

doi:10.6041/j.issn.1000-1298.2013.04.017

# 多滚筒脱粒分离装置试验台\*

李耀明 许太白 徐立章 赵湛

(江苏大学现代农业装备与技术教育部重点实验室, 镇江 212013)

**摘要:** 为研究多滚筒脱粒分离装置的脱粒分离性能, 设计了多滚筒脱粒分离试验台。该试验台采用模块化结构, 可组合成多种形式的脱粒分离装置, 同时以工控机和信号采集卡为控制系统核心, 用 VC++ 编写测控软件对工作部件的转速、扭矩、功率等参数进行实时采集、显示、处理和分析, 获得在不同工况下的脱粒分离性能指标。在多滚筒脱粒分离试验台上对横轴流三滚筒脱粒分离装置进行了试验。该试验台能模拟和再现多滚筒脱粒分离的全过程。

**关键词:** 试验台 联合收获机 多滚筒 脱粒分离

**中图分类号:** S225.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2013)04-0095-04

## Test-bed of Threshing and Separating Unit with Multi Cylinder

Li Yaoming Xu Taibai Xu Lizhang Zhao Zhan

(Key Laboratory of Modern Agricultural Equipment and Technology, Ministry of Education, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

**Abstract:** In order to analyze the performance of threshing and separating unit with multi cylinder, the paper introduced the design on the test-bed of threshing and separating unit with multi cylinder, which based on the modularization design and combined into a variety of forms of threshing and separating unit. At the same time, with industrial computer and acquisition cards as control center, a measurement and control software were programmed to collect, display and analyze data of motional parameters such as rotational speed, torque and power consumption, et al. Transverse-axial threshing and separating unit with three cylinder were tested in the threshing and separating unit with multi cylinder. The whole process of threshing and separating unit with multi cylinder was simulated and reproduced.

**Key words:** Test-bed Combines Multi cylinder Threshing and separating

### 引言

随着粮食单产的不断增长, 原有的联合收获机单(双)轴流脱粒滚筒结构在增大喂入量时常出现未脱净损失和夹带损失增大以及功耗过大等问题, 无法满足农业生产的要求<sup>[1-3]</sup>。多滚筒脱粒分离技术具有脱粒分离时间长、脱粒性能好、凹板分离面积大以及分离干净等特点, 近几年在生产中得到了较为广泛的运用和发展<sup>[4]</sup>。有学者对横轴流单、双滚筒脱粒分离装置进行了设计和试验, 研究了横轴流单滚筒脱粒分离装置对水稻的脱粒分离能力<sup>[5]</sup>和横轴流双滚筒脱粒分离装置的总体结构、脱粒分离

滚筒与凹板的设计方案及其在田间试验中联合收获机作业过程的性能指标<sup>[6-9]</sup>。

本文设计以切流、横轴流滚筒为基础的多滚筒脱粒分离装置试验台, 采用模块化结构, 可组合成多种形式的脱粒分离系统, 并进行多滚筒水稻脱粒分离试验。该试验台能模拟和再现多滚筒脱粒分离的全过程, 为多滚筒联合收获机脱粒分离部件的设计提供科学依据。

## 1 机械系统

### 1.1 总体结构

多滚筒脱粒分离试验台采用模块化结构, 可

收稿日期: 2012-02-23 修回日期: 2012-04-17

\* 国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2012AA10A502)、江苏省科技支撑计划资助项目(BE2011333)、江苏高校优势学科建设工程资助项目(苏财教[2011]8号)和江苏省农业装备与智能化高新技术研究重点实验室资助项目(BM2009703)

作者简介: 李耀明, 教授, 博士生导师, 主要从事农业机械设计及理论研究, E-mail: ymli@ujs.edu.cn

以实现单滚筒、双滚筒、三滚筒的脱粒分离试验。多滚筒的主要组合形式有7种:单横轴流滚筒、切流横轴流双滚筒、横轴流双滚筒、切流三滚筒、双切流横轴流三滚筒、切流双横轴流三滚筒和横轴流三滚筒。

该试验台的机械系统主要由输送带、螺旋输送机、输送槽、第一脱分装置、第二脱分装置、第三脱分装置、秸秆粉碎装置、接料分格小车、接草小车、动力传动系统及机架等部分组成,其结构如图1所示。

### 1.2 多滚筒脱粒分离装置方案设计

多滚筒脱粒分离装置包括切流、横轴流脱粒滚筒,切流、横轴流凹板和切流、横轴流导向盖板。可

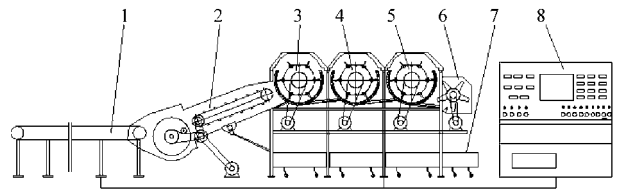


图1 多滚筒脱粒分离试验台结构示意图

Fig.1 Schematic diagram of threshing and separating unit with multi cylinder

1. 输送带 2. 螺旋输送机 3. 第一脱分装置 4. 第二脱分装置  
5. 第三脱分装置 6. 秸秆粉碎装置 7. 接草小车 8. 操作台

实现多滚筒不同组合方式,如图2所示。

图2a为横轴流单滚筒脱粒分离装置。该装置结构简单、拆装方便,但喂入量较小。

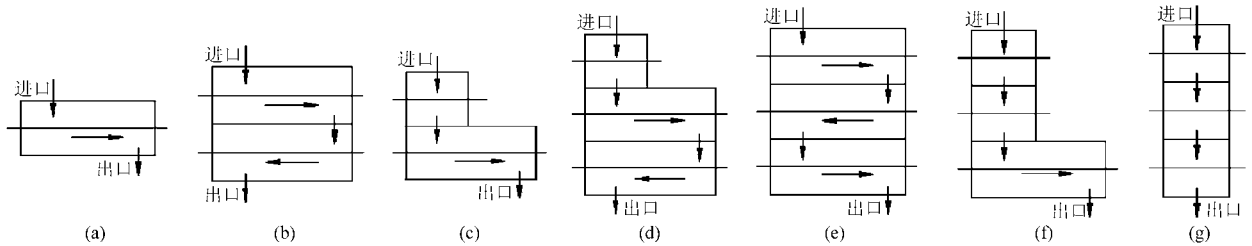


图2 多滚筒不同组合方式结构示意图

Fig.2 Schematic diagram of different combination mode with multi cylinder

图2b、2c为横轴流双滚筒和切流横轴流双滚筒脱粒分离装置。双滚筒形式脱粒分离装置脱净率较高、损失率和功耗较低,因此应用广泛,但难以适应高产水稻收获和大农场作业时面临的大喂入量工作要求。

图2d、2e、2f和2g为切流结合轴流的4种三滚筒脱粒分离装置结构示意图。三滚筒脱粒分离装置

较双滚筒脱粒分离装置有较高的物料承载能力,适合于应对高产水稻收获和大农场作业时面临的大喂入量工作要求。

### 1.3 主要技术参数

多滚筒脱粒分离试验台采用模块化结构,拆卸方便,相关参数如表1所示。

表1 多滚筒脱粒分离试验台主要参数

Tab.1 Parameters of threshing and separating unit with multi cylinder test-bed

参数	数值	参数	数值
配套总动力/kW	130	脱粒滚筒转速/ $r \cdot \min^{-1}$	0~1 200,可调
喂入量/ $kg \cdot s^{-1}$	3~6	切流滚筒直径/mm	400
输送带配套动力/kW	10	切流滚筒长度/mm	480
输送带长度×宽度/m×m	20×1.2	横轴流滚筒直径/mm	400
输送带速度/ $m \cdot s^{-1}$	0~2,可调	横轴流滚筒长度/mm	1 200
输送槽配套动力/kW	10	脱粒间隙/mm	10~30,可调
输送槽喂入速度/ $m \cdot s^{-1}$	0~6,可调	秸秆粉碎装置配套动力/kW	20
3个脱粒装置配套动力/kW	30×3	秸秆粉碎装置转速/ $r \cdot \min^{-1}$	0~1 200,可调

## 2 测控系统

多滚筒脱粒分离试验台测控系统由转速传感器、扭矩传感器、模拟量采集卡、变频器、驱动电动机、控制柜和工控机等组成,测控系统流程如图3所示。

驱动调速电动机独立驱动试验台各工作部件,通过控制旋钮可以对输送带的速度,输送槽、第一脱

粒分离滚筒、第二脱粒分离滚筒、第三脱粒分离滚筒和秸秆粉碎装置的转速进行无级调整。

试验台共有1个转速传感器和5个扭矩传感器,其分别用来检测输送带速度,输送槽、第一脱粒分离滚筒、第二脱粒分离滚筒、第三脱粒分离滚筒和秸秆粉碎抛洒装置的转速以及扭矩。由于扭矩为电流信号,需进行I/V转换,并进行滤波处理,有效降低变频器的干扰,提高测量精度。控制柜通过变

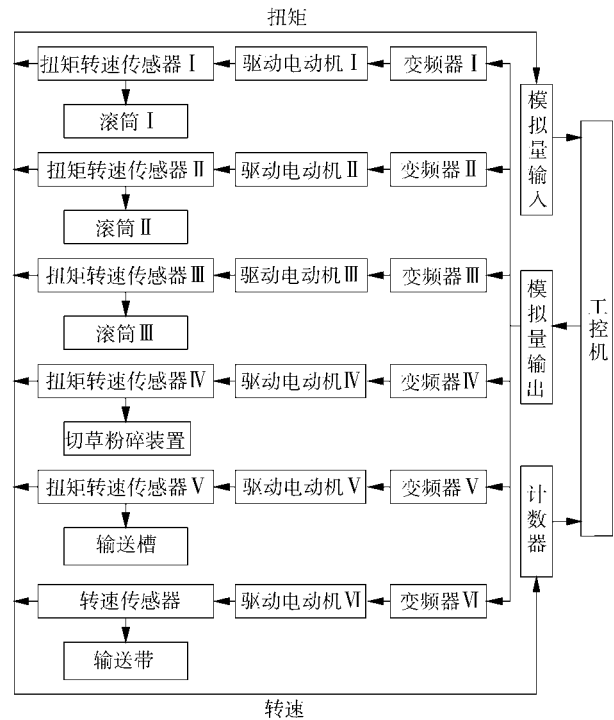


图 3 测控系统流程图

Fig. 3 Flow chart of measurement and control system

变频器控制脱粒分离装置的各个驱动电动机。

系统基于 VC++ 的虚拟仪器技术,进行了图形化编程语言编程,测控系统主界面如图 4 所示。试验前首先运行主程序,在操纵台上通过旋钮调整所需要的试验参数,并将所需参数值输入相应的文本框中,然后单击“开始记录”,开始试验。试验过程中,输送带速度和输送槽、第一滚筒、第二滚筒、第三滚筒、秸秆粉碎装置的扭矩、转速、功耗信号实时显示,点击“保存记录”,便可记录当前的工作参数,采样频率为 1 kHz。

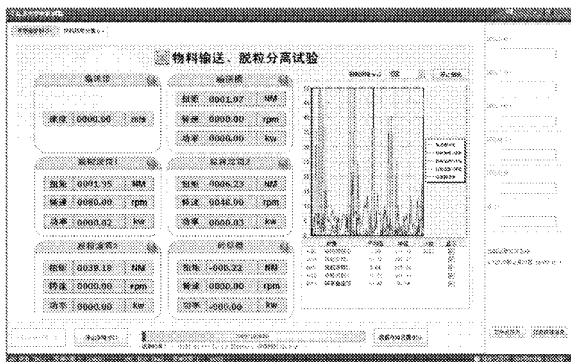


图 4 测控系统主界面

Fig. 4 Main interface of measurement and control program

### 3 台架试验

水稻品种为武 2645,籽粒平均千粒质量 28 g、平均株高 1 050 mm、平均草谷比 2.6:1、籽粒平均含水率 21.27%,茎秆平均含水率 59.34%。试验参照

GB/T 5262—2008《农业机械试验条件测定方法的一般规定》和 GB/T 5982—2005《脱粒机试验方法》的要求进行。

试验采用横轴流三滚筒组合方式(图 2g)进行。第一脱粒滚筒转速为 750 r/min,脱粒间隙为 30 mm;第二脱粒滚筒转速为 800 r/min,脱粒间隙为 25 mm;第三脱粒滚筒转速为 850 r/min,脱粒间隙均为 20 mm。脱粒滚筒直径为 400 mm,长度为 1 200 mm,脱粒元件和横轴流脱粒滚筒结构如图 5 所示。

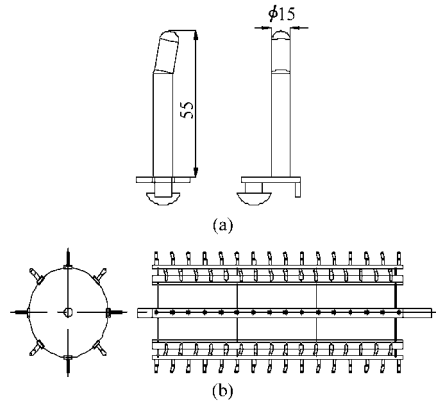


图 5 脱粒元件和脱粒滚筒结构示意图

Fig. 5 Schematic of threshing component and drum

(a) 脱粒元件(钉齿) (b) 横轴流脱粒滚筒

在试验台上进行喂入量为 5 kg/s 的水稻脱粒分离试验。

横轴流各脱粒滚筒的功耗曲线如图 6 所示。第一脱粒滚筒的脱粒分离功耗曲线波动较大,平均脱粒功耗为 6.38 kW,平均空载功耗为 0.76 kW,功耗最大值为 16.97 kW(图 6a)。

第二脱粒滚筒的瞬时脱粒功耗不稳定,功耗曲线不规则,平均脱粒功耗为 9.72 kW,平均空载功耗为 0.73 kW,功耗最大值为 16.31 kW(图 6b)。

第三脱粒滚筒的脱粒分离功耗曲线波动较小,功耗曲线轮廓呈梯形,脱分功耗曲线近似为一条水平线,平均脱粒功耗为 13.21 kW,平均空载功耗为 0.81 kW,功耗最大值为 16.71 kW(图 6c)。

横轴流三滚筒脱粒总功耗曲线如图 7 所示。脱粒滚筒的瞬时脱粒功耗不稳定,平均脱粒总功耗为 29.31 kW,平均空载总功耗为 2.30 kW,总功耗最大值为 59.55 kW。

在水稻喂入量为 5 kg/s 时,第一脱粒滚筒的功耗占总功耗的 21.77%,第二脱粒滚筒的功耗占总功耗的 33.16%,第三脱粒滚筒的功耗占总功耗的 45.07%。

试验表明,试验台能根据不同喂入量、脱粒间隙、滚筒转速、脱粒元件以及脱粒滚筒组合形式等,进行多参数脱粒分离试验。

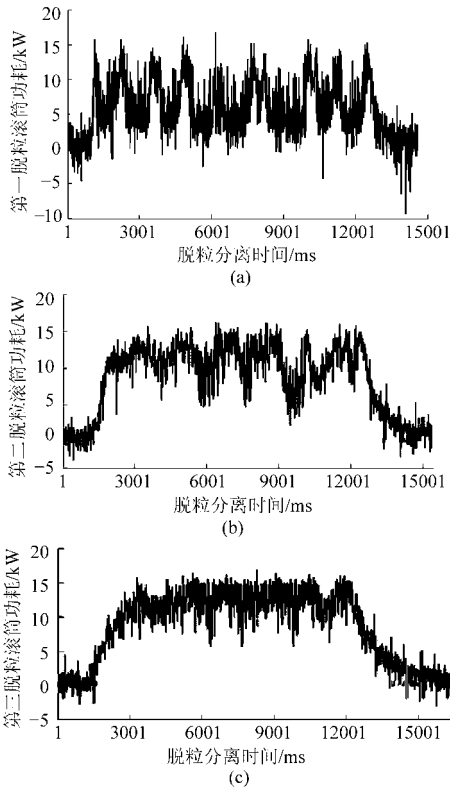


图6 横轴流各脱粒分离滚筒功耗的实时采集结果

Fig.6 Real time acquisition curve of power about transverse-axial threshing with every cylinder

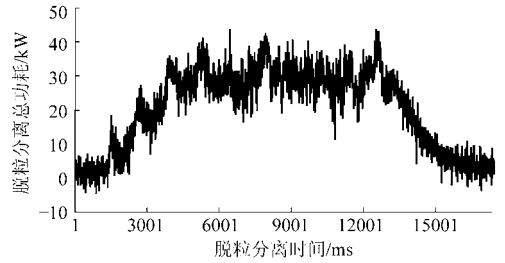


图7 横轴流三滚筒脱粒分离滚筒总功耗的实时采集结果

Fig.7 Real time acquisition curve of total power about transverse-axial threshing with three cylinder

## 4 结论

(1)以切流、横轴流为基础的多滚筒脱粒分离试验台的控制系統由工控机、采集卡和控制软件等组成,机械系统采用了模块化结构,可根据需要以作物流向和脱粒滚筒数目为组合因素进行切流/横轴流和单滚筒、双滚筒及三滚筒等多种组合形式的脱粒分离试验。

(2)对横轴流三滚筒组合式脱粒分离装置进行了试验,在水稻喂入量为 $5\text{ kg/s}$ 时,3个脱粒滚筒的功耗占总功耗的比值分别为 $21.77\%$ 、 $33.16\%$ 和 $45.07\%$ 。试验表明,该试验台能开展多滚筒、多参数脱粒分离性能试验。

## 参 考 文 献

- 高焕文,李问盈,李洪文. 我国农业机械化的跨世纪展望[J]. 农业工程学报,2000,16(2):9~12.  
Gao Huanwen, Li Wenying, Li Hongwen. Prospects of China agricultural mechanization facing the 21st century[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2000,16(2):9~12. (in Chinese)
- 王岳,曹扬,夏晓东,等. 双季稻区收获农艺及先进适用联合收割机型谱[J]. 农业工程学报,2002,18(2):68~71.
- Baruah D C, Panesar B S. Energy requirement model for a combine harvester part 2: integration of component model [J]. Biosystem Engineering, 2005b,90(2):161~170.
- 万霖,衣淑娟,马永财. 纵置单轴流滚筒脱粒与分离装置功耗性能试验研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2005,17(2):56~58.  
Wan Lin, Yi Shujuan, Ma Yongcai. Study on power consumption of single axial flow threshing and separation unit of paddy[J]. Journal of Heilongjiang August First Land Reclamation University,2005,17(2):56~58. (in Chinese)
- 李耀明,李洪昌,徐立章. 短纹杆-板齿与钉齿脱粒滚筒的脱粒对比试验研究[J]. 农业工程学报,2008,24(3):139~142.
- 衣淑娟. 钉齿式双滚筒轴流脱粒与分离装置的试验研究[J]. 机械设计与制造,2006,19(5):88~89.
- 任志良,王静,张奋飞,等. 异速双轴流脱粒装置的研制[J]. 农机化研究,2006,26(2):93~96.  
Ren Zhiliang, Wang Jing, Zhang Fenfei, et al. Diverse-velocity threshing device with double-axletree flow [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research,2006,26(2):93~96. (in Chinese)
- 黎科. 横轴流双滚筒脱粒装置在小型全喂入水稻收割机上的设计[J]. 山东农机,2004,32(5):14~15.
- 徐立章,李耀明,马朝兴,等. 横轴流双滚筒脱粒分离装置设计与试验[J]. 农业机械学报,2009,40(11):55~58.  
Xu Lizhang, Li Yaoming, Ma Chaoxing, et al. Design and experiment of threshing and separating unit with double axial cylinder [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2009,40(11):55~58. (in Chinese)
- Maertens K, De Baerdemaeker J. Flow rate based prediction of threshing process in combine arvesters [J]. Applied Engineering in Agriculture,2003,19(4):383~388.
- 李志峰,武鹏,吴大转,等. 孔板流量计瞬时孔流系数的数值预测[J]. 排灌机械工程学报,2011,29(4):328~332.  
Li Zhifeng, Wu Peng, Wu Dazhuan, et al. Numerical prediction of transient discharge coefficient in orifice flow meter [J]. Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering, 2011,29(4):328~332. (in Chinese)