



中华人民共和国国家标准

GB/T 19831.3—2023

石油天然气工业 套管扶正器 第3部分：刚性和半刚性扶正器

Petroleum and natural gas industries—Casing centralizers—
Part 3: Rigid and semi-rigid centralizers

2023-08-06 发布

2024-03-01 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	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类和型号表示方法	1
5 技术要求	3
6 试验方法	4
7 检验规则	14
8 标识、包装和贮存	15
附录 A (资料性) 刚性和半刚性扶正器结构示意图	17

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 19831《石油天然气工业套管扶正器》的第 3 部分。GB/T 19831 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：弓形弹簧套管扶正器；
- 第 2 部分：扶正器的放置和止动环测试；
- 第 3 部分：刚性和半刚性扶正器。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件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。

本文件起草单位：石油工业井下工具质量监督检验中心、中国石油集团渤海钻探工程有限公司、德州大陆架石油工程技术有限公司、中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司、丹诺(北京)石油技术服务有限公司、河北上善石油机械有限公司。

本文件主要起草人：明祥贵、杨忠祖、任路、王晗阳、艾正青、杨川、蒋海涛、宋剑鸣、梁晓阳、张虎林、孙合平、赵英杰、赵大光、李亮亮、王丁盛、姜永奎、肖涛、孔凡刚、李巍然、苏卿。

引 言

套管扶正器是保障套管居中度的重要固井工具,对提高固井质量起到重要作用。GB/T 19831《石油天然气工业 套管扶正器》拟由三个部分构成。

- 第1部分:弓形弹簧套管扶正器。目的在于约束和规范弓形弹簧套管扶正器产品质量。
- 第2部分:扶正器的放置和止动环测试。目的在于确定扶正器在套管上的安装距离,以期达到最好的扶正效果,确保套管居中度。
- 第3部分:刚性和半刚性扶正器。目的在于约束和规范刚性和半刚性扶正器产品质量。

本文件充分考虑刚性和半刚性扶正器从入井过程中到固井完成整个阶段的使用环境,模拟各使用环境下的受力情况,充分论证产品的可靠性,从而确保套管居中度,提高固井质量。

石油天然气工业 套管扶正器

第3部分：刚性和半刚性扶正器

1 范围

本文件规定了套管用刚性和半刚性扶正器的分类和型号表示方法、技术要求、试验方法、检验规则、标识、包装和贮存。

本文件适用于刚性和半刚性扶正器的设计和检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 19830 石油天然气工业 油气井套管或油管用钢管

GB/T 19831.1 石油天然气工业 套管扶正器 第1部分：弓形弹簧套管扶正器

GB/T 19831.2 石油天然气工业 固井设备 第2部分：扶正器的放置和止动环测试

3 术语和定义

GB/T 19831.1 和 GB/T 19831.2 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

半刚性扶正器 **semi-rigid centralizer**

扶正条(棱)受径向载荷在一定范围内可变形,随径向载荷增加趋于不易变形的扶正器。

3.2

鼓棱 **bulges**

在一定载荷作用下可产生变形,结构为中空扶正棱。

4 分类和型号表示方法

4.1 分类

4.1.1 刚性扶正器分类

4.1.1.1 按照材质分为：

- a) 钢质刚性扶正器；
- b) 铝合金刚性扶正器；
- c) 树脂刚性扶正器。

4.1.1.2 按照扶正条(棱)分布方向分为：

- a) 直条(棱)式刚性扶正器；

b) 斜条(棱)式刚性扶正器。

4.1.1.3 按照扶正条(棱)结构型式分为:

- a) 普通刚性扶正器;
- b) 滚轮刚性扶正器;
- c) 滚珠刚性扶正器。

4.1.1.4 刚性扶正器结构示意图见附录 A 中图 A.1~图 A.4。

4.1.2 半刚性扶正器分类

4.1.2.1 按照扶正条(棱)结构型式分为双弓半刚性扶正器和鼓棱半刚性扶正器。

4.1.2.2 双弓半刚性扶正器按照箍环和扶正条(棱)的连接型式可分为:

- a) 编织式双弓半刚性扶正器;
- b) 整体式双弓半刚性扶正器;
- c) 焊接式双弓半刚性扶正器。

4.1.2.3 鼓棱半刚性扶正器按照扶正条(棱)的连接型式可分为:

- a) 焊接式鼓棱半刚性扶正器;
- b) 整体式鼓棱半刚性扶正器。

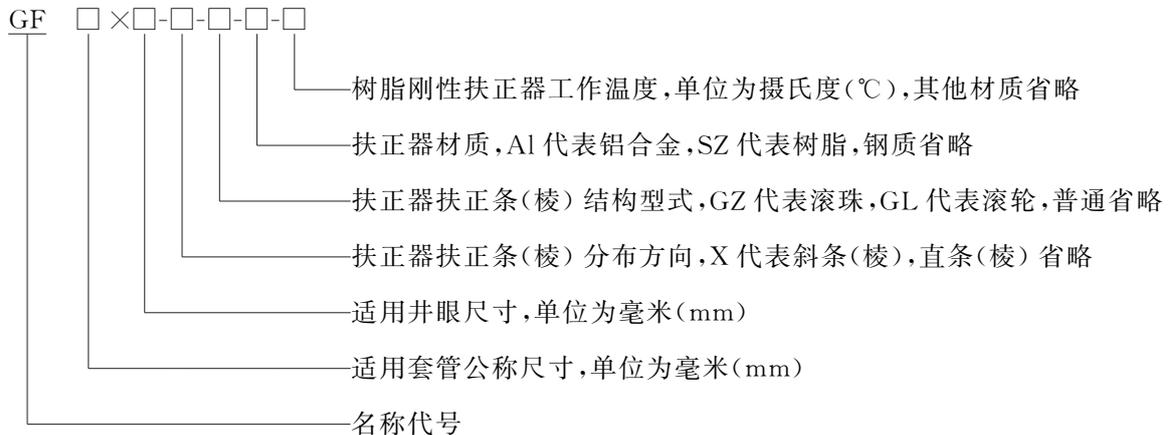
4.1.2.4 鼓棱半刚性扶正器按照扶正条(棱)分布方向可分为:

- a) 直条(棱)式鼓棱半刚性扶正器;
- b) 斜条(棱)式鼓棱半刚性扶正器。

4.1.2.5 半刚性扶正器结构示意图见图 A.5~图 A.9。

4.2 型号表示方法

4.2.1 刚性扶正器的型号表示方法如下。



注:井眼尺寸和套管公称尺寸为圆整后数值。

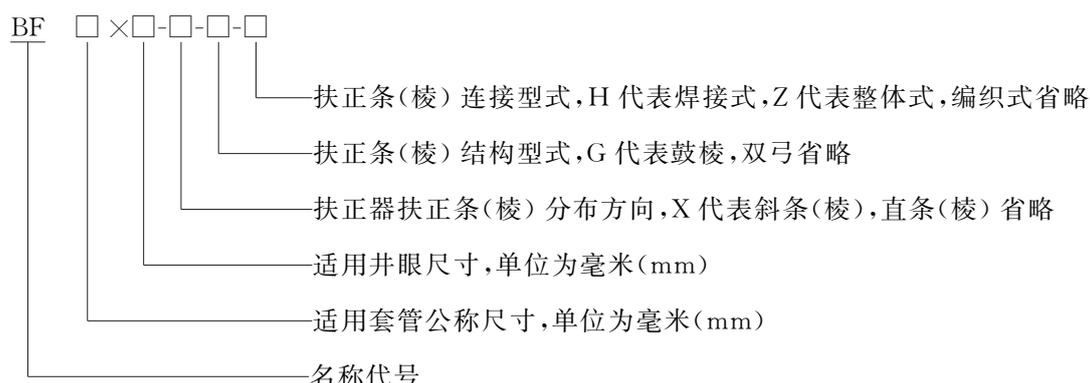
示例 1:

GF140×216-X-SZ-120 表示适用套管外径尺寸为 $\phi 139.7$ mm、适用井眼尺寸为 $\phi 215.9$ mm、扶正条(棱)分布方向为斜条(棱)、扶正条(棱)结构型式为普通、材质为树脂、工作温度为 120 °C 的刚性扶正器。

示例 2:

GF178×241-GZ-Al 表示适用套管外径尺寸为 $\phi 177.8$ mm、适用井眼尺寸为 $\phi 241.3$ mm、扶正条(棱)分布方向为直条(棱)、扶正条(棱)结构型式为滚珠、材质为铝合金的刚性扶正器。

4.2.2 半刚性扶正器的型号表示方法如下。



注：井眼尺寸和套管公称尺寸为圆整后数值。

示例 1：

BF140×216 表示适用套管外径尺寸为 $\phi 139.7$ mm、适用井眼尺寸为 $\phi 215.9$ mm、扶正条(棱)分布方向为直条(棱)、扶正条(棱)结构型式为双弓、扶正条(棱)连接型式为编织式的半刚性扶正器。

示例 2：

BF178×241-X-G-H 表示适用套管外径尺寸为 $\phi 177.8$ mm、适用井眼尺寸为 $\phi 241.3$ mm、扶正条分布方向为斜条(棱)、扶正条(棱)结构型式为鼓棱、扶正条(棱)连接型式为焊接的半刚性扶正器。

5 技术要求

5.1 外观

5.1.1 刚性和半刚性扶正器表面应光滑、无毛刺；编织式半刚性扶正器编织部分应无松动脱落现象，铰链扣合灵活；滚轮或滚珠刚性扶正器的滚轮和滚珠应能灵活转动。

5.1.2 铸造成形的刚性扶正器表面应无粘砂、氧化皮、裂纹、砂眼、夹杂、疏松等缺陷；压注成形的树脂刚性扶正器表面应无分层、凹痕、空洞、气泡、裂纹等缺陷；锻压成形的刚性和半刚性扶正器表面应无裂纹、夹层、折叠、划痕、拉伤等缺陷；焊接成形的刚性和半刚性扶正器表面应无气孔、夹渣、飞溅、裂纹等缺陷。

5.2 尺寸

刚性和半刚性扶正器最大外径和最小内径应符合制造厂商的设计要求，其线性尺寸偏差应符合 GB/T 1804—2000 中粗糙 C 公差等级的规定。刚性和半刚性扶正器长度应符合制造厂商的设计要求，尺寸偏差应不大于 ± 5 mm。

5.3 磨损量

刚性和半刚性扶正器扶正条(棱)所用材料的样块磨损量应不大于 0.3 mm。

5.4 径向载荷能力

5.4.1 常温下，刚性和半刚性扶正器在径向载荷不小于 225 kN 的条件下，扶正器各部位应无开裂。

5.4.2 树脂刚性扶正器的工作温度由制造厂商和用户约定。工作温度下，树脂刚性扶正器在径向载荷不小于 GB/T 19831.1 规定的复位力值的条件下，扶正器应不产生塑性变形和开裂。

5.5 轴向载荷能力

5.5.1 常温下，刚性扶正器和鼓棱半刚性扶正器在轴向压缩载荷不小于 225 kN 的条件下，扶正器各部位应无开裂。

5.5.2 树脂刚性扶正器的工作温度由制造厂商和用户约定。工作温度下,树脂刚性扶正器在轴向压缩载荷不小于 225 kN 的条件下,扶正器各部位应无开裂。

5.5.3 双弓半刚性扶正器在轴向拉伸载荷不小于 225 kN 条件下,扶正条(棱)和箍环应无开裂和脱落,试验接头不应完全通过箍环。

5.6 夹持力

带止动结构扶正器的夹持力应大于 GB/T 19831.1 规定的起动力值。

5.7 通过能力

5.7.1 双弓半刚性扶正器在最大载荷不大于 GB/T 19831.1 规定的起动力值的条件下,应能完全通过与扶正器适用井眼尺寸一致的标准井眼,扶正器各部位应无开裂。

5.7.2 半刚性扶正器在最大载荷不大于 225 kN 的条件下,应能完全通过制造厂商和用户约定的缩径井眼,扶正器各部位应无开裂。

5.7.3 半刚性扶正器在最大载荷不大于 225 kN 的条件下,应能完全通过制造厂商和用户约定的局部变形井眼,扶正器各部位应无开裂。

5.8 轴向拉伸冲击能力

双弓半刚性扶正器应能承受轴向拉伸冲击,扶正条(棱)和箍环应无开裂和脱落,且试验接头不应完全通过箍环。

5.9 起动力和复位力

双弓半刚性扶正器的起动力和复位力应符合 GB/T 19831.1 的规定。

6 试验方法

6.1 试验装置通用要求

6.1.1 试验套管

试验套管外径与扶正器适用套管外径一致,且应符合 GB/T 19830 的规定,试验套管长度应大于标准井眼长度。

6.1.2 试验井眼

6.1.2.1 标准井眼,内径应与扶正器适用井眼尺寸一致,长度应大于扶正器长度。

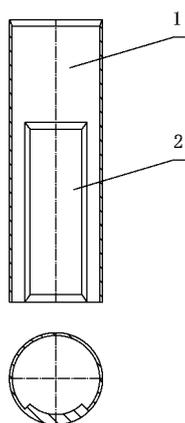
6.1.2.2 缩径井眼,由标准井眼段和缩径井眼段组成。标准井眼段内径与扶正器适用井眼尺寸一致,长度应大于扶正器长度的一半;缩径井眼段内径由制造厂商和用户约定,长度应大于扶正器长度。

6.1.2.3 局部变形井眼,由标准井眼段和 90°圆弧形凸台段组成,如图 1 所示。标准井眼段内径与扶正器适用井眼尺寸一致,长度应大于扶正器长度的一半;90°圆弧形凸台段内径由制造厂商和用户约定,长度应大于扶正器长度。

6.1.2.4 井眼内径公差范围均应在 $-0.8\text{ mm}\sim 0\text{ mm}$ 之内,且内壁应光滑无毛刺,端部应有 45°倒角。

6.1.3 滑动接箍

滑动接箍外径应符合 GB/T 19830 的规定,内径应大于试验套管外径 3 mm,内壁应光滑无毛刺。



标引序号说明：
 1——标准井眼；
 2——90°圆弧凸台。

图 1 局部变形井眼示意图

6.1.4 试验接头

上试验接头和下试验接头的外径应与扶正器适用套管和接箍外径一致,且应符合 GB/T 19830 的规定,接箍部分长度应是 GB/T 19830 规定适用套管接箍长度尺寸的一半。

6.1.5 限制台阶

限制台阶外径应不大于 GB/T 19830 规定的接箍外径。

6.1.6 传热介质

传热介质应采用闪点高于工作温度 20 °C 的导热油或对受试材料没有影响的其他介质,传热介质各点处的温差不应超过 ±5 °C。

6.1.7 仪器设备精度

载荷测量精度应不大于被测值 5%；温度测量精度应不低于 1 °C。

6.2 外观

外观应在照明充足的条件下进行目视检验；用手动的方式检查铰链扣合、滚轮或滚珠的转动性能。

6.3 尺寸

尺寸可使用游标卡尺、环规或其他测量器具进行检验。

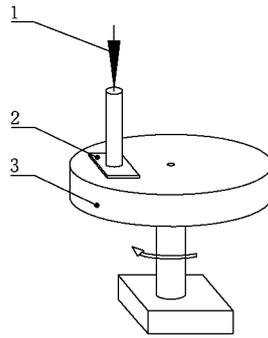
6.4 磨损量

6.4.1 磨损量应采用销盘试验装置进行试验,销盘试验示意图见图 2。销盘试验装置的摩擦盘旋转速度、加载载荷应可调并能记录。转速误差应不大于 5 r/min,加载载荷误差应不大于 1%。

6.4.2 试验前测量样块尺寸(长、宽、高)并记录。

6.4.3 样块放置于摩擦盘上,样块的长边与摩擦盘的切线方向平行,试验参数应符合表 1 的要求。

6.4.4 试验后测量样块高度并记录。



标引序号说明：

- 1——载荷；
- 2——样块；
- 3——摩擦盘。

图 2 销盘试验示意图

表 1 磨损量试验参数

试验参数	技术指标
样块中心距摩擦盘中心距离 mm	≥25
样块尺寸(长×宽) mm×mm	8×3
样块材料	扶正条(棱)材料
样块摩擦面粗糙度 μm	1.6~3.2
样块中心线速度 m/s	0.15
载荷 N	35
温度	常温
旋转时间 min	45
摩擦盘材料	45 钢
摩擦盘摩擦面粗糙度 μm	1.6~3.2
摩擦盘硬度 HRC	26~32
样块尺寸长和宽的公差为±0.1 mm,样块高度应满足试验装置安装要求。	

6.5 径向载荷能力

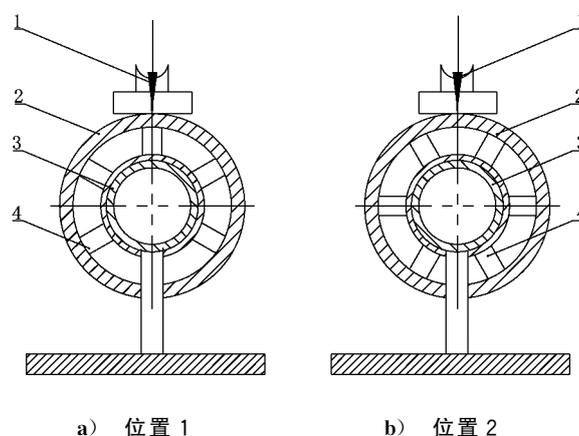
6.5.1 常温试验

6.5.1.1 径向载荷能力常温试验示意图见图 3, 载荷应施加在扶正器的轴向中间位置, 且通过标准井眼径向施加到扶正器上。

6.5.1.2 在标准井眼上施加载荷, 载荷应垂直传递到与之相接触的扶正器的扶正条(棱)上[见图 3a)]。载荷增加速度应为 2.5 kN/s~4.5 kN/s, 施加载荷应不小于 225 kN, 稳载 5 min。

6.5.1.3 转动扶正器, 载荷应垂直传递到与之相接触的扶正器的两扶正条(棱)之间[见图 3b)]。载荷增加速度应为 2.5 kN/s~4.5 kN/s, 施加载荷应不小于 225 kN, 稳载 5 min。

6.5.1.4 转动扶正器, 重复 6.5.1.2~6.5.1.3, 直至扶正器周向所有位置都经过测试。



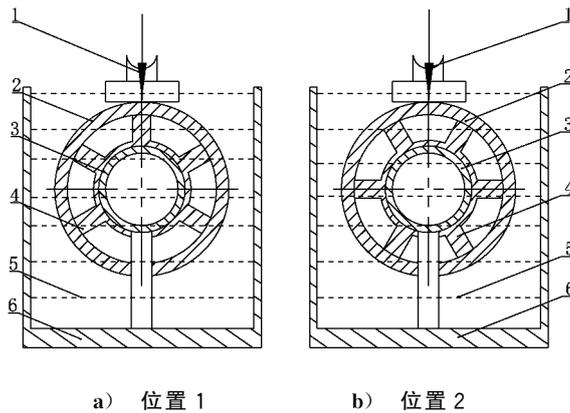
标引序号说明:

- 1——载荷;
- 2——标准井眼;
- 3——试验套管;
- 4——扶正器。

图 3 径向载荷能力常温试验示意图

6.5.2 工作温度试验

6.5.2.1 径向载荷能力工作温度试验示意图见图 4, 载荷应施加在树脂刚性扶正器的轴向中间位置, 且通过标准井眼径向施加到树脂刚性扶正器上。



- 标引序号说明：
- 1——载荷；
 - 2——标准井眼；
 - 3——试验套管；
 - 4——扶正器；
 - 5——液体传热介质；
 - 6——加热槽。

图 4 径向载荷能力工作温度试验示意图

6.5.2.2 树脂刚性扶正器整体浸没深度应不小于 25 mm,加温至工作温度,温度误差范围 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,恒温 30 min。

6.5.2.3 在标准井眼上施加载荷,载荷应垂直传递到与之相接触的树脂刚性扶正器的扶正条(棱)上[见图 4a)]。载荷增加速度应为 2.5 kN/s~4.5 kN/s,施加载荷应不小于 GB/T 19831.1 规定的复位力值,稳载 5 min。

6.5.2.4 转动树脂刚性扶正器,载荷应垂直传递到与之相接触的树脂刚性扶正器的两扶正条(棱)之间[见图 4b)]。载荷增加速度应为 2.5 kN/s~4.5 kN/s,施加载荷应不小于 GB/T 19831.1 规定的复位力值,稳载 5 min。

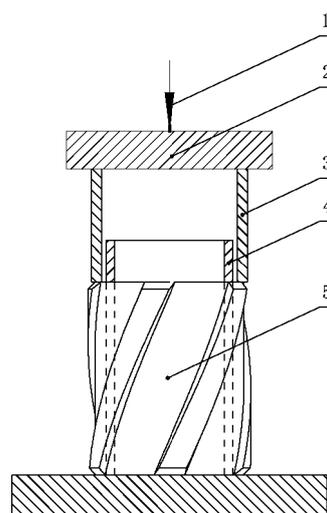
6.5.2.5 转动树脂刚性扶正器,重复 6.5.2.3~6.5.2.4,直至树脂刚性扶正器周向所有位置都经过测试。

6.6 轴向载荷能力

6.6.1 常温压缩试验

6.6.1.1 轴向载荷能力常温压缩试验示意图见图 5。

6.6.1.2 对扶正器施加轴向压缩载荷,载荷增加速度应为 2.5 kN/s~4.5 kN/s,施加载荷应不小于 225 kN,稳载 5 min。



标引序号说明：

- 1——载荷；
- 2——压板；
- 3——滑动接箍；

- 4——试验套管；
- 5——扶正器。

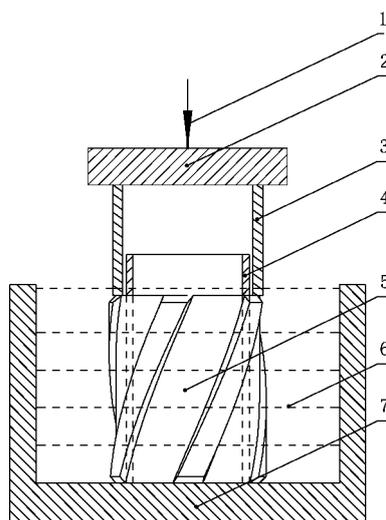
图 5 轴向载荷能力常温压缩试验示意图

6.6.2 工作温度压缩试验

6.6.2.1 轴向载荷能力工作温度压缩试验示意图见图 6。

6.6.2.2 树脂刚性扶正器浸没深度应不小于 25 mm,加温至工作温度,温度误差范围 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,恒温 30 min。

6.6.2.3 对树脂刚性扶正器施加轴向压缩载荷,载荷增加速度应为 $2.5\text{ kN/s}\sim 4.5\text{ kN/s}$,施加载荷应不小于 225 kN,稳载 5 min。



标引序号说明：

- 1——载荷；
- 2——压板；
- 3——滑动接箍；
- 4——试验套管；

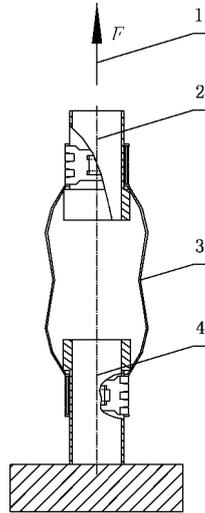
- 5——扶正器；
- 6——液体传热介质；
- 7——加热槽。

图 6 轴向载荷能力工作温度压缩试验示意图

6.6.3 拉伸试验

6.6.3.1 轴向载荷能力拉伸试验示意图见图 7。

6.6.3.2 对双弓半刚性扶正器施加轴向拉伸载荷,载荷增加速度应为 2.5 kN/s~4.5 kN/s,施加载荷应不小于 225 kN,稳载 5 min。



标引序号说明:

1——载荷;

2——上试验接头;

3——扶正器;

4——下试验接头。

图 7 轴向载荷能力拉伸试验示意图

6.7 夹持力

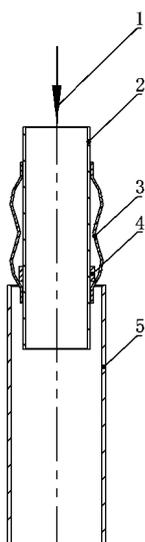
带止动结构扶正器的夹持力应按 GB/T 19831.2 的规定进行试验。

6.8 通过能力

6.8.1 标准井眼通过能力试验

6.8.1.1 标准井眼通过能力试验示意图见图 8。

6.8.1.2 对试验套管施加轴向载荷,载荷增加速度应为 2.5 kN/s~4.5 kN/s,施加载荷应不大于 GB/T 19831.1 规定的起动力值,使双弓半刚性扶正器完全通过试验标准井眼或直至扶正器损坏。



标引序号说明：

- 1——载荷；
- 2——试验套管；
- 3——扶正器；

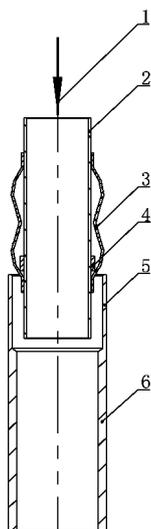
- 4——限制台阶；
- 5——标准井眼。

图 8 标准井眼通过能力试验示意图

6.8.2 缩径井眼通过能力试验

6.8.2.1 缩径井眼通过能力试验示意图见图 9 和图 10。

6.8.2.2 对试验套管或滑动接箍施加轴向载荷,载荷增加速度应为 2.5 kN/s~4.5 kN/s,施加载荷应不大于 225 kN,使扶正器完全通过试验井眼或直至扶正器损坏。



标引序号说明：

- 1——载荷；
- 2——试验套管；
- 3——双弓半刚性扶正器；

- 4——限制台阶；
- 5——标准井眼段；
- 6——缩径井眼段。

图 9 双弓半刚性扶正器缩径井眼通过能力试验示意图

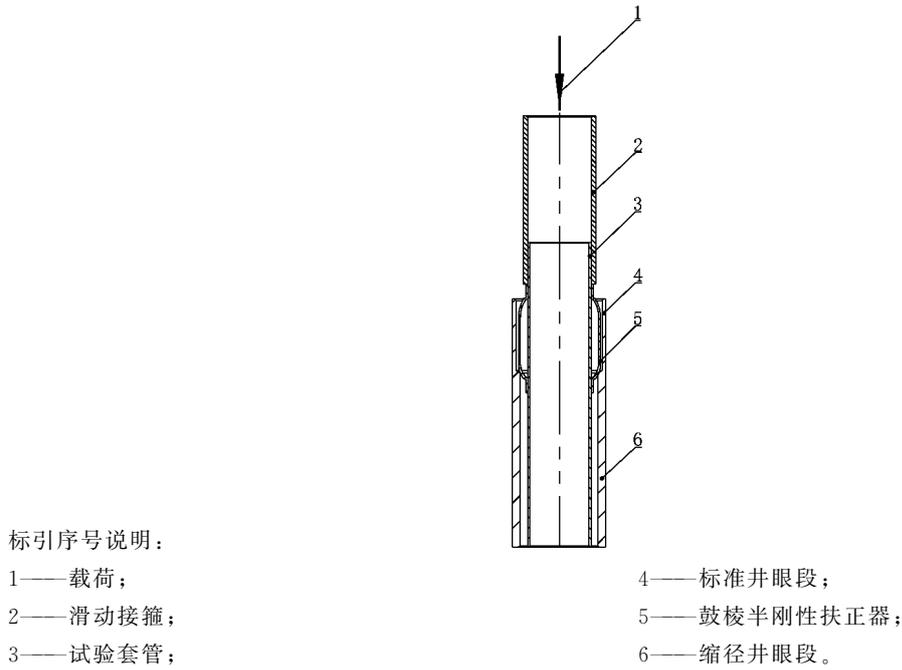


图 10 鼓棱半刚性扶正器缩径井眼通过能力试验示意图

6.8.3 局部变形井眼通过能力试验

6.8.3.1 局部变形井眼通过能力试验示意图见图 11 和图 12。

6.8.3.2 对试验套管或滑动接箍施加轴向载荷,载荷增加速度应为 2.5 kN/s~4.5 kN/s,施加载荷应不大于 225 kN,使扶正器完全通过试验井眼或直至扶正器损坏。

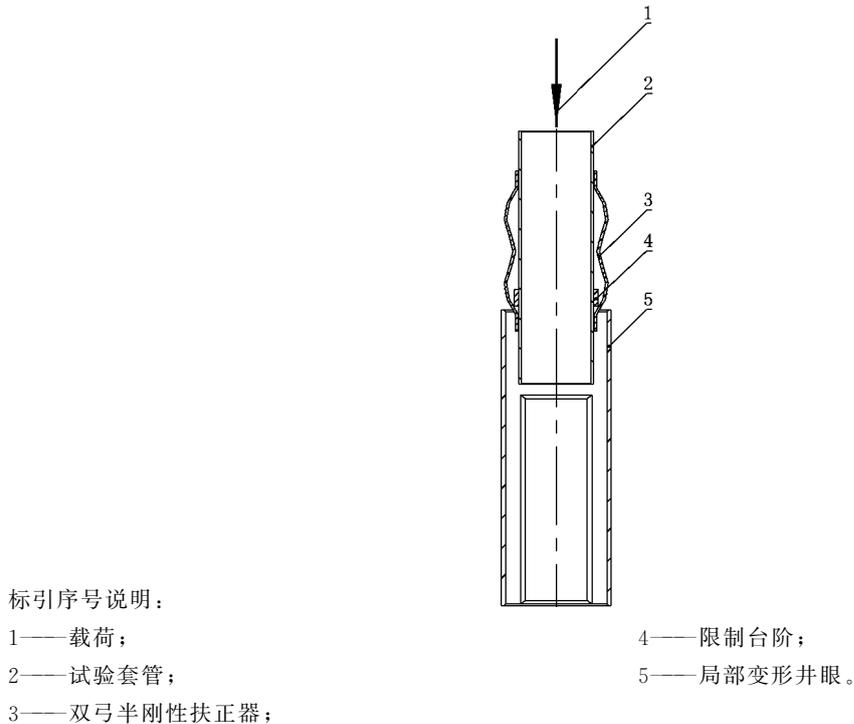
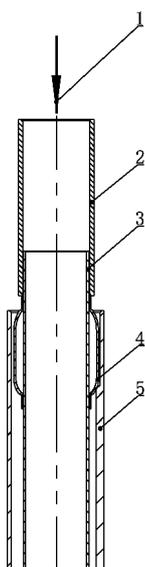


图 11 双弓半刚性扶正器局部变形井眼通过能力试验示意图



标引序号说明：

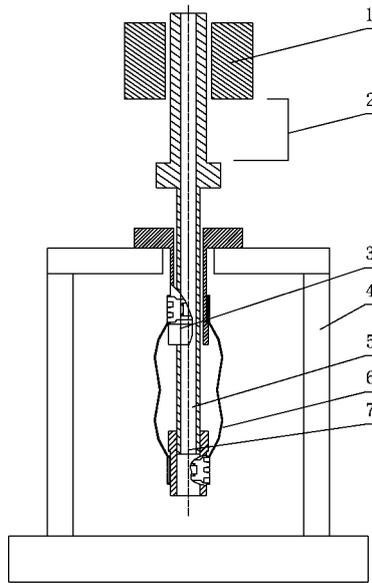
- 1——载荷；
- 2——滑动接箍；
- 3——试验套管；
- 4——鼓棱半刚性扶正器；
- 5——局部变形井眼。

图 12 鼓棱半刚性扶正器局部变形井眼通过能力试验示意图

6.9 轴向拉伸冲击能力

6.9.1 轴向拉伸冲击能力试验示意图见图 13。

6.9.2 将双弓半刚性扶正器安装在轴向拉伸冲击能力试验装置上，释放冲击砝码，使冲击砝码以自由落体方式下落冲击轴向拉伸扶正器两端，轴向拉伸冲击能力试验参数应符合表 2 的要求。



标引序号说明：

- 1——冲击砧码；
- 2——下落距离；
- 3——上试验接头；
- 4——支撑架；
- 5——中心管；
- 6——扶正器；
- 7——下试验接头。

图 13 轴向拉伸冲击能力试验示意图

表 2 轴向拉伸冲击能力试验参数

套管外径尺寸 mm	冲击砧码质量 kg	下落距离 mm	冲击次数 次
≤178	680±0.5	203±1	20
>178	680±0.5	305±1	20

6.10 起动力和复位力

双弓半刚性扶正器起动力和复位力应按 GB/T 19831.1 的规定方法进行试验。

7 检验规则

7.1 出厂检验

出厂检验项目、技术要求和检验方法应符合表 3 的规定。

表 3 检验项目、技术要求和检验方法

检验项目		技术要求	检验方法	检验类别	
				出厂检验	型式检验
外观		5.1	6.2	全部产品类型	全部产品类型
尺寸		5.2	6.3	全部产品类型	全部产品类型
磨损量		5.3	6.4	—	全部产品类型
径向载荷能力	常温试验	5.4.1	6.5.1	—	全部产品类型
	工作温度试验	5.4.2	6.5.2	—	树脂刚性扶正器
轴向载荷能力	常温压缩试验	5.5.1	6.6.1	—	刚性扶正器、鼓棱半刚性扶正器
	工作温度压缩试验	5.5.2	6.6.2	—	树脂刚性扶正器
	拉伸试验	5.5.3	6.6.3	—	双弓半刚性扶正器
夹持力		5.6	6.7	—	带止动结构的扶正器
通过能力	标准井眼通过能力试验	5.7.1	6.8.1	—	双弓半刚性扶正器
	缩径井眼通过能力试验	5.7.2	6.8.2	—	半刚性扶正器
	局部变形井眼通过能力试验	5.7.3	6.8.3	—	半刚性扶正器
轴向拉伸冲击能力		5.8	6.9	—	双弓半刚性扶正器
起动力和复位力		5.9	6.10	—	双弓半刚性扶正器

7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- 新产品试制定型;
- 检验结果与上次型式检验有较大差异;
- 正式生产后,结构、材料和工艺方面有较大改变可能影响产品性能;
- 产品停产两年后又恢复生产;
- 国家、行业管理部门或用户提出进行型式检验的要求。

7.2.2 型式检验项目、技术要求和检验方法应符合表 3 的规定。

7.3 出厂检验及型式检验判定规则

7.3.1 出厂检验:按表 3 出厂检验项目进行检验,如有一项不合格,则判定该件产品不合格。

7.3.2 型式检验:按表 3 型式检验项目进行检验,如有一项不合格,则判定型式检验不通过。

8 标识、包装和贮存

8.1 产品应做如下标识:

- 商标或制造厂名称;
- 产品型号;

c) 产品编号、生产日期。

8.2 随机文件应包括：产品合格证、装箱单。

8.3 包装外表面应做如下标志：

a) 收货单位名称；

b) 制造厂名称、地址和出厂日期；

c) 产品名称和型号。

8.4 产品应存放在干燥、清洁、通风处，并有防晒、防锈蚀措施。存贮时间超过 2 年的树脂刚性扶正器应按每批次 1% 的抽样比例进行抽样，样本量低于 200 只时至少抽取 2 只，抽样样品全部型式检验合格后该批次产品可继续使用。

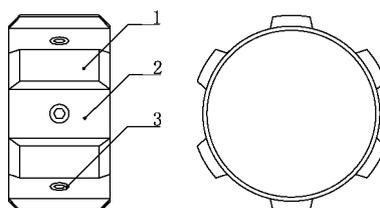
附录 A

(资料性)

刚性和半刚性扶正器结构示意图

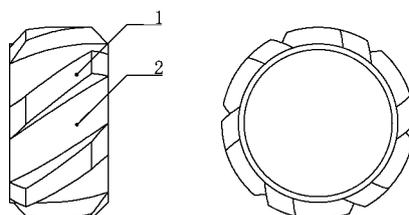
A.1 刚性扶正器

直条(棱)式刚性扶正器结构示意图不仅限于图 A.1,斜条(棱)式刚性扶正器结构示意图不仅限于图 A.2,滚轮刚性扶正器结构示意图不仅限于图 A.3,滚珠刚性扶正器结构示意图不仅限于图 A.4。



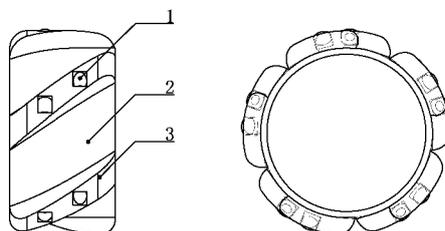
标引序号说明：
1——扶正棱；
2——本体；
3——止动螺钉。

图 A.1 直条(棱)式刚性扶正器结构示意图



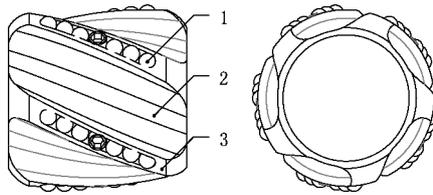
标引序号说明：
1——扶正棱；
2——本体。

图 A.2 斜条(棱)式刚性扶正器结构示意图



标引序号说明：
1——滚轮；
2——本体；
3——扶正棱。

图 A.3 滚轮刚性扶正器结构示意图



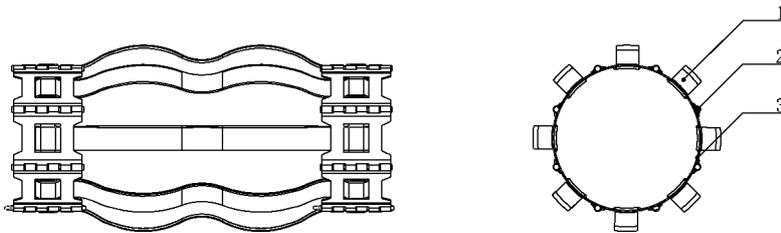
标引序号说明：

- 1——滚珠；
- 2——本体；
- 3——扶正棱。

图 A.4 滚珠刚性扶正器结构示意图

A.2 半刚性扶正器

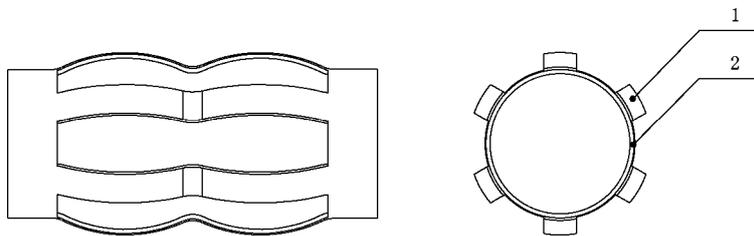
编织式双弓半刚性扶正器结构示意不仅限于图 A.5,整体式双弓半刚性扶正器结构示意不仅限于图 A.6,焊接式双弓半刚性扶正器结构示意不仅限于图 A.7,鼓棱半刚性扶正器结构示意不仅限于图 A.8 和图 A.9。



标引序号说明：

- 1——扶正条；
- 2——销钉；
- 3——箍环。

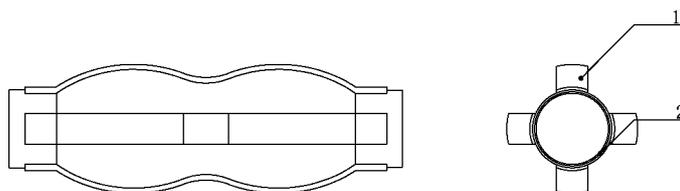
图 A.5 编织式双弓半刚性扶正器结构示意图



标引序号说明：

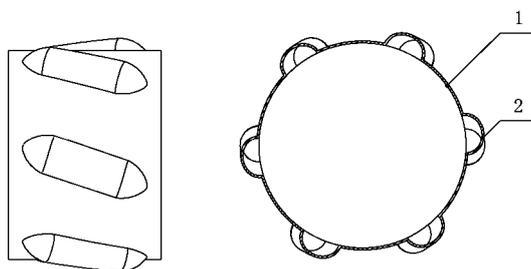
- 1——扶正条；
- 2——箍环。

图 A.6 整体式双弓半刚性扶正器结构示意图



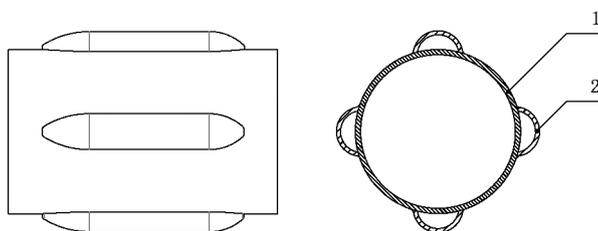
标引序号说明：
1——扶正条；
2——箍环。

图 A.7 焊接式双弓半刚性扶正器结构示意图



标引序号说明：
1——本体；
2——鼓棱。

图 A.8 斜条整体式鼓棱半刚性扶正器结构示意图



标引序号说明：
1——本体；
2——鼓棱。

图 A.9 直条焊接式鼓棱半刚性扶正器结构示意图

