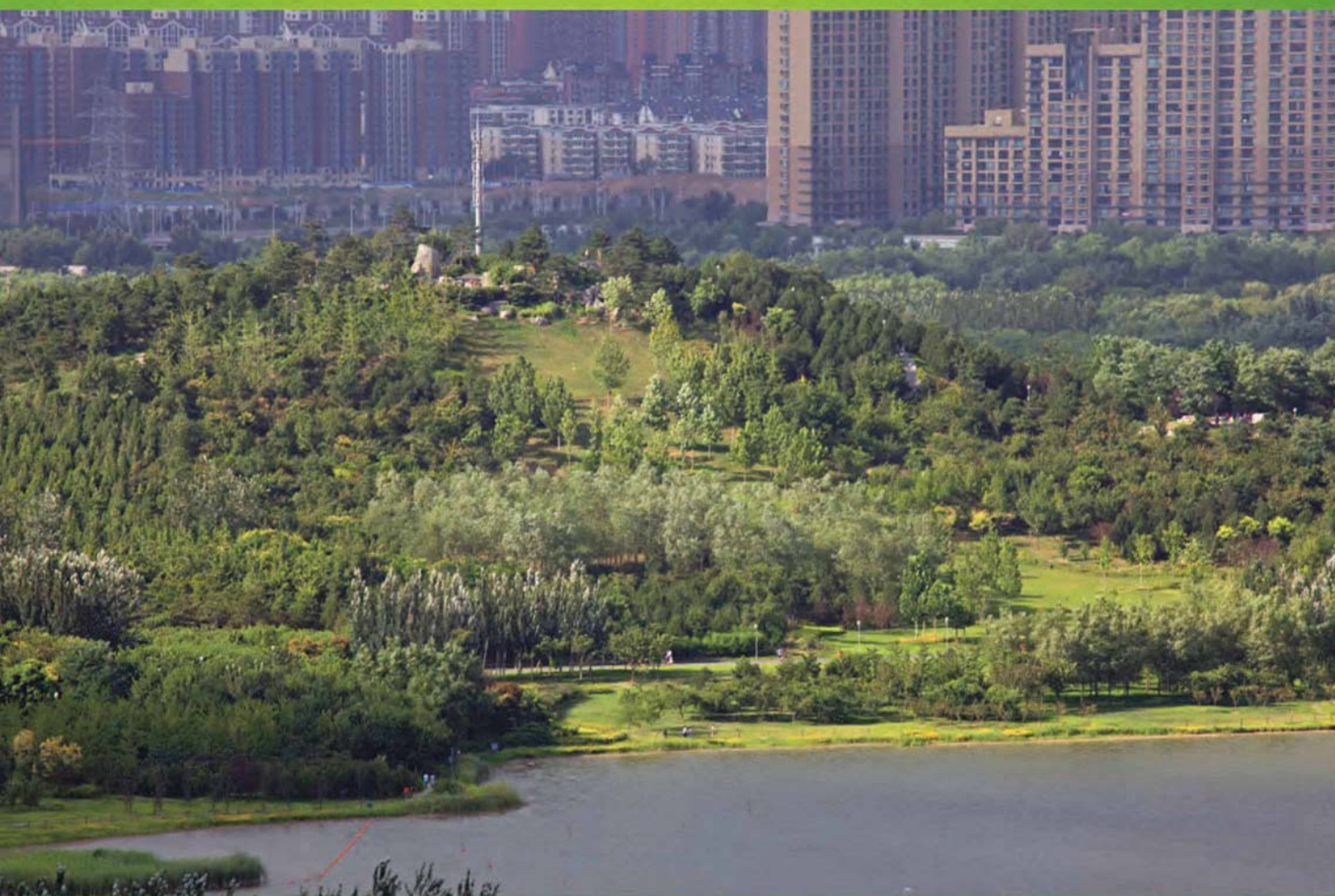


ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第34卷 第1期 Vol.34 No.1 **2014**

中国生态学学会
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 34 卷 第 1 期 2014 年 1 月 (半月刊)

目次

卷首语: 复杂与永续..... (I)

前沿理论与学科综述

城市复合生态及生态空间管理 王如松, 李 锋, 韩宝龙, 等 (1)

海洋生态系统固碳能力估算方法研究进展 石洪华, 王晓丽, 郑 伟, 等 (12)

城市生态系统灵敏度模型评述 姚 亮, 王如松, 尹 科, 等 (23)

城市生活垃圾代谢的研究进展..... 周传斌, 徐琬莹, 曹爱新 (33)

个体与基础生态

胶州湾生物-物理耦合模型参数灵敏度分析 石洪华, 沈程程, 李 芬, 等 (41)

渤海湾大型底栖动物调查及与环境因子的相关性 周 然, 覃雪波, 彭士涛, 等 (50)

生物扰动对沉积物中污染物环境行为的影响研究进展 覃雪波, 孙红文, 彭士涛, 等 (59)

种群、群落和生态系统

密云水库上游流域生态系统服务功能空间特征及其与居民福祉的关系 ... 王大尚, 李屹峰, 郑 华, 等 (70)

长岛自然保护区生态系统维护的条件价值评估 郑 伟, 沈程程, 乔明阳, 等 (82)

海岛陆地生态系统固碳估算方法 王晓丽, 王 媛, 石洪华, 等 (88)

景观、区域和全球生态

区域生态文明建设水平综合评估指标 刘某承, 苏 宁, 伦 飞, 等 (97)

基于生境质量和生态响应的莱州湾生态环境质量评价 杨建强, 朱永贵, 宋文鹏, 等 (105)

1985 年以来黄河三角洲孤东海岸演变与生态损益分析 刘大海, 陈小英, 徐 伟, 等 (115)

基于复合生态系统理论的海洋生态监控区区划指标框架研究 徐惠民, 丁德文, 石洪华, 等 (122)

我国环境功能评价与区划方案 王金南, 许开鹏, 迟妍妍, 等 (129)

资源与产业生态

生态产业园的复合生态效率及评价指标体系 刘晶茹, 吕 彬, 张 娜, 等 (136)

我国农业生态效率的时空差异..... 程翠云, 任景明, 王如松 (142)

内蒙古半干旱生态脆弱矿区生态修复耦合机理与产业模式 陈玉碧, 黄锦楼, 徐华清, 等 (149)

基于物质流分析方法的生态海岛建设研究——以长海县为例 陈东景, 郑 伟, 郭惠丽, 等 (154)

再生(污)水灌溉生态风险与可持续利用 陈卫平, 吕斯丹, 张炜铃, 等 (163)

基于流域单元的海湾农业非点源污染负荷估算——以莱州湾为例..... 麻德明, 石洪华, 丰爱平 (173)

集约用海对海洋生态环境影响的评价方法 罗先香,朱永贵,张龙军,等 (182)

城乡与社会生态

基于生态系统服务的城市生态基础设施:现状、问题与展望..... 李 锋,王如松,赵 丹 (190)

北京城区道路系统路网空间特征及其与 LST 和 NDVI 的相关性 郭 振,胡 聃,李元征,等 (201)

基于复合生态功能的城市土地共轭生态管理 尹 科,王如松,姚 亮,等 (210)

重庆市森林生态系统服务功能价值评估 肖 强,肖 洋,欧阳志云,等 (216)

渤海湾港口生态风险评估 彭士涛,覃雪波,周 然,等 (224)

达标污水离岸排海末端处置技术研究综述 彭士涛,王心海 (231)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 238 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 28 * 2014-01



封面图说: 北京奥林匹克公园——在高楼林立的大城市中,办公楼、居民区、学校、路网系统、公园以及各种水泥、沥青硬路面和树木、绿草地、土面、水面等等组成了复杂多样的城市生态景观,居住着密集的人口并由于人们不断的、强烈的干预,使这个城市生态系统显得尤其复杂而又多变。因此,系统复杂性及灵敏度是困扰城市生态系统研究和管理的重要因素,建立灵敏度模型是致力于解决城市规划管理中的复杂性问题的有效方法,网状思维与生物控制论观是其核心,也是灵敏度模型的思想基础。图为北京中轴线北端被高楼簇拥着的奥林匹克公园的仰山和龙型水系。

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/stxb201304280862

刘大海, 陈小英, 徐伟, 张志卫, 张杨, 宫伟. 1985 年以来黄河三角洲孤东海岸演变与生态损益分析. 生态学报, 2014, 34(1): 115-121.

Liu D H, Chen X Y, Xu W, Zhang Z W, Zhang Y, Gong W. Analysis of the evolution and value of coastal ecosystem services at Gudong Coast in the Yellow River Delta since 1985. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(1): 115-121.

1985 年以来黄河三角洲孤东海岸演变与生态损益分析

刘大海^{1,2,*}, 陈小英^{3,4}, 徐伟⁵, 张志卫^{1,2}, 张杨⁶, 宫伟¹

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

3. 国土资源部海洋油气资源和环境地质重点实验室, 青岛 266071; 4. 青岛海洋地质研究所, 青岛 266071;

5. 国家海洋技术中心, 天津 300112; 6. 中国地质大学, 武汉 430074)

摘要: 研究围填海前后的海岸带生态系统服务价值变化对促进海域管理和海洋资源可持续发展具有重要意义。以黄河三角洲孤东海岸为例, 依据 1985—2005 年该地区剖面地形实测资料以及利津水文站的水沙资料, 利用海岸地形演变方法对冲淤数据进行了处理, 并结合生态系统服务价值理论方法, 分析了围填海前后的生态系统服务价值变化。结果表明: 孤东海岸剖面表现为严重侵蚀下切, 其中海洋作用占主导地位。根据冲淤演变结论, 孤东海域可被分为堤内区、堤根区、堤前区和远岸区, 1985—2005 年各区生态系统服务价值变化情况表明, 孤东海域围堤后生态系统服务价值损失巨大, 并且随建堤时间增长而日益增大, 而丁坝的修建可以有效改善沉积环境, 减少生态损失。

关键词: 孤东; 海岸; 冲淤演变; 生态系统服务

Analysis of the evolution and value of coastal ecosystem services at Gudong Coast in the Yellow River Delta since 1985

LIU Dahai^{1,2,*}, CHEN Xiaoying^{3,4}, XU Wei⁵, ZHANG Zhiwei^{1,2}, ZHANG Yang⁶, GONG Wei¹

1 College of Environmental Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, China

2 First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China

3 Key Laboratory of Marine Hydrocarbon Resources and Environmental Geology, Ministry of Land and Resources, Qingdao 266071, China

4 Qingdao Institute of Marine Geology, Qingdao 266071, China

5 National Ocean Technology Center, Tianjin 300112, China

6 China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

Abstract: Globally, coastal ecosystems are among the most intensively used and threatened natural systems which is acting on numerous critical benefits (i.e. ecosystem services) that are of great importance to the Earth's life-support system. Therefore, valuing the ecosystem services before and after sea reclamation is crucial to marine management and the sustainable development of marine sources. In this study, based on the observed and collected data of subaqueous bedforms, sediments and hydrodynamics from 1985 to 2005, we analyzed coastal evolution and valued ecosystem services at Gudong Coast in the Yellow River Delta after the building of Gudong seawall in 1985, using ecological and dynamical geomorphology method. The results showed that the north coasts of Gudong had suffered from serious erosion because of dominated marine condition while the south coasts of Gudong controlled by water and sediments discharged from the Yellow River estuary. Gudong coasts were thus divided into four areas: back area of the levee, root area of the levee, in front area of the levee and outer sea area of the levee. It is demonstrated that the value loss of coastal ecosystem services at Gudong coasts during

基金项目: 海洋公益性行业科研专项经费资助项目 (200805063); 海岛海岸带区域发展潜力评估技术研究资助项目 (200905005-04)

收稿日期: 2013-04-28; **修订日期:** 2013-08-28

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: liudahai@fio.org.cn

1985—2005 was huge and would be larger in the future according to the loss appraisal of ecosystem services. Whereas, the groins could improve sedimentary environment at Gudong coasts and then reduce the loss of ecosystem services effectively.

Key Words: Gudong; coasts; erosion and deposition; ecosystem services

海岸带是沿海地区经济发展的重要载体,世界上有大约 2/3 的大城市和 60% 的人口分布在离海岸线 100 km 以内的海岸带区域^[1]。随着沿海地区经济的持续快速发展,大规模的海岸带开发尤其是围填海导致的海岸带生态损益问题逐渐引起关注,因此需要一种科学可行的方法对其生态损益进行量化。

对生态系统服务进行系统定量研究始于 20 世纪 70 年代的《人类对全球环境影响》(“Man’s Impact on the Global Environment”)报告。1997 年,Daily^[2]和 Robert Costanza^[3]分别对生态系统服务的研究历史、理论、方法进行了系统的讨论。国内关于生态价值的评估最早始于 20 世纪 80 年代初^[4-6];90 年代末,欧阳志云、王如松^[7-9]对生态系统服务进行系统研究,自此正式掀开了我国开展生态系统服务研究的序幕。

在我国海洋与海岸带生态系统服务方面,2006 年前的研究相对较少,从 2006 年开始,海洋生态系统服务概念被推广到全国,相关研究步入快速发展期。《福建省海湾数模与环境研究》^[10]项目启动结集成书,陈尚^[11]、彭本荣^[12-13]、苗丽娟^[14]、郑伟^[15]等从不同角度系统阐述并验证了海洋生态系统原理及评估方法。随着对海岸带生态系统服务研究的深入,陈伟琪^[16]、俞炜炜^[17]、李铁军^[18]等学者开始尝试将海岸带生态系统服务研究应用到围填海环境影响的定量研究中。与陆地生态系统相比,海洋和海岸带生态系统具有复杂性、流动性等特点,定量研究往往是评价某特定时间的状态,且难以剥离海洋动力条件等的影响。在围填海的生态系统服务影响方面,有两个问题需要考虑:

(1) 能否建立一种通用模式,动态测算围填海前后海岸带生态系统服务的变化?

(2) 河口海岸演变时空特征受来水来沙等要素影响,如何提取其中的围填海环境影响?

为解决以上问题,本研究尝试提出一种基于冲淤演变的生态损益评估方法。即首先分析孤东海堤围填前后海岸演变过程,然后进行海岸的冲淤变化

条件下的情景模拟,在以上基础上对海岸带生态系统服务价值损失进行了计算。通过本研究,旨在揭示海岸带区域人类活动对生态系统的影响,为今后合理利用岸线和近岸海域资源提供科学依据。

1 研究区概况

孤东位于现行黄河入海口北侧(图 1)。1985 年,当地政府在黄河口北侧孤东海岸围建海堤。1987 年孤东海堤全面竣工,围海造地 76 km²,全长约 17 km。海堤的修建导致孤东岸滩由快速淤积转为强烈的侵蚀,局部区域的堤前水深达到 5 m^[19],且呈现出加剧变深的趋势。1998—2003 年孤东近岸海域平均蚀深 0.73 m,孤东北大堤近堤水深已达 4—5 m^[20]。根据胜利油田有限公司孤东采油厂的海底地形勘测及流场调查,从等深线变化看,5 m 等深线已逼近堤前 150—500 m 处^[21]。本研究选取孤东海堤前的 GD1、GD2 和 GD3 三条剖面作为研究区域。

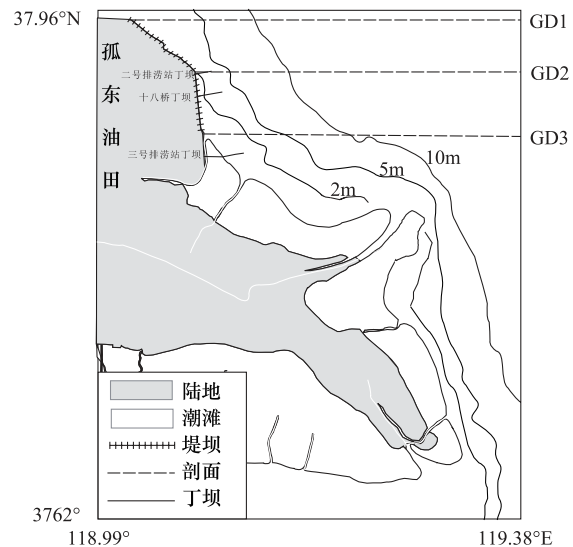


图 1 研究区剖面位置图

Fig.1 Location map of the study area

2 研究方法

2.1 海岸演变过程分析

结合孤东海岸剖面形态特征,对海岸冲淤变化

过程进行分析,并从黄河入海泥沙减少和海洋动力条件增强等角度,对孤东海岸冲淤变化机理进行研究。

2.1.1 海岸剖面形态特征分析

运用麦夸特法,对孤东 1985—2005 年海岸地形进行特征分析。分析结果表明,海岸剖面 GD1、GD2 属于上冲下淤型。剖面前坡段较陡,坡降 2‰左右,尾坡段坡度逐渐变缓。剖面 GD3 位于孤东南部,距离现行河口较近,剖面形态呈缓慢淤积型。剖面前坡段坡降 1‰左右。约 8 m 水深以浅,淤积幅度较小,剖面变化不大;8 m 水深以深,淤积幅度增大。

2.1.2 海岸冲淤变化过程分析

自 1985 年孤东围堤以来,孤东海堤堤前海域遭受了不同程度的侵蚀。剖面 GD1 和 GD2 距离河口较远,河口来沙对该区影响较小。1985 年以来,剖面 GD1 和 GD2 在 10 m 水深以浅,几乎全部遭受强烈侵蚀。北大堤 GD1 尤为显著。GD1 的 2 m 等深线向岸靠近了 3.02 km,4 m 等深线向岸靠近了 3.07 km,10 m 以深的岸段才开始缓慢淤积。

距离河口较近的剖面 GD3 受河口来水来沙影响作用较大,尤其在深水区。在浅水区,剖面表现为缓慢淤积或者侵蚀。剖面 GD3 的 2 m 等深线在 1985—2005 年期间向岸后退了 1.25 km。而 10 m 以深的岸段表现为快速淤积,其中,1995—2001 年期间淤积幅度最大。这是由于 1996 年黄河尾间于清 8 分汊入海,该区接受的泥沙量迅速增大,水下岸坡表现为向海淤进。

2.1.3 海岸冲淤变化机理研究

孤东海岸 1985 年建堤使得原来的自然岸线成为人工海岸,海洋动力条件发生了很大变化,再加上近年来黄河入海水沙的减少,使得河海相对作用地位改变,海岸地形也随之不断调整,进入重新塑造阶段。

海洋动力条件的变化主要体现在波浪和潮流两个方面。渤海是一个半封闭的海湾,波浪以风浪为主,波浪的大小随风速大小而变化。据李向阳^[22],孤东海域 NE、SE 和 NW 向浪出现频率分别是 26.28%、22.85% 和 15.49%,NE 向浪为常浪向。一般而言,波浪对底部沉积物的扰动主要是在破波带以内,其作用主要表现在起动、搬运泥沙和波流结合输沙。而在黄河三角洲远岸区,波高 1.5 m 以上的波

浪对 10 m 以内海底泥沙产生推移作用^[23-24]。孤东大堤修建后,岸线呈 NW 和 NNE 走向,几乎垂直于强浪和常浪向,使得波浪作用增强。当波浪向岸传播时,波浪发生破碎,对海堤进行强烈冲击并形成了反射波,对堤前海域海底泥沙产生剧烈扰动,大量泥沙被掀起,并向外扩散。潮流是孤东近岸海域泥沙输移的主要动力。在孤东近岸,NW 方向的落潮流占优势,近堤海底泥沙被波浪掀起后,随落潮流向 NW 方向搬运,使近堤泥沙亏损,造成海岸侵蚀,堤前水深增加。

入海水沙量的减少亦为一个至关重要的因素。根据利津站 1950—2006 年水沙数据统计,黄河多年平均入海径流量为 $317.96 \times 10^8 \text{ m}^3$,多年平均入海沙量为 $7.79 \times 10^8 \text{ t}$ 。1950 年来,黄河入海径流量和来沙量呈明显下降趋势。尤其在 1986 年之后,平均入海径流量为 $144.42 \times 10^8 \text{ m}^3$,较多年平均入海径流量减少了 54.58%,较 1950—1985 年均径流量 $419.18 \times 10^8 \text{ m}^3$ 减少了 65.54%;黄河年平均入海沙量仅为 $3.16 \times 10^8 \text{ t}$,为多年平均值的 40.6%,较 1950—1985 年均来沙量 $10.49 \times 10^8 \text{ t}$ 减少了 69.88%。

综上所述,海洋冲淤变化与入海水沙量的减少及海洋动力条件的增强有着密切联系。

2.2 基于海岸演变的情景模拟

在海岸演变分析基础上,开展研究区情景模拟。研究区为孤东海堤前的 GD1、GD2 和 GD3 三条剖面之间的典型区域,其范围包括向陆 5 km,向海至黄河入海泥沙扩散的外边界。结合前文冲淤变化分析,可将研究区域由自近岸向远岸划分为堤内、堤根、堤前、远岸 4 个区域。

堤内区 指孤东海堤内的围填区域。围堤后,油田的开发建设完全改变了地表的现状,使得滩涂、沼泽、芦苇等生态环境遭到毁灭性的破坏。作为一种典型多胁迫下的退化生态系统,有大片重盐碱地和光滩,基本没有植被,风沙化趋势明显,土壤的改良利用困难。这种破坏性的填海活动使河口湿地的生态系统服务几乎完全丧失。

堤根区 指孤东海堤的堤根海域。围堤前,堤根区是河口湿地。围堤后,由于海堤修建改变了原有的水动力环境,再加上黄河来水来沙的减少,该区形成以海洋动力侵蚀作用为主的沉积环境。原来由于翅碱蓬草甸的保护作用,当地生态受到的压力会

相对平缓。而孤东大堤的修建使得人工海岸代替了原本的自然岸线,对堤前海域的沉积环境产生了不利影响,造成严重的海岸侵蚀。

堤前区 指堤根区外的堤前海域。围堤前,是滨海湿地、河流作用占主导,主要呈淤积趋势;围堤后,受到孤东海堤围填、海潮侵袭和黄河改道、来水来沙减少等因素影响,海洋作用占主导,主要呈侵蚀趋势。该区域生物类型单一,群落结构简单,抗干扰能力差,在围堤后,沉积环境发生巨大改变,生态系统不断受到威胁,处于物质、能量、结构和功能的非均衡状态。

远岸区 指堤前区以外的区域。围堤后影响不明显,不纳入计算。

2.3 参数及公式

2.3.1 参数设定及数据来源

假设研究区域为封闭系统,设定条件如下:

假设条件 1 封闭的经济和环境体的假设。即在一个经济体里,所有的物质与能量活动均不存在与外界交流的情况;

假设条件 2 环境、经济二元制的假设。即环境是环境系统,经济是经济系统,人类是经济系统的一部分。

假设条件 3 时间价值的假设。根据当前利率水平,设定无风险的年贴现率为 3.6%。设定 2010 年为测算基准年,年贴现率始终保持为 3.6%。

在数据方面,参考黄河三角洲生态系统服务价值评估结果^[25]:即研究区域的食物生产、原料生产、氧气生产、气候调节、污染控制、生物控制、栖息地、旅游娱乐、文化美学、教育科研等逐年生态系统服务单位面积价值约为 $42.127 \text{ 万元 } \text{hm}^{-2} \text{ a}^{-1}$,孤东海岸带生态系统的干扰调节服务功能的单位价值为 $2.49 \times 10^7 \text{ 元 } \text{km}^{-1} \text{ a}^{-1}$ 。

2.3.2 测算公式

不同区域生态系统服务损失按照下述公式进行计算:

$$\begin{aligned} R_1 &= W_1 \times A_1 \\ R_2 &= W_1 \times A_2 + W_2 \times L_1 \\ R_3 &= W_3 \times V_1 + W_4 \times L_2 \end{aligned}$$

式中, R_1 为堤内区生态系统服务损失, R_2 为堤根区生态系统服务损失, R_3 为堤前区生态系统服务损失, W_1 为单位面积生态系统服务价值, W_2 为单位岸线生态系统服务价值, W_3 为单位体积土石方成本,

W_4 为单位岸线防浪设施成本, A_1 为总围填土地面积, A_2 为年侵蚀面积, L_1 为围填岸线长度, L_2 为防浪设施长度, V_1 为年冲淤体积,

3 结果分析

3.1 堤内区损失测算结果与分析

运用 MapInfo 软件对 1980 年岸线和围堤后岸线进行比较,可以计算出研究区域的围填面积为 6616 hm^2 。经公式测算可知,孤东海岸带堤内区生态系统服务损失高达 27.87 亿元/a。

可得,孤东海堤修建后,堤内生态系统服务损失巨大,年均损失超过 27.87 亿元。

3.2 堤根区损失测算结果与分析

运用 MapInfo 软件对研究区域内的孤东海堤的堤长进行测算, GD1 至 GD2 堤长 9919.28 m, GD2 至 GD3 堤长 4865.96 m。研究区域内的年侵蚀面积根据 GD1—GD3 剖面数据计算得到。

综上,孤东海岸带堤根区年均生态系统服务损失 ≈ 3.84 亿元。孤东海堤修建前,堤根区生态系统服务的年均价值为 4.35 亿元,修建后迅速降至 0.51 亿元,仅为围填前的 11.72%。

各年计算结果见图 2、图 3 和图 4。

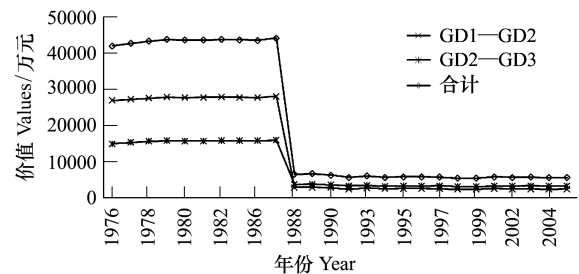


图2 孤东海堤堤根区生态系统服务价值

Fig.2 Ecosystem service values at root area of the levee in Gudong

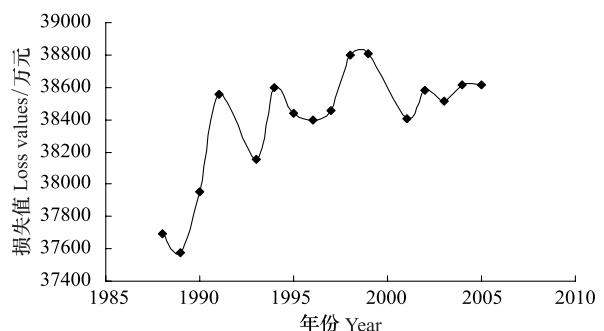


图3 孤东海堤修建后堤根区生态系统服务损失

Fig.3 Ecosystem services loss at root area of the levee in Gudong

采取 FIR 滤波器进行降噪,脉冲响应设定为 5,可得出降噪后的损失变化。

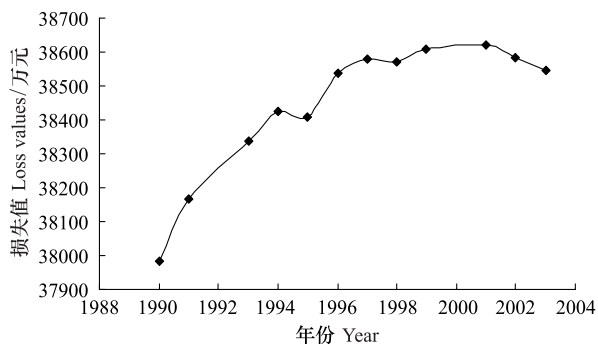


图 4 孤东海堤堤根区生态系统服务各年损失(降噪)

Fig.4 Ecosystem services loss at root area of the levee after moving average in Gudong

综合上图可看出:(1)1976—1985 年,孤东海岸带生态系统服务价值呈稳定上升趋势。(2)1987 年孤东海堤修建之后,孤东海岸带生态系统服务价值骤降,生态系统服务损失急剧上升,1988—2000 年出现一个稳定的损失上升期。1995—1997 年生态系统服务损失数据出现波动,这是由于 1996 年黄河改道,河口距离孤东更近,来水来沙量增加。(3)2001 年后损失开始减少。原因是 2001 年修建的十八桥丁坝、三号排涝站丁坝能有效改善该区域的沉积环境,降低堤根区的生态系统服务价值损失。根据胜利油田有限公司孤东采油厂的海底地形勘测及流场调查,也能验证这一点。堤前部分断面出现淤积现象^[26-27],这主要是孤东东大堤两条丁坝共同作用改变流场的效果。(4)从生态系统服务价值看,1976—1987 年堤根区生态系统服务的年均价值为 4.35 亿元,1988—2005 年迅速降至 0.51 亿元,仅为围填前的 11.72%,孤东海岸带堤根区生态系统服务的年均价值损失高达 3.84 亿元,损失巨大。

3.3 堤前区损失测算结果与分析

根据 3 个剖面数据的分析,由于 GD3 剖面靠近现行河口,剖面的地形、冲淤受黄河来水来沙影响显著,堤前区的冲淤体积数据波动较大,因此仅选择 GD1—GD2 作为典型区域进行测算。根据调查和研究,当地土石方成本约为 100 元/ m^3 ,防潮设施价值与干扰调节功能重叠,不纳入计算,根据 GD1—GD2 的堤前区年冲淤体积,计算得到 1988 年后孤东海堤堤前区生态系统服务年损失达到 26 亿(图 5)。

由于堤前区同时受海陆作用影响,采取 FIR 滤

波器进行降噪,然后将以上数据的脉冲响应设定为 3,可得出降噪后的损失图(图 6)。

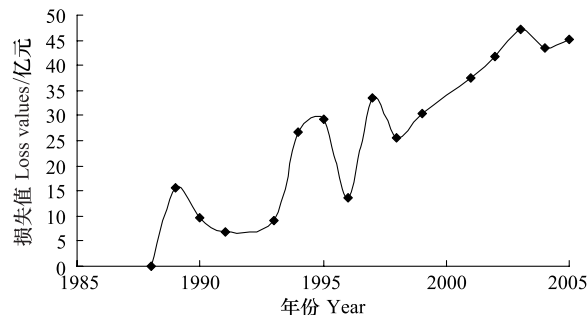


图 5 孤东海堤堤前区生态系统服务各年损失

Fig.5 Ecosystem services loss at infront area of the levee in Gudong

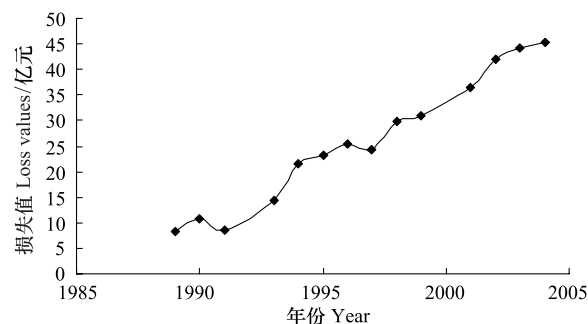


图 6 孤东海堤堤前区生态系统服务各年损失(降噪)

Fig.6 Ecosystem services loss at infront area of the levee after moving average in Gudong

结合上图,得出以下结论。(1)孤东海堤堤前区的生态系统服务损失在围填以后呈现持续上升趋势。具体发展情况是:围堤初期基本是冲,但围堤沉积环境比较复杂,时冲时淤,1993 年以后开始逐年加快,1996 年开始,即黄河改道时期,沉积环境动荡了两年,稳定下来以后侵蚀速度急剧加快。(2)1988 年后孤东海堤堤前区生态系统服务年损失达到 26 亿以上,至 2005 年已经达到 45 亿之多,损失巨大,影响深远。

3.4 远岸区损失测算结果与分析

根据前面计算结果,在孤东远岸,距离海堤约 12 km 处,存在一条冲淤平衡带,从多年数据来看,该区生态系统基本维持平衡,不需要计算生态损失,因此不进行进一步讨论计算。

4 结论与讨论

在方法上提出了一种基于冲淤演变的生态损益

评估方法,并以孤东海岸为例进行了应用。通过应用发现,该评估结果受人类干扰较大,以胶州湾、长江口等区域为例,这些区域的围填海等人类活动非常频繁,很难剥离数据的变异特征,也就无法解释数据变动的真实原因。但对于有连续观测数据,且环境背景清楚的区域具有一定的适用性。

在研究方面,根据海岸演变分析和情景研究,将孤东海岸带分为堤内区、堤根区、堤前区和远岸区,并对堤内区、堤根区和堤前区进行生态系统服务损失测算。结果表明,孤东海堤围填以后,海堤内侧生态系统服务的年均损失达到 27.87 亿元,海堤根部生态系统服务年均损失达到 3.84 亿元,堤前区域生态系统服务的年均损失达到 26 亿元。

通过结果分析可知,丁坝的修建能有效改善孤东海域沉积环境,降低生态系统服务价值损失。这表明好的平面设计方案确实能大幅减少围填海工程对河口湿地的环境影响。当前,应该迅速采取措施改变孤东海堤堤前的沉积环境,以避免更大的环境影响和生态损失。

综上所述,在河口湿地进行围填海工程必然要付出昂贵的生态代价。今后对于在红树林、河口湿地、海湾和沙坝潟湖等典型海岸带生态系统进行的围填海工程,应在项目审批上慎之又慎,必须围填的,应认真考虑围填海方式和平面设计方案,尽量减少围填海工程对河口湿地的影响。

致谢:丁德文院士、石学法研究员对论文写作给予的帮助,特此致谢。

References:

- [1] Wang P E. Basic Theory, Methodology and Case Study of Marine Functional Zoning [D]. Xiamen: Xiamen University, 2008.
- [2] Daily G C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Systems. Washington DC: Island Press, 1997.
- [3] Costanza R, d'Arge R, De Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J. The value of the World's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387(6630): 253-260.
- [4] Ma Z. Environmental value determination, composition and quantification. *Environmental Protection*, 1993, (7): 10-11.
- [5] Ye W H. Theories and Methods of the Coordinated Development of Environment, Society and Economy. Beijing: China Environmental Science Press, 1994: 26-37.
- [6] Li J C. Environment and Economics. Beijing: China Environmental Science Press, 1994. 20-30.
- [7] Ouyang Z Y, Wang R S. Initial research on the indirect values assessment of biodiversity in China // Research on Hot Problems in Contemporary Ecology. Beijing: China Science and Technology Press, 1996.
- [8] Ouyang Z Y, Wang R S, Zhao J Z. Ecosystem services and their economic valuation. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, 10(4): 635-640.
- [9] Ouyang Z Y, Wang X K, Miao H. A primary study on Chinese terrestrial Ecosystem services and their economic - economic values. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(5): 607-613.
- [10] Chen S, Li T, Liu J, Liu X D. Ecological Impact Assessment of Reclamation Planning in the Bays of Fujian Province. Beijing: Science Press, 2008: 1-328.
- [11] Chen S, Zhang Z H, Ma Y, Shi H H, Ma A Q, Zheng W, Wang Q X, Peng Y L, Liu J. Program for Service Evaluation of Marine Ecosystems in China Waters. *Advances in Earth Science*, 2006, 21(11): 1127-1133.
- [12] Peng B R, Hong H S. Evaluation of Coastal Ecosystem Services: Theory and Application. Beijing: Ocean Press, 2006: 1-210.
- [13] Peng B R, Hong H S, Chen W Q, Xue X Z, Cao X L, Peng J P. Ecological damage appraisal of sea reclamation: Theory, method and application. *Journal of Natural Resources*, 2005, 20(25): 714-726.
- [14] Miao L J. Appraisal method on ecological environment losses in sea reclamation. *Environment and Sustainable Development*, 2007, (3): 47-49.
- [15] Zheng W, Shi H H, Chen S, Zhang Z H, Ding D W. Perception to ecosystem service function on the view point of welfare economics. *Ecological Economy*, 2006, (6): 78-81.
- [16] Chen W Q, Wang X. Analysis of negative ecological impacts caused by sea reclamation and discussion on monetary evaluation technique // 2007 Chinese Society for Oceanography Academic Annual Conference Proceedings I. Chinese Society for Oceanography, 2007: 28-33.
- [17] Yu W W, Chen B, Zhang L P. Cumulative effects of reclamation on ecosystem services of tidal flat wetland: a case in the Xinghua bay, Fujian, China. *Marine Science Bulletin*, 2008, 27(1): 88-94.
- [18] Li T J. A Study on Value Appraisal of Marine Ecosystem Service Function [D]. Qingdao: Ocean University of China, 2007: 1-59.
- [19] Wang P. Study results of numerical simulation of sediment along the Gudong levee. *Water Resources Planning and Design*, 2009, (4): 43-47.
- [20] Chen X Y, Chen S L, Li J F, Xu C L. Study on the coastal erosion mechanism in the Yellow River delta Gudong and Xintan Areas. *Coastal Engineering*, 2005, 24(4): 1-10.
- [21] Li S B, Fu Z M, Gao Z B, Shang Y Q, Wu M X, Jiang G S. Approach to current situation of beach erosion and a consolidation

- plan of sea wall of Gudong sea area. *Yellow River*, 2005, 29(4): 9-10.
- [22] Li X Y. Modern Dynamic Deposition Research of Gudong Nearshore in Yellow River Delta [D]. Shanghai: East China Normal University, 2008: 1-64.
- [23] Li P, Zhu D K. The role of wave action on the formation of Yellow River Delta. *Marine Geology and Quaternary Geology*, 1997, 17(2): 39-46.
- [24] Li P. Correspondence analysis of the surface sediments in the Subaqueous delta of the Yellow River. *Marine Sciences*, 1997, (4): 37-41.
- [25] Li Y P. Study of the role of concrete cone in the protection rate of Gudong levee. *Neijiang Ke Ji*, 2008, 29(12): 114-114, 119-119.
- [26] Chen X Y, Liu D H. Analysis and Evaluation of the Ecological Environment of the Yellow River Delta. Beijing: Ocean Press, 2012: 1-191.
- [27] Feng S Z, Liu J L, Lei N, Zhong D L. A study of submarine topographical features and changes outside the Gudong embankment of Shengli oilfield. *Hydrographic Surveying and Charting*, 2006, 26(6): 38-41.
- [28] Zhang X F. The erosion analysis of the sea waves of the North embankment of Gudong tide barrier in Shengli Oilfield. *Shanxi Architecture*, 2009, 35(6): 130-131.
- 评价. 北京: 科学出版社, 2008: 1-328.
- [11] 陈尚, 张朝晖, 马艳, 石洪华, 马安青, 郑伟, 王其翔, 彭亚林, 刘键. 我国海洋生态系统服务及其价值评估研究计划. *地球科学进展*, 2006, 21(11): 1127-1133.
- [12] 彭本荣, 洪华生. 海岸带生态系统服务价值评估——理论与应用研究. 北京: 海洋出版社, 2006: 1-210.
- [13] 彭本荣, 洪华生, 陈伟琪, 薛雄志, 曹秀丽, 彭晋平. 填海造地生态损害评估: 理论、方法及应用研究. *自然资源学报*, 2005, 20(5): 714-726.
- [14] 苗丽娟. 围填海造成的生态环境损失评估方法初探. *环境与可持续发展*, 2007, (3): 47-49.
- [15] 郑伟, 石洪华, 陈尚, 张朝晖, 丁德文. 从福利经济学的角度看生态系统服务. *生态经济*, 2006, (6): 78-81.
- [16] 陈伟琪, 王萱. 围填海对海岸带生态系统服务的负面影响分析及货币化评估技术探讨 // 中国海洋学会 2007 年学术年会论文集(上册). 中国海洋学会, 2007: 28-33.
- [17] 俞炜炜, 陈彬, 张璐平. 海湾围填海对滩涂湿地生态服务累积影响研究——以福建兴化湾为例. *海洋通报*, 2008, 27(1): 88-94.
- [18] 李铁军. 海洋生态系统服务价值评估研究 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2007: 1-59.
- [19] 王平. 孤东海堤泥沙冲淤数值模拟研究结果. *水利规划与设计*, 2009, (4): 43-47.
- [20] 陈小英, 陈沈良, 李九发, 徐丛亮. 黄河三角洲孤东及新滩海岸带侵蚀机制研究. *海岸工程*, 2005, 24(4): 1-10.
- [21] 李树彬, 付作民, 高振斌, 尚应庆, 吴明霞, 蒋公社. 孤东海域海滩侵蚀现状及海堤加固方案探讨. *人民黄河*, 2005, 29(4): 9-10.
- [22] 李向阳. 黄河三角洲孤东海域现代动力沉积研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2008: 1-64.
- [23] 李平, 朱大奎. 波浪在黄河三角洲形成中的作用. *海洋地质与第四纪地质*, 1997, 17(2): 39-46.
- [24] 李平. 黄河水下三角洲表层沉积物对应分析. *海洋科学*, 1997, (4): 37-41.
- [25] 李亚平. 砗四脚锥体在孤东海堤防护中的应用探讨. *内江科技*, 2008, 29(12): 114-114, 119-119.
- [26] 陈小英, 刘大海. 黄河三角洲生态环境分析与评估. 北京: 海洋出版社, 2012: 1-191.
- [27] 冯守珍, 刘建立, 雷宁, 仲德林. 胜利油田孤东海堤外侧海底地形特征与变化分析. *海洋测绘*, 2006, 26(6): 38-41.
- [28] 张向峰. 胜利油田孤东防潮堤北大堤海浪侵蚀分析. *山西建筑*, 2009, 35(6): 130-131.

参考文献:

- [1] 王佩儿. 海洋功能区划的基本理论、方法和案例研究 [D]. 厦门: 厦门大学, 2008.
- [4] 马中. 环境价值的取向、构成和量化. *环境保护*, 1993, (7): 10-11.
- [5] 叶文虎. 环境与社会、经济协调发展的理论与方法. 北京: 中国环境科学出版社, 1994: 26-37.
- [6] 李金昌. 环境与经济. 北京: 中国环境科学出版社, 1994: 20-30.
- [7] 欧阳志云, 王如松. 中国生物多样性间接价值评估初步研究. 见: 王如松, 等. 现代生态学的热点问题研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.
- [8] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价. *应用生态学报*, 1999, 10(4): 635-640.
- [9] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究. *生态学报*, 1999, 19(5): 607-613.
- [10] 陈尚, 李涛, 刘键, 刘修德. 福建省海湾围填海规划生态影响

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.1 Jan., 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Foreword: Complexity and Sustainability	(I)
Frontiers and Comprehensive Review	
Urban eco-complex and eco-space management	WANG Rusong, LI Feng, HAN Baolong, et al (1)
Review of carbon sequestration assessment method in the marine ecosystem	SHI Honghua, WANG Xiaoli, ZHENG Wei, et al (12)
A review of sensitivity model for urban ecosystems	YAO Liang, WANG Rusong, YIN Ke, et al (23)
Urban ecological metabolism of municipal solid waste: a review	ZHOU Chuanbin, XU Wanying, CAO Aixin (33)
Autecology & Fundamentals	
Parameter sensitivity analysis of a coupled biological-physical model in Jiaozhou Bay	SHI Honghua, SHEN Chengcheng, LI Fen, et al (41)
Macroinvertebrate investigation and their relation to environmental factors in Bohai Bay	ZHOU Ran, QIN Xuebo, PENG Shitao, et al (50)
Review of the impacts of bioturbation on the environmental behavior of contaminant in sediment	QIN Xuebo, SUN Hongwen, PENG Shitao, et al (59)
Population, Community and Ecosystem	
Ecosystem services' spatial characteristics and their relationships with residents' well-being in Miyun Reservoir watershed	WANG Dashang, LI Yifeng, ZHENG Hua, et al (70)
Contingent valuation of preserving ecosystem of Changdao Island Nature Reserve	ZHENG Wei, SHEN Chengcheng, QIAO Mingyang, et al (82)
Discussion of carbon sequestration estimates in the island terrestrial ecosystems	WANG Xiaoli, WANG Ai, SHI Honghua, et al (88)
Landscape, Regional and Global Ecology	
An integrated indicator on regional ecological civilization construction	LIU Moucheng, SU Ning, LUN Fei, et al (97)
The eco-environmental evaluation based on habitat quality and ecological response of Laizhou Bay	YANG Jianqiang, ZHU Yonggui, SONG Wenpeng, et al (105)
Analysis of the evolution and value of coastal ecosystem services at Gudong Coast in the Yellow River Delta since 1985	LIU Dahai, CHEN Xiaoying, XU Wei, et al (115)
Research of index system framework in marine ecology monitoring & regulation areas division based on complex ecosystem of nature-human-society	XU Huimin, DING Dewen, SHI Honghua, et al (122)
The environmental function assessment and zoning scheme in China	WANG Jinnan, XU Kaipeng, CHI Yanyan, et al (129)
Resource and Industrial Ecology	
Definition and evaluation indicators of ecological industrial park's complex eco-efficiency	LIU Jingru, LÜ Bin, ZHANG Na, et al (136)
Spatial-temporal distribution of agricultural eco-efficiency in China	CHENG Cuiyun, REN Jingming, WANG Rusong (142)
The coupling mechanism and industrialization mode of ecological restoration in the weak semi arid mining area of Inner Mongolia	CHEN Yubi, HUANG Jinlou, XU Huaqing, et al (149)
Evaluation of ecological marine islands construction based on material flow analysis: a case study of Changhai County	CHEN Dongjing, ZHENG Wei, GUO Huili, et al (154)
Ecological risks and sustainable utilization of reclaimed water and wastewater irrigation	CHEN Weiping, LÜ Sidan, ZHANG Weiling, et al (163)

Estimation of agricultural non-point source pollution based on watershed unit: a case study of Laizhou Bay	
.....	MA Deming, SHI Honghua, FENG Aiping (173)
The evaluation method in the impact of intensive sea use on the marine ecological environment	
.....	LUO Xianxiang, ZHU Yonggui, ZHANG Longjun, et al (182)
Urban, Rural and Social Ecology	
Urban ecological infrastructure based on ecosystem services;status,problems and perspectives	
.....	LI Feng, WANG Rusong, ZHAO Dan (190)
Spatial features of road network in Beijing built up area and its relations with LST and NDVI	
.....	GUO Zhen,HU Dan,LI Yuanzheng,et al (201)
The conjugate ecological management model for urban land administration based on the land complex ecological function	
.....	YIN Ke, WANG Rusong, YAO Liang, et al (210)
Value assessment of the function of the forest ecosystem services in Chongqing	
.....	XIAO Qiang, XIAO Yang,OUYANG Zhiyun, et al (216)
Ecological risk evaluation of port in Bohai Bay	PENG Shitao, QIN Xuebo, ZHOU Ran, et al (224)
Research review of the tail disposal technology of the standard sewage offshore outfall	PENG Shitao,WANG Xinhai (231)

《生态学报》2014 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,280 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

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 34 卷 第 1 期 (2014 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 34 No. 1 (January, 2014)

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