

第二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

2022 年 12 月

目 录

一、蔬菜全程机械化生产模式与典型案例.....	4
1、宁夏菜心机械化生产模式与典型案例.....	4
2、山西露地辣椒全程机械化生产模式与典型案例.....	7
3、山东莱芜生姜机械化生产模式与典型案例.....	10
二、林果全程机械化生产模式与典型案例.....	12
1、河北阜平苹果机械化生产模式与典型案例.....	12
2、山东荣成苹果机械化生产模式与典型案例.....	20
3、陕西千阳苹果机械化生产模式与典型案例.....	28
4、山西芮城苹果机械化生产模式与典型案例.....	35
5、江西柑橘（南丰金秋砂糖桔）机械化生产模式与典型案例.....	38
6、湖北宜昌柑橘机械化生产模式与典型案例.....	41
7、湖南石门柑橘机械化生产模式与典型案例.....	48
8、湖南新宁脐橙机械化生产模式与典型案例.....	51
9、重庆渝北柑橘机械化生产模式与典型案例.....	56
10、江苏泰兴梨机械化生产模式与典型案例.....	60
11、江苏无锡阳山水蜜桃机械化生产模式与典型案例.....	63
12、山西万荣桃园机械化生产模式与典型案例.....	67

13、宁夏贺兰山东麓酿酒葡萄机械化生产模式与典型案例	71
14、新疆玛纳斯酿酒葡萄机械化生产模式与典型案例	74
三、茶叶全程机械化生产模式与典型案例	78
1、福建武夷山闽北乌龙茶机械化生产模式与典型案例	78
2、浙北缓坡茶园（杭州骆驼九字）机械化生产模式与典型案例	82
3、浙西北低山丘陵白化茶（安吉龙王）机械化生产模式与典型案例	85
4、浙北缓坡白化茶（安吉雅思清和）机械化生产模式与典型案例	88
5、浙北陡坡茶园（长兴水口瑞专）机械化生产模式与典型案例	91
6、浙江平地茶园（金华白龙山）机械化生产模式与典型案例	94
7、浙江智慧茶园（金华更香有机茶）机械化生产模式与典型案例	97
8、浙江平地茶园（松阳绿茗峰）机械化生产模式与典型案例	100
9、浙江陡坡茶园（绍兴日铸茶）机械化生产模式与典型案例	105
10、浙江陡坡茶园（温州文成九龙山）机械化生产模式与典型案例	107
11、江苏句容茅山长青茶叶机械化生产模式与典型案例	109
四、中药材机械化生产模式与典型案例	113
1、内蒙古黄芪机械化生产模式与典型案例	113
2、甘肃陇西藏柴胡机械化生产模式与典型案例	115
3、山东西洋参机械化生产模式与典型案例	117
4、广西藤县粉葛机械化生产模式与典型案例	121

5、赤峰桔梗种植机械化生产模式与典型案例	123
6、河北半夏机械化生产模式与典型案例	125
7、江苏浙贝母机械化生产模式与典型案例	127

一、蔬菜全程机械化生产模式与典型案例

1、宁夏菜心机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

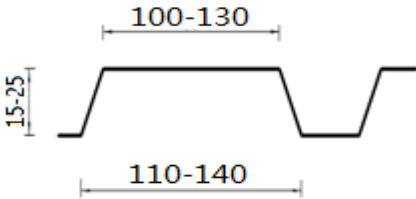
适宜品种：四九菜心、增城菜心、萧岗菜心、一刀齐菜心、青柳叶菜心、大花球菜心等抗病、优质丰产、抗逆性强、适应性广、商品性好的宁夏地方品种。

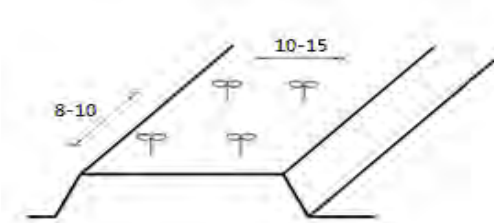
适应区域：宁夏辖区内的 5 个市 18 个县(市、区)，土壤 pH 值 8.0-8.5，土壤肥力状况中等，有机质含量 13.6-17.6g/kg。

(2) 机械化生产技术路线

机械撒肥→机械耕整地→机械旋耕起垄→机械直播→机械微滴灌→机械植保→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	宁夏农艺农业发展有限公司基地配置机具
耕整地	 旋耕：耕深$\geq 15\text{cm}$，耕深稳定性$\geq 85\%$；碎土率$> 80\%$；旋耕后地表平整度$\leq 5\text{cm}$。垄形平整，垄表面土壤细化度高且上实下松，垄沟回土、浮土少。 垄型：垄面宽 100cm-130cm，垄高 15cm-25cm，呈龟背型；垄沟上口宽 35cm、下口宽 25cm。 垄间距：垄沟间距 35cm、垄面间距 140-200cm。	机械整地	动力配套 60 马力以上；深耕机、灭茬机、旋耕机、起垄机、起垄覆膜铺滴灌一体机。	 1GQN-230 型旋耕机  起垄覆膜铺滴灌一体机  1PJ-4.0 智能化卫星平地机

直播	 株行距：株距 8-10cm；行距 10-15cm；种植方式：垄上密集直播；生长周期：26-50 天	机械直播	机械精密播种。	 2BS-18-1200 多功能播种机  STAR PLUS 气吸式精量播种机
灌溉	播种后立即喷水，初喷时必须一次性喷透土层 5 公分以上，以后根据天气、土壤墒情和作物需水情况适时喷水，喷水时间夏季晴天早晚喷水，雨天注意排水，以防畦面积水。	机械灌溉	水肥一体化滴灌。	 水肥一体化滴灌
植保	封闭除草：播种后喷水，然后 4 小时之内使用 48% 丁草胺 40ml/亩，兑水 30kg 均匀喷雾封闭杂草。可同时加 800-1000 倍敌克松或多菌灵药液增强防病效果。 中耕定苗：直播菜心在真叶展开时，间苗 1-2 次，定苗株行距，早熟品种 8cm-10cm，中熟品种 10cm-16cm，晚熟品种 10cm-15cm。	机械植保	高地隙喷杆喷雾机 高度 $\geq 750\text{mm}$ ，喷雾泵吸水量 $\geq 60\text{L/min}$ ，喷杆展开长度 $\geq 10\text{m}$ ，植保效率 ≥ 300 亩/小时，选	 植保无人机

	每亩留苗 2-5 万株。在生长季节要及时中耕除草，保持土壤疏松，也可结合追肥进行，中耕深度 5-10cm。 追肥：出苗后 15-20 天，第一次追肥，追施水溶肥 15kg/亩 (N:P2O5:K2O=20:8:9)；收获前 7-10 天，第二次追肥，追施水溶肥 15kg/亩 (N:P2O5:K2O=20:8:9)。追肥方式随喷灌喷施。 病虫害防治：常见的病害为霜霉病、软腐病、病毒病等；主要虫害有菜青虫、小菜蛾、黄条跳甲虫等。采取物理防治和生物防治为主，化学防治为辅的原则。推荐使用植物源、动物源、微生物源农药及矿物源农药，可选用高效、低毒、低残留化学农药。		用轴距因符合垄间作业技术要求尺寸且$\geq 140\text{cm}$；使用农用无人机进行植保作业，要求飞行高度$\leq 50\text{m}$，作业适用风速$\leq 10\text{m/s}$，药箱容量$\geq 20\text{L}$。	 3WPS-300 型喷杆喷雾机
收获	以"齐口期"为收获标准。 割茬高度：理论收割高度$\geq 25\text{cm}$，切口到花蕾的长度 12-15cm，切口到最长叶片长不超过 20cm，切口直径 1-1.5cm 切口标准：刀口平平均切口合格率为$\geq 65\%$ 单株质量：单株重量$\geq 10\text{g}$，理论亩产量不小于 600kg。	人工收获或机械收获	茎叶类叶菜收获机。割幅宽$\geq 120\text{cm}$以上，收获机轮间距为 150 cm。	 ORTOMECH8200 菜心收获机  Slide Crabb 菜心收获机

(4) 典型基地效益分析

宁夏鑫茂祥冷链物流专业合作社是一家从事宁夏菜心生产、冷藏保鲜、冷链运输、物流配送等一二三产业融合发展的现代化农民专业合作经济组织，位于在青铜峡市瞿靖镇蒯桥村，建有供港菜心种植基地 2.4 万余亩，自有供港菜心种植基地 7000 亩，果蔬冷藏库房及冷链加工厂房 14 座。宁夏农艺农业发展有限公司是一家集蔬菜种植、加工和销售于一体的大型现代化农业企业，在宁夏中宁县宁安镇南桥村六队，建有供港菜心种植基地 6000 亩，拥有全自动化的喷灌设施、真空预冷装置和 700m³ 容量的冷藏仓库、4000m² 的包装车间、3000m² 的大型有机肥堆沤中心和 10000m² 的温室大棚。主要种植品种为 40 菜心、70 菜心、80 菜心。平均产量 500kg/亩，机械移栽产量对比当地传统人工移栽产量增加 21.8%，每亩机械移栽可节约人工 80 元、菜心收获节约成本 120 元，合计每亩可节本增效 200 元左右。

* 宁夏回族自治区农业机械技术推广站整理。

2、山西露地辣椒全程机械化生产模式与典型案例

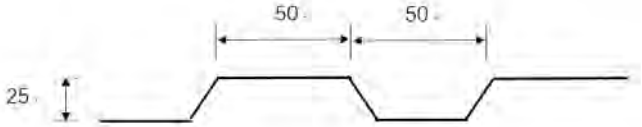
(1) 适宜品种和区域

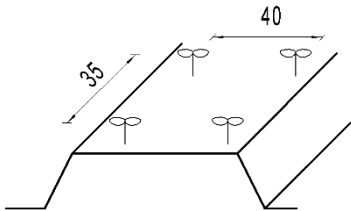
适宜品种：辣椒。
适应区域：我国北方露地辣椒种植区。

(2) 机械化生产技术路线

工厂化育苗——机械施肥整地——机械起垄、铺管、铺膜——机械移栽——
水肥一体化滴灌——中耕除草——无人机植保——人工收获（鲜果），机械收获（干果）。

(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	山西省应县仁慧种植专业合作社配置机具
工厂化育苗	品种的选择、基质的配制、机械穴盘播种、温室育苗。 基质装盘后，用压穴模板在每个穴孔上压出直径 1.0cm-1.5cm、深约 1.0cm-1.5cm 的圆形播种穴。种子机械播种，每穴孔播一粒种子。播后盘面用基质覆盖后刮平浇水覆膜置于催芽室或苗床上并立即进行品种标识。	机械育苗播种	工厂化育苗播种流水线。	 辣椒穴盘播种机  连栋温室
施基肥与耕整地	 结合深翻整地，每亩施腐熟有机肥 5t，磷酸二铵 40kg，硫酸钾 50kg。秋耕深翻时施有机基肥总量的 60%，春耕深翻施有机基肥总量的 40%。	机械施肥整地	撒肥机、旋耕机。	 2FD-500 撒肥机  旋耕机

起垄覆膜铺管	起垄、铺设滴灌带、覆膜一次作业完成，垄高 25 cm、垄宽 50 cm、垄距 50 cm。起垄后在垄顶铺设 1 条滴灌带，而后覆膜。	机械覆膜铺滴灌带	起垄覆膜铺管一体机。		
移栽	 株距 30-35 cm，行距 40 cm。可依据当地病虫害发生现状，实施辣椒与玉米、大蒜、花生等其他作物间套作，利用生物多样性防控辣椒病虫害。	机械移栽	全自动或半自动移栽机。	 	2ZS-2 型全自动蔬菜移栽机 2ZBZ-2 型半自动蔬菜移栽机
灌溉	根据作物需求，喷洒均匀，灌溉量适中。	机械灌溉	水肥一体化滴灌。		水肥一体化设备
植保与中耕管理	生产过程根据病虫草害发生情况，进行植保防治及中耕除草。	机械中耕、机械植保	中耕机、植保无人机。	 	中耕机 植保无人机

收获	干椒可选择机械采收，但目前食用鲜椒品种的采收仍需人工进行。	人工收获 (鲜果)， 机械收获 (干果)	干辣椒收获机	 4JZ-3600 型自走式辣椒收获机
----	-------------------------------	-------------------------------	--------	--

(4) 典型基地效益分析

工厂化育苗：山西省新绛县天合农业有限公司位于山西省新绛县泉掌镇王守村，是集育苗、试验、示范、生产、售后技术服务为一条龙的专业化农业公司，现有工厂化育苗棚 3 座、大型连栋育苗棚 1 座，全部配套自动卷帘机、遮阳网，防虫网、并且安装了全自动温、湿度调控设施，育苗基地总投资 200 万元，年育苗 1500 万株左右。

辣椒规模化种植：山西省应县仁慧种植专业合作社位于山西省朔州市应县南河种镇段寨村，主要从事蔬菜育苗、高标准农田建设、农田水利建设、滴灌服务、农业托管服务、植保飞防等方面的服务，目前有甜（辣）椒示范片 1300 亩，其中种植甜椒 500 亩，辣椒 800 亩。

利用连栋温室或者普通温室可控环境条件、有利于机械作业实施的优势作为辣椒育苗室，形成辣椒育苗机械化模式；利用露地辣椒田易实施机械化的特点，围绕移栽前整地、起垄、滴灌带铺设、覆膜、移栽、中耕、植保防控、采收（干椒）等环节进行机械装备选型配套，实现了精细化整地、标准化种植、轻简化管理，大幅降低生产成本和提高劳动生产率。通过应用该模式，实现了露地辣椒从育苗到田间生产的全程机械化模式。

* 中国农业科学院蔬菜花卉研究所、山西农业大学植物保护学院提供素材。

3、山东莱芜生姜机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

适宜品种：莱芜小姜。

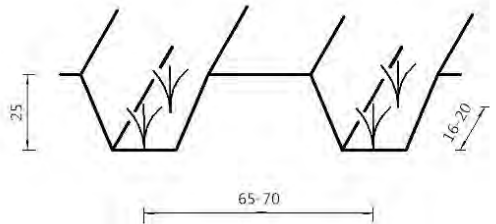
适应区域：山东莱芜及周边种植区。

(2) 机械化生产技术路线

耕整地——机械开沟——机械播种——机械培土——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	配置机具
耕整地	冬前耕翻进行冻化处理,起到灭虫杀菌作用,春季及早进行精细整地,开沟前压地。结合整地施足基肥。	机械整地	液压翻转犁、旋耕机、压地机。	 液压翻转犁  旋耕机  压地机
开沟	开沟深度 25cm 左右,相邻两沟距离 65-70cm,沟底宽 12cm。	机械开沟	开沟机。	 开沟机

播种	 4月上旬前后播种,行距 65~70cm,株距 16~20cm。将姜块播在沟内,覆土至姜块上沿 1cm。播后及时覆拱膜。	机械播种	生姜播种机。	 生姜播种机
培土追肥	生长过程中多次覆土,变沟为垄,使姜块始终处于潮湿黑暗的土壤中以利姜块膨大。同时追肥。	机械培土	中耕培土机。	 生姜扶垄施肥机
收获	最佳收获期在初霜后 10-15 天,后期拱棚保护可延迟收获 20 天,增产效果明显。	机械收获	葱姜收获机。	 葱姜收获机

(4) 典型基地效益分析

济南市莱芜区聚农农机服务专业合作社位于生姜之乡大王庄镇,2021 年机械化种、管、收生姜 1500 亩,亩均减少人工成本 900 元;同时机械化管理的生姜,标准与模式统一,每亩增产 300kg,按照近三年市场平均价格 6 元/kg 计算,每亩可增收 1800 元。

* 山东省农业机械技术推广站整理。

二、林果全程机械化生产模式与典型案例

1、河北阜平苹果机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

适宜品种：天红 2 号、王林、中秋王、斗南、嘎啦等等。

适应区域：燕山-太行山浅山丘陵区、辐射黄土高原北部等北方丘陵山区。

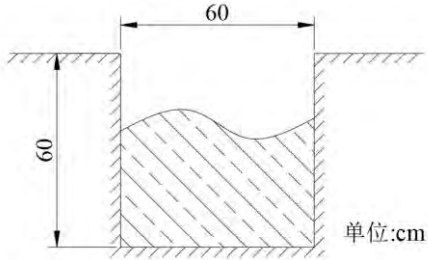
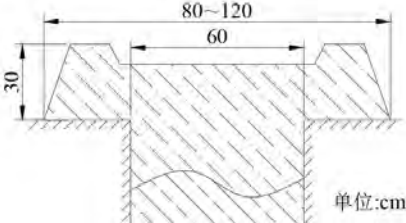
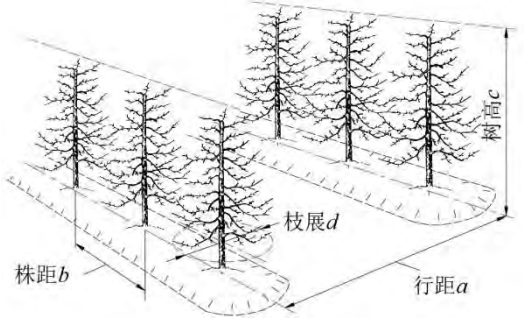
(2) 机械化生产技术路线

整地建园——果树栽植——生草与土壤管理——水肥一体化——树体与花果管理——

病虫害防治——采收运输——分选——产地储藏——枝条粉碎等。

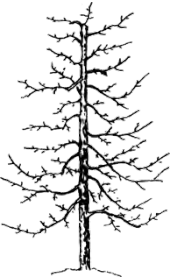
(3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节		作业要点（图文）	技术模式	机具配置要点	基地配置机具
整地 建园	动力配套	能够配套土地耕整机械、起垄机、栽植机、果园割草机、风送喷雾机、果园叉车（拖拉机后叉）、枝条粉碎机等各类果园作业机械（不适用于梯田开发时作业），应配有驾驶室和三点悬挂装置，动力输出轴转速应至少具备 540 和 720r/min 两种，拖拉机宽度≤1.2m，果园通过性较好。	配套动力机械	中型四驱轮式拖拉机、山地履带式拖拉机。	 M804-D 拖拉机
	梯田整治和石块清理	以适宜机械化作业为目标优化地块布局，对山坡面 10°~25° 之间的未利用地进行开发整理，分段沿等高线修建梯田，单块地宽度不低于 6m、最小面积不低于 1.0 亩。对于坡度小于 10° 的缓坡区域，整理为长方形地块，最小面积大于 10 亩。梯田种植面内 30cm 深度捡拾砾石、碎石，堆积或填埋沟壑处，埋置深度应大于 100cm。	机械捡石+碎石整地机	链条式捡石机、滚筒式捡石机。	 链条式捡石机  滚筒式捡石机  碎石整地机

	开沟施底肥	 单位:cm 顺行开挖定植沟宽度和深度均为 60cm，每亩 10m^3 左右的有机肥与土壤混匀填入沟中 80%左右深度，表层覆土。	机械开沟施肥	工程挖机。	 工程挖沟机
	起垄	 单位:cm 起垄成“凹”形阳畦宽 80~120cm，畦埂高 30cm，灌透水沉实，以备栽植。	机械起垄	果园起垄机（单侧、单行、双行）。	 QL-800 型起垄机
果树栽植	定植	 栽植株行距 $(1\sim1.5) \times 4\text{m}$，每亩 110~167 株，沿行起垄宽 1.5~2m，高 10~30cm，垄面呈中间略高、两侧略低的拱形，陇上铺设园艺地布，行间留 1.8~2m 机械作业通道。	机械定植	悬挂式果树单行栽植机。	 ZZLX-1 型全悬式单行果树栽植机

	立柱、拉丝等	顺行每 10m 栽钢管立柱，钢管立柱高度 $\geq$ 树高 0.3~0.5m，地头钢管配有斜钢管向外支撑，沿立柱高度平均拉 4 道钢丝，每株树旁立一根竹竿或钢管做支撑，扶持中心干。	机械挖穴	悬挂式挖坑机、工程机械。	 
	旋耕	起垄后或定植后果树行间旋耕地表土壤、平整，使用悬挂式旋耕机，与大田机械通用。旋耕时不要破坏垄台，深度 10~15cm，土壤细碎，地表平整，以有利于果园生草刈割作业。	机械旋耕	单轴、框架式旋耕机。	 1GKN-180/160 型旋耕机
土壤管理	割草	果园采用生草制，刈割粉碎还田，培肥地力。当草高度达到 50 cm 左右时进行刈割，根据果园草的长势每年刈割 4~6 次，雨季后期停止刈割。刈割留茬高度 20cm 左右为宜，确保草茬存活再生，刈割后碎草均匀抛撒覆盖于果树行内。	机械割草	悬挂式割草机、乘坐式割草机、自走式割草机、遥控制草机等。	 9GC-1.6 型悬挂式割草机
	浅旋耕追肥	追施有机肥，根据果树长势每 2~3 年撒施一次，推荐施用腐熟牛粪或羊粪 4~6m ³ /亩，浅旋后应土壤细碎，土肥掺合均匀，果树行间地表平整。	机械施肥、旋耕	配撒肥机、旋耕机。	 

	开沟施肥	矮砧苹果按亩产量 3000~4000 kg 为目标, 采果后 10 月下旬至 11 月上旬早施有机肥, 施用腐熟的牛粪或羊粪 4~6m ³ /亩, 加复合肥 40~60 kg/亩, 开沟深度 25~30cm, 开沟宽度 30cm, 距离树干 50~70cm, 肥料与土壤均匀混合, 表层覆土, 配备水肥一体化设备的果园, 不用开沟施肥。		机械开沟、施肥、回填	开沟施肥机、开沟施肥回填一体机。	 开沟施肥回填一体机
灌溉	灌溉与施肥	新梢长至 15cm 时, 结合浇水施用液态肥或水溶肥, 11 月下旬浇封冻水, 提高地温保证苗木越冬。年周期内按少量多次平衡施肥, 发育前期主要依靠树体贮藏营养; 花芽发育和开花坐果, 以高氮、低磷、中钾复合肥为主; 发育中期新梢加长、花芽分化、幼果生长和膨大, 氮磷钾均衡供给; 盛果期氮磷钾比例 1:0.5:1; 发育后期果实二次膨大、开始着色, 施用低氮、中磷、高钾复合肥。		水肥一体化滴灌、微喷罐系统	配备首部枢纽、管道、滴头、施肥灌等配套设施。	 水肥一体化系统首部
树体管理	定干	 第一年定干修剪	依苗木质量及所用树形而定, 一般苗高 1.5~1.8m, 定干高度为 1~1.2m, 苗高 1.8~2m 定干高度为 1.2~1.4m, 苗高 2m 以上定干高度为 1.4~1.6m, 同一块果园尽量定干高度一致。	工具修剪	果树剪刀、电动剪、气动剪。	 果树剪刀 电动剪
	开角拉枝	定植当年, 新梢长度达到 15~20cm 时, 拉枝开角, 角度为 90~120 度, 随新梢生长随拉枝开角, 角度维持在 90~120 度。若采用拉支绳索, 秋季后应及时解开绳索缓和枝条, 防止拉枝过度。		工具开角或绳索拉枝	PE 开角器、拉枝绳索。	 苹果开角器  绳索拉枝

花果管理	整形修剪	 苹果纺锤形	矮化密植苹果树形采用纺锤形、自由纺锤形、高纺锤形等，侧枝均为结果枝，树体高度控制在 3.0~3.5m，每株保留 20~25 个结果枝，每年及时剪除过粗枝条（粗度超过主干 1/3），根据树势适时更新调整。	工具修剪	果树剪刀、高枝剪、高枝锯、手锯、电动剪、修枝锯等。	 果树修剪整形工具
	切根控冠		春季或夏季，切断果树根系，控制果树新梢（春梢或秋梢）旺长，缓和树体长势，促进挂果增产，根据苹果栽植密度和树势确定切根深度 30~50cm，切根角度 $45\pm 10^\circ$ ，切根位置距离树干 50~70cm，每隔 2~4 年切根一次，单侧或双侧切根。	机械切根	切根机。	 1QG-2 型矮砧密植苹果切根机
	授粉		按苹果矮砧密植要求每隔 8~12m 距离（或 10 棵树左右）种植专用授粉树（海棠），采用壁蜂、蜜蜂辅助授粉，也可采用无人机辅助授粉（试验）。	无人机授粉	无人机。	 无人机授粉  蜜蜂授粉
	疏花疏果		人工疏花疏果、化学疏花疏果、机械疏花（试验阶段），按亩产量 3000~4000kg 目标，根据每年开花数量确定每株树合理负载量。为避免倒春寒的影响，宜采用疏果定产。	工具辅助人工疏花，或化学疏花、机械疏花	疏花剪（工具）、静电弥雾机、疏花机（样机）。	 河北农大苹果疏花机（第一代样机）

植保与防灾	病虫害防治	矮砧苹果病虫害防治主要采用风送式喷雾，喷雾高度能覆盖 3.0~3.5m 树高，喷雾机的喷雾出风口为圆环形、塔形或梯形、多风口型等，雾滴在出风口遇到高速气流作用二次雾化，雾滴直径 80~150 μm 之间，被风吹至果树冠层，雾滴沉积密度 ≥ 20 个/ cm^2 ，施药时气温应 $\leq 35^\circ\text{C}$ ，自然风速应 ≤ 3.3 m/s，减少雾滴飘失。	机械植保	悬挂式风送喷雾机配置药箱容积为 400~600L。	 3XF-400 型悬挂式风送喷雾机
	防虫	根据昆虫具有趋光性的特点，利用昆虫敏感的特定光谱范围的诱虫光源，诱集昆虫并能有效杀灭昆虫，降低病虫指数，防治虫害和虫媒病害，减少化学农药的使用。布置在果园地头，每隔 30~50m 配置一套；采用诱虫板则根据果园虫情合理布置在果树行间。	设备诱杀	虫情测报灯、杀虫板。	  虫情测报诱杀灯 诱虫板
	防鸟	搭建防鸟网是一种非常有效的防鸟方法，同时还可以预防冰雹，沿树行每隔 8~10m 设置 4m 高的支撑立柱，采用专门连接件紧固。专业的声音驱鸟设备包括驱鸟炮和智能语音驱鸟器。	物理预防	防鸟网、声光电驱鸟设备。	  搭建防鸟网 煤气驱鸟炮
	防霜	4 月上旬，山地较低洼区域容易遭受冻害，根据天气预报、园区气象站信息及时采取干预措施，配备喷淋防霜、风机防霜设备。	设施设备防霜	气象站、防霜机。	  果园气象站 果园防霜机

	防雹	搭建平面式或单面坡式防雹网，沿树行每隔8~10m 设置 4m 高的支撑立柱（水泥杆或钢管），采用专门连接件紧固，雪季来临前要打开防雹网，以免大雪压塌立柱和果树。	设施防雹	防雹网。	 搭建防雹网的苹果园 降雹后防雹网作用
采收与采后处理	采收	用于山地的果园作业平台，分为液压四驱轮式和履带式，平台升降范围 1.0~2.3m，两侧调幅总宽度 1.6~2.8m，额定载荷 400~800kg，采收作业速度 0~4km/h，园内运输速度 4~8km/h，平台可增加调平机构，调平范围 0°~10°，可配备果箱叉、标准果箱、采摘袋、电动剪、修枝锯等辅助工具，用于树体管理作业。	机械辅助采收	自走式果园作业平台。	 3GP-160 型自走式果园果业平台
	运输	梯田果园运输与拖拉机配套果园叉车装置，具有减振装置，与 40~80 马力拖拉机配套，后悬挂式作业，举升高度 1.6m，最大载重量 400kg。山地道路运输采用农用三轮车等。	机械运输	拖拉机后叉、农用三轮车。	 7T-400 型果园叉车 农用三轮车
	分选	可进行重量、大小、颜色、瑕疵、内部品质分选，可全面检测糖度，酸度、空心、浮皮、褐变、果肉损伤等内部指标，提供配套保鲜、果品分级、水净化杀菌、自动入料、卸堆垛等一体化解决方案。	机械分选	苹果分选机。	 托盘式苹果分选线

贮藏	贮藏	配套建设冷库、气调库等设施设备，专用果箱架等。冷库设计应做到安全可靠、符合《冷库设计标准 GB50072-2021》相关规定，根据园区面积确定冷库大小，做节约能源、环境友好、经济合理、先进适用。	冷库、气调库	冷库、气调库、果箱架、叉车、配套设备。	
枝条处理	枝条粉碎	果树剪枝后枝条的放在行间，机械粉碎还田，工作幅宽 1.3~1.5m 可选，粉碎枝条直径≤8cm，粉碎后尺寸≤10mm，均匀抛撒果园地表覆盖；或收集枝条集中粉碎。	机械粉碎	悬挂式枝条粉碎机、固定式枝条粉碎机。	 

苹果贮藏气调库

3ZFJ 系列枝条粉碎机

固定式枝条粉碎机

（4）典型基地效益分析

河北光存生物科技有限公司成立于 2015 年，是保定市阜平县以苹果种植、贮藏和销售为主的山地苹果产业集群建设企业。该企业采用河北农业大学苹果科技创新团队研发的苹果“三优一体”标准化栽培模式建园，实施“栽植良种化、管理机械化、灌溉智能化、产品高端化”产业发展思路。自 2015 以来，该公司先后在国家级扶贫县和乡村振兴示范县 - 阜平县建设现代苹果矮砧密植栽培基地 2000 余亩，共有 4 个种植园区，栽植有天红 2 号、王林、蜜脆、斗南、中秋王、嘎啦等优良早中晚熟苹果品种。

该公司是在山地开山造田基础上，进行梯田种植，栽植株行距为 1.5m×4m，应用矮化中间砧苗木建园。为应对当前农业发展面临的“用工荒、成本高”等产业难题，苹果生产关键环节的栽植定植沟开挖、有机肥施入、果园割草、病虫害防治等均应用机械完成，主要果园作业机械为 60 马力拖拉机 10 台，铲车 5 台，开沟机 8 台，撒肥车 10 台，割草机 10 台，旋耕机 10 台，无人机 3 台。同时果园应用智能监测装备实时监测土壤水肥状况并利用手机 APP 实现了水肥一体化自动灌溉与施肥。园区建有自动分拣线 1 条，贮藏量为 1000 吨的冷库 2 个，基本实现了全生产链机械化、自动化生产。

该公司苹果基地建成了农机农艺融合的“太行山农业创新驿站”，各种刈割除草、喷药、施肥、滴灌等机械和装备的使用大幅节约了果园管理成本，有效降低了果园用工量，提高了生产效率和果园管理经营效益。据统计机械化标准园与传统果园相比，亩节省用工成本 1500 元左右，公司 2000 亩果园基地节约成本约 300 万元。据跟踪统计，该公司带动周边 6 处示范园累计机械化应用面积 3.48 万亩，每 100 亩果园每年节约用工成本约 20.6 万元（2019），园区机械应用率超过 75%。阜平苹果示范园驿站模式入选“全球减贫案例征集活动”优秀案例（2020）。通过辐射带动作用，线上电商的优惠补贴等，让投资带动产业，让产业带动群众致富。截至 2021 年，阜平县苹果总产量约 3500 吨，到 2025 年将全部进入盛果期，年产量可达 10 万吨，产值 6 亿元。

* 河北农业大学国家苹果产业技术体系机械化研究室、保定综合实验站提供素材并整理。

2、山东荣成苹果机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

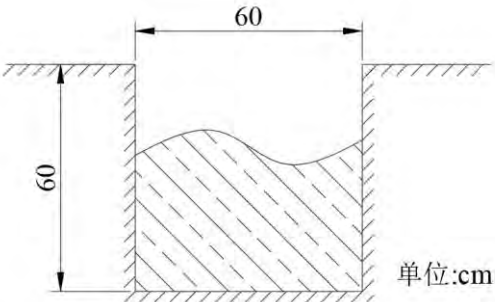
适宜品种：矮砧红富士、维纳斯黄金、鲁丽等。

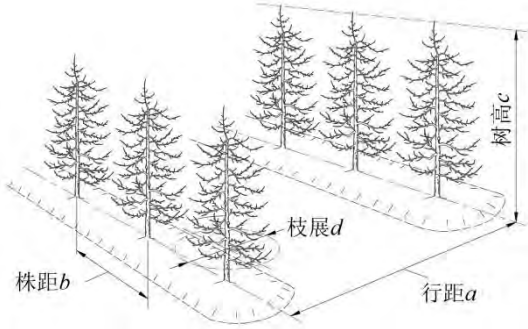
适应区域：山东胶东半岛威海、烟台等环渤海苹果优势产区。

(2) 机械化生产技术路线

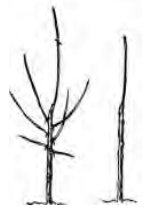
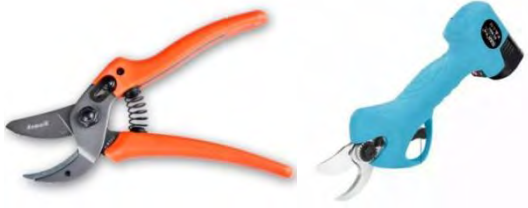
整地建园——果树栽植——果园土壤管理——灌溉水肥一体化——树体与花果管理——病虫害防治——采收运输——分选——储藏——枝条粉碎等。

(3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节		作业要点（图文）	技术模式	机具配置要点	基地配置机具（图文）
整地建园	动力配套	能够配套土地耕整机械、起垄机、栽植机、果园割草机、风送喷雾机、枝条粉碎机等各类果园作业机械，应配有驾驶室和三点悬挂装置，动力输出轴转速应至少具备 540 和 720r/min，拖拉机宽度≤1.2m，果园通过性好。	配套动力机械	中大型轮式四驱拖拉机、履带式拖拉机。	 804 果园拖拉机
	“梯改坡”整治和石块清理	以大中型农业机械进入地块作业为目标，对 15° 以下未利用地和原始梯田进行进行“梯改坡”宜机化改造，种植面内 30cm 深度捡拾砾石、碎石，堆积或填埋沟壑处，埋置深度应大于 100cm。	机械捡石、碎石	牵引式捡石机，自走式捡石机，碎石整地机。	 1JS-200 型牵引式捡石机  碎石整地机
	开沟施底肥	 单位:cm 顺行开挖定植沟宽度和深度均为 60cm，将表土和每亩 10 方或 6 吨的有机肥混匀填入沟中 80% 左右深度，然后填埋土壤起垄灌水沉实，以备栽植。	机械开沟施肥	工程机械、挖沟机。	 工程挖沟机

果树栽植	定植	 果树栽植株行距 $(1\sim1.5)\times4\text{m}$，每亩 110~167 株，沿行向起垄宽 1.5~2m，高 10~30cm，垄面呈中间略高、两侧略低的拱形，陇上铺设园艺地布，行间留 1.8~2m 机械作业通道。	机械定植	牵引式果树单行开沟栽植机。	 PL-30 型果树开沟栽植机
	立柱、拉丝等	顺行每 10m 栽钢管或水泥立柱，立柱高度$\geq$树高+0.3~0.5m，地头立柱配有地锚拉线，行间立柱沿高度平均拉 4 道钢丝，每株树旁立一根竹竿做支撑，扶持中心干。	机械挖穴	悬挂式挖坑机、工程机械。	  悬挂式挖坑机 工程机械
土壤管理	旋耕	起垄或定植后果树行间旋耕地表土壤、平整，使用悬挂式旋耕机，与大田机械通用。旋耕时不要破坏垄台，深度 10~15cm，土壤细碎，地表平整，以有利于果园生草刈割作业。	机械旋耕	单轴、框架式旋耕机。	 1GKN-180/160 型旋耕机

	割草	果园采用生草制。前期生草以黑麦草、夏至草、马齿苋为主，后期生草以马塘、苋科杂草为主，当草高度达到 50 cm 左右时进行刈割，一年刈割 4~6 次，粉碎后覆盖于行间和垄上（无地布时），刈割留茬 20cm 左右，确保草茬存活再生。	机械割草	悬挂式割草机、自走式割草机。	 悬挂式果园割草机
	浅旋耕追肥	追施有机肥，根据果树长势每 2~3 年撒施一次，施用腐熟牛粪或羊粪 3~5m³/亩，浅旋耕与土壤混合，确保果树行间地表平整。	机械施肥、旋耕	撒肥机、旋耕机。	 撒肥机 旋耕机
	开沟施肥	矮砧苹果按亩产量 3000~4000 kg 目标，采果后 10 月下旬-11 月上旬早施有机肥，施用腐熟牛粪或羊粪 3~5m³/亩，加复合肥 40~60 kg/亩，开沟深度 25~30cm，开沟宽度 30cm，距离树干 50~70cm，肥土混合均匀，表层覆土。配备水肥一体化设备的果园，很少开沟施肥。	机械开沟、施肥、回填	开沟施肥机、开沟施肥回填一体机。	 开沟施肥回填一体机
灌溉	灌溉与施肥	待新梢长至 15cm 时，结合浇水施用液态肥或水溶肥，11 月下旬浇封冻水提高地温保证苗木越冬。年周期内按少量多次平衡施肥，发育前期主要依靠树体贮藏营养；花芽发育和开花坐果，以高氮、低磷、中钾复合肥为主；发育中期新梢加长、花芽分化、幼果生长和膨大，氮磷钾均衡供给；盛果期氮磷钾比例 1:0.5:1；发育后期果实二次膨大、开始着色，施用低氮、中磷、高钾复合肥。	水肥一体化滴灌系统	水泵动力机组、首部枢纽过滤器、管道、滴头、施药罐等配套设施。	 水肥一体化滴灌首部

树体管理	定干		依苗木质量及所用树形而定，一般苗高 1.5~1.8m，定干高度为 1~1.2m，苗高 1.8~2m 定干高度为 1.2~1.4m，苗高 2m 以上定干高度为 1.4~1.6m，同一块果园尽量定干高度一致。	工具修剪	果树剪刀、电动剪。		果树剪刀、电动剪
	开角拉枝	定植当年，新梢长度达到 15~20cm 时，拉枝开角，角度为 90~120 度，随新梢生长随拉枝开角，角度维持在 90~120 度。若采用拉支绳索，秋季后应及时解开绳索缓和枝条，防止拉枝过度。		工具开角拉枝	PE 开角器、绳索拉枝。		开角器
	整形修剪		矮化密植苹果树形采用纺锤形、高纺锤形、圆柱形等，侧枝均为结果枝，树体高度控制在 3.0~3.5m，每株保留 20~25 个结果枝，每年及时剪除过粗枝条（粗度超过主干 1/3），根据树势适时更新调整。	工具修剪	果树剪刀、高枝剪、高枝锯、手锯、电动剪、修枝锯等。		果树修剪整形工具
	切根控冠	春季或夏秋季，切断果树根系，控制果树冠层新梢（春梢、秋梢）旺长，控制树势。根据果树长势每隔 2~4 年切根一次，单侧或双侧切根，刀具入土位置距离树干 45~70cm，切根深度 30~40cm，切根角度为 45±10°。		机械切根	专用切根机。		宝忠 1QG-1 型矮砧密植苹果切根机

花果管理	防霜	4月上旬，山地较低洼区域容易遭受冻害。，根据天气预报、园区气象站信息及时采取干预措施，配备喷淋防霜、风机防霜设备。	设施设备防霜	气象站、防霜设备。	 
	授粉	按苹果矮砧密植要求每隔 8~12m 距离（或 10 棵树左右）种植专用授粉树（海棠），壁蜂、蜜蜂辅助授粉，也可用无人机辅助授粉（试验）。	无人机授粉	无人机。	
	疏花疏果	人工疏花疏果、化学疏花疏果、机械疏花（试验阶段），按亩产量 3000~4000kg 目标，根据每年开花数量确定每株树合理负载量。为避免倒春寒的影响，宜采用疏果定产。	工具辅助人工疏花，化学疏花，机械疏花	疏花剪、静电弥雾机、疏花机（样机）。	
	套袋	人工套袋，现代苹果园通风透光，很多果园推广免套袋技术，增加生物制剂防控（植保）。	工具辅助套袋	套袋机。	 

植保与防灾	病虫害防治	矮砧苹果病虫害防治主要采用风送式喷雾，喷雾高度能覆盖 3.0~3.5m 树高，喷雾机的喷雾出风口为圆环形、塔形或梯形、多风口型等，雾滴在出风口遇到高速气流作用二次雾化，雾滴直径 80~150 μm 之间，被风吹至果树冠层，雾滴沉积密度 ≥ 20 个/cm ² ，施药时气温应 $\leq 35^{\circ}\text{C}$ ，自然风速应 $\leq 3.3\text{ m/s}$ ，减少雾滴飘失。	机械植保	药箱容积 400~600L 悬挂式风送喷雾机、药箱容积 800~1500L 牵引式风送喷雾机	 3WQF-1000 型牵引式风送喷雾机
	防虫	根据昆虫具有趋光性的特点，利用昆虫敏感的特定光谱范围的诱虫光源，诱集昆虫并能有效杀灭昆虫，降低病虫指数，防治虫害和虫媒病害，减少化学农药的使用。	设备诱杀	虫情测报灯、杀虫板等。	 诱虫板
	防鸟	搭建防鸟网是一种非常有效的防鸟方法，同时还可以预防冰雹。专业的声音驱鸟设备包括驱鸟炮和智能语音驱鸟器。	物理预防	防鸟网、声光电驱鸟设备。	 搭建防鸟网  智能语音驱鸟炮
	防雹	搭建平面式防雹网，沿果树行向每隔 8~10m 设置高度 4m 的水泥杆或钢管立柱，采用专门连接件紧固，雪季来临前要打开防雹网，以免大雪压塌立柱和果树。	设施防雹	防雹网。	 搭建的防雹网  降雹后防雹网作用

采收与采后处理	采收	果园作业平台分为轮式和履带式，轮式为液压四驱，平台升降范围 1.0~2.3m，两侧调幅总宽度 1.6~2.8m，额定载荷 400~800kg，采收作业速度 0~4km/h，园内运输速度 4~8km/h，坡地用平台有调平机构，调平范围 0°~10°，可配备果箱叉、标准果箱、采摘袋、电动剪等辅助工具。	机械辅助采收	山地果园作业平台。	 果业自走式果园作业平台
	运输	果园内运输采用与拖拉机配套的果园叉车装置、专用防振动果箱拖车，道路运输采用农用三轮车、汽车等。	机械运输	拖拉机后叉装置、果品运输拖车。	 果园运输拖车
	分选	可进行重量、大小、颜色、瑕疵、内部品质分选，可全面检测糖度，酸度、空心、浮皮、褐变、果肉损伤等内部指标，提供配套保鲜、果品分级、水净化杀菌、自动入料、卸堆垛等一体化解决方案。	机械分选	苹果分选线设备。	 苹果分选线
贮藏	贮藏	配套建设冷库、气调库等设施设备，专用果箱架、叉车等辅助工具。冷库设计应符合《冷库设计标准 GB50072-2021》相关规定，根据园区面积确定冷库大小，做到安全可靠、节约能源、环境友好、经济合理、先进适用。	冷库、气调库	冷库、气调库等设施设备、果箱架、叉车等。	 苹果冷库

枝条处理	枝条收拢	果树剪枝后枝条收拢在行间，收拢幅宽可调，最大可达 4.2m，确保果树行间、树下枝条全部聚拢到 1.6~1.8m 内，等待枝条粉碎机粉碎还田。	机械收拢	前置式果园枝条收拢机。	 果园枝条收拢机
	粉碎还田	采用枝条粉碎机开展枝条粉碎作业，工作幅宽 1.6~1.8m 可选，粉碎枝条直径≤15cm，粉碎后尺寸≤10mm，碎屑均匀抛撒覆盖树盘或腐熟发酵后翻埋，病枝、虫枝带出园外。	机械粉碎还田	枝条粉碎机。	 果园枝条粉碎机

(4) 典型基地效益分析

荣成市华峰果品有限公司成立于 2003 年，是以苹果种植、加工、储藏和销售为主的一家农业产业化龙头企业。公司苹果种植全部按现代化栽培模式打造，按照“果园优良化、栽培现代化、管理机械化、灌溉节水化、产品外向化”模式建设。自 2008 年以来，该公司先后建设了现代苹果种植基地达到了 5000 亩，共有 5 个种植园区，种植有威海金、王林、富士、红星等苹果品种 20 余个。

该公司现代苹果基地土地采用了“梯改坡”技术整理，全部采用施有机肥技术、自动打药技术、节水滴灌施肥技术、生草覆草技术。基地果树栽植密度为 3.5~4m × 1~1.2m，采用矮化中间砧和矮化砧苹果大苗建园，果园配套有用于果园作业机械的大型拖拉机 10 台、中型拖拉机 20 台、小型拖拉机 16 台、铲车 3 台、挖沟机 2、开沟施肥机 6 台、洒肥车 6 台，采用国外水肥一体化滴灌系统共 6 套，牵引式风送喷雾机 8 台，枝条粉碎及除草机 6 台，自走式果园果业平台 8 套、果园气象站 5 套，抓车 2 台，果园叉车装置 12 台，果园切根机 3 套，采摘运输拖车 40 套。建设有冷库、气调库 2 万吨、苹果分选线设备 8 条。达到了先进农业技术、机械化生产、绿色环保、保障农产品质量安全、保护周边环境的现代果园的管理要求。

该公司苹果基地生产管理综合机械化程度达到了 80%以上，各种刈割除草、喷药、施肥、滴灌等机械和装备的使用大幅节约了果园管理成本，大大减少了果园用工量，降低了劳动强度，提高了生产效率和果园管理经营效益。据统计，机械化标准园与传统果园相比亩节本增效达到 1200 元以上，公司 5000 亩果园基地节约成本综合效益达 600 万元。公司果园机械应用效果显著，做到了良种、良砧、良法、良机的有机结合，从根本上将传统的技术与劳动力密集型模式改变为轻简化、省力化技术型模式。果品经过气调保鲜，直供超市销售，通过了 GAP 认证和 HACCP 认证，减少中间环节，降低成本。辐射带动了荣成乃至威海应用面积达到了 10 万亩以上，成为现代苹果栽培模式和机械化生产管理有机融合，带动农民增收致富和乡村振兴的典型样板，具有十分良好的发展前景。

* 河北农业大学国家苹果产业技术体系机械化研究室、威海综合试验站提供素材并整理。

3、陕西千阳苹果机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

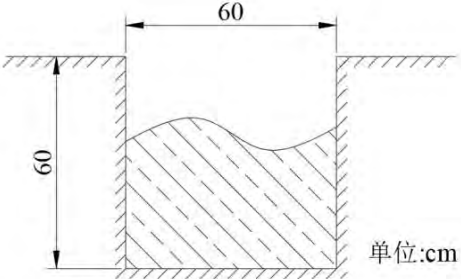
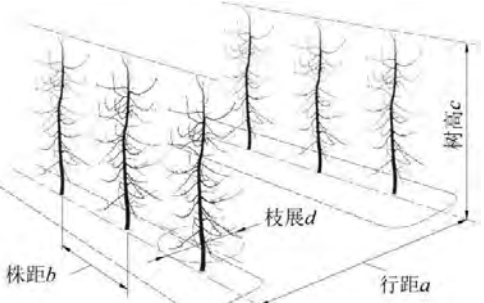
适宜品种：乔纳金、红富士、嘎啦等。

适应区域：渭北黄土高原等苹果优势产区。

(2) 机械化生产技术路线

整地建园——果树栽植——土壤管理——灌溉水肥一体化——树体与花果管理——病虫害防治——采收运输——分选——储藏——枝条粉碎等。

(3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节		作业要点（图文）	技术模式	机具配置要点	基地配置机具（图文）
整地 建园	动力配套	能够配套土地耕整机械、起垄机、栽植机、果园割草机、风送喷雾机、枝条粉碎机等各类果园作业机械。配有驾驶室和三点悬挂装置，动力输出轴转速至少具备 540 和 720r/min 两种，拖拉机宽度≤1.2m，果园通过性好。	动力机械	中大型轮式四驱拖拉机。	 果园用 604~804 四驱轮式拖拉机
	开沟施底肥	 单位:cm 顺行开挖宽度 60cm 和深度 60cm 的定植沟，将表土和每亩 10 方或 6 吨的有机肥混匀填入沟中 80%左右深度，然后填埋土壤起垄灌水沉实，以备栽植。	机械开沟施肥	工程挖机。	 工程挖沟机
果树栽植	定植	 果树栽植株行距 $(1\sim1.5) \times (3.5\sim4.0)$ m，每亩 190~210 株，不起垄无地布，行间保留 1.8~2.0m 机械作业带。	机械定植	牵引式/悬挂式起垄机。	 PL-30 型果树开沟栽植机

	立柱、拉 丝等	顺行每 8~10m 栽钢管或水泥立柱，立柱高度 $\geq$ 树高+0.3~0.5m，地头立柱配有地锚拉线，平均沿立柱高度拉 4 道钢丝，每株树旁立一根竹竿做支撑，扶持中心干。	机械挖穴	悬挂式挖坑机/工程机械。	 
	旋耕	定植后果树行间旋耕地表土壤、平整，使用悬挂式旋耕机，与大田机械通用。旋耕时不要破坏垄台，深度 10~15cm，土壤细碎，地表平整，以有利于果园生草刈割作业。	机械旋耕	单轴、框架式旋耕机。	
土壤 管理	割草	果园采用生草制，刈割粉碎还田，培肥地力。当草高度超过 50 cm 左右时进行刈割，一年刈割 4~6 次，根据年度雨量和草的长势调整刈割次数，刈割留茬高度 20cm 左右，确保留茬能够存活再生，粉碎后的碎草均匀抛撒行间或覆盖树盘。	机械割草	悬挂式割草机、自走式割草机。	
	浅旋耕追肥	追施有机肥，每隔 2~3 年撒施一次，施用腐熟牛粪或羊粪每次 1.5~2 吨/亩，根据果树长势、产量情况和有机肥种类积累经验，合理调整施肥量，浅旋耕与土壤混合。	机械施肥、旋耕	配撒肥机、旋耕机。	 

悬挂式挖坑机

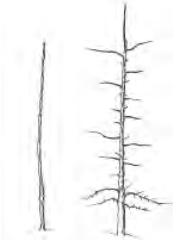
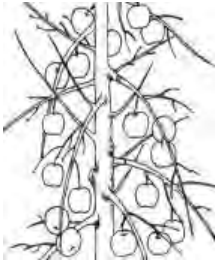
工程机械

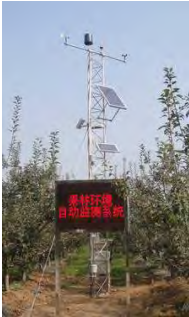
旋耕机

悬挂式果园割草机

撒肥机

旋耕机

灌溉	灌溉与施肥	待新梢长至 15cm 时，结合浇水施用液态肥或水溶肥，11 月下旬浇封冻水提高地温保证苗木越冬。年周期内按少量多次平衡施肥，发育前期主要依靠树体贮藏营养；花芽发育和开花坐果，以高氮、低磷、中钾复合肥为主；发育中期新梢加长、花芽分化、幼果生长和膨大，氮磷钾均衡供给；盛果期氮磷钾比例 1:0.5:1；发育后期果实二次膨大、开始着色，施用低氮、中磷、高钾复合肥。		水肥一体化滴灌系统	配备首部枢纽、管道、滴头等配套设施。	 水肥一体化滴灌首部
树体管理	栽植后修剪	 第一年清干修剪	选用 3 年生大苗，定植是尽量少修剪，不定干或轻打头，仅去除直径超出主干直径 1/3 的大侧枝。	修剪工具	果树剪刀、电动剪。	 果树剪刀、电动剪
	开角拉枝促发分支	 开角拉枝后盛果期	定植当年，侧枝长度达到 20~30cm 时，用牙签开角 90 度，侧枝生长超过 50cm 后使用开角器开角 90 度。延长每 30cm 采用“摘叶造伤促分枝”技术处理，确保中心干健壮生长且有分支发出。	工具开角拉枝	配牙签、PE 开角器或配备绳索拉枝。	 开角器开角 牙签开角
	整形修剪	 细长纺锤树形（华圣）	苹果树形采用高纺锤形、细长纺锤形等，在主干上选留 30~35 个结果枝，树体高度控制在 3.0~3.5m 左右，三年后进入结果期，适时去除过长大枝和粗枝（粗度大于 1/3 枝处直径），根据树势调整。	修剪工具	配果树剪刀、高枝剪、高枝锯、手锯、电动剪、修枝锯等。	 果树修剪整形工具

	切根控冠	春季或夏秋季（不是每年切根，根据树势确定），切断果树根系，控制果树新梢旺长，缓和树体长势。根据苹果栽植密度和树势确定切根深度 30~40cm，切根角度 $45\pm 10^\circ$ ，切根位置距离树干 30~60cm，单侧或双侧切根。	机械切根	配套专用切根机。	 矮砧密植苹果切根机
花果管理	防霜	4 月上旬，受倒春寒影响容易遭受冻害。，根据天气预报、园区气象站信息及时采取干预措施，配备喷淋防霜、风机防霜设备。	设施设备防霜	配备气象站、相关防霜设备。	  果园气象站 果园防霜机
	疏花疏果	人工疏花疏果、化学疏花疏果、机械疏花（试验阶段），盛果期产量控制在 3000~4000kg/亩，根据每年开花数量确定每株树合理负载量。	工具辅助人工疏花，化学疏花	配备疏花剪、化学疏花疏果静电弥雾机。	  疏花剪 喷雾机
植保与防灾	病虫害防治	矮砧苹果病虫害防治主要采用风送式喷雾，喷雾高度能覆盖 3.0~3.5m 树高，喷雾机的喷雾出口为圆环形、塔形或梯形、多风口型等，雾滴在出风口遇到高速气流作用二次雾化，雾滴直径 80~150 μm 之间，被风吹至果树冠层，雾滴沉积密度 ≥ 20 个/ cm^2 ，施药时气温应 $\leq 35^\circ\text{C}$ ，自然风速应 ≤ 3.3 m/s，减少雾滴飘失。	机械植保	风送式喷雾机、牵引式喷雾机。	 3WFQ-1600 型牵引式风送喷雾机

	防虫	根据昆虫具有趋光性的特点，利用昆虫敏感的特定光谱范围的诱虫光源，诱集昆虫并能有效杀灭昆虫，降低病虫指数，防治虫害和虫媒病害，减少化学农药的使用。	设备诱杀	虫情测报灯、杀虫板。	 诱虫板
	防鸟	搭建防鸟网是一种非常有效的防鸟方法，同时还可以预防冰雹。专业的声音驱鸟设备包括驱鸟炮和智能语音驱鸟器。	物理预防	搭建防鸟网、声光电驱鸟设备。	  智能语音驱鸟器 超声波驱鸟器
	防雹	搭建防雹网的结构形式有平面式、双面坡式。平面式结构适宜面积较大、地势平坦的果园；双面坡式结构适宜地势平坦、管理水平较高的果园。沿果树行向每隔 8~10m 设置高度 4m 的立柱，雪季来临前要打开防雹网，以免大雪压塌立柱和果树。	设施防雹	防雹网。	 搭建防雹网（平面式）
采收与采后处理	采收	液压四驱轮式和履带式果园作业平台额定载荷 400~800kg，平台升降范围 1.2~2.5m，两侧调幅总宽度 1.5~2.8m，采收作业速度 0~4km/h，园内运输速度 4~8km/h，平坦地带使用不要调平机构，可配备果箱叉、标准果箱、采摘袋、电动剪等工具。	机械辅助采收	自走式果园作业平台。	 自走式果园果业平台

	运输	配套果园专用叉车，具有减振装置，与 40~80 马力拖拉机配套，后悬挂式作业，主要用于果箱及园内货物的装卸、运输及周转，举升高度 1.6~2.7m 可选，最大载重量 500~1300kg 可选。	机械运输	果园叉车装置。	 果园叉车装置（拖拉机后叉）
	分选	可进行重量、大小、颜色、瑕疵、内部品质分选，可全面检测糖度、酸度、空心、浮皮、褐变、果肉损伤等内部指标，提供配套保鲜、果品分级、水净化杀菌、自动入料、卸堆垛等一体化解决方案。	机械分选	苹果分选线设备。	 全自动苹果分选线
贮藏	贮藏	配套建设冷库、气调库等设施设备，专用果箱架等。冷库设计应符合《冷库设计标准 GB50072-2021》相关规定，根据园区面积确定冷库大小，做到安全可靠、节约能源、环境友好、经济合理、先进适用。	冷库、气调库	建设冷库、气调库等设施设备、果箱架、叉车。	 苹果冷库、气调库

枝条处理	枝条收拢	果树剪枝后枝条收拢在行间，收拢幅宽可调，最大可达4.2m，确保果树行间、树下枝条全部聚拢到1.6~1.8m内，等待枝条粉碎机粉碎还田。	机械收拢	前置式果园枝条收拢装置。	 3ZS-420 型果园枝条收拢装置
	粉碎还田	采用枝条粉碎机开展枝条粉碎作业，工作幅宽1.6~1.8m可选，粉碎枝条直径≤15cm，粉碎后尺寸≤10mm，碎屑可覆盖树盘或腐熟发酵后翻埋，病枝、虫枝带出园外。也可以收集树枝集中粉碎。	机械粉碎还田	枝条粉碎机。	 3ZF-160/180 果园枝条粉碎机 固定式枝条粉碎机

(4) 典型基地效益分析

宝鸡华圣果业有限责任公司成立于2014年，为陕西华圣华圣现代农业集团的全资子公司。陕西华圣现代农业集团有限公司是国家首批认定的农业产业化重点龙头企业、全国农产品加工业出口示范企业、陕西省苹果产业化重点企业。公司在陕西省宝鸡市千阳县流转土地1万亩，在千阳县水沟镇和崔家头镇建立矮化自根砧苗木繁育基地5000亩，现代化苹果种植园区5000亩，从欧洲引进新优苹果品种、无病毒苗木和先进的苗圃、果园管理技术以及配套的机械设备，是国家矮砧苹果机械化生产综合标准化示范区，中国现代化苹果育苗和种植基地。

宝鸡华圣集团公司千阳县崔家头基地苹果种植面积为1500亩，有1000亩的苹果挂果园，苹果品种有200亩嘎拉，800亩富士；500亩的苗圃，基本采用机械化操作，机械化率达到了70%以上。主要的机械设备有轮式和履带式拖拉机、果园采收作业平台、果园打药机、果园割草机、果园开沟施肥机、果园叉车装置、防雹网、撒肥机、旋耕机和果园滴灌设施等，基本做到了果园全程机械化，同时，果树苗圃地用到栽植机、起苗机、打药机等。

果园使用机械后，使果园用工从每亩地50个工日降低到30个工日，每个工日按70元计算，用工一项节约劳动力成本达每亩地1400元，1000亩果园每年共节约劳动力成本140万元。亩产量由原来的6000斤提高到6500斤，产量每亩地提高500斤，优果率由原来的65%提高到70%，每亩地优果提高到800斤，每斤苹果按2.0元计提高1600元，共增收160万元。综合劳动力成本和苹果增收，1000亩种植园每年增加收入300万元。

苗圃地使用机械后，每亩用工由原来的30个工日降低到20个工日，每个工日按70元计，降低劳动力成本700元，500亩苗圃共节约劳动力成本35万元；幼苗出圃率由原来的80%提高到90%，每亩地按3000株苗木计算，幼苗出圃了提高了300株，每株苗木按50元计，苗木增收每亩1.5万元，500亩苗圃共增收750万元；500亩苗圃共增收785万元。基地1500亩果园和苗圃地共增收1085万元。

通过华圣宝鸡公司崔家头果园基地的带动，千阳县10万亩果园中8万亩基本实现了机械化种植模式，并向周边省份辐射。通过机械化种植，果园用工由原来的60个工日每亩降低到30个工日，极大地提高了苹果的种植效益，降低了劳动力成本，提高了产量；提高了优果率，产量普遍每亩提高300斤左右，优果率提高了5%~10%，增加了种植效益。

* 河北农业大学国家苹果产业技术体系机械化研究室、宝鸡综合试验站提供素材并整理。

4、山西芮城苹果机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

适宜品种：烟富 8 号、烟富 10 号、维纳斯黄金等矮砧密植果园。

适应区域：山西南部。

(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	
耕整	耕地	行株距 4×2m，11 月到次年 1 月用小型拖拉机进行旋耕深土，旋耕深度 30cm。拖拉机建议选择窄轮距、大马力、带爬行档、带液压输出配置，以方便其他机具的配套。	机械旋耕	704 拖拉机、旋耕犁。		
	除草	行株距 4×2m，保证割草机可以顺利通过，割草留茬 5cm 左右。（乘坐式割草机留茬高度 5cm，幅宽：975mm，作业效率 6 亩/小时）翻转割草机留茬高度 5cm，幅宽：1400mm，作业效率 6 亩/小时）	机械除草	乘坐式除草机、悬挂式割草机。		
施肥	开沟施肥	9 月份开沟施肥，开沟深度 35cm，宽度 30 cm，化肥每亩施肥 100 斤，增加树体营养储存，可提高次年苹果花的质量和座果率。左侧的开沟机适合农家肥、粉状有机肥的施肥，施肥量可达 15kg/m；右侧的开沟机适合工业有机肥或颗粒状肥料的施肥，有机肥最大施肥量可达 5kg/m。	机械施肥	自走式开沟施肥机。		
	施基肥（有机肥）	11 月到次年 1 月施有机肥，开沟深度 30 cm，宽度 30 cm，每亩施肥 2 吨，改良土壤、增加土壤有机质。	机械施肥	自走式开沟施肥机。	拖拉机悬挂式施肥机	2F-30B 型自走式多功能施肥机

	滴灌施肥 (氮肥、 氮磷钾平 衡肥)	3~8月追肥三次，每亩施肥 10kg。可促进果树生长，增加苹果产量和 果实含糖量，提高苹果品质。	水肥一体化	水肥一体机。	 水肥一体化灌溉系统
树体 管理	修剪	11~12月进行冬剪，剪除强枝、弱 枝、病虫害枝。	人工	电动剪枝机。	 电动修枝机
	授粉	中心花开放 70%~80%时进行（4 月上旬），花粉液配方为：干花粉： 水：蔗糖：尿素：硼砂 =12g:15kg:250g:30g:30g 进行无人机喷 洒，花粉液现配现用。	机械授粉	无人机。	 T40 无人机
粉碎		结合果园冬剪，将修剪的枝条粉碎 还田。对于直径小于 2cm 的枝条通过地 表粉碎还田，大于 2cm 的使用枝条粉碎 机粉碎还田。还田后可使用旋耕机将粉 碎的枝条旋耕到地下 20cm 左右腐熟， 增加土壤有机质。悬挂式粉碎机可直接 将 5cm 以下的树枝粉碎，作业效率大大 提高。	机械粉碎	枝条粉碎机。	  果枝粉碎机 果园行间树枝粉碎还田机/粉碎还田

植保	全年植保不少于 7 次，不漏喷，不重喷，每亩每次喷药液 100kg 左右；3 月中下旬使用 3~5 波美度石硫合剂清园，减少全园病虫害基数；4 月上旬，重点防治白粉病、锈病、霉心病、金龟子、蚜虫等；6~8 月主要防治早期落叶病及螨类、潜叶蛾、金蚊细蛾等；9~10 月主要防治黑红点、苦痘并。脱袋后，30%吡唑醚菌酯悬浮剂 3000 倍液和补钙剂。	机械植保	弥雾机。	  自走式弥雾机 悬挂式弥雾机
灌溉	根据土壤干湿度，作物生长情况适时进行灌溉，一般结合追肥在开花前（3 月上中旬）、新梢速长期（4~5 月）、果实膨大期（7~8 月）和土壤封冻前（12 月）进行，当土壤含水量低于田间最大持水量 30% 时进行灌溉，每次灌水量 5~8 方/亩。	水肥一体化	水肥一体机。	  水肥一体化灌溉系统
采摘	作业平台辅助登高：采摘、修剪、疏花疏果、套袋等作业环节都可使用，可大幅提高作业效率。从行走方式分为轮式或履带式，山地果园建议选用履带式；从动力方面分为油动或电动两类，电动的作业舒适感优于油动力平台。	机械辅助人工采摘	电动作业平台。	 履带式果园采摘作业平台

（4）典型基地效益分析

芮城县天润生态农业有限公司成立于 2015 年 7 月，2016 年公司率先在芮城县引进了矮砧密植苹果栽植技术和烟富 8 号、烟富 10 号等苹果新品种，栽植面积 500 亩，树龄 5 年，亩效益 1.8 万元。苹果机械化生产后，植保方面减少三分之一的用药量，在提高苹果的品质的同时节约三分之一的人工成本，年可节约人工费 10 余万元，亩增产 400~500 公斤，节本增效 800~1000 元/亩；帮助周边果农进行生产托管 5000 余亩，辐射沿山一代苹果主产区近 5 万亩苹果园逐步实施机械化改造。

* 山西省运城市芮城县农机发展中心提供素材，山西省农业机械发展中心果园机械化技术推广课题组整理。

5、江西柑橘（南丰金秋砂糖桔）机械化生产模式与典型案例

（1）适宜品种和区域

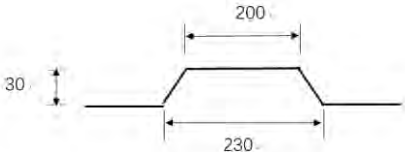
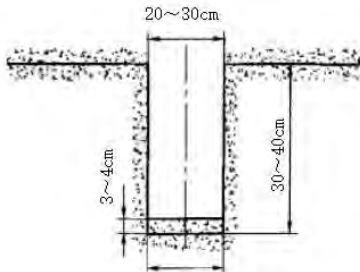
适宜品种：金秋、南丰蜜橘、新余蜜橘、脐橙等各类柑橘品种。

适应区域：江西新余、吉安、抚州、宜春、南昌。

（2）机械化生产技术路线

建园耕整——施肥——树体管理——植保——灌溉——采收运输——产地加工处理。

（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
建园	山地果园建园开沟 果园内配有排灌沟渠，排水沟位于生产道两侧，山地果园则由坡顶到山脚，沟由浅到深（深30~60cm、宽30~40cm），且根据坡度和坡长设有跌水坑（深30~40cm、宽30~40cm），排水沟与果园围沟（深20~30cm、宽20~30cm）相接。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 $\geq 20^\circ$ 。	机械挖掘	小型挖掘机。	 挖掘机
	缓坡式果园建园起垄  配套动力 ≥ 60 马力；起垄旋耕机：耕宽1.2~1.5m，耕深 $\geq 12\text{cm}$ ，垄高0.3m。垄基2.3m、垄面2m、垄高0.30m。	拖拉机+旋耕起垄	拖拉机+起垄旋耕机。	 旋耕起垄机
果园管理	开沟施肥  配套动力35~80 马力，开沟深度30~40cm、开沟宽度20~30cm，施肥箱 $\geq 0.4\text{m}^3$ ，可施有机肥。	机械开沟施肥	开沟施肥覆土机。	 开沟施肥覆土机

	除草	果树生长过程根据草害发生情况，进行机械除草。割草留岔高度可调整，范围3~15公分，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。	机械除草、割草	果园割草机。	
	植保	果树生长过程根据病虫害发生情况，进行防治。风送式喷雾机药箱额定容量：1000L；喷幅：≥16m（喷幅半径≥8m）。无人植保：搭载40kg喷洒箱或50kg播撒箱。双甩双重喷洒系统12升/分钟，喷幅可达11m，（数据受作业环境及作业参数影响。亩用量1升/亩，喷幅11m，飞行速度7m/s，高度3m。	机械风送式喷雾或无人机植保	风送式喷雾机、植保无人机。	 
水肥一体化系统	水肥一体化	配套功率11kW，额定流量100m³/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。	水肥一体化智能系统	水肥一体化智能系统。	
树体管理	修剪	果园末梢，剪枝作业。配套动力：450W，最大剪径：40mm，长度：1800mm，转速：11000rpm。	机械设备修剪	仿形剪枝设备。	

果园割草机

风送式喷雾机

植保无人机

水肥一体化智能系统

电动修枝机

	枝条粉碎	通过粉碎装置将剪下的枝条进行粉碎，成为可以还田的颗粒物。最大支持：10cm 直径（鲜木），8 cm 直径（干木），生产效率 1~2t/h。。	机械粉碎枝条	果枝粉碎机。	
					果枝粉碎机
采收运输	采摘运输	果品和果园生产资料的运输、果园运输车、三轮车。驱动方式为自走式，结构形式为单轨双向，采用汽油发动机作为动力，配套动力功率/转速（kW/r/min）：3.8/3600；额定装载质量 220kg；最大爬坡度 45°。	山地机械采收运输	果园轨道运输机、履带式搬运机。	 
					果园轨道运输机 履带式搬运机
产地加工	清洗	果品清洗、分级、包装，按重量、形状、颜色、品质综合分选，分选等级：16 个等级 10 个出口；分选对象：圆形或椭圆形水果（直径 4~12cm）。分选速度 40000 个/小时；水果直径范围：30~110mm；分选精准率：≥75%。	果品分选色号被清洗分选	智能化果品分选系统。	
					智能化果品分选系统

（4）典型基地效益分析

南丰奔象果业千亩高标准金秋砂糖桔基地，位于南丰县东坪乡下堡村烟坑园艺场，2020 年底投资建设，种植面积 1000 余亩，整个项目 3 年预计投资约 1500 万元，该基地创造了南丰县规模化高标准柑橘种植先河。基地主要采用机械化、二年杯苗、宽行密植（4.5m×2m 株行距）、起垄栽培、行间生草+垄上无纺布控草、水肥一体化、土壤监测信息化、防风林、黄龙病防控、轻剪长放等十余项栽培技术，预计实现 2 年挂果，3 年回本的经营目标。南丰奔象果业将以新品种+新技术+新模式的综合示范，引领带动南丰县一批高标准的种植基地目前辐射应用面积达 8 万亩，与人工种植相比，该技术模式可节本增效 350 元/亩，助力南丰县蜜桔产业结构调整，助推乡村振兴战略。

*江西省农业技术推广中心提供素材和整理。

6、湖北宜昌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：蜜橘、椪柑、脐橙、桃叶橙、锦橙、夏橙、血橙、甜柚等。

适应区域：南方丘陵山区。

(2) 机械化生产技术路线

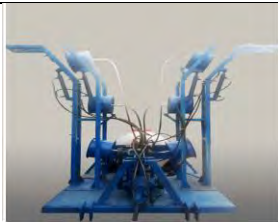
通用动力——育苗建园——栽植——开沟施肥——除草——水肥灌溉——植保——
树体管理——田间运输——采后分选——包装——贮藏

(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
通用动力	丘陵或平地果园配套动力	用于小坡度丘陵或者平地果园的通用动力底盘，可挂接下述各种开沟、除草、打药、修剪和运输等配套作业机具。	通用动力平台	轮式或履带式动力平台。	 液压通用动力平台
	山地果园运输系统	用于大坡度山地果园运输，可以运输果实、农资，也可以运输下述各种小型作业机具，载重 300kg 以上，运行速度 0.6~0.8m/s，最大爬坡角度 45°。	通用山地运输系统	牵引式或自走式等多种型式运输系统。	 遥控牵引式单轨运输机 遥控自走式单轨运输机
育苗建园	育苗装钵	用于容器育苗的育苗钵自动装填土、电动转运输送和自动摆放，10 分内可以完成 100 袋。	育苗钵装填基质	上料车、装填车、转运车。	 华中农业大学工学院 武汉助耕果园机械有限公司 研制 育苗钵装填转运车

	建园清园	用于果园建园起垄或清园，与拖拉机配套，起垄高度 300mm。	果园建园起垄	悬挂式起垄机。	 果园起垄机
	挖穴栽植	用于果树栽植挖穴也可用于山地果园挖穴施肥，挖穴直径 200mm，挖穴深度 500~800mm，可搭载在山地运输系统上。	机械挖穴	手扶式小型挖穴机。	 果园小型挖穴机 挖机
开沟施肥	开沟	用于果园的挖沟、开槽作业的小型开沟机，开沟宽度 300mm，深度 200~300mm 可调节，可搭载在山地运输系统上。	机械开沟	手扶式小型开沟机。	 果园小型开沟机
	开沟、施肥、覆土	用于丘陵或平地果园开沟、施肥、覆土一体化施用有机肥，与通用动力平台配套，开沟宽度 300mm，深度 200~300mm。	机械开沟施肥	悬挂式开沟、施肥、覆土一体机。	 配套小型果园开沟施肥覆土一体机 深松机
		用于平地果园开沟施肥，与拖拉机配套，双侧开沟，开沟宽度 200mm，深度 200mm。	机械开沟施肥	悬挂式大型开沟、施肥、覆土一体机。	 大型可折叠双侧开沟施肥机

果园 除草	除草	用于山地果园除草，小型手扶式除草机工作幅宽 60mm，割后杂草高度小于 100mm，可搭载在山地运输系统上。	机械除草	手扶式小型除草机。	  手扶小型除草机 手扶小型割草机（进口）
		用于山地果园除草，乘坐式果园除草机，外形宽 1000mm，割幅 975mm，割高 0~150mm。	机械除草	乘坐式小型除草机。	 乘坐小型除草机
		用于丘陵或平地果园除草粉碎还田工作，与通用动力平台配套，外形宽 1100mm，割草幅度宽 1000mm，割后草茬小于 100mm。	机械除草	中型割草机。	 配套果园中型除草机械
		用于平地果园除草粉碎还田工作，与拖拉机配套，外形宽 1500mm，割草幅度宽 1400mm，割后草茬小于 100mm。	机械除草	大型除草机。	 果园大型除草机械

水肥灌溉	水肥一体化	用于果园灌溉和施用水溶肥，需要根据山地、丘陵和平地等不同地形和果园规模进行规划设计。	水肥灌溉	水肥一体化系统。	 水肥一体化系统
植保	打药	用于山地果园喷药，小型喷药机通过电驱动，具有双泵双开关，药箱容积60L，可搭载在山地运输系统上。	机械打药	果园小型电动喷雾机。	 果园小型喷雾机
		用于丘陵或平地果园喷药，与通用动力平台配套，果园喷药机械药箱容积400L，喷雾距离可达2m，作业效率1~1.5hm ² /h。	机械打药	悬挂式中型喷雾机。	 果园喷雾机
		用于平地果园喷药，与拖拉机配套，外形宽1500mm，果园喷药机械药箱容积600L，喷雾距离可达2m，作业效率2~4hm ² /h。	机械打药	悬挂式大型喷雾机。	 果园大型喷雾机
	飞防	用于果园冠层喷药，起飞重量大于70kg，药箱容量大于30L，雾化粒径10~300um，满载悬停时长大于8min。	无人机机械	无人植保机。	 植保无人机

树体 管理	修剪	用于山地果园修剪，整机重量 8kg，最大修剪直径 30mm，最大修剪高度 2.5m，可搭载在山地运输系统上。	机械修剪	背负式果园修剪机。	 果园省力修剪刀具
		用于丘陵或平地果园修剪，与通用动力平台配套，配套果树修剪机械底部宽度 1500mm，顶部宽度 3000mm，高度 2600mm，最大修剪直径 40mm。	机械修剪	悬挂式果园修剪机械。	 果园修剪机械
	修剪	用于平地果园仿形修剪，与拖拉机配套，外形宽 1500~2000mm 可调，高度 2000~3000mm 可调，弧度可调。	机械修剪	挂接拖拉机的大型修剪机。	 果园大型修剪机

田间运输	采收运输	用于山地或丘陵果园田间运输，宽度 600mm，载重大于 100kg，空载运行速度 0.86m/s，可搭载在山地运输系统上。	机械运输	果园小型履带运输机。	 果园小型单履带运输机
		用于丘陵或平地果园田间运输，与通用动力平台配套，宽度 1200mm，载重 500kg。	机械运输	果园中型履带运输机。	 配套果园田间运输
采后加工	采后分选	用于柑橘采收分选，可以识别大小或重量、内部腐烂、外观缺陷、糖酸等指标。	智能分选	采后加工分选。	 水果内外品质分选机
	包装	用于贮藏保鲜的柑橘保鲜膜套袋，可有效抑制水果水分流失和降低腐烂率，也可避免腐烂水果对周围环境污染，适宜薄膜厚度小 0.005~0.01mm，适宜果径范围大 40mm~90mm，包装效率高 60~100 个/min，同时可以实现全自动化套袋与撕膜，一机两用。	自动包装	采后加工包装。	 自动化保鲜膜包装机

	贮藏	用于柑橘贮藏保鲜，配有新风系统保证库内空气新鲜度，可以在送风同时主动加湿避免柑橘表面水分流失，延迟贮藏时间 30%以上。	通风贮藏	贮藏保鲜。	 新风加湿贮藏库
--	----	--	------	-------	---

（4）典型基地效益分析

基地一：宜昌云红柑橘专业合作社成立于 2010 年 6 月，位于宜昌市夷陵区鸦鹊岭镇云台村，主要从事柑橘种植，产后处理和销售，网络社员 3120 户，覆盖全镇 8 个村，柑橘种植面积 1.8 万多亩，其中合作社自有基地 1100 亩，以缓坡地为主，年产量达到 4 万多吨，产值 8000 万元。实施机械化模式后，机械化改造了 1100 亩，亩生产管理成本降低 52 元，劳动成本降低 1350 元(节省用工 9 个，平均按 150 元/个)，亩增收 500 元，合计节本增效 209.22 万元，辐射周边 4500 亩柑橘园逐步实现机械化改造，节本增效约 855.9 万元，累计产生经济效益 1065.12 万元。

基地二：宜昌夷陵红生态农业开发有限公司成立于 2009 年 6 月，位于夷陵区小溪塔街道官庄村，占地 300 亩，总投资 3.2 亿元。是一家以柑桔种植、农资配送、鲜果收购、分级包装、冷链物流、出口贸易及科技研发于一体的省级农业产业化重点龙头企业。推行“ 公司+合作社+基地+农户 ”的运作模式，网络社员 5816 户，建成 5.12 万亩标准桔园，其中公司自有基地 1000 亩，年产量达到 15 万多吨，产值 30000 万元。实施机械化模式后，机械化改造了 500 亩（山地橘园）。亩生产管理成本降低 55 元，劳动成本降低 1800 元(节省用工 12 个，平均按 150 元/个)，亩增收 550 元，合计节本增效 120.25 万元，辐射周边 6000 亩柑橘园逐步实现机械化改造，节本增效约 1443 万元，累计产生经济效益 1563.25 万元。

* 华中农业大学工学院水果生产机械化技术与智能装备团队提供素材，国家柑橘产业技术体系机械岗位和华中农业大学大学丘陵山地智能装备中心整理。

7、湖南石门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：早熟蜜桔，纽和尔脐橙系列。

适应区域：湖南省常德市石门县丘陵山区。

(2) 机械化生产技术路线

育苗——平整地——除草——施肥——灌溉——植保——修剪——

采收运输——产后处理——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
育苗	育苗	温室大棚育苗作业，保温控温。	温室育苗	钢架温室大棚。	 5LS-240 型温室大棚
平整地	耕作、平整	表面平整、土壤细碎，耕深 $\geq 30\sim 50\text{cm}$ ，碎土率 $\geq 80\%$ 。（浅耕、中耕、碎土、平整）。	机耕操作	微耕机、旋耕机、拖拉机、挖掘机。	   2000 型挖掘机 JY-1GLZ-100C36 型履带式旋耕机 微耕机
除草	除草	果树生长过程根据草害发生情况，进行机械除草。地表除草，除草率 80%。	机械除草	背负式动力除草机械。	  S40 型背负式割草机 旋耕式除草机
施肥与灌溉	开沟施肥（基肥）	开沟施肥回填肥一次性完成，也可单独开沟，单独起垄回填，单独旋耕除草，一台机器可管理 200 亩/天。	机械开沟施肥、开沟机	多功能一体机、开沟机。	  林工多功能一体机 3T4Q-4A 开沟机

	水肥一体化	供水时间、供水量的自动控制。同时喷灌设备还要具备喷施液态化肥、营养液、农药和除草剂。最大压力 3kg，扬程：63~84m 流量：3 路吸药通道，1 路吸肥量，单孔流量 2kg/h。低喷：喷头装在树冠下地面之上 20~30cm，低喷能保证根系土壤湿润良好，水的利用率最高，而且节省了部分输水毛管。	水肥一体化设备、精准施肥	水肥一体化系统，配备施肥罐、比例注肥器、控制系统。	  8WGDT8-1-100/300A 水肥一体化设备
植保	打药	果树生长过程根据病虫害发生情况，进行防治。牵引式打药机载药量为 1300L，喷雾量 36L/min，喷幅半径 10m 工作，效率每小时打药 30 亩地。植保飞机载药量 30kg，飞行速度 3m/s。喷施过程中保证药液均匀喷洒在叶片上。	机械施药	牵引式打药机、无人智能植保机。	  STORooM-2000 型牵引式打药机  R150 植保无人机
修剪	修剪	采用有手动剪、气动剪、液压剪等多种工具。长时间剪树枝的工作效率，比一般的剪刀高出 3~5 倍。操作简单，只需轻轻松松的按下按钮，树枝立即被剪下来，树枝的切口平齐漂亮。	工具剪枝	电动、气动修剪机。	 88VF 型锂电电动修剪机

运输	采收运输	轨道运输机载重 200kg，最大爬坡为 45 度。轨道长度可按用户实际需要而定。	机械运输	轨道运输机。	 
产后处理	清洗、分级、打蜡	清洗、分级、打蜡。	机械清洗打蜡	柑橘清洗打蜡分级一体机。	 
贮藏	贮藏	鲜果贮藏，5~20 度恒温控制，实现错峰上市，经济效益最大化。	贮藏库保鲜贮藏	保鲜贮藏库。	 

7ZDGS-200 型单轨式轨道运输机

6GXL-110 型柑橘清洗、打蜡、分级一体机

ZK-99 型保鲜贮藏库

(4) 典型基地效益分析

湖南杨氏果业于 2011 年落户石门县，是一家集早熟蜜桔初加工、贸易以及种植于一体的现代化新型农业企业，在石门县拥有 5 家基地，经营面积 12000 余亩，主要产品是早熟蜜桔，年产值过亿元。实现机械化模式后，柑橘的生产培管成本从 0.5 元/斤降至 0.2 元/斤，单亩节本增效 2400 元以上。通过品种改良，土壤调理，果品的品质和价格大幅提升，单亩收入可达 6000 元以上。通过推广与应用，近年来秀坪园艺场已有近 7000 亩实行了全程机械化改造，节本增效 1680 万元，辐射周边夹山镇、蒙泉镇、皂市镇、易家渡镇等柑橘主产区近 3 万亩柑橘园逐步实施机械化改造，节本增效约 7200 万元。

* 常德市石门县农机事务中心提供素材，湖南省千亿产业(水果)全程机械化专家组、石门县柑橘产业机械化生产模式课题组整理。

8、湖南新宁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：纽荷尔、红美人、7904、红芯橙。

适应区域：南方丘陵山区。

(2) 机械化生产技术路线

育苗——翻耕整地——栽植——开沟施肥——除草——灌溉——植保——修剪、粉碎——果实采收——果实运输——产后预加工——贮藏保险

(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		育苗大棚 105 亩，其中育苗圃大棚 10000m ² ，采穗圃大棚 2000m ² ，砧木大棚 1000m ² ，露地苗床 3000m ² ，处理车间 420m ² ，蓄水池 325m ² ，消毒室 50m ² ，品种展示园 55 亩。	温室繁殖育苗	玻璃温室无病毒育苗大棚。	 V8-2 屋脊文洛式玻璃连栋温室
耕整	开垦	沟宽 30cm，沟深 40cm，机耕道：3.5m。	机械开沟、平整土地、修机耕道	小、中、大型挖掘机。	 U-15-3S 小型挖掘机
	起垄	垄面平整，垄高 10~15cm。	机械旋耕起垄	旋耕起垄机。	 旋耕起垄机
	耕作	表面平整，土壤细碎。耕深≥35cm，碎土率≥70%。	机械耕作（浅耕、中耕、深耕等）	深翻机、深松机、旋耕机、犁铧等。	 3TGQ-4.0-A 田园管理机

栽植	挖成宽 60cm，深 60cm 的定植沟，用来移苗、栽种。	机械移苗、栽种、定植	起苗机、小苗栽植机	 二冲程 4.5 马力小苗栽植机
开沟施肥	宽为 30~40cm，深为 30~40cm 的沟。	机械开沟、施肥	开沟犁、旋耕开沟机、履带式自走多功能开沟施肥机。	 L32M 开沟施肥机
除草	行间除草和株间除草、坎上除草和路边除草。割幅 1m，割茬高 0.15m，速度 3.3km/h。	机械除草	自走式割草机、乘坐式割草机、背负式割草机。	 4W22 四轮割草机

灌溉		水肥药一体化设施最大压力 5kg，单孔流量 2kg/h。低喷：喷头装在树冠下地面之上 20~30cm，低喷能保证根系土壤湿润良好，水的利用率最高，而且节省了部分输水毛管。小管出流：输水管不装微喷头，水直接从管口流出，注入挖在根区四周小环形浅沟内，水就从沟内向根部土壤湿润扩散。	喷灌或滴灌	水肥药一体化设施、喷灌系统、滴灌系统、移动或自走式喷灌机、农用水泵。	 
植保		植保飞机载药量 30kg，飞行速度 3m/s，工作效率 10 亩/h。喷施过程中保证药液均匀喷洒在叶片上。	超低空遥控飞行植保机械	担架式机动喷雾机、背负式动力喷雾剂、超低空植保无人机。	
树体管理	修剪	脐橙修剪、有手动剪、气动剪、液压剪等多种工具使用方法。	工具修剪整形	电动修剪机、气动机、油锯等。	
	粉碎	果树剪枝后枝条粉碎，综合利用。	机械枝条粉碎	电动果树剪刀、粉碎机。	 

1000 亩水肥一体化设施

R150 植保飞机

88VF 型锂电电动修剪机

DC-120 型号树枝粉碎机

移动式粉碎机

果实采收		果品的机械性损伤对果品后期贮藏保鲜危害极大,为了保证脐橙商品化处理质量,在采摘中应杜绝机械性损伤,应遵循下列原则:①采前应准备好采剪工具和采果袋、配戴手套,轻拿轻放;②选择晴天采果,雨天、大风天,果面露水不干不采;③实行“一果两剪”剪果方法;④果实采摘禁止强拉硬扯伤果伤树;⑤采后脐橙不得露天堆放过夜。	采摘辅助平台加圆头果剪采果	采摘辅助平台。	 830MM 果园作业平台
果实运输		轨道运输机,轨道运输机密度间距为50m~60m,轨道运输机终点应选择在能停放拖拉机或小型货车的机耕道边,载重 500kg。田园管理搬运机,上坡能力 25°,载重 400kg。	果园运输机械	果园轨道运输机、田间管理搬运机。	  3B55TD 田园管理搬运机 果园轨道运输机
产后预加工	清洗	机械上机,人工粗选,清洗杀菌,热水保鲜,低温干燥,精选分级,分类包装,自动码垛,分类入库。	机械清洗	清洗、分级、包装、机械化生产线。	  6GFDZ-2 型号 1m 前处理、高性能双通道分选线、视觉系统水果清洗机
	分级	按果实直径,自动分级。	机械分级	清洗、分级、包装机械化生产线。	 6GFDZ-1B 型号水果分级机

	包装	自动包装、出货。	机械包装	全自动水果包装机。	 KL-350X 全自动水果包装机
贮藏保鲜	贮藏	脐橙冷藏保鲜是通过调节脐橙储藏环境温度、湿度、气体成分，采用保鲜材料，控制脐橙在储藏过程中的代谢和变质，进而达到时间消耗阶段脐橙保鲜的目的，提高脐橙售价、增加产后附加值。	冷库保鲜贮藏	人工冷却贮藏。	 1.5 万立方米冷链储藏保鲜库

（4）典型基地效益分析

新宁县龙丰果业有限责任公司，位于新宁县金石镇月汉村，龙丰果业现有标准化脐橙种植园四处，标准化脐橙生产基地 10020 亩，种植年产脐橙 3000 万斤，产值超过 6800 万元。机械化生产平均产量与质量均达到当地传统人工水平，生产效率是人工的 45 倍左右，与人工种植相比，该模式可节本增效约 2000 元/亩，近几年，在黄龙镇三星园、黄龙镇母本园金石镇落家塘园、马头桥镇、崑山镇等地示范应用面积 2 万多亩。通过脐橙初加工，精细化筛选，科学的贮藏，提高了脐橙的果品质量，延长了脐橙的销售周期，错开了脐橙集中上市销售高峰，后期销售每公斤价格提升 2 元，增加销售收入 400 万元。

* 湖南省新宁县农机事务中心提供素材，湖南省水果全程机械化专家组、新宁县脐橙产业机械化生产模式课题组整理。

9、重庆渝北柑橘机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

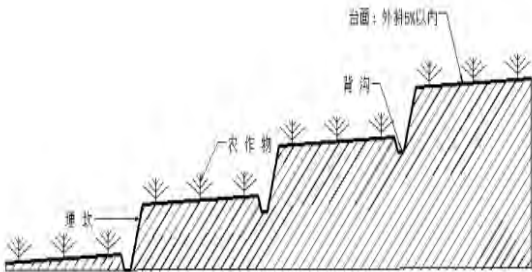
适宜品种：晚熟柑橘。

适应区域：长江中下游地区。

(2) 机械化生产技术路线

宜机化改造——标准化建园——耕整——施肥——树体管理——
植保——灌溉——粉碎——采收运输——产地加工处理等

(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（图文）
耕整	动力机械	轮式拖拉机为主，能够悬挂各种柑橘园作业机械。	配套动力机械	60~120 马力、四轮驱动。	 轮式拖拉机
	耕作	表面平整，土壤细碎。旋耕耕深 15 cm，深松耕深 25cm 以上。	机械耕作（旋耕、深松等）	拖拉机配套深松机、旋耕机、履带自走式旋耕机等。	 拖拉机配套深松机作业  履带自走式旋耕机
栽植	定植	 梯台改造为主，宽行距（5m 左右）定植，株距 3m 左右。	机械化定植	起苗机、小苗栽植机。	 挖掘机  二冲程 4.5 马力全自动小苗栽植机

施肥	开沟施肥	沿树冠外围进行开沟作业，开沟深度 ≥ 40 cm，施入有机肥。	机械化开沟施肥	开沟施肥机。		自走履带式开沟施肥机
	施基肥（有机肥）	深松作业后，深松深度 25cm 以上，在深松沟内均匀施入 5t/亩以上腐熟沼渣沼液，施肥后回土覆盖。	机械化深松+施用有机肥	深松机、沼渣沼液抽排设备，或水费一体化管网。		沼渣沼液抽排设备
	根外追肥	根据柑橘生长发育需要，采用背负式、牵引式、无人驾驶飞机等植保机械进行追肥作业。	机械施肥（植保机械）	无人机或风送式植保机为主。	 	植保无人机 风送式植保机（自走式）
除草	割草或除草	使用除草机械除草，割草留茬高度 5~8cm，或旋耕除草，耕深 15cm 左右，或铺膜防治草害，或种植绿肥“以草压草”。	机械除草	采用旋耕机除草，或乘坐式除草机、遥控除草机等。	  	乘坐式除草机 手扶式割草机

树体管理	修剪	根据果树长势进行树体管理，可利用电动剪枝机等修剪机具搭配升降作业平台完成修枝作业，参考标准 NY/T 975。	机械作业辅以人工	电动修剪机。	 电动修剪机
植保		采用植保机进行高效机械化植保。作业时温度不宜太高，保证用药尽量均匀，无人机每亩用量 8~10L，飞行速度不能超过 3m/s。	机械化植保	植保无人机、风送式植保机。	 植保无人机  风送式植保机（自走式）
灌溉		安装水肥药一体化智能化灌溉系统，通过传感器，对环境温度、湿度、光照强度、土壤墒情等参数进行实时监控，达到设定阈值便自动浇灌。	水肥一体化	水肥一体化系统。	  水肥一体化系统
粉碎		采用枝条粉碎机开展枝条粉碎作业，碎屑可覆盖树盘或腐熟发酵后翻埋，病枝、虫枝带出园外。	机械化粉碎还田	枝条粉碎机。	  枝条粉碎机

采收 运输	采摘	使用升降平台和电动修剪机辅以人工采摘为主，同树体管理。	机械修剪或人工辅助	电动剪机、升降作业平台等。	 升降平台	 电动修剪机
	运输	宜机化改造后的果园能满足大中型机具通行要求，一般采用轮式或履带式果园运输车进行运输。	机械化运输	果园运输车。	 履带式运输车	 轮式运输车
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。	机械化清洗、分级、打蜡	柑橘清洗分级打蜡一体机。	 柑橘清洗分级打蜡一体机	

(4) 典型基地效益分析

重庆市渝北区大盛镇青龙村以村集体经济组织为实施主体，对土地集中进行宜机化改造，统一种植晚熟柑橘。2019年，集中改造约3000亩，并建设了机械化标准果园，相比当地的老果园，机械化作业亩均生产成本降低约400元，经济效益显著；同时，部分撂荒地重新得到利用，新增耕地约5%，社会效益突出；改造后的机械化果园安装了水肥一体化系统，并采用机械化高效植保技术，减少了化肥农药的施用量，促进生态化生产。目前，渝北区整村整镇推进宜机化改造+机械化果园建设模式约10万亩，主要种植柑橘、桃子等。

* 重庆市农业机械化技术推广总站提供素材并整理。

10、江苏泰兴梨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。

适应区域：全国标准化梨园。

(2) 机械化生产技术路线

机械疏花——割草/除草——病虫害防控——节水灌溉——追肥——采收——预冷贮藏——施基肥——修剪——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
耕整	动力机械	配置拖拉机，能够挂接各种作业机具。	拖拉机	50 马力以上大中型拖拉机，具备低速爬行档和液压系统。	 大棚王拖拉机
	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。	 避障割草机  行间树下割草机  乘坐式割草机
施肥	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）	双螺旋果园开沟施肥机。	 双螺旋果园开沟施肥机
	施基肥	施肥位置距树干 60~80 cm，施肥深度≥30 cm，施肥宽度≥ 25 cm。	机械深施（先撒肥再深松）	有机肥条施机、链式深松机。	 有机肥条施机  双链条深松机  有机肥施肥机

树体管理	修剪	修剪多余的树枝。	人工作业和机械作业相结合	电动剪刀、果树立体修剪机。	 果树立体修剪机	
	疏花	打掉多余花朵，疏除率控制在 40%左右，具体根据花量和天气情况确定。	人工作业和机械作业相结合	手持电动疏花器、机载疏花机。	 疏花器	 疏花机
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%。	机械作业	风送式喷雾机。	 风送式喷雾机	 塔式风送喷雾机
灌溉		合理布置管道长度和位置，暗管深度不小于 30cm，明管设于第一个分枝之上或冠层内，喷头垂吊高度可调，距离地面不小于 30cm。根据土壤干湿度，降水量和果树生长情况结合追肥适时进行灌溉，当土壤含水量低于田间最大持水量 30%时进行灌溉，持水量达到 75%~80%时停止。	机械作业	水肥一体化系统。	 水肥一体化系统	

粉碎		用于发酵床垫料粒度≤5 mm，用于菌基质粒度≤5 mm，用于堆肥粒度≤15 mm，用于直接还田粒度≤30 mm。	机械作业	枝条粉碎机、枝条粉碎还田机。	 
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。	  
产地加工处理	贮藏	采后及时放入预冷设备，一般不超过 48h，遵照先入先出原则，贮藏温度符合不同水果的贮藏要求。	自动调控保存环境	移动式果蔬复合真空预冷装备。	

(4) 典型基地效益分析

泰兴烨佳梨园位于泰兴市新街镇国家现代农业示范园区内，果树种植面积 1200 亩，种植“苏翠 1 号”“苏翠 2 号”等 9 个品种的梨树。用经济效益最佳的装备替代传统人工作业，每台机械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 749.13 元/亩，1200 亩总节本 89.8956 万元。泰兴烨佳梨园将以新品种+新技术+新模式的综合示范，引领带动江苏一批高标准的种植基地目前辐射应用面积达 52 万亩。

* 江苏省农业科学院提供素材并整理。

11、江苏无锡阳山水蜜桃机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

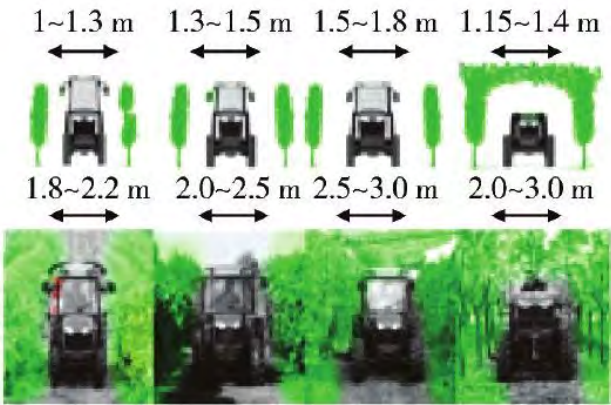
适宜品种：金陵黄露、露晖6号、金霞油蟠、青山早花露等。

适应区域：无锡阳山、江苏常州等。

(2) 机械化生产技术路线

耕整——施肥——树体管理——植保——灌溉——粉碎——
采收运输——产地加工处理。

(3) 主要环节作业要点与机具配置

作业环节		作业要点（图文）	技术模式	机具配置要点	基地配置机具（图文）
耕整	动力机械	 根据用途划分的动力机械整机布置形态 根据果园农艺型式、种植结构、作业模式选择 29.4~44.1kW，轮距 1.0m~1.5m，机身高度 1.3m 的动力机械，可配套悬挂式开沟施肥、旋耕等作用机具。	小、中、大型拖拉机	手扶式、履带式、轮式拖拉机。	 50 马力大棚王拖拉机
	起垄	行距定为 5m，株距 3m，3~4 主枝开心形，起垄时，垄宽 2m，垄高 40~50cm，定植后地布覆盖，行间生草。	机械起垄（挖掘机）	小挖机。	 雅马哈微型挖掘机

	耕作	表面平整，土壤细碎。耕深 $\geq 30\text{cm}$ ，碎土率 $\geq 70\%$ 。	机械耕作（浅耕、中耕、深耕等）	旋耕机。	 旋耕机
除草	割草	表面留茬 0~8cm，割净率： $\geq 95\%$ 。	机械割草（行间）	乘坐式、自走式割草机。	 4W22 型割草机
施肥	开沟施肥	沟深深度在 20~30cm，沟宽 10~20cm，构型梯形，角度可调。开沟后旋有机肥，再覆土。	机械化开沟	圆盘式开沟机、链式开沟机等。	 圆盘式开沟机
	施基肥（有机肥）	全年施基肥一次，在 10~11 月底完成，一般每株施普通有机肥 40~50 kg 或饼肥 4~5 kg，混加 1 kg 硫酸钾型复合肥，用螺旋施肥机进行耕施一体化作业。	有机肥施肥机	遥控式螺旋施肥机、撒肥机等。	 遥控式螺旋施肥机

树体管理	修剪	冬季发芽前对于结果树上的竞争枝、直立枝、过密枝、病虫枝等疏除；生长季节通过摘心、疏枝等控制树体旺盛生长，调节营养生长和生殖生长的平衡，提高树体通风透光能力。	人工和机械作业结合	电动、气动修剪刀。	 电动修枝剪
植保		生产过程中根据病虫害发生情况，进行植保防治。	机械化植保	手动、拖挂式、自走式喷雾机、风送式植保机等。	 风送式植保机  自走式喷雾机
灌溉		根据作物需求，喷洒均匀，滴灌、喷灌量适中。	机械灌溉	滴灌、喷灌、智能水肥一体化装备。	 水肥一体化泵站
粉碎		枝条直径：10~27.5mm。	机械化粉碎	悬挂式枝条粉碎机。	 枝条粉碎机

采收	采摘运输	升降高度：100~1800mm。	半机械化采摘	多功能果园作业平台、运输机等。	  升降式果园作业平台   果园输运机
产地加工处理	包装	自理包装机生产速度 L:600~800 盒/小时。	连续全自动包装	全自动包装生产线。	 全自动包装生产线

(4) 典型基地效益分析

惠山区建勤家庭农场，成立于 2013 年，总占地 147.55 亩，辐射周边 10000 亩桃园，位于无锡市惠山区玉祁街道五牧村，主要种植无锡本土特色产品——阳山水蜜桃，树龄 5~10 年，目前有四块基地，十个品种，分布在“锡西风光带”沿途，均为阳山水蜜桃核心区域。拥有各类桃生产机械 31 台（套），其中动力机械 2 台，配套农机具 29 台（套）。2021 年，水蜜桃耕种收主要环节采用机械化亩节约劳动力 1200 元以上，效率平均提高 15 倍以上。水蜜桃经过清洗、分级、包装等初加工，亩增值 20% 以上。

* 农业农村部南京农业机械化研究所提供素材并整理。

12、山西万荣桃园机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

适宜品种：中蟠 21 中油金铭 中桃金美等。

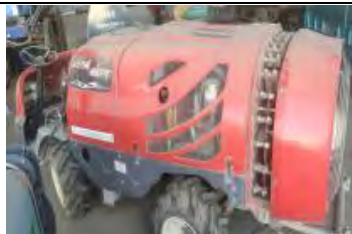
适应区域：晋南地区。

(2) 机械化生产技术路线

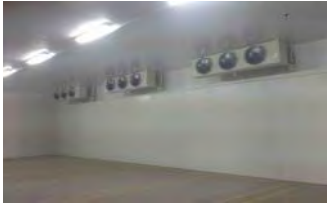
机械化除草——开沟施肥——整形修剪——枝条粉碎还田——无人机授粉——滴灌追肥——高效植保——平台采摘。

(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
耕整	动力机械	能够挂接各种桃园作业机具。折腰拖拉机转弯半径小于 3m，适合山地果园；对于新型的标准化果园建议配置果园专用拖拉机：窄轮距、配爬行档、两组液压输出、带驾驶楼、配套空调。	配套拖拉机	拖拉机。	 554 折腰拖拉机  704 果园专用拖拉机
	除草	果园株行距为 4m，采用翻转割草机、乘坐式割草机作业。一般留茬高度 5~10cm，作业幅宽分别为 1m 或 1.4m；作业效率：10 亩/h。翻转割草机可割垄边草，但需要地头转弯空间 4m 左右。乘坐式割草机作业时较灵活。	机械除草	乘坐式除草机、翻转割草机。	 翻转割草机  乘坐式割草机
施肥	开沟施肥	开沟深度 0.3m，宽度 0.3m，每亩施肥 150kg，9 月到次年 1 月开沟施肥，提高化肥、有机肥利用率，减少肥料蒸发，开沟对果树根系造成断裂，能促使果树新根系发生，促进树体吸收营养与水分，进而积累营养，保障树体越冬及来年旺盛生长。	机械施肥	自走式开沟施肥机、悬挂式开沟施肥机。	 自走式多功能施肥机  悬挂式开沟施肥一体
	施基肥（有机化肥）	开沟深度 0.3m，宽度 0.3m，每亩施肥 1 吨。基肥在 9 月施用。			
	滴灌施肥（氮肥、氮磷钾平衡肥）	3 月底在桃树开花前进行滴灌追肥（氮肥），5 月中旬到 6 月下旬再次进行滴灌追肥（氮磷钾平衡肥）。追肥使用水肥一体机，每亩使用肥料 10kg，将水和作物生长所需的养分以较小的流量，均匀、准确地输送到作物根部附近土壤，补充基肥的不足和满足桃树中后期的营养需求。	水肥一体化	水肥一体机。	 水肥一体化灌溉系统

树体管理	修剪	11 月底对桃树进行整形修剪，剪除强枝、弱枝、病虫害枝，形成合理叶幕、调整生长与结实的关系，实现果树的适度丰产与果品优质。	人工	电动剪枝机。	 电动剪枝机
	粉碎	保证粉碎率达到 99%，对于直径小于 2cm 的枝条通过地表粉碎还田，大于 2cm 的使用枝条粉碎机粉碎还田。将枝条粉碎后再次利用，提高土壤有机质，实现果园节约成本、变废为宝和资源循环利用的目的。悬挂式粉碎机可直接将 5cm 以下的树枝粉碎，作业效率大大提高。	机械粉碎	枝条粉碎机、悬挂式碎纸机。	 枝条粉碎机  悬挂式碎枝机
	授粉	保证花粉喷洒均匀，每亩使用纯花粉 30g~50g，每天可完成授粉 500 亩	机械授粉	无人机。	 无人机植保机
植保		从 3 月下旬开始，根据病虫害情况进行植保打药。一般情况下一年要 7 次~8 次喷施作业，虫灾严重则高达 10~12 次。 完成植保作业后，要及时观察果园病虫害情况，继续作业直至果园不存在病虫害。	机械植保	弥雾机、无人机。	 自走式风送喷雾机  无人机  牵引式风送植保机  乘坐式风送打药机喷雾机

防鸟、防雹、防霜冻	搭建防鸟网是一种非常有效的防鸟方法，同时还可以预防冰雹。专业的声音驱鸟设备包括驱鸟炮和智能语音驱鸟器。	物理预防	搭建防鸟网、声光电驱鸟设备	 	搭建防鸟网 智能语音驱鸟炮
	搭建防雹网的结构形式主要有平面式、单面坡式和双面坡式。其中，平面式结构适宜面积较大、地势平坦的果园；单面坡式结构适宜面积较小、山区果园；双面坡式结构适宜地势平坦、管理水平较高的果园。	设施防雹	防雹网	 	搭建防雹网的苹果园 降雹后防雹网作用
	清明前后，受倒春寒影响容易遭受霜冻。常见的防霜冻的办法有：烟熏法、风机搅动空气流动等办法。	设施设备防霜	配备气象站，相关防霜设备	   	果园气象站 烟雾发生器 加温火炉 果园防霜机
灌溉	桃树需要浇水 4 次，第一次在萌芽期，为了让桃树开始萌芽开花，所以需要补充适当的水分。此时要浇足水浇透水，渗水深达到 80cm，让整个根系都能够接触到水分，但不宜频繁浇水，以免降低地温，影响根系吸收。第二次在硬核期，此时期桃树对水分敏感，浇水应浅浇，当果实出现生长停滞时，即需要浇水。第三次在幼果膨大期，该时期需要适当补水。第四次在果树落叶后，浇水的时候要观察水分渗透的情况，水能够完全渗进土壤，不会在地面结冰为宜。	水肥一体化	水肥一体机。		水肥一体化灌溉系统

采摘	作业平台辅助登高：采摘、修剪、疏花疏果、套袋等作业环节都可使用，可大幅提高作业效率。从行走方式分为轮式或履带式，山地果园建议选用履带式；从动力方面分为油动或电动两类，电动的作业舒适感优于油动力平台。大型的果业平台配套上下框装置后，可进一步减轻劳动强度。作业时需注意平台两侧负载平衡，以防发生侧翻。	机械辅助人工 采摘	电动作业平台。	 
运输	梯田果园运输与拖拉机配套果园叉车装置或运输拖车，运输拖车需要有减震装置；山地道路运输采用农用三轮车或履带式搬运车等。	机械运输	果园叉车装置	  
分选	高档的选果线可进行重量、大小、颜色、瑕疵、内部品质分选，可全面检测糖度，酸度、空心、浮皮、褐变、果肉损伤等内部指标，提供配套保鲜、果品分级、水净化杀菌、自动入料、卸堆垛等一体化解决方案。针对类似玉露香梨之类皮薄易损伤的，建议采用柔性托盘式分选线。	机械分选	苹果分选线设备	 
贮藏	配套建设冷库、气调库等设施设备，专用果箱架等。苹果的贮藏温度在-1~0.5℃，梨的贮藏温度在-1~0℃。	冷库、气调库	建设冷库、气调库等设施设备、果箱架、叉车等	 

(4) 典型基地效益分析

万荣县南景智农农机服务专业合作社成立于 2016 年，位于万荣县汉薛镇南景村，注册资金 400 万元。该合作社新品种桃示范园区 2017 年建设完成，面积 200 亩，亩效益 2 万余元。园区配套水肥一体设施和割草机、开沟施肥机、风送式弥雾机、植保无人机、自走式多功能作业平台、枝条粉碎等机械，桃园逐步实现宜机化改。造相比传统果园，亩增收节支 5000 元左右。该合作社同时开展农机社会化服务。合作社建有办公培训场地 200 平方米、机械设备大棚 500 平方米。成立 5 年来，合作社逐渐发展壮大，年托管服务面积从最开始的 100 亩增长到现在的 16000 亩，股东数量从开始的 6 户到现在的 58 户，年服务农户数量从开始的为股东作业到现在服务周边农户 1500 余户，果园机具保有量从开始的 3 台到现在的 70 余台。合作社年收入也从 2017 年的 10 万元增长到 2021 年 85 万余元，年平均收入增长 30%。

* 山西省运城市万荣县农机发展中心提供素材，山西省农业机械发展中心果园机械化技术推广课题组整理。

13、宁夏贺兰山东麓酿酒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：酿酒葡萄品种的赤霞珠、马瑟兰、美乐、西拉、品丽珠等。

适应区域：宁夏贺兰山东麓酿酒葡萄。

(2) 机械化生产技术路线

耕整——施基肥——栽植——树体管理——植保——灌溉——采收运输。

(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（图文）
耕整	动力机械	配备 60 马力以上的拖拉机,能够悬挂或牵引多数葡萄园开沟施肥、修剪、植保等作业机具。	配套动力机械	轮式 60 马力拖拉机	 704 型拖拉机
	耕整地	建园初期或生长过程中期,进行砂石捡拾收集或碎石,碎石深度 0~15cm,捡拾深度 5~20cm。	机械化、半机械化结构	砂石捡拾收集机、碎石整地机。	 砂石捡拾收集机 碎石整地机
	定植	采用挖沟机,按株距(80~100cm)挖穴(深 40~50cm,宽 20~30cm),人工栽植葡萄苗和覆土压实。	半机械化	挖沟机。	 挖沟机
施肥	施基肥(有机肥)	在栽植苗木前,采用挖沟机开深沟(深 60~80cm,宽 50~60cm),人工施肥,深施有机肥(4~6 方/亩)。	半机械化施肥	挖沟机,深度可调。	 挖沟机

	开沟施有机肥	秋季在葡萄根系的侧边约 50cm, 开沟施有机肥, 深 30~50cm, 宽 30~40, 深施有机肥(1~2 方/亩)。	机械化施肥	开沟施肥机。	 开沟施肥机
	水肥一体化	水肥一体化设施, 配备水泵首部、管路、灌水器(滴头、喷头)、施肥罐、注肥器等, 采用单管悬挂铺管方式。	人工配比水肥。	首部枢纽、管道、滴头等配套设施, 灌水时间可调节, 自动关闭。	 水肥一体化设施
树体管理	修剪	固定在拖拉机的前端, 采用单边作业, 修剪叶幕和顶梢。在秋季果实采摘后, 留有芽, 采用人工剪刀, 将当年发的枝条修剪。	修剪	甩刀式修剪机, 剪枝机。	  甩刀式修剪机 剪枝机
	冬季埋土机	葡萄藤下架后, 采用犁铲式埋土机, 从行间取土, 将葡萄藤埋入土下, 进行越冬, 埋土高度约 20~40cm。	埋土作业	旋抛式埋土机。	 犁铲式埋土机

植保	采用牵引式植保机，根据葡萄叶幕的高度，调整喷头的角度和开闭喷头。	植保作业	牵引式风送式植保机。	 风送式植保机
人工采摘后运输	人工采摘果实后，放置在收集筐中，由拖拉机带拖斗进行果实运到酿酒车间。	拖拉机带拖斗	拖拉机、拖斗	 拖拉机运输车

（4）典型基地效益分析

宁夏仁益源酒庄有限公司的葡萄园，位于贺兰山东麓，建于 2010 年，种植面积 3000 亩，为砂石土，主要种植赤霞珠、马瑟兰、美乐、西拉、品丽珠等品种，树龄约 5 年以上，亩产约 600~800 公斤。现有挖沟机、砂石捡拾收集机、叶幕修剪机、牵引式植保机、开沟施肥机、铲式埋土机。除采摘外，实现机械化，机械化水平约 70%。使用机械化管理后，每亩可节约成本 400~500 元，目前辐射应用面积为 5000 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、贺兰山综合试验站提供素材并整理。

14、新疆玛纳斯酿酒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：酿酒葡萄品种赤霞珠、美乐、雷司令等。

适应区域：新疆北疆区域。

(2) 机械化生产技术路线

耕整——施肥——栽植——树体管理——植保——灌溉——粉碎——采收运输。

(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（图文）
耕整	动力机械	配套 50 马力以上的拖拉机，能够悬挂和牵引葡萄园耕整地、开沟施肥、修剪、粉碎、采运拖斗等机具和设备。	配套拖拉机	配套 50 马力以上轮式拖拉机	 554 型拖拉机
	耕整地	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	旋耕机。	 旋耕机
	定植	采用挖沟机，按株距挖穴后，人工配合栽植葡萄苗。	机械挖沟人工栽植	挖沟机。	 挖沟机

施肥	施基肥（有机肥）	在栽植苗木前，采用挖沟机开深沟（深 60~80cm，宽 50~60cm），人工施肥，深施有机肥(4~6 方/亩)。	机械开沟	开沟机	 开沟机
	开沟施肥	秋季在葡萄根系的侧边约 50cm，开沟施有机肥，深 30~50cm，宽 30~40，深施有机肥(1~2 方/亩)。	机械开沟施肥	开沟施肥机，开沟深度和施肥量可调。	 开沟施肥机
	水肥一体化	水肥一体化设施，配备水泵首部、管路、灌水器（滴头、喷头）、施肥罐、注肥器等，采用单管落地铺管方式	人工配比水肥	首部枢纽、管道、滴头等配套设施，灌水时间可调节，自动关闭。	 水肥一体化设备

树体管理	修剪	固定在拖拉机的前端，采用单边作业，修剪叶幕和顶梢。在秋季果实采摘后，留有芽，采用人工剪刀，将当年发的枝条修剪。	修剪	甩刀式修剪机、剪枝刀。	 
	冬季埋土机	葡萄藤下架后，采用拖拉机挂接旋抛式埋土机，从葡萄行间取土，机器后面的输送带，可以左右调整埋土方向，将葡萄藤埋入土中，进行越冬，埋土高度约 20~30cm。	埋土作业	旋抛式埋土机	
植保		采用牵引式植保机；根据葡萄叶幕的高度，调整喷头的角度和开闭喷头 (药箱容积 400~600L，作业速度：3~6km/h)	植保作业	牵引式风送式植保机	

粉碎		将修剪后的枝条，直接将枝条粉碎还田机，粉碎长度约 2~5cm。	机械粉碎	枝条粉碎还田机， 枝条粉碎机	 
采收 运输	运输	人工采摘果实后，放置在收集筐中，由拖拉机带拖斗进行果实运送到酿酒车间，进行酿酒。	拖拉机带拖斗	拖拉机、拖斗	

枝条粉碎还田机

枝条粉碎机

拖拉机带拖斗运输机

(4) 典型基地效益分析

新疆维吾尔自治区玛纳斯酿酒葡萄基地种植面积 2000 亩，位于昌吉回族自治州玛纳斯县，为粘壤土，主要种植赤霞珠、美乐、雷司令等品种，树龄约 10 年以上，亩产 600~800kg，现有机械旋耕机、挖沟机、叶幕修剪机、牵引式喷药机、枝条粉碎还田机、开沟机、埋土机、水肥一体化等，除采摘外，实现机械化，机械化水平约 78%。使用机械化管理后，每亩可节约成本 500~600 元，目前辐射应用面积为 5000 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、北疆综合试验站提供素材并整理。

三、茶叶全程机械化生产模式与典型案例

1、福建武夷山闽北乌龙茶机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

适宜品种：肉桂、水仙、大红袍等武夷岩茶。

适宜区域：全域。

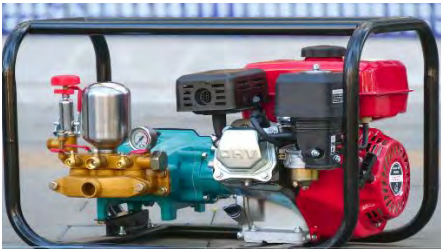
(3) 主要环节要点与机械配置

(2) 机械化路线

机械中耕、施肥—机械除草—机械灌溉、植保—机械修剪—机械采摘—

机械运输—机械做青—机械杀青—机械揉捻—机械烘干—机械筛选—机械包装。

作业环节	作业要点	技术模式	机械配置要点	武夷山市永生茶业配置机具	
茶园中耕	每年中耕 2~3 次，时间一般在 5 月、8 月、11 月，视茶园内的具体情况来定，施肥方法：开沟深 30 厘米，沟宽 30 公分的施肥沟施入，均开宽 20~30 厘米、深 25~30 厘米化肥每次亩用量 8~12 公斤，距树干 15~25 厘米开小沟撒施，最后回填泥土。	机械中耕	微耕机。		微耕机
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、电动劈草机。		割灌机
					电动劈草机
茶园灌溉	根据土壤水分、茶树长势、气候条件等情况，确定需水量和灌溉时间，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，一般茶园喷灌的水滴直径以 2mm 左右为宜，喷灌面积上的水量分布要均匀。一般要求喷头的组合喷洒均匀系数在 0.8 以上。	机械灌溉	喷灌设备。		喷灌设备

茶园植保	诱杀防治：根据茶园情况间隔一定亩数安装一盏太阳能杀虫灯。灯管下端高于茶树0.2~0.3m；平均 2~3 天于早晨关灯后用毛刷清理 1 次虫袋和灯具，高峰期每天清理 1 次，可诱杀鳞翅目、同翅目、鞘翅目等害虫。 化学防治：在病虫害严重时选用高效、对口、低毒、低残留化学农药进行防治。严格按照 GB/T 8321 的要求控制农药施药量与安全间隔期。	机械植保	太阳能灭虫灯、农用无人机、担架式喷雾机、自走式喷雾机。	    太阳能灭虫灯 农用无人机 担架式喷雾机 自走式喷雾机
茶树修剪	成年茶树每年进行 1 次修剪。	机械修剪	双人茶树修剪机、单人茶树修剪机。	  双人茶树修剪机 单人茶树修剪机
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。	  单人采茶机 双人采茶机

农资运输	机械运输。	机械运输	轨道运输机、田园运输机、无人机吊运。	  
茶叶做青	茶青走水、萎凋与发酵。	机械做青	综合做青机、仿手工摇青机。	 
茶叶杀青	炒熟发酵好的茶青，固定茶香。	机械杀青	茶叶杀青机。	 
茶叶揉捻	武夷岩茶工艺，茶叶杀青后揉捻成条索状。	机械揉捻	茶叶揉捻机。	

茶叶烘干	摊叶量适当，一般以薄摊快速为佳。	机械烘干	茶叶烘干机、风冷传输带。	 
茶叶筛选	对茶叶进行精选，剔除茶梗、黄片、杂物。	机械筛选	茶叶色选机。	
茶叶包装	茶叶制成后装箱与袋泡包装。	机械包装	茶叶装箱紧实机、茶叶包装机。	 

（4）典型基地效益分析

福建省武夷山市永生茶业有限公司始创于 1985 年，位于武夷山市星村镇星村齐云路，拥有 5000 亩茶园，24000 平方米生产厂房，是集种植、生产、销售、科研及茶文化传播于一体的福建省农业产业化重点龙头企业，现有员工 260 人，其中技术人员 80 多人，高级技师 7 人，农艺师 9 人。公司通过 ISO9001 国际质量管理体系认证，SC 认证，中绿华夏有机食品认证中心、获得国家级农业旅游示范区、国家级科普示范基地、福建省著名商标、福建省名牌农产品等荣誉和称号。永生茶业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，在 2021 年承办全国茶叶全程机械化生产培训班，还承担了国家茶叶产业技术体系十二五、十三五“茶鲜叶机械化生产与配套加工技术研究与示范”、“茶叶机械化标准化生产技术集成与示范”、“茶叶自动化加工关键技术与装备研究”等相关工作。

* 福建省农业机械推广总站提供素材并整理。

2、浙北缓坡茶园（杭州骆驼九字）机械化生产模式与典型案例

（1）适宜品种和区域

适宜品种：无性系品种为最优，有性籽播也可。

适应区域：浙北缓坡茶区，茶园坡度：平地或缓坡，坡度小于 15°。

（2）机械化生产技术路线

机械翻耕——机械施肥——机械植保、灌溉——机械修剪——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
中耕除草	浅耕：一般耕深为 8~10cm，可覆盖 95%以上的杂草，耕作层空隙增加，起到松土、除草、减少水分散失等作用。浅耕对茶树根系损伤不多，一般不会对茶树造成不利影响。浅耕次数和时间，因土壤结构、杂草滋生情况、树冠覆盖度和当地气候条件等因素不同而异。幼龄茶园土壤较疏松，一般每年耕 2~3 次。成龄茶园的浅耕可结合施追肥进行，一般春茶和夏茶后各进行 1 次浅耕。对于土壤肥天，树冠覆盖度较小，如刚进行过重修剪或台刈的茶园应适当增加浅耕次数，以保持茶园清洁和表土疏松。 中耕：一般在春茶施催芽肥之前进行，耕深 10~15cm。目的是防除春季杂草，减少表土水分含量，增加阳光辐射的吸收量，提高温度，促进茶芽提早萌发。中耕不能太深，否则会损伤根系，不利于养分的吸收。 深耕：深耕深度应达到 15 cm 以上，一般在春秋进行，有的耕深超过 25 cm，对土壤具有很好的改良效果。对于幼龄茶园，种植前经过;深翻，不必进行深耕或年年深耕仅局部条耕，则必须尽早在行间未深耕的地方深耕，耕深应在 50cm 以上。由于深耕具有双重性，既能促进土壤熟化，又会导致土壤结构破坏和损伤根系等。因此对于生态条件较好土壤肥力较高、通气透水性能好、土质疏松的茶园，可间隔 1 年深耕 1 次。	机械中耕除草	中耕设备自走式前进，减小人力推行需求；翻耕时不缠草，易于清理；对茶园板结土壤，有一定破土能力；针对中耕翻土需求，有合理的耕深和耕宽设计。	  ICG-36 型耕作机
施肥	无人机施肥适应性基本涵盖大部分肥料，包括有机肥（商品型颗粒状）、无机肥（颗粒型各种肥）、液体叶面肥等；根据各类型肥药亩用量的不同，需要对无人机播撒速度进行调整。	无人机施肥	机具拥有较好的负重能力、续航能力、简洁有效的操作性、较多辅助功能（如自动导航，自动设置飞行高度等）；机具供应商拥有较多的配套设备配件（如：储料斗等）。	  T40 型无人机

植保	无人机植保适应性基本涵盖市面上大部分溶于水生物、矿物有机农药；作业配置：无人机操作手 1 人，辅工（配药）1 人；植保参数：喷洒高度 3-3.5m，速度 3m/s，作业行距 4.6-5.1m，用药量按亩使用量操作。	无人机植保	机具供应商拥有较多的配套设备配件（如：喷头、水箱等）。	 无人机 T40 型
灌溉	根据天气和茶树需求情况进行适时适量的，灌溉量宜视天气情况和茶园需水状况而定，以土壤持水量与相对湿度达 90% 为最佳。	喷滴溉系统	系统具有较好的过滤装置，避免堵塞管理；系统具有较好的水压，提供较好的泵送能力；现场根据最大喷撒半径进行合理设置喷头密度。	 喷滴溉系统
修剪	多点调查茶树高度，得平均高度（便于设备高度调整），并留叶层 8-10cm 做好机械修剪前准备工作。 若原茶树在 80cm 以上高度，必须在春茶前或后重修剪离地 45cm 修剪，或春茶后深修剪剪去冠层 15-25cm。	乘用型复合设备修剪	履带式驱动，便于特殊地形及复杂状况下的前行；可以自动调整修剪刀具的高度和宽度以适应多种茶园情况；拥有较高的安全性和可操作性，人员投入较少。	 KJ4N 型乘用型复合摘采机

采摘	采摘要点。碾茶：覆盖后达采收标准时移走覆盖网，清理蓬面杂草等异物，新梢在 15-20cm 以内一次采收，新梢在 25-30cm 以上须分段二次采收；蒸青茶：一般一次采收。 留养要点：每季留一叶采收，到深秋或早春留 10-15cm 叶层修剪。 鲜叶管理要点：按标准采、剪，每采时留一叶，采后 7-10 天整枝一次；采下鲜叶做到不踩、无重物堆压、卫生、快运等要求；按鲜叶采摘要求不同，分品种、类型送加工厂。	乘用型复合设备采摘	采摘高度的统一性，统一的高度才能获取统一标准的鲜叶；采摘效率高，以达到在最短的时间内收取更多优质的鲜叶；鲜叶收集装置便于后道的运输及加工。  KJ4N 型乘用型复合摘采机
-----------	--	------------------	---

（4）典型基地效益分析

浙江骆驼九字有机食品有限公司 2017 年落户杭州市余杭区，是一家集茶叶种植、生产、加工、销售、研发、茶旅以及产、学、研为一体的国家高新技术企业、浙江省农业龙头企业。公司在余杭地区拥有缓坡茶园 2000 余亩，每年鲜叶产量 1600 余吨，下设 7 大加工车间、3 个茶叶实验室和 2 个茶叶专业合作社，公司现已配置川崎 KJ4N 型乘用型复合摘采机、大疆 T40 植保无人机、茶园耕作机等新型农机进行茶园管理，实现了中耕—施肥—植保、灌溉—修剪—采摘—鲜叶转运的全程机械化管理模式。公司引入乘用型复合摘采机，进行配套茶园农事作业自动化设备提升，开展老茶园及基础配套的宜机化改造，打造无人机作业社会化服务平台，可采降低采摘成本 60%左右，可降低农事管理成本 70%，实现了茶园绿色防控、施肥及信息化采集，开展技术人员及周边大户培训，在省内乃至全国建立了可复制可推广典型案例，探索共富茶产业链和乡村振兴。

* 浙江省畜牧农机发展中心提供素材并整理。

3、浙西北低山丘陵白化茶（安吉龙王）机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

适宜品种：“白叶一号”茶树品种。

适应区域：浙西北低山丘陵白化茶优势产区，茶园坡度：缓坡，坡度不大于 25°。

(2) 机械化生产技术路线

机械中耕—轨道运输、人工施肥—机械植保—机械修剪—

人工收获—机械转运—自动化流水线加工。

(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	机具配置要点	基地配置机具
中耕	注意农作物生长初期的保护；合理控制中耕的深度；中耕机械性能稳定良好。	机械中耕	需要一名技术熟练的工人进行操作；定期对机具进行保养和维护；根据不同的作业需求更换不同的刀具（旋耕、除草、深耕、开沟等）。	 茶园中耕机
施肥	茶树的施肥量需要根据树龄、树势、采叶量与次数和土壤条件而定，一般青年期或采叶不多的应少施；壮年期、多采叶的、土壤瘦瘠的要多施。对于成龄采摘茶园，通常以茶丛蓬面边缘滴水线开沟施肥为原则。施肥深度一般控制在 10-20cm，并随施随盖土。	轨道运输，人工施肥	轨道运输线。	 轨道运输线

植保	应能满足农业、园艺、林业等不同种类、不同生态以及不同自然条件下植物病、虫、草害的防治要求。 应能将液体、粉剂、颗粒等各种剂型的化学农药均匀地分布在施用对象所要求的部位上。 对所施用的化学农药应有较高的附着率，以及较少的飘移损失。	无人机植保	需要 1-2 名技术人员进行无人植保机的操作； 2、根据不同的病虫害选用不同类型的生物农药（吡蚜酮、苯醚甲环唑等）。确保起飞点附近开阔，并根据作业环境设置合适的启航、返航高度。	 无人植保机
修剪	幼龄茶树修剪一般采用“以采代剪”方法，年终进行用平剪的方法培养树冠。具体做法是持续反复地打顶采摘。定剪的高度与次数，应根据茶树品种特性而定。 成年茶树主要采取深修剪。一般在安吉白茶采摘结束后修剪，在 5 月 1 号左右基本结束。采用离地 20—30cm 高深度修剪，为的是获得更多的安吉白茶芽叶采摘面。	机械修剪	每台修剪机配备一名熟练的操作人员，同时配备相应的保护措施；定期对修剪机进行维护和保养。	 茶园修剪机
收获	一般来说采摘要在晴天进行，上午采、中午拣，当天制完。具体是在日出后半小时后，避免鲜叶水分含量过高，不利萎凋与杀青。一般早上十至十二点之间完成采摘工作。 运青的容器应干净、透气、无异味；运送鲜叶过程中，堆放时不可重压。	人工收获	幼年茶树应“以养为主，以采为辅，打顶护边，采高养低，轻采养蓬”；成年茶树“以采为主，以养为辅，采养结合”。 及时采，“早采三天是个宝，迟采三天便是草”，每种茶的采摘时间都关系着茶叶成品的质量；做到分批多次采，先发先采，后发后采。 采摘时切忌用指甲掐下茶叶，在手中不可紧捏，要使芽叶完整，严防采光叶片，也不可折断枝条或老嫩一把捋；应尽可能把对平叶和生长不正常的芽叶采下来。 放置茶篮中不可紧压，以免芽叶破碎、叶温增高；采下的鲜叶要放置在阴凉处，并及时收青，运往茶厂每天至少中午、傍晚各收送一次。	

田间运输	输送鲜叶的工具必须清洁卫生、干燥、无异味。严禁与有毒、有害、有异味、易污染的物品混装、混运。 装前必须进行鲜叶的质量检查，在标签、货号和货物三者符合的情况下才能运输。填写的茶运输单据，要字迹清楚，内容正确，项目齐全。 运输过程中必须稳固、防雨、防潮、防曝晒。装卸时应轻装轻卸，防止碰撞破损。	轨道运输	轨道定期查看是否通畅，若出现阻塞、损坏等现场应及时修复以保证运输的通畅。配备专业的人员对轨道机进行操作和监控。	 轨道运输线
加工	青叶输送机——杀青理条机——茶叶风选机——回潮机——连续式茶叶理条机——茶叶烘干机——冷却回潮机——茶叶烘干机——茶叶风选机——色选机。	自动化流水线加工	加工过程应控制好设备所处环境的整洁，并保证加工厂房保持一定的湿度和温度。需要专业的人员来对加工所需的机械设备应及时进行维护和保养。	 自动化加工流水线

(4) 典型基地效益分析

安吉龙王山茶叶开发有限公司在浙江省安吉县低山丘陵地区建立了生态环境优异、设施完备的核心白茶基地 4000 余亩，2021 年研发了先进的全自动茶叶生产流水线，2022 年建成了 10 万公斤干茶加工能力的科技智造产业园，通过了绿色农产品基地认证，年生产销售安吉白茶 3 万多公斤。茶场采用了“机械中耕—轨道运输、人工施肥—无人机植保—机械修剪—人工收获—机械转运—自动化流水线加工”的机械化生产技术路线，实现了理条杀青、回潮、风选和烘干各环节的标准化、清洁化生产和安吉白茶智能化加工，相比传统的茶叶加工劳动使用量减少 60%以上，大大提高劳动生产效率，确保了茶叶品质稳定。

* 浙江省畜牧农机发展中心提供素材并整理。

4、浙北缓坡白化茶（安吉雅思清和）机械化生产模式与典型案例

（1）适宜品种和区域

适宜品种：安吉白茶。

适应区域：浙北白化茶优势产区，茶园坡度：缓坡，坡度不大于 25°。

（2）机械化生产技术路线

机械除草—深耕机深耕施肥—物联网杀虫灯防治—无人机统防统治—

物联网喷灌—修剪机修剪—人工收获—轨道车转运—自动化流水线加工。

（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	机具配置要点	基地配置机具
除草	在春茶采摘前用机械割除茶园害草，茶树树杆周围、缠绕在茶树树冠上和茶丛间的杂草要用人工拔除，避免割伤茶树枝杆。 使用机械化除草的新建茶园，是采取宽距离的种植方式，使用除草机除草，以杂草长到 10-13cm 时效果较好。 如杂草长得过高，应分两步进行，先割上，再割下。使用除草机时，应双手扶把，并向茶树一侧保持一定的倾斜度，使割下来杂草尽可能地落到茶树边。	机械除草	需要一名技术熟练的工人进行操作；定期对机具进行保养和维护。	 CG430-14R 型割草机
深耕施肥	在 10 月上旬，利用深耕机开深沟 20-25cm，施用菜饼 200kg/亩+“芭田”复合肥 20kg/亩，能够减少化肥投入的使用量 60%，对改良了土壤成效明显，同时，有利于茶根系向纵深生长，也能获得稳定的产量和质量。 在机械耕作时注意农作物生长初期的保护，合理控制中耕的深度，开深沟 20-25cm。	机械中耕	需要一名技术熟练的工人进行操作；定期对机具进行保养和维护；根据不同的作业需求更换不同的刀具（旋耕、深耕、开沟等）。	 NH130 型深耕机
植保	根据病虫害发生的规律，在茶树病虫害防治最佳时期内开展统防统治。 高温天气宜选择阴天或晴天的上午 9 点钟以前、下午 3 点钟以后施药防治，避免因高温造成药物蒸发浪费、农药灼伤嫩叶形成药害以及人员农药中毒等事故发生。 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。	无人机植保	需要 1-2 名技术人员进行无人植保机的操作；根据不同的病虫害选用不同类型的生物农药。	 T30 植保无人机

修剪	根据茶树的树龄、长势和修剪目的，分别采用定型修剪、轻修剪、深修剪、重修剪和台刈等方法，培养优化型树冠，复壮树势。 定型修剪。幼龄茶园或改造衰老茶园，要进行定型修剪 2~3 次。定型修剪一般分三次完成，第一次在茶苗移栽定植时进行，剪口离地 15cm~20cm；第二次在定植后一年进行，在第一次剪口上提高 10cm~15cm；第三次在春茶后进行，在前次剪口基础上提高 10cm~15cm。 深修剪。成年茶园定期采用轻修剪或深修剪进行冠面调整、维持生产力。深修剪每年进行 1 次，时间宜在春茶后（4 月底~5 月上旬）进行，离地 40 cm~55 cm 修剪。封行的生产茶园每年进行茶行边缘修剪，行间保持 20cm 左右的间距。 重修剪、台刈。对衰老茶园采用重修剪或台刈，进行树冠再造，复壮树势，时间宜在春茶后及时进行。重修剪和台刈改造前要增施有机肥和磷肥，剪后及时追肥，改造后树体宜喷施 0.6%-0.7%石灰半量式波尔多液，防治苔藓和剪口病菌感染等。	机械修剪	每台修剪机配备两名熟练的操作人员，同时配备相应的保护措施；定期对修剪机进行维护和保养。	 NH130 型双人修剪机
收获	一般来说采摘要在晴天进行，上午采、中午拣，当天制完。具体是在日出后半小时后，避免鲜叶水分含量过高，不利萎凋与杀青。一般早上十至十二点之间完成采摘工作。 运青的容器应干净、透气、无异味；运送鲜叶过程中，堆放时不可重压。	人工收获	鲜叶采摘。一芽一叶初展至一芽三叶，芽叶转白适时采摘，不带老叶、鱼叶，不采病虫叶、冻伤叶。提手采，保持芽叶完整、新鲜、匀净。不应掐采、捋采、抓采。 鲜叶贮放、运输。用清洁、无污染、透气性好的竹编网眼茶篮或篓筐盛装鲜叶盛装，装叶量以不影响品质为宜。茶篮中不应存放杂物。 鲜叶运至茶叶加工厂前，存放鲜叶地点应清洁、无污染。采摘的鲜叶应有规范的标签，注明品种、产地、采摘时间及采摘方式等信息。	
田间运输	鲜叶采摘后应及时送至加工厂，鲜叶运送途中应避免日晒、雨淋，防止鲜叶劣变。 运输茶叶的工具必须清洁卫生、干燥、无异味。严禁与有毒、有害、有异味、易污染的物品混装、混运。 运输过程中必须稳固、防雨、防潮、防曝晒。装卸时应轻装轻卸，防止碰撞破损。	轨道运输	轨道定期查看是否通畅，若出现阻塞、损坏等现场应及时修复以保证运输的通畅。配备专业的人员对轨道机进行操作和监控。	 GLW-200-3.3 型单轨运输机

加工	安吉白茶加工作业：摊青（原料为白叶一号鲜叶）→杀青→理条→烘干→复烘→筛选。（无添加剂及加工助剂） 摊青：白叶一号鲜叶原料加工第一道工序，2-3 小时达到手握成团放手即散。 杀青：采用热风杀青机，先高后低，高温杀青一般在 300-280℃左右，叶质柔软，手握成团，略有粘性，带清香。投叶量：300-350kg/h，转速 40-50r/min。 理条：青后摊凉，然后放入多功能理条机理条，每锅 1-2kg，锅内温度 120-90℃，时间 3-5 分钟，理条后摊凉增加鲜爽度。 烘干：初烘干机温度 120-100℃，时间：10-12 分钟，含水量下降至 10%左右为宜，摊凉 15 分钟。 复烘：温度 90-80℃，低温长烘，手握扎手，轻搓易粉碎，干燥度低于 6.5%以下。 筛选：通过风选机将碎末和黄片分离。	自动化流水线加工	加工过程应控制好设备所处环境的整洁，并保证加工厂房保持一定的湿度和温度。需要专业的人员来对加工所需的机械设备应及时进行维护和保养。	 自动化流水线加工
-----------	--	-----------------	--	---

（4）典型基地效益分析

安吉雅思清和茶业有限公司在安吉县溪龙乡拥有茶园基地面积 327 亩，其中核心基地 102 亩，主要生产加工销售生产安吉白茶，获评绿色食品认证，年产量 8.2 吨。公司大力推进“茶枝覆盖+农田秸秆+有机肥+化肥深施”农艺农机融合生产技术模式，配备有茶山微耕机、茶树修剪机、轨道车、割草机、无人机、茶叶烘干机、色选机、晾青机、揉捻机、发酵机、冷库等农机设备，建立连续化自动化加工生产线共 8 条，数字化化管理系统 1 套，已基本实现生产作业机械化，在茶园生产环节每亩可节省劳动力 6 工，鲜叶亩产提高 5%以上，茶叶加工能力提升 15%，加工环节减少工人工 20%。公司累计带动周边茶农 200 户从事白茶种植，辐射示范区内 5500 多亩茶园提质增效，助力人均增收 9167 元，实现当地村民共同发展致富，助推村集体经济跨越式发展。

* 浙江省畜牧农机发展中心提供素材并整理。

5、浙北陡坡茶园（长兴水口瑞专）机械化生产模式与典型案例

（1）适宜品种和区域

适宜品种：“白叶一号”茶树品种

适应区域：浙西北低山丘陵浙北低山丘陵向太湖西岸平原过渡的地区，

茶园坡度：陡度，坡度在 60° 左右。

（3）主要环节作业要点与机具配置

（2）机械化生产技术路线

机械中耕—人工施肥—机械植保—环境监测—机械修剪—
人工收获—机械转运—自动化流水线加工。

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	注意农作物生长初期的保护，合理控制中耕的深度。	机械中耕	需要一名技术熟练的工人进行操作；根据不同的作业需求更换不同的刀具（旋耕、除草、深耕、开沟等）。	 3TGQ-6C 型田园管理机
施肥	茶树的施肥量需要根据树龄、树势、采叶量与次数和土壤条件而定，一般青年期或采叶不多的应少施；壮年期、多采叶的、土壤瘦瘠的要多施。对于成龄采摘茶园，通常以茶丛蓬面边缘滴水线开沟施肥为原则。施肥深度一般控制在 10-20cm，并随施随盖土。	人工施肥		
植保	应能满足农业、园艺、林业等不同种类、不同生态以及不同自然条件下植物病、虫、草害的防治要求。 应能将液体、粉剂、颗粒等各种剂型的化学农药均匀地分布在施用对象所要求的部位上。 对所施用的化学农药应有较高的附着率，以及较少的飘移损失。	无人机植保	需要 1-2 名技术人员进行无人植保机的操作；根据不同的病虫害选用不同类型的生物农药（吡蚜酮、苯醚甲环唑等）。	 T30 植保无人机
修剪	幼龄茶树修剪一般采用“以采代剪”方法，年终进行用平剪的方法培养树冠。具体做法是持续反复地打顶采摘。定剪的高度与次数，应根据茶树品种特性而定。 成年茶树修剪可分为轻修剪和深修剪两种。轻修剪其目的是调整树冠，使植株体内的养分得以充分调整和分配，修剪高度，应在上年剪口基础上提高 3-5cm 处平剪。轻修剪采取冬剪和春茶后修剪相结合的方式进行。深修剪就是当树冠面出现很多鸡爪枝，芽叶瘦小，以及荚叶多，产量明显下降的茶树，要剪去树冠上部 10-15cm 的一层枝叶或在 80cm 高度处进行平剪。	机械修剪	每台修剪机配备一名熟练的操作人员，同时配备相应的保护措施。	 3cx-750k 型修剪机

	衰老茶树修剪可分为重修剪和台割两种。重修剪适用半衰老和未老先衰的茶树，一般是剪去树冠的 1/3-1/2。对于十分衰老的茶树，可采用台割更新，于大寒前后在离地面 15 厘米左右高处锯或剪掉全部枝干，重新养蓬。			
环境监测	通过安装在茶园内的小型农业气象站，实施监测茶园环境的温湿度、光照度、风速风向、降雨量、PM2.5/PM10 等关键空气参数，并推送给各级农业生产与管理人员，指导种植生产作业和预防灾害天气。 通过集成在农业小型气象站和大田物联综合监测站中的各类型土壤传感器，实时采集土壤的温度、土壤水分、土壤酸碱度和土壤盐度等关键参数，有效管理土壤肥力和健康度，指导和优化施肥配方和施肥作业。 通过茶园内的具有远程拍照和在线分析功能的虫情测报站，快速准确的获取基地及周边区域的虫害情况，系统自动进行虫害预警，同时借助在线专家进行联合防治。借助视频高清图像，可以大范围在线巡查和早期发现病害，通过系统数据库自动查询和匹配病害类型，推荐相关防治办法和用药配方。 将整个茶园基地内的种植面积进行地块编号管理，通过安装在茶园内的高清摄像机，系统可自动根据规则设定，每天定时对出芽及长势情况进行拍照存储，形成每一季茶叶的连续生长状况图片，用于指导种植户合理控制长势，并根据生长速度预判和选择最佳采摘时间。	小型农业气象站、大田物联综合监测站、虫情测报站、高清摄像机	各种不同的环境监测设备（气象监测站、土壤墒情监测系统、茶园内远程虫情测报仪、植物生长监测仪等）通过并入到产业数字化平台，形成了完善的物联网系统，并与已建成的长兴县茶产业数字大脑相贯通。	 大田物联综合监测站  小型农业气象站
收获	一般来说采摘要在晴天进行，上午采、中午拣，当天制完。具体是在日出后半小时后，避免鲜叶水分含量过高，不利萎凋与杀青。一般早上十至十二点之间完成采摘工作。 放置茶篮中不可紧压，以免芽叶破碎、叶温增高；采下的鲜叶要放置在阴凉处，并及时收青，运往茶厂每天至少中午、傍晚各收送一次。 运青的容器应干净、透气、无异味；运送鲜叶过程中，堆放时不可重压。	人工收获	幼年茶树应“以养为主，以采为辅，打顶护边，采高养低，轻采养蓬”；成年茶树“以采为主，以养为辅，采养结合”。 及时采，“早采三天是个宝，迟采三天便是草”，每种茶的采摘时间都关系着茶叶成品的质量；做到分批多次采，先发先采，后发后采。 采摘时切忌用指甲掐下茶叶，在手中不可紧捏，要使芽叶完整，严防采光叶片，也不可折断枝条或老嫩一把捋；应尽可能把对平叶和生长不正常的芽叶采下来。	

田间运输	输有机茶的工具必须清洁卫生、干燥、无异味。严禁与有毒、有害、有异味、易污染的物品混装、混运。 装前必须进行有机茶的质量检查，在标签、货号和货物三者符合的情况下才能运输。填写的有机茶运输单据，要字迹清楚，内容正确，项目齐全。 输包装必须牢固、整洁、防潮，并符合有机茶的包装规定。在运输包装的两端应有明显的运输标志，内容包括：始发站和到达站名称，茶叶品名、重量、件数、收货和发货单位地址等。 输过程中必须稳固、防雨、防潮、防曝晒。装卸时应轻装轻卸，防止碰撞破损。	轨道运输	轨道定期查看是否通畅，若出现阻塞、损坏等现场应及时修复以保证运输的通畅。配备专业的人员对轨道机进行操作和监控。	 轨道运输车
加工	红茶加工流程：鲜茶叶验收——凋萎（60-70℃，3 小时左右）——揉捻(常温，1 小时左右)——发酵(40-50℃，2-3 小时)——解块(常温，6-7 分钟)——烘干(温度 150-160℃,5 分钟左右——摊凉(15 分钟左右)——筛选，入库。 紫笋茶加工流程：摊青（4-6 小时）——杀青（260-280℃，十分钟左右）——理条锅温（100℃，五分钟）——烘干温度(100℃,八分钟左右)——摊凉(15 分钟左右)——筛选，入库。	自动化流水线加工	加工过程应控制好设备所处环境的整洁，并保证加工厂房保持一定的湿度和温度。需要专业的人员来对加工所需的机械设备应及时进行维护和保养。	 红茶成套加工设备  紫笋茶成套加工设备

（4）典型基地效益分析

长兴水口瑞专茶场位于茶文化之乡——长兴县水口乡徽州庄村，现有茶园面积 353 亩，加工厂房 1600 多平方米，是一家集种植、研发、生产、销售和服务于一体的现代化茶场。茶场拥有先进的加工设备，配置专业的紫笋茶流水线和红茶流水线等，年产量可达 35 吨；茶场具有较高的机械化水平，在中耕、高效植保、修剪，大宗茶采摘、运输、加工等环节实现农业机械装备率达 100%，同时配备冷藏保鲜设备。近年来，茶场在绿色数字化改造上做了大量的工作，在茶叶生产线上引入“绿源”“丰凯”等智能控制软件，在茶园增设山地轨道机，采用色板、太阳能诱虫机等，进一步提升了茶叶产量、稳定了品质。茶场茶叶生产从采摘完毕到包装入库仅需 8 人来进行操作，相比传统的茶叶加工劳动使用量减少 60%以上。茶场通过收购农户鲜叶、加工代销等方式联结带动水口乡 236 农户实现增收，为全县名优茶生产健康稳定发展起到了推广示范作用。。

* 浙江省畜牧农机发展中心提供素材并整理。

6、浙江平地茶园（金华白龙山）机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

适宜品种：以无性系品种最佳。
适应区域：茶园为平地或缓坡，坡度小于 25°。

(2) 机械化生产技术路线

机械中耕——机械施肥——机械植保、灌溉——机械修剪——
机械采摘——鲜叶机械运转——自动化流水线加工。

(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	机具配置要点	基地配置机具
耕作	浅耕：一般耕深为 8~10cm，可除去覆盖 95%以上的杂草，耕作层空隙增加，起到松土、除草、减少水分散失等作用。浅耕对茶树根系损伤不多，一般不会对茶树造成不利影响。浅耕次数和时间，因土壤结构、杂草滋生情况、树冠覆盖度和当地气候条件等因素不同而异。幼龄茶园土壤较疏松，一般每年耕 2~3 次。成龄茶园的浅耕可结合施追肥进行，一般春茶和夏茶后各进行 1 次浅耕。对于土壤肥沃，树冠覆盖度较小，如刚进行过重修剪或台刈的茶园应适当增加浅耕次数，以保持茶园整洁和表土疏松。 中耕：一般在春茶施催芽肥之前进行，耕深 10~15cm。目的是防除春季杂草，减少吸收表土水分含量，增加阳光辐射的吸收量，提高温度，促进茶芽提早萌发。中耕不能太深，否则会损伤根系，不利于养分的吸收。 深耕：一般在春秋季节进行，有的耕深超过 25 cm，对土壤具有很好的改良效果。对于幼龄茶园，种植前经过深翻，不必进行深耕。由于深耕具有双重性，既能促进土壤熟化，又会导致土壤结构破坏和损伤根系等。因此对于生态条件较好土壤肥力较高、通气透水性能好、土质疏松的茶园，可间隔 1 年深耕 1 次。	机械中耕	底部装有履带，具有高坡度上行走、地虎功能，可在坡度 30 度以下茶园作业；翻耕时不缠草，易于清理；对茶园板结土壤，有一定破土能力；针对中耕翻土需求，有合理的耕深和耕宽设计。	 履带中耕机
植保	无人机植保适应性基本涵盖市面上大部分溶于水生物、矿物有机农药；作业配置：无人机操作手 1 人，辅工(配药)1 人；植保参数：喷洒高度 3-3.5m，速度 3m/s，作业行距 4.6-5.1m，用药量按亩使用量配药喷施。	无人机植保	机具拥有较为优秀的负重能力；机具拥有较优秀的巡航、续航能力；机具拥有较简洁有效的操作性，拥有较多辅助功能；机具供应商拥有较多的配套无人机农资使用的设备配件。	 植保无人机

施肥	无人机施肥适应性基本涵盖大部分肥料，包括有机肥（商品型颗粒状）、无机肥（颗粒型各种肥）、液体叶面肥等；根据各类型肥药亩用量的不同，需要对无人机播撒速度进行调整。	无人机施肥	机具供应商拥有较多的配套无人机农资使用的设备配件（如：储料斗等）。	 植保无人机
肥水同灌	根据天气和茶树需求情况进行适时适量的灌溉，设计为定量施肥；可选液态或固态肥料，要求水溶性强，含杂质少；施肥时要掌握剂量，注入肥液的适宜浓度大约为灌溉流量的 1%；过量施用可能会使作物致死以及环境污染。 灌溉施肥的程序分 3 个阶段：第一阶段选用不含肥的水湿润，第二阶段施用肥料溶液灌溉，第三阶段用不含肥的水清洗灌溉系统。	肥水同灌系统	系统具有较好的过滤装置，避免堵塞管理；系统具有较好的水压，提供较好的泵送能力；现场根据最大喷撒半径进行合理设置喷头密度。	 肥水同灌系统
修剪	修剪前观察茶树高度，得平均高度（便于设备高度调整），并留叶层 8-10cm 做好机械修剪前准备工作，刀片高度注意最高 90cm，最低 57cm。 若原茶树在 80cm 以上高度，必须在春茶前或后重修剪离地 45cm 修剪，或春茶后深修剪剪去冠层 15-25cm。	乘用型复合设备修剪	履带式驱动，便于特殊地形及复杂状况下的前行；可以自动调整修剪刀具的高度和宽度以适应多种茶园情况；拥有较高的安全性和可操作性，人员投入较少。	 KJ4N-150iwH 型乘用复合摘采机
采摘	采摘要点。碾茶：覆盖后达采收标准时移走覆盖网，清理蓬面杂草等异物，新梢在 15-20cm 以内一次采收，新梢在 25-30cm 以上须分段二次采收；蒸青茶：一般一次采收。 留养要点：每季留一叶采收，到深秋或早春留 10-15cm 叶层修剪。 鲜叶管理要点：按标准采、剪，每采时留一叶，采后 7-10 天整枝一次；采下鲜叶做到不踩、无重物堆压、卫生、快运等要求；按鲜叶采摘要求不同，分品种、类型送加工厂。	乘用型复合设备采摘	履带式驱动，便于特殊地形及复杂状况下的前行；可以自动调整修剪刀具的高度和宽度以适应多种茶园情况；拥有较高的安全性和可操作性，人员投入较少。	 KJ4N-150iwH 型乘用复合摘采机

加工	青叶输送机—全自动扁形茶炒制机。 利用茶叶中茶梗、黄片与正品的颜色差异，使用高清晰的光学传感器进行对茶叶进行精选。	自动化流水线 加工、茶叶色 选机	加工过程应控制好设备所处环境的整洁，并保证加工厂房保持一定的湿度和温度。	 扁形茶自动化加工流水线  茶叶色选机
----	---	---------------------------------	---	--

（4）典型基地效益分析

金华市白龙山茶场位于浙江省金华市婺城区白龙桥镇农牧场，是集茶叶种植、加工、销售、技术培训及科技示范推广于一体的农业龙头企业。公司现有茶园 1200 余亩，厂房面积 3000m²，2 个加工车间、4 个冷库和 1 个茶叶专业合作社，各类茶叶种植加工设备 300 多台，配置川崎 KJ4N-150iW 型乘用型采茶机、茶园耕作机、植保无人机等新型农机进行茶园管理，有绿茶、红茶两大茶类的生产条件，具有规模化、标准化的农业产业化经营模式。通过对茶园道路进行宜机化改造，平地标准化茶园能适宜茶园大型机械作业，每小时可采收 3-5 亩茶园，采茶效率比传统的双人手抬式采茶机提高 3-4 倍，与单人采茶机相比提高 7-9 倍。同时，通过修剪构建的新型茶行弧度（R3000）和采用全幅采茶的方式，能更有效提高采收鲜叶的均匀度和等级，引进的扁形茶连续化生产线加工线，实现了扁形茶加工的清洁化、连续化和自动化。公司积极推进规模茶园示范建设，带动周围茶叶产区发展，促进农业提质增效。

* 浙江省畜牧农机发展中心提供素材并整理。

7、浙江智慧茶园（金华更香有机茶）机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

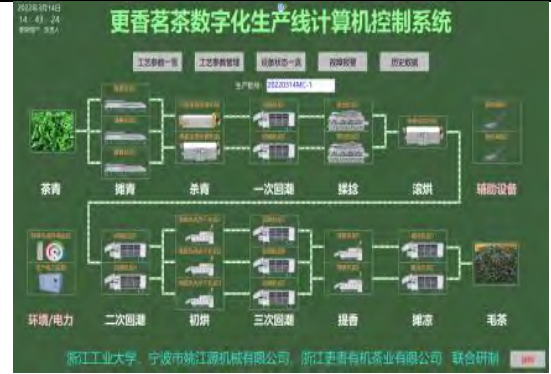
适宜品种：以无性系品种最佳。
适应区域：茶园为平地或缓坡，坡度小于 25°。

(2) 机械化生产技术路线

茶叶生产：机械中耕—轨道运输、人工施肥—机械植保（太阳能诱虫灯、声光精准防控、防霜扇、土壤检测、气象监测等）—机械滴灌—机械修剪—人工收获（机械收获）
茶叶加工：a.卷曲形绿茶数字化生产线：摊青—杀青—回潮—揉捻—滚烘—初烘—提香
b.针形绿茶数字化生产线：摊青—杀青—回潮—连续理条—烘干—提香
c.红茶数字化生产线：萎凋—揉捻—发酵—滚烘—烘干—提香

(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
除草	防草布覆盖除草技术。通过遮光，阻止杂草种子萌发和生长，通过物理占位控制杂草长势，防治可达 100%，成本仅为人工除草的 1/2。 以草控草技术。通过播种绿肥植物占据生态位，挤压杂草生长空间，某些绿肥植物根系可分泌化感物质，抑制杂草萌发和生长，防治可达 67.02%，成本约为人工除草的 1/6。	防草覆盖+以草控草技术	可降解防草布、三叶草。	  三叶草 可降解防草布
施肥	单轨道运输、人工施肥。	单轨道运输+人工施肥	单轨运输系统。	 单轨运输线
植保	5G+智慧茶园系统。运用物联网技术，连接太阳能诱虫灯，信息素诱虫板、声光精准防控、防霜扇、气象监测站等设施，实现数据实时传输与设备电脑式一键控制。	智慧茶园系统	智慧茶园系统。	 5G+智慧茶园系统
灌溉	滴灌设备连接智慧茶园系统，通过气象及土壤检测数据，判断是否滴灌。智慧茶园系统可一键操控滴灌开启和关闭。	喷滴溉	滴灌系统。	 滴灌系统

修剪	单人修边。	机械修剪	单人修边机。	 PST75H 型单人修剪机
收获	双人式采茶。	机械收获	双人式采茶机。	 SV110R3 型双人采茶机
田间运输	单轨运输系统可以依据地形铺设，随山势水平弯曲和上下起伏，非常适宜在地势陡峭地区运输物资。 单轨运输系统包括牵引机车和轨道。牵引机头以汽油机或电力为动力，运行时机头上的驱动滚轮与轨道下的齿条啮合行进。	单轨道运输	单轨道运输。	 单轨道运输线
卷曲形绿茶数字化生产线	摊青—杀青—回潮—揉捻—滚烘—初烘—提香。	茶叶数字化生产线	卷曲形绿茶数字化生产线。	 更香茗茶数字化生产线计算机控制系统 浙江工业大学、宁波市姚江源机械有限公司、浙江更香有机茶业有限公司 联合研制 卷曲形绿茶数字化生产线

针形绿茶数字化生产线	摊青—杀青—回潮—连续理条—烘干—提香。	茶叶数字化生产线	针形绿茶数字化生产线。	 针形绿茶数字化生产线
红茶数字化生产线	萎凋—揉捻—发酵—滚烘—烘干—提香。	茶叶数字化生产线	红茶数字化生产线。	 红茶数字化生产线

（4）典型基地效益分析

浙江更香有机茶业开发有限公司在金华武义拥有有机茶园 7000 多亩，加工厂占地面积 14000m²，拥有机械化、自动化、清洁化生产线二十多条，产品跨越绿茶、红茶、白茶、黑茶、乌龙茶、花茶等茶类，年加工能力 2000 多吨，近年来，先后建立了 5G+智慧茶园，绿茶、红茶数字化生产线，在浙江省率先实现全方位“有机模式”“数字化模式”“可视化模式”，让茶园管理更加精准、科学、合理，实现了茶叶原料品质、产量及绿色安全等准确保障。与传统茶生产管理相比，在能耗上降低 8%，劳动力成本降低 80%，品质提升半个等级以上，资源利用率提升 60%，达到产能、效益最大化，有效带动山区 2 万茶农年人均增收 1200 元以上，构建茶企与茶农共同利益体，实现企业稳步发展与茶农致富双赢。

* 浙江省畜牧农机发展中心提供素材并整理。

8、浙江平地茶园（松阳绿茗峰）机械化生产模式与典型案例

（1）适宜品种和区域

适宜品种：龙井 43、白叶一号、迎霜等。

适应区域：松阳县，茶园坡度：小于 15°。

（2）机械化加工技术路线

机械中耕（除草）——机械施肥（灌溉）——机械植保——机械修剪——机械收获——摊青——

杀青——摊凉回潮——揉捻——解块——循环滚炒（二青）——摊凉——循环滚炒（提香）——色选。

（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
中耕除草	中耕：一般在春茶结束后结合施追肥进行，耕深 10~15cm。目的是除去杂草，疏松土壤，减少水分蒸发，以利抗旱。 深耕：深度 15 cm-20cm，在秋季结合施基肥进行，对土壤具有很好的改良效果。由于深耕具有双重性，既能促进土壤熟化，又会导致土壤结构破坏和损伤根系等，因此一般隔 1 年深耕 1 次。	机械中耕（除草）	中耕设备自走式前进，减小人力推行需求；翻耕时不缠草，易于清理；对茶园板结土壤，有一定破土能力；针对中耕翻土需求，有合理的耕深和耕宽设计。	 WQ22-65FQ-ZC 多功能微耕机
施肥灌溉	分片轮施，20 亩左右一片；肥料首选水溶肥，颗粒肥先在水肥搅拌桶（带不锈钢搅拌机）中溶解；先施水 1 小时左右，待泥土湿润后再施肥；施肥结束后又施水 1 小时左右。	滴灌（肥水同灌）	三通道水肥机（手机 APP 远程控制）、3 套施肥桶（带不锈钢搅拌机）、全自动砂石过滤器、全自动叠片过滤器、卧式离心泵（100 米扬程）、配套水泵的恒压变频系统、2 套电磁阀、2 套阀控系统、10 亩地的全套喷灌材料（含管道、微喷套装、连接件、阀门、堵头等）。	  水肥一体机
植保	无人机植保适应性基本涵盖市面上大部分溶于水生物、矿物有机农药；作业配置：无人机操作手 1 人，辅工(配药)1 人；植保参数：喷洒高度 3-3.5m，速度 3m/s，作业行距 4.6-5.1m，用药量按亩使用量操作。	无人机植保	机具拥有较大的负重能力；机具拥有较强的续航能力；机具拥有较简洁有效的操作性，拥有较多辅助功能（如自动导航，自动设置飞行高度等）；机具供应商拥有较多的配套无人机农资使用的设备配件（如：喷头、水箱等）。	  T40 型无人机

修剪	轻修剪：宜轻不宜重，一般只剪去树冠面上的突出枝条或剪去树冠表层 3~5cm 枝叶，一般春茶结束后或 10-11 月秋茶结束后进行。 深修剪：剪去树冠面上 10~15cm 深的“鸡爪枝”；同时剪去树冠内部和下部的病虫枝、细弱枝、枯老枝和行间过密的枝条，以利茶园通风透光。春茶结束后进行，夏茶留养，剪后 60~70 天在原剪口以上 5cm 处再剪一次，留养后进行打顶轻采秋茶。 重修剪：剪去地上部树冠的 1/3~1/2，春茶后进行，剪后当年新梢不采摘，次年春茶可适当采名优茶。春茶结束后，在重修剪剪口上提高 7~10cm 定型修剪，以后打顶轻采，第三年起恢复轻修剪。	机械修剪	茶树修剪机，可用于轻修剪、深修剪、重修剪。	 H75 型电动茶树修剪机
收获	机采后宜采用轻修剪进行蓬面整理。必须选择与采摘机刀面相适应的修形式，并保证表面平顺，以适应下次机械采摘作业要求；同时留有 10-15cm 的绿叶层，利于茶叶嫩芽生长。 采下鲜叶做到不踩、无重物堆压、卫生、快运等要求；按鲜叶采摘要求不同，分品种、类型送加工厂。	机械收获	J30 电动单人采茶机；能适应不同地形茶园使用。	 J30 型电动单人采茶机
田间运输	单车最大载重量 200-250kg，坡度：45°；轨道长度可视具体情况随意加长；运行通道约宽 1m，离地高度约 30-45cm，根据山势走向，灵活掌握。	轨道运输	用于茶青及肥料双向运输；要求运行时不受天气、积水影响，且制动设备齐全，运行安全可靠。	 7ZDGS-220 型自走式茶园轨道运输机

摊青	鲜叶采摘后，应立即摊放，摊 放厚度 6 cm~10 cm。摊青时间 6 h~8 h，适当翻叶，因叶因时而定，叶色变暗，叶质柔软为宜。	摊青槽摊青	可调节温度，吹风，摊叶面积 5m ³ 。	 6CWD-6 型茶叶摊凉机
杀青	滚筒杀青机筒体温度 280℃ ~320℃时，80 型每小时投叶 80 kg~100 kg，90 型每小时投叶 150 kg~200 kg。110 型每小时投叶 450-500kg，杀透杀匀，青草气散失，至含水量 50%-60%出叶。	滚筒杀青	110 型滚筒杀青机，燃烧加热材料用生物质颗粒，每小时杀青 450-500kg 左右，电机功率 2.2kW/380V。	 6CST-110 型滚筒杀青机
摊凉回潮	杀青叶及时摊凉，摊凉时间 20 min~30 min。充分摊凉后堆放回潮，回潮时间 60 min~120 min。摊凉回潮程度：使茶梗与叶片中的水分重新分布，手捏茶叶柔软。	摊凉回潮	不锈钢摊凉设备。	 回潮设备
揉捻	55 型每筒投叶 35 kg~37 kg。采用轻压长揉方式，揉捻时间 1 h~3h，掌握“先轻后重、逐步加压、轻重交替、最后松压”原则。以揉捻至成条率达到 85%~95%为适度。	机械揉捻	55 型揉捻机，夏季高温季节配安装空调，设置温度 24 度以下。	 6CR-55 型揉捻机

解块	揉捻出叶后及时用解块机解块，以茶叶团块全部散开为宜。	解块	6CJK-50 型解块机，因香茶揉捻时间长，茶叶易揉成团，需用解块机及时解块。	 6CJK-50 型解块机
循环滚炒 (二青)	用滚筒杀青机循环滚炒，筒体温度 250℃~280℃时投叶，80 型每小时投叶 50 kg~55 kg，要求“高温、快速、少量、排湿”，以保持叶色翠绿。二青过程连续滚炒 5 次左右，时间 40 min~45 min，至含水量 14%为适度。	循环滚炒 (二青)	6CST-80 型滚筒杀青机，配置输送带，可视情况单组滚筒，也可多组。	 6CST-80 型滚筒杀青机
摊凉	二青叶及时摊凉。摊凉时间掌握在 30 min~40min，以充分摊凉为宜。	摊凉	用不锈钢摊凉设备或篾簾。	 摊凉设备
循环滚炒 (提香)	使用滚筒杀青机循环滚炒提香。筒体温度达到 80℃~110℃时投叶，80 型每小时投叶 46 kg~48 kg，循环滚炒 15 min~20 min，至含水量 5%~6% 为适度。出叶后要迅速摊开，散热。	循环滚炒 (提香)	6CST-80 型滚筒杀青机，配置输送带，可视情况单组滚筒，也可多组。	 6CST-80 型滚筒杀青机

色选	通过筛分、风选，去除片碎末茶。用茶叶色选机拣梗剔杂。	色选机色选	根据不同等级茶叶色泽差异分级。	 6CSX-1152 型茶叶色选机
----	----------------------------	-------	-----------------	--

（4）典型基地效益分析

松阳县绿茗峰茶业有限公司是一家集茶叶种植、生产、加工、销售、产业化服务为一体的市级农业龙头企业，拥有茶园 500 余亩，其中有机茶认证面积 300 亩。每年鲜叶产量 200 余吨，下设香茶、扁茶、毛峰、手工茶加工车间；公司现已配置 WQ22-65FQ-ZC 多功能微耕机、水肥一体机、大疆 T40 植保无人机、H75 电动茶树修剪机、J30 电动单人采茶机等新型农机，配置 1 条松阳香茶自动化机械化加工生产线。茶园管理全程机械化比传统的人工采摘可降低采摘成本 70%左右，降低农事管理成本 60%，以公司基地和加工厂为示范点，推广小型茶园耕作机、采茶机、修剪机以及茶叶加工机械 6800 余台（套），推广山地轨道车 70 条，35000 余米，为松阳县茶产业转型升级贡献力量。

* 浙江省畜牧农机发展中心提供素材并整理。

9、浙江陡坡茶园（绍兴日铸茶）机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

适宜品种：龙井 43、迎霜。
适应区域：绍兴日铸茶产区，茶园坡度 35%。

(2) 械化生产技术路线

机械中耕（除草、施肥）——机械植保——机械修剪——
机械收获（采摘）——机械（人工）转运——机械加工。

(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	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	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

采摘	对一芽二、三叶茶芽生长的茶园，采用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。	机械采摘	单人、双人采茶机。	 
运输	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；平地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。	机械运输	轨道机、运输汽车。	 
加工	龙井茶加工在扁形茶炒制机内完成，按照摊放-青锅-回潮-辉锅等工序进行；日铸茶采用流水线加工生产，主要工艺：摊放—杀青—回潮—揉捻—烘二青—炒干—提香。	机械加工	单台、成套茶机。	 

(4) 典型基地效益分析

绍兴木客村茶业专业合作社位于绍兴市柯桥区兰亭街道兰亭村，现有茶园近 600 亩，茶叶加工工场近 2000m²，有茶叶修剪机、茶叶采摘机、无人植保机、茶园耕作机、割灌机、运输车辆等茶园机械设备约 40 台套，基本实现茶园全程机械化操作；有茶叶加工单机 30 多台套，日铸茶加工流水线和蒸青碎茶流水线各 1 条，日鲜叶最大处理能力 6000kg，可以生产龙井茶、日铸茶、炒青绿茶、蒸青碎茶、红茶等产品。相比传统人工加工，茶叶加工成本降低了 50%，收购周边茶农鲜叶进行加工，辐射带动周边茶农，增加茶农收入。

* 浙江省畜牧农机发展中心提供素材并整理。

10、浙江陡坡茶园（温州文成九龙山）机械化生产模式与典型案例

（1）适宜品种和区域

适宜品种：银霜、乌牛早、金观音、红茶、绿茶。

适应区域：九龙山茶场，茶园坡度：35%。

（3）主要环节作业要点与机具配置

（2）机械化生产技术路线

机械中耕——机械施肥——机械植保、灌溉——

机械修剪——人工收获——机械（人工）转运。

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	中耕深浅要一致，要根据垄形走直，不扭摆，趟头遍地要深趟浅培土，要趟到地头；行间杂草要除净，表土要松碎，不得伤害作物根株；垄沟要有座土，垄帮要有浮土。	机械中耕（除草）	不同的作业需求对应相应的刀具；控制耕深和耕宽。	 ZGJ-120 型微耕机
植保	30 盏杀虫灯、黄板。	杀虫灯、粘虫板	杀虫灯、黄板诱捕防治。	 杀虫灯、粘虫板
灌溉	建成茶园喷灌系统，包括一座 350m ³ 蓄水池，受益标准茶园核心区 400 亩。	喷滴溉	喷头设置密度要在合理范围；要有提供足够水压的水泵。	 茶园喷灌系统

修剪	包括深修剪和“以采代剪”，前者用于成年茶树修剪，后者用于幼年茶树修剪。	机械修剪	具有较好的操作性和安全性	 PST75H 型修剪机
田间运输	三轮车运输，不仅能减少人力投入，加快运输效率，还能最大程度保持茶叶的新鲜。	轨道运输		 三轮运输车
加工	从青叶输送机——杀青理条机——茶叶风选机——回潮机——连续式茶叶理条机——茶叶烘干机——冷却回潮机——茶叶烘干机——茶叶风选机	自动化流水线加工	保证设备环境整洁和保持适宜的温湿度；注意定期保养和维护。	 全自动加工流水线

（4）典型基地效益分析

文成县九龙山茶叶专业合作社九龙山茶场示范基地位于文成县平和乡田东村，茶园总面积 1282 亩，其中标准园核心区面积 400 亩，茶叶年产量 15 吨。基地现有农具总台数 67 台，其中茶园中耕机 2 台，辉锅机 5 台，全自动炒茶机 26 台，茶叶修剪机械 10 台，采茶机 2 台，揉捻机 4 台，杀青机 2 台，筛选机 2 台，植保机械 9 台，红茶萎凋机 4 台，农用三轮车 1 辆，大宗茶加工流水线 1 条以及名优茶自动化流水线 2 条，目前已实现茶叶中耕除草、节水灌溉、高效植保、修剪、采摘、加工、包装运输等生产环节全程机械化。相比人工作业，茶树机械修剪提高工效 15 倍，机械采摘提高工效 12 倍，机械植保提高工效 6 倍；传统人工方式生产，1 个人 1 小时才能加工 0.19 千克干茶，采用现代化机械生产加工，1 条流水线 1 小时能将 90 千克原料处理成 20 千克干茶，机械加工在大幅度提高效率的同时还能使茶叶外形一致，有效保持茶叶的营养和品质。

* 浙江省畜牧农机发展中心提供素材并整理。

11、江苏句容茅山长青茶叶机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

适宜品种：龙井长叶、浙农 113、浙农 117、褚叶齐。

适宜区域：江苏句容。

(2) 机械化路线

中耕、施肥—除草—灌溉—植保—修剪—农资运输—茶叶萎凋—
茶叶杀青—茶叶做型—茶叶筛选—茶叶包装

(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	茅山茶场配置机具	
中耕施肥	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		 中耕机
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、旋耕机		 割灌机 旋耕机
灌溉	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。	机械灌溉	喷灌设备		 喷灌设备

植保	物理防治：根据茶园情况以 15-20 亩/盏安装太阳能杀虫灯，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。 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。	机械植保	太阳能灭虫灯、农用无人机、自走式喷雾机、性诱捕器。	 太阳能灭虫灯  农用无人机  性诱捕器  自走式喷雾机
修剪	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，并施以适量复合肥促进茶树生长；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。	机械修剪	双人茶树修剪机、单人茶树修剪机。	 双人茶树修剪机  单人茶树修剪机
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。	 单人采茶机  双人采茶机

农资运输	机械运输。	机械运输	田园运输机、四轮电动运输车。	 
				田园运输机 电动运输车
茶叶萎凋	对茶鲜叶萎凋、发酵。	机械萎凋	鲜叶摊青机、摇青机。	 
				鲜叶摊青机 摇青机
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。	 
				茶叶杀青机
茶叶做型	根据茅山长青制作工艺，进行做型、干燥。	机械做型干燥	茶叶理条机、多用机。	
				茶叶理条机、多用机

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。	 
				茶叶拣梗机 茶叶风选机
茶叶包装	茶叶制成后包装上市。	机械包装	茶叶包装机。	 
				茶叶包装机

（4）典型基地效益分析

句容市茅山茶场有限公司位于道教圣地茅山脚下，核心茶园种植面积约 650 亩，是集种植、生产、销售、科研及茶文化传播于一体的镇江市农业产业化龙头企业，拥有茅山翠眉茶的加工方法、一体式红茶萎凋收集装置等 5 项发明专利，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。茶园排灌设施良好，预留可供茶园管理机械通行的过沟通道，水肥一体化喷灌系统全覆盖，病虫害绿色防控技术广泛推广。目前茶场拥有各类型茶叶生产管理机械 100 余台，建有现代化茶叶保鲜库 3 座，除生产制作机械外，还包括茶园修剪/采摘机（含自走式）、自走式施肥机、茶园中耕（微耕）机、自走式喷药机、植保无人机、自走式运输车等，包含茶园采摘、修剪、耕作、施肥、病虫害防治等各生产管理工序，大大减少人工成本，提升茶园管理效率，实现茶园生产管理全程机械化。

* 江苏省农业机械技术推广站提供素材并整理。

四、中药材机械化生产模式与典型案例

1、内蒙古黄芪机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

适宜品种：沙参、桔梗、牛膝、防风、黄芪苗、甘草苗等。

适应区域：内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、甘肃、陕西等地。

(2) 机械化生产技术路线

机械深松整地——机械施肥、播种及滴灌带铺设——水肥一体化灌溉——

无人机植保——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	基地配置机具
深松、整地	利用深松、旋耕整地作业，深松深度 50~70cm；要求旋耕粉碎土壤，表面平整。	机械深松整地	配套 200 马力以上拖拉机、1SS-250 型深松旋耕机。	  1SS-250型深松旋耕机（自研）
施肥、播种及铺设滴灌带	种子条播播幅 150cm，苗带宽度 6cm，播种深度 2-3cm，播种量 7.5kg；播肥量 80-100 公斤；滴灌带带距 40cm，浅埋土壤 2-3cm；镇压滚镇压。	机械化复式作业，一次性完成施肥、播种及滴灌带铺设	配套 40-70 马力拖拉机、2BYC-150 型药材播种机。	  2BYC-150型药材播种机（自研）
灌溉、植保	灌溉水量、肥量均匀，避免土传病害，增加水肥吸收利用率；根据病虫害情况，喷洒均匀，覆盖全面。	水肥一体化灌溉、无人机植保	水肥一体化浅埋滴灌带、T20 植保无人机。	   水肥一体化浅埋滴灌带 T20植保无人机

收获	作业幅宽 250cm, 采挖深度 50-70cm, 挖净率 $\geq 95\%$, 损伤率 $\leq 5\%$ 。种苗损伤少, 提高移栽成活率。	机械起苗、人工分拣	配套动力 20-50 马力拖拉机、4YC-250 型药材挖掘机。	 
----	---	-----------	----------------------------------	---

4YC-250型药材挖掘机（自研）

（4）基地效益分析

赤峰市淇艺中药材机械化种植专业合作社统一流转元宝山区下坎子村黄芪苗基地, 土地规模 1000 亩; 平均亩产量 1000kg, 机械化种植产量对比当地传统人工种植产量增加 25%以上, 每亩节约播种和收获成本 1500 元以上, 合计每亩可节本增效 4000 元。2020 年度每亩综合支出 6500 元, 黄芪苗价格 13 元/kg, 毛收入 13000 元, 纯收入 6500 元; 近几年, 该机械化技术模式在赤峰市喀喇沁旗、敖汉旗、翁牛特旗、宁城县、林夕县、松山区、通辽开鲁县、辽宁建平县、吉林松原等地得到了很好的推广示范, 应用面积达 13000 亩。

* 赤峰市淇艺机械有限责任公司提供素材, 国家中药材产业技术体系机械化功能研究室整理。

2、甘肃陇西藏柴胡机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

适宜品种：藏柴胡。

适应区域：甘肃定西、天水、陇南、临夏等地。

(2) 机械化生产技术路线

机械深翻或深松——机械撒基肥——播前耕整地——机械覆膜精量播种——
高效植保（灌溉、追肥）——膜侧中耕除草——机械收获

(3) 主要环节作业要点与机具配置要求

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	配置机具
深翻	前茬作物收获后采用机械深翻晒垡：要求深度 $\geq 35\text{cm}$ ，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。深翻作业应与深松作业交替进行。	机械深翻	采用 1LFT-340 型翻转犁或栅条犁；动力： $95\sim 102\text{kW}$ ；工作幅宽： 1500mm ；作业深度： $25\sim 45\text{cm}$ ；工作效率： $3\sim 5$ 亩/h。	 1LFT-340 型翻转犁
基肥撒施	施肥品种和施肥量依据土壤肥力检测情况而定，一般每亩施腐熟农家肥 $2500\text{kg}\sim 5000\text{kg}$ 或有机肥 $80\text{kg}\sim 100\text{kg}$ ，硫酸钾型三元复合肥 $30\text{kg}\sim 50\text{kg}$ 。施肥时，要求底肥撒肥均匀，无漏撒、重撒和肥料集堆现象，施肥后应立即进行整地。	机械撒肥	采用 2FGB-8 型双圆盘撒肥车或颗粒状撒肥机（颗粒状有机肥或复混肥）；动力： $60\sim 102\text{kW}$ ；工作幅宽： 6000mm ；肥箱容积： 8m^3 ；工作效率： $5\sim 8$ 亩/h。	 2FGB-8 型双圆盘撒肥车机  2F-8 型撒肥机
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 $10\text{cm}\sim 15\text{cm}$ ；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或 1GKN-250 型旋耕机；配套动力： $102\sim 121\text{kW}$ ；工作幅宽： 2500mm ；松土深度： $300\sim 500\text{mm}$ （可调）；工作效率： $3\sim 5$ 亩/h。	 1SZL-250 型深松整地联合作业机  1GKN-250 型旋耕机
精量播种	每年 3 月-4 月份，地温稳定在 $8^{\circ}\text{C}\sim 12^{\circ}\text{C}$ 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 $4\text{kg}\sim 5\text{kg}$ ，每穴播种 $20\sim 30$ 粒，播种行距 20cm ，穴距 116cm ，播种深度 $1\sim 3\text{cm}$ 。	机械覆膜播种	采用 1GKNM 系列精整起垄覆膜播种机；动力： $87\sim 146\text{kW}$ ；垄顶宽度： 1300mm ；起垄高度 $10\sim 60\text{cm}$ ；工作效率： $2\sim 3$ 亩/h。	 1GKNM 系列精整起垄铺膜机 

水肥一体化	灌溉：根据土壤水分含量和藏柴胡对水份需求进行喷灌，有条件的地方可采用膜下滴灌等措施，以实现节水保灌效果；追肥：藏柴胡生长过程中需根据植物生长性状追肥 3-4 次，可根据需要选择水溶肥，随灌溉施入，生长中后期可根据需要喷施叶面肥，	机械喷灌	40 蜗轮蜗杆喷枪水尺寸:44mm；工作压力:2-5bar；流量:9.5-37.5m ³ /h；射程:22-41m。T40 植保无人机药箱容积:40L；螺旋桨形式:共轴双螺旋；生产效率:200 亩—300 亩/h。	 40 蜗轮蜗杆喷枪  T40 植保机
膜侧中耕除草	藏柴胡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。	机械中耕锄草	采用两行中耕锄草机，配套动力:15kW~60kW；作业幅宽:1500mm；作业深度:10~30mm；作效率:2~3 亩/h。	 两行中耕锄草机
收获	藏柴胡一般当年收获。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。	机械收获	采用 4YS 型药材联合收获机或 4UD—200 药材收获机；配套动力:102~161.7kW；工作幅宽:1600mm；挖掘深度:≤550mm；作业速度:0.25~0.5km/h；工作效率:1~2 亩/h。	 4YS 型药材联合收获机  4UD—200 药材收获机

（4）基地效益分析

2021 年，甘肃省陇西县地龙农机合作社带动周边 4 个村种植藏柴胡超过 1 万亩，经多点调查，当年柴胡平均亩产量 300kg（干货），藏柴胡价格 28 元/kg，亩综合支出（含物化投入、机械投入和人工投入）2000 元，亩毛收入 6000 元，亩纯收入 4000 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 800 元以上，种植万亩藏柴胡累计可为农民增收 4000 万元，节约劳动力支出 800 万元。

* 陇西县地龙农机合作社提供素材，甘肃省农业机械化技术推广总站整理。

3、山东西洋参机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

适宜品种：山东西洋参。

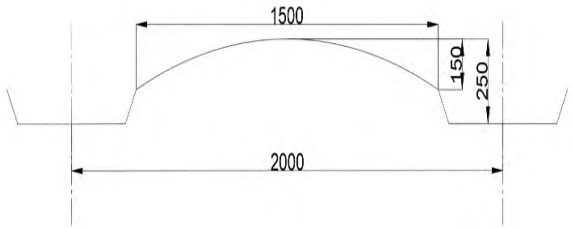
适应区域：山东烟台、青岛、威海、潍坊等地。

(2) 机械化生产技术路线

耕整地-起垄—播种—田间管理（植保、灌溉、除草）—收获—产后初加工。

(3) 主要环节作业要点与机具配置（垄形和株行距尺寸单位：mm）

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	配置机具
深翻	一般在收完前茬作物后深翻土地，深翻深度 $\geq 350\text{mm}$ ，土地深翻 2-3 次。	机械深翻	翻转深翻犁。	 翻转深翻犁或深翻犁
旋耕	深翻土地后采用旋耕机旋耕 2-3 次。旋耕土壤深度为 200-250mm 为宜。根据土壤情况，在旋耕的同时喷撒液体类杀虫剂和杀菌剂。	机械旋耕	大高箱系列旋耕机	 旋耕机
施肥	根据土壤情况在旋耕的同时撒施有机肥 1000-2000 斤/亩，微生物菌肥 400-800 斤/亩。	机械施肥	双圆盘型撒肥机、双轴立式绞龙抛肥机。	 双圆盘型撒肥机 双轴立式绞龙抛肥机
起垄	起垄整形机为旋耕起垄整形一体机，能够将前期施于土壤表面的有机肥和生物菌肥通过旋耕与耕层土壤均匀混合，西洋参起垄整形机两侧安装开沟犁，能够有效将沟内土壤翻抛至弧形垄顶。多数情况为保持垄型起垄整形需要根据效果进行多次。	机械起垄	西洋参旋耕起垄整形机。	 西洋参旋耕起垄整形机 西洋参旋耕起垄机

播种	 以宽垄种植为主，垄有效宽1500-1600mm，垄距中心距2000mm，每垄种植28行，行距50mm，株距为100mm，垄面为弧形，垄顶高度250mm左右，作业过道500mm。播种时间为11月底或12月初，来年开春均可播种深度为20-25mm。	机械播种	西洋参播种机。	 弧形面西洋参播种机 自走式弧形面西洋参播种机
田间管理	西洋参田间管理主要包括防寒、松土除草、病虫害防治、灌溉、摘蕾、采种等环节，对采收的种子要进行洗种。现阶段，灌溉和病虫害已经采用机械化作业，其他环节仍以人工为主。（根据棚的高度和前期搭棚情况选用相应机具，进行是非、施药、杀菌剂等）。	机械化田间管理	喷灌机械、高地隙喷雾机、喷雾无人机。	 微喷灌系统（最常见） 高地隙喷雾机 喷药无人机（很少用）

收获	目前西洋参收获主要是以分段收获为主，已经实现了西洋参挖掘、参土分离或进行有序铺放。根据情况为避免西洋参漏收，收获机械一般收获2遍。		机械化收获	西洋参收获机。	   振动挖掘铲与多级抖动输送链结合式收获机
产后初加工	清洗	对收获的西洋参去除表面土壤，实现初级去土，并通过压力水流对西洋参进行清洗。	机械化产后初加工	高压滚筒清洗机、滚筒式气泡清洗机。根据需要可分别使用，也可单独使用。	  高压滚筒清洗机 根茎类高压气泡清洗机
	烘干	对控水沥干后的西洋参进行装盘烘干，烘干时需按规程严格控制温度和相对湿度和干燥时间。		热风循环烘干机、空气能热泵烘干机。	  热风循环烘干房 空气能热泵烘干机
	制粉	对西洋参进行超微打粉处理。		中药超微粉碎机。	 中药超微粉碎机

制片	切片	下须后的西洋参通过切片机切片。	中药材(超薄)切片机。	 中药材切斜片机 中药材横切片机
	分级	切片后的西洋参需要根据大小进行分级。	西洋参分层振动分级装置(根据需要确定分级数量配置对应机具)。	 西洋参分层振动分级装置
	分选	根据颜色对西洋参片进行精分选,剔除缺陷或有病害参片。	西洋参片光电分选机。	 西洋参片光电分选机

(4) 典型基地效益分析

威海市文登区西洋参总皂甙含量最高可达8.8%，分别比同类进口产品和国标高出3.6% -3.8%，2018 年文登被授牌为“中国西洋参之都”，已成为全国最大的西洋参种植基地。文登市铎嘉隆西洋参种植专业合作社位于威海市文登市张家产镇张家产村，西洋参种植面积5000 亩，采用该模式进行机械化种植后，人参产量为800Kg/亩。机械化生产平均产量与质量均超过当地传统人工生产水平。总投资 26000 元/亩，与人工种植相比，该模式可节本增效约 2000 元/亩。近年来在烟台莱州、青岛即墨、潍坊诸城等地示范应用面积5.5万亩，机械化模式可节本增效11亿元。

* 青岛农业大学机电工程学院提供素材并整理。

4、广西藤县粉葛机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

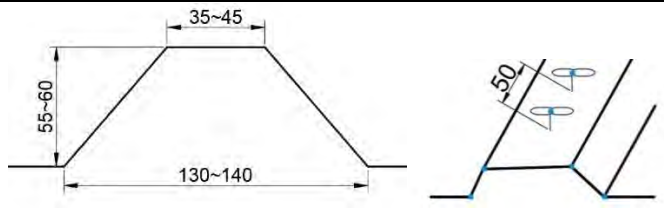
适宜品种：粉葛。

适应区域：广西梧州、桂林、贵港市等粉葛主产区。

(2) 机械化生产技术路线

深耕整地----旋耕起垄移栽--田间管理--机械植保--机械收获----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	机具配置要点	配置机具
深耕整地	采用双铧犁进行耕翻,深度35--40cm, 疏松土壤结构, 加速土壤熟化, 清除杂草及病虫害。	机械深耕	1304大马力以上拖拉机牵引双铧犁。	 双铧犁
旋耕、起垄和移栽	 旋耕、起垄一次性作业完成, 达到垄平沟直、垄土细碎、垄体饱满, 垄高55—60厘米、垄底部宽130—140厘米、垄顶部宽35—45厘米。 人工移栽: 垄上栽苗单行, 株距50厘米, 700--750株/亩。	机械整地起高垄	1304大马力以上拖拉机配套旋耕、起高垄一体机。	 旋耕起高垄一体机
田间管理	搭架引蔓: 人工移栽后, 在粉葛生长初期(苗高50mm), 应及时搭架引蔓, 每一棵粉葛需要打孔扦插一根硬杆让葛藤后期攀爬。	机械钻孔	挖孔机。	 挖孔机
	修根: 当粉葛的块根长大至手指大小, 应进行修根。具体做法: 挖开根部土壤选留2-3条较粗壮根, 其余剪除后复土。	机械修剪	电动修剪机。	 电动修剪机 粉葛挖开根部土壤选留2-3条较粗壮根

植保	粉葛主要病害有叶枯病、炭疽病及霜霉病等，虫害主要有蚜虫、天蛾、地老虎、臭皮虫等，生产过程中根据病虫害发生情况进行2到3次机械植保防治。	机械植保	背负式电动喷雾器、动力喷雾机、植保无人驾驶航空器。	 
收获	机械化收获是粉葛生产机械化的关键环节，采用粉葛收获机具可一次过完成粉葛的挖掘，大大提高收获效率。	机械化收获	1304大马力以上拖拉机配套粉葛收获机。	 
初加工	收获后的粉葛经过机械化清洗、除泥土等杂质，含杂率 $\leq 2\%$;机械化切片切粒,切片厚度8-10mm;及时烘干作业,防止干燥不均匀和烘焦。	初加工机械化	机械清洗揉搓-机械切片（切粒）-机械烘干。毛刷清洗机、切片（切粒）机、烘干机。	 
				

（4）典型案例效益分析

近年来，藤县和平镇邓表银种植家庭农场建成600亩粉葛全程机械化创新示范基地，采用后，每亩产量约2500公斤，亩产毛利润为4500元。相比传统人工作业，粉葛旋耕起垄每亩节省约350元，机械植保喷药每亩节70元，机械田间管理每亩节省80元，机械收获每亩节省600元，综合机械化作业可降低成本1100元/亩。该机械化作业生产模式节本增效显著，实现“机器换人”作业，为丘陵坡地提供粉葛生产机械化解方案，推进粉葛产业高质量发展。

* 广西壮族自治区农业机械化服务中心科技推广部（广西壮族自治区农业机械化技术推广站）整理。

5、赤峰桔梗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：桔梗。

适应区域：内蒙古赤峰地区。

(2) 机械化生产技术路线

机械撒肥——机械深松整地——机械播种——机械灌溉——

机械植保——机械中耕除草——机械收获

(3) 主要环节作业要点与机具配置要求

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	依据土壤肥力检测情况而定，一般每亩施有机肥料2500kg~5000kg，硫酸钾型三元复合肥30kg~50kg。施肥时，要求底肥撒肥均匀，交接行≤10cm。	机械撒肥	采用1LS-300型履带式自走双圆盘撒肥车。	  1LS-300 型履带式自走双圆盘撒肥车
耕整地	耕整地前施用有机肥，需将基肥与土壤充分搅拌；深翻整地，要求机耕深度 ≥ 50cm，旋耕粉碎土壤，表面平整，土块均匀，土块直径≤1cm，可实现深层土壤疏松。	机械深松整地	采用旋转刀轴式土壤深松旋耕一体机。	  1SS-250 型旋转刀轴式土壤深松旋耕一体机
播种	播种时期：每年4月-5月份。桔梗播种量一般为2kg/亩，要求播种行距17cm、株距4cm、深度0.6~0.8cm。	机械播种	采用2BYX型旋播滴灌一体机。	  2BYX-150 型旋播滴灌一体机
灌溉	根据土壤水分含量和桔梗对水份需求，进行均匀喷淋；根据土壤发养分和桔梗对肥料需求，利用水融肥进行适量灌溉。 注：受内蒙古地区大风天气影响，播种时进行滴灌带铺设，埋深2~3cm。	机械灌溉	水肥一体化系统包含水源、中央控制器、变频柜、过滤器、施肥机、高压泵、气象站等设施设备。。	  水肥一体化系统示意图

植保	包括输送营养与打药, 根据桔梗生长情况与病虫害情况而定, 要求喷洒均匀, 覆盖全面。	机械植保	采用3WP-700B型自走式打药机。	 
中耕除草	根据田间杂草生长情况而定, 要求中耕深度2~3cm。	机械中耕锄草	采用3Z-150型中耕锄草机。	
收获	桔梗一般于第二年秋季或第三年春季收获。要求最大挖掘深度可达55cm, 药材收获净率≥95%, 损失率≤5%。	机械收获	采用4YS型系列药材挖掘机。	 

(4) 典型基地效益分析

赤峰市淇艺机械有限公司桔梗全程机械化生产基地位于内蒙古赤峰市喀喇沁旗, 2021 年, 桔梗种植规模超 10 万亩, 平均产量 2500kg/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 1000 元以上, 亩增加产值达到 3500 元以上。

* 赤峰市淇艺机械有限公司提供素材, 国家中药材产业技术体系机械化功能研究室整理。

6、河北半夏机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

适宜品种：半夏。

适宜区域：以保定安国市为中心的周边区域，面积 5 万亩以上。

(2) 机械化生产技术路线

机械施肥—耕整地（犁耕、旋耕）—机械播种—田间管理（中耕锄草、覆土、打药、追肥）—机械收获—清洗筛选

(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
机械施肥	在耕整地前，每亩撒施充分腐熟的有机肥 1000~2000kg。	机械撒施有机肥	配套动力70马力以上，最大载重 1.6~6.4t，容积2~8m ³ ，撒施幅宽6~12m。	 有机肥撒肥机
耕整地	半夏种植应选择沙性土壤，一般需要避免重茬。耕整地时清理土壤中的石块、杂物等，浅耕细耙。根据地块大小可选择幅宽适合的旋耕机，旋耕深度≥20cm。	旋耕或浅耕整地	配套动力100马力以上，耕深≥20cm。	 旋耕机  液压翻转型
播种	春季播种，在雨水至惊蛰期间；秋季播种在秋分后进行。播种行距20cm左右，播种深度5cm左右，播种量80~120kg/亩。	机械播种	幅宽90~130cm，作业行距8~25cm，作业株距3~30cm，工作效率4~8亩/h。	 半夏专用播种机

田间管理	适时培土，提高块茎个数和质量。浇水和雨后及时中耕锄草，保持田间土壤疏松无杂草。雨季积水，应及时排水，以防烂根。	机械中耕锄草、覆土、打药、追肥	中耕深度3~6cm，生产效率3.5~5.5亩/h，喷幅12m，轮距1.520m。	 中耕机  喷杆喷雾机
收获	半夏地上叶片枯萎后，进行机械化收获，收获深度10cm左右。块茎成熟后成卵圆形，长20~30mm，直径5~25mm。收获后清洗。	机械收获并集中筛选清洗	配套动力kW60~150，采挖宽度90~120cm，采挖深度10~15 cm，作业效率0.5~1亩/h。	 半夏收获机  半夏清洗机

(4) 典型基地效益分析

安国市欣义半夏农民专业合作社 2022 年种植半夏 11860 亩，传统人工采挖、筛土、装车，收获，一亩地需要 6 个人工作 1 天，现在一台收获机、一辆车，仅需两人，一天可收 6 亩，作业效率大大提高。半夏亩产干货约 150-200 公斤，每亩平均纯收益 5000-7000 余元，能够带动周边 3 千余人增收致富。

* 河北省农机化技术推广总站、河北省农业机械化研究所联合编写。

7、江苏浙贝母机械化生产模式与典型案例

(1) 适宜品种和区域

适宜品种：浙贝母。

适应区域：江苏、浙江、安徽、湖北等地区。

(3) 主要环节作业要点与机具配置

(2) 机械化技术工艺路线

旋耕施肥——整地做畦——播种（人工为主）——除草——

灌溉——追肥——摘花打顶——植保——杀秧——收获。

作业环节	作业要点	技术模式	机具配置要点	配置机具
耕整作业	旋耕施肥：选用前茬为禾本科作物的田地，忌重茬。播种前三耕三耙，耕翻深度20 cm~25 cm；再施有机肥、增施腐熟农家肥作基肥，施入基肥应与播种同深度的表层土壤耙匀，每667m²施有机肥1000 kg~2000 kg、农家肥75 kg~100 kg，“重施基肥腊肥，勤施巧施苗期肥”。 整地做畦：南北向作畦，畦面做成龟背状，利于排水。畦高20 cm~25 cm，宽1.0 m~1.3 m，畦间沟宽25 cm~30 cm；畦做好后，灌足一次水，待水渗下，土壤稍干，搂平耙细，准备播种。	机械耕整、机械施肥	丘陵地区可采用微耕机、手扶拖拉机带机具进行旋耕翻土、整地做畦等。 大田采用四轮拖拉机带动中大型联合机具等进行旋耕翻土、深松、施肥、整地做畦。	 旋耕机 深松旋耕联合机 施肥机
播种	选种处理：将贝母鳞茎进行分级筛选、前期处理，筛选1.8 cm~3.0 cm直径且两瓣鳞片紧合、没有病虫害的鳞茎，播种前用50%多菌灵600 倍液浸种30 min~40 min，表皮晾干后播种。 播种作业：9月下旬~10月下旬，在畦面上开种植沟，深度6 cm~8cm；人工播种时使贝母鳞茎芽头朝上，种植行距10~20cm，株距10~15cm；覆土厚度3~4cm。	机械筛分、机械开沟、人工摆放、人工覆土	采用多层振动式筛分机分级，根据贝母鳞茎的分级直径尺寸配置不同筛孔尺寸。 采用微耕机带动拉沟器，一次开多条种植沟。	 筛选分级机 拉沟器
田间管理	除草作业：出苗前可使用除草剂封闭处理，其余应人工或机械方式。 排水灌溉：采用沟灌法、不得淹没畦面，灌溉时选择早晚为宜，雨水天气注意排水。土壤封冻前冬灌1次；生长旺盛期，每周视雨情灌水1次。 机械施肥：根据苗情适当的追施腊肥、苗肥及花肥。 摘花打顶：待植株在2~3 朵花期时进行摘花打顶，晴天进行。 智能植保：选用智能拍照虫情测报灯，进行虫情智能监测；根据病虫害情况，依据地形选用自走高地隙喷雾机或植保无人机，喷洒均匀，覆盖全面；除草、病虫害防治等田间管理过程中，尽量采用生物防治和物理防治相结合的方法，减少农药残留。	机械除草、机械灌溉、机械追肥、机械打顶、机械植保	行距之间采用机械中耕除草，株距之间、植株周边采用人工除草。 采用手持式打顶器作业，部分低矮植株采用人工。 虫害主要有蛴螬、豆芎青等，采用智能拍照虫情测报灯实时监测。 采用超低量精准植保无人机，降低农药使用量。	 中耕除草机 打顶器 虫情测报灯 植保无人机

收获	杀秧除杂：浙贝母收获前，先用杀秧机进行去秧、除草，再用齿耙清理田间杂草，同时保持垄形完整。 收获作业：选晴天及时采收，采挖深度$\geq 35\text{cm}$，采净率$\geq 96\%$，损伤率$\leq 5\%$。	机械杀秧、机械挖掘	丘陵地区采用手扶拖拉机带动挖掘机进行机械收获。 大田采用四轮拖拉机带动联合收获机，或自走式联合收获机。	   杀秧机 挖掘机 联合收获机
----	--	-----------	---	---

（4）典型基地效益分析

江苏省盐城市大丰区新丰镇仁南村贝母种植合作社，贝母种植面积约 2000 亩，每亩产量为 800kg，2022 年市场平均价格 18 元/ kg，每亩产值约 1.44 万元，其中每亩成本（种苗费+农药肥料+人工+土地流转）10000 元，每亩收益 4400 元，年收益 880 万元。实施机械化作业，播种每亩节约 150 元，喷药每亩节约 100 元，机械化采收每亩节约 200 元，综合机械化每亩减少成本 450 元，年节约成本 90 万元，机械作业对贝母种植总体经济效益的影响比重达到 10%。

* 农业农村部南京农机化研究所整理。江苏省盐城市大丰农机技术推广站、盐城市大丰区新丰镇仁南村贝母种植合作社提供资料。