

航天器防污染真空试验设备

董 栋, 景加荣, 董德胜, 施承天, 任维松, 孙 凌, 陈亚慧

(上海卫星装备研究所, 上海 200240)

摘 要: 提出一种专用型航天器防污染真空除气罐, 即基于真空烘烤除气及黑体加热技术, 实现污染物控制及复杂形状航天器高精度控温。通过试验及气相色谱质谱连用测试仪验证, 该真空除气罐可有效控制试验过程中的污染物, 且实现了航天器污染控制试验高通用性及自适应性。

关 键 词: 防污染; 真空除气罐; 黑体加热; 冷凝板

中图分类号: V146.5; V416.8

文献标识码: B

文章编号: 1002-0322(2021)01-0051-06

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2021.01.11

Vacuum Baking Facility for Contaminant Cleaning for Spacecraft

DONG Dong, JING Jia-rong, DONG De-sheng, SHI Cheng-tian, REN Wei-song, SUN Ling, CHEN Ya-hui

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

Abstract: This paper presents a new vacuum baking facility based on the vacuum-baked method and blackbody heating technology, which can realize contaminant collection and high precision temperature control of the complex shaped spacecraft. Furthermore, the experimental approach presented is validated based on measurement data of the GCMS. The results show that the vacuum baking facility can control the contaminant in the test effectively. This new method allows versatile and adaptive test of the spacecraft.

Key words: contaminant cleaning; vacuum baking facility; blackbody heating; condenser plate

航天器的污染物质是指航天器不需要的物质或能引起航天器性能衰变的物质。航天器内部使用了大量的非金属材料, 如黏合剂、热控涂层、多层、绝缘材料等, 该类材料在特定的真空环境下会大量放气, 而航天器上有部分高度污染敏感的有效载荷系统, 这些系统上的任何污染沉积都会改变系统的光学性能、数据采集或热控能力, 从而影响航天器的可靠性。

航天器具有投入资金巨大、技术密集和高风险等特点, 所以其可靠性和安全性极为重要, 出现问题的代价极其昂贵。据美国 1996 年统计, 美国卫星因污染导致故障的共有 25 颗, 部分问题统计如表 1 所示^[1]。

而且随着航天事业不断发展, 为完成各种复杂任务, 航天器的几何形状越来越复杂, 有效载荷和空间环境的关系也越来越密切。为适应这种形式, 必须加强对航天器防污染的研究。真空烘

烤是当前空间环模技术发达国家普遍采用的技术^[2], 对特定的航天器和部件应其要求制定具体的烘烤措施。PD-ED-1233 提出在航天器热真空试验前进行为期 3 天的高温烘烤试验^[3]。Large Area Telescope (LAT) 在热平衡 / 热真空试验前进行了高温 45℃、时间为 72h 的真空烘烤除气试验, 以促使 LAT 内部材料充分挥发、放气, 其真空烘烤试验及热平衡 / 热真空试验剖面如图 1 所示^[4]。

近几年国内已开始真空烘烤试验方面开展研究, 并参考国际通用标准 ASTM-E595 作为卫星热真空试验的执行依据^[5]。真空烘烤试验已在国内外系统级试验标准中有明确要求, 不同的航天器可根据其自身特点对试验进行调整, 以加速非金属材料放气, 避免后续试验中对敏感设备造成危害^[6]。但目前绝大多数真空烘烤试验仅作为整个热平衡 / 热真空试验的一部分, 烘烤试验和热平衡 / 热真空试验共同使用一套大型空间环

收稿日期: 2019-12-09

作者简介: 董栋(1990-), 男, 浙江省舟山市人, 硕士, 工程师。

通讯作者: 景加荣, 研究员。