

# 第四批特色经济作物适宜品种全程机械化生产模式与典型案例

(蔬菜、林果、茶叶、中药材)

农业农村部农业机械化管理司

农业农村部农业机械化总站

农业农村部特色经济作物全程机械化专家指导组

2024年12月

# 目 录

<b>一、蔬菜全程机械化生产模式与典型案例</b> .....	<b>3</b>
1、基于国产甘蓝收获机的露地甘蓝全程机械化生产模式与典型案例 .....	3
2、露地辣椒全程无人化生产模式与典型案例 .....	6
3、武汉露地白萝卜全程机械化生产模式与典型案例 .....	9
4、北京露地胡萝卜全程机械化生产模式与典型案例 .....	11
5、日光温室果菜轨道辅助生产机械化模式与典型案例 .....	13
6、新疆吐鲁番哈密瓜“双膜种植”机械化生产模式与典型案例 .....	17
<b>二、林果全程机械化生产模式与典型案例</b> .....	<b>20</b>
1、山西隰县玉露香梨机械化生产模式和典型案例 .....	20
2、山西稷山板枣机械化生产模式与典型案例 .....	23
3、浙江浦江柑橘机械化生产模式与典型案例 .....	26
4、江西赣南脐橙机械化生产模式与典型案例 .....	30
5、江西丘陵地区设施鲜食葡萄机械化生产模式与典型案例 .....	34
6、新疆南疆鲜食/制干葡萄机械化生产模式与典型案例 .....	38
7、江苏连云港葡萄智能化生产模式与典型案例 .....	42
8、浙江兰溪丘陵山地杨梅机械化生产模式与典型案例 .....	45
<b>三、茶叶全程机械化生产模式与典型案例</b> .....	<b>49</b>
1、江苏溧阳上旺福地茶叶全程机械化生产模式与典型案例 .....	49
2、安徽名优绿茶黄山毛峰（黄山徽州）连续化、自动化、智能化生产模式与典型案例 .....	53
3、浙江诸暨低山丘陵茶叶机械化生产模式和典型案例 .....	56

<b>四、中药材全程机械化生产模式与典型案例</b> .....	<b>59</b>
1、内蒙古乌兰浩特赤芍种植机械化生产模式与典型案例.....	59
2、山西五寨黄芪机械化种植生产模式与典型案例.....	63
3、甘肃陇西黄芪种子繁育全程机械化生产模式及典型案例.....	67
4、甘肃黄芪种苗繁育全程机械化生产模式与典型案例.....	69
5、江苏沛县牛蒡机械化生产模式与典型案例.....	71
6、广西金槐机械化生产模式与典型案例.....	73
7、贵州兴仁薏苡机械化生产模式与典型案例.....	77

# 一、蔬菜全程机械化生产模式与典型案例

## 1、基于国产甘蓝收获机的露地甘蓝全程机械化生产模式与典型案例

### (1) 适宜品种和区域


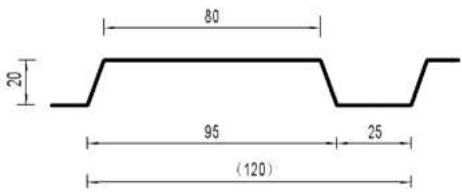


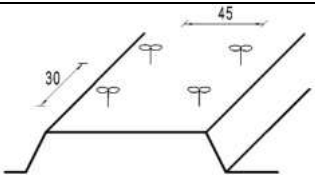


适宜品种：中甘 21、中甘 15、中甘 11 号、京丰一号、奥奇娜等结球紧实、不易裂球、根茎粗壮、抗病性强的圆球或扁球形甘蓝品种。

适宜区域：全国露地甘蓝种植区。

### (2) 机械化生产技术路线

机播育苗—机械耕整地—机械移栽—机械灌溉、植保—机械收获、机械转运。

### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
育苗	播前种子消毒，每穴 1 粒，深度 0.5~1cm。具 3~4 片真叶、根系发达并紧密缠绕基质成团时可移栽。	机械播种育苗	穴盘育苗精量播种机。根据生产规模选择翻盖式、针式或滚筒式。	 <p>2BS-QJ 型气动式精密播种机</p>
施基肥与耕整地	 <p>耕前施有机肥 (3000~4000) kg/亩。旋耕整地起垄，表面平整，土壤细碎。耕深<math>\geq 15\text{cm}</math>，碎土率<math>\geq 50\%</math>，垄顶面的平整度<math>\leq 2\text{cm}</math>。</p>	机械整地	有机肥施肥机、旋耕机、起垄机或精整地机。	  <p>2F-750 型撒肥机      1ZKN-125 型精整地机</p>
移栽	 <p>移栽深度一致。垄上行距 45cm。早茬株距：30~32cm，晚茬株距 35~40cm。平作时可采用 45cm 等行距种植模式。</p>	机械移栽	全自动移栽机、半自动移栽机，或整地移栽复式作业机。	  <p>乘坐式全自动蔬菜移栽机      起垄移栽复式作业机</p>

灌溉与施肥	<p>定植后 3~7 天浇一次缓苗水；定植 15 天后，每亩追施尿素 10~15kg；植株开始结球时，每亩施氮磷钾三元复合肥（15-15-15）15~20kg，随后浇水；根据植株生长情况，中晚熟品种可再追肥 1~2 次；结球期间 5~6 天浇水一次。如果干旱严重应适当灌水，或畦沟浸水；如果积水过多，需尽快挖渠引导排水。</p>	机械灌溉、机械施肥	水肥一体化。	 <p>IMIX-ECM310 型智能施肥机</p>
植保	根据病虫害情况，均匀喷洒，药量适中。	机械植保	喷杆喷雾机、无人植保机。	 <p>3WPS-300 型喷杆喷雾机</p>
收获	<p>根据市场需求，选择合适时间采收，春甘蓝从定植到成熟约 55 天；秋冬季甘蓝从定植到成熟约 70 天。跟据不同的种植模式选用合适的甘蓝收获机具进行收获作业。</p>	机械收获	手扶式单行甘蓝收获机、乘驾式双行甘蓝联合收获机、遥控式甘蓝联合收获机。	 <p>4GS-1A2 型手扶式单行甘蓝收获机 4GD-1 型手扶式电动甘蓝收获机</p>

收获	<p>小规模种植户宜采用手扶单行甘蓝收获机。设施内种植甘蓝宜采用手扶电动甘蓝收获机。</p> <p>规模种植户宜采用双行乘坐甘蓝收获机或遥控双行甘蓝收获机，以提高作业效率。</p>	机械收获	手扶式单行甘蓝收获机、乘驾式双行甘蓝联合收获机、遥控式甘蓝联合收获机。	 <p>4GS-2 型乘驾式双行甘蓝联合收获机 遥控式甘蓝联合收获机</p>
转运	<p>如甘蓝收获机配备收集筐，手动遥控田间转运机甘蓝转运；如甘蓝收获机配备输送带；采用转运机自动跟随模式跟随作业中的甘蓝收获机同步完成收集转运，1 台甘蓝收获机可配置 2~3 台转运机进行连续收集转运作业。</p>	机械转运	田间转运机。	 <p>7YD-800 型田间转运机      7YD-1000 型田间转运机</p>

注：耕整地、移栽和收获及转运环节可以辅以智能导航，实现无人化、少人化作业。

#### (4) 典型基地效益分析

常熟市横塘蔬菜专业合作社位于江苏省常熟市碧溪新区东张横塘村，种植面积 2500 余亩，主要种植结球叶菜和果类蔬菜。近年来，通过采用农业农村部南京农业机械化研究所、盐城市盐海拖拉机制造有限公司、农业农村部农业机械化总站研制的系列化国产甘蓝收获机，与耕整地、移栽实现全程机械化配套。系列化国产甘蓝收获机成功入选 2024 年农业农村十大新装备。采用基于国产化甘蓝收获机的甘蓝全程机械化生产模式进行结球甘蓝机械化生产后，结球甘蓝产量约为（4000~5000）kg/亩，机械化生产平均产量与质量均达到当地传统人工生产水平以上，甘蓝机收损失率 $\leq 1.5\%$ 、损伤率 $\leq 4.2\%$ 。与人工种收相比，该模式工作效率提高 10 倍以上，收获环节可节本增效约 350 元/亩。近年在江苏、上海等地示范应用面积 2000 余亩。

\* 农业农村部南京农业机械化研究所提供素材并整理。

## 2、露地辣椒全程无人化生产模式与典型案例

### (1) 适宜种植品种和区域

适宜品种：朝天椒、七星椒、子弹头、满天星、二荆条等采收干椒品种。

适宜区域：新疆、内蒙、河北、河南等全国露地辣椒种植区。

### (2) 机械化生产技术路线

智能育苗—无人化耕整地与施底肥—无人化起垄铺管—无人化移栽—智能水肥一体化—无人化植保—无人化采收。

### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
育苗	采用 128 穴硬质穴盘育苗，每穴 1 粒，通过智能环控系统对环境、水肥自动化调节，3-4 片叶、植株健壮无徒长，盘根紧实落地不散，基质含水量达到 80%以上为宜。	智能物流育苗	播种流水线、穴盘入床机、物流苗床。	  <p>播种流水线与入床机      物流苗床系统</p>
耕整地与施底肥	采用无人农机搭载无墒犁进行深翻、旋耕、平整作业，作业 2 遍，耕深 $\geq 25\text{cm}$ ，碎土率 $\geq 80\%$ ，平整度 $\leq 2\text{cm}$ 。 每亩地撒施生物有机肥 2-3 吨/亩、NPK16-16-16 复合肥 50kg/亩。	无人化耕整地与施肥	蔬菜无人化作业平台、无墒犁、撒肥机。	  <p>蔬菜无人化作业平台与无墒犁      蔬菜无人化作业平台与撒肥机</p>
起垄	垄间距 185cm，垄面宽 130cm，垄沟宽 55cm，垄高 15~18cm，采用农具偏移算法校正大小垄沟，垄沟间偏差小于 3cm。	无人化起垄	蔬菜无人化作业平台、起垄机。	 <p>蔬菜无人化作业平台与起垄机</p>

<p>移栽</p>	 <p>每垄移栽 3 行，行距为 50cm，株距为 25cm，铺 2 条滴灌带。</p>	<p>无人化移栽</p>	<p>蔬菜无人化作业平台、全自动移栽机。</p>	 <p>蔬菜无人化作业平台与全自动移栽机</p>
<p>浇水施肥</p>	<p>通过逐日水肥系统进行智能灌溉，施用量精准控制与计量。定植 15 天随水冲施高氮水溶肥 15kg，促使侧枝快速生长，早开花结果，30 天左右开花前随水冲施平衡肥 20kg/亩。开花后一般不浇水，适当控水，防止旺长和后期倒伏。60 天左右座果率达到 80%时，随水冲施高钾水溶肥 20kg，80 天左右再冲一次高钾水溶肥 20kg/亩。</p>	<p>智能水肥一体化</p>	<p>逐日水肥机。</p>	 <p>逐日水肥机</p>
<p>植保</p>	<p>植保机器人根据病虫害分布进行对靶变量施药，作业宽幅为 10m，作业效率为 30-50 亩/h，可根据亩施药量自动进行速度控制。</p>	<p>无人化植保</p>	<p>植保机器人。</p>	 <p>植保机器人</p>



收获	<p>根据市场需求, 选择合适时间采收, 辣椒含水量降到 5% 以内可进行采收。采收宽幅为 2200mm, 最大作业效率为 5 亩/h, 破损率小于 3%, 含杂率小于 20%, 直线偏离度小于 5cm。</p>	无人化收获	无人辣椒收获机。	 <p>无人辣椒收获机</p>
----	--	-------	----------	---

注：耕整地、起垄、移栽和收获农机配备露地蔬菜无人化作业系统，可进行自主路线规划、智能避障等功能。

#### (4) 典型基地效益分析

露地辣椒无人农场实现了耕整地、起垄、移栽、水肥、植保和收获等全程无人化作业，该技术在多个产区、多个品种、地块类型、农艺方案等不同应用场景中开展了适用性验证，形成露地辣椒无人作业系统的成熟应用模式。蔬菜无人化作业平台、植保机器人等整体作业轨迹精度控制在 5cm 以内，辣椒无人全自动移栽合格率超过 90%，采收破损率小于 3%，采收环节较人工采收效率提升 20 倍以上，人力投入总成本降低 70% 左右，预期产量与传统种植方式相当。通过项目建设形成了全国灵活复制和推广的成套技术产品和应用模式，推动蔬菜产业机器换人目标的实现，在一定程度上解决我国尤其是北京等大城市地区种菜无人可用、无人会种的窘迫状况。近年在内蒙古、新疆等地示范应用面积达到 5000 余亩。

\* 北京市农林科学院信息技术研究中心提供素材并整理。

### 3、武汉露地白萝卜全程机械化生产模式与典型案例

#### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：白萝卜（种子丸粒化）。

适应区域：长江中下游地区。

#### (2) 机械化生产技术路线

机械施肥—机械耕整地—机械精量直播—机械灌溉、植保—机械收获。

#### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
基肥撒施与耕整地	耕前视土壤肥力情况施用有机肥。根据地块实际情况，宜采用旋耕与 2-3 年深翻一次相结合的耕作方式。翻转犁作业耕深 25cm 以上，旋耕整地后表面平整，土壤细碎，耕深 10-25cm，碎土率 $\geq 60\%$ 。	机械整地	撒肥机、翻转犁、灭茬旋耕机。	 MX1500 型撒肥机      液压翻转犁      VIRAT PRO 230 型灭茬旋耕机
起垄播种	 采用气吸式精量播种机，一次性完成旋耕、起垄、开沟、播种、覆土、压实作业。种植模式为一垄双行，垄高 20-30cm，沟宽 20-30cm，行距 25cm，株距 14-30cm，播种深度约 0.5cm。	气吸式精量播种	北斗辅助驾驶系统挂载气吸式精量播种机（带旋耕、起垄功能）。	 2BSQ-6 型气吸式播种一体机
灌溉	根据作物不同生育期需求，使用水肥一体化灌溉，喷洒均匀，灌溉量适中。	机械灌溉	水肥一体化灌溉系统。	 水肥一体化喷滴灌

植保	根据病虫害情况，喷洒均匀，覆盖全面。	机械植保	高地隙喷杆喷雾机或植保无人机。		
收获	成熟度适宜时适时采收，采用单行或双行联合收获机，实现白萝卜的扶缨、拔取、切缨等工序的机械化收获。	机械收获	单行或双行白萝卜联合收获机。		

#### (4) 典型基地效益分析

露地蔬菜（白萝卜）生产全程机械化示范基地位于武汉市经开区（汉南区）邓南街，武汉北兵洋农产品种植专业合作社、武汉诚贵农机专业合作社，主要种植品种为白萝卜，种植面积 3000 余亩。平均产量 9600kg/亩，采用北斗辅助驾驶系统+机播产量对比当地传统人工播种产量增加 12%，在播种和收获环节可节约劳动力成本 50 元/亩，平均每亩可节本增效 790 元左右。近几年，在武汉市经开区（汉南）、黄陂区等地示范应用面积 2 万余亩。

\* 武汉市农业机械化技术推广指导中心、武汉市农业科学院农业机械化研究所提供素材并整理。

#### 4、北京露地胡萝卜全程机械化生产模式与典型案例

##### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：红鼎1号、雷肯德、华誉218、中誉1870等抗逆性好、耐抽薹、品质佳、商品性好的胡萝卜品种。


适宜区域：全国露地胡萝卜种植区。

##### (2) 机械化生产技术路线

种子处理—机械整地与施肥—机械起垄播种绳—机械灌溉植保—机械收获。

##### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
种子处理	使用数控种子编织机，将丸粒化或者脱芒的胡萝卜种子编绳，1粒种子为一组，种子间距4.5~5.5cm。	机械编绳	数控种子编织机。根据生产规模匹配相应台套数。	 <p>NRD-10型种子编织机</p>
整地与施肥	耕前施有机肥(2000~3000) kg/亩、复合肥(18-9-18+TE) 40kg，也可增施微生物菌肥100kg左右。 旋耕或深耕整地，表面平整，土壤细碎。旋耕耕深≥15cm，深耕深度≥35cm，碎土率≥85%。	机械整地与施肥	有机肥施肥机、旋耕机或深耕机。	 <p>2FGB-9Y型撒肥机      1GR-310型旋耕机</p>
起垄播种绳	通过胡萝卜起垄播种绳一体机，完成胡萝卜起垄、播种绳、铺滴灌带作业。垄底宽50cm，垄顶宽30cm，垄高25cm，垄中心距70cm，单垄双行栽培，行距12~15cm，播种绳深度2~2.5cm；滴灌带滴孔间距15cm，埋土深度2.0cm。春季播种覆0.012mm地膜，夏季播种不覆盖地膜。	机械起垄播种绳	起垄播种绳一体机。	 <p>CN2800-48型胡萝卜起垄播种绳一体机</p>

灌溉	苗期控水完成后，保证水肥供应充足，每7~10天灌溉1次；后期少浇水，采收前7天不浇水。肉质根膨大期每亩冲施高钾肥(15-5-30含腐殖酸等生物刺激素类或近似配方)15~20kg，同时注重钙、硼等中微量元素的补充。	机械灌溉、机械施肥	水肥一体化设备。	 <p>IMIX-ECM310 型智能施肥机</p>
植保	根据病虫害情况，均匀喷洒，药量适中。	机械植保	喷杆喷雾机、无人植保机。	 <p>3WP-1200S 型喷杆式喷雾机      T50 型农业无人飞机</p>
收获	当肉质根符合商品标准时，用胡萝卜采收机收获。目前可采用一次性完成一垄双行胡萝卜挖掘、起秧、输送、切缨、清杂、收集等多功能收获机进行胡萝卜的联合收获，也可采用简易式胡萝卜松土机进行机械松土、人工拔取，提高胡萝卜收获效率，降低收获劳动强度。	机械收获	胡萝卜联合收获机或简易式胡萝卜收获机。	 <p>4LB-2A 型胡萝卜联合收获机      简易胡萝卜收获机</p>

注：耕整地、播种绳和收获环节可以辅以智能导航，实现无人化、少人化作业。

#### (4) 典型基地效益分析

万丰大地(北京)蔬菜有限公司位于北京市大兴区礼贤镇，种植面积2000余亩，主要种植露地胡萝卜、洋葱、大白菜、白萝卜等蔬菜。采用该模式进行胡萝卜机械化生产后，胡萝卜产量约为(5000~6000)kg/亩，机械化生产平均产量与质量均达到当地传统人工生产水平以上，胡萝卜机收切头合格率≥85%，损失率≤5%、损伤率≤5%。与人工种收相比，该模式工作效率提高25倍以上，仅收获环节可节本增效约500元/亩。近年在北京、山东、内蒙等地示范应用面积2万余亩。

\* 北京市农业机械试验鉴定推广站提供素材并整理。

## 5、日光温室果菜轨道辅助生产机械化模式与典型案例

### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：西红柿、黄瓜、茄子、角瓜、辣椒等适宜在日光温室东西垄种植的蔬菜。

适宜区域：全国日光温室果菜种植区。

### (2) 机械化生产技术路线

机械撒施肥——机械耕整地——机械起垄覆膜铺管——机械移栽——机械灌溉植保——人工采收、机械辅运——机械灭茬。


### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	农艺要求	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
撒施基肥	栽培前进行施基肥作业。选择腐熟的有机肥或复合肥，撒肥量按照农艺种植要求，撒肥均匀，施肥时打开棚膜通风换气。选择合适的自动撒肥机进行机械施肥，具有灵活方便、施肥均匀、作业效率高的特点。	机械施肥	自走式复合肥、有机肥撒肥机。	 <p>自走式电动撒肥机</p>
旋耕	在施肥后需要对土壤进行旋耕处理，要求土壤翻耕深度达到30cm，旋耕后达到土壤细碎松软，土层上虚下实，无明显漏耕现象，耕地后地面平整，地面坡度应小于15°，没有杂草，以便后续作业。	机械整地	牵引式、自走式旋耕机。	 <p>2F-30B 型大棚履带式旋耕机</p>

<p>起垄覆膜 铺管</p>	<p>东西方向作畦，畦上双行定植。畦顶宽 60cm、底宽 80cm 左右，两畦中心距离<math>\geq</math>160cm。畦高约 15cm，视不同作物栽培要求有所不同。</p>	<p>机械起垄覆膜 铺管</p>	<p>起垄覆膜铺管 一体机。</p>	 <p>自走式起垄覆膜铺管一体机</p>
<p>移栽</p>	<p>根据当地自然环境特点和栽培要求确定合理亩株数定植，冬季宜稀植、夏季宜密植。一般选择晴天 9~15 时移栽定植。按照东西垄宜机化栽培模式实现双行定植，畦内窄行距 30~35cm，株距 27~40cm，沿 2 条滴灌带外侧定植，定植深度保持封掩时苗坨上表面低于地面 1cm 以内，然后浇透底水。</p>	<p>机械移栽</p>	<p>半自动或全自 动移栽机</p>	 <p>2ZB-2B 型移栽机</p>
<p>灌溉施肥</p>	<p>采取水肥一体化的灌溉方式。通过测土平衡施肥，确定底肥和追肥的使用量和使用方法。春季与秋季温室可采用无机类水溶肥，冬季低温弱光季节施用有机类水溶肥或有机无机混合型水溶肥。</p>	<p>机械灌溉施肥</p>	<p>水肥一体化 设备。</p>	 <p>FTS-ZGZ 型施肥机</p>

<p>智能喷药</p>	<p>根据病虫害情况，均匀喷洒，药量适中。按照“预防为主，综合防治”的植保方针，坚持“以农业防治、物理防治、生态防治、生物防治为主，化学防治为辅”的防治原则。化学防治应选用高效、低毒、低残留农药，注意轮换用药，合理混用；寒冷季节防治高湿易发病害，优先采用烟剂熏棚或粉尘法防治。蔬菜病害预防或病害较轻时采用吊轨式智能喷药机实现迷雾喷施，若病害比较严重，采用地面轨道式喷药机直接针对叶片喷施。</p> <p>对于叶面进行施肥时，根据植株长势，结合打药，进行药肥协同施用。主要是在植株生长的中后期，注意补充中量元素、微量元素以及高钾肥，并根据相应栽培季节面临的主要逆境现状喷施诱抗剂等。</p>	<p>机械施药施肥</p>	<p>智能喷药机。</p>	 <p>智能喷药机</p>
<p>采收运输</p>	<p>当果菜成熟时，使用轨道运输车辅助采收。采摘运输环节，多功能温室管理移动平台可用于温室蔬菜收获及收获后的省力运输与管理。提高收获效率，降低收获劳动强度。</p>	<p>人工采收、机械辅运</p>	<p>地轨多功能作业车。</p>	 <p>设施环形轨道多功能作业车</p>



<p>残秧处理</p>	<p>残秧处理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<math>\geq 70\%</math>。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。</p>	<p>机械灭茬</p>	<p>蔬菜灭茬机。</p>	 <p>高密度精密蔬菜灭茬机</p>
-------------	---	-------------	---------------	--

#### (4) 典型基地效益分析

以黑山县荣亮生态农业有限公司核心棚区机械化作业测算，采用机械大幅减少人工费用。撒基肥、起垄、移栽、吊绳、落蔓、辅运等环节每年每亩共减少约 138 个工，节约人工成本约 15000 元。此外，2024 年东西垄栽培模式黄瓜增产 15%、茄子增产 20%、辣椒增产 10%，以平均增产 15% 计算，平均每亩蔬菜增产 5000 元。因此，每亩日光温室蔬菜机械化生产节本增效共计给 2 万元，去除机器年均固定成本和变动成本，仍可获得可观的经济效益。

\* 沈阳农业大学工程学院提供素材并整理。

## 6、新疆吐鲁番哈密瓜“双膜种植”机械化生产模式与典型案例

### (1) 适宜种植品种和区域

适宜品种：西州蜜 25 号、黄梦脆等适宜露地轻简化栽培的优质高抗品种。

适宜区域：西北露地哈密瓜种植区。

### (2) 机械化生产技术路线

机械耕整地—机械移栽—机械化拱棚架设、回收—机械灌溉、植保—人工采收、机械运输。

### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
施基肥与耕整地	<p>耕前施有机肥(3000~4000)kg/亩,并施入氮、磷、钾复合肥 30kg。</p> <p>铧式犁翻耕深度 20cm~30cm。土壤耕整作业后,要求土壤表面平坦,土块细碎,无残枝等各类杂物。</p>	机械整地	有机肥深施机、铧式犁、旋耕机。	 <p>化肥、复合肥撒肥机      起垄机</p>
移栽	移栽深度一致。行距 45cm,株距: 40cm。	机械移栽	铺管铺膜坐水移栽复式作业机。	 <p>铺管铺膜坐水移栽复式作业机</p>
小拱棚架设	日均气温低于 25℃时,需搭建小拱棚对瓜苗形成简易保护设施,棚膜无破损,膜边覆土量>10cm。	机械棚杆架设、铺棚膜	小拱棚架设机。	 <p>小拱棚架设机</p>

小拱棚回收	棚杆无破损，棚膜完整。	机械回收棚膜、棚杆	小拱棚回收机。	 <p data-bbox="1697 459 1850 485">小拱棚回收机</p>
灌溉与施肥	<p>灌溉：苗期在出苗后蹲苗 30~40 天浇第 1 次水，每亩滴水量 10~30m<sup>3</sup>，以水分浸润至膜外部边沿土壤为准；开花坐果期浇水 2 次~3 次，间隔 4~7 天，每亩每次滴水量 8m<sup>3</sup>~15m<sup>3</sup>；果实膨大期浇水 2 次~4 次，间隔 3~5 天，每亩每次滴水量 8~20m<sup>3</sup>；成熟期浇水 2 次~5 次，每隔 4~6 天滴水 1 次，每亩每次滴水量 4~20m<sup>3</sup>，采收前 10 天左右停止滴水。</p> <p>追肥：伸蔓期追肥 1 次，果实膨大期追肥 1 次~2 次，每次每亩随水追施全溶性 N-P-K 15%-15%-15% 复合肥 3kg~5kg。果实显露网纹后追施 2 次~3 次磷酸二氢钾，每亩每次 3kg。</p>	机械灌溉、机械施肥	水肥一体化。	 <p data-bbox="1686 877 1861 903">水肥一体化设备</p>
植保	根据病虫害情况，均匀喷洒，药量适中。	机械植保	喷杆喷雾机、无人植保机。	  <p data-bbox="1532 1173 1682 1198">植保无人飞机</p> <p data-bbox="1892 1173 2020 1198">喷杆喷雾机</p>

收获	根据市场需求，选择合适时间采收，根据种植模式选用合适的采运作业平台进行作业。	人工采收、机械运输	采运作业平台。	  <p style="text-align: center;">采运作业平台</p>
----	--	-----------	---------	---

注：耕整地、移栽和小拱棚架设及回收环节可以辅以智能导航，实现少人化、无人化作业。

#### (4) 典型基地效益分析

采用该模式进行哈密瓜机械化生产后，提高化肥（氮肥）利用率近 15%，化肥减施 20-30%。与人工种收相比，该模式工作效率提高 8 倍以上，移栽、拱棚架设环节可节本增效约 350 元/亩。近年在吐鲁番、哈密等地示范应用面积 3000 余亩。

\* 农业农村部南京农业机械化研究所、新疆农业科学院、新疆维吾尔自治区设施农业和特色农业研究发展中心提供素材并整理。

## 二、林果全程机械化生产模式与典型案例

### 1、山西隰县玉露香梨机械化生产模式和典型案例

#### (1) 适宜品种和区域




适宜品种：玉露香梨、酥梨和富士苹果等。

适应区域：山西中南部。


#### (2) 机械化生产技术路线

动力匹配适应—机械旋耕整地—机械施肥—机械除草—机械植保—机械废枝粉碎还田—人工采收、机械转运。

#### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
动力配套	玉露香梨果园要求动力机械整体体积小，机型低，操作简便灵活，可配套不同机具（旋耕机、施肥机、犁具、打草机、打药机、开沟机、秸秆还田机等）在果园内进行多功能作业，有效提升作业效率，适用于果园作业。	配套动力机械	果园管理机。	 <p>TG504 型果园管理机</p>
除草	玉露香梨果园生草管理需要及时机械割草。乘坐式割草机配套汽油发动机，无级变速，爬坡能力强，转弯半径小，在玉露香梨果行间（主要）、株间机动割草。圆盘式割草机代替或减轻人力，操作方便，重量轻，在苛刻地形环境下能满足更多作业需求，可行间、株间（主要）机动除草。	机械除草	乘坐式割草机、圆盘式割草机。	  <p>9GZ-221 型乘坐式割草机      SCP500 型圆盘式割草机</p>

<p>施肥</p>	<p>玉露香梨果园需要深施有机肥，提升品质。通过旋耕、施肥组合作业，可实现旋耕、细耙、施肥一次完成，旋耕碎土效果好，施肥深浅一致，撒肥均匀，作业效率达5亩/小时，省时、省力，可满足果园旋耕、施肥一体作业需求。</p>	<p>机械旋耕、施肥</p>	<p>耕施肥一体机。</p>	 <p>1GKN-150型（带施肥器）耕施肥一体机</p>
<p>枝条处理</p>	<p>玉露香梨果园在修剪树果管理时，以及采收后清园时，需要进行枝条粉碎。为了提高作业效率，满足果园清园高效碎枝作业，可采用履带自走式碎枝机，稳定方便，省时省工省力，实用性强，应用广泛。</p>	<p>机械化粉碎</p>	<p>履带式枝条切碎机。</p>	 <p>MC100T型履带式枝条切碎机</p>
<p>病虫害防治</p>	<p>果园高效植保病虫害防治多采用风送式喷雾机作业，射程远、风压高、风量大、细雾均匀、节水节药、穿透性好、雾化效果好。近年来通过遥控或智能化改造，可实现无人化作业。</p> <p>农业无人飞机也开始用于丘陵山区果园植保作业，超大水箱、高效雾化、穿透力加强，具有受地形限制少、作业覆盖面广、适用场景多样等优点。</p>	<p>机械化植保</p>	<p>风送式喷雾机、农业无人机。</p>	 <p>3WFGS9A型风送式喷雾机      T60型农业无人机</p>

<p>采摘运输</p>	<p>玉露香梨以鲜食为主，目前仍以机械辅助平台人工采收为主。机械辅助平台通过开放式宽体货箱设计，最大载重量 400kg，爬坡能力 25°，履带式行走装置适合丘陵、泥泞、坡地等复杂路面，通过性能好。</p>	<p>山地机械采收运输</p>	<p>履带式田园搬运机。</p>	 <p>3B55TD 型履带式田园搬运机</p>
-------------	--	-----------------	------------------	--

#### (4) 典型基地效益分析

隰县盛元丰果品专业合作社成立于 2011 年，位于隰县玉露香梨主产区的阳头升乡阳头升村，依托塬地机修梯田发展玉露香梨园 500 余亩，果园株行距 4-5×3-4 米，树龄 8-10 年，果园建设标准，管理规范，交通便利，灌溉工程完善。2024 年果园成功实施玉露香梨园机械化生产管护技术示范推广项目，通过一系列果园机械化生产管护新设备、新技术的应用、服务和示范、推广，在有效提升梨果品质的同时，不仅在果园中耕、除草、深耕、施肥以及病虫害防治、废枝处理、高空作业等生产管护方面直接大大节约人工成本，亩均节约人工 1000 元左右，除草快捷高效，施肥量化精准，植保集成节约，节本增效 220 余万元，助推果园增产增效，而且服务、辐射、带动区域 1000 余亩玉露香梨园节本增效，提高经济效益，有效解决果园生产、管护过程中生态环境污染问题，促进区域生态环境良好稳定，进一步对于加快补齐县域玉露香梨园生产管护机械化发展短板，典型带动全县玉露香梨园机械化发展转型升级有着重要意义，

\* 山西省农业机械化发展中心推广二部提供素材并整理。

## 2、山西稷山板枣机械化生产模式与典型案例

### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：稷山板枣。

适应区域：山西西南部。

### (2) 机械化生产技术路线



机械开沟施肥—机械生草管理—机械病虫害防治—人工采收、机械转运—预冷储藏—树体管理—机械枝条粉碎。

### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
开沟施肥	<p>对于没有条件实施水肥一体化的枣园，采用开沟机配套 50 马力以上拖拉机进行开沟施肥，每年 6 月、9-11 月进行开沟施肥，开沟距 80-120cm，开沟深度 15-30cm，宽度 25-30cm，开沟施肥后，进行合沟压实。</p> <p>11 月份到次年 1 月底施有机肥，每亩施肥 5 吨，改良土壤，增加土壤有机质。</p>	机械开沟、机械施肥	自走式开沟施肥机、撒粪机。	 <p>拖拉机悬挂式施肥机      2F-30B 型自走式多功能施肥机</p>
生草管理	<p>在枣园生草高度达到 30cm 左右时，采用自走式或手推式割草机械进行割草。割茬高度在 10cm 左右，割后覆盖树盘腐化。</p>	机械除草	乘坐式除草机、悬挂式割草机。	 <p>9GZ-221 型乘坐式割草机      悬挂式翻转割草机</p>
防裂枣棚	<p>板枣的成熟期为每年 9-10 月份，普遍降雨较多，雨水会对板枣造成不同程度的损伤，搭建防裂枣棚主要用于防雨、防裂。可根据需要卷膜和放膜。</p>	设施设备预防	搭建枣棚。	



病虫害防治	<p>枣园机械化喷药使用无人植保机或风送式弥雾机进行喷药。风送式弥雾机采用自走式或者牵引式，要求枣树行距在4~5米间，树形宜以纺锤形小冠开心形为主，枣树修剪应按枣树的标准化管理留枝量修剪，若枝量过大，重叠密挤，影响喷药效果。</p>	机械植保	弥雾机、无人植保机。	 <p>自走式弥雾机                      悬挂式弥雾机</p>
采收、转运、预冷、储藏	<p>枣类采摘主要以升降平台配合人工竹竿敲打为主，地上铺篷布，集中捡拾，运输机械运输，炕房烘干入库。</p>	履带式果园采摘作业平台、机械运输、机械烘干	升降平台、电三轮、小型烘干房、冷库。	 <p>履带式采摘作业平台</p>
树体管理	<p>枣树修剪是枣树管理的重要组成部分，在枣树休闲期采用电动修剪枣树枝条，调节各部分的生长关系达到平衡树势的目的，可显著提高劳动效率，减少人工开支。</p>	机械修剪	电动修剪器。	 <p>电动修剪机</p>

枝条粉碎	枣园整形修剪的残枝通过枝条粉碎机切碎后，用于粉碎还园、气化技术、液化技术、发电技术等。枝条粉碎机动力源为拖拉机、汽油机、柴油机的，移动方便，解决了粉碎机械的移动问题。	机械粉碎	枝条粉碎机。	 <p>果枝粉碎机</p>	 <p>果园行间树枝粉碎还田机/粉碎还田</p>
------	---	------	--------	---	---

#### (4) 典型基地效益分析

稷山县阴稳学板枣种植专业合作社成立于 2015 年初，合作社成员达到 182 户，栽植面积 800 余亩，亩效益 0.3 万元。板枣机械化生产后，植保方面减少二分之一的用药量，在提高板枣的品质的同时节约三分之二的人工成本，年可节约人工费 15 余万元，亩增产 300 斤，节本增效 750 元/亩；辐射周边近 5000 亩枣园逐步实施机械化改造。稷山县现代农业发展中心吉若冰整理提供。

\* 山西省农业机械化发展中心推广二部提供素材并整理。

### 3、浙江浦江柑橘机械化生产模式与典型案例

#### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：红美人、金秋等各类柑橘品种。

适应区域：南方丘陵山区。

#### (2) 机械化生产技术路线

机械中耕—机械开沟施肥—机械植保—机械除草—自动化灌溉—机械修剪—机械运输—采摘辅助平台加人工收获。

#### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
中耕	<p>宜在夏季、秋季或采果后进行，雨后不宜。每年中耕1次或2年中耕1次，保持土壤疏松。中耕深度10~15cm为宜。坡地宜深些，平地宜浅些。</p> <p>根据柑橘园大小、环节条件和现有机具保有情况选择耕作管理机、履带自走式旋耕机或其他耕整地机械进行中耕。坡度大于10°时应采用履带自走式旋耕机。</p>	机械中耕	履带自走式旋耕机，作业时，达到农业要求的耕作深度10~15cm。	 <p>拖拉机牵引旋耕机</p>  <p>履带自走式旋耕机</p>
施肥	<p>应充分满足柑桔对各种营养元素的需求，提倡多施有机肥和叶片营养诊断配方施肥，合理施用无机肥。</p> <p>应根据柑橘园土壤肥力状况、品种、树龄、产量、树势强弱、肥料特性及气候条件等因素，合理计算施肥量。</p> <p>在树冠滴水线下进行开沟施肥作业，根据土质底层情况，一般建议开沟深度30~40cm，开沟深度稳定性≥80%，开沟宽度20~30cm。施肥后回土覆盖。</p> <p>推荐采用履带自走式多功能开沟施肥机开展联合作业。</p>	机械开沟施肥	<p>履带自走式多功能开沟施肥机，开沟深度0~35cm、开沟宽度30cm，施肥箱0~6L/m。</p> <p>根据不同作业要求，更换不同的刀具，如开沟、回填等。</p>	 <p>履带自走式多功能开沟施肥机</p>

<p>植保</p>	<p>积极贯彻“预防为主，综合防治”的植保方针。以农业和物理防治为基础，生物防治为核心，按照病虫害的发生规律和经济阈值，科学使用化学防治技术，有效控制病虫害。</p> <p>合理选用农药和施用浓度、严格控制农药的安全间隔期、施用量、施用浓度和次数、尽量减少化学农药对环境的污染和天敌的伤害，避免对果实的污染。注意不同作用机理的农药合理混用和交替使用，避免病虫害产生抗药性。主要病虫害防治常用农药种类见NY/T 975。</p>	<p>机械植保</p>	<p>履带自走式果园喷雾机，风送式喷雾，药箱容积300L，雾化粒径50～150<math>\mu</math>m，喷药200～800L/h，喷幅8～12m，防治效率20～30亩/h。</p>	 <p>履带自走式果园喷雾机</p>
			<p>农用无人机，药箱容积50L，雾化粒径50～200<math>\mu</math>m，有效喷幅范围4～11m。</p>	 <p>植保无人机</p>
<p>除草</p>	<p>根据农艺要求和地块位置，结合草害发生情况，选择合适的除草方式。果园坎上及路边宜采用机割除草，行间和株间宜采用中耕除草。</p> <p>机割除草使用割草机刈割覆盖于土壤表面，留茬高度<math>\leq</math>5cm。</p> <p>中耕除草一般在春夏之交和冬季进行，杂草翻埋入土，打碎土块，平整地面，耕深10～15cm为宜，不得伤及根系。</p> <p>机械除草时，应距柑橘枝杆一定距离，避免伤及枝杆和出现危险。柑橘树周围及缠绕在树体上的杂草宜用人工拔除。</p>	<p>机械除草</p>	<p>乘坐式割草机，留茬高度0～13mm，适宜果园行距3～5m，工作效率6～8亩/h，割幅：975mm，最大爬坡能力25°。</p> <p>割灌机，如杂草长得过高，应分两步进行，先割上，再割下。</p>	 <p>乘坐式割草机</p>  <p>割灌机</p>

<p>灌溉</p>	<p>根据天气和柑橘树生长需求，当土壤田间持水量低于60%，或土壤含水量沙土&lt;5%，壤土&lt;15%，粘土&lt;25%时需及时灌水。</p> <p>柑桔树在春梢萌动及开花期（3月~5月）和果实膨大期（7月~10月）应及时灌溉。</p> <p>灌溉量以灌溉水浸透根系分布层土壤为度，幼树或已出现叶片萎蔫状的植物，灌溉宜少量多次。</p> <p>根据橘园的水源、土壤、坡度和树苗的大小及生长期，可采用喷灌或滴灌。有条件的地方推荐供水时间、供水量自动控制，同时具备喷施液态化肥、营养液、农药和除草剂的功能。</p>	<p>灌溉系统</p>	<p>水肥一体化喷灌系统具有较好的过滤装置，避免堵塞管道；具有较好的水压，提供较好的泵送能力，使灌溉均匀；根据最大喷撒半径进行合理设置喷头密度。</p>	 <p>水肥一体化喷灌系统</p>
<p>修剪</p>	<p>根据果树品种、树形，生长期，应对果树进行科学修剪，达到通风透光、立体结果、方便机械作业、省力增效的目的。具体方法按GBZ26580和NY/T5015的规范进行。</p> <p>可选用果树电动修剪机、气动剪、油锯等修剪机具作业，机具应符合相关标准要求。</p>	<p>机械修剪</p>	<p>采用电动修剪机进行环剥，适宜枝条直径0-30mm。刀片类型：SK5钢刀刃。作业时配备3块以上锂电池。</p>	 <p>电动修建刀</p>
<p>运输</p>	<p>综合考虑柑橘园面积、形状、坡度、柑橘数量等环境条件，做好园区规划，合理选择宜机化道路改造与运输轨道架设，</p>	<p>机械运输</p>	<p>根据生产需要，选择合适载重的履带运输车，为兼顾通行空间限制，选择300kg~500kg额定载重为宜。爬坡角度≥15°，载重行驶速度0.~0.5m/s，转弯半径≤1.5m。</p>	 <p>履带自走式运输车</p>

<p>运输</p>	<p>选择轮式、履带式田间运输机械或田间轨道运输机械进行物资和果实的运输。</p>	<p>机械运输</p>	<p>单轨运输机，载重量300~500kg，行驶速度0.3~0.7m/s，爬坡角度<math>\geq 15^\circ</math>。 运输机密度间距为50m~60m，轨道运输机终点应选择能停放拖拉机或小型货车的机耕道边(马路)。</p>	 <p>单轨运输机</p>
<p>收获</p>	<p>鲜销果应在果实色泽、香味、风味和口感等正常成熟时采收。贮藏果比鲜销果宜早7天~10天采收。可选用采摘辅助平台加圆头果剪采果。要求一果两剪，果蒂平齐。在条件允许的情况下，也可选用振摇式采收机和采摘机器人作业。</p>	<p>采摘辅助平台+人工收获</p>	<p>在地势平坦或已进行宜机化改造的果园使用。采摘辅助平台，行走速度2.0~4.0km/h，调平角度<math>12^\circ</math>，最大运载能力350kg，平台升降高度650~3000mm。</p>	 <p>采摘辅助平台</p>

#### (4) 典型基地效益分析

浦江长丰果园种植有限公司坐落在浦江县省级现代农业园区内，现有果园面积 640 多亩，拥有浙江省现代农业科技示范基地、浙江省标准化生产示范基地、浙江省省级精品园等多项荣誉称号，是国家星火计划实施单位和“十三五”农业新品种选育重大科技专项项目示范基地。自 2003 年来公司已累计投资 3000 余万元用于果园基础设施建设、宜机化改造及农机装备购置。公司目前有露地柑橘园 27 亩，大棚柑橘园 10 亩，在建设初期，注意农艺与农机的有机融合，综合橘园道路、灌溉设施的安装，对柑橘品种、行距、株距以及树形等进行了合理布局；全面应用柑橘机械化生产技术，配备有耕作管理机、风送式植保机、履带式开沟机、乘坐式割草机、履带式运输机等农机装备，与传统柑橘生产管理相比，亩均节省人工 6 工、节省农药 15%，亩均节本增收 700 余元，实现了柑橘生产的提质增效。

\* 浙江省畜牧农机发展中心提供素材并整理。

#### 4、江西赣南脐橙机械化生产模式与典型案例

##### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：赣南脐橙等各类柑橘品种。

适应区域：江西省丘陵山区赣州、吉安等地。

##### (2) 机械化生产技术路线

宜机化建园—机械耕整—机械开沟施肥—机械除草—水肥灌溉—机械植保—枝条修剪处理—人工采收、机械田间运输—采后处理。


##### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节		作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具	
宜机化建园	缓坡地或平地果园	采用宽行窄株模式，等高或顺坡种植，行距 5-6 米、株距 2-2.5 米。	挖掘机、拖拉机	拖拉机配套动力 $\geq 60$ 马力。		
	山地果园	采用陡坡窄梯密植小树冠栽培模式，梯面开宽至 4 米以上，梯田内侧留 2-2.5 米机耕道。履带挖掘机铲斗容量 $\geq 0.2\text{m}^3$ ；发动机功率 $\geq 20\text{kW}$ ；爬坡能力 $\geq 20^\circ$ 。	中小型挖掘机	行走方式：履带式；铲斗容量 $\geq 0.2\text{m}^3$ ；发动机功率 $\geq 30\text{kW}$ ；挖掘高度 $\geq 3.5\text{m}$ ；挖掘深度 $\geq 2\text{m}$ ；爬坡能力 $\geq 25^\circ$ 。		
耕整	耕作	表面平整，土壤细碎。耕深 $\geq 35\text{cm}$ ，碎土率 $\geq 70\%$ 。	微耕机、旋耕机、拖拉机	配套功率在 4.0-6.0kW，旋耕幅宽大于 680mm。		

开沟施肥	开沟	沿树冠外围进行开沟作业，开沟深度 $\geq 30\text{cm}$ ，开沟后人工施有机肥，再覆土。	微耕开沟机	配套功率大于 4kW，动力转速 3000-4000r/min。	 <p>微耕开沟机</p>
	开沟施肥覆土	用开沟施肥一体机进行开沟施肥覆土施一体化作业，开沟深度30-40cm、开沟宽度 20-30cm。	开沟施肥一体机	配套动力 35-80 马力，开沟效率大于 400m/h，刀盘转速大于 300r/min。	 <p>开沟施肥覆土机</p>
机械除草	割草或除草	果树生长过程根据草害发生情况，进行机械割草或旋耕除草。割草留茬高度 5-8cm，旋耕除草，耕深15cm 左右。	避障割草机、手扶式除草机	适宜果园行距 3~5m，工作效率 6~8 亩/h，配套动力 20kW，单侧避障，刀盘数 2~3 个，割幅 1~2m。	 <p>避障割草机</p>
					 <p>手扶式碎草机</p>



水肥灌溉	滴灌水肥	配备首部枢纽、管道、滴头、施肥灌等配套设施。采用三级过滤。	水肥一体化系统	额定流量 100m <sup>3</sup> /h，每株 2-4 个滴（喷）头。配全自动反冲洗砂石过滤器、全自动叠片过滤器、全自动精量施肥机、电磁阀。	 <p style="text-align: center;">水肥一体化系统</p>
植保	打药	遵循“预防为主，综合防治”植保方针，进行病虫害防治。植保飞机载药量 30kg，飞行速度不能超过 3m/s。喷洒过程中保证药液均匀喷洒在叶片上。	无人机植保	药箱容量：30-50L，果园作业效率 100 亩/小时，作业飞行速度 3-7 m/s，喷洒流量 4-8 升/分钟，优喷幅 7-9 米。	 <p style="text-align: center;">植保无人飞机</p>
枝条修剪	修剪碎枝	结合果园冬剪，进行树体管理，剪除强枝、弱枝、病虫害枝。利用电动剪枝机完成修枝作业，将修剪的枝条粉碎还田。	剪刀、电动剪刀、碎枝机	碎枝机进料粒度 10-30cm；处理效率可达 1-2t/h。	 <p style="text-align: center;">电动剪刀                      碎枝机</p>
田间运输	采收运输	山地轨道运输机功率≥2.2kW，最大爬坡度≥35°，额定装载质量≥200kg。履带式搬运车动力功率≥4.0kW，爬坡能力(满载)≥25°，最大载重量≥300kg。	轨道运输机、履带式搬运车	功率≥2.2kW，最大爬坡度≥35°，额定装载质量≥200kg。履带式搬运车动力功率≥4.0kW，爬坡能力(满载)≥25°，最大载重量≥300kg。	 <p style="text-align: center;">轨道运输机                      履带搬运车</p>

采后处理	清洗、分级、打蜡	果实采摘后进行清洗、分级、打蜡一体化作业。	柑橘清选分选机械化生产线	分选尺寸 2-16 cm; 处理速度可到 30 个/通道/秒; 分选指标: 颜色、尺寸、内含物质; 尺寸精度 $\pm 1\text{mm}$ , 颜色精度 $\pm 5\%$ 。	 <p data-bbox="1691 459 1870 486">果品分选生产线</p>
------	----------	-----------------------	--------------	--	---

#### (4) 典型基地效益分析

赣州世洋果园基地位于赣州经开区新能源科技城范塘村，2019 年完成宜机化改造，示范面积 400 亩，采用宽行窄株种植模式，行间距 5m，株间距 2m，由传统的条带梯田型横向种植改造为缓坡型纵向种植，实现机械设备作业便利。通过设备引进，基地逐步配套旋耕整地、施肥、割草、植保打药、水肥一体化等设施设备 20 台套。通过果园全程机械化技术模式集成应用，相比人工作业，机械开沟施肥节约成本 400 元/亩/次，机械除草节约成本 60 元/亩/次，机械植保打药节约成本 11 元/亩/次，整个果园管护成本每年可节省 30 万元以上，达到节本增收的目的。

\* 江西省农业技术推广中心、赣州市农业科学研究所提供素材并整理。

## 5、江西丘陵地区设施鲜食葡萄机械化生产模式与典型案例

### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：不限品种（江西早、中、晚熟鲜食葡萄）。

适应区域：江西丘陵地区设施大棚标准化平网架葡萄园。

### (2) 机械化生产技术路线



设施大棚建造—机械耕整地—机械定植—机械施肥—节水灌溉—疏果、捆枝—机械病虫害防治—人工采收、机械转运贮藏—机械修剪整形—机械枝条粉碎。

### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
建园	根据不同果园需求，确定适宜的大棚王拖拉机、挖掘机、田园管理机（履带式、轮式）使用。	挖掘机、拖拉机、田园管理机机械化作业	挖掘机、拖拉机、田园管理机。	  拖拉机                      挖掘机
大棚设施建造	建设宽度 6-8m，肩高 3m，顶高 5m 以上连栋大棚。长寿无滴膜覆盖，厚度 8-10 丝。顶部及四周开窗摇膜通风	设施大棚标准化平网架葡萄种植，6-8m 单行“H”型、“王”型平网藤蔓布置	平网上端设置足够通风高度，大棚宽度中间每隔 4-8m 增设落地立柱以增加大棚抗风雪能力，大棚建设按照相关规范执行，可采用电动开窗机构。	  简易连栋大棚（含内外遮阳系统）
耕整地	建园初期，进行土地的深翻耕、平整、施有机肥。	机械翻耕、旋耕、施肥机作业	旋耕机、撒肥机、田园管理机。	  微耕机                      遥控自走式田园管理机

<p>定植</p>	<p>采挖掘机、打孔机，按株距 4m、行距 6-8m 挖穴后，人工配合栽植葡萄苗。</p>	<p>机械化、半机械化</p>	<p>挖掘机、打孔机。</p>	 <p>挖掘机                      打孔机</p>
<p>施有机肥</p>	<p>秋季开沟施有机肥。</p>	<p>机械化施肥</p>	<p>具有开沟施肥回填，开沟深度和施肥量可调等功能，作业量:5-20 亩/h。</p>	 <p>果园开沟施肥回填机</p>
<p>水肥一体化</p>	<p>水溶性肥料与水溶解，灌水时间可调节，自动关闭。</p>	<p>人工配比水肥</p>	<p>水肥一体化设施，采用倒挂微喷，间距按照喷洒半径 1-1.1 布置倍，智能首部含配肥、反冲洗、电子阀控制、远程管理系统。</p>	 <p>水肥一体化首部                      倒挂微喷</p>
<p>梳花、梳果、破眠剂等处理</p>	<p>按照生产要求进行梳花、梳果、破眠处理。</p>	<p>机械、人工协助作业</p>	<p>梳花、梳果机。</p>	 <p>梳花器                      梳果器</p>

枝条捆扎、摆放	根据平网架“H”型、“王”型平网藤蔓布置特点进行短稍修剪、枝条摆放，安排挂果部位、枝条、末梢的规律性。	平网架“H”型、“王”型平网藤蔓布置，短稍修剪，枝条控长	采用捆扎机省力、方便、快捷。	 <p>捆扎机</p>
枝条、叶片修剪	根据生产要求、进行修剪，确定果实生长叶片量。	机械修剪	电动剪刀、便捷移动车。	 <p>电动剪刀</p>
植保	叶片无层差，无死角，减少农药施用和雾滴飘失。	机械化、自动化作业	风送式喷雾机、雾化打药系统。	  <p>雾化打药系统      风送式喷雾机</p>
枝条粉碎	结合果园冬剪，按照短稍修剪方式保留有效部分，利用电动剪枝机完成修枝作业，将修剪的枝条粉碎，集中处理。	枝条粉碎	碎枝机。	 <p>枝条粉碎机</p>

田间运输	采收运输。	履带式搬运车动力功率 $\geq 4.0\text{kW}$ ,爬坡能力(满载) $\geq 25^\circ$ ,最大载重量 $\geq 300\text{kg}$ 。	电动运输车、履带式搬运车。	 	
				电动运输车	履带运输车

#### (4) 典型基地效益分析

2023年于江西新余、南昌建立2处葡萄机械化生产示范点。葡萄园示范面积200亩,种植“夏黑”“阳光玫瑰”、“妮娜皇后”“金手指”“甬友一号”等多个品种的葡萄。用机械设备替代传统人工作业,通过设备引进,基地逐步配套旋耕整地、施肥、割草、植保打药、水肥一体化等设备。通过果园全程机械化技术模式集成应用,相比人工作业,机械开沟施肥节约成本300元/亩,机械除草节约成本250元/亩,机械植保打药节约成本150元/亩,整个果园管护成本每年可节省14万元以上,达到节本增收的目的。

\* 江西省农业技术推广中心、新余市国家现代农业园区管理委员会提供素材并整理。

## 6、新疆南疆鲜食/制干葡萄机械化生产模式与典型案例

### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：无核白鸡心、无核白等。

适应区域：南疆、北方鲜食葡萄区域。

### (2) 机械化生产技术路线

露地栽培—机械开沟施肥—机械栽植—树体管理—水肥一体化—机械枝条粉碎—人工采收/销售—制干。

### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
建园、搭棚架	平棚架式栽培，高度 1.8 米，行距 4 米，有利于机械化作业。	标准化栽培模式	拖拉机、挖掘机等。	 <p>平棚架式栽培葡萄</p>
耕整地	70 马力以上的拖拉机建园初期，进行土地的旋耕平整。表面平整，土壤细碎，耕深约 5-15 cm。	机械耕作（旋耕）	浅旋整地。	 <p>旋耕机</p>
定植	采用挖沟机，按株距挖穴后，人工配合栽植葡萄苗。	挖沟	挖沟渠或种植果树。	 <p>挖沟机</p>

<p>施基肥（有机肥）</p>	<p>在栽植苗木前，采用开沟机，开深沟，深施有机肥。</p>	<p>开沟深施肥</p>	<p>开沟机，深度采用液压油缸调整。</p>	 <p>开沟机</p>
<p>水肥一体化</p>	<p>水肥一体化设施。</p>	<p>人工配比水肥</p>	<p>灌水时间可调节，自动关闭。</p>	 <p>水肥一体化设施</p>
<p>覆盖防寒布</p>	<p>葡萄藤下架后，先覆盖防寒布（网状或黑色园艺地布）。</p>	<p>人工覆盖防寒布</p>	<p>保温、防生草。</p>	 <p>防寒布</p>
<p>冬季埋土机</p>	<p>采用旋抛式埋土机，可以左右调整埋土位置。</p>	<p>埋土作业</p>	<p>旋抛式埋土机。</p>	 <p>旋抛式埋土机</p>



<p>春季起布清土作业</p>	<p>采用卧式刷将防寒布上的土清到行间，再采用起布机进行起布，彻底将防寒土清除到行间。</p>	<p>起布清土作业</p>	<p>卧式刷清土机、起布清土机。</p>	 <p>卧式刷清土机</p>  <p>起布清土机</p>
<p>植保</p>	<p>采用悬挂式植保机。</p>	<p>植保作业</p>	<p>牵引式风送式植保机，作业位置的喷头，可开关。</p>	 <p>风送式植保机</p>
<p>枝条粉碎</p>	<p>将秋季修剪后的枝条，放置在行间，直接用枝条粉碎还田机，粉碎还田，粉碎长度约 2-5 厘米。</p>	<p>枝条粉碎</p>	<p>入土深度，可调。</p>	 <p>枝条粉碎还田机</p>

采收	人工采摘果实后，放置在收集筐中，放在地头，进行统一的收购销售。	人工采收	人工采收。	 <p style="text-align: center;">人工采收</p>
制干	在传统晾房和风场自动调节晾房中，进行制干。	风干	按照烘干工艺进行脱水加工。	  <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>传统晾房</span> <span>风场自动化调节的晾房</span> </p>

### (3) 典型基地效益分析

新疆鄯善瓜果葡萄研究所，自有种植面积 50 亩，位于吐鲁番市鄯善县，为沙性土，主要种植无核白，采用平棚型栽培模式，树龄约 2 年以上，现有埋土机、清土机、开沟机、枝条粉碎还田机、水肥一体化、喷药机等，除采摘外，实现机械化，机械化水平约 85%。使用机械化管理后，每亩可节约成本 800-900 元，目前辐射应用面积为 1000 亩。

\* 中国农业大学工学院、国家葡萄产业技术体系机械化研究室生产管理机械化岗位、新疆综合试验站提供素材并整理。

## 7、江苏连云港葡萄智能化生产模式与典型案例

### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：不限品种（江苏特色）。

适应区域：全国标准化葡萄园。



### (2) 机械化生产技术路线

机械耕整地—机械施肥—机械除草—机械追肥—机械植保—机械灌溉—机械枝条粉碎—人工采收、机械转运。

### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
旋耕	旋耕幅宽 105cm, 旋耕深度 0-15cm。	遥控驾驶和自动调平	遥控自走履带式旋耕机。	 <p>遥控自走式旋耕机</p>
开沟	开沟宽度 30cm, 开沟深度 0-30cm。	可遥控, 以螺旋方式开沟	遥控自走履带式开沟机。	 <p>遥控自走式开沟机</p>
除草	割草留茬高度 5-10 cm, 割草作业漏割率≤5%。	机械割草(行间、株间)	避障割草机、行间割草机、乘坐式割草机。	 <p>避障割草机      行间树下割草机      乘坐式割草机</p>

追肥	施肥均匀，施肥深度约地下 20 cm。	机械追肥（肥料搅拌到土壤中）	螺旋果园开沟施肥机。	 <p>2FJ30-30XG 型果园手扶式螺旋施肥机</p>
植保	减少农药施用和雾滴飘失，风送式喷雾机雾量和风量在垂直方向的分布曲线与果树冠层吻合，雾滴在叶片上的覆盖率约 40%。	智能化作业	风送式喷雾机。	 <p>风送式喷雾机</p>
灌溉	合理布置管道长度和位置。	机械作业	水肥一体化系统。	 <p>水肥一体化系统</p>

粉碎	用于发酵床垫料粒度 $\leq 5$ mm，用于菌基质粒度 $\leq 5$ mm，用于堆肥粒度 $\leq 15$ mm，用于直接还田粒度 $\leq 30$ mm。	机械作业	枝条粉碎机。	 <p style="text-align: center;">枝条粉碎机</p>
采收运输	保证人员安全和果品不滚动损伤，果品损伤率小于 5%。	人工、机械相结合	多功能果园作业平台。	 <p style="text-align: center;">多功能作业平台</p>

#### （四）典型基地效益分析

2024 年于连云港市灌云县建立 2 处葡萄机械化、智能化生产示范点。葡萄园示范面积 400 亩，种植“阳光玫瑰”、“夏黑”“妮娜皇后”等多个品种的葡萄。用经济效益最佳的智能装备替代传统机械、人工作业，每台智能化装备时间窗口内作业量饱满、无故障、作业效率最佳状态下，每年可以带来成本节约 384.11 元/亩，400 亩总节本 15.3644 万元。每个示范点上实现节省人工 691 个工日/年以上。

\* 农业农村部南京农业机械化研究所整理。

## 8、浙江兰溪丘陵山地杨梅机械化生产模式与典型案例

### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：荸荠、东魁等杨梅品种。

适应区域：长江以南。

### (2) 机械化生产技术路线

机械除草—机械中耕—机械开沟—机械转运施肥—自动化灌溉—无人机植保、数字化植保与监测—机械修剪—电动平台辅助人工采收。

### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	典型机具图片
土壤翻耕	达到农艺要求的耕作深度，一般每年进行1次土壤翻耕，深度在10cm-15cm。	机械旋耕	履带式多功能管理机，柴油机功率30马力，工作时速0-5km/h，最大旋耕深度15cm，旋耕宽度1m。	 <p>履带式多功能管理机</p>
开沟	根据杨梅生长需要，在10月下旬到11月，使用多功能管理机进行开沟，以埋施有机肥。在杨梅树冠滴水线处进行开沟。开沟深度：25-35cm；沟底宽度：20-25cm。	机械开沟	斜盘开沟机能够较好的适应南方粘性硬质土壤。开沟转速330-360r/min。工作效率430-480m/h。	 <p>斜盘开沟机</p>

植保	<p>规范杨梅栽培植保作业，为保证防治效果，把握防治适期，根据病虫害发生程度、时间和规律，做好防治。防治药剂种类应符合《浙江省杨梅主要病虫害防治用药建议》的推荐农药，严格执行农药安全间隔期。结合物理防治、农业防治和生物防治相结合的绿色防控技术。</p>	机械植保	<p>风送式喷雾机，喷雾半径 6-7m。药箱容积 300L。</p>	 <p>风送式喷雾机</p>
			<p>农用无人机，药箱容积 50L，雾化粒径 50-200<math>\mu</math>m，喷洒流量 8.0L/亩。</p>	 <p>农用无人机</p>
割草	<p>对园内裸露石块和杂物进行清除，以免发生危险。地势较平坦的杨梅园，推荐使用多功能管理机进行割草，或结合中耕进行除草。杨梅树周围、缠绕在树体上的杂草宜先进行人工拔除。</p>	机械割草	<p>履带式多功能管理机或割灌机。使用时调整好割草刀盘合理的离地高度。如杂草长得过高，应分两步进行，先割上，再割下。</p>	 <p>履带式多功能管理机      割灌机</p>
水肥管理	<p>应当根据天气和杨梅生长需求，适时开启喷灌系统，进行适时适量的灌溉。选择水溶肥，根据用量设定好灌溉参数。灌溉量宜视天气情况和杨梅树需水状况而定。</p>	自动喷滴灌	<p>水肥一体化喷灌，根据最大喷洒半径进行合理设置喷头密度。</p>	 <p>水肥一体化喷灌</p>

修剪	<p>在 4 月-6 月，视主干粗细，按周径 3-8cm 宽度，绕树干四周进行环剥，促进枝干被剥下部抽发新梢，充实内膛枝梢。6 月份定果前剪去 2 年以上部分直立枝、重叠枝，使树体通透。采果后进行大枝修剪，对直立、密生、重叠、交叉、枯枝等枝序及时进行修剪。</p> <p>杨梅冬季修剪是一项非常重要内容，一般十月份前期气温比较高，最适宜修剪时间是从十月下旬农历霜降节气过后，11 月份至 2 月份（高海拔果园可提前）。</p>	机械修剪	<p>采用电动修剪机进行环剥，适宜枝条直径 0-30mm。刀片类型 SK5 钢刀刃。作业时配备 3 块以上锂电池。</p>	 <p>电动修剪机</p>
			<p>采用电锯进行冬季修剪，最大切割直径 80mm。链条转速 8-10m/s。操作人员配备防护服。</p>	 <p>电锯</p>
搬运	<p>做好园区规划，根据立地条件合理选择宜机化道路改造与轨道架设相结合的方式，实现全园生产物资搬运。</p>	机械运输	<p>履带运输车,为兼顾通行空间限制，选择 300kg-500kg 额定载重为宜。爬坡角度<math>\geq 15^\circ</math>。载重行驶速度 0.3-0.5m/s。转弯半径<math>\leq 1.5m</math>。</p>	 <p>履带运输车</p>
			<p>轨道运输机，载重量 300-500kg。行驶速度 0.3-0.7m/s。爬坡角度<math>\geq 15^\circ</math>。</p>	 <p>轨道运输机</p>



<p>辅助登高采摘</p>	<p>当果实品质达到该品种固有品质时，分期分批采摘，先熟先采，轻采、轻放、轻装、轻卸，避免机械损伤。在地势平坦或已进行宜机化改造的杨梅园使用果园多功能作业平台，行进过程中降低平台高度至初始位置，注意园内障碍物。</p>	<p>机械辅助登高</p>	<p>果园多功能作业平台，行走速度 2.0-4.0km/h。调平角度 12°。最大运载能力 350kg。平台升降高度 650-3000mm。</p>	 <p>果园多功能作业平台</p>
<p>环境、土壤信息监测</p>	<p>通过安装天敌友好型杀虫灯，以可视化的形式采集病虫害发生状况，并实现预测警示和处理。通过安装农业综合气象站，采集空气温湿度、土壤水分温度、光照强度、风速风向、降雨量等气象参数。数字化监测设备自带数据管理云平台和 APP，可通过网页或数字化大屏查看数据。</p>	<p>传感器、监测系统</p>	<p>农业综合气象站，实现大气环境数据监测，包括雨量、光照、温度、湿度、风速等。同时配备土壤监测仪，实现土壤温度、土壤水分、土壤 EC 值监测与数据上传。</p>	 <p>农业综合气象站</p>

#### (四) 典型基地效益分析

兰溪市汤友贵家庭农场杨梅栽培总面积 130 多亩，其中设施大棚 110 亩。近两年，推进“设施化、机械化、数字化”三化融合发展，提升改造大棚设施 80 亩，配备无人机、履带运输车、单轨运输机、碎枝机、水肥一体机等设备 20 多台（套）。通过不断的探索，提升了杨梅大棚搭建技术、大棚精品杨梅种植管理技术，杨梅成熟期比露地提早 15 天左右，商品果率达到 85% 以上，优质果率达到 70% 左右，分别比露地提高 30% 和 40% 左右。杨梅鲜果销售价格从原先的 10 元/斤（露地东魁）提高到 120 元/斤，亩综合效益达到 9 万元左右。通过宜机化道路改造、数字化管控和履带运输车、单轨运输机等应用，有机肥运输用工量从原来的 350 多工下降到 120 工，累计节约人工 65.7%，年节省开支 21.3 万元；通过无人机飞防，节约用水 80% 左右，亩节约人工成本 270 元/亩。七星山“梅”好农场建设技术成果，通过“e 兰茗果”小程序为全市 150 余户大棚杨梅种植户提供学习，服务面积 1500 余亩。

\* 浙江省畜牧农机发展中心提供素材并整理。

### 三、茶叶全程机械化生产模式与典型案例

#### 1、江苏溧阳上旺福地茶叶全程机械化生产模式与典型案例

##### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：安吉1号白、安吉黄金叶、浙农137、浙农139、安吉奶白茶。




适宜区域：江苏溧阳。

##### (2) 机械化路线

田间：机械中耕—机械除草—机械灌溉—机械植保—机械修剪—机械采摘—运输。

加工：萎调—杀青—做型—筛选—包装。

##### (3) 主要环节要点与机械配置

作业环节	作业要点	技术模式	机械配置要点	上旺福地茶场配置机具
茶园中耕	每年中耕2~3次，时间一般在5月、7月、9月，视茶园内的具体情况来定，第一次在春茶结束修剪前，施以15-25kg复合肥；第二次于梅雨季节结束后进行适时中耕除草，第三次在施基肥后进行，施以200-300kg有机肥、20-30kg复合肥后中耕，使肥料和土壤冲锋结合，促进茶树营养吸收。	机械中耕	中耕机、微耕机。	 <p>中耕机</p>
茶园除草	在茶园杂草长出时适时清除茶园杂草。	机械除草	割灌机、除草机器人。	  <p>割灌机      遥控割草机</p>

<p>茶园灌溉</p>	<p>运用水肥一体化喷灌系统，根据土壤水分、茶树长势、气候条件等情况，确定各品种茶树的需水、肥量，灌溉的水量，不应超过茶树根系内的土壤持水量。喷灌强度要和土壤透水性能相适应，一般茶园喷灌的喷幅半径以 7-10m 左右为宜，且喷幅半径有适当重叠，喷灌面积上的水量分布要均匀。</p>	<p>机械灌溉</p>	<p>喷灌设备。</p>	 <p>喷灌设备</p>
<p>茶园植保</p>	<p>物理防治：安装太阳能杀虫灯，灯管下端高于茶树 0.2~0.3m。在 3 月底以 2-3 亩/个安插茶尺蠖性诱捕器，春茶修剪结束后立即以 20-25 张/亩安插粘虫板，粘虫板悬挂高于修剪后茶树 20-30cm，视使用效果 1-1.5 月更换粘虫板。</p> <p>农药防治：在病虫害严重时选用高效、对口、低毒、低残留生物农药进行防治，如苦参碱、短稳杆菌、苏云金杆菌等。严格按照绿色食品农药使用准则的要求使用化学农药。</p>	<p>机械植保</p>	<p>太阳能灭虫灯、农用无人机、自走式喷雾机、性诱捕器。</p>	 <p>太阳能灭虫灯      农用无人机</p> <p>性诱捕器      自走式喷雾机</p>
<p>茶树修剪</p>	<p>成年茶树每年进行 2-3 次修剪，第一次于 5 月上旬春茶采摘结束后；第二次于 7 月上旬，根据茶树长势进行二次修剪，促进茶树枝条分化，控制茶树总体高度；第三次于秋末，视茶树生长情况和气候，进行适当打顶轻修剪，促进茶树木质化，减少虫卵，避免因茶树长势旺盛在冬季造成冻害。</p>	<p>机械修剪</p>	<p>双人茶树修剪机、单人茶树修剪机。</p>	 <p>双人茶树修剪机      单人茶树修剪机</p>

茶叶采摘	适时采摘保障茶叶品质。	机械采摘	单人采茶机、双人采茶机。	 <p>单人采茶机      双人采茶机</p>
农资运输	机械运输。	机械运输	田园运输车、轨道运输线。	 <p>田园运输车</p>
茶叶萎凋	对茶鲜叶萎凋、发酵。	机械萎凋	鲜叶摊青机、摇青机。	 <p>鲜叶摊青机      摇青机</p>
茶叶杀青	通过高温破坏和钝化鲜茶叶中的氧化酶活性，抑制鲜叶中的茶多酚等的酶促氧化，蒸发鲜叶部分水分，使茶叶变软，便于后期做型，同时散发青臭味，促进良好香气的形成。	机械杀青	茶叶杀青机。	 <p>茶叶杀青机</p>

茶叶做型	根据溧阳白茶制作工艺，进行做型、干燥。	机械做型干燥	茶叶理条机、多用机。	 <p style="text-align: center;">茶叶理条机、多用机</p>
茶叶筛选	对茶叶进行精选，剔除茶梗、黄片、杂物。	机械筛选	茶叶风选机、拣梗机。	 <p style="text-align: center;">茶叶拣梗机                      茶叶风选机</p>
茶叶包装	茶叶制成后包装上市。	机械包装	茶叶包装机。	 <p style="text-align: center;">茶叶包装机</p>

#### (4) 典型基地效益分析

溧阳市上旺福地茶场有限公司始创于 2012 年。位于风景秀丽的省级风景区—七彩曹山脚下，拥有土地 500 余亩，是集种植、生产、销售、科研及茶文化传播于一体的溧阳市农业产业化龙头企业，现有员工 50 人，其中技术人员 5 人，高级技师 1 人，农艺师 2 人，公司技术人员 80% 以上拥有相关专业中高级技能资格证书。公司通过 SC 认证，绿色食品认证。被农业部确定为“茶叶标准化试验示范基地”、江苏茶叶病虫害绿色防控示范区、省五星级乡村旅游区。溧阳市上旺福地茶场有限公司应用农机装备开展茶园管理、提高茶叶产量、提升茶叶品质的举措取得社会的认可，同时，我司还与扬州大学、江苏农林职业技术学院等高校科研院所建立了长期科研技术合作，是其重要的科研技术试验及示范基地。我司还与句容市中等专业技术学校建立了校外实训基地、市科协建立了茶叶基层科普示范基地，为推动茶叶科技示范推广、专业技术人才培养等方面做出了积极贡献。

\* 江苏省农业机械技术推广站提供材料并整理。

## 2、安徽名优绿茶黄山毛峰（黄山徽州）连续化、自动化、智能化生产模式与典型案例

### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：黄山毛峰群体大叶种。

适宜区域：皖南茶区及我国江南、江北茶区名优绿茶。


### (2) 机械化路线

智能化杀青—清洁化理条—连续化烘干—自动化分级分拣—智能化包装。

### (3) 主要环节要点与机械配置

作业环节	作业要点	技术模式	机械配置要点	基地配置机具
杀青	鲜叶在滚筒内杀青时间长短，出叶快慢，主要决定于筒内导叶板螺旋角的大小。一般筒的两端（进叶端和出叶端）在 60cm 内的螺旋角不小于 45°，中段的杀青工作段螺旋角不宜大于 22°，当温度升至 200~300°C、筒体部分泛红时，开始投叶杀青。杀青时，应随时检查筒温，并使温度稳定。当杀青结束时，必须在结束前 10min 降温，不再加热，以免产生焦叶现象。	智能化杀青	筒体温度前中部为 250°C 左右，尾端为 140°C 左右。特级至一级鲜叶杀青时，滚筒转速 24rpm，杀青时间 5~7min；二级、三级鲜叶杀青时滚筒转速 28rpm，杀青时间 4~6min。	 <p>杀青机</p>
理条	理条前，先将理条机预热，当理条机槽内温度达到 130~150°C 时，即手离理条机槽面 5cm 高处有热烫感时，杀青叶方可上机理条。理条叶应均匀地投放在理条槽内，并随时观察理条情况。要求理条叶在槽内上下翻动，促使茶叶受热均匀，快速挤滑成条。当理条槽内有茶汁积滞时，要及时擦洗清除，一定要保持理条槽内光滑，有利于理条。	清洁化理条	理条适度的茶叶成条，松紧自然，有峰苗似雀舌，理条叶含水量在 50%~55% 之间。理条叶下机后，应及时摊晾 5~10min 后（可通过调节输送带转速，在输送装置上室温摊晾），即上烘干机烘干。	 <p>燃气理条机</p>

<p>烘干</p>	<p>开机前，要全面检查热风解块动态烘干机传动、转速，保持筒体的清洁。开启滚筒空转2min，然后开启蒸汽热风转化器，通过热风输入管向滚筒内输入热风。当进风口温度达140℃并稳定时，即可投入揉捻叶进行解块。滚筒转速：28rpm；热风温度：130~150℃；解块时间：3~5min左右；台时产量：500~550kg。</p>	<p>连续化烘干提香</p>	<p>采用“初烘→二烘→三烘→提香”连续作业的方法进行干燥。干燥均匀，茶叶含水量为5%~6%；条索紧结匀整，有锋苗；不松泡，不断钝，不变曲，碎茶少；色泽绿润，不枯黄、枯灰或乌暗；香味浓醇或正常，无渥闷、青涩或其他不正常气味等。</p>	 <p>提香烘干机</p>
<p>分级</p>	<p>茶叶供料后进入圆筛机，圆筛机保证茶叶的匀整度，随后进入风选作业，风选除杂是为了去除较重的杂质，例如石子等。风选之后的茶叶还需要通过色选机进一步除去不同类型的杂质，确保茶叶品质。</p>	<p>自动化分级分拣</p>	<p><b>圆筛机：</b>负责茶叶的匀整度控制。  <b>风选机：</b>通过风选口分离石子等重杂质。  <b>色选机：</b>能够筛选出轻飘的非茶类杂质，例如羽毛、昆虫尸体等。</p>	 <p>圆筛机</p>  <p>风选机</p>  <p>色选机</p>

<p>包装</p>	<p>在除杂完成后，洁净茶叶进入全自动称重包装环节。为了保证生产效率，系统采用 2 台斗称（每台有 4 个 140 升斗）同时供料称重，随后通过 14 斗线性称来补充称重的精度，确保每袋茶叶称重精准。称重后的茶叶经过整形、抽真空、封口、贴标打码等步骤，最终通过自动装箱、封箱、码垛并通过 AGV 叉车运送至库区。</p>	<p>智能化包装</p>	<p><b>斗称与线性称重设备：</b>2 台斗称：每台斗称配备 4 个 140 升斗，确保供料速度。  <b>震动整形装置：</b>对内袋进行整形，确保包装美观。  <b>AGV 叉车：</b>用于将码垛完成的托盘运送至指定库区，实现无人化的物流管理。</p>	 <p>14 头组合称</p> <p>全自动上袋封口机</p> <p>侧推装箱机</p>
-----------	--	--------------	---	--

#### （4）典型基地效益分析

谢裕大茶叶股份有限公司成立于 2010 年，总部位于黄山市徽州区，注册资本 6800 万元。公司拥有 514 名员工，主要从事茶叶及茶食品的研发、生产、销售以及茶旅游相关产业，主要产品包括黄山毛峰、太平猴魁、祁门红茶、六安瓜片和大宗绿茶、花茶。公司拥有 6 个加工生产基地、11 条茶叶加工生产线，其中 7 条为与安徽农业大学合作研发的名优茶全程数控自动化初制加工生产线，实现了生产的连续化、清洁化、数控自动化和标准化，在国内茶叶生产加工领域处于领先地位。目前每条生产线每小时可加工 1000 至 1200 斤鲜叶，年产能超过 10000 吨，2023 年 3-6 月，公司共生产绿茶干茶 14000 吨。公司于 2024 年投资 2000 万元建设“黄山大宗绿茶精深加工智慧工厂”，单班（8 小时）产能近 30 吨，年产能 10000 吨，可成为亚洲最先进的餐饮茶原料生产供应及成品精制包装双一流的茶叶加工工厂。

\* 安徽省农业机械技术推广总站提供材料并整理。



### 3、浙江诸暨低山丘陵茶叶机械化生产模式和典型案例

#### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：选用本地群体种、浙农 117、迎霜和中茶 108 等茶树品种。

适应区域：浙中部低山丘陵，茶园坡度：缓坡，坡度不大于 25 度。

#### (2) 机械化路线

茶园生产：机械中耕（除草、施肥）—机械植保、灌溉—机械修剪—机械收获（采摘）—机械转运。

茶叶加工（诸暨西施石笕茶）：摊放—杀青—轻揉—理条整形—初烘—辉锅提香—复烘足干。

#### (3) 主要环节要点与机械配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
中耕(除草、施肥)	根据茶园杂草生长情况，及时采用割灌机等进行茶园除草作业；结合茶树需肥特点，安排无人机喷施颗粒肥和叶面肥，做到快速均匀；每个茶季结束后，可采用茶园耕作机进行 15cm 以内的浅耕，以打破因采茶对土壤踩压所形成的表面结壳即可，到秋冬季结合施基肥，行间进行深 25cm 的机械耕作。	机械整地	微耕机、掘耕机。	   无人机施肥      茶园耕作机      茶园割灌机
植保、灌溉	加强茶园病虫害预测预报，积极采用农业防治、物理防治、生物防治技术手段进行综合治理，必要时采用无人机和机动喷雾机进行化学防治，化学防治过程务必根据要求准确、合理选用农药。	机械植保 自然雨水	无人机、机动喷雾机。	  无人机植保      机动喷雾植保
修剪	利用单人修剪机对条栽茶园茶蓬两侧徒长枝条进行修剪作业，以预留 25cm 左右行宽为宜，便于操作；结合茶园生长势，利用双人修剪机对茶树分别进行轻修剪（一般剪去树冠表层 3-5cm 的枝叶）、深修剪（一般剪去树冠表面 10-15cm 枝叶）和重修剪（通常是离地 40-50cm 剪去地上部树冠）作业，以培养优质高效树冠，达到增产、提质的目标。	机械修剪	单人、双人修剪机。	  单人修剪机      SM110型双人修剪机

<p>采摘</p>	<p>对一芽二、三叶茶芽生长的茶园，采用手工或手持式名优茶单人采茶机进行采摘作业，要求茶芽匀净度好，所采鲜叶原料用于加工中低档名优茶；对一芽三、四叶茶芽生长茶园，适时采用双人采茶机进行采摘作业，要求茶园采后蓬面平整，鲜叶采摘标准，用于加工优质茶叶。</p>	<p>机械采摘/ 手工采摘</p>	<p>单人、双人及手工采摘。</p>	 <p>单人采茶机      双人采茶机</p>
<p>运输</p>	<p>针对坡度较大茶园铺设轨道运输车进行生产物资运输，降低劳动强度；缓坡茶园采用货车进行鲜叶等运输，运输过程中，严格遵守安全生产的各项规定。</p>	<p>机械运输</p>	<p>轨道机、运输汽车。</p>	 <p>轨道运输车      货车运输</p>
<p>茶叶摊放</p>	<p>应用清洁卫生、透气良好的盛具盛装，不得紧压。鲜叶运送应及时，防止发热、机械损伤和混入有毒、有害及非茶类物质。</p>	<p>机械摊青</p>	<p>通风。</p>	 <p>茶叶摊青机</p>
<p>茶叶杀青</p>	<p>杀青温度：以 220℃~300℃为宜，分段控温应掌握“先高后低”的原则，即自热源端到出叶端，筒温由高到低。掌握“高温杀青、嫩叶老杀，老叶嫩杀，老而不焦，嫩而不生”的原则，杀匀杀透。</p>	<p>机械杀青</p>	<p>宜采用 50 型及以上滚筒杀青机等杀青设备。</p>	 <p>茶叶杀青机</p>

茶叶轻揉	根据机型与鲜叶等级而定，如采用 40 型揉捻机，单桶投叶量八成满为宜。采用不加压冷揉，轻揉后及时解块抖散。	机械轻揉	采用揉捻机等设备。	 <p style="text-align: center;">茶叶揉捻机</p>
茶叶理条整形	采用理条机、电炒锅等设备。根据机型与鲜叶等级而定，如采用 320 cm×120 cm（12 槽）的理条机，投叶量 1kg 左右为宜。	机械整形	根据机型与鲜叶等级而定。	 <p style="text-align: center;">茶叶理条机</p>
茶叶烘干	根据机型而定，如采用链板式烘干机，温度以 120℃~130℃为宜。根据机型和鲜叶等级而定，以 10 min~15 min 为宜。	机械烘干	根据机型和鲜叶等级而定。	 <p style="text-align: center;">茶叶烘干提香机</p>

#### (4) 典型基地效益分析

诸暨市沁露茶叶专业合作社位于诸暨市璜山镇，现有茶叶种植面积为 400 亩，茶叶生产种植、采摘、加工、包装、储藏、销售等环节规范运营。合作社加强农机与农艺技术集成融合示范，按照机械中耕（除草、施肥）——机械植保、雨水灌溉——机械修剪——机械（手工）收获（采摘）——机械转运——机械加工（摊放→杀青→轻揉→理条整形→初烘→辉锅提香→复烘足干）的全程机械化生产模式，形成标准化生产技术规程。与传统茶叶生产方式相比，减轻劳动强度，减少管护人工 10 人/亩，节约了人工成本；与传统加工方式相比，在加工时间相等的情况下机械化加工是手工产量的 28 倍，按日加工 150kg 鲜叶计算加工成干茶为 32.5kg 左右，日节约成本 5400 元，按年产 1 吨计算，可降低成本 16.6 万元。在推进茶叶生产全程机械化的进程中，合作社引进先进适用的茶叶机械装备，降低了劳动强度，降低了生产成本，提高了茶叶品质，带动周边茶农应用科学技术致富作用明显。

\* 浙江省畜牧农机发展中心提供材料并整理。

## 四、中药材全程机械化生产模式与典型案例

### 1、内蒙古乌兰浩特赤芍种植机械化生产模式与典型案例

#### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：赤芍。

适应区域：内蒙古乌兰浩特地区。

#### (2) 机械化技术工艺路线

模式一：机械育苗—机械深松整地—机械撒肥—机械作畦—机械播种—机械灌溉—机械覆膜—机械揭膜—机械植保、灌溉—机械中耕除草—机械杀秧—机械收获、捡拾（为移栽作准备）。


模式二：机械种植—机械深松整地—机械撒肥—机械起垄—机械移栽—机械植保、灌溉—机械中耕除草—机械收获。

#### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
基肥撒施	施肥量依据土壤肥力检测情况而定，一般每亩施有机肥料1000kg~2000kg。硫酸钾型三元复合肥20~40kg。施肥时，要求底肥撒肥均匀，无漏撒、重撒和肥料集堆现象，交接行≤10cm。	机械撒肥	采用 2FGHW-10 型牵引式双卧辊厩肥抛撒机，配套动力 74 ~125 kW，工作幅宽 4000 mm，装载容积12.5 m <sup>3</sup> 。	 <p>2 FGHW-10型牵引式双卧辊厩肥抛撒机</p>
起垄/作畦	作床前施用有机肥，需将基肥与土壤充分搅拌；旋耕整地，要求机耕深度≥20cm，旋耕粉碎土壤，表面平整，土块均匀，土块直径≤1cm。育苗田：作畦畦高12cm~15cm，畦底宽120cm，畦顶宽90cm；生产田：一般起60cm~65cm标准垄即可。	机械起垄/作畦	采用 3ZGD-5 型直刀动力中耕机，配套动力162 kW，工作幅宽 3600 mm，松耕深度250 mm。	 <p>3ZGD-5型动力中耕起垄机</p>

播种	<p>赤芍育苗田播种量一般为60kg/亩，要求播种条播行距6cm~7cm，播深4cm~5cm。</p>	<p>机械播种（模式一）</p>	<p>采用 2BG-130 型高密度育苗播种机，配套动力 37 kW，播种行距 40 ~150 mm，播种深度 30 ~70 mm。播种行数 6 ~20 行（可调）。</p>	 <p>2BG-130型 密度育苗播种机</p>
覆膜	<p>覆膜作业主要针对赤芍育苗田播种结束后，一般在每年的9月初至9月中旬进行，要求在最后一次喷灌2天后开始覆膜。覆膜要求边缘压土均匀且无缝隙，同时膜中间需压防风土带。</p>	<p>机械覆膜（模式一）</p>	<p>采用 2BP-130 型悬挂式覆膜机，配套动力18 kW，覆膜宽度 1300 mm。</p>	 <p>2BP-130型悬挂式覆膜机</p>
揭膜	<p>每年4月份，地膜每隔15~20cm开通风口，令苗适应外界温度。适应后根据当地气温情况撤膜。</p>	<p>机械揭膜（模式一）</p>	<p>采用 2US-130 型地膜撤膜机，配套动力18 kW，覆膜宽度1300 mm。</p>	 <p>2US-130型地膜撤膜机</p>

移栽	<p>移栽作业一般在每年9月份进行，移栽株距25cm~28cm，横苗移栽覆土深度8cm~10cm；立苗移栽覆土深度5cm~7cm。一般每亩栽苗3700~4400株左右。</p>	机械移栽（模式二）	<p>采用 2ZYL-2 型多苗位裸苗移栽机，配套动力37 kW，移栽株距10 ~40 cm，移栽深度 3 ~8cm（立苗位）/8 ~12cm（横苗位），移栽行数 2 行。</p>	 <p>2ZYL-2型多苗位裸苗移栽机</p>
中耕除草	<p>每年至少中耕3次，每次侧重不同分为一松，二耕，三培土。根据田间杂草生长情况而定，进行中耕除草作业，要求中耕深度2~3cm。</p>	机械中耕除草（模式二）	<p>采用 3ZGC-5 型中耕除草机，配套动力37 kW，作业行数 4 行，作业幅宽:2400 ~3200 mm（可调）。</p>	 <p>3ZGC-5型中耕除草机</p>
收获	<p>赤芍种苗收获：一般在9月份，苗龄1~2年，直径达到1cm左右时进行种苗起收，要求挖掘深度≥25cm，收净率≥95%，损失率≤5%。起收后种苗覆盖于地表晾晒至表干待捡拾。</p> <p>赤芍生产田收获：一般在9月份，苗龄达到5年以上时进行采收，要求挖掘深度不小于50cm，收净率≥95%，损失率≤5%。</p>	机械收获	<p>采用 4UY 系列药材收获机，配套动力:66 /162 kW，工作幅宽1300/1800 mm，挖掘深度 ≤550 mm。</p>	 <p>4UY-130/180型药材收获机</p>

<p>捡拾</p>	<p>赤芍种苗捡拾：将起收后覆盖于地表的赤芍种苗进行二次捡拾，过程中完成选级、除杂、罐装等工序为移栽作准备。</p>	<p>机械捡拾（模式一）</p>	<p>采用 4UJ-130 型种苗捡拾机，配套动力66 kW，工作幅宽 1300 mm，挖掘深度 ≤200 mm。</p>	 <p>4UJ-130型种苗捡拾机</p>
-----------	--	------------------	---	---

#### （4）典型基地效益分析

兴安盟奥特奇农业资源开发有限公司赤芍全程机械化生产基地位于内蒙古乌兰浩特市葛根庙镇，2024年，赤芍种植规模近4000亩，平均产量1000kg/亩，采用全程机械化生产作业模式较人工常规作业，亩节本增效达到800元以上，亩增加产值达到2000元以上。

\* 兴安盟奥特奇农业资源开发有限公司提供素材，国家中药材产业技术体系机械化功能研究室与黑龙江省农业机械工程科学研究院整理。

## 2、山西五寨黄芪机械化种植生产模式与典型案例

### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：黄芪。

适应区域：山西忻州市五寨县及周边县。

### (2) 机械化生产技术路线

机械施肥整地—机械播种—机械中耕管理—机械秸秆收获—机械种苗收获—机械移栽—机械中耕管理—机械秸秆收获—机械根茎收获—产后处理及初加工。

### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置	合作社配置机具
机械施肥整地	<p>底肥：亩用生物菌肥 100kg，复合肥 40kg 作为底肥，均匀撒入地面。</p> <p>深翻：黄芪育苗必须得深翻，在 50cm—70cm 之间，将底肥深施。</p> <p>旋耕：用 1804 以上的大马力拖拉机，配套 2.5 米宽的旋耕机旋耕 25cm 以上，旋磨平整。</p>	机械施底肥、机械耕整地	拖拉机、深翻犁、旋耕机、撒肥打药一体机。	  <p>撒肥打药一体机</p> <p>深翻犁</p>  <p>250 型双刀旋耕机</p>
机械播种	<p>黄芪育苗亩用种量 10—12kg（亩产鲜种苗 15 万株左右），用 1804 马力以上的拖拉机配套专业黄芪起垄机播种，播种深度为 1cm 左右，行距宽 12cm，株距 10cm，垄面宽 2.4 米的起垄播种，同时将滴灌带一起铺入（滴灌带行距 40cm 左右）。</p>	机械播种	拖拉机、黄芪播种机、滴灌带。	 <p>2.4 米起垄播种机</p>



<p>中耕管理</p>	<p>播种后立即进行第一次滴水,保障种子发芽率。苗高 5—10cm,开始第一次人工拔草,苗高 15—20cm 开始第一次水肥一体化滴肥,亩用水溶性硫酸钾 20kg,尿素 10kg 随滴水灌溉施入。</p>	<p>中耕管理</p>	<p>水肥一体化滴肥机、滴灌带。</p>	 <p>水肥一体滴肥机</p>
<p>秸秆收获</p>	<p>霜降前后,用 504 型拖拉机配带双盘割草机,将地上秸秆割倒成垄晒干,用捆草机打捆代售。</p>	<p>机械秸秆收获</p>	<p>504 型拖拉机、双盘割草机。</p>	 <p>双盘割草机</p>
<p>种苗收获</p>	<p>翌年初春,土层消融后,开始挖种苗,采用 2404 型以上马力的拖拉机,配带专门黄芪起苗机起深 50cm 以上,筛出后整顺装包,进行移栽。</p>	<p>机械收获种苗并包装</p>	<p>2404 型以上马力的拖拉机、黄芪起苗机。</p>	 <p>黄芪起苗机</p>

<p>移栽</p>	<p>移栽的用肥与育苗的相同,但不需要深翻,将肥撒入地表,用旋耕机将肥旋入,将地整平。</p> <p>用 954 以上马力的拖拉机,配套行距为 30cm 的摆苗机进行摆播,用工人 10 名坐在摆苗机上,每人一垄,以沟深 15cm 左右,株距为 10—15cm 摆苗,亩用种苗 150kg 左右。并配套将滴灌带铺入。滴灌带行距为 30cm 左右。</p>	<p>机械移栽种苗</p>	<p>954 以上马力的拖拉机、行距为 30cm 的十行摆苗机、滴灌带。</p>	 <p>十行摆苗机</p>
<p>中耕管理</p>	<p>摆苗后立即进行第一次滴水,保障种苗发芽率。苗高 5—10kg,开始第一次人工拔草,苗高 15—20kg 开始第一次水肥一体化滴肥,亩用水溶性硫酸钾 20kg,尿素 10kg 随滴水灌溉施入。</p>	<p>中耕管理</p>	<p>撒肥打药一体机、水肥一体化滴肥机、滴灌带。</p>	 <p>撒药打药一体机      水肥一体滴肥机</p>
<p>秸秆收获</p>	<p>霜降前后,用 504 型拖拉机配带双盘割草机,将地上秸秆割倒成垄晒干,用捆草机打捆代售。</p>	<p>机械秸秆收获</p>	<p>504 型拖拉机、双盘割草机。</p>	 <p>双盘割草机</p>

根茎收获	用 2404 型以上马力拖拉机配套 2 米宽幅的黄芪起挖机，深度为 50cm 至 70cm 左右。	机械根茎收获	2404 型以上马力拖拉机、2 米宽幅的黄芪起挖机。	 <p style="text-align: center;">黄芪起苗机</p>
产后处理及初加工	将黄芪成品筛出，拉入晒场，晾干，打捆待售，或修剪成条待售。	机械产后处理及初加工	拖拉机、打捆机	  <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>打捆机</span> <span>成品</span> </p>

#### （四）典型基地效益分析

五寨县道地中药材农民专业合作社，共种植中药材 3000 亩，其中：黄芪育苗 1000 亩，黄芪移栽 1800 亩，党参 120 亩，黄芩 80 亩。平均亩投入（包括种子、化肥、农药、耕整地、播种、田间管理、收获等各个生产环节的费用）3800 元，以黄芪育苗计算，亩产 150 万株种苗，株重以 5 克计算，亩产种苗 750 公斤，按前三年黄芪种苗平均价每公斤 12 元，亩产值 9000 多元，扣除投资成本纯利润 5200 多元。全面实现机械化作业，贯穿产前、产中、产后全过程，实现优质、高产、高效，保证农业产业的可持续发展。有效提高农业生产的资源使用效率、生产率、高质量的可持续性。

\* 五寨县道地中药材农民专业合作社提供素材，山西农业机械发展中心整理。

### 3、甘肃陇西黄芪种子繁育全程机械化生产模式及典型案例

#### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：陇芪2号、陇芪3号。




适宜区域：甘肃、宁夏、青海、内蒙等。

#### (2) 机械化生产技术路线。

机械撒基肥、深翻—机械耕整地—机械播种—机械植保（追肥、除草）—机械收获—机械清选除杂—干燥低温贮藏。

#### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
撒施基肥	一般每亩施腐熟农家肥 2500kg~5000kg 或有机肥 80kg—100kg, 硫酸钾型三元复合肥 50kg~100kg。	机械撒肥	颗粒状肥料撒肥机, 匹配 30—50 马力拖拉机; 厩肥撒施车, 匹配 80—100 马力拖拉机。	 2F-8 型撒肥机  2FJ-3 型厩肥撒施机
深翻	前茬作物收获后采用机械深翻晒垡或机械深松处理; 要求深度 $\geq 40\text{cm}$ , 起到改善耕层结构和团粒结构, 增加土壤通透性的作用。深松每 2—3 年一次, 结合实际, 深松与深翻可交替进行。深松深度尽可能达到 50cm 以上, 以增加耕作层, 为种苗舒展提供耕层空间。	机械深翻或深松	1LFT-340 型翻转犁, 匹配 95-102 kW 轮式拖拉机; 1SZL-250 型深松整地联合作业机, 匹配 102-121 kW 轮式拖拉机。	 1LFT-340 型翻转犁  1SZL-200 型深松整地机
耕整地	播种前施肥后进行。采用旋耕机或者驱动耙进行地表旋耕整地处理; 耕整地后要求土壤地表平整, 土块均匀, 土块直径 $\leq 1\text{cm}$ , 上虚下实, 达到待播状态。	机械整地	250 型旋耕机, 匹配 90 马力拖拉机; 350 型驱动耙, 匹配 100—120 马力以上拖拉机。	 1GKN-250 型旋耕机  1BQ-350 型驱动耙

<p>机械直播</p>	<p>采用地膜穴播方式进行播种。地膜可选用 1200mm（4 行）或 1400mm（5 行）黑色或银白色地膜；每穴播种 5—8 粒，行距 200mm，穴距 100mm，亩播量 3—5kg，播种深度 2—3cm，播后可少量覆沙，尽量减少覆土以引起板结；也可对籽粒进行丸粒化处理，实现精量播种，每穴 3-5 粒。</p>	<p>机械覆膜穴播</p>	<p>4 行或 5 行覆膜穴播机，配套动力 30—50 马力拖拉机；窝眼排种器。</p>	 <p>2MBF-6 型精量穴播机      1GKNM 型起垄铺膜穴播机</p>
<p>机械植保、中耕除草</p>	<p>黄芪苗生长过程中需根据植物生长性状追肥 2-3 次，生长中后期可根据需要喷施叶面肥 3—4 次；由于采用覆膜种植技术，可有效防治株间和种植带上的杂草；膜侧除草可采用中耕培土机完成，要求不撕膜、不扯膜，不伤苗。</p>	<p>无人机或机动喷雾器植保、机械中耕锄草</p>	<p>T40 或 T50 型植保无人机；共轴双螺旋。采用中耕锄草机行间除草。</p>	 <p>T40 型植保机      中耕锄草机</p>
<p>机械收获、除杂、晾晒</p>	<p>在黄芪（黄芩）籽粒成熟后，采用改装后的自走式玉米收获机进行种子收获初选除杂，三轮车转运到晾晒场后，采用小型种子清选机进行二次除杂，晾晒后在干燥、低温环境下贮存。</p>	<p>机械收获、除杂，机械转运、晾晒、贮存</p>	<p>改装 4YL-5M5 型自走式玉米收获机，收获行数 5 行；发动机功率 147kW。</p>	 <p>4YL-5M5 型草籽收获机      除杂、晾晒</p>

#### （4）典型基地效益分析

2024 年，甘肃省陇西县福星、首阳、和平等乡镇黄芪（黄芩）全程机械化育种 1.5 万亩，经多点调查，平均亩产黄芪种子 40kg（干货），黄芪种子价格 150 元/kg，亩综合支出（含物化投入、机械投入和人工投入）3000 元，亩毛收入 6000 元，亩纯收入 3000 元，同时采用全程机械化较人工种植亩节约播种、锄草、中耕追肥和收获成本 900 元以上，黄芪机械化育种 1.5 万亩累计可为农民增收 4500 万元，节约劳动力支出 1350 万元。

\* 陇西县盘龙山紫斑牡丹种植农民专业合作社提供素材，甘肃省农业机械化技术推广总站与甘肃农业大学机电工程学院整理。

#### 4、甘肃黄芪种苗繁育全程机械化生产模式与典型案例

##### (1) 适宜品种和区域


适宜品种：陇芪2号、陇芪3号。



适应区域：甘肃、宁夏、青海等。

##### (2) 机械化生产技术路线

机械撒基肥、深翻—机械耕整地—机械精量播种—机械植保（施肥、除草）—机械收获种苗。

##### (3) 主要环节作业要点与机具配置要点

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
基肥撒施、深翻	前茬作物收获后采用机械深翻晒垡，深翻深度 $\geq 35\text{cm}$ ，起到防治病虫害，改善耕层结构和团粒结构，增加土壤通透性的作用。一般每亩施腐熟农家肥 2500kg~5000kg 或有机肥 80kg—100kg，硫酸钾型三元复合肥 30kg~50kg。	基肥撒施、机械深翻	采用 1LFT-340 型翻转犁或栅条犁；动力 95-102kW；作业深度 25-45cm。采用圆盘撒肥车或颗粒状撒肥机（颗粒状有机肥或复混肥）。	  <p>1LFT-340 型翻转犁      2FGB-8 型双圆盘撒肥车机</p>
耕整地	播种前施肥后进行。对前茬地块未开展深翻的地块，采用深松整地联合作业机一次完成深松旋耕整地作业，深松深度 $\geq 25\text{cm}$ ，以打破犁底层为宜，旋耕深度 10cm-15cm；对已采用深翻作业的地块，可采用旋耕机进行地表旋耕整地处理；耕整地后要求土壤地表平整，土块均匀，土块直径 $\leq 1\text{cm}$ ，上虚下实，达到待播状态。	机械深松整地	采用 1SZL-250 型深松整地联合作业机；配套动力 102-121kW；松土深度 300-500mm（可调）。	  <p>1SZL-250 型深松整地联合作业机</p>
精量播种	每年 5 月-6 月份，地温稳定在 8℃—12℃时进行播种。采用起垄覆膜播种机一次完成起垄、覆膜、精量穴播等多道作业工序。亩播种量 4kg-5kg，每穴播种 20-30 粒，播种行距 20cm，播种深度 1-3cm。	机械覆膜播种	采用 1GKNM 系列精整起垄覆膜播种机；动力 87-146kW；垄顶宽度 1300mm；起垄高度 25cm。	  <p>1GKNM 型系列精整起垄铺膜机</p>

<p>施肥、锄草</p>	<p>黄芪苗生长过程中需根据植物生长性状追肥 2-3 次，生长中后期可根据需要喷施叶面肥；黄芪苗由于采用覆膜种植技术，可有效防治株间和种植带上的杂草；膜侧除草可采用中耕培土机完成，要求不撕膜、不扯膜，不伤苗。</p>	<p>无人机或喷雾器植保、机械中耕锄草</p>	<p>T40 或 T50 植保无人机药箱容积 40L，螺旋桨形式，共轴双螺旋。中耕锄草机宽幅 30cm。</p>	 <p>T40 型植保中耕锄草机</p>
<p>收获</p>	<p>黄芪苗一般当年收获。收获可采用分段收获或半联合收获（收集装车），收获时应尽量减少断根、伤根，提高收净率，要求收净率≥95%，损失率≤5%。分段收获一般采用升运链链式或振动筛式挖掘机，配套 2—3 人辅助捡拾、分级束把；联合（半联合）收获可通过多级升运链完成药土分离，并通过侧输送装置收集装车，运回加工场地后分级束把。</p>	<p>机械收获</p>	<p>采用 4YS 型药材联合收获机，配套动力 102-161.7 kW；工作幅宽 1600 mm；挖掘深度 ≤550 mm；作业速度 0.25-0.5 km/h。</p>	 <p>4YS 型药材联合收获机</p>

#### (4) 典型基地效益分析

近年来，甘肃省陇西县、渭源县、通渭县、民乐县等黄芪主产区育苗机械化技术体系、机具系统基本成熟，所育种苗基本能够满足甘肃黄芪移栽需要。经对典型主产区陇西县调查，采取机械化育苗平均亩产黄芪种苗 600kg（湿货）以上，黄芪种苗价格平均 12 元/kg，亩综合支出（含物化投入、机械投入和人工投入）3360 元，亩毛收入 7200 元，亩纯收入 3840 元，较人工育苗亩节约劳动力成本 3100 元以上。

\* 陇西县地龙农机农民专业合作社提供素材，甘肃省农业机械化技术推广总站与甘肃农业大学机电工程学院整理。

## 5、江苏沛县牛蒡机械化生产模式与典型案例

### (1) 适宜品种和区域


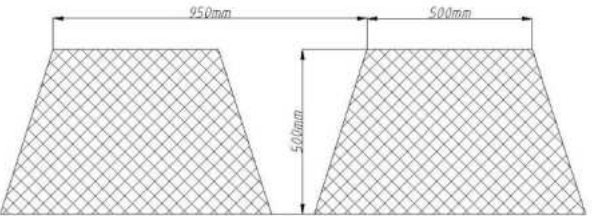

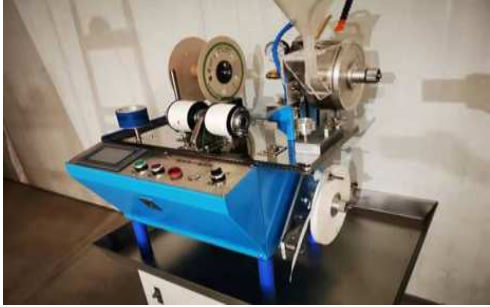
适宜品种：牛蒡。

适应区域：江苏徐州。

### (2) 机械化生产技术路线

机械整地施肥--机械开沟—机械选种编织—机械播种—机械田间管理—机械收获。

### (3) 主要环节作业要点与机具配置要点

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	中科种植家庭农场种植基地配置机具
机械整地施肥	先进行土地平整、深耕，用旋耕机旋耕或铧式犁翻耕土地。	机械整地	1GQN-230旋耕机，配套动力52.9-66.2kW，耕深8-14cm。	 <p>旋耕机</p>
机械开沟	 <p>机械开沟，沟深500mm，行距950mm，垄顶宽500mm。</p>	双行开沟	RL-702-12110双行开沟机，开沟深度1200mm，行距950mm。	 <p>双行开沟机</p>
选种编织	种子经清水浸泡后筛选，随后晒干采用编织机编织成带。	种子编织	ZNC-09数控种子编织机。	 <p>种子编织机</p>



播种	编织带播种机播种，播种深度1-2 cm。	编织带播种	编织带播种机，单行播种，播种深度1-2 cm，人工推动行走，作业效率20亩/人/天。	 <p style="text-align: center;">编织带播种机</p>
田间管理	播种后12月-次年3月需搭建拱棚保温保墒；浇水采用滴灌带，水肥一体化灌溉系统；除草不打药。	拱棚、滴灌带	人工搭建、拆除小拱棚，人工除草，智能水肥药一体化机。	 <p style="text-align: center;">智能水肥药一体化机</p>
机械收获	秸秆还田机杀秧后采用单行挖掘机挖掘，挖掘深度60cm，由504拖拉机带动，每天早晚收获，避免太阳直晒。	挖掘收获	BH-4000牛蒡挖掘机。	 <p style="text-align: center;">牛蒡挖掘机</p>

#### (4) 典型基地效益分析

江苏省徐州市沛县栖山镇中科种植家庭农场，牛蒡种植规模 2500 余亩，采用大豆轮作方式。播种时间：每年 10 月，株距 5.5-7cm，根据播种时间不同调整；收获时间：6 月中旬。耕种收主要环节采用机械化生产模式，能够节约劳动成本约 800 元/亩。收获的牛蒡通过清洗、烘干后加工成食用、药用产品，提高附加值。

\* 沛县农业农村局、徐州市沛县栖山镇中科种植家庭农场提供素材，农业农村部南京农业机械化研究所整理。

## 6、广西金槐机械化生产模式与典型案例

### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：槐树。

适应区域：广西、山东等槐树种植区域。

### (2) 机械化生产技术路线

宜机化改造—机械育苗嫁接—机械种植—机械田间管理（整形矮化、除草、施肥、防虫）—田间运输—机械收获—产后处理及初加工—贮存冷藏。

### (3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
宜机化改造	用挖掘机将残留的树菟挖出并填平，再将斜坡、土坡进行土地平整，以便种植以及机具行走。	挖掘机开挖、平整	农用挖掘机。	 <p>农用挖掘机</p>
育苗嫁接	使用电动剪枝机将砧木对半剖开一个 1.5-2cm 的切口，再将嫁接木切口处斜切成 V 形，两者切口相互契合，用细麻绑好，再用胶带缠绕固定。嫁接部分涂抹上石蜡或蜂蜡后移植到适宜的土壤环境中进行养护和管理。	机械切口、嫁接	电动剪枝机。	  <p>电动剪枝机      嫁接苗</p>
种植	机械挖坑：长 100cm，宽 100cm，深 80cm；行距 2.8-3m，株距 3m-4m；种植已培育嫁接好的金槐树苗，成活率 98%以上；种植完再进行施肥。	机械化挖坑、覆土种树等	农用挖掘机、旋耕机。	  <p>JKW-08 型农用挖掘机      XK06-002-00690 型旋耕机</p>

<p>整形矮化</p>	<p>定干、整形修剪、树体高度控制在 2.0~2.5m, 每年冬天及时剪除过粗枝条(粗度超过主干 1/3) 一次。</p>	<p>机械化修剪</p>	<p>电动剪枝机。</p>	 <p>ZY-930 型电动剪枝机      ZY-933 型电动剪枝机</p>
<p>除草</p>	<p>根据杂草长势情况, 择时进行杂草除草管护。杂草可留原地自然腐化有机肥。</p>	<p>机械化除草</p>	<p>除草机。</p>	 <p>YX-24V-800EV 型除草机</p>
<p>施肥、防虫</p>	<p>根据槐花养分需求, 进行有机肥施肥管理(每亩 300kg 有机肥), 一般于十二月左右施肥, 先用肥料运输车运输至种植基地, 再用无人机进行无人机械化施肥。物理防虫采用诱虫灯, 1 盏诱虫灯可以覆盖 50-80 亩, 化学防治采用植保无人飞机进行作业。</p>	<p>机械化运输、防虫</p>	<p>肥料运输车、诱虫灯、无人机植保。</p>	 <p>肥料运输车</p> <p>杀虫灯      无人机作业</p>

<p>运输</p>	<p>利用运输装备完成树苗种植、槐园肥料、农药的上山转运及槐米、槐花的下山转运。</p>	<p>机械运输</p>	<p>履带运输车。</p>	 <p>JT-2M-T 型履带运输车</p>
<p>收获</p>	<p>每年 7-9 月开始用电动剪枝机采摘槐花，亩产槐米 128kg。采摘后使用脱粒机将槐花进行脱粒处理；脱粒之后的槐树枝放入粉碎机中粉碎至碎块以便保存方便后续在金槐种植基地腐化有机肥使用。</p>	<p>机械收获</p>	<p>电动剪枝机、槐米脱粒机、粉碎机。</p>	 <p>电动剪枝机      脱粒机</p> <p>粉碎机</p>
<p>产后处理及初加工</p>	<p>机械化杀青，脱粒后的槐花进行蒸制 13 分钟左右进行杀青，再放入烘箱中 100-150℃烘干，烘干至水分含量 22%，最后进行复干到达水分含量 9.6%。</p>	<p>机械杀青</p>	<p>槐米蒸箱、槐米烘干机。</p>	 <p>RXH-2 型热风循环烘箱      槐米蒸箱</p>

<p>贮存冷藏</p>	<p>将杀青完成后的槐米按批次分好放入冷库中恒温保存（温度 6°C-8°C）。</p>	<p>机械化保存</p>	<p>冷库。</p>	 <p>冷库</p>
-------------	---	--------------	------------	--

#### （四）典型效益案例分析

桂林原心达生物科技有限公司 2017 年成立于中国金槐之乡--全州县，公司现拥有 4000 平方米高标准加工车间，自有育苗、种植示范基地 4000 余亩，签约合作基地 8000 亩（桂林市金槐种植面积约 40 万亩）以及全州境内仅有的 1000 多棵百年以上的古金槐树。公司于全州枳塘镇珠塘村委承包石漠化荒地 530 亩建设金槐生产全程机械化创新示范基地，基地采用该套机械化作业生产模式后，基地每年田间管理金槐树两次（分夏、秋采枝两次），一亩金槐树年产金槐米 128kg，对比人工增产 20kg×50 元/kg=1000 元；机械化耕、种、管、收、运输等环节比人工作业节约 700 元左右，节本增效显著，同时解决了石漠化荒地树苗、肥料等农资运输难、灌溉难及边远山区农村劳动力紧缺请工难等多个问题。通过示范推广应用金槐机械化生产技术模式，对于推动中药材机械化生产节本增收、提质增效、强农富农，推动石漠化荒地优势特色产业高质量发展，推进产业兴旺、乡村振兴提供了可靠的机具和技术保障。

\* 桂林原心达生物科技有限公司提供素材，广西壮族自治区农业机械化服务中心整理。

## 7、贵州兴仁薏苡机械化生产模式与典型案例

### (1) 适宜品种和区域

适宜品种：薏苡。


适应区域：南方地区、贵州、福建等地。

### (2) 机械化生产技术路线

机械耕整地—机械播种与施肥—机械田间管理—机械收获。

### (3) 主要环节作业要点与机具配置要点

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	配置机具
耕整地	采用旋耕机进行旋耕作业，确保土地耕作质量，土粒细碎，耕深在 20~25cm 之间。	机械化耕整地	采用 804 型以上轮式拖拉机配套旋耕机。	 <p>804 型拖拉机、954 型拖拉机、1GKN-230 型旋耕机</p>
播种	采用薏苡精量播种机播种，四行机宽窄行行距为 80cm、60cm，穴距 70cm；三行机行距 73.3cm，穴距 70cm；播种量 7-9 粒/穴、施肥深度 10cm，一次性完成播种、复土、镇压、施肥联合作业。	机械化播种	采用 904 型轮式拖拉机悬挂薏苡精量播种机。	 <p>薏苡精量播种机</p>
田间管理	根据当地病虫害的发生规律，按植保要求选用药剂、用量及机械化高效植保技术操作规程进行防治作业。	机械化田间管理	植保无人驾驶航空器。	 <p>3WWDZ-15A 型无人驾驶航空器</p>

收获	采用联合收割机进行机收作业，严格遵循收割机操作规程，选择适合薏苡收割的最佳时机（薏苡成熟度达到 90% 以上，晴天或阴天），把薏苡籽粒损失率控制在 5% 以内，籽粒含杂率低于 3%。	机械化收获	采用履带自走式全喂入谷物联合收割机。	 <p data-bbox="1632 504 1883 528">4LZ-4.5D 型联合收割机</p>
----	---	-------	--------------------	---

#### (4) 典型基地效益分析

在兴仁市下山镇茅坪村铜鼓坪建设 500 亩薏苡机械化生产示范基地，平均亩产为 272.5kg。拖拉机耕整地比微耕机作业节约 60 元/亩；机械化播种一次性完成播种、复土、镇压、施肥联合作业，比人工作业节约 240 元/亩；机械化收获比人工收割节约 223 元/亩；机械化生产比传统种植增产 11kg/亩，增收 77 元/亩。薏苡机械化生产节本增收 600 元/亩，500 亩共计节本增效 30 万元。

\* 兴仁市农业农村局提供素材，贵州省农业机械技术推广总站整理。