

此附件为采购合同（合同编号：HTJJ22091800557）附件：

## 氮 3 制冷机技术要求文件

### 1. 设备名称

氮 3 制冷机

### 2. 数量

1 套。

### 3. 使用环境

温度：15℃~35℃；

相对湿度：30%~80%。

### 4. 总体要求

氮 3 制冷机为在极低温条件下的材料物性研究提供支持，可以达到的最低温度 $\leq 0.4\text{K}$ ，并提供电输运等测试功能的软硬件配套及升级。

本文件提出的技术指标及要求是低限度的技术要求，并未对一切技术细节做出限定，乙方提供符合工业标准的优质产品。

### 5. 主要技术指标及要求

★制冷方式：无液氮闭循环，全自动化程序控制，一级制冷采用 GM 制冷机闭循环制冷至 4.2K，二级制冷采用 JT 节流闭循环制冷至 1.8K，三级制冷采用氮 3 制冷至 350mK；

★提供氮 3 气体（体积 4 升，纯度=99.9%）和 350mK 定标温度传感器；

★样品空间= $\phi 39\text{mm}$ ，顶端换样；

★最低温度=350mK（在无负载、零磁场情况下）；



- ★变温控制范围：350mK~300K；
- ★稳定在 400mK 的维持时间=100 小时（在无负载、零磁场情况下）；
- ★要求 400mK 制冷功率 50 $\mu$ W 维持时间 8h；
- ★温度稳定度： $\pm 2.8\text{mK}$  @ 1.2K， $\pm 0.09\text{K}$  在 1.2K 以上；
- ★提供基础电输运测试模块、测量插件、测量程序和 12 路的高精度测试线路，以及备用测试线路、温度计等；
- ★提供 3 个通道的交流电输运测量功能，包括交流电流输出和交流电压测量模块，放大器参考信号频率范围 1mHz 至 100kHz，稳定度 5ppm/ $^{\circ}\text{C}$ ，相位分辨率 0.01 度，时间常量设置范围 10 $\mu\text{s}$  至 30ks，具有自动增益、自动相位、自动偏置等设置，支持差分输入以及单端电流输入，灵敏度 2nV 至 1V，动态范围 100dB；
- 提供 3 个通道的直流电输运测量功能，包括电阻测量、霍尔测量、I-V 曲线测量以及配套使用的测试线缆、软件等，高精度电表 Keithley 6221+2182A 由用户单位提供；
- 直流电输运测量的电阻范围和精度：优于 0.05%（电阻范围 4 $\mu\Omega$  至 200k $\Omega$ ），优于 0.15%（电阻范围 200k $\Omega$  至 4M $\Omega$ ）；
- 配置室温样品检测装置；
- 配置静电保护转接盒；
- 具有可编程扩展性的测量和控制软件；
- 预留设备升级的设计和接口，可升级增加稀释制冷机插杆（提供的最低温度低于 50mK）；
- 预留设备升级的设计和接口，可升级增加无液氦超导磁体（提供的最大磁场不低于 9T）；
- 预留设备升级的设计和接口，可升级增加减震平台，以降低主机的振动，



满足高精度测试要求；

- 预留设备升级的设计和接口，可升级扩展其他电学、热学、磁学等物性测量功能。

## 6. 设备附件及备件

提供设备自动化控制的整套软硬件和数据通讯/测试线缆,设备使用必需的水冷机组、分子泵组、仪表柜、UPS 电源等附件，以及专用工具、耗材、易损件备件等。

## 7. 技术资料

提供产品说明书、合格证等技术资料。

## 8. 设备安装调试、人员培训及验收

设备到货后，厂家需在接到用户通知后 10 个工作日内开始进行免费的安装调试和培训工作，安装调试和培训不少于 2 个工作日。培训内容包括设备技术原理、各项操作和基本维护等，使用户人员能够正确、熟练操作并掌握简易的故障诊断排除等。

设备在安装调试后，应达到合同规定的各项技术指标及要求。在设备验收时，选择 Ti 作为标准样品，需先将氦 3 制冷机降温至最低温度，然后在缓慢升温的过程中实验观测到电阻的超导转变行为。纯 Ti 样品的超导转变温度为 0.39K。待设备无故障运行两周后，进行终验收。

## 9. 售后服务

★质保期：验收合格之日起 4 年。

质保期内非人为损坏，提供维修（费用包含在合同金额中，不额外再支付）。质保期外维修只收取成本费。