

甘蔗机械化收获系统的试验与分析

陈超平¹, 阳慈香², 杨丹彤³, 牟向伟³

(1 广东省湛江农垦局, 广东 湛江 524029; 2 广东省丰收糖业发展有限公司, 广东 雷州 524244;
3 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, 华南农业大学 工程学院, 广东 广州 510642)

摘要:对凯斯 7000 型切断式甘蔗联合收割机及配套的甘蔗机械化收获系统的性能进行了试验测试, 并与人工及小型机械化收获系统进行了比较分析. 结果表明: 引进的大型机械化收获系统效率高, 经济效益比人工收获显著提高, 适合大面积规模甘蔗收获; 国产小型的机械化收获系统适合小规模农户生产.

关键词:甘蔗; 机械化收获系统; 测试; 应用

中图分类号: S225.53

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2009)03-00107-03

Experiments and Analysis on Mechanized Harvesting System of Sugarcane

CHEN Chao-ping¹, YANG Ci-xiang², YANG Dan-tong³, MOU Xiang-wei³

(1 Farm Bureau of Zhanjiang, Guangdong, Zhanjiang 524029, China; 2 Guangdong Fengshou Sugar Industry Development Co., Ltd., Leizhou 524244, China; 3 Key Laboratory of Key Technology on Agricultural Machine and Equipment, Ministry of Education, College of Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: The performance of CASE 7 000 sugarcane chopper harvester and its complement sugarcane mechanized harvesting system was tested and compared with that of the manual work and the small-scale sugarcane harvesting system. The results indicated that the introduced large-scale harvesting system possessed higher working efficacy and the economical benefit was significantly higher than manual work. It is suitable for large area and large scale sugarcane harvesting, while the domestic small system is suitable for farmers' small scale harvesting.

Key words: sugarcane; mechanized harvesting system; experiment; application

甘蔗是我国的主要经济作物之一, 在国际竞争的巨大压力下, 迫切要求甘蔗生产走低成本、高效率的规模化发展道路. 目前我国甘蔗收获机械化水平低, 直接影响了蔗农的收入和企业经济效益的提高, 是甘蔗生产发展的瓶颈, 已成为蔗农和糖厂迫切期望解决的问题^[1-5].

我国 20 世纪 70 年代起就开始了甘蔗机械化收获的艰辛探索和试验研究^[6-10]. 经过几十年的引进和研制, 目前比较成熟的有引进的凯斯 240 kW 切段

式联合收割机、广西农机研究院研制的 180 kW 仿凯斯型切段式联合收割机、柳州汉森公司研制的整秆式联合收割机、华南农业大学和广西农业机械研究院合作研制的整秆式甘蔗收割机等.

然而, 机械不等于机械化, 一种农机主机要真正能作业, 还需要一个完整的系统配合. 就甘蔗收获而言, 虽然以上机型都有较高的成熟度, 但目前都还在试验, 要真正进入大面积推广阶段, 还需要根据实际情况, 配上适当数量的剥叶机(分阶段收获)、田间装

收稿日期: 2008-12-30

作者简介: 陈超平(1960—), 男, 高级工程师, E-mail: zksckj@21cn.com

基金项目: 国家“十一五”科技支撑项目(2006BAD11A07-2); 国家自然科学基金(50875091); 广东省科技计划项目(2007A020300010-2); 科技部农业科技成果转化基金(2008GB2E000235)

载车、公路运输车、还有熟练的机手等,形成一个合理的机械化机组系统,才能发挥作用.

广东省湛江农垦丰收公司近年引进凯斯 7000 收割机 2 台,并配备了机械化系统,于 2006—2008 年 2 个榨季进行了试验研究,以期为该机组系统的应用提供依据.

1 材料与方法

1.1 系统配置

凯斯 7000 型甘蔗收割机 1 台,额定功率 240 kW、适合行距 ≥ 1.4 m、甘蔗切段长度 24 ~ 25 cm. 田间运输拖卡 2 辆(举升高度 1 933 mm、载质量 8 000 kg、容量 21 m³). 配套动力为 82 kW 拖拉机. 为适应糖厂的甘蔗接收输送设备而专门设计制造的侧卸式公路运输拖卡 4 辆,每辆载质量 10 t,配套动力为 82 kW 拖拉机.

1.2 试验条件

试验在丰收公司的甘蔗机械化基地进行,地块面积 12 hm² 以上,地形较平坦,大多数坡度小于 3°,地块长度在 400 m 以上,地头留有机行道,种植行距 1.2 或 1.0 m,甘蔗品种为 22 号或 25 号. 甘蔗全部采用机械培土,平均垄高 25 cm,2007 年甘蔗倒伏较多,2008 年高度较整齐,倒伏较少. 机械收获时天气基本为晴天或阴天,土壤水分适中,不陷车,田间没有障碍物.

1.3 方法

根据中华人民共和国机械行业标准(1993)JB/T 6275—92《甘蔗收获机械试验方法》^[11],对甘蔗收获系统进行测试,主要包括 2 个方面:(1)甘蔗收割机作业性能测试,测定甘蔗切茬合格率、切梢合格率、破头率、损失率和含杂率;(2)收获机组系统的性能测试,测定油耗和生产效率.

2 结果与分析

2.1 甘蔗收割机性能测试

测定甘蔗切茬合格率、切梢合格率、破头率、损失率、含杂率,结果见表 1 和 2.

表 1 甘蔗切割质量测定结果			
Tab.1 The result of sugarcane cutting quality			
年份	切茬合格率/%	切梢合格率/%	破头率/%
2007	88.17	29.89	8.87
2008	97.25	67.50	7.56

表 2 甘蔗损失率与含杂率测定结果
Tab.2 The result on loss rate and trash content of sugarcane

项目	损失率/(t·hm ⁻²)			总损失率/%	含杂率/%
	碎片	堵塞	总计		
最低值	0.154	0.621	0.792	1.04	6.85
最高值	0.897	1.601	2.204	2.89	7.32

表 1 的结果表明,2008 年的 3 项测试指标均优于 2007 年的测试结果,且符合 JB/T 6275—92 的要求. 主要原因是经过 1 年的磨合,机器设备运转良好,机手操作熟练程度提高.

表 2 的结果表明,测得的甘蔗总损失的最低值与最高值差别较大,这与甘蔗在田间的倒伏程度有关,甘蔗倒伏程度越大越容易引起堵塞、碎片等损失. 含杂率与天气、地块情况有关,雨天、地块杂草多时的含杂率较高,达到 10.11%.

2.2 机组系统性能测定

2.2.1 油耗 在地块长度 1 000 m,种植行距 1.2 m,甘蔗不倒伏,田间杂草少,没有石头,甘蔗生长好的地段,收割机的最低油耗为 1.86 L/t. 在杂草多,甘蔗生长差的地段,最高油耗为 3.07 L/t. 收割机的总平均油耗为 2.28 L/t.

田间运输拖卡一般 1 次装蔗 6 t,生产率为 30 t/h,平均油耗为 0.43 L/t.

1 台拖拉机挂 2 个道路运输拖卡,1 次可装载甘蔗 20 t,平均公路行驶速度 20 km/h,平均耗油率为 0.83 L/t(平均运输距离 10 km).

因此,机械化收获系统的平均油耗为 3.54 L/t.

2.2.2 工效 1 台收割机配 2 个田间拖卡,机组平均速度是 6 km/h,甘蔗产量按 90 t/hm² 计,理论纯工作效率可达 64.8 t/h. 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,实测的平均实际工效为 35.82 t/h,最佳实际工效为 46.29 t/h.

公路运输车按 1 次装 20 t 甘蔗,平均运输距离 10 km 计,同时考虑公路行驶时间、在糖厂称质量和卸车时间及其他影响因素,按收割机实际工效计,1 台收割机需配 4 台公路运输车.

机组系统总的时间利用率为 59.95%,工作可靠性平均为 98.19%.

2.3 机械化收获成本分析

经过试验和优化,大型收获系统的配置为:1 台大型收割机,2 台田间运输拖车,4 台公路运输拖车,共配 8 个拖卡,配 7 名机手,收割机作业平均行驶速

度为 6.0 km/h. 平均实际工效为 35 t/h, 1 班可收获甘蔗 280 t(按正常作业 8 h 计), 较理想状态下可达 380 t/班. 机组平均油耗 3.35 L/t(指从砍到运输至

糖厂, 平均运输距离 10 km).

经核算 1 t 甘蔗的收获及运输成本(指从收获到运输至糖厂)共计为 42.33 元(表 3).

表 3 机械化收获成本

Tab.3 The costing of mechanized harvesting

元·t⁻¹

成本	机手工资	油料费	机具折旧费	机具修理保养费	副油费	管理人员工资	总成本
收获成本	0.64	15.62	10.00	2.34	0.78	0.30	29.68
运输成本	0.86	5.15	5.50	0.77	0.26	0.10	12.64
合计	1.50	20.77	15.50	3.11	1.04	0.40	42.32

3 结论

3.1 与人工收获比较

纯人工收割与机械收割比, 一般蔗头要高出 3 ~ 5 cm, 加上漏捡等其他损失, 经测定, 总损失为 1.8 t/hm². 机械化收获的平均总损失量为 1.5 t/hm², 可见机械收获甘蔗的损失低于人工.

机器收获含杂率比人工高, 但只要在工厂合理扣除含杂, 对生产并不会造成影响.

优化的大型机械化收获机组系统平均实际工效为 35 t/h, 平均油耗 3.35 L/t(平均运输距离 10 km), 系统效率高、工作稳定性好. 每吨甘蔗的收获及运输成本共计为 42.33 元, 与人工作业相比, 机械效率的优势是明显的.

机械收获总成本是 42.33 元/t, 人工砍蔗 2007—2008 年平均 50 元/t, 运输费平均 15 元/t, 合计 65 元/t, 机械收获的成本优势达 22 元/t.

国产 4GZ-45 小型整秆式甘蔗收割机经试验实际工效 26 t/h, 成本约 40 ~ 50 元/t^[2]. 效益与人工相比有优势, 比大型系统低.

机手的熟练程度也是影响系统效果的重要因素. 1998 年的试验结果表明, 凯斯 7000 收获机的纯工作效率为 0.76 hm²/h(68.4 t/h), 实际生产效率为 0.6 hm²/h(54 t/h), 比这次测定的 64.8 t/h 和 35.82 t/h 要高得多. 分析原因, 主要是 1998 年是由国外生产厂家派来培训的熟练机手操作, 可见机手培训是十分重要的.

3.2 系统适应性

大型收获系统效率高、但投资大、适合大面积规模经营, 田块越大, 效率越高. 试验时的地块长度达 1 000 m, 而机组系统总的时间利用率才达到 59.95%. 在我国甘蔗主产区广西和广东粤西等地能达到这样长度的田块并不太多. 这种机组系统的最佳使用地域将是制约其发展的重要因素, 需要今后进一步研究土地整理等措施.

佳使用地域将是制约其发展的重要因素, 需要今后进一步研究土地整理等措施.

另外, 凯斯 7000 收割机的适应行距 ≥ 1.4 m, 而试验时的行距为 1.0 ~ 1.2 m, 影响了系统的工作效率与质量. 原因是蔗农认为宽行距引起减产, 不愿按这样的要求种植. 这需要今后进一步研究从品种、种植农艺等方面加以解决.

参考文献:

[1] 梁兆新. 广西甘蔗生产机械化效益分析[J]. 广西农业科学, 2002(5): 278-279.

[2] 陈奇海. 甘蔗收获机械技术的现状及发展对策[J]. 热带农业工程, 2003(4): 2-6.

[3] 陆丽. 甘蔗生产机械化迫在眉睫[J]. 农机科技推广, 2003(1): 22.

[4] 杨丹彤, 黄世醒. 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.

[5] 陶秋俊. 中国 - 东盟自由贸易区的建立对中国蔗糖业的机遇与挑战[J]. 东南亚纵横, 2006(2): 56-60.

[6] 冯奕玺. 湛江蔗糖生产现状及发展对策[J]. 甘蔗, 1997, 4(3): 43-46.

[7] 罗凯. 关于甘蔗糖业产业化问题的思考[J]. 中国糖料, 1998(1): 37-40.

[8] 方庭瑜, 陈如, 钟亮. 糖蔗商品基地的规模经营与机械化问题探讨[J]. 广东农机, 1988(3): 1-4.

[9] 余平祥. 甘蔗机械化收获 - 运输系统模拟决策研究[D]. 广州: 华南农业大学工程学院, 1998.

[10] 张亚莉. 广前公司甘蔗机械化试验的实践与模拟研究[D]. 广州: 华南农业大学工程学院, 2000.

[11] 机械电子工业部机械标准化研究所. JB/T 3275—92, 甘蔗收获机械 试验方法[B]. 北京: 机械电子工业部机械标准研究所, 1992.

[12] 区颖刚, 张亚利, 杨丹彤, 等. 甘蔗生产机械系统的试验和分析[J]. 农业工程学报, 2000, 16(5): 74 - 77.

【责任编辑 周志红】