



船舶工业工种岗位培训教材
CHUANBO GONGYE GONGZHONG GANGWEI PEIXUN JIAOCAI

船舶电气工艺与操作

CHUANBO DIANQI GONGYI YU CAOZUO

赵运杰 主编



HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

船舶电气工艺与操作

主编 赵运杰

编者 吴祝华 蔡至国
丁向军 李亮亮

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书共9章,第1章主要介绍了三大主流船舶的类型情况,简单介绍了军用船舶和钻井平台。第2章主要叙述了常用船舶的设备配备及系统设计情况。第3章主要介绍了船舶电气的工作特点和工作内容。第4章介绍了船舶建造的各个工艺阶段船舶电气的工作概况。第5章主要介绍了船舶电气安装工作的区域划分方法。第6章重点介绍了船舶电气的安装工艺及操作要点。第7章重点介绍了系泊试验的规则及方法,简单介绍了航行试验的内容及方法。第8章介绍了船舶电气的安全生产知识。第9章为复习题。

本书是针对船舶行业电气工培训所编写的教材,也可供中等船舶职业学校相关专业作为参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

船舶电气工艺与操作/赵运杰主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2010.8
ISBN 978-7-81133-851-5

I. ①船… II. ①赵… III. ①船用电气设备-技术培
训-教材 IV. ①U665

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 149350 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 14.5
字 数 359 千字
版 次 2010 年 9 月第 1 版
印 次 2010 年 9 月第 1 次印刷
定 价 27.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

编者的话

我国的造船行业已成功的迈入了世界造船大国的行列,但进入世界造船强国行列还需付出艰苦的努力。近年来造船市场竞争日趋激烈,国家加大对造船行业技术开发的力度,支持发展先进船舶生产能力,逐步淘汰落后产能。鼓励船舶生产企业采用先进技术、先进设备、先进工艺和现代管理方式,提高船舶生产质量和安全水平,节能降耗和保护环境,提高竞争能力,实现从大到强的发展。

造船是劳动力密集且专业性强的行业,专业涵盖广泛,要求从业人员专业技术素质高,能力强,尤其是船舶电气专业,随着造船技术的不断进步以及船舶的大型化和自动化,技术难度越来越高,技术更新越来越快,从业人员只有不断的更新知识才能适应发展需要。

编写本书的宗旨就是为从事船舶电气专业人员提供切实可行的实用工艺和培训教材。书中收集整理了韩国、新加坡等国典型的船舶电气建造工艺和国内主流船厂的施工试验经验,从实用出发,书中采用了大量的工程语言——图形,使初学者一目了然,并很容易掌握操作要点。书中配备了大量的图形和完整的数据,也可以作为设计人员的船舶生产设计选用参考及海洋工程生产设计和建造参考使用。

本书共9章,第1章主要介绍了三大主流船舶的类型情况,简单介绍了军用船舶和钻井平台。第2章主要叙述了常用船舶的设备配备及系统设计情况。第3章主要介绍了船舶电气的工作特点和工作内容。第4章介绍了船舶建造的各个工艺阶段船舶电气的工作概况。第5章主要介绍了船舶电气安装工作的区域划分方法。第6章重点介绍了船舶电气的安装工艺及操作要点。第7章重点介绍了系泊试验的规则及方法,简单介绍了航行试验的内容及方法。第8章介绍了船舶电气的安全生产知识。第9章为复习题。

本书编写者是从事多年船舶设计和建造的工程技术人员,第1章、第3章、第4章、第6章、第9章由赵运杰编写;第2章由吴祝华编写;第5章由李亮亮编写;第7章由蔡至国编写;第8章由丁向军编写。本书在编写过程中得到了同行和专家们的指导和建议,在此表示深深的感谢。

我们在编写时主要结合承建船舶所应用的技术、工艺、方法,并收集和学习国外的工艺和技术,力求准确完整和实用,但由于接触产品和编写者的知识水平有限,书中难免有缺欠甚至错误的地方,衷心希望读者和同行提出宝贵意见和建议。

编者

2010年4月

目 录

第 1 章 船舶类型简介	1
1.1 船舶类型	1
1.2 主要民用船舶的特点及分类	4
1.3 海洋钻井平台和 FPSO 简介	7
第 2 章 船舶电气系统介绍	14
2.1 船舶电气系统的分类	14
2.2 船舶电力系统	14
2.3 船用电气设备	17
2.4 船舶照明系统	34
2.5 船舶机舱自动化系统介绍	40
2.6 船舶导航通信系统介绍	54
第 3 章 船舶电气工作性质	67
3.1 船舶电气的工作特点	67
3.2 船舶舾装各专业的工作范围	68
3.3 船舶电气的工作内容	69
第 4 章 船舶电气安装工作介绍	73
4.1 船舶建造的工艺阶段的划分	73
4.2 各工艺阶段的船舶电气安装工作	73
第 5 章 船舶电气安装工作的区域划分方法	79
5.1 区域划分与编码系统概要	79
5.2 编码系统的种类	80
5.3 分段编码方法	80
5.4 区域划分及编码方法	82
5.5 实船分段划分及编码应用	90
第 6 章 安装工艺	92
6.1 船舶电气施工顺序	92
6.2 施工准备	92
6.3 电气焊接件的种类与规格	93
6.4 电气焊接件的安装程序及要求	116
6.5 焊接件的分段预舾装操作	122
6.6 电缆敷设与密封	127
6.7 电气设备安装	139

6.8	电气设备及电缆接地	156
6.9	电气设备接线	166
6.10	铭牌	174
6.11	常用材料与测量仪表简介	176
第 7 章	系泊试验和航行试验	180
7.1	系泊试验	180
7.2	航行试验	205
第 8 章	船舶电气工作的安全生产	214
8.1	触电及电火灾的产生原因	214
8.2	触电时的急救方法	215
8.3	船舶电气设备安装阶段的安全要点	216
8.4	通电试验时的安全	217
8.5	交船阶段的安全	217
第 9 章	复习题	219

第 1 章 船舶类型简介

1.1 船舶类型

随着科学技术的进步,船舶行业的发展迅速,船舶种类越来越多,用途越来越广。船舶的航行区域、航行方式、推进动力和用途不同,其分类也很复杂,下面主要是按船舶用途来分类叙述。

船舶的主要类型可分为两大类,即军用船舶和民用船舶。军用船舶包括军用船舶和军用辅助船舶,主要军用船舶如表 1-1 所示,民用船舶包括运输船和工作船,高技术含量的民用船舶如表 1-2 所示。

1.1.1 军用船舶

(1)军用船舶 航空母舰、巡洋舰、驱逐舰、护卫舰、布雷舰、扫雷舰艇、登陆舰艇、潜艇、猎潜艇和各种快艇等。

(2)军用辅助船 补给船、修理船、训练舰、消磁船、潜艇救生船、通信船、靶船等。

表 1-1 主要军用舰船

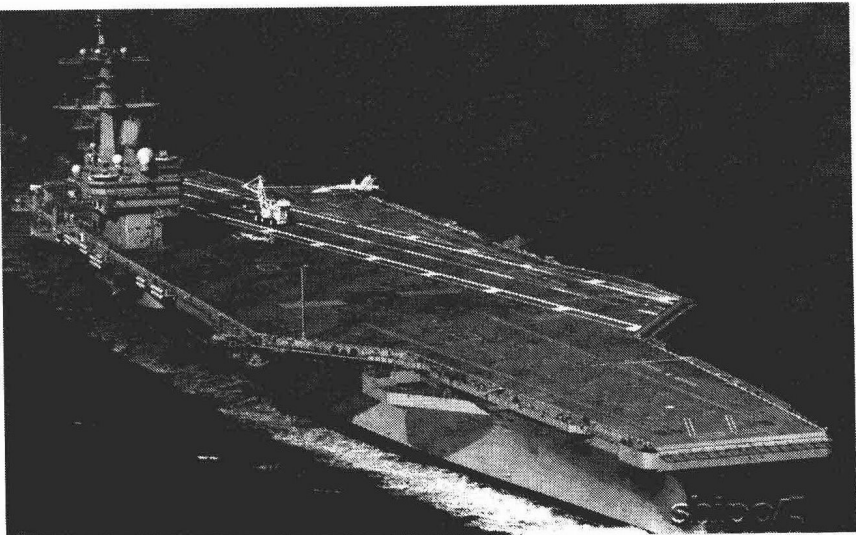
航空母舰	航空母舰(Aircraft Carrier)是一种以舰载机为主要作战武器的大型水面舰艇,整个航空母舰战斗群一般会配备 1~2 艘潜艇,护卫舰,驱逐舰以及补给舰,在航母的整体控制指挥下,对数百公里外的敌对海陆空目标实施搜索、追踪、锁定和攻击。 航空母舰有常规动力和核动力两种,按吨位分为:超级航空母舰(满载排水量 9 万吨以上)、大型航空母舰(6~9 万吨)、中型航空母舰(满载排水量 3~6 万吨)小型航空母舰(满载排水量 3 万吨以下) 
-------------	--

表 1-1(续 1)

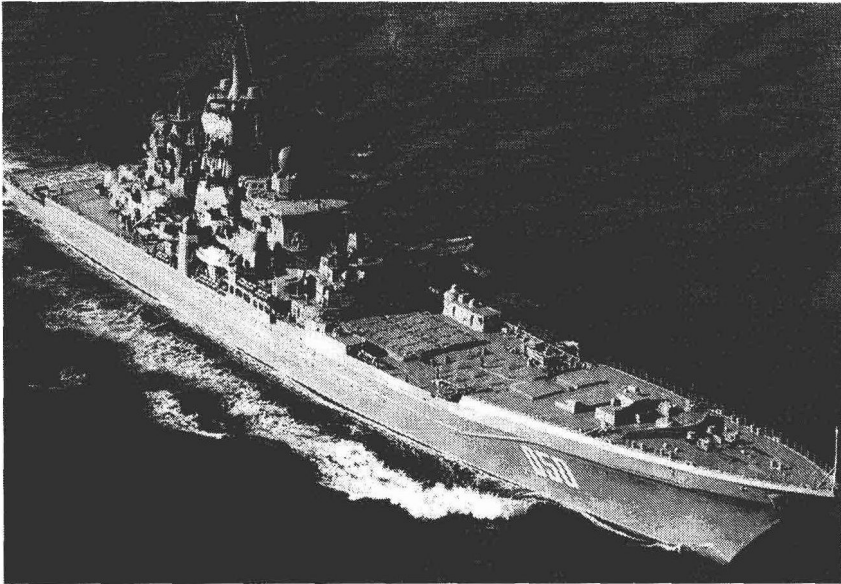
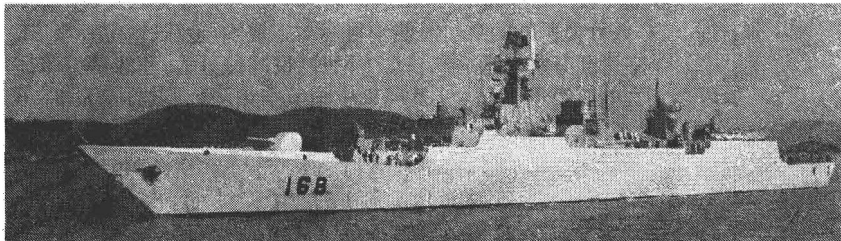
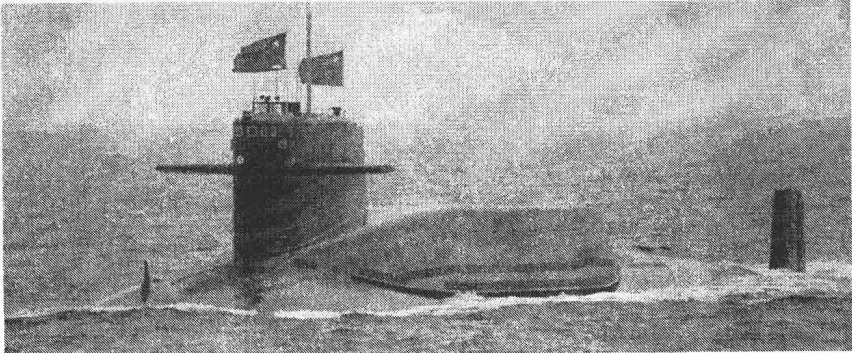
巡洋舰	巡洋舰(Cruisers)是在排水量仅次于航空母舰的大型水面舰艇,现代巡洋舰排水量一般在 0.8~3 万吨,装备有导弹、火炮、鱼雷等武器。大部分巡洋舰可携带直升机。多采用蒸汽轮机和核动力装置。在现代战争中巡洋舰实际上已经消失了,它们的作用完全被驱逐舰代替。世界最著名的现代巡洋舰有三级:美国提康德罗加级导弹巡洋舰,苏联基洛夫级核动力巡洋舰以及前苏联光荣级导弹巡洋舰 
驱逐舰	驱逐舰是一种装备有对空、对海、对潜艇等多种武器,具有多种作战能力的中型水面舰艇。它的排水量在 2 000~9 000 吨之间,航速在 30~38 节左右,(1 节=1 海里/小时=1.852 公里/小时)。驱逐舰能执行防空、反潜、反舰、对地攻击、护航、侦察、巡逻、警戒、布雷、火力支援以及攻击岸上目标等作战任务,有“海上多面手”称号 
护卫舰	护卫舰是在吨位和火力上仅次于驱逐舰的水面作战舰只,是以舰炮、导弹、鱼雷、水雷、深水炸弹为主要武器的中型或轻型军舰。它主要用于反潜和防空护航,以及侦察、警戒巡逻、布雷,支援登陆和保障陆军濒海翼侧等作战任务,又称为护航舰 

表 1-1(续 2)

潜艇	潜艇有攻击潜艇与战略导弹潜艇,动力分为常规动力与核动力两种,常规动力潜艇有大型潜艇(2 000 吨以上)、中型潜艇(600~2 000 吨)、小型潜艇(100~600 吨);核动力潜艇一般在 3 000 吨以上;能在水下发射导弹、鱼雷和布设水雷,能攻击海上和陆上目标 
-----------	---

1.1.2 民用船舶

民用船舶种类很多,按其用途可分为运输船舶和工作船两种,常用的船舶包括以下几种。

(1)运输船舶 油船、化学品船、液化汽船(LPG、LNG);散货船、运木船、集装箱船、冷藏船、多用途船;客船、客货船、渡船、滚装船、载驳船、驳船、顶推船等。

(2)工作船 挖泥船、起重船、铺缆船、铺管船、救捞船、破冰船、打桩船、半潜船、渔船、港作船、浮船坞和海洋开发船、科考船、钻井船等。

表 1-2 高技术含量的民用船舶

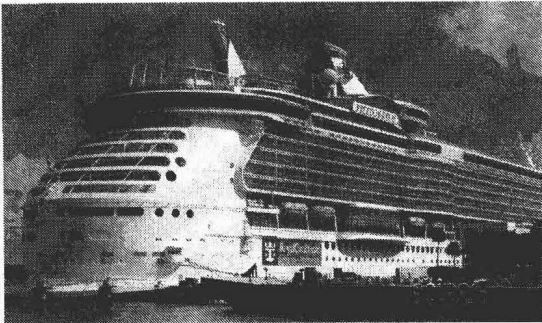
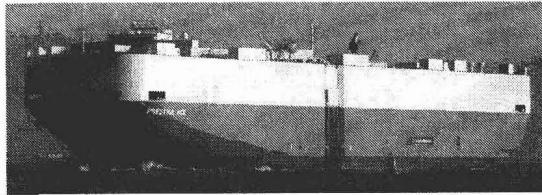
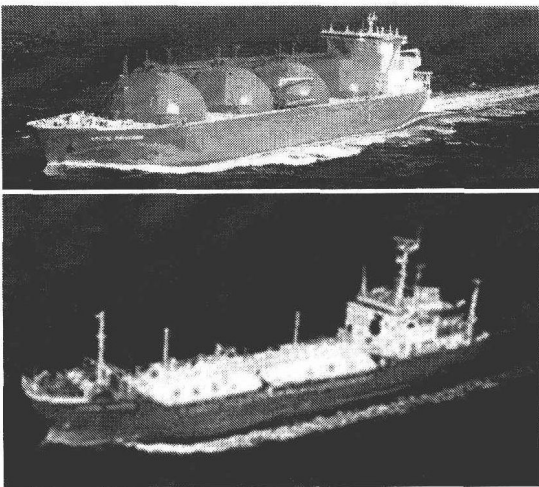
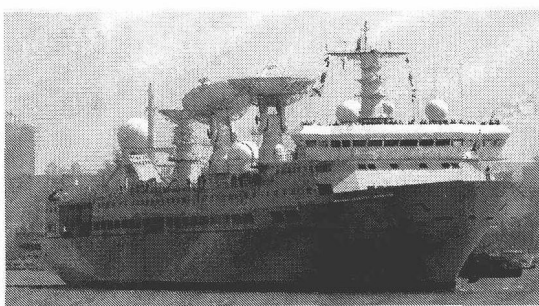
豪华游轮		豪华游轮被誉为“活动城市”,船上娱乐、餐饮、健身、休闲、购物应有尽有。目前世界最大的豪华游轮是“海洋绿洲”号,归美国皇家加勒比游轮公司所有,该游轮长约 360 米,宽约 47 米,吃水线以上高约 65 米,共 16 层甲板,设有 2 000 余间客舱,能搭载 6 000 多名乘客及 2 000 多名船员。排水量 22.5 万吨
汽车滚装船		我国自行设计和建造的第一艘汽车滚装船是 5 000 车位的“中远盛世”号,设计航速为 20 节,总长 182.8 米,宽 32.2 米,高 34 米,载重约 1.45 万吨。船上共有 12 层装载甲板,目前全球最大的汽车滚装船,全长 228 米,高 52 米,宽 33 米,共有 13 层甲板,8 000 车位

表 1-2(续)

液化气船分为独立储罐式和膜式两种		液化气船是运输液化燃料的船,包括运输液化石油气的船(LPG)和液化天然气的船(LNG)两种。 石油气 LPG 的化学名为丙烷,汽化点为 $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$,液化后的容积为气体时的 $1/260$。天然气 LNG 的化学名为甲烷,汽化点为 $-161.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,液化后的容积为气体时的 $1/600$。船舶运输时须使气体液化,方式主要有加压、冷冻和半压半冷三种。因此,液化天然气船 LNG 比 LPG 船制作技术难度更大
远洋测量船		远望六号航天远洋测量船是我国目前最大的测量船,满载排水量 25 000 吨。 船上安装了先进的雷达等大型测控设备,能够完成对火箭、卫星、飞船等各类航天飞行器的海上跟踪测控任务,并能与任务中心进行实时通信和数据交换
LNG - FPSO 液化天然气 浮式生产储 卸装置		LNG - FPSO 是集液化天然气生产、储存、卸载等功能于一体的海洋工程船。它是近年来海洋工程开发的重点产品,但因其设计和建造的高难技术,目前世界上只有少数国家能设计建造,我们国家正处于开发设计阶段

1.2 主要民用船舶的特点及分类

目前海洋运输中数量最多应用最广的有三大主流船舶,它们分别是油船、散货船和集装箱船,下面着重叙述这三类船舶的特点和分类。

1.2.1 油船的特点及分类

油船特点:油船主要是指运输原油、成品油和化学品的船。由于石油货源充足,装卸速

度快,所以油船可以建造得很大,油轮的载重量越大,运输成本越低。油轮的外形很容易与其他轮船区别开来,油轮的甲板非常平,除居住区外几乎没有其他耸立在甲板上的东西。油轮主甲板上中部只有一个软管吊,甲板上有许多输油管,为保证航运安全、防止海洋污染,国际海事组织(IMO)第50届特别海上环境保护委员会通过了《1973年国际防止船舶造成污染公约》的1978年议定书》附则1修正案,单壳油船(包括双侧单底和单侧单底船)将在2015年被淘汰,取而代之的是双壳油船,所谓双壳即油舱壁与船外壳有隔离空间。典型的油船船形如图1-1,图1-2。



图1-1 15.9万吨油轮

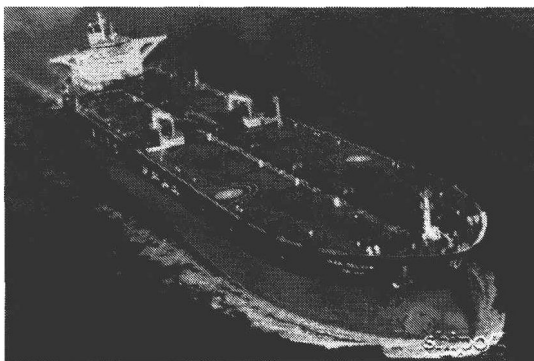


图1-2 超级油轮(VLCC)

1. 油轮按载重吨位的分类

(1)小型油船(0.6万吨载重吨以下),以运载轻质油为主。

(2)中型油船(0.6~3.5万吨载重吨),以运载成品油为主。

(3)大型油船(3.5~16万吨载重吨),以运载原油为主,偶尔载运重油。

(4)巨型、超级油船(16万吨载重吨以上、40万吨载重吨以下),专用运载原油。

2. 世界造船业将油轮按载重吨位分为5个级别

(1)超级油轮(VLCC,16万吨载重吨以上),超过16万吨的油轮被称为超大型油轮,超过40万吨的油轮被称为超级巨型油轮(ULCC),一般超过20万吨的油轮都被称为超级油轮。

(2)苏伊士最大型油轮(Suezmax,通常是指12~16万载重吨船舶);苏伊士是无船闸的运河,运河平均宽度135米,平均吃水深度经过几次的改造已经从原来的12.47米拓深到了21.98米,目前已经能通过20万吨以上的船舶。

(3)阿芙拉最大型油轮(AFRamax,8万~12万载重吨),该型船舶可以停靠大部分北美港口,并可获得最佳经济性,又被称为“运费型船”或“美国油轮船”。

注:AFRA(Average Freight Rate Assessment)平均运费指数,平均运费指数最高船型,经济性最佳,是适合波罗的海(Baltic Sea)冰区航行油船的最佳船型。

(4)巴拿马最大型油轮(Panamax,6~8万载重吨);能通过巴拿马运河船闸的最大船舶需满足:船舶总长不超过274.32米,型宽不超过32.30米的现行运河通航有关规定,最大的容许吃水为12.04米。

注:巴拿马运河正在扩建中,根据巴拿马运河当局提供的资料,将来扩建工程完成后,运河可容纳长366米、宽49米和吃水深15米的巨型船只,世界超级油轮以及运载1.2万个集装箱的巨型货轮也可通行无阻。

(5)灵便型油轮(Handysize,1~5万载重吨);这些船吨位相对较小,航运灵活。

1.2.2 散货船的特点及分类

散货船:散装运输谷物、煤、矿砂、盐、水泥等大宗干散货物的船舶,都可以称为干散货

船,或简称散货船。因为干散货船的货种单一,不需要包装成捆、成包、成箱的装载运输,不怕挤压,便于装卸,所以都是单甲板船。总载重量在 50 000 吨以上的,一般不装起货设备。由于谷物、煤和矿砂等的积载因数(每吨货物所占的体积)相差很大,所要求的货舱容积的大小、船体的结构、布置和设备等许多方面都有所不同。因此,一般习惯上仅把装载粮食、煤等货物积载因数相近的船舶,称为散装货船,而装载积载因数较小的矿砂等货物的船舶,称为矿砂船。用于粮食、煤、矿砂等大宗散货的船通常分为如下几个级别。

(1) 超级散货船 VLBC (Very Large Bulk Carrier); 超级矿砂船 VLOC (Very Large Ore Carrier), 总载重量为 20 万吨级以上船舶,多用于运输矿砂、煤炭、钢材、肥料、粮食等等大宗散货的船舶。

(2) 好望角型也称海岬型散货船 (Capesize Bulk Carrier, 总载重量为 10 万吨级以上) 该船型由于尺度限制不可能通过巴拿马运河和苏伊士运河,需绕行好望角和合恩角。

(3) 巴拿马型散货船 (Panamax Bulk Carrier, 总载重量为 6~7.5 万吨之间), 该型船在满载情况下可以通过巴拿马运河的最大型散货船,

(4) 灵便型散货船 (Handysize Bulk Carrier, 总载重量为 2 万吨~5 万吨级), 超过 4 万吨的又叫大灵便型 (Handymax Bulk Carrier)。这些吨位相对较小的船舶具有较强的对航道、运河及港口的适应性,载重吨量适中,且多配有装卸货设备,营运方便灵活,因而被称之为“灵便型”。

(5) 大湖型散货船 (Lake Bulk Carrier, 总载重量为 2~2.7 万吨级), 是指经由圣劳伦斯水道航行于美国、加拿大交界处五大湖区的散货船,也称为小型散货船,最大船长不超过 222.5 米,最大船宽小于 23.16 米,最大吃水要小于 7.9 米,桅杆顶端距水面高度不得超过 35.66 米。

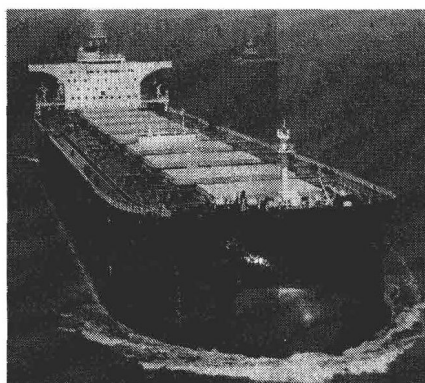


图 1-3 17.7 万吨散货船



图 1-4 5.7 万吨散货船

1.2.3 集装箱船的特点与分类

集装箱船最大的特点是它所装的都是标准规格的集装箱,现在海运中多数使用 20 英尺 TEU (Twenty foot Equipment Unit) 载货限量 17.5 公吨和 40 英尺 FEU (Forty foot Equipment Unit) 载货限量 30 公吨的标准箱。以这种标准箱柜的形式运输各种杂货,集装箱船装卸速度快,停港时间短,大多采用高航速,通常为每小时 18~23 海里。集装箱船一般停靠专用的货运码头,用码头上专门的大型吊车装卸,其效率可达每小时 1 000~2 400 吨,比普通杂货船高 30~70 倍。近年来,集装箱船发展很快,世界主要国家的进出口的杂货约有 70%~90% 使用集装箱运输。

集装箱船也分全集装箱船和多用途船两种,全集装箱船根据运输货物的不同选择不同功能的集装箱,如冷藏箱(依靠船上的制冷机)和冷冻箱(自带制冷机)等。多用途船可以装散货、杂货和集装箱。

集装箱船完全是一种新型船,它外形狭长,单甲板,上甲板平直,大舱口,货舱口达船宽的70%~80%。货舱两边的过道很窄,上层建筑位于船尾或中部靠后,以让出更多的甲板堆放集装箱。它的结构和形状跟常规货船有明显不同,甲板上固定集装箱的绑扎桥,甲板面上焊有固定集装箱的箱脚。由于货舱的开口大,为了保证强度,集装箱船货舱区域的舷侧板较厚,且都具有双层壳板。图1-5是空载的集装箱船,图1-6是满载的集装箱船。



图 1-5 空载的集装箱船

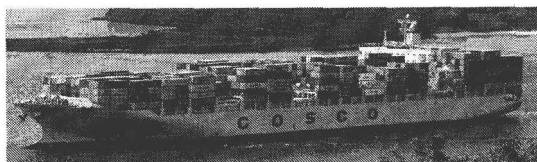


图 1-6 满载的集装箱船

集装箱按装箱量通常划分如下几代。

第一代集装箱船:小型船舶,可装载 500~1 000TEU。

第二代集装箱船:中型船舶,可装载 1 000~2 000TEU。

第三代集装箱船:大型船舶,可装载 2 000~3 000TEU。

第四代集装箱船:巴拿马最大型,船的尺寸能通过巴拿马运河,可装载 3 000~4 000TEU。

第五代集装箱船:超巴拿马型船舶,载箱量在 5 000~6 000TEU 的船舶。

第六代集装箱船:超级船舶,载箱量在 7 000~8 000TEU 的船舶。

第七代集装箱船:超级大型船舶,8 000~10 000TEU;载箱量超过 10 000TEU 为超级巨型集装箱船舶。

1.3 海洋钻井平台和 FPSO 简介

1.3.1 钻井平台的类型

1. 概况

近些年来,人类对石油、天然气资源需求越来越大,陆地上的资源已经满足不了人们的需求,据科学考察,海洋中蕴藏着比陆地更丰富的石油、天然气,而深海中的蕴藏量远远高于浅海,因此应运而生的海洋石油钻井平台/钻井船、浮式储油装置(FSO)、浮式生产储油装置(FPSO)、浮式钻井生产储油装置(FDPSO)等海洋工程装置得到很快的发展。人们正在通过不断的开发和技术进步,创新海洋工程的结构、钻井设备、自动控制系统等,使之走向更深的海洋。

在海洋工程的诸多装置中,自升式钻井平台、半潜式钻井平台和钻井船在海洋石油勘探中使用最为广泛,目前的半潜式钻井平台主要工作在英国北海、美国墨西哥湾、巴西、西非、澳大利亚等海域,现有钻井船主要工作在巴西海域、墨西哥湾和西非海域,而自升式钻井平台只能工作在近海海域。我们国家在海洋工程的设计及设备配套方面与国际市场的需求有很大的差距,主要的技术还是掌握在欧美一些国家的手中。国际市场对资源的激烈竞争将促使我们国家加快对深海钻井平台等海洋工程技术的研发。

与钻井平台相伴的 FPSO 是一个技术密集的海上采油加工的重要设施,它集油气加工生产与储存一体,海上的油气加工既经济又环保,近年来发展迅速。

FDPSO 是在 FPSO 的基础上增加了钻井功能,这种高度的集成化,要求结构设计、设备技术、控制系统、安全系统非常过硬。它的发展刚刚崭露头角。

2. 海洋钻井平台的类型

海洋钻井平台主要分为固定式平台和移动式平台两大类如图 1-7 所示。固定式平台依靠打桩和沉箱方法固定平台,不能重复使用,只能工作在浅海区域。移动式平台是依靠自航能力或是拖带方式移动的平台,在一个工程完成后移到另外的地方继续工作,可以重复进行相同海况不同区域的钻井工作,随着技术进步,工作水域越来越深。移动式平台和固定式平台类型大致包括如下两种。

(1) 固定式平台 导管架式平台、重力式平台。

(2) 移动式平台 坐底式平台、自升式平台、钻井船、半潜式平台、张力腿式平台、牵索塔式平台、SPAR 式平台。

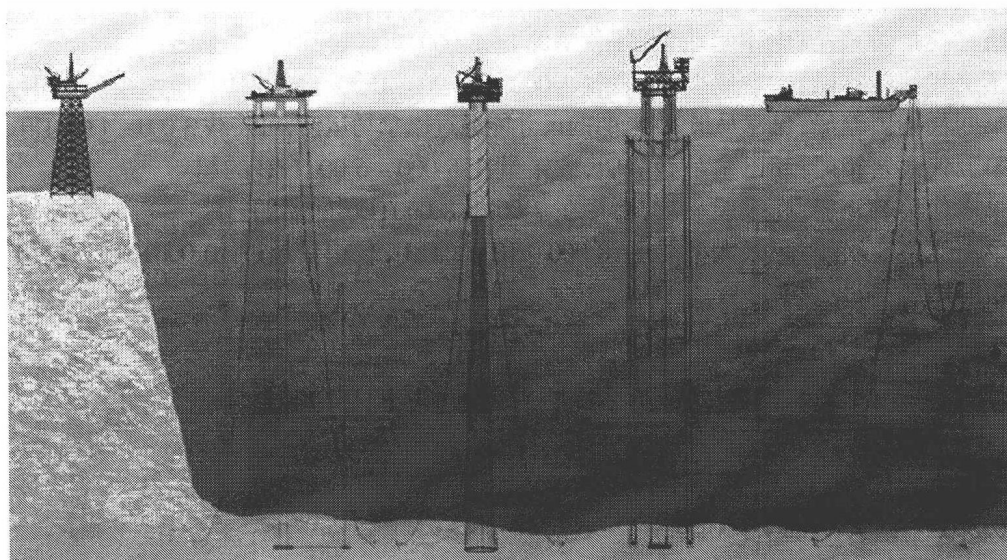


图 1-7 钻井平台的类型

1.3.2 固定式平台

1. 钢质导管架式平台

适用水深一般小于 300 m,通过打桩的方法固定于海底,在软土地基上应用较多,如图 1-8 所示。由上部结构(即平台甲板)和基础结构组成,上部结构一般由上下层平台甲板和层间桁架或立柱构成,甲板上布置成套钻采装置及辅助工具、动力装置、泥浆循环净化设备、人员的工作、生活设施和直升机升降台等。平台甲板的尺寸由使用工艺确定。基础结构(即

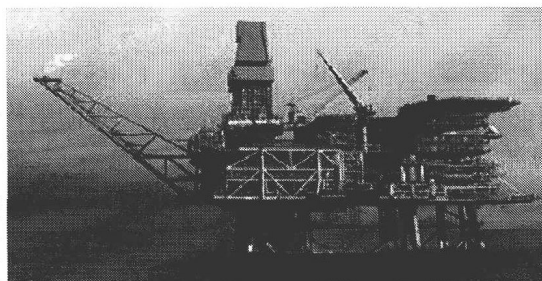


图 1-8 导管架式平台

下部结构)包括导管架和桩。桩支承全部荷载并固定平台位置,桩数、长度和桩径由海底地质条件及荷载决定。它是目前海上油田使用广泛的一种平台。

2. 重力式平台

底部通常是一个巨大的混凝土基础(沉箱),用三个或四个空心的混凝土立柱支撑着甲板结构,在平台底部的巨大基础中被分隔为许多圆筒型的储油舱和压载舱,这种平台的质量可达数十万吨,正是依靠自身的巨大质量,平台直接置于海底,如图 1-9 所示。由于混凝土平台自重很大,对地基要求很高,因此这种平台的应用会越来越来少。

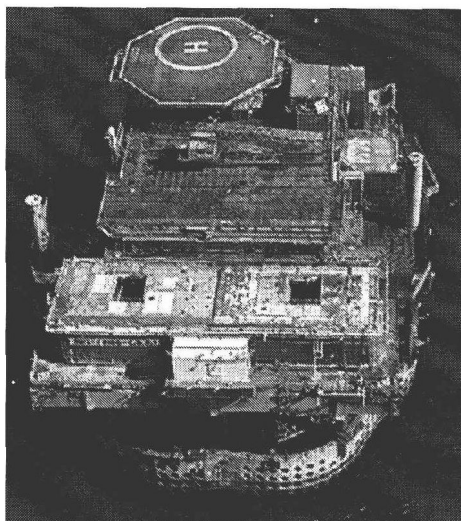


图 1-9 混凝土重力式平台

1.3.3 移动式海洋平台

1. 坐底式钻井平台

又叫钻井驳,适用于河流和海湾等 30 m 以下的浅水域。坐底式平台有两个船体,上船体是工作甲板,安置生活舱室和设备,通过尾部开口借助悬臂结构钻井;下部是沉垫,其主要功能是压载以及海底支撑作用,用作钻井的基础,两个船体间由支撑结构相连。这种钻井装置在到达作业地点后往沉垫内注水,使其着底。然后在平台中央填砂石以防止平台滑移,完成钻井后可排出压载起浮,并移至另一井位。图 1-10 为坐底式钻井平台。

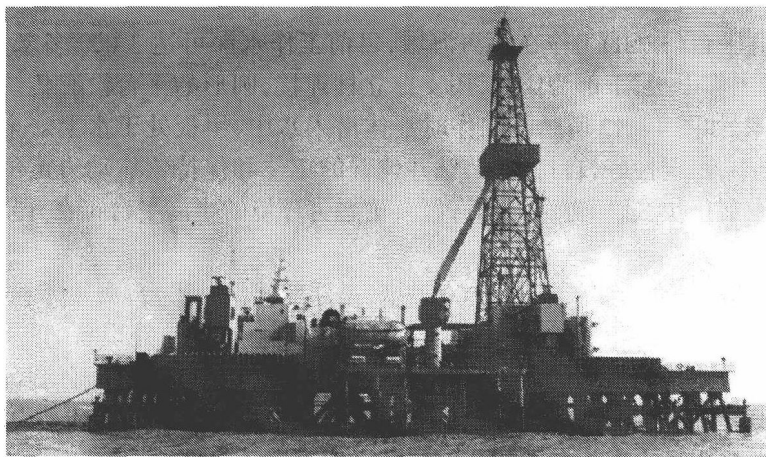


图 1-10 坐底式钻井平台

2. 自升式钻井平台

自升式钻井平台(Jackup)工作在近海海域,设计水深一般为 10 ~ 250 m 以内。由平台、桩腿和升降机构组成,平台能沿桩腿升降,一般无自航能力,如图 1-11 所示。工作时桩腿下放插入海底,平台被抬起到离开海面的安全工作高度,并对桩腿进行锁紧,以保证平台遇到风暴时桩腿不致下陷。打完井后平台降到海面,拔出桩腿并全部提起,整个平台浮于海

面,由拖轮拖到新的井位。这是近年来发展很快的平台,随着平台自重的降低和可变载荷的增加,以及升降装置的进步,此类平台有向更深海域发展的趋势,在近海的应用将得到很快发展。

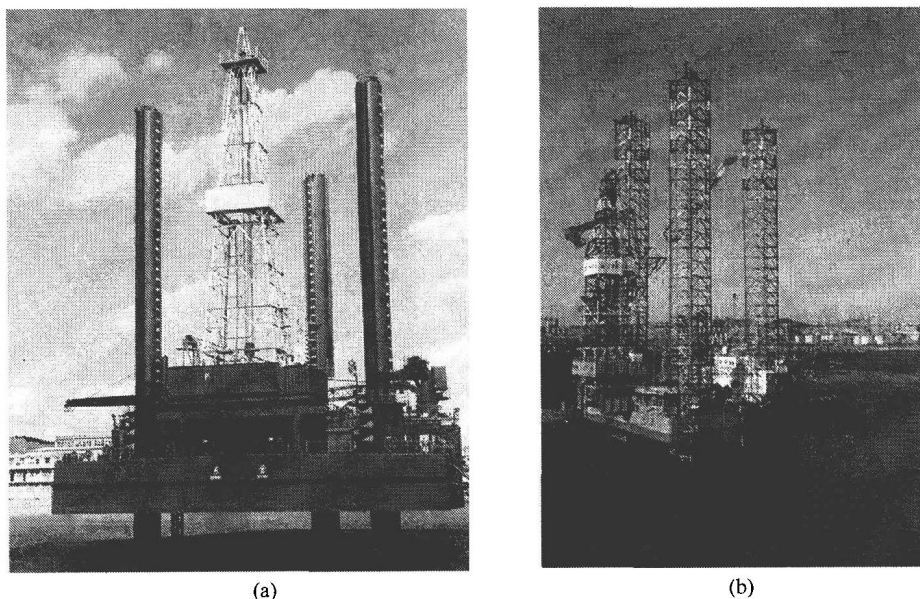


图 1-11 自升式钻井平台

(a) 自升式钻井平台在海中; (b) 自升式平台建造中

3. 半潜式钻井平台

半潜式钻井平台(SEMI)工作在深海海域,目前工作水深可达 3 000 多米。结构形式各种各样,上部为工作甲板,下部为浮体,用支撑立柱连接,圆形的平台没有传统的立柱,浮体和立柱融为一体,如图 1-12 所示。工作时浮体潜入水中,甲板处于水上安全高度,水线面积小,波浪影响小,稳定性好,自持力强,钻井位置的定位和保持依靠动力定位系统,能够自航。此类平台发展很快,适用更深工作海区及更恶劣环境的半潜平台正在开发研究之中。

4. 钻井船

钻井船(Drillship)的工作水深达 1 000 多米,是浮船式钻井平台,由船体和上部结构两大部分组成,如图 1-13 所示。它通常是在机动船或驳船上布置钻井设备。平台是靠锚泊或动力定位系统定位。按其推进能力,分为自航式、非自航式;按船型分,有端部钻井、舷侧钻井、船中钻井和双体船钻井;按定位分,有一般锚泊式、中央转盘锚泊式和动力定位式。现有的钻井船大多数采用动力定位。浮船式钻井装置船身浮于海面,易受波浪影响,但是它可以利用现有的船只进行改装,因而能以最快的速度投入使用。

5. 张力腿式钻井平台

如图 1-14 所示,最大作业水深为 1 000 多米。它是一种垂直系泊的顺应式平台,一般由平台上体、立柱、下体、张力腿系泊系统和锚固技术五大部分组成。它通过自身的结构形式,产生远大于结构自重的浮力,浮力除了抵消自重之外,剩下部分就成为剩余浮力,这部分剩余浮力与预张力平衡。较大的张力腿与张力使平台平面外的运动较小,近似于刚性。张力腿将平台和海底固接在一起,为生产提供一个相对平稳安全的工作环境。

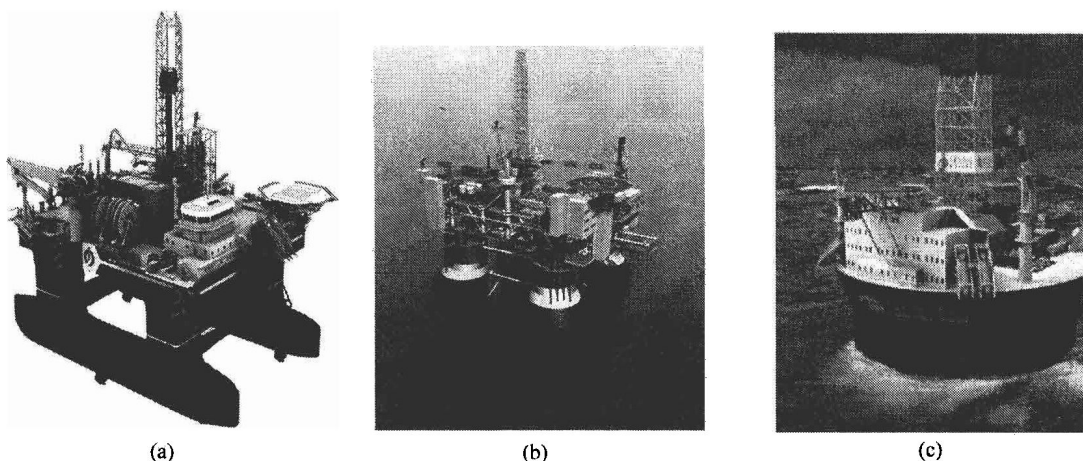


图 1-12 各种形状的半潜式海洋钻井平台

(a) GM4000 半潜式钻井平台; (b) Octabuoy 八角形平台; (c) Sevan 650 半潜式平台

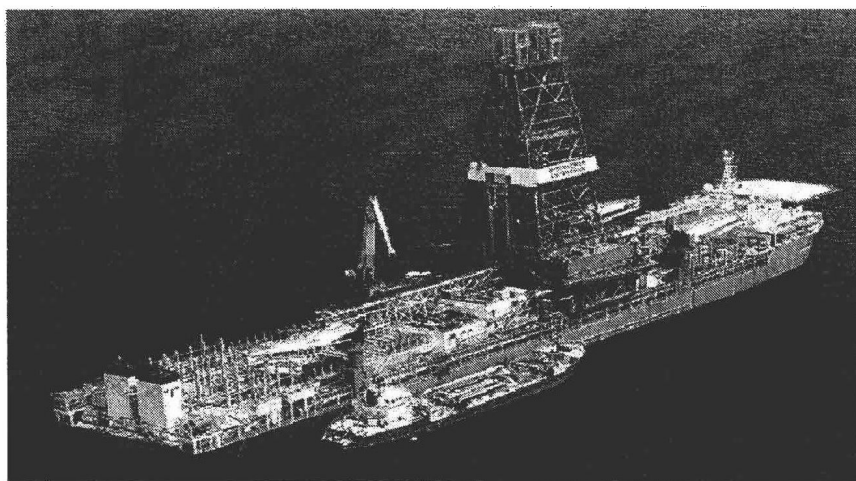


图 1-13 钻井船

6. 牵索塔式钻井平台

如图 1-15 所示,目前主要工作在 200 ~ 650 m 水域。它支撑平台的结构如一桁架式的塔,该塔用对称布置的缆索将塔保持正浮状态。在平台上可进行通常的钻井与生产作业。原油一般是通过管线运输,在深水中可用近海装油设施进行输送。牵索塔式平台比导管架式平台、重力式平台更适合于深水海域作业,塔是顺应式的,能随波浪力的响应稍微移动,其系泊系统能对塔提供足够的复原力,使它始终保持垂直状态。

7. Spar 平台(深水浮筒平台)

如图 1-16 所示,目前工作水深一般为 2 000 m 以内,担负着钻探、生产、海上原油处理、石油储藏和装卸等各种工作。主体是单圆柱结构,垂直悬浮于水中。一般由六部分组成,即平台上体、主体外壳、浮力系统、中央井、立管系统和系泊系统。由于在系泊系统主体浮力控制的作用,Spar 平台具有良好的运动性能,表现出极高的安全性,所以特别适宜深水作业。