

文章编号: 1000-0615(2006)06-0778-07

悬浮物和冲击波造成的渔业资源损失量估算

徐兆礼, 张凤英, 陈渊泉

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090)

摘要:以液化天然气(LNG)海洋工程环境影响评价为例,根据2004年5、8、11月和2005年5月在评价水域进行的渔业资源调查和LNG项目工程分析,评估工程施工期间悬浮物和冲击波对渔业资源的损失量。以往,采用直接鱼类重量损失进行评估,鱼卵、仔鱼和幼鱼潜在的生长价值无法体现,损失量被严重低估。本研究采用渔业资源尾数密度(包括鱼卵、仔鱼生长形成的部分)、受影响的面积和渔获物商品体重的乘积进行计算,可以避免上述缺陷。评价结果表明,LNG工程悬浮物对游泳能力较差的虾、蟹类影响远大于鱼类。以冲击波对鱼类影响为例,传统方法评价结果中的鱼类损失仅为43.39 t,明显低于本研究评价结果的201.9 t。

关键词:悬浮物;冲击波;渔业资源;损失量;评估

中图分类号:S 931.3 文献标识码:A

Quantitative analysis on fishery resource loss owing to the influence of suspended substance and shock wave

XU Zhao-li, ZHANG Feng-ying, CHEN Yuan-quan

(Key and Open Laboratory of Marine and Estuary Fisheries, Ministry of Agriculture of China, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: Taking example for the environmental impact assessment of Liquefied Natural Gas (LNG) marine engineering, according to data from fishery investigation in the waters in May, August, November, 2004 and May 2005, consulting the report of LNG engineering analysis, the fishery resource loss (FRS) was calculated owing to the influence of suspended substance (SS) and shock wave (SW) produced from the engineering construction. In previous reports FRS was estimated only by the biomass loss in weight, not involved in the potential productivity of egg, larvae and young fish so that FRS was greatly underestimated. To avoid the question, this research adopted the product of individual density (including eggs, larvae and young fishes), impacting area and commercial size in fish weight to assess FRS. The results showed that FRS caused by SS and SW were 28.38 t/201.9 t for fishes, 50.23 t/47.8 t for shrimps and 50.14 t/56.6 t for crabs and others, respectively, in which SS influenced shrimps and crabs more than fishes because the former possessed low swim ability and contrarily to SW impact. FRS was 43.39 t according to the traditional assessment, which was obviously lower than 201.9 t resulted from this research.

Key words: suspended substance (SS); shock wave (SW); fishery resource; loss; evaluation

海洋工程建设中,施工所引起的悬浮物和水下爆破冲击波对渔业资源损害较为常见。目前此损失尚未找到合适的评估方法,相关的研究也不多见。在水下爆破方面,贾晓平等^[1]、崔毅等^[2]、蒋玫等^[3]和尚龙生等^[4]进行了冲击波对鱼类资

源影响的实验研究,没有涉及资源损失量评估问题。在现有的评估实践中,鱼类重量直接损失是经济损失评估的基础。但在浅海,作为鱼类产卵和索饵的特殊水域^[5],工程引起的鱼卵、仔鱼和幼鱼损失数量较大,若仅仅依据重量损失评估,一

收稿日期: 2006-04-28

资助项目:上海市908专项(PJ1-1)资助

作者简介:徐兆礼(1958-),女,浙江温岭人,研究员,从事海洋生态学和海洋生态环境影响与评价。E-mail: xiaomin@public4.sta.

net.cn

方面幼鱼商用价值较低,另一方面忽略了幼鱼潜在的资源增长能力,普遍存在渔业资源损失价值被低估的现象。在我国,目前海洋工程对渔业资源生物影响的实验研究体系尚不完备,但经济建设的实践已经提出了这样的要求,即综合考虑鱼卵、仔鱼和幼体的资源价值。依据现有科学研究结果,设定计算参数,综合评估重大工程造成的渔业资源损失价值。这样的研究,其科学性虽然还要逐步完善,但在实践上却有重要的意义。

本研究以某液化天然气(LNG)海洋工程为例,计算工程施工过程中悬浮物和冲击波对渔业资源的损失量,作为工程环境经济损益评估的一个重要组成部分。

1 材料与方法

采用2005年4月24-5月2日在评价水域进行的渔业资源调查资料。其中项目所在码头附近水域(以下称码头区)共设立15个调查站位,管道沿线分4个断面(以下称管道区)共设立13个站位。另外,以该水域2004年2、5、8月和11月进行的4个航次调查资料为参考,其中鱼卵、仔鱼设20个站,渔业资源拖网设15个站。

调查内容包括鱼卵、仔鱼数量分布、种类组成、渔获物生物学特征、渔获量和现存绝对资源密度。鱼卵、仔鱼调查采用浅水I型浮游生物网,由底至表进行垂直拖网,所获样品经5%甲醛溶液固定,带回实验室,进行种类鉴定,以每平方米个数为单位($\text{ind} \cdot \text{m}^{-2}$)进行计数、统计和分析。渔业资源拖网调查使用桁拖网,每网拖曳1h左右,对渔获物进行分品种渔获重量和尾数统计,记录网产量,进行主要品种生物学测定。

本水域各调查站现存绝对资源密度的估算采用面积法^[6-8]。依各站拖网渔获量(重量 $t \cdot \text{km}^{-3}$ 、尾数 $\text{ind} \cdot \text{km}^{-3}$) y_i 和拖网扫海面积来估算,计算式为:

$$d_i = \frac{y_i}{L_i S (1 - E)}$$

式中 d_i 为现存绝对资源密度(重量 t 、尾数 ind); y_i 为渔获量(重量 t 、尾数 ind); $L_i = Vt_i$, 即拖网平均速度 V 和实际拖网时间 t_i 的乘积; $S = WH$, W 为网口水平扩张(本网具为 0.015 km), H 为网口垂直高度 (0.008 km); E 为逃逸率(取 0.5)

2 结果

2.1 鱼卵和仔鱼

调查区内,2004年5、8和2005年5月码头区鱼卵密度分别为 $2.86 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ 、 $9.29 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ 和 $1.00 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$, 3次平均值为 $4.83 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ 。3次调查码头区仔鱼密度分别为 $4.29 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ 、 $9.65 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ 和 $3.00 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$, 3次平均值为 $5.65 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

鱼卵、仔鱼数量占优势的种类主要有:条鳎(*Zebrias zebra*),角鳎(*Aesopia cornuta*),鰕齿鱼科和鰕虎鱼科。调查水域冬季(2月)没有发现鱼卵、仔鱼。

2.2 渔获量尾数和重量

表1是各优势种渔获量(重量,尾数)占总渔获量的百分比。根据重量和尾数,鱼类占优势的物种主要有鲢鱼(*Miichthys miui*)、半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis*)、孔鰕虎鱼(*Trypauchen vagina*)、龙头鱼(*Harpodon nehereus*)、凤鲆(*Coilia mystus*)等,虾类有细螯虾(*Leptochela gracilis*)、葛氏长臂虾(*Palaemon gravieri*)、脊尾白虾(*Palaemon carincauda*)、安氏白虾(*Exopalaemon annandalei*)等;蟹类有日本蟳(*Charybdis japonica*)、三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)和方蟹等。

2.3 渔获物尾数中的幼体比

在2005年4-5月调查的渔获中,幼鱼占70.43%,幼虾占88.59%,幼蟹占78.28%。2004年调查,幼鱼占74.10%,幼虾占84.46%,幼蟹占58.84%。2004和2005年两年平均,幼鱼占72.27%,幼虾占86.53%,幼蟹占68.56%。

2.4 现存绝对资源密度(重量、尾数)

依据面积法估算,调查海域各季节现存绝对资源密度见图1。2004年5、8、11月)和2005年4-5月4次调查,鱼类现存资源密度重量平均为 $62.90 \text{ t} \cdot \text{km}^{-3}$, 虾类为 $49.85 \text{ t} \cdot \text{km}^{-3}$, 蟹类为 $55.94 \text{ t} \cdot \text{km}^{-3}$, 其它(主要是头足类)为 $3.48 \text{ t} \cdot \text{km}^{-3}$ (图1-a);密度尾数平均为 $735.5 \times 10^4 \text{ ind} \cdot \text{km}^{-3}$, 虾类为 $6114 \times 10^4 \text{ ind} \cdot \text{km}^{-3}$;蟹类为 $171 \times 10^4 \text{ ind} \cdot \text{km}^{-3}$, 其它为 $245 \times 10^4 \text{ ind} \cdot \text{km}^{-3}$ (图1-b)。

表 1 渔获物优势种及其占总渔获量(重量、尾数)百分比

Tab. 1 Percentage (%) of dominant species in total fishing yield (weight and quantity)

年份 year	渔获量 fishing yield	鱼类 fishes	百分比(%) percentage	虾类 shrimps	百分比(%) percentage	蟹类 crabs	百分比(%) percentage
2004	重量 weight	龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	5.66	细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	7.93	日本蟳 <i>Charybdis japonica</i>	24.56
		孔鰕虎鱼 <i>Trypauchen vagina</i>	4.29	安氏白虾 <i>Exopalaemon annandalei</i>	5.44	三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>	3.52
		中华海鲗 <i>Arius sinensis</i>	4.18	脊尾白虾 <i>Palaemon carinicauda</i>	3.51	红线黎明蟹 <i>Matuta planipes</i>	1.89
	尾数 quantity	孔鰕虎鱼 <i>Trypauchen vagina</i>	2.98	细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	32.98		
		龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	2.01	安氏白虾 <i>Exopalaemon annandalei</i>	21.31	日本蟳 <i>Charybdis japonica</i>	2.29
		棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	1.96	脊尾白虾 <i>Palaemon carinicauda</i>	7.47		
2005	重量 weight	鲢鱼 <i>Müchthys müuy</i>	7.81	葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>	16.08	日本蟳 <i>Charybdis japonica</i>	21.85
		半滑舌鲷 <i>Cynoglossus semilaevis</i>	5.15	脊尾白虾 <i>Palaemon carinicauda</i>	7.80	三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>	2.66
		焦氏舌鲷 <i>Cynoglossus joyneri</i>	3.32	安氏白虾 <i>Exopalaemon annandalei</i>	7.77	方蟹 Grapsidae	1.63
	尾数 quantity	孔鰕虎鱼 <i>Trypauchen vagina</i>	2.54	葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>	29.22		
		凤鲚 <i>Coilia mystus</i>	1.00	安氏白虾 <i>Exopalaemon annandalei</i>	22.06	方蟹 Grapsidae	2.15
				脊尾白虾 <i>Palaemon carinicauda</i>	20.07		

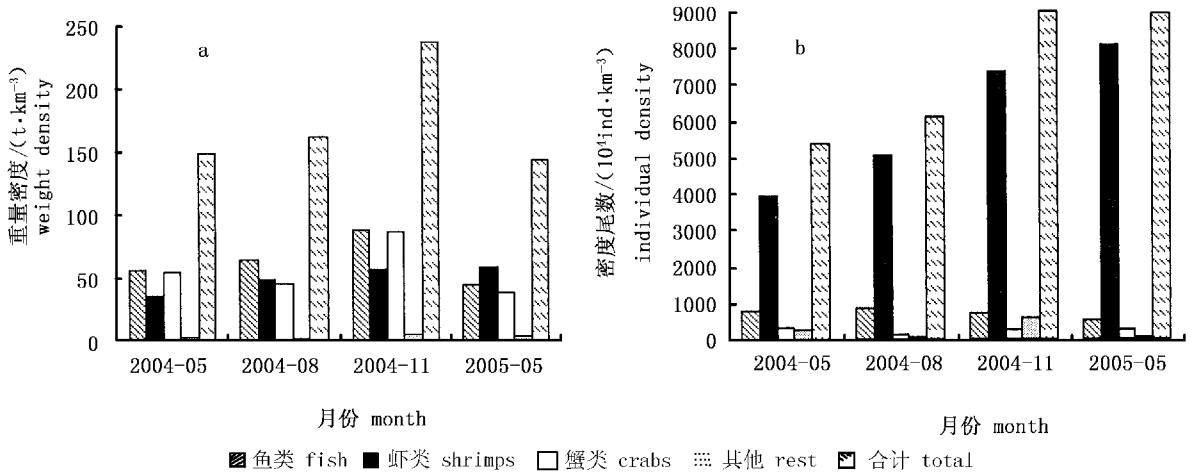


图 1 各类群现存绝对资源密度

Fig. 1 Absolute resource density of the group

a. 重量 weight ; b. 尾数 quantity

2.5 主要渔获物品种体重和体长

表 2 为 2004 年主要渔获物品种的体重和体长。

2.6 工程施工对渔业资源的影响

根据工程分析,该工程施工期对渔业资源生

物的影响,主要来自海上铺管作业产生的底泥悬浮物和码头区堤基爆破挤淤作业产生的冲击波和悬浮物。为了保护渔业资源生物的可持续利用,在有关试验结果体系尚不完备的条件下,工程影响程度应以可能的最大损失量估算。

依据底泥悬浮物扩散场数学模拟结果,铺管作业导致悬浮物超一类海水水质标准($10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)的面积为 104 km^2 ,超二类海水水质标准($100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)的面积为 38.28 km^2 。考虑到本水域悬浮物本底浓度较高,且变幅较大。评估中对鱼类影响取悬浮物增量大于 $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 范围的平均值作为影响范围(71.19 km^2)。在

71.19 km^2 水域范围内,悬浮物可能引起鱼卵、仔鱼和幼体全部死亡,但本案例铺管作业施工期在冬季,工期仅 18 d,据 2004 年 2 月及历年调查资料,该水域冬季没有出现鱼卵、仔鱼,其损失率可以不计。故本报告仅分析悬浮物对幼体形成的影响。

表 2 渔获优势种体重和体长

Tab. 2 Weight and length of dominant species

种名 species	体重 (g) weight		体长 (mm) length	
	范围 range	平均值 mean	范围 range	平均值 mean
凤鲚 <i>Coilia mystus</i>	0.10 ~ 29.00	3.99	25 ~ 195	88.27
龙头鱼 <i>Harpodon neierus</i>	0.80 ~ 90.00	7.01	36 ~ 200	85.64
中华海鲢 <i>Arius sinensis</i>	2.00 ~ 675.00	61.77	43 ~ 345	1 047.93
鲢 <i>Miichthys miuy</i>	1.00 ~ 1050.00	32.09	24 ~ 430	168.08
棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	0.20 ~ 44.00	3.32	14 ~ 134	43.74
孔鰕虎鱼 <i>Trypauchen vagina</i>	0.30 ~ 10.00	3.59	40 ~ 130	85.21
半滑舌鳎 <i>Cynoglossus semilaevis</i>	1.00 ~ 190.00	38.42	45 ~ 300	180.95
焦氏舌鳎 <i>Cynoglossus joyneri</i>	1.00 ~ 29.00	8.59	52 ~ 190	120.68
脊尾白虾 <i>Palaemon carincauda</i>	0.10 ~ 7.00	1.17	26 ~ 95	53.74
安氏白虾 <i>Exopalaemon annandalei</i>	0.10 ~ 3.00	0.64	24 ~ 48	36.41
葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>	0.50 ~ 5.00	1.06	23 ~ 78	37.76
细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	0.10 ~ 4.00	0.60	22 ~ 63	40.30
三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>	0.10 ~ 330.00	50.41	21 ~ 180	76.67
红线黎明蟹 <i>Matuta planipes</i>	0.20 ~ 21.00	7.77	18 ~ 50	34.88
日本鲷 <i>Charybdis japonica</i>	0.10 ~ 90.00	26.77	17 ~ 76	48.75
方蟹 Grapsidae	0.10 ~ 6.00	0.94	8 ~ 23	13.02
章鱼 Octopus	25.00 ~ 70.00	28.17	40 ~ 60	46.67
缢蛏 <i>Sinonovacula constricta</i>	0.10 ~ 3.00	0.96	20 ~ 38	23.88

根据修筑大堤的需要,项目施工在堤基处理中应用了爆破挤淤工艺。依据工程分析,在核定炸药类型、当量和爆破方式的条件下,单个点源爆破,冲击波和悬浮物共同作用影响资源生物的半径为 700 m。对围填大堤建设而言,由于单侧临海,冲击波实际影响面积是以爆破点为中心,以 700 m 为半径,向外的一个半圆面积;另外,联络大堤两侧临海,冲击波实际影响面积是以爆破点为中心,以 700 m 为半径,向外的一个圆形面积。以此计算,本工程中,围填大堤每天爆破挤淤产生冲击波的影响面积为 $7\ 002 \times 3.14/2 = 769\ 300 \text{ m}^2$,工期 165 d,联络大堤为 $7\ 002 \times 3.14 = 1\ 538\ 600 \text{ m}^2$,工期 45 d。依据调查,爆破影响海域平均水深 12 m,围填工程冲击波每天影响体积为 $0.009\ 23 \text{ km}^3$,联络堤工程为 $0.018\ 46 \text{ km}^3$ 。在该范围内资源生物因受冲击波和大量悬浮物的共同影响将全部死亡。

3 讨论

3.1 渔业资源损失量

渔业资源损失量可用两种概念来描述,一是工程引起的渔业资源直接损失量(简称概念一),计算方法为现存资源重量密度乘以影响面积。这种计算方法,对成鱼误差不大;由于沿岸水域幼体比例较高,如本文调查结果,幼体占总渔获量尾数的 70% 以上,而且还有较多数量的鱼卵、仔鱼,因而它们潜在的生长价值无法体现。基于概念一,渔业资源损失往往被严重低估。为了体现鱼卵、仔鱼和幼体资源增长价值,由此产生本文所引导的渔业资源损失量的第二个概念(简称概念二),计算方法为渔业资源尾数密度(包括鱼卵、仔鱼生长形成的部分)、影响面积和渔获物商品体重的乘积。该概念表示了渔业资源直接损失和潜在损失的总和。在概念二中,工程造成渔业资源的

损失,不但包含了渔业资源的直接产量损失部分,还包含了渔业资源潜在生产力的破坏部分。

3.2 渔获物商品平均重量

在上述已经采用的渔业资源损失概念二中,现存资源尾数密度数值可以通过现状调查得到,影响面积可以通过工程分析和数学模拟求得,但渔获物的体重参数须根据实验结果设定。表1是评价水域调查渔获物中优势种及其占总渔获量(重量、尾数)的百分比值。表2是上述调查尾数优势种体长、体重值。从表1和表2可见,评价水域渔获物组成,从尾数上讲以小型鱼虾类为主要优势,这与舟山渔场以大型洄游集群性经济鱼类为主要渔获对象^[6]有明显的不同,符合浅海鱼类组成的基本特征。2004年调查结果,鱼类占渔获物总尾数的11.80%,其中孔鲷虎鱼、龙头鱼和棘头梅童鱼分别占总尾数的2.98%、2.01%和1.98%(表1),这3种鱼的尾数占鱼类总尾数的58.98%;2005年调查鱼类占渔获物总尾数的6.04%,其中孔鲷虎鱼和凤鲚分别占总尾数的2.54%和1.00%(表1),也就是说,这两种鱼的尾数占鱼类总尾数的58.61%。孔鲷虎鱼、龙头鱼、棘头梅童鱼和凤鲚渔获的最大体重仅仅分别为10、90、44和29g。根据生态学的有关原理,体形较大的经济鱼类在生态系统中往往处于较高的营养级,无论从总尾数还是总重量都应小于营养级较低的小型鱼类^[6-9]。同一鱼种,近岸水体的体重与外海有一定的差距,加上多种其他因子的影响,在现实评估中,精确地给出成鱼尾重均值参数很难操作。本文参考有关文献^[6,10],结合本调查定置张网中带鱼、鲞鱼、银鲳、龙头鱼等体重规格较大的品种存在的事实,加上表1和表2结果,假设本工程评价水域的商品鱼平均尾重以50g、蟹类50g和虾类5g计,其它类归入蟹类计算。

3.3 鱼卵、仔鱼和幼体的长成率

根据概念二,鱼卵、仔鱼和幼体损失应定量折合为成鱼。鱼卵、仔鱼和幼体的生长,一方面表示为鱼体规格的增大,另一方面,也存在一定的死亡(自然死亡和捕捞死亡)。在计算中,需要考虑鱼卵、仔鱼和幼体各自的长成率,即幼体长成成鱼的比例。一般认为,自然条件下,产卵后非受精卵很快死亡解体,本次调查到的卵均为受精卵,而受精卵要经历鱼卵到仔鱼,仔鱼到幼鱼,幼鱼到成鱼不同长成阶段。在食物网中,这些不同的长成阶段

动物可以视为不同营养级的生物。从营养水平上讲,受精卵相当于自养生物,仔鱼以小型浮游动物为食,幼鱼以大型浮游动物和小型动物为食。依照食物链营养级金字塔理论,由于捕食的结果,生物数量随营养级递减。假设每升高一级,数量仅存10%,从鱼卵到仔鱼,仔鱼到幼鱼,最后到成鱼,经过3级递减,可以此推算不同阶段幼体长成成鱼的比例(称为长成率)。长成率数值,本文假设鱼卵为0.1%,仔鱼为1%,幼鱼为10%。

3.4 悬浮物对渔业资源损失量的估算

根据工程分析,悬浮物的影响面积为71.19 km²。在悬浮物中,成鱼可以回避,其损失量可以不计,底栖性的虾、蟹类成体由于游泳能力较弱,在悬沙中存活率假设为50%;幼体基本上死亡。依据表3,悬浮物对渔业资源影响合计为鱼类28.38 t加上虾类50.23 t加上蟹类和其它50.14 t,共计128.75 t。同时上述结果还说明,悬浮物对游泳能力较差的虾蟹类影响远大于鱼类。

3.5 冲击波对渔业资源损失量的估算

由工程分析可知,环岛大堤工程每天爆破挤淤作业冲击波(包括悬浮物)影响面积为769 300 m²,影响体积为0.009 23 km³;联络大堤影响面积为1 538 600 m²,体积为0.018 46 km³。

根据2004-2005年4个航次的调查结果,评价水域渔获物中幼体与成体的资源密度尾数分别依照总资源密度尾数的70%和30%计算,鱼卵平均密度为4.38 ind·m⁻²;仔鱼为5.65 ind·m⁻²。鱼卵、仔鱼和幼体的长成率分别以0.10%、1%和10%估计。由于施工部分时间在冬季进行,本水域冬季调查没有采集到鱼卵、仔鱼,故对鱼卵、仔鱼的影响时间按工程施工实际天数的50%(称出现率)估算。在现实爆破中,首日以后作业的影响水域与首日水域基本重叠,损失量不必完全重复计算。但是除作业首日影响外,前一天和隔天施工间隙仍有一定量的资源生物随潮流进入影响海域,并在次日爆破中再次受到损害。假定,施工作业的第一天开始其损失量是首日的30%(称为累积损失率),这一部分损失量需要根据实际施工天数逐日累计。

根据表4和表5计算结果,冲击波对渔业资源影响总计为201.9 t(鱼类)加上47.8 t(虾类)加上56.6 t(其它类)=306.3 t。冲击波对渔业资源的影响主要是对鱼类的影响。

表 3 悬浮物对渔业资源损失量的估算

Tab. 3 Loss calculation of fishery resources owing to the influence of SS

项目 item	鱼类 fishes		虾类 shrimps		其它 the others	
	成鱼 adult	幼鱼 young	成虾 adult	小虾 larva	成体 adult	幼体 larva
密度($10^4 \text{ ind} \cdot \text{km}^{-3}$) density	204.0	531.5	824	5290	131	285
面积(km^2) square	71.19	71.19	71.19	71.19	71.19	71.19
水深(m) depth	15	15	15	15	15	15
长成率(%) adult ratio	100	10	100	10	100	10
存活率(%) livability	100	0	50	0	50	0
死亡数(10^4 ind.) death	0	56.78	440	564.94	69.83	30.46
平均尾重($\text{g} \cdot \text{ind}^{-1}$) weight	50	50	5	5	50	50
损失重量(t) loss in weight	0	28.38	22.00	28.24	34.91	15.23
总计(t) total	28.38		50.23		50.14	

表 4 冲击波对鱼类资源损失量的估算

Tab. 4 Loss calculation of fishery resources owing to the influence of SW

损失计算 loss calculation	鱼类 fishes							
	环岛大堤 annular island bank				环岛大堤 annular island bank			
	成鱼 adult	幼鱼 young	仔鱼 larva	鱼卵 egg	成鱼 adult	幼鱼 young	仔鱼 larva	鱼卵 egg
密度($10^4 \text{ ind} \cdot \text{kg}^{-3}$) density	204.0	531.5			204.0	531.5		
密度($\text{ind} \cdot \text{m}^{-2}$) density			5.65	4.38			5.65	4.38
面积(m^2) square			769 300	769 300			1 538 600	1 538 600
体积(km^3) volume	0.00 923	0.00 923			0.01 846	0.01 846		
出现率(%) occurrence			50	50			50	50
累积损失率(%) loss rate	30	30	30	30	30	30	30	30
施工天数(d) construct	165	165	165	165	45	45	45	45
长成率(%) livability	100	10	1	0.1	100	10	1	0.1
尾重($\text{g} \cdot \text{ind}^{-1}$) weight	50	50	50	50	50	50	50	50
资源损失(t) weight loss	46.6	12.2	53.8	4.2	25.4	6.8	30.2	2.3
总计(t) total					201.9			

表 5 冲击波对虾类和其他渔业资源损失量的估算

Tab. 5 Loss calculation of shrimps and other fishery resources owing to the influence of SW

损失计算 loss calculation	虾类 shrimps				其它 rest			
	环岛大堤 annular island bank		联络堤 connect bank		环岛大堤 annular island bank		联络堤 connect bank	
	成体 adult	幼体 young	成体 adult	幼体 young	成体 adult	幼体 young	成体 adult	幼体 young
密度($10^4 \text{ ind} \cdot \text{kg}^{-3}$) density	824	5 290	824	5 290	131	285	131	285
体积(km^3) volume	0.00 923	0.00 923	0.01 846	0.01 846	0.00 923	0.00 923	0.01 846	0.01 846
累积损失率(%) loss rate	30	30	30	30	30	30	30	30
施工天数(d) construct	165	165	45	45	165	165	45	45
长成率(%) livability	100	10	100	10	100	10	100	10
尾重($\text{g} \cdot \text{ind}^{-1}$) weight	5	5	5	5	50	50	50	50
资源损失(t) weight loss	18.8	12.1	10.3	6.6	29.9	6.5	16.3	3.6
总计(t) total	47.8				56.6			

3.6 两种不同资源损失量计算方法的比较

以冲击波对鱼类影响为例,比较两种方法计算资源量损失的结果。从图 1 的 4 次调查看,资源密度重量平均为 $62.88 \text{ t} \cdot \text{km}^{-3}$,依据概念一计算,直接的资源损失量总计为 $62.88 \text{ t} \cdot \text{km}^{-3} \times 0.00 923 \text{ km}^3 \times 30\% \times 165 \text{ d} + 62.88 \text{ t} \cdot$

$\text{km}^{-3} \times 0.01 846 \text{ km}^3 \times 30\% \times 45 \text{ d} = 43.39 \text{ t}$ 。该结果与依据概念二计算的结果 201.9 t 比较,在相同的影响水体、累积损失率和施工天数等参数条件下,采用概念一传统计算方法的结果大大地低估了渔业资源量的损失。所以,建议在今后环境影响评价和污染物损失评估中,采用依据本文概

念二的渔业资源损失量的评估方法。

3.7 方法的调查依据、适用性和有效性分析

由于种种原因,目前渔业资源损失量评估参数体系还不完备。这些参数的实验研究,需要涉及广泛工程背景,而且知识还有一个逐渐积累的过程。在现有条件下,渔业资源损失量评估仍应依据渔业资源现状调查的结果。

依据本文分析的结果,为了反映渔业资源直接损失和潜在损失,在海洋环境影响现状调查中,应该对鱼卵、仔鱼和幼体密度进行调查。所获的结果,加上本文介绍的方法,有助于推断渔业资源潜在的损失量。同时还应调查成鱼资源密度。对于虾蟹类的调查,成体和幼体资源密度也应分别调查,不可缺少。此外,还要分析渔业资源优势种群的生物学特征,特别是体重分布,藉此确定当地渔业资源商品规格平均尾重。为此,我国应尽早制定相应的法规和标准,强制规定环境影响评价应有以上渔业资源调查项目和结果,确保渔业资源评估数据的完整性。

本文在提出渔获物平均商品尾重参数时,考虑了水域优势品种的体重分布;在确定长成率参数时,依据了自然界物种数量的生态学定律和类比分析;其他参数来自工程分析。本文所用的评估方法尽可能的利用了目标水域渔业资源的参数,有效地反映了渔业资源直接损失和潜在的损失,具有良好的合理性和可操作性。

鱼卵、仔鱼资料由蒋玫副研究员提供,沈晓民先生在论文构思中提供了非常有益的建议,谨致谢忱。

参考文献:

- [1] 贾晓平,林钦,蔡文贵. 大亚湾马鞭洲大型爆破对周围水域环境与海洋生物影响的评估[J]. 水产学报, 2002, 26(4): 313-320.
- [2] 崔毅,林庆礼,吴彰宽,等. 石油地震勘探对海洋生物及海洋环境的影响研究[J]. 海洋学报, 1996, 18(1): 125-130.
- [3] 蒋玫,沈新强,杨红. 水下爆破对渔业生物影响的研究[J]. 海洋渔业, 2005, 27(2): 150-153.
- [4] 尚龙生,戴云丛,刘现明,等. 水中爆破对双台子河口渔场的影响[J]. 海洋环境科学, 1994, 13(3): 23-32.
- [5] 唐启升,苏纪兰. 中国海洋生态系统动力学研究: I 关键科学问题与研究发展战略[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 1-72.
- [6] 郑元甲,陈雪忠,程家骅,等. 东海大陆架生物资源与环境[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2003.
- [7] 詹秉义. 渔业资源评估[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995. 257-260.
- [8] 陈大刚. 渔业资源生物学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997. 1-68.
- [9] 贾晓平,李永振,李纯厚,等. 南海专属经济区和大陆架渔业生态环境与渔业资源[M]. 北京: 科学出版社, 2004. 280-542.
- [10] 沈新强,张淳良,蒋玫. 非急性水污染对渔业影响的定量估算方法的探讨[J]. 水产学报, 2001, 25(3): 283-285.

文章编号: 1000-0615(2006)06-0785-06

网箱养殖大黄鱼两种间距分级栅分级效果的比较

宋利明¹, 张禹¹, 周应祺¹, 蔡厚才², 方金¹, 叶鹏²

(1. 上海水产大学海洋学院, 上海 200090;

2. 浙江省平阳县南麂岛开发有限公司, 浙江温州 325401)

摘要 对770尾网箱养殖大黄鱼的生物学参数体宽(B)、体长(L)与体重(W)进行测定,运用幂函数拟合方法获得体重与其他两个参数的关系方程。为了达到按重量300g的分级要求,选择体宽为确定分级栅间距的依据,运用几何形态法、logistic曲线模型方法确定分级栅间距的理论值为34.66mm,用幂函数拟合方法得理论值为38.21mm。分级试验采用平均间距为33.01mm、37.95mm二种规格分级栅,对大黄鱼分级,结果表明,经过5~10min分级,间距33.01mm分级栅留存的大黄鱼中,达到分级标准的鱼($W \geq 300$ g)的最高比例为50.00%,平均为42.96%,留存下的鱼的平均体重296g;间距37.95mm的分级栅,留存的渔获中,体重高于300g的最大比例为73.33%,平均为43.76%,留存下的鱼的平均体重310g。使用平均间距37.95mm的分级栅,在周长为48m的深水网箱中进行分级操作后,留存的大黄鱼中,最小鱼体重为320g,分级效果良好。同时也表明用幂函数拟合方法计算分级栅间距比用几何形态法、Logistic曲线模型方法计算出的分级栅间距进行分级的效果要好。

关键词 网箱养殖; 大黄鱼; 分级栅间距; 分级效果

中图分类号: S964.7 文献标识码: A

A comparison of grading effects of grading panel with two different bar spacings for cage-cultured *Pseudosciaena crocea*

SONG Li-ming¹, ZHANG Yu¹, ZHOU Ying-qi¹, CAI Hou-cai², FANG Jin¹, YE Peng²

(1. College of Marine Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. Ping Yang Nanji Island Development Co. Ltd, Wenzhou 325401, China)

Abstract Based on the measurements on 770 cage-cultured large yellow croakers, the relations between fish body width, length and their weight have been analyzed by means of regression equation. From the geometric morphological measurements on fish body, which are often used in estimating gillnet selectivity and from Logistic curve model, the theoretic bar spacing of the grading panel has been derived as 34.66 mm to meet the requirement of the grading standard 300 g. It was 38.21 mm derived from a power function regression. Grading effects were tested with two different grading spacings of 33.01 mm and 37.95 mm. For the 33.01 mm grading spacing grading panel, after 5 to 10 minutes of grading operation, the highest ratio of marketable fish which weigh more than 300 g was 50.00% of total retained by the grading panel. Their average body weight retained by the grading panel was 296 g. For the 37.95 mm grading spacing in the same conditions, the highest ratio, whose weight ≥ 300 g was 73.33% in the total retained by the grading panel. The average ratio was 41.65%. The average body weight of total fish retained by the grading panel was 310 g which was 25 g more than that of fish without sizing grade. Grading trials have been operated in a 48 m circle fish cage. All of the fish retained by the grading panel, when the bar spacing

收稿日期: 2006-05-08

资助项目: 浙江省平阳县南麂岛开发有限公司资助项目(技04-49);温州市科技发展计划项目资助(S2004B024);上海市重点学科建设项目资助(T1101)

作者简介: 宋利明(1968-)男,江苏昆山人,教授,在职博士研究生,主要从事金枪鱼渔业、深海底层延绳钓渔业、网箱养殖工程的研究, E-mail: lmsong@shfu.edu.cn

通讯作者: 周应祺, E-mail: yqzhou@shfu.edu.cn