

# 钻井和修井井架、底座规范

上游段

API Spec 4F

第 4 版，2013 年 1 月

2013 年 8 月 1 日实施



石油工业标准化研究所翻译出版

# Specification for Drilling and Well Servicing Structures

Upstream Segment

API SPECIFICATION 4F  
FOURTH EDITION, JANUARY 2013

EFFECTIVE DATE: AUGUST 1, 2013



石油工业标准化研究所翻译出版

## API 标准翻译出版委员会

主任：杨 果

副主任：高圣平 万战翔 付 伟 邢 公

委 员：（按姓氏拼音为序）

陈俊峰 陈效红 崔 毅 杜德林 范亚民 方 伟 郭 东 韩义萍 何保生 李树生  
刘雪梅 马开华 秦长毅 单宏祥 孙 娟 王 慧 王进全 王 欣 文志雄 夏咏华  
张虎林 张 勇 张 玉 邹连阳

主 编：高圣平

副主编：杜德林

本标准由石油工业标准化研究所组织翻译、出版和发行。

本标准翻译单位：宝鸡石油机械有限责任公司研究院

本标准翻译责任人：杨玉刚 李唐都

本标准一校责任人：孙 娟

本标准二校责任人：黄悦华

本标准三校责任人：刘长跃

本标准译文难免有不妥之处，欢迎各位读者批评指正。

## API 授权声明

本标准由美国石油学会（API）授权许可，由石油工业标准化研究所（PSRI）组织翻译。翻译版本不代替、不取代英文版本，英文版本仍为具备法律效力的版本。API 对翻译工作中出现的错误、偏差、误解均不承担任何责任。在未经 API 书面许可的情况下，不得将翻译版本进行再翻译或复制。

## AUTHORIZED BY API

This standard has been translated by Petroleum Standardization Research Institute (PSRI) with the permission of the American Petroleum Institute (API). This translated version shall not replace nor supersede the English language version which remains the official version. API shall not be responsible for any errors, discrepancies or misinterpretations arising from this translation. No additional translation or reproduction may be made of the standard without the prior written consent of API.



**Brenda S. Hargett, CPA, CAE**  
Vice President & Chief Financial Officer

Special Programs and Financial Operations

1220 L Street, NW  
Washington, DC 20005-4070  
USA  
Telephone 202-682-8350  
Fax 202-962-4717  
Email hargettb@api.org  
www.api.org

### MEMORANDUM OF UNDERSTANDING

The following agreement was developed between the American Petroleum Institute (API) having its principal place of business at 1220 L Street, N.W., Washington, D.C. 20005, and the Petroleum Standardization Research Institute (PSRI) (LICENSEE) having its principal place of business at 20 Xueyuan Road, Beijing, 100083, P. R. China.

**WHEREAS**, LICENSEE desires to obtain from API the right to translate into the Chinese language certain API Standards and then to distribute such translated standards to third parties in China,

**WHEREAS**, API wishes to translate and distribute Chinese language versions of the API Standards,

**THEREFORE**, in consideration of the mutual covenants under discussion, the parties agree as follows:

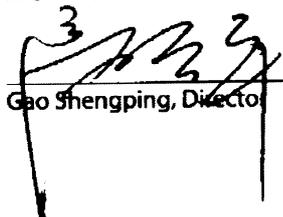
API and PSRI will work towards an accord by which the translation and distribution agreement will be finalized and agreed to for the following purposes:

- To facilitate the effective communication of API standards in the Peoples Republic of China
- To ensure an authoritative translation of API standards

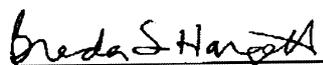
Either party may immediately terminate this agreement at any time without cause, upon provision of written notice to the other party.

The parties agree that no rights to use of the API mark(s) are granted to PSRI under this agreement, and that neither party will be liable for any damages to the other in the event of failure to reach an accord.

PETROLEUM STANDARDIZATION  
RESEARCH INSTITUTE

  
Gao Shengping, Director

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE

  
Brenda S. Hargett, Vice President & CFO  
Special Programs and Financial Operations

  
David Miller, Director  
Standards

2008.4.8  
Date

April 8, 2008  
Date

## 特别说明

API 出版物只针对一些共性问题。有关特殊问题，宜查阅地方、州和联邦的法律法规。

API 或 API 的任何雇员、分包商、顾问、委员会或其他受托人，均不担保也不承诺（无论明指还是暗示）本标准中所包含的信息的准确性、完整性和适用性，对于本标准中所披露的任何信息的使用及其后果，也不承担任何义务和责任。API 或 API 的任何雇员、分包商、顾问或其他受托人，也不承诺本标准的使用不会侵犯其他人的专有权利。

任何愿意使用 API 出版物的人都可以任意使用。API 已经尽了一切努力来保证这些出版物中所含数据的准确性与可靠性；然而，关于本标准 API 不做任何承诺、担保或保证，在此明确声明，由于使用本标准而造成的任何损失，或者因本标准与当地法规有冲突而造成违法，API 将不承担任何义务和责任。

出版 API 标准是为了使公众能够更方便地获取已经证实的、良好的工程与操作惯例。但至于何时何地应当使用这些出版物，仍需要用户依据自身的实践经验而作出明智的判断。API 标准的制定和出版，无意以任何方式限制任何人使用任何其他操作惯例。

任何按照 API 标准的会标使用要求标志其设备和材料的制造商，对于其产品符合相关 API 标准，负有全部责任。API 不承诺、担保或保证这些产品实际上确实符合该项 API 标准。

版权所有，违者必究。在没有得到出版商的书面批准之前，任何人都不允许在检索系统中复制和保存本文件中的任何内容或者采用电子、机械、复印、录像或者其他方式传播本文件中的任何内容。  
请联系出版商美国石油学会出版业务部，地址：1220 L Street, NW, Washington, DC 20005.

## 前 言

API 出版物中的任何内容，都不能解释为（以暗示或其他方式）赋予任何人制造、销售或使用专利权所涵盖的任何方法、仪器或产品的权力；也不能解释为担保任何人侵犯专利权而不承担责任。

应：在标准中使用时，“应”表示符合该规范的最低要求。

宜：在标准中使用时，“宜”表示推荐或建议但并不是必需符合该规范。

本文件是按照 API 标准化工作程序制定的，该程序保证了制定过程的透明度和广泛参与；本文件被认定为 API 标准。关于本标准内容解释方面的有关问题，或者关于标准制定程序方面的看法和问题，应以书面形式提交给美国石油学会标准部主任，地址是：1220 L Street, N.W., Washington, D.C. 20005。如果需要复制或翻译本标准的全部或部分内容，也与标准部主任联系。

通常，API 标准最长每隔五年就要复审一次，复审的结果是修订、确认或撤销。该五年复审周期有时会延期一次，但延期最长不超过两年。关于本出版物的出版状态，可向 API 上游业务部查询，电话：(202) 682-8000。API 出版物和资料的目录每年出版一期，每季度更新一次。API 地址为 1220 L Street, N.W., Washington, D.C. 20005。

欢迎用户提出修订建议，这类建议应提交给 API 标准和出版部，地址是：1220 L Street, N.W., Washington, D.C. 20005，或发送电子邮件：[standards@api.org](mailto:standards@api.org)。

# 目 次

1	范围	1
2	规范性引用文件	1
3	术语和定义	2
4	产品规范级别	6
5	标志和信息	6
5.1	铭牌	6
5.2	塔形井架和桅杆式井架铭牌信息	6
5.3	修井机桅杆式井架铭牌信息	7
5.4	底座铭牌信息	7
5.5	天车总成铭牌信息	8
6	结构安全级别	8
7	设计载荷	9
8	设计规范	10
8.1	许用应力	10
8.2	作业载荷	11
8.3	风载荷	12
8.4	动力载荷	21
8.5	地震载荷	21
8.6	冰载荷	21
8.7	安装载荷	21
8.8	运输载荷	22
8.9	倾覆和滑动	22
8.10	设计验证	23
9	材料	23
9.1	总则	23
9.2	书面规范	24
9.3	力学性能	24
9.4	材料质量鉴定	24
9.5	材料制造	24
9.6	螺栓	24
9.7	钢丝绳	24
10	焊接要求	24
10.1	总则	25
10.2	焊接评定	25
10.3	书面文件	25
10.4	焊接材料的控制	25

10.5	焊缝性能	25
10.6	焊后热处理	25
10.7	质量控制要求	26
10.8	特定要求—补焊	26
11	质量控制	26
11.1	总则	26
11.2	质量控制人员资格	26
11.3	测试设备	27
11.4	无损检测	27
11.5	尺寸验证	28
11.6	工艺质量和修整	28
11.7	采购方的检验和拒收	28
11.8	试验	29
11.9	追溯性	30
11.10	要求确认的过程	30
12	文件	31
12.1	总则	31
12.2	制造商保存的文件	31
12.3	设备交付时的随机文件	32
	附录 A (规范性附录) 附加要求	33
	附录 B (资料性附录) 注解	35
	附录 C (资料性附录) API 会标	47
	附录 D (资料性附录) 采购指南	49
	参考文献	55
	表 1 钻井结构设计载荷	9
	表 2 修井机桅杆式井架设计载荷	10
	表 3 陆上结构安全级别系数	13
	表 4 海上结构安全级别系数	13
	表 5 最小设计风速	13
	表 6 高度系数	15
	表 7 阵风作用系数	17
	表 8 形状系数	19
	表 A.1 小尺寸冲击试样的调整系数	33
	图 1 构件倾角	17
	图 2 构件投影面积	18

# 钻井和修井井架、底座规范

## 1 范围

本规范规定了石油工业钻井和修井作业用钢结构的要求和推荐作法，提供了统一的钢结构检定方法以及两种产品规范级别（PSL）。

本规范适用于本规范生效日期后制造的所有新的钢制塔形井架、桅杆式井架（包括绷绳桅杆式井架和修井机桅杆式井架）、底座和天车总成。

附录 A 规定了只有当采购方指定时才适用的一些标准附加要求（SR）。附录 B 是用于帮助理解和/或应用本 API 规范的资料性附录。附录 C 是关于 API 会标纲要和 API 会标标志要求的资料性附录。附录 D 是关于采购指南的资料性附录，用来帮助采购方采购按本 API 文件要求制造的设备。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

API RP 2A-WSD 海上固定平台规划、设计和建造的推荐作法—作应力设计

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、底座的检验、维护、修理与使用的推荐作法

API Spec 8C 钻井和采油提升设备规范（PSL 1 和 PSL 2）

API Spec 9A 钢丝绳规范

API RP 9B 油田用钢丝绳的应用、维护和使用推荐作法

AISC 335-89<sup>1</sup> 结构钢建筑物规范—许用应力设计和塑性设计

ASCE/SEI 7-05<sup>2</sup> 建筑物和其他结构的最低设计载荷

ASTM A370<sup>3</sup> 钢产品力学性能标准试验方法及定义

ASTM A578/A578M 特殊用途的轧制钢板直波束超声检验标准规范

AWS D1.1/D1.1M<sup>4</sup> 钢结构焊接规范

ISO 9712<sup>5</sup> 无损检测 人员资格鉴定与认证

ISO 19901-1 第 1 部分 海洋气象设计和运行研究

ISO 19902 海上固定钢结构

1 美国钢结构学会，1 East Wacker Drive, Suite 3100, Chicago, Illinois 60601, [www.aisc.org](http://www.aisc.org).

2 美国土木工程师学会，1801 Alexander Bell Drive Reston, Virginia 20191, [www.asce.org](http://www.asce.org).

3 美国材料和试验协会，100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, Pennsylvania 19428-2959, [www.astm.org](http://www.astm.org).

4 美国焊接学会，550 Northwest LeJeune Road, Box 351040, Miami, Florida 33135, [www.aws.org](http://www.aws.org).

5 国际标准化组织，1 rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland, [www.iso.org](http://www.iso.org).

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 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

**附件** appurtenances

裸钻井结构所附属的但不属于其一部分的所有零部件。

#### 3.3

**裸钻井结构** bare drilling structure

钻井结构的结构件，如适用，包括天车、天车台、天车台人字架。

#### 3.4

**关键零部件** critical component

保持结构稳定性所必需的部件，当结构按第 7 章设计载荷加载时，位于结构主载荷路径内的零部件。

#### 3.5

**关键焊缝** critical weld

连接关键零部件的焊缝。

#### 3.6

**天车总成** crown block assembly

安装在塔形井架或桅杆式井架顶部的定滑轮组或其总成。

#### 3.7

**制造日期** date of manufacture

在开始制造和交付给采购方之间存在的制造商选择的日期。

#### 3.8

**塔形井架** derrick

四侧构件格构或桁构的横截面为正方形或矩形的结构塔架。

注：塔形井架可以用或不用绷绳加固。

### 3.9

#### 设计载荷 design load

结构设计承受的不超过任何构件内许用应力的力或力的组合。

### 3.10

#### 设计参考风速 design reference wind velocity

$V_{ref}$

在 10 m (33 ft) 参考高度, 3 秒阵风条件下的风速, 单位: 节, 用于对预期钻井位置合理重现期。

### 3.11

#### 动力载荷 dynamic loading

因运动而在结构上施加的载荷。

### 3.12

#### 起升载荷 erection load

起升和下放期间, 在桅杆式井架及其支承结构或井架底座上产生的载荷。

### 3.13

#### 导轨和导向小车 guide track and dollies

在各种作业期间, 用来将游动设备相对于塔形井架保持在正确位置的设备。

注: 可伸缩的导向小车用于将游动设备在钻井位置与返回位置之间水平移动。

### 3.14

#### 绷绳 guy line

在设计载荷条件下, 给桅杆式井架提供结构和/或横向支承, 一端连接桅杆式井架总成, 另一端连接在合适的锚具上的钢丝绳。

### 3.15

#### 绷绳图 guying pattern

与井眼中心线相关的, 由制造商推荐的绷绳位置及其在锚具外的距离的平面图。

### 3.16

#### 塔形井架和无绷绳桅杆式井架的高度 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。

### 3.17

#### 有绷绳桅杆式井架的高度 height of mast with guy line

从地面到天车支承梁底面的最小垂直距离。

## 3.18

**冲击载荷 impact loading**

由接近瞬时改变的力所产生的载荷。

## 3.19

**桅杆式井架 mast**

横截面为矩形的前开口式格构塔架。

## 3.20

**桅杆式井架安装距离 mast set-up distance**

为协助钻机安装而由制造商规定的从井眼中心线到桅杆式井架结构指定点的距离。

## 3.21

**最大额定设计风速 maximum rated design wind velocity**

$V_{des}$

通过陆上或海洋系数对 10 m (33 ft) 参考高度 3 秒阵风进行结构安全级别 (SSL) 调整之后的风速，  
单位：节，用于计算钻井结构设计所能承受的力。

## 3.22

**最大额定静钩载 maximum rated static hook load**

游动设备重量和游动设备上施加的静载荷组成的载荷。

注：在本标准规定的指南范围内，在规定的游车穿绳数和无立根排放、抽油杆或风载荷的情况下，该载荷是结构可施加的最大载荷。这里假定了死绳锚和绞车在指定位置。

## 3.23

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

钢丝绳的公称强度乘以符合 API 9B 的端部附件的效率。

## 3.24

**周期 period**

$\tau$

(横摇、纵摇或升沉)

一个完整循环要求的时间。

## 3.25

**钻杆倾角 pipe lean**

排放的典型钻杆立根与铅垂线的夹角。

## 3.26

**产品规范级别 Product Specification Level**

**PSL**

所涵盖设备主承载件材料和过程控制的级别。

## 3.27

**二层台 racking platform**

位于钻台之上一定距离的平台，横向支承排放的立根的上端。

## 3.28

**转盘额定静载荷 rated static rotary load**

转盘支承梁所能支承的最大重量。

## 3.29

**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。

## 3.30

**抽油杆平台 rod board**

**抽油杆悬挂器 rod hanger**

位于钻台之上一定距离的平台，用来支承抽油杆。

## 3.31

**修井机桅杆式井架 service rig mast**

设计具有额定作业值（有或无立根排放或抽油杆）的桅杆式井架。

注：见表 2。

## 3.32

**结构安全级别 Structural Safety Level**

**SSL**

采购方对钻井结构应用进行的分类，用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

**底座 substructure**

传递大钩载荷、转盘载荷和（或）立根载荷的任何结构。

## 3.34

**风环境 wind environment**

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。

## 4 产品规范级别

本标准确立了钻井和修井结构的两种产品规范级别（PSL）要求，这两种产品规范级别规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。PSL 1 包括制造业目前普遍执行的作法。PSL 2 包括 PSL 1 的所有要求以及附加要求。

## 5 标志和信息

### 5.1 铭牌

按照本标准制造的钻井和修井结构均应采用铭牌予以识别，铭牌上至少应有 5.2~5.5 中规定的信息，如适用，还应包括测量单位。标志应为凸印或凹印，铭牌应牢固地固定在结构的醒目位置。

### 5.2 塔形井架和桅杆式井架铭牌信息

注：修井机桅杆式井架铭牌信息见 5.3。

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) 编号；
- e) 高度，m (ft)；
- f) 在规定的游车绳数下，带有绷绳时（如适用）的最大额定静钩载，kN（短吨）；
- g) 在平均海平面或地面之上 10 m (33 ft) 的参考高度，3 秒阵风，带有绷绳（如适用），排放额定容量立根时的最大额定设计风速  $V_{des}$ , m/s (节)；
- h) 在平均海平面或地面之上 10 m (33 ft) 参考高度，3 秒阵风，带有绷绳（如适用），不排放立根时的最大额定设计风速  $V_{des}$ , m/s (节)；
- i) 风载设计所用的平均海平面或地面之上的塔形井架或桅杆式井架底座的高度，m (ft)；
- j) API Spec 4F，第 4 版；
- k) 制造商的绷绳图，如适用；
- l) 下列字样：
 

注意：加速度或冲击、以及排放立根、抽油杆和风载均会降低最大额定静钩载能力。
- m) 制造商的载荷分布图（可放在桅杆式井架说明书中）；
- n) 在满额定立根排放和最大游车绳数下，许用静钩载与各种风速（零到最大额定设计风速  $V_{des}$ ）之间绘制的关系曲线；
- o) 有绷绳桅杆式井架的安装距离，m (ft)；
- p) PSL 2（如适用）；
- q) 具体附加要求内规定的附加信息，如适用（见附录 A）。

### 5.3 修井机桅杆式井架铭牌信息

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) 编号；
- e) 高度，m (ft)；
- f) 在规定的游车绳数下，带有绷绳时（如适用）的最大额定静钩载，kN（短吨）；
- g) 在规定的游车绳数下，带有绷绳（如适用），在桅杆式井架额定立根排放能力和最大额定抽油杆悬挂能力（kN（短吨），（如适用））时的许用静钩载，kN（短吨）；
- h) 在平均海平面或地面之上 10 m (33 ft) 的参考高度，3 秒阵风，带有绷绳（如适用），排放额定数量立根时的最大额定设计风速  $V_{des}$ ，m/s（节）；
- i) 在平均海平面或地面之上 10 m (33 ft) 参考高度，3 秒阵风，带有绷绳（如适用），不排放立根时的最大额定设计风速  $V_{des}$ ，m/s（节）；
- j) 风载设计所用的平均海平面或地面之上的塔形井架或桅杆式井架底座的高度，m (ft)；
- k) API Spec 4F，第 4 版；
- l) 制造商的绷绳图，如适用；
- m) 下列字样：

注意：加速度或冲击、以及排放立根、抽油杆和风载均会降低最大额定静钩载能力。

- n) 制造商的载荷分布图（可放在桅杆式井架说明书中）；
- o) 在满额定立根排放、但无抽油杆和最大游车绳数下，许用静钩载与各种风速（零到最大额定设计风速  $V_{des}$ ）之间绘制的关系曲线；
- p) 有绷绳桅杆式井架的安装距离，m (ft)；
- q) PSL 2（如适用）；
- r) 具体附加要求内规定的附加信息，如适用（见附录 A）。

### 5.4 底座铭牌信息

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) 编号；
- e) 最大额定静钩载，kN（短吨）；
- f) 转盘最大额定静载能力，kN（短吨）；

- g) 额定立根的最大排放能力, kN (短吨);
- h) 额定静钩载和额定立根排放的最大组合能力, kN (短吨);
- i) 转盘额定静载和额定立根排放的最大组合能力, kN (短吨);
- j) 以下方面的内容适用于支承塔形井架或桅杆式井架的底座:
  - 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) 的参考高度, 3 秒阵风, 带有绷绳 (如适用), 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) 的参考高度, 3 秒阵风, 带有绷绳 (如适用), 不排放立根;
  - 风载设计所用的平均海平面或地面之上的底座基础的高度, m (ft);
- k) API Spec 4F, 第 4 版;
- l) PSL 2 (如适用);
- m) 具体附加要求内规定的附加信息, 如适用 (见附录 A)。

#### 5.5 天车总成铭牌信息 (仅当天车总成与塔形井架一起使用时要求)

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) 编号;
- e) 最大额定静钩载, kN (短吨);
- f) API Spec 4F, 第 4 版;
- g) PSL 2 (如适用);
- h) 具体附加要求内规定的附加信息, 如适用 (见附录 A)。

## 6 结构安全级别

钻井结构按照其结构安全级别 (SSL) 进行鉴定。针对每一具体位置, 制造商和采购方协商选择预期或非预期的结构安全级别 SSL (例如 SSL E2/U1)。对于给定的 SSL 和位置, 设计环境条件可以根据遵循的指南制定。

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有关问题, 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。下面的矩阵中给出了这些结构安全级别 (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)。

生命安全	其他关注点（污染、经济损失和公众关注点等）		
	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 — 用于高失效结果的结构。

结构安全级别 E2 或 U2 — 用于中失效结果的结构。

结构安全级别 E3 或 U3 — 用于低失效结果的结构。

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。如果结构在预期的严重事件前撤离，有人事件的结构安全级别（SSL）可不同于所撤离的严重事件的结构安全级别（SSL）。

### 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，必须考虑在该位置的环境条件、安装高度和新安装设备的结构安全高度（SSL）。

对于相同的结构安全高度（SSL），塔形井架或桅杆式井架的设计风载是相同的，不管是固定设施还是移动设施（例如固定钻井平台、自升式钻井平台、半潜式钻井平台或钻井船）。

## 7 设计载荷

每个钻井结构应按照表 1 或表 2 的载荷组合设计（如适用）。按照第 8 章相应的设计规范进行的结构设计应满足或超过这些条件。

表 1 钻井结构设计载荷<sup>a</sup>

状况	设计载荷条件	自重 <sup>b</sup> (%)	钩载 <sup>c,d</sup> (%)	转盘载荷 (%)	立根载荷 <sup>d,e</sup> (%)	环境载荷 <sup>f</sup>
1a	作业	100	100	0	100	100%作业环境
1b	作业	100	TE	100	100	100%作业环境
2	预期	100	TE	100	0	100%预期风暴环境
3a	非预期	100	TE	100	100	100%非预期风暴环境
3b	非预期	100	适用时	适用时	适用时	100%地震
4	起升	100	适用时	适用时	0	100%起升环境
5	运输	100	适用时	适用时	适用时	100%运输环境

<sup>a</sup> 不包括修井机桅杆式井架（见表 2）。

<sup>b</sup> 对于稳定性计算，应按照 8.9 考虑自重的下限值。

<sup>c</sup> 对于非作业有风环境，如适用，在所有载荷情况下，应考虑天车悬挂的所有游动设备和钻井钢丝绳的重量（TE）。

<sup>d</sup> 不支承桅杆式井架或塔形井架的底座不需要按钩载设计。同样地，不支承立根的底座不需要按立根载荷设计。

<sup>e</sup> 钻杆倾角是应考虑立根载荷的一个组成要素。

<sup>f</sup> 环境载荷包括立根设计的所有受风面积，如适用。

表 2 修井机桅杆式井架设计载荷

状况	设计载荷条件	自重 <sup>a</sup> (%)	钩载 <sup>b</sup> (%)	抽油杆载荷 (%)	立根载荷 (%)	环境载荷 <sup>c</sup>
1a	作业	100	100	0	0	100%作业环境
1b	作业	100	TBD (待定)	100	0	100%作业环境
1c	作业	100	TBD (待定)	100	100	100%作业环境
2	预期	100	TE	0	0	100%预期风暴环境
3a	非预期	100	TE	100	100	100%非预期风暴环境
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%起升环境
5	运输	100	适用时	适用时	适用时	100%运输环境

<sup>a</sup> 对于稳定性计算, 应按照 8.9 考虑自重的下限值。

<sup>b</sup> 对于非作业有风环境, 如适用, 在所有载荷情况下, 应考虑天车悬挂的所有游动设备和钻井钢丝绳的重量 (TE)。

<sup>c</sup> 环境载荷包括立根和抽油杆设计的所有受风面积, 如适用。

## 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, 否则, 钢结构应按照 AISC 335-89 进行设计。AISC 335-89 许用应力设计 (通常称为弹性设计) 部分, 应用来确定许用单位应力。不允许使用第 5 部分第 N 章—塑性设计。AISC 335-89 应用来确定许用单位应力和考虑次应力, 但除非采购方另有规定, 否则现行作法和经验并未规定需要遵循 AISC 335-89 的“承受疲劳载荷的构件及其连接件” (第 K4 章)。

对于本标准而言, 在格构或桁架结构的独立构件中, 由于弹性变形和节点刚性而引起的应力规定为次应力。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。因节点偏心连接、节点之间的构件横向载荷或外加力矩而引起的应力, 应认为是主应力。

对于除地震载荷外的所有载荷, 当把计算的次应力增加到独立构件中的主应力时, 许用单位应力可增加 20%。但是, 主应力不应超过许用单位应力。除 8.1.2 中允许的增加外, 当考虑次应力时, 还可以增加许用应力。

地震载荷和有关的许用应力, 在 8.5 中专门表述。冰载荷和有关的许用应力, 在 8.6 中专门表述。

#### 8.1.2 风和动应力

在作业和安装条件下, 许用单位应力不应 (应力修改系数=1.0) 超过 8.1.1 中规定的基本许用应力。在运输条件下, 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)。

对于预期和非预期的风暴设计条件,当由风载荷或动载荷单独作用或者与设计静载荷和动载荷联合作用产生时,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 n) 或 5.3 o) 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作业情况的 1.0 线性过渡到非预期风暴情况的 1.33。

### 8.1.3 钢丝绳

钢丝绳的尺寸和型式应按照 API 9A 和 API 9B 的规定。

当通过钢丝绳总成起升和下放时,钻井结构用钢丝绳总成的设计公称强度应不小于该总成在安装时最大设计载荷的 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 9B,由于端部连接效率和  $D/d$  之比小于 18,因此应降低钢丝绳总成的强度值。

### 8.1.4 天车轴

天车轴,包括快绳和死绳滑轮支承轴,除弯曲屈服安全系数应至少为 1.67 外,其余参数应按照 AISC 335-89 (见 8.1.1) 设计。钢丝绳滑轮和轴承应符合 API 8C 的规定。

### 8.1.5 桅杆式井架和底座起升液缸

对于整个起升过程上的预期起升载荷,桅杆式井架和底座起升液缸应按 AISC 组合屈曲和弯曲安全系数设计。该分析宜考虑液缸安装条件和液缸公差而导致的初始缺陷。

## 8.2 作业载荷

作业载荷应包括下列一项或表 1 所示的多项组合和买方的规定。

- a) 在每种适用的穿绳条件下,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) 钻井结构包含的所有管道系统和储罐内的流体载荷。应考虑满罐和空罐两种情况,以便按 8.9 进行稳定性计算;
- f) 买方和制造商协商确定的因辅助设备而同时附加的载荷或独立载荷。

对于所有钻井结构，制造商应将其零部件的清单包括在钻机手册中，这些零部件应包括设计时所用的自重和总成重量。此外，制造商应规定总的重量和在自重和总成重量条件下在钻井结构底座上产生的静力矩。

### 8.3 风载荷

#### 8.3.1 设计用风

##### 8.3.1.1 总则

每个钻井结构均应按照下列适用的设计用风的值进行设计。底座设计的风速应与支承结构的风速相同。

钻井结构按照其结构安全级别（SSL）和位置分为陆上或海上两类。钻井结构的结构安全级别（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。

在给定的风环境下应考虑钻井结构的外形。以下规定了风的环境。

- a) 作业时的风—在此之下，可以连续无限制地进行钻井作业；
- b) 安装时的风—在此之下，可以连续地进行正常的钻机安装作业；
- c) 运输时的风—在此之下，可以连续地进行买方规定的特殊运输作业；
- d) 非预期的风—突然到来的飓风或风暴，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) 预期的风—已知到来的飓风或风暴，有足够的时间进行准备，例如放下立根。

##### 8.3.1.2 陆上风

作业、安装和运输环境下的设计参考风速  $V_{ref}$  应符合买方的规定。

对于美国陆上非作业设计环境，预期风暴条件的  $V_{ref}$  从 ASCE/SEI 7-05 风速图查得。对于其他陆地场所， $V_{ref}$  应从原始资料获得，例如从公认的标准机构或政府气象部门获得。应在下列条件下选择风速：3 秒阵风，单位：节（1 节=1.15 mph），在开阔地带 10 m（33 ft）高度处测量，相应重现期 50 年。

对于非预期风条件，立根可能排放放在钻井井架上， $V_{ref}$  应不小于预期风暴  $V_{ref}$  的 75%。

对于每种风环境，各种结构安全级别（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 3 中所列的陆上系数  $\alpha_{陆}$  来确定，但不小于表 5 中的规定。

$$V_{des} = V_{ref} \times \alpha_{陆}$$

在所有情况下，风的方向可来自于任何方位。8.3.1.4 中论述的方法可用于在设计中确定当地的风速。

表 3 陆上结构安全级别系数  $\alpha_{陆}$

情况	设计载荷条件	结构安全级别	SSL 系数 $\alpha_{陆}$	近似重现期 (年)
1a	作业	所有	1.00	不适用
1b	作业	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 4 海上结构安全级别系数  $\alpha_{海}$

情况	设计载荷条件	结构安全级别	SSL 系数 $\alpha_{海}$	近似重现期 (年)
1a	作业	所有	1.00	不适用
1b	作业	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 5 最小设计风速  $V_{des}$ , m/s (节)

	陆上			海洋		
	作业和起升	非预期	预期	作业和起升	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)

### 8.3.1.3 海上风

作业、安装和运输环境下的设计参考风速  $V_{ref}$  应按照买方的规定。

对于预期风的设计环境，海上钻井结构的  $V_{ref}$  应从 ISO 19901-1 获得，但墨西哥湾所用结构的预期风速应从 API 2INT-MET 获得。该值应为 3 秒阵风，单位：节 (1.15 mph=1 节=0.514 m/s)，在开阔水面 10 m (33 ft) 高度处测量，相应重现期 100 年。对于这些规范没有明确涵盖的地区， $V_{ref}$  应从原始资料获得，例如从公认的权威机构或政府气象部门获得，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，立根可能排放在钻井井架中，除非在预期风暴情况之前，风暴警报系统和钻机作业程序允许有足够的时间下放立根，非预期风  $V_{ref}$  应为预期风暴  $V_{ref}$  的 100%。在墨西哥湾，非预期风条件的  $V_{ref}$  应不小于 40.1 m/s (78 节)。对于其他热带风暴地区，可以采用符合 ISO 指南的现场特定研究来确定非预期风条件的  $V_{ref}$ 。该值应为 3 秒阵风，单位：m/s (节)，在开阔水面 10 m (33 ft) 高度处测量，相应重现期 100 年，因为那些风暴形成和加强的速度所允许的报警足以满足全部立根安全下放所要求的作业时限。

对于每一种风环境，各种结构安全级别 (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 4 中所列的海上系数  $\alpha_{*}$  来确定，但不小于表 5 中的规定。

$$V_{des} = V_{ref} \times \alpha_{*}$$

在所有情况下，风的方向可来自于任何方位。8.3.1.4 中论述的方法可用于在设计中确定当地的风速。

#### 8.3.1.4 当地风速

采用表 3 和表 4 计算的最大额定设计风速  $V_{des}$ ，要乘以适当的高度系数  $\beta$ ，以获得按 8.3.3 估算风力所用的当地风速。

$$V_z = V_{des} \times \beta$$

式中：

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

$\beta$  — 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 6。

#### 8.3.2 风载

除了正好在挡风墙前面或后面的结构可以不包括外，风力应施加在整个结构上。风面积的计算应包括所有已知的或预期的结构和附件，例如设备、挡风墙以及安装或附属于钻井结构上的附件。结构上的总风力应按照 8.3.3 所述的方法估计。

制造商在钻机手册中，应包括设计中被用于无遮蔽投影面积的所有零部件清单。该清单应包括至少两个相互垂直方向的面积。此外，制造商应说明面积总和，以及面积沿选择方向在所讨论的钻井结构底座附近的一阶矩。为计算风面积的一阶矩，游动设备的位置应假定在结构距底座净高的 0.7 倍处。

表6 高度系数  $\beta$ , 位置: 所有<sup>a, b</sup>

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> 可接受高度中间值的线性内插值。 <sup>b</sup> 在 10 m (33 ft) 数值等于 1.00。		

### 8.3.3 逐件法

#### 8.3.3.1 总则

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。应根据下列公式和表计算各种设计风速的风力:

$$F_m = 0.00338 \times K_f \times V_z^2 \times C_s \times A$$

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

式中:

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

$K_i$ — 考虑个别构件纵轴与风之间倾角  $\varphi$  的系数；

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

$\sin^2\varphi$ , 按 8.3.3.3, 当风与个别构件的纵轴成角度  $\varphi$ , 单位: 度 ( $^\circ$ )；

$V_z$ — 按 8.3.1.4 计算的在高度  $Z$  的当地风速, 单位: 节；

$C_s$ — 按 8.3.3.5 计算的形状系数；

$A$ — 按 8.3.3.6 计算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 8.3.3.7 计算的附件而非挡风墙的投影面积,  $\text{ft}^2$ ；

$F_t$ — 作用在整个钻井结构的每个个别构件或附件上风力的向量和乘以系数  $G_f$  和  $K_{sh}$ 。 $F_t$  不应小于裸钻井结构每个单个构件计算风力的向量和；

$G_f$ — 按 8.3.3.4 考虑空间相干性的阵风作用系数；

$K_{sh}$ — 按 8.3.3.2 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；

设计人员应考虑到整个钻井结构上的遮蔽是不均匀的, 而且任何个别构件或局部的构件总成可能没有遮蔽。这种考虑应形成文件。设计人员至少应采用全风载  $F_t$  分析的构件力和由于构件本身或未遮蔽的局部构件总成而产生的构件附加超载计算个别构件的相互作用比率。未遮蔽的构件上的附加载荷计算如下:

$$F_m \times (1 - K_{sh} \times G_f)$$

### 8.3.3.2 遮蔽和纵横比较正系数

校正系数  $K_{sh}$  用于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  $\rho$ , 适用于塔形井架框架内的所有构件。

$$K_{sh} = 1.11\rho^2 - 1.64\rho + 1.14 \quad 0.5 \leq K_{sh} \leq 1.0$$

当计算构件的  $K_{sh}$  时, 实积比  $\rho$  规定为裸框架前面所有构件的投影面积除以由框架外部构件封闭的投影面积, 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。

对于桅杆式井架, 在所有风向下, 所有构件或附件的屏蔽和纵横比较正系数  $K_{sh}$  应为 0.9。

### 8.3.3.3 构件倾角

倾角  $\varphi$  规定为构件纵轴与风向之间的夹角, 单位: 度 ( $^\circ$ ) (见图 1)。

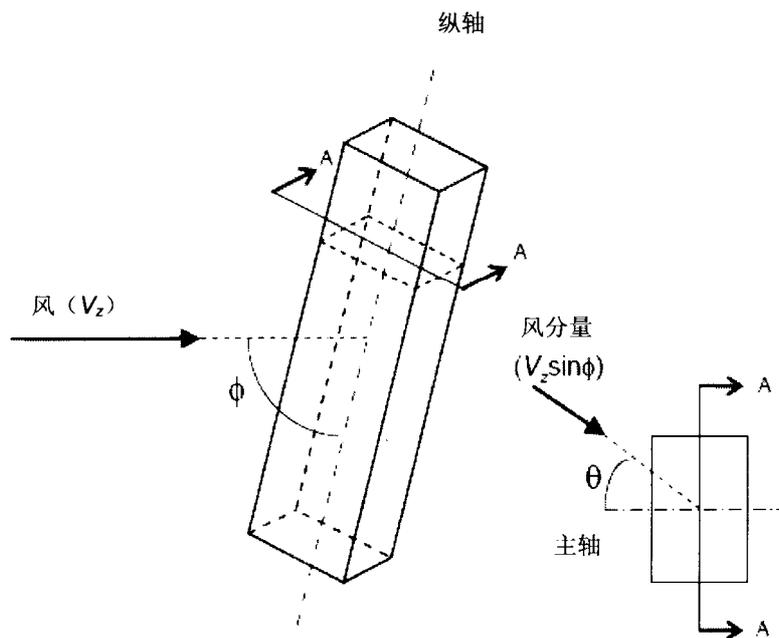


图1 构件倾角

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(法向)。角度  $\theta$  所在的平面垂直于纵轴(法向), 用于按 8.3.3.5 选择形状系数。对于挡风墙,  $K_f$  等于 1.0。

8.3.3.4 阵风作用系数

应采用表 7 所列的阵风作用系数。应基于钻井桅杆式井架或塔形井架总投影面积选择  $G_f$ , 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  $G_f$ 。当计算单个构件或附件上作用的风力时, 不施加  $G_f$ 。

表 7 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

8.3.3.5 构件或附件形状系数

表 8 中提供了各种典型的形状系数。

在部分结构中, 大量构件非常靠近, 例如在钻台总成内, 逐件法将高估总成上的风力。在这种范围内, 该总成可以采用相应形状系数为 1.5 的封闭区域予以代替。

### 8.3.3.6 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  $\phi$  的所有数值, 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 2)。

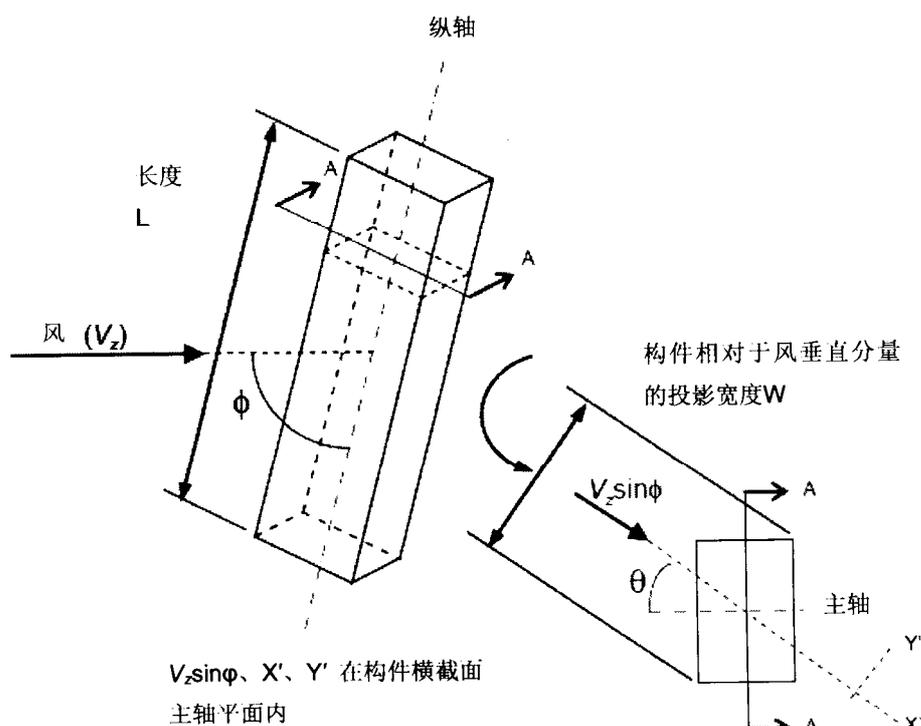


图 2 构件投影面积

### 8.3.3.7 附件投影面积

附件 (除挡风墙外) 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。

对于挡风墙, 给定墙部分的面积  $A$  等于其表面积。形状系数正号指合成风力作用方向迎着墙, 而负号指合成风力作用方向背离墙, 合力作用垂直于墙。表 8 中所示风墙的形状系数仅适用于部分覆盖的钻井桅杆式井架或塔形井架。对于钻井桅杆式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, 并宜用于估计这种情况下的风载。

表 8 形状系数

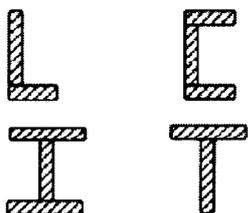
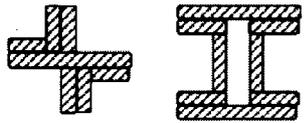
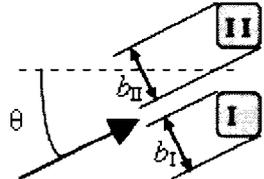
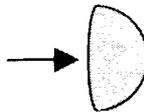
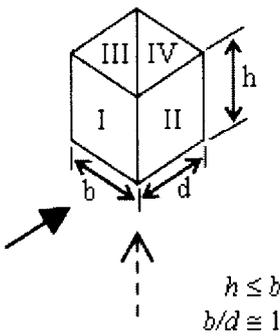
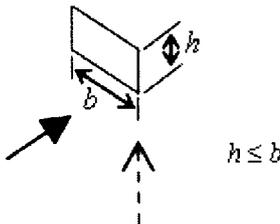
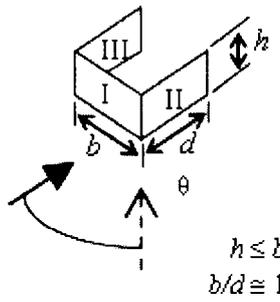
截面		风向 ( $\theta$ ): 所有方向	
型式	形状		
结构件	角钢、槽钢、工字钢、T形钢		1.8
	组合构件		2.0
	正方形		1.5
管材	矩形		1.5
	圆形		0.8
附件	棱边平直的非结构件的任何构件 (例如天车组、下拖式潜水作业舱、游车、大钩、顶驱)		1.2
	表面连续的即棱边不平直的非管状构件的任何构件 (如: 立管、软管、接箍、电缆)		0.8
立根和抽油杆	正方形或矩形		1.2
			I 和 II: 1.2 但 $70^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ 时: I: 1.2, II: 0.3

表 8 (续)

截面		风向 ( $\theta$ ): 所有方向																									
型式	形状	与法向成 $0^\circ \pm 20^\circ$	与对角线成 $45^\circ \pm 25^\circ$																								
	半圆形																										
	四边: 允许进入围墙的气流		I: 0.8 II: -0.5 III: -0.5 IV: -0.3																								
挡风墙	单边		1.1																								
注: + 向着围墙内 - 向着围墙外 注: $\theta$ 值圆整为最接近的表值	三边: 允许进入围墙的气流		<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>\theta</math></th> <th>I</th> <th>II</th> <th>III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>0^\circ</math></td> <td>0.8</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> </tr> <tr> <td><math>45^\circ</math></td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>-0.5</td> </tr> <tr> <td><math>90^\circ</math></td> <td>-0.5</td> <td>0.8</td> <td>-0.3</td> </tr> <tr> <td><math>135^\circ</math></td> <td>-0.5</td> <td>0.5</td> <td>-0.9</td> </tr> <tr> <td><math>180^\circ</math></td> <td>-1.2</td> <td>-0.2</td> <td>-0.2</td> </tr> </tbody> </table>	$\theta$	I	II	III	$0^\circ$	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
$\theta$	I	II	III																								
$0^\circ$	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																								

### 8.3.4 风洞试验

假定雷诺数的模拟适当, 风洞试验或使用除了空气之外的液体的类似试验, 对确定力和压力而言应认为是可接受的。

### 8.3.5 风动力学

对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感结构, 应进行动力分析程序。在其他出版标准中, 可以找到各种结构动力分析的详细程序。

## 8.4 动力载荷

### 8.4.1 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，以计算因运动引起的力。

动力的组合至少应包括：

- a) 纵向动力，包括纵荡和纵摇，以及升沉；
- b) 横向动力，包括横荡和横摇，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，则可以采用上面规定的支承结构的运动，对钻井结构进行静态分析。

### 8.4.2 动态放大

对于因基础支承结构运动引起的动态放大可能经受附加载荷的钻井结构，应进行动力分析程序。在其他出版的参考文献中，可以找到各种结构动力分析的详细程序。采购方应负责提供支承结构必需的运动信息。

## 8.5 地震载荷

如用户规定，地震可考虑为所要描述的一种特殊载荷条件。用户负责提供包括设计载荷、设计分析方法和许用响应在内的设计准则。

陆上装置的设计准则可以按照地方建筑规范，采用等效的静态设计方法。

对于海洋平台上的装置，地震载荷的设计方法应遵循 API 2A-WSD 内概述的强度水平分析指南。钻井和修井装置应设计成能抵抗其所在的甲板的运动，即甲板对海洋平台设计规定的地面运动的响应。地震、重力和作业载荷联合作用时的许用应力，可相对于 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）。计算的应力宜包括主应力分量和次应力分量。

## 8.6 冰载荷

冰载荷是需要处理的一种特殊载荷条件（如用户规定）。用户负责提供设计准则，包括设计载荷和载荷组合和许用应力修改系数。

## 8.7 安装载荷

按采购方的规定，在设计每个钻井结构及其支承结构时，应考虑自重与安装环境风组合的安装载荷，或应考虑风载荷和惯性载荷。

在钻井结构铭牌上和钻井作业说明书中，应清楚地规定流体载荷或附加的自重，例如在安装期间提供倾覆稳定性所专门要求的平衡重。

设计采用起重机安装的钻井结构，其设计应按照 API 2A-WSD 中的提升指南，包括其中规定的动力系数。

## 8.8 运输载荷

按采购方的规定，在设计每个钻井结构时，应考虑自重与运输环境风的组合的运输载荷，或应考虑风载荷和惯性载荷。

## 8.9 倾覆和滑动

在土壤、混凝土或木席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，并符合钻机作业程序（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最大值应限制为预期最小重量的 90%。计算最小重量时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安装另有规定。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，计算为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上包括风或地震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作用方向而引起的可能的倾覆载荷。倾覆线位置应这样确定，倾覆线应沿着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的分布。制造商在钻机手册中应包括基础载荷图和安装和作业条件下要求的许用地面安全支承压力的分布。陆上独立式钻井结构的最低无意滑动安全系数为 1.25，计算为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总作用剪切载荷的比率。

海洋独立式钻井结构的最低倾覆安全系数为 1.50，计算为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上包括风、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作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。如采购方有所规定，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。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，计算为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总作用剪切载荷的比率。

不能满足独立式结构要求的结构，应装有合适的装置，以防止上述运动，包括：

- a) 在滑橇式钻井结构上使用时，这些构件应称为固定卡箍；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，这些构件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。
- b) 非固定卡箍的结构构件的额定值应按 8.1 确定。

有些结构连接提供两种承载方法或承载路径。该双载荷路径连接的示例就是采用法兰连接的塔形井架大腿连接板或塔形井架大腿底板连接，其中一个法兰板轴承承受压力，而受拉的螺栓承受张力。另一个示例是设计的桅杆式井架大腿，通过接触轴承承受压缩载荷，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：

- 在所有作业和安装载荷组合中，许用应力增加  $\frac{1}{3}$ ；
- 在预期和非预期风载组合中，许用应力增加  $\frac{2}{3}$ ；
- 在运输载荷组合中，许用应力增加  $\frac{1}{3}$ ；或者，如采购方有所规定，许用应力增加  $\frac{2}{3}$ 。

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，设计规定的螺栓预紧力应不大于螺栓材料最低极限强度乘以其公称横截面积所得结果的 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。

## 8.10 设计验证

见 11.8.2 的要求。

## 9 材料

### 9.1 总则

除非另有规定，否则，本章描述关键件材料质量鉴定、性能和加工的各项要求。

制造按本标准提供的设备时所用的所有材料，应适用于预期作业。

## 9.2 书面规范

材料应按照书面的材料规范生产。规范要求至少应明确下列参数和极限：

- a) 力学性能要求；
- b) 化学成分和公差；
- c) 材料质量鉴定。

## 9.3 力学性能

材料应满足制造商材料规范中规定的力学性能要求。

若采购方规定，应使用 A.1 中的附加冲击韧性要求。

## 9.4 材料质量鉴定

本标准所要求的力学性能试验，应在质量鉴定试样上进行，该试样代表零部件制造中所用的炉及热处理批。试验应按照 ASTM A370 或等效标准的要求，在材料最终热处理状态下进行。

质量鉴定试样应与其代表的零部件是一整体或分体，或取自牺牲的产品件。在所有情况下，试样应与其鉴定的零部件出自同一炉，经过相同的工序，并且应与零部件一起进行热处理。

## 9.5 材料制造

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 PSL 2，应采用按制造商或加工商规定要求鉴定合格的设备，进行所有热处理作业。热处理炉内材料的装载，应使任何一个零件的存在不会对该热处理批产生不良影响。热处理周期的温度和时间要求，应依照制造商或加工商的书面规范确定。应记录实际热处理温度和时间，热处理记录应能溯源到相应的零部件。

## 9.6 螺栓

符合公认工业标准的螺栓，应按照该标准标志。可以采用其他螺栓，但化学、力学和物理性能应符合螺栓制造商保证的极限。

## 9.7 钢丝绳

用作绷绳或安装目的的钢丝绳，应符合 API 9A 的规定。

## 10 焊接要求

## 10.1 总则

本节规定了关键件的焊接要求。

## 10.2 焊接评定

零部件上进行的所有焊接，应采用符合 AWS D1.1 或类似的公认工业标准的焊接程序进行。

本焊接作业只能由符合上述标准鉴定合格的焊工或焊机操作工进行作业。工艺和技术应符合同一标准。

## 10.3 书面文件

焊接应按照根据合适标准制定的焊接程序规范（WPS）进行。焊接程序规范应规定相应标准所列的所有基本变量。

可以使用 AWS D1.1 中规定的预鉴合格的连接详图。制造商应具有预鉴合格连接的书面焊接程序规范。

不满足 AWS D1.1 预鉴要求的焊接连接和或过程，应按照相应标准进行评定。程序评定记录（PQR）应记录评定试验用焊接程序的所有基本变量和补充的基本（如要求）变量。焊接程序规范和程序评定记录均应作为记录按本标准第 12 章的要求保存。

## 10.4 焊接材料的控制

焊料应符合美国焊接协会（AWS）或焊料制造商的规范。

制造商应具有贮存和控制焊料的书面程序。低氢型材料应按焊料制造商的推荐作法贮存和使用，以保持其原有的低氢性能。

## 10.5 焊缝性能

对于要求评定的所有程序，程序评定试验确定的焊缝力学性能，至少应满足设计要求规定的最低力学性能。当母材要求做冲击试验时，冲击试验也应作为程序评定的要求。焊缝和母材热影响区（HAZ）的试验结果应符合合同要求和 AWS D1.1。针对于连接焊缝，仅要求冲击试验的材料的热影响区必须满足上述要求。

所有焊缝试验均应在试验焊件相应的焊后热处理状态下进行。

## 10.6 焊后热处理

零部件的焊后热处理应按照相应的评定合格的焊接程序规范进行。

## 10.7 质量控制要求

允许的焊缝的质量控制要求应按照第 11 章。

## 10.8 特定要求—补焊

### 10.8.1 方法

补焊应有适当的方法，以评价、消除和检验引起补焊的不合格状态。

### 10.8.2 熔合

选定的焊接程序规范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

评定补焊所用的焊接程序规范，应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。所有质量控制作业均应通过制造商形成文件的说明书加以控制，该说明书应包括相应的方法、定量和定性的验收准则。

制造商应有质量纲要，确保计划、实施和保持产品质量。质量手册中应表述质量纲要，质量手册的颁发和修订应是受控的，并应包括最新版手册的识别方法。

在设备、零部件和材料上或在其有关的记录中，应指明所有设备、零部件和材料的验收状态。

### 11.2 质量控制人员资格

#### 11.2.1 无损检测（NDE）人员应按 ISO 9712 进行资格鉴定和或发证。

注：在本规定中，ASNT TC-1A 与 ISO 9712 等效。

#### 11.2.2 对焊接操作和完工焊缝进行目视检验的人员，应按照下列方式进行资格鉴定和发证：

- a) AWS 认证的焊接检验员；
- b) AWS 认证的助理焊接检验员；
- c) 制造商形成文件的要求所认证的焊接检验员。

11.2.3 所有从事直接影响材料和产品质量的其他质量控制活动的人员，均应按照制造商形成文件的程序进行资格鉴定。

### 11.3 测试设备

检查、试验或检验材料或其他设备所用的设备，均应按照制造商形成文件的程序，以特定的时间间隔进行识别、控制、校准和调整，并应符合公认的行业标准，以维持所要求的准确度等级。

### 11.4 无损检测

#### 11.4.1 总则

无损检测活动说明书应详述有关本标准的要求和所有适用的引用规范的要求。所有无损检测说明书应由 ISO 9712 的 3 级合格检测员批准。

注：在本规定中，ASNT SNT-TC-1A III 级与 ISO 9712 的 3 级等效。

若要求检测，检测应在最终热处理后进行。

除非另有规定，否则 11.4 的要求应适用于制造商工程设计部门规定的所有关键部件。

#### 11.4.2 目视检验

所有关键焊缝应进行 100% 的目视检验。

#### 11.4.3 表面无损检测

关键焊缝的 20% 应采用磁粉检测法 (MP) 或液体渗透检测法 (LP) 按照 AWS D1.1 进行检测。制造商的检验员应选择随机检验涵盖的区域。

#### 11.4.4 体积无损检测

##### 11.4.4.1 总则

设计所确定的所有承受拉伸载荷不小于其许用应力 70% 的全焊透或部分焊透焊缝，均应按照 AWS D1.1 的规定进行超声波或射线检验。制造商工程设计部门应将要求体积无损检测的焊缝形成文件。

##### 11.4.4.2 PSL 2 全壁厚无损检测

若设计所确定的关键部件连接处的全壁厚拉伸应力大于许用应力的 70%，则应按照 ASTM A578 进行超声波检验，检验是否存在分层和内部缺陷，变化如下：

- a) 受检区域应包括焊缝及其周围 76 mm (3 in) 以内区域, 该区域应 100%探伤;
- b) 下列缺陷应予以记录, 并应提交给制造商工程设计部门处置:
  - 造成初始底波损失 50%的所有尺寸的缺陷;
  - 振幅大于初始底波 50%, 但不包含在直径 25 mm (1 in) 圆圈内的所有缺陷;
  - 技术人员认为会影响完工焊件超声波检验的任何缺陷。

制造商工程设计部门应评审所有记录, 并确定修理要求(如果有)。

所有记录和处置均应形成文件, 记录应按照第 12 章保存。

#### 11.4.5 验收准则

目视检验、表面检验和体积无损检测均采用 AWS D1.1 静载荷结构验收准则。

PSL 2 — 井架关键焊缝应采用 AWS D1.1 循环载荷结构验收准则。

#### 11.5 尺寸验证

尺寸验证应按照制造商规定和形成文件的抽样方法进行。

#### 11.6 工艺质量和修整

##### 11.6.1 结构钢

生产的结构和产品均应符合 AISC 335-89 有关制造的相应章条要求。

##### 11.6.2 铸件

所有铸件均应彻底清理干净, 所有芯孔均应吹净, 以确保尺寸合适的螺栓自由通过。

##### 11.6.3 保护

所有锻造的、轧制的结构钢型材和板材以及铸件均应清理干净, 在发运之前, 应采用优质商业油漆或其他规定的涂料涂漆及其他涂层。机加工表面应采用合适的滑润脂或复合油脂加以保护。

##### 11.6.4 浇灌绳帽

应按照 API 9B 概括的作法套接桅杆式井架起升、安装或伸缩用钢丝绳绳帽。套接应按照 11.8.3 进行验证试验。

#### 11.7 采购方的检验和拒收

### 11.7.1 检验通知

如代表采购方的检验人员要求检验产品、在制产品或见证试验，则制造商应适时地通知检验人员可行的检验日期。

### 11.7.2 检验

当正在加工采购方的产品时，采购方的检验人员应有权随时进入制造商工厂与制造所订购产品有关的所有部门。制造商应免费地给检验人员提供一切适当的便利条件，以便使检验人员满意地认为该产品正在按照本标准制造。除非采购单另有规定，否则，所有检验均宜于发运之前在制造地点进行，检验的进行不应不必要地影响工厂的作业。该影响应成为制造商拒绝检验的理由。

### 11.7.3 拒收

材料在制造商的工厂验收之后，在检验时发现有关损伤性缺陷，或在作业时正常使用时证明有缺陷，则可以予以拒收，并书面通知制造商。如要求作材料破坏性试验，则采购方应支付满足本规范的材料费用，但不支付未满足本规范的材料费用。

### 11.7.4 记录

制造商应保持所有计算和试验的全部记录。如设备的实际采购方要求使用或设备的用户要求，则制造商应提供详细的计算、图样、试验或其他可以证明符合本标准所必需的支持性数据，以供审查。但应指出，这些信息仅仅是用户或预期采购方用于核查设备额定值是否符合本标准，并且应要求制造商保管该信息。

## 11.8 试验

### 11.8.1 验证载荷试验

按照本标准制造的产品，本标准不要求进行验证载荷试验。如采购方有规定，则验证载荷试验应按照A.2的规定进行。

### 11.8.2 设计验证

各结构设计标准额定值的准确性，均应通过验证载荷或计算机模型（如有限元分析（FEA））模型进行试验。该试验的目的应是验证结构是否满足第7章中规定的设计载荷值。

试验方法和假设应形成文件。计算机模拟文件应包括载荷、构件特性、模型几何外观、连通性、构件有效长度系数和非支承长度、支承情况、构件端部固定以及证明符合第8章的分析结果。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

用作起升目的的钢丝绳端部连接，应按照钢丝绳公称总强度的 50% 进行验证试验。

### 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，应按照系统设计作业压力的 1.5 倍进行压力试验。试验压力应保持 10 min。

## 11.9 追溯性

制造商应获得并保存收到的规定屈服强度大于下列数值的所有钢材的材料试验报告：

结构型材或板材 248 Mpa (36 ksi) ；

管材 317 MPa (46 ksi) ；

实心圆钢 414 MPa (60 ksi) 。

代用材料对工程图或说明书中注明的材料任何替代，宜予以形成文件，并宜通过编号或类似的特定标识能溯源到特定装置。

PSL 2 关键零部件应能通过炉和热处理批标识溯源。标识应在制造的各个阶段均予以保持，并应通过编号能溯源到特定装置。

PSL 2 有色材料和轴承的鉴定报告应构成充分的符合性证据。

PSL 2 只要螺栓按照公认的工业标准制造和标志，则应可免除追溯性要求。

## 11.10 要求确认的过程

### 11.10.1 总则

当过程完成后，不能验证最终产品规定的性能时，应要求对下列过程进行确认：

- 无损检测；
- 焊接；
- 热处理。

### 11.10.2 热处理

如设计中规定了要求的性能，且材料生产鉴定（例如材料试验报告，质量鉴定试样试验等）验证每一生产炉和（或）热处理批已获得要求的性能，则不再要求进一步的确认。如果规定了热处理工艺，但结果并不通过经过该热处理工艺的每一生产炉和/或热处理批材料试验验证，则该热处理工艺应通过试样试验确认，以证明该工艺会稳定地生产设计所要求的性能。

确认方法和结果应形成文件。

### 11.10.3 螺栓预紧

当设计规定预载时，螺栓预紧应视为要求确认的过程。

当上述数值按 AISC 335-89 中的数值规定时，过程确认按 AISC 研究委员会的结构连接文件“结构连接用 ASTM A325 或 A490 螺栓规范”的螺母转角法是可以接受的。

## 12 文件

### 12.1 总则

本标准中引用的任何文件的全部记录，应在设备制造和销售之后，由制造商保存 5 年。文件应清晰、易读、可复制、可检索，并应防止损坏、变质或丢失。

本标准要求的所有质量控制记录，均应签字并注明日期。计算机存储的记录应包含原创人的个人代码。

当设备采购方、权威机构（管理机构）或鉴定机构要求时，制造商应提供审查用的所有记录和文件，以证明其符合本标准。

### 12.2 制造商保存的文件

下列文件应由制造商保存：

- a) 设计验证文件（见 11.8.2）；
- b) 书面规范（见第 9 章、第 10 章和第 11 章）；
- c) 评定（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) 测试设备校准记录；
- d) 检验和试验报告，包括下列试验（如适用）：

- 1) 材料试验报告, 包括下列试验 (如适用):
  - a) 化学分析;
  - b) 拉伸试验;
  - c) 冲击试验;
  - d) 硬度试验;
- e) 无损检测记录, 包括第 11 章的表面和/或体积无损检测要求;
- f) 性能试验记录 (如适用), 包括:
  - 1) 验证载荷试验记录;
  - 2) 静水压试验记录;
  - 3) 吊绳绳帽验证试验记录;
- g) 特殊过程记录 (如适用)。

## 12.3 设备交付时的随机文件

### 12.3.1 说明书

制造商应向采购方提供一套说明书, 涵盖每一个钻井或修井井架、底座的作业特点、滑轮穿绳图、基础载荷图和要求的地面安全承载压力或最大基础支撑载荷 (如适用, 见 8.9)、固定卡箍、销和螺栓适当的正确安装说明 (见 8.9) 和润滑点、以及桅杆式井架和/或底座的起升和下放的说明。说明书中应包含铭牌的复制图样。

应按照 8.2 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 8.3.2 的要求, 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。

### 12.3.2 数据手册

如采购方有规定, 应按照 A.3 提供综合数据手册。

## 附录 A (规范性附录) 附加要求

### A.1 SR1—低温试验

当采购方有规定时，应采用本附加要求（SR）。在所有情况下，采购方和制造商应就最低设计温度和要求的试验温度达成一致。

关键零部件应由在要求的最低设计温度下具有规定缺口韧性的材料制造。冲击试验应按照 ASTM A370 的要求进行。

当必需使用小尺寸冲击试样时，则验收准则应乘以表 A.1 中所列的相应的调整系数。不允许采用宽度小于 5 mm 的小尺寸试样。

表 A.1 小尺寸冲击试样的调整系数

试样尺寸 mm×mm	调整系数
10.0×7.5	0.833
10.0×5.0	0.667

冲击试验评定焊件应按照 AWS D1.1 进行。

满足本附加要求（SR）的产品应在其铭牌上标明 SR1 和最低设计温度（℃）。钻井说明书中应规定各种基体金属的冲击值要求。

### A.2 SR2—验证载荷试验

设备应按照采购方和制造商商定的某一载荷进行载荷试验。在载荷试验之后，设备应按照本标准 11.4.2 进行目视检验。

设备的铭牌上应标明 SR2 和试验载荷与设计载荷的比值（试验载荷/设计载荷），例如 SR2-1.0。

### A.3 SR3—数据手册

若采购方规定，制造商应在数据手册中对记录加以编制、收集和进行适当地整理。每一产品的数据手册，至少应包括下列信息：

- a) 符合性声明；

- b) 设备名称/编号;
- c) 总装配图和关键区域图;
- d) 公称能力和额定值;
- e) 零部件清单;
- f) 追溯代码和追溯系统 (标志在零部件上/记录在文件中);
- g) 钢号;
- h) 热处理记录;
- i) 材料试验报告;
- j) 无损检测记录;
- k) 性能试验记录, 包括静水压试验和载荷试验证明书 (如适用);
- l) 附加要求 (SR) 证明书 (如要求);
- m) 焊接工艺规范和焊接工艺评定记录;
- n) 说明书。

## 附录 B (资料性附录) 注解

注：段落编号与本文件正文一致。并非所有章节都有注解。

### B.1 范围

按照 API 4A、API 4D、API 4E 和 API 4F 以前修订版制造的产品，可以不必符合本规范的所有要求。委员会的目的是本标准的制定应满足现在和未来作业条件的要求，例如更深的钻井、浮式装置海洋钻井、以及地震、风暴和其他不利作业条件的影响。

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。

### B.6 结构安全级别

本规范先前的版本将塔形井架和轻便井架作出了区分，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（为大风暴做准备，可能会放置轻便井架）。相对于塔形井架，为轻便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；
- 作业风， $W_o$ ；
- 设计预期风， $W_e$ ；
- 设计非预期风， $W_u$ 。

如果设计的轻桅杆式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，通过其结构安全级别（SSL）分类才有意义。如果作业策略未变，在给定的地理位置，例如墨西哥湾，结构安全级别（SSL）的鉴定预期不会发生变化。

通过规定结构安全级别（SSL）为双参数，经营者/承租方可在钻机通常无人操作时更广泛地评价预期或幸存条件的后果。下列 6 个结构安全级别（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。

而

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

被认为是不现实的。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，例如像墨西哥湾这样的有热带旋转风暴的区域，在极端环境事件（即热带风暴）到来之前通常就将人员从海上结构撤出。在这种情况下，如果在事件过程中结构上仍有人值守，则结构安全级别（SSL）可以比无人值守提高一级。如果无人值守，结构安全级别（SSL）可低于为极端事件选定的结构安全级别。

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结构安全级别（SSL）。

#### 现有陆上结构

现有钻井装置的鉴定需要反映诸如 API 4G 中要求的检验结果。

表 3 中陆上结构安全级别（SSL）系数的选择基于 API 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 4F 第 2 版正确设计的绷绳桅杆式井架，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 4F 第 2 版正确设计的无绷绳桅杆式井架，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。

#### 现有海洋平台

现有钻井装置的鉴定需要反映诸如 API 4G 中要求的检验结果。

现有塔形井架和桅杆式井架海洋作业结构安全级别（SSL）的选择，是基于 API 4F 第 1 版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 4F 第 2 版正确设计的桅杆式井架，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 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，钻井结构新的底座高度可以不同于铭牌基本高度。在评价新位置用结构的稳定性时，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。用户宜考虑针对这些条件的相应设计文件。

## B.7 设计载荷

作业、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，具体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作业或起升情况，不允许增加许用应力。采用应力修改系数从作业情况的 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。

针对不同工况确定风速额定值对结构的安全来说没有太大关系，这是因为通过将钻柱固定在转盘卡瓦内来减轻大钩载荷，对风速确定来说通常并无多大影响；但对用户来说，选定的额定风速体现了用户成本和收益之间的一种权衡：额定风速越高，则成本越高；额定风速越低，则作业时窗越小。因此，人为地分别将作业额定风速的最低值确定在如下水平：对陆上钻机，该风速在非预期风工况（全部钻杆在钻台上）下可产生应力比的约20%；对海上结构，该风速在预期风工况（钻台上无钻杆）下可产生最高应力比的20%。因为铭牌上也有许用钩载与风载的关系曲线，所以用户已具备必要的数据来制定合适的作业程序，并规划钻机的作业工况，以缓解在风速超过工况设计风速时对作业的影响。

### B.8.2 作业载荷

规定作业载荷包括钻井载荷，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，如超过该极限，则要求重新鉴定结构。

### B.8.3 风载荷

本版与以前的 API 4 的规范不同之处在于，本版不再规定仅基于结构型式（例如桅杆式井架与塔形井架）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 联合工业项目（JIP）。联合工业项目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桅杆式井架的遮蔽。

风规范预期用于钻井结构的设计，并为该目的而制定。这一基本技术对预测钻井结构上的风力有效。本规范内使用的风速是 3 秒阵风。但是，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。

### B.8.3.1 设计风

结构安全级别—塔形井架和桅杆式井架结构安全级别（SSL）的选择要充分考虑失效后果。通常，陆上绷绳桅杆式井架比无绷绳轻便井架失效后果轻。通常，塔形井架失效后果最严重。海洋失效后果通常由钻井装置系统支承结构支配。

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

预期风环境有时称为安全风，非预期风有时称为暴风。

安装和运输的风环境由采购方规定。

#### B.8.3.1.2 陆上风

对于陆上风，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 秒阵风风速，参考高度 10 m，年概率 0.02，或 50 年重现期。表 3 的结构安全级别（SSL）系数用于根据参考风速确定最大额定设计风速；对于 E1、E2 或 E3 结构，规定的结构安全级别（SSL）系数分别近似对应于 100 年、50 年和 25 年重现期。

在美国以外作业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。

#### B.8.3.1.3 海上风

对于海风，ISO 19901 用于提供参考风速数据，或者在墨西哥湾用文件 API 2INT-MET。表 4 的结构安全级别（SSL）系数用于根据参考风速确定最大额定设计风速；对于 E1、E2 或 E3 结构，其有关重现期分别近似对应于 200 年、100 年和 50 年重现期。

#### B.8.3.1.4 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 2A-WSD 2000 年 12 月第 21 版中海洋平台提出的数值相一致。

### B.8.3.2 风载

附件明显地影响着钻井结构上的总风载。这一事实在联合工业项目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；但是，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。

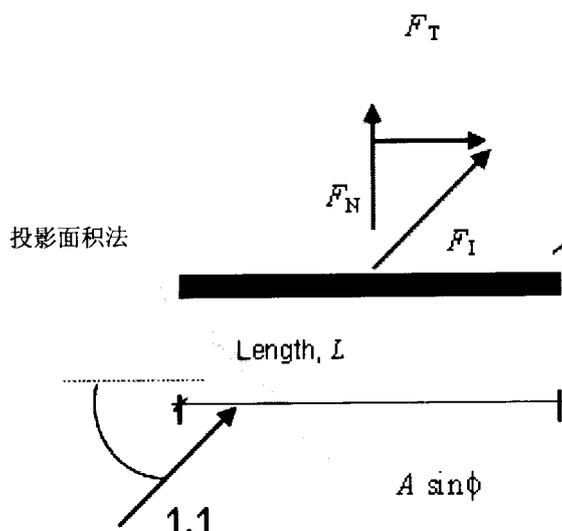
本规范包括风面积以及其在钻井结构底座附近静力矩的要求，允许用户监视在结构寿命期间因增加结构和附件而引起的受风面积的任何增加，并制定受风面积增加的阈值，超过该阈值，就要求重新鉴定结构。

### B.8.3.3 逐件法

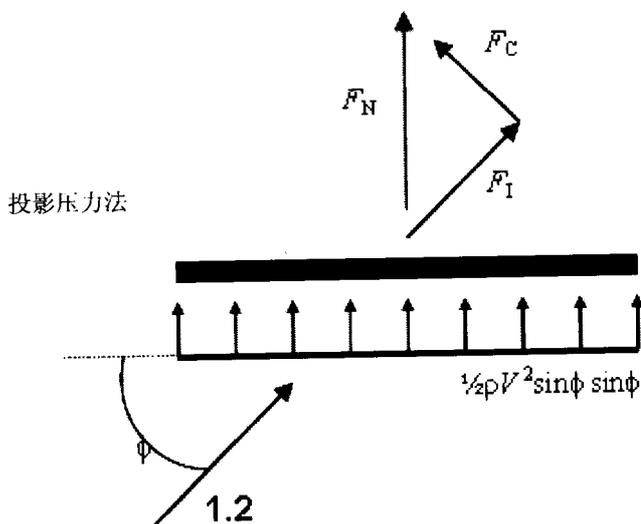
通过计算作用在钻井桅杆式井架或塔形井架单个构件和毗邻零部件上风力总和估计总风力的方法，类似于估计敞开桁架上总风力的出版的其他风标准方法。当确定关键风向时，通常对角线风的总风力大于正面风力，因为对角面相对于正面投影面积更大。这一规则在其他风规范，如 ASCE/SEI 7-05 和澳大利亚规范 AS 1170.2 中得到普遍承认。

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。在讨论中，假设  $F_I$  等于同向风力， $F_C$  等于横向风力（垂直于  $F_I$ ）， $F_N$  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。

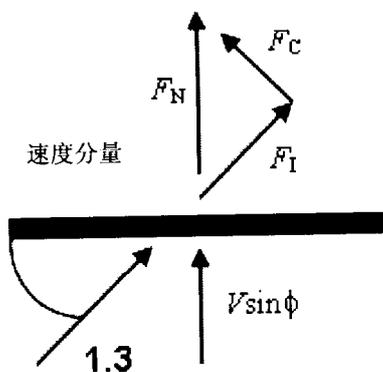
正如下图所示，第一种方法是通过把构件面积投影在与风垂直的平面上，计算同向风力。对于这个“投影面积法”， $F_I$  将是  $V^2 A \sin \phi$  的函数， $F_C = 0$ 。因此， $F_N = f(V^2 A \sin^2 \phi)$  和  $F_T = f(V^2 A \sin \phi \cos \phi)$ 。



第二种方法是采用沿构件长度投影的风压法向分量  $1/2\rho V^2$ ，以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， $F_I = f(V^2 A \sin^2\phi)$ ， $F_C = f(V^2 A \sin\phi \cos\phi)$ 。



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  $V \sin\phi$  的平方导出）， $F_T \cong 0$ 。因此， $F_I = f(V^2 A \sin^3\phi)$ ， $F_C = f(V^2 A \sin^2\phi \cos\phi)$ 。



下表概括了三种方法的每一种的可变项（省略  $V^2 A$ ）。

	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)	$F_C$ (横风向)
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	$\sin^3\phi$	$\sin^2\phi \cos\phi$

测量与流动方向成一定角度的构件和管件上风力和洋流表明，法向力大致上起支配作用，而切向力则可忽略不计。“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。但是，“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 8.3.3 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 8.3.3 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 8 的形状系数大致包含了  $\sin^2\phi$  项，所以  $K_f=1.0$ 。

“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  $\sin^3\phi$  而呈函数变化。该变化与按 API 2A-WSD 估算海洋固定平台上洋流所采取的方法相一致。

设计人员宜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，不宜用于代替在最终设计或分析期间规定的程序。在此，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，采用下面公式可以合理地估算总风力。

对于由构件（如角钢、槽钢、丁字钢）组合的承受法向风的方构架：

$$F_{norm, 1} = 0.00338 \times V_z^2 \times G_f \times C_f \times A_{face}$$

$$\text{式中： } C_f = (4.0\rho^2 - 5.9\rho + 4.0)$$

对于由构件（如角钢、槽钢、丁字钢）组合的承受对角风的方构架：

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

其中  $F_{diag, 1}$  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：

$$F_{\text{norm}, 2} = F_{\text{norm}, 1} \times (0.51\rho^2 + 5.7)$$

其中  $F_{\text{norm}, 2}$  不大于  $F_{\text{norm}, 1}$

对于由圆管件组合的承受对角风的方构架：

$$F_{\text{diag}, 2} = F_{\text{norm}, 2} \times (1.0 + 0.75\rho)$$

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

这些公式仅适用于开式构架，必须单独地进行计算，按 7.2.1 估算挡风墙、立根盒、其他附件和设备上的风力。

#### B.8.3.3.2 遮蔽和纵横比较正系数

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联合工业项目试验结果调整。

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 8 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 8 内立根和抽油杆的形状系数也包括纵横比的校正。

总遮蔽系数的应用指遮蔽引起的载荷的降低对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 ±10%~15%。尽管除风之外的载荷很可能支配设计，但要求个别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°（见表 8）。

#### B.8.3.3.3 构件或附件倾角

当采用 8.3.3 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  $\varphi=90^\circ$ ，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  $\varphi=90^\circ$ ，而水平和对角线构件  $\varphi<90^\circ$ 。

#### B.8.3.3.4 阵风作用系数

阵风在空间上与其持续时间相关。3 秒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。给定钻井结构总尺寸，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 7 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。

#### B.8.3.3.5 构件或附件形状系数

表 8 内的形状系数（也称为阻力系数或力系数）有数个来源，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、格构塔架和桅杆式井架（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）。为简化钻井桅杆式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个别构件的系数时，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 4F）由 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，调整采用的纵横比较正系数 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，反映纵横比调整。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，是基于实体标牌或墙上风载估算的不同标准提供的信息。合成风力的作用可以向着或背离墙面，这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。

#### B.8.3.3.6 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（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，用于计算构件和毗邻零部件上的静风力。

在风洞试验期间，通常，流动方向垂直于纵轴，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。

对于挡风墙，给定墙范围的投影面积等于其表面积（宽乘高）。

#### B.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，一些标准可用于估算结构上的风力。上述分析的基础取决于引用的标准。例如，如果（1）高宽比或长宽比大于 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。

#### B.8.4.1 惯性载荷

本标准把惯性力的计算扩大到包括纵荡力和横荡力；以前版本所列公式仅确定结构上正弦变化的旋转运动（如横摇、纵摇和升沉）的惯性力。

#### B.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 1000 ft 多水深，在波浪周期大约 5 秒的作业海况下具有明显的运动。

#### B.8.5 地震载荷

因为本规范未表述地震的设计方法，如有可能，用户应负责规定结构安全级别（SSL）级别如何用于分析。

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了指南。其中给出的许多信息也适用于陆上结构地震设计的考虑。

### B.8.9 倾覆和滑动

除非更高的值通过试验予以确认，并且作业程序与该值一致，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。

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说明，否则，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。

本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，以防止基础坍塌。

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 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，附加要求提供的乘系数载荷情况下的公称最小安全系数为  $1.67/1.67 \times 1.25=1.25$ 。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。



## 附录 C (资料性附录) API 会标

### C.1 引言

API 会标纲要允许 API 持证者在产品上使用 API 会标。持证者在产品上使用 API 会标，表明并保证，该产品在标明的日期按照验证过的质量管理体系和 API 产品规范进行了生产。API 会标纲要将组织的质量管理体系验证和满足特定产品规范要求的已经证实的能力联系起来，从而给国际石油和天然气工业带来重要价值。

API Spec Q1，包括附录 A，和 API 许可证协议要求，共同给自愿获得 API 许可证以按 API 产品规范提供 API 会标产品的那些组织确定了要求。

只有通过现场审核验证了持证者符合 API Spec Q1 中所说明的所有要求和 API 产品规范的要求之后，才予以颁发 API 会标纲要许可证。

欲了解成为 API 会标持证者的有关信息，请联系 API 质量纲要部，其地址为：1220 L Street, N.W., Washington, D.C. 20005，电话：202-682-8000，电子邮件：[quality@api.org](mailto:quality@api.org)。

### C.2 API 会标标志要求

这些标志要求仅适用于希望用 API 会标标志其产品的那些 API 许可证持有者。

API 会标的使用应按照 API Spec Q1 要求的制造商 API 会标标志程序。



## 附录 D (资料性附录) 采购指南

当采购方询价或订购时，宜提供下列信息：

- a) 引用本标准；
- b) 引用第三方认证的任何要求、第三方机构名称和认证级别（如适用）；
- c) 引用附录 A 可供选择的附加要求（SR）：低温试验、验证载荷试验及数据手册要求；
- d) 下面给出了 API 4F 第 4 版规范的一些章节号。

规定单位：	公制	<input style="width: 90%;" type="text"/>	英制	<input style="width: 90%;" type="text"/>
-------	----	--	----	--

### 第 4 章：产品规范级别（PSL）

涵盖设备的主承载件的材料级别和过程控制级别。

PSL 1	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>
PSL 2	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>

PSL 1 包括行业普遍执行的作法。

PSL 2 包括 PSL 1 的所有要求和附加要求。

### 5.2、5.3、5.4 和 5.5 – API 铭牌要求

API 塔形井架或桅杆式井架铭牌要求	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	是	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	否
API 修井机桅杆式井架铭牌要求	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	是	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	否
API 底座铭牌要求	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	是	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	否
API 天车铭牌要求	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	是	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	否

### 第 6 章：结构安全级别（SSL）

其他问题

（污染、经济损失和公众关注等）

	高		中		低	
生命安全	E1	U1	E1	U1	E1	U1
高	E1	U1	E1	U1	E1	U1
中	E1	U1	E2	U2	E2	U2*
低	E1	U1	E2	U2	E3	U3

\* 原规范中为“E2”，疑有误。— 译者注

E=预期环境事件（仅选一个）

U=非预期环境事件（仅选一个）

每一结构应有两个结构安全级别（SSL），第一个是预期环境事件，第二个是非预期环境事件。

注：SSL E1/U2、E1/U3、E2/U3 是不切实际的。详细信息见附录 B.6。

### 第 7 章：设计载荷

最大额定静钩载 = \_\_\_\_\_ kN (kips)  
 抽油杆最大额定静钩载<sup>1</sup> = \_\_\_\_\_ kN (kips)  
 转盘最大额定静载荷 = \_\_\_\_\_ kN (kips)  
 最大额定立根载荷 = \_\_\_\_\_ kN (kips)

<sup>1</sup> 修井机桅杆式井架抽油杆作业载荷按表 2\*

#### 8.1.1: 疲劳设计

疲劳设计在钻井结构设计中很少起支配作用；采购方要求疲劳设计？

是  
否


#### 8.2: 特殊作业载荷

按照采购方的要求，是否存在超过表 1 或表 2\*\*的任何特殊作业载荷？

是  
否


如果存在，在下面列出特殊作业载荷：

---



---



---



---

#### 8.3.1.1: 陆上风设计准则

采购方应规定作业、安装和运输的设计参考风速。

作业  $V_{ref}$  = \_\_\_\_\_ 节  
 安装  $V_{ref}$  = \_\_\_\_\_ 节  
 运输  $V_{ref}$  = \_\_\_\_\_ 节

注：1 节 = 1.15 mph = 0.514 m/s

可以采用下列一种方法规定预期和非预期的风暴数据：

\* 原文中为“表 7.2”，疑有误。— 译者注

\*\* 原文中为“表 7.1 或表 7.2”，疑有误。— 译者注

1. 采购方直接规定节数；对于钻机作业的陆上区域，规定的预期风速应为 3 秒阵风，单位：节，在开阔地带 10 m (33 ft) 高度处测量，相应重现期 50 年。

非预期风速不应小于预期风速的 75%。

2. 通过要求的结构安全级别 (SSL；见第 6 章) 和结构应作业的不同地区进行规定。制造商应采用公认的权威机构或政府气象部门提供的数据，确定预期使用地区的相应设计风速。例如：美国大陆可采用 ASCE/SEI 7-05 数据。注意世界上某些地区可能没有现成气象数据可用，这时采购方和制造商宜协商确定相应的设计风速。

$$\begin{aligned} \text{预期 } V_{\text{ref}} &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ 节} \\ \text{非预期 } V_{\text{ref}} &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ 节} \end{aligned}$$

### 8.3.1.2: 海上风设计准则

采购方应规定作业、安装和运输的设计参考风速。

$$\begin{aligned} \text{作业 } V_{\text{ref}} &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ 节} \\ \text{安装 } V_{\text{ref}} &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ 节} \\ \text{运输 } V_{\text{ref}} &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ 节} \end{aligned}$$

注：1 节 = 1.15 mph = 0.514 m/s

对于钻机作业的地方，规定的预期风速应为 3 秒阵风，单位节，在开阔水面 10 m (33 ft) 高度处测量，相应重现期 100 年。

对于钻机作业的地方，规定的非预期风速应为 3 秒阵风，单位：节，在开阔水面 10 m (33 ft) 高度处测量，相应重现期 100 年。

可以采用下列一种方法规定预期和非预期的风暴数据：

1. 采购方直接规定节数。
2. 通过要求的结构安全级别 (SSL；见第 6 章) 和结构应作业的不同地区进行规定。制造商应采用 ISO 19901-1 的数据，确定相应的设计风速。对于墨西哥湾预期和非预期的海上风暴，风速应从 API 2INT-MET 获得。对于上述规范没有涵盖的任何地区，参考风速应从公认的权威机构、政府气象部门或符合 ISO 指南的现场特定研究获得。注意：世界上某些地区可能没有现成气象数据可用，这时采购方和制造商宜协商确定相应的设计风速。

$$\begin{aligned} \text{预期 } V_{\text{ref}} &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ 节} \\ \text{非预期 } V_{\text{ref}} &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ 节} \end{aligned}$$

### 8.4: 动力载荷

采购方应规定各种类型的海洋钻井结构适用的动力载荷组合。海洋动力学目前采用两种输入法。第一种输入法通常按海洋建筑工程术语规定，要求下面列出的数据：

纵荡 = \_\_\_\_\_ g  
 横荡 = \_\_\_\_\_ g  
 纵摇 = \_\_\_\_\_ 度                      周期 = \_\_\_\_\_ s  
 横摇 = \_\_\_\_\_ 度                      周期 = \_\_\_\_\_ s  
 升沉 = \_\_\_\_\_ g

船舶纵稳心 = \_\_\_\_\_ m (ft)  
 船舶横稳心 = \_\_\_\_\_ m (ft)  
 船舶垂直稳心 = \_\_\_\_\_ m (ft)

规定海洋动力学数据的第二种输入法是提供加速度：

线性×加速度 = \_\_\_\_\_ (ft/s<sup>2</sup>)  
 线性×加速度 = \_\_\_\_\_ (ft/s<sup>2</sup>)  
 线性×加速度 = \_\_\_\_\_ (ft/s<sup>2</sup>)  
 旋转×加速度 = \_\_\_\_\_ (rad/s<sup>2</sup>)  
 旋转×加速度 = \_\_\_\_\_ (rad/s<sup>2</sup>)  
 旋转×加速度 = \_\_\_\_\_ (rad/s<sup>2</sup>)

船舶纵稳心 = \_\_\_\_\_ m (ft)  
 船舶横稳心 = \_\_\_\_\_ m (ft)  
 船舶垂直稳心 = \_\_\_\_\_ m (ft)

### 8.5: 地震载荷

地震因素是用户所要规定的一种特殊载荷条件，采购方应负责规定钻井装置应作业地震带的所有设计准则。

如果钻井装置设计用于地震，采购方应在下面提供设计数据。

---



---



---



---

**8.6: 冰载荷**

根据 API 要求，冰载荷是采购方和/或用户所规定的一种特殊载荷条件。

如钻井装置设计用于冰载荷，则采购方应在下面提供设计数据。

---



---



---



---

**8.7: 安装载荷**

根据 API 要求，在设计每个钻井结构时，应考虑自重与安装环境风组合的安装载荷。采购方应规定任何附加的安装载荷、风载荷、惯性载荷或其他载荷。

如存在任何附加的安装载荷，则采购方应在下面提供设计数据。

---



---



---



---

**8.8: 运输载荷**

根据 API 要求，在设计每个钻井结构时，应考虑自重与运输环境风组合的运输载荷。采购方应规定任何附加的运输载荷、风载荷、惯性载荷或其他载荷。

如存在任何附加的运输载荷，则采购方应在下面提供设计数据。

---



---



---



---

**8.9: 倾覆和滑动**

根据采购方规定，任何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。制造商在钻机说明书中应加入图表，规定基于乘系数的横向载荷的最大基础支承载荷。例如，地面支承的陆地钻井结构可规定采用最大许用地面支承压力的适当极限支承在钻机垫上。

钻井装置座放在制造商设计范围未涵盖的附加支承结构？

是  
否


如适用，则采购方应在下面提供数据（所有许用载荷和条件，包括基础的许用地面支承压力）。

---



---



---



---

### 附加要求

#### 附录 A.1 SR1 – 低温试验

在所有情况下，采购方和制造商应就最低设计温度和要求的试验温度达成一致。

最低设计温度 = \_\_\_\_\_ °C (°F)  
 冲击试验结果要求 = \_\_\_\_\_ N-m (ft-lbs)

#### 附录 A.2 SR2 – 验证载荷试验

设备应按照采购方和制造商商定的某一载荷进行载荷试验。

验证载荷试验 = \_\_\_\_\_ kN (lbs)

#### 附录 A.3 SR3 – 数据手册

采购方需要一份 API 4F 的数据手册？

是  
否


## 参考文献

- [1] API Specification 8C, Specification for Drilling and Production Hoisting Equipment (PSL 1 and PSL 2)
- [2] API Specification 9A, Specification for Wire Rope
- [3] ABS<sup>6</sup> Rules for Building and Classing Offshore Drilling Units, 1991
- [4] ASNT TC-1A<sup>7</sup> Recommended Practice for Personnel Qualification and Certification in Non-Destructive Testing (also known as ASNT 2055)

---

<sup>6</sup> 美国船级社, ABS Plaza, 16855 Northchase Drive, Houston, Texas 77060, [www.eagle.org](http://www.eagle.org).

<sup>7</sup> 美国无损检测学会, PO Box 28518, 1711 Arlingate Lane, Columbus, Ohio 43228-0518, [www.asnt.org](http://www.asnt.org).





1220 L Street,NW  
Washington,DC 20005-4070  
USA

202.682.8000

石油工业标准化研究所  
北京市海淀区学院路20号  
邮编: 100083  
电话: 010-83598316  
传真: 010-83598316  
E-mail: bzhs@petrochina.com.cn  
www.petrostd.com

Copyright Registration Pending

内部交流, 版权所有

\$90.00 ( ¥570.00 )