

聚焦离子束-扫描电子显微镜（含自动矿物分析系统）

设备技术协议书

甲方：西安石油大学

乙方：广州广电国际技术有限公司

根据《中华人民共和国政府采购法》、《中华人民共和国民法典》及有关法律规
定，遵循平等、自愿、公平和诚实信用的原则，西安石油大学（甲方）与广州广电
国际技术有限公司（乙方）就聚焦离子束-扫描电子显微镜（含自动矿物分析系统）
项目（招标编号：JXRC-251022/02 包）经双方协商达成如下合同条款：

一、合同内容

1、购置清单

货物名称	型号与规格	生产商、产地	数量	单位	单价（元）	总价（元）
聚焦离子束-扫描电子显微镜（含多通道彩色阴极荧光成像探测器）	AMBER X GMH	TESCAN GROUP, a.s./捷克	1	套	7,760,000.00	7,760,000.00
全自动矿物分析系统	Mineral	Oxford Instruments Nanotechnology Tools Ltd./英国	1	套	680,000.00	680,000.00
X 射线能谱仪	UltimMa x65	Oxford Instruments Nanotechnology Tools Ltd./英国	1	套	450,000.00	450,000.00
低温离子束切割抛光仪	1061	Fischione Germany GmbH/德国	1	套	1,150,000.00	1,150,000.00
冷冻传输制备系统	PP3010	Quorum Technologies Ltd/ 英国	1	套	1,450,000.00	1,450,000.00
合计金额（大写）：壹仟壹佰肆拾玖万元整（免税）					合计（元）	11,490,000.00

2、合同总额为一次性全包价：11,490,000.00 元，是指货物到达西安石油大学鄠邑校区、完成验收后的价格。（包括但不限于以下费用：货物价值、安装调试费、国内外运杂费（含保险）、仓储保管费、实验设备安装条件评估及实验室改造费、技术培训费、检测费、施工费、人工费、进口业务相关费用为 45,960.00 元；包括外贸代理公司进口业务代理费、国内外银行手续费、报关费、商检费等）及进口货物按国家政策征收的一切税费（按国家政策规定甲方可以享受的免税部分除外）等全部相关费用。

3、本合同总额不受市场价格及外汇汇率变化的影响，在合同不发生变更时作为付款结算的依据。

二、产品质量

1、乙方提供的货物及配套产品，必须是合同规定厂家制造的、合格、全新、未曾使用的、且经过国家质检部门检验，并颁发了产品准销证的产品。

2、乙方提供的货物及配套产品必须等同于或优于合同技术指标要求，并能按国家标准或行业标准供应、检测、调试，确保产品技术指标满足使用要求。

3、安全可靠。有强制性安全标准的产品，乙方应提供该产品的制造许可证证明，在正常使用下不应对人体及环境造成伤害，如因产品质量或标示不明确造成损失的，由乙方完全负责，甲方保留依法索赔的权利，乙方向甲方承担全部赔偿责任，全部赔偿责任的范围包括但不限于直接损失、赔偿金、违约金、诉讼费、仲裁费、鉴定费、保全费、保全担保费用、律师费等。

4、设计技术专利、外型专利、应用软件专利等均应符合我国的有关法律及行业标准，凡因以上知识产权问题与第三方发生的任何纠纷均与甲方无关。若对甲方造成损失的，乙方承担全部赔偿责任。全部赔偿责任的范围包括但不限于直接损失、赔偿金、违约金、诉讼费、仲裁费、鉴定费、保全费、保全担保费用、律师费等。若甲方因此先行承担责任的，有权向乙方追偿。

5、产品质量保证期为货物验收合格后硬件原厂质保3年,软件原厂质保5年(机械泵、分子泵、离子泵等易损坏配件质保5年)。质保期内，乙方对所供货物免费进行质保和服务。

三、产品包装要求及运输方式

货物的运输方式由乙方自行选择，但包装必须符合国家标准或行业标准，满足航空、铁路或公路运输以及货物装卸要求，保证使用人收到的是无任何损伤的货物。否则，因此造成的损失由乙方自行承担。涉及的商品包装和快递包装，均应符合《商品包装政府采购需求标准（试行）》《快递包装政府采购需求标准（试行）》的要求，包装应适应于远距离运输、防潮、防震、防锈和防野蛮装卸，以确保货物安全无损运抵指定地点。运输中货物损坏、丢失由乙方在7日内免费补发，逾期按违约责任处理。

四、交货时间地点及方式

乙方于合同签订后180天内完成货物安装调试并交付使用。安装地点：西安石油大学鄠邑校区指定地点，所有产生费用乙方负责。甲方联系人：陈斌 13649216805（电话），乙方联系人：杨小波 17780715096（电话）。

五、设备的安装、调试及验收

1、甲方和乙方应在现场安装设备前，共同确认所有设备是否符合招标要求。乙方负责安装调试，甲方提供必要的工作条件，安装调试所有费用乙方负责。交货及安装调试时限：自合同签订次日起180日历天内完成，逾期按本合同第八条执行。

2、甲方对乙方所交产品依照本合同和相关技术协议、甲方招标文件、乙方投标文件及回复函等进行现场验收，验收流程为乙方先向甲方提交验收申请及技术资料，甲乙双方组织验收小组进行现场测试（含连续【360】小时试运行），若运行无问题后出具验收报告。验收不合格的，限期【30】日内整改；整改仍达不到要求的，按本合同第八条第3款处理。验收依据以本合同、技术附件、招标文件、投标文件、国家/行业标准及乙方承诺为准。

3、乙方额外提供免费搬迁和安装调试一次，本次搬迁和安装调试过程中所产生的一切费用由乙方承担；本次搬迁和安装调试过程中仪器出现的一切故障和损坏由乙方免费修复。

六、质保期及售后服务

1、乙方提供的设备质保期限：硬件原厂质保3年，软件原厂质保5年（机械泵、分子泵、离子泵等易损坏配件质保5年）（从安装完成经甲方验收合格之日算起），终身维护。质保期内乙方接到甲方反映电话后，7*24即时响应（包括电话响应）；

电话响应无法解决时，24小时内到达现场。修复时间48小时内；如48小时内无法修复，乙方应向甲方提供同类新产品替代，以保证甲方的正常使用。质保期外，乙方只收取材料费。免费提供搬迁安装调试服务一次。

2、安装调试后，乙方免费为甲方提供【3】次现场操作培训，通过培训使用户人员了解设备工作原理，熟悉设备的安装及使用、维护方法，掌握各种设备的初始化及故障诊断、定位和排除技能。

3、设备正式运行后，定期回访用户，当系统出现重大缺陷问题而影响到甲方实际应用时需【48】小时内及时响应并派人到现场解决。

乙方售后服务及维修专线：400-821-5286

七、付款时间及付款方式

1、履约保证金

1.1 合同签订【7】日前，乙方须向甲方提交合同总价的5%作为履约保证金；

1.2 履约保证金应使用人民币，按银行汇款方式提交；

1.3 设备到货并由甲方验收合格后，乙方申请，甲方应把履约保证金（无息）退还乙方。

2、合同款支付

合同生效后，由甲方通过指定的外贸代理公司向甲方开具合同金额的保函，并由外贸代理公司向乙方指定的境外供应商开出全额信用证（100%信用证），乙方向甲方开具符合甲方要求的发票后，凭甲方出具的正式验收报告解付。若因乙方原因，在合同签订前未向外贸代理公司支付外贸代理商的代理服务费以及外贸公司办理该项目预付货款全额保函费等款项，甲方有权拒绝付款并不承担任何违约责任。待质保期满后一次性支付履约保证金。

八、违约责任

1、合同生效后，甲乙双方应按合同规定认真履约。合同履约责任只涉及合同甲乙双方，不考虑第三方因素。

2、除不可抗力原因外，如遇下列情况之一者，乙方所缴纳的履约保证金甲方有权不予退还，作为对甲方的赔偿，且甲方有权解除本合同，乙方应退还全部货款：

（1）合同签订后不能按合同时限要求供货或安装调试；（2）所供设备不合格、与合同不符；（3）不能按合同履行；（4）因产品质量原因，不能通过验收。

3、如乙方产品质量不符合国家标准、行业内控标准或本合同技术附件要求的，甲方有权退货，乙方应退还全部货款，并承担甲方合同总价款 10% 的违约金及其他损失。甲方有权解除合同。另全部赔偿责任的范围包括但不限于直接损失、赔偿金、违约金、诉讼费、仲裁费、鉴定费、保全费、保全担保费用、律师费等。

4、在合同规定的供货期内乙方未全部交货，除应如数补齐外，还应承担合同总价款的 10% 违约金。若乙方逾期【90】日以上交货，视为严重违约，乙方向甲方承担合同金额【20】%的违约金，甲方有权单方解除本合同，违约金不足以弥补损失的，乙方应当承担全部赔偿责任。全部赔偿责任的范围包括但不限于直接损失、赔偿金、违约金、诉讼费、仲裁费、鉴定费、保全费、保全担保费用、律师费等。

5、乙方对货物不按招标文件要求，擅自更换，除恢复原招标产品外，应承担更换部分价款 10% 的违约金；乙方如对产品材质、随机配品以次充好，除全部按要求恢复外，应承担此部分价款 10% 的违约金。

6、除不可抗力因素外，乙方对所供产品出现的问题推诿、拖延，24 小时未作出服务响应且乙方没有按照合同规定的时间交货和提供服务，甲方可要求乙方支付违约金。违约金每日按合同总价款的 5‰ 计收。否则，甲方有权拒绝乙方以后参加学校竞标。甲方可自行请第三方进行维修，乙方承担为维修所支出的费用。

7、合同履行过程中，甲方应积极配合乙方进行设备验收以及验收前的外围配套等工作。否则，因此导致设备不能按期验收时，不能追究乙方责任；正常情况下应在设备验收合格后 30 天内按规定向乙方付款，最长时间不能超过 60 天。

8、本合同约定的违约金不足以弥补甲方损失的，乙方还应赔偿甲方损失，包括但不限于直接损失、律师费、诉讼费、鉴定费、保全费、保全担保费等。

九、解决合同纠纷方式：双方友好协商解决，协商未果可向甲方所在地人民法院起诉。

十、其它事项

1、本合同一式七份，甲方五份，乙方一份，代理机构一份，经甲、乙双方签字盖章后生效，具有同等法律效力。

2、合同所有附件均为本合同不可分割的组成部分，与本合同具有同等法律效力。

3、乙方确认其向甲方提供的联系地址为甲方履行合同通知义务、送达法律文书及相关文件的唯一有效地址。乙方发生联系地址变更的，应于变更前 3 个工作日内

以书面形式向甲方履行通知义务，并提供变更后的完整联系地址、有效联系方式。

4、乙方未按本条约定履行通知义务，或提供的变更后联系地址不真实、不准确、不完整导致甲方无法有效送达的，视为乙方违约，甲方有权按照合同约定联系地址送达，视为有效送达

5、甲方招标文件、乙方投标文件等文件、函件均为本合同不可分割的组成部分，与本合同具有同等法律效力。

①合同附件 1：产品功能要求、技术规格及配置详单；

②合同附件 2：补充条款（如果有）；

③合同附件 3：澄清函及最终报价和承诺（如果有）；

④招标文件；

⑤投标文件；

⑥进出口代理协议；

⑦中标通知书。

6、若内容发生冲突，以最后签订时间的文件内容为准。

7、甲方委托的外贸代理商的代理服务费以含在合同总金额内。由中标供应商在合同签订前向外贸代理公司支付，甲方不另行支付。

甲方：西安石油大学（盖章）

法人或委托代理人：

户名：西安石油大学

开户行：工行西安电子工业区支行

帐号：3700023209014488850

电话：029—88382337

地址：西安市电子二路 18 号

日期：2025 年 月 日

乙方：广州广电国际技术有限公司

法人或委托代理人：

户名：广州广电国际技术有限公司

开户行：中国工商银行股份有限公司广州天河支行

帐号：3602013409201248670

电话：020-38699015

地址：广州市天河区黄埔大道西平
云路 163 号广电科技大厦 10 层

日期：2025 年 月 日

见证方：（盖章）

代表签字：

宗淑霞



附件:

设备详细配置清单及技术指标

一、设备名称

聚焦离子束-扫描电子显微镜 (含自动矿物分析系统)

二、配置清单

2.1 聚焦离子束-扫描电子显微镜详细配置清单 (型号: AMBER X GMH, 品牌: Tescan, 产地: 捷克)

序号	描述	数量
1	TESCAN AMBER X GMH 氦离子源双束聚焦扫描电子显微镜主机 Include: 主机包括: *UHR-SEM Column electron gun: High Brightness Schottky Emitter 超高分辨 SEM 镜筒: 高亮度肖特基灯丝电子枪 *Focused Ion Beam Column: Xe Plasma FIB 镜筒发射源: Xe 氦等离子 *Chamber: Internal Dimesions 340mm(W)*315mm(D) 超大样品室: 内部尺寸 340mm(宽) *315mm (深) * Column and chamber suspension type: active 镜筒和样品室减震类型: 主动式 (内置) *Motorized, 5-axis goniometer stage 5 轴计算机控制优中心马达驱动样品台 *Everhart-Thornley chamber detector (SE) 样品室内 Everhart-Thornley 式二次电子探测器 (SE) In-column Multidetector (MD) 镜筒内 Multidetector 探测器 (MD) *In-column axial BSE/SE detector (Axial) 镜筒内可接收轴向 BSE/SE 探测器 (Axial)	X1

	*Integrated Plasma Cleaner (Decontaminator) 等离子清洗器 *Pump types: all oil-free 前置泵类型: 无油干泵+分子泵 Software(软件) *Computer System with Windows 10 Pro 64-bit 计算机软件系统为 Windows 10 Pro 64-bit *System is controlled via multi-user Essence™ software with a graphical user interface using trackball and mouse, running on a 64-bit Windows™ platform. Essence™ 电镜专用控制软件 *Image Process Software 图像处理软件 * Image Measurement , Tolerance Measurement Software 图像测量、公差测量软件 *Image Archiving Software 图像获取软件 *Chinese and English user interface 中文和英文软件操作界面	
2	TESCAN control panel with knobs to control magnification, focus, image shift and rotation, stigmator and other SEM operational parameters. 多功能控制面板, 带有旋钮, 可控制放大倍率、聚焦、图像移动和旋转、像散和其它电镜参数。	X1
3	Beam Deceleration Technology (BDT) 减速模式升级包 (BDT) Specimen bias utility that decelerates the primary electron beam upon interaction with the sample surface by up to 5 keV, useful particularly to enhance low kV imaging of flat samples and conductive nanoparticles and nanofeatures.	X1

	样品台偏压功能可在电子束与样品表面相互作用时,使电子束最高减速 5keV, 特别适用于需要在低能量下的成像的平整样品、导电纳米颗粒和纳米特征点。	
探测器		
4	In-column Energy-Filtered Multidetector (MD) 镜筒内独立的可实现能量过滤的多功能探测器,可成 SE 及 BSE 图像	X1
5	In-column axial BSE/SE detector (Axial) 镜筒内独立的 BSE/SE 探测器 (Axial), 可成 SE 及 BSE 图像	X1
6	Everhart-Thornley chamber detector (SE) 样品室内 Everhart-Thornley 式二次电子探测器 (E-T)	X1
7	R-BSE (Motorized) retractable scintillator-type annular backscattered electron detector that slides underneath the pole piece, recommended for applications that require the fastest possible scanning rates 样品室内可伸缩环形闪烁器型背散射电子探测器,位于极靴下方,推荐在要求最快扫描速度下成像时使用。	X1
8	Secondary ion detector 二次离子探测器	X1
9	Chamber view (IR) camera 用于观察样品室内部情况的红外摄像机	X2
10	pA meter and specimen current monitor including touch alarm function 皮安表及束流探测器, 包含防碰撞报警功能	X1
彩色阴极荧光		
11	Rainbow CL, Motorized, retractable, panchromatic CL detector for simultaneous CL acquisition in the spectral range 350–850 nm. The CL signal is split into red, green and blue components, and combined into a live colour CL image. 多通道彩色阴极荧光成像探测器 Rainbow CL, 移动方式: 电动马达可伸缩; 波长: 350 - 850nm; 可成彩色图像	X1
GIS 气体注入系统		

12	Orsay Physics OptiGIS: a single line gas injection system module including selected precursor reservoir. Orsay Physics OptiGIS: 单支气体注入系统模块, 包含选定的前驱物。 (气体选择: Pt)	X1
13	Orsay Physics OptiGIS: a single line gas injection system module including selected precursor reservoir. Orsay Physics OptiGIS: 单支气体注入系统模块, 包含选定的前驱物。 (气体选择: C)	X1
纳米机械手		
14	TESCAN Nanomanipulator (magnetic). Software-controlled, XYZ nanomanipulator for TEM lamella lift-out. 软件集成控制的 XYZ 纳米操作手, 用于取出 TEM 薄片样品。	X1
三维重构软件		
15	Essence FIB-SEM Tomography Multimodal (incl. TESCAN 3D Viewer) Essence™ FIB-SEM serial sectioning tomography with support for Rocking Stage polishing of each slice, extension to support 3rd party microanalysis acquisition of 3D EDS and/or 3D EBSD, ToF-SIMS. Analysis is available with static and/or movable geometry. A 70 deg pre-tilted holder for EBSD and 45 deg pre-tilted holder ToF-SIMS holder are included. Available functionality is hardware-dependent (Rocking Stage, EDS, EBSD, ToF-SIMS), 3rd party license for EDS/EBSD not included. Included visualization software TESCAN 3D Viewer for SEM/EDS/EBSD/ToF-SIMS data import and 3D visualization (includes USB dongle transportable license). FIB-SEM 三维重构多模态版, 可实现高精度三维重构系统自动序列切片与成像, 合成三维图像的功能, 以及具备 3D EDS 功能	X1
16	ORS Dragonfly 3D Visualization and Analysis Software with Deep Learning Segmentation Module 三维重构和可视软件, 对岩石内部骨架、孔隙的三维重构, 数据可视	X1

	化及分析，可得到孔径分布、孔隙连通性等参数，配备人工智能图像分析统计功能，可利用人工智算法和大数据模型，实现可靠的孔隙分割	
其他功能附件		
17	Essence™ SharkSEM Advanced is a utility for remote control and automation of the SEM using Python scripts. 高级版 API 接口开放端口，可外接 Python 程序	X1
18	Essence™ Image Snapper is a tool for creating panorama images by stitching several individual images covering rectangular, circular or polygonal areas of interest, or aligned along a line or a set of points. Image Snapper is supported by SEM auto functions such as focus, contrast and brightness for each frame, and the simultaneous acquisition of multiple detector signals. 大面积拼图软件 Image Snapper	X1
19	Integrated Plasma Cleaner (Decontaminator) 等离子清洗器（内置）	X1
20	TESCAN Rocking stage facilitates fast and precise FIB milling from multiple directions and enables detailed SEM observation to simplify the cross-sectioning process and improve the final polishing quality for failure analysis of semiconductor and other samples. The rocking stage adds tilting in the plane of the cross section. Moreover the new design of the Rocking stage preserves maximum versatility of the FIB-SEM system. Used to remove curtain effects during 3D reconstruction and cross-section machining. 摇摆样品台，用于去除三维重构以及截面加工时的窗帘效应	X1
21	EDS pneumatic shutter 能谱探头气动挡板 Integrated EDS shutter for protection of the EDS window from high current FIB damage. EDS protection required for high current FIB ion	X1

	currents. 集成的能谱探头挡板, 保护 EDS 窗口免受 FIB 电流的损害。FIB 离子束流较大时, 需要对 EDS 进行保护。	
22	Column and chamber suspension type: active 主动式减震台 (内置)	X1
23	Silencer box for rotary or scroll pump, Silencer box to reduce noise from rotary or scroll pump. Silencer box is recommended if rotary or scroll pump is situated in the same room as the microscope. 机械泵静音箱	X1
24	Compressor DK50-10S+KJF (6,5-8,5bar 230V/50Hz) The compressor delivers essential compressed air infrastructure and the necessary pressurized air for an SEM operation. 空压机	X1
25	Operate table with 2 PC Holder(1600 mm, with rear panel, 2 monitor holders) 专用操作台(1600mm, 包括后面板, 2 个显示器支架)	X1
26	UPS 不间断电源	X1
27	镀膜仪 GVC-5000 (本地采购) 蒸发材料: 碳纤维、金 (备用 2 套)	X1
备品备件及备用耗材		
28	各类型透射样品制备样品台 APG-00-A: TEM lamella holder Stub Holder of TEM lamellas 90° (APG-26-00) APG-19-00-B: TEM sample holder 45° Carousel for TEM preparation (APG-34-00)	X1
29	Xe source (Local Supply) 氙等离子源 ≥5L (本地采购)	X1
30	Additional Pt reservoir - OptiGIS (The Empty reservoir Must be	X1

	Returned) 备用 Pt 气体源 1 套	
31	Additional C reservoir - OptiGIS (The Empty reservoir Must be Returned) 备用 C 气体源 1 套	X1
32	Additional Schottky emitter kit, 400nA 备用场发射灯丝 1 套, 含安装及调试费	X1
33	TESCAN TRUE X-Sectioning (includes 2 pcs universal set, box + manual) 硅掩模: 2 套, 用于三维重构、切割深度较深或者较硬的样品加工	X1
34	Lift - out needles for TESCAN Nanomanipulator 备用纳米机械手纳米针 1 盒	X1

2.2 低温离子束切割抛光仪配置清单
(型号: 1061, 品牌: Fischione, 产地: 德国)

Item	Product Number	Description
1.	Model 1061 SEM Mill 低温离子束切割抛光仪	1061 低温离子束切割抛光仪主机: - 两束独立可调节的全电磁线圈聚焦氩离子源, 无永磁铁, 离子枪无任何耗材 - 两级真空系统: 无油干泵和不低于80L/s涡轮分子泵 - 配备冷冻传输转移接口 - 配备磁编码器, 提供样品台绝对定位精度 - 具备样品测厚功能, 自动匹配最佳抛光位置 - 触摸屏内嵌式用户界面, 具备配方式自动加工功能, 同时具备事件记录器, 可记录仪器故障信息, 为设备后续维修提供精准判断依据
2.	High-Magnification Microscope 显微实时观察系统	显微实时观察系统, 能够实时观察切割过程
3.	LN2 Cooling System	增程型液氮冷台, 含液氮冷台及控温系统, 温度调节范围-170℃~室温连续可调, 一次加注可持续制冷18小时以上

	增程型液氮冷台	
4.	Mask Assembly; Square Edge; Pack of 10 方形样品挡板	方形样品挡板10块
5.	Cross-section station 横截面装样器	横截面装样器1个
6.	Cross-section Milling Holder 横截面切割夹具	横截面切割夹具2个
7.	Flat Milling Holder 平面研磨夹具	平面研磨夹具2个

2.3 冷冻传输制备系统配置清单
(型号: PP3010, 品牌: Quorum, 产地: 英国)

Item	Product Number	Description
1.	PP3010 Cryo-PFIB Preparation Systems PP3010 冷冻传输制 备系统	PP3010 冷冻传输制备系统: - 直接观察含水样品/纯液体样品/固液混合样品, 满足 PFIB 高分辨成像能力 - 优异的真空设计有效防止样品制备及转移过程中污染的风险 - 过冷氮气冷却机制具备快速的热响应 - 远程大容量自增压氮气发生器保证长时间冷冻实验 - 样品制备舱优良可视化设计 - 大尺寸触屏控制, 操作直观方便 - 冷冻断裂可观察样品内部结构信息 - 具备可控全自动样品升华 - 全自动冷冻镀膜设计 - 震动隔离真空设计满足高分辨成像需求 - Prepdek 工作站具备独立工作区域, 无需额外工作空间

2.	Prepdek预处理工作站	Prepdek预处理工作站，完成装样、急速冷冻和样品转移等工序 - 组合式液氮泥预冷制备装置，过冷液氮温度为-210℃ - 可移动的工作台，含有真空贮存管，可存放样品传输装置
3.	aQuilo高真空冷冻制备装置	aQuilo高真空冷冻制备装置 - 配置冷冻制备腔室冷台和冷阱，冷台及防污染板温度范围满足：-190℃ ~ 室温，温度稳定度：+/- 0.5℃ - 配置冷冻断裂装置，冷冻断裂可观察样品内部结构信息 - 配置自动升华装置，可以预设和存储升华温度和时间 - 配置低电压冷溅射镀膜装置，标配Pt靶材 - 配置CCD成像系统，可在触摸显示屏上对样品进行大视场观察 - 配置100L自增压液氮罐 - 5m³/hr前级真空+80L/s分子泵两级真空系统
4.	电镜原位冷台及防污染板	电镜原位冷台及防污染板 - 电镜原位冷台和防污染板采用独立的双气路冷却 - 温度范围满足：-160℃ ~ 室温，温度稳定度：+/- 0.5℃ - 原位冷台能够实现360度连续旋转
5.	CHE3010远程式热交换装置	远程式热交换装置，用于电镜原位液氮冷台、防污染板和冷冻制备腔室内的冷台和防污染板冷冻
6.	电脑控制系统	电脑控制系统 - 含触屏控制器及相应操作软件，通过软件可实现自动控制操作及编辑、贮存程序，具有远程诊断功能 - 系统操作软件能总体控制：各个传输口、腔室真空值，升华、镀膜程序设定和调用，制备腔室和电镜腔内冷台、防污染板的温度

7.	真空转移盒	真空转移盒 - 真空密封可靠，并与样品转移托通过旋转卡口连接，以便快速抓取和转移样品
8.	液氮低温精密切割系统	液氮低温精密切割系统（本地采购） - 针对保压取芯样品液氮低温切割需求定制 - 适配低温液氮氩离子抛光系统 - 整个切割过程均在液氮液面以下完成，保证样品在切割过程中无任何温度变化
9.	样品转移底座/固定托	样品转移底座/固定托1套 - Cryo-PFIB样品托 - 标准样品转移底座 - 样品固定托 - 纯液体样品杯

2.4 能谱仪及矿物分析软件配置清单
(型号: UltimMax65、Mineral, 品牌: Oxford, 产地: 英国)

牛津仪器 UltimMax65 配置清单		
	Product Description.	Qty
UltimMax65 System 主机	AZtecLive System 显微分析系统	
	系统工作站	1
	X4 脉冲和图像处理器	1
UltimMax65 Detector 分析型探头	UltimMax65 Detector 大面积分析型探测器	1
	高分子超薄窗, 65mm ² 有效面积	
	分辨率优于 127eV (MnK α 处)	
	无需液氮冷却	
	热循环设计, 快速冷却	
	分析元素范围: Be ₄ -Cf ₉₈	
	独立封装 FET 场效应管	
	ANALYSER 定性定量分析导航器	
	MAPPING 全谱智能元素面分布分析导航器	
	LINESCAN 全谱智能元素线扫描分析导航器	
	POINT&ID 电子束任意定位分析导航器	
	OPTIMIZE 定量最优化分析导航器	
	Advisor 实时帮助系统	

Software 软件	IMS 信息管理系统	1
	Reporting 实验报告系统	
	Multitasking function 多任务处理功能	
	Live Image Acquisition 实时图像采集	
	Live X-Ray Mapping 实时 X 射线面扫	
	Live Spectrum 实时谱图测量	
	Live Trace 实时轨迹记录	
额外	AZtec Mineral 全自动矿物分析软件	1
	AZtec 3D 软件	1

三、技术指标

一、功能描述

整套系统可提供高效率、大面积样品刻蚀，及超高分辨成像，用于材料的二维成像以及大尺度的3D 结构表征；可进行定点微纳级别样品的高精度加工提取，并对目标区域进行大面积的3D SEM/EDS，获得样品孔隙三维分布、孔径大小、孔隙连通性等有效信息。

二、跨尺度加工FIB/SEM双束扫描电镜系统技术指标要求

（型号：AMBER X GMH，品牌：Tescan，产地：捷克）

1) 电子光学系统

1.1电子枪：高亮度肖特基场发射电子源，使用寿命至少2年

▲1.1.1二次电子分辨率：0.7nm@15kV；1.1nm@1kV

1.1.2放大倍数：2×~2,000,000×

1.1.3加速电压：50 V~30 kV，连续可调

▲1.1.4探针电流：最大可达400 nA，连续可调

▲1.1.5视野范围：10.1 mm（工作距离6 mm时）；138 mm（最大工作距离时）

1.1.6光阑：电磁光阑设计，具有清洁功能，后续无需更换光阑，无光阑耗材，确保分辨率长期稳定，无机械误差和人为误操作

▲1.1.7防碰撞软件：Essence™软件中配备三维防碰撞模型软件及防触碰撞报警软件

1.1.8光电联用软件：可与各类不同型号的光学显微镜（例如：徕卡6M）、激光共聚

焦（例如：徕卡SP8）等设备进行联用

1.2 离子镜筒

★1.2.1 等离子镜筒：氦等离子源。

▲1.2.2 光阑：配置压电驱动光阑变换器，30孔光阑，且光阑采用分片式设计，可单个进行更换；

1.2.3 配备静电束闸及法拉第杯

1.2.4 离子束能量：500V~30 kV

▲1.2.5 探针电流：最大束流3.5 μ A

▲1.2.6 最大视野：1.21 mm

1.2.7 离子束分辨率：5 nm @ 30 keV（选边法）；10 nm @ 30 keV（统计法）

1.2.8 电子束与离子束重合点工作距离：6mm

1.2.9 具备微束模式，可将束流降低到~1nA级别，可以获得<10nm的束斑直径

2) 真空系统

2.1 系统组成：无油机械泵+分子泵+离子泵

2.2 样品室真空：高真空模式： 9×10^{-3} Pa

2.3 电子枪与离子枪真空： 9×10^{-6} Pa

2.4 更换样品后抽真空时间：5分钟

3) 样品室与样品台

3.1 样品室：样品室宽度为340mm，深度为315mm

▲3.2 可放置最大样品高度92 mm (无需旋转时可达 133 mm)

▲3.3 最大样品直径：180 mm，X/Y轴移动和旋转不受影响

▲3.4 附件接口：20个，样品台载重8kg

3.5 样品台：五轴计算机控制优中心马达驱动样品台

3.6 样品台移动范围：X为130mm；Y为130mm；Z为96mm；T为-70° ~ +90° ；R = 360° ；样品台重复精度2 μ m

▲3.7 可从多个方向快速进行 FIB切割，同步SEM观察实现边切边看（无漏磁SEM镜

筒设计)，简化样品的截面制备过程，便于三维重构成像及失效分析

▲3.8 减震系统：非传统气垫式减震系统，内置进口主动式电磁减震系统。

3.9 清洗仪：集成等离子清洗仪

3.10 配备用于观察样品室内部情况的红外摄像机（实时、高清）

4) 探测器

▲4.1 配备5个独立的探测器，包括样品室二次电子探测器（E-T）、二次离子探测器（SITD）和可伸缩-闪烁体式背散射电子探测器（R-BSE）及镜筒内高分辨二次电子探测器（Axial）及镜筒内背散射电子探测器（MD）

4.2 配备样品台减速模式

4.3 配备皮安计

▲5) 气体注入系统：单支Pt气体注入系统、单支C气体注入系统

6) 纳米机械手

▲6.1 可实现平行于样品表面提取透射样品

6.2 主机原厂一体化，软件与主机软件Essence™相集成

▲7) 配备多通道彩色阴极荧光成像探测器Rainbow CL，移动方式：电动马达可伸缩；
波长：350 - 850nm；可成彩色图像。

8) 数字图像处理系统及采集

8.1 图像显示：单幅、双幅、四幅或六幅实时图像显示

8.2 配备图像旋转、移动和倾斜补偿功能

8.3 配备DrawBeam™，数字图形发生器，16 位 DAC

▲8.4 单张最大图像存储分辨率（非拼图模式）：16k x 16k

8.5 实时伪彩图像和多通道信号混合

8.6 图像格式：TIFF, PNG, BMP, JPEG 和GIF

9) X射线能谱仪

（型号：UltimMax65，品牌：Oxford，产地：英国）

▲9.1 配备牛津UltimMax65探测器：硅漂移（SDD）电制冷探测器，采用场效应管

(FET)一体化集成设计的SDD芯片,超薄窗设计,独立真空;探测器面积80mm²,探测器活区面积65mm²;

9.2 牛津UltimMax65探测器配备电动马达台,可软件控制探头伸缩。

9.3 牛津UltimMax65能量分辨率:在130,000CPS条件下Mn-Ka保证优于127eV;

9.4 牛津UltimMax65元素分析范围:Be4~Cf98;

9.5 配备全息面分布和实时解卷积功能;

9.6 牛津UltimMax65探头部件模块化设计,可现场更换探头部件。

10) 三维重构系统 配备自动序列切片与成像,合成三维图像的功能,且具有三维重构和可视软件ORS Dragonfly 3D Visualization and Analysis Software,对岩石内部骨架、孔隙的三维重构,数据可视化及分析,可以得到孔径分布、孔隙连通性等参数,配备 Deep Learning Segmentation Module人工智能图像分析统计功能,可以利用人工智能算法和大数据模型,实现可靠的孔隙分割;

11) 低温离子束切割抛光

(型号: 1061, 品牌: Fischione, 产地: 德国)

11.1 离子源: 配置低温离子束切割抛光仪1061,离子源采用两束独立可调节的全电磁线圈聚焦氦离子源,无永磁体,离子枪无任何耗材,加速电压范围:100 eV 到 10 keV;

11.2 离子束束流密度: 低温离子束切割抛光仪1061离子束最大束流密度可达: 10 mA/cm²,束斑尺寸: 300μm到5mm,可连续调节;

11.3 低温离子束切割抛光仪1061具备磁性编码器,提供绝对定位精度,具备样品厚度测量功能,实现不同厚度样品自动匹配最佳抛光位置;

▲11.4 低温离子束切割抛光仪1061配备增程式液氮冷台及控温系统,温度调节范围-170℃~室温连续可调,一次加注可持续制冷18小时以上;

▲11.5 低温离子束切割抛光仪1061样品尺寸: 横截面切割: 25X10X7mm,平面抛光: 32mm直径 x 25mm 高;抛光速率: 500μm/Hr(Si@10keV);

▲11.6 低温离子束切割抛光仪1061配备冷冻传输转移接口,配合冷冻传输系统可实现低温离子束切割抛光仪与冷冻电镜两者之间真空低温转移样品,全程隔绝水氧,

样品经过氩离子束大面积切割完成之后可直接真空低温转移送入冷冻电镜中观察。

12) 冷冻传输制备系统

(型号: PP3010, 品牌: Quorum, 产地: 英国)

▲12.1 系统构成要求:

配置PP3010冷冻传输制备系统, 系统构成包括: 液氮低温精密切割系统、样品急速冷冻预处理装置、高真空冷冻制备腔体、配套断裂、升华及镀膜装置、扫描电镜液氮冷台及配套冷阱装置、真空转移装置及配套过冷氮气热交换装置构成, 能够完成样品急速冷冻、真空转移、断裂、升华、冷冻镀膜及扫描电镜原位冷冻观察等功能;

▲12.2 PP3010冷冻传输制备系统配置液氮低温精密切割系统: 可实现对保压取芯样品进行精密切割, 适配后续低温液氮氩离子抛光系统, 整个切割过程均在液氮液面以下完成, 保证样品在切割过程中无任何温度变化;

▲12.3 PP3010冷冻传输制备系统配置组合式液氮泥预冷制备装置, 过冷液氮温度: -210°C ; 配置高真空冷冻制备腔体: 冷冻制备腔室和扫描电镜冷台、冷阱均采用过冷氮气气冷方式, 无需补充液氮的连续运行时间16小时, 采用100L自增压液氮罐提供氮气源, 保证可持续供应40小时氮气;

★12.4 PP3010冷冻传输制备系统配置高真空冷冻制备装置, 制备腔室与电镜腔室直接相连, 制备腔室内含冷台和冷阱, 冷台及防污染板温度范围满足: $-190^{\circ}\text{C} \sim \text{室温}$, 温度稳定度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$; 制备腔室配置机械泵和涡轮分子泵(抽速80L/S)两级真空系统, 真空度: $8 \times 10^{-7} \text{ mbar}$ (液氮冷却时);

12.5 PP3010冷冻传输制备系统制备腔室配置样品断裂、升华、冷冻镀膜功能模块: 可设置及贮存时间-温度的升华参数曲线, 全自动升华操作; 溅射镀膜头为低电压冷溅射工作方式, 配置Pt靶材, 全自动溅射镀膜; 冷冻制备腔室配置CCD成像系统, 可在触摸显示屏上对样品进行大视场观察;

▲12.6 PP3010冷冻传输制备系统配置扫描电镜原位冷台及防污染板, 采用独立的双气路冷却, 冷台及防污染板温度范围满足: $-160^{\circ}\text{C} \sim \text{室温}$, 温度稳定度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$; 扫描电镜原位冷台能够实现360度连续旋转;

12.7 PP3010冷冻传输制备系统配套电脑控制系统,含触屏控制器及相应操作软件,通过软件可实现自动控制操作及编辑、贮存程序,具有远程诊断功能,系统操作软件能总体控制:各个传输口、腔室真空值,升华、镀膜程序设定和调用,制备腔室和电镜腔内冷台、防污染板的温度;

12.8 PP3010冷冻传输制备系统配备真空转移盒,可实现离子束切割抛光系统与冷冻电镜两者之间真空低温转移样品,全程隔绝水氧,样品经过氩离子束大面积切割完成之后可直接真空低温转移送入冷冻电镜中观察。

13) 控制附件及软件

13.1 配备键盘和鼠标及轨迹球、多功能控制面板Control panel

▲13.2 配备系统专用控制软件Essence™ 及可实现3D SEM/EDS的成像软件FIB-SEM 三维重构多模态版Essence FIB-SEM Tomography Multi-modal

14) 自动化与半自动化功能 具备电子枪和离子枪自动启动、电子枪和电子镜筒对中、对比度和亮度,自动聚焦、电子束和离子束优化、气体注入喷嘴位置和温度控制

15) 高级软件模块 配备测量软件、公差测量软件、图像处理、预设参数、直方图和LUT、光电联用软件、DrawBeam™ 电子束写入软件专家版、三维重构高级版Essence FIB-SEM Tomography Multi-modal、自动拼图软件Image Snapper

16) 数字处理系统 配备等于或优于Intel Core i7 或同等性能处理器,32 GB 内存,4TB HDD 硬盘,Nvidia GTX 1660 或同等性能显卡,Windows 11 Pro 64-bit,32寸高清显示器

17) 备品备件

▲17.1 配备氩等离子源5L;备用Pt及C气体源各1套;备用场发射灯丝1套,含安装及调试费。

17.2 TESCAN TRUE X-Sectioning硅掩模:2套,用于三维重构、切割深度较深或者较硬的样品加工

三、全自动矿物分析系统

(型号: Mineral, 品牌: Oxford, 产地: 英国)

1)、主要功能及用途 具备矿物参数自动定量分析系统,自动控制电镜和能谱对样

品进行数据采集，可以完成对整个样品的快速、准确的多元素面扫描；其配备的矿物处理专业软件可以辅助分析扫描结果，实现各种矿物相的快速鉴定、分布模式、含量测算以及自定义矿物寻找功能，避免相似结构和成分的分析误差，揭示样品的整体形态、矿物含量、结构构造和矿物共生组合特征。

2)、全自动矿物分析软件

2.1 配备牛津最新的矿物自动分析软件Mineral，且在硬件支持前提下可享受终身免费升级。

★2.2 最小矿物识别精度：可达到 $1\mu\text{m}$ ，混合能谱识别技术，可准确识别混合能谱信号，可识别3种矿物的混合相

▲2.3 Mineral软件的矿物标准库：超过4500种常见矿物，软件自带数据库的矿物标准应包含常见硅酸盐矿物、粘土矿物、金属矿物、稀土矿物、放射性矿物、各种非金属矿物，且可享受终身免费升级

2.4 Mineral软件可与扫描/双束电镜搭配可重新定位到晶粒并进行进一步分布：可自动分析电镜视野范围内样品大面积范围内的晶粒，在数据采集的同时可获得单个晶粒的信息，样品可以是颗粒镶嵌样品、块状抛光样品或薄片样

2.5 Mineral软件利用背散射图像中原子序数衬度差异区分颗粒及其内部的晶粒，软件结合X-ray数据及背散射图像中的形貌数据确定物相

2.6 最小晶粒识别精度：可达到 $1\mu\text{m}$ ，

2.7 每个晶粒的形貌及相的信息均保存在Mineral软件中，可随时找回这些信息并进行后续分析

2.8 可实现在数据采集过程中实时进行定量分析并确定相。这可用于准确区分化学成分相似的相

2.9 数据中可以同时保存单个晶粒与其母颗粒的关系，并用于后续分析

2.10具体软件功能：

2.10.1自动分析颗粒的化学成分并归类

2.10.2颗粒数据可离线分析及再分类。

2.10.3可自动输出专业的的颗粒物分析报告。

2.10.4高通量的EDS硬件（牛津UltimMax65）在保证所有颗粒成分定量的准确性前

提下，大大缩短分析时间

2.10.5 可获得任一颗粒物的长度、宽度、面积、周长、最小和最大费雷直径、费雷特标准直径、等效圆周长、长宽比/形状因子及方向。

2.10.6 可获得任何颗粒物的成分信息，各元素的非归一化质量百分比、质量百分比、原子百分比、化合物百分比。

2.10.7 用户可自行根据样品形态学和成分信息，编辑并添加金属颗粒物、矿物类数据库。

3)、配备控制主机专用计算机 处理器Intel Xeon W3-2425 4.20G 15MB 6 cores 130W CPU, 内存 64GB (2x32GB) DDR5 4800 DIMM ECC REG 1CPU Memory, 硬盘2x HP Z Turbo Drive M.2 1TB TLC SSD, Windows 11 Pro 64 位, 2个显示器

4)、镀膜仪

4.1 样品仓尺寸: 200 mm x 130mm

4.2 蒸发材料: $\phi 0.8\text{mm}$ 碳纤维、金 (备用2套)

4.3 真空系统: $4 \times 10^{-2}\text{mba}$

4.4 电流: 最大可达 100A