



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108254130 B

(45) 授权公告日 2020.09.22

(21) 申请号 201711488687.8

CN 104359635 A, 2015.02.18

(22) 申请日 2017.12.30

CN 101769815 A, 2010.07.07

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 107271134 A, 2017.10.20

申请公布号 CN 108254130 A

CN 101968395 A, 2011.02.09

(43) 申请公布日 2018.07.06

CN 202648938 U, 2013.01.02

(73) 专利权人 北京化工大学

CN 103207054 A, 2013.07.17

地址 100029 北京市朝阳区北三环东路15号

CN 101793585 A, 2010.08.04

CN 101799349 A, 2010.08.11

CN 102445310 A, 2012.05.09

CN 102661836 A, 2012.09.12

(72) 发明人 王维民 巴全坤 纳磊 户东方

CN 105387974 A, 2016.03.09

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理

CN 107064206 A, 2017.08.18

有限公司 11203

CN 103728105 A, 2014.04.16

代理人 沈波

CN 204740107 U, 2015.11.04

(51) Int. Cl.

张婕 等. 美国高温密封试验技术研究. 《液
压气动与密封》. 2015, (第10(2015)期), 第9页第
5节.

G01M 3/02 (2006.01)

G01M 9/02 (2006.01)

(56) 对比文件

审查员 朱海业

CN 104359635 A, 2015.02.18

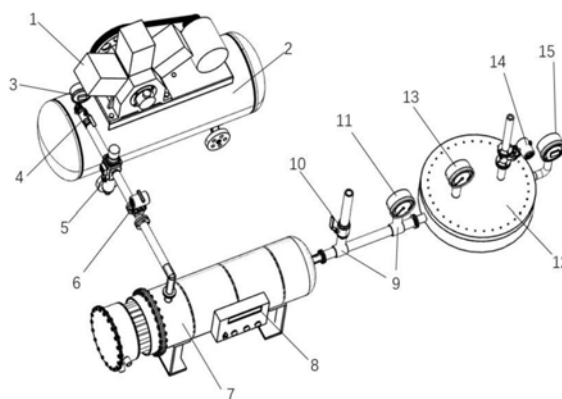
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

连续式高温密封性能测试用风洞装置

(57) 摘要

本发明公开了连续式高温密封性能测试用风洞装置,包括空气压缩机、气瓶、常温压力表、截止阀a、减压阀、空气流量计a、管道式空气加热器、截止阀b、高温温度计a、高温压力表、试验段、空气流量计b、高温温度计b,本装置由空气压缩机给空气加压并保存在气瓶内,然后经减压阀调节压力,接着通过管道式空气加热器加热,最后通过试验段,测试件固定在试验段特定的沟槽内,通过更换不同尺寸的调整垫片来改变试验段上盖板与底座之间的距离来改变测试件的压缩量,通过在密封装置前后安装的高温温度计a、高温压力表、空气流量计b、高温温度计b可以得到不同压缩量、不同压差条件下、不同温度下测试件的密封与隔热参数。



1. 连续式高温密封性能测试用风洞装置,其特征在於:该装置包括空气压缩机、气瓶、常温压力表、截止阀a、减压阀、空气流量计a、管道式空气加热器、截止阀b、高温温度计a、高温压力表、试验段、空气流量计b和高温温度计b;

空气压缩机对空气进行加压,然后被加压的空气保存在气瓶内;在气瓶出口处安装截止阀a控制气瓶与管路的连通,截止阀a与减压阀连接,通过调节减压阀调节空气的压力;减压阀与空气流量计a连接,空气流量计a用以测量空气管路中的空气流量;空气流量计a与管道式空气加热器的入口相连,空气进入管道式空气加热器被加热,管道式空气加热器的出口与试验段底座上的空气入口相连,被加热的空气进入试验段;在管道式空气加热器与试验段连接的管道上安装有两个气管正三通接头,一个气管正三通接头连接截止阀b的一侧,另一个气管正三通接头连接高温温度计a;截止阀b的另一侧直接与大气连通,其作用是在一组试验做完后,将截止阀b打开就能将管道内的高温空气排出;

密封件被安装在试验段底座上的沟槽内,在试验段底座的入口相对的另一侧安装高温压力表,在试验段底座与上盖板之间安装有调整垫片,试验段的上盖板上并联连接有高温温度计b和空气流量计b,空气流量计b的入口与试验段的空气出口通过法兰相连,空气流量计b的出口直接与大气相通;通过调节减压阀、管道式空气加热器和更换不同尺寸的调整垫片,就能得到密封件在不同压缩量、不同压差、不同温度下的热密和气密性能参数;

所述试验段采用耐高温的镍基合金,使用温度为1200~1300℃,试验段设计成圆形,分为底座和上盖板;底座为凹型结构,共开有三个沟槽,三个沟槽依次为前压力舱、夹持密封件的沟槽和后压力舱;空气入口开在底座上,空气入口与前压力舱相通;在前压力舱与空气入口相连的另一端开孔,在开孔处焊接管道;夹持密封件的沟槽宽度为2~12mm,沟槽深度为1~6mm;后压力舱中填充有耐高温气凝胶;在底座周边开三十六个直径6mm的非穿透的螺纹孔,上盖板与底座相装配,在底座与上盖板之间设计有不同尺寸的调整垫片,调整垫片既起调整底座与上盖板之间距离的作用,又起密封作用;在上盖板与底座相同的位置开同样大小的穿透螺纹孔,同时在上盖板的四个角各开一个直径8mm的穿透螺纹孔,在开启上盖板时在直径8mm的螺纹孔安装顶起螺栓,旋转螺栓将上盖板顶起;底座安装密封件的沟槽与上盖板有0.4~3mm的间隙;所述管道式空气加热器能在一定流量下提供超高温度的空气,且空气的温度可控。

2. 根据权利要求1所述的连续式高温密封性能测试用风洞装置,其特征在於:所述的调整垫片安装在底座与上盖板之间,调整垫片的截面形状为六边形,通过更换调整垫片就能改变底座与上盖板之间的距离,进而改变密封件的压缩量。

3. 根据权利要求2所述的连续式高温密封性能测试用风洞装置,其特征在於:调整垫片由310S耐高温不锈钢制造,最高使用温度为1200~1400℃,同时调整垫片表面粗糙度等级为Ra1.6,能同时提供密封作用,确保高温空气不从试验段的侧面泄漏。

4. 根据权利要求1所述的连续式高温密封性能测试用风洞装置,其特征在於:管道式空气加热器的加热元件为电辐射管,电辐射管的加热方式以辐射传热为主,对流换热为辅,电辐射管使用的电热合金材料具有较高的电阻率,电热转化率高,材质为0Cr27Al7Mo2,额定工作温度为1200℃,表面工作温度可达1400℃,用此材质的电辐射管短时的最高工作温度为1250℃;辐射管放置在套管内,套管采用无缝耐高温合金管或板卷管、离心铸管、非金属专用抗渗碳套管;内腔设有多个折流板,引导气体流向,延长气体在内腔的滞留时间,从而

使气体充分加热,使气体加热均匀,提高热交换效率。

5. 根据权利要求1所述的连续式高温密封性能测试用风洞装置,其特征在于:管道式空气加热器内的电辐射管形状为轴向波折形笼柜式电热辐射管,将加热元件的电阻丝弯成“U”形串入多块绝缘耐高温的陶瓷支撑盘中,中间用一根耐热棒固定,这种辐射管寿命较长。

6. 根据权利要求1所述的连续式高温密封性能测试用风洞装置,其特征在于:管道式空气加热器的控制部分采用数显温度调节仪、固态继电器和测温元件组成测量、调节、控制回路,在电加热过程中测温元件将管道式空气加热器出口温度电信号送至数显温度调节仪进行放大,比较后显示测量温度值,同时输出信号到固态继电器输入端,从而控制加热器,使控制部分具有良好的控制精度和调节特性。

7. 根据权利要求1所述的连续式高温密封性能测试用风洞装置,其特征在于:所述的密封件为隔热型密封件、缝隙填充型密封件、层叠薄片型密封件和高弹材料密封件,密封件的截面直径为2~10mm,密封件安装在底座的夹持沟槽内,通过减压阀、管道式空气加热器、调整垫片,测量温度范围为从室温至1200℃,压力范围为0.1MPa~10MPa,压缩量为10%~30%的热密和气密性能。

8. 根据权利要求1所述的连续式高温密封性能测试用风洞装置,其特征在于:本装置的安装顺序如下,

S1首先空气压缩机与气瓶直接焊接在一起;

S2气瓶出口处安装常温压力表、截止阀a,然后截止阀a与减压阀通过耐高压软管连接,接头均采用空气用快速接头;

S3减压阀与空气流量计a通过钢管连接,与减压阀连接一侧接头采用空气用快速接头,与空气流量计a连接一侧采用法兰连接,法兰间垫片采用石墨缠绕垫片;

S4空气流量计a与管道式空气加热器空气入口用钢管连接,两侧接头均采用法兰连接,法兰间垫片均采用金属缠绕垫片;

S5管道式空气加热器出口与测试段底座的空气入口用钢管连接,两侧接头均采用法兰连接,法兰间的垫片采用金属垫片;

S6在管道式空气加热器与测试段相连的钢管上安装两个气管正三通接头,在第一个气管正三通接头焊接钢管,在钢管上安装截止阀b,截止阀b另一侧直接与大气相通;在第二个气管正三通上安装高温温度计a;

S7在测试段底座与空气入口相对的另一侧安装高温压力表,然后根据实验方案选择安装调整垫片的尺寸,接着把密封件安装在底座的夹持沟槽内,然后在底座的后压力舱内安装耐高温气凝胶;

S8在测试段上盖板的顶部安装高温温度计b,在上盖板上的空气出口处安装空气流量计b,根据空气流量计b的安装要求,空气流量计b与空气出口的距离设计为400mm,两侧接头采用法兰连接,法兰间垫片均采用金属垫片,空气流量计b的另一侧直接与大气相通;

S9将上盖板与底座装配,然后安装紧固螺栓。

连续式高温密封性能测试用风洞装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种连续式高温密封性能测试用风洞装置,主要用于航空密封材料等多种材料的密封性能实验技术领域。

背景技术

[0002] 高温密封在工业生产中扮演着非常重要的角色,广泛应用于能源行业的各种高温反应炉和燃烧室。在航天、航空行业也大量运用高温密封,且密封性能对飞行器的性能有决定性的影响。如美国曾经试飞的X-51A高超声速试验飞行器在首飞试验中就是因为发动机与尾喷管之间的密封泄漏导致无法达到预定马赫数。如今随着各国的航天航空技术的飞快进步以及越来越复杂的军事演变,各国都在竞相发展速度更快,飞行距离更远的高超声速飞行器。目前高温密封已成为制约飞行器飞行速度和可靠性的关键因素。

[0003] 风洞(wind tunnel)即风洞实验室,是以人工的方式产生并且控制气流,用来模拟飞行器或实体周围气体的流动情况,并可量度气流对实体的作用效果以及观察物理现象的一种管道状实验设备,它是进行空气动力实验最常用、最有效的工具之一。风洞实验是飞行器研制工作中的一个不可缺少的组成部分。它不仅在航空和航天工程的研究和发展中起着重要作用,随着工业空气动力学的发展,在交通运输、房屋建筑、风能利用等领域更是不可或缺的。这种实验方法,流动条件容易控制。实验时,常将模型或实物固定在风洞中进行反复吹风,通过测控仪器和设备取得实验数据。密封性能测试实验台对促进密封技术的进步起着重要作用。为研究密封件在高温下的热密和气密性能,高温风洞试验将成为重要手段。电弧风洞是目前常用的高温风洞,在运行时高压气流经电弧加热器加热,通过喷管膨胀加速,形成高温射流,对安装在喷管出口的试件进行烧蚀试验,试验后的气流进入扩压器减速,通过冷却器冷却至常温后进入真空容器。

[0004] 目前,国内电弧风洞一般采用金属丝大电流熔融引弧的方法起动电弧加热器,但在使用过程中也暴露了一系列无法克服的问题。如:(1)准备时间长,每完成一次试验必须放掉试验段真空,安装金属丝完毕后重新抽真空;(2)可靠性差,气流量稍大,就会造成金属丝虚接、吹断;(3)熔渣影响设备安全,未完全熔融的金属丝落在电极之间,降低绝缘,导致局部放电,烧损设备;(4)熔化后的金属丝粉末堵塞测压管道,影响参数测试。

[0005] 目前的高温密封性能测试装置一般都是对某几个参数单独测量,如通常都是在常温条件下测试密封件不同压缩量、不同压差环境下的泄漏量,在加热炉内加热然后加压来测试密封件的隔热性能,这些高温密封性能测试装置分开模拟密封件在工作过程中的初始和峰值温度状态下的密封性能,它们都没有做温度、压力、压缩量三种载荷同时作用时的试验。。但密封件的性能受各种边界载荷的影响,且密封件真实的使用环境也是多载荷相互耦合影响的环境,因而分开模拟的实验方案有一定的局限性,实验数据存在局部片面性,本发明正是为解决此问题而进行的。

[0006] 美国NASA的格林研究中心在研究高温密封时曾开发了几套高温密封性能测试装置,但这些高温密封性能测试装置只能测试单一或某几项载荷下的密封性能。格林研究中

心为了测试密封件的泄漏量,开发了一套室温泄漏流量装置,但该装置无法测试热载荷下的泄漏量。格林研究中心为了测试密封件在不同压缩量和高温下的隔热性能和泄露量,开发的一套电弧喷气试验的控制面密封试验夹具装置,该装置使用的高温气体为氧和乙炔的燃烧气体,只能通过调节喷嘴与密封件的距离来调节热流量,导致气体温度无法连续精确控制;同时该试验台没有设置压力控制装置,导致密封件两侧的压力也无法调节;同时该试验台通过调整控制面板的角度来测试密封件在不同压缩量下的性能参数,无法得到密封件的准确压缩量。

[0007] 目前国内也开展了一些高温密封的研究,取得了一些成果。2013年,哈尔滨工业大学发明了一种高温结构密封性能地面模拟测试装置及测试方法(CN103207054A),其使用的也是如同NASA格林研究中心开发的电弧喷气控制面密封试验夹具装置中使用的燃气加热装置,该装置通过塞式量热计标定试验热流密度状态,确定加热装置出口与组合结构密封件表面的距离和进气流量,故同样存在气体温度和气流压力无法精确控制的问题,且没有设计精确调整压缩量的装置,同时由于密封件后的密封腔内没有采取隔热措施,火焰将腔体加热后热量通过内壁面辐射到密封腔内,导致最后的测试温度存在偏差。同时密封件前后的压差是通过测量与试验段连接的压力舱的压力来体现,这样只能测量密封件在使用时的压力,而不能通过准确控制密封件前后的压力来测试密封件在不同压差下的性能。

[0008] 随着我国化工业、能源业、航空业的快速发展,各种设备为了达到更高的使用性能,对高温密封的性能越来越重视,同时推动了高温密封研究的快速发展。本发明提出的连续式高温密封性能测试用风洞装置就是为了综合研究密封件的热密和气密性能而设计的。

[0009] 本发明提出的连续式高温密封性能测试用风洞装置能连续(长时间)测试不同温度,不同压缩量、不同压差下密封件的热密和气密性能,设计的高温密封性能测试用风洞装置由空气压缩机提供高压气体,然后通过减压阀调节压力,接着通过管道式空气加热器给空气加热,接着进入耐高温密封腔,在空气加热器与高温密封腔之间,安装有高温温度计与高温压力表。密封件放置在试验段的沟槽内,通过选用不同尺寸的调整垫片来改变密封件的压缩量,在密封件后安装有高温温度计和空气流量计。高温密封性能测试装置用风洞装置可以通过密封前后的高温温度计、高温压力表和空气流量计得到密封件在测试条件下的热密和气密性能参数。

发明内容

[0010] 本发明的目的是针对隔热型密封件、缝隙填充型密封件、层叠薄片型密封件和高弹材料密封件,测试其在压缩量、压力和温度载荷变化情况下的热密和气密性能。

[0011] 为实现上述目的,本发明设计了连续式高温密封性能测试用风洞装置,该装置包括空气压缩机、气瓶、常温压力表、截止阀a、减压阀、空气流量计a、管道式空气加热器、截止阀b、高温温度计a、高温压力表、试验段、空气流量计b和高温温度计b。

[0012] 空气压缩机对空气进行加压,然后被加压的空气保存在气瓶内;在气瓶出口处安装截止阀a控制气瓶与管路的连通,截止阀a与减压阀连接,通过调节减压阀调节空气的压力;减压阀与空气流量计a连接,空气流量计a用以测量管路中的空气流量;空气流量计a与管道式空气加热器的入口相连,空气进入管道式空气加热器被加热,管道式空气加热器的出口与试验段底座上的空气入口相连,被加热的空气进入试验段;在管道式空气加热器与

试验段连接的管道上安装有两个气管正三通接头(9),一个气管正三通接头连接截止阀b的一侧,另一个气管正三通接头连接耐高温温度计;截止阀b的另一侧直接与大气连通,其作用是在一组试验做完后,将截止阀b打开就能将管道内的高温空气排出。

[0013] 密封件被安装在试验段底座上的沟槽内,在试验段底座的入口相对的另一侧安装高温压力表,在试验段底座与上盖板之间安装有调整垫片,试验段的上盖板上并联连接有高温温度计b和空气流量计b,空气流量计b的入口与试验段的空气出口通过法兰相连,空气流量计b的出口直接与大气相通。通过调节减压阀、管道式空气加热器和更换不同尺寸的调整垫片,就能得到密封件在不同压缩量、不同压差、不同温度下的热密和气密性能参数。

[0014] 所述试验段采用耐高温的镍基合金,使用温度为1200~1300℃,试验段设计成圆形,分为底座和上盖板;底座为凹型结构,共开有三个沟槽,三个沟槽依次为前压力舱、夹持密封件的沟槽和后压力舱;空气入口开在底座上,空气入口与前压力舱相通;在前压力舱与空气入口相连的另一端开孔,在开孔出焊接管道;夹持密封件的沟槽宽度为2~12mm,沟槽深度为1~6mm;后压力舱中填充有耐高温气凝胶。在底座周边开三十六个直径6mm的非穿透的螺纹孔,上盖板与底座相装配,在底座与上盖板之间设计有不同尺寸的调整垫片,调整垫片既起调整底座与上盖板之间距离的作用,又起密封作用;在上盖板与底座相同的位置开同样大小的穿透螺纹孔,同时在上盖板的四个角各开一个直径8mm的穿透螺纹孔,在开启上盖板时在直径8mm的螺纹孔安装顶起螺栓,旋转螺栓将上盖板顶起。底座安装密封件的沟槽与上盖板有0.4~3mm的间隙。

[0015] 所述的调整垫片安装在底座与上盖板之间,调整垫片的截面形状为六边形,通过更换调整垫片就能改变底座与上盖板之间的距离,进而改变密封件的压缩量。

[0016] 调整垫片由310S耐高温不锈钢制造,最高使用温度为1200~1400℃,同时调整垫片表面粗糙度等级为Ra1.6,能同时提供密封作用,确保高温空气不从试验段的侧面泄漏。

[0017] 所述管道式空气加热器能在一定流量下提供超高温度的空气,且空气的温度可控。管道式空气加热器的加热元件为电辐射管,电辐射管的加热方式以辐射传热为主,对流换热为辅,电辐射管使用的电热合金材料具有较高的电阻率,电热转化率高,材质为0Cr27Al7Mo2,额定工作温度为1200℃,表面工作温度可达1400℃,用此材质的电辐射管短时的最高工作温度为1250℃。辐射管放置在套管内,套管采用无缝耐高温合金管或板卷管、离心铸管、非金属专用抗渗碳套管。内腔设有多个折流板,引导气体流向,延长气体在内腔的滞留时间,从而使气体充分加热,使气体加热均匀,提高热交换效率。

[0018] 管道式空气加热器内的电辐射管形状为轴向波折形笼柜式电热辐射管即鼠笼式结构,将加热元件的电阻丝弯成“U”形串入多块绝缘耐高温的陶瓷支撑盘中,中间用一根耐热棒固定,这种辐射管寿命较长。

[0019] 管道式空气加热器的控制部分采用数显温度调节仪、固态继电器和测温元件组成测量、调节、控制回路,在电加热过程中测温元件将管道式加热器出口温度电信号送至数显温度调节仪进行放大,比较后显示测量温度值,同时输出信号到固态继电器输入端,从而控制加热器,使控制柜具有良好的控制精度和调节特性。

[0020] 所述的密封件为隔热型密封件、缝隙填充型密封件、层叠薄片型密封件和高弹材料密封件,密封件的截面直径为2~10mm,密封件安装在底座的夹持沟槽内,通过减压阀、管道式空气加热器、调整垫片,测量温度范围为从室温至1200℃,压力范围为0.1MPa~10MPa,

压缩量为10%~30%的热密和气密性能。

[0021] 本连续式高温密封性能测试用风洞装置的安装顺序如下：

[0022] S1首先空气压缩机与气瓶直接焊接在一起。

[0023] S2气瓶出口出安装常温压力表、截止阀a,然后截止阀a与减压阀通过耐高压软管连接,接头均采用空气用快速接头。

[0024] S3减压阀与空气流量计a通过钢管连接,与减压阀连接一侧接头采用空气用快速接头,与空气流量计a连接一侧采用法兰连接,法兰间垫片采用石墨缠绕垫片。

[0025] S4空气流量计a与管道式空气加热器空气入口用钢管连接,两侧接头均采用法兰连接,法兰间垫片均采用金属缠绕垫片。

[0026] S5管道式空气加热器出口与测试段底座的空气入口用钢管连接,两侧接头均采用法兰连接,法兰间的垫片采用金属垫片。

[0027] S6在管道式空气加热器与测试段相连的钢管上安装两个气管正三通接头,在第一个气管正三通接头焊接钢管,在钢管上安装截止阀b,截止阀b另一侧直接与大气相通;在第二个气管正三通上安装高温温度计a。

[0028] S7在测试段底座与空气入口相对的另一侧安装高温压力表,然后根据实验方案选择安装调整垫片的尺寸,接着把密封件安装在底座的夹持沟槽内,然后在底座的后压力舱内安装耐高温气凝胶。

[0029] S8在测试段上盖板的顶部安装高温温度计b,在上盖板上的空气出口处安装空气流量计b,根据空气流量计b的安装要求,空气流量计b与空气出口的距离设计为400mm,两侧接头采用法兰连接,法兰间垫片均采用金属垫片,空气流量计b的另一侧直接与大气相通。

[0030] S9将上盖板与底座装配,然后安装紧固螺栓。

[0031] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0032] 1. 本发明可以同时实现高温下密封的热密性能和气密性能实验,且测试的压差范围可以达到0.1~10Mpa,其范围与选用的空气压缩机的额定排气压力有关,可以根据试验任务书的要求确定空气压缩机的额定排气压力,然后选择空气压缩机的型号,配合减压阀使用,可以测得密封件在大气压至空气压缩机额定排气压力之间任意恒定压差下的热密和气密性能。

[0033] 2. 本发明提出的连续式高温密封性能测试用风洞装置,可以实现在3000秒甚至更长的时间范围内的高温密封性能测试,测试时间不收限制。

[0034] 3. 本发明可以测试的温度范围很大,选用的管道式空气加热器采用辐射管加热,能将空气温度最高加至1200℃,管道式空气加热器升温和降温速率快,可达10℃/S,同时温度调节的快而稳定,不会出现所控空气温度超前和滞后现象而使温度控制漂移不定,很适合自动控制,其能测试室温至1200℃温度范围内的密封和隔热性能。

[0035] 4. 本发明可以稳定调节压缩量,通过更换不同尺寸的调整垫片,可以得到10%~30%压缩量下密封件的热密和气密性能,同时能根据试验任务书的要求,设计厚度变化更小的调整垫片,能将压缩量更加细化。

[0036] 5. 本发明在底座的后压力舱设计安装了耐高温气凝胶,耐高温气凝胶良好的隔热性能使壁面的温度很难传入到后压力舱,能有效的减小温度对出口空气温度的影响,同时气凝胶具有良好的气体通过性,不会影响空气的流量测量。

附图说明

- [0037] 图1连续式高温密封性能测试用风洞装置整体安装流程图；
[0038] 图2连续式高温密封性能测试用风洞装置的三维模型图；
[0039] 图3试验段的剖面图；
[0040] 图4管道式空气加热器剖面图；

具体实施方式

[0041] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细说明,本发明的内容包含一整套连续式高温密封性能测试用风洞装置,但本发明的内容不仅仅局限于下面的实施例:

[0042] 实施例

[0043] 如附图1,本连续式高温密封性能测试用风洞装置包含一整套试验和测试系统,能够模拟各种条件下的热密和气密性能,其安装的流程如图所示。

[0044] 如附图2,本连续式高温密封性能测试用风洞装置包括空气压缩机(1)、气瓶(2)、常温压力表(3)、截止阀a(4)、减压阀(5)、空气流量计a(6)、管道式空气加热器(7)、截止阀b(10)、高温温度计a(11)、高温压力表(15)、试验段(12)、空气流量计b(14)和高温温度计b(13)。

[0045] 如附图3,试验段包含底座(24)、空气入口(19)、上盖板(23)、空气出口(21)、密封件(17)、调整垫片(16)、气凝胶(18)、高温温度计接口(22)和高温压力表接口(20)、前压力舱(30)、后压力舱(31)。

[0046] 如附图4所示,管道式空气加热器包含空气入口(26)、套管(25),电辐射管(27)、折流板(28)、控制部分(8)和空气出口(29)。

[0047] 具体实施过程:设计的试验段底座上夹持密封件的沟槽宽度12mm,沟槽深度6mm;调整垫片的截面形状为六边形,数量为五个,六边形的上边和下边的之间的距离分别为10mm、10.5mm、11mm、11.5mm和12mm;密封件的截面尺寸为 $\Phi 10\text{mm} \times 955\text{mm}$ 。首先关闭气瓶的截止阀(4),打开空气压缩机(1)给空气加压,然后保存在气瓶(2)内,在气瓶(2)出口安装的常温压力表(3)能准确知道气瓶内空气的压力,在常温压力表(3)后安装截止阀a(4)能够控制气瓶与后面管路的连通,然后将密封件(17)安装在试验段底座(24)的夹持沟槽内,在后压力舱内(31)安装耐高温气凝胶(18),接着根据试验任务书的压缩量要求,选择高度为12mm的调整垫片(16),然后将底座(24)与上盖板(23)组装,接着安装紧固螺栓;然后打开截止阀(4),接着通过减压阀(5)调节空气的压力,通过观察安装在前压力舱(30)上的高温压力表(15),到压力达到并稳定到试验任务书所要求的压力时,记录密封件(17)前后的高温温度计a(11)、高温压力表(15)、空气流量计b(14)和高温温度计b(13)的参数,此时测得的是在常温下压缩量为10%、某一压差下的热密和气密的参数,接着调节减压阀(5)改变密封件(17)前后的压力差,再次记录高温温度计a(11)、高温压力表(15)、空气流量计b(14)和高温温度计b(13)的参数,这可以的得到常温下在压缩量为10%的不同压差条件下密封件(17)的热密和气密参数;然后打开管道式空气加热器(7),调节管道式空气加热器的控制部分(8)使温度到试验任务书的要求值,然后与减压阀(5)配合调节,就可以得到在压缩量为10%的不同压差条件、不同温度条件下密封件的热密和气密参数。

[0048] 一组试验做完后,关闭截止阀a(4)、管道式空气加热器(7),打开截止阀b(10)将残

留在管道和试验段(12)内的高温空气排除,等试验段(12)冷却后,拆掉其上的紧固螺栓,然后在上盖板的顶起螺栓孔安装顶起螺栓,旋转顶起螺栓使上盖板(23)与底座(24)分离,然后更换11.5mm的调整垫片(16),接着按照压缩量为10%的安装方法和实验步骤操作就可以得到压缩量为15%下的不同压差条件、不同温度条件下密封件(17)的热密和气密参数。做完一组试验后,再次按相同的方法更换调整垫片(16),就可以得到在密封件(17)压缩量为10%、15%、20%、25%、30%条件下不同压差、不同温度条件下的热密和气密参数。

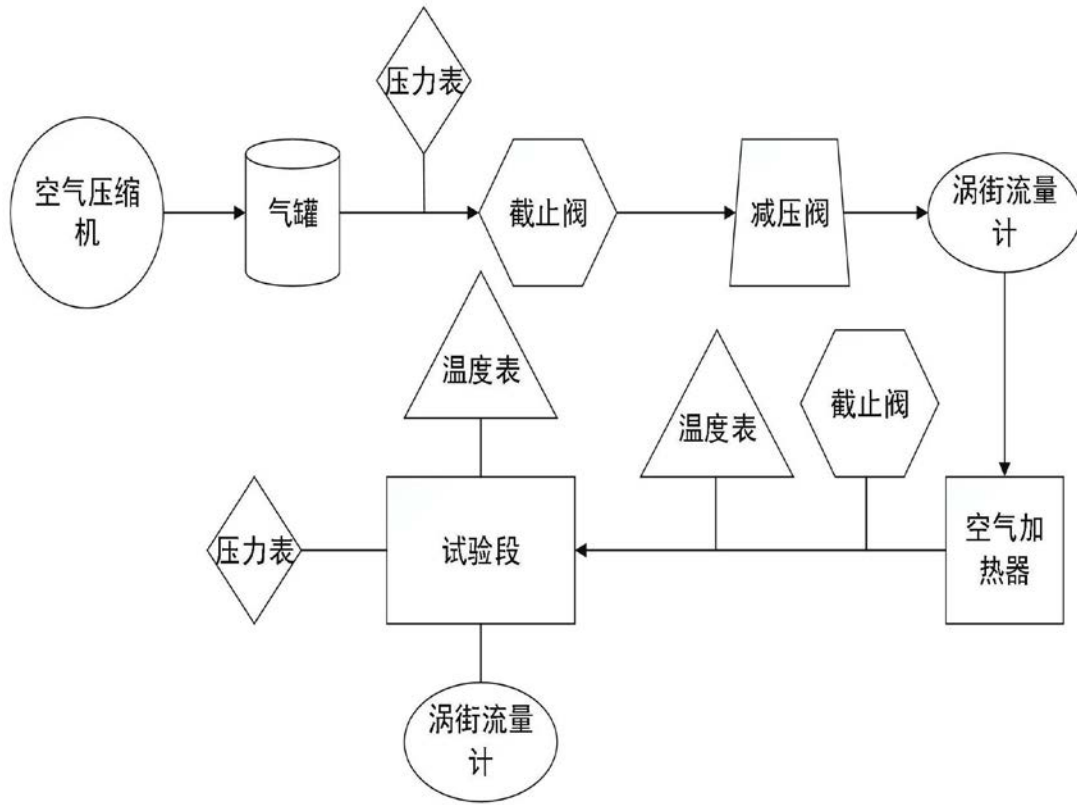


图1

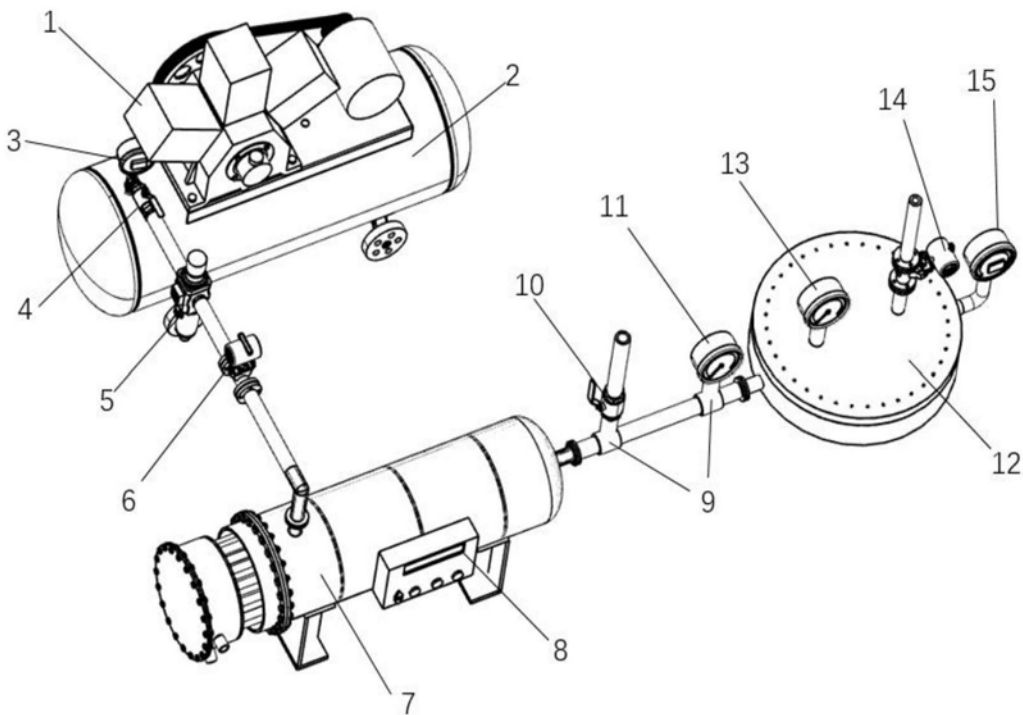


图2

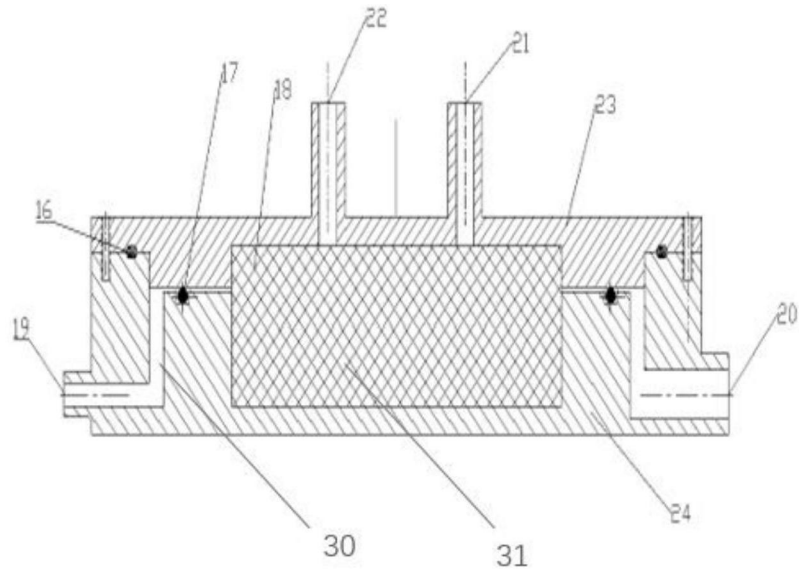


图3

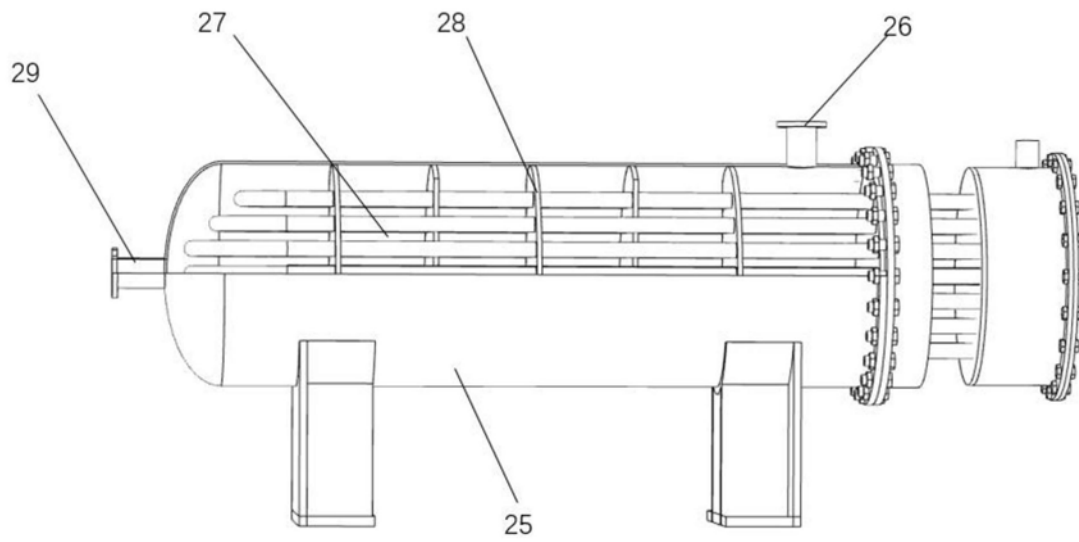


图4