

黄海南部和东海小黄鱼 (*Larimichthys polyactis*) 产卵场分布及其环境特征

林龙山^{1,2}, 程家骅¹, 姜亚洲¹, 袁兴伟¹, 李建生¹, 高天翔²

(1. 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 中国水产科学研究院 东海水产研究所, 上海 200090; 2. 中国海洋大学, 山东青岛 266003)

摘要:根据 2003 ~ 2005 年和 2007 年 4 月份在黄海南部和东海海域进行的底拖网调查数据, 分析了小黄鱼产卵场分布和产卵场环境特征等。结果表明, 目前小黄鱼产卵场范围较过去有扩大, 范围已经扩展到外海海域, 产卵场可分为黄海南部产卵场和东海产卵场; 其中黄海南部产卵场主要集中在 33°00' ~ 34°00'N, 122°30' ~ 124°00'E, 产卵场最适水温范围为 9.65 ~ 12.17℃, 最适盐度范围为 32.25 ~ 34.54, 最适水深范围为 29.74 ~ 76.49m; 东海产卵场主要集中在 30°30' ~ 31°00'N, 124°00' ~ 125°00'E 海域和 30°30' ~ 32°30'N, 125°00' ~ 126°00'E 海域, 产卵场最适水温范围为 10.13 ~ 16.64℃, 最适盐度范围为 32.50 ~ 34.37, 最适水深范围为 40.23 ~ 85.61m; 黄海南部和东海产卵场水温分布差异极显著 ($P < 0.01$); 小黄鱼产卵场较过去发生较大变化的主要原因可能是在过度捕捞等扰动因素的影响下, 小黄鱼对环境适应性明显提高。

关键词:小黄鱼 (*Larimichthys polyactis*); 产卵场; 黄海南部; 东海

文章编号: 1000-0933(2008)08-3485-10 中图分类号: Q178、S931 文献标识码: A

Spatial distribution and environmental characteristics of the spawning grounds of small yellow croaker in the southern Yellow Sea and the East China Sea

LIN Long-Shan^{1,2}, CHENG Jia-Hua¹, JIANG Ya-Zhou¹, YUAN Xing-Wei¹, LI Jian-Sheng¹, GAO Tian-Xiang²

1 Key Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries, Ministry of Agriculture, the East China Sea Fisheries Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China

2 Ocean University of China, Shandong 266003, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(8): 3485 ~ 3494.

Abstract: Small yellow croaker (*Larimichthys polyactis* Bleeker), one of the most important demersal trawling fish in China, is widely distributed in the Bohai Sea, the Yellow Sea and the East China Sea. This fishery has undergone a prosperous-decline-recovery chronological development in the past 50 years. During the recent recovery period, the annual landing of this fish has increased from 20000 t in the late 1980s to the current 300000 t. Compared to its population biology 50 years ago, reduction of individual size, advance of maturation and accelerated growth are frequently observed in the current wild small yellow croaker population, suggesting its vulnerability to fishing pressure and environmental changes. Our previous studies revealed that the mid-summer moratorium regulations implemented in the spawning grounds from 1995, and the changes of reproductive strategy of individuals are potential driving forces for the recent fishery recovery. Understanding the changes of the spawning grounds is also critical for exploring the mechanism governing the fishery recovery, but there is

基金项目: 国家科技部公益性研究资助项目(2003-2007); 973 计划课题资助项目(2005CB422306)

收稿日期: 2008-02-27; 修订日期: 2008-06-09

作者简介: 林龙山(1974 ~), 男, 福建龙海人, 博士生, 副研究员, 主要从事渔业资源与渔业生态学研究. E-mail: linslh@sh163.net

Foundation item: The project was financially supported by Social Service Project of the Ministry of Science and Technology(No. 2003-2007) and Profile of 973 Program (No. 2005CB422306)

Received date: 2008-02-27; **Accepted date:** 2008-06-09

Biography: LIN Long-Shan, Ph. D. candidate, Associate professor, mainly engaged in fishery resource and fishery ecology. E-mail: linslh@sh163.net

little information available on this topic at present.

Based on the data collected from demersal trawling surveys conducted in the southern Yellow Sea and the East China Sea in April of 2003, 2004, 2005 and 2007, the spatial distribution and environmental characteristics of spawning grounds of the small yellow croaker are investigated. The results indicate that the spawning grounds have obviously expanded from the near-shore to offshore waters in the recent years. Two spawning grounds are discriminated in the current investigation. One is located in the Yellow Sea ranging within $33^{\circ}00' - 34^{\circ}00'N$, $122^{\circ}30' - 124^{\circ}00'E$. This area was environmentally characterized by an optimal water temperature of $9.65 - 12.17^{\circ}C$, a salinity of $32.25 - 34.54$ and a water depth of $29.74 - 76.49$ m in April. The other one includes two parts in the East China Sea: $30^{\circ}30' - 31^{\circ}00'N$, $124^{\circ}00' - 125^{\circ}00'E$ and $30^{\circ}30' - 32^{\circ}30'N$, $125^{\circ}00' - 126^{\circ}00'E$ with an optimal water environment of $10.13 - 16.64^{\circ}C$, $32.50 - 34.37$ and $40.23 - 85.61$ m, respectively. Spatial extension of the spawning grounds may be an ecological adaptation strategy of the small yellow croaker to overfishing and environmental changes in nature.

Key Words: small yellow croaker; spawning ground extension; the southern Yellow Sea; the East China Sea

小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)属于近底层鱼类,分布范围主要在东海、黄海和渤海海域^[1~4]。小黄鱼渔业在中国渔业中占有重要地位,其资源曾经历兴盛期、衰退期和恢复期几个阶段^[5,6],自资源恢复以来,其海洋捕捞产量从20世纪80年代末期的2万t已上升到近年来的30多万t,近年来其年产量仍在不断创出新高(图1)。但是,在产量增加的同时,渔获物个体小型化、低龄化、性成熟提早现象严重,资源结构仍然较为脆弱^[7,8]。

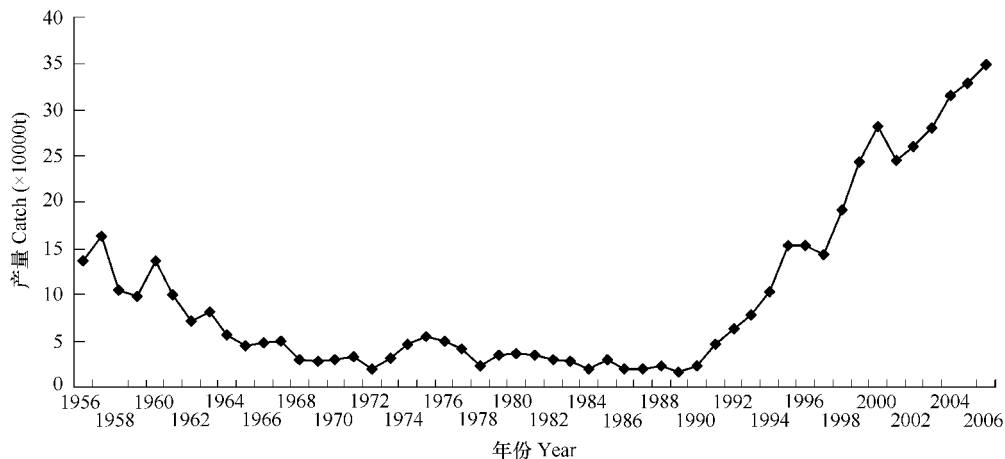


图1 1956~2006年小黄鱼中国海洋捕捞产量(1996年产量未包含中国水产总公司的产量)

Fig. 1 The total yield of Small yellow croaker over the period 1956~2006 (the catch of China National Fisheries Corp. was excluded in 1996)

针对小黄鱼资源恢复原因,国内学者从伏季休渔制度的作用^[9,10]、小黄鱼繁殖习性的变化^[11,12]、摄食习性的变化^[13~16]、生长过程的变化和海域自然环境的变化^[17~20]等多方面进行了分析研究,认为小黄鱼资源的恢复主要有以下几方面原因:首先,1981年国务院批准同意对小黄鱼主要产卵场吕泗渔场实行休渔保护,1995年又决定每年在东黄海实施2个月的伏季休渔制度,并于1998年将伏休期延长为3个月,伏休时间与该海域小黄鱼种群育幼期较为吻合,这对小黄鱼资源恢复起到关键作用;第二,由于近年来东黄区过度捕捞问题严重,许多大型鱼种相继衰退,小黄鱼被捕食压力降低,同时与小黄鱼生态习性相近的大黄鱼种群已近衰竭,进一步为小黄鱼种群提供了更为宽松的生存空间有利于小黄鱼资源恢复;第三,20世纪90年代以后,由于东黄海渔业资源密度减少,日韩两国大幅减少在该海域作业的渔船数量,客观上保护了小黄鱼越冬群体,小黄鱼亲体得到很好的养护,对小黄鱼资源恢复起到保障作用。但是,过去的研究均未分析小黄鱼产卵场和产卵场

环境特征改变对其资源恢复是否起到积极作用。为此,本文根据 2003 ~2005 年和 2007 年小黄鱼主要产卵季节的调查数据,对黄海南部和东海小黄鱼产卵场的空间分布及其环境特征进行研究分析,以期对今后小黄鱼渔业管理和合理利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 数据来源

本文数据取自 2003 ~2005 年和 2007 年东黄海小黄鱼主要产卵季节 4 月份底拖网调查,调查范围为 27°00' ~34°00' 'N(2007 年为 27°00' ~35°00' 'N),127°00' E 以西至机轮底拖网禁渔区线之间海域,包括黄海南部(SYS)和东海(ECS),调查时一般为每经度 30'、纬度 30'内设置一个调查站点,调查时站位数量和位置因海上实际情况略有变动(表 1)。

表 1 2003 ~2007 年 4 月调查时间和站位

Table 1 The survey periods and sampling stations in April of 2003 ~2007

调查年份 Year	日期 Date	设计站位 No. of designed stations	实际调查站位 No. of surveyed stations
2003	04-07 ~04-27	121	120
2004	04-02 ~04-23	121	114
2005	04-15 ~05-02	121	110
2007	04-07 ~04-22	125	112

调查船为 205.07kW 的底拖网船,网具规格为 96m ×4m 的底拖网,为及时掌握小黄鱼产卵期的环境特征,调查方式采用 6 对底拖网船同时进行。拖网时间均标准化为 1h,资源密度指数以实际取样尾数数量(ind./h)表示。

1.2 调查和分析方法

海上调查以及生物学测定根据海洋调查规范^[21]进行,调查航线采用“之”字形走航,小黄鱼性腺成熟度划分采用目测等级法。

产卵场界定:性成熟小黄鱼个体出现的区域为小黄鱼产卵场,本研究中性成熟个体的生物学特征包括雌性个体体长达到最小性成熟体长(108mm^[18]),且其性腺发育已达到成熟期Ⅳ期或Ⅳ期以上的即将或正在产卵或刚产卵完毕。

产卵群体资源密度指数计算:通过各站位生物学测定得到的体长频率分布,把体长达到最小性成熟长度且性腺发育达到Ⅳ期以上的小黄鱼个体数作为产卵群体的资源密度。利用体长概率分布函数 $p(x) = \int_{08}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$ (式中为 x 为体长; μ 为均值; σ 为标准差)计算体长大于小黄鱼最小性成熟体长 108mm 的概率值 $P(\xi > 108)$,然后再根据各调查站位取样渔获物中 108mm 以上雌性成熟个体比例进行换算,最后得到小黄鱼产卵群体资源尾数密度。

产卵场环境特征研究包括生殖期产卵亲体分布的水温范围、盐度范围和水深范围,海水水温、盐度和深度采用 Seabird-37 型 CTD 测定。

采用 ANOVA 比较分析 2003 ~2005 年和 2007 年各年份黄海南部和东海小黄鱼产卵群体分布区域内水温、盐度和水深的差异,数据处理均采用 SPSS 统计软件进行。

2 结果与讨论

2.1 产卵场分布

通过 2003 ~2005 年和 2007 年 4 月份共 4 个航次的调查,获取各个调查站位渔获物中个体达到最小性成熟体长且性腺发育达到Ⅳ期或Ⅳ期以上的即将或正在产卵或刚产卵完毕的小黄鱼资源尾数分布数据(图 2),由于调查时间基本在小黄鱼产卵盛期或产卵期间,因此这部分产卵群体的分布区域可认为是小黄鱼产卵场位

置。从分布图可以看出,小黄鱼产卵场分布范围较广,大致可以分为黄海南部和东海两个主要区域,且产卵场因各年海洋环境条件变化呈现一定的年际差别,其中,黄海南部主要产卵场分布各年变化较小,主要集中在 $33^{\circ}00' \sim 34^{\circ}00'N, 122^{\circ}30' \sim 124^{\circ}00'E$ 海域,东海海域产卵场分布较为分散,各年变化较大,但总体来看,产卵场主要集中在两块海域,分别为济州岛西南部海域和长江口渔场与舟山渔场交界处海域,即主要集中在 $30^{\circ}30' \sim 31^{\circ}00'N, 124^{\circ}00' \sim 125^{\circ}00'E$ 和 $30^{\circ}30' \sim 32^{\circ}30'N, 125^{\circ}00' \sim 126^{\circ}00'E$ 。

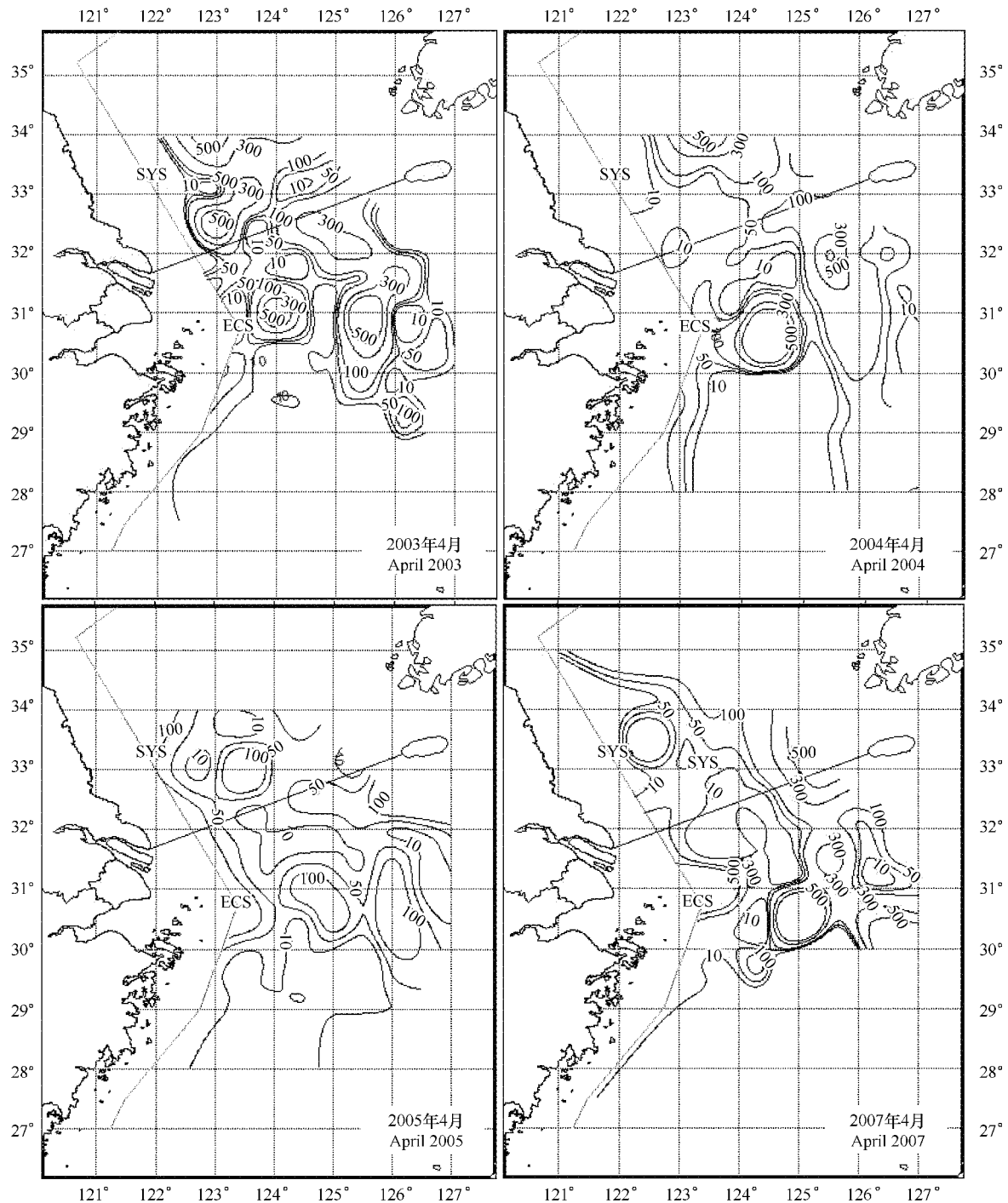


图2 2003~2005年和2007年小黄鱼产卵群体分布

Fig. 2 Variations in spatial distribution of the spawning stock(ind./h) of Small yellow croaker in 2003~2005 and 2007

从各调查站位小黄鱼产卵亲体数量分布来看,多数站位以 $50 \sim 200 \text{ ind./h}$ 为多,2007年和2003年亲体数

量较多,2005 年最少,这与 2007 年和 2003 年调查时间较为接近小黄鱼产卵盛期,而 2005 年调查时间较其他年份晚,且当年小黄鱼剩余群体数量较少等因素有关。另外,由于 2003 ~ 2005 年和 2007 年调查范围均没有包括近岸调查以及 2007 年调查未包括韩国专属经济区,因此,本文得出的小黄鱼产卵场范围具有局限性,即只能代表调查海域产卵场分布情况,至于其他海域的产卵场分布,还应通过相关调查进一步研究。

2.2 产卵场的变化

20 世纪 80 年代的研究表明^[22],黄海南部小黄鱼产卵场主要有海州湾产卵场(图 3 中的 S1)和吕泗产卵场(图 3 中的 S2),东海小黄鱼产卵场主要有长江口外海区余山产卵场(图 3 中的 S3)和浙江沿岸东亭、韭山、鱼山、大陈、洞头山等海区产卵场(图 3 中的 S4),但是从近年来的监测调查发现,外海海域(125°00'E 以外)经常能够捕到正在产卵或者刚完成产卵的小黄鱼鱼群,且所占范围面积逐渐扩大,近年来春季专项调查进一步反映了外海海域确实存在小黄鱼产卵场的事实。

引起小黄鱼产卵场大范围扩大的主要原因有:20 世纪 80 年代以前,近海海域受污染程度较低,海域捕捞努力量较小,小黄鱼每年进行产卵洄游,到近岸浅水水域进行产卵,产卵场主要集中在近岸。但从 20 世纪 80 年代中期以后,东黄海捕捞力量不断增加^[5],导致小黄鱼资源长期处于过度捕捞状态^[18],尽管 2000 年以后国家采取了一系列措施用以限制海洋捕捞力量^[9,10],但实际上并没有完全控制住,沿海有些地方尽管船只数量没有增长,但通过自行更换大马力主机和增加网具数量等致捕捞力量不断提高,因此,鱼类面临的捕捞压力仍在增加,少数鱼类迫于如此恶劣环境仍要延续种群的生存,则通过提升自身适应环境的能力和改良自身遗传基因等予以适应^[12],在生长、死亡、繁殖和发育等方面均出现了一系列变化,包括生殖期间对外界环境适应能力提高、产卵场范围扩大等,反映出小黄鱼具有较强的适应环境能力。

2.3 产卵场环境特征

图 4 为 2003 ~ 2005 年和 2007 年小黄鱼产卵期间黄海南部和东海的水温等值线分布图,从图中可以看出,各年极低水温和极高水温分布范围变化不大,最小值一般分布在最北面的 33°00'N 附近海域,最大值分布在最南面的调查水域;等温线的分布趋势也大体相似,只是水团势力有所差别,2007 年冷水势力最弱,而暖水势力最强,2003 年冷水势力最强,而暖水势力最弱^[23,24];结合小黄鱼产卵场分布来看,小黄鱼集中产卵的位置一般是处于底层冷水团与其他水团交汇处。可以认为,水温在合适范围内,小黄鱼无论在近岸还是外海均可以达到产卵条件,而较强的冷水团与其他水团交汇处更加有利于小黄鱼产卵。

图 5 为 2003 ~ 2005 年和 2007 年小黄鱼产卵期间黄海南部和东海的盐度等值线分布图,从图中可以看出,各年盐度均呈现南部海区高、北部海区低、外海盐度高、长江口附近盐度低的特点,各年均以长江口北部海区为最低,南部外海海域为最高,小黄鱼主要产卵场的盐度分布范围主要在 33 ~ 34 之间;2005 年以后由于长江三峡大坝截流后长江口淡水径流量减小,导致江口低盐海域面积缩小,盐度在 33 以上的高盐水舌更为接近长江口;各年盐度分布和等值线分布趋势大体一致,表明小黄鱼产卵场盐度分布固定在某一范围内,属于狭盐性生殖生态类型,而长江径流量减少导致盐度分布变化对小黄鱼产卵场分布具有一定程度的影响。

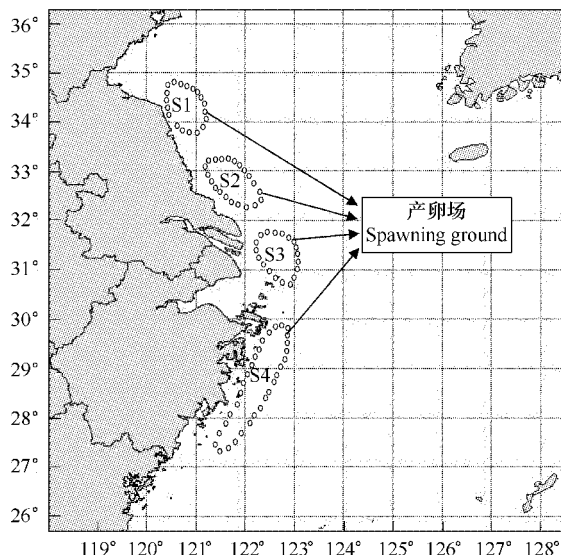


图 3 20 世纪 80 年代黄海南部和东海小黄鱼产卵场分布

Fig. 3 Accepted locations of spawning ground of Small yellow croaker in 1980s

S1 为海州湾产卵场, S2 为吕泗产卵场, S3 为长江口外海区余山产卵场, S4 为浙江沿岸的东亭、韭山、鱼山、大陈、洞头山等海区的产卵场 S1 Haizhou Bay spawning ground, S2 Lusi spawning ground, S3 Zhejiang coast spawning ground (including the coast of Dongting, Feishan, Yushan, Dachen, Dongshan)

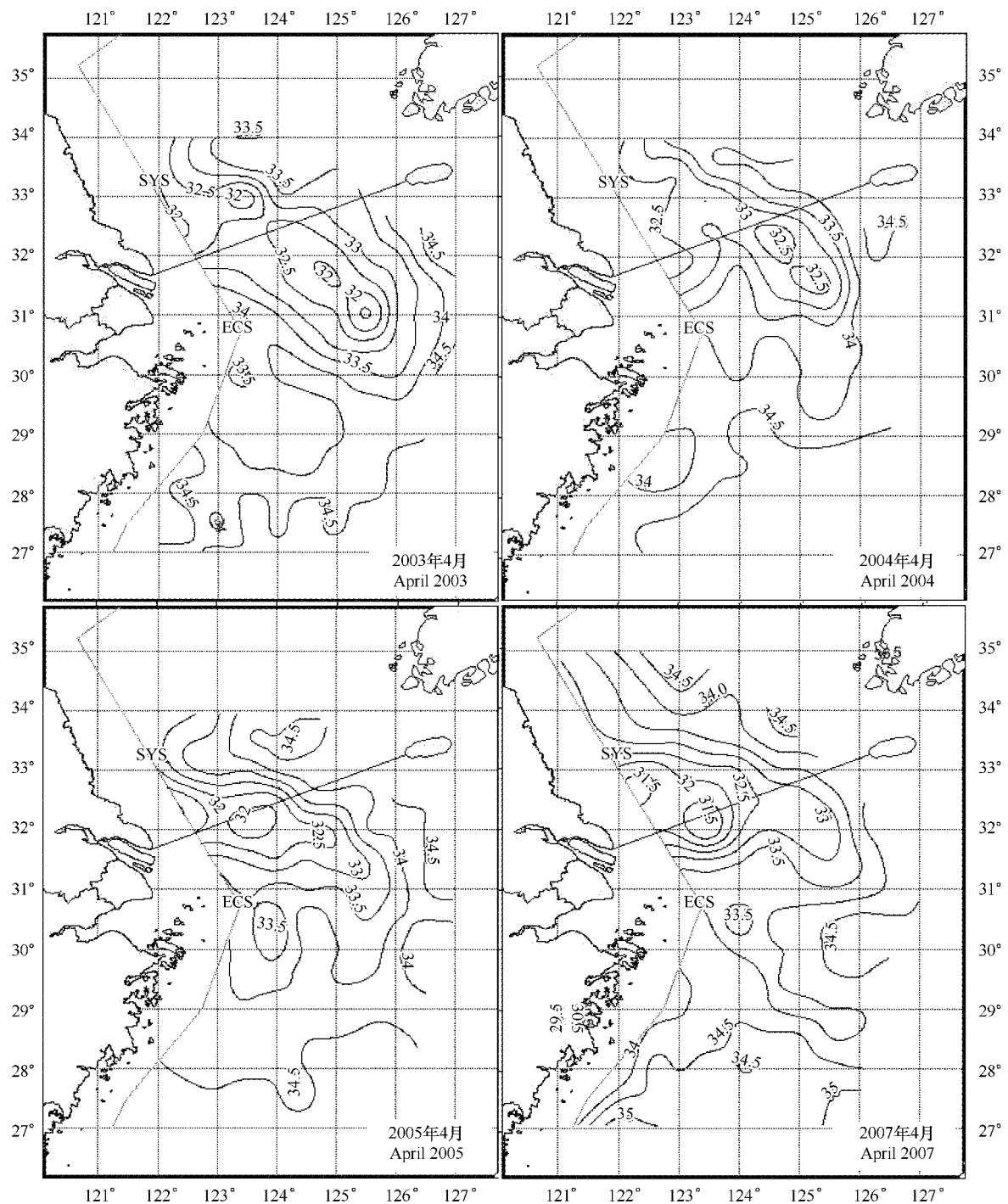


图4 2003~2005年和2007年小黄鱼产卵期间黄海南部和东海水温分布

Fig. 4 Temperature ($^{\circ}\text{C}$) in spawning season of Small yellow croaker in the East China Sea and southern Yellow Sea

2.4 黄海南部和东海小黄鱼产卵场环境特征差异比较

表2和表3分别为2003~2005年和2007年4月黄海南部和东海海域出现小黄鱼产卵群体站位的水温、盐度和深度分布特征值。通过对黄海南部和东海小黄鱼产卵群体环境特征差异性进行 t 检验后发现,2003~2005年和2007年东黄海小黄鱼产卵群体的水温分布差异性均极显著($P=0.000 < 0.01$),2003年和2005年的盐度分布和深度分布差异不显著(2003年:盐度, $P=0.774 > 0.05$;深度, $P=0.183 > 0.05$;2005年:盐度, $P=0.705 > 0.05$;深度, $P=0.070 > 0.05$),而2004年的盐度分布和深度分布差异显著(盐度: $P=0.027 <$

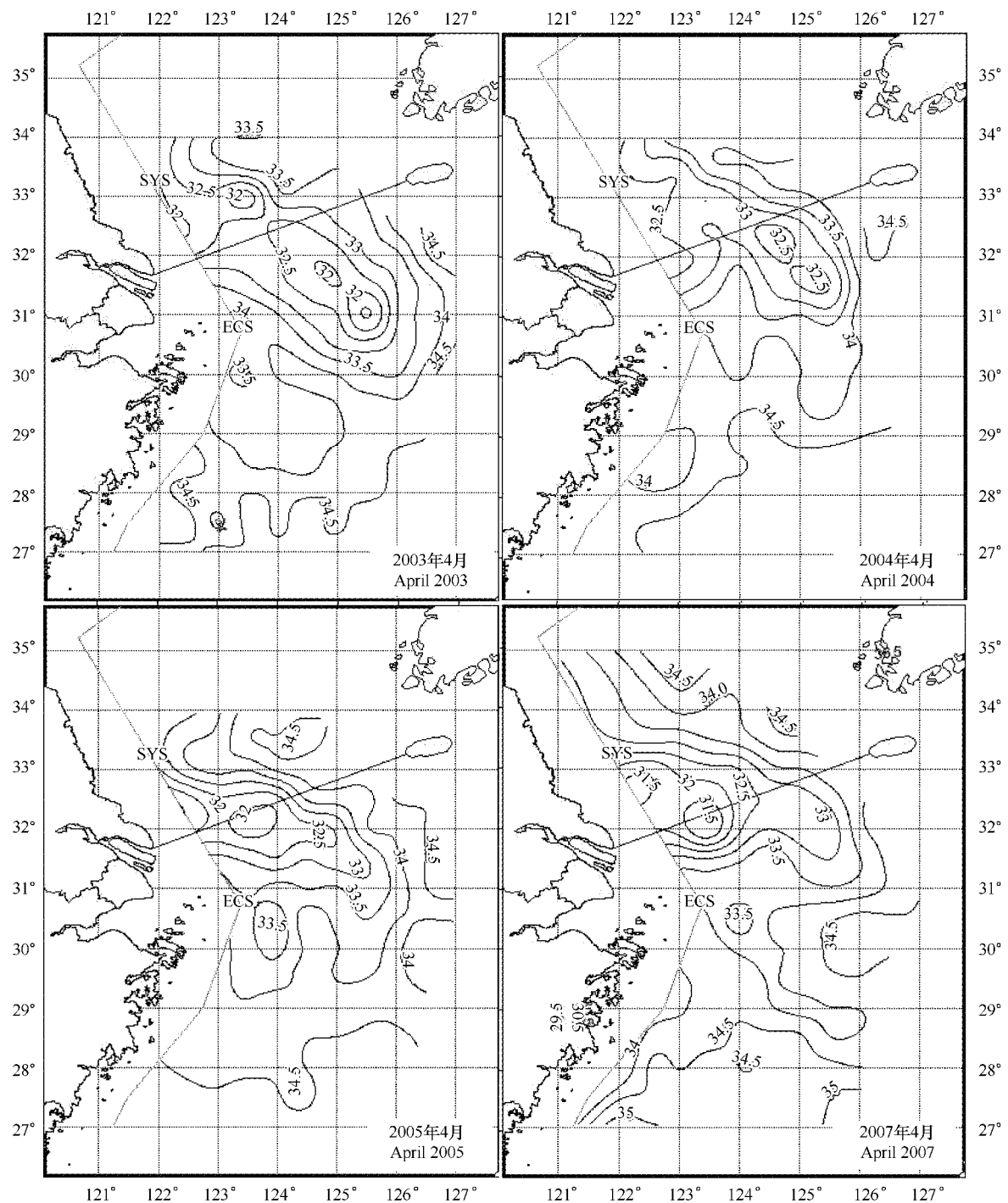


图5 2003~2005年和2007年小黄鱼产卵期间黄海南部和东海盐度分布

Fig.5 Salinity in spawning ground of Small yellow croaker in the East China Sea and southern Yellow Sea

0.05; 深度: $P = 0.026 < 0.05$), 2007年盐度和深度分布差异均为极显著(盐度: $P = 0.001 < 0.01$; 深度: $P = 0.003 < 0.01$)。综合来看, 东黄海小黄鱼产卵场环境因子中水温分布的差异最为显著, 而盐度和深度分布的差异并不明显; 各年份中2007年差异最为显著, 而其它年份差异相对较小, 可能是2005年以后长江三峡大坝截流后长江口淡水径流量减小, 导致东黄海近海盐度分布发生变化, 由此引起东海和黄海南部小黄鱼产卵场盐度分布发生较大差异。另外, 从东黄海小黄鱼主要产卵场分布海域的底质大部分为泥沙质、沙泥质和软泥质来看^[5,6], 东黄海小黄鱼产卵场在底质选择上差异不大。

表2 黄海南部小黄鱼产卵群体分布的底层水温、盐度及水深

Table 2 Bottom temperature, salinity and depth in spawning ground of small yellow croaker located in the southern Yellow Sea

指标 Items		2003 年 4 月 April 2003	2004 年 4 月 April 2004	2005 年 4 月 April 2005	2007 年 4 月 April 2007
水温 Temperature(℃)	范围 Range	9.30 ~ 12.41	9.53 ~ 13.27	9.42 ~ 12.73	9.77 ~ 12.83
	平均 Mean	10.34 ± 0.69	10.72 ± 0.78	10.47 ± 0.79	11.44 ± 0.73
	变异系数 CV	0.07	0.07	0.08	0.06
盐度 Salinity	范围 Range	31.81 ~ 33.79	32.21 ~ 34.21	32.07 ~ 34.62	31.59 ~ 34.18
	平均 Mean	33.03 ± 0.61	33.30 ± 0.63	33.71 ± 0.83	33.07 ± 0.82
	变异系数 CV	0.02	0.02	0.02	0.02
水深 Water depth(m)	范围 Range	13.93 ~ 89.17	27.95 ~ 83.21	23.54 ~ 91.65	13.21 ~ 78.49
	平均 Mean	51.39 ± 21.66	53.79 ± 19.35	55.13 ± 21.36	49.23 ± 16.72
	变异系数 CV	0.42	0.36	0.39	0.34

表3 东海小黄鱼产卵群体分布的底层水温、盐度及水深

Table 3 Bottom temperature, salinity and depth in spawning ground of small yellow croaker located in the East China Sea

指标 Items		2003 年 4 月 April 2003	2004 年 4 月 April 2004	2005 年 4 月 April 2005	2007 年 4 月 April 2007
水温 Temperature(℃)	范围 Range	9.27 ~ 19.10	9.83 ~ 18.75	9.11 ~ 17.71	11.41 ~ 18.85
	平均 Mean	12.62 ± 2.49	12.93 ± 2.15	12.30 ± 2.54	14.60 ± 2.04
	变异系数 CV	0.20	0.17	0.21	0.14
盐度 Salinity	范围 Range	31.45 ~ 34.69	32.38 ~ 34.75	32.07 ~ 34.59	32.41 ~ 34.63
	平均 Mean	33.25 ± 0.75	33.69 ± 0.68	33.64 ± 0.42	33.68 ± 0.58
	变异系数 CV	0.02	0.02	0.02	0.02
水深 Water depth(m)	范围 Range	28.01 ~ 91.72	30.92 ~ 110.69	33.96 ~ 111.56	39.80 ~ 104.67
	平均 Mean	58.01 ± 17.77	65.74 ± 19.88	63.54 ± 16.59	62.24 ± 15.95
	变异系数 CV	0.31	0.30	0.26	0.26

2.5 产卵场环境特征的变化

过去研究表明,小黄鱼海州湾产卵场和吕泗产卵场的产卵期为每年4月份至5月份,底温在11~14℃之间,长江口外海区佘山产卵场和浙江沿岸的东亭、韭山、鱼山、大陈、洞头山等海区的产卵场的产卵期为每年3月份至5月份,底温在11~15℃之间,水深一般在50m以浅海域,盐度在24~33之间^[22]。但是,经过长期的海域捕捞扰动和对小黄鱼资源的过度利用已经对小黄鱼生殖习性产生较大的影响,其产卵期的水温和盐度适应范围扩大,水深范围也较以往向深海海域扩展。另外,相关研究表明,环境变化已经对小黄鱼产卵群体生物学特征产生影响,表现形式有性成熟提早和繁殖力提高等^[7,11,12,17,20]。

一般而言,水温是影响鱼类洄游分布的最重要因素之一,在产卵前期和产卵期间表现得特别明显^[25],目前东黄海小黄鱼产卵场底层水温分布范围较过去已有扩大,表明小黄鱼产卵亲体对环境的适应性提高。另外,不同种群对水温变化的适应会表现出选择性,黄海南部和东海小黄鱼产卵亲体的水温分布差异最为显著,与这两个水域的小黄鱼分属不同种群有关,因此,这两个海域小黄鱼产卵场分布的优势水温范围即产卵最适水温范围不同。产卵场环境特征的差异反映在繁殖习性上的产卵期也有变化,一般东海种群产卵盛期较黄海南部种群产卵盛期早15~30d^[22]。

3 结论

(1) 目前黄海南部和东海小黄鱼产卵场范围较过去已经扩大,在125°00'E以外的外海海域已经存在小黄鱼产卵场,其中,黄海南部以33°00'~34°00'N,122°30'~124°00'E海域为中心,东海以30°30'~31°00'N,124°00'~125°00'E海域和30°30'~32°30'N,125°00'~126°00'E海域为中心。

(2) 当前小黄鱼产卵场水温、盐度和水深分布特征较过去已经发生较大变化。综合来看,黄海南部小黄

鱼产卵场最适水温范围为 9.65 ~ 12.17℃,最适盐度范围为 32.25 ~ 34.54,最适水深范围为 29.74 ~ 76.49m;东海小黄鱼产卵场最适水温范围为 10.13 ~ 16.64℃,最适盐度范围为 32.50 ~ 34.37,最适水深范围为 40.23 ~ 85.61m。

(3)近年来,小黄鱼种群呈现不断增长态势,产卵场范围扩大和适应环境能力提高可能是其种群不断恢复的重要原因,但目前小黄鱼渔获物幼鱼比例过高,对其资源长期恢复不利,小黄鱼资源很可能从目前的生长型捕捞过度转变为补充型捕捞过度,进而步入衰竭状态。因此,保护小黄鱼幼鱼,严格执行最小捕捞规格是当前渔业管理者和生产者的共同任务。

References:

- [1] 池田 郁夫. Study on the fisheries biology of yellow croaker in the East China and Yellow Sea. 西海区水产研究所报告,1954,第4号.
- [2] 裴東煥. 韓国近海におけるキグチ漁業の資源生物学の研究. 水産局中央水産試験場水産資源調査報告,1960(4),1—106.
- [3] 山田梅芳,田川勝,岸田周三,等. 東シナ海. 黄海のさかな. 长崎,日本纸工印刷,1986. 2—491.
- [4] The Ministry of Agriculture, Farming and Fishery, & the fishery headquarters of the East China Sea Region. The fisheries resources survey and divisions in the East China Sea Region. Shanghai: East China Normal University Press, 1987. 339—356.
- [5] Zheng Y J, Chen X Z, Cheng J H, et al. Biology resource and environment in the East China Sea continental shelf. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Press, 2003, 286—637.
- [6] Jin X S, Zhao X Z, Meng T X, et al. Biology resource and environment in the Bohai Sea and Yellow Sea. Beijing: Scientific Press, 2005. 262—380.
- [7] Lin L S, Cheng J H, Ling J Z, et al. Analysis of population biology of small yellow croaker in the East China Sea region. Journal of Fishery Sciences of China, 2004, 11(4): 333—338.
- [8] Lin L S, Zheng Y J, Cheng J H, et al. A preliminary study on fishery biology of main commercial fishes surveyed from the bottom trawl fisheries in the East China Sea. Marine Sciences, 2006, 30(2): 21—25.
- [9] Cheng J H, Tang J H, Lin L S, et al. Analyses on the fishery ecological effect of summer close season in the East China Sea region. Journal of Fishery Sciences of China, 1999, 6(4): 81—86.
- [10] Cheng J H, Lin L S, Ling J Z, et al. Effects of summer close season and rational utilization on redlip croaker (*Larimichthys polyactis* Bleeker) resource in the East China Sea Region. Journal of Fishery Sciences of China, 2004, 11(6): 554—560.
- [11] Shui B N. Study on the age and Growth of *Pseudosciaena polyactis* in the South of the Yellow Sea and the North of the East China Sea. Journal of Zhejiang Ocean University, 2003, 22(1): 17—20.
- [12] Zeng L, Jin X S, Li F G, et al. Fecundity and its variations of small yellow croaker (*Pseudosciaena polyactis*) in the Bohai Sea. Marine Sciences, 2005, 29(5): 80—83.
- [13] Xue Y, Jin X S, et al. Ontogenetic and diel variation in feeding habits of small yellow croaker *Pseudosciaena polyactis* Bleeker in the central Yellow Sea. Journal of Fishery Sciences of China, 2004, 11(5): 220—225.
- [14] Xue Y, Jin X S, et al. Diet composition and seasonal variation in feeding habits of small yellow croaker *Pseudosciaena polyactis* Bleeker in the central Yellow Sea. Journal of Fishery Sciences of China, 2004, 11(3): 237—243.
- [15] Xue Y, Jin X S, Zhang B, et al. Feeding habits of three sciaenid fishes in the southern Yellow Sea. Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 29(2): 178—187.
- [16] Lin L S. Study on feeding habit and trophic level of redlip croaker in Changjiang estuary. Marine Fisheries, 2007, 29(1): 44—48.
- [17] Jin X S. Ecology and population dynamics of small yellow croaker (*Pseudosciaena polyactis* Bleeker) in the Yellow Sea. Journal of Fishery Sciences of China, 1996, 3(1): 32—46.
- [18] Lin L S, Cheng J H, Ling J Z, et al. First capture sizes of major commercial fishes in the East China Sea Region. Marine Fisheries, Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(2): 250—256.
- [19] Lin L S, Cheng J H. An Analysis of the current situation of fishery biology of Small Yellow Croaker in the East China Sea. Periodical of Ocean University of China, 2004, 34(4): 565—570.
- [20] Guo X P, Jin X S, Dai F Q. Growth variations of small yellow croaker (*Pseudosciaena polyactis* Bleeker) in the Bohai Sea. Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(2): 243—249.
- [21] GB/T 12763.2-1991. Specifications for Oceanographic survey. Beijing: Standards Press of China, 1991.
- [22] Zhao C Y, Zhang R Z. Fish Eggs and Larvae in the Offshore Waters of China. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1983. 96—98.

- [23] Ding F Y, Cheng J H. Relationships between the dynamics of water masses and the effects of the summer fishing moratorium in the East China and Yellow Sea. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(6): 2242—2248.
- [24] Cheng J H, Ding F Y, Li S F, *et al.* A study on the quantity distribution of macro-jellyfish and its relationship to seawater temperature and salinity in the East China Sea Region. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(3): 440—445.
- [25] Chen D G. *Fishery Resource Biology*. Beijing: China Agriculture Press, 1997.

参考文献:

- [4] 农牧渔业部水产局, 农牧渔业部东海区渔业指挥部. 东海区渔业资源调查和区划. 上海: 华东师范大学出版社, 1987. 339~356.
- [5] 郑元甲, 陈雪忠, 程家骅, 等. 东海区大陆架生物资源与环境. 上海: 上海科学技术出版社, 2003. 286~637.
- [6] 金显仕, 赵宪勇, 孟田湘, 等. 黄、渤海生物资源与栖息环境. 北京: 科学出版社, 2005.
- [7] 林龙山, 程家骅, 凌建忠, 等. 东海区小黄鱼种群生物学特性的分析研究. *中国水产科学*, 2004, 11(4): 333~338.
- [8] 林龙山, 郑元甲, 程家骅, 等. 东海区底拖网渔业主要经济鱼类渔业生物学的初步研究. *海洋科学*, 2006, 30(2): 21~25.
- [9] 程家骅, 汤建华, 林龙山, 等. 东海区伏季渔业生态效果的分析研究. *中国水产科学*, 1999, 6(4): 81~86.
- [10] 程家骅, 林龙山, 凌建忠, 等. 东海区小黄鱼伏季休渔效果及其资源合理利用探讨. *中国水产科学*, 2004, 11(6): 554~560.
- [11] 水柏年. 黄海南部、东海北部小黄鱼的年龄与生长研究. *浙江海洋学院学报*, 2003, 22(1): 17~20.
- [12] 曾玲, 金显仕, 张波, 等. 渤海小黄鱼生殖力及其变化. *海洋科学*, 2005, 29(5): 80~83.
- [13] 薛莹, 金显仕, 等. 黄海中部小黄鱼摄食习性的体长变化与昼夜变化. *中国水产科学*, 2004, 11(5): 220~225.
- [14] 薛莹, 金显仕, 等. 黄海中部小黄鱼的食物组成和摄食习性的季节变化. *中国水产科学*, 2004, 11(3): 237~243.
- [15] 薛莹, 金显仕, 张波, 等. 南黄海三种石首鱼类的食性. *水产学报*, 2006, 29(2): 178~187.
- [16] 林龙山. 长江口近海小黄鱼食性及营养级分析. *海洋渔业*, 2007, 29(1): 44~48.
- [17] 金显仕. 黄海小黄鱼生态和种群动态的研究. *中国水产科学*, 1996, 3(1): 32~46.
- [18] 林龙山, 程家骅, 凌建忠, 等. 东海区主要经济鱼类开捕规格的初步研究. *中国水产科学*, 2006, 13(2): 250~256.
- [19] 林龙山, 程家骅. 东海区小黄鱼渔业生物学现状的分析研究. *青岛海洋大学学报*, 2004, 34(4): 565~570.
- [20] 郭旭鹏, 金显仕, 戴芳群. 渤海小黄鱼生长特征的变化. *中国水产科学*, 2006, 13(2): 243~249.
- [21] GB/T 12763.2-1991. 海洋调查规范——海洋生物调查. 北京: 中国标准出版社, 1991.
- [22] 赵传纲, 张仁斋. 中国近海鱼卵仔鱼. 上海: 上海科学技术出版社, 1983. 96~98.
- [23] 丁峰元, 程家骅. 东、黄海水团动态与夏季休渔效果间的关系. *生态学报*, 2007, 27(6): 2242~2248.
- [24] 程家骅, 丁峰元, 李圣法, 等. 东海区大型水母数量分布特征及其与温盐度的关系. *生态学报*, 2005, 25(3): 440~445.
- [25] 陈大刚. *渔业资源生物学*. 北京: 中国农业出版社, 1997.