

普通高等教育船舶类规划教材

移动式平台设计

潘 斌 编

上海交通大学出版社

P752
P07

385032

移动式平台设计

潘 斌 编



P752
P07

上海交通大学出版社

(沪)新登字 205 号

内 容 提 要

本书系 1991~1995 年中国船舶工业总公司船舶工程教材委员会的指令性计划教材,按该会通过的“移动式平台设计”大纲编写。内容有海上油气开发、平台设计、移动式平台的结构型式与操作,重点讲述移动式平台设计中应考虑并需要解决的问题,如平台重量重心计算、海洋环境条件的确定及外载荷计算、平台总体性能、定位系统、总布置等,最后对移动式平台的设计特点进行了归纳。

可供海洋工程专业学生使用,也可供有关专业科技研究人员及教师参考。

D1161/32
13



移动式平台设计

出版: 上海交通大学出版社

(上海市华山路 1954 号 邮政编码: 200030)

发行: 新华书店上海发行所

印刷: 常熟文化印刷厂

开本: 787×1092(毫米)1/16

印张: 10 字数: 240000

版次: 1995 年 11 月 第 1 版

印次: 1996 年 3 月 第 1 次

印数: 1—800

ISBN7-313-01557-7/TE·001

定价: 8.30 元

出版说明

根据国务院国发(1978) 23号文件批转试行的“关于高等学校教材编审出版若干问题的暂行规定”，中国船舶工业总公司负责全国高等学校船舶类专业教材编审、出版的组织工作。

为了做好这一工作，中国船舶工业总公司相应地成立了“船舶工程”、“船舶动力”两个教材委员会和“船电自动化”、“惯性导航及仪器”、“水声电子工程”、“液压”、“水中兵器”五个教材小组，聘请了有关院校的教授、专家 60 余人参加工作。船舶类专业教材委员会(小组)是有关船舶类专业教材建设的研究、指导、规划和评审方面的专家组织，其任务是做好高等学校船舶类专业教材的编审工作，为提高教材质量而努力。

在总结前三轮教材编审、出版工作的基础上，根据国家教委对“八·五”规划教材要“抓好重点教材，全面提高质量，适当发展品种，力争系统配套，完善管理体制，加强组织领导”的要求，船舶总公司于 1991 年又制定了《1991~1995 年全国高等学校船舶类专业规划教材选题》，列入规划的选题共 107 种。

这批教材由各有关院校推荐，同行专家评阅，教材委员会(小组)评议，完稿后又经主审人审阅，教材委员会(小组)复审，然后分别由国防工业出版社、人民交通出版社以及有关高等学校的出版社出版。

为了不断地提高教材质量，希望使用教材的单位 and 广大师生提出宝贵意见。

中国船舶工业总公司教材编审室

1995 年 5 月

序

在海洋开发和利用的工程技术领域中,近海工程结构物作为海上作业基地的支持结构,是必不可少的大型装备和重大设施,而各种类型的移动式平台,由于它们在设计、建造、运输、海上安装以及易地重复使用等方面具有简易可行、经济实用及机动灵活等各种优点,故从50年代起就广泛地应用于海上钻探及其他各种海上作业、海上施工。70年代以来,近海边际油田的开发技术迅速发展,各类移动式平台及浮式系统被作为主要装备广泛应用到海上石油的早期生产系统。随着世界范围内海上石油工业向深水领域发展,移动式及浮式结构更加显得重要了。

上述提法完全适合于我国的实际情况。自改革开放以来,我国近海石油的勘探与开发正在迅速发展。移动式平台、以移动式平台为基础的早期生产系统、浮式生产系统已成为我国海上石油勘探、开发的重要装备。另外,据估计,我国近海的石油资源量约占海、陆总资源量的四分之一以上,但目前的海上石油产量还不到总产量的百分之五。这个百分比也远低于世界上目前的水平。因此,我国海上石油工业必然会出现一个大发展的形势。

经过几十年的努力,目前我国已具有研究、设计、建造、海上安装、使用各类移动式平台的能力和比较全面的经验。国内各高校从事海洋工程专业的有关教师也参加了各种移动式平台的研究、设计工作和实践活动,积累了一定的经验。

在前面所述的各种背景下,编者根据课程大纲的要求编写了本书,供海洋工程专业的本科生使用,是非常必要和适时的。这本教材的特点如下:

本书的内容和编排符合课程大纲的基本要求及本科学生初学海洋平台的认识规律;编者努力将理论和实际联系起来,从平台的使用要求和实际操作状态出发阐明了总体设计和性能计算的有关问题;全书图文并茂、文笔流畅、叙述清楚、份量适当,有利于教学及读者自学;所编写的内容中反映了十多年来编者及有关人员在教学和科研设计工作中得到的成果和一些实际经验。

近海工程是一门综合性的新学科,涉及的专业广,技术比较复杂,且我国正处在发展阶段,积累的经验有限。另一方面,随着科技的发展,新的工程结构型式还将不断涌现。因此,本书是一个有意义的尝试,并存在改善与提高的客观要求及可能性。

上海交通大学 马志良
1995年2月

前 言

本书为 1991~1995 年中国船舶工业总公司船舶工程教材委员会的指令性计划教材,根据该委员会通过的“移动式平台设计”大纲编写,可供高等学校海洋工程专业学生使用,计划学时为 36 学时。

本书共分 8 章,首先概述了海上油气开发、平台设计内容、移动式平台的结构型式与操作,重点讲述了移动式平台设计中应考虑并需要解决的问题,如平台重量重心估算、海洋环境条件的确定及外载荷计算、平台总体性能、定位系统、总布置等,最后对移动式平台的设计特点进行了归纳。

上海交通大学船舶及海洋工程系自 1982 年以来开设了“移动式平台设计”课程,所用的教材为《半潜式平台设计基础》和马志良、罗德涛两位教授主编的研究生教材《海洋移动式平台设计原理》。1991 年编者在上述两本教材的基础上,结合本人教学和科研实践编写了油印讲义。经过学生的使用,参考了兄弟院校有关教师对本讲义的评审意见和审阅后的建议,对原油印讲义进行了删节、补充和修改,最终形成了本教材。

本书的编写受到了马志良、罗德涛和陈家鼎三位教授和范根发副教授的指教,并且得到了吴忠骝、孙东昌高级工程师的帮助。主审苏兴翹教授仔细审阅了书稿,对本书许多方面提出了宝贵意见和很有见地的修改建议。陈雪深教授进行了复审。马志良教授在百忙中为本书写了序。在此,对出版本书给予帮助的同志致以诚挚的谢意。

海洋开发在我国是一门新兴学科,由于编者的水平及时间有限,本书一定存在不少错误和不足之处。恳望广大读者和使用本教材的兄弟院校师生批评、指正,以期在今后的教学实践中使本教材得到改进和完善。

编 者

1995 年 2 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 海上油气开发	1
第二节 移动式平台的设计内容和设计任务书	4
第三节 设计阶段的划分	7
第四节 设计的指导原则和设计工作的方法	9
第二章 移动式平台的结构型式与操作状况	12
第一节 坐底式平台的结构型式与操作状况	12
第二节 自升式平台的结构型式与操作状况	16
第三节 半潜式平台的结构型式与操作状况	26
第三章 移动式平台的重量与重心	31
第一节 概 述	31
第二节 空平台重量的分析与估算	32
第三节 可变载荷估算	34
第四节 重力与浮力的平衡	35
第五节 重心估算	36
第六节 自升式平台的重量分类与组合	37
第七节 半潜式平台重量与重心的估算	39
第四章 海洋环境载荷	50
第一节 绪 言	50
第二节 风及风载荷	51
第三节 波浪与波浪载荷	58
第四节 海流及海流载荷	72
第五节 海冰与冰载荷	74
第六节 地震及地震载荷	77
第五章 平台总体性能	80
第一节 概 述	80
第二节 完整稳性	80
第三节 破舱稳性	90
第四节 坐底稳性	96
第五节 沉浮稳性	98
第六节 最小干舷	101
第七节 阻 力	101
第八节 移动式平台在波浪中的运动	106
第六章 锚泊定位系统	112

第一节 概 述	112
第二节 锚及其索链	112
第三节 锚泊系统静力分析	115
第四节 锚泊定位系统设计	121
第五节 临时锚泊系统的设计	123
第七章 总布置设计	125
第一节 概 述	125
第二节 钻井设备的布置	126
第三节 危险区划分	128
第四节 舱室及梯道的布置	131
第八章 移动式平台的设计特点	135
第一节 坐底式平台设计的基本考虑	135
第二节 自升式平台的设计特点	137
第三节 半潜式平台主要要素的初步确定	144
参考文献	148

第一章 绪 论

第一节 海上油气开发

海洋资源丰富,随着世界经济和技术的发展,海洋开发已成为全球新技术革命的重要组成部分,而海洋油气开发又是当今海洋开发工程的主要内容之一。海洋移动式平台是海洋油气勘探、开发的主要手段。除了移动式钻井平台以外,还有生活动力平台、修井作业平台、生产储油平台等均可以采用移动平台这一形式。

海洋移动式平台的发展与我国和世界的油气开发形势密切相关。海上油田的勘探与开发的形式也对海洋移动式平台的设计与研究不断提出新的课题。因此在学习掌握海洋移动式平台的原理之前,应对这两个方面有所了解。

一、我国海上油气资源和开发

我国海域辽阔,200 m 水深以内的大陆架有 130 万多 km^2 , 比世界上著名的海上大油田——北海油田大一倍。

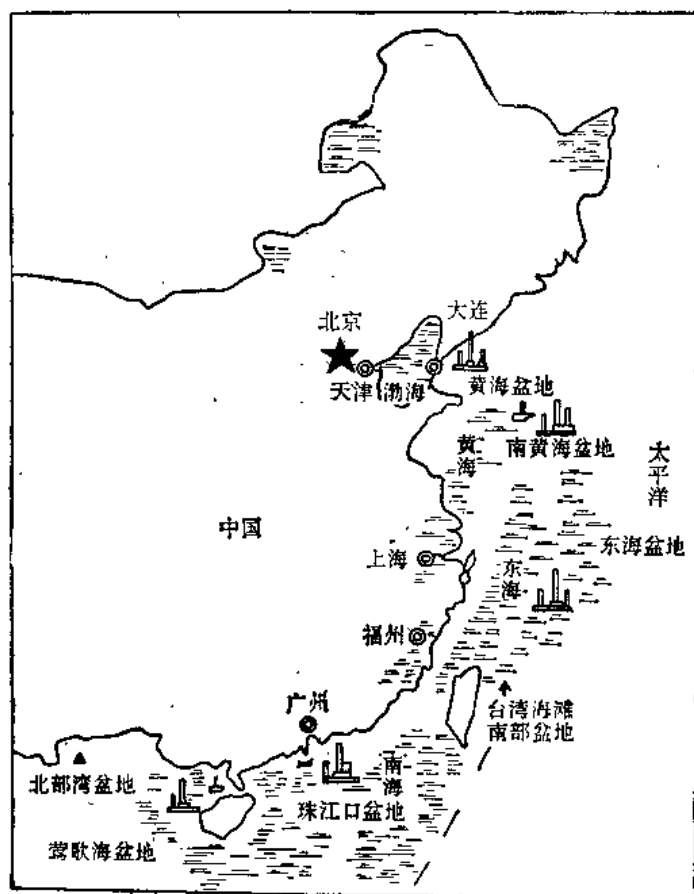


图 1.1 中国近海石油资源示意图

多年的勘探已经证明,我国沿海大陆架石油地质条件优越,含油气潜力很大。渤海和北部湾盆地含油气丰富,是发现新油田的现实油区,珠江口和琼东南盆地的中央隆起地带及周围可能是一个巨大的油气聚集带。从东海东部拗陷带至台湾西部及西南盆地、从琼东南盆地西部拗陷至莺歌海盆地可能是两个潜在的巨大含气带。南黄海及苏北黄海盆地也有含油气远景,详见图 1.1。

东海陆架盆地面积 24 万 km^2 , 是我国近海最大的沉积盆地。到 90 年代初, 已发现和圈定局部构造 200 个, 钻探井 21 口, 证实油气田 2 个, 含油气构造 4 个, 平均探井成功率为 76%, 大大高于国际近海钻探成功率平均水平。初步推测东海盆地石油资源量为 50~100 亿 t, 天然气资源量为 2000~20000 亿 m^3 。

渤海是我国第一个开发的海上油田, 1964 年开始勘探、开发, 1967 年发现工业油流, 目前已经建成渤海埕北油田、渤中 28-1 油田、渤中 34-2/4 油田、绥中 36-1 油田。锦州 20-2 凝析气田、辽东湾 9-3 油田和岐口 18-1 油田也基本建成。特别要重视的是渤海海滩——浅海海岸线总长 2280km, 沿岸已有辽河、大港、胜利油田。该地区是我国东部在“八五”期间油气接替的重要战场。它的有效勘探面积达 9712 km^2 , 属统一的整个渤海湾沉积结构, 生油条件好, 预测石油资源量达 37.68 亿 t。胜利浅海埕岛油田是近几年我国浅海地区找到的一个亿吨级整装大油田。埕岛油田的投入开发, 标志着一个大规模的海滩——极浅海勘探和开发即将沿辽河油田、大港油田、胜利油田沿岸展开。

南海的珠江口盆地、莺歌海盆地和北部湾盆地经过多年的勘探与开发也已建成珠江口惠州 21-1、涠 10-3 油田, 将要完成的有涠 11-4、陆丰 13-1、西江 24-3 等油田。此外 1995 年南海西江 30-2、惠州 32-2、惠州 32-3 等油田将要投产。1996 年莺歌海崖城 13-1 气田、南海流花 11-1 油田投产。南海是我国最大的海域, 约占中国总海域面积的 3/4, 是欧州北海油田海域面积的七倍。根据国外专家分析, 该区域是我国油气开发最有前景的中国近海地质构造之一。目前在我国南海莺琼盆地发现了两个大型天然气田, 据中外地质学家多方论证, 这里聚积的天然气资源量达 13 万亿 m^3 , 占我国天然气资源量的三分之一, 在世界上也属罕见。

新近的资料表明, 改革开放 15 年来我国海洋石油工业取得了举世瞩目的成就, 累计获得石油地质储量 12 亿 t, 天然气储量 2000 亿 m^3 ; 原油生产能力已突破 800 万 t, 天然气 5 亿 m^3 。预计到 1997 年我国原油生产量将达到 1200 万 t, 年产天然气 40 亿 m^3 。这些数据是国家有关部门依据实际勘探所得的地质资料得出的, 比一般的分析资料可靠。

二、海上油田的开采

海上油田常规开采的模式可分为六个程序。

(1) 由地球物理勘探船对海底地质进行调查, 通常采用的是以地震勘探法为主的各种地球物理勘探方法, 用以找出有希望的含油气构造。

(2) 在该构造上进一步采用移动式钻井平台, 按选好的井位钻井取芯, 对地层作更详细更具体的调查。如钻的井有油气发现, 而且数量达到一定标准时, 就称这口井为发现井。

(3) 为了对油气构造进行评价, 还要由移动式钻井平台钻若干口评价井与探边井。通过评价井可以更进一步地掌握该含油构造的油层范围、油气的性质、产量及储藏量方面的材料。

(4) 根据上述取得材料,进行综合性的研究,以确定油田是否开发,进而提出最佳的开采方案,选择合理的开采工艺。

(5) 钻生产开发井。开发井中包括生产井和注入井(注水或注气),这些多数是定向井。钻生产开发井可用移动式平台,也可用固定式平台。

(6) 当部分开发井完成后且原油的集中、处理、储存及输送系统完备后,油田即可投产。

从上面所述的勘探与开发程序中,可以看到移动式平台所起的重要作用。除了移动式钻井平台以外,海上油气开发还需要其他用途的移动式平台,例如:生活平台、生产平台、维修供应平台、铺管平台、修井平台等等。这些平台有的是用钻井平台改建的,例如有不少生产平台是用旧的钻井平台改建而成的。由于在移动式平台中钻井平台占绝大多数,而且从平台的设计、制造和使用各方面看,钻井平台是有代表性的,因此本书着重论述移动式钻井平台设计的有关问题。

需要解释的是:自升式钻井平台、半潜式钻井平台、坐底式钻井平台、钻井船与钻井驳等的统称是移动式钻井装置。本书着重讨论的是前三种移动式平台。对于钻井船与钻井驳,由于它们的特点与船舶相类似,本书不专门讲述它的设计。

三、海上钻井的主要特点

设计海上移动式钻井装置必须了解海上钻井的一些特殊问题。

就钻井的工艺方法而论,海上与陆上基本相同。但海上移动式钻井装置和海底井口之间可能存在可能深达上千米的海水,而且这些海水不停地运动着。这样,海上钻井除了要配备钻井设备外,还必须有一套非常重要的水下设备。同时,由于波浪、海流、潮汐与冰等对钻井装置及其设备(包括水下设备)的作用必然引起钻井装置(这里指半潜式钻井平台与钻井船)与海底井口之间的相对运动,钻井装置还必须配备与水下设备相适应的运动补偿装置和张紧装置,以补偿钻具在孔内钻井时免受钻井装置运动的影响。这些就是海上钻井的特殊性,也是海上钻井的困难所在。

对于坐底式平台和自升式平台,因为平台的井口和海底井口是相对固定的,只要将类似于陆上钻井的井口装置中的导管适当加长,把海底井口与平台连接起来,就可形成泥浆返回所需的环形空间,从而解决了隔开海水的问题。防喷器可以装在水面以上的平台甲板上,形成所谓的水上井口装置。这种井口装置与陆上的井口装置差别不大,比较简单。

浮式钻井装置的井口设备则要复杂得多。半潜式钻井平台和钻井船在风、浪、海流等外力的作用下所产生的各种形式的运动中,以纵摇和垂荡(升沉运动)对井口设备及钻井作业的影响最大。因此井口设备必须装有能伸缩和弯曲的部件,以适应和补偿平台所产生的这些运动。由于这些部件很难承受关防喷器或进行反循环时形成的高压,所以必须将防喷器布置在这些部件以下,形成所谓的水下井口设备。

浮式钻井装置在进行固井、测井及试油等作业时,同样存在着钻井装置的运动对作业的影响问题,但这些问题在操作中是不难解决的。

最后说明海上钻井装置的完井方法问题。海上钻井的完井井口装置有两种:水面完井与水下完井。前者将采油树装在水面以上(平台的甲板上),后者是装在水中(海底或水面以下某一深处)。水面完井的优点是技术简单、便于检修和管理、便于进行水下作业,但要建造专门的采油平台以设置井口装置。水下完井法不需要建造采油平台,也不妨碍航运和捕捞,

但井口装置复杂,操作、管理、检修都不方便,尤其是修井作业,困难更大一些。尽管如此,由于海上石油的勘探与开发不断向深水发展,故采用水面完井法将越来越不可能,而水下完井方法则正在迅速发展之中。

完井方法的采用主要取决于钻井装置的形式和工作水深。浮式钻井多采用水下完井方法。如果浮式钻井装置是为固定式生产平台钻生产井,则这些井自然是水面完井。坐底式平台的工作水深较浅,一般采用水面完井。自升式平台钻的井采用哪一种方法完井,视具体情况而定。

第二节 移动式平台的设计内容和设计任务书

一、移动式平台的设计内容

移动式平台是技术、知识密集型的工程。设计平台需要许多专业的相互配合。设计内容主要包括:总体、结构、舾装、钻井工艺、轮机、电气等。海洋工程专业所培养的技术人员主要承担总体、结构及舾装三部分工作。

1. 总体设计

根据设计任务书的要求确定平台型式及主要尺度,进行总布置设计,绘制总布置图和平台外形图,根据环境条件计算环境载荷,编制载荷计算书,进行性能计算、编制漂浮稳性和坐底稳性计算书等,编写平台操作手册。

负责总体设计的技术人员还要把握平台各部分设计的协调,以保证整个平台设计的成功。

2. 结构设计

根据总体设计确定的平台型式,确定平台各部分的结构型式及构件尺寸,绘制结构图,进行平台总强度和局部强度计算并编写计算书。

3. 舾装设计

根据设计任务书和总布置图进行舾装设计,编写舾装设备清单。

对于移动式钻井平台,钻井工艺设计是十分重要的。这部分工作虽然由钻井工艺技术人员负责,但总体设计人员应该相当熟悉这部分的工作内容和技术要求。

二、设计任务书

在规划平台的设计时,设计者和使用者都必须尽可能做到:第一,对新设计的平台提出合理的要求;第二,相应技术任务采取合理的技术决定和措施;第三,各具体项目的设计对保证平台的安全可靠和提高效能是有利的,便于施工。

设计任务书应体现以上思想。下面是一个半潜式钻井平台的设计任务书。

半潜式钻探装置设计任务书

(一) 型式

矩形双沉垫非自航半潜式。

(二) 船级和规范

中国船检局《海上移动式钻井船入级与建造规范》。

(三) 设计条件

(1) 工作水深: 35~200 m。

(2) 设计极限海况: 风速 51.5 m/s, 浪高 18 m, 潮流 1.544 m/s, 潮差 5 m, 气温 40°C 至零下 20°C, 水温 0°C 至 33°C。

(3) 作业状态海况: 风速 18 m/s, 浪高 5 m, 潮流 1.544 m/s, 潮差 5 m。

在上述海况下, 钻探装置的运动大约不超过以下数值:

升沉 ± 1 m, 摇摆 $\pm 2^\circ$, 漂移为水深的 1/20。

(4) 拖航条件: 本装置一般在风速小于 18 m/s, 浪高小于 5 m 的海况条件下可以进行长距离拖航。

(5) 根据维修的需要, 本装置可以在海滩上或干坞中座底。

(6) 稳性和破舱稳性: 在上述各种作业状态和海况条件下, 本装置稳性均应满足规范的要求, 即破舱稳性应在一舱破损时尚能经受风速 25.8 m/s 的风力来考虑。

(四) 钻探设备

应满足海上钻井深度 3500m 左右的要求, 主要设备有:

(1) 配备全套由直流电驱动的适用于半潜式装置的海洋 180 型钻机, 并设置全套适用于浮式钻井的泥浆设备和净化系统。

(2) 配备全套电测井、气测和试油设备, 平台两舷有带油气燃烧器的支架。

(3) 配备全套电驱动的固井设备, 并装设气动的水泥、干粉储运混合设施。

(4) 设置全套水下器具及其附属设备。

(五) 发电动力设备

(1) 钻探设备采用直流发电机—电动机驱动, 直流发电机的动力选用 6250GZC 型柴油机。

(2) 辅机和照明用电由交流发电机组供给, 交流发电机组根据电力负荷选用, 多组发电机可以并车运行。

(3) 设置集中的隔音监测室, 可对柴油机的主要参数及重要设备进行监测和报警。

(4) 设置电压 380 V 交流电的接岸电设施。

(六) 锚泊系统

(1) 本装置在海上钻井时采用锚泊保持船位, 需设置全套锚泊定位系统。

(2) 设置为拖航、系泊和停靠作业所需的附属设施。

(七) 压载和定位控制

(1) 设置集中控制平台压载与平衡的操纵设施和指示仪表。

(2) 设置钻探装置综合显示仪(可同时测量与记录平台的摇摆、升沉、平移以及水深、锚链张力和水文气象等项参数)。

(八) 通信设备

(1) 船外通信设备应符合 I 类无限航区的要求, 并应包括直升机用的超短波电台和手持近距离对讲机。

(2) 设置完善的内部通信系统, 包括广播扩音设备、声力电话、自动电话和报警设施。

(九) 起重设备

(1) 设 20t/20m 旋转式起重机两台, 最大幅度 30m 时吊重 9t, 最小幅度 9m 时吊重 30t, 起吊范围能照顾整个井场和钻台。

(2) 设 30t 左右防喷器用行车两台, 两台可以同时运行, 也可以单独运行。

(3) 上甲板配置 1 t 铲车一台, 机舱、泵房和钻台上设置必要的小型起重设备。

(十) 装载量

(1) 主甲板可变载荷(不包括油水) 1500 t 左右, 主要器材可满足钻一口深 3500 m 左右井的要求。

(2) 装载量需满足自持能力 30 天的要求。

(十一) 电气设备和防爆

(1) 全部电气设备应符合船用标准。

(2) 在防爆危险区内尽可能避免装设电气设备, 如需装设, 则需选用防爆型设备或采取其他防爆措施。

(十二) 消防设施

应满足规范要求。除常规的灭火系统外, 还设置钾盐干粉化学灭火系统。

(十三) 救生设施

按本装置全部定员人数配置密闭式耐火救生艇。救生设备设置应满足规范。

(十四) 本装置应设有机修配车间, 配备必要的修配设备。

(十五) 本装置应设置潜水设备。

(十六) 本装置应设有直升机停机坪, 并配有必要的附属设施。

(十七) 本装置设有必要的办公室和专业工作室。

(十八) 定员和生活设施

(1) 定员 120 人, 另设备铺 10 个。

(2) 设置海水淡化设备。

(3) 设置洗衣房和烘干室。

(4) 住房和专业工作室应有绝缘, 某些专业工作室要有隔音措施。

(5) 住房和专业工作室要设空调。指标要求, 夏季室外设计温度为 40°C 时, 室内温度为 33°C ± 2°C, 冬季设计温度 -20°C 时, 室内温度 20°C ± 2°C。

通常, 设计任务书应包括以下几个方面内容。

1. 型式

指明所设计平台的型式。

2. 船级

指明所设计平台要入哪个船级社的级。这样在设计中就应根据该船级社的规范进行各项技术性能计算和具体设计。应该知道入级检验并不能代替法定检验。不管所设计平台加入哪个船级, 在中国海区作业的平台都应满足中国船检的规范。

3. 环境条件

给出作业水深。环境条件主要包括风、浪、流、冰等, 其中还应分别给出极限海况、作业海况和检航海况的环境载荷条件。

4. 可变载荷

(1) 根据平台钻井能力所要求的钻井器材、钻井用水、泥浆及水泥等;

(2) 根据海上自持力所要求的燃油、淡水及食品等;

(3) 压载水。

5. 平台在波浪中的运动响应(该项主要指半潜式平台,一般自升式、坐底式无此项要求)。

6. 移航方式

7. 定位方式

对于半潜式平台和钻井船应指明采用哪种定位方式。

8. 钻探设备

根据所设计平台钻井能力的要求,指明所选用的钻探设备。

9. 机电设备

指明所选用柴油机的型号、起重机的起重能力、电机的型号等。

10. 消防救生设备

可根据规范的要求给出。

11. 船员配备及其生活设施

明确给出船员数和预备铺位、居住舱室的标准,其他舱室的要求和标准,如空调、绝缘等要求。

设计任务书的详简无一定标准,由平台业主给出。设计任务书是平台设计的基础,关系到设计工作的成败。如果任务书中的要求不合实际,往往会导致所设计平台的作业性能不能达到设计要求或者缺乏竞争力。此外,在设计过程中也可能发现任务书中有不合理之处,或有些情况与原任务书有出入。在这种情况下应及时与业主协商,妥善解决,避免返工或设计工作失误。

第三节 设计阶段的划分

移动式平台设计与船舶设计一样是分阶段进行的。由于相当一部分的平台设计者都有船舶设计的经验,所以移动式平台的设计阶段划分与船舶设计基本上是相同的。

由于移动式平台投资大、技术要求高,故一般在设计前都进行可行性研究。可行性研究是根据所要勘探或开采油田的规划,对平台在技术可行性上进行分析论证。

通常移动式平台设计大致划分为初步设计、技术设计、施工设计和完工设计。

一、初步设计阶段

在深入分析任务书和广泛调查研究的基础上,从全局出发,提出各种可行方案。通过绘图和计算得出有关的技术、经济或其他指标,确定一个或几个能满足任务书要求的设计方案及其技术、经济论证数据,提交审查讨论。然后,再根据审查意见修改,最后确定设计方案。

提供的总体方面主要技术文件如下:

(1) 总体说明书;

(2) 总布置图;

(3) 外形图;

(4) 结构强度计算书及典型横剖面结构图;

- (5) 稳性(漂浮稳性、坐底稳性)计算书;
- (6) 运动性能计算书(半潜式和钻井船);
- (7) 锚泊定位性能计算书(半潜式和钻井船);
- (8) 主要设备规格明细表。

这一阶段的设计工作虽然是初步的,但是后续设计的基础,所以一定要确保平台主要性能计算的正确性以及总布置和结构设计的合理性。根据设计工作内容的深度和广度的不同,有的把该阶段设计称为方案设计。

二、技术设计阶段

技术设计是根据审查后的初步设计方案而进行的深一步的技术工作,是在整体设计的基础上,对各个局部问题深入分析,并进行各个分项目的详细设计和计算,为施工设计提供较完备的技术文件。有些重要的设计项目还要进行性能等方面的模型试验。在这一阶段中要求平台设计人员完成的技术文件有:

- (1) 总体设计说明书;
- (2) 较详细的总布置图;
- (3) 正式的平台外型图;
- (4) 结构计算书;
- (5) 基本结构图、横剖面结构图,视平台型式不同还有重要的节点结构图;
- (6) 定位、锚泊、起重、救生、消防等设备的计算书及图;
- (7) 各系统的原理图;
- (8) 重量及重心计算书;
- (9) 各项性能的详细计算书及有关说明书(包括试验报告);
- (10) 详细的设备、材料规格明细表。

上述文件经业主、船检局审查同意后,作为施工设计的依据。

三、施工设计阶段

根据审批后的技术设计文件,结合建造厂的具体生产技术条件,制定建造中所需的整套技术文件。所需文件的范围依各厂情况而有所不同,在船体方面主要为分段结构的施工图和工艺规程,以及设备、舾装的零件图等等。

四、完工文件

平台建成后往往不可避免地原来的设计有所出入。设计中虽然对重量、重心作了详细计算,但不可能完全准确。建造时,对原来设计不合理之处进行修改,在不影响性能的前提下,改变材料或设备规格也是常有的事,这样就会引起平台重量、重心、布置、结构等的变动。因此,平台造好以后,应根据建造期间对原设计图纸所作的改动绘出完工图纸;根据新平台倾斜试验结果,修改原来的有关计算书(如稳性、抗沉性、浮态),完成各项试验并写出报告书。这些文件是平台设计和研究工作的宝贵资料。

由上可知,从设计任务书到设计工作的几个阶段,它们在平台整个设计中既具有相对的独立性,又是相互联系的。各个阶段要求完成一定的计算、图纸和说明书。前一阶段是后一

阶段设计的依据,后一阶段是前一阶段的深入和发展。然而上述各个阶段的划分以及各阶段的具体内容,并不是严格不变的,往往根据具体情况(如任务的紧迫性、工作的复杂程度、参考资料的完备情况等)而有所不同,有时各阶段之间并无明确的界限,如有些重要项目在进行可行性论证以及拟定任务书时,所完成的技术文件不少已是上述初步设计的内容。

近年来,随着我国经济体制的改革,广泛实行了合同制等一系列的经济措施。同时我国造船工业加强了对外联系。现在的造船业不再是单纯地执行指令性计划,它必须适应国内外船东的要求,适应以经营竞争为主的形势。

根据这些新的情况,也有把平台设计过程划分成:初步设计、详细设计、生产设计和完工文件等四个阶段。

此外,在投标竞争中,还有报价设计的阶段。报价设计的目的是让船厂对造价作出估算,并根据市场情况向业主提出报价,争取中标。另一方面让业主了解平台的概貌及造价,挑选中标单位。

初步设计要求能达到提供合同谈判所需的文件,如主要图纸及说明书、全船设备规格清单等,故有人将这个设计阶段又称为合同设计阶段。在合同生效后,此设计阶段中确定的技术要素,在以后的设计过程中一般不允许更改,只能在此基础上补充。

详细设计要求提供船舶检验机构所需的图纸及技术文件,以及按合同规定送交业主审查的图纸及技术文件;提供工厂所需的各种订货清单及技术要求。

生产设计要求按工厂生产设计规格要求的全部生产所需的图纸及技术文件。

完工文件是在平台建造后完成的图纸及技术文件。

目前海洋工程中还将设计分为四个阶段进行,这四个阶段是:概念设计、基本设计、详细设计、生产设计。有关各设计阶段的工作内容,读者可参看参考文献[19]、[29]。

第四节 设计的指导原则和设计工作的方法

用正确的原则来指导平台设计工作,是关系到设计成败的一个重要问题。而且平台设计是涉及面很广的复杂工作,只有运用正确的设计工作方法,才能事半功倍,保证平台的设计质量。

一、基本原则

1. 密切结合我国国情

平台设计不能脱离我国国情。在平台设计中要贯彻执行国家的方针政策,充分考虑到我国海洋石油开发和当前经济发展的水平,实事求是。

2. 遵守国家和国际上的有关规范和公约

海上移动式平台的规范和规则由各国国家机关和各船级社制订、颁布和执行。前者制订的规范和规则具有法律效应,在该国海域作业的平台必须满足。国际上有下列主要的国家检验机关:

美国海岸警卫队(USCG)

英国能源部(DOE)

挪威海事管理局(NMD)