

日本小型农机的现状与发展分析

黄晓财¹, 宋广鹏¹, 高翔¹, 熊征^{1,2}, 谢哲权³, 陈灿亮³

(1.深圳市现代农业装备研究院, 广东 深圳 518001; 2.广东省现代农业装备研究所, 广东 广州 510630; 3.汕头市农产品质量安全中心, 广东 汕头 515000)

摘要: 日本80%的国土为山地和丘陵地形, 地理情况与中国南方丘陵地区相似。作为典型的岛屿国家, 日本的耕地资源非常有限, 农业生产成本高、农田耕作难度大, 适宜种植和发展的农产品种类有限, 导致日本农业产出不足。同时, 随着日本人口负增长、老龄化严重, 农业劳动力短缺也已成为日本农业农村发展的严重挑战。在这种背景下, 日本以提高农业生产效率为目标, 通过工业赋能农业, 大力发展小型农机具, 形成了以久保田、洋马、井关、三菱为龙头的农机产业, 其产品遍布了农业生产的各个领域和各个环节, 其农机技术在世界居领先地位。本文通过汇总日本小型农机的代表性产品, 分析了其农机的特点、存在问题以及发展方向, 以期为我国农机行业的发展提供经验和启示。

关键词: 小型农机; 日本; 生产环节; 农机发展

中图分类号: S23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-2154 (2023) 06-0016-08

0 引言

日本丘陵山地多, 资源匮乏, 地理情况与中国南方丘陵地区相似。作为典型的岛屿国家, 日本大约75%的国土面积被山地和丘陵覆盖, 小型山间盆地和平原分布在全国各地, 适耕地面积小, 生产成本低、耕作难度大。劳动力方面, 日本人口少且近年来的人口负增长、老龄化严重加剧了日本的农业劳动力短缺的问题^[1]。即使日本颁布了一些与农业相关的政策鼓励本国农业发展^[2-3], 日本农业依然受限于耕地面积狭小、劳动力不足的问题。这对农业机械的发展提出了高要求, 但也是该国农业机械化发展的机遇。

1 日本农机发展历史

机械化是现代农业的重要标志之一。日本耕地狭小, 初期是通过借鉴意大利的丘陵山地农机经验, 以发展小型农机具为主。日本农业机械化经过数次推进、调整和扩展, 已经基本实现了农业机械在农

业劳动和农业生产中的大规模使用。整体上看, 二战后日本农业机械化可划分为3个阶段^[4-5]: 一是从二战后到20世纪80年代初期, 日本农机发展的起步阶段; 二是从20世纪80年代初期至90年代中期日本农机发展的饱和阶段; 三是从20世纪90年代中期至今, 农机发展程度和推广范围保持平缓甚至有下降, 直到稳定阶段。

日本的农机市场蓬勃发展, 形成了以久保田、洋马、井关、三菱为龙头企业的农机产业, 其产品遍布了农业生产的各领域和环节, 在世界居领先地位, 为很多国家所应用^[6]。以水稻为例, 从整地、育苗、插秧、灌溉、施肥、打药、除草、收获、烘干和加工全部实现了机械化, 日本的水稻生产机械化处于世界最高水平; 蔬菜的移栽、收获环节也基本实现机械化; 就连水果的采摘和地下根茎作物的收获等高难度的作业也都实现了机械化。较高的农业机械化水平, 使得日本农业在农业劳动力快速减量化、老龄化的同时, 仍然可以保持

收稿日期: 2023-05-17

基金项目: 广东省科技专项基金项目 (210714115861419)

作者简介: 黄晓财 (1994—), 男, 本科, 主要从事科研成果推广及产业孵化工作。E-mail: huangxc@simae.cn

通讯作者: 熊征 (1979—), 男, 博士, 高级工程师, 主要从事农业信息感知和智能农机装备研究开发推广工作。

E-mail: xiongzheng@simae.cn

农业平稳生产。

本文汇总了日本小型农机的代表性产品，结合农机功能和作物种类，分析其农机的特点、发展面临的问题以及解决途径和发展方向，以期为我国农机行业的发展提供经验和启示。

2 日本代表性小型农机简介

2.1 大田小型农机

2.1.1 耕整地环节

日本地形复杂，山地、丘陵、平原等地形交错，不同地形适合种植不同作物，旋耕机等大型耕整地机具作业不方便，日本的微耕机重量轻（20~50 kg），可根据不同的地形进行调整，提高了生产效率，在全球属于顶尖水平。久保田公司推出了多款新的微耕机型号，包括电驱式的 Midy 微耕机和汽油机型的 Midy Smile-mini 微耕机。这些机型具有不同的特点和适用范围，例如模块化刀片更换、倾斜工作稳定作业、狭窄地块作业、全覆盖作业等。其中 Smile TRS300 适用于中等地块，具有高效率 and 耕整起垄功能如图 1（a）所示；FTR3500 针对特殊工况，实现狭窄地块的无死角作业，如图 1（b）所示。这些微耕机有不同的作业幅宽、耕深、油箱容量和续航时间。



(a) 久保田 Smile TRS300 (汽油机型) (b) 久保田 FTR3500 (纯电型)

图 1 日本耕整地农机代表型设备

2.1.2 种植环节

1) 水稻育秧。水稻育秧过程对于水稻产量和品质的影响非常大。为了提高水稻育秧的效率和品质，日本开展了大量的机械化育秧研究和开发工作。目前，已经研制出了多种机械化育秧设备，包括自动化育秧机、手动育秧机、种子脱水机等，这些设备大大提高了生产效率和育秧质量。

久保田公司生产的自动穴盘育苗播种机可满足多种应用场景，如：播种→覆土，培养基（可使用育秧纸钵）→播种→覆土，作床或培养基（育秧纸钵）→播种→覆土等。“久保田播种机 SR”系列结构紧凑，从 18~24 L 都有相对应的产品型号，其中 SR-125KJ 适用范围较多，配置有手柄方便驱动，该机型操作便捷、作业效率高，可满足不同的应用需求。该机器播种量都由隔板保持恒定，使种箱内种子数量不影响播种质量，同时土壤透过筛网均匀落下，避免稻种暴露并保持恒定的厚度。稻谷离心脱水机整机质量为 48 kg，可节省烘干流程，蜂鸣器会及时提醒脱水完成。

2) 无损脱芒。水稻种子脱芒、秧盘清洗、包衣等机械需求很大。水稻种子带有芒刺，清选加工过程中会堵塞筛孔，影响清选质量降低生产率，同时影响籽粒的流动性，造成播种不均。因此，久保田公司研制了脱芒机 SA-86，内置风扇，利用风对茎和无菌茎进行分类，同时在不将稻谷留在舱内的情况下将稻谷分配到末端，它还配备了集尘器，因此不会积灰，有效保证工作期间的洁净度。可以与穴盘育苗播种机组合使用，可实现无损去芒，提高种子吸水速度，节省浸种时间，出芽快、芽势齐、出芽率高，便于后续高效播种，每小时可处理 30~50 kg 水稻种子。

稻种进行铁粉包衣后可直接撒播，降低 36% 生产成本，实现增收。久保田公司研制的 TC40 包衣机可自动制作包铁种子，作业时铁粉混合物自动供给至搅拌机并喷水，可轻松生产均匀的铁粉包衣种子。该机器单次处理量大，可满足单一品种的批量作业，如图 2 所示。

SR-2000 是一款高速播种机，能够自动完成床土、灌溉、播种和覆土等工作，如图 3 所示。该机重量为 460 kg，尺寸为 7 468 mm × 637 mm × 1 495 mm，每小时可播种 1 400、1 700 和 2 000 个育苗箱。SR-1200 是另一款播种机，能够播种 800、1 000 和 1 200 个育苗箱，重量为 390 kg。Kubota S-ST2000A 和 S-ST2000B 是高速苗盘自动码垛机，其作业效率都是 2 000 盒/h，但差异化的堆叠方式造成功率大小不一、尺寸大小不同，使得无论是单机（S-ST2000A）还是配套流水线（S-ST2000B），都可以选型满足不同的场景需求。



(a) 久保田 SA-86 脱芒机 (b) 久保田 TC40 铁粉包衣机

图2 日本水稻无损脱芒场景代表型设备



图3 久保田播种线 SR-2000

3) 蔬菜种植。日本蔬菜自给率高达 79%，主要归功于其蔬菜种植过程的机械化。机械化不仅可以减轻农民的工作量，还大幅提升了种植效率并减少损耗。针对蔬菜种植环节，日本采用先育苗后移栽的农艺，保证种苗的存活率及质量，确保土地利用高效。久保田 SCM20H-128L/200L 蔬菜播种机，重 84 kg，播种机构为气吸滚筒式，可用于多种作物，机器利用率高。日本的蔬菜移栽机全球领先，洋马、井关、久保田都是知名的生产商，以洋马 PF2R 蔬菜移栽机为代表，移栽效率高，一次可以放置 12 个苗盘，可长时间作业。同时通过优化供取苗机构、栽植机构和覆土装置，可通过检测垄的凹凸和左右的差异，自动倾斜栽植部并修正位置，苗盘托架两侧可补充苗盘。

为提升蔬菜移栽效率，日本久保田公司研制了全自动蔬菜移栽机 Vegeta 系列，如图 4 所示，重量在 235~295 kg 之间。Vegeta 采用创新的取苗爪，提高了取苗性能和可靠性，减少作业过程中问题缺陷的发生。同时将苗盘托架放置，提升整机稳定性。株距可调范围也更宽泛，在 18~80 cm 可调，作业速度高达 0.55 m/s，进行高速、高效率的移栽作业。



图4 久保田 (Vegeta) SKP-101 型全自动蔬菜移栽机

日本井关公司研发的乘坐式半自动蔬菜移栽机 PVHR2-AE18，如图 5 (a) 所示，操作人员只需坐在座椅上投苗就可轻松实现蔬菜移栽作业，该机采用大直径车轮，增强田间行走性能的同时大大提高了作业效率。并且该机具有车高液压自动追踪功能、水平液压调节功能和灌水装置，通过底端安装的传感器和蜂鸣器可预知移栽机的接近情况，也可在 30、32、35、40、43、48、50、54、60 cm 共 9 个株距档位间进行调节，行距在 30~50 cm 之间无档位调节，大大提高了设备的通用性。由于洋葱移栽与其他蔬菜不同，因此洋马公司研制了洋葱移植机 PH2-TW24A，如图 5 (b) 所示，该机作业效率高，可以加装覆膜装置实现移栽覆膜一体化，作业时可同时移栽 4 行洋葱苗，实现 400 株 /min 的高速移栽。



(a) 井关 PVHR2-AE18 乘坐式半自动蔬菜移栽机 (b) 洋马 PH2-TW24A 洋葱移植机

图5 日本蔬菜移栽场景代表型设备

2.1.3 田间管理环节

良好的田间管理是农田生态系统健康发展、可持续利用的前提和保障。根据种植作物、土壤状况以及地势环境等因素，田间管理环节多、工作繁琐，耕作、施肥、除草、灌溉等缺一不可，而农田管理机械化是解决劳动力不足的必然选择。农田管理机械化不仅可以提高农民的工作效率和生产效益，减少人力投入和成本，还可以提升农田管理的精度和效果。

日本农业作业中多采用田间石灰抛洒机来调节酸性土壤，确保施用的效率和均匀度。Nipro 公司生产的 FT1407E 石灰抛洒机适用于拖拉机拖曳，具有 1 400 mm 作业幅宽和 208 L 料斗容量，作业速度 4~6 km/h。此外，日本还研发了稻田杂草绿色防控技术，久保田的 SSY6 和 SSY8 移植侧排涂药器可进行同步移植，重量分别为 15 kg 和 21 kg。上述设备如图 6 所示。



(a) Nipro FT1407E 石灰抛洒机 (b) 久保田 SSY6 同步侧带移植机

图 6 日本田间管理场景代表型设备

根据割草工况，日本的科技公司对割草机进行了大量的研究。其中本田公司针对复杂环境开发了 HRG466XB 电动割草机，将家用汽车的技术用在了割草机上。HRG466XB 最大输出功率为 1.8 kW，行驶速度可达 3.2 km/h，由于其使用电机驱动，因此实现了低噪音和低震动，也无需对使用后的燃油进行处理或者更换机油，通过按键和指示灯即可进行操作以及状态显示。久保田 GC-K402EX 摆动式斜坡割草机采用摆动式割刀机构，在高密度草地也能以 0.65 m/s 的速度高速工作，采用“自由刀片和防缠绕刀片技术”，自由刀片可保护刀片并实现精细切割，防缠绕刀片可防止草缠绕，可以最大限度提升生产率。久保田 GC-Q60 轻型垄间割草机整机质量为 42 kg，能够同时对垄顶及侧面进行除草作业，前轮转向机构的改进使机器可在狭窄的山脊、转弯和穿越沟渠作业时保持直线。上述机型如图 7 所示。



(a) 本田 HRG466XB 电动割草机 (b) 久保田 GC-K402EX 摆动式斜坡割草机 (c) 久保田 GC-Q60 轻型垄间割草机

图 7 日本除草场景代表型设备

日本洋马公司研发了乘坐式田间管理机 3WP-600，如图 8 所示。整机重量 1 224 kg，具有不同规格和胎面宽度选择，可在作物垄上轻松操作，动臂具备自动水平控制负载净重 1 420 kg，适应多种植物表面喷洒药液与施肥作业需要。选配离心式撒肥机，通过液压马达驱动可以实现料斗的升降，实现变量施肥和精细追施。该机的施肥量可根据田间产量分布数据和生长量确定，遥感数据可用于施肥地图显示和可变施肥调整。

2.1.4 收获环节

1) 谷物收割机。谷物收获分为割晒机和联合收割机，割晒机仅割倒禾秆，联合收割机则直接收



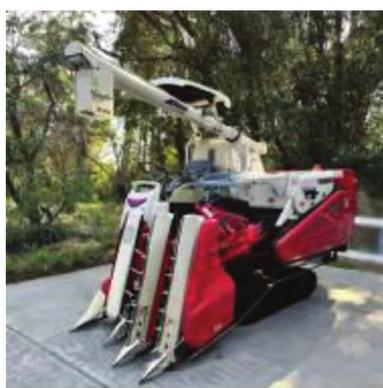
图 8 洋马 3WP-600 乘坐式田间管理机

获谷粒。联合收割机根据喂入方式的不同又分为全喂入式和半喂入式，全喂入式是将切割下来的秸秆和穗头全部送入脱粒滚筒进行脱粒，半喂入式是仅将穗头送入脱粒滚筒脱粒。全喂入式消耗功率较大，且形成破碎秸秆，半喂入式仅对穗头进行脱粒，消耗功率较小，但结构复杂，机器成本较高。

2) 割晒机。针对丘陵山地小地块作业场景，洋马、井关、久保田等公司均研制了手扶式割晒机，均为单行作业，其中井关 RZ115 单轮式割晒机整机重量 103 kg，作业速度 0.5 m/s，可实现对稻、麦等

作物的收获作业。

3) 半喂入联合收割机。由于全喂入联合收割机尺寸相对较大，通过性及适应性较差，因此研发了半喂入联合收割机。洋马株式会社研制的半喂入式联合收割机 YH211 整机质量 740 kg，作业速度最高达 0.5 m/s。久保田研制的 ER215 半喂入式联合收割机整机质量 910 kg，通过性好。三菱重工研发的 VM7 半喂入式联合收割机，是全球最小最轻的半喂入联合收割机，可同时收获 2 行谷物，作业速度为 0.2 m/s、整机质量仅 440 kg。上述机器如图 9 所示。



(a) 洋马 YH211 半喂入式联合收割机



(b) 久保田 ER215 半喂入式联合收割机



(c) 三菱 VM7 半喂入式联合收割机

图 9 日本半喂入式联合收割机代表型设备

4) 全喂入联合收割机。由于半喂入式联合收割机结构复杂、成本高，而且作业效率低，因此全喂入式联合收割机应用更广泛。久保田公司研制的 4LZ-5C8 联合收割机作业速度高达 2.7 m/s，离地间隙为 300 mm，54 节凹型履带，通过性强，适合丘陵山地作业；井关 HC758G 在中小地块作业性能好，采用大容量两箱，总容积 1 200 L，作业速度为 1.5 m/s。如图 10 所示。



(a) 久保田 4LZ-5C8 联合收割机



(b) 井关 HC758G 联合收割机

图 10 日本全喂入联合收割机代表型设备

降低蔬菜生产的作业强度及提升作业效率，久保田公司研制了 CH-1200FVM 履带式胡萝卜收割机、EDC1100-T(C) 手扶式毛豆收割机。其中履带式胡萝卜收割机整机质量 1 150 kg、作业速度 0.93 m/s、实现对胡萝卜的单行收获；手扶式毛豆收割机整机质量 290 kg，作业速度为 0.3 m/s，可实现对毛豆的单行收获。如图 11 所示。



(a) 久保田 CH-1200FVM



(b) 久保田 EDC1100-T(C) 手扶式毛豆收割机

图 11 日本蔬菜收割机代表型设备

2.2 设施和果园小农机

日本设施农业的总种植面积约为 421 643 km²,

其中约有 67% 种植蔬菜，11% 种植果树。设施农业以温室为主。

松下株式会社的番茄智能采摘设备单次采摘作业周期时间约为 6 s，可全天候作业。AGRIST 株式

会社研制的青椒采收智能设备每天可采收 40 kg，可连续 24 h 作业。Inaho 株式会社推出的芦笋采收装备使用机械臂，每颗芦笋采摘作业周期时间约为 12 s。上述设备如图 12 所示。



(a) 松下番茄采收设备



(b) AGRIST 青椒采收设备



(c) Inaho 芦笋采收设备

图 12 日本水果、蔬菜采收场景代表型设备

日本果园种植水平高，大量应用剪枝机、采摘机和防霜设备等农机装备。大力支持自动化技术的研发，致力于果园农业机器人的自动化、智能化，实现减人增效、高质量管理的种植模式。已开发出适用于苹果、日本梨和西方梨的自动水果收获机器人原型，利用无人车自主导航，在树间移动并搭载机器人手臂进行采摘水果，速度与人工一致。久保田和 Tevel 航空机器人技术公司联合开发的自动水果采摘系统获得市场的肯定，并应用于不同规模的水果农场企业。该系统结合无人机、无人车、机械臂和摄像头，使用人工智能技术识别成熟果实，自动进行采摘作业，并将采摘后的水果收集，不仅可减少资源浪费，改善产品质量，也解决了人力资源短缺的问题。

3 日本小型农机发展面临的问题

3.1 耕地面积小导致发展困难

日本人均耕地面积严重不足。从农业种类上看，由于地理、气候等自然条件的限制，日本的农产品种类和产出量有限，这对本国小型农机的发展影响深远。资源贫乏、人口密集、自然灾害频发，功能相对简单的轻量化、低成本农机发展较为迅猛^[7]，但由于可耕种土地较为分散，大型农机难以大规模使用，成本高、周期短，使得日本农业呈现出系统化零碎耕作的现象。小规模农户耕地面积不足，越来越倾向于将零碎土地打包移交给土地承包商，因此，日本农业倾向于向规模化发展，小型农机的市

场需求被不断压缩。另一方面，虽然日本农业机械均有向大型化发展的趋势，效率不断提高，使用更加方便，但大型农机的相关研发不足，价格高，未能扩大市场需求。

3.2 劳动力短缺长期存在

近几年来，在日本从事农业耕种的人口越来越少。在 2004 年，从事农业耕种的人口数量为 257 万，占社会从业人口总数的 4.1%。而 2021 年，日本仅存 200 万农业劳动人口，其中 80% 超过 65 岁，平均年龄 67 岁^[7]。农业由于高投入、低收益对年轻人正在丧失吸引力，日本农业劳动力正快速和大规模向城市和第二、三产业转移，面临着“后继无人”的困境。由于缺少劳动力，日本目前有超 40 万 hm^2 的土地处于抛荒状态。

日本农业原以小型自用式农具为主的需求逐渐转为规模化作业的大型农机需求。随着农业从业人员的减少，小型农机的市场销售困难重重。日本农机企业积极研发和推出可自动驾驶的无人农机和规模化大型农机以寻求多种途径减少人工的投入。到目前为止，日本 90% 以上农业作业实现了机械化^[8]。尽管如此，目前的机械化程度仍然未能解决日本人口老龄化引发的劳动力不足的问题。

3.3 农业现代化生产模式难以覆盖

日本农业的显著特征是创新、提升生产效率和可持续发展。政策的战略转型和市场环境的重构推动了农业从小农经营向现代化大规模经营的转变。政策激励引入了先进技术，如 5G 技术等，提高了要素配置效率和生产效率，然而，农业智慧化和现代

化面临着受众限制的挑战。老龄化和劳动力减少使农民难以接受前沿的信息和通信技术知识，导致新技术的实施和现代化农机普及困难。

3.4 创新水平缓慢差距缩小

日本一直是小型农机行业的先行者和领导者，但近年来其农业机械创新能力已经出现减缓的趋势。随着日本农业人口、市场规模的减小，日本农机产业规模、研发能力、创新能力也在逐渐下滑。另一方面，随着日本经济的停滞，大量富有创新精神和能力的年轻人趋向“躺平”。年轻人的创新和创造力是社会发展的重要推动力量，如果年轻人没有了创新和创造力，社会发展将受到限制。在全球化加速和国际市场竞争激烈化的今天，日本国内市场的萎缩和国际市场的竞争加剧也使日本农机市场面临更大的压力。

4 日本小型农机发展方向及对我国农机发展的启示

4.1 农业政策助推传统农业向智慧农业改变

农业的盈利能力与其他行业相比并不突出，但政府提高对农业和农机的支持力度，能一定程度上推动市场的乐观情绪^[9-11]。农机经营是一种依存于社会政治、经济与法律等制度下的技术类型、组织形式及运作方式的制度安排^[12-14]。日本政府根据农业发展各个时期的需要，通过政策立法为日本农业机械化 and 农机经营提供了系统且有效的政策法律支撑。

1947年，日本通过了《农业协同组合法》加强对先进农业机械的购买，实现农机作业共同化。1953年，日本制定了《农业机械化促进法》，赋予多种农业机械的购置补贴，极大地激励了农民的购机热情。1961年，日本《农业基本法》颁布，引进先进的农业机械和完善农业配套设施，大幅提升农业生产效率^[15]。同年，《关于建立农业现代化资助资金的法律》和《农业现代化资金补助法》颁布以拓宽农机资金渠道^[16]。1993年第2次修订《农业机械化促进法》，增加了针对高性能农业机械的相关条款。于2005年5月发起“农、林、渔基础研究计划”，鼓励与IT技术相结合的高性能控制系统的研发，鼓励低耗、省力农业机械的研发，鼓励安全生产自动化技术的研发等^[17]。2008年《研究开发应用推广高效农机具的基本指导意见》明确了对节能环保型高效农机具的支持^[18]。

农业的根本出路在于机械化^[19]，我国农业农机政策设立的重要目的便是支持鼓励农民使用农业机械，从而推动农业机械化建设，确保农民收入的增加。近年来，我国农业以绿色化、集约化、数字化发展为指引，未来农机补贴政策的发展应当重点调整和加大对绿色化、集约化、数字化类机械设备的支持力度，让耗能大、污染严重、操作困难的老旧机械退出农业生产。与此同时，调整补贴类目与内容，大力支持和鼓励创新型农机的应用，助推我国传统农业向智慧农业改变。

4.2 以高额补贴和优惠贷款推动高效农机购置

为鼓励农户购买农机设备，提高农民使用农机设备的积极性，日本政府为购买农机设备的农民提供了高额补贴和贷款服务，较好地解决了农户购置农机设备的资金问题。早在20世纪70年代，日本设立农业机械银行项目提供购农机所需的贷款和资金。80年代初，日本金融机构进一步扩大了在农业方面的业务范围，用于支持信托农场和农业散户购置农业机械。1998年，日本成立农业机械化协会，规定农机采购贷款利息应低于农户存款利率的10%，并且可以延长贷款期限。2010年，出台《农机租赁服务指南》，规范了农机租赁业务的运营、登记、使用等程序，逐步提高农户购机和贷款的可得性和便捷性。2015年，实施农机信贷贴息政策，补贴范围也在逐步扩大^[20]。此外，日本也对农机研发产业提供资金支持，刺激创新实用日本农机研发。这不仅有助于农机行业的蓬勃发展，也会促进全球农机的创新和发展^[21]。

从金融支持上看，日本贷款额度高，期限灵活，覆盖的农机种类较全面，模式更加多样，不断加强产业链协同合作^[22]。为推动机械化的发展，日本政府不断提高农机补贴额度，开展信贷服务，并受政府、社会机构多方面保障支持，除了购机政策，还制定了多项配套措施，如银行贷款优惠、免费的技术培训以及农机用油优惠等多种方式。而我国的农机购置补贴主要方式还属于直接补贴，通过财政拨款增加农民收入，提高农民购买农业机械的积极性。应创新研究出切实可选的农机购置补贴模式，充分发挥购机补贴资金助力我国农业现代化水平提高的效能，增加农民收入。

4.3 以智慧农业实证工程推动先进农机研发落地

日本农业正在经历机械化向智能化的现代化转

型。在政府推动下,日本农机厂商、食品企业、IT科技和机器人公司跨界结合布局探索科技农业的发展方向,引入先进技术如人工智能、物联网、无人机等。久保田、洋马农机、井关农机等推出无人驾驶农机,结合GPS、传感器等技术,提高生产效率和质量。农林水产省设立“实现智能农业研究会”,推动多机协同作业、无人精密农业机械等研发。自动采集农田信息、智能指导农机操作成为未来发展方向。日本农业通过智慧农业和六次产业化实现转型,正在焕发新的活力。纵观日本小型农机的发展,充分体现出农机与农艺相结合、实用高效和重视原始创新的特点。日本小农机逐渐走向多功能性,规格调整灵活、使用场景多样,同款农机满足个性化调节,以匹配不同的农田场景^[23]。

目前我国高端农业机械产品不足、低端农机产品过剩、小型农机质量差^[24]。我国幅员辽阔,各地的气候环境、经济发展条件、耕作情况均天差地别,应重视农机与农艺相结合,结合现代科技,重视原始创新,研发轻量化、多功能性、使用场景多样的智能农机。同时,也要在政策端给予大力的支持,积极适度推进土地流转与规模化经营,相关涉农企业提供专业化服务,协调与推进农业生产一同管理;农业服务公司、农民合作社、农村集体经济组织、基层供销合作社等各类企业大力发展土地托管服务;涉农企业要加快建设农产品多条产业链,提高种粮综合效益,大力发展科技,研发微耕机械等先进农业设备;鼓励农民应积极响应国家号召,参与土地流转与规模化经营,积极发展副业,就地就近创业就业,增加收入提高生活质量,共同推动我国智慧农业的发展与进步。

参考文献

- [1] CRAWFORD G W. Advances in understanding early agriculture in Japan[J]. *Current Anthropology: A World Journal of the Sciences of Man*, 2011(4S): 52-64.
- [2] 邱灵. 推进农村产业融合发展日本“六次产业化”的做法及启示[J]. *中国经贸导刊*, 2016(34): 35-37.
- [3] 严瑾. 日本的六次产业发展及其对我国乡村振兴的启示[J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2021(5): 128-137.
- [4] MOORE, RICHARD H. Japanese agriculture, patterns of rural development[M]. Boulder: Westview Press, 1990.
- [5] NAKANO K. The "Sixth Industrialization" for Japanese agricultural development[J]. *The Ritsumeikan economic review: the bi-monthly journal of Ritsumeikan University*, 2014(3): 223-241.
- [6] WASHIZU AYU, NAKANO SATOSHI. Exploring the characteristics of smart agricultural development in Japan: analysis using a smart agricultural kaizen level technology map[J]. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2022, 198(8): 168-176.
- [7] 姚海. 日本农机产业的现状研究[J]. *福建农机*, 2009(1): 6-9.
- [8] 吴清分, 亚文. 近年日本拖拉机市场的发展[J]. *农机市场*, 1998(3): 12-15.
- [9] 罗剑. 美国、法国和日本农机经营模式及启示[J]. *世界农业*, 2016(2): 37-41.
- [10] 李应春, 翁鸣. 日本农业政策调整及其原因分析[J]. *农业经济问题*, 2006(8): 72-75.
- [11] GODO Y. Evaluation of Japanese agricultural policy reforms under the WTO agreement on agriculture[C]// *International Association of Agricultural Economists Conference, Foz do Iguaçu, Brazil*, 2012.
- [12] CHANG H J. Rethinking public policy in agriculture: lessons from history, distant and recent[J]. *Journal of Peasant Studies*, 2009, 36(3): 477-515.
- [13] KAWAGOE T. Agricultural land reform in postwar Japan: experiences and issues[J]. *Social Science Electronic Publishing*, 1999, 37(4): 159-167.
- [14] 柳彤. 揭示全球农机新动向——世界农机制造商协会联盟年会在日本召开[J]. *农机市场*, 2018(7): 57-60.
- [15] 于秋芳. 现代日本农协的发展变迁研究[M]. 芜湖: 安徽师范大学出版社, 2012.
- [16] 张杨, 殷悦. 农业机械与科技现代化的金融支持——以日本农村金融为例[J]. *黑龙江畜牧兽医(下半月)*, 2015(11): 24-27.
- [17] 段运红. 北海道农机展: 独具一格的日本农机产业[J]. *农业机械*, 2018(9): 26-30.
- [18] MULGAN A G. The politics of agriculture in Japan[M]. New York: Routledge, 2013.
- [19] 王玉帅. WTO框架下中国农业补贴法律和政策研究[D]. 北京: 对外经济贸易大学, 2014.
- [20] 王祎娜, 冯开文. 国外农机合作社的实践经验[J]. *山西农经*, 2016(9): 7-10.
- [21] 曹阳. 中国农机财政补贴政策问题研究[D]. 洛阳: 河南科技大学, 2019.
- [22] 曹蕾, 干婷婷, 王娇文, 等. 法律保障, 财政支持与产业协同——日韩农机信贷补贴经验与启示[J]. *经济研究参考*, 2021(23): 107-117.
- [23] NOGUCHI N, BARAWID O C. Robot farming system using multiple robot tractors in Japan agriculture[J]. *Ifac Proceedings Volumes*, 2011, 44(1): 633-637.
- [24] 杨印生, 陈旭. 日本农业机械化经验分析[J]. *现代日本经济*, 2018, 37(2): 77-86.

(下转第69页)

- 探究[J]. 中国粮油学报, 2022, 37(8): 36-43.
- [9] 陈坤杰, 左毅, 李和清, 等. 热泵式低温循环谷物干燥机控制系统设计与试验[J]. 农业机械学报, 2021, 52(5): 316-323.
- [10] 黄琦兰, 单一珉, 郭利进. 粮情监控系统中多数据信息融合技术的应用[J]. 粮食与油脂, 2020, 33(8): 98-100.
- [11] 张华希, 闫一哲, 李和清, 等. 空气源热泵粮食干燥机信息采集与自动控制系统的研制[J]. 江西农业大学学报, 2022, 44(1): 205-211.

Research and Development of Monitoring System for Rice Husking Processing Production Line

Lyu Mingyang, Xu Jinyu, Liu Hongbin, Yang Xinru, Huang Tianyu, Hu Ruina

(School of Electrical and Information Engineering, Hubei University of Automotive Technology, Shiyan 442002, China)

Abstract: To solve the problems of monitoring the operation status and analyzing production capacity data of traditional rice husking production lines, and accelerate the digital transformation and upgrading of production lines, a distributed rice husking processing production line monitoring system has been developed. The system is based on the Profinet bus communication protocol, and the monitoring layer uses a medium-sized PLC S7-1200 as the core control to develop a WinCC upper computer monitoring station; The device layer adopts a small PLC S7-200 smart as distributed control, and develops a McgsPro substation touch screen interface. Realize functions such as remote single machine jog of various devices, streamlined one click start, equipment operation status monitoring, electricity and production capacity data collection and report generation. This system greatly improves the comprehensive deep processing production efficiency of rice, reduces the rate of manual misoperation, and is of great significance for promoting agricultural modernization.

Key words: rice husking; distributed control; monitoring system; agricultural digitization

(上接第23页)

The Discussion and Prospect of Small Agricultural Machinery in Japan

Huang Xiaocai¹, Song Guangpeng¹, Gao Xiang¹, Xiong Zheng^{1,2}, Xie Zhequan³, Chen Canliang³

(1. Shenzhen Institute of Modern Agricultural Equipment, Shenzhen 518001, China; 2. Guangdong Institute of Modern Agricultural Equipment, Guangzhou 510630, China; 3. Shantou Agricultural Products Quality and Safety Center, Shantou 515000, China)

Abstract: The geographical features of Japan are mainly hills and mountains, similar to the Lingnan area in southern China. As a typical island country, Japan has very limited arable land resources, high agricultural production costs, difficult farmland cultivation, and limited types of agricultural products suitable for planting and development, resulting in insufficient agricultural output in Japan. At the same time, with Japan's negative population growth and serious aging population, the shortage of agricultural labor has become a serious challenge to Japan's agricultural and rural development. In this context, Japan aims to improve agricultural production efficiency, empowers agriculture through industry, and vigorously develops small-scale agricultural machinery and tools, forming an agricultural machinery industry led by Kubota, Yanmar, Iseki, and Mitsubishi. In all fields and links of production, its agricultural machinery technology is in the leading position in the world. This paper analyzes and summarizes the development status of small-scale agricultural machinery in Japan, analyzes the characteristics, existing problems and solutions of agricultural machinery, and provides experience and reference for the development of agricultural machinery in my country.

Key words: small agricultural machinery; Japan; production processes; agricultural machinery development