# 采购需求及技术规格要求

**一、货物需求一览表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 货物名称 | 数量 | 交货期 |
| 1 | 复杂结构件制备系统 | 1套 | 合同签订后8个月内交货并完成验收 |

**二、设备配置、技术规格及服务要求**

本项目采购的复杂结构件制备系统主要用于中大型复杂金属构件的选择性激光熔化成形。设备具备以下功能：支持零件模型导入与数据处理、添加支撑结构、粉末预处理、粉床预热、制造参数灵活配置、增材成形、全过程实时监测与预警、粉末回收及循环利用、成形后粉末清理等。

**（一） 设备配置要求**

**1、主机设备**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **数量** | **单位** | **备注** |
| 1 | 选择性激光熔化成形设备 | 1 | 套 | 详见本章要求 |
| 2 | 变频水冷机 | 1 | 套 | 详见本章要求 |
| 3 | 铺粉质量监控模块 | 1 | 套 | 详见本章要求 |
| 4 | 零件三维模块 | 1 | 套 | 详见本章要求 |
| 5 | 视频监控系统 | 1 | 套 | 详见本章要求 |
| 6 | 双刃钢刮刀 | 1 | 套 | 详见本章要求 |
| 7 | 设备控制软件 | 1 | 套 | 详见本章要求 |
| 8 | 工艺参数包 | 4 | 套 | 详见本章要求 |
| 9 | 模型处理软件+多振镜剖分软件 | 1 | 套 | 详见本章要求 |
| 10 | 光学精度校正方案 | 1 | 套 | 详见本章要求 |

**2、辅机设备配置**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **数量** | **单位** | **备注** |
| 1 | 一体式水过滤防爆吸尘器 | 1 | 台 | 详见本章要求 |
| 2 | 粉末回收装置 | 1 | 台 | 详见本章要求 |
| 3 | 筛粉机 | 1 | 台 | 详见本章要求 |
| 4 | 供粉机 | 1 | 套 | 详见本章要求 |
| 5 | 粉末回收组件 | 2 | 个 | 详见本章要求 |
| 6 | 模块化粉桶200L | 3 | 个 | 详见本章要求 |
| 7 | 双蝶阀灰桶注水工装 | 1 | 套 | 详见本章要求 |
| 8 | 一体式空压机 | 1 | 套 | 详见本章要求 |
| 9 | 真空干燥箱 | 1 | 台 | 详见本章要求 |
| 10 | 液氩杜瓦罐 | 1 | 个 | 与主机口匹配，容积500L |
| 11 | 提升搬运车 | 1 | 台 | 详见本章要求 |
| 12 | 新粉车 | 1 | 台 | 详见本章要求 |
| 13 | 溢粉车 | 4 | 台 | 详见本章要求 |
| 14 | 空气压缩机 | 1 | 台 | 详见本章要求 |

**3、设备耗材**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **数量** | **单位** | **备注** |
| 1 | 无磁钢刮刀 | 4 | 把 |  |
| 2 | 橡胶刮刀 | 10 | 把 |  |
| 3 | 基板 | 4 | 块 | 不锈钢基板3块  钛合金基板1块 |
| 4 | 工具包 | 1 | 套 |  |
| 5 | 防护包 | 1 | 套 |  |
| 6 | 耗材包 | 1 | 套 |  |

**4、后处理设备**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **数量** | **单位** | **备注** |
| 1 | 线切割机 | 1 | 台 | 工作台行程：≥800×1000mm  最大工作台承重：≥800kg  最大切割厚度：≥800mm |
| 2 | 喷砂机 | 1 | 台 | 压缩空气：4m³/min  零件承重：100kg  电压：380V  总功率：3.5kW  工作舱尺寸：≥650mm×650mm×1000mm |
| 3 | 平面磨床 | 1 | 台 | 台面长宽：≥1000×850mm  台面高度：≥750mm  电压：380V  功率：3kW |
| 4 | 真空热处理炉 | 1 | 台 | 炉膛尺寸：≥800×700×700mm  炉膛材料：高纯度氧化铝纤维  最高温度：1700℃  升温速率：≥15℃/min  控温精度：±1℃  真空度： 0.1Pa  承重：≥400Kg |

**5、设备验收件**

设备到场安装调试后，使用设备进行打样测试，样件作为设备验收的参考依据。技术要求如下：

**5.1 设备验收件明细**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **物料号** | **名称** | **规格** | **单位** | **数量** | **材料** | **备注** |
| BEST\_BLK\_FW | 翼板 | / | 件 | 1 | CuCrZr | 甲方提供图纸及模型 |
| BEST\_BLK\_FW | BEAM | / | 件 | 1 | 316L | 甲方提供图纸及模型 |

**5.2 技术要求**

**5.2.1翼板技术要求**

（1）外部真空条件下，对冷却通道打水压，6.3MPa，保压30min，构件无明显变形，泄露；

（2）真空环境下烘烤检漏：

a)将被测试件放入真空室内，对冷却通道6.3MPa的氦气，保压30分钟，测试真空漏率，漏率≦1.0×10-10Pa.m3/s；

b)再将被测试件加温至240°C，保温2小时。在冷却通道内通入4.4MPa氦气，保压30分钟，测试漏率，漏率≦1.0×10-8Pa.m3/s；

c)降至常温后再通入6.3MPa的氦气，保压30分钟，测试漏率，漏率≦1.0×10-10Pa.m3/s；

d)再将被测试件加温至240°C，保温2小时。在冷却通道内通4.4MPa氦气，保压30分钟，测试漏率，漏率≦1.0×10-8Pa.m3/s；

e)再降至常温后再通入6.3MPa的氦气，保压30分钟，测试漏率，漏率≦1.0×10-10Pa.m3/s；

（3）铬锆铜工件内部无φ0.5mm当量以上夹杂、缩松、气孔等内部缺陷。

（4）铬锆铜工件对超声检测的吸收应符合：在利于超声穿透的探伤频率和灵敏度条件下，工件能见到6次底波。

（5）化学成分

化学成分应满足表5。

表5 化学成分（%）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 铬锆铜 | | |
| Cr | Zr | 杂质 |
| 0.6-0.9 | 0.07-0.15 | 总含量≤0.15  包括Co≤0.05，Nb≤0.01，Ta≤0.01 |

（6）力学性能

工件的常温力学性能应符合表6的规定，高温力学性能应符合表7的规定。

表6 常温力学性能

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 代号 | 抗拉强度（MPa） | 屈服强度（MPa） | 断后伸长率（%） |
| CuCrZr | ≥400 | ≥320 | ≥17 |

表7 高温拉伸强度

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 代号 | 温度 (℃) | 抗拉强度（MPa） | 屈服强度（MPa） | 断后伸长率（%） |
| CuCrZr | 250 | ≥220 | ≥150 | ≥10 |

（7）物理性能

工件的室温物理性能应符合表8 的规定。

表8 工件的物理性能

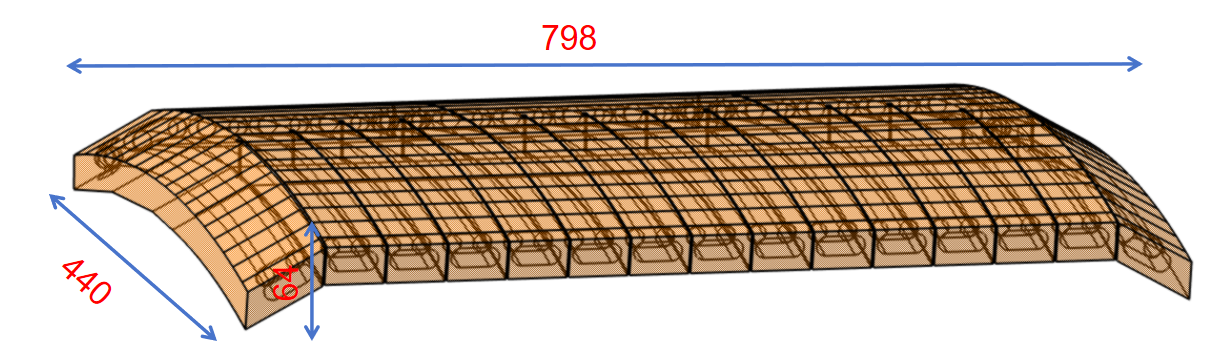
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 代号 | 导电率 | 晶粒度 |
| CuCrZr | >80（%IACS） | ≥5级 |

（9）外形尺寸及允许偏差

工件大面平面度≤0.5mm，外形轮廓参考图纸；

（10）表面质量

工件的表面平整、无明显缺陷。



翼板示意图

**5.2.2 BEAM技术要求**

（1）外部真空条件下，对冷却通道打水压，6.3MPa，保压30min，构件无明显变形，泄露；

（2）真空环境下烘烤检漏：

a)将被测试件放入真空室内，对冷却通道6.3MPa的氦气，保压30分钟，测试真空漏率，漏率≦1.0×10-10Pa.m3/s；

b)再将被测试件加温至240°C，保温2小时。在冷却通道内通入4.4MPa氦气，保压30分钟，测试漏率，漏率≦1.0×10-8Pa.m3/s；

c)降至常温后再通入6.3MPa的氦气，保压30分钟，测试漏率，漏率≦1.0×10-10Pa.m3/s；

d)再将被测试件加温至240°C，保温2小时。在冷却通道内通4.4MPa氦气，保压30分钟，测试漏率，漏率≦1.0×10-8Pa.m3/s；

e)再降至常温后再通入6.3MPa的氦气，保压30分钟，测试漏率，漏率≦1.0×10-10Pa.m3/s；

（3）渗透检测，按照EN 10228-2的要求100%渗透检查；

（4）体积检查，根据EN 10307中给出的标准进行100%超声探伤；

（5）化学成分

化学成分应满足表9。

表9 化学成分（%）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 元素 | 其他元素含量，wt.% | |
|  | Min | Max |
| C |  | 0.030 |
| Mn | 1.60 | 2.00 |
| Si |  | 0.50 |
| P |  | 0.025 |
| S |  | 0.010 |
| Cr | 17.00 | 18.00 |
| Ni | 12.00 | 12.50 |
| Mo | 2.30 | 2.70 |
| N | 0.060 | 0.080 |
| B |  | 0.0020 |
| Cu |  | 0.30 |
| Ti |  | 0.10 |
| Co |  | 0.05 |
| Nb |  | 0.01 |
| Ta |  | 0.01 |

（6）力学性能

工件的常温力学性能应符合表10的规定，高温力学性能应符合表11的规定。

表10 常温力学性能

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 代号 | 抗拉强度（MPa） | 屈服强度（MPa） | 断后伸长率（%） |
| 316L | ≥525 | ≥220 | ≥45 |

表11 高温拉伸强度

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 代号 | 温度 (℃) | 抗拉强度（MPa） | 屈服强度（MPa） | 断后伸长率（%） |
| 316L | 250 | ≥415 | ≥135 | - |

（7）物理性能

工件的室温物理性能应符合表12 的规定。

表12 工件的物理性能

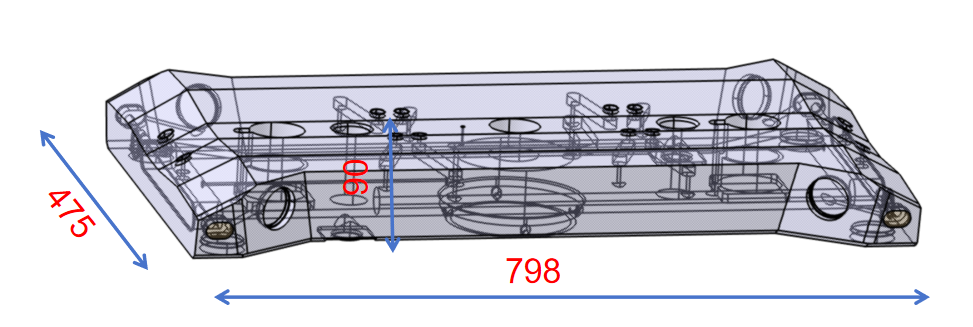
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 代号 | 铁素体含量 | 晶粒度 | 磁导率 |
| 316L | ≤0.5% | ≥2级 | ≤1.03 |

（8）外形尺寸及允许偏差

外形轮廓尺寸±0.25，轮廓度±0.2，安装孔位置度±0.15；

（9）表面质量

工件的表面平整、无明显缺陷。



BEAM示意图

## 三、主机及辅机设备要求

**1** ★ **设备成型尺寸**：成型尺寸：≥610mm×610mm×1000mm（不含基板厚度）。需提供证明材料。

**2 设备组成：**主要由光学系统、成型腔系统、循环过滤系统、清粉系统、粉末管理系统、电气控制系统、质量监控系统、取件系统、数据处理软件、设备控制软件等组成。

**3 适用材料：**铜合金、钛合金、高温合金、铝合金、不锈钢等材料，能提供上述每种类别材料的成熟工艺参数包。

**4 光学系统**

4.1 **□** 激光器采用单模光纤激光器，采用同等或优于IPG品牌光纤激光器（投标人可以选择性能相当于或优于参考品牌的其他品牌产品，但需要提供相关证明档次不低于参考品牌）；

4.2 **□** 激光器数量≥4个，单个激光器功率≥1000W，激光波长：1060~1080nm，M2≤1.1，水冷式；

4.3 **□** 采用同等或优于Scanlab品牌扫描振镜，重复精度＜2 μrad，非线性精度＜3.5 mrad/44°，振镜最大扫描速度≥7 m/s，振镜响应时间快，跟随误差≤0.32 ms，电机采用数字伺服控制抗干扰能力强，具备自诊断功能，可读取振镜状态、温度报警反馈，具备长时间运行稳定性，振镜数量4个；

4.4 **□** 采用F-theta lens聚焦，聚焦光斑直径满足70μm-100μm范围内；

4.5 扫描模块可以覆盖到整个成形区域，并保证每处烧结质量的一致性，多激光搭接区域最低性能不低于单激光区域平均值95%（同向试棒抗拉强度），全幅面尺寸95%校准点定位精度≤±0.05mm，搭接区域尺寸偏差不高于±0.1mm；

4.6 ▲扫描仪校准方案：具备完善的振镜精度校准功能，配套自主开发的单振镜精度校正和多振镜拼接精度校正一体化装置，装置精度≤±50 μm，通过软硬件结合，开放软硬件使用权限，可一键自动完成振镜精度和拼接精度的自主校正，，四激光校准时间≤1.5小时。

**5 冷却系统**

5.1 **□**激光器冷却方式采用水冷，配置水冷机，制冷量≥20 KW，采用无级变频调节，响应时间≤1秒，实时监控水冷机状态，异常情况报警，水冷机控温精度可达±0.1℃，流量范围20~70L/min，防护等级：IP44以上，噪音控制：≤70dB（1米距离测量），需具备流量报警、水温超限、漏电保护等安全机制。

5.2 ▲光学系统需配备热管理系统，热管理系统至少需要包含振镜管理系统、场镜热管理系统、激光器热管理系统，每个热管理系统至少具备水冷功能，需提供证明材料；

5.3 振镜热管理系统需具备冷却功能，应确保振镜长时间处于恒温作业状态，有效解决打印过程中热量上传致使振镜热漂移问题，保证振镜在极限工况下仍能正常工作，提供证明材料；

5.4 ▲成型腔须具备腔体热管理系统，腔体热管理系统至少配置3面冷却墙，需包含成型腔室的两侧面与腔体顶部，腔体热管理系统每面冷却墙的冷却液流量≥3L/min，保证腔体有足够的冷却效果，提供证明资料。腔体热管理系统应确保无腔内漏水风险，提供证明材料；

**6 成型加工系统**

6.1 ★最大有效成形尺寸：≥610mm×610mm×1000mm（W×D×H）（不含基板，基板厚度≥100mm）。需提供证明材料。

6.2 ▲成形缸体、平台及Z轴驱动单元整体采用密封设计，成形缸和Z轴驱动系统具备防尘设计或置于惰性气体空间内，Z轴运动机构配备防尘保护套或全密封，避免粉末外溢，保障成形过程稳定及设备安全性，提供设计说明及实物照片。

6.3 设备具备良好的气密性，打印过程中最低氧含量≤100 ppm，打印过程中惰性气体消耗≤15 L/min(工况下)；

6.4 采用龙门式铺粉机构，双向铺粉兼备单向铺粉且可实现自由切换， 铺粉层厚可调节范围20-100um，结构可靠性和容错率高，具备相关技术，提供技术证明文件；

6.5 双向铺粉应具备规避刮刀粘粉造成铺粉质量问题的功能，具备刮刀粘粉清理功能，具备吹、吸粉口残粉清理功能。配备刮刀快速更换辅助工装，实现舱外更换、调平；

6.6 具备刮刀安装工装，保证钢刮刀安装的操作便利性；

6.7 刮刀装置至少具有3种防掉粉装置，保障成形质量，提供刮刀防掉粉设计说明，提供实物照片；

6.8 ▲成形缸采用结构优化设计方案，具备长时间使用稳定性，提供实物照片证明资料；

6.9 ▲成形平台承力基座采用铸件，保证结构设计可靠性和长期运行稳定性；

6.10 设备具有镜头保护气系统，保证了打印飞溅物的去除保护了场镜，同时场镜配置保护窗，保护场镜长时间工作不受污染，保证了设备的稳定性。

6.11 设备采用上送粉方式，可实现不停机不间断加粉，落粉通过伺服电机带动，确保落粉实时可控；

6.12 基板最高预热温度≥150℃；

6.13 成型缸体转运速度≥8mm/s，缸体在载重1吨的条件下，由成型工位整体转运至取件工位时间≤10min；

6.14 设备须采用≥2工位设计，设备集成度更高，可实现成型、清粉和取件功能，提供清粉及取件实物照片或操作演示视频；

**7 电气控制系统**

7.1 采用PLC数字控制系统，能够实时反馈设备的运行情况如各轴扭矩，位置等信息，具有数据采集、显示、储存等功能；

7.2 ▲ Z轴配备光栅尺，可实现零件打印过程实时高度检查，具备异常报警功能；整机伺服控制均使用总线伺服驱动，传输速度快，可实现闭环控制；采用安全控制器进行了安全回路的设计，安全继电器等级可达到SIL3级，电器柜走线布局美观大方，提供实物照片；

7.3 ▲设备集或配备成UPS电源可实现断电保护，可自动保存当前打印数据，供电后第一时间设备可正常工作；

7.4 设备控制操作界面工业触摸屏，可实现自动及手动控制，自动控制和手动控制能够进行切换；

7.5 ▲设备可实现一键铺粉、一键准备、一键打印、一键移缸功能，可根据初始设置参数自动完成设备准备工作并开始打印，可实现成形缸在成形位和取件位的快速转移，提供设备软件功能截图；

7.6 控制软件具有独立著作权，能实现设备增材打印、控制、监控等功能，软件控制系统自动化程度高、人机交互友好，方便完成对设备的运动控制、送粉、过滤和其他功能设置，提供软件著作权证书；

7.7 预留对外接口，能够与客户方MES系统、数据库系统进行数据交互，支持实时运行数据监测与故障预警。

**8 质量监控系统**

**设备配置以下质量监控系统，以保证设备可连续运行72小时无故障**

8.1 基本工作信息监测：具有状态识别功能，可实时检测、记录及显示基板温度、腔体温度、腔体压力、各轴扭矩和位置、零件成形图像、滤芯压差、氧含量以及循环系统压力等，提供软件监控截图；

8.2 ▲供粉舱配置探杆式物位计，可对供粉舱内粉末量进行实时监测、实现缺粉检测及预警报警，提供粉末状态软件监控截图；

8.3 ▲具备成形平台腔体压力检测，及时识别相关风险，保证设备安全运行，提供实现该功能硬件配置及说明；

8.4 ▲内置高清相机，可采集每层铺粉后和打印后的照片，可在控制软件界面实时查看监控照片，实现铺粉质量实时监控，并可自主处理多种铺粉异常；如缺粉，可自动执行重铺，如出现刮刀卡停、小区域塌陷等，可及时报警停机，并记录状态信息，便于质量追溯，提供详细逻辑说明及软件应用截图；

8.5 内置录像机，可实现打印过程的视频监控，提供录像机硬件及监控证明资料；

8.6 配备少支撑模块，具备成熟的无/少支撑打印功能，提供少支撑设计培训与后续的技术支持，可实现≤25°倾斜面无支撑打印，提供方案及软件截图等证明资料；

8.7 可根据打印照片或视频进行打印过程三维重构，并且在重构的三维立体模型中识别缺陷区域，如缺粉、错位、扫描缺失等，提供此功能操作应用视频；

8.8 ▲成形舱配置双氧、双压力传感器，具备传感器冗余设计，保证数据真实性，具有氧含量及压力异常报警功能，且压力超标时可自动泄压；

8.9 ▲具备氩气实时消耗和累计消耗显示和记录功能，可及时观察到氩气消耗异常和帮助用户统计每炉零件氩气消耗量，便于氩气使用成本核算，提供软件监控截图；

8.10 具备自诊断故障功能，可实现实时监控并分级诊断，故障进行监测、记录，分析；针对不同故障影响程度分级处理，提高效率，避免设备停机，提供故障分类处理机制方案；

8.11 具备工作报表模块，可生成工作报表，工作报表包含零件信息、暂停信息、打印日志、操作日志、报警日志、工时记录、生产记录等，支持用户自由进行内容和时间筛选；

8.12 可记录生成包括零件建造信息、打印进度、警示信息及实时监控信息等工作记录；

8.13对刮刀运行过程中的扭矩进行监控，能以扭矩监测曲线图的形式进行记录；

**9 循环过滤系统**

9.1 循环过滤系统应满足设备连续运行需求，采用多级过滤方式，过滤系统应具备清洁滤芯功能；过滤系统集成风速闭环控制功能，保证滤芯长时间使用后，成型室风场仍稳定运行。

9.2 **□**采用永久滤芯配置，配备钝化功能，滤芯上的黑灰在滤筒内反吹时可进行初次钝化，落入灰桶中的危险滤渣，可进行钝化物质安全注入进行钝化，保证黑灰清理时的安全性。循环过滤系统，采用模块化设计，可单独进行拆装维护，采用烧结板过滤器，具有较长使用寿命，可满足设备连续运行需求，过滤系统应具备自动清洁滤芯的功能；

9.3 过滤系统具备氧含量、温度、压力监控，保证使用安全；

9.4 ▲具备安全处理设计，并配置相应工装，可实现湿化惰化处理，保证使用和操作安全，避免设备清理及维护时可杜绝燃爆危险，提供工装清单及湿化操作使用说明；

9.5 ▲配置备用灰桶，打印过程中可不停机更换灰桶，具备灰桶自动洗气功能，保证更换灰桶不破坏成形气氛，保证打印连续性；

9.6 过滤器灰桶具备单独排气滤芯，更安全；

9.7 过滤器灰桶采用双蝶阀结构，保证灰桶内部在拆卸与安装时内部始终为惰性气体保护，操作安全便捷，提供实物照片；

9.8 循环过滤系统上下层风场管路具有风速监测功能，能够与成型腔室内保护气流速度对应；

9.9 循环过滤系统在成型区域上方全幅面风速绝对误差小于0.3m/s，不均匀系数小于20%。

**10 取件系统**

10.1 **□**设备集成一体化清粉舱，清粉舱具备密封性，可实现惰性气氛保护下的清粉；

10.2 ▲取件舱具备氧含量、压力和温度传感器，可实现取件舱的压力、氧含量和温度实时监控；并具备安全互锁逻辑，超压自动泄压，负压自动补气，氧含量高的自动气体置换和高氧高压报警等；氧传感器、压力传感器，具备冗余配置，保证安全使用，提供取件舱氧含量、压力和温度监控截图。取件舱与清粉舱集成设计的设备也需遵循以上要求。

10.3 清粉舱应可操作成形平台移动、充入惰性气体、物料机启停等，应操作便捷，具有防错操作功能；

10.4 ▲清粉舱可以和粉末回收系统连接，具备多组粉末回收系统接口，允许至少2组粉末回收系统接入，满足高效清粉捞件要求；

**11 软件系统**

11.1 模型处理软件

11.1.1 **□**选用Magics或具有同等功能模型处理软件，提供软件合法授权或著作权；

11.1.2 **□**模型处理软件5套，至少>1次版本迭代记录（提供软件合法授权或著作权）；软件供应商拥有完全自主设计的显示界面，功能按键、图标等；软件可预装到笔记本电脑里、可用于移动办公等，提供证明材料；

11.1.3支持\*.stl、\*.amf、\*.3mf、\*.obj等多种格式导入导出；

11.1.4具备零件三角面片编辑优化功能，可实现对模型文件表面三角面片光滑、细化，以及重画网格，提供软件界面证明材料；

11.1.5 支持自动及手动生成支撑；能快速、简单、自动创建和处理各种不同类型的支撑结构，如点状、线状、网柱状、轮廓、锥形，支撑投影区域缩放等功能，提供软件界面证明材料；

11.1.6 ▲具备不少于10种基础的CAD文件编辑功能，如删除面、镜像、圆角、倒角、拉伸、偏移、镂空、布尔运算等，完成编辑后可直接导出STL等文件格式。提供软件界面证明材料；

11.1.7 ▲具备零件信息修复页，可实时查看模型文件上现有错误，提供软件界面证明材料；

11.1.8 具备不少于10种打印前零件分析功能，必须具备零件碰撞检测功能，提供软件界面证明材料；

11.1.9 自动摆放可设置避免重叠区域摆放设置，提供软件功能界面截图。

11.2 路径规划切片软件

11.2.1 ▲制造商自主研发路径规划切片软件，具备至少2次版本迭代记录，与设备控制软件相兼容，能快速、自动生成切片数据，提供软件著作权证书；

11.2.2 ▲具备高质量、高效率、智能等至少3种打印模式，同时可以自由调节零件的上表面区域、内填充区域、下表面区域的填充与外圈的位置距离与扫描方式，以及调节零件与支撑的扫描方式，实现不同结构零件兼顾效率和质量的打印需求；

11.2.3 ▲具备智能扫描分区功能，分区数量支持用户自由设定，避免上风向烟尘对下风向激光扫描时产生不利影响，可实现所有激光同时出光扫描并保障成形质量。软件至少具备内核填充、条带填充、棋盘填充以及轮廓填充四种填充模式，其中内核填充模式下包含不少于3种填充扫描模式，条带填充模式下包含不少于15种填充扫描模式，棋盘模式下包含不少于23种填充扫描模式，轮廓填充模式下包含不少于31 种填充扫描模式，供用户在不同使用场景下兼顾打印效率和打印质量的打印需求，提供软件截图或方案；

11.2.4 具备智能分区功能，可实现速度优先搭接-高效率扫描、速度优先搭接-高质量扫描、质量优先搭接-高效率扫描、质量优先搭接-高质量扫描四种智能分区扫描模式，在保证打印质量的同时实现多光同时出光打印零件；

11.2.5 ▲软件可实现每层自由设置重熔次数，且重熔层的旋转角度可自由设置为继承填充的旋转角度，或者单独设置重熔层的填充角度，提供软件应用截图；

11.2.6 ▲软件可实现参数包的分级加密处理，实现在不同使用场景下的参数管理需求，提供软件应用截图；

11.2.7 ▲制造商自主研发离线工时计算软件，与设备控制软件相兼容，可实现离线状态下工时计算、路径预览、辅助路径查错等，提供软件著作权证书；

11.2.8 ▲软件扫描策略具备无/少支撑打印功能，可实现≤25°倾斜面无支撑打印，提供方案及软件截图等证明资料。

11.2.9 具备超大数据量STL模型（模型数据量＞10G）快速导入功能。

11.3 设备控制软件

11.3.1 ▲选用与设备配套的软件，数量1套，自主研发，具有独立著作权，有多年技术经验沉淀且成熟稳定，**终身免费升级。**

11.4 设备控制界面集成化程度高，能将多个关键监控信息同时集成显示在一个界面上，监控信息包括但不限于成型时间实时监控、成型高度实时监控、氧气含量实时监控、已烧结层实时监控、设备操作动作实时监控、警示消息框实时监控、各功能模块如工作舱门、激光器、刮刀、循环过滤系统等实时消息监控，提供软件功能界面截图。

11.5 具有三维可视化界面，可以直观地以三维视角实时查看工件模型截面状态。

11.6 具备在XY方向对各激光区域根据气流方向进行智能分区扫描功能，且在XY扫描截面能直观显示扫描轨迹。

11.7 在成型过程中，计算机允许下述操作：

11.7.1显示当前的成型周期进程（共需成型多少层，当前已完成多少层，完成剩余成型工作需要多少时间），零件成型图像，成型腔内氧浓度；

11.7.2自动控制和手动控制能够进行切换，当自动控制出现故障时，能够在成型程序停顿处自动切换至手动控制，按先前设定的程序继续将产品成型完毕；

11.7.3 设备带自诊断功能，可对运行过程的各种故障实时报警，并能提示并保存第一故障点；

11.7.4 设备控制系统在遇到突然停电或其他意外事故时具备自我保护措施及数据不丢失、来电衔接运行的能力；

11.7.5 **□**开放核心成型工艺参数（激光功率、轮廓及填充XY方向偏置、扫描速度、扫描次数、搭接量、扫描间距、扫描层数、填充间距等），还可对支撑和工件设定不同的扫描策略；

11.8 具备多种多激光搭接模式：至少具有三种多激光搭接模式，其中包含但不限于随机搭接、正弦搭接、锯齿搭接，以适用不同类型工件的搭接需求，可在软件中一键快速切换。

11.9 打印过程中显示当前成型周期进程（成型总高度、总层数、当前加工层、加工所需时间、开始加工时间、已加工时间）、成型所需粉料高度，实时显示成形舱内氧含量、舱压、滤芯压差、基板温度等重要设备参数。

11.11 软件能够将加工过程中产生的中间过程数据进行记录，保存在计算机内，并在加工完成后形成加工报告（含氧含量、舱压、风速等相关加工参数），保证打印全程可追溯，提供软件加工报告。

11.12 软件界面可以实时显示加工舱室内的真实图像，还可以对加工平面逐层进行拍照，并对零件加工全过程录像且进行自动分类存储，方便操作人员进行数据查验。

11.13 滤芯使用情况自动统计，包含反吹次数，累计使用时长等功能。

11.14 自我诊断能力：可对运行过程中电气、机械、设备打印参数等异常情况，自我诊断停机，显示设备异常报警信息并以声光方式实时报警。

11.15 自动控制和手动控制能够进行切换；当自动控制出现故障时，能够在成形程序停顿处进行手动控制，按先前设定的程序继续将产品成形完毕。

11.16 模型扫描顺序可选：基于模型顺序和基于平台位置自动分配，也可进行手动自定义设置。

11.17 控制系统可显示详细激光扫描路径，分层数据浏览支持缩放和内部填充线查看。

11.18 各个零件工艺参数（如扫描功率，扫描速度，扫描次数等）在打印过程中支持实时修改，无需暂停。

**12 粉末管理系统**

12.1 ▲可实现打印过程中溢粉粉末自动回收、筛分和供应，和打印完成后取件舱粉末的高效回收；打印过程中与主机可通讯，实时检测溢粉桶状态和储粉桶状态，自动实现粉末回收与供应。打印过程中与主机进行闭环通讯，实时监测并显示各环节状况；

12.2 ▲粉末循环系统选用分体式方案，筛粉机、物料机、供粉机所有工作需在惰性气体保护下进行，适用于活性金属和铜合金粉末，且可以独立工作，避免单一模块故障影响整体系统工作;个筛粉机、物料机、供粉机均为制造商自主研发，可与设备主机兼容；

12.3 ▲筛粉机用于回收粉末的自动筛分，采用触摸屏智能控制，超声波与机械振动筛分相结合，筛分效率可达到50 L/h，采用地面筛分，粉桶无需抬升，具备反吹功能，滤芯寿命更长；具有氧含量，压力监测，故障报警，具备惰性气体保护系统保证粉末质量，可实现人粉隔离；粉末筛分装置应可对清粉台的粉末进行间接清理、回收和筛分，筛网直径≥400 mm，粉末筛分装置设计符合防爆标准，提供证明材料。采用气动引流自动送粉功能进行粉末输送，粉末可自动从收粉罐输送至筛粉模块筛网；能对振动筛内部充入惰性气体，具备气体压力及流量调节功能；可通过脉冲除尘方式对滤芯清理。

12.4 ▲物料机用于回收清粉系统所产生的粉末。粉末应为全封闭式收集，要求人粉隔离，操作中可确保操作人员安全，实现打印结束后方便快捷回收粉末，设备可不开舱门情况即对舱室内的多余粉末进行回收，并输送至溢粉车全程在惰性气氛保护下进行，回收效率≥500Kg/h(高温合金为例)，适用于活性金属粉末，且可满足一机多用。可实时监测氧含量，有完善的氧含量控制逻辑；具有一键自动检测氧含量、温度、粉桶状态等关键参数，异常时自动停机保护；

12.5 ▲供粉机可自动为打印设备补充粉末，可将新粉车内的粉末输送至成型腔系统上方的粉箱，粉末供应全过程应采用惰性气体保护，供粉机可和主机进行互联，实时获取主机储粉桶的料位，实现不停机加粉，粉末供应效率不低于50 L/h，可实时监测氧含量，有完善的氧含量控制逻辑；粉末输送装置通过风机提供动力进行输送，送粉所使用惰性气体可循环，持续送粉耗气量≤5L/min；具有至少3种供粉模式，满足不同场景使用需求；供粉机可通过脉冲除尘方式对滤芯清理；粉末输送装置具有缺粉时自动补粉功能，具有针对异常情况的警报功能，且能查询当前警报信息和历史警报信息。

12.6 ▲粉末筛粉、回收及供应均安全可靠，筛粉机、物料机及供粉机均符合CE或防爆评估，提供证书、网上查询网址或查询截图，以备核实；

12.7 ▲提升车载重不低于1吨，高度不低于3 m；

12.8 ▲新粉车用于存储新粉，容积≥200L；

12.9 溢粉车用于接收溢粉，单个容积≥200L。

12.10 空气压缩机排气压力：≥0.8MPa，排气量：≥1.2m³/min，电压：380V，功率：≥7.5kW

**13安全防护**

13.1 设备设计制造应符合 CE安全标准，包括电气、机械指令标准，设备整机通过CE认证，提供符合CE标准认证证书、网站查询网址及查询截图，以备核实；

13.2 ▲成形舱具备双层门设计，外部门上具有安全门锁，确保设备正常运行时保护罩不能打开；与激光器和运动轴有安全互锁；配备工业手套箱，实现人粉隔离；有急停按钮，按下后设备立即停止运行，保证操作和使用安全；

13.3 ▲物料机和取件舱安全互锁，两边的氧含量均达标时，物料机才会启动，保障粉末回收安全；

13.4 ▲设备激光防护安全可靠，具备针对激光防护第三方安全认可，提供激光器出厂检测报告及激光防护第三方安全认可证明资料；

13.5 ▲设备自身集成环境氧传感器，配备氧含量检测模块，成型过程中当氧气含量升高到非正常水平时，设备须具有自动报警功能；

13.6 ▲设备内部配置安全检测装置，与运动机构安全互锁，避免人员机械伤害；

设备顶部具有安全防护护栏，保证人员操作和调试安全；

13.7 ▲防护窗应保证操作人员安全，激光安全防护等级≥OD4+，提供证明材料；

13.8 应设置急停开关，急停开关不应自动恢复，必须采取手动复位；

13.9 成型腔配备工业手套箱，实现人粉隔离；

13.10 配备压力传感器，成型过程中当压力低于或高于正常水平时，设备须具有异常报警功能。

**14 安装调试及验收**

14.1 安装调试：卖方负责设备安装调试；签订合约后，卖方需了解客户的客观安装条件，确定设备的具体安装位置是否符合设备使用要求；

14.2 验收：设备在买方现场进行验收，验收包括但不限于设备实物验收、设备调试验收和培训验收，验收报告经双方代表签字有效；

14.3 培训：在买方安装现场对相关人员进行不少于5个工作日的技术培训，培训包括设备使用和维护技术培训，使买方人员能够独立正确使用、维护设备，并具备常见故障分析和排除能力，并持续提供针对复杂结构件提供支撑设计优化培训；

14.4 技术资料验收：随设备提供设备手册、设备操作及维护手册、设备电气原理图等。

**15 技术及售后服务**

15.1 设备制造商具有专业售后服务及技术保障团队；

15.2 主机自终验收后，进入质量保证期，主机质保期应不少于2年，（其中激光器质保应不少于3年，自用户最终验收签字生效之日算起；

15.3 在质量保证期内，投标人服务应及时有效，在接到买方故障信息后，要求24小时内提供书面解决方案，如有必要，48小时内维修人员到达现场，5个工作日内解决故障；

15.4 设备保修期过后，制造商具备能力终生提供广泛而优惠的备件供应和技术支持。

15.5 定期维护

在质保期间，每6个月免费提供1次预防性维护（含激光校准、气体管路检测等），调试光学系统拼接校正精度，保证光学系统能够长期稳定运行，同时对气体管路等进行检修，防止管路老化。质保期内，每年免费进行1次全面设备健康诊断。

15.6 备件供应

提供常用备件库存保障，保证及时为客户提供承租的备品备件，紧急备件72小时内到货承诺。

**16 包装及运输**

16.1 包装箱应用新的坚固的木箱或铁皮箱，适于长途运输，防潮、防锈、防震、防粗暴装卸；

16.2 适于陆（公路、土路）运输。

**17 配套耗材**

不锈钢基板3块

钛合金基板1块

钢刮刀3根

**18 其他配套设备**

配备一体式水过滤防爆吸尘器 1 台，功率（kW）≥2.2；最大风量≥300 m3/h；收集桶容积（L）≥90；吸入口径≥Ø 40mm；过滤效率≥99%；过滤面积≥2.2m2；过滤精度为0.3-1µm；提供防爆认证证书。

**19 后处理设备**

19.1 **□**需提供下列指定品牌厂家、型号的设备用于设备后期生产加工，参考品牌如下表。投标人可以选择性能相当于或优于参考品牌的其他品牌产品，但需要提供相关证明档次不低于参考品牌。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **设备类别** | **数量** | **参考品牌及型号** | |
| 1 | 中走丝线切割机 | 1 | 苏州宝玛数设备有限公司 | DK7780D |
| 上海特略精密数控机床  有限公司 | TL10080H |
| 苏州三光科技股份有限公司 | LA800A |
| 2 | 喷砂机 | 1 | 长空日铸（辽宁）喷砂设备有限公司 | CK-GS-1212 |
| 深圳百辉自动化设备有限公司 | BH-1212W |
| 东莞华创喷砂机械设备有限公司 | 1010P |
| 3 | 平面磨床 | 1 | 桂林桂北机器有限责任公司 | M7180×12B |
| 浙江杭机股份有限公司 | HZ-800 |
| 南通第二机床有限公司 | M7180L×16 |
| 4 | 真空  热处理炉 | 1 | 中国科学院上海光学精密机械研究所 | SG-XQL1700 |
| 上海矩晶精密仪器制造有限公司 | SQFL-1700C |
| 融工电炉(上海)有限责任  公司 | RG-17TP-80R |

19.3 投标人完成后处理设备的安装、调试以及相关的操作、保养培训。

19.4 后处理设备需与主机同步完成验收，并按照招标人要求放置指定位置。