

海上移动式 平台检验

曾少凡 著



人民交通出版社

海上移动式平台检验

Haishang Yidongshi Pingtai
Jianyan

曾 少 凡 著

人民交通出版社

(京)新登字091号

内 容 提 要

本书比较详细地介绍了海上移动式平台的类型、各类平台的工作特点、结构特征、设计原理以及拖航设备和拖航方式。作者结合自己多年的船舶检验经验,总结国外有关海上移动式平台检验的规则和理论,重点论述和探讨了海上移动式平台的检验方法,并提出了自己的一些观点和改进意见。

本书适合于广大船舶检验工作者及有关方面人员阅读,也可供有关高等院校的师生参考。

海上移动式平台检验

曾少凡 著

插图设计:陈 竞 正文设计:崔凤莲 责任校对:张 捷

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

华北矿业高等专科学校印刷厂印刷

开本:850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张:6.5 字数:171千

1994年10月 第1版

1994年10月 第1版 第1次印刷

印数:0001—1000册 定价:7.50元

ISBN 7-114-01957-2

U·01302

前 言

海上移动式平台最初只是钻探海底石油和天然气的专用装置，后来有的用于采油，有的作其他用途。

从50年代出现至70年代末，全球已有400多座移动式钻井平台，到1984年已达770多座（其中自升式平台占60%，柱稳式平台占28%）。由于海上移动式平台可以在风浪中保持一定的稳定性，又可以从一地移动到另一地作业，其应用范围正在不断扩大，不仅钻井平台数量逐年增加，而且被逐步应用于海洋开发中的其他领域。例如：海上移动式起重平台、海上移动式居住平台、半潜式潜水作业平台、半潜式铺管平台、半潜式消防平台、半潜式多功能平台等（见附录三、四）。

海上移动式平台具有与船舶不同的结构和性能特点，原有的一些国际公约和船舶规范已不适用于或不完全适用于它。1979年11月海协通过了《海上移动式钻井平台建造和设备规则》（简称《MODU规则》），并提请各有关政府采取适当步骤，至迟到1981年12月31日实施该规则。

国际海事组织（IMO）注意到自1979年《MODU规则》实施以来，已发生了数起海上移动式钻井平台事故。这些事故表明有必要审议制订新的国际安全标准。1989年10月19日〔IMO A649(16)决议〕通过了《海上移动式钻井平台构造和设备规则》（1989），简称《MODU规则》（1989），于1991年5月1日开始生效，取代《MODU规则》（1979）。

制定《MODU规则》（1989）的目的在于为海上移动式钻井平台的设计衡准、建造标准及其他安全措施提出建议，以使这种平台、平台上人员和环境的风险减至最低程度。《MODU规则》（1989）适

用于1991年5月1日或以后安放龙骨或处于相似建造阶段的海上移动式钻井平台。

IMO提请各有关政府采取适当步骤实施该规则。

有些沿海国政府颁布了《海上设施安全规则》，对在其水域作业的海上设施（包括移动式平台）实行监督检查和管制，其中以英国和挪威最为典型。与此同时，一些船级社颁布了《海上移动式平台建造与入级规范》，办理入级业务和各种服务，其中以ABS和DNV两家最具代表性。前者简练、扼要、原则，有利于按经验自由发挥，灵活掌握；后者全面、细微、严密，便于循章办事，具体执行。

中国船检局亦于80年代初先后颁布了《海上移动式钻井船入级与建造规范》和《海上平台安全规则》。随着我国海上石油和天然气的开发，移动式平台检验工作必将成为我们工作的重要组成部分。

由于海上移动式平台的用途与船舶不同，其服务形式和结构特点、设计衡准也与船舶大不相同。平台造价高，工艺质量要求高，检验严并强调对工厂QA/QC体系审查监督，建造涉及单位多，技术文件多而繁杂，管理显得十分重要。实践表明，平台检验工作具有特殊性。

本书介绍了海上移动式平台检验的有关知识，以自升式和半潜式两种数量最多，最典型的移动式平台为主要对象，始终以IMO《MODU规则》和DNV、ABS及ZC三家规范为线索，着重反映移动式平台与船舶要求不同的各个方面。

第一章至第九章，简述海上移动式平台的构造、性能、设备和危险区域，特种设备系统等，介绍规则、规范的主要规定、力求让入门海工检验的验船师得到全面的初步的概念。

第十章至第十七章，讨论移动式平台规范与海船规范的主要差异；平台建造检验方法和管理；移动式平台的各种证书和服役中的各种检验；移动式平台检验的内部差异；以及移动式平台服役中检验与船舶营运中检验的差异。另外，顺便介绍移动式平台拖

航检验和守护船检验。这些题目也许是海上验船师不可避免要面对的问题。

希望本书的出版对检验有所帮助。由于作者本人水平有限，必有错误，欢迎批评指正。

曾少凡

1991年2月

目 录

前言.....	1
第一章 海上移动式平台的类型.....	1
第一节 自升式平台.....	1
第二节 立柱稳定式平台.....	2
第三节 水面式钻井装置——钻井船.....	3
第四节 各类移动式平台作业水深范围.....	3
第五节 各类移动式平台优缺点比较.....	4
第二章 主要结构布置及结构构件分类.....	6
第一节 自升式平台的主要结构布置.....	6
第二节 立柱稳定式平台的主要结构布置.....	12
第三节 钻井船.....	16
第四节 结构构件的分类.....	16
第三章 结构设计原则及设计载荷.....	19
第一节 设计考虑的基本条件.....	19
第二节 总体设计及抗事故损坏措施.....	21
第三节 强度分析原则及许用应力.....	23
第四节 环境条件.....	30
第五节 设计载荷.....	31
第四章 稳性、水密完整性和载重线.....	36
第一节 稳性计算.....	36
第二节 完整稳性(DNV规范1984).....	38
第三节 破舱稳性.....	39
第四节 倾斜试验[《MODU规则》(1989)].....	41
第五节 水密完整性[《MODU规则》(1989)].....	42

第六节	载重线〔《MODU规则》(1989)〕	43
第七节	规范比较	47
第五章	定位、锚泊及拖航设施	49
第一节	基本要求	49
第二节	动力定位系统	50
第三节	定位锚泊	54
第四节	锚泊设备(应急和临时)	57
第五节	拖航设施(DNV规范1984)	58
第六章	特种设备系统	61
第一节	升降机构(自升式平台专有)	61
第二节	张紧系统及升沉补偿系统(半潜式钻井平台 和钻井船专有)	69
第三节	钻井设备装置系统	73
第七章	危险区域划分及安全措施〔DNV规范及《MODU 规则》(1989)〕	76
第一节	危险区域及其适用范围	76
第二节	影响危险区域范围的开口、出入口和通 风条件	78
第三节	各类处所的通风	80
第四节	危险区内许用的电缆和电气设备类型	81
第五节	探火、探气及报警系统的特殊要求	82
第六节	安全措施	83
第八章	直升机甲板设施	86
第一节	直升机甲板的构造	86
第二节	直升机甲板的布置	87
第三节	直升机甲板防火安全措施	88
第九章	操作要求及防止油污	90
第一节	操作手册〔《MODU规则》(1989)〕	90
第二节	危险物品的储存〔《MODU规则》(1989)〕	94
第三节	防止油污	95

第十章	移动式平台规范与海船规范的主要差异	100
第一节	设计衡准	100
第二节	结构构件分类对待	103
第三节	结构选材及其特殊要求	104
第四节	焊接及无损探伤	107
第五节	腐蚀防护	113
第六节	制造、工艺和试验	117
第七节	检验方法及管理	125
第十一章	移动式平台建造检验方法	127
第一节	移动式平台建造检验方法概要	127
第二节	产品检验——对产品本身的检验	129
第三节	体系检验——检查工厂QA体系	134
第四节	风雨密/水密完整性检验	135
第十二章	移动式平台建造检验的管理	137
第一节	项目经理管理制度及各方协调事项	137
第二节	应该理顺的内部管理事项	139
第三节	务必弄清的管理事项	141
第四节	务必弄清的技术事项	142
第十三章	移动式平台的各种证书及服役中的各种检验	144
第一节	移动式平台的各种证书	144
第二节	移动式平台服役中的各种检验	150
第三节	平台证书的失效、撤消及重新入级	157
第十四章	移动式平台拖航检验	159
第一节	申请拖航检验的几种情况	159
第二节	拖航检验的范围	160
第三节	拖航安全措施	165
第四节	拖航检验报告及适拖证书	165
第十五章	移动式平台检验的内部差异	166
第一节	移动式平台《安全证书》与《入级证书》所包含的 检验项目差异	166

第二节	移动式平台《合格证书》与《入级证书》所含检验项目的差异.....	168
第三节	不同类型移动式平台检验侧重点差异.....	170
第十六章	移动式平台服役中检验与船舶营运中检验的差异.....	173
第一节	检验侧重点差异.....	173
第二节	检验标准、依据要求的差异.....	174
第三节	检验的客观条件差异.....	181
第十七章	守护船检验.....	183
第一节	概述.....	183
第二节	守护船的任务.....	183
第三节	守护船的要求.....	184
第四节	被救者居住舱室和医疗设备要求.....	185
第五节	守护船人员配备及其资历要求.....	186
第六节	守护船的证书及检验.....	188
后语		190
附录一	MOU结构制造检验流程图	191
附录二	INSPECTION RELEASE NOTE MOBILE OFFSHORE UNIT.....	192
附录三	海上平台按结构特点分类图.....	193
附录四	海上平台按其用途分类图.....	194
附录五	中国籍海上移动式平台一览表.....	195

第一章 海上移动式平台的类型

海上移动式平台有如下类型：自升式、立柱稳定式和水面式三类。其中，立柱稳定式又有坐底式和半潜式之分。水面式钻井装置（称为钻井船）可分为：船型（单体、双体或三体）钻井船和驳船型钻井船。

第一节 自升式平台

自升式平台是具有数根活动桩腿并能够将驳体升至海面以上一定高度进行作业的移动式装置（俗称jack-ups）。它的驳体具有足够的浮力，能安全地将整座装置迁移到预定的位置。就位后，其驳体（或称平台驳）可沿着支撑在海底的桩腿升起到水面以上预定的高度，并锁紧。钻井设备和供应品可置于平台上一同迁移，亦可在平台处于举升位置时补加上去。桩腿在设计中可采用直接插入海底的形式；或者在下端加粗一段或带有桩靴以减少插入深度；也可以附连一个底垫。

要迁移作业地点时，先松开桩腿的锁紧装置，降下平台驳到水中，利用其自身的浮力提升桩腿连同其底垫或桩靴脱离海底。桩腿升至安全的位置（包括桩靴或底垫在船体底下安全的深度）锁紧，拖到另一地点，就位作业。

迁移时须拖航，短途迁移采用湿拖，即平台漂浮在水中拖航。远洋拖航则有湿拖和干拖两种。干拖是移动式平台坐在干驳载运船上迁移。有时两、三座自升式平台放在一艘干驳载运船上迁移，既安全又快捷。

第二节 立柱稳定式平台

立柱稳定式（简称柱稳式）平台是由几根立柱将上部结构连接到下船体或桩靴上的移动式装置。

它的几根立柱在各种作业漂浮状态或升沉过程中提供足够的浮力和稳定性。立柱上端与支承钻井（或其他作业）设备的上部结构相连，下端与下船体（俗称沉箱）或桩靴相连，以提供附加浮力，或提供足够的面积以便整个平台坐承于海底。由若干管材或其他结构型材作支撑件用来连接立柱与下船体或桩靴，并支撑上部结构。

立柱稳定式平台可在漂浮状态下进行作业，在这种情况下工作时，该装置称为半潜式平台；也可以坐承在海底进行作业（只适用于浅水作业），此种情况，该装置称为坐底式平台。

一座柱稳式平台可以设计成既能漂浮（半潜）作业又可坐底作业，但事实上，绝大多数柱稳式平台没有两者兼顾，只取其一，要么是半潜式，要么是坐底式。因其前者作业水深范围广，使用较多；后者因其作业水深极其有限，故使用较少。

柱稳式平台要迁移作业地点时，需排出压载水，使平台浮起，立柱全部出水，下船体（沉箱）一部分也浮出水面，只有下半部在水中，以减少迁移中的阻力。到井位时再压载，下潜到立柱中段预定位置。

柱稳式平台在设计中将主要浮力构件置于水面以下，其目的是减少波浪力对平台的作用，从而使平台相对地平稳，即使在强风暴情况下，其颠簸亦较和缓。

有的柱稳式平台没有推进机构，迁移时须拖航（远洋迁移也有湿拖和干拖两种）；有的半潜式平台具有推进机械，可自航，但须护卫船伴随、助拖。

大多数半潜式平台作业时靠锚设备定位，较先进的平台由推力器（trusters）动态定位，或两者兼有。

第三节 水面式钻井装置——钻井船

水面式钻井装置是具有单体或多体结构的船型或驳船型排水壳体,是用于漂浮状态下作业的钻井船。它可能是专门设计或是改装而成,包括船型和驳船型两种。

1. 船型钻井船

船型钻井船具有普通船型,即单体船、双体船或三体船形状。这些钻井船都具有推进机械,可自航。

2. 驳船型钻井船

驳船型钻井船具有驳船形状,没有推进机械,迁移时须拖航。大多数钻井船作业时靠锚设备定位,较先进的钻井船利用推力器动力定位。

第四节 各类移动式平台作业水深范围

作业的极限水深是移动式平台的最重要特征参数之一。

(1) 坐底式平台的作业水深受其实体尺寸的限制,大约半数的坐底式平台只能在12m以内水深作业,另一半数量的坐底式平台作业水深可达25m左右,个别坐底式平台作业水深达55m。

(2) 自升式平台的作业极限水深取决于桩腿的长度。大多数自升式平台的作业极限水深为30~90m,最深的可达120多米,此时要求其桩腿长度170多米。

(3) 半潜式平台的作业极限水深受海底隔水导管的限制,同时也与定位设备系统有关。若采用锚设备定位,一般的作业极限水深为200~600m,个别最深可达1000m。若采用先进的动力定位,其作业极限水深可达1500多米。

(4) 钻井船的作业极限水深,和半潜式平台一样,受隔水导管设备限制,并取决于定位系统。采用锚设备定位,一般作业极限水深为200~600m,个别可达1000m。若采用动力定位,作

业极限水深可达1500多米，甚至可达1800多米。

对于漂浮状态作业的钻井装置，如钻井船和半潜式平台，还有最小水深限制，因为钻井装置和海底防喷器塔顶之间应有一定的间隔，并考虑连接上下两者的隔水导管系统的柔性，一般认为30m是最小水深限制。然而在恶劣天气和海况条件下，最好限制最小水深为60m。

各种不同类型的钻井平台适用不同的作业水深。某一水深的钻井作业可能有两种或三种类型的钻井平台可供选择，但所需成本费用却有明显差别。

开采海上石油的成本费用随着水深的增加而急剧增加，因此油公司对发展深水油田踌躇不定，虽然人们设计建造了许多可钻井作业水深为600m，甚至1000多米的钻井平台，但实际上已钻的海底油井，水深超过200m的不足200口井，仅占全球海底勘探井数目的1%。

第五节 各类移动式平台优缺点比较

名类移动式平台发挥最好功能的环境条件由该类平台在不同水深和海况及气象的综合情况下的固有性能所决定，移动难易、定位保持和支承要求等也是评价时的重要考虑因素。

名类移动式钻井平台的优缺点比较，只就其适用范围的经济性分析作定性的说明，通过比较也可以从中看出各自实际固有的前景。

下面列表比较（见表1-1）。

各类移动式平台优缺点比较

表1-1

类型	海 底 支 承	
	坐 底 式	自 升 式
优 点	1. 提供固定的钻台 2. 无活动的结构构件 3. 适用于在软底区域作业	1. 提供固定的钻台 2. 在水深24m以上作业时所需费用低于坐底式平台

续上表

类型	海 底 支 承	
	坐 底 式	自 升 式
优 点	4. 有良好的安全性	3. 构件面积暴露于波浪较少 4. 若设有沉垫, 可在软底区域作业 5. 较易设计, 经得住飓风袭击; 6. 水深90m以内它是最好的工具
缺 点	1. 作业水深极其有限 2. 坐底时水流对海底土壤冲刷造成平台滑动, 需考虑抗滑稳定性及防冲刷设施 3. 拖航困难, 迁移不便 4. 水深越过30m时, 费用昂贵 5. 压载操作错综复杂	1. 拖航难度大, 棘手问题多; 2. 就位升驳或离位降驳时对波浪十分敏感; 3. 顶升机械装置有活动部件; 4. 远途拖航必须放倒, 拆卸甚至割断桩腿; 5. 有途中发生危险的记录。
优 点	1. 提供相当平稳的钻台 2. 就现实勘探需求而言, 它不受水深限制 3. 良好的生存能力(抗风暴能力) 4. 有良好的安全纪录	1. 就现实勘探需求而言, 它不受水深限制 2. 较大的装载, 供给品能力, 适于到补给不便的区域作业 3. 具有船舶外形, 便于远途迁移, 自航(船型)或拖航(驳船型) 4. 费用最低
缺 点	1. 锚定困难, 需三用船配合 2. 拖航不易 3. 昂贵 4. 必须使用水下防喷器及海底隔水导管系统	1. 过大的摆动 2. 有些锚定难题 3. 必须使用水下防喷器和海底隔水导管系统 4. 对风浪敏感, 受环境条件限制, 作业能力有限 5. 驳船型钻井船需拖航及其它工作船配合

第二章 主要结构布置及结构构件分类

第一节 自升式平台的主要结构布置

自升式平台主结构由平台驳、桩腿及底沉垫（如有时）组

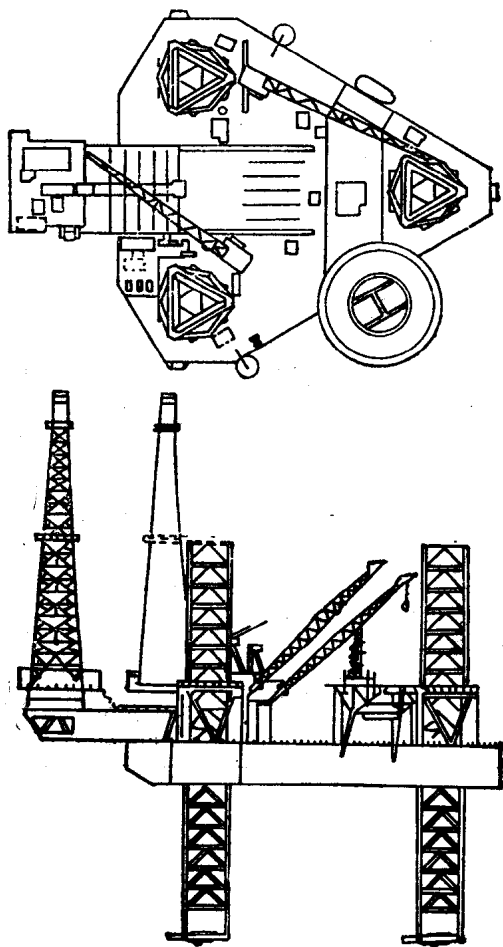


图2-1 三桩腿自升式平台

成。见图2-1、图2-2、图2-3、图2-4。

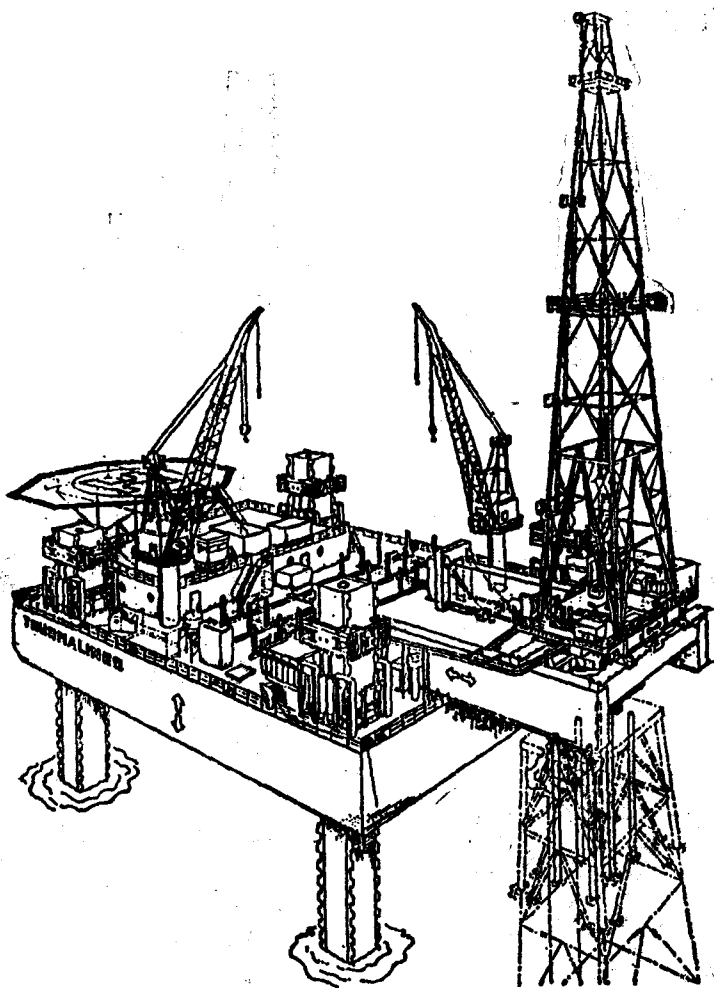


图2-2 四桩腿自升式平台

1. 平台驳

平台驳的外形轮廓有三角形（三桩腿）、矩形（四桩腿）或不规则等形状。见图2-5、图2-6。