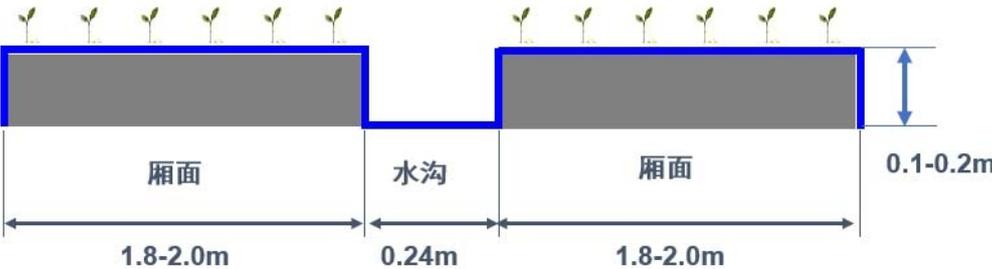


附件

## 2021 年度十项适用农机化技术推荐书

推荐单位	湖南省农业技术推广总站		
联系人	谢晶	办公电话	0731-85540636
手机号码	13975855076	电子邮箱	hnnjkc@126.com
名称	南方稻区油菜机械化联合播种技术		
概述	<p>一、适用区域</p> <p>适宜于我国长江中下游平原区、丘陵山区等油菜种植主产区。</p> <p>二、技术模式</p> <p>按照“种床整理+土肥混施+精量直播+覆土镇压”的油菜高效高产栽培模式，试验示范推广了“旋耕——灭茬——开沟——播种——施肥——镇压同步作业”油菜生产机械化联合播种技术模式。</p>  <p>技术模式的关键点：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.机型选择。选择播种精度高、作业质量稳定、安全性高的同步旋耕施肥油菜机械化精量播种机。</li><li>2.地块准备。通常要求播种田块坡度<math>&lt;15^{\circ}</math>、前茬作物茬高<math>&lt;300\text{mm}</math>、土壤湿度40%~60%。</li><li>3.种子准备。依据茬口类型选择生育期适宜、宜直播的品种，种子发芽率<math>\geq 90\%</math>。播前种子含水率控制在9%以下、净度大于97%。</li></ol>		

4.肥料准备。宜采用颗粒肥料，防止化肥在肥箱内结块。

5.播量设定。控制在 150~250 克/亩。

6.旋耕灭茬。通常要求耕深 $\leq$ 8cm、沟深 $\leq$ 20cm、沟宽 $\leq$ 15cm，旋耕后碎土率 $\geq$ 60%，灭茬覆盖率 $\leq$ 55%、耕后田块平整度 $\leq$ 4cm。

7.精量播种。播种破损率控制在 1%以下，稳定性变异系数 $\leq$ 2.6，有效度 $\geq$ 90%。

### 三、解决的主要农业生产问题

1.解决了传统种植油菜厢面整理劳动强度大、撒播种子分布无序、土壤肥料混合不均匀等问题，实现了土肥高效持久利用、增加直播油菜产量。

2.解决了平原、丘陵区稻油生产模式下的高茬、高湿直播作业难题，提高了油菜南方区域机械化种植田间适应性能力，有效解决了粘性土壤开沟稳定性和排水疏水可靠性，提升了油菜机械化生产作业水平。

### 四、推广情况、应用规模及经济社会效益（或推广应用情况和效益）

该技术在长江中下游地区稻油模式主产区示范推广 500 万亩，极大的提高了劳动生产效率，推动了油菜机械化、规模化、标准化直播生产的发展。

根据用户反馈和典型调查统计，相比传统生产作业技术模式，采用该技术可省工、省肥，节约种子 60%~70%，每亩节本 120 元以上；同时，可使前茬秸秆还田，增加土壤有机质含量、培肥地力。该技术的大量应用和推广可以为我国油菜机械化生产作业水平大幅度提升、助力乡村振兴战略实施、保障我国油料安全供给发挥重要的作用。

证  
明  
材  
料  
清  
单

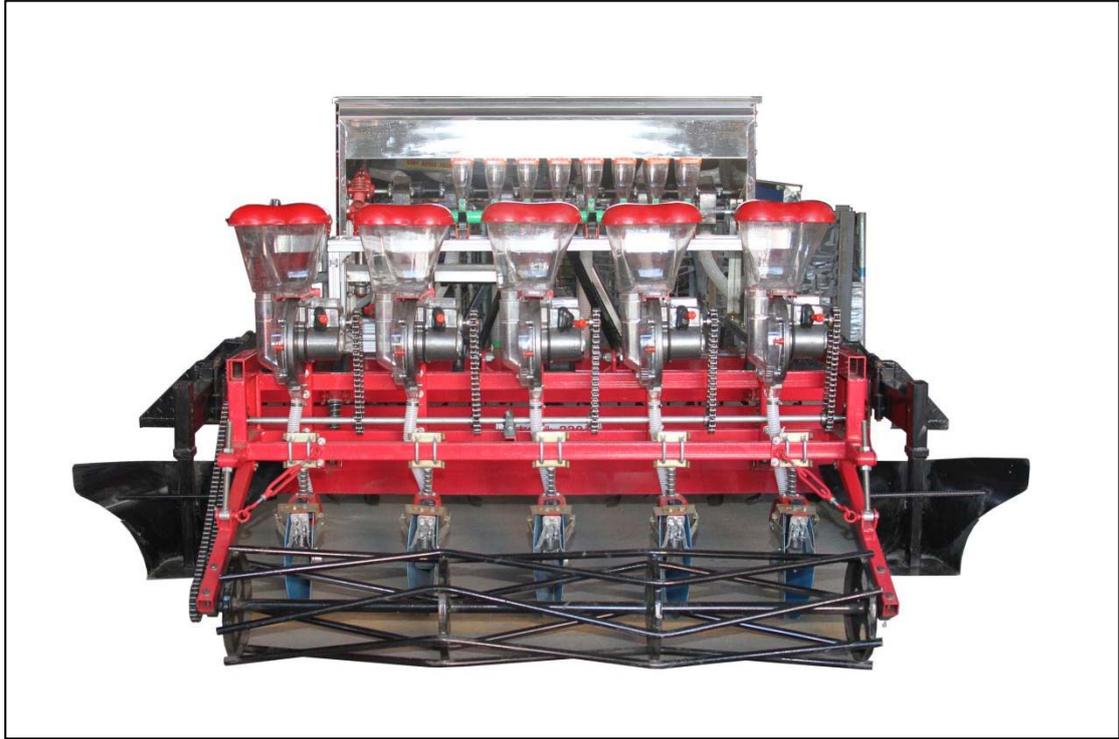
- 1、产品及特征照片
- 2、“新型旋耕施肥播种机及精量播种关键技术研究与应用”项目科技成果资料
- 3、“变容量型空轮式排种器设计与试验”技术论文
- 4、产品技术发明三等奖证书

**声明：**本单位保证推荐材料真实有效，不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。

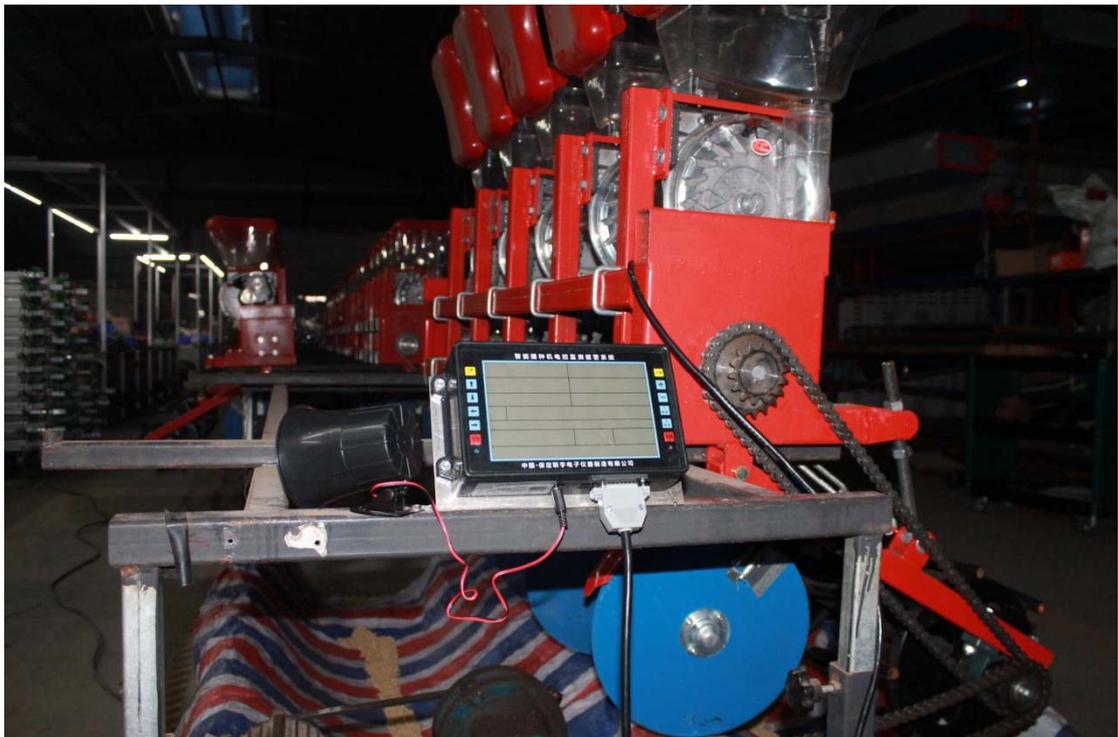
推荐单位（盖章）

年 月 日

旋耕施肥播种机



旋耕施肥播种机





yygxxh

报告编号:

9	4	3	0	0	9	0	1	Y	2	0	2	1	0	0	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

# 湖南省科学技术成果评价报告

(技术应用类)

益高协(评价)字[2021]第002号

成果名称: 新型旋耕施肥播种机及精量播种关键技术研究与应用

成果类型: 技术开发类应用技术成果

完成单位: 南县伟业机械制造有限公司

委托评价单位: 南县中小企业公共服务平台

委托日期: 2021年04月20日

评价形式: 会议评价方式

评价机构: 益阳市高新技术企业协会 (盖章)

评价完成日期: 2021年05月15日

湖南省科技成果与技术市场协会

二〇二一年制

科技成果基本情况			
成果名称	新型旋耕施肥播种机及精量播种关键技术研究与应用		
成果所属领域	机械设计	研究起止时间	2018.10~2020.12
评价委托方	单位名称	南县伟业机械制造有限公司	统一社会信用代码 91430921561710811D
	单位地址	湖南省南县南洲镇新颜工业园	主管部门 南县科学技术和工业信息化局
	单位性质	<input type="checkbox"/> 独立科研机构 <input type="checkbox"/> 大专院校 <input checked="" type="checkbox"/> 企业 <input type="checkbox"/> 社团 <input type="checkbox"/> 个人 <input type="checkbox"/> 其他	
	项目负责人	刘建伟	联系电话 13907375848
	通信地址	南县南洲镇新颜工业园	E-mail 601034719@qq.com
	联系人	刘建伟	电话 13907375848
	通信地址	南县南洲镇新颜工业园	E-mail 601034719@qq.com
任务来源	<input type="checkbox"/> 国家计划 <input type="checkbox"/> 省市计划 <input type="checkbox"/> 其他		
应用行业大类	<input type="checkbox"/> 农、林、牧、渔、水利 <input type="checkbox"/> 采矿 <input checked="" type="checkbox"/> 制造业 <input type="checkbox"/> 电力、热力、燃气及水生产和供应业 <input type="checkbox"/> 建筑业 <input type="checkbox"/> 批发和零售业 <input type="checkbox"/> 交通运输、仓储和邮政业 <input type="checkbox"/> 住宿和餐饮业 <input type="checkbox"/> 信息传输、软件和信息技术服务业 <input type="checkbox"/> 金融业 <input type="checkbox"/> 房地产业 <input type="checkbox"/> 租赁和商务服务业 <input type="checkbox"/> 科学研究和技术服务业 <input type="checkbox"/> 水利、环境和公共设施管理业 <input type="checkbox"/> 居民服务、修理和其他服务业 <input type="checkbox"/> 教育 <input type="checkbox"/> 卫生和社会工作 <input type="checkbox"/> 文化、体育和娱乐业 <input type="checkbox"/> 公共管理、社会保障和社会组织 <input type="checkbox"/> 国际组织		
应用情况	<input checked="" type="checkbox"/> 已应用 <input type="checkbox"/> 未应用（原因：A-纯基础理论研究范畴 B-无接产单位 C-缺乏资金 D-技术不配套 E-工业性实验前成果 F-其它）		
成果知识产权状况	获授权实用新型专利 12 件		
转让范围	<input type="checkbox"/> 允许出口 <input type="checkbox"/> 限国内转让 <input checked="" type="checkbox"/> 不转让		
科研投资		应用投资	
本单位投资（万元）	260.00	本单位投资（万元）	1200.00
国家投资（万元）	/	国家投资（万元）	/
地方、部门投资（万元）	/	地方、部门投资（万元）	/
其他单位投资（万元）	/	其他单位投资（万元）	/
合计（万元）	260.00	合计（万元）	1200.00

长沙市  
 成果  
 2006

成果已产生经济效益(万元)					
产值	350.00	利润	55.00	税收	8.50
评价机构基本情况					
单位名称	益阳市高新技术企业协会				
单位地址	益阳市赫山区迎宾东路 355 号中南电子商务产业园七号楼				
主管部门	益阳市市民政局	统一社会信用代码	51430900678013702W		
负责人	周润生	电话	13337376088	传真	0737-4218308
联系人	周润生	电话	13337376088	传真	0737-4218308
E-mail	/	/	/	/	/
委托评价要求方式					
<p>根据委托单位要求，采用会议评价方式，对技术指标、效益指标和风险指标进行评价。</p>					
评价基本过程陈述					
<p>本机构经审查评价委托方提交的相关资料，接受了委托要求，组织了五位专家对该项目以会议评价的方式进行评价。评价专家听取了项目完成单位的项目汇报，经质询，并独立评价，形成咨询意见。本机构以专家咨询意见为基础，出具此报告。</p>					

## 科技成果简要技术说明及主要技术经济指标

“旋耕施肥播种机”是南县伟业机械制造有限公司本公司与湖南农大多位技术专家长年研究作物播种机械，该项目通过多次升级改进，最终研发了该款新型多功能农田精量播种机械。该产品由旋耕系统、施肥系统、播种系统及开沟起垄等系统机械组成（施药（水）系统可加装），配套动力 60-85 kw 拖拉机，单人操作即可。该产品应用卫星（GPS 或北斗）信息接收装置及各路传感装置实现智能控制、同步作业，达到节肥节种、省工、保苗、降低成本、增产增收的效果。该产品可广泛适应于油菜、大豆、花生等不同大小的颗粒性农作物播种，产品应用了现代信息化及机械技术，排种系统精度将不断提高，功能性不断完善，实现了土地旋耕破碎、开沟起垄、覆土、平地、施肥、施药（水）、精播等多工序一体化、精准化、精量化作业要求。该项目已在南县伟业机械制造有限公司产业化，目前已经推广应用百余台套，用户使用效果良好。

本产品主要性能指标与技术参数:

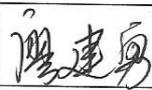
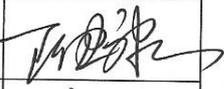
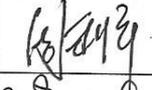
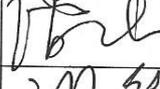
序号	项目	技术参数
1	种子破损率	$\leq 0.1\%$
2	播种均匀性变异指标	$\leq 17\%$
3	播种深度合格率	$\leq 75\%$
4	种肥间距合格率	$\leq 94\%$
5	耕深	$\geq 13\text{cm}$
6	适用度	$\geq 5$
7	有效度	100%

## 主要文件和技术资料目录

- 1、企业基本信息
- 2、主要研究人员信息表
- 3、研制报告
- 4、产品技术查新报告
- 5、应用标准
- 6、产品专利证书
- 7、用户使用报告
- 8、检测报告
- 9、鉴定报告
- 10、检测证书
- 11、产业化情况
- 12、PPT 图文演示
- 14、产品视频演示

备 注：

### 成果评价专家组名单

序号	专家组职务	姓名	工作单位	职称	从事专业	签名
1	组长	廖建勇	湖南城市学院	教授	机械设计	
2	副组长	王健康	湖南省农机鉴定站	高级工程师	农机检测	
3	成员	周利平	湖南省技术产权交易中心	研究员	科技管理	
4	成员	曹卫灵	益阳市市场监管局	高级工程师	标准	
5	成员	刘松华	南县农机事务中心	高级工程师	农机推广	
6	成员	/	/	/	/	
7	成员	/	/	/	/	

### 评价指标和评分

一级指标	二级指标	评分
技术指标 (65分)	创新性 (20分)	17.70
	先进性 (20分)	18.20
	成熟度 (15分)	13.50
	知识产权 (10分)	9.22
效益指标 (25分)	经济和社会效益 (15分)	13.30
	市场应用 (10分)	8.84
风险指标 (10分)	技术风险 (4分)	3.44
	市场风险 (3分)	3.07
	政策风险 (3分)	2.95
评价指标评分结果		90.22分

## 基本评价指标综合评分与评价结论

百分制综合评分：90.22 分

### 评价结论：

2021年5月15日，益阳市高新技术企业协会在南县组织召开了南县伟业机械制造有限公司和湖南农业大学共同完成的“新型旋耕施肥播种机及精量播种关键技术研究与应用”项目科技成果评价会。专家组审查了评价资料、察看了生产现场、听取了项目组的汇报，经质询和讨论，形成如下评价意见：

- 1、提交的评价资料符合科技成果评价要求。
- 2、该项目研究开发的旋耕施肥播种机由旋耕、施肥、播种、开沟起垄、施药（水）等系统组成，具有土地旋耕破碎、开沟起垄、覆土、平地、施肥、施药（水）、精量播种、排种排肥故障报警等功能，可实现精准化、精量化播种要求，适应于油菜、大豆、花生等颗粒状农作物播种。
- 3、该项目开发了一种盘状结构耕地犁，替代了传统的旋耕播种机中间小犁，解决了传统小犁缠草、垄中小沟等问题。
- 4、该项目应用卫星定位及信息化传感技术，实现了播种、施肥等作业与牵引装置行驶速度智能匹配。
- 5、该成果具有多项自主知识产权，产品已实现批量生产并获得湖南省农业机械试验鉴定证书（证书编号：T202143430041），经用户使用反映良好，经济效益和社会效益显著，市场前景广阔。

综上所述，该成果整体技术居国内领先水平。

专家组组长：



副组长：



2021年5月15日

## 评价机构声明

我单位依据《中华人民共和国科学技术进步法》、《中华人民共和国促进科技成果转化法》、《科学技术评价办法》、《科技评估管理暂行办法》，严格按照《科技成果评价办法》的有关规定和要求，秉承客观、公正、独立的原则，聘请同行专家对该项科技成果进行了评价。评价结论以客观事实为依据，评价过程不存在任何违反上述有关法律法规规定的情形。我单位承诺对依据委托方提供的技术资料所做出的科技成果评价结论的客观性、真实性和准确性负责，将严格按照上述有关规定和要求，认真履行作为评价机构的义务并承担相应的责任。科技成果评价结论不具有行政效能，仅属咨询性意见。依据评价结论做出的决策行为，其后果由行为决策者承担。



法定代表人/法人代表签字：（盖章）



### 科技成果完成单位情况

序号	完成单位名称	邮政编码	详细通信地址	联系人	联系电话
1	南县伟业机械制造有限公司	431200	湖南省南县经开区	刘建伟	13907375848
2	湖南农业大学	410002	长沙市芙蓉区远大路湖南农业大学	吴明亮	13974923150

## 主要研制人员名单

序号	姓名	性别	出生年月	技术职称	文化程度	工作单位	对成果创造性贡献
1	刘建伟	男	1971.10	工程师	大专	南县伟业机械制造有限公司	总设计
2	罗海峰	男	1976.10	高级实验师	博士	湖南农业大学工学院	信息系统研究与应用
3	周军武	男	1974.10	高级工程师	本科	南县农机事务中心	工艺研究
4	陈定娥	女	1979.08	高级工程师	本科	南县农机事务中心	工艺研究
5	张 捡	男	1977.06	高级工程师	本科	益阳市特种设备检验检测所	功能测试
6	宋艳春	女	1977.04	高级工程师	本科	益阳市产商品质量监督检验研究院	产品试验
7	沈中娇	女	1987.08	工程师	本科	南县伟业机械制造有限公司	推广应用
8	张润清	男	1963.11	工程师	本科	南县伟业机械制造有限公司	工艺设计

# 变容量型孔轮式排种器设计与试验

汤楚宙, 罗海峰<sup>\*</sup>, 吴明亮, 李明

(湖南农业大学工学院, 长沙 410128)

**摘要:** 为了解决针对型孔轮式排种器播量调节困难的问题, 在偏心轮型孔轮式排种器的基础上, 设计了一种由型孔轮和调节环(舌)组成的变容量型孔轮式排种器, 以排种器的转速、调节舌类型、播量调节档位、行进速度、调节舌宽度为变量对油菜种子进行了单因素和多因素试验。试验结果表明: 影响排种均匀性、各行排量一致性和种子破碎率的主要因素为排种器的转速、调节舌类型和型孔大小。变容量型孔轮式排种器的转速以 30~50 r/min 为宜, 调节舌类型凹圆头优于平头, 型孔长度增大对提高排种均匀性和各行排量一致性及降低破碎率有利。在所设计的结构尺寸条件下, 该排种器适应于各类小粒度种子的条播。

**关键词:** 播种, 设计, 试验, 型孔, 容量, 调节, 油菜

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2010.12.019

中图分类号: S223.2<sup>+3</sup>

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2010)-12-0114-06

汤楚宙, 罗海峰, 吴明亮, 等. 变容量型孔轮式排种器设计与试验[J]. 农业工程学报, 2010, 26(12): 114-119.

Tang Chuzhou, Luo Haifeng, Wu Mingliang, et al. Design and test on seed metering device with variable capacity model-hole roller[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(12): 114-119. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

型孔轮式排种器是较为常用的一种机械式排种器, 精量播种需要控制的重要指标是播量, 要求排种器能根据作物品种、农艺要求等因素方便地调节单位面积播量。长期以来, 对于型孔轮式排种器的播量调节困难, 一般采用改变型孔轮的转速和更换不同容积的型孔来实现, 或采用在种子内掺入一定比例的沙子或者死种(炒熟)来实现播量的调节。改变型孔轮的转速会导致传动系统复杂, 同时转速的改变可能引起种子破碎率变化等问题; 而更换型孔的操作比较麻烦, 同时需要配备型孔轮。

张宇文介绍了机械式多功能精密排种器<sup>[1]</sup>, 将精密排种与外槽轮常规排种组合在一个排种盒中, 一机多用, 能完成精密播种大、中、小粒种子和常量播种大、中粒种子。同时采用新的推种轮齿形曲线、降低使推种轮位置设计了中心传动强推式精密排种器<sup>[2]</sup>, 为了验证型孔轮转速对排种性能的影响, 吴明亮等作了偏心轮型孔轮式排种器极限转速的试验<sup>[3]</sup>结果表明, 该排种器最高转速不超过 70 r/min, 最低转速不低于 30 r/min。王仁贵对外槽轮排种器采用电控调节进行了研究<sup>[4]</sup>, 利用排量调节直流

电动机的正、反转, 驱动齿条并通过推移板带动槽轮与阻塞轮相对于排种器壳体左右移动, 使槽轮的有效排槽长度改变, 从而调节排量。常金丽等报道了气流式集中排种系统中排种定量器<sup>[5]</sup>, 由压缩弹簧和调节手柄组成的播量调节装置能准确控制阻塞轮的位置, 从而改变外槽轮的工作长度, 达到能够准确调节播量的目的。袁文胜等研究了一种异形孔窝眼轮式油菜排种器, 沿轴向配置 2 排或 3 排窝眼孔, 调节播种量时只需将排种轮沿轴向移动, 改变窝眼孔进入或退出排种器壳内排数, 即可增加或减少播种量<sup>[6]</sup>。侯景颇等分析了影响排种器工作性能的因素, 认为采用较大的排种盘直径, 可以提高排种精度<sup>[7]</sup>。李红伟等在驱动地轮和排种盘之间设置多级变速装置, 实现了往复式排种器播量多级调节<sup>[8]</sup>, 为了实现小播量的小粒种子的播量无级调节, 在偏心轮型孔轮式排种器<sup>[9-10]</sup>的基础上, 本文设计并试验研究了一种以播油菜种子为主的变容量型孔轮式排种器。

## 1 变容量型孔轮式排种器结构和工作原理

### 1.1 变容量型孔轮式排种器结构

变容量型孔轮式排种器结构如图 1 所示。除型孔轮以外, 基本结构与湖南农业大学应用于 2BYF-6 型联合播种机上的偏心轮型孔轮式排种器相同<sup>[11-12]</sup>, 包括排种轴, 内置于排种轴上的清种圆刷, 排种小齿轮, 带开口槽的型孔轮, 焊接在带开口槽的型孔轮上的内齿轮, 调节环, 左右侧面板, 中间支撑板, 护种环, 清种毛刷, 卸种插板。调节环和型孔轮通过内侧护种环支撑并相互交合在一起; 型孔轮依靠外圆上的凸台定位在左侧面板和中间支撑板之间, 护种环依靠两端的环嵌入左右侧面板的扇形槽内定位。

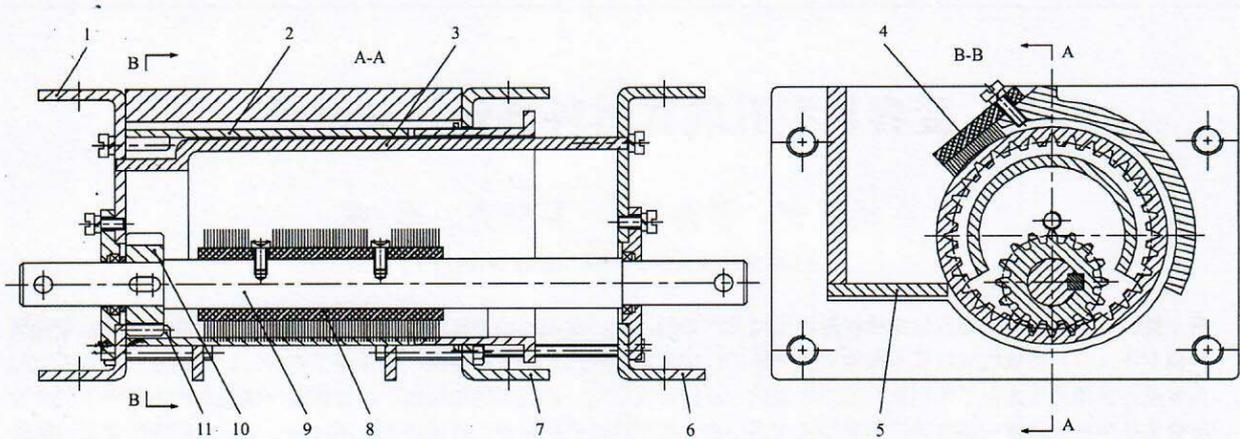
收稿日期: 2010-04-28 修订日期: 2010-07-01

基金项目: 现代油菜产业技术体系(nycytx00509); 湖南省政府重大专项; 湖南省科技厅重大专项(2009FJ1006-2); 农业部跨越计划(农财发[2009]50)  
作者简介: 汤楚宙(1949-), 男, 湖南益阳人, 教授, 博士生导师, 主要从事农业机械设计与试验研究。长沙 湖南农业大学工学院, 410128。

Email: chzhtang2002@sina.com

\*通信作者: 罗海峰(1976-), 男, 湖南邵阳人, 主要从事农业机械设计与试验研究。长沙 湖南农业大学工学院, 410128。

Email: luohai Feng1976@163.com



1.左侧面板 2.型孔轮组件 3.护种环 4.清种毛刷 5.卸种板 6.右侧面板 7.中间支撑板 8.清种圆刷 9.排种轴 10.小齿轮 11.内齿轮

图 1 变容量型孔轮式排种器结构简图

Fig.1 Structure sketch of variable capacity model-hole roller seedmeter

### 1.2 变容量型孔轮组件

变容量型孔轮组件是变容量排种器的关键部件，由型孔轮和调节环两部分组成（如图 2）。型孔轮周向设有 18 条槽，长、中、短各 6 条，长条播第 1 行、中条播第 2 行、短条播第 3 行。调节环周向对应设有 18 条凸条（调节舌），型孔轮的槽与调节环上的调节舌一一对应，大小相配，调节舌的端部与槽的端部之间形成充种空腔（型孔）。当移动调节环，改变调节舌与型孔轮之间的相对位置，形成不同大小的型孔腔，改变型孔容积，从而实现播种量的变容量无级调节。

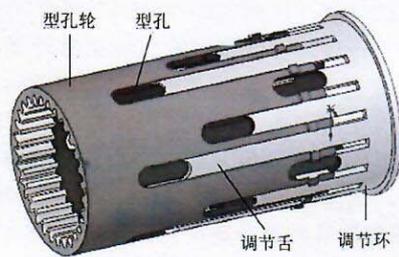


图 2 型孔轮组件

Fig.2 Model hole roller subassembly

### 1.3 型孔的形状及尺寸

型孔形状和尺寸应根据所播种子的形状尺寸、表面性状设计。型孔常为圆柱形、圆锥形或椭圆柱形<sup>[13]</sup>。油菜籽粒的外观形状是类球形，粒径小，型孔轮和调节环的内径为 68.3 mm，外径为 74.5 mm，故型孔的理论深度为 3.1 mm。调节舌的宽度为 5 和 8 mm，调节舌形式为不同尺寸凹圆头和平头 4 种型孔进行试验，其结构示意图如图 3。

### 1.4 变容量排种器工作原理

排种轴在动力驱动下转动，充种室内的种子依靠重力流入型孔内，通过清种毛刷时除出多余种子；型孔中的种子在护种环的依托和型孔轮的转动下，到达排种器的下部和护种环的缺区，种子依靠重力脱离型孔或在清种圆刷的作用下排成型孔，完成一个充种、清种、护种和排种过程。

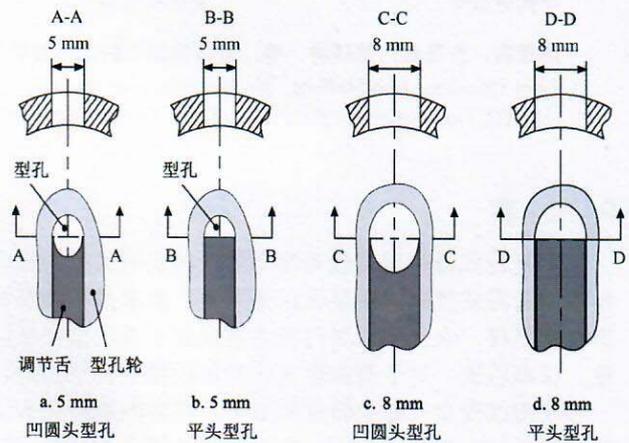


图 3 型孔简图

Fig.3 Structure sketch of mold hole

## 2 变容量型孔轮式排种器试验

### 2.1 材料和方法

#### 2.1.1 试验设备

多功能排种器试验台<sup>[14]</sup>。

采用 DT-2236C 手握数字转速表，转速：2.5~99.999 r/min，分辨率：1 r/min，准确率： $\pm(0.05\%n+1d)$ ；MP200B 电子天平，称量范围为 200 g，精度为 0.01 g。

选择湘杂油 573 号油菜种子作为试验对象，千粒质量为 4.3 g。

#### 2.1.2 试验方法

试验时，先启动排种器，然后启动输送带（涂有黄油的纸带置于输送带上），当有效播种长度达到取样长度后停机；随机取样 2 m，平均分为 20 段，分别统计第 1、2、3 行每段种子的粒数和破损种子数。

分别计算公顷播量  $m$ ，各行排种均匀性变异系数  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ ，总排种均匀性变异系数  $V$ ，破损率  $Y$  和各行排量一致性变异系数  $U$ 。

公顷播量  $m(\text{kg}/\text{hm}^2)$  计算方法为

$$m = \frac{10\gamma n}{BL}$$

式中,  $n$  为单行在  $L$  长度内的排种粒数;  $B$  为行距,  $m$ ;  $L$  为测试长度,  $m$ ;  $\gamma$  为所测油菜籽干粒质量。

排种均匀性变异系数  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  和  $V$  的计算方法

$$\bar{X} = \frac{\sum CX}{n_1}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n_1 - 1}}$$

$$V = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\%$$

式中,  $X$  为单行每段种子数, 粒;  $\bar{X}$  为单行每段种子平均数, 粒;  $S$  为标准差;  $n_1$  为分段数;  $V$  为排种均匀性变异系数, %。

破损率  $Y$  的计算式为

$$Y = \frac{S_1}{S_2} \times 100\%$$

式中,  $S_1$  为在同一次试验中破损种子数量, 粒;  $S_2$  为每次试验排种器排出种子的总数量, 粒;  $Y$  为破损率, %。

各行排量一致性变异系数  $U$  的计算方法

$$\bar{Z} = \frac{\sum Z}{n_2}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Z - \bar{Z})^2}{n_2 - 1}}$$

$$U = \frac{S}{\bar{Z}} \times 100\%$$

式中,  $Z$  为每行排量, 粒;  $\bar{Z}$  为平均每行排量, 粒;  $S$  为标准差;  $n_2$  为行数。

### 3 试验结果与分析

#### 3.1 单因素试验结果与分析

分别选用排种器转速、行进速度(带速)、调节舌形式与宽度、播量调节档位 5 个因素对排种器进行单因素试验。

##### 3.1.1 排种器转速对排种性能的影响

行进速度取 1 km/h, 调节舌形式为凹圆头, 调节舌宽度为 5 mm, 分别统计排种器转速为 21、28、35、42、49、56、72 r/min 转速时每段种子粒数, 分析对播量、破损率、排种均匀性、各行排量一致性的影响。

如图 4a 所示, 变量型孔轮式排种器播量随转速的提高呈上升趋势, 而且播量的上升速率也逐渐加大, 当转速超过临界值后, 播量逐渐减少。

如图 4b 所示, 转速在 30~50 r/min 时, 破碎率随着转速的提高有所增大, 但对破损率影响不大。

从图 4c 曲线可见, 当排种器的转速从 30 r/min 增大到 50 r/min 时, 排种均匀性变异系数变化不大, 即排种均匀性良好。35 r/min 的排种均匀性总变异系数最小, 排种均匀性最好。

如图 4d, 排种器的转速对各行排量一致性有一定影响, 转速为 35 r/min 时最好。

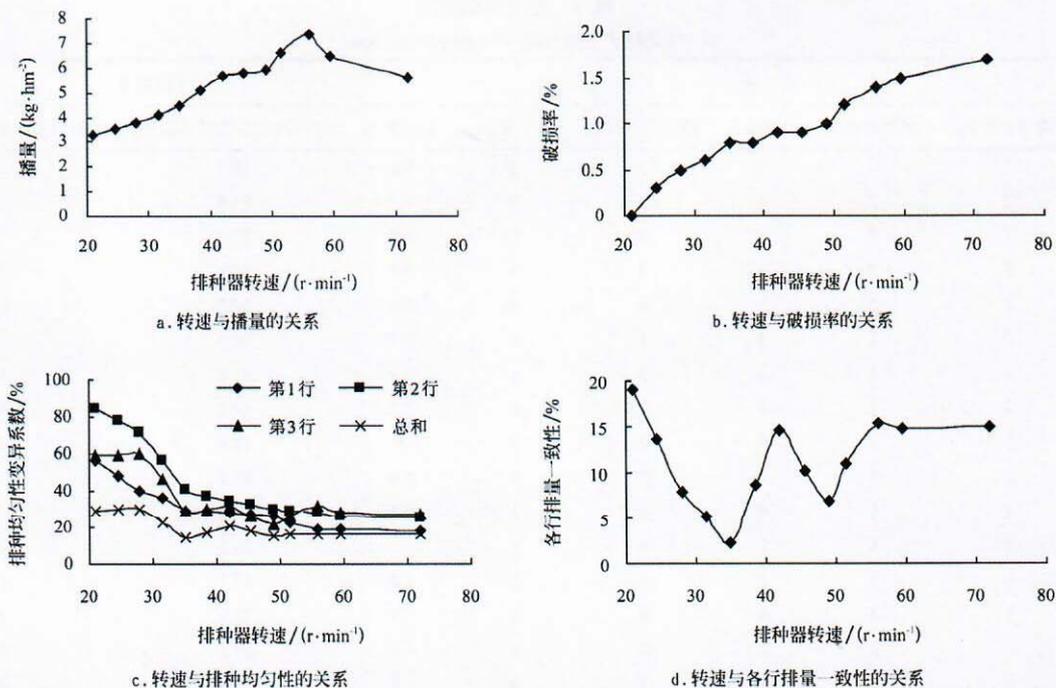


图 4 转速与排种器排种性能指标间的关系

Fig.4 Relationship between speed and seeding performance of seedmeter

##### 3.1.2 调节舌的外形及尺寸对排种性能的影响

行进速度为 1.8 km/h, 转速为 42 r/min 时, 调节舌为凹圆头和平头, 调节舌宽度为 5、8 mm; 变容量型孔式

排种器能实现播量连续无级调节, 但为了操作方便, 设置 4 个调节 I、II、III、IV 档, 沿型孔轮轴线长度分别定义型孔长度为 5、7、9、11 mm, 分别统计 I、II、III、

IV档时每段种子粒数，重复 5 次取其平均值作为试验结果，如表 2 所示。

表 2 调节舌类型及宽度和不同档位对排种性能的影响  
Table 2 Seeding performance influenced by adjustable tongue type, width and different grades

排种性能指标	调节舌形式		调节舌宽度/mm		播量调节档位			
	凹圆头	平头	5	8	I	II	III	IV
播量 m/(kg·hm <sup>2</sup> )	2.8	1.8	2.9	14.4	2.8	6	8	10.6
破损率 Y/%	1.5	1.7	2.1	0.7	1.3	2.1	0.1	0.5
第 1 行均匀性变异系数 V <sub>1</sub> /%	61.6	65.1	60.8	43.9	44	33.3	39.9	29.8
第 2 行均匀性变异系数 V <sub>2</sub> /%	50.3	65.5	46.1	48.3	58	39.2	45.6	22
第 3 行均匀性变异系数 V <sub>3</sub> /%	65.7	76.1	64.1	46.7	66.8	38.5	31	29.2
总均匀性变异系数 V/%	34.2	38.1	32.8	36.8	35.3	19.2	21	13
各行排量一致性变异系数 U/%	12	19.4	13.2	11.9	8.8	16.5	16.6	29.2

从表 2 中数据分析，调节舌类型对最小播量有影响，这是因为型孔容量不同，I 档时凹圆头的型孔容量约为平头的两倍。调节舌类型对于破损率影响不大，但是对于均匀性和播量一致性，凹圆头优于平头；调节舌宽度对于破损率影响较大；随着档位由 I—IV 变化，型孔增大，囊种数量增多，播量增大，基本呈线性关系。

3.2 正交试验与分析

3.2.1 正交试验因素

影响排种器排种均匀性变异系数、各行排量一致性变异系数和破损率的因素较多，为了考察各因素间的相互影响，进行了多因素正交试验。根据单因素试验结果，以调节舌类型、调节舌宽度、转速、播量调节档位和行

进速度作为正交试验因素，试验因素如表 3。

表 3 试验因素及水平  
Table 3 Influence factors and levels of test

水平	A 调节舌形式类型	B 调节舌宽度/mm	C 转速/(r·min <sup>-1</sup> )	D 播量调节档位	E 行进速度/(km·h <sup>-1</sup> )
1	凹圆头	8	28	I	0.8
2	平头	5	35	II	1.0
3			42	III	1.2
4			49	IV	1.4

3.2.2 试验结果

选用正交型试验设计表 L<sub>16</sub>(4<sup>5</sup>)，正交实验结果如表 4。

表 4 正交试验结果  
Table 4 Results of orthogonal test

试验号	因素					试验结果		
	调节舌形式	调节舌宽度	转速	播量调节档位	行进速度	破损率/%	排种均匀性变异系数/%	各行排量一致性变异系数/%
1	1	2	3	3	2	0.6	18.7	6.3
2	2	2	1	2	2	0.7	21.0	34.4
3	1	2	3	4	3	0.5	22.4	12.9
4	2	2	1	1	3	0.4	17.1	22.7
5	1	1	1	4	4	0.6	23.9	22.0
6	2	1	3	1	4	0.7	28.5	23.3
7	1	1	1	3	1	0.2	23.0	12.7
8	2	1	3	2	1	0.7	19.8	17.0
9	1	1	4	2	3	0.6	18.3	5.3
10	2	1	2	3	3	0.9	40.1	7.3
11	1	1	4	1	2	0.7	18.6	3.3
12	2	1	2	4	2	0.3	21.5	13.3
13	1	2	2	1	1	0.8	27.1	12.0
14	2	2	4	4	1	0.8	22.9	8.6
15	1	2	2	2	4	0.6	20.3	18.8
16	2	2	4	3	4	0.8	23.0	12.7

3.2.3 试验结果极差分析

极差分析结果见表 5，分析表明：影响排种均匀性变异系数的主次因素顺序是 CDABE，影响各行排量一致性的主次因素是 CADEB，影响破损率的主次因素是

CABDE。对降低排种均匀性变异系数的这五个因素的较优组合是 A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>4</sub>D<sub>2</sub>E<sub>2</sub>；对降低各行排量一致性变异系数的这 5 个因素的较优组合是 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>4</sub>D<sub>3</sub>E<sub>3</sub>；对降低破损率的这 5 个因素的较优组合是 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>D<sub>4</sub>E<sub>2</sub>。

表5 正交试验极差分析  
Table 5 Range analysis of orthogonal test

	排种均匀性变异系数 $V$					各行排量一致性变异系数 $U$					破损率 $Y$				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
	$R$	2.7	2.6	6.6	6.3	4.5	5.7	3.1	15.5	9.1	7.1	0.0875	0.0625	0.250	0.10
$R'$	5.4	5.2	5.9	5.7	4.1	11.4	6.2	14.0	8.2	6.4	0.1750	0.1250	0.225	0.09	0.09
较优方案	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>4</sub> D <sub>2</sub> E <sub>2</sub>					A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	E <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>4</sub>	E <sub>2</sub>
主次因素	C	D	A	B	E	C	A	D	E	B	C	A	B	D	E

注:  $R=R \times d \times r^{1/2}$ ,  $r$  为因素每个水平试验重复次数,  $d$  为折算系数, 与因素水平有关。

### 3.2.4 试验结果方差分析破损率

用极差分析方法找出了各因素对排种均匀性、各行排量一致性和破损率的主次因素及水平的较优组合, 为了分析所存在的误差, 进行方差分析, 结果见表6。

1) 从表6中可以看出, 调节舌形式、调节舌宽度、转速和档位四因素对排种均匀性变异系数的影响显著, 行进速度对于排种均匀性变异系数的影响不显著。

2) 调节舌形式和转速对各行排量一致性变异系数的影响显著, 调节舌宽度、调节档位和行进速度对各行排量一致性变异系数的影响不显著。

3) 所有因素对于排种器的破损率的影响都不显著, 且破损率都很小(都小于1%)。

方差分析所得因素主次关系与极差分析所得结论基本相同, 说明极差分析结果准确。

表6 排种性能变异方差分析  
Table 6 Variance analysis of seeding performance

	排种均匀性变异系数 $V$					各行排量一致性变异系数 $U$					破损率 $Y$				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
自由度	1	1	3	3	3	1	1	3	3	3	1	1	3	3	3
$F$ 值	11.31	10.89	13.85	10.47	6.37	12.62605	3.494481	15.73499	5.405971	4.050918	0.385827	0.19685	0.553806	0.112861	0.091864
显著性	显著	显著	显著	显著	—	显著	—	显著	—	—	—	—	—	—	—

注:  $F_{0.05}(1,4)=7.7$ ,  $F_{0.01}(1,4)=21.2$ ,  $F_{0.05}(3,4)=6.6$ ,  $F_{0.1}(3,4)=16.7$ 。

## 4 结论

变容量型孔轮式排种器适应于包括油菜籽在内的各种小粒种子的条播<sup>[15]</sup>, 且播量可以无级调节。

单因素试验结果表明变容量型孔轮式排种器的转速以30~50 r/min为宜, 调节舌形式凹圆头优于平头, 型孔长度增大对提高排种均匀和各行排量一致性及降低破损率有利。

正交试验结果表明影响排种均匀性的主次因素顺序是排种器转速、播量调节档位、调节舌形式、调节舌宽度、行进速度; 影响各行排量一致性的主次因素顺序为排种器转速、调节舌形式、播量调节档位、行进速度、调节舌宽度。影响种子破损率的主次因素顺序是排种器转速、调节舌形式、调节舌宽度、播量调节档位、行进速度。

应用于大粒种子的变容量型孔轮式排种器有待进一步研究。

### [参 考 文 献]

- [1] 张宇文. 机械式多功能精密排种器的设计[J]. 农业机械学报, 2005, 36(3): 51-53.  
Zhang Yuwen. Research and design for making a new type of mechanized and multiple functions of precision seed-drilled
- [2] 张宇文, 张文超, 李冬肖. 中心传动强推式精密排种器设计[J]. 农业机械学报, 2010(2): 78-81, 121.  
Zhang Yuwen, Zhang Wenchao, Li Dongxiao. Design for precision metering device with center transmission[J]. Transactions of the CSAM, 2010(2): 78-81, 121. (in Chinese with English abstract)
- [3] 吴明亮, 官春云, 高晓燕, 等. 偏心轮型孔轮式排种器排种油菜极限转速试验[J]. 农业工程学报, 2010, 26(6): 119-123.  
Wu Mingliang, Guan Chunyun, Gao Xiaoyan, et al. Test on limit turning speed of eccentric round hole-wheel seedmeter for rape[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(6): 119-123. (in Chinese with English abstract)
- [4] 王仁贵. 对外槽轮排种器采用电控调节的探讨[J]. 农业技术与装备, 2009(2): 31-32.  
Wang Rengui. Discussing of outer groove-wheel seedmeter with electronic control[J]. Agricultural Technology and Equipment, 2009(2): 31-32. (in Chinese with English abstract)
- [5] 常金丽, 张晓辉, 陈艳巧, 等. 气流式集中排种系统中排种定量器的设计[J]. 农机化研究, 2007, (6): 66-67.  
Chang Jinli, Zhang Xiaohui, Chen Yanqiao, et al. Design of the quantitative force feed in the air-stream central-type drill

appliance[J]. Transactions of the CSAM, 2005, 36(3): 51-53. (in Chinese with English abstract)



# 湖南省技术发明奖 证书

为表彰湖南省技术发明奖获得者，  
特颁发此证书。

获奖项目：油菜联合播种关键技术与应用

奖励等级：三等奖

获奖单位：南县伟业机械制造有限公司  
(第3完成单位)



证书号：20203035-F3-216-D03