

ICS 75.180.10
E 94



中华人民共和国国家标准

GB/T 23511—2009/ISO 19900:2002

石油天然气工业 海洋结构的一般要求

Petroleum and natural gas industries—
General requirements for offshore structures

(ISO 19900:2002, IDT)

2009-04-08 发布

2009-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

| | |
|------------------|-----|
| 前言 | III |
| 引言 | IV |
| 1 范围 | 1 |
| 2 术语和定义 | 1 |
| 3 符号和缩略语 | 4 |
| 4 一般要求和条件 | 5 |
| 5 极限状态设计原则 | 10 |
| 6 基本参数 | 11 |
| 7 分析、计算和试验 | 13 |
| 8 分项系数设计形式 | 14 |
| 9 质量控制 | 17 |
| 10 已建结构评估 | 18 |
| 参考文献 | 20 |

前 言

本标准等同采用国际标准化组织 ISO 19900:2002《石油天然气工业 海洋结构的一般要求》(Petroleum and natural gas industries—General requirements for offshore structures)第一版。

本标准等同翻译 ISO 19900:2002。

为便于使用,本标准做了下列编辑性修改:

- a) “本国际标准”一词改为“本标准”;
- b) 删除国际标准的前言。

本标准由中国石油天然气集团公司提出。

本标准由全国石油天然气标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:中海石油研究中心开发设计部。

本标准起草人:崔玉军、侯静、刘海山、陆华刚。

引 言

海洋结构国际标准 ISO 19900~ISO 19906 涵盖了全球石油天然气工业的所有结构的设计准则和评估方法的一般要求。它的应用是为了使有人和无人海上结构达到可靠的水平,不论该结构是使用天然材料还是合成材料。

结构完整性是个全面概念,认识到这一点非常重要。它包括描述作用的模型、结构分析、设计准则、安全因素、加工技巧、质量控制程序和国家的法规条例等,所有这些是彼此相关的。在整体概念或结构系统中,单独改变设计中的一个条件将影响原有的可靠度平衡。因此,任何修改应考虑对所有海上结构系统整体可靠性的影响。

海洋结构国际标准是为了在不妨碍创新的前提下,为选择结构型式、材料和技术提供一个广阔的空间。因此在使用这些国际标准时,必须与可靠的工程判断相结合。

ISO 19900 用于海上结构且与 ISO 2394 的原则一致(见参考文献[1])。在适宜的情况下,包括针对特定的海上结构的补充条款。

在使用中涉及原标准的所在国政府或其他当局法令、法规和规定时,一律按中华人民共和国政府或政府主管部门颁布的相应法令、法规和规定执行。

原标准中的数据或定量计算方法,凡切合我国实际的均可使用;否则应根据我国的具体情况,使用我国的数据和定量计算方法。

计量单位以我国法定计量单位为主,即我国法定计量单位值在前,英制单位的相应值标在其后的括号内。为不改变原标准公式、曲线的形状特征、常数和系数,原使用英制单位的,仍沿用英制单位。

石油天然气工业 海洋结构的一般要求

1 范围

本标准是为承受确定的或可预测作用影响的结构设计和评估制定了基本原则。这些基本原则适用于所有类型的海洋结构,包括基础支撑结构和浮式结构,以及所有类型的材料包括钢材、混凝土和铝材。

本标准制定了结构预期设计寿命期内的使用和退役等设计原则,它适用于结构建造各阶段(如制造、运输和安装)。本原则不仅适用于评估和改造已有结构,还适用于质量控制等方面的活动。

本标准适用于整体结构设计,包括下部结构、上部结构、船体、基础和系泊系统。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

2.1

作用 action

作用于结构的外部荷载(直接作用)、强迫变形或加速度(间接作用)。

例如:由于制造误差、沉降、温度变化或湿度变化引起强迫变形。

注:地震一般产生强迫加速度。

2.2

作用效应 action effect

结构构件上的作用效应。

例如:内力、弯矩、应力或应变。

2.3

气隙 air gap

极端环境条件下最高水位表面与设计为不承受波浪作用的暴露部分最低处之间的间隙。

2.4

附属结构 appurtenance

用于辅助安装、提供通道、防护或用于输送流体的结构。

2.5

基本变量 basic variable

代表物理量的一组规定变量之一,表示各种作用、环境影响、几何量或材料特性(包括土壤特性)的特征。

2.6

悬链式系泊 catenary mooring

由系泊缆分布重量提供恢复力的系泊系统。

2.7

特征值 characteristic value

在一定基准期内具有指定概率、不受非预期值影响的基本变量赋值。

注:特征值是主代表数值,在某些设计条件下一个变量会有两个特征值,上限值和下限值。

GB/T 23511—2009/ISO 19900:2002

2.8

顺应式结构 compliant structure

具有充分柔度的结构,其横向动力作用主要由惯性反力平衡。

2.9

隔水套管 conductor

从海床或海床以下向上延伸,含有延伸至油藏储层的内管的圆管。

2.10

退役 decommissioning

在平台生产结束后,停止生产并将具有危害性材料移走的过程。

2.11

设计标准 design criteria

描述实现各极限状态条件的定量方程。

2.12

设计寿命 design service life

在预计的维护条件下,按其预期目的使用的结构设定周期,在该期间不需要重大的维修。

2.13

设计条件 design situation

在一定的时间间隔内,一组代表实际状态的物理条件。设计应保证极限状态不被超越。

2.14

设计值 design value

用于设计验证过程的代表值。

2.15

暴露等级 exposure level

根据结构失效后的人命安全、环境影响和经济损失后果,定义结构要求的分级系统。

注:ISO 19902^[2]中描述了确定暴露等级的方法。暴露等级为1级的平台最重要,暴露等级为3级的平台次要。常规的有人居住平台且在设计条件出现前不能可靠地撤离的平台为1级平台。

2.16

适度性 fit-for-purpose

总体上满足某一国际标准的要求,但在局部范围不满足该标准的特殊条款,而该范围发生的失效不会引起不可接受的人命安全或环境风险。

2.17

固定结构 fixed structure

底部作为基础并通过它将所有的作用传递到海床的结构。

2.18

浮式结构 floating structure

所有重量由浮力支撑的结构。

2.19

自升式 jack-up

可移位且在操作状态下基础支撑的海上移动装置。

注:自升式装置是通过将桩腿降落到海床,然后将船体提升到指定高程而形成操作状态。

2.20

海上移动装置 mobile offshore unit-MOU

需要经常移位来完成特定功能的结构。

2.21

极限状态 limit state

超出该状态后,结构不能满足相关设计标准。

2.22

名义值 nominal value

通过非统计的方法确定的基本变量的给定值,一般通过经验或物理条件确定。

2.23

平台 platform

结构、上部组块和基础(需要的话)的组合。

2.24

基准期 reference period

作为确定基本变量值所依据的时间段。

2.25

可靠性 reliability

结构或结构构件满足指定要求的能力。

2.26

代表值 representative value

用于验证极限状态的指定基本变量值。

2.27

抗力 resistance

构件或构件截面承受作用效果而不失效的能力。

2.28

重现期 return period

在特定的时间段内,超过某一事件的概率的倒数。

注:重现期是指一个事件发生超出指定量值的平均时间(通常为年)。

2.29

立管 riser

在海底与平台终端点之间,用于输送流体的圆管。

注:对于固定平台,终端点一般指上部组块。对于浮式结构,立管有可能终止在平台的其他部位。

2.30

冲刷 scour

流或波浪引起的海床土壤的迁移。

注:这种侵蚀可能由于自然过程形成,或由于结构单元靠近海床干扰了自然流动引起的。

2.31

飞溅区 splash zone

波浪和潮汐变化引起经常潮湿的结构区域。

2.32

结构系统 structural system

结构的承载构件及其传力路径。

2.33

结构构件 structural component

可自然识别的结构的一部分。

例如:柱、梁、加强板、管节点或桩基。

GB/T 23511—2009/ISO 19900:2002

2.34

结构模型 structural module

用于设计或评估的理想化的结构系统。

2.35

结构 structure

各相连构件为抵抗作用并提供充分刚度的有机组合。

2.36

结构方位 structure orientation

平面内相对于某固定方向(如真北)的结构定位。

2.37

张力缆系泊 taut-line mooring

由系泊缆的弹性变形提供恢复力的系泊系统。

2.38

上部组块 topsides

放置于支撑结构(固定的或浮式的)上的用来提供部分或所有平台功能的结构和设备。

注1: 对于船型的浮式结构,甲板不属于上部组块。

注2: 对于自升式平台,船体不属于上部组块。

注3: 分开制造的甲板或模块的支撑框架是上部组块的组成部分。

3 符号和缩略语

3.1 符号

 A 偶然作用 a_d 几何参数设计值 a_k 几何参数特征值 C 约束(见 5.1.4 和 8.1) E 环境作用 F_d 作用设计值 F_r 作用代表值 f_d 材料特性设计值,如强度 f_k 材料特性特征值,如强度 G 永久作用 G_k 永久作用特征值 Q 可变作用 Q_k 可变作用特征值 R_d 抗力构件设计值 R_k 抗力构件特征值,它基于材料性能特征值 γ_d 模型的不确定性系数或没有在其他 γ 值中考虑的因素 γ_f 反映作用的不确定性或随机性的作用分项系数(见 8.2.2) γ_m 反映材料特性的不确定性或可变性的材料分项系数(见 8.3.2) γ_s 结构重要性和失效后果的系数,包括失效类型的重要性。 γ_s 值可能还要取决于需要考虑的设计条件。 γ_R 反映抗力构件不确定性和可变性(包括材料特性)的分项抗力系数(见 8.5) Δ_k 反映几何参数不确定性的附加分项几何量值(见 8.4.2)

Ψ_0 考虑降低同时单独作用概率的折减系数(见 8.2.3)

Ψ_1, Ψ_2 可变作用的特征值与代表值相关系数(见 8.2.1)

3.2 缩略语

ALS 偶然极限状态

FLS 疲劳极限状态

SLS 在位极限状态

ULS 临界极限状态

4 一般要求和条件

4.1 基本要求

结构及其构件应根据其预期的用途来设计、建造和维护。特别是它应具有合适的可靠度,并满足下列性能要求:

- a) 能抵抗在建造和预期使用中可能出现的作用(ULS 要求);
- b) 在所有预期的作用下能正常发挥功能(SLS 要求);
- c) 在重复作用下不会失效(FLS);
- d) 在灾害发生时(偶然或非正常事件),不会发生与原灾害不相称的次生破坏(ALS);
- e) 合理的可靠度取决于:
 - 失效的原因和模式;
 - 对人命、环境和财产等风险方面可能的失效后果;
 - 需要降低失效风险的投资和措施;
 - 国家、地区或当地标准的不同要求。

本标准在为结构预期的寿命期内满足上述要求提供标准。

按照本标准设计和建造的结构可认为满足上述要求。

4.2 耐久性、维护和检测

在环境条件下,结构的耐久性应保证在使用期内它的基本状态保持在一个可接受的水平。

维护应包括定期检测、特殊状态(如:地震或其他严重的环境条件发生后)检测、保护系统升级及结构构件的修复。

可通过下列方法实现结构的耐久性:

- a) 维护程序,或;
- b) 在结构寿命期内,对于不可能或不需要维护的部位,其设计应允许该部分结构性能退化。

对于情况 a),应通过设计和建造使结构在两次检测期间不会出现明显的退化。设计中应考虑结构相关部位监测的可实施性,而不需要采取不合理的复杂拆卸。应通过适当的保护系统来降低或防止退化。

可通过计算、试验研究、其他结构的经验或上述方法的组合来评估退化速率。

注:并不是仅仅通过简单的设计计算就能实现结构的完整性、预期寿命内的可使用性和耐久性,还取决于建造阶段的质量控制、现场监督和结构使用及维护的方式等。

4.3 灾害

4.3.1 概述

应考虑可能引起超越 SLS 或 ULS 的单一的或与正常条件组合的灾害条件。

结构或构件的可能灾害包括:

- a) 资料不充分、遗漏和误解等引起的错误;
- b) 非正常作用的影响;
- c) 可导致火灾、爆炸或倾覆等的操作失误。

消除这些灾害的方法一般包括：

- 对开发和作业各阶段的周密计划；
- 对危险源采取消除、规避并采取应对措施等，避免灾害对结构的影响；
- 将灾害后果降低到最小；
- 将设计中应考虑灾害因素。

在考虑特定的灾害时，应定义设计状态（见 5.2.2）。这种设计状态一般由与预期的正常操作条件下发生的一种灾害控制。

4.3.2 偶然事件

应考虑偶然事件的可能性，并在适当的时候建立合理的准则。可能的偶然事件包括：船舶撞击、落物、爆炸、火灾和意外充水。结构设计要求的制定，应考虑作业条件、结构类型、功能及位置。

4.4 设计基础

结构预期使用和环境条件的影响应作为结构正常使用的设计条件。由结构制造及相应的环境条件产生的影响，也应包括在相应的设计条件中（见 5.2.2）。

为确立结构设计基础，应考虑所有相关的影响和条件。制定海洋结构设计基础时需要考虑的主要影响和条件见 4.5～4.12。

4.5 使用要求

应确定结构的使用要求和预期的使用寿命。结构可能用于钻井、生产、储存、人员居住或其他功能，或是上述功能的组合。

4.6 操作要求

4.6.1 人员配置

应确定结构寿命期各阶段的人员配置水平。

4.6.2 隔水套管和立管

在结构设计中，应确定并考虑所有隔水套管和立管的数量、位置、尺寸、间距和操作条件等。在设计 and 布置中，应对隔水套管和立管提供保护以避免意外损坏。

设计中应采取措施缓解因意外事故对隔水套管和立管产生的影响。

4.6.3 设备和材料布置

应确定设备、材料布置和相应的重量、重心以及环境条件下的作用，并考虑对将来操作的影响。

4.6.4 人员和材料运输

应确定人员和材料的运输计划，如：

- a) 直升机的类型、尺寸和重量；
- b) 供应船和其他服务船的类型、尺寸和排水量；
- c) 甲板吊机和其他材料搬运系统的数量、类型、尺寸和位置；
- d) 人员的紧急逃生计划。

4.6.5 运动和振动

结构和结构部件的设计应保证加速度、速度和位移在限定的范围内不会削弱结构安全性和使用性。

4.7 特殊要求

应确定未包括在 4.6.1 至 4.6.5 中的所有影响结构安全的特殊操作、建造和维护要求，以及预期的同时发生的环境条件。

应确定针对某些特定作业的极限环境条件。

注：该要求通常适用于浮式装置（如：给定吃水时的极限环境条件）或海上移动装置（MOUs）（如：处于最大悬臂位置的自升式装置的极限环境条件）。

4.8 位置和方位

应确定场址位置和结构方位。对于设计成可重新就位的结构，应提供极限环境条件、水深和土壤条

件的限制范围。

为确定合理的环境条件和土壤条件,应尽早确定结构所处的经纬度。

4.9 结构型式

4.9.1 概述

结构系统的选择应确保在特定条件下,主结构在正常使用期间能保持充分的结构完整性。材料、细部构造、质量控制和建造方法的选择均会影响结构的完整性。

4.9.2 甲板高程

上部结构一般应在设计波峰以上有足够的间隙。任何没有足够间隙(气隙)的上部结构或管道系统,在设计中应考虑波、流的作用。次要结构或部件可不考虑该要求。

在可能的情况下,甲板高程和气隙的确定应考虑下列参数值和不确定性:

- a) 水深;
- b) 潮汐和增水;
- c) 极端波浪的波峰高程;
- d) 波浪和结构的相互作用;
- e) 结构的运动和吃水;
- f) 初始和长期的沉降和倾斜;
- g) 沉陷。

4.9.3 飞溅区

飞溅区范围的确定应考虑平台的高程、浮式船舶的运动、潮汐变化、波峰和波谷等因素。

对于可调节吃水的浮式结构,应确定飞溅区与极端吃水的相对关系。

注:飞溅区是指间或暴露于空气中和浸没于海水中的结构部分,飞溅区对检测和维护的考虑非常重要,对防腐和疲劳设计也有影响。

4.9.4 系留系统

浮式结构应配备系留系统,系留系统可以是被动的,也可以是主动的,或是两者的结合。

系留系统的设计应确保维持适当的相对位置,且当方位对于安全性和操作非常重要时,应可控制方向。

被动系留系统包括悬链式系泊、张力缆系泊、弹性浮筒、铰接腿、张力腿系统等。主动系留系统包括依靠推进器的动力定位或依靠系泊缆张力变化的悬链线系统。

如果可解脱方式为可控的且不会产生如下后果,浮式结构的系泊系统应设计为可解脱式,以减缓恶劣风暴的影响:

- a) 削弱浮式装置甲板上的人员或邻近下部结构的安全性;或
- b) 对环境产生不利风险。

4.9.5 结构分舱

浮式结构或对于浮力非常重要的结构一般应分舱以限制意外充水产生的后果(见 5.1.6)。

确定舱室的数量应考虑用于防止充水的特殊条件和保护措施。如果只是在临时阶段需要浮力,或充水对于完整可靠性影响很小,可考虑减少舱室。

4.10 环境条件

4.10.1 气象和海洋资料

4.10.1.1 概述

适宜时,设计中应考虑 4.10.1.2 至 4.10.1.9 所列的现象。

这些现象应以物理特征描述,尽可能采用统计值。如果可以获得需要的数据,应确定不同参数的联合概率值。通过这些资料,可确定与下列因素相关的环境设计条件:

- a) 所设计的结构类型;

GB/T 23511—2009/ISO 19900:2002

- b) 各开发阶段(如:建造、运输、安装、钻井、生产等);
- c) 极限状态。

通常,应建立如下两组条件:

结构寿命期内预计会经常出现的 一般气象和海洋条件。这些条件用于规划现场作业(如安装)并确立与特定作业或适用性检验相关的环境引起的作用。

在给定重现期或出现概率下极端气象和海洋条件的重现。

应通过现场实测或合理的数模(如后预测模型)确定极端、一般及其他水文气象参数。

注 1: 环境作用一般由设计环境条件引起。在就位期间,极端环境条件一般具有一定的重现期(见 8.2.1),或与极端环境条件相关的作用可指定一个重现期,如果存在足够的数据来确定重现期,可以使用极端水文气象条件的现场联合概率,并且据此提供分项系数。

注 2: 通常应研究在可能的环境参数组合作用下结构的响应,并且应考虑波浪周期与运动或振动的固有周期之间的相近性。例如:对于两组不同的海况条件,每组具有相同的重现期,波高较小但周期较长或较短的波浪对某些杆件可能引起更严重的作用。

注 3: 相对于固定或底部支撑结构,它们的结构动力响应更显著,所以顺应式或浮式结构通常对更多的环境参数敏感。

注 4: 根据波长调整结构的主尺度等,特殊问题应予以考虑,例如:

- a) 重力式结构或半潜式装置的主腿间距,或
- b) 船型驳的船体长度。

4.10.1.2 风

结构的整体和局部设计应考虑作用于结构上的风荷载,应确定具体场址的风速、风向和持续时间等资料。

风一般采用平均海平面以上一定高度且在一定时间间隔内的平均速度值表示。在特定情况下(如:设计运动周期大的柔性结构如火炬塔和顺应式结构)频率很重要,应予以考虑。

应考虑随高度的变化以及空间相关性。

注:通常整体设计中采用与波浪最大作用时的持续风速与波浪的联合作用,与设计风暴对应的最大阵风风速用于上部结构和孤立构件的设计。

4.10.1.3 波浪

结构的整体和局部设计应考虑波浪作用,具体场址资料的确定应考虑下述参数:

- a) 以波高、波周期、持续时间、方向和谐表示的海况特征;
- b) 特征参数的长期统计值。

4.10.1.4 水深和水位变化

应确定水深、高低潮位和风暴增水、减水。

在确定水深时,应考虑泥面沉降的可能性。

4.10.1.5 流

必要时应考虑潮流、风驱流、大洋流、回流和涡旋流等现象。

应通过速度(大小和方向)沿水深的变化和持久性表示流。

应考虑由内波引起的流体运动。

注:大洋流是由大范围的整体效应产生的。回流随地貌与主要的海洋流循环模式有关,如:墨西哥湾回流。涡旋流是由回流和其他主要的循环流分离的中等循环流。涡旋流可持续数月甚至更长。内波是出现在具有不同密度的液体层面的传播波。

4.10.1.6 海生物

应使用厚度、粗糙度、密度和随深度的变化来描述和定义海生物。

平台的设计可依据在平台服役期内对海生物的定期清除或采用防海生物系统。设计中所采用的方法应予以记录,在结构寿命期内应制定清除计划。违反该计划所产生的后果应予以确定并形成报告。

注：对于大多数海域，海生物生长在浸没于水中的平台构件上。海生物增加构件表面的粗糙度、直径和质量，因此，它们又影响波浪、地震及结构运动引起的作用。

4.10.1.7 冰和雪

对于存在冰和雪的地方，应考虑冰和雪的聚积。应确定雪在水平和垂直表面上的堆积（厚度和密度）。应考虑同时作用的最大风、浪和流。另外，同时应考虑由于浪花、雨和雾可能引起的冰的聚结，必要时应考虑海冰和冰脊的作用。

4.10.1.8 温度

如果温度和结构设计有关，应确定平台场址的最高、平均和最低气温和水温。

注：气温和水温会影响材料性能。

4.10.1.9 其他水文气象资料

如果需要，应确定其他环境资料如降雨量、雾日、寒潮以及海水的密度和含氧量的变化。

4.10.2 地质调查

4.10.2.1 概述

可通过下述方法评估可能出现的海床运动的特征、量级和重现期：

- a) 场址调查和分析，或
- b) 模型试验。

海床的特征及其对结构完整性和基础的影响应予以记录，内容应包括寒冷地区的水冻土、可能的沉降等。

注：对于大多数海洋区域，地质的演变可能引起结构设计寿命期内海底表面的沉降。由于这些变化的不确定性，可用参数法来确定设计标准。

4.10.2.2 地震

对于地震活动地区，结构设计应考虑地震活动的作用。

可通过在震级和出现概率两个方面的地震活动历史记录确定地震危害。对于地震资料缺乏的地区，可通过详细的特定场址调查来确定地震活动，后者包括：

- a) 地震构造和场址特性。如果可能的话，包括可能的断层位置和断层错动历史；
- b) 地震爆发的评估，包括事件发生的长期概率；
- c) 地面运动特性，包括衰减；
- d) 设计地面运动的确定。

4.10.2.3 断层

只要有可能，应避免将设施设置在靠近断层的地方。如果不能避免将设施设置在可能的活动断层附近，应根据地质研究评估预期运动的量级和重现期，并论证地震活动导致的可接受的后果和/或低风险。

注：在某些海洋区域，垂直或水平的运动可能导致断层延伸到海底面。断层的运动可能由地震活动、从深的油藏中移走液体或由于大范围的沉降或侵蚀导致的长期蠕变而引起的。

4.10.2.4 浅层气

现场调查应包括对浅层气的调查。

注：在靠近海底的土壤中，不论存在生物的还是矿物的气体，都会对基础或钻井操作带来严重的影响，可通过浅层地震测量法确定是否存在浅层气。

4.10.3 工程地质资料

4.10.3.1 土壤特性

应进行场址调查以确定土壤的分层、相应的物理和工程特性和对结构可能的危害。

场址调查应提供足够的与受结构基础相互影响的深度和范围内的土壤特性资料。

场址调查应包括一个或多个钻孔，以提供确定平台场址工程特性的土样和现场试验数据。钻孔的

GB/T 23511—2009/ISO 19900:2002

数量和深度取决于场址附近土壤的变化、平台形式和预期的作用等。

通常地球物理调查是场址调查的一部分,并且一般应在钻孔之前进行。为了获得需要的基础设计参数,现场调查的数据应结合该区域的浅层地质调查进行评估。

实际上,土样和试验程序应在对地貌结果审查后确定。

注:根据场址的早期调查和经验,可减少或免除对新建结构研究和调查的数量和范围。

4.10.3.2 海床的不稳定性

对于可能的海床不稳定区域的调查范围,应特别关注以下事项:

- a) 确定场址周围的亚稳定地质特性;
- b) 确定模拟和评估海床运动需要的工程地质特性。

注:海床的运动可由海浪压力、地震、海床上壤的重量和上述各项的联合作用引起。欠固结软弱土层的沉积可能在非常小的坡度下不稳定,地震可导致原本在海床土壤自重和波浪荷载作用下稳定的海底斜坡失稳。

4.10.3.3 冲刷

设计中应考虑冲刷的可能性。冲刷程度可根据下列因素确定:

- a) 基于与场址海床特性相似的已有记录;
- b) 模型试验;
- c) 根据原型或模型试验标定的计算。

注:冲刷是由于流和波浪对海底土壤的运移。这种侵蚀可能由地质演变或结构构件干扰了海床附近的自然流场引起的。

4.11 建造

应考虑建造过程的所有活动和作业,包括结构的制造、装船、运输、安装和固定等相关过程。设计条件的确定应考虑结构的类型和位置、环境条件、建造设备以及建造作业的自然条件和周期等。

4.12 退役和拆除

在设计阶段就应该考虑结构在寿命末期的退役和拆除。

5 极限状态设计原则

5.1 极限状态

5.1.1 概述

结构的整体或局部功能应该与特定的极限状态相符,超过这些条件,结构将不满足设计要求。

5.1.2 极限状态分类

极限状态可分为下列四种类型,每种类型可再细分:

- a) 临界极限状态(ULS):一般与最大作用的抗力有关;
- b) 在位极限状态(SLS):与控制正常功能使用的标准有关;
- c) 疲劳极限状态(FLS):与重复作用的累积效果有关;
- d) 偶然极限状态(ALS):与偶然或非正常事件的状态有关。

5.1.3 临界极限状态(ULS)

海上结构的临界极限状态(ULS)包括:

- a) 作为刚性体的结构整体或部分丧失静力平衡(例如翻转或倾覆);
- b) 由于结构的关键构件超过极限强度(在某些情况下是由重复作用引起的)或构件的极限变形而引起的失效;
- c) 结构转变为机动体系(倒塌或过大变形);
- d) 结构的失稳(屈曲等);
- e) 丧失系留能力(自由漂移),或
- f) 沉没。

5.1.4 使用极限状态(SLS)

海上结构的使用极限状态(SLS)包括:

- a) 影响结构或非结构构件有效使用的变形或位移;
- b) 导致身体不适或对附属结构或设备有影响的过大振动(尤其是出现共振);
- c) 降低结构的耐久性 or 影响结构或附属结构构件使用的局部损坏(包括裂纹);
- d) 降低结构耐久性和影响结构或附属结构构件特性和几何参数的腐蚀;
- e) 超过设备限定条件的运动。

通过设计控制 SLS,通常需要使用一个或多个约束(C)来描述可接受的变形、加速度和裂纹宽度等(见 8.1)。

5.1.5 疲劳极限状态(FLS)

海上结构的疲劳极限状态(FLS)一般指因波浪重复作用引起的累积损伤。

5.1.6 偶然极限状态(ALS)

偶然极限状态(ALS)校核以保证局部破坏或充水不会导致结构丧失整体性或功能。

该限定条件的目的是保证结构能忍受特定的偶然和非正常事件。当结构出现损坏时,在指定的环境条件下,结构的整体性能能够维持足够长的时间,以保证撤离。这种要求有时也称为渐进倒塌极限状态(PLS)。

5.2 设计

5.2.1 一般设计要求

设计中应考虑所有的有关极限状态。应针对每个有关的极限状态分别建立计算模型。这个模型应包括所有适当的参数且并考虑:

- a) 作用的不确定性;
- b) 结构的整体响应;
- c) 单个结构构件的特性;
- d) 环境的影响。

设计过程不应精细到这样的程度,即采用与加工工艺不相符的标准和对重要设计参数不匹配的认识。

5.2.2 设计工况

对于任何结构,通常考虑几个不同的设计条件是必要的。对于每个设计条件,可能有不同的结构系统、不同的设计值、不同的环境条件等。

设计条件可分为以下类型:

- a) 持续状态,具有与结构寿命相同量级的持续时间;
- b) 瞬时状态,具有持续时间短变化快的状态,如建造、装船、运输和安装阶段等;
- c) 偶然状态(事故期间和之后),一般为持续时间短和出现概率低。

6 基本参数

6.1 概述

代表每一种极限状态的计算模型应包括一组指定的基本变量。一般情况下,这些基本变量对应于适当的物理量。

通常,这些基本参数代表的特征为:

- a) 作用;
- b) 材料和土壤的特性;
- c) 几何参数。

GB/T 23511—2009/ISO 19900:2002

6.2 作用

6.2.1 作用分类

6.2.1.1 概述

作用可根据时间变化、作用位置和结构响应来分类,根据分类选取不同的分项作用系数,因此对每一种分类描述是必要的。

6.2.1.2 永久作用(G)

这些作用一般贯穿给定的设计条件,并且变化量与时间的关系为:

- a) 相对于均值可忽略不计的;
- b) 达到极限值。

永久作用一般包括:

- 结构自重;
- 上部永久固定设备和功能设备的重量;
- 土压力的作用;
- 建造过程产生的变形;
- 混凝土收缩或焊接变形引起的作用;
- 外部静水压力的作用;
- 支撑和/或沉陷的作用;
- 预应力。

6.2.1.3 可变作用(Q)

这些作用贯穿给定的设计工况,但不包括环境作用。

可变作用一般包括:

- 由于使用和占用产生的作用,包括吊机荷载、钻井大钩荷载、可变压载、直升机荷载等产生的作用;
- 临时结构和设备的自重;
- 安装阶段产生的作用;
- 所有的移动作用如可移动的钻井井架;
- 功能性温度变化,它们能产生作用或影响材料特性。

6.2.1.4 环境作用(E)

这些作用是可重复的,或持续的,或既重复又持续。

环境作用一般包括:

- 风作用;
- 波浪作用;
- 流作用;
- 海生物、雪、累积冰作用以及它们对可变作用和其他环境作用的间接影响;
- 冰作用(直接的);
- 环境温度变化引起的作用或对材料性能产生的影响;
- 地震作用。

6.2.1.5 重复作用

这些作用随时间变化幅度大且重复发生,会导致疲劳。

6.2.1.6 偶然作用(A)

这些作用可能产生较轻微的后果(频繁),或可导致较严重的结构损坏(罕见)。

事故作用一般由下列事件引起:

- 碰撞;
- 落物;

火灾；
爆炸；
非预期的土壤沉降；
非预期的侵蚀或冲刷；
非预期的充水。

6.2.2 根据空间变化对作用分类

作用也可根据在空间的变化分为两类：

- a) 分布在整個结构空间的固定作用，其作用位置、大小和方向是不变的；
- b) 作用在结构不同部位的自由作用。

不属于上述两类之一的作用可认为是固定作用和自由作用的组合形式。

自由作用的处理应考虑作用的不同分布，可通过固定每一个自由作用的位置来确定设计条件（见 5.2.2）。

6.2.3 根据结构的响应对作用分类

可根据结构对作用的响应进一步对作用分类：

- a) 静力作用是产生静力响应而不会造成明显的结构或构件的加速度；
- b) 动力作用是指能造成结构或构件明显的加速度，即动力响应。

注：作用是否作为动力考虑取决于结构和作用源的性质。即与结构自身性质有关动力作用通常可作为等效静力作用来处理，即将主要的静力作用数值增大，或是对不同的结构类型附加一组表征惯性的作用。

6.3 材料和土壤性能

材料的特性值及其对应的变量应根据指定的试验或现场观测与其他资料的结合来确定。应通过转换系数或通过考虑尺寸效应和时间、温度的函数，使与指定试样有关的特性转变成结构实际材料的相关特性。结构材料或土壤特性的不确定性应通过标准试验结果和转换系数或函数来获得。

对于土壤的其他考虑，参见 4.10.2 和 4.10.3。

6.4 几何参数

应对定义结构、构件和截面的形状、尺寸和整体布置等的几何参数进行描述（见 8.4）。如果任何几何参数偏离设定值，且对结构的特性和抗力有重大影响，应通过设定误差范围考虑变化的量级和可变性。

注：在许多情况下，几何参数的随机变化与作用和材料特性的可变性相比是很小的。在这种情况下，可假定几何参数是非随机的，设计中采用定值。

7 分析、计算和试验

7.1 概述

设计过程一般由下列组成：

- a) 整体性能分析即对结构进行整体作用效应分析（力、弯矩、加速度和位移）；
- b) 结构分析即对截面进行作用效应分析（力和弯矩）；
- c) 截面和节点等的分析，即给出一般性能的抗力；
- d) 局部特性和细部的分析，如在连接处的截面不连续处。

对于 ALS 分析，设计过程包括：

- e) 选择相关的作用（见 6.2.1.6）和可接受的损坏程度（见 4.1）；另外，在事件发生后，在可接受的延缓时间内，结构应能抵抗环境作用，以便人员的撤离和对环境的保护。

对于疲劳分析，设计过程也包括：

- f) 局部特性和细部的分析，如在连接处和截面的不连续处。

对于浮式结构设计过程还包括：

g) 海上稳定性分析。

结构分析可通过计算、模型试验或原型试验进行,也可采用上述方法的组合。

在结构使用期内的所有阶段,对结构整体稳定性和完整性有重大影响的结构特性应进行维护和检查。

如采用近似的条件设计相似的结构,只要能证明满足本标准的基本要求,可采用简化方法。

7.2 计算

计算中采用的计算模型和基本假设应根据所选择的极限状态表示作用和结构响应。

为了分析,一般可根据一维构件(梁、柱和缆)、二维构件(板和壳)以及三维构件(实体)的模型描述结构。

对于 SLS、ULS 和 FLS,通常线弹性分析方法是合理的。然而,有时需要采用非线性方法,如系泊系统和桩土相互作用。

如适用,ALS 分析可采用表示作用和抗力的非常规的经过实践证明的理论(塑性变形、残余强度分析等),对考虑的确定事件,结果对小的变化不敏感。

对于自由作用,为了定义不同的作用分布,应定义和使用每个作用的简化空间模型。对于一个给定的结构,应选择最不利的作用分布。

如果适用,分析中应考虑环境条件对材料性能的影响。

例如:在分析中可直接表示的环境条件,包括潮湿对混凝土收缩和蠕变的影响,以及火灾时高温对结构构件应变分布和强度的影响。

7.3 模型试验

结构或部分结构的设计,可根据相应的模型试验环境结合模型分析的结果来预测实际结构的性能。例如基础与结构相互作用的分离试验、船舶运动的水池试验、浮式结构的风洞试验等。

将模型试验的结果修正到全尺寸时应确保正确性。基于试验的设计应采用合理的分项安全系数来考虑试验原型固有的不确定性。

7.4 原型试验

对特殊设计条件,根据所进行的原型试验的结果对结构或部分结构进行设计,如浮体稳性的倾斜试验。基于试验的设计应采用合适的分项安全系数以考虑试验固有的不确定性。

7.5 参考现有结构

也可参照相关的特殊设计条件下的现有结构的结果对结构或部分结构进行设计。

8 分项系数设计形式

8.1 原则

分项系数形式利用分项系数分解不同原因引起的不确定性和变化的影响。

本节描述了该方法的基本原理。然而实际应用时,有时进行较小的修改是必要的和必需的(见 8.2.2 和 8.3.2)。

在验证过程中,指定的基本变量值称为设计值。

作用的设计值 F_d (见 8.2.2)应按式(1)表示:

$$F_d = \gamma_i F_i \quad \text{.....(1)}$$

材料的强度应采用下式确定的设计值 f_d (见 8.3)表示:

$$f_d = f_k / \gamma_m \quad \text{.....(2)}$$

公式(2)的替代形式,构件的设计抗力可直接按式(3)表示为:

$$R_d = R_k / \gamma_R \quad \text{.....(3)}$$

其他有关特性可采用相似的方法或通过引入一个附加的安全裕度表示。

几何参数应由下式确定的设计值 a_d (见 8.4.2)表示:

$$a_d = a_k \pm \Delta a \quad \dots\dots\dots (4)$$

作用、抗力和几何参数的表达式和特征值的解释参见 8.2.1、8.3.1 和 8.4.1。

极限状态内的条件可用以下一般形式表示：

$$0(F_d, f_d, R_d, a_d, C, \gamma_u, \gamma_d) > 0 \quad \dots\dots\dots (5)$$

参数 C 代表约束(见 5.1.4)，而 γ_d 和 γ_u 是 3.1 节定义的系数。根据对模拟实际结构和构件的设计模型精确程度的置信度，系数 γ_d 应取不同的值。

注：在设计和建造中识别了多种变化因素，如不完善的数学模型、建造标准、试验和现场的材料特性的差异以及施工工艺等。这些不确定性的普遍特征是，虽然它们可定性识别，但不能定量。

8.2 作用及组合

8.2.1 代表值

对于不同的设计条件，可赋予每个作用不同的值，这些值称为代表值。

主代表值称为特征值，它是指在某些参考期间内不超越非期望值的与指定概率相关的值。在某些设计条件，一个作用会有两个特征值，上限和下限值。如降低作用效应对结构更加危险，下限值是更不利的条件。

应根据条件的特征选择其他的代表值。例如，对暴露时段和地质现象时段，代表值可采用系数 $\Psi_i < 1$ 表示为特征值的特殊部分。

如可能，应根据观察、实验室试验或现场数据确定作用和随机变量。

其他资料，如基于使用类型的经验或物理约束进行的判断，也应予以考虑。从该组资料中获得的值称为“名义值”。

通常永久作用 G 具有惟一的代表值。当作用包括结构自重时，应通过几何参数的设定值(一般从图纸中获得)和材料的平均密度确定 G_k 值。

如果永久作用中的不确定性至关重要，应使用特征值。如果需要，应确定特征值的上限和下限。

可变作用 Q 应由以下代表值确定：

- a) 特征值 Q_k ；
- b) 频域值 $\Psi_1 Q_k$ ；
- c) 持续值(准永久值) $\Psi_2 Q_k$ ；
- d) 期望的重复作用历程(用于疲劳分析)。

对于特殊目的，可指定其他代表值。

如果不能从统计数据中获得可变和偶然作用的特征值，或合理值不能确定，可根据可得到的资料估计相应的值。此时特征值为名义值。

环境作用的特征值一般由环境条件的年超越概率确定。或者，如果水文气象条件的联合概率数据可靠，环境作用本身可定义为具有指定的重现期，则允许据此选择分项系数(见 4.10.1.1，注 1)。

对于疲劳分析的重复作用，不同于确定单一的代表值。为了确定每个级别重复作用的次数，建立幅值与时间的变化关系是必要的。

8.2.2 设计值

应通过设计值将作用用于计算，该设计值通过代表值乘以分项系数 γ_i (见 8.1)来确定。

根据不同的代表值选取不同的设计值，例如：

- γ_i 乘以特征值；
- γ_i 乘以频域值；
- γ_i 乘以持续值(准永久值)。

分项系数 γ_i 应考虑：

- a) 作用的代表值非预期偏差的概率；
- b) 在计算中作用的不确定性。

GB/T 23511—2009/ISO 19900:2002

分项系数 γ_i 应根据极限状态确定。尤其是对于 ULS 和 SLS 该系数是不同的。同样,对于同一个作用类型,不同作用源的分项系数可能不同(见 6.2)。

8.2.3 作用组合

作用组合是在验算极限状态时将一组不同作用的设计值按照同时作用组合在一起。

相互排斥的作用不能组合。

对所考虑的极限状态,应组合作用以产生对结构最不利的影响。

对于不同独立作用的不利值同时出现概率的降低,可变作用值可通过系数 Ψ 折减。从原则上讲,这种方法导致的设计作用效应的超越概率,应与本标准中其他方法达到的可靠度水平一致。

对于 ULS,应采用以下两种组合方式:

- a) 基本组合(即永久作用、可变作用和正常环境作用的组合);
- b) 极端组合(即永久作用、可变作用和极端环境作用的组合,例如,指定重现期的气候条件)。

偶然作用只能在 ALS 中组合。偶然组合一般包括永久作用、可变作用和一种偶然作用。偶然组合也应涵盖偶然状态产生的影响,如火灾导致抗力降低。

如果需要,FLS 应考虑结构使用期内所有重复作用的累积效应。

特殊情况下,也可考虑其他类型的组合。对于每一类这种组合,应确定每组的组合系数。

8.3 材料和土壤特性

8.3.1 特征值

通常,材料特性特征值可以表示为具有概率的值,该概率不能通过假定的无限次系列试验获得,而是对应于材料特性分布的分位数来表示。经标准和规范认可的材料值可作为假定的特征值。

如材料特性随时间变化或环境条件的作用效应导致材料改变,设计中采用的特征值应考虑这种改变。

对于疲劳评估,一般需要使用体现不同大小的重复作用下的材料或构件耐久能力的疲劳曲线,而不是使用简单的材料特性特征值。

对于土壤特性的指南,见 4.10.3。

8.3.2 设计值

材料强度的设计值 f_d (或其他材料特性)可由式(2)中的特征值 f_k 获得。式中的 γ_m 值应考虑以下因素:

- a) 材料强度非预期偏差的概率,应作为材料特性特征值的随机变量;
- b) 部分结构截面抗力或承载能力的不准确评估(如果不包括 γ_d);
- c) 如果没有按照 8.4.2 考虑或包括 γ_d 时,几何参数的不确定性;
- d) 结构的材料性质与通过可控试样试验的测量值之间的不确定性,如 6.3 中描述的转换系数和函数的不确定性。

γ_m 值取决于材料特性、实际极限状态和构件抗力的不确定性。

构件抗力的设计值 R_d 也可由公式(3)的特征值 R_k 获得。此时, γ_R 值要考虑上述 a) 到 d), 以及以下要求:

- e) 抗力在设计表达式中的不确定性,即计算模型,参见 8.5。

8.4 几何参数

8.4.1 特征值

对于几何参数,特征值 a_k 一般对应于设计中指定的名义值。

8.4.2 设计值

如果几何参数的偏差影响不大或系数 γ 中考虑了这种影响, a_k 可作为设计值。

8.5 计算模型不确定性

可通过试验或对近似计算模型与准确计算模型的比较,对计算模型的不确定性进行评估。不确定

性可用一个或几个分项系数表示(通常为 γ_R)。不确定性效应也包括在模型中,如模型的选择应偏于安全。

8.6 分项系数值的确定

如上所述,分项系数格式是设计过程中的常规方法。在这种格式中,结构可靠度的合理水平通过分项系数或对某些预设的基本变量值附加安全裕度来获得的。如果可能,这些基本变量值(如特征值)应通过统计方法确定。

注1:不同地区对可靠度水平有不同的要求,有关分项安全系数的详细要求参见具体国际标准 ISO 19902 到 ISO 19905 (参见参考文献的[2]到[6])规定的结构类型。

注2:SLS中作用的分项系数一般设为1.0。通过在公式(5)中使用系数C的不同值来获得不同的安全水平。事故作用的分项系数一般也取为1.0。这是因为该作用的固有不确定性很大,且在确定特征值时已包含这种作用。

9 质量控制

9.1 概述

为了保证建造的结构特性与设计假定的一致,应强调本章的要求。

结构在规划、设计、建造和使用的各个阶段都应进行控制以保证:

- a) 满足设计要求;
- b) 设计规划和规格书中的错误和非预期偏差的可能性被降低。

9.2 责任

对所有开发阶段中的各个活动和界面的责任应予以定义并记录。有关各方都应该知道具体的责任范围。

9.3 检验和试验

9.3.1 概述

在制造的各个阶段,应进行检验和试验以保证遵循规划和规格书,包括:制造、装船、装船固定、运输和安装、操作和拆除。

9.3.2 材料检验

用于结构各部分的所有材料,应通过检验来验证是否满足规定的要求,检验程序应通过标记和保存记录,保证材料的可追溯性。

9.3.3 制造检验

制造检验应包括所有的特定设计要求,包括在不同的制造阶段施加到构件上的工艺参数、尺寸控制、矫正、误差、方位、表面处理、组装重量等。

对于混合材料如混凝土,检验应包括提交到现场的材料质量、计量、试样的选取和试验、绑扎和搬运、加筋的布置、钢筋的预应力等。

9.3.4 安装检验

运输到位后,应进行适当的检验以保证结构在安装作业前没有损坏。安装后,应对结构重新进行检验以保证结构满足设计要求。如气隙、桩的贯入深度、压载、锚的张力和阴极保护等。

9.4 作业期间的检验、维护和维修

应对结构进行维护使其在预期的使用中具有合理的安全性。

应定期进行检验,检查可能的破坏和退化。维护应考虑结构的重要性的使用要求、对构件耐久性的认识、环境条件和对外部作用的保护等。

只要有可能,对结构稳定性和结构抗力有重要影响的构件应便于检验。

9.5 记录和存档

在结构的制造、组装、装船和安装阶段,应根据项目的进程对平台检验和维护有关的数据进行记录,

GB/T 23511—2009/ISO 19900:2002

并以合适的方式汇编作为永久记录保留。

10 已建结构评估

10.1 概述

在下列情况下,已建结构需进行评估:

- 超过它的预期设计寿命
- 严重的退化或损伤
- 使用方式与原设计假定不符
- 背离了原来的设计基础
- 原来的设计标准失效

评估应包括对不再符合原设计标准的各设计方面的适合度进行判断。

包括判断设计基础的偏离是否合理,或对结构进行改造或对操作进行改变以满足本标准的要求。

如果作业经验表明设计各方面的可接受性是不确定的,应通过特别的评估判定其符合性,并采用适宜的方法来维护到可接受的性能标准。

10.2 条件评估

10.2.1 概述

当不能假定原来设计中使用的平台条件和作用(见 6.2)仍然有效,平台需要评估。

原始参数(如重量、桩的贯入深度、材料特性等)经制造和安装更加准确定义后,应对其进行审查并用于条件评估中。

10.2.2 服务和操作要求

应对作用在上部设施的设备或由其导致的作用进行审查和重新评估,以确定重量和重心的重大变化,任何对结构有影响的作业变化也应予以考虑。

10.2.3 环境条件

应根据可得到的数据对原始设计环境参数进行复核,如果需要,重新评估时可增加或减少这些参数。

如果对经工程地质调查证实的潜在作用有进一步认识,应对地质导致的作用进行重新评估,并在重新评估中使用新的准则。

数据可从下列任一方法中获得:

- a) 现场实测;
- b) 现场附近的实测;
- c) 后预报研究。

注:平台初始安装后,预测的极端环境可能不再适合。可对原始估计的极端环境进行分析以确定它是否依然有效。

环境分析在很大程度上取决于时间的长度和初始设计后可获得的其他数据。

10.2.4 检测、维护和维修历史

如果评估过程中存在任何缺陷或退化趋势,应对结构作业寿命内的测试、检验、维护和维修等记录进行审查。如果检验记录不充分或不完整,应考虑附加的检验,以表示结构的状况。

10.3 作用评估

应使用当前认可的作用计算方法。如果可能,应参考作用和结构响应的实测记录。

应考虑环境参数在方向和出现概率上的联合分布,且极端作用总的出现概率不应小于要求值。

如果结构安装了标定仪器来标定测量的环境条件,这些记录可用在重新评估中。

注:评估一般基于现行的作用计算方法。如果适合,可使用真实的且能降低保守程度的更先进的作用计算方法以表示作用过程。

10.4 抗力评估

应使用当前认可的抗力计算方法。应考虑结构抗力损失和修正的效应。

如果结构原始设计依据的是旧版次的本标准或其他评估标准,应使用本标准的程序进行检验。

10.5 构件和系统失效的后果及缓解措施

在对已建结构进行评估时,可能会出现有限的个别构件失效,而整个系统抵抗失效的能力仍然是可接受的。

旧的已建结构可能会出现个别构件不能满足常规标准要求或常规的可靠度水平。在这种情况下,可认为个别构件屈曲或失效,而结构系统的其他部分具有足够的储备强度对作用进行重新分配。倒塌分析可以用于确定结构系统满足可接受水平的抗失效安全系数。这种作用的重新分布对低周和高周循环疲劳的影响也应予以考虑。如果不能通过分析证明结构是可接受的,则需要修复或加强。或者,如果不可能加强,只要能证明失效的后果是可接受的,降低整个系统的可靠度是可接受的,例如从平台上撤走人员,以防止人身伤亡,并且安装安全装置以便于最大限度的容纳碳氢化合物。

10.6 疲劳

应通过分析或检测对结构预期剩余寿命的合理疲劳寿命进行研究,并且在规划将来的检验和修复要求时考虑疲劳问题。

以前出现的疲劳破坏应反映在疲劳分析中。

注:在有些情况下,可参考服役期对结构检测的记录确定疲劳寿命。然而,如果平台的作用源或作业在最近被改变或在将来会改变,这种方法是不适合的。例如:一个浮式生产系统迁移到一个新的环境更恶劣的位置。

GB/T 23511—2009/ISO 19900:2002

参 考 文 献

- [1] ISO 2394, General principles on reliability for structures(结构可靠度的基本原则)
 - [2] ISO 19902, Petroleum and natural gas industries Fixed steel offshore structures(石油天然气工业——海上固定钢结构)
 - [3] ISO 19903, Petroleum and natural gas industries Fixed concrete offshore structures(石油天然气工业——海上固定混凝土结构)
 - [4] ISO 19904, Petroleum and natural gas industries Floating offshore structures including stationkeeping(石油天然气工业——含驻守式的海上浮式结构)
 - [5] ISO 19905-1, Petroleum and natural gas industries Site-specific assessment of mobile offshore units—Part 1: Jack-ups(石油天然气工业 海上移动装置特定场址的评估 第1部分:自升式)
 - [6] ISO/TR 19905-2, Petroleum and natural gas industries Site-specific assessment of mobile offshore units—Part 2: Jack-ups commentary(石油天然气工业——海上移动装置特定场址的评估——第2部分:自升式注释)
-