

# 水稻育秧流水线研究现状与发展趋势

黎梦婷 郑述东\* 雷凤芸 史志明 陈贤 曹亮

成都市农林科学院

DOI:10.12238/as.v6i2.2243

**[摘要]** 水稻育秧一直是水稻生产环节中的重点与难点,水稻是否能实现全程机械化的关键就在于育秧。我国水稻种植的方法主要有直播和移栽两种,其中育秧移栽占主导地位,水稻的产量直接取决于秧苗质量,因此研发水稻育秧流水线实现工厂化育秧是水稻增产的关键之举。为此,本文收集、整理了目前国内已经研发的水稻育秧流水线产品和相关技术,为后续我国研发智能精准水稻育秧流水线提供参考。

**[关键词]** 水稻育秧; 育秧流水线; 精准播种

**中图分类号:** S223.91 **文献标识码:** A

## Research Status and Development Trends of Rice Seedling Cultivation Production Line

Mengting Li Shudong Zheng\* Fengyun Lei Zhiming Shi Xian Chen Liang Cao

Chengdu Academy of Agriculture and Forestry Sciences

**[Abstract]** Rice seedling cultivation has always been the key and difficult point in rice production. The key to realize the whole mechanization of rice lies in seedling cultivation. There are two kinds of rice planting methods in China, including direct seeding and transplanting of rice seedlings, of which transplanting of rice seedlings takes a dominant position. The yield of rice is directly dependent on the quality of rice seedlings, so it is a key step to develop the production line for rice seedling cultivation to realize the factory seedling cultivation. Therefore, this paper collected and sorted out the products and related technologies of rice seedling cultivation production line developed at home and abroad, which would provide reference for the follow-up research and development of intelligent precision rice seedling cultivation production line in China.

**[Key words]** rice seedling cultivation; seedling cultivation production line; precision seeding

### 引言

水稻作为重要粮食作物之一,其产量是世界粮食作物产量的第三位。中国种植水稻历史悠久,目前是世界上最大的水稻生产国和消费国。2022年,水稻种植面积达2945万hm<sup>2</sup>,水稻产量为20849.50万t<sup>[1,2]</sup>。然而,传统的种苗方式是劳动密集型的。因此,对其进行改造,实施工厂化育苗,是提高中国水稻产量的必然选择,而实现水稻育苗和生产的机械化、产业化和商业化,育秧设备的研制是关键<sup>[3,4]</sup>。为此,设计出性能完善、质量可靠、高效自动化的育秧机械装置是水稻工厂化育秧技术与装备推广实施的重中之重。

本文将通过概述国内外水稻工厂化育秧装备研究现状,并对目前水稻工厂化育秧装备存在的问题与发展前景进行了分析,以期后续水稻工厂化育秧装备的研制提供参考依据,提高水稻生产的效率。

### 1 国外水稻育秧播种流水线研究现状

水稻包括水稻直播和育秧移栽两种种植模式<sup>[5]</sup>,根据地形和气候不同,各国采用的种植方式各不相同,对水稻的育秧播种

设备的研制也不尽相同。多数欧美国家农作物种植以大型农场为主,水稻种植主要是机械直播,因此对水稻育秧设备的研制较少,主要是对形状相对规则的小颗粒蔬菜、花卉等种子的育秧设备研究较多,美国Marksman公司<sup>[6]</sup>的蔬菜育秧流水线,该设备采用力式播种装置,种每穴1~5粒不等,自动化程度高,功能齐全;意大利阿尔法公司研制的BOX-GB010-MYQ型育秧播种流水线<sup>[7]</sup>,该设备的播种装置为气吸滚筒式,具有完备的播种工序和专业的电气控制系统,可一次性完成铺床土、压穴、播种、覆土和淋水等作业,播种精度高,播种效率最高可达1200盘/h,稳定性好。美国Blackmore<sup>[8]</sup>公司设计的滚筒式蔬菜精密播种流水线,该播种滚筒的吸嘴可根据种子形状的不同进行更换,增强了播种流水线的适用性,同时配备控制面板并实时监测设备工作状态进行显示,智能化水平高。荷兰的Visser<sup>[9]</sup>也研制了一款育秧播种装置,但主要用于蔬菜、花卉等规则小颗粒种子播种,不适用于水稻育秧播种。

如日本、韩国等亚洲地区国家为保障水稻的稳产和高产,水稻种植主要采用育秧移栽种植,包括抛秧和插秧等方法<sup>[10]</sup>。

日本是水稻工厂化育秧设备领域研究较早的国家,20世纪60年代,日本在美国研制的蔬菜、花卉育秧设备基础上,开始着手手机插带土苗的研究,并于1996年研制出第一台水稻工厂化育秧设备<sup>[11]</sup>。如图1所示日本的久保田、井关、矢崎、洋马等株式会社自己研制的育秧播种设备,主要采以气吸式和外槽轮式为主,流水线采用伺服控制与气动控制技术,自动化程度高,但这些设备只适用于常规稻播种,用于杂交稻的低播量播种时播种效果不理想。韩国的大东、Helper<sup>[12]</sup>等公司制造育秧播种设备的水平与日本接近。



(a) 久保田 2BZP-800 型育秧播种机



(b) 井关 THK-3017KC 型育秧播种机

图1 日本久保田、井关播种流水线

## 2 国内水稻育秧播种流水线研究现状

水稻作为我国主要粮食作物,其生产一直受到我国高度重视,20世纪80年代我国就开始引入育秧流水线机械进行研究。早期具有代表性的如2ZBZ-600型水稻育秧播种流水线<sup>[13]</sup>,采用的是双层滚筒气吸式,解决了气力式吸孔堵塞问题,目前,国内台州久富、台州一鸣、江苏云马、常州亚美柯等多家企业在借鉴国外已有研究的基础上,均已生产了自己的育秧流水线,如图2所示。这些设备集铺覆土、洒水、播种等功能于一体,可一次性完成水稻秧盘育秧播种的各道生产工序,减少人力成本,但同样只适用于常规稻播种。



(a) 久富2BP-750水稻育秧播种流水线



(b) 一鸣YM-0819秧盘播种成套设备

图2 国内水稻秧盘育秧流水线机型

随着我国对超级水稻的研究不断深入,水稻精密播种流水线成为了各大高校和科研院所的研究热点,并取得了一定成果。南京农业机械化研究所张敏等研发了一种气吸式超级水稻毯状苗盘育秧播种流水线,通过PLC实现播种环节自动控制,通过弹性浮动导种栅解决落种定位问题;华南农业大学马旭等将螺旋勺轮供种和V-T型气动振盘组合设计了一种25JB-500型水稻秧盘育秧精密播种流水线,能实现精密播种、自动供盘和自动叠盘成功率均达到98%以上;天津理工大学王桂莲等设计了一种智能补种运动控制系统,该装置在当补种率小于2%时,工作效率可达450盘/h。江苏大学韦运余设计了一款气振盘式精密播种三段式输送流水线,并对流水线控制系统硬件设计和软件系统进行了设计,盘吸种率可达97.8%,在450盘/h的工作效率下,播种合格率可达95.62%,重播率为2.4%,空穴率为1.98%。

## 3 存在的问题及发展建议

### 3.1 水稻工厂化育秧成套设备结构不合理

育秧流水线成套设备主要由上盘机、分盘机、覆土机、供土装置、播种机、洒水机、叠盘机等组成,目前我国使用的工厂化育秧成套设备存在易卡盘、播种不均匀、投入人工多、智能化程度不高等缺点,具体存在的问题有:一是多数未配置上盘机和叠盘机,个别配置的上盘机和叠盘机需要与指定秧盘配套使用,且配套的秧盘有轻微变形上盘机就会出现空盘、卡盘等问题,结构设计不合理、不实用、通用性不强;二是在使用育秧流水线进行育秧时,还需由人工进行检测是否存在漏播、卡盘、空盘、秧土湿度是否合适等问题,智能化与信息化程度较低;三是秧盘的输送、秧盘叠盘后的搬运需要人工或叉车搬运,人力成本和燃油消耗率较高;四是几乎没有成套的暗化育秧室,不能智能监控暗化苗的出苗率、秧土的湿度、温度等。针对以上问题,补齐水稻育秧流水线成套设备研发短板,使水稻秧盘育秧播种流水线向着轻型化、高速化、高精度、高自动化、低成本的方向发展。

### 3.2 关键环节机械化、自动化、智能化程度低

目前,我国水稻生产机械大多集中在播种育秧、耕整地、插秧以及收获等环节,育秧流水线生产过程中放盘、装盘、收盘、上料、码垛、摆盘等环节均是人工操作,劳动量大、劳动强度高、雇工成本高,劳动效率低。而且还制约着集约化育秧的整体生产效率。现有的各类供土装置均不能自动控制供土量,不仅浪费劳动力,还会影响供土效果。育秧流水线中最重要的工作部件——

播种装置还存在着排种稳定性差,精度低、效率低等问题。同时缺乏满足不同农艺需求的数据库,如针对不同的播种农艺要求建立数据库,用户只需根据播种要求输入相应的参数(如秧盘规格、播种量和覆土厚度等),育秧播种机便能根据各项参数进行自动调整,培育出满足要求的秧苗。未来应将智能化、自动化技术深入融合在水稻育秧成套设备的研制中,研究更加精密的播种器,研究更加简单实用的同步播种控制系统和铺/覆土装置,尽快满足新品种高产稻的盘育秧播种需求,进一步完善秧盘育秧播种体系,使所育秧苗与移栽机械相配套,降低制造成本。

#### 4 结束语

由于我国幅员辽阔,不同省份地形和气候各不相同,因地制宜选择水稻育秧播种技术与装备,针对不同水稻品种的育秧工艺要求,选择恰当的播种器。同时随着我国超级杂交稻种植的推广,能适应其农艺要求的育秧播种技术及装备将是今后水稻秧盘育秧精密播种研究的主攻目标,因而需要尽快研制性能优良、工作可靠的新型精密育秧播种设备,使水稻秧盘育秧播种流水线向着轻量型、高产量、高精度、智能化、低成本的方向发展。

#### [参考文献]

- [1]国家统计局关于2022年早稻产量数据的公告[N].中国信息报,2022-08-29(001).
- [2]李中彦.水稻育秧秧盘自动叠放装置研究进展[J].农业科技与装备,2019,(05):58-59.
- [3]Li T,Liu G,Li Y,et al.Design and Optimized Simulation of Seedling Tray Stacking Manipulator for Seedling Machine Producing Square Substrate Blocks[J].Journal of Engineering Science & Technology Review,2019,12(5).
- [4]Ren,L.,Cao,W.,Ma,R.,Wang, N., "Design of seedling tray

conveying control system based on lab view".Journal of Agricultural Mechanization Research,41(09),2019,pp.104-109.

- [5]葛新.水稻育秧机械关键技术与发展制约因素分析[J].农机使用与维修,2021,(2):27-28.
- [6]Yoo S. N,Choi Y. S,Suh S. R. Development of a precision seed metering device for direct seeding of rice[J].Journal of Biosystems Engineering,2005,30(5):261-267.
- [7]韦运余.气振盘式精密播种流水线及控制系统设计与试验研究[D].江苏:江苏大学,2020.
- [8]姜彩宇,肖戟,王新阳.浅析果蔬类精密播种机[J].农业与技术,2019,39(01):69-71.
- [9]M.E.Felezi,S.Vahabi,N.Nariman-zadeh.Pareto optimal design of reconfigurable rice seedling transplanting mechanisms using multi-objective genetic algorithm[J].Neural Computing and Applications,2016,27(7).
- [10]杨靖,谢方平,符志勇,等.水稻机插硬盘育秧自动叠盘装置研究现状及展望[J].农业工程与装备,2022,49(6):1-6.
- [11]杨家豪,房欣,马浏轩,等.水稻育秧机械的研究和进展[J].农机化研究,2023,45(6):264-268.
- [12]M. E.Felezi,S.Vahabi,N.Nariman-zadeh. Pareto optimal design of reconfigurable rice seedling transplanting mechanisms using multi-objective genetic algorithm[J].Neural Computing and Applications,2016,27(7).
- [13]王立臣,刘小伟,魏文军.2ZBZ-600型水稻播种设备的试验与应用[J].农机化研究,2000,(01):70-72.

#### 作者简介:

黎梦婷(1998--),女,汉族,四川资阳人,硕士研究生,成都市农林科学院,研究方向:农业机械化工。