

文章编号:1000-0615(2002)04-0313-08

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

贾晓平, 林 钦, 蔡文贵

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东 广州 510300)

摘要: 为了掌握大亚湾马鞭洲岛大型爆破对周围水生环境和海洋生物的实际影响, 对爆破现场进行了监测, 并对爆破产生的效应做了评估。结果表明, 马鞭洲岛周围水域的14项水质指标在爆破后24h内均恢复正常水平; 表层沉积物9项指标在爆破后未发现明显异常; 爆破对浮游动物的种类构成和生物量没有明显影响; 对鱼卵仔鱼影响的最远距达2000m, 并在爆破24h后影响范围内的鱼卵仔鱼数量尚无明显恢复迹象; 爆破后渔获量明显降低, 对距爆心2000m以内水域的海洋经济种类造成直接损害和持续性影响。

关键词: 海岛爆破; 影响效应; 大亚湾

中图分类号: S931.3 **文献标识码:** A

Evaluation for the impact of large explosion at Mabianzhou Island on the neighboring aquatic environment and marine organisms in Daya Bay

JIA Xiao-ping, LIN Qin, CAI Wen-gui

(South China Sea Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Guangzhou 510300, China)

Abstract: In order to find out the actual impact of the large explosion at Mabianzhou island on the neighboring aquatic environment and marine organisms in Daya bay, the explosion scene was monitored and the impact effect was evaluated. The result showed that 14 indexes of the water quality around the waters of Mabianzhou island returned to the normal levels in 24 hours after the explosion, while 9 indexes of the surface sediment did not appear obviously abnormal. The explosion did not affect obviously the species structure of zooplankton and biomass. The farthest distance of the impact on the fish eggs and young fish reached 2 000m, and no obvious evidence showed that the quantity of fish eggs and young fish under the range of impact returned to normal 24 hours after the explosion. The fishing yield decreased sharply after the explosion, and the commercial marine species around the waters within a radius of 2000m of the explosion center were damaged directly and affected continuously.

Key words: island explosion; impact effect; Daya Bay

马鞭洲位于大亚湾中部, 岛面积为0.197km², 岛岸线长3.1km。马鞭洲周围水域是名贵鱼、虾、贝类

收稿日期: 2001-08-24

资助项目: 南海石油化学工程环境影响评价项目; 广州石油化学工程环境影响评价项目

作者简介: 贾晓平(1949-), 男, 河南获嘉人, 研究员, 主要从事海洋渔业生态环境与污染监控技术研究。Tel: 020-84451083; E-mail: scsfiwqe@public.Guangzhou.gd.cn

的产卵、发育、索饵和育肥场所,在大亚湾水产自然保护区中占有十分重要的地位^[1]。由于在马鞭洲修建15万吨级原油码头和输油首站的需要,采用大爆破的形式对马鞭洲中部和南部进行土地平整,于1994年9月15日和11月28日分别在马鞭洲中部和南部实施爆破。迄今为止,在国内外资料中仅有水中小型爆破影响效应研究的零星报道^[2,3],而海岛大型爆破工程对周围水域环境和海洋生物资源影响的实测资料尚未见报道,为了解和掌握马鞭洲大爆破对周围水域环境和海洋生物的影响的第一手资料,对11月28日在岛南部实施的大爆破进行了现场监测,并对爆破产生的影响效应做了初步评估。

1 材料与方 法

1.1 爆破工程的主要参数

爆破总土方量为 $118 \times 10^4 \text{m}^3$,炸药量 999t,最大单响药量 230t,爆破高程 10m,最大入海土方量 $32 \times 10^4 \text{m}^3$,最大抛石距离 220m。本次爆破采用定向抛掷和松动爆破结合的方式进行。

1.2 监测站的设定

海水水质设 4 个监测站,即 2、4、5 和 7 号站;表层沉积物设 3 个站,即 2、4 和 5 号站。表层沉积物历史数据调查站位分别为 2 号站(1992.3)和 5 号站(1994.1);浮游生物、鱼卵仔鱼和吊笼均设 10 个站位即 1~10 号站。各监测站位如图 1 所示。

1.3 海水和表层沉积物的采样与分析

所有样品的采集与分析均按《海洋监测规范》^[4]规定的方法进行。海水样品在爆破前 24h、爆破后 4h 内及爆破后 24h 各采样一次,表层沉积物在爆破后 24h 采样一次。

1.4 鱼卵仔鱼和浮游动物监测

爆破后在爆破区附近水域立即进行采样。采用浅水 I 型浮游生物网进行底至表垂直拖网采样和水平拖网采样,水平拖速为 1kn,拖时为 10min。爆破的次日重复进行一次采样。拖网航迹和采样站位见图 1 右下方框内的①~⑩。

1.5 底层渔业资源试捕调查

在爆破的当天和次日在爆破区周围海域采用虾拖船进行试捕调查。虾拖船功率 80kW,拖速 2kn,网口宽度 2.5m;每个采样站投放 1~2 网,每网拖 10min。对各网次的渔获物进行分类、测定和损伤检验。试捕放网站位和拖网航迹见图 1。

1.6 定点吊笼监测

在爆破区附近水域按距爆区 500m、1 000m、1 500m 和 2 000m 距离共布设 10 个吊笼监测点,即图 1 中站位 1~10。每个点投放网笼 2 个,投放深度为离水面 1m。网笼规格为 50cm × 40cm × 30cm。在各监

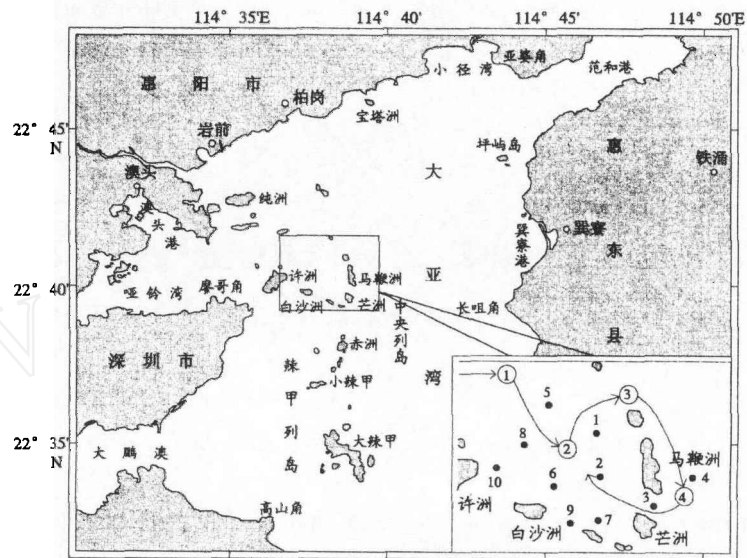


图 1 监测站位与拖网航迹

Fig.1 Monitoring stations and trawling trace

测点的两个网笼中,一个投放试验活鱼 10 尾,种类为平鲷 *Chrysophrys aries*、黑鲷 *Acanthopagrus schlegeli* 和黄斑蓝子鱼 *Siganus oramin*;另一个投放长毛对虾 *Penaeus penicillatus* 10 尾和翡翠贻贝 *Mytilus smaragdinus* 10 枚。网笼于爆破前一天投放到各监测点,爆破后立即收笼,检查网笼中各种类的损伤情况。

2 监测结果与影响评价

2.1 海水水质

各测站海水水质共监测了水温、pH、盐度、透明度、总悬浮物、溶解氧(DO)、化学耗氧量(COD)、镉(Cd)、铅(Pb)、锌(Zn)、亚硝酸盐氮($\text{NO}_2\text{-N}$)、硝酸盐氮($\text{NO}_3\text{-N}$)、氨氮($\text{NH}_4\text{-N}$)和磷酸盐($\text{PO}_4\text{-P}$)等 14 个项目,监测结果见表 1 数据。

表 1 马鞭洲爆破前后海水水质监测结果

Tab. 1 Monitoring results for the sea water quality before and after the explosion at Mabianzhou Island

项目 item	爆破前 24h 24h before explosion	爆破后 4h 4h after explosion	爆破后 24h 24h after explosion	评价标准 ^[5,6] assessment standard
水温(℃) water temperature(℃)	23.8 (23.7~23.8)	23.9 (23.8~24.0)	23.8 (23.7~23.8)	不超过当地当时 水温 4℃ not excess original water temperature 4℃
pH 值	7.87 (7.83~7.91)	7.88 (7.78~7.91)	7.80 (7.73~7.85)	7.0~8.5
盐度 salinity	32.63 (32.41~32.79)	32.65 (32.45~32.80)	32.70 (32.48~32.82)	-
透明度(m) transparency (m)	2.4 (1.8~3.0)	1.4 (0.2~2.8)	2.4 (2.1~2.6)	-
悬浮物($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) suspended matter	3.8 (2.9~4.2)	67.3 (2.8~100.8)	2.3 (1.4~3.4)	人为造成增量 < $10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ not more than original concentration
DO($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	7.42 (5.44~8.40)	7.69 (7.40~8.10)	7.70 (7.02~8.56)	5
COD($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1.45 (1.11~1.70)	2.25 (1.53~3.38)	2.04 (1.15~2.67)	< 3
$\text{NO}_2\text{-N}$ ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.04 (0.03~0.05)	0.04 (0.02~0.05)	0.03 (0.02~0.04)	-
$\text{NO}_3\text{-N}$ ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.41 (0.2~0.86)	0.65 (0.14~1.90)	0.34 (0.07~0.71)	-
$\text{NH}_4\text{-N}$ ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.04 (0.00~0.13)	0.14 (0.00~0.31)	0.01 (0.00~0.01)	-
$\text{PO}_4\text{-P}$ ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.27 (0.25~0.31)	0.34 (0.23~0.51)	0.25 (0.23~0.27)	1.0
Cd($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.19 (0.08~0.30)	0.16 (0.10~0.24)	0.14 (0.08~0.17)	5.0
Pb($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	4.06 (2.80~5.28)	4.88 (2.32~10.4)	3.36 (3.20~3.68)	50
Zn($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	6.1 (4.0~7.0)	6.6 (5.8~8.0)	9.1 (8.0~10.5)	100

监测结果显示,各测站的海水水温、pH 和盐度等在爆破后均没有发生明显的变化;各测站海水的 DO、无机氮(包括 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 和 $\text{NH}_4\text{-N}$)、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、Cd、Pb 和 Zn 的含量在爆破前后均没有超出我国一类海水水质标准值或渔业水质标准值。其中,个别测站的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、Pb 和 Zn 的含量虽然爆破后曾一度有所升高,但在爆破后 24h 内已恢复到正常的含量水平;海水的透明度、总悬浮物和 COD 含量均受到爆破的影响,其中尤以透明度和悬浮物的含量所受的影响最为明显。透明度在爆破后一度降低

了2.1~2.3m,而总悬浮物的含量则曾一度超标9.6~15.6倍,但在爆破后24h内透明度和悬浮物均已恢复到正常水平。

2.2 表层沉积物

表层沉积物共监测了有机质、硫化物、NO₂-N、NO₃-N、NH₄-N、PO₄-P、Cd、Pb和Zn等9个项目,其监测结果见表2。

表2 表层沉积物监测结果与历次调查结果的比较

Tab.2 Comparison between the monitoring results for the surface sediment and the history investigation results

项目 item	马鞭洲 ^① (1992.3调查) Mabianzhou island (survey in Mar., 1992)	周围海域 ^② (1994.11调查) neighboring waters (survey in Nov. 1994)	本次监测(爆破后24h) present monitoring (24h after explosion)	评价标准 ^③ Assessment standard
有机质(%) organic matter(%)	1.89	1.68(0.79~2.17)	1.24(0.45~1.79)	3.4
硫化物(mg·kg ⁻¹) sulphide	54.6	72.4(39.5~100.7)	53.6(18.7~73.2)	300
Cd(mg·kg ⁻¹)	-	0.57(0.50~0.69)	0.60(0.50~0.69)	0.5
Pb(mg·kg ⁻¹)	43.5	38.8(32.5~47.0)	42(35~45)	25
Zn(mg·kg ⁻¹)	85.0	70.9(44.4~84.4)	66.9(61.9~74.4)	80
PO ₄ -P(μg·kg ⁻¹)	-	259.8(95.56~422.8)	227.8(51.0~345.7)	-
NO ₂ -N(μg·kg ⁻¹)	-	685.7(234.6~1094)	438.4(179.1~665)	-
NO ₃ -N(μg·kg ⁻¹)	-	100.4(33.16~296.8)	66.3(33.6~95.0)	-
NH ₄ -N(μg·kg ⁻¹)	-	23.2(18.5~49.0)	27.2(17.8~33.7)	-

各测站表层沉积物的有机质、硫化物和Zn的含量均没有超标。无机氮(三氮)和PO₄-P的含量目前尚未有评价标准,但与周围海域的调查结果比较显示,本次监测沉积物中无机氮和PO₄-P的含量均在正常的含量范围内。而Cd和Pb的含量虽高于评价标准值,但与历次调查的结果比较表明,本次监测的结果仍处于历次调查的含量范围内。

2.3 浮游动物变动状况

爆破后浮游动物的生物量及受损率列于表3。爆破当天和次日浮游动物的种类数和生物量均较高,捕获的主要种类有枝角类、毛颚类、桡足类、浮游幼虫、樱虾类和水母等,平均生物量分别为312mg·m⁻³和785mg·m⁻³,说明本次爆破对周围水域浮游动物的组成和生物量没有明显影响。

本次爆破当天捕获样品的平均受损率为3.2%,其中以距爆区最近的1号站和2号站的受损率最高,分别为6.0%和9.9%;其次为5号站和9号站,分别为3.4%和4.5%,5号站还出现了较少见的营底栖生活的涟虫、文昌鱼、细螯虾幼虫及附着生活的麦杆虫。另外,在3、4、5、6号站的水平拖网中分别捕到日本毛虾,这些现象在过去采样中是鲜见的。第二天捕获的浮游动物平均受损率为2.7%,仍以岛西面距爆区较近测站的受损率较高。另一个值得注意的现象是,爆破后两次采样均捕获较多的海樽类,其70%以上的个体有皱缩、变形、破损现象。

综上所述,马鞭洲西侧水域浮游动物的受损率高而东侧较低,这与岛西侧为定向抛掷爆破而岛东侧为松动爆破是相吻合的。爆破对周围水域浮游动物的种类构成和生物量没有明显影响,浮游动物在爆破后能够较快恢复正常水平。

① 贾晓平,林钦,王小平,等,大亚湾芝罘洲岛大爆破环境影响评价报告. 南海水产研究所,1992.

② 贾晓平,郭金富,林钦,等,大亚湾石化综合开发工程对海洋渔业环境与资源影响的预测评价. 南海水产研究所,1995.

③ 广东省海岸带与海涂资源综合调查领导小组办公室. 广东省海岸带与海涂资源综合调查评价标准. 1984.

表 3 爆破后浮游动物的生物量和受损率

Tab.3 The organism yield and the damaged rate for the zooplankton after the explosion

站位 station	距离(m) Distance	4h		24h	
		生物量(mg·m ⁻³) biomass	受损率(%) damage rate	生物量(mg·m ⁻³) biomass	受损率(%) Damage rate
1	500	101	6.0	707	2.7
2	500	52	9.9	375	4.0
3	500	247	2.0	468	2.2
4	500	800	1.0	89	0.7
5	1000	161	3.4	787	3.2
6	1000	188	1.5	542	4.3
7	1000	237	1.3	771	3.8
8	1500	471	0.3	1035	1.3
9	1500	150	4.5	672	2.9
10	2000	714	1.6	2391	1.4
平均值 average		312	3.2	785	2.7

2.4 鱼卵仔鱼变动状况

在爆区附近水域 10 个测站共采获 13 种仔鱼,分别为裘氏小沙丁鱼 *Sardinella jussieu*、康氏小公鱼 *Anchoviella commersonii*、裸天竺鲷科 *Gurgesiellidae*、石首鱼 *Sciaena cirrosa*、鲷科 *Sparidae*、鲯科 *Callionymidae*、黑尾三鳍 *Tripterygion fuligicauda*、褐菖 *Sebastes marmoratus*、*Scorpaena scrofa*、*Platycephalus cultellatus*、条纹细棘鰕虎鱼 *Acentrogobius pflaumi* 和舌鰻属 *Cynoglossus*,其中重要经济种类鲷科仔鱼已广泛出现,几乎各个站位均有采获,其数量占总采获数量的 15.9%。

在爆破当天的采样中,距爆区 1 000 m 以内的水域几乎采不到鱼卵(3 号站和 7 号站各采到 1 粒),1 500 m 以外的 3 个站仅采获鱼卵 10 粒,每网平均 3.3 粒,远远低于爆破前的水平^{①、②}(1992 年 8 月和 1993 年 8 月分别为每网 111 粒和 141 粒)。爆破后次日采获鱼卵的数量虽有所升高,但仍远低于爆破前的背景数量(表 4)。

爆破当天共采获仔鱼 110 尾,每次平均数量为 11 尾。次日采获的仔鱼数量大大下降,尤其距爆区 500 m 范围水域采获量则由第一天的每次 17 尾降至第二天的 3 尾,反映出爆破的影响仍在持续。在捕获的仔鱼中,12% 的仔鱼呈现受损表征,如身体破损、鳍膜破裂和形体扭曲等;35% 的仔鱼不同程度地粘附了悬浮碎屑;爆区西北部水域(1 号站和 5 号站)采获 4 尾体长范围为 31~37 mm 的小公鱼稚鱼,已具相当的游泳能力,若不是爆震致伤,很难被浮游生物网所捕获。

综上所述可知,爆破对附近水域的鱼卵仔鱼有较明显的影响,影响范围在岛西面水域可达 2 000 m 范围,岛东侧约为 500 m 范围;爆破对鱼卵仔鱼的影响在 24 h 后仍在持续,鱼卵仔鱼的数量尚未有明显恢复的迹象。

2.5 渔获物变动状况

爆破的当日在马鞭洲周围水域进行了虾拖网试捕,有效网次 4 网总渔获量为 24.49 kg;渔获物共 75 种,其中鱼类 32 种,虾类 12 种,蟹类 8 种,贝类 21 种,海参和海胆各 1 种。从底拖网试捕中观察到,本次爆破不同程度地破坏了岛周围潮间带和潮下带贝类、棘皮类护养增殖场所及附近水域的底拖网渔场,爆区东西两侧潮间带已被爆破抛掷或松动的土石方填盖,岛两侧 500 m 以内水域底质因分布众多的抛石

① 贾晓平,郭金富,林钦,等. 大亚湾石化综合开发工程对海洋渔业环境与资源影响的预测评价. 南海水产研究所,1995.

② 林昭进,詹海刚. 大亚湾核电站温排水对周围海域鱼卵仔鱼的影响研究. 南海水产研究所,1995.

表 4 爆破后鱼卵仔鱼数量及损伤统计

Tab.4 Statistics of the quantity and the damaged rate for the fish egg and young fish after the explosion

站位 station	距离(m) distance	鱼 卵 fish egg				仔 鱼 larval fish	
		4h		24h		4h	24h
		个数(ind) number	受损率(%) damaged rate	个数(ind) number	受损率(%) damaged rate	尾数(ind) number	尾数(ind) number
1	500	0	-	4	50.0	12	1
2	500	0	-	3	33.3	13	1
3	500	1	100	4	0	9	0
4	500	0	-				
5	1000	0	-	8	37.5	13	4
6	1000	0	-	2	0	12	2
7	1000	1	0	-	-	26	-
8	1500	3	0	-	-	5	-
9	1500	1	0	1	100	17	7
10	2000	6	0	-	-	3	-

和杂树而无法拖网,导致调查中大破网 4 次,并将直径为 3cm 的虾拖网横档杆拖成“U”字型而弃网。从 4 个试捕站的渔获数量看,距爆区 2 000m 或 2 000m 以外试捕站的渔获量较高(1 号站,表 5),而距爆区 500~1000m 水域范围的渔获量较低。另外,根据对虾拖网渔船生产的调查结果也反映出马鞭洲爆破后渔获量减少。马鞭洲爆破前在岛周围生产作业的虾拖船每日每艘船可捕到对虾 2~2.5kg,而爆破后一个多月内基本捕不到对虾,其余虾类的产量也很低。

表 5 渔获物组成和渔获量

Tab.5 The fishing component and the fishing yield

站位 station	距离(m) distance	种数 species	渔获量(kg·h ⁻¹) fishing yield
1	> 2 000	27	13.8
2	500~1 000	14	6.47
3	500~1 000	21	2.66
4	500~1 000	13	1.56

爆破当日从各试捕站采获的渔获物死亡率统计资料列于表 6。从表 6 可知,距爆区 2000m 或 2000m 以外水域的渔获物中无死亡个体;500~1000m 范围内渔获物的平均死亡率范围为 14.5%~52.9%,其中,岛东南侧至岛西北侧水域的死亡率比岛东侧的死亡率高;在各种类中,虾类和蟹类的死亡率较高,而贝类、海参和海胆则未观察到死亡个体。

表 6 渔获物的死亡率(%)

Tab.6 The death rate for the fishing matter

站位 station	距离(m) distance	鱼类 fish	虾类 shrimp	蟹类 crab	贝类 shellfish	平均 average
1	> 2 000	0	0	0	0	0
2	500~1 000	63.6	22.2	0	0	27.9
3	500~1 000	27.3	37.5	0	0	14.5
4	500~1 000	42.9	100	75.0	0	52.9

2.6 生物吊笼实测状况

爆破后,立即进行现场回收网笼检验,各种受试种类的死亡率见表 7。

在 9 个监测点(3 号站吊笼被炸毁)投放的 90 枚受试贻贝中仅观察到 1 枚死亡个体(出现在 2 号站);在距爆区最近的 3 个监测点回收的 30 枚贻贝,除 1 枚死亡外,其余均存活,且未观察到外表破损等现象,表明该次爆破对距爆区 500m 以远水域中栖息的贝类无明显直接致死影响。

在 9 个监测点中,鱼虾类较高的死亡率并非出现在距爆区较近的监测点,而是出现在岛西南侧和岛西侧距爆区 1000~1500m 水域(6、7、8、9 号站),其受试鱼类和虾类的平均死亡率分别高达 50.0% 和 74.1%。距爆区约 2000m 的受试鱼类和虾类样品(10 号站),其死亡率则分别降至 16.7% 和 50.0%。受试生物种类的死亡率出现这种“中间水域高、远近水域低”的现象,个中原因尚不清楚。

在 3 类受试种类中,虾类的死亡率最高,鱼类次之,贻贝最低。受试虾类在 500m、1000m、1500m 和 2000m 处的平均死亡率分别为 42.1%、52.4%、69.2% 和 50.0%;鱼类的死亡率分别为 3.3%、25.9%、70.0% 和 16.7%。若将 3 号站的受试虾类和鱼类按 100% 死亡率计算,则受试虾类和鱼类的总平均死亡率分别为 59.7% 和 34.3%。

表 7 吊笼实测生物的死亡率

Tab.7 The death rate for the monitoring organisms in the suspension cage

站位 station	距离 (m) distance	种类 species	数量 (ind) number	死亡率 (%) death rate	站位 station	距离 (m) distance	种类 species	数量 (ind) number	死亡率 (%) death rate
1	500	鱼类 fish	10	0	6	1000	鱼类 fish	10	0
		虾类 shrimp	8	33.3			虾类 shrimp	8	75.0
		贻贝 mussel	10	0			贻贝 mussel	10	0
2	500	鱼类 fish	10	0	7	1 000	鱼类 fish	10	60.0
		虾类 shrimp	8	28.6			虾类 shrimp	8	100
		贻贝 mussel	10	10.0			贻贝 mussel	10	0
3 *	500	鱼类 fish	10	100	8	15 00	鱼类 fish	10	70.0
		虾类 shrimp	8	100			虾类 shrimp	11	71.4
		贻贝 Mussel	10	100			贻贝 mussel	10	0
4	500	鱼类 Fish	10	10.0	9	1 500	鱼类 fish	10	70.0
		虾类 shrimp	8	66.7			虾类 shrimp	8	57.1
		贻贝 mussel	10	0			贻贝 mussel	10	0
5	1000	鱼类 fish	10	14.3	10	2 000	鱼类 fish	12	16.7
		虾类 shrimp	8	0			虾类 shrimp	8	50.0
		贻贝 mussel	10	0			贻贝 mussel	10	0

* 网笼被炸毁,死亡率按 100% 计。

3 结论

在海水水质监测的 14 个项目中,海水水温、pH、盐度、DO、NO₂-N 和 Cd 等在爆破后均没有发生明显变化,而透明度、总悬浮物、COD、NO₃-N、NH₄-N、PO₄-P、Pb 和 Zn 含量水平在爆破后虽曾一度有所升高,但在爆破后 24h 内恢复到正常含量水平,表明本次爆破对周围水域海水水质没有明显影响。

本次爆破对周围水域浮游动物的种类构成和生物量没有明显影响,浮游动物在爆破后能够较快恢复正常水平。而本次爆破对鱼卵仔鱼有较明显的影响,影响距离可达距爆心 2 000m 范围,爆破后 24h 鱼卵仔鱼的数量没有明显恢复的迹象。

本次爆破后附近水域渔获量明显降低,渔获物的死亡率明显升高。定点吊笼监测结果表明本次爆破对距爆心 2 000m 以内水域的海洋经济种类可造成直接损害及产生持续性影响。

郭金富、林金表、吴进锋、李茂照、陈琳、袁蔚文、张汉华、林昭进、王小平和吕晓瑜等同志参加现场监测工作并提供有关资料,特致谢忱。

参考文献:

- [1] Xu G Z. Environment and resources of Daya Bay [M]. Hefei: Anhui Scientific and Technical Press, 1989. 1-20. [徐恭昭. 大亚湾环境与资源[M]. 合肥:安徽科学技术出版社, 1989. 1-20.]
- [2] Shang L S, Dai Y C, Liu X M, et al. Effects of explosion in water column on the fishing ground of Shuangtaizhi estuary [J]. Mar Environ Sci, 1994, 13(3): 23-26. [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): 23-26.]
- [3] Chui Y, Song Y L, Lin Q L, et al. Effects of explosion in water column on marine organisms and marine environment [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 1996, 3(4): 106-113. [崔毅, 宋云利, 林庆礼, 等. 水中爆破对海洋生物及海洋环境的影响研究[J]. 中国水产科学, 1996, 3(4): 106-113.]
- [4] State Oceanographic Administration. Specification of oceanographic survey [S]. HY003.5-91. Beijing: Oceanographic Press, 1991. 69-301. [国家海洋局. 海洋监测规范[S]. HY003.5-91. 北京:海洋出版社, 1991.69-301.]
- [5] State Environment Protection Bureau. Water quality for fisheries [S]. GB11607-89. Beijing: China Standard Press, 1989.2-4. [国家环保局. 渔业水质标准[S]. GB11607-89. 北京:中国标准出版社, 1989.2-4.]
- [6] State Environment Protection Bureau, State Technical Supervision Bureau. Sea water quality standard [S]. GB3097-82. Beijing: China Standard Press, 1982, 2-3. [国家环保局, 国家技术监督局. 海水水质标准[S]. GB3097-82. 北京:中国标准出版社, 1982.2-3.]

欢迎订阅 2003 年《海洋与湖沼》

《海洋与湖沼》是由中国海洋湖沼学会主办、中国科学院海洋研究所承办的海洋湖沼科技领域的综合性学术刊物,于 1957 年创刊。现任主编为中国科学院院士、中国海洋湖沼学会理事长秦蕴珊研究员。《海洋与湖沼》主要刊载国家自然科学基金资助项目、国家重大攻关项目、各部委基金资助项目的研究成果,论文内容涉及水圈范围内的物理学、化学、地质学、环境学、生物学等学科及其分支学科的研究报告、研究简报、高新技术、学术争鸣等栏目。

本刊为双月刊,16 开,国内外公开发行人。每期定价:12.00 元。国内统一刊号:CN 37-1149;国际标准刊号:ISSN 0029-814X。国内邮发代号:2-421;国外发行代号:BM 69。读者可在当地邮局订阅,也可直接汇款到编辑部订阅。

地址:青岛市南海路 7 号,邮编:266071

联系电话:0532-2898753

E-mail:bsun@ms.qdio.ac.cn