(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113175116 A
(43)申请公布日 2021.07.27

(21)申请号 202110510991.8

(22)申请日 2021.05.11

(71)申请人 四川大学
地址 610000 四川省成都市一环路南一段24号

(72)发明人 刘烨 卢宇杰 王维扬 吕清芳

(74)专利代理机构 四川省成都市天策商标专利事务所 51213
代理人 刘珊

(51)Int.Cl.
E04B 1/98(2006.01)
E04H 9/02(2006.01)
E04B 1/58(2006.01)
E04C 3/08(2006.01)

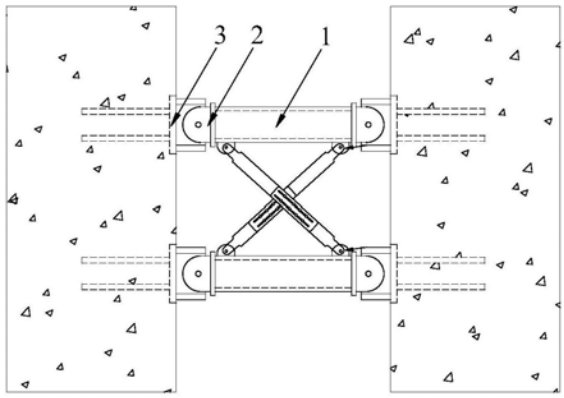
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁

(57)摘要

本发明公开一种带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁，包括桁架型连梁、连梁端部构件和预埋连接钢板；所述桁架型连梁包含方钢管上弦杆、方钢管下弦杆、铰接连接件和摩擦耗能支撑；铰接连接件固接于方钢管上弦杆和下弦杆的两端，两个摩擦耗能支撑通过销钉与铰接连接件相连，使之成为桁架型连梁中的斜腹杆，呈十字交叉形且无接触。预埋连接钢板设置于墙体内，连梁端部构件焊接于方钢管上弦杆和方钢管下弦杆的两端，桁架型连梁和预埋连接钢板可通过连梁端部构件铰接。本发明将一般连梁的剪切变形转化为摩擦耗能支撑的轴向变形，使得摩擦耗能支撑为第一道抗震防线，在摩擦耗能支撑失效后，方钢管上弦杆与方钢管下弦杆形成新的连梁，为第二道防线。



CN 113175116 A

1.一种带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁，其特征在于：包括桁架型连梁(1)、连梁端部构件(2)和预埋连接钢板(3)，

所述桁架型连梁(1)包含方钢管上弦杆(1-1)、方钢管下弦杆(1-2)、铰接连接件A(1-3)、铰接连接件B(1-4)、铰接连接件C(1-5)、铰接连接件D(1-6)、摩擦耗能支撑A(1-7)、摩擦耗能支撑B(1-8)；方钢管上弦杆(1-1)和方钢管下弦杆(1-2)分别作为桁架型连梁(1)的上弦杆和下弦杆，铰接连接件A(1-3)、铰接连接件B(1-4)分别固接于方钢管上弦杆(1-1)的下表面的两端，铰接连接件C(1-5)、铰接连接件D(1-6)分别固接于方钢管下弦杆(1-2)的上表面的两端，使得铰接连接件A(1-3)、铰接连接件D(1-6)的连线与铰接连接件B(1-4)、铰接连接件C(1-5)的连线在空间上互为异面直线；摩擦耗能支撑A(1-7)包含开槽主板A(1-7-1)、外盖副板A(1-7-2)、摩擦板A(1-7-3)以及高强螺栓A(1-7-4)；开槽主板A(1-7-1)上布置长圆孔，外盖副板A(1-7-2)及摩擦板A(1-7-3)上布置圆孔，此三种板通过高强螺栓A(1-7-4)连接，开槽主板沿摩擦耗能支撑轴向滑动；开槽主板A(1-7-1)和外盖副板A(1-7-2)端部开孔分别和铰接连接件A(1-3)以及D(1-6)中的圆孔圆心对齐，通过销钉相连，使得摩擦耗能支撑A(1-7)成为桁架型连梁(1)中的斜腹杆；摩擦耗能支撑B(1-8)包含开槽主板B(1-8-1)、外盖副板B(1-8-2)、摩擦板B(1-8-3)以及高强螺栓B(1-8-4)；各部件连接方式和摩擦耗能支撑A(1-7)相同；开槽主板B(1-8-1)和外盖副板B(1-8-2)端部开孔分别和铰接连接件B(1-4)以及C(1-5)中的圆孔圆心对齐，通过销钉相连，使得摩擦耗能支撑B(1-8)成为桁架型连梁(1)中的斜腹杆；摩擦耗能支撑A(1-7)、摩擦耗能支撑B(1-8)呈十字交叉形且无接触，其轴线在空间上互为异面直线；所述连梁端部构件(2)包含一个端板(2-1)和一铰接连接件E(2-2)，连梁端部构件(2)共有四个，分别与方钢管上弦杆(1-1)的两端和方钢管下弦杆(1-2)的两端相连，四个端板(2-1)的中心分别与方钢管上弦杆(1-1)两端截面和方钢管下弦杆(1-2)两端截面的中心对齐并焊接固接于方钢管上弦杆(1-1)和方钢管下弦杆(1-2)的两端截面上，铰接连接件E(2-2)焊接固定于端板(2-1)的板面中心；所述预埋连接钢板(3)包含一个连接主板(3-1)，两个预埋钢板(3-2)，两个横向加劲肋(3-3)和两个竖向加劲肋(3-4)，两个预埋钢板(3-2)对称固接于连接主板(3-1)的其中一面上，预先埋入桁架型连梁(1)两侧的剪力墙之中，连接主板(3-1)的另外一面需暴露出剪力墙，两个横向加劲肋(3-3)和两个竖向加劲肋(3-4)均对称固接于连接主板(3-1)的另外一面上，两个竖向加劲肋(3-4)设置在两个横向加劲肋(3-3)之间，两个横向加劲肋(3-3)之间的净距需略大于连梁端部构件(2)中的铰接连接件E(2-2)的高度，两个竖向加劲肋(3-4)之间的净距需略大于连梁端部构件(2)中的铰接连接件E(2-2)的厚度，以便铰接连接件E(2-2)能够插入两个横向加劲肋(3-3)与两个竖向加劲肋(3-4)围成的空间中，竖向加劲肋(3-4)中设有一个销钉孔(3-4-1)，销钉孔(3-4-1)与铰接连接件E(2-2)上的圆孔大小相同且圆心对齐，采用销钉将连梁端部构件(2)铰接于预埋连接钢板(3)上，进而使得整个桁架型连梁(1)铰接于两侧的剪力墙上。

2.根据权利要求1所述的一种带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁，其特征在于：地震作用下桁架型连梁(1)中的方钢管上弦杆(1-1)、方钢管下弦杆(1-2)、铰接连接件A(1-3)、铰接连接件B(1-4)、铰接连接件C(1-5)、铰接连接件D(1-6)，连梁端部构件(2)和预埋连接钢板(3)均保持弹性状态，而摩擦耗能支撑A(1-7)、摩擦耗能支撑B(1-8)变形，产生摩擦力，消散地震能量，使得耗能和损伤集中于摩擦耗能支撑A(1-7)、摩擦耗能支撑B(1-8)，便于震后进行更换。

3.根据权利要求1所述的一种带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁,其特征在于:预埋连接钢板(3)中的预埋钢板(3-2)的埋入长度应满足预埋钢板(3-2)与混凝土接触所产生的粘结力大于连接钢板(3)所受到的水平拉力的1.2倍,保证有足够的安全冗余度。

4.根据权利要求1所述的一种带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁,其特征在于:当桁架型连梁(1)两侧的剪力墙宽度无法大于预埋连接钢板(3)中的两个预埋钢板(3-2)在剪力墙中的预埋长度时,预埋钢板(3-2)采用带弯钩的预埋钢板。

5.根据权利要求1所述的一种带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁,其特征在于:摩擦耗能支撑A(1-7)、摩擦耗能支撑B(1-8)中开槽主板A(1-7-1)、开槽主板B(1-8-1)和摩擦板A(1-7-3)、摩擦板B(1-8-3)在水平地震作用下的相互运动距离不超过长圆螺栓孔的边界。

6.根据权利要求1所述的一种带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁,其特征在于:桁架型连梁(1)中的两个摩擦耗能支撑A(1-7)、摩擦耗能支撑B(1-8)与方钢管上弦杆(1-1)和方钢管下弦杆(1-2)的夹角应和桁架型连梁(1)所对应尺寸相同的混凝土连梁在地震作用下的主应力迹线一致。

7.根据权利要求1所述的一种带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁,其特征在于:摩擦耗能支撑A(1-7)、摩擦耗能支撑B(1-8)的螺栓预紧力和长圆孔长度应根据实际耗能需求确定。

8.根据权利要求1所述的一种带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁,其特征在于:摩擦耗能支撑(1-7)、(1-8)中的摩擦板A(1-7-3)、摩擦板B(1-8-3)采用黄铜、碳纤维或NAO材质。

9.根据权利要求1所述的一种带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁,其特征在于:方钢管上弦杆(1-1)和方钢管下弦杆(1-2)采用空心方钢管、空心圆钢管、工字钢或钢管混凝土。

10.根据权利要求1所述的一种带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁,其特征在于:摩擦耗能支撑A(1-7)、摩擦耗能支撑B(1-8)为第一道抗震防线,在地震中先发生轴向伸缩;在摩擦耗能支撑A(1-7)、摩擦耗能支撑B(1-8)破坏后,方钢管上弦杆(1-1)与方钢管下弦杆(1-2)形成剪力墙之间的两个新的小连梁,继续承受荷载,为第二道防线。

带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁

技术领域

[0001] 本发明属于土木工程领域，涉及一种用于减少工程结构地震响应的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁。

背景技术

[0002] 地震灾害是威胁到建筑结构安全的主要灾害之一，传统抗震结构采用提高结构刚度以抵御地震，剪力墙结构作为结构布置简单、抗震性能优秀的体系，被广泛应用于高层结构。连梁是剪力墙结构的重要构件，作为剪力墙抗震体系的第一道防线，在建筑遭受地震时，连梁往往先于墙肢破坏并通过塑性变形耗散部分地震能量以减少墙体本身的破坏。据此研究者提出将消能减震的概念应用于连梁中，旨在通过剪力墙结构建筑中安装此类连梁，通过该连梁吸收并耗散地震波能量，有效地减少结构地震响应，从而避免建筑主体结构部位的严重破坏甚至倒塌。

[0003] 但传统的连梁存在以下一些问题：(1)连梁受到的约束弯矩和剪力较大，使得连梁产生很大的剪切变形，容易产生交叉裂缝导致剪切破坏，延性较差，耗能能力一般；(2)连梁震后不易修复或更换。

[0004] 进一步，采用可更换耗能连梁，如专利申请号：CN201721404422.0，将钢连梁分为三段，中间可更换段采用耗能阻尼器，克服了传统连梁耗能能力不足，以及震后不易修复、更换的缺点，但是当中间可更换段破坏后则意味着连梁也退出了工作，其耗能阻尼器仅仅发挥了耗能的作用而并没有帮助剪力墙抗震体系形成新的抗震防线。

发明内容

[0005] 本发明为解决传统连梁耗能能力不足，以及震后不易修复、更换的问题以及可更换耗能连梁中的耗能阻尼器没有形成新的耗能防线等问题，提出了一种带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁。

[0006] 本发明采用的技术方案为：一种带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁，包括桁架型连梁、连梁端部构件和预埋连接钢板，

[0007] 所述桁架型连梁包含方钢管上弦杆、方钢管下弦杆、铰接连接件A、铰接连接件B、铰接连接件C、铰接连接件D、摩擦耗能支撑A、摩擦耗能支撑B；方钢管上弦杆和方钢管下弦杆分别作为桁架型连梁的上弦杆和下弦杆，铰接连接件A、铰接连接件B分别固接于方钢管上弦杆的下表面的两端，铰接连接件C、铰接连接件D分别固接于方钢管下弦杆的上表面的两端，使得铰接连接件A、铰接连接件D的连线与铰接连接件B、铰接连接件C的连线在空间上互为异面直线；摩擦耗能支撑A包含开槽主板A、外盖副板A、摩擦板A以及高强螺栓A；开槽主板A上布置长圆孔，外盖副板A及摩擦板A上布置圆孔，此三种板通过高强螺栓A连接，开槽主板可沿摩擦耗能支撑轴向滑动；开槽主板A和外盖副板A端部开孔分别和铰接连接件A以及D中的圆孔圆心对齐，通过销钉相连，使得摩擦耗能支撑A成为桁架型连梁中的斜腹杆；摩擦耗能支撑B包含开槽主板B、外盖副板B、摩擦板B以及高强螺栓B；各部件连接方式和摩擦耗

能支撑A相同;开槽主板B和外盖副板B端部开孔分别和铰接连接件B以及C中的圆孔圆心对齐,通过销钉相连,使得摩擦耗能支撑B成为桁架型连梁中的斜腹杆;摩擦耗能支撑A、摩擦耗能支撑B呈十字交叉形且无接触,其轴线在空间上互为异面直线;

[0008] 所述连梁端部构件包含一个端板和一铰接连接件E,连梁端部构件共有四个,分别与方钢管上弦杆的两端和方钢管下弦杆的两端相连,四个端板的中心分别与方钢管上弦杆两端截面和方钢管下弦杆两端截面的中心对齐并焊接固接于方钢管上弦杆和方钢管下弦杆的两端截面上,铰接连接件E焊接固定于端板的板面中心;

[0009] 所述预埋连接钢板包含一个连接主板,两个预埋钢板,两个横向加劲肋和两个竖向加劲肋,两个预埋钢板对称固接于连接主板的其中一面上,预先埋入桁架型连梁两侧的剪力墙之中,连接主板的另外一面需暴露出剪力墙,两个横向加劲肋和两个竖向加劲肋均对称固接于连接主板的另外一面上,两个竖向加劲肋设置在两个横向加劲肋之间,两个横向加劲肋之间的净距需略大于连梁端部构件中的铰接连接件E的高度,两个竖向加劲肋之间的净距需略大于连梁端部构件中的铰接连接件E的厚度,以便铰接连接件E能够插入两个横向加劲肋与两个竖向加劲肋围成的空间中,竖向加劲肋中设有一个销钉孔,销钉孔与铰接连接件E上的圆孔大小相同且圆心对齐,采用销钉将连梁端部构件铰接于预埋连接钢板上,进而使得整个桁架型连梁铰接于两侧的剪力墙上。

[0010] 作为优选,地震作用下桁架型连梁中的方钢管上弦杆、方钢管下弦杆、铰接连接件A、铰接连接件B、铰接连接件C、铰接连接件D,连梁端部构件和预埋连接钢板均保持弹性状态,而摩擦耗能支撑A、摩擦耗能支撑B变形,产生摩擦力,消散地震能量,使得耗能和损伤集中于摩擦耗能支撑A、摩擦耗能支撑B,便于震后进行更换。

[0011] 本发明主要是依靠摩擦耗能支撑中的开槽主板和外盖副板相互运动产生摩擦力来耗散地震波能量,在桁架型连梁正常工作时,桁架型连梁中的方钢管上弦杆、方钢管下弦杆、四个铰接连接件,连梁端部构件和预埋连接钢板均保持弹性状态,使得耗能和损伤集中于摩擦耗能支撑,便于震后进行更换。

[0012] 作为优选,预埋连接钢板中的预埋钢板的埋入长度应满足预埋钢板与混凝土接触所产生的粘结力大于连接钢板所受到的水平拉力的1.2倍,保证有足够的安全冗余度。

[0013] 当桁架型连梁正常工作时,沿连梁长度方向上连梁端部会产生轴向力,使得预埋入剪力墙中的预埋钢板受到向外的水平拉力,预埋连接钢板中的预埋钢板的埋入长度应满足预埋钢板与混凝土接触所产生的粘结力大于连接钢板所受到的水平拉力的1.2倍,保证桁架型连梁有足够的安全冗余度。

[0014] 作为优选,当桁架型连梁两侧的剪力墙宽度无法大于预埋连接钢板中的两个预埋钢板在剪力墙中的预埋长度时,预埋钢板可采用带弯钩的预埋钢板。

[0015] 为保证有足够的安全冗余度,预埋连接钢板中的预埋钢板的埋入长度应满足预埋钢板与混凝土接触所产生的粘结力大于连接钢板所受到的水平拉力的1.2倍,当桁架型连梁两侧的剪力墙厚度不能满足预埋连接钢板中的两个预埋钢板在剪力墙中的预埋长度时,预埋钢板可采用带弯钩的预埋钢板,增大预埋钢板与混凝土之间的粘接力,从而满足要求。

[0016] 作为优选,摩擦耗能支撑A、摩擦耗能支撑B中开槽主板A、开槽主板B和摩擦板A、摩擦板B在水平地震作用下的最大相互运动距离不超过长圆螺栓孔的边界。

[0017] 通过合理设计,控制摩擦耗能支撑中开槽主板和摩擦板在地震作用下的相互作用

距离小于最外边缘高强螺栓到长圆孔边界的距离，可以有效防止螺栓杆接触到长圆孔孔壁产生剪切脆性破坏，以保证桁架型连梁的耗能能力和安全性。

[0018] 作为优选，桁架型连梁中的两个摩擦耗能支撑A、摩擦耗能支撑B与方钢管上弦杆和方钢管下弦杆的夹角应根据桁架型连梁所对应尺寸相同的混凝土连梁在地震作用下的主应力迹线来确定。

[0019] 通过混凝土连梁在地震作用下的主应力迹线来确定桁架型连梁中两个腹杆与上、下弦杆之间的角度，使得摩擦耗能支撑能够产生最大的伸缩长度，提高摩擦耗能支撑的摩擦长度，充分发挥耗能能力。

[0020] 作为优选，摩擦耗能支撑A、摩擦耗能支撑B可根据实际需求，做出增加螺栓预紧力、增加开槽主板上长圆孔长度等改进措施。

[0021] 摩擦耗能支撑中的开槽主板、外盖副板、长槽型孔的摩擦长度等参数可根据具体设计要求进行更改，以达到最优耗能减震效果。

[0022] 作为优选，摩擦耗能支撑、中的摩擦板A、摩擦板B可采用黄铜、碳纤维、NAO及其他适用的摩擦材料。

[0023] 在摩擦耗能支撑中摩擦主板可采用多种不同的摩擦材料，包括黄铜、NAO、碳纤维摩擦材料及其他适用的摩擦材料。

[0024] 作为优选，方钢管上弦杆和方钢管下弦杆可采用空心方钢管、空心圆钢管、工字钢或钢管混凝土。

[0025] 方钢管上弦杆和方钢管下弦杆可采用多种形式，包括空心方钢管、空心圆钢管、工字钢或钢管混凝土，以满足实际承载力要求。

[0026] 本发明具有以下有益效果：

[0027] 1.带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中所有构件均为常规尺寸的钢构件，加工方便，组装简单，便于量产。

[0028] 2.带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁各个部件采用铰接连接，且通过安装摩擦耗能支撑，将地震作用下的损伤集中在摩擦耗能支撑，增强了耗能能力，更方便震后维修更换。

[0029] 3.带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中摩擦耗能支撑通过开槽主板和摩擦板的相互摩擦耗散地震波的能量，在地震中先于连梁中的方钢管上弦杆和方钢管下弦杆破坏，破坏后方钢管上弦杆和方钢管下弦杆形成剪力墙之间的两个小连梁，仍可承受荷载，提供耗能，增加了一道抗震防线。

[0030] 4.带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中摩擦耗能支撑的角度根据混凝土连梁在地震作用下的主应力迹线来确定，可让提高摩擦耗能支撑的工作距离，最优化连梁的耗能能力。

[0031] 5.带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中的摩擦耗能支撑磨损后便于更换，方便震后建筑物修复工作的进行，并可根据实地设计要求和剪力墙尺寸对连梁设计参数及摩擦材料进行改进，以达到最优耗能及经济效果。

[0032] 6.带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中的方钢管上弦杆和方钢管下弦杆不限于空心方钢管，可以根据连梁刚度要求的不同采用空心圆钢管，工字钢，钢管混凝土等。可适应实际情况，提高整个结构的抗震能力。

附图说明

[0033] 图1是本发明实施例1的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁的平视图；

[0034] 图2是本发明实施例1的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中桁架型连梁的平视图；

[0035] 图3是本发明实施例1的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中桁架型连梁的侧视图；

[0036] 图4是本发明实施例1的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中桁架型连梁的A-A剖面图；

[0037] 图5是本发明实施例1的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中桁架型连梁的B-B剖面图；

[0038] 图6是本发明实施例1的摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中摩擦耗能支撑A的分解图；

[0039] 图7是本发明实施例1的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中摩擦耗能支撑B的平视图；

[0040] 图8是本发明实施例1的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中连梁端部构件的平视图；

[0041] 图9是本发明实施例1的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中连梁端部构件的侧视图；

[0042] 图10是本发明实施例1的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中预埋连接钢板的平视图；

[0043] 图11是本发明实施例1的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中预埋连接钢板的侧视图；

[0044] 图12是本发明实施例1的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中预埋连接钢板的C-C剖面图；

[0045] 图13是本发明实施例1的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中预埋连接钢板的D-D剖面图；

[0046] 图14是本发明实施例2的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中桁架型连梁的侧视图；

[0047] 图15是本发明实施例2的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中桁架型连梁的A-A剖面图；

[0048] 图16是本发明实施例2的带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁中桁架型连梁的B-B剖面图。

[0049] 图17是本发明实施例1、2的桁架型连梁所对应尺寸相同的混凝土连梁在地震作用下的主应力迹线示意图。

具体实施方式

[0050] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明。

[0051] 实施例1

[0052] 如图1～13所示：一种带摩擦耗能支撑的桁架型可更换消能连梁，包括桁架型连梁

1、连梁端部构件2和预埋连接钢板3：

[0053] 所述桁架型连梁1包含方钢管上弦杆1-1、方钢管下弦杆1-2、铰接连接件A1-3、铰接连接件B1-4、铰接连接件C1-5、铰接连接件D1-6、摩擦耗能支撑A1-7、摩擦耗能支撑B1-8；方钢管上弦杆1-1和方钢管下弦杆1-2分别作为桁架型连梁1的上弦杆和下弦杆，铰接连接件A1-3、铰接连接件B1-4分别固接于方钢管上弦杆1-1的下表面的两端，铰接连接件C1-5、铰接连接件D1-6分别固接于方钢管下弦杆1-2的上表面的两端，使得铰接连接件A1-3、铰接连接件D1-6的连线与铰接连接件B1-4、铰接连接件C1-5的连线在空间上互为异面直线；摩擦耗能支撑A1-7包含开槽主板A1-7-1、外盖副板A1-7-2、摩擦板A1-7-3以及高强螺栓A1-7-4；开槽主板A1-7-1上布置长圆孔，外盖副板A1-7-2及摩擦板A1-7-3上布置圆孔，此三种板通过高强螺栓A1-7-4连接，开槽主板可沿摩擦耗能支撑轴向滑动；开槽主板A1-7-1和外盖副板A1-7-2端部开孔分别和铰接连接件A1-3以及D1-6中的圆孔圆心对齐，通过销钉相连，使得摩擦耗能支撑A1-7成为桁架型连梁1中的斜腹杆；类似地，摩擦耗能支撑B1-8包含开槽主板B1-8-1、外盖副板B1-8-2、摩擦板B1-8-3以及高强螺栓B1-8-4；各部件连接方式和摩擦耗能支撑A1-7相同；开槽主板B1-8-1和外盖副板B1-8-2端部开孔分别和铰接连接件B1-4以及C1-5中的圆孔圆心对齐，通过销钉相连，使得摩擦耗能支撑B1-8成为桁架型连梁1中的斜腹杆；摩擦耗能支撑A1-7、摩擦耗能支撑B1-8呈十字交叉形且无接触，其轴线在空间上互为异面直线；所述连梁端部构件2包含一个端板2-1和一铰接连接件E2-2，连梁端部构件2共有四个，分别与方钢管上弦杆1-1的两端和方钢管下弦杆1-2的两端相连，四个端板2-1的中心分别与方钢管上弦杆1-1两端截面和方钢管下弦杆1-2两端截面的中心对齐并焊接固接于方钢管上弦杆1-1和方钢管下弦杆1-2的两端截面上，铰接连接件E2-2焊接固定于端板2-1的板面中心；所述预埋连接钢板3包含一个连接主板3-1，两个预埋钢板3-2，两个横向加劲肋3-3和两个竖向加劲肋3-4，两个预埋钢板3-2对称固接于连接主板3-1的其中一面上，预先埋入桁架型连梁1两侧的剪力墙之中，连接主板3-1的另外一面需暴露出剪力墙，两个横向加劲肋3-3和两个竖向加劲肋3-4均对称固接于连接主板3-1的另外一面上，两个竖向加劲肋3-4设置在两个横向加劲肋3-3之间，两个横向加劲肋3-3之间的净距需略大于连梁端部构件2中的铰接连接件2-2的高度，两个竖向加劲肋3-4之间的净距需略大于连梁端部构件2中的铰接连接件E2-2的厚度，以便铰接连接件E2-2能够插入两个横向加劲肋3-3与两个竖向加劲肋3-4围成的空间中，竖向加劲肋3-4中设有一个销钉孔3-4-1，销钉孔3-4-1与铰接连接件E2-2上的圆孔大小相同且圆心对齐，采用销钉将连梁端部构件2铰接于预埋连接钢板3上，进而使得整个桁架型连梁1铰接于两侧的剪力墙上。

[0054] 地震作用下桁架型连梁1中的方钢管上弦杆1-1、方钢管下弦杆1-2、铰接连接件A1-3、铰接连接件B1-4、铰接连接件C1-5、铰接连接件D1-6，连梁端部构件2和预埋连接钢板3均保持弹性状态，而摩擦耗能支撑A1-7、摩擦耗能支撑B1-8变形，产生摩擦力，消散地震能量，使得耗能和损伤集中于摩擦耗能支撑A1-7、摩擦耗能支撑B1-8，便于震后进行更换。

[0055] 预埋连接钢板3中的预埋钢板3-2的埋入长度应满足预埋钢板3-2与混凝土接触所产生的粘结力大于连接钢板3所受到的水平拉力的1.2倍，保证有足够的安全冗余度。

[0056] 当桁架型连梁1两侧的剪力墙宽度无法大于预埋连接钢板3中的两个预埋钢板3-2在剪力墙中的预埋长度时，预埋钢板3-2可采用带弯钩的预埋钢板。

[0057] 摩擦耗能支撑A1-7、摩擦耗能支撑B1-8中开槽主板A1-7-1、开槽主板B1-8-1和摩

擦板A1-7-3、摩擦板B1-8-3在水平地震作用下的最大相互运动距离不超过长圆螺栓孔的边界。

[0058] 桁架型连梁1中的两个摩擦耗能支撑A1-7、摩擦耗能支撑B1-8与方钢管上弦杆1-1和方钢管下弦杆1-2的夹角应根据桁架型连梁1所对应尺寸相同的混凝土连梁在地震作用下的主应力迹线来确定，和主应力迹线重合，使得摩擦耗能支撑A1-7、摩擦耗能支撑B1-8能够产生最大的伸缩长度，充分发挥耗能能力。

[0059] 摩擦耗能支撑A1-7、摩擦耗能支撑B1-8可根据实际需求，做出增加螺栓预紧力、增加开槽主板上长圆孔长度等改进措施。

[0060] 摩擦耗能支撑1-7、1-8中的摩擦板A1-7-3、摩擦板B1-8-3采用黄铜、碳纤维、NAO或其他适用的摩擦材料。

[0061] 摩擦耗能支撑A1-7、摩擦耗能支撑B1-8为第一道抗震防线，在地震中先发生轴向伸缩；在摩擦耗能支撑A1-7、摩擦耗能支撑B1-8破坏后，方钢管上弦杆1-1与方钢管下弦杆1-2形成剪力墙之间的两个新的小连梁，继续承受荷载，为第二道防线。

[0062] 实施例2

[0063] 如图14～16所示：本实施例与实施例1其余部分相同，不同之处在于所述桁架型连梁1中的方钢管上弦杆1-1、方钢管下弦杆1-2并非采用空心方钢管，而是采用方钢管混凝土。

[0064] 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，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。本实施例中未明确的各组成部分均可用现有技术加以实现。

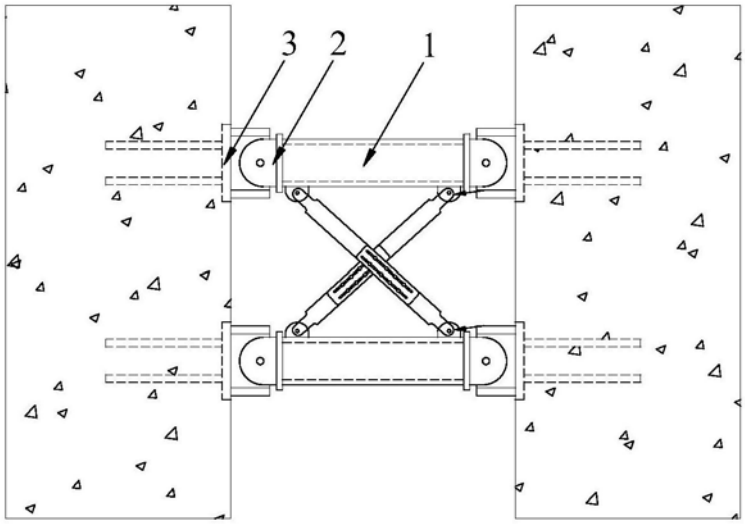


图1

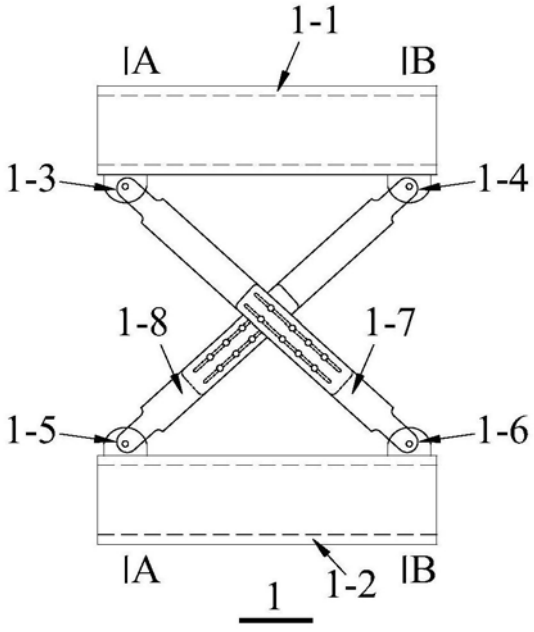


图2

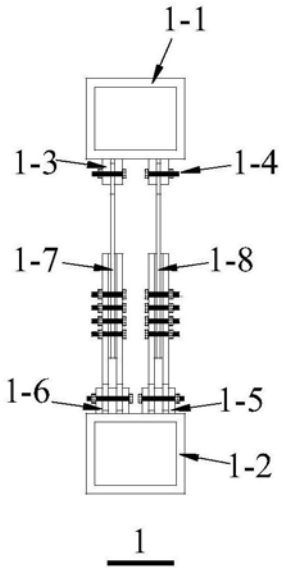


图3

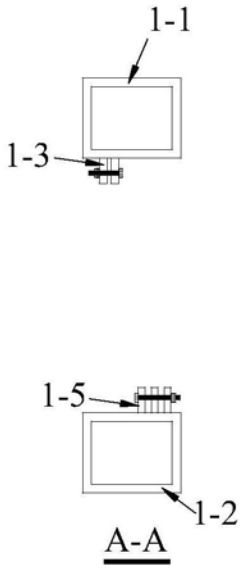


图4

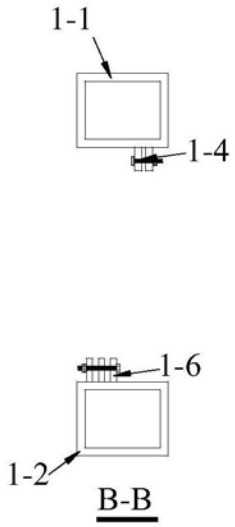


图5

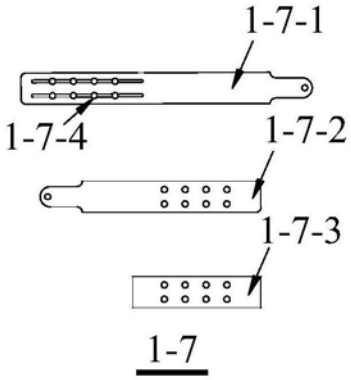


图6

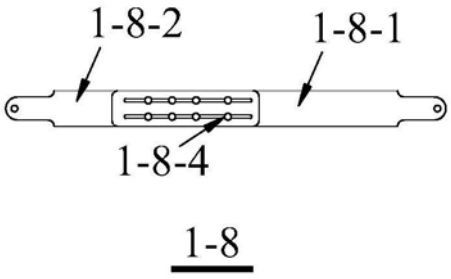


图7

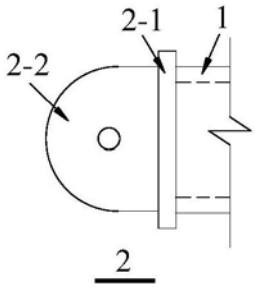


图8

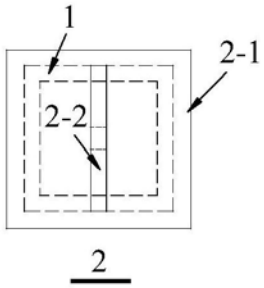


图9

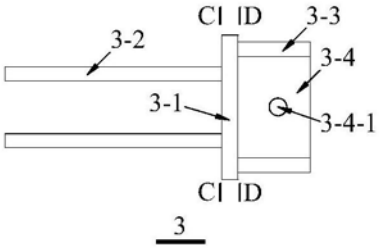


图10

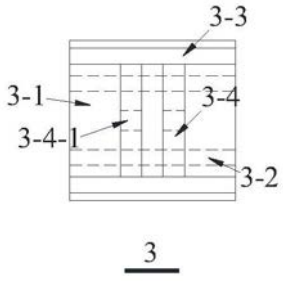


图11

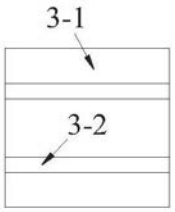


图12

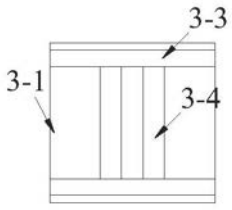


图13

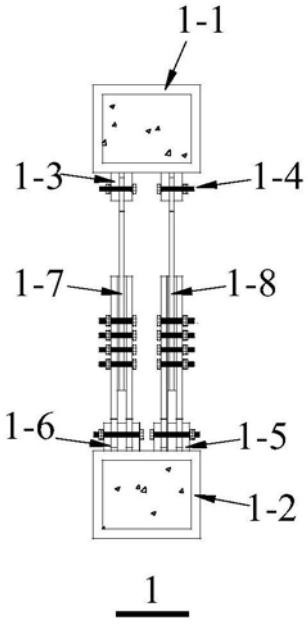


图14

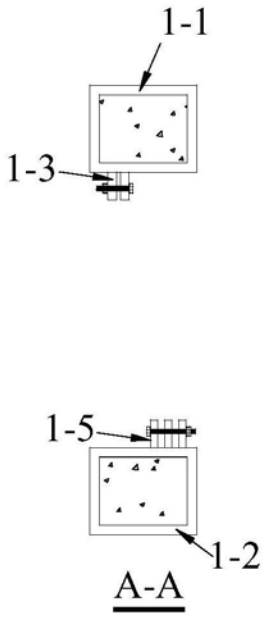
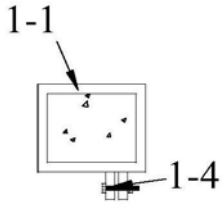


图15



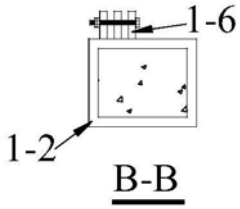


图16

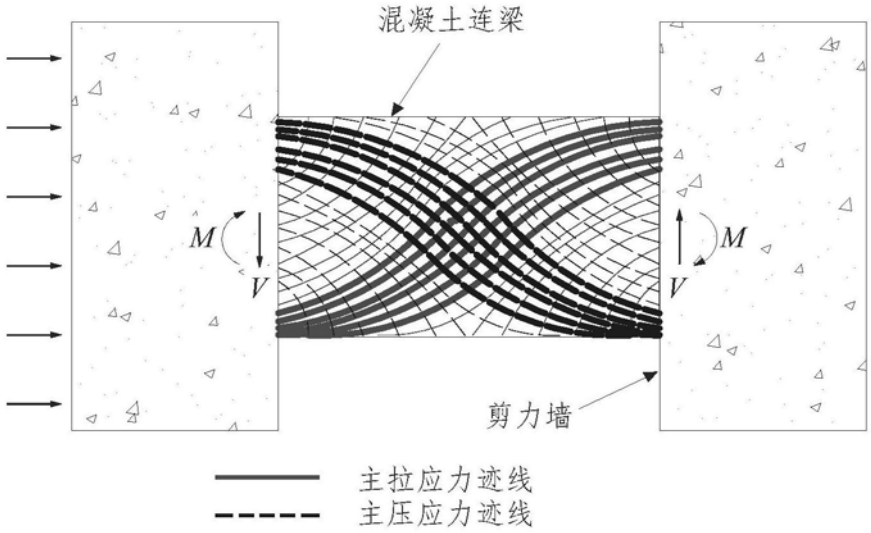


图17