



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102650578 A

(43) 申请公布日 2012. 08. 29

(21) 申请号 201210123937. 9

(22) 申请日 2012. 04. 24

(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 赵丽 张方卫 李晓刚 刘升旺

唐庆云 杨明远

(74) 专利代理机构 北京永创新实专利事务所

11121

代理人 周长琪

(51) Int. Cl.

G01N 3/18(2006. 01)

G01M 13/00(2006. 01)

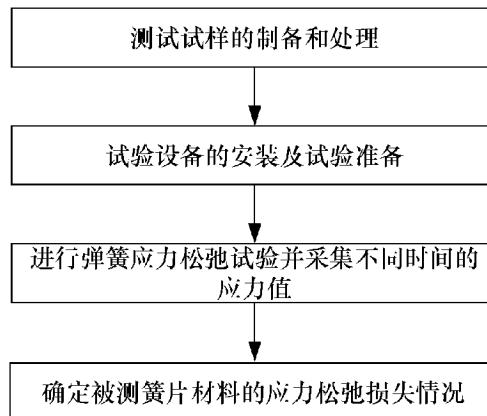
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 6 页

(54) 发明名称

一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法

(57) 摘要

本发明提出一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法，首先制备待测弹簧试样，所制待测弹簧试样为等应力试样，具有对称形状的片状结构；其次进行测试设备的安装及试验准备，测试设备具有一底座，底座前后固定有侧板，待测弹簧试样的两端分别放置在侧板上，通过限制器将底座和上板固定一起，上板上安装有压力传感器，压力传感器下端安装的压头给试样施加压力；然后进行弹簧应力松弛试验并采集不同时间的应力值；最后确定该试样材料的应力松弛损失情况。本发明方法将不易测量的试样弯曲挠度转换为易测量的电信号，提高了工作效率，方法简单，且测试数据准确。



1. 一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤 1,待测弹簧试样的制备和处理;

步骤 1.1 :下料,选定应力松弛试验材料;

步骤 1.2 :将材料经线切割成等应力试样;所述的等应力试样为具有对称形状的片状结构,试样的一端开有孔;

步骤 1.3 :将待测弹簧试样进行规定的时效处理,达到规定的力学状态;

步骤 2,测试设备的安装及试验准备;

步骤 2.1 :将设定簧片弯曲初始应力带入初始挠度计算公式,确定限制器(2)和前侧板(6)的垂直高度差;

步骤 2.2 :安装测试设备;所述的测试设备包括:底座(1)、限制器(2)、上板(3)、压力传感器(4)、压头(5)、前侧板(6)和后侧板(7);在装配时,首先,将前侧板(6)和后侧板(7)分别固定在底座(1)的前侧和后侧,所述前侧板(6)、后侧板(7)以及底座(1),三者的下侧面的中心位于同一竖直水平线上;其次,将待测弹簧试样开孔的一端通过螺栓固定在前侧板(6)上侧的中心沉孔(62)中,待测弹簧试样的另一端放置在后侧板(7)上侧中间位置的凹槽(72)中;然后,将压头(5)固定在压力传感器(4)的下端,将压力传感器(4)的上端固定在上板(3)的中心通孔(32)上,压力传感器(4)位于上板(3)的下侧面;最后,装配限制器(2),底座(1)开有的左沉孔(11)和右沉孔(11),分别垂直对应上板(3)的左通孔(31)和右通孔(31),所述的上板(3)的左通孔(31)和右通孔(31)相对于上板的中心通孔(32)左右对称,且底座(1)与上板(3)的中心位置垂直对应,在底座(1)的左沉孔(11)和上板(3)左通孔(31)之间装配左限制器(2),在底座(1)的右沉孔(11)和上板(3)的右通孔(31)之间装配右限制器(2),所述限制器(2)的两端带外螺纹,下端固定在底座(1)的左沉孔(11)或右沉孔(11)中,上端通过螺栓固定在上板(3)左通孔(31)或右通孔(31)上;

步骤 2.3 :将连接压力传感器(4)的传感器引线(8)和外置的数据显示仪表相连,并将数据显示仪表的电源线和电源相接,在所述的测量设备处于零测试状态下对数据显示仪表进行调零和量程校准;

步骤 2.4 :拧紧上板(3)上左、右两侧固定限制器(2)的螺母,拧紧过程中尽量保证待测弹簧试样两侧受力均匀,待数据显示仪表的数据稳定后,读取初始应力;

步骤 3,进行弹簧应力松弛试验并采集不同时间的应力值,具体是:将带有待测弹簧试样的测试装置放置在高温试验箱内,接通电源,调节试验箱的温度,记录不同时间下片状试样的弯曲应力值;

步骤 4,达到规定试验时间,读取终止试验时间时的仪表显示值,从试验箱中取出测试设备进行冷却,冷却后将测试设备卸载,取出试样,在自由状态下停放一小时,用应变仪测量片簧弯曲变形后的恢复高度,进而确定该簧片材料的应力松弛损失情况。

2. 根据权利要求 1 所述的一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法,其特征在于,步骤 1 中所述的待测弹簧试样,试样的宽度至少是厚度的 10 倍。

3. 根据权利要求 1 所述的一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法,其特征在于,步骤 2.1 中待测弹簧试样的初始挠度,具体通过下式确定:

$$f = \frac{L^2 \cdot \sigma}{hE}$$

其中,  $f$  表示初始挠度值, 单位为毫米 (mm) ;  $L$  表示待测弹簧试样的标距长度, 单位为 mm ;  $\sigma$  表示待测弹簧试样表层最大应力, 单位为 MPa, ;  $h$  表示待测弹簧试样的厚度, 单位为 mm ;  $E$  表示待测弹簧试样材料的弹性模量, 单位为 MPa。

4. 根据权利要求 3 所述的一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法, 其特征在于, 所述的  $\sigma$  取  $0.5 \sigma_{0.2}$ ,  $\sigma_{0.2}$  表示屈服强度。

5. 根据权利要求 1 所述的一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法, 其特征在于, 步骤 2.2 中所述的压头 (5) 在测试设备装配完成后, 与待测弹簧试样的中间位置线接触。

6. 根据权利要求 1 所述的一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法, 其特征在于, 步骤 2.2 中所述的压力传感器 (4) 的规格为  $kz \beta k-1$ , 输出灵敏度为  $2.248mV/V$ , 温度范围为  $0^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ , 量程为 980N。

7. 根据权利要求 1 所述的一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法, 其特征在于, 步骤 2.2 中所述的前侧板 (6), 其上侧面和后侧板 (7) 上侧的凹槽 (72) 的底面处于同一水平位置。

8. 根据权利要求 1 所述的一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法, 其特征在于, 步骤 2.2 中所述的装配限制器 (2), 需要根据步骤 2.1 得到的垂直高度差, 调整上板 (3) 的下侧面距离前侧板 (6) 的上侧面的垂直距离, 在限制器 (2) 的高度不够时, 通过在两个限制器 (2) 和上板 (3) 之间设置相同厚度的垫块 I 来达到所要设定的高度; 所述的垫块 I 具有厚度且中心开有通孔, 通孔的直径大于限制器 (2) 上端直径。

9. 根据权利要求 1 所述的一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法, 其特征在于, 步骤 2.2 中所述的将前侧板 (6) 和后侧板 (7) 分别固定在底座 (1) 的前侧和后侧, 需要根据待测弹簧试样的长度, 在前侧板 (6) 与底座 (1) 之间以及在后侧板 (7) 与底座 (1) 之间设置相同厚度的垫块 II 来调整前侧板 (6) 和后侧板 (7) 之间的间距; 所述的垫块 II 具有厚度且中心开有通孔, 通孔的直径大于前侧板 (6) 或后侧板 (7) 连接底座 (1) 的通孔的直径。

## 一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于常温及高温片状弹簧应力松弛测试技术领域，具体涉及一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法。

### 背景技术

[0002] 应力松弛大小作为考察材料性能的标准之一，当前不同国家对应力松弛试验没有统一的标准，试样和测试装置也不同。因此测试结果差异很大，无法进行统一比较。目前片状弹簧应力松弛测试常用方法为变截面悬臂梁法和芯轴法。其中悬臂梁法是用一个变截面试样，弯曲时产生一个恒定的纤维应变。用螺栓使试样弯曲，把“自由端”固定于一个高度，此高度相应于所要求的应力水平。此方法需要确定应力和挠度的关系。芯轴法是把对边平行的簧片试样包在一根芯轴上，选择不同的芯轴可以产生所要求的初始应力。把试样夹紧在芯轴上，放到已设置的高温中不同时间，然后把试样从芯轴上移开，用光学比较仪和特殊夹具测量所产生的曲率。

[0003] 上述片装弹簧应力松弛试样的试验夹具，大多数是自行设计。ASTM 标准推荐采用半球体加载和活塞加载的方法。对于薄片试样所需外加应力很小，测量外加应力传感器精度较高，如采用 ASTM 标准推荐的活塞加载方式，则加载系统本身摩擦力等作用引起的误差可能超过试验所需的测试精度。目前通用的采用螺栓加载测量方法通过螺栓加载，然后将螺栓固定在底座上。该方法自动化程度较低，误差相对较大，而且不能实现带温测量，由于装置本身的局限性，需要通过其他固定装置将其固定。很大程度上增大了劳动量，增加了装置的复杂性和不稳定性。

### 发明内容

[0004] 本发明为了解决现有技术中片状弹簧常温和高温应力松弛测试存在的自动化程度较低、误差较大、测量复杂和不稳定的问题，提供一种片状弹簧常温及高温应力松弛测试方法。

[0005] 本发明提出一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法，通过如下步骤实现：

[0006] 步骤 1，待测弹簧试样的制备和处理：

[0007] 步骤 1.1：下料，选定应力松弛试验材料；

[0008] 步骤 1.2：将材料经线切割成等应力试样；所述的等应力试样为具有对称形状的片状结构，试样的一端开有孔；

[0009] 步骤 1.3：将待测弹簧试样进行规定的时效处理，达到规定的力学状态。

[0010] 步骤 2，测试设备的安装及试验准备。

[0011] 步骤 2.1：将设定簧片弯曲初始应力带入初始挠度计算公式，确定限制器和前侧板的垂直高度差。

[0012] 步骤 2.2：安装测试设备；所述的测试设备包括：底座、限制器、上板、压力传感器、压头、前侧板和后侧板；在装配时，首先，将前侧板和后侧板分别固定在底座的前侧和后侧，

所述前侧板、后侧板以及底座，三者的下侧面的中心位于同一竖直水平线上；其次，将待测弹簧试样开孔的一端通过螺栓固定在前侧板上侧的中心沉孔中，待测弹簧试样的另一端放置在后侧板上侧中间位置的凹槽中；然后，将压头固定在压力传感器的下端，将压力传感器的上端固定在上板的中心通孔上，压力传感器位于上板的下侧面；最后，装配限制器，底座开有的左沉孔和右沉孔，分别垂直对应上板的左通孔和右通孔，所述的上板的左通孔和右通孔相对于上板的中心通孔左右对称，且底座与上板的中心位置垂直对应，在底座的左沉孔和上板左通孔之间装配左限制器，在底座的右沉孔和上板的右通孔之间装配右限制器，所述的限制器的两端带外螺纹，下端固定在底座的左沉孔或右沉孔中，上端通过螺栓固定在上板左通孔或右通孔上。

[0013] 步骤 2.3：将连接压力传感器的传感器引线和外置的数据显示仪表相连，并将数据显示仪表的电源线和电源相接，在所述的测量设备处于零测试状态下对数据显示仪表进行调零和量程校准。

[0014] 步骤 2.4：拧紧上板左、右两侧固定限制器的螺母，拧紧过程中尽量保证待测弹簧试样两侧受力均匀，待数据显示仪表的数据稳定后，读取初始应力；

[0015] 步骤 3，进行弹簧应力松弛试验并采集不同时间的应力值，具体是：将带有待测弹簧试样的测试装置放置在高温试验箱内，接通电源，调节试验箱的温度，记录不同时间下片状试样的弯曲应力值；

[0016] 步骤 4，达到规定试验时间，读取终止试验时间时的仪表显示值，从试验箱中取出测试设备进行冷却，冷却后将测试设备卸载，取出待测弹簧试样，在自由状态下停放一小时，用应变仪测量待测弹簧试样弯曲变形后的恢复高度，进而确定该簧片材料的应力松弛损失情况。

[0017] 本发明方法的优点和积极效果在于：

[0018] (1) 目前常用的确定应力和挠度的关系的方法是给试样施加各种挠度水平时，用应变仪获得一条应变-挠度曲线，用轴向试验确定材料的应力-应变特性，利用此特性建立弯曲挠度，产生所要求的施加应力。本发明不需要确定应力和挠度的关系，将不易测量的试样弯曲挠度转换为易测量的电信号。另外，目前常用测量方法是将试样放到设定的温度，放置一定时间，然后把试样从其夹具上移开，用光学比较仪测量产生的永久变形，然后把永久变形换算成损失应力，而本发明方法不需要将永久变形换算成损失应力。因此，相比现有方法，本发明操作更加简单。

[0019] (2) 本发明方法通过压力传感器及外置的数据显示仪表实时监测压缩应力的变化，试验过程中不用将试样拿出测试，不用更换试样，影响数据波动的因素较少，保证了测试数据的准确性、可重复性和再现性。

[0020] (3) 本发明方法采用的压力传感器及输出的传感器引线均适用于高温条件，因此本发明能够进行片状弹簧应力松弛的测试。

[0021] (4) 本发明方法不需要对试样测量若干次取平均值，因而提高了工作效率，避免了因循环测量记录带来的误差。

[0022] (5) 本发明所采用的试样为具有对称形状的片状结构，保证了试样弯曲过程中不产生侧向弯曲；试样尺寸设计避免产生由于夹持加载带来的端头效应带的影响；试样为对称结构，受力在中间位置，相对中间位置的对称位置也受力相同，易于试验和分析。

## 附图说明

- [0023] 图 1 为本发明的测试设备的总装配图的正视图；
- [0024] 图 2 为本发明的测试设备的总装配图的后视图；
- [0025] 图 3 为本发明的测试设备中上板的示意图 :a 为俯视图, b 为 A-A 方向剖面图；
- [0026] 图 4 为本发明的测试设备中底座的示意图 :a 为俯视图, b 为 B-B 方向剖视图, c 为前视图或后视图；
- [0027] 图 5 为本发明的测试设备中前侧板的结构示意图 :a 为主视图, b 为俯视图；
- [0028] 图 6 为本发明的测试设备中后侧板的结构示意图 :a 为主视图, b 为俯视图；
- [0029] 图 7 为本发明的测试设备中限制器的结构示意图；
- [0030] 图 8 为本发明的测试设备中压力传感器的结构示意图；
- [0031] 图 9 为本发明的测试设备中压头的结构示意图 :a 为主视图, b 为侧视图；
- [0032] 图 10 为本发明的测试设备中垫块的结构示意图；
- [0033] 图 11 为本发明待测片状弹簧的试样形状图；
- [0034] 图 12 为本发明的测试方法的步骤流程图。

## 具体实施方式

- [0035] 下面结合附图对本发明进行的详细的说明。
- [0036] 本发明提供的测试方式基于下面一种测试设备,如图 1 和图 3 所示,该测试设备主要包括以下几个模块 :底座 1、限制器 2、上板 3、压力传感器 4、压头 5、前侧板 6 和后侧板 7。如图 1 和 2 所示,上板 3 平置于底座 1 的正上方,底座 1 与上板 3 的中心位置相对应。底座 1 和上板 3 通过左右两个限制器 2 固定一起。在上板 3 的相对底座 1 的一侧的中心位置上固定有压力传感器 4,压力传感器 4 的另一端固定有压头 5。压力传感器 4 通过传感器引线 8 与外置数据 显示仪表连接,将测量的压头 5 的压力传输给外置数据显示仪表。在底座 1 的前后两侧分别固定有前侧板 6 和后侧板 7,待测片状弹簧的两端分别放置在前侧板 6 和后侧板 7 上。在测试时候,将待测片状弹簧放置好后,压头 5 位于待测片状弹簧的正中间位置。
- [0038] 如图 3 的 a 和 b 所示,上板 3 上的中心位置开有通孔 32,用于固定压力传感器 4,在中心通孔 32 左右对称的位置各开有一个通孔 31,用于装配限制器 2。如图 3 的 a 所示的左、右两个通孔 31 的中心位于过中心通孔 10 的横向水平线上。
- [0039] 如图 4 的 a 和 b 所示,底座 1 的上侧,垂直对应上板 3 的左、右通孔 31 的位置各开有两个沉孔 11,用于将固定限制器 2 的一端固定在下板 1 上,保证下板 1 平整。如图 4 的 c 所示,底座 1 的前后侧各开有两个孔 12,用于固定前侧板 6 和后侧板 7。
- [0040] 上板 3 和底座 1 都为平板,由镀铬材料、不锈钢或者其他耐高温、耐腐蚀材料制造,进行高度抛光,具有较高的表面光洁度、平行度和刚度。
- [0041] 如图 5 的 a 所示,在前侧板 6 的侧面开有两个通孔 61,两个通孔 61 的位置对应底座 1 前侧所开的两个孔 12,通过螺钉可将前侧板 6 固定在底座 1 上。如图 5 的 b 所示,在前侧板 6 的上侧的中心位置开有沉孔 62,用于固定待测片状弹簧的一端。为了使待测片状弹簧在试验时更加稳固,在靠近沉孔 62 的一周上还均匀开有 4 个沉孔 63,用于固定待测片状

弹簧。在固定待测片状弹簧时,用一个垫块 III 放置在待测弹簧开孔一端上,通过螺栓将垫块 III、待测片状弹簧和前侧板 6 固定在一起。垫块 III 的结构如图 10 所示。

[0042] 如图 6 中 a 所示,后侧板 7 的侧面开有两个通孔 71,两个通孔 71 的位置对应底座 1 后侧所开的两个孔 12,通过螺钉可将后侧板 7 固定在底座 1 上。如图 6 中 b 所示,后侧板 7 的上侧开有凹槽 72,用于放置待测片状弹簧的另一端,凹槽 72 的宽度略大于待测片状弹簧端部的宽度,待测片状弹簧能够放置在凹槽 72 中,避免试验中试样发生左右移动。后侧板 7 上所开的凹槽 72 的底面与前侧板 6 的上侧面处于同一水平面上。

[0043] 如图 7 所示,限制器 2 的两端带外螺纹,在上的一端穿过上板 3 左边或者右边的通孔 31,并用螺母将限制器 2 与上板 3 固定,限制器 2 在下的一端固定在下板 1 上的垂直对应上板 3 左边或者右边的通孔 31 的沉孔 11 中。限制器 2 采用不锈钢材料制成,其高度根据片簧的挠度变形率来决定,用以保证试样压缩到规定的高度值,产生恒定的形变,其高度允许公差为 0.02mm。

[0044] 如图 8 所示,压力传感器 4 的两端带外螺纹,压力传感器 4 在上的一端穿过上板 3 的中心通孔 11,并通过螺母固定在上板 3 上,在下的一端安装了一个压头 5,用于避免压力传感器 4 的螺栓直接和待测片状弹簧接触,造成应力分布不均,以及避免待测片状弹簧高温软化后粘连压力传感器 4,造成压力传感器 4 使用寿命和试验精度下降的问题。压力传感器 4 与压头 5 相连接的一端的头部为光杆,设置一段光杆是为了避免下面情况:由于反复使用造成螺纹磨损从而引起压力传感器 4 与压头 5 之间接触的间隙,进而影响测试精度。本发明测试设备中所选用 的压力传感器的规格为 kz β k-1,准确度级别为 0.001,输出灵敏度为 2.248mV/V,温度范围为 0℃~150℃,量程为 980N。压力传感器 4 通过传感器引线 8 连接的数据显示仪表外供电源输入端透明线为正极,黑色为负极,仪表输入端黄线为正极,白线为负极。本发明的测试设备中的压力传感器 4 测量精度达千分之一,温漂小而且可以在高温下保持良好的精度。

[0045] 如图 9 所示,压头 5 通过内螺纹固定在压力传感器 4 上。对于压力传感器 4 一端设置的光杆,压头 5 中的内螺纹也同样存在一段光滑段,如图 9 的 a 中所示。本发明实施例中设置压力传感器一端的光杆为 3-5mm,同样,对应压头 5 中内螺纹处于底部的位置设置 3-5mm 的光滑段。另外,针对测试对象为片状弹簧,压头 5 与弹簧为线接触,使得被测片状弹簧受力位置为一条线,且压头 5 与被测片状弹簧接触的部位的宽度大于被测片状弹簧的宽度,避免弹簧由于试验造成卷边等问题,使得试验更加准确,也节约了试验样品。

[0046] 为使本发明设备具有通用性,设计了三种垫块 I、II 和 III,如图 10 所示,三种垫块都为一矩形,中心开有通孔,在中心通孔的圆周方向上还均匀开有四个通孔。垫块 I 用于辅助设置所要求的载荷,设置垫块 I 的中心通孔的直径大于限制器 2 上端直径,根据试验的需要,在两个限制器 2 的上端与上板 3 相接处,套上相同厚度的垫块 I,改变压头 5 给待测片状弹簧所施加的压力。垫块 II 用于调整前侧板 6 和后侧板 7 之间的间距。垫块 II 的中心通孔的直径大于连接前侧板 6 或后侧板 7 连接底座 1 的通孔的直径。在前侧板 6 或后侧板 7 连接底座 1 的位置分别垫上相同厚度的垫块 II,以适应不同长度的待测片状弹簧。垫块 III 的中心通孔的直径与前侧板 6 上侧的中心沉孔 62 的直径、待测片状弹簧开孔端所开的孔的直径相同,在安装待测片状弹簧时,将垫块 III 放置在待测片状弹簧开孔端的上面,通过螺栓将垫块 III 和待测片状弹簧开孔端固定在前侧板 6 上侧面。

[0047] 如图 11 所示,为采用本发明测试设备所用的待测片状弹簧的形状。待测片状弹簧的一端开有孔,用于通过螺母将弹簧和前侧板 6 上侧的中心沉孔 62 固定在一起,限定待测片状弹簧的位置。待测片状弹簧的另一端置于后侧板 7 的上侧的凹槽 72 中。国标推荐一般采用拉伸应力松弛或者是弯矩环状试样。本发明所采用的试样的要求更加符合本发明所提供的测试设备,如图 11 所示,本发明所采用的试样的设计的准则为:该试样为等应力片形试样。除试样两个端头受力不均匀外,在标距范围内各截面所受应力相等。而且根据美国 ASTME328—78 标准的要求,采用宽片试样时,要保证只受轴向应力而不产生侧向弯曲,试样宽度至少是厚度的 10 倍。试样长度选择原则:使试样弯曲变形时产生的挠度容易测量。若挠度太小则不易测量。试样标距超过一定尺寸后,才能避免夹持加载时,端头效应带的影响。若标距太长,会产生表面法向误差。本发明采用的试样的关于中心线对称的,可以选取对称位置进行对比分析。

[0048] 本发明提供一种片状弹簧常温及高温应力松弛的测试方法,基于上述测试设备,如图 12 所示,包括如下步骤:

[0049] 步骤 1,待测弹簧试样的制备和处理。

[0050] 步骤 1.1:下料,选定应力松弛试验材料。

[0051] 步骤 1.2:将材料经线切割成等应力试样,等应力试样为具有对称形状的片状结构,试样的一端开有孔。如图 11 所示的试样形状,该待测弹簧试样的两端宽,中间细,两端为两个规则的矩形,一端开有孔。

[0052] 步骤 1.3:将试样进行规定的时效处理,达到规定的力学状态;

[0053] 步骤 2,试验设备的安装及试验准备。

[0054] 步骤 2.1:将设定簧片弯曲初始应力带入初始挠度计算公式,进而确定限制器 2 和前侧板 6 的垂直高度差。待测弹簧试样的初始挠度 f 的计算公式如下:

$$[0055] f = \frac{L^2 \cdot \sigma}{hE}$$

[0056] 其中, f 的单位为毫米 (mm); L 表示待测弹簧试样的标距长度,单位为 mm; σ 表示待测弹簧试样表层最大应力,单位为 MPa; h 表示待测弹簧试样的厚度,单位为 mm; E 表示待测弹簧试样材料的弹性模量,单位为 MPa。其中 σ 可取 0.5 σ<sub>e</sub>、0.5 σ<sub>0.2</sub> 或者是 0.8 σ<sub>e</sub>, σ<sub>0.2</sub> 表示屈服强度, σ<sub>e</sub> 表示弹性极限。本发明此处选取 0.5 σ<sub>0.2</sub>, 本发明采用该值,能够得到一个较合理的初始挠度,从而确定一个适合试验的高度差。

[0057] 步骤 2.2:安装所述的测试设备。将前侧板 6 和后侧板 7 固定于底座 1 上,然后将试样固定于前后侧板上。之后将两个左、右限制器 2 固定于底座 1 上,然后将压力传感器 4 和压头 5 连接后整体固定于上板 3 上,最后通过限制器 2 将上板 3 和底座 1 固定一起。

[0058] 将前侧板 6 和后侧板 7 分别固定在底座 1 的前侧和后侧时,需要根据待测弹簧试样的长度,在前侧板 6 与底座 1 之间以及在后侧板 7 与底座 1 之间设置相同厚度的垫块 II 来调整前侧板 6 和后侧板 7 之间的间距;所述的垫块 II 具有厚度且中心开有通孔,通孔的直径大于前侧板 6 或后侧板 7 连接底座 1 的通孔的直径。

[0059] 将待测弹簧试样固定在前侧板 6 上时,将垫块 III 放置在待测弹簧试样开孔一端的上面,然后通过螺栓将垫块 III 和待测弹簧试样开孔一端固定在前侧板 6 上。

[0060] 装配限制器 2 时,需要根据步骤 2.1 得到的垂直高度差,调整上板 3 的下侧面距离

前侧板 6 的上侧面的垂直距离,在限制器 2 的高度不够时,通过在两个限制器 2 和上板 3 之间设置相同厚度的垫块 I 来达到所要设定的高度;所述的垫块 I 具有厚度且中心开有通孔,通孔的直径大于限制器 2 上端的直径。

[0061] 步骤 2.3:将连接压力传感器 4 的传感器引线 8 和外置的数据显示仪表相连,并将数据显示仪表的电源线和电源相接,在所述的测量设备处于零测试状态下对数据显示仪表进行调零和量程校准。

[0062] 步骤 2.4:拧紧上板 3 左、右两侧固定限制器 2 的螺母,拧紧过程中尽量保证弹簧试样两侧受力均匀,待数据显示仪表的数据稳定后,读取初始应力;

[0063] 步骤 3,进行弹簧应力松弛试验并采集不同时间的应力值,具体是:将带有待测试样的测试装置放置在高温试验箱内,接通电源,调节试验箱的温度,记录不同时间下片状试样的弯曲应力值;

[0064] 步骤 4,达到规定试验时间,读取终止试验时间时的仪表显示值,从试验箱中取出测试设备进行冷却,冷却后将测试设备卸载,取出片簧试样,在自由状态下停放一小时,用应变仪测量片簧弯曲变形后的恢复高度,进而确定该簧片材料的应力松弛损失情况。描述松弛性能的物理参量有:剩余应力缺少可比性,松弛率(单位时间内应力的下降值,描述松弛性能的重要参量,不断变化的,与温度初始应力和材料的微观组织相关)等,根据试验数据来计算确定,完成对片状弹簧应力松弛测试。

[0065] 本发明采用的片状弹簧应力松弛测试方法可以精确地确定初始应力,把初始应力这个重要参数与试验材料的机械性能进行评估和对比,试样的高度可以通过所用试验设备的垫块来调节。从理论上悬臂梁与导电簧片具有相似的受力状态,并克服了悬臂梁试验最大的缺点:确定力-挠度和应力-应变关系以建立初始应力的时间和设备。所采用的测试设备设计简便,高温下不变形,易于加工和测量精度高等特点,实现了弯曲片状弹簧在一定温度下的应力连续测量,试样一次安装直至测试结束,中途无需卸载,减少了人为误差。由于采用了高精度压力测量传感器和高灵敏度的数字显示装置,从而提高了测量数据的精度。所用压力测量传感器 4 可以根据使用要求,采用耐高温压力传感器,实现所需温度范围内的连续测量目的。

[0066] 目前片状弹簧应力松弛试样大多设计成变截面式悬臂梁。本专利设计了等应力松弛试样,保证试样只受轴向应力而不产生侧向弯曲。另外试样长度的选择,避免了产生夹持加载时产生的端头效应带的影响。另外采用对称试样还可以对比分析等效部位微观组织结构。

[0067] 本发明提供的片状弹性件常温和高温压缩应力松弛的测试方法,通过控制限制器 2 与侧板 6、7 的高度差使待测片状弹簧产生恒定弯曲形变,另外通过调节前后侧板 6、7 与底座 1 连接处的垫块 II 的厚度测量不同长度的试样。利用压力传感器 4 监测待测片状弹簧在不同温度和初始应力情况下随着时间的延长应力值的变化,进而计算片状簧片弯曲应力松弛。采用本发明提供的测试方法进行测量片状弹簧常温、高温的应力松弛变化情况,具有测试简单易操作、可靠、测量精度较高、通用性强等优点。

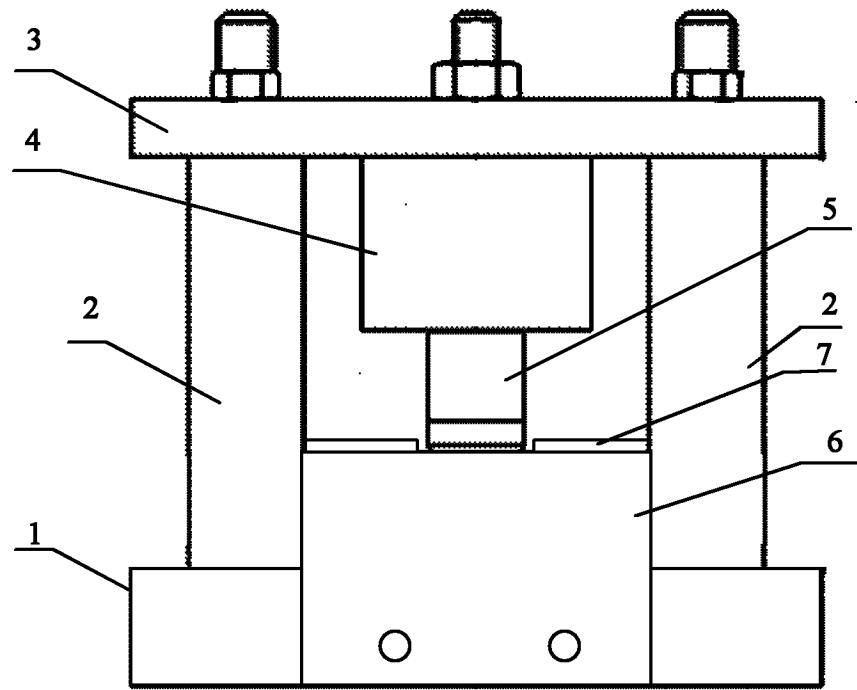


图 1

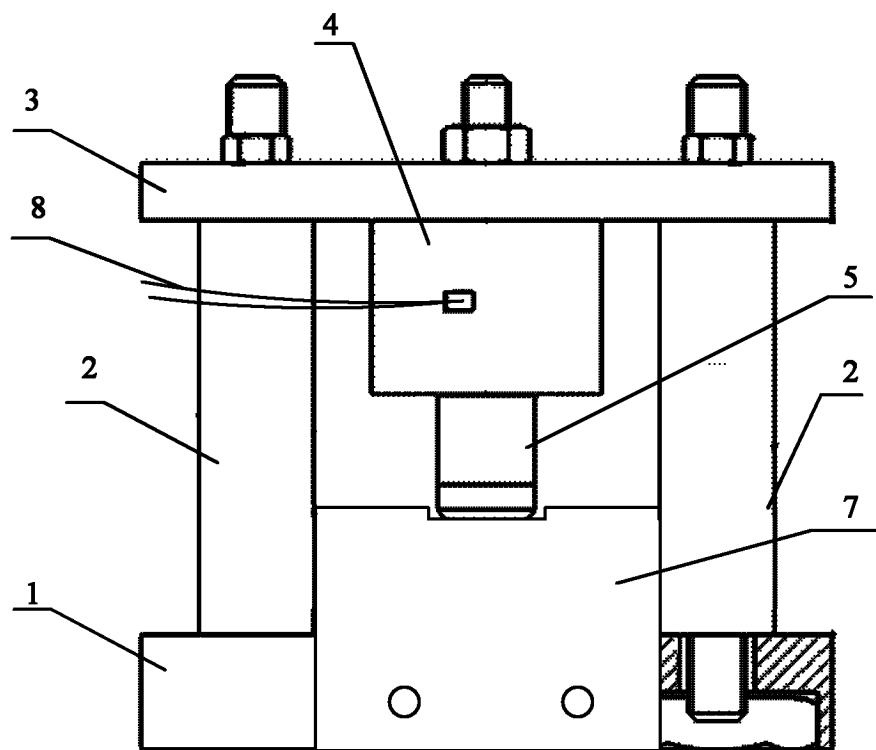


图 2

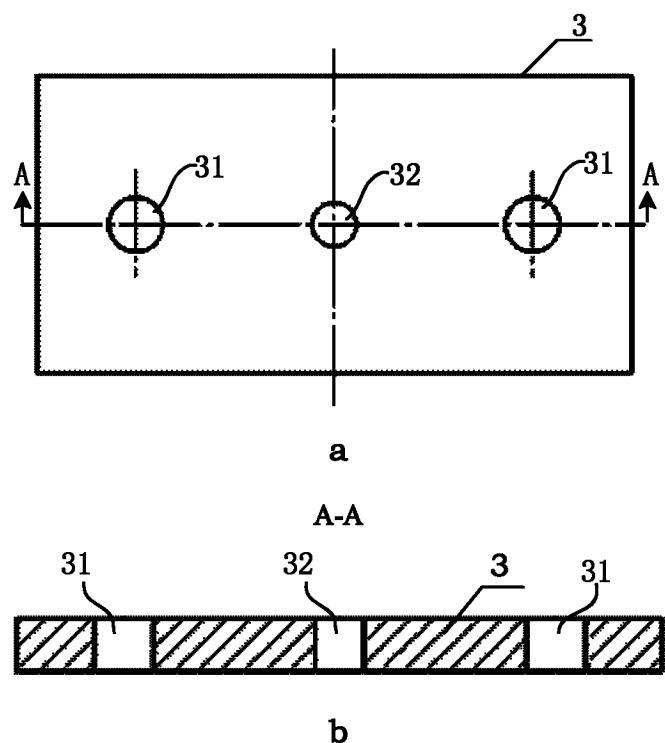


图 3

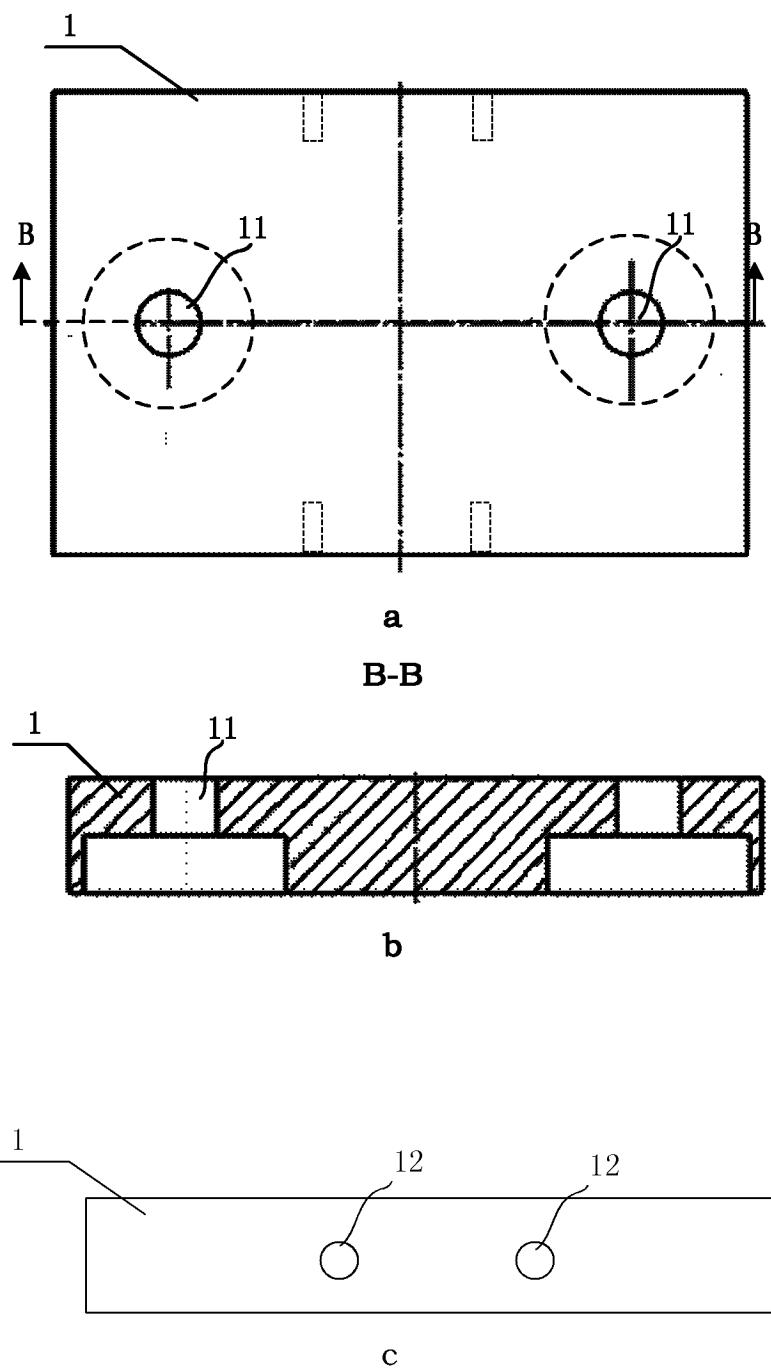


图 4

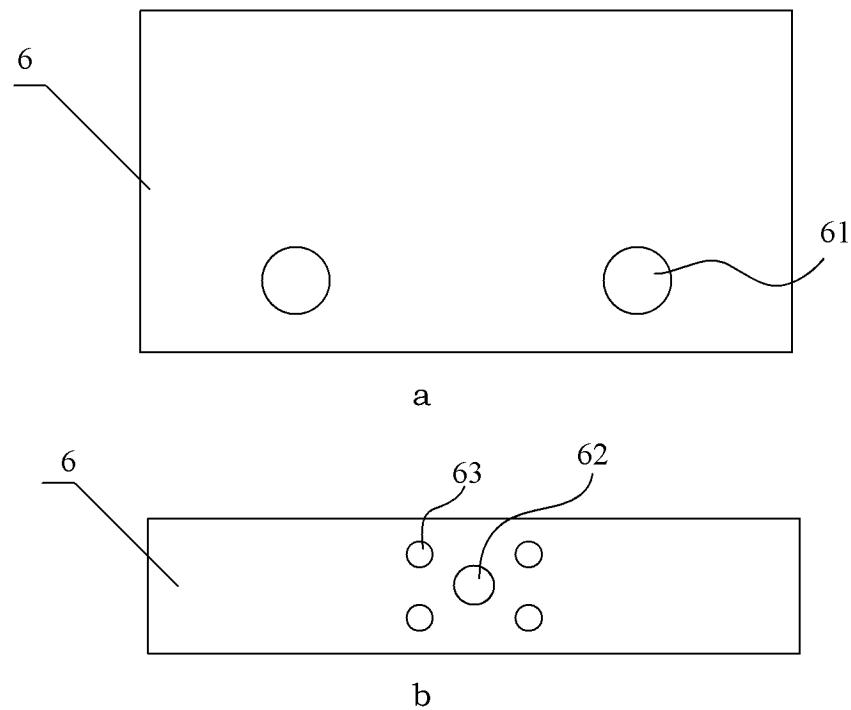


图 5

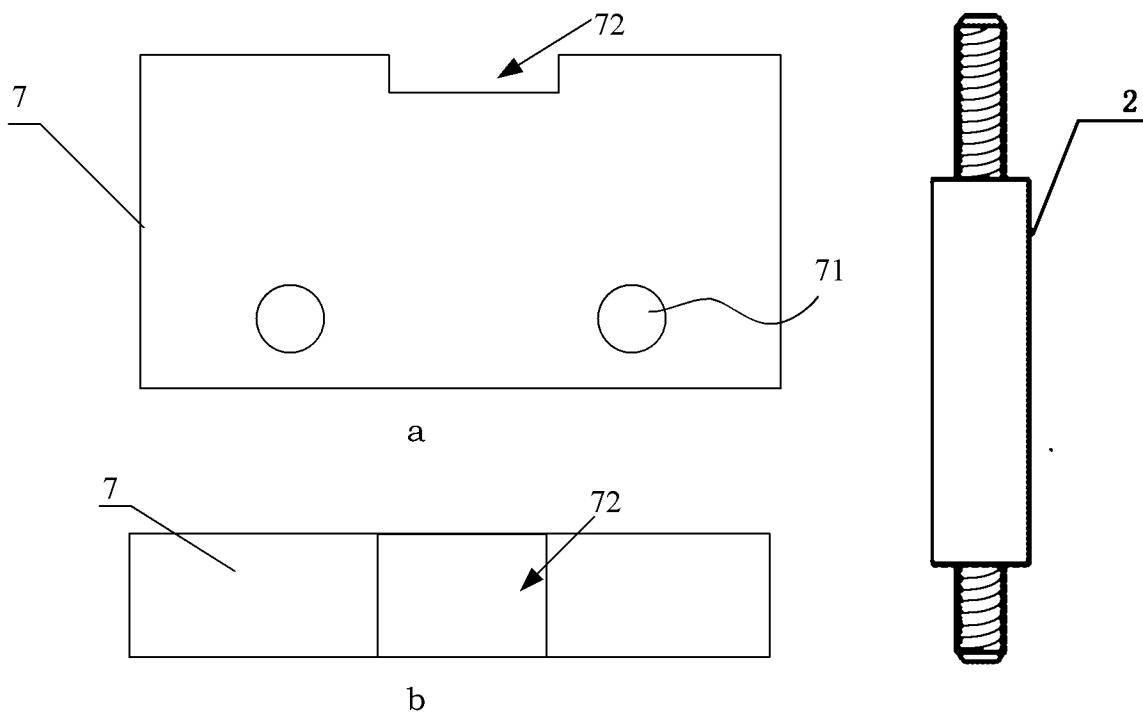


图 6

图 7

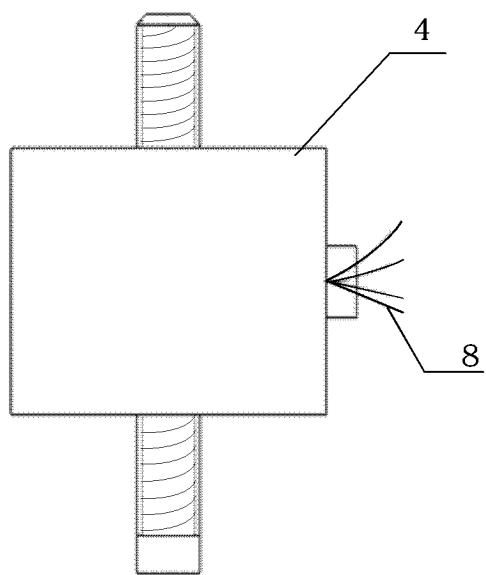


图 8

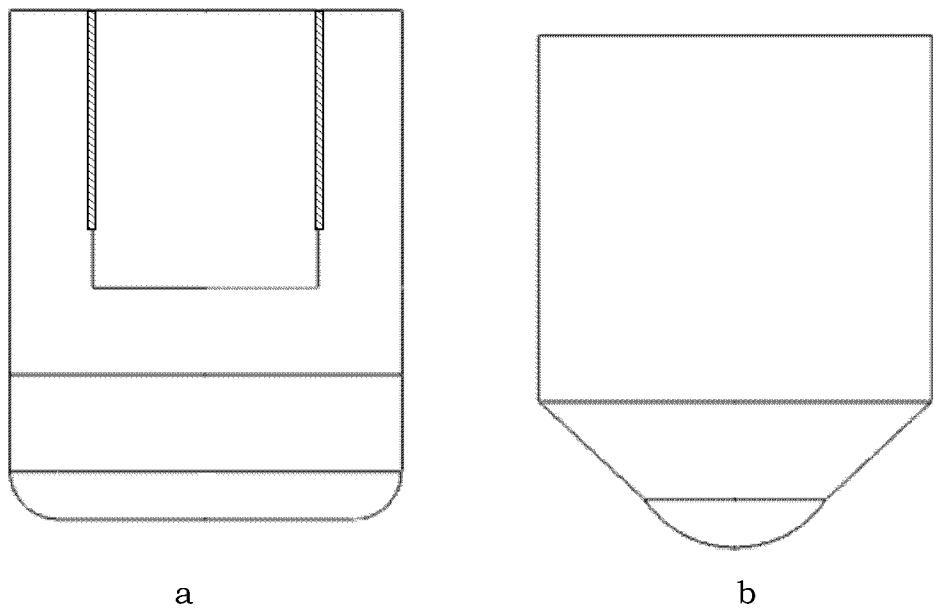


图 9

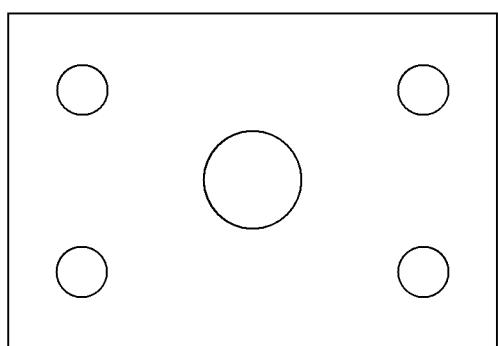


图 10

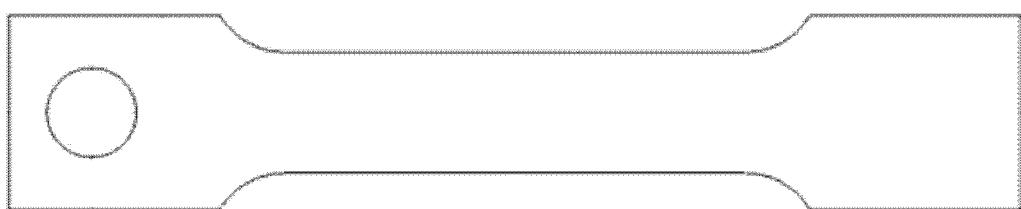


图 11

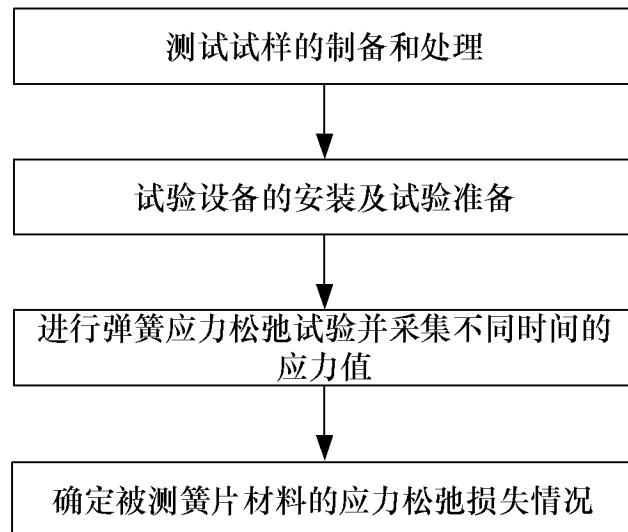


图 12