

团 体 标 准

T/ACCEM XXXX-XXXX

全金属智能锥形螺杆泵采油系统

All metal intelligent conical screw pump oil production syste

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国商业企业管理协会

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 2

4 产品分类及型号表示方法 2

5 产品构成及规格系列表 3

6 通用条件及基本要求 6

7 性能规范 8

8 设计要求 10

9 质量控制 12

10 性能试验 14

11 标志 20

12 随机文件 21

13 包装、运输、搬运、安装及储存 21

14 服务与保证 22

15 QHSE 22

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。

本文件由无锡恒信北石科技有限公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：无锡恒信北石科技有限公司。

本文件主要起草人：XXX。

全金属智能锥形螺杆泵采油系统

1 范围

本文件规定了全金属智能锥形螺杆泵采油系统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、储存、维护保养以及售后服务。

本文件适用于油井人工举升及气井排水采气范围内用全金属智能锥形螺杆泵采油系统。

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 4942 旋转电机整体结构的防护等级（IP 代码）—分级
- GB/T 150 压力容器
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 755 旋转电机定额和性能
- GB/T 1029 三相同步电机试验方法
- GB/T 1971 旋转电机线端标志与旋转方向
- GB/T 3077 合金结构钢
- 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/T 3836.1 爆炸性环境 第 1 部分：设备：通用要求
- GB/T 3836.2 爆炸性环境 第 2 部分：由隔爆外壳“d”保护的设备
- GB/T 8162 结构用无缝钢管
- GB/T 9112 钢制管法兰类型与参数
- GB/T 9115 对焊钢制管法兰
- GB/T 9119 板式平焊钢制管法兰
- GB/T 9253.2 石油天然气工业套管、油管和管线管螺纹的加工、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 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 14039 液压传动油液固体颗粒污染等级代号
- GB/T 17241.6 整体铸铁法兰
- GB/T 17614.1 工业过程控制系统用变送器第 1 部分，性能评定方法
- GB/T 17614.1 工业过程控制系统用变送器第 2 部分，检查和例行试验方法
- GB/T 18983 淬火-回火弹簧钢丝
- 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 21411.1 石油天然气工业人工举升用螺杆泵系统第1部分泵
GB/T 22711 三相永磁同步电动机技术条件
GB/T 27025 检测和校准实验室能力的通用要求
GB/T 29529 泵的噪声测量与评价方法
GB/T 29531 泵的振动测量与评价方法
HG/T 2021 耐高温润滑油 O 形橡胶密封圈
JB/T 4297 泵产品涂漆技术条件
SY/T 5029 抽油杆
SY/T 5550 空心抽油杆
JB/T 6880.2 泵用铸钢件
JB/T 8091 螺杆泵试验方法
JB/T 8687 泵类产品抽样检验
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

螺杆泵 Screw pump

螺杆泵是靠空腔排油(即转子与定子间形成的一个个互不连通的封闭腔室),当转子转动时,封闭空腔沿轴线方向由吸入端向排出端方向运移封闭腔在排出端消失,空腔内的原油也就随之由吸入端均匀地挤到排出端。同时,又在吸入端重新形成新的低压空腔将原油吸入。这样,封闭空腔不断地形成、运移和消失,原油便不断地充满挤压和排出,从而把井中的原油不断地吸入,通过油管举升到井口。

3.2

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。

3.3

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。

3.4

空载排量 No-load displacement

在零压力点(进口压力示值为一 0.05 MPa ~ 0.03 MPa,出口压力示值小于 0.5 MPa 视为进出口压力示 值为零)下,以不同转速的两次测试而算得的排出量。

3.5

级数 Number of stages

定子的一个导程定义为一 级,定子的总导程数为泵的级数,取整数。

3.6

几何排量 Geometric displacement

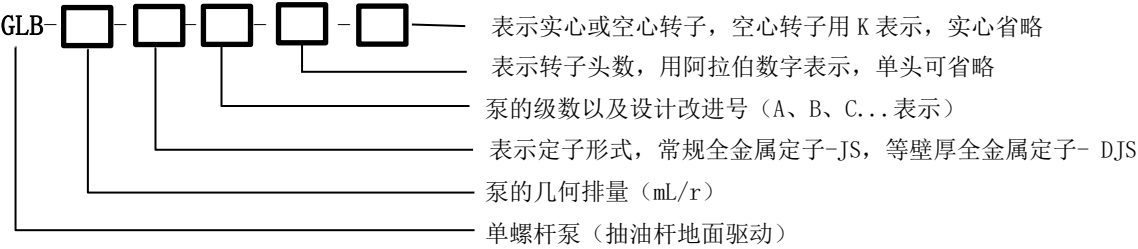
不计尺寸公差、间隙(过盈)或变形,按几何尺寸计算所得排量。

4 产品分类及型号表示方法

4.1 产品分类

- 4.1.1 全金属智能锥形螺杆泵采油系统按驱动方式分为抽油杆地面驱动和潜油电机井下驱动，按结构特征分为：单头和多头（本文件默认为抽油杆地面驱动的单螺杆泵）。
- 4.1.2 全金属智能锥形螺杆泵采油系统定子从结构形式分为：常规和等壁厚。
- 4.1.3 全金属智能锥形螺杆泵采油系统转子从结构形式分为：实心和空心。

4.2 型号表示方法



示例：驱动方式为抽油杆地面驱动，几何排量为 160 mL / r，级数为 20 级，设计第一次改进，单头，实心转子的全金属智能锥形螺杆泵采油系统型号表示如下：GLBI60JS-20A

5 产品构成及规格系列表

5.1 全金属智能锥形螺杆泵采油系统的产品构成应包括但不仅限于以下部分：

- 1) 控制柜总成（含变频器、触摸屏、电缆、PLC 主机、图像系统、可编程自动运行等），如图 1；

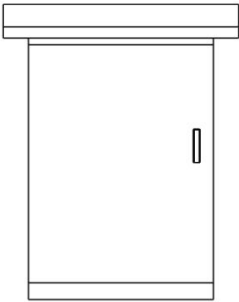


图 1 控制柜总成示意图

- 2) 轴承箱总成（含平面轴承、圆柱滚子轴承、骨架油封、O 型密封圈、内六角螺钉吊环、透气阀、法兰堵头、卡簧等），如图 2；

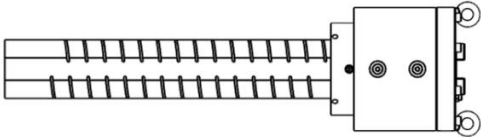


图 2 轴承箱总成示意图

- 3) 主电机（永磁、防爆、变频、直驱），如图 3；

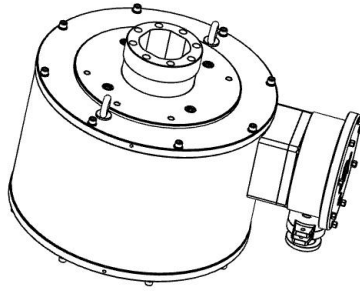


图 3 主电机示意图

- 4) 升降机构总成（含丝杆、减速机构、升降电机和升降总成等），如图 4；

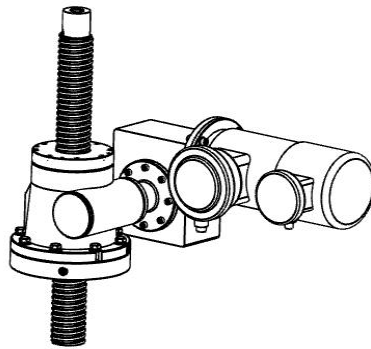


图 4 升降机构总成示意图

- 5) 大四通总成（含大四通、盘根盒、盘根组等），如图 5；

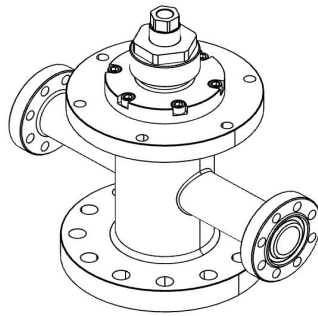


图 5 大四通总成示意图

- 6) 控位器（含丝杆、轴承及连接机构、盘根等），如图 6；

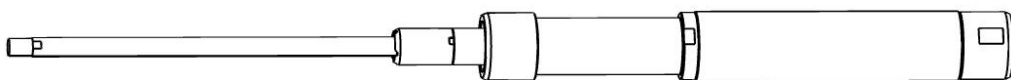


图 6 控位器示意图

- 7) 全金属锥形螺杆泵（含定子、转子），如图 7；

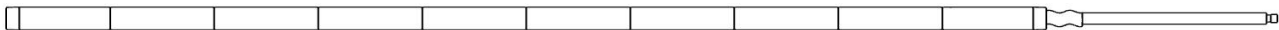


图 7 全金属锥形螺杆泵示意图

8) 扭矩锚，如图 8；

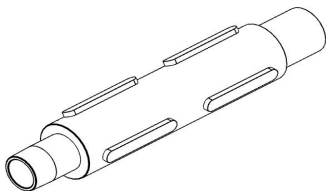


图 8 扭矩锚示意图

9) 防砂管，如图 9；



图 9 防砂管示意图

- 10) 随机备品备件；
卡瓦、盘根、钢垫、管箍、密封圈、法兰螺栓副。
- 11) 全金属智能锥形螺杆泵采油系统，如图 10；

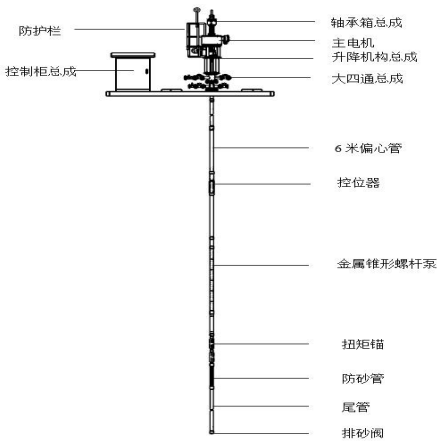


图 10 全金属智能锥形螺杆泵采油系统示意图

5.2 全金属智能锥形螺杆泵采油系统规格系列具体见表 1。

表 1 全金属智能锥形螺杆泵采油系统规格系列表

序号	型 号	工 艺 参 数					介 质	
		理论排量 m³/d@100rpm	最高转速 r/min	入泵粘度 mPa • s	额定出口压力 MPa	适用套管 in		
1	GLB215JS-30F	30. 9	250	≤ 11 000	18	5. 5	清水、油田采出水、 原油	
2	GLB258JS-24F	37. 1						
3	GLB322JS-20F	46. 4						
4	GLB215JS-30S	30. 9				7		
5	GLB258JS-24S	37. 1						
6	GLB322JS-20S	46. 4						

6 通用条件及基本要求

6.1 通用条件

6.1.1 工作场所

油田室外采油井，包括盐碱、沙漠环境。

6.1.2 环境条件

- 20 ℃ ～ + 60 ℃。

6.1.3 工作介质

清水、油田采出水、原油。

6.1.4 公用数据

供电电源：三相、380 V、50 Hz。

6.1.5 材料

应符合相关材料标准的要求，且是新的、未经使用过的、无缺陷的材料或部件。

6.1.6 对外接口

6.1.6.1 供应商提供设备及仪表的对外接口，所有接口成对供应连接附件。供应商提供的所有电气控制箱、接线盒等电气设备均须配带足够数量和相应规格的填料函。

6.1.6.2 电源类型：三相五线制。

6.1.6.3 数据采集接口：网口，Modbus TCP 标准协议。

6.1.6.4 井口四通类型：法兰（8 孔）。

6.1.7 交接界面

6.1.7.1 管道系统

所有与全金属智能锥形螺杆泵采油系统对外连接的管道接口应采用法兰或卡箍连接,连接位置为供应商配置的井口大四通、单向阀部件及过滤器等,采用法兰或卡箍连接的配对法兰或卡箍由供应商提供(包括垫片、螺栓和螺母)。连接法兰类型为 KRF - 65,卡箍类型为 KY65 - 250(根据实际规格提供)。

6.1.7.2 电气系统

- a) 供应商负责电控柜到装置内所有用电设备的配电。所有对外连接的电缆,供应商在接线盒中预留所需外接电缆接口,并提供外部电缆接口的格兰头、挠性连接管等连接密封件等,所有固定和连接附件均由供应商配套提供,规格需根据设计提供的电缆规格型号和根数配置。
- b) 管道系统中的压力、温度信号上传站控系统,供应商提供上传信号接口,业主负责将信号上传与站控系统之间的接线。

6.1.7.3 接线

供应商负责控制柜(含 PLC)到装置内所有接线。

6.2 基本要求

6.2.1 通用基本要求

- 6.2.1.1 全金属智能锥形螺杆泵采油系统的所有零部件必须使用耐腐蚀、耐磨损材料制造,以确保泵在各种工况下都能稳定运行。
- 6.2.1.2 全金属智能锥形螺杆泵采油系统的所有零部件必须能在一定的温度范围内工作,适应介质的温度变化。
- 6.2.1.3 全金属智能锥形螺杆泵采油系统的定子和转子均为锥形结构。
- 6.2.1.4 全金属智能锥形螺杆泵采油系统应能承受项目要求的压力范围,且不引起泄漏或破裂。
- 6.2.1.5 全金属智能锥形螺杆泵采油系统的定子和转子均为金属材质。
- 6.2.1.6 全金属智能锥形螺杆泵采油系统设备内安装的电气元器件和压力容器必须有防爆等级要求。

6.2.2 整机要求

- 6.2.2.1 全金属智能锥形螺杆泵采油系统应具备良好的耐久性和可靠性,能够在长时间内稳定工作。
- 6.2.2.2 全金属智能锥形螺杆泵采油系统的抽稠能力不低于 11 000 mPa·s。
- 6.2.2.3 全金属智能锥形螺杆泵采油系统在注汽时不用起泵。
- 6.2.2.4 全金属智能锥形螺杆泵采油系统在停机可自动排空管柱内液体。
- 6.2.2.5 全金属智能锥形螺杆泵采油系统安装在井下,可耐高温 380 ℃。
- 6.2.2.6 全金属智能锥形螺杆泵采油系统智能控制系统能实现注汽时自动锁紧盘根,无泄漏。
- 6.2.2.7 全金属智能锥形螺杆泵采油系统的泵体结构在工作中可实时补偿磨损间隙。
- 6.2.2.8 全金属智能锥形螺杆泵采油系统应具备直观的操作界面,使操作人员可以轻松设置参数、监测状态和进行操作。

6.2.3 防腐及喷涂要求

- 6.2.3.1 全金属智能锥形螺杆泵采油系统外露零部件必须进行喷漆或者发黑等防腐防锈处理。
- 6.2.3.2 全金属智能锥形螺杆泵采油系统面漆颜色根据业主规定或者供应商标标准选定。
- 6.2.3.3 全金属智能锥形螺杆泵采油系统防腐涂层的厚度应符合相关标准,以确保足够的防腐效果。
- 6.2.3.4 全金属智能锥形螺杆泵采油系统防腐涂层应均匀,不应有刷痕、收缩、起泡和渗色等缺陷。

6.2.3.5 全金属智能锥形螺杆泵采油系统防腐涂层应具有良好的附着力，以防止涂层剥离。

6.2.3.6 全金属智能锥形螺杆泵采油系统所选用的防腐涂层应符合环保法规要求，不产生有害物质。

7 性能规范

7.1 概述

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。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。

7.2 螺杆泵选型

7.2.1 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。

7.2.2 生产信息

7.2.2.1 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；

7.2.2.2 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 CO₂ 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。

7.2.3 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；
- d) 水：
 - pH 值；
 - 密度；
 - 氯离子含量；
- e) 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；
- f) 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；
- g) 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。

7.2.4 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。

8 设计要求

8.1 材料

8.1.1 概述

8.1.1.1 全金属智能锥形螺杆泵采油系统中关键的金属部件是全金属定子与转子。

8.1.1.2 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。

8.1.1.3 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。

8.1.2 转子

8.1.2.1 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。

8.1.2.2 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。

8.1.3 全金属定子

8.1.3.1 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。

8.1.3.2 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。

8.1.4 焊接

8.1.4.1 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)。

8.1.4.2 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。

8.1.4.3 供应商或制造商应有书面验收标准。

8.2 尺寸

8.2.1 尺寸限制

8.2.1.1 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。

8.2.1.2 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。

8.2.2 螺纹

8.2.2.1 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。

8.2.2.2 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。

8.2.2.3 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。

8.3 额定性能

8.3.1 转排量

8.3.1.1 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。

8.3.1.2 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 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 $\pm 10\%$ 。

8.3.2 额定压力和扬程

8.3.2.1 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。

8.3.2.2 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。

8.3.3 容积效率

8.3.3.1 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。

8.3.3.2 在额定压力下，泵容积效率下降至 30% 为泵的终止寿命。

8.3.4 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。

8.4 辅助设备要求

全金属智能锥形螺杆泵采油系统宜配备防砂措施。

8.5 外观设计要求

8.5.1 设备外壳需要坚固耐用，以保护设备内部元件免受物理损害和环境影响。

8.5.2 设备旋转机构要设防护罩，控制柜等电气设施外观醒目处需要设计安全警告标识。

8.5.3 外部结构的设计需要考虑安装方式和连接口。

8.6 其他设计要求

8.6.1 全金属智能锥形螺杆泵采油系统的连接电缆通道设计为机组底部进出线。

8.6.2 全金属智能锥形螺杆泵采油系统设计有远程启停、机组参数监测、调整等功能。

8.6.3 全金属智能锥形螺杆泵采油系统中电机防护等级不低 IP 55。

8.7 设计验证

8.7.1 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。

8.7.2 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设计中，应由有资质的人员批准。

8.8 设计确认

每台全金属智能锥形螺杆泵采油系统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 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。

8.9 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。

9 质量控制

9.1 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。

9.2 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。

9.3 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。

9.4 校准系统

9.4.1 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。

9.4.2 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。

9.5 检测

9.5.1 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。

9.5.2 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。

9.5.3 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。

9.5.4 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。

9.5.5 转子相位对准

9.5.5.1 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。

9.5.5.2 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。

9.5.6 定子相位对准

9.5.6.1 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。

9.5.6.2 如工装不能无障碍地通过对接区,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。

9.5.7 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。

9.5.8 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。

9.5.9 焊缝检测

9.5.9.1 对实施有焊接工艺的转子和定子要进行焊缝检测。

9.5.9.2 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。

9.5.9.3 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。

9.5.10 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。

9.5.11 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。

9.5.12 产品数据表

9.5.12.1 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至少保存 5 年。

9.5.12.2 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。

10 性能试验

10.1 概述

10.1.1 由于全金属智能锥形螺杆泵采油系统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,每套全金属智能锥形螺杆泵采油系统出厂前均应进行水力性能试验。

10.1.2 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。

10.1.3 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 $\pm 10\%$ 范围内。

10.2 试验装置

10.2.1 试验台基本要求

试验台按照 GB/T 21411.1 附录 E.3.2 要求执行。

10.2.2 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 $\pm 2.5\%$ ，流量测定的不确定度的估算按 GB/T 3214 进行。

10.2.3 压力测试条件

10.2.3.1 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。

10.2.3.2 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 $\pm 2.5\%$ 。

10.2.4 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 $\pm 2\%$ ，转速的测试精度允许误差为 $\pm 1\%$ 。

10.2.5 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。

10.2.6 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。

10.3 试验条件

10.3.1 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 kg/m^3 ，溶解于水的固体含量不大于 50 kg/m^3 。

10.3.2 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。

10.3.3 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。

10.4 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 9.5.7 和 9.5.8 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 5 min 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 2 min 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 9.5.7 和 9.5.8 对转子和定子进行基本外观检查并做防锈处理。

10.5 试验方法

10.5.1 概述

10.5.1.1 全金属智能锥形螺杆泵采油系统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。

10.5.1.2 试验必须是按照相关的国家标准所进行的试验。产品的所有单个部件及整个组件试验均应按照相关的国家标准进行。被试样品应在具有代表性的方案、规格的整个组件上进行试验，以充分确定出它们的实际性能，其它类型方案的性能可借类似数据来判断。试验完成出具出厂报告。

10.5.2 运转试验

10.5.2.1 试验介质根据水介质试验或油介质试验相应选取。

10.5.2.2 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。

10.5.3 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 10.3.2 要求的试验温度和 10.3.3 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 0.4 MPa, 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。

10.5.4 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 10.3.2 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。

10.5.5 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 10.3.2 要求的试验温度和 10.3.3 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 °C 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 0.6 MPa, 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± 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± 10 %的范围内。

10.5.6 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 10.3.2 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。

10.6 试验记录

试验过程中，要做好试验记录，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。

10.7 试验规则

10.7.1 出厂试验

全金属智能锥形螺杆泵采油系统出厂时应逐台试验，试验合格后并附有产品合格证方可出厂。

10.7.2 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。

10.7.3 试验项目及判定规则

试验项目及判定规则按表 2 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 2 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	9.5.7	√	√
定子基本外观检查	9.5.8	√	√
运转试验	10.5.2	√	√
水介质试验 1	10.5.3	×	√
水介质试验 2	10.5.4	×	√
油介质试验 1	10.5.5	√	√
油介质试验 2	10.5.6	△	√
注：“√”为必做项目。“×”为不做项目，“△”为可选项。			

10.8 出厂前检验报告

出厂前应对全金属智能锥形螺杆泵采油系统的智能控制系统、各重要部件功能性、螺杆泵泵效、主电机性能等关键项目进行检验，如表 3-表 6。

表 3 电机检验报告

电机检验报告			
序号	检验项目	检验标准	检验结果
1	三相阻差	三绕组的电阻差不大于±2%	
2	绝缘电阻	≥100 MΩ	
3	耐压测试	频率 50 HZ，正弦波形，耐电压有效值 1 760 V，历时 1 min，无击穿现象，漏电流峰值不大于 20 mA。	
4	空载噪音	< 75 dB	
5	振动	水平和垂直方向，当 132 mm < H ≤ 280 mm 时，振动 ≤0.8 mm/s 当 H > 280 mm 时，振动 ≤ 1.5mm/s，（H 为轴中心高）	水平： 垂直：
6	空载试验	电机额定速度下，运转平稳，正反转无摩擦异响和抖动现象。记录运行速度和运行频率。	
7	标识	铭牌牢固，无破损，内容正确、清晰，合格证挂靠牢固，内容正确，无破损。LOGO 标示明确。	
8	外观	外观整洁，无碰伤等，包装完整，配件齐全。	
检验结论：			
检验员		日期	
审核员		日期	

表 4 轴承箱产品检验报告

轴承箱产品检验报告			
外观检查			
检验项目	检验要求		检验结果
表面处理	根据图纸要求提供表面处理报告		
试漏检验	测试机架 160 rpm 速度转动 48 h，无油液渗漏		
测量检测			
零件尺寸	根据图纸要求检测零部件尺寸		
轴承间隙	根据图纸要求检测轴承间隙		
性能检测			
振动分析	测试机架 160 rpm 速度转动 48 h，箱体无振动		
表面温度	测试机架 160 rpm 速度转动 48 h，表面温度不超过 40 ℃		
芯轴转动	双手转动芯轴顺畅，无顿挫感		
材料成分	提供部件的材料成分和热处理报告		
试验结论		检验员	
操作员		试验日期	

表 5 大四通产品试压检验报告

大四通产品试压检验报告					
产品名称		产品编号			
产品型号		试压标准		GB/T22513	
试压类型	强度试验		试压部位	整体	
标准试验压力 MPa	≥ 31.5	标准允许压降 MPa	无渗漏	标准稳压时间 min	3/15
实际实验压力 MPa		实际压降 MPa		实际稳压时间 min	
试压类型	密封试验		试压部位	密封部位	
标准试验压力 MPa	≥ 21	标准允许压降 MPa	1.05	标准稳压时间 min	≥ 31.5
实际实验压力 MPa		实际压降 MPa		实际稳压时间 min	
试验结论			检验员		
操作员			试验日期		

表 6 螺杆泵压力测试报告

螺杆泵压力测试报告					
基本参数		螺杆泵参数		测试参数	
报告编号		型号		试验转数	
试验地点		转子编号		泵效（10 MPa）	

表 6 螺杆泵压力测试报告（续）

试验日期		定子编号		额定扭矩	
试验介质		介质温度		额定压力	
测试人员					
试验数据					
序号	位置/mm	压力/MPa	扭矩/N·m	流量/m ³ /d	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
检验要求		测试时，在 100RPM 的转速下，最终测试压力 ≥ 18 Mpa，扭矩不超过 1 000 N			
检验结论：					
检验员			日期		
审核员			日期		

11 标志

11.1 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 1 m 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) 在全金属智能锥形螺杆泵采油系统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。

11.2 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。

12 随机文件

12.1 使用说明书

12.1.1 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。

12.1.2 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。

12.2 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。

13 包装、运输、搬运、安装及储存

13.1 包装

13.1.1 包装按 GB/T 13384 的规定,要适宜海运、铁路及公路运输等方式,应考虑吊装、运输过程中整个设备元件不承受导致其变形的外力,且应避免海水和大气及其他外部介质的腐蚀。

13.1.2 包装前,涂漆工作应合格,所有车间试验等也应全部合格,同时对设备及其附件进行清理、冲洗并干燥。

13.1.3 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。

13.1.4 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。

13.1.5 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。

13.1.6 每个设备应单独包装,并保证防水、防潮。

13.2 运输、搬运、安装及储存

13.2.1 运输按 GB/T 13384 的规定，要适宜海运、铁路及公路运输等方式。

13.2.2 运输或存放螺杆泵时应排出泵内的所有流体。

13.2.3 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。

13.2.4 泵在安装前，应逐箱逐件进行全面的数量清点与外观质量检查。不合格的设备和零件不允许投入安装。应负责所供装置的现场安装（或安装指导）及现场调试直到性能全部符合客户要求，在安装、调试完成后，需连续试运行 15 天，由业主组织进行验收，各项技术指标和性能应全部符合客户要求。

13.2.5 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。

14 服务与保证

14.1 服务

14.1.1 应提供的服务包括：

- a) 现场安装指导（现场安装）、调试及投产运行；
- b) 负责对业主现场操作人员进行技术培训；
- c) 使用后的维修指导等。

14.1.2 当客户需要提供服务时，应在 3 小时内做出响应，在 48 小时内到达现场，同时应派有经验的技术人员到现场指导，提供技术支持。

14.1.3 在质保期内由于产品质量问题产生的安装、拆卸、运输等相关费用应由供应商承担。

14.2 保证

14.2.1 供应商应对其供货范围内的所有事项进行担保，确保设计、材料和制造无缺陷，完全满足技术规格书的要求。并应保证该设备现场安装调试完成之日起的 12 个月内符合规定的性能和质量要求。

14.2.2 产品在质保期内因质量不良而发生损坏和不能正常工作时，供应商应免费更换或修理，如因此造成人身伤害和财产损失的，供应商应对其予以赔偿。

14.2.3 如果整套产品的全部或部分不满足性能要求，供应商应立即对产品中的缺陷进行修改、补救、改进或更换设备，直到产品满足规定的条件为止。

15 QHSE

供应商所提供的产品应满足国家、集团公司、山东省、油田安全环保要求，应结合仪器设备特点，提出仪器设备运行期间保障人员、操作、环境安全的具体要求。在质保期内因为产品质量问题引发的安全环保问题由供应商负责，并赔偿由此产生的各种费用和损失。