

中国散裂中子源 RCS 真空系统*

谭 彪^{1,2}, 黄 涛^{1,2}, 王鹏程^{1,2}, 刘佳明^{1,2}, 关玉慧^{1,2},
刘顺明^{1,2}, 孙晓阳^{1,2}, 董海义^{1,2}

(1.中国科学院高能物理研究所, 北京 100049; 2.散裂中子源科学中心, 广东 东莞 523803)

摘 要:快循环同步加速器(RCS)作为中国散裂中子源(CSNS)的重要组成部分,主要功能是接受来自直线加速器加速至 80MeV 的负氢离子束,通过剥离膜转换成质子束并累计加速到 1.6GeV 引出,经 RTBT 传输至靶站打靶产生中子。RCS 真空系统是实现这一功能的重要载体。本文从 RCS 总体布局入手,主要介绍 RCS 真空系统结构设计、设备布局方式以及泵组分布情况;本文还重点介绍了大型陶瓷真空盒在加速器上的应用情况以及陶瓷真空盒使用前的一些必要工艺:氮化钛镀膜和 RF 屏蔽。本文最后介绍了 RCS 真空系统的运行情况。

关 键 词:中国散裂中子源;RCS 真空;陶瓷真空盒;RF 屏蔽;氮化钛薄膜

中图分类号:TL53

文献标识码:A

文章编号:1002-0322(2021)03-0001-06

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2021.03.01

The Vacuum System of RCS at CSNS

TAN Biao^{1,2}, HUANG Tao^{1,2}, WANG Peng-cheng^{1,2}, LIU Jia-ming^{1,2}, GUAN Yu-hui^{1,2},
LIU Shun-ming^{1,2}, SUN Xiao-yang^{1,2}, DONG Hai-yi^{1,2}

(1. Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences (CAS), Beijing 100049, China;

2. Spallation Neutron Source Science Center(SNSSC), Dongguan 523803, China)

Abstract: Rapid cycling synchrotron(RCS) is an important component of China Spallation Neutron Source (CSNS). Its main function is to receive the 80MeV kinetic energy pulse H⁻ ion beam accelerated by the linear accelerator, and convert it into a proton beam by stripper foil. It is then accelerated to 1.6GeV, which are extracted and strike a solid metal target to produce spallation neutrons. The vacuum system of RCS is an important carrier to realize the function. This paper starts with the overall layout of RCS, and mainly introduces the structure design, the equipment layout and the distribution of the pumps of the vacuum system of RCS. This work also focuses on the application of large-scale ceramic chamber on accelerators and some necessary pretreatment process for ceramic chamber: TiN coating and RF shielding. The operating status of the vacuum system is introduced at end of the paper.

Key words: CSNS; vacuum system of RCS; ceramic vacuum chamber; RF shielding; TiN film

中国散裂中子源(CSNS, China Spallation Neutron Source)是我国“十一五”期间重点建设的大科学装置。旨在建设成一个世界一流的中子散射多学科研究平台,使其为生命科学、资源环境、材料科学、化学、物理和新能源等领域的微观研究提供强有力的研究手段。该装置是继英国、美国和日本散裂中子源之后,全世界第四台脉冲型散裂中子源^[1-2]。

CSNS 一期装置包括一台负氢离子直线加速器、一台快循环同步加速器(RCS, Rapid Cycling

Synchrotron)、两条输运线(LRBT & RTBT)、一个靶站以及三台中子散射谱仪。该装置一期总体设计指标为:打靶质子束流功率 100kW,脉冲重复频率 25Hz,每脉冲质子数 1.56×10^{13} ,质子数动能 1.6GeV。CSNS 装置于 2017 年 8 月 28 日首次打靶成功,获得中子束。随后,逐步提高打靶功率,于 2020 年 2 月 18 日完成一期设计指标,比原计划提前一年半时间。目前,CSNS 维持 100 kW 稳定运行,用户试验全面展开^[3-4]。这一过程中,RCS 真空系统保持长期稳定运行。

收稿日期:2021-01-11

作者简介:谭彪(1990-),男,湖南省邵阳市人,硕士,工程师。 通讯作者:黄涛,高级工程师。

* 基金项目:国家“十一五”重大科技基础设施建设项目中国散裂中子源工程((2008)2578)。