

DOI: 10.19663/j.issn2095-9869.20190623001

http://www.yykxjz.cn/

胡芷君, 单秀娟, 杨涛, 丁琪. 渤海伏季休渔效果初步评价. 渔业科学进展, 2020, 41(5): 13–21

Hu ZJ, Shan XJ, Yang T, Ding Q. Preliminary evaluation of summer fishing moratorium in the Bohai Sea. Progress in Fishery Sciences, 2020, 41(5): 13–21

## 渤海伏季休渔效果初步评价\*

胡芷君<sup>1,3</sup> 单秀娟<sup>2,3①</sup> 杨涛<sup>2,3</sup> 丁琪<sup>2,3</sup>

(1. 上海海洋大学海洋科学学院 上海 201306; 2. 青岛海洋科学与技术试点国家实验室海洋渔业科学与食物产出过程功能实验室 青岛 266071; 3. 中国水产科学研究院黄海水产研究所 农业农村部海洋渔业可持续发展重点实验室 山东省渔业资源与生态环境重点实验室 青岛 266071)

**摘要** 本研究基于渔业统计和资源调查数据, 比较分析了我国实施伏季休渔制度 20 多年来对渤海渔业资源的影响。结果显示, 1995 年实施伏季休渔制度以后, 渤海捕捞产量和捕捞效率在短期内大幅增加, 特别是小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)、蓝点马鲛(*Scomberomorus niphonius*)的捕捞产量分别增加了 3.96 倍和 1.74 倍, 占渤海总捕捞产量的比重有所提高。1999 年以后, 捕捞产量逐年下降, 并于 2008 年趋于稳定。资源调查结果显示, 在 1998~2014 年渤海渔业资源量急剧下降之后, 近年来有资源量增加迹象, 鳀(*Engraulis japonicus*)、银鲳(*Pampus argenteus*)和三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)等经济种类的资源量在 2014~2015 年有所提高, 但总体低于 1992 年同期水平。休渔期内, 渤海主要渔业种类得到了生长繁殖的时间和空间, 资源量增加了 3 倍以上, 渔业生物平均体长和体重增加, 但长期以来资源小型化和低质化趋势未见好转。

**关键词** 渤海; 伏季休渔; 渔业资源; 养护

**中图分类号** S931 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2020)05-0002-09

渤海具有丰富的陆源性营养物质补充, 为海洋生物提供了充足的饵料生物、适宜的水动力条件和栖息环境, 是中国明对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)、小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)、带鱼(*Trichiurus haumela*)等重要经济种类的产卵场、索饵场和育幼场, 被称为我国的“战略粮仓”。20 世纪 50 年代以来, 由于受到人类活动和环境变化的影响, 渤海渔业资源严重衰退, 渔业生物群落结构和生态环境遭到破坏, 严重阻碍了渔业资源的可持续发展(单秀娟等, 2012; 李忠义

等, 2017; 吴强等, 2018)。为遏制近海渔业资源继续恶化, 我国实施了一系列渔业资源养护和管理措施, 其中, 伏季休渔制度是影响范围最广、程度最深、涉及渔船渔民数量最多的管理政策。1995 年开始, 我国相继在东海和黄渤海实施伏季休渔制度。为了更好地保护产卵群体和幼鱼等渔业资源, 2017 年伏季休渔时限调整为 4~4.5 个月, 每年 5 月 1 日~9 月 1 日期间在渤海禁止除钓具外的其他渔具类型作业。

1995 年至今, 我国实施伏季休渔制度已有 20 多

\* 国家重点研发计划(2017YFE0104400)、山东省泰山学者专项基金项目 and 青岛海洋科学与技术试点国家实验室鳌山人才培养计划项目(2017ASTCP-ES07)共同资助 [This work was supported by National Key Research Program of China (2017YFE0104400), Special Funds for Taishan Scholar Project of Shandong Province, and Aoshan Talents Cultivation Program Supported by Pilot National Laboratory for Marine Science and Technology (Qingdao) (2017ASTCP-ES07)].

胡芷君, E-mail: h\_zj2019@163.com

① 通讯作者: 单秀娟, 研究员, E-mail: shanxj@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2019-06-23, 收修改稿日期: 2019-07-29

年,其在缓解捕捞对渔业资源带来的巨大压力和资源养护方面具体发挥了多大作用?对渔业资源的可持续补充贡献如何?这些都是评估伏季休渔制度的关键问题。有关休渔(禁渔)效果评价的研究在我国南海、东海、长江、珠江以及国外的地中海、北海中部和苏格兰西海岸水域等均有报道(卢昌彩等,2015;邹建伟等,2016;段辛斌等,2008;高原等,2017;Clarke *et al.*, 2015; Samy-Kamal *et al.*, 2015)。研究方法可分为2种:理论模型方法和统计分析方法。多数研究结果显示,伏季休渔和春季禁渔在保护产卵群体和补充群体以及提高社会经济效益等方面都起到一定的积极作用,但仍需进一步对伏季休渔制度加以完善(Demestre *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2016; 严利平等, 2019)。目前,关于渤海伏季休渔制度的实施效果评价尚未见报道。本研究利用渤海渔业资源调查数据,结合《中国渔业统计年鉴》,分析了伏季休渔制度实施以来渤海渔业资源的动态变化,以及伏季休渔对渤海捕捞产量、资源量、渔获种类组成及其生物学特征等方面的影响,旨在进一步完善伏季休渔制度,为渤海渔业资源的可持续发展提供参考资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据来源和分析

渔业统计资料来源于《中国渔业统计年鉴》(1979~2018年),包括渤海捕捞产量、渤海沿岸三省一市(辽宁省、河北省、山东省和天津市)捕捞产量及其在渤海的捕捞产量、三省一市的各渔获种类捕捞产量和海洋渔业机动渔船功率资料。采用海洋渔业机动渔船功率作为捕捞努力量,捕捞效率为捕捞量与捕捞努力量的比值。根据三省一市在渤海的捕捞产量与其总捕捞产量的比值,利用三省一市各渔获种类的捕捞产量换算出其在渤海的捕捞产量。

渔业资源调查数据,包括1992年10月,1993年5月,1998年5、8和10月,2004年5、10月,2010年5、8月,2014年8、10月和2015年5月。调查网具网口高度约为6 m,网口宽度为22.6 m,网口周长为1740目,网目为63 mm,网囊网目为20 mm,每个站点拖曳1 h,平均拖速约3.0 kn。每次拖网结束后,记录渔获种类、单位时间渔获量(kg/h)和渔获尾数(ind/h),测量主要经济种类的长度和体重等基础生物学信息,估算渤海渔业资源量。

伏季休渔制度的实施效果评价,一方面,将伏季休渔制度实施前(1979~1994年)和伏季休渔制度实施后(1995~2017年)2个时段的渤海捕捞产量和渔获种

类进行对比分析。另一方面,利用1992~2015年渤海季度渔业资源量、主要渔业种类资源量及其生物学资料,分析伏季休渔制度实施前后和休渔期间渤海资源量及其主要渔业种类的资源变动情况,以此评价渤海伏季休渔制度的实施效果。

### 1.2 资源量估计

以扫海面积法估计渤海资源量,通过计算单位面积内的资源量,分别估计整个调查海域的总资源量和单种资源量,计算公式如下:

$$B = \frac{C}{aq} A$$

式中, $B$ 为总资源量或某一物种资源量(kg); $C$ 为单位时间取样面积内的平均渔获量或某一物种平均渔获量(kg/h); $a$ 为单位时间内拖网扫过的面积( $\text{km}^2$ ),取 $0.1256 \text{ km}^2$ ;  $q$ 为网具对某一种类的可捕系数,取值参照金显仕等(1998); $A$ 为渤海总面积,约为 $77000 \text{ km}^2$ 。

## 2 结果

### 2.1 渤海捕捞产量变化

1979年以来,渤海捕捞产量、捕捞努力量和捕捞效率变化见图1。伏季休渔制度实施前(1979~1994年),捕捞努力量处于快速增长期,捕捞产量随捕捞努力量增大,由38.06万t增至106.83万t,增长率为4.3万t/年。而捕捞效率在此期间逐年下降,降幅达36.33%,1990年开始快速增加。1995年伏季休渔实施后,捕捞产量增长加快,1995~1999年平均增长率为9.98万t/年。1999年

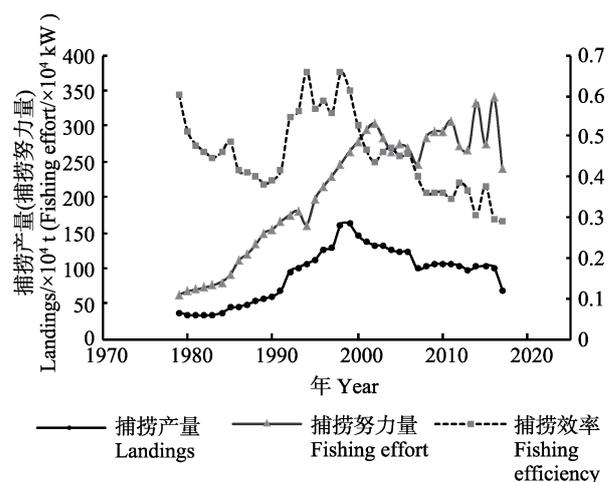


图1 1979~2017年渤海捕捞产量、捕捞努力量及捕捞效率变化

Fig.1 Landings, fishing effort and fishing efficiency in the Bohai Sea during 1979~2017

获得最大捕捞产量, 为162.45万t。捕捞效率也取得较大值(0.66 t/kW), 为1995年的1.15倍。此后, 捕捞产量持续下降, 并在2008年后基本稳定在100万t, 但2017年突然下降至69.8万t。在此期间, 捕捞努力量持续加大, 2002年突破300万kW, 近年来处于波动状态, 波动范围在239~340万kW之间, 年平均功率为286万kW。捕捞效率在1999年以后持续下降, 最低值为2017年的0.29 t/kW。

### 2.2 主要渔业种类捕捞产量变化

伏季休渔制度实施以来, 渤海各种主要渔业种类的捕捞产量有不同程度的增长, 其中小黄鱼和蓝点马鲛(*Scomberomorus niphonius*)等捕捞产量比重增加(图2, 图3)。1995~2007年渤海小黄鱼的捕捞产量范围为1.08~5.48万t, 平均捕捞产量为3.34万t, 比1983~1994年

伏季休渔制度实施前增加了3.96倍, 其在渤海总捕捞产量中所占比重由0.97%增加到2.60%, 2008年以后其捕捞产量基本稳定在6.5万t。带鱼、蓝点马鲛和海鳗(*Muraenesox cinereus*)等在伏季休渔制度实施前后的相同时间间隔内(12年), 捕捞产量分别增加了0.89、1.74和7.18倍, 其捕捞产量比重除带鱼外均有所增加, 2008年以后捕捞产量平均值分别为2.6、6.8和0.44万t。1995年后, 甲壳类捕捞产量总体呈下降趋势, 虽然在1996~2000年短期内有所增加(增长率为36.25%), 但2001年以后持续下降, 2017年捕捞产量仅为2000年的37.86%。20世纪90年代以来, 鳀(*Engraulis japonicus*)捕捞产量快速增加, 2003年达到最大值(22.01万t), 伏季休渔制度实施后其捕捞产量比重显著增加, 且高于小黄鱼、带鱼和蓝点马鲛所占比重的总和。

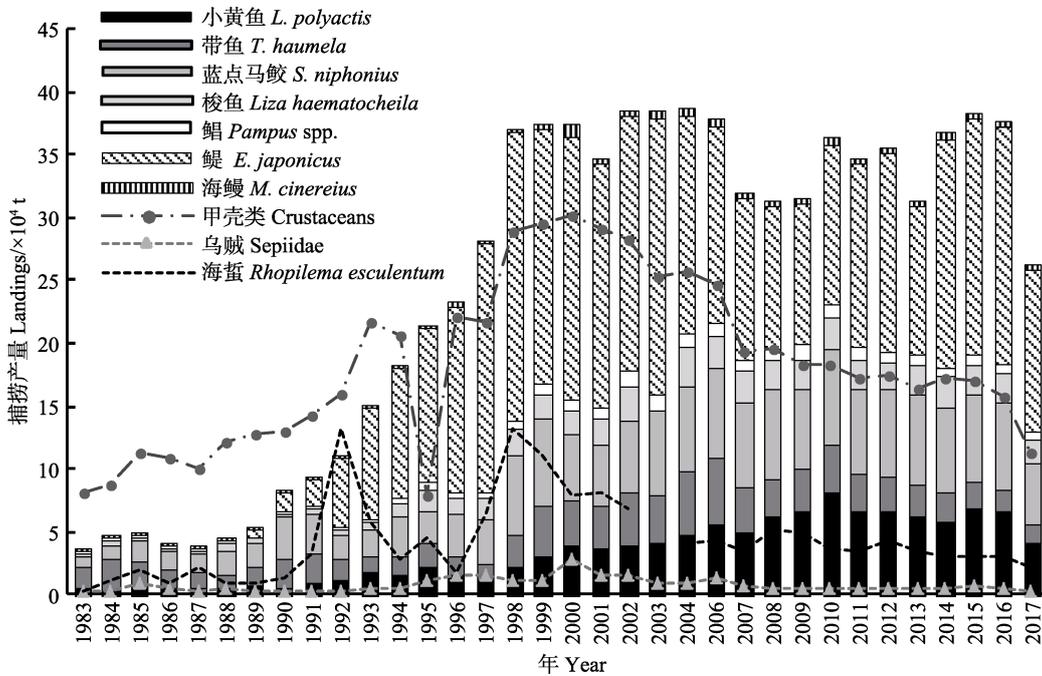


图 2 1983~2017 年渤海主要渔业种类捕捞产量变化  
Fig.2 Landings of major fishery species in the Bohai Sea during 1983~2017

### 2.3 资源量年间和季节变动

从伏季休渔制度实施后的渔业资源来看, 季度资源量有较大波动(图 4)。1998~2010 年春季(5 月)资源量呈持续下降趋势, 下降幅度为 74.6%。与 1998 年同期相比, 2010、2014 年夏季(8 月)资源量分别增加了 561%和 11.9%, 2004、2014 年秋季(10 月)资源量分别减少了 90.5%和 63.4%。总体看来, 1998~2014 年平均季度资源量为 1.51 万 t, 最低为 2004 年的 0.31 万 t, 2010 年达

到最大值 2.88 万 t, 渤海渔业资源量急剧下降之后有所回升。对比春季(休渔前)、夏季(休渔期间)和秋季(休渔结束)的渔业资源量, 1998 年渔业资源量由春季的 0.83 万 t 逐渐增加为夏季的 0.84 万 t, 秋季资源量达 3.5 万 t, 增幅为 321.7%。而 2004 年总体资源量较低, 秋季资源量达到最大值, 仅为 0.33 万 t, 休渔前后资源量变化不大。2010~2014 年资源量有所回升, 平均资源量分别为 2.88 和 1.11 万 t, 2010 年夏季资源量出现最高峰 5.56 万 t, 2014 年在秋季资源量最高 1.28 万 t, 资源量增长明显。

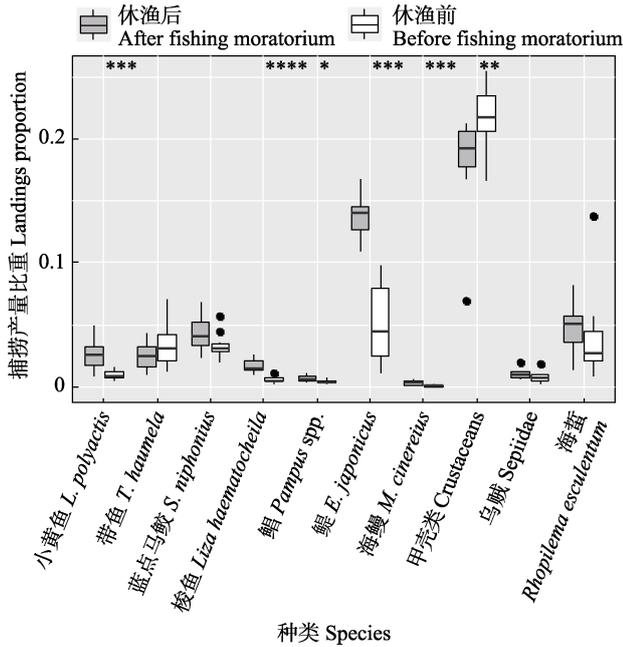


图3 伏季休渔制度实施前后主要渔业种类捕捞产量比重变化

Fig.3 Changes of major fishery species in the proportion of landings before and after the implementation of summer fishing moratorium

鳀的对比范围为伏季休渔制度实施前后6年, 其他种类为伏季休渔制度实施前后12年

The comparison for anchovy (*E. japonicus*) was between 6 years before and after the summer fishing moratorium, the other species was between 12 years before and after the summer fishing moratorium

\*:  $P < 0.5$ ; \*\*:  $P < 0.01$ , \*\*\*:  $P < 0.001$ , \*\*\*\*:  $P < 0.0001$

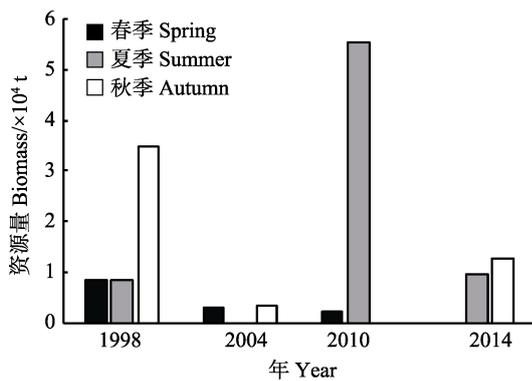


图4 1998~2014年渤海各季度资源量变化  
Fig.4 Seasonal changes of the biomass in the Bohai Sea during 1998~2014

#### 2.4 主要渔业种类资源量变动

1992~2015年渤海资源调查结果显示, 银鲳(*Pampus argenteus*)和口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)在2015年春季资源量超过1993年同期, 多数种类有资源

量增加迹象(图5)。银鲳春季资源量先减少后增加、且幅度较大, 1993年为473 t, 随后, 从2004年的337 t下降为2010年89 t, 2015年增长到2205 t, 为1993年的4.6倍。此外, 黄鲫(*Setipinna tenuifilis*)、斑鲈(*Konosirus punctatus*)、赤鼻棱鳀(*Thrissa kammalensis*)和口虾蛄春季资源量也有相似的变化趋势, 在1993~2010年呈下降趋势, 2015年有所增长, 分别为其1993年春季资源量的12.77%、29.2%、26.59%和174.64%。三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)在2004~2015年间春季资源量持续增加, 涨幅为157.59%, 而鳀和枪乌贼(*Loligo spp.*)春季资源量在1993~2015年间持续下降, 降幅分别为99.15%和98.25%。

伏季休渔制度实施后, 主要经济种类小黄鱼的秋季资源量仍呈下降趋势, 由1992年的4619 t下降为2004年的320 t, 降幅为93%, 2014年继续下降到179 t, 仅为1992年的3.87%。黄鲫和斑鲈资源量变化趋势与小黄鱼相同, 1992~2014年秋季资源量分别下降了78.95%和99.5%。银鲳和青鳞小沙丁鱼(*Sardinella zunasi*)的秋季资源量呈现先增加后下降的趋势, 1992年资源量分别为1920 t和1417 t, 2004年增加了16.6%和220.5%, 2014年银鲳秋季资源量急剧下降为2004年的17.78%, 青鳞小沙丁鱼则略微下降为2004年的74.58%。与总资源量变化趋势相同, 鳀、枪乌贼、三疣梭子蟹和口虾蛄秋季资源量呈急剧下降后上升的趋势, 1992~2004年降幅分别为88.44%、99.23%、96.05%和98.72%, 2014年增幅分别为1992年的16.72%、9.34%、18.15%和35.82%, 口虾蛄恢复速度相对较快。

从资源量季节变化来看, 主要渔业种类的资源量均有所增加。其中, 斑鲈和三疣梭子蟹增幅较大, 2004年秋季资源量分别为其春季的12.28和55.56倍。黄鲫和银鲳的涨幅分别为495.5%和564.7%。但伏季休渔结束后的高强度捕捞, 使大多数渔业种类资源量严重下降。其中, 鳀下降最为严重, 2015年5月资源量仅为2014年10月的3.3%, 黄鲫、枪乌贼和口虾蛄资源量分别下降到上年秋季的11.1%、7.75%和24.6%。然而, 银鲳和三疣梭子蟹在遭受捕捞期间资源量上升, 2015年5月的资源量分别为2014年10月的2.5和1.5倍。

#### 2.5 主要渔业种类生物学特征变化

对比分析休渔期间渔业生物的体长和体重变化(图6), 2014年带鱼和黄鲫平均体长分别从8月(休渔期内)的64.16和89.49 mm增加到10月(休渔结束的)111.08和107.59 mm, 涨幅分别为73.13%和20.23%,

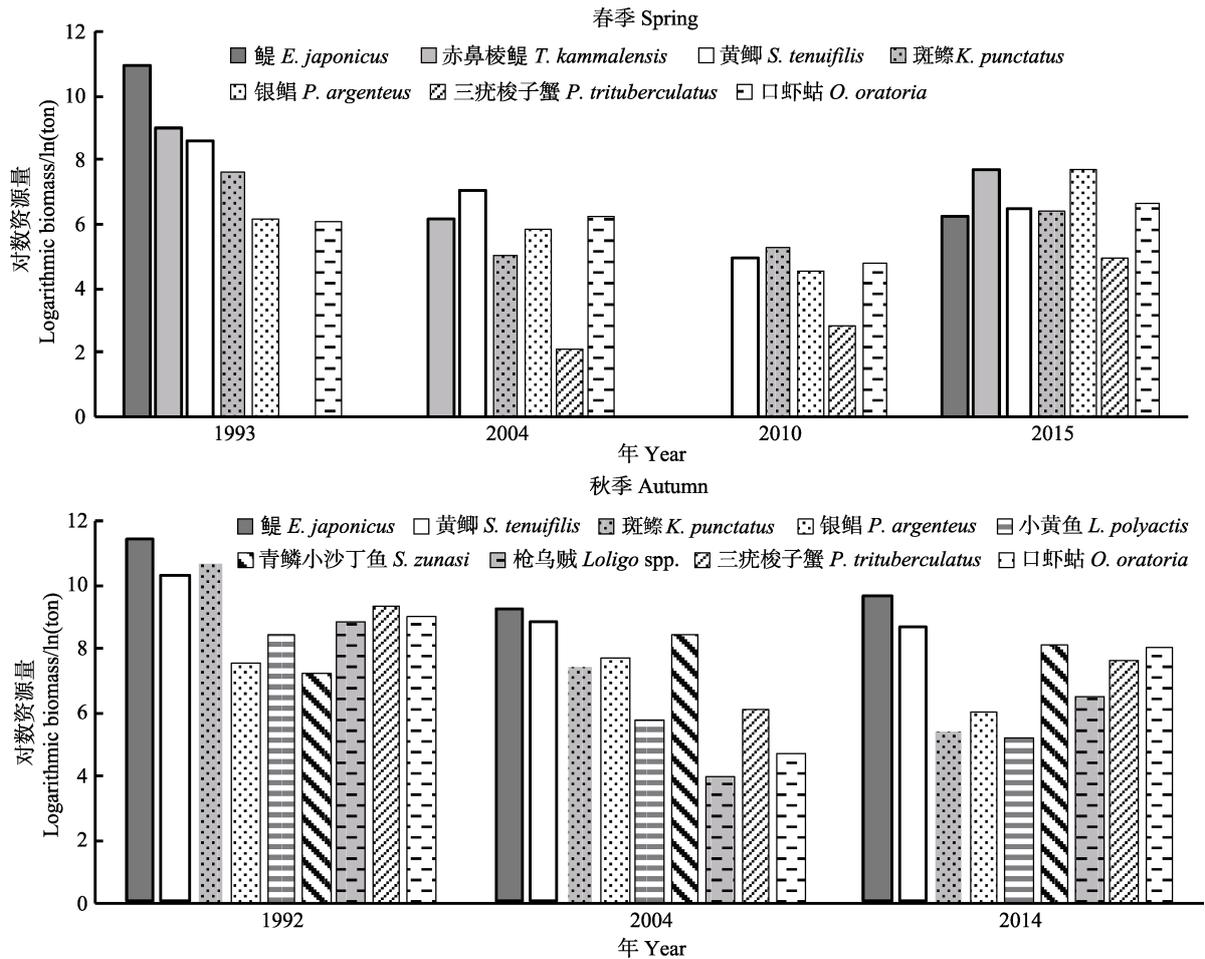


图 5 1992~2015 年春季和秋季渤海主要渔业种类资源量对数转换后的变化

Fig.5 Changes of the biomass after logarithmic conversion of the major fishery species in the Bohai Sea in spring and summer during 1992~2015

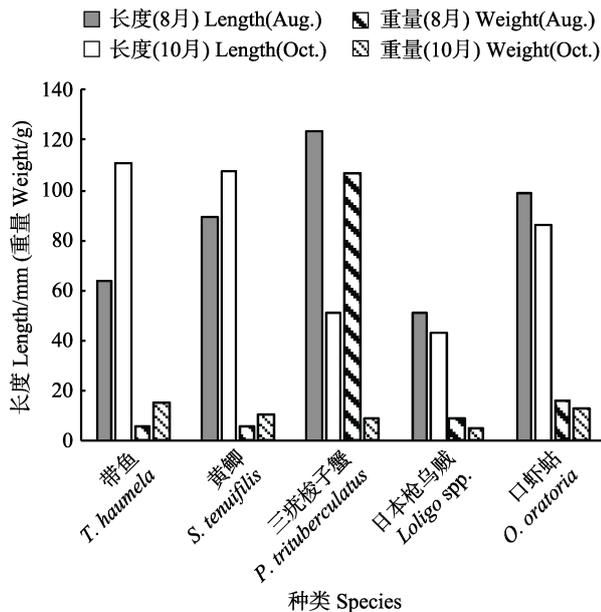


图 6 2014 年渤海主要渔业种类的平均体长和重量变化

Fig.6 Changes of the average length and weight of the major fishery species in the Bohai Sea in 2014

平均体重增幅分别为 195.74%和 87.03%。但三疣梭子蟹、口虾蛄和日本枪乌贼在此期间平均长度和重量下降,平均长度分别下降 58.7%、12.3%和 15.6%,平均体重分别下降 92.5%、18.96%和 45.58%。

### 3 讨论

#### 3.1 生态效益

春、夏季是我国近海多数渔业种类的繁殖期,如小黄鱼每年 4 月进入渤海,5 月进入产卵高峰期,此时,约 80%个体处于性成熟阶段(李显森, 2008),伏季休渔在春夏季为渔业生物提供了生长繁殖的时间和空间,有利于渔业资源休养生息。自 1995 年实施伏季休渔制度以来,渤海捕捞产量和捕捞效率均有所提高。小黄鱼、蓝点马鲛、海鳗等经济种类捕捞产量及其比重增长幅度较大,其中,鳀的增长幅度高于其他种类,可能与其开发利用时间较晚,种群适应能力较强等有关(王玉衡, 2011)。在高强度的捕捞努力量和

其他因素作用下,渤海渔业资源逐渐衰退,1959年以来,其季度平均相对资源密度由193.4 kg/(网·h)下降到1982~1983年的87.8 kg/(网·h),1992~1993年平均资源量为74.8 kg/(网·h)(金显仕,2001)。在伏季休渔制度下,渤海季度平均资源量在2004年开始缓慢回升。伏季休渔在一定时间内限制捕捞努力量,减弱了捕捞对种群结构和生态环境的破坏,有利于渔业资源生物量的增加。

伏季休渔制度下,渤海多种经济种类资源量有所回升。相对于2010年春季,2015年黄鲫、斑鲈、银鲳等种类资源量有所增加,其繁殖期多在5~8月,资源量的增加说明产卵群体数量增加。同时,伏季休渔也为幼鱼群体生长提供有利条件,提高了补充群体的存活率,从而促进渔业资源量增加。在东海,休渔也有效促进了亲体和补充群体的增加(严利平等,2019)。此外,由于伏季休渔减弱了各类渔具特别是底拖网对海洋生物栖息环境的破坏,口虾蛄、三疣梭子蟹在2015年春季和秋季的资源量均高于2004年同期,与吴强等(2018)对渤海甲壳类群落调查的研究结果基本一致。此外,口虾蛄在近几年成为渤海资源优势种,可能与其捕食者减少和栖息环境条件适宜有关(吴强等,2018),三疣梭子蟹等资源量增加与增殖放流和底栖生物食性种类数量减少也有一定关系(许思思,2011)。休渔期间,渔业种类生长增重明显。2014年8~10月,带鱼平均肛长和体重分别增加了46.92 mm和9.68 g,伏季休渔短期内有效改善了资源群体结构组成和渔获质量。但甲壳类和日本枪乌贼长度和体重均下降,可能与捕捞作用和幼鱼比例增加有关(刘修泽等,2014)。与1993年相比,渤海渔业资源量仍处于较低水平,渔获种类组成变化较大,主要经济种类的资源量、平均体长和体重仍呈下降趋势。1959年,渤海渔获物小黄鱼和带鱼占绝对优势,二者资源量之和占总资源量的85.1%,小黄鱼平均体长为205.8 mm;20世纪80年代开始,鳀和黄鲫所占比重大幅度上升,占总资源量的56.7%,小黄鱼平均体长下降为143.31 mm (Jin, 2004; 郭旭鹏等,2006)。本研究发现,无论是春季还是秋季,1992~1993年均以鳀为主,2004年黄鲫和鳀分别在春季和秋季资源量最高,2015年鳀、赤鼻棱鳀和黄鲫都处于较高的资源量水平。近年来,渤海渔获物以鳀、黄鲫和矛尾虾虎鱼等小型鱼类为主,并在渤海食物网中发挥重要作用(李忠义等,2018),渤海生态系统仍然存在食物链缩短、渔业生物小型化和低质化等问题。捕捞对渔业生物个体大小的选择性可能导致其生物学特征发生适应性演变,在缺少反向选择压力的情况下,生物学特征的恢复所需时间要远超其生物量

(Neubauer *et al.*, 2013; Enberg *et al.*, 2009)。

### 3.2 经济效益

伏季休渔制度作为国内外具有较大影响力的渔业管理制度,其最直观的经济效益是伏季休渔制度下捕捞产量增加带来的经济收益。虽然,伏季休渔制度实施后捕捞作业时间缩短,但捕捞产量和经济收益仍高于实施前。以山东省为例,在20世纪末,渔民年人均收入开始快速增长,渔民生活有了明显改善和提高(图7;中国渔业统计年鉴,1986~2018年)。同时,实施伏季休渔制度后捕捞效率大幅提高,缩短捕捞作业时间有利于降低捕捞成本和渔需物资消耗。一对300 kW拖网渔船,每小时耗油量为0.56 kg/kw,柴油价格为0.24万元/t,休渔3个月仅燃油费用至少节省60万元(徐皓等,2009)。休渔期内,渔业资源得到休养生息,个体增重明显,经济种类比例增多,渔获物质量和价值的提高也促进了渔民增收。

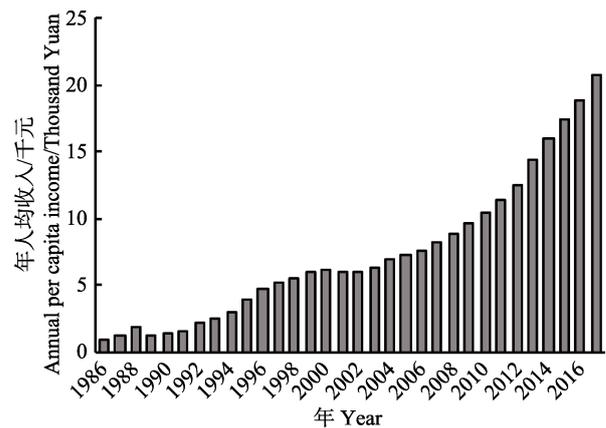


图7 1986~2016年山东省渔民年人均收入情况  
Fig.7 Annual per capita income of fishermen in Shandong Province during 1986~2016

1995年我国开始在渤海实施伏季休渔制度,同时开展了一系列增殖放流活动,进一步提高了渔业生产效益。2005年山东省发布了《山东省渔业资源修复行动规划》,每年6~7月在渤海沿海进行大规模增殖放流活动,增殖放流投入逐年增加,放流品种包括褐牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)、许氏平鲉(*Sebastes schlegeli*)、梭鱼(*Liza haematocheila*)、半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis*)、中国明对虾、三疣梭子蟹和海蜇(*Rhopilema esculentum*)等10余种。伏季休渔期间禁止从事捕捞活动,提高了增殖苗种的成活率。据统计,2008年仅山东省秋汛回捕增值资源达21.94万t,产值54.01亿元(张秀梅等,2009)。伏季休渔制度和增殖放流的联合在养护资源的同时,促进了渔业增效、渔民增收。

### 3.3 社会效益

渤海实施伏季休渔制度20多年来,捕捞作业结构得到一定改善,由于休渔主要禁止拖网、帆张网等捕捞网具作业,促进了部分渔民和生产单位转变作业类型。以山东省为例,20世纪90年代开始拖网捕捞产量的比例逐渐下降,刺网和钓具类有所增加,捕捞作业结构的完善也促进了更多有潜力的渔业资源得到合理利用(图8;中国渔业统计年鉴,1980~2017年)。此外,通过广泛的宣传和实践,社会各界对伏季休渔的关注程度逐年提高,广大渔民和基层生产单位对渔业资源和生态环境的保护意识逐渐增强,对伏季休渔工作的认识和重视程度也逐渐提高。2017年,渔民对进一步延长伏季休渔时间的新规定支持率达到84%,从“要我休渔”到“我要休渔”,渔民对伏季休渔态度逐渐转变(农业部,2017)。渔民利用休渔时间进行修补网具,参加各种法规宣传、安全教育和新的职业技能培训等,有利于提高渔民的法制观念、科学文化素质、生活质量和渔船生产安全性等。如今更多渔民自觉遵守伏季休渔管理规定,配合休渔执法检查,主动举报违法违规作业渔船,加上严厉的涉海违法打击力度,伏季休渔制度的实施得到有力保障,同时,也有利于渔民退出沿海捕捞业,践行我国的减船减产政策。

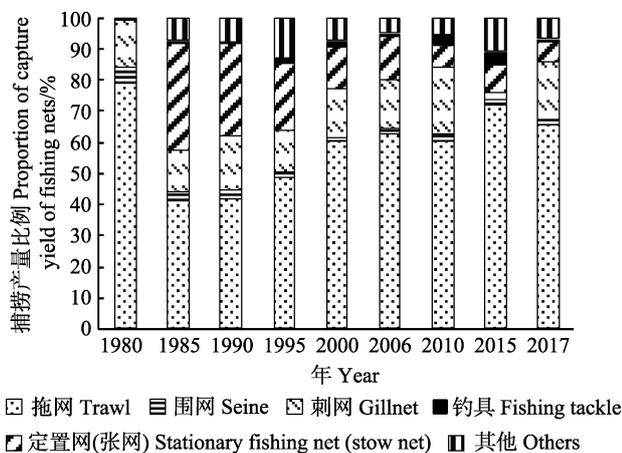


图8 1980~2017年山东省各捕捞网具的产量比例变化  
Fig.8 Changes of the landings proportion of fishing nets in Shandong Province during 1980~2017

### 3.4 存在的问题及对策建议

伏季休渔制度的实施带来捕捞产量的增加和部分渔业种类资源量的回升,但从2000年起,渤海捕捞效率逐年下降,主要渔获种类向个体小、价值低的种类转变的趋势并未扭转。黄鲫、枪乌贼和口虾蛄等

面对开捕后的强大捕捞力量冲击,仅有平均14%能成为剩余群体进入第二年繁殖。目前,伏季休渔效果只是当年见效、当年利用的短期效应,短时间内增加的资源量,短时间内又被捕捞消耗,无法遏制资源衰退。此外,污染、涉海工程等也导致伏季休渔对渔业资源的养护作用减弱。为确保伏季休渔制度的实施效果,建议:建立和完善伏季休渔效果评价机制;形成一套科学合理、完备的、全程监控的资源养护和管理体系,同时,制定相应的扶持政策;适当降低开捕后的捕捞强度,以月为单位限制可捕量,避免短期捕捞压力过大导致的渔业资源崩溃;鼓励发展休闲渔业,以旅游、观光等进一步增加渔民经济收益。

### 参 考 文 献

- Clarke J, Bailey DM, Wright PJ. Evaluating the effectiveness of a seasonal spawning area closure. *ICES Journal of Marine Science*, 2015, 72(9): 2627–2637
- Demestre M, Juan SD, Sartor P, *et al.* Seasonal closures as a measure of trawling effort control in two-Mediterranean trawling grounds: Effects on epibenthic communities. *Marine Pollution Bulletin*, 2008, 56(10): 1765–1773
- Duan XB, Liu SP, Xiong F, *et al.* Analysis of fishing structure and biodiversity in the upper mainstream of the Yangtze River before and after three years' spring fishing off. *Resources and Environment in the Yangtze Basic*, 2008, 17(6): 878–885 [段辛斌, 刘绍平, 熊飞, 等. 长江上游干流春季禁渔前后三年渔获物结构和生物多样性分析. *长江流域资源与环境*, 2008, 17(6): 878–885]
- Enberg K, Christian J, Dunlop ES, *et al.* Implications of fisheries-induced evolution for stock rebuilding and recovery. *Evolutionary Applications*, 2009, 2(3): 394–414
- Gao Y, Lai ZN, Yang WN, *et al.* Changes of zooplankton community before and after the spring closed season in the Pearl River in 2014–2015. *Ecology and Environmental Sciences*, 2017, 26(9): 1562–1569 [高原, 赖子尼, 杨婉玲, 等. 2014–2015年珠江春季禁渔前后浮游动物群落变化. *生态环境学报*, 2017, 26(9): 1562–1569]
- Guo XP, Jin XS, Dai FQ. Growth variations of small yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) in the Bohai Sea. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2006, 13(2): 243–249 [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]
- Jin XS, Tang QS. The structure, distribution and variation of the fishery resources in the Bohai Sea. *Journal of Fishery Sciences of China*, 1998, 5(3): 18–24 [金显仕, 唐启升. 渤海渔业资源结构、数量分布及其变化. *中国水产科学*, 1998, 5(3): 18–24]
- Jin XS. Long-term changes in fish community structure in the Bohai Sea, China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2004, 59(1): 163–171

- Li ZY, Wu Q, Shan XJ, *et al.* Interannual variations in fish community structure in the Bohai Sea. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2017, 24(2): 403–413 [李忠义, 吴强, 单秀娟, 等. 渤海鱼类群落结构的年际变化. *中国水产科学*, 2017, 24(2): 403–413]
- Li ZY, Wu Q, Shan XJ, *et al.* Keystone species of fish community structure in the Bohai Sea. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2018, 25(2): 229–236 [李忠义, 吴强, 单秀娟, 等. 渤海鱼类群落结构关键种. *中国水产科学*, 2018, 25(2): 229–236]
- Lu CC, Zhao JH. The review and prospect on fish moratorium policy in the East China Sea. *Fishery Information and Strategy*, 2015, 30(3): 168–174 [卢昌彩, 赵景辉. 东海伏季休渔制度回顾与展望. *渔业信息与战略*, 2015, 30(3): 168–174]
- Liu XZ, Guo D, Wang AY, *et al.* The resource characteristics and their variation of *Oratosquilla oratoria* in Liaodong Bay. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2014, 38(3): 602–608 [刘修泽, 郭栋, 王爱勇, 等. 辽东湾海域口虾蛄的资源特征及变化. *水生生物学报*, 2014, 38(3): 602–608]
- Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. *China fishery statistics yearbook*. Beijing: China Agricultural Press, 1979–2018 [中华人民共和国农业农村部渔业渔政管理局. *中国渔业统计年鉴*. 北京: 中国农业出版社, 1979–2018]
- Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. "Strict" word in the head of fisheries law enforcement and supervision work has achieved remarkable results. 2017-12-26 [中华人民共和国农业农村部. "严"字当头 渔业执法监管工作成效显著. 2017-12-26] [http://www.moa.gov.cn/xw/zwdt/201712/t20171227\\_6130840.htm](http://www.moa.gov.cn/xw/zwdt/201712/t20171227_6130840.htm)
- Neubauer P, Jensen OP, Hutchings JA, *et al.* Resilience and recovery of overexploited marine populations. *Science*, 2013, 340(6130): 347–349
- Samy-Kamal M, Forcada A, Lizaso JLS. Effects of seasonal closures in a multi-specific fisher. *Fisheries Research*, 2015, 172: 303–317
- Shan XJ, Jin XS, Li ZY, *et al.* Fish community structure and stock dynamics of main releasing fish species in the Bohai Sea. *Progress in Fishery Sciences*, 2012, 33(6): 1–9 [单秀娟, 金显仕, 李忠义, 等. 渤海鱼类群落结构及其主要增殖放流鱼类的资源量变化. *渔业科学进展*, 2012, 33(6): 1–9]
- Wang YH. Influence of physical environment to anchovy population dynamics in the Yellow Sea. Doctoral Dissertation of Ocean University of China, 2011 [王玉衡. 黄海物理环境对鲐鱼种群动态的影响. 中国海洋大学博士研究生学位论文, 2011]
- Wu Q, Li ZY, Wang J, *et al.* Inter-annual variation in the community structure of crustaceans in the Bohai Sea during summer. *Progress in Fishery Sciences*, 2018, 39(2): 16–23 [吴强, 李忠义, 王俊, 等. 渤海夏季甲壳类群落结构的年际变化. *渔业科学进展*, 2018, 39(2): 16–23]
- Xu H, Zhang ZL, Zhao P. Investigation and analysis of energy consumption of fishing vessels in China. *China Fishery*, 2009(9): 5–7 [徐皓, 张祝利, 赵平. 我国渔船耗能调查与分析. *中国水产*, 2009(9): 5–7]
- Xu SS. Decline mechanisms of fishery resources in the Bohai Sea under anthropogenic activities. Doctoral Dissertation of Chinese Academy of Sciences, Institute of Oceanology, 2011 [许思思. 人为影响下渤海渔业资源的衰退机制. 中国科学院研究生院(海洋研究所)博士研究生学位论文, 2011]
- Yan LP, Liu ZL, Jin Y, *et al.* Effects of prolonging the trawl net summer fishing moratorium period in the East China Sea on the conservation of fishery resources. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2019, 26(1): 118–123 [严利平, 刘尊雷, 金艳, 等. 延长拖网伏季休渔期的渔业资源养护效应. *中国水产科学*, 2019, 26(1): 118–123]
- Zhang CL, Chen Y, Ren YP. The efficacy of fisheries closure in rebuilding depleted stocks: Lessons from size-spectrum modeling. *Ecological Modelling*, 2016, 332: 59–66
- Zhang XM, Wang XJ, Tu Z, *et al.* Current status and prospect of fisheries resource enhancement in Shandong Province. *Chinese Fisheries Economics*, 2009, 27(2): 51–58 [张秀梅, 王熙杰, 涂忠, 等. 山东省渔业资源增殖放流现状与展望. *中国渔业经济*, 2009, 27(2): 51–58]
- Zou JW, Huang JX, Wang QZ. Assessment on achievements of summer fishing moratorium in coastal fishing grounds in northern Beibu Gulf, 2015. *Fishery Information and Strategy*, 2016, 43(6): 318–323 [邹建伟, 黄俊秀, 王强哲. 北部湾北部沿岸渔场 2015 年伏季休渔效果评价. *渔业信息与战略*, 2016, 43(6): 318–323]

(编辑 马瑾艳)

## Preliminary Evaluation of Summer Fishing Moratorium in the Bohai Sea

HU Zhijun<sup>1,3</sup>, SHAN Xiujuan<sup>2,3</sup><sup>①</sup>, YANG Tao<sup>2,3</sup>, DING Qi<sup>2,3</sup>

(1. College of Marine Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306; 2. Laboratory for Marine Fisheries Science and Food Production Processes, Pilot National Laboratory for Marine Science and Technology (Qingdao), Qingdao 266071; 3. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture and Rural Affairs; Shandong Provincial Key Laboratory of Fishery Resources and Eco-Environment, Shandong Qingdao 266071)

**Abstract** The Bohai Sea, a landlocked body of water in China, provides spawning, feeding, and breeding habitats for many economically important species. The summer fishing moratorium in the Bohai Sea was implemented in 1995, and for more than two decades in place it has played an important role in alleviating the intensive fishing pressure on it as a fishery resource as well as in resource conservation. However, the evaluation of the implementation effect of a summer fishing moratorium system in the Bohai Sea has not yet to be reported. Based on the Chinese Fishery Statistics Yearbook and data from the fishery resource survey, we made a comparative analysis of the implementation effects of the summer fishing moratorium system on fishery resources in the Bohai Sea. The results showed that the capture and fishing efficiency in the Bohai Sea increased rapidly in the short term following the end of the summer fishing moratorium. This was especially true for economically important species such as *Larimichthys polyactis* and *Scomberomorus niphonius*, which harvests increased 3.96 times and 1.74 times, respectively, and their proportion of total capture yield increased significantly. After 1999, capture yield declined year to year and stabilized in 2008. According to the results of the fishery resources survey, signs of recovery have shown in recent years following the sharp decline of the fishery resources in the Bohai Sea from 1998 to 2014. The biomass of the economically important species increased during the period of 2014~2015, such as *Engraulis japonicus*, *Pampus argenteus*, and *Portunus trituberculatus*, but it was lower than the same period in 1992. During the period of fishing moratorium, the primary fishery species have time and space to grow and spawn. Giving the populations time to replenish has resulted in the total resources increasing more than three times since the beginning of the moratorium, and the average length and weight of fishery organisms has also increased significantly. However, the general trend of miniaturization and degradation of fishery resources has not improved for a long time. In order to ensure the implementation effect and improve the restoration of fishery resources, it is necessary to further enhance the summer fishing moratorium system.

**Key words** Bohai Sea; Summer fishing moratorium; Fishery resource; Conservation

① Corresponding author: SHAN Xiujuan, E-mail: shanxj@ysfri.ac.cn