(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106223696 B
(45)授权公告日 2018.06.26

(21)申请号 201610584661.2
(22)申请日 2016.07.22
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106223696 A
(43)申请公布日 2016.12.14
(73)专利权人 北京交通大学
地址 100044 北京市海淀区上园村3号
(72)发明人 徐龙河 刘嘉琳 李忠献
(74)专利代理机构 北京正理专利代理有限公司 11257
代理人 高倩 张文祎
(51)Int.Cl.
E04B 1/98(2006.01)
E04H 9/02(2006.01)

审查员 蔡健

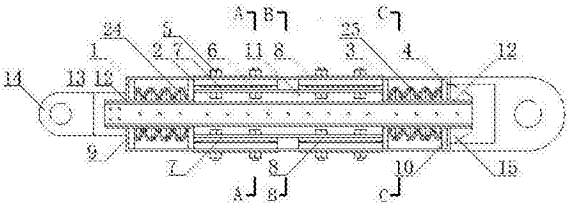
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑

(57)摘要

本发明一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑，外管钢板的上下内壁分别固定设有外管左侧挡块和外管右侧挡块。内管包括内管中段HW型钢和焊接在内管中段HW型钢两端的内管两侧工字型钢。内管中段HW型钢的上下翼缘外侧与外管左侧挡块和外管右侧挡块相对应的位置分别固定设置内管左侧摩擦垫片和内管右侧摩擦垫片，第一碟簧和第二碟簧套设在内管两侧工字型钢上，所述第一碟簧的两侧设有第一碟簧左侧挡板和第一碟簧右侧挡板，所述第二碟簧的两侧设有第二碟簧左侧挡板和第二碟簧右侧挡板。本发明采用装配式，可以自由组装，减少了焊接，受力性能更好，加工成本较低，安装简便。



CN 106223696 B

1.一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑，其特征在于：包括第一碟簧(24)、第二碟簧(25)、外管、内管和摩擦装置，所述外管包括截面为矩形的外管钢板(21)，所述外管钢板(21)的两端固定设有外管左侧挡板(19)和外管右侧挡板(20)，所述外管钢板(21)的上下内壁分别固定设有外管左侧挡块(17)和外管右侧挡块(18)；

所述内管包括内管中段HW型钢(11)和焊接在内管中段HW型钢(11)两端的内管两侧工字型钢(12)，所述内管中段HW型钢(11)和内管两侧工字型钢(12)的腹板两侧通过螺栓(23)固定连接有内管通长槽钢(13)，所述内管两侧工字型钢(12)的外侧固定设有内管左侧挡块板(9)和内管右侧挡板(10)；

所述摩擦装置包括内管左侧摩擦垫片(7)、内管右侧摩擦垫片(8)、外管左侧挡块(17)和外管右侧挡块(18)、摩擦片(6)和高强螺栓(5)，所述内管中段HW型钢(11)的上下翼缘外侧与外管左侧挡块(17)和外管右侧挡块(18)相对应的位置分别固定设置内管左侧摩擦垫片(7)和内管右侧摩擦垫片(8)，所述外管钢板(21)、外管左侧挡块(17)与内管左侧摩擦垫片(7)通过高强螺栓(5)固定连接，所述外管钢板(21)、外管右侧挡块(18)与内管右侧摩擦垫片(8)通过高强螺栓(5)固定连接，所述外管左侧挡块(17)与内管左侧摩擦垫片(7)之间以及外管右侧挡块(18)和内管右侧摩擦垫片(8)之间固定设有摩擦片(6)；

所述第一碟簧(24)和第二碟簧(25)套设在内管两侧工字型钢(12)上，所述第一碟簧(24)对应外管的外管左侧挡板(19)与外管左侧挡块(17)之间，所述第二碟簧(25)对应外管的外管右侧挡板(20)与外管右侧挡块(18)之间，所述第一碟簧(24)的两侧设有第一碟簧左侧挡板(1)和第一碟簧右侧挡板(2)，所述第二碟簧(25)的两侧设有第二碟簧左侧挡板(3)和第二碟簧右侧挡板(4)。

2.根据权利要求1所述的一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑，其特征在于：所述外管左侧挡板(19)和外管右侧挡板(20)为中间开矩形孔的矩形挡板，所述内管左侧挡块板(9)和内管右侧挡板(10)为矩形挡板，所述外管左侧挡板(19)和外管右侧挡板(20)的矩形孔的边长大于内管左侧挡块板(9)和内管右侧挡板(10)的边长。

3.根据权利要求1所述的一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑，其特征在于：所述第一碟簧(24)和第二碟簧(25)的外径小于外管钢板(21)矩形截面的边长，所述第一碟簧(24)和第二碟簧(25)的内径大于内管两侧工字型钢(12)的外尺寸。

4.根据权利要求1所述的一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑，其特征在于：所述第一碟簧左侧挡板(1)、第一碟簧右侧挡板(2)、第二碟簧左侧挡板(3)和第二碟簧右侧挡板(4)的开孔尺寸大于内管两侧工字型钢(12)的外尺寸。

5.根据权利要求1所述的一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑，其特征在于：所述高强螺栓(5)与外管钢板(21)固定处设有外管螺栓垫片(16)。

6.根据权利要求1所述的一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑，其特征在于：所述内管的左端固定连接有内管连接板(14)，所述内管的右端固定连接有加劲肋(15)，所述外管的右端固定连接有外管连接板(22)。

7.根据权利要求1所述的一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑，其特征在于：所述外管钢板(21)、内管中段HW型钢(11)、内管两侧工字型钢(12)、内管通长槽钢(13)的材质为普通碳素结构钢Q345钢。

8.根据权利要求6所述的一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑，其特征在

于:所述第一碟簧左侧挡板(1)、第一碟簧右侧挡板(2)、第二碟簧左侧挡板(3)和第二碟簧右侧挡板(4)、内管左侧摩擦垫片(7)、内管右侧摩擦垫片(8)、内管左侧挡块板(9)、内管右侧挡板(10)、外管左侧挡块(17)、外管右侧挡块(18)、外管左侧挡板(19)、外管右侧挡板(20)、内管连接板(14)和外管连接板(22)的材质为低合金高强度结构钢Q345钢。

9.根据权利要求1所述的一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑,其特征在于:所述第一碟簧(24)和第二碟簧(25)的材质为60CrMnA。

10.根据权利要求1所述的一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑,其特征在于:所述高强螺栓(5)的材质为20MnTiB,强度为10.9级。

一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑

技术领域

[0001] 本发明涉及自复位耗能支撑技术领域，具体涉及一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑。

背景技术

[0002] 地震是人类长期以来面临的一种重大自然灾害，具有极强的破坏性，地震的发生往往会造成巨大的经济损失与人员伤亡，这些主要是由于建筑物的倒塌和破坏造成的。提高结构的抗震性能，是减少震后经济损失和人员伤亡、保障人们正常生活的最有效方法。在传统的结构抗震设计中，主要依靠结构构件自身的强度、刚度和延性来抵抗地震输入能量，但这种做法会带来如构件截面过大，使结构过于笨重且不经济。地震随机性强，结构无法根据地震动自主调节，当结构遭遇高于设防烈度的地震时，结构构件将发生严重破坏，震后存在很大的残余变形，修复困难等问题。基于此，研究者们从增强结构耗能能力与减小震后残余变形的角度提出了自复位耗能支撑，此种支撑不仅可以在地震中耗散输入结构的能量而且具有复位功能，减小甚至消除结构在地震后的残余变形。

[0003] 现有支撑主要有普通支撑，防屈曲支撑，应用形状记忆合金的自复位支撑及应用预应力钢筋的自复位支撑等。传统的普通支撑受压时侧向变形及塑性变形易导致支撑受压屈曲，且屈曲后支撑承载力下降、强度、刚度退化，易发生疲劳断裂破坏；防屈曲支撑虽滞回曲线饱满，耗能能力强但地震过后，存在很大的残余变形，尤其大震过后，无法自行恢复到正常使用状态，经济成本较高，与此同时，防屈曲支撑构造较复杂，需要多道加工程序，加工过程中拼接部位采用焊接方式，易产生钢材的初始应变，同时无法做到便捷快速地加工；应用形状记忆合金的自复位支撑充分利用了形状记忆合金的超弹性性能，具有稳定的旗形滞回曲线，能够有效控制残余变形，但形状记忆合金材料性能受温度影响明显，不易在实际工程中普遍应用；应用预应力钢筋的自复位支撑由于预应力钢筋弹性变形小的缺点，无法在大位移下提供足够的复位能力，满足不了实际工程需求，与此同时，应用预应力钢筋的自复位支撑拼接部位需焊接处理，产生初始应变，影响钢材力学性能。

[0004] 因此，为了解决自复位支撑加工复杂，焊接过多，形状记忆合金受温度影响，预应力钢筋弹性变形小等问题，提出了装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑。工字形内管由工厂生产的现有工字形钢与槽钢组成，各部件由螺栓连接而成，焊接部件较少，实现支撑的装配式生产，弥补了原有自复位支撑加工复杂，焊接过多等不足。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑，可利用现有型钢、螺栓装配，较少焊接而成，应用摩擦装置有效耗散地震输入的能量，以及碟簧的优异弹性变形能力，通过碟簧组合即可控制支撑复位能力、刚度和承载力大小，弥补了预应力钢筋弹性变形有限的不足，与此同时，碟簧变形后不需进行任何处理即可恢复到变形前状态，弥补了形状记忆合金需加温恢复形状的不足与预应力钢筋弹性变形小的缺

点。

[0006] 为解决上述技术问题，本发明采用下述技术方案：

[0007] 一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑，包括第一碟簧、第二碟簧、外管和内管，所述外管包括截面为矩形的外管钢板，所述外管钢板的两端固定设有外管左侧挡板和外管右侧挡板，所述外管钢板的上下内壁分别固定设有外管左侧挡块和外管右侧挡块。外管左侧挡块和外管右侧挡块可以兼做摩擦垫片的作用。所述内管包括内管中段HW型钢和焊接在内管中段HW型钢两端的内管两侧工字型钢，所述内管中段HW型钢和内管两侧工字型钢的腹板两侧通过螺栓固定连接有内管通长槽钢，所述内管两侧工字型钢的外侧固定设有内管左侧挡块板和内管右侧挡板。所述摩擦装置包括内管左侧摩擦垫片、内管右侧摩擦垫片、外管左侧挡块和外管右侧挡块、摩擦片和高强螺栓，所述内管中段HW型钢的上下翼缘外侧与外管左侧挡块和外管右侧挡块相对应的位置分别固定设置内管左侧摩擦垫片和内管右侧摩擦垫片，所述外管钢板、外管左侧挡块与内管左侧摩擦垫片通过高强螺栓固定连接，所述外管钢板、外管右侧挡块与内管右侧摩擦垫片通过高强螺栓固定连接，所述外管左侧挡块与内管左侧摩擦垫片之间以及外管右侧挡块和内管右侧摩擦垫片之间固定设有摩擦片。所述第一碟簧和第二碟簧套设在内管两侧工字型钢上，所述第一碟簧对应外管的外管左侧挡板与外管左侧挡块之间，所述第二碟簧对应外管的外管右侧挡板与外管右侧挡块之间，所述第一碟簧的两侧设有第一碟簧左侧挡板和第一碟簧右侧挡板，用来连接第一碟簧、挤压第一碟簧并传递内管、外管与第一碟簧之间的力，所述第二碟簧的两侧设有第二碟簧左侧挡板和第二碟簧右侧挡板，用来连接第二碟簧、挤压第二碟簧并传递内管、外管与第二碟簧之间的力。

[0008] 内管左侧挡块板和内管右侧挡板用于给第一碟簧和第二碟簧施加初始的压缩变形，从而使内管和外管成为一个整体，同时，当内管和外管发生相对滑动时，用来阻挡第一碟簧两侧的第一碟簧左侧挡板和第一碟簧右侧挡板以及第二碟簧两侧的第二碟簧左侧挡板和第二碟簧右侧挡板。

[0009] 优选地，所述外管左侧挡板和外管右侧挡板为中间开矩形孔的矩形挡板，所述内管左侧挡块板和内管右侧挡板为矩形挡板，所述外管左侧挡板和外管右侧挡板的矩形孔的边长大于内管左侧挡块板和内管右侧挡板的边长，确保内管和外管可以发生相对滑动。

[0010] 优选地，所述第一碟簧和第二碟簧的外径小于外管钢板矩形截面的边长，所述第一碟簧和第二碟簧的内径大于内管两侧工字型钢的外尺寸，确保第一碟簧和第二碟簧可以在内管和外管之间相对滑动。

[0011] 优选地，所述第一碟簧左侧挡板、第一碟簧右侧挡板、第二碟簧左侧挡板和第二碟簧右侧挡板的开孔尺寸大于内管两侧工字型钢的外尺寸，确保第一碟簧左侧挡板、第一碟簧右侧挡板、第二碟簧左侧挡板和第二碟簧右侧挡板可以相对滑动。

[0012] 优选地，所述高强螺栓与外管钢板固定处设有外管螺栓垫片。外管螺栓垫片的作用是可以减少摩擦、防止松脱以及分散压力。

[0013] 优选地，所述内管的左端固定连接有内管连接板，所述内管的右端固定连接有加劲肋，所述外管的右端固定连接有外管连接板。内管连接板和外管连接板用于将装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑铰接在建筑结构的上下层之间。

[0014] 优选地，所述外管钢板、内管中段HW型钢、内管两侧工字型钢、内管通长槽钢的材

质为普通碳素结构钢Q345钢。所述第一碟簧左侧挡板、第一碟簧右侧挡板、第二碟簧左侧挡板和第二碟簧右侧挡板、内管左侧摩擦垫片、内管右侧摩擦垫片、内管左侧挡块板、内管右侧挡板、外管左侧挡块、外管右侧挡块、外管左侧挡板、外管右侧挡板、内管连接板和外管连接板的材质为低合金高强度结构钢Q345钢。所述第一碟簧和第二碟簧的材质为60CrMnA。所述高强螺栓的材质为20MnTiB，强度为10.9级。

[0015] 本发明的有益效果如下：

[0016] 本发明的一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑由于采用了以上技术方案，采用装配式，可以自由组装，减少了焊接，受力性能更好，加工成本较低，安装简便。与普通支撑、防屈曲支撑、利用形状记忆合金的自复位耗能支撑、利用预应力钢筋的自复位耗能支撑相比，有以下优点：

[0017] (1)与普通支撑相比，装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑利用工厂生产的已有型钢加工而成，而不是通过车床加工钢材，一定程度上避免了因加工而引起的初始应变，装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑不但能给结构提供必要的抗侧刚度，而且克服了普通支撑受压易屈曲及屈曲后支撑承载力下降，强度、刚度退化，易发生疲劳断裂破坏的缺点。同时，装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑利用摩擦装置有效耗散地震输入的能量，利用碟簧装置为支撑提供自复位能力，大大减少了结构的残余变形。

[0018] (2)与防屈曲支撑相比，装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑不仅摩擦装置具有良好的耗能能力，而且碟簧装置可提供防屈曲支撑所不具备的自复位能力，地震作用后大幅减少甚至消除结构的残余变形。且装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑内部部件通过螺栓连接而成，加工，安装更为简便。

[0019] (3)与利用形状记忆合金的自复位耗能支撑相比，装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑利用碟簧复位，在弹性范围内，变形后不需采取任何措施即可恢复到变形前状态，不需对其进行加热处理。

[0020] (4)与利用预应力钢筋的自复位耗能支撑相比，装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑利用碟簧装置提供复位功能，碟簧的变形能力远大于预应力钢筋的变形能力，不需特殊加工，能够更好地满足典型框架结构层间位移的需求。

附图说明

[0021] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细的说明。

[0022] 图1示出本发明的一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑的结构示意图。

[0023] 图2示出本发明的一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑的外管结构示意图。

[0024] 图3示出本发明图1中的A-A方向剖面示意图。

[0025] 图4示出本发明图1中的B-B方向剖面示意图。

[0026] 图5示出本发明图1中的C-C方向剖面示意图。

[0027] 图中各标记如下：1第一碟簧左侧挡板，2第一碟簧右侧挡板，3第二碟簧左侧挡板，4第二碟簧右侧挡板，5高强螺栓，6摩擦片，7内管左侧摩擦垫片，8内管右侧摩擦垫片，9内管左侧挡块板，10内管右侧挡板，11内管中段HW型钢，12内管两侧工字型钢，13内管通长槽钢，

14内管连接板，15加劲肋，16外管螺栓垫片，17外管左侧挡块，18外管右侧挡块，19外管左侧挡板，20外管右侧挡板，21外管钢板，22外管连接板，23螺栓，24第一碟簧，25第二碟簧。

具体实施方式

[0028] 为了更清楚地说明本发明，下面结合优选实施例和附图对本发明做进一步的说明。附图中相似的部件以相同的附图标记进行表示。本领域技术人员应当理解，下面所具体描述的内容是说明性的而非限制性的，不应以此限制本发明的保护范围。

[0029] 如图1-图5所示，一种装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑，包括第一碟簧24、第二碟簧25、外管和内管，所述外管包括截面为矩形的外管钢板21，所述外管钢板21的两端固定设有外管左侧挡板19和外管右侧挡板20，所述外管钢板21的上下内壁分别固定设有外管左侧挡块17和外管右侧挡块18，所述外管的右端固定连接有外管连接板22。

[0030] 所述内管包括内管中段HW型钢11和焊接在内管中段HW型钢11两端的内管两侧工字型钢12，所述内管中段HW型钢11和内管两侧工字型钢12的腹板两侧通过螺栓23固定连接有内管通长槽钢13，所述内管两侧工字型钢12的外侧固定设有内管左侧挡块板9和内管右侧挡板10。所述内管的左端固定连接有内管连接板14，所述内管的右端固定连接有加劲肋15。

[0031] 所述摩擦装置包括内管左侧摩擦垫片7、内管右侧摩擦垫片8、外管左侧挡块17和外管右侧挡块18、摩擦片6和高强螺栓5，所述内管中段HW型钢11的上下翼缘外侧与外管左侧挡块17和外管右侧挡块18相对应的位置分别固定设置内管左侧摩擦垫片7和内管右侧摩擦垫片8，所述外管钢板21、外管左侧挡块17与内管左侧摩擦垫片7通过高强螺栓5固定连接，所述外管钢板21、外管右侧挡块18与内管右侧摩擦垫片8通过高强螺栓5固定连接，所述外管左侧挡块17与内管左侧摩擦垫片7之间以及外管右侧挡块18和内管右侧摩擦垫片8之间固定设有摩擦片6。所述高强螺栓5与外管钢板21固定处设有外管螺栓垫片16。

[0032] 所述第一碟簧24和第二碟簧25套设在内管两侧工字型钢12上，所述第一碟簧24对应外管的外管左侧挡板19与外管左侧挡块17之间，所述第二碟簧25对应外管的外管右侧挡板20与外管右侧挡块18之间，所述第一碟簧24的两侧设有第一碟簧左侧挡板1和第一碟簧右侧挡板2，所述第二碟簧25的两侧设有第二碟簧左侧挡板3和第二碟簧右侧挡板4。

[0033] 所述外管左侧挡板19和外管右侧挡板20为中间开矩形孔的矩形挡板，所述内管左侧挡块板9和内管右侧挡板10为矩形挡板，所述外管左侧挡板19和外管右侧挡板20的矩形孔的边长大于内管左侧挡块板9和内管右侧挡板10的边长。

[0034] 所述第一碟簧24和第二碟簧25的外径小于外管钢板21矩形截面的边长，所述第一碟簧24和第二碟簧25的内径大于内管两侧工字型钢12的外尺寸。

[0035] 所述第一碟簧左侧挡板1、第一碟簧右侧挡板2、第二碟簧左侧挡板3和第二碟簧右侧挡板4的开孔尺寸大于内管两侧工字型钢12的外尺寸。

[0036] 所述外管钢板21、内管中段HW型钢11、内管两侧工字型钢12、内管通长槽钢13的材质为普通碳素结构钢Q345钢。所述第一碟簧左侧挡板1、第一碟簧右侧挡板2、第二碟簧左侧挡板3和第二碟簧右侧挡板4、内管左侧摩擦垫片7、内管右侧摩擦垫片8、内管左侧挡块板9、内管右侧挡板10、外管左侧挡块17、外管右侧挡块18、外管左侧挡板19、外管右侧挡板20、内管连接板14和外管连接板22的材质为低合金高强度结构钢Q345钢。所述第一碟簧24和第二

碟簧25的材质为60CrMnA。所述高强螺栓5的材质为20MnTiB，强度为10.9级。

[0037] 本发明所示的装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑的实现过程如下：应用时，按照受力及变形要求给碟簧施加初始的预压力，将装配式工字形内管预压碟簧自复位耗能支撑作为斜支撑铰接在建筑结构上下层之间。在正常使用的状态下，由第一碟簧24和第二碟簧25的预压力及摩擦装置的摩擦力提供支持力。当地震荷载作用在结构上时，外荷载超过了第一碟簧24和第二碟簧25的预压力及摩擦装置的摩擦力时，内管和外管发生相对运动，摩擦装置耗散地震输入的能量，卸载时第一碟簧24和第二碟簧25提供恢复力使结构恢复到变形前的状态。

[0038] 当构件受拉时，假设外管不动，内管连接板14拉动内管向左移动，内管带动内管左侧摩擦垫片7推动第一碟簧24的第一碟簧右侧挡板2向左移动，外管左侧挡板19阻挡第一碟簧24的第一碟簧左侧挡板1从而压缩第一碟簧24，第一碟簧24变形增大对内管和外管的反作用力增大；与此同时，内管带动内管右侧挡板10推动第二碟簧的第二碟簧右侧挡板4向左移动，外管右侧挡块18阻挡第二碟簧25的第二碟簧左侧挡板3移动，从而第二碟簧25的压缩变形增大，压力增大。当卸载时，第一碟簧24挤压第一碟簧左侧挡板1和第一碟簧右侧挡板2，第二碟簧25挤压第二碟簧左侧挡板3和第二碟簧右侧挡板4，第一碟簧左侧挡板1、第一碟簧右侧挡板2、第二碟簧左侧挡板3和第二碟簧右侧挡板4挤压内管和外管使得支撑在完全卸载时能够恢复到变形前的状态。在内管和外管发生相对滑动时，摩擦装置耗散地震输入的能量。从而达到了耗散地震时输入的能量以及地震后恢复到变形前状态的目的，并且减少了结构的残余变形。

[0039] 当构件受压时，假设外管不动，内管连接板14推动内管向右移动，内管带动内管左侧挡块板9推动第一碟簧24的第一碟簧左侧挡板1向右移动，外管左侧挡块17阻挡第一碟簧24的第一碟簧右侧挡板2移动，从而第一碟簧24的压缩变形增大，压力增大；与此同时，内管带动内管右侧摩擦垫片8推动第二碟簧25的第二碟簧左侧挡板3向右移动，外管右侧挡板20阻挡第二碟簧25的第二碟簧右侧挡板4移动，从而压缩第二碟簧25，第二碟簧25变形增大。当卸载时，第一碟簧24挤压第一碟簧左侧挡板1和第一碟簧右侧挡板2，第二碟簧25挤压第二碟簧左侧挡板3和第二碟簧右侧挡板4，第一碟簧左侧挡板1、第一碟簧右侧挡板2、第二碟簧左侧挡板3和第二碟簧右侧挡板4挤压内管和外管使得支撑在完全卸载时能够恢复到变形前的状态。在内管和外管发生相对滑动时，摩擦装置耗散地震输入的能量。从而达到了耗散地震时输入的能量以及地震后恢复到变形前状态的目的，并且减少了结构的残余变形。

[0040] 显然，本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例，而并非是对本发明的实施方式的限定，对于所属领域的普通技术人员来说，在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动，这里无法对所有的实施方式予以穷举，凡是属于本发明的技术方案所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之列。

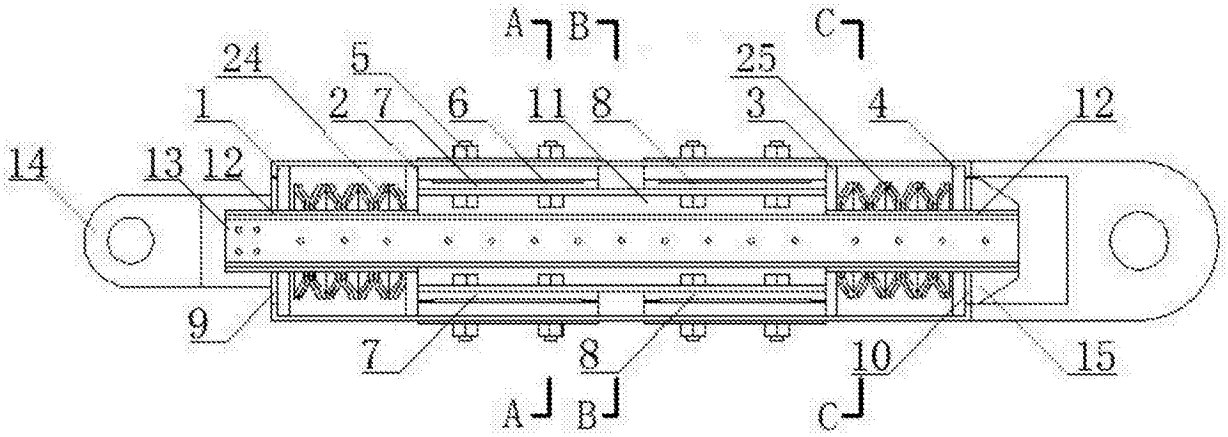

A
B
C
24
5
25
1
2
7
6
11
8
3
4
12
14
13
12
9
7
8
10
15
A
B
C

图1

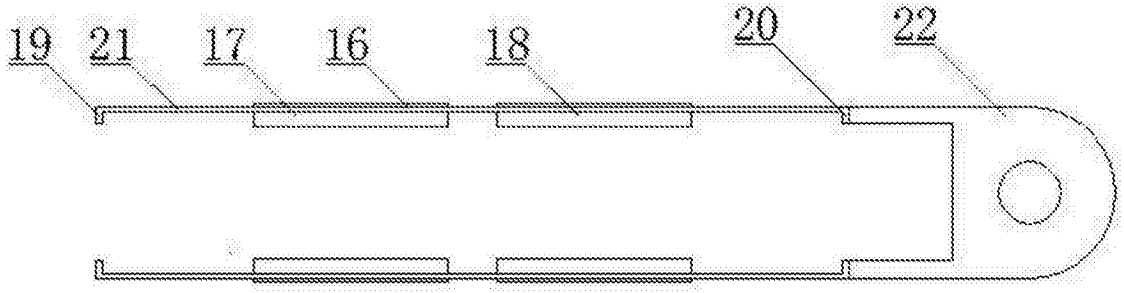

19
21
17
16
18
20
22

图2

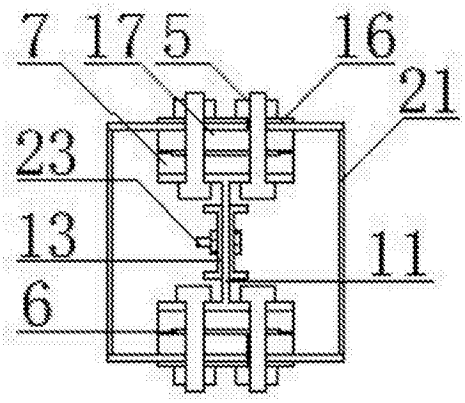

7
17
5
16
21
23
13
11
6

图3

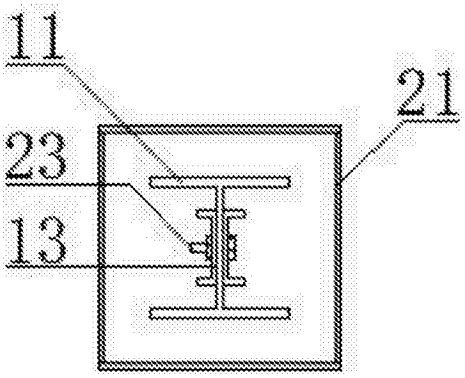


图4

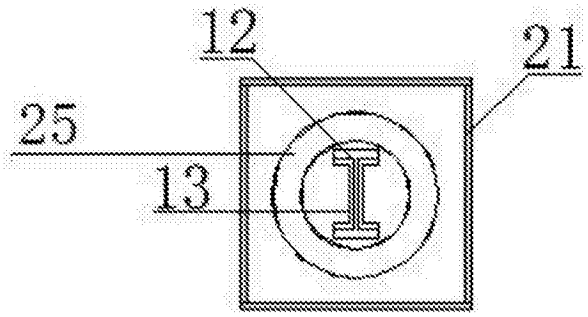


图5