



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104534012 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201510001992. 4

(22) 申请日 2015. 01. 04

(71) 申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29 号

(72) 发明人 王彤 周瑾 金超武 徐园平

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 贺翔

(51) Int. Cl.

F16F 9/53(2006. 01)

F16F 9/32(2006. 01)

G06F 19/00(2011. 01)

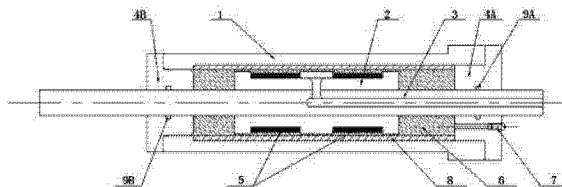
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

工作间隙可变的磁流变阻尼器及其参数优化方法

(57) 摘要

一种工作间隙可变的磁流变阻尼器及其参数优化方法,属于磁流变阻尼器的技术领域。该磁流变阻尼器其特征在于:活塞筒由外筒(1)和内筒(8)组成;内筒(8)外壁贴合在外筒(1)的内表面,内壁与活塞(2)形成工作间隙;内筒(8)有多个,各个内筒(8)的高度,外径相同,厚度不同,更换不同厚度的内筒(8)以改变磁流变阻尼器的工作间隙。本发明通过更换不同厚度的内筒,改变外筒与活塞间的工作间隙,使阻尼器的阻尼力在大范围内可变,实现了一种阻尼器拥有多种范围的出力,节省了成本,简单可靠,有很大的实用性。



1. 一种工作间隙可变的磁流变阻尼器，

包括活塞筒，分别安装于活塞筒两端的第一端盖 (4A) 和第二端盖 (4B)，安装于活塞筒内并伸出第一端盖 (4A) 和第二端盖 (4B) 的活塞杆 (3)；活塞杆 (3) 上安装有活塞 (2)，活塞 (2) 上绕有线圈 (5)，活塞 (2) 与活塞杆 (3) 上设置有导线孔，线圈 (5) 的导线从导线孔引出；活塞筒内充填磁流变液 (6)；第一端盖 (4A) 或第二端盖 (4B) 分别设置有第一密封圈 (9A) 与第二密封圈 (9B)，且第一端盖 (9A) 设置有用漏液螺钉 (7) 封闭的漏液孔；

其特征在于：

上述活塞筒由外筒 (1) 和内筒 (8) 组成；

内筒 (8) 外壁贴合在外筒 (1) 的内表面，内壁与活塞 (2) 形成工作间隙；内筒 (8) 有多个，各个内筒 (8) 的高度，外径相同，厚度不同，更换不同厚度的内筒 (8) 以改变磁流变阻尼器的工作间隙。

2. 根据权利要求 1 所述的工作间隙可变的磁流变阻尼器的参数优化方法，其特征在于包括以下过程：

给定磁流变阻尼器的主要结构参数，包括：外筒 (1) 内径 D ；活塞杆 (3) 直径 d ，磁流变液磁场饱和下的屈服强度 τ ，MRF 零磁场下屈服强度 τ_0 ，MRF 零场黏度 η ，工作速度 v ，活塞 (2) 有效长度 l ，密封摩擦力 F_f ；

剪切阀式磁流变阻尼器阻尼力计算模型表示为：

$$F = \frac{\pi\eta D l}{h} v + \frac{12\eta l A_p^2}{\pi D h^2} v + \pi D l \tau_y \operatorname{sgn}(v) + \frac{3l\tau_y}{h} A_p + F_f$$

其中： τ_y 是磁流变液的剪切应力，与外加磁场有关； η 是磁流变液的零场粘度， sgn 是符号函数， l 为活塞的有效长度， v 为活塞的运动速度， D 为活塞直径， d 为活塞杆直径； A_p 为活塞面积，且 $A_p = \frac{1}{4} (D^2 - d^2)$ ， F_f 为密封摩擦力， h 为阻尼器间隙宽度。

将给定磁流变阻尼器的主要结构参数代入剪切阀式磁流变阻尼器的出力模型计算阻尼器的出力范围，只改变工作间隙 h 的数值，其他参数不变，计算阻尼器的出力范围；由于过小的 h 会使工作间隙发生堵塞，初始 h 的值取 1mm；

当工作间隙 h 大与某个值时，阻尼器的最小阻尼力的变化将很小，取这个值为最大工作间隙；将最大工作间隙分为多段，划分依据为出力范围改变的疏密程度，内筒的内径为每段工作间隙所对应的外径，内筒的外径为外筒的内径。

工作间隙可变的磁流变阻尼器及其参数优化方法

技术领域

[0001] 本发明涉及磁流变阻尼器的技术领域,特别涉及一种工作间隙可变的磁流变阻尼器及其参数优化方法。

背景技术

[0002] 磁流变阻尼器是近十年出现的一种新型的结构半主动控制装置。其中剪切阀式磁流变阻尼器具有构造简单、磁路设计方便的特点。它通常采用活塞与缸体的结构形式,其工作原理可以描述为:当活塞与缸体产生相对运动时就会挤压缸体中活塞某一侧的 MR 流体,使其通过缝隙流向缸体活塞的另一侧。当缝隙的两侧加上垂直于流体流动方向的磁场之后,由于缝隙中磁流变液的“固化”,使 MR 流体通过时必须使缝隙中“固化”的磁流变液产生粘塑性流动,从而产生相应的阻尼力。

[0003] 由磁流变液的 bingham 模型与流体力学得到剪切阀式磁流变阻尼器的阻尼力伪静力学模型为:

$$[0004] \quad F = \frac{\pi\eta D l}{h} v + \frac{12\eta l A_p^2}{\pi D h^2} v + \pi D l \tau_y \operatorname{sgn}(v) + \frac{3 l \tau_y}{h} A_p + F_f$$

[0005] 其中: τ_y 是磁流变液的剪切应力,与外加磁场有关; η 是磁流变液的零场粘度, sgn 是符号函数, l 为活塞的有效长度, v 为活塞的运动速度, D 为活塞直径, d 为活塞杆直径; A_p 为活塞面积,且 $A_p = \frac{1}{4}(D^2 - d^2)$, F_f 为密封摩擦力, h 为阻尼器间隙宽度。

[0006] 剪切阀式磁流变阻尼的出力范围在结构设计完成后会固定,出力范围与阻尼器的结构参数有关。其中外筒与活塞之间的间隙尺寸对磁流变阻尼器的出力影响很大,间隙取的过小,磁流变阻尼器最大阻尼力大,但是最小阻尼力也较大;间隙取的过大,磁流变阻尼器最小阻尼力小,但是最大阻尼力会减小。一种通过更换内筒从而改变工作间隙的磁流变阻尼器可以有效解决这个问题,具有很大的实用价值。

发明内容

[0007] 发明解决问题及采用的技术方案:由于普通的磁流变阻尼器的工作间隙固定不变,造成了阻尼力的阻尼力范围固定,无法在宽范围内变化,限制了阻尼器的使用。本发明专利为一种工作间隙可变的磁流变阻尼器,通过更换不同厚度的内筒,改变外筒与活塞间的工作间隙,使阻尼器的阻尼力在大范围内可变,实现了一种阻尼器拥有多种范围的出力,节省了成本,简单可靠,有很大的实用性。发明还包括内筒的设计方法,为如何根据最大阻尼力与伪静力学模型合理确定内筒的个数与尺寸,使得更换内筒可以合理扩大阻尼器的阻尼力可变范围。

[0008] 本发明包括活塞筒,分别安装于活塞筒两端的第一端盖和第二端盖,安装于活塞筒内并伸出第一端盖和第二端盖的活塞杆;活塞杆上安装有活塞,活塞上绕有线圈,活塞与活塞杆上设置有导线孔,线圈的导线从导线孔引出;活塞筒内充填磁流变液;第一端盖或

第二端盖分别设置有密封圈，且第一端盖设置有用漏液螺钉封闭的漏液孔；

[0009] 上述活塞筒由外筒和内筒组成；

[0010] 内筒外壁贴合在外筒的内表面，内壁与活塞形成工作间隙；内筒有多个，各个内筒的高度，外径相同，厚度不同，更换不同厚度的内筒以改变磁流变阻尼器的工作间隙。

[0011] 内筒可更换磁流变阻尼器的设计方法；

[0012] 给定磁流变阻尼器的主要结构参数，包括：外筒内径 D ，活塞杆直径 d ，磁流变液磁场饱和下的屈服强度 τ ，MRF 零磁场下屈服强度 τ_0 ，MRF 零场黏度 η ，工作速度 v ，活塞有效长度 l ，密封摩擦力 F_f ；

[0013] 剪切阀式磁流变阻尼器阻尼力计算模型表示为：

$$[0014] \quad F = \frac{\pi\eta D l}{h} v + \frac{12\eta l A_p^2}{\pi D h^2} v + \pi D l \tau_y \operatorname{sgn}(v) + \frac{3l\tau_y}{h} A_p + F_f$$

[0015] 其中： τ_y 是磁流变液的剪切应力，与外加磁场有关； η 是磁流变液的零场粘度， sgn 是符号函数， l 为活塞的有效长度， v 为活塞的运动速度， D 为活塞直径， d 为活塞杆直径， A_p 为活塞面积，且 $A_p = \frac{1}{4} (D^2 - d^2)$ ， F_f 为密封摩擦力， h 为阻尼器间隙宽度；

[0016] 将给定磁流变阻尼器的主要结构参数代入剪切阀式磁流变阻尼器的出力模型计算阻尼器的出力范围，只改变工作间隙 h 的数值，其他参数不变，计算阻尼器的出力范围；由于过小的 h 会使工作间隙发生堵塞，初始 h 的值取 1mm ；

[0017] 当工作间隙 h 大与某个值时，阻尼器的最小阻尼力的变化将很小，取这个值为最大工作间隙；将最大工作间隙分为多段，划分依据为出力范围改变的疏密程度，内筒的内径为每段工作间隙所对应的外径，内筒的外径为外筒的内径。

[0018] 本发明的有益效果是：可以通过对磁流变阻尼器内筒的替换，改变磁流变阻尼器的工作间隙，从而实现阻尼器出力范围的可变。需要最大阻尼力较大时，使用内径小的内筒，当需要最小阻尼力较小时，更换内径大的内筒，避免了使用不同型号的磁流变阻尼器，节省了成本。

附图说明

[0019] 附图 1 为磁流变阻尼器整体的结构示意图；

[0020] 附图 2 内筒的结构示意图；

[0021] 图中标号名称：1. 外筒，2. 活塞，3. 活塞杆，4A. 第一端盖，4B. 第二端盖，5. 线圈，6. 磁流变液，7. 漏液螺钉，8. 内筒，9A. 第一密封圈，9B. 第二密封圈。

具体实施方式

[0022] 下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围。

[0023] 本发明的实施例，如图 1 所示：

[0024] 本发明包括活塞筒，分别安装于活塞筒两端的第一端盖 4A 和第二端盖 4B，安装于

活塞筒内并伸出第一端盖 4A 和第二端盖 4B 的活塞杆 3；活塞杆 3 上安装有活塞 2，活塞 2 上绕有线圈 5，活塞 2 与活塞杆 3 上设置有导线孔，线圈 5 的导线从导线孔引出；活塞筒内充填磁流变液 6；第一端盖 4A 或第二端盖 4B 分别设置有密封圈 9A 与密封圈 9B，且第一端盖 9A 设置有用漏液螺钉 7 封闭的漏液孔；

[0025] 上述活塞筒由外筒 1 和内筒 8 组成；

[0026] 内筒 8 外壁贴合在外筒 1 的内表面，内壁与活塞 2 形成工作间隙；内筒 8 有多个，各个内筒 8 的高度，外径相同，厚度不同，更换不同厚度的内筒 8 以改变磁流变阻尼器的工作间隙。

[0027] 具体的设计实例：

[0028] 实例 1；

[0029] 初定某型号阻尼器除 h 之外的结构参数如下：

[0030]

缸筒内径 D	活塞杆直径 d	MRF 磁场饱和屈服强度 τ	MRFO 磁场屈服强度 τ	MRF 初始黏度 η	速度 v	活塞有效长度 l	密封摩擦力 F_f
40mm	16mm	50kpa	2kpa	0.2pa.s	0.1m/s	40mm	100N

[0031] 剪切阀式磁流变阻尼器阻尼力计算模型表示为：

$$[0032] \quad F = \frac{\pi\eta D l}{h} v + \frac{12\eta l A_p^2}{\pi D h^2} v + \pi D l \tau_y \operatorname{sgn}(v) + \frac{3l\tau_y}{h} A_p$$

[0033] 其中 τ 是磁流变液的剪切应力， τ_y 是磁流变液的屈服应力，与外加磁场有关。 η 是磁流变液的塑性粘度， γ 是磁流变液的剪切应变率， sgn 是符号函数。l 为活塞的有效长度，活塞直径 D，v 为活塞的运动速度，活塞杆直径 d，阻尼器间隙宽度为 h。

[0034] 将初定的参数代入剪切阀式磁流变阻尼器阻尼力计算模型，可得不同间隙处的阻尼力的范围：

[0035] 阻尼器的间隙为 1mm，最大阻尼力为 6000N，最小阻尼力为 431N；

[0036] 阻尼器的间隙为 2mm，最大阻尼力为 3148N，最小阻尼力为 233N；

[0037] 阻尼器的间隙为 3mm，最大阻尼力为 2200N，最小阻尼力为 187N；

[0038] 阻尼器的间隙为 4mm，最大阻尼力为 1739N，最小阻尼力为 167N；

[0039] 可以看出当工作间隙大于 3mm 时，阻尼力的最小值变化不明显，故将工作间隙总厚度定位 3mm。将 3mm 分为 3 层，1mm，2mm，3mm，需要加工两种规格套筒。

[0040] 内筒 1 的内径为：42mm 外径为：46mm

[0041] 内筒 2 的内径为：44mm 外径为：46mm

[0042] 当使用 1 号内筒时，工作间隙 1mm，最大阻尼力为 6000N，最小阻尼力为 431N

[0043] 当使用 2 号内筒时，间隙变为 2mm，最大阻尼力为 3148N，最小阻尼力为 233N

[0044] 当不使用内筒时，间隙变为 3mm，最大阻尼力为 2200N，最小阻尼力为 187N

[0045] 可以看出通过此设计方法可以达到更换不同套筒改变阻尼器出力范围的效果。

[0046] 实例 2：

[0047] 初定某型号阻尼器除 h 之外的结构参数如下：

[0048]

缸筒内 径 D	活塞杆 直径 d	MRF 磁 场饱和 屈服强 度 τ	MRFO 磁 场下屈 服强度 τ	MRF 初 始黏度 η	速度 v	活塞有 效长度 l	密封摩 擦力 F_f
60mm	20mm	50kpa	2kpa	0.2pa.s	0.2m/s	60mm	150N

[0049] 将初定的参数代入剪切阀式磁流变阻尼器阻尼力计算模型,可得不同间隙处的阻尼力的范围：

[0050] 阻尼器的间隙为 1mm,最大阻尼力为 24280N,最小阻尼力为 2000N；

[0051] 阻尼器的间隙为 1.5mm,最大阻尼力为 16000N,最小阻尼力为 1060N；

[0052] 阻尼器的间隙为 2mm,最大阻尼力为 12100N,最小阻尼力为 745N；

[0053] 阻尼器的间隙为 3mm,最大阻尼力为 8278N,最小阻尼力为 509N；

[0054] 阻尼器的间隙为 4mm,最大阻尼力为 6382N,最小阻尼力为 413N；

[0055] 可以看出当工作间隙为大于 3mm 时,阻尼力的最小值变化不明显,故将工作间隙总厚度定位 3mm。将 3mm 分为 3 层,1mm,1.5mm,3mm,需要加工两种规格套筒。

[0056] 内筒 1 的内径为 :42mm 外径为 :46mm

[0057] 内筒 2 的内径为 :43mm 外径为 :46mm

[0058] 当使用 1 号内筒时,工作间隙 1mm,最大阻尼力为 24280N,最小阻尼力为 2000N

[0059] 当使用 2 号内筒时,间隙变为 1.5mm,最大阻尼力为 16000N,最小阻尼力为 1060N

[0060] 当不使用内筒时,间隙变为 3mm,最大阻尼力为 8278N,最小阻尼力为 509N 可以看出通过此设计方法可以达到更换不同套筒改变阻尼器出力范围的效果。

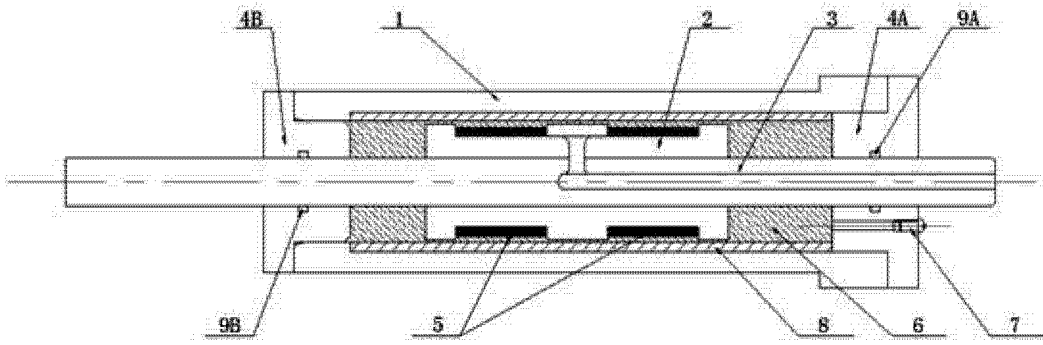


图 1

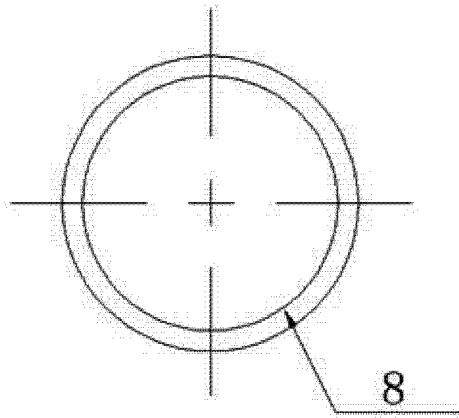


图 2