



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110811840 A

(43)申请公布日 2020.02.21

(21)申请号 201911157882.1

(22)申请日 2019.11.22

(71)申请人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

(72)发明人 杜付鑫 张涛 张钢 卢佳佳
岳明君

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 武博

(51)Int.Cl.

A61B 34/30(2016.01)

A61B 17/00(2006.01)

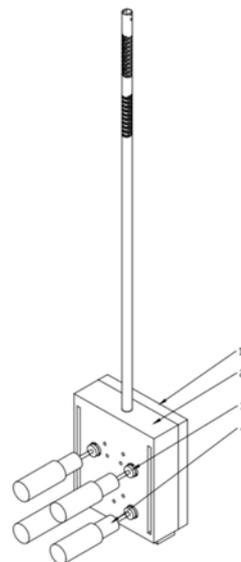
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

一种手术机器人变刚度腕部结构及手术机械臂

(57)摘要

本发明公开了一种手术机器人变刚度腕部结构及手术机械臂,其技术方案为:包括弹性骨架,弹性骨架外侧设有柔性温控管,所述柔性温控管外侧设有切口式形状记忆合金管;柔性温控管能够保证与切口式形状记忆合金管接触面积的前提下,留出空隙使固定在弹性骨架上的卡盘机构与切口式形状记忆合金管相互配合;所述卡盘机构用于连接驱动丝。本发明使用镍钛合金作为变刚度材料,在进行腕部形状改变时不需要持续通热水进行温度保持,使变刚度腕部的运动性能得到改善;变刚度腕部由驱动单元进行丝驱动,体积小且更加灵活。



1. 一种手术机器人变刚度腕部结构,其特征在于,包括弹性骨架,弹性骨架外侧设有柔性温控管,所述柔性温控管外侧设有切口式形状记忆合金管;柔性温控管能够保证与切口式形状记忆合金管接触面积的前提下,留出空隙使固定在弹性骨架上的卡盘机构与切口式形状记忆合金管相互配合;所述卡盘机构用于连接驱动丝。

2. 根据权利要求1所述的一种手术机器人变刚度腕部结构,其特征在于,所述卡盘机构包括换向卡盘和导轮,换向卡盘与弹性骨架侧面固定;所述换向卡盘上安装导轮。

3. 根据权利要求1所述的一种手术机器人变刚度腕部结构,其特征在于,所述切口式形状记忆合金管具有锯齿状切口,每段关节仅有一个自由度;两个单自由度关节中,任一关节的驱动丝位于另外一个关节驱动丝的中性面内。

4. 根据权利要求1或3所述的一种手术机器人变刚度腕部结构,其特征在于,所述切口式形状记忆合金管为镍钛合金管。

5. 根据权利要求1所述的一种手术机器人变刚度腕部结构,其特征在于,所述弹性骨架为中空结构。

6. 根据权利要求1所述的一种手术机器人变刚度腕部结构,其特征在于,所述柔性温控管具有入水口和出水口,且入水口和出水口位于柔性温控管同一端。

7. 根据权利要求1或6所述的一种手术机器人变刚度腕部结构,其特征在于,所述柔性温控管为铜管。

8. 一种手术机械臂,其特征在于,包括驱动单元和如权利要求1-7任一所述的变刚度腕部结构,所述驱动单元通过驱动丝与变刚度腕部结构相连,使变刚度腕部结构能够轴向移动及向两垂直方向转动。

9. 根据权利要求8所述的一种手术机械臂,其特征在于,所述驱动单元包括多组电机,所述电机连接绕线轮,驱动丝绕制于绕线轮上,且驱动丝经换向导轮连接变刚度腕部结构。

10. 根据权利要求9所述的一种手术机械臂,其特征在于,所述驱动单元还包括扣板箱,扣板箱一侧安装扣板盖;所述电机通过卡扣与扣板箱相连,绕线轮位于扣板箱与扣板盖形成的封闭空间内,且绕线轮一侧设置垫板,所述垫板与扣板盖之间连接有弹簧。

一种手术机器人变刚度腕部结构及手术机械臂

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗器械领域,尤其涉及一种手术机器人变刚度腕部结构及手术机械臂。

背景技术

[0002] 在单孔腹腔镜手术中,微创型机器人可以极大地减小体腔壁的创口尺寸,从而减轻术后疼痛并缩短康复时间。目前已经有多种微创手术机器人系统结构被提出与应用。针对手术机器人在调整末端执行器空间位置时需要机械臂具有柔性,而在执行拉扯等动作时需要机械臂具有刚性,并能够承受一定的负载。因此要求微创机器人的机械臂应具有刚度变换的功能。但现有的手术机器人并不能完全满足这一需求。

[0003] 针对刚度变换,一般有两种方案:变刚度结构和变刚度材料。就前者来讲,可利用一种机构锁合的方法来改变机械臂的刚度,但这种方法虽然可以显著改变刚度,但是结构过于复杂且体积较大,不适合应用在手术机器人机械臂上;也可利用改变驱动丝张力的方法来改变驱动力的方法,但这对驱动丝的耐磨性以及强度要求过高。就后者来讲,许多学者做了一系列尝试,一种利用固体颗粒的阻塞法来改变机械臂刚度的办法,但为实现高刚度需要较多的固体颗粒,会使机构臃肿,不够小巧;利用离散关节与相变合金骨架实现变刚度的办法,但许多相变合金如镓合金等于人体有害,也有部分相变合金相变时间过长,会使手术机器人存在较大的迟滞。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术的不足,本发明的第一目的是提供了一种手术机器人变刚度腕部结构,使用镍钛合金作为变刚度材料,在进行腕部形状改变时不需要持续通热水进行温度保持,使变刚度腕部的运动性能得到改善。

[0005] 本发明的第二目的是提供了一种手术机械臂,变刚度腕部由驱动单元进行丝驱动,体积小且更加灵活。

[0006] 本发明采用下述技术方案:

[0007] 一种手术机器人变刚度腕部结构,包括弹性骨架,弹性骨架外侧设有柔性温控管,所述柔性温控管外侧设有切口式形状记忆合金管;柔性温控管能够保证与切口式形状记忆合金管接触面积的前提下,留出空隙使固定在弹性骨架上的卡盘机构与切口式形状记忆合金管相互配合;所述卡盘机构用于连接驱动丝。

[0008] 进一步的,所述卡盘机构包括换向卡盘和导轮,换向卡盘与弹性骨架侧面固定;所述换向卡盘上安装导轮。

[0009] 进一步的,所述切口式形状记忆合金管具有锯齿状切口,每段关节仅有一个自由度;两个单自由度关节中,任一关节的驱动丝位于另外一个关节驱动丝的中性面内。

[0010] 进一步的,所述切口式形状记忆合金管为镍钛合金管。

[0011] 进一步的,所述弹性骨架为中空结构。

[0012] 进一步的,所述柔性温控管具有入水口和出水口,且入水口和出水口位于柔性温控管同一端。

[0013] 进一步的,所述柔性温控管为铜管。

[0014] 一种手术机械臂,包括驱动单元和所述的变刚度腕部结构,所述驱动单元通过驱动丝与变刚度腕部结构相连,使变刚度腕部结构能够轴向移动及向两垂直方向转动。

[0015] 进一步的,所述驱动单元包括多组电机,所述电机连接绕线轮,驱动丝绕制于绕线轮上,且驱动丝经换向导轮连接变刚度腕部结构。

[0016] 进一步的,所述驱动单元还包括扣板箱,扣板箱一侧安装扣板盖;所述电机通过卡扣与扣板箱相连,绕线轮位于扣板箱与扣板盖形成的封闭空间内,且绕线轮一侧设置垫板,所述垫板与扣板盖之间连接有弹簧。

[0017] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0018] (1) 本发明使用镍钛合金作为变刚度材料,其生物亲和性好,且与一般的变刚度材料不同,其常温下为柔性,高温下为刚性,在进行腕部形状改变时不需要持续通热水进行温度保持,使变刚度腕部的运动性能得到改善;且镍钛合金的刚度改变温度不高,采用水循环加热的方法,不存在泄露伤及人体的问题;

[0019] (2) 本发明的柔性温控管结构可以允许其内部的弹性骨架通过卡盘机构与切口式形状记忆合金管相对固定,起到支撑作用而不至于滑移,同时也兼顾了温度变换要求,可以使温度快速变化;

[0020] (3) 本发明采用线驱动方式驱动变刚度腕部,可以有效地通过适当增加驱动丝的张紧力来保持变刚度腕部的形状,在保证不会发生回复变形的同时,对驱动丝强度的要求也较为合理;可以减小手术机器人的几何尺寸,减小手术对象的伤口面积,使其更易恢复。

附图说明

[0021] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0022] 图1为本发明实施例一的结构示意图;

[0023] 图2为本发明实施例一的卡盘机构结构示意图;

[0024] 图3-图4为本发明实施例一的换向卡盘结构示意图;

[0025] 图5-图6为本发明实施例一的换向卡盘与驱动丝连接示意图;

[0026] 图7为本发明实施例一的安装槽结构示意图;

[0027] 图8为本发明实施例一的柔性温控管结构示意图;

[0028] 图9-图10为本发明实施例一的切口式形状记忆合金管结构示意图;

[0029] 图11为本发明实施例二的结构示意图;

[0030] 图12为本发明实施例二的线驱动结构示意图;

[0031] 图13为本发明实施例二的驱动单元剖视图;

[0032] 其中,1、扣板盖,2、扣板箱,3、卡扣,4、电机,5、柔性温控管,6、切口式形状记忆合金管,7、卡盘机构,8、弹性骨架,9、绕线轮,10、换向导轮,11、驱动丝,12、换向卡盘,13、导轮,14、安装槽15、入水口,16、出水口,17、弹簧,18、垫板,19、取卡扣。

具体实施方式

[0033] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解相同含义。

[0034] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合;

[0035] 为了方便叙述,本申请中如果出现“上”、“下”、“左”“右”字样,仅表示与附图本身的上、下、左、右方向一致,并不对结构起限定作用,仅仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的设备或元件必须具有特定的方位,以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0036] 术语解释部分:本申请中的术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或为一体;可以是直接连接,也可以是通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部连接,或者两个元件的相互作用关系,对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明的具体含义。

[0037] 实施例一:

[0038] 下面结合附图1-图10对本发明进行详细说明,具体的,结构如下:

[0039] 本实施例提供了一种手术机器人变刚度腕部结构,包括弹性骨架8、切口式形状记忆合金管6、柔性温控管5,弹性骨架8位于中间,其采用中空结构,以便于后续末端执行器线驱动所需驱动丝通过。所述弹性骨架8上安装卡盘机构,以便将驱动丝11与所驱动部位相对固定,以便于驱动。

[0040] 如图1所示,弹性骨架8周向外侧设有柔性温控管5,柔性温控管5外侧设有切口式形状记忆合金管6。柔性温控管5采用一种新环绕方式,在保证与切口式形状记忆合金管6接触面积的前提下,能够留出空隙使固定在弹性骨架8上的卡盘机构与切口式形状记忆合金管6相互配合。具体的,柔性温控管5沿弹性骨架8的两侧分开环绕,先环绕弹性骨架8一侧半圆,再环绕另一侧。

[0041] 弹性骨架8通过8卡盘机构与所述切口式形状记忆合金管6相对固定,起到支撑作用而不至于滑移;同时也兼顾了温度变换要求,可以使温度快速变化。

[0042] 如图8所示,所述柔性温控管5具有入水口15和出水口16,且入水口15和出水口16位于柔性温控管5同一端;使用时,入水口15连接水管,以向柔性温控管5中通入热水或凉水。在本实施例中,所述柔性温控管5为铜管。

[0043] 在本实施例中,切口式形状记忆合金管6为镍钛合金管,采用镍钛合金“形状记忆”的特性来实现变刚度。具体的,镍钛合金在低温下晶体结构为马氏体结构,加热后变为奥氏体结构,在产生变形回复力的同时刚度也会变高,故而可以实现刚度变化。

[0044] 所述切口式形状记忆合金管6采用锯齿状切口方式,每段仅有一个自由度,两个单自由度关节中任一关节驱动丝11位于另外一个关节驱动丝11的中性面内,故而不存在关节耦合。考虑到镍钛合金常温下柔性较大,每段采用锯齿状的单向切口可以在一定程度上增

加关节运动平面的垂面上的刚度。

[0045] 对于变刚度腕部结构,相同方向的一组切口记为一个关节,在本实施例中,切口式形状记忆合金管6有两个方向的锯齿状切口,即有两个关节,靠近驱动端的关节记为第一关节,远离驱动端的关节记为第二关节。

[0046] 中性面指过切口式形状记忆合金管6的中轴线且距离第一关节的两条驱动丝11距离相等的弯曲面。在所述切口式形状记忆合金6处于初始伸直状态时,即为过切口式形状记忆合金管6中轴线与第一关节两条驱动丝11的平面。

[0047] 由于驱动丝11受结构约束,第二关节的驱动丝11在经过第一关节时,必须紧贴在中央的弹性骨架8上,在经过第二关节时又要紧贴在切口式形状记忆合金管6上,因此,在弹性骨架8上设置卡盘机构。如图2-图4所示,所述卡盘机构包括换向卡盘12和导轮13,换向卡盘12与弹性骨架8侧面固定;换向卡盘12上安装导轮13,使驱动丝11在相邻关节之间实现平滑连接。

[0048] 进一步的,所述换向卡盘12的端部开设用于驱动丝穿过的凹槽,所述凹槽的横截面呈弧形。换向卡盘12在凹槽的两侧设有凸起块,所述凸起块中开设安装槽14,导轮13固定在导轮轴上,安装槽14的开口尺寸略小于导轮轴的尺寸,导轮轴可直接卡入到安装槽14中,并具备足够的安装可靠度。

[0049] 在弹性骨架8侧面、换向卡盘12下方一定距离开设有卡槽,卡槽两侧设有安装槽14,卡槽内安装导轮13,导轮13通过导轮轴与安装槽14卡接,通过上、下导轮13实现驱动丝11在相邻关节之间的平滑连接。

[0050] 实施例二:

[0051] 如图11-图13所示,本实施例提供了一种手术机械臂,包括驱动单元和实施例一所述的变刚度腕部结构,所述驱动单元通过驱动丝11与变刚度腕部结构相连,使变刚度腕部结构能够轴向移动及向两垂直方向转动,与末端执行器配合可以满足手术机器人机械臂的整体自由度要求。变刚度腕部结构由驱动单元进行丝驱动,体积小且更加灵活。

[0052] 具体的,所述驱动单元包括扣板箱2、扣板盖1和多组电机,扣板箱2与扣板盖1形成封闭结构;扣板箱2一侧设置取卡扣19。在本实施例中,扣板箱2与扣板盖1内部形成矩形的安装空间。可以理解的,在其他实施例中,所述封闭结构也可以为其他形状。

[0053] 以两组电机4为例,每组电机4有两个,共四个电机4均匀安装于扣板箱2外侧,电机轴穿过扣板箱2至其内部。在本实施例中,电机4选用伺服电机。

[0054] 所述电机轴上安装绕线轮9,绕线轮9通过卡扣3安装在扣板箱2上,卡扣3与扣板箱2固定安装,绕线轮9穿过卡扣3并与其间隙配合。绕线轮9一侧安装换向导轮10,驱动丝11绕制于绕线轮9上,并经换向导轮10连接变刚度腕部结构。在本实施例中,每个绕线轮9对应一个换向导轮10。

[0055] 绕线轮9远离电机4的一侧设置垫板18,所述垫板18与扣板盖1之间连接有弹簧17;垫板18尺寸小于扣板盖1内部尺寸,弹簧17与垫板18起到顶紧绕线轮9与卡扣3以防止脱开的作用,同时也起到减震的作用。

[0056] 本实施例的工作原理为:

[0057] 工作时,变刚度腕部结构首先随着远心端支撑部件伸入到人体腹腔内,此时为室温下的低温马氏体,形状记忆合金为柔性状态,在驱动丝11的驱动作用下做出预期的运动,

将末端执行器运送到指定位置。

[0058] 在执行类似拉扯动作时,需要机械臂具有较高的刚性。此时可以通过在柔性温控管5循环加入热水,使柔性温控管5温度升高,通过热传递使切口式形状记忆合金管6的温度上升,从而使镍钛合金的晶格结构由低温马氏体转变为高温奥氏体,其刚度变大,且产生回复原状的应力,但在驱动丝11的作用下可以使其保持现有的形状,只是刚度变大,从而实现预期的刚度变化,完成拉扯动作。

[0059] 在完成拉扯类动作之后,进行下一步动作又需要机械臂具有较高的柔性。此时可以通过柔性温控管5通入凉水,使柔性温控管5的温度降低,通过热传递使所述切口式形状记忆合金管6的温度降低,使其晶格结构回复为奥氏体结构,刚度降低,可以完成预期运动。

[0060] 以上所述仅为本申请的优选实施例而已,并不用于限制本申请,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

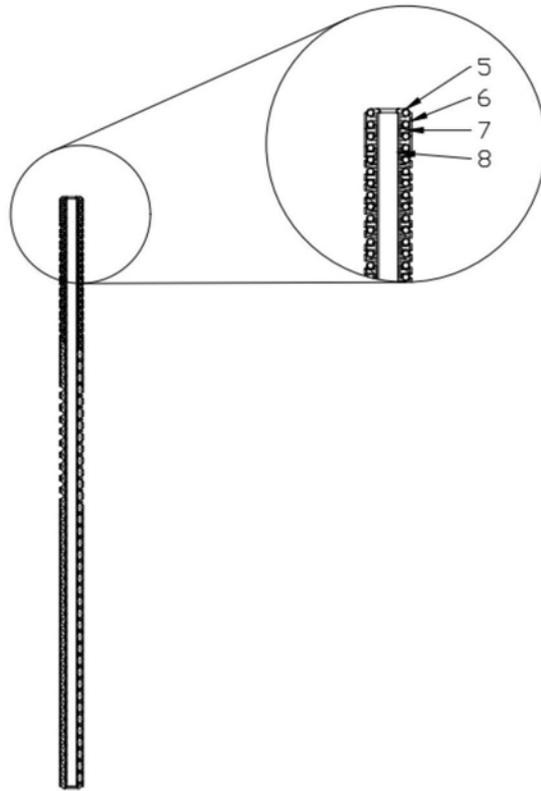


图1

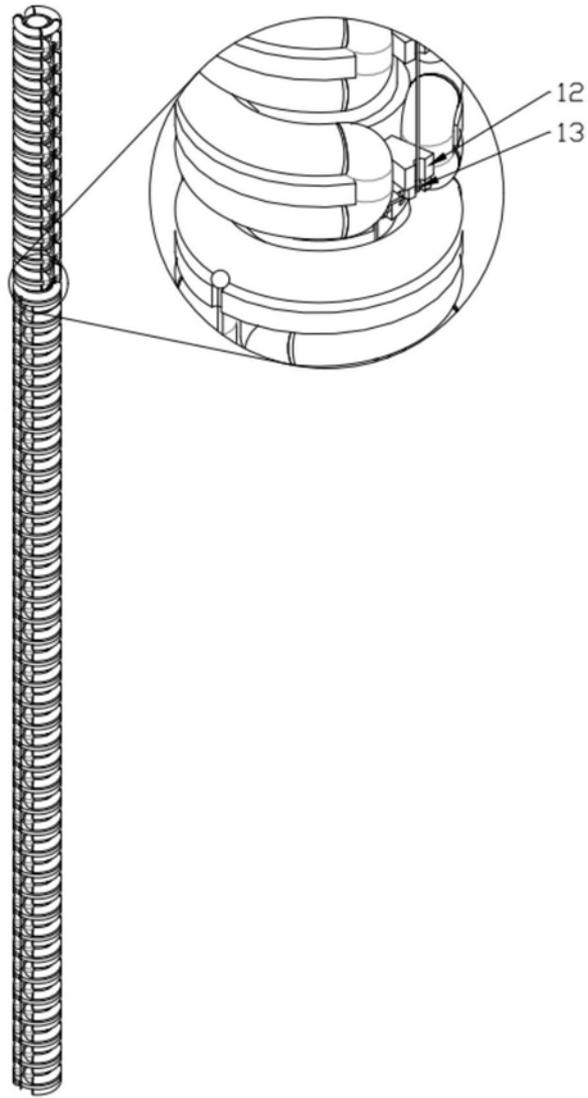


图2

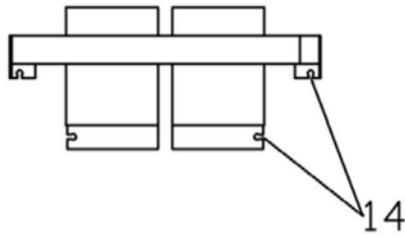


图3

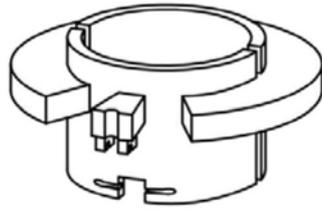


图4

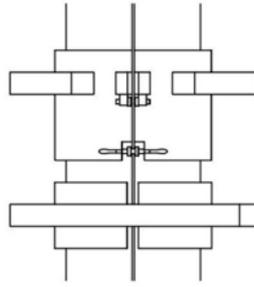


图5

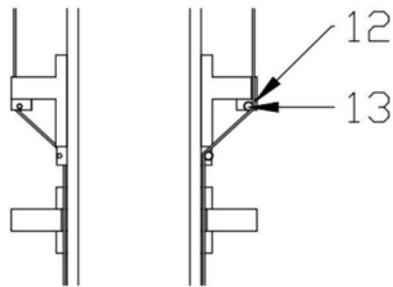


图6

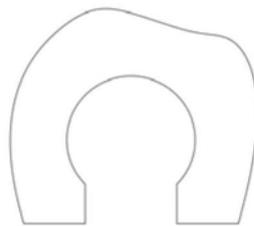


图7

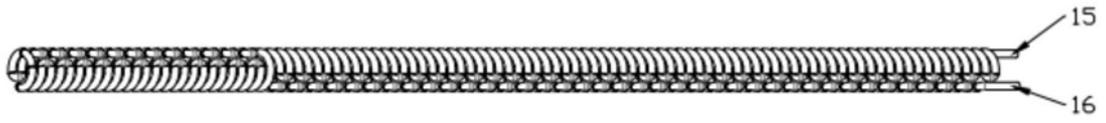


图8



图9



图10

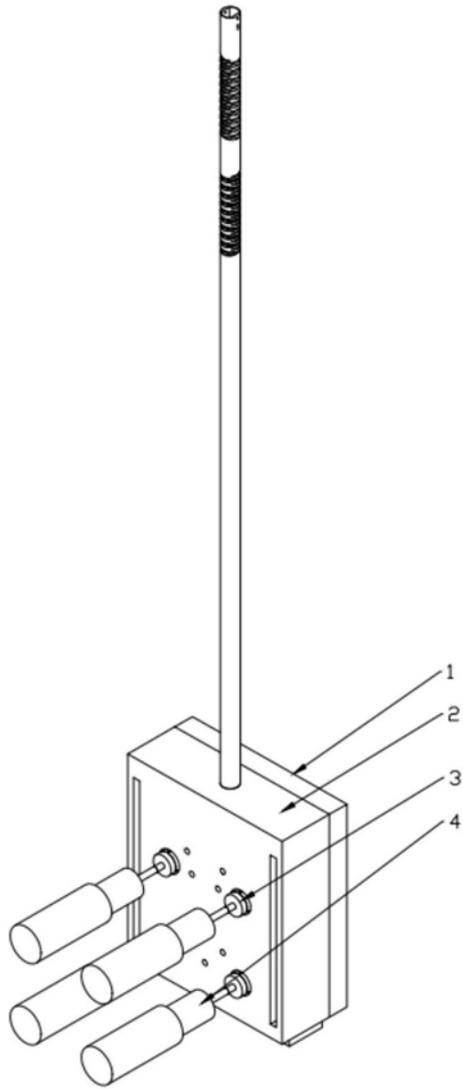


图11

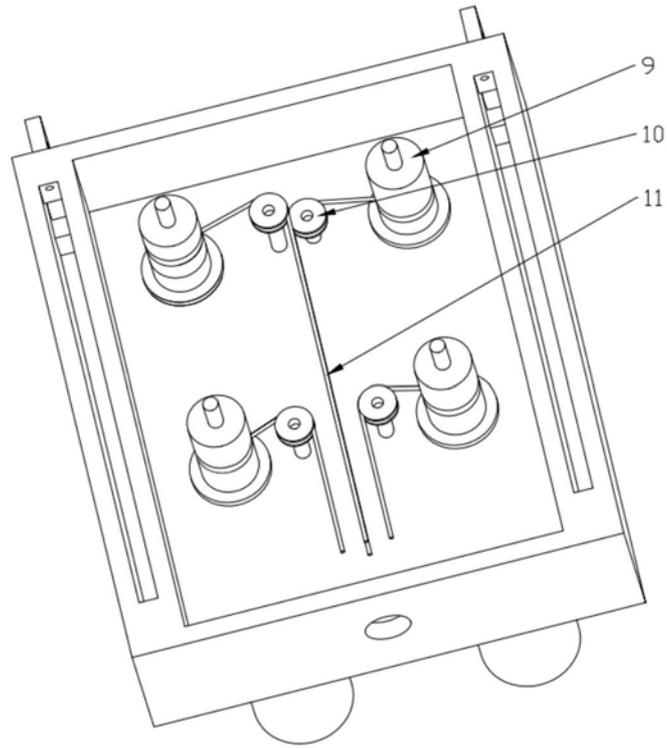


图12

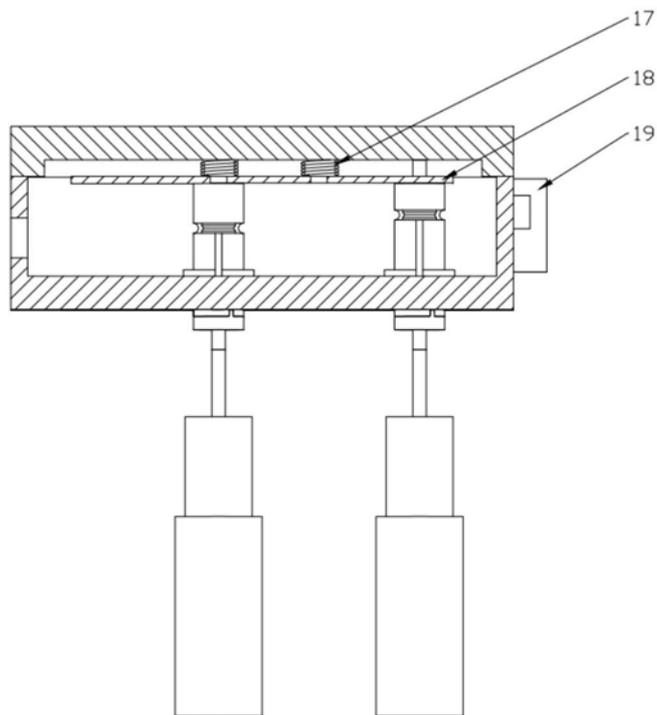


图13