

附件 1

2022 年设施蔬菜机械化 生产先进模式材料汇编

农业农村部农业机械化总站
二〇二二年十一月

目 录

一、日光温室茄果类蔬菜机械化生产模式	1
二、塑料大棚茄果类蔬菜机械化生产模式	8
三、塑料大棚直播类绿叶菜全程机械化生产模式	14
四、华东地区设施大棚韭菜全程机械化生产模式	22
五、连栋塑料大棚直播类绿叶菜全程机械化生产模式 ...	29
六、连栋大棚叶类蔬菜 DFT 栽培模式	37
七、设施茄果类蔬菜秸秆还田机械化生产模式	46

日光温室茄果类蔬菜机械化生产模式

一、模式概述

本技术模式适合日光温室番茄、茄子、椒类等茄果类蔬菜的机械化生产。通过调整农艺，采用东西向长垄种植方式和“大垄距+宽沟窄垄”起垄方式，集成配套施底肥、旋耕、起垄、铺管/带、覆膜、移栽、运输等环节的机具，实现撒肥、耕整地、定植、田间管理、运输及残秧处理等环节机械化作业。本技术模式通过“设施—农机—农艺”的有效融合，突破现有设施结构限制难题，形成日光温室茄果类蔬菜关键生产环节机械化解方案。应用本模式，中小型机具可以进出日光温室并顺利开展作业，提高了生产效率，减轻了劳动强度，减少了用工量，提升了种植效益。

二、技术路线

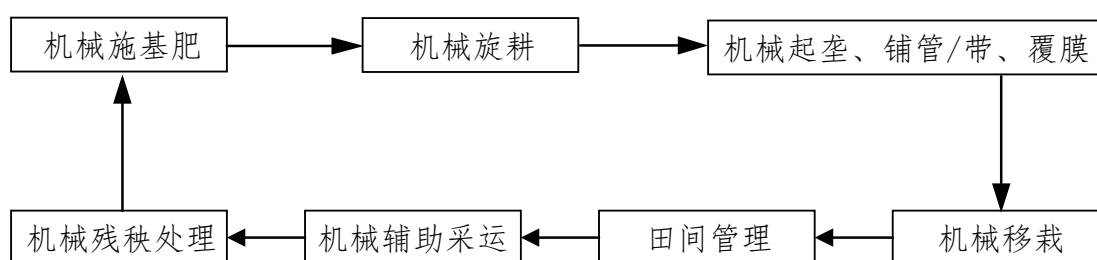


图1 日光温室茄果类蔬菜机械化生产模式技术路线

三、关键环节技术要点

（一）基本要求

1. 日光温室宜机化条件

建议日光温室的跨度 $\geq 8.5\text{m}$ ，室内距前屋面底脚 1.0m 处的骨架下沿高度应 $\geq 1.8\text{m}$ ，室内种植区无立柱等障碍物，落蔓固定拉绳高度

应 $\geq 1.8\text{m}$ ；在保证结构强度、保温等功能不受影响的前提下，在前屋面东西两端靠近山墙位置，设置高度 $\geq 2.0\text{m}$ 、宽度 $\geq 1.8\text{m}$ 的机具进出口。

2. 品种选择与育苗

优选专业化育苗场集约化培育的优质穴盘壮苗。移栽时秧苗高度在 $10\sim 18\text{cm}$ 之间，苗坨盘根好，不撒坨。侧枝少、节间短、叶柄夹角小的品种更好。

（二）技术要点

1. 施底肥

1.1 农艺要求

室内地块应平整，无明显障碍物，土壤含水率 $15\%\sim 25\%$ ，有机肥含水率应 $\leq 40\%$ 。

1.2 作业要点

使用撒肥机进行机械施底肥。撒肥机作业时，与操作机器无关者要远离撒肥机，撒肥区域内不能有旁观者，撒肥装置转动时严禁操作者接近转动装置。撒施颗粒肥料时，抛洒幅宽不应大于温室跨度，以免破损塑料棚膜；肥料撒施要均匀，变异系数应 $\leq 30\%$ ；撒肥量按照农艺种植要求及作物品种视情况确定，如番茄一般可亩施有机肥 $2\sim 4\text{t}$ 。

2. 旋耕

2.1 农艺要求

土壤细碎、疏松，地表平整，土层上虚下实。

2.2 作业要点

旋耕深度 $\geq 15\text{cm}$ ，耕深稳定性 $\geq 85\%$ ，碎土率 $\geq 80\%$ 。旋耕要不留死角，无漏耕。旋耕后土壤细碎松软，满足后续作业要求。

3. 起垄（作畦）、铺管/带、覆膜

3.1 农艺要求

垄形应完整，垄沟回土、浮土少。垄体土壤上层细碎紧实，下层

粗大松散。滴灌管/带铺设位置既要满足水肥灌溉需要，也要避开移栽机栽植位置，地膜覆土要严实。

3.2 作业要点

采用东西向起垄方式。相邻两垄之间的中心距一般为 1.8m，垄底宽 80cm，垄顶宽 60cm，垄沟宽 100cm，垄高 15~20cm（冬季取高值，夏季取低值）。8.5~10m 跨度的日光温室，可起 4 条垄，10~12m 跨度的日光温室内，可起 5 条垄。注意垄底宽、垄高等要与所用移栽机械相匹配。铺滴灌管/带、覆地膜作业应随起垄作业同时进行，确保机具作业顺畅。

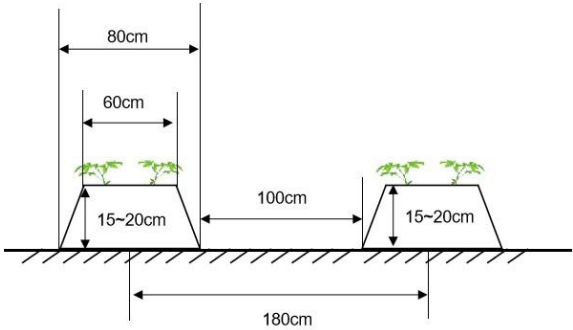


图 2 垄形尺寸

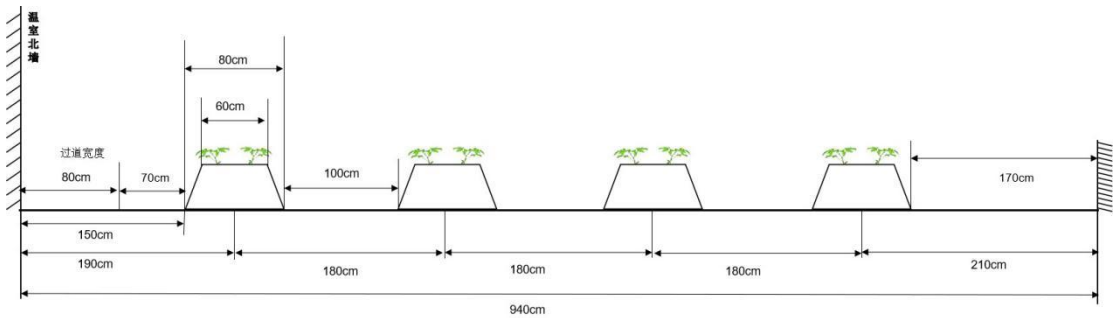


图 3 9.4 米跨度日光温室垄形布局图示例

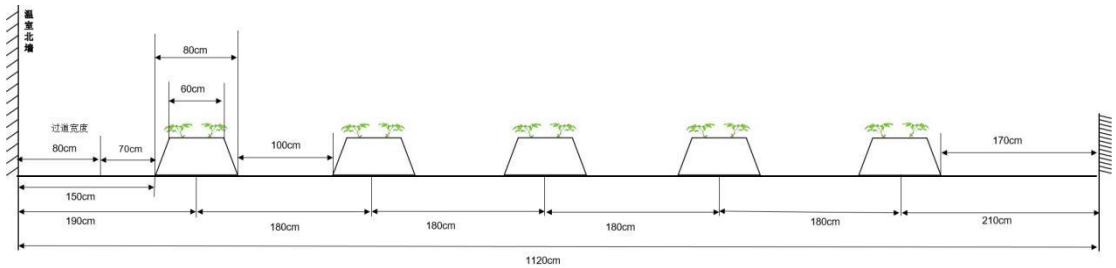


图 4 11.2 米跨度日光温室垄形布局图示例

4. 移栽

4.1 农艺要求

土壤表面要平整、土块细碎、无藤蔓等杂物。根据茄果类作物品种的要求确定合适的株距、行距，如番茄每亩定植 1800~2200 株，冬季宜稀植，夏季宜密植。

4.2 作业要点

移栽机栽植合格率 $\geq 90\%$ ，株距合格率 $\geq 90\%$ ，定植深度以封掩时苗坨上表面低于地面 1cm 以内为宜。移栽时秧苗高度在 15cm 左右最佳。作业开始时，应先确认周围有无特殊状况；与辅助者共同作业时，要得到示意后再进行作业。去除没有落下的秧苗时，要在停止移栽机的旋转和栽插机构后进行。

5. 田间管理

5.1 水肥管理

使用水肥一体化装备进行灌溉施肥，灌溉要均匀一致。

5.2 植保

5.2.1 农艺要求

要选用高效、低毒、低残留的农药并采用合理、高防效施药方法。施药时要匀速行进，搭接要严密，均匀施药，无重施、漏施。

5.2.2 作业要点

选用适宜的植保打药机，满足机具行走及作业要求。液态农药的施液量误差率 $\leq 10\%$ ，常规喷雾的药液附着率 $\geq 33\%$ （内吸剂除外），作物机械损伤率 $\leq 1\%$ 。作业时注意操作安全并做好人身防护，防止产生人身意外伤害和危害。

6. 采收运输

采用收获辅助平台进行，果实人工采摘、机械运输。收获作业应减少植株损伤。收获后应及时补充水分及营养。

7. 残秧处理

7.1 农艺要求

干、湿藤蔓、菜梆、菜叶应均能处理。粉碎要均匀，粉碎后可直接还田，或者与畜禽粪肥混合发酵后再还田。

7.2 作业要点

可采用拖拉机配套灭茬/秸秆还田机，直接将残秧还田利用，根茬粉碎率 $\geq 70\%$ 。采用专用粉碎机进行定点集中粉碎前，应检查待粉碎的残秧中是否有混入铁器、石块等杂物；粉碎过程中喂料口堵塞时，不能用手或铁棒帮助喂入。作业时如发生异常声响，应立即停机检查，禁止在机器运转时排除故障。

四、机具配套方案

表 1 50 亩种植面积日光温室茄果类蔬菜种植基地机具配置方案

序号	生产环节	机具名称	功能	主要技术要求	配置数量
1	施底肥	有机肥撒肥机	撒施商品有机肥	中小型自走式撒肥机，撒肥均匀	1 台
2		颗粒肥撒肥机	撒施颗粒肥	中小型撒肥机，撒肥幅宽不宜超过温室跨度	1 台
3	耕整地	拖拉机	悬挂作业机具	40hp 以上	至少 2 台
4		灭茬机/旋耕机	可旋耕、灭茬	幅宽 1.4m 以上	1 台
5		起垄覆膜铺管一体机	起垄、覆膜、铺滴灌管/带	自走式或中小型悬挂式复式作业机具，一次进地可完成 3 道工序	1 台
6	移栽	蔬菜移栽机	蔬菜秧苗栽植	中小型自走式或悬挂式移栽机，株行距、栽植深度可调	1 台
7	灌溉施肥	固液混合施肥装备	灌溉施肥	日光温室全覆盖	1 套
8	植保	喷雾/喷粉机	按需配置	中小型喷雾（喷粉）机，药液（粉剂）喷洒均匀	至少 1 台
9	采收运输	田园搬运机	物料搬运	中小型自走式运输车	至少 2 台
10	残秧处理	藤蔓粉碎机/灭茬机/秸秆还田机	残株粉碎处理	固定式、移动式粉碎机或中小型拖拉机带灭茬还田机，粉碎均匀	1 台

五、应用提示

（一）机具进出日光温室作业时除机手外，至少应有 1 名作业人员引导，防止驾驶人或机具受到伤害。

（二）在温室内作业前应对机手进行操作培训，避免作业时发生意外，造成人员和财产损失。

（三）农艺—农机—日光温室要相互融合，确定农艺要求时要把便于机具在温室内的作业考虑在其中，降低作业难度、提高作业效率。

六、适宜区域

该模式适用于北方地区日光温室中的茄果类蔬菜生产，包括番茄、茄子、椒类等。日光温室应具备适宜农机装备进出和作业的条件。

七、典型案例

（一）北京泰华芦村种植专业合作社

基地占地面积 2000 亩，设施农业种植面积 1200 亩，建设了高标准的日光温室、连栋温室、冷库加工车间、集约化育苗温室、产品初加工厂房、检测室等配套设施。园区种植黄瓜、西红柿、茄子、辣椒、樱桃、番茄等特色果蔬 20 余种。合作社应用机械撒施肥效率约 $1.14\text{m}^3/\text{min}$ ，是人工撒施肥效率的 50 倍以上；机械旋耕工作效率 $1500\text{m}^2/\text{h}$ ，是传统微耕机的 8 倍左右；机械起垄、铺管铺膜作业效率约为 $860\text{m}^2/\text{h}$ ，是人工效率的 15 倍左右；采用自走式移栽机进行单项作业，机具作业效率 $420\text{m}^2/\text{h}$ ，是人工移栽效率的 4 倍左右。通过使用设施机械化配套技术，提高了作业效率，缩短了工期，保证了农事进度，降低了劳动强度。采用该技术进行番茄机械化生产，每亩能降低作业成本 320 元以上，以建有 100 栋左右设施的规模园区为例，每年至少能节省 3 万元的种植成本，经济效益可观。

（二）辽宁省朝阳市北票市生产基地

从 2019 年开始先后在占地面积 500 亩的北票市科技示范园、占

地面积 3300 亩的东官镇海丰现代农业产业园和占地面积 2600 亩的台吉镇现代农业产业园进行“设施—农机—农艺”融合的日光温室蔬菜轻简化与机械化生产技术试验示范。连续 3 年开展的日光温室番茄、茄子、辣椒、黄瓜和角瓜等东西垄机械化生产模式试验示范取得显著效果。其中，日光温室番茄东西垄宜机化栽培，比南北垄栽培增产 4.93%；生产用工降低 23.6%、水肥投入减少 21.4%以上，商品率提高 5.8%，机械化率达到 60%以上。

（三）山东省东营市卓斐科技蔬菜生产全程化试验示范基地

基地总占地面积 770 亩，2021 年试验小番茄全程机械化种植模式 100 亩，节本增收效果显著，尤其是解决了农忙季节劳动力供给不足问题。其中：机械施肥效率约 60t/h，是人工撒施效率的 50 倍以上；机械旋耕工作效率 2.25 亩/h，是传统微耕机的 8 倍左右；机械起垄、铺管、铺膜作业效率约为 1.29 亩/h，是人工效率的 15 倍左右；采用自走式移栽机进行单行移栽作业，效率为 0.63 亩/h，是人工移栽效率的 4 倍左右；采用乘坐式双行移栽机进行双行移栽作业，效率为 1.26 亩/h，是人工移栽效率的 8 倍左右。全程机械化全年累计节约人工费用 10.7 万元。

八、推荐单位

单位名称	联系人姓名	联系电话
北京农业机械试验鉴定推广站	李治国，郭建业，闫子双	010-59198679
沈阳农业大学现代设施园艺工程技术中心 农业农村部园艺作物农业装备重点实验室	孙周平，刘义玲 田素博	18842556848 13940428180
中国农业大学	宋卫堂	13651249496
农业农村部南京农业机械化研究所	陈永生	15366092928
卓斐（东营）农业科技研究院有限公司	冯东溥	15827307195
东营市农机推广总站	姜学森	18654610339

塑料大棚茄果类蔬菜机械化生产模式

一、模式概述

针对 8m 及以上跨度塑料大棚（包括连栋塑料大棚）番茄、辣椒、茄子等茄果类蔬菜种植，采用宽沟窄垄（畦）种植模式，方便机械作业和生产管理。围绕育苗、施基肥、旋耕、起垄铺管铺膜、移栽、水肥及温光管理、植保、收获搬运等环节进行机具集成配套作业，基本实现茄果类蔬菜生产全程机械化。应用本模式，可以减轻劳动强度、提高生产效率、提升种植效益和机械化水平。本技术模式提供了塑料大棚茄果类蔬菜机械化生产的基本方案。

二、技术路线

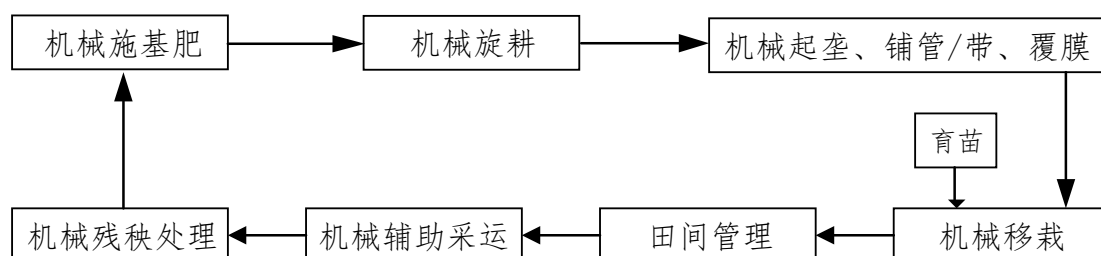


图 1 塑料大棚茄果类蔬菜机械化生产模式技术路线

三、关键环节技术要点

1. 施底肥

1.1 农艺要求

棚内地块应平整，无明显障碍物，土壤含水率 15%~25%，有机肥含水率应 \leq 40%。

1.2 作业要点

使用撒肥机进行机械施底肥。撒肥机作业时，与操作机器无关者

要远离撒肥机，撒肥区域内不能有旁观者，撒肥装置转动时严禁操作者接近转动装置。撒施颗粒肥料时，抛洒幅宽不应大于棚体跨度，以免破损塑料棚膜；肥料撒施要均匀，变异系数应 $\leq 30\%$ ；撒肥量按照农艺种植要求及作物品种视情况确定。

2. 旋耕

2.1 农艺要求

土壤细碎、疏松，地表平整，土层上虚下实。

2.2 作业要点

旋耕深度 $\geq 15\text{cm}$ ，耕深稳定性 $\geq 85\%$ ，碎土率 $\geq 80\%$ 。旋耕要不留死角，无漏耕。旋耕后土壤细碎松软，满足后续作业要求。

3. 起垄（作畦）、铺管/带、覆膜

3.1 农艺要求

垄形应完整，垄沟回土、浮土少。垄体土壤上层细碎紧实，下层粗大松散。滴灌管/带铺设位置既要满足水肥灌溉需要，也要避开移栽机栽植位置，地膜覆土要严实。

3.2 作业要点

相邻两垄之间的中心距一般为 1.8m ，垄底宽 80cm ，垄顶宽 60cm ，垄沟宽 100cm ，垄高 $15\sim 20\text{cm}$ 。注意垄底宽、垄高等要与所用移栽机械相匹配。铺滴灌管/带、覆地膜作业应随起垄作业同时进行，确保机具作业顺畅。

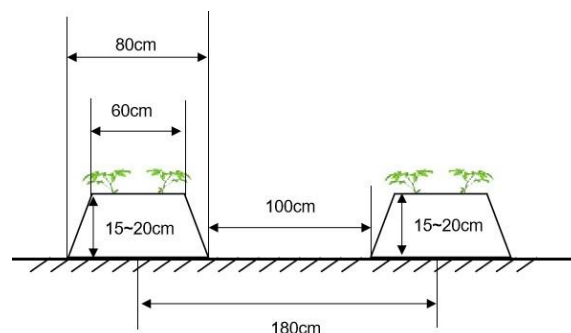


图 2 塑料大棚茄果种植垄型图

4. 育苗

一般采用 72 孔的育苗穴盘，一穴一粒，合格率 $\geq 90\%$ 。要求苗齐苗壮、钵体完整、适时移栽。

5. 移栽

5.1 农艺要求

土壤表面要平整、土块细碎、无藤蔓等杂物。根据茄果类作物品种的要求确定合适的株距、行距，如番茄每亩定植 2400~2500 株。

5.2 作业要点

移栽机栽植合格率 $\geq 90\%$ ，株距合格率 $\geq 90\%$ ，定植深度以封掩时苗坨上表面低于地面 1cm 以内为宜。移栽时秧苗高度在 15cm 左右最佳。

6. 田间管理

6.1 水肥管理

使用水肥一体化装备进行灌溉施肥，灌溉要均匀一致。

6.2 植保

6.2.1 农艺要求

要选用高效、低毒、低残留的农药并采用合理、高防效施药方法。施药时要匀速行走，搭接要严密，均匀施药，无重施、漏施。

6.2.2 作业要点

选用适宜的植保打药机，满足机具行走及作业要求。液态农药的施液量误差率 $\leq 10\%$ ，常规喷雾的药液附着率 $\geq 33\%$ （内吸剂除外），作物机械损伤率 $\leq 1\%$ 。作业时注意操作安全并做好人身防护，防止产生人身意外伤害和危害。

7. 采收运输

采用收获辅助平台进行，果实人工采摘、机械运输。收获作业应减少植株损伤。收获后应及时补充水分及营养。

8. 残秧处理

8.1 农艺要求

干、湿藤蔓、菜梆、菜叶应均能处理。粉碎要均匀，粉碎后可直接还田，或者与畜禽粪肥混合发酵后再还田。

8.2 作业要点

可采用拖拉机配套灭茬/秸秆还田机，直接将残茬还田利用，根茬粉碎率 $\geq 70\%$ 。采用专用粉碎机进行定点集中粉碎前，应检查待粉碎的残茬中是否有混入铁器、石块等杂物；粉碎过程中喂料口堵塞时，不能用手或铁棒帮助喂入。作业时如发生异常声响，应立即停机检查，禁止在机器运转时排除故障。

四、机具配套方案

表 1 50 亩种植面积塑料大棚茄果类蔬菜种植基地机具基本配置方案

序号	生产环节	机具名称	功能	主要技术要求	配置数量
1	施底肥	有机肥撒肥机	撒施商品有机肥	中小型自走式撒肥机，撒肥均匀	1 台
2		颗粒肥撒肥机	撒施颗粒肥	中小型撒肥机，撒肥幅宽不宜超过棚体跨度	1 台
3	耕整地	拖拉机	悬挂作业机具	40 马力以上	至少 2 台
4		灭茬旋耕机	可旋耕、灭茬	幅宽 1.4m 以上	1 台
5		起垄覆膜铺管一体机	起垄、覆膜、铺滴灌管/带	自走式或中小型悬挂式复式作业机具，一次进地可完成 3 道工序	1 台
6	种植	育苗播种机	穴盘播种	一般用 72 孔的育苗穴盘，一穴一粒，合格率 $\geq 90\%$ 。	1 套
7		蔬菜移栽机	蔬菜秧苗栽植	中小型自走式或悬挂式移栽机，株行距、栽植深度可调	1 台
8	管理	植保机械	按需配置	中小型喷药机，药液喷洒均匀	1 台
9		水肥一体化设备	灌溉施肥	塑料大棚全覆盖	1 套
10	采收运输	田园搬运机	辅助采摘及搬运	中小型自走式	至少 2 台
11	残茬处理	藤蔓粉碎机（或粉碎收集机）	藤蔓粉碎处理	固定式、移动式粉碎机或中小型拖拉机带旋耕粉碎机，粉碎均匀	1 台

五、应用提示

（一）大棚应具备宜机化作业条件。大棚跨度不小于 8m，脊高不小于 3.2m，肩高不小于 1.8m，端门宽度和高度都不小于 2m，棚内不应有妨碍机械通行的固定装置。

（二）机具进出大棚作业时除机手外，至少要有一名作业人员引导，防止驾驶人或机具受到伤害。

（三）作业前应对机手进行操作培训，避免作业时在调头等环节发生意外，造成财产等损失。

（四）农机农艺要相向融合，考虑农艺要求时要把便于机具作业考虑在其中，降低作业难度、提高作业效率。

六、适宜区域

该模式适合塑料大棚番茄、黄瓜、辣椒、茄子等茄果类蔬菜种植区域。单体塑料大棚跨度要求 8 米及以上。连栋塑料大棚、日光温室种植也可借鉴。

七、典型案例

山东省东营市卓斐科技蔬菜生产全程化试验示范基地，位于山东省东营市东营区牛庄镇魏家村，是卓斐（东营）农业科技研究院有限公司联合农业农村部南京农业机械化研究所、东营市农机推广总站等单位建立的蔬菜机械化解推用一体化模式示范点。基地占地面积 770 亩，分为设施和露地种植二个区域。设施类型以大跨度塑料大棚和日光温室为主，种植番茄、辣椒、甘蓝等蔬菜。2021 年，在 15 米跨度塑料大棚内应用小番茄全程机械化种植模式 100 亩，施基肥、耕整地、铺管铺膜、移栽、水肥管理、保温被卷放、棚内运输等环节都实现了机械化。累计节约人工费用 10.7 万元，节本增收效果显著，尤其是解决了农忙季节劳动力供给不足问题。

八、推荐单位

单位名称	联系人姓名	联系电话
农业农村部南京农业机械化研究所	管春松	025-84346254
中国农业大学	宋卫堂	13651249496
卓斐（东营）农业科技研究院有限公司	冯东涔	15827307195
东营市农机推广总站	姜学森	18654610339
北京农业机械试验鉴定推广站	李治国，郭建业，闫子双	010-59198679
沈阳农业大学现代设施园艺工程技术中心 农业农村部园艺作物农业装备重点实验室	孙周平，刘义玲 田素博	18842556848 13940428180

塑料大棚直播类绿叶菜全程机械化生产模式

一、模式概述

该模式是在通过对不同宽度、不同跨度的设施大棚进行不同型号机具的综合比对、试验示范的基础上，对跨度 8m 宽设施绿叶菜种植统一为 1.1 米×5 垄的作畦（起垄）模式，采用机械化直播和一次性切割收获的方式，围绕绿叶菜生产全过程进行机械装备选型配套，可在长三角地区实现鸡毛菜、茼蒿、空心菜、菠菜等绿叶菜全程机械化生产。通过应用该模式，在以上海及苏南为代表的设施绿叶菜产区，实现了机械化净园、精细化耕整地、精量化播种、智能化管理、机械化收获、机械化废弃物处理等，节省了劳动力，降低了劳动强度，提高了生产效率、蔬菜产量和生产效益，减少了用种量和农药、化肥施用量，促进了地力保护和生态友好。

二、技术路线

直播类绿叶菜全程机械化生产技术路线如图 1 所示，连栋塑料大棚（温室）和单体塑料大棚种植此类绿叶菜都可适用。

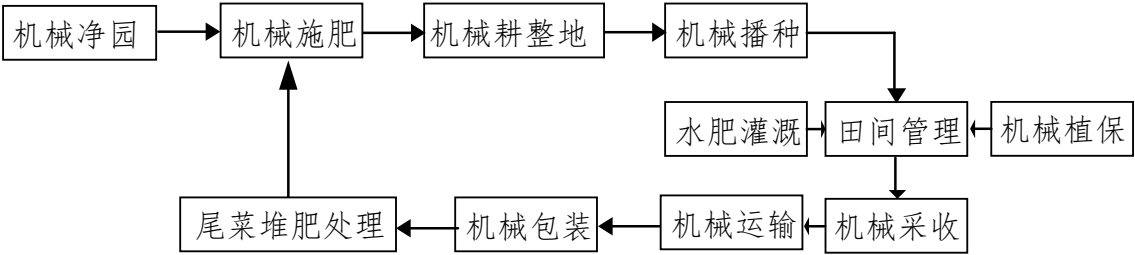


图 1 直播类绿叶菜全程机械化生产技术路线图

三、关键环节技术要点

1. 净园

1.1 农艺要求

茎秆粉碎长度应 $\leq 5\text{cm}$ ，作业后地表无明显杂草、前茬蔬菜残体、地膜及其他杂物。

1.2 作业要点

使用灭茬机对园地进行机械化净园。作业后，粉碎长度合格率要 $\geq 85\%$ 以上，当作物根茬处理质量不高时，可以作业 2 遍。

2. 撒施基肥

2.1 农艺要求

土壤耕作前，撒施均匀商品有机肥和三元复合肥基肥，施肥量根据种植作物目标产量、土壤肥力和前茬作物情况综合确定；土壤深翻作业后，有机肥施用量应增加 50%以上。

2.2 作业要点

采用撒肥机撒施基肥，撒肥机有拖拉机悬挂式撒肥机、自走式撒肥机。撒施颗粒有机肥时，注意作业幅宽不可大于 8 米，以免损坏棚膜；作业时，从大棚的一侧开始，以保证施肥均匀。

3. 耕整地

3.1 农艺要求

土壤盐渍严重时，要深耕 35cm 以上；每茬蔬菜播种前或深耕后，进行旋耕作业或旋耕整地，耕深 15cm 以上，耕后土壤细碎，地表平整；旋耕后，起垄作畦，垄距 150 cm，垄（畦）面宽为 110cm，垄高 15~20cm，沟底宽 30cm（如图 2 所示），要求土碎垄平、沟清沟直。耕作时，无漏耕，尽量避免重耕。

3.2 作业要点

动力一般选用适合棚内作业的拖拉机；深耕作采用铧犁、圆盘犁、

灭茬犁等；旋耕采用旋耕机。田间作业时，土壤含水率 $\leq 30\%$ 为宜。

作畦机采用悬挂式作畦机或手扶式作畦机。作业时，按照设计行走路线，依次作业，保持直线行走。畦面应平整笔直，畦与畦之间垄沟宽度一致，无相互干涉而导致畦面坍塌。

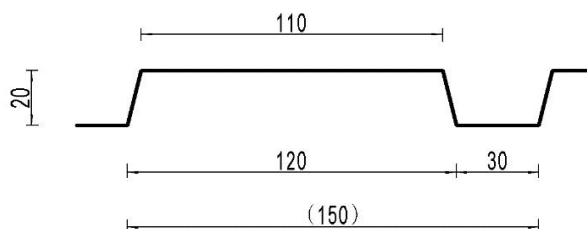


图2 绿叶菜种植垄型图（单位：cm）

4. 直播

4.1 农艺要求

选择适宜的高产优质品种，适时播种；亩用种量分别为：鸡毛菜 1500~2000g，茼蒿 1500~3500g，茼蒿 1500~2500g，菜心 100~400g，青菜 200~300g，菠菜 2500~4000g（菠菜种子形状需不带刺的表面光滑的圆球状种子）；播种应均匀，不重播、不漏播。

4.2 作业要点

选用行距、穴距可调的悬挂式或手扶式蔬菜播种机。播种幅宽 105cm。种子直接播在畦面地表，无需覆土，播后适当镇压。在保证播量、播深和行距的前提下，播种应连续作业，尽量避免中途停车，断种及堆种。

5. 肥水田间管理

根据绿叶菜农艺种植要求，宜采用肥水一体化灌溉方式进行肥水管理。播种后，应及时喷水，确保土壤充分湿润，即看到沟内有明显积水时可停止喷水。夏季直播绿叶菜播种后，应在畦面覆盖遮阳网后再进行喷水，绿叶菜总体出苗 70%后及时揭除遮阳网。

6. 病虫害防治

6.1 农艺要求

病虫害主要有菜青虫、小菜蛾、夜蛾、蚜虫、跳甲、病毒病、霜霉病等。根据病虫害情况，合理选择农艺、物理或化学防治方法。

6.2 病虫害防治原则

在生产期间做好各阶段病虫害的预测预报与田间调查工作。绿叶菜生长期较短，一般不会出现虫害，若有虫害则以预防为主、综合防治。应优先采用农业防治、物理防治、生物防治等绿色防控技术，必要时应采用化学防治。

6.3 作业要点

6.3.1 农业防治

合理安排轮作，清洁田园，选用抗病品种，培育壮苗。

6.3.2 物理防治

采用彩色粘虫板、诱捕器、杀虫灯等杀虫，覆盖防虫网防虫。对夜蛾类害虫可用杀虫灯或诱捕器+性诱剂及网室覆盖防治，跳甲可采用黄条跳甲性诱剂+黄板进行防治。

6.3.3 化学防控

若必须使用农药时，禁止采购国家“三证”（农药登记证、生产许可证或生产批准证、执行标准号）不全的农药。农药应科学合理使用，严格掌握安全使用间隔期，使用后及时进行田间档案记录。

化学防治时，采用方便进出设施大棚的植保机械，可采用喷杆式植保车（喷杆可折叠）、自走式动力喷雾机等进行。要求雾化好，喷雾均匀，不漏喷重喷；确保植保机械轮距与作畦后垄距相适应。

7. 采收和运输

7.1 农艺要求

7.1.1 鸡毛菜

根据市场需要和鸡毛菜生长情况适时采收，植株在 3 叶 1 心时即可采收，播种在 4~7 月和 9~11 月期间的，植株达到 3 叶 1 心时一般苗龄为 18 天，割茬高度根据鸡毛菜品种不同为 2.5~5.5cm。

7.1.2 米苋

米苋播种后苗龄 45 天左右即可第一次采收，以后根据生长情况再收割 1~3 次。第一次采收割茬高度一般在 5~8cm，后茬收割比前茬割茬高度略高 3~5cm。

7.1.3 茼蒿

春节前后播种茼蒿苗龄 50 天左右即可采收，秋季播种的苗龄在 30 天即可采收。采收割茬高度一般在 5~8cm。

7.1.4 菠菜

菠菜播种后苗龄一般 50 天左右即可采收，土下切根后人工二次整理。

7.2 作业要点

根据绿叶菜种类选择土上或土下切割收获机，收获机作业幅宽 120 cm，垄沟行走时轮间距为 140~150cm。割茬高度可调整。

采收后，放入蔬菜周转箱内。然后通过轮式搬运车或者履带式搬运车运输到整理车间。

8. 分拣包装

8.1 技术要求

去除枯叶、老叶、断叶，剔除有病虫害的植株，称重包装上市。

8.2 作业要点

分拣过程中，去除枯叶、老叶、断叶，剔除有病虫害的植株。然后根据销售要求，采用包装机进行包装，再运送至销售点保鲜、贮存、销售。

9. 尾菜处理

分拣后的尾菜通过粉碎机粉碎后，进行压榨和脱水。固体部分添加菌剂好氧发酵制成有机肥后还田，液体部分通过沉淀进行循环发酵，形成肥水后还田。

四、机具配套方案

表1 100亩塑料大棚绿叶菜种植基地机具配置方案

序号	生产环节	机具名称	功能	技术参数与特征	数量(台)	备注
1	净园	灭茬旋耕机	机械旋耕和灭茬	作业幅宽 $\geq 1.3\text{m}$	1	必备
2	撒施基肥	有机肥撒肥机	机械撒施有机肥	有效撒施幅宽 4~6m, 中小型撒肥机	1	可选
3		颗粒肥撒肥机	机械撒施尿素、复合肥	有效撒施幅宽 4~6m, 中小型撒肥机	1	必备
4	耕整地	拖拉机	提供动力, 悬挂机具	中小型动力机	2	44.4kW 及以上拖拉机至少 1 台
5		深耕机	深耕深松	耕深 $\geq 35\text{cm}$, 耕幅 $\geq 1.1\text{m}$ 深耕机	1	必备
6		旋耕机	常规耕地	耕深 $\geq 15\text{cm}$	1	必备
7		作畦机	起垄作畦一次成型	畦面宽=1.1m, 中小型作畦机	1	自走式或悬挂式
8	播种	播种机	精量播种	不同蔬菜配置不同播种轮, 悬挂式或手扶式播种机	1	必备
9	肥水田间管理	肥水一体化喷淋装置	灌溉、施肥	大棚全覆盖	1 套	必备
10	病虫害防治	喷雾/喷粉机	药剂喷施	有效喷幅 $\leq 8\text{m}$ 、轮间距 1.45~1.5m	1	必备
11	采收	叶菜收获机	叶菜收获	按需选择土上或土下切根收获机型。割幅 1.2m 以上, 沟内行走机型, 轮距为 140~150 cm	土上、土下各 1 台	必备
12						
13	田间运输	搬运车	棚内搬运	轮式或履带式	1	必备
14	包装	蔬菜包装流水线	包装	≥ 15 包/min 袋式或托盘式包装装备	1~2 套	至少 1 套
15	尾菜处理	废弃物处理流水线	尾菜处理	日处理量 $\geq 4000\text{kg/天}$, 固液分离, 含粉碎装置	1 套	可选

五、应用提示

(一) 适用塑料大棚宽度为 8m 的单体棚，大棚长度建议 $\geq 60\text{m}$ ，

具有遮阳网、防虫网、水肥一体化灌溉等配套设施，以满足绿叶菜全程机械化生产。

（二）该模式土地利用率达 69%，是中小规模绿叶菜全程机械化生产的优选模式。

六、适宜区域

塑料大棚直播类绿叶菜全程机械化生产适于长三角地区推广应用。长三角地区有常年消费绿叶菜的饮食习惯，市场需求稳定；劳动力成本较高；夏季高温多雨，冬季偶有霜冻，温度一般在 0℃ 以上；沿海沿江为砂性土壤，太湖流域及丘陵地带多为粘性土壤。鸡毛菜、米苋、茼蒿、菜心、青菜、菠菜等直播类绿叶菜广泛种植于塑料大棚内，塑料大棚冬季保温、夏季防雨，可为绿叶菜提供舒适而稳定的生长环境。

七、典型案例

（一）上海清美集团张家桥蔬菜生产基地

该模式已经在上海全域推广应用，以上海清美集团张家桥蔬菜生产基地为例，机械化采收可以实现一天单机采收 10 亩，单人劳动生产率是传统产业模式的 25 倍。在传统蔬菜采收模式下，1 亩地通常需要 5~6 人采收一整天，通过机械采收作业，同样的采收量，一小时即可完成。同时由于全程机械化收割的产品均为净菜，不沾泥土，也有效避免了人工多次抓握，可减少蔬菜的二次污染，提高产品品质的可控性。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。

（二）江苏张家港市善港生态农业科技有限公司

该公司蔬菜面积 290 亩，小青菜、鸡毛菜、茼蒿等是主要品类。该公司集成叶菜类蔬菜耕整地、播种、植保、收获、田间运输、分拣

包装、尾菜无害化处理等环节机械化技术、机具配置模式和相关作业规范，绿叶菜生产综合机械化水平超过 75%。绿叶菜生产主要环节作业成本由 585 元/亩降为 281.4 元/亩，节约生产成本 303.6 元/亩，节本增效显著。

八、推荐单位

单位名称	联系人姓名	联系电话
上海市农业机械鉴定推广站	夏海荣	13801816295
农业农村部南京农业机械化研究所	管春松	025-84346254
张家港市农业机械技术推广站	赵占春	0512-58352502
江苏省农业机械技术推广站	陈新华	13814082668

华东地区设施大棚韭菜全程机械化生产模式

一、模式概述

该模式充分利用华东地区设施大棚内受雨水影响小、环境相对可控等特点，采用宽畦面机械化生产方式，围绕韭菜生产耕整地、精密直播、田间管理、收获、搬运、初加工环节进行农机装备选型配套，可实现韭菜机械化精密直播、对行有序收获的全程机械化生产。通过应用该模式，可提高生产效率、降低人工成本。该模式不仅适用于塑料大棚、连栋温室等设施内韭菜机械化生产，露地韭菜机械化生产亦可参照采用，具有适应性广、可复制性强等优点，适合大面积推广应用，为韭菜规模化生产提供技术保障。

二、技术路线

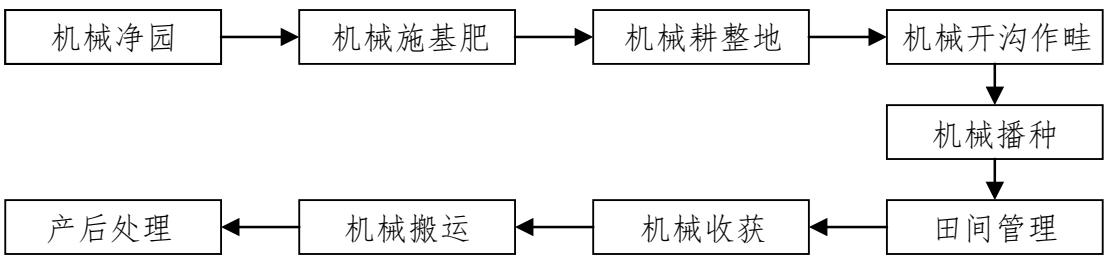


图1 设施大棚韭菜全程机械化生产模式技术路线图

三、关键环节技术要点

1. 机械净园

1.1 农艺要求

清理干净残膜等杂物后进行前茬秸秆切碎还田，茎秆粉碎长度 $\leq 5\text{cm}$ 。

1.2 作业要点

土壤含水率 20%~30%时,使用大棚王拖拉机或园艺拖拉机配套灭茬还田机进行灭茬还田作业 2~3 次,耕作深度 $\geq 15\text{cm}$ 。

2. 机械施基肥

2.1 农艺要求

耕整地前撒施基肥,每亩撒施腐熟农家肥 3000~5000 kg 或商品有机肥 1000kg、复合肥 50~70 kg。

2.2 作业要点

使用大棚王拖拉机等动力机械配套撒肥装置,或使用自走式撒肥机进行机械撒基肥。撒肥作业过程中,选择适宜速度,根据设施宽度合理调节撒肥幅宽,避免重施、漏施,确保均匀施肥。

3. 机械耕整

3.1 农艺要求

土壤细碎、疏松,地表平整、上虚下实。

3.2 作业要点

施肥后,土壤含水率 25%左右时进行耕翻作业,作业到边到角,防止漏耕,耕深 $\geq 15\text{cm}$,平整度 $\leq 4\text{cm}$,碎土率 $\geq 85\%$ 。根据作业效果及土壤情况,可适当增加耕翻作业次数。

4. 机械开沟作畦

4.1 农艺要求

种植采用畦面穴播模式,耕翻后设施内进行四周开沟,沟深 $\geq 20\text{cm}$,沟型直,沟内清洁,开沟后,设施内形成整棚、单墒、宽畦面,如图 2 所示。如土壤透水性差,为避免灌溉时积水,也可在中间增加排水沟。

4.2 作业要点

使用悬挂式开沟机或田园管理机进行开沟作业。作业前，调节开沟深度和沟宽。作业时靠设施内四周，沟深 $\geq 20\text{cm}$ 、沟底宽 $\geq 20\text{cm}$ 。

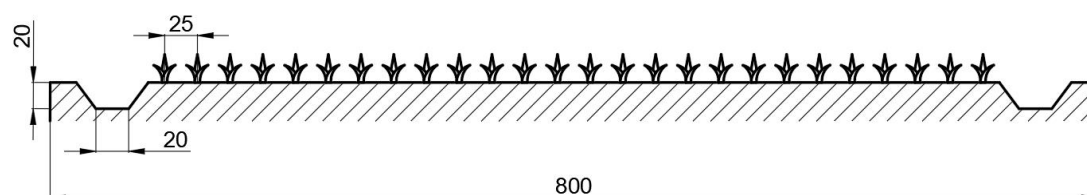


图2 设施大棚韭菜机械化种植垄形图（cm）

5. 机械播种

5.1 农艺要求

种子选择适于当地栽培、抗逆性强、适应性广的优质高产品种。根据茬口情况适期播种，一般4月上中旬播种。每亩播量1.5~2 kg，播种深度1~2cm。

5.2 作业要点

使用适宜幅宽蔬菜精密播种机进行机械化穴播作业，播种前应先试播，调整好播种参数，行距25~27cm，穴距20cm，每亩播种10000穴左右，穴播量20~30粒种子，播种深度1~2cm。

作业时，沿作畦方向，第一趟播种时镇压轮一端与沟边缘对齐，保持直线前进。第二趟调头返回，镇压轮另一端保持与其前一趟的轮辙线对齐，依次类推。

6. 田间管理

6.1 出苗管理

6.1.1 农艺要求

播后撒入灰杂肥、营养土盖籽，盖籽厚度0.3cm左右，均匀灌溉，湿透畦面，保湿出苗，出苗后应及时清除杂草。

6.2 肥水管理

6.2.1 农艺要求

出苗后要保持土壤湿润,齐苗后及时浇施清水粪每亩 1000~1500 kg 或施尿素每亩 8~10 kg。梅雨季节或地下水位高地区要及时清沟排涝,防止水涝沤根,伏旱季节要经常喷水,保持土壤湿润。立秋后,植株进入旺盛生长期,每 10~15 天浇水一次,每 15~20 天追肥一次,每次每亩追施尿素 10~15 kg,复合肥 15~20 kg,连续追肥 2~3 次,控制地上生长,促进地下部分养分积累。

6.2.2 作业要点

使用水肥一体化设备进行灌溉施肥,保持良好的墒情。

6.3 温湿度管理

6.3.1 农艺要求

6.3.1.1 温度管理:出苗前,棚内温度保持 15~20℃,幼苗生产保持在 15~18℃,生长期控制在 15~25℃,超过 30℃要及时通风降温。

6.3.1.2 湿度管理:空气湿度保持 30%~50%范围,以免产生病害。

6.3.2 作业要点

使用风机湿帘、电动卷膜机或放风机及时调整设施内温湿度。

6.4 病虫害防治

6.4.1 农艺要求

防治腐霉病、疫病、霜霉病、紫斑病、枯萎病、蓟马、蚜虫等韭菜主要病虫害。

6.4.2 作业要点

6.4.2.1 物理防治:采用防虫网、黄板诱虫、灯光诱杀、性诱剂等绿色防控措施控制病虫害。

6.4.2.2 化学防治:使用自走式喷雾机喷洒高效、低毒、无残留

农药进行植保作业，作业前应检查机具完好,药剂按比例充分混合。作业时，保证雾化好，喷雾均匀，不漏喷重喷。

7. 机械收获

7.1 农艺要求

韭菜全年多茬收获，植株高达 20~35cm 时即可进行采收作业，收获时留茬 2cm 左右。每茬采收后及时补充肥水，结合中耕除草将肥翻入土中，确保下茬丰产。

7.2 作业要点

用韭菜收割机进行机械化对行收获，收割留茬 2cm 左右，韭菜收割机沿畦面方向作业，行进路线选择应与割刀旋转方向一致。

8. 机械搬运

使用履带自走式搬运车将收获的韭菜运出温室大棚，搬运时轻拿轻放、减少损伤。

9. 产后处理

9.1 加工要求

去除韭菜上附着的泥沙、老皮、杂质等，切去根部老皮。

9.2 作业要点

使用韭菜整理包装流水线进行韭菜整理、去杂、称重、切根、打捆机械化流水线作业，检查调整好作业参数，去除泥沙、老皮等，切除根部长度 1cm 左右，捆扎结实，包装上市。

四、机具配套方案

表1 100亩设施大棚韭菜种植基地机具配置方案

序号	环节	机具名称	技术参数与特征	数量
1	动力机械	拖拉机	动力 40 马力以上，用于悬挂作业机具。	2 台
2	净园	旋耕灭茬机	可旋耕和灭茬，旋耕深度 $\geq 15\text{cm}$	1 台
3	施基肥	撒肥机	有自走式和悬挂式，根据肥料情况选配。	1 台
4	耕整	旋耕灭茬机	可旋耕和灭茬，与净园可同用一台机具。	1 台
5		深翻机	一年深翻一次，深翻深度 35cm 以上。	1 台
6	开沟作畦	田园管理机	四周开沟，形成整棚、单墒、宽畦面，沟底宽 $\geq 20\text{cm}$ ，沟深 $\geq 20\text{cm}$ ，每天 10 亩。	1 台
7	播种	多行精密直播机	幅宽 $\geq 1\text{m}$ ，每穴 15~25 粒，每天 15 亩。	1 台
8	田间管理	水肥一体化设备	设施内全覆盖。	1 套
9		植保机	300~500L 自走式动力喷雾机或喷杆喷雾机	1 台
10	收获	韭菜收获机	贴地对行收获，适合韭菜、空心菜等。	1 台
11	搬运	搬运车	自走式	1 台
12	产后处理	韭菜整理包装流水线	实现老叶清除、称重、包装等。	1 台

五、应用提示

（一）必须具备设施宜机化条件。应统筹进行设施规范化的宜机化改造，确保机具行走自如、作业方便、人员安全。设施大棚布局和设计应方便机具进出和棚内高效机械化作业，棚宽不小于 8m，肩高大于 1.8m（单体钢架大棚），棚门宽度和高度以及棚内横档高度不小于 2m。

（二）机具与机具相互配套。为保证收获时地面平整，精密播种机应配备镇压功能。

（三）机具与农艺要相互配套。为利于收获机作业，种植行距应在 25cm 以上，并应适当测算播种作业路线，保证机具作业科学合理。

（四）必须具有良好的耕地质量。作业地块地表应尽可能平整，土壤中不应有树枝、砖石块等杂物；作业地块土壤含水率为 15~25%

时，机械化作业质量效果好。

六、适宜区域

设施大棚韭菜全程机械化生产模式主要适用于上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东等华东蔬菜生产区。华东地区为亚热带季风气候、温带季风气候，夏季高温多雨，冬季温和少雨，雨水丰沛，气温适宜，适合多种农作物生产。适宜设施以连栋温室和单体大棚为主。

七、典型案例

江苏南京靓绿农副产品开发有限公司位于江宁区谷里街道石坝社区，已建成集中连片钢架大棚约 5000 亩、连栋钢架大棚 65000 平方米，配备蔬菜生产机械化相关机具 50 余台套，成立蔬菜机械化作业服务队，机手 5 人，为园区农户开展耕整、起垄、移栽、直播、收获等环节的机械作业服务，辐射面积 2 万多亩，提高了当地蔬菜生产机械化水平。

通过对设施大棚韭菜开展机械化生产技术及装备的集成试验示范，形成设施大棚韭菜机械化生产技术路线：机械化净园→机械化施基肥→机械化耕翻→机械化开沟作畦→机械化播种→田间管理→机械化收获及采收后管理→机械化搬运→机械化整理包装。设施大棚韭菜机械化生产的应用成功实现了机械替代人工，有效缓解了劳动力紧缺问题，依托机械化作业，提高了生产效率、减轻了劳动强度、节省了劳动用工，经实际生产测算，基地韭菜亩均省工 10 个人工，每亩单茬净收入较应用前增加了约 24%。

八、推荐单位

单位名称	联系人姓名	联系电话
江苏省农机具开发应用中心	蔡国芳 於 锋	13601401853 15298389836

连栋塑料大棚直播类绿叶菜全程机械化生产模式

一、模式概述

该模式利用连栋塑料大棚环境可控、空间利于机械作业的优势，对绿叶菜采用机械化直播和一次性切割收获的方式，围绕整地、精量播种、田间管理、收获、净园环节进行机械装备选型配套，可在长三角地区实现鸡毛菜、茼蒿、空心菜、菠菜等绿叶菜全程机械化生产。通过应用该模式，在以上海及苏南为代表的设施绿叶菜产区，实现了精细化整地、精量化播种、轻简化管理、机械化收获、无害化净园，在大幅提高劳动生产率的同时，也提升了绿叶菜产品品质，促进了蔬菜稳产保供。

二、技术路线

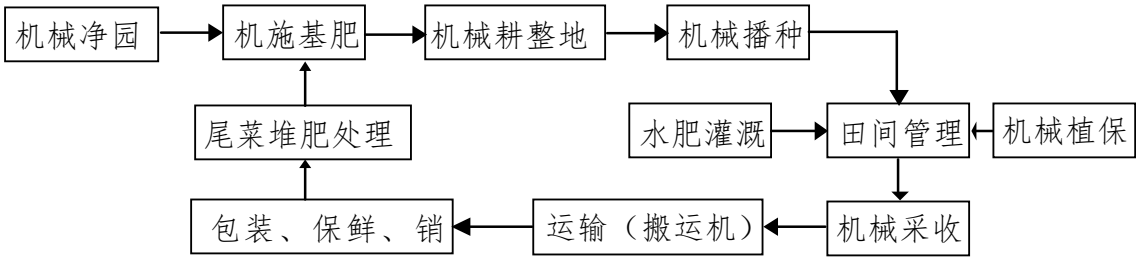


图1 连栋塑料大棚直播类绿叶菜全程机械化生产技术路线图

三、关键环节技术要点

1. 净园

1.1 农艺要求

地表无明显杂草、前茬蔬菜残体、地膜及其他杂物。

1.2 作业方式

使用悬挂式灭茬机对前茬蔬菜残体进行灭茬粉碎与土壤混合，茎秆粉碎长度 $\leq 8\text{cm}$ ，埋茬深度 $\geq 20\text{cm}$ 。

2. 施基肥

2.1 农艺要求

耕整地前均匀撒施商品有机肥和三元复合肥。每亩撒施有机肥约1000kg，每年撒施一次；每亩施三元复合肥（N:P:K=25:8:12）10kg~15kg，根据土壤肥力进行适当增减。

2.2 作业要点

选择牵引式或自走式有机肥撒施机、复合肥撒施机。作业时，根据农艺要求和设施宽度调节撒肥量和幅宽，避免重施、漏施，确保施肥均匀。

3. 耕整地

3.1 农艺要求

每年深翻（松）1~2次，耕深 $\geq 40\text{cm}$ 。深翻后应晒田5~7天，然后旋耕、起垄（作畦），要求土碎垄平、沟清沟直。旋耕深度 $\geq 15\text{cm}$ ，碎土率 $\geq 90\%$ ，垄（畦）顶面平整度 $\leq 2\text{cm}$ ，土壤紧实度（5cm）300~500kpa。

3.2 作业要点

在土壤含水率20%左右时可进行耕整地作业。深翻（松）作业可选择铧式犁、回转犁式深翻机或振动式深松机，起垄作业可选择悬挂式起垄机。起垄作业前，调节起垄宽度、高度和沟宽。要求垄距150cm，垄面宽110cm，沟底宽30cm，垄高15cm~20cm（图2）。有条件时，可采用固定道耕作方式，垄沟固化免耕作。

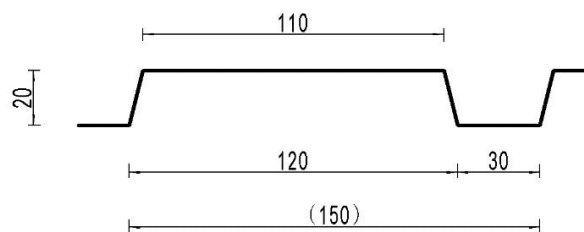


图2 绿叶菜种植垄型图（单位：cm）

4. 播种

4.1 品种选择

选择适于当地栽培、抗逆性强、适应性广、有市场需求的优质高产品种。土上贴地切割收获的蔬菜如鸡毛菜应选择下胚轴较长、产量较高的品种。

4.2 农艺要求

均匀条播，播量可调，播后适当镇压。夏季播种后应及时覆盖黑色遮阳网。几种典型绿叶菜的每亩播种量建议如下：鸡毛菜 1500～2000g，茼蒿 1500～3500g，茼蒿 1500～2500g，菠菜 2500～4000g（菠菜种子形状需不带刺的表面光滑的圆球状种子）。

4.3 作业要点

可使用牵引式或自走式精密蔬菜播种机进行条播。种子应进行分选处理。播幅 110cm，播量、播深、行距满足农艺要求，无重播和漏播，行间均匀性变异系数满足农艺要求。使用手扶式播种机时，机手应避免在垄面上行走。

5. 田间管理

5.1 水肥管理

播种后浇透水一次，以后每隔 3～6 天视土壤墒情及时均匀浇水。视绿叶菜长势，必要时可采用水肥一体化方式追施高氮水溶肥（N:P:K=32:10:10），每亩施用 3～5kg。采收前 3～5 天不再进行浇水，以降低田间湿度。注意夏季浇水应在早晚进行，选择上午 8:00 以

前和下午 4:00 以后。

5.2 温湿度管理

5.2.1 温度管理

主要通过开闭通风口或遮阳网来进行温度调节。室内气温高于 25℃时要注意及时通风降温。

5.2.2 湿度管理

空气相对湿度应控制在 70%~80%。可通过喷滴灌设备增加温室内的湿度，通过开风口的方式除湿。

5.3 病虫害防治

5.3.1 病虫害防治原则

在生产期间做好各阶段病虫害的预测预报与田间调查工作。绿叶菜生长期较短，一般不会出现虫害，若有虫害则以预防为主、综合防治。应优先采用农业防治、物理防治、生物防治等绿色防控技术，必要时应采用化学防治。

5.3.2 农业防治

合理安排轮作，清洁田园，选用抗病品种，培育壮苗。

5.3.3 物理防治

可采用彩色粘虫板、诱捕器、杀虫灯等杀虫；覆盖防虫网防虫。如夜蛾类害虫可用杀虫灯或诱捕器+性诱剂及网室覆盖防治，跳甲可采用黄条跳甲性诱剂+黄板进行防治。

5.3.4 化学防控

若必须使用农药时，禁止采购国家“三证”（农药登记证、生产许可证或生产批准证、执行标准号）不全的农药。农药应科学合理使用，严格掌握安全使用间隔期，使用后及时进行田间档案记录。

化学防治时，采用方便进出设施大棚的植保机器，可采用喷杆式

植保车（喷杆可折叠）、自走式动力喷雾机等进行。要求雾化好，喷雾均匀，不漏喷重喷。植保机械轮距与作畦后垄距相适应。

6. 收获

6.1 农艺要求

6.1.1 鸡毛菜

根据市场需要和鸡毛菜生长情况适时采收，植株在3叶1心时即可采收，播种在4~7月和9~11月期间的，植株达到3叶1心时一般苗龄为18天，割茬高度根据鸡毛菜品种不同为2.5~5.5cm。

6.1.2 米苋

米苋播种后苗龄45天左右即可第一次采收，以后根据生长情况再收割1~3次。第一次采收割茬高度一般在5~8cm，后茬收割比前茬割茬高度略高3~5cm。

6.1.3 茼蒿

春节前后播种茼蒿苗龄50天左右即可采收，秋季播种的苗龄在30天即可采收。采收割茬高度一般在5~8cm。

6.1.4 菠菜

菠菜播种后苗龄一般50天左右即可采收，土下切根后人工二次整理。

6.2 作业要点

根据绿叶菜种类选择土上或土下切割收获机，收获机作业幅宽120cm，垄沟行走时轮间距为140~150cm。割茬高度可调整。

7. 运输

采收后可使用自走式搬运机，运输到分拣包装车间进行分拣包装作业。

8. 包装

分拣过程中，去除枯叶、老叶、断叶，剔除有病虫斑的植株。然后根据销售要求，称重后采用包装机进行包装，再运送至销售点保鲜、贮存、销售。

9. 尾菜处理

病菜、烂菜可使用无害化处理设备进行堆肥处理，然后机械撒施还田。

四、机具配套方案

表 1 100 亩绿叶菜种植基地机具配置方案

序号	生产环节	机具名称	功能	技术参数与特征	数量	备注
1	净园	灭茬旋耕机	可旋耕、灭茬	作业幅宽 1.5m 以上	1 台	必备
2	施基肥	颗粒肥撒施机	撒施果粒或流动性好的粉状肥料	撒施幅宽 4m 以上	1 台	可选
3		有机肥撒施机	撒施有机肥或厩肥	撒施幅宽 4m 以上	1 台	必备
4	耕整地	拖拉机	悬挂作业机具	50 马力以上，低地隙，四轮驱动或橡胶履带式	1 台	必备
5		拖拉机	悬挂作业机具	50 马力以上，四驱，前后轮距均 1.5 米	1 台	可选
6		旋耕机	旋耕碎土	作业幅宽 1.5m 以上	1 台	必备
7		起垄机	起垄、作畦	作业幅宽 1.5m 以上	1 台	必备
8		深翻机	土壤深翻	耕翻深度 40cm 以上	1 台	必备
9		深松机	土壤深松	深松深度 50cm 以上	1 台	可选
10	播种	蔬菜直播机	精密条播作业	不同蔬菜配置不同播种轮	1 台	必备
11	灌溉	喷滴灌设备	水肥一体化灌溉	设施大棚全覆盖	1 套	必备
12	植保	自走式动力喷雾机	药剂喷施	按需选择担架式或喷杆式机动喷雾机	1 台	必备
13	采收	叶菜收获机	叶菜收获	按需选择土上或土下切根收获机型。割幅 1.2m 以上，沟内行走机型轮距为 140~150 cm	1 套	必备
14	运输	田园搬运机	搬运	自走式	1 台	必备
15	加工处理	包装机	包装加工	按需配置	1 台	可选
16		尾菜处理设备	尾菜处理	按需配置	1 台	可选

五、应用提示

（一）必须具备设施宜机化条件。推荐采用跨度为 8 m 的连栋塑料大棚，机具作业方向长度 50 m 以上。遮阳网、防虫网、水肥一体化灌溉等设施条件满足绿叶菜生长要求。连栋大棚檐高不小于 3m，

棚门宽度和高度以及棚内横档高度不小于 2m，棚内立柱基础上平面应低于地表 15 cm。如果机具在棚内调头，棚内两端须各设置 3 米宽的机耕道。如果机具在棚外调头，棚门须可以完全打开，方便机械进出。棚外道路应满足机具调头要求，棚内外地面高差不大于 10 cm。

（二）必须具有良好的耕地质量。选择土壤疏松，肥力中上等，排灌方便的地块种植。作业地块地表应尽可能平整，坡度应不大于 10%；土壤中不应有树枝、砖石块等杂物；机械作业时，土壤含水率应低于 20%。

（三）固定道作业模式下施基肥、耕整地时，应配置标准轮距、短轴距动力机械，只对垄体部分进行作业，保持沟平沟清。

六、适宜区域

长江中下游、长三角地区。该区域有常年消费绿叶菜的习惯，市场需求稳定；农业劳动力普遍短缺，劳动力成本较高；夏季高温多雨，冬季偶有霜冻，温度一般在 0℃ 以上；沿海沿江为砂性土壤，太湖流域及丘陵地带多为粘性土壤。本模式除适合连栋塑料大棚外，也适跨度为 8 m 单体塑料大棚和露地绿叶菜机械化生产。

七、典型案例

（一）南通强盛农业科技有限公司

公司拥有连栋玻璃温室 80 亩、连栋塑料大棚 280 亩，8 米跨度单体塑料大棚 280 亩，是江苏省蔬菜标准园之一。公司已推广应用设施绿叶菜全程机械化模式 350 亩，通过采用机械撒施有机肥、机械旋耕起垄、机械直播、机械植保、机械收获、机械尾菜直接还田等全程机械化生产模式，大量节省劳动力、提升产品品质、经济效益明显，与全程机械化之前比较，350 亩设施绿叶菜年均利润增加 90 万元左右。

（二）南京江宁区亮勇农副产品专业合作社

合作社拥有连栋塑料大棚 50 亩，常年设施机械化生产鸡毛菜、茼蒿、菠菜等特色绿叶菜，就近销往南京市场，年均 7 茬。合作社采用 1.5 米垄型固定道设施种植模式，选配等轮距动力机械及作业机械，实现了机械撒施基肥、机械耕整地、机械播种、水肥一体化自动控制、机械植保、机械收获、机械搬运等全程机械化作业，节本增效显著。2021 年对比同类设施常规种植，全程机械化加固定道作业使产品合格率平均提升 25%，节本 28.88 万元，其中：亩节省人工 4200 元，亩节省肥料 1400 元，亩节省种子 175 元。

（三）江苏启东市嘉禾力农业发展有限公司

公司拥有连栋大棚设施面积 100 亩，主要种植青菜类叶菜，实施该机械化生产模式以来，实现了青菜种植耕整地、起垄、播种、肥水管理、植保、收获等关键环节机械化作业，田间固定用工成本减少 30%左右。

八、推荐单位

单位名称	联系人姓名	联系电话
农业农村部南京农业机械化研究所	管春松	025-84346254
上海市农业机械鉴定推广站	夏海荣	13801816295
江苏省农机具开发应用中心	於锋	15298389836
南通市农机化技术推广中心	沈丹波	13962833578
张家港市农业机械技术推广站	赵占春	0512-58352502
启东市农业机械化技术推广站	徐荣	13773895819
江苏省农业机械技术推广站	陈新华	13814082668

连栋大棚叶类蔬菜 DFT 栽培模式

一、模式概述

通过在连栋大棚里建设营养液池，融合气候自动化控制、深液流（DFT）水培、自动化播种-移栽-收获等技术，建立叶类蔬菜自动化生产流水线、水-肥-药精准管理系统、气候环境自动调控系统和精准决策系统，实现叶类蔬菜的无土化栽培、自动化作业与环控、工厂化生产，构建形成连栋大棚叶类蔬菜 DFT 栽培模式。

本模式具有以下主要优点：提高复种率和亩产量，比传统种植方法提高了 3~5 倍的复种率，年亩产可达 20~25 吨；可节约土地 40%，节水 80%，节省人力成本 90%，基本上不使用农药；蔬菜品质高；可利用荒岛、盐碱地等非耕地进行生产。

二、技术路线

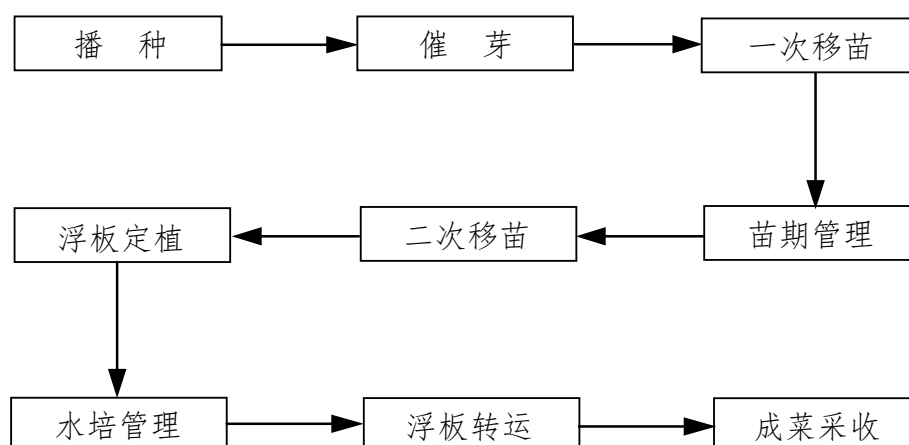


图 1 技术路线图

三、关键环节技术要点

严格遵照 GAP 规范、标准和工艺要求进行。生产环节主要包括：

播种→催芽→移栽与育苗→培育→采收。

其中培植装备（浮板）在生产的采收环节后被采收流水线输送至清洗消毒机进行清洗消毒后，又回到播种而重复循环使用。

1. 播种

1.1 品种选择

适宜种植散叶生菜（不含结球生菜）、奶油生菜、苦菊、上海青、芹菜等叶类蔬菜。因此要向具有种子经营许可的正规种子公司（企业）选购优质消毒的成品包衣种子。

1.2 农艺要求

播前将泥炭、珍珠岩、蛭石按比例加水混合均匀，制成含水量为70%左右的专用基质，由自动装填机装入消毒后的种植穴盘并打孔备用。

1.3 作业要点

根据不同的种子选用合适的滚筒。自动播种生产线对162孔穴盘精准完成基质填充、播种、覆土、洒水等作业。该自动播种生产线由分离器、基质供应机、精量播种机、覆土机和自动洒水等五部分组成。播种时，相继完成穴盘分离、基质填充、播种及洒水等功能。

1.4 优势比较

自动化播种技术相对于传统蔬菜播种，具有明显的优势，一是以162孔穴盘育苗代替翻耕整地筑畦等多种劳作；二是作业效率可达13万粒/小时；三是播种质量高，漏播率<3%；四是比人工播种可节约劳动力90%以上；五是不受气候和地域条件的限制。

2. 催芽

2.1 农艺要求

为提高种子发芽的出齐率，将已播种的育苗穴盘用规格50cm×

30cm×20cm 的塑料框分层叠放，置于无光照催芽房中进行催芽。

2.2 作业要点

利用具有恒温、微风、黑暗功能和装有补光装置的催芽房进行催芽。环境温度 18℃~20℃，时间 1~3 天。种子发芽后补充光照，适当通风和浇水，环境温度保持在 20℃~25℃，重点防止不合格的高脚苗等弱苗产生，时间为 3~5 天。

2.3 优势比较

催芽房及其控制技术，可以大大提高出苗率和秧苗质量、降低人工成本和劳动强度，提高经济效益。

3. 一次移苗与潮汐育苗

由于种子发芽率存在差异，幼苗移栽前需进行补苗作业，使进入潮汐育苗阶段的苗子成活率达 99%。

3.1 农艺要求

幼苗露心后即可进行一次移栽作业，完成后转移至潮汐苗床进行幼苗培育，一般 14~22 天。幼苗株、行距为 8.2cm×8.2cm，期间进行合理灌溉、育苗区环境控制、病虫害防治。

3.2 作业要点

幼苗露心后进行移植，通过一次移栽机将 162 孔穴盘上的幼苗移栽到 18 孔穴盘上。全自动化一次移栽机由分离器、基质填充机、换向及打孔装置、幼苗移栽装置等四部分组成，相继完成穴盘分离、基质填充、幼苗移栽等工序，作业效率最高可达 12000 株/h。移苗完成后转移到潮汐苗床进行潮汐培育，一般 14~22 天。幼苗株、行距为 8.2cm×8.2cm，期间进行合理灌溉、育苗区环境控制、病虫害防治管理。

3.3 优势比较

传统苗期生产为达到壮苗和长势齐整，菜农在苗期必须进行简苗和补种，此作业耗时耗力，每天每亩至少有 5 个强劳力才能完成。而采用一次移栽机作业，只要 1 人操作、作业不到 1 小时即可完成。可节约劳动力 97.5%以上。

4. 二次移苗及水培

4.1 农艺要求

幼苗长至三叶一心时进行二次移栽作业，完成后通过流水线将幼苗转移至营养液池进行水培，种植时间 24~36 天。营养液液层深 30cm~35cm，推荐营养液池为长 64m×宽 8m，种植株、行距 11.4cm×18cm~21.3cm×22.8cm。期间进行水培区环控、营养液调控、病虫害防治管理。

4.2 作业要点

幼苗长至三叶一心时，通过二次移栽机将 18 孔穴盘上的幼苗连同种植杯，移栽到 32 孔定植浮板上。全自动二次移苗机由浮板输送线、穴盘输送线、机械手装置三个部分组成，作业效率最高可达 4500 株/h；移栽完成后幼苗通过流水线转移至营养液池放苗端时，由自动放苗机械手臂抓取定植浮板，放入营养液池进行水培。

4.3 优势比较

人工种植蔬菜，种植每亩至少需要 6 个工日。而采用二次移栽机移栽只要 2 小时即可完成。

5. 营养液循环及 DFT 水培技术

5.1 农艺要求

营养液循环系统是 DFT 水培技术的关键，直接影响蔬菜的正常生长以及产量和品质。需做好营养液的调控、栽培区环控及病虫害防治工作。每日检测营养液的 EC 控制值(1.5mS/cm~1.8mS/cm)、pH 控

制值(5.5~6.5)、溶氧量控制值(6mg/L~10mg/L)、水温控制值(15℃~22℃)等重要参数。

5.2 作业要点

通过计算机控制营养液循环系统对蔬菜进行水肥灌溉。在施肥系统管控下,把调配好的营养液,经管道注入营养液池,供给种植浮板上的蔬菜生长所需的营养物质和水分。当 EC 值低于 1.5mS/cm 时,施肥机自动抽取浓缩母液添加至营养液中,直至 EC 值达到 1.5mS/cm~1.8mS/cm 区间;当 pH 值低于 5.5 时,施肥机自动抽取碱液调和;当 pH 值高于 6.5 时,施肥机自动抽取酸液调和。营养液应保持循环流动,回流过程中进行紫外线臭氧灭菌消毒处理。营养液自动循环系统始终将营养液各参数控制在适宜叶菜生长的范围内。

5.3 优势比较

通过营养液循环系统、DFT 技术运用以及防虫网、黄板等物理防治方法,系统管理员每天花工不足 1 小时,生育期累计不超过 3 个工日。节时省工效果十分明显。

6. 品质管理

6.1 增氧

增氧机采用分子筛把空气中的氮气与氧气分离,得到高浓度的氧气,并注入营养液中提高其溶氧量。一般可达到 6~10mg/L,满足蔬菜根系的呼吸需求,减少根腐病、叶枯病等的发生。

6.2 加硒

采用量子富硒机将硒矿石中的硒元素溶解于水后,均匀添加在营养液中由蔬菜根部吸收生长成为富硒蔬菜。

7. 采收

7.1 农艺要求

水培时间一般为 24~36 天。蔬菜应适时采收，避免因种植期过长，造成粗纤维含量偏高而降低蔬菜品质。

7.2 作业要点

蔬菜生长至采收标准时，通过自动收菜机械手臂抓取定植浮板置于流水线上，输送至切根机切除根须后，再输送至成品采收包装工位，进行收割、分拣、包装，然后进入冷库储存或直接冷链配送至市场。

7.3 优势比较

自动收割流水线采收蔬菜，一般比传统的人工采收节省人工 2/3 以上。

8. 尾菜处理

对采收包装时切割下来的根须和剥离的老叶残菜等，经沤肥后利用。

9. 清洗消毒

蔬菜成品采收结束时，经流水线自动将浮板及空盘送往自动清洗消毒机进行清洗消毒。处理后码放于二次移栽机前端，等待下一循环时重复使用。

四、机具配套方案

表 1 机具配置方案

序号	生产环节		机具名称	功能	技术参数与特征	配套机具	备注
1	播种		滚筒式播种机	穴盘分离、基质填充、洒水	最大生产效率 13 万粒/h、漏播率<3%，播后洒水使基质含水量达 90%以上	1 台	必备
2	催芽		催芽房	催芽、补光	暗室，环境温度保持在 18-20℃	1 套	必备
3	一次移苗与潮汐育苗		一次移栽机、潮汐育苗床	移苗、育苗	完成穴盘分离、覆土、幼苗转移等功能,最大产能12000株/h	1 套	必备
4	二次移苗及水培		营养液池、浮板、二次移栽、机械手臂、推板机	移苗、放苗、水培	营养液池深 300~350mm, 营养液池长宽 64m×8m; 浮板株行距 114mm×180mm~213mm×228mm	1 套	必备
5	营养液循环、水培		营养液循环系统、深液流(DFT)水培	营养液的调控、水培区域的环控和病虫害防治	每日检测水体 EC、pH、溶氧量、水温等重要参数; 由计算机控制营养液的调节和循环	1 套	必备
6	品质管理	增氧	增氧机或充气机	促进根系发育, 减少烂根枯叶(根腐病、叶枯病等)发生	溶氧量一般 6~10mg/L	按种植面积配套	必备
7		加硒	量子富硒机	促进蔬菜吸收硒元素	添加在营养液中, 由蔬菜根部吸收	按种植面积配套	可选
8	采收		采收流水线、机械手	捞取蔬菜、收割	流水线推板机构将适宜采摘的蔬菜浮板自动推移至收割端, 机械手将浮板从池面捞出置于流水线上	1 套	必备
9	清洗消毒		自动清洗消毒机	采收流水线末端处理	穴盘及浮板每次使用完毕后, 自动送至清洗消毒机清洗消毒。处理后进入下一轮移栽种植。	1 套	必备

五、应用提示

（一）蔬菜种植大棚的结构改进。根据当地温度、湿度、雨量等气候特点，可在普通大棚的结构上增加双层可通风内遮阳网系统、湿帘风机降温系统、顶部通风窗、山墙双侧开窗等结构。

（二）蔬菜种植大棚的控制系统改进。应采用计算机自动环境控制系统，自动检测大棚内外的温度、湿度、光照强度等数据，自动控制大棚顶部天窗、遮阳系统、风机、湿帘等设施启停，减少种植管理者凭经验操作的误判几率，使蔬菜生长在适宜的生长环境，提高品质及产量。

六、适宜区域

本模式适用于连栋（薄膜或玻璃）温室。在可控环境条件下实现周年种植散叶生菜、奶油生菜、苦苣、上海青等叶类蔬菜作物。并可利荒岛、盐碱地等极端贫瘠地块种植，生产循环复种，规模用地可大可小，适宜全域推广。

七、典型案例

（一）浙江省台州绿沃川农业有限公司

绿沃川农业有限公司 2013 年引进荷兰的温室大棚水培蔬菜生产技术，建设规模为 37 亩的温室大棚水培蔬菜生产基地，成为浙江省首例的“精准循环利用水和肥料高复种率无污染工业化绿色果蔬无土栽培”项目的现代农业企业。以“机器换人”的创举，展示了“现代设施农业的温室花叶生菜/叶类机械化生产模式”的巨大作用和魅力。由于应用高度的工厂化生产和自动化作业的蔬菜机械化生产，通过系列的 GAP、标准化以及卓越管理模式，生产的蔬菜屡经权威检测机构抽检（飞检），报告载明无重金属污染和农残留，成为绿色高品质安全食用农产品。2016 年成为 G20 杭州峰会食材总仓供应企业。

（二）广州绿沃川高新农业科技有限公司

2017年6月，在广州市花都区赤坭镇，成立主要以生态蔬果种植，兼营淡水产品养殖、农村电子商务、农业旅游观光、农业种植技术培训服务等为一体的多元化田园综合体。总占地面积339亩，其中建有智能蔬菜种植大棚22011 m²（33亩），取得GAP一级认证（良好农业规范）、绿色食品证书、无公害农产品证书。是粤港澳大湾区“菜篮子”生产基地。

（三）山东绿沃川智慧农业示范园

2019年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 m²（210亩），其中建有水培蔬菜智能化玻璃温室25344 m²（38亩）。园区内水培叶菜蔬菜，采用无污染基质栽培方法；蔬菜活体带根销售，保证水分营养不流失，可存活3~7天，蔬菜全都经过权威检测机构检验。日生产标准化水培蔬菜3吨，叶菜蔬菜由过去的季节性供应提升为四季常供。投产运营至今，已成为山东蔬菜种植的现代生态农业智能化的标杆和引领者。

八、推荐单位

单位名称	联系人姓名	联系电话
台州市黄岩区农业农村局	连晓斌	18868803506
浙江省畜牧农机发展中心	苗承舟 沈 怡	13646803413 13575710409

设施茄果类蔬菜秸秆还田机械化生产模式

一、模式概述

设施茄果类蔬菜秸秆面广量大，处理不当或不及时易造成农业生态环境污染。设施茄果类蔬菜秸秆还田机械化生产技术模式，由秸秆原地粉碎还田、喷洒腐熟菌剂、土壤深松、臭氧水灌溉杀菌、土壤旋耕喷洒有益菌液五个环节组成；主要用于处理辣椒、番茄等蔬菜秸秆，对于秸秆粗壮的茄子等，要提高还田质量。黄淮海等地区的日光温室一般在7、8月份高温季节，结合作物换茬进行秸秆还田作业；塑料大棚可根据作物生长季节，随时进行。

设施茄果类蔬菜秸秆机械化还田模式的优点主要有：一是可全部实现机械化作业，操作简单，劳动强度小；降低成本，提高作业效率；机械装备移动灵活，可看可学可复制，中小规模种植户均可操作；二是采用臭氧水全面消杀技术，有效防治了秸秆残留的病原菌、虫卵和其他有害微生物对下茬作物的危害，避免连作障碍；三是配合使用复合生物菌肥，提高土壤有益微生物含量，进而提高土壤肥力。

二、技术路线

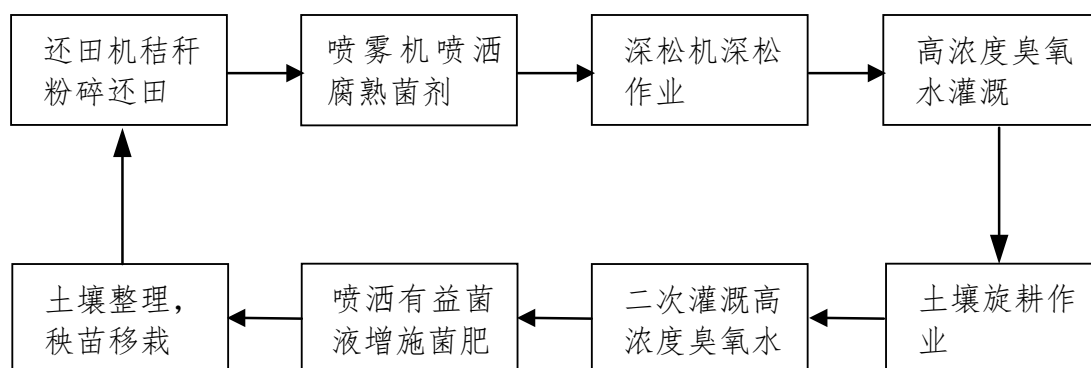


图1 设施茄果类蔬菜秸秆还田机械化生产技术路线图

三、关键环节技术要点

1. 秸秆还田

1.1 农艺要求

茄果类秸秆粉碎长度 $\leq 5\text{cm}$ ，根茎残茬 $\leq 2\text{cm}$ ，秸秆均匀铺撒于地表，无地膜及其他杂物残留。

1.2 作业要点

当设施茄果类蔬菜生长结束后，使用秸秆还田机或灭茬机进行作业。作业前，调整拖拉机的悬挂杆件，使机具前后、左右保持水平，确保粉碎质量；调整限深轮高度，防止刀片入土过深。根据蔬菜密度和长势、土壤含水率和坚实度，采用合适的作业速度，并随时观察传动皮带的张紧度，如过松过紧，均应及时调整。

2. 喷洒腐熟菌剂

2.1 农艺要求

亩施腐熟菌剂 20~40kg，配合使用有机肥 1500~2000kg 效果更佳。

2.3 作业要点

秸秆还田作业后，可先将配施的有机肥均匀抛撒于地表。然后，将液体腐熟剂与水按照一定比例混合，及时用智能管道喷雾机（或其他种类喷雾机），将秸秆腐熟菌剂均匀喷洒于粉碎后的秸秆中，促使秸秆快速腐熟分解。喷洒腐熟剂后，应密闭设施通风口一周左右。期间，不进行遮阳处理，提高设施内温度，以提高腐熟效果。

3. 土壤深松作业

3.1 农艺要求

深松作业深度 30~40cm，作业时不漏松、不拖堆，碎土良好，地表平整。

3.2 作业要点

喷洒腐熟剂 1 周后,用大棚王拖拉机配套深松机进行土壤深松作业。注意及时检查作业情况,未提升机具前机组不得转弯和倒退。

4. 臭氧水灌溉杀菌

4.1 农艺要求

臭氧水浓度 20~35mg/L,每次亩灌臭氧水 20m³ 左右。臭氧的强氧化能力,可杀灭土壤中的土传病原菌和虫卵。为保证杀灭效果,应全程开启臭氧发生机,大水漫灌,不漏灌、不重灌。

4.2 作业要点

目前有 LY-TR-02、LY-TR-05、LY-TR-10 三种型号的臭氧发生机可供选择。作业前,将臭氧发生设备与灌溉管道连接,使产生的臭氧气体溶解到灌溉水中,形成高浓度臭氧水(20~35mg/L),将高浓度臭氧水立即浇灌设施内土壤。作业时,要有专业人员、严格按照操作规程操作。操作人员要佩戴防毒面具;灌溉时,按照地势先高后低的顺序,浇全浇透,避免漏灌;作业过程中和作业后要关闭设施所有出风口和棚门,防止臭氧逸出,保证杀灭效果。作业后,密闭设施风口 1 周左右。为进一步提高杀菌效果,可在土壤深耕后进行二次臭氧水灌溉杀菌。

5. 土壤深旋耕

5.1 农艺要求

根据土壤和秸秆腐烂状况,确定旋耕深度。土壤通透性良好,地表没有盐渍,且秸秆腐烂好地块,可进行常规旋耕作业,耕深 15cm 左右;若土壤板结硬化,地表盐渍较重,秸秆腐烂较差,应选用履带自走式大棚专用旋耕机进行深旋,旋耕深度 40~50cm;耕后盐渍地

表土壤翻到地下混匀，上下层土壤混匀，病菌失去繁殖条件，增加耕层厚度，促进植株健壮生长。

5.2 作业要点

臭氧杀菌 1 周后，土壤含水量处于适耕状态。

常规土壤旋耕，选用大棚王拖拉机配备悬挂式旋耕机进行旋耕作业。

土壤深旋耕作业，采用大马力履带自走式专用大棚旋耕深耕机。深耕机工作部件逆时针旋耕作业。采用无级变速、加宽加厚工程型履带，可原地掉头，在棚内操作灵活方便。

6. 喷洒有益菌液

6.1 有益菌液要求

有益菌液包含枯草芽孢杆菌、巨大芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌、胶冻样芽孢杆菌等，能够增加作物抗逆性，固氮、解磷和解钾，具有很好的降解土壤中有机磷的功效，释放出可溶性钾元素及钙、镁、硫、铁、锌、钼、锰等中微量元素。

6.2 农艺要求

亩施有益菌液 30~40kg。

6.3 作业要点

土壤深耕后，或二次臭氧水灌溉杀菌并晾棚 2~3 天后，使用智能管道喷雾机（或其他种类喷雾机）将有益菌液均匀喷洒于土壤中。然后进行作物栽植前的常规耕整地作业。

四、机具配套方案

表 1 30 亩（10 个大棚）设施茄果类蔬菜秸秆还田机具配置方案

序号	生产环节	机具名称	功能	技术参数与特征	数量	备注
1	秸秆还田	秸秆还田机	秸秆还田	作业宽度 150cm, 作业效率 0.7 亩/h	1 台	必备
2	喷洒腐熟菌剂	智能管道喷雾机（或其他种类喷雾机）	喷洒腐熟菌剂	1 套智能管道喷雾机包含 1 台喷雾机首部、4 个净水过滤器、传感器、2 个过滤桶、高压 PA 管、高压雾化喷头。其中，喷雾机首部、净水过滤器、传感器、过滤桶安装在设施一端，高压 PA 管连接泵头和喷头，悬挂在作物上方，每 2.2m 一组，每组对开 2 个喷头，每亩安装 190 组	1 套（台）	可选
3	土壤深松	深松机	土壤深松、碎土	深松深度 30~40cm	1 台	必备
4	臭氧水浇灌	高浓度臭氧水设备	高浓度臭氧水灌溉、土壤灭菌	臭氧水浓度 20~35mg/L, 额定功率 8KW, 设备尺寸 1400mm×800mm×1700mm	1 套	必备
5	土壤深旋耕	悬挂式旋耕机或履带自走式大棚专用旋耕机	土壤旋耕	常规旋耕，耕深 15cm 以上；土壤深旋耕，耕深 40~50cm	1 台	可选
6	喷洒有益菌	智能管道喷雾机（或其他种类喷雾机）	喷洒有益菌液	同腐熟剂喷洒	1 套（台）	可选

五、应用提示

（一）设施宜机化。该技术适宜在日光温室或塑料大棚内地表种植茄果类作业秸秆的机械处理。日光温室和塑料大棚应设置农业机械出入口和作业通道，生产区无立柱，最低作业高度大于 1m，适宜

机械作业。日光温室建议为无立柱钢骨架，脊高不少于 4m，跨度不少于 10m，后墙高度 2.6m 以上，建设面积 1000m² 以上；塑料大棚跨度大于 6m，拱高不小于 2.4m。

（二）生产规模化或服务社会化。本生产模式需要配备高浓度臭氧消毒设备代替以往使用威百亩等化学药剂，对土壤进行消杀作业，资金投入大，适用于规模种植户。对于一般个体小农户，可鼓励社会服务组织提供有针对性、成本低且方便的技术服务，减少成本投入，更好地对该生产模式进行市场化推广应用。

六、适宜区域

该生产模式适合日光温室茄果类蔬菜种植，适宜我国 32°N 以北地区，其中最适宜地区是黄淮海及环渤海地区，特别是山东北部、华北中北部（大城市周边除外）、东北西南部、西北的东北部地区。

七、典型案例

自 2017 年开始，山东省青州市南小王农机专业合作社联合农机企业、高校专家和农民科技带头户等，在何官镇南小王、北大王等 8 个村建立 5000 多亩示范基地，对设施茄果类蔬菜秸秆还田机械化生产模式进行了试验示范，政府部门连续两年在南小王村召开青州市和潍坊市级现场演示会进行推广，获得广泛认可，并争取到了专项资金用于基地项目推进。通过近几年的示范推广，种植户对这项技术的认知度越来越高，得到广泛使用。

茄果类蔬菜秸秆富含多种有机成分和氮、磷、钾以及微量元素，是一种数量大、分布广、肥效好的有机肥料，据调查，秸秆还田后第一季蔬菜平均增产 8%，第二季后平均增产 4%。推广茄果类蔬菜秸秆还田，能够有效地利用生物资源，改良土壤、培肥地力、改善生态环境、节约生产成本、提高农业生产效益，促进农业可持续发展，获

得经济效益和生态效益的双赢。而使用秸秆还田机则是实现秸秆还田的有效途径和方法。

八、推荐单位

单位名称	联系人姓名	联系电话
青州市农业农村局	高续恺	15628755994 0536-3221120
寿光市农业农村局	赵志波	1358364315
山东省农业机械技术推广站	马根众 陈传强	13361001570 13655311760