



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110640782 A

(43)申请公布日 2020.01.03

(21)申请号 201910795090.0

(22)申请日 2019.08.27

(71)申请人 西安电子科技大学

地址 710071 陕西省西安市太白南路2号西安电子科技大学

(72)发明人 杨栋 杜敬利 王飞杰 李博韬 廉荫虎

(74)专利代理机构 西安长和专利代理有限公司 61227

代理人 李霞

(51)Int.Cl.

B25J 15/12(2006.01)

B25J 15/02(2006.01)

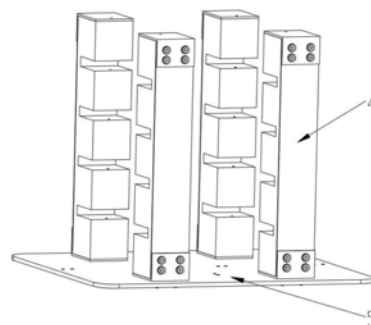
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统及方法、机器人

(57)摘要

本发明属于机械手技术领域,公开了一种采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统及方法、机器人,所述采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统设置有:柔性手部分;柔性手部分上安装有动力传输装置部分,动力传输装置部分上安装有绳索系统。柔性手部分由手指基座和四根相同的柔性手指组成,四根柔性手指通过螺栓连接固定在手指基座上。动力传输装置由三套动滑轮系统和多个绕线滑轮组成;绳索系统由第一绳索、第二绳索、第三绳索、第四绳索组成。本发明采用拉线驱动方式的单驱动柔性机械手,该柔性机械手仅需一个驱动器,简化了柔性机械手的控制系统,降低了柔性机械手的造价和重量,适合抓取易碎,形状复杂的物体。



1. 一种采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统,其特征在于,所述采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统设置有:

柔性手部分;

柔性手部分上安装有动力传输装置部分,动力传输装置部分上安装有绳索系统。

2. 如权利要求1所述的采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统,其特征在于,所述柔性手部分由手指基座和四根相同的柔性手指组成,四根柔性手指通过螺栓连接固定在手指基座上。

3. 如权利要求2所述的采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统,其特征在于,所述单根柔性手指由弹性薄板,两个L形结构件,带有凹槽的硅胶块组成;

弹性薄板两端与L形结构件通过螺栓连接固连,硅胶块粘贴于弹性薄板和L形结构件上;

弹性薄板提供柔性手指的恢复力,L形结构件上加工有通孔,用于穿过绳索和通过螺栓连接将柔性手指固定在手指基座上;硅胶块上加工有通孔,用于穿过绳索。

4. 如权利要求1所述的采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统,其特征在于,所述动力传输装置部分由三套动滑轮系统和多个绕线滑轮组成;

绕线滑轮固定在手指基座和底座上,动滑轮系统中的滑杆固定在手指基座和底座之间,动滑轮系统中的滑块上固连有动滑轮基座,动滑轮基座上固连有动滑轮。

5. 如权利要求4所述的采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统,其特征在于,所述动滑轮系统中的滑块上固连有动滑轮基座,动滑轮基座由两个U形结构件组装而成,第一U形结构件通过螺栓连接固连在滑块上,第二U形结构件上固连有动滑轮,第二U形结构件的底面加工有通孔,动滑轮的滑轮轴外伸的一端加工有螺纹,将动滑轮外伸的滑轮轴穿过第二U形结构件底面的通孔,用螺母将动滑轮固定在动滑轮基座上。

6. 如权利要求1所述的采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统,其特征在于,所述绳索系统由第一绳索、第二绳索、第三绳索、第四绳索组成;

第一绳索绕过动滑轮系统中的动滑轮,第一绳索两端从手指基座上的穿绳孔穿出,分别穿过对应的一根柔性手指;在柔性手指的另一端利用挤压变形的金属套筒固定;

第二绳索绕过动滑轮系统中的动滑轮,第二绳索两端从手指基座上的穿绳孔穿出,分别穿过对应的一根柔性手指;在柔性手指的另一端利用挤压变形的金属套筒固定;

第三绳索的一端固定在动滑轮系统的动滑轮基座上,另一端依次绕过固定在底座上的绕线滑轮、固定在手指基座上的绕线滑轮、动滑轮系统中的动滑轮、固定在手指基座上的绕线滑轮、固定在底座上的绕线滑轮,最后固定在动滑轮系统中的动滑轮基座上;

第四绳索的一端固定在动滑轮系统中的动滑轮基座上,另一端从底座上的穿绳孔穿出,与驱动器相连。

7. 一种执行权利要求1所述采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统的采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制方法,其特征在于,所述采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制方法包括:

第一步,驱动器给第四绳索施加拉力时,第四绳索牵引动滑轮系统中的动滑轮移动,动滑轮系统中的动滑轮给第三绳索施加拉力;

第二步,第三绳索的两端分别牵引动滑轮系统中的动滑轮移动,动滑轮系统中的动滑

轮分别给第一绳索、第二绳索施加拉力；第一绳索、第二绳索对柔性手指施加拉力，使柔性手指弯曲并抓取物体；

第三步，当驱动器取消对第四绳索的拉力时，柔性手指在弹性薄板的弹性力作用下恢复形状，柔性机械手松开被抓持物体。

8. 一种应用权利要求1~6任意一项所述采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统的机器人。

## 采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统及方法、机器人

### 技术领域

[0001] 本发明属于机械手技术领域,尤其涉及一种采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统及方法、机器人。

### 背景技术

[0002] 目前,最接近的现有技术:传统的刚性机械手和灵巧手等机械装置已经被广泛应用于人类的社会生活和生产中,但在对外形多变,表面易碎物体的分拣中,蔬菜水果的采摘中,传统的刚性机械手难以胜任这样的工作要求,而具有多传感器,多自由度及复杂控制的灵巧手虽然可以满足工作要求,但研发难度大,生产成本低,不利于推广应用。柔性机械手具有柔顺性,自适应性,控制简单等优点,可以满足这类工作要求。

[0003] 目前研究中,针对柔性机械手的驱动方式一种是将力由动力源通过柔性介质传输到本体,另一种是利用直接可变形的柔性驱动器。其中,利用气体为传输介质的是气动驱动,利用柔性线作为传输介质的是拉线驱动,直接可变形的有形状记忆合金和电活性聚合物等驱动方式。形状记忆合金在外力作用下易于变形,而在受热时会恢复原状并输出一定的力。电活性聚合物是一类受电场作用会发生形变的柔性智能材料。形状记忆合金和电活性聚合物自身的特性使它们可作为驱动器被应用。

[0004] 不同的驱动方式各有其优缺点,比如气动驱动和拉线驱动输出力较大、响应速度快但由于需要气源和电动机等动力装置使得整体重量较大,而形状记忆合金和电活性聚合物的驱动方式虽然整体重量较小但所能产生的输出力也较小,所以在需要抓取较重物体的场合不如气动驱动和拉线驱动的方式。气动驱动和拉线驱动相比,气动驱动能耗大,输出力小于拉线驱动,对柔性手指的制作要求高,比如有密封性等要求。在现有的采用拉线驱动方式的柔性机械手中,柔性手指之间相对独立,例如一根绳索用来单独牵引一根柔性手指,多根柔性手指便需要多根绳索分别牵引,多根绳索需要由多个电动机来分别控制。现有的柔性机械手中电动机数量多,控制复杂并且造成柔性机械手的整体重量较大,价格较高。如果能够通过控制更少的绳索来控制多根柔性手指,例如通过控制一根绳索来控制四根柔性手指的运动,便可以使柔性机械手所需要的电动机数量最少,通过控制一台电动机牵引与之相连的绳索便可以控制柔性机械手抓取物体。这样不仅可以降低柔性机械手的总体重量和价格,还能简化控制系统。

[0005] 综上所述,现有技术存在的问题是:在柔性机械手的各种驱动方式中,虽然拉线驱动方式具有输出力大、能耗小、响应速度快等优点,但同时由于所需驱动器(电动机)数量多而导致采用拉线驱动方式的柔性机械手整体重量较大、价格较高,同时增加了控制的复杂程度。

[0006] 解决上述技术问题的难度:

[0007] 解决上述问题需要对采用拉线驱动方式的柔性机械手中的动力传输装置和绳索系统在结构上进行合理设计,使得柔性机械手的多根柔性手指能够通过更少的电动机来控制,比如仅一台电动机,如何设计动力传输装置和绳索系统便成为了解决上述问题的难点

和重点。

[0008] 解决上述技术问题的意义：

[0009] 通过对采用拉线驱动方式的柔性机械手中的动力传输装置和绳索系统进行设计，从而使用一台电动机来控制柔性机械手抓取物体。由于所需电动机数量最少，所以可以最大程度的降低采用拉线驱动方式的柔性机械手的总体重量和价格，同时简化了控制系统。

## 发明内容

[0010] 针对现有技术存在的问题，本发明提供了一种采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统及方法、机器人。

[0011] 本发明是这样实现的，一种采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统，所述采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统设置有：

[0012] 柔性手部分；

[0013] 柔性手部分上安装有动力传输装置部分，动力传输装置部分上安装有绳索系统。

[0014] 进一步，所述柔性手部分由手指基座和四根相同的柔性手指组成，四根柔性手指通过螺栓连接固定在手指基座上。

[0015] 进一步，所述单根柔性手指由弹性薄板，两个L形结构件，带有凹槽的硅胶块组成；

[0016] 弹性薄板两端与L形结构件通过螺栓连接固连，硅胶块粘贴于弹性薄板和L形结构件上；

[0017] 弹性薄板提供柔性手指的恢复力，L形结构件上加工有通孔，用于穿过绳索和通过螺栓连接将柔性手指固定在手指基座上；硅胶块上加工有通孔，用于穿过绳索。

[0018] 进一步，所述动力传输装置部分由三套动滑轮系统和多个绕线滑轮组成；

[0019] 绕线滑轮固定在手指基座和底座上，动滑轮系统中的滑杆固定在手指基座和底座之间，动滑轮系统中的滑块上固连有动滑轮基座，动滑轮基座上固连有动滑轮。

[0020] 进一步，所述动滑轮系统中的滑块上固连有动滑轮基座，动滑轮基座由两个U形结构件组装而成，第一U形结构件通过螺栓连接固连在滑块上，第二U形结构件上固连有动滑轮，第二U形结构件的底面加工有通孔，动滑轮的滑轮轴外伸的一端加工有螺纹，将动滑轮外伸的滑轮轴穿过第二U形结构件底面的通孔，用螺母将动滑轮固定在动滑轮基座上。

[0021] 进一步，所述绳索系统由第一绳索、第二绳索、第三绳索、第四绳索组成；

[0022] 第一绳索绕过动滑轮系统中的动滑轮，第一绳索两端从手指基座上的穿绳孔穿出，分别穿过对应的一根柔性手指；在柔性手指的另一端利用挤压变形的金属套筒固定；

[0023] 第二绳索绕过动滑轮系统中的动滑轮，第二绳索两端从手指基座上的穿绳孔穿出，分别穿过对应的一根柔性手指；在柔性手指的另一端利用挤压变形的金属套筒固定；

[0024] 第三绳索的一端固定在动滑轮系统的动滑轮基座上，另一端依次绕过固定在底座上的绕线滑轮、固定在手指基座上的绕线滑轮、动滑轮系统中的动滑轮、固定在手指基座上的绕线滑轮、固定在底座上的绕线滑轮，最后固定在动滑轮系统中的动滑轮基座上；

[0025] 第四绳索的一端固定在动滑轮系统中的动滑轮基座上，另一端从底座上的穿绳孔穿出，与驱动器相连。

[0026] 本发明的另一目的在于提供一种执行所述采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统的采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制方法，所述采用拉线驱动的单驱动柔性机械控

制方法包括：

[0027] 第一步，驱动器给第四绳索施加拉力时，第四绳索牵引动滑轮系统中的动滑轮移动，动滑轮系统中的动滑轮给第三绳索施加拉力；

[0028] 第二步，第三绳索的两端分别牵引动滑轮系统中的动滑轮移动，动滑轮系统中的动滑轮分别给第一绳索、第二绳索施加拉力；第一绳索、第二绳索对柔性手指施加拉力，使柔性手指弯曲并抓取物体；

[0029] 第三步，当驱动器取消对第四绳索的拉力时，柔性手指在弹性薄板的弹性力作用下恢复形状，柔性机械手松开被抓持物体。

[0030] 本发明的另一目的在于提供一种应用所述采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统的机器人。

[0031] 综上所述，本发明的优点及积极效果为：单根柔性手指中的硅胶块加工有凹槽，使柔性手指更易弯曲，硅胶块材质柔软，当与被抓物体接触时，硅胶块表面在接触力的作用下产生形变，可以对被抓物体产生保护作用，不会使其受力破坏。柔性手指共有四个，能够与被抓物体产生足够多的接触，使被抓物体不易脱落。该方案使该款柔性机械手适宜抓取易碎，形状复杂的物体。

[0032] 本发明通过对动力传输装置和绳索系统的设计，实现了拉力从第四绳索经过其余绳索和动滑轮系统传递到四根柔性手指的过程，通过控制一个电动机对第四绳索施加拉力便可以控制柔性机械手抓取物体。相比于四根柔性手指使用四根绳索分别牵引，通过控制四个电动机分别给四根绳索施加拉力这种形式的柔性机械手或其他多根柔性手指使用多根绳索牵引，控制多个电动机分别给多根绳索施加拉力的柔性机械手，该方案减少了电动机的数量。在采用拉线驱动方式的柔性机械手中，电动机所占据的重量和价格的比例较大，由于该方案减少了采用拉线驱动方式的柔性机械手中电动机的数量，所以降低了柔性机械手整体的重量和价格。所需控制的电动机数量越少，控制系统就越简单，控制一个电动机的控制系统显然比控制多个电动机的控制系统要简单。

[0033] 本发明降低了采用拉线驱动方式柔性机械手的重量和成本价格，简化了控制系统，适宜于抓取易碎、不规则的物体。

## 附图说明

[0034] 图1是本发明实施例提供的采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统中柔性手部分的结构示意图；

[0035] 图2是本发明实施例提供的采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统中动力传输装置部分的结构示意图；

[0036] 图3是本发明实施例提供的采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统中绳索系统的结构示意图；

[0037] 图4是本发明实施例提供的采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制方法的流程图。

[0038] 图5是本发明实施例提供的采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统的整体结构示意图；

[0039] 图6是本发明实施例提供的单根柔性手指结构示意图；

[0040] 图7是本发明实施例提供的动滑轮系统结构示意图；

[0041] 图8是本发明实施例提供的绕线滑轮及其基座结构示意图；  
[0042] 图9是本发明实施例提供的手指基座结构示意图；  
[0043] 图10是本发明实施例提供的底板结构示意图；  
[0044] 图11是本发明实施例提供的滑杆滑块机构结构示意图；  
[0045] 图12是本发明实施例提供的动滑轮基座结构示意图；  
[0046] 图13是本发明实施例提供的动滑轮结构示意图；  
[0047] 图14是本发明的原理样机抓取不规则物体(阶梯轴)的效果图；  
[0048] 图中：1、柔性手指部分；2、动力传输装置部分；3、绳索系统；4、柔性手指；5、手指基座；6、动滑轮系统；7、绕线滑轮；8、第一绳索；9、第二绳索；10、第三绳索；11、第四绳索；12、底座；13、弹性薄板；14、L形结构件；15、硅胶块；16、滑杆；17、滑块；18、动滑轮基座；18-1、第一U形结构件；18-2、第二U形结构件；19、动滑轮；20、绕线滑轮基座；21、挤压变形的金属套筒。

### 具体实施方式

[0049] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0050] 针对现有技术存在的问题，本发明提供了一种采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统及方法、机器人，下面结合附图对本发明作详细的描述。

[0051] 如图1、2、3所示，本发明实施例提供的采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制系统包括：柔性手部分1、动力传输装置部分2、绳索系统3。

[0052] 柔性手部分1上安装有动力传输装置部分2，动力传输装置部分2上安装有绳索系统3。

[0053] 如图4所示，本发明实施例提供的采用拉线驱动的单驱动柔性机械控制方法包括以下步骤：

[0054] S401：驱动器给第四绳索11施加拉力时，第四绳索11牵引动滑轮系统6中的动滑轮19移动，动滑轮系统6中的动滑轮19给第三绳索10施加拉力；

[0055] S402：第三绳索10的两端分别牵引动滑轮系统6中的动滑轮19移动，动滑轮系统6中的动滑轮19分别给第一绳索8、第二绳索9施加拉力；第一绳索8、第二绳索9对柔性手指4施加拉力，使柔性手指4弯曲并抓取物体；

[0056] S403：当驱动器取消对第四绳索11的拉力时，柔性手指4在弹性薄板13的弹性力作用下恢复形状，柔性机械手松开被抓持物体。

[0057] 下面结合附图对本发明的技术方案作进一步的描述。

[0058] 如图1、5所示，柔性手部分1由手指基座5和四根相同的柔性手指4组成，四根柔性手指4通过螺栓连接固定在手指基座5上。

[0059] 如图6所示，单根柔性手指4由弹性薄板13，两个L形结构件14，带有凹槽的硅胶块15组成。弹性薄板13两端与L形结构件14通过螺栓连接固连，硅胶块15粘贴于弹性薄板13和L形结构件14上。弹性薄板13提供柔性手指4的恢复力，L形结构件14上加工有通孔，用于穿过绳索和通过螺栓连接将柔性手指4固定在手指基座5上。硅胶块15上加工有通孔，用于穿

过绳索。

[0060] 如图2、5所示,动力传输装置主要由三套动滑轮系统6和多个绕线滑轮7组成。绕线滑轮7按照相应要求固定在手指基座5和底座12上。动滑轮系统6中的滑杆16固定在手指基座5和底座12之间,动滑轮系统6中的滑块17上固连有动滑轮基座18,动滑轮基座18上固连有动滑轮19。

[0061] 如图7所示,动滑轮系统6中的滑块17上固连有动滑轮基座18,动滑轮基座18由两个U形结构件组装而成,第一U形结构件18-1通过螺栓连接固连在滑块17上,第二U形结构件18-2上固连有动滑轮19,第二U形结构件18-2的底面加工有通孔,动滑轮19的滑轮轴外伸的一端加工有螺纹,将动滑轮19外伸的滑轮轴穿过第二U形结构件18-2底面的通孔,用螺母将动滑轮19固定在动滑轮基座18上。

[0062] 如图3和图5所示,绳索系统由第一绳索8、第二绳索9、第三绳索10、第四绳索11组成,第一绳索8绕过动滑轮系统6中的动滑轮19,第一绳索8两端从手指基座5上的穿绳孔穿出,然后分别穿过对应的一根柔性手指4,在柔性手指4的另一端利用挤压变形的金属套筒21固定。第二绳索9绕过动滑轮系统6中的动滑轮19,第二绳索9两端从手指基座5上的穿绳孔穿出,然后分别穿过对应的一根柔性手指4,在柔性手指4的另一端利用挤压变形的金属套筒21固定。第三绳索10的一端固定在动滑轮系统6的动滑轮基座18上,另一端依次绕过固定在底座12上的绕线滑轮7、固定在手指基座5上的绕线滑轮7、动滑轮系统6中的动滑轮19、固定在手指基座5上的绕线滑轮7、固定在底座12上的绕线滑轮7,最后固定在动滑轮系统6中的动滑轮基座18上。第四绳索11的一端固定在动滑轮系统6中的动滑轮基座18上,另一端从底座12上的穿绳孔穿出,与驱动器相连。

[0063] 当控制驱动器(电动机)牵引第四绳索11时,第四绳索11牵引动滑轮系统6中的动滑轮19移动,动滑轮系统6中的动滑轮19给第三绳索10施加拉力;第三绳索10的两端分别牵引动滑轮系统6中的动滑轮19移动,动滑轮系统6中的动滑轮19分别给第一绳索8、第二绳索9施加拉力;第一绳索8、第二绳索9对柔性手指4施加拉力,使柔性手指4弯曲并抓取物体;当驱动器(电动机)取消对第四绳索11的拉力时,柔性手指4在弹性薄板13的弹性力作用下恢复形状,柔性机械手松开被抓持物体。该装置只需控制一个电机的转动便可以控制柔性机械手抓取物体,控制简单。整个装置只需一个电动机,驱动器数量达到最少,减少了采用拉线驱动方式的柔性机械手的总体重量和花费在电动机上的费用。柔性手指4用于与物体接触的硅胶块15材质柔软,与物体接触时,不易损坏物体,具有被动适应性,易于用来抓取易碎,形状复杂的物体。柔性手部分1上安装有动力传输装置部分2,动力传输装置部分2上安装有绳索系统3。柔性手部分1由手指基座5和四根相同的柔性手指4组成,四根柔性手指4通过螺栓连接固定在手指基座5上。单根柔性手指4由弹性薄板13,两个L形结构件14,带有凹槽的硅胶块15组成;弹性薄板13两端与L形结构件14通过螺栓连接固连,硅胶块15粘贴于弹性薄板13和L形结构件14上;弹性薄板13提供柔性手指4的恢复力,L形结构件14上加工有通孔,用于穿过绳索和通过螺栓连接将柔性手指4固定在手指基座5上;硅胶块15上加工有通孔,用于穿过绳索。

[0064] 为了验证本发明的合理性、有效性,制作了本发明的原理样机,该样机驱动器部分采用的是一个手动微调滑台,用于控制绳索牵引长度,柔性手部分和动力传输装置部分及绳索系统的结构与本发明所描述的结构相同。经试验,样机能够抓取形状复杂,易损坏的物



体,同时具备本发明所述的其他全部优点。

[0065] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

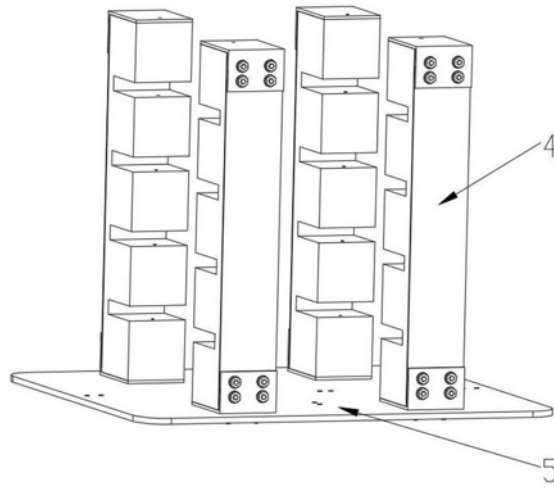


图1

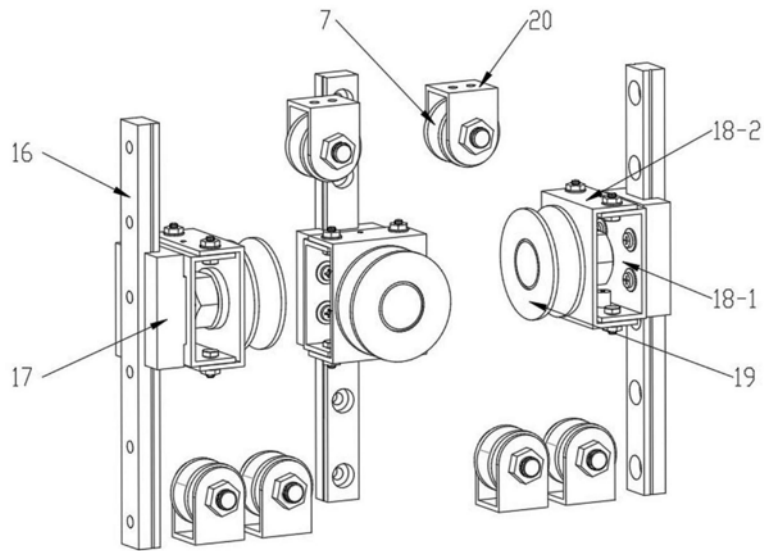


图2

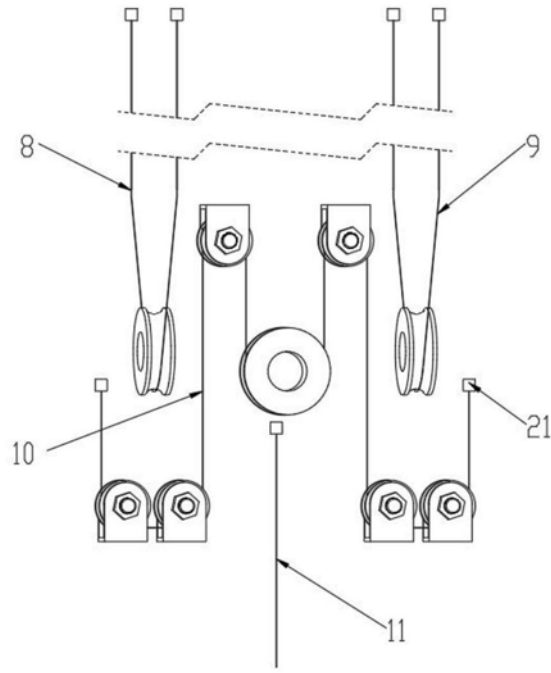
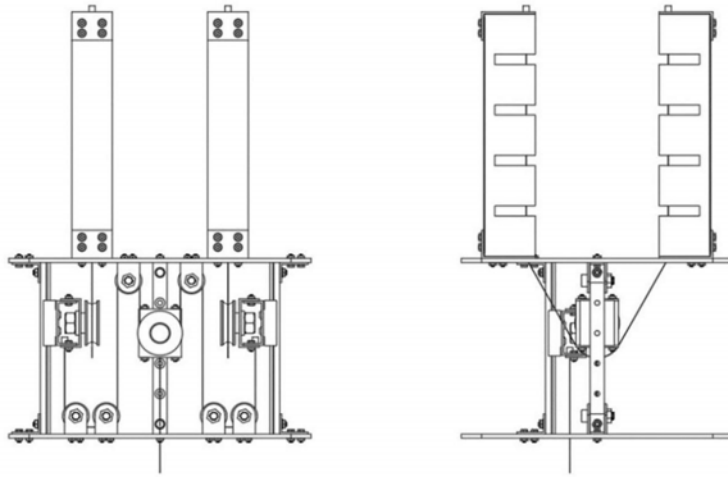
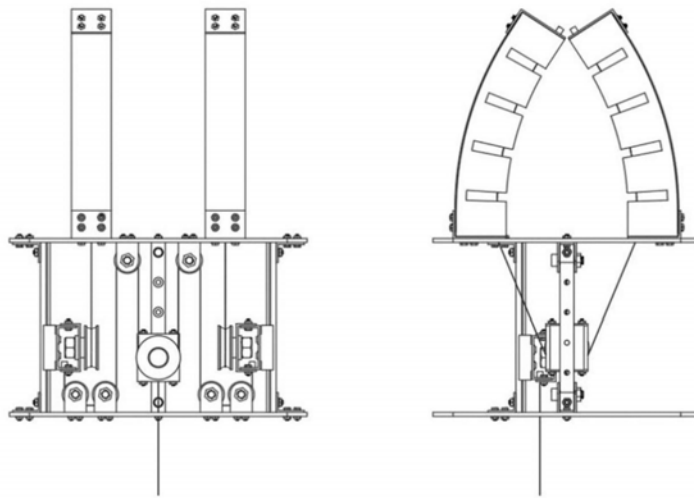


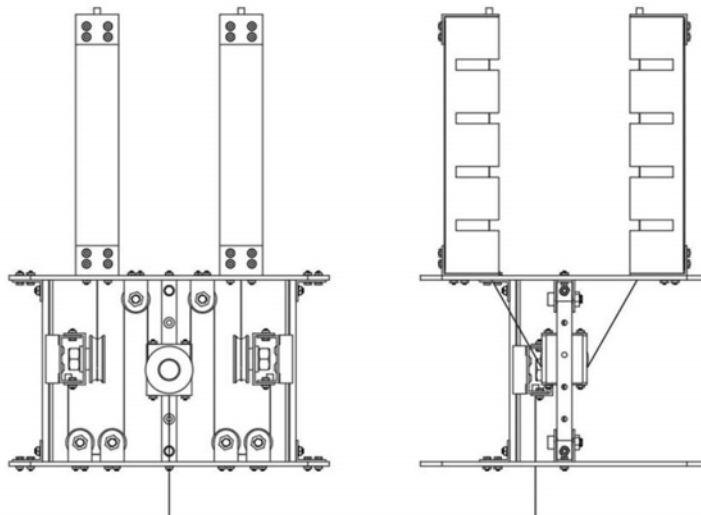
图3



S401



S402



S403

图4

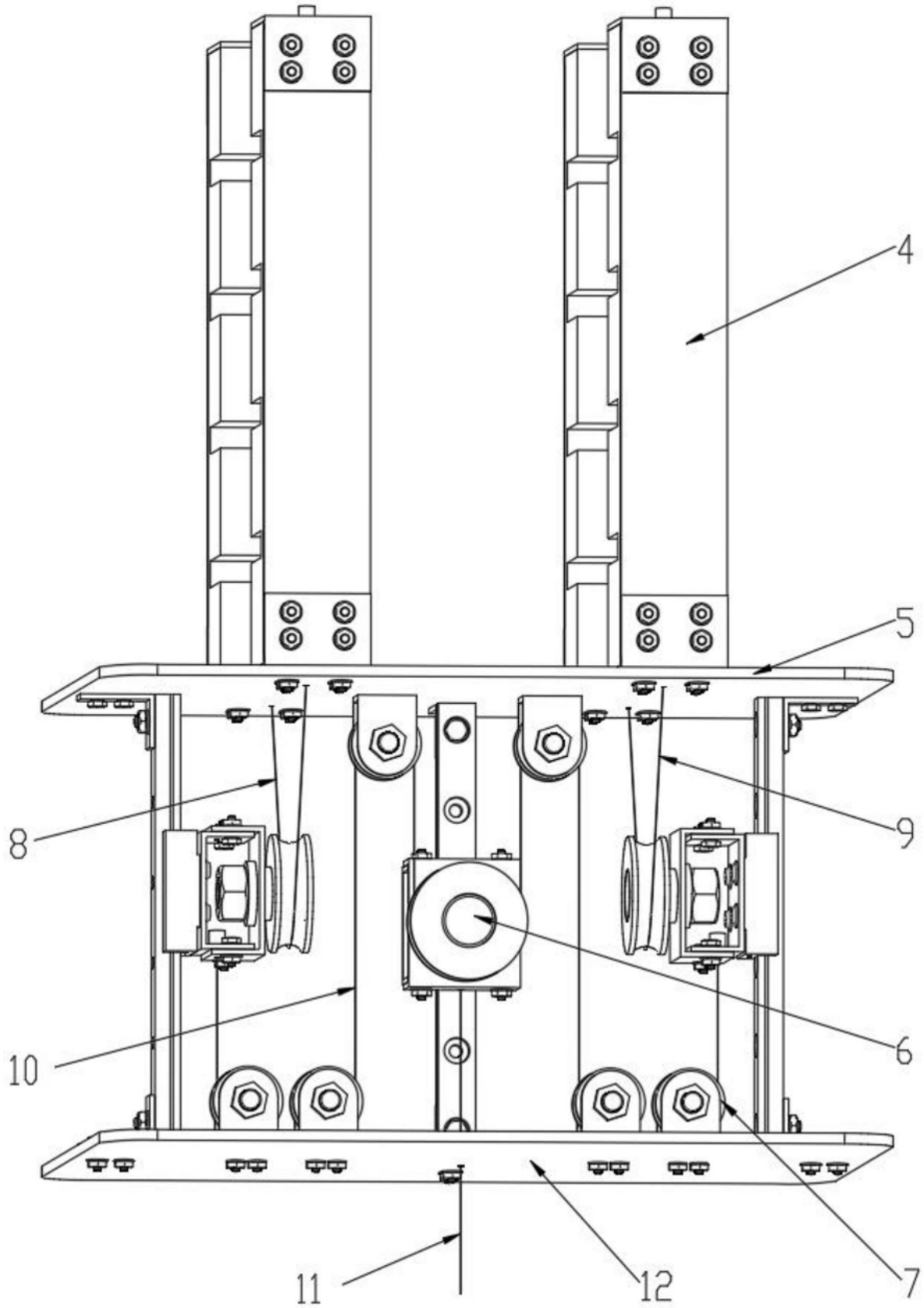


图5

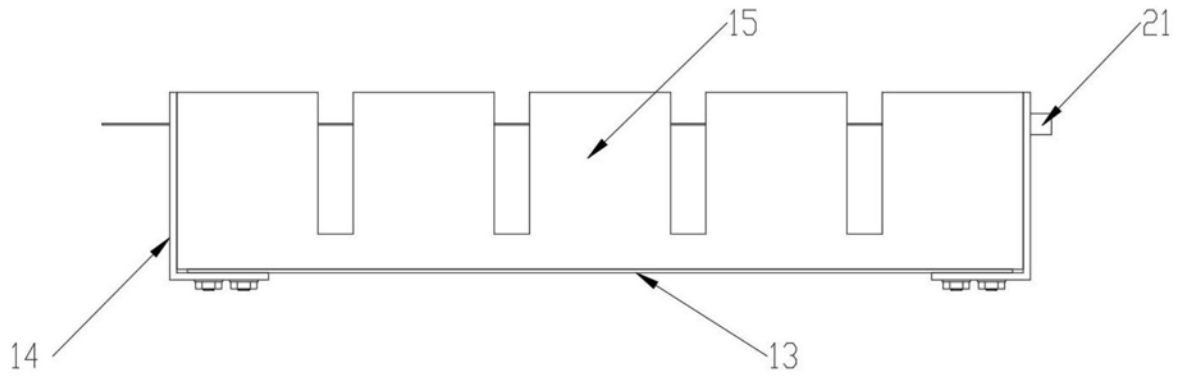


图6

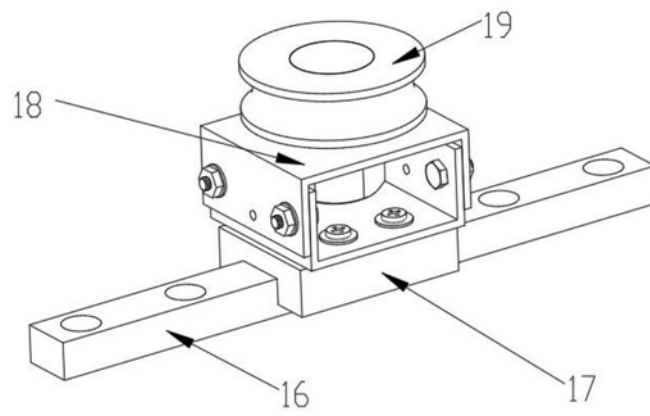


图7

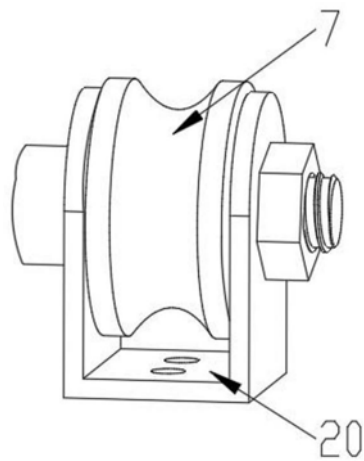


图8

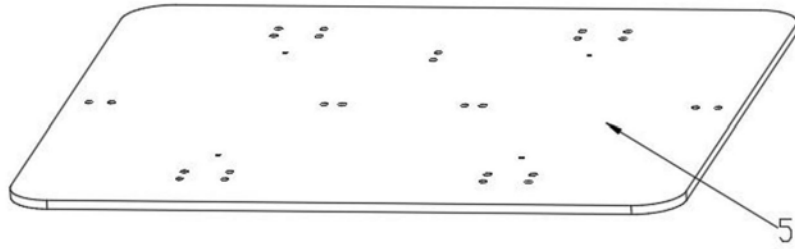


图9

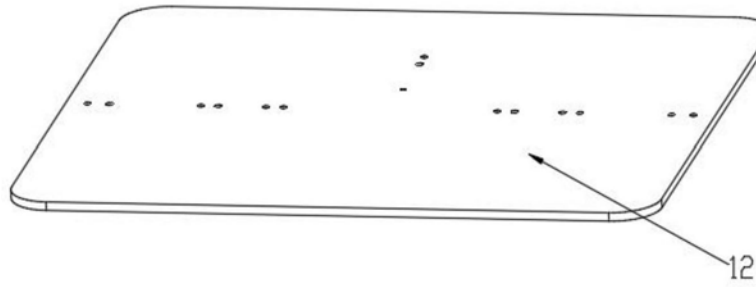


图10

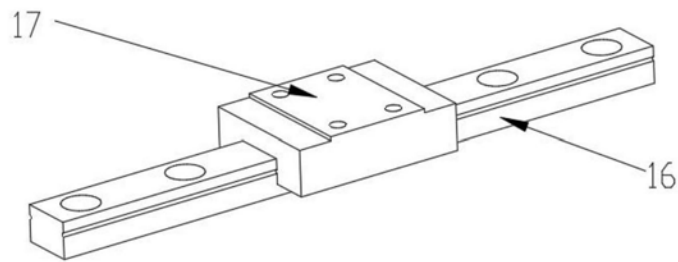


图11

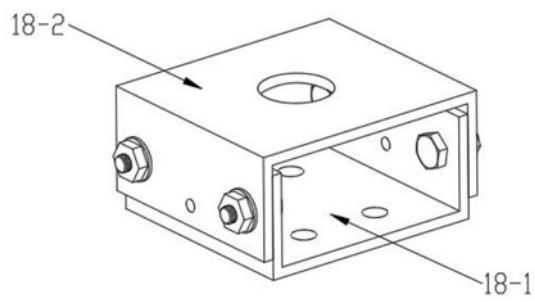


图12



图13

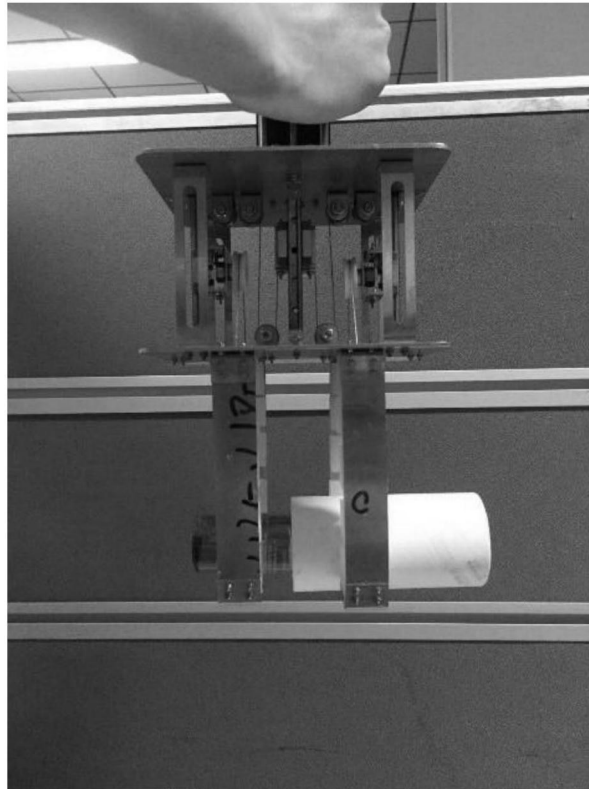


图14