

木本饲料四倍体刺槐收割采集设备的设计

陈 昕,俞国胜

(北京林业大学 工学院,北京 100083)

摘要:我国目前畜牧养殖业中出现的蛋白饲料紧缺的现象,四倍体刺槐嫩枝叶作为较好的绿色蛋白饲料可弥补饲料供应。为实现木本能源林的高效利用和产业化,研制其收割采集设备势在必行,同时可解决传统收割作业工作强度大、效率低的问题。研究设计了一种基于手扶式往复式收割采集设备,可用于四倍体刺槐枝叶的收割、采集。

关键词:木本饲料;往复式;四倍体刺槐收获机

中图分类号:S776.02

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)12-0146-05

目前我国畜牧养殖业中存在着饲料紧缺的问题,而许多木本饲料是提高肉质和奶质的粗饲料。北京林业大学采用乔木灌木化培育技术,创新性地通过染色体加倍技术选育出适合我国生长的,特别是适合边际性土地生长的四倍体刺槐优良新品种。该树种生物量大、可循环利用,其枝条、嫩叶是优质的木本粗饲料原料。为实现木本饲料产业化,设计了一种用作饲料的四倍体刺槐嫩枝、树叶轻型收割采集设备。

1 总体结构及工作原理

1.1 作业特点

该收获设备作业方式为手扶式,较手持式轻松。只要开启动力源,任何人推动小推车控制液压控制阀均可轻松完成收获工作,大大降低了对操作工人的技术要求。从工作强度上看,手持式修剪机一般重 5 kg 以上且噪声震动大,工人长时间作业会造成疲劳,而推动装有脚轮且配有动力的小推车进行收获作业,工作强度大大降低。

1.2 总体结构及工作原理

手扶式木本饲料收获机主要由原动机汽油机、液压传动系统及各工作部件组成。液压泵站引出汽油机的动力通过油管与控制阀分别启动 3 个液压马达,由液压马达输出轴直接驱动割刀组件、后轮总成及传送装置。传送收集装置包括传送带组件和收集箱,传送收集装置同切割组件都安装在支撑调节架上,可调节其在支撑立柱上高

度。其中车架是整个系统的支撑基础,采用钢板作为基体加装有安装架并钻有安装孔,用于安装后轮总成、前轮总成、液压油箱、支撑立柱及动力装置等部件。整机结构见图 1。

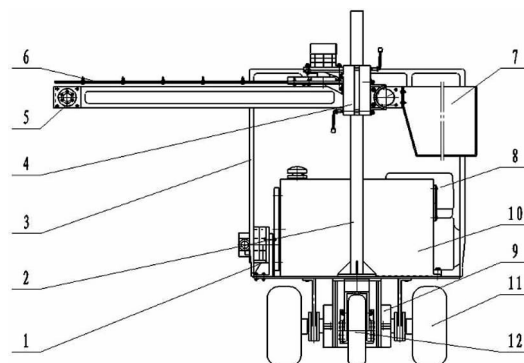


图1 小推车式木本饲料收获机结构示意图

1. 液压泵;2. 支撑立柱;3. 手推把;4. 调节支撑架;5. 传动带装置;6. 切割装置;7. 收集箱;8. 汽油机;9. 锥齿轮箱;10. 液压油箱;11. 后轮总成;12. 前轮总成

小推车把手安装在车架后方,操作人员可通过小推车把手上安装的液压阀控制按钮控制切割部件、传送装置及行走装置的运转,并在行进过程中可控制小车前进方向。整个系统工作过程主要包括 3 个过程:收割、传送和收集。动力启动后,往复切割装置开始进行切割主运动,同时小推车开始向前工作,实现往复切割装置的进给运动,高出剪切高度的枝叶便进入动刀和定刀组成的“剪刀”内而被剪切下来倒在传送带上后,被传送装置送入收集箱内。四倍体刺槐枝叶收割采集工作完成,工作示意图如下(见图 2)。

2 主要部件结构设计

2.1 割刀部件

2.1.1 割刀传动与结构设计 切割器功能主要

收稿日期:2010-06-25

基金项目:国家林业局林业公益性行业科研专项资助项目(200904007)

第一作者简介:陈昕(1986-),男,江西省黎川人,在读硕士,从事林业与园林机械研究。E-mail:rosiechen@126.com。

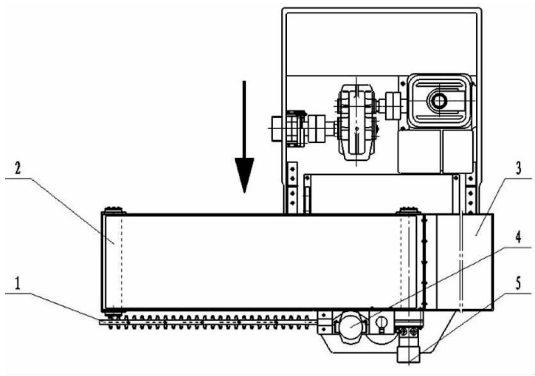


图2 小推车式木本饲料收获机工作示意图
1. 切割部件;2. 传送滚筒;3. 收集箱;4. 切割部件液压马达;5. 传送滚筒液压马达

是完成饲料收获机的收割作业,选用收获效率较高的往复式切割器。往复式切割组件(见图3)主要包括割刀传动机构、割刀等部件。工作时,液压马达的高速旋转通过割刀传动机构将液压马达的旋转运动转换为割刀的直线往复运动,往复频率约为 $1\,000\text{次}\cdot\text{min}^{-1}$,转速约为 $1\,000\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 。设该计中割刀传动系统为曲柄滑槽结构,主要由偏心盘、销轴等组成。定刀安装在刀架上,刀架安装支撑调节块上,调整调节块高度可实现不同高度的作业要求。动刀片通过一组导向螺栓组成的导向机构来实现导向。压刀片将动、定刀片压紧,保证切割间隙为 $0\sim 0.5\text{mm}$ 。

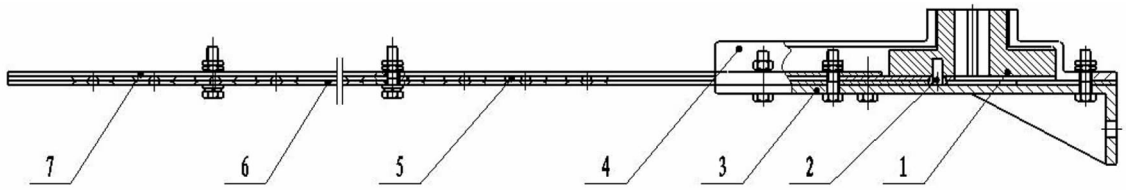


图3 往复式切割组件结构示意图

1. 偏心盘;2. 销轴;3. 切割组件支架;4. 切割组件外壳;5. 定刀;6. 动刀;7. 压刀器

2.1.2 割刀刀片结构 刀片是木本饲料收获机的关键部件之一,它的好坏直接影响收获质量和作业效率,也关系到安全生产。结合四倍体刺槐自身特性及实际种植情况,将刀齿间距定为 35mm 、刀片剪切幅宽定为 868mm ,即上、下刀片两端刀齿参与剪切作业的齿刃尖在往复运动过程

中的最大距离为 868mm 。由于当年生四倍体刺槐高度不高于 2.5m ,割刀收获对象为嫩枝、树叶,割刀剪切平面离地面约 $1\sim 2\text{m}$ 。刀片利用厚度为 3mm 的合金钢板切割经热处理加工制成,两侧面开刃,刀杆及刀头处开槽。往复割刀的形状见图4。

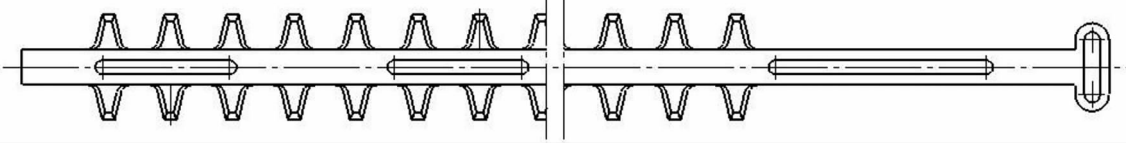


图4 往复割刀示意图

该设计中割刀参照国外绿篱机样机,具体刀齿齿形参数如下表。

表1 刀齿齿形参数

齿顶宽度 /mm	齿底宽度 /mm	滑切角 α	刀刃角 β	刀齿高 /mm
7	28	$13^{\circ}30'$	60°	21

2.2 行走底盘传动系统

小推车行走地盘的行走和转向功能依靠后轮和前轮配合完成。前轮为活动万向轮实现转向;后轮为驱动轮靠近小推车的推车扶手。按照整车车架载荷的纵向分布安排前后轮轴位置,70%的重量由后轮支撑,30%由前轮支撑。液压马达输出轴将动力引入锥齿轮箱,动力经锥齿轮改向后

驱动后轮轴旋转实现行走功能,该液压马达由马达架支撑并安装在小推车底板上。

后轮轮系传动结构见图5。根据收获设备在沙地中行走的地形,综合农林机械的工作特点,选取适合在沙地中行走的外径 33.3cm 橡胶轮胎。由割刀系统的工作情况同机器前进速度之间的关系而确定的机器的前进速度约为 $0.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

2.3 传送带装置

传送带装置主要由马达、滚筒、传送滚筒支架和传送带等所组成(见图6),主要用于切割装置收获枝叶的输送。传送带输送速度大约 $0.22\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,传送带滚筒直径 70mm ,滚筒宽度 435mm 。液压马达工作时,其输出轴直接驱动传

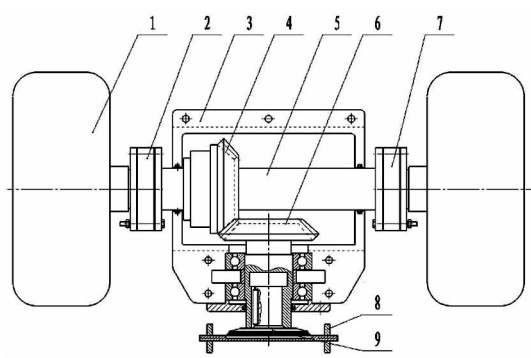


图5 后轮总成传动结构图

1. 车轮;2. 后车轮轴轴承座;3. 齿轮箱壳体;4. 锥齿轮;
5. 车轮轴;6. 驱动轴;7. 后车轮轴轴承座;8. 马达架;
9. 马达

动滚筒主动端,传动滚筒表面为橡胶面,滚筒带动传送橡胶带,再由传送橡胶带带动从动端滚筒转动,从而使放置在滚筒上的枝叶前进,实现四倍体刺槐枝叶的输送。

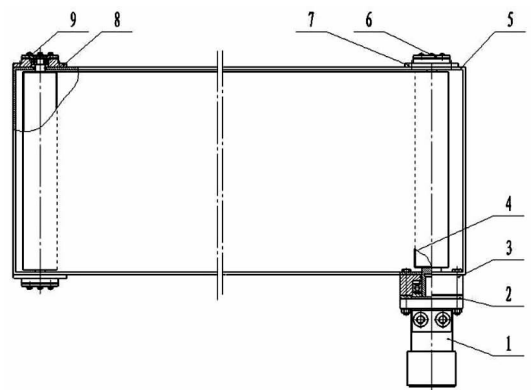


图6 传送装置传动结构图

1. 液压马达;2. 轴承端盖;3. 轴承座;4. 传动滚筒;5. 传送装置支持架;6. 轴承端盖;7. 轴承座;8. 轴承座;9. 轴承端盖

2.4 支撑立柱及调节装置结构

支撑立柱和调节支撑架构成了支撑架调节装置主要功能,包括:支撑往复式切割部件、支撑传送带装置、支撑饲料收集装置、切割高度及切割角度调节。支撑立柱通过紧固件固定在车底板,调节支撑架可在立柱上下滑动并能绕立柱转动,调整至适当工作高度及工作角度后,将手摇螺杆旋紧,调节支撑块U型槽受挤压变形后支持架调节装置则夹紧在支撑立柱上。切割部件、传送带装置以及收集箱通过紧固件分别按照定位孔安装在支撑调节块上。

2.5 推车

推车是整个系统的支撑基础,采用了角钢焊接成主要框架,钢板作为底板焊接在框架上。推车底

板前部放有油箱,支撑立柱等,后部放置有汽油机、减速器、联轴器及液压泵等。推车前轮为万向轮,后轮为驱动轮,以方便转向。推车的把手在车后上方,其上安装有液压控制阀板,以方便实现对剪刀的控制,同时把手也是推动小车前进时的受力点。推车的右侧前方角钢框架上安装支持架。

2.6 液压系统

2.6.1 元件的选择 根据计算工作装置所需功率及发动机所需的储备功率选择 HONDA 13 PS GX 390 汽油机(额定功率 11.7PS/3 600 r·min⁻¹)、齿轮泵 CF-FC16(额定转速 2 000 r·min⁻¹);行走系、切割部件、传送装置驱动马达分别选用摆线马达 BM-D320(额定转速 250 r·min⁻¹)、齿轮马达 CX-C10C(额定转速 1 800 r·min⁻¹)、BYM-80(额定转速 10~400 r·min⁻¹)。

2.6.2 液压系统 木本饲料四倍体刺槐收割采集设备的液压系统(见图7)采用进口节流调速回路。整个液压系统通过齿轮泵驱动,系统的额定工作压力为 10 MPa。工作时必须保持系统运动的平稳性,进油油路上总溢流阀(阀1)用来调整液压系统压力。液压系统主要采用液压马达驱动锥齿轮轴、偏心盘及传送滚筒实现各工作部件的运转,节流阀(阀3、6、8)可控制各工作部件的工作速度。液压系统中的安全保护装置安全阀(阀4、7、10)可保证系统不因压力过高而发生安全事故。二位三通换向阀1为系统总开关,当换向阀1通路时,液压系统卸荷。系统换向均采用手动换向阀,阀板设计在小推车车架把手上方便操作人员操作。液压系统原理图见图5。

3 主要参数设计

3.1 割刀主要结构尺寸

割刀传动机构为曲柄滑槽机构(见图8),O为曲柄回转中心,A为轴销所在位置,C₁和C₂都是滑块上铰链的两个极限位置。曲柄长度r为割刀最大行程SC的 $\frac{1}{2}$,但割刀行程SC同刀齿间距t有关,首先需要确定刀齿间距t的大小。要使植物茎秆能完全被切割下来,对于单动刀切割器而言,动刀行程SC满足以下条件:

$$\begin{cases} SC \geq t \\ SC = 2r \end{cases}$$

式中t为动刀片齿间距;t是由SC≥t、SC=2r两个条件确定的。收获机械中,往复式切割器根据定刀刀齿间距t₀、动刀片齿间距t和割

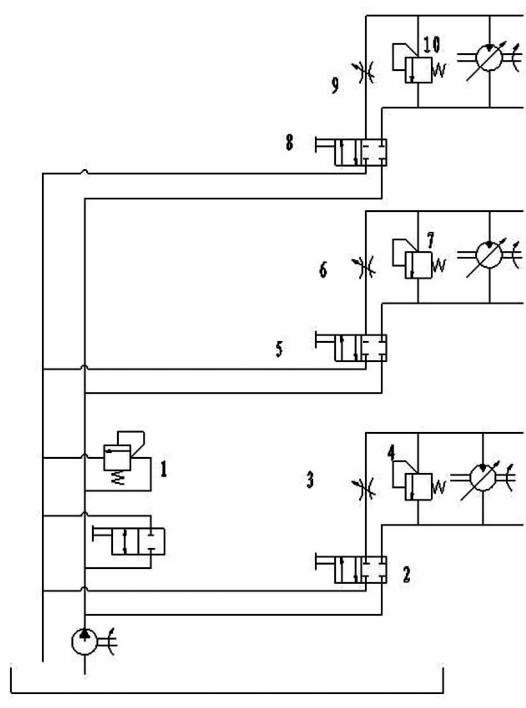


图 7 液压系统原理图

1 为总溢流阀;2、5、8 为手动换向阀;3、6、9 为节流阀;
4、7、10 为安全阀

刀行程 SC 之间的几种不同关系,大致分为标准型($SC=t=t_0$)、双刀距行程型($SC=2t=2t_0$)、低割型($SC=t=2t_0$)、中间型($SC=t=kt_0$)等。考虑切割质量、惯性力、功耗、刀片刃口的总负荷、使用可靠性等方面的综合性能选用标准型切割器,有 $t_0=t=SC$ 。该试验台作业对象为当年生饲用型四倍体刺槐枝条,地径可达 3.5 cm,取动刀齿间距 $t=t_0=70$ mm,割刀最大行程 SC 为 70 mm,曲柄长 r 为 35 mm。

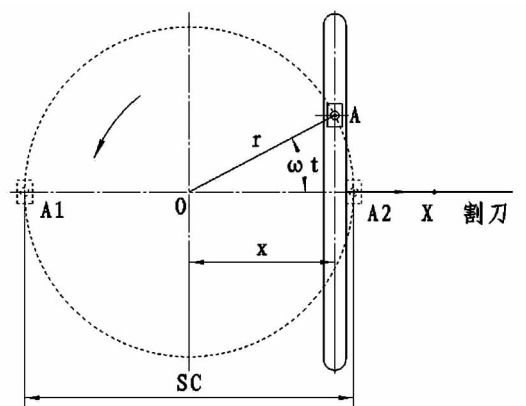


图 8 割刀传动机构运动简图

3.2 割刀系统运动参数

3.2.1 割刀运动与速度分析 将割刀运动在往

复运动线上的投影为简谐运动。以曲柄轴心 O 为坐标原点, X 轴向右为正,并令曲柄以匀速 ω 逆时针转动。割刀刀口任意点位移 x 、速度 v_x 、加速度 a_x 都为转角 ωt 的函数。

$$x = r \cos \omega t$$

$$v_x = \frac{dx}{dt} = -r\omega \sin \omega t$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = -r\omega^2 \cos \omega t$$

式中 r 为曲柄 OA 长度(mm), ω 为曲柄角速度 $\omega(\text{rad} \cdot \text{s}^{-1})$, t 为曲柄由极右点转过时间(s)。由上式可推导动刀片的运动速度 v_x 和位移 x 是一椭圆方程式关系。

$$\frac{x^2}{r^2} + \frac{v_x^2}{r^2 \omega^2} = 1$$

上式表明动刀片刀口某点的速度是按椭圆曲线规律变化。当 $x = 0$, 某点在中点位置, $v_{X(\max)} = R \cdot \omega = \frac{\pi r n}{30} \times 10^{-3}$ 为最大值;当 $X = \pm R$,

某点正处于极左或极右位置, $v_x = 0$ 为最小值。使用中以割刀平均速度 v_p 表示动刀片的切割速度。相关研究结果说明,在割刀锋利、割刀间隙正常(动、定刀片间隙 $0 \sim 0.5$ mm)的条件下,切割速度在 $0.6 \sim 0.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上时能顺利地切割茎秆,若低于此限,则割茬不齐并有堵刀现象;过高的切割速度不可取,因为会造成整机较大的振动、增加功耗,加速零件磨损等。结合四倍体刺槐枝条的特性,将切割速度定为 $1.33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

3.2.2 曲柄转速确定 切割速度 v_p 的调整需要通过液压马达转速的改变来实现,因此曲柄转速也是非常重要的参数。由于切割速度 v_p 和主轴转速 n 之间有关系式,式中 n 为割刀曲柄转速, SC 为割刀最大行程。

$$v_p = \frac{nSC}{30} = \frac{nr}{15}$$

因此不难发现切割速度是确定主轴转速 n 的重要参数。由于切割速度定为 $1.33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,依据上式转速 n 约为 $1000 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

3.2.3 机器前进速度同割刀平均速度的关系

由于割刀在工作时,不仅做往复运动,而且还随机器一起前进,割刀相对于地面的运动轨迹为一曲线。机器前进速度同割刀平均速度 v_p 有着一定的关系。根据收获机械的切割器原理,当机器前进的速度 v_m 小于割刀速度 v_x 的 $1/2$ 时,滑切速度指向刀片踵部。如果滑切速度指向刀片踵部,切

割后茎秆倒在刀片切割器后方。按照切割器原理,要保证无漏割和重割,确定机器前进速度为 $0.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 左右。

4 技术特点及参数

本系统采用液压传动实现远距离的动力传动,产生直线往返的运动或是旋转运动,满足机构运动的要求;机构的标准化程度较高,各部件大部分零件采用标准零件,自行设计的零件加工方便,费用也不高。具体技术参数如下:

发动机额定功率/转速($\text{PS/r} \cdot \text{min}^{-1}$)	11.7/3600
割刀幅宽/mm	868
割刀往复频率	800~1000
切割高度/m	1~2
收割饲料直径/mm	<10
前进速度	0.5
液压系统工作压力/MPa	10

5 结论

在我国畜牧业饲料稀缺的今天,大力开发木本饲料并实现机械化收割有着重要意义。手扶式木本饲料收获机结构比较简单,能够完成收割、收集的一系列作业任务完成木本饲料的收获过程。

参考文献:

- [1] 俞国胜,袁湘月,陈忠加.灌木资源产业化促进沙荒地植被恢复[C].广西:第二届中国林业学术大会-S12 现代林业技术装备创新发展论文集,2009:204-211.
- [2] [波]卡那沃依斯基(Kanafojski, Cz).收获机械[M].北京:中国农业机械出版社,1983.
- [3] 北京农业工程大学.机械农业学[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [4] 孙恒,陈作模,葛文杰,等.机械原理[M].6版.北京:高等教育出版社,2001:188-237.
- [5] 濮良贵,纪明刚.机械设计[M].7版.北京:高等教育出版社,2001.

Design of a Machine with a Reciprocating Cutter for Harvesting *Tetraploid Robinia pseudoacacia*

CHEN Xin, YU Guo-sheng

(Technology School of Beijing Forestry University, Beijing 100083)

Abstract: Based on the phenomenon of the lack of protein feeds in stock-raising, Tetraploid Robinia pseudoacacia as a kind of good plant-protein feeds can make up the shortfall. To realize the industrialization of the woody forage, it's extremely necessary to design a kind of a harvest machine which can mend the defects of the traditionally harvest process. The machine was designed to harvest and collect the *Tetraploid Robinia pseudoacacia*.

Key words: woody feeds; reciprocating cutter; a machine for harvesting *Tetraploid Robinia pseudoacacia*

规模鸡场疾病防控措施

1. 场址的选择要选择地势高燥、背风向阳、土质水质优良、供电通信条件好、交通方便、排水性好、排污方便、无污染的地方。要远离污染源,具有隔离条件。

2. 鸡场的布局充分利用地形等自然条件,以人为先、污为后的顺序排列,合理安排各区位置,做到生活区与生产区分开,净、污道分开,鸡舍间距符合卫生防疫要求,如育雏室区布置于上风向,产蛋鸡舍布置于偏下风向,舍间距为舍高的3~5倍,有条件的应建立防疫隔离带。

3. 严格管理,隔离饲养场区饲养员要经培训后上岗,且实行封闭管理,外来人员谢绝入内,进出车辆一定经消毒池消毒。

4. 引种雏鸡要从可靠种鸡场购买,确保来自健康鸡群。进雏鸡时严把质量关,选择孵化良好、健康活泼雏鸡,同时做好检疫工作,抽检雏鸡垂直传染病、胚胎感性疾病和母源抗体水平等情况。

5. 严控传染源实行全进全出制,建立良好的生物安全体系,做好空舍的清理、消毒和管理工工作,不混养其它畜禽,禁止携带家禽及家禽产品进入场区。

6. 环境卫生。一要定期对鸡舍及周边环境消毒;二要科学合理地控制温度、湿度、风速、粉尘、有害气体含量和病原微生物含量等;三要确保病死禽、粪便和其它废弃物的无害化处理。