

烟草夹持式智能打顶机设计与试验

范国强^{1,2} 杨庆璐^{1,2} 张晓辉^{1,2} 王金星^{1,2} 陈瑞³ 葛云勇⁴

(1. 山东农业大学机械与电子工程学院, 泰安 271018; 2. 山东省园艺机械与装备重点实验室, 泰安 271018;
3. 山东裕隆矿业集团有限公司唐阳煤矿, 汶上 272508; 4. 雷沃重工股份有限公司, 潍坊 261206)

摘要: 针对烟草现有打顶抑芽机难以实现烟花收集的问题, 设计了一种夹持式智能打顶机, 主要由高地隙作业底盘、夹持式智能打顶装置与收集装置组成。夹持式智能打顶与收集装置主要由烟草高度图像识别控制系统、升降机构、夹持输送机构、切割机构、刀片消毒系统、抑芽剂喷施系统和收集系统组成, 可实现烟草高度识别、打顶高度调整、烟花收拢、夹持切割、刀片消毒、抑芽剂喷施与烟花收集等联合作业, 具有结构紧凑、功能齐全和智能化程度高的优点。在打顶升降机构中采用配重来平衡打顶机构的质量, 降低了起升电动机的驱动力矩, 能够节约 64% 的能源。试验结果显示, 该机打顶准确率为 95%, 收集率达到 98%, 能够满足使用要求。

关键词: 烟草; 打顶机; 抑芽; 图像处理

中图分类号: S224.4 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2017)07-0121-06

Design and Test of Intelligent Tobacco Topping Machine with Clamping Belt

FAN Guoqiang^{1,2} YANG Qinglu^{1,2} ZHANG Xiaohui^{1,2} WANG Jinxing^{1,2} CHEN Rui³ GE Yunyong⁴

(1. College of Mechanical and Electrical Engineering, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China

2. Shandong Provincial Key Laboratory of Horticultural Machineries and Equipments, Taian 271018, China

3. Tangyang Cool Mine, Shandong Yulong Mining Group, Wenshang 272508, China

4. Lovol Heavy Industry Co., Ltd., Weifang 261206, China)

Abstract: In order to collect tobacco flowers cut off, an intelligent tobacco topping machine with clamping belt was designed. It was mainly composed of a high ground clearance chassis, an intelligent topping device with clamping belt and a collecting device. The high ground clearance chassis used four-wheel drive and steering technology, and it had advantages of good through performance and high stability. The intelligent topping device was made up of an image recognition and control system of tobacco height, a lifting mechanism, a belt clamping mechanism, a cutting mechanism, a blade disinfection system and a restrain-germinating spraying system. Tobacco height recognition, topping height adjustment, tobacco flower gathering, clamping and cutting, blade disinfection, restrain-germinating spraying and other joint operations can be achieved by this intelligent topping device. This device had advantages of compact structure, full function and high intelligence. Belt conveyor was installed below the bottom of topping device, and tobacco flowers cut off was transported to the collection basket. In order to reduce the drive torque of electric lifting motor, a counterweight was used to balance the topping mechanism, and 64% energy can be saved. Experimental results indicated that topping accuracy rate was about 95%, collecting accuracy rate was about 98%, and it can meet the production requirements.

Key words: tobacco; topping machine; restrain-germinating; image processing

收稿日期: 2016-11-23 修回日期: 2017-01-21

基金项目: 山东省现代农业产业技术体系棉花产业创新团队项目(SDAIT-03-09)、中国烟草总公司山东省公司科技重大专项和重点项目(KN216)、山东省重点研发项目(2016GNC112005)和山东省“双一流”奖补资金项目(SYL2017XTD14)

作者简介: 范国强(1975—),男,副教授,博士,主要从事液压传动与农业装备研究,E-mail: fgq1217@163.com

通信作者: 张晓辉(1961—),男,教授,博士生导师,主要从事农业机械设计及理论研究,E-mail: Zhangxh@sdau.edu.cn

引言

烟草打顶抑芽在我国基本由人工完成,作业效率低,劳动强度大,而近年来开始推进的现代烟草农业建设为烟叶生产机械化创造了有利条件^[1-2]。欧美国家烟草打顶已经实现了机械化作业,普遍采用机电液一体化技术,实用性强,效率高,典型的机型为意大利 Spapperi 公司的 JS-120 型打顶机。国外机型均采用手动调整打顶高度的方法,作业前根据烟草实际高度将打顶装置调整到相应高度然后作业,但不能精准识别每株烟草的高度,容易造成漏打或打顶过度^[3-8],国内仿制的机型存在同样的缺点^[9]。

国内研制的 3YDX-3 智能型烟草打顶抑芽机^[10],实现了烟草高度的识别、打顶和对靶施药,但未实现烟花自动收集,容易造成烟草交叉感染和烟田污染。而技术成熟的玉米去雄机无需收集雄穗^[11-13],无法直接应用在烟田。

针对我国国情,需要研制一种烟草精准打顶、抑芽剂喷施、刀片消毒和烟花自动收集联合作业的作业机械,为此本文设计一种夹持式智能打顶机。

1 整机结构与工作原理

1.1 整机结构

烟草夹持式智能打顶机主要由高地隙作业底盘、夹持式智能打顶装置、收集装置与控制装置组成,整机结构如图 1 所示。

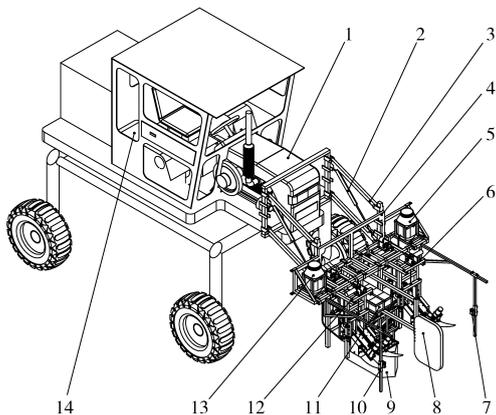


图 1 烟草夹持式智能打顶机结构图

Fig. 1 Overall structure sketch of tobacco topping machine

1. 高地隙作业底盘
2. 四连杆升降架
3. 升降油缸
4. 安装架
5. 抑芽剂药箱
6. 左夹持打顶装置
7. 左摄像头
8. 背光板
9. 收集筐
10. 右摄像头
11. 蓄电池
12. 右夹持打顶装置
13. 消毒液箱
14. 工控机

高地隙作业底盘的内燃机为行走驱动系统提供动力,内燃机驱动发电机为蓄电池组供电,蓄电池组为打顶装置的电动机和检测系统供电。左侧与右侧摄像头对称布置,各采集一行烟草高度图像传到驾

驶室内的工控机。左夹持打顶装置与右夹持打顶装置对称安装在安装架前部,可实现 2 行烟草的打顶。

烟草花期处于雨季,田间泥泞,底盘采用液力传动装置、四轮驱动技术和轮边减速器以提高驱动力和操作性能。打顶后烟草高度为 1.1~1.5 m,标准烟田种植行距为 1.2 m,高地隙作业底盘具体性能参数如表 1 所示。

表 1 高地隙底盘性能参数

Tab. 1 Performance parameters of chassis

参数	数值
行驶速度/(km·h ⁻¹)	0~8(低)/0~19(高)
通过高度/mm	1 500
轮距/mm	2 400
轴距/mm	2 860
最大爬坡角度/(°)	≥20
发动机功率/kW	52

1.2 工作原理

1.2.1 烟草高度检测控制系统

作物打顶机械的高度检测主要采用光电管传感器检测技术^[10-11,13]和机器视觉检测技术^[14-15],本样机采用前期机型的图像识别控制系统^[15]。

工控机对烟草图像进行提取得到图像的 R 、 G 、 B 分量三维图,得出烟花区域、烟叶区域、背景板区域的 R 、 G 、 B 分量具体分布范围。采用以列为单位的单线自适应分割判断方法,利用 R 、 G 、 B 值关系可以检测到烟花区域。为了保证检测精度和处理速度以满足田间作业对实时性的要求,样机采用三线同时检测的方法。确定打顶高度后,工控机通过控制打顶升降机构实现在高度方向的精确调整。

1.2.2 夹持式打顶及收集原理

夹持式打顶及收集装置主要由夹持打顶机构、升降机构和收集系统组成,如图 2 所示。

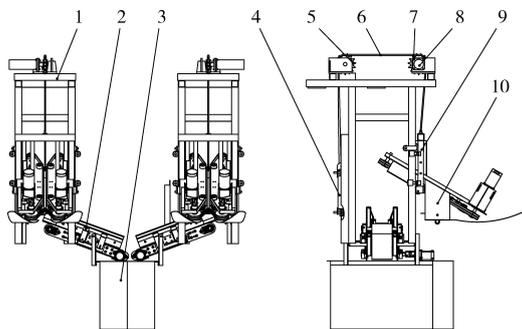


图 2 夹持式打顶及收集机构结构图

Fig. 2 Diagram of topping and collection mechanism

1. 固定节
2. 胶带输送机
3. 收集筐
4. 配重
5. 被动链轮
6. 链条
7. 主动链轮
8. 步进电动机
9. 升降轨道
10. 夹持式打顶机构

夹持式打顶机构安装在升降轨道上,升降轨道

两侧安装的 8 个滚轮只能在固定节前端的两条导航上做上下移动。配重安装 4 个滚轮,只能沿着固定节后方的导轨做上下移动。链条两端分别连接升降轨道与配重,步进电动机带动主动链轮旋转,通过链条拉动升降轨道上下移动。采用配重来平衡打顶机构的质量,可提高作业精度和速度,节约能源。

夹持式打顶机构主要由对称布置的两套带传动系统和切割机构组成,如图 3 所示。

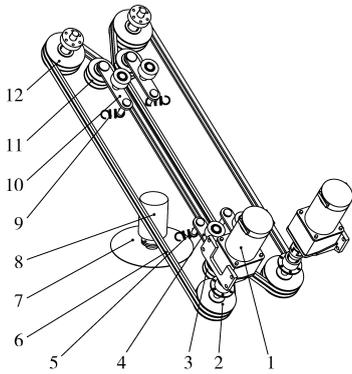


图 3 夹持式打顶机构结构示意图

Fig. 3 Structure sketch of topping device with clamping belt

1. 夹持电动机 2. 主动带轮 3. 前张紧轮 4. 前摆动铰链
5. 张紧弹簧 I 6. 夹持带 7. 割刀 8. 切割电动机 9. 张紧弹簧 II
10. 后摆动铰链 11. 后张紧轮 12. 被动带轮

两侧直流夹持电动机转向相反,夹持带内侧由前向后移动,将收拢的烟花夹住并向后输送,切割电动机带动圆盘割刀将烟花切断。前摆动铰链和后摆动铰链可以调整两侧夹持带之间的间隙,以适应粗细不同的作物,张紧弹簧使两侧夹持带之间保持夹持力。

夹持式打顶机构的后部下方装有一条胶带输送机,切断后的烟花由夹持带输送到胶带输送机上部掉落,汇集输送到收集筐内,克服了前期机型无法收集烟花的缺点。

1.2.3 抑芽剂喷施与切割刀消毒原理

抑芽剂喷施与切割刀消毒系统如图 4 所示,主要由抑芽剂药泵、消毒药泵、抑芽剂喷头、消毒喷头和红外线发射、接收管组成。

在圆盘割刀的下方安装一对红外线发射管和红外线接收管,工作中当切割后的烟杆从红外线发射、接收管传感器中间穿过时,发射管发出的红外光线被烟杆遮挡,接收管就接收不到红外光,接收管截止。接收管向工控机发出高电平信号,工控机启动抑芽剂药泵吸取消毒液,通过切割刀后侧上方的喷头喷施抑芽剂。

消毒药泵吸取消毒液经切割刀消毒喷头对圆盘割刀进行间隔喷射,防止不同植株之间病菌的传播。

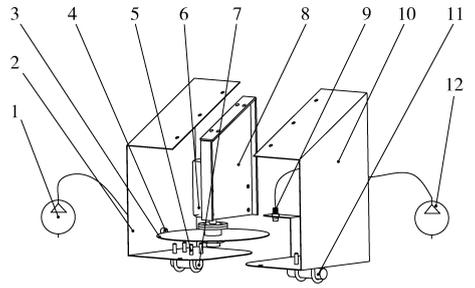


图 4 抑芽剂喷施与刀片消毒系统示意图

Fig. 4 Schematic diagram of restrain-germinating spraying and blade disinfection system

1. 消毒药泵 2. 左护罩 3. 割刀 4. 消毒喷头 5. U 型螺栓
6. 切割电动机 7. 红外线发射管 8. 安装座 9. 抑芽剂喷头
10. 右护罩 11. 红外线接收管 12. 抑芽剂药泵

2 主要零部件设计

2.1 夹持打顶装置的设计

2.1.1 夹持输送机构

2.1.1.1 起轧角

实现轧入的条件是烟杆与夹持带之间的摩擦角 Φ 大于初始起轧角 ψ ,在摩擦特性试验台上测定烟花茎部与胶带的摩擦角 Φ 为 39° 。夹持带采用图 5 所示的 V 型开口布置方式,容易将烟花收拢集中到起轧部位,还降低了初始起轧角。在本机构中,初始起轧角 ψ 为前侧带夹角 β 的 $1/2 (27^\circ)$,满足了起轧要求。

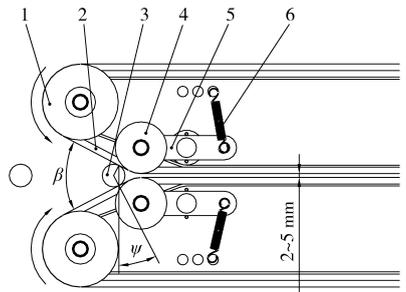


图 5 夹持输送机构工作示意图

Fig. 5 Schematic diagram of belt clamping device

1. 主动带轮 2. 夹持带 3. 烟杆 4. 前张紧轮 5. 前摆动铰链
6. 张紧弹簧 I

2.1.1.2 夹持力

切割后烟花正常输送需保持一定的夹持力,以防止烟花在垂直方向滑落和在水平方向倾斜,烟花受力分析如图 6 所示。

力与力矩平衡方程组为

$$\begin{cases} F_{\beta h} - F_{\beta 2h} - F_w = 0 \\ F_{\beta v} + F_{\beta 2v} - G_y = 0 \\ F_{\beta 2h} L_2 - F_w L_1 = 0 \end{cases} \quad (1)$$

式中 G_y ——烟花重力,为 3 N

F_w ——风阻力,为 2 N

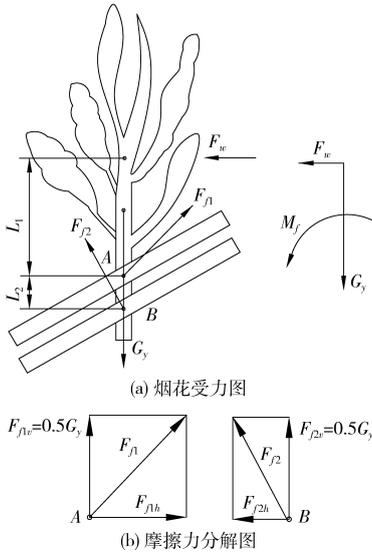


图 6 烟花受力分析图

Fig. 6 Analysis diagrams of stress of tobacco flower

- F_{f1h} —— 上层胶带摩擦力水平分力
- F_{f1v} —— 上层胶带摩擦力垂直分力
- F_{f2h} —— 下层胶带摩擦力水平分力
- F_{f2v} —— 下层胶带摩擦力垂直分力
- L_1 —— 风阻力与上层胶带夹持中心距离, 为 0.2 m
- L_2 —— 下层胶带夹持中心与上层胶带夹持中心距离, 为 0.02 m

求解得 F_{f1} 为 22.1 N, F_{f2} 为 20.1 N, 胶带对烟茎的夹持力 N 为 28 N。

图 7a 为夹持带与带轮受力图, 当烟花处于前后张紧带轮中间时容易滑落, 以此作为计算条件。

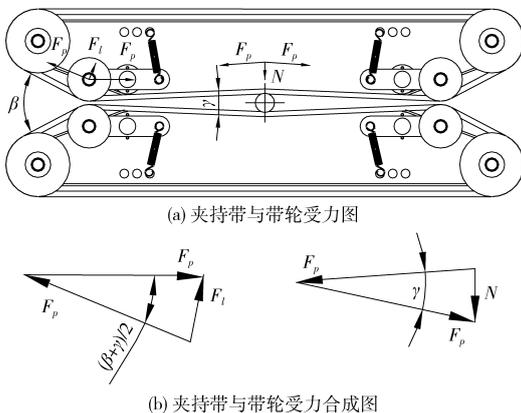


图 7 夹持机构受力分析图

Fig. 7 Analysis diagrams of clamping device

图 7b 为夹持带与带轮受力合成图, 夹持带与带轮受力方程为

$$\begin{cases} 2F_p \sin(\gamma/2) = N \\ 2F_p \sin((\beta + \gamma)/2) = F_i \end{cases} \quad (2)$$

- 式中 F_p —— 夹持带最小拉力, N
- F_i —— 张紧轮受力

γ —— 夹持带拉力夹角

求得夹持带最小拉力 F_p 为 318 N, 张紧轮受力 F_i 为 165 N, 摆动铰链弹簧与张紧轮力臂比为 4:5, 求得弹簧最小张紧力为 132 N。选取 60Si2Mn 材质弹簧, 根据受力变形条件得弹簧具体参数为: 簧丝直径 2.5 mm, 中径 18 mm, 有效圈数 7 圈。为了便于调节夹紧力, 张紧弹簧一端的安装位置可以进行调整。

2.1.1.3 夹持带速度

夹持带由电动机带动, 传送速度应与机组前进速度相匹配, 夹持运动示意如图 8 所示。

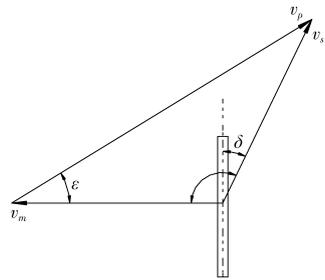


图 8 夹持运动示意图

Fig. 8 Schematic diagram of clamping movement

由几何关系可得

$$\frac{v_p}{\sin(90 + \delta)} = \frac{v_m}{\sin(90 - \epsilon)} = \frac{v_s}{\sin \epsilon} \quad (3)$$

- 式中 v_m —— 机组前进速度, m/s
- v_p —— 夹持带传送速度, m/s
- v_s —— 夹持带绝对速度, m/s
- δ —— v_s 与竖直方向夹角, ($^\circ$)
- ϵ —— 夹持带倾角, ($^\circ$)

夹持带倾角会影响夹持烟杆的输送速度, 如果倾角选择过大, 夹持带输送速度的有用分量会变小, 而向上拔取的分量会增大, 不利于夹持和输送。综合考虑整机的结构布置, 取 $v_p = (1.46 \sim 2.24) v_m$ 。在本设计中, 取 ϵ 为 30° , $v_p = 1.73 v_m$ 。主动带轮直径为 100 mm, 求得转速为 140 r/min。考虑带传动的弹性滑动, 最终选取 144 r/min 的直流减速电动机, 控制电压为 24 V。

2.1.2 切割机构

由于烟秆质硬, 打顶机采用 80 齿的锯齿状圆盘刀对烟秆进行高速无支承回转切割, 直径为 255 mm。圆盘刀转速直接影响切割质量, 根据切割空白区最小原则, 圆盘刀切割进程应近似等于刀刃的有效工作高度 h , 若保证圆盘刀刀刃全长参与切割, 应满足^[16]

$$\frac{v_y}{v_m} \geq \frac{2\pi R}{h} \quad (4)$$

- 式中 v_y —— 圆盘刀片的圆周速度, m/s

R ——圆盘刀半径, m

计算得圆盘刀片圆周速度 $v_y \geq 1.04$ m/s, 转速 $n_2 \geq 79.5$ r/min。提高切割速度可以降低切削力, 同时为了简化传动机构, 采用额定电压 24 V, 额定转速 2 600 r/min 的直流电动机直接驱动圆盘刀。

2.1.3 升降机构

取配重质量与链条前端连接的部件质量相同, 均为 36 kg。选取 08A 的滚子链, 主动与被动链轮均为 17 齿, 链条的拉力为

$$F_L = f_2 m_2 g \quad (5)$$

式中 f_2 ——摩擦因数, 为 0.22

m_2 ——夹持打顶装置与升降机构质量

计算得链条拉力 F_L 为 155 N。若不采取配重平衡驱动力, 链条拉力为 430 N, 因此采用配重的升降机构可节约 64% 的能源。

链轮分度圆半径为 30.5 mm, 得步进电动机输出扭矩为 4.7 N·m。为克服系统启动时静摩擦力, 提高电动机启动时速度, 最终选择额定扭矩为 12 N·m 的 86BYG250H 型步进电动机, 驱动器为 MA860H, 步距角 1.8°, 控制电压为 48 V。

烟草标准种植株距为 50 cm, 打顶作业速度为 1.5 km/h, 计算得相邻两株烟草作业时间间隔 T 为 1.2 s。现花时植株最大高度差 H_{\max} 为 40 cm, 则升降机构运行速度最小值 $v_{c,\min}$ 为

$$v_{c,\min} = H_{\max} / T = 0.34 \text{ m/s} \quad (6)$$

此时需要的步进电动机转速 n_1 为

$$n_1 = \frac{60v_{c,\min}}{2\pi r} = 10.7 \text{ r/min} \quad (7)$$

查步进电动机的转速扭矩图, 当转速超过 200 r/min 时, 步进电动机的输出扭矩快速下降, 该步进电动机的最大转速选择合理。

步进电动机细分数 m 为 20, 转动 1 圈需要 200 个脉冲, 则最大转速下所需脉冲频率为

$$P = 360mn_1 / (60\theta) \quad (8)$$

式中 θ ——电动机固有步距角, ($^\circ$)

计算步进电动机所需脉冲频率为 7 134 Hz。为了提高电动机启动、停止和换向时的平稳性, 在控制中采用变频率加速或减速控制, 具体措施为: 在电动机调整运行总时间的前 5% 采取升频加速至稳定运行状态, 在总时间的后 5% 阶段采取降频减速至静止状态, 稳定运行状态脉冲频率采用 8 000 Hz。

2.2 抑牙剂喷施与切割刀消毒系统

将 18% 的抑牙丹水剂用水稀释 30 倍后喷施在打顶后烟秆的断面与叶面, 抑牙剂喷施系统采用 1/8CC-PVC6508 扇形喷头和最大流量为 200 L/h 的直流微型泵, 每株烟施药 10 ~ 12 mL, 符合作业要

求。

切割刀消毒采用相同的直流微型泵和扇形喷头, 压力 0.3 MPa 时流量为 3.2 L/min, 喷射角为 65°。喷射方式为每间隔 1 s 喷射 0.5 s, 防止不同植株之间病菌的传播。

3 试验与结果分析

3.1 试验条件与方法

为了验证样机的性能和可靠性, 2016 年 7 月在潍坊市诸城孟友烟农专业合作社的烟田试验基地进行了打顶试验。烟草生长处于初花期, 适合打顶作业。试验条件: 烟草高度为 1 400 ~ 1 750 mm; 烟花高度为 120 ~ 260 mm; 烟草行距为 1 200 mm; 烟草株距为 500 mm; 作业速度为 1.4 ~ 1.6 km/h。样机田间作业情况如图 9 所示。



图 9 样机田间性能试验

Fig. 9 Field performance test of prototype

3.2 试验结果与分析

试验过程中采集样本 800 株, 主要作业性能指标如表 2 所示。

表 2 性能试验结果

Tab. 2 Experimental results of performance

参数	检测结果
打顶准确率/%	95
漏打率/%	<3
抑牙剂喷施准确率/%	96
烟叶损伤率/%	<5
烟花收集率/%	>98
作业效率/($\text{hm}^2 \cdot \text{h}^{-1}$)	0.36

试验表明样机运转稳定, 能够可靠地完成烟草高度图像识别、打顶高度调整、夹持打顶、烟花收集、圆盘刀片消毒与抑牙剂喷施等动作, 满足使用要求。烟花收集率大于 98%, 作业效率为 0.36 hm^2/h , 生产率为人工的 3 ~ 5 倍, 达到了设计目标。

打顶后烟秆断面与烟花如图 10 所示, 切割断面比较平整, 效果良好。

4 结论

(1) 设计了一种夹持式智能打顶机, 主要由夹



图10 作业效果图

Fig. 10 Topping effect pictures

持式智能打顶装置、收集装置与高地隙作业底盘组成。该机能够同时完成2行烟草精准打顶、抑芽剂

喷施、刀片消毒和烟花收集联合作业,具有作业精准且高效的优点,降低了劳动强度,克服了早期机型无法收集烟花的缺点,烟花收集率大于98%。

(2)设计的烟草夹持式智能打顶装置主要由高度图像识别控制系统、升降机构、夹持机构、切割机构、刀片消毒和抑芽剂喷施系统组成。整套装置具有结构紧凑、功能齐全和智能化程度高的优点,可实现烟草高度识别、打顶高度调整、烟花收拢、夹持切割、刀片消毒和抑芽剂喷施的联合作业,作业效果良好。

(3)采用链条拉动的平衡配重式可升降打顶机构,具有驱动力矩小、动作迅速可靠的优点,提高了作业精度和速度,节约了64%的能源。

参 考 文 献

- 施卫省,唐辉,王亚明,等.控释肥料性质及其对烟草生长影响的研究[J].农业工程学报,2005,21(1):6-8.
SHI Weisheng, TANG Hui, WANG Yaming, et al. Property of controlled release fertilizer and its effect on the growth of tobacco [J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(1): 6-8. (in Chinese)
- 毕红霞,许家来,薛兴利,等.山东烟区烟草农机专业合作社现状分析[J].中国烟草学报,2012,18(1):80-84.
BI Hongxia, XU Jialai, XUE Xingli, et al. A survey on professional tobacco agricultural machinery cooperatives in Shandong Province[J]. Chinese Journal of Tobacco, 2012, 18(1): 80-84. (in Chinese)
- RAYMOND C L, HEINZ S, WAYNE E R. Apparatus and method for simultaneously topping and applying a precision application of sucker control chemicals to tobacco and other row crops: US, 5987862[P]. 1999-12-23.
- JOHN Balthes, GARRY Balthes, WILLIAM Palmer. Tobacco topping apparatus: US, 4047366[P]. 1977-09-13.
- WALTER Cecil Hammond, TIFTON Ga. Apparatus for topping stalk-type plants: US, 3695013[P]. 1972-10-03.
- ELWOOD Lee Smith. Devices for topping tobacco plants: US, 3662526[P]. 1972-05-16.
- WORSHAM Arch Douglas, BURCH Thomas B. Method and apparatus for simultaneously topping tobacco and controlling suckers with chemicals applied to cut stems by mechanical means: US, 6446420[P]. 2002-09-10.
- WISE DAVID F, TYNDALL R B, JONES Donald E. Tobacco topping apparatus: US, 3701240[P]. 1972-10-31.
- 马敏.基于ATmega128的烟草智能打顶机控制系统设计[D].泰安:山东农业大学,2011.
- 耿爱军,张晓辉,苗乃树,等.3YDX-3型烟草打顶抑芽机设计[J].农业工程学报,2010,26(7):96-101.
GENG Aijun, ZHANG Xiaohui, MIAO Naishu, et al. Development of 3YDX-3 topping and restrain-germinating machine of tobacco[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(7): 96-101. (in Chinese)
- 薛涛,谢斌,毛恩荣,等.玉米去雄机去雄作业控制系统设计与试验[J].农业工程学报,2015,31(4):49-54.
XUE Tao, XIE Bin, MAO Enrong, et al. Design and experiment of emasculation control system of corn detasseling machine[J]. Transactions of the CSAE, 2015, 31(4): 49-54. (in Chinese)
- 王锦江,陈志,董祥,等.制种玉米去雄机轮式抽雄部件设计与试验[J/OL].农业机械学报,2016,47(3):75-81. http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view_abstract.aspx?flag=1&file_no=20160311&journal_id=jcsam. DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2016.03.011.
WANG Jinjiang, CHEN Zhi, DONG Xiang, et al. Design and experiment for roller type tassel-removal component in seed corn detasseling machine[J/OL]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2016, 47(3): 75-81. (in Chinese)
- 王锦江,陈志,杨学军,等.3QXZ-6型制种玉米去雄机设计与试验[J/OL].农业机械学报,2016,47(7):112-118. http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view_abstract.aspx?flag=1&file_no=20160716&journal_id=jcsam. DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2016.07.016.
WANG Jinjiang, CHEN Zhi, YANG Xuejun, et al. Design and experiment of 3QXZ-6 seed corn detasseling machine[J/OL]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2016, 47(7): 112-118. (in Chinese)
- 唐文冰,张彦娥,张东兴,等.基于双目立体视觉的玉米雄穗识别与定位研究[C]//中国农业工程学会2011年学术年会论文集,2011.
- 刘双喜,李伟,王金星,等.双行智能烟草打顶抑芽机检测控制系统设计与试验[J/OL].农业机械学报,2016,47(6):47-52. http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view_abstract.aspx?flag=1&file_no=20160607&journal_id=jcsam. DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2016.06.007.
LIU Shuangxi, LI Wei, WANG Jinxing, et al. Design and test of testing control system for double rows intelligent tobacco topping machine[J/OL]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2016, 47(6): 47-52. (in Chinese)
- 金鑫,杜新武,王世光,等.胡萝卜收获机根茎分离装置设计与试验[J/OL].农业机械学报,2016,47(3):82-89. http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view_abstract.aspx?flag=1&file_no=20160312&journal_id=jcsam. DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2016.03.012.
JIN Xin, DU Xinwu, WANG Shiguang, et al. Design and experiment of stems cutting device for carrot harvester[J/OL]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2016, 47(3): 82-89. (in Chinese)