

# 4SY-1.8型油菜割晒机的设计

曹震 金鑫 黄海东 廖庆喜

华中农业大学工学院, 武汉 430070

**摘要** 根据油菜收获的农艺要求,针对油菜人工收获效率低下和联合收获损失较高的情况,设计了一种实现油菜分段收获的4SY-1.8型油菜割晒机,确定了该机的主要结构和工作过程,进行了输送系统、分禾装置和切割装置等关键部件的结构设计与参数分析。研制的集成伸缩滚筒、立辊和输送带构成的输送系统,可实现油菜茎秆铺放宽度约为1 000 mm的中间纵向条铺;同时,利用液压装置控制割茬可调高度为200~450 mm。验证试验结果表明,所研制的油菜割晒机结构合理,能满足油菜分段收获的要求,达到有效延长油菜收获期、减低油菜损失率并提高油菜生产效益的目的。

**关键词** 油菜; 割晒机; 设计; 收获

**中图分类号** S 225.2<sup>+</sup> **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2011)04-0521-04

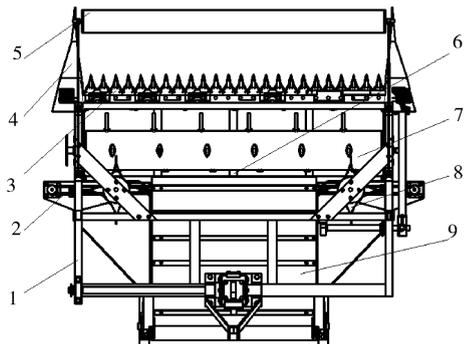
油菜籽含油率较高,主要用于榨油食用。中国食用油50%来自油菜籽油,同时,油菜籽也是一种制造生物柴油的优质原料<sup>[1]</sup>。中国是世界油菜种植大国,种植面积和产量均居世界第一。从1995年至今,我国菜籽油一直处于净进口状态,其主要原因就是油菜收获过程中的劳动力成本高等因素所造成的油菜比较效益低,缺乏市场竞争力<sup>[2]</sup>。

目前中国油菜机械化收获的水平不足6%,油菜的机械化收获问题亟需解决<sup>[3]</sup>。当前中国油菜大多茎秆粗壮、植株肥大,联合收获性能不佳<sup>[4]</sup>。油菜主要种植区的长江中下游地区大多田块较小,套种较多,不适合国外进口的昂贵的大型油菜收割机作业<sup>[5]</sup>,因此损失率低、成本廉价、作业灵活的分段收获机,是现阶段我国解决油菜机械化收获的研究重点之一,而目前我国尚未有适用于油菜的分段收割机的成熟机型出现<sup>[6-7]</sup>。

笔者根据油菜机械化收获的需要,针对长江中下游地区油菜种植栽培的特点,设计了4SY-1.8型油菜割晒机<sup>[8]</sup>。该机可以实现油菜茎秆的高速切割、有效输送和油菜植株纵向条型铺放,并可利用液压装置自由控制割茬高度。实施油菜分段收获,可以有效延长油菜的收获期,减低油菜损失并提高油菜生产的效益。

## 1 结构与工作原理

4SY-1.8型油菜割晒机主要由机架、传动装置、主动分禾器、被动分禾器、扶禾器、切割装置和输送系统(由立辊、伸缩滚筒和输送带组成)组成,其总体结构如图1所示。



1. 机架 Frame; 2. 传动装置 Transmission; 3. 切割装置 Cutting device; 4. 分禾器 Separators; 5. 扶禾器 Support unit; 6. 输送系统 Convey system; 7. 伸缩滚筒 Telescopic cylinder; 8. 立辊 Vertical cylinder; 9. 输送带 Conveyor.

图1 4SY-1.8型油菜割晒机结构示意图

Fig.1 Sketch of the 4SY-1.8 rape windrower

割晒机工作时,被动分禾器将油菜茎秆分行,上部缠绕的枝杈在置于割晒机两侧的主动分禾器的作

收稿日期: 2011-01-12

基金项目: 教育部新世纪优秀人才计划资助项目(NCET-07-0344)、现代农业产业技术体系建设专项(nycytx-00520)

曹震, 硕士研究生, 研究方向: 现代农业装备设计与测控. E-mail: caozhen@mail.hzau.edu.cn

通讯作者: 廖庆喜, 博士, 教授, 研究方向: 现代农业装备设计与测控、农业机械性能设计与试验. E-mail: liaoqx@mail.hzau.edu.cn

用下被剪断,剪断的枝杈落入割台,完成油菜茎秆分禾。两侧的油菜茎秆被分禾后和中间的油菜茎秆,一起到达切割位置,在扶禾器扶持下被切割装置切断;在切割装置两侧被切断的茎秆被输送系统的立辊推向中间,实现茎秆横向集中输送;被切断的油菜茎秆在输送系统的伸缩滚筒作用下,被扒指拨至输送带,输送带纵向运动,将油菜茎秆集中纵向输送到后部,并以纵向条形放铺田间,从而完成了整个油菜收割过程<sup>[9]</sup>。油菜茎秆被切断后的物料流向如图2所示。

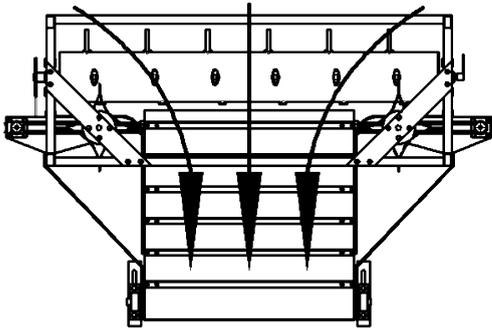


图2 油菜茎秆的物料流向

Fig.2 Flow diagram of rape stem

4SY-1.8型油菜割晒机的主要技术参数:配套动力36 kW,外形尺寸为2 065 mm×2 310 mm×1 500 mm,割幅为1 800 mm,割茬高度为200~400 mm,铺放宽度为1 000 mm,作业速度为1.4~4.0 km/h,工作效率为0.26~0.71 hm<sup>2</sup>/h。图3所示为该机的实物图。



1. 输送带总成 Conveyor; 2. 伸缩滚筒总成 Telescopic cylinder; 3. 立辊总成 Vertical cylinder.

图3 4SY-1.8型油菜割晒机实物图

Fig.3 Physical picture of the 4SY-1.8 rape windrower

## 2 关键装置设计

### 2.1 输送系统

输送系统由立辊总成、伸缩滚筒总成和输送带总成构成(图3)。割晒机工作时,油菜茎秆在伸缩滚筒作用下被推向输送带,两侧的油菜茎秆则在立辊相向运动作用被横向输送至伸缩滚筒中间位置,再被推向输送带,到达输送带上的油菜茎秆由输送带输送至机器后部放铺田间。整个输送系统在3个部分的匹配协同作用下完成油菜茎秆输送铺放,避免堵塞。

1)立辊总成。立辊总成由1对立辊装置组成,左右对称分布在伸缩滚筒总成的正后方的两侧。立辊装置由辊齿条、带轮、辊轴、筒体和弧板构成。辊齿焊接在弧板上,弧板固定在筒体上,筒体两端安装辊轴,带轮安装在下端辊轴上,通过带传动驱动立辊旋转运动。2个立辊装置同时相向旋转,通过辊齿条与油菜茎秆的摩擦,带动两侧的油菜茎秆到达伸缩滚筒中间位置。该机设计的立辊高度为600 mm,转速为215 r/min,能够实现中间输送的功能。

2)伸缩滚筒总成。伸缩滚筒总成由动力输入链轮、滚筒轴、滚筒、扒指、曲轴、曲柄和调整手柄构成,安装在切割装置的正后方,两端通过轴承固定在机架的底部,底下安装有仿形护罩。伸缩滚筒内的6组24根拨指安装在曲轴上,通过偏心转动形成拨指的上下伸缩,通过调整安装位置,使拨指在靠近切割装置时拨指伸出最长以便于最大限度对茎秆产生摩擦,在靠近输送带时拨指最短以避免油菜茎秆缠绕,使之脱离拨指。油菜茎秆被切割后到达伸缩滚筒总成,在伸缩扒指的摩擦和拉扯作用下将油菜茎秆拨至输送带。仿形护罩既可保护拨指不受地面起伏不平因素的干扰而变形,又可以实现回收炸裂脱落的油菜籽粒的作用。该机设计的伸缩滚筒直径为240 mm,拨指长度为160 mm,拨指偏心距为50 mm,滚筒转速为163 r/min。

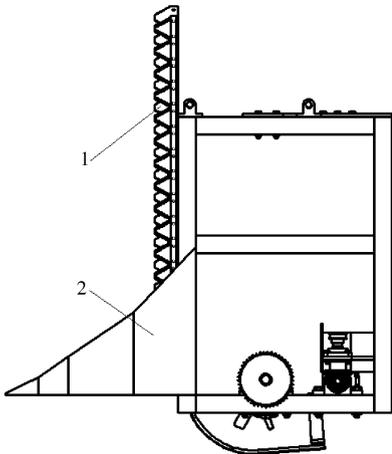
3)输送带总成。输送带总成由链轮、特制链条、输送带和输送齿构成,整体安装在伸缩滚筒总成的正后方中间位置。该链轮设计为双节距型,可以大量减轻重量,减小输送过程中振动引起的炸菜损失,满足油菜茎秆输送中小载荷、中低速和中心距较大的需求。由角钢构成的输送齿通过螺栓固定在输送带上,输送带与特制的双节距链条的链耳固结一起,在链轮的带动下实现纵向集中输送油菜茎秆的功

能,并依靠自重放铺田间。

设计的输送带长度为1 050 mm,输送宽度为1 000 mm,线速度为3.7 m/s。设计的割晒机在田间作业时前进速度为2.8 km/h,按照直播油菜株距为0.06 m计算,每秒每行有13株油菜被切割,则在持续输送过程中,油菜茎秆在输送带上的堆积数量为21株左右。田间试验表明,割晒机能够实现及时输送,没有堵塞。

## 2.2 分禾装置

油菜植株600 mm以上枝杈密布缠绕交错,果荚受到震动拉扯极易开裂,落粒损失严重,造成分禾十分困难,因此分禾技术是油菜机械化收割的重点内容之一。设计的割晒机分禾装置由被动分禾器和主动分禾器组成,结构如图4所示。



1. 主动分禾器 Active separators; 2. 被动分禾器 Passive separators.

图4 4SY-1.8型油菜割晒机的分禾装置

Fig. 4 Separating system sketch of the 4SY-1.8 rape windrower

被动分禾器安装在割晒机前端两侧的机架上,在被动分禾器后部均安装主动分禾器实施主动分禾。为了实现秸秆的最佳绕流性能,所设计的被动分禾器分禾曲面的流向曲线设计为抛物线形式,特征为圆头凸胸,能将最大速度点保持在胸部末尾,以加速秸秆流动,并使其流动不发生混杂<sup>[10]</sup>。该曲面可以实现对人工撒播和机械直播油菜分禾的阻力最小、使其能够在角果层中顺畅通过不堆积和堵塞,显著减小分禾造成的果荚脱落率。主动分禾器由切割装置间接传动的主立割刀和直接传动的电动立割刀组成。立割刀安装采用倒梯形安装,并且往后倾斜约15°,使主要切割段在水平切割器的后边。主动

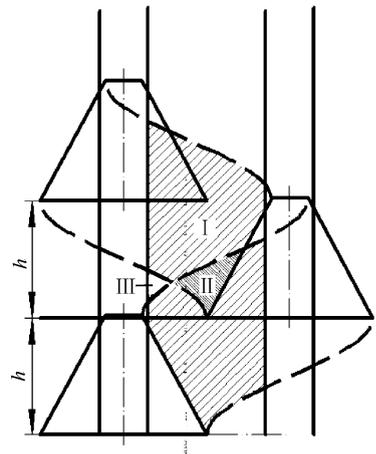
分禾器内侧剪下的油菜枝杈全部落入割台内部,而外侧,由于立割刀向外倾斜,被剪断的油菜枝杈与未割区的枝杈缠绕在一起,当下一轮收割时一并收割。设计的主动分禾器立割刀由动刀和定刀组成,选用50 mm宽的光刃小刀片,切割频率为5~7 Hz。

## 2.3 切割装置

切割装置由往复式切割器和扶禾器组成。切割器设计为单刀距行程型,该切割器采用摆环机构驱动,摆环角设计为14.5°,工作时割刀平均线速度达到1.1 m/s。扶禾器由筒体和支撑臂组成,筒体直径为140 mm,离地高度1.4 m,安装在切割器前上方,筒体可以在茎秆摩擦作用下自由转动,其目的是实现扶禾器扶持油菜茎秆顶端,以及往复式切割器夹持茎秆底部的上下双支撑稳定切割,减小植株回弹和振动,以保证切割有效和减小落粒损失。

## 3 收割分析与试验

割晒机切割图是衡量收割效果的重要依据。切割图的形状以及各个切割区的面积直接影响切割质量和割茬高度。切割速度与机具前进速度是影响割晒机切割图的重要运行参数,切割速度必须与前进速度最佳匹配,使重切区和空白区面积最小,才能实现切割功耗降低和减少割茬拉扯的功能,达到割晒机良好收割效果的设计目标。切割图如图5所示。



$h$ . 割刀进距 Cutter distance; I. 一次切割区 Cutting area; II. 重切区 Re-cut area; III. 空白区 Blank area.

图5 4SY-1.8型油菜割晒机切割图

Fig. 5 Cutting patter of 4SY-1.8 rape windrower

设计的油菜割晒机割刀平均线速度为1.1 m/s,割晒机前进速度为0.78 m/s,割刀进距为54 mm。重切区和空白区面积占切割区域总面积的

百分比分别为 5.93% 和 2.41%，计算得出空白区面积小于重割区面积，重切区和空白区面积之和占 8.34%，远远小于一次切割区，不会造成严重的漏割、拉断现象。经田间试验结果表明，油菜割茬整齐，收割效果良好。

## 4 结论与讨论

4SY-1.8 型油菜割晒机适合油菜机械化分段收获，与轮式拖拉机通过液压悬挂架挂接，实现割晒机前进作业，并由液压升降装置控制割茬高度，割茬可控范围为 200~450 mm。通过分段收获，可以达到有效延长油菜收获期，减低损失率并提高油菜生产的效益。

设计的由伸缩滚筒总成、立辊总成和输送带总成构成的输送系统实现了结构的集成优化，在立辊装置的作用下，可实现油菜茎秆的横向输送，并通过伸缩拨指运送有效到达输送带，实现油菜茎秆中间条铺，铺放宽度 1 000 mm。该系统的使用能克服油菜茎秆输送堵塞缠绕的问题，减小角果炸荚损失。

设计的油菜割晒机采用抛物线形式曲面造型的分禾器，能实现对人工撒播和机械直播油菜分禾的阻力最小，使其能够在角果层中顺畅通过不堆积和堵塞，减小分禾造成的果荚脱落率。

设计的由往复式切割器和扶禾器组成的切割装置，能够实现扶禾器扶持油菜茎秆顶端，以及往复式

切割器夹持茎秆底部的上下双支撑稳定切割，减小植株回弹和振动，以保证切割有效和减小落粒损失。

由于受到油菜的收获季节限制，设计的油菜割晒机没有进行系统的收获作业，需要进一步开展田间试验以测定实际漏割率和损失率等。

## 参 考 文 献

- [1] 徐桂转,张百良.生物柴油的研究与进展[J].华中农业大学学报,2005,24(6):644-650.
- [2] 沈金雄,傅廷栋,涂金星,等.中国油菜生产及遗传改良潜力与油菜生物柴油发展前景[J].华中农业大学学报,2007,26(6):894-899
- [3] 吴崇友,易中懿.我国油菜全程机械化技术路线的选择[J].中国农机化,2009,2(2):3-6.
- [4] 吴明亮,官春云,汤楚宙,等.油菜茎秆切割力影响因素试验[J].农业工程学报,2009,25(6):141-144.
- [5] PRICE J S, HOBSON R N, NEAL M A, et al. Seed losses in commercial harvesting of oilseed rape[J]. J Agric Engng Res, 1996, 65(3):183-191.
- [6] 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.
- [7] 李章永,廖庆喜.南方芦苇收割机扶禾器的研制[J].华中农业大学学报,1997,16(6):618-623.
- [8] 田波平,舒彩霞,廖庆喜,等.一种油菜分段收割机:中国,101283647A[P].2008-10-15.
- [9] 李自华.农业机械学[M].北京:中国农业出版社,1980.
- [10] 谷谒白,张云文,宋建农.层流型分草曲面用于覆盖免耕播种机的研究[J].农业机械学报,1991,25(1):46-51.

## Design of 4SY-1.8 rape windrower

CAO Zhen JIN Xin HUANG Hai-dong LIAO Qing-xi

College of Engineering, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

**Abstract** A rape windrower was designed. The main structure and the working process of the machine were determined, including the structure design and the analysis of the key components such as the convey system, the separating system and the cutting device. A kind of convey system, which included telescopic cylinder, vertical cylinder and conveyor was designed and it could achieve the middle of the vertical placement of 1 000 mm. The cutting height can be adjusted to 200-450 mm by hydraulics equipment. The rape windrower can meet the requirement of segment harvest and was designed reasonably through experimental verification. It can extend the harvest season of rape effectively, which can not only reduce the loss rate of rape but also increase the economic efficiency.

**Key words** rape; windrower; design; harvest