

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B25J 15/00 (2006.01)

B25J 19/00 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910088174.7

[43] 公开日 2009年12月16日

[11] 公开号 CN 101602207A

[22] 申请日 2009.7.10

[21] 申请号 200910088174.7

[71] 申请人 清华大学

地址 100084 北京市 100084 信箱 82 分箱清  
华大学专利办公室

[72] 发明人 吴立成 姚双吉 陆震

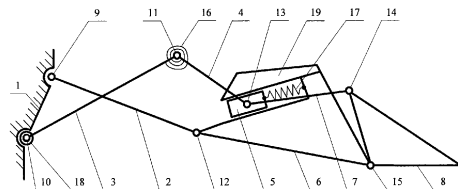
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 8 页

## [54] 发明名称

连杆式欠驱动手指机构

## [57] 摘要

连杆式欠驱动手指机构本发明属于拟人机器人技术领域，尤其涉及机器人手指机构设计。其特征是采用 1 个移动副和 7 个转动副的 8 个连杆欠驱动手指机构，手指抓持力大，结构简单紧凑，可完全按照人类手指的尺寸来设计制作，实现了简单控制器控制 1 个驱动器驱动多个指节，能够灵活地、自适应地抓持不同尺寸和形状的物体。



1、连杆式欠驱动手指机构，含有第一连杆、第二连杆、第三连杆、第四连杆、第五连杆、第六连杆、第七连杆和第八连杆，第一关节、第二关节、第三关节、第四关节、第五关节、第六关节和第七关节，第一复位弹簧和第二复位弹簧，以及一个电机及减速器；

所述的第一连杆是基座，在该基座上设有第一关节和第二关节，所述第一关节位于第二关节的上方；所述电机及减速器与基座相对固定，所述减速器的输出轴连接所述第二关节；

所述的第二连杆是第一指节，其一端通过第一关节连接基座，其另一端通过第四关节连接第二指节；

所述第二指节是第六连杆，其一端连接所述第四关节，另一端连接所述第六关节和第七关节；在该第六连杆内部有一个导轨，在所述导轨内设置有一滑块，该滑块的一端连接第二复位弹簧的一端，该第二复位弹簧的另一端连接所述导轨的底部；在该滑块上设置有第五关节，并通过该第五关节连接所述第四连杆和第七连杆；所述第五连杆是所述滑块；

所述第八连杆是第三指节，其一侧有两端，一端通过第六关节连接所述第七连杆，另一端通过所述第七关节连接所述第六连杆；

所述基座上的第二关节连接所述第三连杆的一端；所述第三连杆的另一端通过所述第三关节连接所述第四连杆的一端；所述第四连杆的另一端连接所述第五关节；在所述第三关节处装有第一复位弹簧；

所述第三关节位于第四关节和第五关节的上方；所述第五关节位于第四关节和第七关节的上方；所述第六关节位于第七关节的上方。

2、如权利要求1所述的连杆式欠驱动手指机构，其特征在于，所述导轨相对于所述第六连的下沿向上倾斜。

3、如权利要求1所述的连杆式欠驱动手指机构，其特征在于，所述导轨相对于所述第六连的下沿向下倾斜。

4、如权利要求1所述的连杆式欠驱动手指机构，其特征在于，所述第一关节位于第二关节的上方，并向第一指节方向倾斜。

5、如权利要求1所述的连杆式欠驱动手指机构，其特征在于，所述第四关节安装于第六连杆的一端。

6、如权利要求1所述的连杆式欠驱动手指机构，其特征在于，所述第六关节和第七关节安装于第八连杆的一端。

7、如权利要求1所述的连杆式欠驱动手指机构，其特征在于所述第一复位弹簧是扭簧、拉簧、压簧、片簧、板簧、发条、皮筋或弹性绳。

8、如权利要求1所述的连杆式欠驱动手指机构，其特征在于所述第二复位弹簧是拉簧、压簧、片簧、板簧、发条、皮筋或弹性绳。

## 连杆式欠驱动手指机构

### 技术领域

本发明属于拟人机器人技术领域。尤其涉及机器人手指机构设计。

### 背景技术

机器人要通过手部操作来完成各项工作，灵巧手是机器人的重要组成部分，因此手指机构就成为了机器人领域的一项关键技术。为了使拟人机器人手指体积小重量轻，同时具有较多的自由度，并且容易控制。一般需要将机器人手指设计为驱动器少于自由度的欠驱动形式。使用腱驱动或摩擦轮实现的欠驱动手指抓持力很小。本发明提供的连杆式欠驱动手指机构，实现了结构紧凑、大抓持力的欠驱动拟人手指，手指能够自适应地抓取不同形状和尺寸的物体。

目前已有的一种拟人欠驱动机器人手指装置见 2008 年 7 月 9 日公开的中国发明专利 CN101214649，包括基座、电机、减速器、第一齿轮、第二齿轮、近关节轴、至少 2 个中部指段、至少 1 个中关节轴、远关节轴、末端指段，以及至少 2 个主动轮、至少 2 个传动轮、至少 2 个从动轮、至少 2 个簧件，簧件的两端分别连接相邻指段。该装置利用多对带轮机构、套接活动的多个中部指段及多个簧件所具有的解耦作用综合实现多关节欠驱动手指抓取物体的效果，并具有对所抓物体形状自适应性。其欠驱动工作原理为：指节接触物体后，电机继续转动，驱动指节上的主动滑块小位移平动，通过主动滑块上的齿条和固接在下一个指节上的齿轮，实现下一指节的大角度转动。松开物体时，齿轮和齿条通过联结的簧件复位。

该装置存在的主要问题是：手指能实现的抓持力很小，甚至不如腱驱动手指所能提供的抓持力。该装置产生上述问题的原因在于：手指的大小和结构决定了齿条的平动行程非常有限，为了实现下一指节的有效转动，齿轮和齿条必须有很大的传动比，导致指节上很小的抓持力都需要非常大的电机驱动力才能实现。并且随着指节数的增加，这一比例指数性增大。

### 发明内容

本发明的目的是针对已有技术的不足，提供一种包含 1 个移动副和 7 个转动副的 8 连杆欠驱动手指机构，手指抓持力大，结构简单紧凑，可完全按照人类手指的尺寸来设计制作，实现了简单控制器控制 1 个驱动器驱动多个指节，能够灵活地、自适应地抓持不同尺寸和形状的物体。

本发明的特征在于：含有第一连杆、第二连杆、第三连杆、第四连杆、第五连杆、第六连杆、第七连杆和第八连杆，第一关节、第二关节、第三关节、第四关节、第五关节、第六

关节和第七关节，第一复位弹簧和第二复位弹簧，以及一个电机及减速器；

所述的第一连杆是基座，在该基座上设有第一关节和第二关节，所述第一关节位于第二关节的上方；所述电机及减速器与基座相对固定，所述减速器的输出轴连接所述第二关节；

所述的第二连杆是第一指节，其一端通过第一关节连接基座，其另一端通过第四关节连接第二指节；

所述第二指节是第六连杆，其一端连接所述第四关节，另一端连接所述第六关节和第七关节；在该第六连杆内部有一个导轨，在所述导轨内设置有一滑块，该滑块的一端连接第二复位弹簧的一端，该第二复位弹簧的另一端连接所述导轨的底部；在该滑块上设置有第五关节，并通过该第五关节连接所述第四连杆和第七连杆；所述第五连杆是所述滑块；

所述第八连杆是第三指节，其一侧有两端，一端通过第六关节连接所述第七连杆，另一端通过所述第七关节连接所述第六连杆；

所述基座上的第二关节连接所述第三连杆的一端；所述第三连杆的另一端通过所述第三关节连接所述第四连杆的一端；所述第四连杆的另一端连接所述第五关节；在所述第三关节处装有第一复位弹簧；

所述第三关节位于第四关节和第五关节的上方；所述第五关节位于第四关节和第七关节的上方；所述第六关节位于第七关节的上方。

所述导轨相对于所述第六连的下沿可以向上倾斜。

所述导轨相对于所述第六连的下沿可以向下倾斜。

所述第一关节位于第二关节的上方，并向第一指节方向倾斜。

所述第四关节安装于第六连杆的一端。

所述第六关节和第七关节安装于第八连杆的一端。

所述第一复位弹簧是扭簧、拉簧、压簧、片簧、板簧、发条、皮筋或弹性绳。

所述第二复位弹簧是拉簧、压簧、片簧、板簧、发条、皮筋或弹性绳。

有益效果，本发明利用包含 1 个移动副和 7 个转动副的 8 连杆欠驱动手指机构，实现了多指节欠驱动手指弯曲抓物的特殊效果，手指抓持力大，结构简单、紧凑、可靠、成本低，体积小、重量轻，可完全按照人类手指的尺寸来设计制作，实现了 1 个驱动器驱动多个指节，仅需要简单的控制器，具有抓持不同尺寸和形状的物体的自适应性和灵活性。

## 附图说明

图 1 是本发明的 8 连杆欠驱动手指机构的机构示意图；

图 2 是本实施例的正视图；

图 3 是本实施例的俯视图；

图 4 是本实施例第三关节处的零件位置关系图；

图 5 是本实施例第五关节处的零件位置关系图；

图 6、图 8、图 10、图 12 是本发明包络抓取过程示意图；

图 7、图 9、图 11、图 13 是本实施例包络抓取过程剖视图；  
 图 14、图 16 是本实施例自适应抓取不同大小物体的效果图；  
 图 15、图 17 是本实施例自适应抓取不同大小物体的剖视效果图；  
 在图 1 至图 17 中：

1—第一连杆（基座）	2—第二连杆（第一指节）	3—第三连杆
4—第四连杆	5—第五连杆（滑块）	6—第六连杆（第二指节）
7—第七连杆	8—第八连杆（第三指节）	9—第一关节
10—第二关节	11—第三关节	12—第四关节
13—第五关节	14—第六关节	15—第七关节
16—第一复位弹簧	17—第二复位弹簧	18—电机及减速器
19—导轨上盖	20—物体	21—锁紧螺钉

### 具体实施方式

下面结合附图和实施例进一步说明本发明具体结构和工作原理。

本发明的 8 连杆欠驱动手指机构，如图 1 所示，包括 1 个电机及其减速器、8 个连杆、1 个导轨装置、7 个旋转关节、1 个扭簧和 1 个线弹簧；所说的第一连杆是基座，所说的第二连杆、第六连杆和第八连杆分别是第一指节、第二指节和第三指节；所说的导轨位于第二指节内部，所说的第五连杆为安装在导轨中的一个滑块，并可在所说的导轨中滑动；第一关节连接所说的第一连杆（基座）和第二连杆，第二关节连接所说的第一连杆（基座）和第三连杆，第三关节连接所说的第三连杆和第四连杆，第四关节连接所说的第二连杆和第六连杆，第五关节连接所说的第四连杆、第五连杆（滑块）和第七连杆，第六关节连接所说的第七连杆和第八连杆，第七关节连接所说的第六连杆和第八连杆；第一关节位于第二关节的上方，可以向第一指节方向倾斜或不倾斜，具体应与连杆进行联合设计。导轨在第六连杆中，位于第四关节和第七关节的上方，第四关节位于第七关节的左边，第三关节位于第五关节的上方，第六关节位于第七关节的上方；所说的电机和减速器与基座固接，电机的输出轴与减速器的输入轴相连，减速器的输出轴与所说的第二关节相连；所说的扭簧（第一复位弹簧）两端分别连接第三连杆和第四连杆；所说的线弹簧（第二复位弹簧）两端分别连接第五连杆（滑块）和第二指节；所说的导轨上盖由锁紧螺钉与第六连杆固接。本发明中所指的上方、下方、左边等方位是指以机构处于水平状态时的相对方位，本领域技术人员完全可以机构简图判定方位。

导轨的角度可以沿第二指节的下沿向下倾斜，也可以向上倾斜，只要能够配合连杆的设计，带动第三指节运动就可。

本发明设计的一种 8 连杆欠驱动手指机构实施例，如图 1~图 5 所示，包括第一连杆（基座）1、第二连杆（第一指节）2、第三连杆 3、第四连杆 4、第五连杆（滑块）5、第六连杆

(第二指节) 6、第七连杆 7、第八连杆(第三指节) 8、第一节 9、第二节 10、第三节 11、第四节 12、第五节 13、第六节 14、第七节 15、第一复位弹簧 16、第二复位弹簧 17、电机及减速器 18、导轨上盖 19、物体 20, 锁紧螺钉 21。

第一复位弹簧可采用扭簧、拉簧、压簧、片簧、板簧、发条、皮筋或弹性绳; 第二复位弹簧可采用拉簧、压簧、片簧、板簧、发条、皮筋或弹性绳。

本实施例的工作原理, 如图 6、图 7、图 8、图 9、图 10、图 11、图 12, 叙述如下:

本实施例的初始状态如图 6、图 7 所示, 类似人的手指伸直状态。

当本实施例抓取物体时, 电机及减速器 18 顺时针转动, 通过第二节 10 带动第三连杆 3 转动, 通过第三节 11 带动第四连杆 4 运动, 通过第五节 13 带动第五连杆(滑块) 5 和第七连杆 7 运动, 通过导轨 19 带动第六连杆(第二指节) 6 运动, 通过第四节 12 带动第二连杆(第一指节) 2 转动, 第六连杆(第二指节) 6 通过第七节 15, 同时第七连杆 7 通过第六节 14 带动第八连杆(第三指节) 8 运动, 其中由于所有指节和连杆都处于自由运动状态, 第一复位弹簧 16 和第二复位弹簧 17 也保持不产生弹力的自由状态, 直到手指与物体相接触, 此时有 3 种情况:

(a) 第一指节与物体相接触, 如图 8、图 9 所示, 由于物体的限制作用, 第二连杆(第一指节) 2 停止转动。电机及减速器 18 顺时针转动, 通过第二节 10 带动第三连杆 3 转动, 通过第三节 11 带动第四连杆 4 运动, 通过第五节 13 带动第五连杆(滑块) 5 和第七连杆 7 运动, 第五连杆(滑块) 5 通过导轨 19 带动第六连杆(第二指节) 6 运动, 第六连杆(第二指节) 6 通过第七节 15, 同时第七连杆 7 通过第六节 14 带动第八连杆(第三指节) 8 运动。即第六连杆(第二指节) 6 和第八连杆(第三指节) 8 在电机的驱动之下继续抓取运动; 此时由于第二连杆(第一指节) 2 受物体的限制作用停止转动, 第三连杆 3 通过第三节 11 带动第四连杆 4 运动的过程中, 第一复位弹簧 16 被拉伸;

(b) 第二指节与物体相接触, 如图 10、图 11 所示, 由于物体的限制作用, 第六连杆(第二指节) 6 停止运动, 第二连杆(第一指节) 2 无法转动。电机及减速器 18 顺时针转动, 通过第二节 10 带动第三连杆 3 转动, 通过第三节 11 带动第四连杆 4 运动, 通过第五节 13 带动第五连杆(滑块) 5 和第七连杆 7 运动, 通过第六节 14 带动第八连杆(第三指节) 8 运动。即第八连杆(第三指节) 8 在电机的驱动之下继续抓取运动; 此时由于第二连杆(第一指节) 2 停止转动, 第三连杆 3 通过第三节 11 带动第四连杆 4 运动的过程中, 第一复位弹簧 16 被拉伸; 由于第六连杆(第二指节) 6 停止转动, 第四连杆 4 通过第五节 13 带动第五连杆(滑块) 5 运动的过程中, 第二复位弹簧 17 被压缩;

(c) 第三指节与物体相接触, 如图 12、图 13 所示, 由于物体的限制作用, 第八连杆(第三指节) 8 停止运动, 第六连杆(第二指节) 6 和第二连杆(第一指节) 2 也就无法运动, 抓取结束。

在上述抓取过程中, 导轨与滑块的作用是使得第二指节不能转动时, 第三指节(第八连杆) 仍然能够在滑块的带动下转动。

本实施例放开物体时，电机及减速器 18 反转，通过第二关节 10 带动第三连杆 3 反转，通过第三关节 11 带动第四连杆 4 运动，通过第五关节 13 带动第五连杆（滑块）5 和第七连杆 7 运动，通过导轨 19 带动第六连杆（第二指节）6 运动，通过第四关节 12 带动第二连杆（第一指节）2 转动，第六连杆（第二指节）6 通过第七关节 15，同时第七连杆 7 通过第六关节 14 带动第八连杆（第三指节）8 运动。由于第一复位弹簧 16 和第二复位弹簧 17 复位的弹力作用，保证了各连杆和指节运动为与抓取时的运动相反，直到手指与物体完全分离。

图 14~17 分别示出了抓取大物体和小物体时的状态和剖视图。

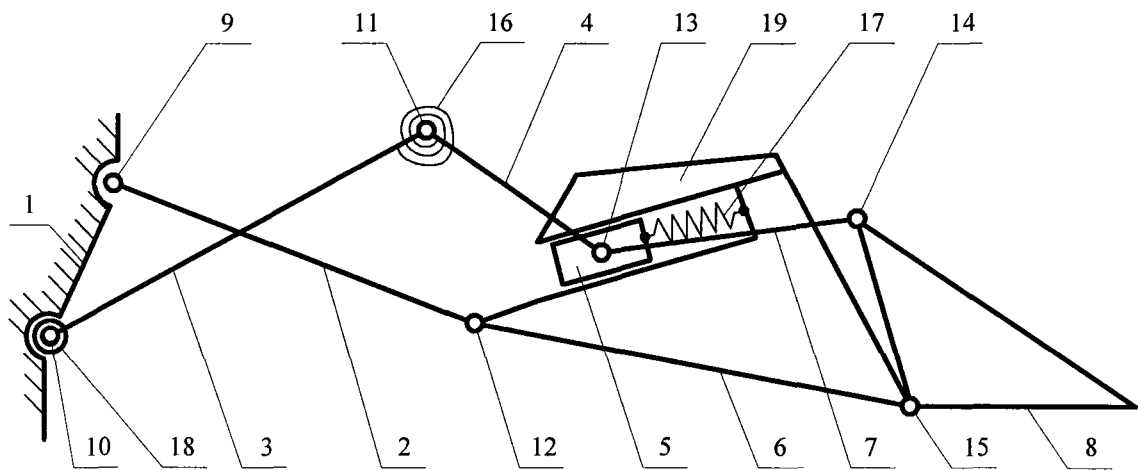


图1



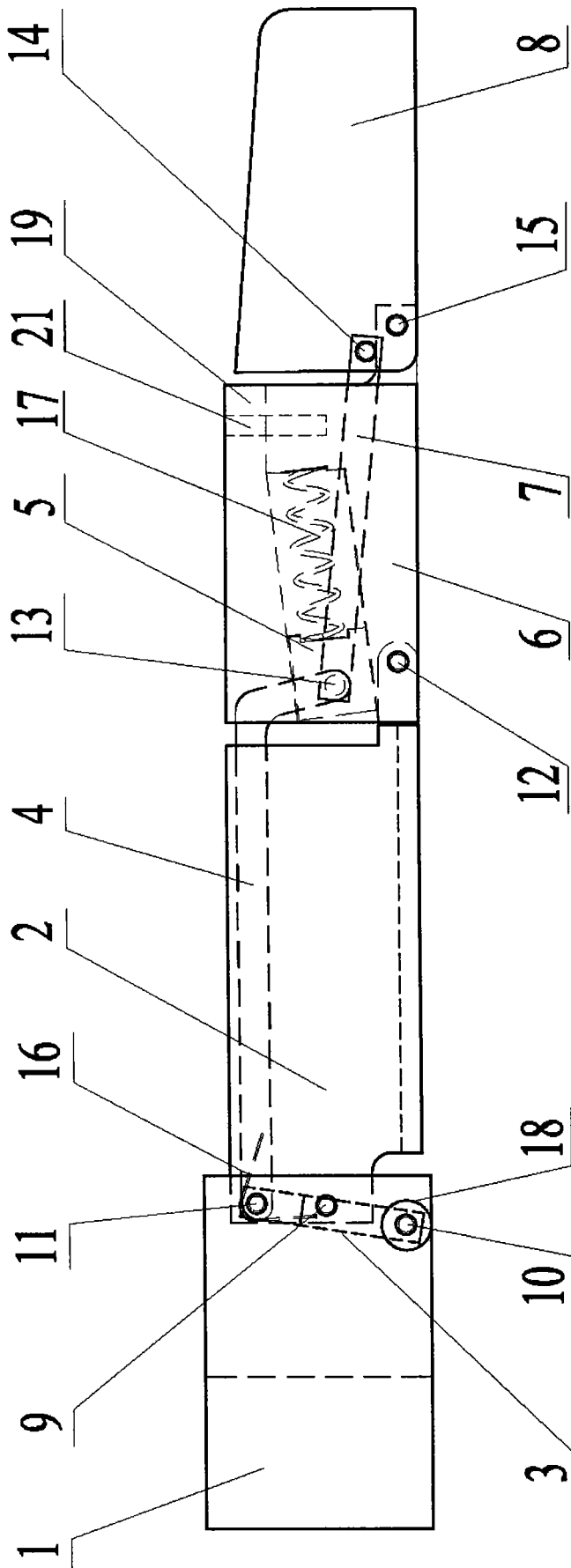


图 2

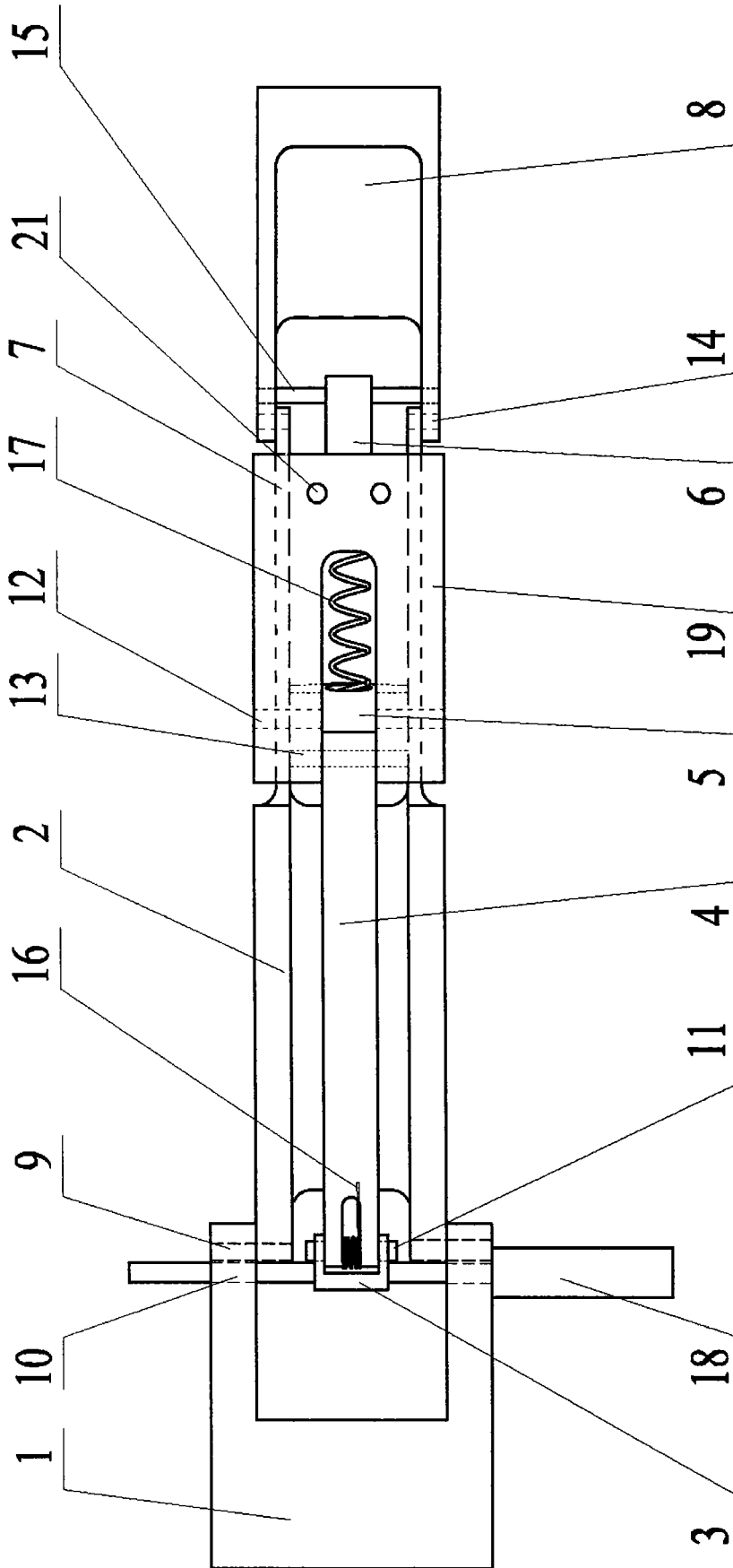


图 3

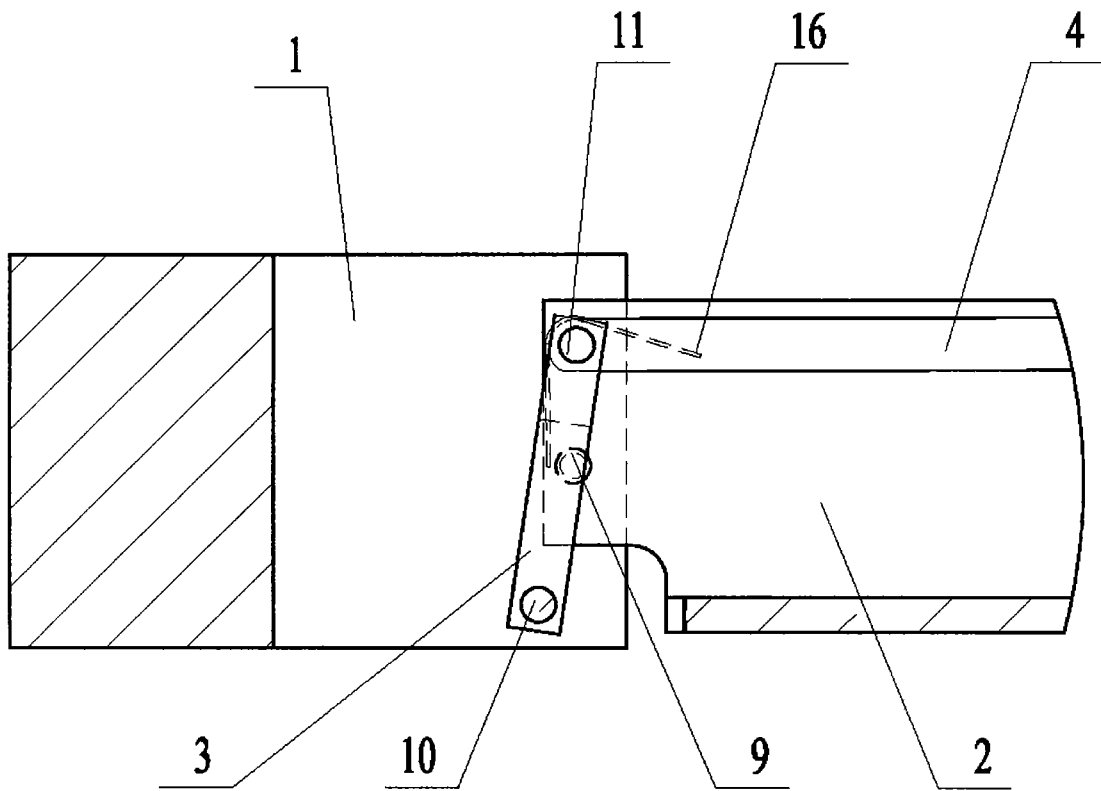


图 4

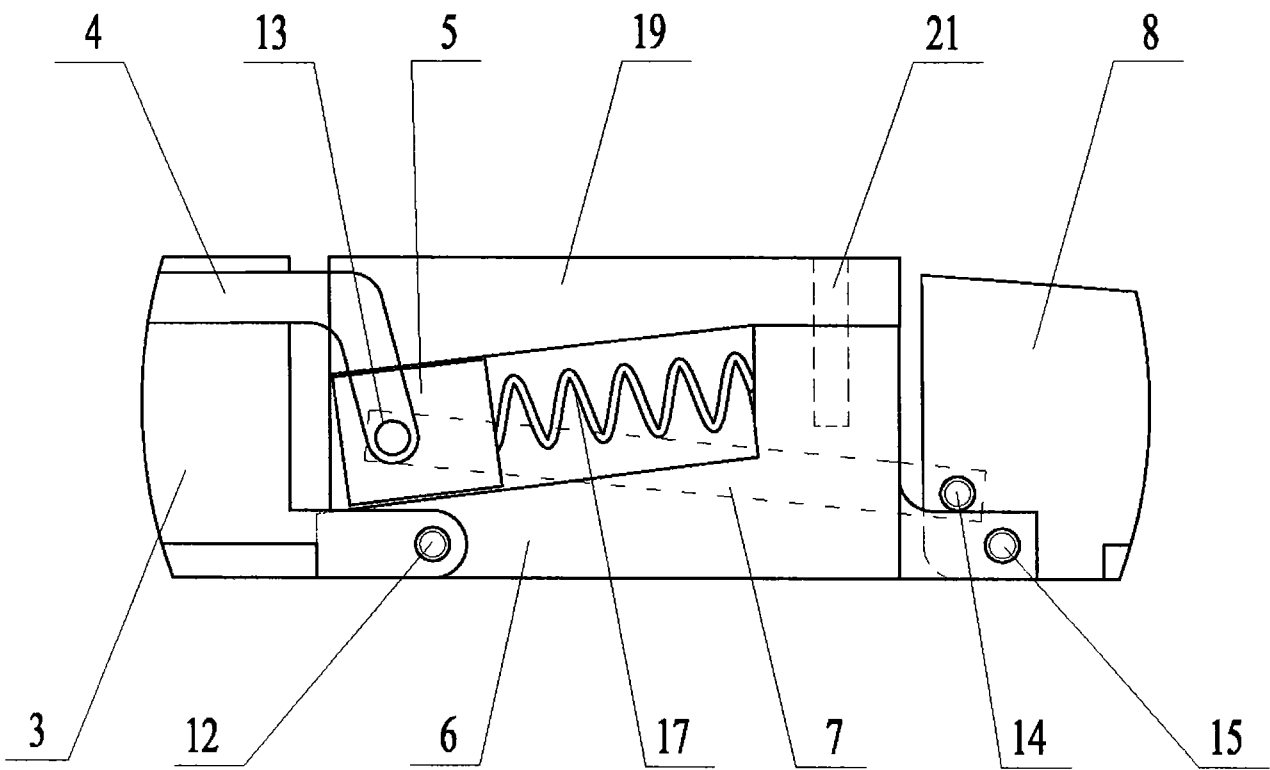


图 5

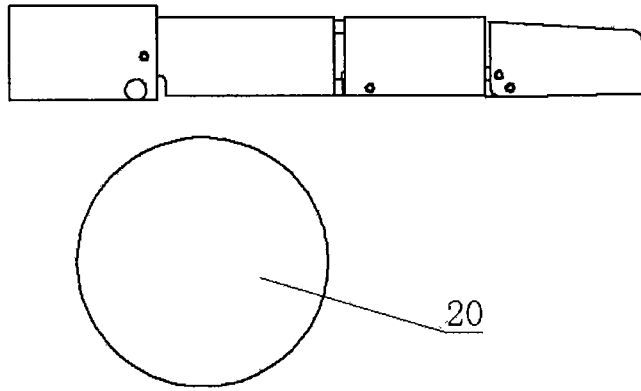


图 6

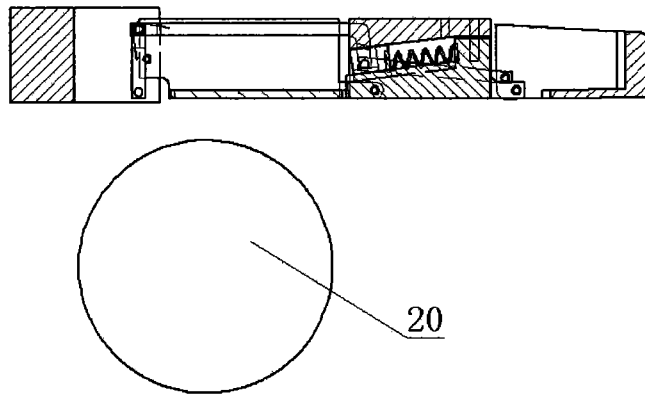


图 7

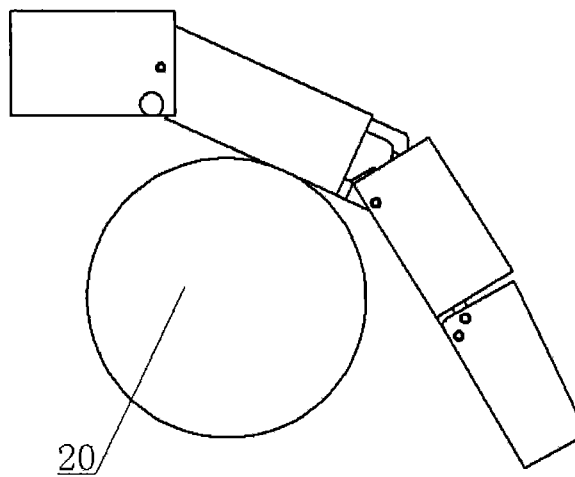


图 8

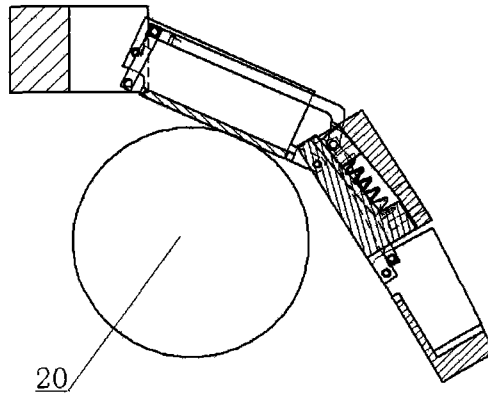


图 9

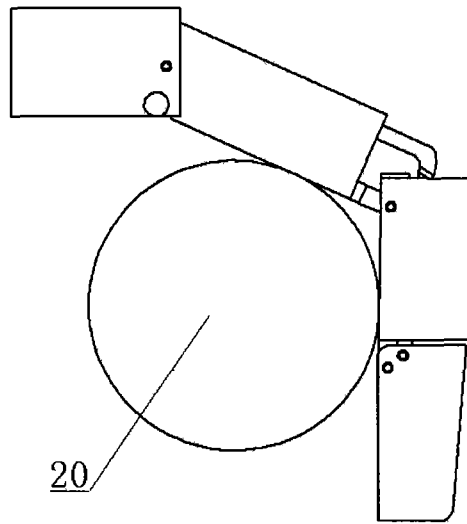


图 10

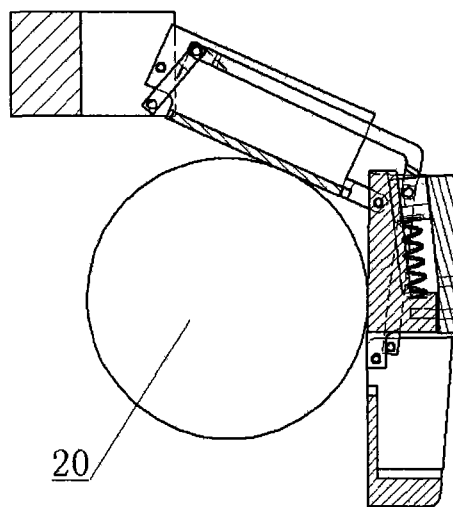


图 11

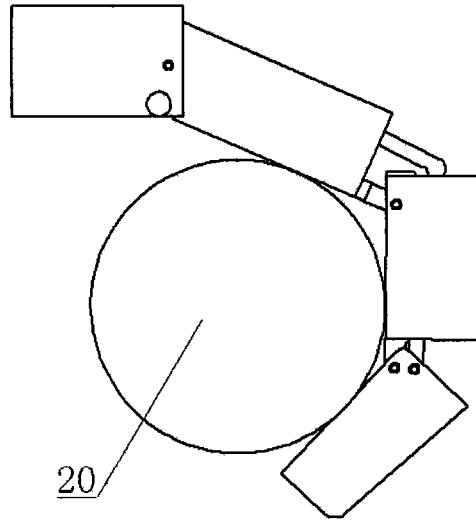


图 12

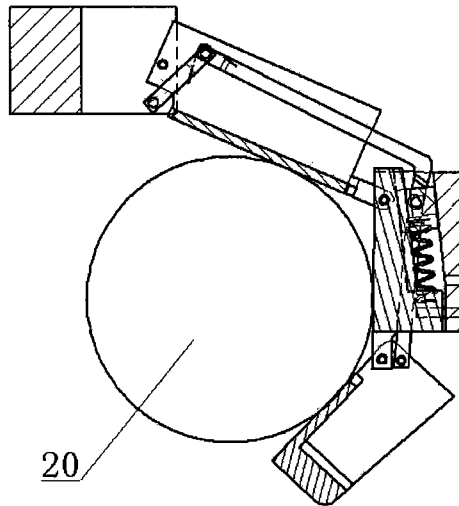


图 13

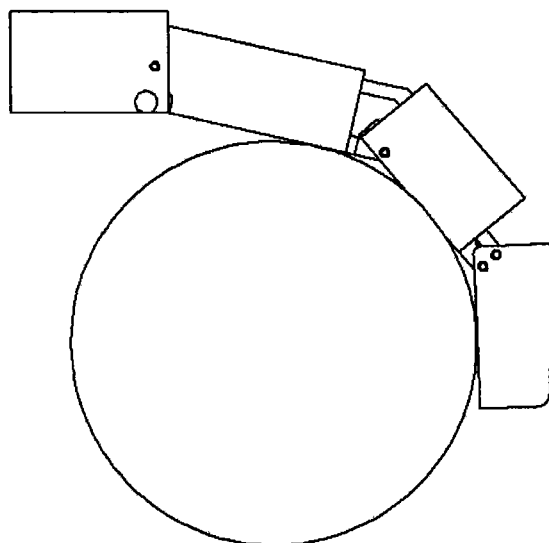


图 14

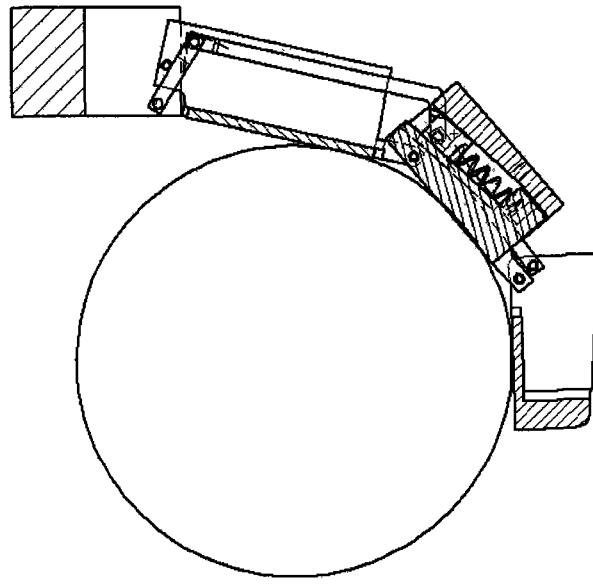


图 15

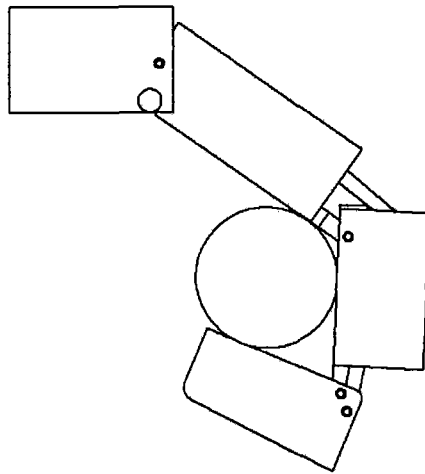


图 16

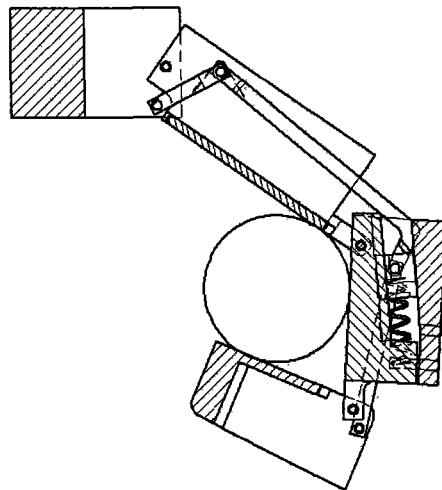


图 17