

斜置式甘蔗切割喂入装置设计及试验

周 勇¹, 区颖刚², 莫肇福²

(1. 华中农业大学工学院, 武汉 430070; 2. 华南农业大学南方农业机械与装备关键技术
重点实验室, 广州 510642)

摘 要: 为了提高甘蔗收割机的作业质量, 该文设计了一种斜置式甘蔗切割喂入装置, 并进行了装置性能的试验和对不同生长状态甘蔗的适应性试验。性能试验结果表明, 切割喂入装置在机器前进速度为 0.43 m/s、刀盘转速为 450 r/min、刀盘倾角为 8°时, 甘蔗的破头率为 20%、整秆率为 60%、喂入率为 100%、损失率为 12.6%; 适应性试验结果表明, 甘蔗与双刀盘中心相对位置为-100 mm (“-”表示沿机器前进方向, 甘蔗位于蔗行中心线右侧)、倒伏姿态角为 40°、侧偏角为 30°和甘蔗与双刀盘中心相对位置为-100 mm、倒伏姿态角为 60°、侧偏角为 0 的甘蔗适应性好。

关键词: 设计, 试验, 装置, 斜置式, 甘蔗, 分段收获

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.14.003

中图分类号: S225.5⁺3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2012)-14-0017-07

周 勇, 区颖刚, 莫肇福. 斜置式甘蔗切割喂入装置设计及试验[J]. 农业工程学报, 2012, 28(14): 17-23.

Zhou Yong, Ou Yinggang, Mo Zhaofu. Design and experiment of oblique cutting and feeding device for sugarcane[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(14): 17-23. (in Chinese with English abstract)

0 引 言

现阶段中国甘蔗机械化收获还处在起步阶段, 甘蔗联合收获机在不断的试验、示范和推广中。受甘蔗品种、栽培模式、蔗区地形、糖厂制糖工艺等因素的影响, 甘蔗机械化收获在一段时间内将以整秆式为主^[1-3]。但整秆式甘蔗联合收获机存在剥叶装置难以剥净多根同时喂入的甘蔗, 造成蔗叶分离性能不理想, 含杂率较高^[4-6]; 堆放的甘蔗杂乱, 不便于后续机械作业等问题。因此, 可采用分段收获方式来提高甘蔗机械化收获的质量, 即采用甘蔗收割机和剥叶机组合来实现甘蔗机械化收获。

目前, 甘蔗收割机主要采用立式割台, 对甘蔗进行扶起切割, 这类割台对倒伏甘蔗的适应性差, 损失率高。现有研究表明, 甘蔗联合收获机利用卧式割台对甘蔗进行推倒切割, 对倒伏甘蔗收获的适应性较好^[7-9]。

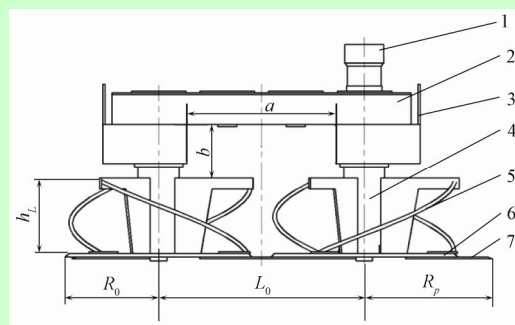
在卧式割台应用于甘蔗收割机的研究过程中, 为了提高甘蔗收割机的作业质量, 本文设计了一种甘蔗切割喂入装置, 并基于甘蔗的不同生长状态, 对其进行了运动参数与结构参数优化和适应性试验。

1 总体结构、工作原理及特点

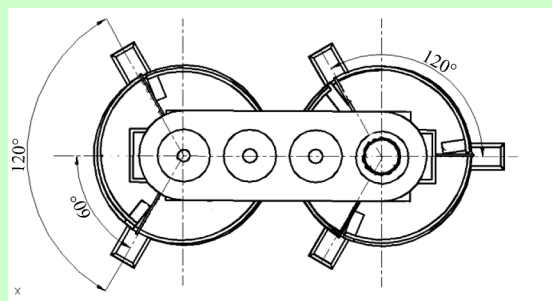
1.1 总体结构

切割喂入装置由液压马达、齿轮传动箱、左右

固定座、旋转套筒、螺旋喂入装置、双圆盘切割器组成^[10-12], 如图 1 所示, 其中双圆盘切割器由刀盘和切刀组成。



a. 主视图



b. 俯视图

1. 液压马达 2. 齿轮传动箱 3. 左右固定座 4. 旋转套筒 5. 螺旋喂入装置 6. 刀盘 7. 切刀

注: R_0 为刀盘半径, m; L_0 为双刀盘中心距, m; R_p 为切刀顶边中点的运动轨迹半径, m; h_L 为圆钢安装高度, m; a 为喂入口宽度, m; b 为喂入口高度, m; 下同。

图 1 甘蔗切割喂入装置结构示意图

Fig.1 Structure sketch of cutting and feeding device

收稿日期: 2011-12-28 修订日期: 2012-06-13

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (50875091); 南方农业机械与装备关键技术省部共建教育部重点实验室开放研究课题 (2009-13)

作者简介: 周 勇 (1976-), 男, 湖南邵阳人, 主要从事农业机械性能设计与试验研究。武汉 华中农业大学工学院, 430070。

Email: zhyong@mail.hzau.edu.cn

1.2 工作原理

动力经液压马达传递至齿轮传动箱,再由齿轮传动箱的传动轴带动螺旋喂入装置和圆盘切割器向内做回转运动。甘蔗主要被沿机器前进方向左侧的圆盘切割器切断并呈向后喂入的趋势,经左、右螺旋喂入装置向上提升的同时继续向后喂送,直至喂入安装在割台高处的斜置输送装置,保证后续工序的有序完成。

1.3 主要设计参数的确定

1.3.1 切刀顶边中点的运动轨迹半径 R_p 和刀盘转速 n

为防止切刀在工作时切到邻接行倒伏的甘蔗,切刀顶边中点的运动轨迹与最小邻接行甘蔗的距离不得小于 0.1 m;目前甘蔗收获机宿根破头率一般控制在 20%以内,依据切割速度与破头率的关系曲线^[7],确定切刀顶边中点的圆周速度 V 为 13~25 m/s。因此,根据湛江地区甘蔗种植的行距,确定切刀顶边中点的运动轨迹半径 R_p 为 0.375 m;双刀盘中心距 $L_o=0.6$ m。根据公式(1)计算刀盘转速

$$n = \frac{30V}{\pi \cdot R_p} \quad (1)$$

式中, n 为刀盘转速, r/min; V 为切刀顶边中点的圆周速度, m/s; 经计算 n 为 331~636 r/min。

1.3.2 切刀数量 Z 和工作长度 L

目前在国内外甘蔗收获机上,一般选择切刀数量 $Z=2\sim 8$, Z 越大越容易造成重割,影响切割质量。结合本实验室的前期研究,选取 $Z=3$,即每个刀盘上均布 3 个矩形刀片,且 2 个刀盘上的相邻刀片交错 60° 排列^[13]。

为了避免漏切,一般切刀工作长度 L 应满足如下条件^[7]

$$L \geq S_{\max} = \frac{60V_m}{Zn} \quad (2)$$

式中, L 为切刀工作长度, m; S_{\max} 为最大进距, m; V_m 为机器前进速度, m/s; Z 为切刀数量。

参照 4GZ-56 型履带式甘蔗联合收获机正常工作过程中的前进速度^[13],本机前进速度取 $V_m \leq 1.0$ m/s。

选取 V_m 的最大值 1.0 m/s、 $Z=3$ 、 n 的最小值 331 r/min 代入公式(2)中,求得 $L \geq 0.06$ m。参考现有甘蔗收获机圆盘切割器的切刀工作长度^[7],设计 L 为 0.09 m。将 $L=0.09$ m 和 $R_p=0.375$ m 代入公式(3)

$$R_o = R_p - L \quad (3)$$

经计算刀盘半径 $R_o=0.285$ m。

1.3.3 螺旋喂入装置参数确定

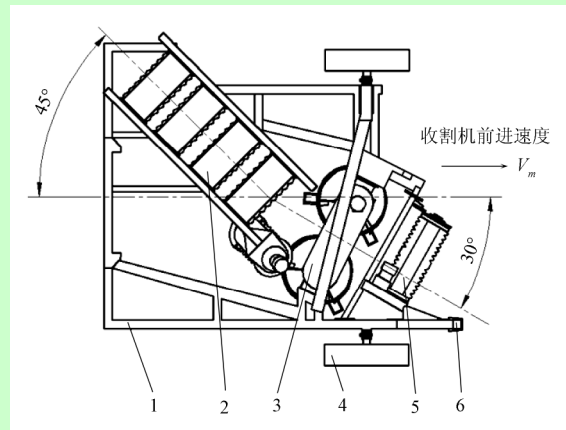
每个刀盘上均布 3 个圆钢成型的螺旋喂入装置^[14-15],且 2 个刀盘上的相邻螺旋喂入装置交错 60° 排列。确定螺旋中心圆直径 $D_{OL}=0.548$ m。根据输送装置的安装位置,切断后的甘蔗需被提升 0.2 m,确定圆钢安装高度 $h_L=0.2$ m。

定义螺旋圆钢顶部、齿轮箱底部与左右 2 个刀盘轴颈部所包围的长方体空间的截面为喂入口。结合机器前

进速度、甘蔗生长长度及种植株距,确定喂入口宽度 $a=0.32$ m,高度 $b=0.145$ m。

1.3.4 安装参数的确定

广东湛江广丰农场进行的田间甘蔗生长状态角实测数据显示,倒伏甘蔗侧偏角为 20°~70°^[16]。与此同时,考虑到分蔗装置在工作过程中会使甘蔗侧偏角减小及输送装置空间位置安排的限制,最终确定切割喂入装置采用斜置,即 2 个刀盘中心连线的垂线与机器前进方向的夹角为 30°,如图 2 所示,其安装倾角可调。输送装置在水平面的投影与机器前进方向的夹角为 45°,其安装倾角为 30°。



1. 台架 2. 输送装置 3. 切割喂入装置 4. 支撑轮 5. 推蔗装置 6. 分蔗装置

图 2 切割喂入与输送装置布置形式结构示意图

Fig.2 Arrangement of cutting and feeding device and conveying device

1.4 主要特点

现有甘蔗收获机械的切割装置与喂入装置是相互独立的,且双刀盘切割装置均采用正置式,即 2 个刀盘中心连线的垂线与机器前进方向平行。本文所设计的斜置式切割喂入装置与其相比具有如下特点:

1) 斜置式切割喂入装置集切割装置和喂入装置于一体,简化了甘蔗收获机的动力输出结构。

2) 斜置式切割喂入装置是以左刀盘切割为主,右刀盘辅助切割,而不是左、右刀盘对等切割,减少了双刀盘对甘蔗的重复切割。

3) 斜置式切割喂入装置利用左、右刀盘上方的螺旋喂入装置改变甘蔗运动方向,使收割后的甘蔗铺放在作业机器左侧的已收割地,便于人工或捡拾机收集^[17]。

2 台架试验

2.1 试验条件

台架试验在华南农业大学土槽实验室中进行。试验材料采用湛江广丰农场种植的 2 a 生宿根蔗,品种为 YT(粤糖)79-177,平均高度为 1.92 m,平均直径为 0.025 m。土壤体积质量为 1.22 g/cm³,湿基含水率为 28.7%,土壤圆锥指数如表 1 所示。

表 1 土槽土壤圆锥指数
Table1 Soil cone index of soil bin

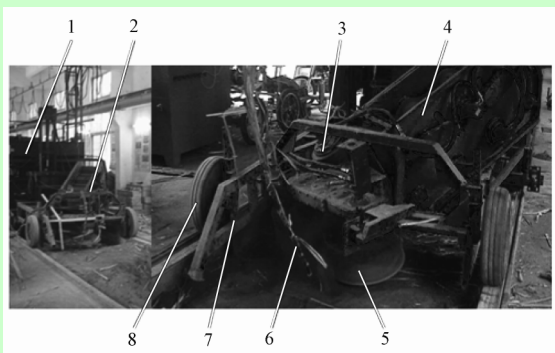
测试深度/cm	5~10	>10~15	>15~20
平均圆锥指数/MPa	0.513	1.215	1.343

动力机械为土槽导轨上运行的台车，由三相电机驱动，并通过变频器（型号：FR-A540-45 K，三相输入电压 380 V，额定功率 45 kW，可调频率范围为 0.2~40 Hz，日本三菱电机株式会社制造），控制电机的转向和转速，可实现无级调速和换向，台车上装有液压站，为甘蔗收割机提供动力。

2.2 试验方法与设备

为分析切割喂入装置运动参数与结构参数对不同生长状态的甘蔗收割质量的影响，选取对破头率影响大的刀盘转速、机器前进速度（台车前进速度）和刀盘倾角 3 个因素^[18-23]；选取与甘蔗生长状态相关的甘蔗倒伏姿态角、甘蔗侧偏角、甘蔗与双刀盘中心相对位置 3 个因素，共 6 个因素作为试验因素^[24]。其中，甘蔗倒伏姿态角是指甘蔗与水平面之间的夹角^[7]；甘蔗侧偏角是指甘蔗在水平面的投影与前进方向的夹角^[7]，甘蔗沿机器前进方向右侧倒伏时的侧偏角为正值；甘蔗与双刀盘中心相对位置是指甘蔗偏离蔗行中心线的距离，甘蔗沿机器前进方向位于蔗行中心线左侧时的甘蔗与双刀盘中心相对位置为正值。

切割喂入装置和输送装置安装在台架上，如图 3 所示；台架挂接在土槽台车的液压提升装置上；甘蔗通过夹持装置夹紧并埋入土壤；假设左右刀盘中心连线的中点为双刀盘中心，机器前进时，双刀盘中心在蔗行中心线上移动。



1. 台车 2. 前悬挂推倒式割台 3. 竖直输送辊筒 4. 输送装置 5. 切割喂入装置 6. 甘蔗 7. 台架 8. 行走轮

图 3 试验设备
Fig3 Test equipment

切割喂入装置随着台车的前进对土槽内的甘蔗进行入土切割，入土深度为 15~20 mm；采用单根甘蔗分组试验，每一组包含 10 个试样。

2.3 试验指标

以甘蔗破头率、整秆率、喂入率和损失率作为评价指标。

1) 破头率为每组试验中发生轻微劈裂、劈裂和爆裂的根茬总根数与试验甘蔗总根数的百分比^[25]。

2) 整秆率为每组试验中被切割后平铺在地表的整秆甘蔗的总根数与被切割甘蔗总根数的百分比。

3) 喂入率为每组试验中断蔗顺利被喂入输送装置的总根数与被切割甘蔗总根数的百分比。

4) 损失率为每组试验中被切割后平铺在地表甘蔗的总质量与被切割甘蔗总质量的百分比。

破头率、损失率的值越小，整秆率、喂入率的值越大，表明收割质量越高。

2.4 正交试验

切割喂入装置的结构参数和运动参数影响其收割性能。选择台车前进速度、刀盘转速和刀盘倾角 3 个因素进行正交试验，研究它们的优化组合及对收割质量的影响程度。

2.4.1 试验因素及水平

根据本切割装置的结构参数、圆盘切割器不漏割和避免多刀切割的条件^[18,26]及 $V_m \leq 1.0 \text{ m/s}$ ，计算出机器前进速度应为 $0.35 \text{ m/s} \leq V_m \leq 1.0 \text{ m/s}$ 。刀盘安装倾角过大，会造成切割后茎秆喂入困难，其值取 $\leq 15^\circ$ ^[7]。

根据上述分析及试验条件的限制，在甘蔗倒伏姿态角为 60° 、甘蔗与双刀盘中心相对位置为 0 和甘蔗侧偏角为 0 的情况下，确定正交试验的因素与水平如表 2 所示。

表 2 正交试验因素水平表
Table2 Factors of orthogonal experiment

水平	因素		
	台车前进速度 $A/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	刀盘转速 $B/(\text{r}\cdot\text{min}^{-1})$	刀盘倾角 $C/(\text{°})$
1	0.36	350	4
2	0.43	450	8
3	0.49	550	12

2.4.2 试验结果与分析

正交试验结果如表 3 所示。

表 3 正交试验结果
Table3 Results of orthogonal experiment

试验号	因素							破头率 /%	整秆率 /%	喂入率 /%	损失率 /%
	1	2	3	4	5	6	7				
1	A	B	A×B	C	A×C	B×C	E	70	50	100	25.8
2	1	2	2	2	2	2	2	20	50	100	20.6
3	1	3	3	3	3	3	3	0	10	100	35.8
4	2	1	1	2	2	3	3	50	100	100	5.5
5	2	2	2	3	3	1	1	20	30	100	8.5
6	2	3	3	1	1	2	2	10	40	90	27.6
7	3	1	2	1	3	2	3	50	50	100	23.9
8	3	2	3	2	1	3	1	30	30	70	13.9
9	3	3	1	3	2	1	2	10	10	100	22.0
10	1	1	3	3	2	2	1	30	70	100	23.7
11	1	2	1	1	3	3	2	10	50	100	13.6
12	1	3	2	2	1	1	3	0	30	100	10.9
13	2	1	2	3	1	3	2	50	40	100	23.2
14	2	2	3	1	2	1	3	10	30	100	15.2
15	2	3	1	2	3	2	1	10	40	90	20.7
16	3	1	3	2	3	1	2	80	50	100	18.0
17	3	2	1	3	1	2	3	60	40	100	16.0
18	3	3	2	1	2	3	1	20	30	100	26.9

注：E 为误差，下同。

由表 3 可知, 试验中仅有一次的喂入率 < 90%, 因此在最优因素组合中以其他 3 个评价指标为主。利用直观分析法可得, 最佳破头率的因素组合为 $A_1B_3C_2$; 最佳整秆率的因素组合为 $A_2B_1C_2$; 最佳损失率的因素组合为 $A_2B_2C_2$ 。因正交试验中无 $A_2B_2C_2$ 组合, 故以 $A_2B_2C_2$ 组合进行试验, 并与其他 2 种组合进行比较, 如表 4 所示。

表 4 对比试验结果

Table 4 Results of contrast experiment

因素组合	$A_1B_3C_2$	$A_2B_1C_2$	$A_2B_2C_2$
破头率/%	0	50	20
整秆率/%	30	100	60
损失率/%	10.9	5.5	12.6

由表 4 可知, $A_2B_1C_2$ 组合的破头率为 50%, 其值远高于参考值 20%; $A_1B_3C_2$ 组合的整秆率为 30%, 其值偏低, 且与分段整秆收获的目地不符。因此, 最佳因素组合为 $A_2B_2C_2$, 即台车前进速度为 0.43 m/s, 刀盘转速为 450 r/min, 刀盘倾角为 8°。

方差分析结果表明: A 和 B 对破头率影响极其显著, $A \times B$ 和 $A \times C$ 对破头率影响显著, C 和 $B \times C$ 对破头率影响不显著; B 对整秆率影响极其显著, C 、 $B \times C$ 对整秆率影响显著, A 、 $A \times B$ 、 $A \times C$ 对整秆率影响不显著; B 、 C 对损失率影响显著, A 、 $A \times B$ 、 $B \times C$ 对损失率影响不显著。具体如表 5~7 所示。

表 5 破头率方差分析

Table 5 Variance analysis of perennial root of rupture rate

变异来源	平方和	自由度	均方和	F 值	显著性
A	1378	2	689	125.3	**
B	6711	2	3355.5	610.1	**
$A \times B$	278	2	139	25.3	*
C	44	2	22	4	
$A \times C$	544	2	272	49.5	*
$B \times C$	78	2	39	7.1	
E	11	2	5.5		
总和	9044	14			

注: $F_{0.05}=19.00$, $F_{0.01}=99.00$ 。

表 6 整秆率方差分析

Table 6 Variance analysis of whole stalk rate

变异来源	平方和	自由度	均方和	F 值	显著性
A	434	2	217	12.8	
B	3434	2	1717	101	**
$A \times B$	400	2	200	11.8	
C	834	2	417	24.5	*
$A \times C$	400	2	200	11.8	
$B \times C$	700	2	350	20.6	*
E	34	2	17		
总和	6236	14			

注: $F_{0.05}=19.00$, $F_{0.01}=99.00$ 。

表 7 损失率方差分析

Table 7 Variance analysis of loss rate

变异来源	平方和	自由度	均方和	F 值	显著性
A	76	2	38	4.9	
B	264	2	132	17.0	*
$A \times B$	81	2	40.5	5.2	
C	193	2	96.5	12.5	*
$B \times C$	87	2	43.5	5.6	

续表

变异来源	平方和	自由度	均方和	F 值	显著性
$A \times C$	4	2	7.75		
E	27	2			
总和	732	14			

注: $F_{0.05}=6.94$, $F_{0.01}=18.00$ 。

3 甘蔗不同生长状态的适应性试验

甘蔗倒伏姿态角、侧偏角和双刀盘中心相对甘蔗的位置均影响切割喂入装置的喂入性能。故在切割喂入装置性能最优组合的工作条件下, 对不同生长状态的甘蔗进行适应性试验。

甘蔗在收获时, 以甘蔗倒伏方向相对机器前进方向的不同, 可分为顺倒伏、侧倒伏、逆倒伏、侧顺倒伏和侧逆倒伏^[7]。其中, 甘蔗倒伏方向与机器前进方向一致的为顺倒伏; 与机器前进方向垂直的为侧倒伏; 与机器前进方向相反的为逆倒伏; 介于侧倒伏和顺倒伏之间的为侧顺倒伏; 介于侧倒伏和逆倒伏之间的为侧逆倒伏^[7]。甘蔗机械收获时常采用顺倒伏和侧顺倒伏收获。所以, 在对不同生长状态的甘蔗进行适应性试验的过程中, 重在开展甘蔗顺倒伏和侧顺倒伏对切割喂入装置性能影响的研究。

3.1 顺倒伏对切割喂入装置性能的影响

3.1.1 试验因素及水平

甘蔗顺倒伏时的侧偏角为 0, 选取甘蔗倒伏姿态角为 20°、40°、60°和 80°共 4 个水平; 甘蔗与双刀盘中心相对位置为 -100、-50、0、+50 和 +100 mm 共 5 个水平 (“-”表示沿机器前进方向, 甘蔗位于蔗行中心线右侧; “+”表示沿机器前进方向, 甘蔗位于蔗行中心线左侧; “0”表示甘蔗位于蔗行中心线上; 下同)。

3.1.2 试验结果与分析

从试验结果表 8 中可以得出:

1) 在相同倒伏姿态角条件下, 除倒伏姿态角 20°外, 甘蔗与双刀盘中心相对位置为 -100 mm 时, 整秆率和喂入率均高于或等于其他位置。

2) 在相同的甘蔗与双刀盘中心相对位置条件下, 倒伏姿态角为 80°和 20°时, 喂入率低于或等于倒伏姿态角为 40°和 60°时的喂入率。

3) 在甘蔗与双刀盘中心相对位置 ≤ 0 mm 条件下, 倒伏姿态角为 60°时, 整秆率高于或等于其它倒伏姿态角的整秆率, 且喂入率与倒伏姿态角为 40° 时相差不大。

表 8 顺倒伏对切割喂入装置性能的影响

Table 8 Effect of lodging sugarcane along deadahead on performance of cutting and feeding device

倒伏姿态角/(°)	整秆率/喂入率				
	甘蔗与双刀盘中心相对位置/mm				
	-100	-50	0	+50	+100
80	60/100	40/90	20/100	10/40	10/40
60	80/100	80/90	60/100	40/80	30/70
40	70/100	40/100	40/100	50/90	20/40
20	50/90	50/70	60/70	30/80	0/20

注: 表中“-”表示沿机器前进方向, 甘蔗在蔗行中心线的右侧; “+”表示沿机器前进方向, 甘蔗位于蔗行中心线左侧; “0”表示甘蔗位于蔗行中心线上; 下同。

3.2 侧顺倒伏对切割喂入装置性能的影响

3.2.1 试验因素及水平

选取甘蔗倒伏姿态角为 20°、40°和 60°共 3 个水平; 甘蔗侧偏角为 30°和 60°共 2 个水平; 甘蔗与双刀盘中心相对位置为-100、-50、0、+50 和+100 mm 共 5 个水平。

3.2.2 试验结果与分析

从试验结果表 9 中可以得出:

1) 甘蔗与双刀盘中心相对位置 ≤ 0 时, 甘蔗的喂入率 $\geq 90\%$ 。

2) 在相同的倒伏姿态角和甘蔗与双刀盘中心相对位置条件下, 比较侧偏角为 30° 和侧偏角为 60° 的整秆率可知, 侧偏角为 30° 不低于侧偏角为 60° 的整秆率的组数占总组数的 80%。

3) 当甘蔗倒伏姿态角为 40°、侧偏角为 30°和甘蔗与双刀盘中心相对位置为-100 mm 时, 甘蔗的整秆率和喂入率均最优, 分别为 80%和 100%。

表 9 侧顺倒伏对切割喂入装置性能的影响

Table 9 Effect of lodging sugarcane along anterior-lateral on performance of cutting and feeding device

倒伏姿态角 (°)	侧偏角 (°)	整秆率/喂入率				
		甘蔗与双刀盘中心相对位置/mm				
		-100	-50	0	+50	+100
60	30	50/90	50/100	50/100	60/90	0/40
	60	20/100	60/100	60/100	50/90	60/90
40	30	80/100	70/100	60/100	30/70	40/90
	60	50/100	50/90	50/100	70/100	10/50
20	30	60/90	60/90	80/90	50/70	60/70
	60	40/100	30/100	70/90	50/90	40/50

4 结论与讨论

1) 切割喂入装置性能的正交试验表明: 切割喂入装置在台车前进速度为 0.43 m/s、刀盘转速为 450 r/min、刀盘倾角为 8°时, 破头率为 20%、整秆率为 60%、喂入率为 100%和损失率为 12.6%。

2) 顺倒伏对切割喂入装置性能影响的试验表明, 在甘蔗与双刀盘中心相对位置 ≤ 0 的条件下, 将甘蔗推倒至倒伏姿态角为 60°时, 切割喂入装置的整秆率和喂入率较好。

3) 侧顺倒伏对切割喂入装置性能影响的试验表明, 切割喂入装置对绝大部分侧偏角为 30°的甘蔗适用性好。

对于侧倒伏、侧逆倒伏和逆倒伏的甘蔗收割, 已在割台设计中增加了分蔗装置和推蔗装置, 可利用分蔗装置对甘蔗的推动, 使甘蔗由侧倒伏或侧逆倒伏状态变化为侧顺倒伏状态, 以及利用推蔗装置对甘蔗的推动, 使甘蔗由侧逆倒伏和逆倒伏状态变化为侧顺倒伏或顺倒伏状态, 再由切割喂入装置切割及喂入。下一步的研究将进行侧倒伏、侧逆倒伏和逆倒伏的收割测试分析。

[参 考 文 献]

- [1] 刘海清. 我国甘蔗产业现状与发展趋势[J]. 中国热带农业, 2009, (1): 8-9.
- [2] 张华, 沈胜, 罗俊, 等. 关于我国甘蔗机械化收获的思考[J]. 中国农机化, 2009, (4): 15-16, 33.
Zhang Hua, Shen Sheng, Luo Jun, et al. Thinking of sugarcane harvest mechanization in China[J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2009, (4): 15-16, 33. (in Chinese with English abstract)
- [3] 梁阔, 陈引芝, 王维赞, 等. 甘蔗机械化收获现状及对策[J]. 现代农业科技, 2010, (11): 85-87.
- [4] 陈世凡. 甘蔗分段收获集中剥叶处理模式初探[J]. 广西农业机械化, 2009, (6): 20-23.
- [5] 肖宏儒, 王明友, 宋卫东, 等. 整秆式甘蔗联合收获机降低含杂率的技术改进与试验[J]. 农业工程学报, 2011, 27(11): 42-45.
Xiao Hongru, Wang Mingyou, Song Weidong, et al. Experiments and technology improvement on reducing trash content of whole stalk sugarcane harvester[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2011, 27(11): 42-45. (in Chinese with English abstract)
- [6] 刘文秀. 浅谈我国糖料蔗收获质量现状及标准[J]. 广西农业机械化, 2009, (3): 5-6.
- [7] 中国农业机械化科学研究院. 农业机械设计手册 (下册) [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2007: 1112-1126.
- [8] 叶才学, 莫建霖, 梁兆新, 等. 甘蔗联合收割机的应用技术及发展趋势[J]. 装备制造技术, 2009, (10): 126-127.
Ye Caixue, Mo Jianlin, Liang Zhaoxin, et al. Development trend and technological application of sugarcane combine harvester[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2009,(10): 126-127. (in Chinese with English abstract)
- [9] 区颖刚, 杨丹彤. 甘蔗主产区生产机械化的几个问题[J]. 广西农业机械化, 2010, (4): 8-10.
- [10] 向家伟, 杨连发, 李尚平. 小型甘蔗收获机根部切割器结构设计[J]. 农业机械学报, 2008, 39(4): 56-59.
Xiang Jiawei, Yang Lianfa, Li Shangping. Structural design of the base cutter for mini-type sugarcane harvester[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008, 39(4): 56-59. (in Chinese with English abstract)
- [11] 刘庆庭, 区颖刚, 卿上乐, 等. 甘蔗收割机单圆盘根切器虚拟样机研究[J]. 农业机械学报, 2007, 38(8): 78-81.
Liu Qingting, Ou Yinggang, Qing Shangle, et al. Virtual prototype study on single disc basecutter of sugarcane harvester[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007, 38(8): 78-81. (in Chinese with English abstract)

- [12] 解福祥, 区颖刚, 刘庆庭, 等. 侧悬挂推倒式整秆甘蔗收获机设计与试验[J]. 农业机械学报, 2011, 42(增刊 1): 26—29, 34.
Xie Fuxiang, Ou Yinggang, Liu Qingting, et al. Design and experiment of suspension sugarcane harvester with pushed whole stalk[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(Suppl.1): 26—29, 34. (in Chinese with English abstract)
- [13] 周勇, 区颖刚, 彭康益, 等. 4GZ-56 型履带式甘蔗联合收获机设计与试验[J]. 农业机械学报, 2010, 41(4): 75—78.
Zhou Yong, Ou Yinggang, Peng Kangyi, et al. Design and experiment of 4GZ-56 caterpillar sugarcane combine[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(4): 75—78. (in Chinese with English abstract)
- [14] 解福祥, 区颖刚, 刘庆庭. 甘蔗收获机组合式扶起装置设计与试验[J]. 农业机械学报, 2011, 42(2): 94—98.
Xie Fuxiang, Ou Yinggang, Liu Qingting. Experiment of combined-lifter device for sugarcane harvester[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(2): 94—98. (in Chinese with English abstract)
- [15] 高建民, 区颖刚. 甘蔗螺旋扶起机构的理论研究及虚拟样机仿真[J]. 农业工程学报, 2004, 20(3): 1—5.
Gao Jianmin, Ou Yinggang. Theoretical study on spiral sugarcane-lifting mechanism of sugarcane harvester and virtual prototype simulation[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2004, 20(3): 1—5. (in Chinese with English abstract)
- [16] 李志红. 甘蔗收获机圆弧轨道式柔性夹持输送机机理研究[D]. 广州: 华南农业大学工程学院, 2006.
Li Zhihong. Study on the Arc-Track -Type Flexible Holding and Conveying of Sugarcane Harvester[D]. Guangzhou: College of Engineering of South China Agricultural University, 2006. (in Chinese with English abstract)
- [17] 李志红, 区颖刚. 整秆式甘蔗收获机甘蔗铺放运动学分析[J]. 农业工程学报, 2008, 24(11): 103—108.
Li Zhihong, Ou Yinggang. Windrowing kinematics analysis of sugarcane on whole stalk sugarcane harvester[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2008, 24(11): 103—108. (in Chinese with English abstract)
- [18] 卿上乐. 甘蔗收获机单圆盘切割器机理研究[D]. 广州: 华南农业大学工程学院, 2005.
Qing Shangle. The Single-side Basecutter Mechanism of Sugarcane Harvester[D]. Guangzhou: College of Engineering of South China Agricultural University, 2005. (in Chinese with English abstract)
- [19] 吕勇, 杨坚, 梁兆新, 等. 单圆盘甘蔗切割器影响破头率的运动学仿真[J]. 农业机械学报, 2008, 39(4): 50—55.
Lü Yong, Yang Jian, Liang Zhaoxin, et al. Simulative kinematics analysis on the affecting factors of rate of broken biennial root of single base cutter of sugarcane harvester[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008, 39(4): 50—55. (in Chinese with English abstract)
- [20] 王汝贵, 姜永圣, 杨坚. 甘蔗切割器工作参数优化综合[J]. 广西大学学报: 自然科学版, 2008, 33(2): 138—140.
Wang Rugui, Jiang Yongsheng, Yang Jian. Optimization of working parameters for sugarcane cutter[J]. Journal of Guangxi University: Natural science edition. 2008, 33(2): 138—140. (in Chinese with English abstract)
- [21] 向家伟, 杨连发, 李尚平. 小型甘蔗收获机切割器试验研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(11): 158—163.
Xiang Jiawei, Yang Lianfa, Li Shangping. Experimental investigation of the basecutter for minitype sugarcane harvester[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2007, 23(11): 158—163. (in Chinese with English abstract)
- [22] 杨望, 杨坚, 刘增汉, 等. 入土切割对甘蔗切割过程影响的仿真试验[J]. 农业工程学报, 2011, 27(8): 150—156.
Yang Wang, Yang Jian, Liu Zenghan, et al. Dynamic simulation experiment on effects of sugarcane cutting beneath surface soil[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2011, 27(8): 150—156. (in Chinese with English abstract)
- [23] 杨坚, 梁兆新, 莫建霖, 等. 甘蔗切割器切割质量影响因素的试验研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(5): 60—64.
Yang Jian, Liang Zhaoxin, Mo Jianlin, et al. Experimental research on factors affecting the cutting quality of sugarcane cutter[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2005, 21(5): 60—64. (in Chinese with English abstract)
- [24] 刘庆庭, 区颖刚, 卿上乐, 等. 甘蔗茎秆在光刃刀片切割下根茬破坏试验[J]. 农业工程学报, 2007, 23(3): 103—107.
Liu Qingting, Ou Yinggang, Qing Shangle, et al. Stubble damage of sugarcane stalks in cutting test by smooth-edge blade[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2007, 23(3): 103—107. (in Chinese with English abstract)
- [25] 刘庆庭. 甘蔗切割器机理[D]. 广州: 华南农业大学工程学院, 2004.
Liu Qingting. The Cutting Mechanism of Sugarcane[D]. Guangzhou: College of Engineering of South China Agricultural University, 2004. (in Chinese with English abstract)
- [26] 郑丁科. 整秆式甘蔗收割机全液压传动系统的研究[D]. 广州: 华南农业大学工程学院, 2008.
Zheng Dingke. Study on Full Hydraulic Driving System of the Whole-stalk Sugarcane Harvester[D]. Guangzhou: College of Engineering of South China Agricultural University, 2008. (in Chinese with English abstract)

Design and experiment of oblique cutting and feeding device for sugarcane

Zhou Yong¹, Ou Yinggang², Mo Zhaofu²

(1. College of Engineering, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 2. Key Laboratory of Key Technology on Agricultural Machine and Equipment (South China Agricultural University), Ministry of Education, Guangzhou 510642, China)

Abstract: In order to improve the harvest quality, an oblique cutting and feeding device was designed and tests were conducted in this paper. The experiments of the cutting and feeding device included properties experiment and compatibility experiment of harvesting sugarcane in different growth state. Results showed that rupture rate was 20%, whole stalk rate 60%, feeding rate 100% and loss rate 12.6% under the condition that forward speed was 0.43m/s, knife plate speed 450rpm and knife plate dip angle 8°. Compatibility experiment result showed that sugarcane adaptability was better when relative position of sugarcane and the dual base cutter was minus 100 mm, lodging attitude angle 40°, slip angle 30°, and relative position of sugarcane and the dual base cutter was equal to minus 100 mm, lodging attitude angle 60° and slip angle 0.

Key words: design, testing, equipment, oblique, sugarcane, segment harvest