

深空探测器真空热环境模拟试验系统

王 飞, 景加荣, 李灿伦, 齐晓军

(上海卫星装备研究所, 上海 200240)

摘 要: 空间环境模拟试验主要用于模拟太空的冷黑环境、真空环境及太阳辐射环境, 通过热试验验证航天器温控、结构设计的合理性。深空探测器真空热环境模拟系统有效空间为 $\Phi 3.35\text{m} \times 5\text{m}$, 设备主要包括真空容器、热沉、氮系统、真空抽气系统、外热流系统、环境监控系统、测控系统等, 试验极限真空度 $3.2 \times 10^{-5}\text{Pa}$, 热沉平均温度 $\leq 85\text{K}$, 温度均匀性可达 3.5K 。系统已完成多次整星试验, 系统各项指标均优于设计指标要求。

关 键 词: 真空抽气; 热沉; 外热流; 热真空试验; 集中监控

中图分类号: V416.5; V416.8, TB75

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2019)03-0016-05

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2019.03.04

Development of vacuum thermal environment test system for deep space detector

WANG Fei, JING Jia-rong, LI Can-lun, QI Xiao-jun

(Shanghai Institute of Spacecraft Equipment, Shanghai 200240, China)

Abstract: Space environment simulation test is mainly used to simulate the cold-black environment, vacuum environment and solar radiation environment in space, which can verify the rationality of thermal and structural design of spacecraft. The effective space of the vacuum thermal environment test system for deep space detector is 3.35 meters in diameter and 5 meters in length. The equipment mainly includes vacuum vessel, heat sink, nitrogen system, vacuum-pumping system, external heat flux system, environmental monitoring system, measurement and control system. The ultimate vacuum of the equipment is $3.2 \times 10^{-5}\text{Pa}$, the average temperature of the heat sink is less than 80K , and the temperature homogeneity of the heat sink is 3.5K . The equipment has been used for several whole-spacecraft tests, the various technical indexes of the whole system are all superior to the design targets.

Key words: vacuum pumping; heat sink; external heat flux; thermal vacuum test; centralized monitoring

深空探测主要是飞行距离大于等于地月距离, 主引力场不是地球的空间探测任务。目前国内深空探测的主要对象为月球和火星, 已开展的深空探测研究包括绕月探测工程、空间科学探测、火星探测等^[1]。为满足某型号航天器研制要求, 我所负责研制了一套真空热环境试验系统, 满足月球等深空探测器热环境试验测试要求。由于月球环境温度温差较大, 最高辐照温度可到 130°C , 最低冷背景温度为 -180°C , 为满足试验外热流要求, 提高试验检测的可靠性, 系统在热沉设计及红外辐照加热笼设计等方面进行了充分的理论及仿真论证分析。目前该系统运行良好, 各项试验技术指标较均满足试验要求。

1 主要设计指标

- (1) 真空容器为卧式结构, 有效尺寸: $\Phi 3950\text{mm} \times 5000\text{mm}$;
- (2) 系统空载极限真空度: $\leq 5 \times 10^{-5}\text{Pa}$, 系统负载试验真空度: $\leq 5 \times 10^{-4}\text{Pa}$;
- (3) 热沉有效尺寸: $\Phi 3350\text{mm} \times 5000\text{mm}$;
- (4) 热沉负载试验温度: $\leq 90\text{K}$, 热沉热负荷 28kW 。

2 系统组成

真空热环境试验系统设备组成见图 1, 主要由真空容器、热沉、真空抽气系统、氮系统、外热

收稿日期: 2018-07-09

作者简介: 王飞(1988-), 上海市人, 硕士研究生, 工程师。