



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108214522 A

(43)申请公布日 2018.06.29

(21)申请号 201711435178.9

(22)申请日 2017.12.26

(71)申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园1号

(72)发明人 苏靖惟 蒋若萱 季君 张文增

(74)专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250

代理人 张建纲

(51)Int.Cl.

B25J 15/00(2006.01)

B25J 15/02(2006.01)

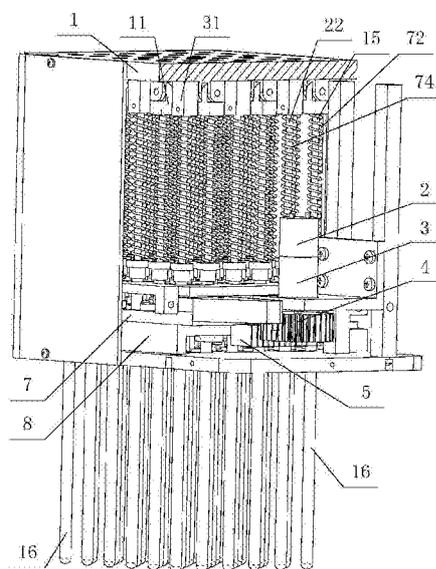
权利要求书1页 说明书6页 附图10页

## (54)发明名称

正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置

## (57)摘要

正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置,属于机器人手技术领域,包括基座、驱动器、多个伸缩组件、多个固定伸缩组件、两个滑框和多个簧件等。该装置用于抓取物体,可实现离散空间自适应抓取功能。利用多个伸缩组件和多个固定伸缩组件的自由上下滑动实现包裹不同大小和形状物体的自适应效果;利用驱动器和驱动两组伸缩组件移动,利用多个伸缩组件的末端向固定伸缩组件的末端弯曲聚拢,多点多向施加抓持力,可实现对物体的稳定抓持,该装置结构简单,可靠性好,适应范围广。



1. 一种正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置,包括基座、驱动器和传动机构;所述驱动器与基座固接,所述传动机构设置在基座中,所述驱动器的输出端与传动机构的输入端相连;其特征在于:该正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置还包括K个第一伸缩组件、Q个第二伸缩组件、第一滑框、第二滑框、齿轮、第一齿条、第二齿条和P个第三簧件;所述第一伸缩组件与第二伸缩组件结构相同;所述伸缩组件包括支撑座、转轴、摆块、摆杆、推管、第一簧件,第二簧件;所述支撑座固接在基座中,所述转轴活动套设于支撑座中,所述摆块套设在转轴上,所述摆杆的一端固接在摆块中,所述推管滑动套在摆杆上,所述转轴的中心线与摆杆的中心线垂直,所述第一簧件的两端分别连接支撑座和摆块,所述第二簧件的两端分别连接推管与摆块,所述推管的中心线与摆杆的中心线重合,所述推管在摆杆上的滑动方向与摆杆的中心线一致;所有所述第一伸缩组件的转轴均相互平行,所有所述第二伸缩组件的转轴均相互平行,所述第一伸缩组件中的转轴与第二伸缩组件中的转轴垂直;在初始状态时,所有所述第一伸缩组件的摆杆的中心线、所有所述第二伸缩组件的摆杆的中心线均相互平行;所述传动机构的第一输出端与第一滑框相连,所述第一滑框滑动镶嵌在基座中,所述传动机构的第二输出端与第二滑框相连,所述第二滑框滑动镶嵌在基座中,所述第一滑框的滑动方向与第二滑框的滑动方向相互垂直;所述每个第一伸缩组件的摆杆通过一个第三簧件与第一滑框相连,所述每个第二伸缩组件的摆杆通过一个第三簧件与第二滑框相连;其中,K为大于2的自然数;Q为大于2的自然数,P为K与Q之和。

2. 如权利要求1所述的正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置,其特征在于:还包括至少三个固定伸缩组件;每个所述固定伸缩组件均分别包括固定座、伸缩杆、推管、第四簧件;所述固定座固接在基座中,所述伸缩杆套设在固定座中,所述推管套设在伸缩杆中,所述固定伸缩组件的伸缩杆的中心线与第一伸缩组件中的转轴垂直,所述推管与伸缩杆的中心线相同,所述推管在伸缩杆上的滑动方向与伸缩杆的中心线一致,第四簧件的两端分别连接固定座与推管,所有所述固定伸缩组件的中心线均相互平行。

3. 如权利要求1所述的正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置,其特征在于:驱动器采用电机。

4. 如权利要求3所述的正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置,其特征在于:所述传动机构包括减速器、齿轮、第一齿条和第二齿条,所述电机的输出端与减速器的输入端相连,所述齿轮套固在减速器的输出端,所述齿轮与第一齿条啮合,所述齿轮与第二齿条啮合,所述第一齿条与第一滑框固接,所述第二齿条与第二滑框固接。

## 正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于机器人手技术领域,特别涉及一种正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置的结构设计。

### 背景技术

[0002] 机器人手在机器人领域中有广泛的用途,用于将机器人与物体临时的连接和固定,并能够在适当的时候进行释放,前者实现了抓取物体,后者实现了放开物体。一般的机器人手为了降低成本被制作成具有两个相对运动的部分,以便于最简单的实现抓取和释放功能。也有许多模仿人手的结构,设计为具有更多的手指和手指上具有若干关节,但是那样会带来机械系统、传感系统、控制系统和控制算法的复杂度和高昂的成本。部分机器人手具有适应性,即在抓取前并未知晓要抓取的物体是何种形状与大小,在抓取中也未对抓取的物体进行传感检测,但是却可以自适应地抓取,这种对于物体形状、大小的自动适应性能使得机器人手在实现更为广泛抓取不同物体的同时并不增加传感与控制需求。

[0003] Peter B.Scott在文献(Peter B.Scott,The Omnigripper:a form of robot universal gripper,Robotica,vol.3:pp.153-158,1985)中介绍了一种机械被动式适应物体形状的通用夹持器Omnigripper。该夹持器具有两组杆簇集合,每组杆簇集合有多个相互平行的长杆,这些由待抓物体推动而自由上下滑动的长杆达到了适应物体形状的目的,再结合驱动器驱动两组杆簇靠拢或离开,实现对物体的抓持。举例来说,当机器人的末端靠向放置在某个支持面(如桌面)上的物体时,物体挤压长杆使其向基座内滑动,由于长杆数量较多,且长杆较细(直径较小),不同的长杆接触到不同的物体表面点,各长杆向手掌内的滑动距离不同,这种距离与物体的局部形状有关;之后,一左一右的两组杆簇集合再合拢夹持住物体,利用长杆从侧面夹持住物体,达到抓取目的。

[0004] 该装置的不足之处在于:

[0005] (1) 无法做到多向抓持。该装置对目标物体施加抓取力时,该抓取力只能沿着两组杆簇集合合拢的方向,相当于二指夹持器,产生的仅仅是一维夹持模式,夹持效果差。

[0006] (2) 对于特定方向放置的长条状物体抓持失效。当目标物体与该方向平行且目标物体在该方向上长于该装置,则目标物体不会因两组伸缩杆合拢而受到抓持力,如抓取一个长条状的物体。

[0007] (3) 结构复杂、能耗大。该装置有2组杆簇集合,需要2个相互运动的可运动支承件(或运动基座)、一套直线导轨、2个滑块、驱动器、传动机构等,结构较为复杂,且要让一个具有许多长杆的笨重杆簇集合运动是比较耗能的。

[0008] (4) 抓持稳定性有待提高。该装置对目标物体的抓持力仅由两组杆簇集合合拢而产生,仅能采用抓持力的力封闭抓取物体,而缺少较好的包络式形封闭抓取效果,因为,力封闭抓取物体未必一定会产生形封闭抓取,但是形封闭抓取一定包括了力封闭抓取,因此抓取稳定性已达到形封闭为最好。

[0009] 一种多指紧箍弹性变位杆簇自适应机器人手装置(中国发明专利CN105619441A),

包括基座、多孔弹性块、驱动器、传动机构、阵列排布的滑动推杆组件、簧件和至少一个手指。这些由待抓物体推动而自由上下滑动的滑动推杆达到了适应物体形状的目的,通过驱动器和传动机构使得手指向中心挤压滑动推杆,由最外侧的手指对边缘的滑动推杆挤压,从外侧到中心的滑动推杆相互传递动力,实现所有滑动推杆的聚拢动作,来达到抓取物体的目的。

[0010] 该装置的不足之处在于:

[0011] (1) 抓取物体施力不均。滑动推杆的相互动力传递会有动力损失,因而会导致抓取物体的不同滑动推杆的抓持力不相同。外侧物体获得较大的抓持力,位于中心的物体只能得到较小的抓持力。当滑动推杆数量越多,则不同滑动推杆的抓持力差异越大。

[0012] (2) 抓持耗时长。因为需要从外侧的滑动推杆向中心的滑动推杆传递手指挤压力,夹持需要一定的时间。

[0013] (3) 能耗大。驱动器通过传动机构和手指给滑动推杆的动力在大量滑动推杆的相互挤压传递动力过程中有较大损耗。

## 发明内容

[0014] 本发明的目的是为了克服已有技术的不足之处,提供一种正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置。该装置用于抓取物体,可实现离散空间自适应抓取功能。利用多个伸缩组件和多个固定伸缩组件的自由上下滑动实现包裹不同大小和形状物体的自适应效果;利用驱动器和驱动两组伸缩组件移动,利用多个伸缩组件的末端向固定伸缩组件的末端弯曲聚拢,多点多向施加抓持力,可实现对物体的稳定抓持,该装置结构简单,可靠性好,适应范围广。

[0015] 本发明的技术方案如下:

[0016] 本发明设计的一种正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置,其特征在于:包括K个第一伸缩组件、Q个第二伸缩组件、第一滑框、第二滑框、齿轮、第一齿条、第二齿条和P个第三簧件;所述第一伸缩组件与第二伸缩组件结构相同;所述伸缩组件包括支撑座、转轴、摆块、摆杆、推管、第一簧件,第二簧件;所述支撑座固接在基座中,所述转轴活动套设于支撑座中,所述摆块套接在转轴上,所述摆杆的一端固接在摆块中,所述推管滑动套在摆杆上,所述转轴的中心线与摆杆的中心线垂直,所述第一簧件的两端分别连接支撑座和摆块,所述第二簧件的两端分别连接推管与摆块,所述推管的中心线与摆杆的中心线重合,所述推管在摆杆上的滑动方向与摆杆的中心线一致;所有所述第一伸缩组件的转轴均相互平行,所有所述第二伸缩组件的转轴均相互平行,所述第一伸缩组件中的转轴与第二伸缩组件中的转轴垂直;在初始状态时,所有所述第一伸缩组件的摆杆的中心线、所有所述第二伸缩组件的摆杆的中心线均相互平行;所述传动机构的第一输出端与第一滑框相连,所述第一滑框滑动镶嵌在基座中,所述传动机构的第二输出端与第二滑框相连,所述第二滑框滑动镶嵌在基座中,所述第一滑框的滑动方向与第二滑框的滑动方向相互垂直;所述每个第一伸缩组件的摆杆通过一个第三簧件与第一滑框相连,所述每个第二伸缩组件的摆杆通过一个第三簧件与第二滑框相连;其中,K为大于2的自然数;Q为大于2的自然数,P为K与Q之和。

[0017] 本发明所述的正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置,其特征在于:还包括至少三个固定伸缩组件;每个所述固定伸缩组件均分别包括固定座、伸缩杆、推管、第四簧件;所

述固定座固接在基座中,所述伸缩杆套设在固定座中,所述推管套设在伸缩杆中,所述固定伸缩组件的伸缩杆的中心线与第一伸缩组件中的转轴垂直,所述推管与伸缩杆的中心线相同,所述推管在伸缩杆上的滑动方向与伸缩杆的中心线一致,第四簧件的两端分别连接固定座与推管,所有所述固定伸缩组件的中心线均相互平行。

[0018] 本发明所述的正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置,其特征在于:驱动器采用电机。

[0019] 本发明所述的正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置,其特征在于:所述传动机构包括减速器、齿轮、第一齿条和第二齿条,所述电机的输出端与减速器的输入端相连,所述齿轮套固在减速器的输出端,所述齿轮与第一齿条啮合,所述齿轮与第二齿条啮合,所述第一齿条与第一滑框固接,所述第二齿条与第二滑框固接。

[0020] 本发明与现有技术相比,具有以下特点和突出性效果:

[0021] 本发明装置采用多个伸缩组件、驱动器和簧件等综合实现离散空间自适应抓取功能,利用多个伸缩组件实现对物体大小和形状的自适应功能,仅利用一套驱动器和传动机构同时驱动第一伸缩组件和第二伸缩组件,达到对物体多向抓持效果;该装置对不同方向放置的各种形状(包括长条状)目标物体均可有效抓持,不需要利用驱动器驱动固定伸缩组件运动,因此能耗低、抓持快速、耗时短;该装置仅需要一套杆簇,因此结构简单,可靠性好,适用范围广。

## 附图说明

[0022] 图1是本发明设计的正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置的一种实施例的内部部分结构示意图。

[0023] 图2是图1所示实施例的一种三维外观图

[0024] 图3是图1所示实施例的隐藏部分基座的三维示意图

[0025] 图4是图1所示实施例的基座通孔分布示意图

[0026] 图5是图1所示实施例的伸缩组件的结构示意图

[0027] 图6是图1所示实施例的固定伸缩组件的结构示意图

[0028] 图7是图1所示实施例的部份内部结构示意图

[0029] 图8是图1所示实施例的部份内部结构示意图

[0030] 图9至图11是图1所示实施例抓取球状物体的过程示意图

[0031] 图12是图1所示实施例抓取球状物体时伸缩组件收拢前的内部结构示意图

[0032] 图13是图1所示实施例抓取球状物体时伸缩组件收拢前的另一种内部结构示意图

[0033] 图14是图1所示实施例抓取球状物体时隐藏部分基座的内部结构示意图

[0034] 图15是图1所示实施例抓取球状物体时伸缩组件收拢后的隐藏部分基座的内部结构示意图

[0035] 图16是图1所示实施例抓取球状物体时伸缩组件收拢后的内部结构示意图

[0036] 在图1至图15中:

[0037] 1—基座,2—电机,3—减速器,4—齿轮,

[0038] 5—第一齿条,6—第二齿条,7—第一滑框,8—第二滑框,

[0039] 11—第一伸缩组件,21—第二伸缩组件,31—固定伸缩组件,12—支撑座,

- [0040] 13—转轴,14—摆块,15—摆杆,16—推管,  
[0041] 23—固定座,22—伸缩杆,71—第一簧件,72—第二簧件,  
[0042] 73—第三簧件,74—第四簧件,81—基座通孔,90—支承面,  
[0043] 91—球状目标物。

### 具体实施方式

[0044] 下面结合附图及实施例进一步详细说明本发明的具体结构、工作原理及工作过程。

[0045] 本发明设计的一种正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置,包括基座、驱动器和传动机构;所述驱动器与基座固接,所述传动机构设置在基座中,所述驱动器的输出端与传动机构的输入端相连;其特征在于:该正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置还包括K个第一伸缩组件、Q个第二伸缩组件、第一滑框、第二滑框、齿轮、第一齿条、第二齿条和P个第三簧件;所述第一伸缩组件与第二伸缩组件结构相同;所述伸缩组件包括支撑座、转轴、摆块、摆杆、推管、第一簧件,第二簧件;所述支撑座固接在基座中,所述转轴活动套设于支撑座中,所述摆块套接在转轴上,所述摆杆的一端固接在摆块中,所述推管滑动套在摆杆上,所述转轴的中心线与摆杆的中心线垂直,所述第一簧件的两端分别连接支撑座和摆块,所述第二簧件的两端分别连接推管与摆块,所述推管的中心线与摆杆的中心线重合,所述推管在摆杆上的滑动方向与摆杆的中心线一致;所有所述第一伸缩组件的转轴均相互平行,所有所述第二伸缩组件的转轴均相互平行,所述第一伸缩组件中的转轴与第二伸缩组件中的转轴垂直;在初始状态时,所有所述第一伸缩组件的摆杆的中心线、所有所述第二伸缩组件的摆杆的中心线均相互平行;所述传动机构的第一输出端与第一滑框相连,所述第一滑框滑动镶嵌在基座中,所述传动机构的第二输出端与第二滑框相连,所述第二滑框滑动镶嵌在基座中,所述第一滑框的滑动方向与第二滑框的滑动方向相互垂直;所述每个第一伸缩组件的摆杆通过一个第三簧件与第一滑框相连,所述每个第二伸缩组件的摆杆通过一个第三簧件与第二滑框相连;其中,K为大于2的自然数;Q为大于2的自然数,P为K与Q之和。

[0046] 取 $K=9$ , $Q=9$ , $P=18$ ,则本发明所述的正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置的一种实施例如图1,图2,图3,图4,图5所示。该实施例包括基座1、驱动器、传动机构、9个第一伸缩组件11、9个第二伸缩组件21、第一滑框7、第二滑框8、齿轮4、第一齿条5、第二齿条6和18个第三簧件;所述第一伸缩组件11与第二伸缩组件21结构相同;所述伸缩组件包括支撑座12、转轴13、摆块14、摆杆15、推管16、第一簧件71,第二簧件72;所述支撑座12固接在基座1中,所述转轴13活动套设于支撑座12中,所述摆块14套接在转轴13上,所述摆杆15的一端固接在摆块14中,所述推管16滑动套在摆杆15上,所述转轴13的中心线与摆杆15的中心线垂直,所述第一簧件71的两端分别连接支撑座12和摆块14,所述第二簧件72的两端分别连接推管16与摆块14,所述推管16的中心线与摆杆15的中心线重合,所述推管16在摆杆15上的滑动方向与摆杆15的中心线一致;所有所述第一伸缩组件11的转轴13均相互平行,所有所述第二伸缩组件21的转轴13均相互平行,所述第一伸缩组件11中的转轴13与第二伸缩组件21中的转轴13垂直;在初始状态时,所有所述第一伸缩组件11的摆杆15的中心线、所有所述第二伸缩组件21的摆杆15的中心线均相互平行;所述传动机构的第一输出端与第一滑框7相连,所述第一滑框7滑动镶嵌在基座1中,所述传动机构的第二输出端与第二滑框8相连,

所述第二滑框8滑动镶嵌在基座1中,所述第一滑框7的滑动方向与第二滑框8的滑动方向相互垂直;所述每个第一伸缩组件11的摆杆15通过一个第三簧件73与第一滑框7相连,所述每个第二伸缩组件21的摆杆15通过一个第三簧件73与第二滑框8相连。

[0047] 本实施例还包括18个固定伸缩组件31;每个所述固定伸缩组件31均分别包括固定座23、伸缩杆22、推管16、第四簧件74;所述固定座23固接在基座1中,所述伸缩杆22套设在固定座23中,所述推管16套设在伸缩杆22中,所述固定伸缩组件31的伸缩杆的中心线与第一伸缩组件11中的转轴13垂直,所述推管16与伸缩杆22的中心线相同,所述推管16在伸缩杆22上的滑动方向与伸缩杆22的中心线一致,第四簧件74的两端分别连接固定座23与推管16,所有所述固定伸缩组件31的中心线均相互平行。

[0048] 本发明所述的正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置,其特征在于:驱动器采用电机2。

[0049] 本发明所述的正交摆动滑管阵列自适应机器人手装置,其特征在于:所述传动机构包括减速器3、齿轮4、第一齿条5和第二齿条6,所述电机2的输出端与减速器3的输入端相连,所述齿轮4套固在减速器3的输出端,所述齿轮4与第一齿条5啮合,所述齿轮4与第二齿条6啮合,所述第一齿条5与第一滑框7固接,所述第二齿条6与第二滑框8固接。

[0050] 本实施例中,所述第一簧件71均为拉簧;所述第二簧件72均为压簧,所述第三簧件73均为橡皮圈;所述第四簧件74均为压簧。

[0051] 下面结合附图介绍图1所示实施例的工作原理及工作过程

[0052] 本实施例的初始状态如图1、图2、图3、图4所示,此时所有伸缩组件的摆块14在第一簧件71的作用下紧靠支撑座12;所有伸缩组件的推管16在第二簧件72的作用下,其一端伸出基座通孔81所有固定伸缩组件31的推管16在第四簧件74的作用下,其一端伸出基座通孔81;电机2未启动;所有第三簧件73皆未被拉伸。

[0053] 本实施例装置抓取物体时,装置在机器臂的带动下竖直靠近放在支承面90上的物体并对物体91产生挤压;若第一伸缩组件11的推管16触碰到物体91或支承面90,则推管在物体91的挤压下相对于基座1向上(向基座1内部)滑动,第二簧件72压缩变形;若第一伸缩组件11的推管16未触碰到物体91和支承面90,则推管16不会相对于基座1滑动;若第二伸缩组件21的推管16触碰到物体91或支承面90,则推管16在物体91的挤压下相对于基座1向上(向基座1内部)滑动,第二簧件72压缩变形;若第二伸缩组件21的推管16未触碰到物体91和支承面90,则推管16不会相对于基座1滑动;若固定伸缩组件31的推管16触碰到物体91或支承面90,则推管16在物体91的挤压下相对于基座1向上(向基座1内部)滑动,第四簧件74压缩变形;若第二伸缩组件21的推管16未触碰到物体91和支承面90,则推管16不会相对于基座1滑动;由于伸缩组件的推管16和固定伸缩组件31的推管16由于物体91的反作用而产生不同的滑动程度,进而自适应包裹住物体,该装置具有良好的自适应性,如图10、图12和图13所示。

[0054] 在该装置自适应包裹住物体后,电机2启动,带动减速器转3动,带动齿轮4正转,由于齿轮4与第一齿条5啮合,齿轮4正转会使得第一齿条5在X方向上正向平移;由于第一齿条5与第一滑框7固接,第一滑框7随着第一齿条5正向滑动镶嵌在基座1中,由于每个第一伸缩组件11的摆杆15通过一个第三簧件73与第一滑框7相连,每个第三簧件73会随着第一滑框7的正向滑动而拉伸,拉动每个第一伸缩组件11的摆杆摆动,由于摆杆15的一端固接在摆块

14中,第一伸缩组件11的摆块14随着摆杆15一起摆动,由于摆块14套接在转轴13上,摆块14正向转动,第一簧件71发生变形;由于第一伸缩组件11的推管16滑动套在摆杆15上,推管16转动触碰到物体91,进而停止运动,并对物体91产生挤压力;而未触碰到物体91的第一伸缩组件11的推管16继续转动直至推管16碰到固定伸缩组件31的推管16后停止运动;由于齿轮4与第二齿条6啮合,齿轮4正转会使得第二齿条6在Y方向上正向平移;由于第二齿条6与第二滑框8固接,第二滑框8随着第二齿条6正向滑动镶嵌在基座1中,由于每个第二伸缩组件21的摆杆15通过一个第三簧件73与第二滑框8相连,每个第三簧件73会随着第二滑框8的正向滑动而拉伸,拉动每个第二伸缩组件21的摆杆15摆动,由于摆杆15的一端固接在摆块14中,第二伸缩组件21的摆块14随着摆杆15一起摆动,由于摆块14套接在转轴13上,摆块14正向转动,第一簧件71发生变形;由于第二伸缩组件21的推管16滑动套在摆杆15上,推管16转动触碰到物体,进而停止运动,并对物体91产生挤压力;而未触碰到物体91的第二伸缩组件21的推管16继续转动直至推管16碰到固定伸缩组件31的推管16后停止运动;伸缩组件收拢前后的过程如图13至图16所示;

[0055] 在电机2通过传动机构带动第一滑框7和第二滑框8使第一伸缩组件11和第二伸缩组件21挤压物体后,电机2保持该状态,移动机械臂,实现对物体91的抓取。

[0056] 整个抓取过程示意图如图9至图12所示。

[0057] 在该装置释放物体91时,电机2反转,带动减速器3反转,带动齿轮4反转,带动第一滑框7和第二滑框8反向平移,从而使每个第一伸缩组件11和每个第二伸缩组件21向初始位置移动,对物体91的挤压力逐渐消失,在第一簧件71的作用下,使第一伸缩组件11和第二伸缩组件21恢复最初的状态,增大推管16和物体91之间的间隙,推管16对物体91不再接触,夹持力消失,实现了对物体91的释放。

[0058] 本发明装置采用多个伸缩组件、驱动器和簧件等综合实现离散空间自适应抓取功能,利用多个伸缩组件实现对物体大小和形状的自适应功能,仅利用一套驱动器和传动机构同时驱动第一伸缩组件和第二伸缩组件,达到对物体多向抓持效果;该装置对不同方向放置的各种形状(包括长条状)目标物体均可有效抓持,不需要利用驱动器驱动固定伸缩组件运动,因此能耗低、抓持快速、耗时短;该装置仅需要一套杆簇,因此结构简单,可靠性好,适用范围广。

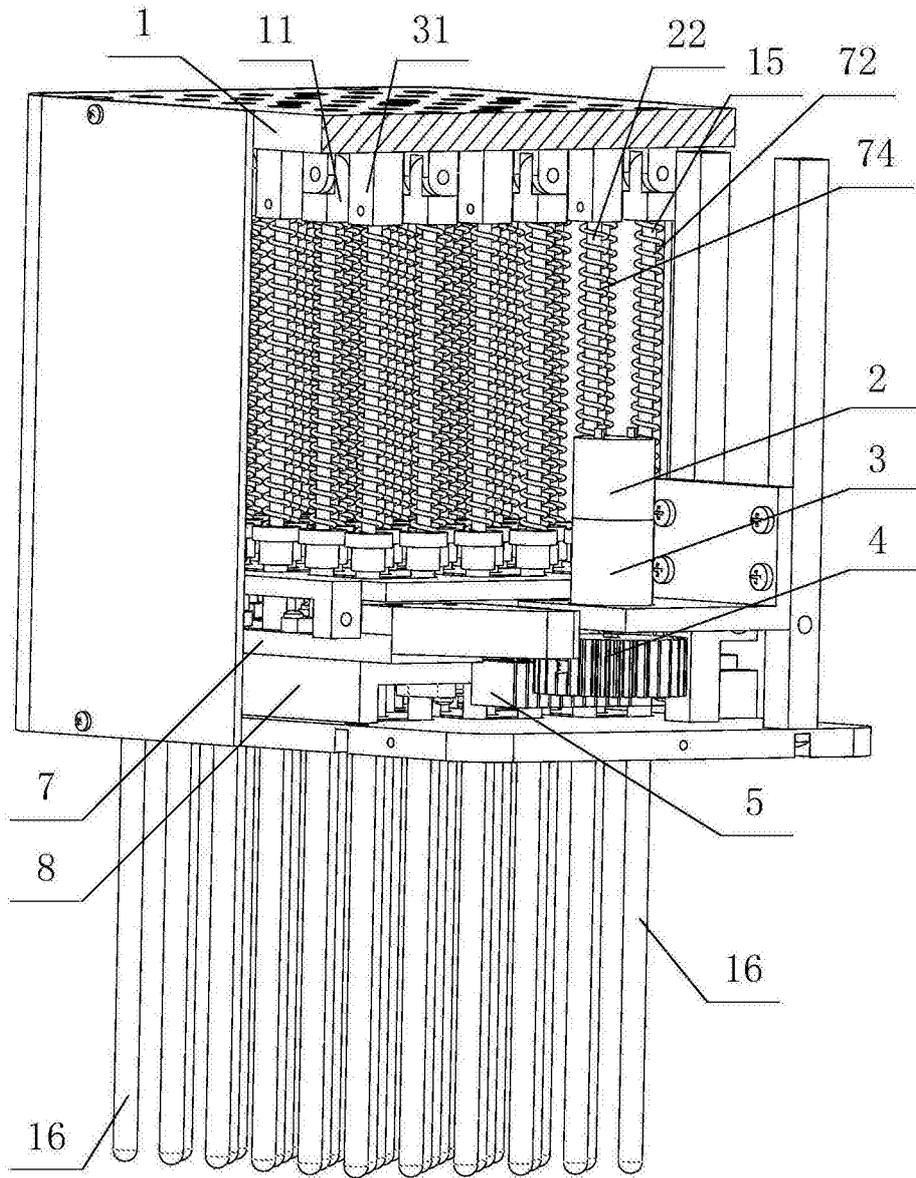


图1

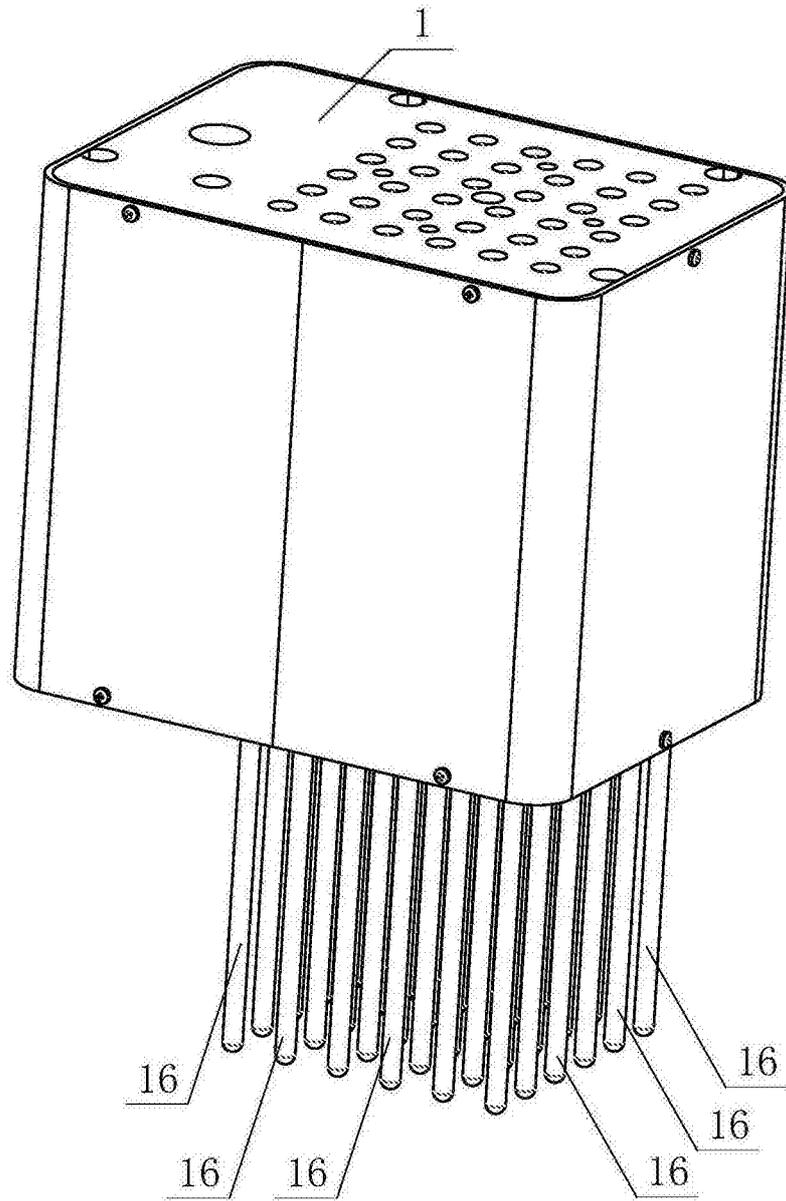


图2

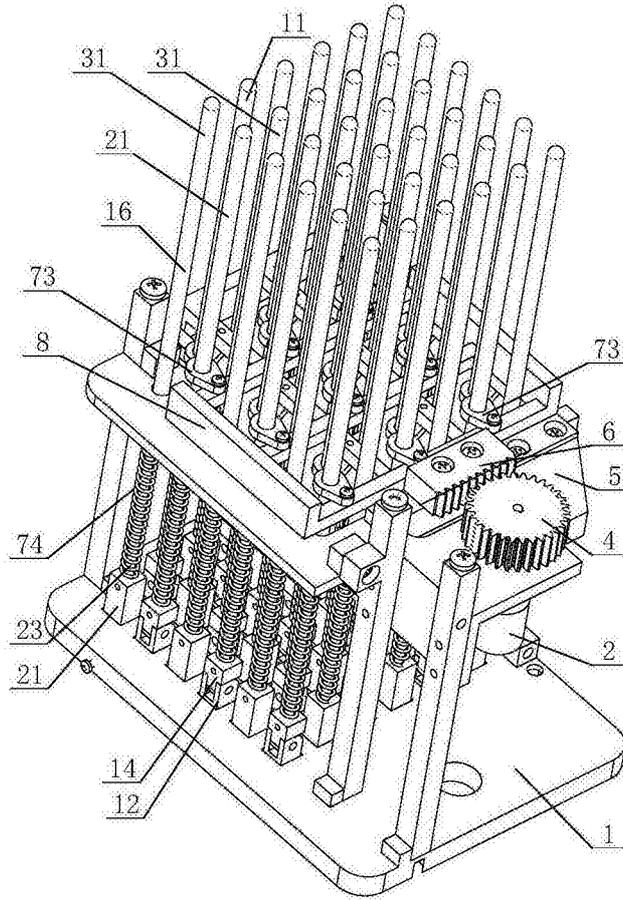


图3

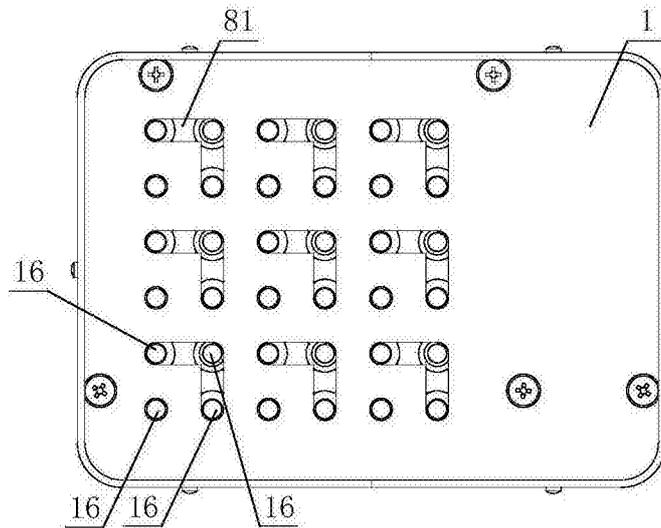


图4

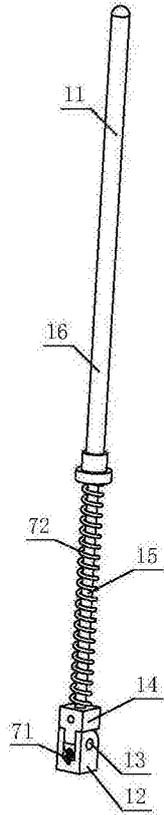


图5

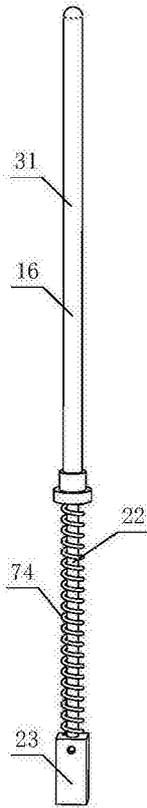


图6

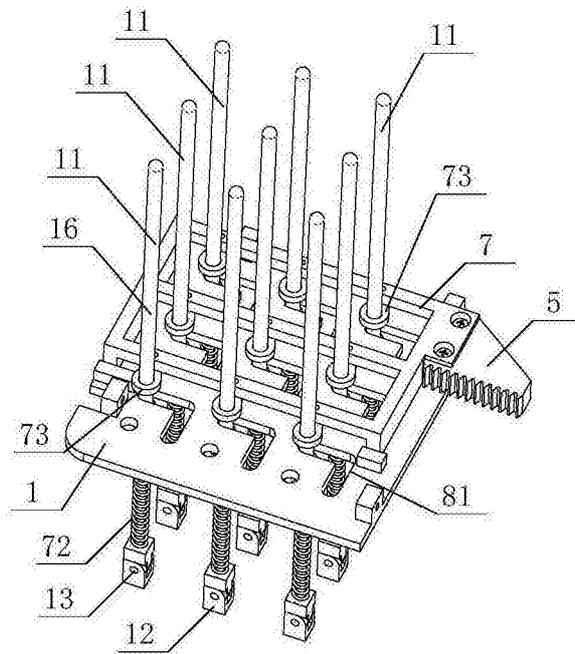


图7

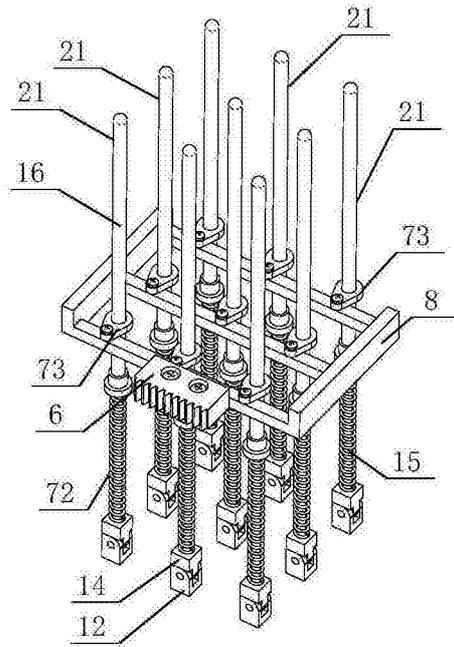


图8

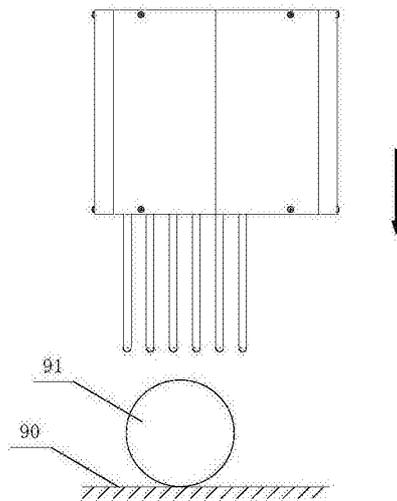


图9

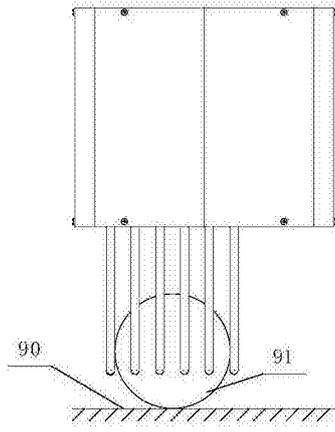


图10

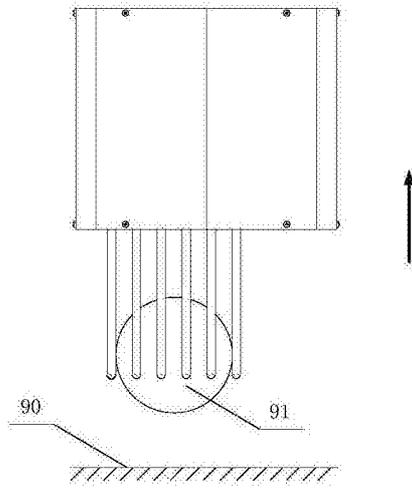


图11

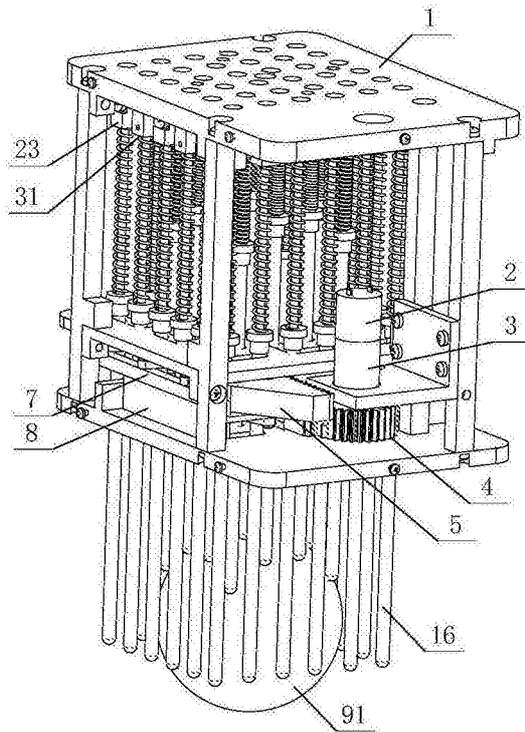


图12

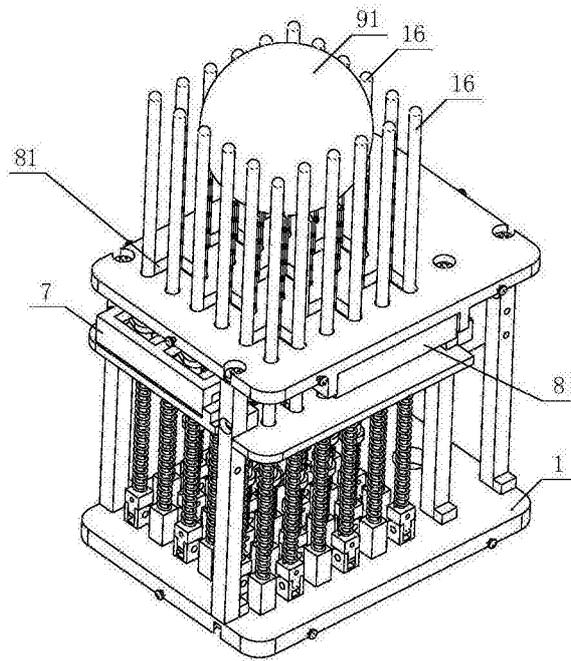


图13

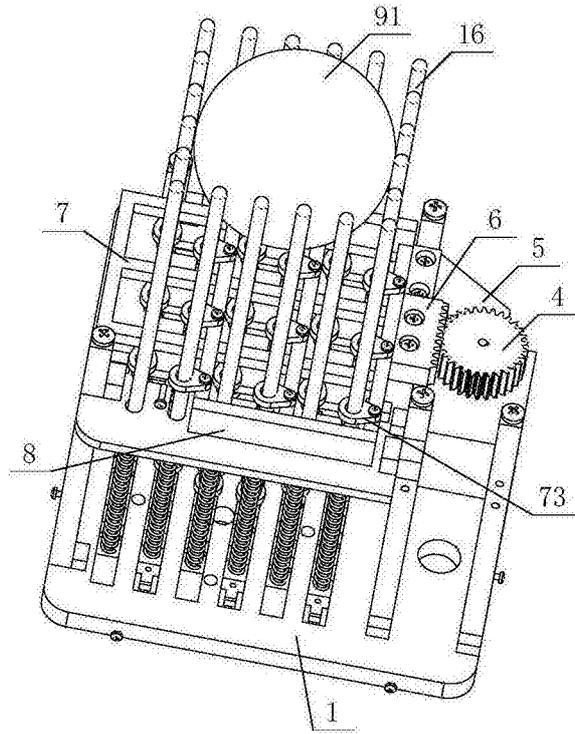


图14

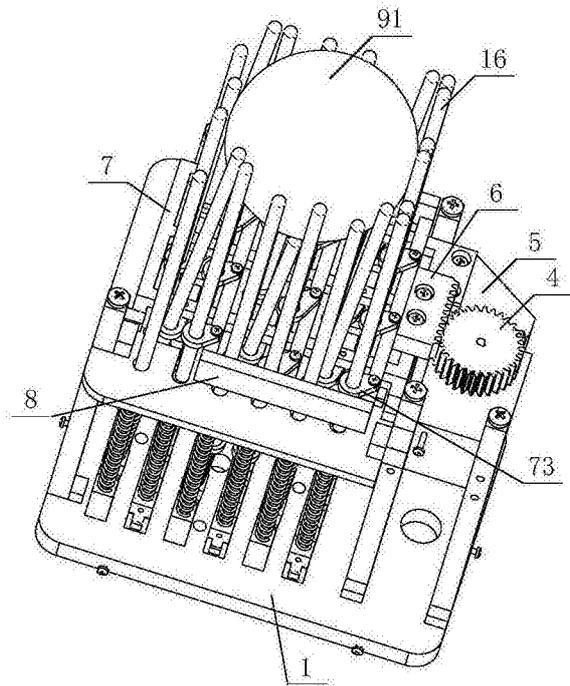


图15

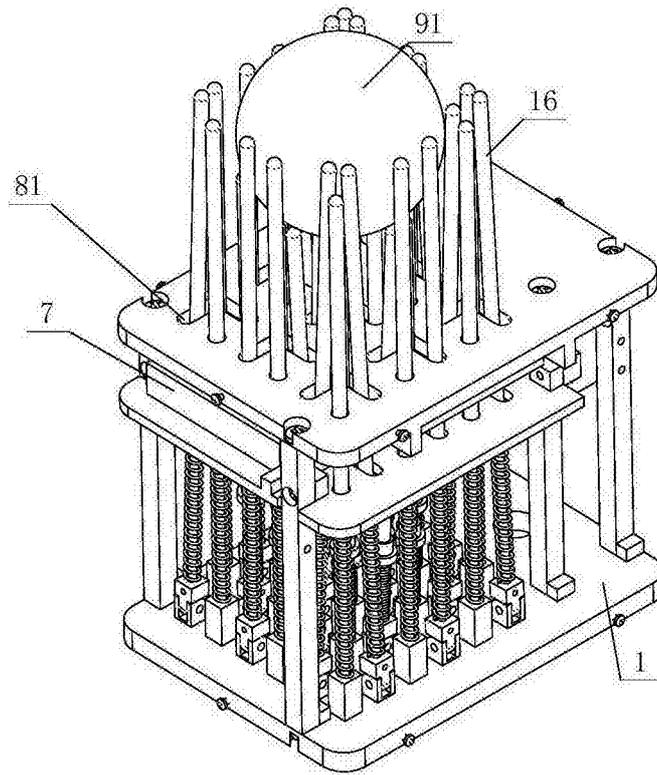


图16