

技术、商务及其他要求

一、项目概况

本项目为拟采购具有包含高频能量激励作用及其它多能场结合的精密设备，是为原子级抛光工序提供稳定可靠的前道工序工件质量的重要保障。本设备的成功定制能实现可靠地将金刚石衬底表面粗糙度控制在 $Ra \leq 10nm$ ，是后道原子级抛光必备的前道桥梁。

二、采购清单

序号	标的名称	★数量	所属行业	★是否允许进口	是否属于优先采购节能产品	★是否属于强制采购节能产品	是否属于优先采购环境标志产品
1	难加工材料高频能量激励高效加工中心	1 套	工业	否	否	否	否

三、技术要求

序号	标的名称	技术参数要求
1	难加工材料高频能量激励高效加工中心	（一）总体要求 ★(1.1)超精密数控机床基础支撑系统面向难加工及硬脆材料五轴高速、高精度铣削/磨削加工需求，形成由基础承载平台、数控系统、伺服驱动及电机、进给与导向机构、五轴回转机构、高速电主轴、位置反馈、冷却防护及辅助单元组成的完整机床基础平台。投标人应完成总体设计、选型匹配、集成、调试，并对系统兼容性及最终整机性能负责； ★(1.2)机床基础平台/床身应采用天然花岗岩作为主要承载基体； #(1.3)X 轴行程$\geq 600\text{ mm}$，Y 轴行程$\geq 500\text{ mm}$，Z 轴行程$\geq 300\text{ mm}$；工作台额定承载质量$\geq 20\text{ kg}$； ★(1.4)机床 X、Y、Z 轴定位精度$\leq 3\text{ }\mu\text{m}$； #(1.5)机床 X、Y、Z 轴重复定位精度$\leq 2\text{ }\mu\text{m}$； （二）轴控能力 ★(2.1)数控系统应采用工业级全数字 CNC 控制单元，支持 X/Y/Z/A/C 五轴同时联动加工；最小设定单位$\leq 0.1\text{ }\mu\text{m}$； #(2.2)当 Y 轴采用龙门双驱结构时，系统应支持 X、Y1、Y2、Z、A、C 不少于 6 个伺服执行单元的配置，并具备 Y1/Y2 双电机同步控制、独立位置反馈、同步误差监控、龙门找正/校正、同步回零及失同步保护能力； #(2.3)数控系统应具备图形化人机交互界面，可显示坐标、程序、刀具、主轴、伺服负载、报警及加工状态，并支持加工轨迹/图形显示；

	零件程序存储容量≥ 2 MB, 程序预读/前瞻能力≥ 400 段; #(2.4) 采用可编程逻辑控制器 (PLC/PMC 或等效单元) 完成机床逻辑控制, 控制资源和程序容量应满足刀库、主轴、冷却、润滑、测量、超声工艺单元的整机集成需求; #(2.5) A、C 回转轴的驱动形式可采用直驱电机、伺服电机配机械传动或满足精度及动态性能要求的等效方案; 应配置高精度角度位置反馈; (三) 五轴功能 ★(3.1) 系统应具备五轴刀具中心点控制功能 (TCP/RTCP 或等效功能), 在 A、C 回转轴运动时能够依据机床运动学实时补偿 X/Y/Z 轴位置, 使刀具中心点按编程轨迹连续运动; #(3.2) 具备倾斜工作平面/空间坐标变换功能, 满足 3+2 定位加工及连续五轴加工需求; #(3.3) 具备轮廓控制、连续小程序段处理、轨迹平滑、加减速优化、伺服振动抑制及精细表面加工功能; #(3.4) 具备五轴运动学参数设置与补偿、回转中心/枢轴点误差补偿、刀具长度及半径补偿、空间刀具补偿、工件坐标位置/姿态误差补偿以及程序断点重启功能; #(3.5) 系统应支持配合接触式测头完成工件找正、坐标系建立及五轴回转中心/运动学参数校准; #(3.6) 系统应具备刚性攻丝、刀具补偿、程序断点重启及加工参数分级/优化设置功能; (四) 伺服控制、运动反馈及主轴 #(4.1) 配置与数控系统相匹配的全数字伺服驱动器、电机及位置反馈单元。数控系统、驱动器、电机、编码器/光栅尺及操作面板应相互兼容, 由投标人完成参数匹配和伺服优化; #(4.2) X、Y 轴采用直线电机; Z 轴采用旋转伺服驱动; #(4.3) 采用旋转伺服方案的轴应配置分辨率≥ 20 位的绝对式编码器; 采用直线电机的轴应配置绝对式直线位置反馈装置; #(4.4) X、Y、Z 轴配置封闭式绝对式直线光栅尺或性能相当的直接位置测量系统, 实现全闭环位置控制。测量长度≤ 3040 mm 时测量精度$\leq \pm 3 \mu\text{m}$, 系统分辨率$\leq 1 \mu\text{m}$, 最大允许移动速度≥ 3 m/s; 支持与数控系统兼容的串行绝对值接口或等效接口; △(4.5) 直线光栅尺配置密封防护、压缩空气吹扫及污染物隔离功能, 防止切削液、油雾、粉尘及加工碎屑进入尺体和读数头工作区域; △(4.6) 采用滚珠丝杠方案的进给轴, 滚珠丝杠副及轴承支承部位配置防尘、防切削液侵入及润滑防护功能, 并配置集中润滑或独立润滑接口; △(4.7) X、Y 轴驱动单元应包括直线电机、导向机构、绝对式直线位置反馈、冷却及防护组件; 配置过载保护、过温保护、温度监测、冷却温控及异常报警功能, 并配置切削液、粉尘及磁性切屑隔离防护功能; #(4.8) X、Y、Z 轴最大加速度≥ 0.35 g; #(4.9) 伺服系统应具备过载保护、过温保护、振动抑制、跟随误差监控及故障诊断功能; ★(4.10) 配置水冷式精密铣削电主轴单元, 采用内置电机结构, 主轴
--	---

	锥孔接口为 HSK-A63, 并与随机配置的刀柄、拉紧机构和刀具系统匹配; 具备主轴定向、刚性攻丝及运行状态监测功能; #(4.11) 主轴轴承采用陶瓷球精密角接触轴承; #(4.12) 主轴锥孔接口跳动$\leq 2\ \mu\text{m}$; 具备温度、振动状态监测信号输出; △(4.13) 主轴配置循环水冷、冷却液温度监测、密封及气幕防护功能, 防止切削液、油雾及粉尘进入主轴内部; 配置与主轴额定功率及连续运行热负荷相匹配的水冷机。主轴冷却回路应独立设置, 或采用与其他发热单元相互独立的温度控制回路, 并配置冷却液循环、温度调节、流量监测及异常报警功能; ★(4.14) 主轴最高转速$\geq 24000\ \text{rpm}$, 额定功率$\geq 22\ \text{kW}$, 额定扭矩$\geq 30\ \text{N}\cdot\text{m}$; 径向刚度$\geq 180\ \text{N}/\mu\text{m}$, 轴向刚度$\geq 220\ \text{N}/\mu\text{m}$; 连续空载运行 30 min 温升$\leq 10\ ^\circ\text{C}$; #(4.15) 主轴具有中心出水功能, 压力$\geq 3\ \text{MPa}$; (五) 接口扩展、在线测量及辅助功能 #(5.1) 数控系统应支持工业以太网、USB 及通用工业通信接口, 具备与上位机、测量系统和外部工艺设备进行数据交互的能力; 应提供满足项目二次开发需要的数据访问接口或 SDK/API 或公开协议说明; #(5.2) 系统需预留满足超声振动、激光辅助外部工艺单元接入的数字量或模拟量或工业总线接口; #(5.3) 外部计算机在不影响 CNC 实时控制的前提下, 应能够读取机床关键运行数据, 包括各轴实际/指令位置、实际/指令进给速度、主轴转速与负载、伺服负载、加工程序状态、报警信息和 I/O 状态; #(5.4) 配置激光刀具测量系统, 采用非接触激光测量原理, 具备刀长、刀具直径测量及刀具破损检测功能; 测量重复精度$\leq 0.5\ \mu\text{m}$, 最小可测刀具直径$\leq 30\ \mu\text{m}$, 支持最高主轴测量转速$\geq 180000\ \text{rpm}$; △(5.5) 激光刀具测量系统的激光安全等级不高于 Class 2, 并符合 GB/T 7247.1-2024 或等效标准; 具备气幕、气封或等效吹扫防护, 防护等级不低于 IP67, 工作环境温度范围覆盖$+5\ ^\circ\text{C}\sim+55\ ^\circ\text{C}$; △(5.6) 激光刀具测量系统允许正偏离: 重复精度和最小可测刀具直径数值越小、最高主轴测量转速数值越大, 均视为优于要求; #(5.7) 配置静电油雾净化装置和颗粒过滤器; 配置恒温水箱和变频水冷机各 1 套; (六) 安全、保护与环境适应性 #(6.1) 整机控制系统应具备急停、安全门联锁、硬/软限位、超程保护、伺服过载/过温/超速保护、主轴超速与过温保护以及故障诊断功能; #(6.2) 当 Y 轴采用龙门双驱时, 应具备同步位置偏差监控和超限保护; 单侧驱动、反馈或制动异常时应触发安全停机, 并采取防止龙门扭斜或结构损伤的控制措施; #(6.3) Z 轴应配置适当的制动、平衡和/或机械防坠措施; A、C 轴应具备夹紧/松开状态监控及与加工程序互锁功能; △(6.4) 电气系统应采取必要的接地、屏蔽、抗电磁干扰及线缆隔离措施, 保证高频超声、激光电源、直线电机和高速主轴同时运行条件下数控、测量及通信系统稳定工作;
--	---

		(七) 多能场辅助系统 #(7.1) 机床主轴具有椭圆超声振动功能, 纵向振幅 0~6 μm 可调, 扭转/纵向振幅比为 1:4~1:1; 同时配置独立二维椭圆振动平台 1 套, 两个方向振幅均≥10 μm, 频率≥20 kHz, 两方向振动相位差在 0° ~ 180° 范围内可调; #(7.2) 配置超声滚挤压强化系统 1 套: 频率≥25 kHz, 轴向振幅≥8 μm, 输入电压峰峰值在 10~500 V 范围内连续可调, 最大负载≥200 N; #(7.3) 配置连续光纤激光器 1 套, 支持连续输出和功率调制输出, 额定输出功率≥3000 W; △(7.4) 激光中心波长为 1070 nm±10 nm, 输出线宽≤5 nm; 功率调制频率≥50 kHz; △(7.5) 配置 QBH 兼容或性能相当的工业光纤输出接口, 输出光纤芯径为 80~120 μm; 配置可见光指示功能, 指示光功率为 0.1~1.0 mW; △(7.6) 激光器配置循环水冷及冷却状态监测功能, 额定工况下冷却水流量≥15 L/min, 配套水冷机冷却能力≥4.8 kW; △(7.7) 激光器配置模拟量控制、串行通信及工业以太网通信功能, 或配置具有同等功能的通用工业控制接口; 具备激光启停、输出功率设定、运行状态反馈、故障诊断、故障报警及外部安全联锁功能; △(7.8) 供货范围包括激光器主机、输出光纤及光纤输出接口、控制线缆、电源线缆、冷却接口组件及实现上述功能所必需的附件; #(7.9) 配置桌面式常压射流低温等离子处理平台 1 套, 包括三轴运动平台、等离子发生器及喷枪、喷枪调节装置、样品治具、气体流量控制和电气控制系统; △(7.10) 系统可设置运动轨迹、处理速度、喷头高度、等离子功率和气体流量, 实现自动区域扫描处理; #(7.11) X、Y 轴有效行程均≥400 mm, Z 轴有效行程≥100 mm; 处理速度在 0~200 mm/s 范围内可调, 喷头工作距离覆盖 5~12 mm; △(7.12) 等离子输出功率在 0~200 W 范围内可调, 工作频率为 25~35 kHz, 单次有效处理宽度为 2~5 mm; △(7.13) 兼容洁净干燥压缩空气, 并配置不少于两路独立质量流量控制器, 满足 O₂ 及其他工艺气体的独立调节或混合供气要求; #(7.14) 等离子辅助系统应具备本地及远程控制、外部 I/O 启停、程序存储、急停、运动限位、气压异常及等离子输出异常联锁保护功能, 输入电源为 AC 220 V、50/60 Hz。
--	--	--

四、服务要求

序号	服务要求项目	指标符号	服务要求标准
1	技术文件	△	投标人中标后提供全套、完整的书面技术资料, 包括制造商完整技术规格文件、仪器说明书、操作手册、简单维修说明。
2	设备安装、调试	★	投标人在中标且合同生效后向采购人提供详细的安装要求并提供技术咨询; 在仪器到达前, 中标人应通知用户水、电、

	和验收		气及其他仪器等必备辅助设施的具体要求，从而让采购人提前做好仪器安装准备。仪器到达用户所在地，在接到用户通知后一周内进行安装调试，安装调试后，根据本项目招标文件、中标人投标文件进行现场测试，测试数据合格后验收。
3	技术培训	#	投标人中标后提供完整的培训，包括内容、人员、时间、地点、频次等。在用户所在地对仪器使用者进行仪器操作和维护进行培训，使被培训人员达到能够熟练使用。培训内容包括仪器的技术原理、操作、数据处理、基本维护等。场地、交通等与培训相关的费用均由中标人承担。
4	售后服务要求	#	1. 质保期：自验收合格之日起所有软硬件一年； 2. 在质保期内，如果软硬件发生故障，在接到采购人通知后中标人须在 4 小时内提供技术响应。如采购人需要，中标人应在 24 小时之内安排技术人员到达现场，48 小时内排除故障，负责调查故障原因并实施更换、修复等工作直至故障解决。当设备发生故障且 48 小时内无法修复时，中标人在一周内需提供备机服务，直至故障解决。 3. 质保期期满后，所有硬件按维修市场价的 50%收取维修费、所有软件按原价的 10%进行维修升级，响应速度同质保期响应速度。
5	备品备件	△	投标人承诺中标后本项目全部货物的各种部件、备品备件均保证齐备、充足供应，若因产品升级更新等原因不能保障供应造成采购人损失的，投标人承担全部赔偿责任，在交货时需向采购人提供货物常规备品备件。 注：提供承诺函并加盖投标人公章，格式自拟。
6	集成实施服务	#	投标人根据本项目特点，提供集成实施和安装施工调试方案，负责本次所有产品的安装调试集成等服务工作（费用包含在总价中）。 具体要求如下： 1、保证椭圆超声振动辅助系统与整个系统的协调运行；

			2、保证超声滚挤压强化系统与整个系统的协调运行； 3、激光辅助系统与整个系统的协调运行； 4、等离子体辅助系统与整个系统的协调运行。
--	--	--	--

★五、商务要求

1. 交货期限：合同签订之日起 120 天内交货及安装调试。
2. 交货地点：西南交通大学九里校区先进设计与制造技术研究所一楼实验大厅 106。

3. 付款方式：

(1) 分期付款

第一期：合同生效且中标人提交履约保证金后，预付合同金额的 85%；

第二期：项目验收合格后，支付合同金额的 15%。

(2) 每次付款前，中标人应出具等额增值税专用发票，发票与合同的银行账户信息应保持一致。

4. 验收方法和标准：

(1) 货物到达现场后，中标人应在采购人在场情况下当面开包，共同清点、检查外观，作出验货记录，双方签字确认后开始安装调试。安装调试后，根据本项目招标文件、中标人投标文件进行现场测试，测试数据合格后验收。

(2) 中标人应保证货物到达采购人所在地完好无损，如有缺漏、损坏，由中标人负责调换、补齐或赔偿。

(3) 中标人应提供完备的技术资料、装箱单、授权文件等，并派遣专业技术人员进行现场部署调试。验收合格条件如下：

- 1) 产品技术参数与采购合同一致，性能指标达到规定的标准；
- 2) 产品技术资料、装箱单、授权文件等资料齐全；
- 3) 在产品（系统）试运行期间所出现的问题得到解决，并运行正常；
- 4) 在规定时间内完成交货并验收，并经采购人确认。

(4) 产品在部署主装调试并试运行符合要求后，才作为最终验收。

(5) 采购人对中标人交付的产品（包括质量、技术参数等）进行确认，并出具书面验收意见。

六、其他要求

1. 与评审标准相对应的内容：投标人自 2023 年 8 月 1 日（含）至递交投标文件截止日，应具有与本项目类似业绩。

2. 本采购文件所引用的国家标准、地方或行业标准，在项目招投标阶段或项目执行阶段，若有新标准发布时，按发布的有效最新标准实施，本采购文件或签订的政府采购合同不再就此进行调整。

注：

1. 本项目主要标的：难加工材料高频能量激励高效加工中心。根据政府采购信息发布相关规定，本项目主要标的名称、品牌（如有）、规格型号、数量、单价将在结果公告中进行公告。

2. 本章中上述打★号的为本次招标项目的实质性要求，不允许有负偏离，否则作无效投标处理。