**第八部分 技术部分**

* + 1. **货物需求一览表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 包号 | 货物名称 | 数量  （套） | 简要用途 | 交货期 | 交货地点 | 是否允许采购进口产品 | 采购预算 |
| 1 | 固、液、气混合源分子束外延设备 | 1 | 用于生长二维拓扑材料、二维超导体材料，二维半导体材料等 | 合同签订后十个月内 | 苏州，  用户指定现场 | 是 | 790万元 |

注：投标人须对上述投标内容中完整的一包或几包进行投标，不完整的投标将视为非响应性投标予以拒绝。

**二、总 则**

**1、投标要求**

* 1. 投标人在准备投标书时，务必在所提供的商品的技术规格文件中，标明型号、商标名称、目录号。
  2. 投标人提供的货物须是成熟的全新的产品，其技术规格应符合招标文件的要求。如与招标文件的技术规格有偏差，应提供技术规格偏差的量值或说明（偏离表）。如投标人有意隐瞒对规格要求的偏差或在开标后提出新的偏差，买方有权扣留其投标保证金或/并拒绝其投标。
  3. 投标人提供的产品样本，必须是“原件”而非复印件，图表、简图、电路图以及印刷电路板图等都应清晰易读。买方有权不付任何附加费用复制这些资料以供参考。

**2、评标标准**

1. 除招标文件中指定的附件和专用工具外，投标人应提供仪器设备的正常运行和常规保养所需的全套标准附件、专用工具和消耗品。投标人在投标书中需列出这些附件和工具的数量和单价的清单，这些附件和工具的报价的总值需计入投标价中。
2. 对于标书技术规范中已列出的作为查询选件的附件、零配件、专用工具和消耗品，投标书中应列明其数量、单价、总价供买方参考。投标人也可推荐买方没有要求的附件或专用工具作为选件，并列明其数量、单价、总价供买方参考。选件价格不计入评标价中。选件一旦为用户接受，其费用将加入合同价中。
3. 为便于用户进行接收仪器的准备工作，卖方应在合同生效后**60**天内向用户提供一套完整的使用说明书、操作手册、维修及安装说明等文件。另一套完整上述资料应在交货时随货包装提供给用户，这些费用应计入投标价中。
4. 关于设备的安装调试，如果有必要的安装准备条件，卖方应在合同生效后一个月内向买方提出详细的要求或计划。安装调试的费用应计入投标价中，并应单独列出，供评标使用。
5. 制造厂家提供的培训指的是涉及货物的基本原理、操作使用和保养维修等有关内容的培训。培训教员的培训费、旅费、食宿费等费用和培训场地费及培训资料费均应由卖方支付。
6. 在评标过程中，买方有权向投标人索取任何与评标有关的资料，投标人务必在接到此类要求后，在规定时间内予以答复。对于无答复的投标人，买方有权拒绝其投标。

**3、工作条件**

除非在技术规格中另有说明，所有仪器、设备和系统都应符合下列要求：

3.1 适于在气温为摄氏**-40℃～＋50℃**和相对湿度小于**90％**的环境条件下运输和贮存。

3.2 适于在电源**220V/380V（±10％）/50Hz**、气温摄氏**+15℃～＋30℃**和相对湿度小于**80％**的环境条件下运行。**能够连续正常工作。**

3.3 配置符合中国有关标准要求的插头，如果没有这样的插头，则需提供适当的转换插座。

3.4 如产品达不到上述要求，投标人应注明其偏差。如仪器设备需要特殊工作条件（如水、电源、磁场强度、温度、湿度、动强度等）投标人应在投标书中加以说明。

**4、验收标准**

除非在技术规格中另有说明，所有仪器、设备和系统按下列要求进行验收：

1. 仪器设备运抵安装现场后，买方将与卖方共同开箱验收, 如卖方届时不派人来, 则验收结果应以买方的验收报告为最终验收结果。验收时发现短缺、破损, 买方有权要求卖方负责更换。
2. 验收标准以中标人提供的投标文件中所列的指标为准（该指标应不低于招标文件所要求的指标）。任何虚假指标响应一经发现即作废标，卖方必须承担由此给买方带来的一切经济损失和其它相关责任。
3. 验收由采购人、中标人及相关人员依国家有关标准、合同及有关附件要求进行，验收完毕由采购人及中标人在验收报告上签名。

**5、本技术规格书中标注“★”号的为关键技术参数，对这些关键技术参数的任何负偏离将导致废标。**

**6、如在具体技术规格中有本总则不一致之处，以具体技术规格中的要求为准。**

**三、具体技术规格**

**第一包**

**设备名称：固、液、气三相源分子束外延设备**

**所属科研项目名称：纳米真空互联实验站二期建设项目真空应用设备**

**预算金额：790万元**

**一、设备用途**

用于生长二维拓扑材料、二维超导体材料，二维半导体材料等。

**二、仪器工作条件**

1.1．电源：独立的动力电源AC380V/220V（±10%），50Hz；

1.2．工作环境温度：-40 to 50℃；

1.3. 环境相对湿度：≤90%

1.4. 仪器可连续正常运行。

**三. 具体技术指标要求**

**1.系统总体要求**

★1.1包含分子束外延生长腔，样品转移腔，样品准备腔，以及SPM分析腔各一个，各腔体之间使用闸板阀隔离，配备磁力传样杆用于样品托/针尖托传递；包含全套真空控制及安全自锁装置。

1.2 样品准备腔及SPM分析腔配备原厂标配的气动支架一套，用于震动隔离；并需要充分解决和主管道震动隔离的问题。

1.3 配备两套烘烤系统，包括烘烤罩，加热器及电源，风扇，温度测量和控制。

1.4 配备19”电源柜至少3套（可以放下投标系统所配的全部电源和控制器），足够放置系统中配带的所有电源和控制器。

1.5 配备坚固金属框架，用于可靠地支撑各腔体，烘烤罩，分子泵，离子泵等，机械泵须落地，与分子泵之间使用软连接。

★1.6样品转移腔内安装样品储存台，至少可存放三件直径2”的样品托，通过一套减震连接管路及样品传递机构（配备所有必须的磁力杆，传递台和机械手），可以将2”上的旗型托（旗型托符合Nano-X的标准旗型托的尺寸，长18mm，宽15mm，厚1mm）在超高真空条件下转移到样品准备腔内的样品架上，转移过程需一个人员可以方便操作，并且保持真空度在10-10 mbar范围。

#1.7样品转移腔传样对接口高度（对接口中心离地约1.8米）与Nano-X管道（对接口中心离地约1.8米）完全一致，保留CF100传样法兰用于和Nano-X管道对接。

**2. 分子束外延生长腔技术要求**

#2.1腔体要求：由无磁不锈钢制造，至少包含6个热蒸发源的法兰端口， 1个CF200法兰（用于多坩埚电子束蒸发源），2个用于真空规及3个用于进气的法兰端口，具有RHEED、样品架、真空泵、液氮冷屏，RGA，石英晶振，样品传输等所需法兰端口，以及足够观察窗口等。

2.2 带液氮冷屏，保护样品架周围区域。

★2.3生长腔真空度优于5 x10-10mbar（烘烤48小时，降到常温）,优于9 x 10-11 mbar（可在液氮冷屏中灌注液氮）；配备离子泵（名义抽速不小于300 L/s）， 及钛升华泵（名义抽速不小于1000 L/s），离子泵和腔体之间配备闸板阀；低真空无油泵，涡轮分子泵（名义抽速不小于700 L/s），涡轮分子泵和样品制备腔之间配备闸板阀。

2.4测量真空系统的离子规可测量范围到5×10-12 mbar。

#2.5两轴高精度样品架，Z轴行程满足生长、传样等功能需求，带马达驱动连续旋转，2”SiC加热器可加热样品至1000°C，集成热偶测温，含至少800W直流电源和PID温度控制器，包括钼制的主挡板。

2.6含RHEED系统：电子动能范围为5-15keV，最小束斑70μm，最小束斑时束流不小于150μA，X/Y偏转角度达到±5º；包括CF100荧光屏，带手动挡板。

2.7 含石英晶振（QCMB），自带水冷保护和Z位移器，包含10个镀金石英晶振片（固有频率6MHz），最佳频率分辨率达到±30mHz。

2.8 含四极质谱仪（QMS），可测质量范围0-100amu，真空探测极限达到1014mbar，包含电源和控制软硬件。

2.9 含三路进气装置，每路有独立微漏阀和不锈钢气路，流量精度为满量程的0.5%，出口压力0.1-1MPa可调。

2.10 含以下束源炉，共四套至少800W直流电源和PID温度控制器。

2.10.1 壹只低温束源炉，最高加热温度1200℃，带测温热偶，10cc Al2O3坩埚，带水冷保护套，带手动挡板。

#2.10.2壹只TUBO束源炉，最高加热温度2000℃，带测温热偶，10cc Al2O3坩埚，带水冷保护套，带手动挡板。

#2.10.3 壹只磷(GaP)束源炉，最高加热温度1400℃，带测温热偶，带特制trap阻止Ga元素溢出，10cc PBN坩埚，带水冷保护套，带手动挡板。

#2.10.4两只裂解束源炉，分别适用于Te和Sb的热蒸发，双温区加热温度分别达到600℃和800℃，各自配置测温热偶，10cc PBN坩埚，带水冷保护套，带手动挡板。

★2.10.5四坩埚电子束蒸发源，含旋转电子束磁铁，坩埚容量达到7cc，每个坩埚通过运动机构可以放置到蒸发位置，带6kW电源及其控制单元，最高电子加速电压可达10kV，带水冷和气动挡板。

2.11 生长腔能进2英寸样品，基片厚度不超过2mm。

**3. 样品准备腔技术要求**

#3.1腔体要求：由无磁不锈钢制造，包含3-5个热蒸发源的法兰端口， 2个用于真空规及漏阀的法兰端口，具有可装备样品原位解理操作手，LEED，高温台，真空泵，样品架等法兰端口，以及足够观察窗口等。

#3.2常温条件下腔体真空度优于2×10-10 mbar；配备离子泵（名义抽速不小于300 L/s）， 及钛升华泵（名义抽速不小于1000 L/s），离子泵和腔体之间配备闸板阀；低真空无油泵，涡轮分子泵（名义抽速不小于300 L/s），涡轮分子泵和样品制备腔之间配备闸板阀。

3.3测量真空系统的离子规可测量范围到5×10-12 mbar。

3.4四轴高精度样品架：

（1）样品加热器可加热不小于10 mm×10 mm样品。

#（2）样品台同时具备直通电流加热、辐射加热和电子束轰击加热方式。样品台具有液氮/液氦冷却功能。样品温度范围：20K-1400K；需提供特制样品台适用于硅片直接电流加热，温度可达到 1500K；含所需要的各类电源。

#（3）样品绕Z轴旋转范围±180°，样品台X,Y 方向移动范围不小于±10 mm，Z方向移动范围大于400mm，适合样品台传输以及各种工作需要。

3.5样品台具备 5个外部引线电极用于进行输运测量。

3.6配备离子溅射枪及控制器：离子束能量范围: 200 - 3000 eV；最大电流为20 μA；同时配备微漏阀一支。

**4. 分析腔技术要求**

4.1 腔体要求：由无磁不锈钢制造，至少包含4个光学法兰端口，1个用于特制束源炉的法兰端口和两个样品传输观察窗口等。

#4.2分析腔真空度优于5 x10-10mbar（烘烤48小时，降到常温）,优于9 x 10-11 mbar（恒温器充满液氮或液氦时）；配备离子泵（名义抽速不小于300 L/s）， 及钛升华泵（名义抽速不小于1000 L/s）。

4.3 测量真空系统的离子规可测量范围到5×10-12 mbar。

4.4 提供至少7个样品存储位置和4个针尖存储位置。

4.5 配备样品传输用机械手。

★4.6配备高分辨光学显微镜，可从合适窗口观察针尖/样品位置，样品面朝上，必须获得好于5微米的横向空间分辨率。

4.7 分析腔能进10mm×10mm样品，厚度2mm。

4.8 提供5个分析腔样品托，包括三件单晶样品托，一件直接加热样品托，一件五触点样品托。

4.9液氦杜瓦性能指标

4.9.1冷却类型：液氦静态浸入型低温冷却装置。

4.9.2液氮杜瓦（外层）：一次填充液氮保持时间> 70小时。

★4.9.3液氦杜瓦（内层）：在外层杜瓦充满液氮时，一次填充4L液氦可保证 > 70小时保持时间。

4.9.4附件包括杜瓦起重装置。

★4.10原子力显微镜在液氦冷却下可得到Si（111）表面原子分辨率图像，残余机械噪音 < 3 pm。

4.10.1包含全套原子力显微镜控制器，频率分辨率在液氦冷却下可达到< 100 mHz。

4.10.2包含全套原子力显微镜电压放大器，可以控制qPlus传感器振幅 < 50 pm。

**5扫描隧道显微镜/原子力显微镜技术要求**

5.1快速、方便的样品更换，可原位更换样品和针尖，样品和针尖的传送过程可实现全程CCD监控。

5.2扫描隧道显微镜扫描面积在液氦温度下不小于 1.2 μm×1.2 μm, 在77 K时不小于2.5 μm×2.5 μm，在室温下不小于5 μm × 5 μm；探针在x、y、z方向的粗移动范围不小于±2 mm×±2 mm×6 mm（任何温度）。

5.3 样品台具备至少5个外部引线电极。

5.4 提供实验所需的探针、探针托架、校验样品、样品托架、照明装置等配件。

#5.5扫描头机械稳定性：< 2pm，优化可以达到< 1 pm。系统验收时测量。扫描隧道显微镜在液氮以及液氦冷却下均可得到Au（111）表面原子分辨率图像，可清晰观察到表面重构结构，并具有STS（扫描隧道谱）功能。

#5.6扫描头温度监控精确度：±0.25K, 低温下最大热漂移速率：< 2Å/每小时，优化后可以达到每小时1Å/每小时以内。

★5.7配套全套高精度STM/AFM控制电子学，用于扫描隧道显微镜控制和数据采集，包含LabView接口和许可；前置电流放大器保证可测量最小隧道电流< 1pA，在此隧穿电流下可实现原子高分辨图像分析。包含和控制单元的完整接口和线缆。

四、服务要求

1、安装前，用户单位对货物的品牌、数量、包装等方面进行验收。供应商提供的所有单独包装的货物均应具有原始的完好的标准包装。如遇交付前已拆封的货物，用户单位有权拒绝或要求更换，海关商检抽查开箱的情况除外。

2、仪器安装后，安装工程师为用户提供为期一周现场培训。

3、技术文件：卖方应提供全套、完整的电子版技术资料，包括仪器说明书、操作手册、仪器校准方法、维修说明、结构图、电路总框图及用于检查维修的线路图，仪器三维step格式图纸以及相应的工具等。

★4、安装验收后一年内，厂家对设备整机提供免费保修或相当价值的免费服务。其中，SPM控制电子学等关键部件提供至少两年的免费质保服务；所有的腔体（包括MBE生长腔和SPM分析腔）、所有的束源炉、所有的样品托、液氦杜瓦等核心部件提供至少三年的免费质保服务。保修期结束后，厂家同意以优惠价格提供零配件供应，以及人工服务收费。

5、制造商和代理公司在国内必须配备专业的售后服务团队，做到对用户地区的及时响应；且具有长期的MBE-SPM应用分析基础。

★6、中标后提供一次地面震动测量服务，如果地面震动或其它条件超过系统安装需求，中标厂商需提供可行且可接受的实验室改造方案。如果厂家在中标后，由于用户安装场地的原因不能满足设备达到其验收指标的要求，而且厂家也不能提供令用户可以接受的解决方案，用户有权拒绝签署采购合同，并不承担任何责任。

★7、针对纳米真空互联站的互联需求提供系统联调、真空对接、样品传递等提供必要的技术支持。从收到双方签订合同之日起，厂家需根据纳米真空互联实验站的技术规范，提供与真空主管道系统互连对接的参考图纸（三维step格式文件，招标时可只提供二维图纸），以便评价互联可行性，确保固、液、气混合源分子束外延系统与主管道的对接。签订合同 1个月内，提供正式图纸；同时配合真空互联实验站工作人员对图纸进行改进，直至完成与真空互联实验站的对接。

8、用户有权要求派人参与出厂前验收工作，确保设备出厂前达到验收指标。对此，厂商提供用户方1-2人到厂商设备所在地的来回差旅费用，包括机票和酒店等。

★9、系统安装时，必须由制造商原厂工程师安装测试，现场提供达标的测试数据。

五、验收要求

1、仪器安装时公司提供标准样品用于仪器的验收测试，对仪器设备的质量、规格、性能、数量进行详细和全面的检查，并出具检验证明，如有缺失，应负责赔偿。

★2、招标技术要求中的主要技术指标和参数须在验收实验中逐一演示，并由用户签字认可。

★**3验收标准：**

**3.1真空测试指标**

扫描隧道显微镜真空腔：<5 ×10-10毫巴（烘烤48小时，降到常温），<9×10-11 毫巴 (低温恒温器液氮冷却状态下);

样品准备真空腔： <2 × 10-10毫巴（常温条件）

分子束外延真空腔：<5 × 10-10毫巴（烘烤48小时，降到常温），<9 × 10-11毫巴(冷罩液氮冷却状态下)

样品转移腔： <5 × 10-10毫巴（刀口密封，常温条件）

3.2 **需安装的仪器设备列表**

系统由分子束外延腔，样品转移腔，样品准备腔和SPM分析腔

三件离子泵含钛升华泵（国际知名品牌）

三件涡轮分子泵（国际知名品牌）和干式机械泵（国际知名品牌）

八件闸板阀（国际知名品牌）

一件MBE样品架，2” SiC加热器，衬底马达驱动连续旋转

一件低温束源炉，带电源和PID控制器

一件TUBO束源炉，带电源和PID控制器

一件DECO束源炉，带电源和PID控制器

两件裂解束源炉，带电源和PID控制器

一件四坩埚电子束蒸发源，带电源

一套15kV高能背反射电子衍射装置

一套石英晶体微天平

叁套精密进气装置

壹件四极质谱仪

壹件样品转移腔，带有红外加热灯和传输杆

壹套传输腔样品储存，传样杆，减震装置等

壹件低温恒温器，包括外层液氮恒温器，液氦水平传感器，液氦输液管

壹件低温扫描隧道显微镜扫描头（已安装在低温恒温器下方）

壹套适用于扫描隧道显微镜和原子力显微镜的控制器

壹件样品储存单元，用于储存样品台，针尖和针尖台

壹件高分辨光学显微镜

壹件四轴液氦/液氮样品操作架

壹套离子溅射枪（国际知名品牌），包含进气（微漏阀）

两件扫描隧道显微镜针尖托

壹件针尖传递工具

两件qPlus传感器

叁件单晶样品托

壹件直接加热样品托

壹件五触点样品托

壹件Au(111)样品

壹件Si(111)样品

壹件直流电源

壹件电子束加热电源

壹件CCD摄像机

两套仪器框架，各带烘烤装置

壹套减震系统（国际知名品牌）和杜瓦起重装置

壹件针尖蚀刻机

壹套真空工具

3.3**分子束外延功能测试指标**

分子束外延真空腔验收真空度<9×10-11 毫巴(冷罩液氮冷却状态下)

2”加热台最高加热温度1000°C

低温束源炉最高加热温度1200°C

TUBO束源炉最高加热温度2000°C

DECO束源炉最高加热温度1400°C

裂解束源炉最高加热温度800°C

使用高能背发射电子衍射装置获得Si(111)单晶体衍射花样

整体验收：生长Bi2Te3薄膜，膜厚<1微米，2”基片边缘10%处和基片中心处取样，膜厚均匀性好于±3%。

3.4**扫描隧道显微镜/原子力显微镜功能测试指标**

分辨率： 使用Au(111)样品，获得原子分辨，残余噪音液氦温度下<2 pm可能达到<1 pm（液氮温度下可以做到(<4-5 pm）

最小隧道电流： 小于2 pA（国际知名品牌），可达到1pA（国际知名品牌）

飘移率： 小于0.2nm/hr，可能达到0.1nm/hr

扫描隧道谱测量： 在Au(111)表面上进行扫描隧道谱测量

原子力显微镜分辨率： 使用Si(111)样品，液氦温度下<3 pm。Q值> 20000，频率分辨率好于100 mHz。

扫描隧道显微镜基准温度： 小于5K

加热器（200V二极管）： 正常

两次填充液氦时间间隔： 保证至少72小时，可能达到90小时

两次填充液氮时间间隔： 保证至少72小时，可能达到90小时

高分辨光学显微镜： 获得分辨率好于5微米图像

样品加热： 在电子束轰击加热台上可以达到1400K

六、其他要求

1、项目完成地点：中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

2、采购数量：1套

3、交货时间：签订外贸合同后10个月内

4、安装时间: 仪器到货后4周内开始安装

5、保险：货物保险将由卖方办理、支付，并以买方为受益人。

6、货运：卖方负责将整套仪器运送到项目完成地点，并承担所有的运费。

★7、付款方式：40%凭制造商系统设计图纸经用户签字验收后支付，40%银行信用证凭发货单据兑付，20%验收合格后支付。

8、合同签订后提供一次地面震动测量服务，如果地面震动超过系统安装需求，中标厂商需提供实验室改造方案。

9、中标后提供一次地面震动测量服务，如果地面震动超过系统安装需求，中标厂商需提供实验室改造方案。