



国家级重点技工学校推荐教材

船舶与海洋 工程焊接

■ 李风波 主编



HEUP 哈尔滨工程大学出版社

船舶与海洋工程焊接

主编 李风波

 哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书从实用的角度出发,将船舶与海洋工程制造领域常用的各种焊接技术,经过总结、归纳,编写而成。本书分10部分,系统地介绍了船舶与海洋工程的结构特点、船舶与海洋工程材料及焊接方法简介、手工电弧焊、CO₂气体保护焊、埋弧焊、气电立焊、钨极氩弧焊、碳弧气刨、焊接管理与质量保证、焊接安全技术及劳动保护等内容。本书的特点是密切联系生产实际,实用性较强,书中给出了大量的图表和数据,便于查阅。

本书的主要阅读对象是从事修船、造船、海洋工程建造的广大工程技术人员、管理人员和操作人员,同时也可作为其他行业从事焊接工作的工程技术人员、高等院校、科研单位的有关教学和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

船舶与海洋工程焊接/李风波主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2015. 10
ISBN 978-7-5661-1150-0

I. ①船… II. ①李… III. ①造船-焊接工艺②海洋
工程-工程结构-焊接工艺 IV. ①U671.83②P755.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第249968号

选题策划 史大伟
责任编辑 薛力
封面设计 恒润设计

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 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 15.5
字 数 397千字
版 次 2015年10月第1版
印 次 2015年10月第1次印刷
定 价 33.00元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

焊接技术是构成现代制造业共性技术平台的重要基础之一,对汽车、造船、能源工程、航空航天及钢结构等国民经济支柱产业具有不可替代的支撑作用,为我国的经济建设与制造业的崛起做出了重大的贡献。

船舶与海洋工程是一种典型的焊接结构。据统计,焊接工时占船体建造总工时的30%~40%,焊接成本占船体建造总成本的30%~50%。焊接技术作为船舶与海洋工程制造领域的主要关键工艺技术之一,其质量和效率直接影响船舶与海洋工程的建造周期、成本及使用性能,在一定程度上决定着船舶与海洋工程制造业的水平。

本书是为了适应船舶与海洋工程发展需要而编写的。在编写过程中,编者在总结多年来焊接技术实践经验的基础上,从社会发展对高素质劳动者和工程技术人员的需求出发,在取材上注重理论的实用性,从船舶与海洋工程的结构特点出发,对船舶与海洋工程建造材料、常用的焊接方法、焊接质量保证、焊接安全等内容进行了阐述,并且增加了大量的图表和数据,以便于读者参考及使用。

在编写过程中参考了大量有关的经典著作和最新的研究成果,部分参考文献已列于书末,尚有一些资料未能一一列出,敬请谅解。

笔者力求使本书能够全面反映船舶与海洋工程领域的基本焊接技术,但由于知识水平所限,书中难免有疏漏或不妥之处,恳请广大读者及同行专家批评指正。

编 者

2015年1月于大连

目 录

第 1 章 船舶与海洋工程概述	1
1.1 船舶简介	1
1.2 海洋工程简介	7
第 2 章 船舶与海洋工程材料及焊接方法简介	16
2.1 钢材持续改进的历程	17
2.2 材料的性能	19
2.3 船舶及海洋工程结构焊接性的要求	22
2.4 焊接方法的分类	24
第 3 章 手工电弧焊	30
3.1 概述	30
3.2 焊接设备	31
3.3 接头设计	38
3.4 焊条的管理	42
3.5 电弧焊施工要领	45
第 4 章 药芯焊丝二氧化碳气体保护焊 (FCAW)	53
4.1 概述	53
4.2 焊接设备	58
4.3 接头设计	59
4.4 焊丝的管理	62
4.5 施工要领	62
第 5 章 埋弧焊	75
5.1 概述	75
5.2 焊接设备	78
5.3 接头设计	87
5.4 工艺基础	90
5.5 施工要领	96
第 6 章 气电立焊	104
6.1 焊接设备	104
6.2 接头设计	106

6.3	工艺基础	107
6.4	施工要领	107
第7章	钨极惰性气体保护焊	111
7.1	概述	111
7.2	氩弧焊设备	113
7.3	接头设计	121
7.4	工艺基础	122
7.5	施工要领	128
第8章	碳弧气刨	136
8.1	碳弧气刨的原理、特点及应用	136
8.2	设备及材料	137
8.3	工艺基础	139
8.4	操作要领	140
8.5	碳弧气刨常见的缺陷及预防措施	142
8.6	碳弧气刨的热影响区组织和硬度	143
8.7	碳弧气刨槽道表层的增碳	143
8.8	碳弧气刨的焊接接头的力学性能	144
8.9	碳弧空气切割	144
第9章	焊接管理与质量保证	145
9.1	焊接结构生产工艺分析	145
9.2	焊接质量的控制	151
9.3	焊接质量管理	158
9.4	焊接工艺评定	162
9.5	焊接检验	165
第10章	焊接安全技术及劳动保护	225
10.1	焊接安全技术措施	225
10.2	焊工劳动保护措施	232
10.3	安全与环境因素	240
参考文献	241

第1章 船舶与海洋工程概述

1.1 船舶简介

1.1.1 船舶类型

船舶按航行区域可分为海船和内河船;按航行状态可分为排水型船、潜水艇、滑翔艇、水翼艇和气垫船;按推进动力可分为风帆船、蒸汽机船、内燃机船、燃气轮机船和核动力船;按推进器可分为螺旋桨船、喷水推进船、空气螺旋桨推进船和明轮船;按建造材料可分为钢船、木船、水泥船、铝合金船和玻璃钢船等。

但通常是按船舶的用途来进行分类,大致可以分为如下几种:

运输船——包括客船、客货船、渡船、散货船、集装箱船、滚装船、载驳船、冷藏船、运木船、油船、液化气船等。

工程船——包括挖泥船、起重船、布设船、救捞船、破冰船、打桩船等。

渔业船——包括网渔船、钓鱼船、渔业指导船、渔业加工船、捕鲸船等。

港务船——包括拖船、引航船、消防船、供应船、交通船、助航工作船等。

战斗舰艇——包括巡洋舰、驱逐舰、护卫舰、航空母舰、布雷舰艇、扫雷舰艇、登陆舰艇、潜艇和各种快艇等。

辅助舰艇——包括补给舰、修理舰、训练舰、消磁船、医院船等。

1.1.2 常见船舶的介绍

1. 散货船

散货船是散装货船简称,是专门用来运输不加包扎的货物,如煤炭、矿石、木材、牲畜、谷物等。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、成箱地装载运输,不怕挤压,便于装卸,所以都是单甲板船。总载重量在 50 000 t 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,而把装载矿砂等货物积载因数较小船舶称为矿砂船。

煤、谷物、矿石等干散货,早先是由杂货船承运的。随着船舶专用化的发展,在 20 世纪初出现了铁矿石专用运输船,1912 年又出现了自卸矿石船,直至第二次世界大战,散货船都是以矿石运输船和运煤船为主发展起来的。二战后,水泥、化肥、木片、糖等也开始采用散装运输方式,散货船应用范围和船队规模快速扩大。世界散货船保有量由 1954 年的 61 艘、116.7 万载重吨(其中矿石船占 70%)增至 1960 年的 471 艘、8 711 万载重吨(其中矿石船占 57%)。此后,散货船数量以更快的速度增长,在 1960—1990 年的 30 年间,散货船艘数

增长了9.8倍,载重吨数增长了27倍,1990年散货船保有量达5 087艘,242 555万载重吨。据英国劳氏船级社统计,2003年年底时世界散货船保有量为5 888艘,30 711万载重吨,平均船龄为14.5年。

在1960—1975年的15年里,散货船数量急剧增加。20世纪80年代前半期,与油船吨位急速减少相反,散货船快速增长,但在1986—1994年间,散货船数量有所下降,此后又呈现稳定增长趋势。总体来看,1980年以来在油船、散货船、集装箱船和杂货船(含多用途货船)四种类型船舶中,集装箱船发展最快,散货船增长也较快,油船吨位在前期大幅度下降后,近几年缓慢增长,而常规杂货船(含多用途货船)呈持续减少趋势。

散货船发展的另一特点是船舶大型化。1954年,散货船平均单船吨位仅为1.9万载重吨,1973年起超过4万载重吨,目前已达到5.4万载重吨。散货船队平均单船吨位的增长,主要体现在6万~8万载重吨巴拿马型、12万~20万载重吨好望角型和4万~6万载重吨大灵便型船的增加,而4万载重吨以下船舶数量明显减少。同时各型散货船的平均吨位也呈现增大趋势。据海运信息服务公司统计,好望角型散货船的平均吨位1990年为129 415载重吨,2003年已增至161 088载重吨,同期巴拿马型散货船平均吨位由64 294载重吨增至69 970载重吨,灵便型散货船由30 423载重吨增至39 191载重吨。其中巴拿马型散货船由于受巴拿马运河宽度限制,13年间只增加了5 376载重吨,远低于好望角型船舶增加的吨位(增加了31 673载重吨)。推动散货船大型化的主要因素有三个,即大型船的经济性较好;船舶设计和建造水平的不断提高;码头港口规模的扩大和设施的改进。

散货船按照不同的划分标准又可分为很多小的类别,如图1-1所示。图1-2为82 500 t散货船的全貌。

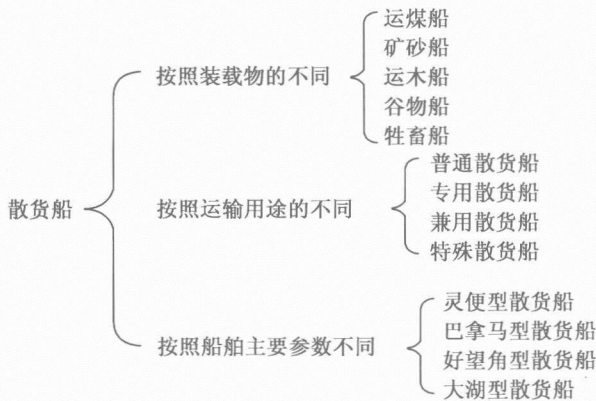


图1-1 散货船的分类图

2. 集装箱船

普通的杂货船所装的货物品种和规格大小不一致,装卸效率低,周转速度慢,营运成本高,劳动条件差,容易造成货损和货差。集装箱船是装载规格统一的标准货箱的货船,因此没有以上的缺点。第一艘集装箱船是美国于1957年用一艘货船改装而成的。它的装卸效率比常规杂货船大10倍,停港时间大为缩短,并减少了运货装卸中的货损量。从此,集装箱船得到迅速发展,到20世纪70年代已成熟定型。

集装箱轮完全是一种新型的船。它没有内部甲板,机舱设在船尾,船体其实就是一座



图 1-2 散货船图片

庞大的仓库,可达 300 m 长,再用垂直导轨分为小舱。当集装箱下舱时,这些集装箱装置起着定位作用,船在海上遇到恶劣天气时,它们又可以牢牢地固定住集装箱。因为集装箱都是由金属制成,而且是密封的,里面的货物不会受雨水或海水的浸蚀。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 1 000 ~ 2 400 t/h,比普通杂货船高 30 ~ 70 倍。因此集装箱船被现代船运业所普遍采用。

按照装运集装箱情况,集装箱船可分为部分集装箱船、全集装箱船和可变换集装箱船三种。

①部分集装箱船 是以船的中央部位作为集装箱的专用舱位,其他舱位仍装普通杂货。

②全集装箱船 指专门用以装运集装箱的船舶。它与一般杂货船不同,其货舱内有格栅式货架,装有垂直导轨,便于集装箱沿导轨放下,四角有格栅制约,可防倾倒。集装箱船的舱内可堆放 3 ~ 9 个集装箱,甲板上还可堆放 3 ~ 4 层。

③可变换集装箱船 其货舱内装载集装箱的结构为可拆装式的。因此,它既可装运集装箱,必要时也可装运普通杂货。集装箱船航速较快,大多数船舶本身没有起吊设备,需要依靠码头上的起吊设备进行装卸。这种集装箱船也称为吊上吊下船。

按照集装箱船的发展情况分为第 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8... 代集装箱船,到 2011 年已经开始建造可装载 18 000 个 20 ft (1 ft = 0.304 8 m) 集装箱的超级巨轮。

集装箱船结构和形状跟常规货船有明显不同。它外形狭长,单甲板,上甲板平直,货舱口达船宽的 70% ~ 80%,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,甲板一般堆放 2 ~ 4 层(大型集装箱船甲板上要堆放多达 6 ~ 7 层的集装箱,其高度超过甲板 14 m 之多),舱内可堆放 3 ~ 9 层集装箱,如图 1-3 所示。集装箱船装卸速度快,停港时间短,大多采用高航速,通常为 20 ~ 23 n mile/h。近年来为了节能,一般采用经济航速,18 n mile/h 左右。在沿海短途航行的集装箱船,航速仅 10 n mile/h 左右。

3. 油船

油船,即载运散装石油及成品油的液货船,以及全部或部分装运散装货油,并符合《73/78 防污公约》附则 II 所规定的任何化学品液货船。

早期的石油是用桶装并由普通干货船运输的。1886 年英国建造的“好运”号机帆船,将



图 1-3 集装箱船图片

货舱分隔成若干长方格舱,可装石油 2 307 t,用泵和管道系统装卸,是第一艘具有现代油船特征的散装油船。到 1914 年,世界油船吨位已占世界商船总吨位的 3%。第一次世界大战以后,随着石油产量和运输量的迅速增长,油船向专业化、大型化发展,逐渐成为一种重要的专用运输船舶。1930 年,世界油船占世界商船总吨位的 1/10,1960 年上升为近 1/3,1980 年再上升为 1/2。1980 年初,世界油船的总载重量达到 3.3 亿吨。但从 1975 年起,因为发生石油危机,过剩的油船运输能力超过 1 亿吨,大批油船闲置,油船吨位的增长速度出现了停滞甚至下降的局面。

随着石油化学工业的发展,原油和成品油的运输趋向专业化,出现专用的原油运输船和成品油船。在原油运输方面,为了克服单向运输经济效益差的弱点,20 世纪 50 年代后期出现能兼运石油和其他大宗散货的多种兼用船。随着港口单点系泊技术的发展,原油运输船在航道条件许可下必须尽可能地大型化,以取得更高的经济效益。1967—1975 年苏伊士运河关闭时期,波斯湾到欧美的原油运输须绕道好望角,也推动了原油船的大型化。1980 年,世界油船船队构成中,超大型油船(载重 20 万吨以上)和特大型油船(载重 30 万吨以上)的吨位已超过半数。20 世纪 70 年代末,出现了 50 万吨以上的大油船,如法国 1976—1977 年建成的 55 万吨级姊妹船“巴提留斯”号和“贝拉美亚”号。日本 1980 年将一艘 42 万吨的油船改建成为“海上巨人”号,总长 458.54 m,船宽 68.8 m,型深 29.8 m,吃水 24.6 m,载重量 56 万吨,是世界上最大的船舶。随着苏伊士运河的重开和各国采取节能措施,巨型油船大量过剩,原油船大型化的过程已经终止。成品油船因受货物批量以及港口、炼油厂设备条件的限制,载重量一般为 2 万~4 万吨,最大为 7 万吨。由于成品油品种较多,不宜混装,成品油船上有较多独立的装卸油泵和管系。

油船种类很多,从不同的角度可以分为不同的种类,如图 1-4 所示。

世界造船业将油船按载重船型分为以下几个级别:通用型(1 万吨以下油轮);灵便型(一般称之为 1 万~5 万吨级的油船,该级别又分大灵便和小灵便两种船型。大灵便型载重量 4 万~5 万吨。灵便型油船的特点是灵活性强,吃水浅,船长短,舱数量多,需求量很大);

巴拿马型(船型以巴拿马运河通航条件为上限,譬如运河对船宽、吃水的限制,载重量在6万~8万吨);阿芙拉型(平均运费指数 AFRA 最高船型,经济性最佳,是适合白令海冰区航行油船的最佳船型,载重量在8万~12万吨);苏伊士型(船型以苏伊士运河通航条件为上限,载重量在12万~20万吨之间);VLCC(大型原油船,载重量在20万~30万吨)、ULCC(超大型原油船,载重量在30万吨及以上),图1-5所示为超大型油船。

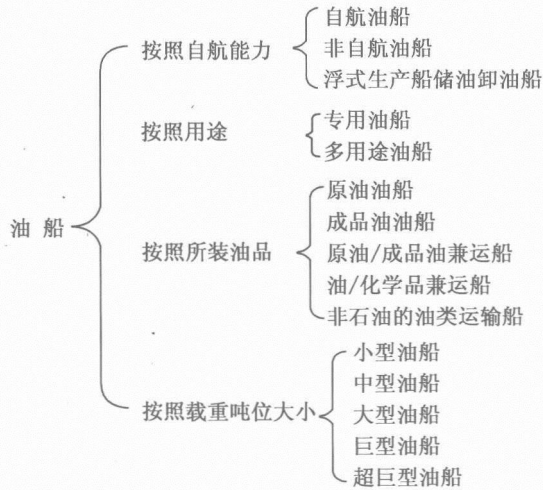


图1-4 油船的分类图



图1-5 超大型油船图片

4. 客船

客船是指专门用于运送旅客及其可携带行李和邮件的船舶。兼运少量货物的客船也称客货船。根据 SOLAS 公约规定,凡载客超过 12 人均视为客船。客船的特点是上层建筑发达,用于布置旅客舱室;抗沉、防火、救生等方面的安全要求较严格;设有完善的餐厅、卫生和娱乐设施;减摇、避震、隔声等方面的舒适性要求高。客船的航速较高,一般为 16 ~ 20 kn,大型高速客船可达 24 kn 左右,如图 1-6 所示。客船绝大多数定期定线航行,这种客船又称班轮。随着远程航空运输的发展,客船逐渐转向为短程运输和旅游服务。通常客船可分为下述五类。



图 1-6 豪华客船图片

①海洋客船。有远洋客船和沿海客货船两种。远洋运输船是 19 世纪 40 年代发展起来的,当时全是客货混装船,后来因客货流量增加,旅客运输和货物运输逐渐分离,分化出纯粹运输旅客的大型远洋客船。远洋客船曾因多兼运载邮件,又被称为“邮船”。大型远洋客船一般大于 1 万总吨,航速在 20 n mile/h 以上,有 2 ~ 3 个客舱等级,船上公共活动场所较多。20 世纪 50 年代末远程喷气式客机出现后逐渐夺走了海洋客船客源。因大型高速客船建造及维持费用极大,航速又远低于飞机,不适合现代经济需要,使得这种船在十多年间衰亡下去。大型远洋客船航线于 1977 年 10 月在上世界上完全消失了。沿海客货船一般小于 6 000 总吨,航速为 14 ~ 18 n mile/h,客舱等级较多,载货量较大。中国沿海的“长征”型客货船为 5 926 总吨,长 124 m,6 层甲板,功率 9 000 马力(6 619 kW),航速 18 n mile/h,能载运旅客约 900 人和货物 2 000 吨。

②旅游船。旅游船与大型远洋客船相近,一般为 2 万 ~ 4 万总吨,可载客 800 ~ 1 400 人,机舱位于船的中后,航速 20 ~ 24 n mile/h,在风景秀丽的海域周游巡航或环球定线定期航行,附带从事港际交通。旅游船既要满足旅游者的要求,同时可使旅游者达到疗养、度假、文化娱乐、社会活动等目的。卧室和公共场所也分等级,多采用垂向分隔。卧室布置在艏部以保持安静。公共场所多种多样,都有广宽的视野。旅游船吃水较浅,续航力较大,有

防摇装置以使航行尽量平稳和舒适。

③汽车客船。汽车客船是20世纪60年代初发展起来的一种沿海客船,以运输旅客及其携带自备轿车为主,在港时间极短,效率高。现今海上运输发达国家的重要中短程定期航线和列车渡船航线基本上已采用汽车客船。汽车客船多在4 000总吨以下,可载客700~1 000人,部分为卧舱,部分为娱乐散座舱。车客比(汽车数与旅客数之比)为10%~20%,航速16~18 n mile/h。吃水较浅,船宽较大,采用双桨单舵,设防摇鳍和侧推装置。主机为中速柴油机,机舱各出入口置于舷侧以利上甲板下甲板的车辆(一层或二层)前后贯通。汽车多由艏艉大开门经过码头的活动桥上下船。近年来由于旅游业发达,在欧洲国际航线上出现了总吨超过万吨、车客比达33%、航速大于20 n mile/h的高速大型汽车客船。这种船在外形上进一步利用空间而更加方整,船内设备更加豪华。

④滚装客货船。滚装客货船是20世纪70年代初在集装箱运输和汽车客船大型化基础上发展起来的高效率新型客货船,多用于沿海中程定期航线。船型与汽车客船相似,车辆甲板有时须多加一层并自带斜跳板,借高效率的滚装工艺缩短船舶在港时间,加快船舶周转。在波罗的海,这种船以载运旅客、轿车和带轮滚装货为主。

⑤内河客船。它是航行于江河湖泊上的传统客船。载客量大,停靠频繁,多在浮码头通过舷门装卸小件杂货和邮件。主体结构较单薄,如果航段流速小于3 m/s,可不设双层底。一般有两层甲板,干舷较低,因航段应变方便所以安全要求较海船低。上层建筑多延及艏艉并向舷外挑伸以增大载客面积。多为双桨双舵或三舵。现今浅水江河湖泊的大型船,航速一般为12~16 n mile/h。中国长江干线上的内河客船主要为“东方红”型,船长113 m,总吨5 050 t,可载客1 250人,上下水平均航速约为25 n mile/h。

⑥小型高速客船。这是于20世纪60年代出现的速度很快的短程客船,多航行于海峡和岛屿间。船体和主机都较小、较轻。航速由早期的18 n mile/h,后增加到35 n mile/h左右。水翼船和气垫船也属于小型高速客船,可航行于江河湖泊和海峡上。1980年日本制成小水线面双体客船,是将舱室甲板以小截面支柱支撑在两个潜没水中的浮体上,使船体高离海面,减少了波浪对船体的扰动,改善了适航性并提高了航速。

1.2 海洋工程简介

海洋工程是指以开发、利用、保护、恢复海洋资源为目的,并且工程主体位于海岸线向海一侧的新建、改建、扩建工程。具体包括围填海、海上堤坝工程,人工岛、海上和海底物资储藏设施、跨海桥梁、海底隧道工程,海底管道、海底电(光)缆工程,海洋矿产资源勘探开发及其附属工程,海上潮汐电站、波浪电站、温差电站等海洋能源开发利用工程,大型海水养殖场、人工鱼礁工程,盐田、海水淡化等海水综合利用工程,海上娱乐及运动、景观开发工程等。

从地理的角度来说,可分为海岸工程、近岸工程(又称离岸工程)和深海工程三大类。一般来说,位于波浪破碎带一线的工程,为海岸工程;位于大陆架范围内的工程,为近岸工程;位于大陆架以外的工程,为深海工程,但是在通常情况下,这三者之间又有所重叠。从结构角度来说,海洋工程又可分为固定式建筑物和系留式设施两大类。固定式建筑物是用桩或者是靠自重固定在海底,或是直接坐落在海底;系留式设施是用锚和索链将浮式结构系留在海面上。它们有的露出水面,有的半露在水中,有的置于海底,还有一种水面移动式

结构装置或是大型平台,可以随着作业的需要在海面上自由移动。

海岸工程主要包括海岸防护工程、围海工程、海港工程、河口治理工程、海上疏浚工程、沿海渔业设施工程、环境保护设施工程等。

近海工程,又称离岸工程。20世纪中叶以来发展很快。主要分为在大陆架较浅水域的建设工程,如海上平台、人工岛等;以及在大陆架较深水域的建设工程,如浮船式平台、移动半潜平台、自升式平台、石油和天然气勘探开采平台、浮式储油库、浮式炼油厂、浮式飞机场等。

深海工程,包括无人深潜的潜水器和遥控的海底采矿设施等建设工程。

本书中所涉及的海洋工程主要是指与海洋石油和天然气勘探、开采相关的海洋工程。

1.2.1 海洋平台的类型

海洋平台按运动方式不同划分为固定式和移动式两大类型,根据具体的结构形式又派生出许多小的类别,如图1-7所示。海洋平台按功能不同可划分为钻井平台、生产平台、生活平台、储油平台、近海平台等类型。

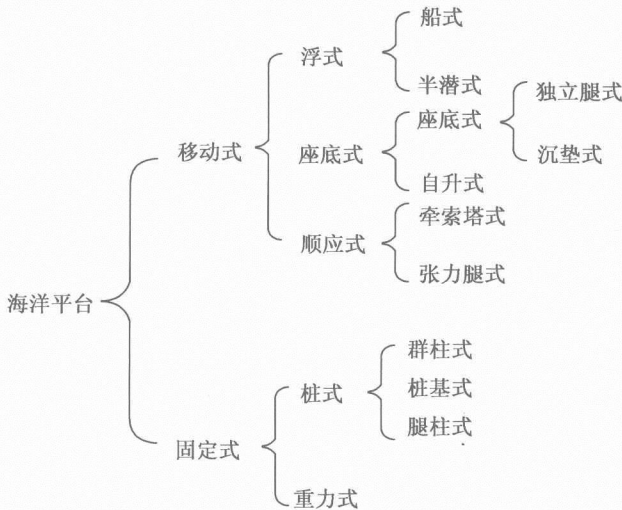


图 1-7 海洋平台的分类图

1.2.2 海洋平台的介绍

1. 座底式钻井平台

座底式钻井平台是早期在浅水区域作业的一种移动式钻井平台,如图1-8所示。平台分本体与下体,由若干立柱连接平台本体与下体,平台上设置钻井设备、工作场所、储藏与生活舱室等。钻井前在下体中灌入压载水使之沉底,下体在座底时支承平台的全部质量,而此时平台本体仍需高出水面,不受波浪冲击。在移动时,将下体排水上浮,提供平台所需的全部浮力。如属自航者,动力装置都安装在下体中。座底式的工作水深比较小,越深则所需的立柱越长,结构越重,而且立柱在拖航时升起太高,容易发生事故。由于座底式平台的工作水深不能调节,现已日渐趋于淘汰。

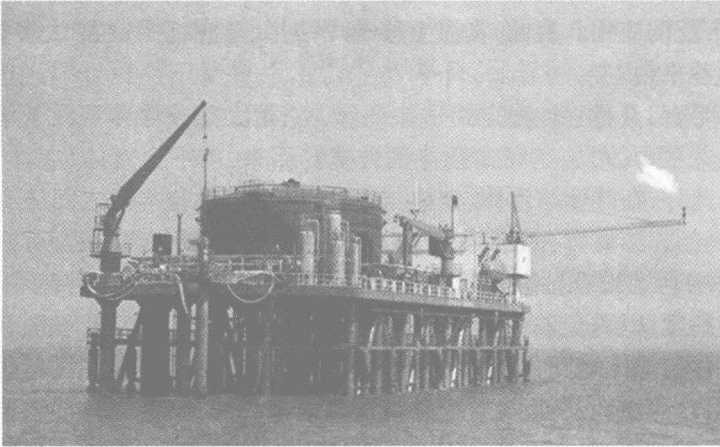


图 1-8 座底式钻井平台图片

2. 自升式钻井平台

自升式钻井平台是由一个上层平台和数个能够升降的桩腿所组成的海上平台,如图 1-9 所示。这些可升降的桩腿能将平台升到海面以上一定高度,支撑整个平台在海上进行钻井作业。这种平台既要满足拖航移位时的浮性、稳性方面的要求,又要满足作业时座底稳性和强度的要求,以及升降平台和升降桩腿的要求。

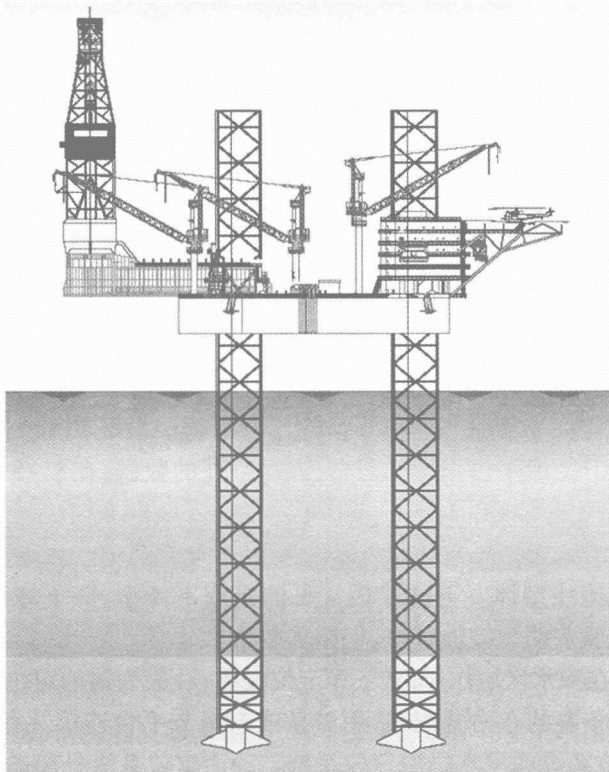


图 1-9 自升式钻井平台示意图

由于自升式平台可适用于不同海底土壤条件和较大的水深范围,移位灵活方便,便于建造,因而得到广泛的应用。目前,在海上移动式钻井平台中它仍占绝大多数。

3. 半潜式钻井平台

半潜式钻井平台,又称立柱稳定式钻井平台。它是大部分浮体沉没于水中的一种小水线面的移动式钻井平台,它从座底式钻井平台演变而来,由平台本体、立柱和浮箱组成,如图 1-10 所示。此外,在浮体与浮体、立柱与立柱、立柱与平台本体之间还有一些支撑与斜撑连接,在浮体间的连接支撑一般都在浮体的上方,这样当平台移位时,可使它位于水线之上,以减小阻力;平台上设有钻井机械设备、器材和生活舱室等,供钻井工人使用。平台本体高出水面一定高度,以避免波浪的冲击。浮体提供主要浮力,沉没于水下以减小波浪的扰动力。平台本体与浮体之间连接的立柱,具有小水线面的剖面,立柱与立柱之间相隔适当距离,以保证平台的稳性,所以又有立柱稳定式之称。

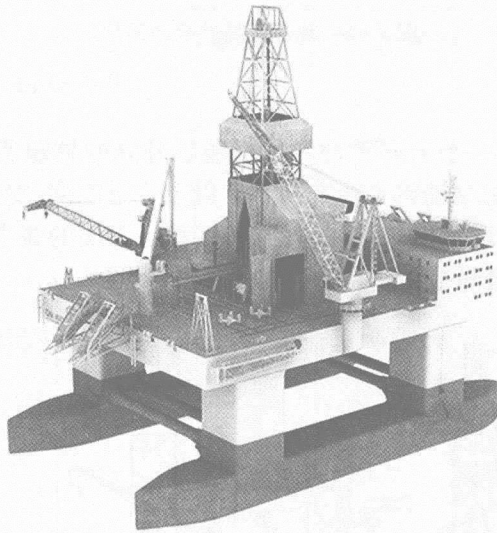


图 1-10 半潜式钻井平台图片

半潜式钻井平台的类型有多种,其主要差别在于水下浮体的式样与数目,按下体的式样,大体上可分为沉箱式和下体式两类。

沉箱式是将几根立柱布置在同一个圆周上,每一根立柱下方设一个下体,称为沉箱。沉箱的剖面有圆形、矩形、靴形。沉箱的数目,亦即立柱的数目,有 3~5 个不等。

下体式中最常见的是两根鱼雷形的下体分列左右,每根下体上的立柱数可以有 2~4 根。下体的剖面有圆形、矩形或四角有圆弧的矩形。为了减小平台在移位时的水阻力,将下体的首尾两端做成流线型体。下体式最常见的是双下体型、四下体型还有环型下体式。此种型式根据模型试验表明耐波性较好,但阻力较大。

半潜式钻井平台在深水区域作业,需依靠定位设备,一般为锚泊定位系统,常规的锚泊定位系统通常由辐射状布置的八个锚组成,用链条或钢绳与平台连接。水深超过 300~500 m 时,需要采用动力定位系统或深水锚泊定位系统。动力定位系统是船舶声呐系统的发展,在这种系统中,信号由平台发给或收自装在海底的传感器。深水锚泊系统,需用大量链条,靠供应船运载。

半潜式钻井平台由于下体都浸没在水中,其横摇与纵摇的幅值都很小。有较大影响的是垂荡运动。半潜式钻井平台在波浪上的运动响应较小,在几种钻井平台中得到很大发展,在海洋工程中,不仅可用于钻井,其他如生产平台、铺管船、供应船、海上起重船等都可采用。随着海洋开发逐渐由浅水向深水发展,这类平台的应用,将会日渐增多,诸如油与气的储存,离岸较远的海上工厂、海上电站等都将是半潜式平台的发展领域。

4. 钻井船

钻井船是带有钻井设备,能在水面上钻井和移位的船舶,也属于移动式(船式)钻井装置,如图1-11所示。较早的钻井船是用驳船、矿砂船、油船、供应船等改装的,现在已有专为钻井设计的专用船。目前,已有半潜、坐底、自升、双体、多体等类型。钻井船在钻井装置中机动性最好,但钻井性能却比较差。钻井船与半潜式钻井平台一样,钻井时浮在水面上。井架一般都设在船的中部,以减少船体摇荡对钻井工作的影响,且多数具有自航能力。钻井船在波浪中的垂荡要比半潜式平台大,有时要被迫停钻,增加停工时间,所以更需要采用垂荡补偿器来缓和垂荡运动。钻井船适用于深水作业,但需要适当的动力定位设施。钻井船适用于波高小、风速低的海区。它可以在600 m水深的海底进行勘探。近年来随着科学技术的快速发展,钻进船的工作水深逐步向超深水发展。在2003年以后出现的第6代钻井船,钻井工作水深大都在3 048 ~ 3 810 m乃至更深;钻井深度也达到了10 668 ~ 12 192 m乃至更深;钻机为双套,单套钻机主绞车功率介于3.68 ~ 5.29 MW乃至更大;钻机、顶驱和泥浆泵的驱动方式多为交流变频驱动或静液驱动;立管多为竖直排列或竖、平相结合排列,并有专供立管吊运的吊机(行车);动力定位系统多为DP-3或更高级的定位系统,能在波高11 m,风速26 m/s恶劣海况中自动保持固定。

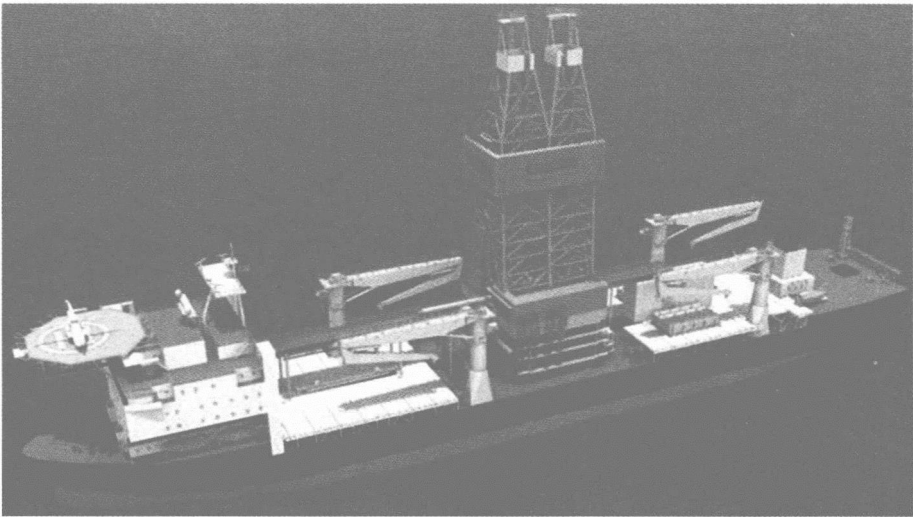


图1-11 钻井船图片

5. 重力式平台

重力式平台一般都是钢筋混凝土结构,作为采油、储存和处理用的大型多用途平台,它通常由底部的大储油罐、单根或多根立柱、平台甲板和组装模块等部分组成,规模较大的可开采几十口井,储油十几吨,平台的总质量可高达数十万吨,如图1-12所示。重力式平台