



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106438728 B

(45)授权公告日 2018.07.31

(21)申请号 201611028433.3

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.11.18

F16C 43/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 陈光辰

申请公布号 CN 106438728 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(73)专利权人 中航工业哈尔滨轴承有限公司

地址 150025 黑龙江省哈尔滨市利民开发  
区兴业路2号

(72)发明人 徐超 马芳 高亮 徐雷 张传伟

闫国斌 毕明龙 刘璐 李岩

张振宇 郭伟波

(74)专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事

务所 23109

代理人 侯静

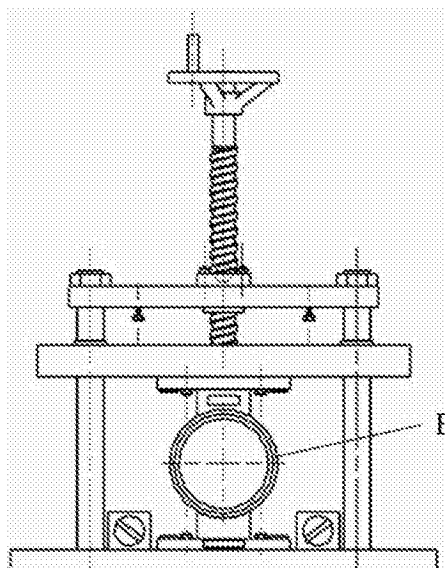
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的  
装配方法

(57)摘要

无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的  
装配方法,本发明属于轴承装配领域,它要解决  
现有装配形式难以实现整体式、无装球缺口自润  
滑铝合金关节轴承装配的问题。装配方法:一、校  
核测力仪、位移测量仪和千分表;二、对内圈施加  
预载荷,产生弹性变形量  $\delta_i$ ;三、固定内圈的弹  
性变形;四、再次校核各仪表;五、对外圈施加预  
载荷,产生弹性变形量  $\delta_o$ ,使内圈的弹性变形量  
与外圈的弹性变形量之和大于外圈沟底深度;  
六、将内圈装入外圈内;七、卸掉内圈和外圈上的  
预载荷,使内圈和外圈弹性恢复。本发明能够实  
现整体式、无装球缺口关节轴承弹性变形装配,  
装配完成后的套圈旋转灵活,尺寸精度满足要  
求。



1. 无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的装配方法,其特征在于是按下列步骤实现:

一、对关节轴承装配装置内的测力仪、位移测量仪和千分表进行校核,通过千分表对加载平台进行水平校正;

二、将关节轴承内圈放在内圈的上预载变形工装和下预载变形工装之中,通过上预载变形工装和下预载变形工装夹持内圈的外球面,通过加载平台对内圈施加预载荷,预载荷的方向为竖直向上的径向,测力仪显示预载荷大小,保证内圈处于弹性变形及材料许用应力内,通过位移测量仪显示得到内圈的弹性变形量 $\delta_i$ ;

三、利用可拆卸工装固定内圈的弹性变形,然后从预载变形工装上卸下内圈;

四、将关节轴承装配装置内的内圈预载变形工装更换为外圈预载变形工装,重新校核测力仪、位移测量仪和千分表,并通过千分表对加载平台进行水平校正;

五、将关节轴承外圈放在外圈的上预载变形工装和下预载变形工装之中,通过上预载变形工装和下预载变形工装夹持外圈的圆柱面,通过加载平台对外圈施加预载荷,预载荷的方向为竖直向下的径向,测力仪显示预载荷大小,保证外圈处于弹性变形及材料许用应力内,通过位移测量仪显示得到外圈的弹性变形量 $\delta_o$ ,使内圈的弹性变形量与外圈的弹性变形量之和大于外圈沟底深度 $d_R$ ,即 $\delta_o + \delta_i > d_R$ ,得到弹性变形的的外圈;

六、将步骤三卸下的内圈装入步骤五弹性变形的的外圈内;

七、卸掉内圈和外圈上的预载荷,使内圈和外圈弹性恢复,实现铝合金关节轴承的预载变形装配。

2. 根据权利要求1所述的无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的装配方法,其特征在于步骤一所述的关节轴承装配装置包括水平平台(1)、4个支撑柱(11)、固定顶板(3)、加载平台(2)、测力仪(9)、位移测量仪(10)、千分表(20)、预载变形工装和主螺纹杆(4),在矩形水平平台(1)上表面的4个角处各固定设置有1个支撑柱(11),固定顶板(3)通过支撑柱(11)顶部的紧固螺栓(12)固定在4个支撑柱(11)的上部,固定顶板(3)的中心开有圆孔,圆孔中固定有大螺母(7),主螺纹杆(4)穿过固定顶板(3)上的大螺母(7),主螺纹杆(4)的上端连接有旋转式把手(8),主螺纹杆(4)的下端与加载平台(2)转动连接,加载平台(2)的下表面固定有上预载变形工装(5),水平平台(1)的上表面固定有下预载变形工装(6),通过上预载变形工装(5)和下预载变形工装(6)夹持关节轴承的内圈(A)或者外圈(B)的外圈面,在上预载变形工装(5)内安装有测力仪(9),在下预载变形工装(6)内安装有位移测量仪(10),在左右两侧的两个支撑柱(11)之间各连接有1个支梁,在每个支梁上各安装1个千分表(20),千分表(20)的测杆与固定顶板(3)的下表面相接触。

3. 根据权利要求1所述的无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的装配方法,其特征在于在对关节轴承内圈(A)施加预载荷情况下,该关节轴承装配装置还包括4个侧面呈“L”形的固定工装(15)和可拆卸工装,每个固定工装(15)的垂直板和水平板的板面上均开有螺纹孔,其中2个固定工装(15)通过紧定螺钉固定在加载平台(2)的下表面,2个固定工装(15)通过紧定螺钉固定在水平台(1)的上表面;

可拆卸工装由上部件(16)、小螺纹杆(18)和下部件(17)组成,在上部件(16)和下部件(17)的表面也均开有螺纹孔,小螺纹杆(18)的两端各螺纹连接有一个螺母(19),可拆卸工装位于内圈(A)的内部,上部件(16)和下部件(17)的圆弧面与内圈(A)的内圈面贴合,上部

件(16)和下部件(17)之间夹有两端带有螺母(19)的小螺纹杆(18),上部件(16)通过紧定螺钉夹持在位于加载平台(2)下表面的2个固定工装(15)之间,下部件(17)通过紧定螺钉夹持在位于水平台(1)上表面的2个固定工装(15)之间。

4.根据权利要求1所述的无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的装配方法,其特征在于步骤二采用ANSYS有限元软件对关节轴承内圈的挤压弹性变形进行仿真分析。

5.根据权利要求1所述的无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的装配方法,其特征在于步骤五采用ANSYS有限元软件对关节轴承外圈的挤压弹性变形进行仿真分析。

6.根据权利要求1所述的无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的装配方法,其特征在于步骤五使内圈的弹性变形量与外圈的弹性变形量之和大于外圈沟底深度0.05~1mm。

## 无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的装配方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于轴承装配领域,尤其涉及一种新型自润滑铝合金关节轴承的装配方法。

### 背景技术

[0002] 自润滑铝合金关节轴承是在接触表面粘结自润滑衬垫以减小摩擦的球面滑动轴承,具有低速摆动、尺寸大、重量轻、承载重、抗冲击、寿命长等特征,广泛用于各类军机的机体承力系统和操作系统,属于航空装备关键基础件。

[0003] 当前国内较成熟的关节轴承装配方法主要为外圈开缝或外圈带装球缺口,国内常规关节轴承普遍采用带缺口装配,或者轴承外圈径向或轴向采用分瓣模式,而整体式、无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承采用内外圈整体包容的结构,装配工艺比较困难,无法采用常规的工艺方法将内圈装配入外圈内,属于技术瓶颈,严重制约我国重型战机研制和列装进度。

[0004] 因此,需要一种关节轴承装配方法,以实现整体式、无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承装配试制。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是要解决现有装配形式难以实现整体式、无装球缺口自润滑铝合金关节轴承装配的问题,而提供一种整体式、无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的装配方法。

[0006] 本发明整体式、无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的装配方法按下列步骤实现:

[0007] 一、对关节轴承装配装置内的测力仪、位移测量仪和千分表进行校核,通过千分表对加载平台进行水平校正;

[0008] 二、将关节轴承内圈放在内圈的上预载变形工装和下预载变形工装之中,通过上预载变形工装和下预载变形工装夹持内圈的外球面,通过加载平台对内圈施加预载荷,预载荷的方向为竖直向上的径向,测力仪显示预载荷大小,保证内圈处于弹性变形及材料许用应力内,通过位移测量仪显示得到内圈的弹性变形量 $\delta_i$ ;

[0009] 三、利用可拆卸工装固定内圈的弹性变形,然后从预载变形工装上卸下内圈;

[0010] 四、将关节轴承装配装置内的内圈预载变形工装更换为外圈预载变形工装,重新校核测力仪、位移测量仪和千分表,并通过千分表对加载平台进行水平校正;

[0011] 五、将关节轴承外圈放在外圈的上预载变形工装和下预载变形工装之中,通过上预载变形工装和下预载变形工装夹持外圈的圆柱面,通过加载平台对外圈施加预载荷,预载荷的方向为竖直向下的径向,测力仪显示预载荷大小,保证外圈处于弹性变形及材料许用应力内,通过位移测量仪显示得到外圈的弹性变形量 $\delta_o$ ,使内圈的弹性变形量与外圈的弹性变形量之和大于外圈沟底深度 $dR$ ,即 $\delta_o + \delta_i > dR$ ,得到弹性变形的的外圈;

[0012] 六、将步骤三卸下的内圈装入步骤五弹性变形的的外圈内；

[0013] 七、卸掉内圈和外圈上的预载荷，使内圈和外圈弹性恢复，实现铝合金关节轴承的预载变形装配。

[0014] 本发明提供了一种无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的装配方法，通过加载平台对内圈、外圈施加预载荷，使内、外套圈产生弹性变形，当内圈的弹性变形量 $\delta_i$ 和外圈的弹性变形量 $\delta_o$ 之和大于外圈沟底深度，即 $\delta_o + \delta_i > dR$ 时，通过该方法能够实现整体式、无装球缺口自润滑铝合金关节轴承弹性变形装配，装配完成后的套圈外观质量良好，旋转灵活，尺寸精度满足要求。

### 附图说明

[0015] 图1为应用具体实施方式二所述的关节轴承装配装置对内圈预载变形的正视图；

[0016] 图2为应用具体实施方式二所述的关节轴承装配装置对内圈预载变形的侧视图；

[0017] 图3为具体实施方式三中所述的可拆卸工装的正视图；

[0018] 图4为应用具体实施方式二所述的关节轴承装配装置对外圈预载变形的正视图；

[0019] 图5为应用具体实施方式二所述的关节轴承装配装置对外圈预载变形的侧视图；

[0020] 图6为实施例中采用ANSYS有限元软件分析得到外圈的承载变形测试图，其中■代表压入变形，●代表等效应力，箭头处代表弹性变形区间；

[0021] 图7为实施例中采用ANSYS有限元软件分析得到内圈的承载变形测试图，其中■代表压入变形，●代表等效应力，箭头处代表弹性变形区间。

### 具体实施方式

[0022] 具体实施方式一：本实施方式整体式、无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的装配方法按下列步骤实现：

[0023] 一、对关节轴承装配装置内的测力仪、位移测量仪和千分表进行校核，通过千分表对加载平台进行水平校正；

[0024] 二、将关节轴承内圈放在内圈的上预载变形工装和下预载变形工装之中，通过上预载变形工装和下预载变形工装夹持内圈的外球面，通过加载平台对内圈施加预载荷，预载荷的方向为竖直向上的径向，测力仪显示预载荷大小，保证内圈处于弹性变形及材料许用应力内，通过位移测量仪显示得到内圈的弹性变形量 $\delta_i$ ；

[0025] 三、利用可拆卸工装固定内圈的弹性变形，然后从预载变形工装上卸下内圈；

[0026] 四、将关节轴承装配装置内的内圈预载变形工装更换为外圈预载变形工装，重新校核测力仪、位移测量仪和千分表，并通过千分表对加载平台进行水平校正；

[0027] 五、将关节轴承外圈放在外圈的上预载变形工装和下预载变形工装之中，通过上预载变形工装和下预载变形工装夹持外圈的圆柱面，通过加载平台对外圈施加预载荷，预载荷的方向为竖直向下的径向，测力仪显示预载荷大小，保证外圈处于弹性变形及材料许用应力内，通过位移测量仪显示得到外圈的弹性变形量 $\delta_o$ ，使内圈的弹性变形量与外圈的弹性变形量之和大于外圈沟底深度 $dR$ ，即 $\delta_o + \delta_i > dR$ ，得到弹性变形的的外圈；

[0028] 六、将步骤三卸下的内圈装入步骤五弹性变形的的外圈内；

[0029] 七、卸掉内圈和外圈上的预载荷，使内圈和外圈弹性恢复，实现铝合金关节轴承的

预载变形装配。

[0030] 本实施方式步骤二和步骤五预先利用ANSYS有限元软件建立关节轴承几何模型及装配仿真分析模型,并进行网格划分,输入套圈材料弹性模量、线膨胀系数、泊松比等物理参数,进行装配仿真分析。

[0031] 本实施方式控制施加载荷大小,确保套圈处于弹性变形区间及材料许用应力,当内、外圈的弹性变形量之和大于外圈沟底深度,即 $\delta_o + \delta_i > dR$ 时,实现套圈弹性装配。

[0032] 具体实施方式二:本实施方式与具体实施方式一不同的是步骤一所述的关节轴承装配装置包括水平台1、4个支撑柱11、固定顶板3、加载平台2、测力仪9、位移测量仪10、千分表20、预载变形工装和主螺纹杆4,在矩形水平台1上表面的4个角处各固定设置有1个支撑柱11,固定顶板3通过支撑柱11顶部的紧固螺栓12固定在4个支撑柱11的上部,固定顶板3的中心开有圆孔,圆孔中固定有大螺母7,主螺纹杆4穿过固定顶板3上的大螺母7,主螺纹杆4的上端连接有旋转式把手8,主螺纹杆4的下端与加载平台2转动连接,加载平台2的下表面固定有上预载变形工装5,水平台1的上表面固定有下预载变形工装6,通过上预载变形工装5和下预载变形工装6夹持关节轴承的内圈A或者外圈B的外圈面,在上预载变形工装5内安装有测力仪9,在下预载变形工装6内安装有位移测量仪10,在左右两侧的两个支撑柱11之间各连接有1个支梁,在每个支梁上各安装1个千分表20,千分表20的测杆与固定顶板3的下表面相接触。其它步骤及参数与具体实施方式一相同。

[0033] 本实施方式加载平台套设在4个支撑柱上,通过千分表对加载平台进行水平校正。

[0034] 具体实施方式三:本实施方式与具体实施方式二不同的是在对关节轴承内圈A施加预载荷情况下,该关节轴承装配装置还包括4个侧面呈“L”形的固定工装15和可拆卸工装,每个固定工装15的垂直板和水平板的板面上均开有螺纹孔,其中2个固定工装15通过紧定螺钉固定在加载平台2的下表面,2个固定工装15通过紧定螺钉固定在水平台1的上表面;

[0035] 可拆卸工装由上部件16、小螺纹杆18和下部件17组成,在上部件16和下部件17的表面也均开有螺纹孔,小螺纹杆18的两端各螺纹连接有一个螺母19,可拆卸工装位于内圈A的内部,上部件16和下部件17的圆弧面与内圈A的内圈面贴合,上部件16和下部件17之间夹有两端带有螺母19的小螺纹杆18,上部件16通过紧定螺钉夹持在位于加载平台2下表面的2个固定工装15之间,下部件17通过紧定螺钉夹持在位于水平台1上表面的2个固定工装15之间。其它步骤及参数与具体实施方式二相同。

[0036] 本实施方式通过旋转可拆卸工装中的螺母将内圈弹性变形固定。

[0037] 应用具体实施方式二和三所述的关节轴承装配装置对内、外圈预载变形的结构示意图如图1~5所示。

[0038] 具体实施方式四:本实施方式与具体实施方式一至三之一不同的是步骤二采用ANSYS有限元软件对关节轴承内圈的挤压弹性变形进行仿真分析。其它步骤及参数与具体实施方式一至三之一相同。

[0039] 具体实施方式五:本实施方式与具体实施方式一至四之一不同的是步骤五采用ANSYS有限元软件对关节轴承外圈的挤压弹性变形进行仿真分析。其它步骤及参数与具体实施方式一至四之一相同。

[0040] 具体实施方式四和具体实施方式五分别利用ANSYS有限元方法建立关节轴承几何模型及装配仿真分析模型,分析加载方式和不同径向载荷条件下,内外套圈的弹性变形趋

势及应力分布,从中确定内外圈最佳变形量,并满足应力要求,实现套圈弹性变形仿真装配。根据仿真分析结果,进行铝合金样件的弹性变形装配试验,结合试验结果修正仿真模型中的相关参数,最终实现铝合金套圈的弹性变形装配。

[0041] 具体实施方式六:本实施方式与具体实施方式一至五之一不同的是步骤五使内圈的弹性变形量与外圈的弹性变形量之和大于外圈沟底深度 $0.05\sim 1\text{mm}$ 。其它步骤及参数与具体实施方式一至五之一相同。

[0042] 实施例:本实施例以尺寸为 $\Phi 105\times\Phi 127$ 的铝合金关节轴承为例进行整体式、无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的装配方法按下列步骤实施:

[0043] 一、对关节轴承装配装置内的测力仪、位移测量仪和千分表进行校核,通过千分表对加载平台进行水平校正;

[0044] 二、将关节轴承内圈放在内圈预载变形工装上,通过加载平台对内圈施加预载荷,预载荷的方向为竖直向上的径向,测力仪显示预载荷大小为 $3\text{KN}$ ,保证内圈处于弹性变形及材料许用应力内,通过位移测量仪显示得到内圈的弹性变形量 $\delta_i=1.25\text{mm}$ ,材料等效应力在 $383\text{MPa}$ 以下;

[0045] 三、利用可拆卸的工装固定内圈的弹性变形,然后从内圈预载变形工装上卸下内圈;

[0046] 四、将关节轴承装配装置内的内圈预载变形工装更换为外圈预载变形工装,重新校核测力仪、位移测量仪和千分表,并通过千分表对加载平台进行水平校正;

[0047] 五、将关节轴承外圈放在外圈预载变形工装上,通过加载平台对外圈施加预载荷,预载荷的方向为竖直向下的径向,测力仪显示预载荷大小为 $5.8\text{KN}$ ,保证外圈处于弹性变形及材料许用应力内,通过位移测量仪显示得到外圈的弹性变形量 $\delta_o=1.3\text{mm}$ ,使内圈的弹性变形量与外圈的弹性变形量之和大于外圈沟底深度 $d_R$ 为 $2.5\text{mm}$ ,得到弹性变形的的外圈,材料等效应力在 $400\text{MPa}$ 以下;

[0048] 六、将步骤三卸下的内圈装入步骤五弹性变形的的外圈内;

[0049] 七、卸掉内圈和外圈上的预载荷,使内圈和外圈弹性恢复,实现铝合金关节轴承的预载变形装配。

[0050] 本实施例步骤二和步骤五预先采用ANSYS有限元方法建立关节轴承几何模型及装配仿真分析模型,分析加载方式和径向载荷条件下,内、外套圈的弹性变形趋势及应力分布,测试图如图6和7所示。

[0051] 本实施例整体式、无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承装配方法,是基于仿真分析结果,进行铝合金样件的弹性变形装配试验,结合试验结果修正仿真模型中的相关参数,最终实现铝合金套圈的弹性变形装配。

[0052] 本实施例实现了尺寸为 $\Phi 105$ 的整体式、无装球缺口外圈自润滑铝合金关节轴承的装配试制。装配完成后的套圈外观质量良好,旋转灵活,尺寸精度满足要求。

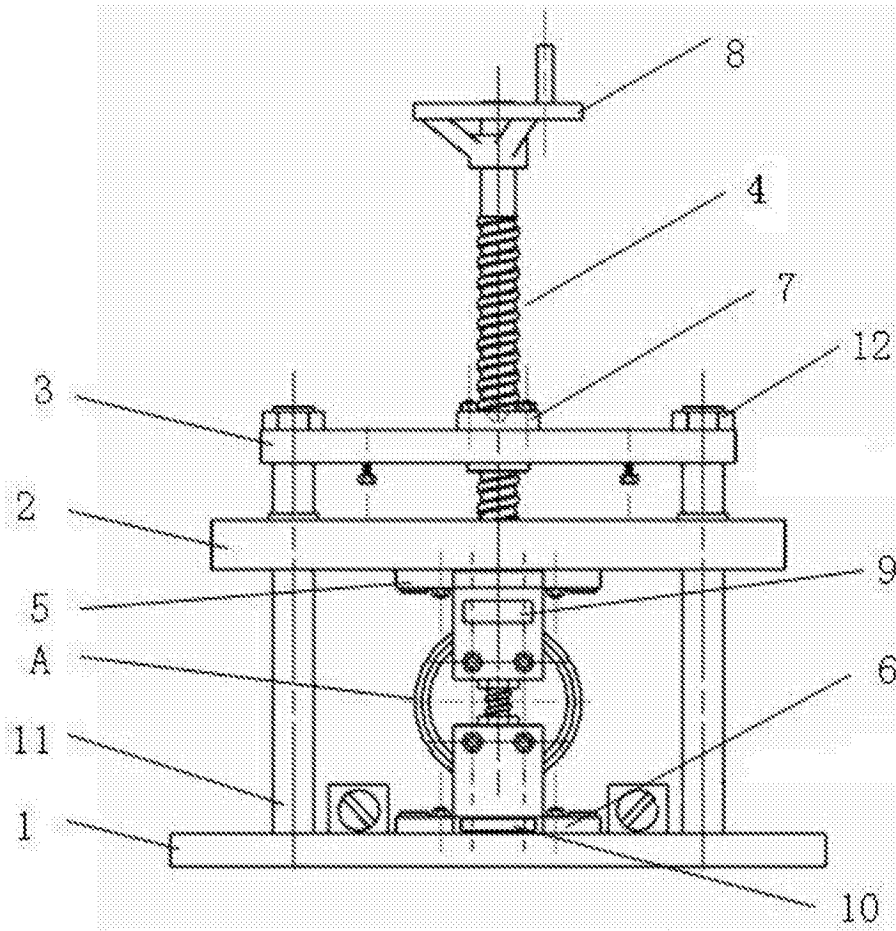


图1



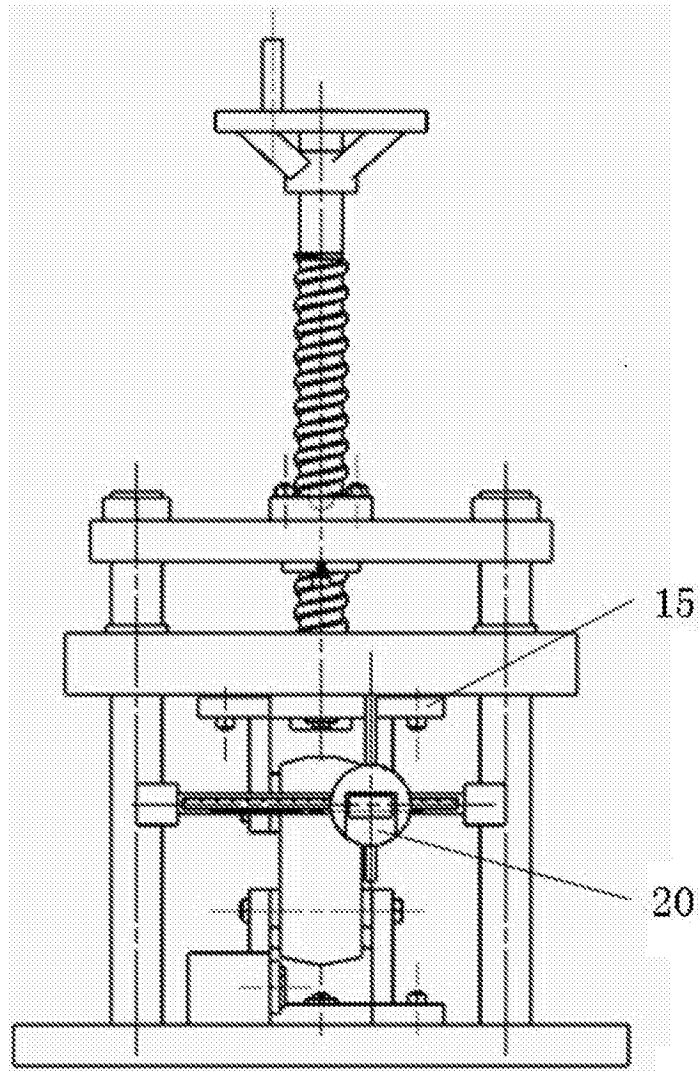


图2

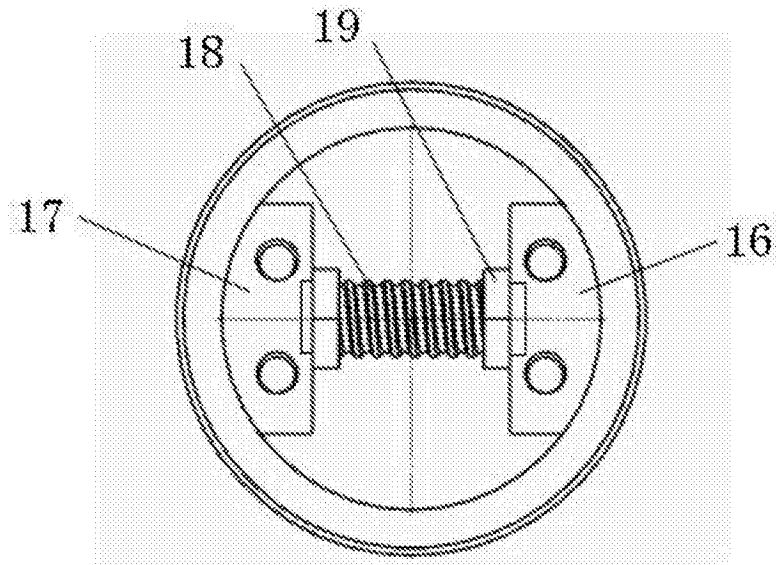


图3

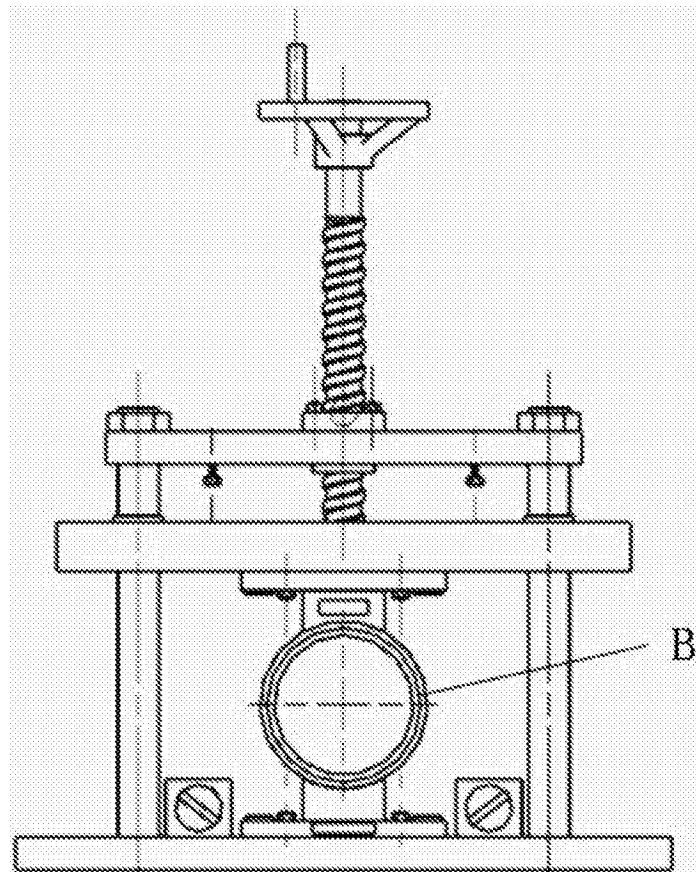


图4

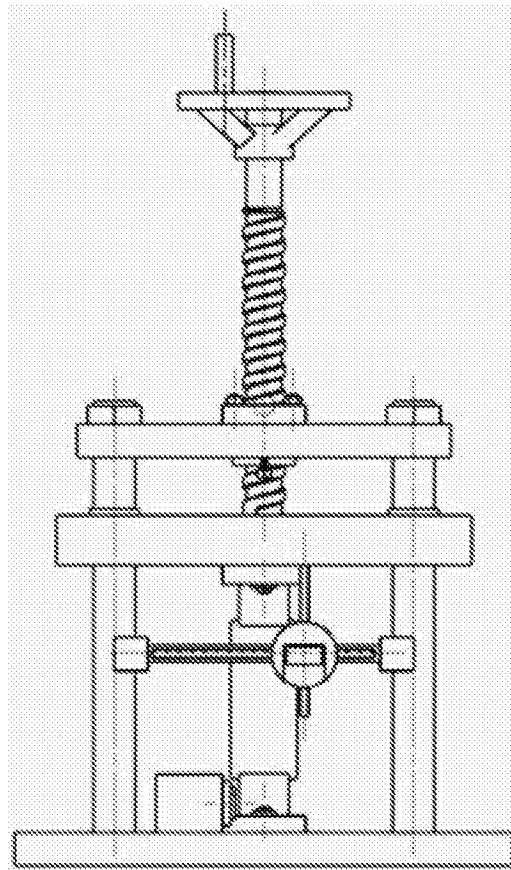


图5

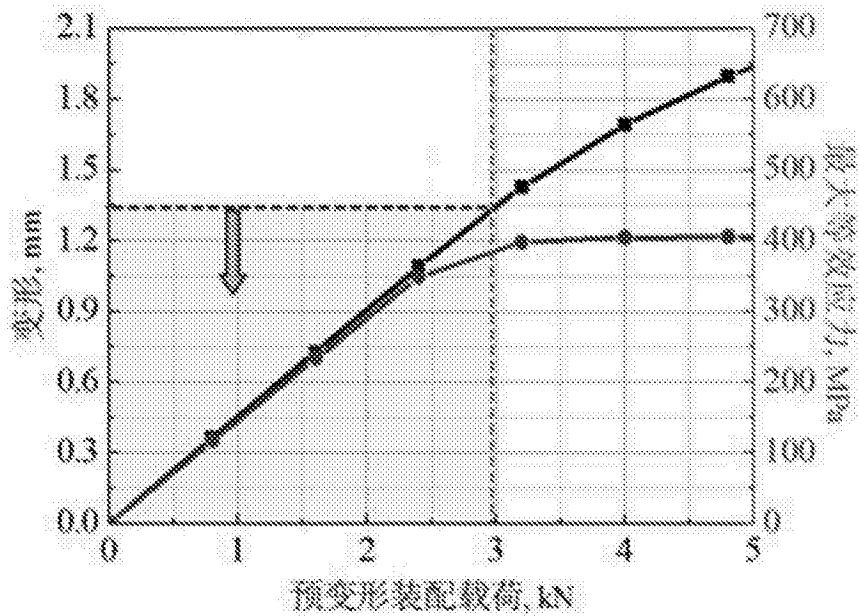


图6

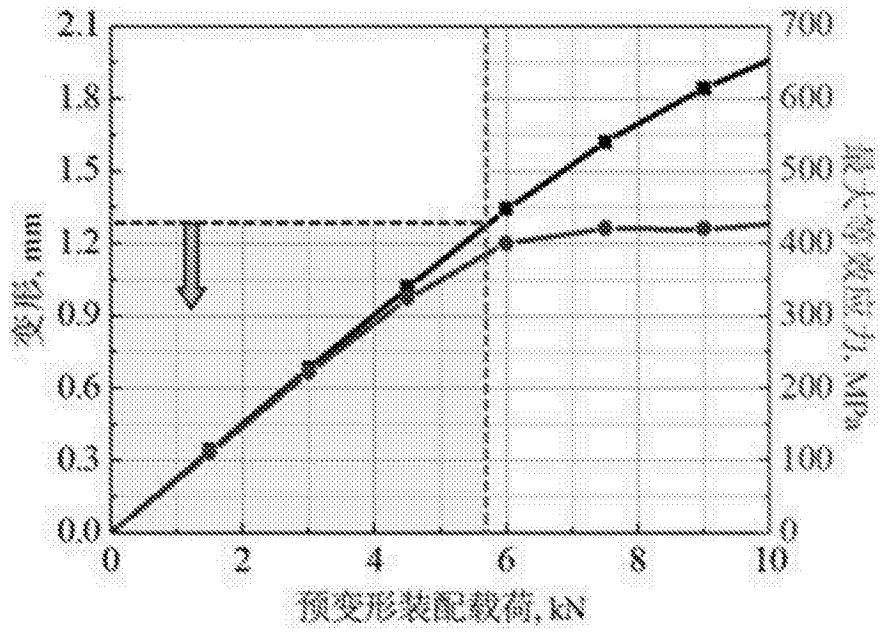


图7