

油菜后铺式割晒装置的设计

刘科¹, 谢方平^{1,2*}, 任述光^{1,2}, 刘大为¹, 李旭¹, 卢伟¹

(1.湖南农业大学工学院, 湖南 长沙 410128; 2.湖南省现代农业装备工程技术研究中心, 湖南 长沙 410128)

摘要:为解决油菜机械割晒中出现的铺放不整齐、不利于捡拾等问题,设计了输送带与输送链相结合的后铺式油菜割晒装置。该装置主要由拨禾轮、切割装置、输送装置、分离器和导向挡板等组成。确定了拨禾轮、输送装置、分离器等关键部件的结构参数,并对割晒装置进行了试验。结果表明,油菜后铺式割晒装置能顺利完成油菜的切割、输送、铺放。当拨禾轮转速为 15 r/min, 输送速度为 1.05 m/s, 前进速度为 0.65 m/s 时,测得铺条的平均铺放角度为 24.4°, 平均铺放厚度为 53.5 cm, 平均铺条宽度为 95.4 cm。

关键词: 油菜; 割晒装置; 后铺式

中图分类号: S225.2⁺¹

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2015)04-0443-03

Design of rape windrower transportation device with backward lay out

Liu Ke¹, Xie Fangping^{1,2*}, Ren Shuguang^{1,2}, Liu Dawei¹, Li Xu¹, Lu Wei¹

(1.College of Engineering, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2.Hunan Provincial Engineering Technology Research Center for Modern Agricultural Equipment, Changsha 410128, China)

Abstract: In order to solve the problems of irregular spreading and hard to pick up for rape stalks, a rape windrower transportation device was designed with the combination of the belt and chain backward conveying. The device is mainly composed of reel spoke, cutting device, conveying device, separator and guide plate. The parameters of key components, such as the reel spoke, the conveying device, the separator etc, were determined to test the rape windrower device. The test results were showed that the design of rape windrower device can smoothly accomplished the cutting, conveying and laying. When the reel speed is 15 r/ min with transmission speed of 1.05 m/s, and forward speed of 0.65 m/s, the average laying angle was obtained to be 24.4 ° as well as the laying an average thickness of 53.5 cm and the average spread width of 95.4 cm.

Keywords: rape; windrower transportation; backward lay out

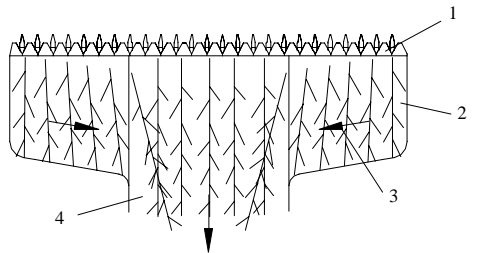
目前,油菜机收面积仅占油菜种植面积的 5%~10%^[1-2]。油菜分段收获与联合收获相比,有收获时间提前、及早腾地、适应性强、总损失少、产量高、菜籽品质好的特点^[3-5]。割晒是油菜分段收获的首要环节,是指将油菜茎秆割断后经输送铺放在田间摊晒的过程。由于现有的油菜割晒机由水稻割晒机改进而来^[6-7],并未针对油菜收获而专门设计,因而在收获过程中出现茎秆缠绕、输送不畅、铺放不整齐等问题。另外,由于割晒后油菜茎秆大多采用侧向铺放,需侧边留有空地才能铺放整齐,但南方丘陵田块均有一定的高度差,首行收割后,

无处铺放,导致茎秆铺放无序或还需人工移送,费时费力。针对这些问题,笔者设计了一种后铺式油菜割晒装置,以适应南方丘陵田块油菜割晒,现将结果报道如下。

1 油菜后铺动力学分析

油菜铺条是茎秆从输送带上排禾口抛送出去而形成的。油菜茎秆进入割台后,受切割器的切割作用和拨禾轮的推送作用倒向割台,在输送链与输送带的作用下,茎秆的输送会有 2 种情况,如图 1

所示,箭头表示茎秆的运动方向。割台中间部分的油菜茎秆直接铺放在输送带上,向后输送;两侧的则斜靠在横导向挡板上并与输送链接触,受到拨齿的横向作用而向中间运动,最终铺放到输送带上。

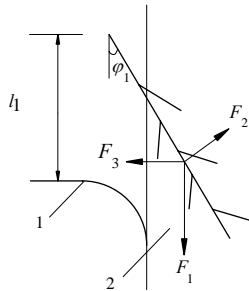


1 切割器;2 割台支撑面;3 茎秆移动方向;4 中间输送带。

图 1 割台油菜茎秆的运移过程

Fig.1 The diagram of rape stem moving on the header

在两导向挡板连接处,茎秆落到输送带上后会形成偏移角 φ_1 , 且 φ_1 在后续输送中会逐渐变小。假定茎秆所受作用力向质心简化,茎秆从输送链拨齿上滑落,其受力如图 2 所示。



1 导向挡板;2 输送带。

图 2 油菜茎秆受力分析

Fig.2 Sketch of force analysis to rape plants

油菜植株质心在离茎秆底部的 $2/3$ 处,则茎秆底端处受到的合力矩为:

$$\sum M(F) = (F_2 - F_3 \cdot \cos \varphi_1 - F_1 \cdot \sin \varphi_1) \cdot \frac{2}{3}L \quad (1)$$

式中: F_1 为输送带和下层输送链拨齿对茎秆的作用力; F_2 为导向挡板对茎秆的挤压力; F_3 为一侧茎秆的挤压力; L 为被切割后茎秆高度; $M(F)$ 为茎秆底端所受的力对茎秆的力矩。

当茎秆末端经过横导向挡板后,认定转角不再改变,此过程运动时间 $t = l_1 / v_s$ (v_s 为输送带速度)。茎秆在移动过程中,受力矩作用发生转动,有平面运动微分方程

$$\sum M(F) = J \frac{d^2 \varphi}{dt^2} \quad (2)$$

式中: t 为茎秆移动 l_1 所用的时间; φ 为茎秆在输送带上的转角; J 为转动惯量。

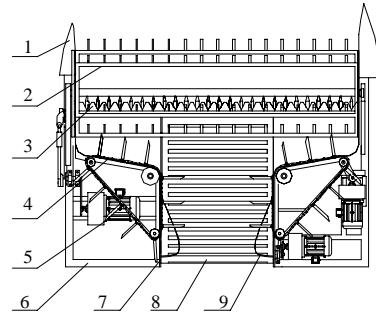
根据式(1)和式(2),在 t 时间内积分可得

$$\varphi_2 = \frac{(F_2 - F_3 \cdot \cos \varphi_1 - F_1 \cdot \sin \varphi_1) \cdot L \cdot t^2}{3J \cdot v_s^2}。$$

由于茎秆主要受输送带与输送链拨齿力作用, $\varphi_2 < 0$, 而茎秆的最终偏移角为 $\varphi_1 + \varphi_2$, 因此割台两侧茎秆形成铺条后的偏移角较小,不影响整个铺条的铺放质量。

2 割晒装置结构及工作原理

油菜割晒装置由机架、分禾装置、拨禾轮、切割器和输送装置等组成,其结构如图 3 所示。



1 分禾装置;2 拨禾轮;3 切割装置;4 横导向挡板;5 带拨齿输送链;6 机架;7 纵导向挡板;8 带条纹橡胶输送带;9 分离器。

图 3 割晒装置结构

Fig.3 Structural diagram of rape windrower device

工作时,油菜茎秆在拨禾轮的作用下被推向割台,经往复切割器割断。割台中间部分的油菜茎秆直接倒在输送带上,而在割台两侧的油菜茎秆则依靠横导向挡板,由带拨齿的输送链送往割台中间,拨齿转向过程中,由于离心力作用,茎秆从拨齿上滑落,铺放在输送带上,由纵导向挡板引导,在输送带和带拨齿的输送链的共同作用下被运送出,并形成铺条。

3 主要工作部件的设计

3.1 拨禾轮

拨禾轮割幅为 2 m, 旋转半径为 0.5 m, 拨齿为 20 cm 长的 M 型弧线形短齿。

拨禾轮中心位置通过拨禾轮中心到切割器的垂直高度和水平距离确定。根据徐虎泉等^[8]的设计可知,半径为 500 mm 的拨禾轮,其中心距离地面高度要求不小于 1 100 mm,以便使油菜茎秆向割台倒伏。由于油菜茎秆有较强的韧性,拨禾轮位置越低对油菜茎秆的作用力越大,茎秆的弯曲程度也越大,使得茎秆会产生一定的回弹,对油菜铺放有较大的影响;同时拨齿插入太深,减弱了拨齿的梳刷

效果,使茎秆更容易缠绕在拨禾轮上,因此,在能满足茎秆铺放的情况下,拨禾轮中心距离地面高度设计为 1 250~1 650 mm 可调,水平距离取值 0~240 mm。

根据现有割晒机作业速度^[9-10],前进速度 V_m 取 0.45~0.75 m/s,通过计算,拨禾轮转速为 10~18 r/min。

3.2 输送装置

输送装置包括带拨齿输送链和中间输送带。输送链主要由拨齿和带耳的双节距链条组成,设计的拨齿长 150 mm,宽为 16 mm,其结构如图 4 所示。

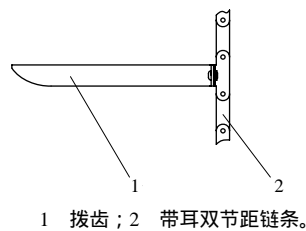


图 4 输送链局部结构

Fig.4 Structural diagram of a part conveyor chain

拨齿的顶端设计为弧线形,便于茎秆与拨齿分离。为确保输送平稳,设计中采用上、下双层输送链,下层输送链离输送带表面高度为 260 mm,上层输送链为 750 mm。为保证茎秆铺放的整齐度,减少输送过程中茎秆间的相对移动,输送链的速度应与输送带的速度一致。输送带为带凹槽的橡胶带,宽 800 mm。

3.3 分离器

输送链到达排禾口完成输送时需要转向,转向中,输送链拨齿与纵导向板之间的夹角小于 90°,并渐渐变小。为使油菜茎不造成卡滞,在导向挡板上输送链下方 10 mm 处安装了分离器。分离器纵向长 460 mm,截面宽 30 mm,与导向挡板夹角约为 22°。当油菜茎秆向末端输送时,分离器将油菜茎秆向后输送的同时也向输送带中间移动,使茎秆与拨齿分离,从而将茎秆与拨齿在转向处分离,同时减少与导向挡板的接触,便于油菜茎秆抛送出去,获得更好的铺放质量。

4 验证试验

4.1 材料

供试油菜品种为高油酸 753,油菜直播。采用五点取样法,所取油菜的平均株高为 159 cm,茎秆在离地高 30 cm 处的平均直径为 1.47 cm。

4.2 试验方法与评价指标

于 2014 年 5 月,采集油菜茎秆。将油菜茎秆依次安插在 6 m×2 m 台车上,按照株距为 18 cm、行距 27 cm 排列(模拟田间种植密度),试验方案见表 1(输送链速度与输送带速度一致,统一用输送速度表示),每组试验进行 5 次,结果取平均值。考察油菜输送过程中是否堵塞、铺条的铺放厚度、茎秆的铺放角度。

表 1 割晒装置的试验参数

拨禾轮转速/ (r·min ⁻¹)	输送速度/ (m·s ⁻¹)	前进速度/ (m·s ⁻¹)
10	0.65	0.45
13	0.85	0.55
15	1.05	0.65
18	1.25	0.75

4.3 试验结果

4 组试验参数下,油菜茎秆在切割输送过程中未出现堵塞现象,并且整齐地向后输送,铺放成条状。在拨禾轮转速为 15 r/min 输送速度为 1.05 m/s,前进速度为 0.65 m/s 的情况下,测得茎秆的平均铺放角为 24.4°,平均铺放厚度为 53.5 cm,平均铺条宽度为 95.4 cm。

参考文献:

- [1] 罗海峰,汤楚宙,吴明亮,等.中国油菜生产机械化影响因素分析[J].湖南农业大学学报:社会科学版,2009,10(4):31-33.
- [2] 甘文辉.油菜籽收获机械化[J].湖南农机,2011,38(3):23-24.
- [3] 金诚谦,吴崇友.油菜收获技术基础研究现状与展望[J].农机化研究,2010,32(1):5-9.
- [4] 卢晏,吴崇友,金诚谦,等.油菜机械化收获方式的选择[J].农机化研究,2008,30(11):240-245.
- [5] 刘德军,赵秀荣,高连兴,等.不同收获方式含水率对油菜收获物流损失的影响[J].农业工程学报,2011,27(10):61-66.
- [6] 罗海峰,汤楚宙,官春云,等.适应机械化收获的田间油菜植株特性研究[J].农业工程学报,2010,26(增刊):339-342.
- [7] 汤楚宙,官春云,吴明亮等.油菜机械化生产中农艺与农机相结合的探索与实践[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2011,37(6):674-677.
- [8] 徐虎泉,彭珍凤.新型油菜收割机拨禾轮参数的优化设计[J].农业装备技术,2007,33(6):58-59.
- [9] 金诚谦,吴崇友,金梅,等.4SY-2 型油菜割晒机设计与试验[J].农业机械学报,2010,41(10):76-79.
- [10] 金鑫,舒彩霞.4SY-1.8 型油菜割晒机输送与铺放装置设计[J].农业工程,2011,1(3):77-82.

责任编辑:罗慧敏

英文编辑:吴志立