



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110173146 B

(45) 授权公告日 2020.11.27

(21) 申请号 201910562900.8

(22) 申请日 2019.06.26

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110173146 A

(43) 申请公布日 2019.08.27

(73) 专利权人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡香港理工大学

(72) 发明人 王斌 朱松晔

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 尹君君

(51) Int.Cl.

E04H 9/02 (2006.01)

E04B 1/98 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 108590305 A, 2018.09.28

CN 206487004 U, 2017.09.12

CN 205639431 U, 2016.10.12

CN 206449155 U, 2017.08.29

US 2017112220 A1, 2017.04.27

CN 107327193 A, 2017.11.07

审查员 曾卫

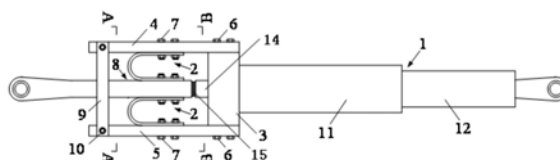
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

自复位黏滞复合阻尼器

(57) 摘要

本发明公开了一种自复位黏滞复合阻尼器,包括:黏滞阻尼器、导杆、U型形状记忆合金元件和连接架,黏滞阻尼器的缸体与连接架固定连接,导杆的一端穿入连接架与黏滞阻尼器的活塞杆连接,U型形状记忆合金元件的分支端分别与导杆和连接架连接。通过利用形状记忆合金和黏滞阻尼器组成复合阻尼器,可在地震发生初期发挥自复位阻尼器的特性,在地震强烈时发挥黏性阻尼器的特性,提供足够的耗能,而在地震结束前又发挥自复位阻尼器的特性,使震后的结构几乎没有残余变形,能够整体提升结构的抗震性能与震后的功能可恢复能力,在建筑结构和桥梁工程领域具有较为广阔的应用前景。



1. 一种自复位黏滞复合阻尼器,其特征在于,包括:黏滞阻尼器、导杆、U型形状记忆合金元件和连接架,所述黏滞阻尼器的缸体与所述连接架固定连接,所述导杆的右端穿入所述连接架与所述黏滞阻尼器的活塞杆连接,所述U型形状记忆合金元件的分支端分别与所述导杆和所述连接架连接。

2. 根据权利要求1所述的自复位黏滞复合阻尼器,其特征在于,还包括与所述连接架上远离所述黏滞阻尼器的一端连接的抗弯约束元件,所述抗弯约束元件上设有供所述导杆穿过的通孔。

3. 根据权利要求2所述的自复位黏滞复合阻尼器,其特征在于,所述抗弯约束元件与所述导杆接触的区域设有减摩擦元件。

4. 根据权利要求2所述的自复位黏滞复合阻尼器,其特征在于,所述连接架包括连接段和上连接板以及下连接板,所述连接段与所述黏滞阻尼器的缸体固定连接,所述上连接板的一端和所述下连接板的一端与所述连接段固定连接,所述抗弯约束元件的上端与所述上连接板的另一端连接,下端与所述下连接板的另一端连接。

5. 根据权利要求4所述的自复位黏滞复合阻尼器,其特征在于,包括多个所述U型形状记忆合金元件,位于所述导杆上部的所述U型形状记忆合金元件的分支端分别与所述上连接板和所述导杆连接;位于所述导杆下部的所述U型形状记忆合金元件的分支端分别与所述下连接板和所述导杆连接。

6. 根据权利要求1所述的自复位黏滞复合阻尼器,其特征在于,所述导杆与所述活塞杆可拆卸连接。

7. 根据权利要求1至6任一项所述的自复位黏滞复合阻尼器,其特征在于,所述U型形状记忆合金元件包括上平直段、下平直段和圆弧段,所述上平直段和所述下平直段均包括安装段和耗能段。

## 自复位黏滞复合阻尼器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及工程结构消能减震技术领域,特别涉及一种自复位黏滞复合阻尼器。

### 背景技术

[0002] 消能减震结构是指在结构中附加消能减震装置与原结构组成一个新的结构系统,而附加的消能减震装置可以显著地降低原结构承受的地震作用水平,从而达到控制结构地震响应的目的,减轻主体结构的损伤。

[0003] 但是传统的阻尼器(如金属阻尼器、摩擦阻尼器和黏滞阻尼器)在强震后容易出现复位能力不足的现象,尤其在近场脉冲地震作用下阻尼器残余位移明显,使得上部结构的使用功能难以较快地恢复,修复的经济成本和时间成本较高。

[0004] 现有的自复位阻尼器绝大多数都是位移型阻尼器,在地震作用下虽然可以表现出旗帜型的滞回曲线,能够保证主体结构在地震后具有良好的自复位能力,但是旗帜型的滞回曲线也决定了阻尼器在大震时只能提供有限的耗能,往往不能有效地控制主体结构的响应。同时,位移型的阻尼器即使在震后可以恢复到原位,但是阻尼器中仍然有残余应力,在地震后不能重复使用,往往需要更换。倘若结构在震后即可遭受余震,那么既有的自复位阻尼器便发挥不了预定的抗震设防目标。

[0005] 因此,如何使阻尼器同时实现地震时最大耗能和震后自复位的特性,以提高结构的抗震性能和震后阻尼器的功能可恢复能力,是本领域技术人员目前需要解决的技术问题。

### 发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明的目的是提供一种自复位黏滞复合阻尼器,能够有同时实现地震时最大耗能和震后自复位的特性,以提高结构的抗震性能和震后结构使用功能可恢复能力。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0008] 一种自复位黏滞复合阻尼器,包括:黏滞阻尼器、导杆、U型形状记忆合金元件和连接架,所述黏滞阻尼器的缸体与所述连接架固定连接,所述导杆的右端穿入所述连接架与所述黏滞阻尼器的活塞杆连接,所述U型形状记忆合金元件的分支端分别与所述导杆和所述连接架连接。

[0009] 优选地,还包括与所述连接架上远离所述黏滞阻尼器的一端连接的抗弯约束元件,所述抗弯约束元件上设有供所述导杆穿过的通孔。

[0010] 优选地,所述抗弯约束元件与所述导杆接触的区域设有减摩擦元件。

[0011] 优选地,所述连接架包括连接段和上连接板以及下连接板,所述连接段与所述黏滞阻尼器的缸体固定连接,所述上连接板的一端和所述下连接板的一端与所述连接段固定连接,所述抗弯约束元件的上端与所述上连接板的另一端连接,下端与所述下连接板的另一端连接。

[0012] 优选地,包括多个所述U型形状记忆合金元件,位于所述导杆上部的所述U型形状记忆合金元件的分支端分别与所述上连接板和所述导杆连接;位于所述导杆下部的所述U型形状记忆合金元件的分支端分别与所述下连接板和所述导杆连接。

[0013] 优选地,所述导杆与所述活塞杆可拆卸连接。

[0014] 优选地,所述U型形状记忆合金元件包括上平直段、下平直段和圆弧段,所述上平直段和所述下平直段均包括安装段和耗能段。

[0015] 与现有技术相比,上述技术方案具有以下优点:

[0016] 1) 本发明所提供的一种自复位黏滞复合阻尼器,通过利用形状记忆合金(位移型阻尼器)和黏滞阻尼器(速度型阻尼器)组成复合阻尼器,不但发挥了结构震后没有或存在很小的残余变形,达到了结构自复位的效果,实现了结构在地震后快速恢复使用功能,更重要的是在强烈地震时主要发挥黏滞阻尼器的作用,为结构提供了充足的耗能,可以完美地实现阻尼器最大耗能与最大自复位的能力。

[0017] 2) 本发明的自复位黏滞复合阻尼器在震后可以实现自复位效果,既不会中断结构的使用功能,也不需要结构进行加固修复或者更换,节约了大量的经济成本和时间成本,经济效应明显,能有效快速地整体提升结构震后的可恢复能力,在建筑结构和桥梁工程领域具有广阔的应用前景。

[0018] 3) 本发明中采用U形板材的形状记忆合金元件,本质是利用U型板材形状记忆合金在弯曲变形过程提供自复位能力,同时形状记忆合金材料自身也为阻尼器提供在地震初期和地震结束前的耗能。U型板材形状记忆合金在弯曲变形过程中的塑性变形点不断的扩展变化,充分利用了材料的性能,延长了材料的寿命。

[0019] 4) 本发明的自复位黏滞复合阻尼器中的主要元件黏滞阻尼器和形状记忆合金阻尼器之间采用可拆卸的螺栓连接,施工和维修方便,便于震后检查和更换。自复位黏滞复合阻尼器可以通过改变U型形状记忆合金的厚度、宽度和直径等参数和黏滞阻尼器的参数进行匹配设计,实现不同的承载力、变形能力、耗能能力和自复位能力,从而实现不同的抗震设防需求的设计。

## 附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0021] 图1为本发明一种具体实施方式所提供的一种自复位黏滞复合阻尼器的主视结构示意图;

[0022] 图2为图1中沿A-A线作的剖视图;

[0023] 图3是图1中沿B-B线作的剖视图;

[0024] 图4是图1中的抗弯约束元件的正视图;

[0025] 图5是图1中的U型形状记忆合金元件的结构示意图;

[0026] 图6是图5中的U型形状记忆合金元件的俯视图;

[0027] 图7示出了图1所示的自复位黏滞复合阻尼器在地震初期的位移-承载力滞回曲线

图；

[0028] 图8示出了图1所示的自复位黏滞复合阻尼器在地震强烈时的位移-承载力滞回曲线图；

[0029] 图9示出了图1所示的自复位黏滞复合阻尼器在地震结束时的位移-承载力滞回曲线图。

[0030] 附图标记如下：

[0031] 1为粘滞阻尼器，11为主缸，12为副缸，2为U型形状记忆合金元件，211为上安装段，212为上耗能段，221为下安装段，222为下耗能段，23为圆弧段，3为连接段，4为上连接板，5为下连接板，6为固定螺栓，7为安装螺栓，8为导杆，9为抗弯约束元件，10为连接螺栓，13为减摩擦元件，14为活塞杆，15为对接螺栓。

### 具体实施方式

[0032] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，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他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0033] 请参考图1~图6，图1为本发明一种具体实施方式所提供的一种自复位黏滞复合阻尼器的主视结构示意图；图2为图1中沿A-A线作的剖视图；图3是图1中沿B-B线作的剖视图；图4是图1中的抗弯约束元件的正视图；图5是图1中的U型形状记忆合金元件的结构示意图；图6是图5中的U型形状记忆合金元件的俯视图。

[0034] 本发明实施例所提供的一种自复位黏滞复合阻尼器，包括：黏滞阻尼器1、导杆8、U型形状记忆合金元件2和连接架，其中黏滞阻尼器1包括主缸11和副缸12，黏滞阻尼器1位于导杆的右侧，黏滞阻尼器1的主缸11缸体与连接架固定连接，导杆8的右端穿入连接架与黏滞阻尼器的活塞杆14连接，U型形状记忆合金元件2的分支端分别与导杆8和连接架连接，优选通过安装螺栓7进行连接。通过利用形状记忆合金和黏滞阻尼器1组成复合阻尼器，可在地震发生初期发挥自复位阻尼器的特性，在地震强烈时发挥黏性阻尼器的特性，提供足够的耗能，而在地震结束前又发挥自复位阻尼器的特性，使震后结构几乎没有残余变形，能够整体提升结构的抗震性能与震后的功能可恢复能力，在建筑结构和桥梁工程领域具有较为广阔的应用前景，此外通过以黏滞阻尼器1为载体，其多次地震后阻尼器的性能几乎不会发生变化，震后无需更换，同时也适合在可能遭遇近场地震作用下的结构使用。另外通过U型形状记忆合金元件2将阻尼器的轴向变形转化形状记忆合金的弯曲变形，具有良好的自复位效果和变形能力，避免了传统形状记忆合金丝或棒材为达到同样的变形能力而需要很长的长度。

[0035] 具体地，连接架上远离黏滞阻尼器1的一端连接有抗弯约束元件9，抗弯约束元件9可通过连接螺栓10与连接架进行连接，抗弯约束元件9上设有供导杆8穿过的通孔，该通孔的形状视导杆8截面形状而定，如当导杆8截面为矩形时，通孔也应为矩形孔。此外抗弯约束元件9可由两块相同的约束板构成，两块约束板相对的一端设有凹槽，两个凹槽构成供上述导杆穿过的通孔，约束板的上下端设有台阶面，通过连接螺栓10穿过台阶面与连接架固定。

[0036] 其中，抗弯约束元件9与导杆接触的区域设有减摩擦元件13，其中减摩擦元件13优

选用摩擦系数极低的材料支撑,例如聚四氟乙烯。

[0037] 具体地,连接架包括连接段3和上连接板4以及下连接板5,上连接板4和下连接板5的形状优选矩形,连接段3与黏滞阻尼器1的缸体固定连接,上连接板4的一端和下连接板5的一端与连接段3固定连接,抗弯约束元件9的上端与上连接板4的另一端连接,下端与下连接板5的另一端连接其中上连接板4和下连接板5优选通过固定螺栓6与连接段3连接。

[0038] 在本发明的一个实施例中,U型形状记忆合金元件2的数量为多个,例如2、6等偶数数量,位于导杆8上部的U型形状记忆合金元件2的分支端分别与上连接板4和导杆8连接;位于导杆8下部的U型形状记忆合金元件2的分支端分别与下连接板5和导杆8连接,U型形状记忆合金元件2优选由超弹性的NiTi制成,需要说明的是本实施例不限于上述材料,具有适当超弹性特性的形状记忆合金均可,其中超弹性是指记忆合金在外力作用下发生远大于其弹性极限应变量的变形,在卸载时应变可自动回复的现象。

[0039] 进一步地,导杆8与活塞杆14可拆卸连接,例如可通过对接螺栓15进行连接,便于更换或维修阻尼器。

[0040] 具体地,U型形状记忆合金元件2包括上平直段、下平直段和圆弧段23,上平直段和下平直段均包括安装段和耗能段,其中安装段位于U型形状记忆合金元件2的末端,耗能段位于安装段和圆弧段23之间,对于上部的U型形状记忆合金,上耗能段212位于上安装段211和圆弧段23之间,下耗能段222位于下安装段221和圆弧段23之间,上安装段211与上连接板4通过螺栓连接,下安装段与导杆8通过螺栓连接;对于下部的U型形状记忆合金,上安装段与导杆8通过螺栓连接,下安装段与下连接板5通过螺栓连接。U型形状记忆合金的塑性变形是在耗能段上扩展变化的,而非集中于某一变形点,因此能充分延长构件的疲劳寿命。

[0041] 本发明中采用的U型形状记忆合金,其承载力特性主要由其宽度 $b$ 、厚度 $t$ 和直径 $D$ 决定,变形范围和长度 $h$ 有关。自复位黏滞复合阻尼器的承载力和变形能力可通过改变黏滞阻尼器1和U型形状记忆合金2的宽度 $b$ 、厚度 $t$ 、直径 $D$ 和长度 $h$ 确定,进而满足不同抗震设计要求的自复位黏滞复合阻尼器。

[0042] 参见图7、图8和图9,分别表示自复位黏滞复合阻尼器在地震初期、地震强烈期和地震快结束期的位移-承载力滞回曲线。在地震初期,自复位黏滞复合阻尼器发挥位移型阻尼器的特性,表现出良好的旗帜型滞回行为,不但具有中等的耗能能力,还具有良好的自复位能力;在地震强烈期,自复位黏滞复合阻尼器主要发挥速度型阻尼器的特性,表现出饱满的滞回行为,为结构提供足够的耗能能力;在地震结束期,自复位黏滞复合阻尼器又发挥位移型阻尼器的特性,表现出良好的旗帜型滞回行为,除了具有中等的耗能能力,最重要的是良好的自复位能力可以使结构恢复到初始状态。

[0043] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0044] 以上对本发明所提供的一种自复位黏滞复合阻尼器进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

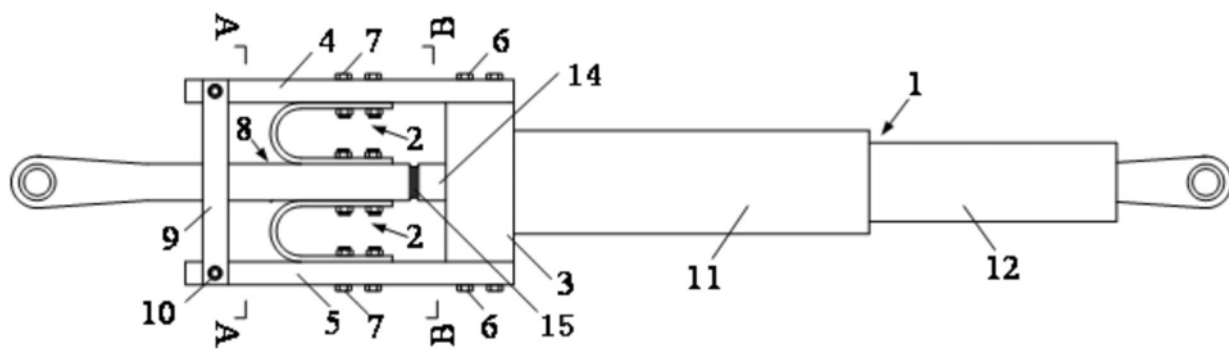


图1

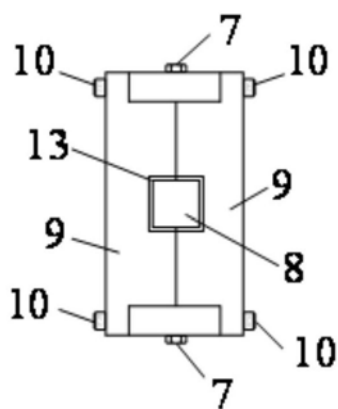


图2

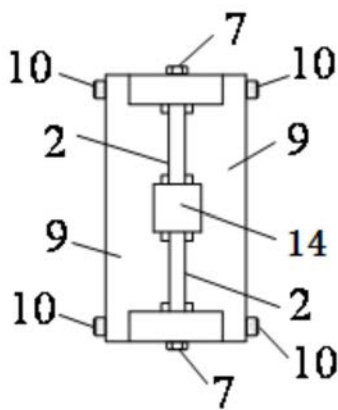


图3

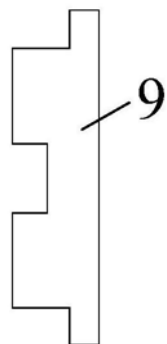


图4

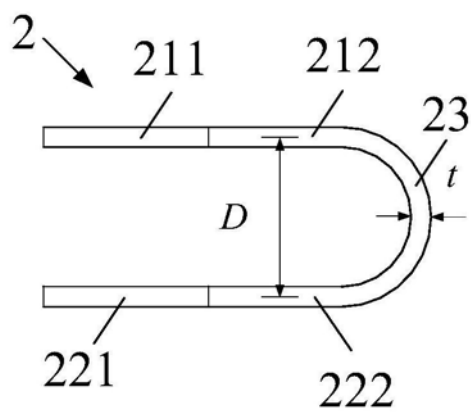


图5

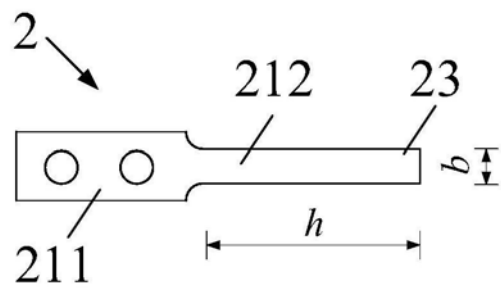


图6



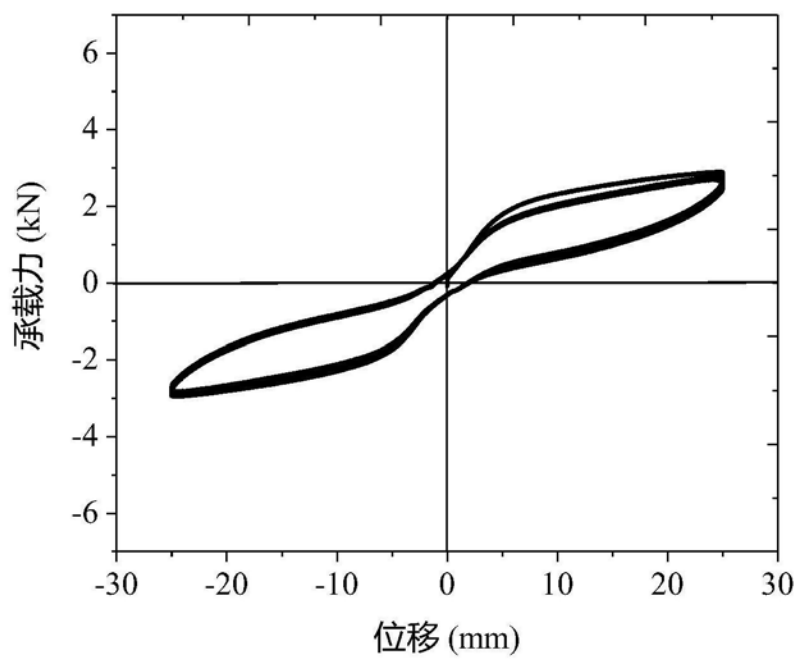


图7

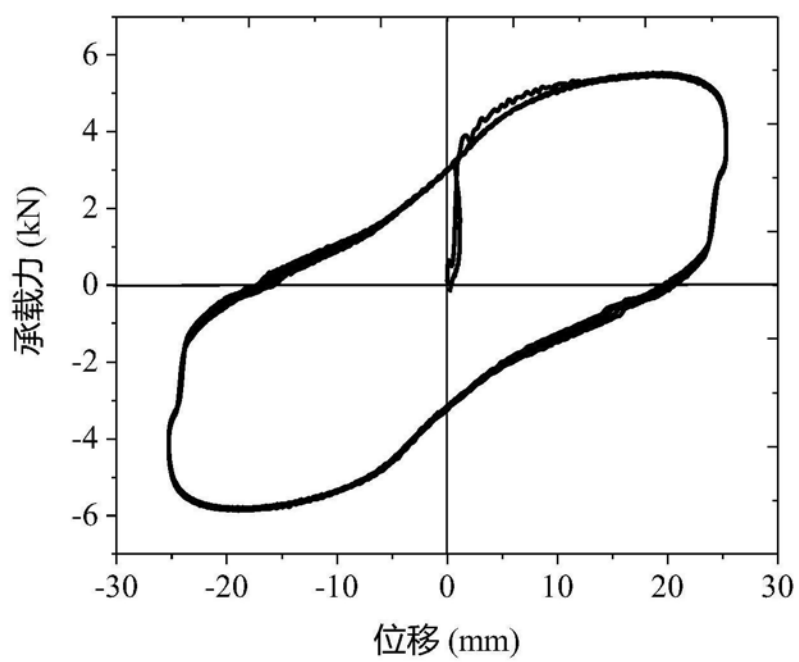


图8

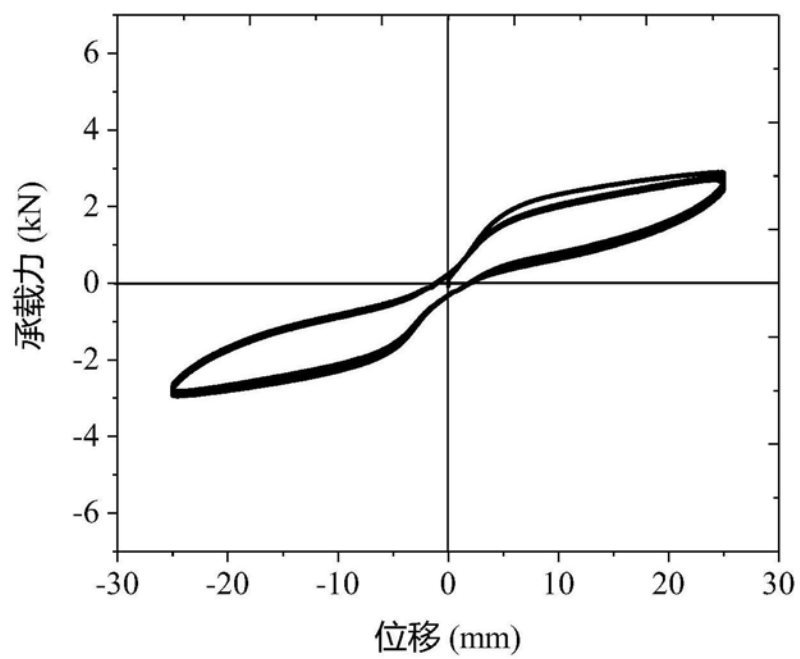


图9