# 陕西积极探索蔬菜全程机械化发展新路径

■ 范海龙 郑智旗 张军昌

蔬菜产业是陕西省农村经济发展和 农民增收的支柱产业,然而受土地面积 限制,陕西蔬菜生产总体成片大面积还 不多,机械化水平相对偏低,劳动力成本 高。近年来,陕西省积极探索蔬菜产业 全程机械化最优模式和路径,把提高蔬 菜产业全程机械化水平作为推动蔬菜产 业现代化的一个重要抓手,推进陕西省 农机化向全程全面、高效智能化发展。

## 推进蔬菜全程机械化生产 意义重大

"十三五"以来,陕西省大力实施现 代设施农业发展项目和千亿级设施农业 工程,带动蔬菜产业快速发展。2022年, 该省蔬菜种植面积791万亩,产量1953 万吨,产值700亿元,面积、产量和产值 分别较 2020 年增加 3.5%、0.3%和 15.9%。其中设施蔬菜种植面积210万 亩,产量735万吨,分别占全省蔬菜总面 积和总产量的26.6%和37.6%,略高于全 国平均水平。

自2009年以来,陕西省相继实施了 "百万亩设施蔬菜工程""现代设施农业 工程",目前正在实施"以千亿级棚室栽 培为代表的设施农业",有效提升了蔬菜 产业的设施化水平。陕西省设施蔬菜总 面积和总产量均占设施农业的2/3左 右,处于大有可为的战略机遇期,发展前 景广阔。《陕西省"十四五"现代蔬菜产 业发展规划》中明确提出,到2025年,陕 西省蔬菜实现产值780亿元,设施农业 实现综合产值1200亿元。

近年来,陕西省把发展蔬菜产业作 为区域经济发展和农民增收的新途径, 制定发展规划,筹集专项资金,为加快蔬 菜产业发展注入新动力。但陕西省蔬菜 园区规模普遍偏小,机械化覆盖面不广, 露地蔬菜仅耕整地、植保、灌溉等少数环 节实现了机械化,设施蔬菜也存在着地 域之间、品种之间、作业环节之间机械化 发展不均衡的问题。因此,只有通过推 行蔬菜全程机械化生产才能不断提高蔬 菜的质量和产量,解决劳动力短缺、劳动 力成本高等问题,实现蔬菜产业高质量

蔬菜产业属于劳动密集型产业,育 苗、移栽、田间管理、收获、产后处理等 很多环节都需要大量的劳动力进行人 工作业。特别是陕西蔬菜绝大多数都 是一家一户家庭式零散种植,规模小, 基础设施落后,需要大量的劳动力。随 着我国工业化和城镇化进程不断加快, 农村劳动力加快转移,"用工难""用工 贵"等问题日益突出;蔬菜产业防灾抗 灾能力不强,降低了蔬菜产量、质量和 商品率,影响菜农经济收入。蔬菜产业 中存在的这些突出问题已成为制约蔬 菜产业现代化发展的瓶颈。因此,必须 坚持以科技创新为动力,以农机农艺有 机融合、机械化信息化融合为路径,简 化规范蔬菜栽培农业标准,探索陕西蔬 菜生产机械化装备,助推陕西蔬菜产业 高质量发展。

# 陕西蔬菜产业全程机械化 发展现状

根据《陕西省"十四五"现代蔬菜产 业发展规划》,该省按照"陕北果菜、陕 南叶菜、关中果蔬及高山区域冷凉露地 菜"的总体布局,大力推进蔬菜产业板块 化、布局集群化、生产设施化。近年来, 该省先后引进研发了多种先进的蔬菜机

械,机械保有量不断增加,机械化水平逐 步提高。该省在太白、杨凌、大荔等地建 立示范区,开展试验示范推广,基本实现 了从传统的手工劳动向机械化生产的转 变,数字化、智能化已开始应用,机艺融 合水平不断提升。适宜机械化操作的新 型棚体推广步伐加快,卷帘机、微耕机、 播种机等设施设备普遍应用。

"苗壮半收成",优质的种苗是保证 蔬菜品质的前提。蔬菜工厂化育苗可以 不受天气环境等客观因素的影响,达到 周年供应,具有节省育苗时间,提升育苗 品质,提高育苗效率,降低生产成本等优 点,是陕西的主推技术。目前,全省专业 化育苗点总数有1200多个,工厂化育苗 中心30多个,年育苗能力20多亿株,专 业化、集约化育苗水平明显提升。在工 厂化育苗中,自动化设备仅在基质混合、 播种中得以应用,育苗中的生长管理、运 输、包装等还主要依靠人工作业。全自 动穴盘苗播种机还无法实现100%播种 率,填补空穴是一个亟待解决的问题。 温室内的温度、湿度、光照、水、肥、药等 均需人工进行设备调控,信息化、智能化

随着自动导航技术、激光平地技术 的逐步推广,以及配套旋耕机、开沟机、 起垄机、平地机等耕整地机具的不断完 善,陕西省蔬菜耕整机械化环节已基本 实现,并逐渐向智能化、自动化、精细化 方向发展。

蔬菜种植环节主要包括蔬菜播 种(含直播、绳播)、移栽等作业。当前, 蔬菜播种机多数处于半自动阶段,主要 有机械式、气力式和绳式三种。其中,机 械式播种机结构简单、制造和维护成本 低、性能可靠稳定,使用比较广泛,但需 要更换排种器以适应不同类型种子,通 用性较低;气力式播种机对种子损伤小, 通用性好,播种精度高,是一种高效的、 精准的多用途播种机,逐步成为今后发 展的主流趋势。种绳式播种机采用气力 排种器将种子播到种带上制成种绳,通 过种绳直播机铺设于种沟中,提高了作 业效率,且播种间距精准可调,特别适用 于小粒径蔬菜种子的精密播种。

蔬菜移栽环节是陕西省农机化发展 的短板。目前,蔬菜移栽机械的大规模 研究工作已逐渐起步,但面对繁多的蔬 菜品种和各地区迥异的农艺要求,研发 的移栽机一般只适用于一种蔬菜,通用 化蔬菜移栽装备较少;设施内蔬菜移栽 一般使用的都是大田移栽机,设施蔬菜 生产以中小型拱棚和塑料大棚内种植为 主,多数大田移栽机无法进入,急需研制 适用于中小型设施的自动移栽机。

田间管理环节包括灌溉、中耕除 草、植保等作业。灌溉设施主要包括机 械灌溉、人工灌溉等,人工灌溉(主要采 用漫灌、沟灌)因水资源利用率低将逐步 淘汰,机械灌溉以喷灌、微滴灌为主,其 中微滴灌可进行水肥一体化管理,逐步 成为现代蔬菜产业未来发展方向。

植保设施主要包括喷药机、无人 机。目前喷药机多为背负式和手扶式, 存在型号单一、作业效率低、喷头研制相 对落后、农药利用率低、加工精度低、对 操作者损害大等问题,将会逐步被淘汰; 自走式喷药机能够实现精密喷药,大幅 度提高作业效率,避免农药的浪费,减少 环境污染,在蔬菜生产中应用较多;无人 机作业效率高,生产成本低,可忽略地形 的影响而完成喷药作业,是未来重要发

环境调控主要是用于设施蔬菜。环





牵引式田间蔬菜搬运(采收)平台



履带乘坐式有机肥撒肥机

境调控装备主要有温湿度等环境自动监 测控制系统、水肥一体化系统(含集雨设 施)、自动喷淋、自动卷帘(膜)机等自动 化设施装备;设施环境信息化监测控制 仪器设备主要有智能数字传感器、大棚 小喇叭等。通过智慧农业物联网管理平 台和手机 APP 操作等,实现大棚自动通 风、降温、水肥控制等轻简化栽培和数字 化管理,可大大提高生产效率,降低人工 成本,提高蔬菜产量和品质。据调查, 2022年陕西省设施环境信息化监测覆盖

面积约13万亩,设施环境信息化控制覆 盖面积4.6万亩,分别占总设施面积的 5.5%和2%。

目前蔬菜收获基本依靠人工作业, 收获环节的劳动量占总劳动量的40%左 右。陕西蔬菜实现机械收获的主要是根 茎类蔬菜,瓜果类蔬菜、球茎类蔬菜、果 粒类蔬菜、叶类蔬菜收获机械没有得到 推广。以胡萝卜为代表根茎类蔬菜近年 来技术已基本成熟,机械化作业程度高; 而青菜、韭菜、菠菜等叶类蔬菜的收获机

具国内研发的较少,主要为日本、德国机 具;莴苣等球茎类蔬菜收获机具虽有突 破,但机具实用性不大,仍以手工收获为 主;果类蔬菜因生长状况复杂,使得机械 化收获极其困难,如豇豆、菜豆、丝瓜 等,几乎无法使用机械收获,因此果类蔬 菜机械化收获研究主要在机械手采摘方 向。蔬菜运输基本实现了机械化,一般 采用电动三轮转运车等,有条件的设施 蔬菜也配备导轨运输车。

采后处理环节主要包括清洗、分 级、包装、运输、包装、冷藏、脱水、加工、 干燥等作业,目前机械化应用较少,还处 于起步阶段。陕西省涉及蔬菜生产、加 工、储运的新型生产经营主体共有3563 个,其中全省年产值超过1000万元的蔬 菜企业81家,仅占蔬菜新型生产经营主 体的2%,上亿元的龙头企业更少。与其 他产业相比,蔬菜企业规模小、单体弱, 龙头企业带动力不强,延链强链难度大。

#### 蔬菜全程机械化发展 存在的主要问题

蔬菜宜机化条件较差,不适合机械 高效作业。陕西省蔬菜产业绝大多数是 以家庭生产为主,75%的菜农生产规模 小于0.5亩,不利于机械化作业,除耕整 地外,基本上都是人工操作,规模化机械 化程度较低。设施蔬菜大多是2008— 2012年集中建设的,简易设施占比大,缺 少官机化操作空间,存在着作业机具"路 难走、门难进、边难耕、头难掉"的现象, 不利于机械化高效作业。部分蔬菜产区 基础设施落后,专业菜地的水、电、路等 设施不完善,不配套。

机艺融合程度低,限制了机械化推 广。陕西地形南北狭长,跨纬度多,地区 间蔬菜种植习惯、种类多种多样,导致不 同种植区域种植模式千差万别,难以规 范。同一块田地往往也需在叶菜类、根 茎类、瓜果类等作物间轮番种植,轮转周 期相对频繁,生产环节较多,配套标准化 低,加大了机械化作业的难度。总体上 农机农艺融合不够,未考虑整地、移栽机 收获全过程匹配的解决方案。

关键环节专用机具缺乏,制约全程 机械化发展。蔬菜生产过程中耕整地、 播种、移栽、植保等环节机械化作业程度 较高,但育苗嫁接、收获、采后处理等环 节无机可用。大多数蔬菜机械都产自欧 美、日韩,进口机具价格高、适用性差。 国产机械大都处于引进、吸收、消化阶 段,性能不稳定。与大宗粮食作物相比, 蔬菜机械的研发和推广难度较大。

蔬菜机械化效益不显著,影响菜农 购机热情。蔬菜种植规模较小,蔬菜机 械的利用效率较低,机具的作业效率没 有充分发挥,生产效益得不到显著提 升。另外,许多蔬菜种植户缺少冷藏保 鲜设备,反季节市场供应能力差,生产 效益普遍不高,影响机具购置、使用的 积极性。

市场体系建设滞后,农机社会化服 务组织少。目前陕西蔬菜产业主要以单 一农户个体经营为主,生产规模化偏小, 组织化程度低,抗风险能力弱。蔬菜产 业市场体系建设不完善,销售网络不健 全,品牌建设意识淡薄,市场竞争力不 强,龙头企业带动力弱。缺乏懂技术、会 经营的复合型人才和具有较高农机操 作、维修技术的专业人才。同时,由于蔬 菜的区域性强,农机社会化服务组织的 跨区作业半径小,降低了农机社会化服 务能力。

### 蔬菜全程机械化 发展模式和路径

根据陕西蔬菜产业发展现状和存在 问题,要提高蔬菜产业机械化水平,需要 不断探索适合陕西蔬菜产业机械化发展 的模式和路径。

加大标准化基地建设,促进农机 农艺深度融合。根据陕西省地域特 点,开展蔬菜标准化生产基地建设,推 行单一品种种植区标准化、规范化、专 业化种植模式,提升典型宜机化蔬菜 品种生产集中度和规模经营度,提高 对机械化生产的需求。建设集约化育 苗中心,扩大商品苗在蔬菜生产上的 应用比重,满足蔬菜规模化和标准化 生产的需要。做好现有设施结构及装 备配置的改造提升,制定不同设施结 构改造标准,改造提升老旧设施及不符 合生产要求的非标设施,实现设施结构 科学化、标准化、宜机化。对灌溉设施 要提前合理规划布局,为水肥一体化机 械配套奠定基础。加强有机肥、无土栽 培基质等产品的规范化生产及市场化 供应,消除土壤连作障碍,助力农产品 标准化生产及产品品质和质量安全水 平提升。同时,要大力推进农机与农艺 融合,建立农机、农艺专家联席制度,不 定期召开专家联席会议,共同商定蔬菜 现代化发展政策措施,提出现代蔬菜园 区宜机化建设指导意见,推动蔬菜园区 农机农艺深度融合。

加强薄弱环节机具研发,实现"有 机可用"和"有好机用"。加强各生产环 节专用装备的创新研发,补齐精量播种、 育苗移接、移栽和收获等环节技术装备 短板。设施蔬菜主推精量播种、工厂化 育苗、水肥一体化技术、环境因子智能调 控和信息化管理、茎蔓的无害化处理技 术、蔬菜净菜加工及洁净化分级;露地蔬 菜主推工厂化育苗、高速移栽(或直 播)、联合高效收获机械化技术。同时, 要加快新型蔬菜机械设备鉴定,将先进 适用可靠的蔬菜产业机械设备纳入补贴 范围。针对优势特色蔬菜产业急需的机 具产品,提高购机补贴比例或进行地方 财政累加补贴,提升农户的购机热情和 用机积极性。

加强机械化技术集成,为蔬菜全程 机械化提供解决方案。针对各区域蔬菜 产业发展特点,陕西按照不同地理条件。 不同栽培模式和不同规模的蔬菜园区情 况,积极探索经济有效、操作简易的"省 时、省工、节本、增效"的蔬菜轻简化生 产机械化技术体系,开展蔬菜机械化生 产薄弱环节技术试验示范,促使良种、良 法、良田、良机配套,及时总结提炼区域 优势特色蔬菜品种全程机械化技术路 线、生产模式,加大宣传培训力度,做给 菜农看,带着菜农干。

施、提质量、增效益"的总体思路,针对 蔬菜产业全程机械化发展中存在的"瓶 颈"问题,要从关键环节逐项突破和产 业全面系统规划两个方面着手,加大蔬 菜产业机械的研发投入和购置补贴力 度,加强蔬菜产业全程机械化技术的推 广应用和培训,培育和发展蔬菜产业农 机社会化服务市场主体,重点解决蔬菜 产业布局结构不合理、机械化配套水平 不高、综合服务体系不健全等问题,促 进蔬菜产业机械化全程全面、高质高效 发展,为全面推进蔬菜产业现代化提供

