

河南科技大学航空航天先进动力技术平台-动力工程及工程热物理 博士点学科提升（一）项目采购合同

合同编号：豫财招标采购-2025-1738

购买方：河南科技大学（以下简称甲方）

供货方：北京合众汇美国国际贸易有限公司（以下简称乙方）

依据学校政府集中采购（采购编号：豫财招标采购-2025-1738）结果，根据《中华人民共和国民法典》，为明确甲、乙双方权利、义务、责任，双方本着平等互利的原则，就甲方向乙方购买 多维度微观表征与动态信号分析平台 等的有关事项订立本合同。

一、产品名称、规格型号、厂家、数量、单价、金额见下表

序号	产品名称	品牌、规格型号 及技术指标	生产厂家	数量	单价 (元)	金额 (元)
1	多维度微观表征与 动态信号分析平台	合众汇美、定制	北京合众汇美国 国际贸易有限公司	1	1494900	1494900
合 计		人民币 <u>壹佰肆拾玖万肆仟玖佰</u> 元整 (¥1494900.00)				

注：配置、性能、功能等指标见附件一

二、产品的质量要求和技术标准

按国家或双方书面约定的产品技术指标，符合产品的出厂标准，符合附件技术指标。

三、合同金额

合同总金额为：人民币 壹佰肆拾玖万肆仟玖佰 元整 (¥1494900.00)，合同金额包含本合同所涉仪器设备，运输、安装、调试、培训费，保修期或保质期内的保修费用等全部费用。

合同金额为依据本合同甲方应支付乙方的全部费用的总和，除依法明确规定或双方书面协商一致外，双方均不得主张变更该金额。

四、履约保证金及付款方式：履约保证金采用转账方式。

履约保证金：合同签订前，乙方向河南科技大学账户支付成交金额的 10 %，计人民币 壹拾肆万玖仟肆佰玖拾 元整 (¥149490.00) 作为履约保证金。

付款方式：合同签订后甲方向乙方支付成交金额的 30%，计人民币 肆拾肆万捌仟肆佰柒拾 元整 (¥448470.00)；到货后支付成交金额的 50%，计人民币 柒拾肆万柒仟肆佰伍拾 元整 (¥747450.00)；项目验收合格后，支付成交金额的 20%；计人民币 贰拾玖万捌仟玖佰捌拾 元整 (¥298980.00)；项目验收合格后，一次性无息退还履约保证金。

五、到货及培训：

乙方签订合同后 70 天内将仪器设备运到甲方指定地点（具体时间以甲方通知为准），乙方负责仪器设备的安装调试以及技术支持，并对甲方操作（管理）人员进行必要的技术

培训和操作指导，保证仪器设备能正常运行。

六、质保期和售后服务：

(1) 双方一致同意本合同所涉仪器设备的质保期为：从甲方验收合格之日起3年。质保期内，乙方为甲方免费提供服务和修理更换（人为损坏除外）。

售后服务联系人及联系电话：刘蒙 17767163752。

(2) 若产品出现故障，乙方应在接到通知后12小时内到现场提供服务。

(3) 质保期后，若产品出现故障，乙方应提供免费维修服务，只收材料成本费。

(4) 其他服务：详见附件二。

七、甲方的义务：

(1) 产品运抵甲方指定地点后，应立即组织人员对货物进行清点、签收。

(2) 甲方收到产品时，如发现产品规格、型号、数量等与本合同约定不符时，应及时通知乙方并要求乙方按要求更换或补充。

(3) 产品正常运行30天后由甲方组织验收。

(4) 按合同按时支付约定的费用。

八、乙方的义务：

(1) 按合同要求，按时提供全新完好的产品，否则应向甲方全额赔偿损失。

(2) 在产品运抵甲方指定交货地点前三天书面通知甲方。

(3) 负责对甲方人员进行操作培训，使其达到熟练操作的水平，并提供操作手册、专用工具等；

(4) 应长期提供技术咨询服务。

(5) 其他承诺：无。

九、违约责任：

(1) 乙方逾期交付货物给甲方的，每逾期一日应按逾期交付部分总价的 0.03%/日计算向甲方支付违约金。如乙方逾期 30 天仍未交齐货物或者交付货物不合格的，甲方有权单方面解除合同，乙方应按合同总价的 10%计算向甲方支付违约金，并全额退还甲方已付给乙方的钱款及其利息。

(2) 乙方交付货物的质量、规格，性能、技术指标及配置不符合合同或合同附件约定的，甲方有权向乙方提出更换货物及索赔，乙方应在甲方提出之日起的3日内免费更换合格的货物，由此造成的时间延误视作乙方逾期交付，按本合同第九条第 3 款处理。如经两次更换，货物质量仍不符合规定的，甲方有权单方面解除合同，乙方应向甲方返还已付款项，并按合同总价的 10%向甲方支付违约金。

(3) 如任何一方违约，除向对方依约支付约定的违约金外，还应赔偿因违约给对方造成的一切损失，以及因向违约方主张权利、追究责任而发生的全部费用（包括但不限于诉讼费、执行费、律师费、差旅费、邮件费、公告费、鉴定和调查取证等费用。）

(4) 乙方保证本合同货物的权利无瑕疵，包括货物所有权及知识产权等权利无瑕疵。

如任何第三方经法院（或仲裁机构）裁决有权对上述货物主张权利或国家机关依法对货物进行没收查处的，乙方除应向甲方返还已收款项外，还应按合同总价的 10%向甲方支付违约金并赔偿因此给甲方造成的一切损失，包括但不限于因第三人向甲方、甲方向乙方主张权利而追究责任发生的全部诉讼费、执行费、律师费、差旅费、邮件费、公告费、鉴定和调查取证等费用。

十、不可抗力条款：

如在本合同签订后履行完毕前，发生了不可抗力且影响到本合同履行的，遇到不可抗力的一方，应及时书面通知对方，并在发生不可抗力 15 个自然日内向对方提供不可抗力详情及其影响本合同履行的书面说明。并在取得有关机构的不可抗力证明后，按照不可抗力对本合同履行的影响程度，由双方进行充分协商，达成一致后，允许延期履行、部分履行或不履行本合同，并全部或部分免于承担违约责任。但在一方违约后发生法定不可抗力的除外。

本条所称的“不可抗力”，除双方有明确的书面约定外，仅为法定不可抗力。

十一、其他条款：

（1）本合同未尽事宜，经双方协商，签订书面协议，其补充协议与本合同有同等法律效力。

（2）本合同附件作为合同的有效组成部分，具有与本合同同等法律效力。

（3）本合同如发生纠纷，甲乙双方应积极协商，协商不成时，双方一致同意向洛阳市洛龙区人民法院提起诉讼解决，因诉讼所发生的一切费用（包括但不限于诉讼费、执行费、律师费等其他有关费用），由败诉方承担。

（4）本合同一式拾份，甲方执捌份，乙方执贰份，具有同等法律效力。

（5）本合同经双方签字并盖章之日起生效。

甲方：（章）河南科技大学

地址：洛阳市洛龙区开元大道 263 号

电话：0379-64231434

邮编：471003

法定代表人或授权代表（签字）：

王学明

联系人、电话：商伟伟 15036975432

统一社会信用代码：124100004165265089

开户银行：工行洛阳分行涧西支行

账户名称：河南科技大学

银行账号：1705020809049088826

签订日期：2016 年 7 月 3 日

乙方：（章）北京合众汇美国际贸易有限公司

地址：北京市朝阳区光华路 7 号 13 层 16B1 号

电话：010-65611630

邮编：100600

法定代表人（签字）：

刘蒙

联系人、电话：刘蒙 17767163752

统一社会信用代码：91110105681203929J

开户银行：宁波银行北京分行营业部

账户名称：北京合众汇美国际贸易有限公司

银行账号：77010122000734414

签订日期：2016 年 7 月 3 日

附件一规格型号及技术指标

序号	设备名称	规格、型号、技术要求
1	多维度微观表征与动态信号分析平台	品牌型号：合众汇美、定制 (一) 原子力显微模块技术参数为： 1) 一体化的原子力显微镜 (AFM) 检测头和扫描台系统参数为：包含激光检测头、XYZ 扫描器、样品台、Z 向自动逼近马达装置于一体，结构稳定可靠，抗干扰能力强，激光检测头和样品台能够固定在一起，牢固耐用； 2) 金相显微镜和原子力显微镜为一体式设计，同时具备光学显微镜和原子力显微镜的成像功能。可同时进行光学成像二维测量和原子力显微镜三维测量，两者可以同时工作。光学物镜可以从 5 倍~50 倍之间任意切换，均可以与原子力显微镜同时成像； 3) AFM 工作模式为：接触模式 AFM、动态力模式 (DAFM)、F-Z 力曲线测量模式、RMS-Z 曲线测量模式，摩擦力 (FFM)/侧向力 (LFM) 模式、磁力 (MFM) 和静电力 (EFM) 模式； 4) 设备配备三轴压电陶瓷扫描器，XY 轴最大扫描范围为 50um*50um，Z 轴最大扫描范围为 5um；扫描分辨率为 XY 向 0.2nm，Z 向 0.05nm； 5) 设备可支持最大样品尺寸直径为 68mm，厚度为 20mm；采用精密微分头移动的样品台，XY 移动范围为 25mm*25mm，移动精度±1um； 6) 设备采用智能自动垂直进针方式，线性马达自动逼近，连续逼近或步进逼近；采用马达加压电陶瓷自动探测的智能进针模式，保护探针及样品；单轴驱动样品自动垂直接近探针，使针尖垂直于样品扫描，准确定位样品扫描区域； 7) 设备采用无限远光学系统，采用 23mm 超大视野平场目镜 10X 和 22mm 十字分划目镜 10X 双目适度角度和屈光度均可调； 8) 设备系统配置三目正像观察头，采用 10.1 寸一体式显示屏工业相机，500 万像素 CMOS 传感器，配合目镜可同时工作；显示屏自带嵌入式系统，可直接操作，无需连接电脑；具有实时拍照、录像、测量等功能； 9) 设备光学系统配置平场复消色差物镜 5X/NA0.15, 10X/NA0.30, 20X/NA0.35, 50X/NA0.50 四组，物镜安装在四孔物镜转盘上可任意切换； 10) 设备采用标准科勒照明系统，LED 照明光源亮度可调，方便维护；内置视场光阑和孔径光阑，能有效控制视场范围，调节视场衬度，且视场光阑中心可调；配置起偏器 (360° 旋转) 和检偏器，可实现偏光观察；配备插板式绿 (IF550)、蓝 (LBD-2)、中性滤色片 (ND25)，用户可根据需要选择，把选中的滤色片插入光路； 11) 设备光学调焦方式为同轴粗微动手动调焦机构，调焦行程为 50mm，微调精度±1um；

	12) 设备配置气浮式光学减震平台, 垂直方向固有频率空载: 1~1.7Hz, 满载: 0.8Hz; 水平方向固有频率空载: 1~1.7Hz, 满载: 1.0Hz; 13) 设备扫描速率为 0.6Hz~30Hz, 扫描角度 0~360°, 可进行任意角度扫描。采用“XY 比率”技术, 可支持以 1 倍速、2 倍速、4 倍速、8 倍速、16 倍速、32 倍速快速扫描功能; 14) 设备具有集成压电陶瓷扫描器硬件非线性校正用户编辑器和电子学控制器自动校正功能, 纳米表征和测量精度为 98%; 15) 设备控制器内置 (TI) DSP 处理器, 嵌入式 PID 自整定智能调节器, 无需手动设置, 系统自动整定优化参数, 以 DSP 技术为基础实现完全数字反馈控制系统方案; 采用 USB 通讯接口, 完全实现采样点的高实时性和时间间隔的准确性, 确保通讯的高稳定和数据的可靠性; 16) 设备控制器通信接口为 USB2.0/3.0, 可支持 Windows XP/7/8/10 操作系统; 17) 设备具有简体中文、繁体中文和英文版本, 在线控制功能和后处理功能均支持最新的 Windows10, 并兼容 Windows7/Vista/XP/2000/NT/9X; 18) 设备具备双向、往返、线扫描等多种扫描模式, 针尖表针及图像重建功能矢量扫描脚本编译器, 扫描图像亮度、对比度实时动态, 多通道信号同时采集和显示、具备实时在线三维图像显示功能; 19) 设备具有数据导出功能, 用户可取得原始数据; 图像同步功能, 可指定 4 个相关图像同步处理; 具有图像滤波功能; 20) 设备主机标准配置为: 高速 AFM 控制器系统 1 套; 测量及分析软件 1 套, 带实时测量显示、实时处理与后处理分析功能; AFM 主机系统 1 套 (包含激光检测头, 二维样品移动台、马达自动趋近系统); 光学组件系统 1 套 (包含 5X/10X/20X/50X 四组物镜, 10X 两组目镜); 三轴独立 XYZ 扫描器 1 套; 探针架组件 1 套; 校准用的标准二维光栅 1 片; 样品磁性基片 20 个; 配套 AFM 探针 10 根; (二) 示波记录模块技术参数为: 1) 设备基本配置为: 32 通道, 输入模板数为: 8 个, 最大记录长度为: 2Gpts; 2) 硬盘存储最大采样率为: 16 通道模式下 2MS/s; 1 通道模式下 50MS/s; 3) 高级分析功能为: 实时运算、数学运算、功率运算、历史搜索; 4) 基础分析功能为: 测量、搜索、FFT、缩放、光标、X-Y、标记、踪迹、动作; 5) 硬盘记录模式为: 断电时文件也能回读、支持自定义次数硬盘记录、支持自定义时长硬盘记录、数据回读后支持导出波形文件、支持会读后导出 Matlab、Labview、Systemview、CSV 等格式;
--	--

	6) 捕获功能为: 支持录屏; 7) 测量功能为: 支持在线测量、离线测量、单通道 55 种测量参数、单通道 55 种测量项实时显示、单通道 55 种测量项常规统计、全通道 880 种测量参数实时、700 个常规统计、支持缩放窗口测量、支持探头比例校准; 8) 搜索功能为: 更新模式支持 10 种搜索类型、硬盘记录模式支持 8 种搜索类型; 9) Math 功能为: 可调整 MATH 运算功能数据源的范围; 10) 回读功能为: 支持数据回读二次分析, 加载后再导出; 11) 主波形缩放为: 停止采集后主波形支持水平和垂直缩放; 12) FFT 计算为: 支持同步生成频谱表格、FFT 下可以查看频点数值、支持频谱查看和数值的实时查看与存储、支持光标测量, 可以自动捕捉峰值; 13) 光标功能为: 光标支持多通道同时测量、光标支持缩放分区定位; 14) 轨迹功能为: 一键清空快照波形踪迹、自由选择踪迹通道信号源、支持偏移和缩放配置; 15) 固件升级为: 传统 U 盘拷贝固件升级、连网在线升级、程序升级; 16) 探头相关为: 支持自定义设置电压电流探头比例系数、支持探头比例校准、支持 UI 相位差修正; 17) 硬盘为: SSD 固态硬盘, 容量 500GB; 18) 显示器为: 支持触摸, 12.1 液晶触摸屏、分辨率为 1280*800; 19) 接口为: 以太网、GPIB、GPS、IRIG、HDMI; 20) 通信为: 可支持 VPN 功能, 并提供 scpi、ftp、ntp、远程桌面等服务、支持 FTP 和远程桌面; 21) 最值参数为: 21.1) 示波模式下参数为: 实时波形存储深度可达到 2Gpts; 21.2) 记录模式下参数为: 实时波形存储深度可达到 150Gpts; 21.3) 记录模式下参数为: 最长可记录为 500days; 21.4) FFT 测量为: 最大可分析点数为 10M; 21.5) MATH: 最大可分析点数为 10M; 21.6) 测量功能为: 可测量的最大点数为 1Gpts; 22) 时间轴设置范围为: 100ns/div~5day/div; 23) 板卡参数: 23.1) 设备配置 8 张板卡, 单张板卡具有 4 个通道, 共计 32 通道; 输入接口: BNC; 23.2) 采样速率为: 10MS/s 采集, 16bit A/D; 最高可支持 32 个通道并行 10MS/s 采集;
--	---

	23.3) 带宽为: DC~5MHz; 23.4) 电压垂直档位为: 10mV/div~20V/div; 23.5) 带宽限制为: off, 10Hz/5kHz/150kHz/1.5MHz、数字滤波器; 24) 设备标配为: 电压探头数量 16 个, 电流钳数量 1 个; (三) 拉曼光谱模块技术参数为: 1) 硬件部分为: 1.1) 拉曼主机和显微镜耦合采用光纤拉曼探头耦合, 显微部分可以实现 X-Y 两维自动扫描, 和自动 mapping 功能。光纤拉曼探头可以通过前端可拆卸聚焦透镜与显微镜分离, 拉曼光谱仪可以单独使用, 拉曼探头光纤长度为 1.5m, 8.5mm 套管, 能够耐受为 5N (牛) kg.m 拉力; 1.2) 设备通道配置半导体泵浦激光器, 激光中心波长 $532\text{nm} \pm 0.5\text{nm}$, 线宽为 0.08nm, 功率稳定性 $<3\%P-P@2\text{hrs}$; 1.3) 设备配置深度制冷面阵检测器和固定光栅光路设计, 像素数为 1024×58, 制冷温度可达到 -25°C, 检测器采用 18bit AD 采集电路, 光谱饱和值为 250000counts; 1.4) 设备光谱仪模块采用高通量透射光路; 1.5) 光谱范围覆盖 $200 \sim 3000\text{cm}^{-1}$。拉曼光谱分辨率为 8cm^{-1}, 动态范围为 38000:1, 信噪比为 1000:1, 积分时间 10ms~15min 可调; $0 \sim 40^{\circ}\text{C}$ 范围内拉曼位移温漂为 6cm^{-1}; 1.6) 自动成像载物台参数为: 自动扫描平台调节行程为: 80 mm (X), 60 mm (Y), 30mm (Z); 调节精度: $1\mu\text{m}$ (X), $1\mu\text{m}$ (Y), $1\mu\text{m}$ (Z), 单向重复精度: 为 $1\mu\text{m}$, 双向重复精度: 为 $2.5\mu\text{m}$, 绝对定位精度: 10 mm: 为 $\pm 2\mu\text{m}$。XY 软件自动扫描自动成像。Z 轴配置自动对焦功能; 1.7) 设备金相显微镜配置 20X、50X、物镜, 显微镜配置上光路照明光源和 1200 万像素成像相机, 实现显微图像采集; 1.8) 设备拉曼模块可以结合显微镜有效测量煤炭、石墨烯等拉曼光谱信号, 能够有效测得 1 层、2 层等多层石墨烯拉曼信号; 2) 设备能够实现激光器的功率设定, 光谱积分时间设定, 一键光谱采集功能, 可以读取光谱仪检测器的制冷后温度。具备多帧光谱叠谱显示功能, 能够导出光谱数据, 数据格式支持 txt、Spc、dx、csv 等多种格式; 3) 设备具备拉曼高光谱热力学图像自动成像和分析功能, 具备拉曼光谱的降噪、去基线、峰位标识、常规的 HQI 识别、神经网络建模等功能, 能够实现 PCA, PLS 等定性定量分析算法。提供基于 Python 的二次开发软件, 可以配置和集成 python 算法模块; 4) 计算模块技术参数为:
--	---

	4.1) 计算模块数量为：1 个，单节点尺寸规格：2U 机架式； 4.2) 单计算模块处理器为：2 颗处理器，单颗处理器核心数为 32，主频为：2.1GHz； 4.3) 单计算模块内存为：512GB DDR5 5600MHz 内存，最大支持 32 根内存插槽； 4.4) 单计算模块硬盘为：1 块 960GB SATA 热插拔固态硬盘，2 块 1.2T SAS 硬盘，最大支持 40 个硬盘扩展，最大支持 36 个 NVMe 硬盘； 4.5) 单计算模块阵列卡为：1 块 8 通道 SAS/SATA RAID 卡，支持 Raid 0/1； 4.6) 单计算模块网卡为：1 块四端口千兆以太网卡，配置 1 块双口万兆网卡（含光模块），1 个专用的管理端口； 4.7) 单计算模块电源为：1300W 冗余铂金级热插拔电源，可支持 336V 高压直流； 4.8) 单计算模块 I/O 扩展为：可支持 18 个 PCIe 插槽； 4.9) 操作系统兼容性为：兼容主流操作系统，包括但不限于 Ubuntu、Redhat、openEuler、OpenAnolis、Rocky、深度科技等服务器操作系统； 4.10) 计算模块管理系统，数量为 1 节点； 4.11) 计算模块管理功能为：提供集群节点管理，远程开机/关机，远程登陆，远程查看硬件警告信息等功能；系统提供 web shell，通过浏览器可以 ssh 登录集群节点并进行操作； 4.12) 计算模块用户开发工具为：系统支持以项目方式管理各类开发工具，不同项目的环境互相隔离；系统整合 Jupyter Notebook；系统整合 RStudio Server；系统整合 CVAT 标注工具； 4.13) 计算模块软件预安装为：包括但不限于 OpenFAOM、Comsol、Cruise M、VASP (Bader, Dos, VTST code)、lammps、Materials Studio、Ansys、Abaqus、OpenFOAM-extend、Converge、Fire、Matlab、C/C++、Intel Fortran、GNU Fortran、Python 等。 （四）配套模块技术参数为： 1) 设备配备防静电实验室操作台为 7 张，长*宽*高为 1800*800*800mm，配备防静电垫，单台承重为 1000Kg； 2) 设备配套：气浮式光学减震平台 1 套，长*宽*高为 1000*800*800mm，可调范围为：-15~+15mm，标配静音无油气泵。
--	---

附件二售后服务承诺

我单位秉承“客户至上、快速响应、专业保障”原则，为用户提供全生命周期的服务支持，确保设备稳定运行，提升客户满意度。针对本项目，我单位为用户提供以下售后服务及培训方案：

(1) 质保期服务：针对本项目我单位承诺提供 3 年免费质保服务，质保期自验收合格之日起计算。

(2) 技术支持与响应

我单位设立 7×24 小时专属服务热线（电话：010-65611630），在设备遇到紧急故障时（设备停机），我单位承诺 30 分钟内远程诊断，1 小时内工程师到场；在遇到一般技术问题时：30 分钟内响应，1 小时内到达现场进行处理，确保设备系统正常工作；无法在 24 小时内解决的，在 24 小时内提供备用产品，使采购人能够正常使用。

(3) 质量保证期内（以本项目验收合格之日算起）为采购人提供以下技术支持和服务：

电话咨询：我单位为采购人提供技术援助电话，解答采购人在使用中遇到的问题，及时为采购人提出解决问题的建议和办法。

现场响应：采购人遇到使用及技术问题，电话咨询不能解决的，我单位将在 1 小时内到达现场进行处理，确保设备系统正常工作；无法在 24 小时内解决的，将在 24 小时内提供备用产品，使采购人能够正常使用。

我单位将定期对所供产品情况进行检测，消除故障隐患，以保证产品的正常使用。提供预防性维护建议报告，延长设备使用寿命。

备件供应保障：常用备件为国内仓库常备库存，紧急需求可 72 小时内到货。

软件升级与功能优化：免费提供设备控制软件年度升级服务，包括新工艺参数包、算法优化等。

用户反馈与改进：每季度进行用户满意度调查，并根据反馈优化服务流程。建立设备使用档案，跟踪设备运行数据并生成年度健康报告。

(4) 质保期外售后服务

同样提供免费电话咨询服务，并承诺提供产品上门维护服务。以优惠价格继续提供售后服务。

我单位承诺，在质保期外我单位将继续提供免费电话咨询服务，并提供产品上门维护服务。质量保证期外所有设备免费保修（只收取材料费），免费上门维修，对需要更换的零配件，按市场最低价的80%收取费用，继续以优惠价格继续提供售后服务。

质保期外仍提供与质保期内同样的维修响应服务：同样提供免费电话咨询服务，并承诺提供产品上门维护服务。自接到用户报修起30分钟内作出回应，并在1小时内派技术人员到达用户现场实施维修，如需更换零部件，以最优惠的价格收取人工费和材料费。其他无法迅速解决的问题在24小时内解决或提出明确解决方案。

质保期后我单位将继续以优惠价格为用户提供售后服务，质量保证期外所有设备免费保修（只收取材料费）。

(5) 备品备件及易损件

我单位承诺在售后服务中，维修使用的备品备件及易损件为原厂配件，未经采购人同意不得使用非原厂配件。

(6) 培训目标

确保参训人员熟练掌握设备操作、日常维护及基础故障处理技能。

提升安全意识，降低人为操作失误导致的设备损坏或安全事故。

(7) 培训对象

操作人员：直接操作设备的一线员工（须具备基础机械/电气知识）。

维护人员：负责设备保养、维修的技术人员。

管理人员：生产主管、设备管理负责人（了解设备性能与维护计划）。

(8) 培训计划与时间安排

阶段	时间安排	培训内容	培训形式
理论培训	第1天（8小时）	设备结构、原理、安全规范	课堂讲授 + 视频演示
实操演练	第2-3天（16小时）	操作流程、参数设置、日常维护	现场操作 + 模拟故障
故障处理	第4天（4小时）	常见故障诊断与应急处理	案例分析 + 分组演练
考核认证	第5天（4小时）	理论考试 + 实操考核	笔试 + 现场操作

说明：

每日培训时间：上午9:00-12:00，下午13:30-17:30（含休息时间）。

可根据设备复杂度调整培训时长（如精密设备延长至7天）。

