

南海北部短尾大眼鲷资源评估研究

梁耀威^{1, 2, 3}, 冯波^{1, 3}, 李美霖¹, 孙钰^{1, 4}, 李忠炉^{1, 3, 4*}

1. 广东海洋大学 水产学院, 广东 湛江 524088
2. 南方海洋科学与工程广东省实验室(湛江), 广东 湛江 524025
3. 广东省南海深远海渔业管理与捕捞工程技术研究中心, 广东 湛江 524088
4. 粤西热带海洋生态环境野外科学观测研究站, 广东 湛江 524088

研究背景

短尾大眼鲷 (*Priacanthus macracanthus*) 隶属于鲈形目 (*Perciformes*) 大眼鲷科 (*Priacanthidae*) 大眼鲷属 (*Priacanthus*), 系暖水性近底层中小型鱼类, 主要分布在南海及东海南部, 尤其在南海北部海区分布较多, 栖息于水深200m以内, 无明显的洄游路线, 是南海北部沿岸重要经济渔港主要上岸渔获种类之一。

2018年, 短尾大眼鲷被农业农村部列入《重要经济鱼类最小可捕标准及幼鱼比例管理规范》物种名录, 其资源利用与保护受到日渐重视。因此, 准确评估短尾大眼鲷资源状况十分必要。

数据来源

数据来自2008—2020年广东海洋大学南海渔业资源监测与评估中心在南海三省(区)主要渔港开展的捕捞产量分层抽样调查, 调查覆盖短尾大眼鲷不同作业类型全功率段的渔船。

表1 不同作业类型不同功率段产量占比

代码 Code	作业方式及功率段 Fishing types and Power	占比 (%) Proportion (%)	代码 Code	作业方式及功率段 Fishing types and Power	占比 (%) Proportion (%)
DT01	单拖 400kW 以上	2.69	WW01	围网 201-300kW	6.58
DT02	单拖 301-400kW	11.12	WW02	围网 101-200kW	2.88
DT03	单拖 201-300kW	23.35	CW01	刺网 200kW 以上	1.44
DT04	单拖 101-200kW	12.93	CW02	刺网 151-200kW	1.31
ST01	双拖 400kW 以上	8.71	CW03	刺网 101-150kW	2.46
ST02	双拖 301-400kW	7.44	CW04	刺网 50-100kW	1.58
ST03	双拖 201-300kW	8.77	CW05	刺网 50kW 以下	1.36

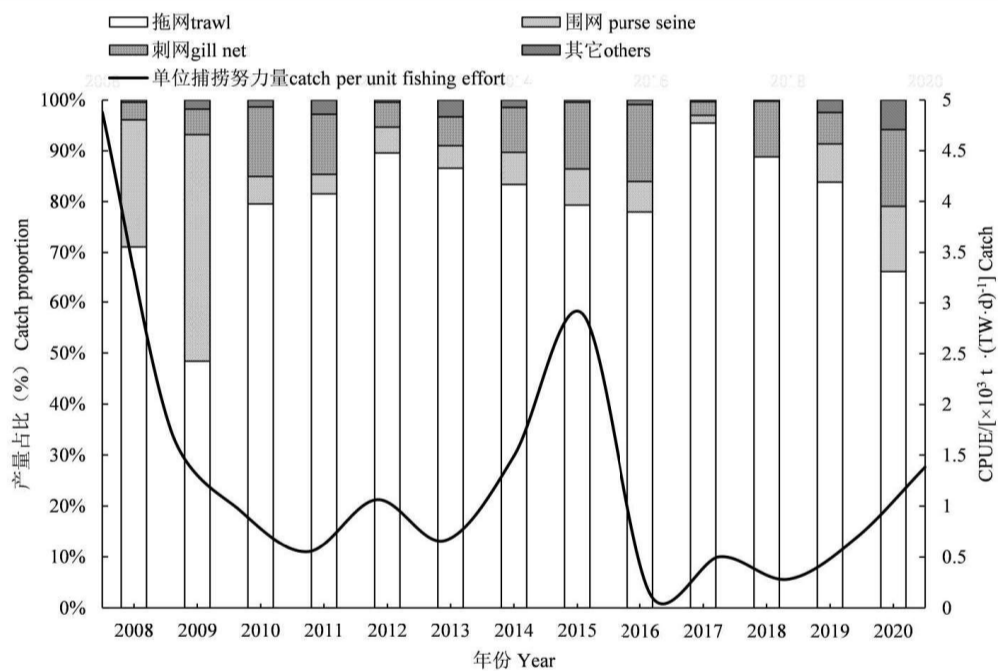


图1 南海北部短尾大眼鲷年产量变化及不同作业类型产量占比 (“拖网”包含单拖网、双拖网和拖虾网; “其它”包含罩网、钓具和张网)

研究方法

本研究利用2种平衡产量模型 (Schaefer模型和Fox模型), 4种非平衡产量模型 (Schnute模型、Walters—Hilborn模型、I-Fox模型和D-Fox模型) 分析。

表2 平衡产量模型和非平衡产量模型一览表

类别	名称	表达式	序号
平衡产量模型	Schaefer 模型	$C_t = aE_t - bE_t^2$	(1)
	Fox 模型	$\ln(U_t) = a - bE_t$	(2)
非平衡产量模型	Schnute 模型	$\ln\left(\frac{U_{t+1}}{U_t}\right) = r - \frac{r}{qK}\left(\frac{U_t + U_{t+1}}{2}\right) - q\left(\frac{E_t + E_{t+1}}{2}\right)$	(3)
	Walters—Hilborn 模型	$\frac{U_{t+1}}{U_t} - 1 = r - \frac{rU_t}{qK} - qE_t$	(4)
	I-Fox 模型	$\ln(U_{t+1}) = \frac{2r\ln(qK) + (2-r)\ln(U_t) - q(E_t + E_{t+1})}{2+r}$	(5)
	D-Fox 模型	$\frac{U_{t+1}}{U_t} - 1 = r\ln(qK) - r\ln U_t - qE_t$	(6)

注: E_t 为捕捞努力量 (GW·d), U_t 为单位捕捞努力量渔获量 ($t \cdot GW^{-1} \cdot d^{-1}$), t 为年份, r 为内禀增长率, q 为可捕系数, K 为环境容纳量, a 和 b 为模型参数。

CPUE标准化

$$CPUE = \frac{\text{捕捞总产量 (kg)}}{\text{渔船主机功率 (kW)} \times \text{作业天数 (d)}}$$

评价指标

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{C_t - \hat{C}_t}{C_t} \right| \times 100\%$$

结果分析

表3 不同模型决定系数 (R^2) 一览表

代码 Code	Schaefer 模型	Fox 模型	Schnute 模型	Walters- Hilborn 模型	I-Fox 模型	D-Fox 模型	均值 Mean
DT01	0.796^{M1}	0.162	0.071	0.144	0.158	0.165	0.249
DT02	0.779^{M2}	0.426	0.041	0.404	0.682	0.466	0.466
DT03	0.838^{M3}	0.010	0.113	0.507	0.092	0.644^{M13}	0.367
DT04	0.719^{M4}	0.596^{M10}	0.030	0.356	0.543	0.370	0.436
ST01	0.642^{M5}	0.347	0.005	0.095	0.169	0.278	0.256
ST02	0.593^{M6}	0.572^{M11}	0.312	0.320	0.506	0.311	0.436
ST03	0.658	0.555	0.027	0.910	0.607	0.909	0.611
WW01	0.487	0.688	0.067	0.999	0.342	0.999	0.597
WW02	0.756	0.743	0.793	0.997	0.344	0.997	0.772
CW01	0.782^{M7}	0.233	0.002	0.275	0.266	0.346	0.317
CW02	0.802	0.253	0.034	0.219	0.090	0.325	0.287
CW03	0.858^{M8}	0.119	0.547^{M12}	0.407	0.328	0.423	0.447
CW04	0.729^{M9}	0.447	0.089	0.251	0.200	0.253	0.328
CW05	0.263	0.715	0.040	0.446	0.748	0.143	0.392
均值 Mean	0.693	0.419	0.155	0.452	0.362	0.472	

表4 不同模型表达式与评价指标

模型 Model	表达式 Expression	MSY (t)	Y_{opt} (t)	MAPE (%)
M1	$\hat{C}_t = 25.904E_t - 0.005E_t^2$	32283.07	30346.09	74.65
M2	$\hat{C}_t = 72.531E_t - 0.051E_t^2$	25979.79	24421.00	100.31
M3	$\hat{C}_t = 68.728E_t - 0.043E_t^2$	27661.70	26002.00	86.09
M4	$\hat{C}_t = 31.209E_t - 0.008E_t^2$	31727.96	29824.29	73.64
M5	$\hat{C}_t = 40.734E_t - 0.019E_t^2$	21877.08	20564.46	103.19
M6	$\hat{C}_t = 26.256E_t - 0.005E_t^2$	31617.61	29720.56	54.21
M7	$\hat{C}_t = 15.149E_t - 0.003E_t^2$	22600.10	21244.09	101.90
M8	$\hat{C}_t = 11.340E_t - 0.001E_t^2$	27439.20	25792.85	63.80
M9	$\hat{C}_t = 7.760E_t - 0.001E_t^2$	26544.26	24951.61	74.28
M10	$\hat{C}_t = E_t e^{4.106 - 0.001E_t}$	25295.58	24536.71	78.40
M11	$\hat{C}_t = E_t e^{4.612 - 0.001E_t}$	32805.68	31821.51	107.46
M12	$\hat{C}_t = 23.743E_t - 0.007E_t^2$	19529.83	18358.04	158.89
M13	$\hat{C}_t = E_t e^{4.480 - 0.00104E_t}$	31174.65	30239.41	99.02

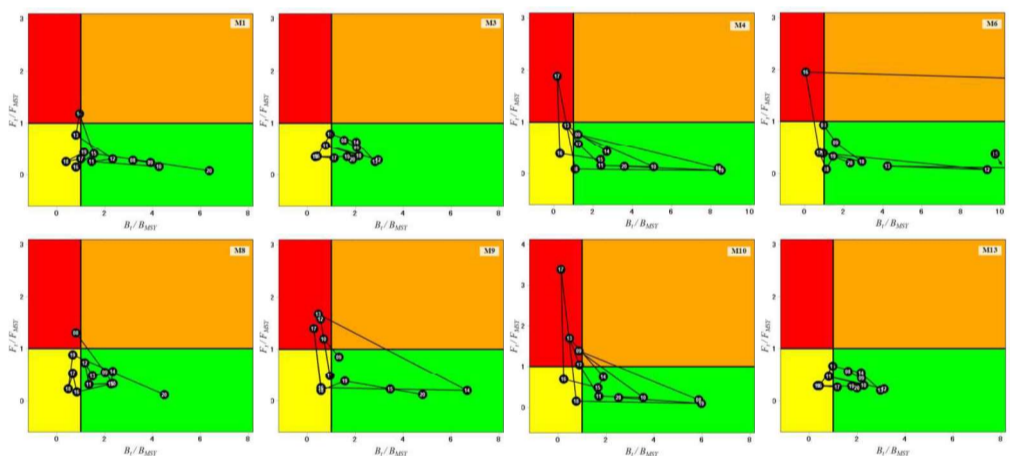


图2 短尾大眼鲷资源利用状况的Kobe分析

第一, 除2009年外, 2008—2020年拖网(含单拖网、双拖网和拖虾网)产量占当年总产量比例均高于60%, 平均为79.36%

第二, 单拖网201-300kW产量占总产量比例最高, 为23.35%; 围网201-300kW产量占比为6.58%, 其余功率段产量占比均低于5%。

第三, 南海北部短尾大眼鲷资源现状评估如下:

- MSY估计值为 2.9×10^4 t (2.5×10^4 t~ 3.2×10^4 t)
- Y_{opt} 估计值为 2.7×10^4 t (2.4×10^4 t~ 3.0×10^4 t)
- E_{MSY} 估计值为 2.1×10^3 GW·d (0.8×10^3 GW·d~ 1.0×10^4 GW·d)
- E_{opt} 估计值为 2.0×10^3 GW·d (0.6×10^3 GW·d~ 5.1×10^3 GW·d)
- TAC估计值为 2.7×10^4 t (2.4×10^4 t~ 3.0×10^4 t)

讨论

本研究对多数据源下剩余产量模型输出结果的差异性进行分析, 结果表明: 第一, 当前南海北部短尾大眼鲷资源状况相对乐观, 在近年来未遭受到过度捕捞且资源状况良好。

第二, 在对单种渔业资源进行MSY评估时, 不仅要考虑评估模型的多样化, 还要考虑多源数据的使用; 多功率段数据拟合出的不同结果, 为MSY和TAC提供了取值区间。

第三, 并非所有功率段产量数据都能进行剩余产量模型分析。

第四, 单功率段的产量数据并非对所有剩余产量模型都适用。

