



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108487495 A

(43)申请公布日 2018.09.04

(21)申请号 201810262009.8

(22)申请日 2016.07.08

(62)分案原申请数据

201610533008.3 2016.07.08

(71)申请人 张玉强

地址 833400 新疆维吾尔自治区博尔塔拉
蒙古自治州北京路425号

(72)发明人 不公告发明人

(51)Int.Cl.

E04B 2/00(2006.01)

E04B 1/98(2006.01)

E04H 9/02(2006.01)

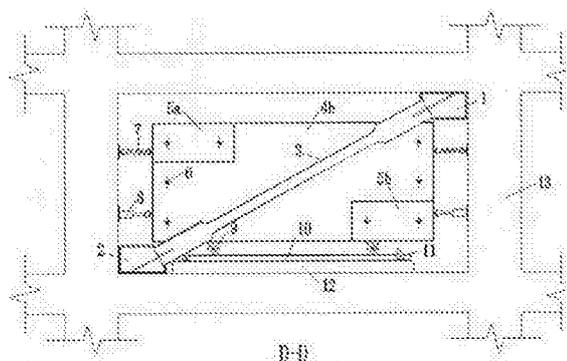
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

减震墙装置及阻尼元件种类数量确定方法

(57)摘要

减震墙装置,上部节点板和下部节点板沿主体结构高度方向平面内呈对角形式与主体结构相连,将钢芯与上部节点板和下部节点板连接,与主体结构共同形成一个单斜撑体系。在主体结构下表面设置承台,承台上面铺设轨道,轨道两端设置滑动限位卡,通过质量源前侧组件、质量源后侧组件、上部限位板和下部限位板组合成TMD质量源,并在质量源前侧组件和质量源后侧组件下表面设置滑轮,然后将滑轮放置在轨道上,质量源中间留出一定空隙,并将钢芯夹在其中部,在质量源端部和主体结构间设置回弹元件和阻尼元件,形成具有调谐质量和金属屈服耗能减震双重功能的减震墙装置。



1. 减震墙装置,由上部节点板、下部节点板、钢芯、质量源前侧组件、质量源后侧组件、上部限位板、下部限位板、连接螺栓、回弹元件、阻尼元件、滑轮、轨道、限位卡、承台和主体结构组成,其在于,将上部节点板(1)和下部节点板(2)沿主体结构(13)高度方向平面内呈对角形式与主体结构(13)相连,将钢芯(3)与上部节点板(1)和下部节点板(2)连接,与主体结构(13)共同形成一个单斜撑体系,在主体结构下表面设置承台(12),承台(12)上面铺设轨道(10),轨道两端设置滑动限位卡(11),通过质量源前侧组件(4a)、质量源后侧组件(4b)、上部限位板(5a)和下部限位板(5b)组合成TMD质量源,并在质量源前侧组件(4a)和质量源后侧组件(4b)下表面设置滑轮(9),然后将设置滑轮(9)后的质量源放置在轨道(10)上,并保证质量源能够沿轨道(10)方向自由滑动,所述质量源中间留出一定空隙,供斜向钢芯(3)穿过并将钢芯(3)夹在其中部,钢芯(3)表面与质量源表面维持5~10mm间隙,在质量源端部和主体结构(13)间设置回弹元件(7)和阻尼元件(8),形成具有调谐质量和金属屈服消能减震双重功能的减震墙装置;

所述钢芯(3)由端部截面大,屈服工作段截面小的一字变截面金属板组成;

所述钢芯(3)与上部节点板(1)和下部节点板(2)的连接方式包括焊接、螺栓连接和铰接;

所述TMD质量源又是钢芯(3)的约束单元;

所述质量源前侧组件(4a)和质量源后侧组件(4b)底部设有竖向约束和平面外约束;

所述竖向约束和平面外约束包括轨道滑动体系或弹簧支座;

所述回弹元件(7)包括弹簧和预应力钢绞线,所述阻尼元件(8)为粘滞阻尼器;

在受压剧烈时,钢芯(3)的工作段会发生屈曲变形,并通过该变形挤压质量源前侧组件(4a)和质量源后侧组件(4b)内表面,该挤压所产生的摩擦可阻滞外部TMD继续工作,实现减震器从调谐质量减振向金属屈服消能减震功能的自动转换;

为使结构达到最小位移,阻尼元件(8)的种类及数量由下式确定:

$$\xi_{t,op} = \sqrt{\frac{3\mu}{8(1+\mu)} + (0.13 + 0.12\mu + 0.4\mu^2)\xi_0} - (0.01 + 0.9\mu + 3\mu^2)\xi_0^2$$

式中, $\xi_{t,op}$ ——TMD最优阻尼比, $\xi_{t,op} = 0.5 \sum_{i=1}^{n_c} c_{ti} / \sqrt{m_t \sum_{i=1}^{n_c} k_{ti}}$,其中 f_s ——主体结构频率,

c_{ti} ——第*i*个阻尼元件(8)的阻尼系数, n_c ——阻尼元件(8)的数量, m_t ——质量源前侧组件(4a)、质量源后侧组件(4b)、上部限位板(5a)和下部限位板(5b)的总质量; μ ——TMD质量源与主体结构间质量比, $\mu = m_t/M_s$, M_s ——主体结构模态质量; ξ_0 ——主体结构阻尼比。

2. 阻尼元件种类数量确定方法,其在于,为使结构达到最小位移,阻尼元件(8)的种类及数量由下式确定:

$$\xi_{t,op} = \sqrt{\frac{3\mu}{8(1+\mu)} + (0.13 + 0.12\mu + 0.4\mu^2)\xi_0} - (0.01 + 0.9\mu + 3\mu^2)\xi_0^2$$

式中, $\xi_{t,op}$ ——TMD最优阻尼比, $\xi_{t,op} = 0.5 \sum_{i=1}^{n_c} c_{ti} / \sqrt{m_t \sum_{i=1}^{n_c} k_{ti}}$,其中 f_s ——主体结构频率,

c_{ti} ——第*i*个阻尼元件(8)的阻尼系数, n_c ——阻尼元件(8)的数量, m_t ——质量源前侧组件

(4a)、质量源后侧组件(4b)、上部限位板(5a)和下部限位板(5b)的总质量; μ ——TMD质量源与主体结构间质量比, $\mu=m_t/M_s$, M_s ——主体结构模态质量; ξ_0 ——主体结构阻尼比。

3. 根据权利要求2所述的阻尼元件种类数量确定方法,其在于,用于减震墙装置。

4. 根据权利要求3所述的阻尼元件种类数量确定方法,其在于,所述的减震墙装置由上部节点板、下部节点板、钢芯、质量源前侧组件、质量源后侧组件、上部限位板、下部限位板、连接螺栓、回弹元件、阻尼元件、滑轮、轨道、限位卡、承台和主体结构组成,将上部节点板(1)和下部节点板(2)沿主体结构(13)高度方向平面内呈对角形式与主体结构(13)相连,将钢芯(3)与上部节点板(1)和下部节点板(2)连接,与主体结构(13)共同形成一个单斜撑体系,在主体结构下表面设置承台(12),承台(12)上面铺设轨道(10),轨道两端设置滑动限位卡(11),通过质量源前侧组件(4a)、质量源后侧组件(4b)、上部限位板(5a)和下部限位板(5b)组合成TMD质量源,并在质量源前侧组件(4a)和质量源后侧组件(4b)下表面设置滑轮(9),然后将设置滑轮(9)后的质量源放置在轨道(10)上,并保证质量源能够沿轨道(10)方向自由滑动,所述质量源中间留出一定空隙,供斜向钢芯(3)穿过并将钢芯(3)夹在其中部,钢芯(3)表面与质量源表面维持5~10mm间隙,在质量源端部和主体结构(13)间设置回弹元件(7)和阻尼元件(8),形成具有调谐质量和金属屈服消能减震双重功能的减震墙装置;

所述钢芯(3)由端部截面大,屈服工作段截面小的一字变截面金属板组成;

所述钢芯(3)与上部节点板(1)和下部节点板(2)的连接方式包括焊接、螺栓连接和铰接;

所述TMD质量源又是钢芯(3)的约束单元;

所述质量源前侧组件(4a)和质量源后侧组件(4b)底部设有竖向约束和平面外约束;

所述竖向约束和平面外约束包括轨道滑动体系或弹簧支座;

所述回弹元件(7)包括弹簧和预应力钢绞线,所述阻尼元件(8)为粘滞阻尼器;

在受压剧烈时,钢芯(3)的工作段会发生屈曲变形,并通过该变形挤压质量源前侧组件(4a)和质量源后侧组件(4b)内表面,该挤压所产生的摩擦可阻滞外部TMD继续工作,实现减震器从调谐质量减振向金属屈服消能减震功能的自动转换。

减震墙装置及阻尼元件种类数量确定方法

[0001] 本申请是发明专利申请《调谐质量型屈服消能减震墙装置》的分案申请。

[0002] 原案申请日:2016-07-08。

[0003] 原案申请号:2016105330083。

[0004] 原案发明名称:调谐质量型屈服消能减震墙装置。

技术领域

[0005] 本发明减震墙装置及阻尼元件种类数量确定方法涉及土木工程结构消能减震技术。

背景技术

[0006] 调谐质量阻尼器(TMD)是目前建筑振动控制中应用较广的技术之一,其原理是将TMD自振频率调谐到与主体结构频率满足某种关系时,通过振子产生的反向惯性力来部分抵消输入结构的扰动力。防屈曲支撑(BRB)是在钢芯周围布置无粘结约束单元以提高其稳定性,然后通过钢芯在拉压过程中的塑性变形来实现消能减震。

[0007] 但是,传统TMD和BRB都有自身局限性:TMD存在占用建筑空间大,对结构模态属性变化敏感,启动时间长,见效慢等问题,减风致响应好,减地震响应较差。BRB则存在屈服力限制和材料抗疲劳的问题,抗震性能优越,但对环境振动控制不佳。

发明内容

[0008] 本发明旨在提供一种调谐质量型屈服消能减震墙装置,利用该装置能达到下述目的:(1)在结构遭受一般性环境振动时,能发挥TMD吸振功能;(2)当结构遭受地震或其它破坏性冲击荷载时,将发挥金属屈服耗能功能;(3)根据外界振动强度,能实现两种减震功能之间的自动切换;(4)构造简单,加工不复杂,用于结构中布置灵活,空间占用率小,装卸及维修方便。

[0009] 本发明的构成:一种调谐质量型屈服消能减震墙装置,由上部节点板、下部节点板、钢芯、质量源前侧组件、质量源后侧组件、上部限位板、下部限位板、连接螺栓、回弹元件、阻尼元件、滑轮、轨道、限位卡、承台和主体结构组成。其特征在于:将上部节点板和下部节点板沿主体结构高度方向平面内呈对角形式与主体结构相连,将钢芯与上部节点板和下部节点板连接,与主体结构共同形成一个单斜撑体系。在主体结构下表面设置承台,承台上面铺设轨道,轨道两端设置滑动限位卡,通过质量源前侧组件、质量源后侧组件、上部限位板和下部限位板组合成TMD质量源,并在质量源前侧组件和质量源后侧组件下表面设置滑轮,然后将设置滑轮后的质量源放置在轨道上,并保证质量源能够沿轨道方向自由滑动,所述质量源中间留出一定空隙,供斜向钢芯穿过并将钢芯夹在其中部,钢芯表面与质量源表面维持5~10mm间隙,在质量源端部和主体结构间设置回弹元件和阻尼元件,形成具有调谐质量和金属屈服消能减震双重功能的减震墙装置。

[0010] 所述钢芯由端部截面大,屈服工作段截面小的一字变截面金属板组成。

- [0011] 所述钢芯与上部节点板和下部节点板的连接方式包括焊接、螺栓连接和铰接。
- [0012] 所述质量源组件组合成的组件既是TMD质量源,同时又是钢芯的约束单元。
- [0013] 所述TMD质量源前侧组件和质量源后侧组件底部设有竖向约束和平面外约束。
- [0014] 所述竖向约束和平面外约束包括轨道滑动体系或弹簧支座。
- [0015] 所述回弹元件包括弹簧和预应力钢绞线。所述阻尼元件为粘滞阻尼器。
- [0016] 在受压剧烈时,钢芯的工作段会发生屈曲变形,并通过该变形挤压质量源前侧组件和质量源后侧组件内表面,该挤压所产生的摩擦可阻滞外部TMD继续工作,实现减震器从调谐质量减振向金属屈服消能减震功能的自动转换。
- [0017] 与现有技术比较,本发明具有如下优点:
- [0018] 当主体结构遭受一般性环境振动时,所述质量源、回弹元件与阻尼元件共同组成TMD系统。当该TMD系统的质量、刚度和阻尼满足一定数学关系时,该系统可为结构提供反向惯性力以降低结构振动效应,实现TMD吸振功能。
- [0019] 当主体结构遭受地震或其它破坏性冲击荷载时,结构发生较大层间位移,所述钢芯在受压时会发生屈曲,此时原本充当TMD质量源并分布在钢芯两边的质量源会约束钢芯平面外屈曲变形,迫使其向高阶屈曲模态转化,实现钢芯的金属屈服耗能功能。
- [0020] 所述质量源在约束钢芯屈曲变形过程中,二者接触面会产生较大正向应力,该应力产生的摩擦力会阻滞TMD系统的摆动。由于结构在大变形过程中,往往会伴随模态属性变化,此时按原模态条件设计的TMD系统不仅难以实现有效吸振,甚至可能加重结构负担。所以,当主体结构遭受强冲击荷载时,TMD系统摆动会因为内部钢芯屈曲摩擦而停止,从而实现从TMD减振向金属屈服消能减震功能的自动切换。
- [0021] 本发明装置组件中,所述上部节点板、下部节点板、钢芯、质量源和承台,皆为规则钢或钢-混凝土构件;所述回弹元件、阻尼元件、滑轮、轨道、限位卡,可直接采用市场上规格化成品进行配套。各组件间只需通过标准螺栓连接或焊接即可完成组装,因此具有构造简单,加工不复杂,用于结构中布置灵活,空间占用率小,装卸及维修方便的技术特点。
- [0022] 另外,本发明还可具有如下附加优点:
- [0023] 由所述上部节点板、下部节点板,钢芯组成的斜撑系统可为结构提供侧向刚度,进一步降低结构变形。
- [0024] 所述TMD质量源可直接采用建筑隔墙材料,其质量大,在结构中多处布置可达到较高质量比,进而使主体结构的减振效果更加明显。
- [0025] 所述TMD质量源为水平放置,不会发生质量源初始下滑过大的问题,进而更利于用在高柔结构中。

附图说明

- [0026] 图1是本发明结构示意图;
- [0027] 图2是本发明主视图;
- [0028] 图3是图1的A-A剖视图;
- [0029] 图4是图1的B-B剖视图;
- [0030] 图5是图1的C-C剖视图;
- [0031] 图6是图3的D-D剖视图;

[0032] 图中1—上部节点板;2—下部节点板;3—钢芯;4a—质量源前侧组件;4b—质量源后侧组件;5a—上部限位板;5b—下部限位板;6—连接螺栓;7—回弹元件;8—阻尼元件;9—滑轮;10—轨道;11—限位卡;12—承台;13—主体结构。

具体实施方式

[0033] 下面详细描述本发明的实施例,如图1-6所示,首先将上部节点板1和下部节点板2与主体结构13连接,然后将钢芯3与上部节点板1和下部节点板2相连,形成一个斜向支撑体系。若主体结构为钢筋混凝土结构,则上部节点板1和下部节点板2可采用预埋浇筑工艺来与主体结构相连;若主体结构为钢结构,则可采用焊接工艺与主体结构相连。钢芯3与节点板的连接采用焊接或螺栓连接。

[0034] 在主体结构下表面设置承台12,在承台上放置滑动轨道10。承台高度应保证安装完毕后,质量源前侧组件4a和质量源后侧组件4b的下表面高于下部节点板2的上表面,同时质量源前侧组件4a和质量源后侧4b的上表面低于上部节点板1的下表面。

[0035] 在质量源前侧组件4a与质量源后侧组件4b底部设置轨道滑轮。滑轮个数由质量源总重量与单个滑轮承载力控制,但最少不宜低于4个。保证质量源前侧组件4a和质量源后侧组件4b放置在轨道上后能沿轨道方向自由滑动。滑轮9宜采用钢轨滑轮,并沿对称布置。

[0036] 将质量源前侧组件4a与质量源后侧组件4b平行对接,中间辅以上部限位板5a和下部限位板5b,共同组成TMD质量源。TMD质量源必须将钢芯3屈服耗能段包含在内,以防止无约束部分受压剧烈而过早失稳。质量源前侧组件4a、质量源后侧组件4b与上部限位板5a或下部限位板5b之间通过连接螺栓6连接,以便于安装和替换。TMD质量源中间做空,允许钢芯从中间穿过。具体地,对接时先对质量源前侧组件4a、质量源后侧组件4b和上部限位板5a或下部限位板5b进行对孔临时定位,将连接螺栓6依次穿过质量源前侧组件4a、上部限位板5a(或5b)和质量源后侧组件4b,拧紧后去除临时定位。质量源前侧组件4a和质量源后侧组件4b中部的预留空隙由上部限位板5a和下部限位板5b控制,限位板厚度应大于钢芯3的厚度,以保证组装后钢芯3两侧表面与质量源前侧组件4a、质量源后侧组件4b内表面之间不发生接触,上部限位板5a与下部限位板5b厚度应一样。限位板厚度也不宜过大,根据以往对屈曲支撑性能试验研究结果并考虑一般建筑构件加工精度许可,钢芯表面与墙体表面之间空隙宜控制在5~10mm之间。

[0037] 在质量源两边设置回弹元件7和阻尼元件8。回弹元件7和阻尼元件8一端固定在主体结构上,另一端固定在质量源前侧组件4a和质量源后侧组件4b上。

[0038] 回弹元件7的种类及数量宜由式(1)控制,以使减振效果较优。具体地,为使结构达到最小位移,回弹元件7的种类及数量由式(1a)确定;为使结构达到最小加速度,回弹元件7的种类及数量由式(1b)确定:

$$[0039] \quad \gamma_{i,op} = \begin{cases} \frac{1}{1+\mu} - (0.241+1.7\mu-2.6\mu^2)\xi_0 - (1-1.9\mu+\mu^2)\xi_0^2 & (a) \\ \frac{1}{\sqrt{1+\mu}} + (0.096+0.88\mu-1.8\mu^2)\xi_0 + (1.34-2.9\mu+3\mu^2)\xi_0^2 & (b) \end{cases} \quad (1)$$

[0040] 式(1)中, $\gamma_{t,op}$ ——TMD与主体结构最优频率比, $\gamma_{t,op} = \frac{1}{2\pi f_s} \sqrt{\sum_{i=1}^{n_s} k_{ti}/m_t}$, 其中 f_s ——主体结构频率, k_{ti} ——第*i*个回弹元件7的刚度, n_s ——回弹元件7的数量, m_t ——组件4a、4b及限位板5a和5b的总质量; μ ——TMD质量源与主体结构间质量比, $\mu = m_t/M_s$, M_s ——主体结构模态质量; ξ_0 ——主体结构阻尼比。

[0041] 阻尼元件8的种类及数量宜由式(2)控制, 以使减振效果较优。具体地, 为使结构达到最小位移, 阻尼元件8的种类及数量由式(2a)确定; 为使结构达到最小加速度, 阻尼元件8的种类及数量由式(2b)确定:

[0042]

$$\xi_{t,op} = \begin{cases} \sqrt{\frac{3\mu}{8(1+\mu)} + (0.13+0.12\mu+0.4\mu^2)\xi_0^2 - (0.01+0.9\mu+3\mu^2)\xi_0^2} & (a) \\ \sqrt{\frac{3\mu(1+0.49\mu-0.2\mu^2)}{8(1+\mu)} + (0.13+0.72\mu+0.2\mu^2)\xi_0^2 + (0.19+1.6\mu-4\mu^2)\xi_0^2} & (b) \end{cases} \quad (2)$$

[0043] 式(2)中, $\xi_{t,op}$ ——TMD最优阻尼比, $\xi_{t,op} = 0.5 \sum_{i=1}^{n_c} c_{ti} / \sqrt{m_t \sum_{i=1}^{n_s} k_{ti}}$, 其中 f_s ——主体结构频率, c_{ti} ——第*i*个阻尼元件8的阻尼系数, n_c ——阻尼元件8的数量; 其它参数含义同式(1)。

[0044] 回弹元件7及阻尼元件8最大拉伸和压缩长度应大于等于TMD质量源最大设计摆幅。安装完毕后, 需对减震墙装置TMD做扫频或共振测试, 通过调节回弹元件7和阻尼元件8的数量、刚度和阻尼参数, 使TMD工作频率满足与主体结构频率及阻尼间的最优减振比例关系。

[0045] 在系统频率及阻尼调试完毕后, 令TMD质量源位置归中, 然后在轨道上设置限位卡11。限位卡与滑轮外边缘距离按TMD质量源最大设计摆幅取值。上部即位板5a和下部限位板5b与钢芯3之间最小距离必须大于滑轮外边缘到轨道限位卡距离。在安装完毕后, 应符合图2所示效果。

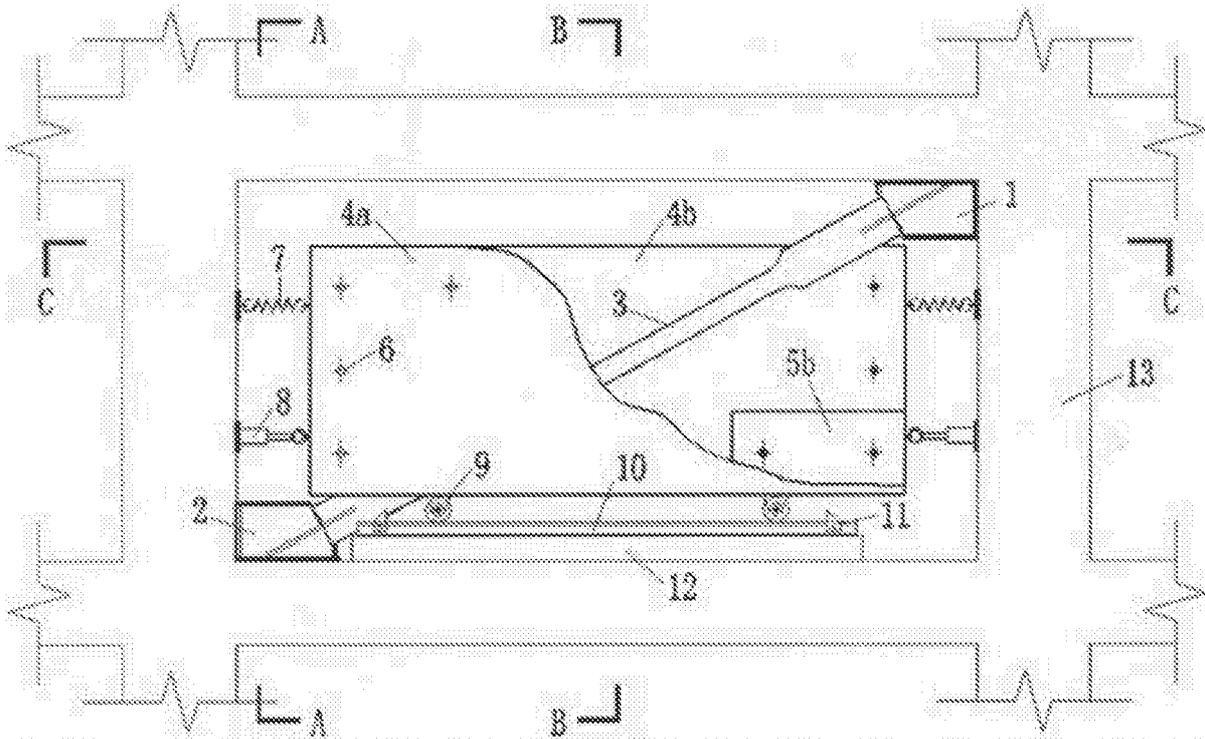


图 1

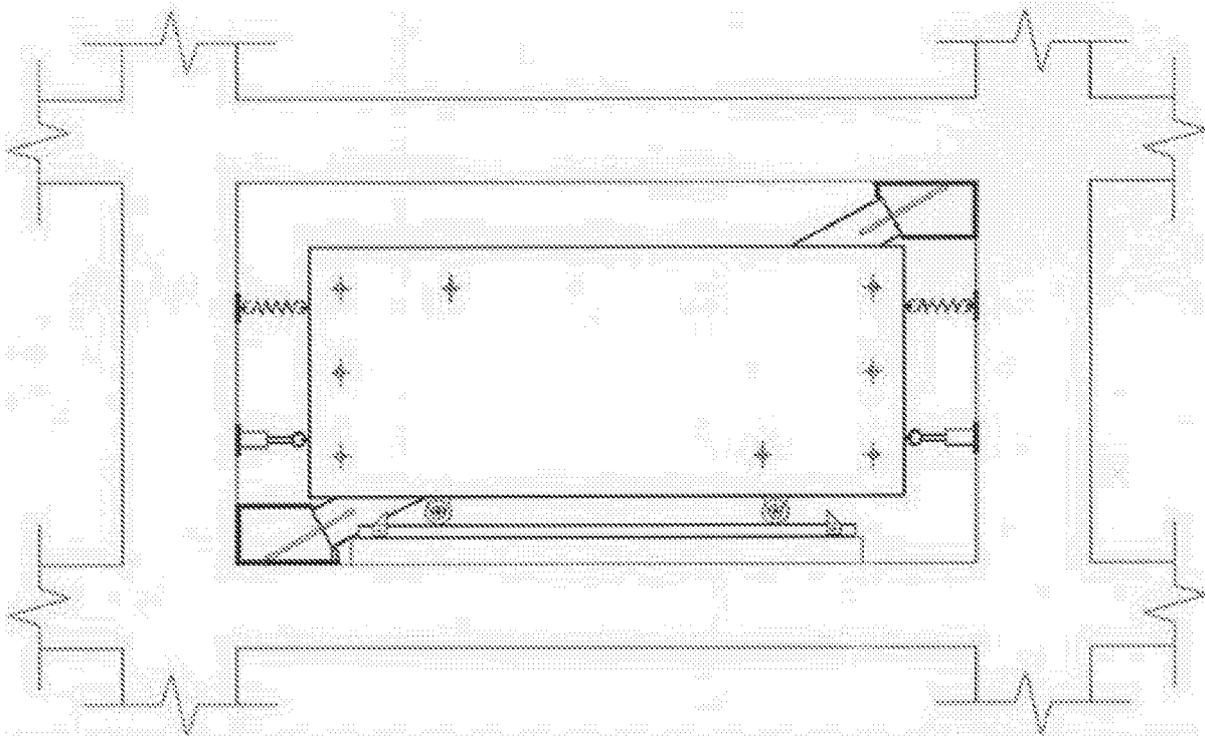


图 2

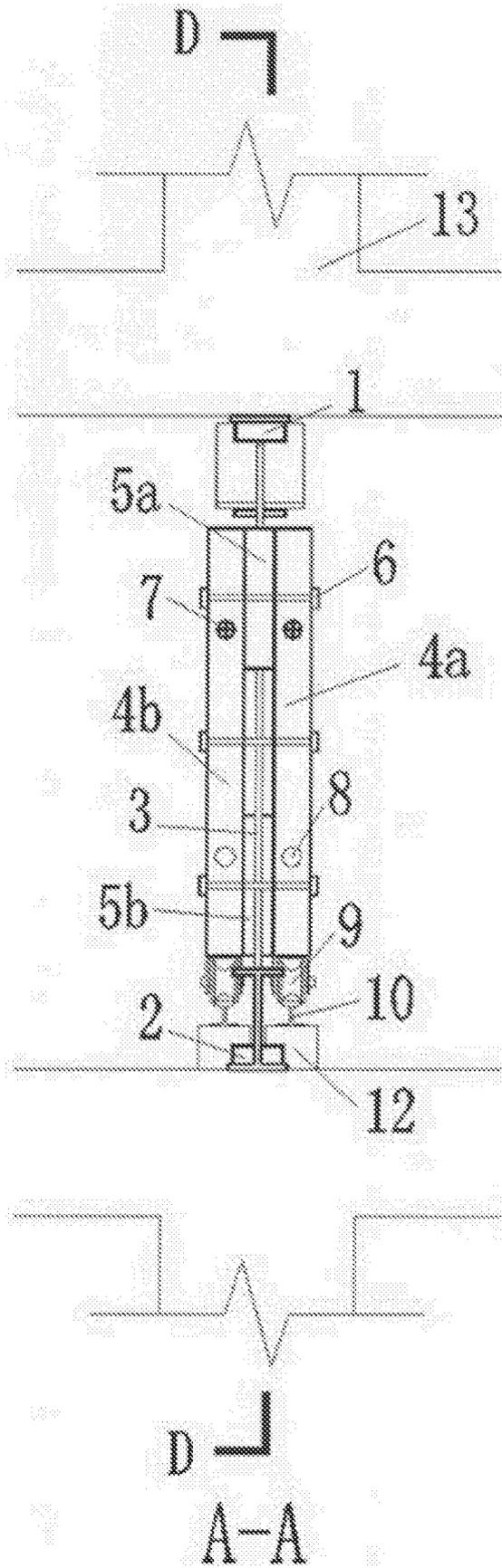


图 3

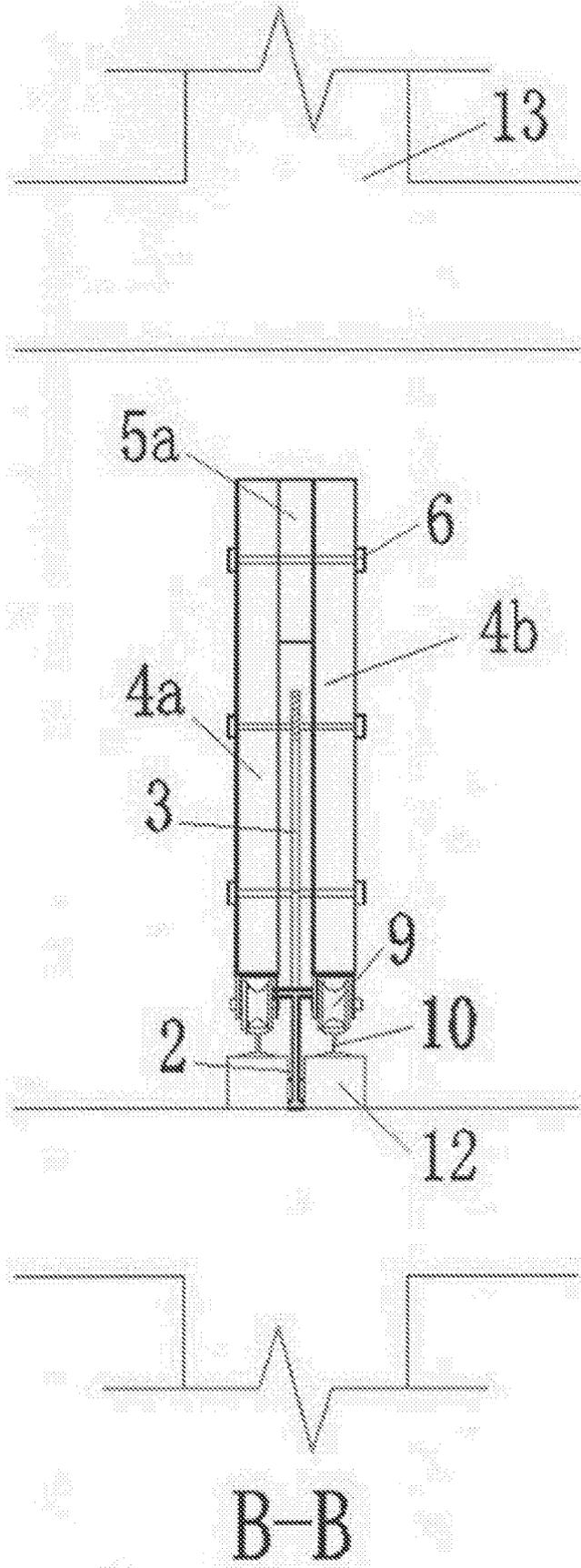


图 4

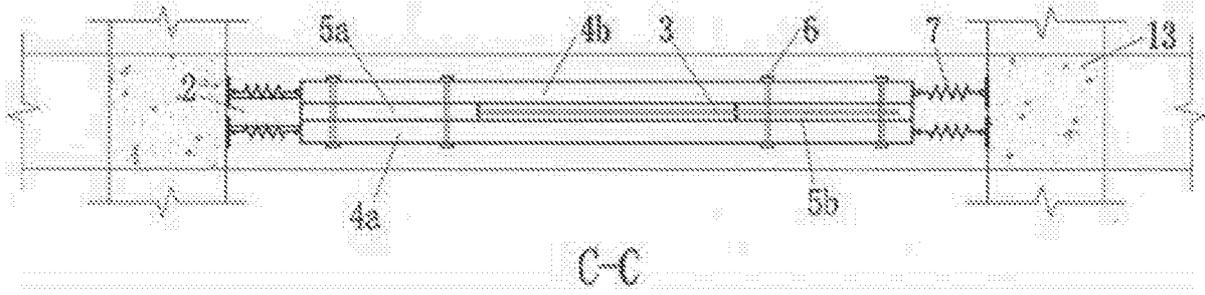


图 5

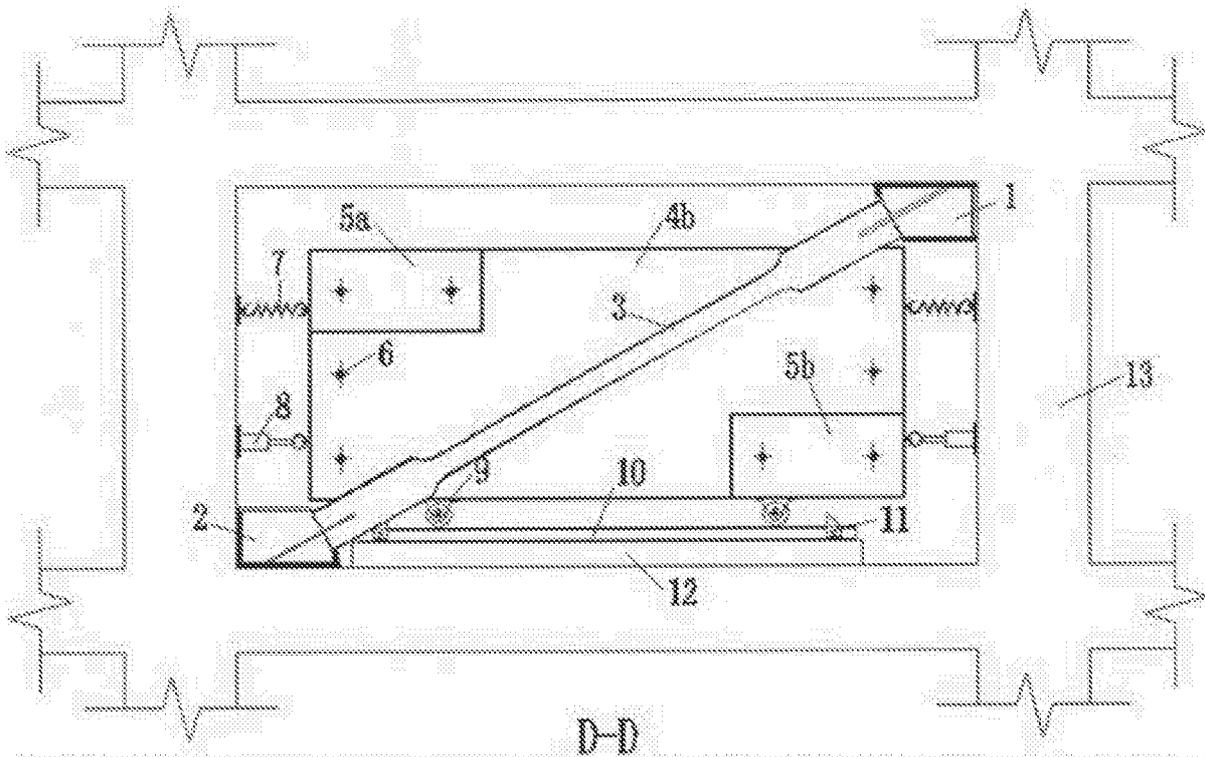


图 6