



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110053076 B

(45) 授权公告日 2020.11.13

(21) 申请号 201910231413.3

(22) 申请日 2019.03.26

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110053076 A

(43) 申请公布日 2019.07.26

(73) 专利权人 清华大学  
地址 100084 北京市海淀区清华园1号

(72) 发明人 姜晓 田向宇 冯一骁 李铁民

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

代理人 陈舒维 宋志强

(51) Int.Cl.  
B25J 19/06 (2006.01)

审查员 张婉

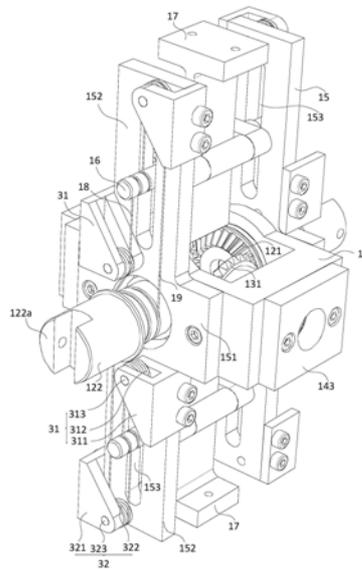
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

变刚度驱动器

(57) 摘要

本发明提供一种变刚度驱动器。该变刚度驱动器包括：驱动壳体；主动轴，所述主动轴穿设于所述驱动壳体；从动轴，所述从动轴在所述驱动壳体内与所述主动轴传动连接；板簧，所述板簧位于所述驱动壳体内、并且所述板簧的一端被配置为固定端；滑动轴，所述滑动轴可移动地约束所述板簧的自由端与固定端之间的可形变长度；绳索机构，所述绳索机构响应于所述主动轴的转动而拉动所述滑动轴平移。本发明变刚度驱动器的主动轴通过绳索机构带动滑动轴平移以改变板簧的可变形长度，当外力撞击驱动壳体时，板簧变形已改变驱动壳体的刚度，使得驱动壳体具有柔性缓冲作用，防止刚性碰撞，提高使用过程的安全性。



1. 一种变刚度驱动器,其特征在于,包括:
  - 驱动壳体(11);
  - 主动轴(122),所述主动轴(122)穿设于所述驱动壳体(11);
  - 从动轴(132),所述从动轴(132)在所述驱动壳体(11)内与所述主动轴(122)传动连接;
  - 板簧(17),所述板簧(17)位于所述驱动壳体(11)内、并且所述板簧(17)的一端被配置为固定端;
  - 滑动轴(16),所述滑动轴(16)可移动地约束所述板簧(17)的自由端与固定端之间的可形变长度;
  - 绳索机构,所述绳索机构响应于所述主动轴(122)的转动而拉动所述滑动轴(16)平移;
  - 滑动连接板(15),所述滑动连接板(15)对所述滑动轴(16)的平移形成导向;
  - 所述从动轴(132)和所述主动轴(122)通过轴承安装于齿轮座(14),所述齿轮座(14)与所述滑动连接板(15)固定连接。
2. 根据权利要求1所述的变刚度驱动器,其特征在于,所述滑动连接板(15)包括滑槽(151),所述滑动轴(16)穿设在所述滑槽(151)中。
3. 根据权利要求1所述的变刚度驱动器,其特征在于,所述绳索机构包括第一绳索(18)和第二绳索(19);
  - 所述第一绳索(18)和所述第二绳索(19)沿反方向缠绕于所述主动轴(122),并且所述第一绳索(18)和所述第二绳索(19)沿相反方向拉动所述滑动轴(16)。
4. 根据权利要求3所述的变刚度驱动器,其特征在于,两个所述板簧(17)分别设置于所述主动轴(122)的两侧,所述第一绳索(18)和所述第二绳索(19)的中心处沿反方向缠绕在所述主动轴(122)、两端分别沿反方向缠绕于两个所述滑动轴(16)。
5. 根据权利要求1所述的变刚度驱动器,其特征在于,还包括:
  - 主动锥齿轮(121),所述主动锥齿轮(121)设置于所述主动轴(122)的输出端;
  - 从动锥齿轮(131),所述从动锥齿轮(131)设置于所述从动轴(132)的输入端;
  - 其中,所述主动锥齿轮(121)和所述从动锥齿轮(131)啮合。
6. 根据权利要求5所述的变刚度驱动器,其特征在于,所述从动锥齿轮(131)啮合于两个所述主动锥齿轮(121)之间。
7. 根据权利要求1所述的变刚度驱动器,其特征在于,所述滑动轴(16)具有相对设置的夹持部(162),所述板簧(17)滑动夹持于两个所述夹持部(162)之间。
8. 根据权利要求1所述的变刚度驱动器,其特征在于,还包括动力设备(2),所述动力设备(2)与所述主动轴(122)的输入端(122a)传动连接。

## 变刚度驱动器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及柔性驱动技术领域,特别涉及一种变刚度驱动器。

### 背景技术

[0002] 机器人经过半个多世纪的发展,已被广泛应用于制造业、航空航天、医疗、救援等各个领域,在现代社会中发挥着重要的作用。近年来,越来越多的应用场景需要机器人在更为复杂的环境中与人协同工作,由此出现了协作机器人,该类机器人逐渐从传统机器人对高刚性、高动态响应特性需求转向为对安全性、适应性、柔顺性等特性的需求。

[0003] 为了能够实现人机协作,安全性必然是最为重要的指标,传统工业机器人为了保证运行的精度和速度,将机器人本体设计制造得尽可能刚硬,并选用高刚性驱动器,以避免机器人受载变形及振动,但这将导致机器人与人协同工作时的危险性,例如,当机器人与人发生碰撞时,由于机器人是高刚性,碰撞时机器人不能实现柔性缓冲,对人产生极大危险。

### 发明内容

[0004] 为了解决以上技术问题,本发明提供一种变刚度驱动器,该变刚度驱动器包括:

[0005] 驱动壳体;

[0006] 主动轴,所述主动轴穿设于所述驱动壳体;

[0007] 从动轴,所述从动轴在所述驱动壳体内与所述主动轴传动连接;

[0008] 板簧,所述板簧位于所述驱动壳体内、并且所述板簧的一端被配置为固定端;

[0009] 滑动轴,所述滑动轴可移动地约束所述板簧的自由端与固定端之间的可形变长度;

[0010] 绳索机构,所述绳索机构响应于所述主动轴的转动而拉动所述滑动轴平移。

[0011] 可选地,还包括滑动连接板,所述滑动连接板对所述滑动轴的平移形成导向。

[0012] 可选地,所述滑动连接板包括滑槽,所述滑动轴穿设在所述滑槽中。

[0013] 可选地,所述绳索机构包括第一绳索和第二绳索;

[0014] 所述第一绳索和所述第二绳索沿反方向缠绕于所述主动轴,并且所述第一绳索和所述第二绳索沿相反方向拉动所述滑动轴。

[0015] 可选地,两个所述板簧分别设置于所述主动轴的两侧,所述第一绳索和所述第二绳索的中心处沿反方向缠绕在所述主动轴、两端分别沿反方向缠绕于两个所述滑动轴。

[0016] 可选地,还包括:

[0017] 主动锥齿轮,所述主动锥齿轮设置于所述主动轴的输出端;

[0018] 从动锥齿轮,所述从动锥齿轮设置于所述从动轴的输入端;

[0019] 其中,所述主动锥齿轮和所述从动锥齿轮啮合。

[0020] 可选地,所述从动锥齿轮啮合于两个所述主动锥齿轮之间。

[0021] 可选地,所述从动轴和所述主动轴通过轴承安装于齿轮座,所述齿轮座与所述滑动连接板固定连接。

[0022] 可选地,所述滑动轴具有相对设置的夹持部,所述板簧滑动夹持于两个所述夹持部之间。

[0023] 可选地,还包括动力设备,所述动力设备与所述主动轴的输入端传动连接。

[0024] 由以上技术方案可知,本发明变刚度驱动器的主动轴通过绳索机构带动滑动轴平动以改变板簧的可变形长度,当外力撞击驱动壳体时,板簧变形已改变驱动壳体的刚度,使得驱动壳体具有柔性缓冲作用,防止刚性碰撞,提高使用过程的安全性,并且该变刚度驱动器的结构紧凑,集成度高,占用空间小。

### 附图说明

[0025] 以下附图仅对本发明做示意性说明和解释,并不限定本发明的范围。

[0026] 图1为本发明实施例的变刚度驱动器立体图。

[0027] 图2为本发明实施例的变刚度驱动器主视图。

[0028] 图3为本发明实施例的驱动组件侧视图。

[0029] 图4为图3中A向剖视图。

[0030] 图5为本发明实施例的驱动组件立体图。

[0031] 图6为本发明实施例的滑动轴剖视图。

[0032] 其中:1驱动组件

[0033] 11驱动壳体

[0034] 111对外驱动部、111a连接孔、112筒体、113端盖、114壳体轴承

[0035] 12主动锥齿轮轴、

[0036] 121主动锥齿轮、122主动轴、122a输入端、122b绳索槽

[0037] 13从动锥齿轮轴、

[0038] 131从动锥齿轮、132从动轴

[0039] 14齿轮座

[0040] 141主动轴承、142从动轴承、143限位盖、143a抵接部

[0041] 15滑动连接板、

[0042] 151限位盖部、152延伸部、153滑槽

[0043] 16滑动轴

[0044] 161滑动部、161a滚动槽、162夹持部、162a滑柱部、连接部163

[0045] 17板簧、18第一绳索、19第二绳索

[0046] 2动力设备

[0047] 21支架、22动力元件

[0048] 31第一滑轮组

[0049] 311第一滑轮支座、312第一滑轮、313第一转轴

[0050] 32第二滑轮组

[0051] 321第二滑轮支座、322第二滑轮、323第二转轴

### 具体实施方式

[0052] 为了对发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解,现对照附图说明本发明

的具体实施方式,在各图中相同的标号表示相同的部分。

[0053] 在本文中,“示意性”表示“充当实例、例子或说明”,不应将在本文中被描述为“示意性”的任何图示、实施方式解释为一种更优选的或更具优点的技术方案。

[0054] 为使图面简洁,各图中的只示意性地表示出了与本发明相关部分,而并不代表其作为产品的实际结构。另外,以使图面简洁便于理解,在有些图中具有相同结构或功能的部件,仅示意性地绘示了其中的一个,或仅标出了其中的一个。

[0055] 在本文中,“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”等仅用于表示相关部分之间的相对位置关系,而非限定这些相关部分的绝对位置。

[0056] 在本文中,“第一”、“第二”等仅用于彼此的区分,而非表示重要程度及顺序、以及互为存在的前提等。

[0057] 在本文中,“相等”、“相同”等并非严格的数学和/或几何学意义上的限制,还包含本领域技术人员可以理解的且制造或使用等允许的误差。除非另有说明,本文中的数值范围不仅包括其两个端点内的整个范围,也包括含于其中的若干子范围。

[0058] 为了解决现有技术中对的技术问题,如图1和图2所示,本发明的实施例提供了一种变刚度驱动器,包括成对的动力设备2以及位于动力设备2之间的驱动组件1。

[0059] 驱动组件1具有对外驱动部111,动力设备2与驱动组件1相连,并通过对外驱动部111与外部设备相连并提供外部设备的驱动力。可选地,动力设备2可以包括支架21和动力元件22,动力元件22安装于支架21,并且动力元件22的输出端与驱动组件1相连。并且进一步可选地,成对设置的动力设备2的输出轴的轴线重合,以节省该驱动器安装所需的空間。

[0060] 驱动组件1具体包括驱动壳体11和位于驱动壳体11内部的主动锥齿轮轴12、从动锥齿轮轴13、齿轮座14、滑动连接板15、滑动轴16、板簧17、第一绳索18、第二绳索19。

[0061] 驱动壳体11包括筒体112和端盖113,筒体112和端盖113内部为安装空间,对外驱动部111位于端盖113,并且对外驱动部111突出于端盖113的边沿之外,该对外驱动部111与外部设备相连,具体可以是对外驱动部111设置连接孔111a,通过连接孔111a与外部设备相连。

[0062] 主动锥齿轮轴12包括一体式的主动锥齿轮121和主动轴122,从动锥齿轮轴13包括一体式的从动锥齿轮131和从动轴132,两个主动锥齿轮121相对设置,两个从动锥齿轮131位于两个主动锥齿轮121之间,并且每个从动锥齿轮131均与两个主动锥齿轮121啮合,可选地,两个主动锥齿轮轴12大小相同,两个从动锥齿轮轴13大小相同。两个主动轴122的输入端122a穿设于驱动壳体11的端盖113之外,并且主动轴122的输入端122a与动力元件22的输出端传动连接,可选地,主动轴122通过壳体轴承114实现相对端盖113转动。

[0063] 可见,主动锥齿轮121和从动锥齿轮131啮合实现主动轴122和从动轴132之间的传动连接,该传动连接实现动力设备2带动驱动壳体11实现角度改变。当然,并不排斥仅设置一个从动轴132的情况,一个从动轴132也可以实现与主动轴122的传动连接。

[0064] 可以理解的是,主动锥齿轮121和主动轴122的连接不限于一体式,也可以是分体式设置,仅需要将二者固定连接实现同步转动即可,同样从动锥齿轮131和从动轴132也可以是分体式。

[0065] 在可选示例中,主动轴122的输入端122a设置有凹槽,相应动力设备2的输出端设置于凹槽相匹配的凸起,并且主动轴122的输入端122a与动力设备2的输出端均套设在套筒

内,凹槽与凸起配合,主动轴122与动力设备2实现连接。

[0066] 主动锥齿轮轴12和从动锥齿轮轴13均安装于齿轮座14,该齿轮座14为长方体形,主动锥齿轮121和从动锥齿轮131均位于齿轮座14的内壁,并且齿轮座14的侧壁开设有轴孔,主动轴122通过主动轴承141安装于齿轮座14的轴孔,从动轴132通过从动轴承142安装于齿轮座14的轴孔,主动轴122和从动轴132可相对齿轮座14转动。

[0067] 在一个可选示例中,齿轮座14的安装从动轴132的外侧设置有限位盖143,限位盖143用于对轴孔内的从动轴承限位,具体可以是限位盖143的内侧设置抵接部143a,抵接部143a抵接从动轴承142,防止从动轴承从轴孔内脱出,进一步可选地,限位盖143可以通过螺钉固定于齿轮座14。

[0068] 齿轮座14的安装主动轴122的外侧固定设置有相互平行并相对的滑动连接板15,该滑动连接板15包括一体式的限位盖部151和延伸部152,限位盖部151用于对轴孔内的主动轴承141限位,具体可以是限位盖部151抵接主动轴承141;限位盖部151开设有通孔,该通孔允许主动轴122伸出。延伸部152向远离主动轴122的两侧分别延伸,并且延伸部152沿自身延伸方向开设有滑槽153,滑动轴16滑动装设于相对设置的滑槽153之间,即滑动连接板15的位于主动轴122两侧的位置分别设置有滑槽153,两个滑动连接板15的滑槽153均相对设置,两个滑动轴16分别位于主动轴122的两侧,并且每个滑动轴16的两端分别位于相对的滑槽153内,滑动轴16可沿滑槽153平动。

[0069] 滑动轴16包括滑动部161、夹持部162以及连接部163,两个夹持部162连接于连接部163的末端,两个夹持部162即为夹持件,滑动部161连接于连接部163并且滑动部161向远离连接部163的方向延伸。每个夹持部162之间夹持有板簧17,板簧17被滑动轴16的夹持部162滑动夹持,板簧17一端为固定端另一端为自由端,固定端固定于驱动壳体11的筒体112内壁面,该处板簧17为悬臂式板状弹簧,随着滑动轴16的夹持部162在板簧17夹持位置的改变,板簧17相应的有效可变形长度改变,板簧17自身的弹性长度被释放,当驱动壳体11受到外力作用时,板簧17产生形变,该形变的弹性力对驱动壳体11形成缓冲,并且该处两个板簧17分别位于主动锥齿轮轴12的两侧,优选为对称设置,主动锥齿轮轴两侧的结构对称,有利于实现驱动器的整体平衡。可选地,夹持部162的夹持位置为直径增加的滑柱部162a,由于滑柱部162a的直径增加,即使在滑柱部162a与板簧17相对滑动过程中,该滑柱部162a也可与板簧17充分接触,保证板簧17的有效长度连续变化。

[0070] 该板簧17作为弹性元件实现驱动壳体11在受到外力作用时的弹性缓冲,虽然该示例中板簧17是成对设置,但是并不排斥仅设置一个板簧17的情况,一个板簧17同样可以实现对驱动壳体11的弹性缓冲。滑动轴16对板簧17的滑动夹持其目的在于改变板簧17的可变形长度,该滑动轴16对板簧17形成约束,滑动轴16对板簧17的夹持位置构成板簧17的另一个固定端,这样滑动轴16将板簧的有效长度约束在两个固定端之间,两个固定端之间的长度即为板簧17的可变形长度。

[0071] 滑动轴16的滑动部161周向开设有平行设置的滚动槽161a,主动轴122的周向开设有平行设置的绳索槽122b,滑动连接板15的外壁靠近主动轴122的位置设置有第一滑轮组31,滑动连接板15的外壁远离主动轴122的位置设置有第二滑轮组32,并且第一滑轮组和第二滑轮组32相对于主动轴122中心对称。

[0072] 滑动连接板15的外侧设置有第一绳索18,第一绳索18的中心缠绕在主动轴122,并

且第一绳索18的一端缠绕第一滑轮组31后固定在与该第一滑轮组31同侧的滑动轴16的滚动槽161a,第一绳索18的另一端缠绕滑动连接板15的另一侧的第二滑轮组32后固定在该第二滑轮组32同侧的滑动轴16的滑动槽161a。

[0073] 同理,在同一滑动连接板15的外侧还设置有第二绳索19,该第二绳索19的中心沿与第一绳索18相反的缠绕方向缠绕在主动轴122,并且第二绳索19的一端缠绕在另一第一滑轮组31后固定在与该第一滑轮组31同侧的滑动轴16的滚动槽161a,第二绳索19的另一端缠绕滑动连接板15的另一侧的第二滑轮组32后固定在该第二滑轮组32同侧的滑动轴16的滑动槽161a。

[0074] 从上述缠绕方式可以看出,第一绳索18和第二绳索19中心沿相反方向缠绕在主动轴122的绳索槽122b,并且两端分别缠绕在滑动连接板15的主动轴两端的第一滑轮组31和第二滑轮组32,当主动轴122转动时,同侧的第一绳索18和第二绳索19分别缩短和伸长或者分别伸长和缩短,这样两个滑动轴16同时靠近主动轴122或者同时远离主动轴122,并且滑动轴16的移动是同步的,保证滑动轴16在板簧17的夹持位置相同,进而板簧17的有效长度相同,防止在外力碰撞驱动壳体11时两个板簧17的弹性形变不同而导致驱动壳体11晃动。

[0075] 上述的第一绳索18和第二绳索19组成绳索机构,绳索机构相应于主动轴122的转动而拉动滑动轴16平动,具体而言,第一绳索18和第二绳索19沿相反方向拉动滑动轴16,第一绳索18和第二绳索19单侧长度改变实现滑动轴16平动,滑动轴16平动时改变板簧17的有效长度,而滑动轴16的平动是通过滑动连接板15的滑槽151实现导向,防止滑动轴16平动过程中偏斜。当然,并不排斥省去第一滑轮组31和第二滑轮组32的情况,没有滑轮组的情况下仍然可以实现主动轴122两侧绳索长度的改变。

[0076] 在具体示例中,例如,第一绳索18顺时针缠绕在主动轴122,第二绳索19逆时针缠绕在主动轴122,当主动轴122顺时针转动时,滑动连接板15一侧的第一绳索18长度伸长,由于第二绳索19与第一绳索18的缠绕方向相反,该侧的第二绳索19的长度缩短,该侧滑动轴16向远离主动轴122的方向移动,而另一侧第一绳索18的长度缩短,第二绳索19的长度伸长,该侧滑动轴16同样向远离主动轴122的方向移动,并且两侧滑动轴16的移动距离相同。

[0077] 在具体使用过程中,动力设备2的输出端带动驱动组件的主动锥齿轮轴12转动,当两侧的动力设备2带动两个主动锥齿轮轴12相对于从动锥齿轮轴13同向同速转动时,从动锥齿轮131不能自转,从动锥齿轮131绕主动锥齿轮轴12的轴线转动,此时主动锥齿轮121为太阳轮,从动锥齿轮131为行星轮,行星轮绕太阳轮转动,由于从动锥齿轮轴13的从动轴132安装于齿轮座14,因而齿轮座14随从动锥齿轮131绕主动锥齿轮121转动,并且齿轮座14依次带动滑动连接板15、滑动轴16、板簧17和驱动壳体11绕主动锥齿轮轴12的轴线转动,此时驱动壳体11的转角发生改变,但是由于主动轴122和滑动连接板15、滑动轴16、板簧17均为同向同速转动,因而第一绳索18和第二绳索19不会产生长度变化,滑动轴16对板簧17的夹持位置不变,板簧17的弹性不变,该驱动器的刚度没有变化。

[0078] 当两侧的动力设备2带动两个主动锥齿轮轴12反向同速转动时,主动锥齿轮121带动从动锥齿轮131自转,此时齿轮座14、滑动连接板15、滑动轴16、板簧17和驱动壳体11均没有角度变化,该驱动器的转角没有变化,但同时主动轴122和滑动连接板15、滑动轴16、板簧17之间则产生了角度差,主动轴122转动时,带动第一绳索18和第二绳索19在主动轴122两侧的长度产生变化,两侧的滑动轴16同时靠近或者同时远离主动轴122,进而改变板簧17的

有效弹性长度,板簧17自身的弹性变化,与板簧17固定连接的驱动壳体11同时弹性发生改变,进而对外驱动部111相对于外部设备的弹性改变,驱动器的整体刚度产生变化,当驱动器与外界产生碰撞时,驱动器自身存在缓冲,板簧17弹性变化,防止刚性碰触产生较大破坏。

[0079] 当两侧的动力设备2带动两个主动锥齿轮轴12差速转动时,主动锥齿轮121带动从动锥齿轮131自转和绕主动锥齿轮轴12的轴线转动,此时齿轮座14、滑动连接板15、滑动轴16、板簧17和驱动壳体11均随从动锥齿轮131产生角度改变,但主动轴122和滑动连接板15、滑动轴16、板簧17和驱动壳体11的转动存在角度差,因而第一绳索18和第二绳索19同时在主动轴122两侧产生长度变化,这样板簧17的有效长度发生改变,因而能够同时改变驱动器的转角和刚度,当驱动器应用于机器人等环境时,其刚度可调节,能够提高在人机交互操作过程中的安全性。

[0080] 可选地,第一滑轮组31包括第一滑轮支座311和第一滑轮312,第一滑轮312通过第一转轴313安装于第一滑轮支座311,同样地,第二滑轮组32包括第二滑轮支座321和第二滑轮322,第二滑轮322通过第二转轴323安装于第二滑轮支座321。滑轮支座位于滑动连接板15的外侧,滑轮支座并不占用多余的空间,不会增加整个驱动器的体积。

[0081] 综上所述可以看出,本发明变刚度驱动器的主动轴通过绳索机构带动滑动轴平动以改变板簧的可变形长度,当外力撞击驱动壳体时,板簧变形已改变驱动壳体的刚度,使得驱动壳体具有柔性缓冲作用,防止刚性碰撞,提高使用过程的安全性,并且该变刚度驱动器的结构紧凑,集成度高,占用空间小。

[0082] 此外,本发明中驱动组件对外传输动能,通过主动锥齿轮和从动锥齿轮的配合实现驱动器转角的改变,并且设置绳索和板簧,板簧和对外驱动部相连,通过滑动轴调节板簧的弹性力进而实现调节对外驱动部的刚度,使得该驱动器刚度和转角同时可调,应用到使用环境时其安全性高。

[0083] 在一个具体应用场景中,该变刚度驱动器可应用于机器人,具体可以应用于机器人的关节,可以理解的是,机器人的关节刚度太小即变形太大则在承载时易变形即振动,若刚度太大则在产生碰撞时容易对人产生危险,而本变刚度驱动器则可将刚度设置在适宜的阈值范围内。在使用时随着动力设备2带动主动轴122转动,绳索机构拉动滑动轴16在滑动连接板15的滑槽151内往复平动,当滑动轴16位于滑槽151的远离主动轴122的一端时,此时滑动轴16夹持板簧17的根部,板簧17不具有有效的可变形长度,在驱动壳体11受到外力冲击时,板簧17不能产生弹性形变,此时驱动壳体11与外界碰撞为刚性碰撞;当滑动轴16平动至滑槽151的靠近主动轴122的一端时,板簧17的可变形长度最大,此时驱动壳体11刚性最小,即通过滑槽151的长度确定板簧17的可变形长度范围,在具体应用过程中可控制动力设备2以控制主动轴122的转动,进而能够实现控制滑动轴16的滑动范围,这样避免出现在滑动轴16已经达到滑槽151的端部而主动轴122仍转动而损坏绳索结构或者其它部件的情况。

[0084] 应当理解,虽然本说明书是按照各个实施方式描述的,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,各实施方式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。

[0085] 上文所列出的一系列的详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说

明,而并非用以限制本发明的保护范围,凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施方案或变更,如特征的组合、分割或重复,均应包含在本发明的保护范围之内。

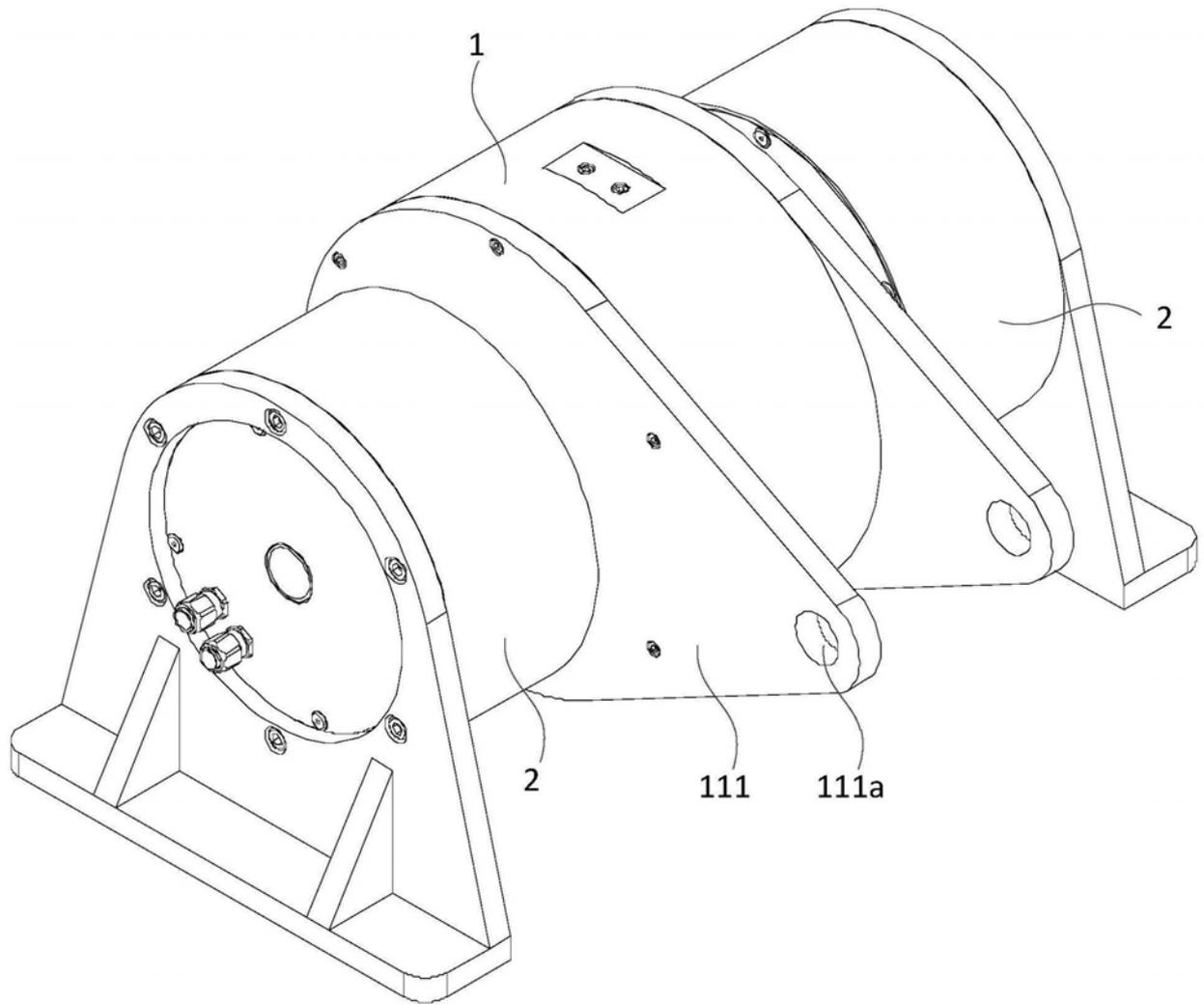


图1

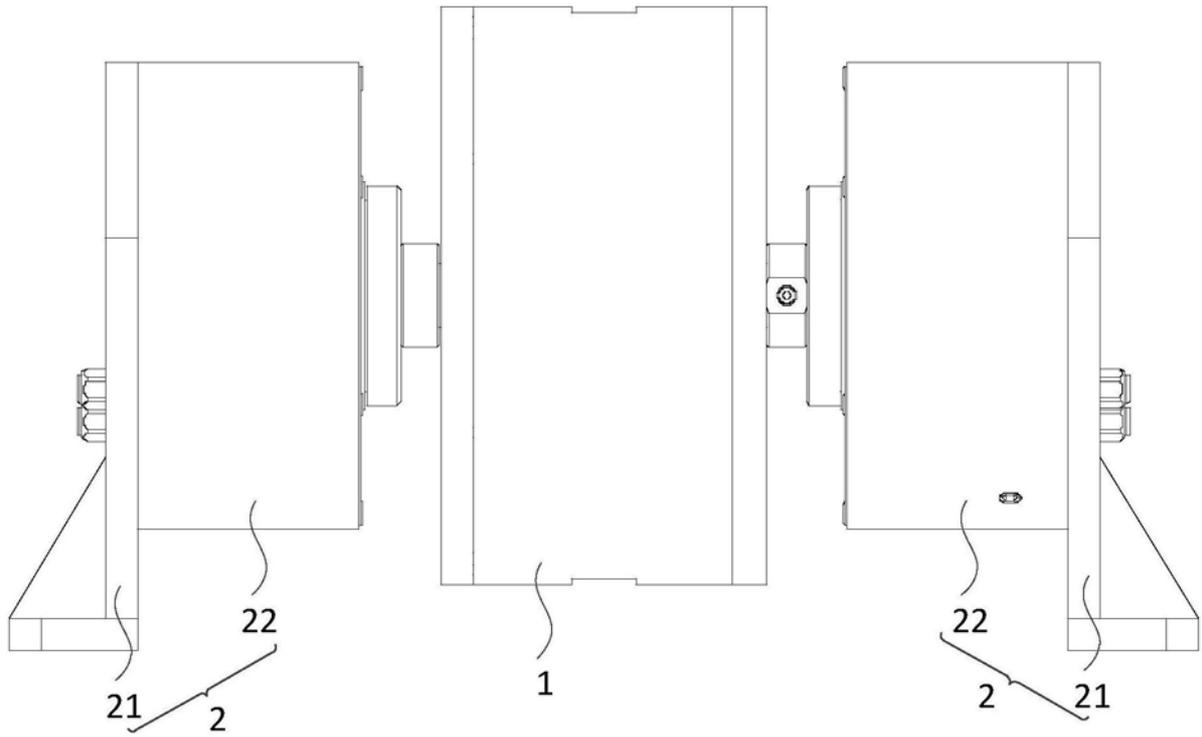


图2

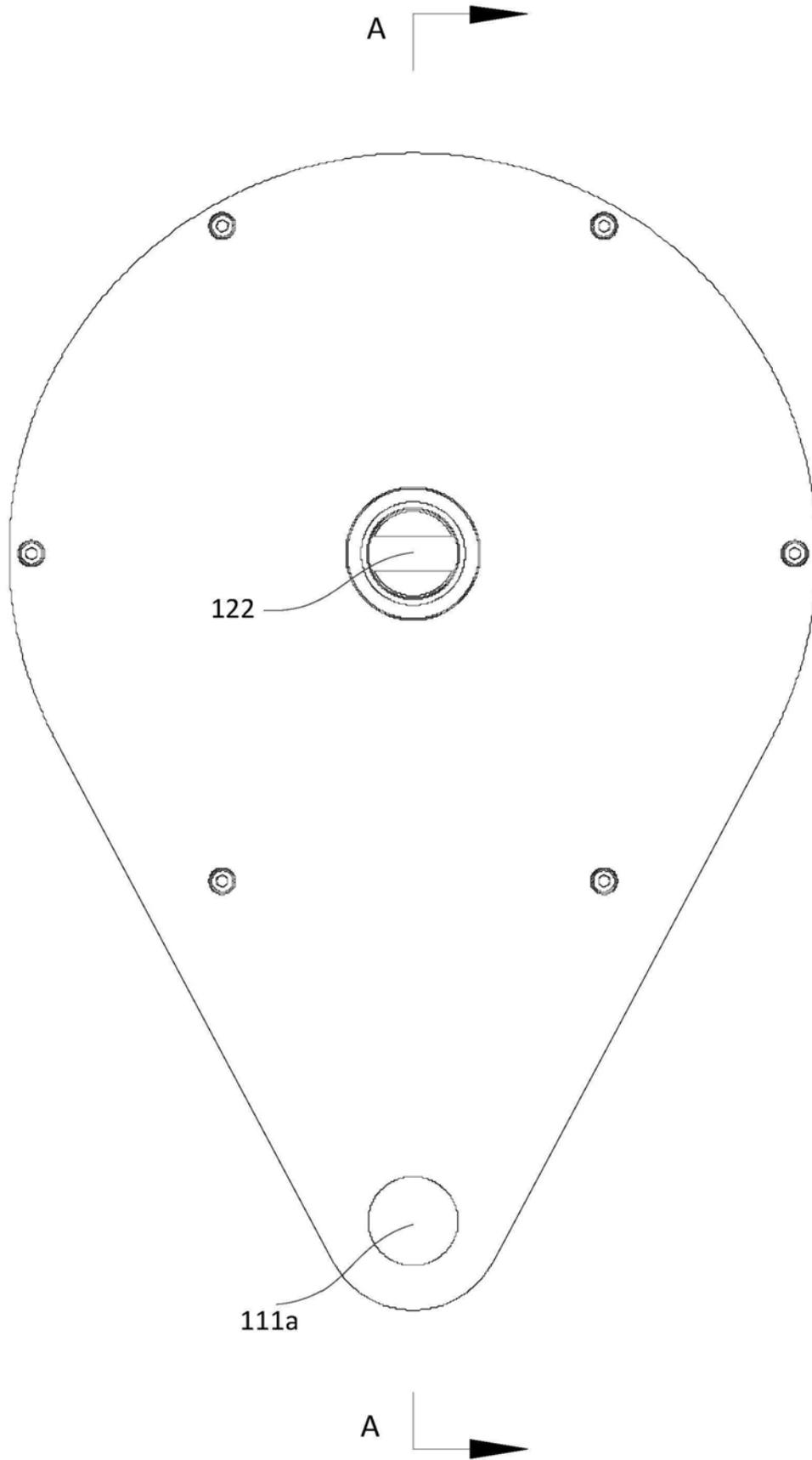


图3

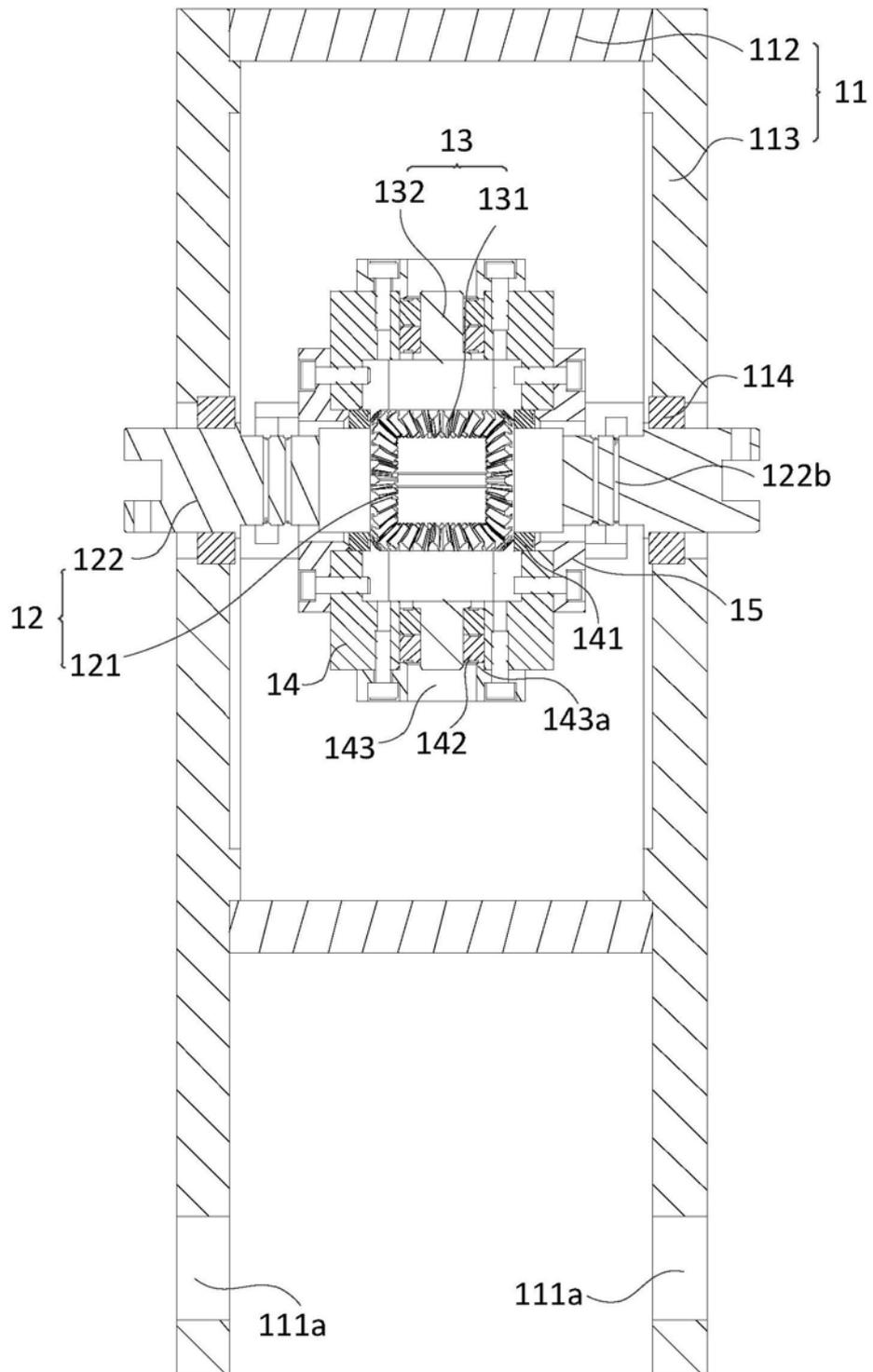


图4



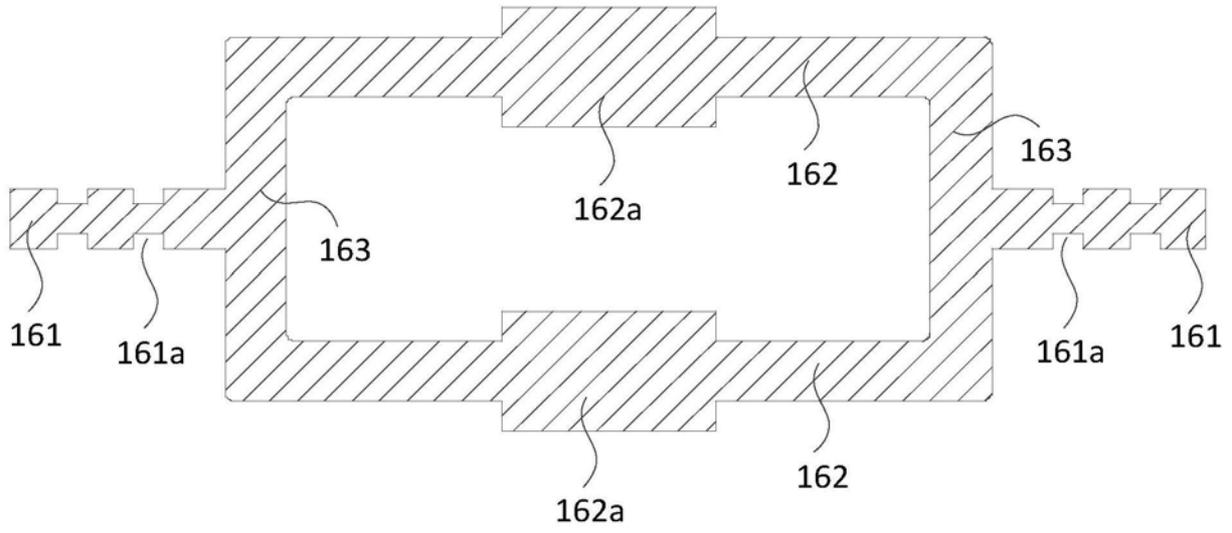


图6