



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109526435 A

(43)申请公布日 2019.03.29

(21)申请号 201811410963.3

A01H 1/02(2006.01)

(22)申请日 2018.11.24

H04L 29/08(2006.01)

(71)申请人 黑龙江工业学院

地址 158100 黑龙江省鸡西市鸡冠区和平南大街99号

(72)发明人 李金懋 张皓博

(74)专利代理机构 成都领航高智知识产权代理有限公司 51285

代理人 王斌

(51)Int.Cl.

A01G 3/02(2006.01)

A01G 9/14(2006.01)

A01G 9/24(2006.01)

A01C 23/04(2006.01)

A01M 7/00(2006.01)

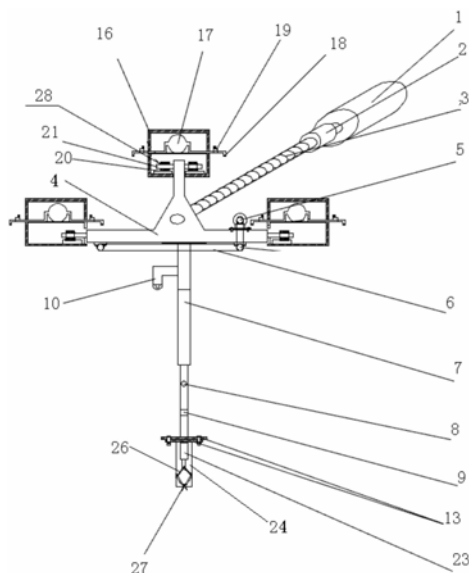
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

## (54)发明名称

一种农业大棚用果树枝条自动修剪系统及修剪方法

## (57)摘要

本发明公开了一种农业大棚用果树枝条自动修剪系统及修剪方法,该修剪系统包括传动模块、图像采集模块、控制模块、剪枝模块、转动模块、控制器和服务器;所述的传动模块包括X向传动模块、Y向传动模块和Z向传动模块;所述的转动模块包括第一回转轴、第二回转轴以及通过第一回转轴和第二回转轴连接的转动杆;所述的图像采集模块为3D扫描仪,3D扫描仪直接连接到服务器;该农业大棚用果树枝条自动修剪系统及修剪方法实现了农业大棚中果树枝条修剪的自动化,提高了枝条修剪效率,降低了劳动成本;与此同时,避免在大棚中进行高温作业,在中控室中就可以对枝条进行模拟剪裁,改善了工作环境。



1. 一种农业大棚用果树枝条自动修剪系统,其特征在于,包括传动模块、图像采集模块、控制模块、剪枝模块、转动模块、控制器和服务;器;

所述的传动模块包括X向传动模块、Y向传动模块和Z向传动模块;其中,Y向传动模块固定在大棚的纵向梁上,纵向梁为下表面形成有开口滑道的空心槽;Y向传动模块包括纵移伺服电机、联轴器、梯形丝杠和倒T字形支架,倒T字形支架的中心设置有与梯形丝杠匹配的螺纹孔;纵移伺服电机固定在大棚支架上且其输出轴通过联轴器连接到梯形丝杠的一端,梯形丝杠的另一端穿过倒T字形支架的螺纹孔固定在倒T字形支架上;倒T字形支架的垂直梁上端固定有带动倒T字形支架的垂直梁在纵向梁开口滑道中滑动的滚轮组件;X向传动模块设置在倒T字形支架的横梁上,包括设置在横梁上的横移伺服电机、两条平行设置的同步带,两同步带之间搭载有连接板,横移伺服电机通过驱动同步带横向左右移动而带动连接板左右移动;连接板固接到Z向传动模块;Z向传动模块包括液压伸缩杆,液压伸缩杆的顶端通过与之相连的滚轮组件在倒T字形支架的横梁内侧的滑道内滑动,液压伸缩杆的中部固结在X向传动模块中的连接板上,底端连接到转动模块;

所述的转动模块包括第一回转轴、第二回转轴以及通过第一回转轴和第二回转轴连接的转动杆,所述的转动杆内部设置有第一回转轴驱动电机和第二回转轴驱动电机;

所述的图像采集模块为3D扫描仪,设置在液压伸缩杆上;

所述的剪枝模块包括支撑板、电缸、剪刀和两个推拉臂;所述电缸固定在支撑板上,两个推拉臂的一端均固定在电缸的伸出轴上,另一端分别以可旋转的方式固定在剪刀的两个刀柄上,剪刀的转轴固定在支撑板下端,从而将刀身延伸到板外;

所述的纵移伺服电机、横移伺服电机、液压伸缩杆、第一回转轴驱动电机、第二回转轴驱动电机均连接到控制器;控制器连接到远端服务器,3D扫描仪直接连接到服务器。

2. 根据权利要求1所述的农业大棚用果树枝条自动修剪系统,其特征在于,还包括设置在大棚的纵向梁上的若干个喷淋模块,所述的喷淋模块包括设置在大棚的纵向梁内部的若干供水管路;所述的供水管路的两侧等间距设置有若干个喷管,喷管的一端连接到供水管路,另一端连接有喷头,且在每一个喷管内部均设置有一个电磁阀,所述的电磁阀连接到控制器。

3. 根据权利要求2所述的农业大棚用果树枝条自动修剪系统,其特征在于,还包括授粉模块,所述授粉模块包括支撑板、电动推杆、储气罐、花粉罐、授粉棒;电动推杆和花粉罐均固定在支撑板上,电动推杆的出气口接到储气罐的进气口,储气罐的出气口通过管道连接到授粉棒,花粉罐与储气罐等高设置,且位于花粉罐下端的出粉口通过内部设有单向阀的管道连接到储气罐与授粉棒之间的管路上;且在储气罐的进气口与出气口处分别设置有进气单向阀和出气单向阀;所述电动推杆连接到控制器。

4. 根据权利要求3所述的农业大棚用果树枝条自动修剪系统,其特征在于,所述的Y向传动模块中梯形丝杠的两端均设置有一个与控制器相连的限位器。

5. 一种基于如权利要求1所述的农业大棚用果树枝条自动修剪系统的修剪方法,其特征在于,包括按顺序进行的下列步骤:

1) 根据大棚的实际情况,在服务器中设定果树的修剪顺序以及果树的修剪模式,并启动该系统;

2) 纵向伺服电机带动梯形丝杠转动,倒T字形支架在梯形丝杠上纵向移动至第一棵待

剪枝果树的位置；

3) 启动3D扫描仪,对待剪枝果树进行3D成像扫描,获得待剪枝果树枝蔓的外形以及位置坐标信息,经多次扫描之后形成完整的枝蔓成型图;

4) 3D扫描仪将完整的枝蔓成型图传送到服务器,并通过与服务器连接的人机交互界面进行显示;

5) 工作人员根据人机交互界面上显示的果树枝蔓成型图,通过鼠标点击枝条的方式进行模拟剪裁,模拟剪裁结束后,启动果树修剪系统,根据模拟剪裁中枝条的修剪顺序来对果树枝条进行修剪;

6) 判断是否完成对当前果树所有枝条的修剪,判断结果为“否”,返回步骤5)对枝条继续进行修剪,若判断结果为“是”,则通过传动模块将倒T字形支架移至下一棵待剪果树,并重复步骤3)-步骤6)。

6. 根据权利要求5所述的农业大棚用果树枝条自动修剪系统的修剪方法,其特征在于,所述的步骤5)对果树枝条进行修剪时,包括如下步骤:

5-1) 根据需要修剪的枝蔓的位置坐标,从修剪设备最近的枝蔓开始进行修剪;

5-2) 根据修剪设备的位置信息,计算出到需修剪的枝蔓三个轴向上的距离;

5-3) 纵向伺服电机通过梯形丝杠带动修剪设备移动到Y向所需的位置,与此同时,横移伺服电机通过从动轮及同步带带动修剪设备移动到X向所需的位置;

5-4) 在X向和Y向均达到指定位置后,判断所需修剪的枝蔓在Z向是否有遮挡,判断依据为需修剪枝蔓的位置坐标、其它枝蔓的位置坐标及修剪设备自身的外形尺寸,如果无遮挡,则控制器控制液压缸带动液压伸缩杆伸出至指定位置,控制器控制电动推杆回缩,电动推杆通过连杆带动剪刀闭合,剪刀将所需修剪的枝蔓进行剪裁;如果有遮挡,则进入下一步;

5-5) 对于有遮挡的枝蔓,根据遮挡枝蔓的位置坐标以及修剪设备自身的外形尺寸,控制器调整第一回转轴与第二回转轴使修剪设备到达所需的位置,控制器控制液压缸带动液压伸缩杆伸出至指定位置,控制器控制电动推杆回缩,电动推杆通过连杆带动剪刀闭合,剪刀将所需修剪的枝蔓进行剪裁,并进入下一步;

5-6) 确定下一个待剪枝条与当前枝条的位置关系,通过传动模块、转动模块的结合调整剪枝模块的位置,并继续对下一个待剪枝条进行修剪,重复步骤5-2)-步骤5-5)。

## 一种农业大棚用果树枝条自动修剪系统及修剪方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及农业大棚自动化技术领域,特别涉及一种农业大棚用果树枝条自动修剪系统及修剪方法。

### 背景技术

[0002] 目前,大棚果树枝条修剪对技术人员的依赖性较大,主要由技术人员根据经验依次对每棵果树进行修剪,对于大规模的大棚果树种植,劳动强度较大,只能聘请多位果树剪枝技术人员同时对果树进行修剪,这无疑增加了大棚种植的投入;与此同时,果树大棚中温度在邻近中午的一段时间内,温度较高,技术人员继续工作会造成不适甚至中暑,在这段时间内,采用人工剪枝时,剪枝工作必须中止,这样无疑会降低剪枝的效率;除此之外,大棚内的温度与湿度与外界相差悬殊,长时间在大棚中劳作会增加患风湿病的风险,有损身体健康;技术人员在剪枝过程中也存在枝条将眼睛戳伤的风险。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种农业大棚用果树枝条自动修剪系统及修剪方法。

[0004] 为此,本发明技术方案如下:

[0005] 一种农业大棚用果树枝条自动修剪系统,包括传动模块、图像采集模块、控制模块、剪枝模块、转动模块、控制器和服务;器;

[0006] 所述的传动模块包括X向传动模块、Y向传动模块和Z向传动模块;其中,Y向传动模块固定在大棚的纵向梁上,纵向梁为下表面形成有开口滑道的空心槽;Y向传动模块包括纵移伺服电机、联轴器、梯形丝杠和倒T字形支架,倒T字形支架的中心设置有与梯形丝杠匹配的螺纹孔;纵移伺服电机固定在大棚支架上且其输出轴通过联轴器连接到梯形丝杠的一端,梯形丝杠的另一端穿过倒T字形支架的螺纹孔固定在倒T字形支架上;倒T字形支架的垂直梁上端固定有带动倒T字形支架的垂直梁在纵向梁开口滑道中滑动的滚轮组件;X向传动模块设置在倒T字形支架的横梁上,包括设置在横梁上的横移伺服电机、两条平行设置的同步带,两同步带之间搭载有连接板,横移伺服电机通过驱动同步带横向左右移动而带动连接板左右移动;连接板固接到Z向传动模块;Z向传动模块包括液压伸缩杆,液压伸缩杆的顶端通过与之相连的滚轮组件在倒T字形支架的横梁内侧的滑道内滑动,液压伸缩杆的中部固结在X向传动模块中的连接板上,底端连接到转动模块;

[0007] 所述的转动模块包括第一回转轴、第二回转轴以及通过第一回转轴和第二回转轴连接的转动杆,所述的转动杆内部设置有第一回转轴驱动电机和第二回转轴驱动电机;

[0008] 所述的图像采集模块为3D扫描仪,设置在液压伸缩杆上;

[0009] 所述的剪枝模块包括支撑板、电缸、剪刀和两个推拉臂;所述电缸固定在支撑板上,两个推拉臂的一端均固定在电缸的伸出轴上,另一端分别以可旋转的方式固定在剪刀的两个刀柄上,剪刀的转轴固定在支撑板下端,从而将刀身延伸到板外;

[0010] 所述的纵移伺服电机、横移伺服电机、液压伸缩杆、第一回转轴驱动电机、第二回

转轴驱动电机均连接到控制器;控制器连接到远端服务器,3D扫描仪直接连接到服务器。

[0011] 近一步的,还包括设置在大棚的纵向梁上的若干个喷淋模块,所述的喷淋模块包括设置在大棚的纵向梁内部的若干供水管路;所述的供水管路的两侧等间距设置有若干个喷管,喷管的一端连接到供水管路,另一端连接有喷头,且在每一个喷管内部均设置有一个电磁阀,所述的电磁阀连接到控制器。

[0012] 近一步的,还包括授粉模块,所述授粉模块包括支撑板、电动推杆、储气罐、花粉罐、授粉棒;电动推杆和花粉罐均固定在支撑板上,电动推杆的出气口接到储气罐的进气口,储气罐的出气口通过管道连接到授粉棒,花粉罐与储气罐等高设置,且位于花粉罐下端的出粉口通过内部设有单向阀的管道连接到储气罐与授粉棒之间的管路上;且在储气罐的进气口与出气口处分别设置有进气单向阀和出气单向阀;所述电动推杆连接到控制器。

[0013] 近一步的,所述的Y向传动模块中梯形丝杠的两端均设置有一个与控制器相连的限位器。

[0014] 一种农业大棚用果树枝条自动修剪方法,包括按顺序进行的下列步骤:

[0015] 1) 根据大棚的实际情况,在服务器中设定果树的修剪顺序以及果树的修剪模式,并启动该系统;

[0016] 2) 纵向伺服电机带动梯形丝杠转动,倒T字形支架在梯形丝杠上纵向移动至第一棵待剪枝果树的位置;

[0017] 3) 启动3D扫描仪,对待剪枝果树进行3D成像扫描,获得待剪枝果树枝蔓的外形以及位置坐标信息,经多次扫描之后形成完整的枝蔓成型图;

[0018] 4) 3D扫描仪将完整的枝蔓成型图传送到服务器,并通过与服务器连接的人机交互界面进行显示;

[0019] 5) 工作人员根据人机交互界面上显示的果树枝蔓成型图,通过鼠标点击枝条的方式进行模拟剪裁,模拟剪裁结束后,启动果树修剪系统,根据模拟剪裁中枝条的修剪顺序来对果树枝条进行修剪;

[0020] 6) 判断是否完成对当前果树所有枝条的修剪,判断结果为“否”,返回步骤5)对枝条继续进行修剪,若判断结果为“是”,则通过传动模块将倒T字形支架移至下一棵待剪果树,并重复步骤3)-步骤6)。

[0021] 近一步的,所述的步骤5)对果树枝条进行修剪时,包括如下步骤:

[0022] 5-1) 根据需要修剪的枝蔓的位置坐标,从修剪设备最近的枝蔓开始进行修剪;

[0023] 5-2) 根据修剪设备的位置信息,计算出到需修剪的枝蔓三个轴向的距离;

[0024] 5-3) 纵向伺服电机通过梯形丝杠带动修剪设备移动到Y向所需的位置,与此同时,横移伺服电机通过从动轮及同步带带动修剪设备移动到X向所需的位置;

[0025] 5-4) 在X向和Y向均达到指定位置后,判断所需修剪的枝蔓在Z向是否有遮挡,判断依据为需修剪枝蔓的位置坐标、其它枝蔓的位置坐标及修剪设备自身的外形尺寸,如果无遮挡,则控制器控制液压缸带动液压伸缩杆伸出至指定位置,控制器控制电动推杆回缩,电动推杆通过连杆带动剪刀闭合,剪刀将所需修剪的枝蔓进行剪裁;如果有遮挡,则进入下一步;

[0026] 5-5) 对于有遮挡的枝蔓,根据遮挡枝蔓的位置坐标以及修剪设备自身的外形尺寸,控制器调整第一回转轴与第二回转轴使修剪设备到达所需的位置,控制器控制液压缸

带动液压伸缩杆伸出至指定位置,控制器控制电动推杆回缩,电动推杆通过连杆带动剪刀闭合,剪刀将所需修剪的枝蔓进行剪裁,并进入下一步;

[0027] 5-6) 确定下一个待剪枝条与当前枝条的位置关系,通过传动模块、转动模块的结合调整剪枝模块的位置,并继续对下一个待剪枝条进行修剪,重复步骤5-2)-步骤5-5)。

[0028] 与现有技术相比,该农业大棚用果树枝条自动修剪系统及修剪方法实现了农业大棚中果树枝条修剪的自动化,提高了枝条修剪效率,降低了劳动成本;与此同时,避免在大棚中进行高温作业,在中控室中就可以对枝条进行模拟剪裁,改善了工作环境。

## 附图说明

[0029] 图1为农业大棚的结构示意图。

[0030] 图2为该农业大棚用果树枝条自动修剪系统中传动模块的主视图。

[0031] 图3为该农业大棚用果树枝条自动修剪系统的结构示意图。

[0032] 图4为该农业大棚用果树枝条自动修剪系统中喷淋模块的局部放大示意图。

[0033] 图5为该农业大棚用果树枝条自动修剪系统修剪动作示意图。

[0034] 图6为剪枝模块的结构示意图。

[0035] 图7为授粉模块的结构示意图。

[0036] 图8为该农业大棚用果树枝条自动修剪系统的控制结构框图。

[0037] 图9为滚轮组件的结构示意图。

## 具体实施方式

[0038] 下面结合附图及具体实施例对本发明做进一步的说明,但下述实施例绝非对本发明有任何限制。

[0039] 实施例1:

[0040] 一种农业大棚用果树枝条自动修剪系统,包括传动模块、图像采集模块、控制模块、剪枝模块、转动模块、控制器和服务;器;

[0041] 所述的传动模块包括X向传动模块、Y向传动模块和Z向传动模块;其中,Y向传动模块固定在大棚的纵向梁上,纵向梁为下表面形成有开口滑道的空心槽;如图1所示,Y向传动模块包括纵移伺服电机1、联轴器2、梯形丝杠3和倒T字形支架4,倒T字形支架4的中心设置有与梯形丝杠3匹配的螺纹孔;梯形丝杠3较之普通丝杠传动效率更高,齿形强度高,能够承受更大的单向压力,抗磨损,具有较好的磨损补偿能力;纵移伺服电机1固定在大棚支架上且其输出轴通过联轴器2连接到梯形丝杠3的一端,梯形丝杠3的另一端穿过倒T字形支架4的螺纹孔固定在倒T字形支架4上;倒T字形支架4的垂直梁上端固定有带动倒T字形支架4的垂直梁在纵向梁开口滑道中滑动的滚轮组件28,如图9所示,所述的滚轮组件28包括支撑轴2801、轮轴2802和连接在轮轴2802上的滚轮2803;除此之外,所述的Y向传动模块中梯形丝杠3的两端均设置有一个与控制器相连的限位器;X向传动模块设置在倒T字形支架4的横梁上,包括设置在横梁上的横移伺服电机5、两条平行设置的同步带6,两同步带6之间搭载有连接板61,横移伺服电机5通过驱动同步带6横向左右移动而带动连接板61左右移动,同步带传动在工作时无滑动,有准确的传动比传动效率高,节能效果好传动比范围大,结构紧凑恶劣环境条件下能正常工作;连接板61固接到Z向传动模块;Z向传动模块包括液压伸缩杆

7, 液压伸缩杆7的顶端通过与之相连的滚轮组件28在倒T字形支架4的横梁内侧的滑道内滑动, 液压伸缩杆7的中部固结在X向传动模块中的连接板61上, 底端连接到转动模块;

[0042] 如图8所示, 所述的转动模块包括第一回转轴8、第二回转轴9以及通过第一回转轴8和第二回转轴9连接的转动杆, 所述的转动杆内部设置有第一回转轴驱动电机和第二回转轴驱动电机;

[0043] 所述的图像采集模块包括3D扫描仪10, 设置在液压伸缩杆7上;

[0044] 如图6所示, 所述的剪枝模块包括支撑板24、电缸23、剪刀27和两个推拉臂26; 所述电缸23固定在支撑板24上, 两个推拉臂26的一端均固定在电缸23的伸出轴上, 另一端分别以可旋转的方式固定在剪刀27的两个刀柄上, 剪刀27的转轴固定在支撑板24下端, 从而将刀身延伸到板外;

[0045] 所述的纵移伺服电机1、横移伺服电机5、液压伸缩杆7、第一回转轴驱动电机、第二回转轴驱动电机均连接到控制器; 控制器连接到远端服务器, 3D扫描仪10直接连接到服务器。

[0046] 实施例2:

[0047] 与实施例1的不同之处在于, 该农业大棚用果树枝条自动修剪系统还包括设置在大棚的纵向梁上的若干个喷淋模块, 如图4所示, 所述的喷淋模块包括设置在大棚的纵向梁内部的若干供水17; 所述的供水管路17的两侧等间距设置有若干个喷管, 喷管的一端连接到供水管路17, 另一端连接有喷头18, 且在每一个喷管内部均设置有一个电磁阀19, 所述的电磁阀19连接到控制器;

[0048] 该喷淋模块可以用来为果树喷洒农药, 也可以用来为叶片表面补充水分或者喷洒叶面肥, 控制器通过控制电磁阀19的打开与闭合来管制喷洒管路的导通与关断, 从而实现对整个大棚果树的喷淋作业, 提高了工作效率, 同时也避免传统人工作业对人体造成的伤害。

[0049] 实施例3:

[0050] 与实施例1的不同之处在于, 该农业大棚用果树枝条自动修剪系统还包括授粉模块, 如图7所示, 所述授粉模块包括固定板29、电动推杆30、储气罐31、花粉罐32、授粉棒33; 电动推杆30和花粉罐32均固定在固定板29上, 电动推杆30的出气口接到储气罐31的进气口, 储气罐31的出气口通过管道连接到授粉棒33, 所述授粉棒33的材质为透气大孔海绵, 在授粉过程中, 可以有效地防止花粉浪费, 提高了花粉的利用率; 花粉罐32与储气罐31等高设置, 有利于花粉罐32中的花粉滑入储气罐31的出气口处, 且位于花粉罐32下端的出粉口通过内部设有单向阀的管道连接到储气罐31与授粉棒33之间的管路上; 且在储气罐31的进气口与出气口处分别设置有进气单向阀和出气单向阀; 所述电动推杆30连接到控制器。

[0051] 该授粉模块在使用时, 首先将该农业大棚用果树枝条自动修剪系统中的剪枝模块从末端连接法兰13上拆卸下来, 再将该授粉模块固定在末端连接法兰13上, 在授粉过程中, 采用区域撒粉的方法, 根据果树的大小划分成若干个花粉喷洒区域, 通过传动机构将授粉模块移至果树上, 并依次对每个区域进行撒粉, 单棵果树完成撒粉后, 对下一棵果树继续进行撒粉, 撒粉过程中, 控制器控制电动推杆30伸出, 并压缩储气罐31中的气体, 在储气罐31出气口方向产生向下的气流, 该气流将储气罐31出气口下方的花粉喷洒出去, 从而完成授粉。

[0052] 一种农业大棚用果树枝条自动修剪方法,包括按顺序进行的下列步骤:

[0053] 1) 根据大棚的实际情况,在服务器中设定果树的修剪顺序以及果树的修剪模式,并启动该系统;

[0054] 2) 纵向伺服电机带动梯形丝杠转动,倒T字形支架在梯形丝杠上纵向移动至第一棵待剪枝果树的位置;

[0055] 3) 启动3D扫描仪,对待剪枝果树进行3D成像扫描,获得待剪枝果树枝蔓的外形以及位置坐标信息,经多次扫描之后形成完整的枝蔓成型图;

[0056] 4) 3D扫描仪将完整的枝蔓成型图传送到服务器,并通过与服务器连接的人机交互界面进行显示;

[0057] 5) 工作人员根据人机交互界面上显示的果树枝蔓成型图,通过鼠标点击枝条的方式进行模拟剪裁,模拟剪裁结束后,启动果树修剪系统,根据模拟剪裁中枝条的修剪顺序来对果树枝条进行修剪;对果树枝条进行修剪时,包括如下步骤:

[0058] 5-1) 根据需要修剪的枝蔓的位置坐标,从修剪设备最近的枝蔓开始进行修剪;

[0059] 5-2) 根据修剪设备的位置信息,计算出到需修剪的枝蔓三个轴向上的距离;

[0060] 5-3) 纵向伺服电机通过梯形丝杠带动修剪设备移动到Y向所需的位置,与此同时,横移伺服电机通过从动轮及同步带带动修剪设备移动到X向所需的位置;

[0061] 5-4) 在X向和Y向均达到指定位置后,判断所需修剪的枝蔓在Z向是否有遮挡,判断依据为需修剪枝蔓的位置坐标、其它枝蔓的位置坐标及修剪设备自身的外形尺寸,若无遮挡,则控制器控制液压缸带动液压伸缩杆伸出至指定位置,控制器控制电动推杆回缩,电动推杆通过连杆带动剪刀闭合,剪刀将所需修剪的枝蔓进行剪裁;如果有遮挡,则进入下一步;

[0062] 5-5) 对于有遮挡的枝蔓,根据遮挡枝蔓的位置坐标以及修剪设备自身的外形尺寸,控制器调整第一回转轴与第二回转轴使修剪设备到达所需的位置,控制器控制液压缸带动液压伸缩杆伸出至指定位置,控制器控制电动推杆回缩,电动推杆通过连杆带动剪刀闭合,剪刀将所需修剪的枝蔓进行剪裁,并进入下一步;

[0063] 5-6) 确定下一个待剪枝条与当前枝条的位置关系,通过传动模块、转动模块的结合调整剪枝模块的位置,并继续对下一个待剪枝条进行修剪,重复步骤5-2)-步骤5-5)。

[0064] 6) 判断是否完成对当前果树所有枝条的修剪,判断结果为“否”,返回步骤5)对枝条继续进行修剪,若判断结果为“是”,则通过传动模块将倒T字形支架移至下一棵待剪果树,并重复步骤3)-步骤6)。



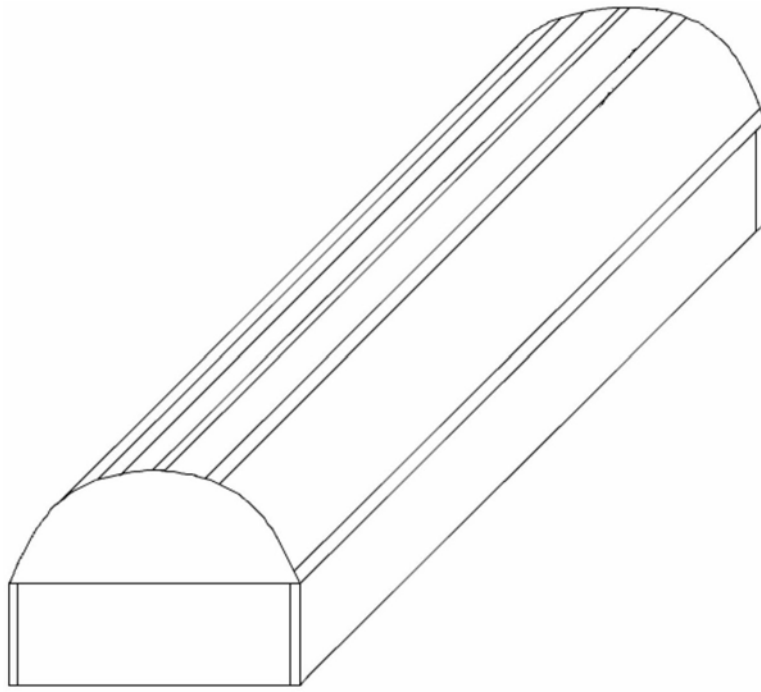


图1

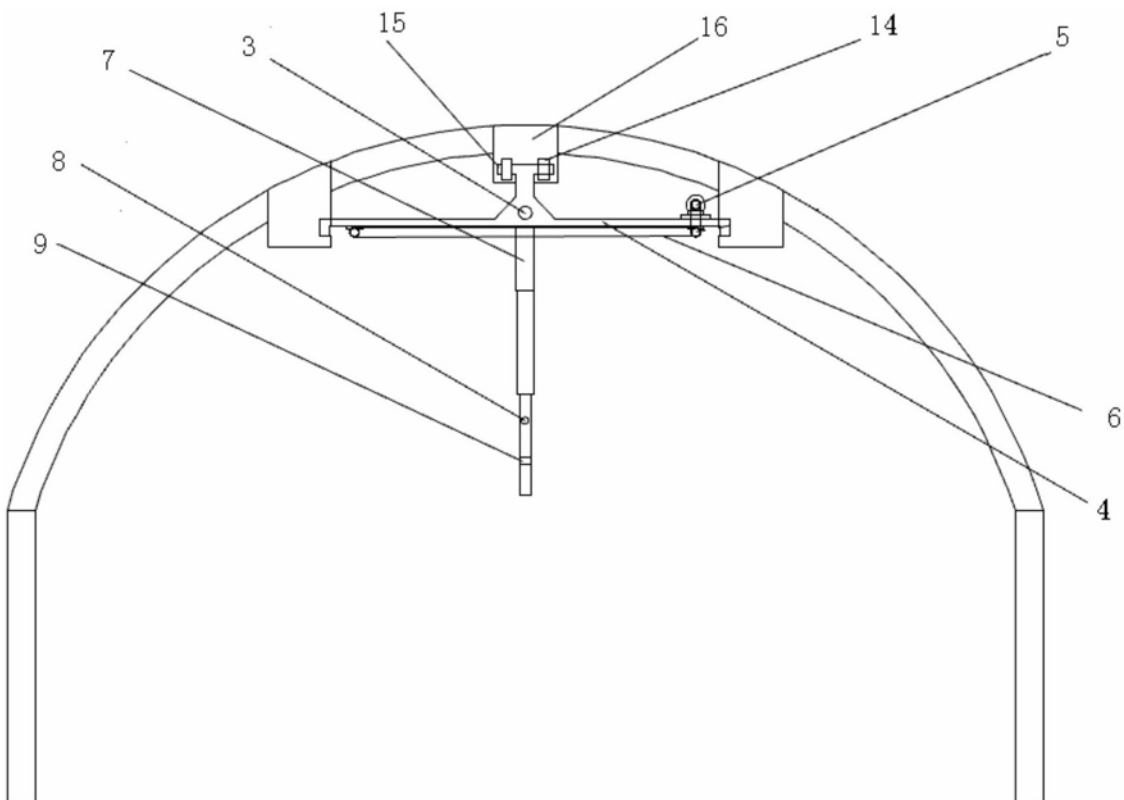


图2

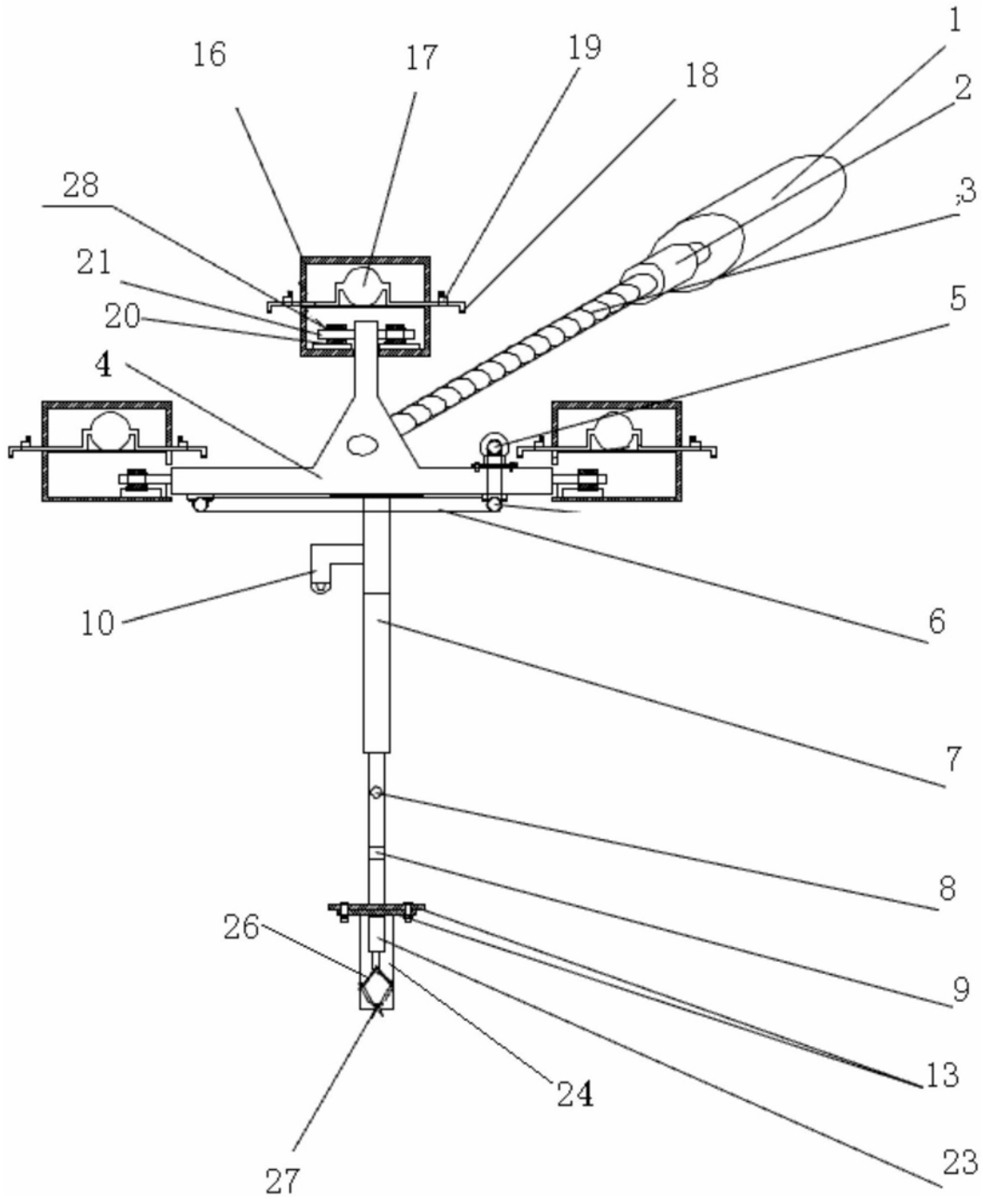


图3

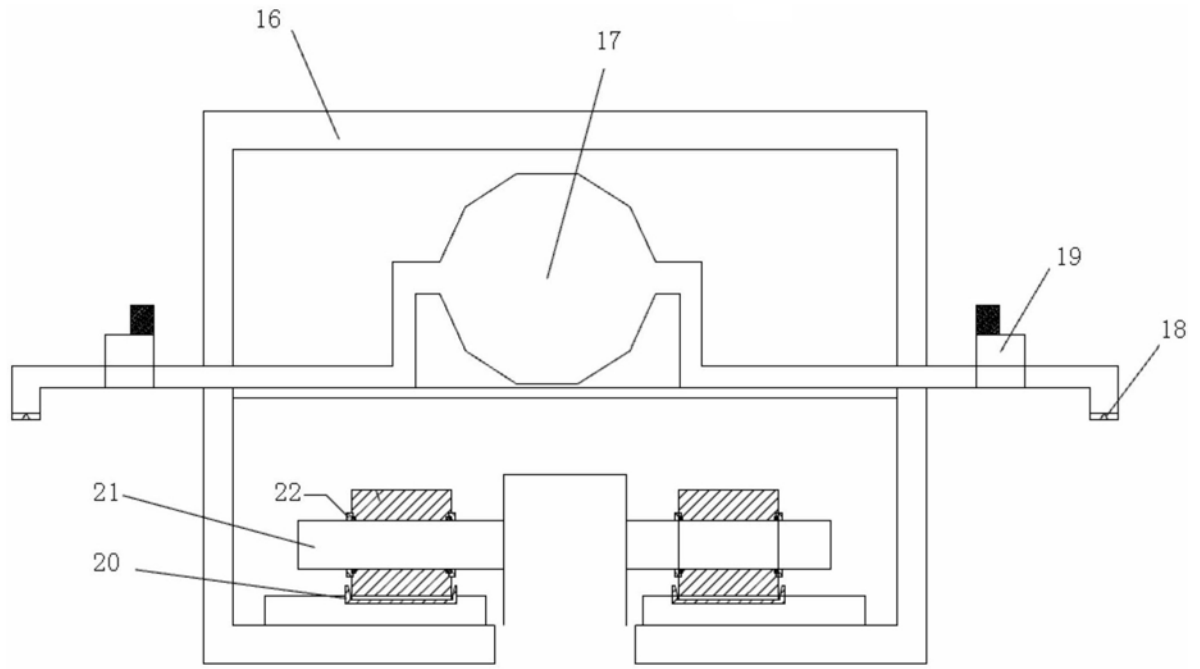


图4

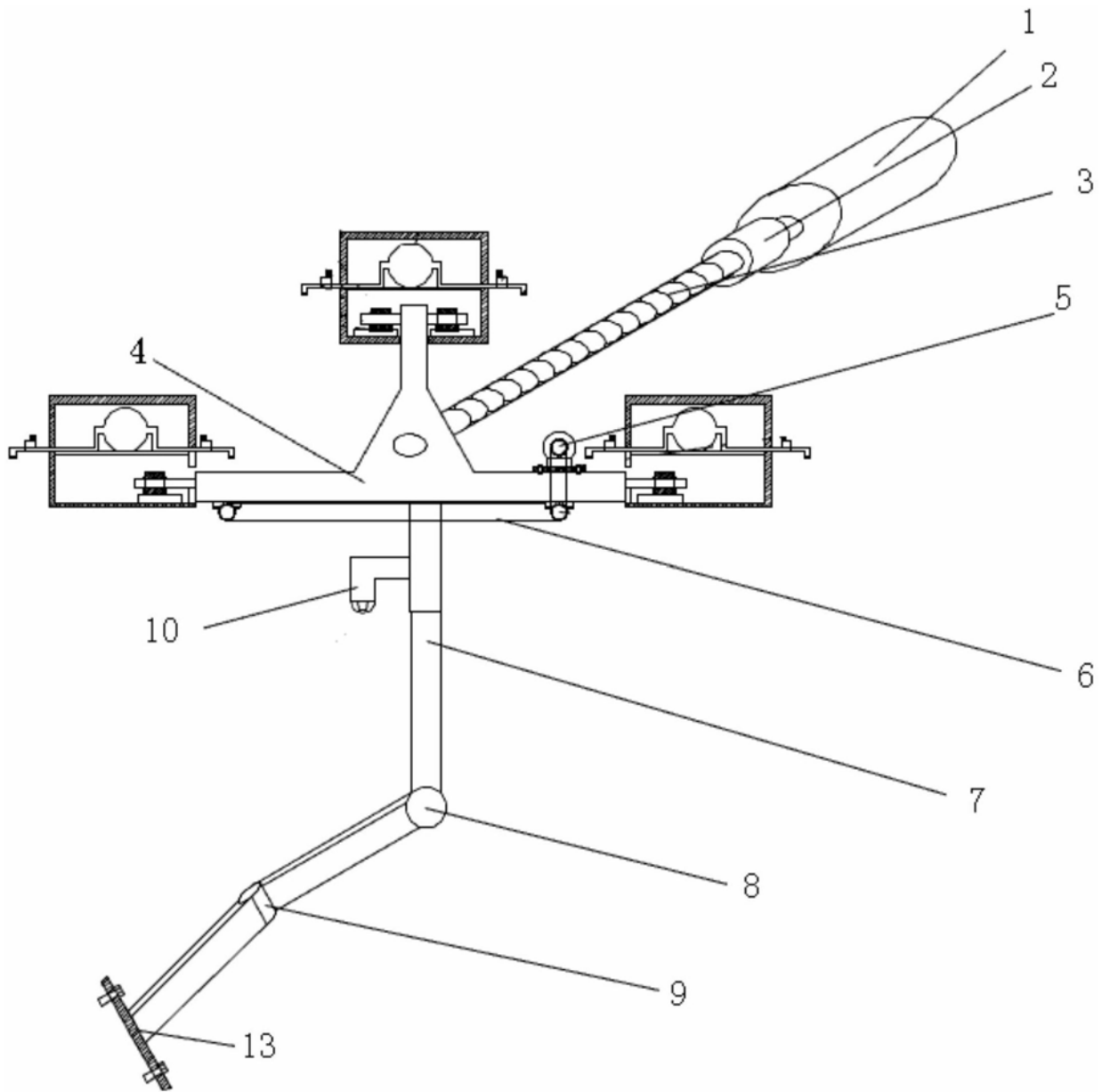


图5

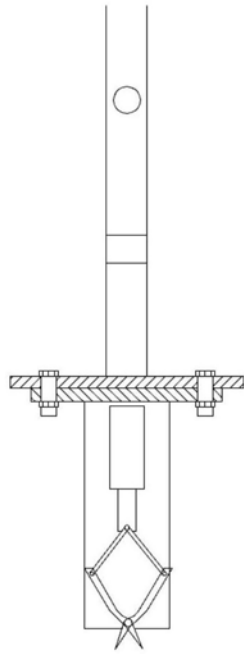


图6

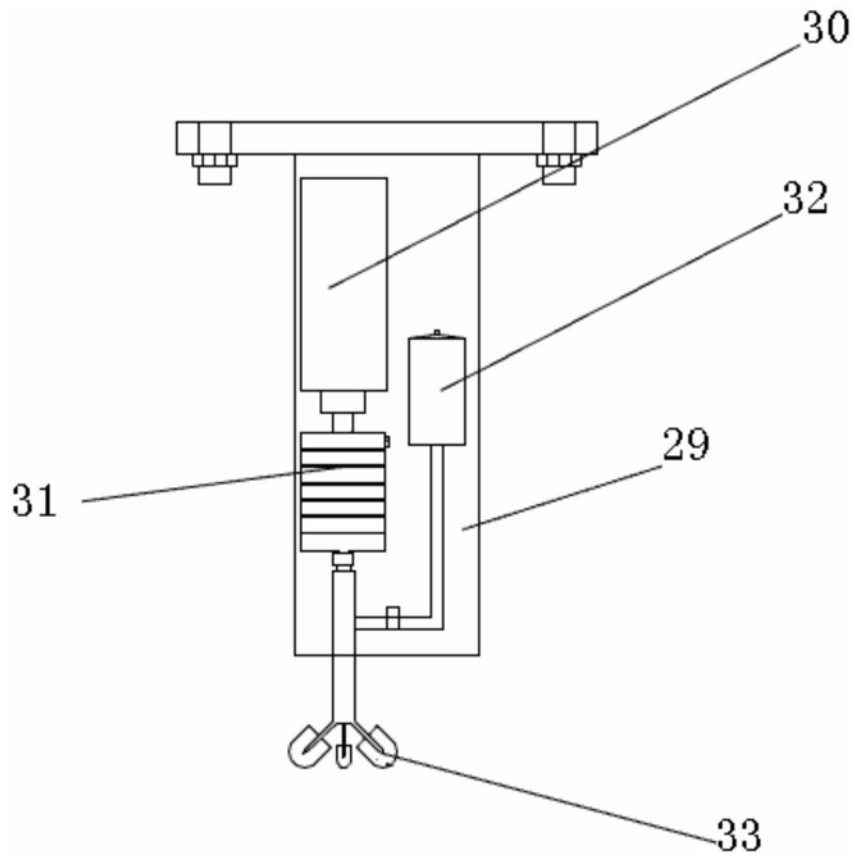


图7

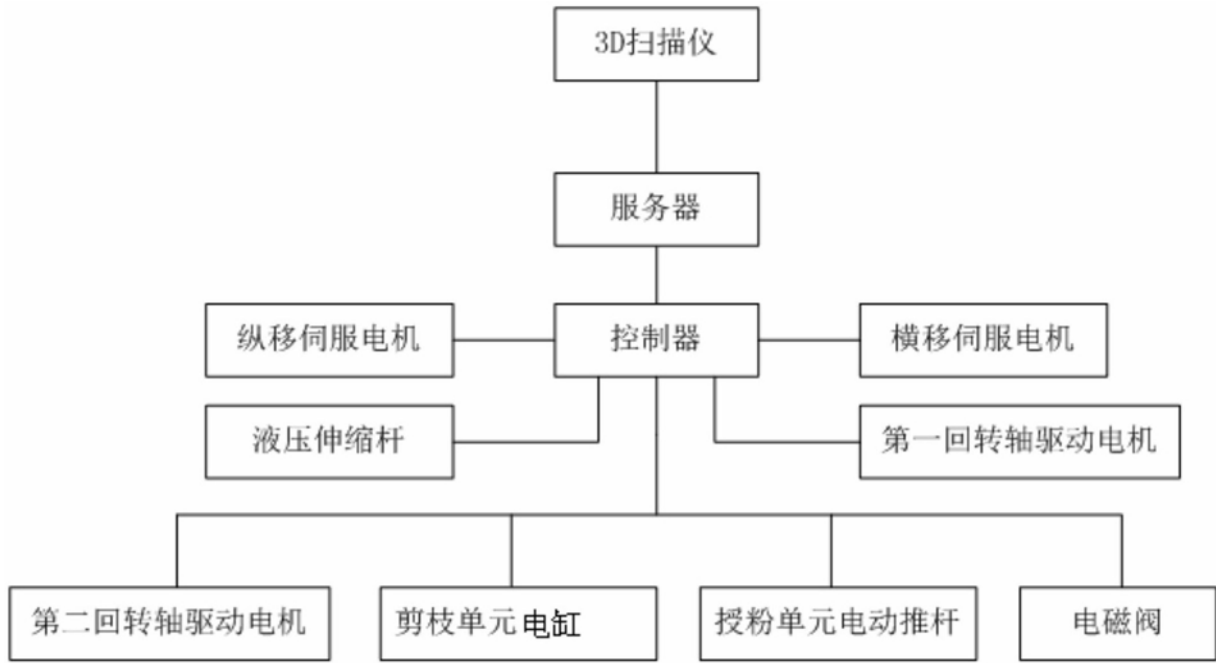


图8

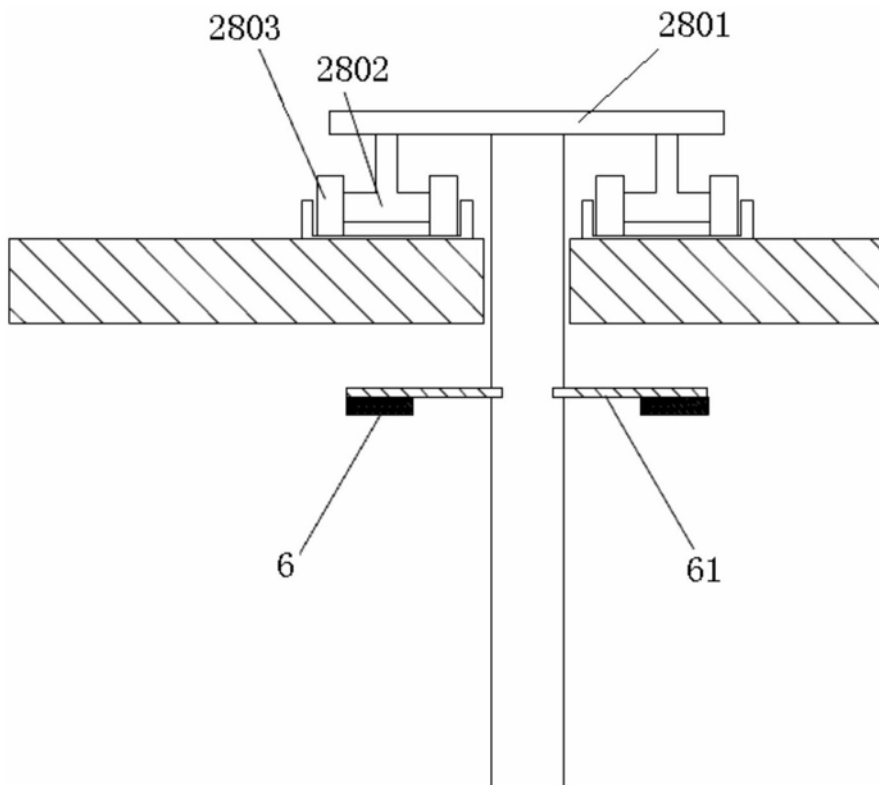


图9