

CSNS DTL 真空泄漏解决方案 *

刘顺明^{1,2}, 王鹏程^{1,2}, 刘佳明^{1,2}, 谭彪^{1,2}, 孙晓阳^{1,2}, 王一刚^{1,2}, 朱邦乐^{1,2},

宋洪^{1,2}, 李波^{1,2}, 吴小磊^{1,2}, 李阿红^{1,2}

(1. 散裂中子源科学中心, 广东 东莞 523808; 2. 中国科学院高能物理研究所, 北京 100049)

摘 要: 漂移管直线加速器(DTL)是 CSNS 直线加速器的重要组成部分, 负责将脉冲流强为 15mA 的负氢离子束从 3MeV 加速到 80MeV, 再注入到快循环同步加速器(RCS)中实现进一步加速。为避免能量损失, 离子束加速必须在高真空环境内完成。本文首先介绍 DTL 腔真空系统组成, 然后对目前出现的真空泄漏情况进行分析, 详细描述了 Pickup 泄漏、漂移管泄漏(包括漏水、漏气、内漏)等不同情况下真空泄漏解决方案, 并通过 Monte Carlo 方法模拟计算, 缩小检漏区域。由于漂移管泄漏频率较高, 本文给出针对漂移管泄漏的规范操作流程, 以提高检漏效率。

关 键 词: DTL 腔真空系统; 真空泄漏; 蒙特卡罗方法; 检漏效率

中图分类号: TL53

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2023)03-0055-07

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2023.03.09

The Vacuum Leakage Solution of CSNS DTL

LIU Shun-ming^{1,2}, WANG Peng-cheng^{1,2}, LIU Jia-ming^{1,2}, TAN Biao^{1,2}, SUN Xiao-yang^{1,2},

WANG Yi-gang^{1,2}, ZHU Bang-le^{1,2}, SONG Hong^{1,2}, LI Bo^{1,2}, WU Xiao-lei^{1,2}, LI A-hong^{1,2}

(1. Spallation Neutron Source Science Center, Dongguan 523808, China;

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

Abstract: The drift tube linac (DTL) is the main part of CSNS linac, which is responsible for accelerating the negative hydrogen ion beam with a pulse current of 15mA from 3MeV to 80MeV, and then injecting it into the fast cycle synchrotron (RCS) for further acceleration. In order to avoid energy loss, ion beam acceleration must be completed in a high vacuum environment. This paper first introduces the composition of the DTL tank vacuum system, and then analyzes the current vacuum leakage, describes in detail the vacuum leakage solutions in different situations such as pickup leakage, drift tube leakage (including water leakage, air leakage, internal leakage), and reduces the leak detection area by simulation calculation by Monte Carlo method. Due to the high leakage frequency of drift tubes, this paper gives a standardized operating procedure for drift tube leakage to improve leak detection efficiency.

Key words: DTL tank vacuum system; vacuum leakage; Monte Carlo method; leak detection efficiency

中国散裂中子源(CSNS)是我国“十一五”期间重点建设的大科学装置, 已列入国家中长期科学和技术发展规划。CSNS 是一个质子束功率达 100kW、有效脉冲中子通量居世界前列的散裂中子源装置。CSNS 装置(图 1)建设的主要内容如下: 一台 80 MeV 负氢离子直线加速器、一台 1.6 GeV 快循环质子同步加速器、两条束流输运线、一个靶站、一期 3 台谱仪及相应的配套设施。H⁻ 离子直线加速器包括一台 50keV 潘宁负氢离

子源(IS)、一条低能传输线(LEBT)、一台 3.0MeV 射频四极加速器(RFQ)、一条中能传输线(MEBT)和一台 80MeV 漂移管直线加速器(DTL)^[1-3]。CSNS 装置于 2011 年在广东东莞开工建设, 2017 年 8 月 28 日打靶产生第一束中子束流, 2020 年 2 月 18 日完成一期设计指标(100kW)。CSNS II 加速器束流打靶功率计划从 100kW 升级至 500kW^[4], 目前可稳定运行在 140kW。

CSNS 直线加速器真空系统分为 IS&LEBT、

收稿日期: 2022-11-07

作者简介: 刘顺明(1987-), 男, 山东临沂人, 硕士, 高级工程师。 通讯作者: 王鹏程, 高级工程师; 宋洪, 研究员。

* 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)。