

南海北部海域重要经济鱼类资源声学评估

陈国宝¹, 李永振¹, 赵宪勇², 陈毓桢², 金昱仕²

(1. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东广州 510300; 2. 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 山东青岛 266071)

摘要:根据1997年12月至1999年6月利用“北斗”号调查船的Simrad EK500回声探测-积分系统在南海北部海域获取的渔业资源调查资料,运用渔业资源声学评估方法对该海域的带鱼科(Trichiuridae)鱼类、蓝圆鲹(*Decapterus maruadsi*)、竹筴鱼(*Trachurus japonicus*)、金线鱼科(Nemipterus)鱼类以及大眼鲷科(Priacanthidae)鱼类等5类23种经济鱼类进行了评估与分析。结果表明,在南海北部海域带鱼科、蓝圆鲹、竹筴鱼、金线鱼科和大眼鲷科的资源量分别为 50.4×10^4 t、 16.3×10^4 t、 10.4×10^4 t、 9.8×10^4 t和 9.2×10^4 t,其中带鱼科的资源量密度以冬季和粤西海域最高,蓝圆鲹和竹筴鱼的资源量密度都以秋季和粤东海域最高,但竹筴鱼的资源量密度秋季明显高于其他季节。金线鱼科秋季在 $112^{\circ}30' - 116^{\circ}E$ 珠江口近海海域自西南到东北出现高度密集分布带,大眼鲷科在南海北部海域的分布较广泛,没有出现明显的高度密集区。

关键词:资源量密度;经济鱼类;声学评估;南海北部

中图分类号:S932.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2005)04-0445-07

南海北部海域地处热带、亚热带,水质肥沃,饵料丰富,是多种鱼类栖息、索饵、繁殖的优良水域,自古以来南海北部海域的经济鱼类就是人们从事海洋捕捞生产的对象。近20年来,由于过度开发和管理不善,南海北部海域的渔业资源出现严重衰退,特别是一些经济鱼类资源难以形成渔汛,因此如何进行准确评估和科学管理一直是重要课题。过去对于南海北部海域经济鱼类的调查与评估等方面虽有报道^[1-3],但单种类的资源量评估不够详细。1997-1999年,在南海北部海域开展了声学调查,开创了南海热带、亚热带多种类声学研究的先例。声学评估方法具有快捷、取样大以及不破坏生物资源等优点。该方法于1984年已成功引入我国应用,并不断完善发展^[4-6]起来。本研究利用这次声学调查资料,对该海域数量较多的5类23种主要经济鱼类进行评估与分析,旨在南海北部海域渔业资源的可持续利用提供科学参考。

1 材料与方法

1997年12月到1999年6月,利用“北斗”号调查船及其回声探测-积分系统在南海北部海域进行了8个航次渔业资源声学调查。该调查分春(4~6月)、夏(7~9月)、秋(10~12月)、冬(12月至翌年2月)

4个季节,覆盖的海域面积分别为 $99\ 724(n\ mile)^2$ 、 $104\ 833(n\ mile)^2$ 、 $94\ 485(n\ mile)^2$ 、 $14\ 0426(n\ mile)^2$,而每个季节在 $17^{\circ}-24^{\circ}N$ 海域以 $112^{\circ}30'E$ 为界分为2个航次进行。海上声学调查采用走航式调查,在走航中利用Simrad EK500声学系统记录声学映像和积分值,并进行拖网取样,为声学映像分析和积分值分配提供必要的种类组成及生物学特征数据。底拖网取样在200 m以浅进行,变水层拖网取样在200 m以深进行,多数在渔区的4个角和中心点布站位。

关于资源量密度和资源量声学评估的步骤在有关文献^[7-10]已进行了较为详细的介绍。目标强度的一个重要参数是 b_{90} ,它与鱼类反射声波的能力较密切,其数值大小取决于鱼类各组织、器官的密度与海水介质密度的差异。鳔是鱼类反射声波的主要器官,因此根据实测值结合经验确定带鱼科(Trichiuridae)的 b_{90} 值取-66.1,蓝圆鲹(*Decapterus maruadsi*)和竹筴鱼(*Trachurus japonicus*)的 b_{90} 值均取-72.5,金线鱼科(Nemipterus)和大眼鲷科(Priacanthidae)的 b_{90} 值均取-68.0。进行资源量密度和资源量的估算时冬季采用 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 分区法,春、夏、秋季均按渔区来分区。各分区的面积、种类的资源量密度及资源量借助微机编程计算。

收稿日期:2004-08-16; 修订日期:2004-10-25.

基金项目:“九五”国家海洋勘测专项课题(02-01-03);广东省自然科学基金项目(04001263);2005年国家公益性研究专项。

作者简介:陈国宝(1978-),男,助理研究员,硕士生,主要从事渔业资源评估与生态研究。E-mail:chengguobao@nmri.com.cn

通讯作者:李永振。Tel:020-89100850。E-mail:y.z.li@163.net

为了充分体现与生态环境相适应的资源分布态势,同时考虑到不同海域环境条件的差异,结合各季节具体调查航次的航线分布并适应兼顾习惯,将调查的南海北部海域($17^{\circ}\sim 24^{\circ}\text{N}$)从西向东分为4个区域进行统计,即北部湾海区(110°E 以西)、粤西海区($110^{\circ}\sim 112^{\circ}30'\text{E}$)、珠江口海区($112^{\circ}30'\sim 115^{\circ}\text{E}$)和粤东海区(115°E 以东)。

2 结果与分析

2.1 带鱼科(Trichiuridae)

带鱼科是中国最主要的海产经济鱼类之一,系

中下层鱼类,但能上升至水体上层,在黄海、东海以及南海都有分布。在这次声学评估的带鱼科包括带鱼(*Trichiurus haumela*)、短带鱼(*T. brevius*)、南海带鱼(*T. nanhaiensis*)、窄额带鱼(*Tentoriceps cristatus*)、沙带鱼(*Lepturacanthus saxatilis*)、叉尾带鱼(*Benthodeus tonus*)和小带鱼(*Euplogrammus muticus*)等7个种类。

声学评估结果表明,带鱼科广泛分布于南海北部海域,并呈现出明显的季节变化和区域变化,在200 m以深海域的资源量密度较低(图1)。

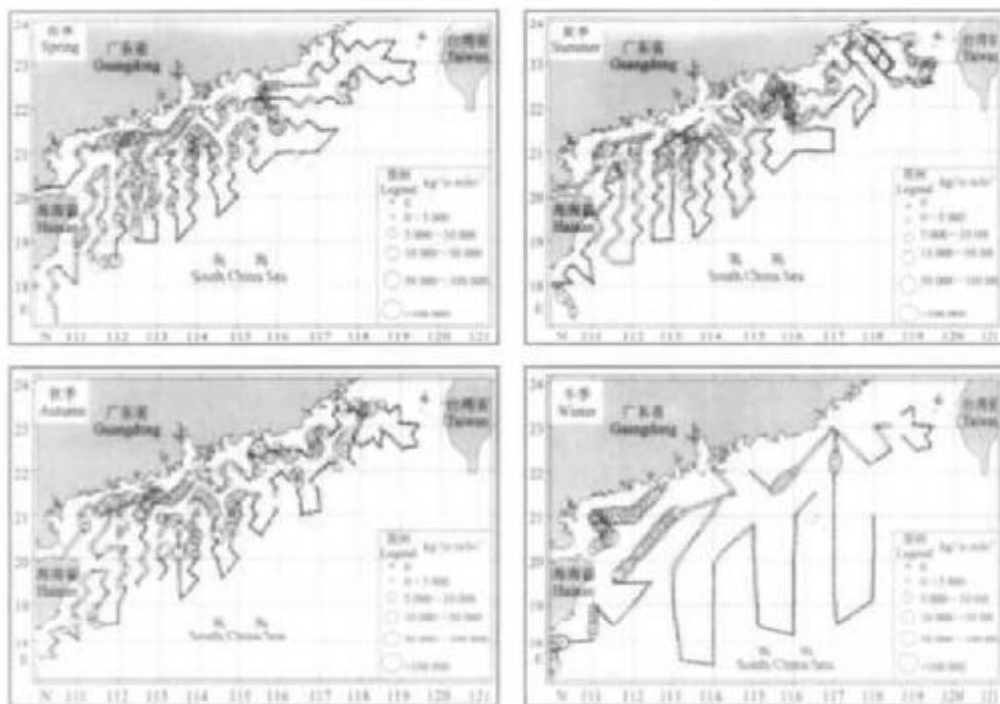


图1 南海北部海域带鱼科的资源量密度分布

Fig.1 Distribution of stock densities of Trichiuridae in the northern waters of the South China Sea

在本次声学评估种类中南海北部带鱼科的资源量密度是最高的,达 $4\,589\text{ kg}/(\text{n mile})^2$ 。春季主要分布于粤西海域的东部、珠江口海域以及粤东海域的西部,即在 $111^{\circ}30'\sim 116^{\circ}30'\text{E}$ 之间的浅、近海域形成密集区,其次是北部湾海域,尤其是北部湾湾口和三亚近、浅海域,台湾浅滩只在西南部出现局部小范围密集区,粤东海域东部的资源量密度较低;夏季时,遍布南海北部200 m等深线以浅海域,并形成4~5个局部密集区,密集区相对靠近近浅海域,其资源量密度由北部湾到粤东海域依次升高,粤东海域的资源

量密度升高幅度较大,从整个调查海域来看大致表现为浅水海域的资源量密度高而深水海域较低;到了秋季,主要在粤西浅海、珠江口海域和粤东海域的浅、近海形成密集中心,北部湾海域分布较稀疏,但较均匀;到了冬季,其分布呈现与秋季相反的态势,在粤西和北部湾海域形成密集区。南海北部海域带鱼科的资源量为 $50.4\times 10^4\text{ t}$,其中春、夏、秋、冬4个季节的资源量分别为 $36.8\times 10^4\text{ t}$ 、 $35.4\times 10^4\text{ t}$ 、 $37.7\times 10^4\text{ t}$ 和 $102.5\times 10^4\text{ t}$ 。冬季的资源量较高,除了冬季的调查海域面积比其他季节大之外,另外带鱼每年12月至

翌年5月是汛讯季节,本次评估带鱼的资源量密度冬季最高,其他季节差异不大。

2.2 蓝圆鲹(*Decapterus maruodsi*)

蓝圆鲹系近海中上层经济鱼类,在中国南海、东海和黄海均有分布,以南海数量最多,依次为东海和黄海^[11]。

从图2可以看出,目前蓝圆鲹的密集程度不高,各区域都有分布,但深水海域的资源量密度较低。声学评估结果表明,夏季蓝圆鲹的资源量密度最低,秋季最高,在南海北部的资源量密度为 $1\,484\text{ kg}/(\text{n mile})^2$ 。春季在珠江口偏右侧近岸海域,形成一个高度密集中心,但范围较小,主要由蓝圆鲹幼鱼及部分产卵亲体组成,而在北部湾和粤东海域的资源量密度都较低,

粤东海域的东部也有小范围密集区。夏季的密集区分布于粤东海域的东部和珠江口海域,北部湾北部和其他海域的100 m以深海域的资源量密度都较低。秋季时主要密集于台湾浅滩南部和海南岛东部近海海域,北部湾海域除了北部海域稍低外,其他海域的分布较为均匀,没有出现密集区。冬季的密集区主要分布于粤西的近海海域。粤东及珠江口海域的资源量密度较低,虽然该季节声学调查的覆盖范围延伸到200 m以深海域,但并未发现蓝圆鲹的分布。南海北部海域蓝圆鲹的资源量为 $16.3 \times 10^4\text{ t}$,其中春、夏、秋、冬4个季节的资源量分别为 $16.5 \times 10^4\text{ t}$ 、 $8.6 \times 10^4\text{ t}$ 、 $22.4 \times 10^4\text{ t}$ 和 $15.2 \times 10^4\text{ t}$ 。

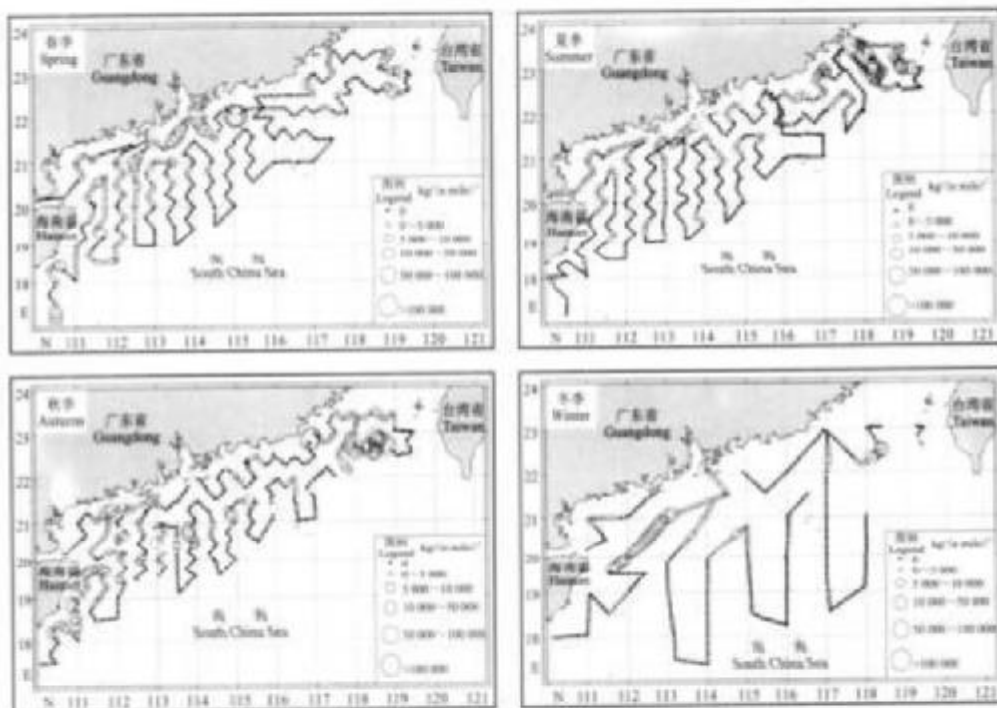


图2 南海北部海域蓝圆鲹的资源量密度分布

Fig. 2 Distributions of stock densities of *Decapterus maruodsi* in the northern waters of the South China Sea

2.3 竹荚鱼(*Trachurus japonicus*)

竹荚鱼也是南海北部海域重要的中上层经济鱼类,在渔业生产中经常和鲷类一起被捕获。从图3可以看出竹荚鱼的分布情况。在200 m以深海域都有分布,但其资源量密度较低。南海北部海域竹荚鱼的资源量密度为 $944\text{ kg}/(\text{n mile})^2$,以秋季的资源量密度最高,春、夏、冬3季差异不大。春季的资源量密度最高出现在粤东海域,主要分布在粤东海域

的中部,而台湾浅滩海域的资源量密度较低。夏季除北部湾海域的资源量密度较低外,其他海域的资源量密度差异不大。在粤西、珠江口以及粤东海域都有一些密度较高的海域,而其在200 m等深线附近海域的资源量密度较低,这种分布与春季相似。秋季主要分布于调查覆盖区的外围水域,沿海海域的资源量密度反而较低,可以明显看出一条从西南到东北向的分布带,并有几个密集区出现。另外北

部湾湾口海域有一小范围密集区出现,因此其资源量密度明显高于其他季节。冬季主要分布于陆架区海域,深水处仅有零星分布;粤东海域的资源量密度较低,其他海域差异不大。南海北部海域竹荚鱼的

资源量为 10.4×10^4 t,其中春、夏、秋、冬4个季节的资源量分别为 6.5×10^4 t、 6.8×10^4 t、 17.8×10^4 t 和 8.3×10^4 t。竹荚鱼以12月至翌年1月为产卵盛期,产卵前其摄食活动频繁,资源量密度较高。

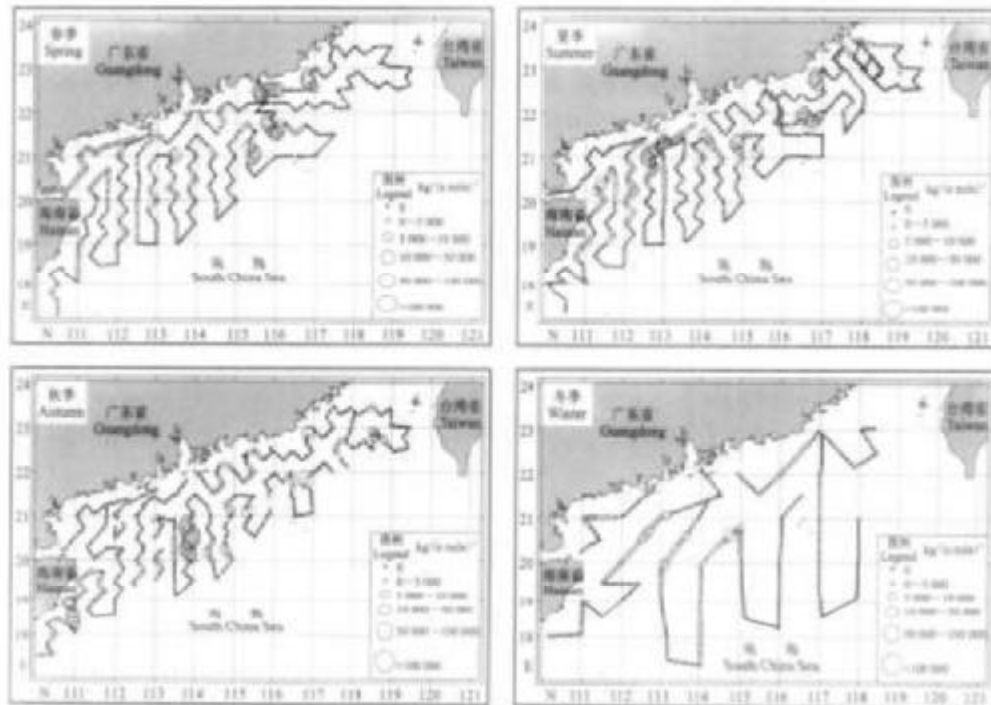


图3 南海北部海域竹荚鱼资源量密度分布

Fig.3 Distributions of stock densities of *Trachurus japonicus* in the northern waters of the South China Sea

2.4 金线鱼科(Nemipterus)

金线鱼科是南海区的重要底层经济鱼类,这次声学评估的小公鱼属所包括的种类有波鳍金线鱼(*Nemipterus tolu*)、金线鱼(*N. virgatus*)、深水金线鱼(*N. bathybius*)、横斑金线鱼(*N. oxoni*)、六齿金线鱼(*N. hexodon*)、日本金线鱼(*N. japonicus*)、双带金线鱼(*N. nemurus*)、黄缘金线鱼(*N. thosamorni*)和未鉴定种的金线鱼属(*Nemipterus* sp.)等9个种类。

从区域分布来分析,南海北部海域金线鱼科广泛分布于南海北部大陆架海域。图4表明在 110° — $116^{\circ}30'E$ 范围内有明显密集现象, $116^{\circ}30'E$ 以东海域的分布比较稀少,只有小部分海域有分布。因此珠江口和粤西海域的资源量密度最高,但在200 m等深线附近的资源量密度较低,并且200 m以深海域未见分布。北部湾海域的资源量密度也不高,但分布较广泛,很少形成密集区。4个季节以秋季的资源量密度最高,冬季最低。秋季在 $112^{\circ}30'$ — $116^{\circ}E$ 珠江口近

海海域自西南到东北出现高度密集分布带。南海北部海域金线鱼科的资源量为 9.8×10^4 t,其中春、夏、秋、冬4个季节的资源量分别为 10.5×10^4 t、 7.7×10^4 t、 12.6×10^4 t 和 7.3×10^4 t。

2.5 大眼鲷科(Priacanthidae)

南海北部海域声学评估大眼鲷科包括拟大眼鲷(*Pseudopriacanthus nipponius*)、黑鳍大眼鲷(*Priacanthus boops*)、长尾大眼鲷(*P. tayenus*)、短尾大眼鲷(*P. macracanthus*)和斑鳍大眼鲷(*P. cruentatus*)等5种。

从声学评估结果来看,大眼鲷广泛分布于南海北部海域,200 m以深海域也有分布,反而沿岸海域的资源量密度较低(图5)。

在北部湾主要广泛分布于中部至湾口之间海域,而北部海域的资源量密度较低。珠江口和粤西海域的分布较均匀,除夏季有一些小密集区外没有其他明显的密集区。在粤东海域的分布很不均匀,

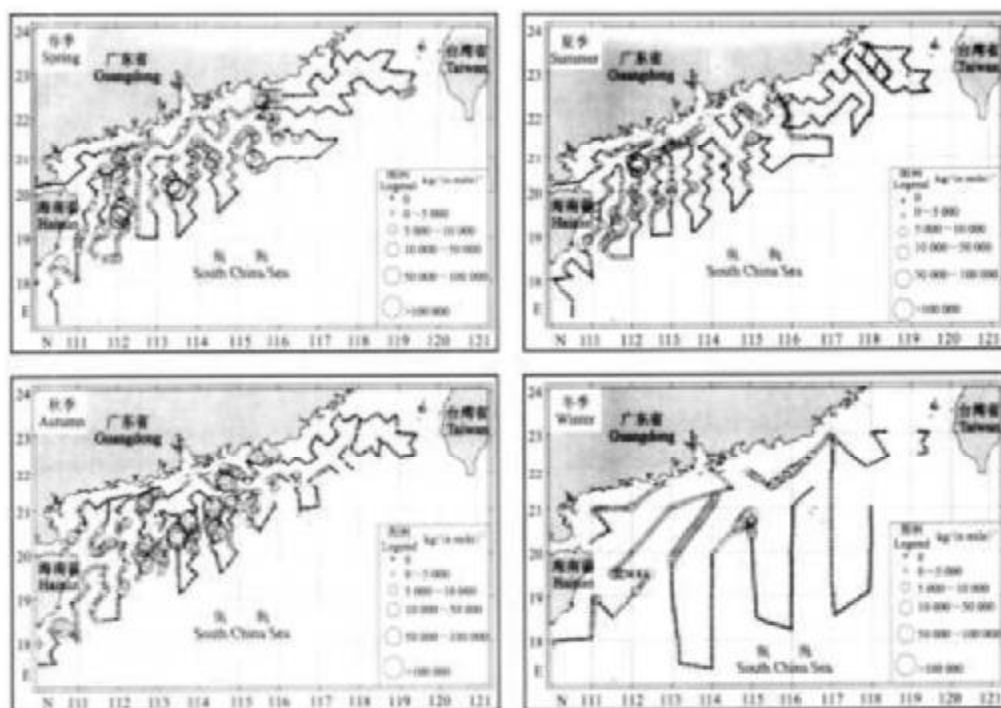


图4 南海北部海域金线鱼科的资源量密度分布

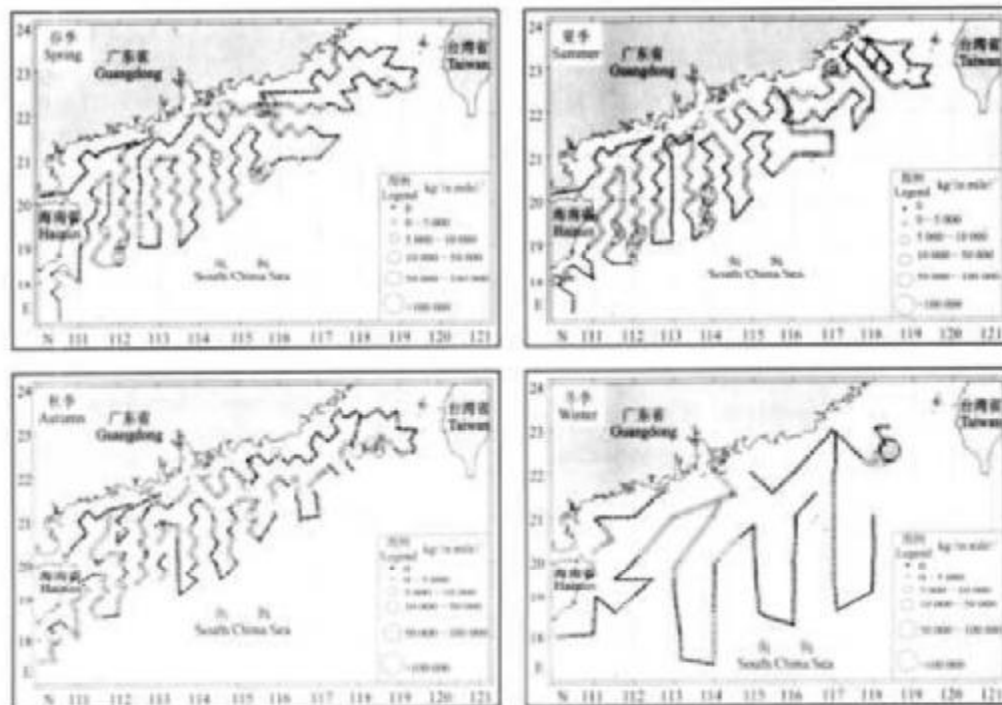
Fig. 4 Distributions of stock densities of *Nemipterus* in the northern waters of the South China Sea

图5 南海北部海域大眼鲷科的资源量密度分布

Fig. 5 Distributions of stock densities of *Priacanthidae* in the northern waters of the South China Sea

出现几个小范围的密集区,在(118°~119°E)和(22°~23°E)海域春、秋、冬3季的密度都很高。夏季的资源量密度最高,并且部分200 m水深海域的密度较高。南海北部海域大眼鲷科的资源量为 9.2×10^4 t,其中春、夏、秋、冬季的资源量分别为 8.5×10^4 t、 12.0×10^4 t、 5.6×10^4 t和 10.8×10^4 t。

3 讨论

(1)除鲆鲷类和鲷类外,大部分鱼类都具有明显的昼夜垂直移动的习性,并已在渔业生产和资源调查中得到证实^[10,12~14],特别是中上层鱼类,一般是晚上上浮至中上层,白天下沉至底层或近底层。本研究中带鱼科系中下层鱼类,但有时能上升至上层或近上层,蓝圆鲹和竹荚鱼为中上层经济鱼类,而金线鱼科和大眼鲷科都属近底层鱼类。本调查是昼夜都进行,因此减少了资源评估的昼夜误差。另外,利用拖网扫海面积法进行资源评估主要依赖于每网的渔获量,一般来说根据底拖网的调查结果很难准确地估算出绝对资源量^[15],本研究是采用声学方法结合拖网取样进行调查,因此更能准确地评估南海北部经济鱼类的渔业资源。

(2)从5个主要经济种类分布的分析结果来看,目前南海北部海域的经济鱼类的高度密集区较少,难以形成渔汛。如蓝圆鲹往年的珠江口春季渔汛、粤东围网渔场以及海南岛东北部近岸海域拖网渔场,目前也难以形成较好的渔汛,虽然从调查结果来看还有小范围的密集,能体现出其分布特点,但其资源状况已远不如从前。虽然目前南海个别经济种类还有一定的资源量,但主要以低龄鱼为主,整体上经济种类出现小型化低龄化的趋势。因此,加强对南海北部海域的经济鱼类资源的管理,采取有力的措施提高单位捕捞努力量捕捞效率,最大限度地减轻人为因素的影响,对防止海洋渔业资源的进一步衰退和资源的可持续利用具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 陈再超,刘建兴.南海经济鱼类[M].广州:广东科技出版社,1982.
- [2] 农牧渔业部水产局,农牧渔业部南海区渔业资源部编.南海区渔业资源调查和规划[M].广州:广东科技出版社,1989.
- [3] 袁蔚文.南海渔业资源评估[A].海洋水产科学研究文集[C].广州:广东科技出版社,2000.82~85.
- [4] Forbes S T, Nakken O. Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Part 2: The use of acoustic instruments for fish detection and abundance estimation [J]. FAO Man Fish Sci, 1972(5):138.
- [5] Johansen K A, Mitson R B. Fisheries acoustics: a practical manual for biomass estimation [J]. FAO Fish Tech Rep, 1983(240): 249.
- [6] MacLennan D N, Simmonds E J. Fisheries Acoustics [M]. London: Chapman & Hall, 1992. 325.
- [7] 赵克勇,陈敏植,李显森,等.多种类海洋渔业资源声学评估技术与方法[A].我国专属经济区和大陆架勘探测论文集[C].北京:海洋出版社,2002.341~353.
- [8] 李永振,陈国宝,孙典荣,等.南海区多鱼种声学评估工作程序[J].湛江海洋大学学报,2003,23(1):35~40.
- [9] 赵克勇,金显仕,唐启升.渔业声学及相关技术的应用现状和发展前景[A].海洋高新技术发展研讨会论文集[C].北京:海洋出版社,2000.55~62.
- [10] 朱德山, Iversen S A. 黄、东海鲷鱼及其他经济鱼类资源声学评估的调查研究(“北斗”号1984年11月至1989年1月调查研究报告)[J].海洋水产研究,1990(11):1~143.
- [11] 邓景耀,赵传顺.海洋渔业生物学[M].北京:中国农业出版社,1991.485.
- [12] 赵传顺.中国海洋渔业资源[M].杭州:浙江科学技术出版社,1990.23~118.
- [13] 陈昭通.小黄鱼鱼群影像分析[A].海洋渔业资源论文集(续集)[C].北京:农业出版社,1964.132~144.
- [14] Gulland J A. On the measurement of abundance of fish stocks [J]. Papp P-V Reun Cons Int Explor Mer, 1964,155:1~223.
- [15] Gunderson D R. Surveys of Fisheries Resources[M]. New York: John Wiley & Sons Inc, 1993.1~256.

Acoustic assessment of commercial fish resources in the northern waters of South China Sea

CHEN Guo-bao¹, LI Yong-zhen¹, ZHAO Xian-yong², CHEN Yu-zhen², JIN Xian-shi²

(1. South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China; 2. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China)

Abstract: Acoustic surveys of fish stocks in the north waters of South China Sea were conducted using calibrated Simrad EK500 echosounder on board R/V "Beidou" in spring (April to June), summer (July to September), autumn (October to December) and winter (December to February) from December 1997 to June 1999, and the survey sea area was $99\,724\text{ (n mile)}^2$, $104\,833\text{ (n mile)}^2$, $94\,485\text{ (n mile)}^2$ and $140\,426\text{ (n mile)}^2$ for spring, summer, autumn and winter, respectively. Based on the data, multi-species acoustic assessments were carried out for each stratum on the basis of taxonomical groups. Though the acoustic survey has been conducted successfully in the Yellow Sea since 1984, it was the first time in South China Sea. In addition, multi-species acoustic assessments were carried out for the first time in China. This paper assessed mainly the stocks of 23 species of 5 commercial taxonomical groups (Trichiuridae, *Decapterus maruadsi*, *Trachurus japonicus*, *Nemipterus* and *Priacanthidae*) using multi-species acoustic assessment means. The results showed that stocks of Trichiuridae, *Decapterus maruadsi*, *Trachurus japonicus*, *Nemipterus* and *Priacanthidae* were $50.4 \times 10^4\text{ t}$, $16.3 \times 10^4\text{ t}$, $10.4 \times 10^4\text{ t}$, $9.8 \times 10^4\text{ t}$ and $9.2 \times 10^4\text{ t}$, respectively, in the north waters of South China. Seasonal variation and sea area variation in stock density of Trichiuridae was obvious that the highest in winter and in west Guangdong waters, and it was low in the sea area around 200 m of water depth. The highest stock density of *Decapterus maruadsi* and *Trachurus japonicus* occurred both in the autumn and in east Guangdong waters. Though the dense area of *Decapterus maruadsi* was not obvious compared with the past, distribution of *Decapterus maruadsi* was wide in the north waters of South China Sea. The stock density of *Trachurus japonicus* in autumn was higher than that in other seasons, and moreover, dense area occurred in offshore Guangdong. The dense area of *Nemipterus* occurred mainly in the sea area of $112^\circ 30' - 116^\circ \text{E}$ from southwest to northeast along the Pearl River estuary in autumn. *Priacanthidae* was distributed widely in the north waters of South China Sea, but there was not obvious dense area.

Key words: stock density; commercial fish; acoustic assessment; the northern South China Sea

Corresponding author: LI Yong-zhen. Tel: 020-89100850. E-mail: y. z. li@163. net