

运载火箭地面供气系统多余物控制工艺研究

王津 曹京京 秦晓飞
(天津航天长征火箭制造有限公司 天津 300457)

摘要: 多余物控制一直是运载火箭装配测试过程中的一大难题, 运载火箭装配完成后气检测试过程中极易将地面供配气系统中的多余物引入箭上, 传统的地面供配气系统多余物控制方法由于吹除压力较低、对比度差等的影响对于控制白色油脂类多余物存在较大的漏洞, 本文提出了一种新的地面供配气系统多余物控制检测方法, 通过提高吹除压力, 改进收集方式, 提升检测手段, 可有效控制各类油脂类多余物。

关键词: 多余物; 地面供配气系统; 油脂

0 引言

多余物问题一直是影响运载火箭装配质量甚至发射成败的重要因素, 特别是对于低温运载火箭多余物控制更是火箭装配测试过程中的一大难题; 运载火箭增压输送系统总装完后需要进行气检, 通过地面供气系统给箭上增压输送系统供气, 在此过程中, 极易将地面供气系统中的多余物(金属屑、油脂、灰尘等)引入系统, 造成箭上系统阀门关闭不严漏率超差或者堵塞排气口造成耗气量偏低等质量问题。

1 地面供配齐系统多余物控制传统方法

目前新一代运载火箭地面供气系统多余物控制措施为: 采用多道麂皮过滤器+滤网过滤器组合进行多余物控制; 具体方式如下:

(1) 地面供气系统连接方式为: 气源—滤网过滤器—麂皮过滤器—配气台—滤网过滤—箭上接口, 测压管路连接方式: 箭体—滤网过滤器—地面软管—配气台。其中所有过滤器箭头方向朝向箭体。

(2) 地面管路吹除流程: 先将气源打开放气不低于 15min, 白绸布收集不少于 1min, 确认无多余物后, 连接配气台前管路, 打开配气台放气开关, 放气压力不小于 0.5MPa, 对系统放气不少于 5min, 白绸布收集不少于 1min, 确认无多余物后, 可进行供气系统管路连接, 用不低于 0.5MPa 压力吹除, 以每 2m 不少于 1min 计算吹除时间(总时长不少于 5min), 并用白绸布收集不少于 1min, 目视检查确认白绸布上无多余物后方可给箭上系统供气。

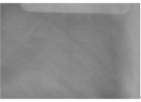
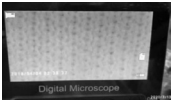
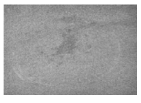
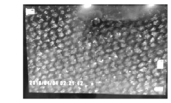
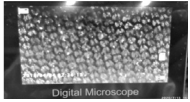
近年来多余物问题频发, 通过工艺试验发现, 目前的地面供气系统吹除措施及检验方法对于控制白色油脂类多余物存在较大的漏洞。

(1) 白绸布收集对于深色多余物的检测效果比较明显, 但对于白色油脂类多余物由于颜色相近, 对比性较差, 收集检查效果不太理想;

(2) 部分箭上阀门对油脂类多余物特别敏感, 甚至微量的油脂都能容易导致阀门泄漏或耗气量超差; 因此传统的目视检查已经不能满足火箭装配要求;

(3) 通过试验发现地面供气系统采用 0.5MPa 气体吹除, 不能完全将附着的油脂吹除干净, 之后采用 2MPa 气体

表 过滤器油脂吹除收集试验

序号	压力	系统吹除时间	收集要求		检查结果	
			收集方式	收集时间	目视检查	100 倍显微镜下检查
1	0.5 MPa	5min	白绸布	1min	 目视无油脂	 100 倍显微镜下无油脂痕迹
2			黑绸布	1min	 无明显油脂, 出现类似潮区域湿	 100 倍显微镜下有油脂颗粒
3	2 MPa	5min	黑绸布	1min		

吹除收集的黑绸布在 100 倍显微镜下仍有油脂颗粒, 详见下表。

2 改进后的地面供气系统多余物控制工艺方法

通过地面工艺试验, 对地面供气系统吹除措施及检验方法进行了改进, 有效控制避免白色油脂类多余物进入箭上系统。

地面供气系统搭建后吹除要求:

(1) 配气系统搭建后吹除时, 根据实际供气工况: 若为 23MPa 及以下的供气压力, 则采取实际供气压力进行全开度(配气台手阀及减压阀)吹除 5min, 吹除时用采集器(不带衬底)+黑绸布进行收集; 吹除后再用采集器+白绸布收集 1min;

(2) 对于 23MPa 以上供气压力, 如实际供气流量低于 23MPa 全开度吹除时的流量, 采取 23MPa 供气压力进行全开度吹除, 如高于 23MPa 全开度吹除流量, 则采用实际供气压力进行全开度吹除; 吹除时间和收集要求同上;

(3) 吹除收集后将黑、白绸布、衬底, 分别放在 100 倍显微镜下进行检查, 确认无多余物后方可使用, 其中黑绸布检查只对是否含有油脂进行判别;

(4) 地面供气系统吹除压力提高至 23MPa 及以上, 导

(下转第 139 页)

验机上,逐渐增加转速至最小破裂速度。如果固结磨具达到了最小的破裂速度而没有破裂则为合格,所有经过破裂速度试验的固结磨具应销毁。根据《GB/T 2494-2014 固结磨具安全要求》标准 8.2 条款“委托和监督性检验安全速度和破裂速度试验规则”的规定,安全速度试验按最高工作速度的 1.5 倍系数进行;根据 6.3.1 条款破裂速度试验按 1.73 倍系数进行。

例如:1-150×32×32A/F24N6V-35m/s 型陶瓷结合剂砂轮为监督抽查抽样样品。其安全速度和破裂速度计算如下:

$n^{max}=(V \times 60 \times 1000)/(\pi \times D)$ n^{max} :最高工作转速(单位: r/min) V^s :最高工作速度(单位: m/s) D :砂轮外径(单位: mm)

$n^{max}=(V^s \times 60 \times 1000)/(\pi \times D)=(35 \times 60 \times 1000)/(3.14 \times 150) \approx 4457 \text{ (r/min)}$

安全转速 =1.5× n^{max} =1.5×4457≈6686 (r/min)

破裂速度 =1.73×4457≈7711 (r/min)

3.2 回转强度的测量

在安装砂轮前检查设备各部位是否处于正常状态,开启空气压缩机气源开关,保持气源压力在 0.3 ~ 0.6 MPa 范围内正常工作。开启电源,检查显示屏显示状态是否正常,打开回转腔体的安全门,选择相应的卡盘,将砂轮可靠地安装在回转强度试验机的主轴上,关闭安全门,设定转速后按下设定键,输入检验转速,按下确定键,设备进入可启动

状态。其间注意观察显示屏相应状态指示灯,按下开始键,设备进入自动升速状态,主轴开始旋转,达到设定转速后按设定的时间维持该转速,维持时间到后自动降速直至停车,打印数据。其间注意观察显示屏相应状态指示灯。

4 结语

砂轮广泛应用于国民建设、生产和生活各个领域。陕西省砂轮产品制造企业生产规模不大,但在流通领域,砂轮作为工业生产工具产品,销量很大,产品质量良莠不齐。随着装备制造业的发展,工业产品更新换代加速加快,促使砂轮产品市场需求也在增大,对产品质量要求也越来越高。砂轮检验检测工作确保了产品质量良性发展,促进产品质量水平迈上更高台阶。

基金项目:本文为陕西省创新能力支撑计划“陕西省机械制造检验检测共享服务平台”项目(编号:2020PT-034)研究成果。

参考文献:

[1]程立江,袁明涛,尹毅.镍钴硬磁合金微型零件 V 形边加工工艺研究[J].机电元件,2020,40(06):20-25.
[2]詹友基,江宋然,许永超,等.纳米晶粒硬质合金平面磨削表面粗糙度研究[J].福建工程学院学报,2020,18(06):511-517.

作者简介:穆亚娟(1989-),女,汉族,陕西咸阳人,本科,工程师,研究方向:机械电气设备检验检测。

(上接第 137 页)

致操作人员手工收集存在安全风险且吹除过程噪音过大,对操作人员听力噪声损伤,也会影响现场其他作业,因此设计新制了地面供气系统多余物吹除收集消音工装(见下图),实际使用效果良好。

3 改进后的工艺方法效果

(1) 多余物收集控制措施检验方法的改进:改进后

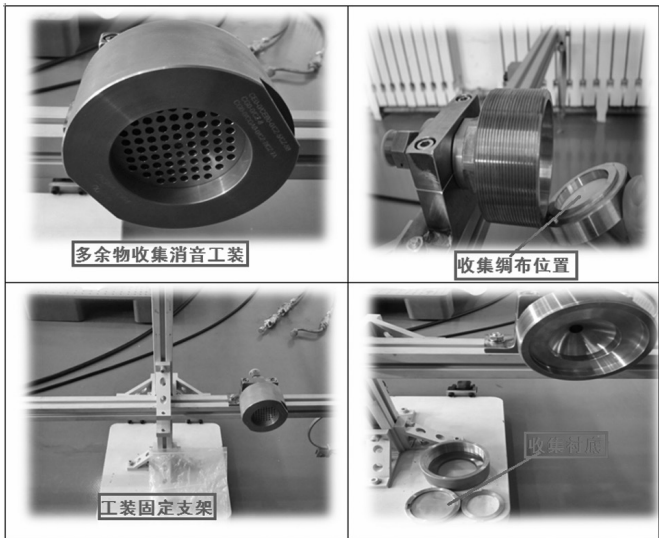


图 地面供气系统多余物吹除收集消音工装

的多余物收集方法,采用黑绸布+白绸布的收集方法,并用 100 倍显微镜检查的方式可有效避免给箭上引入油脂类多余物。

(2) 依据实际工况提高地面供气系统吹除压力,并解决了高压安全及噪音问题,可确保供气过程中不给箭上系统中引入多余物。

4 结语

综上,采用改进后的地面供气系统吹除措施及检验方法,能有效控制避免多余物进入箭上系统。

参考文献:

[1]骆青业,应媛媛,宋健等.航天管路多余物的预防和控制[J].机电产品开发与创新,2015,28(4):7-8.
[2]国防科学技术工业委员会.航天产品多余物预防和控制:QJ 2850-96[S].北京:中国航天工业总公司,1996.
[3]李大南.航天型号产品多余物及其预防和控制标准的实施检查[J].航天标准化,2006(1):17-20.
[4]赵洪波,王燕娜,王海峰.多余物控制工艺在运载火箭动力系统试验中的研究应用[J].电气制造,2014(4):51-53.
[5]甄晓改,侯颖,甄晓鹏,等.运载火箭测试过程中多余物控制现状分析[J].四川兵工学报,2015(6):74-76.

作者简介:王津(1984.07-),男,汉族,河北辛集人,硕士研究生,工程师,研究方向:运载火箭总装测试技术。