

2BFS-8型水稻芽种播种施肥机设计与试验*

夏俊芳 许绮川 王志山 周勇

(华中农业大学工学院, 武汉 430070)

【摘要】 设计了2BFS-8型水稻芽种播种施肥机,可一次完成平田、开沟(厢沟、畦沟、肥沟)、作畦、播种、施肥、压种、盖肥等工序。采用振动阀门的槽轮排种器,可实现水稻芽种定量精密分行条播,并防止伤芽和断条。采用常规槽轮排肥器与施肥开沟器,可实现常态化肥分行深施。由组合式开沟器形成的多沟并举,有利于水肥有效管理和光、温充分利用。室内台架和田间生产试验表明,该机主要技术性能指标均达到国家相关标准规定。

关键词: 水稻芽种 播种施肥机 直播 设计 试验

中图分类号: S223.2⁺6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2010)10-0044-04

Design of Rice Bud Seed Sowing and Fertilizer Machine

Xia Junfang Xu Qichuan Wang Zhishan Zhou Yong

(College of Engineering, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract

2BFS-8 rice planting fertilizer machine was developed and it could level the paddy fields, open the furrow, form the ridge, sow, fertilize, press down the seeds and fertilizer simultaneously according to the requirement of rice planting. Seeds were drilled in the ridge and fertilizer was manured in the fertilizer ditch. Improved seed metering device could effectively prevent the clogging of rice seeds. The ditch system enabled the effective management of water and fertilizer to the paddy fields. Laboratory and field tests showed that this machine has fully reached the relevant national standards requirement.

Key words Rice bud seed, Sowing and fertilizer machine, Direct seeding, Design, Test

引言

水稻栽培分为直播和移栽两种体系,其中水稻直播具有工序简单、效率高的优点。美国、澳大利亚等国家广泛采用直播体系,并实现了生产过程的机械化^[1-4]。我国由于缺乏适用的水稻直播机械及人工撒播稻易倒伏、抗病虫害能力差等因素制约,直播稻所占比例一直较低。目前,随着化学除草技术的成熟以及劳动力成本的提高,水稻直播节约成本、高效的优势愈发明显,我国对水稻直播机械技术及装备的研究也正在深入。2BD-10型水稻精量穴直播机将芽种穴播于垄面上的播种沟,可同步进行开沟、起垄和播种,较好地解决了一般直播稻因根系入土较浅容易倒伏的问题^[5-6]。水稻芽种偏心顶杆式精

量播种机,具有结构简单、省种的特点^[7],但缺乏开厢沟装置,不便于田间管理。国内目前的研究成果普遍未考虑施肥作业要求,因此本文旨在研究一种满足大田水稻直播农艺技术要求,能一次同步完成平田、开沟、作畦、播种、施肥、压种和盖肥等工序的机具。

1 工艺过程和总体结构

1.1 工艺过程

根据水稻直播农艺要求,提出一种水稻芽种精量条播、化肥侧行深施的种植方式,如图1所示。厢沟截面为梯形。厢面上的畦沟和肥沟分别为矩形和梯形,肥沟位于畦沟正下方,宽度为畦沟的一半,实现底肥深施。水稻芽种采用条播方式匀播在畦面

上,由压种板轻压入泥中;化肥条施在肥沟中,由盖肥板完成覆盖。

播后田面成厢,厢间畦沟,有利于后期田间管理;每行成畦,畦间有浅沟,畦沟下有肥沟,水稻生长期间只需在厢沟和畦沟中灌入一定的水供水稻生长之用即可,既节约了水稻生产用水,又能使水肥集中在畦沟中,提高化肥利用率。由于水稻成行生长,稻田通风透气采光好,芽种被压入泥中,既能防浪、防雀,提高种子发芽率和成活率,又能增加水稻根系入土深度,增强其抗倒伏能力。

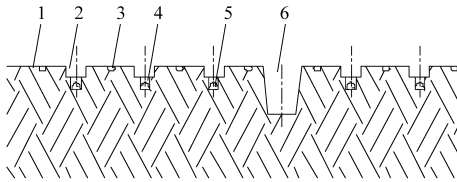


图 1 作业后田面截面图

Fig.1 Section diagram of paddy after operation

1.畦面 2.畦沟 3.种子 4.肥沟 5.化肥 6.厢沟

1.2 总体结构

2BFS-8 型水稻芽种播种施肥机主要由牵引架、地轮升降装置、排种装置、施肥装置、地轮及传动装置、压种盖肥板、运输胶轮、组合式开沟器、船底板、防浪板等部分组成,如图 2 所示。

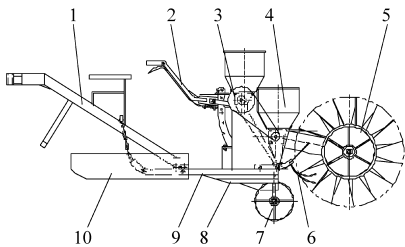


图 2 2BFS-8 型水稻芽种播种施肥机结构简图

Fig.2 Structure diagram of 2BFS-8 rice bud seed sowing and fertilizer machine

1.牵引架 2.地轮升降装置 3.排种装置 4.排肥装置 5.地轮及传动装置 6.压种盖肥板 7.运输胶轮 8.组合式开沟器 9.船底板 10.防浪板

整机由动力机头牵引。田间作业时卸下运输胶轮,由水田驱动轮直接拖动船体滑行。船体滑行过程中,船底板拖平田面,组合式开沟器开出厢沟、畦沟和肥沟。地轮通过传动装置带动排种轴、排肥轴,进而驱动排种器、排肥器工作。采用带振动阀门的小槽轮排种器及常规槽轮排肥器,种子以适当带宽条播在平整的畦面上,由压种板及时压入浅层泥土中;化肥侧行深施于畦沟正下方的肥沟内,由盖肥板完成覆盖。船体前部两侧的防浪板可减轻机组前进引起的泥浪冲淹邻接行稻种和化肥。升起地轮即可停止播种排肥,杠杆式地轮升降机构由机手直接操

纵。该机技术规格如表 1 所示。

表 1 2BFS-8 型水稻芽种播种施肥机技术规格
Tab.1 Specification of 2BFS-8 rice bud seed sowing and fertilizer machine

参数	数值
外形尺寸(长×宽×高)/mm	3 400×2 200×1 300
整机质量/kg	160
配套动力/kW	3~5
作业幅宽/mm	2 200
行距/mm	270
播种方式	带状条播
施肥方式	带状深施
播种/施肥行数	8/6
播种量/kg·hm ⁻²	12~75
施肥量/kg·hm ⁻²	200~600
作业速度/km·h ⁻¹	3~5
纯小时生产率/hm ² ·h ⁻¹	0.6~1.0
适应泥脚深度/mm	≤300

2 关键部件设计

2.1 排种器

由于经浸种、催芽后的水稻芽种含水率较大、流动性较差,容易出现架空、伤种等情况。为适应水稻芽种播种要求,对常规小槽轮排种器进行了改进,其结构如图 3 所示。排种盒内设置一振动阀门,靠自重压在排种盒和槽轮之间。在种子出口处加装了挡种板,控制排种出口间隙 e 在 3~7 mm 范围内可调,有效降低伤种伤芽率^[8]。

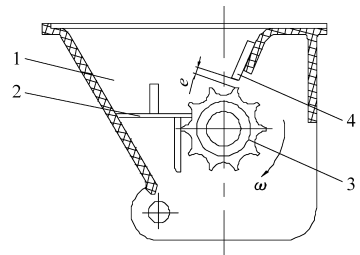


图 3 排种器工作原理图

Fig.3 Schematic diagram of seeding apparatus

1.排种盒 2.振动阀门 3.排种槽轮 4.挡种板

当槽轮转动时,轮齿便驱动振动阀门跳动,振幅约等于槽轮齿高,振动频率为槽数乘以转速。工作时,因振动阀门的振动可有效防止种子堵塞和架空。振动阀门与槽轮的接触部分为胶皮,以免伤芽和磨损槽轮。振动阀门在加种前装入排种盒内,播种完毕时取出,种子便靠自重流下而使种子箱排空。播量调节通过调整槽轮有效工作长度及排种出口间隙配合完成。在调节播量时,要求振动阀门始终卡在槽轮的一个槽内。试验证明,该排种器能有效防止堵塞和架空、芽谷损伤率小,对于芽长小于谷长的芽

种具有良好的适应性。播种量为 $12 \sim 75 \text{ kg/hm}^2$, 能同时满足杂交稻和常规稻芽种的直播要求。

2.2 船体

船体由畦沟和肥沟开沟器、船底板、防浪板、厢沟开沟器等部件组成, 如图4所示。实际结构中, 厢沟、畦沟、肥沟开沟器均位于船底板正下方。

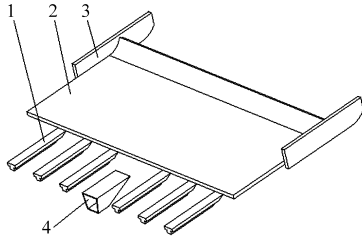


图4 船体结构示意图

Fig.4 Structure diagram of bottom plating

1. 畦沟和肥沟开沟器 2. 船底板 3. 防浪板 4. 厢沟开沟器

作业时, 船底板承重在泥面上滑行, 如压强太大, 则机器会陷入泥中, 难以前进。为保证水稻芽种播种施肥机在水田作业(特别是深泥脚水田)的适应性, 务必保证船底板具有足够的接地面积。船底板前段呈弧形上翘, 方便在泥面滑行。

厢沟开沟器设计成倒靴型, 开出的厢沟为梯形截面, 上、下底宽分别为 150 mm 和 110 mm 。

畦沟和肥沟开沟器均为矩形结构, 宽度分别为 80 mm 和 40 mm , 肥沟位于畦沟正下方。畦沟深度以不妨碍水稻根系正常生长和保证水稻生产期间所需水分为原则^[5]。肥沟深度以水稻根系对肥料的有效吸收为原则。本设计中畦沟深 25 mm , 施肥深度相对畦面 50 mm 。

2.3 压种板和盖肥板

直播后裸露于地表的种子和化肥容易被机器前进引起的泥浪冲走, 必须及时覆盖。因此, 在排种管和排肥管正后方分别设置压种板和盖肥板。压种时应注意不能影响种子在泥土中分布的均匀性, 由于水田泥土很软, 直播时水稻种子只需轻压入泥, 起到防雀、防浪等作用即可。选用弧形板式压种板, 压种板上弯弧形, 既能压种入泥面又不致拖动种子。盖肥板与压种板形态相同, 其宽度略小于所开肥沟的宽度, 作业时落入肥沟并将化肥覆盖。

压种板和盖肥板均铰接轴上, 通过控制杆可以将其提升或降下。

2.4 地轮

地轮的可靠驱动是保证排种装置和排肥装置正常工作的重要条件。以地轮提供的扭矩为最大排种排肥扭矩的 1.5 倍为依据, 设计地轮直径为 700 mm 。机组前进时, 土壤反力作用于地轮叶片上推动地轮转动, 以单个叶片插入泥土中 10 cm 驱动

地轮转动为依据, 计算得出叶片有效工作面积应大于 57 cm^2 。根据地轮的自动脱泥性能并保证转动的连续性, 取地轮的叶片数目为 14 , 叶片的倾角为 12° 。

杠杆式地轮升降机构由机手直接操纵, 可方便控制地轮的升降。升起地轮即可停止播种排肥, 田间转弯时需提起地轮。

2.5 传动系统

在安装振动阀门后, 地轮不能反转, 否则将出现塑料槽轮和排种盒向下挤压振动阀门而导致排种器损坏的现象。为此, 在传递排种动力的链传动中, 设置了一个棘轮式单向回转控制装置, 当地轮反转时, 排种链轮将处于静止状态, 排种器停止工作, 保证了排种器的安全。

3 性能试验

3.1 试验条件与方法

参考 GB/T 9478—2005《谷物条播机 试验方法》及 NY/T 1003—2006《施肥机械质量评价技术规范》对 2BFS-8 型水稻播种施肥机进行了室内台架、田间生产试验。室内台架试验于 2009 年 4 月在华中农业大学工科基地进行, 田间生产试验于 2009 年 5 月在湖北省团风县金锣港农场进行, 试验田块采用船式旋耕埋草机耕整, 耕深 $100 \sim 120 \text{ mm}$, 耕后田间留薄层水, 田块平整。耕层土壤下粗上细, 表土软而不糊。评价指标为: 伤芽率、各行排种(肥)量一致性、总排种(肥)量稳定性、播种(肥)均匀性、断条率、施肥深度合格率等。

3.2 试验结果与分析

2BFS-8 型水稻芽种播种施肥机试验结果如表 2 所示。

表 2 2BFS-8 型水稻芽种播种施肥机性能指标
Tab.2 Performance parameters of 2BFS-8 rice bud seed sowing and fertilizer machine

参数	数值
作业速度/ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$	3 ~ 5
各行排种量一致性变异系数/%	≤ 11.0
总排种量稳定性变异系数/%	≤ 7.5
播种均匀性变异系数/%	≤ 45.0
种子伤芽率/%	≤ 1.5
各行排肥量一致性变异系数/%	≤ 13.0
总排肥量稳定性变异系数/%	≤ 7.8
排肥均匀性变异系数/%	≤ 40.0
施肥深度合格率/%	≥ 75.0
断条率/%	≤ 2.0

2BFS-8 型水稻播种施肥机纯小时作业效率约

为 $0.6 \sim 1.0 \text{ hm}^2/\text{h}$,作业效率远高于人工插秧和撒播。由表2可以看出,其种子伤芽率仅为1.5%,能满足水稻芽种播种要求;各行排种(肥)量一致性变异系数、总排种(肥)量稳定性变异系数、播种(施肥)均匀性变异系数、施肥深度合格率、断条率等重要指标均符合国家相关标准规定。

4 结论

(1) 设计了一种水稻芽种播种施肥机,可一次完成平田、开沟(厢沟、畦沟、肥沟)、作畦、播种、施肥、压种、盖肥等工序。

(2) 室内台架试验表明,振动阀门与改进后的槽轮排种器配套,能有效防止种子堵塞和架空。只要芽长不超过种子长度,均具有良好的适应性,伤芽率不大于1.5%。播种量为 $12 \sim 75 \text{ kg}/\text{hm}^2$,能同时满足不同播量的杂交稻和常规稻芽种的直播要求。

(3) 田间生产试验表明,该机播种、施肥、开沟等关键部件工作可靠、作业效果好、效率高,满足水稻直播的农艺技术要求。其主要指标均能达到国家相关标准规定。

(4) 该机结构简单,生产效率高,纯小时生产率达到 $0.6 \sim 1.0 \text{ hm}^2/\text{h}$ 。

参 考 文 献

- 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,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)
- 何瑞银,罗汉亚,李玉同,等. 水稻不同种植方式的比较试验与评价[J]. 农业工程学报,2008,24(1):168~171.
He Ruiyin, Luo Hanya, Li Yutong, et al. Comparison and analysis of different rice planting methods in China [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2008,24(1):168~171. (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)
- 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)
- 唐湘如,罗锡文,黎国喜,等. 精量穴直播早稻的产量形成特性[J]. 农业工程学报,2009,25(7):84~87.
Tang Xiangru, Luo Xiwen, Li Guoxi, et al. Yield formation characteristics of precision hill-drop drilling early rice [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2009,25(7):84~87. (in Chinese)
- 王林力,谢方平,孙松林,等. 水稻芽种偏心顶杆式精量播种机设计[J]. 农业机械学报,2007,38(12):215~217.
Wang Linli, Xie Fangping, Sun Songlin, et al. The design of rice bud eccentric push-rod precision seeder [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007,38(12):215~217. (in Chinese)
- 高金福,马特. 2BS-14G型水稻直播机试验研究[J]. 农牧与食品机械,1994(5):10~11.

(上接第53页)

- 张卧波,杨俊峰,王建明,等. 挖掘机工作及运动状态的仿真与应用研究[J]. 农业工程学报,2008,24(2):149~151.
Zhang Wobo, Yang Junfeng, Wang Jianming, et al. Simulation and application on work and motion state of excavator [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2008,24(2):149~151. (in Chinese)
- 孙宇,朱俊平,西庆坤. 农业机械中的摆线轮齿廓强度有限元分析[J]. 农机化研究,2008,30(4):25~28.
Sun Yu, Zhu Junping, Xi Qingkun. Finite element analysis for tooth strength of cycloid-gear in the field of agricultural machinery [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research,2008,30(4):25~28. (in Chinese)
- 王芳,王春光,杨晓清. 西瓜的力学特性及其有限元分析[J]. 农业工程学报,2008,24(11):118~121.
Wang Fang, Wang Chunguang, Yang Xiaoqing. Mechanics characteristics and finite element analysis of watermelon [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2008,24(11):118~121. (in Chinese)