



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109297459 A

(43)申请公布日 2019.02.01

(21)申请号 201811538078.3

(22)申请日 2018.12.16

(71)申请人 中国航发沈阳发动机研究所
地址 110015 辽宁省沈阳市沈河区万莲路1号

(72)发明人 朱博强 李焱鑫 张茂强 彭辉
姬国仲 刘健

(74)专利代理机构 北京航信高科知识产权代理
事务所(普通合伙) 11526
代理人 高原

(51)Int.Cl.
G01B 21/32(2006.01)

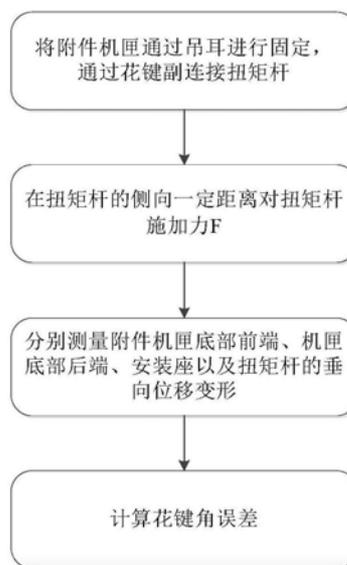
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

附件机匣花键角误差测量方法

(57)摘要

本申请公开了一种附件机匣花键角误差测量方法,属于航空发动机燃油附件设计技术领域,该方法包括将附件机匣通过吊耳进行固定,通过花键副连接扭矩杆,在扭矩杆的侧向一定距离对扭矩杆施加力F,分别测量附件机匣底部前端、机匣底部后端、安装座以及扭矩杆的垂向位移变形,以及根据位移变形计算花键角误差。该方法可以获得附件机匣工作状态下最大花键角的误差,提供的数据用于验证相关产品的变形量计算,指导优化设计,同时积累了工程数据后可用于给出花键角误差要求,弥补目前各项文件要求中花键角误差要求的空白。



1. 附件机匣花键角误差测量方法, 所述附件机匣通过安装座安装至燃油附件, 其特征在于, 包括:

将所述附件机匣通过吊耳进行固定, 并使与所述附件机匣内的传动齿轮轴通过花键副连接扭矩杆水平放置;

在所述扭矩杆的端部的侧向一定距离L对所述扭矩杆施加力F, 所述扭矩杆的端部与所述安装座距离为S, 所述力F为所述附件机匣的最大静扭矩施加值及最大悬臂力矩施加值的合力;

分别测量所述附件机匣底部前端、机匣底部后端、安装座以及扭矩杆的垂向位移变形; 计算所述花键角误差。

2. 根据权利要求1所述的附件机匣花键角误差测量方法, 其特征在于, 确定所述所述扭矩杆施加力F的步骤包括:

确定最大静扭矩施加值M及最大悬臂力矩施加值G;

根据 $F_2 \cdot S = G$ 确定距离所述安装座S位置的扭矩杆的端部的力F₂;

设定与所述力F₂平行且大小相等的力F, 并根据 $F \cdot L = M$, 确定力F相对于所述力F₂的偏移距离L;

通过连杆连接扭矩杆的端部与力F的合力作用点, 并对所述合力作用点施加力F。

3. 根据权利要求1所述的附件机匣花键角误差测量方法, 其特征在于, 分别测量所述附件机匣底部前端、机匣底部后端、安装座以及扭矩杆的垂向位移变形包括:

在未试验前, 确定所述附件机匣底部前端的位置点 y_A 、机匣底部后端的位置点 y_B 、安装座的位置点 y_C 以及扭矩杆的位置点 y_D ;

进行力F加载, 并确定所述附件机匣底部前端的位置点 y_A' 、机匣底部后端的位置点 y_B' 、安装座的位置点 y_C' 以及扭矩杆的位置点 y_D' ;

分别确定各偏移量 $y_A' - y_A = \Delta A$, $y_B' - y_B = \Delta B$, $y_C' - y_C = \Delta C$, $y_D' - y_D = \Delta D$ 。

4. 根据权利要求3所述的附件机匣花键角误差测量方法, 其特征在于, 计算所述花键角误差包括:

确定将所述附件机匣前端与后端的垂直距离h;

根据 $\tan\alpha = (\Delta B - \Delta A) / S$ 、 $\tan\beta = (\Delta C - \Delta D) / h$ 以及 $\gamma = \alpha - \beta$ 确定花键角误差 γ 。

附件机匣花键角误差测量方法

技术领域

[0001] 本申请属于航空发动机燃油附件设计技术领域,特别涉及一种附件机匣花键角误差测量方法。

背景技术

[0002] 在GJB241A附件传动装置试验中,要求“所有的安装座传动装置至少加载到它的最大悬臂力矩名义值,并至少承受型号规范中允许的最大花键角误差”。但是目前所有型号发动机的型号规范中均未给出允许的最大花键角误差,在相关的国家标准中也没有花键角误差要求。

[0003] 附件机匣花键角误差是指机匣上安装的燃油附件的轴头花键与附件传动齿轮轴花键轴线之间的偏斜角度,又称花键角偏斜。造成花键角误差的原因包括燃油附件安装角误差(附件机匣、安装座等加工误差)及燃油附件运转过程中受到悬臂力矩过载造成的角误差,花键副结构示意图见图2。

[0004] 附件的安装角误差可以通过测量附件机匣及附件相关尺寸得到,通常造成的角误差较小,燃油附件运转过程中受力造成的各零部件变形、位移是造成花键角误差的主要原因,目前尚无试验可以获得附件机匣工作状态下角误差。需要研究出一种方法可以获得附件机匣工作状态下花键角误差数值并进行测量,用于补充相关文件中缺失的要求内容,指导附件机匣的设计和试验。

发明内容

[0005] 本申请的目的是提供附件机匣花键角误差测量方法,以解决上述至少一方面的问题。

[0006] 本发明在分析了附件机匣工况后,根据发动机附件传动装置试验加载要求,设计了一种试验方法,可模拟附件机匣工作中附件传动齿轮轴与附件轴头花键副最大角误差状态。通过对该状态下附件机匣及其上附件位移量和变形量的测量,可计算得到附件机匣运行时出现的最大花键角误差值。

[0007] 本申请附件机匣花键角误差测量方法,包括:

[0008] 将所述附件机匣通过吊耳进行固定,并使与所述附件机匣内的传动齿轮轴通过花键副连接扭矩杆水平放置;

[0009] 在所述扭矩杆的端部的侧向一定距离L对所述扭矩杆施加力F,所述扭矩杆的端部与所述安装座距离为S,所述力F为所述附件机匣的最大静扭矩施加值及最大悬臂力矩施加值的合力;

[0010] 分别测量所述附件机匣底部前端、机匣底部后端、安装座以及扭矩杆的垂向位移变形;

[0011] 计算所述花键角误差。

[0012] 优选的是,确定所述所述扭矩杆施加力F的步骤包括:

- [0013] 确定最大静扭矩施加值M及最大悬臂力矩施加值G;
- [0014] 根据 $F_2 \cdot S = G$ 确定距离所述安装座S位置的扭矩杆的端部的力F₂;
- [0015] 设定与所述力F₂平行且大小相等的力F,并根据 $F \cdot L = M$,确定力F相对于所述力F₂的偏移距离L;
- [0016] 通过连杆连接扭矩杆的端部与力F的合力作用点,并对所述合力作用点施加力F。
- [0017] 优选的是,分别测量所述附件机匣底部前端、机匣底部后端、安装座以及扭矩杆的垂向位移变形包括:
- [0018] 在未试验前,确定所述附件机匣底部前端的位置点 y_A 、机匣底部后端的位置点 y_B 、安装座的位置点 y_C 以及扭矩杆的位置点 y_D ;
- [0019] 进行力F加载,并确定所述附件机匣底部前端的位置点 y_A' 、机匣底部后端的位置点 y_B' 、安装座的位置点 y_C' 以及扭矩杆的位置点 y_D' ;
- [0020] 分别确定各偏移量 $y_A' - y_A = \Delta A$, $y_B' - y_B = \Delta B$, $y_C' - y_C = \Delta C$, $y_D' - y_D = \Delta D$ 。
- [0021] 优选的是,计算所述花键角误差包括:
- [0022] 确定将所述附件机匣前端与后端的垂直距离h;
- [0023] 根据 $\tan\alpha = (\Delta B - \Delta A) / S$ 、 $\tan\beta = (\Delta C - \Delta D) / h$ 以及 $\gamma = \alpha - \beta$ 确定花键角误差 γ 。
- [0024] 本发明的关键点是模拟附件机匣工作状态下花键最大偏斜量的试验方法及测量位移、变形数据后的角误差计算分析方法。
- [0025] 本申请提供了一种获得附件机匣工作状态下最大花键角误差的方法,可提供真实数据用于验证相关产品的变形量计算,指导优化设计。同时积累了工程数据后可用于给出花键角误差要求,弥补目前各项文件要求中花键角误差要求的空白。

附图说明

- [0026] 图1是本申请附件机匣花键角误差测量方法的一优选实施例的流程图意图。
- [0027] 图2是本申请附件机匣安装燃油附件结构示意图。
- [0028] 图3是附件机匣施加静扭矩示意图。
- [0029] 图4是附件机匣施加悬臂力矩示意图。
- [0030] 图5是附件机匣施加组合力矩示意图。
- [0031] 图6是测点位置示意图。
- [0032] 其中,1-附件机匣,2-传动齿轮轴,3-花键副,4-燃油附件轴头,5-安装座,6-燃油附件,7-快卸环,8-扭矩杆,9-连杆,10-砝码,11-侧吊耳,12-前吊耳。

具体实施方式

[0033] 为使本申请实施的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行更加详细的描述。在附图中,自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本申请,而不能理解为对本申请的限制。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。下面结合附图对本申请的实施例进行详细说明。

[0034] 在本申请的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请保护范围的限制。

[0035] 如图1所示,本申请附件机匣花键角误差测量方法,主要包括:

[0036] 将所述附件机匣通过吊耳进行固定,并使与所述附件机匣内的传动齿轮轴通过花键副连接扭矩杆水平放置;

[0037] 在所述扭矩杆的端部的侧向一定距离L对所述扭矩杆施加力F,所述扭矩杆的端部与所述安装座距离为S,所述力F为所述附件机匣的最大静扭矩施加值及最大悬臂力矩施加值的合力;

[0038] 分别测量所述附件机匣底部前端、机匣底部后端、安装座以及扭矩杆的垂向位移变形;

[0039] 计算所述花键角误差。

[0040] 本实施例中,如图2所示,附件机匣1作为主动件,其具有附件传动齿轮轴2,附件机匣1通过安装座5与快卸环7与燃油附件6连接,附件传动齿轮轴2通过花键与燃油附件轴头4连接,形成花键副3。

[0041] 本申请的试验原理为:

[0042] 使用加载工装对附件机匣传动轴头施加扭矩,同时对加载工装施加悬臂力矩,二者叠加模拟附件机匣运转状态最大花键角偏斜状态。在受到悬臂力矩作用时壳体和齿轮轴会产生弯曲变形,在受到扭矩作用时会产生扭转变形。花键最大角偏斜理论上应该出现在附件机匣同时受到最大悬臂力矩与最大扭矩双重作用时,此时测得的附件机匣各处变形量为附件机匣工况内最大变形量。

[0043] 在一些可选实施方式中,确定所述所述扭矩杆施加力F的步骤包括:

[0044] 确定最大静扭矩施加值M及最大悬臂力矩施加值G;

[0045] 根据 $F_2 \cdot S = G$ 确定距离所述安装座S位置的扭矩杆的端部的力F₂;

[0046] 设定与所述力F₂平行且大小相等的力F,并根据 $F \cdot L = M$,确定力F相对于所述力F₂的偏移距离L;

[0047] 通过连杆连接扭矩杆的端部与力F的合力作用点,并对所述合力作用点施加力F。

[0048] 根据发动机型号规范要求,附件机匣静扭矩试验要求安装座加载最大扭矩为最大工作扭矩的210%,设其值为M,附件机匣施加静扭矩示意图见图3(图中扭矩杆8与附件传动齿轮轴2通过花键链接,试验中该花键副可模拟燃油附件轴头4与传动齿轮轴2花键副状态),通过连杆9连接一砝码10用于模拟扭转力;最大悬臂力矩为安装座所安装附件造成悬臂力矩值的9倍,设其值为G,附件机匣施加悬臂力矩示意图见图4,图4中,在扭矩杆8端部直接施加垂向力。

[0049] 根据理论力学原理将静扭矩和悬臂力矩合成,得到合成力矩加载方案见图4。该方案中,力F₂施加于燃油重心截面,据安装座距离S,令 $F_2 \cdot S = G$;力F₁与力F形成力偶矩,将力偶矩移动至距离扭矩杆8侧向L距离后,此时令力F₁与力F₂大小相等方向相反,此时力F大小与F₁和F₂相等,可以得到一个L值,使 $F \cdot L = M$ 。由于F₁与力F₂大小相等方向相反可以抵消,

故扭矩与悬臂力矩合成后的结果是只需要在距离安装座S的截面上施加 $F \cdot L$ 的力矩即可，如图5所示。该加载方法可获得附件机匣工作状态下的最大花键角偏斜状态。此时该附件的花键处于工作状态下出现的最大花键角误差状态。

[0050] 在一些可选实施方式中，分别测量所述附件机匣底部前端、机匣底部后端、安装座以及扭矩杆的垂向位移变形包括：

[0051] 在未试验前，确定所述附件机匣底部前端的位置点 y_A 、机匣底部后端的位置点 y_B 、安装座的位置点 y_C 以及扭矩杆的位置点 y_D ；

[0052] 进行力 F 加载，并确定所述附件机匣底部前端的位置点 $y_{A'}$ 、机匣底部后端的位置点 $y_{B'}$ 、安装座的位置点 $y_{C'}$ 以及扭矩杆的位置点 $y_{D'}$ ；

[0053] 分别确定各偏移量 $y_{A'} - y_A = \Delta A$ ， $y_{B'} - y_B = \Delta B$ ， $y_{C'} - y_C = \Delta C$ ， $y_{D'} - y_D = \Delta D$ 。

[0054] 在一些可选实施方式中，计算所述花键角误差包括：

[0055] 确定将所述附件机匣前端与后端的垂直距离 h ；

[0056] 根据 $\tan\alpha = (\Delta B - \Delta A) / S$ 、 $\tan\beta = (\Delta C - \Delta D) / h$ 以及 $\gamma = \alpha - \beta$ 确定花键角误差 γ 。

[0057] 如图6所示，对附件机匣每个齿轮轴轴头分别单独加载，可模拟加载轴头的最大花键角偏斜状态，可计算出花键角偏斜值，测量计算方法如下：

[0058] 测点布置方法：A点测量安装座 y 向位移，B点测量扭矩杆端 y 向位移，AB之间长度为 S ，C点测量附件机匣底部前端 y 向位移，D点测量附件机匣底部后端 y 向位移，CD之间长度为 h 。附件机匣由两个侧吊耳11和一个前吊耳12吊装，被测量轴头安装加载工装后未加载时，4个测点位置记为 y_A, y_B, y_C, y_D ；使用加载工装加载时，吊耳位置不变，机匣会因加载作用下沉，此时记4个测点位置分别为 $y_{A'}, y_{B'}, y_{C'}, y_{D'}$ 。记 $y_{A'} - y_A = \Delta A$ ， $y_{B'} - y_B = \Delta B$ ， $y_{C'} - y_C = \Delta C$ ， $y_{D'} - y_D = \Delta D$ 。有 $\tan\alpha = (\Delta B - \Delta A) / S$ ， $\tan\beta = (\Delta C - \Delta D) / h$ ， $\angle\alpha - \angle\beta$ 的值即为所求的花键最大角偏斜。

[0059] 本申请提供了一种获得附件机匣工作状态下最大花键角误差的方法，可提供真实数据用于验证相关产品的变形量计算，指导优化设计。同时积累了工程数据后可用于给出花键角误差要求，弥补目前各项文件要求中花键角误差要求的空白。

[0060] 以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

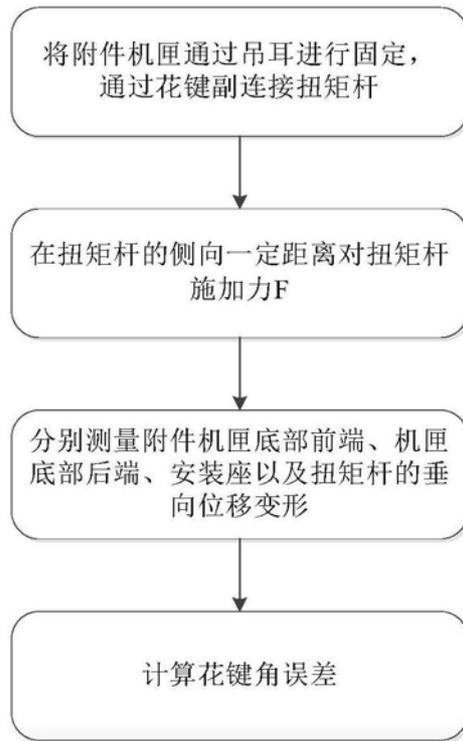


图1

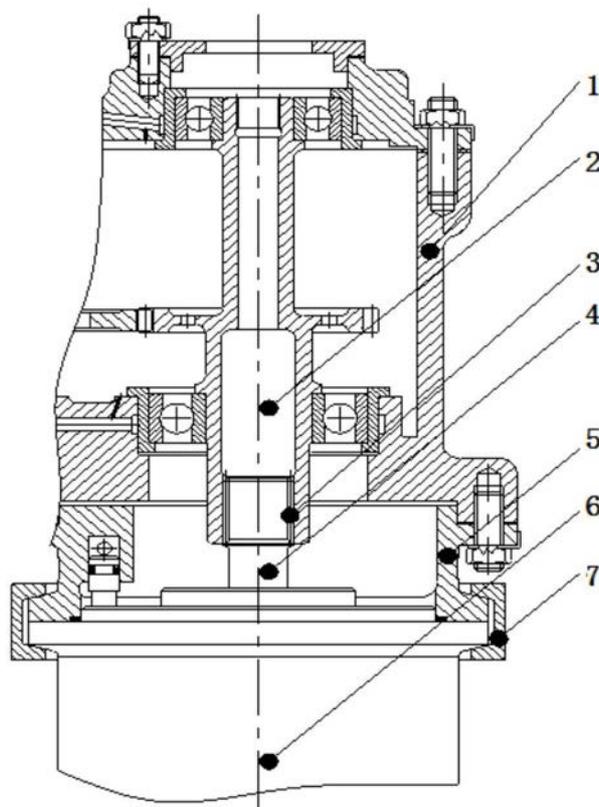


图2

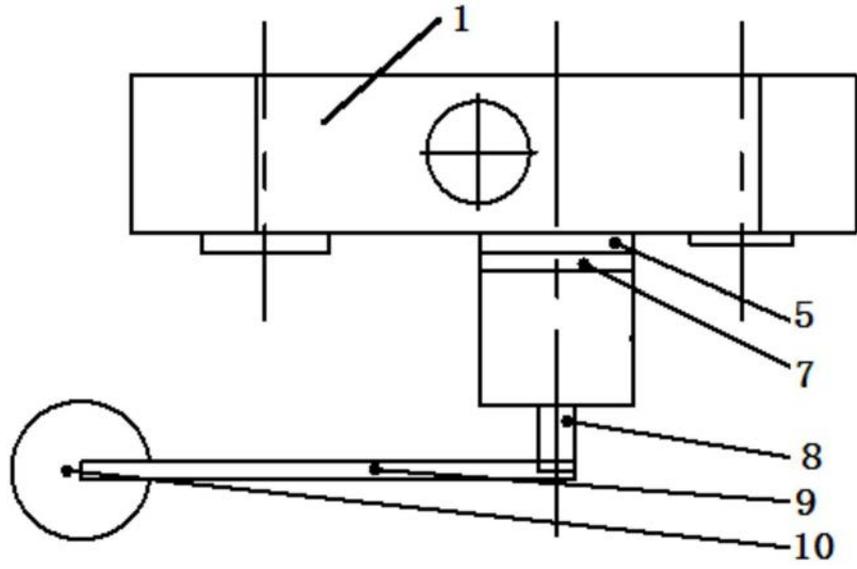


图3

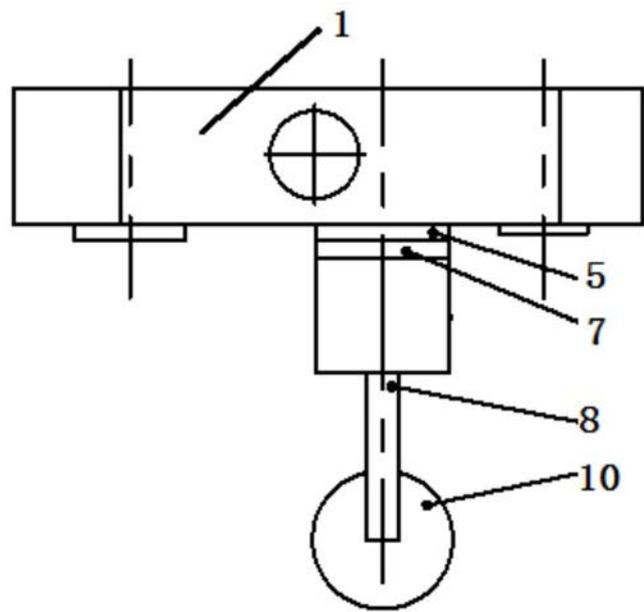


图4

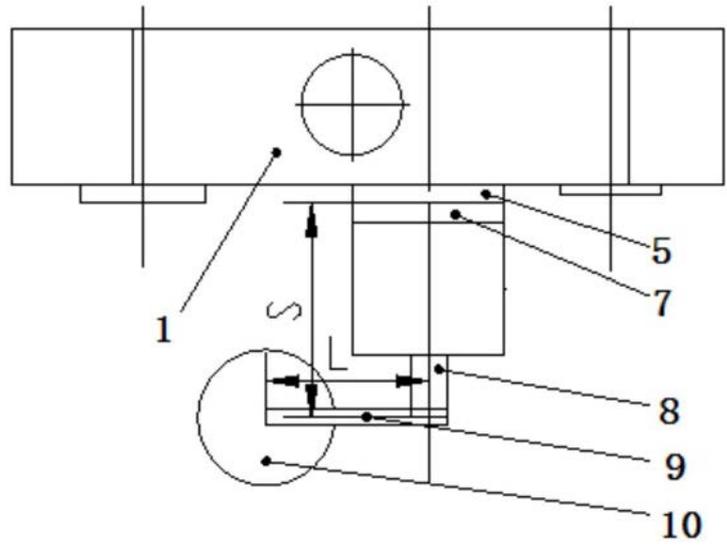


图5

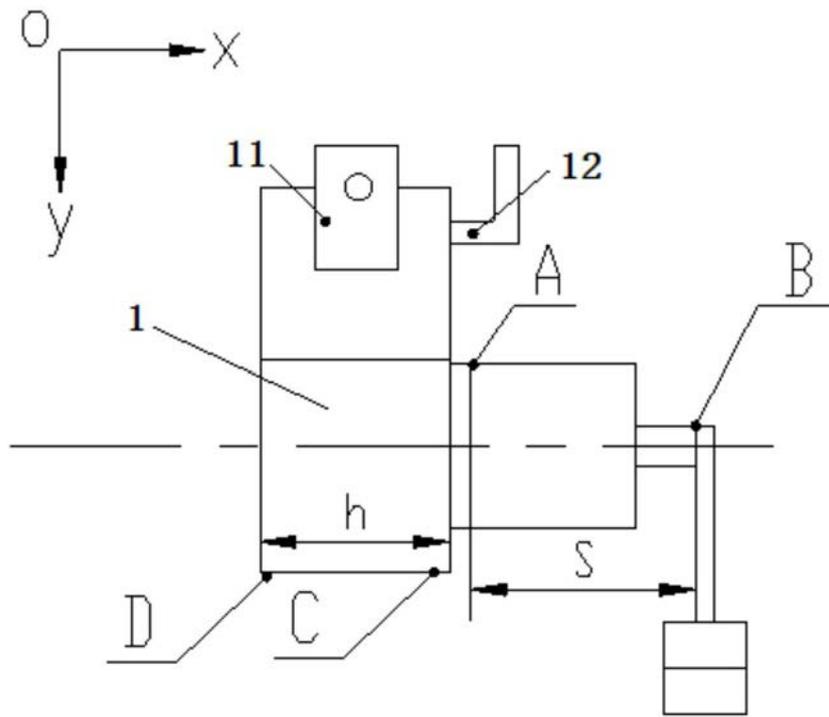


图6