

闽台近海渔业管理目标的研究

卢振彬 颜尤明 戴泉水

(福建省水产研究所渔业资源研究室, 厦门 361012)

摘 要 本文应用 Schaefer 和 Fox 两种剩余产量模式, 及其由此衍生的两种生物经济模式, 分别估算了闽台近海最大持续产量、最适捕捞力量和最大经济产量、最适经济捕捞力量、最佳经济效益等指标, 建立了闽台渔业管理模式, 比较了以最大渔获量和以最佳经济效益为目标的各项经济指标, 讨论并确定了近期以最大持续产量为目标的渔业管理方案。

关键词 最大持续产量, 最佳经济效益, 渔业管理, 闽台近海

本文应用 Schaefer 和 Fox 两种剩余产量模式估算闽台近海渔业资源的最大持续产量和最适捕捞力量。同时应用由该两模式衍生的生物经济模式估算了最大经济产量、最适经济捕捞力量、最佳经济效益、最佳能耗和能源利用系数。并与剩余产量模式计算的各项经济指标比较, 提出了以最大持续产量和以最佳经济效益为目标的两种渔业管理模式。提出控制近海捕捞力量分两步走的方案, 讨论了近期实行以最大持续产量为目标管理措施。

1 材料与方 法

1.1 材料来源

以 1971~1994 年逐年福建省水产统计资料海洋捕捞的渔获量和渔船功率及台湾省逐年近海和沿岸海域的渔获量, 以渔船功率(kW)为捕捞力量单位。先在福建的统计资料中逐年扣除远洋、外海和转外省近海捕捞的渔获量及捕捞力量, 由此形成福建省在闽台近海的实际捕捞力量和渔获量。台湾省的捕捞力量, 由其年渔获量换算为相应年份以福建为标准的功率, 换算式为 $f_{台} = C_{台} / (C_{闽} / f_{闽})$, 式中 $f_{台}$ 为换算成福建标准功率后的台湾省捕捞力量(kW), $C_{台}$ 为台湾省渔获量, $C_{闽}$ 为福建省渔获量, $f_{闽}$ 为福建省捕捞力量(kW)。并以福建省单位捕捞力量(kW)的渔捞效率为标准, 求出逐年的单位捕捞力量(kW)渔获量(CPUE)。

估算最大经济产量、最适经济捕捞力量、最佳经济效益及最佳能源消耗和能源利用系数等经济指标所须的单位功率渔业成本, 柴油单价, 渔获物售价和单位功率油耗等均以 1994 年福建的现行价为准。

1.2 应用的数学模式

Schaefer 剩余产量模式[叶昌臣 1990], 用于估算种群的最大持续产量(MSY)和相应的最适捕捞力量(f_{MSY})。

Fox 剩余产量模式[叶昌臣 1990], 用来估算最大持续产量(MSY)和最适捕捞力量(f_{MSY})。

Schaefer 生物经济模式[叶昌臣和朱德山 1994], 用来估算最适经济捕捞力量(f_{eop})、最大经济产量(MEY)和最佳经济效益(U_{max})。

Fox 生物经济模式[叶昌臣和朱德山 1994], 用来估算 f_{eop} 、MEY 和 U_{max} 。

2 结果

2.1 闽台近海最大持续产量和最适捕捞量

应用 Schaefer 模式估算, 其标准捕捞力量 f 与 CPUE 两个变量之间的负相关关系和应用 Fox 模式估算, 其标准捕捞力量 f 与 $\ln U$ 两个变量之间的负相关关系均极显著。估算结果及其统计检验列于表 1。可见, 闽台近海的最大持续产量 MSY 为 $127.20 \times 10^4 t \sim 134.52 \times 10^4 t$, 平均 $130.86 \times 10^4 t$ 。最适捕捞力量 f_{MSY} 为 $95.55 \times 10^4 kW \sim 115.66 \times 10^4 kW$, 平均 $105.61 \times 10^4 kW$ 。

表 1 闽台近海渔业资源 MSY 和 f_{MSY} 的估算值及统计检验

Tab.1 The estimated MSY and f_{MSY} of fisheries resources in the offshore waters of Fujian and Taiwan and their statistics parameters

模式	MSY ($\times 10^4 t$)	f_{MSY} ($\times 10^4 kW$)	参 数	F 检验
Schaefer	134.52	95.55	$a=2.0684, b=-0.7595 \times 10^{-6}$	$F=68.183 > F_{0.01,22}=7.95$
Fox	127.20	115.66	$U_k=2.1971, b'=-0.6355 \times 10^{-6}$	$F=148.247 > F_{0.01,22}=7.95$
平 均	130.86	105.61		

2.2 闽台近海最大经济产量、最适经济捕捞力量和最佳经济效益

将参数 $a=2.0684, b=-0.7595 \times 10^{-6}$ 和 1994 年的福建渔获物综合销售单价 $V'=3414$ 元/t, 渔船单位生产成本 $J'=1868$ 元/kW 代入 Schaefer 生物经济模式的各项经济指标计算式, 分别得到最适经济捕捞力量、最大经济产量和最佳经济效益的估算值(表 2)。

将参数 $b'=-0.6355 \times 10^{-6}, U_k=2.1971$ 代入 f_{eop} 估算式, 并采用叠代法解此式, 得 Fox 生物经济模式的最适经济捕捞力量 f_{eop} 估算值为 $93.13 \times 10^4 kW$, 然后代入 MEY 估算式和 U_{max} 估算式, 又得到由 Fox 生物经济模式估算的最大经济产量和最佳经济效益的估算值(表 2)。

表 2 Schaefer 和 Fox 生物经济模式估算的各项指标

Tab.2 The various indexes estimated by the biologic economics patterns derived from the Schaefer and Fox patterns

模 式	最适经济捕捞力量 ($\times 10^4 t$)	最大经济产量(t)	最佳经济效益(亿元)
Schaefer	76.94	129.30	29.7726
Fox	93.13	124.13	24.9826
平均	85.04	126.72	27.3776

3 讨论

3.1 渔业管理目标问题

渔业管理可分为以最大渔获量, 以最佳经济效益, 以社会效益和生态效益等为目标的管理方法。这里仅以最大渔获量为目标和以最佳经济效益为目标来讨论闽台近海渔业的管理模式。前面已叙述了应用 Schaefer 和 Fox 两种剩余产量模式估算闽台近海渔业资源最大持续产

量和最适捕捞力量及由该两模式衍生的两种生物经济模式估算的最大经济产量、最适经济捕捞力量和最佳经济效益等指标。这里再将两种生物经济模式计算的最佳能源消耗 Q_{opt} ($Q_{opt} = H' f_{eop}$, H' 为渔船单位 kW 的油耗, 1994 年福建渔船单位 kW 综合柴油消耗量为 0.4594t/kW) 和能源利用系数(单位油耗获得的利润)以及两种剩余产量模式计算的各项经济指标,一并列入表 3 以便对两种管理模式进行全面比较。

表 3 可见,如果着眼于渔业经济效益,以最大利润为渔业管理目标,捕捞力量应控制在二种生物经济模式估算的最适经济捕捞力量 $76.94 \times 10^4 \text{ kW} \sim 93.13 \times 10^4 \text{ kW}$, 平均 $85.04 \times 10^4 \text{ kW}$, 这时可获得的最大渔业利润 29.7706 亿元~ 24.9813 亿元, 平均 27.3760 亿元。最佳能耗为 353 539t~ 427 932t, 平均 390 736t。能源利用系数为 8 420.75 元/t~ 5 837.68 元/t, 平均 7129.22 元/t。以最佳经济效益为管理目标与以最大持续产量为管理目标相比,渔获量虽然下降 3.16% (即下降 $4.14 \times 10^4 \text{ t}$), 但利润却可增加 9.73% (即增加 2.4274 亿元), 油耗减少了 19.48% (即减少 94 515t), 能源利用系数提高 35.79%。比较结果表明,以最大经济效益为管理目标,其利益是明显的。

如果着眼于渔获量,以最大持续产量为管理目标,将捕捞力量控制在二种剩余产量模式估算的最适捕捞力量平均值 $105.61 \times 10^4 \text{ kW}$ 时,可比以最佳经济效益为管理目标多产 $4.14 \times 10^4 \text{ t}$ 渔获量,并且可多安排 $20.57 \times 10^4 \text{ kW}$ 的捕捞力量(约 5.10 万个劳力),但渔业利润却下降 8.87%, 能耗增加 24.19%。

从经济效益角度考虑,实现以最佳经济效益的管理目标最为理想,每年可比 1994 减少投入 $86.25 \times 10^4 \text{ kW}$ 的捕捞渔船,年节省 16.11 亿元的生产成本。单位 kW 创利可提高 1 880 元/kW(增 1.4 倍),还可节约多余渔船一次性造船投资 68.52 亿元,其潜在经济效益相当可观。然而就目前闽台近海渔业的实际情况,要实行以生物经济模式所估算的指标来管理难度相当大。1994 年闽台近海已拥有 $171.29 \times 10^4 \text{ kW}$ 的捕捞力量,大大超过了二种管理模式的控制指标,若按照最适经济捕捞力量 $85.04 \times 10^4 \text{ kW}$ 来控制,则要削减 $86.25 \times 10^4 \text{ kW}$, 相当于削减 1994 年 50.35% 的捕捞力量,这样将有 21.37 万个劳力要上岸,势必使劳力富余的沿海渔村增加更多,更大的社会负担和矛盾。再者,要削如此庞大的捕捞力量也非短期能办到的事,须逐步解决。这里我们提出捕捞力量控制指标分二步走的方案。第一步,到 2005 年实现以最大持续产量为目标的管理模式,即捕捞力量控制在 $105.61 \times 10^4 \text{ kW}$ 。第二步,到 2010 年实现以最佳经济效益为目标的管理模式,即捕捞力量控制在 $85.04 \times 10^4 \text{ kW}$ 。

表 3 闽台近海捕捞业两种管理模式的控制指标和经济效益比较

Tab. 3 Comparison between the indexes of economic results and the two marine fishery management models in the offshore waters of Fujian and Taiwan

管理目标	模式	捕捞力量 ($\times 10^4 \text{ kW}$)	产量 ($\times 10^4 \text{ t}$)	经济效益 (亿元)	能源消耗 (t)	能源利用系数 (元/t)
最大持续产量(MSY)	Schaefer	95.55 ^a	134.52 ^c	28.0764	439052	6394.78
	Fox	115.66 ^a	127.20 ^c	21.8208	531458	4105.84
	平均	105.61	130.86	24.9486	485255	5250.31
最佳经济效益(U_{max})	Schaefer	76.94 ^b	139.30 ^d	29.7706 ^e	353539 ^f	8420.75
	Fox	93.13 ^b	124.13 ^d	24.9813 ^e	427932 ^f	5637.68
	平均	85.04	126.72	27.3760	390736	7129.22

注: a. 最适捕捞力量 f_{MSY} , b. 最适经济捕捞力量 f_{eop} , c. 最大持续产量 MSY, d. 最大经济产量 MEY, e. 最佳经济效益

U_{max} , f. 最佳能耗 Q_{opt}

3.2 近期捕捞力量和捕捞结构调整

前面提出了近海捕捞力量控制指标分二步走的方案,现在先就实现第一步控制指标,对捕捞力量和捕捞结构的调整进行探讨。

1994年闽台近海实际捕捞力量超过两种剩余产量模式估算 f_{MSY} 均值的 $65.68 \times 10^4 kW$, 须在2005年之前削减下来。如何削减? 捕捞结构怎样调整? 为此,笔者进一步对闽台近海定置网、拖网、围网、刺网和钓5种主要捕捞作业的最适捕捞力量进行了估算[卢振彬等1998]。估算结果,各作业的 f_{MSY} 之和与前面估算的总 f_{MSY} 基本平衡。与1994年的5种作业实际捕捞力量比较,除围网不及估算的 f_{MSY} 外,其余4种作业均超过各自的 f_{MSY} 。由此,揭示了目前近海捕捞结构的不合理性和资源利用的不平衡性,即底层和近底层渔业资源承受过大的捕捞压力,中上层渔业资源利用不足。因此,可参考估算各作业的 f_{MSY} 在总 f_{MSY} 的比例,并根据目前渔业资源结构的变化趋势,对捕捞结构进行调整。现将估算的 f_{MSY} 和1994年实际值及近期的调整值一并列表4。可见,各种作业在1994年捕捞力量基础上应进行如下的调整:定置网渔船应削减 $8.88 \times 10^4 kW$ (相当于削减1994年福建定置渔船7821艘)。拖网渔船削减 $50.83 \times 10^4 kW$ (相当于削减1994年福建拖网渔船4207艘)。围网渔船增加 $58 \times 10^4 kW$ (相当于增加1994年福建围网渔船565艘)。刺网渔船削减 $5.02 \times 10^4 kW$ 相当于削减1994年福建刺网渔船4582艘)。钓船削减 $0.71 \times 10^4 kW$ (相当于削减1994年福建钓船456艘)。

表4 闽台近海渔业资源 f_{MSY} 和5种作业的 f_{MSY} 及1994年实际值与近期调整值

Tab. 4 The actual value in 1994 and adjusted f_{MSY} value in recent year of total fisheries resources and five fishing methods in offshore waters of Fujian and Taiwan

项 目	总捕捞力量	其 中						
		定置网	拖 网	围 网	刺 网	钓	其 它	
估算值	$f_{MSY} (\times 10^4 kW)$	105.61	8.32	59.62	10.84	15.97	6.70	4.21
	占总 $f_{MSY} (%)$	100.00	7.88	56.45	10.26	15.12	6.34	3.95
1994年实际值	捕捞力量 $(\times 10^4 kW)$	171.29	16.27	103.63	6.26	20.86	11.27	13.00
	占总捕捞力量 (%)	100.00	9.50	60.50	3.66	12.18	6.58	7.58
近期调整值	捕捞力量 $(\times 10^4 kW)$	105.61	7.39	52.80	15.84	15	10.56	3.17
	占总捕捞力量 (%)	100.00	7	50	15	15	10	3

在渔业实践中若能照估算的 f_{MSY} 进行捕捞力量裁减,按所提出的捕捞结构进行调整,近海渔业资源将逐步得到恢复,渔业生态平衡将日益改善,资源得到充分合理利用,单位努力量渔获量将由1994年的 $0.94t/kW$, 提高到估算的水平即 $1.24t/kW$, 而且渔获质量也会相应提高。

参 考 文 献

- 叶昌臣, 黄 斌, 邓景耀等. 1990. 渔业生物数学. 北京: 农业出版社. 108~ 124
 叶昌臣, 朱德山. 1994. 蓝点鲛鱼业的最佳经济效果. 水产学报, 8(2): 171~ 177
 卢振彬, 颜尤明, 戴泉水. 1998. 福建近海5种主要捕捞作业适宜捕捞力量的研究. 台湾海峡, 17(1): 104~ 109

STUDY ON THE TARGET OF THE FISHERIES MANAGEMENT IN THE OFFSHORE WATERS OF FUJIAN AND TAIWAN

LU Zhen-Bin, YAN Yong-Ming, DAI Quan-Shui

(*Department of Fishery Resource, Fujian Fisheries Research Institute, Xiamen 361012*)

ABSTRACT The maximum sustainable yield(MSY), fishing effort for MSY (f_{MSY}), maximum economic yield(MEY), fishing effort for MEY(f_{MEY}) and the maximum economic revenue of the southern Fujian coastal fishery were estimated by Schaefer and Fox surplus production models and the bio-economic models derived from these two models. The management model for this fishery was established. The economic revenue from the fishery managed with maximum yield and maximum revenue as the target was compared. At last, management with maximum yield was recommended for this fishery in the near future.

KEYWORDS Maximum sustainable yield, Maximum economic revenue, Fishery management, Offshore waters of Fujian and Taiwan