

海洋油气田水下设施的防渔业损坏

邓周荣¹,王勇²,龙鲲鹏¹,石锦坤²

(1. 中海石油深海开发有限公司 深圳 518000;2. 深圳海油工程水下技术有限公司 深圳 518000)

摘要:为保障海洋油气开采的安全和顺利,文章以我国南海东部海域为例,在概述渔场和渔船基本情况的基础上,分析拖网对海洋油气田水下设施可能造成的损坏,并提出相关建议。研究结果表明:对海洋油气田水下设施影响最大的捕捞作业方式是拖网;双拖网渔船产生的最大拖曳力远大于脐带缆所能承受的最大拉力,很有可能损坏脐带缆等水下设施;应对渔船作业水域的海洋油气田水下设施采取保护措施,限制可能损坏水下设施的渔船作业,加强管理和培训以及通过技术手段对相关情况进行监测和处理。

关键词:水下设施;海洋油气田;拖网;渔场;海洋工程

中图分类号:U674.4+1;P756.1

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2019)02-0065-03

Underwater Production Facilities Protection against Trawling Damage

DENG Zhou rong¹, WANG Yong², LONG Kun peng¹, SHI Jin kun²

(1. CNOOC Deepwater Development Limited, Shenzhen 518000, China;

2. COOEC Subsea Technology Co., Ltd, Shenzhen 518000, China)

Abstract: In order to protect the safety and successful of the offshore oil and gas exploitation, this paper analyzed the possible facilities damage by the trawling, based on the investigation of the fishery companies and fishing vessels in the eastern South China Sea, and suggestions were proposed. The research showed: the most dangerous fishing operation for the offshore oil and gas facilities was trawling; the maximum drag tension by the double trawlers were much larger than the maximum tension of the umbilical, and would possible damage the umbilical etc.; protection against the trawling damage should be applied, and the fishing operation which would possibly damage the facilities should be limited, the management training and monitor, and technical means should be strengthened to deal with relevant situations.

Key words: Underwater production facilities, Offshore oil field, Trawling, Fishery, Ocean engineering

0 引言

海洋油气田水下设施是海洋油气资源的主要生产和输送载体,也是国家的重要基础设施^[1-2]。随着海洋渔业的迅速发展,其对海洋油气田水下设施的影响越来越明显,主要体现在2个方面。①在设计和安装水下设施时仅考虑常见拖网方式的影响及其解决方法,而海底拖网或抛锚对管道、电缆和脐带缆等水下设施的影响也很大;目前发现的深水落地锚的抛锚水深可达220 m,海底拖网的作业水深可达300~400 m,很有可能对水下设施造成损坏;此外,渔船拖网或抛锚在拖曳过程中也可能造成水下电缆和管道的弯曲半径小于其最小弯曲半径,致使其失效。②随着拖网作业深度的加深,已有相关调查结论不再适用;由于捕捞设施不断发展,对于低于750 m的水深,除须开展历史和当下渔业活动评估外,还须评估未来的数据。

我国南海东部海域的油气田已发生多起水下设施被渔船损坏的案例,事故造成的抢修和维修费用高达上千万元,部分情节严重事故直接妨碍油气田及其水下设施的正常作业,而目前相关研究较少。因此,分析渔业活动对海洋油气田水下设施的影响,建设科学合理的水下设施管理系统,为我国

海洋油气资源的开发利用提供安全保障,具有重要的现实意义^[3-5]。

1 渔场和渔船

1.1 渔场分布和水深

我国南海东部海域主要有粤东渔场和珠江口渔场。

粤东渔场(22°00'N—24°30'N、114°00'E—118°00'E)的拖网渔场位于南奥岛正南到大星针以东水域,水深20~60 m,渔期为3—5月和9—12月。南部60 m以深水域为汕尾秋汛拖网渔场的一部分,渔期为9—12月,旺汛期为10—11月。

珠江口渔场(20°45'N—23°15'N、112°00'E—116°00'E)的拖网渔场为114°E以东水域,水深28~120 m,为汕尾秋汛拖网渔场的一部分,渔期为9—12月,旺汛期为10—11月;114°E以西水域水深20~90 m,为粤西中浅海拖网渔场的一部分,渔期为2—6月和9—12月。

1.2 作业方式和渔船参数

我国南海东部海域海洋捕捞的作业方式主要包括拖网、刺网、围网和钓具等^[6],其中对海洋油气田水下设施影响最大的是拖网渔船。部分双拖网渔船及其拖网的参数如表1所示,双拖网渔船均由2艘钢船组成。

表1 双拖网渔船及其拖网参数

网型	主尺寸	上纲/m	下纲/m	曳纲	总吨位	主机功率
10 m 大目拖网	300 m×133 m	116.8	116.8	250 m×2	120 Gt×2	586 kW×2
12 m 大目拖网	480 m×789 m	885.7	889.0	800 m×2	104 Gt×2	393 kW×2
40 m 底层双拖网	132 m×88 m	46.3	57.3	1 900 m×2	130 Gt×2	955 kW×2
变水层大目拖网	467 m×226 m	131.8	131.8	1 600 m×2	220 Gt×2	915 kW×2
杂鱼拖网	120 m×82 m	42.7	53.0	1 200 m×2	104 Gt×2	332 kW×2
杂鱼快速拖网	320 m×127 m	111.4	122.0	600 m×2	158 Gt×2	441 kW×2
快速双拖网	192 m×132 m	84.3	92.5	1 000 m×2	158 Gt×2	390 kW×2

底拖网渔船的平均单船功率为154 kW,包括单船底层有翼单囊拖网、双船底层有翼单囊拖网、单船底层桁杆拖网和单船表层桁杆拖网等。拖网下纲在水深100~150 m,但据调查,部分双拖网渔船

的作业水深可达300~400 m,且为达到更好的捕捞效果,拖网下纲采用较重的铁链或铁块没入海底淤泥,这种结构和作业方式可能对海洋油气田水下设施造成较严重的损坏。

2 双拖网渔船的拖曳力

本研究以某双拖网渔船为例,分析其产生的拖曳力,相关参数如表 2 所示。

表 2 渔船及其拖网参数

参数	渔船 I	渔船 II
船长/m	36.9	32.0
型宽/m	7.5	6.3
型深/m	4.0	2.8
总吨位/t	344	146
航速/kn	12	12
主机功率/kW	722	330

根据表 2 的参数,2 艘渔船主机功率之和为 1 052 kW。根据经验公式^[7],在额定连续输出功率的工况下,该双拖网渔船可达系柱拖力 $T_d = 14.3 \text{ t}$ 。此外,该双拖网渔船的每艘渔船上配置 1 台单卷筒绞钢起网机,每台起网机的设备参数如表 3 所示。

表 3 绞钢起网机设备参数

参数	渔船 I	渔船 II
液压系统工作压力/MPa	11.5	14.0
绞钢速度/($r \cdot \text{min}^{-1}$)	0~70 无级调速	0~32 无级调速
最大绞拉力/t	$7.5(T_{dI})$	$7.0(T_{dII})$

根据双拖网渔船的系柱拖力和起网机的绞钢拉力,可确定双拖网渔船对海洋油气田水下设施的破坏力^[8-10]。在极端情况下,即该双拖网渔船的 2 艘渔船并行前进,以系柱拖力拖曳,2 台起网机同时绞钢起网,拖网末端产生的最大拖曳力为:

$$T_{\max} = T_d + T_{dI} + T_{dII} = 28.8(\text{t})$$

以位于海床上的某脐带缆为例,其光纤单元结构和相关参数如图 1 和表 4 所示。

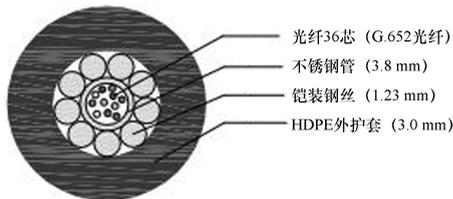


图 1 某脐带缆光纤单元结构

表 4 某脐带缆机械性能参数

近似质量 (空气中)/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$)	近似 外径/mm	最小弯曲半径/ mm		允许最大 拉力(三芯)/ kN	允许侧压力/ ($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)
		敷设时	固定后		
31.0	124.8	2 500	1 900	31.5	10

根据机械性能参数,该脐带缆所能承受的最大拉力为 3.21 t,远小于双拖网渔船的最大拖曳力,即

该双拖网渔船完全可以使该脐带缆产生屈服变形或断裂。同时根据调查,某些水下电缆的破断拉力仅为 7 t,因此当双拖网渔船满负荷拖曳时,极有可能使电缆断裂。

3 对海洋油气田水下设施安全保护的建议

我国南海东部海域油气田分布广,海底管道延伸距离长,不可避免地涉及重要渔场。为保护海洋油气田水下设施的安全,本研究提出 6 点建议:①对于在渔船作业水域即将铺设的水下电缆和脐带缆,位于 200 m 水深以内的全部埋设保护,位于 500 m 水深以内的选择性埋设保护;②对于在役的水下电缆和脐带缆,采用后挖沟等方式填埋保护,水深 150 m 以内的埋深至少 1.5 m;③限制捕捞渔船的渔具尺寸,限制作业水深较深或功率较大的渔船进入油气田海域作业;④加强对渔船及其作业设备的监督和管理,对相关从业人员进行安全教育培训;⑤完善作业频繁渔场及其附近海域的水下设施结构,对相关水下设施进行深埋或保护处理;⑥在水下设施上加装水下传感器和水上警报器,感知附近物体的尺寸和运动,通过信号传输,油气田管理中心可即时分析和判定相关情况,并及时采取措施。

参考文献

- [1] 张震,唐伟,段康泓,等.海洋石油天然气管道保护条例立法问题探究[J].海洋开发与管理,2015,32(9):40-44.
- [2] 俞树荣,何鑫业,刘展,等.海洋石油管道失效可能性及失效后果权重[J].油气储运,2015,34(8):896-900.
- [3] 陈国明,方华灿,潘东民.近海在役管道安全可靠评估技术研究[J].石油工业技术监督,2004(10):5-9.
- [4] 赵建平.油气海底管道的风险评价[J].油气储运,2007,26(11):5-8.
- [5] 刘海燕,尹群,李良碧.漂浮碰撞作用下立管油气泄漏风险定量分析[J].中国海洋平台,2008,23(6):26-30.
- [6] 韩杨,张溢卓,孙慧武.中国南海海洋捕捞渔业发展趋势分析[J].农业展望,2015(11):51-55,74.
- [7] 中国船级社.海上拖航指南[M].北京:中国船级社,2011.
- [8] 王爱军,杨和振.海底地形对脐带缆深水安装影响分析[J].海洋技术,2010(3):59-63.
- [9] 李清泉,杨和振.深海脐带缆内套管间相互作用的研究[J].中国海洋平台,2010,25(6):28-32.
- [10] 陈家庆.海洋油气开发中的水下生产系统(一)[J].石油机械,2007(5):54-58.