

文章编号: 1674-5566(2009)04-0447-06

东黄海鲈鱼生物经济模型及管理策略探讨

张广文¹, 陈新军^{1,2,3}, 李纲^{1,2,3}

(1. 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306

2. 大洋生物资源开发和利用上海市高校重点实验室, 上海海洋大学, 上海 201306

3. 大洋渔业资源可持续开发省部共建教育部重点实验室, 上海海洋大学, 上海 201306)

摘要: 鲈鱼是我国近海重要经济鱼类, 如何综合考虑生物、经济和社会效益来科学制定渔业管理目标是确保该资源可持续利用的重要研究内容。根据中、日、韩三国鲈鱼围网生产作业数据及相关经济数据, 构建基于 Schaefer 剩余产量的生物经济模型, 探讨不同管理目标下的产量及其对应捕捞努力量, 以及 1 年(短期)、5 年(中期)和 10 年(长期)的经济效益和资源状况。结果表明, 最大持续产量(MSY)、最大经济产量(MEY)和生物经济平衡点(BE)对应的捕捞努力量(以我国大型灯光围网的单位网次产量为准)分别为 23 964 网次、13 816 网次和 27 631 网次, 其对应的第 1 年产量和利润分别为 39.29 万 和 5.56 亿元, 22.65 万 和 3.20 亿元, 及 45.30 万 和 6.41 亿元; 前 5 年累计的产量和利润分别为 181.88 万 和 19.78 亿元, 131.04 万 和 25.81 亿元, 及 192.10 万 和 13.12 亿元; 前 10 年累计的产量和利润分别为 354.62 万 和 34.53 亿元, 272.32 万 和 57.24 亿元, 及 362.08 万 和 14.07 亿元。研究表明, 以 BE 为管理目标则其短期经济效益为最大, 而以 MEY 为管理目标则其长期经济效益为最大。探讨了不同管理方法对鲈鱼渔业所产生的影响。

关键词: 鲈鱼; 生物经济模型; 大型灯光围网渔业; 东黄海

中图分类号: S937 文献标识码: A

Bio economic model and its application of chub mackerel in the East China Sea and Yellow Sea

ZHANG Guangwen¹, CHEN Xinjun^{2,3}, LIGang^{2,3}

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University 201306 China;

2. The Key Laboratory of Shanghai Education Commission for Oceanic Fisheries Resources Exploitation, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306 China;

3. The Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306 China)

Abstract: Chub mackerel is an important commercial fish in the coastwaters of our country. How to determine the goal of fisheries management by considering the biology, economic and society is one of the important contents in the sustainable utilization of fishery. According to the yield data of light purse seine fisheries of China, Japan and South Korea and the relative economic data, the Schaefer Bio economic model is used to estimate the yield and corresponding CUE on the basis of different management goal and the economic benefit.

收稿日期: 2009-01-05

基金项目: 国家科技支撑计划(2006BAD09A05); 国家科技 863 计划(2007AA092202); 上海市捕捞学重点学科(S30702)和大洋生物资源开发和利用上海市高校重点实验室开放基金(KF200805)

作者简介: 张广文(1984-), 男, 上海市人, 硕士研究生, 专业方向为渔业资源生物经济分析。E-mail: haqahbeckhan@sina.com

通讯作者: 陈新军, Tel: 021-61900340, E-mail: xjchen@shou.edu.cn

and resource conditions under the short term aim (1 Year), mid term (5 Years) and long term aim (10 Years). The result shows that on the basis of Maximum Sustainable Yield (MSY), Maximum Economic Yield (MEY) and Economic Equilibrium (BE), the fishing effort should be limited to 23.96 thousand nets, 13.82 thousand nets and 27.63 thousand nets respectively and the corresponding yield and benefit in the first Year are 392.9 kiloton and 0.56 billion Yuan, 226.5 kiloton and 0.32 billion Yuan and 450.3 kiloton and 0.64 billion Yuan. The accumulative yield and benefit in 5 Years are 1.82 megaton and 1.98 billion Yuan, 1.31 megaton and 2.58 billion Yuan and 1.92 megaton and 1.31 billion Yuan. The accumulative yield and benefit in 10 Years are 3.55 megaton and 3.45 billion Yuan, 2.72 megaton and 5.72 billion Yuan and 3.62 megaton and 1.41 billion Yuan. The results have shown that the short term economic benefits are the largest when the BE is considered as the management goal while the long term economic benefits are largest when the MEY is recognized as the management goal. This article also discussed the impact of fisheries under some management methods.

Key words: chub mackerel; bioeconomic model; the East China Sea and Yellow Sea; light purse seine fisheries

东黄海鲈鱼 (*Scomber japonicus*) 是我国目前近海主要捕捞的经济鱼种之一, 同样也是东、黄海区海洋生态系统中的重要鱼种^[1]。目前近海鲈鱼的作业方式主要有围网、拖网等, 其中我国东黄海大型围网的年产量约为 3.3 万吨。近几年来, 东黄海鲈鱼资源产量日趋下降, 可能正遭受过度开发或已处在过度开发状态^[2]。生物经济模型最早由 Schaefer 和 Gordon (1954) 建立, 目前已由单一的种群动态模型逐步发展成为多鱼种、技术互相影响的动态生物经济模型^[3-12]。但是当前生物经济模型在国内渔业资源评估及管理中应用不多, 相关的学术文献中也大多以理论研究为主^[13-19], 鲈鱼也以剩余产量模型评估为居多^[20-21]。为此, 根据 1998—2006 年中、日、韩三国鲈鱼围网生产作业数据以及相关经济数据, 构建基于 Schaefer 剩余产量模型的生物经济模型, 估算不同管理目标下的最大可持续产量及其对应捕捞努力量, 以及比较短期 (1 年)、中期 (5 年) 和长期 (10—15 年) 的经济效益, 为制定科学的渔业资源管理策略提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料来源

渔获量数据来源于 1998—2006 年中、日、韩三国灯光围网渔业生产统计数据。网次数据通过年总产量除以标准化的 CPUE (吨/网) 获得^[2] (图 1)。作业成本数据以苏州海发渔业有限公司为标准, 近年来其每天的作业成本为 11.17 万元。鲈鱼价格来源于中国渔业政务网站 (<http://www.cnfj.gov.cn/>), 取 2007 年平均鲈鱼价格约为 5.5 元/Kg。

1.2 分析方法

在研究中, 我们采用最大持续产量 (MSY)、最大经济产量 (MEY) 和生物经济平衡点 (BE) 作为渔业管理的目标, 它们分别代表着生态目标、经济目标和社会目标^[13]。

1.2.1 剩余产量模型

首先根据年产量数据以及作业天数拟合 Schaefer 剩余产量模型, 计算 MSY 以及相对应的捕捞努力量。Schaefer 模型如下:

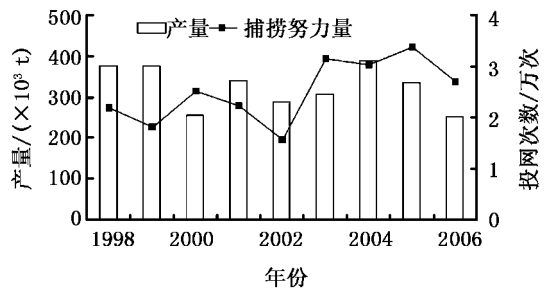


图 1 1998—2006 年中日韩灯光围网渔业鲈鱼年渔获量和作业网次数

Fig. 1 Annual catch of Chub mackerel and fishing nets for the large purse seine fishery from China, Japan and South Korea from 1998 to 2006

$$Y/f = a - bf \quad \text{其中,} \quad f_{MSY} = \frac{a}{2b} \quad MSY = \frac{a^2}{4b} \quad (1)$$

式中: Y 与 f 分别表示平衡渔获量与相应的捕捞努力量, MSY 与 f_{MS} 分别表示最大持续产量与相应捕捞努力量, a b 为待定系数^[20]。

1.2.2 Gordon-Schaefer生物经济模型

根据经济效益与成本数据, 结合 Schaefer剩余产量模型构建 Gordon-Schaefer生物经济模型, 求得 MEY和 BE对应的捕捞努力量、产值以及利润^[13] (表 1)。

表 1 MSY MEY以及 BE的捕捞努力量、产值及利润^[13]

Tab 1 The fishing effort, yield value and benefit corresponding to MSY, MEY and BE^[13]

| 管理目标 | 捕捞努力量 | 产值 | 利润 |
|------|----------------------------|---------------------------------------|---|
| MSY | $f_{MSY} = \frac{a}{2b}$ | $Y_{MSY} = \frac{a^2 p}{4b}$ | $b_{利润} = \frac{a(a-2m)}{4b}$ |
| MEY | $f_{MEY} = \frac{a-m}{2b}$ | $Y_{MSY} = \frac{a^2 + am - m^2}{4b}$ | $b_{利润} = \frac{(a^2 + am - m^2)p - 2m(a-m)}{4b}$ |
| BE | $f_{BE} = \frac{a-m}{4b}$ | $Y_{BE} = \frac{(a-m)mp}{b}$ | 0 |

注: p 为价格; m 为单位捕捞努力量成本

1.2.3 Schaefer资源量动态模型

为了比较不同管理目标下的短期、中期和长期经济效益, 结合 Schaefer资源量动态模型及产量方程, 对第 1年、前 5年、前 10年和前 15年的累计产量及利润进行比较分析。其模型为:

$$B_t = B_{t-1} + B_{t-1} \left[1 - \frac{B_{t-1}}{K} \right] - C_{t-1} \quad (2)$$

式中: B_t 为 t 年的资源量; r 为内禀自然增长率; K 为承载能力, 即未开发时的平衡资源量水平; C_{t-1} 为 $t-1$ 年的渔获量; 初始资源量 B_0 为 1998年的资源量 B_{1998} 。

根据李纲^[2]的研究结果, r 为 0.879, 1997年资源量为 98.5万, 其产量为 41.3万, 结合 Schaefer资源量动态模型, 推算 1998年资源量 B_{1998} 为 89.4万。

2 结果

2.1 MSY及对应的捕捞努力量

根据 Schaefer剩余产量模型估算, MSY 约为 34.46万, 对应的捕捞努力量约为 23964网次 (图 2)。

2.2 MEY和 BE点的产量及其捕捞努力量

根据 Gordon-Schaefer生物经济模型计算, MEY 和 BE 所对应的产量分别为 28.28万 和 33.65万, 所对应的捕捞努力量分别为 13816网次和 27631网次 (图 3)。

2.3 不同管理目标下短期和长期经济效益分析

累计前 5年的利润, 以 MEY 管理目标的利润为最大, 约为 25.80亿元; 其次是以 MSY 为管理目标, 其累计利润约为 19.78亿元; 最低的是以 BE 为管理目标, 其累计利润约为 13.12亿元 (图 4a), 相应的累计产量分别为 131.04万、181.88万 和 192.10万 (图 4b)。对比结果表明, 以 MEY 为管理目标的利润分别是 以 MSY 和 BE 为管理目标的 1.3倍和 1.9

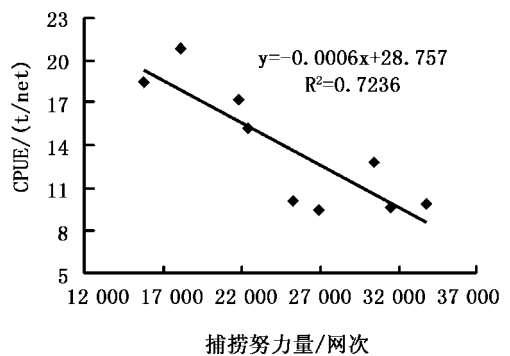


图 2 鲈鱼的 Schaefer模型

Fig 2 Schaefer Model of Chub mackerel

倍,其产量分别是以 MSY和 BE为管理目标的 0.72倍和 0.68倍。

累计前 10年的利润和产量, MEY、MSY和 BE所对应的累计利润分别为 57.24 亿元、34.53 亿元和 14.07 亿元(图 4 a),相应的累计产量分别为 272.32 万 t、354.62 万 t 和 362.08 万 t(图 4 b)。分析表明,以 MEY为管理目标的利润分别是以 MSY和 BE为管理目标的 1.65 倍和 4.07 倍,其产量分别是以 MSY和 BE为管理目标的 0.77 倍和 0.75 倍。

累计前 15年的利润和产量, MEY、MSY和 BE所对应的累计利润分别为 88.73 亿元、49.04 亿元和 14.16 亿元(图 4 a),相应的累计产量分别为 530.49 万 t、526.93 万 t 和 413.70 万 t(图 4 b)。分析表明,以 MEY为管理目标的利润分别是以 MSY和 BE为管理目标的 1.81 倍和 6.21 倍,其产量分别是以 MSY和 BE为管理目标的 0.79 倍和 0.78 倍。

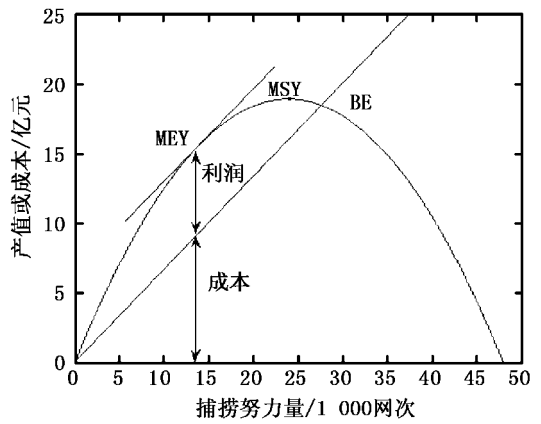


图 3 鲈鱼的 Schaefer 生物经济模型
Fig 3 Bio-economic Schaefer model of Chub mackerel

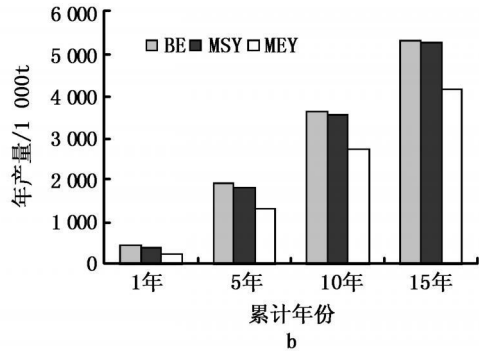
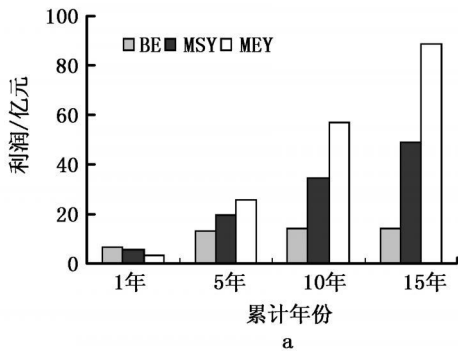


图 4 BE、MSY 和 MEY 管理目标下的累计利润和产量

Fig 4 The accumulative benefits and yields under different management goal of BE, MSY and MEY

3 讨论与分析

3.1 鲈鱼资源开发现状的分析

中、日、韩三国灯光围网鲈鱼年总产量在 2004 年达到了历年最高,约为 38.9 万 t,2006 年达到历年最低,约为 25.3 万 t。但是,作业网次在 2005 年达到历年最高,约为 3.37 万网次,2002 年为最低(约为 2.89 万网次)。估算认为,要达到 MSY 捕捞努力量水平应该维持在 2.40 万网次左右,对应产量约为 34.46 万 t。在实际渔业中,2003—2006 年中、日、韩三国灯光作业围网总次数远远超过了 MSY 对应的捕捞努力量水平,有可能已处在过度捕捞状态。

假设以 MEY 为管理目标,灯光作业围网总次数应为 1.38 万网次,对应产量为 28.28 万 t,对应利润为 14 977.859 万元。而 2006 年中、日、韩三国作业灯光围网作业年总产量为 25.3 万 t,围网总次数为 2.69 万网次,其总产量低于以 MEY 为管理目标的产量,但其捕捞努力量远超过 f_{MEY} ,且接近于以 BE 为管理目标的捕捞努力量水平。

陈卫忠等^[21]、张宏亮等^[22]学者曾应用剩余产量模型对东海鲈鱼 MSY 进行了评估,由于分别只采用了东海区海洋渔业统计资料和群众传统围网数据,没有考虑到日、韩等国家的数据,因此 MSY 被严重低估,其产量分别仅为 16.1 万 t 和 6.45 万 t。另外由于没有考虑到以 MEY 和 BE 为目标的管理模式,所以其采用的管理方案不符合我国渔民和渔船众多的实情。

3.2 不同渔业管理目标的分析

研究发现, 不同管理目标其对应的产量和利润出现较大的差异 (图 4 a b)。MEY为管理目标的利润最终远高于以 BE为目标的利润。分析认为, 以 BE为管理目标的渔业是只顾眼前利益和社会效益 (获得最大的捕捞努力量, 27 631 网次), 而不考虑渔业资源本身和长远经济利益, 而 MEY管理目标虽然牺牲了眼前的利益和社会效益 (获得最小的捕捞努力量, 13 816 网次), 但其长远经济利益是极为显著的, 同时也考虑到了生态效益。就目前我国近海渔业发展阶段而言, 由于渔民和近海渔船众多, 多考虑以 BE为管理目标也许是一种符合实情的选择, 但从长远来看, 是一种不可取的开发和利用模型。

3.3 有关管理措施的探讨

3.3.1 对单位捕捞努力量增加租金

根据目前东黄海鲈鱼资源状况, 假设其处在过度开发利用的 BE点。我们参考 2006年的单位捕捞努力量、经济与成本数据, 通过计算分析, 2007年拟采取单位捕捞努力量增加租金约为 1.21 万元的管理措施 (图 5 a), 则可使捕捞努力量迅速下降到 MSY所对应的捕捞努力量, 从而来恢复渔业资源。

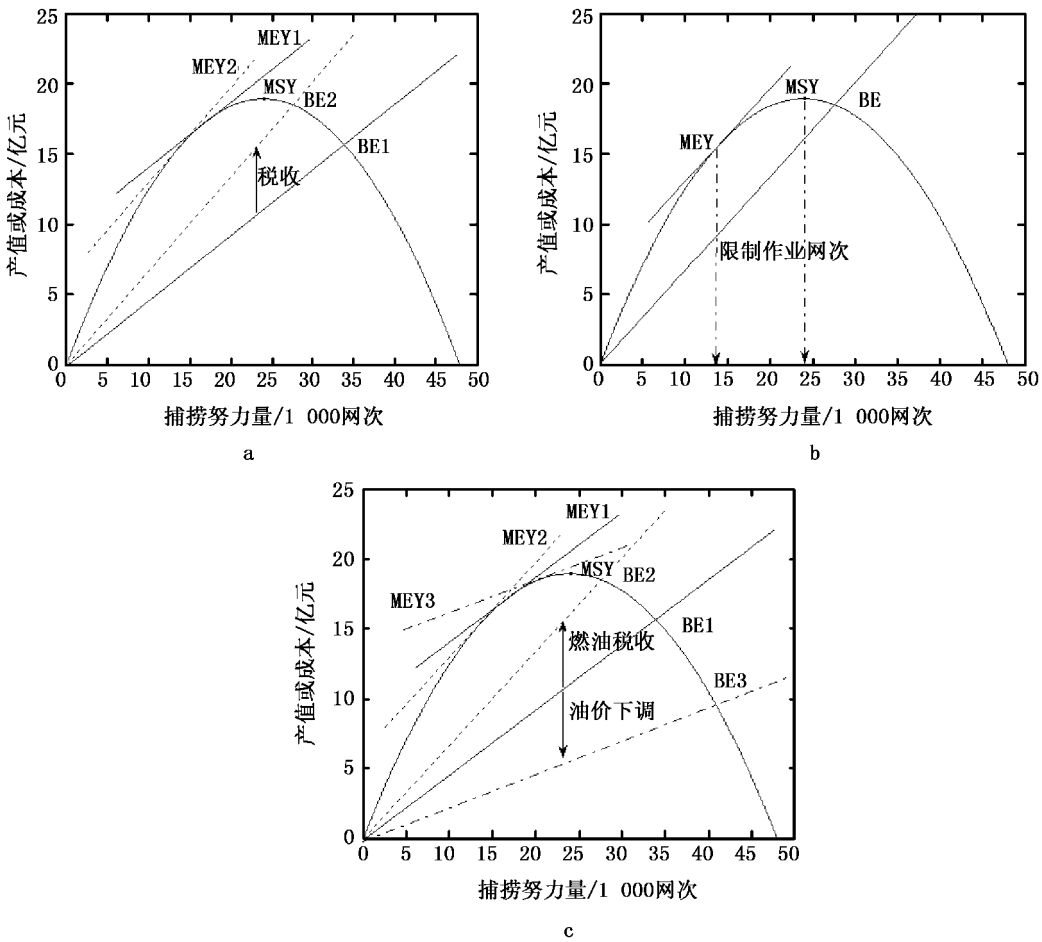


图 5 不同管理措施下 Schaefer生物经济模型的示意图

Fig 5 The illustration of bio-economic Schaefer model under different management measures

a 单位捕捞努力量增收租金; b 限制作业网次总数; c 增加燃料成本

3.3.2 限制作业网次

考虑到渔业企业的生存发展及渔业资源可持续利用, 可根据 MSY和 MEY管理目标所对应的捕捞努力量, 限制中日韩三国东黄海鲈鱼作业围网次数 (图 5 b)。作业网次总数可限制在 MEY和 MSY管理

目标对应的捕捞努力量范围之内,即捕捞努力量水平限制在 1.38万网次和 2.40万网次间。考虑到就业问题,渔业管理部门可适当增加网次数量,但不可超过 2.40万网次,以避免资源出现过度捕捞,同时也兼顾到鲈鱼资源利用的短期和长期效益。

3.3.3 增加燃料成本

燃油是作业渔船最主要的生产成本,为此我们可通过增加燃料成本点,使 BE点向 MSY和 MEY点移动,从而达到捕捞努力量减少,来恢复渔业资源的目的(图 5C)。

本文应用的 Gordon-Schaefer模型是单一种群生物经济模型,没有考虑种群间捕食与被捕食的关系,以及环境因子对东黄海鲈鱼资源量造成的影响。今后应系统开展基于生态和环境的东黄海鲈鱼生物经济模型及其资源优化配置的研究,为可持续利用鲈鱼资源提供科学依据。

参考文献:

- [1] 张 晶, 韩仕鑫, 黄. 东海鲈鱼渔场环境分析 [J]. 海洋渔业, 2004, 26(4): 321-325.
- [2] 李 纲. 我国近海鲈鱼资源评估及风险评价 [D]. 上海: 上海海洋大学博士学位论文, 2008: 20-125.
- [3] Clark C W. Bioeconomic Modelling and Fisheries Management [M]. John Wiley & Sons, 1985: 1-34.
- [4] Kar T K, Matsuda H. A bioeconomic model of a single species fishery with a marine reserve [J]. Environmental Management, 2008, 86(1): 80-171.
- [5] Kuřna J S, Peltonaki H, Lindroos M. Individual transferable quotas in the Baltic sea herring fishery: A socio-bioeconomic analysis [J]. Fisheries Research, 2007, 84(3): 77-368.
- [6] Armstrong C W. A note on the ecological economic modelling of marine reserves in fisheries [J]. Ecological Economics, 2007, 62(2): 50-242.
- [7] Puđa R, Vazquez S H, Martínez J L. Bioeconomic modelling and risk assessment of the Cuban fishery for spiny lobster *Panulirus argus* [J]. Fisheries Research, 2005, 75: 63-149.
- [8] Kahui V, Alexander W R J. A bioeconomic analysis of marine reserves for Paua (*Aba lone*) management at Stewart Island, New Zealand [J]. Environmental & Resource Economics, 2008, 40(3): 67-339.
- [9] Sandberg P, Bøstad B, Røttengen J. Bioeconomic advice on TAC: the state of the art in the Norwegian fishery management [J]. Fisheries Research, 1998, 37: 74-259.
- [10] Ineson R, Van den Bergh J. A bioeconomic analysis of a shellfishery: The effects of recruitment and habitat in a metapopulation model [J]. Environmental & Resource Economics, 2004, 27(1): 65-86.
- [11] Defeo Q, Seijo J C. Yield mortality models: A precautionary bioeconomic approach [J]. Fisheries Research, 1999, 40(1): 7-16.
- [12] Flaaten Q. On the bioeconomics of predator and prey fishing [J]. Fisheries Research, 1998, 37: 91-179.
- [13] 陈新军. 渔业资源经济学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 62-137.
- [14] 刘召芳, 常宗瑜. 简单渔业生物经济动力学模型的稳定性分析 [J]. 渔业经济研究, 2006(3): 2-5.
- [15] 谢丛波, 范猛. 种群服从 Gompertz 增长的数学生物经济模型的定性分析 [J]. 东北师范大学学报, 2003, 35(1): 10-17.
- [16] 陈静娜. 渔业补贴对渔业资源可持续性的影响 [D]. 山东: 中国海洋大学, 2006: 4-64.
- [17] 王文波, 修临海. 经济因素和贴现率对中国对虾渔业的影响 [J]. 水产科学, 1995, 14(3): 3-9.
- [18] 朱玉贵, 慕永通. 渔业补贴、捕捞努力量与渔业总成本 [J]. 中国渔业经济, 2005(3): 9-11.
- [19] 郭见军. 生物种群资源开发管理的最优控制问题研究 [D]. 四川: 四川大学, 2002: 8-25.
- [20] 詹秉义. 渔业资源评估 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1993: 167-348.
- [21] 陈卫忠, 李长松, 俞连福. 用剩余产量模型专家系统 (CLMPROD) 评估东海鲈鱼类最大持续产量 [J]. 水产学报, 1997, 21(4): 404-408.
- [22] 张洪亮, 周永东, 姚光展. 浙江群众传统灯光围网渔业利用资源状况分析 [J]. 海洋渔业, 2007, 29(2): 174-178.