

真空热试验设备压力调节系统设计

祁松松, 景加荣, 董德胜, 董 栋, 王 飞, 张 蕊

(上海卫星装备研究所, 上海 200240)

摘 要:随着航天技术的发展,提出了压力敏感组件的压力控制及泄复压试验要求,即要求真空热试验系统具有泄压、复压、稳压功能,能实现压力调控。本文根据动态平衡原理及自动控制技术,给出了真空热试验设备压力调节系统结构原理及设计方法。试验证明,该设备满足相关设计要求,可以确保泄复压及压力控制试验的顺利进行。

关 键 词:真空热试验;压力调节系统;自动控制

中图分类号:V416.5;V416.8; TB75 文献标识码:A 章编号:1002-0322(2019)04-0062-03

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2019.04.15

Design of Pressure Regulating System for Vacuum Thermal Test Equipment

QI Song-song, JING Jia-rong, DONG De-sheng, DONG Dong, WANG Fei, ZHANG Rui

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

Abstract: With the development of space technology, the requirement of pressure control, depressurization and repressurization for pressure sensitive components are proposed. In other words, the vacuum thermal test equipment should have the function of depressurization, repressurization and stable pressure, which can control the pressure. According to the principle of dynamic balance and automatic control technology, the principle of the pressure regulating system of vacuum thermal test equipment and design method are proposed. The results show that the equipment meets the requirement of the design, which ensures the pressure experiment carried out successfully.

Key words: vacuum thermal test; pressure regulating system; automatic control

真空热试验是指将装有真实产品的航天器置于真空和规定的温度循环条件下,验证或检查航天器产品功能、检验航天器制造工艺、发现航天器设备早期失效的过程^[1,2]。

载人航天器在真空热试验的过程中,需要对飞船内的压敏元器件进行压力控制试验,以检验其对某压力或泄复压环境的适应性^[3,4]。即需要真空热试验设备具有压力调控,维持设备内的压力在一目标值和按一定的速率要求泄压或复压的功能,本文以某型号真空热试验设备压力控制要求为背景,详细介绍了压力调节系统的设计及实现过程。

1 压力调节系统方案设计

1.1 系统技术要求

1) 压控系统可以控制设备压力在 200Pa ~

95kPa 之间;

2) 从 95kPa 到 30kPa 泄压速率 0.3kPa/s, 降压速率精度 $\pm 50\%$;

3) 从 30kPa 到 95kPa 复压速率 0.02kPa/s, 复压速率精度 $\pm 50\%$ 。

1.2 总体设计

根据上述要求及工程实际,采用图 1 所示的结构进行压力调节系统设计,系统由真空抽气系统、充气系统、自动控制系统等组成。

真空抽气系统和充气系统是核心部分。利用罗茨泵和旋片泵组成的机组对容器进行泄压,并在机组与容器之间串入一支调节阀,可调节泵组有效抽速。充气系统利用流量可精确控制的流量控制器实现复压。利用抽气系统和充气系统的动态平衡可实现压力的稳定控制。