



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112267591 A

(43) 申请公布日 2021.01.26

(21) 申请号 202011246168.2

(22) 申请日 2020.11.10

(71) 申请人 郑州大学

地址 450001 河南省郑州市高新技术产业  
开发区科学大道100号

(72) 发明人 钱辉 祝运运 师亦飞 张勋  
熊杰程 邓恩峰 刘应扬 李宗翱  
朱俊河 李可

(74) 专利代理机构 郑州德勤知识产权代理有限  
公司 41128

代理人 黄红梅

(51) Int. Cl.

E04B 1/98 (2006.01)

E04H 9/02 (2006.01)

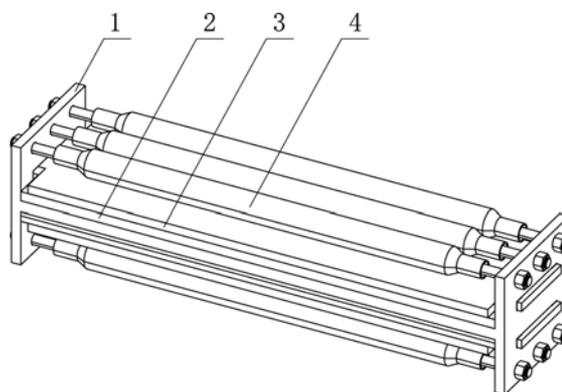
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑

(57) 摘要

本发明提供一种可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑,包括工字钢、橡胶垫层、SMA钢板和耗能内芯;以所述工字钢为核心,在所述工字钢的中心钢板的上下层依次设置所述橡胶垫层、所述SMA钢板和所述耗能内芯;所述SMA钢板和所述耗能内芯的端部均固定在所述工字钢的翼缘钢板上。本发明的耗能内芯可更换,不易损坏,且可受拉可受压,使该自复位防屈曲支撑的塑性更好;通过SMA钢板加上橡胶垫层,提高了支撑的韧性和自复位能力。



1. 一种可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑,其特征在於:包括工字钢、橡胶垫层、SMA钢板和耗能内芯;

以所述工字钢为核心,在所述工字钢的中心钢板的上下层依次设置所述橡胶垫层、所述SMA钢板和所述耗能内芯;

所述SMA钢板和所述耗能内芯的端部均固定在所述工字钢的翼缘钢板上。

2. 根据权利要求1所述的可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑,其特征在於:所述工字钢的翼缘钢板开设扣孔,所述SMA钢板以卡扣方式固定在所述工字钢的翼缘钢板上,并将所述橡胶垫层夹在所述中心钢板和所述SMA钢板中间。

3. 根据权利要求2所述的可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑,其特征在於:所述SMA钢板贴着所述橡胶垫层的一面设为波纹面。

4. 根据权利要求3所述的可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑,其特征在於:所述SMA钢板的厚度为所述工字钢中心钢板厚度的 $1/2-3/4$ 。

5. 根据权利要求4所述的可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑,其特征在於:设置在所述工字钢两翼缘钢板之间的所述SMA钢板,与所述工字钢每侧翼缘钢板内侧之间均预留有缝隙,所述缝隙的宽度为所述SMA钢板长度的2%-3%。

6. 根据权利要求1所述的可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑,其特征在於:所述工字钢的翼缘钢板开设安装孔,所述耗能内芯通过螺栓固定在所述工字钢的翼缘钢板上。

7. 根据权利要求6所述的可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑,其特征在於:所述耗能内芯包括波纹套筒、限位套筒、弹簧A、弹簧B和钢筋棒材;

所述波纹套筒内中部设置一所述弹簧B,所述波纹套筒内两侧各设置一所述弹簧A;

所述波纹套筒的两端各设置一限位套筒;

所述钢筋棒材穿插设置在所述弹簧A中;

所述钢筋棒材伸入波纹套筒内的端部设置有阻挡片,所述弹簧B设置在两阻挡片之间,所述阻挡片的外直径尺寸与所述弹簧B相同,同时大于所述弹簧A;

所述钢筋棒材伸出限位套筒的端部设置有螺纹。

8. 根据权利要求6所述的可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑,其特征在於:该自复位防屈曲支撑包括6根耗能内芯,均布在所述工字钢上下层;所述波纹套筒与所述SMA钢板之间间隔10-20mm,每层相邻两根耗能内芯之间间隔10-20mm,最外侧的耗能内芯与中心钢板边缘距离10-20mm,每层耗能内芯外侧与所述工字钢翼缘钢板最高处距离10-20mm。

9. 根据权利要求7所述的可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑,其特征在於:所述波纹套筒的两端各栓接一限位套筒。

10. 根据权利要求7所述的可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑,其特征在於:所述弹簧B钢丝的直径比所述弹簧A的大1mm,强度大于所述弹簧A。

## 一种可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑

### 技术领域

[0001] 本发明属于土木工程结构的抗震减震技术领域,具体的说,涉及了一种可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑。

### 背景技术

[0002] 防屈曲支撑是土木工程结构中常见的消能减震元件之一,其特点是在受拉或者受压时均能达到屈服而不发生屈曲,相比传统支撑构件的力学性能更加稳定,经过合理设计也可以获得较高的刚度和良好的滞回耗能能力,因此得到了广泛的研究和应用,但是,该类元件的最大缺点是在强震时变形会比较大,屈服后无法自动回复到初始位置。

[0003] 常见的消能减震元件为形状记忆合金(Shape Memory Alloy,SMA)支撑件,采用具有形状记忆效应和超弹性的新型智能材料—形状记忆合金,耗散地震能量的同时可实现较大塑性变形下的自复位。但目前常见的形状记忆合金类支撑件的研发或设计结构繁琐,或大多限于丝材,出力较小且只能受拉,使其使用范围大大受限。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是针对现有技术的不足,提供一种可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑。

[0005] 为了实现上述目的,本发明所采用的技术方案是:一种可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑,包括工字钢、橡胶垫层、SMA钢板和耗能内芯;

以所述工字钢为核心,在所述工字钢的中心钢板的上下层依次设置所述橡胶垫层、所述SMA钢板和所述耗能内芯;

所述SMA钢板和所述耗能内芯的端部均固定在所述工字钢的翼缘钢板上。

[0006] 基于上述,所述工字钢的翼缘钢板开设扣孔,所述SMA钢板以卡扣方式固定在所述工字钢的翼缘钢板上,并将所述橡胶垫层夹在所述中心钢板和所述SMA钢板中间。

[0007] 基于上述,所述SMA钢板贴着所述橡胶垫层的一面设为波纹面。

[0008] 基于上述,所述SMA钢板的厚度为所述工字钢中心钢板厚度的1/2-3/4。

[0009] 基于上述,设置在所述工字钢两翼缘钢板之间的所述SMA钢板,与所述工字钢每侧翼缘钢板内侧之间均预留有缝隙,所述缝隙的宽度为所述SMA钢板长度的2%-3%。

[0010] 基于上述,所述工字钢的翼缘钢板开设安装孔,所述耗能内芯通过螺栓固定在所述工字钢的翼缘钢板上。

[0011] 基于上述,所述耗能内芯包括波纹套筒、限位套筒、弹簧A、弹簧B和钢筋棒材;

所述波纹套筒内中部设置一所述弹簧B,所述波纹套筒内两侧各设置一所述弹簧A;

所述波纹套筒的两端各设置一限位套筒;

所述钢筋棒材穿插设置在所述弹簧A中;

所述钢筋棒材伸入波纹套筒内的端部设置有阻挡片,所述弹簧B设置在两阻挡片之间,所述阻挡片的外直径尺寸与所述弹簧B相同,同时大于所述弹簧A;

所述钢筋棒材伸出限位套筒的端部设置有螺纹。

[0012] 基于上述,该自复位防屈曲支撑包括6根耗能内芯,均布在所述工字钢上下层;所述波纹套筒与所述SMA钢板之间间隔10-20mm,每层相邻两根耗能内芯之间间隔10-20mm,最外侧的耗能内芯与中心钢板边缘距离10-20mm,每层耗能内芯外侧与所述工字钢翼缘钢板最高处距离10-20mm。

[0013] 基于上述,所述波纹套筒的两端各栓接一限位套筒。

[0014] 基于上述,所述弹簧B钢丝的直径比所述弹簧A的大1mm,强度大于所述弹簧A。

[0015] 本发明相对现有技术具有突出的实质性特点和显著进步,具体的说,本发明的耗能内芯可更换,不易损坏,且可受拉可受压,使该自复位防屈曲支撑的塑性更好;通过SMA钢板加上橡胶垫层,提高了支撑的韧性和自复位能力。

### 附图说明

[0016] 图1为本发明的侧视结构示意图。

[0017] 图2为本发明的正视结构示意图。

[0018] 图3为本发明的俯视结构示意图。

[0019] 图4为本发明的耗能内芯的结构示意图。

[0020] 图中:1、工字钢;2、橡胶垫层;3、SMA钢板;4、耗能内芯;5、缝隙;11、中心钢板;12、翼缘钢板;41、波纹套筒;42、限位套筒;43、弹簧A;44、弹簧B;45、钢筋棒材;46、阻挡片。

### 具体实施方式

[0021] 下面通过具体实施方式,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

[0022] 如图1-4所示,一种可更换耗能内芯的自复位防屈曲支撑,包括工字钢1、橡胶垫层2、SMA钢板3和耗能内芯4;以所述工字钢1为核心,在所述工字钢1的中心钢板11的上下层依次设置所述橡胶垫层2、所述SMA钢板3和所述耗能内芯4;所述SMA钢板3和所述耗能内芯4的端部均固定在所述工字钢1的翼缘钢板12上。

[0023] 具体的,所述工字钢1的翼缘钢板12开设扣孔,所述SMA钢板3以卡扣方式固定在所述工字钢1的翼缘钢板12上,并将所述橡胶垫层2夹在所述中心钢板12和所述SMA钢板3中间。

[0024] 所述工字钢1的翼缘钢板12还开设安装孔,所述耗能内芯4通过螺栓固定在所述工字钢1的翼缘钢板12上。所述耗能内芯4包括波纹套筒41、限位套筒42、弹簧A43、弹簧B44和钢筋棒材45;所述波纹套筒41内中部设置一所述弹簧B44,所述波纹套筒41内两侧各设置一所述弹簧A43;所述波纹套筒41的两端各设置一限位套筒42;所述钢筋棒材45穿插设置在所述弹簧A43中;所述钢筋棒材45伸入波纹套筒41内的端部设置有阻挡片46,所述弹簧B44设置在两阻挡片46之间,所述阻挡片46的外直径尺寸与所述弹簧B44相同,同时大于所述弹簧A43;所述钢筋棒材45伸出限位套筒42的端部设置有螺纹。

[0025] 本实施例中,所述SMA钢板的安装方式对中心钢板起到了加固的效果,使支撑的抗屈服能力得到加强。而且橡胶垫层具有一定的弹性和韧性,在提高支撑整体韧性的同时,有效提升了隔震性能;通过结合SMA钢板的自复位能力,在进行力的传递的时候可以作为力的缓冲带,提高支撑的整体自复位能力和抗屈曲能力。

[0026] 本实施例中,在SMA钢板上下有新型特殊的耗能内芯,一共上下两排,耗能内芯是由钢套筒加弹簧组成,两边由高强螺栓进行连接不仅可以达到进行更换的目的,而且支撑结构整体性完整,易于工厂加工和大批量生产。

[0027] 本实施例的自复位防屈曲支撑在制作时,以工字钢为核心,中间的钢板上下两层加入橡胶垫层,使橡胶与工字钢中心钢板粘结成一个整体。然后在其上下两侧加入SMA钢板,将工字钢两侧翼缘钢板紧贴着橡胶垫层的高度开个长方形的洞,将SMA钢板卡入进去,且SMA钢板贴着橡胶垫层一面应该设为带有波纹的,这样能使橡胶垫层与SMA钢板紧密贴合防止“滑移”;SMA钢板在两边翼缘钢板中间卡住,且与翼缘钢板的内侧预留一定的缝隙大约为所述SMA钢板长度总长度的2%-3%,使得支撑在受压的时候SMA钢板不随着工字钢中心钢板受压,但又能随着受拉的时候随着工字钢中心钢板受拉,保证SMA钢板的最优使用。SMA钢板的厚度应该是工字钢中心板的1/2不超过3/4,这样既能起到“加强”中心钢板的抗屈曲强度又能起到“限位”的作用。

[0028] 制作时,耗能内芯的位置以中心最粗的波纹套筒为主,波纹套筒的最外侧离SMA钢板大约有10-20mm的距离,既能保证在结构受力屈曲以及SMA钢板在进行自复位的时候有最大的空间,也能防止耗能内芯对SMA性能的影响。以工字钢中心钢板的两侧的宽度为基准,每隔大约10-20mm放置一个耗能内芯,3个为一排,以工字钢的中心钢板为中心上下各一排,且最外侧的耗能内芯与中心钢板边缘距离10-20mm,保证每个耗能内芯的作用达到最大化,即每个耗能内芯相互不影响又能一起耗能,即使其中的某一些损坏也不影响别的耗能内芯的作用。同样,内外两侧的耗能内芯与工字钢的翼缘钢板最高处留出10-20mm的距离,在对该屈曲支撑加上波纹套筒的时候,保证耗能内芯与波纹套筒的内壁之间有一定的空间,以防波纹套筒的内壁对耗能内芯在“工作状态”时的影响。

[0029] 本实施例的耗能内芯在制作时,在中间部位放置一个长的波纹套筒,套筒最内部放置一个弹簧B,两侧放置弹簧A,两边弹簧A中间各穿一根钢筋棒材与弹簧B相邻的一头各放置一个圆形钢薄片(阻挡片46),且与钢筋棒材焊接以保证能实现在对钢筋棒材进行拉力或者压力的时候,能对弹簧A受压,对弹簧B受压,且圆形钢薄片与弹簧B的外直径尺寸相同,且比弹簧A的大1-2mm,与波纹套筒内壁相距3-5mm的距离来保证钢筋棒材受拉或受压发生位移时所需要的角度和距离。在中间的波纹钢套管两端用小的圆柱钢管与圆形梯台焊接成一个接口(限位套筒42),且钢筋棒材能通过这个接口,且钢筋棒材与小的圆柱钢管内壁相距3-5mm,接口与波纹钢套筒可以栓接,这样保证里面弹簧如果发生损坏,达到可以更换的目的。最后钢筋棒材与工字钢翼缘钢板用螺栓进行连接,这样可以对耗能内芯进行更换。在组装耗能内芯的时候,弹簧B钢丝直径的尺寸要比弹簧A的大1-2mm,且强度也比弹簧A的大,在组装的时候,弹簧B与弹簧A都处于相互施加作用力的状态,保证其能达到平衡状态,在完成钢筋棒材能达到绷紧的状态,然后钢筋棒材两端进行螺栓连接。

[0030] 本实施例的耗能内芯,内部中间为弹簧B,两边套在钢筋棒材为弹簧A,最外层套上波纹套筒,而且与钢筋棒材相连的阻挡片都与套筒内壁留出一段距离来保证发生相对位移,且弹簧B的强度大于弹簧A的强度,受拉侧耗能内芯先于受压侧达到弹簧的极限应变。在支撑屈曲的时候受拉侧的耗能内芯,弹簧A受到压力,受压侧的耗能内芯,弹簧B受到压力。由于耗能内芯既可以抵消拉力也可以抵消压力,且耗能内芯是套筒结构不易损坏,当耗能内芯的弹簧破坏后可以更换这样可以节约很多的钢材,而且弹簧本身有一定的复位效果,

使整个结构的复位能力得到很大的提升。当支撑发生屈曲的时候能达到最大化的耗能,支撑整体的可塑性和复位能力得到很大的提升。

[0031] 受力分析:当结构处于受轴向压力状态下,在弹性阶段下,主要由工字钢中心钢板来抵抗轴力,中心钢板两侧的橡胶垫层和SMA钢板用来限制工字钢中心钢板发生屈曲,当中心钢板发生屈曲位移的时候带动两边翼缘钢板,使耗能内芯工作进行耗能;当轴力卸载后,由于弹簧的回复力使支撑又回复到之前的状态,达到自复位的效果。当收到轴向拉力的时候,这个时候与工字钢中心钢板两侧的橡胶垫层以及SMA钢板不仅能对中心钢板进行屈曲限制,而且橡胶垫层能提供一定的缓冲能力,以及SMA钢板在受拉力的状况下,在当力卸载后和橡胶垫层同时提供复位能力,以及同受压一样,耗能内芯的弹簧也可以进行耗能同时和SMA钢板及橡胶垫层提供自复位的能力。当然在实际情况下也有侧向的拉力或者压力,这样就会导致比如结构一侧受拉,一侧受压,受压一侧主要由内芯里面的强度高中心弹簧来进行压力耗能,而受拉侧,由耗能内芯两侧的弹簧,以及SMA钢板和橡胶垫层进行耗能和复位,当力卸载后,由弹簧和SMA钢板以及橡胶垫层进行复位。

[0032] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制;尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者对部分技术特征进行等同替换;而不脱离本发明技术方案的精神,其均应涵盖在本发明请求保护的技术方案范围当中。

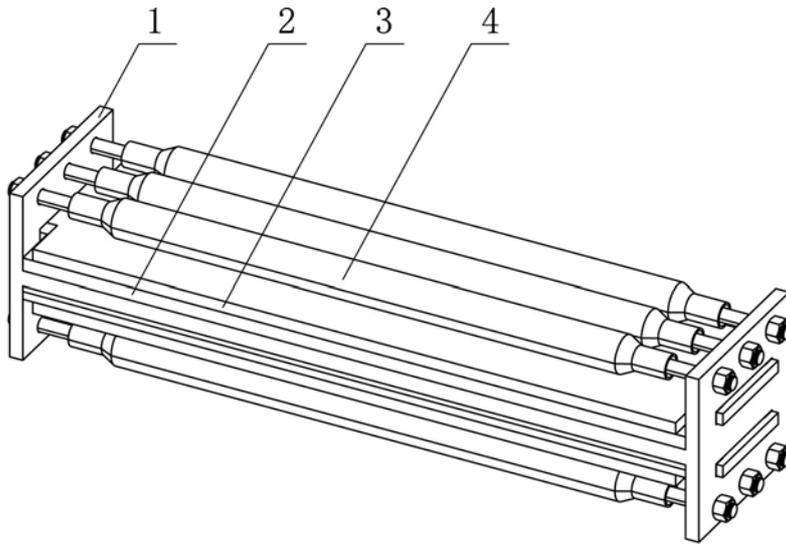


图1

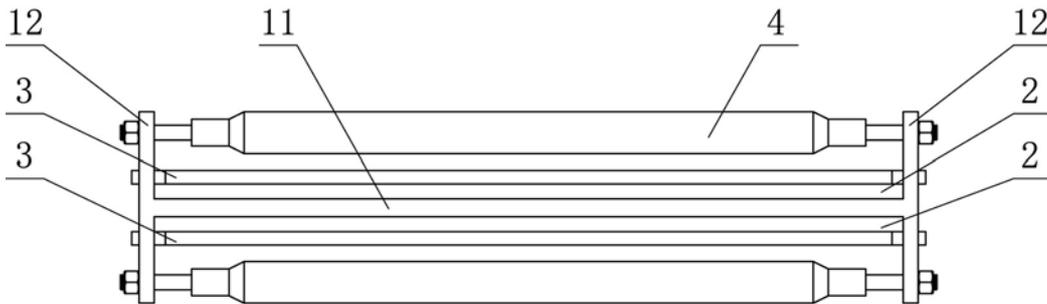


图2

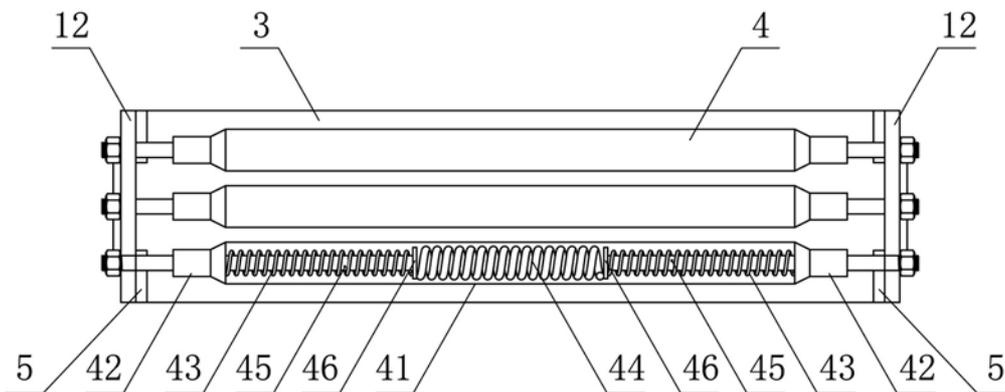


图3

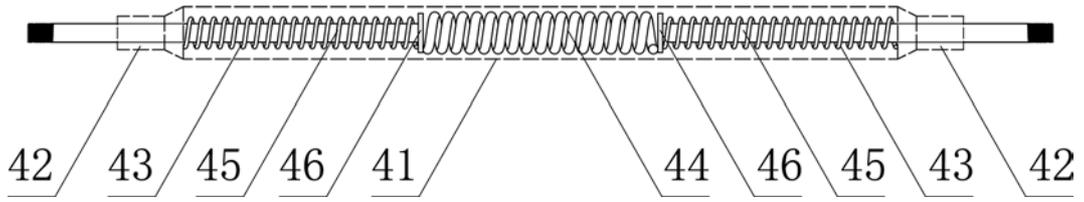


图4