



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112575674 A

(43) 申请公布日 2021.03.30

(21) 申请号 202011484593.5

F16F 15/02 (2006.01)

(22) 申请日 2020.12.16

F16F 15/04 (2006.01)

(71) 申请人 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 王军文 王昌鹏 高荣澳 刘丽杰  
彭涛 郭进

(74) 专利代理机构 北京青松知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 11384

代理人 郑青松

(51) Int.Cl.

E01D 19/00 (2006.01)

E01D 19/02 (2006.01)

E01D 19/04 (2006.01)

E01D 21/00 (2006.01)

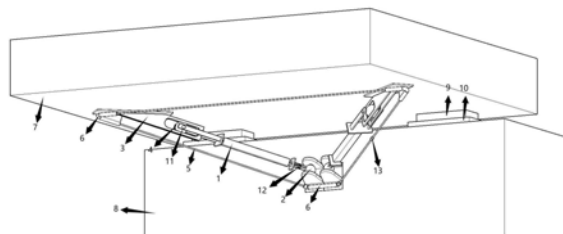
权利要求书3页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁  
限位装置

(57) 摘要

本发明涉及一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,该装置包括梁体和桥墩,包括V型布置的两组屈曲约束支撑结构、限位滑动连接组件、球铰以及环形限位拉索。屈曲约束支撑结构的两端分别连接球铰及刚性光滑球体,在梁体小位移情况下,刚性光滑球体在限位滑动连接组件的孔道内自由相对滑动;当梁体发生较大的地震位移时,屈曲约束支撑结构通过弹性变形消耗地震能量。环形限位拉索在屈曲约束支撑结构受拉失效后发挥限位作用。本发明根据多级设防的抗震理念,结合传统的屈曲约束支撑结构和拉索限位器的技术,可有效限制梁体在纵向、横向和竖向地震动下的位移,结构简单可靠。



1. 一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,包括梁体(7)和桥墩(8),梁体(7)和桥墩(8)间设置有板式橡胶支座(9)和支座垫石(10),其特征在于:所述的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置由V型布置的两组屈曲约束支撑结构(1)、限位滑动连接组件(3)、球铰(2)以及环形限位拉索(5)组成;所述的屈曲约束支撑结构(1)包括连接部位(1e)、角钢(1d)、支撑内芯(1a)、外包钢管(1b),支撑内芯(1a)与外包钢管(1b)之间填充有砂浆或混凝土(1c),支撑内芯(1a)两端分别设置有连接部位(1e)、角钢(1d);

所述的限位滑动连接组件(3)包括两块打孔四边形竖肢钢板(3b)及端部的预埋钢板(3c),预埋钢板(3c)固定于梁底(7);

所述的屈曲约束支撑结构(1)一端的角钢(1d)连接球铰(2),另一端的连接部位(1e)连接刚性光滑球体(4),其通过连接销轴(11)穿过刚性光滑球体(4)及连接部位(1e),将限位滑动连接组件(3)的两块打孔四边形竖肢钢板(3b)与连接部位(1e)连接起来,所述刚性光滑球体(4)可在限位滑动连接组件(3)的打孔四边形竖肢钢板(3b)上的预留长条形孔道(3a)内滑动,使屈曲约束支撑(1)仅受轴力;

所述屈曲约束支撑结构(1)端部的四根角钢(1d)夹住球铰(2)上的十字型连接部位(2a)并采用螺栓(12)锚固;两组球铰(2)对称布置于桥墩(8)侧壁中心线两侧;球铰(2)位置处设置有球铰预埋钢板(2c);

所述的环形限位拉索(5)穿过固定于球铰预埋钢板(2c)和预埋钢板(3c)上的拉索索道(6),并通过钢绞线连接器(13)连接形成闭环。

2. 根据权利要求1所述的一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,其特征在于:所述的两组屈曲约束支撑结构(1)所夹角度为 $90^{\circ}$ ,呈V型布置于梁底(7)和桥墩(8)上,即两个球铰(2)相邻布置于桥墩(8)侧壁上端,两个限位滑动连接组件(3)分散布置于梁底(7)上。

3. 根据权利要求1所述的一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,其特征在于:所述的两组屈曲约束支撑结构(1)沿纵桥向呈倒V型布置,即两个球铰(2)相邻布置于梁底(7),两个限位滑动连接组件(3)分散布置于桥墩(8)侧壁上端,两个屈曲约束支撑结构(1)所构成的夹角为 $90^{\circ}$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,其特征在于:所述的两组屈曲约束支撑结构(1)夹角的中线与水平方向所成的角度为 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,其特征在于:十字型连接部位(2a)、角钢(1d)及二者的连接螺栓(12)的设计承载力大于屈曲约束支撑结构(1)的极限承载力,屈曲约束支撑结构(1)另一端的连接部位(1e)和连接销轴(11)的极限承载力也大于屈曲约束支撑结构(1)的极限承载力,保证屈曲约束支撑结构(1)的有效工作,同时也满足功能性构件可更换的要求。

6. 根据权利要求1所述的一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,其特征在于:在初始位置,所述的刚性光滑球体(4)位于限位滑动连接组件(3)的两块打孔四边形竖肢钢板(3b)的预留长条形孔道(3a)中间;在小震或正常运营情况下,梁体(7)在水平或垂直方向发生小位移时,刚性光滑球体(4)在预留长条形孔道(3a)内发生自由相对运动,但不与预留长条形孔道(3a)两端接触,不激活屈曲约束支撑结构(1),满足了梁体(7)在受

活载、温度变形和风荷载正常运营情况下该装置的使用要求;在中震情况下,梁体(7)发生较大的水平和竖直位移,此时刚性光滑球体(4)与限位滑动连接组件(3)的预留长条形孔道(3a)的端部接触,激活屈曲约束支撑结构(1),此时当梁体(7)在纵向和竖向远离桥墩(8)时,两组屈曲约束支撑结构(1)的支撑内芯(1a)共同受拉,发生弹塑性变形消耗地震能量;当梁体(7)在纵向和竖向靠近桥墩(8)时,两组屈曲约束支撑结构(1)的支撑内芯(1a)共同受压,发生弹塑性变形消耗地震能量;当梁体(7)发生横向位移时,位移方向一侧的屈曲约束支撑结构(1)受压,另一侧的屈曲约束支撑结构(1)受拉,限制梁体(7)的横向移动;在中震作用下,梁体(7)发生任何方向的位移,两组屈曲约束支撑结构(1)均能通过弹塑性变形有效限制梁体(7)的位移;在大震作用下,梁体(7)与桥墩(8)的相对位移过大,屈曲约束支撑结构(1)的支撑内芯(1a)受拉失效,此时环形限位拉索(5)开始受拉发挥作用,通过环形限位拉索(5)良好的受拉性能限制梁体(7)位移,有效减小了梁体(7)的落梁风险。

7. 根据权利要求6所述的一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,其特征在于:环形限位拉索(5)采用高强度低松弛钢绞线,其单束公称直径为15.24mm,抗拉强度为1860MPa;拉索索道(6)内部和环形限位拉索(5)表面涂有无粘结材料,保证环形限位拉索(5)自由受拉变形。

8. 根据权利要求1所述的一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,其特征在于:限位滑动连接组件(3)位置处的悬空的拉索索道(6)与预埋钢板(3c)之间焊接竖向钢板(6a),拉索索道(6)弯折位置为圆弧形过渡,减小环形限位拉索(5)在弯折处产生的应力集中。

9. 根据权利要求1-7任一项所述的一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,其特征在于:采用桥台替代权利要求1-7任一项所述的基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置中的桥墩(8),将两个屈曲约束支撑结构(1)以及环形限位拉索(5)设置在梁体(7)下端与桥台前墙之间。

10. 一种根据权利要求1-2,4-8所述的基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置的安装方法,其特征在于:包括如下步骤:

步骤一:安装预埋件

提前在桥墩(8)上球铰(2)位置处设置球铰预埋钢筋(2b)和球铰预埋钢板(2c),球铰预埋钢筋(2b)焊接在球铰预埋钢板(2c)上,球铰预埋钢筋(2b)锚固在桥墩(8)内部;在梁底(7)上限位滑动连接组件(3)位置处设置预埋钢筋(3d)和预埋钢板(3c),预埋钢筋(3d)焊接在预埋钢板(3c)上,预埋钢筋(3d)向上锚固在梁体(7)内部;

步骤二:安装球铰(2)

将球铰(2)焊接至球铰预埋钢板(2c)上;

步骤三:安装限位滑动连接组件(3)

将打孔的刚性光滑球体(4)放入两块四边形竖肢钢板(3b)的预留长条形孔道(3a)之间,设置好两块四边形竖肢钢板(3b)之间的距离并将其焊接在预埋钢板(3c)上;

步骤四:安装屈曲约束支撑结构(1)

屈曲约束支撑结构(1)一端的四根角钢(1d)与球铰(2)的十字型连接部位(2a)采用螺栓(12)锚固,另一端的连接部位(1e)与打孔的刚性光滑球体(4)用连接销轴(11)进行连接;

步骤五:安装环形限位拉索(5)

将拉索索道(6)焊接至球铰(2)的球铰预埋钢板(2c)和限位滑动连接组件(3)的预埋钢板(3c)上,保证环形限位拉索能够平顺穿过拉索索道(6);在悬空的拉索索道(6)与预埋钢板(3c)之间焊接竖向钢板(6a);环形限位拉索(5)穿过拉索索道(6)后,用钢绞线连接器(13)将环形限位拉索(5)两端连接并形成闭环。

## 基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,属于桥梁抗震和桥梁减隔震技术领域。

### 背景技术

[0002] 近些年来,世界发生多次强烈地震,对人类生命财产造成严重损失。桥梁抗震问题,已成为工程领域关注的焦点。对于跨断层或近断层桥梁,因断层破裂过程复杂,地表破裂永久位移难以预测,桥梁可能受到来自纵向、横向和竖向的各个方向的地震力,桥梁的落梁和碰撞破坏尤为严重。

[0003] 目前我国对桥梁的三向限位装置的研究非常少,研究主要集中在简单的单向限位装置,但是效果并不明显。因此结合多级设防,分级破坏的原则,采用组合式限位装置抵抗三向地震,是非常有必要的。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明提供一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震桥梁限位装置,通过组合式的屈曲约束支撑结构的弹塑性变形耗能,能有效抑制梁体在三向地震动下的位移,结构设计合理,简单可靠。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术手段如下:

[0006] 一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,包括梁体和桥墩,梁体和桥墩间设置有板式橡胶支座和支座垫石,所述的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置由V型布置的两组屈曲约束支撑结构、限位滑动连接组件、球铰以及环形限位拉索组成;所述的屈曲约束支撑结构包括连接部位、角钢、支撑内芯、外包钢管,支撑内芯与外包钢管之间填充有砂浆或混凝土,支撑内芯两端分别设置有连接部位、角钢;

[0007] 所述的限位滑动连接组件包括两块打孔四边形竖肢钢板及端部的预埋钢板,预埋钢板固定于梁底;

[0008] 所述的屈曲约束支撑结构一端的角钢连接球铰,另一端的连接部位连接刚性光滑球体,其通过连接销轴穿过刚性光滑球体及连接部位,将限位滑动连接组件的两块打孔四边形竖肢钢板与连接部位连接起来,所述刚性光滑球体可在限位滑动连接组件的打孔四边形竖肢钢板上的预留长条形孔道内滑动,使屈曲约束支撑仅受轴力;

[0009] 所述屈曲约束支撑结构端部的四根角钢夹住球铰上的十字型连接部位并采用螺栓锚固;两组球铰对称布置于桥墩侧壁中心线两侧;球铰位置处设置有球铰预埋钢板;

[0010] 所述的环形限位拉索穿过固定于球铰预埋钢板和预埋钢板上的拉索索道,并通过钢绞线连接器连接形成闭环。

[0011] 进一步地,所述的两组屈曲约束支撑结构所夹角度为 $90^{\circ}$ ,呈V型布置于梁底和桥墩上,即两个球铰相邻布置于桥墩侧壁上端,两个限位滑动连接组件分散布置于梁底上。

[0012] 进一步地,所述的两组屈曲约束支撑结构沿纵桥向呈倒V型布置,即两个球铰相邻

布置于梁底,两个限位滑动连接组件分散布置于桥墩侧壁上端,两个屈曲约束支撑结构所构成的夹角为 $90^{\circ}$ 。

[0013] 进一步地,所述的两组屈曲约束支撑结构夹角的中线与水平方向所成的角度为 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。

[0014] 进一步地,十字型连接部位、角钢及二者的连接螺栓的设计承载力大于屈曲约束支撑结构的极限承载力,屈曲约束支撑结构另一端的连接部位和连接销轴的极限承载力也大于屈曲约束支撑结构的极限承载力,保证屈曲约束支撑结构的有效工作,同时也满足功能性构件可更换的要求。

[0015] 进一步地,在初始位置,所述的刚性光滑球体位于限位滑动连接组件的两块打孔四边形竖肢钢板的预留长条形孔道中间;在小震或正常运营情况下,梁体在水平或竖直方向发生小位移时,刚性光滑球体在预留长条形孔道内发生自由相对运动,但不与预留长条形孔道两端接触,不激活屈曲约束支撑结构,满足了梁体在受活载、温度变形和风荷载正常运营情况下该装置的使用要求;在中震情况下,梁体发生较大的水平和竖直位移,此时刚性光滑球体与限位滑动连接组件的预留长条形孔道的端部接触,激活屈曲约束支撑结构,此时当梁体在纵向和竖向远离桥墩时,两组屈曲约束支撑结构的支撑内芯共同受拉,发生弹塑性变形消耗地震能量;当梁体在纵向和竖向靠近桥墩时,两组屈曲约束支撑结构的支撑内芯共同受压,发生弹塑性变形消耗地震能量;当梁体发生横向位移时,位移方向一侧的屈曲约束支撑结构受压,另一侧的屈曲约束支撑结构受拉,限制梁体的横向移动;在中震作用下,梁体发生任何方向的位移,两组屈曲约束支撑结构均能通过弹塑性变形有效限制梁体的位移;在大震作用下,梁体与桥墩的相对位移过大,屈曲约束支撑结构的支撑内芯受拉失效,此时环形限位拉索开始受拉发挥作用,通过环形限位拉索良好的受拉性能限制梁体位移,有效减小了梁体的落梁风险。

[0016] 进一步地,环形限位拉索采用高强度低松弛钢绞线,其单束公称直径为15.24mm,抗拉强度为1860MPa;拉索索道内部和环形限位拉索表面涂有无粘结材料,保证环形限位拉索自由受拉变形。

[0017] 进一步地,限位滑动连接组件位置处的悬空的拉索索道与预埋钢板之间焊接竖向钢板,拉索索道弯折位置为圆弧形过渡,减小环形限位拉索在弯折处产生的应力集中。

[0018] 进一步地,采用桥台替代权利要求1-7任一项所述的基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置中的桥墩,将两个屈曲约束支撑结构以及环形限位拉索设置在梁体下端与桥台前墙之间。

[0019] 上述基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置的安装方法,包括如下步骤:

[0020] 步骤一:安装预埋件

[0021] 提前在桥墩上球铰位置处设置球铰预埋钢筋和球铰预埋钢板,球铰预埋钢筋焊接在球铰预埋钢板上,球铰预埋钢筋锚固在桥墩内部;在梁底上限位滑动连接组件位置处设置预埋钢筋和预埋钢板,预埋钢筋焊接在预埋钢板上,预埋钢筋向上锚固在梁体内部;

[0022] 步骤二:安装球铰

[0023] 将球铰焊接至球铰预埋钢板上;

[0024] 步骤三:安装限位滑动连接组件

[0025] 将打孔的刚性光滑球体放入两块四边形竖肢钢板的预留长条形孔道之间,设置好两块四边形竖肢钢板之间的距离并将其焊接在预埋钢板上;

[0026] 步骤四:安装屈曲约束支撑结构

[0027] 屈曲约束支撑结构一端的四根角钢与球铰的十字型连接部位采用螺栓锚固,另一端的连接部位与打孔的刚性光滑球体用连接销轴进行连接;

[0028] 步骤五:安装环形限位拉索

[0029] 将拉索索道焊接至球铰的球铰预埋钢板和限位滑动连接组件的预埋钢板上,保证环形限位拉索能够平顺穿过拉索索道;在悬空的拉索索道与预埋钢板之间焊接竖向钢板;环形限位拉索穿过拉索索道后,用钢绞线连接器将环形限位拉索两端连接并形成闭环。

[0030] 相比于现有技术,本发明取得了如下技术效果:

[0031] 本发明创造性地提出一种基于BRB技术的三向桥梁限位装置及,屈曲约束支撑结构两端均采用球铰连接,转动灵活,其在受力时仅受轴力,能保持在最优受力状态。球铰和屈曲约束支撑结构采用角钢和螺栓进行加强,同时便于拆卸和更换。

[0032] 本发明在小位移情况下正常运营,中位移情况下耗能,大位移情况下限位,利用屈曲约束支撑结构自身良好的抗震性能以及耗能能力和拉索优良的受拉性能,有效解决了当前桥梁限位装置性能不佳、实用性差的问题。本发明符合分级设防的要求,结构安全可靠,成本较低,限位性能优良,便于使用和推广。

## 附图说明

[0033] 图1是本发明的一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置应用时的结构示意图。

[0034] 图2是本发明的一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置应用时的立面图。

[0035] 图3是本发明的一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置应用时的左视图。

[0036] 图4是球铰未转动时屈曲约束支撑结构的结构示意图。

[0037] 图5是图4中A-A剖面的结构示意图。

[0038] 图6为屈曲约束支撑示意图。

[0039] 图7为屈曲约束支撑结构端部角钢与球铰十字型连接部位的连接细部图。

[0040] 图8为球铰位置处拉索索道、拉索的布置示意图。

[0041] 图9为限位滑动连接组件位置处拉索索道、拉索的布置示意图。

## 具体实施方式

[0042] 下面结合附图1-9和具体实施方式对本发明专利做进一步详细的说明。

[0043] 实施例1

[0044] 如图1-9所示,本发明的一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,包括梁体7和桥墩8,梁体7和桥墩8间设置有板式橡胶支座9和支座垫石10,如图1-3所示,组合式多级三向抗震的桥梁限位装置由V型布置的两组屈曲约束支撑结构1、限位滑动连接组件3、球铰2以及环形限位拉索5组成。如图4-6所示,屈曲约束支撑结构1包括连接部

位1e、角钢1d、支撑内芯1a、外包钢管1b,支撑内芯1a与外包钢管1b之间填充有砂浆或混凝土1c,支撑内芯1a两端分别设置有连接部位1e、角钢1d。限位滑动连接组件3包括两块打孔四边形竖肢钢板3b及端部的预埋钢板3c,预埋钢板3c固定于梁底7。屈曲约束支撑结构1一端的角钢1d连接球铰2,另一端的连接部位1e连接刚性光滑球体4,其通过连接销轴11穿过刚性光滑球体4及连接部位1e,将限位滑动连接组件3的两块打孔四边形竖肢钢板3b与连接部位1e连接起来,刚性光滑球体4可在限位滑动连接组件3的打孔四边形竖肢钢板3b上的预留长条形孔道3a内滑动,使屈曲约束支撑1仅受轴力。屈曲约束支撑结构1端部的四根角钢1d夹住球铰2上的十字型连接部位2a并采用螺栓12锚固,如图7-8所示。两组球铰2对称布置于桥墩8侧壁中心线两侧。球铰2位置处设置有球铰预埋钢板2c。如图9所示,环形限位拉索5穿过固定于球铰预埋钢板2c和预埋钢板3c上的拉索索道6,并通过钢绞线连接器13连接形成闭环。十字型连接部位2a、角钢1d及二者的连接螺栓12的设计承载力大于屈曲约束支撑结构1的极限承载力,屈曲约束支撑结构1另一端的连接部位1e和连接销轴11的极限承载力也大于屈曲约束支撑结构1的极限承载力,保证屈曲约束支撑结构1的有效工作,同时也满足功能性构件可更换的要求。

[0045] 本实施例中,两组屈曲约束支撑结构1所夹角度为 $90^\circ$ ,呈V型布置于梁底7和桥墩8上,即两个球铰2相邻布置于桥墩8侧壁上端,两个限位滑动连接组件3分散布置于梁底7上。两组屈曲约束支撑结构1夹角的中线与水平方向所成的角度为 $25^\circ$ 。

[0046] 本实施例中,环形限位拉索5采用高强度低松弛钢绞线,其单束公称直径为15.24mm,抗拉强度为1860MPa。拉索索道6内部和环形限位拉索5表面涂有无粘结材料,保证环形限位拉索5自由受拉变形。限位滑动连接组件3位置处的悬空的拉索索道6与预埋钢板3c之间焊接竖向钢板6a,拉索索道6弯折位置为圆弧形过渡,减小环形限位拉索5在弯折处产生的应力集中。

[0047] 在初始位置,刚性光滑球体4位于限位滑动连接组件3的两块打孔四边形竖肢钢板3b的预留长条形孔道3a中间。在小震或正常运营情况下,梁体7在水平或竖直方向发生小位移时,刚性光滑球体4在预留长条形孔道3a内发生自由相对运动,但不与预留长条形孔道3a两端接触,不激活屈曲约束支撑结构1,满足了梁体7在受活载、温度变形和风荷载正常运营情况下该装置的使用要求。在中震情况下,梁体7发生较大的水平和竖直位移,此时刚性光滑球体4与限位滑动连接组件3的预留长条形孔道3a的端部接触,激活屈曲约束支撑结构1,此时当梁体7在纵向和竖向远离桥墩8时,两组屈曲约束支撑结构1的支撑内芯1a共同受拉,发生弹塑性变形消耗地震能量。当梁体7在纵向和竖向靠近桥墩8时,两组屈曲约束支撑结构1的支撑内芯1a共同受压,发生弹塑性变形消耗地震能量。当梁体7发生横向位移时,位移方向一侧的屈曲约束支撑结构1受压,另一侧的屈曲约束支撑结构1受拉,限制梁体7的横向移动。在中震作用下,梁体7发生任何方向的位移,两组屈曲约束支撑结构1均能通过弹塑性变形有效限制梁体7的位移。在大震作用下,梁体7与桥墩8的相对位移过大,屈曲约束支撑结构1的支撑内芯1a受拉失效,此时环形限位拉索5开始受拉发挥作用,通过环形限位拉索5良好的受拉性能限制梁体7位移,有效减小了梁体7的落梁风险。

[0048] 上述基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置的安装方法,包括如下步骤:

[0049] 步骤一:安装预埋件

[0050] 提前在桥墩8上球铰2位置处设置球铰预埋钢筋2b和球铰预埋钢板2c,球铰预埋钢筋2b焊接在球铰预埋钢板2c上,球铰预埋钢筋2b锚固在桥墩8内部。在梁底7上限位滑动连接组件3位置处设置预埋钢筋3d和预埋钢板3c,预埋钢筋3d焊接在预埋钢板3c上,预埋钢筋3d向上锚固在梁体7内部。

[0051] 步骤二:安装球铰2

[0052] 将球铰2焊接至球铰预埋钢板2c上。

[0053] 步骤三:安装限位滑动连接组件3

[0054] 将打孔的刚性光滑球体4放入两块四边形竖肢钢板3b的预留长条形孔道3a之间,设置好两块四边形竖肢钢板3b之间的距离并将其焊接在预埋钢板3c上。

[0055] 步骤四:安装屈曲约束支撑结构1

[0056] 屈曲约束支撑结构1一端的四根角钢1d与球铰2的十字型连接部位2a采用螺栓12锚固,另一端的连接部位1e与打孔的刚性光滑球体4用连接销轴11进行连接。

[0057] 步骤五:安装环形限位拉索5

[0058] 将拉索索道6焊接至球铰2的球铰预埋钢板2c和限位滑动连接组件3的预埋钢板3c上,保证环形限位拉索能够平顺穿过拉索索道6。在悬空的拉索索道6与预埋钢板3c之间焊接竖向钢板6a。环形限位拉索5穿过拉索索道6后,用钢绞线连接器13将环形限位拉索5两端连接并形成闭环。

[0059] 实施例2

[0060] 本发明的一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,其两组屈曲约束支撑结构1沿纵桥向呈倒V型布置,即两个球铰2相邻布置于梁底7,两个限位滑动连接组件3分散布置于桥墩8侧壁上端,两个屈曲约束支撑结构1所构成的夹角为 $90^{\circ}$ 。其余部位连接方式同实施例1,此处不再赘述。

[0061] 实施例3

[0062] 本发明的一种基于BRB技术的组合式多级三向抗震的桥梁限位装置,采用桥台替代桥墩8,将两个屈曲约束支撑结构1以及环形限位拉索5设置在梁体7下端与桥台前墙之间。其余部位连接方式同实施例1,此处不再赘述。

[0063] 上述实施例只是为了更清楚说明本发明的技术方案做出的列举,并非对本发明的限定,本领域的普通技术人员根据本领域的公知常识对本申请技术方案的变通亦均在本申请保护范围之内,总之,上述实施例仅为列举,本申请的保护范围以所附权利要求书范围为准。

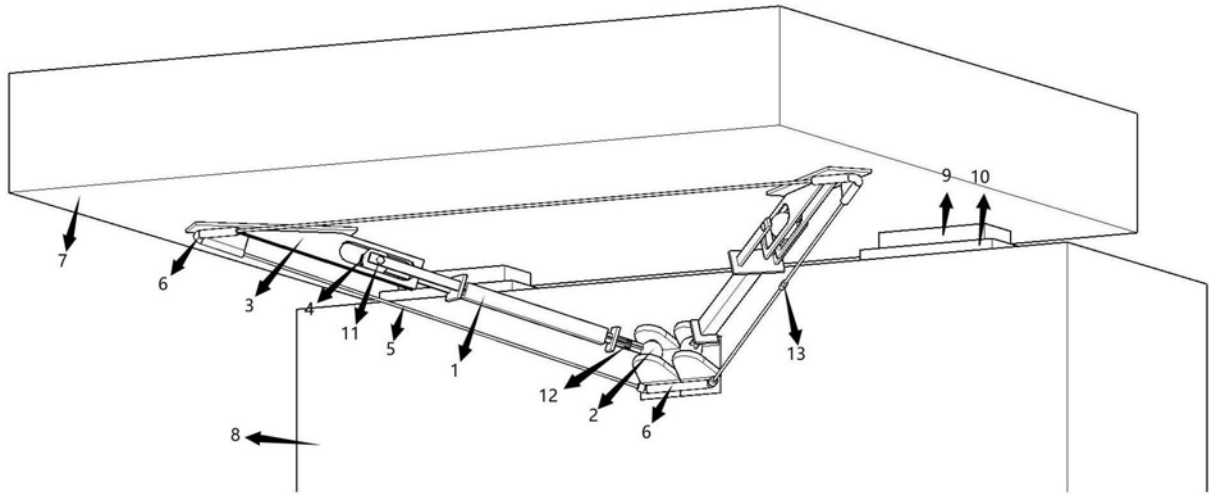


图1

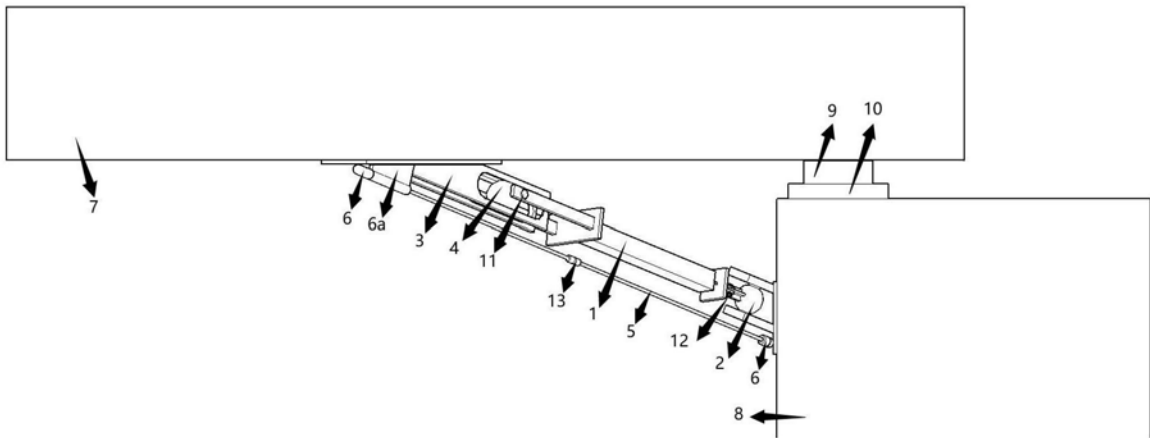


图2

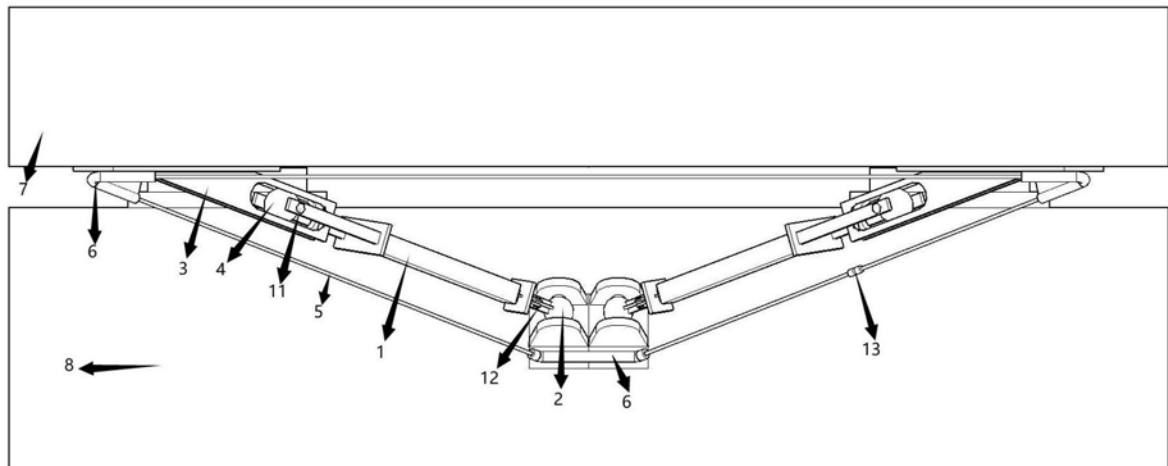


图3

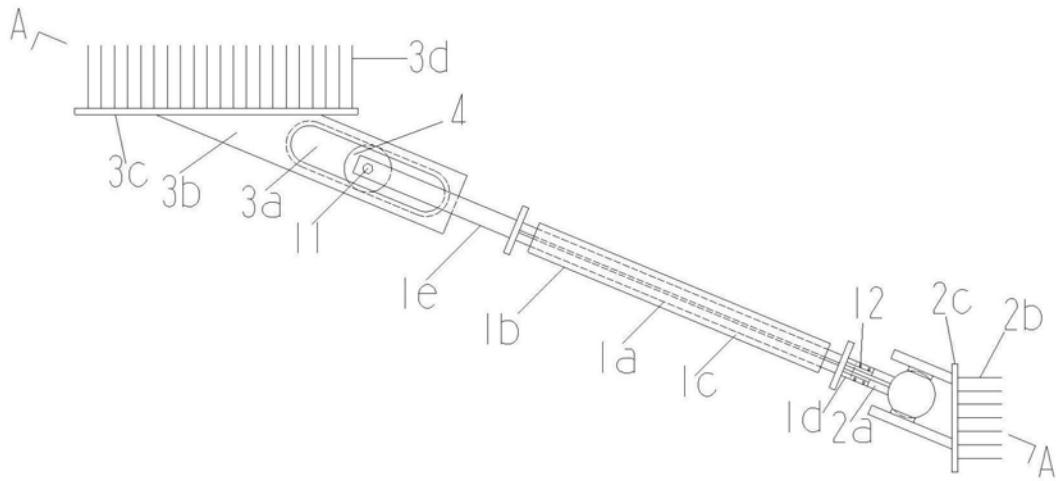


图4

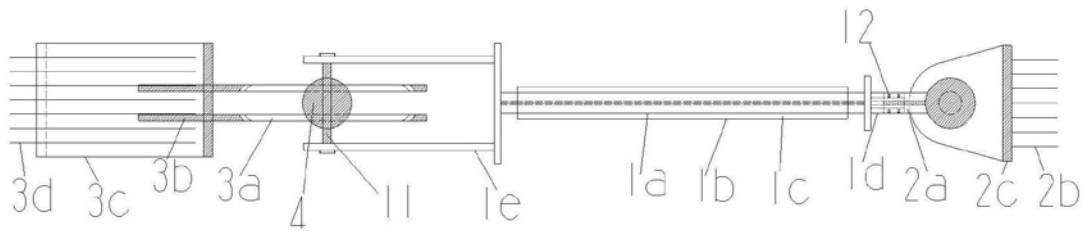


图5

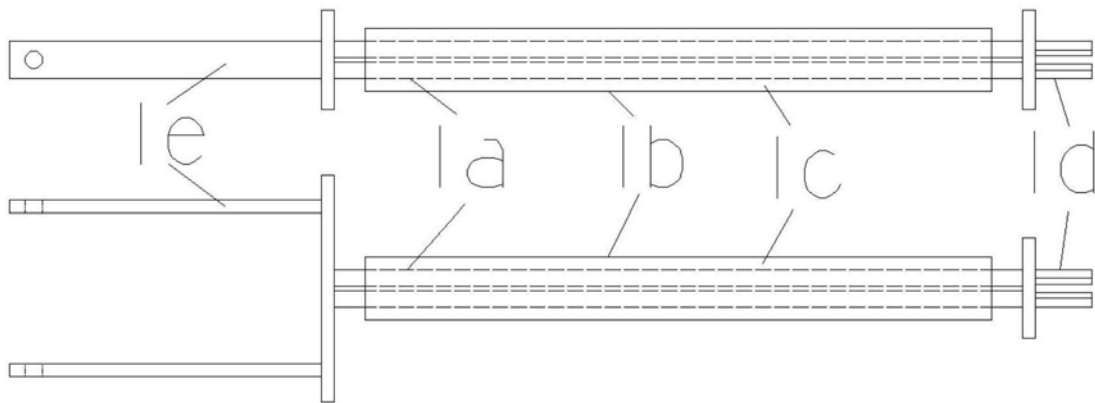


图6

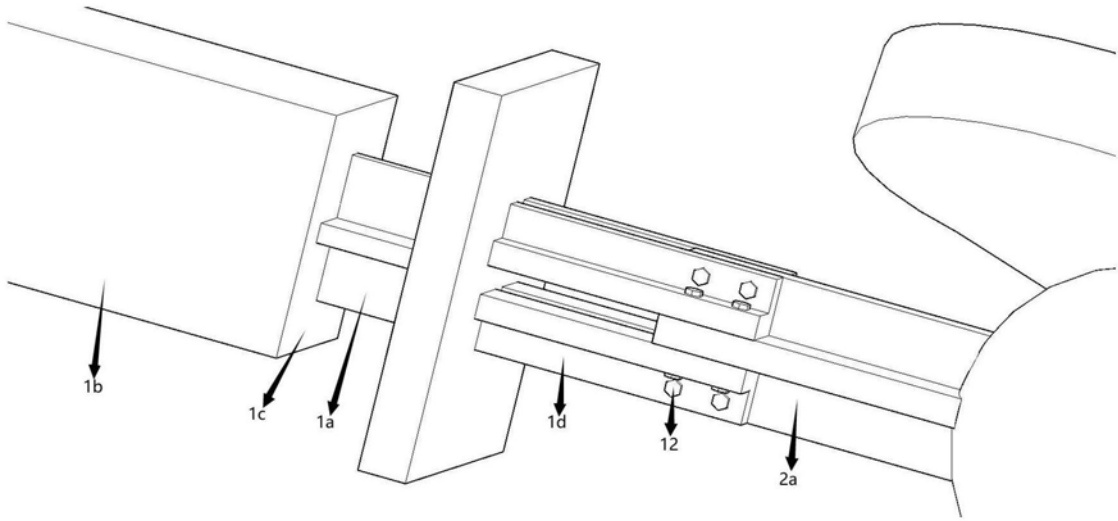


图7

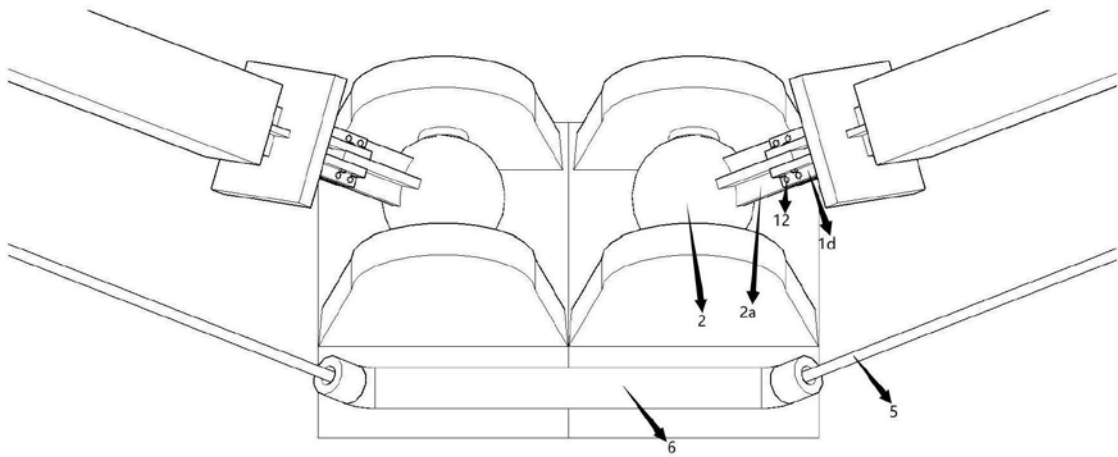


图8

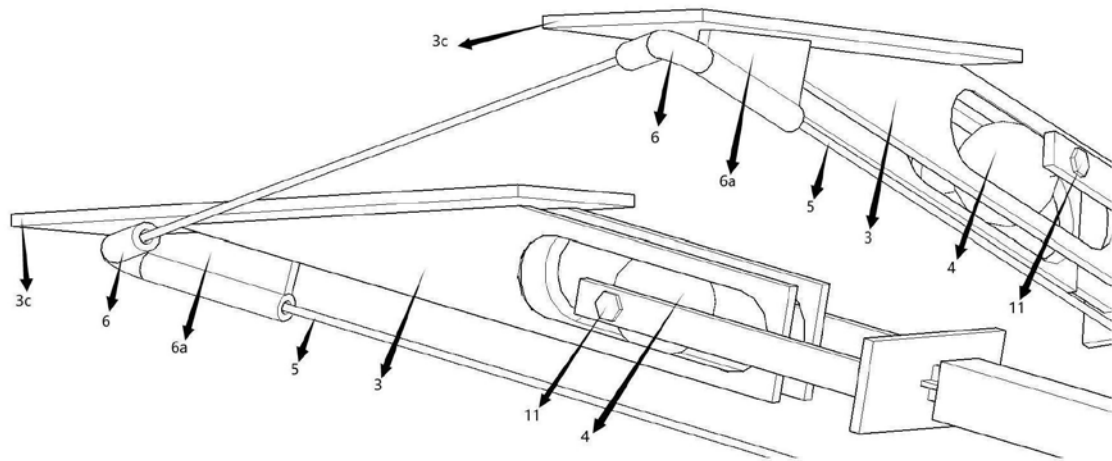


图9