(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110463434 A
(43)申请公布日 2019.11.19

(21)申请号 201910710631.5

(22)申请日 2019.08.02

(71)申请人 山东省农业机械科学研究院
地址 250000 山东省济南市历城区桑园路19号

(72)发明人 李涛 张华 姜伟 朱正波

(74)专利代理机构 济南泉城专利商标事务所 37218
代理人 纪艳艳

(51)Int.Cl.
A01D 33/08(2006.01)
G05D 27/02(2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

薯类收获机两级土薯分离装置

(57)摘要

本发明提供一种调整方便、破皮率低、伤薯率低和智能化水平高的薯类收获机两级土薯分离装置。其包括机械单元和控制单元，机械单元包括设置在机架上的驱动结构、第一级张紧机构、第一级土薯分离输送装置、第二级张紧机构和第二级土薯分离输送装置，驱动结构输出端连接第二级土薯分离输送装置，第二级土薯分离输送装置输出端连接第一级土薯分离输送装置，第一级土薯分离输送装置配有第一级张紧机构，第二级土薯分离输送装置配有第二级张紧机构，第二级土薯分离输送装置配备有抖动轮机构；控制单元包括信号采集模块、电磁阀、控制器和监控终端。

CN 110463434 A

1.一种薯类收获机两级土薯分离装置,其特征在于:包括机械单元和控制单元,

机械单元包括设置在机架上的驱动结构、第一级张紧机构、第一级土薯分离输送装置、第二级张紧机构和第二级土薯分离输送装置,

驱动结构输出端连接第二级土薯分离输送装置,第二级土薯分离输送装置输出端连接第一级土薯分离输送装置,第一级土薯分离输送装置配有第一级张紧机构,第二级土薯分离输送装置配有第二级张紧机构,第二级土薯分离输送装置配备有抖动轮机构;

控制单元包括信号采集模块、电磁阀、控制器和监控终端,信号采集模块包括安装于机架上的用于测量土薯实时在线产量的流量传感器和用于测量第一级土薯分离输送装置和第二级土薯分离输送装置转速的转速传感器,信号采集模块采集测量数据上传控制器,控制器控制驱动结构动作。

2.如权利要求书1所述的薯类收获机两级土薯分离装置,其特征在于:第一级土薯分离输送装置包括第一级驱动辊(4)、第一级分离筛(5)、第一级中支撑(16)和第一级升运链轮(24);第一级驱动辊(4)两端安装于机架(15)上,第一级中支撑(16)支撑在分离筛中部且安装于机架(15)上;第一级驱动辊(4)上安装第一级升运链轮(24),第一级升运链轮(24)与分离筛杆条啮合;第一级驱动辊(4)经传动单元I与第二级土薯分离输送装置输出端连接。

3.如权利要求书2所述的薯类收获机两级土薯分离装置,其特征在于:第二级土薯分离输送装置包括第二级分离筛、第二级驱动辊和第二级升运链轮,第二级驱动辊(9)两端安装于机架(15)上,抖动轮机构(7)支撑在第二级分离筛(6)中部且安装于机架上,第二级驱动辊(9)上安装有第二级升运链轮(25),第一级升运链轮(24)与第二级分离筛杆条啮合,第二级驱动辊(9)经传动单元Ⅱ与抖动轮机构(7)连接。

4.如权利要求书3所述的薯类收获机两级土薯分离装置,其特征在于:第一级驱动辊(4)两端套装的链轮Ⅳ(14),第二级驱动辊(9)两端套装链轮I(10),第二级驱动辊上链轮I(10)与第一级驱动辊(4)同一侧的链轮Ⅳ(14)形成第一链轮组,第一链轮组上套装有第一链条(17),第一链条和第一链轮组构成传动单元I; 第二级驱动辊(9)两端还套装链轮Ⅱ(11),抖动轮机构(7)两端套装轮Ⅲ(13),第二级驱动辊上的链轮Ⅱ(11)与抖动轮机构(7)同一侧的链轮Ⅲ(13)形成第二链轮组,第二链轮组上套装有第二链条(18),第二链条(18)和第二链轮组构成传动单元Ⅱ,连接后的第一链条(17)和第二链条(18)呈斜向布置,且第二链条(18)倾斜角度大于第一链条(17)的倾斜角度。

5.如权利要求书3所述的薯类收获机两级土薯分离装置,其特征在于:驱动结构为液压马达(19),液压马达(19)输出端与第二级驱动辊(9)一端连接。

6.如权利要求书6所述的薯类收获机两级土薯分离装置,其特征在于:第二级升运链轮(25)为带齿橡胶轮,用于传递液压马达提供的动力。

7.如权利要求书1所述的薯类收获机两级土薯分离装置,其特征在于:第一级张紧机构包括一级小托轮(1)、一级大托轮(2)和一级导向轮(3),均匀分布在第一级分离筛(5)周围且安装在机架两侧的侧边上。

8.如权利要求书1所述的薯类收获机两级土薯分离装置,其特征在于:第二级张紧机构包括二级小托轮(29)、二级大托轮(28)和二级导向轮(27),均匀分布在第二级分离筛周围且安装在机架两侧的侧边上。

9.如权利要求书1至8任一项所述的薯类收获机两级土薯分离装置,其特征在于:第一

级土薯分离机构的远离驱动结构一端的导向轮上设置刮泥板(23)。

10.一种权利要求书1至8任一项所述的薯类收获机两级土薯分离装置,其特征在于:确定抖动轮(7)转速方法包括以下步骤:

A、抛起物块时抖动轮转速一n_1

抖动轮工作时,应能保证物料抛起为基本条件,把物料看作是具有一定质量的质点,质点是沿圆弧AB做圆周运动,质点受到的作用力为重力mg、离心力P、法向反力R和摩擦力T,当物体离开升运器的一瞬间,R=0,T=0,即离心力P的垂直分力P_1大于物料的重力mg,为此,应满足下式:

$P_1 = P\cos\beta = mg\omega^2 r\cos\beta > mg$取 $g \approx \pi^2$, $\omega = \frac{\pi n_1}{30}$,简化后得:

$$n_1 > 30\sqrt{\frac{1}{r\cos\beta}}$$

式中n_1为抖动轮转速一,为抛起物块时抖动轮的最低转速,r为圆弧的半径,β为土薯分离装置的水平倾角;

B、抖动轮转速二n_2

在振幅一定的情况下,抖动轮频率是一个影响土薯分离效果的重要参数,抖动轮转速由以下公式确定:$n_2 = \frac{60f}{z}$

式中n_2为抖动轮转速二,f为抖动轮频率,Z为抖动轮的头数;

C、比较n_1在和n_2大小,如果$n_2 > n_1$,抖动轮转速满足设计要求,否则改变抖动轮频率f和抖动轮的头数Z的取值,进行重新确定抖动轮转速。

薯类收获机两级土薯分离装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种薯类收获机两级土薯分离装置，安装在相对应的薯类收获机械上用于实现土薯分离作业，属于农业机械领域。

背景技术

[0002] 中国是薯类作物生产大国，但薯类作物机械化生产水平与发达国家相比，还落后很多，尤其是劳动强度大、需要人工多的收获作业，严重制约着薯类产业的发展。土薯分离装置是薯类收获机的核心部件，不仅要完成大量收获物料的输运，还要保证土壤、秧蔓及碎石等杂质的高效分离。薯类收获机土薯分离输送装置主要有栅杆式、蜗杆式和棘轮式等，国内薯类收获机土薯分离输送装置多数采用栅杆式，按照其结构又可分为一级栅杆式和两级栅杆式。其中，一级栅杆式分离装置适用于中小型马铃薯收获机械，土薯分离效果一般，无伤薯现象。两级栅杆式输送分离装置主要用于大型多垄薯类收获机械，可以有效解决含杂率高及壅土等问题，但破皮、挤压等伤薯现象严重。

[0003] 近几年，国内对薯类收获机土薯分离装置也有一定的研究。王公仆等针对作物分段收获机升运器作业顺畅性差、伤薯率高、设计依据缺乏等问题，设计了一款杆条式升运器，对升运器的结构及选型、杆条、杆条线速度等参数进行了设计，开展了田间试验，试验结果符合技术标准。崔功佩等针对现有马铃薯二级输送分离装置破皮、挤压等伤薯现象严重的问题，对马铃薯输送分离作业机理进行了理论分析，确定了主要影响伤薯性能的作业参数，并判定了显著性因素中影响伤薯率的主次顺序：倾斜角度和转速的交互作用、倾斜角度、垂直距离，所获得的试验数据和结论分析可为马铃薯二级输送分离装置的结构改进和参数优化提供参考。魏忠彩等针对当前马铃薯机械化收获环节存在的破皮率和伤薯率较高等问题，通过设置振动分离段和波浪分离段、基于振动与波浪二级分离改进了一种马铃薯收获机，并分析了振动与波浪二级分离条件下的分离筛及薯块运动特征，可为马铃薯收获机的研发优化以及薯土分离效率和收获品质的综合控制提供技术参考。

[0004] 上述几种土薯分离装置都进行了田间试验，分析了影响收获作业破皮率和伤薯率的主要参数，但作业参数调整困难，由于土薯分离装置的动力来自于拖拉机动力输出轴，在拖拉机满负荷工作条件下，动力输出轴转速不变，那么土薯分离装置线速度也无法改变，除非更换传动链轮；同时智能化水平较低，没有把液压技术、传感器信号采集技术和微处理器控制技术等糅合到薯类收获作业实践中。

[0005]

发明内容

[0006] 为了克服现有薯类收获机土薯分离装置的不足，本发明提供一种调整方便、破皮率低、伤薯率低和智能化水平高的薯类收获机两级土薯分离装置。

[0007] 本发明为实现上述目的，通过以下技术方案实现：

一种薯类收获机两级土薯分离装置，包括机械单元和控制单元，

机械单元包括设置在机架上的驱动结构、第一级张紧机构、第一级土薯分离输送装置、第二级张紧机构和第二级土薯分离输送装置，驱动结构输出端连接第二级土薯分离输送装置，第二级土薯分离输送装置输出端连接第一级土薯分离输送装置，第一级土薯分离输送装置配有第一级张紧机构，第二级土薯分离输送装置配有第二级张紧机构，第二级土薯分离输送装置配备有抖动轮机构；

控制单元包括信号采集模块、电磁阀、控制器和监控终端，信号采集模块包括安装于机架上的用于测量土薯实时在线产量的流量传感器和用于测量第一级土薯分离输送装置和第二级土薯分离输送装置转速的转速传感器，信号采集模块采集测量数据上传控制器，控制器控制驱动结构动作。

[0008] 所述的薯类收获机两级土薯分离装置优选方案，第一级土薯分离输送装置包括第一级驱动辊、第一级分离筛、第一级中支撑和第一级升运链轮；第一级驱动辊两端安装于机架上，第一级中支撑设置在分离筛中部且安装于机架上；第一级驱动辊上安装第一级升运链轮，第一级升运链轮与分离筛杆条啮合；第一级驱动辊经传动单元I与第二级土薯分离输送装置输出端连接。

[0009] 所述的薯类收获机两级土薯分离装置优选方案，第二级土薯分离输送装置包括第二级分离筛、第二级驱动辊和第二级升运链轮，第二级驱动辊两端安装于机架上，抖动轮机构支撑在第二级分离筛中部且安装于机架上，第二级驱动辊上安装有第二级升运链轮，第一级升运链轮与第二级分离筛杆条啮合，第二级驱动辊经传动单元Ⅱ与抖动轮机构连接。

[0010] 所述的薯类收获机两级土薯分离装置优选方案，第一级驱动辊两端套装的链轮Ⅳ，第二级驱动辊两端套装链轮Ⅰ，第二级驱动辊上链轮Ⅰ与第一级驱动辊同一侧的链轮Ⅳ形成第一链轮组，第一链轮组上套装有第一链条，第一链条和第一链轮组构成传动单元Ⅰ；第二级驱动辊两端还套装链轮Ⅱ，抖动轮机构两端套装轮Ⅲ，第二级驱动辊上的链轮Ⅱ与抖动轮机构同一侧的链轮Ⅲ形成第二链轮组，第二链轮组上套装有第二链条，第二链条和第二链轮组构成传动单元Ⅱ，连接后的第一链条和第二链条呈斜向布置，且第二链条倾斜角度大于第一链条的倾斜角度。

[0011] 所述的薯类收获机两级土薯分离装置优选方案，驱动结构为液压马达，液压马达输出端与第二级驱动辊一端连接。

[0012] 所述的薯类收获机两级土薯分离装置优选方案，第二级升运链轮为带齿橡胶轮，用于传递液压马达提供的动力。

[0013] 所述的薯类收获机两级土薯分离装置优选方案，第一级张紧机构包括一级小托轮、一级大托轮和一级导向轮，均匀分布在第一级分离筛周围且安装在机架两侧的侧边上。

[0014] 所述的薯类收获机两级土薯分离装置优选方案，第二级张紧机构包括二级小托轮、二级大托轮和二级导向轮，均匀分布在第二级分离筛周围且安装在机架两侧的侧边上。

[0015] 所述的薯类收获机两级土薯分离装置优选方案，第一级土薯分离机构的远离驱动结构一端的导向轮上设置刮泥板。

[0016] 所述的薯类收获机两级土薯分离装置优选方案，确定抖动轮转速方法包括以下步骤：

A、抛起物块时抖动轮转速一n_1

抖动轮工作时，应能保证物料抛起为基本条件，把物料看作是具有一定质量的质点，质

点是沿圆弧AB做圆周运动，质点受到的作用力为重力mg、离心力P、法向反力R和摩擦力T，当物体离开升运器的一瞬间，R=0，T=0，即离心力P的垂直分力P_1大于物料的重力mg，为此，应满足下式：

$P_1 = P\cos\beta = mg\omega^2 r\cos\beta > mg$取$g \approx \pi^2$，$\omega = \frac{\pi n_1}{30}$，简化后得：

$$n_1 > 30\sqrt{\frac{1}{r\cos\beta}}$$

式中n_1为抖动轮转速一，为抛起物块时抖动轮的最低转速，r为圆弧的半径，β为土薯分离装置的水平倾角；

B、抖动轮转速二n_2

在振幅一定的情况下，抖动轮频率是一个影响土薯分离效果的重要参数，抖动轮转速由以下公式确定：$n_2 = \frac{60f}{z}$

式中n_2为抖动轮转速二，f为抖动轮频率，Z为抖动轮的头数；

C、比较n_1在和n_2大小，如果$n_2 > n_1$，抖动轮转速满足设计要求，否则改变抖动轮频率f和抖动轮的头数Z的取值，进行重新确定抖动轮转速。

[0017] 本发明的优点在于：两级分离装置可以更好地实现土薯进一步分离，控制系统可实时监控土薯分离装置在线流量和分离线速度，通过模糊 PID 自调整算法实现对分离机构线速度的自动调节，减小对薯块的损伤，同时避免壅土。

附图说明

[0018] 附图用来提供对本发明的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本发明的实施例一起用于解释本发明，并不构成对本发明的限制。

[0019] 图1为本发明实施例的结构示意图。

[0020] 图2为图1所示实施例隐去第一级分离筛、第二级分离筛、第一链条、第二链条后的轴测图；

图3为图2所示实施例另一方向的轴测图；

图4为图1的A-A剖视图；

图5为抖动轮上物料受力示意图；

图6为本发明实施例的控制单元结构原理图；

其中，1. 一级小托轮，2. 一级大托轮，3. 一级导向轮，4. 第一级驱动辊，5.第一级分离筛，6.第二级分离筛，7.抖动轮结构，8.流量传感器，9.第二级驱动辊，10.链轮Ⅰ，11. 链轮Ⅱ，12.转速传感器，13.链轮Ⅲ，14.链轮Ⅳ，15.机架，16.第一级中支撑，17. 第一链条，18. 第二链条，19.液压马达，20.螺栓Ⅰ，21.手柄，22.螺栓Ⅱ，23.刮泥板，24.第一级升运链轮，25.第二级升运链轮，27.二级导向轮，28.二级大托轮，29二级小托轮。

具体实施方式

[0021] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于

本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0022] 本发明的描述中，需要说明的是，术语“竖直”、“上”、“下”、“水平”等指示的方位或者位置关系为基于附图所示的方位或者位置关系，仅是为了便于描述本实用和简化描述，而不是指示或者暗示所指的装置或者元件必须具有特定的方位，以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，“第一”、“第二”、“第三”、“第四”仅用于描述目的，而不能理解为指示或者暗示相对重要性。

[0023] 一种薯类收获机两级土薯分离装置，包括机械单元和控制单元，其中：

参考图1，机械单元包括设置在机架上的驱动结构、第一级张紧机构、第一级土薯分离输送装置、第二级张紧机构和第二级土薯分离输送装置，驱动结构输出端连接第二级土薯分离输送装置，第二级土薯分离输送装置输出端连接第一级土薯分离输送装置，第一级土薯分离输送装置配有第一级张紧机构，第二级土薯分离输送装置配有第二级张紧机构，第二级土薯分离输送装置配备有抖动轮机构；

参考图6，控制单元包括信号采集模块、电磁阀、控制器和监控终端，信号采集模块包括安装于机架上的用于测量土薯实时在线产量的流量传感器和用于测量第一级土薯分离输送装置和第二级土薯分离输送装置转速的转速传感器，信号采集模块采集测量数据上传控制器，控制器控制驱动结构动作。

[0024] 参考图2、图3、图4，第一级土薯分离输送装置包括第一级驱动辊4、第一级分离筛5、链轮Ⅳ14、第一级中支撑16和第一级升运链轮24；第一级驱动辊4两端过轴承支撑安装于机架两侧的侧板上，第一级中支撑16支撑在分离筛中部且安装于机架两侧的侧板上，同时起到增加机架15强度的作用；第一级驱动辊4安装有第一级升运链轮24，第一级升运链轮24与分离筛杆条啮合；第一级驱动辊4两端分别套装链轮Ⅳ14。

[0025] 参考图2、图3、图4，第二级土薯分离输送装置包括第二级分离筛、第二级驱动辊、链轮Ⅰ、链轮Ⅱ、链轮Ⅲ和第二级升运链轮，第二级驱动辊9两端过轴承支撑安装于机架15两侧的侧板上，抖动轮机构7支撑在第二级分离筛6中部且安装于机架两侧的侧板上，且两 端分别套装链轮Ⅲ13，第二级驱动辊9上安装有第二级升运链轮25，第一级升运链轮24与第二级分离筛杆条啮合，第二级驱动辊9两端分别套装链轮Ⅰ10和链轮Ⅱ11，第二级驱动辊上链轮Ⅰ10与第一级驱动辊4同一侧的的的链轮Ⅳ14形成第一链轮组，第一链轮组上套装有第一链条17，第一链条17和第一链轮组构成传动单元Ⅰ，第二级驱动辊上的链轮Ⅱ11与抖动轮机构7同一侧的链轮Ⅲ13形成第二链轮组，第二链轮组上套装有第二链条18，第二链条18和第二链轮组构成传动单元Ⅱ，连接后的第一链条17和第二链条18呈斜向布置，且第二链条18倾斜角度大于第一链条17的倾斜角度。螺栓Ⅱ22用于分离筛的张紧，第二级升运链轮25为带齿橡胶轮，用于传递液压马达19提供的动力。

[0026] 本实施例中，机架15两侧安装螺栓Ⅰ20且与第一级驱动辊4接触，调节螺栓Ⅰ20的长度可调整第一级分离筛5的松紧度；机架15两侧安装螺栓Ⅱ22且与抖动轮机构接触，调节螺栓Ⅱ22长度用于第二级分离筛6的松紧度。

[0027] 本实施例中，抖动轮机构7为主动型，可以根据不同的土壤状况调整抖动轮转速，改变升运链抖动频率，提高土薯分离效果和降低作物的破损率，振幅和升运链的松紧程度可由固定在机架15上的手柄21调节，振幅调整范围10～40 mm，振动幅度直接影响土薯分离

效果及薯块的破损程度，振幅越大，分离效果越好，但薯块的破损率随之增高，手柄21同时可以根据作业状况调整第二级分离筛6输送角度。

[0028] 本实施例中，第一级张紧机构包括一级小托轮1、一级大托轮2和一级导向轮3，均匀分布在第一级分离筛5周围且安装在机架两侧的侧边上，第二级张紧机构包括二级小托轮29、二级大托轮28和二级导向轮27，均匀分布在第二级分离筛周围且安装在机架两侧的侧边上。

[0029] 本实施例中，第二级升运链轮25为带齿橡胶轮，用于传递液压马达19提供的动力。

[0030] 本实施例中，第一级土薯分离机构的远离驱动结构一端的导向轮上设置刮泥板23，防止分离筛的堵塞和卡滞。

[0031] 参考图4、5，抖动轮转速是土薯分离装置的重要参数，确定抖动轮转速，包括以下步骤：

A、抖动轮工作时，应能保证物料抛起为基本条件，把物料看作是具有一定质量的质点，质点是沿圆弧AB做圆周运动，质点受到的作用力为重力mg、离心力P、法向反力R和摩擦力T，当物体离开升运器的一瞬间，R=0，T=0，即离心力P的垂直分力P_1大于物料的重力mg，为此，应满足下式：

$$P_1 = P\cos\beta = mg\omega^2 r\cos\beta > mg$$ 取 $g \approx \pi^2$，$\omega = \frac{\pi n_1}{30}$，简化后得：

$$n_1 > 30\sqrt{\frac{1}{r\cos\beta}}$$

式中n_1为抖动轮转速一，为抛起物块时抖动轮的最低转速，r为圆弧的半径，=β为土薯分离装置的水平倾角；

B、在振幅一定的情况下，抖动轮频率是一个影响土薯分离效果的重要参数，频率增加时，作物块茎碰撞力增大，同时其碰撞次数减少但更均匀，块茎脱泥效果好；但频率过大会造成块茎碰撞力超过碰撞损伤力，引起伤薯率增加，抖动轮转速可由以下公式确定：

$$n_2 = \frac{60f}{z}$$

式中n_2为抖动轮转速二，f为抖动轮频率，Z为抖动轮的头数；

C、比较n_1在和n_2大小，如果$n_2 > n_1$，抖动轮转速满足设计要求，否则改变频率f和抖动轮的头数Z的取值，进行重新确定抖动轮转速。

[0032] 利用本发明工作过程如下：本发明采用第一级土薯分离输送装置和第二级土薯分离输送装置，动力经液压马达19传递到第二级驱动辊9，第二级驱动辊9分别将动力传递给第一级驱动辊4和抖动轮机构7，薯类作物在第一级土薯分离输送装置上受摩擦力作用进行去土作业，在第二级土薯分离输送装置上由于抖动轮机构7的作用，土垡被进一步的疏松、破碎，完成土薯分离过程。控制单元可实时监测土薯分离装置流量和分离线速度，控制器通过模糊 PID 自调整算法使控制器实现对分离机构线速度的自动调节，减小对薯块的损伤，同时避免壅土。

[0033] 最后应说明的是：以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，对于本领域的技术人员来说，其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换。

凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

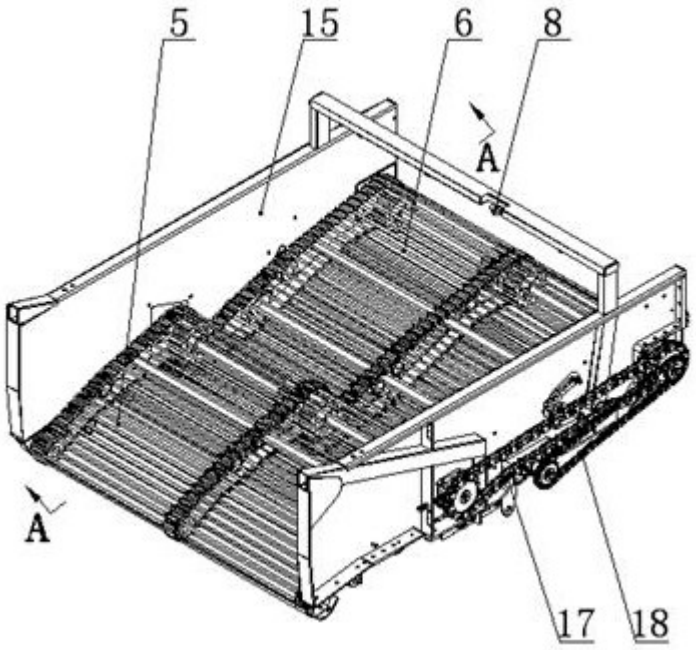


图1

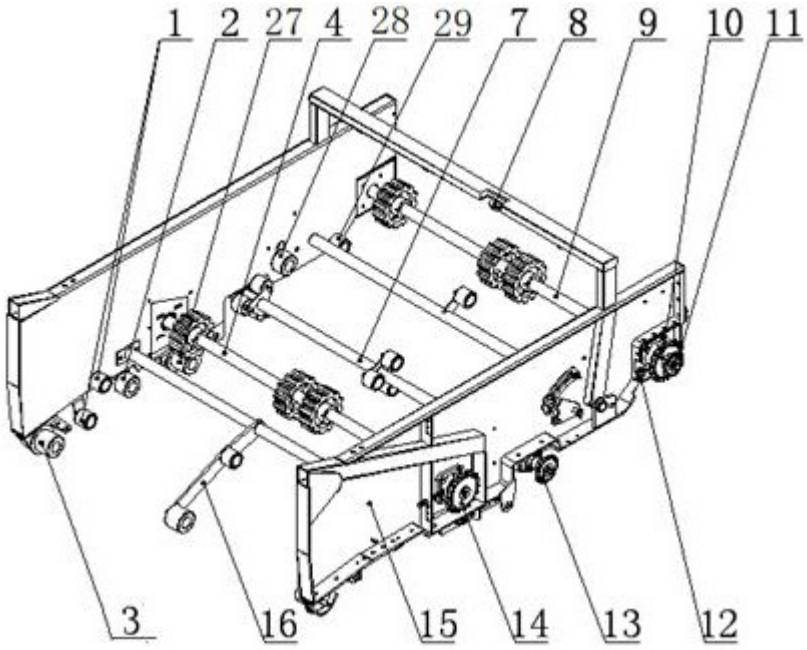


图2

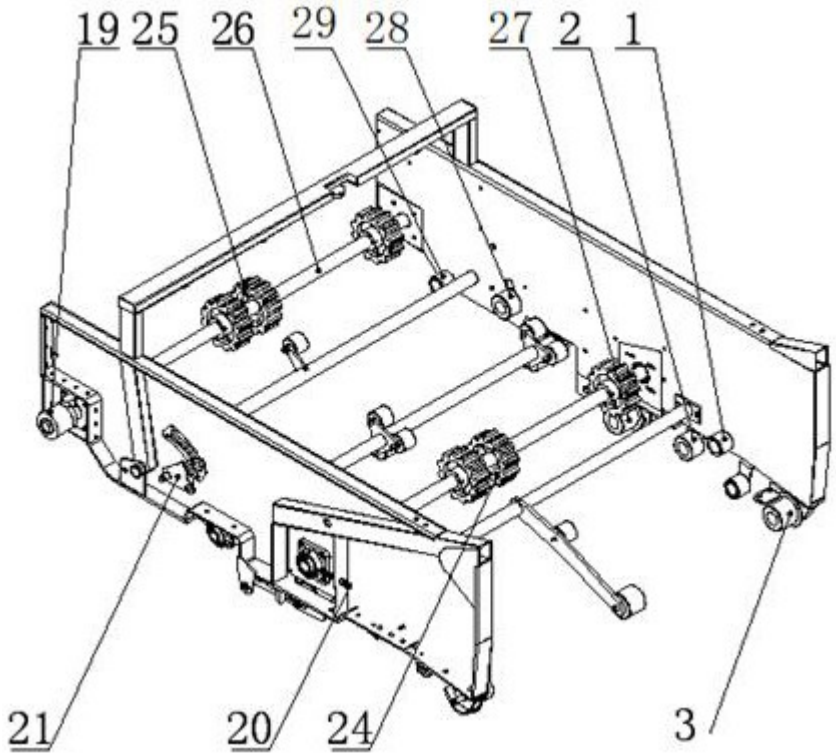


图3

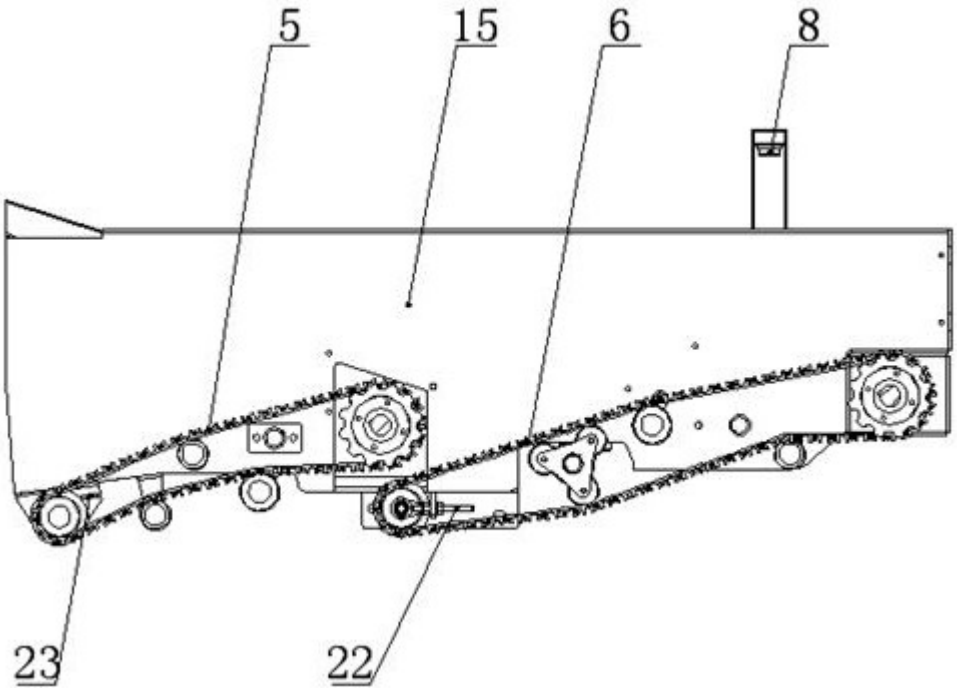


图4

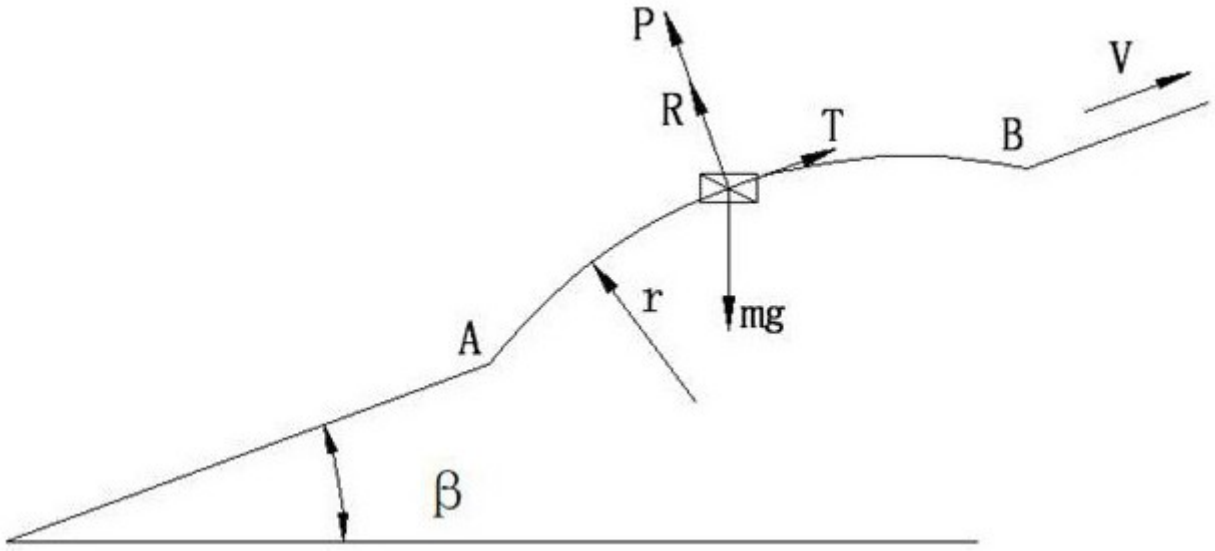

P
R
T
V
B
r
mg
A
β

图5

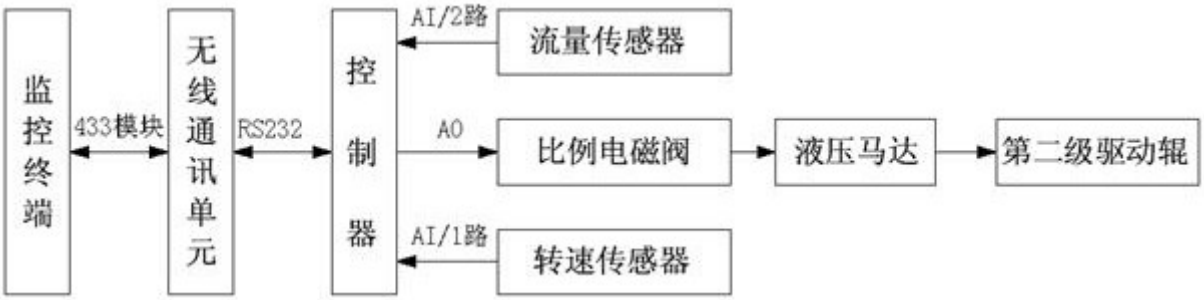

监控终端
433模块
无线通讯单元
RS232
控制器
AI/2路
流量传感器
AO
比例电磁阀
液压马达
第二级驱动辊
AI/1路
转速传感器

图6