

DOI:10.3969/j.issn.1000-1298.2010.Supp.021

自走式棉秆捡拾收获机设计与试验*

董世平 王锋德 邱灶杨 孙玉峰

(中国农业机械化科学研究院,北京 100083)

【摘要】 针对我国长江、黄河流域棉秆收获问题,设计了适用于冠状交织木质化秸秆的捡拾输送装置和自适应弹性夹持喂入结构,并将棉秆的捡拾输送、切碎、抛送装箱和自动卸料功能集于一体。经试验验证,平均喂入量为 1.52 kg/s,切碎长度合格率为 92.11%,平均生产率为 0.94 hm²/h,可以达到棉秆收获机械化作业的要求。

关键词: 棉花秸秆 捡拾装置 输送装置 联合收获机

中图分类号: S225.91⁺2 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2010)S0-0099-04

Design and Experiment of Self-propelled Cotton-stalk Combine Harvester

Dong Shiping Wang Fengde Qiu Zaoyang Sun Yufeng

(Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, Beijing 100083, China)

Abstract

In view of the present situation regarding cotton-stalk harvest in the Yangtze valley and the Huanghe valley, a collecting and adaptive spring holding feed mechanism for interweave cotton-stalks was developed. This combine harvester integrated pick-up, cutting, collection loading and unloading. The results indicated that a feed quantity of 1.52 kg/s, average cut length of cotton-stalk of 92.11%, and average throughput of 0.94 hm²/h could be achieved by the experiment, which satisfied the automatic request of cotton-stalk combine harvester.

Key words Cotton-stalk, Pick-up device, Transportation equipment, Combine harvester

引言

我国是世界棉花种植大国,主要分布于长江、黄河流域和西部内陆等地,2008年我国棉花种植面积超过 560.11 万 hm²,约产棉花秸秆 2 000 万吨^[1]。目前长江、黄河流域的棉秆收获主要采取先拔取棉秆晾晒,然后用人工将棉秆运输到固定场所,采用小型固定切碎机进行切碎的模式,这种模式机械化水平低,工作环节较多,劳动强度大,效率低,作业环境恶劣,而且秸秆原料加工品质不易控制,与棉花秸秆工业化利用不相适应^[2]。

本文针对我国长江、黄河流域的棉花种植生产特点,开发出自走式棉秆捡拾收获机,将已拔取铺放于田间的棉花秸秆捡拾、切碎、集箱并自卸至专用运输车,将传统的棉花秸秆收获环节减少为整株拔取

铺条、捡拾联合收获 2 个环节,实现棉秆分段高效联合收获作业。

1 总体方案设计

自走式棉秆捡拾收获机主要由钉齿式捡拾台、辊式输送过桥、夹持喂入装置、切碎装置、储料箱、发动机、底盘、驾驶室、液压系统和电气系统部分组成。本机采用 T 型布置,结构紧凑,配置合理,结构如图 1 所示。

2 工作原理

收获棉花后的棉秆由拔棉秆机连根拔起并铺放在田间,经晾晒到适当含水率后进行捡拾收获作业。捡拾收获作业时,随着机器的行走,田间铺放的棉秆被钉齿式捡拾滚筒捡起送至横向输送机,经输送机

收稿日期: 2010-07-01 修回日期: 2010-07-16

* 国家“863”高技术研究发展计划资助项目(2009AA043601)

作者简介: 董世平,高级工程师,主要从事农业联合收获装备研究,E-mail: dsp2008@163.com

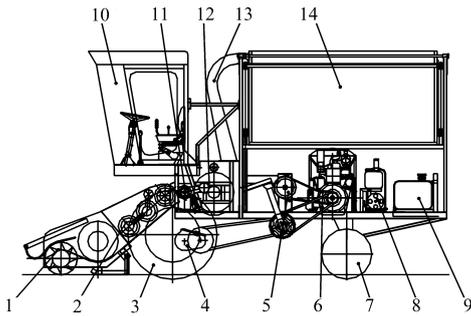


图1 自走式棉秆捡拾收获机结构示意图

Fig. 1 Structure of self-propelled cotton-stalk combine harvester

1. 捡拾台 2. 辊式输送过桥 3. 驱动前轮 4. 变速箱及离合器
5. 传动系统 6. 发动机 7. 后转向轮 8. 液压油箱 9. 柴油箱
10. 驾驶室 11. 夹持喂入辊 12. 切碎部件 13. 抛料筒 14. 储料箱

输送至过桥喂入口,在过桥喂入辊的强制抓取作用下输送至喂入装置,由喂入装置的夹持喂入辊将棉秆输送到切碎装置,在切碎滚筒的作用下将棉秆切碎并抛送至储料箱,待储料箱装满后,由液压装置将切碎的棉秆侧翻卸至运输车内。各工作装置由底盘组合在一起,由发动机提供动力驱动行走和工作部件,可一次完成棉秆的捡拾、输送、切碎、抛送装箱、液压自动翻转卸料。

棉秆属于冠状植株木质化类秸秆,棉秆拔出铺放后交织缠绕,不易分离。采用捡拾连续喂入技术实现对田间铺放缠绕棉秆的连续捡拾、输送和喂入。

3 关键技术研究

3.1 钉齿式棉秆捡拾输送装置

传统的捡拾机构普遍采用偏心凸轮弹齿式捡拾机构,适合捡拾非木质化作物秸秆,在捡拾木质化秸秆时,强度及可靠性均不能满足使用要求。本研究采用钉齿式捡拾滚筒和横向输送装置,能很好的实现木质化缠绕冠状植株的捡拾和连续喂入,与现有技术相比结构简单,动力消耗少,维护使用方便,其结构如图2所示。

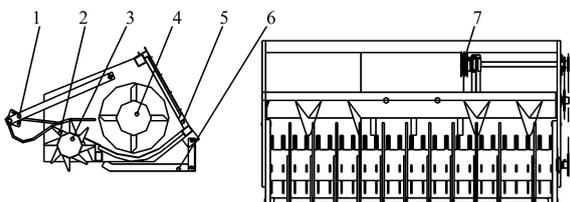


图2 钉齿式棉秆捡拾输送装置结构简图

Fig. 2 Nail-tooth pick-up device

1. 压料杆 2. 捡拾齿 3. 捡拾滚筒 4. 输送机 5. 机架 6. 限位板 7. 传动装置

钉齿式棉秆捡拾输送装置主要由压料杆、捡拾滚筒、输送机、机架、传动装置组成,捡拾滚筒位于捡拾台的前方,幅宽2400 mm,钉齿式捡拾齿在滚筒圆周均匀布置8排,横向为螺旋线排列,间距为100 mm。为防止捡拾滚筒堵塞,捡拾滚筒的线速度设计值比机器的最大工作行走速度高20%,转速为110 r/min。捡拾滚筒的后方是输送装置,输送机上有左旋和右旋输送叶片,可将两端的棉秆横向输送至中间喂入口。输送机输送物料的速度比捡拾滚筒高,以利于棉秆快速输送,转速为140 r/min^[3]。

3.2 辊式过桥输送装置

通过对链耙式过桥的试用表明,链耙式过桥对木质化秸秆的适应性差,可靠性低,无法满足长时间输送使用要求,且维修保养不方便。采用三辊式输送过桥,主要由张紧弹簧、第一喂入辊、第二喂入辊、浮动臂、过桥壳体、第三喂入辊、输入带轮组成,如图3所示。第一、第二喂入辊通过浮动臂连接,可以绕回转轴旋转,并在张紧弹簧的作用下保持喂入辊与底板之间的间隙,当喂入量过大时,喂入辊可以向上抬起,保证物料顺利通过。每个喂入辊有8个喂入叶片,叶片的高度是30 mm,叶片端部是齿状结构,具有良好的抓取能力。为保证喂入过桥有足够的输送能力,要求过桥的喂入速度大于捡拾台输送器的喂入速度,喂入辊的参数如表1所示^[4]。

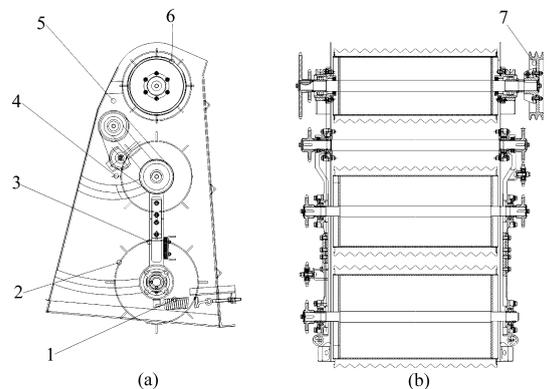


图3 辊式过桥输送装置结构简图

Fig. 3 Three-roller

(a) 侧视图 (b) 剖视图

1. 张紧弹簧 2. 第一喂入辊 3. 第二喂入辊 4. 浮动臂 5. 过桥壳体 6. 第三喂入辊 7. 输入带轮

表1 喂入辊参数

Tab. 1 Feed roller parameters

部件	直径 /mm	转速 /r·min ⁻¹	线速度 /m·s ⁻¹
第一喂入辊	431	172.0	3.88
第二喂入辊	373	199.5	3.90
第三喂入辊	310	242.0	3.93

3.3 秸秆切碎长度的计算

为了满足不同利用方式对棉秆散料的要求,需能获得不同长度的切段,其中,生物质能发电厂水冷振动炉排式秸秆锅炉设备要求棉秆的切碎长度小于50 mm^[5]。棉秆理论切断长度为^[3]

$$L_p = \frac{60\,000v_w}{n_2z}$$

式中 L_p ——棉秆切碎长度,mm

v_w ——喂入辊喂入速度,m/s

n_2 ——切碎滚筒转速,r/min

z ——切碎滚筒的动刀片数

本设计参数为:夹持喂入辊的喂入线速度3.985 m/s,滚刀转速1 385 r/min,刀片数量8,可得理论切断长度21.5 mm。

由上式可知,改变切碎滚筒的转速 n_2 或刀片数量 z ,可以改变棉秆的切碎长度。

4 试验及检测结果

试验于2009年12月至2010年3月在山东省垦利县孤岛镇进行,对4MG-240型棉秆捡拾联合收获机进行田间生产性试验和可靠性试验^[6]。并进行现场测试^[7],见图4所示。主要对机器的作业



图4 棉秆捡拾收获机作业情况

Fig. 4 Operation of cotton-stalk combine harvester

条件、平均喂入量、切碎长度和生产率等参数进行检测,结果如表2~5。经测试,整机的设计强度和制造工艺基本达到了要求。而且捡拾台能够适合当地的棉秆捡拾作业。由试验结果可知,捡拾式棉秆联合收获机的平均喂入量为1.52 kg/s,切碎长度的合格率为92.11%,平均生产率为0.94 hm²/h,均达到了设计要求。

5 结论

(1) 设计了一种钉齿式棉秆捡拾输送装置,经理论分析和试验证明符合国家相关标准,能有效解决冠状交织棉秆宽幅捡拾与横向平顺输送,是解决棉秆捡拾收获的新技术。

表2 棉秆联合收获机试验条件

Tab. 2 Operation condition of cotton-stalk combine harvester

参数	测定结果
棉秆品种	“丰抗棉一号”棉花
种植方式	穴播
棉秆自然高度/cm	130
棉秆直径/mm	15
棉秆冠部直径/mm	675
株距/cm	30
行距(大)/cm	95
行距(小)/cm	45
地形坡度	平坦
垄距(大)/cm	80
垄距(小)/cm	60
棉秆含水率/%	38.5
棉秆产量/kg·hm ⁻²	5 485

表3 喂入量测定结果

Tab. 3 Feed quantity

序号	试验区面积/hm ²	作业时间/h	棉秆总质量/t	喂入量/kg·s ⁻¹
1	0.19	0.25	1.172	1.30
2	0.25	0.30	1.525	1.41
3	0.55	0.53	3.150	1.65
4	1.00	0.98	5.680	1.61
5	2.00	1.95	11.280	1.61

表4 棉秆切碎长度合格率测定结果

Tab. 4 Qualified measure of cotton-stalk cut length

序号	取样总质量/g	不合格棉秆质量/g	合格率/%
1	1 113	97.5	91.24
2	1 078	84.4	92.18
3	979	68.9	92.96
4	1 213	94.7	92.19
5	1 053	84.3	91.99

表5 生产率测定结果

Tab. 5 Throughput

序号	试验区面积/hm ²	作业时间/h	生产率/hm ² ·h ⁻¹
1	0.19	0.25	0.76
2	0.25	0.30	0.83
3	0.55	0.53	1.04
4	1.00	0.98	1.02
5	2.00	1.95	1.03

(2) 设计了辊式过桥输送装置,通过合理布置自适应弹性夹持齿状辊式强制喂入结构,能有效实现棉秆的强制抓取输送,并能适应其他木质化秸秆

的可靠输送,是木质化秸秆输送过桥的新结构。

自动卸料等作业。经试验验证作业质量好、效率高、性能可靠。

(3) 自走式棉秆捡拾收获机能一次完成棉秆宽幅捡拾、横向平顺输送、高效切碎、抛送装箱及液压

参 考 文 献

- 1 翟雪玲. 2009 年一季度棉花市场形势分析及后期展望[J]. 农业展望, 2009, 4(8): 12 ~ 14.
Zhai Xueling. The analysis and outlook of cotton market in the first quarter of 2009[J]. Agricultural Outlook, 2009, 4(8): 12 ~ 14. (in Chinese)
- 2 王锋德. 农作物秸秆收储运技术模式及关键装备研究[D]. 北京: 中国农业机械化科学研究院, 2009.
Wang Fengde. Research on key equipment and technology mode of crop straw collection and delivery[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, 2009. (in Chinese)
- 3 成大先. 机械设计手册(1~5 卷)[M]. 第四版. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- 4 中国农业机械化科学研究院. 农业机械设计手册[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2007.
- 5 王锋德, 陈志, 董世平, 等. 自走式棉秆联合收获机设计与试验[J]. 农业机械学报, 2009, 40(12): 66 ~ 70.
Wang Fengde, Chen Zhi, Dong Shiping, et al. Exploiture and experiment of self-walking cotton-stalk combine harvester[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(12): 66 ~ 70. (in Chinese)
- 6 GB/T 10394. 3—2002 饲料收获机械 第 3 部分: 试验方法[S].
- 7 JB/T 5160—1991 牧草捡拾器 技术条件[S].

(上接第 106 页)

- 2 王德福, 张全国. 青贮稻秆圆捆打捆机的改进研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(11): 168 ~ 171.
Wang Defu, Zhang Quanguo. Improvement of round baler for rice straw ensiling[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2007, 23(11): 168 ~ 171. (in Chinese)
- 3 中国农业机械化科学研究院呼和浩特分院. 牧草捡拾圆捆机: 中国, 200620112376. 2[P]. 2006-04-03.
Huhhot Branch of Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences. Pickup round baler for hay: CN, 200620112376. 2 [P]. 2006-04-03. (in Chinese)
- 4 JB/T 7145—1993 圆草捆打捆机 技术条件[S].
- 5 GB/T 14290—2008 圆草捆打捆机试验方法[S].