

真空材料放气率高精度测量装置*

李津铭^{1,2}, 王进伟^{1,2}, 刘俊男^{1,2}, 陈 明^{1,2}

(1.中国科学院上海高等研究院, 上海 201204; 2.上海同步辐射光源, 上海 201204)

摘 要:介绍了上海光源二期线站工程机械真空辅助实验室研制的一套基于双通道气路转换法的真空材料放气率高精度测量装置,对同步辐射真空系统中常见的无氧铜材料样品开展放气率测试研究。实验测量并计算得出样品与本底和本底在不同温度状态、排气时间、气路转换后的放气量。结果显示,经 72h, 150℃ 高温烘烤后的无氧铜放气率为 $3.06 \times 10^{-12} \text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$, 表明装置具有较高的放气率测试精度,可以满足同步辐射装置对超高真空材料放气率的测量要求。

关 键 词:真空材料;放气率;双通道气路转换法

中图分类号: TB74

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2023)04-0060-05

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2023.04.11

High-precision Measurement Device for Outgassing Rate of Vacuum Materials

LI Jin-ming^{1,2}, WANG Jin-wei^{1,2}, LIU Jun-nan^{1,2}, CHEN Ming^{1,2}

(1.Shanghai Advanced Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201204, China;

2.Shanghai Synchrotron Radiation Facility, Shanghai 201204, China)

Abstract: This paper introduces a set of high-precision measuring device for the outgassing rate of vacuum materials based on the method of switching between two pumping paths developed by the engineering machinery vacuum auxiliary laboratory of SSRF II beamline project. Based on this method, the outgassing rate of common oxygen free copper material samples in the synchrotron radiation vacuum system was tested. The outgassing amount of the sample with background and the background in the conditions of different temperature, outgassing time, and after the gas path conversion was measured and caculated. The results show that the oxygen free copper outgassing rate is $3.06 \times 10^{-12} \text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ after 72h baking at 150℃, it indicates that the device has a high test accuracy of outgassing rate which can meet the measurement requirements of synchrotron radiation device for the outgassing rate of ultra-high vacuum materials.

Key words: vacuum material; outgassing rate; SPP method

同步辐射超高真空系统由各种固体真空材料的腔体、密封件及真空获得设备等构成^[1-2]。任何固体材料在大气环境下都会溶解和吸附一些气体,置于真空时则会因溶解、解吸而放气^[3],导致压强升高。材料的放气率及放气成分是评估同步辐射真空系统中所用材料真空性能的重要指标。

国内外对于真空材料放气率测量已进行了大量研究。1995 年德国葛利克大学物理实验研究所改良得到双测试室小孔流导法测试装置,放气测量极限达到 $10^{-11} \text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ ^[4-5]; 1996 年日本筑波顶级材料研究院发展了转换气体路径的

方法,通过不同的进气路径测量测试室本底,放气测量极限达到 $10^{-12} \text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ ^[6]。这些对于测量方法及装置的探究和改良提高了测量精度,延伸了测量下限。近年来,我国已有研究机构开展真空材料放气率测试研究。兰州空间物理研究所^[7-13]和北京卫星环境工程研究所^[14-16]对航空航天用材料放气率进行了一定测试研究;中科院光电研究院的罗艳等研制了一套高精度真空材料放气率测量装置,并比较研究了不同条件下的电镀件放气特性^[17-18]。

为了优化同步辐射前端与光束线真空系统

收稿日期: 2022-12-14

作者简介: 李津铭(1995-),男,上海市人,助理工程师。

通讯作者: 陈明,高级工程师。