



中华人民共和国国家标准

GB/T 25430—2010

钻通设备 旋转防喷器规范

Specification for drill through equipment—Rotating control devices

2010-11-10 发布

2011-03-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	2
4 设计要求	12
5 材料要求	21
6 焊接要求	27
7 质量控制要求	31
8 标志要求	41
9 贮存和运输	43
附录 A (资料性附录) 公英制和分数-小数的换算	45
附录 B (资料性附录) RCD 的操作性能试验程序	47
附录 C (资料性附录) 用作验证非金属胶芯和模压总成的温度等级的设计温度验证试验程序	50
附录 D (资料性附录) 热处理设备的推荐作法	53
附录 E (资料性附录) 典型的焊接坡口设计	55
附录 F (资料性附录) RCD 采购指南	58
附录 G (资料性附录) 失效报告	59
附录 H (资料性附录) GB/T 20174—2006 中设备的垫环号	60
附录 I (资料性附录) 本标准与 API Spec 16RCD 中表的对照	61
参考文献	62

前 言

本标准修改采用 API Spec 16RCD:2005《钻通设备 旋转防喷器规范》(英文版)。

考虑到我国国情,在采用 API Spec 16RCD:2005 时,本标准做了如下技术修改:

- 用对应的国家标准代替了部分引用文件(本标准第 3 章);
- 第 3 章增加了引用标准 ASME 锅炉及压力容器规范 第Ⅷ卷 焊接和钎焊评定;
- 增加了参考文献,将正文中未出现的引用标准放在参考文献中;
- 对 API Spec 16RCD 中的疑误进行了更正,并在相应之处用脚注进行了说明;
- 将压力等级统一保留一位小数;
 - 根据我国机械制图的标准对图样的标注做了相应的变动;
- 原附录 A 中规定“优先采用英制单位”改为“优先采用我国法定计量单位”。

为便于使用,对于 API Spec 16RCD:2005 还做了下列编辑性修改:

- “本规范”一词改为“本标准”;
- 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”;
- 将 API Spec 16RCD 中,只有内容、没有表格编号的表格进行了规范,并增加了本标准附录 I,列出了本标准中的表与 API Spec 16RCD 的表对应编号;
- 删除了 API Spec 16RCD 的前言和引言;
- 删除了资料性附录 I。

本标准的附录均为资料性附录。

本标准由中国石油天然气集团公司提出。

本标准由全国石油钻采设备和工具标准化技术委员会(SAC/TC 96)归口。

本标准负责起草单位:石油工业井控装置质量监督检验中心。

本标准参加起草单位:川庆钻探工程有限公司钻采工艺技术研究院、宝鸡石油机械有限责任公司、四川石油管理局装备制造公司、华北石油荣盛机械制造有限公司。

本标准主要起草人:张祥来、江雨篱、张斌、刘雪梅、李萍、范亚明、蒯维伟、肖力彤、曾莲、李丽、苏尚文、周丽莎、刘鸣。

钻通设备 旋转防喷器规范

1 范围

本标准规定了用于气体钻井、油气井钻井作业和地热钻井作业的旋转防喷器(RCD)的安全有效性、功能互换性、设计、性能、材料、试验和检验、焊接、标识、搬运、贮存和运输的要求。

本标准适用于主动型(见图1)、被动型(见图2)和混合型(见图3)旋转防喷器,RCD旋转总成(包括金属件和非金属件),RCD密封胶芯(主动型和被动型)和RCD本体卡箍。不适用于RCD的现场试验。

2 规范性引用文件

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

GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法(GB/T 228—2002,eqv ISO 6892:1998)

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法(GB/T 229—2007,ISO 148-1:2006,MOD)

GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺)(GB/T 230.1—2009,ISO 6508-1:2005,MOD)

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 231.1—2009,ISO 6506-1:2005,MOD)

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划(GB/T 2828.1—2003,ISO 2859-1:1999,IDT)

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 4340.1—2009,ISO 6507-1:2005,MOD)

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证(GB/T 9445—2008,ISO 9712:2005,IDT)

GB/T 20174 石油天然气工业 钻井和采油设备 钻通设备(GB/T 20174—2006,ISO 13533:2001,MOD)

GB/T 20972.1 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第1部分:选择抗裂纹材料的一般原则(GB/T 20972.1—2007,ISO 15156-1:2001,IDT)

GB/T 20972.2 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第2部分:抗开裂碳钢、低合金钢和铸铁(GB/T 20972.2—2008,ISO 15156-2:2003,MOD)

GB/T 20972.3 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第3部分:抗开裂耐蚀合金和其他合金(GB/T 20972.3—2008,ISO 15156-3:2003,MOD)

GB/T 22513 石油天然气工业 钻井和采油设备 井口装置和采油树(GB/T 22513—2008,ISO 10423:2003,MOD)

API[®] TR 6AF2 复合负载下 API 组合法兰的性能技术报告

ASME²⁾ 锅炉和压力容器规范 第V卷 无损检验 第5章 材料和制造用超声检验方法

ASME 锅炉及压力容器规范 第VIII卷 第1册 附录4:用射线照相法测定焊缝中圆形显示的圆形显示图的验收标准

ASME 锅炉及压力容器规范 第VIII卷 第2册 压力容器建造另一规则 附录4:以应力分析

1) 美国石油学会,25 West 43rd Street,4th Floor,New York,New York 10036。

2) 美国机械工程师协会,P. O. Box 28518,1711 Arlingate Lane,Columbus,Ohio 43228-0518。

方法为基础的设计

ASME 锅炉及压力容器规范 第Ⅷ卷 第2册 压力容器建造另一规则 附录6:实验应力分析

ASME 锅炉及压力容器规范 第Ⅸ卷 焊接和钎接工艺,焊工、钎接工、焊接和钎接操作工评定标准

ASTM³⁾ A 193 高温用合金钢和不锈钢栓接材料规范

ASTM A 320 低温用合金钢栓接材料规范

ASTM A 453 膨胀系数与奥氏体钢相近、屈服强度为 345 MPa 至 827 MPa(50 ksi~120 ksi)的高温用栓接材料规范

ASTM D 395 橡胶压缩变形性能的标准试验方法

ASTM D 412 硫化橡胶和热塑性弹性体拉伸性能的试验方法

ASTM D 471 液体对橡胶性能影响的标准试验方法

ASTM D 575 橡胶压缩性能试验方法

ASTM D 1414 O形橡胶圈的标准试验方法

ASTM D 1415 橡胶性能 国际硬度的标准试验方法

ASTM D 1418 橡胶及橡胶乳液命名的标准作法

ASTM D 2240 橡胶性能 硬度计硬度的标准试验方法

ASTM E 30 钢、铸铁、平炉炼钢生铁和锻铁的化学分析方法

ASTM E 94 射线照相检测的标准指南

ASTM E 140 金属硬度换算表

ASTM E 165 液体渗透检测的标准试验方法

ASTM E 569 模拟受控环境下对构件的声发射监测的标准作法

ASTM E 709 磁粉检测推荐作法

ASTM E 747 射线照相检测用线型像质指示器控制质量的方法

MIL-STD⁴⁾-120 测量试验方法

3 术语、定义和缩略语

下列术语、定义和缩略语适用于本标准。

3.1 术语和定义

3.1.1

验收准则 acceptance criteria

对材料特性、产品或服务确定的限制条件。

3.1.2

主动密封胶芯自由状态的直径 active seal relaxed diameter

(关闭至制造商规定的最小通径且未施加液压关闭压力时)主动密封胶芯全部开启下的通径。

3.1.3

本体 body

端部连接之间带或不带内部零件,并承受井内压力的装置的所有部分。

3.1.4

螺柱 bolting

用来连接端部或出口端部连接的螺纹紧固件。

3.1.5

封闭螺柱 closure bolting

用于装配本标准的承压件而非端部和出口连接的螺纹紧固件。

3) 美国材料和试验协会,100 Barr Harbor Drive,West Conshohocken,Pennsylvania 19428。

4) 美国军用标准,U. S. Government Printing Office,Washington,D. C. 20036。

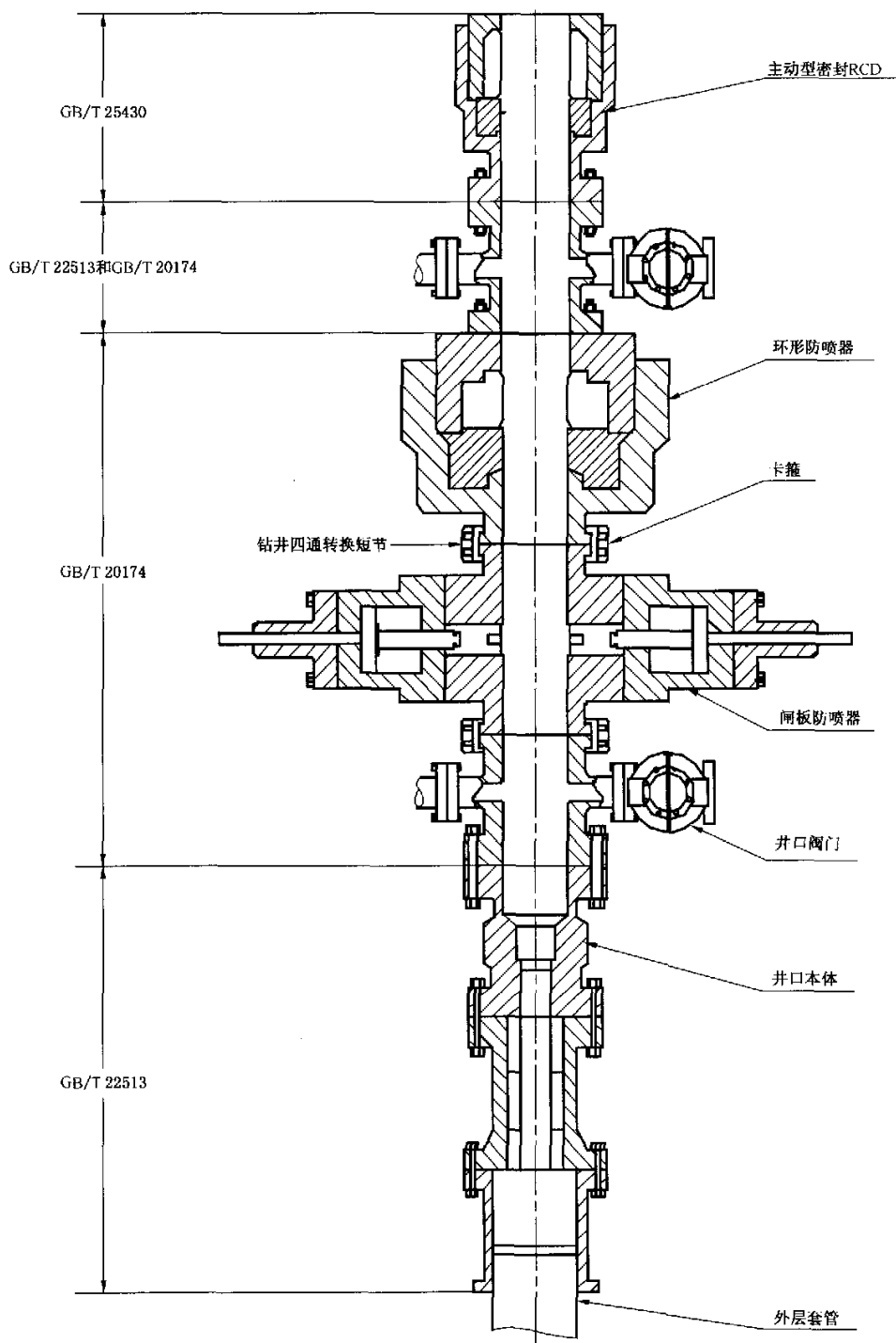


图 1 典型的主动型地面 RCD 示意图

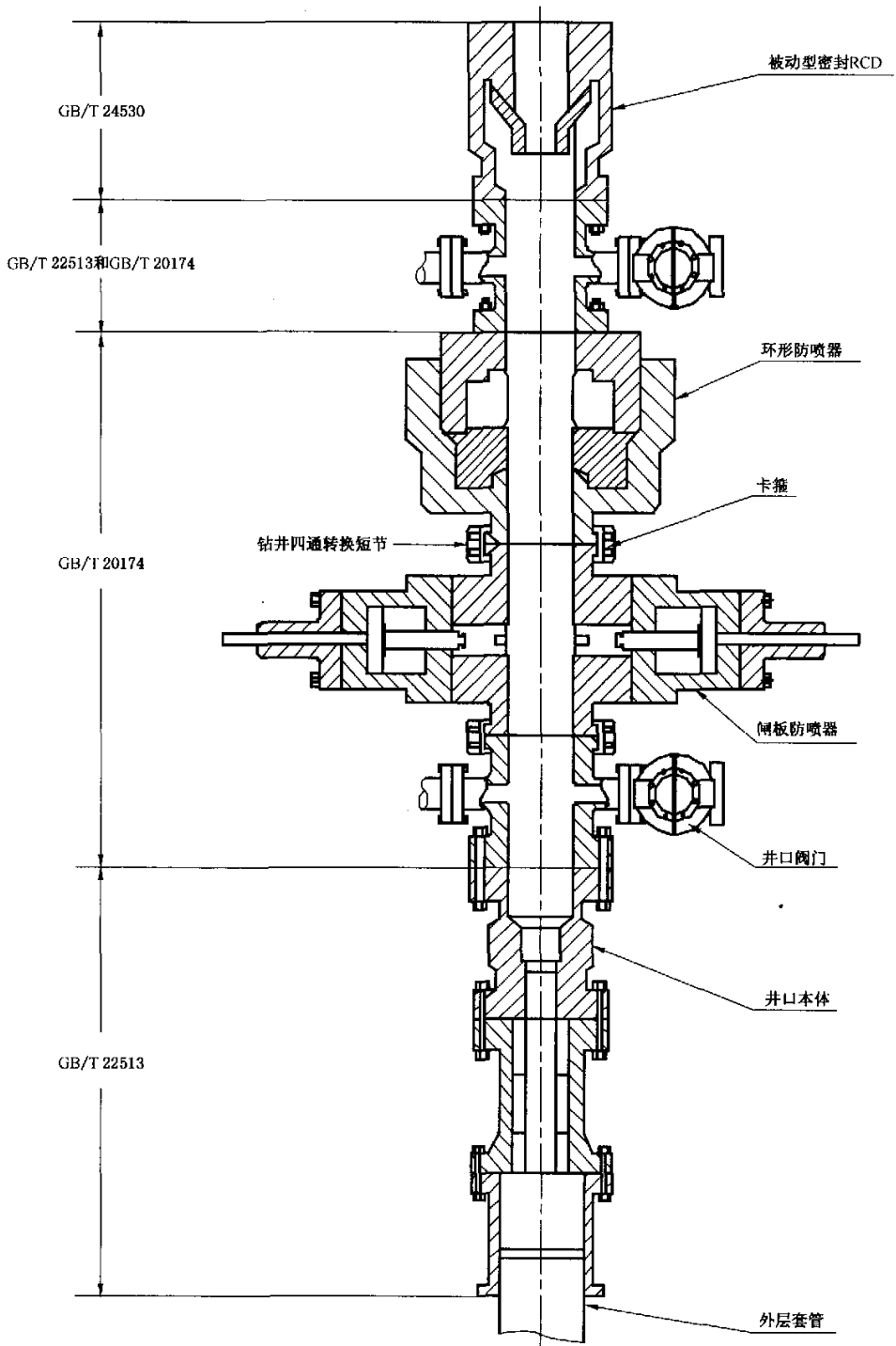


图 2 典型的被动型地面 RCD 示意图

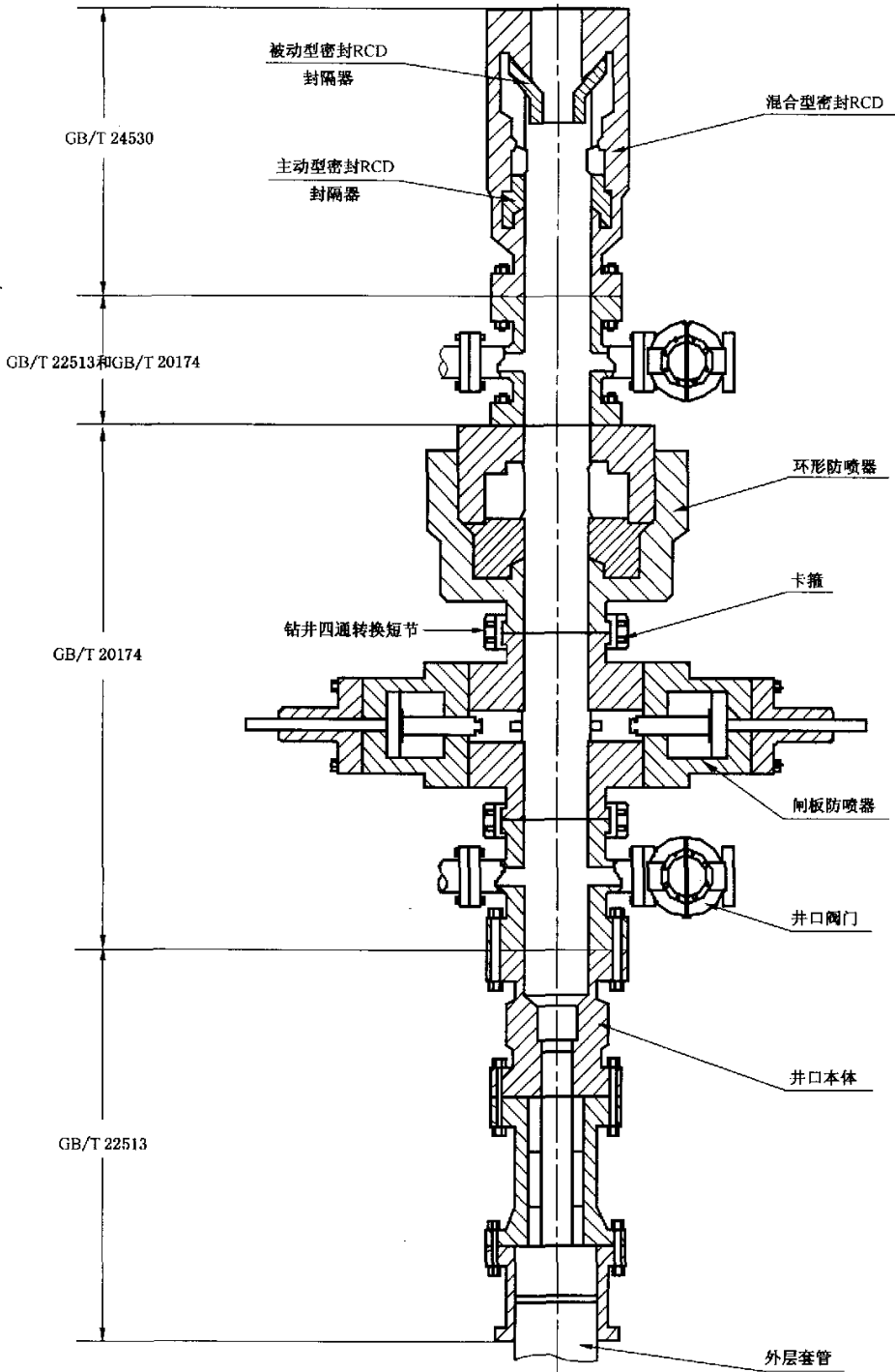


图 3 典型的混合型地面 RCD 示意图

3.1.6

旋转总成通径 bore through the bearing

贯穿旋转总成的最小内径。

3.1.7

本体通径 bore through the body

贯穿 RCD 本体以及底部连接的最小内径。

3.1.8

校准 calibration

对照一个已知准确度的标准进行比较和调整。

3.1.9

铸件/铸造 casting

(1) 物质通过在模具内固化后获得最终形状或接近最终形状的物件；(2) 将熔融金属注入模具内以获得具有预期形状物件的加工方法。

3.1.10

化学分析 chemical analysis

测定材料的化学成分。

3.1.11

卡箍 clamp

具有内倒角台肩的设备,用于紧固配套的鞍。

3.1.12

RCD 本体卡箍 clamp, RCD Housing

用于固定和锁紧配套的 RCD 本体组件的装置。

3.1.13

夹紧载荷 clamping load

由于液压力或螺栓固紧力而产生的由卡箍作用在卡箍鞍上的轴向载荷。

3.1.14

符合 conformance (conform)

满足规定的要求。

3.1.15

API 连接件 connection, API

按 API 规范要求(包括尺寸要求)制造的法兰、鞍和螺柱连接。

3.1.16

盲板连接 blind connection

没有中心孔的端部或出口连接,用来完全封堵连接。

3.1.17

端部连接 connection, end

作为设备组成部分且用于连接设备的法兰(螺柱式或通孔式)、鞍连接或其他端部连接。

3.1.18

单件连接 connection, loose

用于连接设备的法兰(螺柱式或通孔式)、鞍连接或其他端部连接,但不是设备整体的一部分。

3.1.19

其他端部连接 connection, other end (OEC)

API 尺寸规范没有要求的连接,包括非 API 垫环制备的 API 法兰和鞍,以及制造商的专有连接。

3.1.20

螺柱连接 connection, studded

通过将螺柱旋入有螺纹的孔中而形成的连接。

3.1.21

全封闭 CSO

井内没有管柱情况下,完全关闭井眼。

3.1.22

数据采集系统 data acquisition system

用于存储和(或)提供试验信息技术的永久性拷贝系统。例如:纸带记录仪、圆图记录仪或计算机系统。

3.1.23

制造日期 date of manufacture

成品在工厂通过制造商最后验收的日期。

3.1.24

额定动压 dynamic pressure rating

钻井时包括钻柱和密封元件旋转时的最大额定压力。

3.1.25

设备 equipment

不需要进一步加工或组装就可以实现预期用途的任何单一的完整装备。

3.1.26

目视检验 examination, visual

对零件和设备在材料和加工质量上的可见缺陷进行的检查。

3.1.27

体积无损检测 examination, volumetric nondestructive

用射线、声发射或超声检测方法对材料内部缺陷进行的检测。

3.1.28

法兰 flange

具有用于连接承压装置的密封机构和螺栓孔,以及本标准规定的尺寸的凸缘。

3.1.29

锻造/锻件 forging

(1) 用开式模具或闭合模具,通过压力使金属产生塑性变形(通常在热态下)而成为预期形状的加工方法;(2) 通过锻造法得到成型金属件。

3.1.30

垫环锁紧载荷 gasket retaining load

承受压力时,抵消垫圈作用在鞍上的分力所需的那部分夹紧载荷。

3.1.31

垫环安装载荷 gasket seating load

使垫环固定,并且使鞍面压紧所需的那部分夹紧载荷。

3.1.32

炉(铸造批) heat (cast lot)

从同一炉最终熔炼出的材料。

对于重熔合金而言,是指从同一件重熔锭块生成的原材料。

3.1.33

热影响区 heat affected zone (HAZ)

在焊接或切割中的母材金属未被熔化,但力学性能或显微结构由于加热已改变的部分。

3.1.34

热处理 heat treatment (heat-treating)

为改变材料的物理或力学性能,对其进行受控加热和冷却的交替过程。

3.1.35

热处理批 heat treatment load

经过同一热处理周期,作为一批取出的材料。

3.1.36

热加工 hot working

在高于重结晶温度下,使金属塑性变形。

3.1.37

毂 hub

用于连接承压设备的具有外角台肩和密封机构的凸缘。

3.1.38

液压操作系统额定工作压力 hydraulic operating system rated working pressure

由设计确定的设备在操作时的最大液压。

3.1.39

液压操作系统推荐工作压力 hydraulic operating system recommended operating pressure

制造商推荐的操作压力。

3.1.40

显示 indications

液体渗透和磁粉探伤发现的裂纹、凹坑或其他异常直观信号。

3.1.41

线性显示 indications, linear

液体渗透或磁粉探伤发现的长度不小于三倍宽度的磁痕显示。

3.1.42

相关显示 indications, relevant

液体渗透和磁粉探伤发现的主要尺寸大于 0.062 in 的磁痕显示。

3.1.43

圆形显示 indications, rounded

液体渗透或磁粉探伤时发现的近似于圆形或长度小于三倍宽度的椭圆形磁痕显示。

3.1.44

整体 integral

通过锻造、铸造或焊接工艺组成的零件。

3.1.45

渗漏 leakage

从被试压力容器内部向外有可见的被密封的液体出现。

3.1.46

胶芯 packing element

RCD 和钻柱之间的密封件。

3.1.47

零件 part

用于装配单一设备单元的独立件。

3.1.48

有资质的人员 personnel, qualified

通过培训或由经验获得符合制造商所要求的技能或能力的人。

3.1.49

焊后热处理 post-weld heat treatment

焊后进行的任何热处理,包括消除应力处理。

3.1.50

端部压力载荷 pressure end load

由作用于最大密封直径所确定的密封面上的内部压力引起的轴向载荷。

3.1.51

压力容器质量 pressure vessel quality

能够安全承受压力而不存在泄漏或破裂风险的金属材料的完整性。

3.1.52

承压件 pressure-containing part(s) or member(s)

当其预期功能失效时,会导致井内流体释放到外部环境中的那些与井内流体接触的零件。如:本体、承压总成。

3.1.53

控压件 pressure-controlling part(s) or member(s)

控制或调节井内流体的那些零件。如:密封胶芯、承压的密封座和其他零件。

3.1.54

保压件 pressure-retaining part(s) or member(s)

当其预期功能失效时,会导致井内流体释放到外部环境中的那些不与井内流体接触的零件。如:封闭螺柱和卡箍。

3.1.55

产品系列 product family

1.2.1 所列的特定设备的型号或类型。

3.1.56

额定工作压力 rated working pressure

由设计确定的设备所能承受和(或)控制的最大内部压力。对于 RCD,没有确定的工作压力,因为设备设计承受和(或)控制的最大内部压力取决于操作:动态——旋转管柱;起下钻——起下管柱但不旋转,和静止——无管柱运动。

3.1.57

记录 records

可检索的信息。

3.1.58

相关 relevant

见相关显示。

3.1.59

耐腐蚀环槽 ring grooves, corrosion resistant

衬有耐腐蚀金属的垫环槽。

3.1.60

旋转防喷器 rotating control device (RCD)

带有旋转密封胶芯的钻通设备。旋转密封胶芯与钻柱(如钻杆、套管、方钻杆等)接触并将其密封以控制压力或防止井内流体溢到地面。

3.1.61

额定转速 rotating speed rating

指定压力下,制造商确定的特定管径的额定转速。

3.1.62

序列化 serialization

将一个唯一性代码赋予设备的各部件和/或零件,以便保持记录。

3.1.63

应 shall

在本标准中,单词“应”用于指出为了符合本标准而必须满足或执行的要求。

3.1.64

特殊工艺 special processes

能改变或影响材料性能的操作。

3.1.65

稳压(压力试验) stabilized (pressure testing)

(压力试验时)初始压降速度减小到制造商规定的额定值范围内时的状态。

如:压降可能是由于温度变化、橡胶密封件的安装或封闭在被试设备中的空气压缩等因素引起的。

3.1.66

稳定(温度试验) stabilized (temperature testing)

(温度试验时)初始温度波动减小到制造商规定的范围内时一种状态。

如:温度波动可能是由不同温度液体的混合、对流或传导引起的。

3.1.67

额定静压 static pressure rating

设计确定的设备所控制的无管柱运动时的最大压力。

3.1.68

消除应力 stress relief

将材料有控制地加热到预定温度,以减少焊接后的残余应力。

3.1.69

承压起下钻 stripping

为控制泥浆溢出井眼,在井内有压力的情况下起下钻具。

3.1.70

起下钻额定压力 stripping pressure rating

在往复或起下钻,但未旋转钻杆时,对于特定型号胶芯承受的最大压力。

3.1.71

锻造结构 structure, wrought

已消除铸造枝状组织的结构。

3.1.72

表面粗糙度 surface finish

表面平均粗糙度的度量。本标准提供的表面粗糙度都是其最大值。

3.1.73

工作批跟踪能力 **traceability, job lot**

零件从标志有钢号的工作批中被追溯的能力。

3.1.74

环钻 **trepanned**

通过在孔周围镗一条窄带或槽并且除去材料固体中心核部分,从而形成一个通孔。

3.1.75

组焊 **weld, fabrication**

连接两个或多个零件的焊接。

3.1.76

全穿透焊接 **weld, full penetration**

延伸至连接件整个壁厚的焊接。

3.1.77

焊接坡口 **weld groove**

在需连接的两金属之间制备的容纳焊条金属的区域。

3.1.78

焊接连接 **weld joint**

通过焊接把部件连接在一起。

3.1.79

大修焊接 **weld, major repair**

大于原壁厚 25% 或 25 mm 的焊接,取其中较小者。

3.1.80

非承压件焊接 **weld, non-pressure-containing**

失效后不会降低零件承压完整性的焊接。

3.1.81

承压件焊缝 **weld, pressure-containing**

失效后会降低零件承压完整性的焊接。

3.1.82

焊接 **welding**

采用或不采用外加填充材料进行熔接的活动。

3.1.83

应力强度 **yield strength**

在室温下测得的应力级别,在该应力级别下材料产生塑性变形,且在应力释放后不能恢复到原始尺寸。本标准规定的屈服强度全部按 GB/T 228 所定义的 0.2% 残余变形屈服强度确定。

3.2 缩略语

AE	声发射
ANSI	美国国家标准学会
API	美国石油学会
ASME	美国机械工程师协会
AWS	美国焊接协会
CRA	抗腐蚀合金
CSO	全封闭
ER	等效圆

HAZ	热影响区
ID	内径
LP	液体渗透
MP	磁粉
MPD	可控压力钻井
NACE	美国腐蚀工程师协会
NDE	无损检测
OD	外径
O. E. C	其他端部连接
PDC	产品描述代码
PQR	工艺评定记录
PSL	产品规范级别
QTC	质量鉴定试棒
RCD	旋转防喷器
WPS	焊接工艺规程

4 设计要求

4.1 规格名称

本标准范围内的设备,其规格名称应与 4.3 所述相符。

4.2 工作条件

4.2.1 压力等级

静压等级、动压等级和承压起下钻压力等级均应由制造商规定和本标准确定。压力等级均针对于新密封胶芯,且不超过暴露在井筒压力下的连接件的最低额定压力。

4.2.2 温度等级

最低温度是指设备可能承受的最低环境温度。

最高温度是指通过设备的流体的最高温度。

4.2.2.1 金属材料

表 1 给出了所设计设备的金属零件工作的温度等级。

表 1 金属材料的温度等级

温度等级	工作范围	
	℃	F
T-75	-59~121	-75~250
T-20	-29~121	-20~250
T-0	-18~121	0~250

4.2.2.2 井内弹性材料

设备上所用弹性材料应设计成能在 8.3.4.3 所示温度等级下作业。

制造商应规定弹性材料作业的流体环境(液相、气相或多相的)和密封件的兼容性。

4.2.2.3 其他弹性密封件

密封件应设计成能在制造商书面规范中规定的温度下作业。

制造商应规定弹性材料作业的流体环境(液相、气相或多相的)和密封件的兼容性。

4.2.3 封存流体等级

与井内流体接触的金属材料应符合 GB/T 20972.1、GB/T 20972.2 和 GB/T 20972.3,参考文献和

第2章都没有对其在酸性工况下工作的要求。

4.3 特定设备的设计要求

4.3.1 法兰端部和出口连接

4.3.1.1 总则

法兰端部和出口连接应符合 GB/T 22513 的尺寸要求。

RCD 底部连接的额定压力值应不小于 RCD 的额定静压。

侧出口连接的额定压力值应不小于 RCD 的额定静压。

4.3.1.1.1 6B 型和 6BX 型法兰连接可用作整体连接。

4.3.1.1.2 RCD 6B 型和 6BX 型整体法兰不应含有试验连接。

4.3.1.1.3 制造商应用与 API TR 6AF2 中 API 法兰相同的要求将法兰端部和出口连接的载荷和能力形成文件。该文件包括压力与不同张力下许用弯矩的曲线图。制造商应对承受该曲线所示的应力限的连接部分进行说明。分析设计方法应符合 4.4 的规定。

4.3.1.2 设计

4.3.1.2.1 压力等级和法兰连接的尺寸范围

表 2 给出了设计 6B 型和 6BX 型法兰连接时使用的压力等级和尺寸。

表 2 GB/T 22513 法兰连接的压力等级和尺寸

压力等级		尺寸范围			
MPa	psi	6B 型		6BX 型	
		mm	in	mm	in
13.8	2 000	52~540	2 ¼~21 ¼	680~762	26 ¾~30
20.7	3 000	52~527	2 ¼~20 ¾	680~762	26 ¾~30
34.5	5 000	52~279	2 ¼~11	346~540	13 ⅝~21 ¼
69.0	10 000	—	—	284~540	11 ⅝~21 ¼
103.5	15 000	—	—	284~476	11 ⅝~18 ¾
138.0	20 000	—	—	284~346	11 ⅝~13 ⅝

4.3.1.2.2 6B 型法兰连接

4.3.1.2.2.1 总则

6B 型法兰连接是垫环连接型,不应设计为面对面组装。

4.3.1.2.2.2 标准尺寸

6B 型整体法兰的尺寸应符合 GB/T 22513 的规定。

垫环槽尺寸应符合 GB/T 22513 的规定。

4.3.1.2.2.3 法兰面

垫环一侧的法兰面应加工成平面或者是凸面。螺母支承面与法兰面平行度应不超过 1°。法兰背面应加工或在螺栓孔处镗端面,镗端面后法兰面厚度应满足 GB/T 22513 的尺寸要求。

4.3.1.2.2.4 抗腐蚀性垫型槽

可在 6B 型法兰连接环槽堆焊耐腐蚀层。堆焊之前,环槽的准备应符合 GB/T 22513 的规定。

如果堆焊层合金的强度等于或超过母材金属的强度时,宜进行其他焊接准备。

4.3.1.2.3 6BX 型法兰连接

4.3.1.2.3.1 总则

6BX 型法兰连接是垫环连接型,应设计为面对面组装。

4.3.1.2.3.2 标准尺寸

6B 型整体法兰连接的尺寸应符合 GB/T 22513 的规定。

所有环型槽的尺寸应符合 GB/T 22513 的规定。

4.3.1.2.3.3 法兰面

垫环一侧的法兰面应加工成平面或者是凸面。螺母支承面与法兰面平行度应不超过 1°。法兰背面应加工或在螺栓孔处镗端面,镗端面后法兰面厚度应满足 GB/T 22513 的尺寸要求。

4.3.1.2.3.4 抗腐蚀性环型槽

可在 6BX 型法兰连接环槽堆焊耐腐蚀层。堆焊之前,环槽的准备应符合 GB/T 22513 的规定。

如果堆焊层合金的强度等于或超过母材金属的强度时,宜进行其他焊接准备。

4.3.2 螺柱式端部及出口连接

4.3.2.1 总则

本标准中的两种类型螺柱式端部和出口连接(6B 和 6BX)都应符合 GB/T 22513 的规定。

螺柱式连接 6B 型和 6BX 型可作为整体连接使用。

4.3.2.1.1 制造商应用与 API TR 6AF2 中 API 法兰相同的要求将法兰端部和出口连接的载荷和能力形成文件。该文件包括压力与不同张力下许用弯矩的曲线图。制造商应对承受该曲线所示的应力限的连接部分进行说明。分析设计方法应符合 4.4 的规定。

4.3.2.2 设计

螺柱式端部和出口连接的设计除下列情况之外,应与 4.3.1.2 相同。

4.3.2.2.1 6B 型螺柱式连接

4.3.2.2.1.1 标准尺寸

孔径、螺柱分布圆直径和法兰外径尺寸应符合 GB/T 22513 的规定。

4.3.2.2.1.2 螺柱式连接面

应按 GB/T 22513 的规定,对螺柱连接全部进行机加工。

4.3.2.2.1.3 螺柱孔

尺寸规格和定位应符合 GB/T 22513 的规定。攻丝孔的螺纹型式应符合 4.3.3 的要求。螺柱孔内完整螺纹的最小深度应等于其螺栓直径,最大螺纹深度应符合制造商书面规范的要求。

4.3.2.2.2 6BX 型螺柱式连接

4.3.2.2.2.1 标准尺寸

孔径、螺柱分布圆直径和法兰外径尺寸应符合 GB/T 22513 的规定。

4.3.2.2.2.2 螺柱式连接面

应按 GB/T 22513 的规定,对螺柱连接全部进行机加工。

4.3.2.2.2.3 螺柱孔

尺寸规格和定位应符合 GB/T 22513 的规定。攻丝孔的螺纹型式应符合 4.3.3 的要求。螺柱孔内完整螺纹的最小深度应等于其螺栓直径,最大螺纹深度应符合制造商书面规范的要求。

4.3.3 螺柱、螺母、螺柱孔(螺栓连接)

用于螺柱式和法兰式端部和出口连接的螺栓应符合 GB/T 22513 中 PSL1 的要求。

4.3.4 毂式端部和出口连接

由制造商规定的毂式端部和出口连接(16B 和 16BX 型)应符合 GB/T 20174 的要求。

由制造商规定的与毂式端部和出口连接(16B 和 16BX 型)同时使用的卡箍应符合 GB/T 20174 的要求。

16B 型毂式连接可以在环槽堆焊耐腐蚀层。堆焊之前,环槽的准备应符合 GB/T 22513。

4.3.5 旋转防喷器

4.3.5.1 尺寸

4.3.5.1.1 API 规格名称

RCD 应确定:

- a) 法兰尺寸(顶端、底端和出口)和额定静压;
- b) 本体通孔;
- c) 安装密封元件处的最小限制内径;
- d) 旋转总成通孔(如果与最小限制内径不同)。

4.3.5.1.2 端对端尺寸

是指从底部连接底面到顶面的总高度。其尺寸应符合制造商的书面规范。

4.3.5.2 设计方法

应符合 4.4 的要求。

4.3.5.3 端部连接

应符合 4.3.1、4.3.2、4.3.4 和 4.3.9 的要求。

4.3.5.4 出口连接

应符合 4.3.1、4.3.2 和 4.3.4 的要求。

4.3.5.5 材料

4.3.5.5.1 承压件的材料应符合第 5 章的要求。

4.3.5.5.2 封闭螺柱和其他零件应符合制造商的书面规范。

4.3.6 密封垫环

应符合 GB/T 22513 中 PSL1 的要求。

R、RX 及 BX 型密封垫环用于法兰、螺柱及毂式连接。

R 与 RX 型垫环在 R 型垫环槽内是可互换的。RX 型垫环用于 SR 垫环槽。BX 型垫环用于 BX 垫环槽。RX 与 BX 型垫环不能互换。垫环槽与密封垫环的使用参见附录 H。

4.3.7 焊颈式毂

本标准不涉及非 API 焊颈式毂。

4.3.8 其他端部连接(OEC)

4.3.8.1 总则

本章对可能用于连接 RCD 而本标准又未作出规定的其他端部连接提出了要求。OEC 包括符合本标准但带有非本标准垫环制备的法兰和毂,以及制造商的专有连接。

4.3.8.2 设计

4.3.8.2.1 方法

OEC 应按 4.4 的要求设计。

4.3.8.2.2 尺寸

OEC 应按 GB/T 20174—2006 中表 1 规定的尺寸设计。

4.3.8.2.3 孔尺寸

应符合 GB/T 20174—2006 中表 1 规定的最小孔径。

4.3.8.3 材料

应符合第 5 章的要求。

4.3.8.4 试验

本标准中使用 OEC 的设备应通过第 7 章规定的试验。

4.3.9 盲板连接

4.3.9.1 法兰

6B 和 6BX 型盲板法兰应符合 GB/T 22513 的尺寸规定。

4.3.9.2 毂

如果是制造商规定的 16B 型和 16BX 型盲板法兰尺寸,应符合 GB/T 20174 要求。

4.3.9.3 盲板 OEC

盲板的 OEC 设计和结构应符合 4.3.8.2、4.3.8.3 和 4.3.8.4 的规定。

4.3.10 试验、排放、注入和仪表连接

法兰、毂和 OEC 的密封和孔应符合 GB/T 22513 的规定。

4.4 设计方法

4.4.1 端部和出口连接

应符合本标准的规定。

4.4.2 井口承压件

应按 GB/T 20174 进行设计。

4.4.3 封闭螺柱

应按 GB/T 20174 进行设计。

4.4.4 其他零件

承压件和控压件的设计应满足制造商书面规范,并按 4.2 中规定的工作条件进行设计。

4.4.5 设计资料

4.4.5.1 总则

连接到井口的端部和出口连接应是整体型的。

4.4.5.2 RCD 本体卡箍

制造商应将使用 API TR 6AF2 中 API 法兰形式的卡箍式连接的载荷和能力形成文件。这种法兰形式与不同张力下许用弯矩所产生的压力有关。制造商应说明这种限制是在卡箍还是 RCD 毂的应力等级范围内。分析设计方法应符合 4.4 的规定。

4.4.5.3 O. E. C

制造商应将使用 API TR 6AF2 中 API 法兰形式的 O. E. C 的载荷能力形成文件。这种法兰形式与不同张力下许用弯矩所产生的压力有关。制造商应说明连接的哪个部件承受形成基本图表的应力限。分析设计方法应符合 4.4 的规定。

4.5 设计验证试验

4.5.1 总则

4.5.1.1 除本标准规定的卡箍、法兰、毂或垫环外,对 1.2.1 所列设备应进行设计验证试验,并应以制造商书面规范加以说明。

4.5.1.2 设计的试验确认应形成书面文件并按 4.6 的要求进行验证。

4.5.2 RCD

RCD 的工作性能试验应符合 4.7 的规定。

4.5.3 RCD 胶芯

4.5.3.1 RCD 胶芯的试验应符合 4.7 的规定。

4.5.3.2 RCD 胶芯的设计温度验证试验应符合 4.8.2 的规定。

4.5.4 OEC

OEC 的工作性能试验应符合制造商的书面规范。

4.6 文件

4.6.1 设计文件

设计内容包括设计要求、设计方法、设计假定和设计计算,并形成书面文件。设计文件的媒介应清晰、易读、可复制和易检索。

4.6.2 设计评审

设计文件应由原设计者以外的人员进行评审和验证。

4.6.3 设计验证

设计验证程序和结果应形成书面文件。

4.6.4 文件保存

第4章所规定的文件应从该型号、规格和额定静压力的最后一件产品制造完成后保存10年。

4.7 工作性能试验

4.7.1 总则

4.7.1.1 要求

试验应符合表3的规定。

4.7.1.2 程序

工作性能试验应在环境温度下水模拟井内流体。除非另有说明,关闭压力应为制造商推荐的压力,且不应超过液压控制系统的设计工作压力。制造商可参见附录B的程序进行验证,并将试验程序和结果形成书面文件。

4.7.1.3 验收准则

除承压起下钻试验外,所有验证压力完整性的试验的验收准则应为无泄漏。若试验介质是气体,不可能直观地看到泄漏,应采用适当的气体监控装置。

4.7.1.4 比例换算

尺寸和工作压力如可以按比例换算,应符合表3的规定。制造商应将其技术合理性形成文件。

表3 工作性能试验和按比例换算的验收方法

试验	RCD
密封性能	$P_D, S2$
额定静压	$P_S, S2$
额定动压	$P_D, S2$
起下钻额定压力	$P_{ST}, S2$
疲劳 ^a	$P_S, S2$
温度验证	$P_S, S3$
胶芯拆装	$P_S, S2^b$
<p>P_S: 验证所有不高于被试产品额定静压的产品是合格的。例如:当具有相同尺寸和材料的胶芯有多个额定压力,只需测试最大压力;</p> <p>P_D: 验证所有不高于被试产品额定动压的产品是合格的;</p> <p>P_{ST}: 验证所有不高于被试产品起下钻额定压力的产品是合格的;</p> <p>S2: 验证被试产品所有规格的其他产品都是合格的;</p> <p>S3: 仅验证被试规格的产品是合格的。</p>	
<p>^a 本试验不适用于被动型RCD。</p> <p>^b 仅关闭机构功能相似的设计可以换算。</p>	

4.7.2 RCD

4.7.2.1 被动系统

4.7.2.1.1 额定静压试验

本试验应验证RCD的额定静压。文件记录应包括井压、试验心轴尺寸、轴承总成的型号和零件号,以及承受井压的符合制造商书面规范的内密封件和外密封件等。

4.7.2.1.2 额定动压试验

本试验应验证RCD的额定动压。文件记录应包括井压、试验芯轴尺寸、试验芯轴和轴承总称的旋

转速度,轴承总成的型号和零件号,以及承受井压的符合制造商书面规范的所有内密封件和外密封件等。

4.7.2.1.3 胶芯拆装试验

本试验用于验证被动型 RCD 在经过胶芯和轴承总成反复更换的情况下而不影响其操作性能的能力。本试验包括拆装胶芯和每拆装 20 次进行一次额定静压试验。文件应包括失效时的拆装循环数或 200 次拆装循环数,取其首先达到者。

4.7.2.1.4 起下钻额定压力试验

本试验用于验证在制造商所规定的起下钻额定压力下至少起下 400 个钻杆接头时,特定型式的 RCD 密封胶芯起下钻额定压力值。文件记录应包括井口压力和温度、芯轴尺寸和钻杆接头直径,试验流体以及胶芯型式和零件编号。

4.7.2.1.5 承压起下钻寿命试验

本试验用于验证试验用芯轴和钻杆接头通过关闭的胶芯时,在渗漏量不超过提起钻具时所带的液体量(由芯轴几何体积决定)的情况下被动胶芯控制井压的能力。承压起下钻试验应根据最大井口压力(制造商规定的额定起下钻压力)进行,以验证胶芯适应特定的承压起下钻压力。文件应包括:

- a) 试验期间的井内压力;
- b) 试验期间的井内流体;
- c) 芯轴尺寸、长度和钻杆接头的几何尺寸;
- d) 起下钻速度记录;
- e) 通过的钻杆接头数或通过 1 000 个钻杆接头数,取其首先达到者;
- f) 试验期间实测的从井内带出的液体量;
- g) 试验期间温度情况记录(芯轴周围环境和表面温度)。

4.7.2.1.6 疲劳试验

被动型 RCD 胶芯不要求做疲劳试验。

4.7.2.2 主动系统

4.7.2.2.1 额定静压试验

本试验应验证 RCD 额定静压值。文件记录应包括井口、试验芯轴的尺寸,轴承总成的型号和零件编号,以及承受井压的符合制造商书面规范的内密封件和外密封件等。

4.7.2.2.2 密封性能试验-主动型

本试验应验证在井压增至额定动压的情况下为保持主动型 RCD 密封所需的实际关闭压力和最大允许转速。本试验应分别在有钻杆芯轴和空井的情况下(非旋转)进行,有钻杆芯轴试验的钻杆外径尺寸应按制造商规定,且为密封胶芯所用的最小尺寸。主动密封胶芯试验包括四部分:

a) 恒井压试验

本试验应确定有试验芯轴时保持井压密封所需的实际关闭压力,文件应包括井压及对应的关闭压力记录。

b) 恒关闭压力试验

本试验应确定在给定关闭压力下,主动型 RCD 维持对试验芯轴的关闭所能承受的最大井压。文件应包括井压及对应的关闭压力记录。

c) 全封闭压力试验

要求对所有制造商规定具有 CSO 能力的 RCD 进行本试验。本试验用于确定在 50% 的额定压力下,全封闭井口所需的关闭压力。文件记录应包括井压对应的关闭压力。

d) 额定动压试验

本试验应验证 RCD 的额定动压值。文件记录应包括井压、试验芯轴尺寸、试验芯轴和轴承总成的旋转速度,轴承总成的型号和零件编号,以及将承受井压的符合制造商书面规范的所有

内密封件和外密封件等。

4.7.2.2.3 疲劳试验

本试验应验证在主动型 RCD 反复关闭和开启后保持加 0.35 MPa~0.82 MPa(50 psi~120 psi)压力和额定静压密封的能力。文件应包括：

- a) 每完成 20 次开关循环,30 min 后胶芯的内径；
- b) 密封失效时的循环数或 364 次开关循环和 52 次压力循环,取其首先达到者。

4.7.2.2.4 胶芯拆装试验

本试验用于验证主动型 RCD 在胶芯经过反复更换的情况下而不影响其操作性能的能力。本试验包括拆装胶芯和每拆装 20 次进行一次并压试验。文件应包括失效时的循环数或 200 次拆装循环,取其首先达到者。

4.7.2.2.5 额定压力起下钻试验

本试验用于验证在制造商所规定的起下钻额定压力下起下钻至少过 400 个钻杆接头时,特定型号 RCD 密封胶芯的起下钻额定压力值。文件应包括井口压力和温度、芯轴尺寸和钻杆接头直径、试验流体以及胶芯型号和零件编号等有关的记录。

4.7.2.2.6 起下钻寿命试验

本试验用于验证试验用芯轴和钻杆接头通过关闭的胶芯时,在渗漏量不超过提起钻具时所带的液体量(由芯轴几何体积决定)的情况下被动胶芯控制并压的能力。承压起下钻试验应根据最大井口压力(制造商规定的额定起下钻压力)进行,以验证胶芯适应特定的承压起下钻压力。文件应包括：

- a) 试验期间的井内压力；
- b) 试验期间的井内流体；
- c) 芯轴尺寸、长度和钻杆接头的几何尺寸；
- d) 起下钻速度记录；
- e) 通过的钻杆接头数或通过 1 000 个钻杆接头数,取其首先达到者；
- f) 试验期间实测的从井内带出的液体量；
- g) 试验期间温度情况记录(芯轴周围环境和表面温度)。

4.7.2.3 混合系统

本标准范围内的混合系统是一个由被动型密封胶芯与一个需要外部提供液压关闭压力从而维持并压密封的胶芯组合在一起的 RCD。两种密封胶芯应能独立地维持直至 RCD 最大额定静压力时的井口压力密封。

4.7.2.3.1 额定静压试验

本试验应验证 RCD 的额定静压。文件包括井口压力、试验芯轴的尺寸,还应包括轴承总成的型号/部件编号,以及将承受并压的符合制造商书面规范的所有内密封件和外密封件等内容的记录。混合系统中每一个密封胶芯都应分别进行本试验。

4.7.2.3.2 额定压力起下钻试验

本试验用于验证在制造商所规定的起下钻额定压力下起下钻至少过 400 个钻杆接头时,RCD 密封胶芯的起下钻额定压力值。文件应包括井口压力和温度、芯轴尺寸和钻杆接头直径、试验流体以及胶芯型号和零件编号等有关的记录。

4.7.2.3.3 额定动压试验

本试验应验证 RCD 的额定动压。文件包括井口压力、试验芯轴的尺寸,还应包括承压总成的型号/部件编号,以及将承受并压的符合制造商书面规范的所有内密封件和外密封件等内容的记录。混合系统中的每一个密封胶芯都应单独进行本标准中的试验。

如果每个胶芯都与一个单独的旋转总成相连,则混合系统中的每一个旋转总成都应单独进行本试验。

4.7.2.3.4 胶芯拆装试验

本试验用于验证混合型 RCD 在胶芯经过反复更换的情况下而不影响其操作性能的能力。本试验包括拆装胶芯和每拆装 20 次进行一次井压试验。文件应包括失效时的循环数或 200 次装拆循环,取其首先达到者。

4.7.2.3.5 起下钻寿命试验

本试验应验证试验用芯轴和钻杆接头通过关闭的胶芯时,在渗漏量不超过通过的芯轴和钻杆接头体积(由芯轴体积决定)的情况下,被动型和主动型胶芯控制井压的能力。承压起下钻试验根据最大井口压力(制造商规定的额定起下钻压力)来设定元件的起下钻压力。混合系统中的每一个胶芯都应单独进行本试验。文件应包括:

- a) 试验期间的井内压力;
- b) 试验期间的井内液体;
- c) 芯轴尺寸、长度和钻杆接头几何尺寸;
- d) 起下钻速度记录;
- e) 钻杆接头数或 1 000 个钻杆接头数,取其首先达到者;
- f) 试验期间通过井内液体的体积;
- g) 试验期间温度情况记录(芯轴周围环境和表面温度)。

4.7.2.3.6 密封性能试验——主动型

本试验应验证在井压增至额定动压的情况下为保持主动型 RCD 密封所需的实际关闭压力和最大允许转速。本试验应分别在有钻杆芯轴和空井的情况下(非旋转)进行,有钻杆芯轴试验的钻杆外径尺寸应按制造商规定,且为密封胶芯所用的最小尺寸。主动密封胶芯试验包括三部分:

a) 恒井压试验

本试验应确定有试验芯轴时保持井压密封所需的实际关闭压力,文件应包括井压及对应的关闭压力记录;

b) 恒关闭压力试验

本试验应确定在给定关闭压力下,主动型 RCD 维持对试验芯轴的关闭所能承受的最大井压。文件应包括井压及对应的关闭压力记录;

c) 全封闭压力试验

要求对所有制造商规定具有 CSO 能力的 RCD 进行本试验。本试验用于确定在 50% 的额定压力下,全封闭井口所需的关闭压力。文件记录应包括井压对应的关闭压力。

4.7.2.3.7 疲劳试验

本试验应验证在混合-主动型 RCD 反复关闭和开启后保持加 0.35 MPa~0.82 MPa (50 psi~120 psi) 压力和额定静压密封的能力。文件应包括:

- a) 每完成 20 次开关循环,30 min 后胶芯的内径;
- b) 密封失效时的循环数或 364 次开关循环和 52 次压力循环,取其首先达到者。

混合-被动型 RCD 密封胶芯不要求做疲劳试验。

4.8 非金属密封材料和模压密封总成的设计温度验证

4.8.1 总则

4.8.1.1 安全

应符合制造商的书面文件规定。

4.8.1.2 程序目的

本程序用于验证 1.2.1 所规定的设备中用作控压件和承压件的非金属密封件和模压密封总成的性能。本程序的目的是验证这些零件暴露在高、低温环境下的性能。

4.8.1.3 程序

试验应在被试零件温度等级中的极限温度下进行,温度等级见 8.3.4.3。制造商应规定试验用液体。除非另有说明,关闭压力应是由制造商推荐的压力,且不应超过操作系统的设计额定压力。制造商应记录其程序和结果。附录 C 中的程序可参照使用。

4.8.1.4 验收准则

应在压力试验时无可见泄漏。若试验介质是气体,泄漏可能不可见,而应采取适当的气体监控技术。

4.8.1.5 比例换算

尺寸和静态压力如可以按比例换算,应符合表 3 的规定。制造商应将其技术合理性形成文件。

4.8.2 被动型、主动型和混合型 RCD

RCD 中的非金属密封件和模压密封总成应进行试验,以验证在其温度等级的极限温度下维持密封的能力。文件应包括:

- a) 试验程序中弹性材料的详细记录;
- b) 试验过程中,RCD 井内液体温度的记录;
- c) 低温试验性能记录:要求至少进行三次额定压力下的压力循环,至少保压 15 min;
- d) 高温试验性能记录:要求进行一次额定压力下的压力循环,至少保压 60 min。

4.9 操作手册要求

对于按本标准制造的每种型号的 RCD,制造商应备有一份适用的操作手册。适用时,操作手册应至少应包括以下适用的信息内容:

- a) 操作和安装说明;
- b) 实际数据;
- c) 胶芯和密封件方面的信息;
- d) 维修及检验方面的信息;
- e) 拆卸和装配方面的信息;
- f) 零部件方面的信息;
- g) 贮存方面的信息(包括贮存橡胶或弹性材料的环境条件);
- h) 额定静态、动态和起下钻压力;
- i) 液压操作系统的额定压力;
- j) 液压操作系统的推荐工作压力;
- k) 额定 CSO 压力。

5 材料要求

5.1 总则

本章规定了承压零件的材料性能、加工及化学成分方面的要求。组成本标准所规定的设备的其他零件所用的材料应满足第 4 章所规定的设计要求。金属材料应符合 GB/T 20972.1、GB/T 20972.2 和 GB/T 20972.3 的要求。

5.2 书面规范

5.2.1 金属零件

金属承压件或控压件应有书面材料规范。制造商对金属材料的书面要求应包括以下内容:

- a) 材料化学成分及公差;
- b) 材料鉴定;

- c) 允许的熔炼工艺；
- d) 成型工艺；
- e) 热处理工艺,包括加热、冷却时间和温度及其允差、热处理设备及冷却介质；
- f) NDE 要求；
- g) 力学性能要求。

5.2.2 非金属零件

制造商应有用于 RCD 产品上的所有弹性材料的书面规范。这些规范应包括下列物理试验以及验收准则和控制的限定值：

- a) 按 ASTM D 2240 或者 ASTM D 1415 的规定进行硬度试验；
- b) 按 ASTM D 412 或者 ASTM D 1414 的规定进行法向应力应变性能试验；
- c) 按 ASTM D 395 或者 ASTM D 1415 的规定进行压缩形变试验；
- d) 按 ASTM D 471 或者 ASTM D 1414 的规定进行浸泡试验。

5.3 承压件

5.3.1 性能要求

5.3.1.1 包括端部连接的承压件应使用制造商规定的材料制造,这些材料应满足表 4 和表 5 的要求。

5.3.1.2 冲击试验要求

夏比 V 型缺口冲击试验应符合 5.3.4.2 的要求。

表 4 承压件材料性能指标

材料代号	最低屈服强度,0.2% ^a 应变		最低抗拉强度		50 mm 的最小 伸长率	最小 断面收缩率
	MPa	(psi)	MPa	(psi)	%	%
36K	248	36 000	483	70 000	21	未作规定
45K	310	45 000	483	70 000	19	32
60K	414	60 000	586	85 000	18	35
75K	517	75 000	655	95 000	18	35

^a 原文有误,为 2%应变。

5.3.2 加工

5.3.2.1 熔炼、铸造和热加工

5.3.2.1.1 熔炼工艺

制造商应选择并规定承压件材料的熔炼工艺。

5.3.2.1.2 铸造工艺

毛坯制造商应编制铸造工艺文件,其内容包括型砂控制、型芯制造、装配及熔炼。所有铸件应满足压力容器质量。

5.3.2.1.3 热加工工艺

毛坯制造商应编制热加工工艺文件。所有锻造毛坯应是压力容器质量,并采用能产生完全锻造结构的热成型工艺。

5.3.2.2 热处理

5.3.2.2.1 设备鉴定

热处理作业应采用符合制造商规定要求的合格设备进行(推荐作法参见附录 D)。

5.3.2.2.2 熔炉载荷

装炉时应使材料相互之间不影响热处理效果。

表 5 承压件的材料应用

零 件	额定压力					
	13.8 MPa (2 000 psi)	20.7 MPa (3 000 psi)	34.5 MPa (5 000 psi)	69.0 MPa (10 000 psi)	103.5 MPa (15 000 psi)	138.0 MPa (20 000 psi)
本体	36K、45K、60K、75K				45K、60K、75K	60K、75K
端部连接	60K				75K	
盲板法兰	60K				75K	

5.3.2.2.3 温度

热处理的温度和时间应按制造商的书面规范确定。

5.3.2.2.4 淬火

淬火应按制造商的书面规范进行。

5.3.2.2.4.1 水淬

水淬用的水或水基淬火液在淬火开始时的温度不应超过 38 °C (100 °F)，在淬火结束时不应超过 49 °C (120 °F)。

5.3.2.2.4.2 油淬

任何油淬介质温度在淬火开始时均应超过 38 °C (100 °F)。

5.3.3 化学分析

5.3.3.1 总则

5.3.3.1.1 制造商应规定用于制造承压件材料的化学成分范围。

5.3.3.1.2 材料的化学成分应按制造商的书面规范逐炉(对重熔级材料则是逐锭)确定。

5.3.3.2 化学成分限制

表 6 和表 7 给出了制造承压件的碳钢、低合金钢或马氏体不锈钢的化学元素限制。非马氏体不锈钢不要求符合表 6 和表 7 规定的限制。

表 6 承压件用钢化学成分限制(质量分数/%)

合金元素	碳钢和低合金钢限制	马氏体不锈钢限制
碳	≤0.45	≤0.15
锰	≤1.80	≤1.00
硅	≤1.00	≤1.50
磷	≤0.04	≤0.04
硫	≤0.04	≤0.04
镍	≤1.00	≤4.50
铬	≤2.75	11.0~14.0
钼	≤1.50	≤1.00
钒	≤0.30	未作规定

表 7 合金元素允许变化范围要求(质量分数/%)

合金元素	碳钢和低合金钢限制	马氏体不锈钢限制
碳	0.08	0.08
锰	0.40	0.40
硅	0.30	0.35

表 7 (续)

合金元素	碳钢和低合金钢限制	马氏体不锈钢限制
镍	0.50	1.00
铬	0.50	—
钼	0.20	0.20
钒	0.10	0.10

注：对于所规定的任何合金元素，这些值是其含量允许的变化范围，并且不应超过表 6 所给出的最大值。

5.3.3.3 合金元素含量

合金元素含量应符合表 7 的规定。

5.3.4 材料鉴定

5.3.4.1 拉伸试验

5.3.4.1.1 试样

拉伸试验试样应从 5.3.5 所规定的鉴定试棒(QTC)上截取。该 QTC 应用来鉴定一炉材料及由该炉材料制成的产品的合格性。

5.3.4.1.2 方法

5.3.4.1.2.1 应按 GB/T 228 所规定的程序，在室温下进行拉伸试验。

5.3.4.1.2.2 至少应进行一次拉伸试样试验。拉伸试验结果应符合表 4 中的可适用要求。如果第一个试样试验的结果不满足适用要求，则可再做两个试样的试验。附加的两个试样中的每一个试样试验结果都应满足表 4 的要求。

5.3.4.2 冲击试验

5.3.4.2.1 取样(抽样)

每一炉承压件所用的材料均应作冲击试验。

5.3.4.2.2 试验试样

冲击试验试样应从 5.3.5 所规定的鉴定试棒(QTC)上截取。该 QTC 应用来鉴定一炉材料及由该炉材料制成的产品的合格性。

5.3.4.2.3 尺寸

应使用截面为 10 mm×10 mm 的标准尺寸冲击试样，在材料不足时，应使用可获得的小一级的标准截面试样。如果有必要准备小尺寸试样，减小的尺寸应在与 V 型缺口的底面平行的方向。

5.3.4.2.4 方法

5.3.4.2.4.1 应按 GB/T 229 所规定的程序，采用夏比 V 型缺口法进行冲击试验。

5.3.4.2.4.2 为了鉴定在 API 标准温度等级 T-10, T-20, 或 T-75 下材料的合格性，冲击试验应在不高于表 8 所示的试验温度下进行。

表 8 夏比 V 型缺口冲击试验的验收准则

温度等级	试验温度		每组三个试样所要求的最小平均冲击值		每组只有一个试样所允许的最小冲击值	
	℃	(°F)	J	(ft·lb)	J	(ft·lb)
T-0	-18	0	20	15	14	10
T-20	-29	-20	20	15	14	10
T-75	-59	-75	20	15	14	10

5.3.4.2.5 验收

一炉材料的鉴定至少测试三个冲击试样。三次冲击试验的平均值不应低于表 8 所示的值。其中任何一次的冲击值不得低于表 8 给出的最小平均值的三分之二。三次试验的结果中,至多有一件试样可低于表 8 给出的最小平均值。如果试验失败,可再取三个试样(在同一 QTC 的同一部位且不得再进行热处理)重做试验。重做试验的平均冲击值应不低于所要求的最小平均值。

5.3.4.2.6 试样的取向

表 8 所示的值是在横向上鉴定被试锻件和铸造产品及铸件和焊接合格性的最低验收值。锻件和锻造产品可以用纵向试验代替横向试验,而平均值应至少为 27 J(20ft-lbf)。

5.3.5 质量鉴定试棒(QTC)

5.3.5.1 总则

5.3.5.1.1 QTC 所表现的性能应代表组成所验证设备的材料的性能。一个 QTC 如果符合本标准的要求,则可用于代表由同一炉材料制成的各个零件的冲击和拉伸性能。

5.3.5.1.2 如果 QTC 是环钻的样芯或是从生产零件延伸部分切取时,该 QTC 仅可以证明具有相向或较小等效圆(ER)零件的性能。

5.3.5.1.3 用一个 QTC 所作的试验只能证明与该 QTC 同炉生产的材料及零件的性能(重熔的一炉金属材料的合格试验可在原炉的 QTC 上进行)。

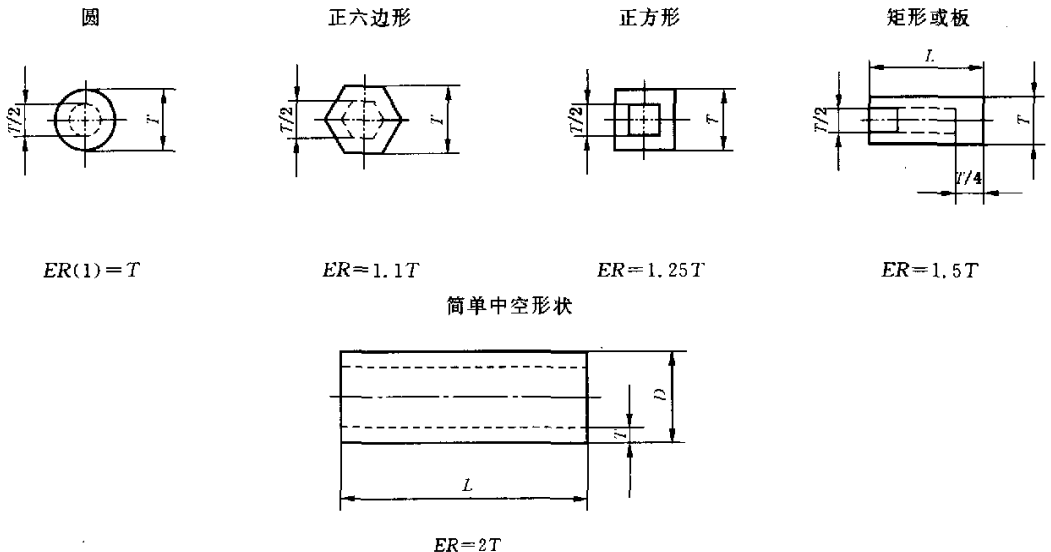
5.3.5.2 等效圆

5.3.5.2.1 总则

一个零件的 QTC 尺寸应采用以下等效圆(ER)方法确定。

5.3.5.2.2 ER 方法

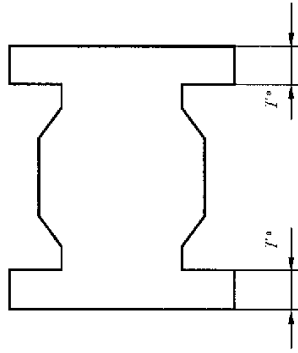
图 4 说明了确定简单形状的实心零件、中空零件及较复杂零件 ER 的基本方法。一个零件的 ER 应用该零件进行热处理时的实际尺寸来确定。



注 1: 当 L 小于 T 时,将其看作厚度为 L 的板。虚线内的区域($\frac{1}{4}T$)为试样取样区。

注 2: 当 L 小于 D 时,将其看作厚度为 T 的板。

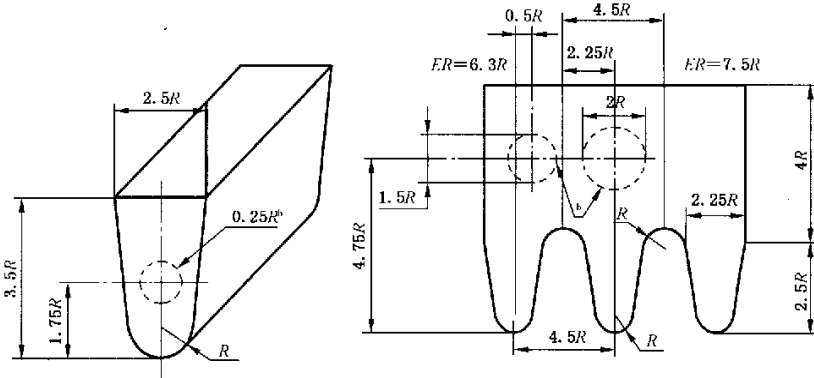
图 4 等效圆模型



注：当所有内外表面在热处理时所留的加工余量不超过 13 mm (1/2 in) 时， $ER=1\frac{1}{4}T$ 。当所有内外表面在热处理时所留的加工余量超过 13 mm (1/2 in) 时， $ER=2T$ 。

在多个法兰零件中， T 为最厚法兰的厚度。

^a 图中 T 为该零件进行热处理时的厚度，采用两个指示尺寸中较大的尺寸。



^b 试样取样区。

基尔试块形状， $ER=2.3R$ 。

图 4 (续)

5.3.5.2.3 尺寸要求

QTC 的 ER 应不小于其验证零件的尺寸，但要求 ER 尺寸不大于 127 mm (5 in) 的 QTC 除外。

5.3.5.3 加工

5.3.5.3.1 熔炼、铸造和热加工工艺

5.3.5.3.1.1 熔炼工艺

不应 对 QTC 进行那种能获得比 QTC 所要验证的材料更纯净材料的熔炼工艺 (例如，有重熔级材料或真空脱气材料所获得的 QTC 不应用于验证未经过同样熔炼工艺所制成的材料)。从一根金属锭上取下的重熔材料可用来验证其他经相似工艺处理并由相同原始熔炼过程所获得的重熔级金属。各重熔的金属锭中不应加入合金元素。

5.3.5.3.1.2 铸造工艺

对于 QTC，制造商应采用与其所验证的零件同样的铸造工艺，以保证其具有精确的代表性。

5.3.5.3.1.3 热加工工艺

对于 QTC，制造商应采用与其所验证的零件的相同或较小的铸造比。QTC 的总锻造比不应超过其所验证零件的总锻造比。

5.3.5.3.2 焊接

除附着焊接外,禁止对 QTC 进行焊接。

5.3.5.3.3 热处理

5.3.5.3.3.1 设备鉴定

所有热处理作业应使用符合制造商的书面程序,用经过鉴定的“生产型”设备进行。“生产型”热处理设备应是日常用于处理零件的设备。

5.3.5.3.3.2 方法

5.3.5.3.3.2.1 QTC 的热处理应与其验证的零件所经历的热处理相同,并按制造商规定的热处理工序进行。

5.3.5.3.3.2.2 如果对 QTC 进行的热处理与其验证的零件所经历的热处理不同,那么 QTC 的奥氏体(固溶热处理)温度应在所验证零件的热处理温度的 $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($25\text{ }^{\circ}\text{F}$) 范围内。所验证零件的回火温度下限应不低于 QTC 回火温度 $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($25\text{ }^{\circ}\text{F}$),上限应不高于材料热处理工序所规定的温度。QTC 在各温度下的热处理周期时间应不超过所验证零件的热处理周期时间。

5.3.5.4 拉伸和冲击试验——试样

5.3.5.4.1 当需要时,拉伸和冲击试验试样应从经最终热处理周期后的 QTC 上切取。拉伸和冲击试验试样可允许从具有相同热处理周期的多个 QTC 上截取。

5.3.5.4.2 拉伸和冲击试验试样从 QTC 上截取时,截取部位应符合以下原则:当 QTC 为实心时,拉伸和冲击试样的纵向轴线全部位于半径为 $\frac{1}{4}T$ 的中心圆内,当 QTC 为空心时,拉伸和冲击试样的纵向轴线全部位于离该空心 QTC 最大厚度方向壁厚中心线的 6.35 mm ($\frac{1}{4}\text{ in}$) 范围内(见图 4)。

当尺寸大于 5.3.5.2.3 规定的尺寸时,试样不需从规定尺寸 QTC 的取样部分更深处截取。

5.3.5.4.3 当 QTC 为所鉴定产品零件本身时,拉伸和冲击试样应按 5.3.5.2.3 所述,从零件符合 QTC 尺寸要求的部分截取。

5.3.5.5 硬度试验

5.3.5.5.1 总则

QTC 应在最终热处理周期后进行硬度试验。

5.3.5.5.2 方法

适用时,应按 GB/T 228 或 GB/T 231.1 进行硬度试验。

6 焊接要求

6.1 总则

6.1.1 所有暴露在井内流体的焊接件应符合 GB/T 20972(所有部分)中的焊接要求。焊接的符合性鉴定应按制造商的焊接工艺规程(WPS)及支持性的工艺评定记录(PQR)对是否符合规定进行验证。如果承压件和保压件的材料规范要求冲击试验时,则应按制造商的 WPS 及支持性的 PQR 对其符合性进行验证。

6.2 焊接件设计及结构

6.2.1 承压焊接件焊缝

承压焊接件焊缝承受压力并与井内流体接触。

6.2.1.1 只能采用符合制造商书面规范的全熔透焊结构,附录 E 提供了参考。

6.2.1.2 焊接及完成的焊缝应符合第 7 章的质量控制要求。

6.2.2 承载焊接件

承载焊接件承受外载,且不与井内流体接触。

6.2.2.1 焊接的设计应符合制造商的书面程序。

6.2.2.2 焊接及完成的焊缝应符合第 7 章的质量控制要求。

6.2.3 补焊

承压件补焊。

6.2.3.1 所有的修理焊接应按制造商的书面规范进行。应对承压件在最初热处理之后进行的所有主要补焊做出标记。制造商应制定主要补焊的书面程序。

6.2.3.2 焊接及完成的焊缝应符合本标准第7章的要求。

6.2.4 控制材料表面性能的耐腐蚀及耐磨堆焊层

6.2.4.1 耐腐蚀垫环槽

GB/T 20174 规定了用于堆焊的 SR 型垫环槽的粗加工标准尺寸。GB/T 22513 规定了 R 型和 BX 型垫环槽的粗加工标准尺寸。

6.2.4.2 除垫环槽外的耐腐蚀和耐磨堆焊层

6.2.4.2.1 制造商应采用能提供质量控制的书面程序,以使制造商规定的在最终机械加工完成后的材料表面性能能够得到持续的保证,该书面程序至少包括检验方法和验收准则。

6.2.4.2.2 应按 ASME 第 IX 卷第 2 章及第 3 章适用的规定鉴定耐腐蚀堆焊层或耐磨堆焊层的合格性。

6.2.4.2.3 力学性能

热处理后的基体材料力学性能应不低于所要求的最低力学性能。制造商应制定确保这些力学性能的方法,并将结果作为 PQR 的一部分进行记录。

6.3 焊接控制

6.3.1 程序

制造商的焊接控制体系应包括对焊工、焊机操作工资格和 WPS 使用的监测、校正和控制程序。

6.3.2 应用

6.3.2.1 焊接应由符合 6.4.1 规定的有资格的焊工进行。

6.3.2.2 焊接应按书面 WPS 进行并按 ASME 第 IX 卷,第 2 章的要求对其进行鉴定。WPS 应对所有的重要变素、非重要变素及附加重要变素(适用时,见 ASME 第 IX 卷)进行叙述。焊工和焊机操作工应有权使用并遵照 WPS 中规定的焊接参数。

6.3.3 焊缝设计

6.3.3.1 制造商应对所有被认为是产品零件设计一部分的焊缝规定要求。

6.3.3.2 制造商应将坡口及角焊缝的尺寸及公差以文件形式加以规范。附录 E 给出了一些典型的焊缝设计。

6.3.4 预热

组件或零件需要进行预热时,则应按制造商的书面程序进行。

6.3.5 仪器校正

检测温度、电压及电流的仪器应按制造商的书面焊接规范维护及校正。

6.3.6 材料

6.3.6.1 焊条

6.3.6.1.1 焊条应符合美国焊接学会(AWS)或焊条制造商批准的规范。

6.3.6.1.2 制造商应有关于焊条的储存及控制的书面程序。应按焊条制造商推荐的程序对低氢型材料进行储存和使用,以保持其低含氢量的特性。

6.3.6.2 熔敷焊缝金属性能

熔敷焊缝金属的力学性能应不低于规定的基体材料最低力学性能。应根据制造商的 WPS 及支持性 PQR 对这些性能进行验证。对不同强度的材料进行焊接时,焊缝金属应满足其中强度最低的材料强度。

6.3.7 焊后热处理

6.3.7.1 应按制造商的书面程序进行零件的焊后热处理。

6.3.7.2 炉内焊后热处理应在符合制造商规定要求的设备内进行。

6.3.7.3 焊后局部热处理应在 WPS 所规定的温度范围内加热焊缝周围的区域。在焊缝最宽的表面，靠近焊缝的受控带的宽度应不小于该焊缝的厚度。允许用火焰局部加热，但火焰应用挡板隔开以防止火焰直接烧灼焊缝及基体材料。

6.4 焊接工艺及性能鉴定

6.4.1 总则

所有焊接工艺、焊工及焊机操作工应按 ASME 第Ⅸ卷所规定的评定和试验方法进行合格性评定，并有以下修订。

6.4.1.1 母材金属

6.4.1.1.1 制造商可使用 ASME 第Ⅸ卷的 P 号材料。

6.4.1.1.2 对于未列入 ASME 第Ⅸ卷的公称含碳量不大于 0.35% 的低合金钢，制造商可以建立一个相当 P(EP)号材料的分组体系。

6.4.1.1.3 未列入 ASME 第Ⅸ卷的公称含碳量大于 0.35% 的低合金钢，应逐一进行鉴定以符合制造商所规定的基体材料要求。

6.4.1.1.4 如果具有某一强度水平的基体材料合格，则所有其他低于该材料强度水平的基体材料也都合格。

6.4.1.2 热处理状态

所有试验应在焊后热处理后的试验焊件上进行。试验焊件的焊后热处理应符合制造商的书面规范。

6.4.2 工艺评定记录(PQR)

PQR 应记录用于焊接评定试验的焊接工艺的重要和附加的(如 ASME 有要求)变量。WPS 及 PQR 应按本标准第 7 章的要求作为记录保存。

6.5 其他要求

6.5.1 ASME 锅炉及压力容器规范 第Ⅸ卷,第 1 章

ASME 锅炉及压力容器规范 第Ⅸ卷,第 1 章连同本节的补充要求是适用的。

6.5.1.1 硬度试验

硬度试验应在焊缝和母材金属的热影响区(HAZ)横截面上进行,并将结果作为 PQR 的一部分进行记录。试验结果应符合 GB/T 20972.2 和 GB/T 20972.3 的要求。制造商应规定所采用的硬度试验方法。试验应按 GB/T 230.1 或 GB/T 4340.1 的 10 kg 硬度法,在焊缝及母材金属的 HAZ 横截面上进行。最低结果应根据 ASTM E 140(如适用)转换成洛氏 C 硬度。

6.5.1.1.1 洛氏硬度法(GB/T 230.1)

如果制造商使用了洛氏硬度法,则应采用以下程序(见图 5):

- a) 对于横截面厚度小于 12 mm($\frac{1}{2}$ in)的焊缝,应在其母材金属、焊缝及 HAZ 各取四个点作硬度试验;
- b) 对于横截面厚度不小于 12 mm($\frac{1}{2}$ in)的焊缝,应在其母材金属、焊缝及 HAZ 各取六个点作硬度试验;
- c) HAZ 硬度试验的测试点应在母材金属上离焊缝界面 1.5 mm($\frac{1}{16}$ in)内,并且分别在距焊缝顶面及底面 3 mm($\frac{1}{8}$ in)内至少各有一点。

6.5.1.1.2 维氏硬度法(GB/T 4340.1)

如果制造商选用维氏硬度法,则应采用以下程序(见图 6):

- a) 对于横截面厚度小于 12 mm($\frac{1}{2}$ in)的焊缝,应在其母材金属和焊缝内各取四个点作硬度试验;

- b) 对于横截面厚度不小于 12 mm ($\frac{1}{2}$ in) 的焊缝,应在其母材金属、焊缝内各取六个点作硬度试验;
- c) HAZ 多点硬度试验的等距间隔是 3 mm ($\frac{1}{8}$ in),测试点应在母材金属上离焊缝界面 0.25 mm (0.01 in) 以内,并且在距焊缝顶面及底面 1.5 mm ($\frac{1}{16}$ in) 内至少各有一点。

6.5.1.1.3 硬度试验(任选项)

最低力学性能:为了检验和评定产品焊接件的硬度,应至少在焊缝金属上进行三点硬度试验并将结果作为 PQR 的一部分进行记录。试验方法应与检验产品焊接件所用的方法相同。这些试验可用于证明硬度低于 7.5.1.3 所示值的焊缝金属的合格性,试验方法见同一章节。

单位为毫米

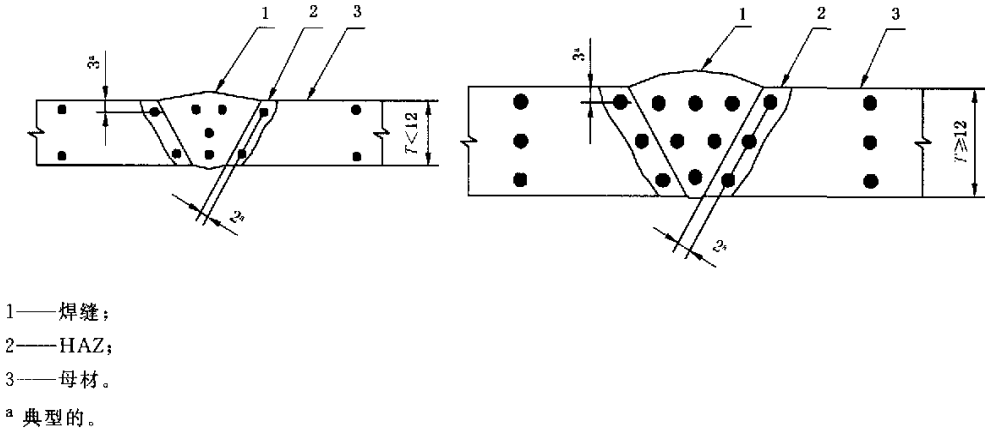


图 5 洛氏硬度检测部分

单位为毫米

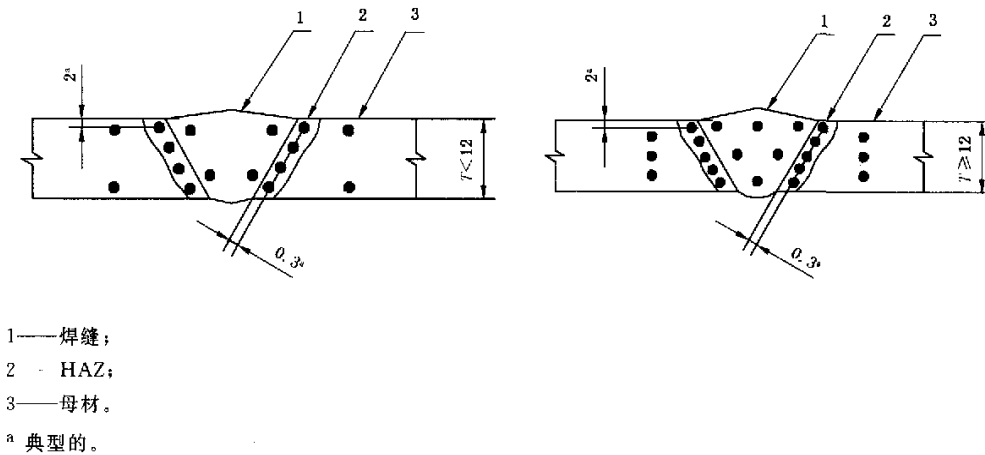


图 6 维氏硬度检测部分

6.5.1.2 冲击试验

6.5.1.2.1 当按母材金属规范的要求需要作冲击试验时,应根据 GB/T 229 的要求,采用夏比 V 型缺口冲击法进行试验。焊缝及母材金属 HAZ 的试验结果应满足对母材金属的最低要求。结果应作为 PQR 的一部分进行记录。

6.5.1.2.2 当母材金属要求作冲击试验时,应在试验焊接件的 $\frac{1}{4}$ 厚度位置对焊缝金属和母材金属 HAZ 各取一组试样,每组三个。冲击试样的缺口根部应与试验焊件的表面垂直,并按以下位置截取:

- a) 焊缝金属试样(每组 3 个)全部为焊缝金属;

- b) HAZ 试样(每组 3 个)应包括制造商书面程序规定的那部分 HAZ 材料;
- c) 当产品的焊缝厚度不小于 50 mm (2 in) 时,焊缝金属及 HAZ 材料冲击试验按 6.5.1.2.2 所规定的试样应在 $\frac{1}{4}$ 厚度内截取。

6.5.2 ASME 规范第 IX 卷, 第 2 章——焊接工艺评定

ASME 规范第 IX 卷, 第 2 章连同本节的补充是适用的。

6.5.2.1 热处理

试验焊接件及产品焊接件的焊后热处理温度应与 WPS 规定的温度范围相同。WPS 中的焊后热处理温度允许范围应在标称温度 $\pm 14\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 25\text{ }^{\circ}\text{F}$) 以内。产品零件消除应力的热处理时间应不小于试验焊接件的时间。

6.5.2.2 化学成分

试验焊接件母材金属的化学成分应由供应商提供或通过分析获得并应作为 PQR 的一部分。

6.5.2.3 垫环槽堆焊层的化学分析

对于耐腐蚀垫环槽堆焊层,其化学成分分析应根据 ASME 规范第 IX 卷的要求在焊缝金属上距原始母材金属表面 3 mm (0.125 in) 以内的部分进行。在该部位的熔敷的焊缝金属化学成分应符合制造商的规定。对 300 系列不锈钢,化学成分应符合表 9 的要求。

表 9 化学成分要求

元 素	最小质量分数
镍	8.0
铬	16.0
碳	0.08

6.5.3 ASME 规范第 IX 卷, 第 3 章——焊接性能评定

ASME 规范第 IX 卷, 第 3 章连同本节的补充是适用的。

6.5.3.1 螺柱、螺孔及盲孔修理性能评定

焊工或焊机操作工应用一个模拟孔(参见附录 E)进行附加的修理性能评定试验。施焊后的试验孔应根据第 7 章进行射线探伤以证明其合格性,或将其沿中心线剖开,然后根据第 7 章对两个剖面进行 NDE。应对孔的全深进行上述评估。

修理焊接评定应由以下的基本变量加以限制以便对性能进行控制:

- a) 用作性能评定试验的孔径为最小合格直径,可用以证明其他任何大于该孔径的孔的试验合格;
- b) 该试孔的深径之比应用于证明所有具有相同或小于该深径比的修理孔合格;
- c) 性能评定试验的孔应为等径圆柱孔。如果使用了任何锥孔、深孔或其他有助于加强性能试验用孔的结构,则这种结构应认为是基本变量。

6.5.3.2 在焊工操作资格评定时,可使用 ASME 第 IX 卷 P-1 中的母材金属代替表 6 中的低合金钢作试样。

6.5.3.3 ASME 规范第 IX 卷, 第 4 章——焊接数据

ASME 规范第 IX 卷, 第 4 章是适用的。

7 质量控制要求

7.1 总则

本章规定了为确保设备、材料和服务符合本标准的相关质量控制要求,包括下列内容:

- a) 测量和试验设备(见 7.2)
- b) 质量控制人员的资格鉴定(见 7.3)
- c) 设备和零件的质量控制要求(见 7.4)

- d) 特殊设备和零件的质量控制要求(见 7.5)
 - 1) 承压件和控压件(见 7.5.1)
 - 2) 螺柱和螺母(见 7.5.2)
 - 3) 封闭螺柱(见 7.5.3)
 - 4) 密封垫环(见 7.5.4)
 - 5) 非金属密封材料和模压密封总成(见 7.5.5)
 - 6) 所有其他 RCD 零件(见 7.5.6)
 - 7) RCD 总成(见 7.5.7)
- e) 质量控制记录(见 7.6)。

7.2 测量和试验装置

7.2.1 总则

用于检验、试验或检测材料的所有装置或其他设备应由制造商根据其制定的形成文件的规程定期进行鉴定、控制、校准和调整,使其符合引用的相关标准,以保持本标准所要求的准确度。

7.2.2 尺寸测量装置

按 MIL-STD-120 所规定的方法对尺寸测量装置进行控制和校准,使其保持本标准和制造商的书面规范所要求的准确度。MIL-STD-120 中没有包含的尺寸测量装置应按制造商的书面规范进行控制和校准。

7.2.3 压力测量装置

7.2.3.1 类型和准确度

压力试验装置应是压力表或压力传感器,其满量程准确度等级至少为 0.5 级。

7.2.3.2 压力范围

压力应在压力表满量程的 25%~75%之间进行测量。

7.2.3.3 校准程序

压力测量装置应使用标准压力测量装置或静重压力校准器在其满量程的 25%、50%和 75%上定期进行再校准。

7.2.3.4 校准周期

7.2.3.4.1 根据设备的可重复性及压力测量设备的使用频率确定校准周期。

7.2.3.4.2 在制造商建立校准历史记录并确立新的校准周期之前,校准周期最多不超过三个月。

7.3 质量控制人员资格鉴定

7.3.1 无损检测人员

对 NDE 人员应根据 GB/T 9445 的规定进行资格鉴定。

7.3.2 目视检验员

从事目视检验人员应根据 GB/T 9445 的规定每年进行一次视力检查。

7.3.3 焊接检验员

对从事焊接操作及完工焊缝目视检验的人员应取得以下资格:

- a) AWS 审查批准的焊接检验员;或
- b) AWS 审查批准的助理焊接检验员;或
- c) 按制造商的书面培训计划批准的焊接检验员。

7.3.4 其他人员

应按制造商的书面规范对所有其他直接影响材料和产品质量的质量控制活动的人员进行资格鉴定。

7.4 设备及零件的质量控制要求

7.4.1 总则

所有暴露在井内液体中的设备除了本标准的特殊要求外,还应符合 GB/T 20972(所有部分)

的要求。

7.4.2 材料

7.5.1 包含了对零件及 QTC 的详细鉴定要求,以及对热处理设备的鉴定要求。

7.4.3 质量控制程序

所有的质量控制工作应依据制造商的程序文件进行控制,该程序文件包括适当的工作方法及验收准则。

7.4.4 NDE

对有关本标准以及所有适用的引用规范要求的 NDE 活动,制造商应提供书面程序。所有 NDE 程序应由制造商有资格的Ⅲ级 NDE 检验员批准。

7.4.5 验收状态

所有设备、零件或材料的验收状态应在设备、零件或材料上标明,或在设备、零件或材料的可追溯记录中表明。

7.5 特殊设备及零件的质量控制要求

7.5.1 承压零件及控压零件

承压及控压零件包括那些暴露在井内流体中的零件(不包括螺柱和螺母、封闭螺柱、密封垫环、非金属密封材料、模压密封总成及其内的金属支撑物,见 7.5.2~7.5.5)。

7.5.1.1 拉伸试验

7.5.1.1.1 承压零件

试验方法及验收准则应符合 5.3.4 的规定。

7.5.1.1.2 暴露于井内流体中的控压零件

试验方法应符合 5.3.4 的规定,验收标准应符合制造商的书面规范。

7.5.1.2 冲击试验

7.5.1.2.1 承压零件

试验方法和验收标准应符合 5.3.4 的规定。

7.5.1.2.2 暴露于井内流体中的控压零件

试验方法应符合 5.3.4 的规定,验收标准应符合制造商的书面规范。

7.5.1.3 硬度检测

适当时,硬度检测的方法应符合 GB/T 228、GB/T 231.1、GB/T 4340.1 或 GB/T 230.1 的规定。

7.5.1.3.1 每个零件应在制造商规范确定的位置至少作一次硬度测定,证明每个零件合格性的硬度检测应在最终热处理(包括所有的消除应力热处理)之后及所有表面加工完成之后进行。

7.5.1.3.2 当设备是由规定的不同材料组成的焊接件时,制造商应在最终热处理(包括消除应力热处理)后对焊接件的每个组成零件进行硬度检测,检测的结果应分别满足对每个零件相应的硬度值要求。

7.5.1.3.3 验收标准:

用碳钢、低合金钢和马氏体不锈钢制成的零件,其硬度最大值应符合 GB/T 20972.2 和 GB/T 20972.3 的规定,且最小值不低于表 10 中的要求:

表 10 最低硬度要求

API 材料规格	布氏硬度
36K	140 HBW
45K	140 HBW
60K	174 HBW
75K	197 HBW

7.5.1.3.4 当一个零件的硬度值未达到要求的最低水平,但其硬度值满足 7.5.1.3.4.1 的要求,则该零件可视为合格。

7.5.1.3.4.1 为了确定由同一炉材料制成的零件的最低可接受硬度值,由拉伸试验结果确定的平均拉伸强度应用于硬度的测量。任一个零件的最低可接受硬度值应由式(1)确定:

$$HB_c = (UTS)/(UTS_{QTC}) \times HB_{QTC} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

HB_c ——零件的最终热处理(包括应力消除)后的最低可接受布氏硬度;

UTS ——适用强度水平所规定的最低合格极限拉伸强度,即 483 MPa(70 000 psi)、586 MPa(85 000 psi)或 655 MPa(95 000 psi);

UTS_{QTC} ——由 QTC 拉伸试验确定的平均极限拉伸强度;

HB_{QTC} ——所有 QTC 试验中的平均布氏硬度值。

7.5.1.3.4.2 当用其他计量单位反映硬度试验结果时,应根据 ASTM E 140(金属用标准硬度换算表)进行转换。

7.5.1.4 尺寸的检验

制造商规定的每个零件的关键尺寸应形成文件,并由制造商根据 7.6 的规定加以保存。制造商应在文件中规定应被检验的尺寸。

7.5.1.5 可追溯性

零件和材料应能被追溯到其所在的炉次及热处理批次。

7.5.1.5.1 应根据制造商书面文件要求保留资料及零件上的标志,以便追溯。

7.5.1.5.2 制造商文件对可追溯性的要求应包括对标志保持或更换以及标志控制记录的规定。

7.5.1.6 化学分析

7.5.1.6.1 取样

化学分析应逐炉进行。

7.5.1.6.2 方法

化学分析应根据制造商的书面程序进行。

7.5.1.6.3 验收准则

化学成分应符合 5.3.3 的要求。

7.5.1.7 目视检验

7.5.1.7.1 取样

每个零件都应进行目视检验。

7.5.1.7.2 方法

应根据制造商的书面规范对铸件及锻件进行目视检验。

7.5.1.7.3 验收准则

应符合制造商的书面规范。

7.5.1.7.4 不接触井内流体及非密封表面

应按本章规定的方法进行目视检验。

7.5.1.8 表面 NDE

7.5.1.8.1 总则

每个完工零件的所有可测的表面都应根据本章的要求进行检验。

7.5.1.8.1.1 铁磁性材料的表面 NDE

每个完工零件与井内流体接触的可测表面及密封表面都应在最终热处理及最终机械加工完成后用磁粉(MP)或液体渗透法(LP)进行检验。

7.5.1.8.1.2 非铁磁性材料的表面 NDE

每个完工零件与井内流体接触的可测表面都应在最终热处理和最终机械处理完成后用 LP 进行检验。

7.5.1.8.2 方法

7.5.1.8.2.1 根据 ASTM E 709 规范规定的程序进行 MP 检验。在井内流体接触表面或密封表面上不允许用触头法。

7.5.1.8.2.2 根据 ASTM E 165 规定的程序进行 LP 检验。

7.5.1.8.3 MP 和 LP 的验收准则

注：与表面裂纹无关的固有指示(如：磁导率的变动，非金属夹层等)是非相关指示。

7.5.1.8.3.1 非压力接触(金属与金属)密封表面的验收准则

- a) 相关指示主尺寸应小于 5 mm($\frac{3}{16}$ in)；
- b) 在任一个连续的 3 870 mm²(6 in²) 的面积上相关指示不得超过 10 个；
- c) 在任一条直线上不得有四个或四个以上间距小于 1.5 mm($\frac{1}{16}$ in)(边缘对边缘)的相关指示。

7.5.1.8.3.2 压力接触(金属与金属)密封表面的验收准则：

在压力接触(金属对金属)密封表面不允许有相关指示。

7.5.1.9 焊缝 NDE——总则

当要求进行检测时，应根据本节所规定的方法及验收准则对基本焊接变量及设备进行监控，并对完工的焊接件[至少包括 12 mm($\frac{1}{2}$ in)的周围母材金属]及全部可接近的焊缝进行检查。

7.5.1.10 焊前准备 NDE——目视检验

7.5.1.10.1 焊前准备 NDE——表面准备检验

7.5.1.10.1.1 焊接前应对准备焊接的所有表面进行 100% 的目视检验。

7.5.1.10.1.2 检查应包括焊缝两侧至少 12 mm($\frac{1}{2}$ in)范围内相邻的母材金属。

7.5.1.10.2 焊前表面准备的无损检测的验收由制造商的书面规范提供。

7.5.1.11 焊后目视检验

7.5.1.11.1 所有焊缝应根据制造商的书面规范进行检查。

7.5.1.11.2 对咬边进行的目视检验都应按制造商的书面规范进行评估。

7.5.1.11.3 密封表面或距其 3 mm($\frac{1}{8}$ in)的范围内不允许有表面气孔及焊渣。

7.5.1.12 焊缝无损检测——表面检验(除目视检验外)

7.5.1.12.1 总则

所有承压焊缝、修理和堆焊焊缝以及修理装配应在所有焊接、焊后热处理以及机械加工完成后 100% 用 MP 或 LP 的方法进行检查。检查应包括焊缝两侧靠近母材金属的至少 12 mm($\frac{1}{2}$ in)的区域。

7.5.1.12.2 方法

有关 MP 和 LP 检查方法及验收准则同 7.5.1.8.2，但有以下不同：

a) 磁粉探伤应：

- 1) 不得有线性相关显示；
- 2) 对于深度不超过 16 mm($\frac{5}{8}$ in)的焊缝，不得有大于 3 mm($\frac{1}{8}$ in)的圆形显示；对深度超过 16 mm($\frac{5}{8}$ in)的焊缝，不得有大于 5 mm($\frac{3}{16}$ in)的圆形显示。

b) 流体渗透探伤应：对于深度不超过 16 mm($\frac{5}{8}$ in)的焊缝，不得有大于 3 mm($\frac{1}{8}$ in)的圆形显示；对与深度超过 16 mm($\frac{5}{8}$ in)的焊缝，不得有大于 5 mm($\frac{3}{16}$ in)的圆形显示。

7.5.1.12.3 制造商如果有方法在其产品进行应力分析的基础上确定可接受的缺陷尺寸和形状，则不必受上述验收准则的限制。分析的结果应形成文件。

7.5.1.13 补焊

7.5.1.13.1 应使用与检验母材金属(见 7.5.1.8)相同的方法和验收准则对所有补焊焊缝进行检验。

7.5.1.13.2 检查应包括 12 mm($\frac{1}{2}$ in)范围内相邻的母材金属。

7.5.1.13.3 焊前应对补焊处的打磨表面进行检查,以保证缺陷的去除符合预制焊缝的验收准则(见 7.5.1.10)。

7.5.1.14 焊缝 NDE——预制焊缝的体积检查

7.5.1.14.1 总则

所有承压焊缝应在所有焊缝接、焊后热处理后 100%地进行射线探伤、超声波探伤或声发射(AE)探伤检查。所有修理部分超过原壁厚 25%或 25 mm(1 in)(两者取其小者)的补焊在所有的焊接、焊后热处理后应 100%的进行射线探伤、超声波探伤或声发射探伤检查。检查应至少包括焊缝周围 12 mm($\frac{1}{2}$ in)范围内相邻的母材金属。

7.5.1.14.2 射线探伤

7.5.1.14.2.1 方法

射线探伤应根据 ASTM E 94 所规定的程序进行,最低当量灵敏度 2%。X 射线源及 γ 射线源均可采用(造各自适用的厚度极限内)。实时成像法及记录/增强法均可采用,只要制造商能够用书面证明其最低当量灵敏度为 2%,也可以根据 ASTM E 747 的规定采用导线型图像质量指示器。

7.5.1.14.2.2 验收准则

不允许出现任何形式的裂纹、未完全熔合或未焊透区、任何长度不小于表 11 规定长度的夹渣;

表 11 焊缝夹渣验收准则

焊缝厚度 T		夹渣长度	
mm	in	mm	in
<19	<0.76	6.4	0.25
$19 \leq T \leq 57$	$0.76 \leq T \leq 2.25$	$0.33T$	$0.33T$
>57	>2.25	19.0	0.75

此外,还不允许出现任何一条总长度为 $12T$ 的焊缝上有累积长度超过焊缝厚度 T 的夹渣群,但相邻的夹渣之间的距离超过最长的夹渣长度六倍的情况外任何超过 ASME 第 VIII 卷,第 1 册中附录 4 所规定的圆形显示。

7.5.1.14.3 超声波探伤

7.5.1.14.3.1 方法

超声波探伤应根据规范 ASME 第 V 卷,第 5 章所规定的程序进行。

7.5.1.14.3.2 验收准则

不允许出现下列情况:任何振幅超过基准值的信号显示;任何表示裂纹、未完全焊透或未完全熔接的线性显示;任何振幅超过表 12 中基准值的熔渣显示。

表 12 焊缝夹渣验收准则

焊缝厚度 T		夹渣长度	
mm	in	mm	in
<19	<0.76	6.4	0.25
$19 \leq T \leq 57$	$0.76 \leq T \leq 2.25$	$0.33T$	$0.33T$
>57	>2.25	19.0	0.75

注:如果焊缝连接的两个零件厚度不同,则 T 为两个厚度中较小者。

7.5.1.14.4 声发射检测

7.5.1.14.4.1 方法

应根据 ASTM E 569 所规定的程序进行声发射检测。声发射检测应贯穿于整个厂内静水压强度试验过程中。

7.5.1.14.4.2 验收准则

评估及验收准则如下：

- a) 在第一次加压过程中,任何声发射现象或声发射计算数率迅速增加时,应要求保压。如果在保压过程中上述两种迹象中任一中继续出现,则应将压力立即降至大气压力并查找原因。试验过程中的任何时间均不应有渗漏；
- b) 在第二次保压过程中,上述的要求仍适用,且以下声发射指示也是不允许的：
 - 1) 在任何保压过程中出现任何声发射现象；
 - 2) 任意一个产生多于 500 个计数或产生一个相当于 500 个计数的特征的声发射现象；
 - 3) 在任意一个直径等于焊缝厚度或 25 mm(1 in)(取其大者)的圆面积上出现三个或三个以上的声发射现象；
 - 4) 在任意一个直径等于焊缝厚度或 25 mm(1 in)(取其大者)的圆面积上出现二个或二个以上的声发射现象,且该面积在第一次加压过程中出现多个声发射现象；
 - 5) 焊缝产生有疑的声发射响应信号(即声发射检测人员无法解释的声发射信号)时,应根据 7.5.1.14.2 的规定通过射线探伤进行评定。如果该压力容器的结构不允许采用射线探伤,则可根据 7.5.1.14.3 的规定用超声波探伤代替。适当时,该焊缝最后是否合格应取决于射线探伤或超声波探伤的结果。

7.5.1.15 焊接无损检测——硬度测试

7.5.1.15.1 取样

所有可接近的承压焊缝、非承压焊缝及主要补焊都应测试硬度。

7.5.1.15.2 方法

7.5.1.15.2.1 硬度测试应根据下列规定之一进行：

- a) ASTM E 10 金属材料的布氏硬度标准测试方法所规定的程序；
- b) ASTM E 18 金属材料的洛氏硬度和洛氏表面硬度标准测试方法所规定的程序。

7.5.1.15.2.2 对于焊缝及与其相邻的未受影响的母材金属应在所有热处理及机加工后至少进行一次硬度测试。

7.5.1.15.3 验收准则

7.5.1.15.3.1 硬度值应符合 7.5.1.3 的要求。

7.5.1.15.3.2 如果无法接近焊缝进行硬度测定,则应以 PQR 中记录的硬度作为验收依据。

7.5.2 螺柱及螺母(除封闭螺柱)

螺柱及螺母应符合 GB/T 22513 中 PSL1 的要求。

7.5.3 封闭螺柱

封闭螺柱除了符合 GB/T 22513 中 PSL1 的要求,还应符合以下规定：

- a) 按 ASTM A 193, A 320 或 A 453 的规定,封闭螺柱的材料应可追溯至其所在炉次或可识别；
- b) 封闭螺柱的螺纹型号和尺寸应符合制造商的书面规范。

7.5.4 密封垫环

密封垫环应符合 GB/T 22513 中 PSL1 的要求。

7.5.5 非金属密封材料及模压密封总成

7.5.5.1 RCD 胶芯和密封件

7.5.5.1.1 测试材料

每一批材料的测试都应根据 ASTM 程序进行。如果不能采用适当的 ASTM 程序,制造商都应提供一份书面试验程序。其特性应通过其力学性能的测定加以确定。

力学性能数据包括以下内容:

- a) 根据 ASTM D 1415 或 ASTM D 2240 测定的硬度数据;
- b) 根据 ASTM D 1414 或 ASTM D 412 测定的拉伸强度;
- c) 根据 ASTM D 1414 或 ASTM D 412 测定的延伸率数据;
- d) 根据 ASTM D 1414 或 ASTM D 412 测定的延伸率弹性模量数据。

7.5.5.1.2 验收准则

应根据制造商书面规范进行验收。

7.5.5.2 模压总成的金属镶嵌物

7.5.5.2.1 尺寸检验

7.5.5.2.1.1 取样

应根据制造商书面要求或 GB/T 2828.1, 检验水平 II 级, AQL 为 4.0 方案进行取样检验。

7.5.5.2.1.2 方法

所有方法都应符合制造商的书面要求。

7.5.5.2.1.3 验收准则

应根据制造商的书面规范进行验收。

7.5.5.2.2 硬度测试

7.5.5.2.2.1 取样

应根据制造商书面要求或 GB/T 2828.1, 检验水平 II 级, AQL 为 4.0 方案进行取样检验。

7.5.5.2.2.2 方法

至少应根据 ASTM E 18 或 E 10 的规定进行一次硬度测试。

7.5.5.2.2.3 验收准则

应根据制造商的书面要求和 GB/T 20972.2 和 GB/T 20972.3 进行验收。

7.5.5.2.3 焊接的 NDE

应根据制造商的书面规范进行焊接的 NDE。

7.5.6 所有 7.5.1 至 7.5.5 未列出的其他钻通 RCD 设备

制造商应将所有质量控制要求形成书面规范。

7.5.7 整机设备

7.5.7.1 总则

对整机设备的质量控制要求应包括通径试验、压力试验及液压控制系统试验(适用时)。

7.5.7.2 序列化

所有整机设备应根据制造商书面程序进行序列化。

7.5.7.3 可追溯性记录报告

应提供一个报告,列出所有已序列化且可追溯到所在炉次的零件(例如:整机零件号、序列号等)。

7.5.7.4 通径规试验

RCD 应进行通径规试验。

7.5.7.4.1 方法

所有压力试验后,用一根通径规芯轴穿过整机设备通孔。

7.5.7.4.1.1 通径规直径应比制造商规定的轴承总成和 RCD 本体通孔设计尺寸小 0.51 mm ~

0.76 mm(0.020 in~0.030 in)。

7.5.7.4.1.2 通径规芯轴标准长度应至少比任何整机设备通孔长 51 mm(2 in),且不小于 300 mm(12 in)。

7.5.7.4.2 验收

通径规应不借助外力穿过通孔。

7.5.7.5 压力试验设备

在所有静水压试验和液控系统试验中应使用数据采集系统。所用的测量仪器应符合 7.2.3 所述要求记录上应标明所用的记录装置,并由试验人员签署日期和姓名。

7.5.7.6 静水压强试验

7.5.7.6.1 总则

在出厂前,所有 RCD 应进行静水压强试验。应使用水或含有添加剂的水作为试验液。任何添加剂应记录在试验报告中。

7.5.7.6.2 厂内本体静水压强试验

7.5.7.6.2.1 总则

如可行,RCD 应与其处于打开位置的密封机构一起试验。

7.5.7.6.2.2 试验压力

静水压强试验压力应根据设备的静密封压力来确定。静水压强试验压力应是额定静密封压力的 1.5 倍。

7.5.7.6.3 旋转扭矩试验

以下所有测试旋转扭矩的压力试验所测得的扭矩都应符合制造商的书面规范。

7.5.7.6.4 液压控制腔试验

7.5.7.6.4.1 总则

每台装配好的 RCD 都应进行试验。

7.5.7.6.4.2 试验压力

液压控制腔的试验压力至少等于其额定压力的 1.5 倍。

7.5.7.6.5 程序

静水压强试验由三个步骤组成:

- a) 初始保压期不少于 3 min;
- b) 将压力减至零;
- c) 二次保压期不少于 15 min。

7.5.7.6.5.1 应从压力已稳定在制造商所规定的范围内且本体的外表面已彻底干燥后开始计时。

7.5.7.6.6 验收准则

验收准则应为无泄漏。

7.5.7.7 RCD 关闭试验

7.5.7.7.1 总则

7.5.7.7.1.1 每台 RCD 在经过静水压强试验后应进行关闭试验。所用的液压控制系统压力应不大于制造商规定的关闭压力。关闭试验所用的试验液体应满足 7.5.7.6.1 的要求。

7.5.7.7.1.2 所有关闭试验应在试验压力稳定后开始计时。

7.5.7.7.1.3 关闭试验分为低压和高压试验,并且低压试验总在高压试验之前进行。

7.5.7.7.1.3.1 低压试验

应在关闭的 RCD 胶芯下施加 0.35 MPa~0.82 MPa(50 psi~120 psi)的压力。在压力稳定后,保压时间不少于 10 min。

7.5.7.7.1.3.2 高压试验

在关闭的 RCD 胶芯下施加的压力应等于 RCD 的额定静密封压力。在压力稳定后,保压时间不少

于 10 min。[RCD 胶芯的其他要求见 7.5.7.7.2b)]

7.5.7.7.1.3.3 验收准则

所有压力试验的验收准则应在试验压力下无可见泄漏。若试验介质是气体,泄漏可能不可见,而应采取适当的气体监控技术。

7.5.7.7.2 RCD 胶芯试验

RCD 胶芯试验应分为两步进行试验:

- a) 第一步:要求在制造商所规定的相应尺寸的钻杆上进行关闭试验;高压试验应按 7.5.7.7.1.3.2 所规定的要求进行;
- b) 第二步:若制造商规定了 CSO,要求在 RCD 无钻杆即空井的条件下进行关闭试验。该步骤的高压试验应符合 7.5.7.7.1.3.2 的规定,但其试验压力至少应为制造商规定额定静压力的 50%。

7.6 质量控制记录要求

7.6.1 总则

本标准所要求的质量控制记录是那些为证明按本标准制造的所有材料及设备符合规定要求所需要的文件和记录。

7.6.1.1 记录要求

除非本标准所要求的记录满足 GB/T 20972.1、GB/T 20972.2 和 GB/T 20972.3 的要求,证明设备符合 NACE 要求的记录应作为本标准所规定的记录的补充。

7.6.1.2 记录的控制

7.6.1.2.1 本标准所要求的记录应可辨认、可识别、可检索并得到保护,使其不会损坏、变质或丢失。

7.6.1.2.2 本标准所要求的记录应由制造商从设备上标明的制造日期起至少保存 10 年。

7.6.1.2.3 制造商应将用于制造 RCD 胶芯和密封件的每批原材料的所有记录形成文件并保存。记录应至少保存五年。

7.6.1.2.4 本标准所要求的所有记录都应有签字并注明日期。计算机贮存的记录应包含存放人的个人代码。

7.6.2 由制造商保存的记录

7.6.2.1 制造商应保存第 4 章到第 7 章所要求的所有文件和记录。

7.6.2.2 7.5.1 所列出的零部件应保存的记录如下:

- a) 焊接工艺评定记录;
- b) 焊工资格鉴定记录;
- c) 材料试验记录;
 - 1) 化学成分;
 - 2) 拉伸试验(QTC);
 - 3) 冲击试验(QTC,如要求);
 - 4) 硬度试验(QTC)。
- d) NDE 人员资格鉴定记录;
- e) NDE 记录
 - 1) 表面 NDE 记录;
 - 2) 全焊透构件;
 - 3) 焊缝体积 NDE 记录;
 - 4) 补焊 NDE 记录。
- f) 硬度试验记录;
- g) 焊接工艺记录。

- 1) 焊机标志;
- 2) 焊接程序;
- 3) 填充材料;
- 4) 焊后热处理。
- h) 热处理记录;
 - 1) 实际温度;
 - 2) 实际保温时间。
- i) 体积 NDE;
- j) 静水压强试验记录;
- k) 制造商规定的关键尺寸。

7.6.2.3 封闭螺柱

当有要求时,制造商应保存封闭螺柱的炉次可追溯性记录。

7.6.2.4 非金属密封材料和模压密封总成

制造商应保存一份有关非金属密封材料及模压密封总成与制造商书面要求一致性的证明。

7.6.3 产品交货时提供给原始采购商的记录

表明设备符合本标准现行版本规定的制造商合格证书应在产品交货时提供给原始采购商。

8 标志要求

8.1 总则

按本标准制造的 1.2.1 中列出的所有设备应按表 16 和本章的规定打标志。

8.2 标志类型

8.2.1 金属零件

8.2.1.1 低应力区标志

在低应力区(如铭牌,法兰外径等)可用尖角“V”形钢模打标志。

8.2.1.2 高应力区标志

在高应力区可以用圆点法、振动法或圆角“V”形钢模打标志。只有在零件随后要进行消除应力的情况下才允许在高应力区用尖角“V”形钢模打标志。

8.2.1.3 焊接金属堆焊层

当设备上有焊接金属堆焊层垫环槽时,应按 GB/T 22513 进行标志。

8.2.1.4 额定压力

应通过焊接、铣削、铸造、磨削或锻造的方式将制造商规定的额定静压力清晰、永久地标志在 RCD 易读、明显的壳体部位。冷冲压不需要满足本要求。

8.2.2 非金属元件

8.2.2.1 与井内流体接触的非金属元件

对于与井内流体接触的非金属零件(如 RCD 型 RCD 胶芯和密封件)的标志,制造商应有在产品或其包装上粘贴要求的编码的书面程序。

8.2.2.2 不与井内流体接触的非金属零件

不与井内流体接触的非金属零件,如用于 RCD 型 RCD 驱动系统的橡胶密封件,其标志应符合制造商的书面规范。

8.3 设备的特殊编码要求

8.3.1 密封垫环

密封垫环应按 GB/T 22513 的规定打标志。

8.3.2 螺柱和螺母

螺柱和螺母应按 GB/T 22513 的规定打标志。

8.3.3 封闭螺柱

封闭螺柱应按制造商书面规定进行标志。

8.3.4 胶芯和密封件

8.3.4.1 与井内流体接触的非金属元件

表 13 说明了组成这个代码组的字母数字意义。此外,制造商的零件编号应标在零件上。8.2.2.1 所述的与井内流体接触的非金属元件应按下面所示的顺序标注字母数字代码组:

AA BBBB CCCC DDDD EE

表 13 非金属密封材料代码组

代 码	说 明
AA	化合物硬度(硬度计)
BBBB	化合物的类型(见表 14)
CCCC	生产日期(见 8.3.4.2)
DDDD	批/序列号(符合制造厂商的规范)
EE	温度等级(见 8.3.4.3)

8.3.4.2 制造日期

制造日期应由用数字表示的月份和年的最后两位数组成。(例如,1996 年 10 月的 CCCC 代码编码为 1096)。

表 14 合成橡胶化合物标志代码

常用名	化学名称	ASTM D 1418 代码
丁基橡胶	异丁烯-异戊二烯	IIR
—	表氯醇	CO
—	表氯醇-氧乙烯	ECO
聚三氟氯化	聚三氟氯化乙烯聚合体	CFM
海帕伦	氯磺酰化聚乙烯	CSM
EPR	乙烯 丙烯共聚物	EPM
EPT	乙烯-丙烯三聚物	EPDM
氟化橡胶	碳氟化合物	FKM
天然橡胶	聚异戊二烯	NR
异戊二烯(天然或合成异戊二烯)	聚异戊二烯	IR
腈橡胶	丁二烯-丙烯腈	NBR
聚丙烯	聚丙烯	ACM
二烯橡胶	聚丁二烯	BR
氯丁橡胶	聚氯丁烯	CR
聚异丁烯	聚异丁烯	IM
聚硫橡胶	聚硫化物	
硅橡胶	聚硅氧烷	Si
SBR(GR-S)	苯乙烯-丁二烯	SBR
聚氨酯	二异氰酸盐	—

8.3.4.3 温度等级

温度等级见表 15。

表 15 温度等级

下限(第一位)			上限(第二位)		
代号	温度		代号	温度	
	℃	(°F)		℃	(°F)
A	-26	-15	A	82	180
B	-18	0	B	93	200
C	-12	10	C	104	220
D	-7	20	D	121	250
E	-1	30	E	149	300
F	4	40	F	177	350
G	其他	其他	G	其他	其他
X	见注	见注	X	见注	见注

注：如果这些零部件上标有“××”，那么可以用于 4℃~82℃(40°F~180°F)这个温度等级，而不需要进行温度鉴定试验。

例如：材料“EB”的温度级别为-1℃~93℃(30°F~200°F)。

9 贮存和运输

9.1 30 天以上的贮存

9.1.1 试验后排水

在试验完毕和贮存前，所有设备应排放试验用水。

9.1.2 防锈

贮存前，零件和设备的外露金属表面应用防锈剂保护，所用的防锈剂在温度 50℃(125°F)以下不应变成液体。

9.1.3 连接表面的保护

所有连接表面和密封垫环槽应用经久耐用的覆盖物加以保护。

9.1.4 液压控制系统

根据制造商的书面程序，液压控制系统应用防冻抗腐液进行冲洗。端口应在贮存前封堵。

9.1.5 弹性密封件

弹性密封件应根据制造商的书面程序进行储存。

9.1.6 密封垫环

散装密封垫环在储存或运输时应打包或装箱。

9.2 运输

所有设备应根据制造商的书面文件进行运输。

表 16 标识要求和位置

标志	旋转防喷器	OEC ^d (整体和单体)	RCD 卡箍	RCD 胶芯
GB/T 25430	铭牌和(或)本体	制造商的规范	卡箍本体	制造商的规范
制造商名称和标志	铭牌和(或)本体	制造商的规范	卡箍本体	制造商的规范
型号或类型(如适用)	铭牌和(或)本体		卡箍本体	
序号	铭牌和(或)本体	制造商的规范	卡箍本体	制造商的规范
尺寸规定	铭牌和(或)连接 OD ^a	制造商的规范		
额定静压	铭牌和(或)本体	制造商的规范		
额定动压	铭牌和(或)本体	制造商的规范		
温度等级	铭牌和(或)本体	制造商的规范		制造商的规范
制造商的零件号	铭牌和(或)本体	制造商的规范	卡箍本体	制造商的规范
制造日期	铭牌和(或)本体			制造商的规范
液压控制系统 额定工作压力	铭牌和(或)本体 (仅主动/混合系统)			
液压控制系统 推荐工作压力	铭牌和(或)本体 (仅主动/混合系统)			
液压开关端部	制造商的规范 (仅主动/混合系统)	制造商的规范		
垫环槽	连接 OD ^{a,b,c}			
字母编码系统(8.3.4.1)				制造商的规范

^a 所有 16B 和 16BX 型连接都应在连接颈部作标记, 距离要求的颈部长度最多 12 mm (1/2 in); (见 GB/T 20174—2006 表 5~8 尺寸“L”);

^b 所有法兰应根据 GB/T 22513 进行标识;

^c 如果垫环槽用耐腐蚀材料堆焊, 在垫环槽编号后应标注“CRA”;

^d 所有本标准 OEC 应由制造厂选择一个容易接近和可读取的地方标记。

附录 A

(资料性附录)

公英制和分数—小数的换算

本标准应优先采用公制单位。本标准中公英制之间的换算见表 A.1, 分数—小数之间的换算见表 A.2。这些因数来于 API Publ 2564。

表 A.1 公英制的换算

单 位	换算系数
长度	1 英寸(in)=25.4 毫米(mm)
压力	1 磅/英寸 ² (psi)=0.06 894 757 ba
强度或压强	1 磅/英寸 ² (psi)=0.006 894 757 兆帕(MPa)
冲击功	1 英尺·磅力(ft·lb)=1.355 818 焦耳(J)
扭矩	1 英尺·磅力(ft·lb)=1.355 818 牛·米(N·m)
温度	华氏温度转化为摄氏温度公式: °C=5/9(°F-32)
质量	1 磅(lb)=0.453 592 4 千克(kg)
力	1 磅力(lbf)=4.448 222 牛顿(N)

表 A.2 分数与小数的转换

$\frac{1}{4}$ 单位	$\frac{1}{8}$ 单位	$\frac{1}{16}$ 单位	$\frac{1}{32}$ 单位	$\frac{1}{64}$ 单位	精确到 小数点 后 3 位	精确到 小数点 后 2 位	$\frac{1}{4}$ 单位	$\frac{1}{8}$ 单位	$\frac{1}{16}$ 单位	$\frac{1}{32}$ 单位	$\frac{1}{64}$ 单位	精确到 小数点 后 3 位	精确到 小数点 后 2 位
				$\frac{1}{64}$	0.016	0.02				$\frac{9}{32}$		0.281	0.28
			$\frac{1}{32}$		0.031	0.03					$\frac{19}{64}$	0.297	0.30
				$\frac{3}{64}$	0.047	0.05			$\frac{5}{16}$			0.312	0.31
		$\frac{1}{16}$			0.062	0.06					$\frac{21}{64}$	0.328	0.33
				$\frac{5}{64}$	0.078	0.08				$\frac{11}{32}$		0.344	0.34
				$\frac{3}{32}$	0.094	0.09					$\frac{23}{64}$	0.359	0.36
				$\frac{7}{64}$	0.109	0.11		$\frac{3}{8}$				0.375	0.38
	$\frac{1}{8}$				0.125	0.12					$\frac{25}{64}$	0.391	0.39
				$\frac{9}{64}$	0.141	0.14				$\frac{13}{32}$		0.406	0.41
			$\frac{5}{32}$		0.156	0.16					$\frac{27}{64}$	0.422	0.42
				$\frac{11}{64}$	0.172	0.17			$\frac{7}{16}$			0.438	0.44
		$\frac{3}{16}$			0.188	0.19					$\frac{29}{64}$	0.453	0.45
				$\frac{13}{64}$	0.203	0.20				$\frac{15}{32}$		0.469	0.47
			$\frac{7}{32}$		0.219	0.22					$\frac{31}{64}$	0.484	0.48
				$\frac{15}{64}$	0.234	0.23		$\frac{1}{2}$				0.500	0.50
$\frac{1}{4}$					0.250	0.25					$\frac{33}{64}$	0.516	0.52
				$\frac{17}{64}$	0.266	0.27				$\frac{17}{32}$		0.531	0.53

表 A.2 (续)

$\frac{1}{4}$ 单位	$\frac{1}{8}$ 单位	$\frac{1}{16}$ 单位	$\frac{1}{32}$ 单位	$\frac{1}{64}$ 单位	精确到 小数点 后 3 位	精确到 小数点 后 2 位	$\frac{1}{4}$ 单位	$\frac{1}{8}$ 单位	$\frac{1}{16}$ 单位	$\frac{1}{32}$ 单位	$\frac{1}{64}$ 单位	精确到 小数点 后 3 位	精确到 小数点 后 2 位
				$\frac{35}{64}$	0.547	0.55				$\frac{25}{32}$		0.781	0.78
		$\frac{9}{16}$			0.562	0.56					$\frac{51}{64}$	0.797	0.80
				$\frac{37}{64}$	0.578	0.58			$\frac{13}{16}$			0.812	0.81
			$\frac{19}{32}$		0.594	0.59					$\frac{53}{64}$	0.828	0.83
				$\frac{39}{64}$	0.609	0.61				$\frac{27}{32}$		0.844	0.84
	$\frac{5}{8}$				0.625	0.62					$\frac{55}{64}$	0.859	0.86
				$\frac{41}{64}$	0.641	0.64	$\frac{7}{8}$					0.875	0.88
			$\frac{21}{32}$		0.656	0.66					$\frac{57}{64}$	0.891	0.89
				$\frac{43}{64}$	0.672	0.67				$\frac{29}{32}$		0.906	0.91
		$\frac{11}{16}$			0.688	0.69					$\frac{59}{64}$	0.922	0.92
				$\frac{45}{64}$	0.703	0.70			$\frac{15}{16}$			0.938	0.94
			$\frac{23}{32}$		0.719	0.72					$\frac{61}{64}$	0.953	0.95
				$\frac{47}{64}$	0.734	0.73				$\frac{31}{32}$		0.969	0.97
$\frac{3}{4}$					0.750	0.75					$\frac{63}{64}$	0.984	0.98
				$\frac{49}{64}$	0.766	0.77	1					1.000	1.00

附录 B
(资料性附录)

RCD 的操作性能试验程序

B.1 压力损失测量

RCD 的压力试验应在压力稳定之后开始计时。

B.2 校准

所用的每个压力表或压力传感器应根据 7.2 的规定进行校准。

B.3 压力记录方法

所有试验(旋转、压力、起下钻周期和疲劳周期)应利用数据采集系统完成。可能时,应由试验者和见证人对数据资料进行鉴别、注明日期并签名或确认。

B.4 RCD 试验过程

表 B.1 规定了各种 RCD 的试验要求。

表 B.1 各种 RCD 试验要求

试验要求	被动型		主动型		混合型		
	轴承总成	胶芯	承压件	胶芯	轴承总成 ^a	被动型胶芯	主动型胶芯
密封性能试验	—	—	— ^b	√	— ^b	—	√
疲劳试验	—	—	— ^b	√	— ^b	—	√
胶芯拆装试验	√		√		√		
承压起下钻寿命试验	— ^b	√	— ^b	√	— ^b	√	√
额定动压试验	√ ^a		√ ^a		√ ^a		
额定静压试验	√ ^c		√ ^c		√ ^c		
“—”说明进行试验。							
^a 如果 RCD 不止一个轴承总成,那么应对每一个轴承总成单独进行测试。 ^b 试验不适用,但是为了进行胶芯试验,轴承总成应保留在适当位置上。 ^c 该试验是其他试验程序中要求的试验之一,故没有特定的额定动压试验程序。							

B.4.1 密封性能试验

密封性能试验的程序如下:

- a) 将 RCD 安装在试验井口上,连接 RCD 的开启管线和关闭管线,连接高压试压泵到井口的管线;
- b) 每条关闭管线及井压管线应至少配备一个带压力传感器的测试仪器,所有压力传感器应与可提供永久性记录的数据采集系统相连;
- c) 在 RCD 上安装试验芯轴,根据制造商的规定,每个密封零件的芯轴都应有最大和最小直径。在 RCD 体内灌水,使水面正好高出胶芯顶部;

- d) 按下列步骤施压：
 - 1) 根据制造商推荐闭合压力关闭 RCD；
 - 2) 施压 3.45 MPa(500 psi)；
 - 3) 降低关闭压力，直至出现泄漏；
 - 4) 泄放井压，开启 RCD；
 - 5) 重复 1 至 4 步骤 10 次，每次的井压增量相等，使最后一次的井压等于 RCD 额定静压。
- e) 按下列步骤施压：
 - 1) 施压 3.45 MPa(500 psi)；
 - 2) 逐渐增加井压直至泄漏或井压等于 RCD 额定静压；
 - 3) 泄放井压，开启 RCD；
 - 4) 重复 1 至 3 步骤，每次将关闭压力增加 100 psi 直至关闭压力达到制造商推荐的等级。
- f) 全封闭压力试验：
 - 1) 拆除钻杆芯轴，在 RCD 体内灌水，使水面正好高出胶芯顶部；
 - 2) 以制造商推荐的关闭压力关闭 RCD；
 - 3) 施压 0.69 MPa~0.83 MPa(100 psi~120 psi)并保压 3 min。若发生泄露，则根据需要增加关闭压力，但不能超过生产商推荐的最大操作压力；
 - 4) 在低压试验成功后，将压力增大到制造商规定的额定静密封压的 50%，保压 3 min。若发生泄露，则根据需要施加关闭压力，但不能超过生产商推荐的最大操作压力。

B.4.2 疲劳试验

RCD 疲劳试验步骤如下：

- a) 将 RCD 安装在试验井口上，连接 RCD 开启管线和关闭管线，连接高压试压泵到井口或 RCD 侧出口上的管线；
- b) 每条关闭管线和井压管线应至少配备一个带压力传感器的测试仪器，所有压力传感器应与可提供永久性记录的数据采集系统相连；
- c) 在 RCD 上安装试验芯轴，根据制造商的规定，每个密封零件的芯轴都应有最小直径。在 RCD 体内灌水，使水面正好高出胶芯顶部；
- d) 根据制造商推荐闭合压力关闭 RCD；
- e) 施压 0.34 MPa~0.69 MPa(50 psi~100 psi)，保压 3 min，然后将井压增至 RCD 额定工作压力并保压 3 min。泄放井压；
- f) 开启 RCD，以上步骤构成一个压力循环；
- g) 在每第 20 次压力循环时，开启活塞达到最大开启位(从操作系统压力表压力迅速上升加以判断)测量胶芯的内径。然后每隔 5 min 测量一次胶芯内径，直到其内径恢复到 RCD 通径或直到时间经过 30 min 为止。记录内径。

重复步骤 d 至 g，直到胶芯出现泄漏或已完成 365 个循环。

B.4.3 胶芯拆装试验

以下是 RCD 的胶芯拆装试验步骤：

- a) 将 RCD 安装在试验井口上；
- b) 按制造商推荐的程序将所有为拆装胶芯而应卸下的盖子卸去；
- c) 按制造商推荐的程序将所有上述已经卸下的盖子重新装上，此操作过程还应包括制造商推荐的保养程序及更换零件；
- d) 重复 b 至 c 步骤 200 次。每 20 次，对关闭并抱住试验芯轴的 RCD 进行一次试压。试验压力为额定静密封压并保持 3 min。

B.4.4 承压起下钻寿命试验

以下是 RCD 的承压起下钻试验步骤：

- a) 检测并记录 RCD 胶芯的硬度。将 RCD 安装到承压起下钻设备上。连接 RCD 的开启管线和关闭管线。连接高压试验泵到井口或 RCD 侧出口上的管线；
- b) 将蓄能器[至少 20 L(5 gal)]连接到井眼(井口)上,并将其预充压至试验时将要采用的井压的 75%。每条关闭管线和井压管线至少应配备一个带压力传感器的测试仪器。将所有压力传感器与可提供永久性记录的数据采集系统相连；
- c) 对于通径不小于 279 mm(11 in) 的 RCD,应使用外径为 127 mm(5 in)并带模拟 API 18°台肩的 162 mm(6 3/8 in)钻杆接头的试验芯轴；对于通径不大于 228 mm(9 in)的 RCD,应使用外径为 88.9 mm(3 1/2 in)并带模拟 API 18°台肩的 127 mm(5 in)钻杆接头的试验芯轴。(该程序的原理是为了确保,根据连接到 RCD 元件的最大钻杆/钻杆接头的起下钻寿命报告是有效的)；
- d) 以制造商推荐的关闭压力将 RCD 关闭,施加 6.9 MPa(1 000 psi)的井压,降低关闭压力直至 RCD 泄露率小于 4 L/min(1 gpm)(润湿试验芯轴外壁)；
- e) 使试验芯轴以 300 mm/s(1 ft/s)的速度作往复运动,上下冲程为 1.5 m(5 ft),每分钟往复运动 2 次。在承压起下钻过程中井压的变化不超过±10%,根据需要增加关闭压力以保持密封。继续以制造商推荐的关闭压力进行 1 000 次循环或直到出现可视泄漏(渗透液超过通过芯轴的容积)。在冲程完成时,观测固定管线的渗透率；
- f) 记录所有密封橡胶件的任何磨损情况。

B.4.5 额定动压试验

操作时,若 RCD 不止一个旋转总成,那么每一个旋转总成都应单独进行试验以确定 RCD 额定动压。额定动压试验步骤如下：

- a) 将 RCD(带主动型或被动型密封胶芯和安装好的旋转总成安装在试验井口上,将 RCD 连接到开启管线和关闭管线上(当适用时)。将高压试压泵连接到井口上的管线或 RCD 侧面出口。
- b) 重新安装试验钻杆芯轴到 RCD。向 RCD 本体内灌水,使水面正好高出胶芯顶部。
- c) 当系统运转时,将冷却和润滑系统连接到 RCD,若 RCD 的设计上有这些系统。
- d) 施压制造商推荐的关闭压力(如适用)。
- e) 测量并确定初始旋转力矩。旋转力矩不得超过制造商的书面规范。
- f) 逐渐增加井压直至井压等于制造商规定 RCD 的额定动压,并保持 3 min。
- g) 开始旋转 RCD 中的试验钻杆芯轴,在施加制造商规定的 RCD 额定动压同时增加旋转速度直至等于最大 RPM。在制造商规定的 RCD 额定动压和最大 RPM 情况下继续旋转,并保持 100 h。测量和记录试验过程轴承内外冷却剂的温度以及使用的润滑剂。这是基本要求。
- h) 停止旋转,增加井压直至等于 RCD 额定静压,并保持 3 min。然后完全泄放压力。
- i) 测量并记录旋转力矩,旋转力矩不得超过制造商书面规范的要求。
- j) 对于旋转总成重复步骤 f 至 i,直到出现以下情况：
 - 井压或液压或润滑压力通过旋转总成密封件出现泄漏；
 - 旋转力矩超过制造商的书面规范；
 - 试验芯轴和胶芯之间出现滑动；在制造商推荐的 RCD 额定动压下,芯轴转速最大；井压等于制造商推荐的 RCD 额定静压和 RCD 关闭压力(若适用)等于制造商推荐的关闭压力下,芯轴转速最大；
 - 以最大 RPM 和制造商规定 RCD 额定动压下的井压旋转 200 h。

附录 C

(资料性附录)

用作验证非金属胶芯和模压总成的温度等级的设计温度验证试验程序

C.1 试验参数

C.1.1 压力

要求对每个温度等级进行高低压试验。低压试验应在 50 psi~100 psi 进行,高压试验应在设备的额定静压下进行。

C.1.2 保压时间

当达到规定的压力和温度并保持稳定时,开始计时。最短保压时间应符合规定。

C.1.3 监控技术

所有试验应利用适当的压力和温度数据采集系统完成。数据的采集应符合制造商的书面规范。适用时,应由试验者和见证人对数据资料加以鉴别、注明日期并签名确认。

C.1.3.1 压力测量

所有用于测量或监控压力的设备应符合 7.2 规定。

C.1.3.2 温度测量

RCD 内至少应有一个热电偶。热电偶在通孔 12.7mm(0.5 in)以内,其位置应尽可能的靠近被测元件。所有用于测量或监控温度的设备应根据制造商的书面规范进行校准。

C.1.4 记录

在将非金属密封件和(或)注塑成形密封总成安装在 RCD 里之前,应对其进行测量并记录结果。

C.2 RCD 的高温测试程序

C.2.1 主动型 RCD 的高温测试程序如下:

- a) 按以下步骤安装 RCD
 - 1) 连接液压控制管线;
 - 2) 将高压试验泵管线和高温加热设备连接到试验设备或 RCD 上相应的连接件上。
- b) 每条关闭管线和井压管线应至少配备一个带压力传感器的测试仪器,所有压力传感器应与可提供永久性记录的数据采集系统相连;
- c) 将非金属密封件和(或)注塑成形密封总成安装在 RCD 内,并按制造商的书面程序进行防护;
- d) 将试验芯轴安装在 RCD 内。根据制造商的规定,每个密封零件的芯轴都应有最小直径;
- e) 打开 RCD,并开始加热试验液直到达到试验温度并稳定下来;
- f) 用生产商推荐的操作压力关闭 RCD;
- g) 施压至 RCD 的额定压力,并在压力稳定后保持 60 min;
- h) 泄放井压至零;
- i) 打开 RCD;
- j) 记录试验结果。

C.2.2 被动型 RCD 的高温测试程序如下:

- a) 将 RCD 安装在试验设备上。将高压试验泵管线和高温加热设备连接到试验设备或 RCD 上相应的连接件上。均匀加热已试验的轴承,试验液应在装置内循环流动;
- b) 每条井压管线应至少配备一个带压力传感器的测试仪器,所有压力传感器应与可提供性永久

- 性记录的数据采集系统相连；
- c) 将非金属密封件和/或模压密封总成安装在 RCD 内,并按制造商书面程序进行防护；
 - d) 将试验芯轴安装在 RCD 内,根据制造商的规定,每个密封零件的芯轴都应有最小直径；
 - e) 加热试验液直至达到试验温度并稳定下来；
 - f) 施压至 RCD 的额定压力,并在压力稳定后保持 60 min；
 - g) 泄放井压至零；
 - h) 减低压力直至零；
 - i) 打开 RCD；
 - j) 记录试验结果。

C.3 RCD 的低温循环试验程序

C.3.1 主动型 RCD 的低温测试程序如下：

- a) 按以下步骤安装 RCD：
 - 1) 连接液压控制管线；
 - 2) 将高压试验泵管线和高温加热设备连接到试验设备或 RCD 上相应的连接件上；
- b) 每条关闭管线和井压管线应至少配备一个带压力传感器的测试仪器,所有压力传感器应与可提供永久性记录的数据采集系统相连；
- c) 将非金属密封间和(或)注塑成形密封总成安装在 RCD 内,并按制造商的书面程序进行防护；
- d) 将试验芯轴安装在 RCD 内。根据制造商的规定,每个密封零件的芯轴都应有最小直径；
- e) 开启 RCD,开始冷循环。持续冷循环直至达到试验温度并稳定下来；
- f) 以制造商推荐的工作压力开启和关闭 RCD 7 次；
- g) 关闭 RCD,并施压 50 psi~100 psi 井压,稳定后保压 3 min；
 - 1) 将井口试验压力降至零；
 - 2) 施压至 RCD 额定压力,稳定后保压 3 min；
 - 3) 将井口试验压力降至零；
 - 4) 开启 RCD；
- h) 21 次关/开循环和 3 次压力试验循环中至少重复步骤 f 和 g 两次；
- i) 记录试验结果。

C.3.2 被动型 RCD 的低温测试程序如下：

- a) 将 RCD 安装在试验设备上。将高压试验泵管线和高温加热设备连接到试验设备或 RCD 上相应的连接件上；
- b) 每条井压管线应至少配备一个带压力传感器的测试仪器,所有压力传感器应与可提供永久性记录的数据采集系统相连；
- c) 将非金属密封间和(或)注塑成形密封总成安装在 RCD 内,并按制造商的书面程序进行防护；
- d) 将试验芯轴安装在 RCD 内。根据制造商的规定,试验应以每个密封零件的锥形芯轴模型最小钻杆直径和最大钻杆接头 OD 进行；
- e) 开始冷循环。继续冷循环直至达到试验温度,并稳定下来；
- f) 使试验芯轴往复通过 RCD 七次,以确保 RCD 胶芯在每次行程时的最大延伸和缩短量；
- g) 确定 RCD 胶芯的试验芯轴的钻杆部分,并施加 50 psi 至 100 psi 井压,在稳定后保持 3 min；
 - 1) 将井口试验压力降至零；
 - 2) 施压至 RCD 额定压力,稳定后保压 3 min；

- 3) 将井口试验压力降至零;
- h) 21次关/开循环和3次压力试验循环中至少重复步骤f和g 2次;
- i) 记录试验结果。

C.4 混合型 RCD 高低温循环试验

每个密封零件的混和设计应按本标准进行试验。主动型和被动型元件的试验程序都应分别符合C.2和C.3的规定。

附 录 D
(资料性附录)
热处理设备的推荐作法

D.1 热处理设备条件

所有零件和 QTC 都应使用符合本附录要求的设备进行热处理。

D.2 冶金炉设备**D.2.1 温度公差**

当炉子工作区已升温至设定温度以后,在工作区内任何一点的温度变化不应超过炉子设定点温度的 $\pm 14\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 25\text{ }^{\circ}\text{F}$)。用于回火、时效和/或消除应力的炉子,当炉子工作区升温至设定点温度以后,温度的变化不应超过炉设定点的温度的 $\pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 15\text{ }^{\circ}\text{F}$)。

D.2.2 炉的校准**D.2.2.1 总则**

应使用已校准和检查合格的热处理设备对产品零件进行热处理。

D.2.2.2 记录

炉子的校准和测量记录应至少保存两年。

D.2.2.3 周期式炉测量方法

D.2.2.3.1 炉子工作区内的温度测量应在每个炉子所使用的最高和最低温度上进行。

D.2.2.3.2 对于所有工作区大于 0.3 m^3 (10 ft^3) 的炉子应至少布置九个热电偶试验点。

D.2.2.3.3 对于所测量的炉子工作区,每 3.5 m^3 (125 ft^3) 应至少布置一个热电偶试验点,最多布置 40 个热电偶试验点。见图 D.1。

D.2.2.3.4 对于工作区小于 0.3 m^3 (10 ft^3) 的炉子,应至少用三个热电偶分别位于炉子工作区的前部、中部和后部或上部、中部和下部进行检测。

D.2.2.3.5 当插入温度传感器后,每 3 min 应至少读一次读数,以确定炉子工作区的温度何时接近测定温度范围的下限。

D.2.2.4 连续热处理炉的校准方法

应按 MIL-H-6875F 所规定的程序对连续热处理炉进行温度测量。

D.2.3 仪表**D.2.3.1 总则**

D.2.3.1.1 应使用自动控制和自动记录仪表。

D.2.3.1.2 热电偶应置于炉子工作区,并用合适的保护装置保护其免受炉内气氛的影响。

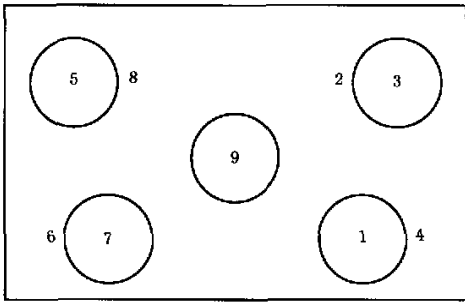
D.2.3.2 准确度

用于热处理工艺控制和记录的仪表的满量程度准确度应为 1 级。

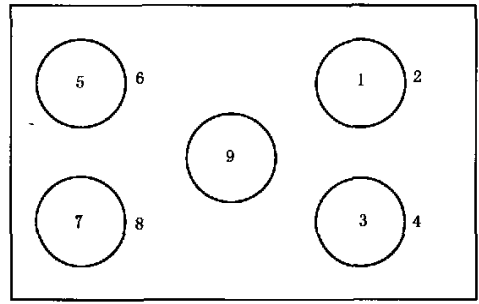
D.2.3.3 校准周期

D.2.3.3.1 温度控制和记录仪表每三个月校准一次。

D.2.3.3.2 用于校准生产设备的仪器的满量程准确度应为 0.25 级。

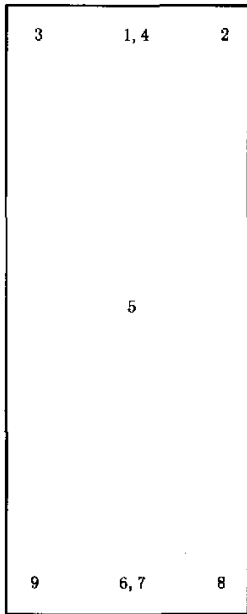


a) 俯视图

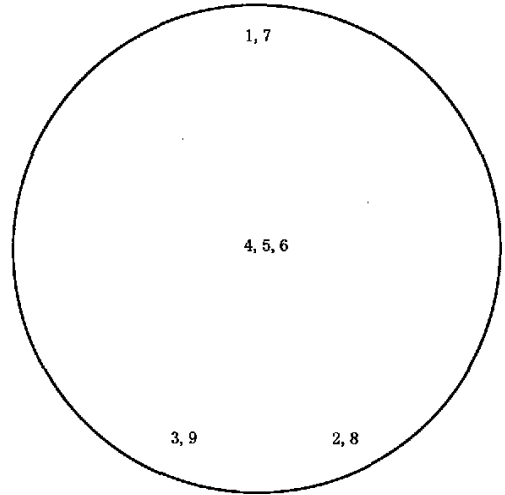


b) 侧视图

矩形炉(工作区域)



a) 侧视图



b) 俯视图

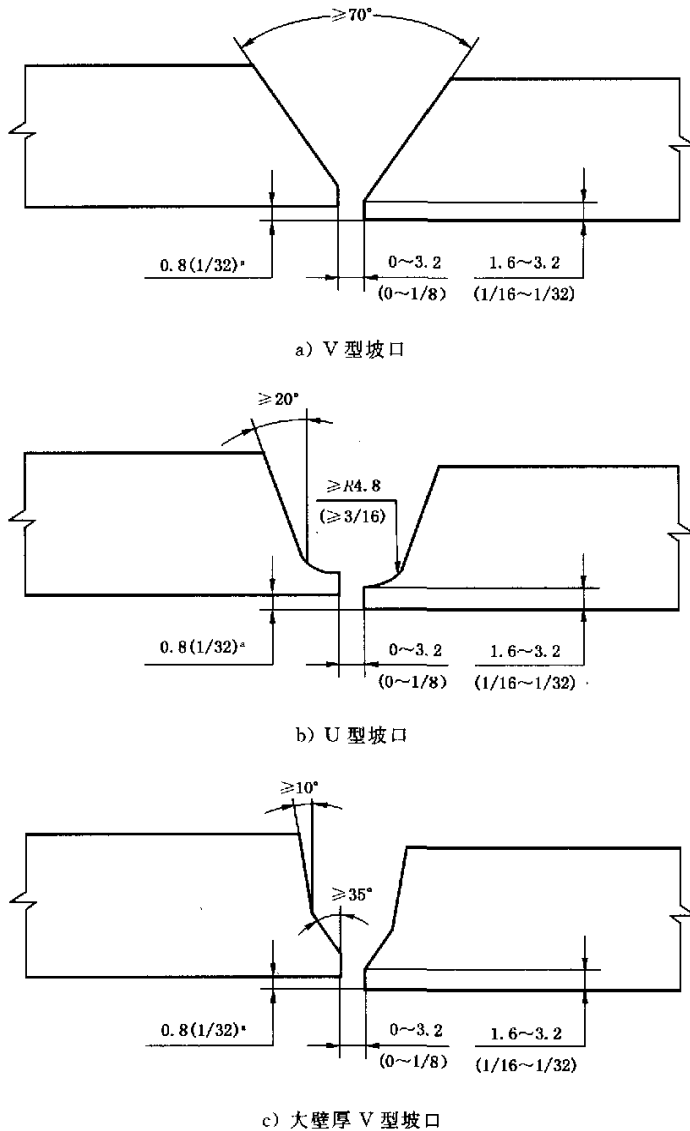
圆柱形炉(工作区域)

图 D.1 热电偶位置

附录 E
(资料性附录)
典型的焊接坡口设计

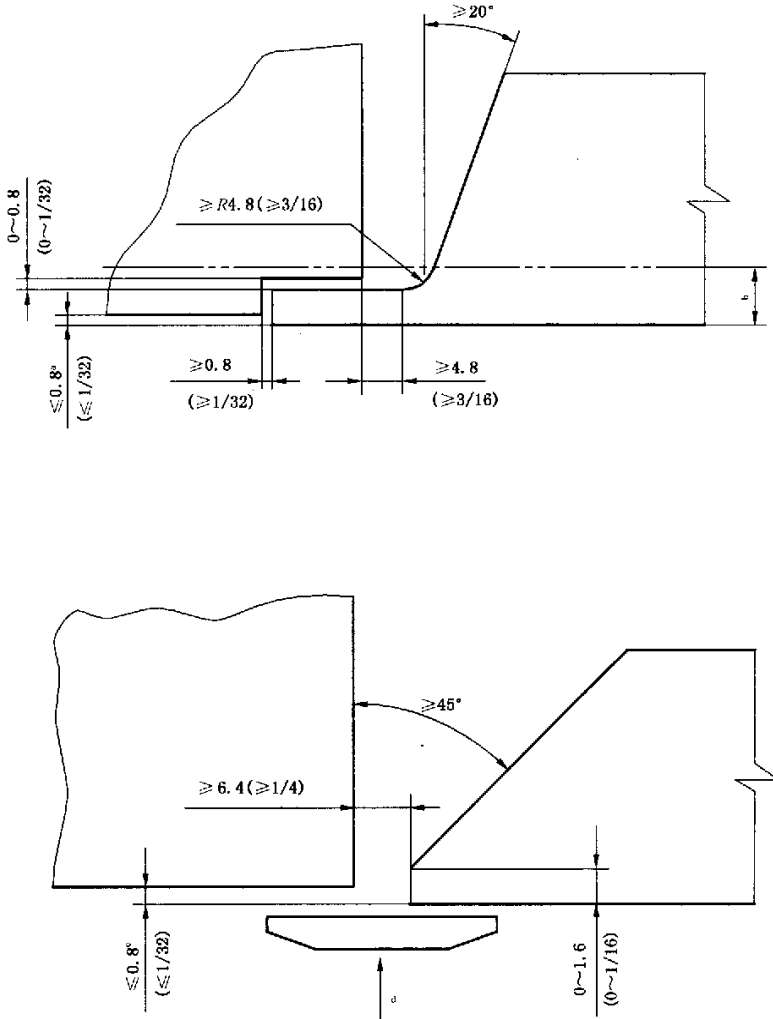
典型的焊接坡口设计见图 E.1、图 E.2 和图 E.3。

单位为毫米(英寸)



^a 最大错位置。

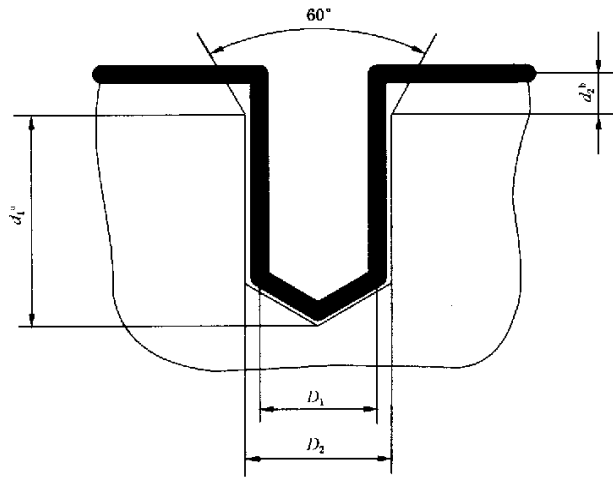
图 E.1 对接焊缝



- a 最大偏差(除非用加工方法去除);
- b 通过加工达到优质金属层;
- c 最大偏差;
- d 移去垫板,材料与母材材料相容。

图 E.2 附着焊接

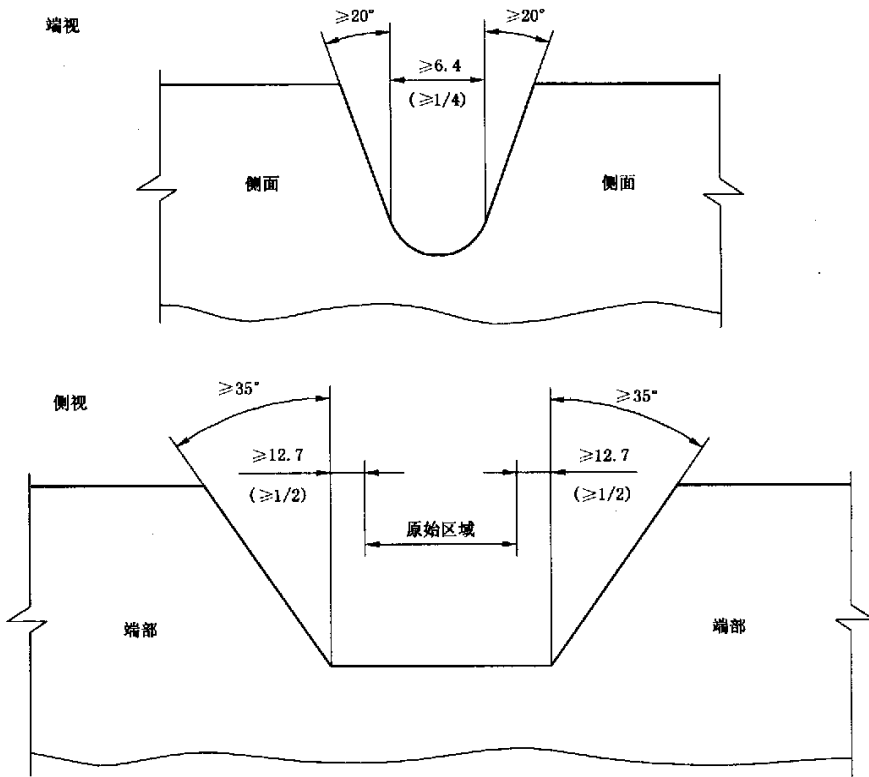
单位为毫米(英寸)



^a d_1 与 D_2 之比不能超过 1.5 : 1;

^b d_2 是能保持深度(d_1)与直径 D_2 最大比为 1.5 : 1 的深度。

a) 孔修复



b) 平槽修复(去除焊缝金属和母材金属中不连续的部分)

图 E.3 修复焊接

附录 F
(资料性附录)
RCD 采购指南

注：本附录提供本标准的查询和采购推荐性指南。

F.1 公称尺寸

公称尺寸包括垂直于本体的通径、通过旋转总成的通径和顶部法兰、出口和底部法兰尺寸。

F.2 工作条件

F.2.1 额定静压

额定静压由所有整体式端部或出口连接件的最低额定压力值确定。本标准所涉及设备的额定静压见 4.2.1。

F.2.2 温度等级

最低温度是指设备可能经受的最低环境温度。最高温度是指可能流经设备的流体的最高温度。

F.2.2.1 金属材料

金属部件应被设计用于表 1 中的三个温度等级其中之一。温度等级应由采购者确定。

F.2.2.2 与井内流体接触的合成橡胶材料

采购者应提供所有与井内流体接触的合成橡胶材料必须满足的温度范围，见 8.3.4.3。

F.2.2.3 所有其他弹性材料密封件

采购者应提供所有其他弹性材料必须满足的温度范围。

F.3 出口连接

采购者应确定所有出口连接的数量、安装位置、尺寸、压力和温度等级。应注意的是 RCD 或钻井四通的压力等级由所有端部或出口连接的最低压力等级确定。

F.4 设备清单/数据手册

按采购者的要求，应提供数据手册并包括以下资料：

- a) 采购订单编号或销售订单编号；
- b) 产品标志、类型、零件编号和序列号；
- c) 完工日期和检验日期；
- d) 所列元件的装配图、实际总体包装尺寸、额定压力值、端口或出口连接尺寸、重量、重心、材料清单；
- e) 制造商关于产品符合本标准现行版要求的声明；
- f) 材料合格证；
- g) 焊接工艺评定；
- h) NDE 报告；
- i) 压力试验报告。

附录 G
(资料性附录)
失效报告

G.1 用户建议

按本标准要求的 RCD 的操作者应就设备发生的任何故障或失效提供一份书面报告。报告应尽可能多的包含有关故障或失效时所处工况的信息、有关故障或失效情况,以及 RCD 使用过程中任何导致故障和失效的作业(例如:现场修理、对 RCD 的改造等)。

G.2 制造商建议

G.2.1 制造厂对内部的建议

按本标准提供的 RCD 在其制造、试验或使用过程中发现的所有重大问题,应正式与制造厂负责设计和规范文件的部门的个人或小组进行沟通。制造商应有一个对沟通的形式和程序加以说明的书面文件,并且应提供有关各型号规格的 RCD 的设计改进、材料更改或其他采取的纠正措施的书面记录。

G.2.2 制造商对外的建议

按本标准供应的 RCD 出现的所有重大问题,应在其发生后的六星期之内以书面形式通知多有 RCD 的操作者。制造商对因按本标准制造的 RCD 发生了故障或失效而进行的设计更改,应在设计更改后 30 天之内和使用这种型号规格出现故障和失效以及有类似潜在问题的其他型号规格的 RCD 的所有操作者进行沟通。

附录 H

(资料性附录)

GB/T 20174—2006 中设备的垫环号

GB/T 20174—2006 中规定的设备垫环的基本参数见表 H.1。

表 H.1 设备垫环的基本参数

垫环号	规定尺寸		额定工作压力		垫环号	规定尺寸		额定工作压力	
	mm	in	MPa	psi		mm	in	MPa	psi
6B 型整体法兰连接					BX158	279	11	103.5	15 000
R 或 RX45	179	7 $\frac{1}{8}$	13.8	2 000	BX159	346	13 $\frac{5}{8}$		
R 或 RX49	228	9			BX164	476	18 $\frac{3}{4}$		
R 或 RX53	279	11			BX156	179	7 $\frac{1}{8}$		
R 或 RX57	346	13 $\frac{5}{8}$			BX157	228	9		
R 或 RX65	425	16 $\frac{3}{4}$			BX158	279	11		
R 或 RX73	540	21 $\frac{1}{4}$			BX159	346	13 $\frac{5}{8}$		
R 或 RX45	179	7 $\frac{1}{8}$			20.7	3 000	16B 型整体壳连接		
R 或 RX49	228	9	RX45	179			7 $\frac{1}{8}$	13.8	2 000
R 或 RX53	279	11	RX65	425			16 $\frac{3}{4}$		
R 或 RX57	346	13 $\frac{5}{8}$	RX73	540			21 $\frac{1}{4}$		
R 或 RX66	425	16 $\frac{3}{4}$	RX53	279			11	20.7	3 000
R 或 RX74	527	20 $\frac{3}{4}$	RX57	346			13 $\frac{5}{8}$		
R 或 RX46	179	7 $\frac{1}{8}$	RX65	425			16 $\frac{3}{4}$		
R 或 RX50	228	9	34.5	5 000	16BX 型整体壳连接				
R 或 RX54	279	11			BX156	179	7 $\frac{1}{8}$	34.5	5 000
6BX 型整体法兰连接					BX157	228	9		
BX167	680	26 $\frac{3}{4}$	13.8	2 000	BX158	279	11		
BX303	762	30			BX160	346	13 $\frac{5}{8}$		
BX168	680	26 $\frac{3}{4}$	20.7	3 000	BX162	425	16 $\frac{3}{4}$		
BX303	762	30			BX165	540	21 $\frac{1}{4}$		
BX160	346	13 $\frac{5}{8}$	34.5	5 000	BX156	179	7 $\frac{1}{8}$		
BX162	425	16 $\frac{3}{4}$			BX157	228	9		
BX163	476	18 $\frac{3}{4}$			BX158	279	11		
BX165	540	21 $\frac{1}{4}$	69.0	10 000	BX159	346	13 $\frac{5}{8}$		
BX156	179	7 $\frac{1}{8}$			BX162	425	16 $\frac{3}{4}$		
BX157	228	9			BX164	476	18 $\frac{3}{4}$		
BX158	279	11			BX166	540	21 $\frac{1}{4}$		
BX159	346	13 $\frac{5}{8}$			BX156	179	7 $\frac{1}{8}$		
BX162	425	16 $\frac{3}{4}$			BX158	279	11		
BX164	476	18 $\frac{3}{4}$			BX159	346	13 $\frac{5}{8}$		
BX166	540	21 $\frac{1}{4}$	BX164	476	18 $\frac{3}{4}$				
BX156	179	7 $\frac{1}{8}$	103.5	15 000	BX156	179	7 $\frac{1}{8}$		
BX157	228	9			BX158	279	11		
注：本表源于 GB/T 20174—2006，仅供参考。									

附录 I
(资料性附录)

本标准与 API Spec 16RCD 中表的对照

总则

本附录提供了 API Spec 16RCD 与本标准对应的表号,见表 I.1。

表 I.1 表号对照

API Spec 16RCD	本标准
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
6.5.2.3 的表	8
8	9
9	10
10	11
11	12
8.3.4.1 的表	13
12	14
13	15
14	16

参 考 文 献

- [1] API Spec 5CT/ISO 11960 套管和油管规范
 - [2] API Spec 5D 钻杆规范
 - [3] ASTM D 475 纯红帕拉增色剂规范
 - [4] ASTM E 747 用金属丝透度计进行射线实验的质量控制标准方法
 - [5] ASTM E 140 金属材料标准硬度转换表
 - [6] ASTM D 2084 橡胶性能的标准检测方法——通过振动叶轮对橡胶进行硫化作用的计量
-