



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113635287 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 19

(21) 申请号 202110962517.9

(22) 申请日 2021.08.20

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113635287 A

(43) 申请公布日 2021.11.12

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 周春琳 石金泽 李昊颖 方胡彪
郭宇腾 曾宝成 熊蓉

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

专利代理师 傅朝栋 张法高

(51) Int. Cl.

B25J 9/00 (2006.01)

B25J 9/10 (2006.01)

B25J 15/02 (2006.01)

B25J 15/10 (2006.01)

B25J 15/12 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107398920 A, 2017.11.28

CN 111070225 A, 2020.04.28

CN 112720551 A, 2021.04.30

CN 204844165 U, 2015.12.09

CN 204868858 U, 2015.12.16

CN 207139837 U, 2018.03.27

CN 210525081 U, 2020.05.15

LU 100822 B1, 2019.03.29

WO 2018184399 A1, 2018.10.11

WO 2019165147 A1, 2019.08.29

WO 2020181290 A1, 2020.09.10

徐知非. 基于可伸缩式磁导航霍尔定位系统的高精度动态稳定型并联机构机器人. 信息技术与信息化. 2018, (第01期), 全文.

李牧; 李成群; 刘磊; 李奇. 自动化药房存取药品机械手的设计. 机械工程师. 2019, (第12期), 全文.

刘强; 王超然; 汪神岳; 侯长波. 基于嵌入式系统的智能取书机器人设计. 测控技术. 2018, (第03期), 全文.

江维; 吴功平; 王伟; 张颖. 带电作业机器人机械臂动力学建模与运动规划. 工程科学学报. 2016, (第06期), 全文.

审查员 李钦宇

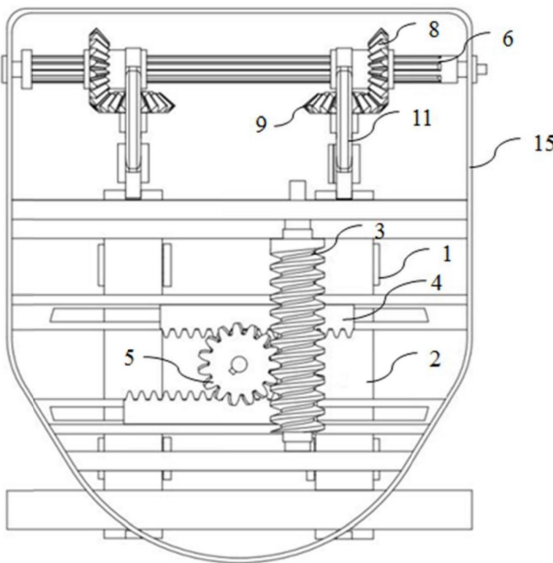
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种用于教学机械臂的柔性机械爪

(57) 摘要

本发明公开了一种用于教学机械臂的柔性机械爪, 属于机械爪领域. 主体部分包括鳍形柔性爪头、爪头安装底座、横向移动模组、纵向移动模组和同步驱动模组. 鳍形柔性爪头采用鳍型柔性结构, 整体机械爪横纵向可以分别由电机带动运动, 通过滑移齿轮实现各组机械爪同时进行加紧与放松的功能, 并通过扭转弹簧进行被动适应性转动, 从而可以实现多种类别对象的自适应抓取. 本发明整体结构充分发挥了鳍形效应的结构特点, 具有适应性强, 对物体包络效果好, 对被抓物体无损伤等优势, 实用性较强.



CN 113635287 B

1. 一种用于教学机械臂的柔性机械爪, 其特征在于, 包括鳍形柔性爪头(1)、爪头安装底座(7)、横向移动模组、纵向移动模组和同步驱动模组;

所述纵向移动模组包括两组纵向驱动机构, 每一组纵向驱动机构包含导轨(2)、第二锥齿轮(9)、正反牙螺杆(11)和滑块(13), 两个滑块(13)安装于导轨(2)上构成滑动副, 且正反牙螺杆(11)安装于导轨(2)上且穿过两个滑块(13)中的内螺纹孔, 使两个滑块(13)分别与正反牙螺杆(11)构成反向移动的螺纹螺杆副; 第二锥齿轮(9)安装于正反牙螺杆(11)的端部;

所述同步驱动模组包括传动轴(6)和第一锥齿轮(8), 两个第一锥齿轮(8)以滑动副形式同轴安装于传动轴(6)上; 两组纵向驱动机构的正反牙螺杆(11)分别通过端部的第二锥齿轮(9)与两个第一锥齿轮(8)构成传动, 且每一组纵向驱动机构均通过连接件(14)与对应驱动的第一锥齿轮(8)连接并同步横向移动; 传动轴(6)由外部驱动机构驱动旋转, 进而带动每条正反牙螺杆(11)上的滑块(13)纵向移动;

所述横向移动模组包括蜗杆(3)、齿条(4)、蜗轮(5)和传动齿轮(12), 蜗杆(3)由外部驱动机构驱动旋转, 蜗轮(5)与蜗杆(3)构成传动配合, 传动齿轮(12)与蜗轮(5)同轴连接固定, 两条齿条(4)分别与传动齿轮(12)构成两组反向移动的齿轮齿条副; 两条齿条(4)分别与一组纵向驱动机构中的导轨(2)连接固定, 使两组纵向驱动机构能够在所述横向移动模组驱动下反向横移;

每一个所述滑块(13)上均通过扭转机构(10)连接一个爪头安装底座(7), 爪头安装底座(7)上安装有一个鳍形柔性爪头(1), 所述扭转机构(10)具有轴向扭转的自由度, 使所述鳍形柔性爪头(1)受到绕轴向的扭矩后能够通过旋转来贴合不规则物体表面。

2. 如权利要求1所述的用于教学机械臂的柔性机械爪, 其特征在于, 所述鳍形柔性爪头(1)为基于鳍形效应的仿生柔性爪头。

3. 如权利要求1所述的用于教学机械臂的柔性机械爪, 其特征在于, 所述鳍形柔性爪头(1)在不受外力作用下, 其用于与待抓取物体贴合的一侧侧面保持垂直。

4. 如权利要求1所述的用于教学机械臂的柔性机械爪, 其特征在于, 所述鳍形柔性爪头(1)构成四爪结构, 能够在横向和纵向分别分为两组进行运动, 且两组运动互不干扰。

5. 如权利要求1所述的用于教学机械臂的柔性机械爪, 其特征在于, 所述扭转机构(10)包含同轴布置的扭转弹簧和连接螺栓, 所述扭转弹簧的两个自由端分别连接爪头安装底座(7)和滑块(13), 所述连接螺栓的扩大头部通过旋盖固定于滑块(13)上, 连接螺栓具有绕轴向转动的自由度但没有沿轴向移动的自由度, 连接螺栓的螺纹端拧入爪头安装底座(7)中固定。

6. 如权利要求5所述的用于教学机械臂的柔性机械爪, 其特征在于, 所述爪头安装底座(7)上设置有卡槽(701)和弹簧安装孔(702), 所述弹簧安装孔(702)用于连接所述扭转弹簧, 所述卡槽(701)用于卡接鳍形柔性爪头(1)上的刚性连接件。

7. 如权利要求1所述的用于教学机械臂的柔性机械爪, 其特征在于, 所述传动轴(6)采用矩形花键轴。

8. 如权利要求1所述的用于教学机械臂的柔性机械爪, 其特征在于, 所述鳍形柔性爪头(1)以可拆卸形式安装于爪头安装底座(7)上。

9. 如权利要求1所述的用于教学机械臂的柔性机械爪, 其特征在于, 所述柔性机械爪整

体安装在壳体 (15) 上,且壳体 (15) 内安装有驱动蜗杆 (3) 和传动轴 (6) 的电机。

10. 如权利要求1所述的用于教学机械臂的柔性机械爪,其特征在于,所述传动轴 (6) 的两端设置有防止两个第一锥齿轮 (8) 脱轨的挡环。

一种用于教学机械臂的柔性机械爪

技术领域

[0001] 本发明属于机械爪领域,具体涉及到一种用于教学机械臂的柔性机械爪。

背景技术

[0002] 柔性机械爪有巨大的发展潜力,且出现了模拟“鱼鳍”效应设计的手爪结构。该机械结构主要由回转副、刚性支撑杆和柔性表面构成,由于中间刚性连杆的存在,该结构相比于其他柔性结构能承受较大负载。

[0003] 鳍型结构具有被动柔顺性,即其不需要外部驱动即可基于自身结构的特点,在收到外力作用后被动的形成包络,且相对海绵、气垫等由于表面柔顺性的包络效果,其结构柔顺性使得其包络效果更为良好。但是现有柔性机械爪的结构通常较为复杂,且适应性与欠驱动特性利用方面有所欠缺。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于解决现有技术中存在的问题,更大程度低发挥柔性抓适应性、欠驱动的特性,本发明并提供一种用于教学机械臂的柔性机械爪,本发明仅通过移动,无需转动,便可完成良好抓取效果的机械爪。充分发挥柔性爪适应性,可抓取广泛的目标物体。

[0005] 本发明具体采用的技术方案如下:

[0006] 一种用于教学机械臂的柔性机械爪,其包括鳍形柔性爪头、爪头安装底座、横向移动模组、纵向移动模组和同步驱动模组;

[0007] 所述纵向移动模组包括两组纵向驱动机构,每一组纵向驱动机构包含导轨、第二锥齿轮、正反牙螺杆和滑块,两个滑块安装于导轨上构成滑动副,且正反牙螺杆安装于导轨上且穿过两个滑块中的内螺纹孔,使两个滑块分别与正反牙螺杆构成反向移动的螺纹螺杆副;第二锥齿轮安装于正反牙螺杆的端部;

[0008] 所述同步驱动模组包括传动轴和第一锥齿轮,两个第一锥齿轮以滑动副形式同轴安装于传动轴上;两组纵向驱动机构的正反牙螺杆分别通过端部的第二锥齿轮与两个第一锥齿轮构成传动,且每一组纵向驱动机构均通过连接件与对应驱动的第一锥齿轮连接并同步横向移动;传动轴由外部驱动机构驱动旋转,进而带动每条正反牙螺杆上的滑块纵向移动;

[0009] 所述横向移动模组包括蜗杆、齿条、涡轮和传动齿轮,蜗杆由外部驱动机构驱动旋转,涡轮与蜗杆构成传动配合,传动齿轮与涡轮同轴连接固定,两条齿条分别与传动齿轮构成两组反向移动的齿轮齿条副;两条齿条分别与一组纵向驱动机构中的导轨连接固定,使两组纵向驱动机构能够在所述横向移动模组驱动下反向横移;

[0010] 每一个所述滑块上均通过扭转机构连接一个爪头安装底座,爪头安装底座上安装有一个鳍形柔性爪头,所述扭转机构具有轴向扭转的自由度,使所述鳍形柔性爪头受到绕轴向的扭矩后能够通过旋转来贴合不规则物体表面。

[0011] 作为优选,所述鳍形柔性爪头为基于鳍形效应的仿生柔性爪头。

[0012] 作为优选,所述鳍形柔性爪头在不受外力作用下,其用于与待抓取物体贴合的一侧侧面保持垂直。

[0013] 作为优选,所述鳍形柔性爪头构成四爪结构,能够在横向和纵向分别分为两组进行运动,且两组运动互不干扰。

[0014] 作为优选,所述扭转机构包含同轴布置的扭转弹簧和连接螺栓,所述扭转弹簧的两个自由端分别连接爪头安装底座和滑块,所述连接螺栓的扩大头部通过旋盖固定于滑块上,连接螺栓具有绕轴向转动的自由度但没有沿轴向移动的自由度,连接螺栓的螺纹端拧入爪头安装底座中固定。

[0015] 进一步的,所述爪头安装底座上设置有卡槽和弹簧安装孔,所述弹簧安装孔用于连接所述扭转弹簧,所述卡槽用于卡接鳍形柔性爪头上的刚性连接件。

[0016] 作为优选,所述传动轴采用矩形花键轴。

[0017] 作为优选,所述鳍形柔性爪头以可拆卸形式安装于爪头安装底座上。

[0018] 作为优选,所述柔性机械爪整体安装在壳体上,且壳体内安装有驱动蜗杆和传动轴的电机。

[0019] 作为优选,所述传动轴的两端设置有防止两个第一锥齿轮脱轨的挡环。

[0020] 本发明相对于现有技术而言,具有以下有益效果:

[0021] 1) 本发明采用的鳍形柔性爪头作为抓取机构,该爪头通过采用鳍形效应的物理结构,能够贴合物体曲面,不造成物理损坏,同时可以实现欠驱动手抓的构建,从而仅通过横向移动,无需转动便可完成良好抓取效果。

[0022] 2) 机械爪装置整体采用四爪结构,可在上下及左右方向分别分为两组进行运动,且两组运动互不干扰。整体机械爪具有纵横两轴的自由运动能力,可以在一个平面中较为自由的移动进行抓取,在平面范围内这种爪头分布的结构可以最大化的发挥爪头的效果,同时也可以有较大的抓取对象选择范围。

[0023] 3) 本发明的鳍形柔性爪头通过扭转机构进行连接安装,因此具有被动转动设计,可以相对自身转动以贴合目标。在爪头转动的部分,选择以扭转弹簧对爪头支架及底层固定部分进行连接,在当手指接触物体表面时,使得扭转弹簧受力发生转动,带动爪头与支架倾角变化,使得手指贴合不规则物体表面,引入这样一个被动自适应的转动自由度,使得爪头可以更加贴合物体。

[0024] 4) 本发明中通过在传动轴上安装可沿轴向滑移的锥齿轮来进行传动,因此机械爪移动时可通过滑移齿轮实现同组机械爪的同步移动。

[0025] 5) 本发明的爪头安装底座与爪头之间采用可拆卸式的固定方式,不同型号爪头可通过底部的刚性连接件直接插入该底座即可,实现方便更换爪头的功能,对于不同型号的夹取目标,可设计配套可更换爪头。同时爪子固定处具有一定的斜度以保证柔性材料边的垂直。

附图说明

[0026] 图1是柔性机械爪的俯视示意图;

[0027] 图2是柔性机械爪的侧视示意图;

[0028] 图3是一组纵向驱动机构的示意图;

[0029] 图4是同步驱动模组的示意图；

[0030] 图5为横向移动模组的示意图；

[0031] 图6为爪头安装底座的示意图。

[0032] 图中附图标记为：鳍形柔性爪头1、导轨2、蜗杆3、齿条4、涡轮5、传动轴6爪头安装底座7、第一锥齿轮8、第二锥齿轮9、扭转机构10、正反牙螺杆11、传动齿轮12、滑块13、连接件14、壳体15、卡槽701、扭转弹簧安装孔702。

具体实施方式

[0033] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明。但是本发明能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施，本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似改进，因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。本发明各个实施例中的技术特征在没有相互冲突的前提下，均可进行相应组合。

[0034] 在本发明的描述中，需要理解的是，当一个元件被认为是“连接”另一个元件，可以是直接连接到另一个元件或者是间接连接即存在中间元件。相反，当元件为称作“直接”与另一元件连接时，不存在中间元件。

[0035] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“第一”、“第二”仅用于区分描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。

[0036] 参见图1和图2所示，在本发明的一个较佳实施例中，提供了一种用于教学机械臂的柔性机械爪，该柔性机械爪是用于教学演示目的。该柔性机械爪包括鳍形柔性爪头1、爪头安装底座7、横向移动模组、纵向移动模组和同步驱动模组。

[0037] 需说明的是，本发明中的纵向和横向均是相对于机械爪的移动平面而言的，在移动平面内机械爪能够按正交的两个方向进行移动，其中一个移动方向作为横向，另一个移动方向就作为纵向。在本实施例中，以图1中的水平方向为横向，以图1中的垂直方向为纵向。

[0038] 在本实施例中，鳍形柔性爪头1一共有四个，构成四爪结构，能够在横向和纵向分别分为两组进行运动，且两组运动互不干扰。而这种运动是通过横向移动模组、纵向移动模组和同步驱动模组的配合来实现的。下面对横向移动模组、纵向移动模组和同步驱动模组的具体结构和作动形式进行详细描述。

[0039] 其中，纵向移动模组的作用在于实现两组鳍形柔性爪头1之间沿纵向的互相靠近，从而可以实现对于不同长短物体的抓取。

[0040] 纵向移动模组包括两组纵向驱动机构，每一组纵向移动模组用于驱动一组鳍形柔性爪头1。如图3所示，每一组纵向驱动机构包含直线导轨2、第二锥齿轮9、正反牙螺杆11和滑块13，两个滑块13安装于导轨2上构成滑动副，且正反牙螺杆11安装于导轨2上且穿过两个滑块13中的内螺纹孔，而且两个滑块13分别与正反牙螺杆11的两段旋向相反的螺纹构成配合，由此两个滑块13分别与正反牙螺杆11构成反向移动的螺纹螺杆副，当正反牙螺杆11旋转时两个滑块13能够沿着导轨2相互靠近或者相互远离。正反牙螺杆11端部安装有第二锥齿轮9，用于连接外部驱动机构。因此，该纵向移动模组中，通过采用由正反牙螺杆11、滑

块13等组成的滑动螺旋传动,将回转运动转化为直线运动,具有结构简单,加工方便,工作平稳无噪声,能实现自锁等特点。另外,为了支撑正反牙螺杆11,可在正反牙螺杆11两端配上滚动轴承,轴承采用轴肩进行定位,并为其配上联轴器以及连接外部驱动机构的轴。

[0041] 另外,本实施例的同步驱动模组主要用于实现在纵向移动中由于横向移动造成的不同中心距的同步运动。因为该机械爪中,由于横向移动的存在,导致两个螺杆之间的距离处于一直变化的状态。如图3所示,同步驱动模组包括传动轴6和第一锥齿轮8,两个第一锥齿轮8以滑动副形式同轴安装于传动轴6上。两组纵向驱动机构的正反牙螺杆11分别通过端部的第二锥齿轮9与两个第一锥齿轮8构成传动,每一个第二锥齿轮9分别与一个且仅有一个第一锥齿轮8配对,构成驱动正反牙螺杆11旋转的回转机构。而且,由于两组纵向驱动机构之间会存在横向移动,因此为了保证第二锥齿轮9与第一锥齿轮8始终能够啮合传动,每一组纵向驱动机构均通过连接件14与对应驱动的第一锥齿轮8连接并同步横向移动。如图4所示,本实施例中的连接件14采用两个端部均具有固定端的弧形刚性连接件。两个第二锥齿轮9在传动轴6能够沿轴向移动,同时能够与传动轴6同步转动,而传动轴6自身可由外部驱动机构驱动旋转,进而带动每条正反牙螺杆11上的滑块13纵向移动。在该同步驱动模组种,利用滑移锥齿轮结构实现同步。在该同步驱动模组中,通过选用两个滑移锥齿轮并将其安装在花键轴上,用于传动两相交轴之间的回转运动,可以实现从花键轴到纵向移动中螺杆上的回转运动传动。传动轴6优选采用矩形花键轴,花键联接比平键联接承载能力高,对轴削弱小,定心和导向性好,适用于定心精度要求高、经常滑移的联接。另外,在传动轴6的两端还可以增加挡环,防止锥齿轮脱轨。在实际设计时,为了支撑花键轴,可以在花键轴两端配上滚动轴承,轴承采用轴肩进行定位;通过拨叉滑移齿轮,实现在纵向移动中由于横向移动造成的不同中心距的同步运动。

[0042] 横向移动模组的作用是完成两组鳍形柔性爪头1沿横向的相向运动,同时希望其可以自锁,需要整体可以基本在一个平面上完成运动,以避免和其他模块部分的冲突。如图5所示,横向移动模组包括蜗杆3、齿条4、涡轮5和传动齿轮12,蜗杆3由外部驱动机构驱动旋转,涡轮5与蜗杆3构成传动配合,传动齿轮12与涡轮5通过一条连接轴同轴连接固定,两条齿条4分别与传动齿轮12构成两组反向同步移动的齿轮齿条副。两条齿条4分别与一组纵向驱动机构中的导轨2连接固定,使两组纵向驱动机构能够在横向移动模组驱动下同步反向横移。该横向移动模组通过采用采用齿轮齿条副传动完成,齿条依托导轨进行两个方向的固定,同时在输入端添加蜗轮蜗杆副实现自锁功能,这样可以在夹取物体时无需持续输入便可固定。整体工作时可由外部电机输入转动至蜗杆3,带动涡轮5转动,通过连接轴驱动传动齿轮12转动,传动齿轮12同时带动两条齿条4在一个方向进行相向运动,从而达到目标。

[0043] 由此,通过横向移动模组、纵向移动模组和同步驱动模组的配合,可以控制两条正反牙螺杆11上的四个滑块13沿横向和纵向进行双向控制,本实施例中最终的可移动平面范围约为边长200mm正方形。而每一个滑块13上均通过扭转机构10连接一个爪头安装底座7,爪头安装底座7上安装有一个鳍形柔性爪头1,即可带动4个鳍形柔性爪头1实现对平面内目标物体的抓取功能。上述扭转机构10具有轴向扭转的自由度,在起到连接作用的同时,可以使鳍形柔性爪头1受到绕轴向的扭矩后能够通过旋转来贴合不规则物体表面。

[0044] 本实施例中,鳍形柔性爪头1为基于鳍形效应的仿生柔性爪头。参照图1所示,该鳍形柔性爪头1设计采用以柔性材料为侧面、中间加上多条间隔的刚性支撑架,刚性支撑架与

两侧侧面之间采用回转副连接的形式,该手爪结构可以模拟“鱼鳍”效应进行物体抓取。实际制作中,在柔性侧面内壁设计圆孔,用于与刚性支撑架的连接,该柔性侧壁可以使用柔性材料的3D打印直接成型。

[0045] 另外,本发明中的柔性机械爪是用于教学目的,需要通过更换不同的爪头来实现不同功能的演示。因此,为了便于鳍形柔性爪头1的可拆卸式安装,可采用图6所示的爪头安装底座7,该爪头安装底座7为一块近似梯形形式的块体,其上设置有卡槽701和弹簧安装孔702,弹簧安装孔702用于连接扭转弹簧,而卡槽701用于卡接鳍形柔性爪头1上的刚性支撑架。该底座设计可通过卡槽701来固定鳍形柔性爪头1中最底部的刚性支撑架,不同型号爪头底部的刚性支撑架直接插入该底座即可,实现方便更换爪头的功能。同时该爪头安装底座7的固定处还保持了一定的倾角,使得鳍形柔性爪头1安装完成后在不受外力作用下,其用于与待抓取物体贴合的一侧侧面保持垂直,使其拥有良好的抓取效果。当然,鳍形柔性爪头1也可以通过其他的刚性连接件与卡槽701进行连接固定。

[0046] 另外,本发明中的扭转机构10实现形式是多样的,一般可以采用扭转弹簧结构。在一个较佳实施例中,扭转机构10包含同轴布置的扭转弹簧和连接螺栓,扭转弹簧的两个自由端分别连接爪头安装底座7和滑块13。而滑块13底部可以设置一个能够被拧开中空旋盖,中空旋盖具有内螺纹,而滑块13底部设置一段凸出的外螺纹,由此中空旋盖能够拧在滑块13底部。中空旋盖的端部开设有一个供连接螺栓穿过的通孔,但该通孔的孔径应当小于连接螺栓的扩大头部。由此,可以先拧下中空旋盖,然后将连接螺栓穿过通孔,而扩大头部留在旋盖中,然后重新拧上旋盖,从而将连接螺栓通过旋盖固定于滑块13上,此时连接螺栓具有绕轴向转动的自由度但没有沿轴向移动的自由度。另外,连接螺栓的螺纹端拧入爪头安装底座7中固定,鳍形柔性爪头1安装在爪头安装底座7上,从而使鳍形柔性爪头1能够受到滑块13的驱动力并同步移动的同时,还能够具有一定的扭转自由度。该扭转自由度是绕着扭转弹簧和连接螺栓轴向扭转的。机械爪在实际抓取物体的过程中可能需要机械爪绕自身轴向旋转一定的角度,以更好地贴合物体表面,所以通过爪头底座和滑块之间添加扭转弹簧,让机械爪爪头接触物体表面时若受到一定的转矩,能够使得扭转弹簧受力发生转动,带动爪头与支架倾角变化。因此引入这样一个被动自适应的转动自由度,使得爪头可以更加贴合不规则物体。另外,弹簧前端了添加两挡板,整个弹簧机构主要用于将爪子在不受外力或仅受微小外力时保持在初始对中位置。

[0047] 需说明的是,滑块13与扭转机构10的连接可以是直接连接,也可以是间接连接。若采用间接连接,可以在滑块13底部设置一块滑块底座,扭转机构10与滑块底座连接,而滑块底座再连接滑块13。

[0048] 另外,本实施例中的柔性机械爪可整体安装在壳体15上,且壳体15内安装有驱动蜗杆3和传动轴6的电机,而鳍形柔性爪头1则需要伸出壳体15。

[0049] 以上所述的实施例只是本发明的一种较佳的方案,然其并非用以限制本发明。有关技术领域的普通技术人员,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,还可以做出各种变化和变型。因此凡采取等同替换或等效变换的方式所获得的技术方案,均落在本发明的保护范围内。

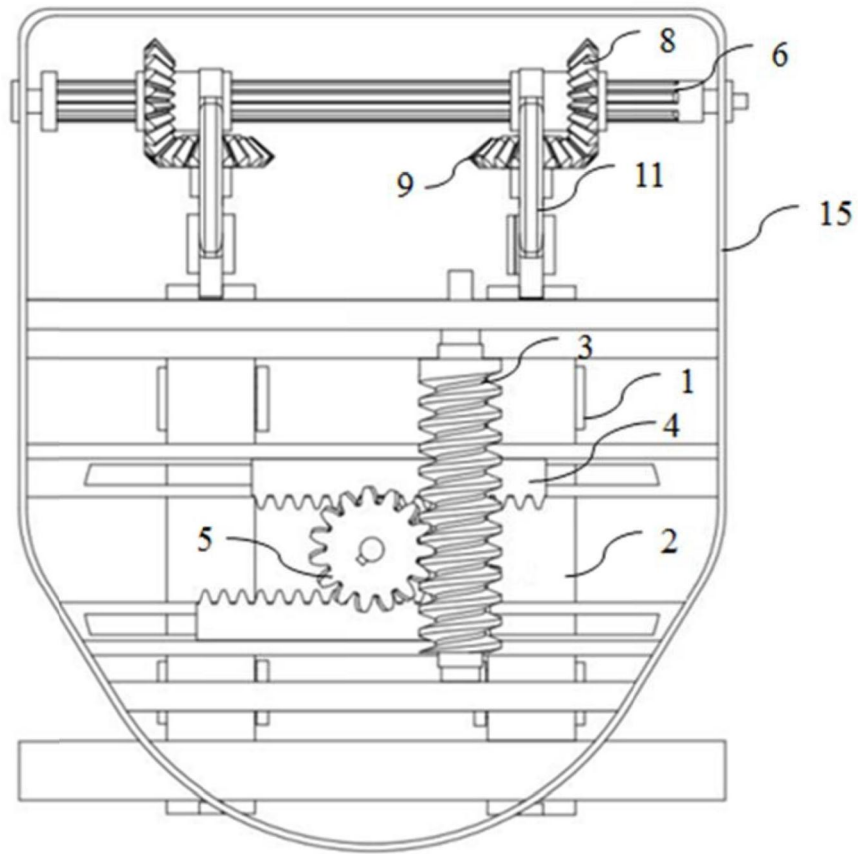


图1

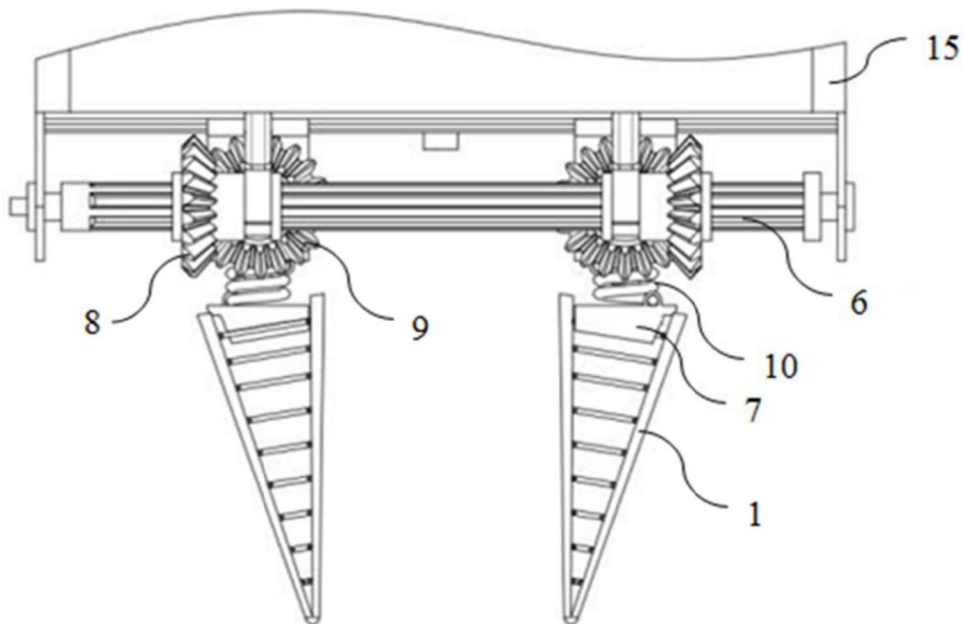


图2

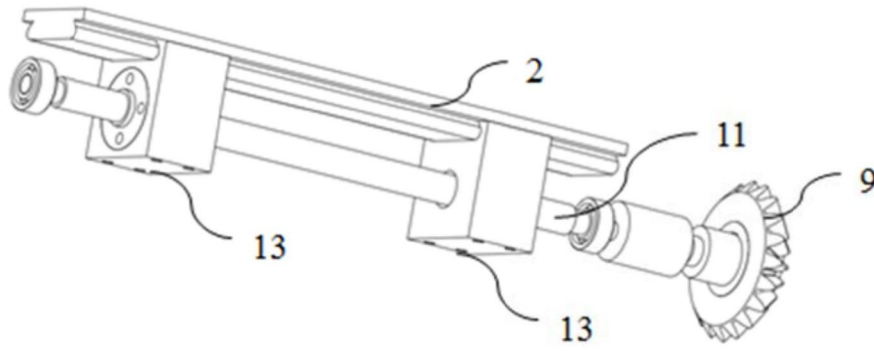


图3

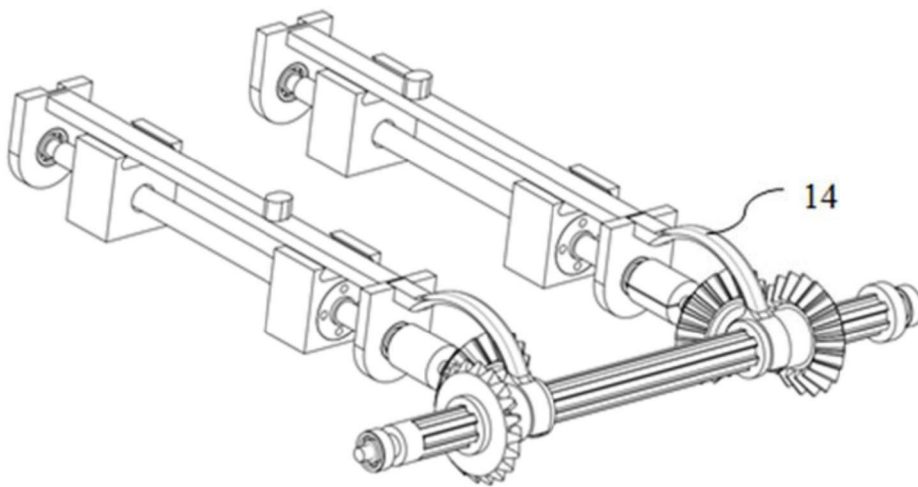


图4

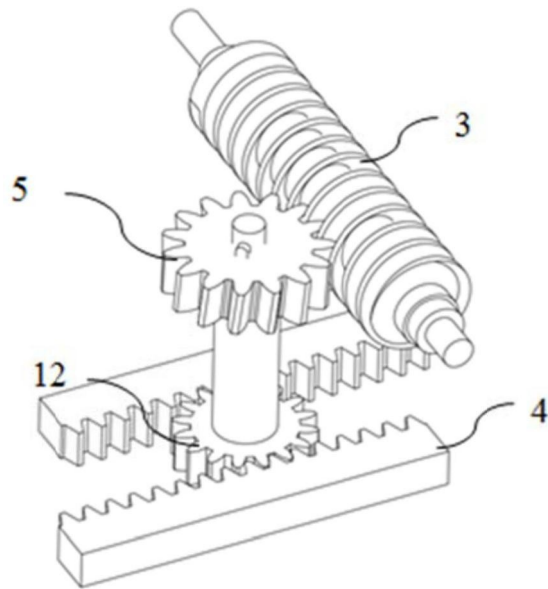


图5

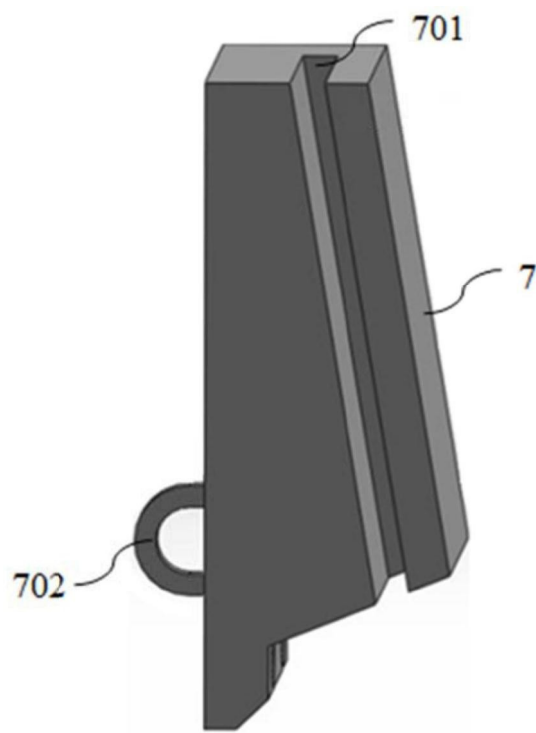


图6