



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105421609 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201510742992. X

(22) 申请日 2016. 01. 14

(71) 申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 鲁正 王自欣 黄彪

(74) 专利代理机构 上海正旦专利代理有限公司

31200

代理人 张磊

(51) Int. Cl.

E04B 1/98(2006. 01)

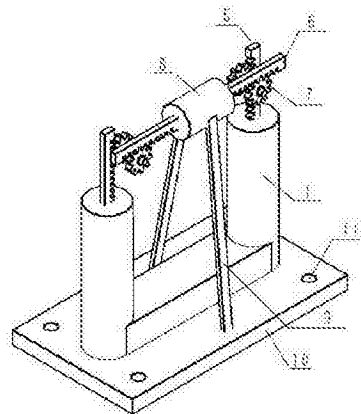
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

半主动变刚度变阻尼混合阻尼器

(57) 摘要

本发明涉及一种半主动变刚度变阻尼混合阻尼器,主要包括U型液缸、传动装置、磁流变阻尼器等。U型液缸中装入适量的液体,其上放置活塞,活塞由上、下活塞组成,中间夹住弹簧,活塞通过传动装置与磁流变阻尼器相连。磁流变阻尼器可以通过改变施加电流的大小来产生不同大小的阻尼力,从而控制水平滑动杆的运动。当磁流变阻尼器不产生阻尼力时,U型液缸中两端活塞可以自由移动,完全通过缸内液体的自由振动来消耗地震能量。当磁流变阻尼器产生阻尼力时,由于液体的不可压缩性,弹簧就开始压缩,从而向受控系统提供刚度,另外磁流变阻尼器产生的阻尼力通过摩擦耗能的方式耗散地震能量,从而达到半主动地调节受控系统刚度和阻尼的双重效果。



1. 一种半主动变刚度变阻尼混合阻尼器,包括 U 型液缸(1)、活塞(2)、弹簧(3)、缸内液体(4)、传动装置、磁流变阻尼器(8)、钢支撑(9)、垫板(10)和螺栓孔(11),其特征在于:传动装置由竖向滑动杆(5)、水平滑动杆(6)和共轴齿轮组(7)组成,所述两个传动装置对称分布于磁流变阻尼器(8)左右两端,U 型液缸(1)中装入适量的液体(4),两端液柱上方分别放置活塞(2),所述活塞(2)由上活塞和下活塞组成,上活塞和下活塞之间夹住具有固定刚度的弹簧(3),两个上活塞顶部分别与带齿痕的竖向滑动杆(5)一端粘结,两个带齿痕的水平滑动杆(6)一端分别连接磁流变阻尼器(8)左右两端,使带齿痕的水平滑动杆(6)兼做磁流变阻尼器的活塞杆,竖向滑动杆(5)另一端和水平滑动杆(6)另一端通过共轴齿轮组(7)相连接,将活塞(2)通过传动装置与磁流变阻尼器(8)连接起来;磁流变阻尼器(8)中填充有磁流变液,可通过改变施加电流的大小来产生不同强度的磁场,以此改变磁流变液的状态,从而提供不同的阻尼力,来调控磁流变阻尼器(8)的活塞杆即水平滑动杆(6)的运动,间接控制弹簧(3)的工作状态;磁流变阻尼器(8)的前后两端均通过钢支撑(9)与垫板(10)焊接固定,使磁流变阻尼器(8)不与传动装置发生相对位移;U 型液缸(1)底面与垫板(10)通过焊缝相连接,垫板(10)通过四个螺栓孔(11)利用高强螺栓与受控结构的楼板固定连接。

2. 根据权利要求 1 所述的半主动变刚度变阻尼混合阻尼器,其特征在于:U 型液缸(1)的底端为长方体筒体,左右两端为圆柱体筒体。

3. 根据权利要求 1 所述的半主动变刚度变阻尼混合阻尼器,其特征在于:上活塞和下活塞均采用轻质材料,尽量不对弹簧(3)和缸内液体(4)产生压力,并且与 U 型液缸(1)缸壁的摩擦系数尽可能要小,以免降低装置的灵敏度,影响该装置的减震效果。

4. 根据权利要求 1 所述的半主动变刚度变阻尼混合阻尼器,其特征在于:传动装置采用轻质高强的金属材料,摩擦系数要小,并应具有良好的传动效率,做到啮合牢固、结构紧凑,减小或避免因机械摩擦、传动性差引起的时滞问题。

5. 根据权利要求 1 所述的半主动变刚度变阻尼混合阻尼器,其特征在于:磁流变阻尼器(8)采用剪切阀式磁流变阻尼器或挤压式磁流变阻尼器。

6. 根据权利要求 1 所述的半主动变刚度变阻尼混合阻尼器,其特征在于:垫板(10)采用钢材制作,应具有足够的厚度,保证垫板(10)在高强螺栓作用下不发生冲切破坏,高强螺栓采用摩擦型高强螺栓。

7. 根据权利要求 1 所述的半主动变刚度变阻尼混合阻尼器,其特征在于:活塞与弹簧连接处可用高强度金属与塑料(橡胶)粘合剂粘结。

8. 根据权利要求 1 所述的半主动变刚度变阻尼混合阻尼器,其特征在于:上活塞顶部与带齿痕的竖向滑动杆(5)通过高强度金属与塑料(橡胶)粘合剂粘结。

半主动变刚度变阻尼混合阻尼器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半主动变刚度变阻尼混合阻尼器,将传统的被动控制的调谐液柱阻尼器(TLCD)加以改进,融入半主动控制的理念,同时实现变刚度和变阻尼,更能灵活的控制受控结构的振动特性,是一种混合控制的阻尼器,属于土木工程(包括高层建筑、高耸结构、桥梁结构等)的结构抗震与消能减震技术领域。

背景技术

[0002] 近年来,隔震、耗能减震、吸震减震和其他各种结构控制技术的结构振动控制理论为人们展现了一条崭新的减小地震反应的途径,其中半主动控制技术得到了广泛的关注,并且被认为是最具前景的结构振动控制技术之一。半主动控制技术不需要向结构输入大量能量,而是实时改变结构的自身特性或使用外加的可调阻尼装置以控制结构的动力学特性,以实现最优响应状态的追踪,并且在能源中断的条件下依然能够保持可观的调控效果,因而故障安全性能优异。

[0003] 传统的调谐液柱阻尼器(TLCD)是一种被动控制阻尼器,其原理是通过协调U型管内液柱的振动频率接近或等于结构的固有频率并选定适度的液体阻尼,然后附之于结构之上,则结构的部分运动能量传递给液体,引起液柱的振动,从而改善结构的动力状态。这种被动控制技术有着明显的不足:其不能依据外部扰动的特性和结构自身的响应及时调整自身动力特性,其适用的广泛性受到很大限制,控制效果受外部条件的影响较为明显。

[0004] 为了弥补传统谐液柱阻尼器(TLCD)被动控制的缺陷,本发明的目的在于将半主动控制理念融入其中,并将半主动控制技术中的变刚度和变阻尼结合起来,提出一种的混合式阻尼器。利用磁流变液MRF的屈服强度高、阻尼调幅宽、反应灵敏、稳定性好等优点,做成磁流变阻尼器,可以通过改变施加电流的大小来产生不同强度的磁场,以此提供不同的阻尼力,实现了半主动调节受控结构阻尼的目的。除此之外,将具有一定刚度的弹簧通过传动装置与磁流变阻尼器相连,磁流变阻尼器通过控制传动装置的运动,间接控制弹簧的工作状态,从而也实现了半主动调节受控结构刚度的目的。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提出一种半主动变刚度变阻尼混合阻尼器。

[0006] 本发明提出的一种半主动变刚度变阻尼混合阻尼器,包括U型液缸1、活塞2、弹簧3、缸内液体4、传动装置、磁流变阻尼器8、钢支撑9、垫板10和螺栓孔11,其中:传动装置由竖向滑动杆5、水平滑动杆6和共轴齿轮组7组成,所述两个传动装置对称分布于磁流变阻尼器8左右两端,U型液缸1中装入适量的液体4,两端液柱上方分别放置活塞2,所述活塞2由上活塞和下活塞组成,上活塞和下活塞之间夹住具有固定刚度的弹簧3,两个上活塞顶部分别与带齿痕的竖向滑动杆5一端粘结,两个带齿痕的水平滑动杆6一端分别连接磁流变阻尼器8左右两端,使带齿痕的水平滑动杆6兼做磁流变阻尼器的活塞杆,竖向滑动杆5另一端和水平滑动杆6另一端通过共轴齿轮组7相连接,将活塞2通过传动装置与磁流变

阻尼器8连接起来;磁流变阻尼器8中填充有磁流变液,可通过改变施加电流的大小来产生不同强度的磁场,以此改变磁流变液的状态,从而提供不同的阻尼力,来调控磁流变阻尼器8的活塞杆即水平滑动杆6的运动,间接控制弹簧3的工作状态;磁流变阻尼器8的前后两端均通过钢支撑9与垫板10焊接固定,使磁流变阻尼器8不与传动装置发生相对位移;U型液缸1底面与垫板10通过焊缝相连接,垫板10通过四个螺栓孔11利用高强螺栓与受控结构的楼板紧固连接。

[0007] 本发明中,U型液缸1的底端为长方体筒体,左右两端为圆柱体筒体,以减小液体4在振动过程中与缸壁的摩擦,并且让U型液缸1底端与垫板10之间有更多的接触面积,以加强固定。

[0008] 本发明中,上活塞和下活塞均采用轻质材料,如塑料、橡胶等高分子材料,尽量不对弹簧3和缸内液体4产生压力,并且与U型液缸1缸壁的摩擦系数尽可能要小,以免降低装置的灵敏度,影响该装置的减震效果。

[0009] 本发明中,传动装置采用轻质高强的金属材料,摩擦系数要小,并应具有良好的传动效率,做到啮合牢固、结构紧凑,减小或避免因机械摩擦、传动性差引起的时滞问题。

[0010] 本发明中,磁流变阻尼器8一般情况下可以采用常见的剪切阀式磁流变阻尼器,但考虑如果在地震作用时固定活塞2,要产生较大的阻尼力,类似于刹车力,这时可以考虑挤压式磁流变阻尼器。当磁流变阻尼器8不产生阻尼力时,U型液缸1中两端活塞2可以自由移动,完全通过缸内液体4的自由振动来消耗地震能量,此时可调谐缸内液体4的振动频率接近或等于结构的固有频率并选定适度的液体阻尼来增强减震效果;当磁流变阻尼器8产生一定的阻尼力时,由于液体4的不可压缩性,弹簧3就开始压缩,从而向受控系统提供一定的刚度,所施加刚度的大小与外加电流的大小成比例;另外通过控制外加电流的大小,磁流变阻尼器8产生的可控阻尼力通过摩擦耗能的方式耗散地震能量,从而达到半主动地调节受控系统的刚度和阻尼的双重效果。

[0011] 本发明中,垫板10采用钢材制作,应具有足够的厚度,保证垫板10在高强螺栓作用下不发生冲切破坏。高强螺栓应采用摩擦型高强螺栓,因其在动荷载作用下比承压型高强螺栓性能要好。

[0012] 本发明中,活塞与弹簧连接处可用高强度金属与塑料(橡胶)粘合剂粘结。

[0013] 本发明中,上活塞顶部与带齿痕的竖向滑动杆5通过高强度金属与塑料(橡胶)粘合剂粘结。

[0014] 与现有技术相比,本发明的优点如下:

1)本发明在原有属于被动控制的调谐液柱阻尼器(TLCD)的基础上,通过与属于半主动控制的磁流变阻尼器的结合,实现了既可以进行概念清晰、简单可靠地被动控制(磁流变阻尼器退出工作),又可以进行具有良好的故障安全性能的、仅需极少的能源输入就能实现对最优响应状态的追踪的半主动控制(磁流变阻尼器通电工作)。

[0015] 2)本发明将半主动控制中的变刚度控制(AVS)和变阻尼控制(AVD)结合起来,不仅具有变刚度控制系统(AVS)可以能动地避开地震卓越周期的优点,同时又具有变阻尼控制系统(AVD)削减反应峰值,对较宽频带内的外界激励所具有的非频变的减震特性。

[0016] 3)本发明中装置对受控结构的刚度、阻尼控制只需通过输入电流的大小来调整,又磁流变阻尼器反应时间仅为毫秒级,所以大大降低了一般半主动控制系统的时滞问题。

附图说明

[0017] 图 1 为本发明半主动变刚度变阻尼混合阻尼器三维模型图；

图 2 为本发明半主动变刚度变阻尼混合阻尼器正视图；

图 3 为本发明半主动变刚度变阻尼混合阻尼器侧视图；

图 4 为本发明半主动变刚度变阻尼混合阻尼器俯视图；

图 5 为剪切阀式磁流变阻尼器基本结构图。

[0018] 图中标号：1 为 U 型液缸、2 为活塞、3 为弹簧、4 为缸内液体、5 为竖向滑动杆、6 为水平滑动杆、7 为共轴齿轮组、8 为磁流变阻尼器、9 为钢支撑、10 为垫板、11 为螺栓孔、12 为缸筒、13 为活塞杆、14 为活塞盘、15 为励磁线圈、16 为阻尼通道(磁流变液)、17 为端盖、18 为密封圈。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图详细说明本发明的具体实施方式。

[0020] 实施例 1：如图 1 所示，为本发明的一种半主动变刚度变阻尼混合阻尼器实施例，其主要包括 U 型液缸 1、活塞 2、弹簧 3、缸内液体 4、竖向滑动杆 5、水平滑动杆 6、共轴齿轮组 7、磁流变阻尼器 8、钢支撑 9、垫板 10 和螺栓孔 11。

[0021] U 型液缸 1 中装入适量的液体 4，两端液柱上方放置活塞 2，两端的活塞 2 由上活塞和下活塞组成，中间夹住具有固定刚度的弹簧 3，可用化学粘结剂将弹簧 3 端部与活塞 2 表面紧固粘结；上部的活塞 2 通过化学粘合剂与带齿痕的竖向滑动杆 5 粘结，带齿痕的水平滑动杆 6 兼做磁流变阻尼器的活塞杆，竖向滑动杆 5 和水平滑动杆 6 通过共轴齿轮组 7 相联系，这样活塞 2 由竖向滑动杆 5 和水平滑动杆 6 以及共轴齿轮组 7 所组成的传动装置与磁流变阻尼器 8 联系起来。为了固定磁流变阻尼器 8，不与该装置发生相对位移，利用钢支撑 9 在前后两个方向与垫板 10 焊接固定；整个装置搁置于垫板 10 上，U 型液缸 1 底面与垫板 10 通过焊缝相连接，垫板 10 通过四个螺栓孔 11 利用高强螺栓与受控结构的楼板紧固连接。

[0022] 其中 U 型液缸 1 采用轻质高强的钢材制作，其大小根据建筑物的规模而定，但要保证液柱有一定的高度，以便于液体 4 做充分的自由振动。缸内液体 4 一般情况可以直接采用液态水，如果考虑特定的振动频率和阻尼比，可以采用其他符合相关性质的液体，并根据情况调整液柱的高度。由于钢材耐腐蚀性较差，为了防止内侧缸壁在液体 4 中的长时间浸泡而发生氧化还原反应，应在缸壁内侧涂抹适量的防腐剂。U 型液缸 1 的左右两端为圆柱体筒体，中间为长方体筒体，目的是为了减小液体 4 在振动过程中与缸壁的摩擦，并且让 U 型液缸 1 下端与垫板 10 之间有更多的接触面积，以加强固定。

[0023] 活塞 2 应采用轻质材料，如塑料、橡胶等高分子材料，尽量不对弹簧 3 和缸内液体 4 产生压力，并且与 U 型液缸 1 缸壁的摩擦系数尽可能要小，以免降低装置的灵敏度，影响该装置的减震效果。弹簧 3 应具有足够大的刚度系数。

[0024] 传动装置即带齿痕的竖向滑动杆 5 和水平滑动杆 6 以及共轴齿轮组 7 由轻质高强的金属材料制作，尽量较小两者之间的摩擦系数，应具有良好的传动效率，做到啮合牢固、结构紧凑，减小或避免因机械摩擦、传动性差引起的时滞问题。共轴齿轮组 7 由相应连接件固定在装置上。活塞 2 与弹簧 3、竖向滑动杆 5、水平滑动杆 6 的连接由于材料的差异，连接

需要可以采用特定的化学试剂粘结,比如高强度金属与塑料(橡胶)粘合剂,视具体情况而定,但要保证足够的连接强度。

[0025] 磁流变阻尼器 8 的主要结构部件包括缸筒 12、活塞杆 13、活塞盘 14、励磁线圈 15 及端盖 17 等,如图 5 所示。缸筒 12 采用圆柱体筒体,活塞盘 14 由相对磁导率和饱和磁感应强度较高的电工纯铁制作,缸筒 12 和活塞杆 13 可以考虑采用钢材制作,端盖 17 采用不导磁类材料制作,励磁线圈 15 选用优质的漆包线,且尽量选直径较大的漆包线,从而降低电阻,减少励磁线圈 15 部分的发热量。

[0026] 钢支撑 9 可以采用工字钢或角钢等。垫板 10 采用钢材制作,应具有足够的厚度,保证垫板 10 在高强螺栓作用下不发生冲切破坏。高强螺栓应采用摩擦型高强螺栓,因其在动荷载作用下比承压型高强螺栓性能要好。

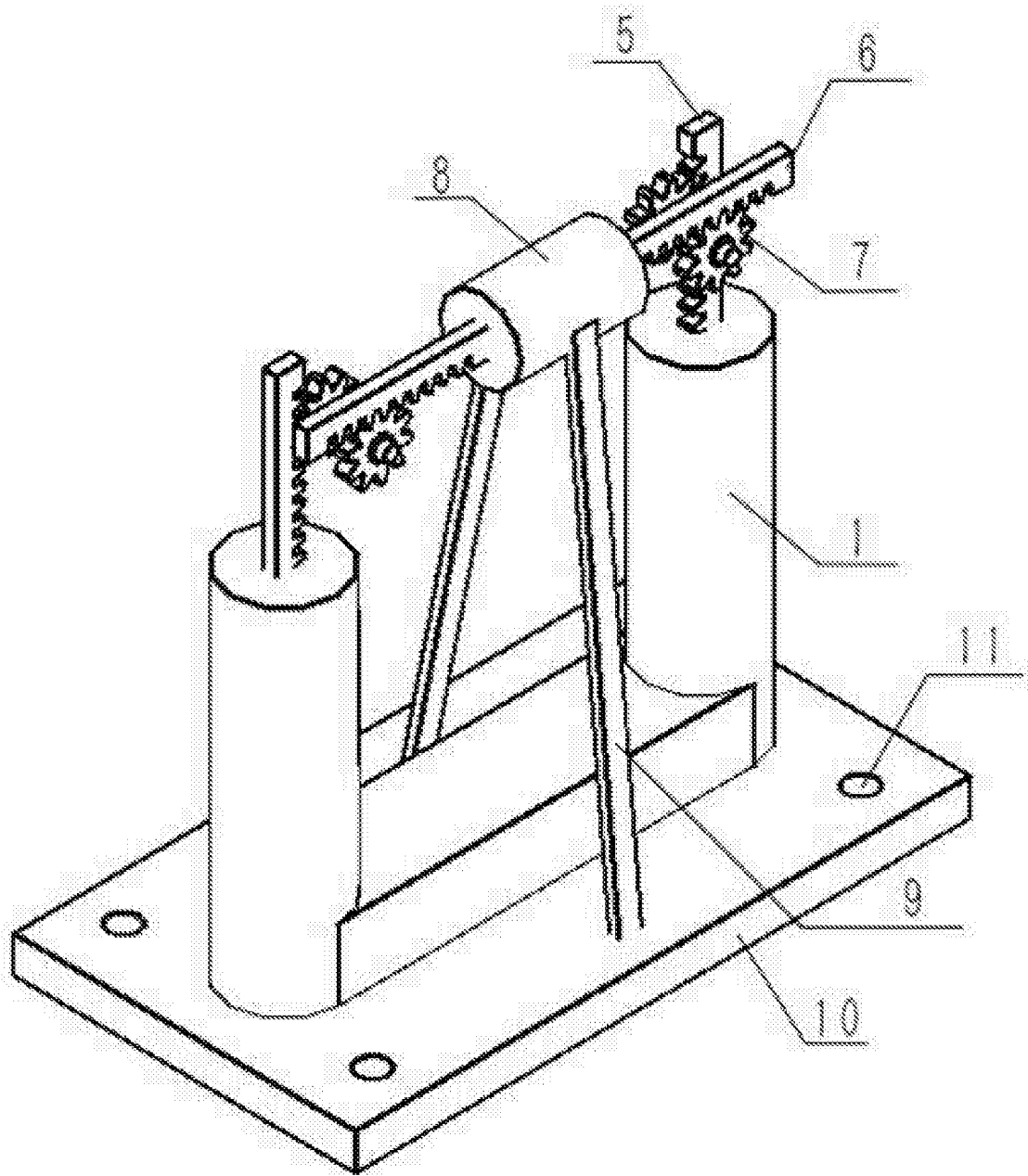


图 1

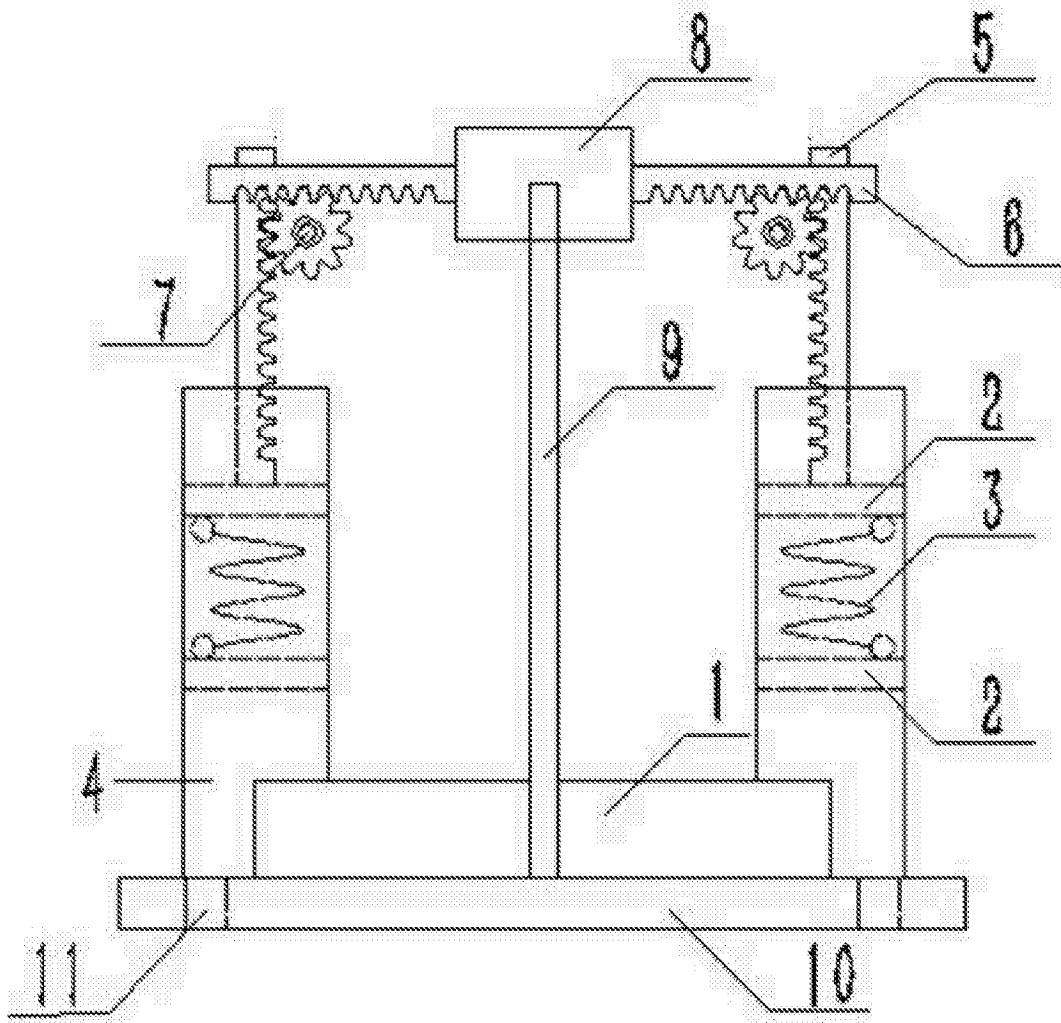


图 2

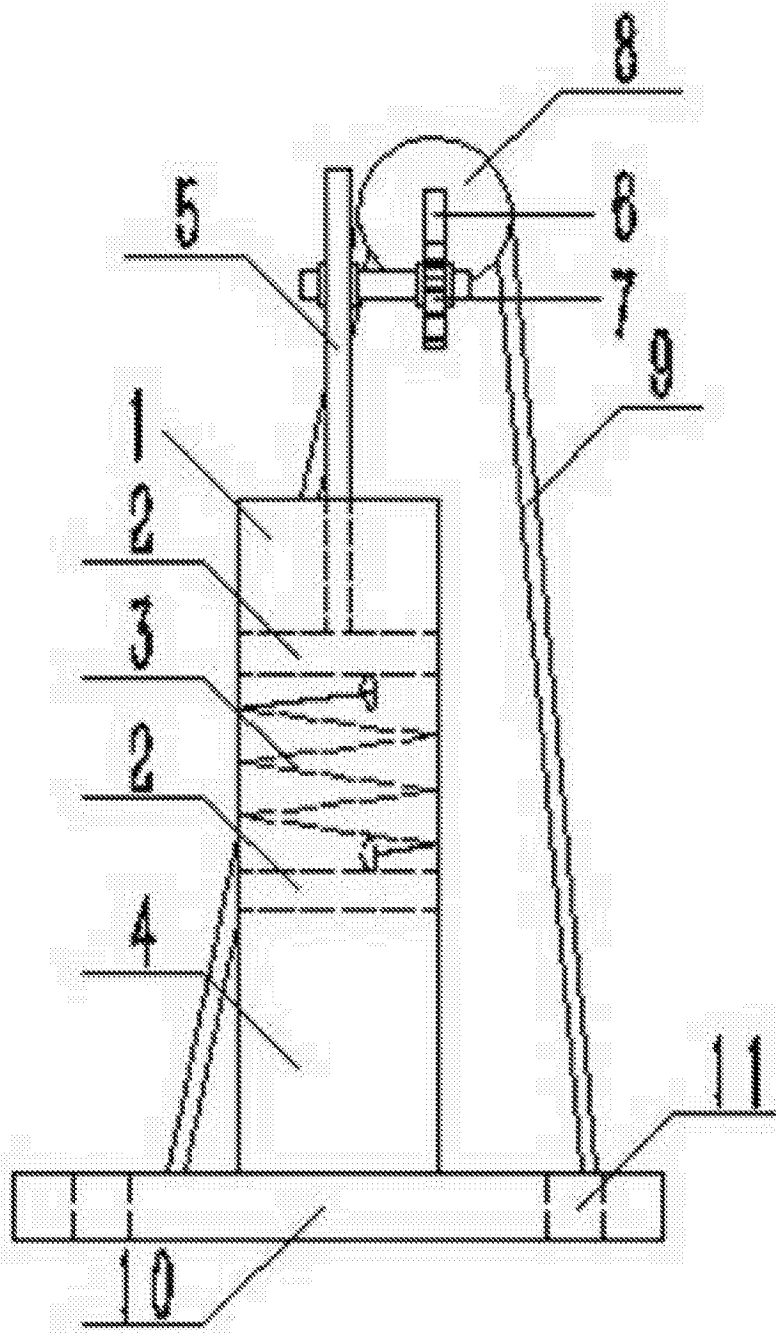


图 3

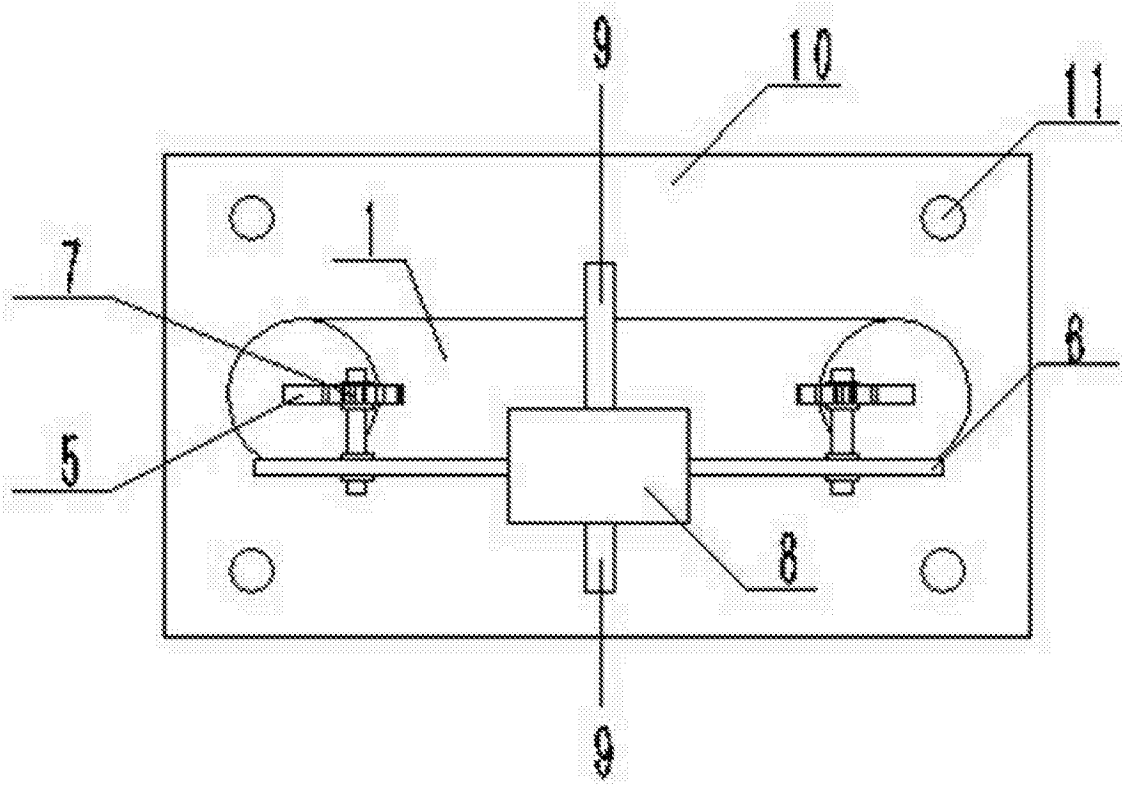


图 4

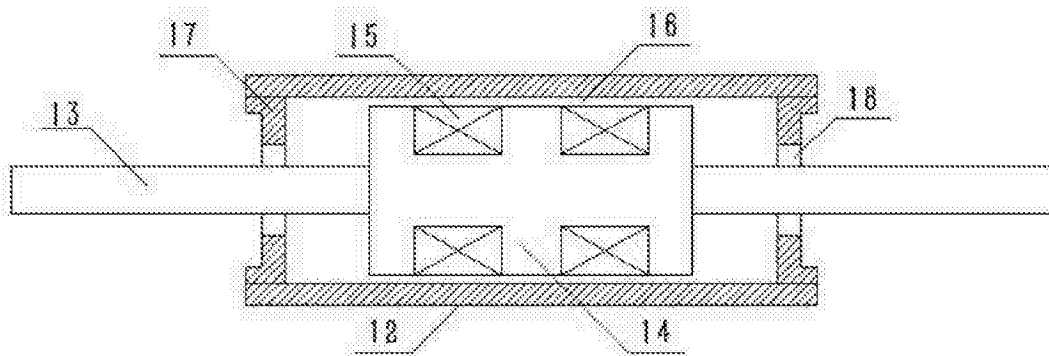


图 5