

# 钻井和采油提升设备规范 (PSL 1 和 PSL 2)

Drilling and Production Hoisting Equipment

(PSL 1 and PSL 2)

API Spec 8C

2012 年 4 月, 第 5 版

生效日期: 2012 年 10 月 1 日



AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE

## 目 次

特别说明.....	V
前 言.....	VI
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语、定义和缩略语.....	2
3.1 术语和定义.....	2
3.2 缩略语.....	4
4 设计.....	4
4.1 总则.....	4
4.2 设计条件.....	4
4.3 强度分析.....	4
4.4 尺寸级别.....	6
4.5 接触表面半径.....	7
4.6 额定值.....	7
4.7 设计安全系数.....	7
4.8 剪切强度.....	7
4.9 坠落物体.....	7
4.10 特定设备.....	7
4.11 设计文件.....	7
5 设计验证试验.....	8
5.1 总则.....	8
5.2 试验产品的抽样.....	8
5.3 试验程序.....	8
5.4 额定载荷值的确定.....	9
5.5 设计验证试验程序和额定值确定的另一种方法.....	9
5.6 载荷试验装置.....	9
5.7 设计更改.....	9
5.8 记录.....	9
6 材料要求.....	9
6.1 总则.....	10
6.2 书面规范.....	10
6.3 力学性能.....	10
6.4 材料鉴定.....	10
6.5 制造.....	11
6.6 化学成分.....	11
7 焊接要求.....	11
7.1 总则.....	11
7.2 焊接评定.....	11
7.3 书面文件.....	14
7.4 焊料控制.....	14

7.5 焊缝性能.....	14
7.6 焊后热处理.....	14
7.7 组焊焊缝.....	14
7.8 补焊焊缝.....	14
8 质量控制.....	15
8.1 总则.....	15
8.2 质量控制人员资格.....	15
8.3 测试设备.....	15
8.4 特定设备和零部件的质量控制.....	15
8.5 尺寸检验.....	19
8.6 验证载荷试验.....	19
8.7 静水压试验.....	19
8.8 功能试验.....	19
8.9 要求确认的过程.....	19
9 设备.....	20
9.1 总则.....	20
9.2 提升滑轮.....	20
9.3 游车.....	21
9.4 游车与大钩的连接件.....	22
9.5 连接件、连接耳和钻杆吊卡连接耳.....	22
9.6 钻井大钩.....	22
9.7 吊环.....	23
9.8 吊卡.....	23
9.9 旋转水龙头.....	28
9.10 动力水龙头.....	29
9.11 动力短节.....	29
9.12 死绳固定器.....	29
9.13 钻柱运动补偿器.....	29
9.14 压力容器和管线.....	30
9.15 滚动轴承.....	30
9.16 能用作提升设备的安全卡瓦.....	30
9.17 导向小车.....	30
10 标志.....	31
10.1 产品标志.....	31
10.2 额定值标志.....	31
10.3 组合设备标志.....	31
10.4 构件的可追溯性.....	31
10.5 出厂编号.....	32
10.6 标志方法.....	32
11 文件.....	32
11.1 总则.....	32
11.2 制造商保存的文件.....	32
11.3 设备携带的随机文件.....	32
附录 A (规范性附录) 附加要求.....	34
A.1 总则.....	34
A.2 SR 1 验证载荷试验.....	34

A.3 SR 2 低温试验 .....	34
A.4 SR 3 数据手册 .....	34
A.5 SR 4 铸件的附加体积检测 .....	34
A.6 SR 5 锻造材料的体积检测 .....	34
A.7 SR 6 后扩孔应力释放结构 .....	35
附录 B (资料性附录) 热处理设备的鉴定指南 .....	36
B.1 温度公差 .....	36
B.2 炉子的校验 .....	36
B.2.1 总则 .....	36
B.2.2 记录 .....	36
B.2.3 间歇式热处理炉法 .....	36
B.2.4 连续式热处理炉法 .....	36
B.3 仪表 .....	36
B.3.1 总则 .....	36
B.3.2 准确度 .....	36
B.3.3 校验 .....	37
附录 C (资料性附录) API会标 .....	38
C.1 引言 .....	38
C.2 引用文件 .....	38
C.3 API会标纲要: 许可证持有者的职责 .....	38
C.3.1 持有许可证, 使用API会标 .....	38
C.3.2 会标产品与API Q1 的符合性 .....	38
C.3.3 API会标的使用 .....	38
C.3.4 记录 .....	39
C.3.5 质量纲要的更改 .....	39
C.3.6 广告时使用API会标 .....	39
C.4 产品标志要求 .....	39
C.4.1 总则 .....	39
C.4.2 产品规范标识 .....	39
C.4.3 美国惯用 (USC) 单位的使用 .....	39
C.4.4 许可证编号 .....	39
C.5 API会标纲要: API职责 .....	39
参考文献 .....	40
图 1 RSC额定载荷值 (无应力释放槽情况) .....	6
图 2 等效圆模型—长度 $L$ 的实体 .....	12
图 3 等效圆模型—管子 (任何截面) .....	12
图 4 等效圆模型—复杂形状 .....	12
图 5 等效圆模型—基尔试块结构 .....	13
图 6 基尔试块尺寸推导计算示例 .....	13
图 7 滑轮绳槽 .....	20
图 8 游车和大钩提环 .....	25
图 9 大钩和水龙头提环接触表面半径 .....	25
图 10 吊环和大钩、吊卡连接耳接触表面半径 .....	26
图 11 套管和油管吊卡孔径 .....	27
图 12 旋转水龙头连接 .....	27

表 1 设计安全系数.....	7
表 2 伸长率要求 (PSL 2) .....	10
表 3 小尺寸冲击试样的调整系数.....	10
表 4 PSL 1—最大允许缺陷等级.....	16
表 5 PSL 2—最大允许缺陷等级.....	16
表 6 提升工具接触表面半径.....	22
表 7 钻杆吊卡孔径和标志.....	23
表 8 不加厚套管和油管吊卡孔径.....	24
表 9 加厚油管吊卡孔径.....	24
表 10 死绳固定器额定载荷值.....	29
表 11 设计安全系数.....	30

## 特别说明

API出版物只能针对一些共性问题。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做出明智的判断。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标准的标志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。

本标准的用户不宜仅靠本标准中所包含的信息。在采用本标准中所包含的信息时，宜采用良好的商业、科学、工程和安全判断。

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。

版权© 2012美国石油学会

## 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要求符合该规范。

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。该五年复审周期可以延期一次，但延期最长不超过两年。可以从API标准部查询某项出版物的状况，电话是(202) 682-8000。API每年发布出版物目录，每季度更新。

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)。

# 钻井和采油提升设备规范 (PSL 1 和 PSL 2)

## 1 范围

本标准规定了钻井和采油作业适用的提升设备的设计、制造和试验的要求。

本标准适用于下列钻井和采油提升设备：

- a) 提升滑轮；
- b) 游车和游车大钩；
- c) 游车与大钩的连接件；
- d) 连接件和连接耳；
- e) 钻井大钩；
- f) 油管大钩和抽油杆吊钩；
- g) 吊环；
- h) 套管、油管、钻杆和钻挺吊卡；
- i) 抽抽杆吊卡；
- j) 旋转水龙头提环接头；
- k) 旋转水龙头；
- l) 动力水龙头；
- m) 动力短节；
- n) 卡盘（当能用作吊卡时）；
- o) 死绳固定器；
- p) 钻柱运动补偿器；
- q) 方钻杆旋扣器（当能用作提升设备时）；
- r) 提升设备上安装的压力容器和管线；
- s) 安全卡瓦（当能用作提升设备时）；
- t) 游动设备（例如游车、大钩等）导向小车。

本标准制定了两种产品规范级别（PSL）的要求。这两种PSL代号规定了不同级别的技术要求。除非特别指明为PSL 2，否则，第4章至第11章的所有要求均适用于PSL 1。PSL 2包括PSL 1的所有要求以及本标准规定的附加作法。

附加要求只有当规定时才使用。附录A给出了一些规范化的附加要求。

## 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 Spec 5B 套管、油管和管线管螺纹的加工、测量和检验

API Spec 5CT 套管和油管规范

API Spec 7-1 旋转钻柱构件规范

API Spec 7-2 旋转台肩式螺纹连接的加工与测量规范

API RP 9B 油田用钢丝绳的应用、维护和使用



ASME B31.3<sup>1)</sup> 化工厂和炼油厂管道

ASME 锅炉和压力容器规范 2010版, 第V卷 无损检测; 第VIII卷 第1册 压力容器建造规则; 第IX卷 焊接和钎焊评定

ASTM A 370<sup>2)</sup> 钢制品力学性能试验的标准试验方法和定义

ASTM A 388 重型锻钢件超声波检验的标准作法

ASTM A 488 铸钢件焊接工艺评定和人员资格鉴定的标准作法

ASTM A 770 特殊用途钢板的全厚度拉伸试验标准规范

ASTM E 4 测试仪器的载荷验证

ASTM E 125 黑色铸件磁粉指示的标准参考照片

ASTM E 165 液体渗透检验的标准试验方法

ASTM E 186 壁厚为2 in~4 1/2 in (51 mm~114 mm)的厚壁铸钢件用射线标准参考射线照片

ASTM E 280 壁厚为4 1/2 in~12 in (114 mm~305 mm)的厚壁铸钢件用标准参考射线照片

ASTM E 428 超声波检验用钢试块的制造和控制标准作法

ASTM E 446 壁厚等于和小于2 in (51 mm)的铸钢件用标准参考射线照片

ASTM E 709 磁粉探伤标准指南

ASNT, SNT-TC-1A<sup>3)</sup> 无损检测人员资格鉴定推荐作法

AWS D1.1<sup>4)</sup> 钢结构焊接规范

AWS QC1 焊接检验员AWS资格鉴定标准

EN 287-1<sup>5)</sup> 焊工鉴定试验 熔焊 钢

ISO 10422<sup>6)</sup> 石油天然气工业 套管、油管和管线管螺纹的加工、测量和检验规范

ISO 15614-1 金属材料焊接工艺规范和鉴定 焊接工艺试验 第1部分: 钢的电弧焊和气焊与镍及镍合金的电弧焊

MSS SP-55<sup>7)</sup> 阀、法兰、管件和其它管件铸钢件质量标准 表面缺陷评价的目视方法

### 3 术语、定义和缩略语

#### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

##### 3.1.1

**轴承额定载荷值 bearing-load rating**

承受主载荷的轴承计算的最大载荷。

##### 3.1.2

**设计载荷 design load**

零件产生最大许用应力的静载荷与动载荷之和。

##### 3.1.3

**设计安全系数 design safety factor**

在材料最大许用应力与规定的最小屈服强度之间考虑一定安全余量的系数。

##### 3.1.4

**设计验证试验 design verification test**

1) 美国机械工程师协会, 3 Park Avenue, New York, New York 10016-5990, www.asme.org.。

2) 美国材料和试验协会, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, Pennsylvania 19428, www.astm.org.。

3) 美国无损检测协会, 1711 Arlingate Lane, P.O. Box 28518, Columbus, Ohio 43228, www.asnt.org.。

4) 美国焊接学会, 550 NW LeJeune Road, Miami, Florida 33126, www.aws.org.。

5) 欧洲标准委员会, Avenue Marnix 17, B-1000, Brussels, Belgium, www.cen.eu.。

6) 国际标准化组织, 1, ch. de la Voie-Creuse, Case postale 56, CH-1211, Geneva 20, Switzerland, www.iso.org.。

7) 美国阀门及管件业制造商标准化协会, 127 Park Street, NE, Vienna, Virginia 22180-4602, www.mss-hq.com.。

用来确认所采用的设计计算的完整性而进行的试验。

3.1.5

**动载荷 dynamic load**

因加速效应而施加给设备的载荷。

3.1.6

**等效圆 equivalent round**

当确定低合金钢和马氏体不锈钢热处理硬化特性时，把各种形状的截面用等效的圆截面表示。

3.1.7

**相同设计原理 identical design concept**

一类设备的所有设备在主承载区域均具有相似的几何形状。

3.1.8

**线性指示 linear indication**

在无损检测中，长度大于三倍宽度的一种指示。

3.1.9

**额定载荷值 load rating**

设备施加的最大工作载荷，包括静载荷和动载荷。

注：额定载荷值在数值上等于设计载荷。

3.1.10

**最大许用应力 maximum allowable stress**

规定的最小屈服强度除以设计安全系数。

3.1.11

**主载荷 primary load**

设备在操作中所承受的轴向载荷。

3.1.12

**主承载件 primary-load-carrying component**

设备中承受主要载荷的构件。

3.1.13

**产品规范级别 product specification level**

对设备主承载件材料和过程实施的控制级别。

注：两种产品规范级别用PSL 1或PSL 2表示。

3.1.14

**验证载荷试验 proof load test**

确认设备额定载荷值所进行的产品载荷试验。

3.1.15

**修补 repair**

在新设备的制造过程中，通过焊接清除构件或部件的缺陷并进行整修。

注：本标准中术语“修补”，仅适用于新设备制造期间的材料缺陷的修补。

3.1.16

**圆形指示 rounded indication**

在无损检测中，长度小于三倍宽度的接近圆形或椭圆形的任何指示。

3.1.17

**安全工作载荷 safe working load**

设计载荷减去动载荷。

3.1.18

**尺寸级别 size class**

最大额定载荷值相同、尺寸可互换的设备的标识。

### 3.1.19

**规格范围 size range**

一个总成所包含的管径范围。

### 3.1.20

**特殊过程 special process**

可以改变或影响设备所用材料力学性能（包括韧性）的工艺方法。

### 3.1.21

**试验产品 test unit**

进行设计验证试验的样机产品。

## 3.2 缩略语

ER 等效圆

HAZ 热影响区

PSL 产品规范级别

NDE 无损检测

PLC 主载荷条件

PWHT 焊后热处理

## 4 设计

### 4.1 总则

提升设备的设计、制造和试验应在各方面达到其预期的用途。设备应能安全地传递预期的载荷。设备的设计应能保证操作简便、安全可靠。

### 4.2 设计条件

应采用下面的设计条件：

a) 设备操作人员应负责确定任何提升作业的安全工作载荷；

b) 除非采用了附加要求 **SR2**（见 A.3），否则，设计及最低工作温度应为  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-4\text{ }^{\circ}\text{F}$ )。

注：除非设备使用了在更低设计温度下具有要求韧性的合适材料（见A.3），否则，当温度低于  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-4\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) 时，不宜在满额定载荷值下使用。

### 4.3 强度分析

#### 4.3.1 总则

4.3.1.1 设备的设计分析应考虑过度屈服、疲劳或扭曲这些可能的失效形式。

4.3.1.2 强度分析通常应以弹性理论为基础。然而，也可采用极限强度（塑性）分析（如适用）。也可采用和有限元分析方法一起分析的方法。

4.3.1.3 所有可以影响设计的力均应予以考虑。对于所要考虑的每个横截面，应采用最不利的力的组合、位置和方向。

#### 4.3.2 简化假设

应力分布和应力集中可以采用简化假设，但这些假设应符合公认的作法或基于丰富的经验或综合性试验。

#### 4.3.3 经验关系式

只要验证构件内部应力的应变仪测试文件记录结果能证明经验关系式，那么，就可用经验关系式代替分析。当设备或构件不允许使用应变仪验证其设计时，应按5.5的试验来鉴定。

#### 4.3.4 等效应力

强度分析应以弹性理论为基础。根据冯·米塞斯-亨克（Von Mises-Hencky）理论，设计载荷引起的名义等效应力，不应超过按公式（1）计算的最大许用应力  $AS_{\max}$ 。

$$AS_{\max} = \frac{YS_{\min}}{SF_D} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$YS_{\min}$ ——规定的最小屈服强度;

$SF_D$ ——设计安全系数。

4.3.5 极限强度 (塑性) 分析

4.3.5.1 极限强度 (塑性) 分析可在下列任一种条件下进行:

- a) 接触区域;
- b) 零件的几何形状所引起的局部高应力集中区域及断面平均应力小于或等于 4.3.4 中规定的最大许用应力的其他高应力梯度区域。

在这些区域, 平均应力以下的所有应力值应采用弹性分析法。

4.3.5.2 塑性分析时, 4.3.4<sup>8)</sup> 规定的等效应力不应超过按公式 (2) 计算的最大许用应力  $AS_{\max}$ 。

$$AS_{\max} = \frac{TS_{\min}}{SF_D} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$TS_{\min}$ ——规定的最小极限拉伸强度;

$SF_D$ ——设计安全系数。

4.3.6 稳定性分析

稳定性分析应按照公认的屈曲理论进行。

4.3.7 疲劳分析

除非另有协议, 否则, 疲劳分析寿命不应少于20年。

疲劳分析应按照公认的理论进行。参考文献[2]中规定了可以采用的方法。

4.3.8 旋转台肩式连接

4.3.8.1 设计验证

API旋转台肩式连接不进行5.3.2规定的设计验证试验。

4.3.8.2 仅承受钻柱载荷的旋转台肩式连接

仅承受钻柱载荷的旋转台肩式连接应按照API 7-1和API 7-2设计。

4.3.8.3 承受提升载荷 (钻柱载荷除外) 的旋转台肩式连接

承受提升载荷 (钻柱载荷除外) (例如隔水管或套管送入) 的API旋转台肩式连接 (RSC) 的额定值, 应按照本条确定。制造商应提供推荐的连接扭矩 (MUT) 范围, 超过该范围时, 应采用RSC额定拉伸载荷值。

任何API旋转台肩式连接的额定值应按如下计算 (拉伸区域位置见图1)。

额定拉伸载荷值 (外螺纹, SI单位, kN) =  $(YS_{\min})(A_p)/(SF_D \times 1000)$

额定拉伸载荷值 (内螺纹, SI单位, kN) =  $(YS_{\min})(A_{bt})/(SF_D \times 1000)$

或

额定拉伸载荷值 (外螺纹, USC单位, 短吨) =  $(YS_{\min})(A_p)/(SF_D \times 2)$

额定拉伸载荷值 (内螺纹, USC单位, 短吨) =  $(YS_{\min})(A_{bt})/(SF_D \times 2)$

式中:

$YS_{\min}$ ——规定的最小屈服强度, MPa (ksi);

$SF_D$ ——设计安全系数 (见4.7);

$A_p$ ——外螺纹横截面, 规定如下:

---

8) 原规范中无“4.3.4”, 疑为有误。

$$A_p = \frac{\pi}{4} [(C - B)^2 - ID^2], \text{ mm}^2 (\text{in.}^2), \text{ 无应力释放槽 (见API 7-2图1),}$$

或

$$A_p = \frac{\pi}{4} [D_{SRG}^2 - ID^2], \text{ mm}^2 (\text{in.}^2), \text{ 有应力释放槽 (见API 7-2图9);}$$

$A_{bt}$ ——内螺纹横截面, 规定如下:

$$A_{bt} = \frac{\pi}{4} [OD^2 - D_{CB}^2], \text{ mm}^2 (\text{in.}^2), \text{ 无应力释放槽, 有或无后扩孔应力释放结构 (见API 7-2}$$

图2和图8),

或

$$A_{bt} = \frac{\pi}{4} [OD^2 - D_{BG}^2], \text{ mm}^2 (\text{in.}^2), \text{ 有应力释放槽 (见API 7-2图10);}$$

$C$ ——测量点螺纹中径, mm (in.), (见API 7-2表1或表A.1);

$ID$ ——外螺纹内径, mm (in.);

$D_{SRG}$ ——外螺纹应力释放槽直径, mm (in.), (见API 7-2表5或表A.5);

$OD$ ——内螺纹外径, mm (in.);

$D_{CB}$ ——内螺纹后扩孔应力释放结构圆柱直径, mm (in.), (见API 7-2表5或表A.5);

$D_{BG}$ ——内螺纹应力释放槽直径, mm (in.), (见API 7-2表5或表A.5);

$$B = 2 \left( \frac{H}{2} - f_r \right) + T \times (3.175), \text{ SI单位, mm,}$$

或

$$B = 2 \left( \frac{H}{2} - f_r \right) + T \times \left( \frac{1}{8} \right) \times \left( \frac{1}{12} \right), \text{ USC单位, in.};$$

$H$ ——未削平螺纹高度, mm (in.), (见API 7-2表2或表A.2);

$f_r$ ——牙底削平高度, mm (in.), (见API 7-2表2或表A.2);

$T$ ——锥度, mm/mm (in./ft), (见API 7-2表2或表A.2)。

另外, 旋转台肩式连接的额定拉伸载荷值, 可以按照5.5进行其他可供选择的设计验证试验来确定。

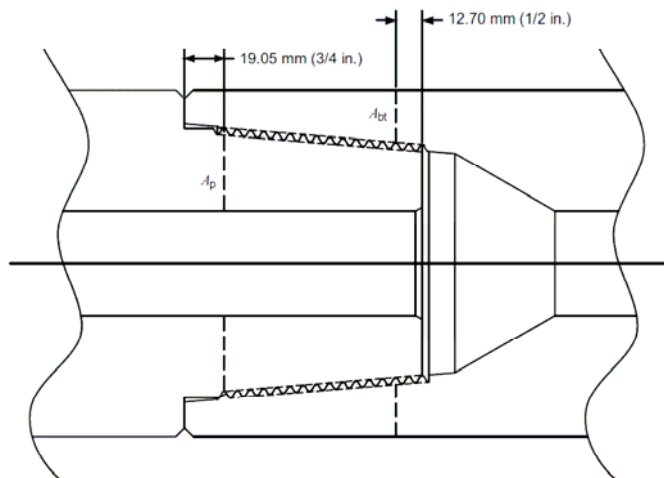


图1 RSC 额定载荷值 (无应力释放槽情况)

#### 4.4 尺寸级别

尺寸级别应代表尺寸互换性和设备的额定载荷值。

#### 4.5 接触表面半径

图8、图9、图10<sup>9)</sup>和表6示出了提升工具接触表面半径。这些接触半径适用于钻井用提升工具(包括油管大钩),但不包括所有其它修井工具。

#### 4.6 额定值

4.6.1 所有按本标准提供的提升设备,应按本标准的规定确定额定值。这些额定值应包括所有设备的额定载荷值和在主载荷路径内装有轴承的所有设备的轴承额定载荷值。

4.6.2 轴承额定载荷值的目的是为了取得额定值的一致,但也是为了当载荷在设备额定值范围内使用时,提供合理的轴承使用寿命。

4.6.3 额定载荷值应基于4.7中规定的设计安全系数、主承载件所用材料规定的最小屈服强度以及设计计算确定的应力分布和(或)5.5中规定的设计验证载荷试验得出的数据。

4.6.4 设备上应标志额定载荷值(见第10章)。

#### 4.7 设计安全系数

设计安全系数应按表1确定。

设计安全系数预期作为设计准则,不应在任何情况下解释为允许设备上的载荷超过额定载荷值。

表1 设计安全系数

额定载荷值 $R$ kN (s.t.)	设计安全系数 $SF_D$
$\leq 1\ 334$ kN (150 s.t.)	3.00
1 334 kN (150 s.t.)~4 448 kN (500 s.t.) (含)	$3.00 - [0.75 \times (R - 1\ 334) / 3\ 114]^a$ $(3.00 - [0.75 \times (R - 150) / 350])^b$
$> 4\ 448$ kN (500 s.t.)	2.25
<sup>a</sup> 式中, $R$ 值单位为千牛。	
<sup>b</sup> 式中, $R$ 值单位为短吨。	

#### 4.8 剪切强度

当设计计算包含剪切时,则剪切屈服强度与拉伸屈服强度的比值应为0.58。

#### 4.9 坠落物体

4.9.1 设计和制造按本标准提供的提升设备的所有构件时,应防止潜在的坠落物体。

4.9.2 考虑的原因至少应包括:振动、维护不当、腐蚀、冲击载荷和碰撞。

4.9.3 潜在的坠落物体至少应采用下列防范措施:

- 设计;
- 专用紧固件;
- 系索、电缆或安全绳;
- 防护装置;
- 综合辅助屏障;
- 其他辅助固位装置或方法。

#### 4.10 特定设备

特定设备所有附加设计要求见第9章。

#### 4.11 设计文件

设计文件应包括方法、假设、计算和设计要求。设计要求至少应包括尺寸、试验和工作压力、材料、环境、防范潜在坠落物体和规范的要求以及其他有关的设计要求。

9) 原规范中为“图7、图8、图9”,疑为有误。

这些要求也应适用于设计更改文件。

## 5 设计验证试验

### 5.1 总则

5.1.1 为了确保设备设计的完整性，设计验证试验应按下面的规定进行。

5.1.2 设备的设计验证试验应由一个非设计职能的部门或组织执行和（或）证明。

5.1.3 只要计算的精确度可以通过进行另一种计算或比较新设计与类似已经证实的设计所确认，通过计算即可进行精确应力分析的几何形状简单的设备，不应进行设计验证试验。设计文件应由非设计职能的有资格的人员评审和批准。

### 5.2 试验产品的抽样

为了验证具有相同设计原理、不同规格和额定值的同系列产品的设计计算，可采用下列任一种抽样方法：

——该设计中至少三台产品应进行设计验证试验。试验产品应选自规格和（或）额定值范围的低端、中端和高端；

——另一种方法是，所需试验产品的数量应根据每一试验产品也可验证其上一和下一规格或额定值的产品为原则来确定。

注：第二种方法通常适用于产品规格和（或）额定值范围有限的场合。

### 5.3 试验程序

#### 5.3.1 功能试验

试验产品应按设计载荷加载。在卸载后，检查产品，以验证设备及其构件的功能未因本次加载而削弱。

#### 5.3.2 设计验证试验<sup>10)</sup>

5.3.2.1 若产品的结构形状许可的话，试验产品所有预期会产生高应力的部位上应使用应变仪。推荐采用有限元分析、模拟、涂脆性漆等方法，确认应变仪的合适位置。在关键区域，推荐采用三维应变仪，以便能够测定剪切应力并避免要求应变仪准确定向。

5.3.2.2 试验产品施加的设计验证试验载荷，应按如下公式确定：

a) 额定载荷值不超过 11 120 kN (1 250 短吨)

$$\text{设计验证试验载荷} = 0.8 \times R \times SF_D, \text{ 但不小于 } 2R \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$R$ ——额定载荷值，单位千牛（短吨）；

$SF_D$ ——3.1.3和4.7中规定的设计安全系数。

b) 额定载荷值 11 120 kN (1 250 短吨)~14 678 kN (1 650 短吨)

$$\text{设计验证试验载荷} = C \times R \dots\dots\dots (4)$$

式中：

SI单位， $C=2-0.5 \times (R-11\ 120)/3\ 558$

USC单位， $C=2-0.5 \times (R - 1\ 250)/400$

c) 额定载荷值超过 14 678 kN (1 650 短吨)

$$\text{设计验证试验载荷} = 1.5 \times R \dots\dots\dots (5)$$

5.3.2.3 产品应加载到设计验证试验载荷。试验载荷宜小心施加，同时，读取应变仪数值并观察屈服情况。必要时，试验产品可以多次加载，以获得足够的数据库。

10) 实际上，当额定载荷值超过 11 120 kN (1 250 短吨)时，应调整试验载荷系数，进行设备的开发和鉴定。

5.3.2.4 应变仪读数计算出的应力值超过设计计算（基于设计验证试验载荷）得出的应力值，不应大于 5.6 中规定的试验装置的不确定度。不满足本要求或任何试验产品过早失效，应按原要求以相同数量的试验产品（包括与失效产品规格和额定值相同的试验产品）再次试验，完全重新评价设计。

5.3.2.5 设计验证试验完成后，应拆开产品，检查每个零件的尺寸是否有屈服的迹象。

5.3.2.6 若试验装置的加载情况适用于产品总成中的单个零部件，这些零部件可单独进行试验。

#### 5.4 额定载荷值的确定

额定载荷值应根据设计验证试验结果和（或）第4章要求的设计与应力分布计算值来确定。在该额定值下的应力不应超过4.3的允许值。在接触区域允许有局部屈服。试验产品设计验证试验后，除接触区域外，应变仪或其他合适方法测定的临界永久变形不应超过0.2%。如果应力超过许用值，则受影响的零部件应重新设计，以获得所需的额定值。只有当分析结果证明应力分布计算值在第5章规定的设计验证试验验证的可接受的工程允许范围之内时，应力分布计算才可用来确定设备的额定载荷值。

#### 5.5 设计验证试验程序和额定值确定的另一种方法

如果已经确定了设备所用材料的精确屈服强度和拉伸强度，则试验产品可进行破坏性试验。这可通过对破坏性试验零部件的实际材料取拉伸试验试样，确定其屈服强度与极限强度之比来完成。总成的每一个构件应在承载最不利的情况下进行鉴定。可采用下列任一种方法进行构件的鉴定：

- a) 应计算总成的每一个构件的比值  $T_R$ 。公式中应采用这些比值的最小值；
- b) 若试验装置的载荷条件适用于每个构件，则每个构件可分别进行载荷试验。

然后，用此比值按下列公式（6）和公式（7）确定设备的额定载荷值：

$$R = L_B \frac{T_R}{SF_D} \dots\dots\dots (6)$$

$$T_R = \frac{YS_m}{TS_a} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$SF_D$ ——设计安全系数（见 4.7）；

$YS_m$ ——规定的最小屈服强度；

$TS_a$ ——实际极限拉伸强度；

$L_B$ ——破坏载荷；

$R$ ——额定载荷值。

由于这种设计鉴定方法不是源自应力计算，因此，鉴定仅应限于试验的特定型号、尺寸、尺寸范围和额定值。

#### 5.6 载荷试验装置

模拟试验产品上工作载荷所用的加载装置，应按ASTM E 4校准，以确保获得规定的试验载荷。载荷超过3 558 kN（400短吨）的载荷试验装置，可通过A级、不确定度小于2.5%的校准装置验证。

试验装置应以与实际作业基本相同的方式在基本相同的承载接触面上给试验产品（或零部件）加载。试验产品（或零部件）的所有加载设备的试验能力应予以验证。

#### 5.7 设计更改

当设计或制造方法的任何更改而更改额定载荷值时，则应根据第5章进行支持性的设计验证试验。制造商应评价设计或制造方法方面的所有更改，以确定是否影响额定载荷值。这种评价应形成文件。

#### 5.8 记录

所有设计验证记录和支持性数据，应按11.2中设计文件的规定进行控制。

### 6 材料要求



## 6.1 总则

所有材料均应适合于预定的用途。

第6章的其余各条规定了主承载件和承压件材料的各种鉴定、性能和加工要求（除非另有规定）。

## 6.2 书面规范

材料应按书面材料规范进行生产，书面材料规范至少应规定下列参数和极限：

- 力学性能要求；
- 材料鉴定；
- 加工要求（包括许可的熔炼、加工和热处理）；
- 化学成分和偏差；
- 补焊要求。

加工方法的说明应包括锻造比。

## 6.3 力学性能

6.3.1 材料应符合制造商材料规范中规定的性能要求。

6.3.2 冲击韧性值应由三次试验的平均值确定，采用构件尺寸允许的足尺试样。如果有必要使用小尺寸冲击试样时，冲击值的验收准则应为下面规定的数值乘以表3所列的相应的调整系数。不应采用宽度小于5 mm的小尺寸试样。

6.3.3 规定的最小屈服强度大于或等于310 MPa（45 ksi）的材料，其在-20 °C（-4 °F）时的平均冲击韧性值至少应为42 J（31 ft·lb），单个值不低于32 J（24 ft·lb）。

6.3.4 规定的最小屈服强度<sup>11)</sup>小于310 MPa（45 ksi）的材料，其在-20 °C（-4 °F）时的平均冲击韧性值应为27 J（20 ft·lb），单个值不低于20 J（15 ft·lb）。

6.3.5 设计温度低于-20 °C（-4 °F）（例如在北极地区作业）时，应采用附加冲击韧性要求，见附录A.3 SR2。

6.3.6 若设计要求厚度方向上的性能时，则材料应按照ASTM A 770沿厚度方向进行断面收缩率试验。最小断面收缩率应为25%。

6.3.7 PSL 2构件应采用符合表2中规定的相应延展性要求的材料制作。

表2 伸长率要求（PSL 2）

屈服强度		最小伸长率，%	
MPa	(ksi)	$L_0 = 4d^a$	$L_0 = 5d^a$
<310	(<45)	23	20
310~517	(45~75)	20	18
517~758	(75~110)	17	15
>758	(>110)	14	12

<sup>a</sup> 这里 $L_0$ =标距； $d$ =直径。

表3 小尺寸冲击试样的调整系数

试样尺寸，mm	调整系数
10.0×7.5	0.833
10.0×5.00	0.667

## 6.4 材料鉴定

6.4.1 力学性能试验应在代表构件制造中所用的炉和热处理批的质量鉴定试样上进行。试验应按ASTM A 370或等效标准的要求，在材料最终热处理状态下进行。如果焊后热处理温度低于母材热处理状态改变的温度，则该PWHT不看作是材料鉴定试验的热处理。

6.4.2 采用等效圆方法，确定零件质量鉴定试样的尺寸。图2和图3所示是确定简单实心 and 空心件等效圆的基本模型。所示任何形状均可用于质量鉴定试样。图4规定了更为复杂截面等效圆确定的步骤。

11) 原规范中多一个“最小（minimum）”，疑为有误。

## 钻井和采油提升设备规范 (PSL 1 和 PSL 2)

采用“热处理状态”下零件的实际尺寸,确定零件的等效圆。质量鉴定试样的等效圆应等于或大于其鉴定的零件的等效圆尺寸,但并不要求该等效圆超过 125 mm (5 in)。图 5 和图 6 为基尔试块要求尺寸确定的程序。

6.4.3 质量鉴定试样应与其代表的零件是一体或分体,也可是解剖产品零件的一部分。在所有情况下,试样应与其鉴定的零件出自同一炉,应经过相同的工序,并且应与零件一起进行热处理。

6.4.4 试样应取自连体或分体质量鉴定试样,对于实心(质量鉴定)试样,试样纵向中心轴线完全在实心(质量鉴定)试样 1/4 T 包封的芯部以内,或对于空心(质量鉴定)试样,试样纵向中心轴线完全在空心(质量鉴定)试样最厚截面的壁厚中心的 3 mm (1/8 in) 以内。拉伸试样的标距长度或冲击试样的缺口,应距(质量鉴定)试样端部至少 1/4 T。

6.4.5 解剖产品零件切取的试样,应取自零件最厚截面的 1/4 T 包封的芯部位置。

6.4.6 对于完全由锻造材料加工的完全按实心棒材或管材热处理的零件,标准 1/4 T 包封完全或部分地在成品零件关键和(或)非关键区域之外,这些棒材或管材切取的试样,也可以按照如下方法取自更具代表性的区域:

取样区域外径,通过最终成品零件的最大外径和最小内径确定的 $\frac{1}{3} T$ 包封规定。

取样区域内径,应等于或大于成品零件的最小内径。

示例:

外径 150 mm (6.0 in) 的 4330V 棒材,正火淬火回火(NQT);

零件最终尺寸为最大外径 139.7 mm (5.5 in), 最小内径 63.5 mm (2.5 in);

SI 单位制:

$$T=(139.7-63.5)/2=38.1 \text{ mm}$$

$$\frac{1}{3} T=12.7 \text{ mm};$$

USC 单位制:

$$T=(5.5-2.5)/2=1.5 \text{ in}$$

$$\frac{1}{3} T=0.5 \text{ in};$$

成品零件 $\frac{1}{3} T$ 包封内的外径为 114.3 mm (4.5 in);

因此,试样可以取自外径 114.3 mm (4.5 in) × 内径 63.5 mm (2.5 in) 规定的区域的任一处(成品零件 $\frac{1}{3} T$ 包封和内径)。

## 6.5 制造

6.5.1 制造过程应确保构件重复生产时满足本标准的所有要求。

6.5.2 所有锻造材料的制造过程,应保证零件内部组织结构的同一性。

6.5.3 所有热处理工序均应采用按制造商或加工商规定要求鉴定合格的设备。热处理炉内任何一个零件的装载,应不影响同批次中任何其他零件的热处理特性。热处理周期的温度和时间要求,应按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构件。

注:热处理设备鉴定指南见附录 B<sup>12)</sup>。

6.5.4 对于 PSL 2, 制造商应规定所有构件的熔炼、精炼、铸造和加工方法。规定的方法应记录在要求的书面材料规范内。

## 6.6 化学成分

每炉材料成分均应对制造商书面材料规范中规定的所有元素进行分析。

对于 PSL 2, 硫和磷最大质量分数均为 0.025%。

## 7 焊接要求

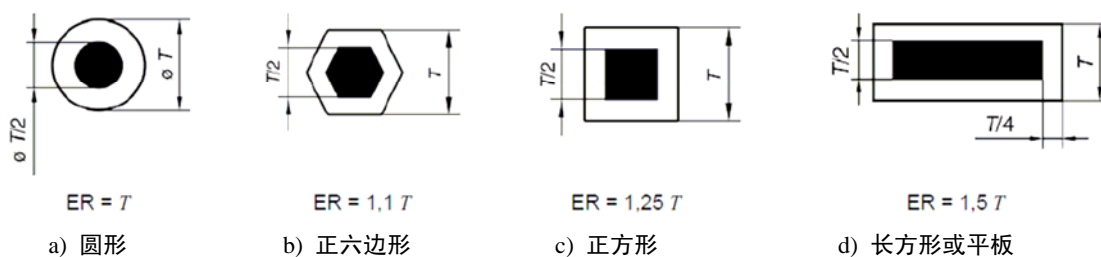
### 7.1 总则

本章的其余各条规定了主承载件和承压件组焊和补焊(如允许)的要求,包括连接焊缝。

### 7.2 焊接评定

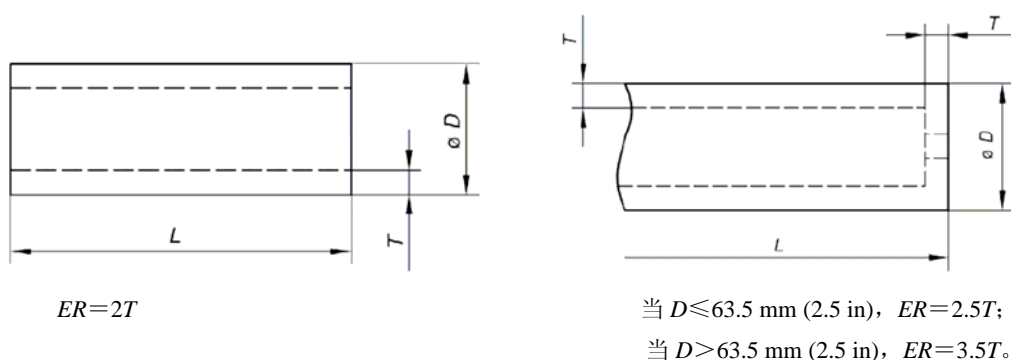
---

12) 原规范中为“附录 C”,疑为有误。



注：当  $L < T$  时，按厚度为  $L$  的平板考虑。

图2 等效圆模型—长度  $L$  的实体



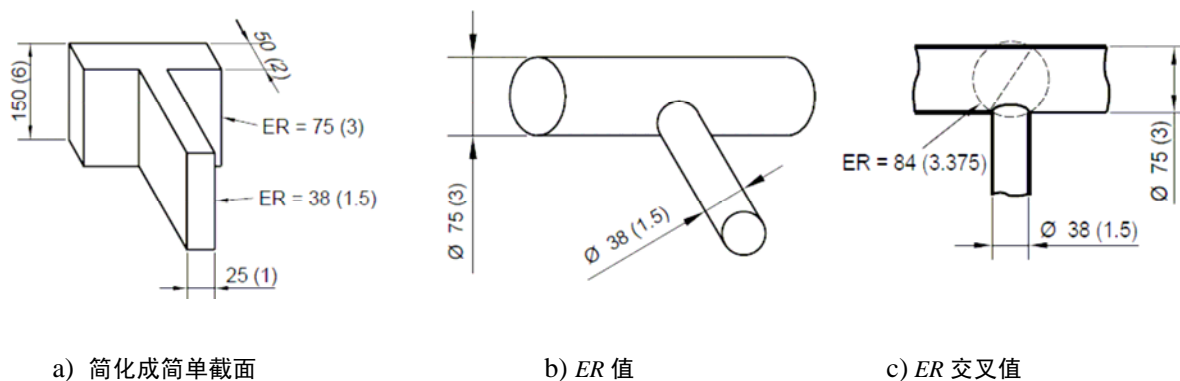
注：当  $L < D$  时，按厚度为  $T$  的平板考虑；当  $L < T$  时，按厚度为  $L$  的平板考虑。

注：计算时采用最大厚度  $T$ 。

a) 两端开口

b) 一端或两端封口或限制

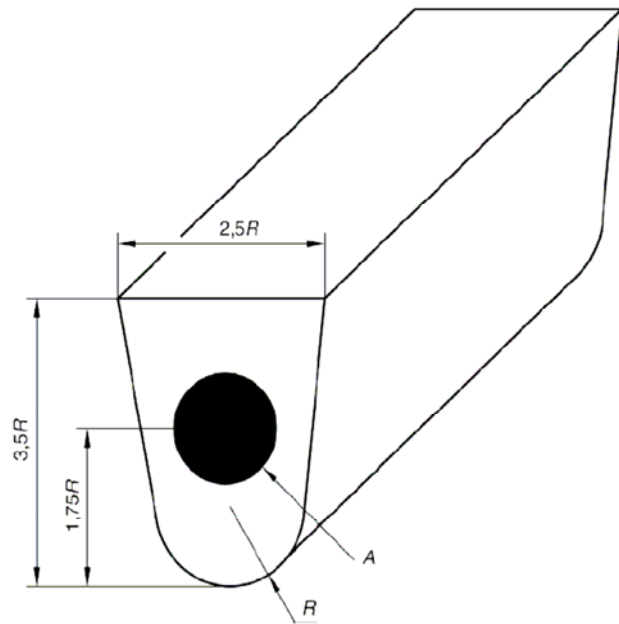
图3 等效圆模型—管子（任何截面）



注：确定复杂截面的等效圆（ER）宜采用下列步骤：

- 简化构件为简单截面 a)；
- 将每个简单截面转化成等效圆 b)；
- 计算 ER 值交叉外接圆的对角线 c)；
- 最大 ER 值（无论是简单截面还是交叉截面）用作复杂截面的 ER。

图4 等效圆模型—复杂形状

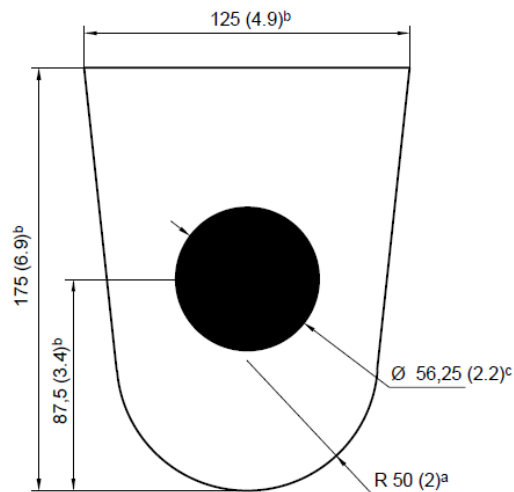


$ER = 2.3R$ 。

注：阴影区A为1/4 T包封的试样取样区。

图5 等效圆模型—基尔试块结构

尺寸毫米（英寸）



展开后的 $ER = 115 \text{ mm (4.5 in)}$ 的基尔试块，见下面脚注：

- <sup>a</sup> 由图 5<sup>13)</sup>， $ER = 2.3R$ ，则 $R = ER/2.3 = 50 \text{ mm (2 in)}$ 。
- <sup>b</sup> 图 5<sup>13)</sup>所示基尔试块结构采用倍数 $R$ 。
- <sup>c</sup> 直径 $D$ 。

图6 基尔试块尺寸推导计算示例

13) 原规范中为“图 3”，疑为有误。

所有构件的焊接，均应采用按照下列规范评定合格的焊接工艺进行：

- PSL 1: ASME B31.3、ASME BPVC 第 IX 卷、AWS D1.1、ISO 15614-1 和（或）ASTM A 488 或等效标准；
- PSL2: ASME IX 或等效标准。

只有按照上述标准或EN 287-1鉴定合格的焊工或焊机操作工，才能进行焊接。

未列入上述标准的母材的焊接工艺，应单独地或按可焊性、拉伸性能或成分分组进行评定。如果母材金属延展性不能满足ASME BPVC第IX卷的弯曲试验要求，弯曲试验（PSL 1或PSL 2）应按下列方式进行：

母材金属按相应规范的延展性和强度要求热处理后切取的弯曲试棒，应进行弯曲直至破坏。而且，侧弯试样的弯曲角度误差应在由此确定的角度的5°范围之内。

### 7.3 书面文件

焊接应按书面焊接工艺规范进行，并按相应标准进行评定。焊接工艺规范应规定相应标准所列的所有基本参数、非基本参数和补充的基本参数（如要求）。

工艺评定记录应记录评定试验用焊接工艺的所有基本参数和补充的基本参数（如要求）。焊接工艺规范和工艺评定记录均应按第11章的要求作为记录保存。

### 7.4 焊料控制

焊料应符合焊料制造商的规范。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。

### 7.5 焊缝性能

焊接工艺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。当要求母材做冲击试验时，冲击试验也应作为焊接工艺评定的要求。焊缝和热影响区（HAZ）的试验结果，应满足母材的最低要求。对于连接焊缝，要求冲击试验的材料HAZ（但不一定是焊缝）应满足上述要求。

所有焊缝试验应在试验焊件相应的焊后热处理状态下进行。

对于不进行焊后热处理的焊缝厚度大于25.4 mm (1 in)的焊件，制造商宜考虑降低冲击试验温度。

### 7.6 焊后热处理

构件的焊后热处理应符合相应的评定合格的焊接工艺规范。

### 7.7 组焊焊缝

除7.2<sup>14)</sup> ~7.6规定的要求外，焊接接头的型式和尺寸应满足制造商的设计要求，并应在制造商的焊接工艺规范中形成文件。

### 7.8 补焊焊缝

#### 7.8.1 方法

应有适当的方法，对需要补焊的不合格状态进行评价、消除和检验。

#### 7.8.2 熔合

焊接工艺规范和适合的补焊方法，应确保焊缝与母材完全熔合。

#### 7.8.3 锻件和铸件

所有补焊均应按制造商的焊接工艺规范进行。焊接工艺规范应予以形成文件，并应在采购方要求时予以提供。

在进行任何补焊之前，制造商应将下列允许补焊的准则形成文件：

- 缺陷类型；
- 缺陷尺寸极限；
- 大型补焊和（或）小型补焊的定义。

补焊前的所有开挖和随后的补焊，均应满足第8章规定的质量控制要求。

---

14) 原规范中无“7.2”，疑为有误。

## 钻井和采油提升设备规范 (PSL 1 和 PSL 2)

对于PSL 2, 按照8.4.9.3<sup>15)</sup> 定义的大型补焊, 制造商也应绘制需补焊区域的尺寸草图, 并规定补焊顺序。补焊文件应按照第11章的要求保存。

### 7.8.4 管材

不允许在锻造的管材上进行补焊。

### 7.8.5 热处理

评定补焊所用的焊接工艺规范, 应反映实际补焊顺序和补焊件进行的热处理。

## 8 质量控制

### 8.1 总则

本章规定了设备和材料的质量控制要求。所有质量控制工作应通过制造商形成文件的指导书加以控制, 该指导书应包括相应的方法、定量和定性的验收准则。

NDE活动的指导书, 应充分地详述本标准的要求。所有NDE指导书应由ASNT SNT-TC-1A III级注册检验师或等效标准注册检验师批准。

所有设备、零部件和材料的验收状态, 应在设备、零部件和材料上或在其可追溯性记录中予以说明。

### 8.2 质量控制人员资格

NDE人员应按ASNT SNT-TC-1A或等效标准进行资格鉴定和(或)发证。

对焊接操作和完工焊缝进行目检的人员, 应按照下列方式之一进行资格鉴定:

——AWS QC1 或等效标准; 或

——制造商形成文件的培训计划(如可等效上述标准)。

所有进行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。

### 8.3 测试设备

检查、试验或检验材料的设备或其他设备, 应按照制造商形成文件的指导书和公认的工业标准(例如MIL STD 120或ISO 10012-1), 定期进行识别、控制、校准和调整, 以保证所要求的准确度。

### 8.4 特定设备和零部件的质量控制

#### 8.4.1 总则

除非另有规定, 质量控制要求应适用于所有主承载和(或)承压设备和构件。

#### 8.4.2 化学分析

化学分析方法和验收准则应按6.6的规定。

#### 8.4.3 拉伸试验

拉伸试验方法和验收准则应按6.3和6.4的规定。

#### 8.4.4 冲击试验

冲击试验方法和验收准则应按照6.3和6.4的规定。

#### 8.4.5 追溯性

构件应能通过炉和热处理批、标识进行追溯。

在完工的构件或总成上以及在制造各阶段的材料和构件上, 应保持标识。制造商形成文件的追溯性要求, 应包括维护和更换标识标志及标识控制记录的条款。紧固件和管接头不要求追溯性, 但应按公认的工业标准标志。

#### 8.4.6 目检

构件应进行目检。铸件的目检应满足MSS SP-55的要求。锻造材料的目检应符合制造商形成文件的程序。

#### 8.4.7 表面 NDE

##### 8.4.7.1 总则

---

15) 原规范中无“8.4.9.3”, 疑为有误。

每一完工构件的所有可接近表面，均应在最终热处理和最终机加工后按照8.4.7进行检验。

若设备需进行载荷试验，则应在载荷试验之后进行鉴定性的无损检测。对于制造商识别的延迟裂纹敏感材料，应在载荷试验后不早于24 h进行NDE。设备应拆卸进行该项检验。检测前应除去表面导电涂层。除非已经证明，在涂层的最厚处可检测到8.4.7.3中规定的最小相关指示，否则，在检测之前，应除去表面非导电涂层。

#### 8.4.7.2 方法

铁磁性材料应按ASME BPVC第V卷A分卷第7章和B分卷第25章或ASTM E 709进行磁粉法检测。机加工表面应采用湿荧光磁粉法进行检测，其他表面应采用湿磁粉法或干磁粉法进行检测。

非铁磁性材料应按ASME BPVC第V卷A分卷第6章和B分卷第24章或ASTM E 165进行液体渗透法检测。

如果不得不采用磁化电极时，所有磁化电极的烧痕应予以磨除，影响区域应采用液体渗透法重新检测。

#### 8.4.7.3 指示的评价

只有主要尺寸大于2 mm ( $1/16$  in)且与表面破裂有关的那些指示才应认为是相关指示。与表面破裂无关的固有指示（例如磁导率变化、非金属条带等）应认为是非相关指示。如果大于2 mm ( $1/16$  in)的磁粉指示被认为是非相关指示，则这些指示应采用液体渗透法进行检测，以证实其非相关性，或应予以清除并重新检验，以证实其非相关性。

相关指示应按照8.4.7.4中规定的验收准则进行评价。

#### 8.4.7.4 验收准则

##### 8.4.7.4.1 铸件

ASTM E 125应作为评价铸件磁粉指示的参考标准。验收准则应按表4（PSL 1）和表5（PSL 2）的规定。

表4 PSL 1—最大允许缺陷等级

类型	最大允许等级		
	缺陷类型	关键区域	非关键区域
I	热裂、裂纹	无	1级
II	缩孔	2级	2级
III	夹杂物	2级	2级
IV	内冷铁、型芯撑	1级	1级
V	气孔	1级	2级

表5 PSL 2—最大允许缺陷等级

类型	最大允许等级		
	缺陷类型	关键区域	非关键区域
I	热裂、裂纹	无	无
II	缩孔	无	1级
III	夹杂物	1级	2级
IV	内冷铁、型芯撑	无	1级
V	气孔	1级	2级

制造商应绘制并保存关键区域图，识别高应力区域，这些图纸应结合本章一起使用。本章中，关键区域应为构件中应力超过下列数值的所有区域：

$$\text{高应力} \geq \frac{YS_{\min}}{1.33SF_D} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$YS_{min}$ ——规定的最小屈服强度;

$SF_D$ ——设计安全系数。

如果在关键区域图上没有识别关键区域, 则应认为构件的所有表面均为关键区域。

构件中存在压应力和 (或) 应力级别低于公式 (9) 的计算结果的区域, 不应在表4和表5规定的验收准则范围内。这样规定的低应力区域可在关键区域图上识别。

$$\text{低应力} \leq \frac{0.1YS_{min}}{SF_D} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$YS_{min}$ ——规定的最小屈服强度;

$SF_D$ ——设计安全系数。

#### 8.4.7.4.2 锻造材料

锻造材料的表面NDE, 应采用下列验收准则:

- 无任何主要尺寸等于或大于 5 mm ( $3/16$  in) 的相关指示;
- 在任何一个连续的 40 cm<sup>2</sup> (6 in<sup>2</sup>) 的面积上, 相关指示不超过 10 个;
- 在任一条直线上, 边距小于 2 mm ( $1/16$  in) 的相关指示不超过三个;
- 在压力密封区域、旋转螺纹根部区域或螺纹式接头的应力释放结构中, 无任何相关指示。

#### 8.4.8 铸件体积 NDE

##### 8.4.8.1 方法

铸件的射线检测应按照ASME BPVC第V卷A分卷第2章和B分卷第22章, 但不应采用荧光增感屏。

超声波检测应按照ASME BPVC第V卷A分卷第5章和B分卷第23章。构件应按照B分卷第23章SA-609采用垂直法进行检测, 若构件的部位在垂直法检测期间不能保持背反射或构件两个表面之间的夹角大于 15° 时, 应按照S1斜探法检测要求进行检测。

##### 8.4.8.2 取样

主承载铸件至少应按以下取样原则进行体积NDE检测:

- 首批铸件或试生产铸件的所有区域都应采用超声波或射线法检测, 直到检测结果表明生产技术已符合要求;
- 在批量生产中, 当每一个生产批的铸件数量不少于 10 件时, 每一个生产批中抽取一个铸件, 当每一个生产批的铸件数量少于 10 件时, 每 10 个生产铸件中抽取一个铸件, 应在关键区域图上识别的所有关键区域进行体积检测。若任何铸件显示的任何指示超出 8.4.8.3 规定的验收准则, 则应从该生产批中再取两个铸件, 以相同的方式进行检测。如果这两个铸件都合格, 则该批剩余的铸件可通过验收, 最初的不合格铸件应返修或报废。

##### 8.4.8.3 验收准则

###### 8.4.8.3.1 体积检测免则

构件中存在压应力和 (或) 应力级别小于低应力值 (按8.4.7.4计算) 的区域, 不应进行体积检测。

###### 8.4.8.3.2 射线检测

射线检测的验收准则, 按被检测的壁厚, 分别基于ASTM E 446、ASTM E 186或ASTM E 280的标准参考射线照片。

在所有情况下, 不允许有裂纹、热裂和型芯夹杂 (缺陷类型分别为D、E和F)。

参考射线照片上显示的其他指示类型, 在所有关键区域内应满足质量2级, 在非关键区域内应满足质量3级。关键区域应按照8.4.7.4的规定。如果在关键区域图上没有识别关键区域, 则构件的所有区域均应视为关键区域。

###### 8.4.8.3.3 超声波检测



铸件的垂直法和斜探法超声波检测的验收准则，按ASME BPVC第V卷2010<sup>16)</sup> 版B分卷第23章中的SA-609。验收准则应如下：

- a) PSL 1: 3级质量；
- b) PSL 2:
  - 1) 铸件厚度 $\leq 50$  mm (2 in)时为1级质量；
  - 2) 铸件厚度 50 mm~100 mm (2 in~4 in)时为2级质量；
  - 3) 铸件厚度 $> 100$  mm (4 in)时为3级质量。
- c) PSL 1 和 PSL 2:
  - 不论铸件厚度如何，距铸件表面50 mm (2 in)以内均应符合1级质量。
  - 不允许有深度变化为25 mm (1 in)或壁厚一半（取较小者）的指示缺陷。

#### 8.4.9 焊缝 NDE

##### 8.4.9.1 总则

若要求检测，则在焊接过程中，应对基本焊接参数和设备进行监测。整个可接近焊缝以及至少13 mm (1/2 in)的周围母材金属，应按8.4.9的方法和验收准则进行检测。

8.4.9要求的NDE应在最终热处理之后进行。

##### 8.4.9.2 组焊（装配焊接）

###### 8.4.9.2.1 目检

所有组焊焊缝均应按ASME BPVC第V卷A分卷第9章进行目检。咬边不应使影响区的厚度小于设计厚度，并应打磨至与周围材料光滑地过渡。

密封表面或其周围3 mm (1/8 in)内，不允许有表面气孔或裸露的夹渣。

###### 8.4.9.2.2 表面 NDE

所有主承载及承压焊缝和主承载及承压件的连接焊缝，应按8.4.7.2进行检测。

应采用以下验收准则：

- 无任何相关线性指示（见 3.1.8）；
- 焊缝厚度不大于 17 mm ( $5/8$  in)，无任何主要尺寸大于 4 mm ( $1/8$  in)的圆形指示（见 3.1.16）；
- 焊缝厚度大于 17 mm ( $5/8$  in)，无任何主要尺寸大于 5 mm ( $3/16$  in)的圆形指示；
- 在任一条直线上，边距小于 2 mm ( $1/16$  in)的相关指示不超过三个。

###### 8.4.9.2.3 体积 NDE

主承载焊缝和承压焊缝应按照超声波或射线方法进行检测。超声波检测应按照ASME BPVC第V卷A分卷第5章的规定，射线检测应按照ASME BPVC第V卷A分卷第2章的规定。

对于PSL1，本规定仅适用于全熔透焊缝。

对于PSL2，本规定适用于所有焊缝。

如适用，验收准则应按照ASME BPVC第VIII卷第1册UW-51和附录12的要求。

##### 8.4.9.3 补焊焊缝

###### 8.4.9.3.1 焊缝开挖（缺陷清除）

焊缝补焊的所有开挖（缺陷清除），应采用8.4.7规定的方法和验收准则进行磁粉检测。

###### 8.4.9.3.2 铸件的补焊焊缝

铸件的所有补焊焊缝均应按照8.4.7.2进行检测。验收准则应与组焊焊缝的验收准则相同（见8.4.9.2）。

对于PSL2，如果补焊厚度超过原壁厚的25%或等于25.4 mm (1 in)（以其中较小者为准），则该补焊应归入大型补焊一类，同样应用射线法或超声波法进行检测。检测方法和验收准则应按照8.4.9.2中关键区域的规定。

###### 8.4.9.3.3 焊缝的补焊

焊缝缺陷补焊的NDE，应与原焊缝的NDE相同（见8.4.9.2）。

16) 原规范中为“1998”，疑为有误。

## 8.5 尺寸检验

尺寸检验应在制造商规定和形成文件的抽样的基础上进行。

所有主承载和压力密封螺纹，均应按相应螺纹规范的要求进行测量。

对于PSL2，外部接口尺寸的检验应在每个构件和（或）相关的总成上进行。

## 8.6 验证载荷试验

### 8.6.1 范围

下述设备的每台生产产品均应按照8.6.2的要求进行验证载荷试验：

- a) 吊卡；
- b) 吊环；
- c) 卡盘（可用作吊卡时）；
- d) 安全卡瓦（可用作提升设备时）。

如果上述未列出的设备在订单中规定补充要求SR 1（见附录A），则应进行验证载荷试验。

### 8.6.2 程序

设备应安装在基本上能与实际作业相同的方式在基本相同的承载接触面上加载的试验装置上。

施加的试验载荷应为额定载荷值的1.5倍，并保持不少于5 min。

载荷试验后，如适用，应检查设备的设计功能。载荷试验不应削弱设备的正常功能。

设备总成随后应拆卸至所有主承载件（轴承除外）都能进行全部表面NDE。

主承载件的所有关键区域，应根据8.4.7进行磁粉检测。

## 8.7 静水压试验

### 8.7.1 总则

如果第9章指出设备要求静水压试验时，应采用8.7的要求。

### 8.7.2 静水压试验

静水压试验应按照下列四个步骤进行：

- a) 初始保压期；
- b) 降压至零；
- c) 设备的外表面彻底风干；
- d) 二次保压期。

二次保压期应从试验压力达到稳定，设备和压力测试仪表与压力源切断之后，才开始计时。

具体的静水压试验要求在第9章中有关设备的各条中表述。

### 8.7.3 校准的压力表

试验期间，应使用经过校准的压力表和记录设备。记录仪图表应签字、标明日期，并能溯源到试验设备。

## 8.8 功能试验

具体的功能试验要求在第9章中有关设备的各条中表述。

## 8.9 要求确认的过程

当过程完成后，不能验证最终产品规定的性能时，应要求确认下列过程：

- a) NDE；
- b) 焊接；
- c) 热处理；
- d) 螺栓预紧（当设计要求特定的预载值时）。

如果设计和生产中规定了要求的性能，则应进行材料鉴定（例如，材料试验报告，质量鉴定试样试验等），以验证每一生产炉和（或）热处理批获得了要求的性能，不再要求进一步的确认。如果规定了热处理工艺，但结果并不通过对经过该热处理工艺的每一生产炉和（或）热处理批材料试验来验证，而

该热处理工艺应通过试样试验来确认，以证明该工艺会稳定地产生设计要求的性能。确认方法和结果应形成文件。

## 9 设备

### 9.1 总则

除非本章另有专门说明，否则，第4章至第8章的所有要求均适用于主承载件。设备设计人员负责确定设备的主载荷路径及主承载件。

### 9.2 提升滑轮

#### 9.2.1 滑轮材料

滑轮不作冲击试验。

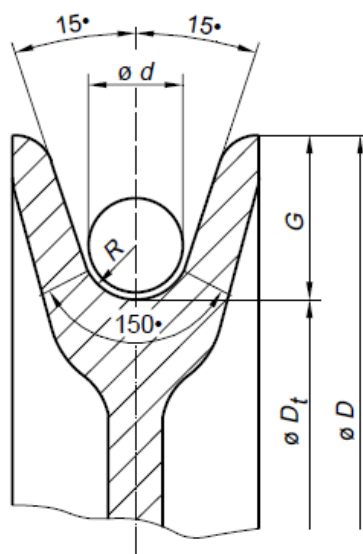
#### 9.2.2 滑轮 NDE

滑轮绳槽表面淬火区域的无损检测不在8.4.7的要求范围内。绳槽区域的无损检测可以在绳槽表面淬火以前进行。

如果滑轮辐板是用小于50 mm (2 in) 的轧制钢板制成的，并且规定的最小屈服强度小于310 MPa (45 ksi)，则不应作表面无损检测。

#### 9.2.3 滑轮直径

滑轮直径应是图7<sup>17)</sup>所示的外圆直径 ( $D$ )。滑轮直径应按API 9B进行确定 (如可行时)。



说明:

$D_t$ =绳槽底面直径;

$G$ =绳槽总深度。

图7 滑轮绳槽<sup>18)</sup>

#### 9.2.4 钻井和下套管钢丝绳滑轮

钻井和下套管钢丝绳用滑轮的绳槽应按所选钢丝绳规格制作。绳槽底部半径 $R$  (见下面公式 (10) 和公式 (11))，对应圆弧角为150°。绳槽两侧应与弧底两端相切。绳槽总深度 $G$ 最小值应为 $1.33d$ ，最大值应为 $1.75d$ ，其中 $d$ 为钢丝绳公称直径，如图7所示。

#### 9.2.5 捞砂钢丝绳滑轮

17) 原规范中为“图 6”，疑为有误。

18) 原规范中图中绳槽底面直径符号为“ $\phi D$ ”，疑为有误。

钻井和采油提升设备规范 (PSL 1 和 PSL 2)

捞砂钢丝绳用滑轮的绳槽应按所选钢丝绳规格制作。绳槽底部半径 (见公式 (10) 和公式 (11))，介于  $R_{\min}$  和  $R_{\max}$  之间，对应圆弧角为  $150^\circ$ 。绳槽两侧应与弧底两端相切。绳槽总深度  $G$  最小值应为  $1.75d$ ，最大值应为  $3d$ ，其中  $d$  为钢丝绳公称直径，如图7所示。

注：API 9B给出了详细的滑轮绳槽测量方法和滑轮磨损数据。

$$R_{\min} = R_{\text{rope}} \times 1.06 \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$R_{\max} = R_{\text{rope}} \times 1.10 \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$R_{\min}$ ——新绳槽的最小半径；

$R_{\max}$ ——新绳槽的最大半径；

$R_{\text{rope}}$ ——钢丝绳公称半径。

9.2.6 标志

滑轮应标志制造商的名称或商标、滑轮绳槽规格尺寸和滑轮外径。这些标志应铸在或用钢印打在滑轮外轮缘的侧面上。

示例：一个由AB公司制造的绳槽为 28.6 mm ( $1\frac{1}{8}$  in) 的 914 mm (36 in) 滑轮，标志如下：

AB CO 28.6 API Spec 8C 914 或 AB CO 1-1/8 API Spec 8C 36 或 AB CO 1.125 API Spec 8C 36

9.3 游车

9.3.1 滑轮

游车滑轮应符合9.2中的相应要求。

9.3.2 滑轮轴承额定值

游车的轴承额定值应按下式确定：

SI单位：

$$W_B = \frac{N \cdot W_R}{357} \quad \dots\dots\dots (12)$$

USC单位：

$$\left( W_B = \frac{N \cdot W_R}{714} \right)$$

式中：

$W_B$ ——计算的游车轴承额定值，kN (s.t.)；

$N$ ——游车上的滑轮数量；

$W_R$ ——在转速100 r/min时，90%的轴承最短使用寿命为3 000 h时，单个滑轮轴承额定值，N (lbf)。滚动轴承的设计和制造要求见9.15。

9.3.3 游车

接触表面半径应符合表6和图8中的尺寸。

9.3.4 游车大钩

接触表面半径应符合表6和图8、图9及图10中的尺寸。游车构件与大钩构件之间的连接方法应由制造商决定。

9.3.5 游车顶盖孔

游车顶盖孔是游车顶部的一个吊装孔，用于起升和放下游车和它下部的连接件。顶盖孔的额定载荷值应由最小安全系数2.25来确定。顶盖孔的额定载荷值应标志在游车顶部搬运构件附近。

当顶盖孔经验证可用来安全地起升和放下游车系统时，则游车应和它下部的连接件整体连接在一起吊装。

## 9.3.6 游车标志

标志应符合第10章。

## 9.4 游车与大钩的连接件

游车与大钩的连接件应具有与大钩相同的额定载荷值。

## 9.5 连接件、连接耳和钻杆吊卡连接耳

带锥形台肩或直角形台肩的钻杆吊卡连接耳的设计应符合表6和图10的接触表面半径要求。

连接耳的接触表面半径应符合表6和图8、图9及图10中的尺寸。

## 9.6 钻井大钩

钻井大钩的接触表面半径应符合表6和图8、图9及图10中的尺寸。

表6 提升工具接触表面半径

额定载荷值		游车和大钩提环半径 <sup>a</sup>				大钩和水龙头提环半径 <sup>b</sup>			
kN	短吨	mm (in)				mm (in)			
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
		最大	最小	最小	最大	最小	最大	最大	最小
222~356	25~40	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )	82.55 (3 <sup>1/4</sup> )	76.20 (3)	50.80 (2)	38.10 (1 <sup>1/2</sup> )	76.20 (3)	76.20 (3)
357~578	41~65	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )	82.55 (3 <sup>1/4</sup> )	76.20 (3)	50.80 (2)	44.45 (1 <sup>3/4</sup> )	88.90 (3 <sup>1/2</sup> )	88.90 (3 <sup>1/2</sup> )
579~890	66~100	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )	82.55 (3 <sup>1/4</sup> )	76.20 (3)	57.15 (2 <sup>1/4</sup> )	50.80 (2)	101.60 (4)	101.60 (4)
891~1 334	101~150	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )	82.55 (3 <sup>1/4</sup> )	76.20 (3)	63.50 (2 <sup>1/2</sup> )	57.15 (2 <sup>1/4</sup> )	114.30 (4 <sup>1/2</sup> )	114.30 (4 <sup>1/2</sup> )
1 335~2 224	151~250	101.60 (4)	101.60 (4)	82.55 (3 <sup>1/4</sup> )	76.20 (3)	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )	63.50 (2 <sup>1/2</sup> )	114.30 (4 <sup>1/2</sup> )	114.30 (4 <sup>1/2</sup> )
2 225~3 114	251~350	101.60 (4)	101.60 (4)	82.55 (3 <sup>1/4</sup> )	76.20 (3)	76.20 (3)	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )	114.30 (4 <sup>1/2</sup> )	114.30 (4 <sup>1/2</sup> )
3 115~4 448	351~500	101.60 (4)	101.60 (4)	88.90 (3 <sup>1/2</sup> )	82.55 (3 <sup>1/4</sup> )	88.90 (3 <sup>1/2</sup> )	82.55 (3 <sup>1/4</sup> )	114.30 (4 <sup>1/2</sup> )	114.30 (4 <sup>1/2</sup> )
4 449~5 782	501~650	101.60 (4)	101.60 (4)	88.90 (3 <sup>1/2</sup> )	82.55 (3 <sup>1/4</sup> )	88.90 (3 <sup>1/2</sup> )	82.55 (3 <sup>1/4</sup> )	114.30 (4 <sup>1/2</sup> )	114.30 (4 <sup>1/2</sup> )
5 783~6672	651~750	152.40 (6)	152.40 (6)	88.90 (3 <sup>1/2</sup> )	82.55 (3 <sup>1/4</sup> )	107.95 (4 <sup>1/4</sup> )	101.60 (4)	114.30 (4 <sup>1/2</sup> )	114.30 (4 <sup>1/2</sup> )
6 673~11 120	751~1 250	152.40 (6)	152.40 (6)	158.75 (6 <sup>1/4</sup> )	152.40 (6)	133.35 (5 <sup>1/4</sup> )	127.00 (5)	127.00 (5)	127.00 (5)
额定载荷值		吊环上耳和大钩连接耳半径 <sup>c</sup>				吊环下耳和吊卡连接耳半径 <sup>c</sup>			
kN	短吨	mm (in)				mm (in)			
		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>
		最大	最小	最小	最大	最小	最大	最大	最小
222~356	25~40	38.10 (1 <sup>1/2</sup> )	38.10 (1 <sup>1/4</sup> )	31.75 (1 <sup>1/4</sup> )	22.23 (7/8)		25.40 (1)		50.80 (2)
357~578	41~65	63.50 (2 <sup>1/2</sup> )	63.50 (2 <sup>1/2</sup> )	31.75 (1 <sup>1/4</sup> )	22.23 (7/8)		25.40 (1)		50.80 (2)
579~890	66~100	63.50 (2 <sup>1/2</sup> )	63.50 (2 <sup>1/2</sup> )	38.10 (1 <sup>1/2</sup> )	28.58 (1 <sup>1/8</sup> )		25.40 (1)		50.80 (2)
891~1 334	101~150	63.50 (2 <sup>1/2</sup> )	63.50 (2 <sup>1/2</sup> )	38.10 (1 <sup>1/2</sup> )	28.58 (1 <sup>1/8</sup> )	23.82 (15/16)	38.10 (1 <sup>1/2</sup> )	50.80 (2)	50.80 (2)
1 335~2 224	151~250	101.60 (4)	101.60 (4)	44.45 (1 <sup>3/4</sup> )	34.93 (1 <sup>3/8</sup> )	30.94 (1 <sup>7/32</sup> )	47.63 (1 <sup>7/8</sup> )	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )
2 225~3 114	251~350	101.60 (4)	101.60 (4)	44.45 (1 <sup>3/4</sup> )	34.93 (1 <sup>3/8</sup> )	37.31 (1 <sup>15/32</sup> )	47.63 (1 <sup>7/8</sup> )	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )
3 115~4 448	351~500	101.60 (4)	120.65 (4 <sup>3/4</sup> )	57.15 (2 <sup>1/4</sup> )	47.63 (1 <sup>7/8</sup> )	47.63 (1 <sup>7/8</sup> )	50.80 (2)	82.55 (3 <sup>1/4</sup> )	82.55 (3 <sup>1/4</sup> )
4 449~5 782	501~650	101.60 (4)	120.65 (4 <sup>3/4</sup> )	57.15 (2 <sup>1/4</sup> )	47.63 (1 <sup>7/8</sup> )	57.15 (2 <sup>1/4</sup> )	60.32 (2 <sup>3/8</sup> )	127.00 (5)	127.00 (5)
5 783~6672	651~750	101.60 (4)	127.00 (5)	63.50 (2 <sup>1/2</sup> )	63.50 (2 <sup>1/2</sup> )	57.15 (2 <sup>1/4</sup> )	60.32 (2 <sup>3/8</sup> )	127.00 (5)	127.00 (5)
6 673~11 120	751~1 250	114.30 (4 <sup>1/2</sup> )	127.00 (5)	76.20 (3)	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )	69.85 (2 <sup>3/4</sup> )	73.03 (2 <sup>7/8</sup> )	158.75 (6 <sup>1/4</sup> )	158.75 (6 <sup>1/4</sup> )
<sup>a</sup> 见图 8。 <sup>b</sup> 见图 9 <sup>19)</sup> 。 <sup>c</sup> 见图 10。 <sup>20)</sup>									

19) 原规范中为“图 98”，疑为有误。

20) 原规范中图表脚注为“a”，疑为有误。

9.7 吊环

吊环应符合表6和图10中的尺寸。

吊环应成对进行设计和制造。吊环长度（上下两接触面之间的距离）小于或等于4.25 m（14 ft）时，其相配误差应在4 mm（ $1/8$  in）以内；吊环长度大于4.25 m（14 ft）时，其相配误差应在7 mm（ $1/4$  in）以内。

9.8 吊卡

9.8.1 尺寸

锥度台肩和直角台肩钻杆接头的钻杆吊卡，内径尺寸应符合表7的规定。

套管吊卡和油管吊卡应适应于按照ISO 11960或API 5CT制造的套管和油管，内径尺寸应分别符合表8和表9的规定（见图11）。

注：油管加厚部分紧后面的外径允许公差，可能会影响卡瓦型吊卡。

9.8.2 钻杆吊卡标志

除了10.2规定的标志外，钻杆吊卡还应按表7中钻杆规格和型式进行标志。

9.8.3 卡瓦式吊卡和卡瓦式卡盘

9.8.3.1 卡瓦式吊卡和卡瓦式卡盘的设计验证试验，应在卡瓦和（或）卡瓦牙板就位的情况下进行。产品载荷试验可以不用安装卡瓦和（或）卡瓦牙板，而用模拟实际载荷条件设计的锥形心轴。

9.8.3.2 卡瓦的启动机构应在每台生产产品上进行功能试验，以证明是否完全符合设计要求。

表7 钻杆吊卡孔径和标志

钻杆接头代号	钻杆规格和型式 (所有重量及级别)	钻杆接头								吊卡标志
		锥形台肩				直角台肩				
		颈部直径 $D_{TE}$ (最大)		吊卡孔径		颈部直径 $D_{SE}$ (最大)		吊卡孔径		
		mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	
NC 26( $2\ 3/8$ IF)	$2\ 3/8$ EU	65.09	$2\ 9/16$	67.47	$2\ 21/32$		a		a	$2\ 3/8$ EU
NC 31( $2\ 7/8$ IF)	$2\ 7/8$ EU	80.96	$3\ 3/16$	83.34	$3\ 9/32$	80.96	$3\ 3/16$	85.73	$3\ 3/8$	$2\ 7/8$ EU
NC 31	$3\ 1/2$ IU	93.66 <sup>b</sup>	$3\ 11/16$ <sup>b</sup>	96.04 <sup>b</sup>	$3\ 25/32$ <sup>b</sup>	a	a	a	a	$3\ 1/2$ IU
NC 38( $3\ 1/2$ IF)	$3\ 1/2$ EU	98.43	$3\ 7/8$	100.81	$3\ 31/32$	98.43	$3\ 7/8$	103.19	$4\ 1/16$	$3\ 1/2$ EU
C 40(4 FH)	$3\ 1/2$ EU	98.43	$3\ 7/8$	100.81	$3\ 31/32$	98.43	$3\ 7/8$	103.19	$4\ 1/16$	
NC 40(4 FH)	4 IU	106.36	$4\ 3/16$	108.74	$4\ 9/32$	104.78	$4\ 1/8$	109.54	$4\ 5/16$	4 IU
NC 46(4 IF)	4 EU	114.30	$4\ 1/2$	121.44	$4\ 25/32$	114.30	$4\ 1/2$	122.24	$4\ 13/16$	4 EU, 或 $4\ 1/2$ IU 或 $4\ 1/2$ IEU
NC 46(4 IF)	$4\ 1/2$ IU	119.06	$4\ 11/16$	121.44	$4\ 25/32$	117.48	$4\ 5/8$	122.24	$4\ 13/16$	
NC 46(4 IF)	$4\ 1/2$ IEU	119.06	$4\ 11/16$	121.44	$4\ 25/32$	117.48	$4\ 5/8$	122.24	$4\ 13/16$	
$4\ 1/2$ FH	$4\ 1/2$ IU	119.06	$4\ 11/16$	121.44	$4\ 25/32$	117.48	$4\ 5/8$	122.24	$4\ 13/16$	
$4\ 1/2$ FH	$4\ 1/2$ IEU	119.06	$4\ 11/16$	121.44	$4\ 25/32$	117.48	$4\ 5/8$	122.24	$4\ 13/16$	
NC 50( $4\ 1/2$ IF)	$4\ 1/2$ EU	127.00	5	133.35	$5\ 1/4$	127.00	5	134.94	$5\ 5/16$	$4\ 1/2$ EU
NC 50( $4\ 1/2$ IF)	5 IEU	130.18	$5\ 1/8$	133.35	$5\ 1/4$	130.18	$5\ 1/8$	134.94	$5\ 5/16$	或
$5\ 1/2$ FH	5 IEU	130.18	$5\ 1/8$	133.35	$5\ 1/4$	130.18	$5\ 1/8$	134.94	$5\ 5/16$	5 IEU
$5\ 1/2$ FH	$5\ 1/2$ IEU	144.46	$5\ 11/16$	147.64	$5\ 13/16$	144.46	$5\ 11/16$	149.23	$5\ 7/8$	$5\ 1/2$ IEU
$6\ 5/8$ FH	$6\ 5/8$ IEU	176.21	$6\ 15/16$	178.59	$7\ 1/32$	a	a	a	a	$6\ 5/8$ IEU

公差：孔径： $^{+0.8}_{0}$  mm ( $^{+1/32}_{0}$  in)，锥度： $^{+27}_{0}$ °。

注：孔径尺寸相同的吊卡均属同类吊卡。

a 不生产。

b 表明通常使用的尺寸API 5DP并未涵盖。

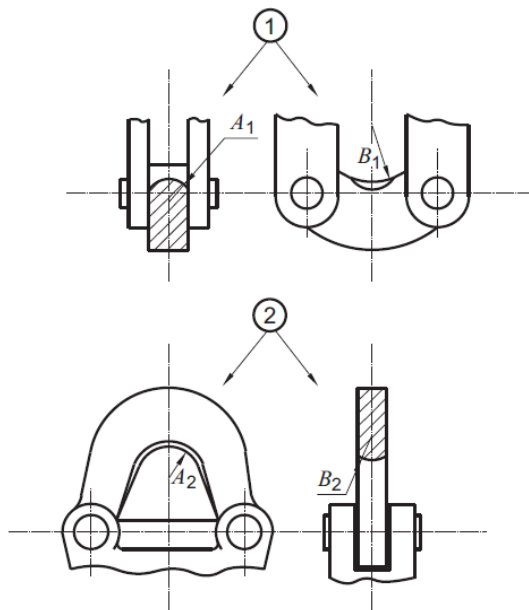
表8 不加厚套管和油管吊卡孔径

套管或 <sup>21)</sup> 油管公称尺寸, $D$	新顶径 $T_B^{a,b}$ 公式
$D < 4 \frac{1}{2}$ in	$1.001 \times (D \times 25.4) + 1.88$ mm ( $1.001 \times D + 0.074$ in)
$4 \frac{1}{2}$ in $\leq D < 9 \frac{5}{8}$ in	$1.0125 \times (D \times 25.4) + 1.22$ mm ( $1.0125 \times D + 0.048$ in)
$9 \frac{5}{8}$ in $\leq D < 12 \frac{7}{8}$ in	$1.0125 \times (D \times 25.4) + 0.89$ mm ( $1.0125 \times D + 0.035$ in)
$12 \frac{7}{8}$ in $\leq D \leq 20$ in	$1.0125 \times (D \times 25.4) + 0.56$ mm ( $1.0125 \times D + 0.022$ in)
$20$ in $< D < 42$ in	$1.010 \times (D \times 25.4) + 1.90$ mm ( $1.010 \times D + 0.075$ in)
公差:	
$T_B \leq 254$ mm $\pm 0.40$ mm ( $T_B \leq 10$ in $\pm \frac{1}{64}$ in)	$B_B \leq 254^{+0.80}_{-0.40}$ mm ( $B_B \leq 10^{+1/32}_{-1/64}$ in)
$254$ mm $< T_B \leq 508^{+0.80}_{-0.40}$ mm ( $10$ in $< T_B \leq 20^{+1/32}_{-1/64}$ in =	$254$ mm $< B_B \leq 508^{+1.60}_{-0.40}$ mm ( $10$ in $< B_B \leq 20^{+1/16}_{-1/64}$ in)
$T_B > 508^{+1.60}_{-0.80}$ mm ( $T_B > 20^{+1/16}_{-1/32}$ in)	$B_B > 508^{+1.60}_{-0.80}$ mm ( $B_B > 20^{+1/16}_{-1/32}$ in)
注 1: $T_B$ 和 $B_B$ 的关系参见图11。	
注 2: 套管外部与卡瓦或吊卡接触区域的纵向焊缝、圆周焊缝或螺旋焊缝应打磨平整。	
注 3: 套管吊卡孔径考虑到套管外径公差 $+1\%/-0.5\%$ 。当包括圆周焊缝在内的套管直径在标准公差范围之内时, 可以采用这些孔径。如果底孔与纵向焊缝、圆周焊缝或螺旋焊缝相干扰, 应考虑打磨可能与卡瓦或吊卡接触区域的焊接浮渣。	
注 4: 作业中的直角台肩吊卡孔最大许用磨损见API 8B表2。	
<sup>a</sup> 底孔 $B_B$ 供选择, 一些吊卡设计无底孔。	
<sup>b</sup> 制造商可能选择相同的新底孔 $B_B$ 。	

表9 加厚油管吊卡孔径

油管	外加厚油管							
	接箍直径		加厚直径		顶径 $T_B$		底径 <sup>a</sup> $B_B$	
公称规格	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
1.050	42.16	1.660	33.40	1.315	36.12	1.422	36.12	1.422
1.315	48.26	1.900	37.31	1.469	40.08	1.578	40.08	1.578
1.660	55.88	2.200	46.02	1.812	48.82	1.922	48.82	1.922
1.900	63.50	2.500	53.19	2.094	55.96	2.203	55.96	2.203
$2 \frac{3}{8}$	77.80	3.063	65.89	2.594	68.66	2.703	68.66	2.703
$2 \frac{7}{8}$	93.17	3.668	78.59	3.094	81.36	3.203	81.36	3.203
$3 \frac{1}{2}$	114.30	4.500	95.25	3.750	98.02	3.859	98.02	3.859
4	127.00	5.000	107.95	4.250	110.72	4.359	110.72	4.359
$4 \frac{1}{2}$	141.30	5.563	120.65	4.750	123.42	4.859	123.42	4.859
注意: 不加厚油管不得使用外加厚油管吊卡。								
公差:								
顶径 ( $T_B$ ): $\pm 0.40$ mm ( $\pm \frac{1}{64}$ in)								
底径 ( $B_B$ ): $^{+0.80}_{-0.40}$ mm ( $^{+1/32}_{-1/64}$ in)								
注: $T_B$ 和 $B_B$ 的关系参见图10。								
<sup>a</sup> 底孔 $B_B$ 供选择, 某些吊卡设计无底孔。								

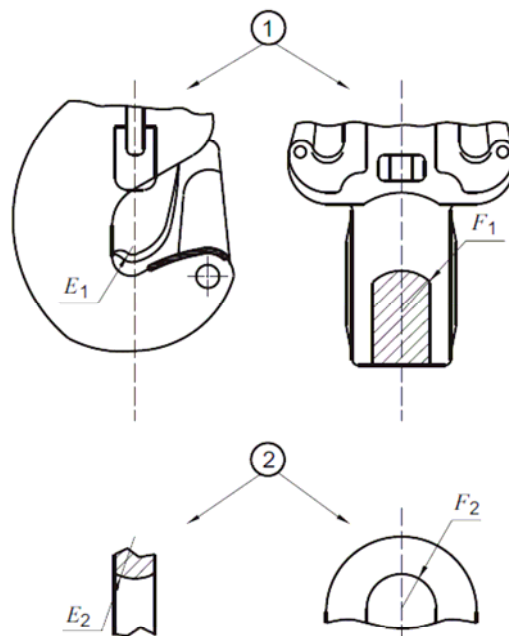
21) 原规范中此处有“新顶径公式 $T_B$ ”, 疑为有误。



说明:

- 1 游车提环;
- 2 大钩提环。

图8 游车和大钩提环

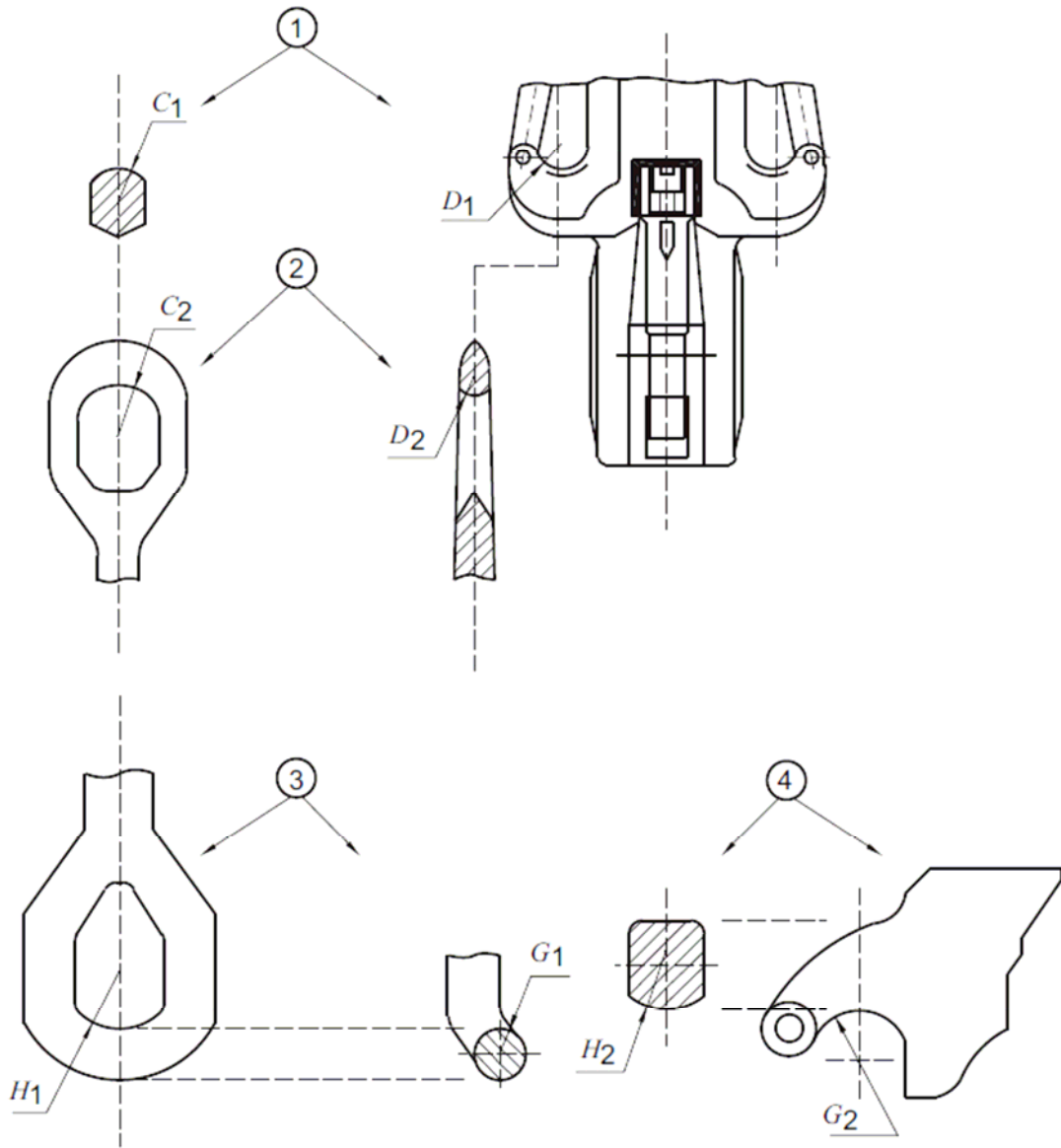


说明:

- 1 大钩;
- 2 水龙头提环。

图9 大钩和水龙头提环接触表面半径





说明:

- 1 大钩连接耳;
- 2 吊环上耳;
- 3 吊环下耳;
- 4 吊卡连接耳。

图10 吊环和大钩、吊卡连接耳接触表面半径

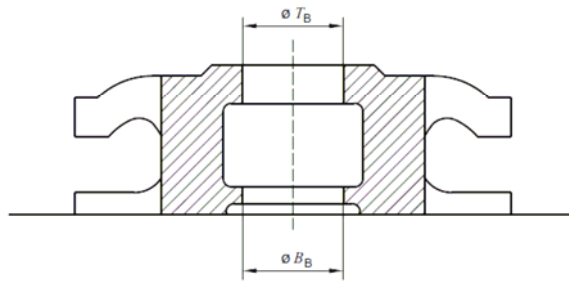
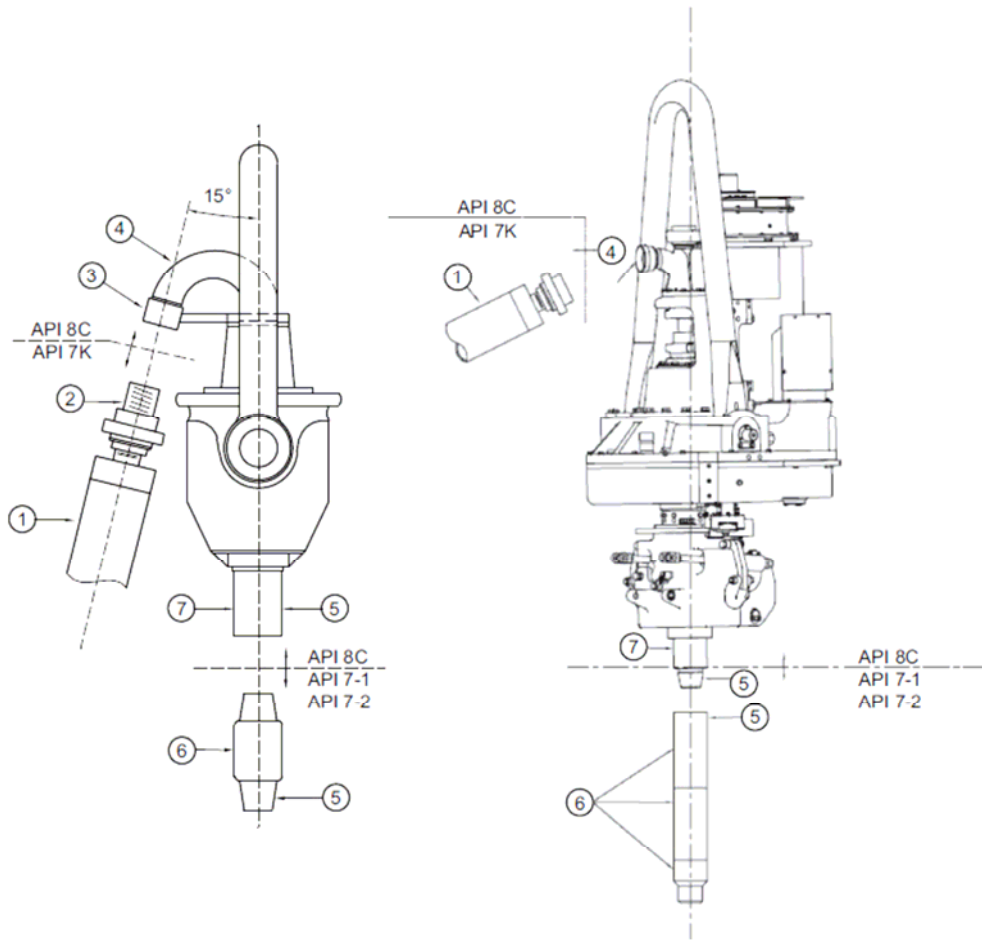


图11 套管和油管吊卡孔径



说明:

- 1 旋转钻井水龙头;
- 2 管线管外螺纹<sup>a</sup>;
- 3 管线管内螺纹<sup>a</sup>;
- 4 鹅颈管;
- 5 API标准旋转连接, LH (左旋);
- 6 其他钻柱构件;
- 7 水龙头中心管<sup>a</sup>。

<sup>a</sup> 可使用其他连接方式, 见 9.9.4.1。

图12 旋转水龙头连接

9.8.3.3 卡瓦牙板不作力学性能试验，无追溯性要求。

9.8.3.4 吊卡的主承载件应满足 8.4.4 的冲击试验要求。吊卡卡瓦应由在最高试验温度  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-4\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) 下单个值不小于  $14\text{ J}$  ( $10\text{ ft}\cdot\text{lb}$ )、最低冲击韧性 (3 次试验的平均值) 为  $20\text{ J}$  ( $15\text{ ft}\cdot\text{lb}$ ) 的材料制成。

9.8.3.5 设备制造商应在设备提供的文件 (见 11.3c) 中, 提供卡瓦式吊卡调整环 NDE 检查频次和验收准则。

9.8.3.6 应采用 8.6 规定的验证载荷试验。此外, 应采用下面规定:

- a) 替换的铰链销和插销应满足或超过原始制造商的规范;
- b) 锻造材料制造的替换铰链销或插销不要求验证载荷试验。

## 9.9 旋转水龙头

### 9.9.1 水龙头轴承额定载荷值

水龙头轴承额定载荷值应用公式 (13) 确定:

SI 单位:

$$W_S = \frac{W_R}{800} \dots\dots\dots (13)$$

USC 单位:

$$\left( W_S = \frac{W_R}{1600} \right)$$

式中:

$W_S$ ——主止推轴承在  $100\text{ r/min}$  时计算的额定载荷值,  $\text{kN}$  (s.t.);

$W_R$ ——主止推轴承在  $100\text{ r/min}$  时, 90% 的轴承最短使用寿命为  $3\ 000\text{ h}$  时的额定载荷值,  $\text{N}$  (lbf)。

滚动轴承的设计和制造要求见 9.15。

### 9.9.2 旋转水龙头样机压力试验

组装好的试验产品应进行静水压试验。

工作压力  $\leq 34.5\text{ MPa}$  ( $5\ 000\text{ psi}$ ) 时, 试验压力应为工作压力的两倍。工作压力  $> 34.5\text{ MPa}$  ( $5\ 000\text{ psi}$ ) 时, 试验压力应大于或等于工作压力 1.5 倍, 但不小于  $69\text{ MPa}$  ( $10\ 000\text{ psi}$ )。试验压力应按照 9.9.3 中规定的压力和 (或) 时间顺序, 进行两次循环, 每次循环保压  $3\text{ min}$ 。

### 9.9.3 产品压力试验

旋转水龙头钻井液循环系统的铸件应在生产时进行压力试验。产品试验压力应在铸件上标明。

静水压试验应包括以下四个步骤:

- c) 初始保压期;
- d) 降压至零;
- e) 构件的所有外表面彻底风干;
- f) 二次保压期。

产品试验压力应等于 9.9.2 中规定的样机试验压力。保压期不应少于  $3\text{ min}$ , 保压期应从试验压力达到稳定, 设备和压力测试仪表与压力源切断之后, 才开始计时。在这期间, 不允许有任何可检测的压力下降或渗漏。

### 9.9.4 水龙头鹅颈管连接

#### 9.9.4.1 尺寸

鹅颈管中心线与垂直线之间的夹角应为  $15^{\circ}$ 。连接规格和类型应由采购方和制造商协商确定, 并在采购单中注明 (见图 12)。

#### 9.9.4.2 螺纹

如果鹅颈管连接是螺纹连接, 则螺纹应符合 ISO 10422 或 API 5B 的要求。

公称规格螺纹应标志螺纹的规格和类型。

详细标志要求见第 10 章。

9.9.5 旋转台肩式连接

所有旋转水龙头和动力水龙头转换接头连接应符合API 7-1和API 7-2规定的适用要求（包括测量和标志要求）。起升（非钻柱）应用中所用的旋转台肩式连接见4.3.8。

9.9.6 旋转钻井水龙带安全附件

旋转钻井水龙带鹅颈管或S型管连接应设有一个孔径为28.6 mm (1 1/8 in)的安全连接吊耳，用以连接安全链或钢丝绳吊索。吊耳应设计成能按API 7K的规定连接安全链或钢丝绳吊索。当吊耳及其支承结构与内径小于或等于101.6 mm (4 in)的水龙带一起使用时，其断裂强度不应低于71.1 kN (16 000 lb)，当吊耳及其支承结构与内径大于101.6 mm (4 in)的水龙带一起使用时，其断裂强度不应低于142.3 kN (32 000 lb)。

9.9.7 水龙头冲管

水龙头冲管不作第6章的冲击试验和第8章的无损检测。

9.10 动力水龙头

动力水龙头是随游车一起移动的一个装置，设计用来在钻井作业时向钻柱的顶部提供旋转动力。它可以代替旋转水龙头，并有一个旋转密封装置和支承钻柱重量的轴承。

动力水龙头的轴承额定载荷值应采用9.9.1给出的公式（13）进行计算。

压力试验应符合9.9.2和9.9.3。

动力水龙头鹅颈管和转换接头连接及旋转钻井水龙带安全链附件应满足9.9.4.2、9.9.5和9.9.6的要求。

9.11 动力短节

9.11.1 总则

动力短节是随游车一起移动的一个装置，设计用来在钻井作业时向钻柱的顶部提供旋转动力。它安装在旋转水龙头的底部，但没有旋转密封装置或用以支撑钻柱重量的轴承。

9.11.2 动力短节鹅颈管延长段

动力短节鹅颈管延长段应符合9.9.4的螺纹和标志要求。如果采用鹅颈管延长段使旋转水龙头上的旋转钻井水龙带安全链附件的位置不合适，则应当设置一个附加吊耳。此吊耳应满足9.9.6的要求。

9.11.3 动力短节连接

动力短节的上下连接均应满足9.9.5的要求。

9.12 死绳固定器

死绳固定器应采用以(kN) (Kips)为单位的钢丝绳额定拉力进行分级。

死绳固定器的额定载荷值应按4.6确定，但设计安全系数应按表10来确定。

表10 死绳固定器额定载荷值

额定载荷值 $R$	设计安全系数 $SF_D$
$R \leq 178 \text{ kN (40 Kips)}^{22)}$	3.00
$178 \text{ kN (40 Kips)} < R \leq 445 \text{ kN (100 Kips)}$	$3.00 - 0.75 (R - 178) / 267^a$ $3.00 - 0.75 (R - 40) / 60^b$
$R > 445 \text{ kN (100 Kips)}$	2.25

<sup>a</sup> 式中 $R$ 值的单位为kN。  
<sup>b</sup> 式中 $R$ 值的单位为Kips。

9.13 钻柱运动补偿器

游车钻柱运动补偿器或顶置式钻柱运动补偿器应符合第9章的要求。游车钻柱运动补偿器接触表面半径应符合表6和图8<sup>23)</sup>中的尺寸要求。

22) 原规范中为“178 kN (40 Kips) ≤ R”，疑为有误。

23) 原规范中为“图 7”，疑为有误。

### 9.14 压力容器和管线

设备的压力容器和管线的加工件均应按照公认的法规或标准制造。

### 9.15 滚动轴承

用作主载荷路径构件的滚动轴承，应按照公认的轴承工业法规或标准进行设计和制造。第4章至第8章的要求不适用于滚动轴承。

### 9.16 能用作提升设备的安全卡瓦

#### 9.16.1 卡瓦牙板

卡瓦牙板不作力学性能试验，并无追溯性要求。

#### 9.16.2 卡瓦上紧力矩

制造商应规定卡瓦的最小和最大上紧力矩，以达到额定载荷值。

#### 9.16.3 吊耳

制造商应规定不同最大额定载荷值所对应的最少吊耳数量。

### 9.17 导向小车

#### 9.17.1 总则

导向小车的用途是在各种作业中使游动设备相对于井架保持在正确的位置上，并对钻井扭矩起反作用。伸缩式导向小车还应能使游动设备在钻井位置与缩回位置之间水平移动。

根据3.1.12的定义，导向小车不是主承载件，因为主载荷不会通过导向小车。但是，由于导向小车具有上述功能，导向小车仍会承受相当大的力。除非本章另有特殊规定，否则，应采用第4章～第8章的要求。

#### 9.17.2 设计

##### 9.17.2.1 额定值

导向小车没有额定载荷。

##### 9.17.2.2 设计安全系数

导向小车不采用4.7规定的设计安全系数。导向小车的设计安全系数应按9.17.2.3的规定。

##### 9.17.2.3 主载荷状况和相应的安全系数

9.17.2.3.1 构件和连接部件，其中包括液缸和连接设备，应按下列三种主载荷条件（PLC）中最不利的载荷条件，采用表 11 中相应的安全系数进行设计。

9.17.2.3.2 在 9.17.2.4 中规定的每一个 PLC 中需考虑的载荷和组合载荷应按照 9.17.2.4.1、9.17.2.4.2 和 9.17.2.4.3 中的规定。

表11 设计安全系数

PLC编号	载荷条件说明	安全系数
I	设备在工作时，无环境载荷	1.5
II	设备在工作时，有环境载荷	1.33
III	异常载荷	1.1

##### 9.17.2.4 载荷和组合载荷

9.17.2.4.1 在 PLC I 中，应考虑下列组合载荷（LC）：

a) LCI, 1: 钻井载荷

这包括游动设备和导向小车的重量作用以及由游动设备产生的钻井扭矩。

b) LCI, 2: 刹车载荷

这包括游动设备和导向小车的重量乘以不小于2的系数后的效应。

c) LCI, 3: 伸缩载荷

这种LC仅适用于伸缩式导向小车，并且至少应包含两种情况：伸出位置和收缩位置的加速或减速。还应包括重量和可能的垂直加速度的同时作用。

d) LCI, 4: 水平拉力

如果正常作业可能牵涉到作用在游动设备上的水平力分量，则其应与重量的作用一起考虑。

9.17.2.4.2 在 PLC II 中, 9.17.4.1 所规定的四种组合载荷应同相应的“操作环境条件”一起加以考虑。如系固定平台(或陆上钻机), 则这只包括作用在最不利方向上的风力。如系浮动平台(或钻井船), 则还应考虑横摇、纵摇和平台移动等效应。

9.17.2.4.3 在 PLC III 中, 应考虑下列组合载荷:

a) LC III, 1: 异常垂直加速度

这些情况属于震击或钻杆柱断裂。组合载荷应为游动设备(包括导向小车)的重量乘以不小于4的系数后的效应。

b) LC III, 2: 异常环境条件

这一组合载荷, 除了重量之外, 还应包括重现期为100年的环境载荷。如系固定平台, 所谓环境载荷仅指风力。

c) LC III, 3: 意外横摇

这种情况仅适用于浮动平台(或钻井船)的场合, 应考虑至少35°的静态横摇。

d) LC III, 4: 制动状态

这种载荷状态是因游动设备的重量由导向小车支承而引起的, 这种状态通常出现在安装或维修游动设备期间, 此时游动设备和导向小车的全部重量可由导轨挡块支承。

9.17.2.5 特殊的安全预防措施

伸缩式导向小车的液压系统应装有控制最大有源和无源油压以及游动设备加速度所必需的装置。

制造商应按照11.3的规定编写维护与使用说明书。

9.17.3 设计验证试验

导向小车不进行设计验证试验。

9.17.4 材料要求

不执行第6章的要求。

9.17.5 质量控制

表面NDE(仅焊缝)——所有焊缝应按照AWS D1.1<sup>24)</sup>采用磁粉(MP)或液体渗透(LP)方法进行检验。

体积NDE(仅焊缝)——设计确定的按其许用应力至少70%加载拉伸的全焊透或部分焊透焊缝应按照AWS D1.1<sup>24)</sup>进行超声波或射线检测。制造商的设计工程部门应将要求体积NDE的焊缝形成文件。

9.17.6 标志

导向小车不执行10.2中的要求。

10 标志

10.1 产品标志

每项提升设备, 均应标志“API Spec 8C”、制造商的名称或商标、相应的产品规范级别号(PSL)和10.2规定的额定值。附加标志的使用应按照第9章和10.4。附加要求适用的设备, 应标志相应的“SR”号。

10.2 额定值标志

每项提升设备均应标志额定载荷值和(或)额定压力值。

示例: 由AB公司制造、额定载荷值为8000 kN(899 s.t.)的PSL 1级游车标志如下:

AB CO 899 ton API Spec 8C PSL 1

10.3 组合设备标志

对于像起下油管用滑车、游车大钩等具有多用途附件的组合部件, 每个部件均应分别标志其额定载荷值。

10.4 构件的可追溯性

---

24) 原规范中多余“of”, 疑为有误。

除非另有特别说明，否则，主承载件和承压件应按照8.4.5的规定进行唯一性标志。

## 10.5 出厂编号

每项完整的设备均应标志可追溯其制造过程的唯一编号。

## 10.6 标志方法

10.1~10.3和10.5中的标志，应采用低应力硬模打印或铸在构件上。标志应清晰可见、清楚易读，当构件实际尺寸允许时，标志高度至少应为9.5 mm ( $\frac{3}{8}$  in)。

## 11 文件

### 11.1 总则

第11章规定的文件的全部记录，应由制造商在设备制造和销售之后保存10年。

文件应清晰、易读、可复制、可检索，防止损坏、变质或丢失。

所有质量记录应签字并注明日期。计算机存储的记录应有原始人的个人代码。

当采购方、或其代理商要求时，制造商应将所有记录和文件提供审查，以证明符合本标准。

### 11.2 制造商保存的文件

下列文件应由制造商保存：

- a) 设计文件（见 4.11）；
- b) 设计验证文件（见 5.8）；
- c) 书面规范（见第 6 章至第 8 章）；
- d) 评定和（或）鉴定记录，例如：
  - 焊接工艺评定记录；
  - 焊工资格鉴定记录；
  - NDE 人员资格鉴定记录；
  - 测试设备校准记录；
- e) 设备或构件的可追溯检验和试验记录，包括：
  - 材料试验报告，包括下列试验（如适用）：
    - 化学分析；
    - 拉伸试验；
    - 冲击试验；
    - 硬度试验。
  - NDE 记录，包括第 6 章的表面和（或）体积 NDE 要求；
  - 性能试验记录，包括：
    - 验证载荷试验记录；
    - 静水压试验记录；
    - 功能试验记录。
  - 特殊过程记录。

特殊过程记录包括实际热处理时间和（或）温度曲线和第5章中规定的补焊记录。这些记录应能追溯到相应的构件，并应由制造商或特殊过程执行方（若工作被分包）保存。

### 11.3 设备携带的随机文件

在采购单中有附加要求SR 3时（见附录A），可按SR 3的要求规定综合数据手册。否则，设备应携带下列文件：

- a) 制造商的符合性声明，证明完全符合本标准的要求和采购单规定的任何其他要求。声明应识别所有与规定要求的不同之处；
- b) 验证载荷试验记录（适用时）；
- c) 操作和（或）维护手册，应包括但并不局限于：
  - 装配图和关键部位图；

钻井和采油提升设备规范 (PSL 1 和 PSL 2)

- 构件清单;
- 公称能力和额定值;
- 操作程序;
- 磨损极限, 包括吊卡孔径磨损极限 (磨损极限范围和计算的方法见 API 8B 表 2);
- 推荐的现场检查和预防性维护次数、方法和验收准则;
- 防坠落物体指南;
- 备件明细表 (不适用于单构件设备) 和推荐的库存量;
- 对于 PSL 2, 由磨损引起的提升能力的变化。



**附 录 A**  
**(规范性附录)**  
**附加要求**

**A. 1 总则**

若采购单中规定，则应采用下列一项或多项附加要求。

**A. 2 SR 1 验证载荷试验**

设备应按8.6.2的要求进行验证载荷试验和随后的检查。

在设备额定载荷值标识附近，应采用低应力钢模打印“SR 1”。第8章或第9章通常要求验证载荷试验的设备上，不要求标志“SR 1”。

**A. 3 SR 2 低温试验**

如果要求设备的最低工作温度低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-4\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) 时，采购方应规定该设备主承载件用材料的最大冲击试验温度。

冲击试验应按6.3和ASTM A 370的要求进行。在规定（或更低）温度试验的三个全尺寸试件的最小平均夏比冲击功应为27 J (20 ft • lb)，单个值不应小于20 J (15 ft • lb)。

做过低温试验的每个主承载件应标志“SR2”，以表明已经进行过低温试验。每个主承载件也应采用摄氏温度标明实际设计温度和试验温度。

**A. 4 SR 3 数据手册**

如果采购方规定，制造商应对各种记录进行准备、收集，并适当整理成数据手册。每项产品的数据手册至少应包括下列信息：

- 符合性声明；
- 设备名称和（或）出厂编号<sup>25)</sup>；
- 磨损极限和公称能力<sup>25)</sup>和额定值<sup>25)</sup>；
- 构件清单；
- 追溯代码和追溯系统（零部件上标志和（或）存档记录）；
- 钢牌号；
- 热处理记录<sup>25)</sup>；
- 材料试验报告<sup>25)</sup>；
- NDE 记录；
- 性能试验记录，包括静水压和载荷功能试验合格证书（当适用时）；
- 要求的附加要求合格证书；
- 焊接工艺规范和焊接工艺评定记录。

**A. 5 SR 4 铸件的附加体积检测**

SR 4的要求应与8.4.8的要求相同，但应检测每个主承载铸件的所有关键区域。

**A. 6 SR 5 锻造材料的体积检测**


---

25) 第 1 章列项中除r)项外的设备。此外，原规范中此处条文脚注编号为“5, 6”，疑为有误。

钻井和采油提升设备规范 (PSL 1 和 PSL 2)

主承载锻件的整个体积均应采用超声波方法进行检测。由于诸如截面变化处的圆角半径等几何形状方面的因素而不能进行整体检测时，应按实际最大可检测体积进行检测。

超声波检测应按照ASTM A 388（也可用液浸法）和ASTM E 428。应采用直径不大于3.2 mm ( $1/8$  in) 的平底孔的距离-振幅曲线，进行垂直波束法校准。

超声波方法检测的锻件应符合下列验收准则：

- a) 对于垂直法和斜探法超声波检测，不允许有任何导致指示超过校准基准线的不连续（缺陷）。也不允许有任何解释为裂纹或热裂的指示；
- b) 不允许存在多个指示（即两个或两个以上的指示），而每个指示均超过基准距离-振幅曲线的50%，彼此之间的间距在13 mm ( $1/2$  in)之内。

#### A.7 SR 6 后扩孔应力释放结构

当采购方要求时，后扩孔内螺纹应力释放结构应作为9.9.5、9.10和9.11.3的附加要求。连接应符合API 7中有关钻铤后扩孔内螺纹应力释放结构所规定的相应要求。

**附录 B**  
(资料性附录)  
**热处理设备的鉴定指南**

**B.1 温度公差**

当炉子工作区升温以后,在工作区内任一点的温度变化,不应超过炉子设定温度的 $\pm 14\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{F}$ )。回火、时效和(或)焊后热处理(PWHT)用的炉子,当炉子工作区升温以后,温度的变化不应超过炉子设定温度的 $\pm 14\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{F}$ )。

**B.2 炉子的校验****B.2.1 总则**

产品零件应采用经过校验和测温的热处理设备进行治疗。

**B.2.2 记录**

炉子的校验和测温记录至少应保存两年。

**B.2.3 间歇式热处理炉法**

这些方法包括下列内容:

- a) 在每台炉子预期用于的最高温度和最低温度,应对每台炉子炉内工作区进行测温。
- b) 工作区容积大于 $0.29\text{ m}^3$  ( $10\text{ ft}^3$ )的炉子,最少应布9个热电偶测温点。对于矩形炉,在炉子的8个角中的每个角附近,布1个热电偶。第9个热电偶应布在炉子的中心附近。对于圆柱形炉,9个热电偶测温点应布在3个高度,相隔约 $120^{\circ}$ ,如图B.1中所示。
- c) 对于所测炉子工作区,每 $3.54\text{ m}^3$  ( $125\text{ ft}^3$ )至少应布1个热电偶测温点,最多可布60个热电偶。这些附加的热电偶应布在炉子工作区内。
- d) 对于工作区容积小于 $0.29\text{ m}^3$  ( $10\text{ ft}^3$ )的炉子,至少可采用3个热电偶,分别布在炉子工作区的前、中、后或上、中、下各部,进行测温。
- e) 在插入温度传感器后,至少应每3 min读取一次读数,以确定炉子工作区温度接近被测温度范围的下限温度的时间。
- f) 当炉温达到设定温度后,应以不超过2 min的时间间隔,至少持续10 min,记录所有测温点的温度。然后,应以不超过5 min的时间间隔读取一次读数,至少持续30 min,确定炉子工作区温度循环模式。
- g) 炉温达到设定温度之前,任一点的温度读数不应超过设定温度的 $14^{\circ}\text{C}$  ( $25\text{ }^{\circ}\text{F}$ )。
- h) 炉温达到设定的控制温度后,任一点的温度读数不应超过规定的极限。每台炉子应在热处理前的一年之内进行测温。
- i) 炉子经修理或改建后,在进行热处理前,应进行一次新的测温。

**B.2.4 连续式热处理炉法**

连续式热处理炉应按MIL H-6875F第3章中规定的程序进行校验。

**B.3 仪表****B.3.1 总则**

应使用自动控制和记录仪表。热电偶应布置在炉子工作区内,并借助适当的保护装置防止其受到炉内气氛的影响。

**B.3.2 准确度**

热处理过程所用的控制和记录仪表的准确度,应为其满量程的 $\pm 1\%$ 。

### B.3.3 校验

温度控制和记录仪表至少应每三个月校验一次。

校验生产设备所用的仪器的准确度，应为其满量程的 $\pm 0.25\%$ 。

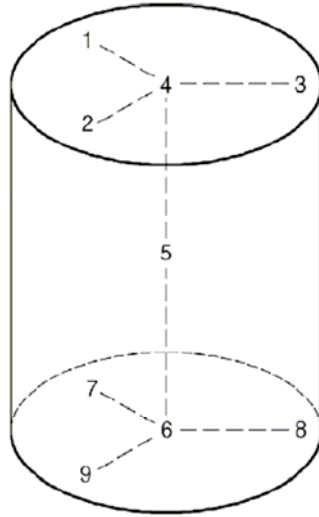


图 B.1 圆柱形炉中热电偶布位图

## 附录 C (资料性附录) API 会标

### C.1 引言

API会标纲要允许API许可证持有者在其产品上使用API会标。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。许可证持有者在产品上使用会标，向产品的采购方表明并保证，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 Spec Q1全文和API许可证协议要求，共同给希望按照API产品规范提供API会标产品的自愿获得API许可证的那些组织规定了要求。

只有在现场审核，验证了许可证持有者满足API Spec Q1全文中所表述的要求和API产品规范要求之后，才予以颁发API会标纲要许可证。邀请顾客和或用户向API报告API会标产品的所有问题。API会标纲要的有效性可通过顾客和或用户报告API会标产品所遇到的问题而得到提高。不合格可采用<https://ncr.api.org>上的API不合格报告系统予以报告。API征询在发现不符合API规定要求的新产品、以及被裁决为由规范不完善或不符合API规定要求所引起的现场故障（或失灵）方面的信息。

本附录规定了供方稳定地按照API规定要求生产产品所必需的API会标纲要要求。要成为API会标许可证持有者，有关信息，请联系API认证纲要，地址1220 L Street, N.W., Washington, D.C. 20005，或电话202-962-4791，或电子邮件certification@api.org。

### C.2 引用文件

除了本文件内最初所列的引用标准外，本附录还引用下列标准：

API Spec Q1。

对于会标纲要的许可证持有者而言，应使用本文件的最新版本。本文件识别的要求是强制性的。

### C.3 API会标纲要：许可证持有者的职责

#### C.3.1 持有许可证，使用API会标

所有希望获得并持有许可证、使用API会标的组织，均应始终遵循以下方面的要求：

- API Q1 质量管理体系要求；
- API Q1 附录 A 的 API 会标纲要要求；
- 组织希望认证的 API 产品规范中包含的要求；
- API 会标纲要许可证协议中包含的要求。

#### C.3.2 会标产品与API Q1的符合性

当API持证组织提供API会标产品时，要求符合API Q1包括附录A中表述的API规定的要求。

#### C.3.3 API会标的使用

每个许可证持有者应按照以下方面控制API会标的使用：

- 每个许可证持有者应制定并保持 API 会标标志程序，API 会标标志程序应将 API 产品规范所规定的标志和或使用会标的要求形成文件，以便许可证持有者使用 API 会标时予以使用。标志程序应规定许可证持有者使用 API 会标的位置，并应要求在会标产品上，与 API 会标一起，同时标志许可证持有者许可证编号和制造日期。除非适用的 API 产品规范中另有规定，制造日期最少应采用两位数字代表月和两位数字代表年（例如，05-07 表示 2007 年 5 月）。若无 API 产品规范标志要求，许可证持有者应规定使用这个信息的位置；

- b) API 会标可以在生产过程的任何适当时间予以使用, 但如果随后发现产品不符合 API 规定的要求时, 应按照许可证持有者 API 会标标志程序将会标去掉。不符合 API 规定要求的产品不应有 API 会标;
- c) 只有API许可证持有者才能对可使用API会标的产品使用API会标及其许可证号。对于某些制造过程或类型的产品, 选择性的API会标标志程序是可接受的。在API会标纲要网站 <http://www.api.org/certifications/monogram/>上可获得的API政策文件、会标标志要求内, 详述了现行API会标标志要求;
- d) API 会标应在持有许可证的工厂中予以使用;
- e) 在许可证持有者的 API 会标标志程序中, 应规定负责使用和去掉 API 会标的授权人员。

#### C. 3. 4 记录

API产品规范所要求的记录, 应保存至少5年或产品规范内规定的期限(如果大于5年时)。证明实现质量体系有效运行所规定的记录至少应保存5年。

#### C. 3. 5 质量纲要的更改

任何拟议的对许可证持有者质量纲要的更改, 当涉及到要求更改质量手册时, 在更改许可证持有者的质量纲要之前, 应先提交给API进行验收。

#### C. 3. 6 广告时使用API会标

除非公开声明许可证持有者的授权范围(证书编号), 否则, 许可证持有者不应在信头上或在任何广告中(包括公司主办的网站)使用API会标。许可证持有者宜就API会标的使用而非产品方面的指南联系API。

### C. 4 产品标志要求

#### C. 4. 1 总则

这些标志要求仅适用于那些愿意采用API会标标志其产品的API许可证持有者。

#### C. 4. 2 产品规范标识

制造商应采用第10章识别的信息标志设备, 至少应包括“API Spec 8C”。

#### C. 4. 3 美国惯用(USC)单位的使用

设备至少宜采用美国惯用(USC)单位标志。采用两种单位[公制(SI)单位和美国惯用(USC)单位]是可以接受的。

#### C. 4. 4 许可证编号

除非API会标许可证号与API会标一起标志, 否则, 不应使用API会标许可证号。

### C. 5 API会标纲要: API职责

针对API会标产品所遇到的问题, API应保存所报告的问题的记录。不符合API规定要求的形成文件的案例可能是审核有关许可证持有者的原因(也称为“原因”审核)。

无论是许可证持有者、顾客或用户, 规范不完善所形成文件的案例, 均应报告给API第18分委员会(质量)和相应的API标准分委员会, 以寻求纠正措施。