



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113607079 B

(45) 授权公告日 2023. 07. 21

(21) 申请号 202110883593.0

A01C 5/06 (2006.01)

(22) 申请日 2021.08.03

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

FR 2706235 A1, 1994.12.23

申请公布号 CN 113607079 A

审查员 徐丽华

(43) 申请公布日 2021.11.05

(73) 专利权人 中国农业大学

地址 100081 北京市海淀区圆明园西路2号

(72) 发明人 和贤桃 孙嘉璐 杨丽 张东兴

崔涛 李鸿盛 刘文通

(74) 专利代理机构 北京迎硕知识产权代理事务

所(普通合伙) 11512

专利代理师 钱扬保 张群峰

(51) Int. Cl.

G01B 11/22 (2006.01)

G01S 17/08 (2006.01)

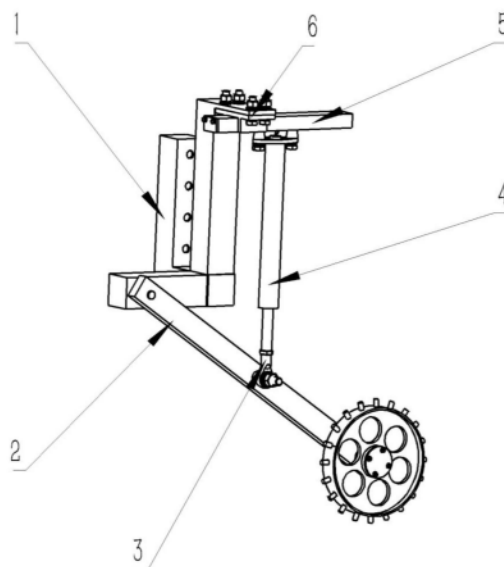
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

一种通用式开沟深度检测装置

(57) 摘要

本发明公开了一种通用式开沟深度检测装置,包括机具挂接架,地面仿形装置,纵向位移测量装置和横向位移平衡装置,其中:横向位移平衡装置和地面仿形装置安装在机具挂接架上,且地面仿形装置与机具挂接架铰接连接,横向位移平衡装置设置在仿形装置上部;纵向位移测量装置上端与横向位移平衡装置连接,下端与地面仿形装置铰接连接。



1. 一种通用式开沟深度检测装置,包括机具挂接架,地面仿形装置,纵向位移测量装置和横向位移平衡装置,其特征在于:

横向位移平衡装置和地面仿形装置安装在机具挂接架上,且地面仿形装置与机具挂接架铰接连接,横向位移平衡装置设置在地面仿形装置上部;纵向位移测量装置上端与横向位移平衡装置连接,下端与地面仿形装置铰接连接;地面仿形装置包括连接杆和仿形轮,仿形轮可自由转动的安装在连接杆的下部;

连接杆上部设有一根机具挂接架连接轴,中部设有一根中间轴,中间轴上安装有关节轴承,纵向位移测量装置下端与关节轴承连接,机具挂接架连接轴安装在机具挂接架上的轴承上;中间轴上加工有一个台阶,轴端加工有螺纹,关节轴承内圈一端抵靠在中间轴台阶上,另一端被螺母压紧;横向位移平衡装置包括滑轨固定件、滑块和滑轨,滑轨与滑轨固定件固定连接,滑轨固定件与机具挂接架固定连接;

滑轨上沿长度方向设有滑槽,滑块可滑动的安装在滑槽中,横向压缩弹簧安装在滑槽中,一端与滑槽壁连接,另一端与滑块连接;所述滑槽前端贯穿滑轨壁,后端距离滑轨壁一段距离,滑槽前部开口通过挡板封闭;纵向位移测量装置包括滑块连接件,纵向位移杆和纵向位移杆套,纵向位移杆套上部固定在滑块连接件上,纵向位移杆可上下滑动的插入在纵向位移杆套的套孔中,纵向位移杆的下端露出在纵向位移杆套的套孔之外;滑块连接件与滑块固定连接,滑块连接件下部设有一个柱状件,柱状件加工有中心孔,纵向位移杆套上部与柱状件套接固定连接,激光测距传感器安装在柱状件的中心孔中;所述的通用式开沟深度检测装置还包括纵向压缩弹簧,纵向压缩弹簧安装在纵向位移杆套的套孔中,且设置在纵向位移杆与滑块连接件之间;纵向位移杆的下端加工有螺纹,纵向位移杆的下端与关节轴承的螺纹孔螺纹连接;在纵向位移杆上和位移杆套的套孔壁上加工有互相配合的平面;

开沟深度检测装置还包括控制装置,所述控制装置包括拉杆式传感器,PLC控制器、编码器、控制阀和调速阀;开沟装置包括整机机架和开沟单元,其中,所述整机机架安装在拖拉机的三点悬挂装置上,多个开沟单元安装在整机机架上,每个开沟单元通过一组液压缸安装在整机机架上,液压油缸一端固定在整机机架上,一端固定在一组开沟单元上;拉杆式位移传感器安装在整机机架与开沟单元之间,并与液压油缸平行,用于实时监测液压油缸伸缩的位置,并反馈给PLC控制器;编码器壳体部分固定在连接杆上,转子部分固定在仿形轮上,开沟器固定安装在开沟单元上;控制阀、PLC控制器安装在整机机架上,调速阀安装在液压油缸上;所述机具挂接架固定安装在开沟单元上;

开沟深度检测装置按如下方式工作:拖拉机牵引整机机架向前进方向行驶,进而带动多组开沟单元工作,此时的行进速度为:

$$v = \omega R \quad (1)$$

其中:

v——行进速度

w——编码器检测的角速度

R——仿形轮半径

当激光位移传感器检测到h发生变化即与预定的h值不同时,PLC控制器对采集的数据进行计算,短暂延时t秒后,传递信号给控制阀和调速阀,控制液压油缸升降,以使激光位移传感器检测到的h值恢复到预定h值,调速阀调节液压油缸的伸缩速度为延时t秒前激光位

移传感器的速度 $d(\Delta h)/dt$ 的2倍,此时,拉杆式位移传感器实时检测液压油缸伸缩量,并实时反馈给PLC控制器进而再次控制液压油缸伸缩,直至变化量与短暂时 t 秒前的地面起伏速度相近或一致;

延时时间 t 计算方法为:

$$l = L - \sqrt{l_{\text{摆}}^2 - (H - h)^2} \quad (2)$$

$$t = \frac{l}{v} \quad (3)$$

由(1), (2), (3)得延时时间 t 为:

$$t = \frac{L - \sqrt{l_{\text{摆}}^2 - (H - h)^2}}{\omega R} \quad (4)$$

其中:

L ——连接杆与机具挂接架铰接中心距开沟器底端的横向距离

H ——连接杆与机具挂接架铰接中心距开沟器底端的高度差

l ——仿形轮中心距开沟器底端的横向距离

$l_{\text{摆}}$ ——连接杆的长度

h ——仿形轮外周圆底端与开沟器底端的高度差;

当前方地面起伏时,开沟深度检测装置中的仿形轮上下起伏继而使激光位移传感器检测到地面起伏量的一半,此时开沟深度检测装置检测到仿形轮与开沟器的距离 h 是实际开沟深度 h' 与仿形轮在仿形轮与开沟器距离 l 中变化量 $\Sigma \Delta h$ 的和,因此实际开沟深度为:

$$h' = h - \Sigma \Delta h \quad (5)$$

其中 $\Sigma \Delta h$ 为某一时刻在该时刻前 t 秒时间内仿形轮上下浮动距离的矢量和, Δh 是激光位移传感器相邻两个采样中,后一个检测得到的深度值 h 与前一个检测得到的深度值 h 之间的差值;

当已经计算出实际开沟深度 h' 后,为使开沟深度在规定的开沟深度范围以内,进行如下控制:激光位移传感器将检测数据传给PLC控制器之后,PLC控制器通过数据的存储和实时计算得到实际开沟深度,实时将实际开沟深度与预定的开沟深度进行对比,然后控制调速阀和控制阀继而控制液压油缸相对应的上升或下压使实际开沟深度向规定的开沟深度趋近。

一种通用式开沟深度检测装置

技术领域

[0001] 本发明属于农业机械领域,尤其涉及一种通用式开沟深度检测装置。

背景技术

[0002] 开沟深度一致性是精量播种的一个重要指标,是控制播种、施肥深度一致性与稳定性的前提。开沟器在田间工作过程中,由于土壤空间变异性以及保护性耕作条件下地表起伏量大,造成开沟深度不一致,影响后续作业精度及作物生长。机器前进过程中,开沟深度的实时检测能为后续控制系统调整开沟深度提供数据参考。

[0003] 国内针对开沟深度检测,大多是改变作业机具外形结构,造成检测装置通用性差,或者利用测距传感器检测某一平面至地表距离,由于地表情况复杂,尤其是在免耕地面上,该种检测方式测量误差较大。

[0004] 因此,本发明提出了一种通用式开沟深度检测装置,能够适用于不同结构和开沟目的,通过对检测原理的优化,提高了测量精度。

发明内容

[0005] 为实现本发明之目的,采用以下技术方案予以实现:

[0006] 一种通用式开沟深度检测装置,包括机具挂接架,地面仿形装置,纵向位移测量装置和横向位移平衡装置,其中:横向位移平衡装置和地面仿形装置安装在机具挂接架上,且地面仿形装置与机具挂接架铰接连接,横向位移平衡装置设置在地面仿形装置上部;纵向位移测量装置上端与横向位移平衡装置连接,下端与地面仿形装置铰接连接。

[0007] 所述的通用式开沟深度检测装置,其中:地面仿形装置包括连接杆和仿形轮,仿形轮可自由转动的安装在连接杆的下部;连接杆上部设有一根机具挂接架连接轴,中部设有一根中间轴,中间轴上安装有关节轴承,纵向位移测量装置下端与关节轴承连接,机具挂接架连接轴安装在机具挂接架上的轴承上。

[0008] 所述的通用式开沟深度检测装置,其中:中间轴上加工有一个台阶,轴端加工有螺纹,关节轴承内圈一端抵靠在中间轴台阶上,另一端被螺母压紧。

[0009] 所述的通用式开沟深度检测装置,其中:横向位移平衡装置包括滑轨固定件、滑块和滑轨,滑轨与滑轨固定件固定连接,滑轨固定件与机具挂接架固定连接。

[0010] 所述的通用式开沟深度检测装置,其中:滑轨上沿长度方向设有滑槽,滑块可滑动的安装在滑槽中,横向压缩弹簧安装在滑槽中,一端与滑槽壁连接,另一端与滑块连接。

[0011] 所述的通用式开沟深度检测装置,其中:所述滑槽前端贯穿滑轨壁,后端距离滑轨壁一段距离,滑槽前部开口通过挡板封闭。

[0012] 所述的通用式开沟深度检测装置,其中:纵向位移测量装置包括滑块连接件,纵向位移杆和纵向位移杆套,纵向位移杆套上部固定在滑块连接件上,纵向位移杆可上下滑动的插入在纵向位移杆套的套孔中,纵向位移杆套的下端露出在纵向位移杆套的套孔之外。

[0013] 所述的通用式开沟深度检测装置,其中:滑块连接件与滑块固定连接,滑块连接件

下部设有一个柱状件,柱状件加工有中心孔,纵向位移杆套上部与柱状件套接固定连接,激光测距传感器安装在柱状件的中心孔中。

[0014] 所述的通用式开沟深度检测装置,其中:还包括纵向压缩弹簧,纵向压缩弹簧安装在纵向位移杆套的套孔中,且设置在纵向位移杆与滑块连接件之间;纵向位移杆的下端加工有螺纹,纵向位移杆杆的下端与关节轴承的螺纹孔螺纹连接。

[0015] 所述的通用式开沟深度检测装置,其中:在纵向位移杆上和位移杆套的套孔壁上加工有互相配合的平面。

[0016] 所述的通用式开沟深度检测装置,其中:开沟深度检测装置还包括控制装置,所述控制装置包括拉杆式传感器、PLC控制器、编码器、控制阀和调速阀。

[0017] 所述的通用式开沟深度检测装置,其中:开沟装置包括整机机架和开沟单元,其中,所述整机机架安装在拖拉机的三点悬挂装置上,多个开沟单元安装在整机机架上,每个开沟单元通过一组液压缸安装在整机机架上,液压油缸一端固定在整机机架上,一端固定在一组开沟单元上;拉杆式位移传感器安装在整机机架与开沟单元之间,并与液压油缸平行,用于实时监测液压油缸伸缩的位置,并反馈给PLC控制器;编码器壳体部分固定在摆杆上,转子部分固定在仿形轮上,开沟器固定安装在开沟单元上;控制阀、PLC控制器安装在整机机架上,调速阀安装在液压油缸上;所述机具挂接架固定安装在开沟单元上。

[0018] 所述的通用式开沟深度检测装置,其中开沟深度检测装置按如下方式工作:拖拉机牵引整机机架7向前进方向行驶,进而带动多组开沟单元工作,此时的行进速度为:

$$[0019] \quad v = \omega R \quad (1)$$

[0020] 其中:

[0021] v ——行进速度

[0022] ω ——编码器检测的角速度

[0023] R ——仿形轮半径

[0024] 当激光位移传感器检测到 h 发生变化即与预定的 h 值不同时,PLC控制器对采集的数据进行计算,短暂延时 t 秒后,传递信号给控制阀和调速阀,使控制液压油缸升降,以使激光位移传感器检测到的 h 值恢复到预定 h 值,调速阀调节液压油缸的伸缩速度为延时 t 秒前激光位移传感器的速度 $d(\Delta h)/dt$ 的2倍,此时,拉杆式位移传感器实时检测液压油缸伸缩量,并实时反馈给PLC控制器进而再次控制液压油缸伸缩,直至变化量与短暂延时 t 秒前的地面起伏速度相近或一致。

[0025] 所述的通用式开沟深度检测装置,其中:延时时间 t 计算方法为:

$$[0026] \quad l = L - \sqrt{l_{\text{摆}}^2 - (H - h)^2} \quad (2)$$

$$[0027] \quad t = \frac{l}{v} \quad (3)$$

[0028] 由(1), (2), (3)得延时时间 t 为:

$$[0029] \quad t = \frac{L - \sqrt{l_{\text{摆}}^2 - (H - h)^2}}{\omega R} \quad (4)$$

[0030] 其中:

[0031] L ——连接杆与机具挂接架铰接中心距开沟器底端的横向距离

[0032] H——连接杆与机具挂接架铰接中心距开沟器底端的高度差

[0033] l——仿形轮中心距开沟器底端的横向距离

[0034] $l_{\text{摆}}$ ——连接杆的长度

[0035] h——仿形轮外圆周底端与开沟器底端的高度差。

[0036] 所述的通用式开沟深度检测装置,其中:

[0037] 当前方地面起伏时,开沟深度检测装置中的仿形轮上下起伏继而使激光位移传感器检测到地面起伏量的一半,此时开沟深度检测装置检测到仿形轮与开沟器的距离h是实际开沟深度 h' 与仿形轮在仿形轮与开沟器距离l中变化量 $\Sigma \Delta h$ 的和,因此实际开沟深度为:

$$[0038] \quad h' = h - \Sigma \Delta h \quad (5)$$

[0039] 其中 $\Sigma \Delta h$ 为某一时刻在该时刻前t秒时间内仿形轮上下浮动距离的矢量和, Δh 是激光位移传感器相邻两个采样中,后一个检测得到的深度值h与前一个检测得到的深度值h之间的差值;

[0040] 当已经计算出实际开沟深度 h' 后,为使开沟深度在规定的开沟深度范围以内,进行如下控制:激光位移传感器将检测数据传给PLC控制器之后,PLC控制器通过数据的存储和实时计算得到实际开沟深度,实时将实际开沟深度与预定的开沟深度进行对比,然后控制调速阀和控制阀继而控制液压油缸相对应的上升或下压使实际开沟深度向规定的开沟深度趋近。

[0041] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:

[0042] (1)将开沟深度检测装置设计为独立结构,能够与任意机器开沟装置螺栓联接,深度检测范围0-20cm,能满足大部分开沟作业检测需要。

[0043] (2)将仿形轮平面运动转化为x、y轴方向滑块与纵向位移杆位移量,其中开沟实际深度为纵向位移杆位移量2倍,简化测量原理,便于进行数据后处理。

[0044] (3)通过纵向位移测量装置内部激光位移传感器检测纵向位移杆位移量,相较于以地面为测量对象,该种测量方法能提高测量结果准确性。

[0045] (4)仿形轮采用斜牵引浮动设计,优化仿形过程中纵向位移测量装置的受力情况。

[0046] (5)该开沟深度检测装置各铰接部分采用轴承连接,在机械结构上提高了检测精度。

[0047] (6)开沟深度检测装置置于开沟器前侧,通过使用单独的控制系統,使检测的开沟深度误差更小,耕深调节更稳定。

附图说明

[0048] 图1为本发明通用式开沟深度检测装置整体结构图;

[0049] 图2为本发明地面仿形装置结构图;

[0050] 图3为本发明横向位移平衡装置结构图;

[0051] 图4为本发明纵向位移测量装置结构图;

[0052] 图5为本发明仿形轮摆动最低位置示意图;

[0053] 图6为本发明仿形轮摆动最高位置示意图

[0054] 图7为开沟装置结构示意图;

[0055] 图8为本发明的控制系统示意图。

具体实施方式

[0056] 下面结合附图1-8对本发明的具体实施方式进行详细说明。

[0057] 如图1所示,通用式开沟深度检测装置包括机具挂接架1、地面仿形装置2、纵向位移测量装置4和横向位移平衡装置5。其中横向位移平衡装置5和地面仿形装置2安装在机具挂接架1上,且横向位移平衡装置5设置在地面仿形装置2上部,纵向位移测量装置4上端与横向位移平衡装置5连接,下端与地面仿形装置2连接。所述机具挂接架1通过螺栓与开沟装置侧向连接。

[0058] 如图2所示,地面仿形装置2包括连接杆202和仿形轮203,仿形轮203可自由转动的安装在连接杆202的下部,优选的连接杆202下部焊接连接有一根转轴,该转轴安装在仿形轮203中心处的轴承上;连接杆202上部设有一根机具挂接架连接轴201,中部设有一根中间轴204,机具挂接架连接轴201和中间轴204优选的都通过焊接的方式与连接杆202固定连接,机具挂接架连接轴201和中间轴204的朝向相反,优选的,中间轴204设置在连接杆202上机具挂接架连接轴201与仿形轮203安装位置(即转轴位置)的间距的1/2处,便于增大仿形轮的测量深度范围;机具挂接架连接轴201安装在机具挂接架1上的轴承上;中间轴204上加工有一个台阶,轴端加工有螺纹,关节轴承3安装在中间轴204上,且关节轴承3内圈一端抵靠在中间轴台阶上,另一端通过安装在中间轴上的螺母压紧。仿形轮203主体为圆盘状,其外圆周表面密布有多个凸起,防止仿形轮打滑,保证仿形轮为纯滚动。

[0059] 如图3所示,横向位移平衡装置5包括滑轨固定件6、滑块503和滑轨501,滑轨501与滑轨固定件6通过焊接或螺纹连接等方式固定连接,滑轨固定件6上开有多个螺栓孔,滑轨固定件6与机具挂接架1螺栓连接。滑轨501上沿长度方向设有滑槽505,滑块503可滑动的安装在滑槽505中,所述滑槽505前端贯穿滑轨壁,后端距离滑轨壁一段距离,横向压缩弹簧504安装在滑槽505后部,一端与滑槽壁连接,另一端与滑块503连接,滑槽505前部开口通过挡板502封闭,用于防止滑块503移动时脱离滑轨501,挡板502通过螺栓固定安装在滑轨501上。横向位移平衡装置5安装在机具挂接架1上,滑槽505方向向下设置。

[0060] 如图4所示,纵向位移测量装置4包括滑块连接件404,纵向位移杆401和纵向位移杆套405,纵向位移杆套405上部固定在滑块连接件404上,纵向位移杆401可上下滑动的插入在纵向位移杆套405的套孔中。

[0061] 具体来说,滑块连接件404上设有多个螺栓孔,滑块连接件404与滑块503螺栓连接,滑块连接件404下部设有一个柱状件,柱状件外壁加工有外螺纹,其还加工有螺纹中心孔,纵向位移杆套405套孔上部设有内螺纹,纵向位移杆套405上部与柱状件的外螺纹螺纹连接;纵向压缩弹簧402安装在纵向位移杆套405的套孔中,且设置在纵向位移杆401与滑块连接件404之间,纵向压缩弹簧402上端固定在套孔壁上,下端与纵向位移杆401上部连接;纵向位移杆套405的套孔下部设有一个阻挡台阶,纵向位移杆401上部设有一个台阶,纵向位移杆401上的台阶可抵接在纵向位移杆套405的阻挡台阶上,用于防止纵向位移杆401脱离,从而限制仿形轮203的下降高度;纵向位移杆401的下端露出在纵向位移杆套405的套孔之外,纵向位移杆401的下端加工有螺纹,纵向位移杆401的下端与关节轴承3的螺纹孔螺纹连接;为防止纵向位移杆401在移动过程中发生转动,在纵向位移杆401上和位移杆套405的

套孔壁上加工有互相配合的平面；激光测距传感器403安装在滑块连接件404的柱状件的螺纹中心孔中，用于测量纵向位移杆401的移动距离。

[0062] 如图5所示，仿形轮的最低位置为开沟器未入土状态，此时，仿形轮主体外圆周底端与开沟器底端平齐，该状态为开沟深度可检测范围最小值；如图6所示，仿形轮的最高位置为开沟器已入土状态，此时，仿形轮圆盘底端与开沟器底端存在高度差，该状态为开沟深度可检测范围最大值。

[0063] 开沟深度检测装置还包括控制装置，所述控制装置包括拉杆式传感器8，PLC控制器15、编码器10、控制阀14和调速阀13。

[0064] 如图7所示，开沟装置包括整机机架7和开沟单元9，其中所述整机机架7安装在拖拉机的三点悬挂装置上，由拖拉机提供动力，多个开沟单元9安装在整机机架7上，每个开沟单元9通过一组（至少2个）液压油缸12安装在整机机架7上，液压油缸12一端固定在整机机架7上，一端固定在开沟单元9上，用于控制开沟单元提升或下压。拉杆式位移传感器8安装在整机机架7与开沟单元9之间，并与液压油缸12平行，用于实时检测液压油缸伸缩的位置，并反馈给PLC控制器15，继而再实时控制液压油缸12实现应有的伸缩量。编码器10壳体部分固定在连接杆202上，转子部分固定在仿形轮203上，工作时，编码器可以检测仿形轮203的转速。开沟器11固定安装在开沟单元9上，所述机具挂接架1固定安装在开沟单元9上。控制阀14、PLC控制器15安装在整机机架7上，可以控制多组液压油缸工作。调速阀13安装在液压油缸12上。

[0065] 本发明通用式开沟深度检测装置的工作过程如下：

[0066] 首先，开沟器未入土时，仿形轮圆周外缘底端与开沟器底端平齐，此时为仿形轮摆动最低位置，纵向位移测量装置中的纵向位移杆与横向位移平衡装置中滑块处于初始状态，激光测距传感器测量纵向位移杆当前位置（该当前位置即为仿形轮的初始位置），并将电信号发送给PLC控制器。

[0067] 开沟器入土后，仿形轮继续贴合地面行走，当开沟器入土深度增加时，仿形轮被地面抬起，继而带动连接杆中间轴向上摆动，进一步地，中间轴上安装的关节轴承相对机具挂接架向右上方平移。进一步地，将关节轴承平移分解为x,y轴方向的移动，在x轴方向上，关节轴承带动纵向位移测量装置整体水平向右移动，继而带动滑块沿着滑轨向右移动，横向压缩弹簧受压。在y轴方向上，关节轴承带动纵向位移杆在纵向位移杆套中向上移动，此时纵向压缩弹簧被压缩，激光位移传感器检测纵向位移杆当前的位置，并将电信号发送给PLC控制器。当前位置与初始位置的距离差值即为纵向移动杆的位移量，该位移量是开沟深度h的1/2，仿形轮外圆周底端与开沟器底端的距离，即开沟深度，由于纵向位移杆是在连接杆正中间铰接，所以纵向位移杆的纵向位移量是h的一半。本发明中最高检测开沟深度为200mm，能够适应绝大多数作物的开沟需求。当开沟器入土深度减小时，横向压缩弹簧伸长，推动滑块左移，进而推动纵向位移装置左移，同时，纵向压缩弹簧伸长，推动纵向位移杆下移，进一步地带动连接杆下摆，使仿形轮在自身重力和连接杆推力作用下与地面贴合，此时激光位移传感器检测纵向位移杆当前位置。

[0068] 本发明的控制过程如图8所示。

[0069] 工作时，拖拉机牵引整机机架7向前进方向行驶，进而带动多个开沟单元工作。此时的行进速度为：

[0070] $v = \omega R$ (6)

[0071] 其中:

[0072] v ——行进速度

[0073] ω ——编码器检测的角速度

[0074] R ——仿形轮半径

[0075] 如果地面平整时,开沟器进入土中预定深度,此时仿形轮外圆周底端与开沟器底端形成预定的高度差 h 即预定开沟深度(此时工作状态如图7)。但是地面总是存在起伏,由于开沟深度检测装置安装在开沟器前方,距离开沟器距离为 l (即仿形轮中心距离开沟器底端之间的横向距离为 l),因此,开沟深度检测装置检测到的地形起伏总是比开沟器所在位置的地形起伏早。

[0076] 本发明中,当激光位移传感器检测到 h 发生变化时,即与预定的 h 值不同时,PLC控制器对采集的数据进行计算,短暂延时后,传递信号给控制阀和调速阀,控制液压油缸升降,调速阀调节液压油缸伸缩速度,液压油缸的伸缩速度应为延时 t 秒前激光位移传感器检测到的纵向位移杆的瞬时移动速度的2倍即 $d(\Delta h)/dt$ (Δh 是激光位移传感器相邻两个采样中,后一次检测得到的纵向位移杆的位移与前一次检测得到的纵向位移杆的位移之间的差值),使得开沟器入土深度与预定 h 值(预定深度)相等。此时,拉杆式位移传感器实时检测液压油缸伸缩量,并实时反馈给PLC控制器进而再次控制液压油缸伸缩,直至液压缸的伸缩变化速度与短暂延时 t 秒前的地面起伏速度相近或一致,即此时的开沟深度在规定的开沟深度范围以内。

[0077] 延时时间 t 计算方法为:

[0078] $l = L - \sqrt{l_{\text{摆}}^2 - (H - h)^2}$ (7)

[0079] $t = \frac{l}{v}$ (8)

[0080] 由(1), (2), (3)得延时时间 t 为:

[0081] $t = \frac{L - \sqrt{l_{\text{摆}}^2 - (H - h)^2}}{\omega R}$ (9)

[0082] 其中:

[0083] L ——连接杆与机具挂接架铰接中心距开沟器底端的横向距离

[0084] H ——连接杆与机具挂接架铰接中心距开沟器底端的高度差

[0085] l ——仿形轮中心距开沟器底端的横向距离

[0086] $l_{\text{摆}}$ ——连接杆的长度

[0087] h ——仿形轮外圆周底端与开沟器底端的高度差

[0088] 本发明还提出另一种开沟深度控制方式,如下:

[0089] 工作时,当前方地面起伏时,开沟深度检测装置中的仿形轮上下起伏继而使激光位移传感器检测到地面起伏量的一半。此时开沟深度检测装置检测到仿形轮与开沟器的距离 h 是实际开沟深度 h' 与仿形轮在仿形轮与开沟器距离 l 中变化量 $\sum \Delta h$ 的和,因此实际开沟深度为:

[0090] $h' = h - \sum \Delta h$ (10)

[0091] 其中 $\Sigma \Delta h$ 为某一时刻在该时刻前 t 秒时间内仿形轮上下浮动距离的矢量和(记向上浮动为正,向下浮动为负); Δh 是激光位移传感器相邻两个采样中,后一次检测得到的深度值 h 与前一次检测得到的深度值 h 之间的差值。

[0092] 当已经计算出实际开沟深度 h' 后,为使开沟深度在规定的开沟深度范围以内,可以使用以下控制过程:激光位移传感器将检测数据传给PLC控制器之后,PLC控制器通过数据的存储和实时计算得到实际开沟深度,实时将实际开沟深度与预定的开沟深度进行对比,然后控制调速阀和控制阀继而控制液压油缸相对应的上升或下压使实际开沟深度向规定的开沟深度靠近,整个过程在极短的时间多次进行,以使实际开沟深度与预定的开沟深度稍有偏差就实时矫正,以使实际开沟深度在合适的开沟范围内。

[0093] 通过本发明,能够实现对开沟深度的精确检测,使得深度调节更为精确稳定,提高了耕作效率和质量。

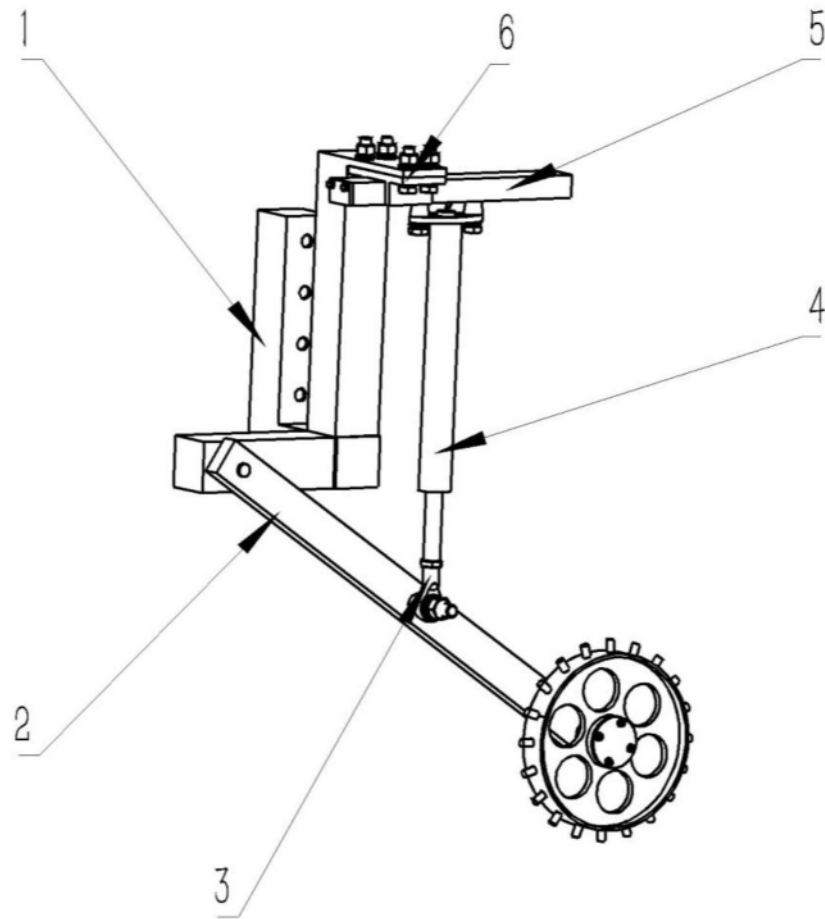


图1

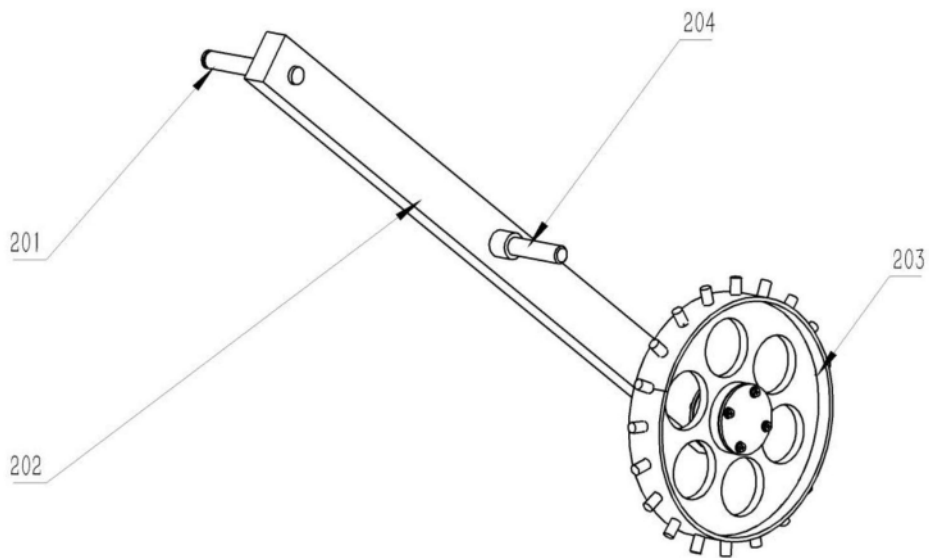


图2

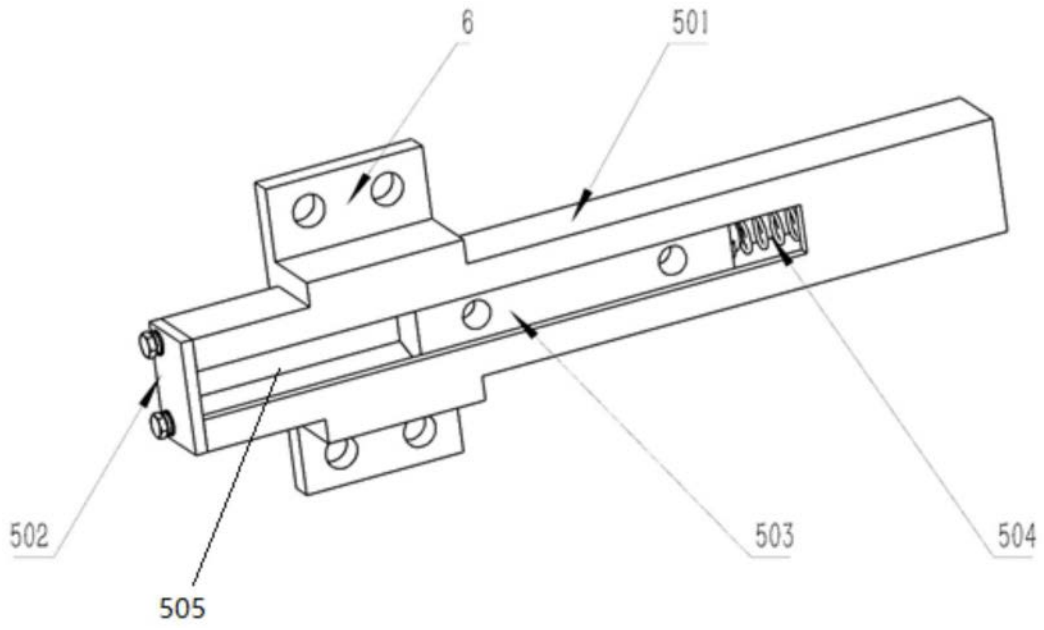


图3

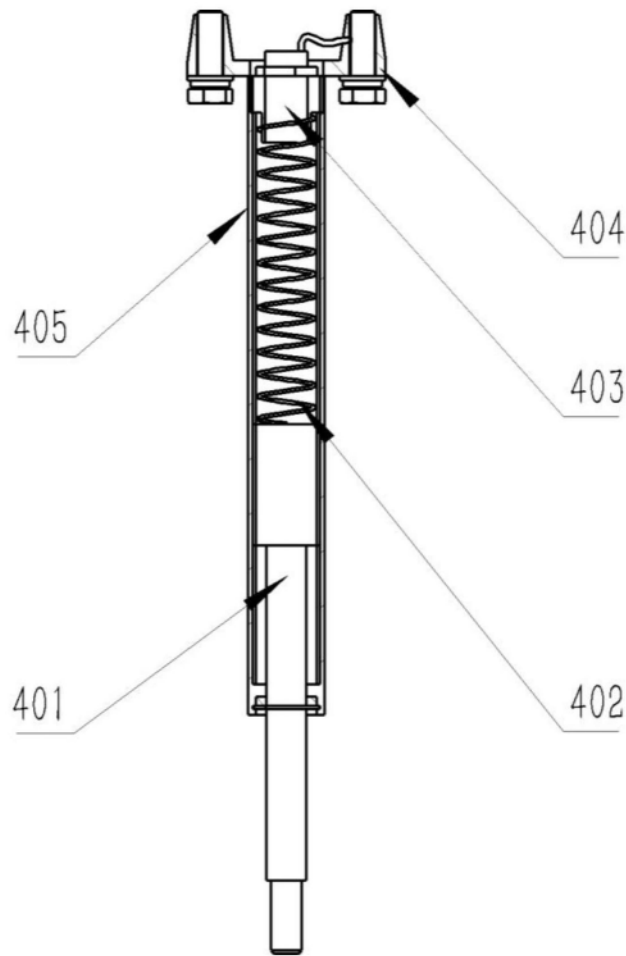


图4

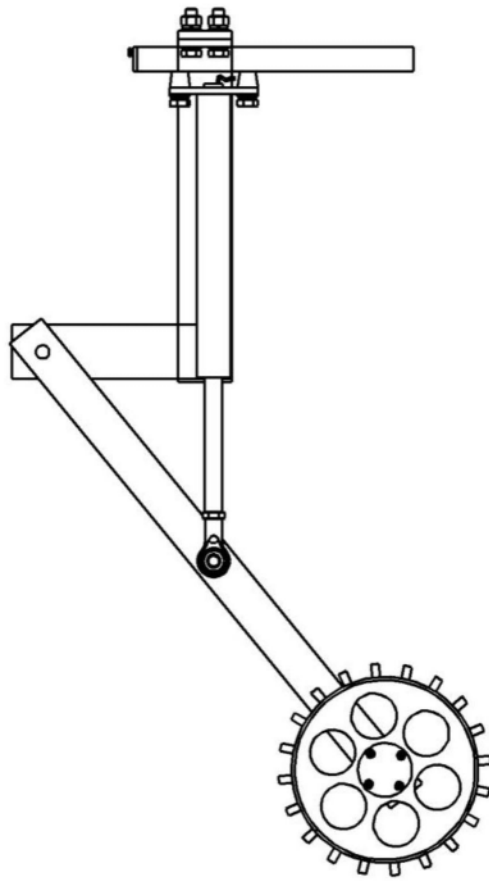


图5

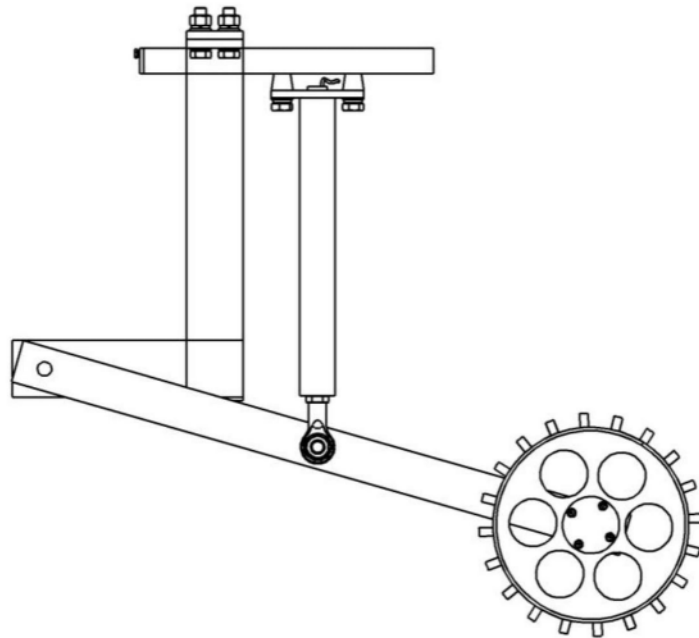


图6

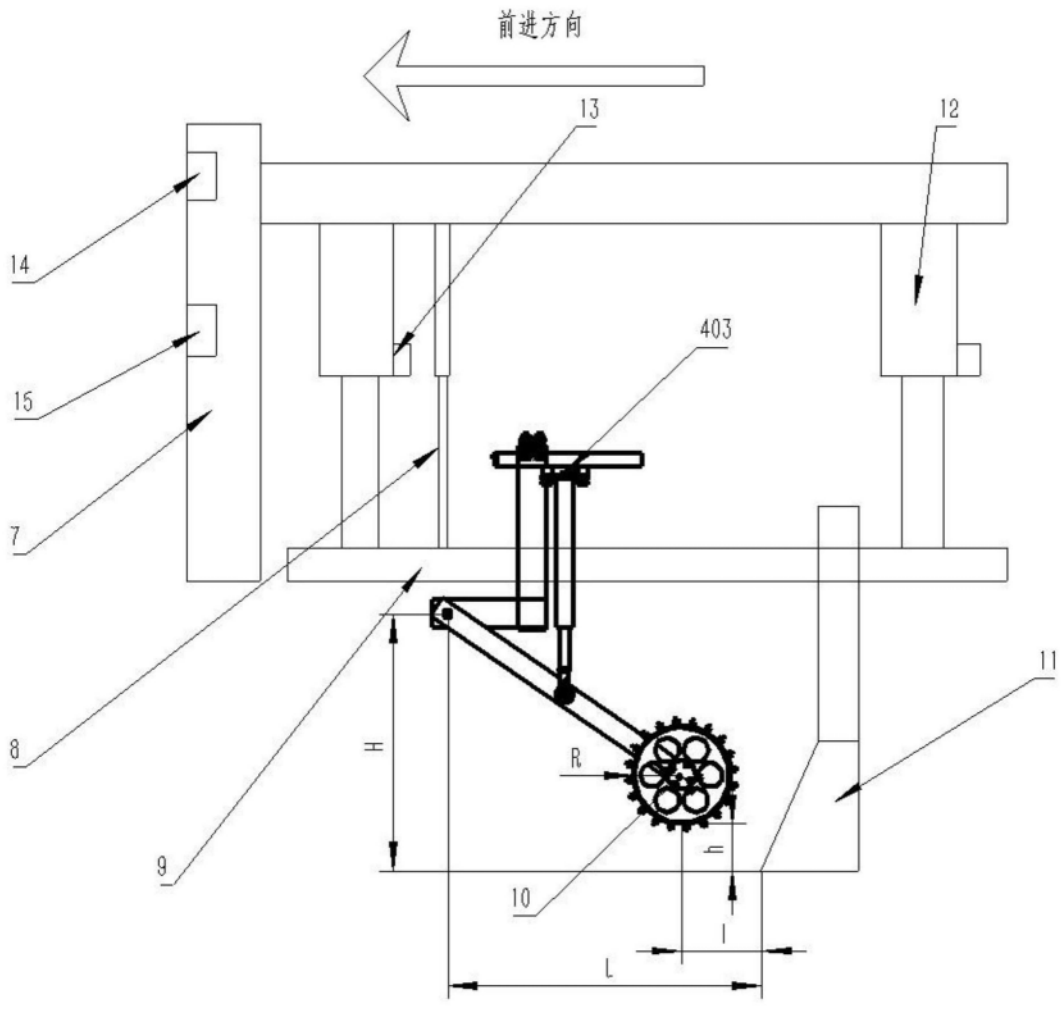


图7

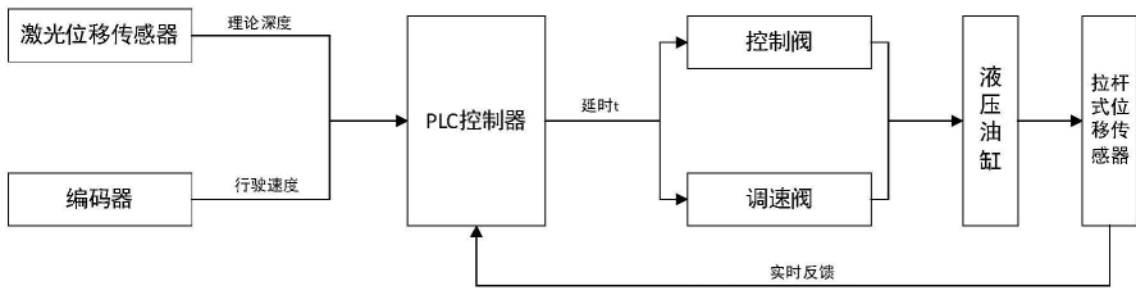


图8