



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110274723 B

(45) 授权公告日 2021.01.15

(21) 申请号 201810207421.X

US 3943761 A, 1976.03.16

(22) 申请日 2018.03.14

CN 102627234 A, 2012.08.08

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 胡跃澜

申请公布号 CN 110274723 A

(43) 申请公布日 2019.09.24

(73) 专利权人 中国石油大学(华东)

地址 266000 山东省东营市北二路271号

(72) 发明人 邹宇鹏 刘凯 王诺 韩志远

李俊卿 耿小虎

(51) Int.Cl.

G01L 5/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105372061 A, 2016.03.02

CN 106986277 A, 2017.07.28

CN 201138262 Y, 2008.10.22

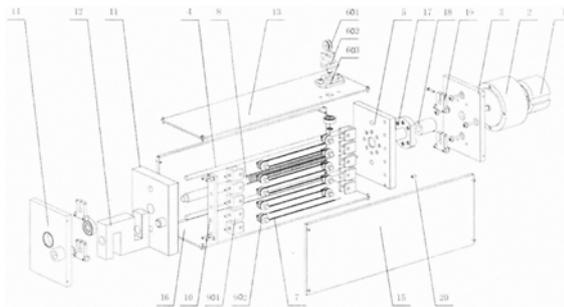
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置

(57) 摘要

本发明公开了一种具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置,包括光电编码器、永磁直流力矩电机、移动板、滚珠螺母、滚珠丝杠、垫板、测力板、S型拉力传感器、后板、柔索、U型槽导向机构、周转导向机构、侧板、底板、顶板和锁绳器;通过设计A、B两组U型槽导向机构的位置,可保证柔索被U型槽导向机构分成与丝杠轴线平行的绳段;柔索的移动距离等于U型槽导向机构的数目乘以移动板的轴向移动距离,成对改变U型槽导向机构的数量,可进一步改变驱动装置的传动比;拉力传感器实测数据等于U型槽导向机构的数目乘以柔索张力,成对地增加U型槽导向机构的数量,可增大拉力传感器的实际测量力,降低传感器电路噪声对测量结果的影响。



1. 一种具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置,包括光电编码器(1)、永磁直流力矩电机(2)、法兰板(3)、联轴器(18)、导轨固定夹(19)、移动板(5)、滚珠螺母(17)、滚珠丝杠(8)、圆柱导轨(4)、垫板(10)、测力板(11)、S型拉力传感器(12)、滚珠轴承、后板(14)、柔索(7)、U型槽导向机构(9)、周转导向机构(6)、侧板(15)、底板(16)、顶板(13)和锁绳器(20),其特征在于,所述永磁直流力矩电机(2)固定在法兰板(3)上,电机输出轴通过联轴器(18)与滚珠丝杠(8)连接,电机尾部安装有光电编码器(1),所述法兰板(3)、底板(16)、侧板(15)、后板(14)和顶板(13)共同组成一个密封的长方体外壳,所述联轴器(18)用于联接永磁直流力矩电机(2)输出轴和滚珠丝杠(8),所述的滚珠丝杠(8)一端穿过滚珠螺母(17)与联轴器(18)连接,另一端穿过测力板(11)通过滚珠轴承安装在后板(14)上,整体相对于圆柱导轨(4)并行布置;滚珠丝杠(8)与滚珠螺母(17)配合构成滚珠丝杠(8)螺母副;滚珠螺母(17)固定在移动板(5)上,所述的柔索(7)一端固定在锁绳器(20)上,所述的S型拉力传感器(12)固定安装在后板(14)内侧,S型拉力传感器(12)的另一端与测力板(11)固定连接,柔索(7)穿过安装在测力板(11)上的U型槽导向机构(9),所述的周转导向机构(6)由轴承盖(603)、周转支架(602)和V型槽轴承导轮(601)组成,安装在顶板(13)外侧。

2. 根据权利要求1所述的具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置,其特征在于,所述两根圆柱导轨(4)相对滚珠丝杠(8)上下对称布置,圆柱导轨(4)一端穿过移动板(5)通过法兰板(3)上的导轨固定夹(19)固定,另一端穿过测力板(11)通过后板(14)上的导轨固定夹(19)固定。

3. 根据权利要求1所述的具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置,其特征在于,所述周转支架(602)通过轴承、卡圈与顶板(13)和轴承盖(603)组合装配,V型槽轴承导轮(601)安装在周转支架(602)上;柔索(7)穿过周转支架(602)的通孔,经V型槽轴承导轮(601)输出。

4. 根据权利要求1所述的具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置,其特征在于,所述U型槽导向机构(9)共有十个,均由导向支架(901)和U型槽轴承导轮(902)组成,分为A、B两组,每组五个,A组沿垂直方向间隔均匀地固定在移动板(5)内侧,B组相对于A组交错安装在测力板(11)的垫板(10)内侧,十个U型槽导向机构(9)在同一平面内。

5. 根据权利要求1所述的具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置,其特征在于,所述柔索(7)的移动距离等于U型槽导向机构的数目乘以移动板(5)轴向移动距离。

6. 根据权利要求1所述的具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置,其特征在于,所述S型拉力传感器(12)所受的拉力等于U型槽导向机构的数目乘以柔索(7)的张力。

## 一种具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种驱动装置领域,具体是一种具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置。

### 背景技术

[0002] 柔索传动作为一种新兴的传动方式,在加工装配、航空航天、医疗康复及工程领域已经得到了广泛的应用。柔索传动负载自重比大、速度精度高、响应速度快、柔顺性好、工作方式灵活、环境适应能力强,因此,基于柔索传动的机械装置以及柔索驱动机器人形式多样、应用广泛。在柔索传动的应用过程中,柔索驱动装置的设计尤为重要。

[0003] 在使用柔索传动时,常见设计为将柔索缠绕在卷筒上,但经常会出现乱绳、咬绳以及压绳等现象。当柔索杂乱无章地排列在卷筒上时,不仅不能充分利用卷筒的缠绕空间,柔索之间反复的挤压和摩擦还会造成柔索断丝,缩短使用寿命,严重影响测量精度与控制效果。如何采用非滚筒结构防止柔索混叠是本发明拟解决的问题之一。柔索驱动单元【专利号CN201110172607.4】能够完成空间多自由度的柔索驱动,但是柔索只能混乱缠绕在牵引轮上。一种带排绳器的液压绞盘【专利号CN201410475709.9】通过传动链和双向螺旋杆实现钢丝绳在液压绞盘上规则排布,但排绳器和绳索缠绕筒单独设计,结构复杂。绞车排绳器【专利号CN201210273488.6】通过锥形排绳辊筒的外圆锥面来使得绳紧密排绕在绞车辊筒上。一种自动排绳的电动绞盘【专利号CN201610695542.4】通过电机带动电机轴转动进而实现卷筒在电机轴上水平移动,牵引筒进一步引导钢丝绳的输出以及收拢,但牵引筒由齿轮机构驱动,丝杠与电机轴串联布置,整体结构复杂、体积庞大。

[0004] 在柔索传动的应用过程中,通常需要监测柔索张力或者对柔索内部张力进行伺服控制。目前,实时检测柔索张力的方法通常是将传感器置于柔索中间,传感器跟随柔索一起运动,测量柔索实际张力,但是这样由于传感器自身惯性以及电路噪声的存在增大了测量误差,在力精度要求较高的场合会影响力控制效果。如何动态检测柔索张力,减少测量误差,实现高精度测力,这也是本发明拟解决的另一个技术问题。一种压脉器【专利号CN2608018Y】通过拉力传感器检测压脉带上的压力并控制电机开关,传感器所受拉力大小与柔索张力的大小是非线性的,对张力测量的精度和实时性要求相对较低,无法进行张力控制。一种具有测力功能的柔索牵引装置【专利号CN201210081434.X】可实现空间多自由度的柔索驱动,并且可实时检测柔索张力,但是柔索混乱缠绕在牵引轮上,柔索容易损坏,柔索在牵引轮上的堆叠以及轴向窜动也会影响柔索张力的测量精度。具有零位调节的绳索张力检测机构【专利号CN201010155278.8】可检测柔索动、静态张力,但限制了柔索传动方向和工作空间;可重构式柔索驱动并联机器人及其驱动装置【专利号CN200910088558.9】,其驱动模块可以使柔索工作稳定不脱落,并能保证柔索有序排列,在断电的情况下不会造成柔索松弛和相互缠绕的情况,该装置无法检测柔索张力。

## 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置,以解决所述背景技术中提出的问题。

[0006] 为实现所述目的,本发明提供如下技术方案:

[0007] 一种具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置,包括光电编码器、永磁直流力矩电机、法兰板、联轴器、导轨固定夹、移动板、滚珠螺母、滚珠丝杠、圆柱导轨、垫板、测力板、S型拉力传感器、滚珠轴承、后板、柔索、U型槽导向机构、周转导向机构、侧板、底板、顶板和锁绳器,所述永磁直流力矩电机固定在法兰板上,电机输出轴通过联轴器与滚珠丝杠连接,电机尾部安装有光电编码器,所述法兰板、底板、侧板、后板和顶板共同组成一个密封的长方体外壳,所述联轴器用于联接永磁直流力矩电机输出轴和滚珠丝杠,所述的滚珠丝杠一端穿过滚珠螺母与联轴器连接,另一端穿过测力板通过滚珠轴承安装在后板上,整体相对于圆柱导轨并行布置;滚珠丝杠与滚珠螺母配合构成滚珠丝杠螺母副;滚珠螺母固定在移动板上,所述的柔索一端固定在锁绳器上,所述的S型拉力传感器固定安装在后板内侧,另一端与测力板固定连接,柔索通过安装在测力板上的U型槽导向机构,所述的周转导向机构由轴承盖、周转支架和V型槽轴承导轮组成,安装在顶板外侧。

[0008] 作为本发明进一步的方案:所述两根圆柱导轨相对滚珠丝杠上下对称布置,圆柱导轨一端穿过移动板通过法兰板上的导轨固定夹固定,另一端穿过测力板通过后板上的导轨固定夹固定。

[0009] 作为本发明再进一步的方案:所述周转支架通过轴承、卡圈与顶板和轴承盖组合装配,V型槽轴承导轮安装在周转支架上;柔索穿过周转支架的通孔,经V型槽轴承导轮输出。

[0010] 作为本发明再进一步的方案:所述U型槽导向机构共有十个,均由导向支架和U型槽轴承导轮组成,分为A、B两组,每组五个,A组沿竖直方向间隔均匀地固定在移动板内侧,B组相对于A组交错安装在测力板的垫板内侧,十个U型槽导向机构在同一平面内。

[0011] 作为本发明再进一步的方案:所述柔索的移动距离等于U型槽导向机构的数目乘以移动板轴向移动距离。

[0012] 作为本发明再进一步的方案:所述S型拉力传感器所受的拉力等于U型槽导向机构的数目乘以柔索的张力。

[0013] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:本装置在对柔索进行收放的过程中,柔索的线速度以及伸缩量可通过永磁直流力矩电机尾部的光电编码器转换测得,可以实时监测柔索的线速度以及伸缩量,通过设置U型槽轴承导轮、V型槽轴承导轮可减小柔索运动过程中的波动,保证传递的顺畅;S型拉力传感器一端安装在测力板外侧,另一端安装在后板内侧,可有效消除传感器自身惯性对测量结果的影响;通过设计A、B两组U型槽导向机构的位置,可保证柔索被U型槽导向机构分成与丝杠轴线平行的绳段,拉力传感器测量十倍的柔索张力,可降低传感器电路噪声;拉力传感器实测数据等于U型槽导向机构的数目乘以柔索张力,成对地增加U型槽导向机构的数量,可增大拉力传感器的实际测量力,更加有效地降低电路噪声对测量结果的影响。

## 附图说明

- [0014] 图1为具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置的总体装配图；
- [0015] 图2为具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置的装配爆炸图；
- [0016] 图3为具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置测力机构的局部装配图；
- [0017] 图4为具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置测力机构的侧视图。
- [0018] 图中：1-光电编码器；2-永磁直流力矩电机；3-法兰板；4-圆柱导轨；5-移动板；6-周转导向机构；7-柔索；8-滚珠丝杠；9-U型槽导向机构；10-垫板；11-测力板；12-S型拉力传感器；13-顶板；14-后板；15-侧板；16-底板；17-滚珠螺母；18-联轴器；19-导轨固定夹；20-锁绳器；901-导向支架；902-U型槽轴承导轮；601-V型槽轴承导轮；602-周转支架；603-轴承盖。

## 具体实施方式

[0019] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0020] 请参阅图1-4，本发明实施例中，一种具有防缠绕及高精度测力功能的柔索驱动装置，包括光电编码器1、永磁直流力矩电机2、法兰板3、联轴器18、导轨固定夹19、移动板5、滚珠螺母17、滚珠丝杠8、圆柱导轨4、垫板10、测力板11、S型拉力传感器12、滚珠轴承、后板14、柔索7、U型槽导向机构9、周转导向机构6、侧板15、底板16、顶板13和锁绳器20。

[0021] 所述永磁直流力矩电机2固定在法兰板3上，电机输出轴通过联轴器18与滚珠丝杠8连接，电机尾部安装有光电编码器1，通过光电编码器1检测电机的角速度和角位移，进一步可转换得到柔索7的线速度和伸缩量。

[0022] 所述的法兰板3、底板16、侧板15、后板14和顶板13共同组成一个密封的长方体外壳，结构紧凑，便于运输、安装与和使用。

[0023] 所述的联轴器18用来联接永磁直流力矩电机2输出轴和滚珠丝杠8，使之共同旋转以传递扭矩。

[0024] 所述的2根圆柱导轨4相对滚珠丝杠8上下对称布置，圆柱导轨4一端穿过移动板5通过法兰板3上的导轨固定夹19固定，另一端穿过测力板11通过后板14上的导轨固定夹19固定。

[0025] 所述的滚珠丝杠8一端穿过滚珠螺母17与联轴器18连接，另一端穿过测力板11通过滚珠轴承安装在后板14上，整体相对于圆柱导轨4并行布置；滚珠丝杠8与滚珠螺母17配合构成滚珠丝杠8螺母副；滚珠螺母17固定在移动板5上。

[0026] 所述的移动板5在滚珠螺母17和圆柱导轨4的共同作用下，只能沿圆柱导轨4做轴向平移；装置外柔索7移动距离为移动板5轴向移动距离的10倍。

[0027] 所述的10个U型槽导向机构9均由导向支架901和U型槽轴承导轮902组成，可分为A、B两组，每组5个，A组沿竖直方向间隔均匀地固定在移动板5内侧，B组相对于A组交错安装在测力板11的垫板10的内侧，10个U型槽导向机构9在同一平面内，被动跟随柔索7转动，保证柔索7流畅地传动，实现柔索7的收放功能。

[0028] U型槽轴承导轮902采用U型槽结构可确保柔索7在伸缩过程中始终在U型槽内小范围运动,避免柔索7在导向轮轴线方向上的大窜动,影响收绳和放绳效果,同时可有效防止卡绳和磨损;此外,U型槽导向机构9可以减小柔索7在通过U型槽导向机构9时产生的径向波动和轴向波动,减小钢丝绳相对于测力导向机构轴线的窜动,提高测力精度。

[0029] 所述的柔索7一端固定在锁绳器20上,首先穿过B组最下面的U型槽导向机构9,然后穿过A组最下面的U型槽导向机构9,再依次穿过B组次下、A组次下、B组中间、A组中间、B组次上、A组次上、B组最上、A组最上的U型槽导向机构9,形成10段与丝杠轴线平行的绳段,最后由周转导向机构6输出。

[0030] 所述的S型拉力传感器12固定安装在后板14内侧,另一端与测力板11固定连接,使测量环境保持稳定,可有效消除传感器自身惯性对测量结果的影响;柔索7通过安装在测力板11上的5个U型槽导向机构9,被U型槽导向机构9分成10段与滚珠丝杠8轴向平行的绳段,拉力传感器测量十倍的柔索7的张力,可有效降低传感器电路噪声;拉力传感器实测数据等于U型槽导向机构9的数目乘以柔索7的张力,成对增加U型槽导向机构9的数量,可增大拉力传感器实际测量的张力,更加有效地减弱传感器电路噪声对测量的影响,提高测量精度。

[0031] 所述的周转导向机构6由轴承盖603、周转支架602和V型槽轴承导轮601组成,安装在顶板13外侧;周转支架602通过轴承、卡圈与顶板13和轴承盖603组合装配,相对于顶板13可绕自身轴线转动;V型槽轴承导轮601安装在周转支架602上;柔索7穿过周转支架602的穿孔,然后经V型槽轴承导轮601输出;工作过程中,周转支架602跟随柔索7传动方向发生相应的转动,保证柔索7顺畅地输出。

[0032] 所述的锁绳器20固定安装在移动板5最底部,可快速装卸,结构合理,锁止稳定,冲击力小,安全系数大。

[0033] 本发明的工作原理是:

[0034] (1) 卷绳功能:移动板5被封闭在法兰板3和测力板11之间,可沿圆柱导轨4轴向滑动;永磁直流力矩电机2可通过联轴器18带动滚珠丝杠8绕自身轴线转动;滚珠螺母17安装在移动板5中间,当滚珠丝杠8转动时,滚珠螺母17和移动板5沿滚珠丝杠8轴向平移,移动板5带动装置外柔索7移动;装置中10段与滚珠丝杠8轴向平行的绳段使得装置外的柔索7移动距离为移动板5轴向移动距离的十倍;柔索7的移动距离等于U型槽导向机构9的数目乘以移动板5轴向移动距离,成对增加U型槽导向机构9的数量,可进一步增加驱动装置的传动比;柔索7紧绕在10个U型槽导向机构9上,实现柔索7的收放功能:柔索7的线速度以及伸缩量可通过光电编码器1检测测得。

[0035] (2) 导向及高精度测力功能:U型槽轴承导轮902、V型槽轴承导轮601可减小柔索7运动过程中的波动,保证传递的顺畅;S型拉力传感器12一端安装在测力板11外侧,另一端安装在后板14内侧,可有效消除传感器自身惯性对测量结果的影响;测力板11内侧的垫板10上沿竖直方向间隔均匀地安装有5个U型槽导向机构9,与移动板5内侧上的5个U型槽导向机构9交错布置;U型槽导向机构9等效于滑轮机构,柔索7通过U型槽导向机构9;通过设计A、B两组U型槽导向机构9的位置,可保证柔索7被U型槽导向机构9分成10段与丝杠轴线平行的绳段,拉力传感器测量10倍的柔索7张力,可降低传感器电路噪声;拉力传感器实测数据等于U型槽导向机构9的数目乘以柔索7的张力,成对增加U型槽导向机构9的数目,可增大拉力传感器的实际测量值,更加有效地降低电路噪声对测量结果的影响。

[0036] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于所述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是所述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0037] 此外,应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

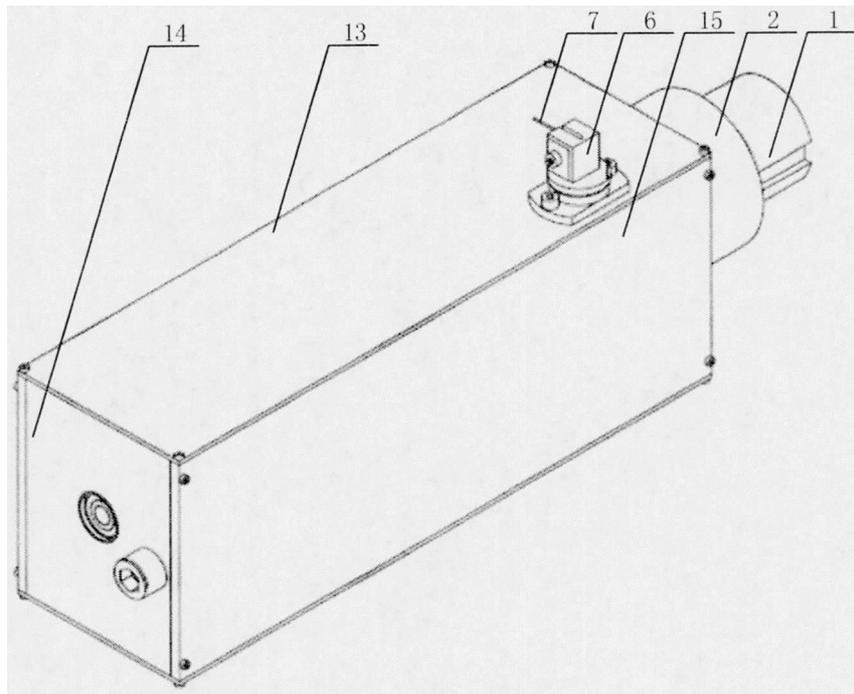


图1

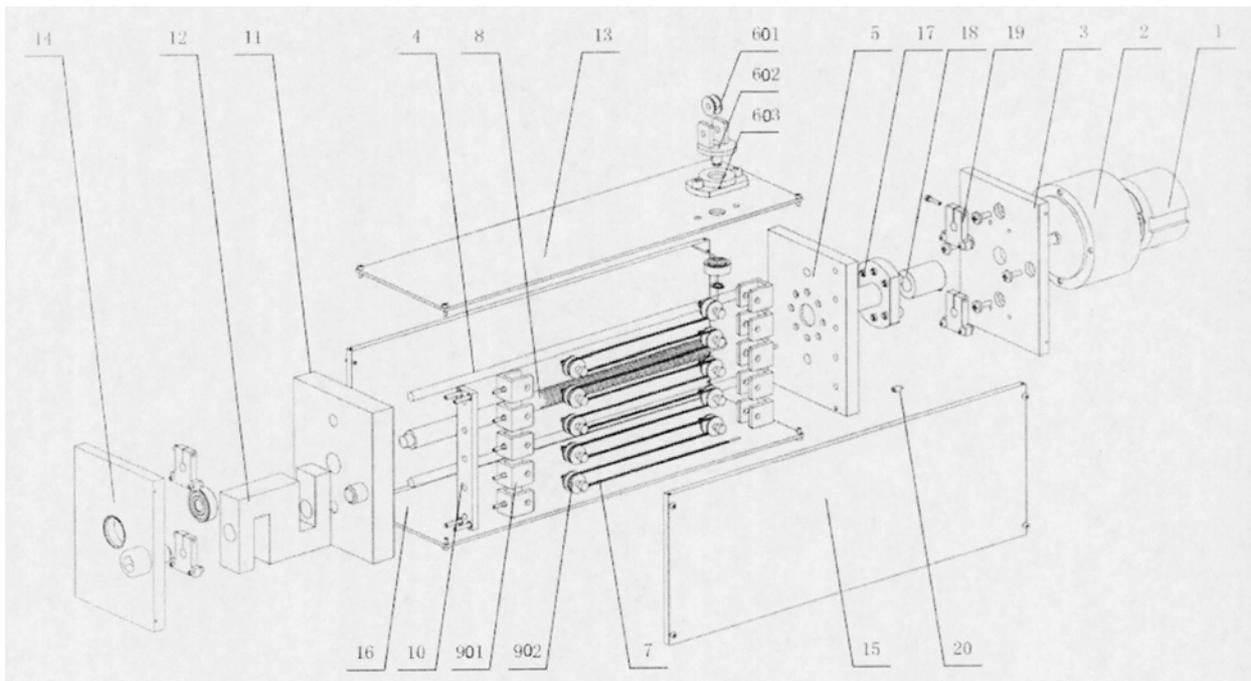


图2

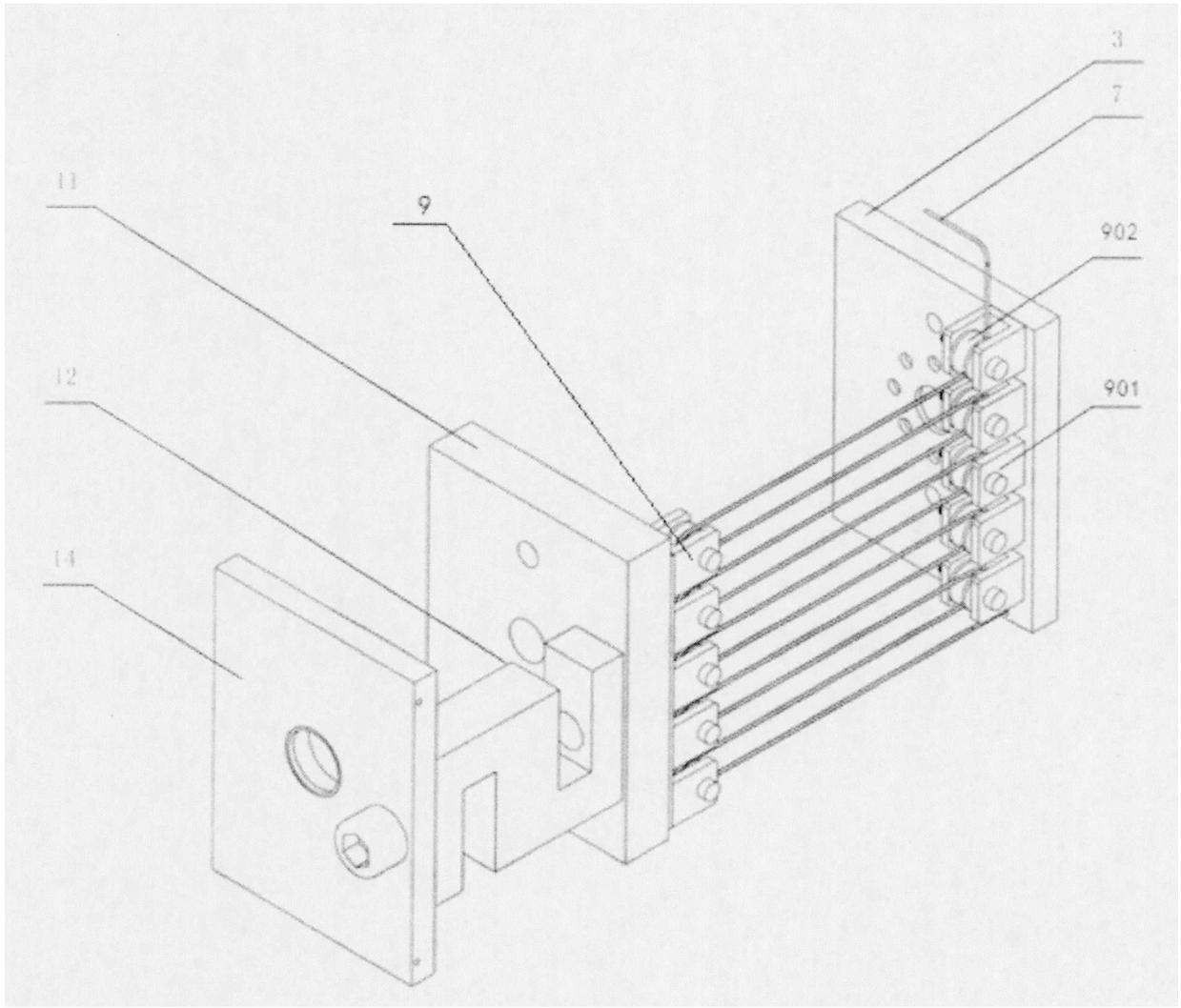


图3

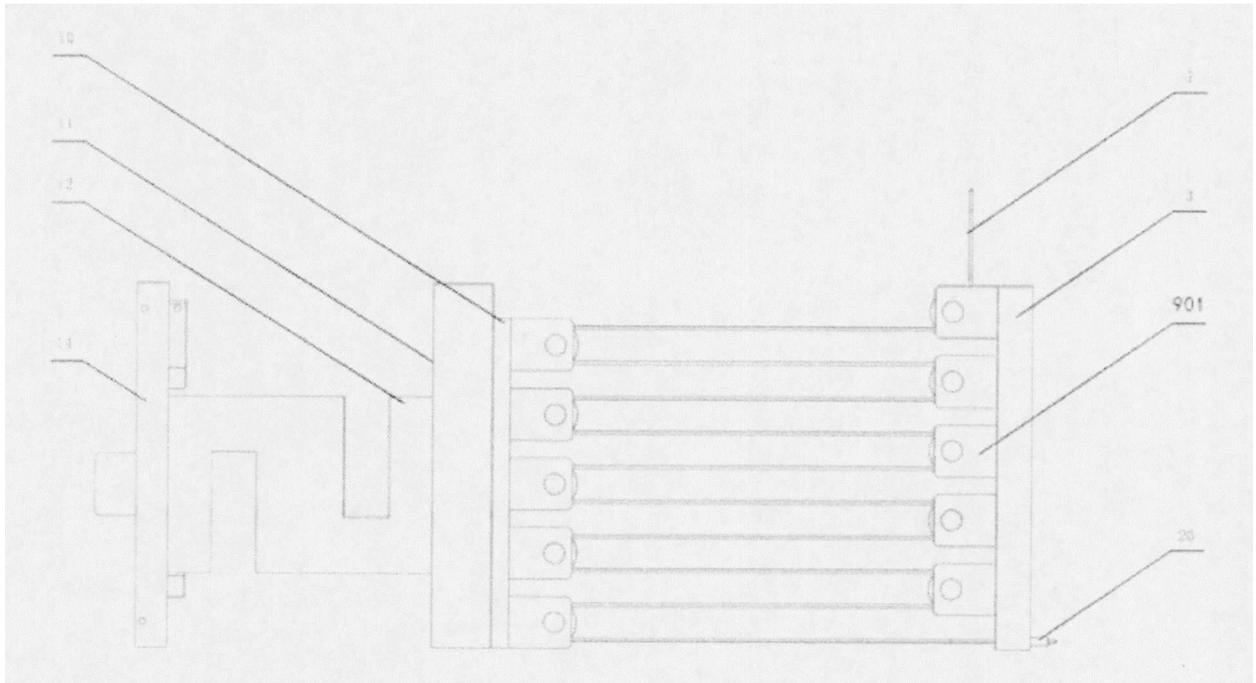


图4