

FPSO

资产管理

FPSO ASSETS MANAGEMENT

■ 主 编 张武奎



中国石油大学出版社

FPSO资产管理

FPSO ASSETS MANAGEMENT

主编 张武奎

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

FPSO 资产管理/张武奎主编. —东营: 中国石油大学出版社, 2006. 7

ISBN 7-5636-2148-2

I. F... II. 张... III. 石油开采—工业企业管理: 资产管理 IV. F407.226.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 075580 号

书 名: FPSO 资产管理

作 者: 张武奎

责任编辑: 周洁韶 (电话 0546-8396214)

封面设计: 王凌波

出 版 者: 中国石油大学出版社 (山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: uppbook@mail.hdpu.edu.cn

排 版 者: 中国石油大学出版社排版中心

印 刷 者: 青岛星球印刷有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社 (电话 0546-8392563)

开 本: 180×235 印张: 20.25 字数: 417 千字 插页: 5

版 次: 2006 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 1-300 册

定 价: 120.00 元

《FPSO 资产管理》贡献者名单

主 编	张武奎				
总 顾 问	曾恒一	余建星			
编 写	朱征宇	谭耀模	吕立功	杨 勇	
	刘振国	景 勇	杨贵强	张春建	
顾 问	吴植融	石成刚	宋儒鑫	肖启梁	
协作单位	天津大学				
协助单位	中国石油大学(华东)				

序

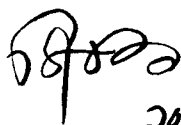
中海石油基地集团采油服务公司承担着运营和管理浮式生产储卸油装置(FPSO)的重大责任,并肩负着其产业发展的历史使命。FPSO 以其全海式操作、海域适应性强、储卸油能力大、可长期系泊、可转移重复使用、建造周期短以及投资回报快等优势,在世界海上油气开发中得到广泛应用,成为海上油气生产的主流设施。随着深海油田、边际油田的进一步开发,更预示着 FPSO 的潜在市场及广阔的发展空间。

自 1989 年我国第一艘新建 FPSO 渤海友谊号在渤海湾投入商业运营,十几年来,采油服务公司一直从事着 FPSO 的生产操作及设施、设备的维护与管理,锻炼了一支懂技术会管理的专业队伍,积累了丰富的经验,形成了管理、技术、服务的核心优势,已成为国内海上油气田开发者不可或缺的战略伙伴。

目前,在我国海域服役的 13 艘 FPSO 中,有 4 艘 FPSO 的资产归属采油服务公司管理。到 2008 年初,采油服务公司还将有两艘新 FPSO 在南海投入商业运营。此外,在着手用小型 FPSO 开发边际油田项目的同时,采油服务公司还在积极准备购置其他在役的 FPSO。相信未来几年还将有更多的 FPSO 加盟采油服务公司旗下。

FPSO 具备高科技、高投入、高回报、高风险、资产密集、工艺先进、行业性强、需要专业化管理以及安全责任重大等管理特点。因此,FPSO 的资产管理必须与之相适应,必须有一套科学的理论方法及管理措施。实现对 FPSO 巨额资产的科学管理,保证其安全运营、使其资产保值增值、获得最佳投资回报和经济效益是采油服务公司编写这本《FPSO 资产管理》的初衷。该书也是中国海洋石油总公司在运营管理 FPSO 上的经验总结及理论创新。海洋石油工业方兴未艾,对 FPSO 资产的管理还需要不断探索,还需要经过实践的检验和不断的完善。寄希望于该书能够对决策者、管理者、执行者、操作者各有所裨益,在发挥其对 FPSO 资产运营管理指导作用的同时,也将对 FPSO 产业的发展做出应有的贡献。

借得东风好乘势,碧海扬帆正当时。祝中国海洋石油总公司 FPSO 产业兴旺发达,愿中海石油基地集团采油服务公司的 FPSO 舰队与人才舰队并驾齐驱。



2005.10.11.

前 言

近年来, FPSO 在海上油气资源开发中被广泛应用, 并已成为当今海上油气开发的主流生产设施。FPSO 具有高投入、风险高、高回报、技术密集、资产密集等海洋工程特点。FPSO 作为全海式开发设备, 具有抗风浪能力强、可长期系泊、储油能力大、海上卸油及可以转移重复使用等优点, 适合于各类海域油气田的开发生产。与此同时, FPSO 资产的拥有、使用和管理问题也愈来愈引起了海洋石油工业界的高度重视。

FPSO 资产管理是采油服务公司(FPSO 提供商)随着 FPSO 产业的迅速发展, 逐步建立和完善起来的企业管理理念。FPSO 资产管理涉及不同的知识领域、理论范畴及边缘性学科、完整的资产管理理念、先进的科学技术手段、生产实践总结和推广、现代化设施设备管理、严格的安全管理、复杂的系统及规范的生产操作、苛刻环境条件下的海事作业以及企业管理所涉及的方方面面, 这些是以运营和管理 FPSO 为主业的采油服务公司所面临的挑战和机遇。FPSO 资产管理既要符合 FPSO 的属性要求, 又要满足经济利益原则。本书是中海石油基地集团采油服务公司集多年来运营和管理 FPSO 的实践经验的总结与创新, 是为了使采油服务公司的 FPSO 资产管理既要与国外同行业接轨, 又要符合国内实际, 在实现高起步的同时, 力求反映当今 FPSO 资产管理的最新成果及发展趋势, 并把企业文化融入其中, 以使其具有先进性、指导性、可操作性及时效性。基于上述考虑, 为了更好地完成《FPSO 资产管理》的编写, 我们主要做了五方面的工作: 第一是建立先进的理念, 第二是信息、资源调查, 第三是开展必要的基础理论研究, 包括经验总结, 第四是搭建目录框架和内容编写, 第五是请专家审查提意见。

目前世界上有百余艘 FPSO 服役于海上油气田的开发生产, FPSO 资产的拥有、使用和管理情况存在很大差异, 有的由油公司自己提供并管理、有的由作业者管理、有的由 FPSO 供应商提供 FPSO 及服务。采油服务公司的 FPSO 资产管理是基于后者, 为此必须有一套科学的理论方法和管理手段, 让人更信服地把 FPSO 资产交付运营和管理。随着 FPSO 产业的发展, FPSO 资产管理的理论方法和实践也在不断地探索、更新和完善。

如何从资产管理的角度以实现对 FPSO 巨额优良资产的科学管理, 保证其安全运营、使其资产保值增值、获得最佳投资回报和经济效益是本书的出发点。希望该书的出版, 对 FPSO 资产的科学化、规范化、标准化和统一化管理起到积极的推动作用, 并在提高海上油田操作服务水平方面发挥应有的作用。

由于编者知识面的局限性, 本书难免存在不当、疏漏、误谬之处, 敬请读者不吝赐

教。真诚地希望能及时收集到反馈建议,以便在今后修订中完善。

本书在编写过程中,得到了国际工程师协会宋儒鑫博士和天津大学余建星教授、谭振东和王宏伟博士,以及杨丽、唐广银、蒋啸天等同志的帮助;在审核过程中,得到了曾恒一、吴植融、石成刚、俞华、刘建尧、黄振鹰、闫洪涛、温哲华、崔斌、肖启梁等中国海洋石油总公司系统领导、专家的大力支持;同时还得到采油服务公司张新义、倪爱玲、郭跃新、刘瑜珩、王树彦、聂建伟、郭建厂、邬刚、王胜、谭家翔、杨镜明、刘树山、严军廉、赵华兵、宋文礼、郑晓涛、肖玉华、刘玉亮、范新凯、杨轶等同志的协助与支持。在此,表示衷心感谢。

编者

2006年2月

目 录

Contents

第一篇 FPSO 资产理论管理基础

第 1 章 FPSO 基本概念	1
1.1 FPSO 基本概念	1
1.2 国际 FPSO 的发展	10
1.3 国内 FPSO 的发展	14
第 2 章 FPSO 资产管理概念	18
2.1 企业资产管理概念	18
2.2 FPSO 资产管理理念	20
2.3 FPSO 资产管理内容	27
2.4 FPSO 资产管理模式	37
第 3 章 FPSO 商业运营	40
3.1 FPSO 市场	40
3.2 FPSO 可行性研究	43
3.3 FPSO 的筹资筹建	50
3.4 FPSO 的经营方式	54

第二篇 FPSO 资产运营管理

第 4 章 FPSO 资产生命周期管理	65
4.1 FPSO 设计建造	65
4.2 FPSO 服役管理	76
4.3 FPSO 的弃置	86
4.4 FPSO 改造管理	88
第 5 章 FPSO 风险管理	89
5.1 FPSO 风险管理概念	89
5.2 FPSO 风险的内容及特点	94
5.3 FPSO 风险管理	101

目 录

Contents

5.4 FPSO 生命周期风险管理	106
第 6 章 FPSO 生产操作管理	114
6.1 生产操作概述	114
6.2 FPSO 生产操作的内容	116
6.3 生产支持	118
6.4 不同模式的生产操作	120
6.5 HSE 管理	121
6.6 操作费的管理	124
第 7 章 FPSO 海事管理	125
7.1 海事管理职能	125
7.2 海上设施管理	129
7.3 船级管理	131
7.4 证书管理	134
7.5 海事检验	135
7.6 外输作业	139
7.7 海上作业管理	140
7.8 驾驶台管理	142
7.9 海事机构	142
第 8 章 FPSO 设备管理	144
8.1 现代设备管理	144
8.2 前期管理	149
8.3 使用期管理	154
8.4 设备维修管理	162
8.5 设备现场管理	170
8.6 设备废弃管理	174
8.7 设备信息管理	179
8.8 设备的目标管理	182

目 录

Contents

8.9	FPSO 设备管理的特殊性	184
8.10	不同模式下的设备管理	186
8.11	FPSO 设备管理中的难点问题	188
第 9 章	FPSO 商务合同管理	189
9.1	FPSO 投标	189
9.2	FPSO 招标	195
9.3	FPSO 经营合同	198
9.4	FPSO 合同管理	201
第 10 章	FPSO 财务管理	203
10.1	FPSO 财务管理要求	203
10.2	财务管理内容	204
10.3	资产登记	207
10.4	资产评估	209
10.5	资产保值增值的管理	216
第 11 章	FPSO 人力资源管理	218
11.1	人力资源管理	218
11.2	不同模式下的人员配备	230
第 12 章	FPSO 信息管理	233
12.1	FPSO 信息管理概念	233
12.2	FPSO 信息的构成	234
12.3	FPSO 档案管理	237
12.4	FPSO 网络信息化的实现	242
第 13 章	FPSO 舰队管理	245
13.1	管理机构	245
13.2	采油服务公司 FPSO 舰队的管理内容	250
13.3	管理手段	253
13.5	FPSO 资源配置	256

目 录

Contents

第三篇 FPSO 资产管理系统

第 14 章 系统模块及功能	257
14.1 系统功能	257
14.2 系统结构	257
第 15 章 系统建立与实现	262
15.1 功能模块的建立	262
15.2 数据库的建立	262
15.3 系统流程	263
15.4 QMS 系统	264
15.5 FPSO 三维数字仿真系统	269
15.6 FPSO 生产仿真系统	270
15.7 MAXIMO 系统	279
15.8 与 REP 的兼容性	297

附 录

附录 1 企业国有资产产权登记管理办法	301
附录 2 企业国有资产监督管理暂行条例	303
参考文献	310

第 1 章

FPSO 基本概念

FPSO 以其全海式操作、海域/油矿适应性强、可长期系泊、储存能力大、可转移重复使用、建造/改装周期短、费用低廉以及投资回报快等优势,在世界海上油气开发中得到广泛应用,并逐步成为海上油气生产的主流设施。随着海洋石油工业的发展,越来越多的海上油气田已投入开发生产,并着手于开发深水油气田以及边际油田,从而使 FPSO 的潜在市场及发展空间更具广阔前景。

1.1 FPSO 基本概念

1.1.1 基本概念

FPSO 是英文 Floating Production, Storage and Offloading Unit 词首字母的缩写,译成中文为:浮式生产储卸油装置或浮式生产储卸油系统。

目前,我国设计建造的 FPSO 主要由船体结构、上部模块和系泊系统三部分组成。《在英国大陆架服务的 FPSO 设计指南》中将 FPSO 的设计分为海事结构和生产设施两部分考虑。

FPSO 集合了各种海上油田生产设施的功能,如油气水分离、公用设施、生活设施等。FPSO 经过单点通道,把来自油田井口的油、气、水等混合液进行加工,处理成合格的原油,并将成品原油储存在货油舱,计量标定后,经过外输系统把成品原油输送给穿梭油轮实现商业销售。

配以适当的系泊系统,FPSO 可适合于浅水、中浅水、远离海岸的中、深水海域。目前已应用于十几米至数千米水深的不同海域及环境条件。FPSO 具有高投资、高风险、高回报的海洋工程特点。

1.1.2 FPSO 所具有的优势

随着海洋石油工业的迅猛发展,FPSO 已成为海上油气开采的主流生产设施。FPSO 的广泛使用为在大陆架和深海地区的油气开采及贮存提供了安全、可靠、经济的首选解决方案。

与海上平台及其他海上生产设施相比,FPSO 系统具有以下优势:

- FPSO 是一种费用相对低廉、经济合理的海上油田开发方式,尤其是对于那些没有大型管网设施的油田;
- FPSO 尤其适合于远离海岸的中、深海油田的开发,几乎适用于所有水深。在这些区域中可以没有近海和陆岸基础设施,FPSO 有其独特的优势;
- FPSO 能经济有效地灵活开采边际油田、寿命短的小油田,并适用于偏僻海域的石油开采;
- FPSO 建造周期短,有利于油田的早期开发。国外最快的深海 FPSO 从立项到投产仅用 1 年多时间。我国已有 18 个月交付 15 万吨级 FPSO 的纪录。二手船改装 FPSO 的周期则更短;
- FPSO 方案可实现早期投产,投资见效快;
- FPSO 的海上安装费用对水深变化不太敏感;
- FPSO 甲板面积大,易于功能扩充,负载能力大,有改造的余地;
- FPSO 适应性强,可以移位,通过改造可重复利用;
- FPSO 的系统功能和技术水平能够满足各种海上油田安全生产的需要,过去的 30 年已使 FPSO 技术趋于成熟。

FPSO 以其独特的优势成为海上油气田开发的主流生产设施,并将日益受到青睐。

1.1.3 FPSO 系统简介

FPSO 系统由船体结构、上部模块、系泊系统三部分组成。其中每个系统涵盖数十个子系统,因此 FPSO 系统是一个科技含量高、既复杂又庞大的系统。

1 船体结构

FPSO 船体结构部分包括船体、公用系统、动力系统、直升机平台系统、储油系统、外输系统、安全救生及消防系统、监控系统、通信系统等。

1) FPSO 船体

目前世界上 FPSO 船体结构的来源有三种:全新建造、利用现有大型油轮改装、现有 FPSO 改造。通常根据油田开发方案做出选择,而作业者一般都有自己明确的倾向性或要求。在选择船体来源时,主要考虑如下参数:

- 油田设计寿命;
- 项目时间要求;
- 市场现有可供改装、且设计要求符合的油轮;
- 油田经济性评估;
- 船厂的建造/改装能力。

FPSO 船体设计除了考虑船舶运动性能的基本特点(如纵荡、横荡、升沉、横摇、纵摇和首摇 6 种刚体运动)外,还应对生产模块、火炬塔、系泊结构、吊机结构对船体结构的影响进行计算分析,以确保其安全可靠。船体结构是整个 FPSO 设计的关键,

是最重要、最基本的组成部分。如果设计失误,那么会使 FPSO 的功能大大降低,甚至会使整个 FPSO 系统失效,产生严重后果。

2) 公用系统

FPSO 有很多公用系统如燃料气系统、海水冷却系统、压载水系统、燃油系统(包括重油系统、柴油系统和原油系统)、润滑油系统、压缩空气系统、HVAC 系统、原油加热系统、惰气系统、开式排放系统等。

3) 动力系统

FPSO 的动力系统(《在英国大陆架服务的 FPSO 设计指南》中将其归为生产设施部分)按其用途可分为主电站、备用电站和应急电站三大类。FPSO 主电站是海上油气田的动力心脏,电站容量大(不但给 FPSO 自身供电,还要给井口平台供电)。主电站一般设在 FPSO 模块甲板上或机舱内。不同的油气田,由于产能规模、地质条件、开采方式、自然环境、运行要求和维护条件等的不同,FPSO 的主电站可以有不同的方案。FPSO 主电站的原动机,可以采用蒸汽透平、燃气透平、柴油机、天然气发动机以及原油发动机等。原动机的选型应综合分析机组性能、投资成本、燃料气源情况、环境条件、现场安装和业主的特殊要求等。

FPSO 备用电站主要用于主电站发生故障,不能正常运行时。按照要求,备用电站一般在主电站出现故障时自动启动,承担一定的载荷。备用电站的发电机组可以是与主电站不一样型号的发电机组;也可以是与主电站一样的发电机组,只是在配置时,形成相互备用。

FPSO 应急电站主要用于主电站和备用电站都出现故障或其他原因而停机的情况,一旦正在运行的备用电站出现故障,应急电站马上自动启动,应急电站主要用于消防、救生设备以及船员的生活用电,一般不对生产设施供电。应急电站的功率都较小。

FPSO 电站机型确定后,应根据电站运行工况确定发电机组的容量,配置配电系统。

4) 储油系统

FPSO 的储油系统主要是货油系统、货油加热系统、货油注入系统、扫舱系统、洗舱系统、惰气系统、透气系统等设施,与常规油轮基本相同。

5) 外输系统

FPSO 的外输是通过外输泵将油舱中的原油经计量模块计量后,通过外输管线输送到穿梭油船。穿梭油轮的靠船方式有两种,一是串靠的方式,即 FPSO 与穿梭油轮首尾相连;二是旁靠的方式,即穿梭油轮靠在 FPSO 船舷侧。所以,从位置的布置上 FPSO 可分为首(尾)部纵向或船舷横向的外输油系统。从外输形式上又可以分为漂浮软管式(简易式、改进式)、卷筒式、滑道式和旁靠输油系统。目前外输油系统中的软管卷车、输油漂浮软管、万向接头、液压快速接头等关键零部件还是少数国际公司的垄断技术。

6) 安全救生及消防系统

FPSO 的安全救生及消防系统应满足入级规范和 SOLAS(海上人命安全公约)的要求。

7) 监控系统

FPSO 监控系统远比常规船舶复杂,主要有船用控制和中央控制两大控制系统。船用控制系统设在机舱控制室,用于对辅助设备的监测和控制。中央控制系统设在中央控制室,对全油田生产过程和人员设备安全进行监控。中央控制系统又由过程控制和安全监控系统组成,过程控制系统用于对生产过程进行监控;安全监控系统用于对 FPSO 及井口平台的人员设备安全进行监控,包括紧急关断(ESD)系统和火气(F&G)监控系统。

8) 通信系统

FPSO 的通信系统是确保油田生产指挥、调度、生活管理及人员生命安全不可缺少的手段。以 FPSO 为中心,使用无线通信和有线通信设施,可完成 FPSO 的内部通信和对船、对空、对各井口平台、对陆上的应急通信。

2 上部工艺模块

FPSO 的上部工艺模块包括原油处理系统、含油污水处理系统、火炬系统。生产工艺系统对原油和含油污水处理必须达到一定标准。FPSO 一般可设一路/两路相同的油、气、水分离处理系统,以便灵活切换系统。生产工艺设施布置的基本原则是:符合安全及规范、保证工艺流程顺畅、布置逃生路线、操作方便和留有足够的维修空间。

典型的 FPSO 生产工艺系统是将来自井口平台的原油经海底管线、单点(或 PLEM)输至 FPSO 原油处理系统的一级分离器,分离出的大部分气体供发电用,剩余部分进入火炬系统放空烧掉;分离出的含油污水进入污水处理系统(一般分为三级处理:沉降舱除油水力旋流器→撇油排放罐除油或沉降舱除油→加气浮选/斜板隔油→过滤器);分离出的油进入二级分离器;由二级分离器分出的气体,部分利用,剩余部分放空烧掉;合格的原油进入油舱储存,不合格原油送入回收油舱,再次返回一级分离器进行处理,参见图 1-1 生产工艺流程。

3 FPSO 系泊系统

FPSO 通过其系泊系统定位在油田现场,来完成其生产、储存及外输作业。受不同海域的影响及生产作业条件的限制,对 FPSO 的系泊系统有不同的要求。如对系泊力的要求、对永久系泊及随遇解脱的要求、对运动状态的要求以及对井口管线的适应性要求等。

系泊系统主要有两个功能:一是对 FPSO 定位的系泊功能,承受 FPSO 的浮、沉、荡、倾、摇等一切外力;二是油、气、水传输功能,通过管线、电缆与海上生产设施连通。目前,掌握系泊系统技术的公司主要集中在欧洲国家,如摩纳哥的 SBM、荷兰的 Bluewater、挪威的 APL、Prosafe 及英国的 Sigma Subsea Limited 等。

根据当地的海况条件,目前世界海域范围内采用的系泊系统的型式主要有:

- 单点系泊系统(Single mooring system);
- 多点系泊系统(Spread mooring system);
- 动力定位系统(Dynamic positioning);
- 与系泊系统紧密相关的立管系统(Riser System)。

1) 单点系泊系统

第一座单点系泊系统诞生于 1959 年,为瑞典皇家海军所有。单点系泊系统的分类方式众多。美国船级社(ABS)将单点系泊系统分为:悬链锚腿系泊系统(CALM)(Catenary Anchor Leg Mooring),单锚腿系泊系统(SALM)(Single Anchor Leg Mooring),转塔式系泊系统(Turret Mooring)和软钢臂(Soft Yoke)四大类。

按照系泊方式可以分为:浮筒式系泊(Buoy Mooring)、塔式系泊和转塔式系泊。

(1) 浮筒式系泊系统

浮筒被锚泊在海上,作为一系泊点为 FPSO 装/卸气体或液体产品服务,与具有风向标效应的 FPSO 连接。浮筒的主要用途是为井口平台与 FPSO 之间传输液体提供连接界面。

浮筒式单点主要由以下几部分组成:浮筒(Buoy Body)、系泊锚链部件(Mooring and Anchoring Components)、产品传输系统(Product Transfer System)和辅助部件(Auxiliary components)。其中浮筒主要是为装置提供浮力和稳定性,同时容纳各种各样的零部件;锚链装置是将浮筒连接到海床,系泊缆绳是将装/卸载 FPSO 或油轮连接到浮筒上;生产滑环提供浮筒生产管系的固定部分和具有风向标效应的旋转部分之间的界面;辅助部件主要指值班船停靠、起升和操作的设备,防护物,助航设备和动力提供设备。

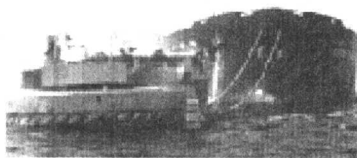


图 1-2 CALM

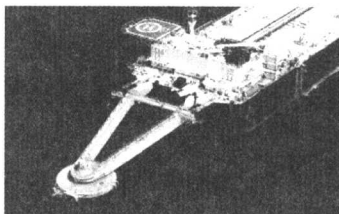


图 1-3 CALRAM

最通用的浮筒式单点系泊系统包括 CALM (Catenary Anchor Leg Mooring Buoy)、CALRAM (Catenary Anchor Leg Rigid Arm Mooring)和 CBM (Conventional /Multibuoy Mooring)(参见图 1-2 至 1-4)。其中 CALM 主要适用于海上设施与 FPSO 之间液体的输入和输出的短期系泊;用于生产和储存系统的永久系泊;具有易解脱功能的永久系泊,在恶劣气候下可以解脱。这种系泊方式具有灵活、经济和可靠等优点。CALRAM 的原理



图 1-4 CBM

与 CALM 浮筒的原理相似,区别在于 FPSO 与浮筒的连接上,CALRAM 采用硬钢臂代替缆绳,这种浮筒系泊方式只能用于永久系泊。并且硬质系泊钢臂消除了 FPSO 与浮筒脱离和碰撞的风险;CBM 也称 MBM(多浮筒系泊),至少有 3 个浮筒,CBM 不允许 FPSO 或油轮有风向标效应。

(2) 塔式(Tower)系泊系统

塔式系泊系统是将固定塔结构固定在海床上,为永久系泊的 FPSO 或油轮装、卸载生产油气提供一个锚点(见图 1-5 至 1-7)。

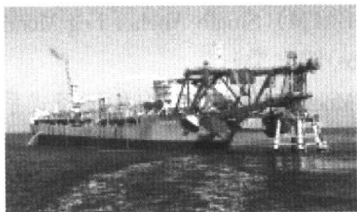


图 1-5 水上软钢臂



图 1-6 水下软钢臂

最常见的塔式系泊系统主要有塔式水上软钢臂系统、塔式水下软钢臂系统和塔式缆绳系统。塔式水上软钢臂系统是浅水常用的塔式系泊系统,该系泊系统也能够用于强海流环境的 FPSO 或油轮系统的系泊,主要部件包括固定塔、软钢臂和产品传输系统(主要由立管、旋转通道和跨接软管组成);塔式水下软钢臂系统的 YOKE 完全浸于水中,使得它受海浪和潮汐的影响较小,该系统已经成功应用于环境恶劣(如北海海域)和大吨位 FPSO 系泊;塔式缆绳系统与常规的软钢臂系统相似,比塔式水上软钢臂系统更加简单。由于采用缆绳装置,该系统比较适合于外输作业的时间间隔相对固定的情况。

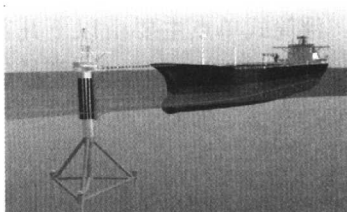


图 1-7 塔式缆绳

和

(3) 转塔式(Turret)系泊

转塔式系泊系统是一种集系泊、油气和电力输送为一体的系泊系统,对缆绳、浮式软管、转塔旋转系统或者推进系统没有特殊要求。转塔能够接收 50 条以上立管和/或信号、电能等传输的管束,转塔可以设计成内转塔式,也可以设计成外转塔式。通过钢质结构与船体的船头或船尾相连,允许 FPSO 产生风向标效应,绕转塔 360 度旋转。

转塔式系泊系统主要有外转塔系泊和内转塔系泊系统两种,如图 1-8 和图 1-9 所示。外转塔系泊系统由钢质箱体型结构组成,该结构能够从 FPSO 的船头或船尾靠拢或者延伸一段距离,并为旋转轴承和转塔提供基座,系泊链通过锚或桩固定在海床上。当正常生产时,允许 FPSO 绕转塔产生风向标效应。内转塔系泊系统一般在靠近 FPSO 船艏部分,它被支撑在一个大的滚柱轴承上。轴承的外圈被连接到船体上,