

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第32卷 第9期 Vol.32 No.9 **2012**

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 32 卷 第 9 期

2012 年 5 月 (半月刊)

目次

不同土地覆被格局情景下多种生态系统服务的响应与权衡——以雅砻江二滩水利枢纽为例·····	葛菁, 吴楠, 高吉喜, 等 (2629)
放牧对小嵩草甸生物量及不同植物类群生长率和补偿效应的影响·····	董全民, 赵新全, 马玉寿, 等 (2640)
象山港日本对虾增殖放流的效果评价·····	姜亚洲, 凌建忠, 林楠, 等 (2651)
城市景观破碎化格局与城市化及社会经济发展水平的关系——以北京城区为例·····	仇江啸, 王效科, 逯非, 等 (2659)
江河源区高寒草甸退化序列上“秃斑”连通效应的元胞自动机模拟·····	李学玲, 林慧龙 (2670)
铁西区城市改造过程中建筑景观的演变规律·····	张培峰, 胡远满, 熊在平, 等 (2681)
商洛低山丘陵区农林复合生态系统光能竞争与生产力·····	彭晓邦, 张硕新 (2692)
基于生物量因子的山西省森林生态系统服务功能评估·····	刘勇, 李晋昌, 杨永刚 (2699)
不同沙源供给条件下柽柳灌丛与沙堆形态的互馈关系——以策勒绿洲沙漠过渡带为例·····	杨帆, 王雪芹, 杨东亮, 等 (2707)
桂西北喀斯特区原生林与次生林凋落叶降解和养分释放·····	曾昭霞, 王克林, 曾馥平, 等 (2720)
江西九连山亚热带常绿阔叶林优势种空间分布格局·····	范娟, 赵秀海, 汪金松, 等 (2729)
秦岭山地锐齿栎次生林幼苗更新特征·····	康冰, 王得祥, 李刚, 等 (2738)
极端干旱环境下的胡杨木质部水力特征·····	木巴热克·阿尤普, 陈亚宁, 等 (2748)
红池坝草地常见物种叶片性状沿海拔梯度的响应特征·····	宋璐璐, 樊江文, 吴绍洪, 等 (2759)
改变 C 源输入对油松人工林土壤呼吸的影响·····	汪金松, 赵秀海, 张春雨, 等 (2768)
啮齿动物捕食压力下生境类型和覆盖处理对辽东栎种子命运的影响·····	闫兴富, 周立彪, 刘建利 (2778)
上海闵行区园林鸟类群落嵌套结构·····	王本耀, 王小明, 王天厚, 等 (2788)
胜利河连续系统中蜉蝣优势种的生产量动态和营养基础·····	邓山, 叶才伟, 王利肖, 等 (2796)
虾池清塘排出物沉积厚度对老鼠簕幼苗的影响·····	李婷, 叶勇 (2810)
澳大利亚亚热带不同森林土壤微生物群落对碳源的利用·····	鲁顺保, 郭晓敏, 芮亦超, 等 (2819)
镜泊湖岩溶台地不同植被类型土壤微生物群落特征·····	黄元元, 曲来叶, 曲秀春, 等 (2827)
浮床空心菜对氮循环细菌数量与分布和氮素净化效果的影响·····	唐莹莹, 李秀珍, 周元清, 等 (2837)
促分解菌剂对还田玉米秸秆的分解效果及土壤微生物的影响·····	李培培, 张冬冬, 王小娟, 等 (2847)
秸秆还田与全膜双垄集雨沟播耦合对半干旱黄土高原玉米产量和土壤有机碳库的影响·····	吴荣美, 王永鹏, 李凤民, 等 (2855)
赣江流域底泥中有机氯农药残留特征及空间分布·····	刘小真, 赵慈, 梁越, 等 (2863)
2009 年徽州稻区白背飞虱种群消长及虫源性质·····	刁永刚, 杨海博, 瞿钰锋, 等 (2872)
木鳖子提取物对朱砂叶螨的触杀活性·····	郭辉力, 师光禄, 贾良曦, 等 (2883)
冬小麦气孔臭氧通量拟合及通量产量关系的比较·····	佟磊, 冯宗炜, 苏德·毕力格, 等 (2890)
专论与综述	
基于全球净初级生产力的能源足迹计算方法·····	方恺, 董德明, 林卓, 等 (2900)
灵长类社会玩耍的行为模式、影响因素及其功能风险·····	王晓卫, 赵海涛, 齐晓光, 等 (2910)
问题讨论	
中国伐木制品碳储量时空差异分析·····	伦飞, 李文华, 王震, 等 (2918)
研究简报	
森林自然更新过程中地上氮贮量与生物量异速生长的关系·····	程栋梁, 钟全林, 林茂兹, 等 (2929)
连作对芝麻根际土壤微生物群落的影响·····	华菊玲, 刘光荣, 黄劲松 (2936)
刈割对外来入侵植物黄顶菊的生长、气体交换和荧光的影响·····	王楠楠, 皇甫超河, 陈冬青, 等 (2943)
不同蔬菜种植方式对土壤固碳速率的影响·····	刘杨, 于东升, 史学正, 等 (2953)
巢湖崩岸湖滨基质-水文-生物一体化修复····· 陈云峰, 张彦辉, 郑西强 (2960)	

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 336 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 36 * 2012-05



封面图说: 在交配的雨蛙——雨蛙为两栖动物, 世界上种类达 250 种之多, 分布极广。中国的雨蛙仅有 9 种, 除西部一些省份外, 其他各省(区)均有分布。雨蛙体形较小背面皮肤光滑, 往往雄性绿色, 雌性褐色, 其指、趾末端多膨大成吸盘, 便于吸附攀爬。多生活在灌丛、芦苇、高秆作物上, 或塘边、稻田及其附近的杂草上。白天匍匐在叶片上, 黄昏或黎明频繁活动, 捕食能力极强, 主要以昆虫为食。特别是在下雨以后, 常常 1 只雨蛙先叫几声, 然后众蛙齐鸣, 声音响亮, 每年在四、五月份夜间发情交配。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjiw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201104060438

姜亚洲, 凌建忠, 林楠, 袁兴伟, 李圣法. 象山港日本对虾增殖放流的效果评价. 生态学报, 2012, 32(9): 2651-2658.

Jiang Y Z, Ling J Z, Lin N, Yuan X W, Li S F. Stocking effectiveness of hatchery-released kuruma prawn *Penaeus japonicus* in the Xiangshan Bay, China. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(9): 2651-2658.

象山港日本对虾增殖放流的效果评价

姜亚洲, 凌建忠, 林楠, 袁兴伟, 李圣法*

(农业部海洋与河口渔业资源及生态重点开放实验室, 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)

摘要: 日本对虾是中国近海重要的增殖品种, 2010 年象山港分两批次放流日本对虾苗种约 1.67 亿尾。通过对放流苗种存活状况、洄游分布、生长特性及回捕情况的跟踪调查, 对象山港日本对虾的增殖效果做出初步评价。结果表明: (1) 日本对虾放流苗种在 8 月中旬成为补充群体, 集中于港区底部进行索饵育肥; 9 月中旬, 第 1、2 批放流苗种的平均体长分别达到 95.4 mm 和 71.4 mm, 成活率分别约为 0.79% 和 1.06%; 10 月上旬, 随着港区水温降低, 增殖苗种资源量锐减。(2) 协方差分析表明: 日本对虾增殖群体和自然群体的体长-体重关系存在显著性差异, 增殖群体的体征状况明显优于自然群体。(3) 日本对虾放流苗种在港区主要为桁杆拖虾和地笼网渔业所利用, 在港区滞留期间, 回捕率约为 0.25%。总结发现: 栖息地破坏及放流苗种的过早利用是制约象山港日本对虾增殖效果的重要因素, 优化增殖策略、保护港区生态环境应是今后港区增殖工作的重点。

关键词: 日本对虾; 增殖放流; 回捕率; 体征状况

Stocking effectiveness of hatchery-released kuruma prawn *Penaeus japonicus* in the Xiangshan Bay, China

JIANG Yazhou, LING Jianzhong, LIN Nan, YUAN Xingwei, LI Shengfa*

Key Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries Resources and Ecology, Ministry of Agriculture, East China Sea Fisheries Institute, Chinese Academy of Fishery Science, Shanghai 200090, China

Abstract: Stock enhancement is a fisheries management approach involving the release of hatchery organisms to increase abundance and commercial landing of natural fish or invertebrate population. Kuruma prawn *Penaeus japonicus* is one of the most important fishing and cultured crustaceans in China coast, and thus is listed as one of the important target species for stock enhancement. In 2010, a total of about 167 million hatchery kuruma prawn juveniles (body length ≥ 11.0 mm) were released through two phases into the Xiangshan Bay, Zhejiang Province. The first batch of 30.68 million prawn juveniles were released on July 6, while the second batch of about 135.9 million prawn juveniles were released on July 15–16. In order to evaluate the potential effectiveness of the stock enhancement program, the present study monitored survival, growth rate, and migratory pattern of the hatchery-released kuruma prawn in the bay through recapture method monthly. It was necessary for assessing the stocking effectiveness to distinguish the released individuals from natural partners. It was found that there were obvious differences in hatching time and body size between the natural and hatchery kuruma prawn juveniles, and thus we could use cohort analysis with the least-squares method to identify released hatchery individuals in the study. The results indicated that the released prawns mainly inhabited in inner or middle part of the Bay where the sediments were sandy or sandy-mud substratum. The released juvenile prawns started recruiting to the fishery in mid/late August, and then it might migrate from the Bay to coastal open water for overwintering in October. In mid-September, the

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项经费项目(201003068); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资助(2008T04)

收稿日期: 2011-04-06; **修订日期:** 2012-01-10

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: shengfa@sh163.net

released prawns reached the mean body length of 95.4 mm and 71.4 mm, with the survival rate of 0.79% and 1.06%, respectively, for the first and second batch. The relative abundance of the released prawns in the total catch was 14.0% and 84.2%, respectively, for the first and second batch. The exponents for the body length-body weight relationships differed significantly ($P < 0.05$) between released and natural stock, with greater value for the released stock, which showed that released individuals were more robust than natural ones. During the fishing season, it was found that lots of released prawns were caught by local fishermen through small beam trawls and fish traps within the bay. During the study period from late August to early October, a total of about 420,600 released prawns were collected, representing the mean recapture rate of about 0.25%. In general, the effectiveness of the stock enhancement program did not satisfy with the desired aim due to the low survival and recapture rate of released juvenile prawns. The low stocking effectiveness might be resulted from habitat destruction and ineffective release strategies. In future, optimizing release strategy and restoration of nursery habitats should be essential for promoting the stocking effectiveness of kuruma prawn in the bay. We recommended three optimal measures for the stock enhancement program: 1) the large-sized kuruma prawn juveniles were proposed to be released, 2) the best release site should be located in the inner part of the bay, and 3) the release date should be April in advance, which would prolong growth period of kuruma prawn juveniles in the bay and increase the efficiency of the stock enhancement programs.

Key Words: kuruma prawn; stock enhancement; recapture rate; body condition

象山港地处浙江省中部沿海,是一个狭长型半封闭港湾,港域生态环境良好,水体交换活跃,营养盐类丰富,饵料生物繁多,是渔业生物良好的产卵、育幼场所^[1-2]。近年来,随着过度捕捞问题的凸显和海洋开发程度的日益加剧。象山港生态环境不断恶化,渔业资源显著衰退,海洋生态系统的服务和产出功能严重退化,象山港生态系统的保护和修复问题亟待解决^[3-4]。

增殖放流作为加强海洋生物资源养护的重要手段,是国内外在水生生物资源养护和水域生态修复方面普遍采用的做法^[5-9]。象山港增殖放流工作的开展已有近 30a 的历史,增殖品种涉及多个鱼、虾种类^[10-11]。但由于放流苗种标记技术研究相对滞后,对该水域增殖放流功效欠缺系统评估,致使放流苗种的后续管理及放流措施优化缺乏科学依据。

日本对虾(*Penaeus japonicus* Bate)为暖水性大型虾类,在印度-西太平洋海域广泛分布^[12],是我国近海尤其是东海区拖虾作业的重要对象种类之一;同时也是我国港湾生态系统重要的增殖放流对象^[13-18]。本文选取象山港日本对虾增殖作为研究对象,探寻日本对虾放流苗种和自然群体的属性判别方法,研究放流个体的生长和扩散分布规律,为提高增殖群体的资源利用效率、优化日本对虾增殖放流策略提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 象山港日本对虾增殖放流概况

2010 年象山港共计放流日本对虾苗种约 1.67 亿尾,苗种由鄞州咸祥国军育苗场和奉化海发苗种繁育中心提供,全长为 11 mm。按照放流苗种的孵化、投放时间,可将放流苗种分为两个批次,2010 年 6 月 15 日孵化、7 月 6 日放流的为第一批日本对虾增殖苗种,该批次共计投放日本对虾苗种 3068 万尾;2010 年 6 月 25 日孵化、7 月 15—16 日放流的为第二批增殖苗种,该批次放流规模为 13587.1 万尾。两批次日本对虾增殖苗种的放流水域一致,均为大、小列山临近水域(图 1)。

1.2 增殖效果评估方法

1.2.1 增殖水域日本对虾资源状况调查

资源状况调查分为放流前的本底调查、放流后的跟踪调查。本底调查于 2010 年 6 月 3 日—5 日实施,共计布设调查站位 12 个(图 1),调查作业网具为桁杆拖虾网,桁杆长度为 7 m,囊网网目尺寸为 13 mm,航速为 1.8 km,每站拖曳 0.5 h。跟踪调查于放流结束后的每月中上旬进行实施,累计调查 3 次,调查方式与本底调

查相同。

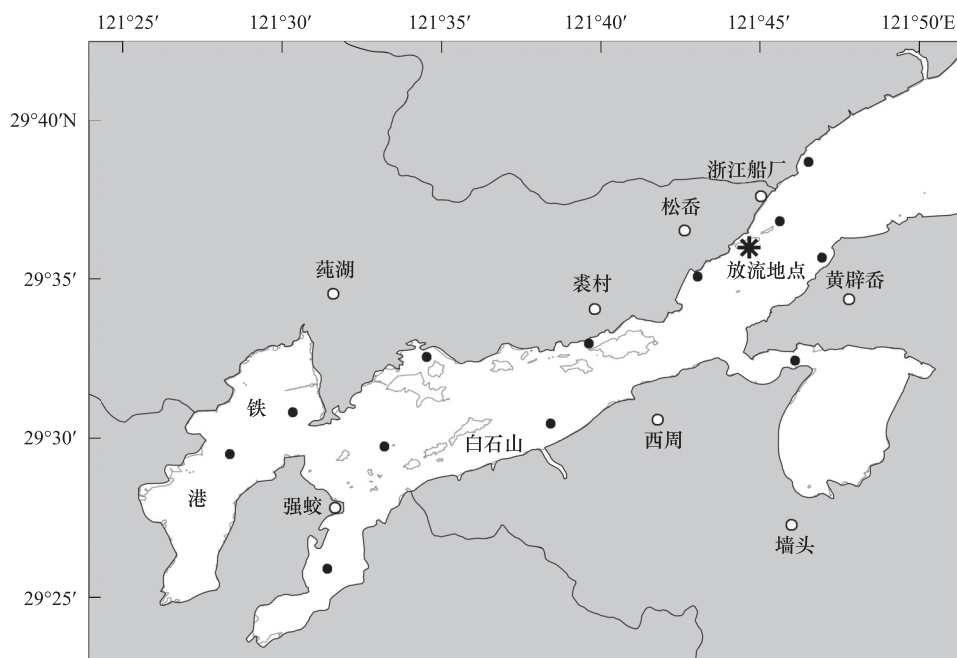


图1 日本对虾增殖水域和调查站位图(●表示调查站位)

Fig. 1 Map showing the released waters and sampling stations. Black points: sampling locations

1.2.2 增殖群体和自然群体的属性判别

科学区分增殖群体和自然群体是准确评估增殖放流效果的基础,同时也是困扰增殖放流效果评价的主要难题^[5]。本底资源状况调查发现,象山港水域确有日本对虾自然群体分布,为有效评估象山港日本对虾的增殖效果,必须对港区日本对虾的自然群体和增殖群体进行有效区分。

浙江近岸日本对虾自然群体于每年5月前后繁殖产卵,仔虾经快速生长,于6月下旬逐渐成为补充群体,并为渔业所利用^[19]。象山港日本对虾增殖苗种的孵化时间与自然群体存在一定时间间隔。鉴于日本对虾早期发育较为迅速,较短时间间隔即可形成明显体长差异^[17-18],为此本文利用“世代”分析法对调查渔获物中日本对虾的自然群体和增殖苗种进行区分。首先按照采样时间计算日本对虾放流苗种的存活日龄,分别依据日本对虾生长方程和渔获物中日本对虾体长频率分布图确定日本对虾增殖群体和自然群体的理论体长;以理论体长值及其预设方差作为初始参数,利用规划求解的方式对日本对虾不同群体的体长频率分布进行正态分布拟合,确定各群体的平均体长;据拟合后的体长频率正态分布曲线计算得出各群体的渔获尾数,并最终得出不同群体占总渔获的比例^[20]。

1.2.3 回捕状况社会调查

象山港捕捞日本对虾的作业方式主要有两种,分别为桁杆拖虾网和地笼网。据统计:象山港共有桁杆拖虾渔船约50艘,地笼网渔船约100艘。象山港水域日本对虾放流后,分别选取2艘桁杆拖虾渔船和4艘地笼网渔船登记渔捞日志。依据各自的日本对虾渔获产量数据,结合各月日本对虾渔获物的属性信息,进行回捕率估算。

2 结果与分析

2.1 日本对虾放流苗种的成活率及生长状况

受调查船只捕捞性能影响,日本对虾体长达到40 mm以上方能为调查网具所捕获。表1所示为增殖前后象山港水域日本对虾的资源状况。增殖苗种投放前,日本对虾资源密度相对较低;日本对虾投放后的两个月,日本对虾资源量猛增;随后,可能随着大量个体离开港区向近海洄游,象山港内日本对虾资源量锐减。

表1 增殖前后象山港日本对虾的分布状况

Table 1 Distribution of kuruma prawn in Xiangshan Bay before and after the stock enhancement				
日期 Data	尾数资源密度/(尾/km ²) Number density	重量资源密度/(g/km ²) Biomass density	体长范围/mm Range of body length	体重范围/g Range of body weight
6.3—6.5	192.9	1763.4	68—124	2.8—16.0
8.5—8.8	427.0	3980.8	58—126	2.6—17.0
9.14—9.17	3374.8	15682.9	45—117	1.1—18.6
10.14—10.16	70.1	1463.9	115—136	17.5—20.1

8月上旬实施日本对虾增殖放流后的第一航次跟踪调查,共计捕获日本对虾个体49尾,主要分布于象山港底部的铁港近岸水域。由于调查时间与两批放流苗种的孵化时间仅相隔40—50d,依据日本对虾生长方程进行估算(雌性: $l_t = 172.8 [1 - e^{-0.0221(t-42.8)}]$;雄性: $l_t = 153.1 [1 - e^{-0.0319(t-47.0)}]$),式中, l_t 表示该日龄组体长; t 表示日龄^[18],两批次放流的日本对虾苗种均未达到拖网网具的捕捞规格,故此判断本航次捕获的日本对虾均来自于自然群体。

9月中旬实施日本对虾增殖效果的第二航次跟踪调查,共计捕捞日本对虾210尾,体长频率分布如图2所示。依据日本对虾生长方程进行估算^[18],发现两批次日本对虾的放流苗种体长均达到拖网作业的捕捞规格。故此,此时的日本对虾渔获可分为3个群体来源,分别为第1、2批的日本对虾放流群体及日本对虾自然群体。利用“世代”分析法对9月份日本对虾渔获进行属性判别,结果表明:第1、2批日本对虾放流苗种及日本对虾自然群体的平均体长分别为95.4、71.4 mm和109.6 mm,该结果与生长方程的演算结果基本吻合;此时,3个群体所占日本对虾渔获的比例分别为14.0%、84.2%和1.8%,日本对虾放流苗种所占比重远高于自然群体(图2)。

9月份象山港水域日本对虾的空间分布状况如图3所示,日本对虾的主要分布区位于港区北部近岸和港底区域,栖息地面积约为186km²。利用扫海面积法对港区日本对虾各群体的资源量进行估算^[21],结果显示9月份象山港第1和第2批日本对虾放流苗种的资源量分别为:24.13万尾和144.69万尾;此时第1和第2批日本对虾放流苗种的存活率分别为0.79%和1.06%。

10月中旬实施日本对虾增殖效果第三航次跟踪调查,共捕获日本对虾4尾,体长在115—136 mm范围内,由于个体数量太少,无法通过“世代”分析法对其进行群体属性区分。本月份象山港水域水温有所降低,日本对虾数量剧减,可能与其育幼、索饵结束后洄游至东海近海越冬有关。

2.2 放流苗种的移动扩散规律

图3所示为9月份日本对虾放流苗种在象山港的空间分布图。据此,2010年度象山港水域日本对虾放流苗种的移动规律可总结如下:放流苗种主要沿港区北部近岸向港区底部迁徙,并聚集于港区底部的铁港—白石山一带水域进行育幼索饵。该种迁徙模式主要由日本对虾幼体的生态学特征及象山港水域的水深、底质特点决定的。日本对虾幼体栖息生境须为底质为沙质或泥沙质的近岸浅水水域,大、小列山(放流水域)至铁港一线的北部近岸水域恰与其生境需求相符,尤其是铁港附近水域更是日本对虾自然群体重要的育幼场所,故此日本对虾放流幼体沿近岸向港区底部迁徙。

与此相对应,放流地点以东的北部近岸及白石山以东的南部近岸未能发现日本对虾放流个体。前者可能受一些涉海工程的影响,大、小列山东部紧邻大型船厂等一些涉海工程,这些工程的填海、航道疏浚等作业对

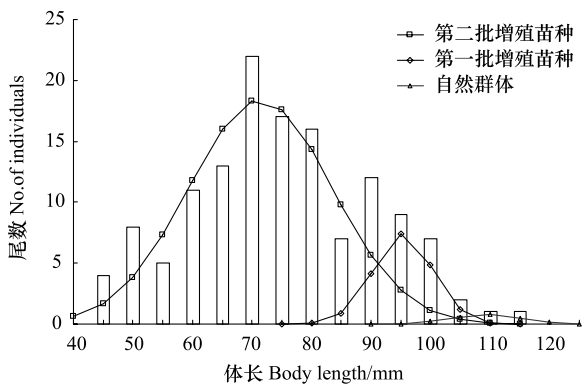


图2 9月象山港水域日本对虾渔获的体长频率分布
Fig. 2 Length-frequency distribution of kuruma prawn in Xiangshan Bay in September
实线所示为不同日本对虾资源群体的体长频率分布

存在显著性差异($F = 18.967$, $P < 0.001$), 日本对虾增殖群体的体征状况明显优于日本对虾自然群体。

3 讨论

3.1 象山港日本对虾的增殖效果

日本对虾作为象山港的固有物种^[27], 经多年过度开发, 其资源衰退严重。在象山港实施日本对虾增殖放流, 保护并修复日本对虾资源, 从种类选择的角度上讲, 较为合理。日本对虾放流苗种在 8 月中旬在象山港成为补充群体, 集中于港区底部进行索饵育肥, 并为桁杆拖虾和地笼网渔业所利用, 但由于苗种成活率较低且滞留时间相对较短, 致使日本对虾放流苗种在港区的捕捞渔期受到限制, 给港区带来的渔业增收效益不甚明显; 9 月中旬, 第 1、2 批放流苗种的平均体长分别达到 95.4 mm 和 71.4 mm, 成活率分别约为 0.786% 和 1.06%; 10 月上旬, 放流群体数量锐减, 可能离开港区, 洄游至港外近海越冬。

从日本对虾的存活状况和回捕效果分析, 2010 年象山港日本对虾的增殖效果不甚理想。这与国外多数日本对虾的增殖效果较为相似, 有研究表明: 日本沿岸 40 个日本对虾增殖案例, 仅有 5 项获得了一定的经济收益^[28]。现阶段, 制约日本对虾增殖效果的因素很多, 就象山港而言, 日本对虾的增殖效果主要受以下几个因素的影响: 首先, 放流苗种规格过小, 投放后无法在短期内营潜沙生活, 个体需长至 3 cm 以上方能具有完全的潜沙能力, 在此期间, 由于承受巨大的被捕食压力, 苗种的死亡率会很高, 大大降低了其存活率^[29-31]。其次, 良好的栖息环境是保障日本对虾增殖效果的重要因素。日本对虾主要栖息在沙质或泥沙质的浅水区域, 沙质或泥沙质的底质环境是日本对虾生存的必备条件。近年来, 随着人类活动对象山港港湾生态系统影响的不断深入, 港区底质环境已有明显变化, 航道疏浚、采砂等作业致使日本对虾的栖息场所大幅减少, 这不但加剧了象山港日本对虾自然种群的衰退程度, 同时也大大制约了日本对虾的增殖效果。再次, 由于对地笼网和桁杆拖网等小型生计渔业的管理存在很大难度, 这些渔业作业方式的渔获选择性能较差, 致使日本对虾增殖苗种投放后就被过早利用, 进而大大降低了放流苗种发育成为补充个体的几率。

3.2 对象山港日本对虾增殖工作的建议

3.2.1 优化增殖放流策略

为有效提高日本对虾增殖苗种的存活率, 确保日本对虾的增殖效果, 必须从苗种的投放时间、苗种规格、放流地点和放流技术等环节入手, 优化日本对虾增殖策略。

首先, 应通过试验性增殖放流确定最适苗种投放规格。苗种规格是影响增殖效果的重要因素, 通常投放规格较大的苗种可提高苗种存活率。但由于大规格苗种的生产成本较高, 致使日本对虾的增殖收益与苗种大小并无显著正相关关系^[28]。为此, 在增殖实践过程中, 应通过试验性增殖放流, 确定最优苗种投放规格。此外, 苗种在投放前, 应在放流水域进行一段时间的暂养驯化, 以提高放流后苗种存活率。有研究表明: 经 8d 暂养驯化的日本对虾苗种, 投放后其存活率可提升 1 倍^[28]。

其次, 建议对日本对虾苗种的投放水域做出一定调整。日本对虾的栖息地主要为沙质或泥沙质的浅水区域, 根据象山港水域的底质条件和港区日本对虾的空间分布特征来看, 铁港—白石山水域是日本对虾在港区的最适分布区。2010 年度象山港水域日本对虾的投放地点选定在大、小列山, 该水域沙质浅水区较为狭小, 苗种大多沿近岸向港区底部迁徙并聚集, 这种迁徙过程需大量能量消耗, 且成活率无法得到保障, 为提高放流苗种的存活率, 建议今后日本对虾苗种的投放地点应适当调整, 可尝试移至铁港水域。

再次, 日本对虾的放流季节应有所提前, 以确保放流苗种与自然群体的生长发育保持一致。经典生态学认为, 各物种繁殖策略的选择均是长期进化的结果, 繁殖、育幼季节的选择作为生殖策略的重要组成部分, 均以确保种群收益最大化为目的。因此, 为尽量保证放流苗种与自然幼体的生长发育保持一致, 应根据港区日本对虾自然群体的生长繁殖规律, 适当调整日本对虾增殖放流时间, 建议每年 5—6 月应为日本对虾人工苗种投放的最佳时期。2010 年度象山港水域日本对虾放流时间明显滞后, 这可能会大大减低苗种的存活率, 同时缩短其在港区的育幼索饵时间。

3.2.2 增殖放流应与其他渔业管理措施并举

增殖放流作为恢复海洋渔业资源, 实现渔业可持续发展的重要管理手段。就目前而言, 造成种群衰退的

原因往往是多重的,可能来自栖息地的丧失、捕捞过度、环境污染和气候变化等诸多因素。在实施增殖放流的同时,如不对这些影响因素加以控制,增殖放流则无法达到预期的目的。因此,明确种群衰退的主要原因,针对增殖资源实施特别性渔业管理措施,将是实现增殖放流预期目标的重要保障^[5]。

就象山港而言,过度捕捞和栖息地破坏是造成日本对虾等底栖生物资源衰退的重要因素。为此,必须在实施增殖放流的同时对两者加以控制,方能确保这些资源种类的逐渐恢复。一方面,要调整对日本对虾放流苗种的利用时间。现阶段,象山港日本对虾的资源利用主体为桁杆拖虾和地笼网作业,这些作业方式在6—8月开始大量捕捞日本对虾幼体,致使港区绝大多数日本对虾幼体无法发育成为性成熟个体就被捕捞殆尽。这种利用方式,不但无法获取最佳经济收益,也不利于放流个体形成自然种群,大大削弱了日本对虾增殖放流工作的实际功效。为此,建议在7—8月份日本对虾生长最迅速的时期,相关部门适当采取禁渔措施,将日本对虾的利用时间推至9月,以确保一定数量的放流个体得以存续,成为次年的繁殖群体,这将大大提升增殖放流工作的生态收益。另一方面,有关部门应加强港区的生境保护工作。经调查发现,在日本对虾的主要栖息地存在一些围海造陆和挖沙作业,这对该水域的底栖环境造成极大破坏,如对其不能做到有效的控制,就可能导致日本对虾等底栖性种类在象山港水域遭遇地方性灭绝。为此,为实现港区生态系统的健康、可持续发展,必须加强栖息地保护力度,防止生态环境的进一步恶化。

References:

- [1] Xu J Z, Gui Y, Shen Y Z, Wu Z J, Sun R L, Wang Z Q, Lou D. Ecological environment and techniques of prawn (*Penaeus Chinensis*) liberation in Xiangshan Bay. *Donghai Marine Science*, 1993, 11(1): 53-60.
- [2] Liu Z L, Ning X R, Shi J X, Cai Y M. Primary production and standing stock of the phytoplankton in enhanced waters of prawn of Xiangshan Bay. *Acta Oceanologica Sinica*, 1997, 19(6): 109-115.
- [3] Zhang L X, Jiang X S, Cai Y H. Characteristics of nutrient distributions and eutrophication in seawater of Xiangshan Harbor. *Marine Environmental Science*, 2008, 27(5): 488-491.
- [4] Wang J H, Yang C W, Sun Y W, Yang Y L. Secondary productivity and biodiversity of macro-benthos in Xiangshan Bay. *Journal of Tianjin Agricultural University*, 2006, 13(2): 24-28.
- [5] Cheng J H, Jiang Y Z. Marine stock enhancement: review and prospect. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2010, 17(3): 610-617.
- [6] Bell J D, Bartley D M, Lorenzen K, Loneragan N R. Restocking and stock enhancement of coastal fisheries: potential, problems and progress. *Fisheries Research*, 2006, 80(1): 1-8.
- [7] Blaxter J H S. The enhancement of marine fish stocks. *Advances in Marine Biology*, 2000, 38: 1-54.
- [8] Molony B W, Lenanton R, Jackson G, Norriss J. Stock enhancement as a fisheries management tool. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2003, 13(4): 409-432.
- [9] Bartley D M, Bell J D. Restocking, stock enhancement and sea ranching: arenas of progress. *Reviews in Fisheries Science*, 2008, 16(1/3): 357-365.
- [10] Xu J Z. Successful stock enhancement of prawn fishery in Xiangshan Bay. *Marine Fisheries*, 1988, 10(6): 278-279.
- [11] Lou B. The study on growth characteristics of artificial release *Penaeus orientalis* in Xiangshan Bay. *Journal of Zhejiang College of Fisheries*, 1998, 17(1): 51-58.
- [12] Liu R Y, Zhong Z R. *Penaeoid Shrimps of the South China Sea*. Beijing: Agricultural Publishing House, 1988: 114-120.
- [13] He X M, Yu S L, Wang J F, Chen Y. The state and development in transplantation and releasing of *Penaeus japonicus*. *Fisheries Science*, 2002, 21(4): 42-44.
- [14] Lin J B, Chen T, Chen L, Yang D Y, Hu Z C, Huang G G. A study on techniques and effects of *Penaeus japonicus* stock enhancement in Daya Bay. *Tropic Oceanology*, 1998, 17(1): 59-65.
- [15] Mei C, Ren Y P, Xu B D, Fan Y C. Preliminary Study on the Effect of *Penaeus japonicus* Bate Releasing in the Laoshan Bay. *Periodical of Ocean University of China*, 2010, 40(9): 45-50.
- [16] Zhu J S, Zhuang Z M, Deng J Y, Zhang S K, Bi J Q, Shao G Q, Qiu M C. Studies on the transplanted penaeid shrimp (*Penaeus japonicus*) in the Laizhou Bay. *Journal of Fishery Sciences of China*, 1998, 5(1): 56-61.
- [17] Liang Y F, Lin Y, Geng H W, Hu S Y, Zou J B, Yu S L, Jiang H L, An S S. The growth characteristics of *Penaeus japonicus* released in Fuzhou Bay. *Fisheries Science*, 1999, 18(4): 21-24.

- [18] Su Z M, Wang K X, Zhang C Y, Wang Q H, Liu Y C, Xing X D, Xin J F, Song Y T. Growth of *Penaeus japonicus* transplanted into the Yellow Sea. *Journal of Fisheries of China*, 1996, 20 (1): 25-29.
- [19] Song H T, Yu C G, Xu L J, Yao G Z. Commercial Crab and Shrimp of East China Sea. Beijing: China Ocean Press, 2006: 32-34.
- [20] Okuda N, Hamaoka H, Omori K. Life history and ecology of the glowbelly *Acropoma japonicum* in the Uwa Sea, Japan. *Fisheries Science*, 2005, 71(5): 1042-1048.
- [21] Zheng Y J, Chen X Z, Cheng J H, Wang Y L, Shen X Q, Chen W Z, Li C S. The Biological Resources and Environment in Continental Shelf of East China Sea. Shanghai Scientific and Technical Press, 2003: 323-345.
- [22] Vila-Gispert A, Moreno-Amich R. Use of the condition of Mediterranean barbell (*Barbus meridionalis*) to assess habitat quality in stream ecosystems. *Archivfur Hydrobiologie*, 2000, 148: 135-145.
- [23] Morey G, Moranta J, Massuti E, Grau A, Linde M, Riera F, Morales-Nin B. Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from western Mediterranean. *Fisheries Research*, 2003, 62(1): 89-96.
- [24] Winters G H, Wheeler J P. Length-specific weight as a measure of growth success of adult Atlantic herring (*Clupea harengus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 1994, 51(5): 1169-1179.
- [25] Wang X H, Du F Y, Qiu Y S. Length-weight relationships of important commercial fishes in northern South China Sea. *Journal of Oceanography in Taiwan Strait*, 2006, 25(2): 262-266.
- [26] Vila-Gispert A, Moreno-Amich R. Mass-length relationship of Mediterranean barbell as an indicator of environmental status in South-west European stream ecosystems. *Journal of Fish Biology*, 2001, 59(4): 824-832.
- [27] Editorial Committee of Fauna of Zhejiang. Fauna of Zhejiang (Crustacea). Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Publishing House, 1991: 153-154.
- [28] Hamasaki K, Kitada S. A review of kuruma prawn *Penaeus japonicus* stock enhancement in Japan. *Fisheries Research*, 2006, 80(1): 80-90.
- [29] Bell J D, Rothlisberg P C, Munro J L, Loneragan N R, Nash W J, Ward R D, Andrew N L. Restocking and stock enhancement of marine invertebrate fisheries. *Advances in Marine Biology*, 2005, 49: 1-370.
- [30] Fushimi H. How to detect the effect in releasing operation of hatchery raised Kuruma prawn postlarvae? Case study of the operation in the Hamana Lake. *Bulletin of Tohoku National Fisheries Research Institute*, 1999, 62: 1-12.
- [31] Zang W L, Dai X L, Yao Q Z, Liu X C, Wan L Q, Cui Y, Xu G R, Ding F J. The effect of substrate on growth of *Penaeus japonicus* juvenile. *Journal of Shanghai Fisheries University*, 2003, 12(1): 72-75.

参考文献:

- [1] 徐君卓, 淮彦, 沈云章, 吴祖杰, 孙瑞林, 汪忠强, 楼丹. 象山港的生态环境和中国对虾移植放流技术. *东海海洋*, 1993, 11(1): 53-60.
- [2] 刘子琳, 宁修仁, 史君贤, 蔡显明. 象山港对虾增殖放流区浮游植物现存量 and 初级生产力. *海洋学报*, 1997, 19(6): 109-115.
- [3] 张丽旭, 蒋晓山, 蔡燕红. 象山港海水中营养盐分布与富营养化特征分析. *海洋环境科学*, 2008, 27(5): 488-491.
- [4] 王金辉, 杨春旺, 孙亚伟, 杨元利. 象山港大型底栖动物的生物多样性和次级生产力研究. *天津农学院学报*, 2006, 13(2): 24-28.
- [5] 程家骅, 姜亚洲. 海洋生物资源增殖放流回顾与展望. *中国水产科学*, 2010, 17(3): 610-617.
- [10] 徐君卓. 象山港对虾放流增殖成效显著. *海洋渔业*, 1988, 10(6): 278-279.
- [11] 楼宝. 象山港人工放流中国对虾的生长特性研究. *浙江水产学院学报*, 1998, 17(1): 51-58.
- [12] 刘瑞玉, 钟振如. 南海对虾类. 北京: 农业出版社, 1988: 114-120.
- [13] 何晓明, 于深礼, 王建芳, 陈钰. 辽东湾渔场日本对虾移植放流状况及发展. *水产科学*, 2002, 21(4): 42-44.
- [14] 林金隼, 陈涛, 陈琳, 杨渡远, 胡佐楚, 黄国光. 大亚湾日本对虾放流技术和增殖效果研究. *热带海洋*, 1998, 17(1): 59-65.
- [15] 梅春, 任一平, 徐宾铎, 范延琛. 崂山湾日本对虾增殖放流效果的初步研究. *中国海洋大学学报: 自然科学版*, 2010, 40(9): 45-50.
- [16] 朱金声, 庄志猛, 邓景耀, 张树珂, 毕建强, 邵桂卿, 邱明才. 莱州湾日本对虾放流移植的研究. *中国水产科学*, 1998, 5(1): 56-61.
- [17] 梁毅峰, 林源, 耿红卫, 胡守义, 邹积波, 于深礼, 姜洪亮, 安树升. 复洲湾移植放流日本对虾的生长特性. *水产科学*, 1999, 18(4): 21-24.
- [18] 苏振明, 王克行, 张存义, 王启华, 刘永昌, 邢向东, 信敬福, 宋元涛. 黄海增殖日本对虾的生长特性. *水产学报*, 1996, 20(1): 25-29.
- [19] 宋海棠, 俞存根, 薛利建, 姚光展. 东海经济虾蟹类. 北京: 海洋出版社, 2006: 32-34.
- [21] 郑元甲, 陈雪忠, 程家骅, 王云龙, 沈新强, 陈卫忠, 李长松. 东海大陆架生物资源与环境. 上海: 上海科学技术出版社, 2003: 323-345.
- [27] 浙江动物志编辑委员会. 浙江动物志(甲壳类). 杭州: 浙江科学技术出版社, 1991: 153-154.
- [31] 臧维玲, 戴习林, 姚庆祯, 刘旭初, 万利勤, 崔莹, 徐桂荣, 丁福江. 底质对日本对虾幼虾生长的影响. *上海水产大学学报*, 2003, 12(1): 72-75.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 9 May, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

Responses and weigh of multi-ecosystem services and its economic value under different land cover scenarios: a case study from Ertan water control pivot in Yalong River	GE Jing, WU Nan, GAO Jixi, et al (2629)
Influence of grazing on biomass, growth ratio and compensatory effect of different plant groups in <i>Kobresia parva</i> meadow	DONG Quanmin, ZHAO Xinquan, MA Yushou, et al (2640)
Stocking effectiveness of hatchery-released kuruma prawn <i>Penaeus japonicus</i> in the Xiangshan Bay, China	JIANG Yazhou, LING Jianzhong, LIN Nan, et al (2651)
The spatial pattern of landscape fragmentation and its relations with urbanization and socio-economic developments: a case study of Beijing	QIU Jiangxiao, WANG Xiaoke, LU Fei, et al (2659)
Cellular automata simulation of barren patch connectivity effect in degradation sequence on alpine meadow in the source region of the Yangtze and Yellow rivers, Qinghai-Tibetan Plateau, China	LI Xueling, LIN Huilong (2670)
Evolution law of architectural landscape during the urban renewal process in Tiexi District	ZHANG Peifeng, HU Yuanman, XIONG Zaiping, et al (2681)
Competition for light and crop productivity in an agro-forestry system in the Hilly Region, Shangluo, China	PENG Xiaobang, ZHANG Shuoxin (2692)
Evaluation of forest ecosystem services based on biomass in Shanxi Province	LIU Yong, LI Jinchang, YANG Yonggang (2699)
Research on the morphological interactions between <i>Tamarix ramosissima</i> thickets and Nebkhas under different sand supply conditions; a case study in Cele oasis-desert ecotone	YANG Fan, WANG Xueqin, YANG Dongliang, et al (2707)
Litter decomposition and nutrient release in typical secondary and primary forests in karst region, Northwest of Guangxi	ZENG Zhaoxia, WANG Kelin, ZENG Fuping, et al (2720)
Spatial patterns of dominant species in a subtropical evergreen broad-leaved forest in Jiulian Mountain Jiangxi Province, China	FAN Juan, ZHAO Xiuhai, WANG Jinsong, et al (2729)
Characteristics of seedlings regeneration in <i>Quercus aliena</i> var. <i>acuteserrata</i> secondary forests in Qinling Mountains	KANG Bing, WANG Dexiang, LI Gang, et al (2738)
Xylem hydraulic traits of <i>Populus euphratica</i> Oliv. in extremely drought environment	AYOUPU Mubareke, CHEN Yaning, HAO Xingming, et al (2748)
Response characteristics of leaf traits of common species along an altitudinal gradient in Hongchiba Grassland, Chongqing	SONG Lulu, FAN Jiangwen, WU Shaohong, et al (2759)
Changes of carbon input influence soil respiration in a <i>Pinus tabulaeformis</i> plantation	WANG Jinsong, ZHAO Xiuhai, ZHANG Chunyu, et al (2768)
Effects of different habitats and coverage treatments on the fates of <i>Quercus wutaishanica</i> seeds under the predation pressure of rodents	YAN Xingfu, ZHOU Libiao, LIU Jianli (2778)
Nested analysis of urban woodlot bird communities in Minhang District of Shanghai	WANG Benyao, WANG Xiaoming, WANG Tianhou, et al (2788)
Production dynamics and trophic basis of three dominant mayflies in the continuum of Shenglihe Stream in the Bahe River Basin	DENG Shan, YE Caiwei, WANG Lixiao, et al (2796)
Effects of sedimentation thickness of shrimp pond cleaning discharges on <i>Acanthus ilicifolius</i> seedlings	LI Ting, YE Yong (2810)
Utilization of carbon sources by the soil microbial communities of different forest types in subtropical Australia	LU Shunbao, GUO Xiaomin, RUI Yichao, et al (2819)
Soil microbial community characteristics under different vegetation types at the Holocene-basalt Platform, Jingpo Lake area, Northeast China	HUANG Yuanyuan, QU Laiye, QU Xiuchun, et al (2827)
Effect of <i>Ipomoea aquatica</i> Floating-bed on the quantity and distribution of nitrogen cycling bacteria and nitrogen removal	TANG Yingying, LI Xiuzhen, ZHOU Yuanqing, et al (2837)
Effects of microbial inoculants on soil microbial diversity and degrading process of corn straw returned to field	LI Peipei, ZHANG Dongdong, WANG Xiaojuan, et al (2847)

Effects of coupling film-mulched furrow-ridge cropping with maize straw soil-incorporation on maize yields and soil organic carbon pool at a semiarid loess site of China	WU Rongmei, WANG Yongpeng, LI Fengmin, et al (2855)
Residues and spatial distribution of OCPs in the sediments of Gan River Basin ...	LIU Xiaozhen, ZHAO Ci, LIANG Yu, et al (2863)
Analysis on population fluctuation and properties of the white-backed planthopper in Huizhou in 2009	 DIAO Yonggang, YANG Haibo, QU Yufeng, et al (2872)
Evaluation acaricidal activities of <i>Momordica cochinchinensis</i> extracts against <i>Tetranychus cinnabarinus</i>	 GUO Huili, SHI Guanglu, JIA Liangxi, et al (2883)
Stomatal ozone uptake modeling and comparative analysis of flux-response relationships of winter wheat	 TONG Lei, FENG Zongwei, Sudebilige, et al (2890)

Review and Monograph

Calculation method of energy ecological footprint based on global net primary productivity	 FANG Kai, DONG Deming, LIN Zhuo, et al (2900)
Behavioral patterns, influencing factors, functions and risks of social play in primates	 WANG Xiaowei, ZHAO Haitao, QI Xiaoguang, et al (2910)

Discussion

Spatio-Temporal changing analysis on carbon storage of harvested wood products in China	 LUN Fei, LI Wenhua, WANG Zhen, et al (2918)
---	---

Scientific Note

Variations in allometrical relationship between stand nitrogen storage and biomass as stand development	 CHENG Dongliang, ZHONG Quanlin, LIN Maozi, et al (2929)
Effect of continuous cropping of sesame on rhizospheric microbial communities	 HUA Juling, LIU Guangrong, HUANG Jinsong (2936)
Effects of clipping on the growth, gas exchange and chlorophyll fluorescence of invasive plant, <i>Flaveria bidentis</i>	 WANG Nannan, HUANGFU Chaohe, CHEN Dongqing, et al (2943)
Influence of vegetable cultivation methods on soil organic carbon sequestration rate	 LIU Yang, YU Dongsheng, SHI Xuezheng, et al (2953)
Integrated matrix-hydrology-biological remediation technology for bank collapse lakeside zone of Chaohu Lake	 CHEN Yunfeng, ZHANG Yanhui, ZHENG Xiqiang (2960)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究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;新书评介和学术、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 70 元/册,全年定价 1680 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 32 卷 第 9 期 (2012 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 9 (May, 2012)

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	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
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:1000717	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 70.00 元