

松山湖材料实验室精密仪器联合工程中心关于采购超高真空干式低温系统的需求论证和市场调研报告

1. 需求论证

1.1 购买该仪器或服务的原因

松山湖材料实验室精密仪器联合工程中心从事全国产化电子束光刻机研发，主要任务是研发全国产系列的能进行最小线宽 10nm 加工的电子束光刻机。目前项目已到达关键结点，需要开展低温对电子束光刻性能提升的研究，以及不同温度对光刻胶敏感度和对比度的影响，其关键的方法是：1、为整个设备提供低温的加工环境，减少环境热扰动对电子束束流的影响。2、通过不同温度范围，比如 10K-50K 温度阶段下进行电子束加工，研究比较不同温度下光刻胶的敏感度是否下降，以及对加工内壁的光滑度是否有提升。3、低温下光刻材料分子化学键处于低能量状态，此温度下能够真实反映电子对化学键的作用。因此实验过程涉及到比较宽泛且精密的温度环境，由于光刻过程比较漫长，传统的增加液氮降温的方式对液氮的消耗量极大，从长远经济上考虑并不适用，因此不消耗液氮的干式低振动低温系统设备是其测试不同低温对电子束光刻性能提升过程中的必备仪器设备。目前在高校、研究所和其它企事业单位并没有找到提供满足精度和质量要求的相关科研服务。考虑到上述需求和实际情况，需要购买一台超高真空干式低温系统设备。

1.2 主要技术指标和质量要求

对该套超高真空干式低温系统的具体技术要求如下：

- 1) 完全无液氮分体式的干式低振动低温系统设计
- 1) 标称温度范围：<2.2K-400K (备注：无外加负载)
- 2) 温度稳定性：优于 $\pm 50\text{mK}$
- 3) 带 JT 阀氮气循环低温系统
- 4) 冷头制冷量：1.8W@4.2K
- 5) 定制型盘管
- 6) 采用多级热交换器
- 7) 超绝热柔性传输管线

- 8) 两个超高真空兼容温度计
- 9) 带 90 度弯头的排气口和一个 O 圈密封 10 针电贯穿
- 10) 配备四通道控温仪

2. 市场调研

2.1 相关行业分析

低温环境是重要的极端实验条件，低温下周围环境对被测系统的热扰动明显减少，被激发粒子大多处于能量的本征态。所以低温环境对于发现新的物理现象、新的物质结构相变如强关联、拓扑绝缘体和高温超导体等起到了至关重要的作用。作为重要极端实验条件，基于低温的电子束光刻等低温测试不仅是解决目前科学技术发展过程中遇到的一些疑难问题的强有力工具，也为人工合成新材料，创造新物态、发现新现象提供了极佳的实验平台。

2.2 产业发展状况

低温的实现主要有以下手段，比如液氮 77.3K、液氦 4.2K，He-3 或者制冷机。对于目前要求的 2.2K-400K 的工作温度，通常通过液氦（泵抽出气口减压）或者 4K 制冷机实现。

由于我国氦资源匮乏，在需求上一直依赖于进口，而氦资源大国美国将其列为战略储备资源限制出口，所以液氦的价格一直上涨，使用成本非常高。液氦进口数量以及高昂价格的限制，将会严重影响液氦型设备的使用进而延误科研项目进展。制冷机直接制冷作为冷源，会直接引入振动，即使采用脉管机也有几个微米的振动，无法满足低振动电子束光刻机测试的需求。

目前国内外的厂家，对于超高真空的低温设备，因为需要烘烤及低振动的要求，主要以液氦型 UHV 设备为主，但无法升级实现无液氦闭环操作。即使个别厂家能升级为闭环操作，但最低温度也非常不理想，升级闭环后的低振动没有很好解决。

而对于电子束光刻机测试，测试环境要求比较高，既需要 UHV 超高真空环境，又需要低振动、可烘烤，为了便于后期测试不受液氦的限制，还需要能升级为闭循环操作。基于这些要求，我们调研了国内外厂家，仅以下厂家可以提供。

北京飞斯科科技有限公司，提供自主品牌 PHYSIKE 的产品；

美国 CRYO Industries of America, Inc

美国 Montana Instruments, Inc.

2.3 主要供应商

厂家	北京飞斯科科技有限公司	美 国 CRYO Industries of America, Inc	美 国 Montana Instruments, Inc.
型号	Qcryo-S-400	C04-005-062	CRYO ADVANCE 50
数量	1 套	1 套	1 套
总价	¥980,000	¥1,570,000	\$165,000
主要参数	2) 完全无液氮分体式的干式低振动低温系统设计 1) 标 称 温 度 范 围:<2.2K-400K (备注: 无外加负载) 2) 温 度 稳 定 性: 优 于 $\pm 50\text{mK}$ 3) 带 JT 阀氮气循环低温系统 4) 冷头制冷量: $1.8\text{W}@4.2\text{K}$ 5) 定制型盘管 6) 采用多级热交换器 7) 超绝热柔性传输管线 8) 两个超高真空兼容温度计 9) 带 90 度弯头的排气口和一个 O 圈密封 10 针电贯穿 10) 配备四通道控温仪	1)完全无液氮分体式设计。 2)工作温度范围: $3.5\text{ K} - 325\text{ K}$。 3)冷头内建加热器, 支持长期连续运行。 4)脉管制冷技术, 无 JT 阀。 5)冷头制冷量:$1.5\text{W}@4.2\text{K}$。 6)没有采用定制型盘管设计。 7)采用特殊设计的热交换器。 8)超绝热柔性传输管线, 两端带减振器。 9)超高真空兼容。 10)配备四通道控温仪。	1)完全无液氮分体式设计。 2)无液氮连续工作温区: $3.5\text{ K} - 350\text{ K}$ (快速变温选件)。 3)无负载最低温: $\leq 3.2\text{ K}$。 4)变温速率: $\geq 300\text{ K} / 20\text{ min}$ (无负载)。 5)脉管制冷技术, 无 JT 阀。 6)冷头制冷量$\geq 1\text{ W}@4\text{K}$。 7)没有采用定制型盘管设计。 8)风冷压缩机, 无需水冷, 无需液氮/液氮。 9)普通氮气软管。 10)超高真空兼容。 11)需要另外加配四通道控温仪。
厂家	完全无液氮分体式设计的干	美 国 CRYO Industries of America 的产品, 不是采用 JT	美国 Montana Instruments 提供的产品, 无 JT 阀设计, 最

性能总结	式低振动低温系统，是北京飞斯科科技有限公司的一个特色产品。低振动的超高真空低温恒温器，加上减振设计的无液氦氦气再循环系统，可以实现超低振动、<2.2K-400K 温度范围的测试。 这个产品是北京飞斯科的自有品牌，国内直接发货，货期短，售后服务更有保障。	阀的设计，工作温度为 3.5 K-325 K。虽有特殊的减振措施，但不能满足最低温度的测试需求。该厂商货期 10 个月以上，货期过长。国内没有官方业务，售后难以保证。美国政策的变动可能会使得货物交付无法掌控。	低温度为 3.2K（无负载）。目前提供的闭循环部分，没有特殊的减振措施，不能满足最低温度及振动的测试要求。该厂商货期 6 个月以上，货期过长。 由于关税变动和美国政策的不确定性，价格波动大，可能会超出当前预算；美国政策收紧可能会影响交付和售后。
------	---	---	--

2.4 满足需求的供应商及其设备/服务

我们预计采购的超高真空干式低温系统，只有北京飞斯科科技有限公司的产品满足使用要求。

北京飞斯科科技有限公司创建于 2007 年，专门从事科学仪器研发、销售和技术咨询的国家高新技术企业，提供各种低温/超低温设备、变温/室温孔超导磁体、红外和太赫兹产品、高压强/超高压强设备和组件、温度显示/控制和温度传感器、弱信号检查和放大(超导量子干涉仪和低噪音放大器)以及各种低温附件，并提供多种具有自有知识产权的测试系统。北京飞斯科科技有限公司提供的无液氦超低振动 UHV 低温插件，为分体式低振动设计，通过柔性绝热管线连接。连续流及闭循环部分，均采用特殊的减振措施，满足电子束光刻机的测试要求。

作为生产商，北京飞斯科可以提供后期的安装、调试、培训及售后服务。因为北京飞斯科科技有限公司总部就在北京，作为国内供应商愿意并可持续对我们的实验设计进行配合和服务，能够实时高效的对我们的工作进行支持。同时，飞斯科在低温领域有丰富的经验，有十多年行业经验的团队，能够有力的作为我们在该方向上应用的技术支撑。目前在国内开环升级为闭环已经有多套安装案例，产品性能可靠。

3. 超高真空干式低温系统设备采购方案

3.1 拟选购的设备信息

制造/生产/品牌商：中国 北京飞斯科科技有限公司

地址：北京市海淀区安宁北路中关村华侨创新产业园 27 号楼

产品型号：Qcryo-S-400

技术指标：

- 3) 完全无液氮分体式的干式低振动低温系统设计
- 4) 标称温度范围：<2.2K-400K (备注：无外加负载)
- 5) 温度稳定性：优于 $\pm 50\text{mK}$
- 6) 带 JT 阀氮气循环低温系统
- 7) 冷头制冷量：1.8W@4.2K
- 8) 定制型盘管
- 9) 采用多级热交换器
- 10) 超绝热柔性传输管线
- 11) 两个超高真空兼容温度计
- 12) 带 90 度弯头的排气口和一个 O 圈密封 10 针电贯穿
- 13) 配备四通道控温仪

3.2 拟采用的供货方案

代理商：北京飞斯科科技有限公司

地址：北京市海淀区安宁北路中关村华侨创新产业园 27 号楼

价格：¥980,000

供货时间：收到预付款且图纸确认后 3-4 个月内

付款方式：

预付款：合同签署后 5 个工作日内支付合同总额的 90%的；

验收款：收到货物后 10 个工作日内完成验收，验收合格后支付验收款 10%。

4. 结语

经广泛调研，满足实验所需技术指标要求的超高真空干式低温系统设备，目前有北京飞斯科科技有限公司提供的 Qcryo-S-400 型号设备能满足我方要求，且

优势明显。特此，拟申请采购北京飞斯科科技有限公司超高真空干式低温系统设备，预算为 98 万元。

采购需求部门论证签字（3 人以上，含部门负责人）：

许志强 许志强
李洪涛

附件：调研供应商产品报价单

2025 年 8 月 22 日