

石油地震勘探对海洋生物及海洋环境的影响研究

崔毅 林庆礼 吴彰宽 宋云利 杨琴芳

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛)

关键词 地震勘探 海洋生物 海洋环境

前 言

为满足国民经济建设的需要,近年来我国海上石油勘探开发发展迅速,我国石油勘探开发,长期以来都是采用炸药震源,尤其在海岸带和浅海海域寻找石油过程中,至今仍采用炸药作为震源.炸药在水中或海底瞬间爆炸所产生的冲击波对海洋生物有损害甚至致死的效应早为海洋学家、地球物理学家和石油开发者所公认.因此,海洋地质勘探工作中,炸药震源有逐步被对海洋生物损害较轻的非炸药震源所替代趋势.但由于在浅海海域中水深较浅,用于非炸药作为震源(如空气枪、电磁脉冲震源^[1])所需的操作船无法在浅海区作业,目前我国在浅海石油勘探过程中仍采用炸药作为震源进行石油勘探.如1992年辽河油田在辽东湾浅海附近和1993~1994年大港油田与美国合作在河北省黄骅沿海赵东区块附近勘探石油仍采用炸药作为震源进行石油爆破勘探石油.而这些海区往往又是洄游性鱼、虾类的产卵场和肥育场.因此,无论从水产的角度,还是从石油的角度来看,掌握和了解海洋地震勘探对海洋生物的影响及危害程度是非常必要的.

本文主要根据我们在莱州湾现场模拟水中爆破勘探石油实验结果,同时结合其他有关水中爆炸勘探石油部分实验结果,讨论水中爆破所产生的冲击波对海洋生物和海洋环境的影响,以供今后海洋石油勘探过程中尽可能地减少对海洋生物和海洋环境的危害提供参考.以达到石油开发与保护海洋资源两者兼顾的目的.

1 材料和方法

1.1 实验材料

震源采用 TNT 炸药在预定的水层中爆炸.炸药用量分别为1、3、5kg.受试生物主要有:

本文于1995-03-20收到,修改稿于1995-12-18收到.

梭鱼、少量黄姑鱼、鲈鱼、对虾的无节幼体、对虾的仔虾、幼虾、毛蚶、四角蛤、三疣梭子蟹及角镖蚤等。受试生物的体长为：鱼类15~25cm，虾类：对虾仔虾1~1.7cm，对虾幼体3~3.4cm，无节幼体3~4期，毛蚶2.8~3.2cm，蟹类10~13cm，贝类2.5~4.0cm。所工作船为胜利油田提供的双体工作船。

1.2 实验方法

爆炸点、观测点、对照点均在海上以浮绳定位。离爆炸点4、8、16、32、64m处各设观测点，对照点与爆炸点相距1200m。每个点上悬挂一组装有试验生物的网箱和网具，并附挂

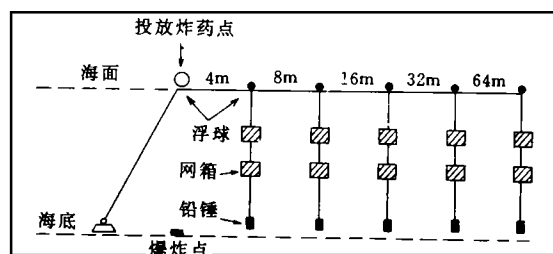


图1 水中爆破对海洋生物模拟实验示意图

水听器，其信号通过电缆送入信号录音机记录，以求测各点上声强级和声强谱级。炸药悬挂水面下1.5m处和将炸药埋在不同深度坑井中两种引爆方式引爆（图1）。实验期间海区水深为4~5.5m，爆炸后立即在爆炸中心采集水样并取回各观测点的受试生物，在实验船上立即检查各种受试生物的死亡情况，并同时测定爆炸前后震源区水质中各项水化学因子指标和现场的温度和盐度。

1.3 测定方法

各测试点网箱中分别放梭鱼10尾，毛蚶100尾，梭子蟹10只，毛蚶和四角蛤各40个。各水化学因子的测定均按《海洋监测规范》中方法进行^[2]。

2 结果与分析

2.1 坑井爆破对海洋生物的影响

将炸药埋于坑井深度分别为6、20、30m不同深度的坑井中，进行不同炸药用量爆炸对海洋生物的影响，实验结果见表1。

由表1可见，相同炸药用量对海洋生物的平均死亡率呈随坑井深度的增大而降低趋势。30m坑井爆破，药量3和5kg对于梭鱼、梭子蟹和毛蚶基本无影响。20m井深，上述药量毛蚶的死亡率较小。井深6m，药量为3、5kg，除梭子蟹和毛蚶死亡率较低外，其他死亡率和损害半径均较高。

2.2 水中爆破对海洋生物的影响

水中爆破勘探石油是炸药震源中损害水产资源较严重的一种方法，自60年代我国开始海洋石油勘探至80年代初，作为地震勘探石油的主要震源。试验证明相同炸药用量，在水中爆破比在坑井爆破对海洋生物的伤害程度要大得多（表1、2）。

表1 坑井爆破对海洋生物平均死亡率的影响(%)

种类	体长 (cm)	药量 (kg)	试验 次数	井深 (m)	4m	8m	16m	32m	64m	对照
梭 鱼	15~25	1	3	20	8.0	8.0	17.0	0	0	0
			1	6	100.0	60.0	40.0	20.0	17.0	0
		3	5	20	18.0	17.0	10.0	15.0	0	0
			2	30	13.0	0	0	0	0	0
		5	2	6	100.0	63.0	20.0	10.0	0	0
			3	20	18.0	11.0	4.0	6.0	0	0
3	30	13.0	0	0	0	0	0			
毛 虾	2.8~3.2	1	3	20	5.5	7.7	13.3	7.0	0	0
			1	6	88.2	86.7	14.2	0	0	0
		3	5	20	13.9	37.1	41.3	0	0	0
			2	30	52.6	41.6	25.0	7.7	0	0
		5	2	6	96.0	94.0	78.3	28.0	6.9	0
			3	20	43.4	15.6	20.9	18.7	15.6	0
3	30	53.0	47.8	14.3	23.0	40.0	0			
梭 子 蟹	10~13 (甲宽)	1	3	20	10.0	0	0	0	0	0
			1	6	11.0	0	0	0	0	0
		3	5	20	35.0	25.0	10.0	0	0	0
			2	30	0	0	0	0	0	0
		5	2	6	80.0	13.0	10.0	10.0	0	0
			3	20	25.0	24.0	0	0	0	0
3	30	10.0	0	0	0	0	0			
毛 蚶	2.5~3.5 (壳长)	1	3	20	3.3	0	0	0	0	0
			1	6	35.0	20.0	15.0	0	0	0
		3	5	20	0	0	0	0	0	0
			2	30	0	0	0	0	0	0
		5	2	6	5.0	5.0	0	0	0	0
			3	20	5.0	1.6	1.6	1.6	0	0
3	30	8.3	3.3	1.6	0	0	0			
四 角 蛤	3.0~4.0 (壳长)	1	3	20	7.0	5.0	3.0	0	0	0
			1	6	40.0	30.0	25.0	5.0	0	0
		3	5	20	22.0	17.0	2.0	1.0	0	0
			2	30	13.0	10.0	2.5	2.5	0	0
		5	2	6	33.0	28.0	30.0	0	0	0
			3	20	32.0	25.0	3.0	1.6	0	0
3	30	23.0	5.0	2.5	0	0	0			

表2 水中不同炸药用量爆炸对生物的影响平均死亡率 (%)

种类	药量 (kg)	4m	8m	16m	32m	64m	对照
梭	1	50	50	0	0	0	0
	3	100	100	100	100	0	0
鱼	5	100	100	100	100	0	0
	1	94.2	88	60	56.7	4.2	0
毛	3	瓶破	瓶破	58	32	0	0
	5	36	26.5	17	0	0	0
梭	1	31	20	5	0	0	0
	3	60	33	25	0	0	0
子	5	20	0	0	0	0	0
	1	10	25	0	0	0	0
蟹	3	35	30	0	5	0	0
	5	38	30	16.6	8.3	8.3	0
毛	1	23	18	0	0	0	0
	3	80	30	10	25	0	0
蚶	5	68	70	60	28	5	0
	1	23	18	0	0	0	0
四	3	80	30	10	25	0	0
	5	68	70	60	28	5	0
角	1	23	18	0	0	0	0
	3	80	30	10	25	0	0
蛤	5	68	70	60	28	5	0

由表2可见,水中1kg炸药在水下1.5m爆炸,鱼类在离震源8m以内50%死亡,毛虾在8米以内88%~94.2%死亡,32和64m站仍有50%以上死亡,其损害程度可见而知.梭子蟹和贝类较为耐震.而水中3kg和5kg炸药爆破对生物的影响较为严重,两者试验结果较为相似,各种生物对声波的忍受能力有较大差异,毛蚶和梭子蟹比较耐震,死亡率较低,而鱼类、对虾仔虾、毛虾较为脆弱,死亡率较高.特别是对于鱼、虾、贝类的幼体损害较大,由于这些幼体游泳能力差,缺乏逃避外界打击的本能,因而水中爆破所产生的声压波可直接致死作用圈内的卵类和幼苗.相同炸药用量对幼体的损害率超过同种生物成体损害率.如9~10cm的对虾成虾、1~1.5cm的对虾仔虾及几个毫米的对虾无节幼体受损差别悬殊,仔虾、无节幼体的损害率比成虾大近10倍(表3).

表3 地震勘探对对虾不同发育阶段的平均死亡率影响 (%)*

类型	4m	8m	16m	32m	64m	对照
对虾成虾 (9~10cm)	7.4	0	0	6.6	0	0
对虾仔虾 (1~1.5cm)	64.0	75.0	52.0	20.0	2.4	2.5
无节幼体 (3~4期)	62.0	8.0	11.0	11.0	9.0	0

* 水中爆炸,炸药量5kg.

2.3 对浮游生物的影响实验

浮游生物均在实验现场周围拖获,由于海上无法按种类分离,而以混合样品参加试验,受试后每一样品死亡与存活个体分开,用甲醛固定,运回陆地分种鉴定和计数,其中有的炮次以浮游糠虾占优势,有的则以角镖蚤占优势.结果表明,炸药震源对浮游生物的影响相当严重(表4).这一结果与法国物理勘探公司实验结果相一致,1966年6月挪威 Satz 研究所在挪威外海用50g炸药连续10次爆炸对鱼、贝、浮游生物影响实验,据潜水员观察鱼贝类无一死亡,而浮游生物约有50%受到影响,特别是桡足类伤害较大^[1].

表4 水中爆破对浮游生物的平均死亡率(%)

种类	炸药量(kg)	4m	8m	16m	32m	64m	对照
糠	1	75.0	50.0	36.0	14.3	3.6	0
	3	网破	38.1	22.0	24.5	18.0	0
虾	5	网破	网破	50.0	25.0	18.2	0
角	1	66.0	33.0	12.5	16.5	5.5	0
	3	网破	83.0	25.0	29.0	12.0	0
蚤	5	网破	网破	53.0	25.0	43.0	0

2.4 地震勘探爆破对海洋环境的影响

地震爆破不仅对海洋生物有一定的影响,而且对海洋环境也能造成一定的影响,因而石油爆破勘探能否引起海洋环境的变化是所关注的内容之一.表5列出爆炸前后海水中主要化学因子的变化情况.

由表5可见,石油地震勘探爆破对海洋环境的主要影响因子是悬浮物和浊度,而其他因子变化不大.

因实验区属泥质细砂型底质,工作期间在3~4级南风作用下,使原来就比较混浊的水质更加浑浊.测定结果表明(表5),爆破后,海水中浊度值增加了196度,悬浮物增加了265mg/dm³;我国海水水质标准对悬浮物的要求是,人为活动造成的增加量,一类不得超过10mg/dm³,二类不得超过50mg/dm³;三类不得超过150mg/dm³^[4].爆炸后引起海水中悬浮物的增量是一类海水的26.5倍,三类海水的

表5 爆炸前后海水样品分析结果

项 目	爆炸前	爆炸后
温度(℃)	22.00	22.00
盐度	27.93	28.71
pH	8.09	8.07
浊度(度)	257	453
悬浮物(mg/dm ³)	429	694
无机氮(mg/dm ³)	0.392	0.427
石油(mg/dm ³)	0.01	0.01
DO(mg/dm ³)	7.23	7.29
COD(mg/dm ³)	2.17	2.22
TOC(mg/dm ³)	3.35	4.20
Cu(mg/dm ³)	0.001 2	0.000 9
Zn(mg/dm ³)	0.008 9	0.008 3
Pb(mg/dm ³)	0.006 7	0.005 6
Cd(mg/dm ³)	0.000 2	0.000 3
Hg(mg/dm ³)	0.000 01	0.000 02

1.77倍。由上分析可得出,水中爆破对海水的影响主要是浑浊度和悬浮物的增高,如果长期在某海域进行水下爆破勘探,产生的高浑浊水团,由于潮流产生的输移、扩散和沉降作用,会影响周围的生态系统,威胁海洋生物资料。

3 结语

综上所述,石油地震勘探爆破对海洋环境和海洋生物造成一定影响。由实验结果,可初步得出如下结论:

(1) 爆炸所产生的声压波对海洋生物有一定的影响。坑井爆破比水中爆破(在相同炸药用量的情况下)对海洋生物的影响相对减轻。另外,爆炸所产生的较大的声压波除了直接致死距爆炸中心较近鱼类外,还会使安全区以外鱼类迅速出逃,因而,对于连续爆破来说,在短时间50~100m距离的连续爆破,除首炮外,其余各炮对洄游鱼类等的直接杀伤相对要小。所以在某一海区长期持续进行水下爆破,将会起大范围驱赶作用。在禁渔期进行爆破勘探石油,还可能使该海域中的海洋生物生息繁殖环境受到破坏,导致一些习惯性产卵、育幼、索饵的洄游性鱼类等游迁其他海域,造成作业区域渔业资源的匮乏。

(2) 石油爆破勘探对海洋生物的主要危害是在禁渔期内,对鱼、虾和贝类的幼体和浮游生物产生危害,每年4~5月间大量鱼虾游向浅水区进行产卵、洄游,亲体数量是维持资源繁殖的基础,幼体数量直接影响渔业生产量,爆破产生的声压波可直接致死位于作用圈内的各种经济鱼虾蟹类的幼苗,这将给该海域的渔业资源造成极大的损失,影响水产资源的繁衍。同时对于那些处于半致死状态的贝类和其他底栖生物,在遭到由爆炸激起的大量泥沙沉降掩埋之后,也难逃窒息死亡的命运。因此对底栖经济贝类也有一定的影响。

(3) 石油爆破勘探对海洋水环境的影响因子主要是浊度、悬浮物的增加,其中浊度和悬浮物为主要影响因子,因长期生活在高浑浊水中的海洋生物,其鳃部会被悬浮物质充满而影响呼吸和发育,甚至引起窒息死亡。此外,水中悬浮物质长期过量会妨碍海洋生物的卵和幼体的正常发育,破坏其栖息环境,并抑制水生生物的光合作用,减少海洋动物的饵料。

参考文献

- 1 刘光鼎. 海洋地球物理勘探. 北京: 地质出版社, 1978
- 2 国家海洋局. 海洋监测规范. 北京: 海洋出版社, 1991
- 3 John W. Emission by under explosions. *Geophysics*, 1970, **35**(3): 419~435
- 4 中华人民共和国海水水质标准. 北京: 科学技术出版社, GB3097 82, 1982-04-06