

DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2012.S0.013

水稻直播机设计与试验*

梁宝忠¹ 赵永亮² 赵金英² 朱孔欣²

(1. 中国农业机械化科学研究院, 北京 100083; 2. 中机美诺科技股份有限公司, 北京 100083)

【摘要】 设计了水稻直播机,可一次完成整平、播种、施肥和覆盖等工序。采用外槽轮式排种器和全液压驱动调节排种量的方式实现了水稻直播的均匀排种;采用双向整平螺旋实现播种田块的平整;采用船形托板可抹平田面,实现基肥、种沟的全面覆盖。性能试验表明,该机的播种均匀性变异系数 24.5%,各行排种量一致性变异系数 3.2%,种子破损率 0.2%。

关键词: 水稻直播 侧深施肥 覆盖 试验

中图分类号: S223.2⁺2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2012)S0-0063-04

Design and Test of Rice Direct Seeder

Liang Baozhong¹ Zhao Yongliang² Zhao Jinying² Zhu Kongxin²

(1. Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, Beijing 100083, China

2. Menoble Co., Ltd., Beijing 100083, China)

Abstract

The designed rice seeder could perform tilling, seeding, fertilizing and covering activities simultaneously. Equal distribution of the seed was completed by the structure of roller feed and hydraulic driving system. The bothway augers could prepare for the field. It was showed that the coefficient of variation for the equal distribution was 24.5%. The coefficient of variation for the even seed consumption for every ridges was 3.2%. The seed broken ratio was 0.2%.

Key words Rice direct seeding, Side deep fertilizing, Covering, Test

引言

水稻种植技术分为直播和移栽两种体系,直播是一种省工、省力、节本、节能和节水的高效栽培方式^[1-4]。欧美国家早已建立水稻直播栽培体系的水稻生产,并实现了机械化直播。近年来,随着社会经济的发展,劳动力成本提高,尤其是淡水资源的缺乏,日本、韩国以及东南亚各国也开始用水稻直播取代水稻移栽^[5-7]。机械直播是水稻轻型栽培技术中最简单的种植方式,具有不用育秧、移栽,省工、高效的突出优点;另外,近年随着化学除草技术的成熟以及劳动力成本的提高,该种植方式越来越受到人们的关注。目前,国内现有的水稻直播机功能单一,只能完成播种或只适应于水直播,生产效率低,不能满

足水稻直播的农艺要求^[8]。本文旨在研究一种适用于旱田和湿、水田的水稻直播机,能一次完成平整、播种、施肥和覆盖等工序。

1 工艺过程与结构

1.1 工艺过程

根据水稻直播的农艺要求,提出一种条播稻种、侧深施基肥、覆盖稻种的种植方式,如图1所示。在稻种侧边 60 mm,比稻种深 20 mm 处施加基肥,随后由船形托板全面覆盖;船形托板在覆盖基肥的同时,压出稻种沟槽,种沟深约 20 ~ 30 mm,间距为 265 mm,随后往种沟里播种;接着用覆土链刮土或在稻种表面覆肥进行覆盖。

侧深施基肥可提高基肥的利用率,降低基肥的

收稿日期: 2012-07-07 修回日期: 2012-07-19

* 国家公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(201203059-4)

作者简介: 梁宝忠,高级工程师,主要从事水稻种植研究, E-mail: liangbz@maen.com.cn

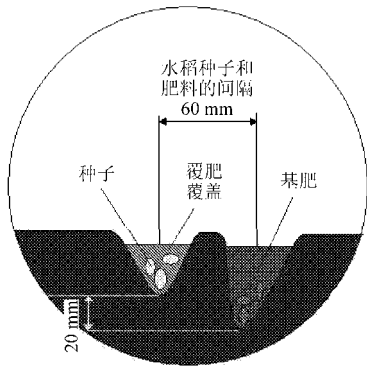


图1 播种截面图

Fig.1 Section diagram of seeding

使用量。旱直播稻种时,可选用覆土链刮土的方式覆盖稻种;湿、水播稻种时,可选用覆肥的方式覆盖稻种。覆肥(如硅肥)的目的一方面是为了改善土壤结构,提高水稻产量,改善水稻品质;另一方面是为了给水稻稻种的生长提供一个适宜的生长环境。由于覆肥具有在干燥的环境下释放和保持水分,在潮湿的环境下吸收水分的特性,所以它给稻种生长创造了一个适宜的小环境,确保了水稻的出苗率。水稻成行生长,稻田通风采光透气好,减少了病虫害,同时稻种入沟覆盖的方式能增加水稻根系的入土深度,增强其抗倒伏能力^[9]。

1.2 总体结构

水稻直播机可一次完成播种、施肥和覆盖作业,主要由悬挂架、排种装置、排基肥装置、排覆肥装置、基肥开沟器、整平螺旋、齿轮箱、液压驱动装置、链传动组件、船形托板和覆土链等部分组成,如图2所示。

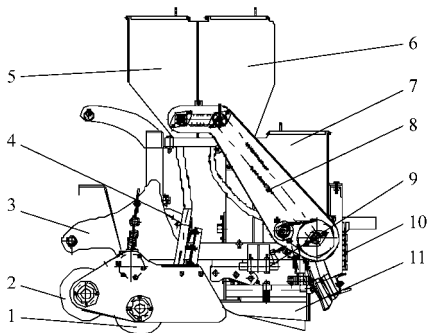


图2 水稻直播机结构图

Fig.2 Structure diagram of rice direct seeder

1. 基肥开沟器 2. 整平螺旋 3. 悬挂架 4. 齿轮箱 5. 排基肥装置 6. 排种装置 7. 排覆肥装置 8. 链传动组件 9. 液压驱动装置 10. 覆土链 11. 船形托板

本机采取拖拉机全悬挂、中心对称布置,将悬挂架、覆肥箱、种箱和基肥箱连接为一体,形成框架布置在上层;将齿轮箱、整平螺旋、基肥开沟器和两侧板连接为一体,形成框架铰接在悬挂架上,布置在下层前段,可使整平螺旋有效地随地面仿形,起到整平

轮胎痕迹的作用。船形托板也铰接在悬挂架的后部,布置在下层后段,可使船形托板有效地仿形抹平田面,同时在抹平的田面上压出种沟,确保在较平整的田面上进行播种作业。排种、排肥由液压系统驱动,通过链传动组件传递,排种量可通过油量控制阀调节。播种转速采用电子装置实时监控。整机技术规格如表1所示。

表1 水稻直播机技术规格

Tab.1 Specification of rice direct seeder

参数	数值
外形尺寸(长×宽×高)/mm×mm×mm	3 010×1 250×1 400
整机质量/kg	840
行数	11
行距/mm	265
排种量/kg·hm ⁻²	15~120
配套动力/kW	≥58.8
作业速度/km·h ⁻¹	3~8
生产效率/hm ² ·h ⁻¹	0.9~2.4
配套形式	拖拉机悬挂式
播种形式	条播
排种器结构	上排外槽轮式
排种器驱动方式	液压马达

1.3 传动布置

拖拉机通过万向节将动力传递给齿轮箱,齿轮箱将动力分成3部分,分别传递给整平螺旋、基肥开沟器和液压泵。液压泵通过操纵阀驱动液压马达,液压马达再通过链传动组件驱动覆肥轴、排种轴、排基肥轴,从而使排种、排基肥、覆肥实现全液压驱动。通过调节流量控制阀可以方便地实现液压马达的无极变速,达到调节排种量的目的。液压操纵阀上设有触底开关,触底开关与船形托板相连,当拖拉机作业到地头需要拐弯时,提起直播机,在没切断动力输出轴动力的情况下,触底开关会自动切断液压动力输出,停止排种、排基肥和覆肥;反之,当直播机落地时,各排种、肥装置开始工作。传动布置如图3所示。

2 关键部件设计

2.1 排种器

由于外槽轮式排种器具有排种均匀稳定、损伤稻种少的特点,选用了上排外槽轮式排种器结构,如图4所示。排种器一圈设定8个槽,外槽轮直径为61 mm,槽形半径为9 mm,最大工作长度45 mm。将排种器设计成单独调节的结构,通过旋转排种器端面的轮子来调节槽的横向开口大小,以适应不同的

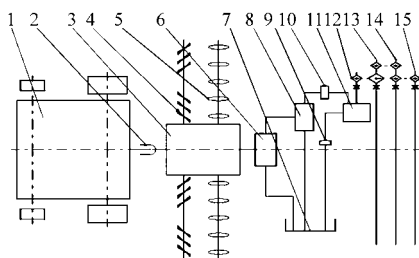


图3 传动布置示意图

Fig. 3 Sketch map of drive line arrangement

1. 拖拉机 2. 万向节 3. 齿轮箱 4. 整平螺旋 5. 基肥开沟器
6. 液压泵 7. 油箱 8. 操纵阀 9. 油量控制阀 10. 触底开关
11. 液压马达 12. 链轮 13. 排覆肥轴 14. 排种轴 15. 排基肥轴

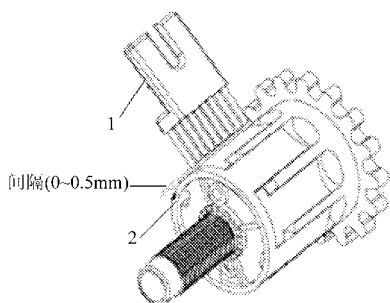


图4 排种器结构图

Fig. 4 Structure diagram of seeding apparatus

1. 刷子 2. 排种轮

排种量。在轮槽外缘设置刷子, 刷子与排种器外缘间隔 $0 \sim 0.5$ mm, 以便刷去轮槽外缘多余的稻种, 减轻对稻种的伤害, 提高播种的精确性。

2.2 整平螺旋

水稻播种要求在平整的地面上进行, 而拖拉机行走过后会产生轮胎痕迹, 湿、水田播种时轮胎痕迹尤为严重, 所以在直播机前下方设置了整平螺旋, 如图5所示。整平螺旋在直播机的左、右两侧各设置一个, 工作时由齿轮箱驱动旋转。每一侧都是双向螺旋且可随地面仿形, 这样可以把高处的土壤挤到两螺旋中间, 刚好填平拖拉机轮胎痕迹, 从而使播种在较为平整的田面进行。

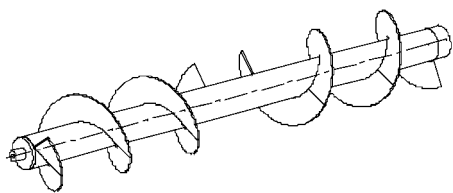


图5 整平螺旋结构图

Fig. 5 Structure diagram of leveling screw

2.3 船形托板

施基肥后, 为了全面覆盖基肥、抹平田面和种沟, 设置了船形托板, 如图6所示。船形托板前端为弧面设计, 采用中间铰接方式连接在主机上, 可随地面仿形有效抹平田面、覆盖基肥。船形托板后端设

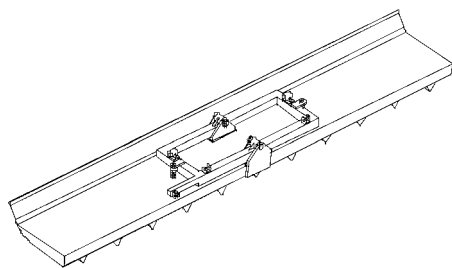


图6 船形托板结构图

Fig. 6 Structure diagram of ship shaped plate

置有三角形开沟器, 可在抹平田面的同时压出种子沟槽。

3 性能试验

3.1 试验条件与方法

对水稻直播机进行了田间性能试验。

试验时间: 2011年6月。

试验地点: 安徽省白湖农场。试验田块进行“两旋”、“一平”处理, 第一遍旋耕深度达150 mm以上, 第二遍浅旋时带拖板拖平田面, 达到表土碎而不细。

配套动力: 东方红 X804 型。

稻种及肥料: 稻种选用嘉花1号, 浸泡催芽至露白后使用。基肥选用颗粒状硝酸磷钾, 覆肥选用沙粒状硅钙镁。

测试参数: 各行排种量一致性变异系数、播种均匀性变异系数、种子破损率、总排种量稳定性变异系数、基肥各行排肥量一致性变异系数、基肥总排肥量稳定性变异系数、覆肥各行排肥量一致性变异系数和覆肥总排肥量稳定性变异系数等。

检测方法: 参考 GB/T 25418—2010《水稻覆土直播机》。

3.2 试验结果与分析

水稻直播机试验结果如表2所示。

试验结果显示, 水稻直播机生产效率可达到 $0.9 \sim 2.4$ hm^2/h , 远高于人工点播(0.7 hm^2/h)和人工插秧(0.3 hm^2/h)^[10]。排种(肥)量与拖拉机前进速度、排种(肥)器凹槽的长度、排种(肥)轴的转速有关, 调节排种(肥)量时, 首先确定拖拉机前进速度和排种(肥)器凹槽的长度, 通过油量控制阀调节排种(肥)轴的转速以达到农艺要求的排种(肥)量, 该转速可实时监控。播种作业时, 要求拖拉机挡位和油门保持不变, 即拖拉机前进速度基本保持不变, 同时通过监控使排种(肥)轴的转速也基本保持恒定, 这样更好地确保了播种的均匀性。总之, 由于选用了上排外槽轮式排种(肥)器以及采用全液压驱动方式, 各行排种(肥)量一致性变异系数、总排

表2 水稻直播机性能指标

Tab.2 Performance parameters of rice direct seeder

试验项目	质量指标	试验结果	项目评判
作业速度/ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	3~8	6	符合
各行排种量一致性变异系数/%	≤ 5.0	3.2	符合
播种均匀性变异系数/%	≤ 45.5	24.5	符合
种子破损率/%	≤ 0.8	0.2	符合
总排种量稳定性变异系数/%	≤ 2.6	1.2	符合
基肥各行排肥量一致性变异系数/%	≤ 13.0	2.8	符合
基肥总排肥量稳定性变异系数/%	≤ 7.8	2.6	符合
覆肥各行排肥量一致性变异系数/%	≤ 13.0	2.1	符合
覆肥总排肥量一致性变异系数/%	≤ 7.8	1.1	符合
播种机在运输位置时离地间隙/mm	≥ 300	560	符合
稻种与基肥的水平间隔/mm	60	62	符合
稻种与基肥的深度间隔/mm	20	19	符合

种(肥)量稳定性变异系数和播种均匀性变异系数等各项指标均符合国家标准的规定。排种器外缘设置刷子减少了对稻种的伤害,种子破损率也达到了水稻播种的要求。采用圆盘滚动式基肥开沟器和三角形滑动式稻种开沟器的开沟方式,所成沟形较好,稻种和基肥的水平和深度间隔达到了设计要求。

4 结论

(1) 水稻直播机实现了整平、播种、施肥和覆盖等工序的集成,满足了水稻直播的农艺要求。

(2) 全液压驱动播种(肥),具有良好的播种(肥)精度和均匀性,且可实现无级变速调节排种量,使播种(肥)量调节更加简便;同时避免了由于地轮滑移所产生的漏播。

(3) 田间试验表明,该机各关键部件工作可靠、生产效率高,其主要性能指标均达到了国家相关标准的规定。

参 考 文 献

- 罗锡文,李锡炼,刘涛,等. 水稻机械直播的现状与发展前景[C]//中国农业工程学会2005年学术年会论文集,2005. Luo Xiwen, Li Xilian, Liu Tao, et al. The present status and foreground on the paddy mechanical direct seeding[C]//Chinese Society of Agricultural Engineering 2005 Annual Conference Proceedings, 2005. (in Chinese)
- 宋建农,庄乃生,王立臣,等. 21世纪我国水稻种植机械化发展方向[J]. 中国农业大学学报,2000,5(2):30~33. Song Jiannong, Zhuang Naisheng, Wang Lichen, et al. The development tendency of chinese rice planting mechanization in the 21st century[J]. Journal of China Agricultural University, 2000, 5(2): 30~33. (in Chinese)
- 臧英,罗锡文,周志艳. 南方水稻种植和收获机械化的发展策略[J]. 农业机械学报,2008,39(1):60~63. Zang Ying, Luo Xiwen, Zhou Zhiyan. Development strategy on rice planting and harvesting mechanization in south China[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008, 39(1): 60~63. (in Chinese)
- 罗锡文,蒋恩臣,王在满,等. 开沟起垄式水稻精量穴直播机的研制[J]. 农业工程学报,2008,24(12):52~56. Luo Xiwen, Jiang Enchen, Wang Zaiman, et al. Precision rice hill drop drilling machine[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2008, 24(12): 52~56. (in Chinese)
- 于吉淼,赵冰,田新庆. 水稻直播机械的发展状况及前景展望[J]. 农业装备技术,2006,32(2):14~16. Yu Jimiao, Zhao Bing, Tian Xinqing. The developing status and future of rice direct-seeding machine [J]. Agricultural Equipment & Technology, 2006, 32(2): 14~16. (in Chinese)
- 王洋,张祖立,张亚双,等. 国内外水稻直播种植发展概况[J]. 农机化研究,2007(1):48~50. Wang Yang, Zhang Zuli, Zhang Yashuang, et al. Research and progress of rice direct sowing at home and abroad[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2007(1): 48~50. (in Chinese)
- 包春江,王瑞丽. 日本水稻机械直播技术综述[J]. 农业科技与装备,2007(6):23~25. Bao Chunjiang, Wang Ruili. Overview on mechanization technology of rice sowing in Japan [J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2007(6): 23~25. (in Chinese)
- 梁宝忠,赵永亮,赵金英. 杂交稻机直播的试验研究[J]. 北方水稻,2008,38(3):143~145.
- 夏俊芳,许绮川,王志山,等. 2BFS-8型水稻芽种播种施肥机设计与试验[J]. 农业机械学报,2010,41(10):44~47. Xia Junfang, Xu Qichuan, Wang Zhishan, et al. Design of rice bud seed sowing and fertilizer machine[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(10): 44~47. (in Chinese)
- 罗锡文,谢方平,区颖刚. 水稻生产不同栽植方式的比较试验[J]. 农业工程学报,2004,20(1):136~139. Luo Xiwen, Xie Fangping, Ou Yinggang. Experimental investigation of different transplanting methods in paddy production [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2004, 20(1): 136~139. (in Chinese)