

海洋工程环境评价中渔业资源价值损失的估算方法

徐兆礼¹, 陈华^{1,2}

(1. 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; 2. 上海水产大学 海洋学院, 上海 200090)

摘要: 以中国南方近海某 LNG 接收站海洋工程分析和渔业资源调查数据为研究基础, 评价该工程对附近海域渔业资源形成的物质损害。以此为案例, 探讨中国海洋工程环境影响评价中渔业资源价值损失估算的基本方法。在现有科学条件下, 对海洋工程引起渔业资源损失量进行精确计算暂时还难以实现, 但可以寻求一个相对客观的方法, 即首先要选择一个尽可能反映现场调查资料、符合生态学原理和渔业科学理论的评估方法。在此原则下, 成鱼采用直接重量损失法评价; 鱼卵、仔鱼和幼体采用长成推算法评价与采用的直接重量损失法相比较, “成长推算法”更具合理性。在长成推算法中, 工程影响海域成体的平均体质量应通过不同物种各自尾数的比例和成体平均尾重加权平均求得。本研究旨在为目前中国海洋工程环境影响评价和今后相关标准的修订提供参考。[中国水产科学, 2008, 15(6): 970-975]

关键词: 海洋工程; 环境评价; 渔业资源; 损失估算

中图分类号: X37

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2008)06-0970-06

海洋渔业资源不仅具有生态意义, 而且是渔业赖以生产的基础, 具有明显的经济属性和社会属性。由于渔业资源是海洋生态环境保护的重要内容, 因此, 在中国海洋工程的环境影响评价中, 渔业资源价值损失的估算已成为环境评价的核心内容。

由于渔业资源物损估算方法的研究起步较晚, 加之海洋生态系统的演变是一个较为漫长的过程, 且影响因素错综复杂, 进行定量估算还有许多科学问题需要研究, 因而导致中国现有的《海洋工程环境影响评价技术导则》^[1]对海洋环境影响评价中的渔业资源调查和物损估算难以提出统一和规范的评价方法。例如调查对象的确定、数据处理方法、工程影响程度的判定方法、物损计算方法、生态经济损失评价方法等的正确使用。在国外方面, 基于对渔业资源和渔业生产的保护, 对海洋工程环境影响评价中的渔业资源部分非常重视。如, 在海洋工程建设过程中进行必要的渔业调查^[2], 研究工程对龙虾幼体生长^[3]、太平洋牡蛎 (*Crassostrea gigas*) 胚胎发育的影响^[4]、鱼类死亡^[5]和渔场变迁^[6-7]的影响等。在国内, 徐兆礼等^[8-9]曾依据上海 LNG 工程海洋环境影响评价资料, 提供了 2 个渔业资源物损评价的实例。由于当时仅为初步研究, 未能提供完整的评估方案,

部分参数估计尚需要在实践中加以调整。目前国内这方面评价的参数体系尚未健全, 但基于海洋工程环境影响评价的实际需要, 本研究在现有科学条件下, 依据渔业资源评估学^[10]、渔业生物学^[11]和海洋生态学^[12]一般原理, 及国外的评价方法^[13], 以南方近海另一 LNG 工程为例, 以其对海洋环境影响评价资料为参考依据, 提出海洋工程对渔业资源价值损失估算的方法, 旨在为目前中国海洋工程环境影响评价实践和今后相关标准的修订提供参考。

1 方法设计

1.1 渔业资源生物调查内容和统计参数

在渔业资源物损评价中需要采用以下参数: 渔业资源种类组成、优势种、成体体长和体质量的抽样分布、幼体尾数和重量的比例、性腺发育、资源密度 (以重量计: t/km^2 、以尾数计: ind/km^2)、渔获物的商品价格参数和鱼卵、仔稚鱼 (数量、密度、种类) 等。这些都是评价所必需的调查内容和估算参数。

1.2 渔业资源物损估算方法

依据物损评估一般原理, 工程形成渔业资源物损数量分析大致有以下 2 种方法:

直接重量损失法: 直接重量损失的评价方法仅

收稿日期: 2008-01-13; 修订日期: 2008-05-22.

基金项目: 上海市 908 专项 (PJ1-1); 中国近海海洋综合调查与评价 (908) 专项 (908-02-01-03) 资助.

作者简介: 徐兆礼 (1958-), 女, 研究员, 从事海洋生态学和海洋生态环境影响评价研究. E-mail: xiaomin@public4.sta.net.cn

仅用于渔业资源成体损失的评价。在外海, 渔获物几乎都是成体, 这一方法可直接使用。具体计算公式如下:

$$W = DRVM$$

式中: W 为成体损失量 (t), D 为渔业资源密度 (以重量计, t/km^2), R 为成体比例 (%), V 为影响面积 (km^2), M 为工程致死率 (%)。

其中资源密度 D 可以通过现状调查得到, 影响面积 V 可以通过工程分析和数学模拟求得, 工程致死率 M 可由试验得到, 也可以类比求得。

渔业资源个体长成法: 在近海, 幼体资源尾数比例高达 70%~85%, 采用重量推算损失法容易忽视鱼卵、仔稚鱼和幼体资源增长潜力。故应采用个体长成推算法评价。其概念是, 通过平均体质量, 在一定长成率的前提下, 将鱼卵、仔稚鱼和幼鱼的数量损失换算成成鱼的数量损失。其公式如下:

$$W = DrVMNI \times 10^{-6}$$

式中: W 为成体损失量 (t), D 为渔业资源密度 (以尾数计, ind/km^2), r 为幼体比例 (%), V 为影响面积 (km^2), M 为工程致死率 (%), N 为长成率 (%), I 为渔获物商品每尾体质量, 即尾重 (g/ind)。

1.3 商品平均尾重参数的确定

鱼类商品规格尾重应该是所有鱼种成体尾重的加权平均值。依据渔业资源生物学对鱼类成体定义^[11], 以达到食用商品规格体质量为准。商品平均尾重求取公式如下:

$$W = P_1L_1 + P_2L_2 + \dots + P_iL_i + \dots + P_nL_n \quad (i=1, 2, \dots, i, \dots, n \leq 5)$$

其中: P_i 代表不同种各自尾数的百分比 (%), L_i 代表不同种各自成体平均尾重 (g/ind),

W 为商品规格平均尾重 (g/ind), n 为种类数, $P_iL_i = W_i$ 是每种鱼类的尾重加权值。

在具体操作中, 测定每一鱼种平均尾重和百分比过于繁琐。为了简化操作, 本研究取渔获物中尾数前 5 位 (占总尾数的 80% 以上) 的代表种样本为所有渔获物商品规格平均尾重计算。

1.4 长成率参数的确定

应用个体长成法推算渔业资源量损失, 需要了解自然存活率, 即鱼卵、仔鱼和幼鱼在工程未实施条件下长成成鱼的比例, 本研究称为长成率。在海洋环评实践中, 精确得到每一个鱼种的长成率难以操作。鱼卵、仔鱼和幼体在生长过程中, 一方面表现为体质量的增大; 另一方面, 也存在一定的死亡

数量。从营养水平上看, 受精卵相当于自养生物, 仔鱼相当于浮游动物, 幼鱼相当于小型游泳动物。依照食物网营养级的理论^[8], 生物个体数量随营养级每升高一级, 数量仅存 10%。受鱼卵孵化和开口摄食的影响, 从鱼卵到仔鱼存活率仅有 10%, 仔鱼到幼鱼也仅存 10%; 对幼体长成产卵成体而言, 不但有自然死亡, 而且还有捕捞死亡, 存活率也是 10%。文献 [8-9] 均依据上述长成率参数计算。由于鱼类成体是指具有食用商品价值的个体^[14], 依据性腺等生物学分析, 本调查中采集的成体样本绝大多数是幼体到越冬前的当龄成体群体。假设越冬前当龄样本长到次年性腺成熟成活率 50%。由此推测, 从幼体最后长到商品成体 (指越冬前当龄群体) 存活率应为 20%。最后推算本研究采用的长成率: 鱼卵为 0.2%、仔鱼 2%、幼鱼 20%。

1.5 评价数据和参数

本研究以上海某 LNG 站线工程接收站大堤为例, 计算该工程接收站大堤施工中爆破挤淤作业对渔业资源造成的价值损失。具体调查和计算结果如下:

渔获物尾数中的幼体比: 依据 2007 年 6 月和 9 月两次调查, 渔获物幼体尾数中, 鱼类幼体平均占 77.06%、虾类占 63.13 %、蟹类占 87.14%。鱼类幼体重量占鱼类总重量的 45.44%, 虾类为 30.30%, 蟹类为 78.93%。

平均资源密度: 鱼类尾数密度为 $25.49 (10^3 \text{ ind}/\text{km}^2)$; 虾类 (包括口足类虾蛄) 为 $18.55 (10^3 \text{ ind}/\text{km}^2)$; 蟹类为 $8.81 (10^3 \text{ ind}/\text{km}^2)$ 。鱼类重量密度为 $219.04 \text{ kg}/\text{km}^2$, 虾类 (包括口足类虾蛄) $77.38 \text{ kg}/\text{km}^2$ 和蟹类 $71.33 \text{ kg}/\text{km}^2$ 。

影响面积: 本研究计算码头堤基的爆破挤淤作业冲击波对渔业资源生物的影响。依据工程分析, 每次爆破挤淤冲击波将使码头前沿爆炸点 700 m 半圆, 面积为 0.77 km^2 以内水域生物全部死亡, 作业时间共 43 d。

鱼卵和仔鱼: 通过春、秋季两个航次的调查, 得到该水域鱼卵平均密度为 $2.29 \text{ ind}/\text{m}^2$; 仔鱼为 $29.40 \text{ ind}/\text{m}^2$ 。假设调查水域冬季 (12 月至翌年 2 月) 没有发现鱼卵、仔鱼。

2 结果与分析

2.1 渔业资源物损估算

本研究中取渔获物中占重量百分比前 5 位

的物种作为整体来计算商品规格尾重。结果显示(表1),计算样品选用的物种尾数(前5种)占总样品尾数比例为:鱼类82.34%,虾类(包括口足类虾类)95.5%,蟹类97.7%;商品规格尾重鱼类为

38.30 g/ind, 虾类(包括口足类虾类)为10.42 g/ind, 蟹类为59.56 g/ind。所有渔获物经加权平均计算的商品重量规格为: 鱼类43.16 g/ind, 虾类10.33 g/ind 和蟹类59.66 g/ind。

表1 渔获物优势种及其占计算样品尾数的百分比和平均体质量
Tab. 1 Percentage (%) of dominant species in sample and average body weight

类群 Group	优势种 Dominant species	数量百分比/% Percentage in number	尾重加权值 [*] /g Body weight [*]
鱼类 Fish	白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	63.22	25.29
	龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i>	20.45	9.65
	凤鲚 <i>Coilia mystus</i>	6.53	1.38
	小黄鱼 <i>Pseudosciaena polyactis</i>	5.87	1.40
	六指马鲛 <i>Polydactylus sextarius</i>	3.94	0.58
	口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	31.28	5.88
虾类 ^{**} Shrimp ^{**}	哈氏仿对虾 <i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	52.49	3.64
	中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i>	6.40	0.36
	鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>	6.07	0.43
	刀额仿对虾 <i>Parapenaeopsis cultrirostris</i>	3.75	0.10
蟹类 Crab	日本蟳 <i>Charybdis japonica</i>	6.13	7.22
	隆线强蟹 <i>Eucrate costata</i>	12.66	5.01
	红星梭子蟹 <i>Portunus sanguinolentus</i>	55.98	40.17
	三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>	6.52	1.17
	矛形梭子蟹 <i>Portunus hastatoides</i>	18.71	5.99

注: * 尾重加权值是1.3所述的 $PL_i = W_i$; ** 包括口足类动物。

Note: "Body weight" means threshed value in total weight of a individual, $PL_i = W_i$ metioned in 1.3; ** includes Stomatopoda.

以材料与方法中所提及上述计算得到的数据为例,分析LNG接收站爆破施工对渔业资源的影响。各计算数据归纳如下:

幼体资源密度: 依据以上1.5节中资源密度和幼体比例(尾数)调查结果,计算得到幼鱼密度(尾数)平均为 19.65×10^3 ind/km², 幼虾为 11.71×10^3 ind/km², 幼蟹为 7.68×10^3 ind/km²; 成体密度(质量): 鱼类119.52 kg/km², 虾类53.93 kg/km², 蟹类为7.89 kg/km²(表2)。

鱼卵和仔鱼: 鱼卵平均密度2.29 ind/m², 仔鱼29.40 ind/m²。鱼卵、仔鱼和幼体的长成率分别以0.20%、2%和20%估计。

确定计算参数: 施工一半时间在没有鱼卵和仔鱼的冬季进行,故施工期的鱼卵、仔鱼出现率以50%(简称出现率)估算。自然长成率: 鱼卵为

0.2%, 仔鱼为2%, 幼鱼为20%。施工天数43 d, 先按公式计算首日爆破影响,次日起42 d内,两天施工间隙仍有一定量的资源生物随海流进入影响海域受到损害。假定为首日的10%(称为累积损失率),需要根据实际施工天数逐日累计(表2)。

2.2 渔业经济损失分析

以上通过计算获得爆破挤淤形成渔业资源损失量,鱼类46.47 t, 虾类0.318 t, 蟹类0.402 t。进一步采用市场价值法估算渔业资源生态经济的损失。依据对市场价格调查,成鱼产值平均1万元/t, 虾类为1万元/t, 蟹类几乎由低值的品种组成,为0.3万元/t。最后计算得到渔业资源物损价值如下:

鱼类60.52万元, 虾类0.33万元, 蟹类0.15万元。由此可以得出,该工程爆破挤淤形成的渔业资源部分损失合计为61.00万元。

表 2 冲击波对渔业资源损失量的估算
Tab.3 Estimation of fishery resources loss caused by influence of bow wave

损失计算 Calculation of loss	鱼类 Fish				虾、蟹类 Shrimp and crab			
	成鱼 Adult	幼鱼 Young	仔鱼 Larvae	鱼卵 Egg	成虾 Adult shrimp	幼虾 Young shrimp	成蟹 Adult crab	幼蟹 Young crab
密度 / ($\times 10^3$ ind $\cdot$ km $^{-2}$) Density in number		19.65				11.71		7.68
重量密度 / (kg $\cdot$ km $^{-2}$) Density in mass	119.52				53.93		7.89	
密度 / (ind $\cdot$ m $^{-2}$) Density in number			29.4	2.29				
面积 / km 2 Square	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
出现率 / % Occurrence	100	100	50	50	100	100	100	100
累积损失率 / % Mortality	10	10	10	10	10	10	10	10
施工天数 / d Construct days	43	43	43	43	43	43	43	43
首日死亡尾数 / ($\times 10^3$ ind) Death of first day		15.11	1130.87	88.08		9.01		5.91
累计死亡尾数 / ($\times 10^3$ ind) Cumulative mortality		63.47	4749.66	369.96		37.83		24.81
首日成体损失质量 / kg First day adult loss	91.94				41.49		6.07	
累计成体损失质量 / kg Cumulative adult loss	386.17				174.26		25.51	
长成率 / % Livability	100	20	2	0.2		20	100	20
成体质量 / (g $\cdot$ ind) Adult body weight		50	50	50		10.42		80
资源损失 / t Weight loss	0.48	0.78	58.80	0.46	0.22	0.11	0.032	0.50
小计 / t Subtotal		60.52				0.33		0.53
总计 / t Total					61.38			

3 讨论

3.1 渔业资源损失量评价原则

由于海洋环境的不同以及渔业资源结构特征的差异,精确地对渔业资源物损进行评价,还有许多的问题与影响因素需要研究。然而,由于渔业资源物损评价参数体系建立的滞后性远远满足不了经济发展的要求。

因此,在现有的工作前提下寻求一个合理的方法,即首先确定一个尽可能反映现场调查资料、符合生态学原理和渔业科学理论的评估方法,是可行的,并且是势在必行的。例如,精确了解所有鱼类不同生长阶段的长成率在相当长的时间内是无法实现的,但遵循“合理性”这一原则,依照食物网营养级金字塔理论^[13],本研究推算鱼卵长成率为0.2%、仔鱼为2%、幼体为20%是合理的。尽管有些报道提出^[10],从幼鱼到产卵成鱼自然存活率为

20%~30%,但是加上捕捞死亡、商品成体以当龄鱼(指越冬前当龄群体)起算这两个因素,从幼鱼到商品成体的存活率为20%仍然是合理的。

在沿岸或近海海域,鱼卵、仔鱼和幼鱼数量往往较大,若仅仅依据重量损失评估,一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,同时鱼卵和仔鱼损失也无法评价。这违反了“合理性”原则。因此本研究所提到的渔业资源物损评价方法,通过现状调查资料,将成体和幼体从渔获物重量中分离。成鱼采用直接重量损失法评价,鱼卵、仔鱼和幼体采用长成推算法评价。虽然仍欠精确,但是比原来普遍采用的直接重量损失法具有更明显的合理性。

3.2 主要参数的合理性分析

海洋工程对渔业资源影响评价方法的合理性,主要表现在评价参数的“合理性”。因此有必要对

本研究中所用参数的合理性进行分析。

在直接重量损失和个体长成推算法计算公式中,工程致死率是重要的计算参数,尽管实验表明,当爆破挤淤炸药当量为 500 kg 时,在距爆破源 700 m 处鱼类没有死亡,而 600 m 处死亡率为 10%^[15-18]。但是既然有 10% 死亡,可以合理推断,其余 90% 可能受到重伤,而一天内挤淤爆破往往多次进行,并且爆破作业持续时间较长,加之同时产生大量的悬浮物。因此可以认为,影响半径范围(700 m)内,工程致死率为 100%。

商品规格体质量可以通过对成体尾数和体质量测定,加权平均后求得。具体评价和计算方法,建议取尾数百分比前 5 位代表种的加权平均体质量,但前提是代表种尾数之和应超过总尾数的 70%,以确保计算样本具有良好的代表性。随着电脑软件技术的发展,商品规格体质量可以精确求得。但在现阶段,本研究中所用的方法仍具合理性,2.2 节所示 2 种方法计算商品规格尾重差别不大就是证明。

本研究中采用的其他参数,例如累积损失率取 10%,鱼卵、仔鱼仅仅有 50% 的天数出现,都是依据工程分析和现状具体调查作出的估计,具有较强的专业性依据。

此外,海洋工程对渔业资源影响评价中的参数,应该通过调查资料计算得到。目前环境评价普遍采用的成体平均尾重 100 g 的参数设置,不符合本研究所表述的合理性原则。不同渔场,鱼类组成不同,因此,海洋工程对渔业资源影响评价,必须进行海洋渔业资源现状调查,相关参数必须反映调查水域渔业资源种类组成的现状,这是体现环境评价中参数设置合理性原则最重要的方面。

3.3 不同方法比较分析

依据合理性原则,比较渔业资源直接重量损失法,以及本研究所提“成体采用直接重量损失法”和“鱼卵、仔鱼和幼鱼个体长成推算法”计算的结果。如果采用直接重量损失法计算,以鱼类为例,将鱼类现存资源重量密度(219.04 kg/km²)、影响面积(0.77 km²)和致死率数值(100%)代入 2.2 节的直接重量损失法计算公式,计算得首日鱼类资源损失量为 168.51 kg,累计损失量 707.73 kg,总计 0.88 t。采用本研究表 2 方法计算,成鱼损失量虽然仅为 0.48 t,但鱼类损失合计 60.52 t。

依据以上计算结果,本研究采用的方法较好地

突出了渔业资源幼体成长潜力,有利于渔业资源的保护,体现了合理性原则。

致谢:课题组成员沈盎绿、倪勇、陈莲芳、高倩、陈佳杰、顾孝连等同志参加了渔业资源海上样品采集、种类鉴定和数据处理等,谨致谢忱;特别感谢沈晓民先生在本论文构思和写作过程中付出的辛勤劳动。

参考文献:

- [1] 国家质量监督检验检疫总局. 海洋工程环境影响评价技术导则(GB/T19485-2004) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [2] Bamber R N, Seaby R M H, Turnpenny A W H, et al. Sizewell ichthyoplankton survey, 1992 [R]. Report to Nuclear Electric by Fawley arl FCR, 1993: 74-93.
- [3] Bamber R N, Seaby R M H. The effects of entrainment passage on the planktonic larvae of lobster [R]. Report to Nuclear Electric by Fawley arl FRR, 1994: 103-194.
- [4] Bamber R N, Seaby R M H, Fleming J M, et al. The effects of entrainment passage on embryonic development of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* [J]. Nuclear Energy, 1994, 33(6): 353-357.
- [5] Fleming J M, Seaby R M H, Turnpenny A W H. A comparison of fish impingement rates at Sizewell A & B Power Stations [R]. Report to Nuclear Electric by Fawley arl FCR, 1994, 104-94.
- [6] Riley J D, Symonds D J, Woolner L. On the factors influencing the distribution of O-Group demersal fish in coastal waters [J]. Rapp P-V Réun Cons Int Explor Mer, 1981, 178: 223-228.
- [7] Seaby R M H. Survivorship trial of the fish-return system at Sizewell B Power Station. Report to Nuclear Electric [R]. Fawley arl FCR, 1994: 102-194.
- [8] 徐兆礼, 张凤英, 陈渊泉. 机械卷载和余氯对渔业资源损失量评估初探 [J]. 海洋环境科学, 2007, 26(3): 246-251.
- [9] 徐兆礼, 张凤英, 陈渊泉. 悬浮物和冲击波造成的渔业资源损失量估算 [J]. 水产学报, 2006, 30(6): 778-784.
- [10] 詹秉义. 渔业资源评估 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 257-260.
- [11] 陈大刚. 渔业资源生物学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 1-68.
- [12] 沈国英, 施并章. 海洋生态学 [M]. 厦门: 厦门大学出版社, 1996: 189-253.
- [13] Van Winkle W. Assessing effects of power-plant-induced mortality on fish populations [R]. Proceedings Conference held

- at Riverside Lodge, Gatlinburg, Tennessee, May 3-6 1977 (Ed. Van Winkle), New York, Pergamon, 1977: 130-172.
- [14] 殷名称. 鱼类生态学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 13-14.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.

Estimating economic costs of potential fishery losses caused by marine engineering

XU Zhao-li¹, CHEN Hua^{1,2}

(1. Key and Open Laboratory of Marine and Estuary Fisheries, Ministry of Agriculture of China, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China; 2. College of Marine Science and Fisheries, Shanghai Ocean University, Shanghai 200090, China)

Abstract: A method is proposed to estimate the potential fishery loss and consequent economic costs caused by marine engineering. Here we give a case study of the Liquefied natural gas (LNG) Projection, which was launched in the southern off shore area of East China Sea. By now, the accurate quantitative evaluation is still not available. Therefore, we attempted to explore a mathematical method to evaluate the potential fishery loss due to marine engineering, based on ecological and fishery principals and field investigation data. In our method, the loss of adult fish was determined by Weight Estimation (WE); while the economic losses of egg, larval, and juvenile fish were determined by Growth Estimation (GE), concerning their potential growth capacity. According to GE, potential fishery losses of egg, larval, and juvenile fish should be converted into the potential average weight of the adult fish. Then we calculated the potential average weight of the adult fish for all species through weighted mean method by the percentage of every species in the total individual and their mean weight. Thus, the total potential fishery losses due to LNG were found. Finally, the economic losses were deduced by potential fishery losses and their marketing value. [Journal of Fishery Sciences of China, 2008, 15(6): 971-976]

Key words: marine engineering; environmental impact assessment; fishery resources; economic loss estimation