



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 25428—2010

---

## 石油天然气工业 钻井和采油设备 钻井和修井井架、底座

Petroleum and natural gas industries—Drilling and production equipment—  
Drilling and well-servicing structures

(ISO 13626:2003, MOD)

2010-11-10 发布

2011-03-01 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 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 产品规范等级 .....	3
5 标记和信息 .....	4
6 标准额定值 .....	5
7 设计载荷 .....	6
8 设计规范 .....	8
9 材料 .....	12
10 焊接要求 .....	12
11 质量控制 .....	13
12 文件 .....	15
附录 A (规范性附录) 附加要求 .....	17
附录 B (规范性附录) 标准井架 .....	18
附录 C (资料性附录) 本标准与 API Spec 4F(第 3 版):2008 技术性差异 .....	21
参考文献 .....	42

## 前 言

本标准修改采用 ISO 13626:2003《石油天然气工业 钻井和采油设备 钻井和修井井架、底座》(英文版)。

本标准根据 ISO 13626:2003 重新起草。

在采用 ISO 13626:2003 时,本标准做了一些修改,有关的技术性差异已编入正文并在它们所涉及的条款的页边空白处用垂直单线标识。

本标准与 ISO 13626:2003 相比,主要技术差异为:

——标准范围中增加了“天车”内容;

——对于 ISO 13626:2003 引用的其他国际标准和国外先进标准中有被等同或修改采用为我国标准的,本标准引用我国的这些国家或行业标准代替对应的国际标准和国外先进标准,其余未被等同或修改采用为我国标准的,在本标准中均被直接引用;

——将 ISO 13626:2003 包含要求的“注”去掉,按照 GB/T 1.1 其内容编入正文。

为便于使用,本标准还做了下列编辑性修改:

a) “本国际标准”一词改为“本标准”;

b) 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”;

c) 删除国际标准的“特别声明”、“前言”和“引言”;

d) 由于 API Spec 4F:2008(第3版)已发布,而 ISO 13626:2003 是在 API Spec 4F:1995(第2版)的基础上修订的,为了给使用本标准的人员提供更多参考,保证本标准的实用性,增加了资料性附录 C“本标准与 API Spec 4F:2008(第3版)技术性差异”。

本标准的附录 A、附录 B 为规范性附录,附录 C 为资料性附录。

本标准由全国石油钻采设备和工具标准化技术委员会(SAC/TC 96)提出并归口。

本标准负责起草单位:宝鸡石油机械有限责任公司。

本标准参加起草单位:南阳二机石油装备(集团)有限公司、中国石化集团江汉石油管理局第四机械厂、四川宏华石油设备有限公司。

本标准主要起草人:刘红芳、黄悦华、范亚民、王世军、郝玉英、刘俭、张勇、池胜高、吕兰。

# 石油天然气工业 钻井和采油设备

## 钻井和修井井架、底座

### 1 范围

本标准规定了石油工业钻井和修井作业的钢结构件的要求和推荐做法,提供一种确定钢结构设计额定值的统一方法,给出两种产品规范等级。

本标准适用于所有新设计的标准钢制井架、特殊井架、轻便井架、天车以及底座。

附录 A 为补充要求,只有当购买者在合同中注明时,补充要求才适用。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

GB/T 19190 石油天然气工业 钻井和采油提升设备

SY/T 5112 钻井和采油提升设备规范(不规范级别)

SY/T 5170 石油天然气工业用钢丝绳(SY/T 5170—2008,ISO 10425:2003,Steel wire ropes for Petroleum and natural gas industries—Minimum requirements and terms acceptance,MOD)

SY/T 6666 石油天然气工业用钢丝绳的选用和维护的推荐作法

SY/T 10030 海上固定平台规划、设计和建造的推荐作法 工作应力设计法

AISC 335,1989 建筑物钢结构规范 许用应力设计和塑性设计

ASTM A 370 钢制品力学性能试验方法和定义

ASTM A 578/A 578M 特殊应用的平钢板及金属包层钢板直线超声波检查标准规范

AWS D1.1/D1.1M 钢结构焊接规范

### 3 术语和定义

下列的术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**横摇角** **angle of roll**

**纵摇角** **angle of pitch**

从垂线向一侧运动的角度。

#### 3.2

**关键部件** **critical component**

保持结构稳定所必要的部件,并承受主要载荷的构件,以及在第 7 章设计载荷作用下承受主载荷的构件。

#### 3.3

**关键焊缝** **critical weld**

连接关键部件的焊缝。

3.4

**天车总成 crown block assembly**

安装在井架或轻便井架顶部的定滑轮组或其总成。

3.5

**制造日期 date of manufacture**

由制造商确定,日期可在最初制造和发货时间之间选择。

3.6

**井架<sup>1)</sup> derrick**

截面为正方形或矩形的半永久性结构,其构件在四面成格构结构或桁架结构。

应在垂直或作业位置将其组装成。可以用也可以不用绷绳。

3.7

**设计载荷 design load**

设计结构承受的力或联合作用的力。该力在所有构件中产生的应力不应超过许用应力。

3.8

**动力载荷 dynamic load**

与静载荷不同,由于运动而加到结构上的载荷。

3.9

**起升载荷 erection load**

起升或放下作业时,轻便井架及其支承结构中产生的载荷。

3.10

**导轨和导向小车 guide track and dollies**

用来保持游动系统在各种操作下相对井架在正确位置的设备。

注:可伸缩的导向小车能将游动设备在钻井位置和返回位置间水平移动。

3.11

**绷绳 guy line**

用于在设计载荷条件下给井架提供横向支持,绳子一头与井架连接,另一头与地锚连接。

3.12

**绷绳图 guy pattern**

制造厂推荐的锚点相对于井口位置和距离的平面视图。

3.13

**塔形井架和无绷绳轻便井架的高度 height of derrick and mast without guy lines**

从钻台顶面到天车支承梁底面的最小垂直距离。

3.14

**有绷绳轻便井架的高度 height of mast with guy line**

从地面到天车支承梁底面的最小垂直距离。

3.15

**冲击载荷 impact load**

由于力的瞬时改变所产生的载荷。

3.16

**轻便井架 mast**

塔架形结构,由一段或多段结构组成。在靠近地面的水平位置上装配然后起升到作业位置。

注:如果它包含两段或多段,则可以采用伸缩或展开的方式将其竖立起来。

---

1) 这里指塔形井架。

## 3.17

**轻便井架安装距离 mast set-up distance**

为了帮助钻机安装,制造厂所规定的从井口中心到井架结构指定点的距离。

## 3.18

**最大额定大钩静载荷 maximum rated static hook load**

由游动设备自重和施加在游动设备上的静载荷组成。

注:本标准在规定的游车绳数和没有钻杆立根和抽油杆及风载情况下,该载荷是施加在结构上的最大载荷。假定死绳固定器和绞车在指定位置。

## 3.19

**最大额定风速 maximum rated wind velocity**

设计的井架总成在规定的载荷条件下,所承受的最大风速。

注:最大风速指在距地面或水面上 10 m 的位置所测的风速。

## 3.20

**钢丝绳总成公称强度 nominal wire rope assembly strength**

钢丝绳公称强度乘以根据 SY/T 6666 规定的端部附件的效率。

## 3.21

**周期 period**

(横摇、纵摇或升沉)一个完整循环要求的时间。

用  $\tau$  表示。

## 3.22

**钻杆倾角 pipe lean**

典型位置的钻杆立根与铅垂线的夹角。

## 3.23

**产品规范等级 product specification level**

整个设备的主要承受载荷部件的材料及加工控制的等级。

## 3.24

**二层台 racking platform**

设置于钻台之上一定距离的平台,用于横向支承排放的立根的上端。

## 3.25

**转盘额定静载荷 rated static rotary load**

转盘支承梁承受的最大重量。

## 3.26

**额定立根载荷 rated setback load**

底座立根盒内所能支承的管材的最大重量。

## 3.27

**抽油杆平台 rod board**

**抽油杆悬挂器 rod hanger**

设置于钻台之上某个距离的平台,用于支承抽油杆。

## 3.28

**底座 substructure**

用来承受大钩载荷、转盘载荷和立根盒载荷的结构。

## 4 产品规范等级

本标准对钻井和修井作业的钢结构提出了两种产品规范等级,确定了两种级别的技术和质量要求。

这些要求反映了制造业目前普遍执行的作法。本标准除专门指明是 PSL2 的要求外,所有的要求都适用于 PSL1。PSL2 包括 PSL1 所有的要求以及附加的质量控制要求。

注:产品规范等级用 PSL 表示。

## 5 标记和信息

### 5.1 铭牌

依照本标准制造的钻井和修井钢结构,应有铭牌予以识别。铭牌上至少应包括 5.2~5.4 各条中所规定的信息和相应的测量单位(如适用)。标记应采用凸字或凹字。铭牌应固定在结构的醒目位置上。

### 5.2 塔形井架和轻便井架铭牌

应提供下列信息:

- a) 制造商名称;
- b) 制造商地址;
- c) 制造日期,包括年和月;
- d) 出厂编号;
- e) 高度,米(m);
- f) 最大额定静钩载,带有绷绳(如果适用)和规定的游动滑车绳数;
- g) 最大额定风速,带有绷绳(如果适用)和额定容量的排放立根;
- h) 结构设计和制造所依据的标准及其版次;
- i) 制造厂的绷绳安装图(如果适用);
- j) 铭牌上应有下列说明字样:  
注意:加速度、冲击、排放立根或风载将降低最大额定静钩载(字体应醒目)。
- k) 制造厂的载荷分布图(可以放在轻便井架说明书中);
- l) 按 6.2f) 和 6.4e) 的规定,画出大钩最大允许静钩载与风速的关系图;
- m) 有绷绳的轻便井架的安装距离,m;
- n) PSL2(如果适用);
- o) 附加要求(SR),如适用见附录 A。

### 5.3 底座铭牌

应提供下列信息:

- a) 制造商名称;
- b) 制造商地址;
- c) 制造日期,包括年和月;
- d) 出厂编号;
- e) 最大额定转盘静载荷;
- f) 最大额定立根排放容量;
- g) 额定转盘静载荷与额定容量立根载荷的最大联合作用载荷;
- h) 结构设计和制造所依据的标准及其版次;
- i) PSL2(如果适用);
- j) 附加要求(SR),如适用见附录 A。

### 5.4 天车总成铭牌(只对用于塔形井架的天车总成)

应提供下列信息:

- a) 制造商名称;
- b) 制造商地址;
- c) 制造日期,包括年和月;

- d) 出厂编号;
- e) 最大额定静钩载;
- f) 结构设计和制造所依据的标准及其版次;
- g) PSL2(如果适用);
- h) 附加要求(SR),如适用见附录 A。

## 6 标准额定值

### 6.1 总则

每个结构应按下列适用的载荷条件进行计算。所有结构的设计,均应满足或超过本标准中所规定的条件。下面的额定值并未包括任何抗冲击裕度。加速度、冲击、立根和风载将降低大钩额定静载荷。

### 6.2 塔形井架(底部固定)

下列载荷条件适用于塔形井架:

- a) 在规定的游车绳数下的最大额定静钩载;
- b) 无立根时的最大额定风速(m/s);
- c) 满立根时的最大额定风速(m/s);
- d) 满立根时的最大立根数和钻杆尺寸;
- e) 天车人字架最大额定载荷;
- f) 对于风速从零增加到最大额定值,满立根且游动滑车为最大绳数时额定静钩载。

### 6.3 有绷绳的轻便井架

下列载荷条件适用于有绷绳的轻便井架:

- a) 游动滑车为规定绳数和制造厂规定的绷绳图样下的最大额定静钩载;
- b) 无立根时的最大额定风速(m/s);
- c) 满立根时的最大额定风速(m/s);
- d) 满立根时的最大立根数和钻杆尺寸。

### 6.4 无绷绳的轻便井架

下列载荷条件适用于无绷绳的轻便井架:

- a) 在规定绳数下游动滑车的最大额定静钩载;
- b) 无立根时的最大额定风速(m/s);
- c) 满立根时的最大额定风速(m/s);
- d) 满立根时的最大立根数和钻杆尺寸;
- e) 对于风速从零增加到最大额定值,满立根且游动滑车为最大绳数时额定静钩载。

### 6.5 动态载荷条件下的轻便井架和塔形井架

下列载荷条件适用于动态载荷条件下轻便井架和塔形井架:

- a) 在规定绳数下的游动滑车最大额定静钩载;
- b) 钩载、风载、船体运动及立根负荷在下列情况下的相互联合作用:
  - 1) 带有部分立根时的操作工况;
  - 2) 下套管工况;
  - 3) 等候天气;
  - 4) 保全设备;
  - 5) 运输工况。

### 6.6 底座

下列载荷条件适用于底座:

- a) 最大额定静钩载(如果适用);

- b) 最大额定立根载荷;
- c) 转盘梁最大额定静载荷;
- d) 立根载荷和转盘梁载荷联合作用的最大额定载荷。

#### 6.7 动态载荷条件下的底座

下列载荷条件适用于动态载荷条件下的底座:

- a) 最大额定静钩载;
- b) 最大额定立根载荷;
- c) 转盘梁最大额定静载荷;
- d) 立根载荷和转盘梁载荷联合作用的最大额定载荷;
- e) 按照 6.5b) 所规定的额定值。

#### 6.8 天车总成

在规定游车绳数下的最大额定静钩载。

### 7 设计载荷

#### 7.1 总则

每个结构均应按下列适用的载荷条件进行设计。所有结构的设计,均应满足或超过本标准中所规定的条件。

#### 7.2 塔形井架(底部固定)

下列载荷条件适用于塔形井架(底部固定):

- a) 作业载荷(无风载),由下列载荷联合组成:
  - 1) 在给定的穿绳条件下,最大额定静钩载与快绳及死绳载荷联合作用;
  - 2) 井架总成自重。
- b) 无立根排放时的风载,由下列载荷联合组成(标准塔形井架尺寸见附录 B):
  - 1) 无立根排放时最大额定风速产生的井架风载:
    - (1) 对于标准塔形井架规格 10 号到 18A 号的最小风速是 48 m/s;
    - (2) 对于标准塔形井架规格 19 号到 25 号的最小风速是 55 m/s。
  - 2) 井架总成的自重。
- c) 有额定立根排放时的风载,由下列载荷联合组成:
  - 1) 有立根排放时,由不小于 48 m/s 最大额定风速产生井架风载;
  - 2) 井架总成的自重;
  - 3) 有立根排放时,作用在全部立根上不小于 48 m/s 最大额定风速,在二层台上产生的水平载荷;
  - 4) 二层台由于钻杆倚靠所产生的水平载荷。

#### 7.3 有绷绳的轻便井架

下列载荷条件适用于有绷绳的轻便井架:

- a) 工作载荷(无风载),由下列载荷联合组成:
  - 1) 在给定的穿绳条件下,最大额定静钩载与快绳及死绳载荷联合作用;
  - 2) 轻便井架总成的自重;
  - 3) 绷绳载荷的水平 and 垂直分量。
- b) 风载,由下列载荷联合组成:
  - 1) 有立根排放时,不小于 31 m/s 最大额定风速产生的井架风载;
  - 2) 轻便井架总成的自重;
  - 3) 有立根排放时,作用在全部立根上不小于 31 m/s 的最大额定风速,在二层台上产生的水

平载荷；

- 4) 绷绳载荷的水平和垂直分量；
- 5) 油管平台上,不小于 31 m/s 最大额定风速作用在抽油杆上的风载和抽油杆自重共同产生的水平和垂直载荷。

c) 风载,由下列载荷联合组成:

- 1) 有立根排放时,不小于 31 m/s 的最大额定风速产生的井架风载；
- 2) 轻便井架总成的自重；
- 3) 有立根排放时,作用在全部立根上的不小于 31 m/s 最大额定风速,在二层平台上产生的水平载荷；
- 4) 绷绳载荷的水平和垂直分量。

d) 风载由下列载荷联合组成:

- 1) 有立根排放时,不小于 31 m/s 的最大额定风速产生的井架风载；
- 2) 轻便井架总成的自重；
- 3) 绷绳载荷的水平和垂直分量。

e) 起升载荷(零风速条件),由下列载荷联合组成:

- 1) 由起升或下放井架时产生的,作用在轻便井架支承结构的力:
  - 从水平位置到工作位置；
  - 从工作位置到水平位置。
- 2) 轻便井架总成的自重。

f) 绷绳载荷:

- 1) 由 7.3a)~7.3e)的载荷条件作用在绷绳上,产生的最大水平和垂直反力；
- 2) 绷绳的自重；
- 3) 轻便井架制造厂规定的绷绳初始张力。

#### 7.4 无绷绳的轻便井架

下列载荷条件适用于无绷绳的轻便井架:

a) 作业载荷由下列载荷联合组成:

- 1) 在给定的穿绳条件下,最大额定静钩载与快绳及死绳载荷的联合作用；
- 2) 井架总成的自重。

b) 无立根时的风载,由下列载荷联合组成:

- 1) 无立根时,由不小于 48 m/s 的最大额定风速产生的井架风载；
- 2) 井架总成的自重。

c) 有立根时的风载,由下列载荷联合组成:

- 1) 有立根时,由不小于 36 m/s 的最大额定风速产生的井架风载；
- 2) 井架总成的自重；
- 3) 作用在全部立根上,不小于 36 m/s 最大额定风速产生的二层台上的水平载荷；
- 4) 二层台由钻杆倚靠所产生的水平载荷。

d) 轻便井架起升载荷(零风速条件)由下列载荷联合组成:

- 1) 由起升或下放井架时产生的、作用在井架支承结构的力:
  - 从水平位置到作业位置；
  - 从作业位置到水平位置。
- 2) 轻便井架总成的自重。

e) 轻便井架搬运载荷:支撑在轻便井架总成的两端。

### 7.5 动力载荷条件下的塔形井架和轻便井架

用户应指定 6.5 所列出的全部条件。由于风和船体运动产生的力按 8.2 和 8.3 的公式计算。

### 7.6 底座

下列载荷条件适用于底座：

- a) 轻便井架的起升载荷(如果适用)。
- b) 移动、纜运或起升载荷(如果适用)。
- c) 底座应按下列条件设计：
  - 1) 最大额定转盘静载荷。
  - 2) 最大额定立根载荷。
  - 3) 最大额定钩载与快绳及死绳载荷联合作用(在适用之处)。
  - 4) 额定静钩载和额定立根载荷的最大联合值(在适用之处)。
  - 5) 额定转盘静载荷和额定立根载荷的最大联合值。
  - 6) 由最大额定风速从任意方向,作用到具有额定立根载荷的所有外露部件上产生的风载(在适用处)。风压与合力按 8.2 的公式和表计算。纜绳对井架的作用影响到底座时,设计底座时应考虑纜绳产生的这些作用力。
  - 7) 上述各种载荷与全部部件自重的组合。

### 7.7 动力载荷条件下的底座

用户应指定 6.7 所列出的全部条件。由于风和船体运动产生的力按 8.2 和 8.3 的公式计算。

### 7.8 导轨和导向小车

由相连设备在各种环境和操作条件下施加到井架上的所有载荷。

### 7.9 天车总成

在给定的穿绳条件下,最大额定静钩载与快绳和死绳载荷的联合作用。

## 8 设计规范

### 8.1 许用应力

#### 8.1.1 总则

除非本标准另有规定,钢结构应按照 AISC 335 进行设计。AISC 335 的许用应力设计部分通常被看作弹性设计,用来确定单位许用应力。不应使用第 5 部分第 N 章——塑性设计。除了现行的作法和经验不要求遵照 AISC 335 关于“构件及其连接件承受疲劳载荷”(第 K4 章)的规定外,AISC 335 应是用来确定许用应力和考虑次应力的依据。

对于本标准而言,格构或桁架结构的各个杆件中,由于弹性变形和节点刚性引起的应力被规定为次应力。这些次应力可以取下列两个应力的差值:一个是假定节点完全刚性,而载荷只作用在节点上分析所得到的应力;另一个是按节点为铰接作类似分析得到的应力。由于节点偏心连接,或者杆件的节点之间存在横向载荷,或者外力矩所引起的应力,应视为主应力。

当计算次应力并将其加到每个杆件的主应力之上时,许用单位应力可以增加 20%。但是主应力不应超过许用单位应力。

地震载荷和有关的许用应力在 8.4 叙述。

#### 8.1.2 风和动应力(由浮动船体运动引起)

当风载荷或动载荷单独作用,或者与设计固定载荷和活动载荷联合作用时,许用单位应力可以比 8.1.1 规定的基本许用应力增加三分之一,只要在这个基础上算出的所需截面不小于固定载荷、活动载荷及冲击载荷(如果有),则不增加三分之一计算出的截面。

本条目的是把包括船体运动产生的动载荷的许用应力上增加三分之一,它不是象 AISC 335 规定,由于风载荷而将许用应力增加三分之一。

8.1.3 钢丝绳

钢丝绳的尺寸和类型应符合 SY/T 5170 和 SY/T 6666 的规定。

轻便井架起升和下放用钢丝绳总成的名义强度不应小于起升井架时钢丝绳总成最大设计载荷的 2.5 倍。

在载荷情况下, 绷绳所用钢丝绳总成名义强度不应小于绷绳最大载荷的 2.5 倍。

8.1.4 天车轴

天车轴, 包括快绳及死绳滑轮支承轴, 应按 AISC 335(见 8.1.1) 设计, 弯曲的屈服应力最小安全系数为 1.67。钢丝绳滑轮和轴承应按 GB/T 19190 或 SY/T 5112 设计。

8.2 风载

8.2.1 总则

风力应作用在整个结构上。应确定和考虑对结构的每个构件会产生最大应力的风向。应根据下列公式和表计算各种设计风速的风力。

8.2.2 风载公式

$$F = p \times A \quad \dots\dots\dots(1)$$

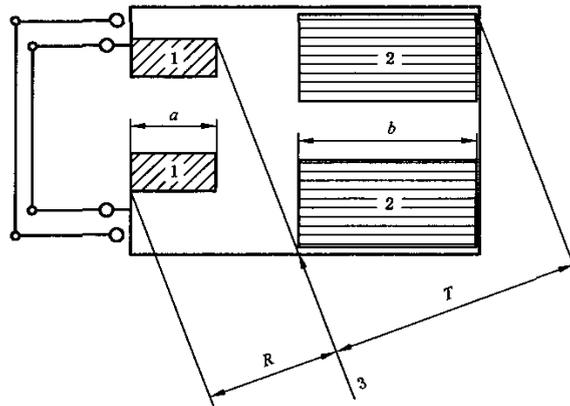
式中:

$F$ ——风力, 单位为牛(N);

$p$ ——风压, 单位为帕(Pa);

$A$ ——与风向垂直平面上的总投影面积( $m^2$ )。使用轻便井架或塔形井架的两个相对边的暴露面积除外。

考虑风在背风面积上的影响, 钻杆或油管在一个以上区域排放时(如图 1 的区域 2), 其最小面积不得小于一侧面积的 120%, 抽油杆在一个以上区域排放时(如图 1 的区域 1), 立根的最小面积不得小于一侧面积的 150%。见图 1。



- 1——抽油杆;
- 2——油管;
- 3——临界方向。

图 1 投影面积图

$A$  值的计算:

如果  $R > 1.5a$ , 则用  $R$ ; 否则用  $1.5a$ 。

如果  $T > 1.2b$ , 则用  $T$ ; 否则用  $1.2b$ 。

8.2.3 风压公式

$$p = 0.611 \times V_k^2 \times C_h \times C_s \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

$p$ ——风压，单位为帕(Pa)；

$V_k$ ——风速，单位为米每秒(m/s)；

$C_h$ ——高度系数，见表1；

$C_s$ ——形状系数；对于塔形井架和轻便井架， $C_s=1.25$ 。

$C_h$  和  $C_s$  的值从参考资料[1]得到的。

表 1 高度系数  $C_h$

高度 <sup>a</sup> m	$C_h$
0 < 高度 ≤ 15	1.00
15 < 高度 ≤ 30	1.10
30 < 高度 ≤ 46	1.20
46 < 高度 ≤ 61	1.30
61 < 高度 ≤ 76	1.37
76 < 高度 ≤ 91	1.43
91 < 高度 ≤ 107	1.48
107 < 高度 ≤ 122	1.52
122 < 高度 ≤ 137	1.56
137 < 高度 ≤ 152	1.60
152 < 高度 ≤ 168	1.63
168 < 高度 ≤ 183	1.67
183 < 高度 ≤ 198	1.70
198 < 高度 ≤ 213	1.72
213 < 高度 ≤ 229	1.75
229 < 高度 ≤ 244	1.77
244 < 高度 ≤ 259	1.79
高度 > 259	1.80

a 高度是从地面或水平面到面积中心的垂直距离。  
b 地面或水平面以上用于计算高度系数的井架标高应在说明书中列出。

表 2 给出了当高度 0 m~15.24 m、 $C_s=1.25$  时，根据公式(2)得的值。

表 2 换算值(高度 0 m~15.24 m,  $C_s=1.25$ )

风压 $p$ N/m <sup>2</sup>	风速 $V_k$ m/s
477	25
734	31
990	36
1 222	40
1 479	44

表 2 (续)

风压 $p$ N/m <sup>2</sup>	风速 $V_k$ m/s
1 760	48
2 065	52
2 310	55
2 569	58
2 750	60

### 8.3 动力载荷(由浮动船体运动引起)

#### 8.3.1 动载公式

动载荷应按下列公式计算:

$$F_P = \left( \frac{WL_1}{g} \times \frac{4\pi^2}{\tau_P^2} \times \frac{\pi\phi}{180} \right) + W \sin\phi \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$F_R = \left( \frac{WL}{g} \times \frac{4\pi^2}{\tau_R^2} \times \frac{\pi\theta}{180} \right) + W \sin\theta \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$F_H = W + \frac{2W\pi^2 H}{\tau_H^2 g} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$F_P$ ——纵摇产生的作用力,单位为牛(N);

$F_R$ ——横摇产生的作用力,单位为牛(N);

$F_H$ ——升沉产生的作用力,单位为牛(N);

$W$ ——所考虑的自重负荷,单位为牛(N);

$L_1$ ——纵摇轴线到所考虑点重心的距离,单位为米(m);

$L$ ——横摇轴线到所考虑点重心的距离,单位为米(m);

$H$ ——升沉总位移,单位为米(m);

$\tau_P$ ——纵摇周期,单位为秒(s);

$\tau_R$ ——横摇周期,单位为秒(s);

$\tau_H$ ——升沉周期,单位为秒(s);

$\phi$ ——纵摇角,单位为度(°);

$\theta$ ——横摇角,单位为度(°);

$g$ ——重力加速度,取 9.81,单位为米每二次方秒(m/s<sup>2</sup>)。

#### 8.3.2 横摇、纵摇和升沉联合作用

除非另有规定,横摇、纵摇和升沉联合作用下的力应考虑下列三者中之较大者:

- 横摇产生的力加升沉产生的力;
- 纵摇产生的力加升沉产生的力;
- 横摇力和纵摇力平方和的平方根加升沉产生的力。

#### 8.4 地震

当用户要求时,地震可考虑为特殊的受载条件。用户应负责提供包括设计载荷、设计分析方法和允许的响应的的设计准则。

陆上设备的设计准则可以按照地方建筑规范,采用等效静载荷设计方法。

对于海洋平台上装置,地震载荷设计方法应按 SY/T 10030 关于固定海洋平台强度水平分析指南。安放在甲板上的钻井和修井装置,应设计为能够抵御甲板运动(即海洋平台设计时所规定的,由地面运

动所引起的甲板响应)。地震、重力和作业负荷联合作用时的许用应力应按 AISC 335 第一篇的规定,限制基本许用应力值增加三分之一。所计算的应力应包括主应力和次应力分量。

### 8.5 设计验证

见 11.8.2 的有关要求。

## 9 材料

### 9.1 总则

本章规定了关键零部件的材料的质量、性能和加工要求,另有规定除外。按本标准制造的设备所用材料将适合于预期的工作期限。

### 9.2 书面规范

对材料将作以下书面说明。说明至少要有下列参数及内容:

- a) 力学性能要求;
- b) 化学成分和允许偏差;
- c) 材质证明书。

### 9.3 力学性能

材料应符合设备制造厂材料规范中规定的性能。

购买商提出增加冲击韧性试验要求时,试验见附录 A 的 SR1。

### 9.4 材料验收检验

本标准要求的力学试验应采用代表零部件的同炉和同一批次热处理合格试样上进行。试验应根据 ASTM A 370 或相应的国家标准,在经过最终热处理的材料上进行。

验收试样可以是与所代表部件是一体的或与零件是分开的或从产品零件上取下来的。在所有情况下,试样都应与所代表的零件是同炉、受同样的加工并与零件同时热处理。

### 9.5 材料加工

所有锻造材料的制造过程,应在整个零件内产生同一种锻造组织。

对于 PSL2,所有热处理操作应根据制造厂或加工厂提出的要求,并采用其认可的设备。热处理装炉量将以每个炉内零件不影响热处理正常堆放为准则,加热温度和保温时间应根据制造厂或加工厂的书面规范制定。实际热处理温度和时间应有记录,并应具有追踪性。

### 9.6 螺栓

螺栓应注明所符合的公认工业标准。其他可能用到的螺栓的化学、力学和物理性能要符合制造商规定的范围。

### 9.7 钢丝绳

用作缆绳或钻机起升的钢丝绳应按 SY/T 5170 的规定执行。

## 10 焊接要求

### 10.1 总则

本章叙述关键部件的焊接要求。

### 10.2 焊接资格

部件上进行的所有焊接应符合 AWS D1.1 规定,或认可的类似的工业标准。

焊接工作应按上述标准取得资格证的焊工或操作人员进行,工艺和技术也应符合上述标准。

### 10.3 书面文件

焊接应根据适用的标准编写的焊接工艺规范(WPS)进行,焊接工艺规范(WPS)应规定相应标准所列的所有基本变量。

在 AWS D1.1 中规定的焊接接头形式可以使用,制造厂应有焊缝的书面焊接工艺规范(WPS)。

不符合 AWS D1.1 要求的焊接接头和工艺应按适用的标准评定。工艺评定记录(PQR)应记录评定试验使用的所有焊接工艺的基本参数和补充参数。焊接工艺规范(WPS)和工艺评定记录(PQR)应按本标准第 12 章的要求保存。

#### 10.4 焊接材料的控制

焊接材料应符合美国焊接学会(AWS)或材料制造厂的技术规范。

制造厂家对焊接材料的存放和控制应有书面规程。低氢材料应按制造厂家的推荐的作法存储和使用以保持其原有的低氢特性。

#### 10.5 焊接性能

所有需要评定的焊接工艺,由工艺评定试验测定的焊接力学性能应至少满足设计要求的最低力学性能。如果对母材有冲击试验要求,也应做一个焊接工艺评定要求。焊缝和母材热影响区(HAZ)的试验结果应满足母材的最低要求。对于连接焊缝,仅要求热影响区(HAZ)材料做冲击试验,应满足上述要求。

所有的焊接试验应在焊后热处理后的状态下进行。

#### 10.6 焊后热处理

构件的焊后热处理应按评定合格的焊接工艺规范执行。

#### 10.7 质量控制要求

焊缝的质量控制应符合本标准第 11 章的要求。

#### 10.8 特殊要求——补焊

##### 10.8.1 途径

应有适当的方法,用于评价、消除和检验由于补焊引起的不合格状况。

##### 10.8.2 熔合

选择的焊接工艺规范(WPS)和可以使用的补焊方法应确保与母材完全熔合。

##### 10.8.3 热处理

用于评定补焊的焊接工艺规范,应能反映补焊的实际顺序和补焊后的热处理。

### 11 质量控制

#### 11.1 总则

本章规定了设备和材料的质量控制要求。所有的质量控制工作应按制造厂的书面规定予以控制,这些规定应包括适用的方法,定量与定性验收标准。

制造厂应有一个质量大纲,确保产品质量的计划、实施和保持。该质量大纲应在质量手册中加以描述,手册的颁发和修订应受控,并包括最新版手册的识别方法。

所有设备、零件和材料的验收状态应标明在该条款中或者在这些设备、零件和材料的相关记录中。

#### 11.2 质量控制人员资格评定

11.2.1 无损检测(NDE)人员应按 GB/T 9445<sup>2)</sup>要求进行资格鉴定和发证。

11.2.2 对焊接操作和完工焊缝进行目检的人员应按下列方式进行资格鉴定和发证:

- a) AWS 发证的焊接检查员;
- b) AWS 发证的助理焊接检查员;
- c) 制造厂有文件证明的按培训计划发证的焊接检查员。

#### 11.3 测试设备

用于检查、测试或试验材料的设备及其他装备,应按制造厂制定的程序文件及相关的标准进行认定、管理、校准并定期调整、保养以达到所需的精度等级。

2) ASNT TC-1A 与 ISO 9712 等效;GB/T 9445—2008,ISO 9712:2005,IDT。

## 11.4 无损检测

### 11.4.1 总则

有关无损检测(NDE)的说明应符合本标准及相关标准的要求,并作出详细规定。所有无损检验指导书应得到 GB/T 9445 Ⅲ级<sup>3)</sup>检验员认可。

要求进行无损检测的零部件,应在最终热处理后进行。

除非另有说明,11.4 适用于制造厂家工程设计部门规定的所有关键零件。

### 11.4.2 目检

所有关键焊缝都应进行 100% 的目检。

### 11.4.3 表面无损检测(NDE)

关键焊缝的 20% 应采用磁粉(MP)或液体渗透(LP)法按 AWS D1.1 进行检验。制造厂家检验员应随机选择检验部位。

### 11.4.4 内部无损检测

承受拉伸载荷达到或超过 70% 的设计允许应力的全熔或部分熔合焊缝,应按 AWS D1.1 进行超声波或射线像探伤。制造厂的设计部门应注明需要内部无损探伤的焊缝。

PSL2,全壁厚无损检测,由设计确定的拉伸应力大于 70% 的许用应力的关键部件的连接焊缝,应根据 ASTM A578 对层状和内部缺陷的超声波探伤检验,包括下列变化:

- a) 受检测区域包括焊缝及其周围 76 mm 以内区域,该检验区域应进行 100% 检测;
- b) 下列缺陷将被记录并提交设计部门处理:
  - 1) 所有的缺陷,不论其尺寸如何,只要造成 50% 的底波损失;
  - 2) 所有的缺陷及其波幅大于 50% 的底波,但不能被包含在直径 25 mm 的圈内;
  - 3) 任何由技术人员判断会影响整个焊件超声波探伤的缺陷。
- c) 技术人员将复查所有记录并确定返修要求;
- d) 所有记录和处理意见将根据第 12 章整理并保留。

### 11.4.5 验收标准

目检、表面及内部无损检测(NDE)应按 AWS D1.1 的验收标准。

PSL2,井架的关键焊接件将根据 AWS D1.1 的无损检测(NDE)验收标准。

## 11.5 尺寸检验

尺寸检查应按制造厂规定和提供的方法在取样的基础上进行。

## 11.6 加工与修整

### 11.6.1 钢结构

结构件和产品的制造应遵照 AISC 335 中有关制造的适用章节。

### 11.6.2 铸件

所有铸件应彻底清除干净,其上所有芯孔应吹净,以保证适当尺寸的螺栓顺利通过。

### 11.6.3 保护

所有锻钢零件,轧制结构型钢和钢板以及铸件应清除干净,在发货装运之前上底漆并用高级工业用漆或其他规定的涂料涂面漆。机加工表面应该用适当的润滑脂或复合油脂加以保护。

### 11.6.4 绳头套环

轻便井架起升、安装或伸缩时,钢丝绳的绳头套环应符合 SY/T 6666 规定。绳头套环应按 11.8.3 的要求进行验证试验。

## 11.7 买方的验收与拒收

### 11.7.1 验收通知

代表买方的验收人员要求在制造厂验收产品或亲临目睹产品试验时,制造厂应将检验日期适时地

3) ASNT TC-1A Ⅲ与 ISO 9712 3 级等效。

通知验收人员。

### 11.7.2 验收

当正在加工买方的产品时,买方验收人员应有权进入厂内与制造买方产品有关的部门。制造厂应为验收人员免费提供一切合理的检验设施,以便对正在按本标准制造的产品感到满意。除非买方订单另有规定外,所有检验均应于装运之前在制造地点进行,买方不应干扰工厂的正常工作。如果拒绝验收,应在拒绝条款的基础上进行。

### 11.7.3 拒收

对制造厂验收已合格的材料进行检验,发现有损伤性缺陷时,或在服役中正确使用中,证明其材料有缺陷时,可以拒收,并应书面通知制造厂。如果买方要求作材料的破坏性试验,则对于符合本标准的那些材料,买方应支付费用,但不符合本标准的那些材料则不予支付费用。

### 11.7.4 记录

制造厂应保存所有计算和试验的全部记录。当买方提出要求时,制造厂应出示详细的计算书、图纸、试验资料或者其他可以说明设备遵守本标准的必要的证据性资料。但应明白,这些资料仅仅给买方核查产品是否符合本标准用,而不是要求制造厂放弃资料的所有权和保管权。

## 11.8 试验

### 11.8.1 验证载荷试验

按本标准制造的产品不要求必须进行验证载荷试验。如果买方要求进行验证载荷试验,可按附录A,SR2的要求。

### 11.8.2 设计验证

结构设计的可靠性应通过载荷试验进行验证,或者通过有限元分析(FEA)计算模型来验证,这种试验的目的是为验证设计结构是否满足第6章中的要求。

试验方法和假设应有据可查。计算机模拟文件应包括载荷,构件特性,几何模型连贯性,构件的有效长度系数和非支撑长度,支承情况,构件端部的稳定性以及分析结果证明同本标准的第7章相一致。文件应由试验或计算机模型设计人员以外的合格人员验证。

### 11.8.3 钢丝绳连接

用于起升目的的钢丝绳端部连接,应验证到钢丝绳总成名义强度的50%。

### 11.8.4 液缸和绞车

用于起升轻便井架或底座的液缸和绞车应进行压力试验。试验压力应是系统设计工作压力的1.5倍,试验压力应保持10 min。

## 11.9 追踪性

制造厂应保存有所有钢材的材料试验报告,并规定这些钢材的屈服强度应大于下列数值:

结构型材或钢板	248 MPa
钢管	317 MPa
圆钢	414 MPa

用代用材料代替工程图或说明书标明的材料应形成文件,并用编号或类似的标识可追溯到具体零部件。

PSL2 关键零部件的同炉热处理批的标识应是可追溯的,标识应保持在制造的全过程,具体零件要编号及打号。

PSL2 对于有色金属材料和轴承验证报告应具有相应的充分证据。

PSL2 根据认可的工业标准制造和标记的螺栓,可免去跟踪性要求。

## 12 文件

### 12.1 总则

本标准引用的任一文件的全部记录在设备制造和销售后由制造厂保存五年。文件应清楚、易读、可

以复制,可以检索,防止损坏变质或丢失。

本标准要求的所有质量控制记录应予以签字并注明日期。计算机储存的记录应有原始者的个人代码。

设备的买方,主管部门或验证单位有要求时,制造厂应将所有记录和文件提供审查,以证明产品是否符合本标准的。

## 12.2 由制造厂保存的文件

下列文件应由制造厂予以保存:

- a) 设计文件(见 8.5);
- b) 书面规范(见第 9 章、10 章和 11 章);
- c) 鉴定记录,例如:
  - 1) 焊接工艺评定记录;
  - 2) 焊工资格鉴定记录;
  - 3) 无损检测人员资格鉴定记录;
  - 4) 测量与试验设备校准记录。
- d) 检验和试验记录包括下面试验,如适用时:
  - 1) 材料试验报告包括下列各项试验,如适用:
    - I) 化学分析;
    - II) 拉伸试验;
    - III) 冲击试验;
    - IV) 硬度测试。
  - 2) 有关本标准第 10 章中的表面和内部无损检测要求的记录;
  - 3) 性能试验记录,当适用时,应包括:
    - I) 验证载荷试验记录;
    - II) 静水压试验记录;
    - III) 吊绳绳套验证试验记录。
  - 4) 特殊工艺记录(当适用时)。

## 12.3 随机文件

### 12.3.1 说明书

制造厂应向用户提供一套说明书,涵盖每一个钻井或修井井架、底座的操作特点、滑轮穿绳图和润滑点。还应包括轻便井架和底座起升和下放的说明及铭牌图的复制图样。

### 12.3.2 数据手册

用户如果需要,综合数据手册的提供应符合附录 A SR3。

**附录 A**  
**(规范性附录)**  
**附加要求**

### A.1 SR1 低温检测

当用户有要求时,附加要求的本条才适用。在所有情况下,用户和制造厂应在最低设计温度和冲击试验结果的要求上取得一致意见。

关键零部件应由具有在最低设计温度下规定冲击韧性的材料制造而成。冲击试验应按 ASTM A 370 要求进行。

当有必要使用非标准冲击试样时,验收标准应乘以表 A.1 中列出的适当校正系数。非标准试样宽不应小于 5 mm。

**表 A.1 非标准试样校正系数**

试样尺寸/mm×mm	校正系数
10.0×7.5	0.833
10.0×5.0	0.667

符合本条附加要求的产品将它们的名牌上标上 SR1 和设计最低温度(°C)及冲击值(J)。

### A.2 SR2 检验载荷试验

设备应按订货商与制造商一致同意的一定载荷进行载荷试验。载荷试验后,该设备应根据本标准 11.4.2 进行目测检查。

该设备应在名牌上标上 SR2 及试验载荷与设计载荷之比(试验载荷/设计载荷)。

示例:试验载荷与设计载荷之比为 1.0,标记为 SR2-1.0。

### A.3 SR3 数据(资料)手册

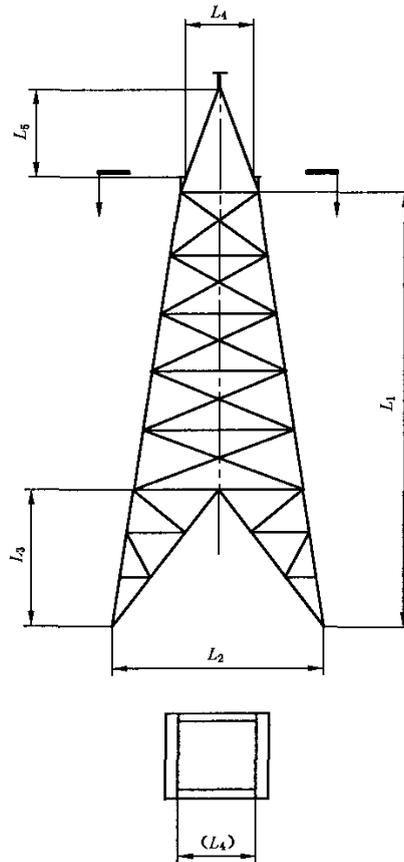
当用户要求时,制造商应准备好资料,收集并编排整理记录成册。每一产品数据(资料)手册至少包括以下内容:

- a) 合格证书;
- b) 设备名称和出厂编号;
- c) 总装图及关键区域图样;
- d) 名义能力和额定值;
- e) 零部件清单;
- f) 可追溯性代码及体系(零件标记和记录文件);
- g) 钢级;
- h) 热处理记录;
- i) 材料试验报告;
- j) 无损检测(NDE)记录;
- k) 性能试验记录,包括功能、静水压试验及载荷试验证书(当适用时);
- l) 补充要求证书(当要求时);
- m) 焊接工艺规范及质量评定记录;
- n) 使用说明书。

附录 B  
(规范性附录)  
标准井架

B.1 井架结构

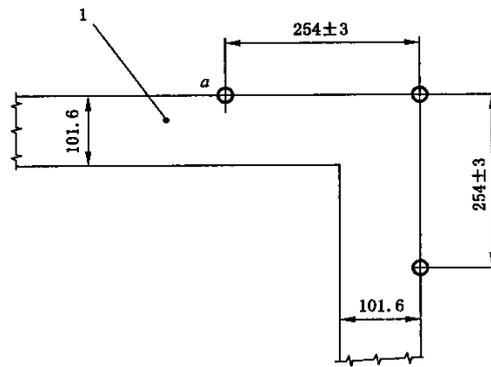
标准井架是一个正方形截面的结构,其尺寸与表 B.1 中相应规格的井架一致,各种尺寸规定在图 B.1 中。



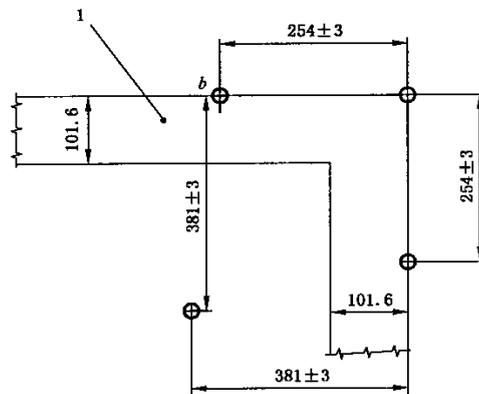
- $L_1$ ——从井架大腿底板顶面到天车支承梁底面的垂直距离;
- $L_2$ ——井架大腿底板顶面上,相邻大腿后根之间的距离;
- $L_3$ ——平行于井架侧面中心线,从大腿底板顶面起所得的井架大门高度;
- $L_4$ ——井架顶部允许天车通过的开口最小净空尺寸;
- $L_5$ ——天车起重架横梁与天车支承梁顶面之间的净空距离。

图 B.1 井架尺寸

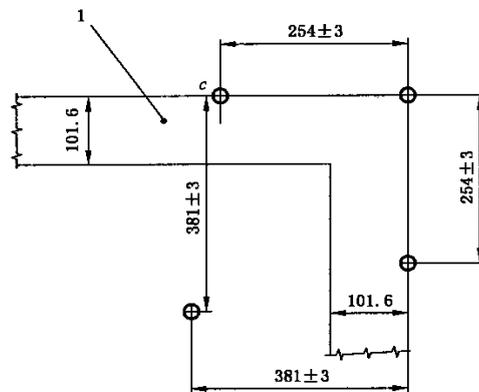




a) 型号为 10,11,12,16 和 18 的井架



b) 型号为 19 和 20 的井架



c) 型号为 25 的井架

1——常规方形底部。

a——每个角上有两个 25.4 或 31.75 的螺栓，在大腿底板上的孔为 34.9。

b——每个角上有四个 38.1，在大腿底板上的孔为 44.5。

c——每个角上有四个 50.8，在大腿底板上的孔为 60.3。

图 B.3 井架大腿地脚螺栓布置图

## 附录 C

(资料性附录)

## 本标准与 API Spec 4F(第 3 版):2008 技术性差异

## C.1 技术性差异一览表

表 C.1 给出了本标准与 API Spec 4F(第 3 版):2008 技术性差异一览表。

表 C.1 本标准与 API Spec 4F(第 3 版):2008 技术性差异

本 标 准		API Spec 4F(第 3 版):2008		备 注
章条编号	内 容	章条编号	内 容	
2	—	2	API Bulletin 2INT-MET 墨西哥湾飓风条件临时指南 API RP 4G 钻井和修井井架、底座的检查、维护、修理与使用的推荐作法 ASCE/SEI 7-05 <sup>4)</sup> 建筑物和其他结构的最低设计载荷 ISO 19901-1 第 1 部分 Metocean 设计和运行考虑的因素	API Spec 4F (第 3 版)增加的内容
3	—	3.2	附件:连接的但不是裸钻井结构一部分的所有零部件	API Spec 4F (第 3 版)增加的内容且与本标准条不对应
		3.3	裸钻井结构:钻井结构的结构件,如适用,包括天车、天车台、天车台人字架	
		3.10	设计参考风速:在预期钻井位置相应的重现期条件下,在 10 m(33 ft)参考高度,3 s 阵风风速,单位节	
		3.22	最大额定设计风速:通过陆上或海洋系数对 10 m(33 ft)参考高度 3 s 阵风进行 SSL 调整之后的风速,单位节,用来计算钻井结构设计所能承受的力	
		3.31	结构安全级别(SSL):采购方对钻井结构的应用进行分类,以反映各种不同程度的失效结果,考虑生命安全和 其他问题,例如污染、经济损失和公众关注	
3.33	风环境:在给定的风载下,所要考虑的钻机结构的组合和载荷的组合			
5.2	g)	5.2	g) 最大额定设计风速 $V_{des}$ , m/s(节),在平均海平面或地面之上 10 m(33 ft)参考高度,3 s 阵风时间,带有绷紧绳(如适用时),排放额定容量的立根;	API Spec 4F (第 3 版)与本标准内容不一样
	—		h) 最大额定设计风速 $V_{des}$ , m/s(节),在平均海平面或地面之上 10 m(33 ft)参考高度,3 s 阵风时间,带有绷紧绳(如适用时),不排放立根;	API Spec 4F (第 3 版)增加的内容且与本标准列项不对应
	—		i) 风载设计所用的在平均海平面或地面之上塔形井架或轻便井架的基本高度, m(ft);	
	h)~o)		对应 j)~q)	

4) 美国土木工程师学会, 1801 Alexander Bell Drive Reston, Virginia 20191, www. asce. org.

表 C.1 (续)

本 标 准		API Spec 4F(第 3 版);2008		备 注
章条编号	内 容	章条编号	内 容	
5.3	—	5.3	e) 最大额定静钩载,kN(短吨);	API Spec 4F(第 3 版)增加的内容且与本标准列项不对应
			h) 额定静钩载能力和额定立根排放能力的最大组合,kN(短吨);	
			j) 以下方面的内容适用于支承塔形井架或轻便井架的底座: ——大额定设计风速 $V_{des}$ ,m/s(节),在平均海平面或地面之上 10 m(33 ft)参考高度,3 s 阵风时间,带有绷绳(如适用时),排放额定容量的立根; ——最大额定设计风速 $V_{des}$ ,m/s(节),在平均海平面或地面之上 10 m(33 ft)参考高度,3 s 阵风时间,带有绷绳(如适用时),不排放立根; ——风载设计所用的在平均海平面或地面之上底座的基本高度,m (ft);	
—	—	6	结构安全级别 内容见 C. 2.1	API Spec 4F (第 3 版)增加的内容
6	标准额定值	—	—	
7	见本标准	7	设计载荷 内容见 C. 2.2	API Spec 4F (第 3 版)与本标准内容不一样
8.1.2	风和动应力 内容见本标准	8.1.2	风和动应力 内容见 C. 2.3.1	API Spec 4F (第 3 版)与本标准内容有变化
8.1.3	钢丝绳 内容见本标准	8.1.3	钢丝绳 内容见 C. 2.3.2	API Spec 4F (第 3 版)与本标准内容有变化
—	—	8.2	工作载荷 内容见 C. 2.3.3	API Spec 4F (第 3 版)增加的内容
8.2	风载 内容见本标准	8.3	风载 内容见 C. 2.3.4	API Spec 4F (第 3 版)与本标准内容有很大变化
8.3	动力载荷 内容见本标准	8.4	动力载荷 内容见 C. 2.3.5	API Spec 4F (第 3 版)与本标准内容有变化
—	—	8.6~8.8	内容见 C. 2.3.6~C. 2.3.8	API Spec 4F (第 3 版)增加的内容

表 C.1 (续)

本 标 准		API Spec 4F(第 3 版):2008		备 注
章条编号	内 容	章条编号	内 容	
10.5	焊接性能	10.5	焊接性能 增加部分内容见 C.3	API Spec 4F (第 3 版)增加的内容
12.3.1	说明书	12.3.1	说明书 增加部分内容见 C.4	API Spec 4F (第 3 版)增加的内容
附录 B (规范性附录)	标准井架	附录 B (资料性附录)	注解 内容见 C.5	对 API Spec 4F(第 3 版)中的部分内容作了详细说明和解释

## C.2 API Spec 4F(第 3 版):2008 部分增加的内容

### C.2.1 结构安全级别

#### C.2.1.1 钻井结构安全级别的鉴定

钻井结构按照其结构安全级别(SSL)鉴定见表 C.2。针对于每一个具体的位置,制造商和采购方协商选择预期或非预期 SSL(例如 SSL E2/U1)。对于给定的 SSL 和位置,可以根据遵循的指南制定设计环境条件。

SSL 级别反映各种不同程度的失效结果,考虑生命安全和 其他问题,例如污染、经济损失和公众关注。它也反映期望(预期或非预期)的环境事件。下面的矩阵中示出这些 SSL。每个结构有两个 SSL,第一个是预期环境事件,第二个是非预期环境事件(例如 SSL E2/U1)。

表 C.2 结构安全级别(SSL)

生命安全	其他问题 (污染、经济损失和公众关注等)		
	高	中	低
高	E1 或 U1	E1 或 U1	E1 或 U1
中	E1 或 U1	E2 或 U2	E2 或 U2
低	E1 或 U1	E2 或 U2	E3 或 U3
结构安全级别 E1 或 U1——高失效结果的结构。 结构安全级别 E2 或 U2——中失效结果的结构。 结构安全级别 E3 或 U3——低失效结果的结构。			

前缀 E 指预期环境事件,例如大飓风或风暴,事先可作准备。前缀 U 指非预期环境事件,例如突然的风暴或地震,不允许充分的准备。当结构事先从预期的严重事件中撤出时,有人事件与撤出的严重事件的 SSL 可不同。

#### C.2.1.2 可运输的“不固定”钻井结构

通常,钻井结构在其寿命期间用于不同的位置,因此,评价其在给定位置使用的稳定性,应考虑在该位置的环境条件、安装高度和新安装的 SSL。

对于相同的 SSL,塔形井架或轻便井架的设计风载是相同的,不管是固定设施还是移动设施(例如

钻井平台、自升式平台、半潜式平台或钻井船)。

**C.2.2 设计载荷**

如适用,每一个钻井结构的设计,应按照表 C.3 进行载荷组合。结构的设计应满足或超过符合第 8 章相应设计规范的这些条件。

**表 C.3 设计载荷**

情况	设计载荷条件	自重 <sup>1</sup> (%)	钩载 <sup>2</sup> (%)	转盘载荷(%)	立根载荷(%)	环境载荷
1a	工作	100	100	0	100	100%工作环境
1b	工作	100	TE	100	100	100%工作环境
2	预期	100	TE	100	0	100%预期风暴
3a	非预期	100	TE	100	100	100%非预期风暴
3b	非预期	100	适用时	适用时	适用时	100%地震
4	起升	100	适用时	0	0	100%工作环境
5	运输	100	适用时	0	适用时	100%运输环境

1 对于稳定性计算,应按照 C.2.3.8 考虑自重的下限值。  
 2 对于非工作风环境,如适用,在所有载荷情况下,应考虑天车(TE)悬挂的所有游动设备和钻井钢丝绳的重量。

**C.2.3 设计规范**

**C.2.3.1 风和动应力**

对于操作和起升情况,许用单位应力不应增加(应力修改系数=1.0)超过 8.1.1 中规定的基本许用应力。对于运输情况,如果采购方规定,许用单位应力可比 8.1.1 中规定的基本许用应力增加三分之一(应力修改系数=1.33<sup>5)</sup>)。

对于预期和非预期的风暴设计情况,当风载荷或动力载荷单独作用时或者与设计恒载和活载联合作用时,许用单位应力可比 8.1.1 中规定的基本许用应力增加三分之一(应力修改系数=1.33)。

为了规定 5.2 中 l)要求的许用静钩载与风速之间的铭牌关系曲线,采用的应力修改系数可以从操作情况的 1.0 线性过渡到非预期风暴情况的 1.33。

**C.2.3.2 钢丝绳**

钻井结构起升和下放用钢丝绳总成设计的公称强度,不应小于起升时该总成最大设计载荷的 2.5 倍。

绷绳所用钢丝绳总成的公称强度,应不小于载荷条件引起的最大绷绳载荷的 2.5 倍。

按照 API RP 9B,因端部连接效率和  $D/d$  比小于 18,则应降低钢丝绳总成的额定强度值。

**C.2.3.3 工作载荷**

工作载荷应包括下列一项或表 C.3 的多项组合和采购方的规定。

- a) 在每一个适用的穿绳条件下,最大额定静钩载与快绳和死绳载荷的联合作用;
- b) 转盘最大额定静载荷;
- c) 最大额定立根载荷;
- d) 钻井结构总成自重;
- e) 钻井结构中安装的所有管路和储罐内的流体载荷。应考虑满罐和空罐两种情况,以便按 C.2.3.8 进行稳定性计算;
- f) 因辅助设备而引起的采购方和制造商商定的附加同时发生或独立载荷。

对于所有钻井结构,制造商在钻机手册中,应包括所有零部件清单,以及其在设计中所用的总干重

5) 原文应力修改系数=1.0,有误。

和湿重。此外,制造商应规定总重和在干湿条件下这些重量在钻井结构底座附近的静力矩。

### C.2.3.4 风载荷

#### C.2.3.4.1 设计风

每个钻井结构的设计应按照下列适用的设计风值。底座设计的风速应与其支承的结构的风速相同。

钻井结构按照其 SSL 和位置分类:陆上或海洋。钻井结构的 SSL 反映各种不同程度的失效结果,考虑生命安全和其他问题,例如污染、经济损失和公众关注。

应考虑一定风环境下的钻井结构的结构。规定下列风环境。

- a) 工作风——在该风之下,可以连续无限制地进行钻井操作;
- b) 起升风——在该风之下,可以连续地进行正常的钻机起升操作;
- c) 运输风——在该风之下,可以连续地进行采购方规定的特殊运输操作;
- d) 非预期风——突然飓风或风暴之风,没有足够的时间进行所有准备,因此,在计算风载时,需考虑立根排放;
- e) 预期风——已知飓风或风暴之风,有足够的时间进行准备,例如下放立根。

#### C.2.3.4.1.1 陆风

工作、起升和运输环境的设计参考风速  $V_{ref}$  应按照采购方的规定。

对于美国陆上非工作设计环境,预期风暴条件的  $V_{ref}$  从 ASCE/SEI 7-05 风速图获得。对于其他陆上位置, $V_{ref}$  的来源应如公认的标准机构或政府气象机构。选择的风速应为 3 秒阵风,单位节(1 节 = 1.15 mph),在开阔地带 10 m(33 ft) 测量,相应重现期 50 年。

对于非预期风条件,立根也许排在钻井结构中, $V_{ref}$  应至少为预期风暴  $V_{ref}$  的 75%。

对于每一个风环境,各种 SSL 的最大额定设计风速  $V_{des}$ ,是通过设计参考风速  $V_{ref}$  乘以表 C.4 中所述的陆上系数  $\alpha_{陆上}$  来确定(按式 C.1),但不小于表 C.6 中的规定。

$$V_{des} = V_{ref} \times \alpha_{陆上} \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

在各种情况下,风的方向可来自于任何方位。C.2.3.4.1.3 中描述设计中所要使用的当地风速的确定方法。

#### C.2.3.4.1.2 海风

工作、起升和运输环境的设计参考风速  $V_{ref}$  应按照采购方的规定。

对于预期的风设计环境,海洋钻井结构的  $V_{ref}$  应按 ISO 19901-1,但墨西哥湾所用结构的风速应从 API Bull 2INT-MET 获得。该值应为 3 s 阵风,单位节(1.15 mph = 1 节 = 0.514 m/s),在开阔水面 10 m(33 ft) 测量,相应重现期 100 年。对于这些规范没有专门涵盖的区域, $V_{ref}$  的来源应如公认的标准机构或政府气象机构,或者可以采用符合 ISO 指南的现场特定研究。

对于非预期风条件,立根也许排在钻井结构中, $V_{ref}$  应为预期风暴  $V_{ref}$  的 100%,除非在预期风暴情况之前,风暴警报系统和钻井装置操作程序允许足够的时间下放立根。在墨西哥湾,非预期风条件的  $V_{ref}$  应至少为 9.3 m/s(78 节)。对于其他热带风暴地区,符合 ISO 指南的现场特定研究,可以用来确定非预期风条件的  $V_{ref}$ 。该值应为 3 s 阵风,单位 m/s(节),在开阔水面 10 m(33 ft) 测量,相应重现期 100 年,因为大部分风暴形成和加强速度允许的警报,足以满足满足立根安全下放所要求工作窗。

对于每一个风环境,各种 SSL 的最大额定设计风速  $V_{des}$ ,是通过设计参考风速  $V_{ref}$  乘以表 C.4 中所述的海洋<sup>6)</sup>系数  $\alpha_{海洋}$  来确定(按式 C.2),但不小于表 C.6 中的规定。

$$V_{des} = V_{ref} \times \alpha_{海洋} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

在各种情况下,风的方向可来自于任何方位。C.2.3.4.1.3 中描述设计中所要使用的当地风速的确定方法。

6) 原规范中为“onshore”,有误。

C.2.3.4.1.3 当地风速

采用表 C.4 和表 C.5 计算的最大额定设计风速  $V_{des}$ , 要乘以适当的高度系数  $\beta$  (按式 C.3), 以获得按 C.2.3.4.3 风力估算所用的风速。

$$V_z = V_{des} \times \beta \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

$\beta$  高度不超过 4.6 m (15 ft) 时为  $\sqrt{0.85}$ ;

$\beta$  高度 > 4.6 m (15 ft) 时为  $\sqrt{(2.01 \times (z/900)^{0.211}}$ ,  $z$  = 地平面或平均海平面之上的高度 (ft);

$\beta$  列于表 C.7。

C.2.3.4.2 风载

风力应作用在整个结构上, 但可不包括就在挡风墙前或后的构件。风面积计算应包括所有已知的或预期的结构和附件, 例如设备、挡风墙以及在钻井结构中安装或连接的附件。结构上的总风力应采用 C.2.3.4.3 规定的方法估计。

制造商在钻机手册中, 应包括所有零部件清单, 以及其在设计中所用的无遮蔽投影面积。该清单应包括至少两个正交方向的面积。此外, 制造商应规定面积总和, 以及面积沿选择方向在所讨论的钻井结构底座附近的静力矩。在计算风面积静力矩时, 游动设备应假设定位在距底部 0.7 倍井架高度的位置处。

C.2.3.4.3 逐项法

结构上的总风力应通过单个构件和附件上作用的风力的向量总和估计。必须考虑和确定对结构上的每个零部件会产生最大应力的风向。应根据式 C.4 和表计算各种设计风速的风力:

$$F_m = 0.00338 \times K_i \times V_z^2 \times C_s \times A \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

$$F_t = G_f \times K_{sh} \times \sum F_m$$

式中:

$F_m$ ——垂直于单个构件纵轴、或挡风墙表面、或附件投影面积的风力, lb;

$K_i$ ——考虑单个构件纵轴与风之间倾角  $\phi$  的系数;

1.0, 当风垂直于构件 ( $\phi = 90^\circ$ ), 或对于附件, 包括挡风墙;

$\sin^2 \phi$ , 按 C.2.3.4.3.2, 当风与单个构件的纵轴成角度  $\phi$  (单位度);

$V_z$ ——按 C.2.3.4.1.3 在高度  $Z$  的当地风速, 单位节;

$C_s$ ——按 C.2.3.4.3.4 的形状系数;

$A$ ——按 C.2.3.4.3.5 的单个构件的投影面积, 等于构件长度乘其相对于风法向分量的投影宽度, 或挡风墙的垂直表面积, 或按 C.2.3.4.3.6 的附件而非挡风墙的投影面积,  $ft^2$ ;

$F_t$ ——作用在整个钻井结构的每个单个构件或附件上的风力向量和;

$G_f$ ——按 C.2.3.4.3.3 考虑空间相干性的阵风作用系数;

$K_{sh}$ ——按 C.2.3.4.3.1 考虑构件或附件全部遮蔽和构件或附件端部周围气流变化的换算系数;

$F_m$ ——不应小于裸钻井结构每个单个构件计算的风力向量和。

C.2.3.4.3.1 遮蔽和方位比例校正系数

校正系数  $K_{sh}$  用来计算全部遮蔽的影响和构件或附件端部周围气流的变化。仅当计算  $F_t$  时, 才应采用  $K_{sh}$ 。

对于塔形井架,  $K_{sh}$  的计算基于实积比  $\rho$ , 按公式 C.5, 用于塔形井架框架内的所有构件。

$$K_{sh} = 1.11\rho^2 - 1.64\rho + 1.14 \quad 0.5 \leq K_{sh} \leq 1.0 \quad \dots\dots\dots (C.5)$$

当计算构件的  $K_{sh}$  时, 实积比  $\rho$  规定为裸框架前面内所有构件的投影面积除以框架外部构件包含的投影面积, 投影垂直于风向。

当计算塔形井架其他零部件的全部遮蔽影响时, 包括但并不局限于挡风墙、立根盒、导轨、天车、排放管、顶驱和人字架,  $K_{sh}$  应等于 0.85。

对于轻便井架,在所有风向下,所有构件或附件的遮蔽和方位比例校正系数  $K_{ab}$  应为 0.9。

**C.2.3.4.3.2 构件倾角**

倾角  $\phi$  规定为构件纵轴与风向之间的角度,单位度(见图 C.1)。

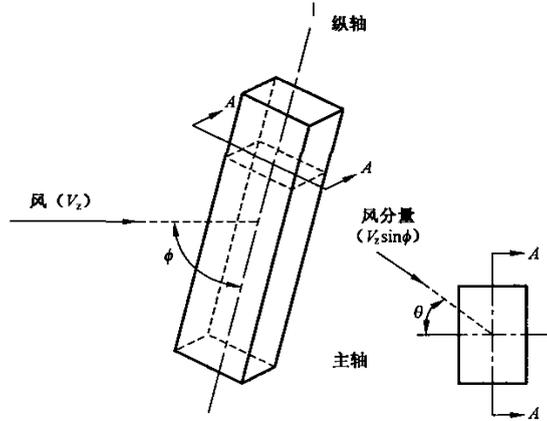


图 C.1

构件方位角  $\theta$  规定为垂直于纵轴作用的风的分量与构件主轴之间的角度(单位度),主轴垂直于纵轴。角度  $\theta$  所在的平面垂直于纵轴,用来按 C.2.3.4.3.4 选择形状系数。对于挡风墙,  $K_i$  等于 1.0。

**C.2.3.4.3.3 阵风作用系数**

应采用表 C.8 所列的阵风作用系数。应基于钻井轻便井架或塔形井架总投影面积选择  $G_r$ , 该面积规定为投影垂直于风向的框架外部构件包含的投影面积。仅当计算结构上作用的总风力时,才采用  $G_r$ 。当计算单个构件或附件上作用的风力时,不施加  $G_r$ 。

**C.2.3.4.3.4 构件或附件形状系数**

表 C.9 中提供各种形状具有代表性的系数。

在部分结构中,大量构件非常靠近,例如在钻台总成内,逐项法将高估总成上的风力。在这种情况下,该总成的形状系数可以采用封闭区域相应形状系数 1.5 予以代替。

**C.2.3.4.3.5 构件投影面积**

单个构件投影面积  $A$  的计算是相对于与纵轴垂直的风分量 ( $V_z \sin \phi$ )。因此,对于所有数值的  $\phi$ , 构件的投影面积将等于构件长度  $L$  乘以构件相对于风垂直分量的投影宽度  $W$ 。此外,计算的风力将垂直作用于构件的纵轴上(即垂直于投影面积)(见图 C.2)。

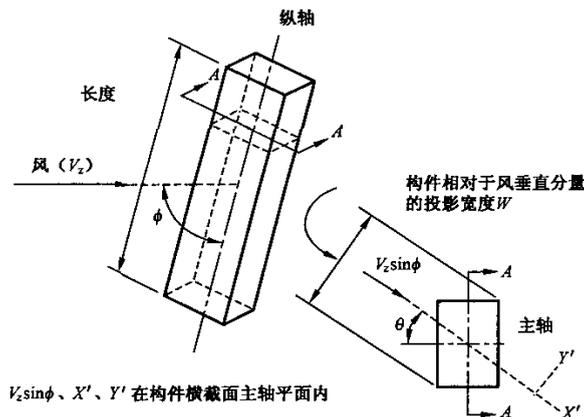


图 C.2

C.2.3.4.3.6 附件投影面积

附件而非挡风墙的投影面积  $A$ , 应在垂直于风向的平面上的投影面积。此外, 计算的风力作用的方向与风向相同。

对于风墙, 给定墙壁断面的面积  $A$  等于其表面积。形状系数正号指合成风力作用向着墙, 而负号指合成风力作用离开墙, 合力作用垂直于墙。表 C.9 中所示风墙的形状系数仅适用于部分覆盖的钻井轻便井架或塔形井架。对于钻井轻便井架或塔形井架完全覆盖的情况(例如钻机安装在北极钻井船上), 其他风载标准特别是 ASCE/SEI 7-05 可以采用, 并宜用来估计这种情况下的风载。

C.2.3.4.4 风洞试验

采用流体而非空气的风洞试验或类似试验, 对确定力和压力而言应认为是可接受的, 假定雷诺数的模拟适当。

C.2.3.4.5 风动力学

对于因在风和结构之间动力相互作用可能经受附加载荷的风敏结构, 应进行动力分析程序。在其他出版标准中, 可以找到各种结构详细的动力分析程序。

表 C.4 陆上结构安全级别系数  $\alpha_{陆上}$

情况	设计载荷条件	结构安全级别	SSL 系数 $\alpha_{陆上}$	近似重现期/年
1a	工作	所有	1.00	不适用
1b	工作	所有	1.00	不适用
2	预期	E1	1.07	100
2	预期	E2	1.00	50
2	预期	E3	0.93	25
3	非预期	U1	1.07	不适用
3	非预期	U2	1.00	不适用
3	非预期	U3	0.93	不适用
4	起升	所有	1.00	不适用
5	运输	所有	1.00	不适用

表 C.5 海洋结构安全级别系数  $\alpha_{海洋}$

情况	设计载荷条件	结构安全级别	SSL 系数 $\alpha_{海洋}$	近似重现期/年
1a	工作	所有	1.00	不适用
1b	工作	所有	1.00	不适用
2	预期	E1	1.09	200
2	预期	E2	1.00	100
2	预期	E3	0.91	50
3	非预期	U1	1.09	不适用
3	非预期	U2	1.00	不适用
3	非预期	U3	0.91	不适用
4	起升	所有	1.00	不适用
5	运输	所有	1.00	不适用

表 C.6 最小设计风速  $V_{des}$ , m/s(节)

	陆上			海洋		
	工作和起升	非预期	预期	工作和起升	非预期	预期
有缆绳轻便井架	12.7(25)	30.7(60)	38.6(75)	21.6(42)	36(70)	47.8(93)
无缆绳轻便井架	16.5(32)	30.7(60)	38.6(75)	21.6(42)	36(70)	47.8(93)
塔形井架	16.5(32)	30.7(60)	38.6(75)	24.7(48)	36(70)	47.8(93)

表 C.7<sup>a,b</sup> 高度系数  $\beta$ , 位置: 所有

在地面或 MSL 之上的高度 m	在地面或 MSL 之上的高度 ft	高度系数
0~4.6	0~15	0.92
6	20	0.95
7.6	25	0.97
9	30	0.99
12.2	40	1.02
15.2	50	1.05
18.3	60	1.07
21.3	70	1.08
24.4	80	1.10
27.4	90	1.11
30.5	100	1.12
36.6	120	1.15
42.7	140	1.17
48.8	160	1.18
54.9	180	1.20
61	200	1.21
76.2	250	1.24
91.4	300	1.26
106.7	350	1.28
121.9	400	1.30
137.2	450	1.32
152.4	500	1.33

<sup>a</sup> 高度中间值的线性内插值是可以接受的。  
<sup>b</sup> 在 10 m(33 ft)数值等于 1.00。

表 C.8 阵风作用系数

总投影面积 m <sup>2</sup>	总投影面积 ft <sup>2</sup>	系数
>65	>700	0.85
37.2~65	400~700	0.90
9.3~37.1	100~399	0.95
<9.3	<100	1.00

表 C.9 形状系数

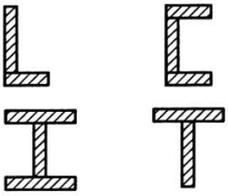
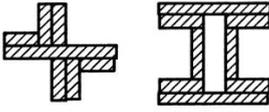
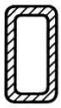
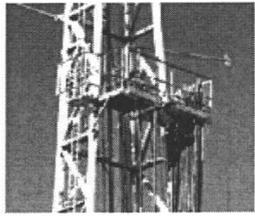
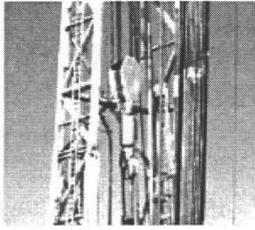
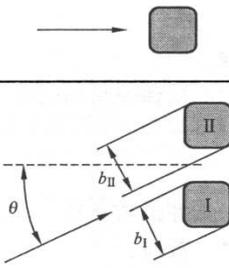
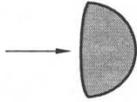
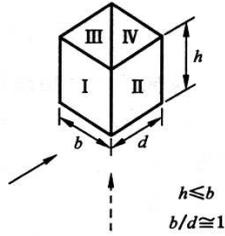
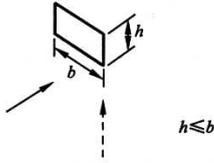
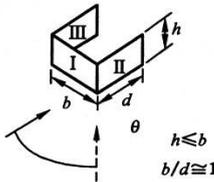
截 面		风 向( $\theta$ ):所有方向
型 式	形 状	
结构件	角钢、槽钢、工字钢、T形钢	 1.8
结构件	组合构件	 2.0
管材	正方形	 1.5
	矩形	 1.5
	圆形	 0.8
附件	棱边平直的非结构件的任何 构件(例如天车组、下拖式潜 水工作舱、游车、大钩、顶驱)	 1.2

表 C.9 (续)

截 面		风 向( $\theta$ ):所有方向			
型 式	形 状				
附件	表面连续的即、棱边不平直的非管状构件的任何构件(例如立管、软管、接箍、电缆)		0.8		
立根和抽油杆	正方形或矩形		I 和 II : 1.2		
	半圆形		1.2		
		与法向 $0^\circ \pm 20^\circ$	与对角线 $45^\circ \pm 25^\circ$		
挡风墙 注: +向着表面 -离开表面 注: $\theta$ 值圆整为最接近的表值	四边:允许进入围墙的气流	 $h \leq b$ $b/d \cong 1$	I : 0.8 II : -0.5 III : -0.5 IV : -0.3	I : 0.5 II : 0.5 III : -0.5 IV : -0.5	
	单边	 $h \leq b$	1.1	0.6	
	三边:允许进入围墙的气流	 $h \leq b$ $b/d \cong 1$	$\theta$	I	II
		$0^\circ$	0.8	-0.5	-0.5
		$45^\circ$	0.5	0.5	-0.5
		$90^\circ$	-0.5	0.8	-0.3
		$135^\circ$	-0.5	0.5	-0.9
		$180^\circ$	1.2	-0.2	-0.2

### C.2.3.5 动力载荷

#### C.2.3.5.1 惯性载荷

采购方应提供因支承船只、适应平台或深水固定结构运动引起的钻井结构动力载荷分析所要求的所有运动信息。应采用运动数据产生合适的推理方法,计算因运动引起的力。

动力的组合至少应如下。

- a) 纵向动力,包括颠簸和纵摇,以及升沉;
- b) 横向动力,包括摇摆和横摇,以及升沉;
- c) 对角线动力与升沉组合。对角线动力应按纵向和横向力平方和的平方根确定,除非采购方另有规定。

只要钻井结构的刚性足以按照刚性体对待,则采用上面规定的支承结构的运动,可以对钻井结构进行静态分析。

#### C.2.3.5.2 动力放大

对于因基础支承结构运动引起的动力放大可能经受附加载荷的钻井结构,应进行动力分析程序。在其他出版标准中,可以找到各种结构详细的动力分析程序。采购方应负责提供支承结构必需的运动信息。

#### C.2.3.6 起升载荷

按采购方的规定,在设计每个钻井结构及其支承结构时,应考虑起升载荷与自重和起升环境风的组合,或作为选择应考虑风载荷和惯性载荷。

在钻井结构铭牌上和 在钻机操作说明书中,应清楚地规定流体载荷或附加的静重,例如在起升期间提供倾覆稳定性所专门要求的平衡重。

设计采用起重机起升的钻井结构,其设计应按照 API RP 2A-WSD 中的提升指南,包括其中规定的动载系数。

#### C.2.3.7 运输载荷

按采购方的规定,在设计每个钻井结构时,应考虑运输载荷与自重和运输环境风的组合,或作为选择应考虑风载荷和惯性载荷。

#### C.2.3.8 倾覆和滑动

在土壤、混凝土或木床垫基础支承的钻井结构的钻机倾覆或无意滑动计算中,所采用的最大许用静态摩擦系数的极限应为 0.15,对于钢基础支承的那些钻井结构,应为 0.12,但如下例外:最大设计摩擦系数可以采用替代值,只要该值通过试验得到确认,并符合钻机操作程序(例如海洋滑橇式钻机设计,包含的摩擦系数对应的表面不润滑,要求业主/经营者维护和检验横梁,以确保其并未无意中润滑)。

对于所有稳定性和滑动计算,提供抵抗倾覆或滑动的自重的极限,最大应按其预期最小重量的 90%。最小重量的计算应假定,除去所有可选择的结构和设备,流体箱应认为是空的,除非钻机说明书中对风暴准备或钻机起升另有规定。对于承受垂直升沉的钻井结构,负升沉加速度大小应进一步降低稳定重量。

陆上独立式结构的最低倾覆安全系数为 1.25,计算是按倾覆线附近结构自重的最低稳定力矩除以同一倾覆线或轴线附近任何悬挂的垂直活载加包括风、地震或因船只运动而引起的动载荷在内的环境载荷总和的倾覆力矩的比率。设计人员应考虑合适的倾覆线,以便确定最低安全系数,并应考虑因任何可能的应用方向而引起的可能的倾覆载荷。倾覆线位置应这样确定,倾覆线应沿所考虑情况地面公称垂直支承反力的质心;地面支承反力的分布极限应符合所考虑结构设计许用的地面支承压力。制造商在钻机手册中应包括基础载荷图和起升和操作条件下要求的许用地面安全支承压力。陆上独立式钻井结构的最低无意滑动安全系数为 1.25,计算是按设计最大许用静态摩擦系数下的最低滑动阻力除以因环境载荷而引起的施加的总剪切载荷的比率。

海洋独立式钻井结构的最低倾覆安全系数为 1.50, 计算是按倾覆线附近结构自重的最低稳定力矩除以同一倾覆线或轴线附近任何悬挂的垂直活载加环境载荷总和的倾覆力矩的比率。设计人员应考虑合适的倾覆线, 以便确定最低安全系数, 并应考虑因任何可能的应用方向而引起的可能的倾覆载荷。倾覆线位置应这样确定, 倾覆线应沿所考虑情况基础公称支承反力的质心。基础支承反力的分布极限应符合支承结构基础许用设计载荷, 如采购方那样规定。制造商在钻机说明书中应包括图表, 规定基于计算的横向载荷的最大基础支承载荷。海洋独立式钻井结构的最低无意滑动安全系数为 1.5, 计算是按设计最大许用静摩擦系数下的最低滑动阻力除以因环境载荷而引起的施加的总剪切载荷的比率。

不能够满足独立式结构要求的结构, 应装有总称为固定卡箍的合适装置, 以防止上述运动。在 AISC 许用应力级别, 风载或动力载荷不增加三分之一的情况下, 这些装置的额定值应能抵抗采用悬挂垂直活载、设计横向风力、地震力和因船只运动引起的动力乘以系数 1.25 计算的所有载荷组合中的倾覆和滑动载荷。

有些结构连接提供两种方法或路径来承载。该双载荷路径连接的一个示例就是采用法兰连接的塔形井架大腿连接板, 一方面, 一个法兰板承受压力, 而受拉的螺栓承受张力。另一个示例是设计的轻便井架大腿, 通过接触支承承受压缩载荷, 而通过销连接承受张力载荷。

除满足 8.1 的要求之外, 双载荷路径连接(固定卡箍除外)的设计, 也应抵抗采用悬挂垂直活载、设计横向风力、地震力和因船只运动引起的动力适当时乘以系数 1.25 计算的主载荷:

- 在所有操作和起升载荷组合中, 许用应力增加三分之一;
- 在预期和非预期风载组合中, 许用应力增加三分之二;
- 在运输载荷组合中, 许用应力增加三分之一, 或如采购方规定, 许用应力增加三分之二。

在任何情况下, 双载荷路径连接的一个载荷路径的设计载荷绝对值不应小于另一载荷路径的设计载荷的 20%。

制造商应在与装置一起提供的钻井结构文件中, 提供固定用卡箍、销和螺栓适当安装有关的合适说明书。安装预期张紧数倍的螺栓的紧固零部件, 设计规定的螺栓预载不大于螺栓材料最低极限强度乘以其公称横截面积的 50%, 以便允许重复使用螺栓。卡箍安装说明书应包括预张力值和公差。螺栓张力调整应采用校准张力调整方法获得。规定预张紧到较高数值的螺栓, 仅应使用一次。

钻机业主/经营者应根据制造商的推荐作法, 制定包括风暴准备信息(含适当的卡箍安装)在内的程序。

### C.3 焊接性能

对于 ASTM 和 API 钢, AWS D1.1-2002 的表 C-4.1 和表 C-4.2 中规定了相应的焊缝金属和 HAZ 的冲击。对于国际钢, ISO 19902 的材料分类方法(若出版时; 2005 年 9 月 MWIFQ 草案稿内的附录 F1)中规定了相应的焊缝金属和 HAZ 的冲击。

### C.4 说明书

应按照 C.2.3.3 包含表格, 概括钻井结构和所有附件的干湿自重、以及其在设计中所用的在钻井结构底座附近的静力矩。

应按照 C.2.3.4.2 包含表格, 概括风面积以及其在设计中所用的在钻井结构底座附近的静力矩。

### C.5 注解<sup>7)</sup>

#### C.5.1 范围

按照 API 标准 4A、4D、4E 和 API Spec 4F 以前修订版制造的产品, 可以不必符合本规范的所有要

7) 此注解并不是所有部分都有, 括号内为对应的 API 4F:2008 正文的章节编号。

求。委员会的目的是本标准的制定应满足现在和未来操作条件的要求,例如更深的钻井、浮式装置海洋钻井、以及地震、风暴和其他不利操作条件的影响。

本标准的制定将指导制造商和用户共同理解钻井和修井作业各种结构的能力和额定值。

### C.5.2 (6) 结构安全级别

本规范以前的版本在塔形井架和轻便井架之间是有区别的,隐含的假定是轻便井架具有较低的失效结果或较低的失效概率(准备大风暴,可以规定轻便井架)。轻便井架相对于塔形井架规定较低的设计风速反映了该假设。现行规范消除了这一差别。

通常,给定的轻便井架或塔形井架的设计具有下列一组参数(为了简化该讨论,不考虑地震情况):

- 额定钩载, HL;
- 额定立根排放, SB;
- 工作风,  $W_o$ ;
- 设计预期风,  $W_e$ ;
- 设计非预期风,  $W_u$ 。

如果设计的轻便井架或塔形井架为苛刻环境条件区域 SSL E3/U2,那么,它可以用于不太苛刻环境区域 SSL E2/U1 作业。换言之,只有当钻井装置在类似环境条件区域作业时,通过其 SSL 分类才有意义。如果操作策略未变,在给定的地理位置,例如墨西哥湾,SSL 的鉴定预期不会发生变化。

通过规定 SSL 为双参数,经营者和或承租方可更广泛地评价预期或生存条件的结果,通常钻井装置无人。下列 6 个 SSL 认为是可能的。

- SSL E1/U1;
- SSL E2/U1;
- SSL E3/U1;
- SSL E2/U2;
- SSL E3/U2;
- SSL E3/U3。

然而

- SSL E1/U2;
- SSL E1/U3;
- SSL E2/U3;

认为是不现实的。即非预期情况相对于预期情况而言,通常,钻井装置超载相同或更大。

在有些区域,例如像墨西哥湾有风暴的热带区域,结构事先从极端环境事件撤出。在上述情况下,有人事件的 SSL 可以更高一级,此时直到严重事件期间人员不在场。在这些情况下,无人 SSL 可低于更高的极端事件。

当因平台或船只运动而规定动载荷条件时,用户可考虑运动与设计风载采用的重现期大致相同,因为这可能符合钻井结构选择的 SSL。

#### 现有陆上结构

现有钻井装置的鉴定需要反映诸如 API RP 4G 中要求的检验结果。

表 C.4 中陆上 SSL 系数的选择基于 API Spec 4F 第 2 版规定的预期风载和本规范中的风载之间相等这一目标。人们认为按照 API Spec 4F 第 2 版正确设计的钢丝绳轻便井架,很可能满足本规范的要求,在美国非沿海区域用于 SSL E3/U3。同样地,人们认为按照 API Spec 4F 第 2 版正确设计的无钢丝绳轻便井架,很可能满足本规范的要求,在美国非沿海区域用于 SSL E1/U1。

目标的满足程度因经验和判断而产生偏差。

### 现有海洋结构

现有钻井装置的鉴定需要反映诸如 API RP 4G 中要求的检验结果。

现有塔形井架和轻便井架海洋作业 SSL 的选择,基于 API Spec 4F 第 2 版<sup>8)</sup> 规定的风载和本规范中的风载之间相等这一目标。人们认为按照 API Spec 4F 第 2 版正确设计的轻便井架,很可能满足本规范的要求,在墨西哥湾中部以外的所有区域用于 SSL E3/U3。同样地,人们认为按照 API Spec 4F 第 2 版正确设计的塔形井架,很可能满足本规范的要求,在墨西哥湾中部以外的所有区域用于 SSL E2/U2。

目标的满足程度因经验和判断而产生偏差。

### 可运输的“不固定”钻井结构

当考虑把钻井结构用于新位置时,钻井结构新的基本高度可以不同于铭牌基本高度。在评价新位置结构的稳定性时,必须考虑这一差别。

通常,按本规范的钻井结构的设计风载,大于采用空间载荷和组合载荷的移动式或浮动式平台总响应分析中所用的风载。移动、浮动或固定平台相应的总风载不在本文件的范围之内。用户宜咨询针对于这些条件的相应设计文件。

### C.5.3 (7)设计载荷

工作、起升和运输载荷情况包括采购方规定的风速,不小于规定的最小值,取决于结构的型式和应用(陆上或海洋)。

对于风或惯性力作用下的工作或起升情况,不允许增加许用应力。采用应力修改系数从操作情况的 1.0 线性过渡到非预期风暴情况的 1.33,绘制钩载与风速之间的铭牌关系曲线。

工作情况下风速的选择并不认为是为了结构安全的缘故,因为通过转盘卡瓦内管柱的隔离降低钩载通常并不重要;相反,选择的级别表明了用户成本和利益之间的一种权衡——风速额定值越高成本越高,风速额定值越低工作时窗越少。通常,按照陆上钻机非预期(立根)风载情况 UC 有大约 20% 统一检查和海洋结构最大预期风载情况 UC 有大约 20% 统一检查的级别,规定工作风速下规范的最小值。因为铭牌也包含许用钩载与风载的关系曲线,所以,用户会有必要的信息制定合适的钻井装置作业程序,并规划钻井装置作业,以缓解在超过工作情况设计风速的风况下天气情况对作业的影响。

### C.5.4 (8.2)工作载荷

规定工作载荷包括钻井载荷例如大钩、转盘和立根载荷和重力载荷(包括自重和流体载荷)。规范包括干重和湿重以及其在钻井结构底座附近静力矩的要求,允许用户监视在结构寿命期间因增加结构和附件而引起的重量的任何增加,和制定重量增加的极限,超过该极限,要求重新鉴定结构。

### C.5.5 (8.3)风载荷

本版与以前的 API 4 规范不同之处在于,本版不再规定仅基于结构型式(例如轻便井架与塔形井架)的最小额定设计风速值。而本规范要求使用公认的国家和国际规范的地区风速数据,确定额定设计风速值,这与结构的型式无关。

本规范中设计风力的确定,部分基于题为“钻井结构风载抗力测量”的 2001 工业合作项目(JIP)。JIP 中提出的方法是以塔形井架正方形结构为准,而在本规范内,已经修改了该方法,谨慎地用于其他型式的钻井结构,特别是对于前开口式轻便井架的遮蔽。

风规范预期用于钻井结构的设计,并为该目的而制定。这一基本技术有效地预测钻井结构上的风力。本规范内使用的风速是 3 s 阵风。可是,其他规范中引用的风速平均时间可不同。因此,宜注意确保在特定的设计规范中引用合适的平均时间。

8) 原规范中为“1st Edition”,有误。

### C.5.6 (8.3.1)设计风

结构安全级别——塔形井架和轻便井架 SSL 的选择要充分地考虑失效结果。通常,陆上绷绳轻便井架比无绷绳轻便井架失效结果低。通常,塔形井架失效结果最高。海洋失效结果通常由钻井装置系统支承结构支配。

风环境——工作风与重现期无关,但与正常作业继续进行的预期情况有关,工作风由采购方规定。

预期风环境有时称为安全风,非预期风有时称为暴风。

针对于起升和运输,规定采购方规定的风环境。

### C.5.7 (8.3.1.1)陆风

对于陆风,在选择风速时,已经考虑了标准 ASCE/SEI 7-05 建筑物和其他结构的最低设计载荷 7-05。在美国,ASCE 7-05 基本风速图提供 3 s 阵风风速,参考高度 10 m,年概率 0.02,或 50 年重现期。表 C.4 的 SSL 系数用来根据参考风速确定最大额定设计风速;对于 E1、E2 或 E3 结构,规定的 SSL 系数分别近似对应于 100 年、50 年和 25 年重现期。

在美国以外工作的轻便井架和塔形井架的设计风准则,宜适当地考虑和实施与 ASCE/SEI 7-05 等效的当地标准(如可能)或其他公认的文件资料。

### C.5.8 (8.3.1.2)海风

对于海风,ISO 19901 用来提供参考风速数据,或者在墨西哥湾用文件 API Bull 2INT-MET。表 C.5 的 SSL 系数用来根据参考风速确定最大额定设计风速;对于 E1、E2 或 E3 结构,有关重现期分别近似对应于 200 年、100 年和 50 年重现期。

### C.5.9 (8.3.1.3)当地风速

陆上轻便井架和塔形井架的高度系数,与 ASCE/SEI 7-05 暴露类别 C 中推荐的压力系数  $K_z$  相一致:“暴露 C:分散着障碍物的开阔地带,高度通常小于 30 ft。”。

海洋轻便井架和塔形井架的高度系数,与 API RP 2A-WSD 海上固定平台规划、设计和建造的推荐作法 工作应力设计 2000 年 12 月第 21 版中海洋平台提出的数值相一致。

### C.5.10 (8.3.2)风载

附件明显地影响着钻井结构上的总风载。这一事实在 JIP 风洞试验结果中很好地形成文件,许多国际风规范(包括 ASCE 7、澳大利亚和英国规范)要求,在力的计算中应包括附件引起的风载;可是,这些规范通常并未提供精确的计算方法来估算这些附件上的风。

规范包括风面积以及其在钻井结构底座附近静力矩的要求,允许用户监视在结构寿命期间因增加结构和附件而引起的受风面积的任何增加,和制定受风面积增加的极限,超过该极限,要求重新鉴定结构。

### C.5.11 (8.3.3)逐项法

通过计算作用在钻井轻便井架或塔形井架单个构件和毗邻零部件上风力总和估计总风力的方法,与其他风标准估计敞开桁架的方法类似。当确定关键风向时,通常,对角线风的总风力大于正面风力,因为对角面相对于正面投影面积更大。这一规则在其他风规范例如 ASCE/SEI 7-05 和澳大利亚规范 AS 1170.2 中得到普遍承认。

通常,采用三种方法之一确定承受倾斜风( $\phi < 90^\circ$ )的构件上合成风力的方向。为了讨论起见,假设  $F_1$  等于同向风力, $F_C$  等于横向风力(垂直于  $F_1$ ), $F_N$  等于构件纵轴法向风力, $F_T$  等于与纵轴平行的切向力(垂直于  $F_N$ )。采用伯努利方程式,形状系数等于 1,构件面积等于  $A$ (宽度乘长度),作用在该构件上的风力将作为风速  $V$  和倾角  $\phi$  的函数而变化。

正如图 C.3 所示,第一种方法是通过把构件面积投影在与风垂直的平面上,计算同向风力。对于这个“投影面积法”, $F_1$  将是  $V^2 A \sin \phi$  的函数, $F_C = 0$ 。因此, $F_N = f(V^2 A \sin^2 \phi)$  和  $F_T = f(V^2 A \sin \phi \cos \phi)$ 。

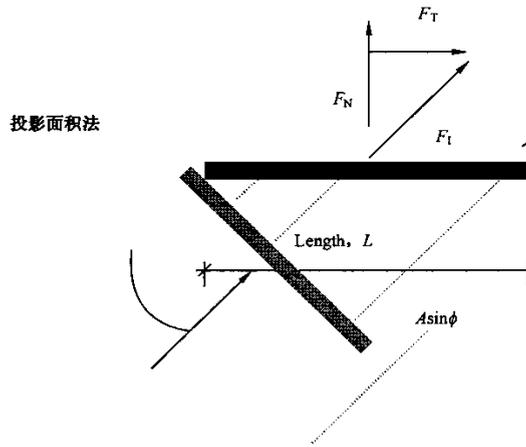


图 C.3

图 C.4 所示,第二种方法是采用沿构件长度投影的风压法向分量  $1/2\rho V^2$ , 计算垂直于构件的风力  $F_N$ 。对于这个“投影压力法”,  $F_N$  将是  $V^2 A \sin\phi$  的函数,  $F_T \cong 0$ 。因此,  $F_I = f(V^2 A \sin^2\phi)$  和  $F_C = f(V^2 A \sin\phi \cos\phi)$ 。

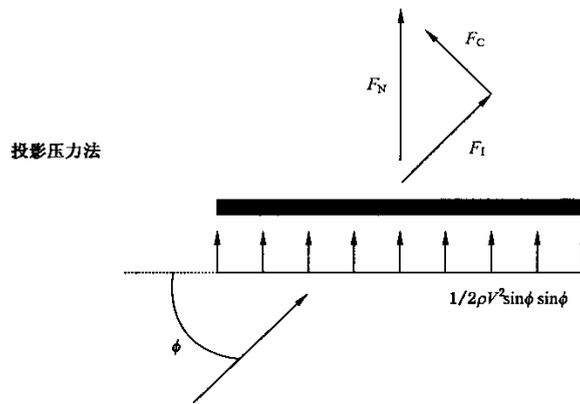


图 C.4

图 C.5 所示,第三种方法是通过采用风速的法向分量  $V \sin\phi$ , 计算垂直于构件纵轴的风力  $F_N$ 。对于这个“速度分量法”,  $F_N$  将是  $V^2 A \sin^2\phi$  的函数(注:  $\sin^2\phi$  是通过伯努利方程式从  $V \sin\phi$  平方导出),  $F_T \cong 0$ 。因此,  $F_I = f(V^2 A \sin^3\phi)$  和  $F_C = f(V^2 A \sin^2\phi \cos\phi)$ 。

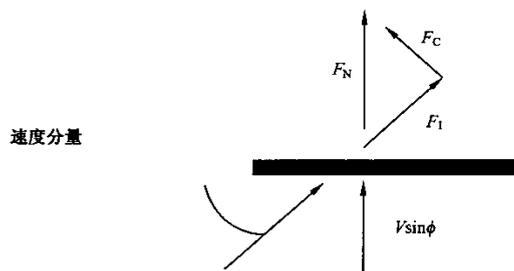


图 C.5

表 C.10 概括了三种方法的每一种的变项(省略  $V^2 A$ )。

表 C.10 三种方法的变相

	风力分量			
	相对于构件		相对于风向	
	$F_N$ (法向)	$F_T$ (切向)	$F_I$ (同向)	$F_C$ (横向风)
投影面积	$\sin^2 \phi$	$\sin \phi \cos \phi$	$\sin \phi$	0
投影压力	$\sin \phi$	0	$\sin^2 \phi$	$\sin \phi \cos \phi$
速度分量	$\sin^2 \phi$	0	$\sin^3 \phi$	$\sin^2 \phi \cos \phi$

测量与流动成一定角度的构件和管件上风力和当前力表明,大致上,法向力起支配作用,而切向力可忽略不计。“投影面积法”意指同向风力起支配作用,同时存在着明显的切向力。相反,“投影压力法”和“速度分量法”意指法向力起支配作用,而切向力可忽略不计。此外,这两种方法也采用形状系数,方式与其来源相一致。可是,“投影压力法”采用压力分量,与作为标量的压力定义不一致。相反,“速度分量法”采用速度向量分量计算流体(即风)力。该方法符合流体力学引用文件中给出的信息。

当按 C.2.3.4.3 估算裸结构和挡风墙的风力时,采用“速度分量法”。因此,假设与构件或挡风墙纵轴平行作用的风的切向分量,名义上影响总风力。当按 C.2.3.4.3 估算裸结构构件上的总风力时,仅考虑与纵轴( $V_z \sin \phi$ )垂直作用的法向风分量。对于挡风墙,表 C.9 的形状系数大致包含了  $\sin^2 \phi$  项,所以  $K_1=1.0$ 。

“投影面积法”用于附件而不是挡风墙。根据定义,“投影面积法”指构件宽度和长度投影在垂直于风的平面上。该计算不同于对裸结构构件投影面积  $A$  所作的计算。

当采用法向速度分量(即“速度分量法”)估算风力时,采用系数  $\sin^2 \phi$ (因  $V_z$  平方,所以  $\sin \phi$  平方)计算风相对于纵轴的倾角。合成风力将沿构件或零部件长度作用,垂直于纵轴。采用本方法意味着,同向风分量(根据合成法向力计算)随  $\sin^3 \phi$  而变。该变化符合按 API RP 2A-WSD 估算海洋固定平台上洋流所采取的方法。

设计人员应验证设计中所用的任何结构软件程序的风载方法基于本规范。

采用构架实积比  $\rho$ ,可以初步估算钻井轻便井架或塔形井架上的总风力。然而,该方法仅宜用于初步分析。不宜用来代替在最终设计或分析期间规定的程序。这里,实积比  $\rho$  规定为裸结构框架前面的投影面积( $A_{face}$ )除以裸结构框架边缘包封的总面积( $A_{gross}$ )。几个引用文件提供了作为实积比和风向函数的桁架、板梁、起重机和塔形井架的形状系数。对于实积比 0.1~0.3 的钻井轻便井架和塔形井架,采用下列方法可以合理地估算总风力。

对于由构件(例如角钢、槽钢、丁字钢)组合的承受法向风的方构架按式 C.6:

$$F_{norm,1} = 0.00338 \times V_z^2 \times G_f \times C_f \times A_{face} \dots\dots\dots (C.6)$$

式中  $C_f = (4.0\rho^2 - 5.9\rho + 4.0)$

对于由构件(例如角钢、槽钢、丁字钢)组合的承受对角风的方构架按式 C.7:

$$F_{diag,1} = F_{norm,1} \times (1.0 + 0.75\rho) \dots\dots\dots (C.7)$$

$F_{diag,1}$  不大于  $1.2 \times F_{norm,1}$

对于由圆管件组合的承受法向风的方构架按式 C.8:

$$F_{norm,2} = F_{norm,1} \times (0.51\rho^2 + 5.7) \dots\dots\dots (C.8)$$

$F_{norm,2}$  不大于  $F_{norm,1}$

对于由圆管件组合的承受对角风的方构架按式 C.9:

$$F_{diag,2} = F_{norm,2} \times (1.0 + 0.75\rho) \dots\dots\dots (C.9)$$

$F_{diag,2}$  不大于  $1.2 \times F_{norm,2}$

这些公式仅适用于开式构架。单独地进行计算应按 C. 2. 3. 4. 3 估算挡风墙、立根盒、其他附件和设备上的风力。

#### C. 5. 12 (8. 3. 3. 1) 遮蔽和方位比例校正系数

其他构件或零部件对轻便井架或塔形井架构件或零部件的遮蔽,将取决于构件的排列和形状、结构的充实度,和轻便井架的定向或塔形井架与平均风向的定向。对于塔形井架,规范规定基于正面面积充实度的裸结构的遮蔽系数变化范围 0.5~1.0。该公式根据 ASCE 7-05 中的方桁塔遮蔽公式修改,允许其与规范方法一起使用,考虑塔形井架所有面上的所有构件(而不仅仅是 ASCE 7-05 中与风垂直的塔形井架面)。附件规定的遮蔽系数统一为 0.85。这些系数可适当地按 JIP 试验结果调整。

因为轻便井架结构没有试验数据或形成文件的规范方法,轻便井架裸结构和附件的遮蔽系数局限于 0.9。

对于天车组、游车、软管、接箍、立根盒或挡风墙,在表 C. 9 内所示的这些截面选择的形状系数当中,考虑了这些形状周围气流的变化。表 C. 9 内立根和抽油杆的形状系数也包括方位比例的校正。

总遮蔽系数的应用指遮蔽引起的载荷的降低为构架内所有构件的平均值。(虽然总校正只是一小部分,但当计算构件端部周围的气流时,同样如此。)事实上,只有背风构件将遮蔽,而迎风构件将完全暴露于风。在大多数情况下,迎风构件和背风构件(即遮蔽)上实际载荷和平均载荷之差大约为  $\pm 10\% \sim 15\%$ 。尽管除风之外的载荷很可能支配设计,但要求单个构件满足在考虑遮蔽的桁架总载荷上附加的非遮蔽构件风载的许用应力要求。

计算双立根遮蔽影响时,风向与两个立根共有垂面之间的夹角不大于  $20^\circ$ (见表 C. 9)。

#### C. 5. 13 (8. 3. 3. 2) 构件或附件倾角

当采用 C. 2. 3. 4. 3 中等式估算风力时,垂直、水平和对角线构件纵轴的定向方式为,对于暴露于侧向(即法向)风的钻井轻便井架或塔形井架  $\phi=90^\circ$ ,且仅适用于侧向构件。相反,对于暴露于对角线风的钻井轻便井架或塔形井架,仅垂直构件纵轴的定向  $\phi=90^\circ$ ,而水平和对角线构件  $\phi<90^\circ$ 。

#### C. 5. 14 (8. 3. 3. 3) 阵风作用系数

阵风在空间上与其持续时间相关。3 s 阵风与较小的距离相关,因此,影响钻井轻便井架或塔形井架结构较小的构件。假定钻井结构总尺寸,于是通过施加阵风作用系数,以说明更大范围内风速的空间变化。表 C. 8 内所示的数值基于澳大利亚标准 AS 1170. 2—1989,并符合 ASCE/SEI 7-05 标准现行和过去版本给出使用的阵风作用系数。

#### C. 5. 15 (8. 3. 3. 4) 构件或附件形状系数

表 7 内的形状系数(也称为阻力或力系数)有几个来源,这些来源把系数作为构件形状和风向角的函数。这些来源包括澳大利亚标准 AS 1170. 2-1989、格构塔架和轻便井架(英国标准学会)、ASCE/SEI 7-05 建筑物和其他结构的最低设计载荷、风对结构的影响(Simiu 和 Scanlan)和输电塔力系数(Mehta 和 Lou)。为了简化钻井轻便井架和塔形井架共有构件和毗邻零部件系数的选择,各种截面型式和形状的典型值源自这些来源。为了提供构件横截面平面内所有风向的典型值,对风向的敏感性进行了评估( $q$ )。

当与构件投影面积结合在一起使用时,角钢、槽钢、工字钢、T 形钢之类的结构型钢的典型形状系数 1.8 认为是合理值。当比较角钢或工字钢之类的单个构件的系数时,就导致了与这个 1.8 数值的公称偏差,不过,对于槽钢和管材之类的矩形断面,产生的偏差更大。构件值 1.8 与石化设备构件风产生的力(独立于 API Spec 4F) ASCE 工作委员会选择的数值相同。

由于粘滞流动效应,棱边平直构件的系数较大,但圆形构件的系数较小。因雷诺数的影响,管状型材与几何形状类似的结构型材相比形状系数较小。

对于像天车组、游车、软管和接箍之类的附件,形状系数代表值类似于结构(即棱边平直)型材或管状(即表面连续)型材之值,调整采用的方位比例校正系数 0.6。

对于立根和抽油杆,横截面形状类似于典型形状系数为 1.5 的正方形或矩形管材。因此,立根选择数值为 1.2,反映方位比例调整。对于双立根,因风向对着两个立根,遮蔽影响变得很明显。因此,当风

向在两个立根公有的垂面  $20^\circ$  之内时,提供两个形状系数,一个迎风立根值(1.2)和另一个背风立根值(0.3)。对于半圆立根,因角是圆形的并非平直的,所以,选择的形状系数值是 1.2。

风墙典型形状系数的推导,基于实体标牌或墙上风载估算的不同标准提供的信息。合成风力可以作用向着或离开墙面,取决于风向和墙结构。估算完全覆盖的钻井轻便井架或塔形井架上风力的过程比本规范内提供的过程更为复杂。因此,宜采用像 ASCE 标准 7-95 之类的其他标准估算上述情况的风载。

#### C.5.16 (8.3.3.5) 构件或附件投影面积

形状系数的计算基于构件的特有面积,可以表示为常量(例如不等肢角钢长肢的表面积)或表示为变量,通常等于垂直于给定风向的构件的投影面积。通常,投影面积认为对设计人员更为直观,用来计算构件和毗邻零部件上的静风力。

在风洞试验期间,通常,流动垂直于纵轴,即在构件横断面平面内,构件端部周围无气流。因此,大多数形状系数和有关的特有面积仅适用于这些试验条件。因而,构件或毗邻零部件投影面积的计算,是相对于垂直作用于纵轴的风分量的垂直平面。投影面积将等于构件长度乘以构件垂直于风的宽度。

对于风墙,给定墙壁断面的投影面积等于其表面积(宽乘高)。

#### C.5.17 (8.3.5) 风动力学

当预测因风和结构之间动力相互作用而产生的附加载荷时,一些标准可用来估算结构上的风力。上述分析的基础取决于引用的标准。例如如果(1)高度或长度与宽度之比大于 5,和(2)振动的第一谐调频率小于 1 Hz,则澳大利亚标准 AS 1170.2-1989 要求对任何结构的主结构零部件设计进行动力分析。而且,ASCE/SEI 标准 7-05 不适用于动力扭转载荷或固有频率在 1 Hz 以下的挠性结构或高宽比超过 4 的细高建筑物。

#### C.5.18 (8.4.1) 惯性载荷

本标准把惯性力的计算扩大到包括颠簸和摇摆力;以前版本所列公式仅确定结构上正弦变化的旋转运动例如横摇、纵摇和升沉的惯性力。

#### C.5.19 (8.4.2) 动力放大

本规范中包括总要求,确保设计人员充分考虑动力放大,响应钻井结构在“固定式”平台上发生危险振荡时的事故;实际上,平台安装在 1 000 ft 多水深,在波浪周期大约 5 s 的工作海况下具有明显的运动。

#### C.5.20 (8.5) 地震载荷

因为本规范未表述地震的设计方法,如果可能的话,用户应负责规定 SSL 级别如何用来分析。

题为海洋平台上钻井结构地震评估程序——IADC/SPE 74454(J. W. Turner, M. Effenberger 和 J. Irick 著)的文件,给海洋平台和自升式平台上钻井结构评估和设计提供指南。其中给出的许多信息也适用于陆上结构地震设计的考虑。

#### C.5.21 (8.8) 倾覆和滑动

除非更高的值通过试验予以确认,并且操作程序符合该值,否则,本规范规定了倾覆和滑动计算用摩擦系数的最大许用值。

稳定自重的极限为其预期值的 90%,不允许因流体载荷或临时安装的设备而增加倾覆和滑动的稳定性,除非制造商在钻机说明书中形成文件,并当起升要求时在结构铭牌上也有。

规范规定了独立式结构倾覆和滑动安全系数,要求根据下面基础的许用支承载荷计算安全系数,防止基础坍塌。

固定卡箍设计载荷与递增的倾覆和滑动载荷的关系曲线,可能显示载荷高度非线性或双线性;在达到某一载荷级别,克服了重力载荷稳定作用之后,卡箍才有载荷。固定卡箍载荷的计算,采用倾覆垂直活载和滑动载荷施加的载荷系数 1.25,以及“空载船”自重;不得增加固定卡箍的许用应力。这一要求确保若风暴事件大于设计情况时所引起的过载情况下的稳定性。

双载荷路径零部件(固定卡箍除外),不仅必须满足 8.1 的要求(极端事件下许用应力放大系数 1.33),而且必须满足采用倾覆垂直活载和滑动载荷施加的载荷系数 1.25 计算的情况的要求,以及“空载船”自重,许用应力放大系数 1.67。如果 AISC 中的公称安全系数为 1.67(即拉杆或弯曲梁),未乘系数情况的公称最小安全系数为该值除以许用应力放大系数即  $1.67/1.33=1.25$ 。同样,附加要求提供乘系数载荷情况公称最小安全系数  $1.67/1.67 \times 1.25=1.25$ 。因而,附加要求确保安全系数一致,即使在倾覆和滑动载荷级别下,这些构件显示的载荷高度非线性或双线性。

参 考 文 献

[1] ABS<sup>9)</sup> 海洋钻井装置建造和入级规范,1991(ABS Rules for Building and Classing Offshore Drilling Units,1991. ).

[2] API Spec 4F, 钻井和修井井架、底座规范,第2版,1995年1月(API Spec 4F, Specification for Drilling and Well Servicing Structures, second edition, june 1995. ).

[3] ASNT<sup>10)</sup> TC-1A, 无损检测人员资格鉴定推荐作法(ASNT TC-1A, Recommended Practice for Personnel Qualification and Certification in Non-Destructive testing, ). (also know as ASNT 2055).

---

9) 美国船级社, ABS Plaza, 16855 Northchase Drive, Houston, TX 77060, USA.

10) 美国无损检测学会, PO Box 28518, 1711 Arlingate Lane, Columbus, Ohio 43228-0518.

---