

T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXX—XXXX

水下采油树高压喷嘴阀

High-pressure nozzle valve for underwater oil production trees

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

中国西部开发促进会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	1
4.1 设计要求	1
4.2 材料要求	2
4.3 密封要求	2
4.4 驱动器要求	2
5 试验方法	2
5.1 设计确认试验	2
5.2 材料性能检验	3
5.3 密封性能试验	4
6 检验规则	4
6.1 检验要求	4
6.2 检验分类	4
6.3 出厂检验	4
6.4 型式检验	4
7 标志、包装、运输和贮存	5
7.1 标志	5
7.2 包装	5
7.3 运输	5
7.4 贮存	5

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。

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。

本文件由中国西部开发促进会提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

水下采油树高压喷嘴阀

1 范围

本文件规定了水下采油树高压喷嘴阀（以下简称“高压喷嘴阀”）的术语和定义、技术要求、测试方法、检验检测、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于水下采油树系统中，用于控制高压流体喷射的阀类组件。

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 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定

GB/T 1690 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐液体试验方法

GB/T 21412.4 石油天然气工业 水下生产系统的设计与操作 第4部分：水下井口装置和采油树设备

ISO 10423:2022 石油和天然气—钻井和生产设备—井口和树设备（Petroleum and natural gas industries—Drilling and production equipment—Wellhead and tree equipment）

ISO 13533 石油和天然气工业—钻井和生产设备—钻通设备（Petroleum and natural gas industries—Drilling and production equipment—Drill-through equipment）

API RP 6HT 碳素钢、微合金钢和低合金钢锻造及铸造部件的热处理与测试（Heat Treatment and Testing of Carbon, Micro-alloyed, and Low-alloy Steel Wrought and Cast Components, Third Edition）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

额定工作压力 rated working pressure

设备所能承受和(或)控制的最高内压力。

3.2

阀组 valve block

两个或多个阀组成的整体。

3.3

节流阀 restrictor valve

通过改变节流面积和节流长度以控制压缩空气流量的阀。

4 技术要求

4.1 设计要求

4.1.1 通径和连接

4.1.1.1 阀的通径尺寸应符合 ISO 10423 的规定，阀组尺寸应符合 GB/T 21412.4 的要求。

4.1.1.2 端部连接

4.1.1.2.1 法兰式端部连接的阀，应采用 GB/T 21412.4 的要求。

4.1.1.2.2 卡箍式连接应符合 ISO 13533 的规定。

4.1.1.3 额定压力应适配，当端部连接装置额定压力不同时，取最小承压件的额定压力作为阀的额定压力。

4.1.2 压力与温度

4.1.2.1 阀的设计应考虑内部流体压力、外部静水压力及环境温度的影响，额定压力应满足水下采油树系统的工作要求，且不低于系统最大工作压力。

4.1.2.2 温度级别应根据介质温度和环境温度确定，材料选择应匹配温度要求。

4.1.3 结构与功能

4.1.3.1 阀体结构应满足 1.5 倍 RWP 的设计要求，确保高压下的结构完整性。

4.1.3.2 喷嘴设计应保证流体喷射特性（如流量、喷射角度），制造商应提供喷嘴的流动特性参数（如流量系数、喷射角度范围）。

4.1.4 驱动机构

4.1.4.1 手动驱动设计应考虑潜水员（ADS）和/或 ROV 的操作能力，操作扭矩应合理（防止过力）；

4.1.4.2 液压驱动应具备防海生物、污垢、腐蚀的能力，且在控制流体失压时，能保持故障位置或自动回到安全位置。

4.2 材料要求

4.2.1 阀体及承压件材料应符合 GB/T 21412.4 的规定。

4.2.2 金属对金属密封面应采用与井液、海水兼容的抗腐蚀材料堆焊或涂敷（若母材本身兼容，可免堆焊层）。

4.2.3 承压件和高承载锻件的锻造材料、锻造方法、热处理及试样应满足 API RP 6HT 的要求，试样应与主体同步进行热加工处理（除消除应力外）。

4.3 密封要求

4.3.1 阀体静密封和动密封应在 1.5 倍 RWP 压力下保压 3min 无泄漏。

4.3.2 喷嘴密封：喷嘴与阀体的连接密封应具备良好的耐压性和耐腐蚀性，在额定工况下无泄漏。

4.4 驱动器要求

4.4.1 手动驱动器

4.4.1.1 设计应考虑潜水员和/或 ROV 的操作能力，操作扭矩合理，防止阀操作扭矩过大。

4.4.1.2 应提供维护要求、开启圈数、操作扭矩、最大许用扭矩和关闭阀杆线着力文件。

4.4.1.3 故障关断时，阀应沿逆时针方向转动打开，顺时针方向关闭。

4.4.2 液压驱动器

4.4.2.1 应适配特定阀或阀组，具备冲洗液缸的接口以便于清洁。

4.4.2.2 在阀孔任何压力和密封机构任何位置故障时，在额定工作压力内施加或释放液压压力，驱动器应能正常工作，不损伤阀或驱动器。

4.4.2.3 应安装位置指示器，清晰显示阀的开启/关闭状态，便于潜水员或 ROV 观察。

4.4.2.4 应设计自动防故障机构，弹簧最小平均寿命周期为 10 万次。

5 试验方法

5.1 设计确认试验

5.1.1 通径尺寸

采用符合ISO 10423规定的通径要求（材质为316不锈钢，表面粗糙度 $Ra \leq 1.6 \mu m$ ），在无压力状态下，以手动方式将通径规从阀入口端送入，出口端顺利穿出，全程无卡滞或阻碍，验证流体通道尺寸符合设计要求。

5.1.2 压力与温度适配性试验

在温控压力舱内进行，模拟井下介质温度（ $-20^{\circ}C \sim 120^{\circ}C$ ，按设计温度级别选取3个典型点）和1.2倍RWP压力，每个温度点下保压2h，操作阀完成5次全开/全关循环，验证在温度变化下的压力稳定性及操作可靠性。试验后重复静水压试验，要求性能无衰减。

5.1.3 结构完整性试验

5.1.3.1 静水压强度-阀体试验

将阀腔充满纯净水，排尽空气后，缓慢升至1.5倍额定工作压力（RWP），保压3min。采用目测结合压力传感器监测，要求阀体无可见变形、裂纹，密封面（含法兰连接面、卡箍密封面）无泄漏即气泡逸出量 ≤ 1 个/3min。

5.1.3.2 静水压强度-驱动器液缸试验

对液压驱动器的液缸和活塞腔单独进行试验，介质为液压油（黏度等级ISO VG32），升至1.5倍RWP或设计补偿压力，保压3min，通过压力保持值及目测确认无可见泄漏。

5.1.3.3 喷嘴流量与压力测试

5.1.3.3.1 试验装置：采用闭环水循环系统，配备高压泵（压力范围0~2倍RWP）、标准孔板流量计（精度 $\pm 0.2\%$ ）、压力变送器（精度 $\pm 0.1\%FS$ ）及数据采集系统（采样频率 $\geq 100Hz$ ）。

5.1.3.3.2 喷嘴流量与压力试验步骤如下：

- 在额定工作压力下，将介质（清水或模拟井液，含3% NaCl）通过喷嘴喷射；
- 记录3组稳定状态下的流量（ Q ）和喷嘴前后压力差（ ΔP ）；
- 通过计算流量系数，见公式（1）：

$$Kv = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

Q ——稳定状态下的流量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

ΔP ——喷嘴前后压力差，单位为巴（bar）；

Kv ——流量系数，单位为立方米每小时（ m^3/h ）。

- 取平均值作为最终结果，偏差应 \leq 设计值的5%。

5.1.3.4 手动驱动器-操作扭矩试验

使用数显扭矩扳手（精度 $\pm 1\%$ ），记录从全关到全开（及反向）的扭矩峰值和平均值，连续完成3次循环，要求最大扭矩不超过设计值的110%，且各循环扭矩偏差 $\leq 5\%$ 。

5.1.3.5 液压驱动器-额定工况试验

在额定液压压力（通常10MPa~30MPa）下，完成3次全开/全关循环，采用压力传感器（精度 $\pm 0.5\%FS$ ）和位移传感器（精度 $\pm 0.1mm$ ）记录液压压力、阀杆行程曲线，要求动作平稳，无压力波动超限（偏差 $\leq 5\%$ ）。

5.1.3.6 液压驱动器-寿命加速试验

在1.1倍额定液压下，连续完成5000次循环操作，试验后检查驱动器密封件磨损情况，重复功能试验，性能衰减量应 $\leq 10\%$ 。

5.2 材料性能检验

5.2.1 金属材料检验

5.2.1.1 对金属材料进行化学成分分析，按照API RP 6HT进行测试。

5.2.1.2 对金属材料进行力学性能检验，按照 GB/T 229 进行测试。

5.2.2 密封材料检验

5.2.2.1 非金属密封件按 GB/T 528 要求进行硬度和拉伸强度测试。

5.2.2.2 密封材料按 GB/T 1690 进行耐介质老化测试。

5.3 密封性能试验

5.3.1 静密封试验

阀体法兰、卡箍等静密封部位在1.5倍RWP压力下保压3min，采用肥皂水溶液涂抹密封面，无气泡产生即为合格。

5.3.2 动密封试验

5.3.2.1 阀杆与填料函密封在阀全关状态下，升压至 1.1 倍 RWP，保压 3min，测量阀杆处泄漏量（通过收集容器计量），要求 $\leq 0.1\text{mL/min}$ 。

5.3.2.2 喷嘴密封将喷嘴安装于测试工装，在 1.5 倍 RWP 压力下保压 3min，喷嘴出口端采用干纸巾擦拭，无湿润痕迹即为合格。

6 检验规则

6.1 检验要求

6.1.1 喷嘴阀出厂检验周期应不超过 1 年，且每三年应至少对喷嘴阀进行一次型式检验。

6.1.2 喷嘴阀升级、检修后需重新检验。

6.2 检验分类

喷嘴阀检验分为出厂检验和型式检验，检验项目见表 1。

表 1 检验项目

序号	项目名称	出厂检验	型式检验
1	尺寸	√	√
2	压力和温度适配性	-	√
3	静水压强度-阀体试验	-	√
4	静水压强度-驱动器液缸试验	√	√
5	喷嘴流量与压力	√	√
6	手动驱动器-操作扭矩试验	√	√
7	液压驱动器-额定工况试验	√	√
8	液压驱动器-寿命加速试验	-	√
9	金属材料检验	-	√
10	密封材料检验	-	√
11	静密封试验	√	√
12	动密封试验	√	√

注：“√”表示必检项目。

6.3 出厂检验

喷嘴阀出厂前应做出厂检验，检验合格方可出厂，出厂产品应附产品检验报告，出厂检验项目见表 1。

6.4 型式检验

6.4.1 型式检验时机

有下列任一情况，应进行型式检验：

a) 新产品或老产品转生产的试制定型鉴定；

- b) 正式生产后, 如结构、材料、工艺有较大改变, 可能影响产品性能;
- c) 停产 1 年及以上重新生产时;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异;
- e) 行业主管部门、国家或行业质量监督机构提出要求。

6.4.2 样品数量和检验方案

型式试验应从出厂检验合格的样品中随机抽取 5 个, 选择 1 个进行检验。

6.4.3 判定

当检验项目均符合本文件要求时, 判该检验样品为合格; 若有不合格的项目, 允许重新加倍抽样, 其不合格项目重新进行检验, 若仍不合格, 则判为型式检验不合格。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

铭牌应有抗腐蚀能力, 标识内容应包括但不限于:

- a) 制造厂名、厂址;
- b) 出厂日期或批号;
- c) 产品名称及型号;
- d) 检验合格标志;
- e) 额定工作压力 (RWP);
- f) 性能级别 (PSL);
- g) 阀尺寸和通径;
- h) 流动方向 (单流向阀);
- i) 水下特殊编号或标识号;
- j) 标准号。

7.2 包装

7.2.1 阀体和驱动器应采用防锈包装, 密封防护, 防止运输和贮存过程中受潮、腐蚀。

7.2.2 包装内应附带产品说明书、检验报告、合格证等文件, 文件应防水、防潮。

7.2.3 包装箱应坚固, 不应因包装物重量而损坏。包装应考虑防潮、防震、防尘, 适应运输及装卸的有关要求。

7.3 运输

产品在运输和存储过程中不应倒置、不应有剧烈的振动和撞击、暴晒、盐雾、化学腐蚀性药品及有害气体的侵蚀, 确保产品安全运抵客户指定地点而不因上述原因使产品受损。

7.4 贮存

应贮存在常温、远离热源、通风、干燥的仓库内。
