

doi: 10.3969/j.issn.2095-0780.2018.05.002

## 2017年南海中南部渔场灯光罩网渔获物组成及渔获率时空分布

粟丽, 陈作志, 张鹏, 李杰, 王欢欢, 黄佳兴

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 农业农村部外海渔业开发重点实验室, 广东广州 510300)

**摘要:** 根据2017年南海中西部上升流区渔场、南沙东北部岛礁区渔场春季和秋季灯光罩网生产数据, 对南海中南部两大渔场的灯光罩网渔获物组成、主要渔获种类生物学特性及渔获率分布等进行了分析。2个季节共鉴定出69种渔获物, 其中上升流区渔场春季36种、秋季38种, 岛礁区渔场春季35种、秋季43种。上升流区渔场春季优势种( $IRI > 1000$ )为鸢乌贼(*Symplectoteuthis oualaniensis*)、细鳞圆鲹(*Decapterus macarellus*)和鲯鳅(*Coryphaena hippurus*), 秋季为鸢乌贼、长体圆鲹(*D. macrosoma*)、圆舵鲣(*Auxis tapeinosoma*)、日本乌鲂(*Brama japonica*)和扁舵鲣(*A. thazard*); 岛礁区渔场春季优势种为鸢乌贼和细鳞圆鲹, 秋季为鸢乌贼和扁舵鲣。上升流区渔场春季平均渔获率为 $179.64 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ , 秋季为 $553.41 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ; 岛礁区渔场春季为 $94.55 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ , 秋季为 $382.46 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ 。春秋两季主要渔获种类胴长(叉长或体长)和体质量分布存在较大差异, 且多数种类幼鱼所占比例较高, 为确保南海渔业资源可持续开发利用应重视幼鱼保护。

**关键词:** 灯光罩网; 渔获物组成; 渔获率; 南海中南部渔场

中图分类号: S 932.4

文献标志码: A

文章编号: 2095-0780-(2018)05-0011-10

## Catch composition and spatial-temporal distribution of catch rate of light falling-net fishing in central and southern South China Sea fishing ground in 2017

SU Li, CHEN Zuozhi, ZHANG Peng, LI Jie, WANG Huanhuan, HUANG Jiaxing

(Key Laboratory of Open-Sea Fishery Development, Ministry of Agriculture and Rural Affairs; South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

**Abstract:** Based on the light falling-net fishing data in the fishing grounds in the midwest South China Sea upwelling and north-eastern Nansha island-reef area in spring and autumn of 2017, we analyzed the catch composition, biological characteristics of the main species and distribution of the catch rate. Sixty-nine species were identified. In upwelling fishing ground, there were 36 species in spring and 38 in autumn. In island-reef fishing ground, there were 35 species in spring and 43 species in autumn. In upwelling fishing ground, the dominant species ( $IRI > 1000$ ) were *Symplectoteuthis oualaniensis*, *Decapterus macarellus* and *Coryphaena hippurus* in spring, and *S. oualaniensis*, *D. macrosoma*, *Auxis tapeinosoma*, *Brama japonica* and *A. thazard* in autumn. In island-reef fishing ground, the dominant species were *S. oualaniensis* and *D. macarellus* in spring, and *S. oualaniensis* and *A. thazard* in autumn. In upwelling fishing ground, the average catch rates in spring and autumn were  $179.64 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$  and  $553.41 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ , respectively, while 94.55

收稿日期: 2018-03-29; 修回日期: 2018-05-21

资助项目: 农业农村部财政重大专项(NFZX2013); 国家重点研发计划(2018YFC1406500); 中国水产科学研究院南海水产研究所中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助(2017YB23)

作者简介: 粟丽(1985—), 女, 硕士, 助理研究员, 从事海洋浮游植物及渔业资源生态研究。E-mail: suli@scsfr.ac.cn

通信作者: 陈作志(1978—), 男, 博士, 研究员, 从事海洋渔业资源和资源生态研究。E-mail: zchen2000@163.com

$\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$  and  $382.46 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$  respectively in island-reef fishing ground. The distribution of mantle length (fork or body length) and body mass of major species were different in spring and autumn; most of these species had a high proportion of young fish. Thus, young fish should be protected to ensure the sustainable development and utilization of fishery resources in the South China Sea.

**Key words:** light falling-net; catch composition; catch rate; central and southern South China Sea fishing ground

近年来，随着南海北部近海渔业资源的衰退，南海中南部渔业资源的开发逐步引起了人们的关注，尤其是鳶乌贼 (*Symplectoteuthis oualaniensis*)、金枪鱼等具有巨大开发潜力的大洋性中上层渔业资源<sup>[1-3]</sup>。在南海中南部，我国渔民传统作业的两大重要渔场位于中西部上升流区和南沙岛礁区，前者是我国外海渔业开发的潜在渔场之一，具有极为丰富的金枪鱼资源，有研究发现每年西南季风期是该海域金枪鱼流刺网渔业主要汛期<sup>[4]</sup>，越南 2000—2006 年间每年有 34.4%~40.9% 的流刺网渔船集中在该海域作业<sup>[5]</sup>，但我国在该海域生产作业的渔船相对较少；南沙岛礁区渔场是我国珊瑚礁渔业主要渔场<sup>[6]</sup>。20 世纪 70 年代，我国调查船首次对南沙群岛礁区海域进行了渔业资源调查<sup>[7]</sup>，随后开展了更深入的调查，主要采用拖网<sup>[8-11]</sup>、刺网<sup>[8-9,12]</sup>、延绳钓<sup>[8,12]</sup>、手钓<sup>[8,12]</sup>及灯光围网<sup>[13]</sup>等，对该海域渔业资源现状、分布及群落结构等进行了研究。然而，采用灯光罩网对上述海域进行渔业资源调查研究报道的相对较少。灯光罩网是 20 世纪 90 年代初发展起来的一种新型渔具渔法<sup>[14]</sup>。本文根据灯光罩网渔船 2017 年春季和秋季 2 个航次的海上探捕数据，对南海中西部上升流区渔场和南沙东北部岛礁区渔场的渔获物组成、主要渔获种类基本生物学特征及渔获率分布等进行了分析，以期为该海域的渔场开发、渔业资源可持续利用提供基础数据，为南海灯光罩网渔业的科学发展提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 渔船与网具

渔船为广西壮族自治区北海市的“桂北渔 80208”，钢质，总长 39.02 m，型宽 7.60 m，型深 4.10 m，总吨位 416 GT；渔船主机 2 台，功率均为 201 kW，发电机 2 台，功率均为 280 kW；渔船配金属卤化物集鱼灯 460 盏 ( $\times 1 \text{ kW}$ ) 及 1 台 HE-670 型垂直探鱼仪；渔获物于  $-20^{\circ}\text{C}$  冷冻保存。

灯光罩网网具主尺度为  $290.56 \text{ m} \times 85.12 \text{ m}$ ，即罩网沉子纲长 290.56 m，拉直高度 85.12 m。网衣材料为锦纶，网衣最大网目为 35 mm，网囊最小

网目为 20 mm。

### 1.2 作业海域与时间

2017 年 4 月 23 日—5 月 21 日 (春季) 和 8 月 20 日—9 月 20 日 (秋季) 在南海中南部进行灯光罩网作业，作业分别历时 28 d 和 31 d。作业海域范围为  $111^{\circ}\text{E} \sim 117^{\circ}\text{E}$ 、 $9.5^{\circ}\text{N} \sim 14.5^{\circ}\text{N}$ ，共设置 27 个调查站位，其中 S1~S15 为上升流区渔场站位，S16~S27 为岛礁区海域渔场站位，作业海域及站位布置详见图 1，其中春季 S7 站位未作业。

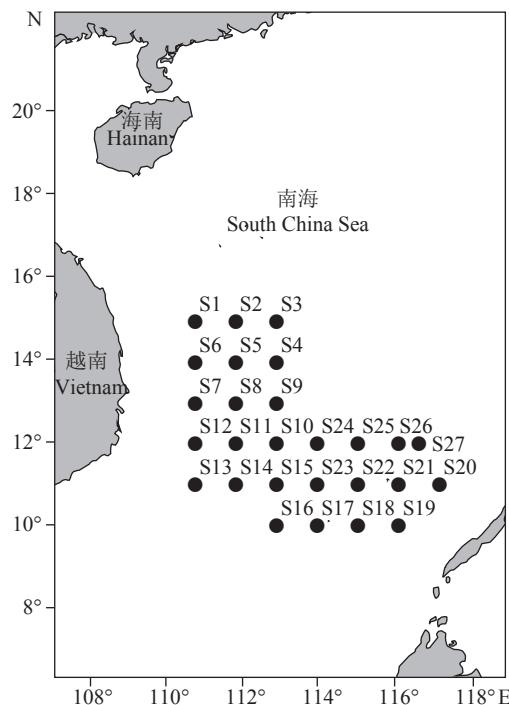


图1 灯光罩网作业海域及站位

Fig.1 Sea area and sampling station of light falling-net fishing

### 1.3 调查方法与数据分析

调查期间每次起网均对所得渔获物进行现场分类和称质量，记录每种渔获物的总质量，同时对渔获物胴长 (叉长或体长)、体质量等生物学参数进行测量，数量多于 50 尾的渔获种类随机抽样测量，数量少于 50 尾的种类则全部测量。运用 Excel 2016 软件统计和分析主要渔获种类的胴长及体质量分布；采用 ArcMap 10.3 绘制采样站位图及各站位渔获率、种类数分布图。

优势种采用相对重要性指数(index of relative importance, IRI)<sup>[15]</sup>来评价, IRI 大于等于 1 000 为优势种, 1 000~100 为重要种, 100~10 为常见种, 小于 10 为少见种, 小于 1 为稀有种。计算公式为:

$$IRI = (N + W) \times F \quad (1)$$

式中  $N$  为某种渔获物在总渔获物中所占的数量百分比;  $W$  为某种渔获物在总渔获物中所占的质量百分比;  $F$  为某种渔获物在采样站位中出现的频率。

采用单位捕捞努力量渔获量(catch per unit effort, CPUE)来衡量相对资源量, 即单位光诱时间的渔获量( $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ), 计算公式<sup>[16]</sup>为:

$$CPUE = C/f \quad (2)$$

式中  $f$  表示光诱时间(h), 即每次作业时开灯和关灯之间的时间;  $C$  表示该段时间内的渔获质量(kg)。

## 2 结果

### 2.1 渔获物种类组成

本次调查记录的渔获物隶属于 18 目 39 科 55 属 69 种。其中鱼类 13 目 34 科 50 属 64 种; 头足类 3 种, 隶属于 3 目 3 科 3 属; 甲壳类 1 种, 海蛇 1 种。两大渔场春季共渔获 40 种, 秋季共渔获 55 种, 有 26 种在 2 个季节均出现。春季上升流区渔场共渔获 35 种, 岛礁区渔场 34 种, 2 个渔区均出现的种类有 29 种; 秋季上升流区渔场共渔获 38 种, 岛礁区渔场共渔获 43 种, 2 个渔区均出现的种类有 26 种; 春季上升流区站位平均渔获 14 种, 岛礁区站位平均渔获 13 种; 秋季上升流区和岛礁区站位平均渔获均为 11 种。最高渔获种类

数出现在春季的 S15 站位(21 种), 最少出现在春季的 S16 站位(3 种)。春季多数站位渔获种类较秋季多(图 2)。

### 2.2 主要渔获种类的 IRI

鸢乌贼为唯一一种在 2 个季节 2 个区域均为优势种的种类, 出现频率均为 100%, IRI 最高达 13 827.60(表 1)。上升流区渔场和岛礁区渔场的优势种组成存在差异, 同一区域不同季节也存在较大差异。春季上升流区渔场优势种为鸢乌贼、细鳞圆鲹(*Decapterus macarellus*) 和鲯鳅(*Coryphaena hippurus*), 重要种为长体圆鲹(*D. macrosoma*)、圆舵鲣(*Auxis tapeinosoma*)、扁舵鲣(*A. thazard*)、鲣(*Katsuwonus pelamis*)、鲔(*Euthynnus yaito*)、日本乌鲂(*Cubiceps squamicepsoides*)、鳞首方头鲳(*C. squamicepsoides*) 和菱鳍乌贼(*Thysanoteuthis rhombus*), 常见种为红尾圆鲹(*D. kurroides*)、脂眼凹肩鲹(*Selar crumenophthalmus*) 和黄鳍金枪鱼(*Thunnus albacora*); 春季岛礁区渔场优势种为鸢乌贼和细鳞圆鲹, 重要种为圆舵鲣、扁舵鲣、鲣、鲔和褐梅鲷(*Caesio coeruleaureus*), 常见种为黄鳍金枪鱼、鳞首方头鲳和黑魟(*Dasyatis atratus*); 秋季上升流区渔场优势种为鸢乌贼、长体圆鲹、日本乌鲂、圆舵鲣和扁舵鲣, 重要种为鲣和鳞首方头鲳, 常见种为鲔和黄鳍金枪鱼; 岛礁区渔场优势种为鸢乌贼和扁舵鲣, 重要种为细鳞圆鲹、圆舵鲣、鲣、鲔和日本乌鲂, 常见种为长体圆鲹和黄鳍金枪鱼。

### 2.3 主要优势种类基本生物学特征

2.3.1 鸢乌贼 春秋两季分别随机抽样 1 270 和 1 350 尾测量其胴长和体质量。结果显示, 春季鸢乌贼胴长为 22~272 mm(平均 129 mm), 秋季为 69~195 mm(平均 123 mm)。春季体质量为 8~

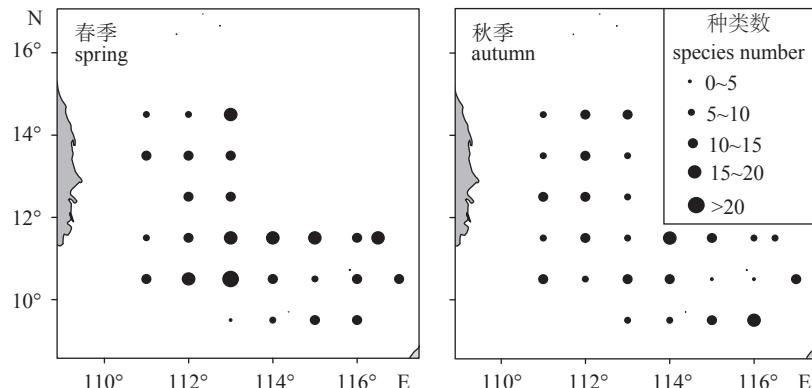


图2 南海中南部两大渔场灯光罩网渔获种类数分布

Fig.2 Distribution of species number of light falling-net fishing in two fishing grounds in central and southern South China Sea

表1 南海中南部两大渔场主要渔获种类相对重要性指数

Tab.1 Index of relative importance of major species in two fishing grounds in central and southern South China Sea

渔场 fishing ground	种类 species	春季 spring				秋季 autumn			
		数量百分比/% ratio of quantity	质量百分比/% ratio of mass	出现频率/% frequency of occurrence	相对重要性指数 IRI	数量百分比/% ratio of quantity	质量百分比/% ratio of mass	出现频率/% frequency of occurrence	相对重要性指数 IRI
上升流区渔场 upwelling fishing ground	莺乌贼 <i>S.oualaniensis</i>	60.014	47.950	100.00	10 796.40	29.396	41.067	100.00	7 046.42
	细鳞圆鲹 <i>D.macarellus</i>	14.261	10.958	85.71	2 161.64	0.000	0.000	6.67	0.00
	长体圆鲹 <i>D.macrosooma</i>	7.562	1.972	92.86	885.27	8.400	3.675	100.00	1 207.46
	红尾圆鲹 <i>D.kurroides</i>	0.650	0.160	57.14	75.26	—	—	—	—
	脂眼凹肩鲹 <i>S.crumenophthalmus</i>	0.148	0.029	50.00	10.09	0.016	0.010	73.33	1.90
	圆舵鲣 <i>A.tapeinosoma</i>	1.077	1.694	71.43	138.55	42.709	6.571	66.67	3 285.38
	扁舵鲣 <i>A.thazard</i>	0.662	0.931	78.57	113.79	11.423	14.669	100.00	2 609.20
	鲹 <i>K.pelamis</i>	2.266	2.625	71.43	384.30	0.555	2.406	93.33	276.34
	鲔 <i>E.yaito</i>	1.201	0.860	78.57	147.232	0.130	0.040	86.67	14.73
	黄鳍金枪鱼 <i>T.albacora</i>	0.407	0.736	71.43	81.65	0.073	0.333	80.00	32.42
	日本乌鲂 <i>B.japonica</i>	1.500	4.108	78.57	440.65	2.905	28.246	40.00	1 246.02
	鳞首方头鲳 <i>C.squamicepoides</i>	4.513	0.872	42.86	230.80	4.351	2.425	46.67	316.18
	褐梅鲷 <i>C.coerulaureus</i>	0.004	0.000	7.14	0.03	—	—	—	—
	黑魣 <i>D.atratus</i>	0.008	0.097	14.29	1.50	0.001	0.049	20.00	1.00
	麒麟 <i>C.hippurus</i>	4.381	25.587	35.71	1 034.58	0.001	0.009	20.00	0.19
	异鱗蛇鲭 <i>L.flavobrunneum</i>	0.016	0.100	21.43	2.49	0.000	0.000	6.67	0.00
	紫色锯鳞鱼 <i>M.violaceus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
	菱鳍乌贼 <i>T.rhombus</i>	1.053	1.701	78.57	216.44	0.002	0.076	20.00	1.55
岛礁区渔场 island-reef fishing ground	莺乌贼 <i>S.oualaniensis</i>	72.058	66.218	100.00	13 827.60	73.117	53.733	100.00	12 684.98
	细鳞圆鲹 <i>D.macarellus</i>	11.534	15.298	100.00	2 683.27	3.850	6.255	83.33	842.10
	长体圆鲹 <i>D.macrosooma</i>	0.068	0.025	75.00	7.01	1.860	0.405	33.33	75.54
	红尾圆鲹 <i>D.kurroides</i>	0.053	0.034	41.67	3.61	—	—	—	—
	脂眼凹肩鲹 <i>S.crumenophthalmus</i>	0.080	0.039	50.00	5.91	0.173	0.052	33.33	7.48
	圆舵鲣 <i>A.tapeinosoma</i>	0.861	1.617	50.00	123.90	5.164	6.497	58.33	680.21
	扁舵鲣 <i>A.thazard</i>	0.751	1.449	66.67	146.66	8.702	14.449	83.33	1 929.18

续表1

to be continued

渔场 fishing ground	种类 species	春季 spring				秋季 autumn			
		数量百分比/% ratio of quantity	质量百分比/% ratio of mass	出现频率/% frequency of occurrence	相对重要性 指数 IRI	数量百分比/% ratio of quantity	质量百分比/% ratio of mass	出现频率/% frequency of occurrence	相对重要性 指数 IRI
岛礁区渔场 island-reef fishing ground	鲣 <i>K.spelamis</i>	1.506	3.368	66.67	324.91	2.948	5.721	75.00	650.18
	鲔 <i>E.yaito</i>	1.585	6.131	75.00	578.71	0.530	1.507	83.33	169.79
	黄鳍金枪鱼 <i>T.albacora</i>	0.303	0.541	58.33	49.25	0.145	0.423	58.33	33.13
	日本乌鲂 <i>B.japonica</i>	0.023	0.075	25.00	2.44	3.476	10.788	25.00	356.58
	鳞首方头鲷 <i>C.squamicepoides</i>	1.521	0.391	16.67	31.87	0.001	0.000	16.67	0.01
	褐梅鲷 <i>C.coerulaureus</i>	4.976	2.704	41.67	320.01	—	—	—	—
	黑虹 <i>D.atratus</i>	3.797	0.057	16.67	64.23	—	—	—	—
	鲯� <i>C.hippurus</i>	0.313	0.674	8.33	8.23	0.000	0.000	8.33	0.01
	异鳞蛇鲭 <i>L.flavobrunneum</i>	0.008	0.016	16.67	0.40	0.000	0.000	8.33	0.00
	紫色锯鳞鱼 <i>M.violaceus</i>	0.094	0.003	58.33	5.68	—	—	—	—
	菱鳍乌贼 <i>T.rhombus</i>	0.008	0.130	8.33	1.14	0.001	0.003	16.67	0.08

1 160 g(平均 98 g), 秋季为 8~378 g(平均为 81 g)。分别以 10 mm 和 20 g 为组距, 对鸢鸟贼胴长和体质量分布分析(图 3-a)发现, 春季优势胴长为 121~130 mm 和 131~140 mm(分别占 25.59% 和 20.87%), 优势体质量为 61~80 g 和 81~100 g(分别占 19.53% 和 17.95%); 秋季优势胴长为 121~130 mm 和 111~120 mm(分别占 32.15% 和 28.07%), 优势体质量为 61~80 g 和 41~60 g(分别占 31.26% 和 19.26%)。

**2.3.2 扁舵鲣** 春秋两季分别随机抽取 184 和 602 尾测量其叉长和体质量。结果显示, 春季扁舵鲣叉长为 107~359 mm(平均 227 mm), 秋季为 132~372 mm(平均 243 mm); 春季体质量为 19~852 g(平均 193 g), 秋季为 28~1 100 g(平均 240 g)。分别以 20 mm 和 50 g 为组距, 分析扁舵鲣叉长和体质量分布(图 3-b)发现, 春季优势叉长为 221~240 mm 和 201~220 mm(分别占 50.54% 和 15.76%), 秋季为 221~240 mm 和 241~260 mm(分别占 39.37% 和 14.62%); 优势体质量范围春季和秋季相同, 为 151~200 g(分别占 35.87% 和

35.38%), 其次为 201~250 g(分别占 25.54% 和 23.92%)。

**2.3.3 圆舵鲣** 春秋两季分别随机抽取 221 和 377 尾, 测量其叉长和体质量。结果显示, 春季圆舵鲣叉长为 160~264 mm(平均 216 mm), 秋季为 144~276 mm(平均 205 mm), 春季体质量为 53~283 g(平均 151 g), 秋季为 31~325 g(平均 126 g)。分别以 10 mm 和 20 g 为组距, 分析圆舵鲣叉长和体质量分布(图 3-c)发现, 春季优势叉长为 241~250 mm 和 231~240 mm(分别占 18.10% 和 14.03%), 秋季为 191~200 mm 和 201~210 mm(分别占 22.02% 和 13.79%); 春季优势体质量为 61~80 g 和 81~100 g(分别占 17.64% 和 14.03%), 秋季为 81~100 g 和 101~120 g(分别占 21.49% 和 20.95%)。

**2.3.4 细鳞圆鲹** 春秋两季分别随机抽取 1 015 和 344 尾测量其叉长和体质量。结果显示, 春季细鳞圆鲹叉长为 111~313 mm(平均 202 mm), 秋季为 137~294 mm(平均 219 mm); 春季体质量为 10~380 g(平均 107 g), 秋季为 20~293 g(平均 142 g)。分别以 10 mm 和 20 g 为组距, 分析其叉长和体质量分布(图 3-d)发现, 春季优势叉长为 211~

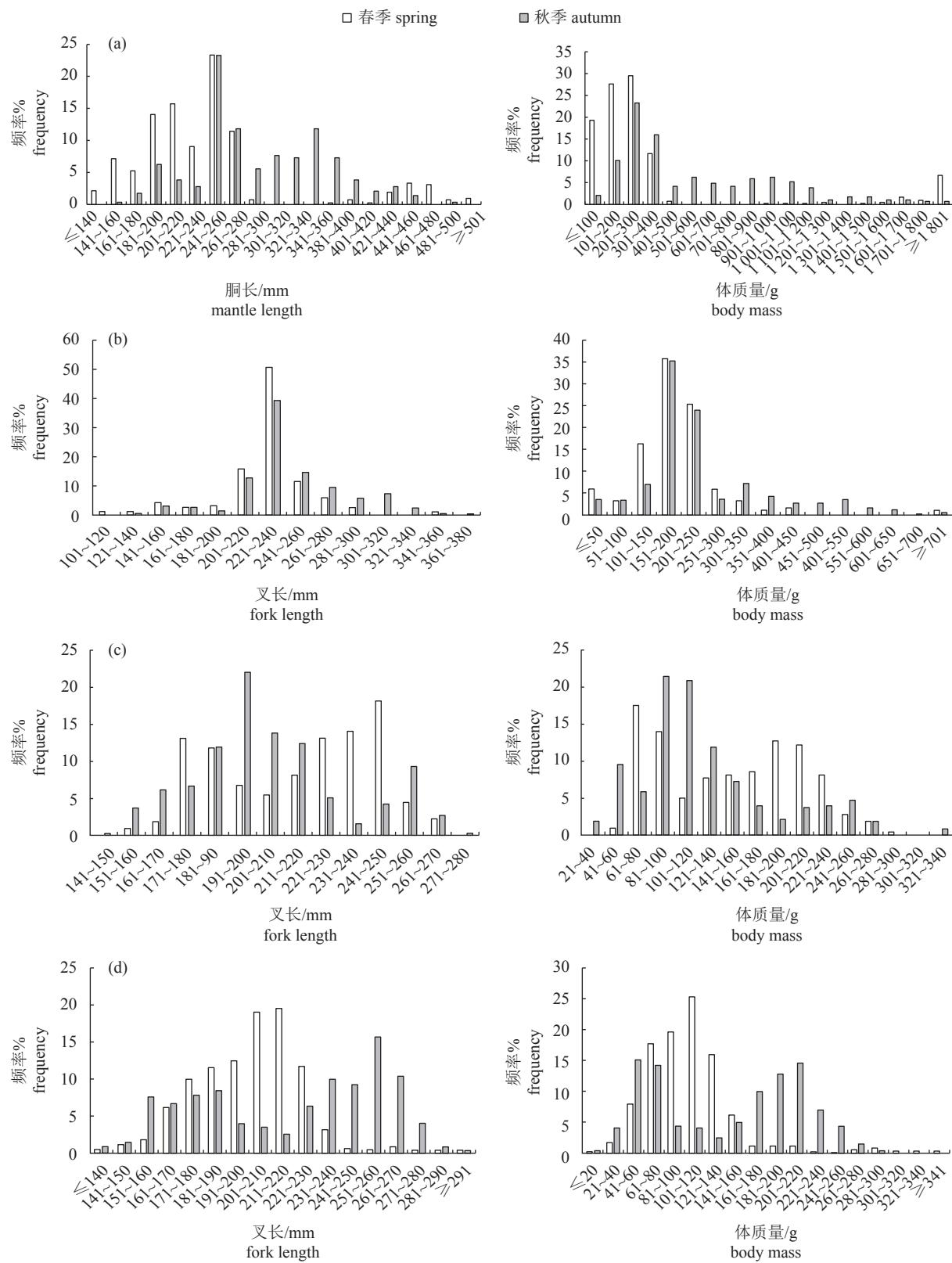


图3 南海中南部两大渔场灯光罩网渔获物鸢乌贼(a)、扁舵鲣(b)、圆舵鲣(c)和细鳞圆鲹(d)胴长(叉长)和体质量分布  
Fig.3 Distribution of mantle length (fork length) and body mass of *S.oualaniensis* (a), *A.thazard* (b), *A.tapeinosoma* (c) and *D.maccarellus* (d) of light falling-net fishing in two fishing grounds in central and southern South China Sea

220 mm 和 201~210 mm (分别占 19.51% 和 19.01%), 秋季为 251~260 mm 和 261~270 mm (分

别占 15.70 和 10.47%); 春季优势体质量为 101~120 g 和 81~100 g (分别占 25.22% 和

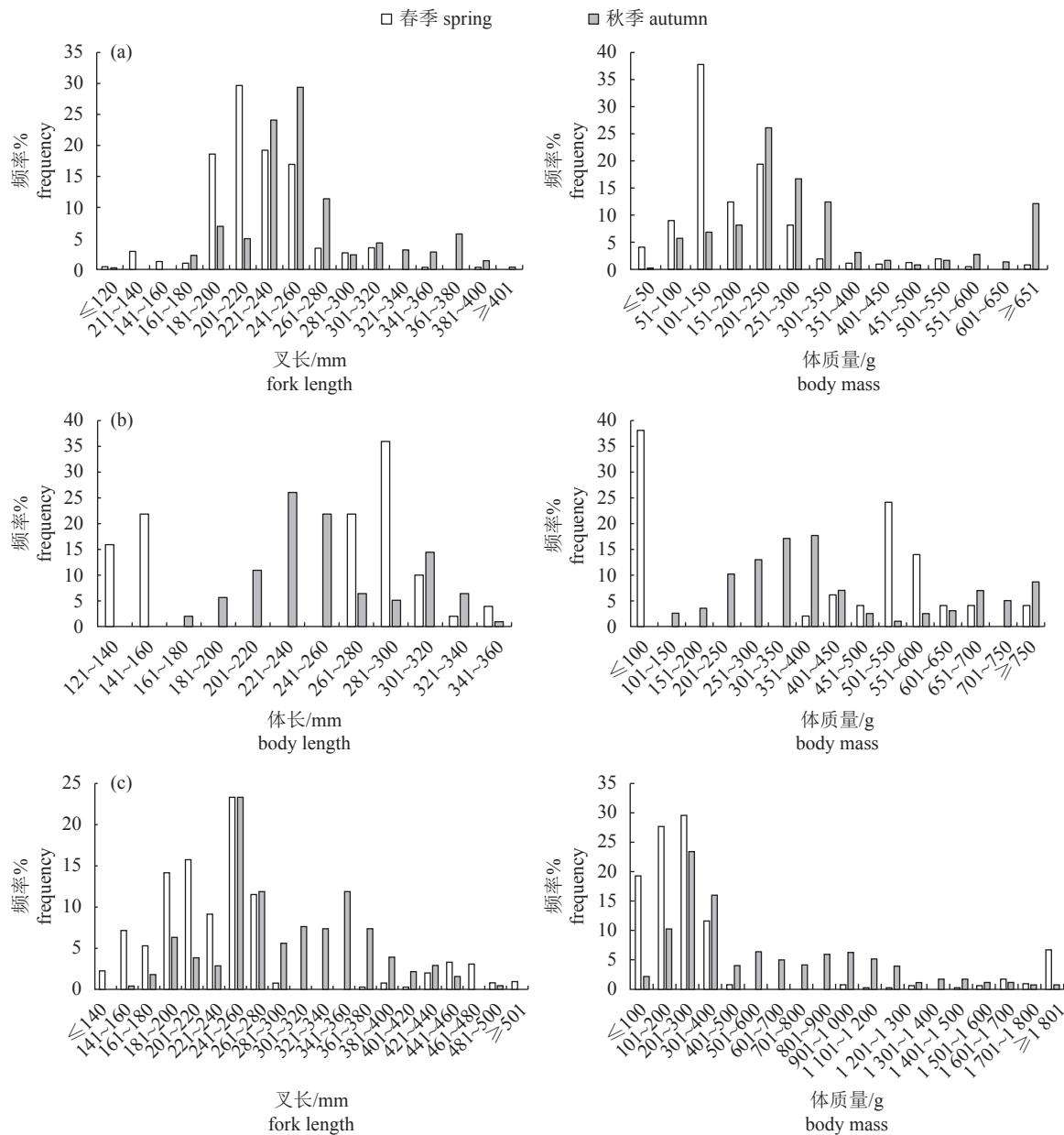


图4 南海中南部两大渔场灯光罩网渔获物鳀(a)、日本乌鲂(b)和鮪(c)叉长(体长)和体质量分布

Fig.4 Distribution of fork length (body length) and body mass of *K. pelamis* (a), *B. japonica* (b) and *E. yaito* (c) of light falling-net fishing in two fishing grounds in central and southern South China Sea

19.61%), 秋季为 41~60 g 和 210~220 g (分别占 15.12% 和 14.53%)。

**2.3.5 鳀** 春秋两季分别随机抽取 313 尾和 416 尾测量其叉长和体质量。结果显示, 春季鳀叉长为 19~385 mm (平均 222 mm), 秋季为 110~435 mm (平均 258 mm); 春季体质量为 22~1 100 g (平均 189 g), 秋季为 13~1 700 g (平均 349 g)。分别以 20 mm 和 50 g 为组距, 分析其叉长和体质量分布 (图 4-a) 发现, 春季优势叉长为 201~220 mm 和 221~240 mm (分别占 29.71% 和 19.17%), 秋季为 241~260 mm

和 221~240 mm (分别占 29.32% 和 19.17%); 春季优势体质量为 101~150 g 和 201~250 g (分别占 37.70% 和 19.49%), 秋季为 201~250 g 和 251~300 g (分别占 25.96% 和 16.83%)。

**2.3.6 日本乌鲂** 春秋季分别随机抽取 50 尾和 200 尾测量其体长和体质量。结果显示, 春季体长为 129~350 mm (平均 237 mm), 秋季为 169~357 mm (平均 254 mm); 春季体质量为 40~1 000 g (平均 388 g), 秋季为 120~1 000 g (平均 428 g)。分别以 20 mm 和 50 g 为组距, 分析其体长和体质量分布

(图4-b)发现,春季优势体长为281~300 mm和141~160 mm(分别占36%和22%),秋季为221~240 mm和241~260 mm(分别占26%和22%);春季优势体质量为40~100 g和501~550 g(分别占38%和24%),秋季为351~400 g和301~350 g(分别占17.50%和17%)。

**2.3.7 鲍** 春秋季分别随机抽取420尾和288尾测量其叉长和体质量。结果显示,春季叉长为120~552 mm(平均246 mm),秋季为149~483 mm(平均297 mm);春季体质量为201~250 g(平均381 g),秋季为46~2100 g(平均579 g)。分别以20 mm和100 g为组距,对其叉长和体质量分布进行分析(图4-c)发现,春季优势叉长为241~260 mm和201~220 mm(分别占23.33%和15.71%),秋季为241~260 mm和261~280 mm(分别占23.26%和11.81%);春季优势体质量为201~300 g和101~200 g(分别占29.52%和27.62%),秋季为201~300 g和301~400 g(分别占23.26%和15.97%)。

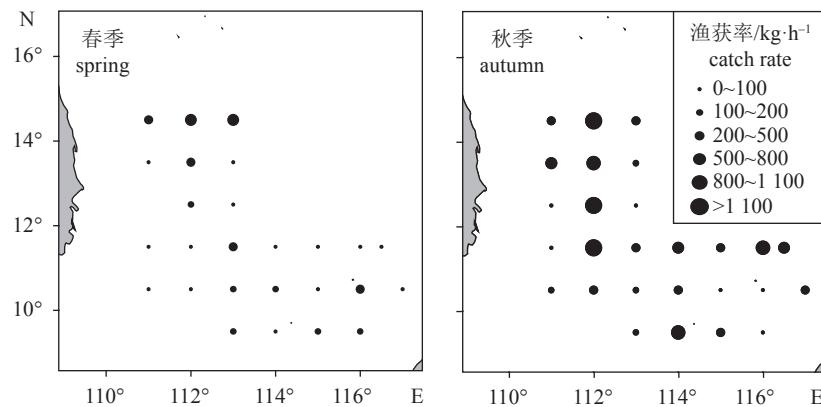


图5 南海中南部两大渔场灯光罩网渔获率分布

Fig.5 Distribution of catch rate of light falling-net fishing in two fishing grounds in central and southern South China Sea

### 3 讨论

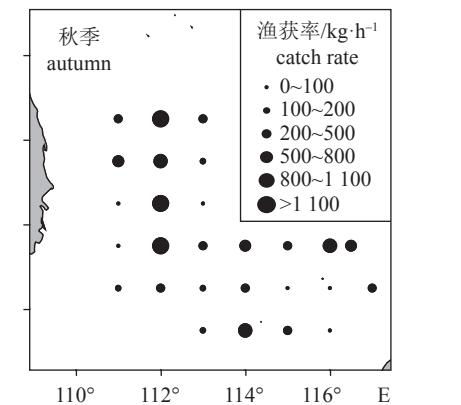
#### 3.1 灯光罩网渔获物组成的时空分布特征

1) 两大渔场渔获种类数分布存在一定的时空差异,其中季节差异主要表现为秋季(56种)高于春季(40种)。晏磊等<sup>[17]</sup>在2011年春季对南海中南部的调查研究中发现46种渔获,与本次春季调查结果相近;而张鹏等<sup>[16]</sup>秋季的调查结果(90种)却远远高于本次,这可能与其调查海域较本次调查范围广有关。区域差异主要表现为有些站位渔获种类相对较多,有些则相对较少,如春季在S15站

#### 2.4 渔获率的时空分布特征

**2.4.1 渔获率的季节变化** 本次调查总渔获量春季为30 683.87 kg,秋季为111 421.80 kg,秋季约为春季的3.6倍。上升流区渔场平均渔获率春季为179.64 kg·h<sup>-1</sup>,秋季为553.41 kg·h<sup>-1</sup>;岛礁区渔场平均渔获率春季为94.55 kg·h<sup>-1</sup>,秋季为382.46 kg·h<sup>-1</sup>。

**2.4.2 渔获率水平分布** 本次调查两大渔场灯光罩网渔获率水平分布存在较大差异。春季渔获率最高出现在上升流区渔场S2站位(641.73 kg·h<sup>-1</sup>),其次为上升流区渔场S3站位(551.00 kg·h<sup>-1</sup>)和S1站位(262.86 kg·h<sup>-1</sup>),最低出现在岛礁区渔场S27站位(2.17 kg·h<sup>-1</sup>);秋季渔获率最高出现在上升流区渔场S11站位(2 082.19 kg·h<sup>-1</sup>),其次为上升流区渔场S2站位(1 568.23 kg·h<sup>-1</sup>)和S8站位(1 405.03 kg·h<sup>-1</sup>),最低也出现在该渔场S12站位(32.91 kg·h<sup>-1</sup>)。渔获率相对较高的站位春季主要集中于上升流区渔场同一纬度(14.5°N)站位,而秋季主要集中于该渔场同一经度(112°E)站位和岛礁区渔场同一纬度(11.5°N)站位(图5)。



位捕获了21种,而在S16站位仅捕获了3种;但总体来说春秋季上升流渔场与岛礁区渔场平均渔获种类数基本相同,差异极小。

2) 两大渔场仅26种为共同种类,种类组成存在较大差异。优势种组成表现出较明显的时空差异,上升流区渔场春季优势种有鸢乌贼、细鳞圆鲹和鲯鳅3种,而秋季则为鸢乌贼、长体圆鲹和圆舵鲣等5种,重要种春季有鲤、鳞首方头鲳和长体圆鲹等8种,而秋季仅鲤和鳞首方头鲳2种;岛礁区渔场春季优势种为鸢乌贼和细鳞圆鲹2种,秋季为

鸢乌贼和扁舵鲣 2 种, 重要种春季为圆舵鲣、鲣和扁舵鲣等 5 种, 秋季为圆舵鲣、鲣和细鳞圆鲹等 5 种。2 个季节两大渔场仅鸢乌贼和鲣分别在优势种和重要种中均有出现。晏磊等<sup>[17]</sup>春季调查发现优势种仅鸢乌贼一种, 其渔获量占总渔获量的 96.15%, 重要种为长体圆鲹和黄鳍金枪鱼, 而本次调查优势种还有细鳞圆鲹和鲯鳅, 鸢乌贼所占比例最高(66.22%), 较前者低, 重要种也不尽相同; 张鹏等<sup>[16]</sup>秋季调查研究发现除鸢乌贼外, 优势种类组成与本次调查也存在较大差异, 鸢乌贼所占比例也高于本次调查。

本次调查发现, 主要渔获种类胴长和体质量分布存在较明显的季节差异, 其中春季平均胴长相对偏大的为鸢乌贼和圆舵鲣, 秋季为扁舵鲣、细鳞圆鲹、鲣、日本乌鲂和鲔, 这种现象为常见还是偶尔还需进一步系统深入的研究。

### 3.2 灯光罩网渔获率的时空分布特征

本次调查秋季的平均渔获量约为春季的 3.5 倍, 70% 的站位秋季高于春季。邹建伟等<sup>[18]</sup>研究发现南海外海灯光罩网主要渔期为 2—6 月, 而在本次调查中秋季航次渔获反而较多, 这表明秋季也是该海域灯光罩网作业的渔汛期; 张鹏等<sup>[16]</sup>2012 年秋季对南海中南部海域的灯光罩网探捕调查也发现秋季依然是南海外海深水区灯光罩网主要的作业渔汛期。秋季由于海况恶劣, 少有渔船至该海域生产作业, 这也可能也是本次调查中秋季渔获较多的原因之一。本次调查渔获率存在明显的季节差

异和区域差异, 表现为秋季渔获率明显高于春季, 上升流区渔场渔获率高于岛礁区渔场, 各站位间渔获率存在显著性差异( $P<0.05$ )。春季渔获率较高的站位主要集中在同一纬度(14.5°N)的上升流区渔场(S1~S3 站位), 而邹建伟等<sup>[18]</sup>对南海外海渔场分布及变动的研究发现 5 月渔区主要分布于 12°N~10°N 太平岛周围海域; 陈森等<sup>[19]</sup>对钢质罩网渔船生产数据的分析也发现该类渔船主要集中在南沙群岛北部海区的双黄沙洲、太平岛以及九章群礁等岛礁附近海域进行作业生产, 但本次调查南沙东北部岛礁区渔场站位春季渔获率并不高。秋季渔获率较高的站位主要集中在与上升流区渔场同一经度(112°E)的 S2、S5、S8 和 S11 站位。此外, 岛礁区渔场秋季也出现了一个渔获率相对较高的区域, 主要位于该渔场北部的站位。

### 3.3 灯光罩网对主捕种类种群结构的影响

灯光罩网主要捕捞对象为头足类和趋光性鱼类, 因其捕捞选择性差, 可能会增加幼鱼的渔获比例, 从而损害渔业资源<sup>[20]</sup>。本次调查主要渔获种类有鸢乌贼、圆舵鲣、扁舵鲣、鲣、日本乌鲂和细鳞圆鲹等。由于受灯光罩网网目尺寸限制, 可能会对一些渔获种类的种群结构造成一定影响。本次灯光罩网作业捕获的鸢乌贼性成熟个体所占比例相对较高(表 2), 加之鸢乌贼具有较强的繁殖能力<sup>[21-22]</sup>, 因此, 在合理捕捞的情况下灯光罩网作业对其种群结构的影响相对较小。本次渔获的细鳞圆鲹成熟比例也相对较高, 表明灯光罩网作业对细鳞圆鲹种群

表2 南海中南部两大渔场主要渔获种类生物学参数比较分析

Tab.2 Comparative analysis of biological parameters of major species in two fishing grounds in central and southern South China Sea

种类 species	个体成熟或未成熟长度 length of mature or immature individual	本调查 this survey
鸢乌贼 <i>S.oualaniensis</i>	雌、雄初次性成熟胴长, 中型种群分别为 179.7 mm 和 125.6 mm, 微型种群分别为 94.8 mm 和 81.1 mm <sup>[23]</sup>	优势胴长为 121~130 mm, 小于 80 mm 的个体仅占 1.2%, 性成熟Ⅲ期以上个体占 48.32%
扁舵鲣 <i>A. thazard</i>	初次性成熟叉长为 304.5 mm <sup>[24]</sup>	优势叉长为 221~240 mm, 其中小于 300 mm 的个体占 90% 以上, Ⅳ期以上个体仅占 4.20%
鲣 <i>K. spelamis</i>	初次性成熟叉长为 392.7 mm <sup>[25]</sup>	小于 380 mm 的个体占 98% 以上, Ⅳ期以上个体仅占 0.14%
圆舵鲣 <i>A. tapeinosoma</i>	初次性成熟体长为 350~480 mm <sup>[26]</sup>	100% 小于 280 mm, Ⅳ期以上个体占 15.38%
鲔 <i>E. yaito</i>	未达到性成熟的 1 龄个体体长为 250~350 mm <sup>[27]</sup> , 未成熟个体体长小于 340 mm <sup>[28]</sup>	小于 340 mm 的个体占 70.5% 以上, Ⅳ期以上个体占 6.90% 以下
细鳞圆鲹 <i>D. macarellus</i>	初次性成熟叉长为 151~160 mm <sup>[29]</sup>	叉长小于 160 mm 的个体仅占 10% 以下, Ⅳ期以上个体秋季占 30.23%
日本乌鲂 <i>B. japonica</i>	性成熟个体最小叉长为 372 mm, 小于 1 龄的幼鱼个体叉长为 200~300 mm <sup>[30]</sup>	小于 300 mm 的个体占 78% 以上, 小于 372 mm 达 100%, Ⅳ期以上个体仅占 6.4%

结构的影响也相对较小。而对幼鱼渔获比例较高的扁舵鲣、鲣和圆舵鲣等小型金枪鱼类及日本乌鲂来说,灯光罩网作业可能会对其产生较大影响。因此应采取一些措施(如研究确定最适网目尺寸和光照强度等)来减少幼鱼的渔获,或针对这些幼鱼进行人工养殖,以确保南海渔业资源的可持续开发利用。

### 参考文献:

- [1] 张俊,陈国宝,张鹏,等.基于渔业声学和灯光罩网的南海中南部莺鸟贼资源评估[J].中国水产科学,2014,21(4): 822-831.
- [2] 张鹏,杨吝,张旭丰,等.南海金枪鱼和莺鸟贼资源开发现状及前景[J].南方水产,2010,6(1): 68-74.
- [3] 李忠炉,董爱增,王敏生,等.越南开发南海金枪鱼资源的历史和趋势[J].渔业信息与战略,2014,29(1): 60-64.
- [4] DUY N N, FLAATENB O, ANHA N K, et al. Open-access fishing rent and efficiency: the case of gillnet vessels in Nha Trang, Vietnam[J]. Fish Res, 2012(s127/128): 98-108.
- [5] DIEN M V. Economic performance of the gill netter fleets in the central area of Vietnam's offshore fisheries, University of Tromsø[R]. Tromso, Norway: Norwegian College of Fishery Science, University of Tromso, 2009: 1-40.
- [6] 李永振,陈国宝,袁蔚文.南沙群岛海域岛礁鱼类资源的开发现状和开发潜力[J].热带海洋学报,2004,23(1): 69-75.
- [7] 陈铮.南沙群岛海区渔业资源开发简史及调查研究进展[M]/中国科学院南沙综合科学考察队,中国水产科学研究院南海水产研究所.南沙群岛西南部陆架区底拖网渔业资源调查研究专集.北京:海洋出版社,1996: 118-125.
- [8] 李永振,陈丕茂.南沙群岛重要珊瑚礁水域鱼类资源数量分布[J].水产学报,2004,28(6): 651-656.
- [9] 陈文河,刘学东,卢伙胜.南沙群岛海域鱼类群落结构的季节性变化研究[J].热带海洋学报,2010,29(4): 118-124.
- [10] 邹建伟.南海南部拖网渔场开发现状分析[J].现代渔业信息,2011,26(12): 3-5, 24.
- [11] 王良明,李渊,张静,等.南沙群岛西南部海域鱼类群落结构分析[J].中国海洋大学学报(自然科学版),2017,47(3): 58-65.
- [12] 李永振,林昭进,陈丕茂,等.南沙群岛中北部重要岛礁鱼类资源调查[J].水产学报,2003,27(4): 315-321.
- [13] 刘维,张羽翔,陈积明,等.南沙群岛春季灯光围网渔业资源调查初步分析[J].上海海洋大学学报,2012,21(1): 105-109.
- [14] 杨吝,卢伙胜,吴壮,等.南海区海洋渔具渔法[M].广州:广东科技出版社,2002: 164-167.
- [15] PINKAS E R. Ecology of the agamid *Lizard amphibolurus isolepis* in western Australia[J]. Copeia, 1971(3): 527-536.
- [16] 张鹏,张俊,李渊,等.秋季南海中南部海域的一次灯光罩网探捕调查[J].南方水产科学,2016,12(2): 67-74.
- [17] 晏磊,张鹏,杨吝,等.2011年春季南海中南部海域灯光罩网渔业渔获组成的初步分析[J].南方水产科学,2014,10(3): 97-103.
- [18] 邹建伟,陈立峰,林蒋进,等.南海外海灯光罩网主要渔场分布及变动研究——基于广西渔船的生产监测统计[J].南方水产科学,2014,10(4): 78-84.
- [19] 陈森,张鹏,晏磊,等.南海新建钢质罩网渔船渔获组成及渔场分析[J].南方水产科学,2015,11(5): 125-131.
- [20] 杨吝,张旭丰,谭永光,等.南海北部灯光罩网渔获组成及其对渔业资源的影响[J].南方水产,2009,5(4): 41-46.
- [21] 张鹏,晏磊,杨炳忠,等.春季南沙海域莺鸟贼种群结构特征的研究[J].南方水产科学,2015,11(5): 11-19.
- [22] 栗丽,陈作志,张鹏.南海中南部海域春季莺鸟贼繁殖生物学特征研究[J].南方水产科学,2016,12(4): 96-102.
- [23] HARMAN R F, YOUNG R E, REID S B, et al. Evidence for multiple spawning in the tropical oceanic squid *Stenoteuthis oualaniensis* (Teuthoidea: Ommastrephidae)[J]. Mar Biol, 1989, 101(4): 513-519.
- [24] 孔啸兰,晏磊,张鹏,等.南海扁舵鲣生物学特性的初步研究[J].南方水产科学,2015,11(5): 100-107.
- [25] 栗丽,陈作志,张鹏,等.春季南沙海域鲣渔业生物学特性的初步分析[J].南方水产科学,2017,13(4): 34-41.
- [26] 张玉玲.圆舵鲣的生物学和渔业[J].动物学杂志,1999, 34(3): 44-47.
- [27] YESAKI M. A review of the biology and fisheries for kawakawa (*Euthynnus affinis*) in the Indo-Pacific region[J]. FAO Fish Tech Pap, 1994: 3-11.
- [28] 宿鑫,李永东,何雄波,等.北部湾鲔(*Euthynnus affinis*)的摄食习性及其随生长发育的变化[J].渔业科学进展,2015,36(4): 65-72.
- [29] 张其永,郑晓敏,张杰.闽南-台湾浅滩领圆鲹种群年龄结构和生长特性的研究[J].热带海洋,1984,3(4): 24-34.
- [30] BIGELOW K A, JONES J T, DINARDO G T. Growth of the Pacific pomfret, *Brama japonica*: a comparison between otolith and length-frequency (MULTIFAN) analysis[J]. Can J Fish Aquat Sci, 1995, 52(12): 2747-2756.