

32-K-102B 富氢气压缩机曲轴国产化

采购技术要求

一、采购核心原则

本技术要求针对 32-K-102B 富氢气压缩机（机型 C457*4，配套主电动机功率 7288KW）所需 8M 机型曲轴的国产化采购制定，核心目标为实现“性能等效、精度匹配、寿命达标、安全可靠”，全面替代日本三井原厂 SCM440H 材质曲轴，同时满足设备长周期稳定运行及紧急更新需求。所有要求需符合 GB/T、API 等相关行业标准，且不低于原厂技术规范。

二、供应商资质与服务要求

（一）资质要求

- 1) 供应商需为大型往复压缩机专业制造商。
- 2) 提供 2 项 6M80 或 8M80 及以上级别大功率往复压缩机（其中曲轴直径 $\geq 325\text{mm}$ ）的供货业绩或单独曲轴（直径 $\geq 325\text{mm}$ ）的供货业绩（需提供合同复印件、用户验收报告及运行证明，运行时间均不低于 18 个月）。

（二）技术与服务能力

- 1) 技术响应：接到技术咨询后 24 小时内提供解决方案，具备根据设备实际运行数据（如振动、温度、载荷变化）进行曲轴结构优化设计的能力，可派遣技术团队赴现场参与曲轴下线测绘、设备拆装技术指导。
- 2) 定制化服务：可根据用户需求，在不降低核心性能的前提下，优化曲轴油道结构、圆角过渡设计等关键部位，提升润滑效果与抗疲劳性能。
- 3) 售后服务：产品投用后提供为期 12 个月的质保期（质保期自设备正常运行之日起计算），质保期内出现质量问题，48 小时内派遣技术人员到场处理，如需更换备件，72 小时内发出替代部件；质保期后提供终身技术支持与维修服务。
- 4) 供货周期：自合同签订且收到完整测绘数据后，120 天内完成生产、检测并交付至指定地点，如需加急供货，需具备 90 天内交付的应急生产能力（具体周期在合同中明确）。

三、基本参数与材质要求

（一）基本参数

- 1) 适配性：完全匹配 32-K-102B 富氢气压缩机，与缸体、连杆、轴承等部件的配合间隙符合原设备设计规范，装配后无需对设备其他部件进行改造调整。
- 2) 结构尺寸：严格按照原曲轴下线测绘数据及设计标准加工，8M 机型曲轴关键尺寸精度控制在 $\pm 5\ \mu\text{m}$ 以内，主轴颈与连杆轴颈的圆度、圆柱度 $\leq 0.03\text{mm}$ ，各轴颈中心距偏差 $\leq 0.01\text{mm}$ ，具体尺寸需经双方签字确认的测绘图纸为准。
- 3) 关键接口：油道孔径、螺纹规格、键槽尺寸等接口参数与原厂一致，油道畅通无堵塞，螺纹连接强度满足设备高压工况要求，键槽配合精度为 H7/h6。

（二）材质要求

- 1) 曲轴原材料：对应国标 42CrMo 优质合金结构钢；材质选用由厂家进行设计核算，力学性能需满足要求。材质需通过炉前分析、光谱检测双重验证，化学成分需符合 GB/T 3077-2015 标准要求，材质经调质处理（淬火 + 高温回火）。
- 2) 原材料需来自国内知名钢厂，供应商需提供完整的原材料采购合同、材质证明书（炉号唯一可追溯）、化学成分分析报告及力学性能检测报告。

四、性能要求

- 1、强度性能：能长期承受 7288KW 大功率运行下的交变载荷、最大扭矩及冲击应力，经台架试验验证，在 1.2 倍额定载荷下连续运行 72 小时无变形、裂纹等缺陷。

2、耐磨性能：主轴颈、连杆轴颈等关键摩擦表面经高频淬火或氮化处理，表面硬度达到 HRC50-55，硬化层深度 2-3mm，且硬度分布均匀，确保长期运行磨损量 $\leq 0.01\text{mm}/1000$ 小时。

3、疲劳寿命：经疲劳试验验证，在额定工况下疲劳寿命不低于 20000 小时，或等同于原厂曲轴使用寿命，满足设备连续运行 18 个月以上无疲劳损伤的要求。

4、运行稳定性：在压缩机满负荷（排气压力、排气量达到设计值）运行状态下，曲轴运行无异常振动（振动速度 $\leq 2.8\text{mm/s}$ ）、无明显异响，对设备排气参数的稳定性无负面影响，运行精度符合 GB/T 2039-2012《金属材料 单轴拉伸蠕变试验方法》相关要求。

5、耐腐蚀性：针对富氢气工况，材质需具备一定的抗氢脆能力，经氢脆敏感性试验验证，在工作压力及温度下无氢脆开裂风险。

五、加工工艺要求

（一）加工精度

1) 关键配合表面（主轴颈、连杆轴颈、止推面）粗糙度 $Ra \leq 0.8 \mu\text{m}$ ，非配合表面粗糙度 $Ra \leq 3.2 \mu\text{m}$ ，表面无刀痕、划痕、毛刺等缺陷。

2) 主轴颈与连杆轴颈的同轴度 $\leq 0.05\text{mm}$ ，端面圆跳动 $\leq 0.03\text{mm}$ ，各轴颈的圆柱度、圆度均 $\leq 0.03\text{mm}$ 。

3) 曲轴的动平衡精度需达到 G2.5 级（按 GB/T 9239.1-2006 标准），剩余不平衡量 $\leq 5\text{g} \cdot \text{mm}/\text{kg}$ 。

（二）加工与表面处理工艺

1) 锻造工艺：采用模锻成型工艺，锻件需经过充分的锻粗、拔长，确保金属纤维流线连续且沿曲轴轮廓分布，无折叠、裂纹、气孔、夹杂等锻造缺陷，锻后需进行完全退火处理，消除内应力。

2) 热处理工艺：采用整体调质处理 + 关键部位表面强化处理（高频淬火或氮化），热处理过程需严格控制加热温度、保温时间、冷却速度，确保材质力学性能均匀稳定；提供详细的热处理工艺曲线报告，包括淬火温度、回火温度、保温时间、冷却介质等参数。

3) 机加工工艺：采用“粗加工 - 半精加工 - 精加工 - 超精加工”的多工序加工流程，关键工序（如轴颈磨削）需在恒温车间（温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ）内进行，避免温度变化影响加工精度；油道加工采用深孔钻技术，确保油道直线度 $\leq 0.01\text{mm}/\text{m}$ ，内壁粗糙度 $Ra \leq 6.3 \mu\text{m}$ ，加工后需进行高压冲洗（压力 $\geq 10\text{MPa}$ ），确保无铁屑残留。

4) 表面处理：成品表面需进行防锈处理（如磷化、涂防锈油），防锈层均匀且附着力强，在运输及储存期间（6 个月内）无锈蚀现象。

（三）工艺验证

供应商需提供完整的加工工艺文件，包括工艺流程卡、关键工序作业指导书、热处理工艺规范、质量控制点分布图等；关键工序（锻造、热处理、精加工）需设置质量控制点，提供过程质量检测记录，包括每道工序的尺寸检测报告、硬度检测报告、无损检测报告等，确保加工工艺的规范性和可追溯性。

六、质量检验与验收要求

（一）检验流程与项目

1) 原材料检验：供应商需对原材料进行全项检测，包括化学成分分析（采用光谱仪检测）、力学性能测试（拉伸试验、冲击试验）、无损检测（UT 检测，排查内部缺陷），提供完整的原材料检验报告，确保原材料符合技术要求。

2) 生产过程检验：

锻造后检验：对锻件进行外观检查（无表面缺陷）、尺寸抽检、UT 检测（内部缺陷等级 \leq II 级）、MT 检测（表面缺陷等级 \leq I 级）；

热处理后检验：对曲轴进行硬度检测（关键部位硬度均匀性偏差 \leq HRC3）、力学性能抽样检测（每批次抽取 1 件进行拉伸、冲击试验）；

精加工过程检验：每道机加工工序完成后进行尺寸检测，关键尺寸 100% 检测，非关键尺寸按 30% 比例抽检，提供尺寸检测记录表单。

成品检验：

外观与尺寸：成品外观无裂纹、气孔、夹杂、锈蚀等缺陷，关键尺寸 100% 符合设计要求，提供完整的尺寸检测报告（含坐标测量仪检测数据）；

无损检测：成品需进行 100% UT 检测（内部缺陷等级 \leq II 级）、100% MT 检测（表面缺陷等级 \leq I 级）、关键部位 PT 检测（如圆角过渡处），提供无损检测报告及检测影像资料；

性能测试：每批次抽取 1 件成品进行台架疲劳试验（模拟额定工况运行 1000 小时无疲劳损伤）、动平衡测试（达到 G2.5 级要求），提供台架试验报告及动平衡检测报告；

清洁度检测：成品内部油道及表面清洁度需符合 NAS 8 级标准，提供清洁度检测报告。

（二）验收方式

1、供应商在产品出厂前完成自检，提供完整的检验报告（原材料检验、过程检验、成品检验）、工艺文件、质量保证书等资料，通知采购方进行出厂验收；

2、采购方可委派技术人员赴供应商工厂进行现场验收，按本技术要求及双方确认的图纸进行抽样检测（抽样比例不低于 30%），检测合格后方可出厂；

3、产品运抵现场后，采购方组织安装调试，在设备试运行 72 小时内，对曲轴运行状态（振动、温度、异响等）进行验证，试运行合格后签署验收合格文件；

4、若验收过程中发现质量问题，供应商需在规定时间内无偿更换或返修，直至符合要求，由此产生的费用由供应商承担。

（三）质量保证

1、供应商需建立完善的质量追溯体系，每根曲轴标注唯一的产品编号、炉号、生产日期，确保从原材料采购到成品交付的全流程可追溯；

2、产品质保期为 12 个月，质保期内如因产品材质、加工工艺或设计问题导致曲轴损坏、失效，供应商需无偿更换新曲轴，并承担由此给采购方造成的直接经济损失；

3、供应商需提供质量保证方案，明确质量问题处理流程、索赔机制及售后服务承诺，确保问题得到及时有效解决。

七、包装、运输与储存要求

1、包装：采用防潮、防锈、防碰撞的木质包装箱，曲轴表面涂覆防锈油后用塑料薄膜包裹，箱内填充缓冲材料（如泡沫、珍珠棉），防止运输过程中锈蚀、变形或损坏；包装箱外标注产品名称、型号、规格、数量、重量、运输注意事项（“小心轻放”“防潮”“向上”）等标识。

2、运输：选择具备大件运输资质的物流公司，运输过程中避免剧烈颠簸、碰撞，确保产品完好无损；供应商负责办理运输相关手续，承担运输费用及运输过程中的风险。

3、储存：产品应储存在干燥、通风、无腐蚀性气体的仓库内，远离火源、热源，包装箱底部垫高（距离地面 \geq 10cm），防止受潮锈蚀；储存期间需定期检查防锈情况，确保产品性能不受影响。

八、其他要求

1、本采购技术要求为最低要求，供应商提供的产品如需采用更优的材质、工艺或性能指标，需提前书面告知采购方，经确认后可实施；

2、曲轴下线测绘、设备拆装、运输等相关费用由供应商承担，供应商需派遣专业技术人员配合采购方完成曲轴拆卸及测绘工作，确保测绘数据准确无误；测绘时间以甲方通知为准，

出厂、测绘、回厂的时间需控制在 12 天内。

3、供应商需提供产品安装指导手册、维护保养手册（含润滑要求、检修周期、常见故障处理等内容），协助采购方完成设备安装调试；

4、合同签订后，供应商需每月向采购方提交生产进度报告，包括原材料采购、加工进度、检测情况等，确保采购方及时掌握生产动态；

5、本技术要求未尽事宜，由双方协商确定，作为合同附件，与合同具有同等法律效力。