

中国科学院物理研究所关于采购大孔径超低温强磁场测量系统配件-无磁高压核需求论证和市场调研

一、需求论证

金刚石对顶压砧高压核（DAC）是静高压实验中常用的承压装置。本项目中所需使用的大口径低温恒温器配件-无磁高压核，主要用于超低温恒温器及强磁场下的电学和磁学测量。为了满足用户的科学需求，所使用的高压核需要采用无磁材料并能达到 200GPa 的超高压，且尺寸需满足低温恒温器样品腔的尺寸。这要求制作高压核的材质无磁并具有足够高的机械强度，同时可以根据我们的实验要求设计满足实验需求的高压核。

二、市场调研

（1）相关行业

目前，国际静高压领域 DAC 装置的最大供应商为比利时的 Almax-easylab 公司和日本的 HMD 公司。国内一些 DAC 供应商由于用户采购 DAC 品种多，数量少，多采用外协代工模式，从而导致产品稳定性和质量难以保证。经过多方考察，只有北京宜捷材料科技有限公司是一家具有 DAC 设计和生产能力的专业厂家。具备年产 1000 套各类压机和非标装备的能力。经过 10 年的发展，该公司的 DAC 产品遍布国内各个高压课题组，部分产品也远销美国、欧洲和韩国。北京高压科学研究中心、中国工程物理研究院和吉林大学国家超硬实验室是公司的主要用户单位

（2）产业发展状况

制作高压核的材料通常是采用铍铜材质，Almax-easylab 公司和日本的 HMD 公司均采用这种材质。但随着高压磁学研究的发展，研究人员不断追求更高实验压力下的材料特性研究，要求能够提供一种耐受压力更高的金刚石压腔。21 世纪早期，俄罗斯科学家采用 Russia Alloy 作为磁学压腔的主体材料，并在德国研

研究所做出了 200GPa 的实验结果，证明了该种材料所制作高压核在产生超高压并适用于强磁场的优势。由于受限于原料和进出口管制，目前只有 QD 公司可以提供 NiCrAl 材质的高性能 MPMS 高压压腔，但价格均超过了 30 万人民币/套，货期常常 6~8 个月。另外，进口产品基本只提供标准型号的压腔，不能依据用户的实验需求进行任意的改进，大大限制了国内用户的使用。

(3) 供应商：

北京宜捷材料科技有限公司秉承质量为先的原则，制定了严格的质量工艺控制规程，用于制造 DAC 装置的材料一直采用行业内最高标准，一方面公司采购国际最适宜的基础材料，另一方面积极开展自主研发，先后研发出高强度无磁 NiCrAl 合金和中子透明 TiZr 合金。而且 DAC 产品加工过程所采用的关键设备均为日本进口精密数控设备，操作人员具有丰富学历和经验，保证 DAC 装置 $\pm 0.02\text{mm}$ 公差范围，关键配合尺寸可以控制到优于 0.005mm 。生产出的高压核的光洁度、平行度及精度均优于市场常规产品。北京宜捷材料科技有限公司在高压无磁压腔方面已经开展了超过 5 年的高压和超高压方面的应用研究，并针对应用环境在常规工艺的基础上进行了多项技术改进，例如，NiCrAl 合金常规处理工艺只是考虑硬度，处理工艺简单，而在高压领域，材料受力变形率很重要，为了降低材料高压变形率，对该类压腔进行多次低温液氮深冷处理工艺，这样处理后的产品性能较常规产品提高 10~15%，而且使用寿命大幅提高，后期变形率降低 50% 以上，硬度稳定 58 ± 1 ，屈服强度稳定在 1890Mpa。参数远好于铍铜材质。另外，机械加工产品均具有大小不同的加工应力，这在超高压产品方面影响巨大，为了降低加工应力，所有用于超高压的产品，在最后工序均增加 1 次表面应力退火处理。以上这些都是该企业多年的技术积累和质量不逊于进口产品的保障。

(4) 满足需求的供应商

目前，北京宜捷材料科技有限公司 2019 年研制的 NiCrAl 无磁合金制作的无磁高压核满足需求，材料性能如下：

1、密度：7.76g/cm³；

- 2、硬度：热处理后硬度 HRC56-58；
- 3、屈服强度： $\geq 1880\text{MPa}$ （ 20°C ）；
- 4、饱和磁化强度： 1.35×10^{-5} （4K）； 6.8×10^{-6} （300K）

装置基本性能：

- 1、加工精度要求：平行度优于 ± 0.005 ，未标注公差 ± 0.02 ，同轴度 0.005，垂直度 0.002，光洁度---底座面 0.4，端面 0.8；
- 2、外观亚光防锈处理；
- 3、配同质 NiCrAl 无磁顶丝；碟簧为高强 BeCu 碟簧。
- 4、可根据用户需求进行定制加工，实现 200GPa 以上的压力环境。

拟采购供货方：

北京宜捷材料科技有限公司是具有自主的设计、生产体系和完备的售后系统，并在相关使用群体中具有优良的口碑，并且是唯一可定制生产满足我们实验需求的厂家，经过专家论证，一致推荐该公司产品作为此次采购的单独供应商。

附件：调研供应商产品报价单



中科院物理所超导国家重点实验室（公章）

2021年12月23日