



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114916313 A

(43) 申请公布日 2022.08.19

(21) 申请号 202210696947.5

(22) 申请日 2022.06.20

(71) 申请人 南京林业大学

地址 210037 江苏省南京市玄武区龙蟠路
159号

(72) 发明人 陈勇 汪谦谦 聂宇成 陈雪
张伟 侯畅

(74) 专利代理机构 南京钟山专利代理有限公司
32252

专利代理师 金子娟

(51) Int. Cl.

A01D 46/04 (2006.01)

A01D 46/30 (2006.01)

B25J 15/02 (2006.01)

B25J 15/10 (2006.01)

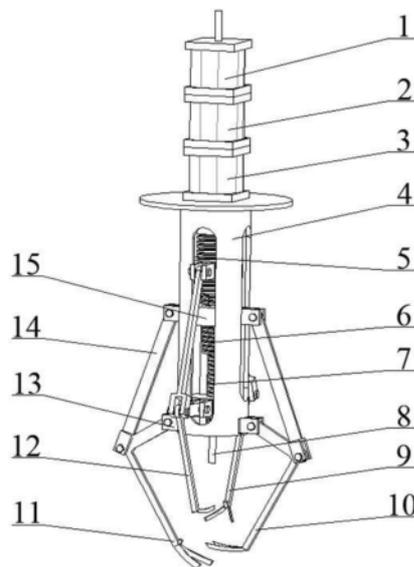
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

一种柔性可感知的茶叶嫩芽采摘夹爪

(57) 摘要

本发明公开了一种柔性可感知的茶叶嫩芽采摘夹爪,可作为茶叶自动采摘机械的末端执行器。本发明夹爪在模仿人工“提手采”进行茶叶嫩芽采摘的基础上,将控制采摘动作的三层电机叠加在一起的结构设计,使夹爪的结构更加紧凑,径向方向占用空间更小,可减少采摘过程中与茶叶植物之间的相互干扰。本发明夹爪将夹指底端设计为分叉结构,用于归拢茶叶嫩芽,便于夹指的夹持,可以有效的降低采摘动作的失误率和提高采摘效率。本发明夹爪通过在每个夹指副的其中一个夹指上设置带凹槽的凸台,利用所述凹槽的侧壁引导茶叶茎到位,并将茶叶茎扶正,可进一步确保嫩芽在采摘过程中是被夹指垂直拉断,可以有效的提高采摘茶叶的品质。



1. 一种柔性可感知的茶叶嫩芽采摘夹爪,其特征在於,包括壳体(4)、上下两组夹指副、控制夹指开合的驱动机构和吸附软管(8);

所述壳体(4)包括套筒和位于套筒顶端的平台,所述套筒的顶部和底部开口,平台中心设有容驱动机构电机输出轴通过的轴孔;

所述驱动机构包括叠置固定在所述平台上的芯轴电机(1)、中间层电机(2)和外层电机(3),所述芯轴电机(1)、中间层电机(2)和外层电机(3)均为空心电机,其中部设有上下贯通的轴孔,容所述吸附软管(8)和内层电机的电机输出轴通过,所述芯轴电机(1)、中间层电机(2)和外层电机(3)的电机输出轴均为空心输出轴;

所述芯轴电机(1)的电机输出轴为设置在套筒中的芯轴螺杆(7),中间层电机(2)的电机输出轴为中间层螺杆(6),套在所述芯轴螺杆(7)的外侧,外层电机(3)的电机输出轴为外层螺杆(5),套在所述中间层螺杆(6)的外侧,芯轴螺杆(7)、中间层螺杆(6)和外层螺杆(5)的中轴线在一条直线上,所述外层螺杆(5)上安装有外层移动螺母(18),中间层螺杆(6)伸出外层螺杆(5)的部分安装有中间层移动螺母(15),芯轴螺杆(7)伸出中间层螺杆(6)的部分安装有芯轴移动螺母(17);

所述吸附软管(8)的一端与抽气装置连接,另一端从芯轴电机(1)、中间层电机(2)、外层电机(3)和芯轴螺杆(7)的通孔中穿过,将端口对准夹指副的中间位置,用来吸住采摘后的茶叶嫩芽,防止其意外掉落;

每个夹指副包括相对设置的两个夹指,上下两组夹指副以相互垂直的角度布置在套筒内的螺杆结构上;设位于上部的夹指副的两根夹指为上夹指,位于下部的夹指副的两根夹指为下夹指;所述上夹指和下夹指均包括指柄和摆杆,指柄的顶端与摆杆连接,所述指柄和摆杆的连接处通过连杆(14)与对应的移动螺母铰接;

在上夹指副中:夹指摆杆的另一端通过第一铰链支座与芯轴移动螺母(17)连接;连杆(14)的顶端通过第二铰链支座与外层移动螺母(18)连接;

在下夹指副中:夹指摆杆的另一端通过第三铰链支座(13)与壳体(4)套筒的外壁连接;连杆(14)的顶端通过第四铰链支座与中间层移动螺母(15)连接;

外壳(4)套筒的侧面对应每个夹指开有长条状的通孔,安装在各移动螺母上的铰链支座通过所述通孔与连杆连接。

2. 根据权利要求1所述的一种柔性可感知的茶叶嫩芽采摘夹爪,其特征在於,所述上夹指和下夹指还设有V形拢芽器,所述V形拢芽器与指柄的底端连接;

所述V形拢芽器由左右两个呈V形排列的挡杆组成,且相对于指柄向内弯折,使其V形开口朝内;

任一夹指副中,两个夹指的V形拢芽器开口相对,且在上下方向错开,夹指副通过所述V形拢芽器将嫩芽归拢,通过相互靠近的指柄底部将茶叶茎夹持住。

3. 根据权利要求2所述的一种柔性可感知的茶叶嫩芽采摘夹爪,其特征在於:

任一夹指副中,位于下方的V形拢芽器对应的指柄底端设置了向上凸起的凸台,所述凸台的内侧面设有圆弧形的凹槽,与茶叶茎的形状适配;在指柄底端夹住茶叶茎时,所述茶叶茎被导引到所述凹槽中,并抵触在凹槽侧壁上,被凹槽侧壁扶正。

4. 根据权利要求1、2或3所述的一种柔性可感知的茶叶嫩芽采摘夹爪,其特征在於,设有监控两夹指副夹紧力的传感器,所述传感器与所述驱动机构的控制系统连接。

5. 根据权利要求4所述的一种柔性可感知的茶叶嫩芽采摘夹爪,其特征在于,
所述传感器为应变片,贴附在各夹指与茶叶茎接触的部位或各夹指因夹持动作产生弹性变形的部位,以实现夹紧力的实时反馈。

一种柔性可感知的茶叶嫩芽采摘夹爪

技术领域

[0001] 本发明涉及农业机器人技术领域,具体为一种柔性可感知的茶叶嫩芽采摘夹爪。

背景技术

[0002] 早春高档名优绿茶具有较高的营养价值和经济价值,由于采摘要求高(只采摘单芽或者一芽一叶或一芽二叶,而且要保证芽叶的完整性),目前只能由人工采摘。春茶的采摘季节较短,一般是清明前后2-3周时间段内。随着劳动力成本的提高,浙江、江苏、安徽等地,采茶“人工荒”已经制约了茶产业的发展。近年,茶叶嫩芽智能识别与采摘已经成为研究热点,包括嫩芽采摘夹爪。从目前的研究现状来看,大多茶叶采摘机器人描述的采摘夹爪基本基于剪切原理,不能满足高档名优绿茶的采摘要求。发明专利ZL2017103222784和ZL2017103215136等文献模仿人工“提手采”动作实现嫩芽采摘,已经具备较高的性能。在此基础上,本发明再次提出改进的构思,以期进一步提高夹爪性能和采摘质量。

发明内容

[0003] 本发明的技术目的在于,在现有研究成果的基础上,设计一种可以进一步提高夹爪性能和采摘质量的柔性可感知的茶叶嫩芽采摘夹爪。

[0004] 为实现上述技术目的,本发明提供的设计方案为:

一种柔性可感知的茶叶嫩芽采摘夹爪,其特征在于,包括壳体、上下两组夹指副、控制夹指开合的驱动机构和吸附软管;

所述壳体包括套筒和位于套筒顶端的平台,所述套筒的顶部和底部开口,平台中心设有容驱动机构电机输出轴通过的轴孔;

所述驱动机构包括叠置固定在所述平台上的芯轴电机、中间层电机和外层电机,所述芯轴电机、中间层电机和外层电机均为空心电机,其中部设有上下贯通的轴孔,容所述吸附软管和内层电机的电机输出轴通过,所述芯轴电机、中间层电机和外层电机的电机输出轴均为空心输出轴;

所述芯轴电机的电机输出轴为设置在套筒中的芯轴螺杆,中间层电机的电机输出轴为中间层螺杆,套在所述芯轴螺杆的外侧,外层电机的电机输出轴为外层螺杆,套在所述中间层螺杆的外侧,芯轴螺杆、中间层螺杆和外层螺杆的中轴线在一条直线上,所述外层螺杆上安装有外层移动螺母,中间层螺杆伸出外层螺杆的部分安装有中间层移动螺母,芯轴螺杆伸出中间层螺杆的部分安装有芯轴移动螺母;

所述吸附软管的一端与抽气装置连接,另一端从芯轴电机、中间层电机、外层电机和芯轴螺杆的通孔中穿过,将端口对准夹指副的中间位置,用来吸住采摘后的茶叶嫩芽,防止其意外掉落;

每个夹指副包括相对设置的两个夹指,上下两组夹指副以相互垂直的角度布置在套筒内的螺杆结构上;设位于上部的夹指副的两根夹指为上夹指,位于下部的夹指副的两根夹指为下夹指;所述上夹指和下夹指均包括指柄和摆杆,指柄的顶端与摆杆连接,所述指

柄和摆杆的连接处通过连杆与对应的移动螺母铰接；

在上夹指副中：夹指摆杆的另一端通过第一铰链支座与芯轴移动螺母连接；连杆的顶端通过第二铰链支座与外层移动螺母连接；

在下夹指副中：夹指摆杆的另一端通过第三铰链支座与壳体套筒的外壁连接；连杆的顶端通过第四铰链支座与中间层移动螺母连接；

外壳套筒的侧面对应每个夹指开有长条状的通孔，安装在各移动螺母上的铰链支座通过所述通孔与连杆连接。

[0005] 在上述方案的基础上，进一步改进或优选的方案还包括：

进一步的，所述上夹指和下夹指还设有V形拢芽器，所述V形拢芽器与指柄的底端连接；所述V形拢芽器由左右两个呈V形排列的挡杆组成，且相对于指柄向内弯折，使其V形开口朝内；任一夹指副中，两个夹指的V形拢芽器开口相对，且在上下方向错开，夹指副通过所述V形拢芽器将嫩芽归拢，通过相互靠近的指柄底部将茶叶茎夹持住。

[0006] 进一步的，任一夹指副中，位于下方的V形拢芽器对应的指柄底端设置了向上凸起的凸台，所述凸台的内侧面设有圆弧形的凹槽，与茶叶茎的形状适配；在指柄底端夹住茶叶茎时，所述茶叶茎被导引到所述凹槽中，抵触在凹槽侧壁上，被凹槽侧壁扶正。

[0007] 进一步的，本发明夹爪设有监控两夹指副夹紧力的传感器，所述传感器与所述驱动机构的控制系统连接。

[0008] 进一步的，所述传感器优选采用应变片，贴附在各夹指与茶叶茎接触的部位或各夹指因夹持动作产生弹性变形的部位，以实现对接紧力的实时反馈。

[0009] 有益效果：

1) 本发明夹爪在模仿人工“提手采”进行茶叶嫩芽采摘的基础上，将控制采摘动作的三层电机叠加在一起的结构设计，使夹爪的结构更加紧凑，径向方向占用空间更小，可减少采摘过程中与茶叶植物之间的相互干扰。

[0010] 2) 本发明夹爪将夹指底端设计为分叉结构，用于归拢茶叶嫩芽，便于夹指的夹持，可以有效的降低采摘动作的失误率和提高采摘效率；

3) 本发明夹爪通过在每个夹指副的其中一个夹指上设置带凹槽的凸台，利用所述凹槽的侧壁引导茶叶茎到位，并将茶叶茎扶正，可进一步确保嫩芽在采摘过程中是被夹指垂直拉断，可以有效的提高采摘茶叶的品质。

附图说明

[0011] 图1是本发明茶叶嫩芽采摘夹爪的外观结构示意图；

图2是本发明茶叶嫩芽采摘夹爪的内部结构图；

图3是茶叶夹持点的示意图；

图4是本发明茶叶嫩芽采摘夹爪的局部立体结构示意图；

图5是本发明茶叶嫩芽采摘夹爪内部组件的立体结构示意图；

图6是本发明茶叶嫩芽采摘夹爪的立体结构示意图。

具体实施方式

[0012] 现在结合附图与具体实施例对本发明作进一步详细的说明。

[0013] 如图1至图6所示的一种柔性可感知的茶叶嫩芽采摘夹爪,由壳体4、上下两组夹指副、控制夹指开合的驱动机构、吸附软管8和应变片等组件构成。

[0014] 所述壳体4包括圆柱形的套筒和位于套筒顶端的圆平台,所述套筒的顶部和底部开口,圆平台中心则设有容驱动机构电机输出轴通过的轴孔。

[0015] 所述驱动机构包括芯轴电机1、中间层电机2和外层电机3。所述芯轴电机1、中间层电机2和外层电机3均为空心电机,其中部设有上下贯通的轴孔,且芯轴电机1、中间层电机2和外层电机3的电机输出轴均为空心输出轴。

[0016] 如图1所示,所述芯轴电机1、中间层电机2和外层电机3自上至下依次叠置在一起,固定在壳体4的圆平台上;与芯轴电机1连接的电机输出轴为芯轴螺杆7,芯轴螺杆7依次从中间层电机2和外层电机3的轴孔中穿过;与中间层电机2连接的电机输出轴为中间层螺杆6,套在所述芯轴螺杆7的外侧,从外层电机3的轴孔中穿过;与外层电机3连接的电机输出轴为外层螺杆5。所述芯轴螺杆7、中间层螺杆6和外层螺杆5的中轴线在一条直线上,设置在所述壳体4的套筒中,且芯轴螺杆7的长度大于中间层螺杆6,中间层螺杆6的长度大于外层螺杆5,外层螺杆5上安装有外层移动螺母18,中间层螺杆6伸出外层螺杆5的部分安装有中间层移动螺母15;芯轴螺杆7伸出中间层螺杆6的部分安装有芯轴移动螺母17。

[0017] 所述芯轴移动螺母17、中间层移动螺母15与外层移动螺母18在同一侧的轴向位置上开有第一键槽,外壳4套筒的内壁开有对应的第二键槽,将键16通过螺钉固定在所述第二键槽中。键16的内侧突出于所述第二键槽的部分嵌在了所述第一键槽中。因此当电机转动时,芯轴移动螺母17、中间层移动螺母15与外层移动螺母18可沿键16做轴向移动而不发生转动。

[0018] 所述吸附软管8的一端与抽气装置连接,另一端从芯轴电机1、中间层电机2、外层电机3和芯轴螺杆7的通孔中穿过,并从芯轴螺杆7的端部露出一段长度,吸附软管端口对准夹指副的中间位置,用来吸住采摘后的茶叶嫩芽,防止茶叶嫩芽意外掉落。

[0019] 每个夹指副包括相对设置的两个夹指,上下两组夹指副以相互垂直的角度布置在套筒内的螺杆结构上。设位于上部的夹指副的两根夹指为上夹指,位于下部的夹指副的两根夹指为下夹指。所述上夹指和下夹指均由指柄、摆杆和V形拢芽器组成。所述摆杆的一端连接在指柄的顶端,与指柄呈90度左右的夹角。指柄和摆杆的连接处与连杆14的底端铰接。所述V形拢芽器安装在指柄的底端,V形拢芽器由左右两个呈V形排列的挡杆组成,且相对于指柄向内弯折,使其V形开口朝内。

[0020] 在上夹指副中:夹指摆杆的另一端通过第一铰链支座与芯轴移动螺母17连接;连杆14的顶端通过第二铰链支座与外层移动螺母18连接;

在下夹指副中:夹指摆杆的另一端通过第三铰链支座13与壳体4套筒的外壁连接;连杆14的顶端通过第四铰链支座与中间层移动螺母15连接。

[0021] 故通过芯轴电机1对芯轴移动螺母17的驱动,可实现对上夹指副提升高度的调节;通过外层电机3对外层移动螺母18的驱动,可实现对上夹指副张开和闭合动作的控制;通过中间层电机2对中间层移动螺母15的驱动,可实现对下夹指副张开和闭合动作的控制。

[0022] 对应每个夹指的位置,外壳4套筒的侧面开有长条状的通孔,四个通孔沿圆周方向间隔90°分布,安装在各移动螺母上的铰链支座可通过通孔与连杆连接,并沿着通孔上下移动。

[0023] 在上述结构中：

上夹指副中两个上夹指的V形拢芽器开口相对，为使相对的两个夹指指柄的底端能够靠近到将茶叶茎夹持住，两夹指的V形拢芽器在上下方向需要略微错开。同时，为了避免茶叶茎在夹持过程中歪倒，在位于下方的V形拢芽器对应的指柄底端设置了向上的凸台，所述凸台的内侧面设有圆弧形的凹槽，与茶叶茎的形状适配。夹指副合拢的过程中，茶叶茎在拢芽器的引导下，移动到所述凹槽的位置，当指柄底端夹住茶叶茎时，茶叶茎是半嵌在所述凹槽中，凹槽侧壁将茶叶茎扶住，使其在采摘时尽量保持直立的状态。

[0024] 本实施例夹爪的控制方式具体为：通过外层电机3控制外层螺杆5旋转，驱使外层移动螺母18在外层螺杆5上移动，当外层移动螺母18向靠近电机方向移动时，通过拉动连杆14同时带动含凸台上夹爪9与上夹爪12张开，当外层移动螺母18向远离电机方向移动时，通过拉动连杆14同时带动含凸台上夹爪9与上夹爪12闭合；通过中间层电机2控制中间层螺杆6旋转，驱使中间层移动螺母15在中间层螺杆6上移动，当中间层移动螺母15向靠近电机方向上移动时，通过拉动连杆14同时带动下夹爪10与含凸台下夹爪11张开，当中间层移动螺母15向远离电机方向上移动时，通过拉动连杆14同时带动下夹爪10与含凸台下夹爪11闭合；通过芯轴电机1控制芯轴螺杆7旋转，驱使芯轴移动螺母17在芯轴螺杆7上移动，当需要将上夹爪副整体向上移动时，即进行采摘的提拉动作时，同时驱动芯轴电机1与外层电机3，使芯轴移动螺母17与外层移动螺母18同时向靠近电机方向上移动。

[0025] 工作原理：

本实施例中，所述夹爪以“提手采”的方式和一芽一叶的采摘要求进行茶叶采摘，如图3所示，图中A点为上夹指副的夹持点，靠近嫩芽下第一个叶片的下方，B点为下夹持副的夹持点，靠近嫩芽下第二片叶片的上方。本发明夹爪为末端执行器，采摘时，通过机械手臂等位移机构定位在茶叶植株嫩芽部位的上方，之后控制夹指副合拢，用所述V型拢芽器归拢茶叶嫩芽，当上下两对夹指分别夹持住茶叶嫩芽的A、B点处后，控制外层移动螺母18以及芯轴移动螺母17同时向靠近电机方向移动，使上夹指副整体向上移动，以此来将茶叶嫩芽拉断，拉断点在A、B点之间。所述夹爪为柔性结构，在受力过程中有一定的弹性变形，每个夹指上贴有应变片，以便及时感知夹紧力的大小，并及时反馈给相应的电机进行调整。所述吸附软管8的底端为吸气口，用来吸住采摘后的茶叶嫩芽，防止茶叶嫩芽在采摘的过程中意外掉落。

[0026] 需要注意的是，发明中所引用的如“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后”等的用语，亦仅为便于叙述的明了，而非用以限定本发明可实施的范围，其相对关系的改变或调整，在无实质变更技术内容下，当亦视为本发明可实施的范畴。

[0027] 以上仅是本发明的优选实施方式，本发明的保护范围并不仅局限于上述实施例，凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰，应视为本发明的保护范围。

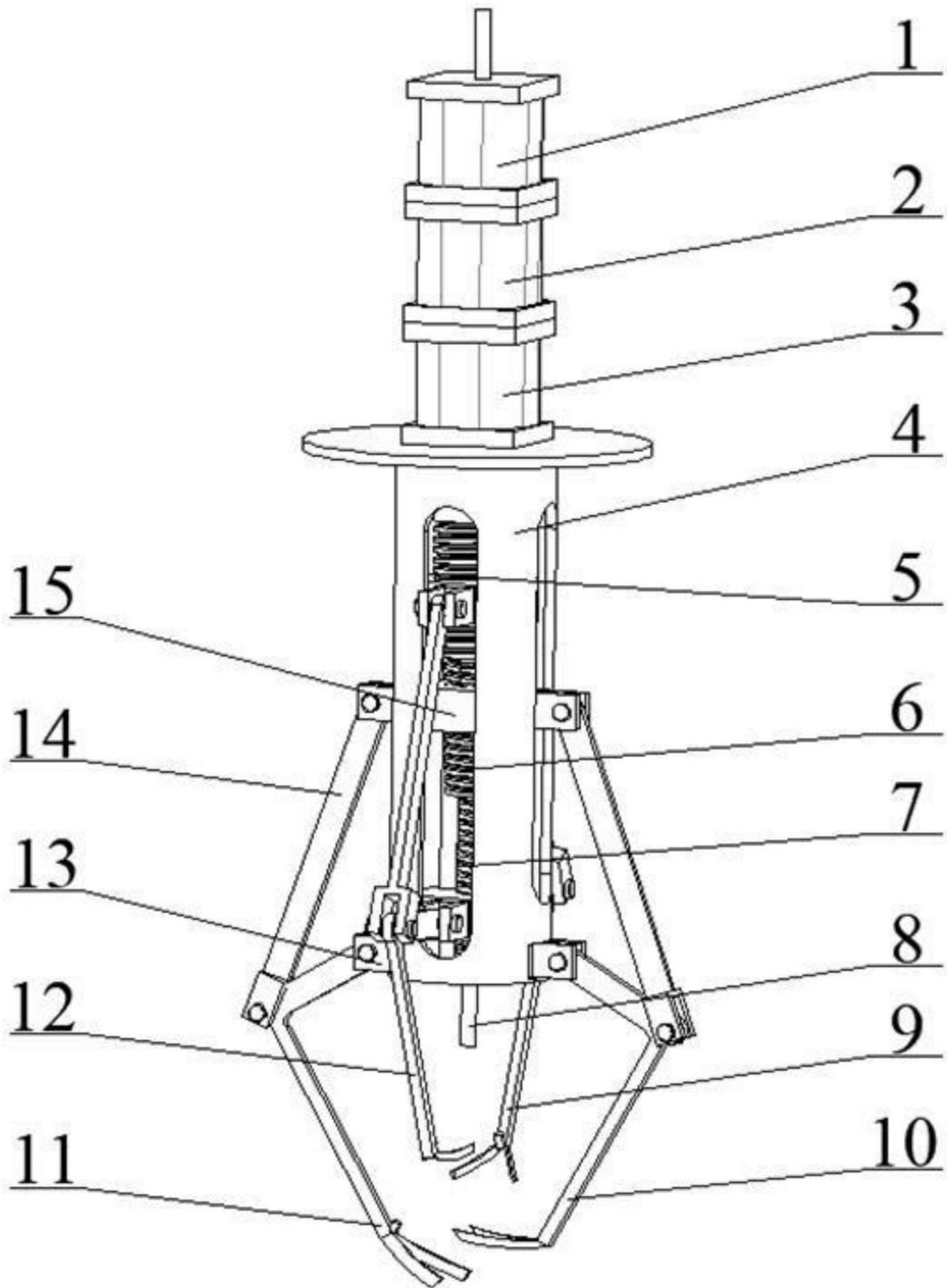


图1

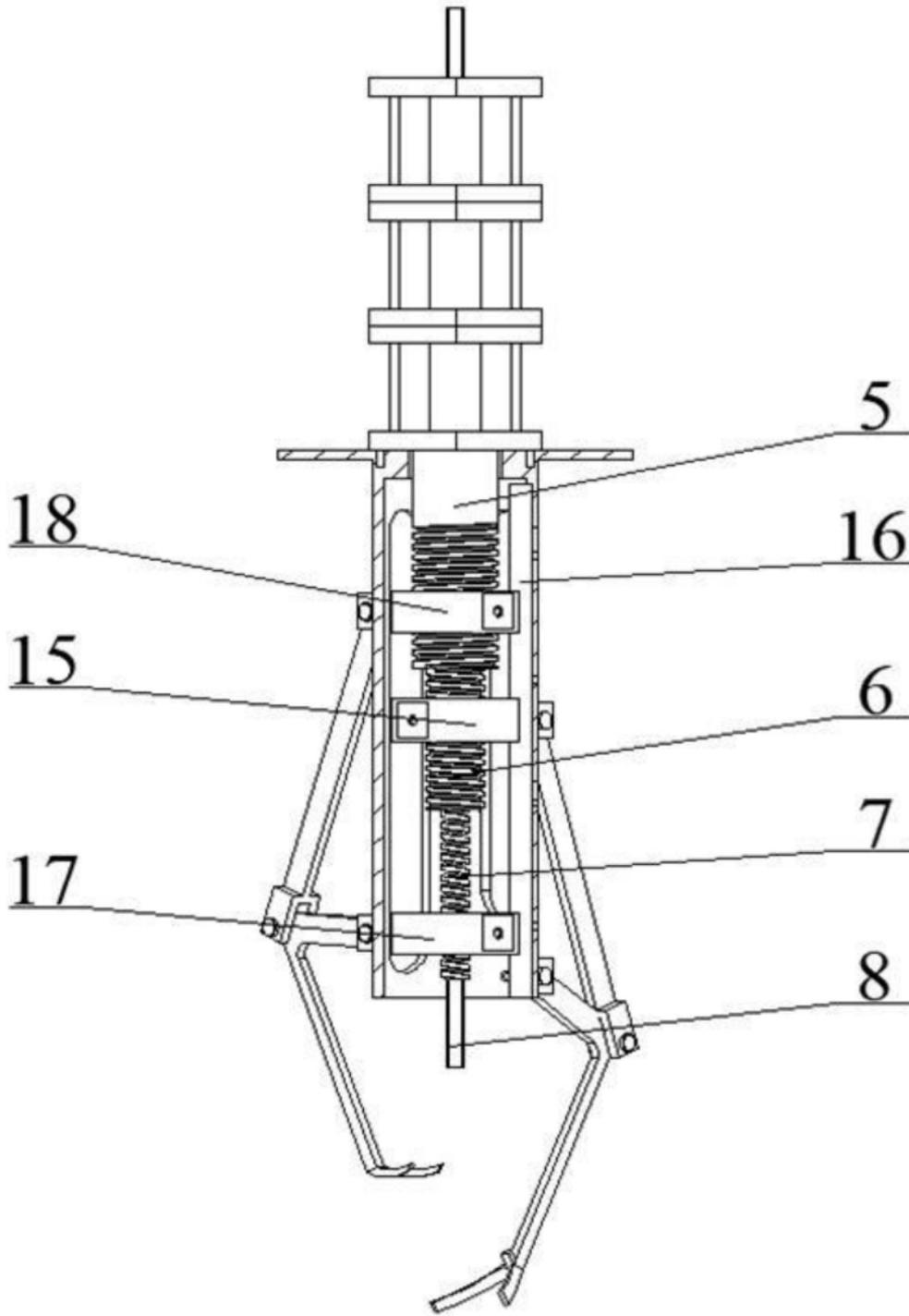


图2

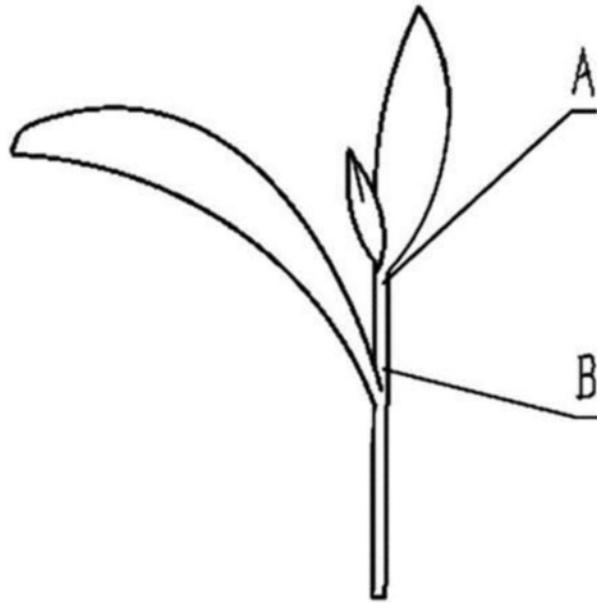


图3

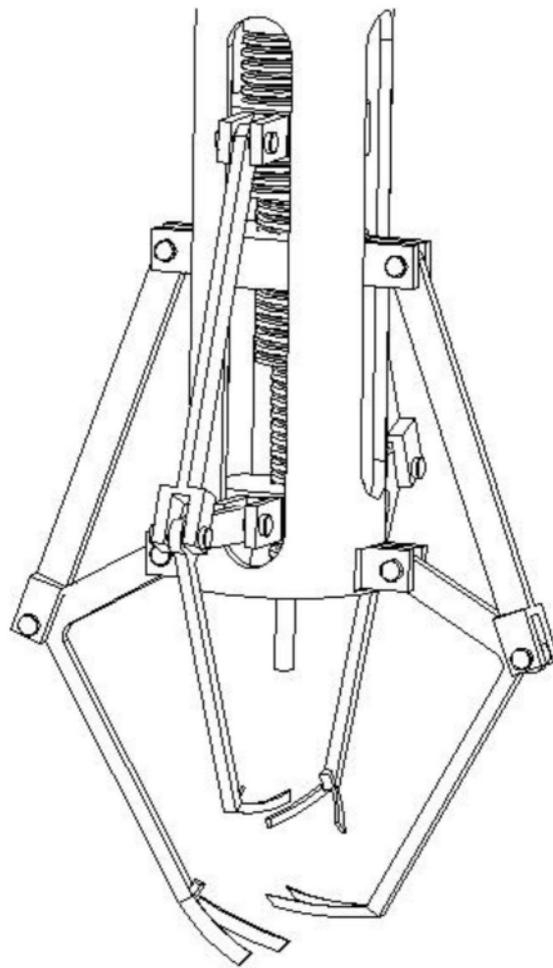


图4

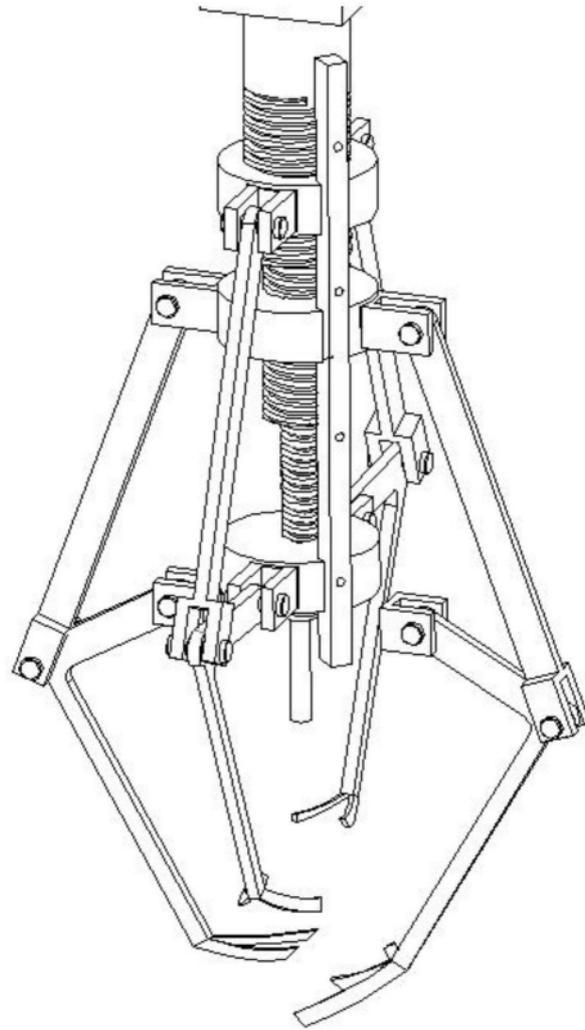


图5

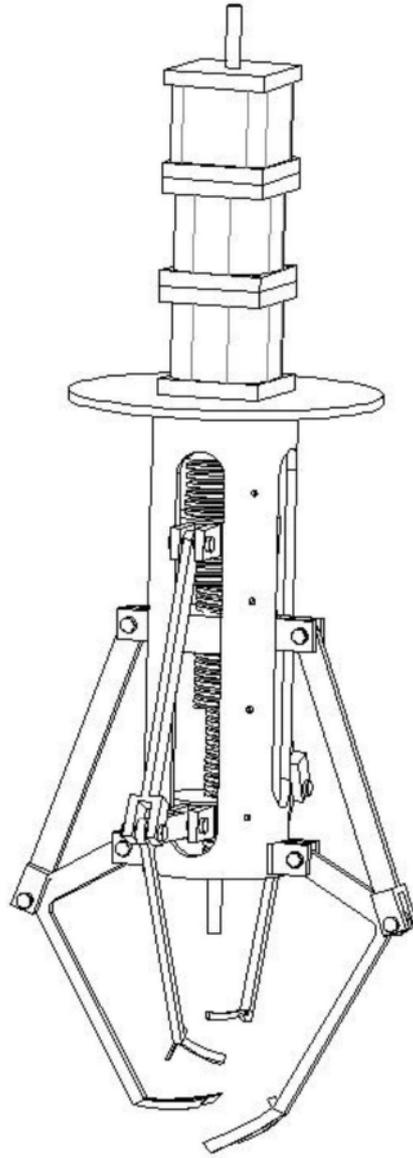


图6