

近物所162.5MHz质子连续束RFQ加速器研制获进展

文章来源：近代物理研究所

发布时间：2014-01-23

【字号：小 中 大】

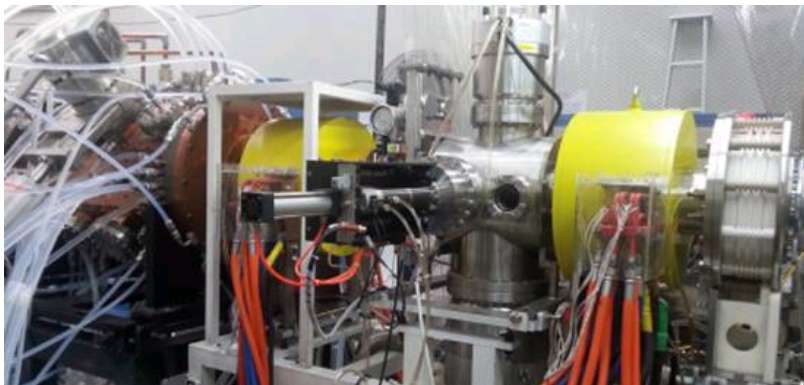
中国科学院近代物理研究所承担的ADS先导专项超导质子直线加速器RFQ研制获重要进展：162.5MHz/560keV RFQ样机完成了10mA连续束流测试；162.5MHz/2.1MeV RFQ完成了加工以及整腔场平整度和频率的调整测量。

162.5MHz/560keV质子RFQ样机由近代物理所自主研制，设计运行流强10mA，输出能量560keV，长度1m，已经与质子源、低能输运线和束流诊断元件组一起进行了运行和调试。空载时腔体功率约25kW，用物致辐射法测到的极间电压达到设计指标65kV；10mA束流负载时，腔体功率约30kW，出口两个FCT上测到的输出束流能量558keV，入口和出口两个DCCT上测到的传输效率大于90%，达到了质子束流在设计能量和流强下连续波输出的指标。

162.5MHz/2.1MeV RFQ是用于ADS质子加速器注入器II的原型机，输出能量2.1MeV，设计流强15mA，频率162.5MHz，截面425mm×425mm，总长度4.2m。由近代物理所和洛伦兹伯克利实验室合作设计，在科近泰基公司和近代物理所完成加工、焊接、真空检漏、高频加速电场测试和整体组装。

国际上相近频率的四翼型RFQ腔体几乎没有成熟的加工经验。因此，项目组在腔体正式加工前用1年多时间开展了一系列实验研究，包括刀具测试实验、单翼加工实验、腔体焊接实验和半米工艺腔体加工实验等，攻克了成型刀加工、深孔加工、电子束焊接、氢气炉钎焊等腔体制造的关键技术。在成功完成各项实验的基础上，从2013年初开始，又历经1年完成了腔体的加工，并分别进行了高频场测试和真空检漏测试。结果显示：腔体制曲线三坐标检测好于±0.05mm；腔体整体尺寸小于0.06mm，真空漏率小于 $1 \times 10^{-10} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ，所有水路在0.6MPa静态水压下无渗漏、无串路。

该腔体已于近日完成了整腔电场的调节和频率调谐，频率达到162.468MHz，场平整度达到±1.0%，对称度达到±1.25%。机械、真空和高频检测指标均达到设计要求。用于2.1MeV RFQ激励的连续波电子管功率源经过48小时140kW（运行所需功率）的无故障拷机实验，开环幅度稳定性和相位稳定性均达到设计要求。



ECR质子源、低能输运线和560keV RFQ实验装置

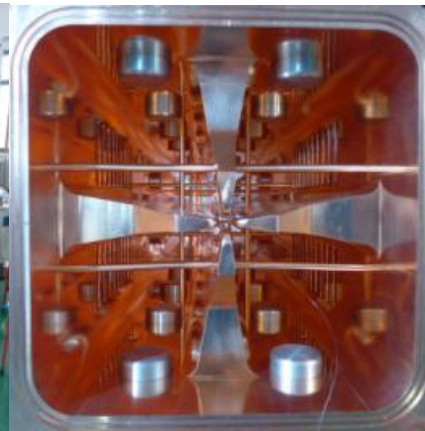


RFQ出口束流微脉冲结构

RFQ入口和出口连续束流信号



RFQ四段腔体装配



RFQ腔体截面