



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108225899 A

(43)申请公布日 2018.06.29

(21)申请号 201810001640.2

(22)申请日 2018.01.02

(71)申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

(72)发明人 石多奇 程震 沙景恬 腾雪峰

杨晓光 齐红宇

(74)专利代理机构 北京慧泉知识产权代理有限

公司 11232

代理人 王顺荣 唐爱华

(51) Int. Cl.

G01N 3/04(2006.01)

G01N 3/18(2006.01)

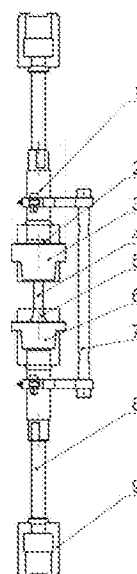
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具与方法

(57)摘要

本发明涉及一种具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具与方法,包括挂接头、夹头、接杆、卡环、支撑块和防护架;上下接杆均通过球铰面与挂接头相连接,两挂接头分别固定在试验机上下横梁上;每个夹头在试样厚度方向前后表面设置两个支撑块,能够通过卡环夹紧。该试验夹具通过两个球铰与试验机相连,可以实现拉伸测试的自动对中。同时,卡环在重力作用下能够自动卡紧试样,并在试样升降温厚度变化过程中实现自动调节稳定夹紧力。此外,试验开始前安装防护架能够将夹具在连接到试验机之前精确固定上下夹头,起到保护薄型试样的作用。



1. 一种具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具,其特征在于:该测试夹具包括挂接头、接杆、防护架、上卡环、下卡环、上支撑块、下支撑块、夹头和试样;

所述挂接头包括上挂接头和下挂接头,上、下挂接头结构相同;上挂接头和下挂接头挂接处设计有凹球面,球面半径根据夹具设计载荷确定,挂接处上方设计有冷却水嘴,挂接头固定在试验机上;

所述接杆包括上接杆和下接杆,上、下接杆结构相同;接杆一端为凸球面,其尺寸与挂接头凹球面处的半径相同,接杆与挂接头通过凹、凸球面构成球铰相连接;接杆另一端为外螺纹,且在靠近该外螺纹的位置设有一对扳手操作平面;接杆延长段长度根据高温炉尺寸确定,需确保凸球面在高温炉外;

所述夹头包括上夹头和下夹头,上、下夹头结构相同,夹头的内螺纹孔与接杆的外螺纹旋紧连接;夹头与接杆为分体式,便于根据不同样式进行夹头的更换;夹头远离夹持端的外圆柱面在正右侧设有一夹头定位平面;

所述上支撑块包括上支撑块上部和上支撑块下部,上支撑块上部呈方形,上支撑块上部左、右端面为平面,上支撑块下部左、右端面为圆弧面;所述下支撑块包括下支撑块上部和下支撑块下部,下支撑块上部左、右端面为圆弧面,下支撑块下部呈方形,下支撑块下部左、右端面为平面;上支撑块和下支撑块各自组成倒T形,两个一组,分别贴合试样的前表面和后表面,圆弧端面与试样齐平;

所述上卡环和下卡环都呈倒U形,上、下卡环内壁内表面由上至下依照与上支撑块下部和下支撑块下部相同的斜面角度逐渐减薄;

所述防护架由一根连接杆,两根结构完全相同横杆及K型手拧螺母构成;组装完毕的防护架,两根横杆的防护架定位面上部和防护架定位面下部在一个平面上。

2. 根据权利要求1所述的具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具,其特征在于:试样装入状态下,上支撑块和下支撑块放在夹头内部,上支撑块和下支撑块的截面形状与夹头内部形状相互贴合,实现支撑块与夹头的相互定位;沿试样厚度方向,上支撑块下部圆弧部分加厚,下支撑块下部方形部分加厚,加厚方式由上至下按固定斜面角度逐渐加厚,最终构成上窄下宽的楔形;斜面角度在 $3-6^{\circ}$ 。

3. 根据权利要求1所述的具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具,其特征在于:装入试样状态下,上、下卡环通过重力作用,上、下卡环内壁分别压紧固定住上支撑块下部和下支撑块下部;而上、下卡环上部空心圆柱部分与夹头下方外圆柱面相互契合,实现卡环与夹头的相互定位,再借助上、下支撑块,实现试样在夹头内部前后方向的定位。

4. 根据权利要求1所述的具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具,其特征在于:上、下卡环和不仅能通过重力自动夹紧试样,还能够根据试验温度自动平衡夹紧力,当试样与支撑块的温度升高时,试样和上下支撑块的总厚度会增加,上、下卡环会相对支撑块向上移动,自动平衡厚度方向夹紧力。

5. 根据权利要求1所述的具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具,其特征在于:防护架在试验开始前,试样未装入时安装在夹头上;通过旋开K型手拧螺母,打开半环,横杆能够套入夹头,随后锁紧K型手拧螺母;防护架定位面与夹头定位平面相互配合定位,借助防护架定位面上部和防护架定位面下部实现上下夹头的周向定位。

6. 根据权利要求1所述的具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具,其特征

在于:上下夹头,以及与夹头旋合固连的接杆通过装入的防护架形成一整体,在此状态下安装试样、上、下支撑块以及上、下卡环,随后将整体夹具通过接杆的凸球面装入安装在试验机的挂接头内部凹球面,升高试验机横梁,上下凹凸球铰面刚刚开始接触时,旋开K型手拧螺母,打开半环,取下防护架;防护架在试验开始前安装在夹具上,保护试样,在夹具整个安装完成后,通过防护架将夹具整体移动安装到试验机上,试验开始时,再将其拆掉,能够保证安装的精确性。

7. 根据权利要求1所述的具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具,其特征在于:在试验过程中,即使试验机的上下挂接头方位和角度存在偏差使得位移与力的加载不在一条垂线上,接杆球铰面的存在也能够实现上下夹头在实验过程中自对中,确保试验结果的准确性。

8. 根据权利要求1所述的具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具,其特征在于:试样形状为哑铃状,包括两个夹持段,两个过渡段和中间标距段;过渡段左右端面为圆弧形。

9. 根据权利要求1所述的具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具,其特征在于:夹具的所有零件除试样外选用的材料是耐高温、高强度材料,包括高温合金,陶瓷材料。

10. 一种根据权利要求1所述的具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具的安装方法,其特征在于,包括下述步骤:

步骤1:将两个上支撑块的其中一个装入上夹头卡槽中,试样的夹持段紧贴着上支撑块安装,再将两个上支撑块的另一个装入压紧试样夹持段;

步骤2:上卡环从上夹头上端套入,在重力作用下夹紧上支撑块,定位试样在上夹头中位置;

步骤3:先将下卡环从试样下端套入试样,暂时固定在上夹头,随后将试样下端放入下夹头内部,将防护架安装到上、下夹头上,定位上、下夹头;

步骤4:下支撑块从试样两侧装入下夹头卡槽中,紧贴试样下夹持段安装,从靠近上夹头位置释放之前装入的下卡环,在重力作用下夹紧下支撑块,定位试样在下夹头中位置;

步骤5:降低试验机横梁,将经防护架固定的整体上、下夹具装入安装在试验机的挂接头,先使上接杆的凸球面装入上挂接头凹球面,下接杆的下端置入下挂接头下端,缓慢升高试验机横梁,使下接杆下端与下挂接头凹、凸球面刚刚开始接触;

步骤6:调整整体上、下夹具周向位置,使试样一个表面正对观测镜头;

步骤7:旋开K型手拧螺母,打开防护架横杆半环,取下防护架,准备开始试验。

具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具与方法,属于复合材料的高温试验领域。

背景技术

[0002] 复合材料具有高的比强度和比刚度,力学性能可设计等优点,应用在航空航天飞行器与发动机热端部件中,可以实现发动机性能的提高和重量的减轻。复合材料,如陶瓷基复合材料等,经常要被应用在高温部件,在高温下承受载荷。因此,测试复合材料在高温下的力学性能是有必要的,对复合材料进行高温拉伸测试则是测试其力学性能必要的实验手段。

[0003] 参照陶瓷基复合材料的高温拉伸试验标准ASTM C1359,由于陶瓷基复合材料具有脆性,夹具和试样的接触部分必须是平整均匀的面,不能是点接触或者线接触。夹具可以大致分为主动夹紧接触面和被动夹紧接触面两大类。主动夹紧接触面的夹具需要机械的、液压的或者气动力来夹紧试样,需要额外的装置提供垂直于试样表面的压力,在试样与夹具接触面上产生摩擦力来夹紧试样。被动夹紧接触面是直接通过机械的连接把力传递到试样上,例如轴肩或者孔。对于薄板,开孔会导致应力集中,导致试样被破坏。此外,如果开孔并通过销钉固定,高温下销钉还会容易变形,导致装卸不便。

发明内容

[0004] 本发明针对上述问题的不足提供了一种具有自对中功能的复合材料薄板高温拉伸测试夹具与方法,该测试夹具包括挂接头9、接杆8、防护架7、上卡环3、下卡环6、上支撑块2、下支撑块5、夹头1和试样4;

[0005] 所述挂接头9包括上挂接头和下挂接头,上、下挂接头结构相同;上挂接头和下挂接头挂接处设计有凹球面19,球面半径根据夹具设计载荷确定,挂接处上方设计有冷却水嘴20,挂接头9固定在试验机上;

[0006] 所述接杆8包括上接杆和下接杆,上、下接杆结构相同;接杆一端21为凸球面,其尺寸与挂接头凹球面19处的半径相同,接杆8与挂接头9通过凹、凸球面19、21构成球铰相连接;接杆另一端为外螺纹22,且在靠近该外螺纹的位置设有一对扳手操作平面23,接杆延长段24长度根据高温炉尺寸确定,需确保凸球面21在高温炉外;

[0007] 所述夹头1包括上夹头和下夹头,上、下夹头结构相同,夹头1的内螺纹孔25与接杆8的外螺纹22旋紧连接,夹头1与接杆8为分体式,便于根据不同样式进行夹头的更换;夹头远离夹持端的外圆柱面在正右侧设有一夹头定位平面11;

[0008] 所述上支撑块2包括上支撑块上部12和上支撑块下部13,上支撑块上部12呈方形,左、右端面为平面,上支撑块下部13左、右端面为圆弧面;所述下支撑块5包括下支撑块上部14和下支撑块下部15,下支撑块上部14左、右端面为圆弧面,下支撑块下部15呈方形,左、右端面为平面;上支撑块2和下支撑块5各自组成倒T形,两个一组,分别贴合试样4的前表面和

后表面,左右圆弧端面与试样齐平。

[0009] 试样装入状态下,上支撑块2和下支撑块5放在夹头内部16,上支撑块2和下支撑块5的截面形状与夹头内部16形状相互贴合,实现支撑块与夹头的相互定位;沿试样厚度方向,上支撑块下部13圆弧部分加厚,下支撑块下部15方形部分加厚,加厚方式由上至下按固定角度(推荐与支撑块的试样贴合面夹角在 $3-6^{\circ}$)斜面逐渐加厚,最终构成上窄下宽的楔形;

[0010] 所述上卡环3和下卡环6都呈倒U形,上、下卡环内壁17、18内表面由上至下依照与上支撑块下部13和下支撑块下部15相同的斜面角度逐渐减薄;装入试样状态下,上、下卡环通过重力作用,上、下卡环内壁17、18分别压紧固定住上支撑块下部13和下支撑块下部15;而上、下卡环上部空心圆柱部分27、28与夹头下方外圆柱面26相互契合,由此实现卡环与夹头的相互定位,再借助支撑块,实现试样在夹头内部16前后方向的定位。

[0011] 上、下卡环3和6不仅能通过重力自动夹紧试样4,还能够根据试验温度自动平衡夹紧力,当试样4与支撑块的温度升高时,试样4和上下支撑块2和5的总厚度会增加,上、下卡环3和6会相对支撑块向上移动,自动平衡厚度方向夹紧力。

[0012] 所述防护架7由一根连接杆29,两根结构完全相同横杆30及K型手拧螺母31构成。组装完毕的防护架7,两根横杆的防护架定位面上部10a和防护架定位面下部10b在一个平面上。

[0013] 防护架7在试验开始前,试样未装入时安装在夹头1上;通过旋开K型手拧螺母31,打开半环32,横杆30能够套入夹头1,随后锁紧K型手拧螺母31。防护架定位面10与夹头定位平面11相互配合定位,借助防护架定位面上部10a和防护架定位面下部10b实现上下夹头的周向定位。

[0014] 上下夹头1,以及与夹头1旋合固连的接杆8通过装入的防护架7形成一整体,在此状态下安装试样4、上、下支撑块2、5以及上、下卡环3、6,随后将整体夹具通过接杆8的凸球面21装入安装在试验机的挂接头9内部凹球面19,升高试验机横梁,上下凹凸球铰面刚刚开始接触时,旋开K型手拧螺母31,打开半环32,取下防护架7。防护架在试验开始前安装在夹具上,可以保护试样,在夹具整个安装完成后,可以通过防护架将夹具整体移动安装到试验机上,试验开始时,再将其拆掉,能够保证安装的精确性。

[0015] 在试验过程中,即使试验机的上下挂接头9方位和角度存在偏差使得位移与力的加载不在一条垂线上,接杆球铰面的存在也能够实现上下夹头在实验过程中自对中,确保试验结果的准确性。

[0016] 在复合材料高温拉伸试验中,试样形状为哑铃状,包括两个夹持段33,两个过渡段34和中间标距段35。过渡段34左右端面为圆弧形。

[0017] 所述夹具的具体安装方法为:

[0018] 1) 将两个上支撑块的其中一个装入上夹头卡槽中,试样的夹持段紧贴着上支撑块安装,再将两个上支撑块的另一个装入压紧试样夹持段。

[0019] 2) 上卡环从上夹头上端套入,在重力作用下夹紧上支撑块,定位试样在上夹头中位置。

[0020] 3) 先将下卡环从试样下端套入试样,暂时固定在上夹头,随后小心将试样下端放入下夹头内部,将防护架安装到上、下夹头上,定位上、下夹头。

[0021] 4) 下支撑块从试样两侧装入下夹头卡槽中,紧贴试样下夹持段安装,从靠近上夹头位置释放之前装入的下卡环,在重力作用下夹紧下支撑块,定位试样在下夹头中位置。

[0022] 5) 适当降低试验机横梁,将经防护架固定的整体上、下夹具装入安装在试验机的挂接头,先使上接杆的凸球面装入上挂接头凹球面,下接杆的下端置入下挂接头下端,缓慢升高试验机横梁,使下接杆下端与下挂接头凹凸球面刚刚开始接触。

[0023] 6) 根据试验要求,调整整体上、下夹具周向位置,使试样一个表面正对观测镜头。

[0024] 7) 旋开K型手拧螺母,打开防护架横杆半环,取下防护架7。准备开始试验。

[0025] 夹具的所有零件除试样4外选用的材料是耐高温高强度材料,可以是高温合金,也可以是陶瓷材料等,从而能使得夹具满足试验的高温条件。

[0026] 本发明的有益效果在于:

[0027] 接杆通过球铰与试验机连接,可以实现拉伸测试过程中上下夹具的自动对中。试样厚度方向增设支撑块,在试样圆弧端面受载时能够有效防止薄板试样屈曲,保证夹持稳定。同时,卡环在重力作用下能实现自动卡紧试样的作用,并且随着温度升高,试样和支撑块体积膨胀,卡环会自动平衡夹紧力。夹头通过螺纹与接杆连接,可以很方便得根据不同试样规格更换夹头。此外,防护架在试验前临时性安装,能够很好得保护薄板试样不在装夹过程中发生损坏。

附图说明

[0028] 图1是夹具装配示意图。

[0029] 图2是防护架横杆示意图。

[0030] 图3是防护架三维结构示意图。

[0031] 图4和图5是夹头结构示意图。

[0032] 图6是挂接头结构示意图。

[0033] 图7是接杆结构示意图。

[0034] 图8是上支撑块结构示意图。

[0035] 图9是下支撑块结构示意图。

[0036] 图10、11、12是上卡环结构示意图。

[0037] 图13、14、15是上卡环结构示意图。

[0038] 图16是试样结构示意图。

[0039] 图中标号说明如下:

[0040] 夹头1;上支撑块2;上卡环3;试样4;下支撑块5;下卡环6;

[0041] 防护架7;接杆8;挂接头9;防护架定位面10;防护架定位面上部10a;

[0042] 防护架定位面下部10b;夹头定位平面11;上支撑块上部12;

[0043] 上支撑块下部13;下支撑块上部14;下支撑块下部15;夹头内部16;

[0044] 上卡环内壁17;下卡环内壁18;凹球面19;冷却水嘴20;凸球面21;

[0045] 外螺纹22;扳手操作平面23;接杆延长段24;内螺纹孔25;外圆柱面26;

[0046] 上卡环空心圆柱部分27;下卡环空心圆柱部分28;连接杆29;横杆30;

[0047] K型手拧螺母31;半环32;夹持段33;过渡段34;中间标距段35;

具体实施方式

[0048] 下面结合附图中一个具体案例对本发明作进一步详细说明：

[0049] 如图1所示：一种用于复合材料平板高温拉伸测试的夹具，包括挂接头9、接杆8、防护架7、上卡环3、下卡环6、上支撑块2、下支撑块5、夹头1和试样4等。挂接头9固定在试验机上，接杆8与挂接头9通过凹、凸球面19、21构成球铰相连接，夹头1通过夹头内螺纹孔25与接杆8的外螺纹22旋紧连接，上支撑块2和下支撑块5分别贴合试样4的表面放在夹头1内部，并通过上、下卡环3和6分别卡紧，防护架7在试验前，试样未装入时安装在夹头1上，试验开始前取下。

[0050] 在复合材料高温拉伸试验中，试样形状如图16所示。试样形状为哑铃状，包括两个夹持段33，过渡段34和中间标距段35。过渡段为圆弧形。对于复合材料试样，通常其厚度应不低于3mm，但使用本夹具系统可进行试样厚度在1mm至3mm超薄试样的拉伸测试。标距段截面积不宜过小，根据相关试验机精度要求建议标距段宽度不小于10mm。夹持段宽度越大，圆弧段承载面积越大，越能有效改善局部受压状况，但受高温炉炉腔尺寸限制，建议夹持段宽度在20-25mm之间。圆弧段半径过小时，试样的危险区域较小，位置集中，容易在交界面处断裂，当圆弧半径与标距段宽度的比值不小于2.5时，危险区域的大小逐渐趋于稳定，即获得预期破坏模式的概率大大增加。当标距段长宽比不小于3时，标距段能获得均匀的应力分布。夹持段的长度与标距段宽度比值不小于2时，夹持段长度对应力集中的影响趋于稳定。因此，推荐圆弧半径与标距段宽度的比值大于等于2.5，标距段长宽比和夹持段长度与标距段宽度的比值大于等于2.0。

[0051] 图8中的上支撑块2和图9中的下支撑块5均有两块，两个一组，分别与试样4的前后表面相贴合，且左右圆弧端面与试样齐平。上支撑块下部13和下支撑块上部14，其圆弧面的尺寸由试样的过渡段34确定；上支撑块上部12和下支撑块下部15，其方形部分的长宽分别比试样4的夹持段33表面的长宽大1mm左右；上下支撑块2和5的加厚部分的斜面和其与试样贴合面的角度在3-6°之间。

[0052] 图4和图5是夹头1的结构示意图，夹头内部16与上支撑块2和下支撑块5的截面形状相贴合，其截面的尺寸可由上下支撑块2和5确定；夹头内螺纹孔25与接杆8的外螺纹22相匹配；夹头1在远离夹持段的外圆柱面设置夹头定位平面11，夹头定位平面11距离原有圆柱面的外表面1mm左右。

[0053] 图10、图11和图12中的上卡环3，与图13、图14、图15的下卡环6，上、下卡环内壁17、18分别压紧固定上支撑块下部13和下支撑块下部15，上、下卡环上部空心圆柱部分27、28与夹头下方外圆柱面26贴合，上卡环空心圆柱部分27与下卡环空心圆柱部分28的高度不同，便于在装配时区分上、下卡环。

[0054] 图7是接杆8的结构示意图，接杆一端外螺纹22与夹头内螺纹孔25旋紧连接，且在靠近该外螺纹的位置设有一对扳手操作平面23，接杆延长段24的长度由高温炉尺寸确定，以保证接杆另一端凸球面21在高温炉外。

[0055] 图6是挂接头9的结构示意图，挂接处上方设计有冷却水嘴20，挂接头9的凹球面19与接杆的凸球面21构成球铰结构，球面半径根据夹具设计载荷确定。图2和图3是防护架7的结构示意图，由一根连接杆29，两根结构完全相同横杆30及K型手拧螺母31构成。试验开始

前,试样未装入时安装在夹头1上;通过旋开K型手拧螺母31,打开半环32,横杆30能够套入夹头1,随后锁紧K型手拧螺母31。两根横杆30的防护架定位面上部10a和防护架定位面10b与夹头定位平面11相配合,借助防护架定位面上部10a和防护架定位面10b能够实现上下夹头的周向定位。

[0056] 本发明未详细阐述部分属于本领域公知技术。

[0057] 以上所述,仅为本发明部分具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本领域的人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

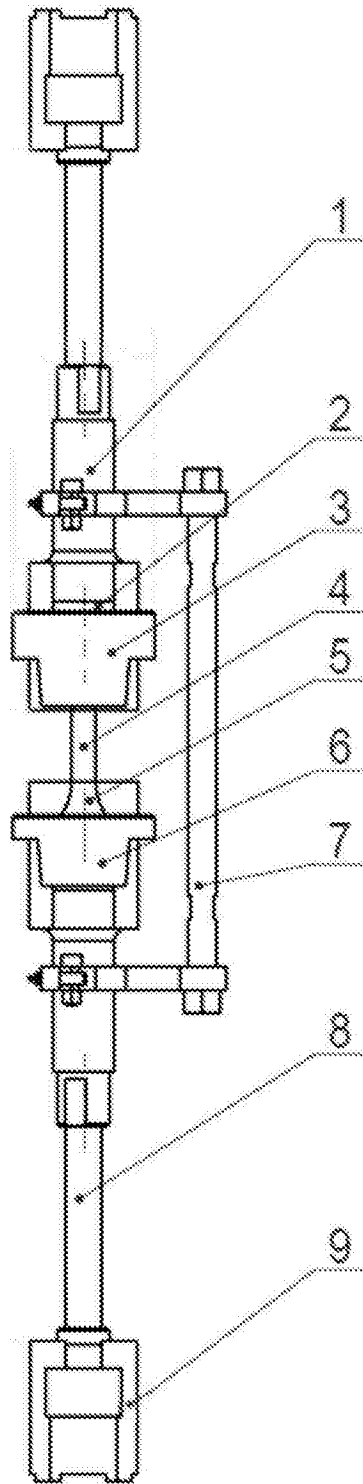


图1

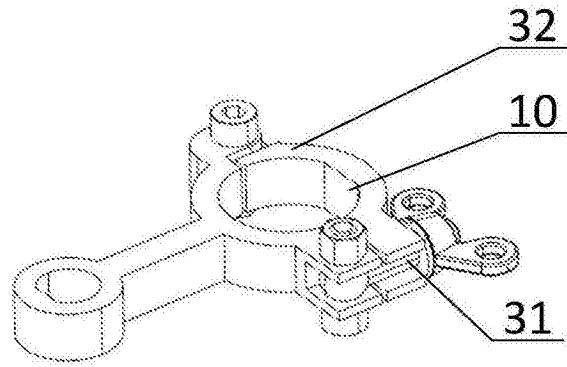


图2

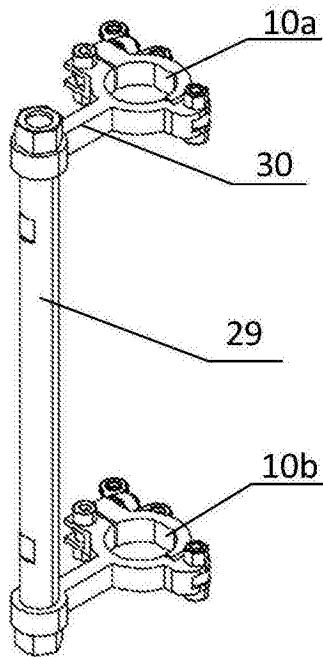


图3

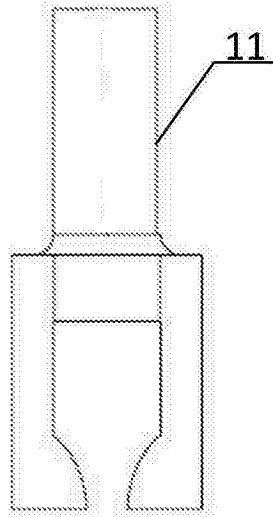


图4

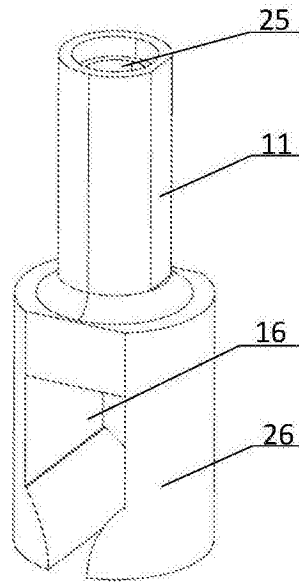


图5

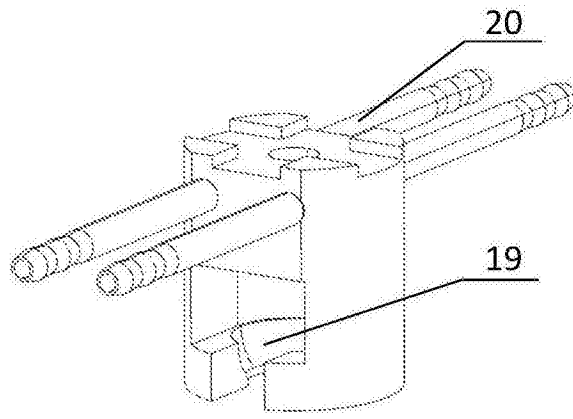


图6

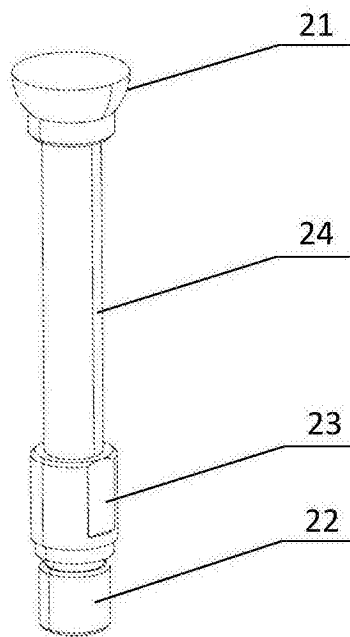


图7

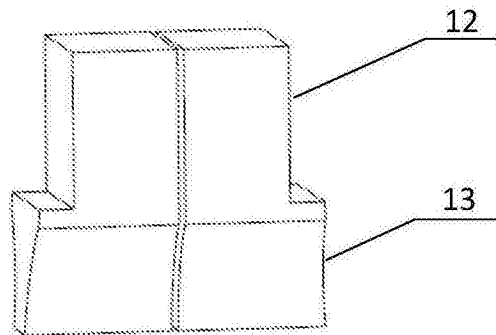


图8

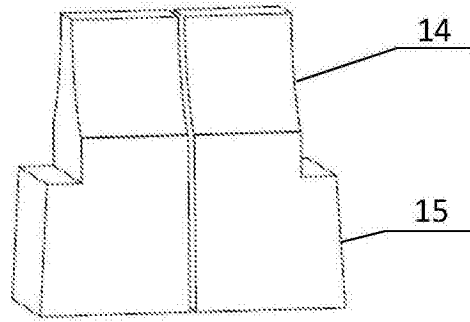


图9

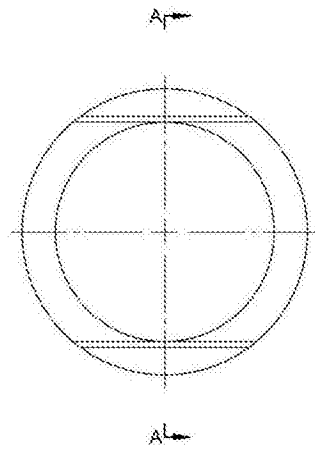


图10

A-A

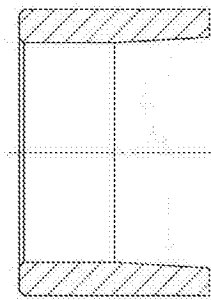


图11

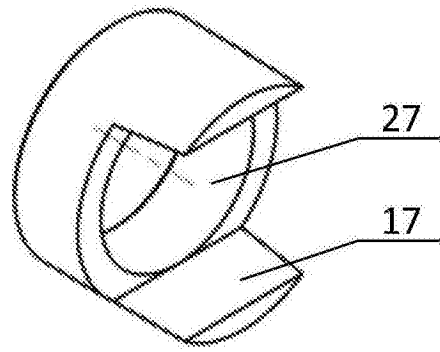


图12

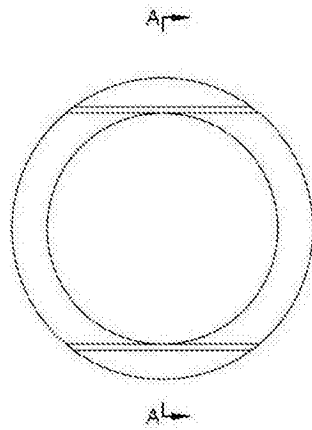


图13

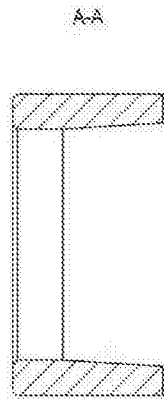


图14

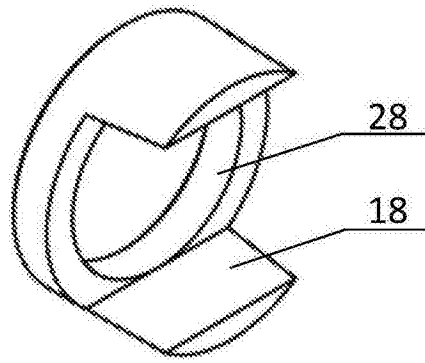


图15

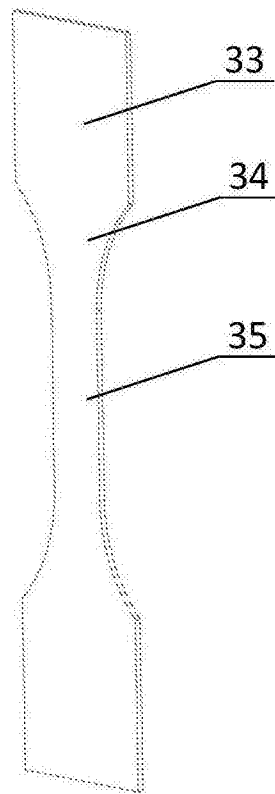


图16