 (5615)
- 林地覆盖对雷竹林土壤微生物特征及其与土壤养分制约性关系的影响 郭子武, 俞文仙, 陈双林, 等 (5623)
- 降雨对草地土壤呼吸季节变异性的影响 王 旭, 闫玉春, 闫瑞瑞, 等 (5631)
- 基于土芯法的亚热带常绿阔叶林细根空间变异与取样数量估计 黄超超, 黄锦学, 熊德成, 等 (5636)
- 4 种高大树木的叶片性状及 WUE 随树高的变化 何春霞, 李吉跃, 孟 平, 等 (5644)
- 干旱荒漠区银白杨树干液流动态 张 俊, 李晓飞, 李建贵, 等 (5655)
- 模拟增温和不同凋落物基质质量对凋落物分解速率的影响 刘瑞鹏, 毛子军, 李兴欢, 等 (5661)
- 金沙江干热河谷植物叶片元素含量在地表凋落物周转中的作用 闫帮国, 纪中华, 何光熊, 等 (5668)
- 温带 12 个树种新老树枝非结构性碳水化合物浓度比较 张海燕, 王传宽, 王兴昌 (5675)
- 断根结合生长素和钾肥施用对烤烟生长及糖碱比、有机钾指数的影响 吴彦辉, 薛立新, 许自成, 等 (5686)
- 光周期和高脂食物对雌性高山姬鼠能量代谢和产热的影响 高文荣, 朱万龙, 孟丽华, 等 (5696)
- 绿原酸对凡纳滨对虾抗氧化系统及抗低盐度胁迫的影响 王 芸, 李 正, 李 健, 等 (5704)

基于盐分梯度的荒漠植物多样性与群落、种间联接响应	张雪妮,吕光辉,杨晓东,等 (5714)
广西马山岩溶植被年龄序列的群落特征.....	温远光,雷丽群,朱宏光,等 (5723)
戴云山黄山松群落与环境的关联.....	刘金福,朱德煌,兰思仁,等 (5731)
四川盆地亚热带常绿阔叶林不同物候期凋落物分解与土壤动物群落结构的关系.....	王文君,杨万勤,谭 波,等 (5737)
中亚热带常绿阔叶林不同演替阶段土壤活性有机碳含量及季节动态.....	范跃新,杨玉盛,杨智杰,等 (5751)
塔克拉玛干沙漠腹地人工植被及土壤 C N P 的化学计量特征	李从娟,雷加强,徐新文,等 (5760)
鄱阳湖小天鹅越冬种群数量与行为学特征.....	戴年华,邵明勤,蒋丽红,等 (5768)
营养盐加富和鱼类添加对浮游植物群落演替和多样性的影响.....	陈 纯,李思嘉,肖利娟,等 (5777)
西藏达则错盐湖沉积背景与有机沉积结构.....	刘沙沙,贾沁贤,刘喜方,等 (5785)
西藏草地多项供给及调节服务相互作用的时空演变规律.....	潘 影,徐增让,余成群,等 (5794)
太湖水体溶解性氨基酸的空间分布特征.....	姚 昕,朱广伟,高 光,等 (5802)
基于遥感和 GIS 的巢湖流域生态功能分区研究.....	王传辉,吴 立,王心源,等 (5808)
近 20 年来东北三省春玉米物候期变化趋势及其对温度的时空响应	李正国,杨 鹏,唐华俊,等 (5818)
鄱阳湖湿地景观恢复的物种选择及其对环境因子的响应.....	谢冬明,金国花,周杨明,等 (5828)
珠三角河网浮游植物生物量的时空特征.....	王 超,李新辉,赖子尼,等 (5835)
南京市景观时空动态变化及其驱动力	贾宝全,王 成,邱尔发 (5848)
川西亚高山-高山土壤表层有机碳及活性组分沿海拔梯度的变化	秦纪洪 王 琴 孙 辉 (5858)
城市森林碳汇及其抵消能源碳排放效果——以广州为例.....	周 健,肖荣波,庄长伟,等 (5865)
基于机器学习模型的沙漠腹地地下水含盐量变化过程及模拟研究.....	范敬龙,刘海龙,雷加强,等 (5874)
干旱区典型绿洲城市发展与水资源潜力协调度分析	夏富强,唐 宏,杨德刚,等 (5883)
海岸带区域综合承载力评估指标体系的构建与应用——以南通市为例.....	魏 超,叶属峰,过仲阳,等 (5893)
中街山列岛海洋保护区鱼类物种多样性	梁 君,徐汉祥,王伟定 (5905)
丰水期长江感潮河口段网采浮游植物的分布与长期变化.....	江志兵,刘晶晶,李宏亮,等 (5917)
基于生态网络的城市代谢结构模拟研究——以大连市为例.....	刘耕源,杨志峰,陈 彬,等 (5926)
保护区及周边居民对野猪容忍性的影响因素——以黑龙江凤凰山国家级自然保护区为例.....	徐 飞,蔡体久,琚存勇,等 (5935)
三江源牧户参与草地生态保护的意愿.....	李惠梅,张安录,王 珊,等 (5943)
沈阳市降雨径流初期冲刷效应.....	李春林,刘 淼,胡远满,等 (5952)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 514 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 59 * 2013-09	



封面图说: 川西高山地带土壤及植被——青藏高原东缘川西的高山地带坡面上为草地,沟谷地带由于低平且水分较充足,生长有很多灌丛。川西地区大约在海拔 4000m 左右为林线,以下则分布有亚高山森林。亚高山森林是以冷、云杉属为建群种或优势种的暗针叶林为主体的森林植被。作为高海拔低温生态系统,高山-亚高山地带土壤碳被认为是我国重要的土壤碳库。有研究表明,易氧化有机碳含量与海拔高度呈显著正相关,显示高海拔有利于土壤碳的固存。因而,这里的表层土壤总有机碳含量随着海拔的升高而增加。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201304090649

魏超, 叶属峰, 过仲阳, 刘汉奇, 邓邦平, 刘星. 海岸带区域综合承载力评估指标体系的构建与应用——以南通市为例. 生态学报, 2013, 33(18): 5893-5904.

Wei C, Ye S F, Guo Z Y, Liu H Q, Deng B P, Liu X. Constructing an assessment indices system to analyze integrated regional carrying capacity in the coastal zones: a case in Nantong. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(18): 5893-5904.

海岸带区域综合承载力评估指标体系的构建与应用 ——以南通市为例

魏 超¹, 叶属峰^{2,3,*}, 过仲阳¹, 刘汉奇², 邓邦平², 刘 星²

(1. 华东师范大学 地理信息科学教育部重点实验室, 上海 200062; 2. 国家海洋局东海环境监测中心, 上海 200137;

3. 海洋赤潮灾害立体监测技术与应用国家海洋局重点实验室, 上海 200090)

摘要:借鉴“驱动力-压力-状态-响应-控制力”概念模型,依据数据可获取性,构建海岸带区域综合承载力评估指标体系和评价标准。以江苏省南通市海岸带为例,利用状态空间法开展研究区 2005 年、2008 年和 2009 年综合承载力评估,五县(市)陆域、滩涂、海洋和区域的综合承载力基本处于可载状态,部分县(市)出现满载。从 2005 年至 2009 年,滩涂、海洋和区域综合承载力基本呈上升趋势,海门市海洋和区域的综合承载力上升分别为 124.61% 和 142.98%;而陆域综合承载力呈下降趋势,如东县下降达 22.42%。基于指标承载力贡献率分析,污染物及能耗、区域经济发展水平和环境压力是影响综合承载力关键因子。海岸带区域综合承载力的评估与分析,可作为制定区域发展规划的重要依据。

关键词:综合承载力;D-PSR-C;指标体系;状态空间法;发展阶段系数

Constructing an assessment indices system to analyze integrated regional carrying capacity in the coastal zones: a case in Nantong

WEI Chao¹, YE Shufeng^{2,3,*}, GUO Zhongyang¹, LIU Hanqi², DENG Bangping², LIU Xing²

1 Key Laboratory of Geographic Information Science, Ministry of Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China

2 East China Sea Center of Environment Monitoring, State Oceanic Administration, Shanghai 200137, China

3 Key Laboratory of Marine Integrated Monitoring and Applied Technologies of Harmful Algal Blooms, State Oceanic Administration, Shanghai 200090, China

Abstract: As an indispensable homestead of human activity, the ecosystem witnesses a large number of human activities. Undoubtedly, the development of socio-economic consumes a variety of natural resources, which places tremendous pressure on the ecosystem. Nevertheless, socio-economic development is the foundation to the human society. Especially, only when the ecosystem is under-loading state, the human economic activities will development sustainably. The coastal zone is not only an important area of Chinese economic in the future, but also a complex compound ecosystem of natural, social and economic. The complexity requires us to realize the coastal ecosystem by using compound ecosystem theory. The Integrated Carrying Capacity (ICC) refers to a comprehensive capacity, in a given period and space resources, to support the regional long-term sustainable development. Therefore the assessment of coastal ICC is essentially important for the coordinated and sustainable development from both economic and ecological aspects.

Through the conceptual model of the “driving force-pressure-state-response-control” (D-PSR-C) and the data accessibility, this paper constructs an assessment indices system and an standard of ICC through a case study of Nantong coastal area, Jiangsu province, China. Based on the analysis of the data collected in this region in 2005, 2008 and 2009, the result shows that: (1) the ICC of land, beach, marine, and regional of its five counties are not exceeded, but some are

基金项目:海洋公益性行业科研经费专项(200805080);上海市科委资助项目(12231203200)

收稿日期:2013-04-09; 修订日期:2013-07-03

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: ysf6@vip.sina.com

fully loaded. In 2008 the highest one is Qidong regional ICC, which is 2.679 and under-loading. The lowest one is Haian marine ICC, which is 0.171 and over-loading; (2) from 2005 to 2009, the ICC of beach, marine and regional are on an upward trend, in which the marine and regional ICC of Haimen is increased by 124.61% and 142.98%. On the other hand, the land is on downward; for example, Rudong is decreased by 22.42%; (3) based on the contribution rate analysis of secondary indicator carrying capacity, the key factors of affecting ICC are the rate of the pollutants and energy consumption, the level of regional economic development, and the environmental pressure.

In this paper, the indices system consists of three layers: first-class indicator, second-class indicator, and third-class indicator. The third can also be adjusted by the data availability. In the meantime, the study area of coastal zone is divided into land, shoal, marine, and regional. The assessment model of coastal ICC can be proposed a new research method to assess the coastal carrying capacity. With the regional development stage coefficient theory, the standard of ICC ideal value is adjusted. That can improve the faultiness of traditional method. Moreover by using the contribution ratio analysis of second-class indicator, the key indicator of can be found to support the regional socio-economic development planning. The assessment of ICC will be a fundamental basis for long-term economic sustainable development.

Key Words: integrated carrying capacity; D-PSR-C; Indices system; space-state method; development stage coefficient

承载力概念最早来自于力学, 衍生于“人口爆炸”理论^[1]。随着承载力研究领域的进一步扩展, 国外逐步出现生态容纳能力、资源承载力、环境承载力、生态承载力等研究^[2-7]。在国内, 唐剑武和叶文虎认为, 环境承载力是在某一时期、某种环境状态下, 区域环境对人类社会经济活动支持能力的阈值^[8]; 高吉喜认为, 生态承载力是以人类社会和可持续发展为核心, 反映生态系统自我维持、自我调节的能力^[9]。随着海洋资源的开发利用, 以海洋资源可持续利用、海洋生态环境弹性恢复为前提, 海洋承载力表现为海洋能够支持人口、环境 and 经济协调发展的能力或限度^[10-11]。承载力已经从概念和理论研究提升到实际应用中, 为社会经济发展提供政策指导。

生态系统是人类活动的对象, 按照自然规律搭建的人类活动都在其中展开, 所有自然灾害、人为灾害也在其中孕育和发生。社会经济发展需要消耗生态系统中各种资源, 同时又给生态系统造成很大的压力。单项承载力的研究结果无法表示复合生态系统的承载状况, 需要综合生态系统各个子系统的承载力来反映生态系统的状态。本文提出, 区域综合承载力 (RICC) 是指一定时期内, 特定区域空间资源, 包括物质资源、能量资源、信息资源、空间资源、人力资源和社会资源等, 可提供给该区域可持续发展的综合能力^[12]。区域综合承载力在空间上覆盖陆海相互作用的不同空间地域单元, 其研究对象是由大气、水、生物、土地、人的复合生态系统, 评价要素涉及资源、环境、生态、经济和社会等多方面内容的叠加影响, 可利用多种多样的评估方法、决策手段与管理途径开展对比分析, 并采取多样性的对策进行调整。

通常认为, 海岸带是从陆域向海洋的过渡区域, 是人为划定的地理分割线^[13]。美国《海岸带管理法》、国际地圈生物圈计划 (IGBP)、《昆士兰州沿海保护与管理法》、《墨西哥海洋和海岸可持续发展的国家环境政策》以及我国的海岸带和海涂资源调查^[14-16], 相继提出海岸带的定义。以 147 次香山会议提出的海岸带概念定义为基础^[17], 本文将海岸带概念定义为: 由 0 m 等深线向陆延伸至沿海地级市 (县) 行政区边界, 向海洋延至 -10 m 等深线范围。对于省 (市、自治区) 级海岸带研究, 海岸带区域指沿海各地级市所管辖的陆域和海域; 对于地级市海岸带研究, 海岸带区域指沿海各县 (市) 所管辖的陆域和海域。

经济发展是社会发展的基础, 可载是经济发展的前提。海岸带区域是一个涉及“自然-社会-经济”的复合生态系统, 系统的复杂性需要用复合生态系统理论来认识海岸带生态系统。海岸带是我国未来社会经济发展的重点区域, 评价海岸带区域的承载能力成为保证经济与生态协调可持续发展的基础, 但我国当前并未系统地开展有综合承载力理论体系、评估方法、判定标准研究, 也未开展综合承载力在省、市、县不同区域海岸带的应用示范研究。本文采用驱动力-压力-状态-响应-调控力 (D-PSR-C) 概念模型框架^[18], 构建综合承载力评估指标体系。它包括复合生态系统的各个方面, 是资源承载力、环境承载力、生态承载力、经济承载力和社会承载力的有机综合, 综合承载力评估结果反映了各子系统承载力的综合, 旨在填补我国海岸带综合承载力研究的空白。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

南通市, 地处 31°41'—32°43'N、120°12'—121°55'E 之间, 位于江苏省南部, 南临上海市。其中, 陆域面积约为 8544 km², 海域面积约为 4485.76 km², 江海岸线长 230 km (其中海岸线长 210.4 km)。本文中的海岸带范围是指南通市沿海的海安县、如东县、通州区、启东市和海门市所管辖的陆域及其海域 (图 1)。

2011 年, 全市生产总值 4080.22 亿元, 比上年增长 12.1%, 仅次于苏州市、无锡市和南京市^[19]。农业在三产中占据重要的地

位,海水养殖和捕捞及海洋产业是带动地方经济发展的动力。随着《江苏沿海地区发展规划(2009—2020 年)》和《全国海洋功能区划(2011—2020 年)》战略规划的实施,南通市成为江苏省沿海开发的重点区域,沿海五县(市)丰富的海域海岸带资源将为区域经济发展提供支撑(表 1)。

在社会经济发展的过程中,由于地区主导产业、经济发展基础以及政策方向的差异,地区产业出现层次效应。同样,由陆域、滩涂和海洋构成的海岸带区域也存在经济发展的层次性,区域经济的发展规模、资源环境现状及发展政策也必然存在差异。本文拟开展陆域、滩涂和海洋综合承载力评估,分析三者在区域综合承载力中的比重差异,寻求更加合理的产业布局,实现陆海统筹、可持续发展的长远目标。

1.2 评估指标体系

1.2.1 评估模型适应性

本文所采用的 D-PSR-C 概念模型框架,它是基于生态环境受到的压力与生态系统的变化之间的因果关系链,揭示驱动力、压力、状态、响应与调控之间的内在联系,并且突出强调人在生态环境中的重要控制力^[18]。该模型包含整个生态系统能量流动的各个层面和方面,能够反映区域综合承载力的基本内涵和变化,其适应性主要表现在:

表 1 南通市沿海五县(市)现状调查表

Table 1 Basic parameters of Nantong coastal county (city)

	县(市) County/City				
	海安	如东	启东	通州	海门
陆域面积 Area of Land/km ²	1108	1733	1208	1166	939
滩涂面积 Area of shoal/km ²	21.67	97.72	47.39	18.87	18.87
海域面积 Area of marine/km ²	24.78	1580.73	2169.03	341.73	369.49
岸线长度 Line of coastal/km	8	106	203	16.2	12.5
渔业资源 Fishery resource/(10 ⁴ t)	2.78	24.94	32.41	5.46	7.84
人均 GDP Per.capital GDP/(10 ⁴ 元/人)	2.82	2.49	2.93	3.47	3.75
海洋经济产值 Marine economic output/(10 ⁸ 元)	3.55	23.53	40.54	9.65	11.64

渔业资源包括捕捞产量和海水养殖产量

(1)概念模型假设在一个时间段内(“十一五”期间),指标变化及其之间的关系是线性的、稳定的(政策是相对稳定的),综合承载力是基于国家和地区问题导向的不同侧面的综合;

(2)概念模型的建立符合研究区域社会经济发展的需求,承载状态稳定的前提是有外力的支撑,必定有单向承载力的存在;

(3)概念模型是基于自然资源与生态系统因素建立的,在有外力(单项承载力)支持的状态下系统能维持发展,当外力出现不足会导致生态系统退化,综合承载力会发生偏向。

1.2.2 评估指标选择与筛选

在进行海岸带综合承载力评估指标体系的构建中,评估指标首先要紧紧围绕海岸带区域发展特点来构建,其概念明确、定义清楚,指标内容不能太繁或太简,并能方便地进行数据与资料收集。其次,评估指标应区别主次、轻重,要突出当前海岸带发展全局且又极为关键的生态环境、经济社会等问题,保证评估结果科学有效。第三,指标在定性分析的基础上,还需进行定量处理,做到定性定量相结合的原则。

海岸带区域综合承载力受自然、人类和社会的共同影响,人类生存的需求是推动生态系统被开发利用的驱动力,各种政策规划是生态系统发展的控制力。在构建综合承载力评估指标体系时,本文认为驱动力和调控力作为一种必然存在的生态系统状态,不单独选取指标进行计算。根据指标体系模型,海岸带综合承载力指标体系包含压力指标、状态指标和响应指标 3 个方面,分为 3 个等级,即一级指标、二级指标和三级指标。指标覆盖社会经济、资源环境、生态系统状况等方面。指标体系筛选遵循以下原则:

(1)压力指标 反映人类、社会、经济等对海岸带生态系统所带来的影响,主要包括环境压力和开发强度,例如工业废水排

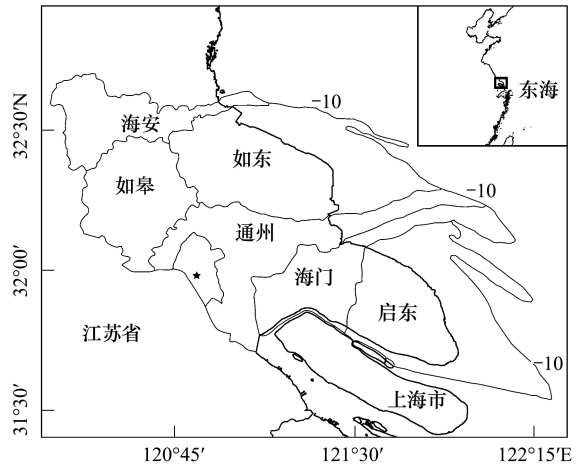


图 1 南通市海岸带示意图

Fig.1 Schematic diagram of Nantong coastal zones

放量、固体废渣排放量、万元 GDP 能耗等。

(2)状态指标 从资源、环境、生态系统的结构和功能角度,分析海岸带社会经济发展的现状,主要包括可利用资源、环境质量现状、人口聚集度、经济发展水平和生态资产五个方面,例如可开发海域面积、渔业资源、海洋经济产值等。其中,生态资产是生态系统能够提供人类活动所需的各种物质的总和^[20-23],其理论和研究内容都比较新,是当前科学研究的前沿问题。净初级生产力是生态系统除去自身消耗外的资本大小,本文选取初级生产力作为综合承载力评估的一个关键因子。

(3)响应指标 为保持社会经济发展,国家制定各种海岸带发展政策,并进行一定经济、资源、技术等投入,反映了人类社会为保持和提高生态系统稳定和承载能力而采取的措施。例如科研与开发投入、外资投入、环保支出等。

利用指标概念模型,基于指标选择原则和筛选原则,结合海岸带实际状况,最终建立海岸带区域综合承载力评估指标体系(表 2),包含 9 个一级指标和 11 个二级指标。在进行评估过程中,根据数据可获性原则,将评估指标体系进一步细化到三级指标。

表 2 海岸带区域综合承载力评估指标体系
Table 2 Assessment indices system of integrated carrying capacity (ICC) of coastal zones

指标类型 Indicator type	一级指标 First-class indicator	二级指标 Second-class indicator
压力指标 Pressures	海岸带环境压力	污染物及能耗
	海岸带开发强度	岸线利用强度
状态指标 State of systems	海岸带可利用资源	可利用空间资源
		可利用生物资源
	海洋环境质量现状	海域环境质量
	海岸带人口集聚度	人口密度
响应指标 Responses	海岸带经济发展水平	区域经济发展水平
	海岸带生态资产	海岸带生态系统服务价值
	科技支撑条件	科技创新能力
	社会支撑条件	外部贡献能力
		基础设施及保障

同时,基于海岸带区域的复杂性,特别是陆域、滩涂和海洋在区域经济发展过程中的贡献不同,本文分别建立陆域、滩涂和海洋综合承载力评估指标体系开展综合承载力评估。其中,二级指标和三级指标可根据评估对象差异可进行调整。

1.3 数据来源与处理

1.3.1 数据来源

通过对南通市海岸带进行调研分析,本文拟选择 2005 年、2008 年和 2009 年作为评估的时间。根据建立的评估指标体系,开展相关指标数据收集。为了保证评估结果具有可比性、参考性,评估数据必须可获、可靠、统一,本文的评估数据主要来自江苏省和南通市的统计年鉴、统计公报、海洋公报、历史资料等。同时,开展南通市的遥感图像监督分类与反演分析,为综合承载力评估提供数据支持。

在本研究中,借助 2008 年国家海洋公益性行业经费专项“海岸带区域综合承载力评估与决策及其应用示范研究”项目,于 2010 年开展南通市海岸带外业调查,进一步收集整理评估数据和矫正遥感分析结果,并开展利益相关者座谈,完善评估指标体系。

1.3.2 数据标准化

综合承载力的评估指标相互关联、相互影响、相互制约,在数量级、单位量纲存在差异,在评估前需进行数据标准化。根据评估指标承载力对综合承载力的贡献差异,将指标分为承压指标和压力指标两类。承压指标是用来衡量环境中的各种资源或人类反馈(包括政策、技术等)承受人类活动的的能力,如人均耕地面积、工业废水排放达标率;压力指标是用来衡量人类活动对环境影响大小,如人口密度、万元 GDP 能耗。

本文利用数据最大值、最小值方法,对指标数据进行标准化处理。根据指标性质,计算方法如下:

承压指标:

$$b_j = \frac{x_j - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (1)$$

压力指标:

$$b_j = \frac{\max(x_j) - x_j}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (2)$$

式中, b_j 为指标标准化值, x_j 为指标原始值, $\max(x_j)$ 和 $\min(x_j)$ 分别为指标数据最大值和最小值。

1.4 评估模型

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,通常用反映系统各要素状态向量的三维状态空间轴表示^[24-25]。三维状态空间包括人口及社会经济活动、区域资源、环境 3 个轴(图 2),应用状态空间法可作为定量描述和测度区域承载力与承载状态的重要手段。

在不同经济条件下,以可持续发展为准则,状态空间中存在承载力曲面 XYZ,使得曲面上任意一点的人类活动、资源、环境的配置状况达到相对的均衡(图 2, B 点)。当前社会的承载力表现为三维空间向量,向量的模与圆面半径大小的比较反映了社会的综合承载能力。状态空间法的计算公式如下:

$$RCC = \sqrt{\sum_{j=1}^n \omega_j x_j^2} \quad (3)$$

式中, x_j 表示第 j 个指标的值; ω_j 表示第 j 个指标的权重; n 表示评价指标的总数; RCC 表示综合承载力值。

1.5 评估标准判定

1.5.1 权重计算

权重是指在评价过程中,依据被评价对象的重要程度的进行系数的定量分配^[26]。海岸带综合承载力评估指标包含区域生态系统的各个方面,各要素之间存在能量与信息的相互转递,彼此之间相互支持、相互影响。同时,海岸带区域各省、市、县之间也存在资源、环境的相互共享与支持,生态环境压力也会影响到其他地区。

在多指标综合评价中,权重计算的方法包含主观赋权法和客观赋权法两大类。主观赋权法依靠评价者主观判断指标的重要性来进行排序,主要有相邻指标比较法、功效系数法、层次分析法;客观赋权法是依据原始数据所反映的信息量和指标之间关系来分配指标的重要性比重,主要有主成分分析法、熵权法、因子分析法、复相关系数法等。

在评估指标体系中,每一个指标对社会经济发展和生态系统的影响程度不同,对于综合承载力的贡献率不同,必须赋予不同的权重系数才能够计算。本文依据评价单元指标数据,利用熵权法进行权重系数计算。同时,结合研究区的调研和利益相关者座谈,对权重系数进一步进行修正。熵权法计算步骤如下^[27]:

(1) 构建判断矩阵 根据评估指标体系和搜集的评估数据,构建 $m \times n$ 的指标判断矩阵 $R = (x_{ij})_{m \times n}$ ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$):

$$R = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (4)$$

式中, m 为评价区域的总数; n 为评价三级指标的总数; x_{ij} 为第 i 个评价区域第 j 个评价指标的数值。

(2) 判断矩阵归一化 利用最大值、最小值方法,对判断矩阵归一化,得到归一化矩阵 $Y = (y_{ij})_{m \times n}$:

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \cdots & y_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (5)$$

(3) 指标归一化 即取 Y 矩阵中列向量 y_{ij} 与该矩阵中所有元素之和的比值,其计算公式如下:

$$f_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}} \quad (6)$$

(4) 权重计算 根据熵的定义,第 j 个评价指标的熵为:

$$H_j = - \frac{\sum_{i=1}^m f_{ij} \ln f_{ij}}{\ln m} \quad (7)$$

式中,当 $f_{ij} = 0$ 时,令 $\ln f_{ij} = 0$ 。

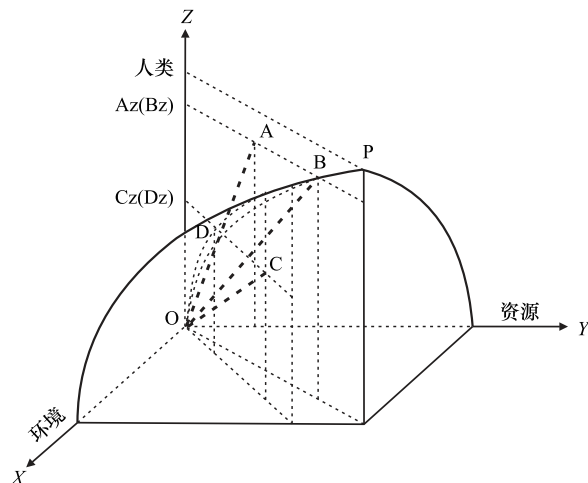


图 2 状态空间法模型

Fig.2 Spatial-State analysis modeling

因此,第 i 个评价指标的权重为:

$$\omega_j = \frac{1 - H_j}{n - \sum_{j=1}^n H_j} \quad (8)$$

式中, $j = 1, 2, \dots, n$, 且满足 $0 \leq \omega_j \leq 1$, $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$ 。

1.5.2 理想值

在状态空间法模型中,综合承载力的大小可用空间向量的模表示,生态系统平衡状态可用空间曲面的半径表示,模与半径的大小关系反映综合承载力的状态。因此,空间曲面的半径是判断综合承载力是否可载的关键依据,即综合承载力判定的理想值。

平衡状态的空间曲面可认为是指标最大值、或最小值、或平均值的承载状态。基于评价区域之间的相互作用,为了准确评估各评价单元的综合承载力,本文拟选择指标的平均值作为平衡状态,以各评价单元平衡状态综合承载力的平均值作为理想值。计算公式如下:

$$RCC' = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \sqrt{\sum_{j=1}^n \omega_j \bar{x}_j^2} \quad (9)$$

式中, RCC' 为综合承载力理想值; m 和 n 分别表示评价区域的总数与三级指标的总数; $\bar{x}_j$ 为评价指标理想值; ω_j 为指标权重。

1.5.3 调正系数

社会经济处于不断发展中,人们也投入更多新的资源、技术和政策去维持可持续发展。因此,以指标平均值为平衡状态的理想值将无法准确表示区域综合承载能力的变化趋势。为了能够准确判断评价区域的实际状况,理想值需进行一定的校正。计算公式如下:

$$I = k \times DSC \times RCC' \quad (10)$$

式中, I 为理想值调整值; RCC' 为综合承载力理想值; DSC 为区域发展阶段系数; k 为调正系数。考虑复合生态系统的复杂性和发展的动态性,结合评价区利益相关者座谈,确定调整系数 k 取 1.2。

区域发展阶段系数是衡量一个区域社会经济、人口数量等发展规模的参数,用于反应区域社会发展的程度^[28]。区域发展阶段系数的计算公式^[29-30]:

$$DSC = \frac{1}{(1 + e^{(3 - \frac{1}{En})})} \quad (11)$$

式中, DSC 指区域发展阶段系数; En 为评价区域的恩格尔系数。

1.5.4 判定标准

根据状态空间法模型,综合承载力状态分为 3 种,即可载、满载和超载。考虑到海岸带生态系统的动态变化,认为满载状态是一个相对状态,它并不特指综合承载力的现状值与理想值相等。因此,理想值存在容差,使得综合承载力在一定范围内,人类活动、自然资源与环境污染达到相对平衡。综合承载力的判定标准如下:

当 $RCC > I$ 时,可载;

当 $I - r \leq RCC \leq I + r$ 时,满载;

当 $RCC < I$ 时,超载。

其中, RCC 表示综合承载力实际值; I 表示综合承载力理想值; r 表示理想值的容差。通过评价区调研、评估结果应用示范和科研专家的评审,容差 r 取 0.1。

1.5.5 贡献率

综合承载力的评估指标由社会、环境、资源、人口、经济等要素构成,评估结果可表示社会经济发展下生态系统的承载状态。仅依靠综合承载力计算结果,无法直接反映导致综合承载力出现超载或者满载的影响因子。本文引入贡献率理论,利用二级指标承载力占综合承载力的百分比来表示指标承载力的贡献率。承压指标的贡献率越大,说明指标对综合承载力有促进作用;反之亦然。计算公式如下:

$$r_k = \frac{R_k}{RCC} \times 100\% \quad (12)$$

$$R_k = \sum_{j=1}^p RCC_j \quad (13)$$

式中, r_k 表示二级指标贡献率; R_k 为二级指标承载力大小; k 为二级指标总个数; RCC 为综合承载力; p 为二级指标 R_k 中三级指标的个数; RCC_j 为第 j 个三级指标的承载力大小。

2 结果与分析

本文首先将五县(市)海岸带区域作为评价单元进行评估,分析各县(市)综合承载力状况;其次,利用建立的陆域、滩涂和海洋的综合承载力评估指标体系,开展五县(市)陆域、滩涂和海洋的综合承载力评估,分析不同生态系统综合承载力的状况,讨论陆域、滩涂、海洋与区域综合承载力的联系。同时,本文以 2008 年作为评估基础年,开展二级指标承载力贡献率分析,寻找制约综合承载力大小的关键因素。

通过对南通市 2006 年、2009 年和 2010 年统计年鉴、公报数据、历史数据、遥感图像等数据进行分析,结合外业调查与调研,收集整理本文的评估指标数据。表 3 为南通市海岸带 2008 年区域综合承载力评估指标理想值和权重。

表 3 南通市海岸带区域综合承载力评估指标理想值及权重
Table 3 Assessment index system ideal value and weight of Nantong coastal zones ICC

一级指标 First-class indicator	二级指标 Second-class indicator	三级指标 Third-class indicator	单位 Unit	理想值 Ideal value	权重 Weight
海岸带环境压力	污染物及能耗	工业废水排放量	10 ⁴ t	0.184	0.039
		固体废渣排放量	10 ⁴ t	0.178	0.040
		万元 GDP 能耗	t 标准煤/万元	0.287	0.039
海岸带开发强度	岸线利用强度	滩涂围垦面积	km ²	0.702	0.037
海岸带可利用资源	可利用空间资源	可开发海域面积	km ²	0.108	0.034
		海岸带长度	km	0.083	0.033
		人均耕地面积	km ² /人	0.083	0.040
	可利用生物资源	植被净初级生产力	gC/m ²	0.110	0.040
		海洋初级生产力	gC/m ²	0.145	0.034
		渔业资源	10 ⁴ t	0.176	0.036
海洋环境质量现状	海域环境质量	富营养化指数		0.426	0.034
海岸带人口集聚度	人口密度	常驻人口数	万人/km ²	0.108	0.040
海岸带经济发展水平	区域经济发展水平	人均 GDP	万元/人	0.363	0.040
		恩格尔系数		0.461	0.040
		海洋经济产值	亿元	0.213	0.037
		GDP 年均增速	%	0.184	0.040
		港口吞吐量	万吨	0.852	0.040
海岸带生态资产	海岸带生态系统 服务价值	生产供给服务价值	亿元	0.251	0.040
		文化娱乐价值	亿元	0.760	0.040
		调节服务价值	亿元	0.778	0.040
科技支撑条件	科技创新能力	从事科技活动人数	人	0.159	0.040
		科研与开发投入	万元	0.140	0.039
社会支撑条件	外部贡献能力	外资投入	万美元	0.096	0.039
	基础设施及保障	环境保护支出	万元	0.363	0.040
		百人病床数	张/百人	0.294	0.040
		公里通车里程	km	0.233	0.040

利用评估模型,分别对南通市海岸带陆域、滩涂、海洋和区域综合承载力进行评估(表 4)。同时,利用理想值计算模型计算评价区域综合承载力理想值,结合综合承载力判定标准,分析南通市综合承载力的状态,并利用 GIS 分别制作南通市海岸带陆域、滩涂、海洋和区域综合承载力评估专题图(图 3)。

根据综合承载力评估结果,南通市海岸带五县(市)基本处于可在状态,部分县(市)出现满载,甚至超载。在不同评价区域中,海洋和区域的综合承载力处于可在状态,陆域综合承载力区域满载或超载。

2.1 陆域综合承载力

依据表 4,南通市沿海五县(市)陆域综合承载力基本小于理想值,趋于满载状态,仅有如东县为可载状态;五县(市)的陆域综合承载力都呈下降趋势,如东县从 2005 年至 2009 年由 1.325 下降至 1.028,下降 22.4%。

根据公式 12,计算南通市海岸带 2008 年陆域综合承载力二级指标贡献率(表 5)。沿海五县(市)2008 年陆域综合承载力二级指标中污染物及能耗、经济发展水平和基础设施水平的贡献率较高,基本都大于 15%;陆域生态资产和外部贡献能力的贡献率较低,最低仅为 3.1%。

表 4 南通市海岸带综合承载力评估结果

Table 4 Assessment output of Nantong coastal ICC

县(市) County/City	年 Year	陆域 Land	滩涂 Shoal	海洋 Marine	区域 Regional
海安	2005	0.968	0.471	0.287	0.989
	2008	0.949	0.511	0.171	0.804
	2009	0.95	0.453	0.285	0.832
如东	2005	1.325	1.495	1.476	1.141
	2008	1.027	1.402	1.28	1.062
	2009	1.028	1.448	1.122	1.107
启东	2005	1.134	1.241	1.991	1.349
	2008	0.991	1.384	1.876	1.511
	2009	0.991	1.383	1.642	2.679
通州	2005	1.038	0.547	0.594	0.842
	2008	0.928	0.666	0.755	0.849
	2009	0.926	0.599	1.181	1.093
海门	2005	1.068	0.68	0.451	0.826
	2008	0.946	0.661	0.665	1.081
	2009	0.947	0.845	1.013	2.007

表 5 南通市海岸带 2008 年陆域综合承载力二级指标贡献率

Table 5 Secondary indicators' contribution rate of land ICC in 2008

二级指标 Second-class Indicator	海安	如东	启东	通州	海门
污染物及能耗 Pollution and energy consumption/%	20.3	18.8	31.2	28.2	26.2
可利用空间资源 Available space resource/%	8.9	16.0	9.9	10.4	9.0
陆域生态资产 Land ecological asset/%	4.6	7.7	5.2	5.3	4.2
人口压力 Population pressure/%	7.8	11.7	7.4	6.9	6.7
经济发展水平 Regional economic development level/%	17.6	17.6	17.9	20.2	20.2
基础设施水平 Infrastructure level/%	14.4	14.5	15.5	17.8	19.2
科技创新能力 Science and technology innovation ability/%	16.6	9.5	7.8	8.1	10.8
外部贡献能力 External contribution ability/%	9.8	4.2	5.2	3.1	3.5

2.2 滩涂综合承载力

依据表 4,南通市沿海五县(市)滩涂综合承载力存在地区性差异,如东县和启东市一直保持可载,海安县、通州区和海门市出现超载状态;启东市、通州区和海门市滩涂综合承载力逐渐上升,以启东市最快,2005 年至 2009 年由 1.241 上升至 1.383,共上升 11.4%,滩涂开发中存在发展模式的差距。

根据公式,计算南通市海岸带 2008 年滩涂综合承载力二级指标贡献率(表 6)。沿海五县(市)2008 年滩涂综合承载力二级指标中环境压力和经济水平的贡献率较高,累积贡献率达 35%以上;生物资源和滩涂生态资产的贡献率较低,最低为 3.3%;空间资源、滩涂生态资产和劳动力的贡献率存在地区间差异,以启东市的为最好,累积达 52%。

2.3 海洋综合承载力

依据表 4,南通市沿海五县(市)海洋综合承载力基本处于可载状态,仅海安县处于满载,这与海洋面积差异有关;从 2005 年至 2009 年,海安县的海洋综合承载力保持不变,如东县和启东市海洋综合承载力略有下降,而通州区和海门市的海洋综合承载力逐渐上升,分别上升 98.7%和 79.6%。

根据公式,计算南通市海岸带 2008 年海洋综合承载力二级指标贡献率(表 7)。沿海五县(市)2008 年海洋综合承载力二级指标中海洋生物资源和海洋环境质量的贡献率较高,累积贡献率达 50%以上;海洋生态资产的贡献率较低,最低值为 1.5%;空间资源和海洋生态资产的贡献率存在区域间差异,如东县和启东市的较高,累积超高 46%。

2.4 区域综合承载力

依据表 4,如东县、启东市和海门市区域综合承载力基本处于可载状态,海安县和通州区处于满载。从 2005 年至 2009 年,启东市、通州区和海门市处于上升趋势,分别上升 98.5%、29.8%和 142.9%,海门市上升最快;海安县和如东县有下降趋势,且

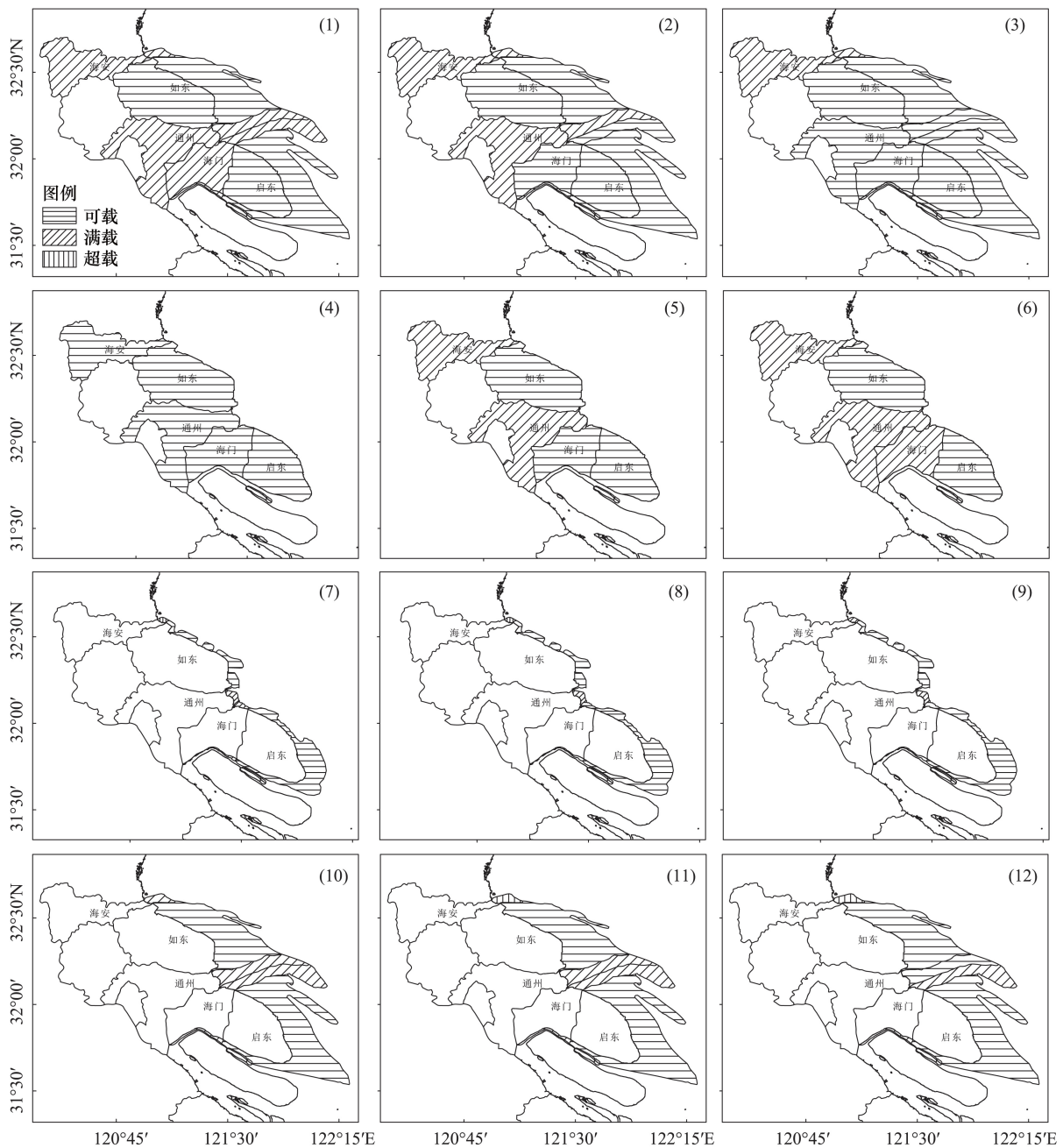


图3 南通市海岸带海洋综合承载力评估专题图

Fig.3 Thematic maps of Nantong coastal zones ICC

(1)2005 年区域综合承载力评估专题图;(2)2008 年区域综合承载力评估专题图;(3)2009 年区域综合承载力评估专题图;(4)2005 年陆域综合承载力评估专题图;(5)2008 年陆域综合承载力评估专题图;(6)2009 年陆域综合承载力评估专题图;(7)2005 年滩涂综合承载力评估专题图;(8)2008 年滩涂综合承载力评估专题图;(9)2009 年滩涂综合承载力评估专题图;(10)2005 年海洋综合承载力评估专题图;(11)2008 年海洋综合承载力评估专题图;(12)2009 年海洋综合承载力评估专题图

海安县趋于超载。

根据公式 12,计算南通市海岸带 2008 年区域综合承载力二级指标贡献率(表 8)。沿海五县(市)2008 年区域综合承载力二级指标中污染物及能耗、海域环境质量和区域经济发展水平的贡献率较高;岸线利用强度、人口密度和外部贡献能力的贡献率较低,最低值为 1.1%;海域环境质量的区域性差异较大,启东市高达 57.7%,海安县仅为 0.8%。

3 分析与讨论

通过对比分析 2005、2008 和 2009 年的综合承载力评估结果,区域综合承载力基本处于可载状态,海洋和滩涂的综合承载力有一定增长趋势,但陆域综合承载力呈下降趋势,并趋于满载。同时,启东市和如东县的综合承载力状态较好,特别是海洋及

滩涂综合承载力,这与其管辖的海洋和滩涂资源量有一定关系;海安县与通州区的综合承载力较小,部分处于满载状态,不利于社会经济发展。利用评估结果,区域综合承载力随着滩涂和海洋综合承载力的增加而增加,陆域综合承载力对其影响较小,滩涂和海洋综合承载力在区域综合承载力中起主导作用。

表 6 南通市海岸带 2008 年滩涂综合承载力二级指标贡献率
Table 6 Secondary indicators' contribution rate of shoal ICC in 2008

二级指标 Second-class Indicator	海安	如东	启东	通州	海门
环境压力 Environment pressure/%	31.3	16.1	16.9	38.9	14.6
空间资源 Space resource/%	6.1	28.0	30.8	7.0	9.9
生物资源 Biological resource/%	6.8	13.3	7.9	18.9	20.0
经济水平 Economic development level/%	32.3	20.2	22.5	19.8	20.6
滩涂生态资产 Shoal ecological asset/%	4.6	18.1	10.9	3.3	6.2
劳动力 Labor force/%	18.9	4.4	11.1	12.2	28.8

表 7 南通市海岸带 2008 年海洋综合承载力二级指标贡献率
Table 7 Secondary indicators' contribution rate of marine ICC in 2008

二级指标 Second-class Indicator	海安	如东	启东	通州	海门
海洋空间资源 Marine space resource/%	1.5	24.9	23.4	5.1	8.1
海洋生物资源 Marine biological resource/%	41.9	34.1	31.6	23.6	48.2
海洋生态资产 Marine ecological asset/%	1.5	24.9	23.4	5.1	8.1
海洋环境质量 Marine environmental quality/%	55.1	16.0	21.7	66.1	35.6

表 8 南通市海岸带 2008 年区域综合承载力二级指标贡献率
Table 8 Second-class indicator's contribution ratio of regional ICC in 2008

二级指标 Second-class Indicator	海安	如东	启东	通州	海门
污染物及能耗 pollution and energy consumption/%	16.1	10.4	7.4	15.4	7.9
岸线利用强度 coastal line utilization intensity/%	3.0	3.9	2.0	2.0	1.1
可利用空间资源 available space resource/%	3.9	12.9	6.8	4.3	2.3
可利用生物资源 available biology resource/%	4.4	13.5	6.3	4.9	2.7
海域环境质量 ocean environmental quality/%	0.8	7.1	57.7	31.1	62.5
人口密度 population density/%	6.2	6.5	1.8	3.7	2.0
区域经济发展水平 regional economic development level/%	22.5	17.5	7.7	14.2	7.5
海岸带生态系统服务价值 coastal ecosystem service value/%	10.9	12.8	3.7	8.7	3.8
科技创新能力 science and technology innovation ability/%	13.2	5.2	1.8	4.4	3.3
外部贡献能力 external contribution ability/%	7.7	2.3	1.2	1.7	1.1
基础设施及保障 infrastructure and protection/%	11.4	8.0	3.7	9.7	5.8

利用二级指标承载力贡献率分析,结合各县(市)社会经济发展现状,污染物及能耗、海域环境质量、生物资源及生态系统服务价值是影响综合承载力大小的关键因子。在各县(市)未来社会经济发展的过程中,应该注重陆域环境污染的管控,进一步加强生态系统各种资源的利用效率,实现区域的长期高效与可持续发展。

根据《江苏沿海地区发展规划(2009—2020 年)》、《南通市“十二五”国民经济和社会发展规划》和《南通市“十二五”沿海滩涂围垦及开发利用规划》,南通市需要积极推进海洋可再生能源、港口、滨海旅游、滩涂等资源的开发利用,对陆域产业布局进行调整,坚持陆海统筹,推进“蓝色”海洋经济发展。

4 结论

通过分析,海岸带综合承载力随着社会经济的发展发生着动态的变化,并伴随逐步降低的趋势。基于 D-PSR-C 概念模型,社会经济发展带来的压力对综合承载力有一定的减弱影响,为了保持生态系统长期的稳定,需要人为提供的外界支撑能力来维持综合承载力的基本平衡。只有在满足生态系统长期可载的前提,人类社会经济活动才有可能继续进行。D-PSR-C 概念模型,

是资源承载力、环境承载力、生态承载力、经济承载力和社会承载力的有机综合,其评估结果反映了生态系统各子系统承载力的综合,为我国海岸带综合承载力研究的提供新的研究方法。

首先,本文借鉴 D-PSR-C 指标体系模型,建立海岸带综合承载力评估指标体系(一级指标和二级指标),并提出我国海岸带陆域、滩涂、海洋和区域综合承载力的评估参数(三级指标)。同时,利用状态空间法,以县(市)级为评估单元,分别开展陆域、滩涂、海洋及区域综合承载力评估研究,为海岸带综合承载力研究提供的新方向。

其次,本文利用区域发展阶段系数概念,对综合承载力的理想值进行修正,保证评估结果具有科学性和可比性,进一步完善综合承载力的评估方法。同时,利用指标承载力贡献率分析,寻找制约综合承载力的关键因子,为区域社会经济发展决策提供支撑。

最后,以南通市海岸带为研究区,开展综合承载力评估的应用示范,对建立的指标体系、评估方法和判定标准进行了验证与改进。通过分析评估结果和指标承载力贡献率,分析五县(市)的综合承载力状况和关键影响因素,并提出南通市海岸带“十二五”期间的发展政策建议。本文建立的评估模型体系可作为评估海岸带区域社会经济发展承载能力的一种有效途径,其评估结果可作为区域发展政策制定的参考依据。

References:

- [1] Bishop A B, Crawford A. Carrying Capacity in Regional Environmental Management. Washington: Government Printing Office, 1997.
- [2] Chen J Y. Estuarine and Coastal Environmental variability and Resource sustainable development. Beijing: China Basic Science, 2000.
- [3] Costanza R. Toward an operational definition of ecosystem health // Costanza R, Norton B, Haskdl B, eds. Ecosystem Health-New Goals for Environmental Management. Washington: Island Press, 1992.
- [4] Di Q B, Han Z L. Discussion on the Quantification of the carrying capacity of marine region-Taking the marine region of Liaoning for example. Marine Science Bulletin, 2005, 24(1): 47-55.
- [5] Gao J X. Exploration of Sustainable Development Theoretical-Theory, Method and Application of the Ecological Carrying Capacity. Beijing: China Environmental Science Press, 2001.
- [6] Hadwen S, Palmer L J. Reindeer in Alaska. Washington: US Dept. of Agriculture Bulletin, 1922.
- [7] Jiangsu Provincial Statistics Bureau. Statistical Yearbook of Jiangsu 2012. Beijing: China Statistic Press, 2012.
- [8] Kaluwin C. Takes Different Approach in Pacific Islands. Intercostal Network, 1996, 27: 4-10.
- [9] Lane M. The carrying capacity imperative: Assessing regional carrying capacity methodologies for sustainable land-use planning. Land Use Policy, 2010, 27(4): 1038-1045.
- [10] Leopold A. Wilderness as a land laboratory. Living Wilderness, 1941, 6(2): 3-3.
- [11] Luan W X. Research of the Coordination of Marine and Land Development. Beijing: Marine Press, 2004.
- [12] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment, Millennium Ecosystem Assessment. Washington: Island Press, 2003.
- [13] Malthus T R. An Essay on the Principle of Population. London: Pickering, 1798.
- [14] Mao H Y, Yu D L. A study on the quantitative research of regional carrying capacity. Advance in Earth Science, 2001, 16(4): 549-555.
- [15] Mao H Y, Yu D L. Regional carrying capacity in Bohai rim. Acta Geographica Sinica, 2001, 56(3): 363-371.
- [16] Odum E P. Fundamentals of Ecology. Philadelphia: Saunders, 1953.
- [17] Pearl R, Reed L J. On the rate of growth of the population of the United States since 1970 and its mathematical representation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 1920, 6(6): 275-288.
- [18] Perry R I, Schweigert J F. Primary productivity and the carrying capacity for herring in NE Pacific marine ecosystems. Progress in Oceanography, 2008, 77(2/3): 241-251.
- [19] Sault R J. Image restoration, maximum entropy method // Encyclopedia of Physical Science and Technology. 3rd ed. New York: Academic Press, 2003.
- [20] Sorensen J C, McCreary W T. Institutional Arrangements for Managing Coastal Resources and Environments. Washington: National Park Service, 1990.
- [21] Tang J W, Ye W H. Study on environmental bearing capacity and its quantification. China Environmental Science, 1998, 18(3): 227-230.
- [22] Wang H R, Xiao Y, Wu L N. Quantitative analysis of ecological value of water environment. Journal of Beijing Normal University: Natural Science, 2002, 38(6): 836-840.
- [23] Wang K Y, Zou C J. Multiple Model System and Application of Ecological Carrying Capacity. Beijing: Science Press, 2007.
- [24] Xu H M. The establishment of population quality evaluation index system for city of Dalian. Journal of Liaoning Normal University: Natural Science Edition, 2008, 31(1): 114-117.
- [25] Xu Z S, Da Q L. Study on method of combination weighting. Chinese Journal of Management Science, 2002, 10(2): 84-87.
- [26] Yan W L, Yuan P H. Definition and relative concept of coastal area and coastal economy. Forum of World Economics & Politics, 2011, (1): 82-93.

- [27] Ye S H, et al. The Assessment and Decision of the Integrated Carrying Capacity in the Yangtze Delta Coastal Area: Theory and Practice. Beijing: Ocean Press, 2012.
- [28] You J L, Wei X L, Li D, Huang J Z, Zhao M S. Forest recreational value assessment of national nature reserve of mount Tianmu. Journal of Zhejiang Forestry College, 2009, 26(4): 575-580.
- [29] Zacarias D A, Williams A T, Newton A. Recreation carrying capacity estimations to support beach management at Praia de Faro, Portugal. Applied Geography, 2011, 31(3): 1075-1081.
- [30] Zhang Z H, Ye S F, Zhu M Y. Valuation of Typical Marine Ecosystem Services. Beijing: Marine Press, 2008.

参考文献:

- [2] 陈吉余. 第147次香山科学会议: 河口海岸环境变异和资源可持续发展. 中国基础科学, 2000.
- [4] 狄乾斌, 韩增林. 海域承载力的定量化探讨——以辽宁海域为例. 海洋通报, 2005, 24(1): 47-55.
- [5] 高吉喜. 可持续发展理论探索——生态承载力理论、方法与应用. 北京: 中国环境科学出版社, 2001.
- [7] 江苏省统计局. 江苏统计年鉴 2012. 北京: 中国统计出版社, 2012.
- [11] 栾维新. 海陆一体化建设研究. 北京: 海洋出版社, 2004.
- [14] 毛汉英, 余丹林. 区域承载力定量研究方法探讨. 地球科学进展, 2001, 16(4): 549-555.
- [15] 毛汉英, 余丹林. 环渤海地区区域承载力研究. 地理学报, 2001, 56(3): 363-371.
- [22] 王红瑞, 肖杨, 吴丽娜. 水环境生态价值的定量分析——以北京市为例. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2002, 38(6): 836-840.
- [23] 王开运, 邹春静. 生态承载力复合模型系统与应用. 北京: 中国科学出版社, 2007.
- [24] 徐惠民. 大连市人口素质评价指标体系的构建. 辽宁师范大学学报: 自然科学版, 2008, 31(1): 114-117.
- [25] 徐泽水, 达庆利. 多属性决策的组合赋权方法研究. 中国管理科学, 2002, 10(2): 84-87.
- [26] 晏维龙, 袁平红. 海岸带和海岸带经济的厘定及相关概念的辨析. 世界经济与政治论坛, 2011, (1): 82-93.
- [27] 叶属峰, 等. 长江三角洲海岸带区域综合承载力评估与决策: 理论与实践. 北京: 海洋出版社, 2012.
- [28] 尤建林, 韦新良, 李东, 黄俊臻, 赵明水. 天目山国家级自然保护区森林游憩价值评估. 浙江林学院学报, 2009, 26(4): 575-580.
- [30] 张朝晖, 叶属峰, 朱明远. 典型海洋生态系统服务及价值评估. 北京: 海洋出版, 2008.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33 ,No.18 Sep. ,2013(Semimonthly)

CONTENTS

Development of agroecology in USA	HUANG Guoqin, McCullough Patrick E. (5449)
Research progress on water footprint	MA Jing, PENG Jian (5458)
Analysis and evaluation of the eco-economic systems of the main crops (rice, cotton and rapeseed) in Jiangxi Province, China	SUN Weimin, OU Yizhi, HUANG Guoqin (5467)
Relationship among drought, hydraulic metabolic, carbon starvation and vegetation mortality	DONG Lei, LI Jiyue (5477)
Reviews on the ecological stoichiometry characteristics and its applications	ZENG Dongping, JIANG Liling, ZENG Congsheng, et al (5484)
Composition and fractal features of purple soil aggregates during the vegetation restoration processes in the Three Gorges Reservoir Region	WANG Yihao, GENG Yanghui, HUANG Zhonghua (5493)
Impacts of different surface covers on soil respiration in urban areas	FU Zhihong, HUYAN Jiaoqi, LI Feng, et al (5500)
Chilling sensitivities of three closely related plants with different invasiveness in South China	WANG Yutao, LI Chunmei, LI Shaoshan (5509)
The flower syndrome and pollination adaptation of desert rare species <i>Eremosparton songoricum</i> (litv.) Vass.(Fabaceae)	SHI Xiang, LIU Huiliang, ZHANG Daoyuan, et al (5516)
Competitive effect of <i>Pistia stratiotes</i> to rice and its impacts on rice yield and soil nutrients	SHEN Shicai, XU Gaofeng, ZHANG Fudou, et al (5523)
Photosynthetic physiological ecology characteristics of rare medicinal plants <i>Bletilla striata</i>	WU Mingkai, LIU Hai, SHEN Zhijun, et al (5531)
Photosynthetic responses to Solar UV radiation of <i>Gracilaria lemaneiformis</i> cultured under different temperatures and CO ₂ concentrations	YANG Yuling, LI Wei, CHEN Weizhou, et al (5538)
The effect of soil oxygen availability on greenhouse gases emission in a double rice field	QIN Xiaobo, LI Yu'e, WAN Yunfan, et al (5546)
Effects of nitrogen management on NH ₃ volatilization and nitrogen use efficiency under no-tillage paddy fields	MA Yuhua, LIU Bing, ZHANG Zhisheng, et al (5556)
Study on characteristics of net photosynthetic rate of two kinds of tree shape and Impact Factors in Korla fragrant pear	SUN Guili, XU Min, LI Jiang, et al (5565)
Effects of sand burial on growth, survival, photosynthetic and transpiration properties of <i>Agriophyllum squarrosum</i> seedlings	ZHAO Halin, QU Hao, ZHOU Ruilian, et al (5574)
Effects of using plastic film as mulch combined with bunch planting on soil temperature, moisture and yield of spring wheat in a semi-arid area in drylands of Gansu, China	WANG Hongli, SONG Shangyou, ZHANG Xucheng, et al (5580)
Study on soil aggregates stability of mulberry ridge in Rocky Desertification based on Le Bissonnais method	WANG Sanshu, HUANG Xianzhi, SHI Dongmei, et al (5589)
Effects of fertilization on nitrogen loss with different forms via runoff and seepage under <i>Phyllostachy praecox</i> stands	CHEN Peipei, WU Jiasen, ZHENG Xiaolong, et al (5599)
Characteristics of physiological groups of soil nitrogen-transforming microbes in different vegetation types in the Loess Gully region, China	XING Xiaoyi, HUANG Yimei, AN Shaoshan, et al (5608)
Effects of vegetation types on soil microbial biomass C, N, P on the Loess Hilly Area	ZHAO Tong, YAN Hao, JIANG Yueli, et al (5615)
Influence of mulching management on soil microbe and its relationship with soil nutrient in <i>Phyllostachys praecox</i> stand	GUO Ziwu, YU Wenxian, CHEN Shuanglin, et al (5623)
Effect of rainfall on the seasonal variation of soil respiration in Hulunber Meadow Steppe	WANG Xu, YAN Yuchun, YAN Ruirui, et al (5631)
Spatial heterogeneity of fine roots in a subtropical evergreen broad-leaved forest and their sampling strategy based on soil coring method	HUANG Chaochao, HUANG Jinxue, XIONG Decheng, et al (5636)
Changes of leaf traits and WUE with crown height of four tall tree species	HE Chunxia, LI Jiyue, MENG Ping, et al (5644)
Sap flow dynamics of <i>Populus alba</i> L.× <i>P.talassica</i> plantation in arid desert area	ZHANG Jun, LI Xiaofei, LI Jiangui, et al (5655)
Effects of simulated temperature increase and vary little quality on litter decomposition	LIU Ruipeng, MAO Zijun, LI Xinghuan, et al (5661)
The effects of leaf stoichiometric characters on litter turnover in an arid-hot valley of Jinsha River, China	YAN Bangguo, JI Zhonghua, HE Guangxiong, et al (5668)
Comparison of concentrations of non-structural carbohydrates between new twigs and old branches for 12 temperate species	ZHANG Haiyan, WANG Chuankuan, WANG Xingchang (5675)
Combined effects of root cutting, auxin application, and potassium fertilizer on growth, sugar:nicotine ratio, and organic potassium index of flue-cured tobacco	WU Yanhui, XUE Lixin, XU Zicheng, et al (5686)
Effects of photoperiod and high fat diet on energy intake and thermogenesis in female <i>Apodemus chevrieri</i>	GAO Wenrong, ZHU Wanlong, MENG Lihua, et al (5696)
Effects of dietary chlorogenic acid supplementation on antioxidant system and anti-low salinity of <i>Litopenaeus vannamei</i>	WANG Yun, LI Zheng, LI Jian, et al (5704)

- Responses of desert plant diversity, community and interspecific association to soil salinity gradient ZHANG Xueni, LÜ Guanghui, YANG Xiaodong, et al (5714)
- Community characteristics in a chronosequence of karst vegetation in Mashan county, Guangxi WEN Yuanguang, LEI Liquan, ZHU Hongguang, et al (5723)
- Association between environment and community of *Pinus taiwanensis* in Daiyun Mountain LIU Jinfu, ZHU Dehuang, LAN Siren, et al (5731)
- The dynamics of soil fauna community during litter decomposition at different phenological stages in the subtropical evergreen broad-leaved forests in Sichuan basin WANG Wenjun, YANG Wanqin, TAN Bo, et al (5737)
- Seasonal dynamics and content of soil labile organic carbon of mid-subtropical evergreen broadleaved forest during natural succession FAN Yuexin, YANG Yusheng, YANG Zhijie, et al (5751)
- The stoichiometric characteristics of C, N, P for artificial plants and soil in the hinterland of Taklimakan Desert LI Congjuan, LEI Jiaqiang, XU Xinwen, et al (5760)
- A preliminary investigation on the population and behavior of the Tundra Swan (*Cygnus columbianus*) in Poyang Lake DAI Nianhua, SHAO Mingqin, JIANG Lihong, et al (5768)
- Effects of nutrient enrichment and fish stocking on succession and diversity of phytoplankton community CHEN Chun, LI Sijia, XIAO Lijuan, HAN Boping (5777)
- The depositional environment and organic sediment component of Dagze Co, a saline lake in Tibet, China LIU Shasha, JIA Qinxian, LIU Xifang, et al (5785)
- Spatiotemporal variation of interacting relationships among multiple provisioning and regulating services of Tibet grassland ecosystem PAN Ying, XU Zengrang, YU Chengqun, et al (5794)
- Spatial distribution of dissolved amino acids in Lake Taihu, China YAO Xin, ZHU Guangwei, GAO Guang, et al (5802)
- RS- and GIS-based study on ecological function regionalization in the Chaohu Lake Basin, Anhui Province, China WANG Chuanhui, WU Li, WANG Xinyuan, et al (5808)
- Trends of spring maize phenophases and spatio-temporal responses to temperature in three provinces of Northeast China during the past 20 years LI Zhengguo, YANG Peng, TANG Huajun, et al (5818)
- Species selection for landscape rehabilitation and their response to environmental factors in Poyang Lake wetlands XIE Dongming, JIN Guohua, ZHOU Yangming, et al (5828)
- Temporal and spatial pattern of the phytoplankton biomass in the Pearl River Delta WANG Chao, LI Xinhui, LAI Zini, et al (5835)
- Spatio-temporal dynamics of land use/land cover and its driving forces in Nanjing from 1995 to 2008 JIA Baoquan, WANG Cheng, QIU Erfa (5848)
- Changes of organic carbon and its labile fractions in topsoil with altitude in subalpine-alpine area of southwestern China QIN Jihong, WANG Qin, SUN Hui (5858)
- The carbon sink of urban forests and efficacy on offsetting energy carbon emissions from city in Guangzhou ZHOU Jian, XIAO Rongbo, ZHUANG Changwei, et al (5865)
- Groundwater salt content change and its simulation based on machine learning model in hinterlands of Taklimakan Desert FAN Jinglong, LIU Hailong, LEI Jiaqiang, et al (5874)
- Analysis of coordination degree between urban development and water resources potentials in arid oasis city XIA Fuqiang, TANG Hong, YANG Degang, et al (5883)
- Constructing an assessment indices system to analyze integrated regional carrying capacity in the coastal zones: a case in Nantong WEI Chao, YE Shufeng, GUO Zhongyang, et al (5893)
- Fish species diversity in Zhongjieshan Islands Marine Protected Area (MPA) LIANG Jun, XU Hanxiang, WANG Weiding (5905)
- Distribution and long-term changes of net-phytoplankton in the tidal freshwater estuary of Changjiang during wet season JIANG Zhibing, LIU Jingjing, LI Hongliang, et al (5917)
- Study of urban metabolic structure based on ecological network: a case study of Dalian LIU Gengyuan, YANG Zhifeng, CHEN Bin, et al (5926)
- Factors influencing of residents' tolerance towards wild boar in and near nature reserve: Taking the Heilongjiang Fenghuangshan Nature Reserve as the example XU Fei, CAI Tiju, JU Cunyong, et al (5935)
- Herdsmen's willingness to participate in ecological protection in Sanjiangyuan Region, China LI Huimei, ZHANG Anlu, WANG Shan, et al (5943)
- Analysis of first flush in rainfall runoff in Shenyang urban city LI Chunlin, LIU Miao, HU Yuanman, et al (5952)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 陈利顶

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 18 期 (2013 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 18 (September, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@ cspg. net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@ cspg. net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元