

# 基于稻草制造钵育秧盘水稻栽植机的研究

汪 春, 张锡志, 丁元贺, 陈恒高, 李金峰

(黑龙江八一农垦大学工程学院, 大庆 163319)

**摘 要:** 该研究在以稻草(植质)为原料研制出水稻钵育秧盘、以稻壳粉与土为原料混合研制成了人工苗床土的基础上, 按基于稻草制造钵育秧盘水稻乳苗机械栽植技术的要求, 设计和试制了水稻钵育乳苗栽植机, 通过生产试验证明该项技术是可行的。

**关键词:** 栽植机; 育秧盘; 稻草; 乳苗; 水稻

**中图分类号:** S223.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6819(2005)08-0066-04

汪 春, 张锡志, 丁元贺, 等. 基于稻草制造钵育秧盘水稻栽植机的研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(8): 66-69

Wang Chun, Zhang Xizhi, Ding Yuanhe, et al. Research of rice transplanting machine using seedling-growing tray made of straw [J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(8): 66-69 (in Chinese with English abstract)

## 0 引 言

近年来由于水稻面积的逐年扩大, 机械化插秧技术不断提高, 盘育秧的数量和规模也有了很大的发展。盘育秧用苗床土采集困难和严重破坏生态环境的问题, 亦日益加剧。一种既不破坏生态环境又有利于水稻生产机械化的高效育秧产业化生产技术, 已成为亟待解决的问题。目前部分地方采用塑料秧盘种植水稻, 其具有营养土集中, 与普通土隔离, 不易受外界环境的影响, 根系集中于秧盘里, 播种时对秧苗损伤根少, 缓苗时间短等特点。但是塑料秧盘不能直接植入土壤中, 播种不方便。为了解决该问题, 黑龙江八一农垦大学工程学院对秧盘的构成进行了试验研究, 采用植物性钵盘, 秧盘原料为秸秆植物性物质, 秧盘制作的技术要求是 80% 的稻草浆、13.8% 的纸浆、1.2% 的松香、5% 的矾土, 进行调酸处理 pH 值 3~5, 成型后具有一定的强度可满足生产、保存、销售中的强度要求。该秧盘具有每株苗的营养空间较塑料秧盘增大, 根盘结在钵盘中播种时对根的损伤较塑料盘少, 经抛秧或移栽, 在栽植过程中因不伤根, 水稻生长性状好于平育插秧, 经生产验证, 增产在 10%~15% 左右。而到目前为止, 水稻钵育栽植机在我国尚未研究成功。所以基于稻草制造钵育秧盘, 利用现有的插秧机对其秧盘进给等机械进行改进设计, 达到了秸秆还田, 发挥乳苗栽植技术的作用。

## 1 钵苗栽植机的总体设计

本研究以 2ZT-9356 型插秧机为主要改装样机(如图 1 所示)。主要由秧船、尾轮、链箱、栽植臂、压秧杆、秧箱、行走传动箱、发动机等组成。动力由发动机通过皮带

输入到行走变速箱后, 分两路输出, 一路是经过变速后驱动行走轮, 共有 3 个前进速度。另一路是与行走速度无关的独立输出量, 通过万向节进入工作箱驱动供秧系统和分秧系统, 使其完成供秧、分秧和栽植运动。但移箱机构参数中原机分秧次数, 横向进给量等不能满足钵盘栽植的需要, 对其进给机构进行改进。

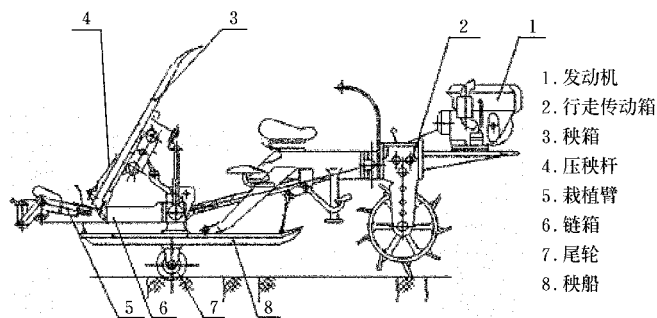


图 1 2ZT-9356 型插秧机结构简图

Fig 1 Structure of 2ZT-9356 transplanting machine

将传统插秧机的喂入系统改造成符合基于稻草制造钵育秧盘水稻钵秧栽植要求, 即可用于钵苗移栽, 同时调整导秧装置使其满足钵秧要求的结构尺寸。

传统的秧盘插秧和钵苗插秧在作业方式与工作方法上基本相同, 区别在于秧苗的喂入系统有所不同。表 1 为采用不同插秧方法, 株、行距对照表。

表 1 不同插秧方法株、行距对照表

Table 1 Contrast of interplant spacing and inter-row spacing of rice transplanted by different methods

|       | 传统插秧机 | 钵苗插秧机 | 人工钵苗插秧 |
|-------|-------|-------|--------|
| 株距/cm | 10~12 | 13~15 | 20     |
| 行距/cm | 30    | 30    | 30     |

## 2 进给机构改进设计

秧箱、链箱、栽植臂等参数不变, 但移箱机构参数中原机分秧次数 18 次, 横向进给量 15.6 mm, 该项目分

收稿日期: 2004-10-20 修订日期: 2004-12-24

基金项目: 黑龙江省科技厅资助项目

作者简介: 汪 春(1963-), 男, 汉族, 黑龙江延寿县人, 博士, 博士生导师, 主要从事农业机械化方面的教学与科研工作。大庆市黑龙江八一农垦大学工程学院, 163319。Email: wangchun@yahoo.com.cn



秧次数要求 14 次, 横向进给量为 20 mm, 横向移动总量为 260 mm, 为此必须改变工作箱中双向螺旋轴的基本参数与相应量的结构(见图 2), 由图中可见在保证总移动量 260 mm 的情况下, 将螺距由 30.6 mm 改为 40 mm, 轴径也相应加大, 由 26 mm 改为 35 mm, 其螺旋升角比原机还小。因此改变后增大了轴向推力, 提高了螺旋寿命。为此双联移动套也相应的作了变动。工作箱内其它部件均可通用。

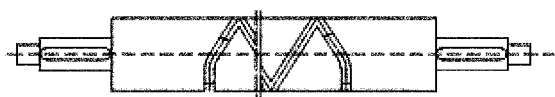


图 2 双向螺旋轴

Fig 2 Bidirectional screw shaft

### 1) 进给量

本研究要求进给量为 20 mm。主动轮  $38 \pm 0.015$  mm, 转角  $60^\circ/\text{次}$ (原主动轴), 故其链传动增速比为 1/2, 而且改变了原从动轴工作进给量达不到要求的缺陷, 如图 3 所示。

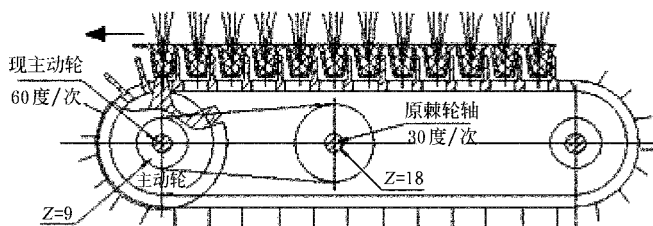


图 3 钵苗纵向进给机构

Fig 3 Longitudinal feeding mechanism of pot seedling

### 2) 进给滑差防止措施设计

皮带与驱动轴滑差的防止措施是使其主动轴为双排链轮, 皮带开双排孔形成链式传动, 如图 4 所示。

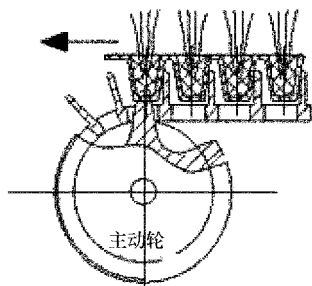


图 4 钵体驱动装置

Fig 4 Drive unit of the seedling growing tray

钵盘与皮带的滑差消除措施是采用栅板式带面结构, 使钵体落入板槽之内被强制驱动, 如图 5 所示。

### 3) 钵块的横向定位与切分秧钵的支撑结构设计

本研究与普通插秧机的最大差异就在于钵块的纵向和横向须在进给过程中严格定位, 才能保证分秧的精度。因此, 在秧箱前放了一组栅形齿板, 使钵块沿栅板间下滑实现横向定位。栅齿板亦可在切分钵体时起到支撑切割(有刃)的作用, 如图 5 所示, 确保相邻钵块不受干

扰, 以消除连带现象。

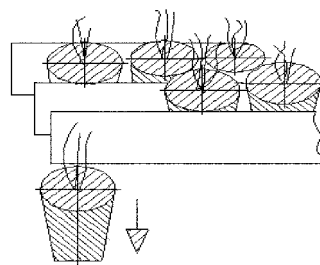


图 5 栅齿板定位机构

Fig 5 Orientation mechanism of toothed bar

### 4) 纵向进给中分切秧钵后残余物的处理

为防止分秧过程中, 两钵块之间的钵盘残余物影响纵向进给, 本设计中将秧门杆正前方分断切掉, 并增加平面滑板, 使其残余纸盘条由平面上方下滑, 破碎的小块由下方漏下。经实践其效果极佳, 可确保纵向进给的精度。

### 5) 纵向进给中堆盘现象的防患设计

普通插秧机工作中有堆盘现象, 在本研究中如果稻草秧盘腐烂过度, 加之水分含量过高时, 亦能出现纵向堆盘, 而且多半发生在靠近秧门上方。从结构上看此处钵盘是靠自重和后方推力沿板面自由下滑, 加之前端分秧残留物的阻挡, 有时也会产生堆盘现象。从设计角度, 只能尽量减少该段的阻力。

第一、降低栅板齿条高度, 使其低于钵块高度, 此时钵块沿底平面滑下, 其摩擦力小于沿栅板架空时的摩擦力。

第二、采用延长栅板齿条长度, 使稻草秧盘的秧钵在皮带的送进过程中始终都沿着栅条下滑, 中间无断缝, 可消除二次对正中的误差, 使之顺利滑下。

第三、严格控制育秧工艺, 防止过度腐烂和起秧运秧时的水分过量。

## 3 扶持及导向装置设计

当钵盘剩最后一排时, 易被分秧针带起, 或产生翻转、连带现象, 此种情况在普通插秧机上也为常见现象。本设计为防止此情况发生, 特增设一组小形弹性压条压至秧门上方, 并按秧针轨迹改进导向秧舌, 使其钵块下落过程中提高导向性, 从而提高了立苗度, 如图 6 所示。

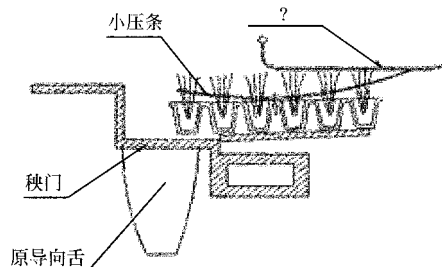


图 7 扶持及导向装置

Fig 7 Supporting and guiding device



## 4 栽植机的生产性试验分析

利用基于稻草制造钵育秧盘的目的之一是实现水稻机械栽植,以提高劳动效率,实现节本增效。而体现水稻机械栽植质量的关键指标是空穴率和产量。为此进行了生产性试验。

表 2 不同处理的产量及产量构成因素的比较

Table 2 Comparison of output and yield component by various treatments

| 处理       | 株高/cm | 穗粒数   | 结实率/% | 千粒重/g | 平米穗数  | 理论亩产量/kg | 实测亩产量/kg |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|
| 农大 99403 | 乳苗早栽  | 94.47 | 84.52 | 69.63 | 22.86 | 598.17   | 518.71   |
|          | 对照中苗  | 89.40 | 81.70 | 62.82 | 22.06 | 476.37   | 443.34   |
| 空育 131   | 乳苗早栽  | 89.05 | 82.56 | 81.47 | 24.20 | 623.97   | 678.63   |
|          | 对照中苗  | 90.23 | 79.50 | 73.12 | 23.10 | 486.37   | 489.67   |

## 4.2 空穴率调查分析

以农大 99403 作为调查对象,取 3 个重复,每个重复取 3 个点次,每点次调查 10 穴,记录有苗穴数,以计算平均空穴率,其调查情况如表 3。

表 3 机栽空穴率调查情况分析

Table 3 Investigation analysis of void hole rate by machine planting

| 重复   | 有苗穴数 |     |     | 空穴率/% |
|------|------|-----|-----|-------|
|      | 点 1  | 点 2 | 点 3 |       |
| 重复 1 | 10   | 9   | 9   | 6.7   |
| 重复 2 | 10   | 10  | 8   | 6.7   |
| 重复 3 | 10   | 7   | 10  | 10    |

表 4 机栽产量及产量构成因素调查分析

Table 4 Investigation analysis of output and yield component by machine planting

| 处理    | 株高/cm | 穗数/个·m <sup>2</sup> | 每穗粒数/粒 | 结实率/% | 千粒重/g | 理论亩产/kg·亩 <sup>-1</sup> | 经济系数 | 产量增产率/% | 实测亩产/kg·亩 <sup>-1</sup> |
|-------|-------|---------------------|--------|-------|-------|-------------------------|------|---------|-------------------------|
| 乳苗    | 92.7  | 777.8               | 88.2   | 60.6  | 22.5  | 623.9                   | 0.54 | 8.17    | 520.3                   |
| 中苗    | 89.4  | 476.4               | 86.7   | 72.4  | 24.16 | 576.8                   | 0.52 | 0.00    | 508.6                   |
| 增长率/% | 3.7   | 63.3                | 1.7    | -16.3 | -6.9  | 8.2                     | 2.5  |         | 2.3                     |

由表 4 可以看出,无论理论测产还是实际测产,基于稻草制造钵育秧盘钵育乳苗的产量均比中苗的产量高(分别高于 8.2% 和 2.3%)。与中苗相比,钵育乳苗机栽的产量构成因素中的穗数增加了 63.3%,每穗粒数略有增加,虽然结实率下降 16.3%,但产量构成因素的整体作用即产量仍表现为增产,这证明利用稻草制造钵育秧盘进行水稻乳苗机械栽植既是可行的,也有其育秧及产量等方面的优越性。

## 5 结 论

1) 改进设计了基于稻草制造钵育秧盘的水稻乳苗栽植机。按照总体设计思路,进行了总体传动、进给机构、进给量的改进设计;对进给滑差的防止措施、钵块的横向定位与切分秧钵的支撑结构、纵向进给中分切秧钵后残余物的处理、纵向进给中堆盘现象的防范问题、扶持及导向装置等问题进行了深入的研究,提出具体设计方案,完成了试验和试制工作。

## 4.1 试验基础条件和过程

试验采用 2 个水稻品种:农大 99403、空育 131。试验地点:黑龙江八一农垦大学实验场,土质为白浆土。试验方案:设两个处理,乳苗为 5 月 10 日插秧 10 亩,中苗为 5 月 25 日插秧 4 亩,具体插秧标准如(表 2)。乳苗采用改装后的机械栽植,中苗采用普通插秧机插秧。

由表 3 可以看出,利用基于稻草制造钵育秧盘进行水稻机械栽植,空穴率可以控制在 8% 以内,达到农艺要求。空穴的产生的二个原因:一是由于栽植机械进给机构在运行中存在着累计误差,当误差超过进给量的 10% 时,移植中出现露行现象;二是在钵盘的播种是由气吸式播种机完成,由于种子发芽率等原因,造成乳苗期出现空穴。

## 4.3 产量调查分析

以空育 131 为调查对象,取 3 个重复,每个重复取 3 个点次,每点次取 1 m<sup>2</sup>,各点次分别取出代表植株,调查株高、茎数、穗粒数、结实率及粒重,以计算理论产量;收获时测量实际产量。其调查情况如表 4。

2) 进行了栽植机的生产试验。分析了空穴率产生的原因,通过生产试验,证明少量的空穴率可以满足生产需要;探讨了产量及产量的构成因素,乳苗栽植表现为增产,这证明利用基于稻草制造钵育秧盘进行水稻乳苗机械栽植既是可行的,也有其育秧及产量等方面的优越性。

## [参 考 文 献]

- [1] 汪 春,张锡志,丁元贺,等. 水稻植质钵育乳苗机械栽植技术的研究[J],黑龙江八一农垦大学学报,2003,15(3): 40-43
- [2] 高连兴,赵秀荣. 机械化移栽方式对水稻产量及主要性状的影响[J],农业工程学报,2002,18(3): 45-48
- [3] 白锡斌,宋国苏,李忠熙,等. 水稻钵苗浅插的增产作用浅析[J],垦殖与稻作,1998,(1): 16-18
- [4] 万耀青,梁庚荣. 陈志强编最优化计算方法常用程序汇编[M],北京:工人出版社,1981
- [5] 张龙步,董 克,等. 水稻田间试验方法与测定技术[M]



- 沈阳辽宁科学技术出版社, 1992: 37- 43
- [6] 董桂春, 王余龙, 吴 华, 等. 水稻主要根系性状对施氮时期反应的品种间差异[J]. 作物学报, 2003, 29(6): 871- 877.
- [7] 高煜珠. 植物生理学[M]. 北京: 农业出版社, 1986: 234- 235.
- [8] 张龙步, 陈温福, 杨守仁. 水稻理想株型育种的理论和方法再论- 叶片质量的品种间差异及其与产量因素的关系[J]. 中国水稻科学, 1987, 1(3): 144- 154.
- [9] 蒋彭炎, 姚长溪, 等. 水稻稀播少本插高产技术的研究[J]. 作物学报, 1981, 7(4): 241- 248.
- [10] 徐奎彻, 等. 论水稻稀播稀插栽培[J]. 吉林农业科学, 1983, (2): 25- 34.
- [11] 何芳禄, 何之常, 等. 早粳杂交水稻根系生理特性的研究[J]. 植物生理通讯, 1980, 15: 17- 20.
- [12] 沈守江, 万戈江. 利用核技术进行杂交水稻根系发育和生理特性的研究[J]. 浙江农业科学, 1983, (4): 168- 175.
- [13] 凌启鸿. 水稻不同层次根系的功能及对产量形成作用的研究[J]. 中国农业科学, 1984, (5): 3- 11.

## Research of rice transplanting machine using seedling-growing tray made of straw

Wang Chun, Zhang Xizhi, Ding Yuanhe, Chen Henggao, Li Jinfeng

(Engineering College, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319, China)

**Abstract:** The seedling-growing tray of rice was made of straw (plant fiber). And the rice seedling transplanting machine was designed and manufactured based on man-made seed-bed soil, which is made of rice-shell powder and soil, and based on the technical requirement of machine transplanting of rice seedling growing tray made of straw. It turns out to be feasible through production-test.

**Key words:** transplanting machine; rice seedling-growing tray; straw; rice seedling