



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116065479 A

(43) 申请公布日 2023.05.05

(21) 申请号 202111274061.3

(22) 申请日 2021.10.29

(71) 申请人 兰州交通大学

地址 730070 甘肃省兰州市安宁区安宁西路88号兰州交通大学土木工程学院

(72) 发明人 夏修身 张永强 钟亚伟 戴胜勇

(51) Int. Cl.

E01D 19/02 (2006.01)

E02D 27/14 (2006.01)

E02D 27/42 (2006.01)

E02D 27/34 (2006.01)

E04H 9/02 (2006.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

一种外置SMA耗能装置的铁路自复位桥墩

(57) 摘要

本发明公开了一种外置SMA(形状记忆合金)耗能装置的铁路自复位桥墩,涉及桥梁结构减、隔震技术领域,其结构特征是由墩柱、SMA耗能装置、钢板、分离面、桩基础承台和加台构成。墩台分离设计,加台底面与桩基础承台表面由钢板包裹。SMA耗能装置由SMA丝束、预埋钢棒及锚具组成,SMA丝束穿过加台翼缘,锚具将其一端锚固在加台翼缘上,另一端与预埋钢棒连接。该外置SMA耗能装置的铁路自复位桥墩既能在震后利用SMA自身的超弹性效应助力桥墩实现自复位,又可以在震中使桥墩发生脱离摇摆隔震,并通过SMA耗能装置耗散地震能量,从而使桥墩不产生塑性较破坏,有效提高桥梁结构的抗震性能,达到既保护桥墩主体又保护基础的抗震目标。SMA耗能装置损坏后易更换,更换后桥墩将迅速恢复正常使用功能,可大大降低运营维护成本,具有良好的社会综合效益。

1. 一种外置SMA耗能装置的铁路自复位桥墩,包括墩柱(1)、加台(2)、钢板(4)、桩基础承台(5)、分离面(6)及SMA耗能装置,其特征在于:所述墩柱(1)与所述加台(2)粘结成整体,所述加台(2)与所述桩基础承台(5)为无粘结连接,之间存在所述分离面(6),所述SMA耗能装置外置于所述加台(2)和所述桩基础承台(5)间。

2. 根据权利要求1所述外置SMA耗能装置的铁路自复位桥墩,其特征在于:所述加台(2)类似于箱型截面设计,顶部外伸翼缘便于所述SMA耗能装置锚固安装,在所述加台(2)翼缘中预留通孔。

3. 根据权利要求1所述外置SMA耗能装置的铁路自复位桥墩,其特征在于:所述加台(2)与所述桩基础承台(5)接触表面由钢板(4)包裹。

4. 根据权利要求1所述外置SMA耗能装置的铁路自复位桥墩,其特征在于:所述SMA耗能装置是由螺母(7)、钢垫块(8)、SMA丝束(3),螺栓套筒(9)及带螺纹钢棒(10)构成,所述带螺纹钢棒(10)预埋在所述桩基础承台(5)中,端部外伸一定长度与所述SMA丝束(3)连接,预埋部分设有弯钩段,所述SMA丝束穿过所述加台(2)翼缘预留通孔,下端通过所述螺母(7)和螺栓套筒(9)与所述带螺纹钢棒连接(10),上端利用所述螺母(7)和钢垫块(8)将其锚固于所述加台(2)翼缘上,所述SMA丝束(3)由工作温度更宽的CuAlBe形状记忆合金丝组合而成。

## 一种外置SMA耗能装置的铁路自复位桥墩

### 技术领域

[0001] 本发明属于桥梁结构减、隔震技术领域,具体涉及一种外置SMA耗能装置的铁路自复位桥墩。

### 背景技术

[0002] 延性设计虽然能够使桥梁在强震中免于倒塌,但其塑性变形能力也导致结构产生不可逆转的破坏,修复极其困难。近年来,越来越多的专家和学者致力于探索和研究基底摇摆隔震与耗能减震等基于性能抗震设计理念,耗能减震技术就是利用耗能装置来增加结构阻尼从而减小结构在地震下的反应,减轻地震给结构带来危害,基底摇摆隔震体系则是将桥墩提离摇摆与地震动所释放的巨大能量隔离从而达到保护桥墩主体的作用。采用这种性能化抗震设计思想能有效减轻地震对结构的损伤,节省巨额修复资金,保障人民的生命财产安全。

[0003] 在具有自复位特性的基底摇摆隔震桥墩中设置耗能减震装置,是性能化抗震设计思想的应用之一。专利申请CN109972501A公开一种带耗能装置的新型摇摆自复位桥墩及其应用,该发明是在墩底对称安装拉压组合耗能装置,在墩身发生摇摆的过程中,通过拉压组合装置中低屈服点软钢拉伸和高阻尼橡胶压缩变形耗散地震能量,但是由于橡胶材料的特殊性,其性能受温度、耐久性和应变幅值等因素影响大,需定期更换以保障桥梁正常使用要求。专利申请CN108729344A公开一种摇摆隔震联合应用的双柱式桥墩构造,该发明是在上承台底布置滚轴隔震支座起到对摇摆桥梁的隔震作用,通过角钢阻尼装置连接墩身与承台来实现耗散地震能量的功能,但这种耗能装置在耗散地震能量时发生了屈服,耗能能力有限,结构依然会产生残余变形。专利申请CN103362063A公开一种桩基础桥墩的基底摇摆隔震装置,该发明是在墩身中植入预应力防倾覆钢绞线或钢筋起到限位与耗能作用,但通长布置的预应力筋不利于桥墩稳定,且预应力会产生应力松弛损失,减震耗能效果不明显。SMA(形状记忆合金)具有超弹性效应、形状记忆效应及高阻尼性能和抗疲劳能力、抗腐蚀性能、高耐久性等优点,是理想的减震耗能材料,被广泛应用在土木工程自复位耗能装置领域。鉴于此,本发明公开一种外置SMA耗能装置的铁路自复位桥墩,利用外置SMA丝束滞回耗能,并起到复位作用,实现震后功能可恢复。

### 发明内容

[0004] 本发明目的是提供一种外置SMA耗能装置的铁路自复位桥墩,拟解决一般带耗能装置自复位桥墩中存在的耗能不稳定、残余位移大和复位能力弱及装置老化耐久性差、更换困难等问题。

[0005] 本发明的目的是这样实现的:

[0006] 一种外置SMA耗能装置的铁路自复位桥墩,主要包括墩柱、加台、桩基础承台、钢板、分离面、SMA耗能装置。墩柱与加台粘结成整体,墩台分离设计,加台与桩基础承台间存在分离面。加台类似于箱型截面设计,其顶部外伸翼缘用于耗能装置安装,并在翼缘中预留

通孔。加台底截面与桩基础承台上表面均由钢板包裹,防止提离摇摆过程中混凝土被压碎。SMA耗能装置位于加台与桩基础承台间,主要是由带螺纹钢棒、螺母、螺栓套筒、钢垫块及SMA丝束构成,其中,SMA丝束(3)由工作温度更宽的CuAlBe形状记忆合金丝组合而成。带螺纹钢棒预埋在桩基础承台中,端部外伸一定长度与SMA丝束连接,预埋部分设有弯钩段,SMA丝束穿过加台翼缘预留通孔,下端通过螺母和螺栓套筒与SMA丝束锚固连接,上端利用垫块和螺母将其锚固在加台上。

[0007] 本发明的优点和有益效果体现在:

[0008] 1、正常使用状态下,桥墩在桥跨质量、桥墩自重及耗能装置提供的竖向力共同作用下,基本保持静止,满足日常行车要求。

[0009] 2、由于墩台分离设计,当地震突发时,利用桥墩底提离进行隔震,有效耗散地震能量,降低桥墩的地震反应,避免桥墩中产生塑性较破坏。提离后承台底的地震作用将大幅度削减,有助于基础的抗震设计。

[0010] 3、在加台与桩基础承台间安装SMA耗能装置,可增加桥墩的水平刚度,限制提离位移,提高桥墩的使用性能。摇摆提离过程中,SMA丝束利用自身的超弹性效应与高阻尼性能在往复拉伸中滞回耗能,且使震损集中于SMA耗能装置,减轻地震作用对桥墩主体的危害,最大程度地保障了桥梁结构的安全性。SMA耗能装置采用螺栓锚固连接,损坏后更换简单方便。

[0011] 4、耗能装置也可借助SMA丝束的超弹性效应,使桥墩拥有更强的复位能力和优越的整体变形能力,可起到控制桥墩残余变形的作用,具有震后无损伤,功能自恢复的特性,同时,也起到限位作用,避免在罕遇地震中引起桥墩倾覆。

[0012] 5、加台与桩基础承台接触面包裹的钢板,可当作施工模板,简化施工程序,且在摇摆碰撞效应中,能避免支撑点周围混凝土被压溃。

[0013] 6、本发明具有稳定的耗能能力、优越的自复位能力和震后无损伤,功能可恢复等优点,且对现有常规自复位桥墩稍加改动就可显著提高桥墩抗震性能,适用范围广。震后桥墩自行复位,保证了救灾运输线交通畅通,为抢险救灾工作赢得宝贵的时间。外置的SMA丝束极容易更换,震后通过替换SMA丝束就可使桥墩迅速恢复到原有功能水平,能节省巨额修复资金,具有良好的社会综合效益,值得在实际工程中推广使用。

## 附图说明

[0014] 附图1为本发明粘着阶段示意图。

[0015] 附图2为本发明摇摆阶段示意图。

[0016] 附图3为附图1局部放大示意图。

[0017] 附图4为本发明中SMA耗能装置构造示意图。

[0018] 图示各部分名称及对应编号:墩柱1、加台2、SMA丝束3、钢板4、桩基础承台5、分离面6、螺母7、钢垫块8、螺栓套筒9、预埋带螺纹钢棒10。

## 具体实施方式

[0019] 下面结合附图,详细说明本发明实施方式:

[0020] 本发明在现有常规钢筋混凝土桥墩基础上,将墩台分离设计之间通过SMA耗能装

置连接,充分利用提离摇摆隔震耗能并实现自复位功能,保证桥墩主体在地震激励下不损坏,达到减震耗能的目的。该结构主要用于铁路桥梁减隔震技术领域。

[0021] 如图1和图2所示,本发明为一种外置SMA耗能装置的铁路自复位桥墩,包括梁、墩柱、加台、支座、桩基础承台和桩基础,桩基础承台下方与桩基础相连,墩柱底与加台粘结连接成整体置于桩基础承台上,通过四个外置SMA耗能装置连接,墩顶放置支座,梁架设在支座上。日常使用中,桥墩处于图1所示的粘着阶段,充分利用上部结构质量,自重及SMA耗能装置提供的竖向力平衡风荷载、列车制动力及多遇地震作用。当突发罕遇地震时,桥墩发生图2所示的提离摇摆,从而起到摇摆隔震作用,且在摇摆过程中,SMA耗能装置实现减震耗能的目的。

[0022] 如图3所示,加台类似于箱型截面设计,在顶部外伸翼缘用于SMA耗能装置安装,施工浇筑时,在加台翼缘四角处预留通孔。加台与桩基础承台接触外围包裹钢板,避免摇摆中造成混凝土压溃。

[0023] 如图4所示,外置的SMA耗能装置是由带螺纹钢棒、螺母、钢垫块、螺栓套筒及SMA丝束构成。在浇筑桩基础承台时,将带螺纹钢棒预埋在桩基础承台中,端部外伸一定长度,预埋部分设弯钩且带螺纹,能增强与混凝土间的咬合作用。SMA丝束穿过加台翼缘预留通孔,下部通过螺栓套筒与SMA丝束连接,上部利用钢垫块和螺母锚固于加台上,其SMA丝束由工作温度更宽的CuAlBe形状记忆合金丝组合而成。该装置主要利用SMA丝束拉伸回复滞回耗能,且能起到复位作用,助力桥墩自复位,避免在震中倾覆倒塌。

[0024] 本发明既能满足正常行车要求,又具有震后几乎无损伤、残余位移小、耗能能力强、结构自恢复等优点,且SMA丝束更换简单方便,更换后桥墩可迅速恢复正常使用功能,使社会综合效益极大提高,可以在实际工程中推广使用。

[0025] 本说明书对本发明的原理及实施方式进行了详细的阐述,所应理解的是,以上所述并非将其局限在所述具体结构和适用范围内,故凡是可能被利用的相应修改及等同物,均属于本发明保护范围之内。

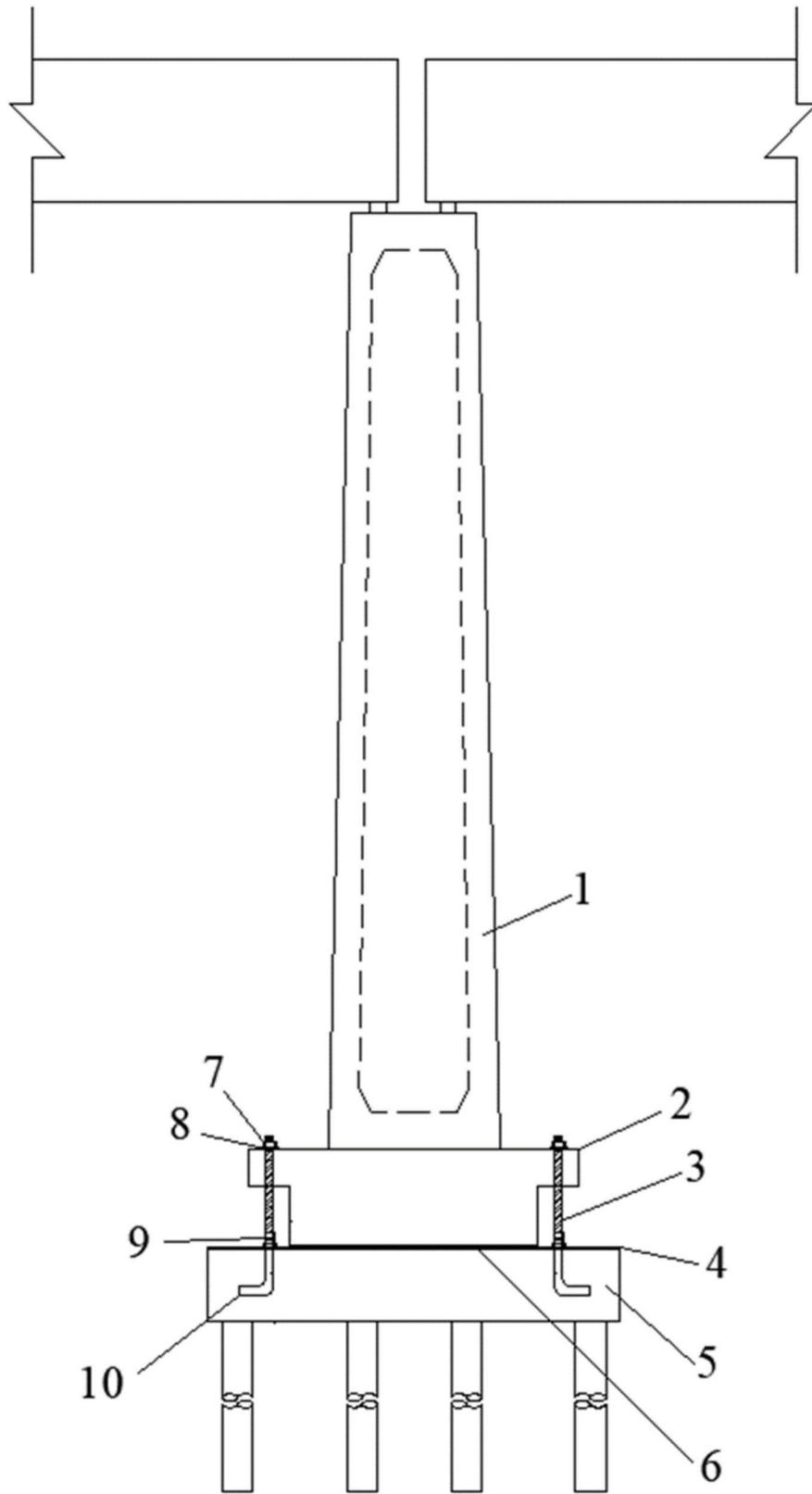


图1

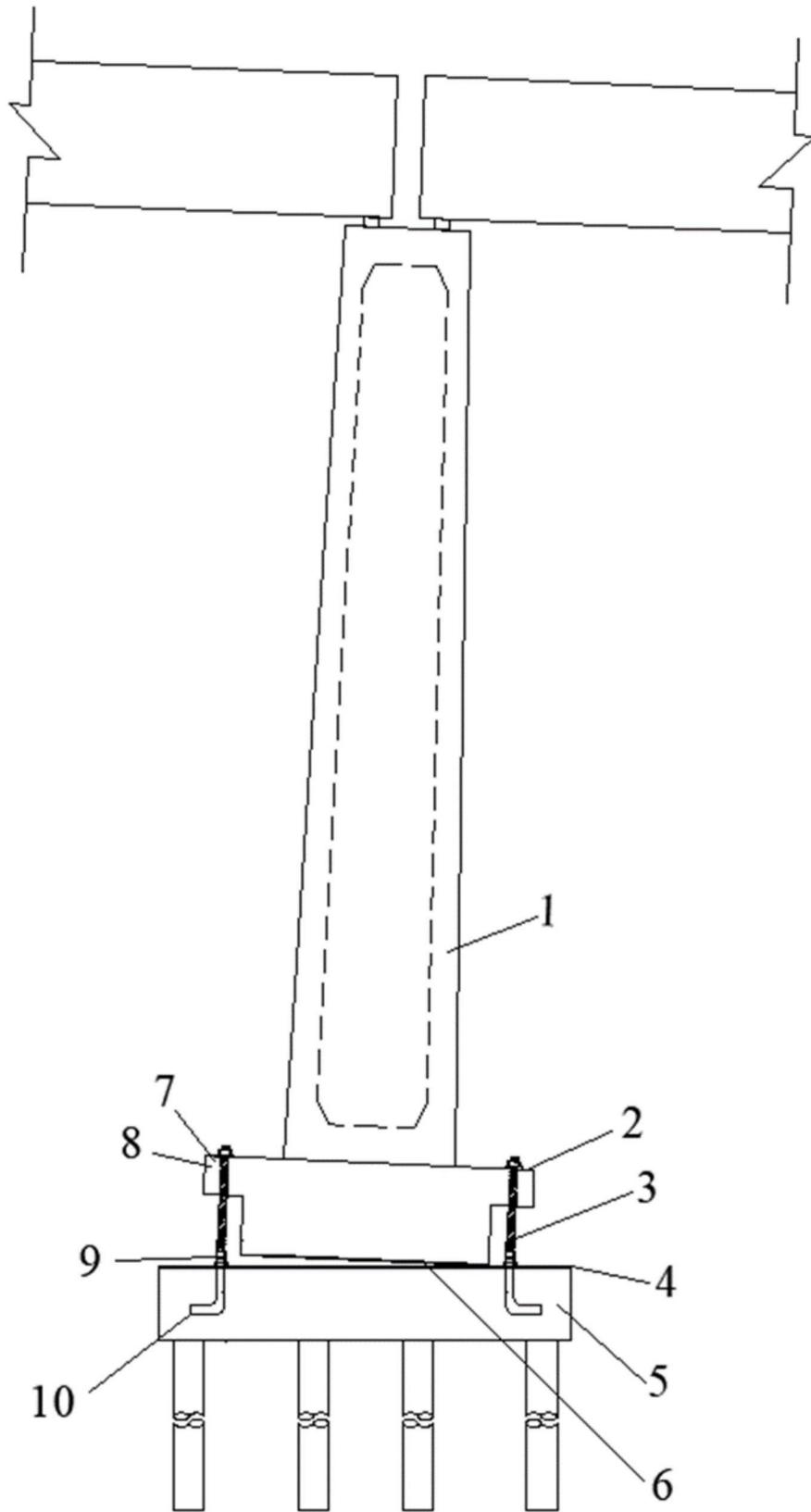


图2

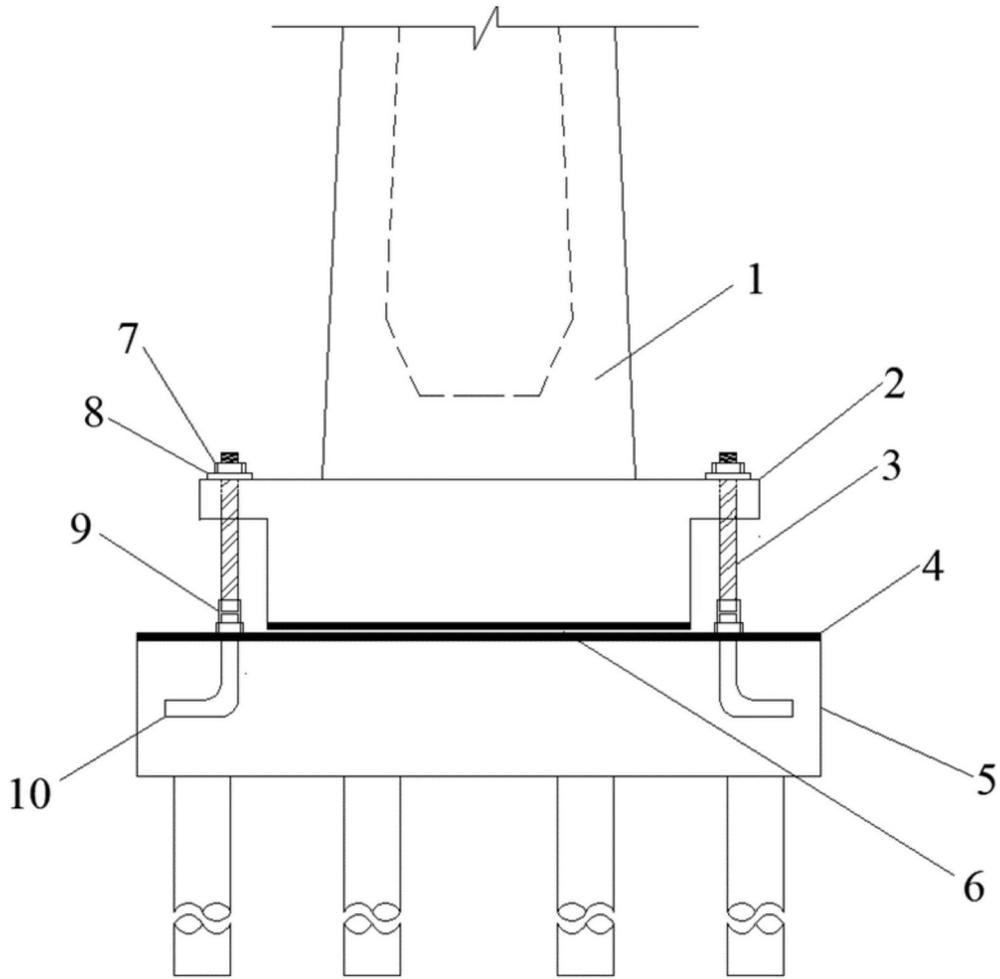


图3

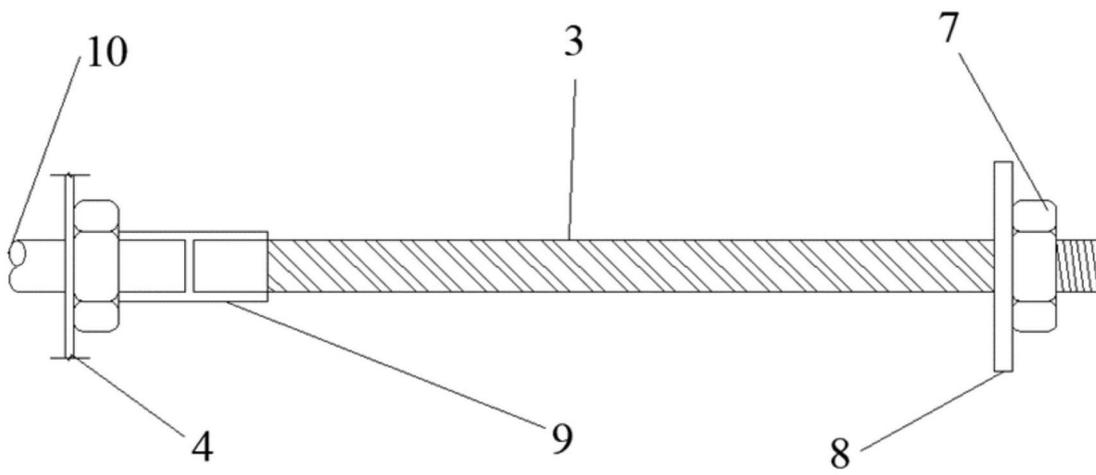


图4