

# 新型环保果木残枝拾捡粉碎处理器的设计与研究

张清林<sup>1</sup> 郭红<sup>2</sup> 李蜀予<sup>1</sup>

1. 宁夏工商职业技术学院 宁夏 750021; 2. 宁夏基础地质调查院 宁夏 750021

**摘要:**近年来,我国果树种植面积逐步扩大,由于人们环保意识的不断增强,枯枝、残枝和修剪后的废枝既不允许果农就地焚烧,又不能按照生活垃圾统一处理,给果农带来了极大困惑。研究小组按照黄河流域生态治理要求,研制出一种果木残枝拾捡、粉碎处理设备,可以通过机械化对果木残枝进行拾捡,利用切刀切断后送入螺旋粉碎筒,进行粉碎、挤压脱水,使果木残枝粉碎至颗粒度不超过6mm、粉碎后的颗粒湿度不超过12%。种植木耳、蘑菇或有机肥料添加辅料实现了果木残枝绿色循环经济发展模式,响应国家“智慧农业”和“生态农业”的政策号召,是目前较为理想的处理方式。设备可完全实现残枝的拾捡、收集、切断、粉碎、脱水机械化操作,降低了人工劳动强度,可以在果木种植行业推广应用。

**关键词:**拾捡;切割;粉碎;环保处理

伴随着我国退耕还林政策的不断深入推进,近年来,果木种植面积迅速攀升。2020年,我国苹果的种植面积已经达到196万公顷,果木种植业的快速发展导致因修枝剪叶、季节更替等产生的果木残枝量逐年增高。以前,果农主要通过就地焚烧、堆积、运垃圾站等方式来处理这些残枝。就地焚烧会造成环境污染;人工拾捡、堆积、储运会增加人工成本,由此引发了果木残枝处理难的问题。果农希望科研人员尽快发明一种机械,既能实现机械化拾捡残枝,又可以变废为宝,合理利用果木残枝。拾捡粉碎设备就是在此背景下应运而生的。粉碎后的残枝可以作为种植蘑菇、木耳的原料或有机肥的添加辅料,实现了果木残枝的循环再利用。经查阅相关文献进行综合对比,果木残枝机械拾捡并将其粉碎的处理模式,既减少了人工拾捡的工作量、机械自动化程度高,又可作为生产蘑菇、木耳的原料等循环再利用,可操作性强,符合国家“智慧农业”和“生态农业”的发展政策,是目前较为理想的处理方式。粉碎蘑菇、木耳等原料的关键在于颗粒度不能超过6mm,湿度不超过12%。我国南北地区空气湿度差较大,苹果残枝中的含水量也不尽相同。通过对现有粉碎机械设备进行结构和参数优化,降低粉碎度和湿度,促进循环利用效果,对提高果木残枝有效综合利用具有重要意义。

国内类似的果木残枝拾捡机械以铅蓄电池带动电动机作为动力输入,因动力不足,故效率不高。也有采用以柴油机为动力输入的,虽然动力能够满足拾捡要求,但柴油燃烧做功过程中排除的SOX和

NOX对环境污染较为严重,烟尘中的固体颗粒附着在果实表面,也会影响到果实的食用安全。大多数拾捡和粉碎机械是独立存在的,拾捡机械从果园拾捡打捆、运输至固定场地机械粉碎,将粉碎后的颗粒跟播返田。这种工艺表面上看起来解决了残枝无处可倒的窘境,也增加了土壤的透气性,但没有真正发挥出果木残枝的技术附加值。也有极少数报道使用拖拉机的牵引式机型,提高了作业的灵活性,但从机械结构方面来看,粉碎单元结构简单、动作单一,采用削片刀盘,冲击损耗导致粉碎机械工作功率较低,能耗偏高,产生的噪音比较大。相较而言,拾捡粉碎一体机以锂电池组带动直连减速电机为原动力,切断刀片组分角度间隔切断,利用螺旋粉碎筒进行粉碎、挤压,脱水动力输出均匀,操作简便,安全可靠。

## 一、设计思路

首先,设备前端设置两个可升降万向轮和3个带弹簧伸缩的拾捡前爪,行走过程中确保拾捡前爪始终贴合在地表,以适应果园低洼不平的路况。果木残枝拾捡粉碎处理设备主要通过前爪拾捡、收集,替代了人工弯腰拾捡、收集。其次,拾捡到的果木残枝通过带倒钉的传送带传送至上部切割装置,切断刀片组分角度间隔切断,断枝利用重力落入螺旋粉碎装置,在螺旋筒进料口的正下方设置一个排液口,螺旋轮与筒壁的设计间隙逐渐递减,有利于残枝粉碎过程中及时排出多余的汁液,既控制了粉碎后料的颗粒度,又有效降低了颗粒中的含水量。

为实现以上功能,主要解决的技术难点和问题

有四点：（1）如何解决设备在不同地面上拾捡、收集残枝；（2）如何将长残枝切段；（3）如何保证残枝粉碎至6mm颗粒，湿度不超过12%。（4）如何实现行走、收集、切割及粉碎于一体。针对这些问题，研制小组确定了果木残枝拾捡粉碎处理设备主要由前爪、传动带、防护罩、切割装置、粉碎装置、电动机、电源、底座等部件组成，能够相应解决以上四个问题。设置灵活的反弹式复位前爪、带倒钉传动带可以将残枝顺利输送至切割装置、倾斜防护罩，有效避免了残枝乱飞的现象。前置可升降万向轮、后置直径360mm的粗牙橡胶承重轮，调节承重轮前后合适的配重，利用扶手杆调节前爪在行进过程中的起伏。通过电机主轴的转速与扭力分析对比与传送装置、切割装置及粉碎装置之间的函数关系，理论上保证了行走、收集、切割及粉碎于一体的机械能平衡。

## 二、系统组成

果木残枝拾捡粉碎处理设备的前爪、传送带设置于同一斜面上，便于残枝拾起并顺利上传至切割装置内；将切割装置、粉碎装置置于同一垂直面，切割完的短残枝可以利用重力直接落入粉碎装置内；将切割传动轮、粉碎传动轮、传输带传动轮、行走传动轮通过皮带均与减速电机主动轴连接（如图1）。

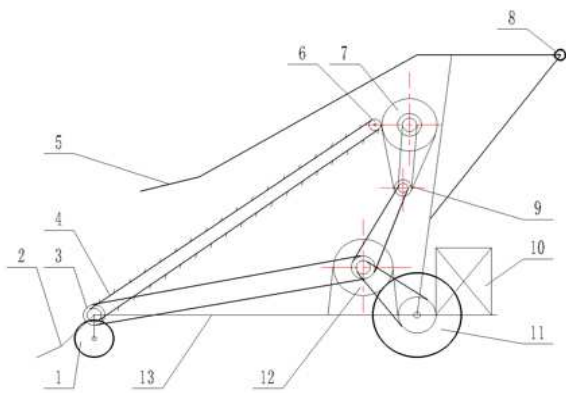


图1 果木残枝拾捡、粉碎处理设备系统组成图

1. 可升降万向轮；2. 前爪；3. 传动带前轴；4. 传送带；5. 防护罩；6. 传送带后轴；7. 切割装置；8. 扶手；9. 粉碎装置；10. 电源；11. 后轮；12. 电动机；13. 底座

切割装置包括：切割刀片、外壳固定挡板、刀片轴。传送带将残枝输送至切割装置口，由切割刀片将残枝卷入至切割装置内。

粉碎装置包括：主轴、前端轴承座、螺旋刀片、进料口、后端轴承座、传动轮、盛汁器、出汁口、出渣口。经过切割装置切割后的残枝大多都在100mm左右，下落至粉碎装置，经粉碎装置粉碎后残枝的颗粒度不超过6mm，颗粒湿度不超过12%，可用于生产食用菌。

## 三、设计过程

第一步：进行果木残枝拾捡粉碎机械的原理设计。对现有的国内外能拾捡或粉碎残枝的机械进行调查分析，针对果木残枝如何环保、省时省力地回收再利用这一问题，通过对比分析，有针对性地解决目前类似机械存在的问题，结合宁夏经济发展要求，提出要设计的新型环保果木残枝拾捡粉碎处理机器的结构特性、环保性、实用性和经济性等，确定机器的结构模型。为了验证机器的功用是否符合果农的需求，团队以宁夏工商职业技术学院实习农场种植的富士苹果果树残枝为例，与实习农场负责老师一起实地进行模型可行性方案的研讨改进。

第二步：进行粉碎粒度、湿度与粉碎机械主要部件技术参数之间的关系研究。收集现有国内市场上常见的残枝粉碎机械的结构和技术参数，主要包括刀片的结构尺寸、材料成分、主轴的转速等，分析对比与粉碎粒度之间的函数关系，以设备产出经济性为原则，优化螺旋粉碎绞轮和螺旋筒之间的结构间隙设计，尽可能使粉碎果木颗粒度控制在5mm~6mm，湿度控制在11%~12%，并设计出一套适合宁夏使用的沙土地果木残枝拾捡粉碎于一体的新型环保果木残枝拾捡粉碎处理机器原理图。

第三步：进行粉碎果木颗粒度与湿度之间的关系分析，探究绿色环保的循环经济发展新模式。使用统一标准，采用实验对比法探究建立粉碎果木颗粒度与湿度的具体联系，并以经济性和实用性为基础，探究循环利用作为生产蘑菇、木耳种植和生物肥添加辅料等实用性之间的关系。

## 四、设计方案

由项目负责人组织，项目成员通过多方调研制定技术方案，邀请果木种植农户共同研讨方案，精准分析、实施改进。最终确定新型环保果木残枝拾捡粉碎处理机器原理图。该设备以锂电池组带动直连减速电机，通过皮带传输带动拾捡系统、传输系统、切断系统、粉碎系统协调工作，减少了残枝拾捡粉碎过程中SOX和NOX排放对环境造成的污染，

是一种理想的绿色环保拾捡粉碎机械。粉碎后的果木颗粒用于种植木耳、蘑菇或有机肥料添加辅料,实现了果木残枝绿色循环经济发展模式,走出了一条果木种植业高质量发展的新路子,研究出的新型环保果木残枝拾捡粉碎处理机器可完全实现残枝的拾捡、收集、切断、粉碎、脱水一体化机械作业,节约了人工劳动成本,深受果木种植农户欢迎。

**参考文献:**

[1] 夏雄. 小型可移动式树枝粉碎机关键部件的研究 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2014.

[2] 唐硕. 移动式枝桠粉碎机的设计及研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2011.

[3] 张磊磊. 树枝粉碎机切削刀片的仿生设计及

试验分析 [D]. 长春: 吉林大学, 2015.

[4] 杨彩娟. 果园修剪枝条处理工艺及机械研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2013.

**作者简介:**

1. 张清林, 单位: 宁夏工商职业技术学院, 大学本科, 副教授;

2. 郭红, 单位: 宁夏基础地质调查院, 大学本科, 高级工程师;

3. 李蜀予, 单位: 宁夏工商职业技术学院, 硕士研究生, 讲师。

基金项目: 2020 年度宁夏工商职业技术学院校级科学研究项目;

项目编号: NXGSKY202001