



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106978854 A

(43)申请公布日 2017.07.25

(21)申请号 201710336982.5

(22)申请日 2017.05.14

(71)申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 闫维明 王宝顺 何浩祥 王志超

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 沈波

(51) Int. Cl.

E04B 1/58(2006.01)

E04B 1/24(2006.01)

E04B 1/98(2006.01)

E04H 9/02(2006.01)

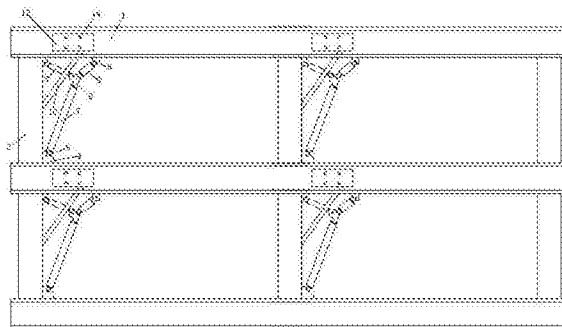
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系

(57)摘要

本发明公开了可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系,该复合耗能型装配式钢梁柱体系可预制加工并在现场进行快速装配,占用空间小。在多遇地震或风振下,该体系中的限位型摩擦耗能装置不仅可以对钢梁塑性铰区进行局部加强,通过摩擦耗散结构的能量,而小斜跨套索耗能装置为结构提供抗侧刚度;在罕遇地震下,限位型摩擦耗能装置在局部加强塑性铰区的同时会限制滑动,该体系中的小斜跨套索耗能装置则通过放大水平位移进行阻尼器的充分耗能。该体系实现了多级控制耗能且耗能机理明确,在风振或地震作用下具有较强的耗能能力,能够减轻钢结构的主体损伤和破坏,可应用于耗能装置布置位置有限、对使用空间要求高的钢结构建筑。



1. 可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系,其特征在于:包括装配式钢梁(1)、装配式钢柱(2)、阻尼器(3)、节点板(4)、销栓(5)、耳板(6)、下连杆(7)、上连杆(8)、连接板(9)、叉型斜撑(10)、翼缘长条孔(11)、摩擦板(12)、摩擦片(13)、螺栓(14)、腹板长圆孔(15);

在阻尼器(3)和上连杆(8)的两端均焊接一对耳板(6),阻尼器(3)和上连杆(8)上的一端耳板(6)通过销栓(5)与连接板(9)连接;下连杆(7)的底部也焊接一对耳板(6),下连杆(7)的顶部与连接板(9)焊接连接,下连杆(7)底部的耳板(6)通过销栓(5)在施工现场与钢结构的节点板(4)连接,钢结构的节点板(4)为装配式钢梁(1)和装配式钢柱(2)的连接节点;

叉型斜撑(10)在阻尼器(3)下方开始分叉,分叉宽度大于阻尼器(3)的厚度;

装配式钢梁(1)和装配式钢柱(2)在工厂预制加工,并在装配式钢梁(1)上预留有翼缘长条孔(11)和腹板长圆孔(15);在施工现场,先将装配式钢梁(1)和装配式钢柱(2)连接,再将装配式钢梁(1)的腹板两侧与摩擦板(12)用螺栓(14)穿过腹板长圆孔(15)把摩擦片(13)固定在中间,叉型斜撑(10)通过装配式钢梁(1)上的翼缘长条孔(11)并与装配式钢柱(2)和摩擦板(12)焊接。

2. 根据权利要求1所述的可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系,其特征在于:摩擦片(13)选用铜摩擦材料或无石棉摩擦材料,摩擦片(13)起始面至装配式钢柱(2)面的距离取决于装配式钢梁(1)的翼缘宽度 b_f ,取为 $0.50b_f \sim 0.75b_f$;摩擦片(13)的长度取决于装配式钢梁(1)的截面高度 h_b ,取为 $0.65h_b \sim 0.85h_b$,厚度为 $15\text{mm} \sim 20\text{mm}$,高度应小于腹板的高度。

3. 根据权利要求1所述的可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系,其特征在于:装配式钢梁(1)的腹板长圆孔(15)的长度取决于钢结构层的高度 H ,取为 $H/250 \sim H/150$;翼缘长条孔(11)的长度取为 $H/200 \sim H/100$,且不应小于腹板长圆孔(15)的长度。

4. 根据权利要求1所述的可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系,其特征在于:下连杆(7)和上连杆(8)在同一平面内且不共线,下连杆(7)与装配式钢梁(1)的夹角在 $50^\circ \sim 65^\circ$ 之间,上连杆(8)与装配式钢梁(1)的夹角在 $30^\circ \sim 45^\circ$ 之间。

5. 根据权利要求1所述的可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系,其特征在于:阻尼器(3)位移行程应在 $H/20 \sim H/5$ 之间,总长 $H/25 \sim H/4$,与装配式钢梁(1)的夹角在 $35^\circ \sim 50^\circ$ 之间,且阻尼器(3)的轴线与下连杆(7)的轴线相互垂直。

6. 根据权利要求1所述的可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系,其特征在于:该复合耗能型钢梁柱体系预制加工并在现场快速装配,该体系中的限位型摩擦耗能装置在风振或是多遇地震作用下局部加强钢梁塑性铰区,并且塑性铰区能够耗能,该体系中的小斜跨套索耗能装置能有效控制结构层间位移消耗地震作用中输入结构的能量。

可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系

技术领域

[0001] 本发明涉及一种可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系,属于结构工程的减振控制和装配式结构技术领域。

背景技术

[0002] 近些年来,随着我国科技的提高和经济的快速增长,综合国力的进一步增强,钢产量已跃居世界大国前列,由过去限制用钢的理念转变到现今提倡在建筑中积极、合理的用钢,在这一政策的引导下,各经济发达地区钢结构建筑大量涌现出来。由于钢结构具有重量轻、结构形式多样化、应用范围广和环保等优点,多高层钢结构得到了快速的发展,解决了建筑用地稀缺和环保等问题。同时也为土木界的工程师和科研人员带来了新的问题,由于近年来地震的频频发生,人们对建筑物的抗震性能日益重视,对多高层钢结构的抗震设计水平要求也逐渐提高。

[0003] 传统钢结构抗震是通过增强结构本身的抗震性能(强度、刚度、延性)来抵御地震作用,即由结构本身储存和消耗地震能量,由于结构本身刚度越大,结构的地震响应就越大,结构很可能不满足安全性的要求,而产生严重破坏或倒塌,造成重大的经济损失和人员伤亡。针对以上传统钢结构抗震的缺陷,研究者们一般采用钢框架—支撑结构体系、钢框架—剪力墙结构体系、交错桁架结构体系和耗能减震钢结构体系,上述四种结构体系在抗震性能方面都存在不足之处。钢框架—支撑结构体系延性小、耗能能力小,且震后产生的塑性变形难以修复;钢框架—剪力墙结构体系中采用钢筋混凝土剪力墙作为抗震的第二道防线,不利于实现钢结构的快速装配化,且两者同时施工存在较大误差;交错桁架结构体系与钢框架—支撑结构体系相似,结构的抗震性能很差,造成承载力和刚度的突然减少;耗能减震钢结构体系通过耗能装置来耗散或吸收地震输入结构中的能量,减小主体结构的地震作用,从而避免结构产生破坏或倒塌。目前存在的耗能部件也有不足之处,粘滞阻尼器耗能效果良好,但为结构提供的抗侧刚度很小;金属阻尼器能为结构提供很大的抗侧刚度,但是在多遇地震或风振下常常不能充分耗能,减振效果差;研究者们也采用不同的连接方式提高耗能部件对结构的减震效果,常用的有对角连接、水平连接、肘式连接和剪刀型连接方式,以上连接方式的确提高了减震效果,但是占用空间大,布置位置有一定的局限性,对建筑使用空间和建筑物美观造成了一定的影响。

[0004] 目前,多高层钢结构在强烈地震作用下破坏和倒塌是由于层间位移过大或结构的部分构件和节点发生屈服、屈曲、断裂,造成结构的恢复力退化、产生不可恢复的塑性变形造成的。上述问题亟需解决,应该同时控制多高层钢结构的层间位移、构件和节点的损伤,这样就能显著减少多高层钢结构的地震响应。多高层钢结构层间位移控制装置不但要求耗能效率高,且应该占用空间小,不对结构的洞口、门窗和使用空间造成影响;针对多高层构件和节点的屈服、屈曲、断裂等问题,应该进行塑性铰区局部的加强,但也应该具有一定的耗能能力。

[0005] 通过以上分析,本发明提出一种可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁

柱体系,该体系中的限位型摩擦耗能装置通过螺栓与钢梁连接,通过叉型斜撑与钢柱连接,小斜跨套索耗能装置通过耳板与钢梁、钢柱铰接。该复合耗能型装配式钢梁柱体系可预制加工并在现场进行快速装配,限位型摩擦耗能装置在对钢梁的塑性铰区进行了局部加强的同时,在风振或多遇地震下,限位型摩擦耗能装置也会耗散结构的振动能量;小斜跨套索耗能装置对钢结构的层间位移进行了有效的控制,小斜跨套索耗能装置中阻尼器位移会放大至层间位移的2倍以上,耗能效率高,使用空间小,不会影响建筑使用空间和建筑物美观。该体系实现了塑性铰区耗能、多级控制耗能,充分发挥了各耗能装置在不同阶段的作用,同时提高了耗能效率,能有效地减轻主体结构的地震响应。

发明内容

[0006] 为了提高钢结构的抗侧刚度和整体抗震性能,局部加强钢梁塑性铰区,弥补现有耗能减震钢结构体系的缺陷,提高阻尼器在钢结构中的耗能效率和适用性,本发明提出一种可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系。该复合耗能型装配式钢梁柱体系具有可装配、耗能装置布置方便、多级耗能和耗能能力强等特点。在风振或地震动作用时,该复合耗能型装配式钢梁柱体系能够保护钢梁塑性铰区发生破坏,有效控制钢结构的层间位移,且能多级耗能,大量消耗地震动作用中输入结构的能量。

[0007] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0008] 本发明涉及一种可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系,包括装配式钢梁1、装配式钢柱2、阻尼器3、节点板4、销栓5、耳板6、下连杆7、上连杆8、连接板9、叉型斜撑10、翼缘长条孔11、摩擦板12、摩擦片13、螺栓14、腹板长圆孔15。

[0009] 在阻尼器3和上连杆8的两端均焊接一对耳板6,阻尼器3和上连杆8上的一端耳板6通过销栓5与连接板9连接;下连杆7的底部也焊接一对耳板6,下连杆7的顶部与连接板9焊接连接,下连杆7底部的耳板6通过销栓5在施工现场与钢结构的节点板4连接,钢结构的节点板4为装配式钢梁1和装配式钢柱2的连接节点。

[0010] 叉型斜撑10在阻尼器3下方开始分叉,分叉宽度大于阻尼器3的厚度。

[0011] 装配式钢梁1和装配式钢柱2在工厂预制加工,并在装配式钢梁1上预留有翼缘长条孔11和腹板长圆孔15。在施工现场,先将装配式钢梁1和装配式钢柱2连接,再将装配式钢梁1的腹板两侧与摩擦板12用螺栓14穿过腹板长圆孔15把摩擦片13固定在中间,叉型斜撑10通过装配式钢梁1上的翼缘长条孔11并与装配式钢柱2和摩擦板12焊接。

[0012] 摩擦片13选用铜摩擦材料或无石棉摩擦材料或其它摩擦材料,摩擦片13起始面至装配式钢柱2面的距离取决于装配式钢梁1的翼缘宽度 b_f ,取为 $0.50b_f \sim 0.75b_f$;摩擦片13的长度取决于装配式钢梁1的截面高度 h_b ,取为 $0.65h_b \sim 0.85h_b$,厚度为15mm~20mm,高度应小于腹板的高度。

[0013] 装配式钢梁1的腹板长圆孔15的长度取决于钢结构层的高度 H ,取为 $H/250 \sim H/150$;翼缘长条孔11的长度取为 $H/200 \sim H/100$,且不应小于腹板长圆孔15的长度。

[0014] 下连杆7和上连杆8在同一平面内且不共线,下连杆7与装配式钢梁1的夹角在 $50^\circ \sim 65^\circ$ 之间,上连杆8与装配式钢梁1的夹角在 $30^\circ \sim 45^\circ$ 之间。

[0015] 阻尼器3位移行程应在 $H/20 \sim H/5$ 之间,总长 $H/25 \sim H/4$,与装配式钢梁1的夹角在 $35^\circ \sim 50^\circ$ 之间,且阻尼器3的轴线与下连杆7的轴线相互垂直。

[0016] 该复合耗能型钢梁柱体系可预制加工并在现场快速装配,该体系中的限位型摩擦耗能装置在风振或是多遇地震作用下局部加强钢梁塑性铰区,并且塑性铰区能够耗能,该体系中的小斜跨套索耗能装置能有效控制结构层间位移,高效率的消耗地震作用中输入结构的能量。

[0017] 本发明的功能如下:

[0018] 可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系可预制加工并在现场进行快速装配,实现了多级控制耗能,并对钢梁的塑性铰区进行了局部加强;该体系中的耗能装置耗能机理明确,显著提高了耗能装置的耗能效率,在风振或多遇地震作用下具有足够的抗侧刚度和一定的耗能能力,在罕遇地震作用下,具有显著的耗散结构的能量,减轻钢梁塑性铰区域的损伤,最终提高了整个钢结构建筑物的耗能能力和安全性。

[0019] 与现有技术相比,本发明的优点如下:

[0020] 1) 可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系可预制加工并在现场进行快速装配,该体系中的限位型摩擦耗能装置通过螺栓与装配式钢梁连接,通过叉型支撑与装配式钢柱连接;该体系中的小斜跨套索耗能装置通过销栓与主体结构的耳板连接,全程实现装配式,施工周期短。

[0021] 2) 本发明实现了多级控制耗能,充分发挥了各耗能装置在不同阶段的作用。在多遇地震或风振下,该体系中的限位型摩擦耗能装置耗散结构的振动能量,小斜跨套索耗能装置主要为结构提供抗侧刚度;在罕遇地震下,限位型摩擦装置局部加强了装配式钢梁的塑性铰区域,小斜跨套索耗能装置耗散结构的震动能量。

[0022] 3) 本发明可放大小斜跨套索耗能装置中阻尼器位移至层间位移的2倍以上,显著提高了耗能元件的效率,因此减小相同的风振响应和地震响应可以使用较少数量的该复合耗能梁柱节点,减少造价。

[0023] 4) 该体系中的耗能装置占用空间小,不会影响建筑使用空间和建筑物美观,适合于耗能装置布置位置有限、对使用空间要求高的钢结构建筑。

[0024] 5) 该复合耗能型装配式钢梁柱体系可预制加工并在现场进行快速装配,占用空间小。在多遇地震或风振下,该体系中的限位型摩擦耗能装置不仅可以对钢梁塑性铰区进行局部加强,还可以通过摩擦耗散结构的能量,而小斜跨套索耗能装置为结构提供抗侧刚度;在罕遇地震下,限位型摩擦耗能装置在局部加强塑性铰区的同时会限制本身的滑动,该体系中的小斜跨套索耗能装置则通过放大水平位移进行阻尼器的充分耗能。该复合耗能型装配式钢梁柱体系实现了多级控制耗能且耗能机理明确,在风振或地震作用下具有较强的耗能能力,能够减轻钢结构的主体损伤和破坏。

附图说明

[0025] 图1为本发明的可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系示意图

[0026] 图2为本发明的可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系单跨示意图。

[0027] 图3为本发明的可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系单跨细部图。

[0028] 图4为本发明的可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系单跨结构

示意图。

[0029] 图5为可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系的小斜跨套索耗能装置示意图。

[0030] 图6为可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系的叉型斜撑平面图。

[0031] 图7为可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系单跨结构正视图。

[0032] 图8为本发明的多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系A-A剖面图。

[0033] 图9为本发明在风振或多遇地震下的变形示意图。

[0034] 图10为本发明在罕遇地震下的变形示意图。

[0035] 图中:1-装配式钢梁、2-装配式钢柱、3-阻尼器、4-节点板、5-销栓、6-耳板、7-下连杆、8-上连杆、9-连接板、10-叉型斜撑、11-翼缘长条孔、12-摩擦板、13-摩擦片、14-螺栓、15-腹板长圆孔。

具体实施方式

[0036] 实施例1:

[0037] 针对位于8度设防烈度区的某20层钢框架结构,针对其抗震需求,采用可多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系实现减震。下面结合附图详细说明本发明的具体实施方式。

[0038] 如附图1所示,是本发明多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系的设计实例,其中包括:装配式钢梁、装配式钢柱、阻尼器、节点板、销栓、耳板、下连杆、上连杆、连接板、叉型斜撑、翼缘长条孔、摩擦板、摩擦片、螺栓、腹板长圆孔。在工厂预制好上述构件,并在阻尼器和上连杆的两端均焊接两对耳板,然后耳板与连接板通过销栓连接,下连杆的一端焊接两对耳板,另一端与连接板焊接,这样小斜跨套索耗能装置就在工厂装配完成。在施工现场,装配式钢梁腹板的两侧与摩擦板用螺栓通过腹板长圆孔把摩擦片固定在中间,叉型斜撑通过装配式钢梁上的翼缘长条孔并与装配式钢柱和摩擦板焊接,该体系的限位型摩擦耗能装置就装配完成;在工厂已经完成的小斜跨套索耗能装置耳板通过销栓与该体系的节点板相连接,最终整个体系就装配完成,具体的实施过程可以分为三个阶段。

[0039] 第一阶段(设计阶段):

[0040] 对于该20层钢框架结构,根据设计规范要求进行参数设计阶段,确定钢框架结构中装配式钢梁1的截面形状为工字型,尺寸为500mm×900mm×100mm×100mm;装配式钢柱2的截面形状为矩形,尺寸为700mm×400mm,层高均为4000mm;

[0041] 适合上述钢框架结构的多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系的尺寸如下:

[0042] 装配式钢梁(1)预留孔的位置和尺寸:腹板长圆孔15共4个,尺寸均为26mm×40mm,按两排布置,第一列的腹板长圆孔15起始点至装配式钢柱(2)面的距离为392mm,第二列为距离为742mm,列与列之间的中心距离为200mm,翼缘长条孔11贯穿装配式钢梁(1)的翼缘,尺寸为80mm×50mm,翼缘长条孔11的中心至装配式钢柱(2)面的距离为550mm。

[0043] 摩擦耗能装置:摩擦板12选用Q345,尺寸为80mm×900mm×500mm,共两块;螺栓14选用8.8级M24,个数为4个;摩擦片13选用铜,尺寸为20mm×700mm×500mm,共两块;叉型斜杆10选用Q345,尺寸为40mm×2200mm×125mm;

[0044] 小斜跨套索耗能装置:阻尼器3采用板式铅剪切阻尼器,行程确定为220mm,与装配式钢梁1的夹角为 50° ;下连杆7与上连杆8均采用方钢管,选用Q345,截面尺寸均为 $200\text{mm}\times 100\text{mm}\times 20\text{mm}\times 20\text{mm}$;下连杆7与装配式钢梁1的夹角为 40° ,长度为2000mm,上连杆8与装配式钢梁1的夹角为 30° ,长度为400mm;节点板4和连接板9的厚度均为40mm,销栓5的直径为45mm,耳板为 $20\text{mm}\times 100\text{mm}\times 70\text{mm}$ 。

[0045] 第二阶段(工厂预制装配阶段):

[0046] 根据第一阶段所述摩擦耗能装置和小斜跨套索耗能装置的尺寸要求,在工厂进行预制加工制作,其中小斜跨套索耗能装置可以在工厂进行装配,在阻尼器3和上连杆8的两端均焊接两对耳板6,然后耳板6与连接板9通过销栓5连接,下连杆7的一端焊接两对耳板,另一端与连接板9焊接,小斜跨套索耗能装置装配完成。

[0047] 第三阶段(现场装配阶段):

[0048] 根据第二阶段预制加工完成的构件和装置在现场再进行装配,其中装配式钢梁1腹板的两侧与摩擦板12通过螺栓14把摩擦片13固定在中间,叉型斜撑10通过装配式钢梁1上的翼缘长条孔11并与装配式钢柱2和摩擦板焊接,限位型摩擦耗能装置装配完成;小斜跨套索耗能装置的外伸耳板6通过销栓5与钢结构的节点板4相连接,钢结构装配式多级控制摩擦一套索复合型耗能梁柱节点全部完成。

[0049] 通过建立钢框架结构有限元分析模型,进行8度多遇地震和罕遇地震下的分析,对比多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系与对应普通钢结构地震响应,可知多级减振的摩擦-套索复合耗能型装配式钢梁柱体系的抗震性能更优,多遇地震下的层间位移角减震率可达到23.3%,罕遇地震下的层间位移角减震率可达到37.8%,且钢框架主体结构结构的损伤程度明显降低。

[0050] 以上是本发明的一个典型实施例,但是本发明的实施不限于此。

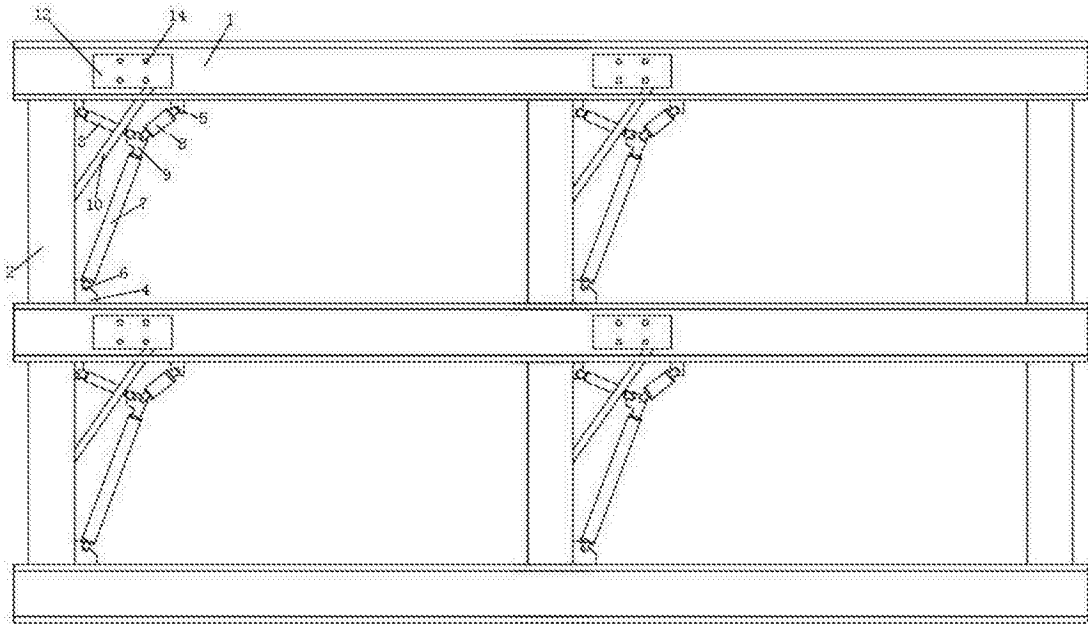


图1

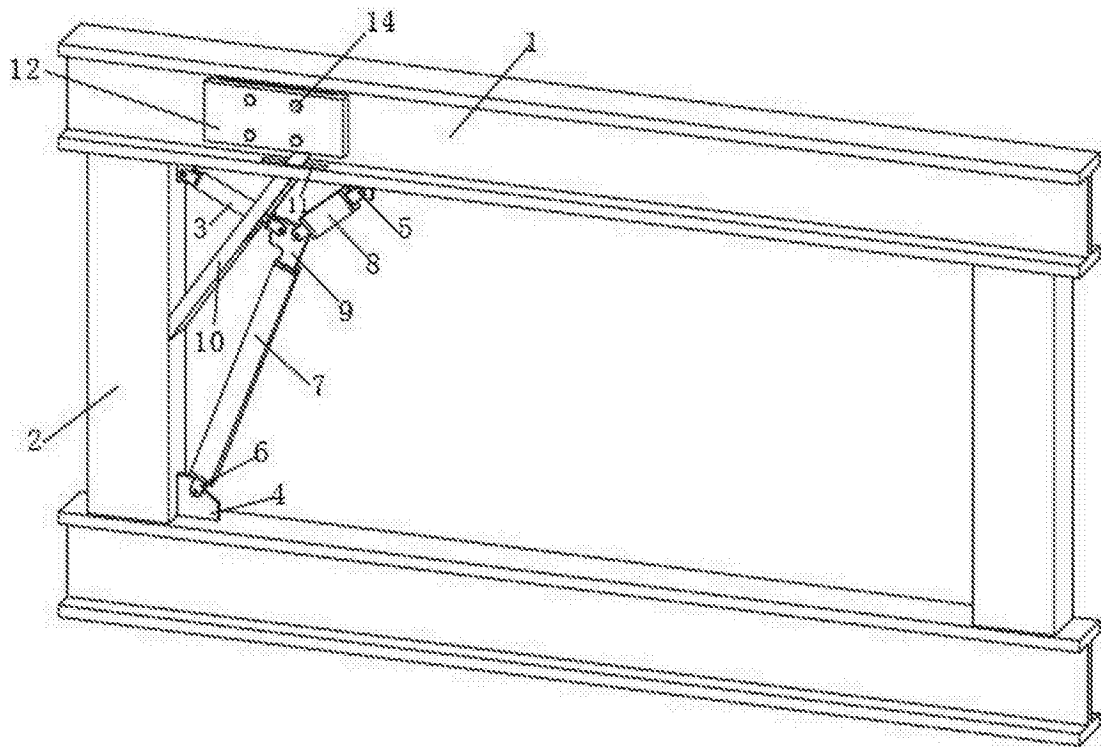


图2

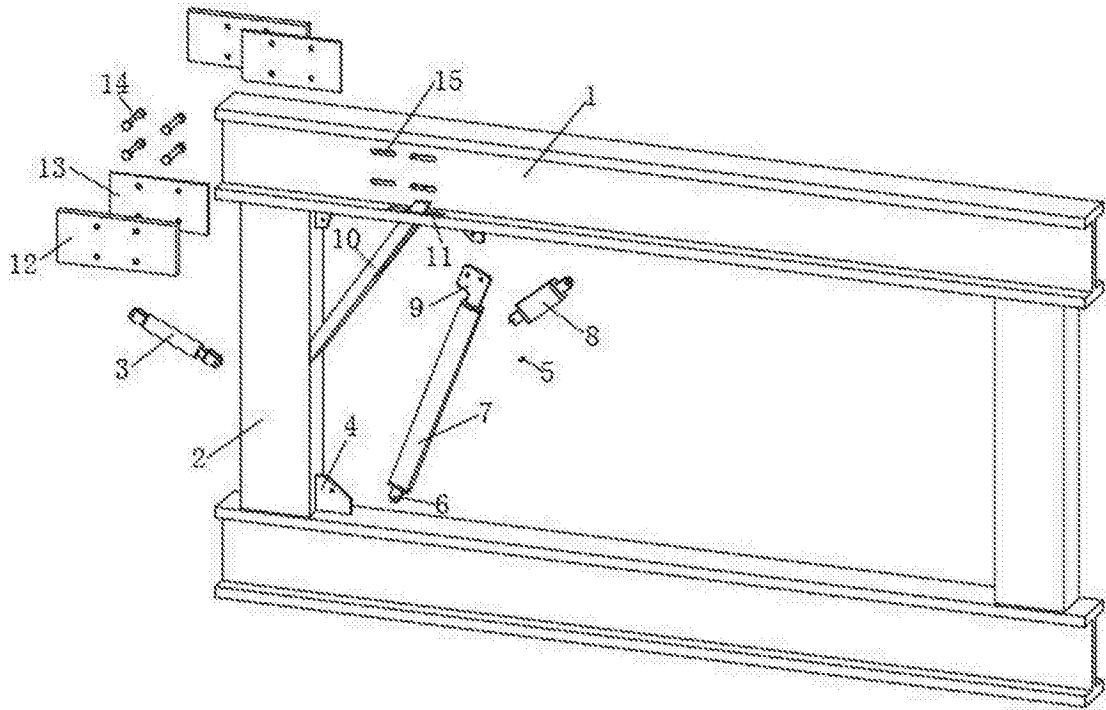


图3

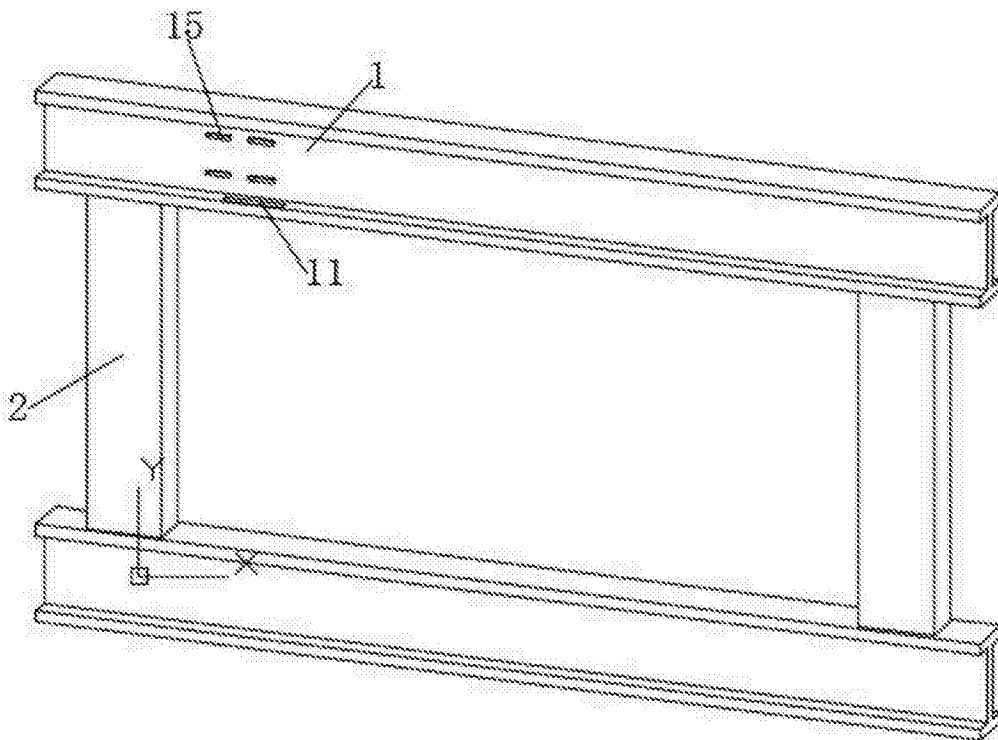


图4

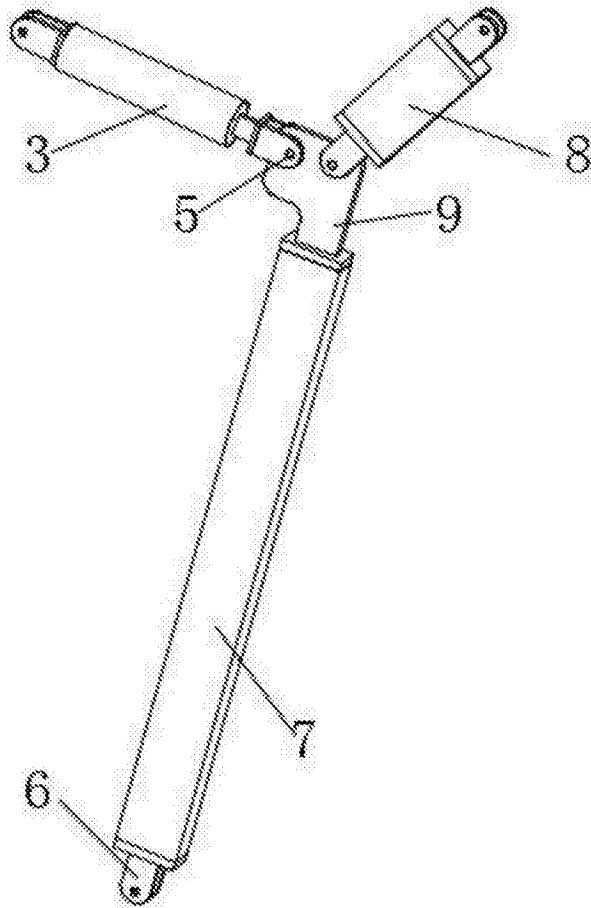


图5

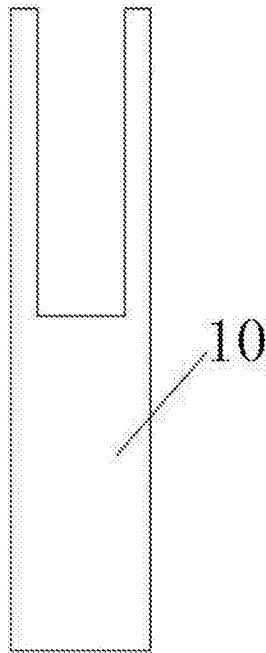


图6

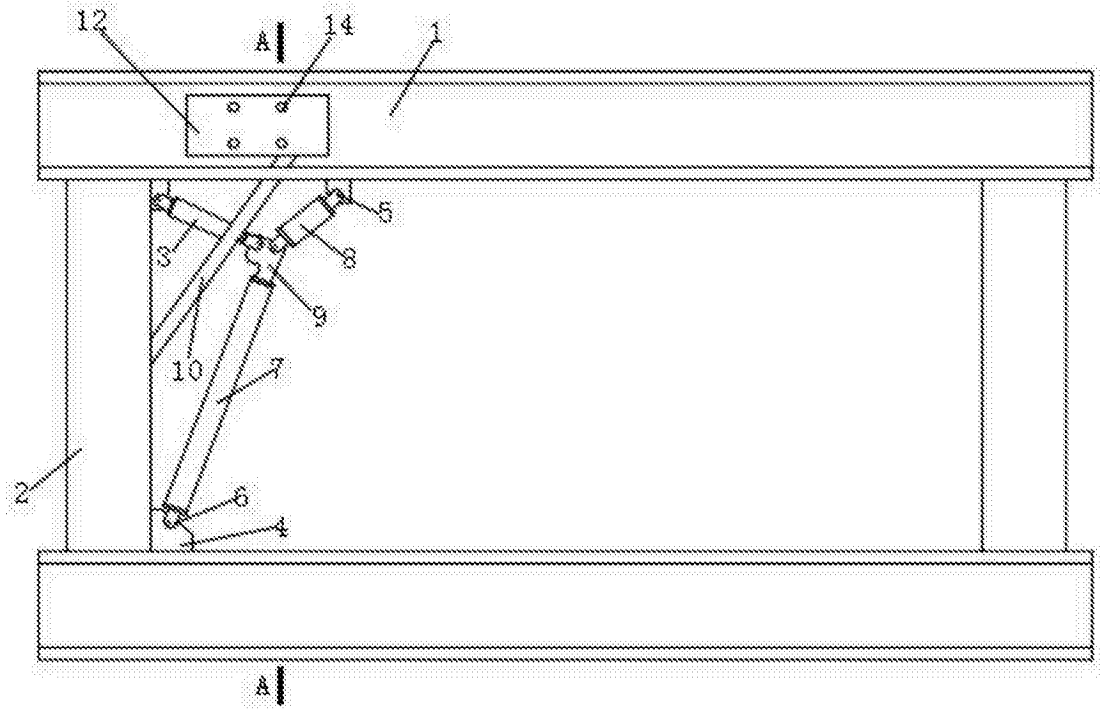


图7

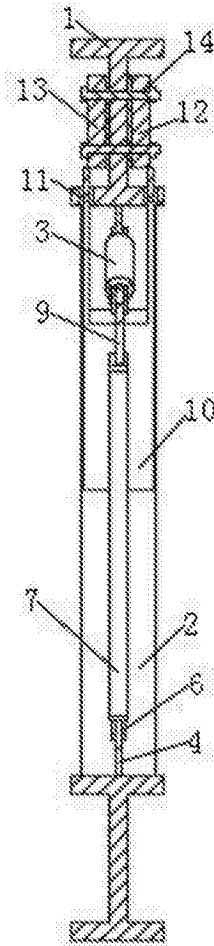


图8

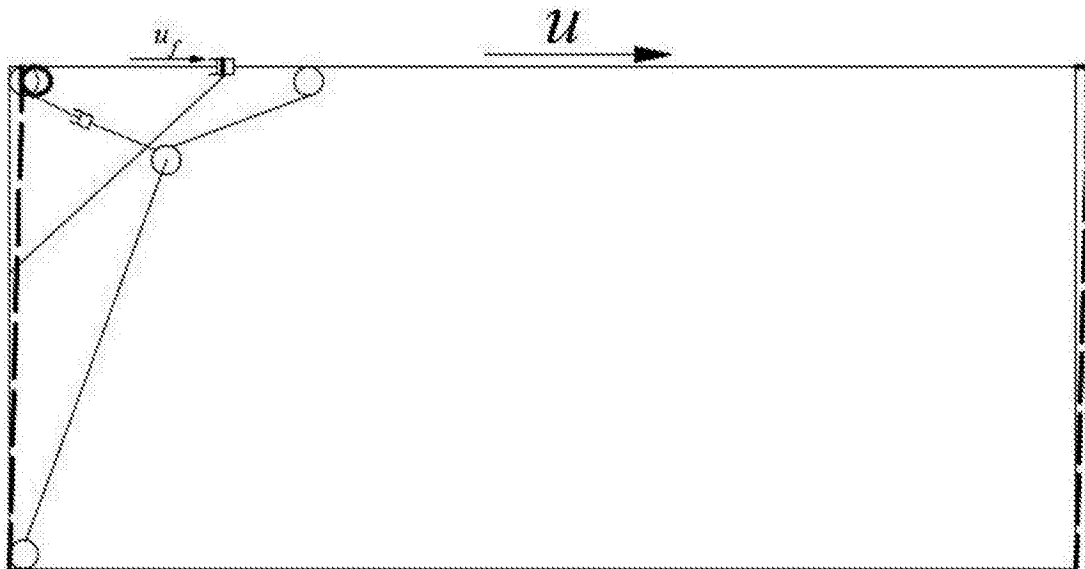


图9

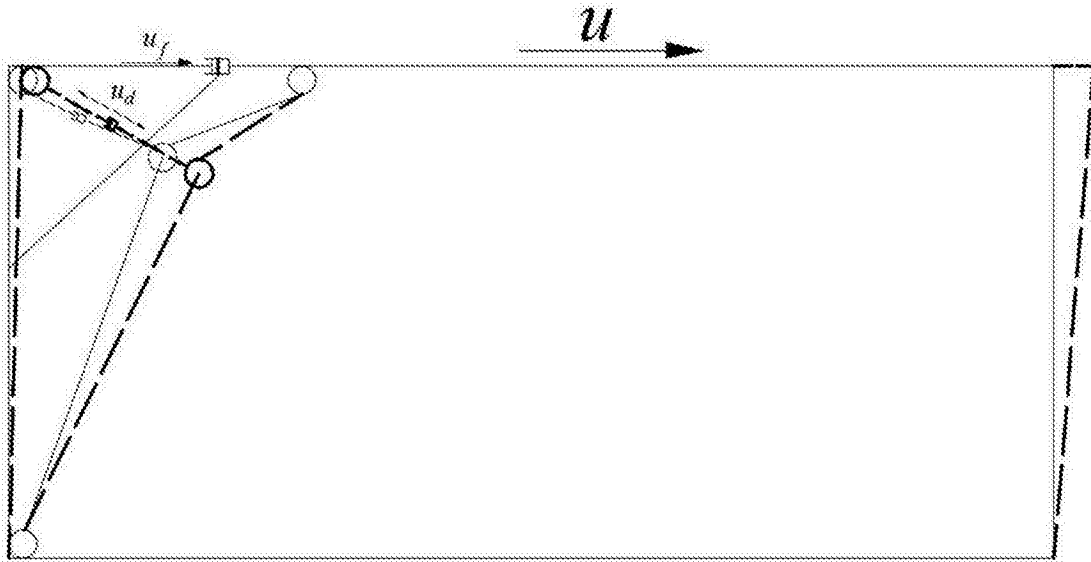


图10