



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107217866 A

(43)申请公布日 2017. 09. 29

(21)申请号 201710586489.9

(22)申请日 2017.07.18

(71)申请人 西安建筑科技大学

地址 710055 陕西省西安市碑林区雁塔路
13号

(72)发明人 张锡成 张玉涛

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 姚咏华

(51)Int.Cl.

E04G 23/02(2006.01)

E04B 1/26(2006.01)

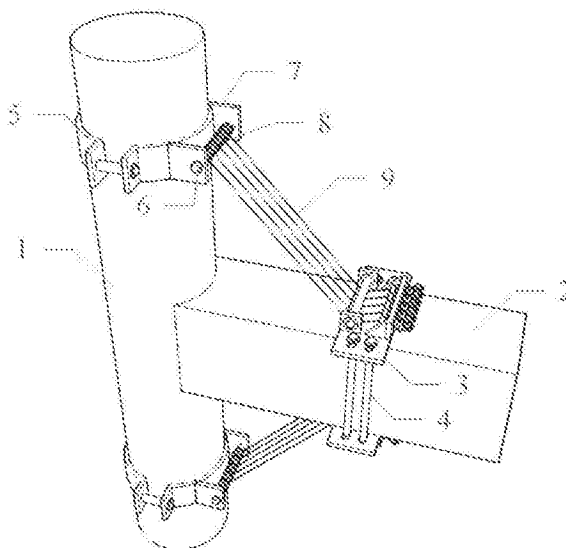
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

一种装置形状记忆合金丝的木结构榫卯节点

(57)摘要

本发明公开了一种装置形状记忆合金丝的木结构榫卯节点,包括木柱,和通过榫卯节点连接木柱的木梁,榫卯节点处的木柱和木梁之间上下分别连接有若干数量相同、直径相同的形状记忆合金丝,若干形状记忆合金丝一端通过水平钢板连接件分别固定在木梁上下端面,另一端通过木柱卡箍连接件分别固定在木柱上下柱面内侧;形状记忆合金丝沿木梁轴心上下对称,当榫卯节点发生反复转动时,通过形状记忆合金丝发生反复拉伸及复位,承受木柱和木梁的内力。本发明加固木结构榫卯节点的抗剪承载能力、抗弯承载能力明显提高,耗能能力也显著提高,震后可恢复,无残余变形;具有良好的耐久性、抗腐蚀性能和抗疲劳性能。



1. 一种装置形状记忆合金丝的木结构榫卯节点, 包括木柱(1), 和通过榫卯节点连接木柱(1)的木梁(2), 其特征在于: 所述榫卯节点处的木柱(1)和木梁(2)之间上下分别连接有若干数量相同、直径相同的形状记忆合金丝(9), 若干形状记忆合金丝(7)一端通过水平钢板连接件分别固定在木梁(2)上下端面, 另一端通过木柱卡箍连接件分别固定在木柱(1)上下柱面内侧; 所述形状记忆合金丝(7)沿木梁(2)轴心上下对称, 当榫卯节点发生反复转动时, 通过形状记忆合金丝发生反复拉伸及复位, 承受木柱和木梁的内力。

2. 根据权利要求1所述的装置形状记忆合金丝的木结构榫卯节点, 其特征在于: 所述水平钢板连接件包括分别分布在木梁(2)上下的水平钢板(3), 和连接上下水平钢板(3)的竖向螺杆(4), 所述水平钢板(3)上分别设有由轴承支座(11)支撑的转动圆轴(10)和由竖向钢板(12)连接的若干个可调预应变装置(13)。

3. 根据权利要求2所述的装置形状记忆合金丝的木结构榫卯节点, 其特征在于: 所述可调预应变装置(13)包括若干贯穿竖向钢板(12)的螺杆(13-1)、固定螺杆(13-1)的螺母(13-2)和连接所述螺杆(13-1)的调节螺栓(13-3), 所述调节螺栓(13-3)沿螺杆(13-1)垂直分布。

4. 根据权利要求2所述的装置形状记忆合金丝的木结构榫卯节点, 其特征在于: 所述转动圆轴(10)连接在轴承支座(11)上, 转动圆轴(10)上开有与形状记忆合金丝(9)同等数量的凹槽。

5. 根据权利要求2所述的装置形状记忆合金丝的木结构榫卯节点, 其特征在于: 所述竖向螺杆(4)贯穿在水平钢板(3)的椭圆孔中, 椭圆孔分布在水平钢板(3)的轴承支座(11)和竖向钢板(12)两侧。

6. 根据权利要求1所述的装置形状记忆合金丝的木结构榫卯节点, 其特征在于: 所述木柱卡箍连接件包括连接在木柱(1)上的一对弧形钢板(5), 和连接弧形钢板(5)的螺栓, 所述木柱(1)内侧的弧形钢板(5)上设有由方形钢板(7)支撑的水平螺杆(6)。

7. 根据权利要求6所述的装置形状记忆合金丝的木结构榫卯节点, 其特征在于: 所述水平螺杆(6)上均布有与形状记忆合金丝(9)同等数量的法兰螺母对, 每对法兰螺母(8)用来固定形状记忆合金丝(9)。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的装置形状记忆合金丝的木结构榫卯节点, 其特征在于: 若干根形状记忆合金丝(9)一端沿转动圆轴(10)下方的凹槽穿过并连接到可调预应变装置(13)上, 具体连接方式为形状记忆合金丝(9)一端贯穿固定螺杆(13-1)固定在调节螺杆(13-3)上, 另一端固定在木柱(1)上的水平螺杆(6)法兰螺母对上; 若干根形状记忆合金丝(9)通过调节螺栓(13-3)调节受力均等。

一种装置形状记忆合金丝的木结构榫卯节点

技术领域

[0001] 本发明涉及一种装置形状记忆合金丝的古建筑及现代木结构榫卯节点,属于古建筑木结构及现代木结构加固保护、抗震减灾领域。适合传统木结构及现代木结构抗震减灾需求。

背景技术

[0002] 中国古建筑木结构历史悠久,遍布全国各地,蕴含着宝贵的传统营造技艺和建筑文化。现存的古建筑有北京故宫、山西应县木塔、承德避暑山庄、蓟县独乐寺等。古建筑木结构梁柱连接方式主要为榫卯连接,即梁端做成榫头形式,柱端做成卯口形式。榫卯连接具有刚柔并济的作用,为典型的半刚性连接。在诸如地震、风荷载作用下,榫卯节点发生挤压变形,榫头松动甚至拔出,其受弯、剪、扭等基本承载能力减弱。现代木结构连接方式大多采用钢连接件连接或部分采用榫卯节点连接,但连接较弱,其抗弯刚度较小,属于半刚性连接。上述木结构的节点构造方式造成了木构架整体抗侧刚度不足,在地震、横风等动力荷载作用下,整体结构容易产生较强的动力响应和较大的层间侧移,从而导致结构遭受严重破坏甚至倒塌。因此,对榫卯节点进行加固以降低木构架的整体动力响应和限制层间侧移是木结构修缮加固的重点。

[0003] 现行常见的木结构榫卯节点加固材料有很多,比如钢板、角钢、扒钉等传统材料及软钢、碳纤维等新型材料。一方面,钢板、角钢、扒钉等传统材料加固木结构榫卯节点虽然可以提高节点的承载力及耗能性能,但会大幅度地提高榫卯节点的抗弯刚度,使得整个结构刚度增加,其地震反映大幅度增加,不利于抗震;另一方面,钢板、角钢、扒钉等传统材料长期暴露在空气中较易发生生锈、腐蚀等耐久性问题,潜伏安全隐患并影响建筑美观;再者,由于钢板、角钢、扒钉、软钢等材料属于弹塑性材料,结构在经历大的地震作用后,这些材料本身会产生较大的残余变形,无法恢复到初始状态,需要更换加固材料,对结构进行二次加固。碳纤维布是一种单向碳纤维加固产品,具有较强的抗拉承载力,但由于材料本身只能承受拉力,其垂直纤维方向的抗剪承载力几乎为零,因此,采用碳纤维布加固榫卯节点,仅能提高榫卯节点的抗弯承载力及抗弯刚度,无法提高其抗剪承载力;另外,碳纤维布脆性强,延性差,以其加固榫卯节点达不到提高节点耗能能力的目的;此外,碳纤维布及其黏合料属于易燃品,其耐火性能极差,在明火或者高温情况下易发生燃烧或者严重变形,不能继续使用。

[0004] 因此,有必要采用一种新型智能材料对古建筑木结构及现代木结构榫卯节点进行加固处理,形状记忆合金是一种具有多种特殊力学性能的新型功能材料,具有显著的形状记忆效应、相变超弹性和高阻尼特性。较其他材料相比,形状记忆合金的抗疲劳性能很好,变形可恢复应变很大(6%~8%)。因此,采用形状记忆合金进行加固,较其他材料的加固方法相比,具有变形可自动回复的特点,又具有较高的阻尼耗能能力,是减轻建筑结构在地震作用下损伤,减小地震后修复结构本身或修复、更换加固材料费用的有效方案。

发明内容

[0005] 为解决以上背景技术中存在的缺陷或不足,本发明的目的在于提出一种装置形状记忆合金丝的古建筑及现代木结构榫卯节点,解决现有榫卯节点加固方式中存在的“超刚”、耐久性差、残余变形大、耐火性差等问题。该榫卯节点采用奥氏体形状记忆合金丝进行加固,在未明显提高榫卯节点抗弯刚度的情况下,大幅度提高了节点的耗能能力、耐久性能及耐火性能,并能实现变形后整体结构的自动复位,进而改善榫卯节点自恢复能力差的先天缺陷。从而解决因地震、风振或者机械振动产生的动力响应而导致的建筑物倾斜、倒塌等问题,并避免建筑物震后的二次纠偏加固。

[0006] 本发明是通过下述技术方案来实现的。

[0007] 一种装置形状记忆合金丝的木结构榫卯节点,包括木柱,和通过榫卯节点连接木柱的木梁,所述榫卯节点处的木柱和木梁之间上下分别连接有若干数量相同、直径相同的形状记忆合金丝,若干形状记忆合金丝一端通过水平钢板连接件分别固定在木梁上下端面,另一端通过木柱卡箍连接件分别固定在木柱上下柱面内侧;所述形状记忆合金丝沿木梁轴心上下对称,当榫卯节点发生反复转动时,通过形状记忆合金丝发生反复拉伸及复位,承受木柱和木梁的内力。

[0008] 作为优选,所述水平钢板连接件包括分别分布在木梁上的水平钢板,和连接水平钢板的竖向螺杆,所述水平钢板上分别设有由轴承支座支撑的转动圆轴和由竖向钢板连接的若干个可调预应变装置。

[0009] 进一步,所述可调预应变装置包括若干贯穿竖向钢板的螺杆、固定螺杆的螺母和连接所述螺杆的调节螺栓,所述调节螺栓沿螺杆垂直分布。

[0010] 进一步,所述转动圆轴连接在轴承支座上,转动圆轴上开有与形状记忆合金丝同等数量的凹槽,凹槽可以限制形状记忆合金丝的位移。

[0011] 进一步,所述竖向螺杆贯穿在水平钢板的椭圆孔中,椭圆孔分布在水平钢板的轴承支座和竖向钢板两侧。

[0012] 作为优选,所述木柱卡箍连接件包括连接在木柱上的一对弧形钢板,和连接弧形钢板的螺栓,所述木柱内侧的弧形钢板上设有由方形钢板支撑的水平螺杆。

[0013] 进一步,所述水平螺杆上均布有与形状记忆合金丝同等数量的法兰螺母对,每对法兰螺母用来固定形状记忆合金丝。

[0014] 进一步,若干根形状记忆合金丝一端沿转动圆轴下方的凹槽穿过并连接到可调预应变装置上,具体连接方式为形状记忆合金丝一端贯穿固定螺杆固定在调节螺栓上,另一端固定在木柱上的水平螺杆法兰螺母对上;若干根形状记忆合金丝通过调节螺栓调节受力均等。

[0015] 本发明的效果和优点:本发明利用形状记忆合金的自复位、变形后无残余等特点,加固后的木结构榫卯节点,其抗剪承载能力、抗弯承载能力明显提高,耗能能力也显著提高,震后可恢复,无残余变形。节点加固后的抗震性能提高,使得整个结构抗震性能得到优化。

[0016] 本发明具有良好的耐久性、抗腐蚀性能和抗疲劳性能。

[0017] 采用卡箍将形状记忆合金丝与木结构连接,不使用木钉或木螺丝,对原有结构不

产生任何损坏,达到了修旧如旧及保持结构原状的修缮加固原则。

附图说明

[0018] 图1为本发明的结构示意图;

[0019] 图2为水平钢板及其附属装置的结构示意图;

[0020] 图3(a)、图3(b)分别为水平钢板正视图和图3(a) A-A剖视图;

[0021] 图4(a)、图4(b)分别为轴承支座正视图和图4(a) B-B剖视图;

[0022] 图5(a)、图5(b)和图5(c)分别为竖向钢板的正视图、左视图和俯视图;

[0023] 图6为木柱卡箍的结构示意图;

[0024] 图7(a)、图7(b)和图7(c)分别为弧形钢板的正视图、左视图和俯视图;

[0025] 图8(a)、图8(b)和图8(c)分别为方形钢板的正视图、左视图和俯视图。

[0026] 图中:1、木柱;2、木梁;3、水平钢板;4、竖向螺杆;5、弧形钢板;6、水平螺杆;7、方形钢板;8、法兰螺母;9、形状记忆合金丝;10、转动圆轴;11、轴承支座;12、竖向钢板;13、可调预应变装置。13-1、螺杆;13-2、螺母;调节螺栓13-3。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和实施例对发明作进一步的详细说明,但并不作为对发明做任何限制的依据。

[0028] 如图1所示,一种装置形状记忆合金丝の木结构榫卯节点,包括木柱1,和连接木柱1的木梁2,榫卯节点处上下位置各连接有相同数量、相同直径的形状记忆合金丝9,形状记忆合金丝9连接位置、连接方式沿木梁2轴心上下对称,此处以描述对称部分的上半部分为例,形状记忆合金丝9下端通过水平钢板连接件固定在木梁2顶部,形状记忆合金丝9上端通过木柱卡箍固定在木柱1内侧,木结构榫卯节点发生反复转动时,使得形状记忆合金丝9发生反复拉伸及复位,承受木柱1和木梁2的内力。

[0029] 如图2、图3(a)、图3(b)所示,水平钢板连接件包括分别分布在木梁2 上下的水平钢板3,水平钢板3开有四个椭圆形通孔使用竖向螺杆4固定在木梁 2顶面,水平钢板3上分别设有由轴承支座11支撑的转动圆轴10和由竖向钢板 12连接的若干个可调预应变装置13。可调预应变装置13包括若干贯穿竖向钢板12的螺杆13-1、固定螺杆13-1的螺母13-2和连接螺杆13-1的调节螺栓13-3,调节螺栓13-3沿螺杆13-1垂直分布。

[0030] 如图4(a)、图4(b)所示,轴承支座11由中间的轴承和包裹在轴承外围的支座组成,转动圆轴10通过左右两个轴承支座11固定在水平钢板3上,转动圆轴10上开有与形状记忆合金丝9同等数量的凹槽。

[0031] 如图5(a)、图5(b)和图5(c)所示,竖向钢板12由一块长钢板和左右两块直角三角形钢板组成,共同焊接在木梁2顶面的水平钢板3上,长钢板开有与形状记忆合金丝9相同数量的圆孔,圆孔沿长度方向等距离分布。

[0032] 如图6所示,木柱卡箍固定在木柱1周壁上,由两个弧形钢板5和连接弧形钢板5的螺栓组成。

[0033] 如图1,图7(a)、图7(b)和图7(c)、图8(a)、图8(b)和图8(c) 所示,木柱卡箍内侧前后焊接两个方形钢板7,方形钢板7开有圆孔,圆孔用水平螺杆6连接。水平螺杆均布与形状

记忆合金丝同等数量的法兰螺母对,每对法兰螺母8用来固定形状记忆合金丝9。若干根形状记忆合金丝9一端沿转动圆轴10下方的凹槽穿过并连接到可调预应变装置13,具体连接方式为形状记忆合金丝9一端贯穿固定螺杆13-1固定在调节螺杆13-3上,另一端通过法兰螺母8对固定在木柱1周壁上的水平螺杆6上;若干根形状记忆合金丝9通过调节螺栓13-3调节受力均等。

[0034] 分别在小震和大震作用下,对木结构榫卯节点进行工程分析,根据所要到达的性能要求确定加固装置的尺寸和参数。

[0035] 采用本发明加固木结构榫卯节点,小震时,节点转动很小,加固后的节点刚度增大,由形状记忆合金丝直接承受内力;大震时,节点发生较大转动,从而带动形状记忆合金发生反复拉伸及复位,耗散大量地震能量,加固装置开始发挥耗能作用。

[0036] 本发明并不局限于上述实施例,在本发明公开的技术方案的基础上,本领域的技术人员根据所公开的技术内容,不需要创造性的劳动就可以对其中的一些技术特征作出一些替换和变形,这些替换和变形均在本发明的保护范围内。

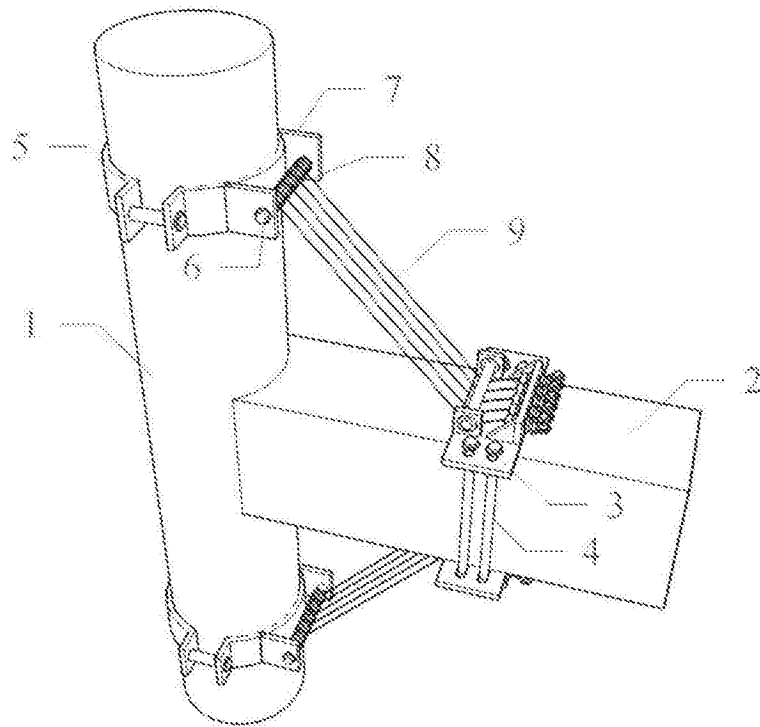


图1

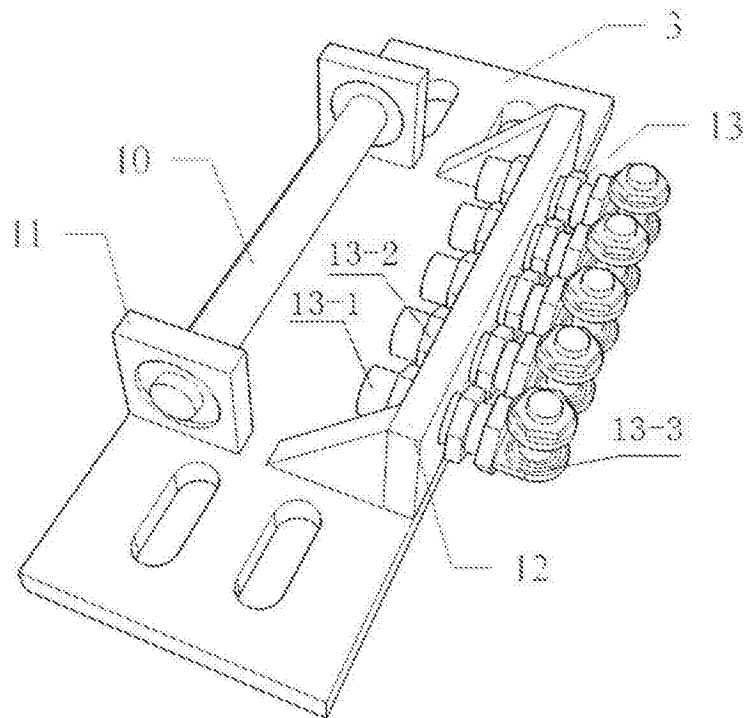


图2

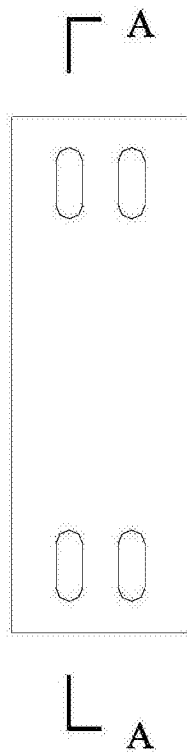
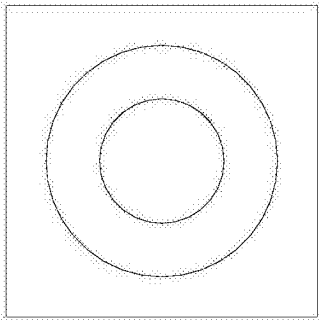


图3 (a)



图3 (b)

Γ_B



L_B

图4 (a)

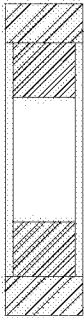


图4 (b)

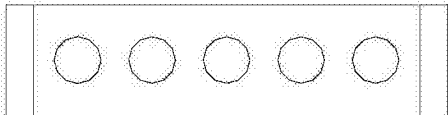


图5 (a)

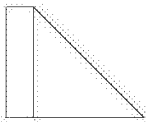


图5 (b)

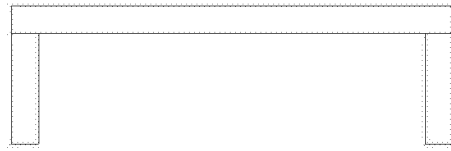


图5 (c)

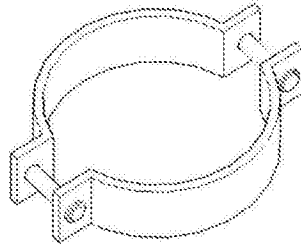


图6



图7 (a)



图7 (b)

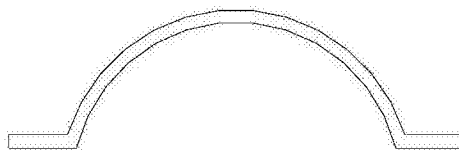


图7 (c)

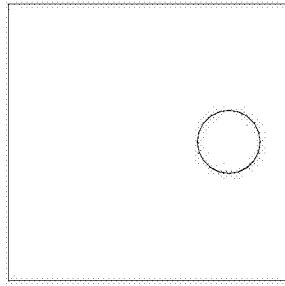


图8 (a)

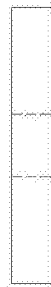


图8 (b)



图8 (c)