



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110173059 A

(43)申请公布日 2019.08.27

(21)申请号 201910549629.4

(22)申请日 2019.06.24

(71)申请人 西安建筑科技大学

地址 710055 陕西省西安市雁塔路13号

(72)发明人 谢启芳 李胜英 张保壮 张恩奇  
苗壮

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务  
所 61215

代理人 段俊涛

(51) Int. Cl.

E04B 1/98(2006.01)

E04H 9/02(2006.01)

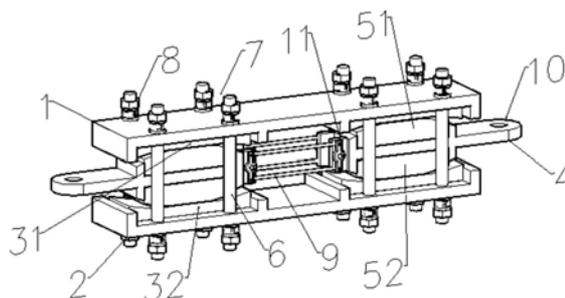
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

## (54)发明名称

一种具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器

## (57)摘要

一种具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器,包括上盖板和下盖板,在上盖板的下表面固定有至少两个上固定摩擦块,下盖板的上表面固定有至少两个分别与上固定摩擦块对应的下固定摩擦块,在每个上固定摩擦块和下固定摩擦块之间设置有沿摩擦方向的拉压板,相邻拉压板之间以形状记忆合金连接,在拉压板的上表面固定有与上固定摩擦块对应的上滑动摩擦块,在拉压板的下表面固定有与下固定摩擦块对应的下滑动摩擦块,预紧力螺杆贯穿连接上盖板和下盖板并在上下两端以预紧力螺母紧固,本发明具有良好的自复位性能,同时造价低廉,构造简单,便于拆卸,适用性强,耗能能力突出,摩擦材料易于更换,环保卫生可再生。



1. 一种具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器,其特征在于,包括上盖板(1)和下盖板(2),在上盖板(1)的下表面固定有至少两个上固定摩擦块(31),下盖板(2)的上表面固定有至少两个分别与上固定摩擦块(31)对应的下固定摩擦块(32),在每个上固定摩擦块(31)和下固定摩擦块(32)之间设置有沿摩擦方向的拉压板(4),相邻拉压板(4)之间以形状记忆合金(9)连接,在拉压板(4)的上表面固定有与上固定摩擦块(31)对应的上滑动摩擦块(51),在拉压板(4)的下表面固定有与下固定摩擦块(32)对应的下滑动摩擦块(52),预紧力螺杆(6)贯穿连接上盖板(1)和下盖板(2)并在上下两端以预紧力螺母(8)紧固。

2. 根据权利要求1所述具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器,其特征在于,所述上盖板(1)的下表面和下盖板(2)的上表面均设置有至少两个用于安装固定上固定摩擦块(31)或下固定摩擦块(32)的卡槽,当上固定摩擦块(31)和下固定摩擦块(32)均为两个时,上盖板(1)的下表面的两个卡槽和下盖板(2)的两个卡槽均分别位于两端位置,且关于盖板中间对称分布。

3. 根据权利要求1所述具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器,其特征在于,所述上固定摩擦块(31)与上滑动摩擦块(51)在接触面处齿合,下固定摩擦块(32)与下滑动摩擦块(52)在接触面处齿合,接触面分为三个部分:中间区域为平面段,两端为坡度一致的坡面段或圆弧段。

4. 根据权利要求1所述具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器,其特征在于,所述拉压板(4)在上下表面均设置有关于中面对称的用于安装固定上滑动摩擦块(51)或下滑动摩擦块(52)卡槽,两端的拉压板(4)向外伸出的臂杆端部设有用于连接外部结构的外部预留螺栓孔(10),拉压板(4)位于阻尼器内部的端面设有内部预留螺栓孔,所述内部预留螺栓孔内设置螺纹,普通螺栓穿过内部预留螺栓孔与形状记忆合金锚具(11)紧密连接。

5. 根据权利要求1所述具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器,其特征在于,所述形状记忆合金(9)两端分别与设置在拉压板(4)端部的形状记忆合金锚具(11)连接。

6. 根据权利要求1所述具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器,其特征在于,所述上盖板(1)、下盖板(2)和拉压板(4)均为钢材。

7. 根据权利要求1所述具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器,其特征在于,在所述预紧力螺杆(6)上位于上盖板(1)上方和下盖板(2)下方均安装有蝶形弹簧(7),通过螺母(8)和蝶形弹簧(7)来施加预紧力,使固定摩擦块(3)和滑动摩擦块(5)之间产生正压力。

8. 根据权利要求7所述具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器,其特征在于,在施加预紧力时蝶形弹簧(7)具有一定的初始压缩量,不能是蝶形弹簧的所有压缩量,当阻尼器进入坡面段工作时,蝶形弹簧的压缩量随着滑动摩擦块(5)与固定摩擦块(3)的相对位移增加不断增大,同时上盖板(1)与下盖板(2)之间的距离也在不断变化,且与蝶形弹簧(7)的压缩量相对应。

## 一种具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器

### 技术领域

[0001] 本发明属于土木工程抗震技术领域,涉及古建筑木结构的消能减震,特别涉及一种具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器。

### 背景技术

[0002] 建筑结构的抗震一直是土木工程领域研究的重点,近年来地震灾害的不断发生更是引起了国内外学者的高度重视。传统的建筑结构抗震加固技术往往是从结构自身入手,通过增大构件截面法、增加构件强度等方式,增强结构的刚度、强度以及延性达到抗震要求。一方面这种方法大大增加结构本身的造价,影响结构空间的布置,另一方面传统的抗震方法并未达到预期的效果。究其原因主要由于传统抗震加固方法主要是通过结构自身的塑性变形吸收地震输入结构的能量实现抗震,并未改变结构破坏的本质。

[0003] 因此阻尼器的使用引起了很多学者的注意,建筑结构增设阻尼器成为了一种新型的建筑结构抗震减震技术思路。目前已有的阻尼器主要分为4类:粘滞阻尼器、金属阻尼器、粘弹性阻尼器、摩擦阻尼器。粘滞阻尼器依靠速度实现耗能,而建筑结构变形小,难以发挥其特性,金属阻尼器依靠自身的塑性变形实现耗能减震,具有不可逆性的缺点,粘弹性阻尼器的粘弹性材料易于老化,摩擦力阻尼器主要通过摩擦材料之间的滑动摩擦实现耗能,具有耗能性能稳定可靠,滞回性能突出等优点,不足之处是摩擦力单一,缺乏自复位功能。安装摩擦力阻尼器的建筑结构在地震作用下,耗能范围单一,震后残余变形较大。

### 发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器,主要应用于古建筑木结构、现代木结构的耗能减震,具有造价低廉,构造简单,便于拆卸,适用性强,耗能能力突出,摩擦材料易于更换,环保卫生可再生的优点。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0006] 一种具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器,包括上盖板1和下盖板2,在上盖板1的下表面固定有至少两个上固定摩擦块31,下盖板2的上表面固定有至少两个分别与上固定摩擦块31对应的下固定摩擦块32,在每个上固定摩擦块31和下固定摩擦块32之间设置有沿摩擦方向的拉压板4,相邻拉压板4之间以形状记忆合金9连接,在拉压板4的上表面固定有与上固定摩擦块31对应的上滑动摩擦块51,在拉压板4的下表面固定有与下固定摩擦块32对应的下滑动摩擦块52,预紧力螺杆6贯穿连接上盖板1和下盖板2并在上下两端以预紧力螺母8紧固。

[0007] 所述上盖板1的下表面和下盖板2的上表面均设置有至少两个用于安装固定上固定摩擦块31或下固定摩擦块32的卡槽,当上固定摩擦块31和下固定摩擦块32均为两个时,上盖板1的下表面的两个卡槽和下盖板2的两个卡槽均分别位于两端位置,且关于盖板中间对称分布。

[0008] 所述上固定摩擦块31与上滑动摩擦块51在接触面处齿合,下固定摩擦块32与下滑动摩擦块52在接触面处齿合,接触面分为三个部分:中间区域为平面段,两端为坡度一致的坡面段或圆弧段。

[0009] 所述拉压板4在上下表面均设置有关于中面对称的用于安装固定上滑动摩擦块51或下滑动摩擦块52卡槽,两端的拉压板4向外伸出的臂杆端部设有用于连接外部结构的外部预留螺栓孔10,拉压板4位于阻尼器内部的端面设有内部预留螺栓孔,所述内部预留螺栓孔内设置螺纹,普通螺栓穿过内部预留螺栓孔与形状记忆合金锚具11紧密连接。

[0010] 所述形状记忆合金9两端分别与设置在拉压板4端部的形状记忆合金锚具11连接,两根形状记忆合金9相互平行且都位于水平面内。

[0011] 所述上盖板1、下盖板2和拉压板4均为钢材。

[0012] 在所述预紧力螺杆6上位于上盖板1上方和下盖板2下方均安装有蝶形弹簧7,通过螺母8和蝶形弹簧7来施加预紧力,使固定摩擦块3和滑动摩擦块5之间产生正压力。在施加预紧力时蝶形弹簧7具有一定的初始压缩量,不能是蝶形弹簧的所有压缩量,当阻尼器进入坡面段工作时,蝶形弹簧的压缩量随着滑动摩擦块5与固定摩擦块3的相对位移增加不断增大,同时上盖板1与下盖板2之间的距离也在不断变化,且与蝶形弹簧7的压缩量相对应。

[0013] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0014] 1、本发明装置构造简单,安装方便,造价低廉,易于更换,适用于个各种建筑结构或构筑物。

[0015] 2、本发明装置所用摩擦材料安全环保可再生。

[0016] 3、本发明装置在小震作用下阻尼器在平面段摩擦耗能,在大震作用下阻尼器进入坡面摩擦段,随着拉压板的相对位移摩擦力和摩擦阻尼不断增大,实现分阶段耗能。

[0017] 4、本发明具有适用性强,可以根据不同的设计要求施加不同的预紧力和滑动摩擦块与固定摩擦块的接触面积,实现不同的初始刚度和耗能能力。

[0018] 5、本发明具有自复位功能,地震作用下,启滑后的阻尼器的两个拉压板产生相对位移,连接于拉压板的形状记忆合金产生变形耗能,地震作用后,形状记忆合金基于自身的形状记忆效应带动拉压板恢复至初始状态。

## 附图说明

[0019] 图1是本发明的整体三维结构示意图

[0020] 图2是本发明的主视图

[0021] 图3中的(a)-(c)是本发明中上盖板的主视图、俯视图和左视图

[0022] 图4中的(a)-(c)是本发明中固定摩擦块的主视图、俯视图和左视图

[0023] 图5中的(a)-(c)是本发明中滑动摩擦块的主视图、俯视图和左视图

[0024] 图6中的(a)-(c)是本发明中拉压板的主视图、俯视图和左视图

[0025] 图7中的(a)-(c)是本发明中SMA锚具的主视图、俯视图和左视图

[0026] 图中标号:1、上盖板;2、下盖板;31、上固定摩擦块;32、下固定摩擦块;4、拉压板;51、上滑动摩擦块;52、下滑动摩擦块;6、预紧力螺杆;7、蝶形弹簧;8、预紧力螺母;9、形状记忆合金(SMA);10、拉压板预留螺栓孔;11、形状记忆合金(SMA)锚具。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合附图和实施例详细说明本发明的实施方式。

[0028] 如图1和图2所示,一种具有自复位功能的SMA-木质摩擦阻尼器,包括上盖板1和下盖板2,在上盖板1的下表面固定有两个上固定摩擦块31,下盖板2的上表面固定有两个分别与上固定摩擦块31对应的下固定摩擦块32,在每个上固定摩擦块31和下固定摩擦块32之间设置有沿摩擦方向的拉压板4,相邻拉压板4之间以形状记忆合金9(SMA)连接,在拉压板4的上表面固定有与上固定摩擦块31对应的上滑动摩擦块51,在拉压板4的下表面固定有与下固定摩擦块32对应的下滑动摩擦块52,滑动摩擦块和固定摩擦块发生相对位移时,形状记忆合金进入工作状态,消耗一定的能量,由形状记忆合金的材料特性可以消除地震、风载等自然灾害作用后的残余变形,具有良好的自复位性能。

[0029] 预紧力螺杆6贯穿连接上盖板1和下盖板2并在上下两端以预紧力螺母8紧固,在预紧力螺杆6上位于上盖板1上方和下盖板2下方均安装有蝶形弹簧7,通过螺母8和蝶形弹簧7来施加预紧力,使固定摩擦块3和滑动摩擦块5之间产生正压力。

[0030] 其中,在施加预紧力时蝶形弹簧7具有一定的初始压缩量,不能是蝶形弹簧的所有压缩量,当阻尼器进入坡面段工作时,蝶形弹簧的压缩量随着滑动摩擦块5与固定摩擦块3的相对位移增加不断增大,同时上盖板1与下盖板2之间的距离也在不断变化,且与蝶形弹簧7的压缩量相对应。

[0031] 如图3中(a)、(b)、(c)所示,上盖板1的下表面和下盖板2的上表面均设置有两个用于安装固定上固定摩擦块31或下固定摩擦块32的卡槽,上盖板1的下表面的两个卡槽和下盖板2的两个卡槽均分别位于两端位置,且关于盖板中间对称分布,在卡槽槽口部位设置预紧力螺栓孔。

[0032] 如图4中(a)、(b)、(c)和图5中(a)、(b)、(c)所示,上固定摩擦块31与上滑动摩擦块51在接触面处齿合,下固定摩擦块32与下滑动摩擦块52在接触面处齿合,接触面分为三个部分:中间区域为平面段,两端为坡度一致的坡面段或圆弧段。小震状态下在平面段工作,大震状态下进入坡面段,实现分阶段耗能。

[0033] 如图6中(a)、(b)、(c)所示,拉压板4在上下表面均设置有关于中面对称的用于安装固定上滑动摩擦块51或下滑动摩擦块52卡槽,两端的拉压板4向外伸出的臂杆端部设有用于连接外部结构的外部预留螺栓孔10,拉压板4位于阻尼器内部的端面设有内部预留螺栓孔,内部预留螺栓孔内设置螺纹,普通螺栓穿过内部预留螺栓孔与形状记忆合金锚具11紧密连接。

[0034] 如图7中(a)、(b)、(c)所示,形状记忆合金锚具11通过一个主螺栓和两个辅螺栓穿过拉压板4端部的内部预留螺栓孔固定连接,两根形状记忆合金9相互平行且都位于水平面内。

[0035] 本发明的组装方法:

[0036] 1、按照设计尺寸将上盖板1、下盖板2、拉压板4、固定摩擦块和滑动摩擦块制作好。

[0037] 2、将夹具的底座竖向连接板按设计位置焊接于拉压板4。

[0038] 3、将预制好的固定摩擦块放入下盖板2,滑动摩擦块5放置于拉压板,按如图1所示位置顺序安装。

[0039] 4、将预应力螺杆6穿过上盖板1和下盖板2预留的螺栓孔,通过蝶形弹簧7和预紧力

螺母8沿竖向拧紧施加摩擦块之间的正压力,通过调节预紧力螺母8的松紧程度调摩擦块间的正压力的大小。

[0040] 5、将形状记忆合金(SMA)穿过夹具,主螺栓穿过竖向连接板预留螺栓孔固定夹具,辅螺栓固定形状记忆合金,通过调节形状记忆合金的初始长度来施加预紧力。

[0041] 本发明的工作原理:

[0042] 本发明阻尼器在实际应用时,可根据结构特征和地震情况合理布置阻尼器的位置和数量。阻尼器安装于结构时,拉压板4的伸出阻尼器的臂杆通过预留螺栓孔10与结构相连,小震作用下,结构变形较小时,拉压板4带动滑动摩擦块5在平面段与固定摩擦块3发生相对运动,产生恒定的摩擦力消耗能量,同时形状记忆合金(SMA)9随着拉压板4之间的相对位移发生变形耗能;大震作用下,结构变形较大时,拉压板4带动滑动摩擦块5进入坡面段与固定摩擦块3发生相对运动,随着位移的不断增大,上盖板1和下盖板2之间的相对距离不断增大,蝶形弹簧7的压缩量不断增加,滑动摩擦块5与固定摩擦块3之间的摩擦力不断增大,摩擦阻尼也随之不断增加,耗散的能量也不断增加,同时,形状记忆合金(SMA)9的变形量也随拉压板4的相对位移的增大而增大,进而消耗更多的能量,地震作用结束后,形状记忆合金(SMA)理解发生逆相变,恢复至初始状态,从而带动拉压板4恢复至初始位置,从而消除结构的残余变形,实现结构的自复位功能。

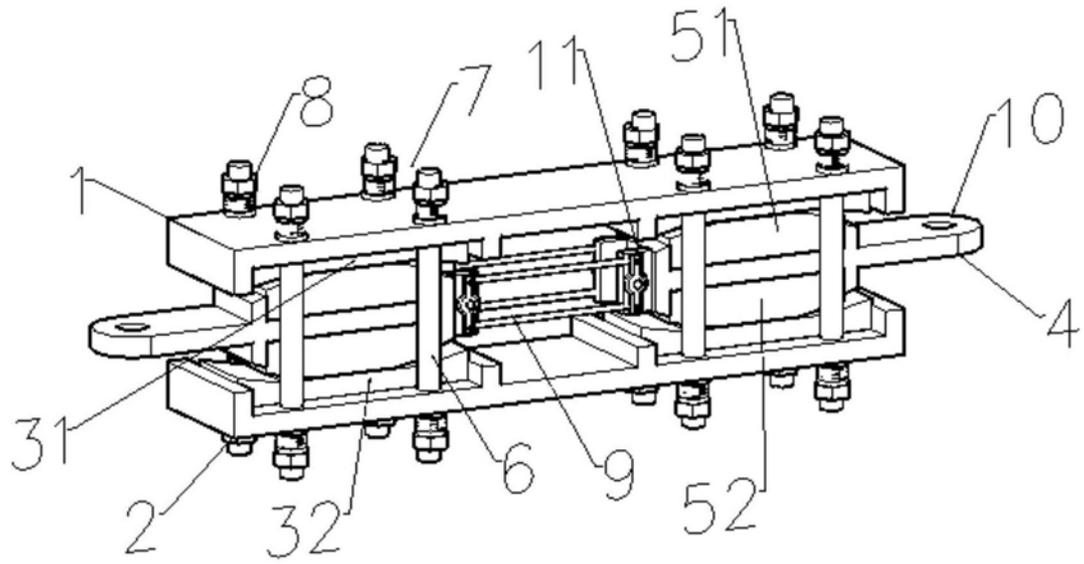


图1

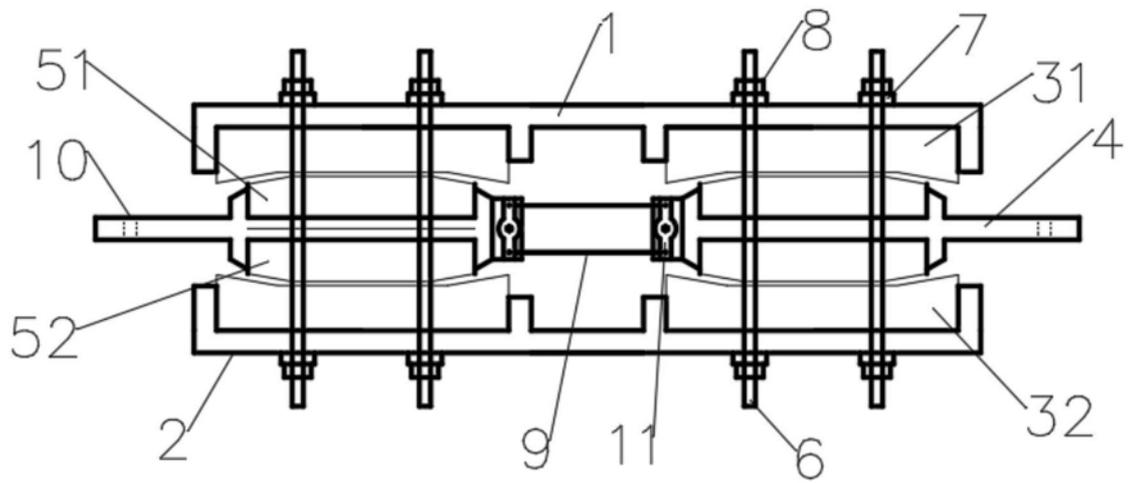
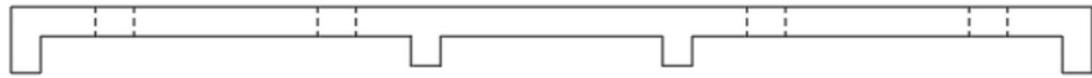
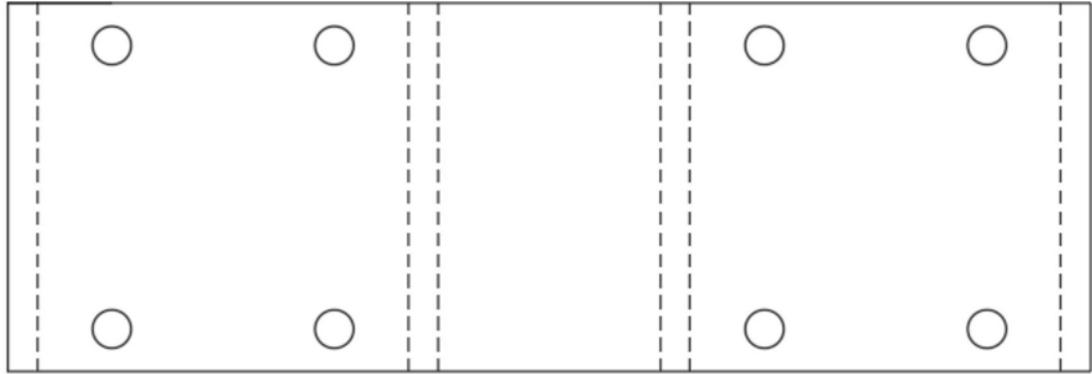


图2



(a)



(b)



(c)

图3



(a)



(b)



(c)

图4

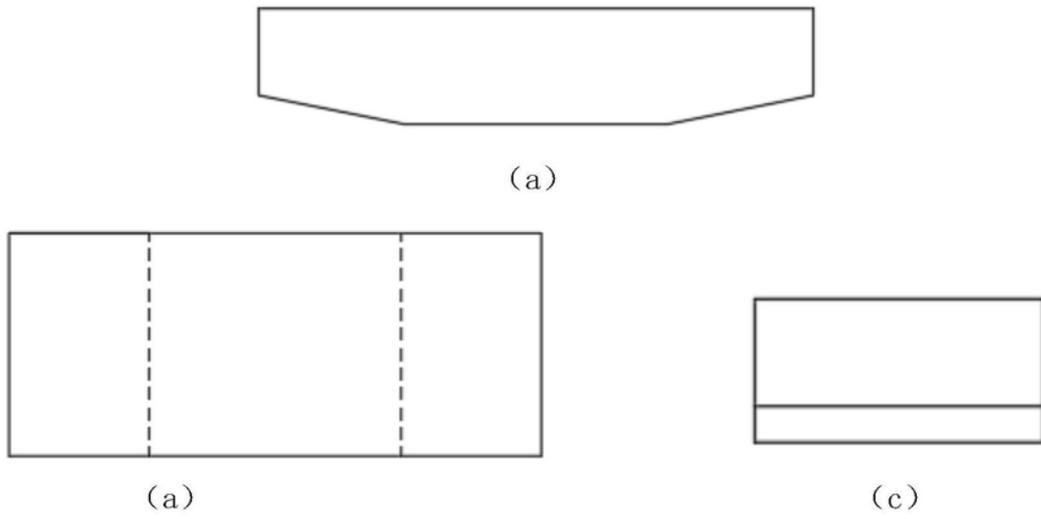


图5

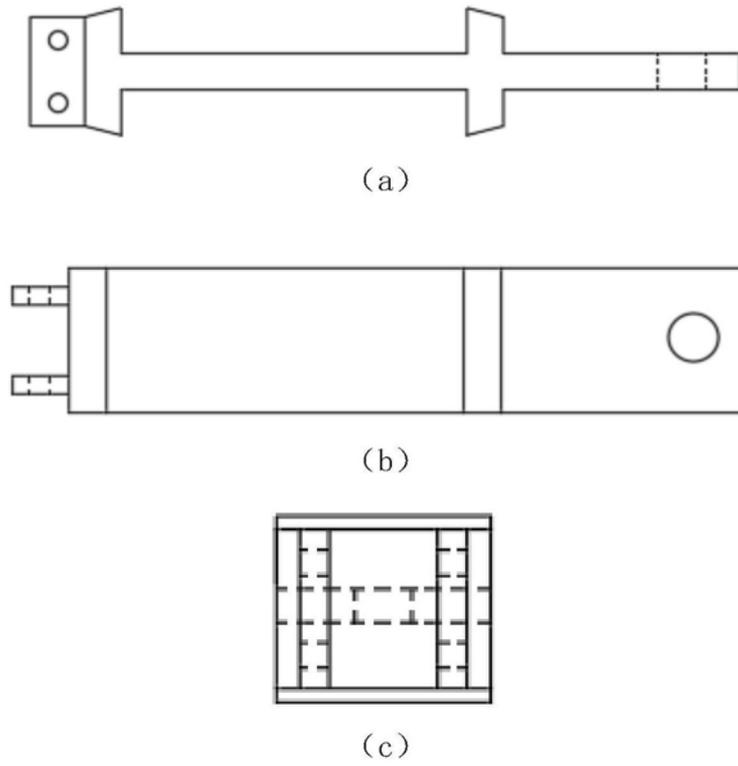
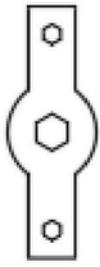
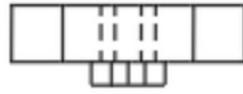


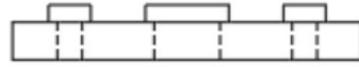
图6



(a)



(b)



(c)

图7