



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103674458 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310576930. 7

(22) 申请日 2013. 11. 18

(71) 申请人 北京宇航系统工程研究所

地址 100076 北京市丰台区南大红门路 1 号
内 35 栋

申请人 中国运载火箭技术研究院

(72) 发明人 张连万 邢力超 王道连 周炎

赵涛 程翔 王跃平 曹文利

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 庞静

(51) Int. Cl.

G01M 7/02(2006. 01)

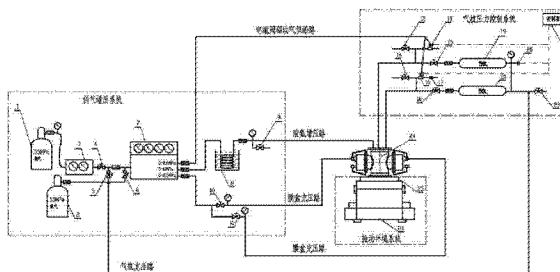
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种运载火箭用低温蓄压器液氮温区振动试验装置

(57) 摘要

一种运载火箭用低温蓄压器液氮温区振动试验装置,包括供气增压系统、气枕压力控制系统、振动环境系统;所述的振动环境系统包括振动台和振动工装;低温蓄压器通过振动工装安装在振动台上;试验开始时,向低温蓄压器壳体内倒入液氮,供气增压系统向低温蓄压器膜盒内充入氮气,使膜盒内压力与膜盒实际工作压力保持一致;气枕压力控制系统内设置气瓶,气瓶与低温蓄压器壳体内腔连通,供气增压系统向上述气瓶内充入氮气,并向低温蓄压器壳体内充入气液混合低温氮气,使得气瓶内压力与低温蓄压器壳体内压力一致;振动试验时,气枕压力控制系统控制低温蓄压器壳体内压力保持稳定。



1. 一种运载火箭用低温蓄压器液氮温区振动试验装置,其特征在于:包括供气增压系统、气枕压力控制系统、振动环境系统;所述的振动环境系统包括振动台和振动工装;低温蓄压器通过振动工装安装在振动台上;试验开始时,向低温蓄压器壳体内倒入液氮,供气增压系统向低温蓄压器膜盒内充入氦气,使膜盒内压力与膜盒实际工作压力保持一致;气枕压力控制系统内设置气瓶,气瓶与低温蓄压器壳体内腔连通,供气增压系统向上述气瓶内充入氮气,并向低温蓄压器壳体内充入气液混合氮气,使得气瓶内压力与低温蓄压器壳体内压力一致;振动试验时,气枕压力控制系统控制低温蓄压器壳体内压力保持稳定。

2. 根据权利要求1所述的一种运载火箭用低温蓄压器液氮温区振动试验装置,其特征在于:所述的气枕压力控制系统包括第七手动截止阀(12)、第一低温电磁阀(13)、第八手动截止阀(14)、第九手动截止阀(15)、第二低温电磁阀(16)、限流孔板(17)、第十手动截止阀(18)、第一气瓶(19)、压力传感器(20)、第二气瓶(21)、第十一手动截止阀(22)、控制器(23);

低温蓄压器(24)的壳体内腔分别连通第九手动截止阀(15)入口和第十手动截止阀(18)的入口,第九手动截止阀(15)出口与第一气瓶(19)一端连通,第十手动截止阀(18)的出口与第二气瓶(21)的一端连通,第一气瓶(19)与第二气瓶(21)的另一端连通后接压力传感器(20);第七手动截止阀(12)出口与大气连通,入口与低温蓄压器(24)壳体内腔、第一低温电磁阀(13)入口、第九手动截止阀(15)入口连通;第一低温电磁阀(13)出口与大气连通;第八手动截止阀(14)的出口与大气连通,入口与低温蓄压器(24)壳体内腔、第二低温电磁阀(16)入口、第十手动截止阀(18)入口连通;第二低温电磁阀(16)出口与限流孔板(17)连通后接入大气;第一气瓶(19)与第二气瓶(21)的公共端接入供气增压系统和第十一手动截止阀(22);控制器(23)接收压力传感器(20)的测量值,根据测量值控制第一低温电磁阀(13)和第二低温电磁阀(16)的开启或关闭。

3. 根据权利要求1所述的一种运载火箭用低温蓄压器液氮温区振动试验装置,其特征在于:所述的振动工装(25)与振动台(26)连接部位设有绝热材料。

4. 根据权利要求3所述的一种运载火箭用低温蓄压器液氮温区振动试验装置,其特征在于:所述的绝热材料采用聚醚醚酮。

一种运载火箭用低温蓄压器液氮温区振动试验装置

技术领域

[0001] 本发明属于一种运载火箭地面模拟试验装置,具体涉及一种运载火箭用低温蓄压器液氮温区振动试验系统。

背景技术

[0002] 芯一级低温蓄压器用于抑制火箭结构和火箭发动机及管路系统之间的振动耦合引起的整个火箭的纵向振动,即 POGO 振动,安装于芯一级发动机氧化剂泵口启动活门前。为了模拟运载火箭的实际飞行工况,在运载火箭地面模拟试验过程中需要对低温蓄压器进行液氮温区振动试验。目前常温的振动试验系统较为简单,已无法实现低温蓄压器液氮温区振动试验要求。

[0003] 目前对于此种结构蓄压器振动试验方法主要有两种:一种为通入低温氦气模拟蓄压器低温工作环境,虽然可以实现蓄压器低温环境,但预冷时间较长且无法模拟液体对膜盒的惯性冲击作用;一种为采用液氮增压设备将液氮自动增压至蓄压器壳体内,这种方法保证了蓄压器内充满液氮而非氦气,更接近真实工作环境,但液氮增压设备体积较大,占用面积、空间大,且排气系统须在高处,安全隐患较大。

发明内容

[0004] 本发明的技术解决问题是:克服现有技术的不足,提供一种低温蓄压器液氮温区振动试验装置,可以较为真实的模拟飞行过程中低温蓄压器所受低温、压力、振动等综合环境,考核蓄压器工作状态下的可靠性。

[0005] 本发明的技术解决方案是:一种运载火箭用低温蓄压器液氮温区振动试验装置,其特征在于:包括供气增压系统、气枕压力控制系统、振动环境系统;所述的振动环境系统包括振动台和振动工装;低温蓄压器通过振动工装安装在振动台上;试验开始时,向低温蓄压器壳体内倒入液氮,供气增压系统向低温蓄压器膜盒内充入氦气,使膜盒内压力与膜盒实际工作压力保持一致;气枕压力控制系统内设置气瓶,气瓶与低温蓄压器壳体内腔连通,供气增压系统向上述气瓶内充入氮气,并向低温蓄压器壳体内充入气液混合氮气,使得气瓶内压力与低温蓄压器壳体内压力一致;振动试验时,气枕压力控制系统控制低温蓄压器壳体内压力保持稳定。

[0006] 所述的气枕压力控制系统包括第七手动截止阀、第一低温电磁阀、第八手动截止阀、第九手动截止阀、第二低温电磁阀、限流孔板、第十手动截止阀、第一气瓶、压力传感器、第二气瓶、第十一手动截止阀、控制器;

[0007] 低温蓄压器的壳体内腔分别连通第九手动截止阀入口和第十手动截止阀的入口,第九手动截止阀出口与第一气瓶一端连通,第十手动截止阀的出口与第二气瓶的一端连通,第一气瓶与第二气瓶的另一端连通后接压力传感器;第七手动截止阀出口与大气连通,入口与低温蓄压器壳体内腔、第一低温电磁阀入口、第九手动截止阀入口连通;第一低温电磁阀出口与大气连通;第八手动截止阀的出口与大气连通,入口与低温蓄压器壳体内腔、

第二低温电磁阀入口、第十手动截止阀入口连通；第二低温电磁阀出口与限流孔板连通后接入大气；第一气瓶与第二气瓶的公共端接入供气增压系统和第十一手动截止阀；控制器接收压力敏感器的测量值，根据测量值控制第一低温电磁阀和第二低温电磁阀的开启或关闭。

[0008] 所述的振动工装与振动台连接部位设有绝热材料。

[0009] 所述的绝热材料采用聚醚醚酮。

[0010] 本发明与现有技术相比有益效果为：

[0011] (1) 本试验装置在蓄压器内充满液氮后进行试验，考虑了液氮惯性冲击作用，同时通过连接占用空间小的常温气瓶解决了系统排气问题，低温电磁阀处于低温蓄压器与常温气瓶之间，试验过程中从低温电磁阀处排气，保证了气瓶处温度为气瓶正常使用常温环境温度。

[0012] (2) 低温蓄压器液氮温区的振动试验装置解决了低温蓄压器在液氮温区的振动试验问题，可以较为真实的模拟飞行过程中低温蓄压器所受低温、压力、振动等综合环境，考核蓄压器工作状态下的可靠性。

附图说明

[0013] 图 1 为本发明示意图。

具体实施方式

[0014] 下面结合附图对本发明做具体说明。本发明试验对象为运载火箭用温蓄压器液氮温区振动试验系统。

[0015] 本发明试验系统包括供气增压系统、气枕压力控制系统、振动环境系统；所述的振动环境系统包括振动台和振动工装；低温蓄压器通过振动工装安装在振动台上；试验开始时，向低温蓄压器壳体内倒入液氮，供气增压系统向低温蓄压器膜盒内充入氦气，使膜盒内压力与膜盒实际工作压力保持一致；气枕压力控制系统内设置气瓶，气瓶与低温蓄压器壳体内腔连通，供气增压系统向上述气瓶内充入氦气，并向低温蓄压器壳体内充入气液混合氦气，使得气瓶内压力与低温蓄压器壳体内压力一致；振动试验时，气枕压力控制系统控制低温蓄压器壳体内压力保持稳定。

[0016] 供气增压系统包括氮气源 1、氦气源 2、高压减压器 3、第一手动截止阀 4，第二手动截止阀 5，第三手动截止阀 6、手动配气台 7、低温换热器 8、第四手动截止阀 9、第五手动截止阀 10、第六手动截止阀 11；

[0017] 氮气源 1 的出口与高压减压器 3 的入口连通，高压减压器 3 的出口与第一手动截止阀 4 连通，第一手动截止阀 4 出口经过三通一端与手动配气台 7 入口连通，一端与第二手动截止阀 5 入口连通，手动配气台 7 0.6MPa 出口与控制系统低温电磁阀 13、低温电磁阀 16 驱动气接口连通，手动配气台 7 6MPa 出口与低温换热器 8 入口连通，低温换热器 8 出口与低温蓄压器 24 壳体连通，并与第四手动截止阀 9 入口连通，第四手动截止阀 9 出口连通大气，手动配气台 7 2.5MPa 出口分别与第五手动截止阀 10、第六手动截止阀 11 入口连通，第五手动截止阀 10 出口、第六手动截止阀 11 出口分别与蓄压器 24 膜盒连通。氦气源 2 与第三手动截止阀 6 入口连通，第三手动截止阀 6 出口与手动配气台 7 入口连通。第

二手动截止阀 5 出口分别与气枕压力控制系统第十一手动截止阀 22 入口、第一气瓶 19、压力传感器 20、第二气瓶 21 一端连通；

[0018] 振动环境系统包括振动工装 25、振动台 26；振动工装 25 一端与振动台 26 连接，一端与蓄压器 24 连接。

[0019] 气枕压力控制系统包括第七手动截止阀 12、第一低温电磁阀 13、第八手动截止阀 14、第九手动截止阀 15、第二低温电磁阀 16、限流孔板 17、第十手动截止阀 18、第一气瓶 19、压力传感器 20、第二气瓶 21、第十一手动截止阀 22、控制器 23；第七手动截止阀 12 出口与大气连通，入口与蓄压器 24、第一低温电磁阀 13 入口、第九手动截止阀 15 入口连通，第一低温电磁阀 13 出口与大气连通，第九手动截止阀 15 出口与第一气瓶 19 一端连通，第一气瓶 19 另一端与压力传感器 20、第二气瓶 21、第十一手动截止阀 22 和供气增压系统连通，第二气瓶 21 另一端与第十手动截止阀 18 入口连通，第十手动截止阀 18 出口与第八手动截止阀 14、第二低温电磁阀 16、蓄压器 24 连通，第二低温电磁阀 16 与限流孔板 17 连通；控制器 23 与第一低温电磁阀 13、第二低温电磁阀 16、压力传感器 20 连接。

[0020] 试验时，

[0021] 1) 膜盒充压：将振动工装 25 与低温蓄压器 24 连接并固定于振动台 26 上。关闭第一手动截止阀 4、第二手动截止阀 5，打开第三手动截止阀 6、第五手动截止阀 10、第六手动截止阀 11，由氦气源 2 给手动配气台 7 配气，由手动配气台 7 向低温蓄压器 24 膜盒内充入规定压力氦气。

[0022] 2) 气瓶预充压：关闭第三手动截止阀 6、第五手动截止阀 10、第六手动截止阀 11。打开第一手动截止阀 4、第二手动截止阀 5，关闭第九手动截止阀 15、第十手动截止阀 18，由氮气源 1 经高压减压器 3 给手动配气台 7 配气，由手动配气台 7 向第一气瓶 19、第二气瓶 21 预充压。

[0023] 3) 系统预冷及增压：关闭第二手动截止阀 5。向蓄压器 24 壳体内倒入液氮至换热基本稳定（一般预冷时间不小于 2 小时即可），由手动配气台 7 液氮增压路经低温换热器 8 排气，直至管路出口喷出气液混合氮气后，向蓄压器 24 内充入规定压力低温氮气（压力值与气瓶预充压值相同）。

[0024] 4) 设置控制器阈值：根据低温蓄压器的实际工作压力范围设置控制器 23 压力阈值上限及下限，试验中能够自动控制第一低温电磁阀 13、第二低温电磁阀 16 打开和关闭，通过限流孔板 17 精确控制排气流量，使系统压力趋于稳定。

[0025] 5) 正式试验：打开第九手动截止阀 15、第十手动截止阀 18。开启振动台 26，根据技术条件或任务书振动条件进行振动试验，振动试验过程中蓄压器 24 壳体内液氮汽化造成系统压力不断上升，当达到控制器 23 设定压力上阈值时传感器 20 反馈控制器 23 电信号，控制器 23 控制低温电磁阀 13、16 打开排气，当气枕压力降至设定压力下阈值时，控制器 23 控制低温电磁阀 13、16 关闭，如此循环，最终将蓄压器 24 壳体压力限定在规定压力范围内。

[0026] 液氮在振动过程中不断汽化（气液体积比约为 600:1），由于蓄压器 24 壳体容积较小，造成壳体压力迅速升高且很难控制。本试验系统将蓄压器 24 壳体连接两个 50L 气瓶（第一气瓶 19、第二气瓶 21）作为气枕，从而增大了壳体容积，降低了振动过程中由于液氮汽化造成壳体压力升高的升压速率。通过在气枕末端设置压力传感器 20 实现压力反馈闭环控制，振动试验过程中由于液氮汽化造成壳体压力不断升高，当达到控制器 23 设定压力上限

时压力传感器 20 反馈控制器 23 电信号, 控制器 23 控制第一低温电磁阀 13、第二低温电磁阀 16 打开排气, 当气枕压力降至设定压力下限时, 控制器 23 控制第一低温电磁阀 13、第二低温电磁阀 16 关闭, 如此循环, 最终将蓄压器 24 壳体压力限定在规定压力范围内。第二低温电磁阀 16 后装有限流孔板 17, 通过调整限流孔板 17 孔径大小调节排气流量, 可将壳体压力限制在较小波动范围内, 提高了壳体压力控制精度。

[0027] 低温蓄压器 24 安装于振动工装 25 上, 振动试验过程中振动工装 25 始终处于低温环境, 温度可达 $-70 \sim 80^{\circ}\text{C}$, 若直接将其与振动台 26 连接, 通过热传导会降低振动台 26 台面温度导致振动台润滑油的粘稠度下降, 造成台面“冻”住。为解决低温传热问题, 试验过程中需在振动工装 25 与振动台 26 间增加绝热材料, 考虑试验工况, 绝热材料应满足以下要求:

- [0028] 1) 具有较低的导热系数, 能够有效隔热;
- [0029] 2) 具有较低的线胀系数, 较大温差下自身变形较小;
- [0030] 3) 具备较高的强度, 能够经历振动环境考核, 抗冲击;
- [0031] 4) 比刚度大、传递特性好。

[0032] 经调研采用聚醚醚酮材料, 该绝热材料强度较高并具备一定的隔热性能, 具体参数见表 1:

[0033] 表 1 玻纤增强聚醚醚酮材料性能参数

SLT/G-2 玻纤增强聚醚醚酮	计量单位	实测值
玻纤含量	wt%	33.7
密度	g/cm^3	1.53
拉伸强度	MPa	192
拉伸模量	GPa	16.2
弯曲强度	MPa	281
弯曲模量	GPa	14
无缺口冲击强度	J/cm^2	5.73
线胀系数 ($0 \sim -253^{\circ}\text{C}$), 纵向	K^{-1}	22.0×10^{-6}
线胀系数 ($0 \sim -253^{\circ}\text{C}$), 横向		26.3×10^{-6}
热导率 (室温)	$\text{W}/\text{m} \cdot \text{k}$	0.31

[0035] 经验证使用该材料可以保证振动试验经历时间内振动工装低温环境不会对振动台润滑系统造成影响, 同时较高的强度性能对振动控制、振动传递性能影响较小。

[0036] 本发明未详细说明部分属于本领域技术人员公知常识。

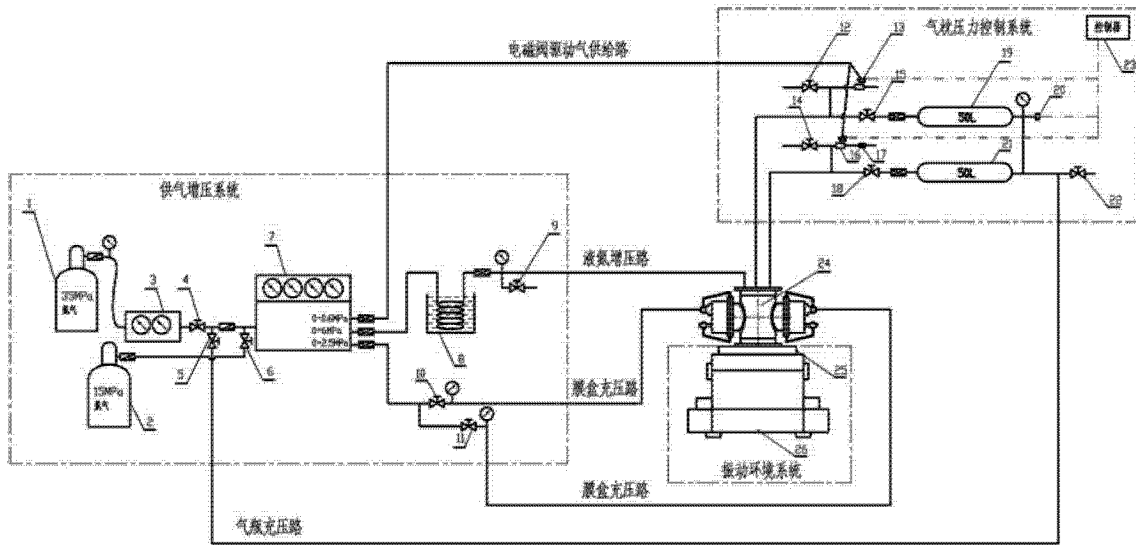


图 1