



中华人民共和国国家标准

GB/T 25430—2019
代替 GB/T 25430—2010

石油天然气钻采设备 旋转防喷器

Petroleum drilling and production equipment—Rotating control devices

2019-12-31 发布

2020-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	5
3.1 术语和定义	5
3.2 缩略语	7
4 设计要求	7
4.1 规格名称	7
4.2 工作条件	7
4.3 特定部件的设计要求	8
4.4 设计方法	12
4.5 设计确认试验	13
4.6 文件	13
4.7 操作性能试验	14
4.8 非金属密封件和模压密封总成的设计温度确认	16
4.9 操作手册要求	17
5 材料要求	17
6 焊接要求	18
7 质量控制要求	18
7.1 总则	18
7.2 测量和试验设备	18
7.3 质量控制人员资格鉴定	18
7.4 设备及零件的质量控制要求	18
7.5 特殊设备和零件的质量控制要求	18
7.6 出厂验收试验 (FAT)	20
7.7 质量控制记录要求	21
8 标志	22
8.1 总则	22
8.2 标志类型	23
8.3 设备的特殊编码要求	24
9 贮存和运输	25
9.1 30 天以上的贮存	25
9.2 运输	26

附录 A(资料性附录)	RCD 操作性能试验程序	27
附录 B(资料性附录)	验证非金属密封件和模压密封总成温度等级的设计温度确认试验程序	31
附录 C(资料性附录)	RCD 型号或类型的标记方法	34



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 25430—2010《钻通设备 旋转防喷器规范》，与 GB/T 25430—2010 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 删除了法兰连接的压力等级和尺寸列表(见 2010 年版的表 2)；
- 规格尺寸增加了含装配内孔保护器的通径[见 4.3.5.1.1 e)；
- 增加了设备尺寸列表(见表 2)；
- 增加了试验芯轴尺寸要求[见表 3,注 c)；
- 增加了安全程序应符合制造商书面程序的要求(见 4.7.2.1)；
- 修改了 RCD 试验程序内容描述方式,将不同类型 RCD 试验要求列入表 4(见 4.7.2,2010 年版的表 B.1)；
- 修改了额定动压试验时间[见 4.7.2.4,2010 年版的 B.4.5 j)；
- 修改了胶芯拆装试验的拆装循环数,由“200 次拆装循环数”改为“100 次拆装循环数”[见 4.7.2.5,2010 年版的 B.4.3 d)；
- 修改了承压起下钻寿命试验的渗漏量要求(见 4.7.2.7,2010 年版的 B.4.4)；
- 删除了关闭压力的说明(见 4.8.1.3,2010 年版的 4.8.1.3)；
- 修改了操作手册要求[见 4.9 k),2010 年版的 4.9 k)；
- 修改了材料要求、焊接要求的描述方式(见第 5 章、第 6 章,2010 年版的第 5 章、第 6 章)；
- 修改了测量和试验装置、质量控制人员资格鉴定、设备及零件、特殊设备及零件的质量控制要求(见 7.1、7.2、7.3、7.4、7.5,2010 年版的第 7 章)；
- 修改了通径规标准长度(见 7.5.7.4,2010 年版的 7.5.7.4)；
- 删除了 RCD 胶芯试验步骤描述,增加了全封闭压力的描述(见 7.5.7.7.4,2010 年版的 7.5.7.7.2)；
- 增加了 RCD 出厂验收试验矩阵(见 7.6)；
- 删除了卡箍的标识要求和位置(见表 6,2010 年版的表 16)；
- 删除了密封性能试验重复施压 10 次的要求[见 A.5.1 d)5),2010 年版的 B.4.1 d)5)；
- 删除了关闭压力每次增量的具体数值[见 A.5.1 e)4),2010 年版的 B.4.1 e)4)；
- 修改了疲劳试验胶芯开关循环次数,用 364 次代替 365 次(见 A.5.2,2010 年版的 B.4.2)；
- 修改了胶芯拆装试验胶芯拆装次数,由“200 次”改为“100 次”[见 A.5.3 d),2010 年版的 B.4.3 d)；
- 增加了额定压力起下钻试验内容(见 A.5.4)；
- 修改了承压起下钻寿命试验内容(见 A.5.5,2010 年版的 B.4.4)；
- 删除了“热处理设备的推荐作法”“典型的焊接坡口设计”“RCD 采购指南”“失效报告”“GB/T 20174 中设备的垫环号”和“本标准与 API Spec 16RCD 中表格对照”等六个附录(见 2010 年版的附录 D、附录 E、附录 F、附录 G、附录 H、附录 I)；
- 增加了资料性附录“RCD 型号或类型的标记方法”(见附录 C)。

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

本标准起草单位:石油工业井控装置质量监督检验中心、中国石油川庆钻探工程公司钻采工程技术研究院、四川宝石机械钻采设备有限责任公司、中国合格评定国家认可中心、中国石油渤海钻探工程公司工程技术研究院、中国石油化工股份有限公司石油工程技术研究院、中海油能源发展股份有限公司工

GB/T 25430—2019

程技术分公司、四川宏华石油设备有限公司。

本标准主要起草人：张志东、李丽、张祥来、姜维伟、申剑坤、潘锋、刘小玮、张川、陈章瑞、罗迦意、秦柳、刘念念、潘登、任伟、王帅、范红康、初德军、田雨。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 25430—2010。

石油天然气钻采设备 旋转防喷器

1 范围

本标准规定了用于油气和地热钻井作业的旋转防喷器(RCD)的安全性、互换性、设计、材料、焊接、质量控制、标志以及贮存和运输的要求。

本标准对关键组件给出了要求。

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本体卡箍的设计和制造。本标准不适用于RCD的现场使用或现场试验。

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。

GB/T 20174 石油天然气钻采设备 钻通设备

GB/T 20739 橡胶制品 贮存指南

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 20972.2 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

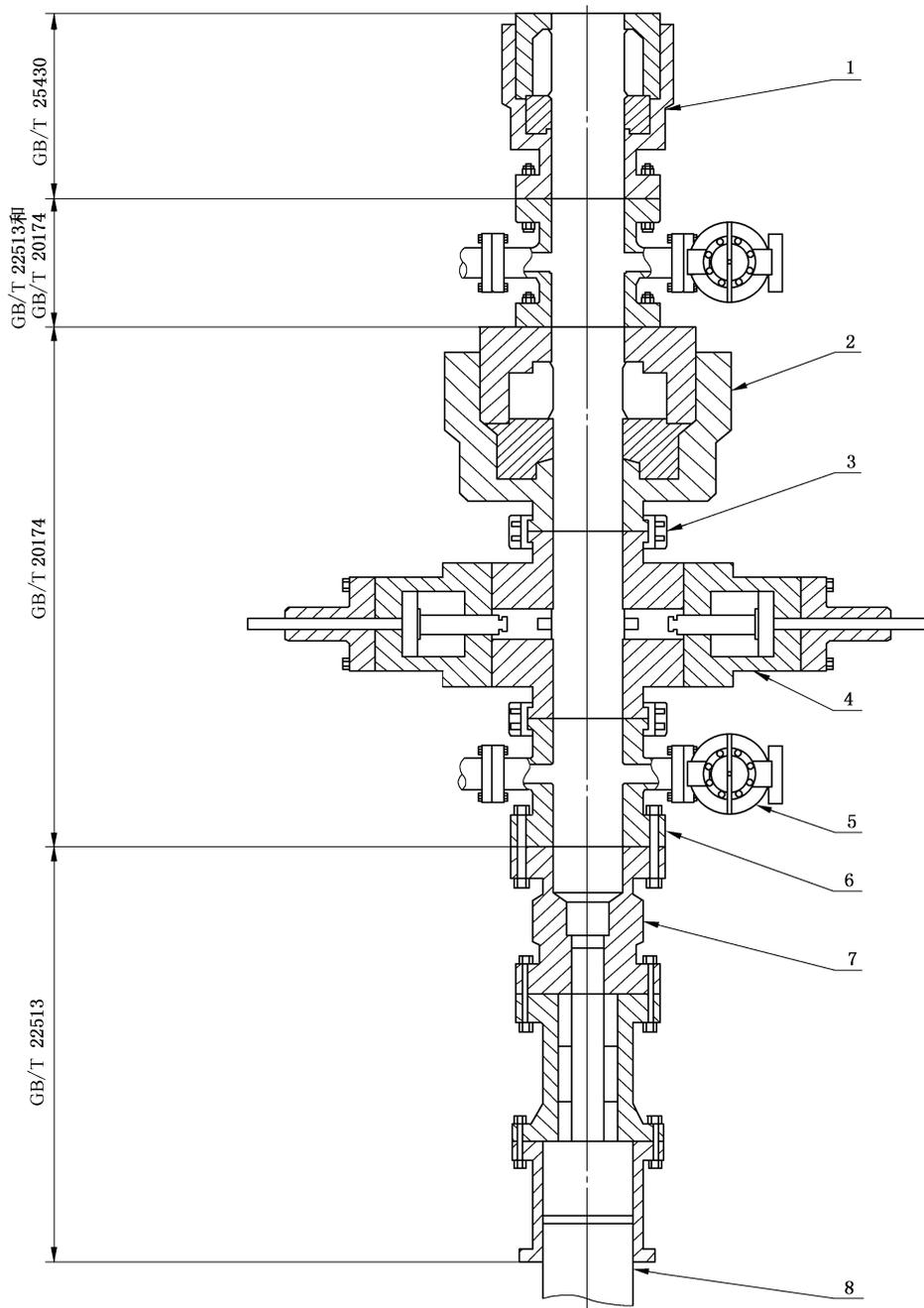
GB/T 20972.3 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第3部分:抗开裂耐腐蚀合金和其他合金

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

API TR 6AF2 综合负载下的API法兰性能(Technical report on capabilities of API integral flanges under combination of loading-phase II)

ASTM D1418 橡胶和橡胶乳胶命名标准方法(Standard practice for rubber and rubber latices-nomenclature)





说明：

1——主动型密封 RCD；

2——环形防喷器；

3——法兰或卡箍；

4——闸板防喷器；

5——闸阀；

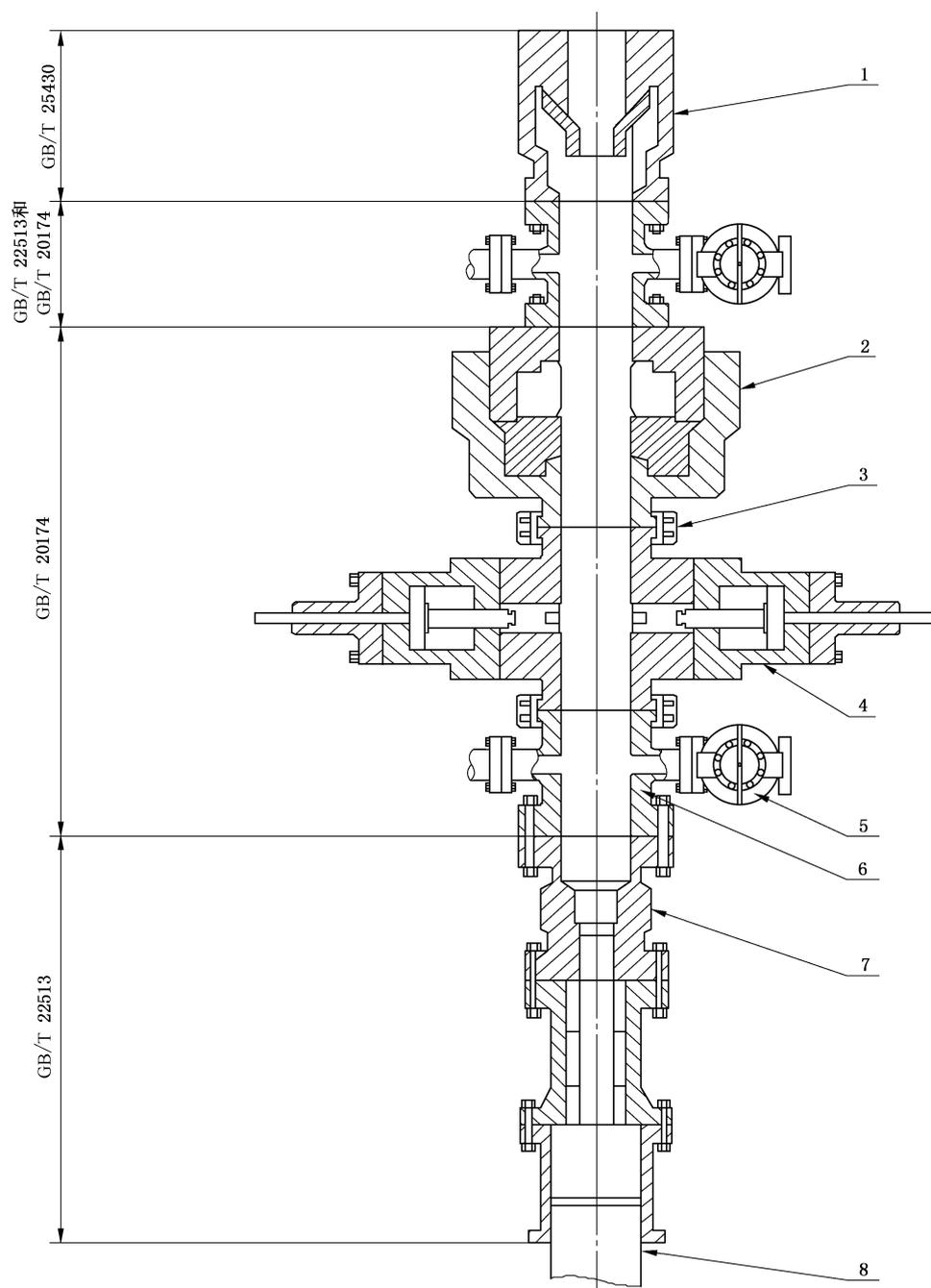
6——钻井四通；

7——井口本体；

8——表层套管。

注：图中左侧标注的标准编号即右侧图示的产品所遵从的标准。

图 1 主动型旋转防喷器地面防喷器组示意图

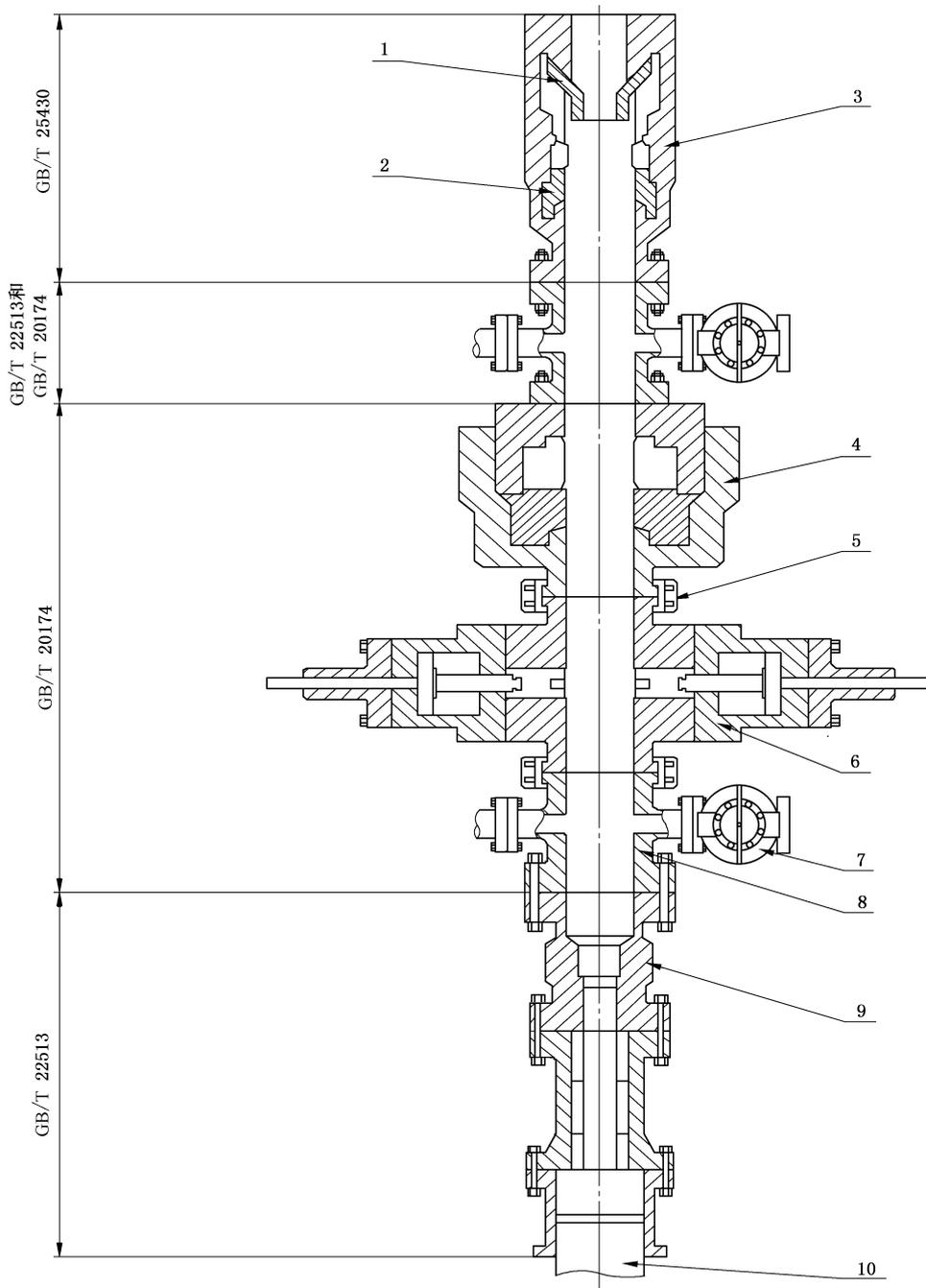


说明：

- | | |
|---------------|----------|
| 1——被动型密封 RCD； | 5——闸阀； |
| 2——环形防喷器； | 6——钻井四通； |
| 3——法兰或卡箍； | 7——井口本体； |
| 4——闸板防喷器； | 8——表层套管。 |

注：图中左侧标注的标准编号即右侧图示的产品所遵从的标准。

图 2 被动型旋转防喷器地面防喷器组示意图



说明：

- | | |
|------------------|-----------|
| 1——被动型密封 RCD 胶芯； | 6——闸板防喷器； |
| 2——主动型密封 RCD 胶芯； | 7——闸阀； |
| 3——混合型密封 RCD； | 8——钻井四通； |
| 4——环形防喷器； | 9——井口本体； |
| 5——法兰或卡箍； | 10——表层套管。 |

注：图中左侧标注的标准编号即右侧图示的产品所遵从的标准。

图 3 混合型旋转防喷器地面防喷器组示意图

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 20174 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

旋转防喷器 rotating control device; RCD

旋转防喷器是一种允许钻柱(如钻杆、套管等)在井口压力下旋转和轴向移动,可通过胶芯密封钻柱以保持压力的钻通设备。

3.1.2

主动型旋转防喷器 active RCD system

依靠外部压力以保持密封胶芯与钻柱间密封的 RCD 系统。

3.1.3

被动型旋转防喷器 passive RCD system

不依靠外部压力即可保持密封胶芯与钻柱间密封的 RCD 系统。

3.1.4

混合型旋转防喷器 hybrid RCD system

主动型与被动型胶芯元件相结合的 RCD,其主动型密封胶芯需要外部液压源提供关闭动力以在井口压力作用下保持密封,所有元件在井口压力作用下保持独立密封,达到 RCD 的额定静压。

3.1.5

内孔保护器 bore protector

无需压力控制时,安装的 RCD 保护器,替代密封件或胶芯。

3.1.6

本体卡箍 clamp, housing

用于固定和锁紧配套的 RCD 本体组件的装置。

3.1.7

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。

3.1.8

端部连接 end connection

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

3.1.9

其他端部连接 other end connection; OEC

本标准没有要求的连接,包括非 API 垫环、法兰和毂,以及制造商的专有连接。

3.1.10

螺柱连接 studded connection

通过将螺柱旋入有螺纹的孔中而形成的连接。

3.1.11

全封闭 complete shut-off; CSO

井内没有管柱情况下,完全关闭井眼。

3.1.12

设计确认 design validation

通过试验证明产品符合设计要求,以确认设计的过程。

注：设计确认可以包括下列一个或多个活动(并不是一个完整的清单)：

- a) 样机试验；
- b) 产品的功能和(或)运行试验；
- c) 现场运行试验和评审。

3.1.13

额定动压 dynamic pressure rating

钻井时,包括钻柱在指定转速下旋转时的额定压力。

3.1.14

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。

3.1.15

液压腔 hydraulic operating chamber

RCD 中用于承受液压的部分或内部腔体。

3.1.16

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。

3.1.17

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。

3.1.18

整体 integral

通过锻造、铸造或焊接工艺组成的零件。

3.1.19

渗漏 leakage

密封液体从被试压力容器内部向外渗出。

3.1.20

胶芯 packing element/unit

RCD 和钻柱之间的密封件。

3.1.21

零件 part

用于装配单一设备单元的独立件。

3.1.22

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

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

3.1.23

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

控制或调节井内流体的零件。

注：如：密封胶芯、密封座和其他零件。

3.1.24

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。

注：对于 RCD,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；静止——无管柱运动。

3.1.25

耐腐蚀垫环槽 corrosion resistant ring grooves

衬有耐腐蚀金属的垫环槽。

3.1.26

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。

3.1.27

稳压(压力试验) stabilized(pressure testing)

(压力试验时)初始压降减小到制造商规定的额定值范围内时的状态。

注: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。

3.1.28

额定静压 static pressure rating

由设计确定的,无管柱运动时,配有新胶芯的完整 RCD 的设计验证压力。

3.1.29

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。

3.1.30

起下钻额定压力 stripping pressure rating

在往复或起下钻,但未旋转钻柱时,对于特定型号胶芯承受的最大压力。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ASTM	美国材料与试验协会标准(American Society for Testing and Materials)
API	美国石油学会(American Petroleum Institute)
CRA	耐腐蚀合金(Corrosion-Resistant Alloy)
CSO	全封闭(Complete Shut-Off)
OD	外径(Outer Diameter)
OEC	其他端部连接(Other End Connection)
PQR	工艺评定记录(Procedure Qualification Record)
QTC	鉴定试验试样(Qualification Test Coupon)
RCD	旋转防喷器(Rotating Control Device)

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

额定静压、额定动压和起下钻额定压力均应由制造商规定并按本标准确认。压力等级均针对于新密封胶芯,且承受的井口压力不超过连接件的最低额定压力。

4.2.2 温度等级

4.2.2.1 总则

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。

4.2.2.2 金属材料

表 1 给出了所设计设备的金属零件工作的温度范围。

表 1 金属材料的温度等级

温度等级	工作范围	
	°C	°F
T-75/250	-59~121	-75~250
T-75/350	-59~177	-75~350
T-20/250	-29~121	-20~250
T-20/350	-29~177	-20~350
T-0/250	-18~121	0~250
T-0/350	-18~177	0~350

4.2.2.3 胶芯

胶芯应满足 8.3.4.3 所示温度等级。

制造商应规定胶芯作业的流体环境(液相、气相或多相的)和兼容性。

4.2.2.4 其他弹性密封件

密封件应满足制造商书面规范中规定的温度等级。

制造商应规定密封件作业的流体环境(液相、气相或多相的)和密封件的兼容性。

4.2.3 酸性环境下材料要求

与井内流体接触的金属材料都应符合 GB/T 20972.1、GB/T 20972.2、GB/T 20972.3 对其在酸性工况下工作的要求。

4.3 特定部件的设计要求

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。

6B 型和 6BX 型法兰连接可用作整体连接。

RCD 的 6B 型和 6BX 型整体法兰不应含有试验连接件。

制造商的设计应使用与 API TR 6AF2 中 API 法兰相同的格式,将法兰端部和出口连接的载荷/能力形成文件。这种格式即压力与不同张力下许用弯矩的关系图。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

6B 型和 6BX 型法兰连接应根据 GB/T 22513 指定的规格和压力等级组合进行设计。

4.3.1.2.2 6B 型法兰连接

4.3.1.2.2.1 标准尺寸

6B 型整体法兰尺寸应符合 GB/T 22513 的规定。

所有环槽的尺寸应符合 GB/T 22513 的规定。

注: 6B 型法兰连接是垫环连接型,不宜设计为面对面组装。

垫环一侧的法兰面应加工成平面或者是凸面,厚度应满足 GB/T 22513 的要求。

4.3.1.2.2.2 耐腐蚀性垫环槽

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

注: 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 标准尺寸

6 BX 型整体法兰连接尺寸应符合 GB/T 22513 的规定。

所有环槽的尺寸应符合 GB/T 22513 的规定。

注: 6BX 型法兰连接是垫环连接型,宜设计为面对面组装。

4.3.1.2.3.2 耐腐蚀性垫环槽

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

注: 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。

制造商应使用与 API TR 6AF2 中 API 法兰连接相同的格式,将螺柱式的载荷/能力形成文件。这种格式即压力与不同张力下许用弯矩的关系图。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

4.3.2.2.1 总则

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。

4.3.2.2.2 6B 型螺柱式连接

4.3.2.2.2.1 标准尺寸

6B 型螺柱式连接的孔径、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

螺柱连接应符合 GB/T 22513 的规定。

4.3.2.2.2.3 螺柱孔

螺柱栓孔的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。

4.3.2.2.3 6BX 型螺柱式连接

4.3.2.2.3.1 标准尺寸

6BX 型螺柱连接的孔径、螺柱分布圆直径和法兰外径尺寸应符合 GB/T 22513 的规定。

4.3.2.2.3.2 螺柱式连接面

螺柱连接应符合 GB/T 22513 的规定。

4.3.2.2.3.3 螺柱孔

螺柱栓孔的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)

螺柱式和法兰式端部和出口连接的螺栓应符合 GB/T 22513 的要求。

4.3.4 毂式端部和出口连接

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

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

16B 型卡箍式连接可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 规格尺寸

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);
- e) 含装配内孔保护器的通径(如需要安装保护器)。

4.3.5.1.2 端对端尺寸

RCD 的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

本标准范围内的所有设备的端部连接应符合 4.3.1、4.3.2、4.3.4、4.3.8 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

承压件的材料应符合第 5 章的要求。

封闭螺栓和其他零件应符合制造商的书面规范。

4.3.6 密封垫环

本标准设备所用的垫环应符合 GB/T 22513 对 PSL1 的所有要求。

R 型、RX 型及 BX 型密封垫环用于法兰、螺柱及毂式连接。

R 型与 RX 型垫环在 R 型垫环槽内是可互换的。仅 RX 型垫环用于 SR 垫环槽。BX 型垫环用于 BX 垫环槽。RX 型与 BX 型垫环不应互换。

4.3.7 焊颈式毂

本标准不涉及非 API 焊颈式毂。

4.3.8 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 设计方法

OEC 应该按照 4.4 的要求进行设计。

4.3.8.2.2 尺寸

OEC 应按照表 2 中所示的尺寸进行设计。

4.3.8.2.3 孔尺寸

应符合表 2 中规定的最小通径。

4.3.8.3 材料

OEC 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 章要求的试验。

表 2 设备尺寸

公称尺寸	
mm	in
179	7 $\frac{1}{8}$
228	9
279	11
346	13 $\frac{5}{8}$
425	16 $\frac{3}{4}$
476	18 $\frac{3}{4}$
527	20 $\frac{3}{4}$
540	21 $\frac{1}{4}$
680	26 $\frac{3}{4}$
762	30

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 的尺寸要求。

4.3.9.2 毂

如果制造商选用 16B 型和 16BX 型盲板卡箍毂,其尺寸应符合 GB/T 20174 要求。

4.3.9.3 OEC

OEC 的盲板设计和结构应符合 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

应符合第 4 章其他条款及第 5 章、第 6 章、第 7 章的规定。

4.4.2 承压件

应按 GB/T 20174 进行设计。

4.4.3 封闭螺栓

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 其他设计信息

4.4.5.1 连接

密封元件下方的端部和出口连接应是整体型的。

4.4.5.2 RCD 本体卡箍

制造商应使用与 API TR 6AF2 中 API 法兰连接相同的格式,将卡箍式连接的载荷与 RCD 卡箍连接能力形成文件。这种格式即压力与不同张力下许用弯矩的关系图。制造商应规定卡箍/RCD 毂的应力限制范围。分析设计方法应符合 4.4 的规定。

4.4.5.3 OEC

制造商应使用与 API TR 6AF2 中 API 法兰连接相同的格式,将 OEC 的载荷与其连接能力形成文件。这种格式即压力与不同张力下许用弯矩的关系图。制造商应规定 OEC 的应力限制范围。分析设计方法应符合 4.4 的规定。

4.5 设计确认试验

4.5.1 总则

除本标准规定的卡箍、法兰、毂或垫环外,对旋转总成、密封胶芯、锁紧装置应进行设计确认试验,并应以制造商书面规范加以说明。

设计确认试验应形成书面文件并按 4.6 的要求进行确认。

4.5.2 RCD

RCD 的操作性能试验应符合 4.7 的规定。

4.5.3 RCD 胶芯

RCD 胶芯试验应符合 4.7 的规定。

RCD 胶芯的设计温度确认试验应符合 4.8.2 的规定。

4.5.4 OEC

OEC 的操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,并应形成书面文件。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 设计确认

设计确认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 操作性能试验

4.7.1 总则

4.7.1.1 要求

所有试验应符合表 3 的规定。

4.7.1.2 程序

操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 A 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试验的验收准则应为无可见渗漏。

4.7.1.4 比例换算

如尺寸和工作压力可以按比例换算,应符合表 3 的规定。制造商应将其形成技术文件。

表 3 操作性能试验和按比例换算的验收方法

试验项目	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	$p_{ST}, S3^c$
疲劳 ^a	$p_S, S2$
温度确认	$p_S, S3$
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旋转防喷器。</p> <p>^b 仅关闭机构功能相似的设计可以换算。</p> <p>^c 如果单只胶芯用于密封不同尺寸的芯轴,应使用最小外径和最大外径芯轴分别进行试验,芯轴的几何尺寸与钻具接头一致。所有尺寸胶芯应选用相应尺寸芯轴进行试验。</p>	

4.7.2 RCD 试验程序

4.7.2.1 总则

安全程序应符合制造商书面程序。

4.7.2.2 RCD 试验要求

不同类型的 RCD 试验要求见表 4。试验程序可参见附录 A。

表 4 RCD 试验程序

试验要求	被动型		主动型		混合型		
	轴承	胶芯	轴承	胶芯	轴承	被动型 胶芯	主动型 胶芯
密封性能试验	—	—	—	√	—	—	√ ^a
疲劳试验	—	—	—	√	—	—	√ ^a
额定压力起下钻试验	—	√	—	√	—	√	√
承压起下钻寿命试验	—	√	—	√	—	√	√
胶芯拆装试验	√		√		√		
额定动压试验	√ ^b		√ ^b		√ ^b		
额定静压试验	√ ^c		√ ^c		√ ^c		
注：“√”表示要求做的试验项目。“—”表示不要求做的试验项目。							
^a 所有元件应在井口压力下独立保持密封至达到 RCD 的额定静压。 ^b 如果 RCD 设计中的功能包括操作时的多个旋转总成,则每个旋转总成应独立进行试验。 ^c 该试验是其他试验程序中要求的试验之一,故没有特定的额定静压试验程序。							

4.7.2.3 额定静压试验

本试验应验证 RCD 的额定静压值。文件记录应包括井口压力、试验芯轴尺寸,旋转总成的型号和零件号,以及承受井口压力的符合制造商书面规范的所有内密封件和外密封件等。

4.7.2.4 额定动压试验

本试验应验证 RCD 的额定动压值达到制造商规定的井口压力值并且达到相应的转速至少 100 h。文件记录应包括井口压力、试验芯轴尺寸、试验芯轴和旋转总成的旋转速度,旋转总成的型号和零件号,以及承受井口压力的符合制造商书面规范的所有内密封件和外密封件等。

4.7.2.5 胶芯拆装试验

本试验用于验证在不影响 RCD 操作性能的情况下,RCD 反复更换胶芯的能力。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 100 次装拆循环数,取其首先达到者。

4.7.2.6 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至少起下 400 个钻具接头时,指定类型 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、芯轴尺寸和钻具接头直径,试验流体以及胶芯型式和零件编号。

4.7.2.7 承压起下钻寿命试验

本试验是额定压力起下钻试验的补充,本试验用芯轴和工具接头通过密封胶芯时,液体渗漏不超过 3.8 L/min(1 gal/min),以确定主动型和(或)被动型密封胶芯保持控制井口压力的能力。该起下钻试验应根据最大井口压力(制造商规定的起下钻额定压力)进行,以验证胶芯适应特定的承压起下钻压力。文件内容包括:

- a) 试验期间的井口压力;
- b) 试验期间的井内流体;
- c) 芯轴尺寸、长度和钻具接头的几何尺寸(见表 3);
- d) 起下钻速度记录;
- e) 出现渗漏时通过的钻具接头数或通过 1 000 个钻具接头数[应安装带有一个模拟 18°API 5-inch 钻具接头的 88.9mm(3½ in)OD 外径试验芯轴],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)。

4.7.2.8 疲劳试验

本试验应验证在主动型旋转防喷器反复关闭和开启后保持 0.34 MPa~0.83 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。

4.7.2.9 密封性能试验

本试验应验证在井口压力增至额定动压的情况下为保持主动型旋转防喷器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柱芯轴和空井的情况下(非旋转)进行,试验的钻柱芯轴尺寸应按制造商规定,且为胶芯密封的最小钻柱外径。主动密封胶芯试验包括三部分:

- a) 恒定井压试验。本试验应确定有试验芯轴时保持井口压力密封所需的实际关闭压力,文件应包括井口压力及对应的关闭压力记录。
- b) 恒定关闭压力试验。本试验应确定在给定关闭压力下,主动型旋转防喷器密封试验芯轴时所能承受的最大井口压力。文件应包括井口压力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%的额定工作压力下,全封闭井口所需的关闭压力。文件记录应包括井口压力对应的关闭压力。

4.8 非金属密封件和模压密封总成的设计温度确认

4.8.1 总则

4.8.1.1 安全

应符合制造商的书面规范。

4.8.1.2 程序目的

本程序用于验证本标准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。制造商应记录其程序和结果。附录 B 中的程序可参照使用。

4.8.1.4 验收准则

压力试验时无可见渗漏。

4.8.1.5 比例换算

尺寸和静态压力如可按比例换算,则比例换算应符合表 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、主动型和混合型旋转防喷器

RCD 中的非金属密封件和模压密封总成应进行试验,以验证其在温度等级的极限温度下保持密封的能力。文件包括:

- 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静压下的压力循环,每次至少稳压 15 min;
- d) 高温试验性能记录:要求进行一次额定工作压力下的压力循环,至少稳压 60 min。

4.9 操作手册要求

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。适用时操作手册至少应包括以下信息:

- a) 操作和安装说明;
- b) 物理数据;
- c) 胶芯和密封件的信息;
- d) 维修及试验的信息;
- e) 拆卸和装配的信息;
- f) 零部件的信息;
- g) 贮存的信息(包括贮存橡胶或弹性材料的环境条件);
- h) 额定静压、动压和起下钻压力;
- i) 液压操作系统额定工作压力;
- j) 液压操作系统推荐工作压力;
- k) 主动型旋转防喷器的额定 CSO 压力。

5 材料要求

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。

所有承压件材料应符合 GB/T 20174 的要求。

6 焊接要求

所有焊接应符合 GB/T 20174 的要求。

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。

7.2 测量和试验设备

测量和试验设备的质量控制要求应符合 GB/T 20174 的要求。

7.3 质量控制人员资格鉴定

质量控制人员资格的要求应符合 GB/T 20174 的要求。

7.4 设备及零件的质量控制要求

设备及零件的质量控制要求应符合 GB/T 20174 的要求。

7.5 特殊设备和零件的质量控制要求

7.5.1 承压零件及控压零件

承压零件及控压零件的质量控制要求应符合 GB/T 20174 的要求。

7.5.2 螺柱及螺母(除封闭螺栓)

螺柱及螺母的质量控制要求应符合 GB/T 20174 的要求。

7.5.3 封闭螺栓

封闭螺栓的质量控制要求应符合 GB/T 20174 的要求。

7.5.4 密封垫环

密封垫环的质量控制要求应符合 GB/T 20174 的要求。

7.5.5 非金属密封件及模压密封总成

非金属密封件及模压密封总成的质量控制要求应符合 GB/T 20174 的要求。

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 整机设备出厂验收试验

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、旋转扭矩测试(适用时)及液压控制腔试

验。制造商可自行判定是否带密封胶芯进行测试。

7.5.7.2 序列化

所有整机设备应根据制造商书面规范进行序列化。

7.5.7.3 可追溯性记录

应保持所有可追溯到所在炉批次零件的记录(例如:整机零件号、序列号等)。

7.5.7.4 通径试验

7.5.7.4.1 总则

RCD 应进行旋转总成和 RCD 本体的通径试验。

7.5.7.4.2 方法

所有压力试验后,用一根通径规穿过整机设备通孔。

通径规直径应比制造商规定的旋转总成和 RCD 本体通孔设计尺寸小 0.51 mm~0.76 mm (0.020 in~0.030 in)。

通径规标准长度至少应超出通孔直径 51 mm(2 in),且不小于 300 mm(12 in)。

7.5.7.4.3 验收

通径规应不借助外力穿过通孔。

7.5.7.5 压力试验

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 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 本体静水压试验

7.5.7.6.1 总则

在出厂前,所有 RCD 应进行本体静水压试验。试验流体为水或含有添加剂的水。任何添加剂应记录在试验报告中。

7.5.7.6.2 本体静水压试验

如可行,RCD 应与其处于打开位置的密封机构一起试验。

本体/壳体静水压试验压力应根据设备的额定静压来确定。静水压试验压力应是额定静压的 1.5 倍。

静水压试验由三个步骤组成:

- a) 初始稳压期不少于 3 min;
- b) 将压力减至零;
- c) 二次稳压期不少于 15 min。

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。

7.5.7.6.3 旋转扭矩试验

适用时,在所有的压力试验完成之后,应装配旋转总成进行旋转扭矩试验,以验证扭矩符合制造商

的书面规范。

7.5.7.6.4 液压腔试验

每台装配好的 RCD 都应进行液压腔试验。本试验可与本体静水压试验一起进行。液压腔的试验压力至少等于其额定工作压力的 1.5 倍。

7.5.7.6.5 验收准则

验收准则应为无可见渗漏。

7.5.7.7 RCD 关闭试验

7.5.7.7.1 总则

如果前面的试验不能完全涵盖装配单元所有承压和负载组件,应进行如下步骤:

- a) 每台 RCD 在经过本体静水压试验后应进行关闭试验。如果装配的 RCD 需要用液压操作系统进行密封,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。
- b) 所有关闭试验应在试验压力稳定后开始计时。
- c) 关闭试验分为低压和高压试验,并且低压试验应在高压试验之前进行。

7.5.7.7.2 低压试验

应在关闭的 RCD 下施加 0.34 MPa~0.83 MPa(50 psi~120 psi)的压力。在压力稳定后,保持时间不少于 10 min。

7.5.7.7.3 高压试验

在关闭的 RCD 下施加的压力应等于 RCD 的额定静压。在压力稳定后,稳压时间不少于 10 min。

7.5.7.7.4 CSO

若制造商规定了 CSO,要求在 RCD 无钻柱即空井的条件下进行关闭试验。高压试验的步骤应符合 7.5.7.7.3 的规定,但其试验压力至少应为制造商规定额定静压的 50%。

7.6 出厂验收试验 (FAT)

7.6.1 RCD 的出厂验收试验

每种类型 RCD 的出厂验收试验项目见表 5。

7.6.2 验收准则

所有压力试验的验收准则是在压力试验过程中应无可见渗漏。

表 5 出厂验收试验项目

FAT 矩阵	RCD 类型		
	被动型	主动型	混合型
通畅试验	√	√	√
本体静水压试验	√	√	√

表 5 (续)

FAT 矩阵 试验类型	RCD 类型		
	被动型	主动型	混合型
旋转扭矩测试	√ ^a	√ ^a	√ ^a
液压腔试验	√	√	√
低压关闭试验	√ ^b	√ ^b	√ ^b
高压关闭试验	√ ^b	√ ^b	√ ^b
CSO 试验	×	如可行 ^c	如可行 ^c
注：“√”表示需要做的试验。“×”表示不需要做的试验。			
^a 仅要求含旋转总成的 RCD。 ^b 如果前面的试验不能充分涵盖装配单元所有承压和负载组件,应进行该试验。 ^c 若制造商指定 CSO,则应进行试验。			

7.7 质量控制记录要求

7.7.1 总则

7.7.1.1 材料和测试要求

本标准所要求的质量控制记录是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。

7.7.1.2 记录要求

证明设备符合标准的记录应作为本标准所规定记录的补充要求,除非本标准要求的记录同时满足 GB/T 20972.1、GB/T 20972.2、GB/T 20972.3 的要求。

7.7.1.3 记录的控制

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。

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。

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。

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信息。

7.7.2 由制造商保存的记录

7.7.2.1 总则

制造商应保存第 4 章~第 7 章所要求的所有文件和记录。

7.5.1 中列出的零部件应保存的记录如下:

- a) 焊接工艺评定记录(PQR);
- 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(鉴定试样 QTC);
- 3) 冲击试验(QTC,根据要求);
- 4) 硬度试验(QTC);
- d) 无损探伤(NDE)人员资格鉴定记录;
- e) 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) 静水压试验记录;
- j) 制造商规定的关键尺寸。

7.7.2.2 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。

7.7.2.3 非金属密封件和模压密封总成

制造商应保存一份与制造商书面要求一致的有关非金属密封件及模压密封总成的证明。

7.7.3 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

8.1 总则

一个完整 RCD 的组件应包括可追溯性标记以证明符合本标准。按照本标准制造的所有设备应按表 6 和本章的规定进行标志。标记方法可参照附录 C 或符合制造商的书面规范。

表 6 标识要求和位置

标志	旋转防喷器	OECs ^d (整体和单体)	密封胶芯
制造商名称和标志	铭牌和(或)本体	制造商的规范	制造商的规范
型号或类型(如适用)	铭牌和(或)本体		
序号	铭牌和(或)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	
本体压力等级	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

表 6 (续)

标志	旋转防喷器	OECs ^d (整体和单体)	密封胶芯
制造商的零件号	铭牌和(或)本体	制造商的规范	制造商的规范
制造日期	铭牌和(或)本体	制造商的规范	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)		
垫环槽	连接 OD ^{a,b,c}	制造商的规范	
字母编码系统(8.3.4.1)			制造商的规范
<p>^a 所有 API 和 16BX 毂连接都应在连接颈部作标记,距离要求的颈部长度不超过 12.7 mm ($\frac{1}{2}$ in) (见 GB/T 20174 表 5~表 8 尺寸“L”)。</p> <p>^b 所有法兰应根据 GB/T 22513 进行标识。</p> <p>^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”。</p> <p>^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。</p>			

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 本体额定压力标识

应通过焊接、铣削、铸造、磨削或锻造的方式将制造商规定的本体额定压力清晰、永久地标识在 RCD 易读、明显的壳体部位。冷冲压不需要满足本条要求。

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 模型、RCD 胶芯和密封件)的标志,制造商应有书面程序,规定在产品或其包装上粘贴编码的要求。

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 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 规定进行标志。

8.3.2 螺柱和螺母

螺柱和螺母应按 GB/T 22513 规定进行标志。

8.3.3 封闭螺栓

封闭螺栓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 7 说明了代码组的字母数字意义。8.2.2.1 所述的与井内流体接触的非金属元件应按照 AA BBBB CCCC DDDD EE 的顺序标注字母数字代码组。

此外,制造商的零件编号应标在零件上。

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 7 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 8)
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)

表 8 橡胶化合物标志代码

常用名	化学名称	ASTM D1418 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
硅橡胶	聚硅氧烷	Si
SBR(GR-S)	苯乙烯-丁二烯	SBR
以上没有列出的化合物应标上“N/A”。		

8.3.4.3 温度等级

温度等级见表 9。

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,所有设备体应排放试验用水。

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 °C (125 °F) 以下不应变成液体。



表9 温度等级

下限(第一位)			上限(第二位)		
代号	温度		代号	温度	
	°C	(°F)		°C	(°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	a	a	X	a	a

^a 如果这些零部件上标有“××”,那么可以用于4 °C ~ 82 °C (40 °F ~ 180 °F)这个温度等级,而不需要进行温度鉴定试验。
 示例:材料“EB”的温度级别为-1 °C ~ 93 °C(30 °F ~ 200 °F)。

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。贮存前端口应封堵。

9.1.5 弹性密封件

弹性密封件储存应满足 GB/T 20739 的要求。

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。

附录 A
(资料性附录)
RCD 操作性能试验程序

A.1 总则

本附录为 GB/T 25430 设备的操作性能试验程序提供推荐指南。

A.2 压力损失测量

RCD 的压力试验应在压力稳定之后开始计时。

A.3 校准

所用的每个压力表或压力传感器根据 7.2 的规定进行校准。

A.4 压力记录方法

利用数据采集系统完成所有试验(旋转、压力、起下钻和疲劳)数据采集。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。

A.5 RCD 试验程序

A.5.1 密封性能试验(主动型 RCD)

密封性能试验的程序如下:

- a) 将 RCD(仅装配主动密封件和旋转总成)安装在试验井口上,与开启管线和关闭管线连接,连接高压试压泵到井口或 RCD 侧出口的管线。
- 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,每个密封零件的试验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) 恒定井压试验按下列步骤施压:
 - 1) 根据制造商推荐关闭压力或压差关闭 RCD;
 - 2) 施加 3.45 MPa(500 psi)井口压力;
 - 3) 降低关闭压力或压差,直至出现渗漏,和(或)液压控制系统失效保护模式启动。
 - 4) 泄放井口压力,开启 RCD;
 - 5) 重复步骤 1)至 4),每次以相等的增量增加井口压力,直至井口压力等于 RCD 额定静压。
- e) 恒定关闭压力试验按下列步骤施压:
 - 1) 施加关闭压力或压差 3.45 MPa(500 psi);
 - 2) 逐渐增加井口压力直至渗漏或液压控制系统失效保护模式启动或井口压力等于 RCD 额

定静压；

- 3) 泄放井口压力,开启 RCD;
 - 4) 重复步骤 1)至 3),每次以相等的增量增加关闭压力,直至关闭压力达到制造商推荐的等级。
- f) 全封闭压力试验(制造商指定的主动型元件具备 CSO 能力时适用):
- 1) 拆除钻柱芯轴,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)并稳压 3 min。若发生泄漏,则根据需要增加关闭压力,但不应超过制造商推荐的最大关闭压力;
 - 4) 在低压试验成功后,将井口压力增大到制造商规定的额定静压的 50%,稳压 3 min。若发生泄漏,则根据需要增加关闭压力,但不应超过制造商推荐的最大关闭压力。

A.5.2 疲劳试验(主动型 RCD)

RCD 疲劳试验步骤如下:

- a) 将 RCD 安装在试验井口上,与开启管线和关闭管线连接。连接高压试压泵到井口的管线。
- 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,每个密封零件的试验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) 根据制造商推荐闭合压力关闭 RCD。
- e) 施加 0.34 MPa~0.83 MPa(50 psi~120 psi)井口压力,稳压 3 min,然后将井口压力增至 RCD 额定静压并稳压 3 min,泄放井口压力。
- 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)~g),直到胶芯出现渗漏或已完成 364 次开/关循环(52 次压力循环),二者中首先达到者出现为止。

A.5.3 胶芯拆装试验

RCD 的胶芯拆装试验步骤如下:

- a) 将 RCD 安装在试验井口上;
- b) 按照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) 按照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)~c)步骤 100 次(基于一年的钻井作业中每周近似两次)。每 20 次,对关闭并抱住试验芯轴的 RCD 进行一次试压。试验压力为额定静压并保持 3 min。

A.5.4 额定压力起下钻试验

下列程序用于所有 RCD 元件的额定压力起下钻试验:

- a) 测量并记录 RCD 胶芯橡胶的硬度。将 RCD 安装到起下钻设备上。将 RCD 与开启管线和关闭管线连接。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,预充压力至试验用井口压力的 75%。每

条关闭管线和井压管线至少应配备一个压力传感器。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) 如果单只胶芯用于密封不同尺寸的钻柱(芯轴),应使用最小外径和最大外径芯轴分别进行试验,芯轴的几何尺寸与钻具接头一致。所有尺寸胶芯应选用相应尺寸钻柱进行试验。
- d) 本试验用于验证在制造商所规定的起下钻额定压力下,液体渗漏不超过 3.8 L/min (1 gal/min),以每分钟至少 2 个钻具接头的速度通过密封胶芯,至少起下 400 个钻具接头时,指定类型 RCD 密封胶芯起下钻额定压力值。测试系统在起下钻作业中应保持井口压力在起下钻额定压力的 -10% 以内。在起下钻额定压力下,胶芯应保持密封在芯轴本体上,且测试结束时渗漏应为零。文件应包括如下内容:
 - 1) 试验期间井口压力和温度;
 - 2) 试验期间使用的井筒内流体;
 - 3) 芯轴尺寸、长度和钻具接头的几何尺寸(见表 3);
 - 4) 起下钻速度记录;
 - 5) 胶芯型式和零件编号;
 - 6) 试验期间实测的从井内带出的液体量;
 - 7) 试验期间温度情况记录(芯轴周围环境和表面温度)。

A.5.5 承压起下钻寿命试验

本试验是额定压力起下钻试验的补充,RCD 的承压起下钻试验步骤如下:

- a) 测试并记录 RCD 胶芯橡胶的硬度。将 RCD 安装到起下钻设备上,RCD 与开启管线和关闭管线连接。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,预充压力至试验用井口压力的 75% 。每条关闭管线和井压管线至少应配备一个压力传感器。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) 如果单只胶芯用于密封不同尺寸的钻柱(芯轴),应使用最小外径和最大外径芯轴分别进行试验,芯轴的几何尺寸与钻具接头一致。所有尺寸胶芯应选用相应尺寸钻柱进行试验。
- d) 对于主动型旋转防喷器,以制造商推荐的关闭压力关闭 RCD,施加制造商推荐的井口压力并降低关闭压力直至 RCD 渗漏量小于 3.8 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),每分钟至少 2 个钻具接头的速率。在起下钻过程中井口压力的变化不超过 -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见渗漏[液体渗漏量超过 3.8 L/min (1 gal/min)]。在冲程完成时,观测固定管线的渗漏量。
- f) 记录所有密封橡胶件的任何磨损情况。
- g) 如可行,记录起下钻摩擦力。

A.5.6 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 侧出口。
- b) 重新安装试验钻柱芯轴到 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,若设计的 RCD 操作时上系统具备这些功能。
- d) 施加制造商推荐的关闭压力(如适用)。

- e) 测量并确定初始旋转扭矩。旋转扭矩不得超过制造商的书面规范。
- f) 逐渐增加井口压力直至井口压力等于制造商规定 RCD 的额定动压,并保持 3 min。
- g) 开始旋转 RCD 中的试验钻柱芯轴,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。如可行,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。这是合格的基本要求。
- h) 停止旋转,增加井口压力直至等于 RCD 额定静压,并保持 3 min。然后完全泄放压力至零。
- i) 测量并记录旋转扭矩,旋转扭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)~i),直到出现以下情况:
 - 井口压力或液压或润滑压力通过旋转总成密封件出现渗漏。
 - 旋转力矩测试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;井口压力等于制造商推荐的 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 额定动压下的井口压力旋转 200 h。



附录 B (资料性附录)

验证非金属密封件和模压密封总成温度等级的设计温度确认试验程序

B.1 总则

本附录为 GB/T 25430 设备的设计温度确认提供推荐指南。

B.2 试验参数

B.2.1 压力

要求对每个温度等级进行高低压试验。低压试验在 0.34 MPa~0.83 MPa (50 psi~120 psi) 进行, 高压试验在设备的额定静压下进行。

B.2.2 稳压时间

当达到规定的压力和温度并保持稳定时, 开始计时。最短稳压时间应符合规定。

B.2.3 监控技术

B.2.3.1 总则

利用适当的压力和温度数据采集系统完成所有试验数据采集。数据的采集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。

B.2.3.2 压力测量

所有用于测量或监视压力的设备符合 7.2 规定。

B.2.3.3 温度测量

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

B.2.4 记录

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

B.3 RCD 的高温测试程序

B.3.1 主动型旋转防喷器的高温测试

主动型旋转防喷器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压力传感器,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) 将非金属密封件和(或)模压密封总成安装在 RCD 内,并按照制造商的书面程序进行防护。
- d) 将试验芯轴安装在 RCD 内。试验芯轴的直径为制造商规定的胶芯密封尺寸的最小值。
- 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) 用制造商推荐的操作压力关闭 RCD。
- g) 施压至 RCD 的额定静压,并在压力稳定后保持 60 min。
- h) 泄放井口压力至零。
- i) 打开 RCD。
- j) 记录试验结果。

B.3.2 被动型 RCD 的高温测试

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。均匀加热用于试验的装置,试验流体应在装置内循环流动。
- b) 每条井压管线应至少配备一个压力传感器,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)模压密封总成安装在 RCD 内,并按照制造商书面程序进行防护。
- d) 将试验芯轴安装在 RCD 内,试验芯轴的直径应是制造商规定的胶芯密封尺寸的最小值。
- e) 加热试验流体直至达到试验温度并稳定下来。
- f) 施压至 RCD 的额定静压,并在压力稳定后保持 60 min。
- g) 泄放井口压力至零。
- h) 打开 RCD。
- i) 记录试验结果。

B.4 RCD 的低温循环试验程序

B.4.1 主动型旋转防喷器的低温测试

主动型旋转防喷器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压力传感器,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) 将非金属密封件和(或)模压密封总成安装在 RCD 内,并按照制造商的书面程序进行防护。
- d) 将试验芯轴安装在 RCD 内。试验芯轴的直径为制造商规定的胶芯密封尺寸的最小值。
- 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 七次。
- g) 关闭 RCD,并施压 0.34 MPa~0.83 MPa (50 psi~120 psi)井口压力,稳压 3 min:
 - 1) 将井口试验压力降至零;
 - 2) 施压至 RCD 额定静压,稳压 3min;
 - 3) 将井口试验压力降至零;
 - 4) 开启 RCD。

- h) 21 次关/开循环和三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。

B.4.2 被动型旋转防喷器的低温测试

被动型旋转防喷器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冷却系统连接到试验设备或 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) 将非金属密封件和(或)模压密封总成安装在 RCD 内，并按照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，以每个密封零件的锥形芯轴模型最小钻柱直径和最大钻具接头 OD 进行试验。
- e) 开始冷循环。持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) 将试验芯轴的钻柱部分定位在 RCD 胶芯内，并施加 0.34 MPa(50 psi)至 0.83 MPa(120 psi)井口压力，在稳定后保持 3 min：
 - 1) 将井口试验压力降至零；
 - 2) 施压至 RCD 额定工作压力，稳压 3 min；
 - 3) 将井口试验压力降至零。
- h) 21 次关/开循环和三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。

B.5 混合型旋转防喷器高低温循环试验

混合型设计的每个密封零件按照本规范进行独立试验。主动型和被动型元件的试验程序分别符合 B.3 和 B.4 的规定。

附录 C
(资料性附录)
RCD 型号或类型的标记方法

C.1 总则

本附录为 RCD 型号或类型表示方法的推荐指南。

C.2 RCD 产品型号

RCD 型号表示方法如下：



示例 1: XK35-10.5/21-182, 表示被动型旋转防喷器, 公称通径 346 mm, 最大动密封压力 10.5 MPa, 最大静密封压力 21 MPa, 旋转总成中心孔径 182 mm。

示例 2: XF28-17.5/35, 表示主动型旋转防喷器, 公称通径 279 mm, 最大动密封压力 17.5 MPa, 最大静密封压力 35 MPa, 旋转总成中心孔径 279 mm。

C.3 RCD 产品代号

RCD 按其结构分为 3 种, 其名称、代号可参考表 C.1 规定。

表 C.1 RCD 产品代号

RCD 类型	RCD 产品代号
主动型旋转防喷器	XF
被动型旋转防喷器	XK
混合型旋转防喷器	XH

C.4 RCD 通径代号

RCD 通径代码可参考表 C.2 规定。

表 C.2 RCD 通径代号

通径代号	公称尺寸	
	mm	in
18	179	7 $\frac{1}{16}$
23	228	9
28	279	11
35	346	13 $\frac{5}{8}$
43	425	16 $\frac{3}{4}$
48	476	18 $\frac{3}{4}$
53	527	20 $\frac{3}{4}$
54	540	21 $\frac{1}{4}$
68	680	26 $\frac{3}{4}$
76	762	30

C.5 RCD 压力等级代号

RCD 压力等级代号可参考表 C.3 规定。

表 C.3 RCD 压力等级代号

压力等级代号	压力等级/MPa	压力等级/psi
1.7	1.7	250
3.5	3.4	500
7	6.9	1 000
10.5	10.3	1 500
14	13.8	2 000
17.5	17.2	2 500
21	20.7	3 000
35	34.5	5 000
52.5	51.7	7 500
70	69.0	10 000
105	103.4	15 000
140	138.0	20 000