

“十二五”国家重点出版规划项目



现代舰船导航、控制及电气技术丛书

赵琳 主编

现代舰船动力定位

■ 付明玉 王元慧 朱晓环 著



XIANDAI JIANCHUAN
DONGLI DINGWEI



国防工业出版社
National Defense Industry Press

“十二五”国家重点出版规划项目



现代舰船导航、控制及电气技术丛书

赵琳 主编

现代舰船动力定位

■ 付明玉 王元慧 朱晓环 著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

内 容 简 介

本书全面讲述了现代舰船动力定位技术及其应用,总结了推动船舶动力定位技术进步和工程应用的若干关键技术和优秀成果。主要内容包括现代舰船动力定位系统、动力定位系统总体设计技术、动力定位船电力推进、半实物仿真技术、动力定位船测量信息处理技术、现代动力定位船的先进控制技术、动力定位船的冗余设计和容错控制、推力分配、故障诊断和报警、动力定位在现代舰船中的应用等。

本书可以作为国防现代化和武器装备现代化船舶动力定位设计和操作人员、船舶与海洋工程领域的科学工作者和工程技术人员的重要参考书,也可供自动控制类及海洋工程专业的高校师生选用,同时也可供对动力定位技术感兴趣的专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代舰船动力定位 / 付明玉等著. —北京:国防工业出版社,2019.5
(现代舰船导航、控制及电气技术丛书/赵琳主编)
ISBN 978-7-118-10705-0

I. ①现… II. ①付… III. ①航海导航-导航系统
IV. ①U666.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 022747 号

※

国防工业出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)
涿州宏轩印刷服务有限公司
新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 25½ 字数 580 千字
2019 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 158.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

丛书编委会

主 编 赵 琳

副主编 刘 胜 兰 海

编 委 (按姓氏笔画排序)

王元慧 卢 芳 付明玉 边信黔

朱晓环 严浙平 苏 丽 杨 震

杨晓东 宋吉广 金鸿章 周佳加

孟 杰 梁燕华 程建华 傅荟璇

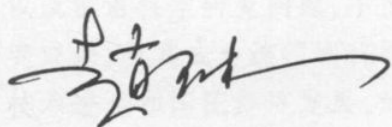
綦志刚 蔡成涛

随着海洋世纪的到来,海洋如今越来越成为人类新的希望,也越来越成为世界各国争夺的目标。当今世界强国,无一例外都是海洋大国,海洋战略已成为具有重要意义国家战略。现代舰船,是保卫国家海上安全、领土主权,维护海洋权益,防止岛屿被侵占、海域被分割和资源遭掠夺的重要工具。伴随着我国“海洋强国”战略目标的提出,现代舰船对操纵性、安全性、可靠性及航行成本,适应现代条件下的立体化海战,及与其他军种、兵种联合作战等提出了更高的要求,必然要求在核心领域出现一大批具有自主知识产权的现代舰船装备。

要提升我国舰船行业竞争力,实现由造船大国向造船强国转变,首先要培养一大批具有国际视野和民族精神的创新人才,突破制约舰船装备性能的瓶颈技术,进而取得具有自主知识产权的研究成果,应用于船舶工程和海军装备。而创新人才的培养,一直是科技教育工作者的历史使命。

新形势下,我国海洋安全面临着前所未有的严峻威胁和挑战。确立“海洋国土”观念,树立海洋意识,提升海军装备水平,是捍卫我国国土安全必不可少的内容。为此,我们邀请业内知名专家,联合开展“现代舰船导航、控制及电气技术丛书”编撰工作,就舰船控制、舰船导航、舰船电气以及舰船特种装备的原理、应用及关键技术展开深入探讨。

本丛书已列入“十二五”国家重点出版规划项目。它的出版不仅能够完善和充实我国海洋工程人才培养的课程体系,促进高层次人才的培养,而且能为从事舰船装备设计研制的工业部门、舰船的操纵使用人员以及相关领域的科技人员提供重要的技术参考。这对于加速舰船装备发展,提升我国海洋国防实力,确立海洋强国地位将起到重要的推动作用。



随着世界海洋纷争的愈演愈烈,以及能源短缺等问题日趋严重,国防和武器装备现代化的需求也不断升级。舰船动力定位技术作为一项高、精、尖技术,已成为提高我国海军舰船战斗力、海洋油气田的深海开采能力的必备手段。本书体现了控制科学与工程学科中的最新控制理论的研究进展在具体舰船工程中的应用。作者是国内动力定位领域首屈一指的研发团队的重要成员,承担了许多舰船动力定位相关设备的科研生产任务,本书是作者多年来在动力定位方面科研、教学的一线实践的结晶,是精辟而务实的理论基础和丰富的科研生产实践的产物。书中融合了大量的现代舰船的动力定位技术应用案例,可操作性强。

1984年,M. J. 摩根教授所著的《近海船舶动力定位》中文版在国内出版,该书的特点是侧重介绍了该技术的科普性知识,有些技术内容现在已显陈旧,不合时宜。随着人们对海洋的探索日益加大,船舶动力定位成为海洋工程的研究热点,其技术的发展也日新月异。

2011年作者出版的《船舶动力定位》一书,是国内首部动力定位技术的专著。本书在继承前书部分理论基础,作了更系统、更全面的补充。本书侧重于实际设计和应用,具有很强的可操作性。着重从总体设计、工程应用、现代研究角度对现代舰船动力定位进行全面的、系统性的阐述。本书是作者近20年来有关船舶动力定位方面的教学和科学研究经验的积累和总结,同时吸收了国内外相关的重要参考文献的精华,并融入作者的切身体会和独到见解,力求反映当今该领域的新思想、新观点、新动态和新技术及学术水平,具有实用性、系统性和前沿性。全书由浅入深,脉络清晰,结构严谨,图文并茂,实例丰富,生动地向读者展现了动力定位技术的精髓。

本书旨在从全新的角度论述动力定位技术及其应用,以及前沿科学研究问题,不仅吸收了国外的研究成果,还融入了我国科技人员的优秀研究成果,使其成为该领域科学工作者和工程技术人员的重要参考书籍,以促进我国科学技术进步和国民经济发展,加速国防现代化和武器装备现代化进程和满足海洋工程作业的需求。

本书在撰写和出版过程中,得到了哈尔滨工程大学自动化学院海洋装置与控制技术研究所同事、博士和硕士研究生们的大力帮助和支持,在此一并表示感谢。同时,对书中引用文献的作者深表敬意。特别感谢合作单位海洋石油工程股份有限公司各级领导的鼓励和支持,他们给作者提供了多次的实船调研机会,同时感谢“海洋石油201船”的船长、总监及全体船员,他们为本书提供了一手写作素材和现场经验,作者感激和怀念在“海洋石油201船”上我们共同工作、相处的愉快岁月,感谢你们!

第1章 概述

1.1	动力定位的定义	1
1.2	动力定位的发展史	2
1.2.1	动力定位产生的背景	2
1.2.2	动力定位技术研究现状	4
1.2.3	动力定位控制系统研究现状	8
1.3	技术图谱	9

第2章 现代舰船动力定位系统

2.1	动力定位系统工作原理	10
2.2	动力定位系统的基本组成	12
2.2.1	控制系统	12
2.2.2	测量系统	13
2.2.3	推进系统	14
2.2.4	电力系统	16
2.3	动力定位系统的基本功能模式	17
2.3.1	准备模式	17
2.3.2	手动模式	17
2.3.3	自动定位模式	18
2.3.4	自动区域定位模式	18
2.3.5	自动航迹模式	18
2.3.6	自动驾驶仪模式	20
2.3.7	目标跟踪模式	21
2.4	面向作业的现代动力定位系统特种功能	21
2.4.1	起重作业功能	21
2.4.2	铺管作业功能	22
2.4.3	铺缆作业功能	23
2.4.4	海上装载作业的风标操作功能	23
2.4.5	挖沟作业功能	25
2.4.6	挖泥作业功能	25
2.4.7	系泊动力定位作业功能	25

2.5	国际海事组织设计规范中对动力定位系统的功能要求	26
2.5.1	一般规定	27
2.5.2	控制系统	29
2.5.3	测量系统	30
2.5.4	推进系统	31
2.5.5	电力系统	31
2.6	中国船级社设计规范中对动力定位系统的功能要求	32
2.6.1	一般规定	32
2.6.2	系统布置	35
2.6.3	控制系统	38
2.6.4	测量系统	42
2.6.5	推进系统	43
2.6.6	电力系统	44

第3章 动力定位系统总体设计技术

3.1	动力定位系统的方案设计步骤	46
3.2	推进器布置	48
3.2.1	简单的推进器布置	48
3.2.2	推进器布置规则	50
3.3	推进器需求负载估算	50
3.3.1	推进器电机功率估计	51
3.3.2	DP 工况下的负载计算过程	51
3.3.3	DP 工况下的负载估算结果	52
3.4	推进器干涉禁区计算	52
3.4.1	桨—桨干扰概述	52
3.4.2	螺旋桨尾流	53
3.4.3	桨—桨干扰的影响估算	53
3.5	故障模式分析	56
3.6	动力定位能力计算	57
3.6.1	关于动力定位系统能力计算的相关指南	58
3.6.2	海洋环境力计算	59
3.6.3	动力定位能力图	60
3.6.4	基于遗传算法的定位能力计算方法	62
3.7	位置参考系统和传感器的配置设计	66
3.7.1	位置参考系统和传感器相关规范要求	66
3.7.2	位置参考系统配置设计	67
3.7.3	传感器系统配置设计	69
3.8	故障模式与影响分析(FMEA)	69

第4章 动力定位船电力推进

4.1	电力推进发展及应用	71
4.1.1	电力推进的发展	71
4.1.2	电力推进功率流和功率效率	72
4.1.3	电力推进的历史	74
4.1.4	应用	76
4.2	电力系统	78
4.2.1	原动机和发电机	79
4.2.2	配电	80
4.2.3	推进系统的驱动电机	81
4.2.4	推进器	84
4.2.5	新设计趋势	85
4.3	功率和推进控制	86
4.3.1	分层控制简介	86
4.3.2	顶层控制	87
4.3.3	底层控制	88
4.4	电力推进变频调速	90
4.4.1	全桥晶闸管整流装置	91
4.4.2	电流型逆变器	92
4.4.3	周波变换器	92
4.4.4	电压型逆变器	93
4.4.5	其他变频控制方法	94
4.5	典型配置	95
4.6	动力定位电站功率系统设计	98
4.6.1	推进负载限制控制	98
4.6.2	推进器功率监控软件设计	99
4.6.3	推进器负载限制及功率监控仿真测试	100

第5章 半实物仿真技术

5.1	半实物仿真技术概述	107
5.2	坐标系	108
5.2.1	地球中心惯性坐标系	109
5.2.2	地球中心固定坐标系	109
5.2.3	WGS-84 大地坐标系	109
5.2.4	通用横向墨卡托投影坐标系统	110
5.2.5	北东坐标系	112
5.2.6	船体坐标系	113
5.2.7	船体平行坐标系	113

5.3	运动变量定义	114
5.3.1	变量的选取和定义	114
5.3.2	状态变量在北东坐标系的描述	115
5.3.3	变量在船体坐标系的描述	115
5.4	船舶运动数学模型	116
5.4.1	运动学模型	117
5.4.2	动力学模型	118
5.4.3	动力学模型的矢量表达	119
5.5	船舶动力定位应用数学模型	121
5.5.1	船舶六自由度运动非线性数学模型	121
5.5.2	船舶水平面三自由度运动非线性数学模型	123
5.5.3	船舶动力定位线性数学模型	125
5.6	海洋环境数学模型	128
5.6.1	风模型	128
5.6.2	海流模型	132
5.6.3	波浪模型	134
5.7	半实物仿真技术	144
5.7.1	实时仿真系统的配置	144
5.7.2	半实物仿真过程中的 DP 案例	145
5.8	常微分方程数值解法	147

第6章 动力定位船测量信息处理技术

6.1	数据质量检测	151
6.1.1	开窗术	151
6.1.2	数据范围测试	152
6.1.3	方差检验	152
6.1.4	野值检验	153
6.2	冗余测量信号的处理	153
6.2.1	表决	153
6.2.2	加权	154
6.2.3	传感器的使能和不使能	154
6.3	时间对准和空间对准	155
6.3.1	时间对准	155
6.3.2	空间对准	157
6.4	动力定位系统多传感器信息融合算法	160
6.4.1	概述	160
6.4.2	同步多传感器信息最优分布式估计融合算法	163
6.4.3	基于小波分析的异步多传感器信息融合算法	165
6.5	状态估计	172

6.5.1	固定增益观测器	173
6.5.2	最小二乘估计器	174
6.5.3	卡尔曼滤波器	175
6.5.4	扩展卡尔曼(EKF)滤波器	178
6.6	鲁棒强跟踪扩展卡尔曼滤波器	179
6.6.1	问题描述	179
6.6.2	基于强跟踪 EKF 滤波器设计	182
6.6.3	鲁棒强跟踪 EKF 滤波器设计	183
6.6.4	仿真案例	185
6.7	自适应滑模无源观测器	187
6.7.1	问题描述	187
6.7.2	自适应滑模无源观测器设计	187
6.7.3	仿真案例	189

第7章 现代动力定位船的先进控制技术

7.1	船舶艏向自适应反步控制	191
7.1.1	李雅普诺夫(Lyapunov)稳定性定理	191
7.1.2	反步控制方法	192
7.1.3	艏向自适应反步控制方法	195
7.2	环境最优艏向控制	198
7.2.1	船舶运动数学模型	198
7.2.2	基于反步法的环境最优艏向控制	201
7.2.3	仿真案例	204
7.3	动力定位船任务驱动跟踪控制	205
7.3.1	任务驱动跟踪控制的分层结构	205
7.3.2	任务驱动 Petri 网模型	206
7.3.3	低速循迹控制及仿真案例	210
7.3.4	特种跟踪(铺缆作业)控制及仿真案例	214
7.3.5	高速循迹控制及仿真案例	216
7.3.6	目标跟踪控制	224
7.4	铺管作业下的动力定位控制	226
7.4.1	铺管作业过程简介	226
7.4.2	动力定位系统与铺管流程的协同	233
7.4.3	管道作用力模型	235
7.4.4	导引系统的设计	239
7.4.5	路径跟踪反步滑模控制器设计	240
7.4.6	系统稳定性分析	242
7.4.7	仿真案例	243
7.5	起重船动力定位控制方法研究	246

7.5.1	起重作业过程分析及建模	247
7.5.2	动态面自抗扰控制方法	252
7.5.3	起重船位置保持动态面自抗扰控制器设计	260
7.5.4	仿真案例	262
7.6	系泊状态下的动力定位控制	265
7.6.1	内转塔式 FPSO 系泊动力定位系统	265
7.6.2	FPSO 系泊缆模型	265
7.6.3	FPSO 系泊定位方法	269
7.6.4	FPSO 系泊定位仿真案例	270
7.6.5	基于结构可靠性的状态反馈反步控制器设计	274
7.6.6	仿真案例	278

第8章 动力定位船的冗余设计和容错控制

8.1	概述	281
8.2	容错与冗余技术概念	284
8.2.1	容错与冗余	284
8.2.2	被动容错控制	285
8.2.3	主动容错控制	285
8.3	动力定位控制系统冗余设计	286
8.3.1	双模冗余系统	286
8.3.2	三模冗余系统	287
8.3.3	控制系统冗余配置方案	289
8.4	基于鲁棒滑模虚拟传感器的容错控制方法	290
8.4.1	重构问题描述	291
8.4.2	虚拟传感器重构设计	295
8.4.3	鲁棒滑模虚拟传感器设计	297
8.4.4	基于鲁棒滑模虚拟传感器的容错控制设计	300
8.4.5	仿真案例	301
8.5	基于鲁棒自适应滑模虚拟执行器的容错控制方法	303
8.5.1	虚拟执行器重构设计	304
8.5.2	鲁棒自适应滑模虚拟执行器设计	306
8.5.3	基于鲁棒自适应滑模虚拟执行器的容错控制设计	309
8.5.4	仿真案例	312

第9章 推力分配

9.1	概述	316
9.2	推进器系统数学模型	320
9.2.1	螺旋桨轴动力学模型	320
9.2.2	电机动力学模型	321

9.3	螺旋桨水动力特性	321
9.3.1	螺旋桨敞水特性	322
9.3.2	螺旋桨的四象限敞水特性	324
9.3.3	螺旋桨有效推力与效率	325
9.4	推力分配影响因素分析	326
9.4.1	海洋环境对推力分配的影响	326
9.4.2	操作工况对推力分配的影响	327
9.4.3	推进器约束对推力分配的影响	328
9.5	推力分配问题数学描述	330
9.6	二次规划推力分配	331
9.6.1	功率惩罚函数	331
9.6.2	推进器约束	332
9.6.3	二次规划推力分配算法	336
9.7	分组偏置推力分配	338
9.7.1	推进器偏置的定义	339
9.7.2	分组偏置推力分配算法	339
9.7.3	自适应偏置量设计	340
9.8	仿真案例	341
9.8.1	二次规划推力分配仿真	342
9.8.2	分组偏置推力分配仿真	343

第10章 故障诊断和报警

10.1	故障诊断基本概念	345
10.1.1	基于解析模型的故障诊断	345
10.1.2	基于信号处理的故障诊断	346
10.1.3	基于知识的故障诊断	346
10.2	传感器故障检测方法研究	346
10.2.1	基于滤波残差的传感器突变型故障检测	347
10.2.2	基于信息融合的传感器渐变型故障检测	349
10.3	基于支持向量机的船舶动力定位传感器故障诊断方法	350
10.3.1	支持向量机分类原理	351
10.3.2	基于支持向量机的船舶动力定位传感器故障诊断	354
10.3.3	仿真案例	357
10.4	基于有向图和支持向量机的船舶动力定位推进器故障诊断方法	359
10.4.1	基于系统结构的故障诊断问题描述	359
10.4.2	基于有向图和支持向量机的故障诊断设计	363
10.4.3	基于有向图和支持向量机的船舶动力定位推进器故障诊断	365
10.4.4	仿真案例	369
10.5	故障报警的实现	372

10.5.1	故障报警系统的设计	372
10.5.2	故障报警实现流程	374

第11章 动力定位在现代舰船中的应用

11.1	概述	378
11.2	潜水支持作业	378
11.3	勘察和 ROV 支持	379
11.4	海床开沟机作业	380
11.5	铺管作业	381
11.6	倾倒岩石作业	381
11.7	采砂挖泥作业	382
11.8	铺缆与维修作业	383
11.9	起重船作业	383
11.10	移动式海底钻井平台作业	383
11.11	油轮作业	384
11.12	浮式生产储存装载作业	385
11.13	游轮	386
11.14	专用半潜式重货船	386
11.15	军事作业及军舰	386

参考文献

第 1 章

概述

1.1 动力定位的定义

随着世界经济的发展,能源和资源问题日趋尖锐,过去不为人们重视的海洋,现在已成为各国激烈争夺的领域。由于海洋环境复杂多变,如果没有先进的技术和设备来装备船舶,即使面对丰富的海洋资源,人们也只能望洋兴叹。因而,对于许多海上作业船来说,动力定位系统(Dynamic Positioning System, DPS)已成为必不可少的支持系统。

下面给出动力定位的几个定义。

1. 国际海事组织(IMO)的相关定义

(1) 动力定位船舶(Dynamic Positioning Vessel):表示只通过推进器推力能够自动地保持位置(固定位置或预设航迹)的装备或船舶。

(2) 动力定位系统(Dynamic Positioning System):表示动力定位船舶需要装备的全部设备,包括动力系统、推进系统、动力定位控制系统。

(3) 动力定位控制系统(Dynamic Positioning Control System):表示船舶动力定位需要的所有控制系统和部件、硬件和软件。动力定位控制系统包括计算机系统/操纵杆系统、传感器系统、显示系统(操作面板)、位置参考系统、相关的电缆布线和电缆路径。

2. 挪威船级社(DNV)的船级规范中相关定义

(1) 动力定位船舶:表示只依靠推进器推力、能够自动保持位置和航向(固定位置或者预设航迹)的船舶。

(2) 动力定位系统:表示船舶动力定位所必需装备的全部设备,必须包括动力系统、推进系统、动力定位控制系统、独立操纵杆系统(适用时)。

(3) 动力定位控制系统:表示船舶动力定位所必需的所有控制系统和部件、硬件和软件。动力定位控制系统组成包括计算机系统、传感器系统、显示系统、操作面板、位置参考系统、相关的电缆布线及线路选择。

3. 中国船级社(CCS)的船级规范中相关定义

(1) 动力定位船舶:表示仅用推力器的推力保持其自身位置(固定位置或预设航迹)的船舶。

(2) 动力定位系统:表示使动力定位船舶实现动力定位所必需的一整套系统,包括动力系统、推力器系统、动力定位控制系统和测量系统。

(3) 动力定位控制和测量系统:由计算机系统、推力器手操控制单元、推力器操纵杆控制单元、推进器自动控制单元、位置参考系统、传感器系统、显示和报警、通信等设备组成。

根据动力定位系统的不同冗余度,经船东申请,授予下列附加标志:

DP-1:安装有动力定位系统的船舶,可在规定的条件下,自动保持船舶的位置和艏向,同时还应设有独立的集中手动船位控制和自动艏向控制。

DP-2:安装有动力定位系统的船舶,在出现单个故障(不包括一个舱室或几个舱室的损失)后,可在规定的条件下,在规定的作业范围内自动保持船舶的位置和艏向。

DP-3:安装有动力定位系统的船舶,在出现任一故障(包括由于失火或进水造成一个舱室的完全损失)后,可在规定的条件下,在规定的作业范围内自动保持船舶的位置和艏向。

1.2 动力定位的发展史

1.2.1 动力定位产生的背景

石油产品在人类的现代文明中扮演着非常重要的角色,甚至在诺亚时期,沥青就被用于防止船舶的渗漏。后来人类发明了越来越多利用石油产品的方法。

石油首先是在里海(Caspian Sea)附近的陆地上发现的,但随着时间的推移,人们发现油田延伸到了海中。早在18世纪初期,巴库(阿塞拜疆共和国首都)附近海岸线就曾经钻过一口30m深的油井。虽然这不是一个成功的例子,但它标志了一个时代的开始。1925年,第一个油井在里海投产。

以下历史事件说明了钻井平台的发展过程:

1869年,美国人Thomas发明了自升式平台,Samuel开发了自升式船舶的项目。

1897年,在加利福尼亚的萨姆兰德,产生了从码头连接到海岸的木制的石油钻探设备。

1906年,200个海上生产用井在萨姆兰德海岸建成,如图1-1所示。同期,路易斯安那州、得克萨斯州等地出现了11口天然气井。

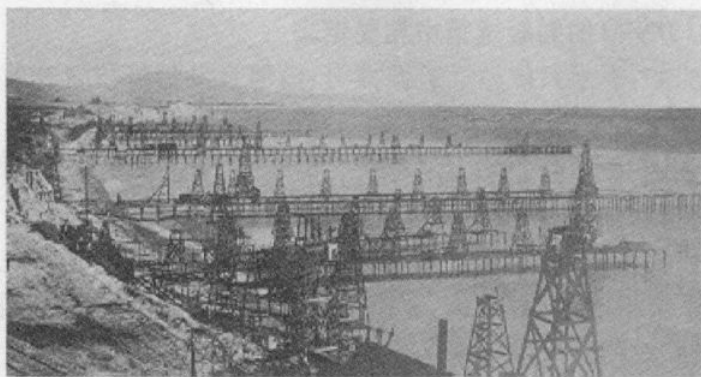


图1-1 加利福尼亚的萨姆兰德海岸

1924年,在委内瑞拉西北部马拉开波湾湖,出现了第一口油井。

1934年,在阿泰母岛附近的里海,出现了第一口钢结构的石油钻井平台。

1947年,在水深达6m的墨西哥湾建成了石油钻井平台,该平台与路易斯安那州海岸距离已超出了人在岸上的相距。

1963年,出现了钻探深度达75m的自升式平台。

1976年,在南加利福尼亚海,出现了安装深度达260m的钻井平台。

1978年,在南密西西比海岸,出现了安装深度达312m的钻井平台,所用钢铁重达59000t。在北海的尼尼安油田,水深为138m处安装了由混凝土浇筑建造的钻井平台。

1988年,在墨西哥湾出现了安装深度为411m的自升式平台,平台重达77000t。

钻井平台的造价非常高,而且将其从一处迁移到另一处所用的费用将更加昂贵,因此短期试探性钻井是没有意义的。平台自身对水深(通常300m左右)的限制使得有必要寻找其他的海中采油的方法。工业上也迫切需要深海开采石油和更加简单低廉的移动式钻井作业方法,这导致了锚泊钻井船和可移动钻井平台的出现。常采用一些锚泊系统或重物用来固定船或钻塔,使其海上定位,如图1-2所示。

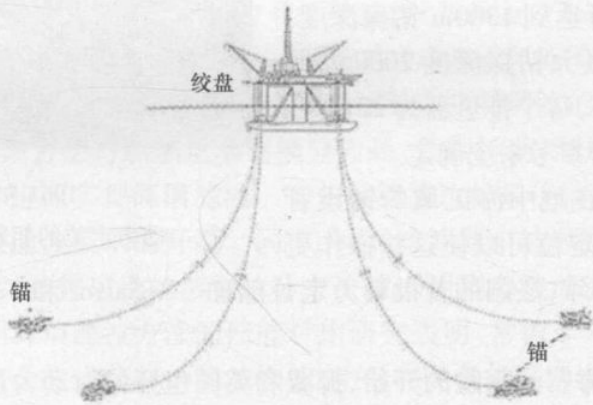


图1-2 四点锚泊系统示意图

1953年,出现了第一艘采用锚泊系统的钻井船——Submarex号,可在远离加利福尼亚海岸,水深为120m的海上作业。

1954年,在墨西哥湾出现了第一艘钻井船。

1962年,第一个半潜式钻井平台在美国建成。

1970年,Wodeco 4号钻井平台可以在水深达456m的海上进行石油钻探。

1976年,泰国建造出了Discoverer 534号锚泊船,可在1055m处完成深水钻探作业,打破了世界纪录。

1984年,在锚泊系统的辅助下,西方国家在300m作业水深处建成了大约30口油井。

1987年,Discoverer 534号锚泊船的钻井深度达到1085m,刷新了深水钻探世界纪录。

抛锚泊位是将锚抛出去,沉于海底,利用锚爪抓住海底,来抵抗外界对船舶的干扰。它的优点是:锚是任何船舶都有的定位设备,不需要另外加装定位设备。它的缺点是:定位不准;抛锚和起锚费时费力;机动性能差,最重要的是它还受到水深的限制。

因此,作为1957年美国“莫霍深钻计划”的一部分,人们开始研制一种能够满足深水作业需求的位置保持系统来取代锚泊系统。这项工程的目的是钻到地壳与地幔间的界限层,就是打穿地球的外壳。为了成功完成这项工程,人们选择了最薄的区域进行钻探,即大洋的最深处。深度大概是4500m,这对于一般的锚泊系统来说太深了。CUSS 1号船通过在驳船