

# 设施种植机械化 典型案例

农业农村部农业机械化总站

二〇二一年十一月

# 目 录

因地制宜全力推进京郊设施农业现代化	
——北京市农业机械试验鉴定推广站.....	1
用机械化力量突破西瓜种植瓶颈	
——江苏省东台市农业机械化技术推广服务站.....	11
积极探索上海“菜篮子”全程机械化生产模式	
——清美集团张家桥蔬菜种植基地.....	20
为上海设施农业插上智慧的翅膀	
——上海世鑫蔬菜种植专业合作社.....	30
注重规划引领 强化装备支撑 积极探索机艺融合的设施农业现代化之路	
——常熟市碧溪街道现代设施农业科技示范园区.....	40
“机器换人”助力葡萄产业转型升级	
——浦江县十里阳光农业发展有限公司.....	49
数字化转型助力标准化基地建设	
——浙江绿迹农业科技有限公司.....	58
全程机械化让金针菇“成长无忧”	
——山东友泓生物科技有限公司.....	66

蔬菜生产智能化 产旅结合做文章	
——山东绿沃川智慧农业发展有限公司.....	75
积极推进设施种植绿色农机化之路	
——山东青州市佳腾现代农业示范园.....	82
积极探索鲜食葡萄生产信息化发展之路	
——四川果怡农业科技有限公司.....	90
新技术 新模式 新业态 促蔬菜生产走出一条可持续发展新路	
——广汉市垦丰果蔬种植专业合作社.....	97
“六统一”助推高原夏菜设施农业机械化迈上新台阶	
——甘肃省张掖市甘州区绿松种植农民专业合作社.....	103
标准化生产助力设施蔬菜全程机械化	
——胶州市青岛绿村农产品专业合作社.....	112
创新思路 多措并举 推动蔬菜机械化生产及社会化服务	
——南京牛首农副产品专业合作社.....	120
“两轮驱动”大葱生产走上全程机械化轨道	
——青岛盛跃惠民农机专业合作社.....	129

## 因地制宜全力推进京郊设施农业现代化

——北京市农业机械试验鉴定推广站

**摘要：**北京市农业机械试验鉴定推广站立足京郊农业发展实际，以问题和需求为导向，抓住设施种植机械化发展短板，积极开展设施结构宜机化改造和种植模式宜机化探索，以种植、收获等薄弱环节为抓手，以主栽蔬菜品种全程机械化为目标，通过试验示范和推广应用，形成了有北京地区特色的设施种植机械化技术模式，提升了设施机械化水平。

### 一、组织基本情况

北京市农业机械试验鉴定推广站筹建于1974年，1977年10月批文成立，1978年正式对外开展业务，是原北京市农业机械局下设的直属事业性科技单位，几经转折变迁，现隶属于北京市农业农村局。主要承担农业农村部、北京市科委、北京市农业农村局等有关单位委托的农机科研、新产品鉴定、农机试验、农机产品质量监督检验及农机化新技术示范推广、信息化技术、农机职业技能培训与鉴定等主要任务。既是农机技术性评价的公益性单位，又是科研院所、生产企业和农民应用之间有机联系的专设机构。是目前北京唯一一家集农机产品鉴定、检验、农机新技术新产品引进、试验、

示范与推广，及农机新产品开发与研制、农机化信息服务、农机职业技能培训与鉴定的综合性科研事业单位。现有职工 51 人，其中，专业技术人员 50 人，高级职称技术人员 27 人，科研技术力量雄厚。

## 二、设施种植机械化工作开展情况

### （一）工作开展情况

#### 1. 开展设施种植农艺栽培新模式试验研究

##### （1）塑料大棚番茄栽培新模式试验

在宜机化的塑料大棚中，改变现有种植习惯，采用窄垄面、宽垄沟的方式（垄顶宽 60cm，垄底宽 80cm，垄沟宽 90cm，垄距 170cm），开展番茄农机农艺融合栽培模式的探索。在满足传统种植基本要求的基础上，通过试验对比，遴选出适合机械作业的株行距（行距 40cm，株距 35cm），为后续各环节机械化作业预留足够的空间。采用该模式可实现番茄各环节机械化作业（除收获作业）。



塑料大棚移栽作业

## (2) 日光温室蔬菜生产东西向种植试验

在进行过宜机化改造的日光温室中，将传统南北向种植习惯，改为东西向长垄种植，通过延长作业距离，为机械化生产提供便利。进行了油菜、菠菜、菜心等叶菜及番茄等果菜的东向西种植试验。同时进行了番茄东西向长垄种植与南北向种植对比试验，就两种种植模式中番茄长势、产量和品质进行了对比，遴选出东西向长垄种植中可实现机械化作业，且番茄产量、品质最佳的株行距(大行距 100cm, 小行距 40cm, 株距 35cm)。



日光温室东西向长垄种植番茄

## 2. 进行设施蔬菜生产关键环节机械化技术试验示范

### (1) 果菜生产关键环节机械化技术

按照农艺技术环节拆分番茄生产流程为：撒施肥、旋耕、起垄、铺管、铺膜、移栽、田间管理（植保、水肥一体化灌溉）、残秧处理等，结合设施结构、农艺要求、机具参数，

确定合理的垄距及株行距，配套撒肥机、旋耕机、起垄铺管铺膜一体机、移栽机、打药机、水肥一体化装备、残秧处理机等机械装备，试验形成日光温室番茄关键环节机械化技术方案，实现耕整地、种植、田间管理、残秧处理等各环节的机械化作业，促进园区设施果菜生产机械化水平的提升。目前该项技术陆续在昌平、密云、怀柔、大兴等区进行示范应用。



日光温室起垄作业

## (2) 叶菜生产关键环节机械化技术

按照农艺技术环节拆分油菜生产流程为：撒施肥、旋耕、起垄、精量直播、田间管理（植保、水肥药一体化灌溉）、收获等生产环节，结合设施结构、农艺要求、机具参数，确定合理的垄形尺寸及垄距，配套撒肥机、旋耕机、起垄机、叶菜精量直播机、智能水肥灌溉系统、叶菜收获机、棚室内运输车（轨道式）等机械化装备，试验形成日光温室油菜关

关键环节机械化技术方案，提升园区日光温室叶菜生产关键环节机械化、智能化水平。该项技术在京郊昌平、怀柔、密云、大兴、房山等区和江苏、山东、湖北等省进行推广应用。



日光温室叶菜收获作业

## （二）存在问题

### 1. 设施结构不适宜机械作业

京郊设施农业包括日光温室、塑料大棚、连栋温室等，生产类型较多，且 70%左右的设施建造于 2010 年以前，结构老旧、亟待更新。比如：日光温室建造设计优先考虑采光、保温等主要功能，前屋面仰角小、脊高低、跨度和长度较短，塑料大棚两端门框尺寸偏小、棚肩高度较低，这些条件的存在，一方面使得中型动力机械和作业机具无法顺利进出棚室，抬高了设施机械化的门槛；另一方面使得农机装备在棚室内作业时容易造成“边难耕、头难调、效难高”。这些结构性的不宜机化问题使设施蔬菜生产成为最难实现机械化的种植方式之一，也是目前京郊设施蔬菜生产机械化水平较低的



直接原因。

## 2. 种植模式不利于机械化

据不完全统计，京郊设施农业生产园区种植蔬菜种类多，品种杂，常年种植蔬菜品种约有 100 个左右，且种植农艺模式五花八门；设施蔬菜生产环节多，各环节农户种植操作随意性大，行株距等作业指标经常凭经验判断，种植管理不统一；日光温室为了作物采光，采用南北向种植方式，但垄长短，使用机具作业时，小型机具需要频繁掉头，中型机具无法使用；设施蔬菜生产园区中每个蔬菜品种的种植规模较小，有时一栋日光温室中会种植 5—6 种不同类型的叶类菜，不具备机械化作业的场地条件要求。传统种植模式成为设施蔬菜生产不宜机化的另一制约因素。

## 3. 专用农机装备相对缺乏

京郊设施农业机械化方面的研究起步晚、发展慢，设施蔬菜生产专用的中小型农机装备相对缺乏，尤其是精细整地、有机肥撒施、高速高密度栽植、叶菜收获等专用装备少之又少，部分环节引进了国产或者进口装备，但是在适应本地蔬菜种植农艺要求，实现农机农艺融合等方面还有待进一步提高机具的适应性。京郊现有的 26 家蔬菜农机服务组织开展蔬菜生产中土地旋耕、起垄、施肥、打药等环节的机械化作业，但是大多借助大田机械来完成，专用的蔬菜生产机械装备相对较少。

### （三）解决办法

#### 1. 开展设施宜机化改造

针对设施进出口狭小且内部空间不利于机械化作业的问题，对日光温室和塑料大棚进行宜机化改造。通过在温室前屋面增加机具进出通道和对塑料大棚两端门框进行扩宽，以及加高棚肩高度等方式，增加设施的通过性，使得中型机具能够顺利进出棚室。在此基础上，再通过蔬菜种植模式的宜机化，使设施蔬菜生产逐步走向全程全面机械化。

#### 2. 开展适宜机械化的新栽培模式研究

开展传统种植模式与可实现机械化作业的栽培新模式的对比研究。对比两种模式下作物产量和品质，遴选出适宜机械化作业的垄形、垄距及株行距配套要求，为机械化奠定基础。通过技术培训、现场指导、经验交流等方式加大新栽培模式的宣传推广，加快普及应用。



现场作业演示

### 3. 推动蔬菜专业农机服务组织建设

在规模化蔬菜园区和传统的农机合作社中，遴选出一批有意愿进行“机器换人”工程的先行者，率先成立运营模式好、装备技术优、管理服务强的设施农机专业服务组织，探索设施蔬菜社会化综合农事服务建设运营模式，为推动设施蔬菜生产机械化水平提升提供持续动力。

## 三、取得成效及经验

### （一）稳步提升机械化水平

北京市立足本地设施农业发展实际，以问题和需求为导向，抓住设施种植机械化发展短板，积极开展设施结构宜机化改造和种植模式宜机化探索，以种植、收获等薄弱环节为抓手，以主栽蔬菜品种全程机械化为目标，通过试验示范和推广应用，形成了有北京地区特色的设施种植机械化技术模式，设施机械化水平稳步提升。

### （二）加大宣传培训力度

针对设施种植机械化技术装备推广应用缓慢等问题，一方面不断总结优化技术模式，从细节入手使模式更贴切农户实际需求，提高应用机械化技术装备的积极性；另一方面加大宣传力度，通过网络、报刊、公众号、视频直播等多种形式，开展设施机械化技术装备的宣传普及，增加从业者实现设施种植机械化的信心；第三是加大培训力度，通过现场演示、专项观摩、技术研讨、装备推荐、实地指导等多种方式，

引导设施园区、农机服务组织等主体了解技术、应用装备，提升水平。

### （三）推行标准化种植模式

近几年，北京市果类蔬菜生产，根据农艺种植亩密度要求，结合筛选出的农机参数，提出了适用于机械化作业的垄形、垄距、株行距，形成了设施果菜生产机械化技术方案；叶类蔬菜生产根据收获机的要求，通过实践摸索提出了叶菜生产全程机械化技术模式。我们认为，只有适宜机械化作业的农艺模式得到了基本统一，满足了农机作业的基本要求，设施生产机械化技术装备才能得到大面积推广应用。

### （四）树立全程机械化理念

要按照全程机械化的理念，通过对蔬菜生产农艺流程的拆分，筛选各环节可用的机械装备，统筹考虑各环节配套动力、机具外形尺寸、轮距、作业幅宽等参数，确保各生产环节机具之间作业前后衔接紧密，参数设置合理，形成某种蔬菜品种或者某一类蔬菜种类生产全程机械化技术模式，并在不断推广应用中总结经验，才能提升产业机械化水平。

### （五）发展设施蔬菜农机服务组织

农机服务组织在主要粮食作物实现机械化发挥了重要作用。在设施蔬菜生产方面，同样需要设施蔬菜农机服务组织充当先锋。要通过大力发展设施蔬菜农机社会化综合农事服务新模式，使设施园区蔬菜生产逐步实现从“有机可用”

到“有好机可用”，再到“有好农机作业服务可用”的跨越式转变，形成设施蔬菜机械化生产的良性发展模式。

## 用机械化力量突破西瓜种植瓶颈

——江苏省东台市农业机械化技术推广服务站

**摘要：**东台市农业机械化技术推广服务站以项目为抓手、以园区和家庭农场为载体，积极开展西瓜生产机械化装备与技术的引进试验、改进优化，通过机具选型配套、制定标准、开展技术培训和培训、举办现场观摩等方式，加快西瓜生产主要环节机械化技术的示范推广。

### 一、组织情况

东台市农业机械化技术推广服务站是国家设立的基层农机科技推广服务公益性事业单位。现有推广研究员 1 人，正高级工程师 1 人，工程师 3 人。先后承担部、省、市级科技项目 30 多项，发表专业论文 40 多篇，拥有专利、成果等知识产权 10 余项。近几年牵头完成了东台市基本实现水稻生产全程机械化示范市创建、基本实现玉米生产全程机械化示范市创建、全国油菜生产全程机械化示范市创建、粮食生产全程机械化整体推进示范市创建等市级创建工作，具有精干的人才队伍和丰富的推广工作经验。

### 二、设施种植机械化工作开展情况

#### （一）工作开展情况

## 1. 深入开展调研，争取资金扶持。

江苏东台历史悠久，人文荟萃。古以煮盐富天下，今因种瓜誉全国。东台是首个“中国西瓜之乡”，西瓜种植面积近30万亩，总产量90多万吨，总产值近50亿元，纯效益30亿元，规模江苏第一，小果型礼品西瓜规模全国第一。“东台西瓜”先后获得“国家原产地证明商标”“中国名牌农产品”等荣誉称号。

东台西瓜种植规模虽大，但是长期受到人力成本高、劳动生产效率低、高投入高风险、农时紧张等问题的掣肘，给进一步扩大规模带来难题。为解决此类问题，东台市农机推广站组织人员赴三仓等西瓜主产区，针对设施西瓜生产规律、田块宜机化条件、目前已有各生产环节机具和亟需机具等情况进行调研。摸清情况后，向局领导进行汇报，经会商后，一致认为积极申报上级项目，同时市级配套相关资金共同来解决东台西瓜产业存在的机械化问题。通过积极争取项目扶持，共筹集资金225万用于西瓜全程机械化技术示范推广。

## 2. 加强建设示范点建设，引进机具试验、集成西瓜生产全程机械化技术，并进行示范推广。

一是选好示范点。东台市农机推广站通过实地走访评估，选定在东台镇的欧美尚农业园，安丰镇的国贸农庄，三仓镇的吴剑瓜果蔬菜种植家庭农场和东台国家现代农业产业园建立西瓜全程机械化示范点并挂牌标识，每个示范点面积均

超过 100 亩。

二是通过开展宜机化改造，引进耕整地、移栽、植保等关键环节机械装备试验示范，提高示范点设施、装备水平。示范点自有机具加上政府采购机具，已基本具备了西瓜生产全程机械化作业能力（收获除外），具体装备见表1。

表 1 示范园区西瓜生产全程机械化机具装备列表

序号	名称	单位	数量	品牌、型号	备注
1	大中型拖拉机配套 液压翻转犁、旋耕机	台（套）	1	常发 CFG1604 拖拉机配套银 河 ILFY-535 液压翻转犁 惠农 ILKN-300S 旋耕机	政府采购
2	大棚王拖拉机 配套旋耕机	台（套）	3	泰山 504D-1 大棚王配套 科鼎 1GKN-150 旋耕机	政府采购
			2	黄海金马 YB504D 大棚王配 套惠农 1GKN-160 旋耕机	政府采购
3	田园管理机	台	3	鲁潍 3TG-5Q	政府采购
			2	沃富 IWG4.0Q-96	政府采购
4	撒肥机	台	1	丰得 2FGH-0.8	政府采购
5	气吸滚筒式秧盘精 量播种机	台	2	赛得林 2YB-G1000	园区自有
6	打孔机	台	4	华盛泰山 3WT-300	政府采购
7	西甜瓜移栽机	台	1	井关 2ZS-1A	政府采购
8	履带自走式喷雾机	台	3	凯锐 KR-L2	政府采购
			2	筑水 3WZ51AY	政府采购
9	微喷滴灌 成套设备	套	4	雨辰 WD.P-7.5	园区自有
10	履带自走式田园管 理搬运机	台	3	凯锐 KR-LC	政府采购
			2	筑水 3B55	政府采购

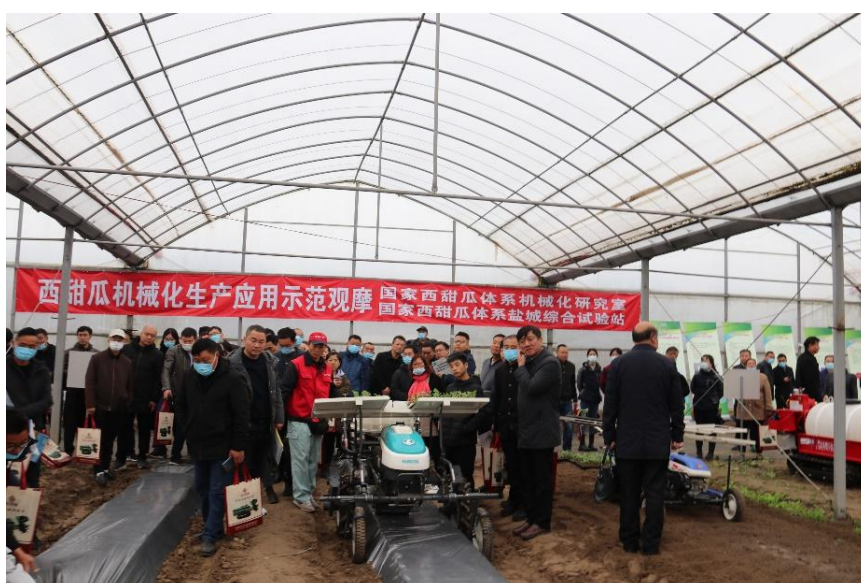
三是经过专家论证形成了机械施肥→耕旋整地→开墒



起垄→搭棚盖膜→铺管覆膜→机械移栽→环境调控→灌溉追肥→植物保护→田间运输→藤蔓还田等 11 个环节的西瓜机械化生产技术模式和机具配置方案，形成视频资料。



四是加强技术培训和指导，扩大示范应用效果。两年来举办市级西瓜主要环节机械化作业现场演示会及技术培训班 4 期，培训 500 余人，发放宣传资料 500 余份，在江苏农机推广网、盐城新闻频道、东台日报等各类信息平台发表相关报道 11 篇；组织技术团队不定期到示范点进行技术服务和指导，规范机具使用步骤，明确使用注意事项，解决使用中遇到的疑难问题，提高技术利用水平，为西瓜种植的增产增收提供有效助力。



## （二）存在问题和解决途径

在整个试验示范推广过程中，由点及面，不断的出现问题，东台市农机推广站组织起各部门各单位的专家和技术人员，加强资源整合和农机农艺融合，及时分析问题、解决问题，为西瓜生产实现主要环节机械化出谋划策，保障农机装备在西瓜生产主要环节中的普及应用。

### 1. 存在问题

一是宜机化程度不高。东台西瓜采用早春大棚多层覆盖反季节设施栽培，棚间距小、棚门矮窄、连作障碍导致了西瓜机械化作业宜机化程度不高。二是部分环节无机可用。东台西瓜的生产环节中，移栽环节一直是实现机械化的最大难题，根系的高标准要求导致了市面上的移栽机普遍无法适用于西瓜移栽。三是农机农艺融合不够。在西瓜全程机械化试验示范推广过程中，发现西瓜种植的农艺要求和机具的技术指标存在差距，农机和农艺在生产环节上不能完全匹配。

### 2. 解决途径

针对宜机化程度不高的问题，东台市农机推广站邀请财政局、项目办、计财科、蔬菜站专家及各示范点负责人进行调研讨论，统一意见后对各示范点的宜机化改造提出了具体的配置要求，主要针对农机机库建设、田间道路改造、大棚新建或改造，通过资金补助的方式促使示范点进行宜机化改造，对周边地区和种植户达到示范引领作用。

针对部分环节无机可用的问题，东台市农机推广站根据东台西瓜移栽的一垄一行特征，选型引进井关 2ZS—1A 型单行蔬菜移栽机进行试验。在前期的移栽试验中，出现了株距太大、移栽后覆膜滑动压苗、瓜苗壅土不实等各种问题，推广站组织专家和厂方技术人员参与试验，不断对移栽机进行调整改装，最终使之适应于东台市西瓜苗移栽的技术要求，填补了东台西瓜机械化移栽的空白，在全市起到了示范引领的作用。



针对农机农艺融合不够的问题，东台市农机推广站通过与蔬菜站、植保站等站所进行技术合作，将农艺栽培技术与机械化生产技术相结合，通过不断的试验调整，使西瓜生产机械的性能和农艺要求相互适应，构成了高效协调的西瓜机械化生产体系，达到了节本增效的目的。

### 三、取得成效及经验

### （一）示范引领，扩大影响

东台西瓜生产主要环节机械化示范点的建立，为推动西瓜产业发展起到了示范引领作用，在示范园的辐射带动下，当地有思想、有技术的西瓜种植户了解到了机械化作业的优势，开始由人工种植向机械化种植模式转变。而在整个试验示范推广过程中开展的一系列培训、观摩、宣传活动，不但提升了西瓜“机器换人”的影响力及知名度，向外界展示了东台市取得的西瓜生产全程机械化成果，也对未来三仓、弢港乃至周边地区建立西瓜等经济作物的农业项目起到了指导和借鉴作用。

### （二）机器换人，提升水平

以《中华人民共和国农业行业标准—农业机械化水平评价 第六部分：设施农业》（NY/T1408.6—2016）为依据，对开展试验示范后的示范园内各环节机械化水平进行数据测算。经测算，西瓜示范点生产机械化水平由过去的45%提升至现在的85%，提升了40%。

### （三）明确路线，制定方案

通过整理试验数据及总结机具使用经验，编写出西瓜生产技术路线及机具参数方案，明确了西瓜机械化生产的技术路线及技术要领，对各环节选用机具参数进行规定，为东台市及周边地区西瓜种植机械化、标准化提供了技术支持。

### （四）提高效率，增加效益

通过开展西瓜生产全程机械化试验示范，每个西瓜机械化生产示范点种植西瓜面积均超过 100 亩，机械移栽和运输这两个环节可节约成本 206 元/亩，园区每年可节约成本 2.06 万元以上。全市近 30 万亩西瓜生产基地，未来可节约成本 6180 万元以上。

## 积极探索上海“菜篮子”

### 全程机械化生产模式

——清美集团张家桥蔬菜种植基地

**摘要：**近年来，在上海市各级农机部门的大力支持下，清美集团张家桥蔬菜种植基地紧紧围绕新阶段发展要求，积极推动设施蔬菜种植机械化生产转型模式。通过耕整地、播种、移栽、植保、施肥、收获和产后加工等全程机械化技术、装备的应用，既有效提高了基地的生产效能及收益，增加了菜农的收入，又扎实有效地服务了“菜篮子”工程，为市民提供了更多的优质蔬菜。

#### 一、基本情况

##### （一）主体情况

清美集团张家桥蔬菜种植基地位于上海市浦东新区蔬菜保护镇宣桥镇张家桥村。基地占地面积 1100 亩，设施面积 222.24 亩，其中 8 型棚 229 个、连栋大棚 9 栋。基地以种植鸡毛菜、茼蒿、米苋、空心菜等茎叶类绿叶菜为主，作为上海市“菜篮子工程”和“早餐工程”的重要合作伙伴，已在上海开设 500 余家生鲜门店，为市民提供安全、优质、实

惠的农副产品。

近几年来，基地累计投入近 300 万元用于购买相关农机装备。组建了机械专业服务组，小组成员 5 名，专职负责基地的机械化生产作业、机具保养、初级维修等工作。通过上海市各级农机推广部门和相关厂家的多次培训，农机服务组向“简单入门都会用、专业环节有分工”的目标逐步迈进。

## （二）全程机械化生产装备配置情况及实现机械化作业情况

目前，基地配备的蔬菜全程机械化生产设备，涵盖耕整地、播种、移栽、植保、施肥、收获和产后加工等全过程。动力机械配备了 954 型拖拉机、704 型拖拉机、604 型拖拉机，方便进出不同的大棚；运用激光平整仪进行土地平整，可实现精准平地，土地落差不超过 5cm；JT—KING145 深耕机作业宽度和深度分别为 145cm 和 30—45cm，能较好完成深耕作业；1GQN—150 和 1GKNH—230 这 2 种机型旋耕设备分别用于单体棚和连栋棚，其作业宽度分别为 150cm 和 230cm，深度为 10—15cm；而后使用 1GLZQ—110 型起垄机进行起垄作业，作业幅宽为 110cm，高质量的垄面有利于后期机械采收作业；播种环节使用 2BS—JT13 播种机进行播种，作业幅宽为 110cm，播种行数为 13 行，实现了精准化播种；连栋棚和 8 型棚分别使用自走式叶菜收割机和手扶式叶菜收割机进行机械化采收，作业幅宽均为 120cm，保障畦面绿叶



菜全部在收割范围之内；采用水肥一体化设备，实现对作物的精准施肥；使用自走式喷药机进行植保作业。对于新建大棚，在常规机械种植流程前增加破地和捡石 2 个步骤，使用三铧犁把相对紧实的土地破开，耕地后使用捡石机将地块中的石块砖屑等杂质剔除。

### （三）机械装备相关应用成效

在提档增效方面，以采收鸡毛菜为例，传统蔬菜采收模式 1 亩地通常需要 5—6 人采收一整天，机械化可以实现一天单机采收 10 亩，劳动生产率是传统产业模式的 25 倍。机械化收割的鸡毛菜均为净菜，不沾泥土，也避免了人工多次抓握，减少了蔬菜的二次污染，提高了产品品质的可控性。收割后的残留物，可以留在园艺场，成为土壤的有机肥料，继续支持生产。

生产效率得到进一步提升的还有移栽环节。小青菜作为基地乃至本市的主要绿叶蔬菜，高密度移栽也是生产中的难点，存在用工量大、劳动强度大、人工成本高等特点。引进的小青菜高密度机械自动移栽机，只需要双人投苗作业，就可较好地实现高密度栽植且栽植株距稳定，能够适用上海地区的小青菜移栽要求，改善了人工作业环境，大幅度提高了移栽效率。

在绿色安全方面，以机械化播种为例，通过选择适宜机械化生产的品种，调控播种密度和生长环境，可控制杂草和

病虫害生长。自主控制的外部环境以及标准化生产，使鸡毛菜等绿叶菜在生长期能够降低农药使用量，实现精细化耕作、精量化播种，确保产品绿色生态。

#### （四）基地相关资质及荣誉

为了保证产品质量安全，基地制定了严格的质量标准，2017年10月被评为上海市蔬菜标准园；2019年1月被评为浦东新区农产品质量安全A级、浦东新区安全优质农产品放心基地；2019年7月获得中国绿色食品发展中心颁发的绿色食品证书；2019年11月在浦东新区“绿色田园”创建验收中评为特色型示范园；被评为上海市首批蔬菜生产“机器换人”示范基地。2020年7月获2020年上海绿色生产优质地产叶菜品鉴会“鸡毛菜最佳品质奖”；2021年2月通过上海市生态循环农业示范基地验收。

## 二、存在问题和解决途径

基地在推进机械化生产中也遇到了诸多问题，从一开始的“面面俱到”到“有的放矢”，在探索中逐步找到了适合本基地的机械化生产模式。

### （一）存在问题

#### 1. 种植品种繁多，难以发挥机具规模化优势

为降低不同菜品价格波动造成的损失，目前上海大部分蔬菜种植专业合作社蔬菜种植种类基本都在十几个到几十个不等，张家桥基地在结构调整前亦是如此。品种多样化，造成

种子大小不一、穴播条播、宽垄窄垄、行距株距各不相同的情况，造成蔬菜机械通用性不强的问题，影响了机具使用率，机具的规模化作业优势难以发挥，制约了蔬菜机械化推广的进程。

## 2. 农机装备相对有限，难以满足生产要求

国内蔬菜机械化刚刚起步，蔬菜种类多、作业机械利用率低，相对大田机械总需求量较小，还没有引起传统农机制造企业，尤其龙头农机企业的重视，关注少、投入少、技术储备少，尤其耗费人工量最大的采收环节，还没有完全形成标准化的可靠的机械化作业生产模式。

## 3. 从业人员文化素养不高，机械化意识薄弱

蔬菜生产是精细化作业，蔬菜机械对机手技能要求相对大田作业更高，工作环境更恶劣（夏季大棚内高温高湿），同时还要具备一定的蔬菜生产的农艺知识，对长期稳定的专业机手需求迫切。基地蔬菜种植从业人员平均年龄较大，观念转变和知识更新困难，接受和掌握蔬菜机械化作业方法缓慢，导致了蔬菜机械作业效果不佳、零部件磨损快等问题。

## （二）解决途径

### 1. 加强顶层设计，优化种植品种

作为清美公司在上海的诸多生产基地之一，张家桥基地原先种植品种繁多，想要在多品种多环节间都有所突破难以在短时间内实现。在基地负责人的大力推动和集团领导的支

持下，对该基地的种植品种进行大幅度的优化，把保淡稳供的、易于实现机械作业的相关菜品在基地内集中连片种植。现场内主要种植的鸡毛菜、米苋、茼蒿等叶菜基本实现了全程机械化收获，小青菜也可以完成除收获以外的机械化作业，有效推动了机械化生产技术应用。

## 2. 强化垂直整合，提升全程技术

基地自推进机械化生产转型以来，就以实现全程机械化为主要目标，因而在各环节间的有效匹配显得尤为重要。以鸡毛菜全程机械化生产为例，在早期装备选择相对有限的阶段，作畦宽度、播种幅宽、收获幅宽之间的相互配套，以及要与设施相匹配，保证土地的有效利用存在一定难度。现在已确立了每个8米棚作5畦，作畦、播种幅宽1.1米，收获幅宽1.2米的鸡毛菜全程机械化技术路线，有效提升了机械化生产作业水平。

## 3. 提升服务能力，构建服务体系

同大多数园艺场一样，张家桥基地原先并不具备专业的机械化服务团队，为实现“敢用机、会养机、能修机”目标，基地负责人始终把打造基地的机械专业服务组作为推进机械化生产转型的重中之重。在市区农机推广部门的牵头下，近年来举办了多期蔬菜机械新技术新装备培训班，基地以此为契机把机手的队伍建设有效地抓了起来，加上生产厂家的上门培训服务，在生产实践中、在解决实际问题中逐步组建

起了机械专业服务组，有效强化了机械化生产服务能力。

### 三、取得成效及经验

以鸡毛菜为代表的绿叶菜全程机械化在基地得以应用，实现了多个生产环节机械化技术集成，更加坚定了基地走机械化、集约化道路的信心，也更加坚定了上海蔬菜生产推进“机器换人”的决心。

#### （一）机械化转型“尝甜头、提劲头、有奔头”

自基地大力推进机械化转型以来，鸡毛菜从整地、作畦、播种、移栽种植、水肥管理等一系列机械化操作，到使用收获机采收、运送到预冷库、包装车间，再到“清美鲜食”门店，已经基本实现全程机械化生产。适时机械收获、机械包装和冷链的无缝衔接，降低二次污染，保证了绿叶菜的鲜嫩，而且无损伤，既节本增效，又提升了品质，真正体现出机械化作业的“安全、绿色、优质”。

#### （二）产供销一体化新模式

对于蔬菜生产“机器换人”的普及，还涉及绿叶菜销路问题，因此在产供销一体化企业中更易推广。以本基地为例，基本形成了从源头到终端的一站式全流程服务体系。将清美公司为核心纽带，为合作农户提供了先进的育种与种植技术，降低了农户种植成本，运用可溯源冷链将农作物销售至上海乃至长三角及周边城市，采用新型零售方式，提高了农产品销量的同时，增加了菜农的收入。

### （三）充分重视机械化应用的“最后一公里”

目前对多数园艺场来说，除耕地以外的蔬菜机械化技术及装备相对较为陌生，因而有一支“会用机、敢用机、用好机”的队伍显得尤为重要。各级农机推广部门在大力推广新技术时，也要有意识地协助园艺场培养相应的农机服务队伍，强化新技术培训工作，以此确保安全、高效、稳定地应用新技术装备。

### （四）向信息化、智能化、标准化积极迈进

设施种植机械化生产发展到相应阶段势必会向信息化、自动化、智能化进一步迈进，这既是推动机械化生产的新目标，也是实现高阶生产模式的前提条件。张家桥基地建立了信息化管理体系，通过各类传感器实时掌握田间情况，根据不同菜品不同田块实施精准管理。在病虫害防治方面，通过防控技术与系统支持，实现事前防治，由被动治疗转为主动预防，大量减少农药使用量。信息化配合机械化作业，节约投入人力成本约30%。基地目前已初步形成了以机械化信息化为基础的可持续发展的模式，具有很好的示范推广价值。







## 为上海设施农业插上智慧的翅膀

——上海世鑫蔬菜种植专业合作社

**摘要：**近年来，上海世鑫蔬菜种植专业合作社一直致力于推进传统生产方式向机械化、自动化转型，作为最早应用蔬菜机械化生产技术的合作社之一，在提升蔬菜生产机械化水平的基础上，积极探索智能化生产模式，努力推进移动互联网、物联网、大数据、智能控制等信息技术在设施种植中的应用，如今机械化的元素早已融进生产的各个环节和基地方方面面。

### 一、基本情况

#### （一）主体情况

上海世鑫蔬菜种植专业合作社成立于2012年3月，基地位于长三角生态绿色一体化发展示范区——上海市青浦区朱家角镇安庄村。朱枫公路纵贯南北，北接沪昆（G60）高速公路、318国道，东临同三高速（G1503），距上海市区全程高速的通行时间仅30分钟，交通便捷，道路四通八达。是一家集蔬菜种植、加工、冷链储藏和物流运输于一体的现代化农业合作社，主要种植小白菜、茄果、茭白、水稻等蔬菜和茄果类，2017年2月21日取得图文“悦安鑫”商标注

册证。

近几年来，合作社累计投入近 300 万元用于购买使用相关农机装备和设施建设改造。基地设有独立的农资仓库、农残检测室、冷库 970 立方米、冷链车间 504 平方米。现有土地种植面积 808 亩：其中蔬菜面积 584 亩、水稻面积 224 亩，其中 8 型单棚 276 个，8 型连栋大棚 1 个。已全部纳入“上海市种植业生产管理信息系统”。世鑫合作社以自主生产经营为管理模式，现有员工 70 余人，其中 60 余人从事日常农田生产和车间包装，日常管理工作配有场长 1 人、生产负责人 1 人、植保员 3 人、农残速测员 2 人、农机手 3 人。

## （二）经营模式及销售渠道

合作社采取统一收购，统一品牌，统一质量，统一销售的模式，对内建章立制、分工明确，社员负责种植管理，对外理事长及管理人员负责打开市场，销售网络的拓展，内外形成合力，建立起生产销售网络，并拓展农企农超对接、电商合作销售等多种渠道，与联华超市、上海绿滔配送公司、上海绿康公司、都市生活企业发展有限公司、东方绿洲体育中心等单位建立有长期的蔬菜销售业务关系，与盒马生鲜、叮咚买菜、每日优鲜合作，开展基地“绿色”蔬菜净菜小包装配送业务，年配送蔬菜达 2 万吨，2020 年销售额 3500 万元，实现基地自产蔬菜百分百配送销售，也带动了周边农户的蔬菜销售，使更多的市民品尝到“悦安鑫”品牌蔬菜。

### （三）全程机械化生产装备配置和作业情况及相关配套情况

合作社现有杭州赛得林智能装备有限公司生产的“滚筒式”蔬菜精量播种流水线 1 条、雷沃、东风等中型拖拉机 3 辆、深耕机 1 台、璟田起垄机 3 台、康博精密播种机 2 台、蔬菜移栽机 1 台，富来威叶菜收获机 1 台，电驱智能遥控自走喷杆式喷雾机 1 台、运输车 6 辆。从 2017 年开始，世鑫合作社开始投入蔬菜生产“机器换人”的技术应用，逐步从传统化人工式耕种向现代化机械操作转变。2019 年成为青浦区首家“机器换人”的试点合作社。试点小白菜机械化起垄、播种作业，目前已实现基地设施内小白菜起垄、播种 100% 机械化作业，并积极探索小白菜机械化采收环节，进一步提升机械化作业程度。

同时合作社作为专业化防治组织，基本建立专业化统防模式，目前已实现了小白菜、茭白等主要作物品种的专业化统防统治，获得了 2018 年上海市农作物病虫害防治优秀专业化防治服务组织的称号。

近年来合作社与各大企事业单位建立起了长期的科研协作关系，除了机械化作业外，还开展了土壤墒情监测、测土配方施肥、水溶肥料、病虫害监测、蔬菜废弃物处理、蔬菜监巡系统等多项试验。将取得的科技成果悉数运用到生产实践中，依靠科技取得了明显的经济效益。

#### （四）设施蔬菜无人基地应用场景研究与示范

合作社于 2021 年起，在机械化生产的基础上开始着力对智慧农业进行研究和示范。结合合作社生产实际情况，重点开展基地的数字化改造、数字孪生建设和人工智能算法训练等三方面工作。首先利用物联网传感器在 9 联栋设施大棚进行改造，建设数字化蔬菜基地的物联网基础设施，其中包括监测空气、土壤、光照等的传感器和高清摄像头以及一系列自动化控制设备。进而建设基地的数字孪生，通过移动端和网站可实时查看传感器数据，远程控制农场水肥、卷帘和遮阳设备与无人驾驶农机装备配套，从而形成设施蔬菜基地无人化管理模式。

#### （五）基地相关资质及荣誉

合作社 2001 年被评为“青浦区十佳营销”，2002 年被评为“十佳种植户”，2004 年 9 月被评为第三届青浦区“十佳”科技示范户，2010 年被评为“上海世博会蔬菜生产供应先进单位”，2013 年 12 月上海世鑫蔬菜种植专业合作社获得“上海市蔬菜标准园”称号，2013 年获得“上海市蔬菜标准化”基地，在 2013—2014 年度被评为上海市绿叶蔬菜基地“优秀示范户”，2019 年顺利通过上海市蔬菜“机器换人”示范基地验收。在标准化生产的过程中，合作社通过了 ISO9001 质量体系认证，实行种植、生产、销售一体化管理模式，建立了完善的农资投入品管理制度、田间档案管理制

度、产品检测准出制度、质量安全可追溯制度，形成蔬菜质量安全长效管理机制。目前，合作社生产的小白菜、茭白、大白菜、黄瓜、番茄、芦笋等蔬菜均已获“绿色食品”认证。

## 二、存在问题和解决途径

### （一）存在问题

#### 1. 设施条件与机械化生产匹配度低

蔬菜设施条件也是当前制约的蔬菜机械化生产的原因，本市设施类型以6米棚与8米棚为主。由于空间有限，机具进出设施通过性差，也直接影响到机具在设施内的作业灵活度，大大降低了机械作业在效率方面的优势。作业时由于设施侧边较为低矮，产生作业盲区而减少可种植面积或者需要人工二次作业。

#### 2. 移栽和采收环节机械化生产技术薄弱

由于蔬菜品种多样性，即使同属绿叶菜的不同种类生物特性也有较大差别，从而导致机械通用性较差，利用率低，造成投入与产出比失去平衡。多行移栽机仍停留在半自动人工摆苗阶段，虽然能减少作业者的劳动强度并且能达到农艺要求的移栽合格率，但从效率上依然受阻于人工取苗速度。而蔬菜收获机虽然在效率上较人工作业有较大程度的提升，但由于前期环节不配套和收获机稳定性等因素，收获效果很难达到农艺要求，造成浪费且菜品难以符合市场需求。

### （二）解决途径

## 1. 机械化作业与宜机化改造并行

在实施机械化作业的过程中，农机技术势必会与原有的农艺技术产生一定冲突。在小白菜直播环节，由于机具播种深度和压实程度的不同，需要根据不同实际情况改变浇水量以确保作物的正常出苗和生长。使用机械化初期，由于大部分基地设施已建造多年，建造时棚室、道路、沟渠没有充分考虑机械化作业要求，为确保蔬菜机械化生产顺利进行以及最大化发挥机械化、规模化的效能。合作社对 8 米单棚进行了宜机化改造，改造内容主要包括棚门拓宽、加装过道板、水肥一体化以及加装自动卷膜，涉及面积达 350 亩，保证了设施内蔬菜生产机械化作业的稳步推进。

## 2. 强化技术引领，服务生产全程

为了提高基地生产效能，2020 年投入 103 万元，建成育苗联动大棚 2560 平方、小白菜工厂化育苗生产线一条，实现“夏淡”和“冬淡”蔬菜周年生产。小白菜移栽种植方式可缩短小白菜在田种植周期，年种植茬口可以提高 2—3 茬。因此目前合作社在小白菜机械化种植方面已有两条成熟的技术路线，使得生产更加具有灵活性，可随时根据市场需求和自然环境因素调整种植计划。通过以直播青菜的技术路线部分替代移栽青菜，在降低技术要求的同时也减少了生产成本。2019 年基地申报的上海市科技兴农项目《设施青菜生产全程机械化应用技术》获得立项，目前已顺利完成验收。此

外，合作社还计划打造 300 多亩连体大棚，结合正在开展的设施绿叶菜无人机巡检植保和智能控制技术，保障小白菜生产实现智能自动化控制，提高基地信息化、智能化水平。2019 年起作为上海市科技项目《设施栽培青菜全程机械化生产技术集成应用》试验基地陆续多次开展各类青菜收获机试验生产，目前已开始尝试机收后进行二次人工整理装筐生产模式，很大程度上降低了人工采收的劳动强度、改善了作业环境。

### 3. 凝聚合力促建设，确保“产优质、管安全、树品牌”

近年来，合作社与上海大学、上海市农业机械鉴定推广站等单位建立起了长期的科研协作关系。开展了设施内土壤墒情监测、测土配方施肥、水溶肥料、病虫害监测等多项试验。将取得的科技成果运用到生产实践中，依靠科技取得了明显的经济效益。结合合作社种植模式，增添了日本丸山自走式动力喷雾机 1 台，移动担架式喷雾机 1 台，热烟雾机 2 台等，基本建立专业化标准化统防模式。由专人统一负责植保作业，实现了小白菜的专业化标准化统防统治，获得 2018 年上海市农作物病虫害防治优秀专业化防治服务组织。专业化标准化统防统治和绿色防控技术的实施，提高生产种植效率，减少劳动成本支出。同时制定了“蔬菜标准化生产技术规范”，员工人手一册，定期邀请相关专家上门授课，在丰富员工的农业科技知识和增强员工的标准化意识的同时也有效提高了农产品的质量。

### 三、取得成效及经验

作为以生产上海地区主要地产蔬菜——小白菜为主的世鑫合作社，在由人工作业到机械化生产的转变过程中始终走在全市前列。近年来合作社机械化水平不断提升，基地机械化率达到 64.9%。在节省用工成本支出的同时，也提高了生产标准化水平和农产品质量。在小白菜直播环节每亩用种量较原先人工撒播节省近 1/3，出苗率提高 20%，且出苗均匀性大大提高，从而减少甚至省去了间苗疏苗的人工成本。在减少用工量的同时，小白菜上市量不减反增，平均每年增加原来的 30%，更好地满足销售 and 市场需求。机械化生产解决了在上海逐年凸显的“招工难”“农民老龄化”等问题。在机械的使用下，人工由原来的 100 人左右减少到现在的 50 人左右每天，每年人工支出节省 20 万左右。有力地缓解人力成本持续上升，蔬菜市场行情走低的困境。

合作社目前小白菜机械化耕种环节已完全解决，收获环节也正在使用不同机具不断进行田间试验，正是因为前期的标准化机械作业，才得以为机械收获提供了良好的基础。通过几年来机械化生产的实践证明，全程机械化生产离不开每一个环节配套，同样也离不开农机农艺的紧密融合，也成为了实现无人化智慧农业必不可缺的条件。







## 注重规划引领 强化装备支撑

# 积极探索机艺融合的设施农业现代化之路

——常熟市碧溪街道现代设施农业科技示范园区

**摘要：**常熟市碧溪街道现代设施农业科技示范园在甘蓝、菠菜、青菜等主要蔬菜品种上已实现或基本实现全程机械化生产。园区在提高机械化生产水平的基础上，一方面加强农机农艺融合研究，推进标准化、绿色化生产，另一方面积极引进自动化、智能化农机装备，创新探索从传统农业向现代农业发展的新模式。

### 一、基本情况

#### （一）主体情况

常熟市碧溪街道现代设施农业科技示范园区位于江苏省苏州市常熟市碧溪街道，北依长江，西接白茆塘，东临太仓，总占地面积 5724 亩，园区是以常熟市横塘蔬菜专业合作社为基础，于 2011 年由常熟市滨江农业科技有限公司重新规划、改造扩建和经营管理。园区以“统一规划、规模经营、项目化管理、市场化运作”为发展思路，10 年来投资近 2 亿元，打造成基础设施现代化、生产手段科技化、管理模

式规范化、生产产品绿色化、生产方式生态化的示范园区。园区主要产品以甘蓝、菠菜、青菜、西兰花为主，包括豆类、茄果类、瓜类等 60 多个特色蔬菜品种，蔬菜年产量达 8000 多吨，2020 年基地年产值达 2000 多万元。基地现有管理人员 42 人，主要由 9 个分基地的负责人和中心基地的销售、农机管理、净菜包装、配送门店负责人、会计、档案管理人员等构成。

## （二）全程机械化实现情况

目前，园区拥有连栋大棚 60 亩，832 钢架大棚 600 多亩，露地种植面积约 2200 亩，智能化节水灌溉系统全覆盖。现有各类蔬菜机械 80 多台套，涵盖蔬菜生产的各个环节，主要包括育苗、撒肥、耕整地、起垄、覆膜、移栽、播种、植保、收获、农业废弃物回收、净菜加工、贮藏等，以甘蓝、菠菜、青菜为代表的主要蔬菜品种已实现或基本实现全程机械化生产。近年来，基地不断加强与农业农村部南京农业机械化研究所等涉农科研院所，以及农机推广部门的紧密合作，积极引进智能化、自动化的蔬菜生产管理设施装备，如：植保无人机、北斗导航自动驾驶系统、田间农情监测、蔬菜自动化包装机、农机库远程监控、科技超市远程管理系统等。

## （三）经济效益和生态效益情况

园区农业机械化和自动化的较快发展，极大地改善了农业生产经营条件，使生产技术水平得到显著提升，其产生的

经济效益和生态效益日益显现，主要体现在以下三个方面：

一是农机的应用使得园区农业生产结构进行了较大程度的调整，园区附近农村劳动力也能得到释放空间，减轻了基地工人的劳动强度，提高劳动效率，减少人工成本，有效缓解当前农业生产劳动力不足的问题。基地上雇佣的临时工作人员由 10 年前的 200 多人降低至现在的 90 人，节省人工劳动力超过 50%。因此，农业机械作为园区核心生产力的重要依托途径，对于改善园区产业模式意义重大，园区规模化种植生产呈现出可持续的乐观态势。

二是制定蔬菜机械化操作规程，采用标准化生产，提高种植产品质量。标准化生产是农业科技转化为生产力的最佳桥梁，是科技兴农的载体和基础，通过机械化和智能化的田间管理，基地上农药使用量减少 40%，化肥使用量减少 10%。提高了农资的利用率，有效保证的基地产品的安全性，取得经济、社会和生态的最佳效益，达到高产、优质、高效的目的，使得蔬菜机械化生产科学化、系统化。

三是园区农业机械的发展不仅显著提高了农业综合生产能力，促进了产品的增产增收，而且实现了节种、节水、节肥、节药、节省人工以及推广环保新技术带来的技术集成，而且在一些特殊的作业——土地深松深翻、高效植保、农业废弃物回收利用等环节的机械化自动化有效提升耕地质量，保证蔬菜的稳产增产，改善种植环境，使园区的农业生产向

高质量、可循环，绿色发展迈进，实现经济效益、生态效益的双赢。

## 二、存在问题和解决途径

在设施农业机械化发展进程上，也曾遇到各种各样的问题：一是基础设施条件差，不利于机械化自动化发展。二是蔬菜种植种类繁多，生产条件和生产方式不尽相同，对机械化自动化发展造成障碍。三是农机人才比较匮乏，对种类繁多的机械化和自动化设备使用、维护、维修造成障碍等。针对这些问题和矛盾，主要采取以下措施加以解决：

一是面对建设初期路难行，田难进，生产设施落后的状况，园区投资建成 9 座变频恒压泵站，实现节水灌溉全覆盖；连栋大棚 4 万平方米，832 钢架大棚 600 多亩；冷链配送中心 900 平方米、管理中心 1600 平方米、农机库 2000 平方米；沥青道路 12.5 公里，沟渠 10 公里，建设成“田成方、路相连、渠相通、地平整、涝能排、旱能灌”的宜机化基础设施。

二是园区内蔬菜种植品种繁多，为此借助江苏省农科院蔬菜所以及常熟市农业农村局的科技力量，对 50 多个品种制定了标准化生产操作规程，同时依托农业农村部南京农业机械化研究所、常熟市农业机械技术推广站等部门，逐步建立配套的机械化生产操作规程。采用项目的方式，引进国内外各类先进的蔬菜机械装备，经过试验、比较，筛选，不断提高园区的农业机械化水平。对大宗蔬菜商品（菠菜、甘蓝、

青菜、西兰花等) 以实现全程机械化为目标, 逐步推进自动化智能化; 对于特色蔬菜, 实现关键环节的机械化和自动化。

三是近几年农业机械化和自动化的发展速度迅猛, 建立农机人才队伍刻不容缓, 每年基地都会组织农机手进行专业知识培训, 组织农机手参加省市级的各类技能培训和技能竞赛。引入新机型时还会组织农机企业对农机手进行技术指导, 不断更新知识储量。

### 三、取得成效及经验

园区在机械化自动化建设的过程中取得了很大的成效, 尤其是连栋大棚建设区, 集成化程度较高, 这主要归结于:

一是设施建设统一规划, 功能布局合理。在连栋大棚建设过程中, 充分考虑农机操作使用的空间布局要求, 同时注重兼顾智能化、自动化的功能配备, 包括自动卷帘机、自动化喷灌设备, 水肥一体化管道的配备安装; 臭氧发生器等绿色防控设备安装; 大棚空气温度传感器、空气湿度传感器、二氧化碳浓度传感器、土壤水分传感器等自动化监测的安装等要素。

二是合理规划产业结构, 组织开展标准化生产。没有农业的标准化和机械化, 也就没有农业的现代化, 用现代科学技术来改造传统农业, 就必须要有组织开展标准化生产, 园区合理布置大棚内蔬菜产品种植, 制定产品生产操作规程和机械化操作规程, 并按照规程严格执行。园区配备精量播种机、

耕整地机械（大棚王拖拉机、灭茬、深松、旋耕、起垄等）、撒肥机、铺膜机、北斗辅助驾驶移栽机、高效植保机、臭氧发生器、太阳能杀虫灯、收获机、秸秆粉碎机、净菜包装机械和保鲜库贮藏设备，实现农机资源合理利用和优化组合，提高规范化、专业化生产水平。

三是广泛开展产学研活动。园区与中国蔬菜协会、农业农村部南京农业机械化研究所、江苏省农科院、各大院校、常熟市农机推广站等科研推广单位合作，不断引进先进的农机装备和农机技术，提升机械化、自动化水平，建设成为国家重大农技推广服务试点项目常熟专家服务站、国家重点研发计划项目蔬菜智能化精细生产技术与装备研发常熟示范基地、江苏省农业科学院蔬菜研究所试验示范基地、蔬菜机械化生产技术装备试验示范基地、蔬菜科技集成创新（常熟）示范区、江苏省优秀科普惠农服务站、江苏省农业科技自主创新资金项目核心示范基地、江苏省农机合作社示范社、省菜篮子工程建设基地、省出口蔬菜示范基地、省蔬菜全产业链示范园区、省绿色防控示范区、苏州市智慧农业示范基地、苏州市高标准蔬菜生产示范基地等。

常熟市碧溪街道现代设施农业科技示范园区的机械化自动化建设是农业模式和发展方向上的一大探索，是从传统农业向现代农业迈出的一大步，是农业转型和寻找经济增长的一次大胆尝试，是机械化自动化发展的典型。园区将继续



以推进蔬菜全程机械化为目标，以补短板、促集成，提质量为重点，打造蔬菜全程机械化核心示范基地。基地将积极推进优势，加强特色产品、关键环节的机械化发展水平和自动化发展水平，加快机器换人步伐，推动农业机械“全程、全面、高质、高效”发展，为农业供给侧改革、实施乡村振兴战略，加快农业现代化添砖加瓦。



农机库房



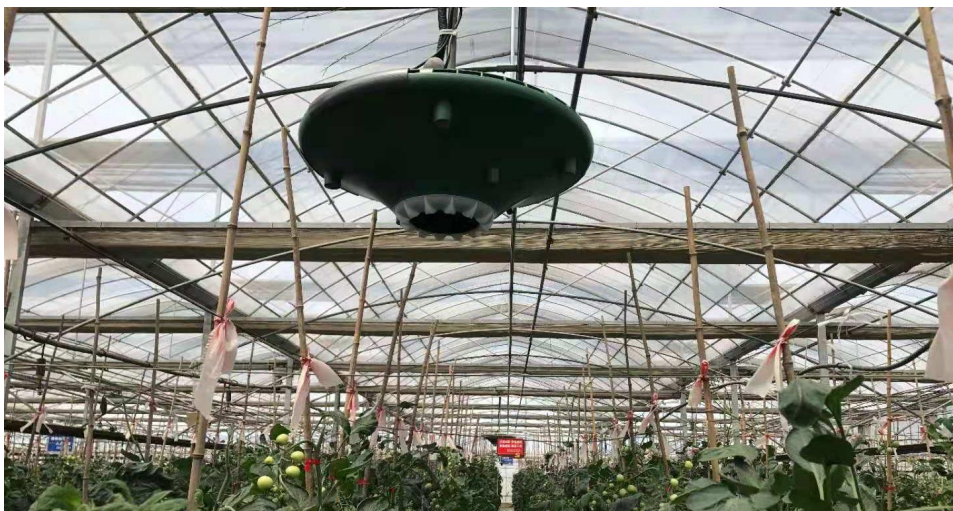
起垄覆膜机



蔬菜播种机



水肥一体化设备



物理植保机



蔬菜收获机



园区鸟瞰

## “机器换人”助力葡萄产业转型升级

——浦江县十里阳光农业发展有限公司

**摘要：**十里阳光农业发展有限公司在设施葡萄种植领域，通过田块整理、沟渠路规划和连栋大棚合理布置，以核心技术、关键产品和装备应用为支撑，解决了设施葡萄“宜机化”的问题。在设施化、机械化、信息化建设方面走在了行业前列，起到了“机器换人”、节省人工成本的引领示范带动作用。

### 一、基本情况

浦江县十里阳光农业发展有限公司于2017年12月成立，注册资金200万元，注册商标“十里佳阳”，公司先后投资1000余万元，建设钢架连栋大棚13万平方米，现种植阳光玫瑰葡萄180亩，是浙江省水果产业“机器换人”省级示范基地，国家葡萄产业技术体系示范基地，基地葡萄100%采用钢架连栋大棚避雨设施栽培，交通条件良好，是一家以种植、技术推广服务、产品销售于一体的农业生产企业。企业基地与农耕文化发源地“万年上山”相邻，风景秀丽，环境优美，空气清新，阳光充足，水源丰富。公司严格生产标准，

致力建设绿色食品葡萄种植基地，实行企业化管理、专业化分工、一体化经营，基地葡萄已成功申报绿色食品。

## 二、存在问题和解决途径

### （一）夯实基础，解决设施葡萄“宜机化”的问题

规模种植葡萄，通过“机器换人”节省人工成本是一项提高效益的理想途径，而要运用并发挥农业机械的高效率，必须为机械作业提供良好的通行作业条件。为解决设施葡萄“宜机化”的问题，基地建设重视做好前期规划，通过田块整理、沟渠路规划和连栋大棚合理布置，使整个基地更适宜葡萄生产机械化，在相关项目和县现代农业发展扶持资金政策等支持引导下，基地库房、沟渠、道路、电力等配套设施齐全完善，主要道路路面硬化，道路与田间过渡衔接良好，同时合理布置棚内葡萄栽植模式，腾出足够空间便于机械通行和作业，最大程度推进“宜机化”环境。

基地的基础设施为连栋大棚，内部空间宽松较为适合机械化作业通行，普通的电瓶三轮车在棚内畅通无阻，基地主导品种为阳光玫瑰，需要施用较大量的有机肥，刚开始，有机肥都是卸在棚头入口路边，为解决运肥入棚并方便棚内葡萄外运，基地在每一个大棚棚头中间位置与道路间建好了入棚衔接路肩，让运输车辆出入大棚方便自如，极大方便了田间运输。

### （二）配置机械装备，解决有机可用的问题，不断完善

## 生产环节机械化

企业近年来持续加大农机装备投入力度，不断在主要生产环节上加快农业机械应用，解决葡萄生产中的问题和难点，不断推进“机器换人”步伐。基地通过连续购机配置，现已拥有微耕机 5 台、履带式开沟机 1 台、履带式运输机 1 台、电动运输车 4 辆、自走式除草机 1 台、秸秆粉碎机 1 台、单轨运输车 1 套（轨道长度 280 米）、80 m<sup>3</sup>冷藏保鲜库 1 座，棚内除草或松土，由割草机和微耕机来完成；施用有机肥或冬闲季节套种土豆前，利用履带式开沟机或微耕机开沟；整个基地的秸秆粉碎工作，由一台移动式秸秆粉碎机来完成；安装喷灌和肥水同灌系统来完成土壤浇水与施肥工作，安装管道喷雾来实现大棚内高效植保工作，装配电动摇膜机构来完成快速卷膜闭膜的工作，配置运输车辆或轨道运输机来完成田间运输的工作。

节水灌溉和精准施肥，都用上了较为成熟的设施装备了，但在生产中最令农户头疼的打药难问题，一时找不到理想的机械装备，现在较为先进的“动力喷雾机+软管输送”喷施药肥模式，最高效率 10 亩/小时，因设施大棚空间限制，无法采用植保无人机和风送式喷雾机等高效植保机械进行作业。大棚内喷施农药，短时间农药不易散发，很少有工人喜欢大棚内打农药的活，打药工人紧缺一度让基地业主感到头疼。为解决该难题，在县农机部门帮助下，通过实施“机器

换人”项目，安装了一套管道喷雾系统，农机农技人员密切合作，农艺农机高水平融合，通过多次调整喷头位置分布，试用不同结构喷头，调整管道内径和喷雾压力，最终让管道喷雾系统满足葡萄大棚内实现高效植保的要求，管道喷雾喷施农药或臭氧水，效率达 30 亩/小时以上，让大棚内打药变得轻松高效，省工省力增效非常明显，该技术和装备的应用在我省系首创。

基地在中耕除草（松土）、节水灌溉、施肥开沟、田间运输、高效植保和枝条粉碎等主要生产环节实现了 100%机械化。

### （三）推动智能化数字化，提档升级解决便捷化、远程化智慧管理问题

基地刚建起来时，大棚卷膜采用手动机构，在后来生产中发现，面积大的基地采用手动卷膜极易耽误农时农事，人工手动卷膜，每个棚费时至少 1 分钟，整个基地 200 个棚要 3 个多小时，费时又费力，遇极端天气很容易造成较大损失，后来统一改装电动卷膜，分 25 个区块控制薄膜开或闭，集中控制，开闭薄膜变得省时省力，效率大大提升。

基地内还全面安装了可配方施肥的肥水同灌微喷系统，采用 22 千瓦水泵 2 台（其中备用 1 台），以复式过滤系统进行清洁净化水质，配置的施肥配方系统，解决作物生长不同时期定量施肥的难题。

硬件设施档次提升了，如何更智能地管理硬件设施又是一个新问题，通过引进物联网系统和实施数字农场项目，安装人脸识别摄像头、安装田间数据采集感应装置、安装智慧农业系统、安装田间小气象站和物联网监控系统，设施大棚内温度、湿度、二氧化碳浓度、土壤酸碱度等信息实时传输呈现，通过在远程控制端显示设施大棚内各参数数值，可实现即时高效安全生产。如遇天气突然变化情况（温度过高或将下雨），管理人员可利用手机端远程操控电动卷膜机，实现卷膜或闭膜操控，同时可根据设施大棚内的物联网系统反馈数据情况，依据作物生长的实际需求，在手机端远程操控微喷灌系统和降温排风风机，既方便又省力。

### 三、取得成效及经验

基地内通过设施化、机械化和数字化，省工节本效益明显，生产稳定性更有保障。

#### （一）经济效益

“机器换人”亩均节省人工 10 工以上，节省人工成本 1500 元以上，整个基地每年可节省人工费 27 万元，农业“机器换人”的节本省工、增收增效明显。而智能化数字化的应用，棚内温度湿度等环境因素即时呈现，实现温度和灌溉远程控制，使得基地生产更加智能、更加稳定，可减少因高温、失水等原因引起的产量和品质下降损失。

#### （二）社会效益



十里阳光作为县域内最大农业特色产业的技术装备应用领衔者，在技术装备应用上起着示范榜样作用，成功的技术装备可以在其他基地复制，引领全域葡萄种植向全程机械化、智能化方向发展，促进区域农户共同富裕。

### （三）生态效益

基地通过设施化、机械化和数字化，实现智慧生产，为葡萄生长营造一个良好的环境，让葡萄长得更健康更绿色，比起传统栽培模式，可减少农药、化肥使用量 20%以上，微喷系统的节水效果更加明显，不但产品更加绿色环保，对环境的影响变得更小。

### （四）启示经验

十里阳光农业发展有限公司在 4 年的发展过程中，深深体会到设施装备和农机装备的重要作用，设施农业的发展离不开农机装备的强力支撑，同时还要加强农机装备与种植品种、设施栽培模式的互相配合，互相融合，加快高端农机装备应用人才的培养，充分考虑“良品、良机、良艺、良人”的有机协调统一。

下一步，根据基地实际发展需求，企业打算在葡萄修剪环节、疏果环节和收获环节上加大“机器换人”的投入和应用，设法引进高效适用修剪机械、有识别功能的采摘机器人，建设分捡包装车间。让基地的“机器换人”水平得到进一步提升，继续引领浦江葡萄高质量发展。







## 数字化转型助力标准化基地建设

——浙江绿迹农业科技有限公司

**摘要：**绿迹数字生态农业工厂通过种植方式的改进、优良品种的引进、智能装备的应用、数字化手段的提升，按照示范先行→技术输出→模式复制的思路，自主开发、集成了沙培、水培、气雾培等农业清洁生产技术，建立了全过程数字化管控平台，打造了标准化、高品质、绿色生产体系“数字农业生态工厂”，让田间变车间。

### 一、基本情况

#### （一）主体情况

绿迹数字生态农业工厂项目于2019年在浙江省平湖市落地运营，项目计划投资1.2亿元，现已建成果蔬连栋温室130亩，保鲜冷库500平米，通过种植方式的改进、优良品种的引进、智能装备的应用、数字化手段的提升，以标准化促管理，以信息化助生产，实现生产基地的增产、提质、增效，实现农业生产的数字化转型。

绿迹农业成立以来陆续获得了第二届中国生态农业产业大会生态农业建设创新奖、浙江省首个上海市外蔬菜主供应基地、浙江省第一批“数字农业工厂”试点示范主体、浙

江省农业“机器换人”示范基地、浙江省“放心菜园”、浙江省省级农民田间学校、浙江省节水行动十佳实践案例等荣誉。

## （二）全程机械化实现情况

绿迹数字生态农业工厂按照示范先行→技术输出→模式复制的思路开展，自主开发、集成了沙培、水培、气雾培等农业清洁生产技术以及与之适应配套的机械、自动化装备，结合高效生产管理模式，建立全过程数字化管控平台，打造标准化、高品质、绿色生产体系“数字农业生态工厂”，让田间变车间，生产优质绿色农产品。

绿迹数字生态农业工厂现有 GLP—832 加强型连栋薄膜温室约 53000 平米，主要种植番茄、辣椒、生菜、水果玉米等时令果蔬，向长三角核心区进行供应。基地日常生产实现从育苗、种植、植保、采摘全过程机械化、数字化，其中生产环境调控方面包括潮汐式育苗温室 1500 平米、插秧盘式精量播种流水线 1 套、温室环境自动调控 13 套、营养液供给与自动调控 3 套、园区农业小气候监测 1 套；生产过程管理方面包括基于北斗定位的无人运输车 3 辆、基于北斗定位的无人植保车 1 辆、基于北斗定位的无人采摘机器人 1 台、物联网统一监测管理 1 套、基于 5G 的在线专家远程 AR 诊断 1 套、基于 NB—IOT 的人员工作状态监管 30 套、基于多光谱的农业水质在线监测 6 套。

### （三）主要成效

一是降低了用工成本，基地技术管理员 1 人，常用劳动力 12 人；管理人员单人亩效超 100 亩，工人亩效超 10 亩，人员效率值处于较高水平。二是降低了农资使用量，以沙培番茄和水培生菜为例，相比传统设施蔬菜种植，减少灌溉用水量 10%以上，减少肥料施用量 15%以上，减少农药用量 15%以上。三是提高了企业的产出和效益，产量较传统种植方式至少提高 30%左右，市场接受程度高，售价较一般种植方式提高 30%左右。四是带动周边的农户，绿迹农业为合作的种植大户和农业主体提供了整体清洁生产模式输出服务，带动周边 30 余个农业主体进行产销一体化合作，覆盖设施农业面积 2000 余亩，辐射产值约 4000 万元。

## 二、存在问题和解决途径

绿迹数字生态农业工厂建设过程中，在机械化、自动化设备选型、适配以及实际应用过程中，遇到问题，解决问题，现将共性问题总结如下。

### （一）设备选型

目前市场进口设备居多，价格高，使用不便、培训成本高，售后费用高且周期长，对于定制的需求难以满足。对于核心设备例如施肥机，国外产品价格往往是国内产品的 5 倍以上，而且日常采集的数据直接进入国外厂家的数据平台，不向用户做初始数据的开放，在安全性和数据产权方面存在

很大隐患。绿迹数字生态农业工厂实施过程中，经过多方面权衡，全部选择了国产设备，在数据存储应用方面要求厂商进行定制以确保数据产权和安全性。

## （二）设备适配

机械化、自动化设备采购后，与种植基地的实际生产情况往往出现不完全适配的情况。绿迹数字生态农业工厂实施过程中对原有农艺设施进行了适应性改造，以适应机械化、自动化设备的应用。以辣椒为例，为了适应植保无人车和采摘机器人的使用，绿迹在起垄、吊绳、留空、标识、种植模式方面均作了适配，制定出了一套新的辣椒种植基础设施建设和种植技术模式标准。

## （三）标准化生产

包括种植技术升级、智能装备与物联、软件管理平台建设。种植技术主要采用沙培、气雾培和浅液水培等清洁种植技术，可提高种植效率，提升蔬菜品质。智能装备包括水肥一体机、环境监测设备、植保设备等通过传感器和物联网进行数据传输与信号控制，并基于种植任务，实现自动化控制。软件管理平台实现基地生产全过程管理，种植生产全过程追溯管理，监测数据统一管理，形成生产大数据，并基于生长模型，预测预报产量，进一步为基地生产、销售提供指导。

## 三、取得成效及经验



目前，绿迹农业已经完成了物美、永辉、盒马、京东等商超、新零售，上海江桥、西郊国际等上海大型批发市场以及本来生活等国内知名生鲜电商渠道合作,并通过联盟合作的形式，对周边种植户进行初期培育，后续提供从种子、投入品、智慧机械装备到种植技术的全程技术服务，产出的产品到达标准后，统一回购进行销售，打造 1+N 的农业产业联盟模式，带动农民增收，助力乡村振兴，计划在 3 年内将周边 1 万亩设施种植面积纳入渠道统一进行销售，有力的带动了周边农户的生产销售。

### （一）经济效益

产值高于传统种植模式 30%左右。考虑到标准化生产模式带来的品质提升与品牌效应，会带来更大的产品溢价，实际销售增值空间一般高于传统种植 100%以上。

未来 3 年内，标准化基地通过农创孵化的方式对种植户进行初期培育，后续提供从种子、农业生产投入品、智慧装备到种植技术的全程技术服务，产出的农产品达到标准要求后，统一回购进行销售，打造 1+N 的农业产业联盟模式。针对简易设施大棚输出模式，通过 1+N 的联盟模式，将带动周围大户设施种植面积 1 万亩，整体产值近 2 亿元，其中模式输出带动增加值 6000 万元。

### （二）社会效益

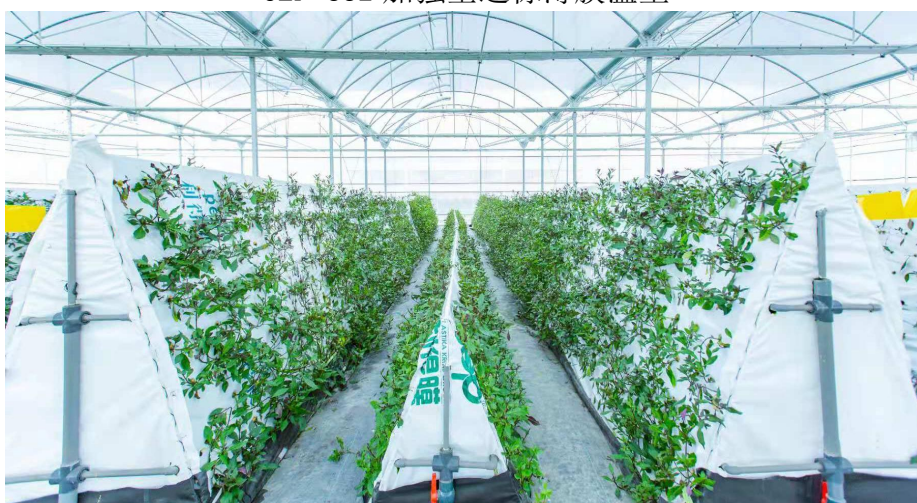
本项目为高效标准化清洁化农业生产项目，成为当地现代农业发展前端带动示范点，引领周边设施农业生产向清洁、高效方向发展，促进产业升级；本项目在生产环节实现工厂化、智能化，实现农业现代化，提升当地农业科技水平；优质绿色农产品的生产带来的高效益，将带动周边农户进行蔬菜绿色生产，提高农民收入；项目生产的优质农产品供应周边常驻人口，丰富市民菜篮子，提高生活质量；优质绿色农产品生产有利于提高食品品质，保障食品供应安全，具有显著的社会经济效益。

### （三）生态效益

本项目秉承生态优先、品质优先的绿色生产理念，采用节水、节能、清洁生产、工厂化生产技术，从节水、节肥、减少农业面源污等方面实现绿色、生态、高效生产。因此项目达到清洁生产，通过有效的示范及推广，将大大改善周边原有生产模式对当地带来的农业面源污染，减轻农业生态环境的压力。本项目的建设运行实现了农业的绿色、可持续发展。



GLP-832 加强型连栋薄膜温室



气雾培种植



营养液膜种植



无人植保车



无人运输车

## 全程机械化让金针菇“成长无忧”

——山东友泓生物科技有限公司

**摘要：**山东友泓生物科技有限公司作为国内食用菌生产研发大型工厂化企业，通过机械化、自动化、智能化的农业机械，建成新一代智慧化菇房，实现了“厂区高度机械化、生产流程自动化、核心控制智能化”的“三化变革”。

### 一、基本情况

#### （一）主体情况

邹城市食用菌年累计种植面积达 2230 万平方米，品种涉及金针菇、杏鲍菇、香菇等 20 多个，年产鲜菇 35 万吨，产值 33 亿元，蘑菇生产机械化率达到 78.5%，其中金针菇工厂化产量约占全国 14%。山东友泓生物科技有限公司是邹城市机械化生产食用菌的代表性企业，该公司位于邹城市大束镇，成立于 2019 年，总投资 5 亿元，占地 207 亩，现有员工 402 人，是一家集食用菌研发、生产、销售、服务于一体的现代化农业生产企业。现可日产金针菇 160 吨，装瓶量 32 万瓶，其产品质量、生产标准化程度、工艺水平在全省处于绝对领先地位，产品已被中国绿色食品发展中心认定为绿色食品，销往全国五十多个大中城市，并与中粮集团达成战

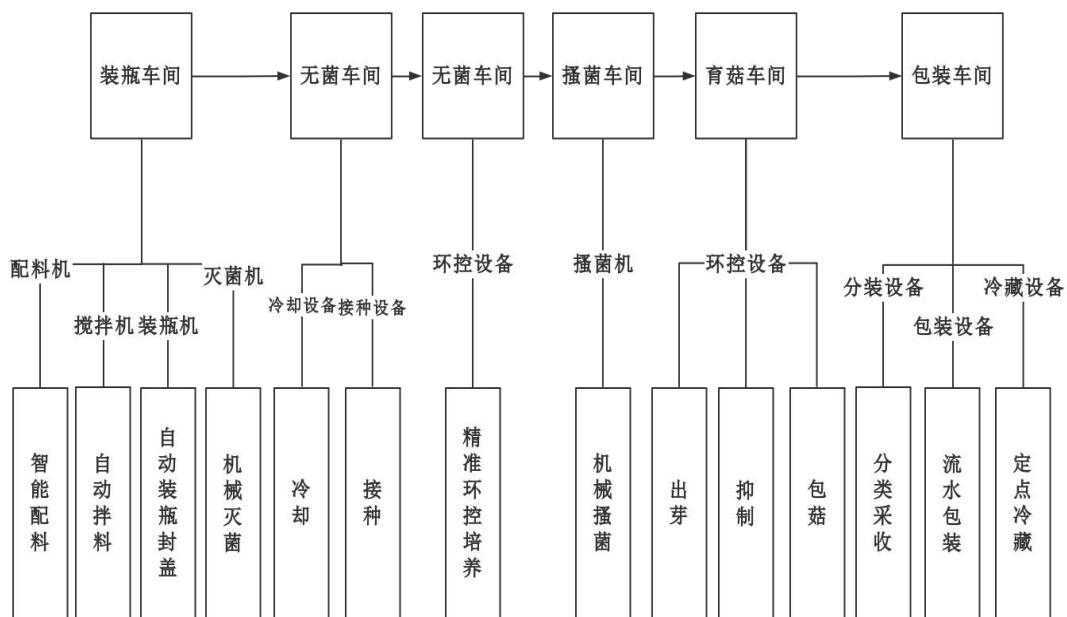
略合作伙伴，出口业务正往美国、澳大利亚等国延伸。

## （二）全程机械化实现情况

山东友泓生物科技有限公司在总结多年金针菇生产的问题与经验的基础上，积极开展技术研究，引进先进技术与设备，从车间建设、生产工艺、机械配套、自动化生产线、智能化监控控制等多方面，建立了一套全新的机械化生产工艺流程。整个厂区配有机械化设备 374 台，已实现“厂区高度机械化、生产流程自动化、核心控制智能化”的“三化变革”，机械化程度突破 80%。

一是按照区域布局和生产流程，建设 5 个车间，即装瓶车间、无菌车间（2 个）、搔菌车间、育菇车间、包装车间；二是建立全自动流水生产线，从配料、装瓶、搔菌、栽培、包装等实现了全程自动化流水生产。三是建立智能控制调度

金针菇生产机械化工艺流程图



中心，实现各车间各环节全监控，有效调度生产。其金针菇全程机械化生产工艺流程如下：

## 二、存在问题及解决途径

### （一）存在问题

金针菇生产种植有着较为严苛的程序，从传统的人工种植到早期工厂化生产阶段，金针菇生产的工艺水平与农机化水平同步提升，产品质量、金针菇转化率等较之前有着长足进步，但仍然存在以下几方面问题：一是生产效率不高。在金针菇生产种植过程中，因装瓶、入库、包装等环节需要较多人工，且人工操作精准度、持续性差，导致工时较长、效率不高；二是产品质量不佳。温、光、水、气要素是金针菇生长的关键，传统人工及机械控制导致元素供给不精准、不均衡，金针菇产品质量参差不齐、标准化程度低。三是生产稳定性低。因大量生产环节需要员工操作，重要环节对员工的经验水平、巡检频次等方面要求很高，往往因操作失误导致产品质量、产量不稳定，进而影响产品竞争力。

### （二）解决途径

山东友泓生物科技有限公司通过大量使用机械化、自动化、智能化农用生产器械，实现了“机械换人、自动减人、智能无人”的工艺演进，用现代化农机器械解决食用菌生产难题。

#### 1. 原料装瓶环节

金针菇种植采用瓶装栽培，原材料装瓶是所有生产工序的第一步。原料首先经过检验，然后根据配方标准进行配料后，采用自动注水搅拌机对培养料进行均匀搅拌，搅拌完成后通过厂区地下传送带运输到装瓶车间进行装瓶；装瓶环节采用进口的自动装瓶机、自动打孔机和自动盖盖机，实现了此环节的全部机械自动化。**解决问题：**提高了装瓶原料均匀程度，实现了减员增效，保证了装瓶质量。拌料环节 6 名工人操作 14 台拌料机械，即可完成每日 300 吨的拌料量；装瓶环节中 4 名巡检工人即可完成 32 万瓶的日装瓶量生产效率大幅提升，由于采用自动化机械化生产减少了人为因素，有效保证了装瓶质量。

## 2. 无菌接种环节

装瓶完成后的栽培瓶要在 121~127 摄氏度的环境下进行高温灭菌，彻底消除原材料中的有害微生物；经过灭菌环节后，栽培瓶在无菌室完成接种。该环节是整个金针菇生产工艺中技术要求最高的一个环节，无菌室通过空气净化系统净化后，部分区域洁净级别达到了 100 级，高于医院手术室的洁净级别。通过菌种选育，采用国内最先进的液体菌种生产和接种工艺，8 名员工操作 8 台设备，可完成 32 万瓶的日接种量。**解决问题：**高度净化后的无菌室能够降低杂菌感染率，自动接种设备显著提高工作效率。

## 3. 养菌环节



无菌室接种完成后，栽培瓶通过地下传送带运至养菌车间。整个养菌过程在全封闭的车间环境下进行，金针菇菌丝在洁净、黑暗、恒温、恒湿、通风的环境下，经过 20~22 天培养。培养完成后，金针菇菌丝生长已长满栽培瓶，需要进入搔菌环节，通过机械自动搔菌机去除栽培瓶表面老化的菌丝体，用清水冲洗除去培养料表面菌渣，用自动注水机进行补水，保障金针菇生长发育。**解决问题：**自动搔菌机可大大减少畸形菇的产生，刺激表面菌丝的新陈代谢，利于子实体原基形成与分化，提高金针菇整齐度和最终产品质量。

#### 4. 栽培环节

金针菇栽培瓶搔菌后通过地下传送带转入栽培库，进行为期 26~28 天的培养。厂区现有 3 栋栽培库，每栋栽培库有 67 间栽培室，每个栽培室能容纳 40960 瓶金针菇，库内配有自动上架、分层式传送设备，通过 4C 控制系统对温度、湿度、二氧化碳浓度、光照强度的智能控制，智能预警系统对所有要素参数进行后台监测，出现异常将通过可视化系统及时采用声光报警，确保要素精准供给、参数配备最佳。**解决问题：**机械智能化降低了人为失误概率；智能报警、可视化面板等提升了金针菇生产的稳定性；智能 4C 控制系统提高了金针菇生长所需元素供给的精准度，批量化、标准化的生产模式减小了产品间的质量差异，提高了生产稳定性。

#### 5. 产品包装环节

达到采收标准的金针菇通过输送线转入包装车间进行包装。车间采用正压初校过滤新风循环系统，提高车间清洁程度；2台定额抓取切割机精准把控每次抓取的产品数量，由员工完成产品打包包装。**解决问题：**定额抓取机实现了对产品抓取的精准控制，既提高了工作效率，也减少了员工工作量。

## 6. 智慧调度中心

企业建有智慧调度中心，运用 AIOT 人工智能物联网技术，将厂区所有车间、设备、生产线等状态信息及金针菇生长数据、产出数据等全部储存至工业级数据库，190路高清视频监控实现了各生产环节的全覆盖，智能预警系统对各生产设备状态进行后台监测，出现故障异常会第一时间响应报修等。**解决问题：**将食用菌工厂化生产纳入数据化管理，通过智慧调度中心实现对整个厂区的智能控制，为整个企业的生产决策发挥参谋作用。

## 三、主要成效和经验

### （一）生产效率大幅提高

对于金针菇工厂化生产企业而言，从最初的注水拌料到最后的产品包装，友泓生物均采用自动化流水线生产设备，运用地下传送系统、4C智能控制系统、智能调度系统等大量机械智能化装备，极大降低了厂区用工量。以育菇车间为例，在自动上架机未应用前，菇房内栽培瓶上架全部使用人

工，按照当时菇房满容量 2.8 万瓶计算，需要 6 名工人连续搬运 3 个小时方可完成菌瓶入库上架，现在 2 名员工操作机械花费 2 个小时即可完成 4 万瓶的搬运量，这仅是机械化换人应用的“冰山一角”，日产金针菇 160 吨的生产企业，仅需 402 名员工即可运营生产。

## （二）产品质量显著提升

通过各生产环节机械化设备的适用，人工操作失误概率大大减少，金针菇栽培瓶在各生产环节中“享受”同等待遇，所需要素供给精准一致，产品的标准化水平得到大幅提升。同时，运用 4C 智能控制系统的栽培车间，配有智能预警系统和菇房外可视化操作面板，参数设置更加精确，声光报警及时到位，要素供给失误率几乎为“0”，生产更加稳定。以产品转换率为例，相同的金针菇栽培瓶，在 4C 智能控制系统应用前，每瓶长菇 380 棵，如今可长菇 500 棵，转换率是前期的 1.3 倍，产品已覆盖华北、华东等地区市场，与中粮集团和海底捞集团建立战略合作关系。

## （三）经济效益提升

通过“机械化换人、自动化减人、智能化无人”的农机化技术不断深入推进，企业在关键行业用工人数量大幅减少，人员开支、安全生产事故的发生概率大大降低。以栽培车间为例，在金针菇工厂化生产早期，各育菇房的参数设置、要素管控等大多靠人工操作，器械操作流程繁琐、巡检时间长，

1 名管理人员仅能有效照看 4—5 个菇房。而今，在 4C 智能化系统的辅助下，4 名管理员工即可照看 67 个菇房，工作效率较以往提升了 7 倍以上，用工人数是以往的 1/3，员工工资支出相应减少；按金针菇市场价格 3500 元/吨至 8000 元/吨之间计算，占地 200 余亩、用工 400 余人的农业企业年产值可达 2.8 亿元。





## 蔬菜生产智能化 产旅结合做文章

——山东绿沃川智慧农业发展有限公司

**摘要：**山东绿沃川智慧农业示范园，利用智能化控制、自动化作业、工厂化生产等高新技术进行建设，配备了自动播种机、自动移苗机等先进设备，建立智能化空中草莓生产、自动化水培蔬菜生产智能管理系统，逐步探索出“农业种植+机械化生产+观光旅游+科普教育”的四位一体综合发展模式。

### 一、基本情况

#### （一）主体情况

山东绿沃川智慧农业示范园由兰陵农垦实业总公司和台州绿沃川农业有限公司投资建设，总投资2.1亿元人民币。

项目总占地面积341亩，总设施面积达140000 m<sup>2</sup>。规划建设空中草莓智能化玻璃温室55440 m<sup>2</sup>，水培蔬菜智能化玻璃温室25344 m<sup>2</sup>，草莓育苗温室37632 m<sup>2</sup>等，控制中心等其他配套设施21584余平方米。项目打造成为全国一流的，集智能化空中草莓生产、自动化水培蔬菜生产、草莓标准化育苗、自动化包装物流、高科技展示、科技培训与推广、三产融合发展为一体的现代化高科技示范产业园。引进自动化

播种生产线、蔬菜水循环控制系统、蔬菜自动化种植系统、自动喷水设备、上下移动式滴灌栽培床、水循环控制系统等

先进的自动化生产设备，集合了自动化作业、智能化控制、工厂化生产、无土化培植、立体化种植等多种先进技术功能，是目前全球领先的高科技农业栽培技术。此项目的引进和技术创新与示范推广，填补了国内的相关技术空白。园区每年生产草莓 500 吨，水培蔬菜 950 吨，育苗能力达到 300—600 万株，销售收入 5500 万元。

在农业部和江苏省政府联合举办的首届全国农村“双创”博览会上，绿沃川智慧农业有限公司在全国参赛企业中脱颖而出进入前十名，受到国务院副总理的亲切接见。为杭州 G20 峰会世界各国首脑提供国宴蔬菜。

## （二）全程机械化实现情况

蔬菜工厂及空中草莓园均为智能温室，采用智能数字化气候控制系统（物联网），温室内空气温度、湿度、大气压力、光照度综合、水位、风向风力、二氧化碳浓度及虫情传感器和温室外部风向风力传感器和雨量采集器、太阳能供电系统采集器、监控数据采集器收集数据并传输至计算机进行数据分析，计算机自动对顶部天窗、遮阳网、水帘、循环风机及负压风机等作出相应调整，所有环节自动分步骤运行，打破季节限制，为蔬果提供最适宜的生长环境。

### 1. 蔬菜工厂使用数字化的智能风淋净化系统、智能催

芽系统、智能播种系统、智能自动移栽育苗系统、智能营养液循环控制系统（物联网）、智能收割系统。水肥监测传感器实时采集水培池营养液的元素数据（营养液 PH 值和 EC 值）并传输到计算机，计算机控制系统精准添加营养液。水培池营养液经过污水自动处理后可循环利用，既节约了资源又杜绝污染排放。

2. 数字化操作可做到每天连续播种（10 万粒/时）、移栽（1 万株/时）、收割，实现工厂化、自动化、智能化生产，比传统方法提高了 4 倍复种率（传统 3 次/亩/年，本项目 12 次/亩/年），年亩产高达 25 吨。同等条件下比传统方法节约土地 40%和水资源 50%。节省人力成本达 90%。对土壤质量无要求，可利用荒岛、盐碱地等极端贫瘠地块种植。

3. 播种催芽（常温 6~7 天，夏季 4~5 天）幼苗培育（常温 25~30 天，夏季 15~20 天）水培区（常温 25~30 天，夏季 18~20 天）收割：45 天左右。

4. 空中草莓园使用数控化可升降栽培床、数控化营养液循环系统、数控化精准施肥系统等。可移动升降栽培床是我们的发明专利，可根据需要高度可数控自动升降，提升植株光合作用率，栽培床密度较小，土地利用率提高 40%，无地面灰尘泥土和蛇虫鼠蚁污染草莓。施肥系统根据水肥监测传感器数据为草莓分析调配好生长阶段所需的不同营养元素，自动定点定量添加水和营养液。通过栽培床中的管道



精准滴灌到草莓根系内，草莓营养均衡全面，无需激素。多余的水分和营养液汇集到栽培床的中空底部，汇集回收到储存罐中，经过营养液循环系统过滤杀菌处理后循环使用，减少水与营养液的浪费，几乎 0 排放。年亩产可达 5—8 吨。

## 二、存在问题和解决途径

### （一）存在问题

草莓生产种植采摘劳动强度大、效率低、不方便采摘；蔬菜生产和种植效率低，受天气、季节、环境的影响，产能不高等；蔬菜种植的人力资源匮乏，成本高，效率低；蔬菜生产不能实现常态化供应，不能满足市场需求；受土壤的影响品种单一，产量低，蔬菜质量不高。

### （二）解决方案

1. 绿沃川发明草莓可升降式栽培架，解决了不方便采摘，降低了劳动强度，提高了生产效率和土地利用率，增强了客户观光采摘的体验感。

2. 绿沃川智能化蔬菜工厂，实现了工厂化、自动化、智能化蔬菜生产流水线，极大提高了蔬菜生产效率，产能是传统大田蔬菜的 4—6 倍，亩产高达 25 吨。智能化玻璃温控系统和物联网系统，成功的解决了天气、季节、环境对蔬菜工厂的影响，能够做到全年全天候循环播种高效高质量生产。

3. 物联网控制系统、智能工业机器人应用、智能物流机器人应用和自动化，工厂化流水线的创新设计和应用，极

大的减少了人力资源，节约人力 90%以上，提高了生产效率。

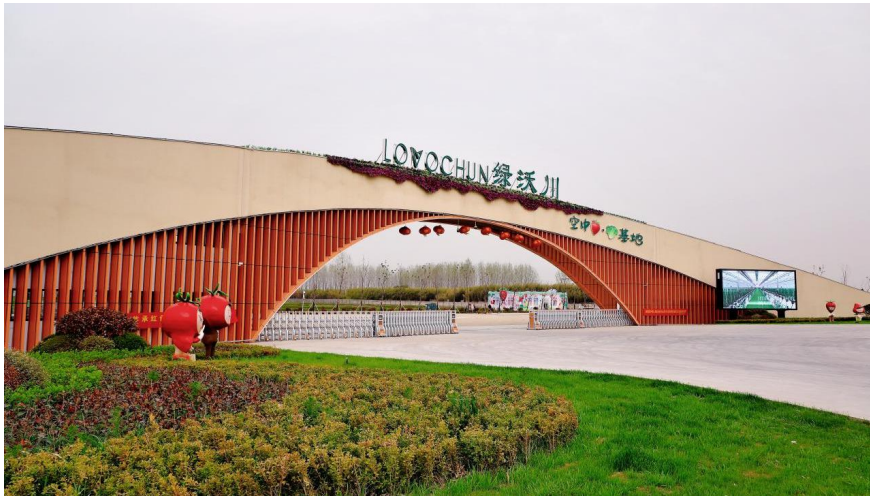
### 三、取得成效及经验

#### （一）示范带动作用强劲，实现多地战略合作

绿沃川绿色工程已在北京、上海、广州、江苏、湖南常德、西藏、河南夏邑、山东青岛、山东兰陵、甘肃兰州、内蒙古包头、吉林辉南等地开建，目前全国共有 15 家绿沃川基地，成为可推广、可复制和未来设施蔬菜、草莓高质量生产的典范。

#### （二）创新产业发展理念，四位一体综合模式效益好

为推动农旅融合，园区逐步探索出“农业种植+机械化生产+观光旅游+科普教育”的四位一体综合发展模式，以种植和销售空中草莓、富硒高钙活体蔬菜和草莓种苗为主，配套亲子采摘体验，促进城乡之间生态经济的正向循环；建立农业科普用房等相应的科技服务体系，满足各类农业技术培训和产品技术展示的需求，每年可培训农民 2000 余人，实现了生态农业、智能化种植、休闲旅游和科普研学的完美结合。



现代时尚的山东绿沃川智慧农业示范园大门



蔬菜转运智能机器人



绿沃川自主研发的智能移动捞菜机



蔬菜工厂——深液流水培区一角



绿沃川空中草莓园内——草莓可升降式栽培架

## 积极推进设施种植绿色农机化之路

——山东青州市佳腾现代农业示范园

**摘要：**青州市佳腾现代农业示范园是一家集农产品种植销售、育种育苗、农资配送、技术推广咨询为一体的现代农业龙头企业。在设施农业生产中，示范园树立“全程全面”理念，致力于推进设施建造宜机化、生产作业机械化，初步探索出一条设施农业绿色农机化发展之路。

### 一、基本情况

#### （一）主体情况

青州市佳腾现代农业示范园位于山东省青州市谭坊镇，由青州市佳腾现代农业发展有限公司于2018年投资建设，占地460余亩，建有各类温室大棚147个，其中连栋温室11个、日光温室15个、现代化塑料大棚121个，无菌现代化育苗棚1.5万平方米，果蔬分拣包装车间2万平方米，水果、蔬菜预冷库5000立方米，现代化农产品示范展示厅2万平方米，设备投资3000万元。主要从事瓜菜育种育苗、瓜菜种植、农产品初加工和销售业务。主要农产品有辣椒、西红柿、黄瓜、西瓜、甜瓜等，其中辣椒种植占面积的60%以上。

示范园加强人才和技术引进，积极与高等院校、科研院

所合作。从中国农业大学引进“长江学者奖励计划”特聘教授1人，联合开展土壤改良应用研究。与国家西甜瓜改良中心建立起长效产学研推合作机制，开展新品种培育和先进栽培技术的示范推广。

## （二）全程机械化情况

示范园注重先进科技和农机装备的投入，在高标准建设温室大棚设施的同时，在生产区域铺设地下排水管网和供电、通讯电缆，完善了园区基础设施，增强了抵御自然灾害的能力，夯实了后续发展的基础。购置了移栽机、深松机和移动式臭氧土壤消杀设备。建设了水肥一体化中控室和总泵房，实现了园区水肥一体化全覆盖。每个温室大棚都安装了变频喷灌机、风机水帘、智能水肥一体机、现代化温控放风机、CO<sub>2</sub>发生器、补光设备和喷药系统，实现了温、湿、光、气等棚内环境智能控制和远程操控。

## 二、存在问题和解决途径

### （一）存在问题

传统大棚设施农业生产存在的问题：一是劳动力供需矛盾突出，随着劳动力转移步伐加快，青壮年基本上全部外出打工，从事农业生产的人员日益减少，用工遇到了困难。二是传统种植模式占用人力多，劳动强度大，人工作业标准低，难以实现规范化生产，影响了农产品产量和品质的提升。三是作物秸秆废弃物处理难度大，处理成本高，环境污染等问

题突出。四是单纯的种植环节经济效益低，加之劳动力短缺和人力成本较高，难以实现生产的可持续。实施“机械换人”，提高生产效率，通过完善产业链，挖掘增收潜力，依靠应用新技术，增加附加值，成为解决上述问题的关键。对此，示范园在对基础设施进行宜机化建设的同时，从育苗、耕整地、栽植、管理、收获储存和废弃物处理等作业环节入手，补短板强弱项，走全链条全程机械化的路子。

## （二）解决途径

示范园在完善基础设施的前提下，从育苗、耕整地、栽植、管理、收获储存和废弃物处理等作业环节入手，补短板强弱项，走全链条全程机械化的路子。

1. 育苗环节：育苗区占地 40 亩，建有 1 个连栋式温室、13 个温室大棚，水肥一体化、环境智能监测和控制设备完善。育苗范围涵盖辣椒、西瓜、甜瓜和西红柿等，年育苗量达到 1000 万株，产品销往全国各地，年产值达到 1200 万元。目前，已建成电商营销中心，网上销售量逐步扩大。

2. 耕整地环节：针对区域土壤板结、透气性差的问题，示范园适时引进新型大棚深翻机，利用当地一家企业新研发的小型履带式机械作牵引，解决了轮式机械对土壤重碾压问题，提高了土壤松软度，更适宜作物生长。作业时将 30—60 厘米的土层上下颠倒，盐碱化的病菌土层被翻到地下，打破坚硬的犁底层，改善了土壤结构，促进植株根系生长发达，

提高了抗逆能力，增产幅度达到 20%以上，瓜菜品质也得到显著提升。

3. 移栽环节：针对秧苗人工移栽劳动强度大，株距不均、深浅不一和秧苗成活率低的问题，示范园引进复式多功能秧苗移栽机，对移栽深度、行距等参数进行科学调整，一次作业完成移栽、覆膜、起垄、施肥等多个环节，每小时可移栽 5000—8000 株，极大地提高了移栽效率和质量，降低了劳动强度和生产成本。目前，整个园区秧苗移栽基本实现了机械化。

4. 田间管理环节：示范园中控设备实现了对每个大棚水肥一体化管控和物联化管理。棚内完善的温、湿、光、气控制系统，在解放劳动力的同时，满足了不同作物全周期生长对环境条件的需求，实现了田间管理的科学性和精准性。植保方面，针对人工背负喷雾器逐行作业，效率低、喷洒不均匀、对身体伤害大的问题，农机科技人员研发了一套大棚植保自动化设备，在棚内瓜菜生长区上方布局吊装输药管路，间隔 20—30 厘米设置一个喷头，需要打药时，通过压力泵将药液注入一、二、三级管网，经喷头雾化，使叶面叶背同时着药，节省了人力，提高了病虫害防治效果。通过在棚外进行手机操作，有效避免了农药对作业人员身体的伤害。

5. 收获后处理环节：示范园建有 5000 立方米的果蔬预冷库房，配备有风机、压缩机、制冷机、蒸发冷机等设备。



瓜菜收获后运至分拣车间，利用分级分拣设备进行初加工，果蔬产品经过包装进入预冷库预冷 24 小时后，通过冷链运输到全国各地。

6. 大棚作物秸秆处理：为解决大棚作物秸秆处理问题，示范园与农业农机部门联合攻关，开展大棚作业试验，成功探索出适合当地生产实际的大棚作物秸秆还田及土壤处理机械化作业技术。该技术流程分四部分：一是利用大棚秸秆粉碎还田机对秸秆进行切碎还田。二是利用大棚深松机进行深松作业，打破犁底层，增加耕层深度，以利于作物根系生长。三是利用当地研发生产的一款臭氧发生器处理灌溉用水，产生高浓度臭氧水，对土壤进行灌溉消杀，并结合焖棚处理，杀灭土壤秸秆中的病原微生物和虫卵。四是适时增施生物菌肥，促进还田秸秆腐熟，恢复土壤中有益微生物的数量，优化土壤菌群结构，利于后茬作物生长。

7. 无土栽培：为最大限度地利用大棚设施空间，提高产出率，提升农产品品质和安全水平，示范园投入 110 万元购置相关设备，利用 5100 平方米连栋温室，配备自动化水肥一体机、环境智能中控、植物生长灯等，建成无土栽培“车间”，先期种植“釜山 88 号”西红柿，效益符合预期，年产值可达到 100 万元。

8. 设施建设宜机化：为适合宜机化生产，示范园在 2020 年以后新建的日光温室大棚均按照能满足全程机械化作业

的标准设计和建造，全部采用无立柱结构，生产面积 1600 平方米以上，脊高大于 4 米，跨度大于 10 米，最低作业高度 1.2 米。为方便机械进出作业，每个大棚还设置了宽度 2 米以上“机械门”。示范园还对园区内道路进行规划修整，并对老旧大棚作了宜机化改造，为实现全程机械化作业提供保障。

### 三、取得成效及经验

青州市佳腾现代农业示范园在设施农业绿色农机化方面进行了大胆实践，为传统模式设施农业转型发展探索出一条可行的路径，有效解决了当前设施农业发展中存在的诸多问题，产生了良好的经济和社会效益。示范区在加强农机化建设提升作业环节生产能力的同时，充分发挥设施和装备方面的优势，与国家西甜瓜改良中心合作，开展优良品种选育培育工作。目前，已研制成功“京美甜王”“京美 2K”等西瓜品种和“喜悦 95”甜瓜品种，解决了谭坊镇瓜类种植品种单一和退化问题，显著提升了瓜类产品的产量和品质。新育品种除满足当地生产需要外，还销往全国各地，并出口缅甸、老挝、越南等东南亚国家。

示范区试验推广的大棚作物秸秆还田及土壤处理机械化作业技术，与传统处理方式相比，呈现出显著优势：

一是经济效益明显。每亩可节省作业成本和土壤灭菌杀虫农药费用 1100 元左右，节省化肥用量 30%左右；由于改

善了土壤结构，提高了肥力，每亩增产 20%左右。

二是社会效益显著。秸秆还田处理改变了过去秸秆遍地、垃圾满村的局面，农村人居环境得到明显改善；由于极大地减少了农药、化肥用量，农业面源污染问题得到了有效控制，极大地改善了农业生态环境，农产品质量安全得到有力保障。

三是生态效益突出。大棚作物秸秆通过切碎还田腐熟，作为肥料再还给土壤，增加了土壤有机质含量，使土壤中的养分得到了有效补充和还原，实现了农业资源循环利用，促进了农业生态平衡和生态系统稳定，保障了农业经济持续稳定发展。目前，这项技术已在青州市谭坊镇、高柳镇、朱良镇等瓜菜种植大镇广泛应用，普及率达到 36%。示范园通过摸索实践创造的经验模式符合当地生产实际，产生了良好的效果和示范效应，极大地调动了周边菜农、瓜农的生产积极性，他们不断加大投入改善设备，引进新技术，以农机化促进产业化发展，加快了产业振兴步伐。





## 积极探索鲜食葡萄生产信息化发展之路

——四川果怡农业科技有限公司

**摘要：**四川果怡农业科技有限公司面对设施种植葡萄过程中遇到的难题，积极探索，加强与科研院所合作开展技术攻关，在设施葡萄种植机械化、智能化管理等方面取得一定成效。

### 一、基本情况

#### （一）主体情况

四川果怡农业科技有限公司成立于2014年4月，位于眉山市彭山区柑橘葡萄现代农业园区内（彭山区公义镇马林村境内），拥有国内先进水平标准化葡萄生产基地600亩，年产长青玫瑰、紫脆无核、光辉、紫甜无核、美人指、阳光玫瑰等各类精品葡萄上百万公斤，是一家集种植、鲜销为一体的现代化农业科技公司。

四川果怡农业科技有限公司科研力量雄厚，先后投资近3000万元，与多家农业院校和科研机构建立了长期合作关系，建立了中以葡萄科技合作示范基地。公司管理人员5人，最低学历为专科，具有高级职称1人，公司月均固定务工人数约50人。四川果怡农业科技有限公司秉承“诚信敬业、开

拓创新、团结至善”的核心价值观，以“引领行业发展，为社会提供绿色优质的果品”为使命，致力种“中国最好的葡萄”。

## （二）全程机械化实现情况

葡萄种植采用全钢架大棚栽培，配套水肥一体化系统、智能化卷膜系统、溯源体系和数字化管理，病虫害采用绿色防控，储藏运输全程配套冷链设施。配备 454 大棚王拖拉机 4 台，多功能旋耕机 12 台，微耕机 10 台，履带自走式喷雾机 4 台，智能灌溉系统（滴灌和微喷灌）1 套，电动修剪机 10 台，枝条粉碎机 3 台，配置简易保鲜库等冷链系统，葡萄生产基本实现全程机械化操作。

## 二、存在问题和解决途径

### （一）存在问题

四川果怡农业科技有限公司成立之初在葡萄种植方面采用露天栽培模式，雨水冲刷带来病虫害发生频率大、农药使用频率高、葡萄品质差的问题较为突出。调整为避雨设施栽培后前期由于大棚设计不合理，大棚抗风性差、钢管使用年限不长，经常需要更换薄膜、钢管等。同时，未充分考虑机械作业等宜机化要求，机械化程度较低，耗费人工量大等。公司在如何在生产过程中应用最新农业科技，在生产过程中减少农药、化肥及人工投入，确保葡萄品质提升，实现葡萄产业增效等方面作出了有效的探索。

## （二）解决途径

为解决葡萄种植技术难题，公司投资近 3000 万元，与多家农业院校和科研机构建立长期合作开展技术攻关，一步一步解决相关难题。

**1. 自主研发 V 型葡萄架，申请实用型专利，实现大棚宜机化。**对于新建设施要求严格按照宜机化标准建设，明确满足农机作业条件的空间结构、出入口、内部通道尺度等内容。大棚设计标准为：宽 5.6 米，顶高 3.6 米，架面高 2.1 米，丝高 1.5 米（大棚顶端到架面高度）。在钢管使用年限不长方面，立柱采用 $\phi 40$  mm热浸锌钢管，深埋 50 cm并用混凝土浇筑，行距 3 米、桩距 3.6 米。顺梁、架面横梁均采用 $\phi 32$  mm热浸锌钢管，拱杆采用 $\phi 20$  mm热浸锌钢管，钢架大棚可使用 20 年以上，且抗风性强。在薄膜消耗大方面，采用 6.5 米宽三层共挤薄膜，薄膜两边使用卡簧卡槽固定，棚顶每隔 3.6 米使用压膜绳将薄膜压紧透光率达 90%，使用年限 2 年以上。所有大棚基本满足拖拉机等农业机械的作业通过性需求，实现大棚宜机作业，大大提高了葡萄设施种植的机械化水平。

**2. 推行监测控制智能化。**配置田间加装小气候监测仪，将风速、风向、雨量、空气温度、空气湿度、光照强度、土壤温度、土壤湿度、蒸发量、大气压力等气象要素通过传感器技术与信号传输技术定时存储到计算机系统中，依据设定

的技术参数进行统计分析和处理，在实际墒情数据的分析基础上，通过自主设计的智能化卷膜系统，自动调控棚内温湿度，为葡萄生长提供适宜的环境；水肥一体化系统与自动监测系统并网，使用新型贴片式滴管灌溉设施，与计算机操作系统连接，实现定量精准灌溉。

**3. 做到防控绿色化。**建立 4 道防火墙，分别为苗木检疫、科学管理、物理防控与化学防控，有效降低了病虫害发生的几率；基地内实行 5S 管理，创造健康的生长环境。产品已获得绿色认证、国家地理标志认证与农产品气候品质认证。

**4. 实现管理数字化。**根据葡萄栽培标准化技术，量化各项生产指标，将生产单位划分为 3m\*4m 的小单元进行管理；劳工管理采用打卡方式，全基地实现管控数字化。

**5. 营销品牌化。**公司生产信息全部上传国家农产品追溯平台，做到全程可追溯。全部产品已获得绿色认证、国家地理标志认证和农产品气候品质认证。在葡萄精细化种植和技术研发方面居全国前列。公司产品“紫甜无核”“紫脆无核”“意大利”“美人指”等优质葡萄先后多次荣获全国优质葡萄评比金奖、银奖。注册商标“果怡葡萄”系列产品已销售到北京、深圳、上海等一线城市的高端水果超市，实现营销品牌化。

### 三、取得成效及经验



### （一）投产快、经济效益高

葡萄采用设施避雨栽培模式第二年即可丰产，较普通露天栽培提前一年，限产控质为 3000 斤/亩，亩效益 6 万，2022 年全部进入丰产状态，公司葡萄销售额预计 3600 万元，利润可达 2000 万，较普通避雨栽培每亩可增收 2—3 万元。

### （二）资源高效、环境友好、生态效益显著

实施示范基地化肥肥料较普通露天栽培减少 25%—40%，节水 50%，用药量减少 30%—45%，有效的降低了化学肥料和农药残留的污染，实现资源高效、环境友好、生态效益显著。

### （三）探索鲜食葡萄的智能化发展，助力乡村振兴

结合区域内优势资源的综合开发利用，探索市场经济下鲜食葡萄种植的信息化、智能化、产业化、生态化发展道路，带动区域内鲜食葡萄产业发展进程，助力乡村振兴。



避雨钢架大棚



水肥一体化系统



小气候监测站



物联网监测



智能化卷膜系统



自动化喷雾式植保车行间打药



粉碎机粉碎葡萄枝干

## 新技术 新模式 新业态

# 促蔬菜生产走出一条可持续发展新路

——广汉市垦丰果蔬种植专业合作社

**摘要：**广汉市垦丰果蔬种植专业合作社是一家集果蔬“生产、加工、销售”为一体的农民专业合作社。近年来，该合作社把创新作为种植业高质量发展的第一抓手，积极探索设施蔬菜种植标准化生产新路子，提升了设施蔬菜种植机械化水平。

### 一、基本情况

广汉市垦丰果蔬种植专业合作社成立于2014年1月，注册资金500万元，现有员工50余人，流转经营土地510亩，蔬菜生产全程机械化趋于完善。合作社拥有机械化育苗设备及蔬菜生产机械28台套；安装农业智慧灌溉系统2套，应用互联网+滴灌技术进行施肥浇水、病虫害防治，通过与供水系统有机结合，实现智能化控制；搭载智能气象管理系统，可随时监测大棚温度、湿度和二氧化碳，并根据土壤墒情情况由智能系统下达指令，实现精准灌溉。

合作社主要种植番茄、苦瓜、黄瓜、大白菜、茄子、莴笋等蔬菜。建有普通钢架大棚200余亩，主要用于穴盘集中化育苗栽培；连栋大棚30余亩，用于番茄、黄瓜的现代化

种植；玻璃大棚 10 余亩，用于蔬菜智慧灌溉，蔬菜主要销往广元、绵阳、成都等地区，部分蔬菜远销外省。

2020 年，合作社果蔬总产量达到 2200 吨，配送销售额 3500 余万元，实现利润 400 余万元。指导农户标准化种植蔬菜 2 万余亩，带动周边 8000 余农户，实现亩均增收 300 余万元，成为专业合作社示范带头的典范。

## 二、存在问题和解决途径

### （一）存在问题

一是农艺复杂、薄弱环节多。蔬菜品种繁多，农艺复杂，没有相对统一的生产模式，对机械的要求比粮食作物高得多、复杂得多。

二是种植规模较小。蔬菜种植大部分以家庭散户为主，种植范围广、蔬菜种类多、单户生产规模小，导致具体到某一特定类型蔬菜的适用机械时，常出现“有机户有机没活干，无机户有活没机干”的机械闲置现象。

三是农机购置成本高。中央农机购置补贴资金主要用于粮、棉、油等主要作物以及畜牧水产，对蔬菜适用的农机尚未纳入大规模的补贴范围中，适合蔬菜生产环节的大型机械价格过高且以进口机具为主，很大程度上抑制了菜农购机的积极性。

### （二）解决途径

一是摸索种子丸粒化技术，解决蔬菜种植薄弱环节。为

解决蔬菜种子形状各异，大小不一，影响机械化播种的问题，合作社进行了种子丸粒化技术的研发与应用推广，利用丸粒化包衣机和包衣技术，将小粒蔬菜种子或表面不规则(如呈扁形、有芒、带刺等)的蔬菜种子表面包被一层较厚的丸粒填充材料(包括微肥和杀虫剂、杀菌剂、生长调节剂、促根剂等)，在不改变原种子生物学特性的基础上形成一定大小和强度的种子颗粒，以增加种子质量和体积，便于机械播种，达到节约人工成本与节约用种的目的。通过解决蔬菜机械化播种的薄弱环节，逐步确定合作社的主要栽培品种为番茄、苦瓜、黄瓜、大白菜、茄子、莴笋等蔬菜，引进蔬菜播种育秧流水线、番茄采收机等专用设施蔬菜机械设备，并逐步建立相关机械化生产模式。

二是签订市场订单，建立合作社+农户生产模式。合作社与本地企事业单位、学校、酒店和宾馆等建立长期合作关系，形成以市场需求和集团订单为导向的“订单种植”模式，合作社对成员及周边农户蔬菜进行回购，实现“种菜—卖菜”到“卖菜—种菜”的转变，解决了销路问题，2020年，订单农业达2500余吨。合作社投入资金集中引进相应农业机械设备，为订单农户的生产提供专业的机械作业服务，提高机械使用率，统一生产管理，大大减轻了合作社购机成本，提高了每一个种植季机具的作业收入。

三是争取财政资金支持。加强与农业农村局等部门的

合作，积极承担相应新品种、新技术、新模式的试验示范工作，争取现代农业园区建设等项目资金，加强蔬菜种植优势产区的基础设施建设，着重解决排灌设施及设备不足和道路问题；提高蔬菜园区建设标准，重点提高育苗、移栽、水肥一体化和采摘等薄弱环节机械化水平。加强冷链物流建设，解决收获后处理设施不健全而导致蔬菜损耗大的问题。

### 三、取得成效及经验

合作社成立之初，坚持“立足基地、面向市场、科技领先、助农增收”的理念，在各级政府和主管部门大力支持和引导下，实施了一系列运营和管理环节的新模式和新机制，一定程度上提高了周边农民的组织程度，增强了农产品市场竞争能力，增加了社员农户的收入。

#### （一）配送机制完善

在现有订单模式的基础上，不断完善物流配送体系，组建了拥有 500 立方冷冻库和 13 台物流冷链车的配送中心，与雨润、中粮等集团公司达成合作，配送品种覆盖蔬菜、水果、肉类、粮油、干杂等，实现年配送 4500 余吨。

#### （二）循环模式突出

推进“苦瓜鸡”“稻田鸭”等种养循环项目，形成良好的生态循环，建立田间沼肥储存罐，施用有机肥，增加土壤肥力，构建生态养殖—有机肥料—有机种植的生态循环可持续发展模式。

### （三）效益显著

建成的水肥一体化灌溉系统，实现节水灌溉与互联网、大数据、云计算、物联网相融合，灌溉用水效率提高 60%、节省水电费 50%，节省人工 50%。同时，与美国孟山都等世界级种子公司开展合作，常年种植蕃茄、黄瓜、辣椒、西兰花、木耳菜等精细菜，番茄亩产达到 16 吨，增产 71%以上；甜椒亩产超过 8 吨，单产提高近 40%。

合作社将致力于“惠民为本，带领农民共同致富为使命”这一理念，擦亮“川菜”金字招牌，不断加大投入，提升产品品质，充分发挥示范带动作用，实现合作社和周边小农户共赢。



合作社全景





机械化采摘番茄



连栋大棚喷灌

玻璃大棚无土栽培



智慧灌溉控制中心

# “六统一”助推高原夏菜 设施农业机械化迈上新台阶

——甘肃省张掖市甘州区绿松种植农民专业合作社

**摘要：**张掖市甘州区绿松种植农民专业合作社通过土地流转建成连片钢屋架大棚和日光温室，种植设施蔬菜。采用“合作社+基地+种植户”的模式和“六统一”生产经营方式，建成了集示范性、规模性、效益性、生态性于一体的高原夏菜标准化生产基地，配备育苗、耕整地、秧苗移栽、植保、尾菜处理等机具，实现了关键环节的机械化作业。

## 一、基本情况

### （一）主体情况

张掖市甘露绿松农机农民专业合作社社成立于2015年，位于张掖市甘州区上秦镇下秦村四社，以“绿色发展，科技兴社，富民兴村”为宗旨，采用“合作社+基地+种植户”的模式和“六统一”生产经营方式，建成了集示范性、规模性、效益性、生态性于一体的高原夏菜标准化生产基地，积极探索蔬菜种植、农村一二三产业融合发展等产业规模化发展模式，为乡村振兴闯出了一条产业发展新路子。合作社先后被

评为“市级优秀农民专业合作社”“甘肃省省级示范社”“国家级示范社”。注册了“甘绿松”商标，2021年入选甘味农产品品牌。

合作社自成立以来，按照农业标准化、产业化、市场化、生态化的发展思路，通过土地流转的形式，流转土地1100亩，投资1000万元，打造设施蔬菜核心区，建成连片360座设施钢屋架大棚，日光温室34座，20000吨冷链物流配送中心一处，订单种植3000亩，休闲农业100亩，育苗车间1个。年销售各类蔬菜20000吨以上，年收入3000万元，年纯利润达到200万元以上。

合作社采取统一品种、统一育苗、统一定植、统一技术服务、统一商标、统一销售的“六统一”生产经营方式。合作社主导产品有娃娃菜、西红柿、西兰花、西芹、紫茄、秋葵、彩椒等7个品种。

合作社投资1000万元，组建生产基地，购置农机具，打造设施蔬菜核心区。合作社现有固定员工35人，年用工1800人次。2021年合作社在扩大设施蔬菜核心区面积的基础上，引进科技人才，组建专家工作站，全程实现机械化作业，全力打造集育苗、种植、管理、销售为一体的集约化、规模化经营的现代农民专业合作社。

## （二）全程机械化实现情况

至目前，合作社拥有各类机械51台套，其中：动力机

械 6 台、耕作机械 20 台、蔬菜育苗生产线 1 套、蔬菜半机械化种植机械 4 台、植保机械 10 台、其它机械 10 台。

### 1. 育苗生产机械化

为提高生产效率，发挥现代农机的最大优势和高效化，合作社建立种子育苗中心，购置最先进的现代化自动育苗生产线，年生产 1000 万株，为作物的生长发育创造良好条件，大大提高了工作效率。该生产线包括混合式基质搅拌机、苗盘运输机、基质上料机、点穴机、运输机、自动点种机、覆料机、空气泵、自动运输机等。

### 2. 耕地施肥机械化

耕整地机械有旋耕机、施肥机和撒粪机，通过机械化作业为蔬菜种植提供优质种床，采用均匀、高效、快捷使用农家肥，降低生产成本。

### 3. 起垄覆膜一体机机械化

在生产中起垄、覆膜、铺滴灌带是三个重要环节，运用机械三项合一，效率极高，具有以下特点：快速覆膜、位置适中、操作迅速、一次成型，相比传统种植省人力，省时间，省材料。

### 4. 定植移栽机械化

采取国际先进技术，装备多功能移栽机，适用蔬菜、苗木、药材、辣椒、菜花等。生产率 900 株/小时，行数 2/3/4/5/6/7/8/9/10 可控制，效果好。

## 5. 中耕除草机械化

田间管理环节中，除草、打药是两个重要环节，采用小型除草机，体型小，易操作，作业效率高。

## 6. 植保环节

提高绿色防控意识，在传统化学药物防治的基础上，加大物理防治的力量，提高蔬菜产品的品质，得到了用户的充分肯定。

## 7. 智能化控制设备

实时远程获取温室大棚内部的空气温湿度、土壤水分温度、二氧化碳浓度、光照强度等，可以自动控制大棚温湿度、喷淋滴灌、内外遮阳、顶窗侧窗、加温补光等设备。通过手机、PDA、计算机等信息终端向管理者推送实时监测信息、报警信息，实现温室大棚信息化、智能化远程管理。

## 8. 水肥一体化设备

借助压力系统（或地形自然落差），将可溶性固体或液体肥料，配兑成的肥液与灌溉水一起，通过可控管道系统供水、供肥，均匀、定时、定量浸润作物根系发育生长区域，把水分、养分定时定量，按比例直接提供给作物。

## 9. 尾菜处理机械化

在“三化”建设（标准化、高效化、生态化）中，清洁生产尤为重要，尾菜处理机的运用，直接就地还田，循环利用，杜绝脏乱差及环境污染难题，极大改善了生态环境，助

力了乡村振兴。

## 10. 保鲜冷藏库和冷链运输

通过建设保鲜库和加入张掖高原冷链运输企业，进一步延长的合作社的产业链，提高的合作社和社员的收益。

## 二、存在问题和解决途径

### （一）存在问题

1. 农艺粗放，重视程度低。蔬菜的机械化生产对农艺的要求较高，这对收获机械的适应能力提出更高的要求。受传统农业生产模式的影响，认为蔬菜生产机械化达不到人工作业质量，因为对蔬菜收获机械的重视程度不够。

2. 种植面积的碎化，适应机具少。合作社以大棚为主，如打药环节自动化程度不高，因此小型、实用性强的机型更适宜于现行蔬菜种植模式。从而提高作业效率，降低生产成本，最终实现农业机械化现代化。

3. 蔬菜品种多、智能化要求高。智能化温室大棚已成为现行蔬菜种植发展的目标，也是合作社发展的方向。目前，由于智能化温室大棚价格高，我社还未完全普及。

### （二）解决途径

1. 积极与无人机植保公司协商沟通，研究出适应的小型植保机。

2. 自助研发适用的小型蔬菜作业机具。

3. 积极打造蔬菜机械化，提高机械化种植，实现农业

机械的现代化。

### 三、取得成效及经验

#### （一）经济效益

设施蔬菜大棚通过推广育苗机、旋耕机、轧地机、平地机、施肥机、起垄覆膜滴灌一体机、除草机、水泵式打药机、运输机、尾菜处理机等机械后，较之传统作业每亩至少节约1100元，每1000亩可节约成本110万元。二是2020年合作社种植各类蔬菜5000多亩，产量18200吨，销售额达3782万元，实现纯利润279万元。

#### （二）社会效益

在合作社的影响下，辐射带动周边县乡镇蔬菜生产合作社、蔬菜种植户开展蔬菜生产机械化作业。在蔬菜耕整地、育苗、田间管理等关键环节，为周边县、乡（镇）蔬菜种植户提供机械化托管服务，2021年累计托管服务总面积约1000亩，通过机械化托管服务，能够节省劳力，让富余劳动力外出务工增加经济收入，解决小农户机械作业难问题，减轻农民负担。二是邀请省市外县专家到合作社举办农机技术培训班，主要讲解蔬菜生产机械的原理、使用、调整、维护、修理及安全操作技术。达到安全使用、及时调整、正确维护的目的。利用座谈交流、现场演示、观摩学习等时机，多角度集中演示、展示蔬菜产业机械化生产配套机具，累计培训技术人员100多人。三是充分发挥引进人才及专家的作用，2020

年取得发明专利 1 项，实用新型专利 8 项，增加了合作社科技含量，实现了农业机械化插翅飞翔的梦想，极大提高了工作效率，农机推广走到了前沿，增强了合作社、种植大户、农业企业的信心。

### （三）生态效益

通过全程机械化集成技术的实施，有效节省农膜、农药和化肥的使用量，减少了环境污染，更有效地防止了农药残留的发生。二是通过尾菜处理技术应用，改善了土壤理化结构和性能，培肥地力，达到了蓄水保墒、改善生态环境的目标。

### （四）取得的经验

机械化是设施农业生产提质增效的助推器。在当前用工倾向老龄化、妇女化的阶段，合作社建成后，我们组建农机作业服务队，让专业的人干专业的事，机械化在设施农业生产中发挥了更多的作用。通过推广育苗、耕整地、秧苗移栽、中耕施肥、运输、尾菜处理等环节的机械化作业，较之传统作业方式每亩可节约 600 元，提高了收益、减轻了劳动强度。









## 标准化生产助力设施蔬菜全程机械化

——胶州市青岛绿村农产品专业合作社

**摘要：**青岛绿村农产品专业合作社从设施建造、种植模式、生产资材等方面不断进行宜机化改造，引进高效装备技术，解决设施生产中存在的问题；坚持实行“统一供种、统一耕种、统一打药、统一施肥、统一技术指导”标准化生产，实现了设施大白菜种植生产关键环节的机械化，提升了设施种植的规模化和标准化水平。

### 一、基本情况

#### （一）主体情况

青岛绿村农产品专业合作社位于胶莱镇东北部南王疃村，地处青岛母亲河—大沽河和胶莱河河畔，远离工矿企业，无污染，拥有得天独厚的自然资源，是青岛十大无公害、百万亩绿色蔬菜生产基地之一，是国家节水灌溉示范区，农业部蔬菜标准园。合作社是胶州市第一家土地流转合作社，也是首家村级集体资产股份合作社，于2008年3月18日挂牌成立，法人代表张居波，为胶州市放心农产品5A基地，合作社种植的胶州大白菜荣获全国百家合作社百个农产品品牌殊荣。目前合作社拥有耕地15000余亩，其中包括农业部

蔬菜标准园 1200 亩,其中有机认证的 200 亩, 下设胶州大白菜、大葱、大姜、马铃薯四大生产基地, 该蔬菜基地面积共有 15000 多亩, 其中, 胶州大白菜 500 亩, 精品园 35 亩, 从日本引进的“绿水”牌天元大葱 10000 亩, 以色列 516 大棚西红柿新品种 100 亩, 大姜 3000 亩, 马铃薯 1500 亩。胶州大白菜科技示范园分野外种植和科技大棚种植两种。完全按照胶州大白菜绿色无公害技术要求进行标准化种植, 选用优质纯正胶白品种, 不用化肥全用有机肥、生物肥料和新型微肥, 不打农药, 采用生物除虫和人工捉虫, 既保证了品质又提高了产量。脱毒马铃薯生产示范区为该专业合作社的主导产业, 种植面积一万两千亩。该生产示范区除拥有充足的水浇条件, 还安装了电子诱蛾杀虫灯, 其生产过程均按照青岛市无公害蔬菜生产标准进行生产, 实行统一供种、统一耕种、统一打药、统一施肥、统一技术指导。生产的脱毒马铃薯不仅个头大, 产量高, 质量好, 而且出口日本、韩国、新加坡、泰国和马来西亚。合作社积极探索实施改良土壤新技术, 应用生物菌肥改良大白菜土壤环境。目前生物菌肥防治大白菜根肿病试验示范已取得了阶段性的进展, 试验地块大白菜死亡率降到 5%以下, 与一般地块当年发病死亡率相比降低了 30—50%。

## (二) 全程机械化实现情况

合作社建有完善的地下供水管网,冬暖式大棚 32 座, 简易大棚 14 座, PD 连栋温室 3024 平方米, 智能连动温室大棚 4872 平方米, 花卉智能连栋温室 7000 平方米。内部还设有青岛市级农产品安全检测中心 1 处, 占地面积 60 m<sup>2</sup>, 配套了化学仪器、土壤检测、农药残留检测等仪器、电脑、打印机、桌椅等, 对蔬菜残留农药化肥实施严格检测, 并实行残留超标蔬菜禁入制度。

合作社投资 600 余万元建设高档温室一座,内设白菜品种展示区、现代化育苗区、高新技术栽培区、水培种植区、立体栽培种植区、喷节水灌溉区、测土配方施肥区、物理杀虫种植区和化学诱捕杀虫种植区等 10 个分区。合作社还引进了胶州市首套农业物联网智能控制系统。系统包括信息采集节点、计算机控制中心和智能控制系统。通过安装在大棚里的信息采集节点可以实时采集、存储其所在地点的各种土壤和环境参数, 获得包括土壤温度、水分、空气湿度、光照度等数据, 自动控制大棚的天窗、遮阳网、湿帘、灌溉、施肥作业。为延长蔬菜产业链, 合作社建设小型恒温库, 提高贮藏能力, 开发大白菜加工产品, 扩宽市场空间。

合作社引进了翻转犁、深松机、旋耕机、钵苗育苗播种机、移栽机、施药机械、水肥一体化装备、多功能采收平台等先进适用机具 30 多台套, 大白菜生产的耕整地、育苗、移栽、施药、灌溉、施肥已基本实现了机械化, 采收也应用

了半自动的辅助平台，不仅能解决大白菜生产的急需，增加农民收入，而且还可促进了农村种植结构的变化，促进经济作物的不断发展，适应我国大白菜主粮化战略的实施，机械化大大提高生产效率，减轻劳动强度，降低生产成本，在促进规模化生产和节本增效方面发挥了积极的作用，实现优势产业的规模效益，推动大白菜产业化发展，具有广阔的市场前景和深远的战略意义。

## 二、存在问题和解决途径

### （一）存在问题

随着产业结构的不断调整，为设施农业的发展提供了良好的机遇，设施农业作为改造传统农业，实现产业升级和推动农业现代化的主要手段，已成为农村经济增长的主要支柱，也是今后农业发展的重点。合作社在实际设施机械化生产中还存在一些问题。

1. 设备配套需进一步完善。合作社现有装备以通用设备为主，专用设备缺乏。现有机具设备多为大田型小型机械，机具的作业性能个、适应性还无法满足现代设施栽培的要求，水肥一体化技术与装备的精准性还有待提升。

2. 栽培设施还面临着升级改造。虽然建设了一部分玻璃温室，但大部分栽培设施多为简易塑料大棚，一些智能化设备、移栽、采收及转运设备应用受限。

### （二）解决途径

1. 引进先进的技术与装备。根据合作社的发展和实际省要求，引进先进的设施机械与装备，满足合作社设施生产的需要。

2. 设施栽培的宜机化改造。一是对基地进行道路、灌溉排水设施进行宜机化改造，提升设施种植的规模化水平。二是对现有栽培设施升级改造，为先进转包给与机具的作业提供基础条件，进一步推进合作社设施生产农机农艺融合、农机化与信息化融合。

### 三、取得的成效和经验

#### （一）省种省工

传统露地大白菜生产采用直播方式，每 667 m<sup>2</sup>用种量 150g 左右，约 4.5 万粒种子，待出苗后再通过间苗淘汰弱小苗，每 667 m<sup>2</sup>最终仅留苗 3000 株左右，绝大部分种子被浪费。而采用集约化育苗方式，培育供 667 m<sup>2</sup>露地栽培的大白菜幼苗最多只需 3000 粒种子，可节省用种量 93.3%，且培育的幼苗整齐一致。另外，采用单垄直播沟灌的传统大白菜生产模式，在起垄、播种、间苗、除草、浇水、施肥等环节均主要依靠人工操作，费时费工，同时生产时节正值盛夏，劳动强度大，劳动环境差；而且 8 月雨季垄沟容易被冲毁，进行修复又会增加用工。而机械化生产模式采用集约化育苗、机械整地做畦，1 台移栽机可一次性完成铺设滴灌管、覆盖地膜和打孔移栽等操作，定植后进行水肥一体化管理，覆膜

栽培也减少了除草环节。根据试验点实际生产记录，仅在播种后的栽培环节，机械化栽培模式平均每 667 m<sup>2</sup>可较传统生产模式节省 3.8 个用工；同时，由于机械化栽培模式蒋盖地膜降低了湿度，由结合病虫害预防控，病害发生率较传统模式降低 5.1 个百分点。

## （二）节水节肥

冬储型露地大白菜传统生产模式苗期采用“三水齐苗、五水定棵”的沟灌溉水管理方式，即幼苗达到 8 叶团棵期前需浇水 5 次，平均每 667 m<sup>2</sup>每次浇水逾 30 m<sup>2</sup>，仅苗期浇水量最高即可达 150 m<sup>2</sup>。而采用集约化育苗方式培育供 667 m<sup>2</sup>栽培的大白菜幼苗，苗期每 667 m<sup>2</sup>用水量仅 0.3 m<sup>2</sup>，成苗移栽时平均每 667 m<sup>2</sup>浇定植水 25.8 m<sup>2</sup>，大幅度减少了苗期用水量。后期采用水肥一体化的模式管理，3 个示范点每 667 m<sup>2</sup>加权平均浇水量仅为 69.7 m<sup>2</sup>，较传统模式平均浇水量（153.1 m<sup>2</sup>）降低 54.5%，单立方灌溉水产出率提高 150.9%，水肥利用效率显著提高。

## （三）增产增效

大白菜机械化栽培模式与传统模式相比，毛菜和净菜的平均单球质量无明显差别分别为 5kg 和 3.9kg；但由于采用了合理密植技术，3 个试验点机械化栽培模式平均每 667 m<sup>2</sup>荒菜产量达 10 吨左右，净菜产量 7 吨左右，均较传统模式提高 14.6%。



青岛绿村农产品专业合作社大白菜设施种植标准化项目是目前我国农业生产所急需，不仅具有广阔的市场需求和良好的产业化前景，而且应用于实际生产后将产生良好的经济效益、社会效益。由于该项目成果将集成国内先进技术手段，可减少土壤的污染，起到了很好的环保和可持续发展的作用，所以也具有良好的环境效益。





## 创新思路 多措并举

# 推动蔬菜机械化生产及社会化服务

——南京牛首农副产品专业合作社

**摘要：**南京牛首农副产品专业合作社是全国农民专业合作社示范社，在立足自身发展、努力提高设施蔬菜机械化绿色化生产的同时，不断创新思路、积极探寻和完善社会化服务机制和模式，利用装备和技术优势，为周边农户提供设施蔬菜生产全程机械化服务，提高蔬菜生产效率和效益。

### 一、基本情况

#### （一）主体情况

南京牛首农副产品专业合作社成立于 2006 年，位于南京市江宁区谷里街道，在册成员 709 人，其中农民成员 707 人，企业 2 家，注册资本 318.6 万元。合作社以农民入股、保底分红的模式，采取“合作社+公司+家庭农场”的方式，对农户的土地统一进行扭转并集中规划建设与使用，带动农业增效、农民增收。自成立至今，已建成连片设施大棚（包括玻璃温室、连栋大棚、8332 钢架大棚等）5000 亩，有机叶菜防虫网 500 亩、温室育苗中心 3000m<sup>2</sup>、保鲜冷库和包

装配送中心 500m<sup>2</sup>、农资连锁超市 100m<sup>2</sup>，建立了完善的蔬菜田头生产电子档案和质量安全可追溯体系。合作社引进国内外蔬菜品种 70 多个，包括叶菜类、茄果类、根茎类及瓜类蔬菜等。生产过程中严格执行质量管理体系和有机、绿色、生产技术规程，实行标准化生产，获国家级绿色食品 8 个、GAP 认证 2 个。合作社先后荣获“全国优秀蔬菜生产商”“全国农民专业合作社示范社”“全国科普及惠农先进单位”“全国绿色产业化示范单位”“江苏省农业优秀企业”等荣誉称号。

## （二）大力发展蔬菜机械化

2017—2020 年，南京市农业装备推广中心先后在谷里街道推进设施蔬菜“机器换人”工程和市级蔬菜生产农机装备示范推广基地建设。合作社在市农业装备推广中心支持下，依托省、市、区以及街道各类财政项目，投入 400 余万元，引进各类设施蔬菜生产加工机械设备 96 台套，功能涵盖耕整地、起垄、施肥、播种、种植、灌溉、植保、收获、初加工、智能化控制等设施蔬菜生产全过程，合作社设施蔬菜农机装备水平得到显著提升，其中小青菜、菊花叶、空心菜等叶菜类蔬菜生产关键环节机械化水平达到 85%，辣椒、黄瓜等茄果类蔬菜生产关键环节机械化水平达到 75%，韭菜生产实现耕整地、播种、田间管理、收获、整理包装一条龙机械化，水平居全省领先。

## （三）创新开展社会化服务

在南京市农业装备推广中心指导下，依托装备、技术和人才优势，成立了全省第一个蔬菜机械化生产社会化服务组织——“谷里蔬菜机械化生产服务队”。服务队配备专业机手 5 名，利用现有的整地、开沟、起垄、施肥、播种、定值、肥水管理、蔬菜采收等 96 台套农业机械，为合作社成员及周边农户提供高效化、标准化的设施蔬菜生产全程机械化作业服务，同时常年为农业企业、合作社及周边农户提供保本农业机械服务、农业机械作业托管服务（机械旋耕 50 元/亩、灭茬还田 35 元/亩、造墒起垄 25 元/亩、开沟 15 元/亩、机械平整土地 8 小时 1200 元）。近几年服务队年均完成农机社会化服务作业面积超过 1.1 万亩次，连续服务了 4 届中国·江苏蔬菜种业博览会。2020 年服务队为本社的 6000 亩土地提供整地、开沟、起垄、播种、收获，同时还为谷里街道提供农机社会化服务面积达 6500 多亩，社会化服务的水平和能力不断提升。

#### （四）助力农民节本增收

依托蔬菜生产机械化技术应用及社会化服务创新，生产效率明显提高、生产成本明显降低。与人工作业相比，韭菜、空心菜、菊花叶等叶菜类蔬菜在施肥、旋耕、开沟、播种、植保、收获等环节通过“机器换人”实现亩均节本 948.8 元。辣椒、茄子、番茄等茄果类蔬菜在施肥、旋耕、起垄、移栽、植保等环节通过“机器换人”实现亩均节本 803.8 元。

## 二、存在问题和解决途径

南京牛首农副产品专业合作社在不断发展、逐渐壮大的过程中也面临一些问题和困难：一是前期农机作业水平不高，作业质量参差不齐；二是农机购置投入资金较大；三是农机社会化服务费用部分农户难以接受；四是机手人数不够、技术不强、服务能力有待提升。针对这些问题和困难，主要采取以下解决途径：

一是针对农机作业水平不高，作业质量参差不齐的问题，合作社在当地农机、农艺部门专家和技术人员的帮助下，通过不断的实践和探索，总结形成并发布了农业机械操作的企业标准 32 条，完善了蔬菜机械化生产操作规程，推进了园区和对外服务标准化作业。

二是针对农机购置投入资金大的问题，通过积极申报省、市、区农业财政项目，利用项目资金购置新型适用农业机械，同时申请街道对园区采购农业机械进行补助，减轻园区购机压力。

三是针对农机社会化服务收费问题，一方面采取“做给农民看，带着农民干”的发展思路，进一步加强农业机械化生产示范方的建设、多形式开展示范演示活动，让农户切实了解农机作业的实用性、节本增效效果；另一方面通过项目补贴支持，采取保本作业的方式，为农户提供成本作业服务。

四是针对农机操作手不够、技术能力不强的问题，一方

面注重加强农机操作人员技术培训，让每位农机手不仅会开还会修，不断提升其专业技能；另一方面对机手在外提供的农机作业服务按每亩给予5元的提成，提高其服务积极性。两方面共同促进服务队对外服务能力和水平的不断提升。

### 三、经验成效

**（一）强化农机装备配置，全力解决“无机可用”“无好机用”的难点**

以省、市、区以及街道各类财政项目为依托，以适用于玻璃温室、连栋大棚、8332钢架大棚、防虫网等主要生产设施为导向，强化成熟度较高、通用性较好的蔬菜农机装备的配置，为蔬菜生产机械化技术及社会化服务提供装备基础。同时，确保引进的农机装备类型兼顾传统种植习惯、设施大棚规模、主要蔬菜品种及土壤条件等，装备功能涵盖耕整灭茬、起垄覆膜、播种移栽、灌溉施肥、植保搬运、收获、初加工等蔬菜生产全过程。

**（二）强化农机农艺融合，全力疏通“机棚不配”“机艺不合”的堵点**

#### 1. 强化设施与装备的配套

在实现了玻璃温室、连栋大棚、8332大棚、以及防虫网等主要高档设施与主流农机装备配套的基础上，以满足农机装备使用为导向，对老旧落后农业设施进行宜机化改造，使其结构参数符合农机装备作业要求，为发挥农机装备最佳效

能提供条件。

## 2. 强化农机与农艺的融合

首先是以农艺为主导，综合统筹设施类型、农艺要求和农机性能，根据不同设施大棚、不同品种蔬菜的种植模式，完成适用农机装备的配置、改进、再配置工作，制定出主要品种蔬菜机械化生产技术路线及装备配置方案，实现主要叶菜类蔬菜全程机械化技术集成，茄果类蔬菜、以及不具备全程机械化作业条件的叶菜类蔬菜实现关键环节机械化。

其次是以成熟的农机装备及技术路线为主导，开展栽培模式的宜机化改良，通过合理调整栽培技术，适度改良垄型、沟型参数及墒面布局等方式，实现农机农艺高度融合。

## 3. 强化标准化体系的建设

综合统筹农业设施、农艺技术、农机装备，积极开展栽培技术、农机技术相融合的技术集成创新，制订可操作、可执行、可推广的技术规范、企业标准和操作规程等 30 余项。通过标准化体系的建立，确保蔬菜机械化生产及社会化服务有规范可循、有标准可依。

## 4. 开展“宜机化”改造

依托街道农田机耕道路和农业基础设施建设，通过农业综合开发、高标准农田、标准化菜地等项目投入，进行土地综合治理，开挖疏浚渠道，修筑机耕路，改造中低产田，改良土壤，逐步形成“旱能灌、涝能排、渠相连、路相通、菜



增产、钱增收”的格局，为蔬菜生产机械化的发展准备条件。

（三）强化体系机制创新，全力去除“有机不用”“好机难用”的痛点

#### 1. 建立专业队伍

成立“谷里蔬菜机械化生产服务队”，通过农机装备统一使用、统一管理、统一维护，开展高效化、标准化的蔬菜生产机械化作业服务。

#### 2. 提升服务水平

一是强化服务能力。服务队配备专业农机作业机手、农艺技术员、性能优良的农机装备，定期进行技能培训，熟悉农机装备及农艺技术，形成开展蔬菜生产全程机械化作业服务的能力。

二是严格服务标准。制定严格的“农机服务标准”，包括遵循蔬菜生产机械化技术规范的作业标准、遵循市场行情的合理统一的收费标准、遵循调动服务队积极性为目的的补助标准，为社会化服务工作的持续开展提供了制度保障。

三是创新服务思路。服务方式上采取“单项服务”+“托管服务”的模式，服务费用上采取“成本均摊”+“定额补贴”的措施，双管齐下，推动蔬菜机械社会化服务工作。

（四）强化成果宣传，促进技术推广

2017年以来，合作社举办多期现场观摩会、技术培训班，先后接待了来自北京、山东、新疆、河南等省市，以及江苏各地市的设施蔬菜机械化考察团超过5000人次，强化了成果宣传，促进了技术推广。谷里作为南京市重点打造的蔬菜生产机械化全程全面高质高发展的示范点，早已名声在外。全国人大常委会副委员长吉炳轩、农业农村部张天佐司长等领导先后莅临合作社指导。



农机库房



机械化播种



机械化移栽



机械化收获

# “两轮驱动”大葱生产 走上全程机械化轨道

——青岛盛跃惠民农机专业合作社

**摘要：**青岛盛跃惠民农机专业合作社主要是进行大葱机械化育苗及大葱种植社会化服务，通过“农产品种植—精深加工—现代服务业”的发展模式和“合作社+企业+基地+农户”的产销模式，将分散的大葱种植户集中起来，逐渐形成了规模化、标准化生产示范园和农机服务体。

## 一、基本情况

### （一）主体情况

青岛盛跃惠民农机专业合作社成立于2012年，位于青岛平度市蓼兰镇，主要是从事大葱机械化育苗及大葱移栽社会化服务工作，通过“农产品种植—精深加工—现代服务业”的发展模式和“合作社+企业+基地+农户”的产销模式，将分散的大葱种植户集中起来，逐渐形成了规模化、标准化生产示范园和农机服务体。目前拥有社员150户，占地500亩，已新建综合服务楼1处、6000平方米的育苗温室共2处、冬暖式高效蔬菜大棚22个、加工包装车间2座1600平方米、

恒温库 4 个，容量 1300 余吨、现代化育苗车间 1 个、大型新品种推广温室 1 个。

## （二）合作社装备与社会化服务情况

合作社拥有翻转犁、旋耕机、深松机、深松联合作业机、激光平地机、大葱起垄机、种子丸粒化机、大葱钵苗育苗播种机、大葱切叶机、大葱全自动移栽机、大葱收获机等农机化新装备 30 多台套，大葱从育苗到移栽机械化社会服务规模已达 30 多万亩，服务区域包括青岛市、潍坊市、济南市及江苏一些地区。

## 二、存在问题和解决途径

### （一）存在问题

大葱温室育苗核心技术之一为种子的丸粒化，核心技术掌握在日本企业手里，购买一台日本产的丸粒加工机需要花上百万元，加工的丸粒成本达 4 厘/粒，一亩地光丸粒加工费就得 200 元。国内现有的种子丸粒化设备受作业性能和适应性的影响，无法满足大葱种子丸粒化的需要。到日本去考察，日本企业技术封锁，无法学到种子丸粒化技术。

### （二）解决途径

技术创新。合作社负责人与大学、研究院合作对现有装备进行改造，经过多年摸索，成功解决了大葱种子丸粒化技术，打破了国外公司的垄断，掌握了解决大葱种子丸粒过程中技术问题，合作社的丸粒加工机制造成本仅 3 万元/台，

一亩地的丸粒加工成本就几十元钱。

### 三、取得成效及经验

#### （一）兴建育苗温室，走规模化育苗之路

2016年，合作社整合扶贫、帮扶等资金，投资350万元建设了扶贫创业园智能育苗温室，温室建筑面积4500平方米，全部为钢架结构，配备全自动种苗播种机、种苗移栽机、水肥一体化灌溉、大葱剪叶机等设施设备。一次成苗，苗龄比常规育苗缩短50—80天，不仅节省资源和种子，同时节省出大量的育苗场地，降低了育苗成本，增加生产面积，综合成本可降低50%~60%。种植一亩大葱传统育苗需要土地150平方米，而穴盘育苗仅需10平方米，节约土地成本50~60元（每亩土地流转费按1000元，育苗地使用时间按3个月计算）。年可繁育种苗2400万株，实现利润100万元以上，创造社会效益400万元以上。育苗温室引进了多项先进技术，实现了环境可测、温度可控、精准施肥。温室里的营养液施肥机，可以根据营养成分含量的多少，探头精准智能地动态调整流速，还引进了世界顶尖技术的富氢水，能促进根系发达，栽的时候不用缓苗。温室穴盘育出来的苗子质量好，粗细均匀，非常适合机器移栽。

#### （二）大葱种植社会化服务模式

合作社攻克了种子丸粒化包衣、精确化穴盘播种、工厂化育苗、标准化切苗、激光整地、定制化开沟、机械化移

栽、专业化植保、水肥一体化田间管理、定量化覆土、集约化采收等 10 个机械化技术难题，大葱生产在全国率先走上了全程机械化服务的轨道。

### 1. 开展大葱机具推广、技术培训。

与当地农机部门、常州亚美柯等农机企业合作，创建农机化示范基地。通过示范创建，探索总结大葱全程机械化的技术路径、技术模式、机具配套、操作规程及服务方式，形成可复制推广的典型，加大示范推广力度，辐射带动周边地区不断提高经济作物生产全程机械化水平。合作社多次组织或是参加大葱全程机械化现场演示会，带领作业队现场演示，向社会介绍大葱机械化种植设备和操作方法，并邀请种植户、企业、媒体等观摩示范基地，实地了解大葱从种子到成苗的全过程。

### 2. 开展土地托管作业、订单作业。

一是开展订单作业，订单育苗、订单移栽。温室育的苗不只供应合作社基地，还面向社会，现在周边乡镇甚至胶州、高密都有客户，每个育苗区都竖有一块写有名称的牌子，标明是该客户的订单。育苗温室一共有19个育秧大棚，每个棚可以供给500亩地的种苗，一个育苗周期为两个月。

二是开展全托管作业，一条龙服务。合作社响应国家产业扶贫号召，将周边12个村庄的50户贫困户全部纳入扶贫范围，每户拿出10亩自用地，双方签订全托管扶贫协议，为贫

困户统一免费提供种苗、统一低价提供肥料农药等农资、统一技术指导管理、统一春秋两季生产环节农机全程免费作业。

### 3. 开展大葱收购加工、上市销售。

针对示范基地，合作社与流通企业签订收购协议，规定最低保护价为 0.45 元/斤，如果市场价高于保护价，就按照公司与农户各承担一半的原则来定价，比如市场价是 1.05 元/斤，高出保护价 0.60 元，则收购价定为 0.75 元/斤。大葱亩产量为 1 万斤左右，即便市场形势不好，按照保护价算，一亩大葱仍能收入 2000 多元。针对周边散户，合作社统一以高于市场价 0.1 元/斤—0.3 元/斤收购蔬菜及农产品，并吸纳农户成立大葱初加工厂，将大葱摘成净菜，让农户分享农产品加工、销售环节的利润。

通过大葱温室机械化育苗实现大葱全程机械化，不仅节约种子和土地，还创造了更多的经济价值，为民增收致富打下坚实基础。据统计，大葱实现全程机械化后，相比传统种植，每亩土地可为民增加收入 3000 元以上，减少人工成本 1500 元以上，全面推广后可为全市 10 万亩大葱节本增收约 4.5 亿元。大葱全程机械化不仅提升了农业机械化组织水平，实现农业转型升级，让科技进入千家万户，也通过农业产业化模式，将农民从繁重的体力劳动中解放出来，从事其他产业，增加就业机会，逐步形成大葱生产专业化、精细化、标准化、高品质发展模式。





