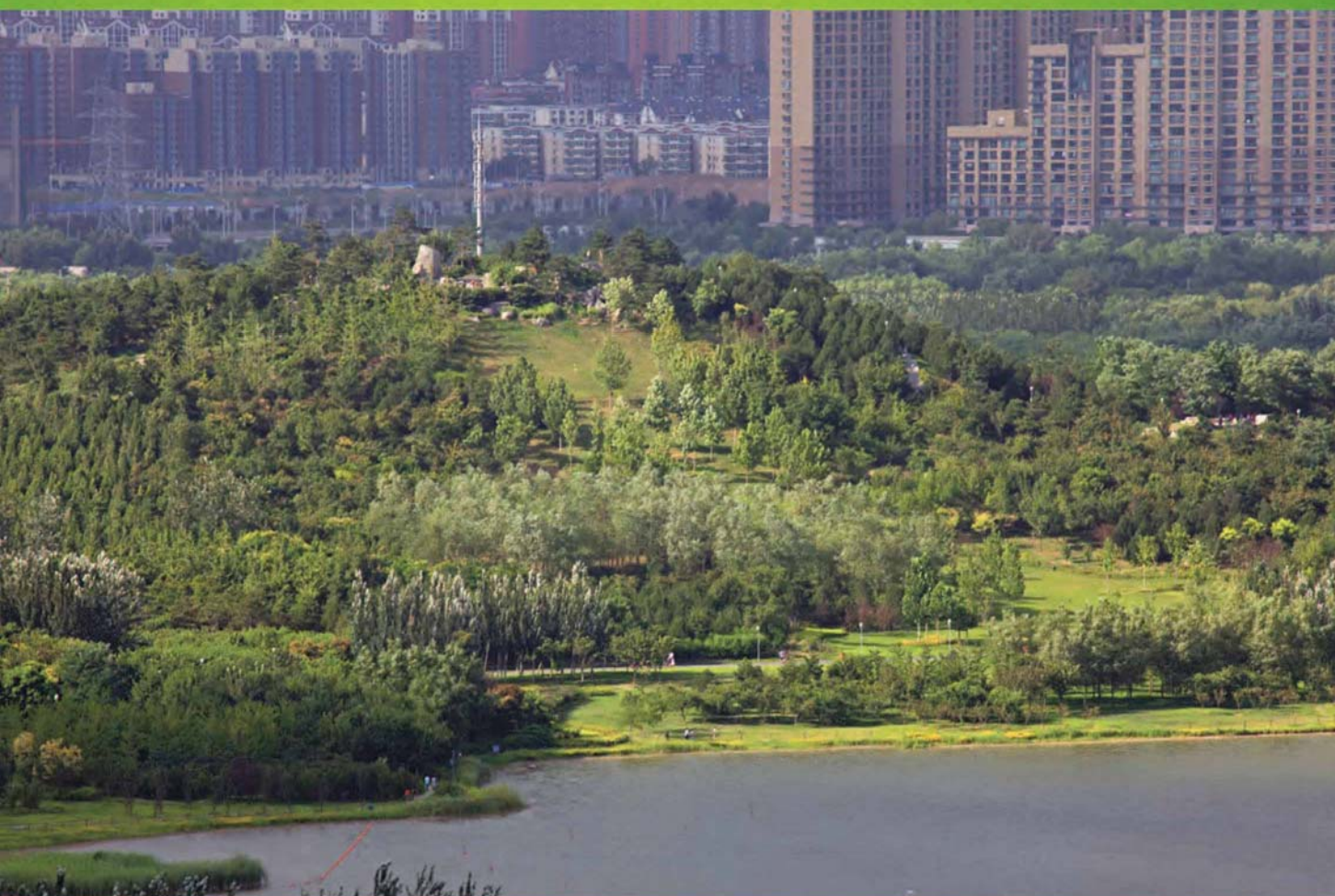


ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

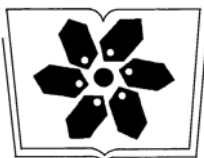
Acta Ecologica Sinica



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/stxb201305020898

彭士涛,覃雪波,周然,王心海,石洪华.渤海湾港口生态风险评估.生态学报,2014,34(1):224-230.

Peng S T, Qin X B, Zhou R, Wang X H, Shi H H. Ecological risk evaluation of port in Bohai Bay. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(1): 224-230.

渤海湾港口生态风险评估

彭士涛^{1,2}, 覃雪波^{1,3}, 周然¹, 王心海¹, 石洪华^{2,*}

(1. 交通运输部天津水运工程科学研究所, 天津 300456; 2. 国家海洋局第一海洋研究所, 青岛 266061;
3. 天津自然博物馆, 天津 300074)

摘要:以天津港为例,利用相对风险模型(RRM)对渤海湾港口生态风险进行评价。根据 RRM,将天津港划分为北疆、南疆、东疆和临港等 4 个风险小区。在每一风险小区中,选取 2 种生境类型(滩涂和近海水体)、2 种风险源(船舶运输和港口码头)和 3 种生态终点(底栖动物、浮游植物、浮游动物),以此计算生态风险值,根据风险值高低分为高、较高、中等、低和弱 5 个等级。评价结果表明,在两种风险源中,船舶运输风险相对较大;在生境中,近海水体的风险值远大于滩涂;在生态终点中,风险高低为底栖动物>浮游植物>浮游动物。天津港生态风险可以划分为 3 个等级:北疆为高风险区、南疆为较高风险区、东疆和临港均为中等风险区。

关键词:港口;生态风险;评价;相对风险模型

Ecological risk evaluation of port in Bohai Bay

PENG Shitao^{1,2}, QIN Xuebo^{1,3}, ZHOU Ran¹, WANG Xinhai¹, SHI Honghua^{2,*}

1 Tianjin Research Institute for Water Transport Engineering, Tianjin 300456, China

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

3 Tianjin Natural History Museum, Tianjin 300074, China

Abstract: The rapid development of ports has brought great economic benefits to the region; however, it has also caused some ecological risk. Ecological risk assessment is the basic of the risk management. In order to enhance the risk management, ecological risk assessment is necessary, which is of fundamental importance to set controlling plans. In the present study, we take Tianjin Port as a case, and firstly use the relative risk model (RRM) to evaluate the ecological risk of the port. Tianjin Port is located in the Bohai Bay. This bay is a semi-enclosed bay, which is located in the western region of Bohai Sea in northern China. The Bohai Bay has been conditioned strongly, historically, by different anthropogenic pressures. In particular, during the recent three decades, with rapid industrialization and urbanization, the seashore area of Bohai Bay were reclaim for agriculture and aquiculture, and subsequent occupation of those areas for urban, industrial and port developments have provoked a dramatic reduction in size. Based on the RRM, we divide the Tianjin port into four risk units, including Beijiang Wharves, Nanjiang Wharves, Dongjiang Wharves, and Lingang Wharves. Two main habitat types (the coastal wetland and nearshore waters), two risk sources (Transportation and wharves), three kinds of ecological receptors (zoobenthos, phytoplankton, and zooplankton), were identified and to calculate the comprehensive ecological risk value. In the present study, the risk grades can be classed five grades. When the risk value rang from 0 to 2, is the weak risk. The value is from 2 to 4 is the low risk, 4 to 6 is the middle risk, 6 to 8 is the relatively high risk, and more than 8 is the high risk. The results showed that the risk of the transportation is higher than the wharves risk in the two risk source. The risk of the nearshore water is higher than the coastal wetland in four risk units. For the risk of the ecological receptors,

基金项目:国家自然科学基金资助项目(21206064);中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助项目(TKS100105)

收稿日期:2013-05-02; **修订日期:**2013-09-22

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

we found that the zoobenthos was significantly more influenced than both the phytoplankton and zooplankton. There were three class risk grades in the present study. The first grade is the Beijiang Wharves, with the risk value of 10.77, belonging to the high risk area. Nanjiang Wharves is belonged to the relatively high risk area, with the risk value of 6.12. The risk value of Dongjiang Wharves, and Lingang Wharves was 4.76 and 4.92, respectively, suggesting that they were in the grade of the middle risk level.

Key Words: port; ecological risk; evaluation; relative risk model (RRM)

港口是国家对外经济联系的门户和枢纽,在国民经济中具有重要作用。港口建设发展不仅带来巨大的经济效益,同时也带来环境问题^[1-2],如影响海岸自然进程、破坏海洋生物栖息地,造成环境污染等^[3]。这些影响表明港口具有潜在的生态风险。为了使港口和环境保护协调发展,就必须对其生态风险进行评估,根据评估结果采取有效的风险管理措施。

在生态风险评估过程中,风险值量化是重中之重^[4]。由于港口生态风险涉及风险源多、暴露途径繁杂、指标不易量化,使得其风险评估存在一定难度。1997年,Landis和Wiegiers提出相对风险模型(Relative Risk Model, RRM),该模型有4个基本假设:(1)对任意风险小区,风险源密度越大,与生态终点相联系的生境的密度越大,其暴露于风险的可能性就越高;(2)生态终点的类型、种群密度与其相联系的生境密切相关;(3)风险受体对风险源的敏感程度与生境类型相关,受体对风险源越敏感,则对风险的响应程度就越高;(4)作用于生态终点的多个风险可以按其相对风险等级进行累加^[5]。由于RRM采用分级系统对评价单元内的各种风险源及生境进行评定,通过分析风险源、生境和生态受体的相互关系,给出区域风险评价综合方法,从而实现区域风险的定量化^[6]。在国外,RRM已被成功地运用到水域、海域和陆地等评价^[7-10]。在国内,该模型的应用和研究较少,仅见于海岛生态系统^[11]、土地利用^[12]、土地整理风险评价^[13]。本文以天津港为例,首次尝试将RRM模型应用于渤海湾港口生态风险评价,为其环境保护规划和生态风险管理决策提供理论和技术支持。

1 研究区域

天津港是世界等级最高的人工深水港,地处京

津城市带和环渤海经济圈的交汇点上,是北京和天津的海上门户,是我国沿海主枢纽港和综合运输体系的重要枢纽,是京津冀现代化综合交通网络的重要节点和对外贸易的主要口岸,是华北、西北地区能源物资和原材料运输的主要中转港,是北方地区的集装箱干线港和发展现代物流的重要港口。2001年11月天津港率先成为北方第一个亿吨大港;2010年吞吐量突破4亿t,其中集装箱吞吐量突破1000万箱,跻身世界一流大港行列。

2 研究方法

2.1 风险小区划分

风险小区划分可采用某些自然存在或人为划定的边界,如山脉、河流、沟谷以及某些保护区的界线等;对于有水域,可采用水体的等深线进行划分^[11]。本研究结合行政区域和地理位置对天津港进行风险小区划分,将其分为北疆、南疆、东疆和临港(图1)。

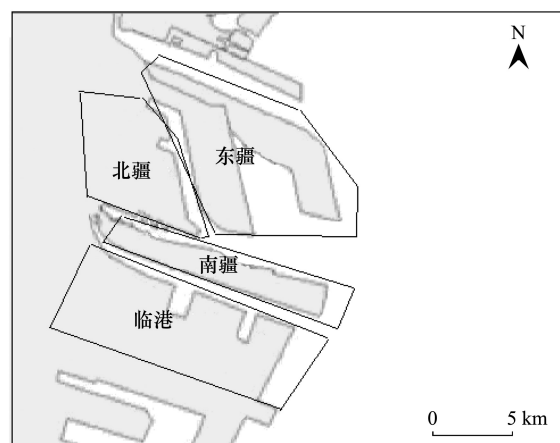


图1 天津港风险小区划分

Fig.1 The risk units in Tianjin port

2.2 生态终点、生境、风险源选择

根据RRM要求,生态终点要求能反映评价区域生态意义的区域标志性物种。就渤海湾而言,在该区域分布有浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类等

海洋生物。浮游植物和浮游动物由于对环境变化敏感,常被作为环境指示种^[14-15]。底栖生物因其活动能力弱,生活相对稳定、对海洋环境反应敏感,长期以来一直作为监测人为扰动造成对生态系统变化的主要研究对象^[16-18]。此外,浮游植物、浮游动物和底栖动物对于本区的生境具有明显依赖性,各类灾害压力引起的生境退化或恶化对其也有间接影响,这些影响可从它们的种类和数量的变化得以体现。因此,本研究选择浮游植物、浮游动物和底栖动物作为评估的生态终点。

生态终点是底栖动物、浮游植物和浮游动物,它

们的生境在港口有两种:滩涂和近海水体。两种生境的风险源各不同,滩涂来自港口码头的土地利用;水域来自岸上排污以及海上船舶运输污染和物理扰动。上述风险源可归纳为两大类:港口码头和船舶运输。港口码头主要是建设占用了岸线资源,而船舶运输最主要的影响是油污的排放^[19-20]。因此,港口码头和船舶运输的风险分别可用岸线长度和石油排放量表征。

2.3 暴露途径

天津港风险源对其生态终点的影响通过以下暴露途径实现(图2)。

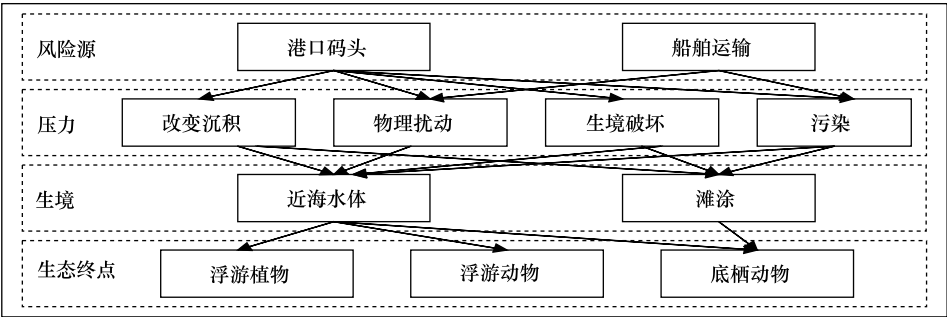


图2 天津港风险接触暴露途径
Fig.2 The risk exposure of route in Tianjin Port

2.4 概念模型构建

概念模型是对风险源、压力、生境和生态终点之间的关系的一系列假设,以此来说明风险评估各组

份之间关系。根据图2所示的天津港风险暴露途径,构建一个描述风险源、压力、生境和生态终点间的相互作用关系模型(表1)。

表1 天津港风险源、压力、生境、生态终点间关系

风险源 Risk sources		生境 Habitat	生态终点 Ecological receptors		
港口码头 Wharves	船舶运输 Transportation	—	浮游植物 Phytoplankton	浮游动物 Zooplankton	底栖动物 Zoobenthos
D, C, S	D, C	滩涂 coastal wetland	—	—	N
D, C	D, C	近海水体 nearshore waters	N	N	N

D: 物理扰动 Phy-turbation; C: 污染 Pollution; S: 改变沉积 Sediment change; N: 风险压力与生态终点的暴露方式为栖息地 the exposure of the risk press and ecological receptors is the habitat

2.5 风险值计算

利用 RRM, 根据压力密度、生境丰度、暴露系数、响应系数等值进行综合计算, 获得不同风险源、生境类型、生态终点、风险小区的生态风险值, 确定区域生态风险等级。相对风险值是压力密度、生境丰度损失、暴露系数和响应系数之积^[5], 公式如下:

$$RS_n = \sum (S_{ij} \times H_{il} \times X_{jl} \times E_{lm})$$

式中, RS 为相对风险值; n 代表不同主体, 包风险源、生境、生态终点和风险小区; i 为风险小区; j 为压力源; l 为生境; m 为生态终点; S_{ij} 为风险小区内风险源压力密度; H_{il} 为风险小区内生境丰度损失; X_{jl} 为风险源-生境暴露途径的暴露系数; E_{lm} 为生境-生态终点响应途径的响应系数。 S_{ij} 、 H_{il} 、 X_{jl} 和 E_{lm} 依据文献^[11]的方法计算和确定。

3 结果与分析

3.1 风险源

通过实地调查,天津港 4 个风险小区的风险源

见表 2。可以看出,在港口码头风险源,东疆最高,与其所占岸线最长相关;而在船舶运输风险源,北疆最高,与其污染程度相对较高相关。

表 2 天津港不同风险源

Table 2 The different risk sources in Tianjin Port

风险源 Risk sources	数据来源 Source of the data	北疆 Beijiang	南疆 Nanjiang	东疆 Dongjiang	临港 Lingang
港口码头 Wharves	岸线占用长度 Coast length/km	22	11.6	31.73	12
船舶运输 Transportation	石油排放强度 Oil/(t/a)	58.2	31.4	51.8	31.4

3.2 压力密度、暴露系数和响应系数

根据风险源数据,可以计算天津港不同港区的压力密度(表 3)。压力密度的空间分布和风险源分布特征相同,在港口码头风险源中,东疆最高,而在船舶运输风险源中,北疆最高。由于 RRM 评估得到的生态风险值反映的是生态风险在不同区域间的空间差异,因此,在表 3 中,不同风险源的压力密度值是一个相对的数值,压力密度值高并非代表风险源在生态系统中的释放或引起的绝对暴露量就大^[12]。

表 3 天津港不同小区压力密度

Table 3 The density of each risk district in Tianjin Port

风险源 Risk source	北疆	南疆	东疆	临港
港口码头 Wharves	0.76	0.77	1.00	0.51
船舶运输 Transportation	1	0.54	0.89	0.54

暴露系数大小对于衡量不同风险源之间的相对暴露程度具有至关重要的作用,而响应系数是生境中的生态终点对风险源的响应^[12]。通常以低、较低、中、较高、高等 5 种程度来描述暴露和响应的相

对强度,并量化为相应的暴露系数或响应系数,0,0.30,0.50,0.70 和 1^[11]。对天津港两种风险源在两种生境内的暴露程度进行实地调研发现,港口码头在两种生境中均有暴露,从较低到中等水平,而船舶运输仅在近海水体中有暴露且均较高,据此确定它们的暴露系数(表 4)。

表 4 天津港风险暴露系数

Table 4 The exposure coefficient in Tianjin Port

生境 Habitat	港口码头 Wharves	船舶运输 Transportation
滩涂 Coastal wetland	D, C, S, 0.30	D, C, 0
近海水体 Nearshore waters	D, C, 0.50	D, C, 1

D: 物理扰动 Phy-turbation; C: 污染 Pollution; S: 改变沉积 Sediment change

生态终点与生境类型有密切的联系,生态终点会随生境类型的利用程度而有不同的响应系数^[12]。在本研究中,生境利用程度主要取决于港区运营时间长短及吞吐量。总体而言,东疆运营时间较短,其各种生态终点的响应系数较低,而对于北疆,是天津港最老的港区,多年的运营,其各种生态终点响应系数都较高(表 5)。

表 5 天津港风险响应系数

Table 5 The response coefficient in Tianjin Port

风险小区 Risk units	生境 Habitat	浮游植物 Phytoplankton	浮游动物 Zooplankton	底栖动物 Zoobenthos
北疆	近海水体 Nearshore waters	1	0.70	1
	滩涂 Coastal wetland	0	0	0.70
南疆	近海水体 Nearshore waters	0.70	0.50	0.70
	滩涂 Coastal wetland	0	0	0.70
东疆	近海水体 Nearshore waters	0.50	0.30	0.30
	滩涂 Coastal wetland	0	0	0.30
临港	近海水体 Nearshore waters	0.30	0.30	1
	滩涂 Coastal wetland	0	0	1

3.3 风险源、生境和生态终点的相对风险值

利用 RRM 计算天津港各个风险小区的风险源、生境和生态终点的相对风险值,结果见图 3。由图 3 可见,在两种风险源中,船舶运输风险相对较大,这可能与运输产生的压力较多相关。在船舶运输中,产生包括物理扰动、污染和改变沉积 3 种压力,而在港口码头产生的压力只有物理扰动和污染(图 2)。同时,近海水体的风险值远大于滩涂(图 3),这是由于水体一方面受到船舶运输的影响,另一方面也受

到港口码头影响(排放污染物)。在 3 种生态终点中,风险值大小排序为底栖动物>浮游植物>浮游动物,这是因为在港口建设中,底栖动物受到影响最大,特别是在港区吹填、航道疏浚等工程中,直接造成大量的底栖动物死亡^[21];另外一些对浮游植物和浮游动物影响的环境因子,如污染、物理扰动等也对底栖动物产生影响^[22];浮游植物由于对环境变化敏感,因而其相对风险值要高于浮游动物。

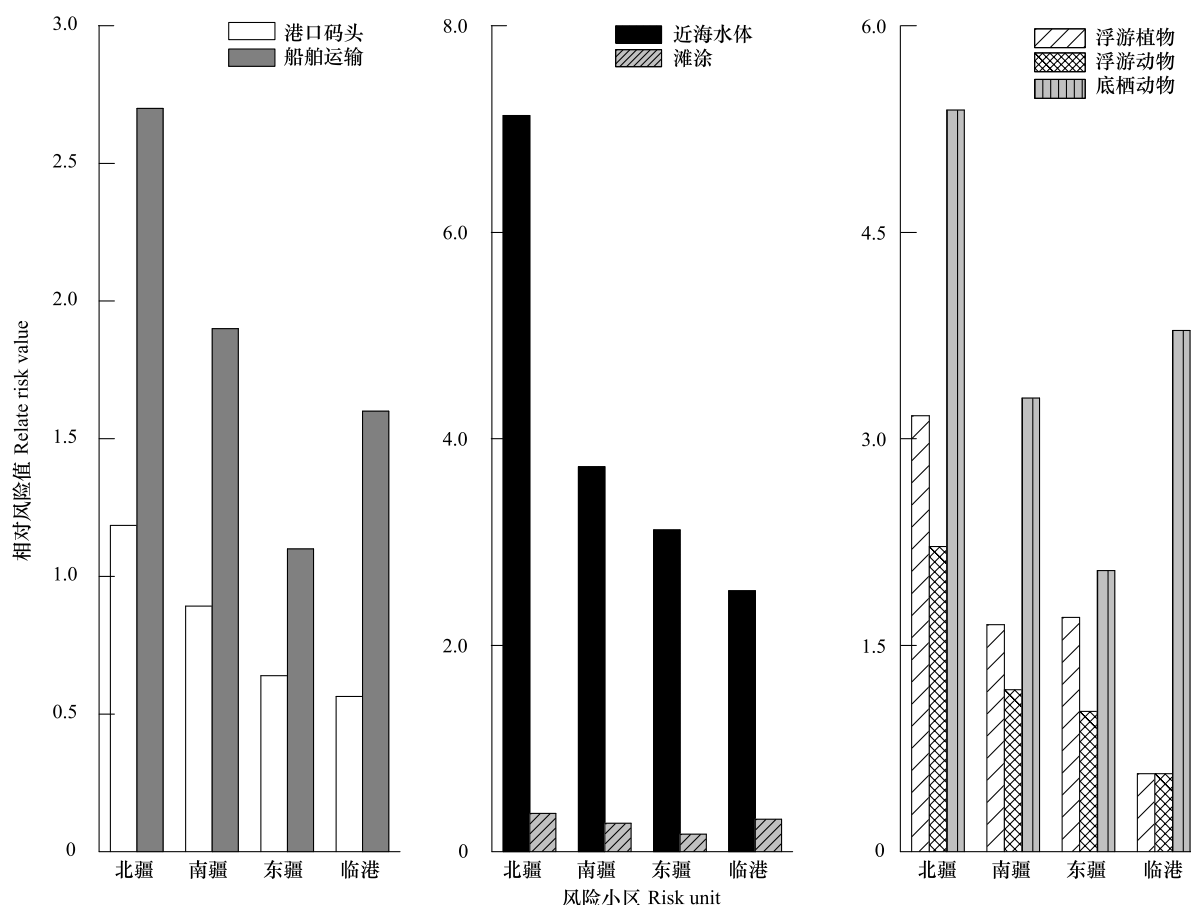


图 3 天津港各风险小区风险源、生境和生态终点的相对风险值

Fig.3 The relative risk values of risk source, habitat and ecological receptors in Tianjin Port

3.4 综合风险值

利用 RRM 可以得到天津港 4 个风险小区的综合风险值,大小为北疆>南疆>临港>东疆(图 4)。在综合各小区的风险值的基础上,通过分析比较,按综合风险值的相对高低,可以将生态风险划分为 5 个等级:0—2,弱风险区;2—4,低风险区;4—6,中等风险区;6—8,较高风险区;8 以上,高风险区。可以看出,天津港 4 个风险小区中,高风险区 1 个,即北疆;较高风险区 1 个,即南疆;中等风险区 2 个(东疆和

临港),低、弱风险区没有(图 4)。

生态风险的高低主要取决于风险源大小。在本研究中,风险源的大小由于占用岸线长度和石油排放量决定。北疆的风险值最高,与其风险源的风险值最高相关。北疆尽管占用的岸线并非最大(仅次于东疆),但由于是天津港最早建成投入使用的港区,多年的运营,往来船舶多、港区水体石油烃含量较高^[23]。其次,生态终点对风险源的响应系数也影响其生态风险。从表 5 可以看出,北疆的响应系数

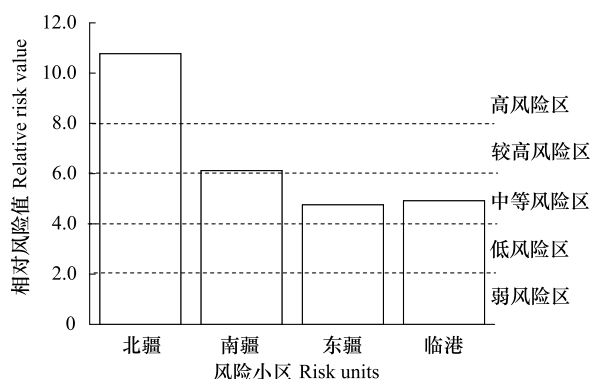


图4 天津港各风险小区综合风险值

Fig.4 The risk in Tianjin Port

也明显高于东疆,如底栖动物达到最高值的1。造成响应系数较高的原因与其长期污染,底栖动物种群数量大量减少相关。先前在天津港北疆港区的底栖动物调查表明,在该区域没有采到底栖动物^[21],就说明了这一点。再有,作为老港区,各种基础设置可能较老,影响其污染处理能力,从而增加生态风险。相反,作为新建的港区,尽管东疆港区占用岸线最长,但无论是运营时间还是基础设置都比老港区占有绝对优势了,污染处理能力也较高,因而风险较低。此外,港区的业务经营也可能影响其风险源风险值大小。如北疆以集装箱和件杂货作业为主;东疆以集装箱码头装卸及国际航运、国际物流、国际贸易和离岸金融等现代服务业为主,这些服务业属于低污染业务,也降低了生态风险。

4 结论与管理对策

4.1 结论

(1)天津港的船舶运输相对风险值高于港口码头,近海水体的风险值远大于滩涂,3种生态终点所受到的压力高低为底栖动物>浮游植物>浮游动物。

(2)天津港综合生态风险值可以分为3个等级:北疆属于高风险区,南疆属于较高风险区,东疆和临港属于中等风险区。

4.2 管理对策

在本研究中,天津港4个港区,风险值均在中等水平之上(图4),表明具有潜在的生态风险。因此,天津港的建设发展要从自然、环境、资源、空间等各个角度考虑海域及海岸线的开发利用,重视开发与保护的协调,力求在发展港口的同时,防治环境污染、保持生态平衡、保护海洋环境,实现海洋经济的

健康和可持续发展。

(1) 构建环境管理体系

以国家环境保护、海洋保护等相关法律、法规、标准为指导,遵循ISO14000环境管理体系的原则,以“建设生态港口,共享碧海蓝天”为港口环境保护为理念^[4],利用计算机信息系统构建完善的现代环境管理体系,包括环境管理的机构、制度和文件等主要体系,同时配以健全的环境管理信息系统以及强大的资金、技术、管理和人才等资源保证。在环境管理制度建设中,要重点制定一套符合天津港发展的环境标准体系,主要包括污染物排放标准和环境检测方法标准等。

(2) 加强环境保护基础设置建设

基础设置包括硬件和软件两部分。在硬件基础设置建设中,首先对天津港现有基础设施污染处理能力、处理效果、地理位置分布等进行调查和评估,根据评估结果对布局、工艺选择进行优化,充分发挥基础设施的效用。其次,完善污水处理体系,加强废水处理,包括集装箱洗箱水、生活污水、化学品污水、船舶含油污水和其它生产含油污水处理和排放;对于新建的港区,如东疆,要加快港区污水处理设施建设。再次,加强污水处理厂及污水管网建设,优化污水处理工艺,使各类废水能够得到有效的处理。在软件基础设置中,主要是提高环境管理人员业务水平,确保各项制度得到严格执行。

(3) 强化环境污染防治

对污染物排放总量和污染源进行控制,降低污染物排放强度。由于船舶运输是最大风险源,因此,要采取有效措施,控制船舶废水直接排放,同时加强控制陆源污染排放,形成海陆污染控制联动,改善港池海域水质。此外,要推广应用新型环保设备,逐步淘汰技术落后、污染严重、效能低下的老旧设备,引进符合国际标准、技术先进、经济安全、节能环保的新型港口机械,减少环境污染。

(4) 提高溢油事故的应急防范能力建设

溢油事故是造成港口油污染的重要原因,有可能对海洋生态环境造成灾难性的影响。因此,在码头附近海域配备必要的导助航等安全保障设施,建立和完善船舶交通管理系统,加强码头装卸作业的安全管理并制定相应的防护对策,完善港口溢油应急设备设施,加强应急能力建设。

(5) 合理规划和加强对受损海岸带实施生态修复

对于新建、改建及扩建港区,要预测和分析实施后可能造成的环境影响,提出预防、降低环境污染的对策和措施,预防规划实施后可能造成的不良环境影响,协调港口经济生产与环境保护之间的关系。对于老港区,主要是对已受损的海岸带进行生态修复。一方面,改良水工基本断面形状或在原有断面构造基础上增加生物繁殖基质或改良水工构筑物的材料,以使繁殖基质满足保护生物的繁殖水生带,补充其生存因子,促进生物种群恢复。另一方面,采用增殖放流的方法,加快恢复受损的生物种群。

References:

- [1] Gupta A K, Gupta S K, Patil R S. Environmental management plan for ports and harbors projects. *Clean Technology Environmental Policy*, 2005, 7(2): 133-141.
- [2] Zhao F M, Wang D Z, Wei X. Strategic Environment Assessment of General Layout Planning of Port. *Environmental Science & Technology*, 2007, 30(7): 64-66.
- [3] Shao C F, Ju M T, Chu C L, Hu C J. The construction strategy and countermeasures of ecological ports in China. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(11): 5601-5609.
- [4] Chen H, Liu J S, Cao Y, Li S C, Ouyang H. Progresses of ecological risk assessment. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(5): 1558-1566.
- [5] Landis W G, Wiegiers J A. Design considerations and a suggested approach for regional and comparative ecological risk assessment. *Human and Ecological Risk Assessment*, 1997, 3(3): 287-297.
- [6] Suter G, Vermier T, Munns W, Sekizawa J. Framework for the integration of health and ecological risk assessment. *Human and Ecological Risk Assessment*, 2003, 9(1): 281-301.
- [7] O'Brien G C, Wepener V. Regional-scale risk assessment methodology using the Relative Risk Model (RRM) for surface freshwater aquatic ecosystems in South Africa. *Water SA*, 2012, 38(2): 153-166.
- [8] Whelan M J, Davenport E J, Smith B G. A globally applicable location-specific screening model for assessing the relative risk of pesticide leaching. *Science of the Total Environment*, 2007, 377(2): 192-206.
- [9] La Ndis W G, Wiegiers J K. Ten years of the relative risk model and regional scale ecological risk assessment. *Human and ecological risk assessment*, 2007, 13(1): 25-38.
- [10] Wiegiers J K, Feder H M, Mortensen L S, Shaw D G, Wilson V J, Landis W G. A regional multi-stressor rank-based ecological risk assessment for the fjord of port Valdez, Alaska. *Human and ecological risk assessment*, 1998, 4(5): 1125-1173.
- [11] Wang X L. The method and application in island ecosystem risk assessment [D]. Qingdao: Institute of Oceanology, Chinese Academy Sciences, 2006.
- [12] Liu X, Su W C, Wang Z, Huang Y M, Deng J X. Regional ecological risk assessment of land use in the flooding zone of the Three Gorges Reservoir area based on relative risk model. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2012, 32(1): 248-256.
- [13] Fu G H. Study on Ecological risk assessment of land consolidation [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2007.
- [14] Costa L S, Huszar V L M, Ovalle A R. Phytoplankton functional groups in a tropical estuary: hydrological control and nutrient limitation. *Estuaries Coasts*, 2009, 32(3): 508-521.
- [15] Crossetti L O, de Bicudo C E M. Phytoplankton as a monitoring tool in a tropical urban shallow reservoir (Garças Pond): the assemblage index application. *Hydrobiologia*, 2008, 610(1): 161-173.
- [16] Bilkovic D M, Roggero M, Hershner C H, Havens K H. Influence of land use on macrobenthic communities in nearshore estuarine habitats. *Estuaries and Coasts*, 2006, 29(6): 1185-1195.
- [17] Nordhaus I, Hadipudjana F A, Janssen R, Pamungkas J. Spatio-temporal variation of macrobenthic communities in the mangrove-fringed Segara Anakan lagoon, Indonesia, affected by anthropogenic activities. *Regional Environmental Change*, 2009, 9(4): 291-313.
- [18] Carvalho S, Pereira P, Pereira F, de Pablo H, Vale C, Gaspar M B. Factors structuring temporal and spatial dynamics of macrobenthic communities in a eutrophic coastal lagoon (Óbidos lagoon, Portugal). *Marine Environmental Research*, 2011, 71(2): 97-110.
- [19] Adamo P, Arienzo M, Imperato M, Naimo D, Nardi G, Stanzione D. Distribution and partition of heavy metals in surface and sub-surface sediments of Naples city port. *Chemosphere*, 2005, 61(6): 800-809.
- [20] Hallegraeff G M, Bolch C J. Transport of dinoflagellate cysts in ship's ballast water: implications for plankton biogeography and aquaculture. *Journal of Plankton Research*, 1992, 14(2): 1067-1084.
- [21] Peng S T, Zhou R, Qin X B, Shi H H, Ding D W. Application of macrobenthos functional groups to estimate the ecosystem health in a semi-enclosed bay. *Marine Pollution Bulletin*, 2013, 74(1): 302-310.
- [22] Subashchandrabose S R, Megharaj M, Venkateswarlu K, Naidu R. Interaction effects of polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metals on a soil microalga, *Chlorococcum* sp. MM11. *Environmental Science and Pollution Research*, 2013, 74(1): 302-310.
- [23] Li Y, Zhao Y J, Peng S T, Zhou Q X, Ma L Q. Temporal and spatial trends of total petroleum hydrocarbons in the seawater of Bohai Bay, China from 1996 to 2005. *Marine Pollution Bulletin*, 2010, 60(2): 238-243.

参考文献:

- [2] 赵芳敏, 王立志, 魏欣. 港口总体规划环境影响评价研究. *环境科学与技术*, 2007, 30(7): 64-66.
- [3] 邵超峰, 鞠美庭, 楚春礼, 胡翠娟. 我国生态港口的建设思路与发展对策. *生态学报*, 2008, 28(11): 5601-5609.
- [4] 陈辉, 刘劲松, 曹宇, 李双成, 欧阳华. 生态风险评价研究进展. *生态学报*, 2006, 26(5): 1558-1566.
- [11] 王小龙. 海岛生态系统风险评价方法及应用研究[D]. 青岛: 中国科学院海洋研究所, 2006.
- [12] 刘晓, 苏维词, 王铮, 黄一民, 邓吉祥. 基于 RRM 模型的三峡库区重庆开县消落区土地利用生态风险评价. *环境科学学报*, 2012, 32(1): 248-256.
- [13] 付光辉. 土地整理生态风险评价研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2007.

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

国内外公开发刊

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元