

中科院物理所综合极端条件装置关于采购低频核磁共振谱仪的需求

论证和市场调研

一、需求论证

中国科学院物理研究所承担怀柔综合性国家科学中心综合极端条件大科学装置的建设,其中强磁场核磁共振测量子系统需要购买一套低频核磁共振谱仪,用于脉冲射频信号的产生和射频核磁共振信号的采集。低频核磁共振谱仪与磁体和功率放大器一起构成了核磁共振测量系统,是子系统的核心设备之一。在凝聚态物理中,核磁共振可以探测材料的态密度、自旋关联、磁性相变等重要信息。某些特殊情况,例如超导材料的上临界场比较低、核四极矩共振频率比较小,需要使用低至 0.5MHz 的射频激发脉冲。因此,子系统需要购置一台低频核磁共振谱仪。

低频核磁共振谱仪具体指标需求如下:

1. 频率范围: 0.5MHz-400MHz
2. 最大输出电压: 1V
3. 采样带宽: 大于 10MHz
4. 最小脉冲宽度: 10ns

二、市场调研

(1) 相关行业

1939年,Rabi首次观测到了气体核磁共振现象。随后,Purcell和Bloch分别在固体和液体中观察到核磁共振现象。从此,核磁共振成为一种重要的探测手段,实现了无损前提下准确获得物质结构和物理性质的信息。核磁共振技术经历过三次革新,分别为脉冲傅里叶变换核磁共振技术、多维核磁共振技术、磁共振成像技术。经过半个多世纪的发展,核磁共振技术已经日趋完备,广泛应用于工业、农业、化工、生物和医疗领域。

应用于凝聚态物理领域内的固体核磁共振技术,目前朝着高磁场、低温、高压三个维度发展。美国强磁场实验室能产生高达 45T 的恒定磁场。利用稀释制冷机,核磁共振的样品温度能达到 10mK。与活塞圆筒式高压包结合,核磁共振样品最高能处于 2.5GPa 的静水压状态。

(2) 产业发展状况

目前核磁共振在凝聚态物理中的应用越来越广泛，从超导到磁性，再到现在的锂电池，这对核磁共振谱仪的要求也越来越高。目前核磁共振谱仪朝着集成化、模块化和可编程化方向发展。为了获得高稳定性和完美方波脉冲形状，需要性能优异的电子元器件和复杂电路设计。在这一方面，具有多年生产射频器件的老厂家有天然优势。另外，核磁共振谱仪需要用电脑来控制，界面友好的控制程序越来越受到用户的青睐。

(3) 供应商

针对用于凝聚态物理研究的固体核磁共振谱仪，全球主要有三家供应商：美国的 Tecmag 公司；美国的 Anasazi 公司；德国的 Bruker 公司。

三家品牌产品性能和价格调研对比表：

表 1：低频核磁共振谱仪调研对比

制造商	美国的 Tecmag	美国的 Anasazi	德国的 Bruker
型号	Redstone	EFT	AVANCE-NEO
数量 (台)	1	1	1
外汇总价	139,150 美元	167,000 美元	177000
人民币免税价格	89.79 万	107.76 万	114.21 万
主要参数	频率范围： 0.5MHz-500MHz； 最大输出电压：1V 稳定性：5*10 ⁻¹⁰ /day 最小脉冲宽度：10ns	频率范围： 1MHz-500MHz； 最大输出电压：1V 稳定性：1*10 ⁻⁹ /day 最小脉冲宽度：10ns	频率范围： 5MHz-400MHz； 最大输出电压：1V 稳定性：1*10 ⁻⁹ /day 最小脉冲宽度： 12.5ns
维护成本	谱仪性能稳定，根据过去的经验，十年内谱仪基本不会坏。	这是一家专注于做生物核磁和化学核磁的公司。以前接触不多，可能过保质期后，会按照国外厂家收费标准收费，维护成本高。	德国公司，品质有保证。先前有过收取高额维修费的先例。

4) 满足需求的供应商

综合极端条件强磁场核磁共振子系统预计采购 1 台低频核磁共振谱仪，总概算 95 万人民币。只有美国的 Tecmag 公司没有超过预算。Tecmag 公司的 Redstone 型号产品成功的在法国高场实验室、国内人民大学和中国科学院物理研究所使用。

它的软件界面友好，支持 loop 功能，可调节参量多，能满足各种各样的测量需求，且能提供软件接口和 VI，便于用户拓展软件功能。美国 Anasazi 公司的 EFT 主要应用于生物核磁和化学核磁，应用场景不同，且超过预算过多。布鲁克公司最低输出频率为 5MHz，不满足指标要求，且其报价远远超过我们的预算，而且还存在高额维修成本的风险。

通过调研产品价格、配置、技术指标等方面，美国 Tecmag 公司的 Redstone 不仅能满足我们的使用需求，其在国内外实验室均有客户使用同型号产品。

拟采购供货方：

制造商：美国 Tecmag

产品型号：Redstone

价格合计：13.915 万美元（折合人民币约 89.79 万人民币）

技术指标：

0.5MHz~500MHz 低频核磁共振谱仪

1. 频率范围：0.5MHz-500MHz
2. 最小脉冲宽度：10ns
3. 数模转换器频率：50MHz
4. 采样带宽：12.5MHz
5. 振荡器稳定性： 5×10^{-10} /day
6. 名义最大输出电压：1V
7. 频率分辨率：0.19Hz
8. 最大序列数：3072
9. 接口：快速 USB2.0

经过广泛调研，从技术指标、技术支撑和价格等方面综合考虑，美国 Tecmag 公司的产品不仅可以满足我们的技术要求，软件界面友好，可调参数多。且售后可以提供技术支持，方便日后的软件升级，另外，Tecmag 公司与物理所保持多年的合作，对物理所的需求非常了解，服务也非常到位。因此拟申请采购美国

Tecmag 公司生产的低频核磁共振谱仪。

采购需求部门论证签字（3人以上，含课题组组长）：

周菁 杨杰 罗军

周兴江

附件：调研供应商产品报价单

中国科学院物理研究所超导国家重点实验室



2021年 9 月 6 日