

松山湖材料实验室实用超导薄膜研究团队关于采购镀膜专用真空维持装置套装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

必要性、重要性以及其将产生的价值等

松山湖材料实验室目前正在承担中国科学院组织的中国科学院 GJ 专项：场高温超导材料及重大应用专项-实用化高温超导材料项目。松山湖材料实验室实用超导薄膜研究团队主要从事实用化大尺寸高温超导薄膜研究，主要任务是研制高质量的大尺寸钇钡铜氧高温超导薄膜，该研究对薄膜制备腔体的真空环境有着严格要求，需要实现从超高真空到中低真空的精确调控。在超导薄膜制备过程中，真空泵组作为获取高真空环境的关键设备，其性能直接影响薄膜质量；而真空计则是监测真空度的必备测量仪器；真空手动插板阀则为系统维护和样品更换提供了可靠的真空隔离保障，避免频繁破真空对系统性能的影响。随着真空技术在生产和科学研究领域中对应用压强范围的要求越来越宽，大多需要由几种真空泵组成真空抽气系统共同抽气后才能满足生产和科学研究过程的要求，由于真空应用部门所涉及的工作压力的范围很宽，因此任何一种类型的真空泵都不可能完全适用于所有的工作压力范围，只能根据不同的工作压力范围和不同的工作要求，使用不同类型的真空泵。为满足不同工艺需求，通常需要将多种真空泵按性能要求组合使用，结合真空手动阀对真空系统的保护，按照真空泵组的形式应用。考虑到上述需求和实际情况，满足大尺寸高温超导薄膜制备的真空需求，需要购买一套真空度准确性达到 1×10^{-8} Pa 至 100hPa，最大压力 10000hPa 的真空泵组设备，以满足高温超导薄膜制备的严苛工艺要求，预计使用年时长超过 7000 小时。该设备的引进将显著提升实验室在超导材料研究领域的科研能力，为项目顺利实施提供重要保障。

1.2 主要技术指标和质量要求

对镀膜专用真空维持装置套装设备的具体技术要求有：

1、真空泵技术要求

半磁浮混合轴承分子泵套装：运行 15 分钟内使得腔内真空度达到 10^{-4} 或 10^{-5}

5 mbar ，并最终是配合离子泵达到 10^{-11} mbar 。对氮气抽速范围覆盖 $80\text{--}1200\text{ l/s}$ ，对氮气压缩比 $>10^{13}$ ；轴承寿命 $\geq 50,000$ 小时，前级耐受压力 $\geq 15\text{ mbar}$ 。

涡旋干泵：极限真空度 $\leq 4 \times 10^{-2}\text{ hPa}$ ，抽速 $\geq 37\text{ m}^3/\text{h}$ ，并具备过载保护功能；采用无油设计，运行噪音 $\leq 75\text{ dB}$ 。

2、真空计技术要求

真空规：测量数据实时精确：测量范围 $55,000$ 至 $5 \times 10^{-11}\text{ hPa}$ ，测量速率 $\geq 100\text{ l/s}$ 。

真空计：设备稳定可靠：工作温度 $5\text{--}55^\circ\text{C}$ 可搭配不同类型真空计实用；可进行多通道显示，满足支持 4 个通道同时检测；便于操作和得到精确的数值，数据实时存储在 USB。

3、插板阀技术要求

要求氦检漏泄露率 $\leq 1 \times 10^{-10}\text{ mbar}\cdot\text{L/s}$ ，密封材料可采用金属或氟橡胶；阀门采用手动操作，启闭扭矩 $\leq 5\text{ N}\cdot\text{m}$ ，确保操作便捷性；表面抛光处理 ($R_a \leq 0.8\text{ }\mu\text{m}$)。

2. 市场调研

2.1 相关行业分析

真空泵组设备是工业制造、科研实验等领域的关键基础设备，广泛应用于半导体、光伏、平板显示、锂电池、医疗器械、化工、食品包装等多个领域。随着技术进步和产业升级，真空泵组设备市场呈现持续增长态势。中国作为全球制造业中心，市场增速超过 10% ，国产替代趋势明显，但高端市场仍被国际巨头主导。

在高端科研和精密制造领域，真空泵技术门槛较高，市场主要由几家国际龙头企业垄断。德国企业占据领先地位，如普发真空 (PFEIFFER) 和莱宝真空 (Leybold)，其产品在高真空、超高真空领域具有显著优势。英国的爱德华真空 (Edwards) 在半导体和科研市场占据重要份额，而美国的安捷伦 (Agilent) 真空部门则在分析仪器配套领域表现突出。日本企业如爱发科 (ULVAC)、岩田 (AEST IWATA) 等虽有一定市场份额，但产品线相对单一，主要集中在特定工业应用。

2.2 产业发展状况

真空泵组设备作为现代工业的核心基础装备，其产业发展与半导体、新能源等战略性新兴产业高度关联。当前全球产业呈现“金字塔”式竞争格局：顶端由德

国普发真空、莱宝真空等企业主导，垄断高端科研和半导体制造市场；中端市场由日本爱发科、美国爱德华等企业占据；而中国本土企业中科科仪、汉钟精机等正从低端市场向中高端突破，逐步实现进口替代。

从技术发展趋势来看，行业呈现出三大显著特征：首先，干式泵技术路线成为主流，无油化设计渗透率超过 60%；二是智能化水平显著提升，新一代产品普遍搭载预测性维护系统；三是能效标准持续升级。区域市场方面，中国市场规模在 2023 年突破 200 亿元，成为全球最大单一市场。但产业链仍存在明显短板，特别是在超高真空（ 10^{-7} Pa 以下）领域的关键部件如分子泵轴承、特种密封材料等仍依赖进口，国产化率不足 15%。

2.3 主要供应商

(1) 北京世华尖锋科技有限公司

一、产品售后/技术服务

北京世华尖锋科技有限公司作为国内领先的真空技术解决方案提供商，是德国浦发真空技术有限公司的中国金牌代理。已累计为半导体、光伏、科研院所等领域客户提供超过 5000 套真空泵组设备，始终将售后服务作为企业核心竞争力之一。公司建立了覆盖全国的服务网络，为客户提供全方位、高效率的售后保障。

在服务响应方面，针对紧急故障，公司配备专业工程师团队可提供“先处理、后确认”的应急服务机制。在维保服务上，提供包括预防性维护、性能检测、备件更换等在内的全生命周期管理，并可根据客户需求定制年度维护计划。

所有服务工程师均通过原厂专业认证培训，熟练掌握各类真空泵组的维修保养技术。同时建立了完善的备件供应体系，确保 95%以上的常用备件可即时供应。此外，公司还提供设备操作培训、真空系统优化等增值服务，帮助客户提升设备使用效率。

二、产品性能参数

2.3.1 Hipace 系列产品

性能参数表

Hipace80 Neo	
I/O 接口	RS-485, 远程, Profibus

N2 的压缩比	$> 1 \times 10^{11}$
N2 的抽速	67 l/s
N2 的最大预真空	22 hPa
N2 的最终转速时的气体流量	1.3 hPa l/s
不带气镇的最终压力	5×10^{-10} hPa
允许冷却水的温度	5 - 25 °C
冷却水消耗最小值	75 l/h
冷却水耗量	75 l/h
冷却类型, 可选项	空气/水
Ar 的压缩比	$> 1 \times 10^{11}$
Ar 的抽速	66 l/s
Ar 的最终转速时的气体流量	0.54 hPa l/s
H2 的压缩比	1.4×10^5
H2 的抽速	48 l/s
H2 的最终转速时的气体流量	15.3 hPa l/s
He 的压缩比	1.3×10^7
He 的抽速	58 l/s
He 的最终转速时的气体流量	2.7 hPa l/s
I/O 接口	RS-485, 远程, Profibus
N2 的压缩比	$> 1 \times 10^{11}$
N2 的抽速	67 l/s
N2 的最大预真空	22 hPa
N2 的最终转速时的气体流量	1.3 hPa l/s
不带气镇的最终压力	5×10^{-10} hPa
允许冷却水的温度	5 - 25 °C
冷却水消耗最小值	75 l/h
冷却水耗量	75 l/h
冷却类型, 可选项	空气/水

Hipace300	
-----------	--

最大预真空 N2	30 hPa
N2 的压缩比	$> 1 \times 10^{13}$
He 的压缩比	$> 2.5 \times 10^9$
I/O 接口	RS-485, 远程
不带气镇的最终压力	$< 1 \times 10^{-10}$ hPa
冷却水耗量	50 l/h
噪音水平	≤ 50 dB(A)
安装方向	任意
耗电量 max.	180W
转速	60,000 rpm
连接法兰 (入口)	DN 100 CF-F
连接法兰 (出口)	DN 16 ISO-KF/G ¼"
重量	8.2 kg
防护等级	IP54

Hipace700	
最大预真空 N2	2 hPa
N2 的压缩比	$> 1 \times 10^{13}$
He 的压缩比	1×10^9
I/O 接口	RS-485, 远程
不带气镇的最终压力	$< 1 \times 10^{-10}$ hPa
冷却水耗量	100 l/h
噪音水平	≤ 50 dB(A)
安装方向	任意
耗电量 max.	420W
转速	49,200 rpm
连接法兰 (入口)	DN 160 CF-F
连接法兰 (出口)	DN 16 ISO-KF/G ¼"
重量	17.7 kg
防护等级	IP54

Hipace1200	
N2 的 0.1 hPa HV 压力时的气体流量	26 hPa l/s
N2 的压缩比	$> 1 \times 10^8$
N2 的抽速	1250 l/s
N2 的最大预真空	2 hPa
N2 的最终转速时的气体流量	16 hPa l/s
不带气镇的最终压力	$< 5 \times 10^{-10}$ hPa
允许冷却水的温度	15 - 35 °C
冷却水消耗最小值	100 l/h
冷却水耗量	100 l/h
冷却水连接	G 1/4"
冷却类型、标准	水
声压水平	≤ 50 dB(A) 分贝 (A)
安装方向	0°（高真空法兰顶部） - 90°
工作电压 V AC	100-120 / 200-240, 50/60 Hz
排气连接	G 1/8"
接口、扩展	Profibus
方位	混合动力
最大允许磁场	6 mT
根据 PNEUROP 的最终压力	$< 5 \times 10^{-10}$ hPa
用于驱动电气设备	TC 1200
电子驱动单元	TC 1200
电流最大值	10 A
耗电量 max.	1350 伏安
转速 $A \pm 2\%$	37,800 rpm 37,800 min-1
转速可变化	50 - 100 %
运行时间	2.5 分
连接法兰（入口）	DN 200 CF-F
连接法兰（出口）	DN 40 ISO-KF

重量	41 千克
防护等级	IP54

2.3.2 ACP 多级罗茨泵

1. 无烃类蒸汽回流：ACP 系列的泵模块采用无润滑剂设计。
2. 恒定性能：保持稳定的抽吸能力、最高持续进气压力和最终压力。
3. 高可靠性：基于自 1988 年以来的无油罗茨泵技术经验。
4. 低维护成本：
 - 无需年度维护服务。
 - ACP 40 型号完整大修周期为每 22,000 小时一次。
5. 广泛适用性：
 - 可处理冷凝蒸汽、气锁及带排出口螺塞的消声器。
 - 纯净水蒸气输送能力达 1,000 g/h。
6. 高效抽吸：
 - 无油多级罗茨泵（SD 机型），抽吸能力最高 28 m³/h。
7. 抗污染设计：
 - 无摩擦运行，气体输送路径中无磨损部件，避免颗粒污染。

性能参数表

ACP40	
冷却方式	空气冷却
声压水平	65 dB(A) 分贝 (A)
尺寸（长×宽×高）	647 × 193 × 322 毫米
抽速	37 m³/h
最大气流频率	5×10^{-7} hPa·l/s
最大水蒸气容积	120 g/h
最大连续进气压力	10^{13} hPa
最终压力时的功率消耗	700 瓦
最高排气压力	1200 hPa
气镇流量	2.4 m³/h
环境温度范围	12 – 40 °C

电源电缆	否
电源连接	110 – 230 (±10%) V AC, 50/60 Hz
电源频率范围	50/60 Hz
工艺兼容性	清洁制成工艺
连接法兰（入口）	DN 40 ISO-KF
连接法兰（出口）	DN 25 ISO-KF
重量	32 千克

2.3.3 真空测量设备

ActiveLine 系列提供广泛的真空计，该系列真空计基于各种测量原理进行工作，并具有经典的模拟输出。因此，该系列从技术上涵盖从超高真空到超压的相关真空范围。发射机的输出电压、与压力成正比，可以在三个控制器上显示为压力或通过模拟输入读入控制器进行进一步处理。

PKR361	
功率	2 W
法兰尺寸	DN 40 CF-F
法兰材质	不锈钢
准确性	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^2$ hPa; $\pm 30\%$
加热丝材质	钨
可重复性	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^2$ hPa; $\pm 5\%$
最大压力	10000 hPa
测量方法	Pirani/冷阴极
测量电缆长度	300 米
测量范围	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^3$ hPa
温度：储存	-40~70°C 摄氏度
烘烤温度	≤150°C（电子去除）
阳极	钼
电源直流 (V)	14.5~30 V DC

TPG366	
I/O 接口	USB, RS-485, 以太网

信号输出	0-10 V
开关点	6 件
测量范围	$5 \times 10^{-11} - 5.5 \times 10^4$ hPa
温度：储存	-20 - 60 °C 摄氏度
环境温度	5 - 50 °C 摄氏度
功率	200 VA
防护等级	IP30

三、产品价格

真空获得设备及深空测量设备合计 122, 600.00 欧元，折合人民币价格（汇率按 8.3 估算）101.76 万元。

（2）北京宏川真空科技有限公司

一、产品售后/技术服务

北京宏川真空科技有限公司始终秉持“客户至上”的服务理念，建立了完善的售后服务体系。公司配备专业的技术服务团队，提供 7×24 小时快速响应服务，确保客户问题能够得到及时解决。针对产品售后，公司承诺提供 1-2 年的质量保修期，并建立详细的客户档案进行跟踪服务。在技术支持方面，公司可提供设备安装调试、操作培训、定期维护等全方位服务，同时开通 400 服务热线和在线技术支持平台，实现远程诊断与指导。此外，公司还建立了完善的备品备件供应体系，保证维修时效性。通过定期回访和客户满意度调查，持续优化服务质量，为客户创造更大价值。

二、产品性能参数

设备参数与北京世华尖锋科技有限公司一致

三、产品价格

真空获得设备及深空测量设备合计 118, 060.00 欧元，折合人民币价格（汇率按 8.3 估算）98 万元。

（3）北京东方荣盛达科贸科技有限公司

一、产品售后/技术服务

北京东方荣盛达科贸科技有限公司建立了专业完善的售后服务体系，致力于为客户提供高效、优质的技术支持。在售后服务方面，公司严格执行国家三包政策，并提供 1-3 年的产品质保服务，同时建立客户档案进行长期跟踪维护。技术支持涵盖设备安装调试、操作培训、故障诊断、定期巡检等全流程服务，并可通过电话、远程视频等方式快速指导解决问题。此外，公司设有充足的备件库存，确保维修时效性，并定期开展客户满意度调查，持续优化服务质量，保障客户使用体验。

二、产品性能参数

设备参数与北京世华尖锋科技有限公司一致

三、产品价格

真空获得设备及深空测量设备合计 120, 500.00 欧元折合人民币价格（汇率按 8.3 估算）100.02 万元。

3. 真空设备采购方案

3.1 拟选购的设备信息

制造/生产/品牌商：

地址：

产品型号：Hipace 分子泵、ACP 多级罗茨泵、ActiveLine 系列真空测量设备

序号	产品型号描述	单位	数量
1	分子泵 型号：Hipace1200	台	2
2	分子泵 型号：Hipace700	台	2
3	分子泵 型号：Hipace300	台	2
4	分子泵 型号：Hipace80Neo	台	2
5	多级罗茨泵 型号：ACP40	台	2
6	真空规 型号：PKR361	台	5
7	真空计 型号：TPG366	台	4
8	UHV CF200 手动插板阀 10846-CE01	台	2

技术指标:

Hipace80 Neo	
I/O 接口	RS-485, 远程, Profibus
N2 的压缩比	$> 1 \times 10^{11}$
N2 的抽速	67 l/s
N2 的最大预真空	22 hPa
N2 的最终转速时的气体流量	1.3 hPa l/s
不带气镇的最终压力	5×10^{-10} hPa
允许冷却水的温度	5 - 25 °C
冷却水消耗最小值	75 l/h
冷却水耗量	75 l/h
冷却类型, 可选项	空气/水
Ar 的压缩比	$> 1 \times 10^{11}$
Ar 的抽速	66 l/s
Ar 的最终转速时的气体流量	0.54 hPa l/s
H2 的压缩比	1.4×10^5
H2 的抽速	48 l/s
H2 的最终转速时的气体流量	15.3 hPa l/s
He 的压缩比	1.3×10^7
He 的抽速	58 l/s
He 的最终转速时的气体流量	2.7 hPa l/s
I/O 接口	RS-485, 远程, Profibus
N2 的压缩比	$> 1 \times 10^{11}$
N2 的抽速	67 l/s
N2 的最大预真空	22 hPa
N2 的最终转速时的气体流量	1.3 hPa l/s
不带气镇的最终压力	5×10^{-10} hPa
允许冷却水的温度	5 - 25 °C
冷却水消耗最小值	75 l/h

冷却水耗量	75 l/h
冷却类型，可选项	空气/水

Hipace300	
最大预真空 N2	30 hPa
N2 的压缩比	$> 1 \times 10^{13}$
He 的压缩比	$> 2.5 \times 10^9$
I/O 接口	RS-485，远程
不带气镇的最终压力	$< 1 \times 10^{-10}$ hPa
冷却水耗量	50 l/h
噪音水平	≤ 50 dB(A)
安装方向	任意
耗电量 max.	180W
转速	60,000 rpm
连接法兰（入口）	DN 100 CF-F
连接法兰（出口）	DN 16 ISO-KF/G 1/4"
重量	8.2 kg
防护等级	IP54

Hipace700	
最大预真空 N2	2 hPa
N2 的压缩比	$> 1 \times 10^{13}$
He 的压缩比	1×10^9
I/O 接口	RS-485，远程
不带气镇的最终压力	$< 1 \times 10^{-10}$ hPa
冷却水耗量	100 l/h
噪音水平	≤ 50 dB(A)

安装方向	任意
耗电量 max.	420W
转速	49,200 rpm
连接法兰（入口）	DN 160 CF-F
连接法兰（出口）	DN 16 ISO-KF/G ¼"
重量	17.7 kg
防护等级	IP54

Hipace1200	
N2 的 0.1 hPa HV 压力时的气体流量	26 hPa l/s
N2 的压缩比	$> 1 \times 10^8$
N2 的抽速	1250 l/s
N2 的最大预真空	2 hPa
N2 的最终转速时的气体流量	16 hPa l/s
不带气镇的最终压力	$< 5 \times 10^{-10}$ hPa
允许冷却水的温度	15 - 35 °C
冷却水消耗最小值	100 l/h
冷却水耗量	100 l/h
冷却水连接	G 1/4"
冷却类型、标准	水
声压水平	≤50 dB(A) 分贝 (A)
安装方向	0°（高真空法兰顶部） - 90°
工作电压 V AC	100-120 / 200-240, 50/60 Hz
排气连接	G 1/8"
接口、扩展	Profibus
方位	混合动力
最大允许磁场	6 mT
根据 PNEUROP 的最终压力	$< 5 \times 10^{-10}$ hPa

用于驱动电气设备	TC 1200
电子驱动单元	TC 1200
电流最大值	10 A
耗电量 max.	1350 伏安
转速 $A \pm 2\%$	37,800 rpm 37,800 min ⁻¹
转速可变化	50 - 100 %
运行时间	2.5 分
连接法兰（入口）	DN 200 CF-F
连接法兰（出口）	DN 40 ISO-KF
重量	41 千克
防护等级	IP54

ACP40	
冷却方式	空气冷却
声压水平	65 dB(A) 分贝 (A)
尺寸（长×宽×高）	647 × 193 × 322 毫米
抽速	37 m ³ /h
最大气流频率	5×10^{-7} hPa·l/s
最大水蒸气容积	120 g/h
最大连续进气压力	10 ¹³ hPa
最终压力时的功率消耗	700 瓦
最高排气压力	1200 hPa
气镇流量	2.4 m ³ /h
环境温度范围	12 – 40 °C
电源电缆	否
电源连接	110 – 230 (±10%) V AC, 50/60 Hz
电源频率范围	50/60 Hz

工艺兼容性	清洁制成工艺
连接法兰（入口）	DN 40 ISO-KF
连接法兰（出口）	DN 25 ISO-KF
重量	32 千克

PKR361	
功率	2 W
法兰尺寸	DN 40 CF-F
法兰材质	不锈钢
准确性	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^2$ hPa; $\pm 30\%$
加热丝材质	钨
可重复性	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^2$ hPa; $\pm 5\%$
最大压力	10000 hPa
测量方法	Pirani/冷阴极
测量电缆长度	300 米
测量范围	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^3$ hPa
温度：储存	-40~70°C 摄氏度
烘烤温度	$\leq 150^\circ\text{C}$ （电子去除）
阳极	钼
电源直流 (V)	14.5~30 V DC

TPG366	
I/O 接口	USB, RS-485, 以太网
信号输出	0-10 V
开关点	6 件
测量范围	$5 \times 10^{-11} - 5.5 \times 10^4$ hPa
温度：储存	-20 - 60 °C 摄氏度
环境温度	5 - 50 °C 摄氏度
功率	200 VA
防护等级	IP30

3.2 拟采用的供货方案

代理商： 无代理商，厂家直销

地址：

价格：

特定的采购要求（比如供货时间，预付款等）：

（如拟采购的产品非为调研中已满足技术要求的供货商产品，需特别详细说明缘由）

4. 结语

经广泛调研，满足实验所需技术指标要求的镀膜专用真空维持装置套装设备，目前有北京宏川真空科技有限公司提供的镀膜专用真空维持装置套装设备能满足我方要求，且硬件配置、价格及后续服务优势明显。特此，拟申请采购北京宏川真空科技有限公司的镀膜专用真空维持装置套装设备，预算为 98.00 万元。

采购需求部门论证签字（3 人以上，含部门负责人）：

金魁 杨景芳

2025 年 6 月 10 日

冯伟