

超薄高真空阀门与离子束初聚系统

沈冠仁 秦久昌 苏胜勇 吴隆成 高福
(中国原子能科学研究院, 北京, 102413)

摘要: 介绍了专门为 CIAE 600 kV ns 脉冲中子发生器头部设计和使用的超薄高真空阀门与离子束初聚系统。采取阀门与初聚系统的第一电极合为一体的设计方案。建成并投入使用后, 头部聚焦系统没有电晕、不发热打火。超薄高真空阀门不仅使离子源更换快捷方便, 更重要的是保护整个发生器的真空系统, 特别是保护了加速管的安全使用, 延长了它的使用寿命。

关键词: 超薄高真空阀门, 离子束初聚系统, CPNG

在 CIAE 600 kV ns 脉冲中子发生器研制中, 初聚系统耐压不够, 产生电晕和打火。同时在头部没有一个能把离子源与发生器真空系统隔离的高真空阀门, 因此在离子源更换时, 使发生器全部暴露在大气中, 对发生器的真空, 特别是加速管维护产生很坏的影响, 也使发生器的直流束不能正常工作。

经过反复的思考, 采取打破常规办法, 重新设计和建造了初聚系统和超薄高真空阀门, 并使阀门与初聚系统的第一电极合为一体, 解决了上面遇到的难题, 收到事半功倍的效果。

1 初聚系统重新设计与加工

初聚系统和超薄高真空阀门的示意结构如图 1 所示。

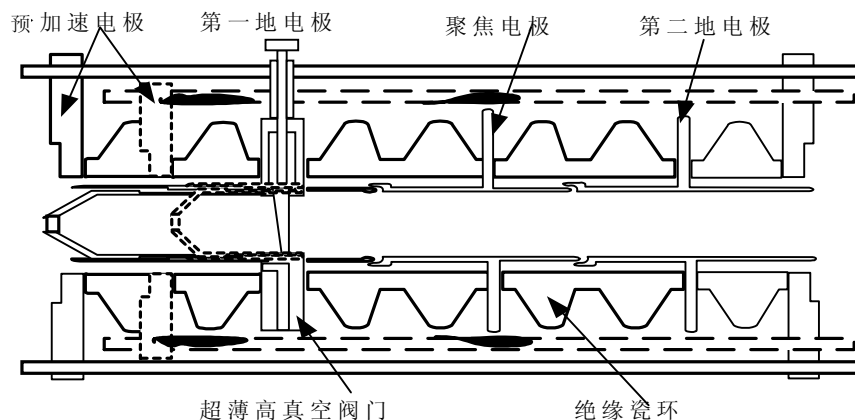


图 1 初聚系统与超薄高真空阀门示意图

图 1 中虚线所示为原设计的初聚系统，由于第一地电极和预加速电极，压紧拉杆和聚焦电极距离太近，耐压不够造成电晕和严重打火，黑斑是打火造成的拉杆缺损处。图 2 所示的曲线 1 和 2 代表原初聚系统的耐压测量结果。重新设计和加工的初聚系统是个三圆筒透镜，圆筒内径 $\phi 60$ mm，极间隙 6 mm。第一电极与厚 20 mm 的超薄高真空阀门结合，在更换离子源时阀门关闭，确保加速器的真空度。电极间用外径 $\phi 180$ mm，内径 $\phi 130$ mm，长 60 mm 的 95 陶瓷绝缘，并在透镜两端法兰间用拉杆压封。其难点是需聚焦束流强，聚焦电压高。为达到 30 keV 离子束切割能量的要求，在离子源引出口加预加速电压要高。加长了第一地电极与予加速电极绝缘距离和一个 3 cm 长带裙边的瓷环（图 1 中用菱形格线显示部分）。同时加大透镜两头的连接法兰直径，由 $\phi 256$ mm 增加到 $\phi 300$ mm，扩大了固定拉杆与电极间的距离 22 mm，与聚焦电极的距离也增加到 5 cm。图 2 中的曲线 3 代表新初聚系统的耐压状况，它完全满足了使用要求。

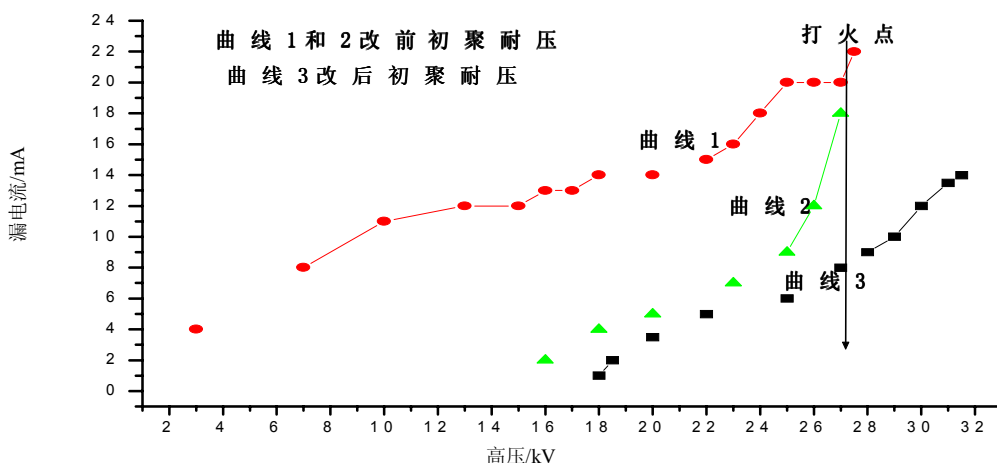


图 2 初聚系统耐压曲线

2 超薄高真空阀门重新设计与研制加工

预加速电极连接离子源底盘，原第一地电极没有真空阀门功能，与发生器的加速管和管道直接连通。因此，在更换离子源时，发生器的真空系统全部暴露在大气中。造成这种情况的原因是原来按常规方法为头部设计的阀门装不上，用不了。根据实际需要，决定把阀体作为初聚系统的第一地电极，使阀门和电极二者合一。设计最大困难是空间太小，原有第一地电极只有 8 mm 厚，按照头部束流光路计算，只能增加到 20 mm 厚。采取打破常规的设计方案，成为必由之路。一个阀体为直径 $\phi 200$ mm，厚 20 mm 的高真空阀门的主要结构如图 3 所示。

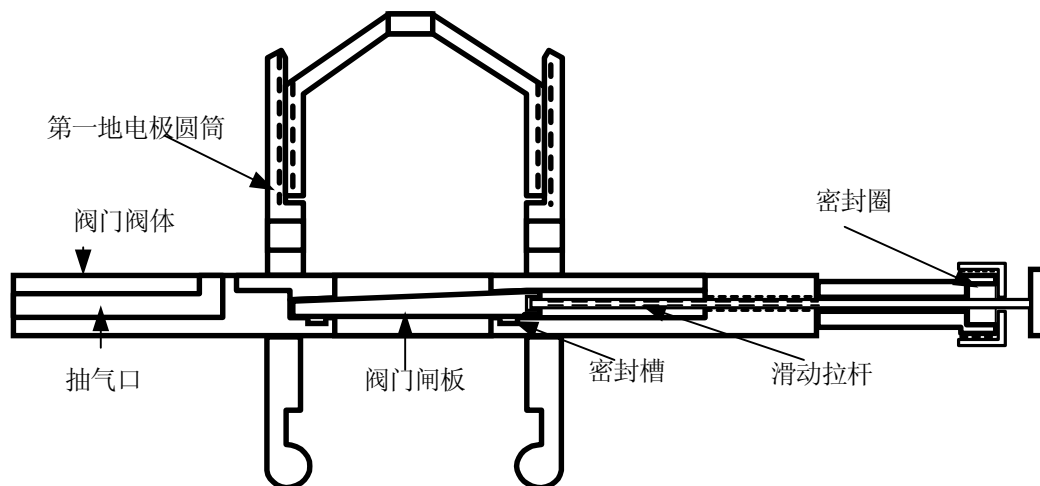


图3 第一地电极和超薄高真空阀门结构图

3 结果与讨论

新的初聚系统和超薄高真空阀门建成并投入使用，头部聚焦系统没有电晕、不发热打火。初聚系统正常工作确保离子束斑达到预期的设计指标，在分析磁铁出口为 $\phi 5\text{ mm}$ ，束流运输光路更加合理。

超薄高真空阀门不仅使离子源更换快捷方便，更重要的是保护整个发生器的真空系统，特别是保护了加速管的安全使用，延长了它的使用寿命，为 CIAE 600 keV ns 脉冲中子发生器直流束的正常工作建立了坚实的基础。

Ultrathin Vacuum Valve and Ion Beam Focusing System

SHEN Guanren QIN Jiuchang SU Shengyong WU Longcheng GAO Fu
(China Institute of Atomic Energy, Beijing, 102413)

Abstract: Design and fabrication of the ultrathin vacuum valve and ion beam focusing system are introduced for application on CIAE 600 kV ns Pulse Neutron Generator. The valve is integrated with first electrode of focusing system. The electric dizzy and striking sparks on focusing system disappeared after using these devices. The ion source can be replaced easily and quickly because the ultrathin vacuum valve was used, and the vacuum system of generator is

protected; specifically, safe action of the accelerating tube is maintained; and using live is extended.

Keywords: Ultrathin vacuum valve, Ion beam focusing system, CPNG