

## 小型整秆式甘蔗收割机改进设计与试验

程绍明<sup>1</sup>, 王 俊<sup>1\*</sup>, 卢志乐<sup>2</sup>, 徐台友<sup>2</sup>

(1. 浙江大学生物系统工程与食品科学学院, 杭州 310058;

2. 浙江三佳农业机械装备有限公司, 台州 318500)

**摘要:** 为满足甘蔗收获作业中减少原料蔗夹杂物, 提高原料蔗质量, 满足糖厂对机械化收获时原料蔗的进厂要求, 该文在分析已有 SL-1600 型整秆式甘蔗收割机工作时存在问题基础上优化了切割装置、剥叶刷装置, 增加了碎叶装置、断尾装置等, 形成了新型的 4ZL-1 型整秆式甘蔗收割机, 并进行了对比试验。与 SL-1600 型整秆式甘蔗收割机相比, 4ZL-1 型整秆式甘蔗收割机的切茬合格率提高了 5.9 个百分点、宿根破头率降低了 6.3 个百分点、蔗茎合格率提高了 3.2 个百分点、断尾合格率提高了 5.1 个百分点、总损失率降低了 2.6 个百分点、未剥净率提高了 3.0 个百分点。切割刀上增加了扶接板, 减少破头率; 设计了碎叶装置, 让甘蔗先碎叶后剥叶, 提高了剥叶效果; 增设了断尾装置, 解决了以前甘蔗高度不一、切尾损失多的问题。

**关键词:** 收割机; 甘蔗; 优化; 设计

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2014.04.002

中图分类号: S225.5+3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2014)-04-0012-06

程绍明, 王 俊, 卢志乐, 等. 小型整秆式甘蔗收割机改进设计与试验[J]. 农业工程学报, 2014, 30(4): 12-17.

Cheng Shaoming, Wang Jun, Lu Zhile, et al. Revised design and experiment on small-sized whole-stalk sugarcane harvester[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2014, 30(4): 12-17. (in Chinese with English abstract)

### 0 引 言

甘蔗是中国的主要经济作物之一, 据报道 2011 年中国甘蔗种植面积达 158 万  $\text{hm}^2$ , 居世界第 3 位。在以前, 中国甘蔗收割绝大部分还是依靠人工手力来完成, 不但耗时费力、劳动强度大、劳动效率低, 而且甘蔗的收割成本也较高, 因此, 近年来出现了一些机械化收割的机具与设备<sup>[1-6]</sup>。

在使用机械化收割时, 对甘蔗收割有一定的基本要求, 主要包括: 1) 将甘蔗砍断, 要求砍断的茬口不能有损坏裂口现象, 否则就会影响甘蔗的来收成; 2) 去除尾部嫩秆时要求从甘蔗软组织处去除尾部, 如果尾部切除过少, 多留下的蔗尾部分含糖成分低, 影响出糖率, 会造成糖厂的损失, 如果尾部切除过多, 就会造成蔗农的经济损失; 3) 剥叶时要求剥净率高, 如果蔗叶剥不干净会降低出糖质量。

根据收获的甘蔗形态不同, 目前国内外的甘蔗联合收割机, 可分为将甘蔗切成一定长度的短甘蔗秆的切段式收割机和保留整秆甘蔗长度的整秆式收割机 2 种类型。切段式收割机在收割过程中将甘蔗切成等长度的小段, 因此在机器内容易剥除和分离甘蔗叶, 这种类型的收割机解决了收割过程中容易堵塞的问题, 但是这类收割机收获的甘蔗由于切口较多, 需要在短时间内送到糖厂榨糖, 否则会造成甘蔗的氧化变质, 影响糖的质量。这种切段式收割机并不能完全适应中国的复杂地形、小规模、多单位种植的需要。因此在国内, 整秆式甘蔗收割机仍为重点发展方向<sup>[7-14]</sup>, 如多功能甘蔗联合收割机(专利号 ZL200420064926.9)<sup>[15]</sup>、甘蔗联合收割机(专利号 ZL200520200252.5)<sup>[16]</sup>、甘蔗联合收割机(专利号 ZL200520200253.x)<sup>[17]</sup>等。

根据甘蔗品种(系)的实际情况, 结合中国南方地区甘蔗种植模式, 在分析 SJ-1600 型整秆式甘蔗收割机工作时存在含杂率与破头高等问题基础上, 本文进行优化设计和部件改进, 如优化了切割装置、剥叶刷装置, 增加了碎叶装置断尾装置和蔗叶分离装置, 形成了新型的 4ZL-1 型整秆式甘蔗收割机。优化设计和改进后, 机具在收获作业中减少原料蔗夹杂物, 提高原料蔗质量, 满足了糖厂对原料蔗的进厂要求。

收稿日期: 2013-10-15 修订日期: 2014-01-15

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201003009-8)

作者简介: 程绍明(1974-), 男, 浙江开化人, 讲师, 农业机械化专业。杭州 浙江大学生物系统工程与食品科学学院, 310058。

Email: chengshaoming@zju.edu.cn

\*通信作者: 王 俊(1965-), 男, 浙江东阳人, 教授, 博导, 研究方向为农田作业机械。杭州 浙江大学生物系统工程与食品科学学院, 310058。Email: jwang@zju.edu.cn

## 1 总体结构

在SJ-1600型整秆式甘蔗收割机基础上改进的4ZL-1型整秆式甘蔗收割机总体结构如图1所示，该收割机主要包括动力系统、操作系统、前收拢机构1、切割机构2、(多级)传输轮3、碎叶装置4、剥叶装置5、断尾装置6和收集装置7。

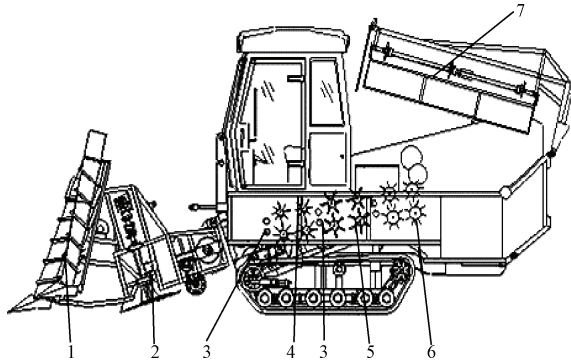


图1 整秆式甘蔗联合收割机总体示意图  
Fig.1 Structure of whole stalk sugarcane mechanized harvesting system

图1 整秆式甘蔗联合收割机总体示意图

Fig.1 Structure of whole stalk sugarcane mechanized harvesting system

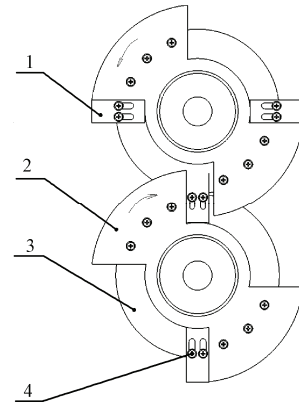
机构的工作原理：在切割机构2后设置有甘蔗传输通道，甘蔗传输通道内依次设有第1传输轮3、碎叶装置4、第2传输轮、剥叶刷装置5、第3传输轮以及断尾装置6。甘蔗通过前收拢机构1和切割机构2从地面被截断，经过甘蔗传输通道内碎叶、剥叶和断尾后，输送到收集装置7。

4ZL-1型整秆式甘蔗收割机配套动力为66kW，整机质4.8t，适应行距1~1.2m，耗油1.5L/t，宿根破头率<16%，总损失率<10%。

## 2 部件装置的改进设计

### 2.1 改进切割装置

切割装置直接影响收获机的总损失率、宿根破头率、含杂率等主要性能指标和工作可靠性。4ZL-1型整秆式收割机采用双圆盘切割机构<sup>[18]</sup>其主要由刀片1、扶接板2、刀盘3和螺钉4组成，如图2所示。与改进前的结构相比，增加了扶接板。双圆盘刀片1将甘蔗切断后使其倒伏在扶接板2上，切倒后的甘蔗在扶接板的扶接、支撑托起作用及旋转动力的带动下将蔗秆传送到通道内，不会出现因甘蔗倒伏被随后转动而来的刀片再切1刀乃至多刀的现象，从而减少破头率，保证了宿根来年发芽，也减少了割茬损失率。

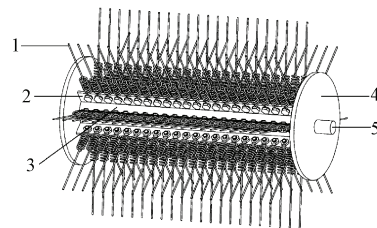


1.刀片 2.扶接板 3.刀盘 4.螺钉  
1.Chopper 2.Rotary plate 3.Cutter head 4.Screw

图2 双圆盘切割装置示意图  
Fig.2 Structure of cutting mechanism

### 2.2 增加碎叶装置

与SJ-1600型收获机不同之一是4ZL-1型收获机在剥叶之前增加了碎叶装置。该甘蔗碎叶装置由若干对碎叶轮组成<sup>[19]</sup>。碎叶轮结构见图3，包括安装用的中心轴5以及以中心轴为轴心旋转的滚筒3，滚筒的外周面上具有呈矩阵状分布的多排钢丝1，钢丝沿滚筒的径向延伸，安装和固定在滚筒的外周面上均匀分布的固定片上，每块固定片上设有1排间隔分布的多个固定孔，固定孔上通过螺钉固定钢丝。为了保证钢丝能够左右摆动并且不会太硬划伤甘蔗外皮，钢丝的底部为螺旋弹簧。同时，为了防止钢丝滚筒左右摆动幅度过大，滚筒的两端加了法兰面。



1.钢丝 2.定片 3.滚筒 4.法兰面 5.中心轴  
1.Steel wire 2.Stator plate 3.Treshing cylinder 4.Flange face 5.Central shaft

图3 碎叶轮示意图

Fig.3 Structure of crushed leaves wheel

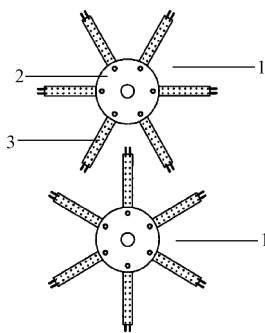
该碎叶装置能够在甘蔗通过时划碎甘蔗叶但是不损伤甘蔗的外皮，保证甘蔗的剥叶效果，而且能够左右摆动，防止甘蔗叶的阻塞以及甘蔗传输不通畅。

### 2.3 改进剥叶刷装置

改进前剥叶机构基本上是靠甘蔗的传输通道上排列上下成对的剥叶辊进行剥叶，甘蔗收割机中甘蔗在整个剥叶工作段中的向前传输动力也由

剥叶辊完成，由于甘蔗的个体粗细差异较大，仅靠剥叶辊来完成甘蔗的向前传输，将出现传输速度不平稳的缺陷，影响剥叶效果，严重的还可能造成传输通道内甘蔗的堵塞。

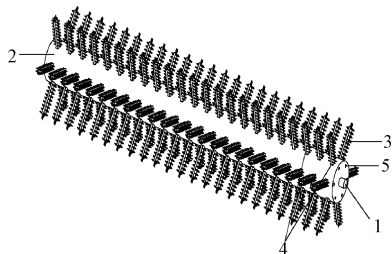
改进后的剥叶刷装置由一对剥叶轮 1、滚筒 2 和刷块 3 组成，如图 4 所示。剥叶轮包括中心轴 1 以及滚筒 2，滚筒 2 以中心轴 1 为轴心转动，在滚筒的外周面上呈矩阵状分布设置多个沿滚筒的径向延伸的刷块 3<sup>[20]</sup>（如图 5）。该剥叶装置的优点能够多方位、在多个平面上对甘蔗外周面的蔗叶进行刷离，不容易在甘蔗叶的剥离过程中产生死角，提高了甘蔗叶剥离的效率，保证了甘蔗剥叶的效果。



1.剥叶轮 2.滚筒 3.刷块  
1.Detrashing wheel 2.Treshing cylinder 3.Brush block

图 4 剥叶刷示意图

Fig.4 Structure of leaf peeling mechanism



1.中心轴 2.滚筒 3.刷块 4.轴向凹槽 5.销孔  
1.Central shaft 2.Treshing cylinder 3.Brush block 4.Axial notch 5.Pin-hole

图 5 剥叶轮立体图

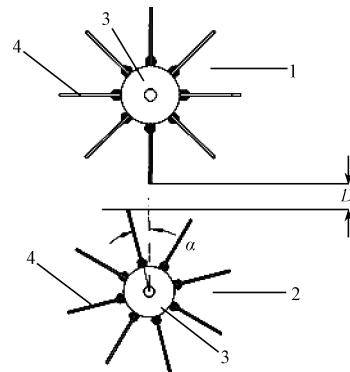
Fig.5 Structure of leaf peeling wheel

### 2.4 增加断尾装置

现有的甘蔗联合收割机中，对于甘蔗去除尾部工作基本上都是通过前切尾机构来完成，但是甘蔗长短不一，如果对于每根甘蔗都要调整高度进行切尾则效率很低，如果前切尾机构的调节高度固定，则容易出现多切或者少切尾部的现象，给蔗农或者糖厂造成经济上的损失。

本文提出的甘蔗断尾装置包括有一对断尾轮（位于甘蔗传输通道上方的第 1 断尾轮和下方的第 2

断尾轮）<sup>[21]</sup>，见图 6 和图 7 所示。该断尾装置中的第 2 断尾轮上的弹性筋条的外侧端面为锯齿状，增加了与甘蔗的接触点的压强，易于刺破蔗皮而有效切断甘蔗尾部的嫩秆部分。



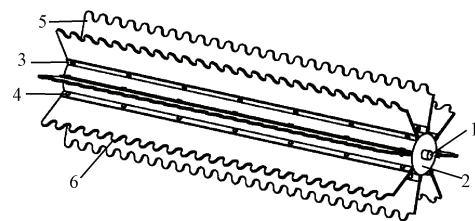
1.第 1 断尾轮 2.第 2 断尾轮 3.滚筒 4.弹性筋条  
1.First docking wheel 2.Second docking wheel 3.Treshing cylinder 4.Elastic rib

注： $D$  为第 1 断尾轮和第 2 断尾轮的弹性筋条的间距，mm； $\alpha$  为弹性筋条与中心线的夹角， $(^\circ)$ 。

Notes:  $D$  is elastic rib space of first docking wheel and second docking wheel, mm;  $\alpha$  is angle between elastic rib and centre line,  $(^\circ)$ .

图 6 断尾装置

Fig.6 Structure of docking mechanism



1.安装轴 2.滚筒 3.定位片 4.活动定位片 5.弹性筋条 6.圆弧形锯齿形曲面  
1.Install shaft 2.Treshing cylinder 3.Spacer 4.Moving spacer 5.Elastic rib 6.Arc curved surface

图 7 断尾轮立体图

Fig.7 Structure of docking wheel

当甘蔗传输至第 1、2 断尾轮时，甘蔗首先被第 2 断尾轮的弹性筋条支撑，然后被第 1 断尾轮的弹性筋条从上方打击，甘蔗尾部的嫩秆硬度较低的部分就会被第 1 断尾轮打断掉落，而其他部分硬度较大则不会被打断。由于第 2 断尾轮上弹性筋条的外侧端面为锯齿状端面，减小了与甘蔗的接触面积，加大了甘蔗受力时的压强更有效的切除甘蔗尾部的嫩秆部分。

## 3 改进前后甘蔗收割机性能对比

### 3.1 试验条件与方法

试验采用 SJ-1600 型整秆式和 4ZL-1 型整秆式 2 种收割机，其中：SJ-1600 型整秆式收割机有切梢装置，无碎叶装置和断尾装置；4ZL-1 型整秆式收割机则去掉前切梢装置，设置有碎叶装置和断尾

装置。

试验在来宾市武宣县的甘蔗机械化基地进行, 地块面积  $12 \text{ hm}^2$ , 地形较平坦, 大多数坡度小于  $3^\circ$ , 地块长度在  $400 \text{ m}$  以上, 地头留机动行道, 种植行距  $1.0\sim 1.2 \text{ m}$ , 甘蔗品种为桂糖 25 号。甘蔗全部采用机械培土, 平均垄高  $25 \text{ cm}$ , 甘蔗高度较整齐, 倒伏较少。SJ-1600 型整秆式收割机于 2011 年 1 月进行收割试验, 4ZL-1 型整秆式收割机于 2012 年 1 月进行收割试验。收割地为同一地块, 田间没有障碍物, 收割时均为晴天, 2 a 的甘蔗长势基本相同, 但 2012 年略有倒伏。

按照 JB/T 6275-2007 甘蔗收获机械试验方法<sup>[22]</sup>, 由广西壮族自治区农业机械鉴定站、农业部亚热带农机具产品质量监督检验测试中心对 2 种甘蔗收割机作业指标进行测试。主要指标: 甘蔗切茬合格率、断尾合格率、破头率、损失率、含杂率和生产效率等, 每个指标重复 5 次检测。

### 3.2 试验结果与分析

#### 3.2.1 切割性能

测定甘蔗切茬合格率、破头率、损失率、未剥净率、含杂率的结果, 见表 1。由表 1 可知, 相对于 SJ-1600 型, 4ZL-1 型的切割高度合格率提高了 5.9 个百分点, 破头率降低了 6.3 个百分点, 这与切割刀片的改进, 在切割刀上增加了扶接板有关。

SJ-1600 型整秆式收割机是通过切梢机构对甘蔗梢部(尾部)进行切梢, 存在着甘蔗生长高度不一, 从而导致断尾合格率比 4ZL-1 型低。

与 SJ-1600 机型相比, 4ZL-1 机型的含杂率、未剥净率分别降低了 1.6 和 3.0 个百分点, 蔗茎合格率提高了 3.2 个百分点, 其原因为增设了碎叶装置, 让整秆式甘蔗先碎叶后剥叶, 提高了剥叶效果、减少了含杂率、未剥净率。含杂率还与天气、地块情况有关, 雨天时的含杂率较高。这次试验时间均为晴天、地块状况较好, 含杂率检测结果相对较低。

与 SJ-1600 机型相比, 4ZL-1 机型的割台损失率、总损失率分别降低了 1.8、2.6 个百分点, 断尾合格率提高了 5.1 个百分点, 这些与切割刀片结构改进、增设了碎叶装置后减轻了剥叶装置的工作强度、增设断尾装置等有一定的关系。

#### 3.2.2 甘蔗收割机生产效率

表 1 中甘蔗收割机作业时的工况及生产效率比较。2 种机型的喂入量均  $> 1.10 \text{ kg/s}$ 、作业前进速度  $> 0.20 \text{ m/s}$ , 纯工作小时生产率  $> 0.06 \text{ hm}^2/\text{h}$ 。SJ-1600 作业生产率相关性指标(喂入量、作业前进速度和生产率)要高于 4ZL-1 机型的。这是因为 4ZL-1 机型在甘蔗传输通道内增设了碎叶装置和断尾装置, 在甘蔗传输通道作业时间有所增加, 影响了整个作业生产率。

表 1 改进前后甘蔗收割机性能对比

Table 1 Performance comparison of sugarcane harvester before and after improvement

机型 Type	切割高度 合格率 Qualification rate of cutting height/%	宿根 破头率 perennial root of rupture rate/%	蔗茎 合格率 Qualification rate of stem/%	断尾 合格率 Qualification rate of docking/%	割茬 损失率 Stubble loss rate/%	割台 损失率 Header loss rate/%	含杂率 Impurity rate/%	总损 失率 Total loss rate/%	未剥 净率 Un- detrashing rate/%	喂入量 Feed quantity/ ( $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ )	作业前进 速度 Work speed/ ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )	纯工作小时 生产率 Productivity/ ( $\text{hm}^2\cdot\text{h}^{-1}$ )	实测 收获量 Harvest yield/ ( $\text{t}\cdot\text{h}^{-1}$ )
SJ-1600	92.3±9.2	15.1±1.1	92.9±10.3	90.2±6.3	0.5±0.04	4.0±0.31	4.8±0.51	5.9±0.5	11.0±1.1	1.43±0.1	0.28±0.02	0.076±0.005	6.35±0.51
4ZL-1	98.2±9.3	8.8±0.7	96.1±10.9	95.3±8.4	0	2.2±0.13	3.2±0.33	3.3±0.34	8.0±0.6	1.14±0.11	0.21±0.02	0.061±0.006	5.11±0.47

甘蔗产量按  $70 \text{ t}/\text{hm}^2$  计, 1 台收割机理论纯工作效率可达  $7.0 \text{ t/h}$  以上。实际生产中, 由于地头转弯、石块造成刀片变形或断裂而更换刀片, 清理杂草造成的机器堵塞等原因, 实测的 SJ-1600 型平均实际收获量为  $(6.35\pm 0.51) \text{ t/h}$ 、4ZL-1 型实际收获量为  $(5.11\pm 0.47) \text{ t/h}$ 。另外, 甘蔗在田间有少量倒伏, 易引起堵塞, 也影响机具的生产率。

## 4 结论

本文在 SL-1600 型整秆式甘蔗收获机的基础上进行了如下改进: 在切割刀上增加了扶接板; 增加了碎叶装置; 改进了剥叶刷装置; 增加了断尾装置。结果表明: 相对于 SL-1600 型整秆式甘蔗收割机, 4ZL-1 型整秆式甘蔗收割机的切茬合格率提高了 5.9 个百分点、宿根破头率降低了 6.3 个百分点、蔗

茎合格率提高了 3.2 个百分点、断尾合格率提高了 5.1 个百分点、总损失率降低了 2.6 个百分点、未剥净率提高了 3.0 个百分点。4ZL-1 型甘蔗收获机能确保甘蔗主干外皮不受损伤, 蔗叶剥离干净, 能准确切断甘蔗尾部, 这样有利于确保农民损失少, 又能使糖厂得到更多的合格整秆式甘蔗。

### [参 考 文 献]

- [1] 陈超平, 阳慈香, 杨丹彤, 等. 甘蔗机械化收获系统的试验与分析[J]. 华南农业大学学报, 2009, 30(3): 107-109.  
Chen Chaoping, Yang Cixiang, Yang Dantong, et al. Experiments and analysis on mechanized harvesting system of sugarcane[J]. Journal of South China Agricultural University, 2009, 30(3): 107-109. (in Chinese with English abstract)

- [2] 陈远玲, 梁式, 李尚平, 等. 甘蔗联合收割机及其液压技术的应用[J]. 流体传动与控制, 2005(3): 19—21. Chen Yuanling, Liang Shi, Li Shangping, et al. Sugarcane harvester and its applications of hydraulic technology[J]. Fluid Power Transmission and Control, 2005(3): 19—21. (in Chinese with English abstract)
- [3] 王光炬, 杨坚, 梁兆新, 等. 小型甘蔗剥叶机剥叶质量影响因素的试验研究[J]. 农机化研究, 2006(12): 142—145. Wang Guangju, Yang Jian, Liang Zhaoxin, et al. Experiment study of the factors influence on the sugarcane detaching quality of sugarcane detaching machine[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2006(12): 142—145. (in Chinese with English abstract)
- [4] 刘庆庭, 莫建霖, 李廷化, 等. 我国甘蔗种植机技术现状及存在的关键技术问题[J]. 甘蔗糖业, 2011(5): 52—58. Liu Qingting, Mo Jianlin, Li Tinghua, et al. Current situation of sugarcane planter and its key technical issues in China[J]. Sugarcane and Canesugar, 2011(5): 52—58. (in Chinese with English abstract)
- [5] 杨丹彤, 黄世醒, 区颖刚, 等. 我国甘蔗生产机械化技术与设备探讨[J]. 现代农业装备, 2004(5): 9—11. Yang Dantong, Huan Shixing, Ou Yinggang, et al. Study on the status of technical and equipment of sugarcane mechanization in China[J]. Modern Agricultural Equipments, 2004(5): 9—11. (in Chinese with English abstract)
- [6] 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)
- [7] 肖宏儒, 王明友, 李显旺, 等. 我国甘蔗机械化收获现状与技术途径研究[J]. 中国农机化, 2011(3): 14—15. Xiao Hongru, Wang Mingyou, Li Xianwang, et al. Study on the status of harvest and technical ways of sugarcane mechanization in China[J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2011(3): 14—15. (in Chinese with English abstract)
- [8] 廖平伟, 张华, 罗俊, 等. 我国甘蔗机械化收获现状的研究[J]. 农机化研究, 2011(3): 26—29. Liao Pingwei, Zhang Hua, Luo Jun, et al. Study on the status of sugarcane harvest mechanization in China[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2011(3): 26—29.
- [9] 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. Zhang Hua, Shen Sheng, Luo Jun, et al. Thinking of sugarcane harvest mechanization in China[J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2009(4): 15—16. (in Chinese with English abstract)
- [10] 梁兆新. 甘蔗生产机械化发展状况探讨[J]. 中国农机化, 2003(2): 14—18. Liang Zhaoxin. Research on the status of sugarcane harvest mechanization[J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2003(2): 14—18. (in Chinese with English abstract)
- [11] 王鉴明. 我国甘蔗农业机械化前景展望[J]. 甘蔗糖业, 1998(1): 8—11. Wang Jianming. The growing importance of mechanization of our sugarcane industry is obvious under view[J]. Sugarcane and Canesugar, 1998(1): 8—11. (in Chinese with English abstract)
- [12] 周勇. 甘蔗收获机械化发展现状分析与思考[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(22): 11479—11481. Zhou Yong. Analysis and thinking for development status of sugarcane harvesting mechanization[J]. Journal of Anhui Agri Sci, 2012, 40(22): 11479—11481. (in Chinese with English abstract)
- [13] 曾志强, 袁成宇, 区颖刚, 等. 甘蔗生产机械化发展现状分析与对策研究[J]. 广东农业科学, 2012(19): 196—198. Zeng Zhiqiang, Yuan Chengyu, Ou Yinggang, et al. Research on present situation and countermeasures for the development of sugarcane mechanization[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2012(19): 196—198. (in Chinese with English abstract)
- [14] 罗词广, 王顺喜, 彭彦昆, 等. 我国甘蔗联合收割机发展中一些问题的探讨[J]. 农机化研究, 2013(6): 247—249. Luo Ciguang, Wang Shunxi, Peng Yankun, et al. Studying on some problems of sugarcane combine harvester development in China[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2013(6): 247—249. (in Chinese with English abstract)
- [15] 黄斯产. 多功能甘蔗联合收割机[P]. 中国, 200420064926.9, 2004-06-11.
- [16] 李士华. 甘蔗联合收割机[P]. 中国, 200520200252.5, 2005-04-06.
- [17] 李士华. 甘蔗联合收割机[P]. 中国, 200520200253.x, 2005-04-06.
- [18] 卢志乐. 一种甘蔗收割机用切割机构[P]. 中国, 200810062174.5, 2008-06-03.
- [19] 卢志乐. 一种甘蔗碎叶装置[P]. 中国, 201110093989.1, 2011-04-11.
- [20] 卢志乐. 一种具有剥叶刷装置的甘蔗联合收割机[P]. 中国, 201110093968.X, 2011-04-11.
- [21] 卢志乐. 一种甘蔗断尾装置[P]. 中国, 201110093970.7, 2011-04-11.
- [22] JB/T 6275-2007, 甘蔗收获机械试验方法[S].



## Revised design and experiment on small-sized whole-stalk sugarcane harvester

Cheng Shaoming<sup>1</sup>, Wang Jun<sup>1\*</sup>, Lu Zhile<sup>2</sup>, Xu Taiyou<sup>2</sup>

(1. College of Bio-systems Engineering and Food Science, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China;

2. Zhejiang Sanjia Agricultural Machinery Equipment Co., Ltd., Taizhou 318500, China)

**Abstract:** In order to reduce the inclusions in raw material and meet the sugar refinery requirements for the quality of raw material, based on the analysis of SL-1600 type whole stalk sugarcane harvester, the sugarcane mechanized harvesting system was revised depending its harvest procedure, such as the installation of cutting, detrashing, crushed leaves and docking. The new type of sugarcane mechanized harvesting system is 4ZL-1, which was optimized on the installation of cutting and leaf peeling, also increased the installation of crushed leaves and docking. According to experiments before (SL-1600) and after the improvement (4ZL-1), the qualification rate of cutting height increased by about 5.9 percent point, the broken head rate decreased by about 6.3 percent point, the qualification rate of stem increased by about 3.2 percent point, the qualification rate of docking increased by about 5.1 percent point, the total loss rate decreased by about 2.6 percent point, and un-detrashing rate increased by about 3.0 percent point. The results showed that the type of 4ZL-1 can reduce broken head rate, stubble loss rate, header loss rate, total loss rate, and can enhance the efficiency of detrashing and adapt to different heights of sugarcane.

**Key words:** harvesters; sugar cane; optimization; design

(责任编辑: 张俊芳)