



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109699301 A

(43)申请公布日 2019.05.03

(21)申请号 201910132262.6

(22)申请日 2019.02.22

(71)申请人 四川农业大学

地址 611131 四川省成都市温江区公平镇
惠民路211号

(72)发明人 许丽佳 刘钰崧 朱思洁 张忠强
陈昕远 吴春梅

(74)专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理
有限公司 51214

代理人 韩雪

(51)Int.Cl.

A01D 46/30(2006.01)

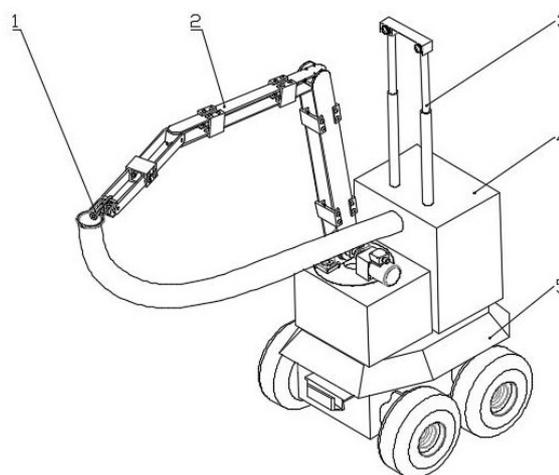
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

一种智能柑橘采摘机及柑橘采摘方法

(57)摘要

一种智能柑橘采摘机及柑橘采摘方法,智能柑橘采摘机包括采摘机本体,采摘机本体上设置有机械臂,所述机械臂的一端与采摘机本体连接,其另一端连接有末端执行器,末端执行器包括采摘篮框、开合机构和切刀组件,采摘篮框包括相互配合的可合拢/展开的第一采摘架与第二采摘架,第一采摘架与第二采摘架均与开合机构连接,切刀组件分别配合设置在第一采摘架与第二采摘架上;当柑橘位于采摘篮框内时,采摘机本体控制开合机构带动第一采摘架与第二采摘架由水平位置相对合拢至竖直位置,带动切刀组件相互配合对柑橘的果梗进行切割。本发明公开的智能柑橘采摘机能有效的降低对柑橘的损伤率,采摘效率高。



1. 一种智能柑橘采摘机,包括采摘机本体,其特征在于:采摘机本体上设置有机臂(2),所述机械臂(2)的一端与采摘机本体连接,其另一端连接有末端执行器(1),所述末端执行器(1)包括采摘篮框(11)、开合机构(14)和切刀组件,所述采摘篮框(11)包括相互配合的可合拢/展开的第一采摘架(111)与第二采摘架(112),所述第一采摘架(111)与第二采摘架(112)均与开合机构(14)连接,所述切刀组件分别配合设置在第一采摘架(111)与第二采摘架(112)上;当柑橘位于采摘篮框(11)内时,采摘机本体控制开合机构(14)带动第一采摘架(111)与第二采摘架(112)由水平位置相对合拢至竖直位置,带动切刀组件相互配合对柑橘的果梗进行切割。

2. 如权利要求1所述的智能柑橘采摘机,其特征在于:所述末端执行器还包括颜色传感器和真空吸盘(13),所述颜色传感器设置在采摘篮框(11)的下方,用于检测柑橘颜色,所述真空吸盘(13)用于吸持固定柑橘。

3. 如权利要求2所述的智能柑橘采摘机,其特征在于:所述第一采摘架(111)与第二采摘架(112)的形状相同,所述第一采摘架(111)与第二采摘架(112)铰接;所述切刀组件包括刀片(12)和刀鞘(16),所述刀片(12)和刀鞘(16)分别配合地设置在第一采摘架(111)与第二采摘架(112)上;当柑橘位于采摘篮框(11)内时,采摘机本体控制开合机构(14)带动第一采摘架(111)与第二采摘架(112)由水平位置相对合拢至竖直位置,带动刀片(12)和刀鞘(16)相互配合对柑橘的果根进行切割。

4. 如权利要求3所述的智能柑橘采摘机,其特征在于:所述第一采摘架(111)和第二采摘架(112)均为圆弧形结构;所述第一采摘架(111)的一端与第二采摘架(112)的一端铰接,所述第一采摘架(111)的另一端和第二采摘架(112)的另一端之间存在间隙,并均与开合机构(14)连接;所述刀片(12)嵌设在第一采摘架(111)上,并布满第一采摘架(111)的弧形长度,所述刀鞘(16)嵌设在第二采摘架(112)上,并布满第二采摘架(112)的弧形长度。

5. 如权利要求4所述的智能柑橘采摘机,其特征在于:所述第一采摘架(111)上设有第一凹槽,所述刀片(12)设置在第一凹槽内,其底部与第一凹槽槽底固定连接,所述刀片(12)的高度与第一凹槽的槽深一致;所述第二采摘架(112)上设有第二凹槽,所述刀鞘(16)设置在第二凹槽内,其底部与第二凹槽的槽底固定连接,所述刀鞘(16)的高度大于第二凹槽的槽深;所述第一采摘架(111)和第二采摘架(112)均采用橡胶材料制成。

6. 如权利要求5所述的智能柑橘采摘机,其特征在于:所述开合机构(14)包括气缸(141)、移动杆(142)、两个齿轮(144)和两个手指(143),所述移动杆(142)的一端与气缸(141)内的活塞连接,其另一端设有若干个环形槽,所述两个齿轮(144)设置在移动杆(142)另一端的两侧,并与环形槽啮合,所述两个手指(143)分别设置在两齿轮(144)上;所述第一采摘架(111)的另一端和第二采摘架(112)另一端通过连接件(15)分别与两个手指(143)连接;所述移动杆(142)在气缸内活塞的作用下上下移动,并带动两个齿轮(144)相对转动,使两个手指(143)带动第一采摘架(111)与第二采摘架(112)由水平位置相对合拢至竖直位置。

7. 如权利要求6所述的智能柑橘采摘机,其特征在于:所述采摘机本体包括行走装置(5)、动力箱(24)、图像采集机构(3)和控制系统;所述动力箱(24)设置在行走装置(5)上,所述机械臂(2)的一端与动力箱(24)连接,其另一端与末端执行器(1)连接;所述动力箱(24)内部设有用于控制开合机构(14)的气缸(141)和真空吸盘(13)工作的气动控制机构;所述

图像采集机构(3)设置在行走装置(5)上,用于拍摄柑橘图像;所述控制系统用于协调控制行走装置(5)、机械臂(2)、末端执行器(1)和图像采集机构(3)的工作;所述颜色传感器与控制系统连接。

8.如权利要求7所述的智能柑橘采摘机,其特征在于:所述机械臂(2)包括转盘(26)、第一臂(23)、第二臂(22)和第三臂(21),所述转盘(26)转动设置在动力箱(24)上方,所述第一臂(23)通过第一关节与转盘(26)转动连接,所述第二臂(22)通过第二关节与第一臂(23)转动连接,所述第三臂(21)通过第三关节与第二臂(22)转动连接,所述末端执行器(1)通过第四关节与第三臂(21)转动连接;所述气动控制机构包括真空泵和储气罐,所述真空泵通过第一气管与真空吸盘(13)连接,用于控制真空吸盘(13)的工作,所述储气罐与所述真空泵连接,用于储存真空泵抽出的气体,所述储气罐通过第二气管与开合机构(14)的气缸(141)连接,控制气缸(141)中活塞的运动;所述图像采集机构(3)包括升降机构(32)和双目摄像头,所述升降机构(32)设置在行走装置(5)上,带动双目摄像头(31)上下移动,所述双目摄像头(31)与控制系统连接。

9.如权利要求8所述的智能柑橘采摘机,其特征在于:所述采摘机本体还包括收集机构(4),所述收集机构(4)包括收集箱(41)和柔性收集管(42),所述收集箱(41)设置在行走装置(5)上,所述柔性收集管(42)的进口与采摘篮框(11)连接,其出口与收集箱(41)连通;所述颜色传感器位于柔性收集管(42)内部;所述收集箱(41)底部设有与控制系统连接的压力传感器。

10.一种柑橘采摘方法,其特征在于:采用权利要求9所述的智能柑橘采摘机进行采摘,包括以下步骤:

S1:驱动行走装置(5),使柑橘采摘机到达一个采摘点,并使机械臂(2)进入柑橘采摘范围;

S2:升降机构(32)运动,带动双目摄像头(31)伸进果树中获取柑橘图像,双目摄像头(31)将获取的柑橘图像传回控制系统,控制系统对柑橘图像进行分析处理,获得柑橘图像中所有柑橘的位置信息,并建立柑橘采摘序列;

S3:根据柑橘的位置信息,机械臂(2)带动末端执行器(1)靠近柑橘;

S4:末端执行器(1)到达柑橘附近后,颜色传感器检测柑橘颜色,微调末端执行器(1)的位置,使柑橘位于采摘篮框(11)内;

S5:当柑橘位于采摘篮框(11)内后,真空吸盘(13)吸持固定住柑橘;开合机构(14)带动第一采摘架(111)与第二采摘架(112)由水平位置相对合拢至竖直位置,带动刀片(12)和刀鞘(16)相互配合对柑橘果梗进行切割;被采摘下的柑橘由柔性收集管(42)输送至收集箱(41);

S6:重复执行步骤S3-S5,直至完成柑橘采摘序列上所有柑橘的采摘;

S7:控制双目摄像头(31)对所述柑橘采摘点进行拍摄,并通过拍摄结果判断所述采摘点范围内的柑橘采摘任务是否完成;若完成,则进入步骤S8;若未完成,则返回步骤S2;

S8:控制柑橘采摘机进入下一个采摘点,重复执行步骤S2-S7。

一种智能柑橘采摘机及柑橘采摘方法

技术领域

[0001] 本发明涉及果树果实采摘领域,特别涉及一种智能柑橘采摘机及柑橘采摘方法。

背景技术

[0002] 柑橘是全球最重要的经济作物之一,在全球范围内都有大规模种植,是世界第一大类水果,是世界第三大贸易农产品。我国是柑橘的重要原产地之一,柑橘资源丰富,品种繁多,产量惊人。除食用之外,柑橘在药用方面的需求量也很大,拥有很大的商业价值。

[0003] 传统的柑橘采摘都是由人工完成,虽然人工采摘能够有效地减少果实的损伤度和保证果实的均匀度,但是人工采摘劳动力需求大,且采摘效率低,特别是随着中国城镇化建设的逐渐发展,农村劳动力大量的向城市转移,出现农村劳动力严重的紧缺现象,种种因素导致人工采摘柑橘的成本费用不断地上升。在某些农业较发达的西方国家,会采用一种振摇式的采摘方式进行采摘,例如振摇式采摘机,一般振摇式采摘机主要包括动力装置、控制系统和执行机构,通过动力装置为采摘机提供动力,例如以蓄电池作为电源的动力装置,以柴油、汽油发动机为主的动力装置,控制系统包括各种信号控制器和控制电路,通过控制系统输出各种信号给执行机构,使执行机构完成各种动作,例如,动力装置提供动力后,采摘机开始工作,当需要采摘柑橘时,采摘机通过控制系统给执行机构输出振动执行信号,执行机构的振动机构接收信号后执行振动操作。但这类机械具有有果实易损、效率不高等缺点,在选择性地进行果实采摘,收获柔软易坏的果实方面存在较大局限性。显然,以震摇式采摘机为主要机械采摘的采摘方式显然不适用于中国柑橘的采摘工作。

[0004] 国家政策指出:要加强农业科技的研究,加快适宜机械化生产,加快适宜丘陵地区、设施农业的农机装备。农业机械化和农业自动化是农业发展的大趋势,智能采摘机器人的研制成为了各位从事农业行业人员研究的大方向,柑橘智能采摘装置的研发很有必要。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于:针对上述存在的问题,提供一种智能柑橘采摘机及柑橘采摘方法,能够解决现有柑橘采摘装置易对柑橘造成损伤,采摘效率低下的问题。

[0006] 本发明采用的技术方案如下:

一种智能柑橘采摘机,包括采摘机本体,采摘机本体上设置有机臂,所述机械臂的一端与采摘机本体连接,其另一端连接有机臂末端执行器,所述末端执行器包括采摘篮框、开合机构和切刀组件,所述采摘篮框包括相互配合的可合拢/展开的第一采摘架与第二采摘架,所述第一采摘架与第二采摘架均与开合机构连接,所述切刀组件分别配合设置在第一采摘架与第二采摘架;当柑橘位于采摘篮框内时,采摘机本体控制开合机构带动第一采摘架与第二采摘架由水平位置相对合拢至竖直位置,带动切刀组件相互配合对柑橘的果梗进行切割。

[0007] 上述结构中,切刀组件为两个相互匹配对柑橘果梗进行切割的元件。当柑橘位于采摘篮框内时,采摘篮框将目标柑橘与周围柑橘隔开,可以避免周围柑橘对目标柑橘采摘

过程的干扰,对柑橘进行选择性采摘,第一采摘架与第二采摘架由水平位置相对合拢至竖直位置,带动切刀组件相互配合对柑橘进行采摘,采用这种采摘结构,可以在对柑橘进行选择性采摘的同时减小对目标柑橘以及周围其他柑橘的损伤率,采摘效率高。

[0008] 进一步的,所述末端执行器还包括颜色传感器和真空吸盘,所述颜色传感器设置在采摘篮框的下方,用于检测柑橘颜色,所述真空吸盘用于吸持固定柑橘。

[0009] 上述结构中,颜色传感器设置在采摘篮框的下方,通过检测柑橘颜色对末端执行器的位置进行调节,保证柑橘落入采摘篮框内;真空吸盘吸持固定住柑橘,避免柑橘晃动而造成损伤。

[0010] 进一步的,所述第一采摘架与第二采摘架的形状相同,所述第一采摘架与第二采摘架铰接;所述切刀组件包括刀片和刀鞘,所述刀片和刀鞘分别配合地设置在第一采摘架与第二采摘架上;当柑橘位于采摘篮框内时,采摘机本体控制开合机构带动第一采摘架与第二采摘架由水平位置相对合拢至竖直位置,带动刀片和刀鞘相互配合对柑橘的果根进行切割。

[0011] 进一步的,所述第一采摘架和第二采摘架均为圆弧形结构;所述第一采摘架的一端与第二采摘架的一端铰接,所述第一采摘架的另一端和第二采摘架的另一端之间存在间隙,并均与开合机构连接;所述刀片嵌设在第一采摘架上,并布满第一采摘架的弧形长度,所述刀鞘嵌设在第二采摘架上,并布满第二采摘架的弧形长度。

[0012] 上述结构中,第一采摘架和第二采摘架均为近半圆弧形结构,其两者构成的采摘篮框为圆环型框架。圆环型框架与柑橘形状高度配合,采摘相同直径的柑橘框架围成的面积最小,能减少制作材料的使用。同时,圆环型无尖锐处和应力集中点,不容易损坏柑橘。刀片和刀鞘分别布满第一采摘架和第二采摘架的弧形长度,保证刀片和刀鞘能有效的相互配合,对柑橘果梗进行切割。

[0013] 进一步的,所述第一采摘架上设有第一凹槽,所述刀片设置在第一凹槽内,其底部与第一凹槽槽底固定连接,所述刀片的高度与第一凹槽的槽深一致;所述第二采摘架上设有第二凹槽,所述刀鞘设置在第二凹槽内,其底部与第二凹槽的槽底固定连接,所述刀鞘的高度大于第二凹槽的槽深;所述第一采摘架和第二采摘架均采用橡胶材料制成。

[0014] 由于采用上述结构,刀片嵌设在第一采摘架上,且其顶部刀刃与第一采摘架顶部处于同一高度,可以避免刀片在跟随第一采摘架运动的过程中划伤其他柑橘。同时,刀鞘嵌设在第二采摘架上,并高出第二采摘架上表面,所述第一采摘架和第二采摘架均采用橡胶材料制成,保证刀鞘和刀片相互配合切割柑橘果梗工作的顺利进行。

[0015] 进一步的,所述开合机构包括气缸、移动杆、两个齿轮和两个手指,所述移动杆的一端与气缸内的活塞连接,其另一端设有若干个环形槽,所述两个齿轮设置在移动杆另一端的两侧,并与环形槽啮合,所述两个手指分别设置在两齿轮上;所述第一采摘架的另一端和第二采摘架另一端通过连接件分别与所述两个手指连接;所述移动杆在气缸内活塞的作用下上下移动,并带动两个齿轮相对转动,使两个手指带动第一采摘架与第二采摘架由水平位置相对合拢至竖直位置。

[0016] 进一步的,所述采摘机本体包括行走装置、动力箱、图像采集机构和控制系统;所述动力箱设置在行走装置上,所述机械臂的一端与动力箱连接,其另一端与末端执行器连接;所述动力箱内部设有用于控制开合机构的气缸和真空吸盘工作的气动控制机构;所述

图像采集机构设置在行走装置上,用于拍摄柑橘图像;所述控制系统用于协调控制行走装置、机械臂、末端执行器和图像采集机构的工作;所述颜色传感器与控制系统连接。

[0017] 进一步的,所述机械臂包括转盘、第一臂、第二臂和第三臂,所述转盘转动设置在动力箱上方,所述第一臂通过第一关节与转盘转动连接,所述第二臂通过第二关节与第一臂转动连接,所述第三臂通过第三关节与第二臂转动连接,所述末端执行器通过第四关节与第三臂转动连接。

[0018] 上述结构中,机械臂能实现多方位多角度旋转,有利于设置在其前端的末端执行器对于柑橘的采摘。

[0019] 进一步的,所述气动控制机构包括真空泵和储气罐,所述真空泵通过第一气管与真空吸盘连接,用于控制真空吸盘的工作,所述储气罐与所述真空泵连接,用于储存真空泵抽出的气体,所述储气罐通过第二气管与开合机构的气缸连接,控制气缸中活塞的运动。

[0020] 进一步的,所述气动控制机构还包括空气过滤器,所述空气过滤器用于过滤掉储气罐中储存的气体中的油污、水分和灰尘,防止损坏气动元件。

[0021] 进一步的,所述动力箱内还设有压力变送器、第一电磁阀和第二电磁阀,所述压力变送器设置在所述第一气管上,用于控制所述真空吸盘吸力的大小;所述第一电磁阀设置在所述第一气管上,用于控制所述真空吸盘吸持柑橘工作的开启和关闭;所述第二电磁阀设置在所述第二气管上,用于控制开合机构中的气缸的工作。

[0022] 进一步的,所述图像采集机构包括升降机构和双目摄像头,所述升降机构设置在行走装置上,带动双目摄像头上下移动,所述双目摄像头与控制系统连接。

[0023] 上述结构中,图像采集机构采用双目摄像头对柑橘进行拍照,能准确的获取柑橘的位置信息,使机械臂前端的末端执行器能准确的对柑橘进行采摘,避免末端执行器损伤柑橘,能有效的降低柑橘损伤率和增加采摘机的采摘效率。

[0024] 进一步的,所述采摘机本体还包括收集机构,所述收集机构包括收集箱和柔性收集管,所述收集箱设置在行走装置上,所述柔性收集管的进口与采摘篮框连接,其出口与收集箱连通;所述颜色传感器位于柔性收集管内部;所述收集箱底部设有与控制系统连接的压力传感器。

[0025] 上述结构中,所述柔性收集管的进口边沿与采摘篮框连接;在进行柑橘的采摘时,第一采摘架和第二采摘架由水平位置相对合拢至竖直位置,带动柔性收集管的进口边沿将柑橘完全包裹在柔性收集管,能有效的避免周围其他柑橘对采摘过程的干扰,降低柑橘损伤率和增加柑橘采摘效率。

[0026] 一种柑橘采摘方法,采用上述智能柑橘采摘机进行柑橘采摘,包括以下步骤:

S1:驱动行走装置,使柑橘采摘机到达一个采摘点,并使机械臂进入柑橘采摘范围;

S2:升降机构运动,带动双目摄像头伸进果树中获取柑橘图像,双目摄像头将获取的柑橘图像传回控制系统,控制系统对柑橘图像进行分析处理,获得柑橘图像中所有柑橘的位置信息,并建立柑橘采摘序列;

S3:根据柑橘的位置信息,机械臂带动末端执行器靠近柑橘;

S4:末端执行器到达柑橘附近后,颜色传感器检测柑橘颜色,微调末端执行器的位置,使柑橘位于采摘篮框内;

S5:当柑橘位于采摘篮框内后,真空吸盘吸持固定住柑橘;开合机构带动第一采摘架与

第二采摘架由水平位置相对合拢至竖直位置,带动刀片和刀鞘相互配合对柑橘果梗进行切割;被采摘下的柑橘由柔性收集管输送至收集箱;

S6:重复执行步骤S3-S5,直至完成柑橘采摘序列上所有柑橘的采摘;

S7:控制双目摄像头对所述柑橘采摘点进行拍摄,并通过拍摄结果判断所述采摘点范围内的柑橘采摘任务是否完成;若完成,则进入步骤S8;若未完成,则返回步骤S2;

S8:控制柑橘采摘机进入下一个采摘点,重复执行步骤S2-S7。

[0027] 综上所述,由于采用了上述技术方案,本发明的有益效果是:

1、在本发明中,当柑橘位于采摘篮框内时,颜色传感器检测到该柑橘的颜色后,控制真空吸盘吸住柑橘,开合机构控制第一采摘架与第二采摘架由水平位置相对合拢至竖直位置,带动切刀组件对柑橘进行采摘。采用这种结构,可以避免目标柑橘旁边的柑橘影响采摘工作的进行,采摘效率高,同时能有效的减小对目标柑橘和周围其他柑橘的损伤率;

2、在本发明中,第一采摘架、第二采摘架、刀片和刀鞘均为近半圆弧形结构,第一采摘架和第二采摘架两者构成的采摘篮框为圆环型框架。圆环型框架与柑橘形状高度配合,采摘相同直径的柑橘框架围成的面积最小,能减少制作材料的使用。同时,圆环型无尖锐处和应力集中点,不容易损坏柑橘;

3、在本发明中,机械臂能实现多方位多角度旋转,便于设置在其前端的末端执行器对于柑橘的采摘;

4、本发明的智能化程度高,实现了近乎全智能的操控,符合现代农业发展的趋势;末端执行器对柑橘的伤害小,柑橘的损坏率几乎为零;本发明不同于平原的大农机,小巧灵活,适用于山地和丘陵等地;

5、本发明采用图像采集机构获取柑橘图像,控制系统再根据柑橘图像获得柑橘的位置信息,并建立柑橘采摘序列,末端执行器依次采摘柑橘图像中的柑橘,采摘机的各个部分有序配合,采摘效率高;

6、在本发明中,柑橘采摘机的工作既可以由工作人员通过人机交互界面进行控制,又可以实现自动智能化,柑橘采摘机的智能化程度高。

附图说明

[0028] 图1是柑橘采摘机的结构图;

图2是末端执行器的结构图;

图3是开合机构的结构图;

图4是机械臂的结构图;

图5是收集机构和图像采集机构的结构图;

图6是刀片和刀鞘开始切割柑橘果梗的剖视图;

图7是刀片和刀鞘正在切割柑橘果梗的剖视图;

图中标记:1-末端执行器,11-采摘篮框,111-第一采摘架,112-第二采摘架,12-刀片,13-真空吸盘,14-开合机构,141-气缸,142-移动杆,143-手指,144-齿轮,15-连接件,16-刀鞘,2-机械臂,21-第三臂,22-第二臂,23-第一臂,24-动力箱,25-定位夹板,26-转盘,3-图像采集机构,31-双目摄像头,32-升降机构,4-收集机构,41-收集箱,42-柔性收集管,5-行走装置,6-柑橘果梗。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图,对本发明作详细的说明。

[0030] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0031] 实施例1

一种智能柑橘采摘机,如图1所示,包括采摘机本体,采摘机本体上设置有机臂2,所述机械臂2的一端与采摘机本体连接,其另一端连接有末端执行器1,所述末端执行器1包括采摘篮框11、开合机构14和切刀组件,所述采摘篮框11包括相互配合的可合拢/展开的第一采摘架111与第二采摘架112;第一采摘架111和第二采摘架112构成的接收篮框可以为圆环型框架,也可以为矩形框架,只要能将目标柑橘圈住并能适应后续的目标柑橘的采摘的形状结构都可以,并不局限与本发明所提到的结构。所述第一采摘架111与第二采摘架112均与开合机构14连接,所述切刀组件分别匹配地设于第一采摘架111与第二采摘架112上;切刀组件可以是两个相互配合的刀片12,也可以是刀片12和刀座的组合,也可以是刀片12和刀鞘16的组合,只要是能分别配合设置在第一采摘架111与第二采摘架112上,并相互配合对柑橘果梗6进行切割的组件均可以,并不局限于本发明所具体说明的组合。当柑橘位于采摘篮框11内时,采摘机本体控制开合机构14带动第一采摘架111与第二采摘架112由水平位置相对合拢至竖直位置,带动切刀组件相互配合对柑橘的果梗进行切割。对于开合机构14可以是并排设置并能相对转动的两转动轮或两齿轮,只要是能带动两接收架由水平位置相对合拢至竖直位置的结构都可以,并不局限于后续所具体解释的结构。

[0032] 在对柑橘进行采摘时,可以人为调整或本实施例后面具体解释的颜色传感器调整末端执行器,也可以通过其他方式,使柑橘位于采摘篮框内部,让采摘篮框将目标柑橘与其他柑橘隔开,避免周围其他柑橘对采摘过程的干扰,开合机构14带动第一采摘架111和第二采摘架112由水平位置相对合拢至直立位置,带动切刀组件对目标柑橘果梗6进行切割,第一采摘架111和第二采摘架112的运动,能有效的降低配合设置在两采摘架上的切刀组件对目标柑橘及其周围柑橘的损伤,采摘效率高且损伤率低。

[0033] 所述末端执行器1还包括颜色传感器和真空吸盘13,所述颜色传感器设置在采摘篮框11的下方,用于检测柑橘颜色,所述真空吸盘13用于吸持固定柑橘,所述真空吸盘13设置在两连接件15之间;在真空吸盘13的表面附有海绵,柑橘的表面并不光滑,在真空吸盘13表面贴有海绵,更有利于真空吸盘13与目标柑橘的贴合。

[0034] 颜色传感器设置在采摘篮框的下方,通过检测柑橘颜色对末端执行器1的位置进行调节,保证柑橘落入采摘篮框内;真空吸盘13吸持固定住柑橘,避免柑橘晃动而造成损伤。

[0035] 如图2所示,所述第一采摘架111与第二采摘架112的形状相同,所述第一采摘架111与第二采摘架112铰接;所述切刀组件包括刀片12和刀鞘16,所述刀片12和刀鞘16分别配合地设置在第一采摘架111与第二采摘架112上;当柑橘位于采摘篮框11内时,采摘机本体控制开合机构14带动第一采摘架111与第二采摘架112由水平位置相对合拢至竖直位置,带动刀片12和刀鞘16相互配合对柑橘的果根进行切割。

[0036] 所述第一采摘架111和第二采摘架112均为圆弧形结构;所述第一采摘架111的一

端与第二采摘架112的一端铰接,所述第一采摘架111的另一端和第二采摘架112的另一端之间存在间隙,并均与开合机构14连接;所述刀片12嵌设在第一采摘架111上,并布满第一采摘架111的弧形长度,所述刀鞘16嵌设在第二采摘架112上,并布满第二采摘架112的弧形长度。

[0037] 第一采摘架111和第二采摘架112均为近半圆弧形结构,其两者构成的采摘篮框11为圆环型框架。圆环型框架与柑橘形状高度配合,采摘相同直径的柑橘框架围成的面积最小,能减少制作材料的使用。同时,圆环型无尖锐处和应力集中点,不容易损坏柑橘。刀片12和刀鞘16分别布满第一采摘架111和第二采摘架112的弧形长度,保证刀片12和刀鞘16能有效的相互配合,对柑橘果梗6进行切割。

[0038] 如图6所示,所述第一采摘架111上设有第一凹槽,所述刀片12设置在第一凹槽内,其底部与第一凹槽槽底固定连接,所述刀片12的高度与第一凹槽的槽深一致;所述第二采摘架112上设有第二凹槽,所述刀鞘16设置在第二凹槽内,其底部与第二凹槽的槽底固定连接,所述刀鞘16的高度大于第二凹槽的槽深;所述第一采摘架111和第二采摘架112均采用橡胶材料制成。

[0039] 刀片12嵌设在第一采摘架111上,且其顶部刀刃与第一采摘架111顶部处于同一高度,当第一采摘架111和第二采摘架112均由水平位置相对合拢至竖直位置时,刀鞘16和第一采摘架111均与柑橘果梗6接触,果梗压迫第一采摘架111变形后,刀片12和果梗直接接触,刀片12和刀鞘16相互配合对柑橘果梗6进行切割。刀片12的顶部刀刃与第一采摘架111顶部处于同一高度,可以避免刀片12在跟随第一采摘架111运动的过程中划伤其他柑橘,进一步降低柑橘损伤率。

[0040] 如图3所示,所述开合机构14包括气缸141、移动杆142、两个齿轮144和两个手指143,所述移动杆142的一端与气缸141内的活塞连接,其另一端设有若干个环形槽,所述两个齿轮144设置在移动杆142另一端的两侧,并与环形槽啮合,所述两个手指143分别设置在两齿轮144上;所述第一采摘架111的另一端和第二采摘架112另一端通过连接件15分别与所述两个手指143连接;所述移动杆142在气缸141内活塞的作用下上下移动,并带动两个齿轮144相对转动,使两个手指143带动第一采摘架111与第二采摘架112由水平位置相对合拢至竖直位置。

[0041] 如图1所示,所述采摘机本体包括行走装置5、动力箱24、图像采集机构3、收集机构4和控制系统;所述动力箱24设置在行走装置5上,所述机械臂2的一端与动力箱24连接,其另一端与末端执行器1连接;所述动力箱24内部设有用于控制开合机构14的气缸141和真空吸盘13工作的气动控制机构;所述图像采集机构3设置在行走装置5上,用于拍摄柑橘图像;所述控制系统用于协调控制行走装置5、机械臂2、末端执行器1和图像采集机构3的工作;所述颜色传感器与控制系统连接。

[0042] 如图4所示,所述机械臂2包括转盘26、第一臂23、第二臂22和第三臂21,所述转盘26转动设置在动力箱24上方,所述第一臂23通过第一关节与转盘26转动连接,所述第二臂22通过第二关节与第一臂23转动连接,所述第三臂21通过第三关节与第二臂22转动连接,所述末端执行器1通过第四关节与第三臂21转动连接。

[0043] 动力箱24箱体内设有第一直流伺服电机、第一齿轮144、第二齿轮144;第一齿轮144与第一直流伺服电机连接;第二齿轮144和第一齿轮144啮合,且两者之间的传动比接近

3;第二齿轮144设置在转盘26的下方,并与转盘26连接;第一直流伺服电机转动,转盘26在第一齿轮144和第二齿轮144带动下转动。

[0044] 机械臂2包括三种不同规格的支撑板一二三;三种支撑板的高度和宽度不同,越靠近动力箱24的支撑板的高度和宽度越大;两个支撑板一平行设置构成第一臂23;两个支撑板二平行设置构成第二臂22,且支撑板二垂直于支撑板一设置;支撑板三平行设置构成第三臂21,且支撑板三垂直于支撑板二设置;在两个支撑板一之间、两个支撑板二之间、两个支撑板三之间均设有两个或四个定位夹板25来限制支撑板之间的距离。

[0045] 在转盘26上设有第二直流伺服电机、轴承座和转动轴,转动轴通过轴承设置在轴承座上,并通过联轴器与第二直流伺服电机的输出轴连接;第一臂23与转动轴固定连接,跟随转动轴转动;第二关节、第三关节和第四关节均由第一电机盒、第二电机盒和第三电机盒和设置在电机盒中的电机或舵机构成;所述电机盒为一面开口的半包围式结构,其长度、高度和内部结构由其里面的电机或舵机决定;所述第一电机盒、第二电机盒和第三电机盒分别固定设置在第一臂、第二臂和第三臂的最前端;所述第一电机盒、第二电机盒和第三电机盒中分别设有第三直流伺服电机、第一舵机和第二舵机。第三直流伺服电机驱动第二臂22转动,使第二臂22的转动方向与第一臂23的转动方向相同。第一舵机驱动第三臂21转动,使第三臂21的转动方向与第二臂22的转动方向相同。第二舵机驱动末端执行器1转动。

[0046] 如图1所示,所述收集机构4包括收集箱41和柔性收集管42;柔性收集管42的管壁和收集箱41箱体内部上都贴有海绵,起到了减震和缓冲的作用,减少柑橘损伤率。柔性收集管42为波形管,用于适应机械臂2因为转动出现的高度变化;所述收集箱41设置在行走装置5上,所述柔性收集管42的进口与采摘篮框11连接,其出口与收集箱41连通;所述颜色传感器位于柔性收集管42内部;所述收集箱41底部设有与控制系统连接的压力传感器。

[0047] 上述结构中,所述柔性收集管42的进口边沿与采摘篮框11连接;在进行柑橘的采摘时,第一采摘架111和第二采摘架112由水平位置相对合拢至竖直位置,带动柔性收集管42的进口边沿将柑橘完全包裹在柔性收集管42,能有效的避免周围其他柑橘对采摘过程的干扰,降低柑橘损伤率和增加柑橘采摘效率。

[0048] 如图5所示,所述图像采集机构3包括升降机构32和双目摄像头31,所述升降机构32设置在行走装置5上,带动双目摄像头31上下移动,所述双目摄像头31与控制系统连接。

[0049] 升降机构32为两个伸缩杆,两个伸缩杆竖直设置在收集箱41上方,且采用气压驱动;双目摄像头31设置在两个伸缩杆的顶端,在伸缩杆的带动下上下运动。

[0050] 所述气动控制机构包括真空泵、储气罐和空气过滤器,所述真空泵通过第一气管与真空吸盘13连接,用于控制真空吸盘13的工作,所述储气罐与所述真空泵连接,用于储存真空泵抽出的气体,所述储气罐通过第二气管、第三气管分别与所述开合机构14中的气缸141、所述伸缩杆连接;所述空气过滤器用于过滤掉储气罐中储存的气体中的油污、水分和灰尘,防止损坏气动元件。

[0051] 所述动力箱24内还设有压力变送器、第一电磁阀、第二电磁阀和第三电磁阀,所述压力变送器设置在所述第一气管上,用于控制所述真空吸盘13吸力的大小;所述第一电磁阀设置在所述第一气管上,用于控制所述真空吸盘13吸持柑橘工作的开启和关闭;所述第二电磁阀设置在所述第二气管上,用于控制开合机构14中的气缸141的工作;所述第三电磁阀设置在所述第三气管上,用于控制所述伸缩杆的运动。

[0052] 开合机构14和伸缩杆均采用气压驱动,可以使两者能快速反应,增加柑橘采摘效率。

[0053] 所述控制系统包括微处理器、中央处理器、人机交互界面和无线遥控手柄;所述微处理器设置在行走装置5上,用于控制协调行走装置5、机械臂2、末端执行器1和图像采集机构3工作;所述中央处理器与微处理器连接,所述人机交互界面与中央处理器连接,用于控制行走装置5运动、机械臂2的运动和实时显示双目摄像头31采集到的柑橘图像,所述无线遥控手柄用于控制行走装置5的运动;所述颜色传感器和压力传感器均与微处理器连接;所述双目摄像头31与中央处理器连接,由中央处理器对柑橘图像进行处理。

[0054] 中央处理器包括三个功能:一是处理分析柑橘图像,获得柑橘位置信息,并建立柑橘采摘序列;二是通过接收来自人机交互界面的反馈信号来控制行走装置5以及机械臂2的运动;三是根据果园的电子地图自动规划柑橘采摘机的行走路径,控制行走装置5的运动。

[0055] 所述行走装置5为四轮式驱动小车;所述驱动小车内部设有行走驱动系统,所述行走驱动系统连接受控于中央处理器,同时也连接受控于无线遥控手柄。驱动小车内部还设有自动避障系统和超声波测距功能系统。

[0056] 行走装置5为四轮式驱动小车,有利于采摘机在山地和丘陵地区行走,并且便于转弯。

[0057] 实施例2

一种柑橘采摘方法,采用实施例1所述的智能柑橘采摘机进行柑橘采摘,包括以下步骤:

S1:通过人机交互界面/无线遥控手柄/能自动规划柑橘采摘机的行驶路径的中央处理器驱动行走装置5,使柑橘采摘机到达一个采摘点,并通过人为判断或者通过测距传感器实时监测进行判断,使机械臂2进入柑橘采摘范围;

将采摘装置移动到果园指定位置有两种方式。1、通过无线移动遥控手柄或者人机交互界面,由人跟随柑橘采摘机,手动控制行走装置5,使柑橘采摘机到达果园的指定位置;2、在有果园电子地图的前提下,中央处理器根据路径规划算法(常用的路径规划算法有神经网络、遗传算法、模拟退火、蚁群算法和图论的方法等智能算法)自动规划采摘机进入果园某一个采摘点的行驶路径,并将规划的路径发送给微处理器,微处理器驱动采摘机到达果园指定位置。在使用第二种方式时,行走装置5内置的自动避障系统和超声波测距功能系统为行走装置5的安全到达提供了条件。行走装置5到达后,将信号返回给微处理器。

[0058] S2:微处理器控制伸缩杆运动,带动双目摄像头31伸进果树中获取柑橘图像,双目摄像头31将获取的柑橘图像传送至中央处理器,中央处理器分析处理柑橘图像,获得柑橘图像中所有柑橘的位置信息,并按照预设的方式建立柑橘采摘序列;

微处理器接收到行走装置5到达指定位置的信号后,真空泵制造的高压气体充入外杆套中,气体的压力将内杆顶起,内杆带动双目摄像头31到达树的中间高度后,充气口关闭,形成高压密封空间,保持两伸缩杆的高度;微处理器接收到充气口关闭的信号后,控制双目摄像头31开始拍摄照片,拍摄成功的柑橘图像被传回至中央处理器,中央处理器对柑橘图像进行分析处理,得到柑橘图像中所有柑橘的世界坐标。

[0059] 中央处理器按照预设的方式建立柑橘采摘序列。预设的方式具体为:中央处理器依据柑橘图像中所有柑橘距离基坐标系(以机械臂的最底端为原点的坐标系)z轴的远近自

动建立柑橘采摘序列;或者中央处理器将所述柑橘图像发送至人机交互界面,并接收人机交互界面反馈的柑橘采摘序列。

[0060] S3:微处理器根据柑橘的位置信息,控制机械臂2带动末端执行器1靠近柑橘;

微处理器模块根据柑橘采摘序列,从柑橘图像中挑选出一个柑橘作为目标柑橘;根据目标柑橘的位置信息,微处理器首先控制第一直流伺服电机转动,第一直流伺服电机转动带动第一齿轮144转动,进而带动第二齿轮144转动;第一齿轮144与第二齿轮144的传动比接近3,在经历这一级传动后第二齿轮144的转速降低;第二齿轮144带动转盘26转动,转盘26转动指定的角度,完成由三维空间坐标转化为二维平面坐标的任务;第一级转动完成后,微处理器继续控制第二直流伺服电机、第三直流伺服电机和第一舵机开始转动,此时的转动为第一臂23、第二臂22和第三臂21的转动,微处理器传送给两个电机和一个舵机的是一个转动时间和转动角度,由于转动的角度和转速不等,两个电机和一个舵机一般不会同时停止转动;等到两个电机和一个舵机都已经完成转动后,末端执行器1已经无限接近柑橘了;

S4:末端执行器1到达柑橘附近后,颜色传感器检测柑橘颜色,微调末端执行器1的位置,使柑橘位于采摘篮框11内;

当末端执行器1接近目标柑橘后,微处理器控制第二舵机开始转动,对末端执行器1的位置进行微调,同时由颜色传感器检测是否达到合适的位置;当柑橘没有到达合适的位置时,颜色传感器返回0到微处理器,微处理器继续控制第二舵机转动;当柑橘到达合适的位置时,颜色传感器返回1到微处理器,微处理器控制第二舵机停止运动。在转动的过程中,颜色传感器一直处于不断检测和返回信息的状态,直到返回值为1,第五级转动(第二舵机的转动)才完成,此时的目标柑橘已经位于接收篮框的内部。

[0061] S5:当柑橘位于采摘篮框11内后,真空吸盘13吸持固定住柑橘;开合机构14带动第一采摘架111与第二采摘架112由水平位置相对合拢至竖直位置,带动刀片12和刀鞘16相互配合对柑橘果梗进行切割;被采摘下的柑橘由柔性收集管42输送至收集箱41;

微处理器收到第二舵机的1返回值以后,可以确定柑橘已经到达指定位置,得到这个信息后的微处理器打开第一电磁阀,真空吸盘13与柑橘之间形成负压,真空吸盘13上的海绵被挤压变形与柑橘表面贴合。与此同时,压力变送器时刻监测真空吸盘13吸力的大小。当压力变送器电流突变的时,表明真空吸盘13和柑橘之间的真空环境已经建立,两者之间没有缝隙,此时压力变送器将此信号传回微处理器,表明吸持工作已经完全完成,微处理器能控制下一级动作的进行。其中,如果吸力大小出现异常,压力变送器会将信号传回到总微处理器,立刻关闭第一电磁阀,停止这次的采摘,直到故障排除才可以重新工作。

[0062] 接收到吸持工作已完成的信号后,微处理器打开第二电磁阀;真空泵工作时抽出的气体被储存在了储气罐中,第二电磁阀打开后,储气罐里的高压气体进入开合机构14,开合机构14上的两手指143运动,带动第一采摘架111上的刀片12和第二采摘架112的刀鞘16由水平位置相对合拢至直立位置再回到水平位置,对柑橘果梗6进行切割;微处理器控制精准第二电磁阀开启的时间,开合机构14的手指143回到水平位置时第二电磁阀关闭。

[0063] 第二电磁阀的开启时间为 t ,在第二电磁阀开启 $t/2$ 后关闭第一电磁阀,第一电磁阀关闭,此时真空吸盘13与目标柑橘之间的真空环境急速消失,目标柑橘直接由柔性收集管42输送至收集箱41内;颜色传感器检测到柑橘已经采摘完毕,并将该信号反馈给微处理

器,微处理器接收到信号后,控制采摘机进行下一个目标柑橘的采摘。

[0064] S6:重复执行步骤S3-S5,直至完成柑橘采摘序列上所有柑橘的采摘;

S7:微处理器控制双目摄像头(31)对所述柑橘采摘点进行拍摄,中央处理器根据拍摄结果判断所述采摘点范围内的柑橘采摘任务是否完成;若完成,则进入步骤S8;若未完成,则返回步骤S2;

S8:通过人机交互界面/无线遥控手柄/能自动规划柑橘采摘机的行驶路径的中央处理器控制柑橘采摘机进入下一个采摘点,重复执行步骤S2-S7;

S9:当收集箱41内柑橘到达一定数量时,人机交互界面会收到收集箱41底部压力传感器发来的提醒,根据该提醒将收集箱41内的柑橘装箱运走。

[0065] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

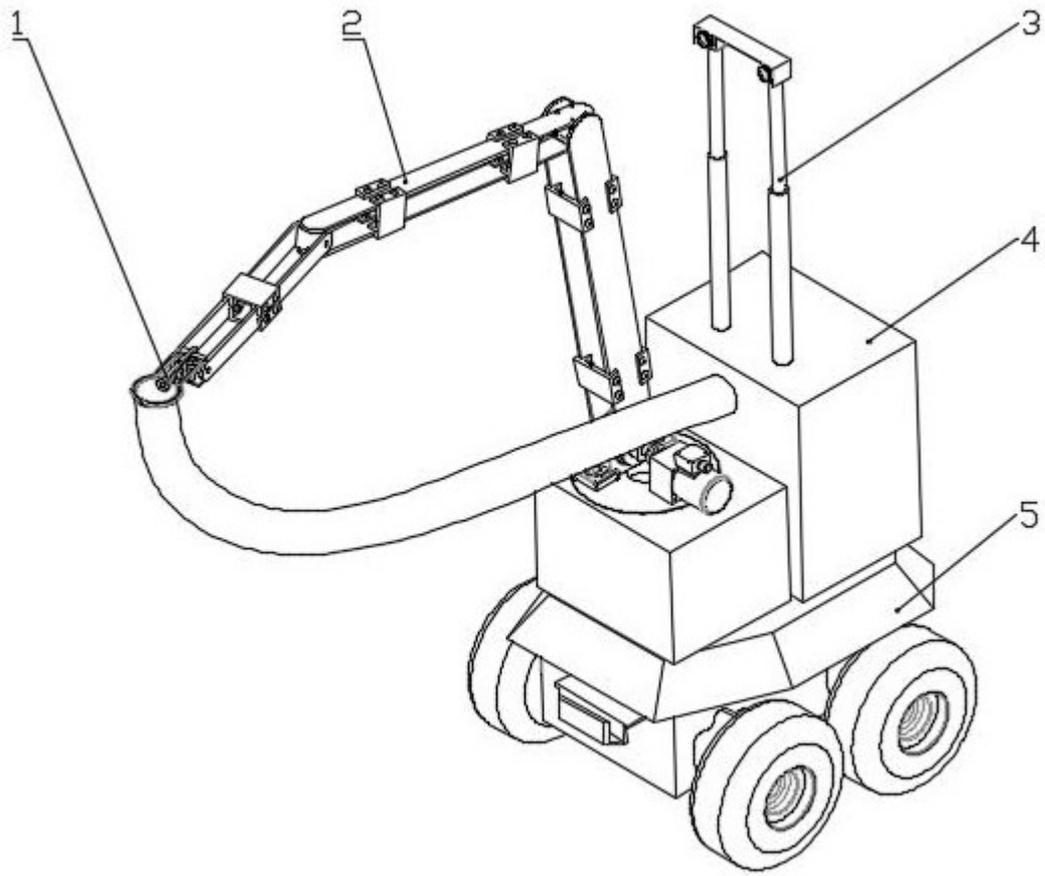


图 1

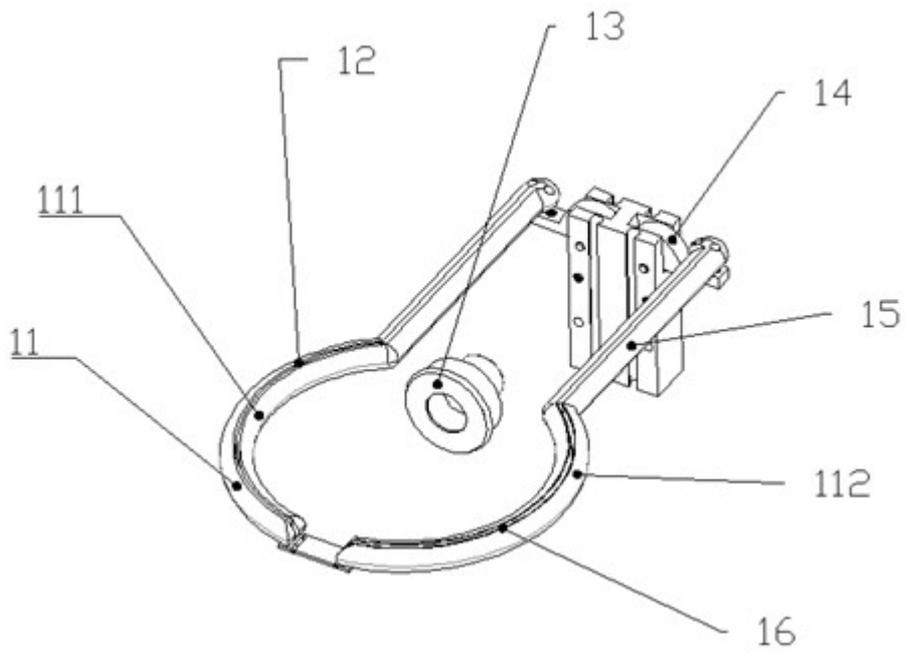


图 2

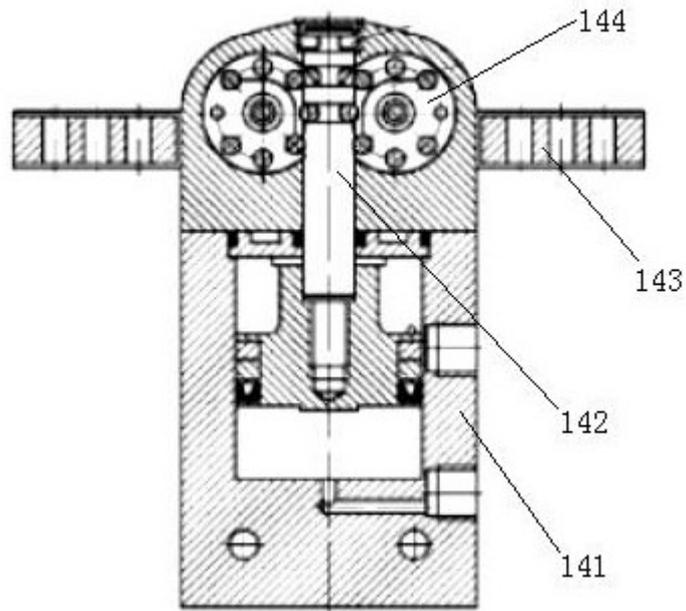


图 3

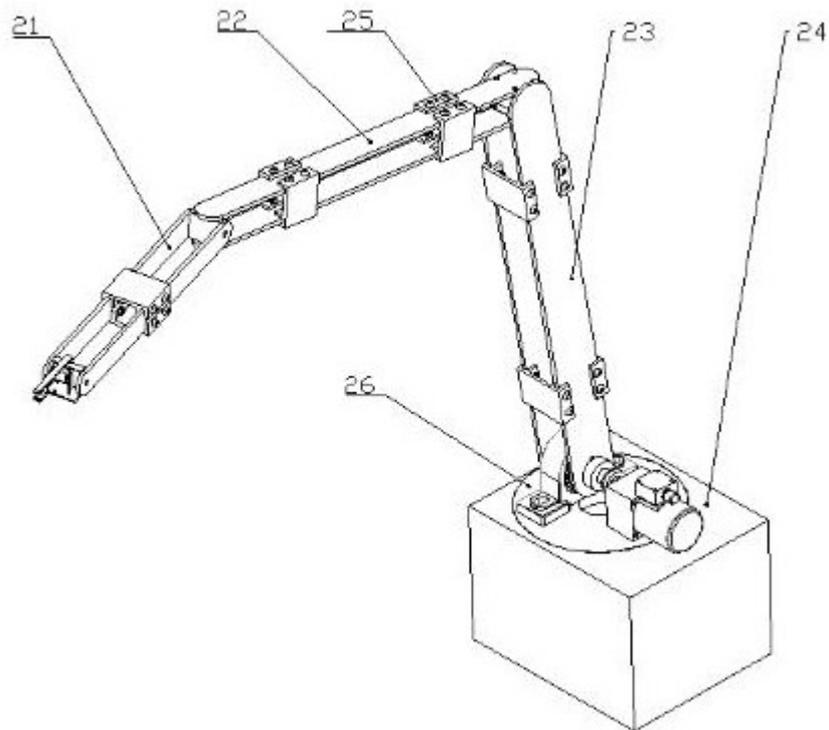


图 4

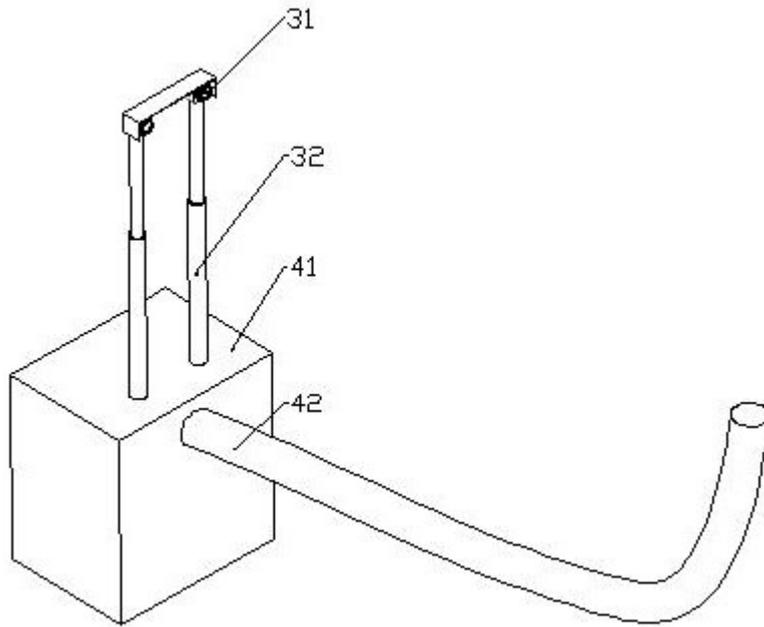


图 5

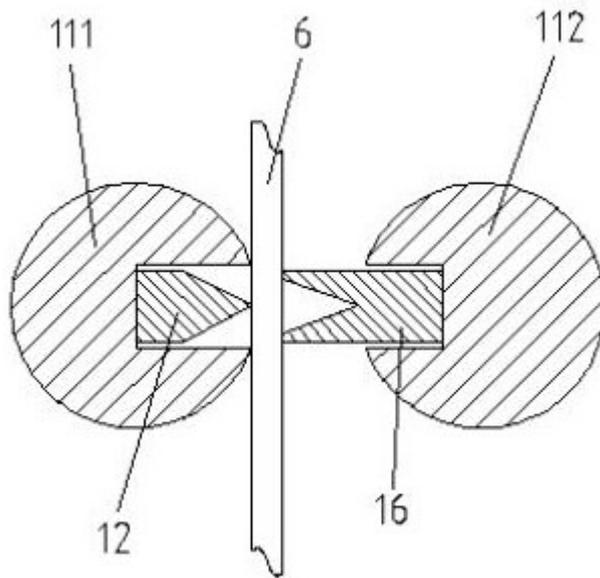


图 6

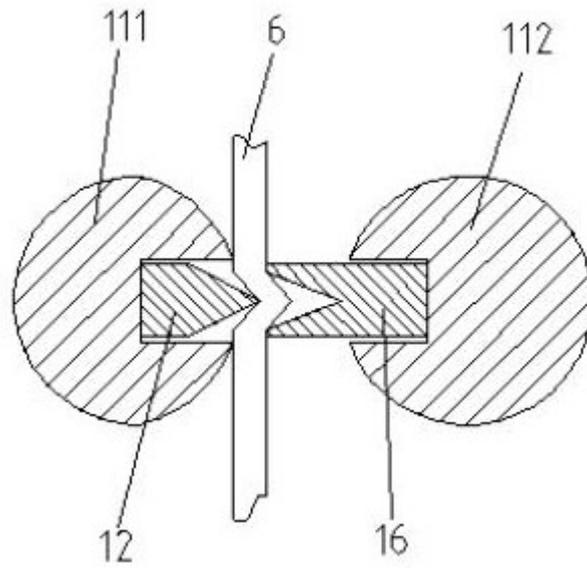


图 7