



请输入关键字

🏠 首页 (../..>科研进展 (../..)

## 近代物理所成功研制1.3GHz单cell铜铌复合超导腔

文章来源: | 发布时间: 2020-06-22 | 【打印】 【关闭】

近日，近代物理所直线加速器中心的工程技术人员在新建设的2K低温测试平台上对自主研发的1.3GHz单cell铜铌复合超导腔成功进行了低温性能测试。2K低温测试系统稳定运行极限温度达到1.3K。超导腔体品质因数(Q<sub>0</sub>)达到约1.0E10、最大表面电场达到约50MV/m、机械稳定性相对于同类型纯铌超导腔提高了约6倍。

射频超导腔的高稳定性是强流高功率超导直线加速器的关键，是ADS系统面向未来工业化应用必须解决的关键技术问题。2018年，近代物理所直线加速器中心科研人员基于强流超导直线加速器的运行经验，提出以无氧铜和高纯铌复合材料为基础的超导腔技术路线，能够使超导腔获得更高的机械稳定性和热稳定性，以保证超导加速器长期稳定运行。

科研人员经过了2年多的技术探索，与合作厂家共同解决了复合材料制备、冲压成型、电子束焊接、表面处理、热处理、低温测试等方面的工艺技术难题，最终研制成功2只基于铜铌复合材料的1.3GHz单cell椭圆超导腔，并进行了低温测试。

测试结果如图1所示，其中2号铜铌复合腔的最大峰值表面电场 $E_{pk} \approx 50\text{MV/m}$ ，无辐射剂量；在 $E_{pk}=10\text{MV/m}$ 时，2K和1.8K对应的无载品质因子 $Q_0$ 分别为 $9.78\text{E}9$ 和 $1.02\text{E}10$ ，铜铌复合腔的实测频率氦压敏感度( $df/dp$ )和洛伦兹失谐系数(LFD\_coeff.)分别约为 $-17\text{Hz/mbar}$ 和 $-0.272\text{Hz}/(\text{MV/m})^2$ ，相比于同批次测试的纯铌椭圆超导腔均提高了约6倍，显示出更高的机械稳定性。

实验还发现这种新型超导腔 $Q_0$ 对降温流程和环境敏感，优化后可以进一步提高复合超导腔的 $Q_0$ 并缓解 $Q_0$ -Slope。1.3GHz单cell椭圆铜铌复合超导腔的成功研制，为面向高稳定运行强流超导直线加速器的核心技术奠定了基础。



图1: 1.3GHz单cell铜铌复合超导腔

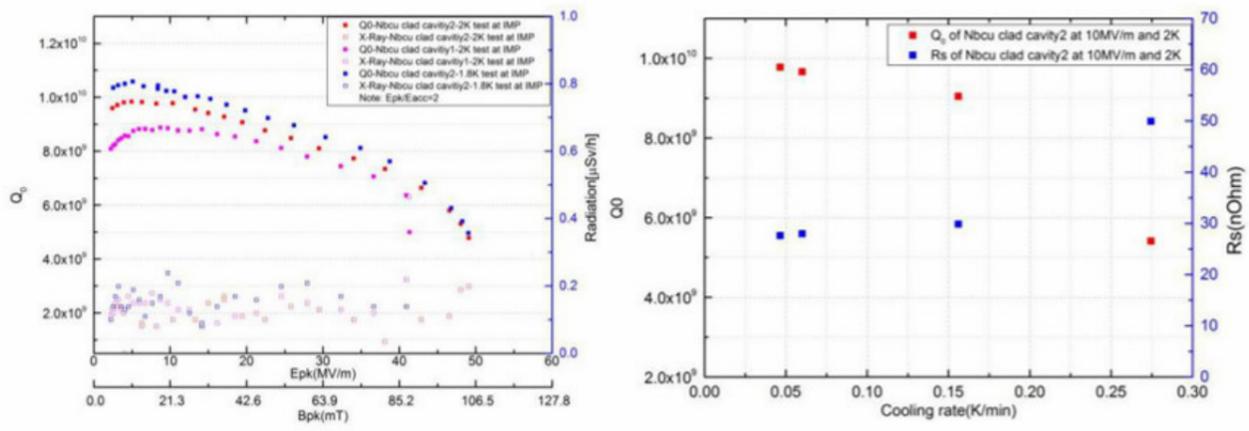


图2: 铜铌复合超导腔 $Q_0$ -E曲线 (左);  $Q_0$ 与降温速率的关系 (右)

该测试也首次验证了研究所2K及1.8K低温测试平台的性能。该平台是由直线加速器中心低温工程室研制建设，为HIAF和CiADS重大科技基础设施建设服务。2020年3月底，该系统顺利实现各设备的联合调试并成功投入运行。系统由4.5K氦制冷机、低温阀箱、垂测杜瓦、减压降温泵和控制系统等组成，可提供70W@2K制冷量，氦压力稳定度 $\pm 10$  Pa，超流氦液面稳定度5%。在为超导元器件提供4.5-1.5K测试环境同时，兼顾热声振荡、负压换热器性能测试等其它实验需求。2K低温系统的成功建设，不仅为超导腔2K低温测试提供了测试平台，也为HIAF及CiADS大型2K低温系统设计、建造及运行积累了经验，标志着近代物理所加速器低温技术迈上了一个新的台阶。

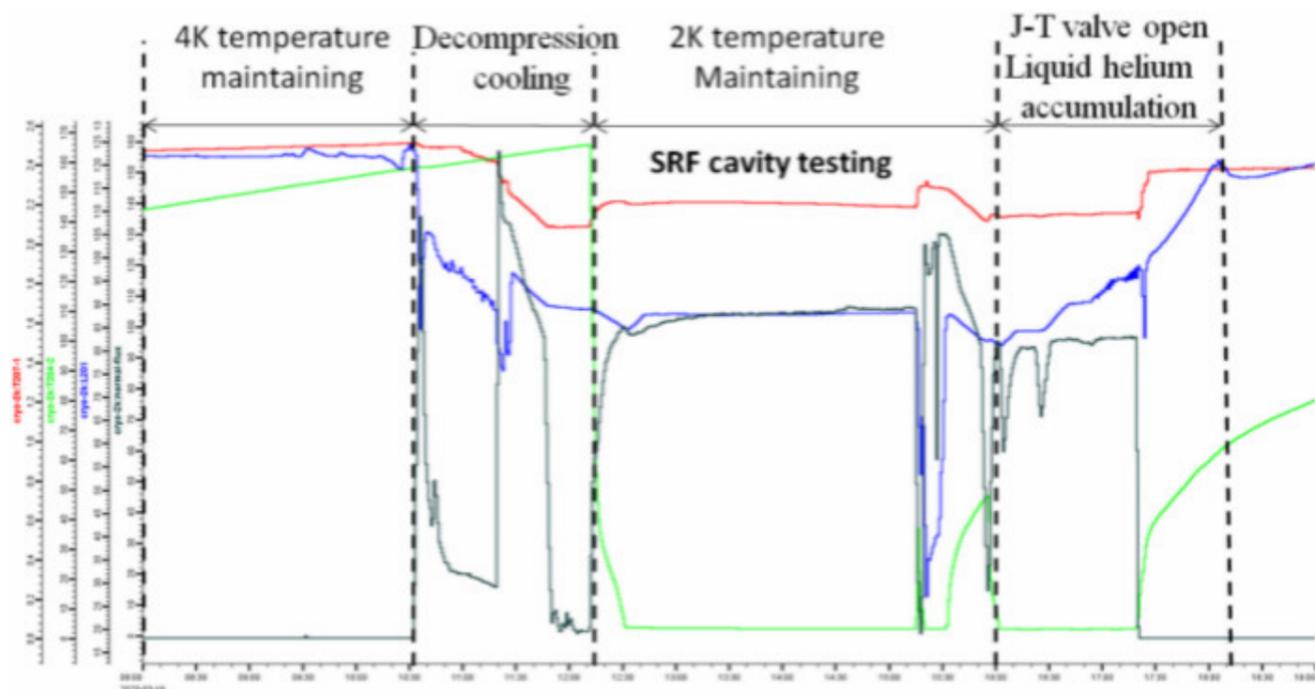


图3: 2K低温测试运行曲线

(直线加速器中心 供稿)



(<http://www.cas.cn/>)

版权所有 © 中国科学院近代物理研究所 中国·兰州  
地址：甘肃省兰州市南昌路509号 邮编：730000  
电话：0931 - 4969220 E-mail: [office@impcas.ac.cn](mailto:office@impcas.ac.cn)  
ICP备案号：陇ICP备05000649号 (<https://beian.miit.gov.cn>)



(<http://bszs.cc>)



甘公网安备 62010202000713号  
(<http://www.beian.gov.cn/portal/registerSystemInfo?recordcode=62010202000713>)