



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109795573 A

(43)申请公布日 2019.05.24

(21)申请号 201910248751.8

(22)申请日 2019.03.29

(71)申请人 中国科学院沈阳自动化研究所  
地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区南塔街  
114号

(72)发明人 刘玉旺 葛壮 王远行 王冬琦  
刘金国

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限  
公司 21002

代理人 白振宇

(51)Int.Cl.  
B62D 57/024(2006.01)

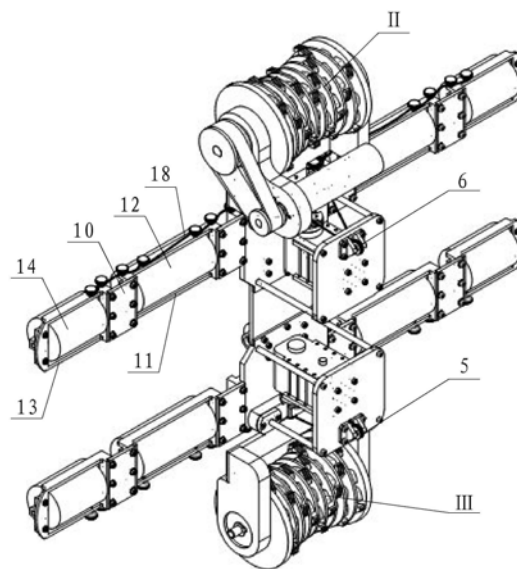
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

一种筋腱驱动自适应攀爬机器人

(57)摘要

本发明属于机器人领域,具体地说是一种筋腱驱动自适应攀爬机器人,包括自适应抱持系统、驱动系统及随动系统,其中自适应抱持系统通过舵机控制钢丝绳的长度变化,钢丝绳长度的变化控制机器人两侧的肢节的运动情况,进而实现抱持的功能;驱动系统则是通过同步带将电机产生的动力传递给驱动轮,进而可以使机器人整体实现爬行的动作;随动系统通过固定挡板将驱动轮进行固定,在驱动系统的驱动力作用下,起到支撑机器人整体与跟随爬行的功能。本发明结构灵巧,驱动方式简单,运动精度高,控制简单,运动灵活。



1. 一种筋腱驱动自适应攀爬机器人,其特征在于:包括自适应抱持系统(I)、驱动系统(II)及随动系统(III),其中自适应抱持系统(I)通过弹性连接板B(31)与另一自适应抱持系统(I)相连,所述弹性连接板B(31)一侧的自适应抱持系统(I)上连接驱动系统(II),另一侧的自适应抱持系统(I)上连接随动系统(III);所述自适应抱持系统(I)包括舵机(1)、安装架、弹性连接板A(10)、近端肢节、远端肢节、钢丝绳(18)及钢丝绳缠绕螺钉A(33),该安装架前后方向的一端连接所述驱动系统(II)或随动系统(III),另一端通过所述弹性连接板B(31)与另一自适应抱持系统(I)的安装架连接,所述安装架左右方向的任一端均设有近端肢节和远端肢节,该近端肢节与安装架之间以及远端肢节与近端肢节之间均通过弹性连接板A(10)相连,所述近端肢节及远端肢节上均连接有钢丝绳缠绕螺钉A(33);所述舵机(1)安装在安装架上,所述钢丝绳(18)绕过舵机(1),该钢丝绳(18)的一端分别缠绕在所述安装架一侧近端肢节、远端肢节中的钢丝绳缠绕螺钉A(33)上,另一端分别缠绕在所述安装架另一侧近端肢节、远端肢节中的钢丝绳缠绕螺钉A(33)上,通过所述舵机(1)驱动钢丝绳(18)的牵引,实现安装架两侧近端肢节、远端肢节的自适应抱持。

2. 根据权利要求1所述的筋腱驱动自适应攀爬机器人,其特征在于:所述近端肢节包括近端肢节架(11)及近端指轮(12),该近端肢节架(11)左右方向的两端分别通过弹性连接板A(10)与所述安装架及远端肢节相连,所述近端肢节架(11)上可相对转动地连接有近端指轮(12)。

3. 根据权利要求2所述的筋腱驱动自适应攀爬机器人,其特征在于:所述近端肢节架(11)左右方向的两端下方均安装有轮轴支架(16),所述近端指轮(12)的两端均连接有轮轴(15),该轮轴(15)的一端与所述近端指轮(12)转动连接,另一端与同一端的轮轴支架(16)相插接,所述轮轴(15)与近端肢节架(11)之间设有弹簧(17)。

4. 根据权利要求1所述的筋腱驱动自适应攀爬机器人,其特征在于:所述远端肢节包括远端肢节架(13)及远端指轮(14),该远端肢节架(13)通过弹性连接板A(10)与所述近端肢节相连,所述远端肢节架(13)上可相对转动地连接有远端指轮(14)。

5. 根据权利要求4所述的筋腱驱动自适应攀爬机器人,其特征在于:所述远端肢节架(13)左右方向的两端下方均安装有轮轴支架(16),所述远端指轮(14)的两端均连接有轮轴(15),该轮轴(15)的一端与所述远端指轮(14)转动连接,另一端与同一端的轮轴支架(16)相插接,所述轮轴(15)与远端肢节架(13)之间设有弹簧(17)。

6. 根据权利要求1所述的筋腱驱动自适应攀爬机器人,其特征在于:所述驱动系统(II)包括电机(21)、传动机构、支撑架A及棘刺轮,该支撑架A与所述自适应抱持系统(I)的安装架相连,所述电机(21)固定在支撑架A上,所述棘刺轮转动安装在支撑架A上,该棘刺轮的轮轴通过传动机构与电机(21)的输出端连接;所述棘刺轮包括多个棘刺盘(28)及多个隔板(27),该棘刺盘(28)及隔板(27)间隔设置,且均与所述轮轴连动。

7. 根据权利要求1所述的筋腱驱动自适应攀爬机器人,其特征在于:所述随动系统(III)包括支撑架B及棘刺轮,该支撑架B与所述自适应抱持系统(I)的安装架相连,所述棘刺轮通过轮轴转动安装在支撑架B上,该棘刺轮包括多个棘刺盘(28)及多个隔板(27),所述棘刺盘(28)及隔板(27)间隔设置,且均与棘刺轮的轮轴连动。

8. 根据权利要求1所述的筋腱驱动自适应攀爬机器人,其特征在于:所述安装架具有导向轴(4),该导向轴(4)上连接有直线轴承(7),所述直线轴承(7)安装在直线轴承导轨架(8)

上,该直线轴承导轨架(8)上连接有钢丝绳缠绕螺钉B(34),所述钢丝绳(18)缠在钢丝绳缠绕螺钉B(34)上。

9.根据权利要求8所述的筋腱驱动自适应攀爬机器人,其特征在于:所述安装架包括顶板(3)、底板(9)及导向轴(4),该顶板(3)与底板(9)之间通过多根导向轴(4)相连,所述钢丝绳缠绕螺钉B(34)与各钢丝绳缠绕螺钉A(33)位于自适应抱持系统(I)的同侧,该钢丝绳缠绕螺钉B(34)位于各钢丝绳缠绕螺钉A(33)的上方;所述直线轴承(7)及直线轴承导轨架(8)安装在靠近钢丝绳缠绕螺钉B(34)一侧的导向轴(4)上。

10.根据权利要求9所述的筋腱驱动自适应攀爬机器人,其特征在于:所述顶板(3)的上表面安装有滑轮(5),所述钢丝绳(18)缠绕在该滑轮(5)上,所述底板(9)的下表面通过辅助轮支架(19)安装有辅助轮(20)。

## 一种筋腱驱动自适应攀爬机器人

### 技术领域

[0001] 本发明属于机器人领域,具体地说是一种筋腱驱动自适应攀爬机器人。

### 背景技术

[0002] 早期爬杆机器人主要采用气压或液压作为动力源,凸轮机构作为夹紧机构,通过气缸或液压缸驱动实现交替夹紧和移动;由于凸轮机构不可伸缩性导致该爬杆机器人无法适应变径杆件,通过气动爬行式机器人可以解决此类问题,但复杂的机构增加了设备成本、整机质量和控制难度,负重比减小,使得此类爬杆机器人难以在市场中推广使用。经过20多年的发展,爬行类机器人已经越来越多地应用到工农业生产及科研探索领域,尤其是在复杂危险或人类无法到达的环境下,爬行类机器人已经能够代替人类完成各种作业。现有技术中,国内外的学者专家研制出了外形多样及原理各异的攀爬机器人来针对特定环境完成指定的任务;但其结构相对复杂,驱动控制繁琐,自适应性较差,使得攀爬机器人的应用受到局限。

### 发明内容

[0003] 针对现有攀爬机器人存在的上述问题,本发明的目的在于提供一种筋腱驱动自适应攀爬机器人。该筋腱驱动自适应攀爬机器人具有很高的灵活性与稳定性,相比于其他的攀爬机器人,能够适应更加复杂的环境。

[0004] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:

[0005] 本发明包括自适应抱持系统、驱动系统及随动系统,其中自适应抱持系统通过弹性连接板B与另一自适应抱持系统相连,所述弹性连接板B一侧的自适应抱持系统上连接驱动系统,另一侧的自适应抱持系统上连接随动系统;所述自适应抱持系统包括舵机、安装架、弹性连接板A、近端肢节、远端肢节、钢丝绳及钢丝绳缠绕螺钉A,该安装架前后方向的一端连接所述驱动系统或随动系统,另一端通过所述弹性连接板B与另一自适应抱持系统的安装架连接,所述安装架左右方向的任一端均设有近端肢节和远端肢节,该近端肢节与安装架之间以及远端肢节与近端肢节之间均通过弹性连接板A相连,所述近端肢节及远端肢节上均连接有钢丝绳缠绕螺钉A;所述舵机安装在安装架上,所述钢丝绳绕过舵机,该钢丝绳的一端分别缠绕在所述安装架一侧近端肢节、远端肢节中的钢丝绳缠绕螺钉A上,另一端分别缠绕在所述安装架另一侧近端肢节、远端肢节中的钢丝绳缠绕螺钉A上,通过所述舵机驱动钢丝绳的牵引,实现安装架两侧近端肢节、远端肢节的自适应抱持;

[0006] 其中:所述近端肢节包括近端肢节架及近端指轮,该近端肢节架左右方向的两端分别通过弹性连接板A与所述安装架及远端肢节相连,所述近端肢节架上可相对转动地连接有近端指轮;

[0007] 所述近端肢节架左右方向的两端下方均安装有轮轴支架,所述近端指轮的两端均连接有轮轴,该轮轴的一端与所述近端指轮转动连接,另一端与同一端的轮轴支架相插接,所述轮轴与近端肢节架之间设有弹簧;

[0008] 所述远端肢节包括远端肢节架及远端指轮,该远端肢节架通过弹性连接板A与所述近端肢节相连,所述远端肢节架上可相对转动地连接有远端指轮;

[0009] 所述远端肢节架左右方向的两端下方均安装有轮轴支架,所述远端指轮的两端均连接有轮轴,该轮轴的一端与所述远端指轮转动连接,另一端与同一端的轮轴支架相插接,所述轮轴与远端肢节架之间设有弹簧;

[0010] 所述驱动系统包括电机、传动机构、支撑架A及棘刺轮,该支撑架A与所述自适应抱持系统的安装架相连,所述电机固定在支撑架A上,所述棘刺轮转动安装在支撑架A上,该棘刺轮的轮轴通过传动机构与电机的输出端连接;所述棘刺轮包括多个棘刺盘及多个隔板,该棘刺盘及隔板间隔设置,且均与所述轮轴连动;

[0011] 所述随动系统包括支撑架B及棘刺轮,该支撑架B与所述自适应抱持系统的安装架相连,所述棘刺轮通过轮轴转动安装在支撑架B上,该棘刺轮包括多个棘刺盘及多个隔板,所述棘刺盘及隔板间隔设置,且均与棘刺轮的轮轴连动;

[0012] 所述安装架具有导向轴,该导向轴上连接有直线轴承,所述直线轴承安装在直线轴承导轨架上,该直线轴承导轨架上连接有钢丝绳缠绕螺钉B,所述钢丝绳缠在钢丝绳缠绕螺钉B上;

[0013] 所述安装架包括顶板、底板及导向轴,该顶板与底板之间通过多根导向轴相连,所述钢丝绳缠绕螺钉B与各钢丝绳缠绕螺钉A位于自适应抱持系统的同侧,该钢丝绳缠绕螺钉B位于各钢丝绳缠绕螺钉A的上方;所述直线轴承及直线轴承导轨架安装在靠近钢丝绳缠绕螺钉B一侧的导向轴上;

[0014] 所述顶板的上表面安装有滑轮,所述钢丝绳缠绕在该滑轮上,所述底板的下表面通过辅助轮支架安装有辅助轮。

[0015] 本发明的优点与积极效果为:

[0016] 1. 本发明结构灵巧,驱动方式简单,运动精度高,控制简单,运动灵活。

[0017] 2. 本发明通过聚氨酯材料的弹性连接板对各个肢节进行连接,利用聚氨酯材料的弹性连接板的柔韧性,实现机器人抱持时的弯曲变形。

[0018] 3. 本发明在各个肢节轮轴位置安装了弹簧,可以使工作时指轮成不同所需角度的偏置,进而可以适应更加复杂情况的抱持。

[0019] 4. 本发明的自适应抱持系统采用一根钢丝绳串通,符合差动原理,可以实现抱持时两侧不同的变形,进而增加了抱持过程中的稳定性。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明的立体结构示意图;

[0021] 图2为本发明的整体结构示意图;

[0022] 图3为本发明自适应抱持系统的结构示意图;

[0023] 图4为本发明拿掉驱动系统和随动系统后的结构仰视图;

[0024] 图5为本发明驱动系统的立体结构示意图;

[0025] 图6为本发明随动系统的立体结构示意图;

[0026] 其中:1为舵机,2为舵机固定板,3为顶板,4为导向轴,5为滑轮,6滑轮架,7为直线轴承,8为直线轴承导轨架,9为底板,10为弹性连接板A,11为近端肢节架,12为近端指轮,13

为远端肢节架,14为远端指轮,15为轮轴,16为轮轴支架,17为弹簧,18为钢丝绳,19为辅助轮支架,20为辅助轮,21为电机,22为小同步带轮,23为大同步带轮,24为同步带,25为电机端支撑挡板,26为左支撑挡板,27为隔板,28为棘刺盘,29为支撑底板,30为右支撑挡板,31为弹性连接板B,32为凹槽,33为钢丝绳缠绕螺钉A,34为钢丝绳缠绕螺钉B,I为自适应抱持系统,II为驱动系统,III为随动系统。

### 具体实施方式

[0027] 下面结合附图对本发明作进一步详述。

[0028] 如图1~6所示,本发明包括自适应抱持系统I、驱动系统II及随动系统III,其中自适应抱持系统I通过弹性连接板B31与另一自适应抱持系统I相连,弹性连接板B31一侧的自适应抱持系统I上连接驱动系统II,另一侧的自适应抱持系统I上连接随动系统III。自适应抱持系统I包括舵机1、安装架、弹性连接板A10、近端肢节、远端肢节、钢丝绳18及钢丝绳缠绕螺钉A33,该安装架前后方向的一端连接驱动系统II或随动系统III,另一端通过弹性连接板B31与另一自适应抱持系统I的安装架连接;即,本实施例的自适应抱持系统I为两个,其中一个自适应抱持系统I的前端与驱动系统II连接,后端与弹性连接板B31相连,另一个自适应抱持系统I的前端与弹性连接板B31连接,后端与随动系统III相连。安装架左右方向的任一端均设有近端肢节和远端肢节,该近端肢节与安装架之间以及远端肢节与近端肢节之间均通过弹性连接板A10相连,近端肢节及远端肢节上均连接有钢丝绳缠绕螺钉A33。舵机1固定在安装架上,钢丝绳18绕过舵机1,该钢丝绳18的一端分别缠绕在安装架一侧近端肢节、远端肢节中的钢丝绳缠绕螺钉A33上,另一端分别缠绕在安装架另一侧近端肢节、远端肢节中的钢丝绳缠绕螺钉A33上,通过舵机1控制钢丝绳18的长度,进而实现控制舵机1两侧近端肢节和远端肢节的收紧与放松,实现两侧近端肢节、远端肢节的自适应抱持。驱动系统II由电机21将动力传递给传动机构,进而带动棘刺轮转动,实现机器人本体的爬行运动。随动系统III由两块支撑挡板夹持一个棘刺轮组成,实现对机器人末端的支撑与跟随运动的功能。

[0029] 安装架包括顶板3、底板9及导向轴4,该顶板3与底板9之间通过多根(本实施例为四根)导向轴4相连;每根导向轴4的顶端采用螺钉连接在顶板3的下方,底端采用螺钉与底板9连接在一起。舵机1的顶端与舵机固定板2采用螺栓连接,舵机固定板2与顶板3用螺钉进行连接,顶板3的上表面安装有两个滑轮架6,两个滑轮架6中间安装有滑轮5,钢丝绳18缠绕在该滑轮5上。导向轴4上连接有直线轴承7,直线轴承7安装在直线轴承导轨架8上,该直线轴承导轨架8上连接有钢丝绳缠绕螺钉B34,钢丝绳18缠在钢丝绳缠绕螺钉B34上。本实施例的直线轴承导轨架8与直线轴承7之间采用螺钉连接,并将其整体安装在靠近驱动系统II或随动系统III的导向轴4上;钢丝绳缠绕螺钉B34与各钢丝绳缠绕螺钉A33位于自适应抱持系统I的同侧(本实施例安装在靠近驱动系统II或随动系统III的一侧),该钢丝绳缠绕螺钉B34位于各钢丝绳缠绕螺钉A33的上方。底板9前后方向的一端与驱动系统II或随动系统III采用螺钉相连接,另一端与弹性连接板B31相连;底板9下方远离驱动系统II或随动系统III的一侧用螺钉固定有两个辅助轮支架19,辅助轮支架19中间安装有辅助轮20。

[0030] 近端肢节包括近端肢节架11及近端指轮12,该近端肢节架11左右方向的两端分别通过弹性连接板A10与底板9及远端肢节相连;近端肢节架11中间开有方形孔,该方形孔内

容置有近端指轮12,近端指轮12可相对转动地与近端肢节架11连接。在近端肢节架11左右方向的两端下方均固接有轮轴支架16,轮轴支架16上留有“T”形的凹槽32,近端指轮12的两端均连接有轮轴15,该轮轴15的一端与近端指轮12转动连接,另一端为方形、插设在同一端轮轴支架16的“T”形凹槽的竖边,在轮轴15的另一端与近端肢节架11之间设有弹簧17。

[0031] 远端肢节包括远端肢节架13及远端指轮14,该远端肢节架13通过弹性连接板A10与近端肢节架11相连;远端肢节架13中间开有方形孔,该方形孔内容置有远端指轮14,远端指轮14可相对转动地与远端肢节架13连接。在远端肢节架13左右方向的两端下方均固接有轮轴支架16,轮轴支架16上留有“T”形的凹槽32,远端指轮14的两端均连接有轮轴15,该轮轴15的一端与远端指轮14转动连接,另一端为方形、插设在同一端轮轴支架16的“T”形凹槽的竖边,在轮轴15的另一端与远端肢节架13之间设有弹簧17。

[0032] 本实施例的弹性连接板A10及弹性连接板B31的材料为聚氨酯。

[0033] 钢丝绳18通过缠绕近端肢节架11及远端肢节架13上的钢丝绳缠绕螺钉B34,实现自适应抱持的功能,整体的自适应抱持系统I则由聚氨酯连接板对两部分独立的抱持结构(即近端肢节和远端肢节)进行连接,聚氨酯连接板可以实现自适应能力,同时,在近端指轮12的两侧及远端指轮14的两侧均存在弹簧17,当弹簧17发生变形时,可以使近端指轮12及远端指轮14进行所需角度的偏置,进而让抱持更加地灵活且稳定。此外,采用绳线驱动使抱持过程更加的柔顺,一根钢丝绳18连接,符合差动原理,可以使安装架左侧的两个肢节与右侧的两个肢节产生不对称变形,进而可以在更加复杂的情况下进行抱持。

[0034] 驱动系统II包括电机21、传动机构、支撑架A及棘刺轮,该支撑架A与自适应抱持系统I的安装架相连,电机21固定在支撑架A上,棘刺轮转动安装在支撑架A上,该棘刺轮的轮轴通过传动机构与电机21的输出端连接。本实施例的支撑架A包括电机端支撑挡板25、左支撑挡板26及支撑底板29,该电机端支撑挡板25与左支撑挡板26通过支撑底板29相连,支撑底板29与底板9采用螺钉进行固接。本实施例的传动机构包括小同步带轮22、大同步带轮23及同步带24,电机21固定在电机端支撑挡板25上,电机21的输出轴连接有小同步带轮22,大同步带轮23连接于棘刺轮的轮轴上,并与小同步带轮22通过同步带24传动连接。棘刺轮转动连接于电机端支撑挡板25与左支撑挡板26之间,包括多个棘刺盘28及多个隔板27,该棘刺盘28及隔板27间隔设置、相互粘接,且均与棘刺轮的轮轴连动。电机21将动力传递给小同步带轮22,再通过同步带24传递给大同步带轮23,进而带动棘刺轮转动。

[0035] 随动系统III包括支撑架B及棘刺轮,该支撑架B与自适应抱持系统I的安装架相连,棘刺轮通过轮轴转动安装在支撑架B上。本实施例的支撑架B包括左支撑挡板26、右支撑挡板30及支撑底板29,该左支撑挡板26与右支撑挡板30通过支撑底板29相连,支撑底板29与底板9采用螺钉进行固接。棘刺轮转动连接于左支撑挡板26与右支撑挡板30之间,包括多个棘刺盘28及多个隔板27,该棘刺盘28及隔板27间隔设置、相互粘接,且均与棘刺轮的轮轴连动。

[0036] 本发明的工作原理为:

[0037] 本发明通过舵机1控制钢丝绳18的长度变化,带动直线轴承导轨架8相对导向轴4的位置发生变化(沿导向轴4的轴向升降),进而改变远端肢节与近端肢节缠绕的钢丝绳18的长度。当钢丝绳18的长度变短时,弹簧17发生变形,弹性连接板A10也发生变形,实现抱持的动作;当钢丝绳18的长度变长时,弹簧17变形发生回复,弹性连接板A10回复变形,实现松

开的动作。在舵机1控制钢丝绳18长度变化的过程中,钢丝绳18拉动钢丝绳缠绕螺钉B34,进而带动直线轴承导轨架8及直线轴承7沿导向轴4的轴向移动,起到导向的作用。

[0038] 本发明通过同步带24将电机21产生的动力传递给棘刺轮,进而可以使机器人整体实现爬行的动作,远端肢节中的远端指轮14与近端肢节的近端指轮12在棘刺轮的滚动下跟随滚动;同时,随动系统Ⅲ的棘刺轮在起到支撑作用的同时,也会跟随运动,进而可以完成在圆柱形物体上的攀爬功能。由于本发明的每个自适应抱持系统I只有一根钢丝绳18,故可以实现双侧肢节的不同变形,对极端环境的适应能力更强。同时,由于聚氨酯材料的弹性连接板B31的加入,使机器人可以实现由陆地向竖直摆放物体的连续运动,不需要人为干预。本发明结构简单,总体结构轻盈紧凑,运动灵活,控制精巧,抓取位置广泛。



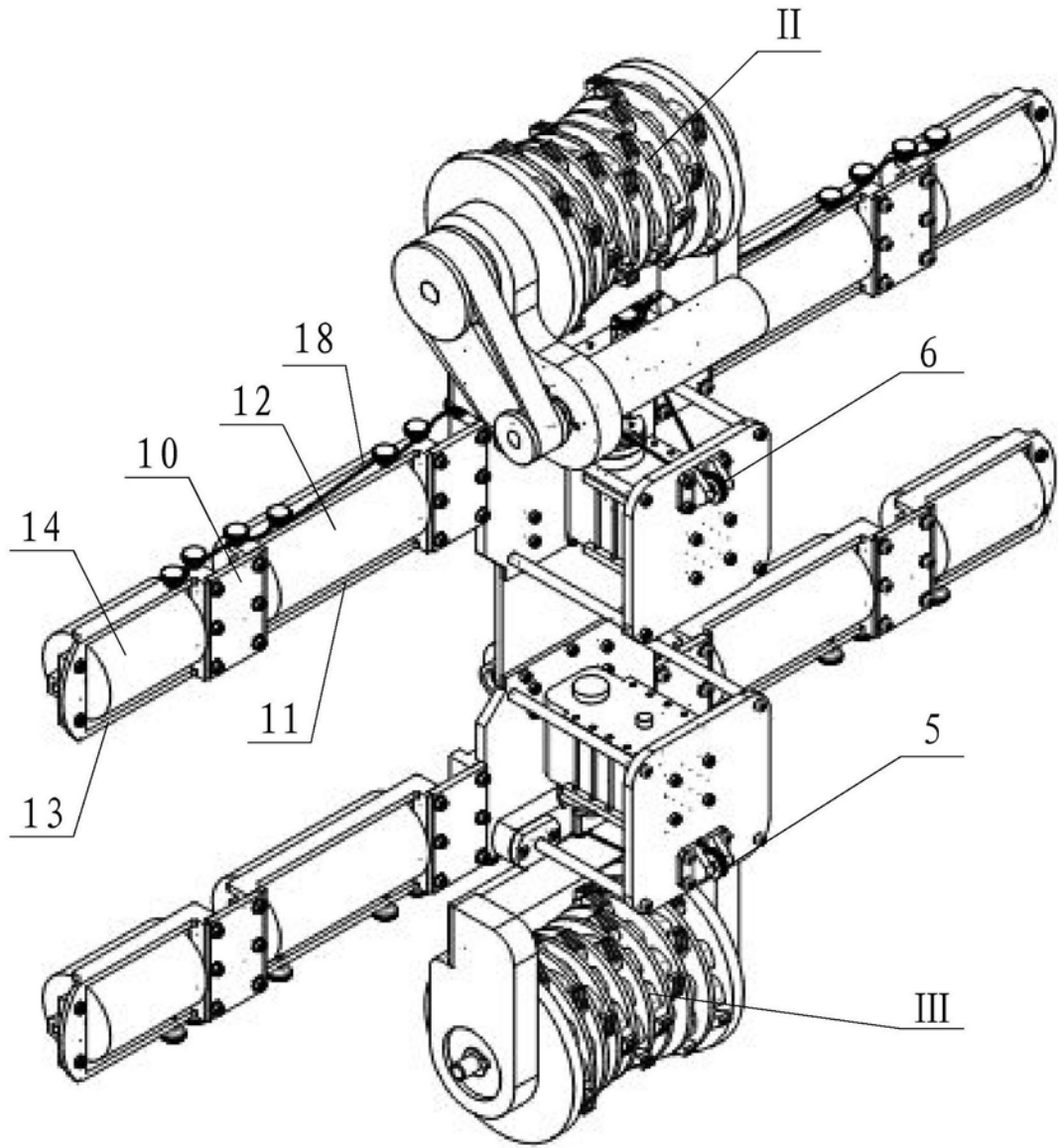


图1

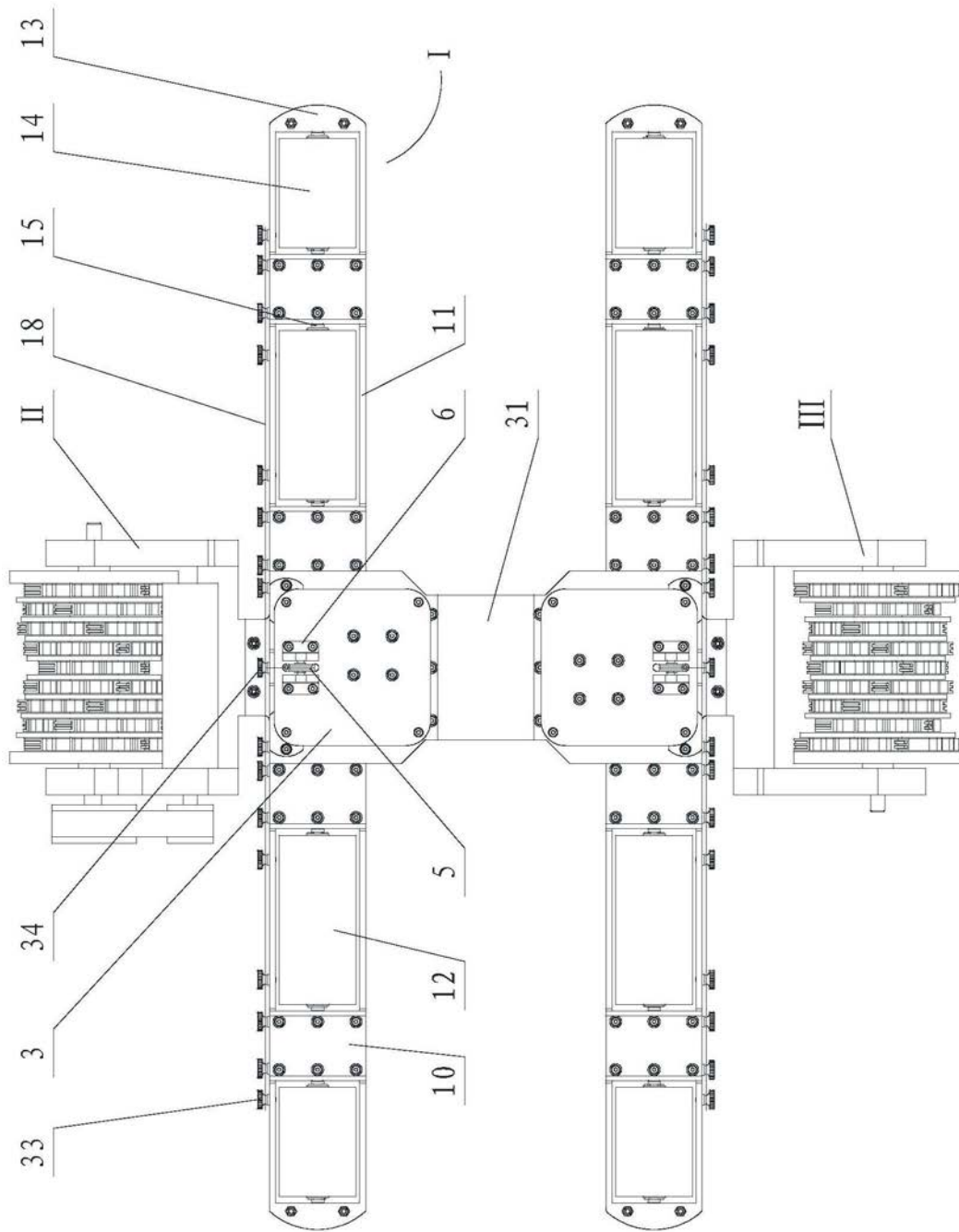


图2

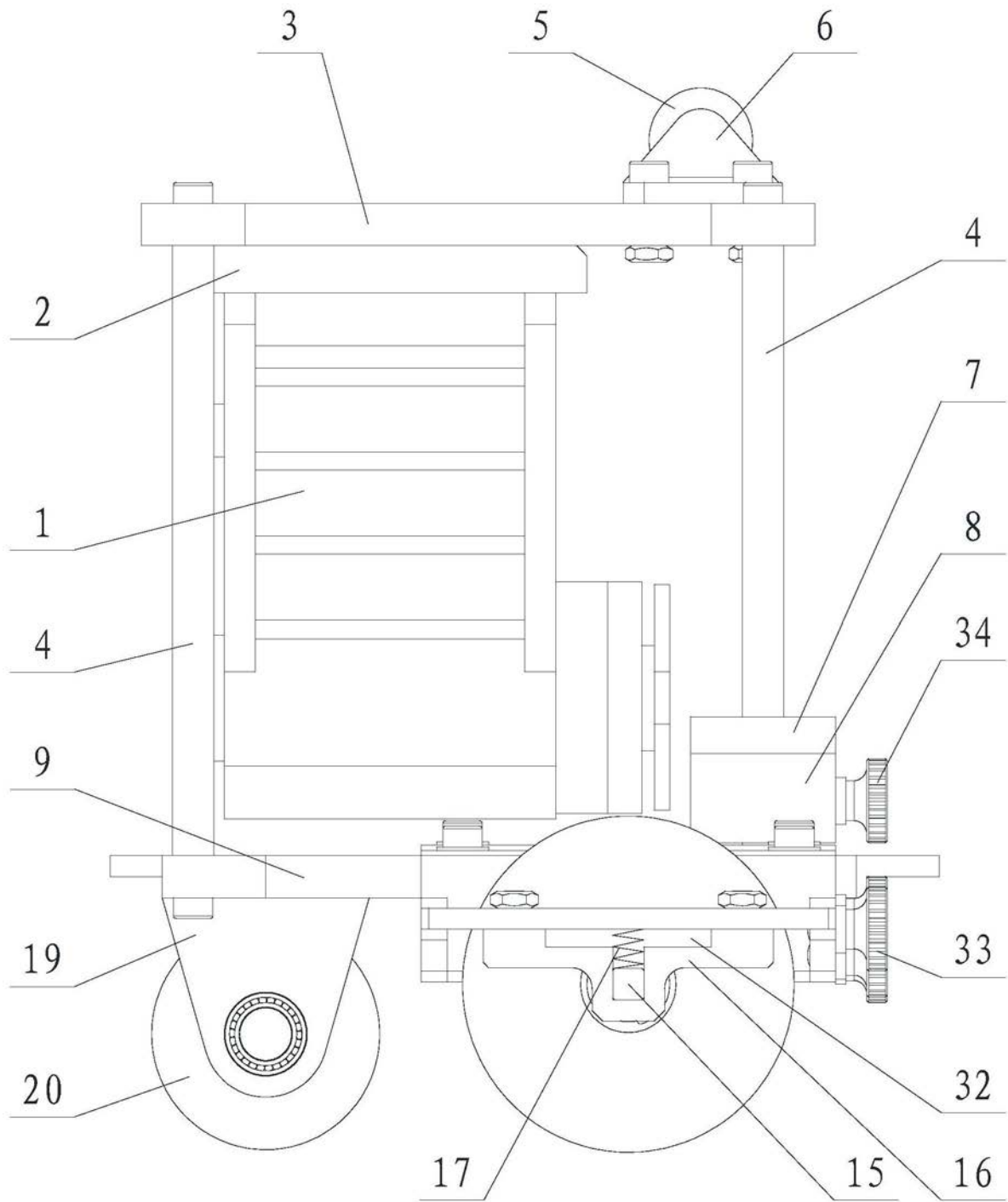


图3

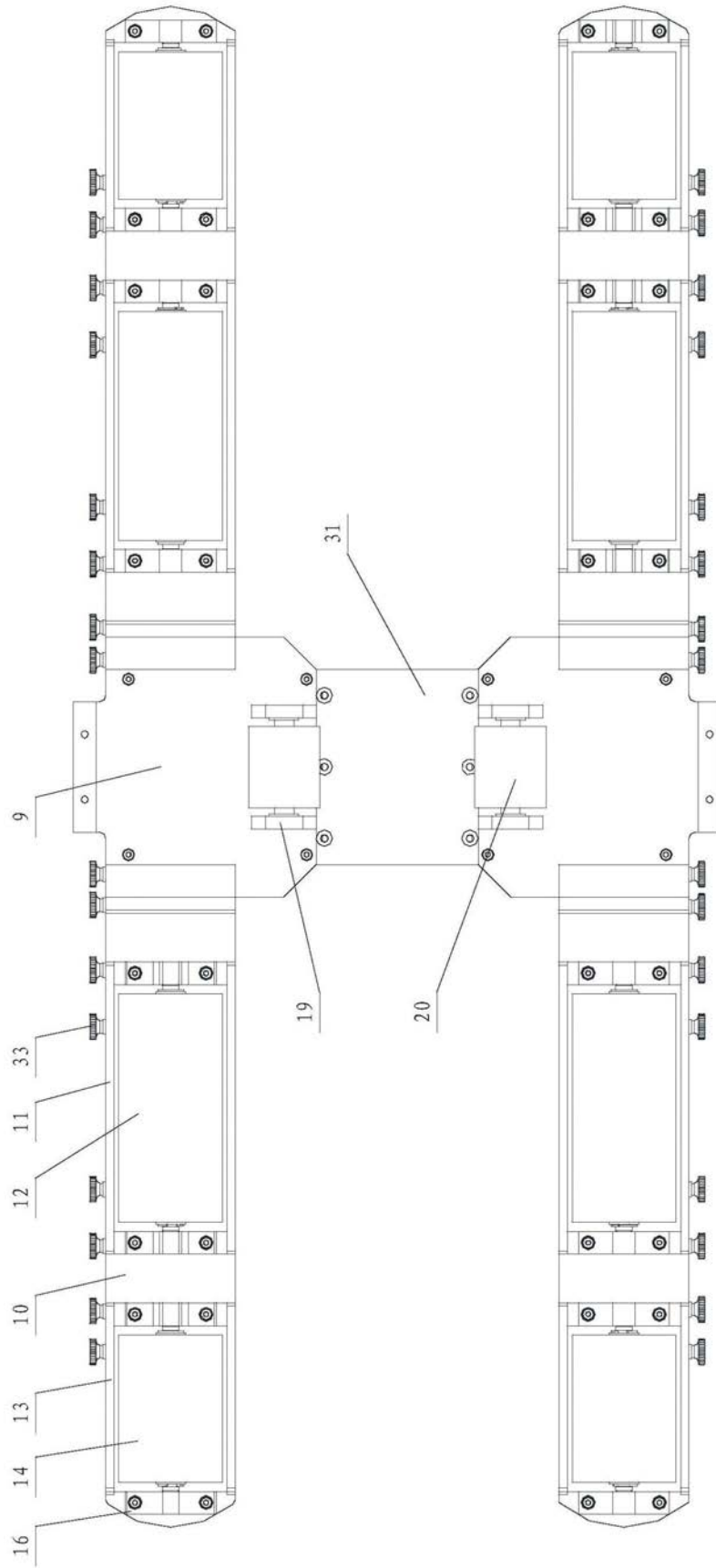


图4

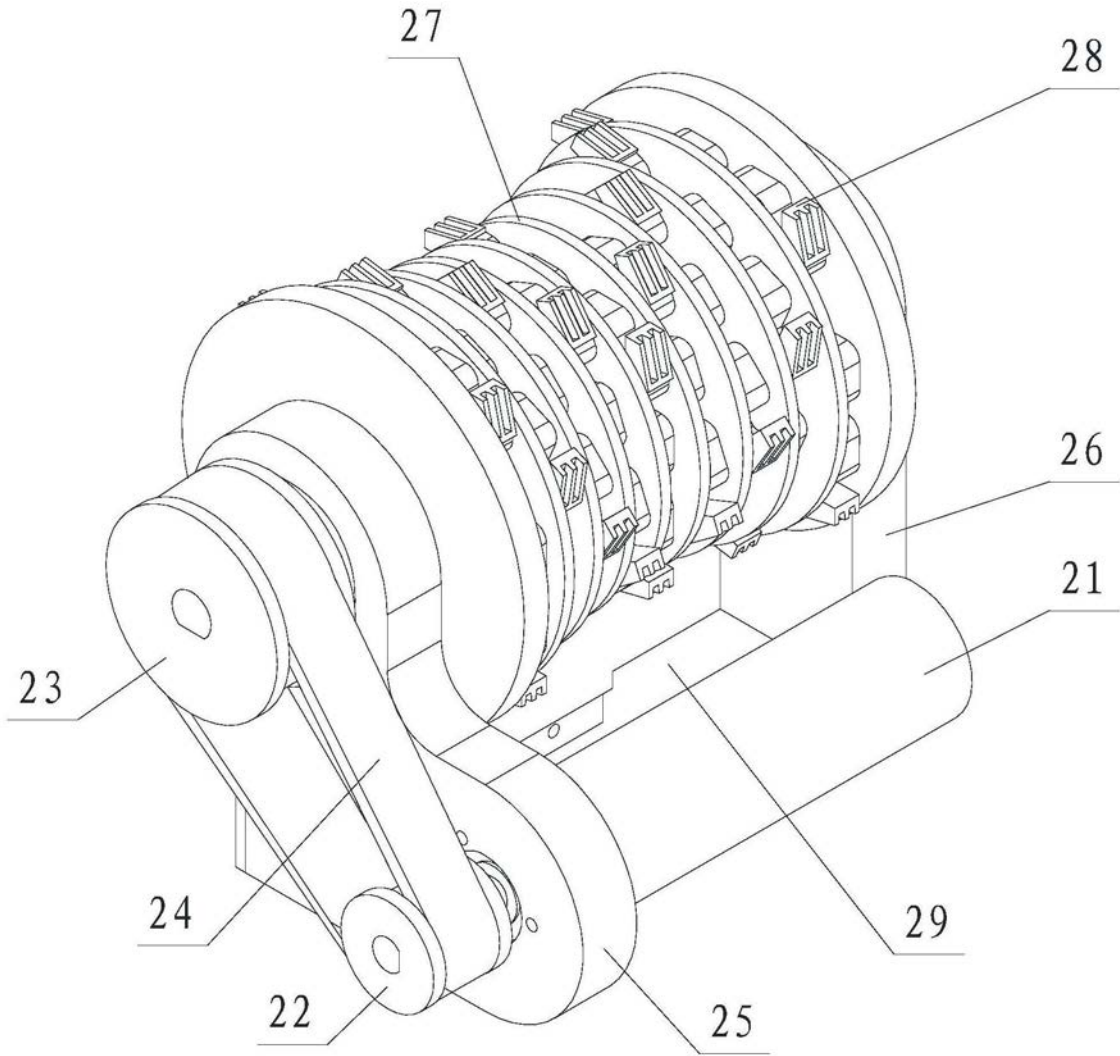


图5

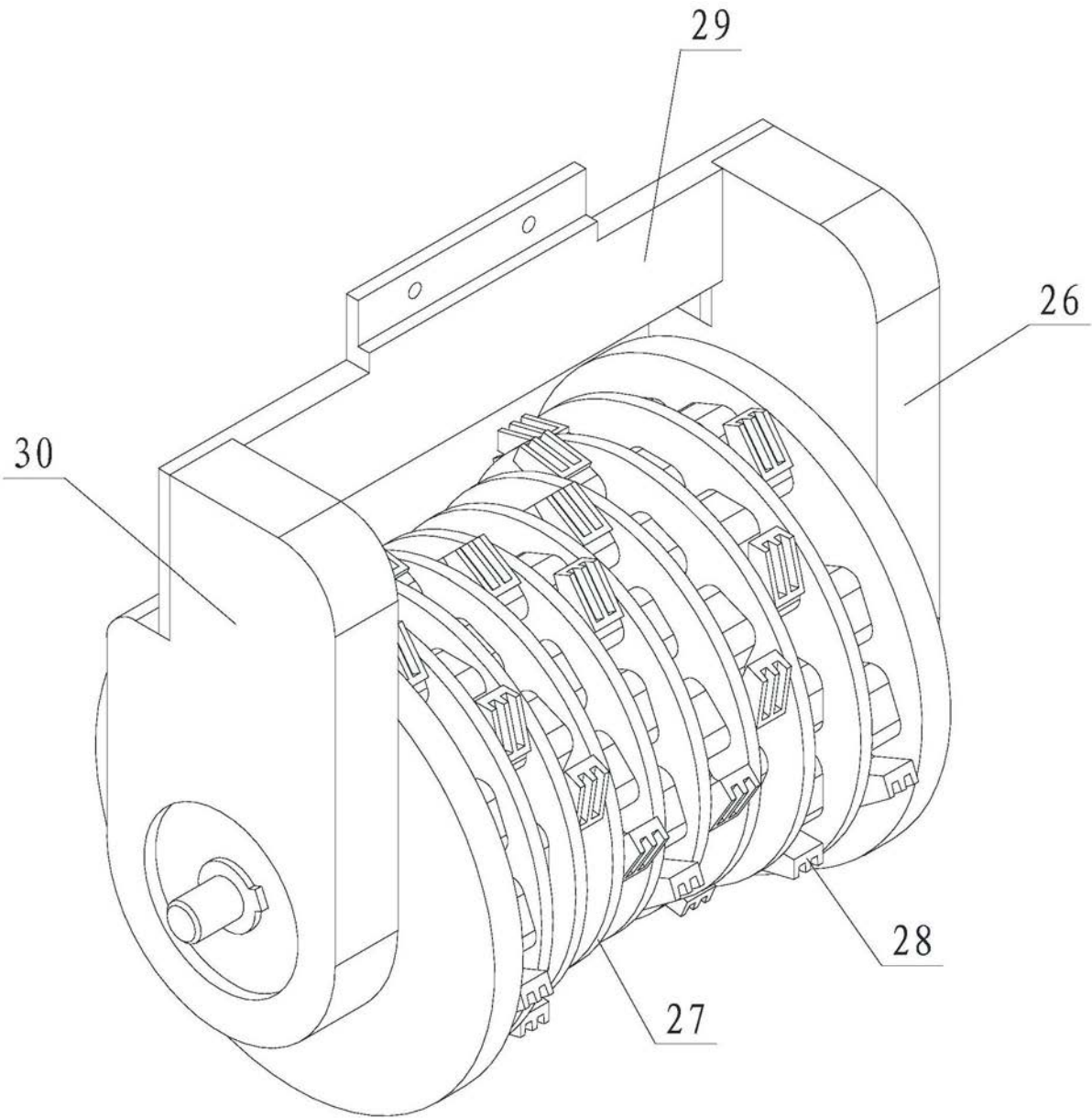


图6