



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111809526 B

(45) 授权公告日 2021.07.16

(21) 申请号 202010751231.1

E01D 2/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.07.30

E01D 19/00 (2006.01)

E01D 101/28 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111809526 A

(43) 申请公布日 2020.10.23

(73) 专利权人 兰州理工大学

地址 730050 甘肃省兰州市七里河区兰工坪路287号

(72) 发明人 秦洪果 李军 李萍 石岩 成昭

焦应乾 王卫

(74) 专利代理机构 兰州振华专利代理有限责任

公司 62102

代理人 董斌

(51) Int. Cl.

E01D 21/00 (2006.01)

E01D 19/02 (2006.01)

E01D 19/04 (2006.01)

(56) 对比文件

KR 100622390 B1, 2006.09.11

CN 108677731 A, 2018.10.19

JP 2002242126 A, 2002.08.28

CN 104452566 A, 2015.03.25

CN 104294753 A, 2015.01.21

CN 85204830 U, 1987.09.02

KR 100847547 B1, 2008.07.21

CN 111305082 A, 2020.06.19

CN 108086135 A, 2018.05.29

CN 106087702 A, 2016.11.09

CN 209443360 U, 2019.09.27

CN 109457625 A, 2019.03.12

审查员 杨懿敏

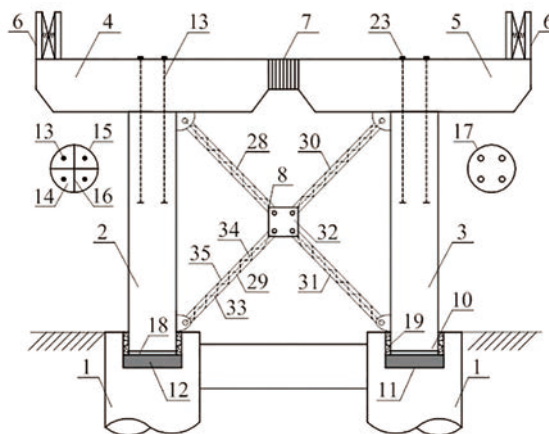
权利要求书4页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系及施工方法

(57) 摘要

震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系及施工方法,包括桩柱、第一墩柱、第二墩柱、第一盖梁、第二盖梁、双层组合挡块、铅芯橡胶支座、减震消能索、自复位防屈曲支撑和桩墩节点区。第一墩柱和第一盖梁之间、第二墩柱和第二盖梁之间内采用预应力筋、外采用焊接方式连接到一起;第一墩柱和桩柱之间、第二墩柱和桩柱之间通过桩墩节点区过渡,且采用自复位防屈曲支撑加固;第一墩柱和第二墩柱之间交叉布置减震消能索,第一盖梁和第二盖梁之间通过铅芯橡胶支座连接,第一盖梁和第二盖梁的梁端顶面设置双层组合挡块。本发明涉及桥梁双柱墩防震体系,属于桥梁工程领域,施工便捷,具有震后可恢复功能。



CN 111809526 B

1. 震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系,包括桩柱(1)、第一墩柱(2)、第二墩柱(3)、第一盖梁(4)、第二盖梁(5)、双层组合挡块(6)、铅芯橡胶支座(7)、减震消能索(8)、自复位防屈曲支撑(9)、桩墩节点区(10),其特征在于:所述桩柱(1)现场浇筑而成,且桩柱(1)柱顶预留孔槽(11);所述孔槽(11)横截面呈圆形,与桩柱(1)位于同一中心轴线上,且孔槽(11)底部放置磁铁石(12);所述第一墩柱(2)、第二墩柱(3)、第一盖梁(4)和第二盖梁(5)经工厂预制、现场组装而成;所述第一墩柱(2)和第一盖梁(4)之间、第二墩柱(3)和第二盖梁(5)之间内采用预应力筋(13)、外采用焊接方式连接到一起;所述第一墩柱(2)和桩柱(1)之间、第二墩柱(3)和桩柱(1)之间通过桩墩节点区(10)过渡,且采用自复位防屈曲支撑(9)加固;所述第一墩柱(2)和第二墩柱(3)之间交叉布置减震消能索(8);所述第一盖梁(4)和第二盖梁(5)之间通过设置铅芯橡胶支座(7)连接成一体;所述第一盖梁(4)和第二盖梁(5)的梁端顶面分别设置双层组合挡块(6);

所述第一墩柱(2)和第二墩柱(3)由自密实混凝土(14)、薄壁钢管(15)、十字型钢板(16)、顶钢板(17)和SMA板(18)组成;所述第一墩柱(2)和第二墩柱(3)的底端放入孔槽(11)内;所述薄壁钢管(15)的外径小于孔槽(11)的内径,即薄壁钢管(15)的外缘与孔槽(11)内缘之间预留等间距间隙,里面填充废旧轮胎或橡胶碎块(19);所述十字型钢板(16)通过焊接而成,内嵌于薄壁钢管(15);所述顶钢板(17)为圆形薄板,其直径大小等于薄壁钢管(15)的外径,通过焊接固定在第一墩柱(2)和第二墩柱(3)的墩顶顶面,且顶钢板(17)板面上开4个圆形孔洞;所述SMA板(18)为圆形厚板,其直径大小等于薄壁钢管(15)的外径,通过焊接固定在第一墩柱(2)和第二墩柱(3)的墩底顶面;

所述第一盖梁(4)和第二盖梁(5)由自密实混凝土(14)和钢箱(20)组成,所述自密实混凝土(14)浇筑于钢箱(20)之内;所述钢箱(20)由内钢板组(21)和外钢板组(22)构成;所述内钢板组(21)为呈井字型纵横交叉的钢板组,且每块钢板沿长度方向等间距设置圆形孔洞;所述外钢板组(22)通过焊接方式连接在一起,所述内钢板组(21)通过焊接方式镶嵌于外钢板组(22);所述第一盖梁(4)和第二盖梁(5)在墩梁固结处各预留4个圆形孔洞,孔洞竖向贯穿第一盖梁(4)和第二盖梁(5);

所述十字型钢板(16)横截面与薄壁钢管(15)横截面形成4个扇形,所述预应力筋(13)的轴线位于扇形的重心位置处;所述第一盖梁(4)和第二盖梁(5)上预留的4个圆形孔洞与顶钢板(17)板面上的4个圆形孔洞一一对应、同轴重合,且预应力筋(13)径直穿孔而过;所述预应力筋(13)共有8根,4根连接第一墩柱(2)和第一盖梁(4),另4根连接第二墩柱(3)和第二盖梁(5);所述预应力筋(13)的下半段预埋于第一墩柱(2)和第二墩柱(3)的上半段;所述预应力筋(13)的上半段穿过顶钢板(17)、第一盖梁(4)和第二盖梁(5)上预留的孔洞,通过锚具(23)固定在第一盖梁(4)和第二盖梁(5)的顶面;

所述双层组合挡块(6)由第一钢板(24)、第二钢板(25)、2根钢弹簧(26)和采用形状记忆合金(Shape Memory Alloy, SMA)材料制成的4根SMA短棒(27)构成;所述第一钢板(24)和第二钢板(25)呈长方形,薄壁;所述4根SMA短棒(27)分2组,每组2根,2根交叉放置;所述第一钢板(24)和第二钢板(25)平行放置,对应的四角通过2组平行布置的SMA短棒(27)经焊接相连;所述2根钢弹簧(26)水平布置,两端焊接在第一钢板(24)和第二钢板(25)之间;

所述减震消能索(8)包括第一索段(28)、第二索段(29)、第三索段(30)、第四索段(31)和交接钢板(32);所述第一索段(28)、第二索段(29)、第三索段(30)和第四索段(31)由高强

弹簧(33)、SMA长棒(34)和PVC管(35)构成;所述交接钢板(32)呈正方形,薄壁,且四角各开一圆孔;所述第一索段(28)一端铰接于第一墩柱(2)顶端,另一端环扣于交接钢板(32)的圆孔上;所述第二索段(29)一端铰接于第一墩柱(2)底端,另一端环扣于交接钢板(32)的圆孔上;所述第三索段(30)一端铰接于第二墩柱(3)顶端,另一端环扣于交接钢板(32)的圆孔上;所述第四索段(31)一端铰接于第二墩柱(3)底端,另一端环扣于交接钢板(32)的圆孔上;所述第一索段(28)和第四索段(31)的轴线与交接钢板(32)的 -45° 对角线重合;所述第二索段(29)和第三索段(30)的轴线与交接钢板(32)的 45° 对角线重合。

2. 根据权利要求1所述的震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系,其特征在于:所述第一墩柱(2)和第二墩柱(3)位于桩柱(1)上方;所述第一墩柱(2)和第二墩柱(3)的竖向中轴线都与桩柱(1)的竖向中轴线重合。

3. 根据权利要求1所述的震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系,其特征在于:所述第一盖梁(4)位于第一墩柱(2)上方,第一墩柱(2)的竖向中轴线垂直平分于第一盖梁(4)沿长度方向的中轴线;所述第二盖梁(5)位于第二墩柱(3)上方,第二墩柱(3)的竖向中轴线垂直平分于第二盖梁(5)沿长度方向的中轴线;所述第一盖梁(4)和第二盖梁(5)沿长度方向位于同一中轴线上。

4. 根据权利要求1所述的震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系,其特征在于:所述双层组合挡块(6)共2个,采用焊接方式安装在第一盖梁(4)和第二盖梁(5)的梁端;所述第一钢板(24)和第二钢板(25)的水平轴线与第一盖梁(4)和第二盖梁(5)沿长度方向的中轴线重合;所述第一钢板(24)的外表面与第一盖梁(4)和第二盖梁(5)的梁端侧面在同一竖平面上。

5. 根据权利要求1所述的震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系,其特征在于:所述铅芯橡胶支座(7)旋转 90° 后底端固定于第一盖梁(4)右端,顶端固定于第二盖梁(5)左端,且铅芯橡胶支座(7)的中轴线与第一盖梁(4)和第二盖梁(5)沿长度方向的中轴线重合。

6. 根据权利要求1所述的震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系,其特征在于:所述减震消能索(8)中,每一索段采用高强弹簧(33)、SMA长棒(34)和PVC管(35)各1根;所述SMA长棒(34)贯穿于高强弹簧(33)内部,SMA长棒(34)和高强弹簧(33)同心放置、端部固结;所述PVC管(35)环套在高强弹簧(33)外部。

7. 根据权利要求1所述的震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系,其特征在于:所述自复位防屈曲支撑(9)在第一墩柱(2)和第二墩柱(3)所在的平面两侧墩底处分别呈八字型布置,且自复位防屈曲支撑(9)两端铰接。

8. 根据权利要求1所述的震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系,其特征在于:所述桩墩节点区(10)由孔槽(11)、磁铁石(12)、废旧轮胎或橡胶碎块(19)以及第一墩柱(2)和第二墩柱(3)的底端构成;所述磁铁石(12)呈圆柱形,其横截面直径大小等于孔槽(11)的内径。

9. 根据权利要求1所述的震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系的施工方法,其特征在于,其步骤为:

步骤(1)现场浇筑桩柱(1):按照传统的施工方法现场浇筑桩柱(1),但需在桩柱(1)的顶部提前预留一个孔槽(11),且将磁铁石(12)放置在孔槽(11)的底部;

步骤(2)工厂预制第一墩柱(2)和第二墩柱(3):

(a) 准备好两个薄壁钢管(15),将SMA板(18)焊接在第一墩柱(2)和第二墩柱(3)的墩底顶面,十字型钢板(16)内嵌于薄壁钢管(15),然后将预应力筋(13)的下半段悬吊在十字型钢板(16)横截面与薄壁钢管(15)横截面形成的4个扇形空区,并在薄壁钢管(15)顶端固定预应力筋(13);

(b) 浇筑自密实混凝土(14),浇筑至预应力筋(13)的底部时要放慢浇筑速度,浇筑至薄壁钢管(15)的顶面时停止浇筑,做抄平、抛光处理;

(c) 将带有4个圆形孔洞的顶钢板(17)穿过预应力筋(13),焊接在薄壁钢管(15)顶部,完成封顶;

步骤(3) 工厂预制第一盖梁(4)和第二盖梁(5):

(a) 预制钢箱(20),首先采用焊接方式将外钢板组(22)连接在一起,形成钢槽,上端开口,再采用焊接方式将内钢板组(21)连接在一起,然后将内钢板组(21)通过焊接方式镶嵌于外钢板组(22)之内;

(b) 浇筑自密实混凝土(14)至钢箱(20)的顶面并做抄平和抛光后,用外钢板组(22)的钢板将第一盖梁(4)和第二盖梁(5)封顶;

步骤(4) 现场装配第一墩柱(2)和第二墩柱(3):

(a) 首先将第一墩柱(2)和第二墩柱(3)分别吊在桩柱(1)的上方,再将第一墩柱(2)和第二墩柱(3)的底端分别放入孔槽(11)内;

(b) 薄壁钢管(15)的外缘与孔槽(11)内缘之间保持等间距间隙,将薄壁钢管(15)的外缘与孔槽(11)内缘之间的间隙用废旧轮胎或橡胶碎块(19)塞满、夯实;

(c) 在第一墩柱(2)和第二墩柱(3)所在的平面两侧墩底处通过铰接方式呈八字型布置自复位防屈曲支撑(9);

步骤(5) 现场装配第一盖梁(4)和第二盖梁(5):

(a) 从第一盖梁(4)和第二盖梁(5)上预留的圆形孔洞中穿出预应力筋(13)的上半段,然后通过锚具(23)将预应力筋(13)固定在第一盖梁(4)和第二盖梁(5)的顶面,并剪掉预应力筋(13)的多余部分;

(b) 再将第一墩柱(2)和第一盖梁(4)的交界处、第二墩柱(3)和第二盖梁(5)的交界处沿圆周焊接一圈;

步骤(6) 在第一盖梁(4)和第二盖梁(5)之间安装铅芯橡胶支座:

(a) 将铅芯橡胶支座(7)旋转 90° ;

(b) 将铅芯橡胶支座(7)的底端通过螺栓固定于第一盖梁(4)的右端,将铅芯橡胶支座(7)的顶端通过螺栓固定于第二盖梁(5)的左端;

步骤(7) 在第一盖梁(4)和第二盖梁(5)的梁端顶面分别设置双层组合挡块(6):

(a) 首先将第一钢板(24)和第二钢板(25)平行焊接在第一盖梁(4)的梁端;

(b) 再将第一钢板(24)和第二钢板(25)对应的四角通过2组平行布置的SMA短棒(27)经焊接相连,且在第一钢板(24)和第二钢板(25)之间焊接2根水平布置的钢弹簧(26);

步骤(8) 在第一墩柱(2)和第二墩柱(3)之间交叉布置减震消能索(8):

(a) 预制减震消能索(8)的第一索段(28)、第二索段(29)、第三索段(30)、第四索段(31)和交接钢板(32);

(b) 依次将第一索段(28)、第二索段(29)、第三索段(30)、第四索段(31)分别环扣于交

接钢板(32),组合成减震消能索(8);

(c)将减震消能索(8)通过较接的方式布置在第一墩柱(2)和第二墩柱(3)之间。

震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁双柱墩体系,特别涉及震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系,属于桥梁工程领域。

背景技术

[0002] 传统的桥梁双柱墩体系由墩柱、盖梁和横系梁构成,采用现场浇筑的施工方法,不但费时费工,而且对环境的污染较大,更重要的是在地震中震害严重,破坏机理复杂,破坏形式多样。随着我国经济的快速发展,装配式桥梁在我国桥梁工程领域表现出了施工便捷、效率高、质量好、绿色环保等良好的发展前景,但目前主要应用于桥梁上部结构,在桥梁下部结构中的应用很少且技术有限。桥梁双柱墩体系进行装配式施工时,预制墩柱与桩柱之间、预制墩柱与盖梁之间如何连接,是影响装配式桥梁双柱墩体系抗震性能的关键所在。

[0003] 历次重大地震中,桥梁双柱墩体系震害普遍严重,表明传统的双柱墩设计难以控制其地震损伤和破坏。基于保险丝的损伤控制设计理念,采用可更换的耗能装置增加双柱墩的侧向承载力和耗能能力,实现双柱墩的损伤控制和震后可恢复功能,对保证桥梁震后的通行能力具有重要的社会和经济意义。防屈曲支撑作为一种易屈服的可更换元件,耗能优越、造价低、易于安装,是桥梁抗震设计中常用的保险丝。基于性能设计的摇摆及自复位桥墩,放松了墩底与下部承台间的约束,使桥墩在强震下发生摇摆,利用结构自重或预应力束提供的回复力使其复位,大大减小桥墩的震后残余位移,可有效避免主体结构发生损伤破坏,因此在提高双柱墩结构抗震性能和震后可恢复功能方面优势显著。

[0004] 在人类抵抗地震灾害的过程中,减隔震技术是相对有效而简便的工程技术手段;铅芯橡胶支座在叠层橡胶支座中插入铅芯,大大提高了支座的耗能能力,被普遍应用于建筑和桥梁等结构中,其减震效果也经受住了实际地震的检验。另外,随着材料科学的发展,具有超弹性及形状记忆功能的形状记忆合金在高性能结构设计中得到应用,它能够提高结构在地震作用下的耗能能力,减小震后残余位移。表明形状记忆合金在预制墩柱自复位和震后快速修复方面具有很好的优势。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系及施工方法。

[0006] 本发明是震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系及施工方法,震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系包括:桩柱1、第一墩柱2、第二墩柱3、第一盖梁4、第二盖梁5、双层组合挡块6、铅芯橡胶支座7、减震消能索8、自复位防屈曲支撑9、桩墩节点区10,桩柱1现场浇筑而成,且桩柱1柱顶预留孔槽11;孔槽11横截面呈圆形,与桩柱1位于同一中心轴线上,且孔槽11底部放置磁铁石12;第一墩柱2、第二墩柱3、第一盖梁4和第二盖梁5经工厂预制、现场组装而成,第一墩柱2和第一盖梁4之间、第二墩柱3和第二盖梁5之间内采用预应力筋13、外采用焊接方式连接到一起,第一墩柱2和桩柱1之间、第二墩柱3和桩柱1之间通过桩墩节点区10过渡,且采用自复位防屈曲支撑9加固;桩墩节点区10由孔槽11、磁铁石12、废旧轮

胎或橡胶碎块19以及第一墩柱2和第二墩柱3的底端构成,磁铁石12呈圆柱形,其横截面直径大小等于孔槽11的内径;自复位防屈曲支撑9在第一墩柱2和第二墩柱3所在的平面两侧墩底处分别呈八字型布置,且自复位防屈曲支撑9两端铰接;第一墩柱2和第二墩柱3之间交叉布置减震消能索8,每一索段采用高强弹簧33、SMA长棒34和PVC管35各一根,SMA长棒34贯穿于高强弹簧33内部,且SMA长棒34和高强弹簧33同心放置、端部固结,PVC管35环套在高强弹簧33外部;第一盖梁4和第二盖梁5之间通过设置铅芯橡胶支座7连接成一体,即将铅芯橡胶支座7旋转90°后底端固定于第一盖梁4右端,顶端固定于第二盖梁5左端,且铅芯橡胶支座7的中轴线与第一盖梁4和第二盖梁5沿长度方向的中轴线重合;

[0007] 第一墩柱2和第二墩柱3位于桩柱1上方,第一墩柱2和第二墩柱3的竖向中轴线都与桩柱1的竖向中轴线重合;第一墩柱2和第二墩柱3由自密实混凝土14、薄壁钢管15、十字型钢板16、顶钢板17和SMA板18组成,第一墩柱2和第二墩柱3的底端放入孔槽11内,薄壁钢管15的外径小于孔槽11的内径,即薄壁钢管15的外缘与孔槽11内缘之间预留等间距间隙,里面填充废旧轮胎或橡胶碎块19;十字型钢板16通过焊接而成,内嵌于薄壁钢管15,顶钢板17为圆形薄板,其直径大小等于薄壁钢管15的外径,通过焊接固定在第一墩柱2和第二墩柱3的墩顶顶面,且顶钢板17板面上开4个圆形孔洞;SMA板18为圆形厚板,其直径大小等于薄壁钢管15的外径,通过焊接固定在第一墩柱2和第二墩柱3的墩底顶面;

[0008] 第一盖梁4位于第一墩柱2上方,第一墩柱2的竖向中轴线垂直平分于第一盖梁4沿长度方向的中轴线,第二盖梁5位于第二墩柱3上方,第二墩柱3的竖向中轴线垂直平分于第二盖梁5沿长度方向的中轴线,第一盖梁4和第二盖梁5沿长度方向位于同一中轴线上;第一盖梁4和第二盖梁5由自密实混凝土14和钢箱20组成,自密实混凝土14浇筑于钢箱20之内;钢箱20由内钢板组21和外钢板组22构成,内钢板组21为呈井字型纵横交叉的钢板组,且每块钢板沿长度方向等间距设置圆形孔洞,外钢板组22通过焊接方式连接在一起,内钢板组21通过焊接方式镶嵌于外钢板组22;第一盖梁4和第二盖梁5在墩梁固结处各预留4个圆形孔洞,孔洞竖向贯穿第一盖梁4和第二盖梁5;

[0009] 十字型钢板16横截面与薄壁钢管15横截面形成4个扇形,预应力筋13的轴线位于扇形的重心位置处,第一盖梁4和第二盖梁5上预留的4个圆形孔洞与顶钢板17板面上的4个圆形孔洞一一对应、同轴重合,且预应力筋13径直穿孔而过;预应力筋13共有8根,4根连接第一墩柱2和第一盖梁4,另4根连接第二墩柱3和第二盖梁5;预应力筋13的下半段预埋于第一墩柱2和第二墩柱3的上半段,预应力筋13的上半段穿过顶钢板17、第一盖梁4和第二盖梁5上预留的孔洞,通过锚具23固定在第一盖梁4和第二盖梁5的顶面;

[0010] 双层组合挡块6由第一钢板24、第二钢板25、2根钢弹簧26和采用形状记忆合金(Shape Memory Alloy, SMA)材料制成的4根SMA短棒27构成,第一钢板24和第二钢板25为薄壁长方形,4根SMA短棒27分2组,每组2根,2根交叉放置;第一钢板24和第二钢板25平行放置,对应的四角通过2组平行布置的SMA短棒27经焊接相连;2根钢弹簧26水平布置,两端焊接在第一钢板24和第二钢板25之间;第一盖梁4和第二盖梁5的梁端顶面分别设置双层组合挡块6,双层组合挡块6共2个,采用焊接方式安装在第一盖梁4和第二盖梁5的梁端,第一钢板24和第二钢板25的水平轴线与第一盖梁4和第二盖梁5沿长度方向的中轴线重合,第一钢板24的外表面与第一盖梁4和第二盖梁5的梁端侧面在同一竖平面上;

[0011] 减震消能索8包括第一索段28、第二索段29、第三索段30、第四索段31和交接钢板

32,第一索段28、第二索段29、第三索段30和第四索段31由高强弹簧33、SMA长棒34和PVC管35构成;交接钢板32呈正方形,薄壁,且四角各开一圆孔;第一索段28一端铰接于第一墩柱2顶端,另一端环扣于交接钢板32的圆孔上;第二索段29一端铰接于第一墩柱2底端,另一端环扣于交接钢板32的圆孔上;第三索段30一端铰接于第二墩柱3顶端,另一端环扣于交接钢板32的圆孔上;第四索段31一端铰接于第二墩柱3底端,另一端环扣于交接钢板32的圆孔上;第一索段28和第四索段31的轴线与交接钢板32的 -45° 对角线重合,第二索段29和第三索段30的轴线与交接钢板32的 45° 对角线重合。

[0012] 震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系的施工方法,其步骤为:

[0013] 步骤(1)现场浇筑桩柱1:按照传统的施工方法现场浇筑桩柱1,但需在桩柱1的顶部提前预留一个孔槽11,且将磁铁石12放置在孔槽11的底部;

[0014] 步骤(2)工厂预制第一墩柱2和第二墩柱3:

[0015] (a)准备好两个薄壁钢管15,将SMA板18焊接在第一墩柱2和第二墩柱3的墩底顶面,十字型钢板16内嵌于薄壁钢管15,然后将预应力筋13的下半段悬吊在十字型钢板16横截面与薄壁钢管15横截面形成的4个扇形空区,并在薄壁钢管15顶端固定预应力筋13;

[0016] (b)浇筑自密实混凝土14,浇筑至预应力筋13的底部时要放慢浇筑速度,浇筑至薄壁钢管15的顶面时停止浇筑,做抄平、抛光处理;

[0017] (c)将带有4个圆形孔洞的顶钢板17穿过预应力筋13,焊接在薄壁钢管15顶部,完成封顶;

[0018] 步骤(3)工厂预制第一盖梁4和第二盖梁5:

[0019] (a)预制钢箱20,首先采用焊接方式将外钢板组22连接在一起,形成钢槽,上端开口,再采用焊接方式将内钢板组21连接在一起,然后将内钢板组21通过焊接方式镶嵌于外钢板组22之内;

[0020] (b)浇筑自密实混凝土14至钢箱20的顶面并做抄平和抛光后,用外钢板组22的钢板将第一盖梁4和第二盖梁5封顶;

[0021] 步骤(4)现场装配第一墩柱2和第二墩柱3:

[0022] (a)首先将第一墩柱2和第二墩柱3分别吊在桩柱1的上方,再将第一墩柱2和第二墩柱3的底端分别放入孔槽11内;

[0023] (b)薄壁钢管15的外缘与孔槽11内缘之间保持等间距间隙,将薄壁钢管15的外缘与孔槽11内缘之间的间隙用废旧轮胎或橡胶碎块19塞满、夯实;

[0024] (c)在第一墩柱2和第二墩柱3所在的平面两侧墩底处通过铰接方式呈八字型布置自复位防屈曲支撑9;

[0025] 步骤(5)现场装配第一盖梁4和第二盖梁5:

[0026] (a)从第一盖梁4和第二盖梁5上预留的圆形孔洞中穿出预应力筋13的上半段,然后通过锚具23将预应力筋13固定在第一盖梁4和第二盖梁5的顶面,并剪掉预应力筋13的多余部分;

[0027] (b)再将第一墩柱2和第一盖梁4的交界处、第二墩柱3和第二盖梁5的交界处沿圆周焊接一圈;

[0028] 步骤(6)在第一盖梁4和第二盖梁5之间安装铅芯橡胶支座:

[0029] (a)将铅芯橡胶支座7旋转 90° ;

[0030] (b)将铅芯橡胶支座7的底端通过螺栓固定于第一盖梁4的右端,将铅芯橡胶支座7的顶端通过螺栓固定于第二盖梁5的左端;

[0031] 步骤(7)在第一盖梁4和第二盖梁5的梁端顶面分别设置双层组合挡块6:

[0032] (a)首先将第一钢板24和第二钢板25平行焊接在第一盖梁4的梁端;

[0033] (b)再将第一钢板24和第二钢板25对应的四角通过2组平行布置的SMA短棒27经焊接相连,且在第一钢板24和第二钢板25之间焊接2根水平布置的钢弹簧26;

[0034] 步骤(8)在第一墩柱2和第二墩柱3之间交叉布置减震消能索8:

[0035] (a)预制减震消能索8的第一索段28、第二索段29、第三索段30、第四索段31和交接钢板32;

[0036] (b)依次将第一索段28、第二索段29、第三索段30、第四索段31分别环扣于交接钢板32,组合成减震消能索8;

[0037] (c)将减震消能索8通过铰接的方式布置在第一墩柱2和第二墩柱3之间。

[0038] 本发明的有益之处是:将桥梁双柱墩体系划分成两部分,墩柱和盖梁都经工厂预制、现场组装,施工方便,且墩柱和盖梁刚性连接,使得墩柱和盖梁之间不发生相对位移;两盖梁之间通过铅芯橡胶支座连接,两墩柱之间布置减震消能索,都能够大大增加双柱墩体系的减震耗能能力;盖梁端部设置双层组合挡块,既可以防止落梁,又可以增加耗能能力,还可以震后快速恢复正常使用功能;设置桩墩节点区,使得双柱墩墩柱在强震下发生摇摆,利用结构自重、孔槽、磁铁石及废旧轮胎或橡胶碎块相互之间的约束提供的回复力使其复位,大大减小墩柱的震后残余位移,可有效避免主体结构发生损伤破坏;本发明施工便捷,具有震后可恢复功能,可用于新建桥梁双柱墩体系的抗震设计或既有桥梁双柱墩体系的抗震加固。

附图说明

[0039] 图1为本发明的桥梁双柱墩体系的整体示意图(正视图),图2为本发明桥梁双柱墩体系的整体示意图(侧视图),图3为本发明的第一墩柱或第二墩柱的局部构造示意图(俯视图),图4为本发明的双层组合挡块的局部构造示意图(正视图),图5为本发明的双层组合挡块的局部构造示意图(俯视图),图6为本发明的第一盖梁或第二盖梁的局部构造示意图(俯视图)。

[0040] 附图标记及对应名称为:1-桩柱;2-第一墩柱;3-第二墩柱;4-第一盖梁;5-第二盖梁;6-双层组合挡块;7-铅芯橡胶支座;8-减震消能索;9-自复位防屈曲支撑;10-桩墩节点区;11-孔槽;12-磁铁石;13-预应力筋;14-自密实混凝土;15-薄壁钢管;16-十字型钢板;17-顶钢板;18-SMA板;19-废旧轮胎或橡胶碎块;20-钢箱;21-内钢板组;22-外钢板组;23-锚具;24-第一钢板;25-第二钢板;26-钢弹簧;27-SMA短棒;28-第一索段;29-第二索段;30-第三索段;31-第四索段;32-交接钢板;34-SMA长棒;35-PVC管。

具体实施方式

[0041] 如图1~图6所示,震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系包括:桩柱1、第一墩柱2、第二墩柱3、第一盖梁4、第二盖梁5、双层组合挡块6、铅芯橡胶支座7、减震消能索8、自复位防屈曲支撑9、桩墩节点区10、孔槽11、磁铁石12、预应力筋13、自密实混凝土14、薄壁钢管

15、十字型钢板16、顶钢板17、SMA板18、废旧轮胎或橡胶碎块19、钢箱20、内钢板组21、外钢板组22、锚具23、第一钢板24、第二钢板25、钢弹簧26、SMA短棒27、第一索段28、第二索段29、第三索段30、第四索段31、交接钢板32、高强弹簧33、SMA长棒34、PVC管35。

[0042] 桩柱1柱顶预留孔槽11,孔槽11横截面呈圆形,与桩柱1位于同一中心轴线上;孔槽11底部放置磁铁石12,磁铁石12呈圆柱形,其横截面直径大小等于孔槽11的内径。第一墩柱2和第二墩柱3由自密实混凝土14、薄壁钢管15、十字型钢板16、顶钢板17和SMA板18组成,薄壁钢管15的外径小于孔槽11的内径,十字型钢板16内嵌于薄壁钢管15,顶钢板17为圆形薄板,其直径大小等于薄壁钢管15的外径,通过焊接固定在第一墩柱2和第二墩柱3的墩顶顶面,且顶钢板17板面上开4个圆形孔洞;十字型钢板16横截面与薄壁钢管15横截面形成4个扇形,预应力筋13的轴线位于扇形的重心位置处,第一盖梁4和第二盖梁5上预留的4个圆形孔洞与顶钢板17板面上的4个圆形孔洞一一对应、同轴重合,且预应力筋13径直穿孔而过;SMA板18为圆形厚板,其直径大小等于薄壁钢管15的外径,通过焊接固定在第一墩柱2和第二墩柱3的墩底顶面。第一墩柱2和第二墩柱3位于桩柱1上方,第一墩柱2和第二墩柱3的竖向中轴线都与桩柱1的竖向中轴线重合;第一墩柱2和第二墩柱3的底端放入孔槽11内,使薄壁钢管15的外缘与孔槽11内缘之间保持等间距间隙,里面填充废旧轮胎或橡胶碎块19。

[0043] 第一墩柱2和桩柱1之间、第二墩柱3和桩柱1之间通过桩墩节点区10过渡,且采用自复位防屈曲支撑9加固。第一盖梁4和第二盖梁5由自密实混凝土14和钢箱20组成,自密实混凝土14浇筑于钢箱20之内,钢箱20由内钢板组21和外钢板组22构成,内钢板组21为呈井字型纵横交叉的钢板组,且每块钢板沿长度方向等间距设置圆形孔洞,外钢板组22通过焊接方式连接在一起,内钢板组21通过焊接方式镶嵌于外钢板组22;第一盖梁4和第二盖梁5在墩梁固结处各预留4个圆形孔洞,孔洞竖向贯穿第一盖梁4和第二盖梁5。第一盖梁4位于第一墩柱2上方,第一墩柱2的竖向中轴线垂直平分于第一盖梁4沿长度方向的中轴线,第二盖梁5位于第二墩柱3上方,第二墩柱3的竖向中轴线垂直平分于第二盖梁5沿长度方向的中轴线,第一盖梁4和第二盖梁5沿长度方向位于同一中轴线上;第一墩柱2和第一盖梁4之间、第二墩柱3和第二盖梁5之间内采用预应力筋13、外采用焊接方式连接到一起;预应力筋13共有8根,4根连接第一墩柱2和第一盖梁4,另4根连接第二墩柱3和第二盖梁5。预应力筋13的下半段预埋于第一墩柱2和第二墩柱3的上半段,预应力筋13的上半段穿过顶钢板17、第一盖梁4和第二盖梁5上预留的孔洞,通过锚具23固定在第一盖梁4和第二盖梁5的顶面。

[0044] 第一盖梁4和第二盖梁5的梁端顶面分别设置双层组合挡块6,双层组合挡块6共2个,采用焊接方式安装在第一盖梁4和第二盖梁5的梁端。双层组合挡块6由第一钢板24、第二钢板25、2根钢弹簧26和采用形状记忆合金(Shape Memory Alloy, SMA)材料制成的4根SMA短棒27构成,第一钢板24和第二钢板25为薄壁长方形,4根SMA短棒27分2组,每组2根,2根交叉放置。第一钢板24和第二钢板25平行放置,对应的四角通过2组平行布置的SMA短棒27经焊接相连;2根钢弹簧26水平布置,两端焊接在第一钢板24和第二钢板25之间。第一钢板24和第二钢板25的水平轴线与第一盖梁4和第二盖梁5沿长度方向的中轴线重合,第一钢板24的外表面与第一盖梁4和第二盖梁5的梁端侧面在同一竖平面上。

[0045] 第一盖梁4和第二盖梁5之间通过设置铅芯橡胶支座7连接成一体,即将铅芯橡胶支座7旋转90°后底端固定于第一盖梁4右端,顶端固定于第二盖梁5左端,且铅芯橡胶支座7的中轴线与第一盖梁4和第二盖梁5沿长度方向的中轴线重合。

[0046] 第一墩柱2和第二墩柱3之间交叉布置减震消能索8,减震消能索8包括第一索段28、第二索段29、第三索段30、第四索段31和交接钢板32,交接钢板32呈正方形,薄壁,且四角各开一圆孔。第一索段28一端铰接于第一墩柱2顶端,另一端环扣于交接钢板32的圆孔上;第二索段29一端铰接于第一墩柱2底端,另一端环扣于交接钢板32的圆孔上;第三索段30一端铰接于第二墩柱3顶端,另一端环扣于交接钢板32的圆孔上;第四索段31一端铰接于第二墩柱3底端,另一端环扣于交接钢板32的圆孔上。第一索段28和第四索段31的轴线与交接钢板32的 -45° 对角线重合,第二索段29和第三索段30的轴线与交接钢板32的 45° 对角线重合。减震消能索8的每一索段都由高强弹簧33、SMA长棒34和PVC管35各一根构成,SMA长棒34贯穿于高强弹簧33内部,且SMA长棒34和高强弹簧33同心放置、端部固结;PVC管35环套在高强弹簧33外部,可防止高强弹簧33发生锈蚀,也可防止异物夹于高强弹簧33中。

[0047] 如图1~图6所示,震后可恢复功能的装配式桥梁双柱墩体系的具体施工步骤为:

[0048] 第一步,现场浇筑桩柱1,桩柱1柱顶预留孔槽11,孔槽11底部放置磁铁石12,注意桩柱1、孔槽11和磁铁石12的中心轴线重合。

[0049] 第二步,工厂预制第一墩柱2和第二墩柱3。准备好两个薄壁钢管15,将SMA板18焊接在第一墩柱2和第二墩柱3的墩底顶面,十字型钢板16内嵌于薄壁钢管15,然后将预应力筋13的下半段悬吊在十字型钢板16横截面与薄壁钢管15横截面形成的4个扇形空区,并在薄壁钢管15顶端固定预应力筋13;浇筑自密实混凝土14,注意浇筑到预应力筋13的底部时要放慢浇筑速度,避免将预应力筋13打偏,保证预应力筋13的轴线始终位于扇形的重心位置处;自密实混凝土14浇筑至薄壁钢管15的顶面并做抄平和抛光后,将带有4个圆形孔洞的顶钢板17穿过预应力筋13,并焊接在薄壁钢管15顶部,完成封顶。

[0050] 第三步,工厂预制第一盖梁4和第二盖梁5。首先预制钢箱20,采用焊接方式将外钢板组22连接在一起,形成钢槽,上端开口;采用焊接方式将内钢板组21连接在一起,形成井字型纵横交叉的钢板组,且每块钢板沿长度方向等间距设置圆形孔洞;然后将内钢板组21通过焊接方式镶嵌于外钢板组22之内;浇筑自密实混凝土14至钢箱20的顶面并做抄平和抛光后,用外钢板组22的钢板将第一盖梁4和第二盖梁5封顶。注意在第一盖梁4和第二盖梁5的预制过程中,在墩梁固结处各预留4个圆形孔洞,孔洞竖向贯穿第一盖梁4和第二盖梁5,用于穿过预应力筋13的上半段。

[0051] 第四步,现场装配第一墩柱2和第二墩柱3。第一墩柱2和第二墩柱3位于桩柱1上方,第一墩柱2和第二墩柱3的竖向中轴线都与桩柱1的竖向中轴线重合;首先将第一墩柱2和第二墩柱3的底端分别放入孔槽11内,使薄壁钢管15的外缘与孔槽11内缘之间保持等间距间隙,再在间隙之间填充废旧轮胎或橡胶碎块19,将薄壁钢管15的外缘与孔槽11内缘之间用废旧轮胎或橡胶碎块19塞满夯实;在第一墩柱2和第二墩柱3所在的平面两侧墩底处通过铰接方式呈八字型布置自复位防屈曲支撑9。

[0052] 第五步,现场装配第一盖梁4和第二盖梁5。第一盖梁4位于第一墩柱2上方,第一墩柱2的竖向中轴线垂直平分于第一盖梁4沿长度方向的中轴线,第二盖梁5位于第二墩柱3上方,第二墩柱3的竖向中轴线垂直平分于第二盖梁5沿长度方向的中轴线,第一盖梁4和第二盖梁5沿长度方向位于同一中轴线上;首先从第一盖梁4和第二盖梁5上预留的圆形孔洞中穿出预应力筋13的上半段,然后通过锚具23将预应力筋13固定在第一盖梁4和第二盖梁5的顶面,并剪掉预应力筋13的多余部分;再将第一墩柱2和第一盖梁4的交界处、第二墩柱3和

第二盖梁5的交界处沿圆周焊接一圈。施工过程中预应力筋13共用到8根,4根连接第一墩柱2和第一盖梁4,另4根连接第二墩柱3和第二盖梁5。

[0053] 第六步,在第一盖梁4和第二盖梁5之间安装铅芯橡胶支座。首先将铅芯橡胶支座7旋转 90° ,使其中轴线与第一盖梁4和第二盖梁5沿长度方向的中轴线保持重合;再将铅芯橡胶支座7底端通过螺栓固定于第一盖梁4右端,顶端通过螺栓固定于第二盖梁5左端。

[0054] 第七步,在第一盖梁4和第二盖梁5的梁端顶面分别设置双层组合挡块6。首先将第一钢板24和第二钢板25平行焊接在第一盖梁4的梁端,注意保证第一钢板24和第二钢板25的水平轴线与第一盖梁4沿长度方向的中轴线重合,第一钢板24的外表面与第一盖梁4的梁端侧面在同一竖平面上;然后将4根SMA短棒27分2组,每组2根,2根交叉放置,再将第一钢板24和第二钢板25对应的四角通过2组平行布置的SMA短棒27经焊接相连,最后将2根钢弹簧26水平布置,两端焊接在第一钢板24和第二钢板25之间。

[0055] 第八步,在第一墩柱2和第二墩柱3之间交叉布置减震消能索8。首先预制减震消能索8的第一索段28、第二索段29、第三索段30、第四索段31和交接钢板32;每一索段都由高强弹簧33、SMA长棒34和PVC管35各一根构成,SMA长棒34贯穿于高强弹簧33内部,且SMA长棒34和高强弹簧33同心放置、端部固结,PVC管35环套在高强弹簧33外部,以防止高强弹簧33发生锈蚀和有异物夹于高强弹簧33中;然后依次将第一索段28一端铰接于第一墩柱2顶端,另一端环扣于交接钢板32的圆孔上;第二索段29一端铰接于第一墩柱2底端,另一端环扣于交接钢板32的圆孔上;第三索段30一端铰接于第二墩柱3顶端,另一端环扣于交接钢板32的圆孔上;第四索段31一端铰接于第二墩柱3底端,另一端环扣于交接钢板32的圆孔上。注意第一索段28和第四索段31的轴线与交接钢板32的 -45° 对角线重合,第二索段29和第三索段30的轴线与交接钢板32的 45° 对角线重合。

[0056] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上诉揭示的技术内容做出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围。

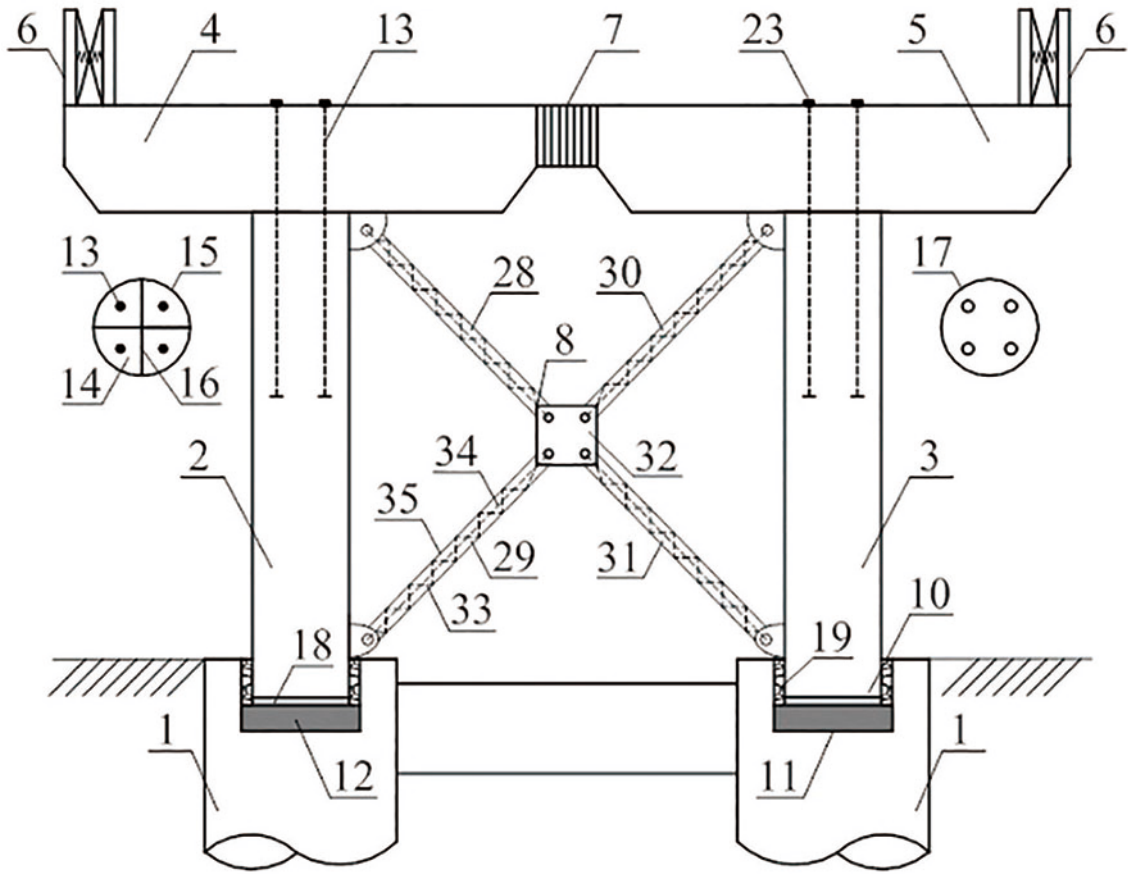


图1

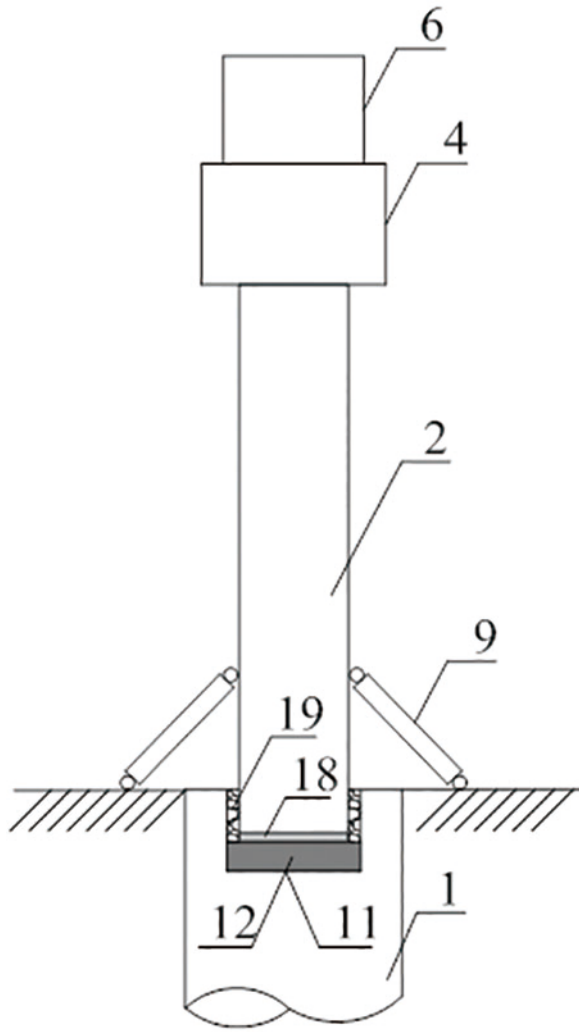


图2

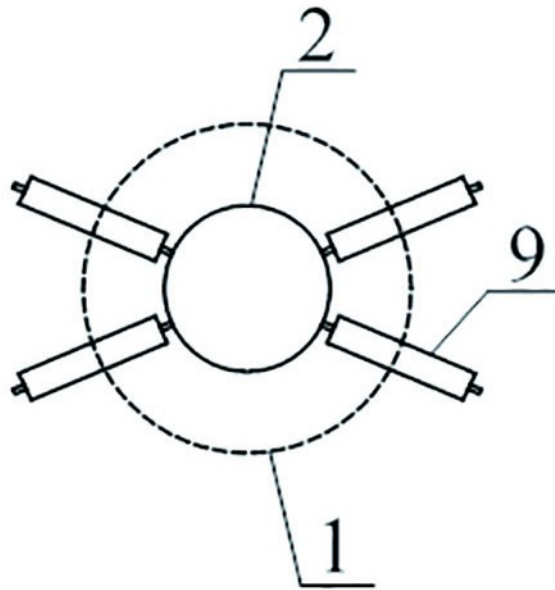


图3

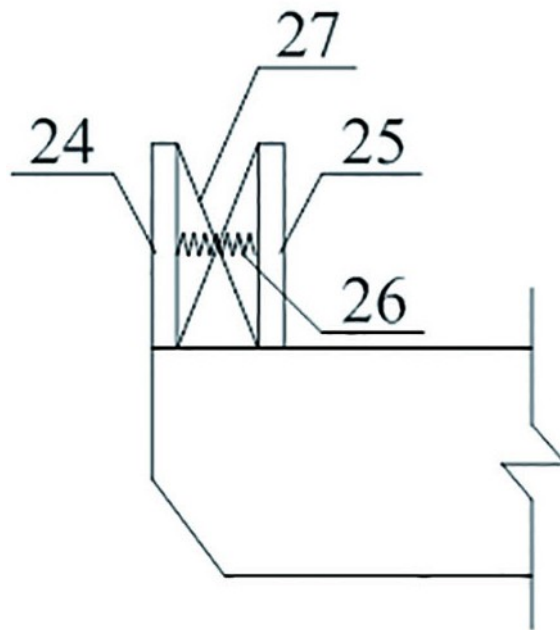


图4

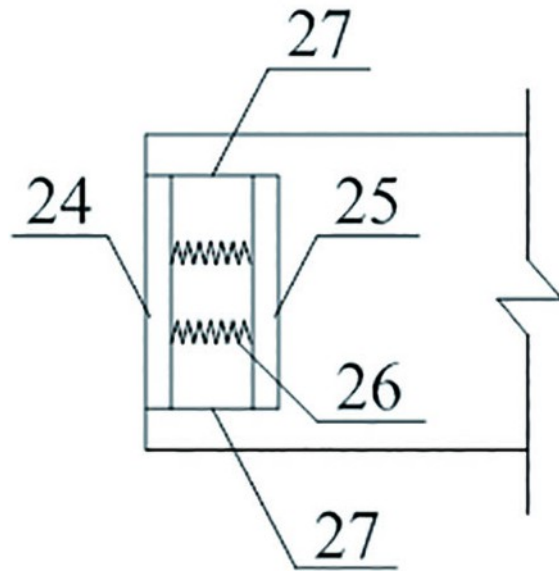


图5

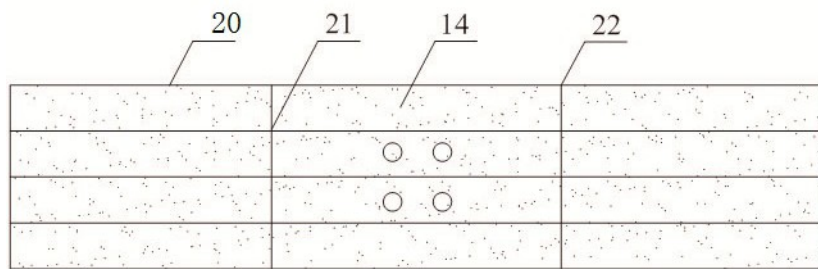


图6