

1. 用途

采购设备主要用于核反应堆用材料的增材制造工艺开发，实现复杂结构材料（如多孔格栅、内流道构件）的一体化成形、多材料梯度构件的一体化快速成形与快速原型制造，满足先进核燃料包壳、事故耐受燃料组件、聚变堆面向等离子体部件等关键核材料研发的急迫需求；研究增材制造核材料包括不限于奥氏体不锈钢、镍基合金、难熔金属、ODS（oxide dispersion strengthened，氧化物分散强化）合金的辐照、腐蚀机理；用于支撑增材制造相关课程建设，为学生提供从数字化设计到高性能成品的全链条、跨学科前沿实训，有力培养学生的创新设计思维与解决复杂工程问题能力。

2. 工作条件

- (1) 工作电源：设备按照三相五线制电源设计，三相交流 50Hz，线路电压 380V $\pm 10\%$ ，总功率 20kW，50A。
- (2) 工作温度和湿度： 15-30°C，相对湿度 $< 40\%RH$
- (3) 场地条件：高度 $\geq 3.5m$ ，硬质地面，坡度 $< 0.5\%$ ，承重能力 $\geq 1.5t/m^2$ ，环境磁场 $\leq 0.2 \mu T$

3. 配置要求

包号 1 中的第一个标的金属定向能量沉积增材制造系统产品主要包含以下模块，具体为：

- 1) 电子枪系统 1 套
- 2) 真空系统 1 套
- 3) 气氛保护系统 1 套
- 4) 铺粉及供粉系统 1 套
- 5) 成型加工室 1 套
- 6) 控制系统 1 套
- 7) 水冷系统 1 套
- 8) 电源稳压器 1 台
- 9) 粉末回收装置 1 台

10) 工业防爆吸尘器 1 台

11) 附属设备及耗材

4. 技术要求

序号	技术参数指标要求
1	电子枪系统
★1.1	电子枪为钨灯丝, 加速电压 60kV, 最大束流 50mA, 额定功率 \geq 3000W, 寿命 \geq 40h, 最小束斑直径 \leq 300 μm
▲1.2	电子枪最小束斑直径 \leq 220 μm , 栅极电压可调范围不少于 0~1200V
●1.3	钨灯丝寿命 \geq 60h
2	真空及气氛保护系统
▲2.1	工作时的真密度可控制在 3×10^{-1} Pa 以内, 支持氦气
▲2.2	常温下达到工作真密度用时 \leq 35min
▲2.3	独立的电子枪室真空系统和成形仓室真空系统
▲2.4	真空室舱门配备铅玻璃窗;
●2.5	打印时氦气流量不大于 3L/h
●2.6	极限真密度 \leq 5 \times 10 $^{-3}$ Pa
▲2.7	设备带有报警功能, 加工过程中, 电子枪室或成形仓室中真密度波动 \geq 0.3Pa 时, 设备应自动停止加工或报警
3	铺粉及供粉系统
★3.1	铺粉层厚可调, 范围囊括 50~200 μm , 粉末床最大预热温度不低于约 1000°C
●3.2	铺粉层厚可调, 范围囊括 30~200 μm
●3.3	粉末床逐层预热最大预热温度 \geq 1100°C
●3.4	采用下送粉技术进行送粉, 可精确控制供粉量
▲3.5	钢制柔性刮刀, 保证铺粉平整度

4	成型加工室
★4.1	扫描精度 $\leq \pm 0.3\text{mm}$, 平面成型精度(以TC4为例) $\leq \pm 0.5\text{mm}$
▲4.2	零件致密度(TC4) $\geq 99.4\%$
●4.3	成型精度(TC4) $\leq \pm 0.3\text{mm}$
●4.4	扫描精度 $\leq \pm 0.2\text{mm}$
★4.5	最大有效成型体积不少于 1170000mm^3
5	控制系统
▲5.1	提供模型处理软件、切片软件和控制软件, 切片厚度可调且囊括 $35\text{~}200\mu\text{m}$, 软件是正版合法软件, 终身有效
▲5.2	提供开源TC4钛合金或其它材料成形工艺包, 可修改包括送铺粉参数、基板预热参数、粉床预热等成形参数
▲5.3	软件会自动储存并显示打印过程中的主要信息, 包括平台温度、舱内压力、打印进度等
▲5.4	打印过程中可以记录逐层照片
●5.5	电子枪若发生因为蒸镀污染导致的高压放电, 软件可检测并自动重启制造过程, 多次重启仍未成功, 软件自动停止打印
●5.6	真空条件不满足时, 高压及灯丝电流自锁无法下束, 保证设备安全
6	水冷系统
▲6.1	可用去离子水冷却分子泵、真空室、电子枪, 水温可控制在 $10\text{~}30^\circ\text{C}$ 内
7	其他
★7.1	设备主机尺寸不超过 $2.5 \times 1.5 \times 2.5\text{m}$ (长 \times 宽 \times 高)
●7.2	设备整体噪音 $< 75\text{db}$
●7.3	稳压器稳压精度优于 $\pm 5\%$

5. 兼容性与后续成本

如涉及后续采购需考虑兼容性的, 综合考虑全生命周期, 是否有必要耗

材或配件费用、使用期间能源费、废弃处置费等。

投标方提供设备保修清单和延保价格，条目包括但不限于项目编码、名称、型号、单项报价（为日后的延长保修提供参考依据，不计入投标总价）。

后续成本为更换钨灯丝，铺粉刮片等投标方提供设备耗材清单和耗材可选供应商，条目包括但不限于物料编码、名称、型号、单项报价（为日后的耗材采购提供参考依据，不计入投标总价）。

6. 执行的相关标准

符合国家及行业相关规定。下述相关标准如有最新标准按照最新标准执行。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 3167 金属切削机床 操作指示图形符号

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB 5959.7 电热装置的安全 第7部分：对具有电子枪的装置的特殊要求

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 13306 标牌

GB/T 14896.7 特种加工机床 术语 第7部分：增材制造机床

GB/T 17421.1—1998 机床检验通则 第1部分：在无负荷或精加工条件下机床的几何精度

GB/T 17421.2—2016 机床检验通则 第2部分：数控轴线的定位精度和重复定位精度的确定

GB/T 17421.5 机床检验通则 第5部分：噪声发射的确定

GB/T 18569.1—2020 机械安全 减小由机械排放的有害物质对健康的风险 第1部分：用于机械制造商的原则和规范

GB/T 34508-2017 粉床电子束增材制造 TC4 合金材料

GB/T 18569.2—2020 机械安全 减小由机械排放的有害物质对健康的风险 第2部分：产生验证程序的方法学

GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GB/T 26805 工业控制计算机系统 软件

GB/T 35351 增材制造 术语

GB/T 37391—2019 可编程序控制器的成套控制设备规范

GB/T 39329 增材制造 测试方法 标准测试件精度检验

JB/T 8356 机床包装 技术条件