

# 海 洋 设 备

石油机械国外标准译文汇编

(五)

机械工业部兰州石油机械研究所

1982

1.705

729  
004

# 海 洋 设 备

石油机械国外标准译文汇编

(五)



200752346



机械工业部兰州石油机械研究所

1982

# 出版说明

1978年以来,根据各方面的迫切需要和石油部、一机部的要求,我所和32个兄弟单位105人共同翻译了我国当前急需的油田设备和材料国外标准文件共115项,约有680万字,其中API Spec 5A、5AC、5AX、Bul 5A2、Std 5B及Spec 7中的管材部分已由石油工业出版社出版,ISO的10项标准文件已交石油勘探开发科学研究院印刷。其余译文,由于实际工作急需,我所决定分五个分册印刷发行,这五个分册是:

- 1.采油设备
- 2.钻井修井设备及材料
- 3.动力及传动机械、井口装置及阀门、钻井工具
- 4.管子与管件
- 5.海洋设备

这次组织翻译的主要是美国石油学会(API)的规范、通报和推荐作法。其中,我国当前不急需的标准文件,如顿钻工具、塑料管材等标准没有翻译。提供翻译的原文尽量取最新版本。国内无法取得最新版本的,取早一版的原文翻译。一些新的增补本没有拿到原文,只好暂缺。苏联国家标准(ГОСТ)在Г43组内的油田设备部分,基本上全部翻译出来,还翻译了罗马尼亚的一项国家标准《石油设备 名词术语》。

API的标准文件中多数有有关标准的简介及关于会标使用的说明,为了节省篇幅,求得译文的统一,现将API油田设备全部标准的简介及《API会标的使用》统一译出附在第一分册《采油设备》的后面,在各项标准文件中就只列出有关标准目录。

有一部分标准文件,本已翻译出来,不准备付印,有的是因为篇幅太大,而使用面较窄,如D12《缩写词表》、Bul 11 L4《游梁式抽油机选用曲线》,有的

是已被别的标准所取代，如D13《防喷器组及附属设备》（为RP53《防喷设备系统推荐作法》取代）。有关单位如需要这些标准译文，我所可提供复印件。

由于编者对国外石油设备生产、销售过程中的实际情况了解不够，这次汇编的工作量又很大，来不及对全部译文进行细致的研究，因此在选材、收集和提供原文资料，确定与统一术语，以及译文的准确、通顺等方面，一定存在许多问题，恳请读者批评指正。

对于译校者四年来付出的辛勤劳动及各单位领导对于这项工作的支持，谨表衷心感谢。

机械工业部兰州石油机械研究所

# 目 录

|                                                                                         |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| API RP 2A 海洋固定式平台的规划、设计和建造推荐作法 (第10版, 1979年3月)                                          |                      |
| Recommended Practice for Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms |                      |
| .....周杏男、李国斌、张厚五译, 杨敏嘉、翟贵山、汤锡忠校 (1)                                                     |                      |
| API Spec 2B 预制结构钢管规范 (第3版, 1977年11月)                                                    |                      |
| Specification for Fabricated Structural Steel Pipe                                      |                      |
| .....孙德刚译, 翟贵山、汤锡忠校 (77)                                                                |                      |
| API Spec 2C 海洋起重机规范 (第2版, 1972年2月)                                                      |                      |
| Specification for offshore Cranes                                                       | 唐欣满译, 汤锡忠校 (83)      |
| 增补1 (1972年10月)                                                                          | 唐欣满译, 汤锡忠校 (94)      |
| API RP 2D 海洋起重机操作与维护推荐作法 (第1版, 1972年10月)                                                |                      |
| Recommended Practice for Operation and Maintenance of Offshore Cranes                   |                      |
| .....唐欣满译, 汤锡忠校 (95)                                                                    |                      |
| API Spec 2E 最小自给式平台钻机组块规范 (第1版, 1973年5月)                                                |                      |
| Specification for Drilling Rig Packaging for Minimum Self-Contained Platforms           | 孙德刚译, 翟贵山、汤锡忠校 (111) |
| 增补1 (1977年11月)                                                                          | 孙德刚译, 翟贵山、汤锡忠校 (128) |
| API Spec 2F 锚链规范 (第2版, 1977年1月)                                                         |                      |
| Specification for Mooring Chain                                                         | 秦伟成译, 杨敏嘉、蒋开茂校 (130) |
| API RP 2G 海洋建筑物上生产设施推荐作法 (第1版, 1974年1月)                                                 |                      |
| Recommended Practice for Production Facilities on Offshore Structures                   | 蔡振东译, 姚德彬、汤锡忠校 (137) |
| 增补1 (1975年1月)                                                                           | 蔡振东译, 姚德彬、汤锡忠校 (172) |
| API Spec 2H 海洋平台节点用碳锰钢板规范 (第2版, 1979年3月)                                                |                      |
| Specification for Carbon Manganese Steel Plate for Offshore Platform Tubular Joints     | 何德祥译, 杨敏嘉、翟贵山校 (173) |
| API Bull 2J 钻井隔水管的分析对比 (第1版, 1977年1月)                                                   |                      |
| Bulletin on Comparison of Marine Drilling Riser Analyses                                |                      |
| .....秦伟成译, 丁怀琳、杨敏嘉校 (179)                                                               |                      |
| API Spec 14A 井下安全阀规范 (第4版, 1979年11月)                                                    |                      |
| Specification for Subsurface Safety Valves                                              | 唐欣满、李瑞霞译, 汤锡忠校 (189) |

- API RP 14B 井下安全阀系统的设计、安装和操作推荐作法 (第1版, 1973年10月)  
 Recommended Practice for Design, Installation, and Operation of  
 Subsurface Safety Valve Systems.....孙德胜、李瑞霞译, 唐欣满校 (248)
- API Manual 14BM API 14B井下控制井下安全阀筛选用计算机程序用户手册  
 (第2版, 1978年1月)  
 Users Manual for API 14B Subsurface Controlled Subsurface Safety  
 Valve Sizing Computer Program.....姜培廉译, 汤锡忠校 (272)
- API RP 14C 海洋采油平台基本的井上安全系统的分析、设计、安装和测试推  
 荐作法 (第2版, 1978年1月)  
 Recommended Practice for Analysis, Design, Installation and  
 Testing of Basic Surface Safety Systems on Offshore Production  
 Platform.....翟贵山译, 汤锡忠校 (322)
- API Spec 14D 海洋井口装置井上安全阀规范 (第1版, 1975年4月)  
 Specification for Wellhead Surface Safety Valve for Offshore  
 Service .....唐欣满译, 周吉男校 (379)
- API RP 14E 海洋采油平台管路系统的设计和安装推荐作法 (第1版, 1975年  
 8月)  
 Recommended Practice for Design and Installation of Offshore  
 Production Platform Piping Systems.....陈文珍、张臻东、周伟琪译, 汤锡忠校 (430)  
 增补1 (1977年10月) .....陈文珍、张臻东、周伟琪译, 汤锡忠校 (493)
- API RP 14F 海洋采油平台电气系统的设计与安装推荐作法 (第1版, 1978年7月)  
 Recommended Practice for Design and Installation of Electrical  
 Systems for Offshore Production Platforms.....徐慧琳译, 章季申、汤锡忠校 (494)
- API RP 14G 敞开式海洋采油平台的防火与控制推荐作法 (第1版, 1978年9月)  
 Recommended Practice for Fire Prevention and Control on Open  
 Type Offshore Production Platform.....蔡振东译, 孙德刚、汤锡忠校 (538)

API RP 2A

# 海洋固定式平台的规划、 设计和建造推荐作法

(第10版, 1979年3月)\*

## 目 录

|                 |        |                |        |
|-----------------|--------|----------------|--------|
| 前言.....         | ( 2 )  | 第四章 焊接.....    | ( 51 ) |
| 定义.....         | ( 2 )  | 总则.....        | ( 51 ) |
| 第一章 规划.....     | ( 3 )  | 合格检验.....      | ( 51 ) |
| 第二章 海洋固定式平台的设计程 |        | 焊接.....        | ( 52 ) |
| 序.....          | ( 9 )  | 第五章 制造.....    | ( 52 ) |
| 总则.....         | ( 9 )  | 装配.....        | ( 52 ) |
| 设计荷载条件.....     | ( 10 ) | 涂层.....        | ( 56 ) |
| 设计荷载.....       | ( 10 ) | 第六章 安装.....    | ( 56 ) |
| 安装的作用力.....     | ( 22 ) | 总则.....        | ( 56 ) |
| 结构钢的许用应力.....   | ( 24 ) | 运输.....        | ( 56 ) |
| 基础设计.....       | ( 34 ) | 从驳船上卸下导管架..... | ( 57 ) |
| 水泥浆的许用粘结应力..... | ( 46 ) | 安装.....        | ( 57 ) |
| 材料.....         | ( 46 ) | 焊接.....        | ( 61 ) |
| 防腐.....         | ( 48 ) | 第七章 检查.....    | ( 62 ) |
| 图纸和规范.....      | ( 48 ) | 第八章 测量.....    | ( 63 ) |
| 第三章 安全上的考虑及各项规  |        | 说 明 地震准则.....  | ( 64 ) |
| 定.....          | ( 50 ) | 基础.....        | ( 69 ) |

\* 本版用以取代1977年11月的第9版。其中包括1978年会议所通过的一些改变。本推荐作法经美国石油学会海洋结构标准委员会审定, 并在1969年标准化会议上批准出版。1969年10月公布了第1版, 其后于1971年1月、1972年1月、1972年10月、1974年1月、1975年1月、1976年1月、1977年4月、1977年11月分别公布了其它几版。

## 前 言

《海洋固定式平台的规划、设计和建造推荐作法》，包括工程设计原理和在海洋油田开发过程中所取得的成功的实践。成功的实践来源于成功的工程；因此，本推荐作法主要是由较好的工程的文件所组成。它不包括任何一种现代化的技术和装备所不能实现的文件。在任何情况下，都要考虑人员的安全、符合现行的规定和防止水质的污染。

惯用的英制单位在此文件中都有米制换算，它是用括号括起来的，如：6英寸（152毫米）。大多换算值已经化整，以便于实际应用，然而在需考虑安全和技术要求的地方已使用了精确的换算。在有争执的情况下，惯用的英制值应起控制作用。

海洋技术正在迅速发展。在委员会认为可提供足够数据的那些领域内，给出了具体的和详尽的指导。在另一些领域内，采用一般性的叙述来表明，对于那些特殊的条款需要予以考虑。对设计人员能够采用他们所有的研究成果，将予以鼓励。由于人们还在不断地发展海洋方面的知识，所以本推荐作法还将不断修改。我们希望，本文中的一般性叙述将逐步地成为详尽的指导。

凡是愿意采用本推荐作法的人都可以使用这个文件。美国石油学会力求保证本文件中数据的准确性和可靠性。但是本学会对该文件的出版并无代表、保证的义务，并明确表示，本学会对以下情况不承担任何责任：由于采用本文件而引起的损失和破坏；违背任何联邦、州、市的规定（这些规定可能与本学会的文件相冲突）；和由于使用本文件造成对专利的侵犯。

## 定 义

**固定式平台** 上部伸出水面，用打桩、扩大基础或其它方法支承于海底，为一定目的而在较长时间内保持固定位置的平台。

**有人平台** 实际上是连续地有人在其上居住和生活的平台。

**无人平台** 人员可以在上面工作一段时间但不提供生活设施或住房的平台。

**作业者** 指个人、子公司、公司或其它组织，受业主雇佣而进行作业者。

**ASCE** 美国土木工程师学会

**ASME** 美国机械工程师学会

**AIEE** 美国电气工程师学会

**ASTM** 美国材料试验学会

**API** 美国石油学会

**AWS** 美国焊接学会

**AISC** 美国钢结构学会

**IADC** 国际钻井承包商协会

**NEPA** 全国消防联合会

**OTC** 滨海技术会议



ACI 美国混凝土学会

NACE 全国腐蚀工程师学会

## 第一章 规 划

### 1.1 总则

a. 本章用于指导从事设计和建造海上油气的钻探、开发和贮存平台的有关人员。在设计之前，必须要作适当的计划，以便为完成所定任务而取得一个既可工作而又经济的平台。初步计划包括确定平台设计所依据的一切标准。

b. 此处所用设计标准一词，包括全部可能影响平台施工设计的使用要求和自然环境方面的数据。

c. 本版综合并大量地使用了现行的法规和标准。这些法规和标准从公共安全的观点来看，已为工程设计和实践所接受。

### 1.2 设计依据

a. 用途 必须知道所设计的平台的用途，这些用途可以分为钻井、采油、贮油、贮存材料、居住，或者是它们之中几项的组合。平台的形状可按甲板上设备的布置来决定。在最后确定尺寸之前，对于设备之间的距离和间隙应予仔细考虑。

b. 位置 在设计完成前，必须明确平台的安装位置。环境条件随地理位置改变，并且，在一个指定的地理区域内，基础的条件将因一些参数（如设计波高、周期和潮位）的不同而变化。

c. 方位 平台的方位指其在以某一固定指向（例如正北方）作为基准的平面内的位置。平台的方位一般按风向、流向或使用要求来确定。

d. 水深 水深和潮位是必须适当选择的海洋学方面的设计参数。必须尽可能精确地决定水深，以便确定船舶停靠、防冲装置和甲板的高程。

e. 梯口及附属设施 应从安全方面来考虑从船登上平台的梯子及其入口的位置和数目。每一个有人的甲板最少要有两个梯口，并应这样布置：在各种风向下均能撤离。梯子的位置也应考虑操作要求。

f. 防火 人员安全和设备的完好要求对于防火方法予以高度的重视。设备的选择取决于平台的用途。设施应符合美国联邦、州和地方的现行法律。可参照：《外大陆架固定式结构和人工岛规范和标准》，CG-320（美国海岸警卫队提出并出版）；也可从海上作业者协会最近出版的《海洋作业安全操作手册》取得指导。

g. 甲板标高 平台下甲板的标高与设计波浪波峰之间应有适当的距离，除非平台另行设计。应考虑足够的间隙，允许超过设计波高的特大波浪通过。甲板间的净空由操作条件决定。这些条件在平台设计完成前必须了解。

h. 油井 所研究的平台是钻井平台或井口保护平台时，必须知道与平台有关的油井的情况。隔水导管将增加作用于结构的波浪力，并可能增加或减少对波浪力的抵抗能力。如果平台建立于一个井口伸出水面的现有油井上，则必须知道采油树的尺寸，隔水导管的直径，套管头法兰的标高，以及井口高出平均低水位的高度。如果现有油井是一口临时性水下完

井的, 则必须作油井定位的设计, 并使平台的位置安装得合适, 使平台安装后能使油井伸出水面。

对于将在平台上打的油井, 需要知道它们的数目、布置、相互间的距离和所用隔水导管的尺寸。

i. 设备和材料的布置 在设计前需要知道钻井设备、材料以及采油设备的重量和布置。必须确定大的集中荷载的位置, 以便在甲板部份考虑适当的骨架用于支承这些荷载。这些布置应由操作人员和工程技术人员进行。从现在所知的情况, 以考虑将来的使用要求。

j. 人员和材料的上下 平台设计开始前, 应该知道人员上下和材料装卸的处理办法, 以及供应船的类型、尺寸和将它们系泊于平台的锚装置。需要知道靠船装置的数目、尺寸和位置, 并决定甲板吊机的型号、起重量、数目和位置。如果设备或材料需要放到下层甲板, 可在上层甲板的适当位置开设适当尺寸的舱口。这些资料应从操作人员处取得。应考虑使用直升飞机的可能及提供相应设施。

k. 漏失和污染 应提供处理漏失和污染的预防措施。为了进行处理而进行收集和贮存的甲板排水系统对于防止周围水域的污染是有益的。排水及收集系统决不能少于政府规定的要求。

1. 问题 在所有系统和构件的设计中, 对于现场可能遇到的一些现象, 如温度、能见度、降雨量, 应预计到它们的严重情况。

### 1.3 环境条件

a. 一般气象学和海洋学所考虑的问题 确定平台的气象学和海洋学的条件时, 应与有经验的专业人员进行商讨。设计平台所需的气象资料和海洋学资料的水平取决于对平台场地及其周围环境的了解程度。以下章节对可能需要的资料作了一般的概括。对某一场地所需的实际数据的选择, 应与平台设计人员和海洋气象学专业人员进行商讨后进行。

必须使用已有的统计数据及/或实际的统计数据以及数学模型来改进对工作环境条件及极限环境条件的描述。

1. 工作环境条件 (这种条件估计在结构使用期内会经常出现) 在平台的建造和使用期间是很重要的。

2. 极限条件 (在结构使用期内这种情况极少重复发生) 对确定平台设计荷载是很重要的。

所有的数据要经过仔细的论证。要注意所有数据的可靠性及其来源, 以及确定将这些数据提高到所需的环境荷载所采用的方法。

b. 风 风所造成的力作用于结构伸出水面的部份和平台上的设备。形成风力的风速可以分为: (1) 瞬时风速有短暂的持续期和间歇期, 出现周期也不同; (2) 一定时间间隔内的平均风速。平均风速是用于根据风速强度对暴风进行分类。计算平均风速时其持续期应等于或大于 1 分钟。有关风的所有数据应按规定的风速持续时间, 修正到某一标高 (例如 10 米)。风的数据可按 Vellozi 和 Cohen 的办法修正到任何规定的风速持续时间 (Journal of the Structural Division ASCE, June, 1968, pp. 1295-1)

在确定适当的设计风速时, 要考虑研究以下的问题:

1. 对于工作条件:

- (a) 每月或每季度内不同方向规定的平均风速发生的频率和平均持续时间。
- (b) 在相同时间间隔内, 具有规定范围内的风速和风向的风的百分比。
- (c) 与平均风速有关的瞬时风速可能的大小及持续时间。

2. 对于极限条件: 应该确定规定方向及持续时间的预计最大风速, 此风速是重现周期的函数。必须给出的有关数据有:

(a) 确定预计最大风速期间所记录下的风的数据, 其测量地点、出现日期、测出的瞬时风速和其它风速的数值、以及风向。

(b) 在结构规定的使用期内, 规定方向的平均风速超过规定的下限预计发生的次数。

c. 波浪 风成波是作用于海上平台的外力的主要根源。这些波是不规则的, 波高和波长是变化的, 它们从一个方向或同时从几个方向接近平台。因此, 确定波浪力的大小和分布是很困难的。在确定设计平台所要求的波浪标准时必需考虑到技术方面的复杂性, 因而要与有经验的精通气象学、海洋学及流体动力学的专业人员进行商讨。

对海洋学情况以前掌握还不充分的那些地区, 在确定波浪参数时应至少包括下列步骤:

1. 研究一切所需的气象资料。
2. 海面风区的理论平面图。
3. 沿暴风途径的深水一般海况的理论推算。
4. 与地理范围相一致的最大海况的确定。
5. 等深效应对深水海况影响的描述。
6. 采用概率的方法推算平台位置于不同时间基数时的海况出现情况。
7. 通过物质的和经济上的危险分析, 研究设计波的参数。

对海洋学的情况已有相当数据和经验的地区, 上述步骤可以简化为几个步骤, 要求通过这几个步骤将过去的数据体现到设计参数上。

平台业主的责任是先考虑1.5节中所列举的所有因素, 然后选择设计海况。

在研究海况数据时, 必须要考虑研究以下数据:

1. 对于工作条件 (风浪和涌浪)

(a) 一个月和/或一个季度内规定方向的不同波浪 (如: 波高大于10英尺〔3米〕) 的出现机率 and 平均持续期 (持久性数据), 采用普通的波浪描述参数 (如: 有效波高/波浪系列中 $\frac{1}{3}$ 最高波的平均波高/某一持续期内的平均波浪周期)。

(b) 与波浪系列同时出现的风速、潮汐和海流。

(c) 在一个月和/或一个季度内波高和波浪方向在一定范围内的波浪的百分比 (如: 波高10—12英尺〔3—4米〕, 方向是南南东 $\pm 11.25^\circ$ 的波浪)。

2. 对于极限条件 确定极限海况应掌握某一高度以上的所有波浪的数目、高度和波峰高度, 这些波浪在整个结构使用期内可从任一方向接近平台。

应该研究规定方向的最大设计波高并用图表示出最大设计波高和平均重现期之间的关系, 应该研究的其它数据有:

- (a) 最大波高的波浪周期的范围和分布。
- (b) 产生一个最大波高的波浪系列中的其它波高的预计分布。

(c) 恶劣海况的最大波高。

(d) 与产生最大波浪的波浪系列同时发生的潮汐、海流及风。

(e) 产生历史性海况事件的性质、日期及地点(如:爱迪斯飓风, 1971年9月16日, 墨西哥湾), 计算设计值时要考虑这种历史性的海况。

另一方面, 这种海况可以在频谱上用波浪能量和平均返回间隔之间的关系曲线表示出来。

进行危险分析时, 估算在平台使用期内可能发生的不同方向的最大波浪的次数(包括超过一定下限的波高或波峰高度)对平台设计人员(和/或平台的业主)是有价值的。

根据设计工程师的要求, 这些波浪资料可由有资格的流体动力学家扩大到所选择的波浪的压力范围或波浪力数据。这些数据可用普通的形式或频谱的形式给出。

d. 潮汐 潮汐是平台设计的重要考虑。潮汐可分为: (1) 太阴潮或天文潮, (2) 风潮, (3) 压差潮。这三种潮总合为暴风潮汐。在设计固定平台时, 暴风潮高是与暴风波叠加的数据。每天太阴潮差的变化情况决定了船舶停靠处的高度、驳船护舷材的高度以及在飞溅区的结构的钢构件的处理。

除确定与规定海况有关的潮汐外, 还需要有每个月的半日(或全日潮)天文潮和其它潮汐的资料, 这些资料与海况活动无直接关系。

e. 海流 海流对固定平台的设计是很重要的, 因为它影响到: (1) 船舶停靠和靠船件的位置和方位, (2) 作用于平台的外力。船舶停靠处和靠船件的位置应尽量安排在使船舶能顶着海流靠近平台。

与规定海况有关的海流数据应包括海面下规定深度的水流的速度和方向。应给出每月和每季度的海流定向数据(在没有波浪的情况下)。

计算作用于结构的流体动力学的外力时, 还必须考虑海流的速度。

f. 其它环境资料 根据平台所处的位置, 其它的环境资料包括雨量、雾、冷风、气温及水温的记录和预报。影响平台场地的各种暴风的一般性资料应作为推算工作条件用的其它数据的补充。可以用统计学的方法预测一个季度内发生的暴风及到达的方向等。对施工设计特别重要的是持续时间, 运动速度及发育过程, 以及这些条件的影响范围。平台邻近地区预报暴风的能力也是很重要的。

g. 冰 进行石油开发的有些地区一年内大部份时间都是低温、冰冻。像浮动的场地一样的大群浮冰, 它们随潮流来回运动和涨落, 使设计产生很大的困难。

冰的标准还处于研究的初期阶段。冰的总作用力的变化取决于以下因素: 冬季的寒冷程度、平台的位置、尺寸及外形, 以及冰强度。冰强度取决于温度、加荷的速度、冰的结构及其它因素。设计时所确定的作用力应与有资格的专家一起决定。为了减少作用力和局部损坏, 选择平台外形时, 要限制冰作用区的构件数目。要选用合适的低温钢材。

h. 地震 在地震活跃的地区, 设计平台要考虑地震作用力。根据过去已作的地震活动的记录(发生的频率及级数), 考虑地震活动的范围。对于海上结构设计来说, 一个地区的地震活动是根据其对这些结构的破坏严重程度来确定的。美国沿海的地震危险区规划见图 2.10-1。一个地区的地震活动还可以根据详细的调查资料来确定。

地震方面需要进行的工作应包括以下诸方面的调查研究: 平台场地海底表土的流动失稳

情况、地震活动所引起的海底滑动、平台场地与断层的接近程度、平台使用期内预期的大地运动特点以及预定作业所能允许的地震风险。可能遭受海啸的浅水平台应研究海啸所产生的作用力。

i. 附生海生物 在热带或亚热带地区,所有海上结构的海生物附生都是一个由来已久的问题。海洋附生物仅限于轻微透光,少量空气可以进入的区间内,这些生物可能多到足以增加波浪阻力,必要时应予以考虑。

#### 1.4 基础

a. 土壤条件 为了进行安全和经济的设计,对于任何尺寸的结构,必须了解现场地基的情况。如果从以前的土壤调查中不能充分认识特定地点的土壤层,那就要进行现场土壤调查来描述不同的土层和强度参数。现场调查时还应收集测深以及任何需要的地球物理勘测的资料。应将这些资料与该地区的地质情况结合起来,以选择所需的地基设计参数。这些调查应扩大到受平台基础构件影响的整个深层土壤。沉垫和扩孔基础的承载力,以及桩基的横向承载力大部分是由接近海底的土壤强度来决定的。因此,要特别注意收集这些土壤层的完整的资料。

b. 土壤调查和试验 现场土壤调查必须进行取心钻孔,试验时土壤尽可能保持非扰动的状态。桩基结构的地基调查应取得为绘制横向阻力的荷载-挠度关系曲线(P-Y)所需的土壤试验数据,以及桩受拉受压时的轴向承载能力。下面给出了取得常用数据的指南。地基调查的现场试验部份应至少包括以下四个项目:

1. 尽可能地取得泥线以下40英尺(12米)深度内的完整的土样。然后对有重大变化的土层每隔10英尺(3米)进行取样,直到200英尺(61米)深度,对200英尺(61米)以下的深度每隔25英尺(18米)取样一次。

2. 在现场对每一个粘性土样至少进行一次小型十字板试验和一次无侧限压缩试验。

3. 对每一个重要的砂质土层进行标准的贯入试验或相当的试验,有可能的话进行取样。

4. 将现场取得的土样仔细封存,以便进行实验室试验。

实验室的进一步试验应至少包括以下五个项目:

1. 对需要补充现场数据的粘土层进行无侧限压缩试验。

2. 确定所有的粘土土样的含水量及Atterberg极限。

3. 确定所有土样的容重。

4. 从无侧限压缩试验,不固结-不排水三轴压缩试验,或固结-不排水三轴压缩试验,求得应力-应变的关系。

5. 对每一个重要的砂层或粉砂层进行粒径筛分(最后要通过200号筛)。

为了更好地确定土壤-结构的相互作用,常常还需要有其它的程序,如土壤的动力特性或群桩的效应。

c. 冲刷 冲刷就是海流和波浪引起的海底土壤的移动。这种侵蚀是一种自然的地质变化过程,或者由海底附近的结构构件引起的。在砂质和粉砂质的海底,发生冲刷的可能性特别大。冲刷使地基失去垂直承载力和横向承载力,使座底式基础产生沉陷,并使基础构件应力过大。在可能发生冲刷的地方,设计时要作专门的考虑或应重视这个问题。

d. 海底滑动 由于波浪、地震和重力的作用,使海底产生大面积的横向运动,这就是海底土壤的滑动。这种土壤运动使地基受到很大的横向或垂直作用力。海底滑动能在许多种土壤中发生。正在迅速发育的三角洲周围的薄弱的、不固结的土壤容易产生这种运动。

在评价可能会产生海底滑动的地区,要掌握有关海底地形、沉积速度及含气量的详细资料。

**1.5 设计环境条件的选择** 选择平台的设计环境条件是平台业主的权利。要考虑的因素有以下几点:

- a. 人员居住在平台上的可能性,以及能将人员立即撤离平台的运输系统。
- b. 防止可能发生的污染。
- c. 平台的预期用途。
- d. 平台的设计寿命。
- e. 平台的成本,既要考虑原始造价,又要考虑超过设计标准后的估计损失。

通常对有人居住的平台,可能发生未经予告的设计事故,预计的平均重现期取得高是合理的。当条件限制时,如飞行距离很长,在发生灾难时人员的撤离速度受到限制,这时应考虑更高的平均重现期。

选择平台的设计环境条件应根据对上述因素作出的危险分析。分析应包括:对平台的成本,用不同重现期的环境条件进行估算;当平台受到不同重现期的环境条件的作用时遭受破坏和损失的机率;由于平台遭受破坏和损失(包括生产损失、清除污染、平台移位及重新开钻等)所造成的财政损失。分析表明,最佳的平均重现期是平台设计使用期的数倍,这个分析可作为一个指南。

下文所推荐的安全系数和许用应力用于与参考基准力(2.8节e)有关的环境荷载方面的结构设计。对于超过参考基准力所要求的环境荷载,设计可使用较低的安全系数。然而增大的环境荷载与减小的安全系数的综合必须与参考基准强度相等。

**1.6 平台的类型** 固定式海上平台的各种类型可以归纳如下:

a. 导管架型 导管架型的平台包括:

1. 导管架或焊接管子空间桁架,被用做打桩的导管和桩的横向支承。
2. 桩,它将平台永久地固定于海底,并承受横向和垂直荷载。
3. 上部结构,包括组成必要的构架和甲板面积,用于承受操作荷载和其它荷载。

b. 塔腿型 塔腿型平台是具有少数直径较大的大腿例如直径15英尺(5米)的平台。塔腿可以被浮运到井位上,并用有选择性压载水的办法安放于海底。

塔腿型平台可以用桩来支承,也可以不用桩支承。在用桩支承时,通过塔腿型平台的大腿将桩打入土质地基以支承平台。同时桩可作为油井导管。如果塔腿型平台的支承用扩孔基础而不用桩,油井导管可装在大腿的里边或者外边。

c. 沉箱型 沉箱型平台的基础由一个大型构件所组成。这种平台的沉箱范围是不定的。从仅支承一口井(外径30英寸[762毫米])的沉箱直到直径数英尺的大型结构。

d. 其他类型 其他类型的结构,如水下原油贮罐,连接平台的栈桥等等,在本规范中只包括适用于它们的那一部分内容。

## 第二章 海洋固定式平台的设计程序

### 总 则

2.1 单位制 所有图纸、计算等要始终采用一种单位制,如英制单位制或国际单位制(米制)。

#### 2.2 荷载定义

a.死荷载 死荷载指平台在空气中的重量,包括桩、导管架、上部结构、加强筋板、管系、阳极和甲板等。

b.浮力 平台的浮力将根据设计水准以下平台的排水量计算,并扣除压载水部份的排水量。

c.钻井设备重量 钻井设备重量指布置在平台上的钻井设备重量,如井架、绞车、泥浆泵、泥浆罐等等的重量。

d.采油设备重量 采油设备重量是指下列采油设备,如分离器、压缩机、采油管线等的重量。

e.钻井备品重量 钻井备品重量是指钻井期间可变荷载的重量,如泥浆、水、柴油、套管等。

f.采油备品重量 采油备品重量是指采油期间可变荷载的重量,如分离器中的液体、罐中的贮存量等。

g.钻井负荷 钻井负荷是指井架大腿负荷、立根负荷和转盘负荷等项负荷的任何一种可能的组合。

h.动荷载 设备重量除了它们的静力作用之外,尚需考虑下述各点:

1.循环荷载等于或接近平台的自振频率时,将引起平台或构件的共振的动力放大系数。

2.突然施加的荷载或动荷载的冲击。这种荷载通常用一个给定的系数乘上所施荷载。

i.安装荷载 安装荷载是平台在建造过程中所经受的荷载。它通常发生在装船、下水和起吊过程中。

j.环境荷载 环境荷载是指外界环境作用于平台的荷载。设计中所用的环境荷载的组合和等级,同一章1.5节定义所提出的机率相一致。

需要考虑的环境荷载是:

- 1.波浪力荷载
- 2.海流力荷载
- 3.风力荷载
- 4.冰力荷载
- 5.地震力荷载

考虑到这些荷载同时出现的可能,允许其中1—4项适当地叠加。对于第5项,即地震力荷载,如果使用这一荷载,则用于代替1—4项。

**2.3 环境荷载的方向** 除有充分的理由作专门的假定外, 环境荷载将认为可来自任何的方向。

## 设计荷载条件

### 2.4 荷载条件

a. 定义 根据作业公司的规定, 设计环境条件是指所选择的设计环境作用于平台上的力; 而工作环境条件是指较好环境作用于平台上的力, 这个环境条件是并不那样恶劣的, 不会使正常作业受到限制。

b. 最低荷载条件 海上平台至少用五种假定荷载条件进行设计和校核。这五种荷载条件是:

1. 设计环境条件与相应的钻井荷载
2. 钻井期间的操作环境条件
3. 设计环境条件与相应的采油荷载
4. 采油期间的操作环境条件
5. 设计环境条件与平台的最小荷载。

c. 单个构件的受力 每一个单个构件均按此构件产生最大应力的荷载组合进行设计。

## 设计荷载

### 2.5 波浪

a. 总则 作用于平台上的波浪荷载是动态性质的。对于目前所遇到的大部份设计水深, 这些荷载用等值静力荷载来代表就足够了。对于更深的水区或者对具有较大柔性的平台, 静力分析就不能充分地描述平台的真正的动力荷载。要正确地分析这种平台, 就必须作结构动力方面的荷载分析。

b. 波浪静态分析

1. 设计波浪参数 根据平台业主的选择, 通常设计波浪是由波高、波浪周期和总水深这几个参数来描述的。另一种方法是: 由平台业主用能量频率分布(波谱形式)来确定设计波浪。这两种情况所确定的值将与结构的分类相一致。

2. 作用于构件的水平波浪力 由波浪引起的作用于圆柱形物体的水平波浪力, 是由迎面阻力和惯性力组成, 前者与水体的动能有关, 后者与水质点的加速度有关。这个力由下式给出:

$$F = F_D + F_I = C_D \frac{W}{2g} D U |U| + C_M \frac{W}{g} \frac{\pi}{4} D^2 \frac{dU}{dt} \dots\dots (2.5)$$

式中:

$F$  = 与构件垂直方向上单位长度的波力, 磅/英尺 (牛顿/米)

$F_D$  = 单位长度上的迎面阻力, 磅/英尺 (牛顿/米)

$F_I$  = 单位长度上的惯性力, 磅/英尺 (牛顿/米)



$C_D$  = 阻力系数

$W$  = 海水的容重, 磅/英尺<sup>3</sup> (牛顿/米<sup>3</sup>)

$g$  = 重力加速度, 英尺/秒<sup>2</sup> (米/秒<sup>2</sup>)

$D$  = 圆柱形构件的直径, 英尺 (米)

$U$  = 水质点的水平速度, 英尺/秒 (米/秒)

$|U|$  =  $U$  的绝对值, 英尺/秒 (米/秒)

$C_M$  = 质量系数

$\frac{dU}{dt}$  = 水质点的水平加速度, 英尺/秒<sup>2</sup> (米/秒<sup>2</sup>)

系数 $C_D$ 和 $C_M$ 的数值部份地取决于使用的波浪理论。因此, 不能对所有条件都给出固定的数值。对于圆柱形的构件,  $C_D$ 的数值在0.6~1.0之间,  $C_M$ 值大约在1.5~2.0之间。选用的数值不得小于上述变化范围的下限。

水质点的速度和加速度是波高、波浪周期、水深、水质点在泥面以上的距离以及时间的函数。这些函数可由任何现有方法决定, 如Stokes五阶波浪理论, Chappellear波浪理论, 流函数波浪理论, 扩展速度势波浪理论或修正的孤立波理论来确定。孤立波理论主要用于 $H/d$ 值位于或接近于可能发生的最大波高及 $d/T^2$ 值很小时 (小于0.19英尺/秒<sup>2</sup> [0.058米/秒<sup>2</sup>])。当 $H/d$ 及 $d/T^2$ 的数值超出上述范围时, 可用Stokes五阶波浪理论。孤立波浪理论应用的详细指南见“表面波与海上结构” (R.O.Reid和C.L.Bretschneider)。

Stokes五阶波浪理论的公式见“五阶重力波理论” (Lars Skjelbreia和James Hendrickson)。修正的孤立波理论公式见“孤立波及其对拍岸浪问题的应用” (W.H.Munk)。

Chappellear波浪理论的公式见“波浪性质的直接数值计算” (J.E.Chappellear)。流函数波浪理论的公式见“非线性海浪的流函数表达” (R.G.Dean)。扩展速度势理论的公式见“Stokes波及非Stokes波的波浪力计算” (K.F.Lambrakos和H.R.Brannon)。

3. 相对于结构的波浪力位置 (水平力) 应确定波峰相对于结构的位置, 以确定波浪力对结构的最大水平效应。对一种波位、波高或周期的波来说, 可能使结构的一个局部产生最大应力, 而对结构整体并不引起最大的作用力。

c. 波浪动力分析 当平台固有频率和构成设计海域主要能量波组合的频率相近时, 应作动力分析。如果平台地区有足够的波高资料, 或者有预报, 那么组合的频率可从连续波谱上确定。平台的动态评价应反映出视质量、阻尼及结构-地基相互作用等主要分析参数, 后者描述平台的水与土壤介质的关系。

波浪动力分析的方法可以分为时间图表和频谱法两种。当然时间图表法已进行了相当的研究, 而频谱法也正在加强研究之中。现有的设计资料和要求的结果类型将决定要采用的分析方法。

## 2.6 风

\*  $H$  = 波高, 波谷到波峰, 英尺 (米)

$T$  = 波浪周期, 秒

$d$  = 总水深, 包括潮汐, 英尺 (米)