

ICS 75.180.10

E 92

# 团体标准

T/CPI XXXX-202X

## 石油天然气钻采设备 全金属单螺杆抽油泵

Petroleum drilling and production equipment—  
All-metal Progressing Cavity Pump

(征求意见稿草案)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国石油和石油化工设备工业协会 发布



## 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。

本文件由中国石油和石油化工设备工业协会提出。

本文件由中国石油和石油化工设备工业协会归口。

本文件起草单位：北京石油机械有限公司、中国石油勘探开发研究院、无锡世联丰禾石化装备科技有限公司、大庆油田有限责任公司采油工程研究院、新疆油田工程技术研究院

本文件主要起草人：张国田、王兴燕、张赢今、曹刚、袁虎成、李兴杰、米凯夫、张乃元、雷德荣、范楷模、陈晓军、王方明、于兴胜、王瑞霄、何莎莎、王路石

## 目 次

前 言.....	I
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 产品分类及型号表示方法.....	2
5 性能规范.....	2
6 设计要求.....	4
7 质量控制.....	7
8 性能试验.....	9
9 标志.....	13
10 随机文件.....	13
11 包装、运输、搬运及储存.....	14
附录 A（资料性）全金属单螺杆抽油泵需求信息表.....	15
附录 B（规范性）全金属单螺杆抽油泵产品数据表.....	16
附录 C（规范性）全金属单螺杆抽油泵试验记录表.....	17
附录 D（资料性）配套辅助设备简介.....	18

# 石油天然气钻采设备 全金属单螺杆抽油泵

## 1 范围

本文件规定了全金属单螺杆抽油泵的分类和型号表示方法、性能规范、设计要求、质量控制、性能试验、检验规则、标志、包装、运输、搬运及储存。

本文件适用于石油钻采人工举升用全金属单螺杆抽油泵，其它场合用全金属单螺杆抽油泵也可以参照执行。

## 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 3214 水泵流量的测定方法

GB/T 3216 回转动力泵 水力性能验收试验 1级和2级

GB 7691 涂装作业安全规程 安全管理通则

GB/T 9253.2 石油天然气工业套管、油管 and 管线管螺纹的加工、测量和检验

GB/T 11354 钢铁零件 渗氮层深度测定和金相组织检验

GB/T 14039 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号

GB/T 21411.1—2014 石油天然气工业人工举升用螺杆泵系统 第1部分 泵

GB/T 27025 检测和校准实验室能力的通用要求

SY/T 5029 抽油杆

SY/T 5550 空心抽油杆

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

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**全金属定子** All-metal stator

内部具有螺旋轮廓表面，在轴向方向上与转子啮合形成一系列空腔的金属管体。

### 3.2

**击穿压力** breakdown pressure

击穿压力指螺杆泵在压力作用下定子和转子之间的密封腔室被击穿，流量为零时的状态。

### 3.3

**空载排量** no-load displacement



订购符合本文件的产品时，用户可以根据使用要求自行指定螺杆泵，也可以提供相关信息由供应商推荐选型。这些信息可通过附录 A 螺杆泵需求信息表的形式提供给供应商。用户或采购商应为所提供数据指定计量单位。用户在使用为特殊工况设计的螺杆泵前需要详细评估，以确保该系统能正常工作。

## 5.2 螺杆泵选型

### 5.2.1 选型条件

用户应根据以下条件来选择螺杆泵：

- a) 生产信息；
- b) 流体特性；
- c) 相关油井设备的适应性。

### 5.2.2 生产信息

#### 5.2.2.1 井况信息

用户应提供如下的井况信息：

- a) 工作环境，如热力采油、磨蚀场合、腐蚀环境、重油和常规石油开采以及煤层气等应用；
- b) 井型，如垂直井、斜井或水平井；
- c) 井口位置，如陆上、平台或海底；
- d) 油藏类型，如碳酸盐、固结砂岩、疏松砂岩、煤或页岩；
- e) 标准状况下的总产量；
- f) 含水率，产液中含水的体积百分比；
- g) 含砂量体积百分比；
- h) 转速范围；
- i) 井深；
- j) 泵挂深度；
- k) 井口压力；
- l) 井口流体温度；
- m) 泵吸入口或参考深度的静压或关井压力；
- n) 泵吸入口或参考深度的静态温度或关井温度；
- o) 在标准状况下采出气油比或实测产气量；
- p) 泵吸入口的生产压力，也可由下述信息间接说明：
  - 动液面，环空梯度或密度和套管头压力；
  - 油藏静压和采油指数；
  - 静液面和采油指数；
- q) 套管规格、连接类型和等级；
- r) 油管规格、连接类型和等级；

#### 5.2.2.2 补充信息

除以上信息外，为保证更好选型用户宜提供以下补充信息：

- a) 油藏开采机理及工艺，如浸水驱动、溶解气驱、水驱、热力驱、煤脱水；提高采收率的方法，如 CO<sub>2</sub> 驱、水气交替驱或聚合物驱；
- b) 完井类型，如射孔井、裸眼井、割缝衬管、砾石填充或者防砂筛管；
- c) 螺杆泵的应用史及其他生产方式，如其它人工举升方法和自喷井；
- d) 预期工作寿命，如总产量、转数、天数、年数；

- e) 段塞流的趋势, 如气体, 水, 固体, 蒸汽。
- f) 生产井段深度;
- g) 井斜数据, 如:
  - 泵挂处的井斜;
  - 井口和泵挂深度之间的最大狗腿度;
- h) 井口和挂泵深度之间的最小通径;
- i) 泵挂深度处的最小通径;
- j) 生产油管的内涂层类型和厚度;
- k) 泵吸入口类型选择, 如开槽式、筛管式、油气分离器、尾管式;
- l) 扭矩锚类型;
- m) 扭矩锚顶部的测量深度;
- n) 限制泵安装或工作的其他油井尺寸。

### 5.2.3 流体特性

用户应对以下适用的流体特性做出说明:

- a) 油:
  - 在标准状况下的密度或 API 重度;
  - 芳烃的种类和含量;
  - 在测试条件或工作条件下的粘度;
  - 在油藏温度下的泡点压力;
- b) 水:
  - pH值;
  - 密度;
  - 氯离子含量;
- c) 气体:
  - 成分构成, 如: 二氧化碳、硫化氢含量;
  - 比重;
  - 蒸汽温度, 压力和质量;
- d) 固体:
  - 与固体相关问题的记录, 如腐蚀, 堵塞, 磨损;
  - 形态, 如大小, 结构, 棱角, 成分构成;
  - 积垢趋势
  - 沥青质或石蜡沉积的趋势;
- e) 其他:
  - 乳化性能;
  - 其他流体类型和含量, 如稀释剂、腐蚀或阻垢剂, 完井液, 分散剂和井眼注入点。

### 5.2.4 相关油井设备的适应性

用户或采购商应指定或确定接口连接的设计, 应对相关油井设备存在的外部尺寸限制进行说明以保证该产品能够符合预定的要求。

## 6 设计要求

### 6.1 材料

### 6.1.1 概述

全金属单螺杆抽油泵中关键的金属部件是全金属定子与转子。

供应商或制造商的技术规范应规定与应用情况相适应的定子与转子材料，应考虑以下几点：

- a) 化学成分；
- b) 机械特性：
  - 拉伸强度；
  - 屈服强度；
  - 延伸率；
  - 硬度。

材料供应商或制造商提供的材料测试报告可以用来证实材料与规范的一致性。

### 6.1.2 转子

金属转子材料应能适应所处介质环境和强度的要求，转子材料应具有足够的强度，其截面及螺纹可以承受在泵规定操作范围内的扭转和轴向复合载荷。当弯曲载荷和交变复合载荷同时存在时，转子强度的评价应考虑疲劳的影响。高温条件下使用时，也应重新考虑材料强度是否适合。设计确认结果应经有资质人员的批准。

转子外表面应进行硬化处理，并对硬度、表面粗糙度及深度（或厚度）有明确的规定以适应工作环境中的流体特性。

### 6.1.3 全金属定子

全金属定子材料应能适应所处介质环境和强度的要求，定子材料应具有足够的强度。高温条件下使用时，也应重新考虑材料强度是否适合。设计确认结果应经有资质人员的批准。

定子内表面应进行硬化处理，并对硬度、表面粗糙度及深度（或厚度）有明确的规定以适应工作环境中的流体特性。

### 6.1.4 焊接

全金属定子或转子根据加工需要，可采用焊接工艺，焊接程序及人员资质应符合ASME锅炉压力容器规范第IX卷的规定。未在该规范中提及的材料参照该规范执行。

供应商或制造商应确保焊接程序适合特殊井下使用条件，应考虑诸如高温环境、腐蚀敏感性和氢脆等问题的影响。

供应商或制造商应有书面验收标准。

## 6.2 尺寸

### 6.2.1 尺寸限制

全金属定子最大外径应能通过套管。套管内径与定子外径的直径差不宜小于15 mm，定子与套管之间的环形空间应能进行气体分离、冲洗管线和下入工具等作业。

转子应能通过油管。为保证转子和抽油杆接箍作正常的偏心运动，应选择内径足够大的油管柱或在正常油管柱间安装过渡油管。

### 6.2.2 螺纹

如无特殊要求，定子螺纹应采用石油油管螺纹或套管螺纹，并按GB/T 9253.2的要求设计制造。

转子螺纹采用抽油杆螺纹或空心抽油杆螺纹，并按SY/T 5029和SY/T 5550 要求的尺寸设计制造。潜油电机井下驱动的全金属单螺杆抽油泵的转子，也可使用其他形式连接。

## 6.3 额定性能

### 6.3.1 转排量

对于每个泵型供应商或制造商应提供公称转排量和实际转排量。

实际转排量应通过台架性能试验确定，零压力点（进口压力示值为 $-0.05\text{ MPa}\sim 0.03\text{ MPa}$ ，出口压力示值小于 $0.5\text{ MPa}$ 视为进出口压力示值为零）下试验，空载实际转排量与公称转排量之差不得超过公称转排量的 $\pm 10\%$ 。

### 6.3.2 额定压力和扬程

供应商或制造商应给出螺杆泵的额定压力、额定扬程、单级空腔承压和啮合空腔数量。额定压力应通过试验确认，泵的每级额定压力推荐为 $0.4\text{ MPa}\sim 1.5\text{ MPa}$ ，可根据使用工况调整。

### 6.3.3 容积效率

在规定条件下试验，额定压力下泵的容积效率应有明确规定。当实际工况和试验条件相差甚远时，应根据经验或计算，对试验条件和技术要求进行修改。

在额定压力下，泵容积效率下降至30%为泵的终止寿命。

### 6.3.4 扭矩和功率

供应商或制造商应提供螺杆泵的设计水力性能、总扭矩和功率数值，这些数值可表示为压差和泵速的函数。

## 6.4 辅助设备要求

全金属单螺杆抽油泵宜配备防砂措施，相关辅助设备参见附录D。

## 6.5 设计验证

供应商或制造商应给出设计验证，以证实产品设计符合技术规范。设计验证工作包括以文档形式给出的设计计算、产品测试、与定义工作条件下的类似设计和历史记录的比较。设计验证中使用的经验方法或物理测试应以图纸和材料要求的形式进行完整记录。

设计验证结果应予以记录，包括基本几何参数审查，是否满足排量和压力要求、尺寸限制、强度性质和公差，以确保其符合技术规范。所有设计验证文件都应包含在产品的设计文件中，应由有资质的人员批准。

## 6.6 设计确认

每台全金属单螺杆抽油泵的设计应进行设计确认测试，以确保其设计符合供应商或制造商的技术规范。设计确认参照GB/T 21411.1—2014附录D中V2基本级进行，按要求提供确认文档和进行水力性能确认试验。

## 6.7 性能评价

性能评价应通过水力性能试验进行，供应商或制造商应制定测试文件并由有资质的人员批准，以检验制造的每台螺杆泵是否符合供应商或制造商的书面要求、技术规范和性能规范。评价结果应予以记录，并作为该产品质量文件的组成部分。

## 7 质量控制

### 7.1 概述

供应商或制造商应书面记录质量控制程序，该程序由有资质的人员执行，以确保产品符合适用规范和图纸要求。

### 7.2 材料认证

关键零件如全金属定子和转子所用材料应有材料测试报告，以证实其符合供应商或制造商书面材料规范的规定。

### 7.3 可追溯性

所有组件都可以追溯到原材料热处理或批量处理和材料测试报告。设备出厂时，如果其符合该部分内容要求，则认为已充分考虑了产品的可追溯性。

### 7.4 校准系统

用于验收的检验、测量和测试设备应按GB/T 27025要求按时进行确认、检查、校准和调整，检验、测量和测试设备应在标定量程内使用。

检验、测量和测试技术应选用恰当的文件并经有资质人员批准，其测试的准确度应与该标准的测试相当或更高。

### 7.5 检测

#### 7.5.1 转子表面处理

供应商和制造商应按相关标准（如表面渗氮处理按GB/T 11354中规定的试样条件要求）制作转子表面处理试块，并应有具备资质的单位或机构进行检测，对硬化表面硬度、深度（厚度）及其它指标进行符合性评估并出具报告，以证明符合技术规范或设计文件的要求。

#### 7.5.2 定子表面处理

供应商和制造商应按相关标准（如表面渗氮处理按GB/T 11354中规定的试样条件要求）制作定子表面处理试块，并应有具备资质的单位或机构进行检测，对硬化表面硬度、深度（厚度）及其它指标进行符合性评估并出具报告，以证明符合技术规范或设计文件的要求。

#### 7.5.3 转子表面粗糙度

转子表面粗糙度应采用比较样块或已证明的其它准确方法进行目测。

#### 7.5.4 定子表面粗糙度

定子表面粗糙度应采用比较样块或已证明的其它准确方法进行目测。

#### 7.5.5 转子相位对准

通过将转子总成放入转子相位对准工装对转子部件相位进行验证。

焊接转子部位通过相位对准工装所需的力应不大于通过未焊接转子部位所需的力。该要求仅适用于非一体加工成型的焊接转子。

#### 7.5.6 定子相位对准

通过将定子相位对准工装插入组装定子的对接区进行验证。

如工装不能无阻碍地通过对接区，则定子不合格。该要求仅适用于非一体加工成型的组装或焊接的定子。

#### 7.5.7 转子外观检查

每根转子测试前后均需对外观进行检查，无明显弯曲、机械损伤，硬化表面无明显刮伤、磨损等缺陷。

#### 7.5.8 定子外观检查

每根定子测试前后均需对外观进行检查，无明显弯曲、机械损伤，硬化表面无明显刮伤、磨损等缺陷。除两端可视内外表面外，还应采用定子内孔表面检查仪仔细观测全长的内螺旋表面情况。

#### 7.5.9 焊缝检测

对实施有焊接工艺的转子和定子要进行焊缝检测。

对所有可见焊缝应进行外观检查并记录，焊缝不应有裂纹、夹杂物及表面缺陷。

除特殊规定外，所有焊缝宜采用磁粉或超声波检测，按供应商或制造商的书面规范进行评定。

#### 7.5.10 转子尺寸检测

转子尺寸检测应在生产期间或生产后进行，并在组装前完成，确保符合供应商或制造商的设计标准，检测结果应存档。零件尺寸检测应包括以下内容：

- a) 基本尺寸，包括转子总长，转子螺旋长度，上部螺纹等；
- b) 测量转子外螺旋表面大径和小径，沿转子轴线上至少均匀分配5个大径和小径的测点，测点间距不超过1 m，所记录尺寸的最高精度应读至0.02 mm。

#### 7.5.11 定子尺寸检测

定子尺寸检测应在生产期间或生产后进行，并在组装前完成，确保符合供应商或制造商的设计标准，检测结果应存档。零件尺寸检测应包括以下内容：

- a) 基本尺寸，包括定子总长，内螺旋长度，定子管直径，定子最大外径，两端螺纹等；
- b) 测量定子内螺旋表面大径和小径，所记录尺寸的最高精度应读至0.02 mm。

#### 7.5.12 产品数据表

供应商或制造商应编制相关文件，以证明产品符合规定的要求。所有文件和资料应清晰，设计文件和资料应在产品停产后至少保存5年。

根据检测结果，应填写产品数据表，数据表应至少包括以下信息：

- a) 产品名称；
- b) 供应商或生产商的名称和地址；
- c) 运输方式；
- d) 公称转排量；
- e) 实际转排量；
- f) 额定压力；
- g) 级数；
- h) 水力性能曲线；
- i) 转速范围；
- j) 转子长度和质量（重量）；

- k) 定子总成的长度和质量（重量）；
  - l) 转子大径，小径及回转直径；
  - m) 定子外径和定子总成的最大外径；
  - n) 转子和定子螺纹规格；
  - o) 转子表面处理类型、硬度和深（厚）度；
  - p) 操作手册版本；
- 产品数据表格式见附录B。

## 8 性能试验

### 8.1 概述

由于全金属单螺杆抽油泵为金属定子与金属转子啮合，与常规的橡胶定子螺杆泵相比，不同粘度的水或油介质下的水力特性相差很大，所以在测试标准上根据油水介质做出不同的规定以适应现场的需求。若无特殊要求，每套全金属单螺杆抽油泵出厂前均应进行水力性能试验。

水力性能测试的目的是在特定转速、温度、压差条件下，用性质已知的流体测量泵的流量和扭矩。

在确定水力性能测试的最佳方式时，应考虑应用的类型和参数。因此，该部分内容主要给出对测试程序的要求。

测试应在可控环境下进行，泵速、泵压差、流体性质和温度等关键输入参数是可控的，流量、扭矩和消耗功率等输出参数能达到一定的测量精度。

在给定流体温度和转速下，测试设备和程序应能够给出书面的、可重复的结果，其与要求的流量和扭矩的误差在±10%范围内。

### 8.2 试验装置

#### 8.2.1 试验台基本要求

试验台按照 GB/T 21411.1-2014 附录 E.3.2 要求执行。

#### 8.2.2 流量测试条件

选择量程范围适宜的流量计进行流量测试，其测试精度允许系统误差为±2.5%，流量测定的不确定度的估算按 GB/T 3214 进行。

#### 8.2.3 压力测试条件

泵的压力系统换算到泵基准面上的进、出口压力。被测泵卧式试验时的基准面是包括定子中心线在内的水平面，而立式试验时的基准面是包括吸入口端面在内的水平面。泵的全压力应等于泵出口压力与进口压力之差。

压力测试采用量程范围适宜的压力计，其测试精度允许误差范围为±2.5%。

#### 8.2.4 转矩、转速测试条件

采用量程范围适宜的直接显示单位时间内转数和扭矩的仪器，转矩测试精度允许误差为±2%，转速的测试精度允许误差为±1%。

#### 8.2.5 温度测试条件

温度测试应具备以下条件:

- a) 温度计的感温部分全部置于液体介质中;
- b) 试验介质温度的测量应选用精度为 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度测量仪器;
- c) 环境温度应在离泵  $1\text{ m}\sim 2\text{ m}$ , 且无辐射和偶然流动的冷、热风处测量。

### 8.2.6 测量误差分析、计算方法

各仪器仪表测试精度允许误差是表示测得的数据与实际值之间的最大可能差异。详细的误差分析和计算方法按 GB/T 3216 的要求进行。

## 8.3 试验条件

### 8.3.1 试验介质

试验介质为粘度等级为 32 的液压油或清水。其中, 液压油的固体颗粒污染等级代号为 17/15/12, 应符合 GB/T 14039 要求; 对于水介质, 要求不吸水的游离固体含量不大于  $2.5\text{ kg/m}^3$ , 溶解于水的固体含量不大于  $50\text{ kg/m}^3$ 。

### 8.3.2 试验温度

介质温度为  $30\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 有特殊要求时可按特定温度试验。

### 8.3.3 试验转速

出厂试验转速为  $150\text{ r/min}\pm 7\text{ r/min}$ , 型式试验或特殊要求试验, 可按特定转速进行试验。

## 8.4 试验步骤

水力性能试验按以下步骤进行:

- a) 检查试验台和测试流体。使用前检查并核实流体可见的污染程度并准备试验台的运行检查程序。
- b) 检查螺杆泵型号, 转子及定子标识。按照 7.5.7 和 7.5.8 对转子和定子进行基本外观检查并记录定子和转子大小径尺寸。
- c) 根据供应商或制造商要求在试验台上连接螺杆泵。
- d) 根据试验温度要求加热或冷却流体, 对螺杆泵进行预热或降温, 直到定子管外部温度 5min 内的变化值在试验温度要求的 $\pm 5\%$ 公差范围内。
- e) 在零压力点下开始每次试验, 增加压差并保持恒定转速, 加载压力应达到 1.25 倍额定工作压力或直到击穿为止, 性能试验过程中, 对每个测试点的测量均应在运转 2min 后进行, 同时测量压力、流量、转速、转矩和温度, 并取算术平均值; 每条速度曲线至少记录 10 个压力测试点上的流量。重复该项过程开展其它转速测试。
- f) 将采集的数据与技术规范比较, 判定泵水力性能指标是否满足要求。
- g) 测试完后, 应除尽泵内积液, 拆开按照 7.5.7 和 7.5.8 对转子和定子进行基本外观检查并做防锈处理。

## 8.5 试验方法

### 8.5.1 概述

全金属单螺杆抽油泵在不同介质中的水力性能曲线有较大区别,相同转速下粘度较高的油介质的承压能力要明显优于粘度较低的水介质,而转速对水介质下的试验效率影响更为明显,因此供应商与制造商需在供货前与用户对水力性能试验要求进行协商并明确试验条件和判定标准。若同时进行两种介质下的水力性能试验,需规定一种介质为判定依据而另一种作为参考条件。

### 8.5.2 运转试验

试验介质根据水介质试验或油介质试验相应选取。

泵在规定的转速下,逐渐升压到额定压力后,运转时间不低于10 min,检验泵运转无异常。

### 8.5.3 水介质试验1

水介质试验1应在运转试验合格后进行,需满足以下要求:

- a) 试验介质为清水。
- b) 按8.3.2要求的试验温度和8.3.3要求的试验转速进行。
- c) 压差从零压力点加载到最高压力至少有10个压力测试点,最高压力可以是125%的额定压力或直到击穿为止。
- d) 在水力性能测试中,测量的水力性能应与由技术规范给出的理论性能进行比较:
  - 每级承压不低于0.4MPa,额定压力值宜取为级数的0.4倍;
  - 在指定测试温度下,测量的空载转排量应在理论转排量 $\pm 5\%$ 范围内;
  - 在指定测试温度和转速下进行水力性能确认测试时,额定压力下的容积效率应大于等于50%,或跟用户协商确定的值;
  - 在试验转速下,在整个压力范围内测量的扭矩应在设计扭矩 $\pm 10\%$ 的范围内。

### 8.5.4 水介质试验2

水介质试验2应在水介质试验1后进行,需满足以下要求:

- a) 试验介质为清水。
- b) 试验温度按8.3.2要求进行。
- c) 转速应覆盖该泵型的指定操作范围。至少应包括3种转速,相邻转速的差应不超过100 r/min,推荐转速为100 r/min, 200 r/min, 250 r/min。
- d) 压差从零压力点加载到最高压力至少有10个压力测试点,最高压力可以是125%的额定压力或直到击穿为止。
- e) 试验过程中,检查泵运转无异常。

### 8.5.5 油介质试验1

油介质试验1应在运转试验合格后进行,需满足以下要求:

- a) 如无特殊要求,油介质采用粘度等级为32的液压油。
- b) 按8.3.2要求的试验温度和8.3.3要求的试验转速进行。
- c) 压差从零压力点加载到最高压力至少有10个压力测试点,最高压力可以是125%的额定压力或直到击穿为止。。
- d) 试验温度按室温或30℃进行,也可由用户与供应商或制造商协商确定。
- e) 在水力性能测试中,测量的水力性能应与由技术规范给出的理论性能进行比较:
  - 每级承压不低于0.6MPa,额定压力值宜取为级数的0.6倍;
  - 在指定测试温度下,测量的空载转排量应在理论转排量 $\pm 5\%$ 范围内;

- 在指定测试温度和转速下进行水力性能确认测试时,额定压力下的容积效率应大于等于70%,或跟用户协商确定的值;
- 在试验转速下,在整个压力范围内测量的扭矩应在设计扭矩 $\pm 10\%$ 的范围内。

### 8.5.6 油介质试验2

油介质试验 2 应在油介质试验 1 后进行,需满足以下要求: :

- a) 如无特殊要求,油介质采用粘度等级为 32 的液压油。
- b) 试验温度按 8.3.2 要求进行。
- c) 转速应覆盖该泵型的指定操作范围。至少应包括 3 种转速,相邻转速的差应不超过 100 r/min,推荐转速为 100 r/min, 200 r/min, 250 r/min。
- d) 压差从零压力点加载到最高压力至少有 10 个压力测试点,最高压力可以是 125%的额定压力或直到击穿为止。
- e) 试验过程中,检查泵运转无异常。

### 8.6 试验记录

试验过程中,要做好试验记录,记录单格式应符合附录 C 的规定,在记录过程中,应随时进行泵性能参数计算,当发现异常时,应立即进行重测。

### 8.7 试验规则

#### 8.7.1 出厂试验

全金属单螺杆抽油泵出厂时应逐台试验,试验合格后并附有产品合格证方可出厂。

#### 8.7.2 型式试验

有下列情况之一,均应作型式检验:

- a) 新设计的试制鉴定产品;
- b) 正式生产的产品在结构、材料及工艺方面有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 正常生产积累生产200台时;
- d) 因故停产两年以上,又重新恢复生产时。

#### 8.7.3 试验项目及判定规则

试验项目及判定规则按表1执行。型式试验项目中,有任一项不合格的,则认为该产品型式检验不合格。出厂试验项目中,有任一项不合格,则认为该产品出厂试验不合格。

表1 试验项目及判定规则

项目	检验要求	出厂检验	型式检验
转子基本外观检查	7.5.7	√	√
定子基本外观检查	7.5.8	√	√
运转试验	8.5.2	√	√
水介质试验1	8.5.3	×	√
水介质试验2	8.5.4	×	√
油介质试验1	8.5.5	√	√
油介质试验2	8.5.6	△	√
注:“√”为必做项目,“×”为不做项目,“△”为可选项。			

## 9 标志

### 9.1 产品标志

产品应做以下标记：

- a) 在定子外壳上部距端面不超过 1m 处设标志槽，在槽内打钢印字符标记，标记内容为：产品型号、材料炉号、定子编号、转子配对号；
- b) 在转子端部铣扁位置，打钢印字符标记，标记内容为：产品型号、转子编号和材料炉号；
- c) 在全金属单螺杆抽油泵下短节标记槽内打钢印字符，内容为：产品型号、出厂编号；
- d) 螺杆泵定子外表面应做防锈处理或喷涂防护漆，喷漆应按 GB 7691 中相关环境及操作的安全管理要求执行，涂完防护漆后在泵定子外壳上喷涂或粘贴标志，内容为：商标、产品型号、产品名称、制造商名称；
- e) 转子加工完存放时应在转子头部悬挂或粘贴尺寸卡，尺寸卡应包含下列内容：铣削偏心值、转子小径值，表面处理方式，表面处理层厚度或深度；
- f) 定子加工完存放时应悬挂或粘贴尺寸卡，尺寸卡应至少包含下列内容：定子大径及定子小径；若采用全金属定子时，还应注明表面处理方式，表面处理层厚度或深度。

### 9.2 包装标志

包装标志内容包括：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 产品数量；
- d) 总重及净重；
- e) 包装外型尺寸（长×宽×高）；
- f) 起吊位置；
- g) 发货日期；
- h) 到站（港）及收货单位（收货人）；
- i) 发货站（港）及发货单位（发货人）；
- j) 标志“防晒”、“防潮”字样或图样。

## 10 随机文件

### 10.1 使用说明书

产品使用说明书应包含下列内容：

- a) 制造商名称和地址；
- b) 制造商产品标识；
- c) 执行标准号；
- d) 版本号；
- e) 产品示意图及尺寸信息；
- f) 搬运和存放指南；
- g) 定转子安装指南；
- h) 操作和故障排除指南。

产品使用说明书宜对保证螺杆泵安全运行的配套辅助设备做出说明。

### 10.2 产品合格证

合格证应包含下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 产品性能评价。

### 10.3 产品数据表

用户有要求时，应提供符合 7.5.12 要求的产品数据表。

## 11 包装、运输、搬运及储存

### 11.1 包装

螺杆泵成偶的定子和转子应拆开包装，转子螺旋面应做防碰保护处理，并在装箱单中注明成偶件的编号。

包装前对泵上、下接口的螺纹及转子螺纹涂防锈脂，并安装防护丝堵或护套。

螺杆泵一般应装箱发运。装箱时，各部件在箱内应固定可靠，不得碰撞。箱内不少于 4 个支承点，箱外应标明吊绳位置。

随机文件应封入塑料袋内，随机装箱。文件应包括产品合格证、使用说明书及装箱单等。

### 11.2 运输、搬运及储存

运输或存放螺杆泵时应排出泵内的所有流体。

运输、搬运及存放定子或转子时，支点的最大间距为 3 m。运输或搬运前应保证定转子安装有螺纹保护装置。搬运转子时，应采用保护措施以免损坏转子表面，转换到垂直起吊作业时需采取有效措施以防止转子产生永久弯曲变形。定转子在搬运期间不应发生碰撞。

螺杆泵定转子应储存于防雨、防晒的库房中，不允许接触酸、碱及有机溶剂等物质。未喷涂的金属件储存时应喷涂许用防锈剂。转子不得存放在定子内。供应商或制造商宜给出特定环境下的存放方法，以提高产品存放寿命。

## 附录 A

(资料性)

## 全金属单螺杆抽油泵需求信息表

表 A.1 提供给用户或采购商，以获取井况信息便于螺杆泵选型。本表可能未包括所有要求。

表 A.1 全金属单螺杆抽油泵需求信息表

联系人:		日期:		油田:	
电话:		电子邮件:		井号:	
完井数据		(单位任选其一)		油井位置: 陆地 <input type="checkbox"/> 海上 <input type="checkbox"/>	
泵挂深度(MD)		m 或	ft.	工作环境: 煤层气 <input type="checkbox"/> 重油 <input type="checkbox"/> 常规石油 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>	
泵挂深度(TVD)		m 或	ft.	油藏类型: 碳酸盐 <input type="checkbox"/> 固结砂岩 <input type="checkbox"/> 页岩 <input type="checkbox"/> 疏松砂岩 <input type="checkbox"/> 煤层 <input type="checkbox"/>	
最大井斜或狗腿严重度		° / 30 m 或	° / 100 ft.	采收工艺: 含水层驱动 <input type="checkbox"/> 溶解气驱 <input type="checkbox"/> 注水 <input type="checkbox"/> 煤脱水 <input type="checkbox"/> 提高采收率法 <input type="checkbox"/>	
泵挂深度的倾角		° / 30 m 或	° / 100 ft.	是否蒸汽吞吐: 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 蒸汽温度 <input type="checkbox"/> 蒸汽压力 <input type="checkbox"/>	
总井深(TVD)		m 或	ft.	井的类型: 直井 <input type="checkbox"/> 斜井 <input type="checkbox"/> 水平井 <input type="checkbox"/> 其他: <input type="checkbox"/>	
基准或参考深度		m 或	ft.	完井类型: 套管射孔 <input type="checkbox"/> 裸眼 <input type="checkbox"/> 衬管 <input type="checkbox"/> 砾石填充 <input type="checkbox"/> 筛管 <input type="checkbox"/>	
生产井段深度(MD 或 TVD)		m 或	ft.	目标产量: m <sup>3</sup> /d 或 bbl/d	
套管外径		mm 或	in	螺杆泵预期寿命:	
井口和泵挂深度间最小套管通径		mm 或	in	配置方式: 抽油杆 <input type="checkbox"/> 油管 <input type="checkbox"/> 钢丝绳 <input type="checkbox"/>	
套管重量		kg/m 或	lb./ft.	生产数据 (单位任选其一)	
套管等级				当前产量	m <sup>3</sup> /d 或 bbl./d
套管连接类型				含水率	%
油管外径		mm 或	in	固体体积含量	%
油管重量		kg/m 或	lb./ft.	泵最低工作转速	r/min
油管等级				泵最高工作转速	r/min
油管螺纹类型				生产气油比	M <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> 或 scf/stb
油管内镀层类型和厚度(若适用)				井口压力	kPa 或 psi
封隔器深度(MD)		m 或	ft.	套管压力	kPa 或 psi
扭矩锚深度(MD)		m 或	ft.	泵进口温度	°C 或 °F
扭矩锚类型				井口温度	°C 或 °F
泵吸入口类型: 开槽 <input type="checkbox"/> 静态气体分离器 <input type="checkbox"/> 尾部短节 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>				静液面	m 或 ft.
流体数据				基准深度的油藏温度	°C 或 °F
API 重度				油藏静压	kPa 或 psi
流体粘度			CP	泵入口的生产压力 或生产液位	kPa 或 psi m 或 ft
水	pH 值		H <sub>2</sub> S: %或 PPM	采油指数	m <sup>3</sup> /d/kPa 或 bbl./psi
	比重		CO <sub>2</sub> : %或 PPM	套管或油管气油比	M <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> 或 scf/stb
	含盐浓度	PPM		气体、液体或固体入泵的堵塞趋势	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
泡点压力(油藏温度下)		kPa 或	psi	结垢史	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
芳香烃化合物(苯, 甲苯, 二甲苯)			%	结蜡史	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
预期的性能试验要求:				沥青质沉积史	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
试验流体	<input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 液压油			处理剂注入油井 若是, 请说明:	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
试验温度		泵速		现场能否提供: 井斜测量	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
额定压力		容积效率		流体成分分析	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>

## 附录 B

(规范性)

## 全金属单螺杆抽油泵产品数据表

全金属单螺杆抽油泵产品数据表应符合表 B.1 的规定。

表 B.1 全金属单螺杆抽油泵产品数据表

(填写供应商/制造商 名称)	全金属单螺杆抽油泵 产品数据表		编号/顺序号	
			填表日期	
厂商地址			运输方式	
产品型号		产品编号		
名义转排量 mL/r		实际转排量 mL/r		
理论扬程 m		额定压力 MPa		
级数		转速范围		
定子总成长度 mm		定子总成质量(重量) kg		
定子管外径 mm		定子总成的最大外径 mm		
定子上端螺纹		定子下端螺纹		
转子长度 mm		转子质量(重量) kg		
转子大径 mm		转子小径 mm		
转子回转直径 mm		转子上端螺纹		
转子涂层类型		转子涂层厚度 mm		
水力性能曲线	见出厂试验记录			
填表人(日期)		审核(日期)		
注: 此表在用户有要求时提供。				

## 附录 C

(规范性)

## 全金属单螺杆抽油泵试验记录表

全金属单螺杆抽油泵试验记录表应符合表 C.1 的规定。

表 C.1 全金属单螺杆抽油泵试验记录表

(填写供应商/制造商 名称)		全金属单螺杆抽油泵试验记录表						编号/顺序号			
								试验地点			
产品型号				产品编号				装配人员 (日期)			
定子编号				定子尺寸				定子表面处理方式		螺纹粘剂牌号	
转子编号				转子尺寸						<input type="checkbox"/> Y680 <input type="checkbox"/> 其它	
环境温度		℃		泵间隙值				转子表面处理方式		螺纹检测	
试验介质				介质粘度		mm <sup>2</sup> /s@40℃				<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
序号	入口 压力 MPa	出口 压力 MPa	转速 r/min	转矩 N·m	流量 L/min	油温 ℃	定子 温度 ℃	运转 时间 min	容积 效率 η v%	总效率 η %	备注
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
...											
试验结论:											
						检验员:		日期:			
本表用计算机采集数据时, 允许其格式与样表略有不同。 试验报告应附有水力性能曲线。											

## 附 录 D

(资料性)

### 配套辅助设备简介

#### D.1 概述

本附录叙述了全金属螺杆泵系统通常包括的辅助设备, 本文件并不涉及这些辅助设备。

#### D.2 抽油杆扶正器

当抽油杆柱和油管柱可能发生磨损时, 就要考虑使用减磨装置, 如扶正器。

在转子和最下部抽油杆柱接箍间, 不推荐使用扶正器。

推荐使用带旋转功能的扶正器, 以减轻扶正器对油管的磨损,

扶正器的使用将增加一些约束, 应考虑扶正器的过流面积。在计算总扬程和系统所需功率时, 应考虑这些因素。

#### D.3 油管旋转器

入工的或自动的油管旋转器使生产油管四周磨损均匀分布, 以延长油管运行寿命。

#### D.4 井下补偿器

当设备应用于热采工况时, 补偿油管受热胀冷缩影响产生的轴向位移, 以避免油管锚定失效导致的油管反旋螺纹松脱。

#### D.5 扭矩锚

扭矩锚用于固定油管柱, 防止驱动杆柱旋转时导致油管螺纹松脱。

推荐使用凸轮旋转式或翻板式, 锚爪型式应为轴向齿条状。

#### D.6 防砂工具

全金属单螺杆抽油泵虽能携砂抽汲能力, 但一些恶劣工况仍需增加防砂措施, 降低卡泵的风险。

推荐使用防砂筛管, 如绕丝筛管、割缝筛管等。

#### D.7 扭矩限制器

扭矩限制器用来防止任何系统元件的损坏。比较典型的, 如它可以限定驱动杆柱上的应力低于最小屈服值。

#### D.8 压力控制器

压力计或压力传感器监测管线压力，防止管线压力过高，从而保护系统。

#### D.9 井下单流阀

井下单流阀用来控制泵内液体的回流，安装在转子限位器下端（不适用安装于以金属定子为注汽通道工艺设备）。

#### D.10 油管泄油器

泄油器用于修井作业中排出油管内液体。当泵入口安装井下止回阀或发生堵塞时可使用油管泄油器。

#### D.11 杆柱剪切销

杆柱剪切销靠近转子安装，当转子无法从定子中拔出时，其可使抽油杆柱与转子脱开。

#### D.12 气体分离器

气体分离器安装在泵的入口，用于分离游离气体。

#### D.13 光杆卡瓦

光杆卡瓦安装在驱动装置上，用于悬挂驱动杆柱，及将扭矩传递给驱动杆柱。

#### D.14 锁紧卡瓦

锁紧卡瓦是固定在驱动装置上的安全装置，可防止驱动装置的意外旋转。

#### D.15 空心轴地面驱动装置

空心轴地面驱动装置是通过卡瓦将动力传递给驱动杆柱。它为光杆到地面驱动装置提供了一种连接形式，使驱动杆柱垂直运动时无须拆卸地面驱动装置。地面驱动装置必须配有刹车装置以防止反转

#### D.16 光杆防喷装置

光杆防喷装置是在采油、作业过程中，封堵油管内腔的安全密封装置。可以集成或安装在专用井口四通上，也可以单独安装于井口上端，在螺杆泵采油、作业过程中利用手动控制或液压控制达到既能密封抽油光杆；又能密封抽油光杆与油管空间。以达到安全生产、保护周围环境的目的。