



## (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205501804 U

(45)授权公告日 2016.08.24

(21)申请号 201620287790.0

(22)申请日 2016.04.08

(73)专利权人 石家庄铁道大学

地址 050043 河北省石家庄市北二环东路  
17号

(72)发明人 李勇 李亚峰 安路明

(74)专利代理机构 石家庄国为知识产权事务所  
13120

代理人 米文智

(51)Int.Cl.

E01D 19/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

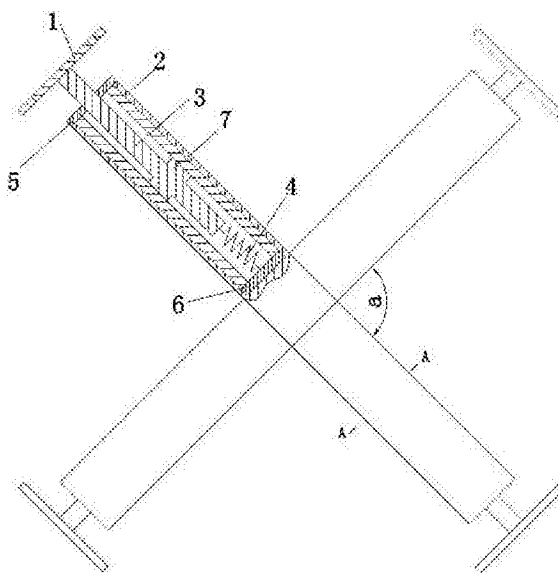
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

### (54)实用新型名称

一种双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁

### (57)摘要

本实用新型公开了一种双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁,涉及桥梁建筑技术领域,包括呈X型交叉固定在同一垂直平面内的四个套筒,上下相邻的两个套筒夹角为 $\alpha$ ;套筒内设滑动伸缩杆,滑动伸缩杆与套筒底部间设弹簧,滑动伸缩杆外端固定在双肢桥墩上;滑动伸缩杆与套筒间设滑动摩擦面,通过该滑动摩擦面滑动摩擦生热实现耗能减震。通过滑动伸缩杆与双肢桥墩相连,利用X型交叉的套筒对桥墩墩身进行水平侧向约束,提高了桥墩的静动力稳定性能;利用滑动伸缩杆与套筒间的摩擦将桥墩承受的地震能量通过摩擦生热转化为热能耗散掉,从而会降低桥墩的地震动力响应以及塑性铰发展程度等,有效保护桥墩、主梁等主体结构在地震荷载下不会发生或降低地震损坏现象。



1. 一种双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁,其特征在于:包括四个套筒(2),四个套筒(2)呈X型交叉固定在同一垂直平面内,上下相邻的两个套筒(2)夹角为 $\alpha$ ;套筒(2)内设有滑动伸缩杆(3),滑动伸缩杆(3)的里端和套筒(2)的底部间设有弹簧(4),滑动伸缩杆(3)的外端固定在双肢桥墩(9)上;滑动伸缩杆(3)与套筒(2)间设有滑动摩擦面,通过该滑动摩擦面滑动摩擦生热实现耗能减震。

2. 根据权利要求1所述的双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁,其特征在于:所述滑动伸缩杆(3)与套筒(2)的滑动摩擦面上均涂有合成抗滑涂料(13)。

3. 根据权利要求1所述的双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁,其特征在于:所述滑动伸缩杆(3)的外端通过端板(1)与双肢桥墩(9)上的预埋钢连接件(10)固定连接。

4. 根据权利要求2所述的双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁,其特征在于:所述滑动伸缩杆(3)中部设有与套筒(2)内壁配合的凸台(7)。

5. 根据权利要求2所述的双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁,其特征在于:所述套筒(2)外端设有盖板(5),盖板(5)中部设有与滑动伸缩杆(3)配合的过孔,弹簧(4)固定在套筒(2)底部的底板(6)上。

6. 根据权利要求4所述的双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁,其特征在于:所述套筒(2)为方形钢管,且在套筒(2)四内壁纵向设置加劲肋(12),凸台(7)外表面与加劲肋(12)外表面及套筒(2)内壁配合,凸台(7)外表面与加劲肋(12)外表面及套筒(2)内壁配合的滑动摩擦面上均涂有合成抗滑涂料(13)。

7. 根据权利要求1所述的双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁,其特征在于:所述弹簧(4)为高强弹簧。

8. 根据权利要求1所述的双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁,其特征在于:上下相邻的两个套筒(2)夹角 $\alpha$ 为30度至150度。

9. 根据权利要求3所述的双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁,其特征在于:端板(1)与双肢桥墩(9)上预埋钢连接件(10)的连接板通过螺栓副(11)相连。

## 一种双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及桥梁建筑技术领域,尤其涉及一种双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁。

### 背景技术

[0002] 当前桥梁设计与建造不仅向大跨度甚至是超大跨度发展,同时也在朝着高墩甚至是超高墩桥梁发展,尤其是西部大开发及“一路一带”交通建设过程中,为了跨越山区、沟壑及深谷,桥墩设计的越来越高,为了降低建设成本,同时也为了保证桥梁结构的安全,高墩桥梁常采用双肢桥墩型式,其中最常见的就是双肢桥墩高墩刚构桥或者双柱高墩连续梁桥,这些桥梁的墩高常设置为40米以上,目前国内最高的桥墩约为200米,属于超高墩桥梁。

[0003] 随着桥墩的高度不断增加,不仅在运营荷载作用下的静力稳定性需要进行控制,而且在地震作用下的抗震性能设计尤为重要,而目前的《公路桥梁抗震设计细则》只适用于墩高小于40米的桥梁,而对于墩高超过40米且墩身进入非线性的桥梁需要做特殊研究。而兼具提高双肢高墩静动力稳定性和改善桥梁抗震性能的一种方法是在双肢墩之间设置系梁,传统上往往采用钢筋混凝土结构,其配筋率采用构造配筋即可,相关桥梁规范对于系梁的设置规定的极少。而2008年汶川地震的震害表明,钢筋混凝土系梁往往在地震中较早破坏而加剧了双肢墩桥梁结构的地震灾害,所以如何合理有效的设置双肢墩的系梁是一个重要的桥梁抗震与减震的研究方向。

### 实用新型内容

[0004] 本实用新型所要解决的技术问题是提供一种结构简单、制作方便、安装便捷的双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁,可提高高墩桥梁在运营荷载作用下的静动力稳定性,实现转移或耗散桥梁结构承受的地震能量,有效保护桥墩、主梁等主体结构在地震荷载下不会发生或降低地震损坏现象。

[0005] 为解决上述技术问题,本实用新型所采取的技术方案是:

[0006] 一种双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁,包括四个套筒,四个套筒呈X型交叉固定在同一垂直平面内,上下相邻的两个套筒夹角为 $\alpha$ ;套筒内设有滑动伸缩杆,滑动伸缩杆的里端和套筒的底部间设有弹簧,滑动伸缩杆的外端固定在双肢桥墩上;滑动伸缩杆与套筒间设有滑动摩擦面,通过该滑动摩擦面滑动摩擦生热实现耗能减震。

[0007] 优选的,所述滑动伸缩杆与套筒的滑动摩擦面上均涂有合成抗滑涂料。

[0008] 优选的,所述滑动伸缩杆的外端通过端板与双肢桥墩上的预埋钢连接件固定连接。

[0009] 优选的,所述滑动伸缩杆中部设有与套筒内壁配合的凸台。

[0010] 优选的,所述套筒外端设有盖板,盖板中部设有与滑动伸缩杆配合的过孔,弹簧固定在套筒底部的底板上。

[0011] 优选的,所述套筒为方形钢管,且在套筒四内壁纵向设置加劲肋,凸台外表面与加

劲肋外表面及套筒内壁配合,凸台外表面与加劲肋外表面及套筒内壁配合的滑动摩擦面上均涂有合成抗滑涂料。

[0012] 优选的,所述弹簧为高强弹簧。

[0013] 优选的,上下相邻的两个套筒夹角 $\alpha$ 为30度至150度。

[0014] 优选的,端板与双肢桥墩上预埋钢连接件的连接板通过螺栓副相连。

[0015] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:通过端板与双肢桥墩上预埋钢连接件相连,利用X型交叉的套筒对桥墩墩身进行水平侧向约束,提高了桥墩的静动力稳定性能;利用滑动伸缩杆与套筒间的摩擦将桥墩承受的地震能量通过摩擦生热转化为热能耗散掉,从而会降低桥墩的地震动力响应以及塑性较发展程度等。本实用新型具有结构简单易制作、更换方便、维护容易的优点,可转移和耗散双肢高墩刚构桥或双柱高墩连续梁桥在强地震作用下应该承担的地震能量,达到对主体结构减震控制的目的,降低桥墩的震损程度,尤其对于高度大于40米的桥墩能起到很好的耗能作用;可提高高墩桥梁在运营荷载作用下的静动力稳定性;可预先在加工厂批量生产,装配式施工、安装快捷,不影响桥梁主体的施工进度。

#### 附图说明

[0016] 图1是本实用新型实施例的结构示意图;

[0017] 图2是本实用新型的使用状态图;

[0018] 图3是图1中A-A剖面图;

[0019] 图中:1-端板,2-套筒,3-滑动伸缩杆,4-高强弹簧,5-盖板,6-底板,7-凸台,8-主梁,9-桥墩,10-预埋钢连接件,11-螺栓副,12-加劲肋,13-合成抗滑涂料。

#### 具体实施方式

[0020] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型作进一步详细的说明。

[0021] 如图1、2、3所示的一种双肢桥墩用摩擦耗能减震系梁,包括四个套筒2,四个套筒2呈X型交叉固定在同一垂直平面内,上下相邻的两个套筒2夹角为 $\alpha$ ;套筒2内设有滑动伸缩杆3,滑动伸缩杆3的里端和套筒2的底部间设有弹簧4,滑动伸缩杆3的外端固定在双肢桥墩9上;滑动伸缩杆3与套筒2间设有滑动摩擦面,在滑动摩擦面上均涂有合成抗滑涂料13,通过该滑动摩擦面滑动摩擦生热实现耗能减震。

[0022] 作为一种优选结构,所述滑动伸缩杆3的外端通过端板1与双肢桥墩9上的预埋钢连接件10固定连接,端板1与双肢桥墩9上预埋钢连接件10的连接板通过螺栓副11相连,方便进行拆卸更换;滑动伸缩杆3中部设有与套筒2内壁配合的凸台7,以减轻滑动伸缩杆3的整体重量,降低制作成本;套筒2外端设有盖板5对套筒2外端口进行密封,盖板5中部设有与滑动伸缩杆3配合的过孔,弹簧4固定在套筒2底部的底板6上;套筒2为方形钢管,且在套筒2四内壁纵向设置加劲肋12,凸台7外表面与加劲肋12外表面及套筒2内壁配合,在套筒2内壁、加劲肋12表面及凸台7外表面上均涂有合成抗滑涂料13。

[0023] 其中,所述弹簧4为高强弹簧,上下相邻的两个套筒2夹角 $\alpha$ 可根据实际需求在30度至150度之间选取具体数值。

[0024] 本实用新型的工作原理如下:将本实用新型的摩擦耗能减震系梁设置在双肢桥墩

之间,可视为桥墩墩身的水平侧向约束,降低了桥墩的计算高度和计算长细比,提高了桥墩在设计静力荷载作用下的稳定系数,进而提高了其静动力稳定性能及轴、偏压承载能力;在地震荷载作用下,高墩刚构桥双肢桥墩会发生纵桥向弯曲变形,而高墩连续梁桥双肢桥墩会发生横桥向弯曲变形,当桥墩的高度达到40米以上时,双肢桥墩两个墩身之间的相对变形较大,会导致安装在双肢桥墩之间的套筒2沿所在长度方向发生相对变形,即会造成滑动伸缩杆3与套筒2内壁产生滑动摩擦效应,由于在滑动伸缩杆3表面、套筒2内壁及加劲肋12表面均涂有合成抗滑涂料13,则增大了滑动伸缩杆3与套筒2间的接触摩擦系数,则滑动伸缩杆3与套筒2之间的相对滑动摩擦就会产生较大的摩擦力,在摩擦力的作用下会促使桥墩承受的地震能量转移到本摩擦耗能减震系梁上并通过摩擦生热转化为热能耗散掉,从而会降低桥墩的地震动力响应如加速度、惯性力和位移等动力响应以及塑性较发展程度等。当墩高大于40米时,桥墩的振动频率较低、周期很长,在地震荷载作用下以大变形为主,不会产生较大的速度响应,而本摩擦耗能减震系梁的摩擦耗能功能只与系梁端部之间的相对变形有关,而与速度无关,所以对于高度大于40米的桥墩能起到很好的耗能作用;同时,不管本摩擦耗能减震系梁两端的相对变形是拉变形还是压变形,都会达到通过摩擦进行耗能的目,即使在超过设计地震烈度的强震荷载作用下套筒2内部的高强弹簧4也会起到锁死的功能,不致引起本摩擦耗能减震系梁先于桥墩发生震损失效的现象,在强震作用下转变成为了刚性系梁,瞬时提高桥墩的整体刚度,较好的抵抗地震荷载作用。

[0025] 桥梁抗震减震设计的核心目标是在双肢桥墩结构上加装附加一种耗能系统进而实现转移或耗散桥梁结构承受的地震能量,同时鉴于双肢高墩桥梁的静、动力受力性能及地震动力响应特性,本实用新型属于能够替代传统钢筋混凝土系梁的延性耗能型系梁,既能提高双肢高墩的静动力稳定性,又能在强震荷载下进行耗散能量,且震后容易更换,将会对双肢高墩刚构桥或者连续梁桥的抗震设计具有重要的工程意义和适用价值。尤其那些建设在山区的桥梁往往更靠近地震断层,抗震设防烈度比普通桥梁均提高很多,所以配置本实用新型这种延性耗能型系梁是一种合理的抗震减震控制方法。

[0026] 本实用新型可以设置在墩高40米至200米的双肢桥墩上,不仅可以提高高墩桥梁在运营荷载作用下的静动力稳定性,而且能够起到对双肢高墩刚构桥纵桥向减震控制及对双肢高墩连续梁桥横桥向减震控制的作用,从而在强震作用下转移并耗散桥梁主体结构承受的地震能量,保护桥梁主体结构免遭损坏,实现在强震作用下桥梁结构“小震不坏、中震可修、大震不倒”的设防理念;本实用新型设计制作简便,布置方法简易、安装便捷,可随着桥梁施工进度进行工厂预制和现场装配,不影响桥梁的正常施工进度;同时本实用新型可以在强震后进行维修更换,经济性较好。

[0027] 具体应用实例如下:应用对象为三跨双肢矩形截面实心墩高墩连续刚构桥,主梁8为单箱单室箱梁,墩顶梁高8.5米,桥墩9为双肢实心矩形截面高墩,墩高80米,双肢墩沿纵桥向间距2.5米,墩身沿纵桥向和横桥向分别为1.4米和8.5米。本应用实例中X形摩擦耗能减震系梁是通过端板1与桥墩9上预留钢连接件10通过螺栓副锚固连接,锚固螺栓的强度应确保在X形摩擦耗能减震系梁在设计地震荷载作用下不致发生断裂。

[0028] 本应用实例的摩擦耗能减震系梁是按如下步骤制作的:

[0029] 首先,根据实际双肢桥墩几何尺寸、布置位置、整体结构自振模态、静动力计算刚度等确定本摩擦耗能减震系梁的设计尺寸及各其它各组成构件的设计尺寸;进而计算桥梁

结构分别在设计地震作用下的结构动力响应,通过分析结果确定本摩擦耗能减震系梁的最优设置位置、数量、沿X型两个方向的轴向刚度、摩擦刚度、高强弹簧的合理轴向刚度、合成抗滑涂料的设计厚度及设计摩擦系数、设计出力及变形量和设计夹角。根据本应用实例分析结果,其中方形钢套筒2的设计边长可取0.1米至0.5米,套筒2的设计钢板厚可以取0.02米至0.04米,套筒2的设计长度可取0.5米至1.0米;滑动伸缩杆3的轴径可取0.05米至0.25米,凸台7厚度可取0.2米至0.45米;高强弹簧4的设计轴向拉压刚度可取 $10^3$ 至 $10^6$ 千牛/米,不受力长度可取0.2米至0.5米;密封外盖板5和密封内底板6的设计板厚可取0.02米至0.04米;合成抗滑涂料13的厚度可取0.01米至0.03米,设计摩擦系数可取0.15至0.5;设计夹角 $\alpha$ 可取30度至150度。本应用实例的摩擦耗能减震系梁沿墩高应按照间距10米至20米等高度布置,沿墩身横桥向按照间距2米至3米等间距布置,且至少应布置2个以上。

[0030] 其次,根据该摩擦耗能减震系梁的初步设计方案,利用有限元软件建立其空间实体单元精细化有限元模型,通过数值模拟优化该摩擦耗能减震系梁的各项设计指标,使其摩擦滞回耗能性能达到最优的设计预期效果;根据设计方案及精细化数值分析结果,加工制作本摩擦耗能减震系梁的各个部件,进而对各部件进行组装,即完成该摩擦耗能减震系梁的制作。当本摩擦耗能减震系梁制作完成后,尚须通过电液伺服加载装置对其进行不同频率下的低周往复拟静力试验,从而获取本摩擦耗能减震系梁的真实滞回耗能曲线,通过不断修改设计使得实测滞回耗能性能与设计预期耗能性能相符合。

[0031] 最后,双肢高墩刚构桥的桥墩在分段浇筑施工过程中,在设计安装系梁的位置处应在桥墩9处预埋钢连接件10,且预埋钢连接件10与桥墩9钢筋骨架之间所有的接触面都要进行牢固焊接,待桥墩9混凝土凝固成型且强度达到设计强度的75%以上时,将本摩擦耗能减震系梁的连接端板1与预埋钢连接件10通过螺栓副11牢固连接在一起,即完成本摩擦耗能减震系梁的现场安装。

[0032] 综上所述,本实用新型具有结构简单易制作、更换方便、维护容易的优点,通过端板与双肢桥墩上预埋钢连接件相连,利用X型交叉的套筒对桥墩墩身进行水平侧向约束,提高了桥墩的静动力稳定性能;利用伸缩装置的滑动伸缩杆与套筒间的摩擦将桥墩承受的地震能量通过摩擦生热转化为热能耗散掉,从而会降低桥墩的地震动力响应以及塑性铰发展程度等。

[0033] 显然,以上所描述的实施例仅仅是本实用新型的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,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,都属于本实用新型保护的范围。

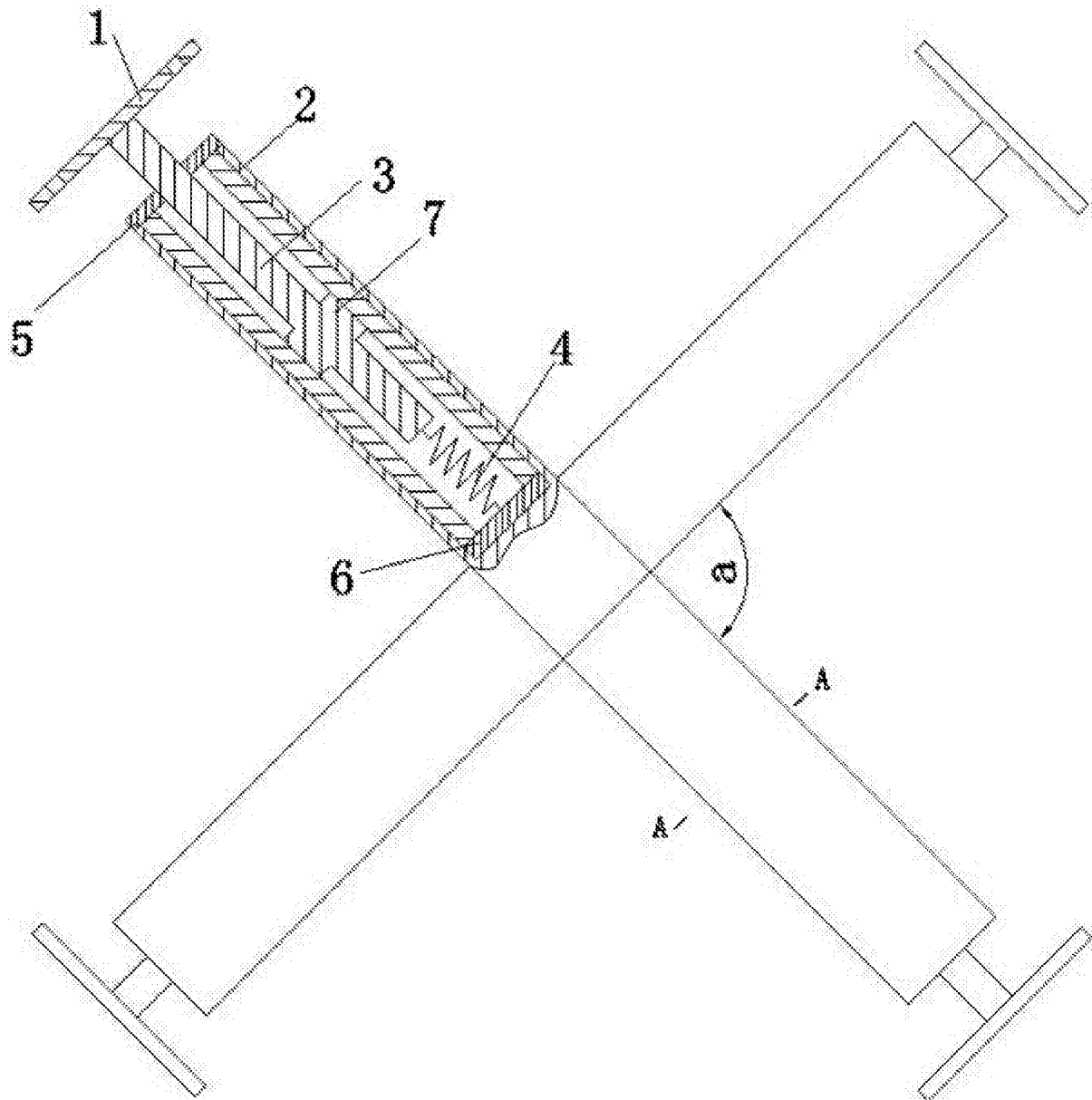


图1

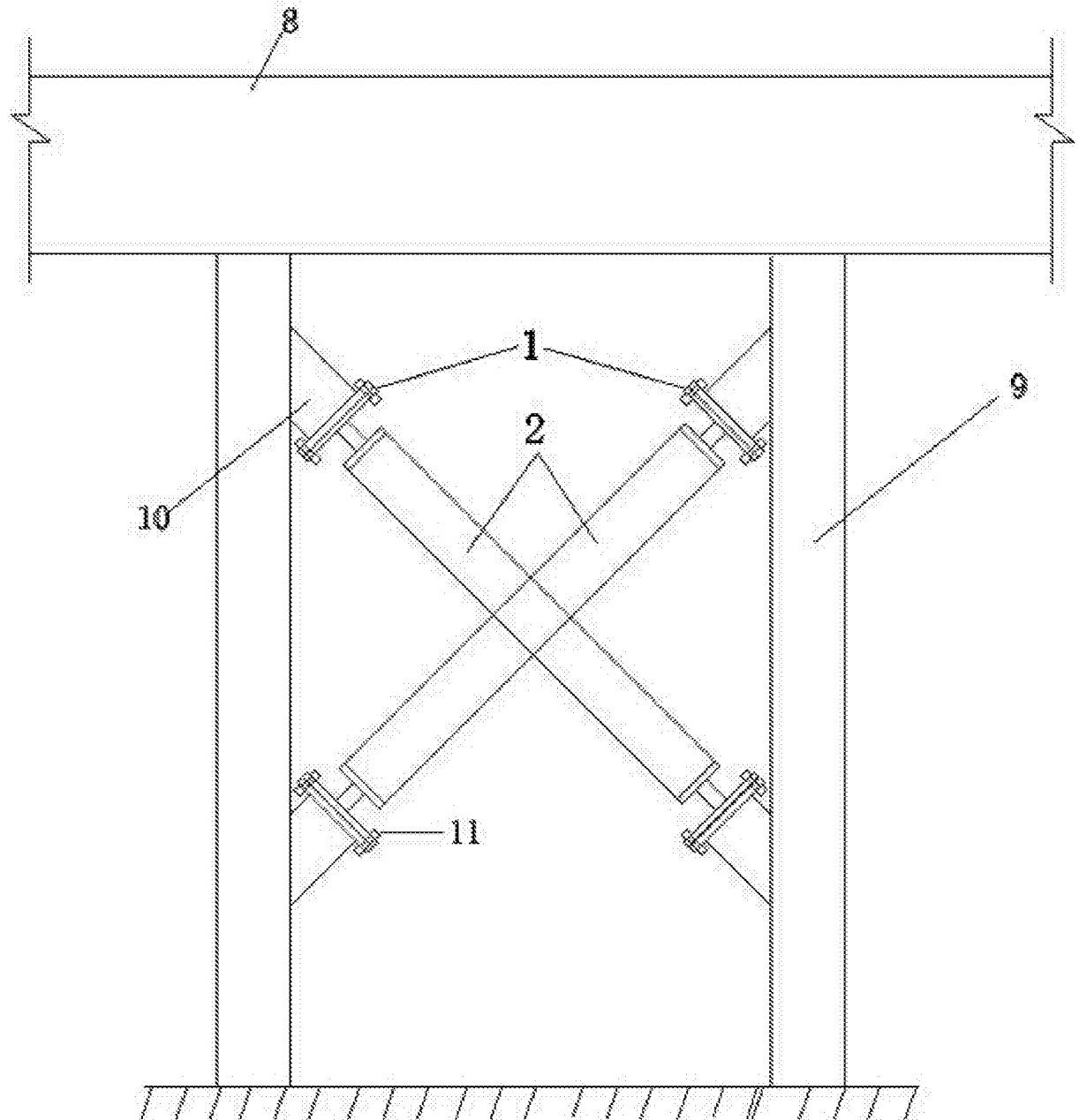


图2



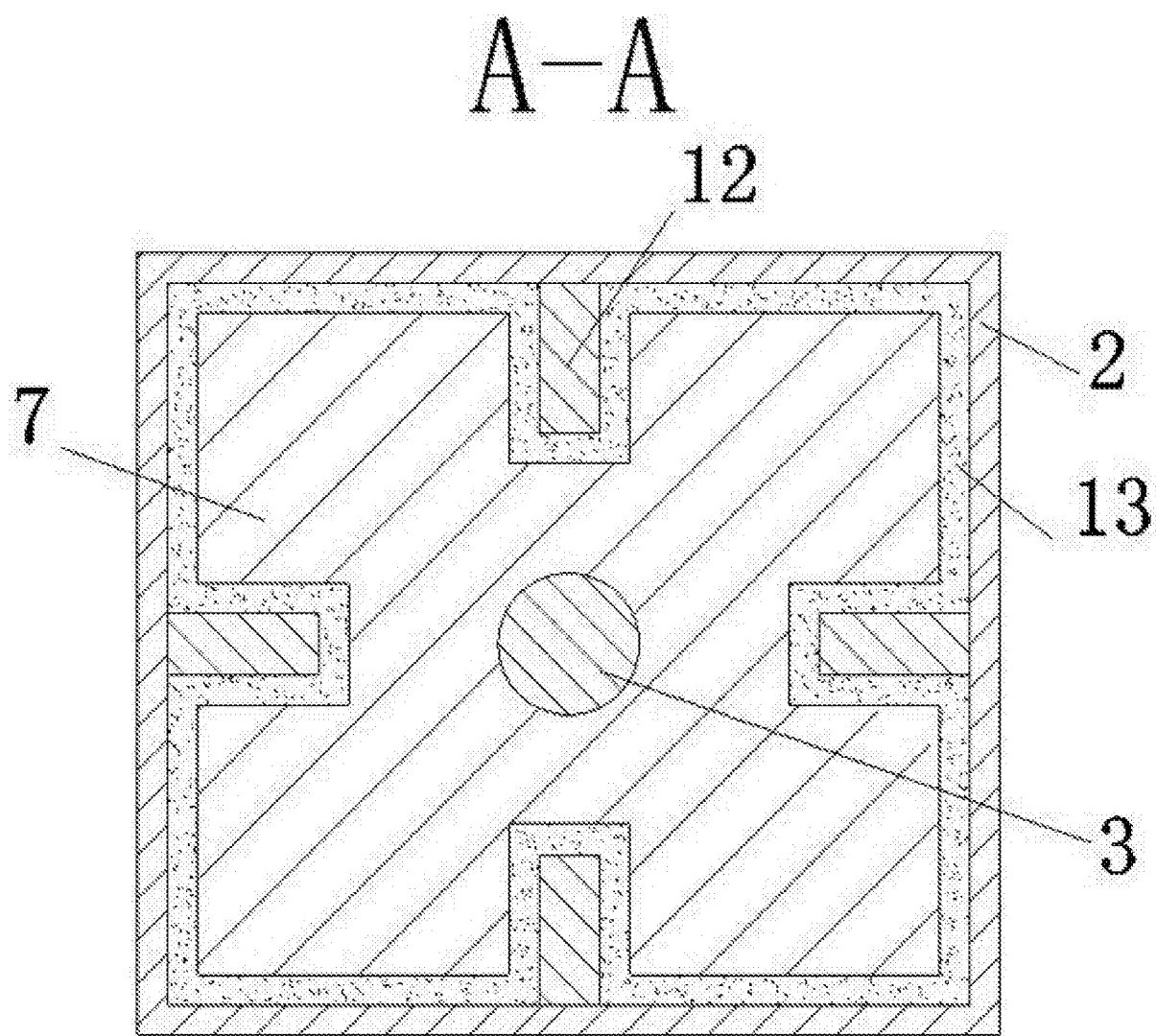


图3