

# 柠条收割机发展现状及趋势

郝志辉 仇英齐 臧智雄 马文亮 汤磊 冯剑

内蒙古一机集团北方实业有限公司

**【摘要】**目前为保证生态功能,一般采取隔年、隔带轮换平茬,平茬方法为人工锄头刨、夹剪剪切,背负式割灌机切割,虽成本低、操作简便,但生产效率低、劳动强度大,无法实现大面积生产。枝叶和种子收集困难、损失严重,采收时效直接影响柠条用作饲料的质量和数量,研制柠条收获机械,实现机械化柠条平茬与收获已成为柠条产业发展的关键。柠条作为其中的优秀代表植物在防止土地沙漠化加剧、保持地下水源、改善土壤结构、改善生态系统并维持生态平衡等方面的作用非常突出。柠条生长适应性强、人工栽植成活率高,种植广泛,仅我国“三北”地区自然分布和人工栽培的柠条就有数百万公顷。由于柠条自身的生物特性,每隔3~5年就需要进行一次平茬收获,平茬高度在5cm左右。柠条具有巨大的经济价值和生物价值,所以柠条的收获越来越受到重视。目前,对柠条的开发利用大多集中在饲用和生物质能两个方面。我国对柠条收获机械的研究相对较少,柠条收获机械化有助于减轻工人的劳动强度,提高柠条的利用率。

**【关键词】**柠条;收获机械;发展

**【DOI】**10.12252/j.issn.2096-6288.2020.02.132

柠条是锦鸡儿属植物栽培种的统称,为落叶灌木,具有耐旱、耐寒和耐高温的特点,是干旱草原、荒漠草原地带的旱生灌丛。柠条属于优良固沙和绿化荒山的植物,有突出的利用价值和生态意义。柠条的生存能力极强,由于其在形态方面具有旱生的结构,对环境条件具有较为广泛的适应能力,故成为中国西北、华北、东北西部水土保持和固沙造林的重要树种之一。目前,国内对柠条资源开发利用的研究已取得了许多成果,多数集中在饲用和生物质能两个方面,其他方面的研究主要集中在药用价值和柠条生物学特性等领域。目前柠条平茬收割的主要方法为人工砍伐,或采用背负式割灌机切割平茬和收割作业,这样的作业方式生产效率低,劳动强度大,难以满足大面积生产,并且这样的平茬方式对于柠条的再生长不利。研究适用于柠条收割的机械设备,对于减轻人工劳动强度,保证柠条的发芽率,充分利用柠条资源具有重要意义。

## 一、柠条及收割特性简介

柠条是一种多年生灌木,高1.5m左右,其茎秆周生长刺且非常坚韧,可同牛筋相比,故农民又称其为“牛筋条”。该植物耐盐碱、耐干旱,非常适合在沙漠里种植,植后能起到明显的防风固沙作用,对保护生态、降低沙漠化程度效果斐然。同时,柠条又可作为羊的青饲料,羊喜食其叶、茎,而且食后上膘快,我区盐池县等沙漠地区均有大量种植。柠条在生长期,需定期从根部切割枝条,否则会减缓其生长速度,但目前还没有专门的柠条收割机械。经实地调研,发现收割方式极其落后,农民多采用人工收割,即用铁锹等农具用力将其砍断。这种方式劳动强度大,效率低下,农民说起此事均苦不堪言,不仅如此,这样做很容易伤及柠条根部,从而影响其生长。鉴于此,本文尝试使用功能设计法就柠条收割问题给出原理解。

## 二、我国柠条收获机械发展现状

柠条收获机械,按机器功能可分为专用式和兼用式两种;按机器结构可分为人工背负机动式、拖拉机悬挂式和自走式三种;按作业形式可分为分段作业和联合作业两种。由于柠条的种植面积大,近几年来,拖拉机悬挂式和自走式的柠条收获机械受到广大用户青睐。

我国柠条种植面积大,利用前景广阔。国产柠条收获机械的开发、研究较晚,到目前为止,柠条收获机械技术水平相对较低,大多停留在仿制的基础上。我国柠条的种植环境比较恶劣,地形复杂,再加上柠条平茬要求高,许多收割机械无法直接用于柠条的收割。国内专业生产柠条收获机械的企业较少,且品种单一,尚未形成系列化产品。国内对柠条收获机械的研究大多侧重于柠条收割机,对带有打包、打捆等功能的柠条联合收获机械的研究相对较少。对柠条切割机及切割器进行了研究,认为柠条切割机对柠条的切割要经历3个阶段,即柠条的早期弹性变形、早期剪切破坏和晚期弹性变形;同时提出了一种以小型拖拉机为动力的复合式圆盘联结扇形带齿刃刀片切割器,并对其相关的结构参数进行了计算确定。某市机械化农业生态项目实验管理站研制的4N-3型柠条平茬机,该机悬挂在拖拉机前面,采用旋转式锯盘无支撑切割原理,锯盘线速度可达60~90m/s,设计了多种前角切刀,对含水率为55%左右的几种柠条进行剪切试验,阐述了柠条剪断力与刀具前角之间的关系,认为剪切相同直径的柠条时,剪断力随刀具角度增大而增大;相同前角的刀具剪切柠条时,剪切力随着柠条直径的增大而增大。分析圆锯片切割柠条的原理,<sup>[4]</sup>在研究带有导向装置三个刀盘切割柠条理论的基础上设计了三刀盘柠条切割装置。中国农业机械化科学研究院呼和浩特分院研制开发的9GN-1.0型多功能自走式灌木平茬收割机其配套动力为59kW,浮动弹簧最大行程200mm,可根据不同地形进行仿形切割,工作效率较高。研制出了5GZ-800型手扶式割灌机,该机通过V型带传递动力,

机身高度可调,以适应复杂的地形,其底盘牵引力最大为290N,连续作业时对沙土表层植被破坏较小。现有平茬收获机械的使用情况和切割特性,并根据生产需求,参考现有的技术条件,设计了一种新型高效智能柠条平茬收获机,为设计人员提供了一条新思路。此外,农业大学研制出了具有智能仿生功能的4GN-1400型柠条平茬收割机。这些收割机大多只能完成柠条的切割作业,柠条切割之后的捡拾、切碎,尤其是柠条的打捆收集等作业都需要人工来完成。国内类似于中农机的4MG-200型自走式能源灌木联合收割机,4G-2型自走式灌木平茬多功能收割割灌机,这种联合收割机具有收割、切碎、抛送、集箱、自卸一体化作业功能,但还没有得到大规模的推广应用。目前,国内还没有技术成熟的集收割、收集、打捆于一体的联合收割机产品。

### 三、我国柠条收获机械存在的问题

我国柠条生长在防沙固沙第一线,生长环境相对恶劣,进行机械化收获有以下难点:①柠条大多生长于凹凸不平、砂石较多且地面松软的环境中,难以进行机械化收获。②由于柠条的生长特性,在柠条的根部会形成沙堆,不利于柠条的机械化收割。③柠条的生物特点,如柠条对平茬的要求较高,出现毛茬后容易影响第二年的生长;柠条毛刺多、枝丫多且纠结在一起,这些都会对柠条的机械化收获产生影响。目前,国内的柠条收获机械还存在以下方面问题。(1)柠条收获机械大多只适用于收割平茬作业,功能比较单一。后续的粉碎、收集、打捆仍然依靠人工来完成。大型联合收获机械相对较少,且功率较大,成本较高,还没有生产出技术成熟且可以推广应用的大型联合收获机械。(2)我国柠条有野生和人工种植两种。野生柠条生长环境复杂,机械化收割困难;人工种植的柠条尚未形成大面积规范化的种植模式,这给柠条的机械化收获带来一定难度。农用联合收获机械还不能直接应用于柠条收获。(3)国内现有的柠条收获机械没有合理地解决柠条切割的问题,切割过程中柠条切口容易出现劈裂、毛刺和灼伤等缺陷,影响柠条第二年的生长。柠条生长环境中存在大量的砂石,容易对刀片造成冲击损坏。(4)柠条生长在凹凸不平的地方,在柠条收获机械的前方一般会加上仿生装置,使切割刀头随着地势的起伏而上下浮动。但目前的仿生装置大多是在切割装置两侧加装仿生轮,这种仿生装置无法解决柠条根部堆积砂石过高和生长在凹形坑里柠条的收割问题。(5)目前对柠条收获理论的研究大多集中于柠条的收割方面,对收割下来柠条的粉碎、捆扎、压缩等方面的研究尚属空白。

### 四、柠条收割机发展趋势

我国的柠条主要生长在沙地和坡地等地理条件差的地方,绝大部分植株生长疏密不同,并且地形条件高低不一,收割较为困难。结合我国柠条生长环境的特点,设计制造柠条收割机械时要考虑以下方面。(1)研制具有高智能仿生功能的柠条收割机。柠条收割机绝大部分是在起伏很大的沙地中进行作业,研制三维仿生机构对复杂地面的仿形是仿形技术的发展趋势,对于保证柠条收割机平茬高度的一致性具有重要意义。(2)研制专业的柠条收割装备。切割设备是柠条收割机的核心部件,目前大部分柠条收割平茬设备是参考农业收割装备制造。由于柠条特殊的生理和生长特性,在收割过程中对平茬高度和收割质量有严格的要求,因此常用的农业收割装备不能满足柠条高效收割平茬的要求。刀具的刃口曲线对切割质量的影响是未来的研究方向。(3)研制大中型柠条联合收获机械。目前柠条收割机械只是完成了柠条的收割,要开发利用柠条资源,提高作业效率,实现机械化,必须要有相应的机械代替人力捡拾柠条。研究具有自动切割、捡拾、切碎和收集等功能于一体大型柠条联合收割机成为现实的迫切需求,同时也是柠条收割机亟需解决的突出问题。

我国柠条资源丰富,作为生物质能源的重要分支,其收割平茬装备发展相对滞后,处于机械化或半机械化阶段。随着柠条价值在人们生活中和能源利用中的不断体现,柠条资源的利用越来越受到人们的重视。研制出适合我国国情的专用柠条收割机械或联合收割机械已成为必然的选择。随着国家对生态环境越来越重视,柠条种植面积将进一步扩大,其收获量的增加以及收获机械技术水平不高的矛盾将愈来愈突出。因此,国内将有越来越多的相关研究机构和大型企业加入到柠条收获机械的研制队伍中,为我国柠条收获机械的发展做出贡献。

### 参考文献

- [1]范立海,傅万四.我国灌木收割平茬机械发展现状调查分析[J].木材加工机械,2018(6):30-32.
- [2]王峰,温学飞,张浩.柠条饲料化技术及应用[J].西北农业学报,2019,13(3):143-147.
- [3]李宁,俞国胜,张建中.柠条剪断力与刀具前角之间关系的研究[J].湖南农业科学,2019(3):124-126.
- [4]刘金南,周宏平,张慧春.柠条切割装置的设计研究[J].农机化研究,2019(1):117-120.
- [5]黄冬冬,杨永发,牛宪伟.往复式切割器切割甘蔗破头机理研究[J].林业机械与木工设备,2018(4):32-34.