



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109279457 A

(43)申请公布日 2019.01.29

(21)申请号 201811306414.1

(22)申请日 2018.11.05

(71)申请人 中国石油大学(华东)

地址 266580 山东省青岛市黄岛区长江西路66号

(72)发明人 邹宇鹏 李俊卿 王诺 梁伟智  
徐明 王新庆

(51)Int.Cl.

B65H 75/44(2006.01)

B65H 75/48(2006.01)

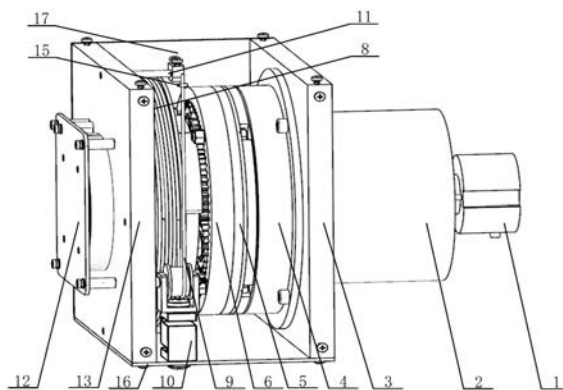
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

## (54)发明名称

一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置

## (57)摘要

本发明涉及一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置,包括光电编码器、永磁直流力矩电机、前支架、电磁制动机构、制动法兰、周转轮系、传动轴、卷筒、柔索、测力导向机构、柔索导向机构、自动收绳机构、后支架、顶板、减磨环、底板、侧板几部分。电磁制动机构通电,内齿圈被制动,周转轮系为行星轮系,永磁直流力矩电机驱动太阳轮转动,经行星轮系减速后,实现柔索在电机控制下的收放;电磁制动机构断电,内齿圈脱离制动,周转轮系为差动轮系,行星架不受电机控制,卷筒在自动收绳机构恢复力的作用下反转,实现自动收绳功能。本发明兼具可控收放绳、自动收绳、测力和防跳绳等功能,整体模块化设计,结构紧凑,能耗小,柔索缠绕规则整齐,工作效率高。



1. 一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置,包括光电编码器、永磁直流力矩电机、前支架、电磁制动机构、制动法兰、周转轮系、传动轴、卷筒、柔索、测力导向机构、柔索导向机构、自动收绳机构、后支架、顶板、减磨环、底板、侧板等几部分;

所述的永磁直流力矩电机固定安装在前支架外侧,电机尾部安装有光电编码器,电机输出轴通过平键与周转轮系的太阳轮连接;电磁制动机构的静态组件固定在前支架内侧,电磁制动机构的动态组件与制动法兰固定连接;制动法兰与周转轮系的内齿圈同轴固定连接,制动法兰分别与前支架和周转轮系的太阳轮通过轴承配合;传动轴一端通过型面配合与周转轮系的行星架固定连接,中部通过平键与卷筒连接,传动轴的另一端安装有自动收绳机构;自动收绳机构固定安装在后支架外侧;卷筒上缠绕有柔索,柔索依次穿过测力导向机构和减磨环输出;测力导向机构固定安装在底板内侧;减磨环固定安装在顶板上;两组柔索导向机构分别安装在顶板和底板上。

2. 根据权利要求1所述的一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置,其特征在于,所述的电磁制动机构由静态组件和动态组件两部分组成,静态组件包括制动器壳体、线圈、摩擦环,动态组件包括平弹簧和衔铁;制动器壳体与前支架固连,其内部固定安装线圈和摩擦环;平弹簧与制动法兰、内齿圈固连在一起,衔铁内孔与平弹簧凸缘过盈连接;衔铁与摩擦环之间存在间隙,动态组件和静态组件相互分离;电磁制动机构通电,线圈产生磁场并吸引衔铁轴向移动,平弹簧受拉变形,衔铁与摩擦环贴合,在摩擦环与衔铁间静摩擦力的作用下,电磁制动机构的动态组件相对静态组件保持静止,进而制动内齿圈,周转轮系为一自由度的行星轮系;电磁制动机构断电,线圈产生的磁场消失,衔铁在平弹簧拉力的作用下复位,与摩擦环分离,内齿圈脱离制动,周转轮系为二自由度的差动轮系;通过电磁制动机构来控制内齿圈的制动和转动,进而实现行星轮系与差动轮系之间的切换。

3. 根据权利要求1所述的一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置,其特征在于,所述的周转轮系由太阳轮、行星轮、内齿圈、行星轮轴和行星架组成;行星轮通过行星轮轴安装在行星架上;电磁制动机构通电,内齿圈制动,周转轮系为一自由度的行星轮系,永磁直流力矩电机驱动太阳轮转动,经行星轮系减速后通过行星架输出至传动轴,进而带动卷筒滚动,实现柔索在永磁直流力矩电机控制下的收放。

4. 根据权利要求1所述的一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置,其特征在于,电磁制动机构断电,内齿圈脱离制动,周转轮系为两自由度的差动轮系,行星架的运动脱离电机控制;与行星架固定连接的传动轴在自动收绳机构恢复力的作用下反转,带动卷筒转动,实现自动收绳功能。

5. 根据权利要求1所述的一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置,其特征在于,所述的自动收绳机构由发条弹簧、定位螺柱和弹簧盖板组成,发条弹簧心部端固定在传动轴的卡槽内,外部端通过定位螺柱固定在后支架上,弹簧盖板安装在发条弹簧外侧,并通过定位螺柱固定在后支架上;正常工作时,电磁制动机构通电制动,电机驱动卷筒收放绳,传动轴同步带动发条弹簧变形储能;工作结束后,电磁制动机构断电复位,卷筒的运动状态由发条弹簧控制;发条弹簧释放能量,通过传动轴带动卷筒反向转动,从而实现自动收绳功能。

6. 根据权利要求1所述的一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置,其特征在于,所述的柔索导向机构由导向柱和光轴座组成,两个光轴座通过螺钉分别固定在顶板和底板内侧,导向柱一端通过过盈配合固定在光轴座上,另一端固定在后支架上,导向柱圆柱面与卷筒

圆柱面相距1.5倍绳径,保证柔索规则地排列在卷筒上,防止柔索在收、放时产生跳绳和压绳。

7.根据权利要求1所述的一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置,其特征在于,所述的测力导向机构由S型拉力传感器、测力支架和导向轮组成,S型拉力传感器的一端安装在底板内侧,另一端安装测力支架和导向轮,卷筒与导向轮的圆柱面在水平方向上相距一倍绳径,防止柔索在收、放时产生跳绳,并保证柔索从垂直于底板方向进入测力导向机构的导向轮,柔索经导向轮传动方向改变 $180^{\circ}$ ,竖直穿过减磨环输出。

## 一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种柔索、线缆驱动装置,特别涉及一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置。

### 背景技术

[0002] 柔索传动利用柔索取代传统刚性连接件作为传动元件。与传统的传动机构相比,柔索传动具有负载自重比大、速度精度比高、响应速度快、柔顺性好、工作方式灵活、环境适应能力强等优点。柔索传动作为一种迅速兴起的传动方式,在加工装配、航空航天、医疗康复等工程领域已经得到了广泛的应用,尤其是在康复医疗领域,例如美国哥伦比亚大学设计的C-ALEX下肢康复机器人;意大利帕多瓦大学研发的NeReBot机器人;南京航空航天大学研制的并联柔索驱动腰部康复机器人;哈尔滨工程大学研制的刚柔混联下肢康复机器人等。

[0003] 在柔索传动的应用过程中,正常工作时需要实现收、放绳的实时有效控制,工作结束后需要将柔索整齐复位。目前,在工作结束后实现柔索驱动装置的收绳通常是通过电机反转来实现,但这样大大降低了收绳效率,而且增加能耗。如何实现柔索驱动装置的自动收绳,是本发明拟解决的一个技术问题。一种带排绳功能的矿用钢丝绳自动收绳装置【专利号CN106348092A】通过转速传感器以及扭矩传感器的信号反馈,实现自动调速以及恒扭矩回收钢丝绳,但控制过程过于复杂,可靠性低。自动收绳装置【专利号CN107399640A】通过电机与传动机构控制实现自动收绳,消耗额外能量,并且难以控制收绳程度。电梯载荷替载试验系统的钢丝绳自动收绳方法及装置【专利号CN108408524A】通过以单片机为核心的控制系统控制电机转动收绳。天车滑轮防跳绳装置【专利号CN200920030314.0】通过在机架顶端安装挡绳架来实现防跳绳,挡绳架由横向轴和轴套机构配合组成,挡绳架只有一个。防跳绳装置【专利号CN201620532571.4】通过触发杆实时监控卷筒钢丝绳情况,当发生跳绳时触发杆触发触动开关,中止卷筒绳作业。防跳绳安全装置和工程机械【专利号CN201320174682.9】通过触发部和传感器可以将微小的跳绳信号放大,虽然灵敏度较高,但成本也相应提高。

[0004] 为了充分发挥柔索驱动的优势,综合分析现有的柔索驱动装置的优劣,一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置须满足以下几个要求:驱动装置结构紧凑、占用空间小,便于可重构和模块化设计;能够根据需要实时完成收放绳功能;工作结束后柔索自动整齐复位;能实现多自由度的柔索牵引;柔索不脱落、卡死,工作效率高;实时动态检测柔索张力,测量误差低。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的就是针对现有技术存在的缺陷,提供一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置,可以实现柔索可控收放、自动收绳、测力、导向以及防跳绳、防压绳等功能。

[0006] 一种具有自动收绳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)、前支架(3)、电磁制动机构(4)、制动法兰(5)、周转轮系(6)、传动轴(7)、卷筒(8)、柔索

(9)、测力导向机构(10)、柔索导向机构(11)、自动收绳机构(12)、后支架(13)、顶板(14)、减磨环(15)、底板(16)、侧板(17)等几部分,其中,光电编码器(1)、永磁直流力矩电机(2)、电磁制动机构(4)、制动法兰(5)、周转轮系(6)、传动轴(7)以及卷筒(8)的轴线重合,其特征在于:

[0007] 上述的永磁直流力矩电机(2)固定在前支架(3)外侧,电机输出轴通过平键与周转轮系(6)的太阳轮(6\_1)连接,电机尾部安装有光电编码器(1)。

[0008] 上述的电磁制动机构(4)由静态组件和动态组件两部分组成,静态组件包括制动器壳体(4\_1)、线圈(4\_2)、摩擦环(4\_3),动态组件包括衔铁(4\_4)和平弹簧(4\_5);制动器壳体(4\_1)与前支架(3)固连,其内部固定安装线圈(4\_2)和摩擦环(4\_3);平弹簧(4\_5)通过六角螺栓与制动法兰(5)、内齿圈(6\_3)固连在一起,衔铁(4\_4)内孔与平弹簧(4\_5)的凸缘过盈连接;制动法兰(5)与电磁制动机构(4)的动态组件固连,并通过轴承与前支架(3)配合,可相对前支架(3)转动;在摩擦环(4\_3)与衔铁(4\_4)之间存在间隙,动态组件和静态组件相互分离;衔铁(4\_3)可在电磁吸力和平弹簧(4\_4)拉力的作用下沿轴线方向移动,实现电磁制动机构(4)对制动法兰(5)和内齿圈(6\_3)的制动,进而实现周转轮系(6)在行星轮系与差动轮系之间的切换。

[0009] 上述的周转轮系(6)包括太阳轮(6\_1)、行星轮(6\_2)、内齿圈(6\_3)、行星架(6\_4)和行星轮轴(6\_5)五部分,太阳轮(6\_1)与制动法兰(5)通过轴承配合;内齿圈(6\_3)通过螺栓与制动法兰(5)的外缘固连,可跟随制动法兰(5)同步制动或同步转动;行星轮(6\_2)通过轴承与行星轮轴(6\_5)配合,行星轮轴(6\_5)通过过盈连接与行星架(6\_4)固连。

[0010] 上述的卷筒(8)通过平键连接在传动轴(7)中部,传动轴(7)一端通过型面配合与行星架(6\_4)同轴固连,另一端安装有自动收绳机构(12),行星架(6\_4)、传动轴(7)、卷筒(8)与自动收绳机构(12)同步转动;正常工作时,动力可由传动轴(7)一端的行星架(6\_4)传入,带动传动轴(7)和卷筒(8)转动,完成在电机控制下的收放绳过程;工作结束后,动力由传动轴(7)另一端的自动收绳机构(12)传入,驱动传动轴(7)、卷筒(8)和行星架(6\_4)反向转动,完成自动收绳过程。

[0011] 上述的自动收绳机构(12)由发条弹簧(12\_1)、定位螺柱(12\_2)和弹簧盖板(12\_3)组成,发条弹簧(12\_1)心部端固定在传动轴(7)的卡槽内,外部端通过定位螺柱(12\_2)固定在后支架(13)上,弹簧盖板(12\_3)安装在发条弹簧(12\_1)外侧,并通过4根定位螺柱(12\_2)固定在后支架(13)上。

[0012] 上述的测力导向机构(10)由S型拉力传感器(10\_1)、测力支架(10\_2)和导向轮(10\_3)组成,S型拉力传感器(10\_1)固定安装在底板(16)内侧,另一端安装测力支架(10\_2)和导向轮(10\_3);测力导向机构(10)等效于定滑轮机构,柔索(9)经测力导向机构(10)传动方向改变 $180^{\circ}$ ;卷筒(8)和导向轮(10\_3)的外周面在径向上相距1倍绳径,防止柔索在收、放时产生跳绳和压绳,同时可保证测力导向机构(10)两侧的柔索(9)与自身轴线平行,拉力传感器测量2倍的柔索张力,提高测量精度。

[0013] 上述的减磨环(15)固定安装在顶板(14)上,柔索(9)竖直穿过减磨环(15)的曲面孔并输出到驱动装置外部,可以减少柔索(9)在运动过程中的磨损。

[0014] 上述的柔索导向机构(11)由导向柱(11\_1)和光轴座(11\_2)组成,两个光轴座(11\_2)通过螺钉分别固定在前顶板(14)和底板(16)内侧,导向柱(11\_1)一端通过过盈连接固定在

光轴座(11\_2)上,另一端固定在后支架(13)上,导向柱(11\_1)与卷筒(8)的圆柱面相距1.5倍的绳径,保证柔索(9)规则地排布在卷筒(8)上,防止柔索在收、放时产生跳绳和压绳。

[0015] 上述的柔索(9)缠绕在卷筒(8)上,依次经过测力导向机构(10)和减磨环(15)输出。

[0016] 上述的柔索驱动装置在正常工作时,电磁制动机构(4)通电,内齿圈(6\_3)制动,周转轮系(6)转化为一自由度的行星轮系,动力由永磁直流力矩电机(2)传入太阳轮(6\_1),经行星轮系减速后通过行星架(6\_4)输出至传动轴(7),带动卷筒(8)转动,实现柔索(9)的收放;工作结束后,电磁制动机构(4)断电,内齿圈(6\_3)自由运转,周转轮系(6)转化为二自由度的差动轮系,行星架(6\_4)的运动脱离电机控制,自动收绳机构(12)产生恢复力,动力经传动轴(7)传至卷筒(8),驱动卷筒(8)反转收绳。

[0017] 本发明与现有技术相比,其有益效果具体如下:

(1) 本发明通过控制电磁制动机构的通断电来实现周转轮系在行星轮系与差动轮系之间的自由切换,从而实现可控收放绳与自动收绳功能,原理简单,控制方便。

(2) 本发明中自动收绳机构的发条弹簧在放绳过程中变形储能,放绳结束后自动释放能量复位,带动卷筒反向转动实现自动收绳,无需额外的驱动,提高了工作效率,并降低能耗。

(3) 本发明中柔索导向机构的导向柱外周面与卷筒外缘相距1.5倍绳径,保证卷筒上只能缠绕一层柔索,同时,卷筒和导向轮的外周面在径向上相距1倍绳径,实现防跳绳和防压绳功能。

(4) 本发明中的减磨环保证该装置能够实现空间多自由度的柔索驱动,增大了工作空间,且可降低柔索的磨损,提高柔索传动的效率。

(5) 本发明采用模块化设计,轴线方向零件排列紧密,结构紧凑,便于安装与结构重组。

## 附图说明

[0018] 图1为一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置的总体装配图;

图2为除去侧板和顶板的柔索驱动装置的总体装配图;

图3为一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置的部件爆炸图;

图4为一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置的零件爆炸图;

图5为一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置的电磁制动机构爆炸图;

图6为一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置的电磁制动机构工作原理示意图;

图7为一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置的周转轮系爆炸图;

图8为柔索驱动装置的自动收绳机构及卷筒爆炸图;

图9为柔索驱动装置的柔索缠绕及柔索传动部分装配图。

图中:1-光电编码器;2-永磁直流力矩电机;3-前支架;4-电磁制动机构;5-制动法兰;6-周转轮系;7-传动轴;8-卷筒;9-柔索;10-测力导向机构;11-柔索导向机构;12-自动收绳机构;13-后支架;14-顶板;15-减磨环;16-底板;17-侧板。

## 具体实施方式

[0019] 结合附图1-4,对本发明作进一步的描述:

本发明提到的一种具有自动收绳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)、前支架(3)、电磁制动机构(4)、制动法兰(5)、周转轮系(6)、传动轴(7)、卷筒(8)、柔索(9)、测力导向机构(10)、柔索导向机构(11)、自动收绳机构(12)、后支架(13)、顶板(14)、减磨环(15)、底板(16)、侧板(17)等几部分;

所述的永磁直流力矩电机(2)固定在前支架(3)上,电机输出轴通过平键与周转轮系(6)的太阳轮(6\_1)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,并进一步根据行星轮系的传动比换算得到柔索(9)的线速度和伸缩量。

[0020] 结合附图5-6,对本发明作进一步的描述:

上述的电磁制动机构(4)由静态组件和动态组件两部分组成,静态组件包括制动器壳体(4\_1)、线圈(4\_2)、摩擦环(4\_3),动态组件包括平弹簧(4\_5)和衔铁(4\_4);制动器壳体(4\_1)与前支架(3)固连,其内部固定安装线圈(4\_2)和摩擦环(4\_3);平弹簧(4\_5)通过六角螺栓与制动法兰(5)、内齿圈(6\_3)固连在一起,衔铁(4\_4)内孔与平弹簧(4\_5)的凸缘过盈连接;在摩擦环(4\_3)与衔铁(4\_4)之间存在间隙,动态组件和静态组件相互分离;电磁制动机构(4)通电,线圈(4\_2)产生磁场并吸引衔铁(4\_4)轴向移动,平弹簧(4\_5)受拉变形,衔铁(4\_4)与摩擦环(4\_3)贴合,在摩擦环(4\_3)与衔铁(4\_4)间静摩擦力的作用下,电磁制动机构(4)的动态组件相对静态组件保持静止,进而制动内齿圈(6\_3),周转轮系(6)为一自由度的行星轮系;电磁制动机构(4)断电,线圈(4\_2)产生的磁场消失,衔铁(4\_4)在平弹簧(4\_5)拉力的作用下复位,与摩擦环(4\_3)分离,内齿圈(6\_3)脱离制动,周转轮系(6)为二自由度的差动轮系;通过电磁制动机构(4)来控制内齿圈(6\_3)的制动和转动,进而实现周转轮系(6)在行星轮系与差动轮系之间的切换。

[0021] 结合附图7,对本发明作进一步的描述:

所述的周转轮系(6)包括太阳轮(6\_1)、行星轮(6\_2)和内齿圈(6\_3)三部分,太阳轮(6\_1)与制动法兰(5)通过轴承配合;制动法兰(5)与电磁制动机构(4)的动态组件固连,并通过轴承与前支架(3)配合,可相对前支架(3)转动;内齿圈(6\_3)通过4个六角螺栓与制动法兰(5)的外缘固连,可跟随制动法兰(5)同步制动或同步转动;行星轮(6\_2)通过行星轮轴(6\_5)安装在行星架(6\_4)上。

所述的柔索驱动装置正常工作时,电磁制动机构(4)通电,内齿圈(6\_3)制动,周转轮系(6)为一自由度的行星轮系,永磁直流力矩电机(2)驱动太阳轮(6\_1)转动,经行星轮系减速后通过行星架(6\_4)输出至传动轴(7),进而带动卷筒(8)转动,实现柔索(9)在永磁直流力矩电机(2)控制下的收放功能。

所述的柔索驱动装置工作结束后,电磁制动机构(4)断电,内齿圈(6\_3)脱离制动,周转轮系(6)为两自由度的差动轮系,行星架(6\_4)的运动脱离电机控制;与行星架(6\_4)固定连接的传动轴(7)在自动收绳机构(12)恢复力的作用下反转,带动卷筒(8)转动,实现自动收绳功能。

[0022] 结合附图8,对本发明作进一步的描述:

所述的卷筒(8)中部通过平键与传动轴(7)连接,传动轴(7)的一端通过型面配合与行星架(6\_4)同轴固连,另一端安装有自动收绳机构(12),行星架(6\_4)、传动轴(7)、卷筒(8)和自动收绳机构(12)同步转动;动力可由传动轴(7)一端的行星架(6\_4)传入,带动传动轴(7)、卷筒(8)和自动收绳机构(12)转动,完成可控的收放绳过程;动力也可由传动轴(7)另

一端的自动收绳机构(12)传入,驱动传动轴(7)、卷筒(8)和行星架(6\_4)反向转动,完成自动收绳过程。

所述的自动收绳机构(12)由发条弹簧(12\_1)、定位螺柱(12\_2)和弹簧盖板(12\_3)组成,发条弹簧(12\_1)心部端固定在传动轴(7)的卡槽内,外部端通过定位螺柱(12\_2)固定在后支架(13)上,弹簧盖板(12\_3)安装在发条弹簧(12\_1)外侧,并通过4根定位螺柱(12\_2)固定在后支架(13)上;卷筒(8)转动放绳时,传动轴(7)同步带动发条弹簧(12\_1)变形储能,放绳结束后发条弹簧(12\_1)释放能量,通过传动轴(7)带动卷筒(8)反向转动,从而实现自动收绳功能。

[0023] 结合附图9,对本发明作进一步的描述:

所述的柔索(9)缠绕在卷筒(8)上,依次经过测力导向机构(10)和减磨环(15)输出,柔索(9)由卷筒(8)的转动方向决定其外放或内收。

所述的测力导向机构(10)由S型拉力传感器(10\_1)、测力支架(10\_2)和导向轮(10\_3)组成,S型拉力传感器(10\_1)固定安装在底板(16)内侧,另一端安装测力支架(10\_2)和导向轮(10\_3);测力导向机构(10\_2)等效于定滑轮机构,柔索(9)经测力导向机构(10)传动方向改变 $180^{\circ}$ ;卷筒(8)和导向轮(10\_3)的外周面在径向上相距1倍绳径,可保证测力导向机构(10)两侧的柔索(9)保持竖直方向;拉力传感器测量2倍的柔索张力,降低传感器噪声以及传感器自身惯性对测量结果的影响,提高测量精度。

所述的柔索导向机构(11)由导向柱(11\_1)和光轴座(11\_2)组成,两个光轴座(11\_2)通过螺钉分别固定在顶板(14)和底板(16)内侧,导向柱(11\_1)一端通过过盈连接固定在光轴座(11\_2)上,另一端固定在后支架(13)上,导向柱(11\_1)与卷筒(8)圆柱面相距1.5倍绳径,保证柔索(9)规则地排布在卷筒(8)上,防止柔索在收放时产生跳绳和压绳。

所述的减磨环(15)固定安装在顶板(14)上,柔索(9)竖直穿过减磨环(15)的曲面孔并输出到驱动装置外部,可以减少柔索(9)在运动过程中的磨损。

[0024] 本发明是一种具有自动收绳功能的柔索驱动装置,其各项功能的实现方式如下:

可控收放绳功能:正常工作时,电磁制动机构(4)通电,内齿圈(6\_3)制动,周转轮系(6)为一自由度的行星轮系,永磁直流力矩电机(2)驱动太阳轮(6\_1)转动,经行星轮系减速后通过行星架(6\_4)输出至传动轴(7),进而带动卷筒(8)转动,同时,发条弹簧(12\_1)同步转动储能,实现柔索(9)在永磁直流力矩电机(2)控制下的收放功能。

自动收绳功能:工作结束后,电磁制动机构(4)断电,内齿圈(6\_3)脱离制动,行星架(6\_4)的运动脱离电机控制,周转轮系(6)为二自由度的差动轮系,发条弹簧(12\_1)释放能量复位,通过传动轴(7)带动卷筒(8)反向转动,即实现自动收绳功能,收绳速度可由发条弹簧(12\_1)变形程度及发条弹簧(12\_1)刚度进行控制。

测力及防跳绳、压绳功能:S型拉力传感器(10\_1)固定安装在底板(16)内侧,另一侧安装测力支架(10\_2)和导向轮(10\_3),测力导向机构(10)可等效于定滑轮机构,柔索(9)经测力导向机构(10)传动方向改变 $180^{\circ}$ ,拉力传感器测量2倍的柔索张力,降低传感器噪声以及传感器自身惯性对测量结果的影响,提高测量精度;柔索导向机构(11)由导向柱(11\_1)和光轴座(11\_2)组成,两个光轴座(11\_2)通过螺钉分别固定在顶板(14)和底板(16)内侧,导向柱(11\_1)一端通过过盈连接固定在光轴座(11\_2)上,另一端固定在后支架(13)上,导向柱(11\_1)与卷筒(8)的外周面相距1.5倍绳径,保证柔索(9)规则地排布在卷筒(8)上,防止

柔索在收、放时产生跳绳和压绳；卷筒(8)和导向轮(10\_3)的外周面在径向上相距1倍绳径，保证测力导向机构(10)两侧的柔索(9)保持竖直方向，可进一步防止柔索(9)在收、放时产生跳绳和压绳。

以上所述仅是本发明的部分较佳实例，任何熟悉本领域的技术人员均可利用以上阐述的技术方案加以修改或将其修改为等同的技术方案，因此，依据本发明的技术方案所进行的任何简单修改或等同置换，均属于本发明要求保护的范围。

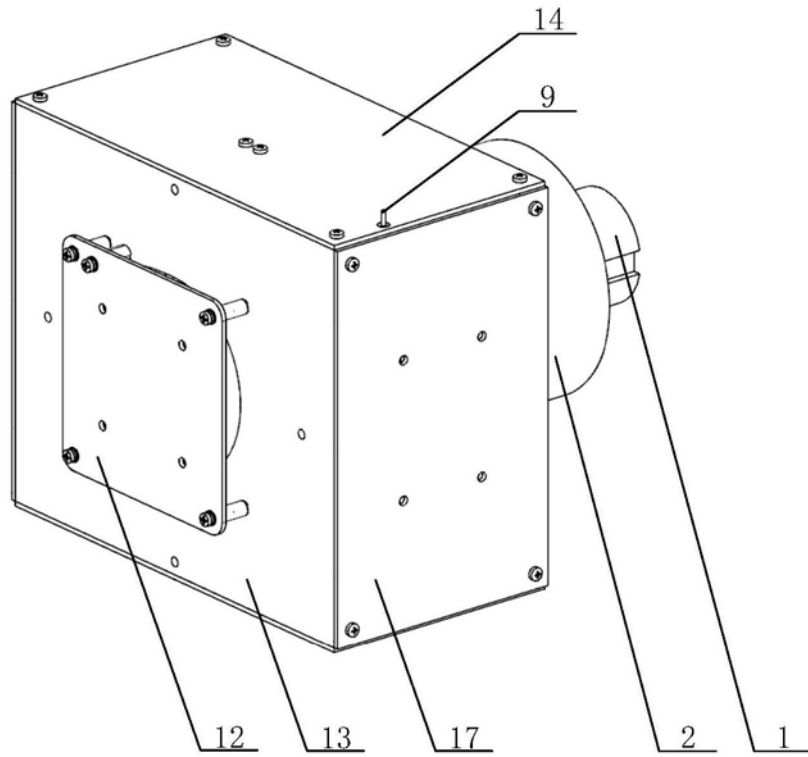


图1

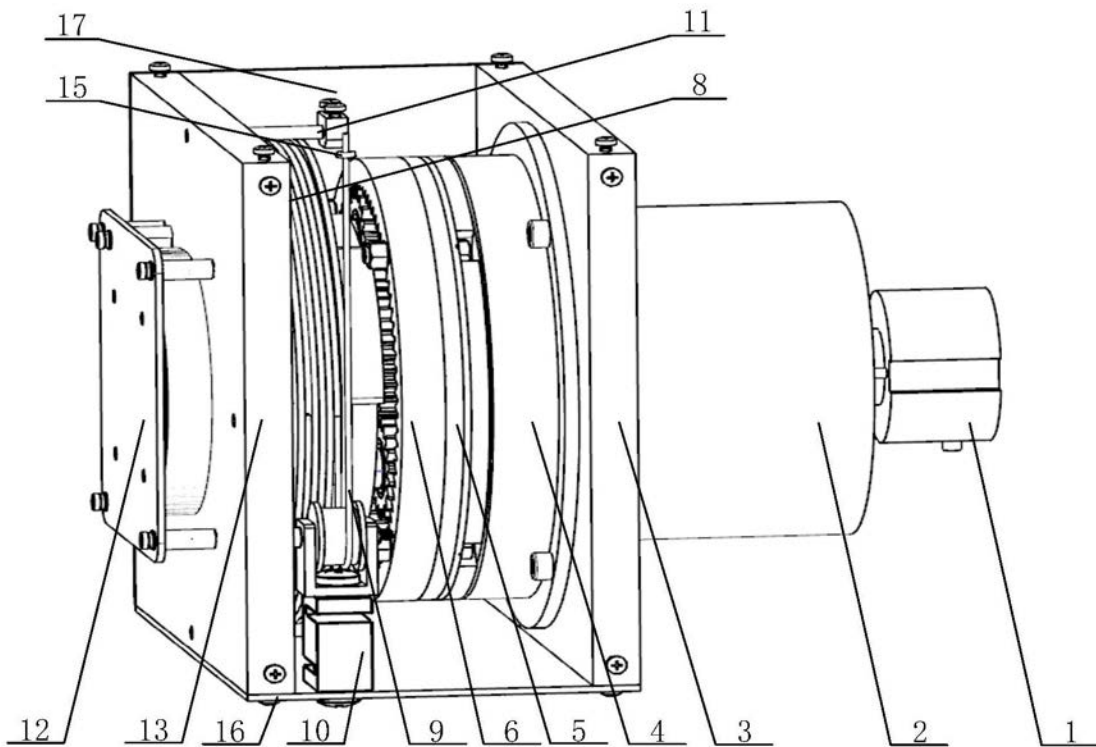


图2

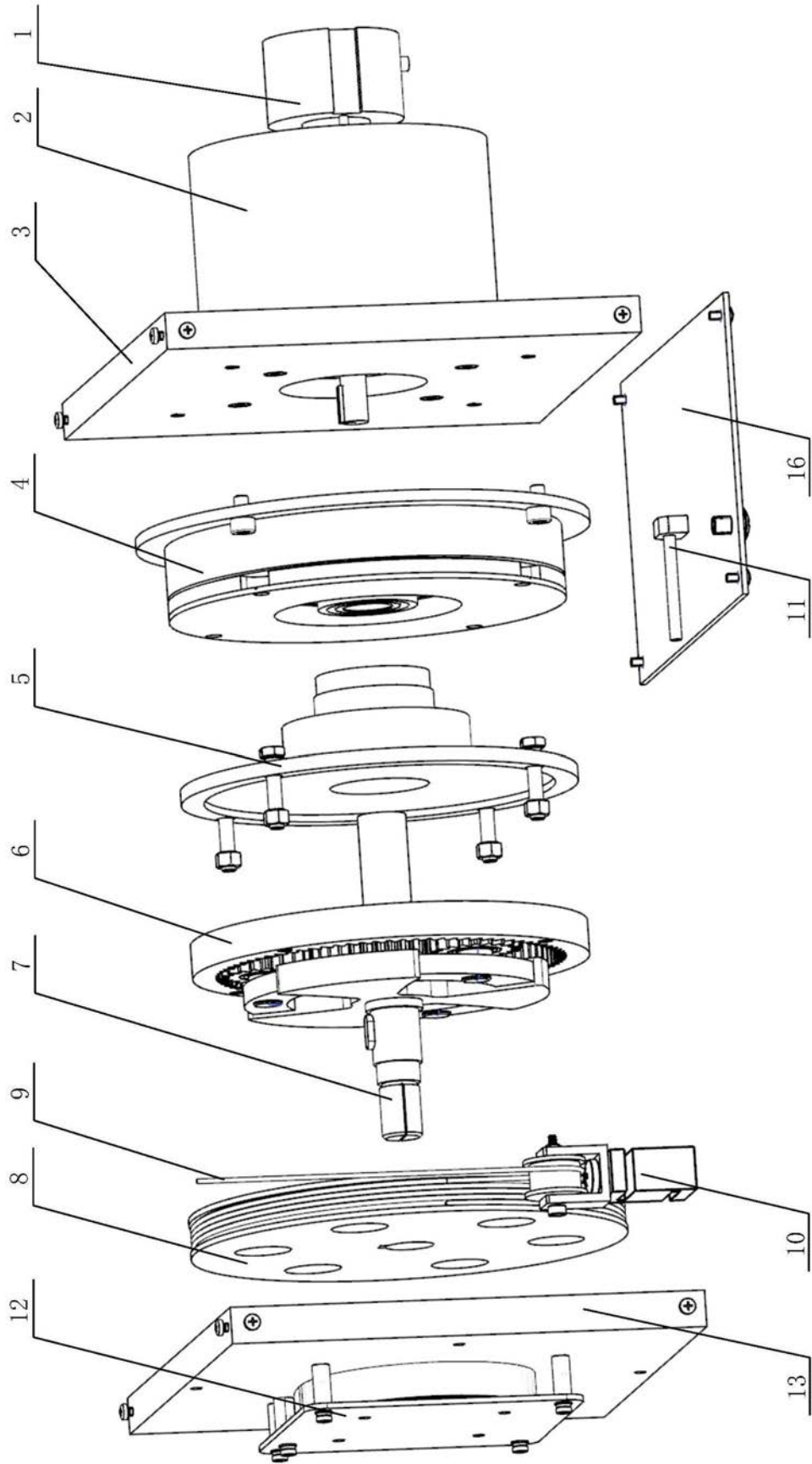


图3

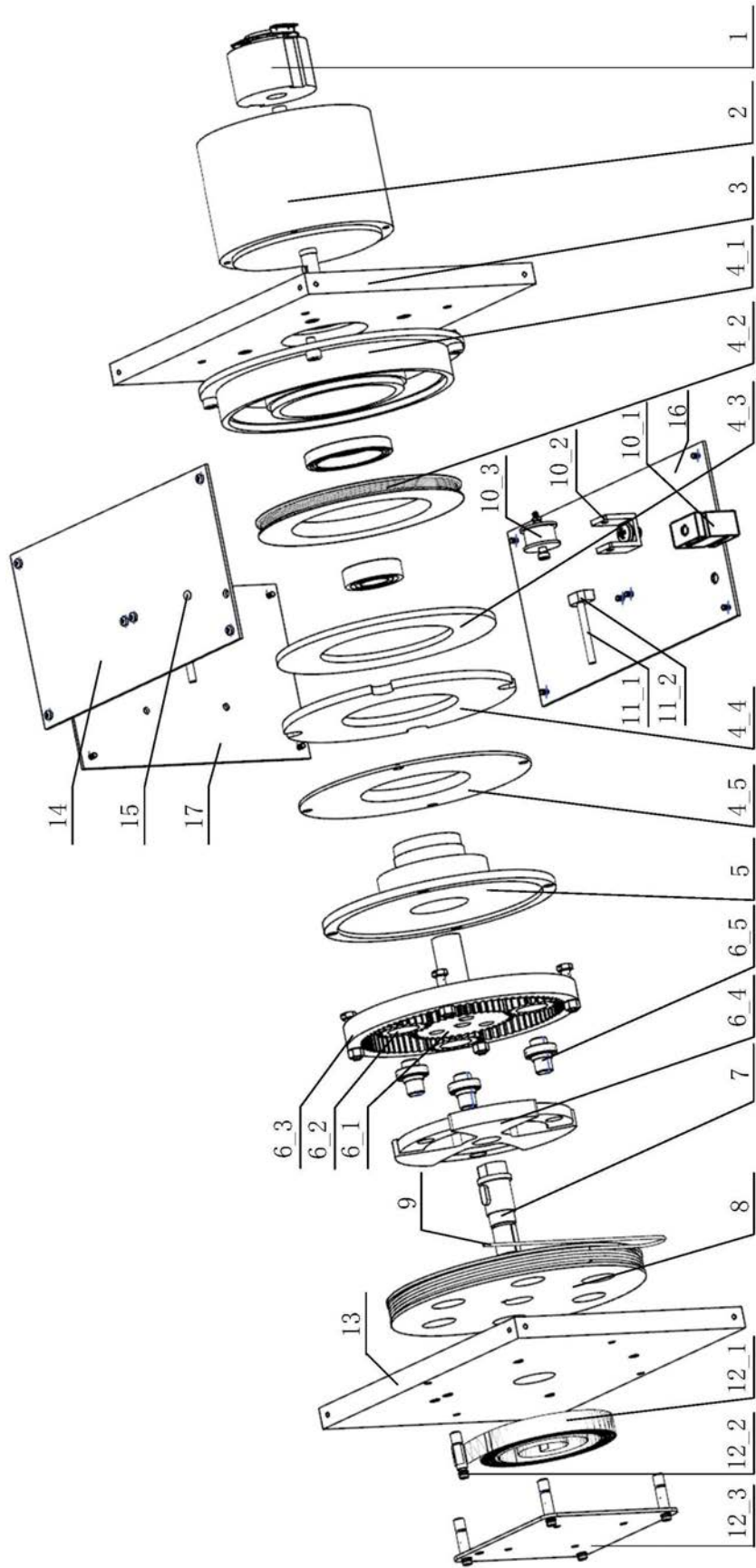


图4

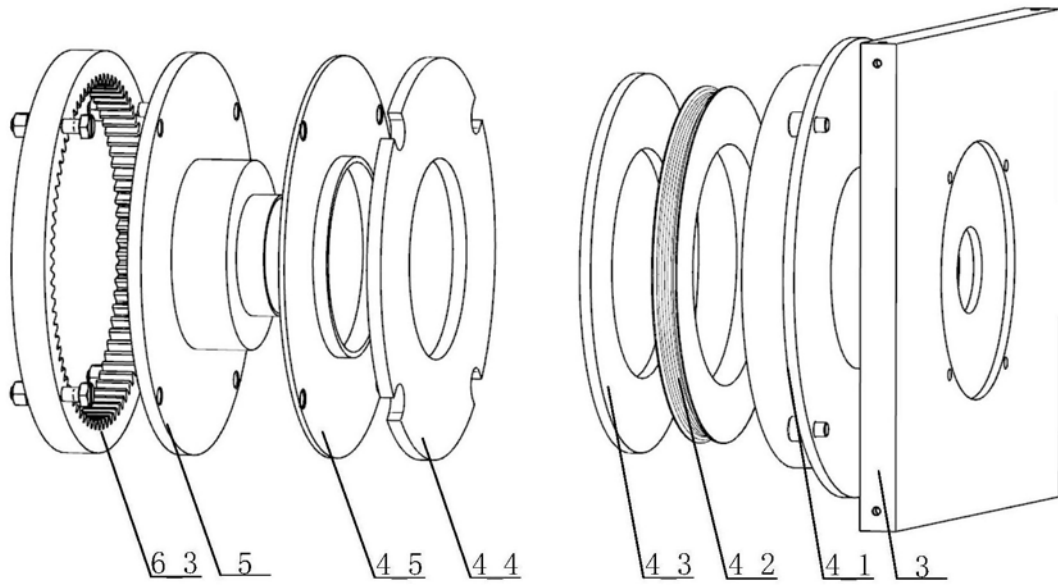


图5

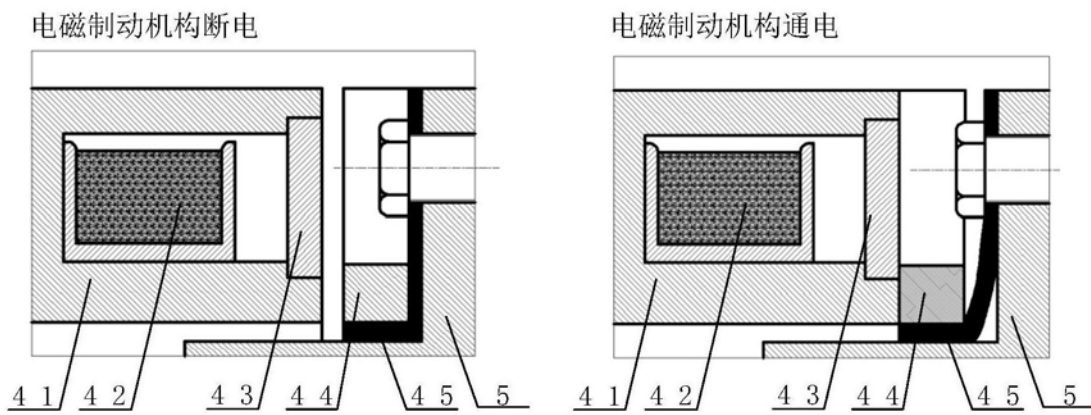


图6

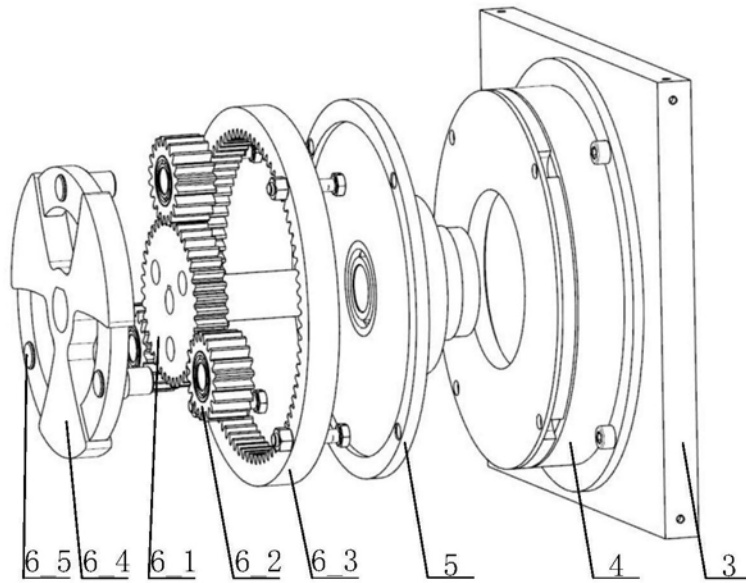


图7

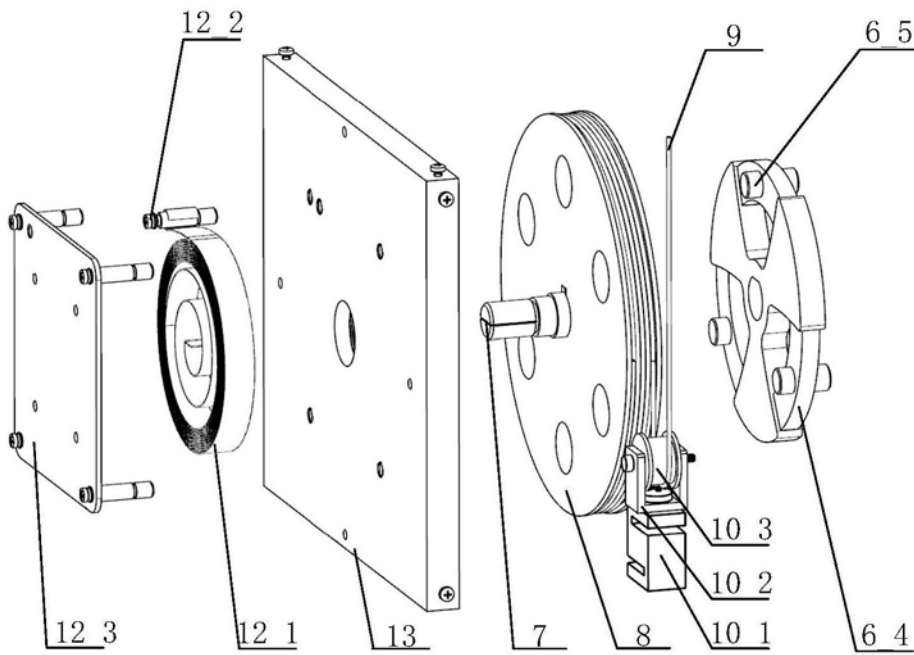


图8

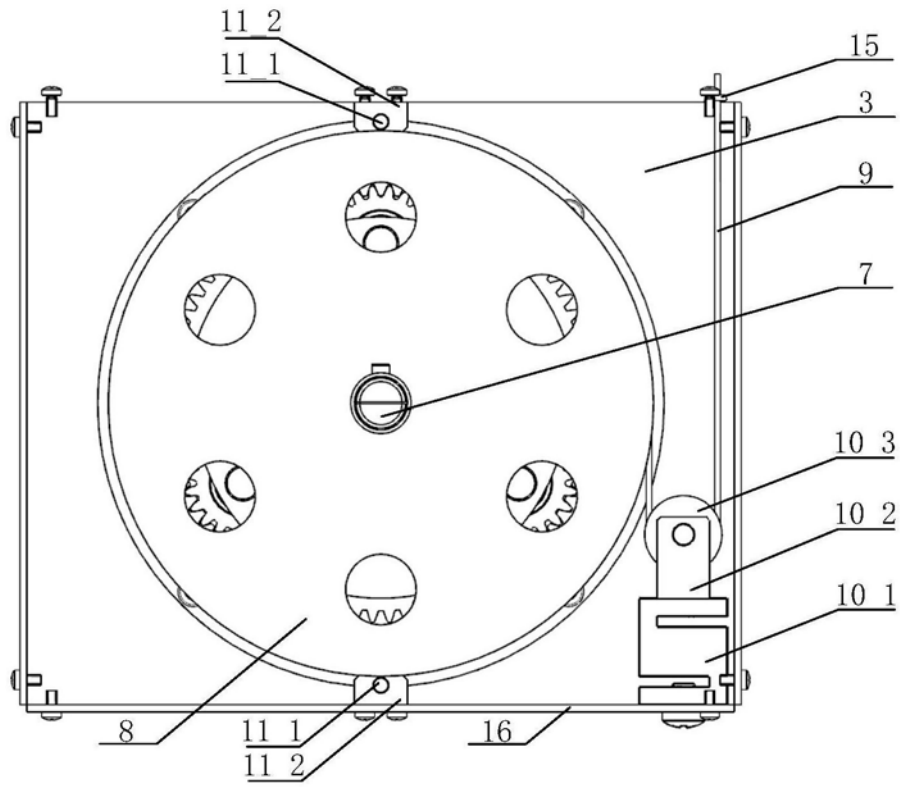


图9