

目 录

北方单季粳稻旱育稀植全程机械化生产模式	2
南方双季稻区早稻全程机械化生产模式	16
基于钵毯苗机插的南方双季稻区晚稻全程机械化生产模式	23
西南单季稻区水稻生产全程机械化模式	31
东北玉米秸秆全量还田覆盖免耕保护性耕作全程机械化生产模式 ..	37
黄淮海麦茬地玉米直播粒收全程机械化生产模式	45
大兴安岭南麓米-豆轮作秸秆还田玉米全程机械化生产模式	50
西北灌溉玉米密植高产机械粒收生产模式	56
黄淮麦区小麦全程机械化生产模式	62
长江中下游稻麦两熟区小麦全程机械化生产模式	68
北方一熟区小麦秸秆全量还田覆盖免耕全程机械化生产模式	74
北方一季区马铃薯全程机械化生产模式	79
内蒙古阴山北麓高垄滴灌马铃薯全程机械化生产模式	85
中原两季作区马铃薯全程机械化生产模式	89
西南一二季混作区大垄双行马铃薯全程机械化生产模式	95
南方冬作区马铃薯全程机械化生产模式	101
一年一熟区棉花全程机械化生产模式	106
冬油菜区油菜全程机械化生产模式	118
春油菜区油菜全程机械化生产模式	126
麦秸硬茬地碎秸整体均覆垄作夏花生全程机械化生产模式	131
垄作春花生覆膜免放苗全程机械化生产模式	137
东北地区大豆大垄高台全程机械化生产模式	143
内蒙古东部大垄高台宽窄行大豆全程机械化生产模式	151
黄淮海地区麦茬夏大豆免耕覆秸全程机械化生产模式	159
甘蔗中型机具系统全程机械化生产模式	167
甘蔗大型机具系统全程机械化生产模式	175

北方单季粳稻旱育稀植全程机械化生产模式

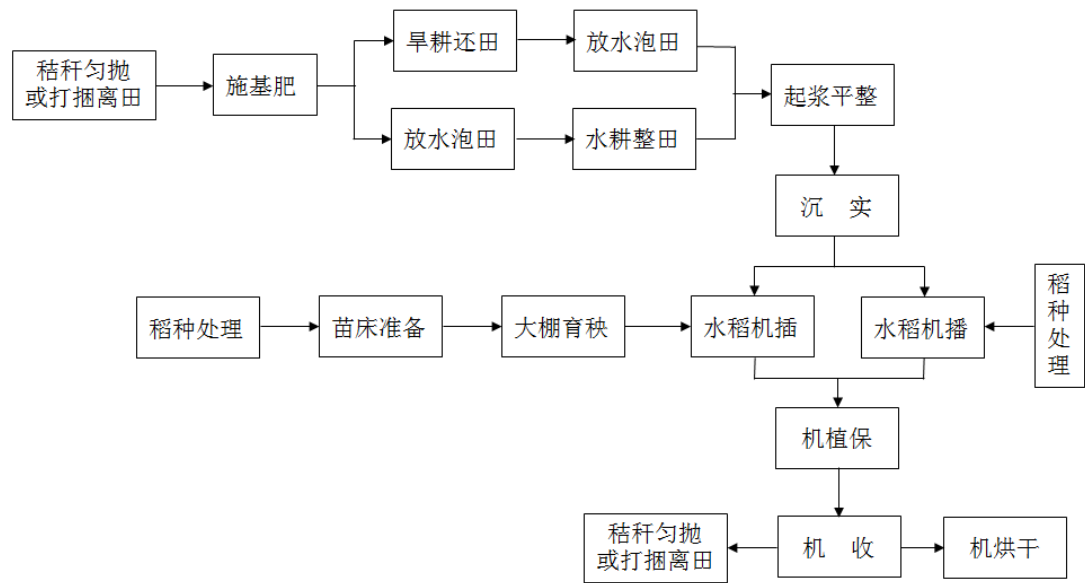
一、模式概述

我国北方单季稻主要采用棚盘育秧、机械整地、机械插秧、机械收获等旱育稀植模式，从南往北机械化水平逐步提高，但是按照国家开展全程机械化要求看，其薄弱环节也很多，主要是秸秆处理、机械插秧、机械植保和烘干环节，其制约因素为水稻生产一家一户零散经营、经营规模小，作业标准不高、育插秧环节多、烘干设备投入高等，近年来随着农机合作社的发展，将进一步提高水稻生产全程机械化水平。根据该区域以单季粳稻为主一熟制种植生产的特征，通过集成农机农艺技术形成了一套比较完备的机械化工艺流程和装备体系，推动北方单季稻生产机械化、标准化、规模化、精细化和科学化，特别是钵体机插、侧深施肥及高效植保技术的应用，育苗用土节省 50%，有效解决了育秧床土匮乏问题，实现了化肥减施的目标，可有效降低农药残留，促进水稻稳产增产和农业绿色生态可持续发展。

二、技术路线

前茬作物联合收获，对秸秆进行切碎均匀抛撒还田；施基肥作业，耕整地作业可选用旱耕水整、水耕水整或犁耕深翻后旋耕碎垡方式，起浆平整后沉实；采用育秧机插或机直播进行水稻种植，东北地区等积温不高地区采用育秧机插方式；田间植保采用机械植保方式；采用联合收获机作业，并对水稻秸秆切碎均匀抛撒还田；东北一年一熟区机收后冬闲休耕，其他地区机械化施基肥后，进行耕整地作业，可采

用犁翻旋耕或直接旋耕方式，为下茬作物播种移栽做好准备。



三、关键环节技术要点

（一）育苗播种。采取轨道式育苗播种机播种育苗。机插育秧播芽种 4400 粒/盘，即每 100cm² 播芽种 275 粒；钵形毯式苗播芽种 3800~4000 粒/盘，每钵播芽种 5 粒~6 粒。播种时要求播量准确，播种均匀。苗床土厚度不能小于 2cm，苗高应控制在 13cm~20cm。

（二）机械整地。旱整地与水整地相结合。旱整地要旱耕、旱平、整平垄沟，结合泡田打好田埂；水整地要在插秧前 5d~7d 进行，使用拖拉机配搅浆平地机二次作业达到整平耙细，做到水田内高低不过寸。翻转犁翻地时，翻地深度 18cm~22cm，翻地要求做到扣垡严密、深浅一致、不重不漏；旋耕机耕整地时，要求耕整深度均匀一致，旋耕深度 14cm~16cm。

（三）机械插秧。根据水稻品种、栽插季节、秧盘选择适宜类型的插秧机，提倡采用高速插秧机、侧深施肥插秧机作业，部分有条件

的地区可采用钵体苗移栽机。

采用插秧机作业的栽插密度一般在 25~30 穴/m²，5~7 株/穴，基本苗数 125~180 株/m²。当气温稳定超过 13℃，泥温稳定超过 15℃时为移栽时期。根据各个地区的土地、肥力等情况，栽插穴距以 10cm~17cm 为宜。浅水移栽，水深 2cm~3cm 为宜。

采用侧深施肥插秧机时，施肥位置距水稻秧苗根部 3cm~5cm 且深度为 5cm。土壤要有一定的耕深，特别是秸秆还田的地块，要求耕深达 15cm 以上；选用粒径为 2mm~5mm 的侧深施肥专用肥料，含水率 ≤2%，要求手捏不碎、吸湿少、不粘、不结块。

（四）高效植保。可根据不同种植规模、地形条件、种植方式选用航空植保、担架式（推车式）机动喷雾机或自走式高地隙喷杆喷雾机。采用无人机植保作业，雾化粒径在 50μm~200μm，均匀喷施。自走式高地隙喷杆喷雾机，选择喷幅在 10m 左右，药箱容量在 500L 以上。

（五）机械收获。采用联合收割机进行机收作业，作业要求不掉穗、脱谷干净、谷草分离彻底。秸秆还田地块，要求收获机要带秸秆粉碎和抛撒装置，留茬高度不超过 10cm。全喂入水稻联合收割机总损失率 ≤3%，破碎率 ≤2%；半喂入水稻联合收割机总损失率 ≤2.5%，破碎率 ≤0.5%。

（六）机械烘干。使用低温循环式干燥机进行烘干作业，保证稻谷烘干品质。水稻受热温度 40℃ 上下，介质温度 90℃ 上下；水稻烘干时采取短加热 6min-11min 长缓苏 60min，且要控制一次降水不大于 3%，防止爆腰径纹粒产生。

四、机具配备参考方案

2000 亩作业面积机具配套方案（小规模生产按比例适当缩减）

机具名称	技术参数与特征	数量	备注
拖拉机	40~100hp	2	可以配置履带式
施肥机	撒肥宽度 12m~16m	1	
铧式犁	耕幅 140cm, 耕深 28cm~30cm	1	
水田搅浆整地机	平整深度 5cm~10cm	3	选择划切刀片
育秧播种成套设备	作业效率>500 盘/h	1	可以选配人工半机械化播种装置
高速插秧机	6 行, 行距 30cm	2	
喷杆式植保机械	作业幅宽 12m, 自走式	1	可配 10kg 以上无人机
全喂入联合收获机	工作幅宽 2m 以上, 喂入量 4kg/s 以上	1	
谷物干燥机	40t 机组, 低温循环, 含水率自动控制	1	

五、应用提示

（一）要在育秧前做好种植水稻品种选择，储备育秧土，购置足够育秧盘，有条件的地方提倡智能催芽和工厂化育秧。

（二）前茬秸秆处理是本技术关键，在收获机后面加装粉碎抛撒装置，将秸秆均匀抛撒田间，为秋整地和春季高留茬搅浆奠定基础。

（三）对于育苗土紧张地区，可以适当应用基质育苗补充。

（四）本技术是成熟技术，各地可以规范推广。

（五）本技术不包括水稻直播栽培方式。

六、适宜区域

本模式适用于我国北方单季稻区的黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、新疆、宁夏、甘肃、山西、陕西、青海、河北、北京、天津、河南、山东等。该地区属于中温带、温带大陆性季风气候区，年平均无霜期 120d~220d，横跨一、二、三积温带，常年活动积温 2550℃~4250℃，无霜期 120d~150d，年降水量 450mm~1000mm，夏季降水量

占全年降水量 60%以上，日照时数 2400h~2700h，土壤以棕壤土、黄壤土、白浆土、草甸土、冲积土为主，有机质含量较高，自然肥力好，是优质农产品生产基地。

七、典型案例

黑龙江哈尔滨市方正县的德善乡义丰现代农机专业合作社、宝兴乡石家现代农机专业合作社、秋然现代农机专业合作社、方正镇格润现代农机专业合作社。2017 年，4 个合作社共实施水稻全程机械化模式 10038 亩，全部采用秸秆还田作业。其中实施机插侧深施肥技术 450 亩、实施钵体育苗机插技术 4014 亩、高速机械插秧技术 5574 亩。具体分布明细：

德善乡德善村：实施规模 3049 亩，其中钵育机插作业 1524 亩，高速机械插秧作业 1525 亩。宝兴乡石家村：实施规模 2094 亩，其中钵育机插作业 1482 亩、高速机械插秧作业 612 亩。水稻科技园区：实施规模 3883 亩，其中水稻机插侧深施肥作业 450 亩、钵育机插作业 1008 亩、高速机械插秧作业 2425 亩。方正镇良种场：实施规模 1012 亩，高速机械插秧作业 1012 亩。

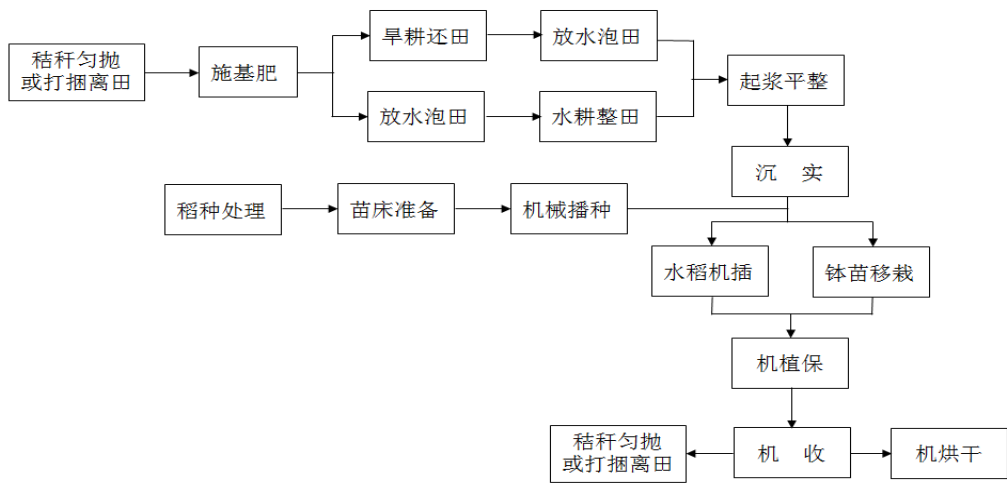
以秸秆切碎深翻还田、搅浆平地、盐水选种、机械化浸种催芽、高速机插侧深施肥、平盘育苗高速机械插秧、钵体育苗机械摆栽、航化植保、病虫草害综合防治、机械联合收获、机械烘干的技术模式。

长江中下游单季移栽稻全程机械化生产模式

一、模式概述

长江中下游单季稻区位于我国东部自然条件优越的经济发达区域，历来稻麦（油）水旱轮作，一年两熟，享誉“鱼米之乡”。改革开放后工业化、城镇化迅速发展，青、壮年农业劳动力大量转移，传统的精耕细作一度失于粗放，焚烧秸秆、手撒直播、盲目而过量低效施用化肥农药等造成空气、水环境的面源污染，土壤板结，耕层变薄，作物产量不稳，品质下降等问题，制约高产高效，农业的可持续发展。该模式凝炼了解决上述问题的实践，面向租用流转的土地而有一定种植规模的家庭农场、合作社，结合机械化水平已较高的耕整、收获环节，着重推进秸秆机械化全量还田，同时加强育插秧、高效田管植保和谷物烘干等机械化薄弱环节，实现六大关键作业环节的全程机械化。以此加快“机器换人”、提高农业劳动生产率的步伐，保障粮油作物的高产优质，节本增效，环境友好，实现绿色生态、可持续农业发展。

二、技术路线



三、关键环节技术要点

（一）品种选择。选用通过国家或省级审定的，且由当地农业技术部门主推的生育期适宜、优质、抗逆性强、适宜机械化生产的丰产稳产水稻品种，种子纯度 $\geq 99\%$ ，净度 $\geq 98\%$ ，发芽率 $\geq 85\%$ 。

（二）稻种处理。种子经晒种、脱芒、清选、药剂浸种处理后，用催芽机集中催芽，调整设定好温湿度，使种子达到破胸露白，芽长不超过 1mm 为宜。

（三）秧床准备。选择排灌、运输方便，便于管理的田块或硬地面做秧床。有条件的可采用自控温室内床架。毯状苗育秧按照秧床与大田 1:80~1:120 的面积比例备足秧床，钵体苗育秧按照秧床与大田 1:120~1:150 的面积比例备足秧床。构筑秧池须镇压开沟，畦面宽 1.4m，沟宽 0.2m，沟深 0.15m，周围沟宽 0.3m，沟深 0.25m。铺盘前两天铲高补低，填平裂缝并充分拍实。水稻育秧基质需经试用符合要求且质量稳定，营养土要求调酸、培肥和消毒。

（四）育秧播种。根据移栽时间、适宜秧龄以及移栽机械的作业进度，精确推算适播期。长江中下游单季稻一般 5 月中下旬至 6 月初播种，秧龄 15d~20d；按照“宁可地等秧，不可秧等地”的原则进行分期播种，杜绝超龄秧机插。

对于毯状苗采用育秧播种流水线或轨道式育秧播种机或自走式摆盘育秧播种机作业，根据插秧机栽插行距选择相应规格秧盘。播前做好机械调试，确定适宜种子播种量、底土量和覆土量，秧盘底土厚一般 2.2cm~2.5cm，覆土厚 0.3cm~0.6cm，要求覆土均匀、不露籽。

秧盘播种洒水须达到秧盘的底土湿润，且表面无积水，盘底无滴水，播种覆土后能湿透床土。播种量根据品种类型、季节和秧盘规格确定，常规稻宽行（30cm 行距）秧盘（9 寸盘）一般播种量 100g/盘~120g/盘，杂交稻宽行（30cm 行距）秧盘播种量 70g/盘~80g/盘，每 667m²大田需 30 盘；窄行（25cm 行距）秧盘（7 寸盘）按宽行（30cm 行距）秧盘的面积作相应的减量调整。对钵体秧苗以专用育秧播种流水线作业，播种量为常规稻 4 粒/钵~6 粒/钵，杂交稻 2 粒/钵~4 粒/钵。播种要求准确、均匀、不重不漏。

（五）苗期管护。播种实盘宜进入暗室或叠盘作暗化出苗。铺盘后通过沟灌、微喷灌、滴灌等方式做好苗期水、肥管理，根据移栽要求和长势喷施生长调节剂控制秧苗株高，移栽前追肥一次，喷施一次水稻品种对应农药，做到带肥带药移栽。钵体秧苗须防止表土粘连造成上部窜根，秧盘底部与床土之间铺带孔隔离网以防止底部窜根。起秧时间根据移栽作业时间和进度安排，做到随起随运随栽。

（六）大田撒施基肥。采用大中马力拖拉机挂接撒肥机作业，要求调整好抛幅、抛施量，做到抛撒均匀。实施秸秆全量还田，并坚持有机肥和无机肥相结合，改善土壤理化性状。根据估算施肥量的斯坦福公式、测土配方试验结果和肥料运筹方案精确计算基肥用量，一般在中等或中等偏强地力上，每亩产 700 kg 粳稻总施纯氮量 16kg~18kg，籼稻总施纯氮量 14kg~16kg，其中 28%~35%作基肥；磷、钾肥的施用量参照测土配方试验结果而定，磷肥 100%作基肥，钾肥 50%作基肥。

（七）大田精细整地，沉实土壤。特别在麦秸秆还田情况下，更要强调提高整地质量。一是土壤耕整深度适宜，一般大田耕翻深度掌握在 16cm~18cm，确保秸秆均匀混拌与埋覆。二是耙整要做到田平如镜，全田高低差不超过 3cm，表土上烂下实。三是田面整洁，无麦茬等杂物。对秸秆还田灭茬效果欠佳的田块，务必要结合耙地清除田面残物。四是泥浆沉实。为防止机插时壅泥，水田整平后需沉实，沙质土沉实 1d 左右，壤土沉实 1d~2d，粘土沉实 2d~3d，待泥浆沉淀、表土软硬适中、作业不陷机时，保持薄水机插。田间水深要适宜。水层太深，容易出现漂秧、倒秧，水层太浅又易导致伤秧、空插。一般水层深度保持 1cm~3cm，既有利于清洗秧爪，又不漂不倒不空插，可以降低漏穴率，保证单位面积足够苗数。

（八）大田移栽。适宜移栽的秧苗，应根系发达、苗高适宜、茎部粗壮、叶挺色绿、秧根盘结不散。秧龄 15d~20d，叶龄 3.0 叶~4.0 叶，苗高 12cm~20cm。适宜的种植密度大中穗型采用 30cm 宽行距，小穗型采用 25cm 行距。杂交稻穴距 17cm~20cm，每穴 2 株~3 株，密度 16.5 万穴/hm²~19.5 万穴/hm²；常规稻穴距 11cm~16cm，每穴 3 株~5 株，密度 21 万穴/hm²~28.5 万穴/hm²。移栽作业要求秧苗栽插均匀，深浅一致，作业质量应符合下列指标：伤秧率≤4%；漏插率≤5%；漂秧率≤3%；相对均匀度合格率≥85%；栽植深度 1cm~2cm。采用侧深施肥插秧机作业时，施肥深度为 5cm，且距离水稻秧苗根部 3~5cm。选用粒径为 2mm~5mm 的侧深施肥专用肥料，含水率≤2%，要求手捏不碎、吸湿少、不粘、不结块。

（九）水浆管理。移栽稻在返青期保持 1cm~3cm 浅水层。分蘖期湿润灌溉，控水增氧，促发根扎根，特别是在前茬秸秆全量还田情况下，更需要露田增氧，以减轻秸秆腐烂过程中形成的毒害。全田茎蘖数达到预期穗数的 80%~90%，及时排水搁田，分次轻搁，使土壤沉实不陷脚，叶片挺起，叶色显黄。孕穗期保持浅水层，湿润灌溉。灌浆成熟期间歇灌溉、干湿交替。收获前 7 天左右断水。

（十）追肥运作。在水稻分蘖期、孕穗期和灌浆成熟期采用自走式高地隙施肥机或机动喷雾喷粉机施追肥。于移栽后刚长第二心叶时，开始施用分蘖肥，施纯氮量占总施氮量的 35%~42%，并分次施用，使肥效与最适分蘖发生期同步，及时控制无效分蘖，同时坚持肥药混用，以达到追肥、除草、治虫的三重效果。穗肥纯氮量占总施氮量的比例在秸秆全量还田条件下为 30%，追施促花钾肥占测土配方总施钾量 50%。正常群体和生长不足群体的穗肥一般均应分次施用。旺长群体穗肥必须少施、迟施。

（十一）植物保护。根据当地水稻病虫草害的发生规律，合理选用农药品种及用量，与绿色防控相结合。移栽稻插秧前 7 天内结合大田耕整地，施除草剂封杀杂草。移栽后 7 天内根据杂草种类施除草剂，施用时光层 3cm~5cm。按照病虫害的预测预报进行统防统治。提高药液喷施的均匀性和对靶性，提高农药利用率和病虫草害防治效果，减少对环境的污染。加强机械除草、杀虫灯、寄生蜂、性诱剂等物理生物生态绿色防控。

（十二）适期收获。全田粳稻 95%以上、籼稻 90%以上籽粒转黄

进入完熟期，适期进行机械收获。一般选用带茎秆切碎、匀抛装置的全喂入或半喂入联合收割机，低留茬收获时要求留茬高度不大于15cm。作业质量应符合下列指标：全喂入联合收割作业损失率 $\leq 3.5\%$ ；含杂率 $\leq 2.5\%$ ；破碎率 $\leq 2.5\%$ ；茎秆切碎合格率 $\geq 90\%$ 。半喂入联合收割作业损失率 $\leq 2.5\%$ ；含杂率 $\leq 2.0\%$ ；破碎率 $\leq 1.0\%$ ；茎秆切碎合格率 $\geq 90\%$ 。

（十三）秸秆处理。农艺要求秸秆全量还田的，在收获作业同时将秸秆切碎匀抛于田面。高留茬收获后应采用秸秆粉碎还田机进行秸秆处理。秸秆切碎长度应不大于15cm，抛撒不均匀度不大于20%。离田利用的稻草不需切碎，宜打捆后运出。

（十四）稻谷处理。收获后的稻谷应采用谷物烘干机及时烘干，稻谷烘干前宜进行除芒及初清，带芒率不大于15%，含杂率不大于2%，不得有泥土、沙石、长茎秆、麻袋绳、聚乙烯膜等异物。经烘干处理后籼稻谷含水率不大于13%，粳稻谷含水率不大于14%。干稻谷上市销售或进入仓储设施存放，仓储设施应清洁、干燥、通风、无虫害和鼠害。严禁与有毒、有腐蚀性，易发霉、有异味的物品混存。

四、机具配备参考方案

2000亩作业面积、毯苗机插农艺制定机具配置方案：

机具名称	用途	技术参数与特征	数量	备注
拖拉机	耕整和秸秆还田用动力	≥ 80 马力，四轮驱动或橡胶履带式	4	必备
秸秆粉碎机	高留茬粉碎还田	作业幅宽 2.6m	1	可选
撒肥机	撒施复合化肥	撒肥宽度 12m	4	可选
铧式犁	翻耕并埋覆秸秆残茬	悬挂四铧犁，耕幅 140cm，耕深	2	必备

		18cm~25cm		
灭茬旋耕机	旋耕并埋覆秸秆残茬	耕幅 1.8cm~2.5m, 耕深 14cm~16cm	2	必备
水田埋茬耕整机	耕整并混埋秸秆残茬	耕幅 1.8cm~2.5m, 耕深 16cm~18cm	2	可选
水田起浆平整机	水田平整起浆	作业幅 1.8cm~2.8m	2	必备
育秧播种流水线	塑盘育秧播种	作业效率>500 盘/h	2	必备
微喷灌育秧设施	苗期灌溉	管带微孔式或立杆喷头式	1	必备
乘坐式高速插秧机	毯状苗机插	6 行, 行距 30cm	4	必备
自走式喷杆植保施肥机	植保喷药、追肥	作业幅宽 12m, 高地隙	2	必备
植保无人飞机	植保喷药	电动多旋翼, 载药量 10L	1	可选
履带自走式全喂入联合收获机	收获稻谷并切碎秸秆匀撒	割幅 2m, 喂入量 4kg/s	2	必备
批式低温循环谷物干燥机	稻谷烘干	40 吨机组, 电热空气源热泵式, 自动控制	1	必备

五、应用提示

稻米的品质包括加工品质、外观品质、蒸煮食味品质和营养品质等。无论是整精米率、垩白度, 还是胶稠度、蛋白质含量以及各种蒸煮食味评价值不仅取决于水稻品种, 还受到栽培技术措施的显著影响。

对毯状苗以适当稀播培育适龄壮秧, 减轻育秧过程密生生态对壮秧形成的负面效应, 进而通过大田精确采用稳前、控蘖优中的调控措施, 适当增加中期高效生长量, 形成足够数量的壮秆大穗 (例如江苏单季粳稻每亩 22~24 万穗, 颖花 3000 万以上, 每穗 130 粒~140 粒), 从而有效地增强群体抽穗后的光合生产能力, 使结实率达 90%以上, 千粒重达 26g~28g。与这一栽培途径相配套的关键技术可概括为“十二字”: 即“壮秧、精插、稳发、早搁、优中、强后”。

钵苗机栽发挥了钵苗秧龄大、苗质好、带钵移栽, 植伤轻、发苗

快等优势，且能精确有序地构建群体结构，利于水稻高产超高产，是水稻高产栽培机械化发展的重要途径。目前机具对不同种植制度不同类型水稻品种应用的适应性还亟待提高。同时，机械设备价格贵，特别是秧盘价格贵，投入成本高。对于钵苗机栽，培育标准化壮秧是争高产措施的重中之重，是最基础、最根本、最前提的核心技术。壮秧指标：（1）秧龄 30d 左右，叶龄 4.5~5.0；（2）苗高 15cm~20cm，单株茎基 0.3cm~0.4cm；（3）植株带蘖率，常规稻 $\geq 30\%$ ，杂交稻 $\geq 50\%$ ；（4）白根数 13 条/株~16 条/株，发根力 5 条/株~10 条/株；（5）百株干重 8.0g 以上；（6）钵体重 5g 左右；（7）成苗孔率，常规稻 $\geq 95\%$ ，杂交稻 $\geq 90\%$ ；（8）平均每孔苗数，常规稻 3 苗~5 苗，杂交稻 2 苗~3 苗。还要大田争足穗促壮秆大穗，精确栽插适宜基本苗，配套大田肥水管理措施。

六、适宜区域

本模式主要适用于包括江苏、上海、浙江、安徽、湖北四省一市的长江中下游单季稻区。该区域大部分属北亚热带，小部分属中亚热带北缘，年平均气温 14℃~18℃，无霜期 210d~270d，年降水量 1000mm~1500mm，平原盆地和丘陵山地相间，土地、温光和水资源条件优越。农业生产采用两熟制，以单季水稻为主搭配其它越冬作物如小麦、大麦、油菜、蚕豆等周年生产，存在农时季节紧、茬口衔接难的矛盾。该区域农业机械化水平总体较高，耕整田、收获已实现机械化；秸秆处理以机械化切碎埋覆还田为主，亦有部分打捆离田综合利用；薄弱环节是栽植、田管植保和烘干。主要制约因素为生产经营规

模较小，种植效益不高，育插秧环节农艺繁杂、用工多，烘干设备购置或其燃煤改电的投入大等。

七、典型案例

江苏省机插水稻面积最大，产量最高，2017 年单季稻作总面积 223 万多公顷，机插率稳定在 75%，平均单产达 536kg/亩。扬州大学通过精确定量栽培研究和高产试验示范，曾创造了小面积单产 800kg/亩与千亩连片单产 700kg/亩以上的实绩。

近年来，集机电仪一体化、标准化、自控化为一体的现代化水稻育秧工厂正迅速崛起，将水稻育秧的诸多作业环节从田间搬到室内，通过控温、保湿等方法将秧苗置于人工创造的良好环境下生长，可以在较短的时间内，培育出较高质量（出芽整齐、成苗率高）的秧苗。以江苏省太仓市为例，自 2009 年以来，利用温室进行层架式育秧，探索开发出包括播种系统、补水系统、降温系统、防虫系统、炼苗系统和运输系统在内的水稻智能化温室立体育秧工厂。

采用钵苗机栽方式，将钵育壮秧按一定行、穴距均匀、无植伤地移植于大田，不仅有效地延长了水稻生育期，而且解决了抛秧稻抛植深度不一致、群体分布不均匀、生育安全性差等技术问题。钵苗机栽水稻具有显著的增产优势，比毯苗机插增产 6.3%~12.7%，其产量形成优势的主要特征是“穗大粒多”。2012 年在兴化市钓鱼镇以钵苗机栽方式创造了我国稻麦两熟制条件下水稻机械化栽培最高单产，百亩连片平均单产和最高产量分别达 947.3kg/亩~965.3kg/亩。

南方双季稻区早稻全程机械化生产模式

一、模式概述

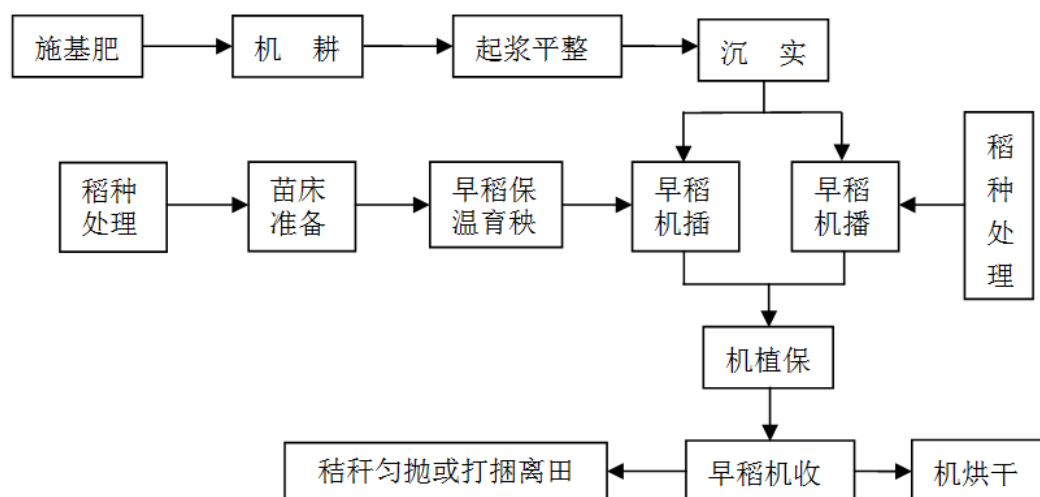
我国 2016 年双季稻种植面积 1.76 亿亩，其中早稻 8430 万亩。双季稻区一年种植两季水稻，生产季节紧张，气候条件、水稻品种、种植规模与效益等问题严重制约着该区域水稻生产机械化的推进和全程机械化水平的提高。

鉴于此，通过实施该项技术，在合理选择水稻品种和稻田耕整、施肥的基础上，采用保温育秧机插，或在适宜地区采用机直播，同时进行机械侧深施肥；实行田间机械植保和航空植保相结合防治水稻病虫害方式；利用联合收获机收割稻谷，并切碎早稻秸秆均匀抛撒或打捆离田，然后采用烘干机烘干稻谷，实现早稻生产的全程机械化。

在我国南方双季稻区推广早稻全程机械化生产模式，不仅可以缓解双季稻生产季节、用工等茬口矛盾，省工节本，大幅度提高劳动生产率，还可以减少早春低温危害和化肥、农药的面源污染，实现早稻生产绿色提质与节本增效的可持续发展。

二、技术路线

早稻种植前使用抛肥机抛撒基肥；耕整地作业选用水耕整田，起浆平整后沉实；采用育秧机插或机直播进行水稻种植，育秧与直播前需进行稻种处理；田间植保采用机械植保方式；利用联合收获机作业，并对早稻秸秆切碎均匀抛撒或打捆离田处理。



三、关键环节技术要点

（一）品种选择。根据当地生态条件、种植制度、种植季节、生产模式等选择通过国家或地方审定并在当地主推的生育期适宜、优质、高产、抗逆、适应性好、发芽率和分蘖力适宜的适于机械化作业的水稻品种，要根据前后作物茬口选择确保能安全抽穗的水稻品种。

（二）施基肥。根据水稻目标产量及稻田土壤肥力，结合配方施肥要求，合理制定施肥量，培育高产群体。提倡增施有机肥，氮磷钾肥配合。施肥量根据本地区土壤肥力状况、目标产量和品种类型确定。一般有机肥料和磷肥用作基肥，在整地前可采用机械撒肥机等施肥机具施入，经耕（旋）耙施入土中。

（三）机械化耕整地。早稻机插前耕整地质量要求做到“平整、洁净、细碎、沉实”。耕整深度均匀一致，田块平整，地表高低落差不大于 3cm；田面洁净，无残茬、杂草等杂物；土层下碎上糊，上烂下实；田面泥浆沉实达到泥水分清，寸水不露泥，沉实而不板结，机械作业时不陷机、不壅泥。由于季节茬口紧，在早稻收获后要及时整

地，可选用与大中型拖拉机配套的旋耕机、反转旋耕灭茬机、铧式犁、水田埋茬起浆机、水田耙、平地打浆机等。丘陵山区可采用与小型拖拉机匹配的耕整机作业；在泥脚较深的稻田，可采用履带拖拉机配套旋耕机进行耕整地作业。

（四）稻种处理。种子经精选脱芒、药剂浸种处理后，用浸种催芽机集中浸种催芽，调整设定好温湿度，种子达到破胸露白，芽长不超过 1mm 为宜。

（五）育秧播种。因地制宜地主推规范化的水田湿润育秧或者旱地育秧，重点是培育适宜插秧机机插的秧苗，提高秧苗素质。重点把握秧田苗床制作、壮秧剂施用、精量均匀播种和温湿度控制及苗期水肥管理等关键环节。

以秧田与大田 1:80~100 备足苗床。落谷前 10d~15d，精做秧板，旱耕水整，晾板沉实。杂交稻每亩大田备种 2.5kg~2.7kg、常规稻 4.0kg 左右。插前 18d~23d 分批育秧，播种采用育秧播种流水线或轨道式精量播种机械作业，根据插秧机栽插行距选择相应规格秧盘。播前做好机械调试，确定适宜种子播种量、底土量和覆土量，秧盘底土厚度一般 2.2cm~2.5cm，覆土厚度 0.3cm~0.6cm，要求覆土均匀、不露籽。播种量根据品种类型、季节和秧盘规格确定，常规稻宽行（30cm 行距）秧盘一般播种量 100~120g/盘，杂交稻宽行（30cm 行距）秧盘播种量 70~100g/盘，每亩 30 盘；窄行（25cm 行距）秧盘按宽行（30cm 行距）秧盘的面积作相应的减量调整。播种要求准确、均匀、不重不漏。

（六）秧苗管理。做好苗期温湿度、水肥药管理，适宜机插秧的秧苗应根系发达、苗高适宜、茎部粗壮、叶挺色绿、均匀整齐，秧根盘结不散。齐苗前保持床土相对含水量在 70%~80%；齐苗后，根据 d 气适时揭去苗床上的覆盖物并喷一次透水；齐苗至移栽前以控水控苗为主，中午出现卷叶时需补水，可于傍晚一次补足。秧田集中地块可灌平沟水，零散育秧可采取早晚洒水补湿。早稻移栽前 5d~6d，控湿炼苗，促进秧苗盘根，增加秧块拉力，便于卷秧与机插。如在秧苗期降雨，则需盖膜并及时排干沟中积水，以防苗床进水。

（七）机插秧。根据水稻品种、栽插季节、秧盘规格选择适宜类型的插秧机，提倡采用高速插秧机作业，提高工效和栽插质量。机插要求栽插秧苗均匀，深浅一致，一般漏插率 $\leq 5\%$ ，伤秧率 $\leq 4\%$ ，漂秧率 $\leq 3\%$ ，插秧深度在 1cm~3cm，以浅栽为宜，有利于低节位分蘖。

根据水稻品种及栽插季节选择适宜栽插密度。可选用窄行(25cm)插秧机，常规稻株距 12cm~16cm，每穴 3 株~5 株，种植密度 1.7~2.2 万穴/亩；杂交稻株距 14cm~17cm，每穴 2 株~3 株，种植密度 1.6~2.0 万穴/亩。建议采用同步深施肥插秧机作业，以提高肥效。

（八）机械化穴直播。根据水稻品种、栽插季节选择适宜的穴直播机与种植密度。大田播种量和行株距基本与机插大田的行株距和用种量相同。常规稻每穴播种 5 粒~8 粒，成苗 3 苗~5 苗。杂交水稻每穴播种 3 粒~4 粒，成苗 2 苗~2.5 苗。机械化穴直播要求播种均匀，直而齐，一般漏播率 $\leq 5\%$ ，伤种率 $\leq 1.5\%$ ，穴粒数合格率 $\geq 85\%$ 。

（九）机械植保

1. 草害防治。移栽稻插秧前 7d 结合耕整地，施除草剂封杀杂草，施药后保水 3d~4d。移栽后 7d 内根据杂草种类施除草剂，施用时光层 3cm~5cm，保水 3d~4d；有条件的地区在机插后 2 周采用机械中耕除草，除草时要求保持水层 3cm~5cm。

直播稻播种后，排干田表积水，将除草剂喷施于田面，进行第一次封杀杂草，施药后保持药膜 3d~5d；苗期进行第二次除草；分蘖末期根据草害情况选择进行第三次除草。

2. 病虫害防治。根据病虫测报，对症下药，控制病虫害发生。提倡高效、低毒和精准施药，减少污染。可采用车载式、担架式及喷杆式植保机械装备和植保无人机。

（十）机械机收。收割前 5d~7d 断水，抢晴天机收，及时晾晒或烘干。收获时，要求稻谷的水分含量在 25%以下。推荐选用带茎秆切碎装置的全喂入收割机或半喂入联合收割机，要求留茬高度在 15cm 以下，便于翻耕和秸秆还田，提高土壤肥力，避免秸秆焚烧污染环境。全喂入水稻联合收割机总损失率 $\leq$ 3%，破碎率 $\leq$ 2%；半喂入水稻联合收割机总损失率 $\leq$ 2.5%，破碎率 $\leq$ 0.5%。

（十一）机械烘干。稻谷收获后应及时用谷物烘干机烘干或晾晒至标准含水量（籼稻 13.5%，粳稻 14.5%），谷物烘干机根据生产规模配置。

四、机具配备参考方案

以 1000 亩作业面积制定机具配套方案：

机具名称	技术参数与特征	数量
拖拉机	55-75hp	1
履带式拖拉机	55-75hp	1
施肥机	撒肥宽度 12~16cmm	1
履带式旋耕机	耕深 12cm~20cm	1
水田埋茬耕整机	耕深 10cm~16cm	2
水田起浆平地机	平整深度 5cm~10cm	2
育秧播种流水线	作业效率>500 盘/h	1
高速插秧机	6 行，行距 25cm	2
手扶插秧机	4~6 行，行距 25cm	4
喷杆式植保机械	作业幅宽 12m，自走式	1
全喂入联合收获机	工作幅宽 2~2.2m，喂入量 4kg/s	1
低温循环式谷物干燥机	40t 机组，低温循环，含水率自动控制	1

五、应用提示

（一）品种选择上应考虑早稻与其它作物茬口的衔接。

（二）大田应在前茬作物收获后及时耕整。其中冬闲田宜实行冬季犁翻，移栽前 7d 左右耕整。

（三）早稻育秧易受低温冷害影响，需采用保温育秧和设施育秧，如遇低温冷害，应及时保温防冻。尽可能采取叠盘暗化和暗室暗化，确保出苗整齐一致。秧苗移栽前 3 d 应进行炼苗，使其抗逆能力增强，有利于栽后扎根返青。适宜移栽的秧苗，应根系发达、苗高适宜、茎部粗壮、叶挺色绿、秧根盘结不散。早稻适宜秧龄为 18d~30d，叶龄 3.1 叶~3.5 叶，苗高 12cm~18cm。

（四）加强早稻苗期病虫害防治，尤其是立枯病和恶苗病的防治。

（五）南方双季稻区的直播早稻在气温满足当地农艺要求时，通常在当地连续 5 日平均温度稳定在 10℃ 以上，应及时直播。杂交稻播种量 22.5kg/hm² ~ 30kg/hm²，常规稻播种量 37.5kg/hm² ~ 45kg/hm²。

（六）旱直播稻在播种后通过田间沟系灌一次水，直至土壤全部

湿透为宜，而后将田表积水排净并保持湿润。水直播稻浅水播种，播种后即排水并保持田间湿润。苗期建立 1cm~3cm 浅水层。分蘖期、孕穗期、灌浆成熟期水层管理同移栽稻。

（七）全田水稻 90%以上籽粒转黄进入完熟期，适期进行机械收获。

六、适宜区域

本模式适用于包括湖南、江西、广东、广西、海南、福建、湖北及浙江南部的双季稻区的早稻种植。该区域属热带季风气候与亚热带季风气候之间，气候温和湿润，光照充足，雨量丰沛，雨热同季，地形多样复杂，山地、丘陵、平原兼具，农业生产采取多熟制种植模式，以双季水稻为主，该区域北部存在农时季节紧、茬口衔接难的矛盾，早稻易受倒春寒、晚稻易受寒露风侵害，严重影响水稻的生产和效益。

七、典型案例

浙江省龙游县红专种粮专业合作社从 2009 年开始，采用双季早稻全程机械化生产模式，一举扭转多年水稻种植亏损局面，实现当年纯收 50 多万元。合作社拥有 1 条播种流水线、4 台发芽器、8 台大型拖拉机、8 台高速水稻插秧机、7 台联合收割机、5 台大型植保机械、3 台农用飞机、22 台担架式植保机械、16 台烘干机（批烘干稻谷 196t）等农机设备。2016 年，产稻谷 3073t，产值 921.9 万元，纯收益 158 万元。该模式由于较好效益的示范效应，带动周边农户及全县大户、家庭农场或种粮专业合作社采用双季早稻全程机械化生产模式，种植面积达到 2 万余亩，获得较好社会效益。

基于钵毯苗机插的南方双季稻区晚稻 全程机械化生产模式

一、模式概述

我国双季稻种植面积约 1.76 亿亩，每年种植两季水稻，季节性强，茬口衔接时间紧，水稻机械化育插秧问题突出，特别是晚稻育秧温度高，秧龄不易控制，制约机械化插秧作业，以及常规插秧技术，插秧植伤严重，需 5d~7d 返青期，延长了水稻的生育期，限制了品种选择，对水稻品质和产量都有一定影响。严重制约着该区域水稻生产机械化的推进和全程机械化水平的提高。

本模式基于水稻钵苗栽植的整体系统，从育秧盘，育秧播种生产线，育秧期管理技术，水稻大钵体毯状苗机插秧技术几方面综合系统考虑，开发了水稻大钵体毯状苗机插秧技术。该技术采用水稻大钵苗毯状苗机插秧育秧盘，与现有育秧盘比较，创新了育秧盘结构，解决既要突出水稻钵体苗的栽培技术优势，同时要满足秧苗成苗后能够连成一体，满足插秧机作业要求。由于育苗钵体较大，育秧基质营养充足，可培育高素质壮秧大苗，提高秧苗秧龄。一般对双季稻，秧龄为 25d~30d，比常规育秧增加 5d~7d 秧龄，可提前育秧，满足长生育期品种要求。可解决双季稻两季衔接紧张等机械化插秧问题。通过对现有水稻插秧机改造，可与水稻大钵苗毯状苗机插秧育秧盘秧苗配合，实现高速机械化插秧作业。实现大钵体毯状苗的精准采秧，插秧后，秧苗钵体形状明显，插秧植伤小，插后无返青期，利于秧苗生长，

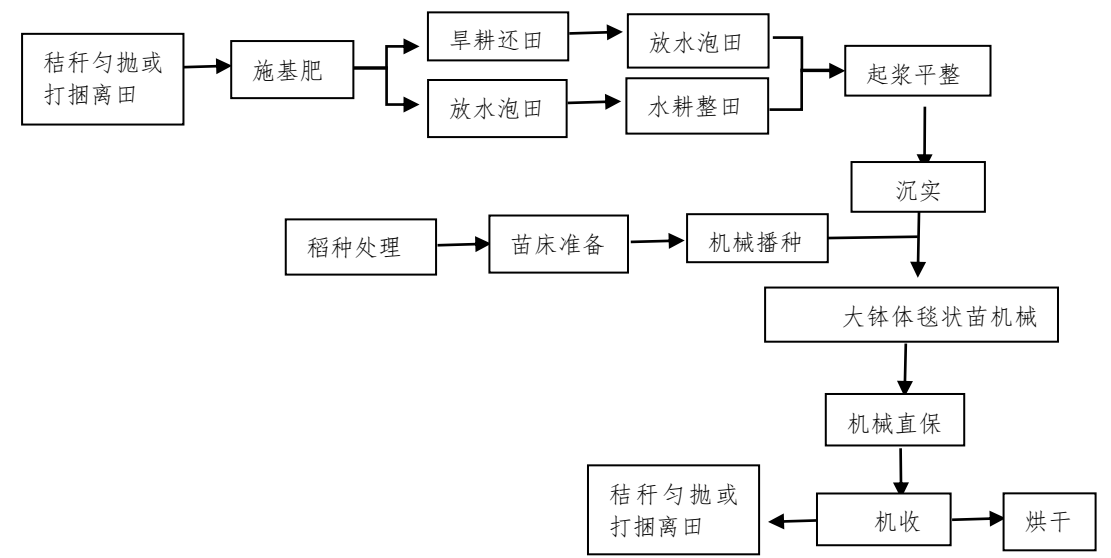
与常规插秧作业比较，争取了 5d~7d 生长期，同时具有水稻钵体苗栽培的技术优势，水稻低节位有效分蘖多，穗型整齐，成熟度好，增产效果明显。

在我国南方双季稻区推广水稻大钵体毯状苗机械化育插秧技术，不仅可以缓解双季稻生产季节茬口紧张的矛盾，减少早稻早春低温危害，避免晚稻寒露风影响及生产风险，而且还可以降低除草剂和农药的施用次数和面源污染。实现水稻生产绿色提质与节本增效的可持续发展。

二、技术路线

技术流程：前茬作物联合收获，对秸秆进行切碎均匀抛撒还田；施基肥作业，耕整地作业可选用旱耕水整、水耕水整或犁耕深翻后旋耕碎垡方式，起浆平整后沉实；采用育秧机插进行水稻种植方式；田间植保采用机械植保方式；采用联合收获机作业，并对水稻秸秆切碎均匀抛撒还田；双季稻地区机械化施基肥后，进行耕整地作业，可采用犁翻旋耕或直接旋耕方式，为下茬作物播种移栽做好准备。

全程机械化生产路线见图示：



三、关键环节技术要点

（一）品种选择。根据当地生态条件、种植制度、种植季节、生产模式等选择通过国家或地方审定并在当地主推的生育期适宜、优质、高产、抗逆、适应性好、发芽率和分蘖力适宜的适于机械化作业的水稻品种，要根据前后作物茬口选择确保能安全抽穗的水稻品种，与传统插秧相比，可选用生育期较长品种。

（二）施基肥。根据水稻目标产量及稻田土壤肥力，结合配方施肥要求，合理制定施肥量，培育高产群体。提倡增施有机肥，氮磷钾肥配合。施肥量根据本地区土壤肥力状况、目标产量和品种类型确定。一般有机肥料和磷肥用作基肥，在整地前可采用机械撒肥机等施肥机具施入，经耕（旋）耙施入土中。

（三）机械化耕整地。早稻机插前耕整地质量要求做到“平整、洁净、细碎、沉实”。耕整深度均匀一致，田块平整，地表高低落差不大于 3cm；田面洁净，无残茬、杂草等杂物；土层下碎上糊，上烂下实；田面泥浆沉实达到泥水分清，寸水不露泥，沉实而不板结，机械作业时不陷机、不壅泥。由于季节茬口紧，在早稻收获后要及时整地，可选用与大中型拖拉机配套的旋耕机、反转旋耕灭茬机、铧式犁、水田埋茬起浆机、水田耙、平地打浆机等。丘陵山区可采用与小型拖拉机匹配的耕整机作业；在泥脚较深的稻田，可采用履带拖拉机配套旋耕机进行耕整地作业。

（四）稻种处理。种子经清选脱芒、药剂浸种处理后，用浸种催芽机集中浸种催芽，调整设定好温湿度，种子达到破胸露白，芽长不

超过 1mm 为宜。

（五）苗床整备。选择灌排方便的壤土或粘壤土稻田做苗床，注意苗床准备与摆盘时间协调一致。苗床的宽度根据育秧盘的长宽而定，以横放两个或竖放四个为宜，床的长度依秧田长度而定。床与床之间留出 25cm~30cm(盖膜苗床应加宽到 40cm 以上)作业道，在床与床面之间挖 20cm 深，20cm 宽的浅沟，整平并压实床面即可。苗床结构尺寸如图 1 所示。

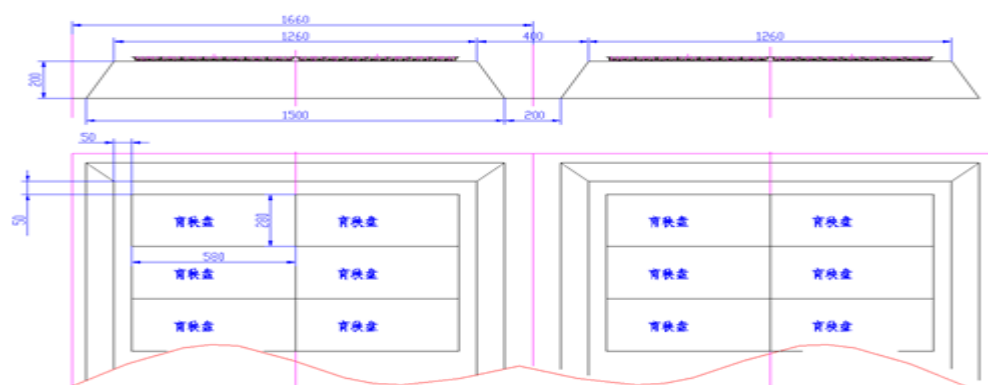


图 1 苗床构造尺寸与秧盘摆放示意图

对于双季稻区晚稻育秧，恰逢高温和雨季，为防止秧苗生长过快和育秧水分无法控制，给后续插秧机作业带来的困难，特别要求：在育秧苗床上方搭建简易遮阳防雨降温覆盖膜棚。为防止育秧盘底部窜根，在床面铺放一层无纺布。

（六）育秧盘的选。为适应水稻钵苗机械插秧的要求，突出水稻钵苗的技术特点，重点突破了既要成钵，又要成毯的技术难点，解决了低播量条件下的钵苗连成片的问题。应选用水稻大钵苗机插秧专用育秧盘。与水稻钵苗插秧机配套，在实现钵苗机插的前提下，突出大钵苗育秧的技术优势。

（七）育秧播。以秧田与大田 1:80~100 备足苗床。落谷前 10d~15d，精做秧板，旱耕水整，晾板沉实。

杂交稻每亩大田备种 1.5kg~2.5kg、常规稻 3.0kg 左右。插前 25d~30d 分批育秧，播种采用育秧播种流水线精确对位穴播播种作业，播前做好机械调试，确定适宜种子播种量、底土量和覆土量。播种要求准确、均匀、不重不漏。

（八）秧苗管理。做好苗期温湿度、水肥药管理，适宜机插秧的秧苗应根系发达、苗高适宜、茎部粗壮、叶挺色绿、均匀整齐，秧根盘结不散。齐苗前保持床土相对含水量在 70%~80%；齐苗后，根据天气适时揭去苗床上的覆盖物并喷一次透水；齐苗至移栽前以控水控苗为主，中午出现卷叶时需补水，可于傍晚一次补足。秧田集中地块也不可灌平沟水，零散育秧可采取早晚洒水补湿。早稻移栽前 5d~6d，控湿炼苗，促进秧苗盘根，增加秧块拉力，便于卷秧与机插。如在秧苗期降雨，则需盖膜并及时排干沟中积水，以防苗床进水。

（九）机插秧。根据水稻品种、栽插季节、秧盘规格选择适宜类型的插秧机，插秧机横向移箱次数与育秧盘横向穴孔数一致，宜采用高速插秧机作业，提高工效和栽插质量。机插要求栽插秧苗均匀，深浅一致，一般漏插率 $\leq 5\%$ ，伤秧率 $\leq 4\%$ ，漂秧率 $\leq 3\%$ ，插秧深度在 1cm~3cm，以浅栽为宜，有利于低节位分蘖。

根据水稻品种及栽插季节选择适宜栽插密度。可选用窄行(25cm)插秧机，常规稻株距 12cm~16cm，每穴 3 株~5 株，种植密度 1.7~2.2 万穴/亩；杂交稻株距 14cm~17cm，每穴 2 株~3 株，种植密度

1.6~2.0 万穴/亩。建议采用同步深施肥插秧机作业，以提高肥效。

（十）机械植保

1. 草害防治。移栽稻插秧前 7 天结合耕整地，施除草剂封杀杂草，施药后保水 3d~4d。移栽后 7 天内根据杂草种类施除草剂，施用时水层 3cm~5cm，保水 3d~4d；有条件的地区在机插后 2 周采用机械中耕除草，除草时要求保持水层 3cm~5cm。

2. 病虫害防治。根据病虫测报，对症下药，控制病虫害发生。提倡高效、低毒和精准施药，减少污染。可采用车载式、担架式及喷杆式植保机械装备和植保无人机。

（十一）机械机收。收割前 5d~7d 断水，抢晴天机收，及时晾晒或烘干。收获时，要求稻谷的水分含量在 25%以下。推荐选用带茎秆切碎装置的全喂入收割机或半喂入联合收割机，要求留茬高度在 15cm 以下，便于翻耕和秸秆还田，提高土壤肥力，避免秸秆焚烧污染环境。全喂入水稻联合收割机总损失率 $\leq 3\%$ ，破碎率 $\leq 2\%$ ；半喂入水稻联合收割机总损失率 $\leq 2.5\%$ ，破碎率 $\leq 0.5\%$ 。

（十二）机械烘干。稻谷收获后应及时用谷物烘干机烘干或晾晒至标准含水量（籼稻 13.5%，粳稻 14.5%），谷物烘干机根据生产规模配置。

四、机具配备参考方案

以 1000 亩作业面积制定机具配套方案：

机具名称	技术参数与特征	数量
拖拉机	40hp~75hp	1
履带式拖拉机	55hp~75hp	1
施肥机	撒肥宽度 12cm~16cm	1

履带式旋耕机	耕深 12cm~20cm	1
水田埋茬耕整机	耕深 10cm~16cm	2
水田起浆平地机	平整深度 5cm~10cm	2
育秧播种流水线	作业效率>500 盘/h	1
高速插秧机	6 行，行距 25cm，30cm	2
手扶插秧机	4~6 行，行距 25cm，30cm	4
喷杆式植保机械	作业幅宽 12m，自走式	1
联合收获机	工作幅宽 2~2.2m，喂入量 4kg/s	1
低温循环式谷物干燥机	40t 机组，低温循环，含水率自动控制	1

五、应用提示

（一）品种选择上应考虑与早稻作物茬口的衔接，可适当选用生育期较长的品种。

（二）大田应在前茬作物收获后及时耕整。移栽前 3d~7d 左右进行耕整地作业，插秧前大田沉浆 2d~3d。

六、适宜区域

本模式适用于包括湖南、江西、广东、广西、海南、福建、湖北及浙江南部的双季稻区的晚稻种植。该区域属热带季风气候与亚热带季风气候之间，气候温和湿润，光照充足，雨量丰沛，雨热同季，地形多样复杂，山地、丘陵、平原兼具，农业生产采取多熟制种植模式，以双季水稻为主，该区域北部存在农时季节紧、茬口衔接难的矛盾，早稻易受倒春寒、晚稻易受寒露风侵害，严重影响水稻的生产和效益。

对东北单季稻区，无霜期短，积温不足等问题，采用本技术，栽插后无返青期，可争取 5d~7d 的生长期，为选择生育期长的品种创造了条件，对提高水稻品质和产量具有重要意义。

七、典型案例

2018 年开始樟树市精农水稻种植专业合作社已连续 2 年采用水

稻大钵体毯状苗机械化育插秧技术，累计推广 1000 多亩，该示范区采用中早 35 品种，布局连片集中，田间群体生长均衡，植株健壮，无明显病虫害，后期落色好，测产结果：每亩单产 569kg，比其它传统栽植模式（平均亩产 474kg），增产 95 kg，增幅达 20%。

目前该技术已在江西省樟树市、临川、南昌、奉新、瑞昌，湖南省汨罗市，重庆市垫江县，辽宁省盘锦市，吉林省松原等地进行了试验示范取得了良好效果，结果表明采用该技术可实现大钵体毯状苗精准采秧，插秧后，秧苗钵体形状明显，插秧植伤小，插后无返青期，利于秧苗生长，与常规插秧作业比较，争取了 5d~7d 生长期，水稻低节位有效分蘖多，穗型整齐，成熟度好，增产效果明显。

西南单季稻区水稻生产全程机械化模式

一、模式概述

西南单季稻区主要分布在四川、贵州、云南、西藏、重庆及湘西、鄂西的部分河谷盆地、丘陵山区、高原岭谷、高原山地，约占全国水稻种植面积的 6%。其区域特征是地形地貌复杂，土质、气候等条件差异较大，且多数为丘陵山区、贫困地区。主要灾害性天气有倒春寒、春夏旱、高温伏旱和大风冰雹等。西南单季稻区的稻田分布广泛，以户营为主，但户均面积小，单块稻田小且不规则；以种植单季杂交稻为主，部分高海拔地区种植粳稻，水稻收获后一般为冬闲田；多数农户仍按传统精耕细作农业方式种植。该区域由于受到丘陵山区地理条件等制约，稻田比较分散零碎，河谷及岭谷多为软泥层较深的冷浸水田，半山区多为小块梯田，田间道路及排灌等基础设施差，山高坡陡，农机下田难，农业机械化水平明显低于全国平均水平。目前，西南单季稻生产全程机械化处于示范发展阶段。

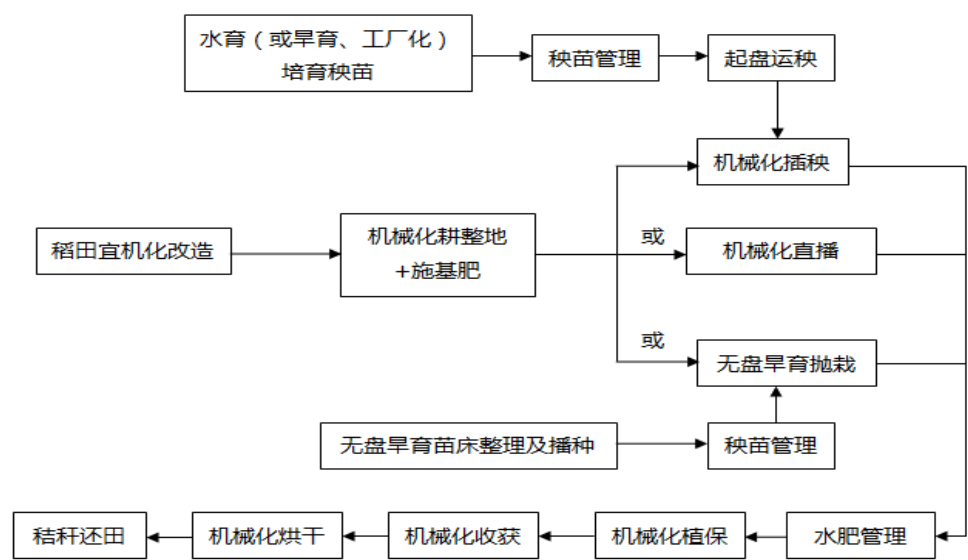
西南单季稻区水稻生产全程机械化的近期重点是培育生产服务主体，集成农机农艺技术，推动农业适度规模经营，以机械化耕地、播插、植保、收获、烘干为重点作业环节，大力普及机耕、努力发展机收，多方式突破机播机插，逐步形成一批可复制、可推广的典型和模式，促进西南单季稻区农业生产的可持续发展和生态湿地保护。

二、技术路线

在单季稻区水稻生产较为集中区域，因地制宜地开展农田宜机化

改造，切实改善农机通行和作业条件，提高农机适应性，配套完善水利设施，实现能排能灌。推广适宜水田作业的高性能高效率中大马力的履带式拖拉机和轮式四驱拖拉机及其配套旋耕机、水田打浆平地机为主，推动微耕机更新和升级换代，实行大中小型合理配套，全面普及耕整地机械化技术，实现以机代人。积极探索试验机械化育插秧、水（旱）直播、无盘旱育抛栽秧等多种机械化轻简种植方式。推广高效植保机械，加强绿色防控与统防统治结合，开展水稻病虫害防治。大力推广适宜丘陵山区作业的水稻收割机，积极开展跨区收获，快速扩大水稻机收面积。开展节能、环保型的低温循环式烘干机和移动烘干机的示范推广，逐步提高粮食烘干处理机械化水平。水稻秸秆以翻埋灌水腐烂还田肥田为主。大力培育生产服务主体，探索创新体制机制，通过农业社会化服务，实现小农户和现代农业发展有机衔接。

技术流程图如下：



三、关键环节技术要点

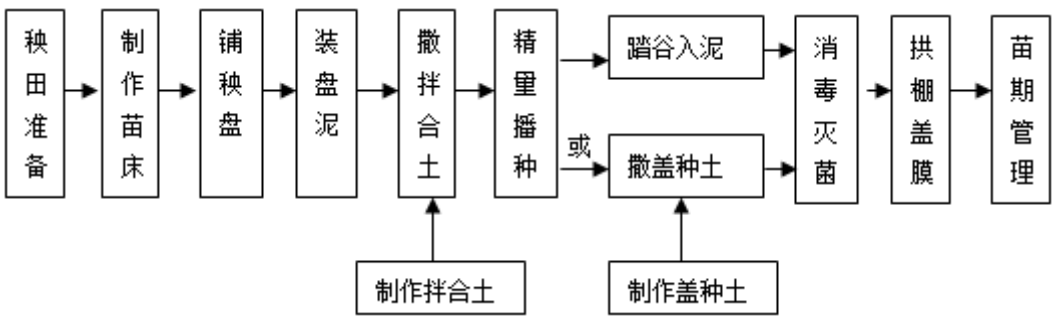
（一）农田宜机化改造。重点是做到稻田小并大、短变长、弯变

直和地表平整，修建稻田进出坡道和田间路、机耕道，并使其互联互通，切实改善农机通行和作业条件，提高农机作业便利程度。配套完善水利设施，做到能排能灌。

（二）品种选择。主要是根据当地生态条件、种植制度、生产模式等选择优质、高产、抗逆性好、适宜于当地种植的水稻品种。

（三）规范化育秧。因地制宜主推规范化的水田湿润育秧或者旱地育秧，重点是培育适宜插秧机机插的秧苗，提高秧苗素质。按照各地农业部门制定的技术指导意见，也可参考重庆市《水稻机械化育插秧技术规程》（DB50/T684—2016），重点把握秧田苗床制作、壮秧剂施用、精量均匀播种和温湿度控制及苗期水肥管理等关键环节。

重庆水田湿润育秧工艺流程



（四）机械化耕整地及施基肥。冬水田在插秧前 3d~10d，撒施基肥后采用轮式或者履带式拖拉机，匹配水田旋耕机或者打浆平地机进行作业，也可使用微耕机进行作业，耕深 8cm~12cm；冬季未蓄水的旱田应泡水进行旋耕+施基肥，耕深 12cm~16cm，并筑牢田埂防止漏水。冬水田耕作 1 遍~2 遍、旱田耕作 2 遍~3 遍，做到不漏耕，耕后泥土上烂下实、细而不糊，表面平整，表土 4cm 以内应无残茬、秸秆和杂草等杂物。泥浆沉实 2 天以上，达到泥水分清，控制水深≤3cm。

（五）机械化插秧。在秧苗叶龄达到3叶1芯~4叶、日平均气温稳定通过15℃时，选择手扶式或者乘坐式高速插秧机进行机插秧作业。机插要求插秧深度在1cm~2cm，以浅栽为宜，提高低节位分蘖；要求漏插率≤5%，伤秧率≤4%，漂秧率≤3%。单季杂交稻机插行距30cm，株距17cm~20cm，每穴1株~3株，每亩1.1~1.3万穴。粳稻机插秧密度应符合该品种农艺要求。漏插率较高的田块应当人工补栽秧苗。

有水源和农艺技术保证的单季稻种植区域，可开展水（旱）直播、无盘旱育抛栽秧等多种机械化轻简种植方式的试验示范。

（六）机械化植保。推广高效植保机械和无人植保飞机，加强杀虫灯、寄生蜂、性诱剂等物理生物生态绿色防控与专业化统防统治结合，对稻田的病、虫、草害适时进行防治。

（七）机械化收获。当水稻齐穗后20d~25d放水晾田，稻穗90%以上籽粒转黄时即可进行机械收获。根据不同地块选择合适的收获机械，一般选择晴好天气，及时收获。提倡用带茎秆切碎装置的全喂入收割机或半喂入联合收割机，机收时一同将秸秆抛撒还田。全喂入水稻联合收割机总损失率≤3%，破碎率≤2%；半喂入水稻联合收割机总损失率≤2.5%，破碎率≤0.5%。

（八）机械化烘干。稻谷收获后应及时用谷物烘干机烘干至标准含水量（籼稻13.5%、粳稻14.5%），谷物烘干机根据生产规模配置。

（九）秸秆还田。水稻收获后，应及时灌水用铧式犁翻耕或者旋耕压埋稻茬稻草，保持水深5cm~8cm，以利于灭蛹灭菌、还田肥田。

和湿地生态保护。

四、机具配备参考方案

500 亩作业面积的机具配套方案

机具名称	技术参数与特征	数量	备注
拖拉机	35~95hp	2~3	履带式、轮式四驱拖拉机
微耕机	6~9hp	8~12	
水田旋耕机	耕深 10cm~16cm	2	与拖拉机匹配
水田打浆平地机	平整深度 5cm~10cm	2	与拖拉机匹配
铧式犁	耕深 15cm~22cm	2~3	与拖拉机匹配
育秧播种流水线	作业效率>500 盘/h	1	
高速插秧机	4 行、6 行，行距 30cm	2	各 1 台
手扶插秧机	4~6 行，行距 30cm	5~8	以 4 行为主，含备用
机动喷雾喷粉机	背负式 0.8~1.2kw	6~8	含备用
喷雾机	背负式电动，药箱容量 16~20L	5~10	含备用
无人植保机		1	可引进作业
收获机	全喂入联合收获机大小机型配套	2~3	可引进机跨区机收服务
谷物干燥机	15t 低温循环机组，或者 10t 移动式循环烘干机	1~3	

五、应用提示

针对宜机化改造中挖填方量较大的稻田，前三年要注意地表平整，对生土层要增加有机肥施用量，尽量使田块肥力一致；同时，改造后的耕作层变化，可能导致陷机，推荐采用水（旱）直播、无盘旱育抛栽秧等多种机械化轻简种植方式进行种植。机收前应及早开深沟排水晾田。

六、适宜区域

该模式适用于西南地区单季稻种植较为集中，水稻收获后为冬闲田，且可满足中小型农业机械作业、规模化生产的区域。

七、典型案例

重庆市开州区（原开县）大德镇是典型丘陵山区，位于该区大德

镇渡佳村的洋收农机股份合作社，于 2012 年 11 月由本村农民余江、刘克秀、王小琼等 5 人发起登记注册，注册资金 160 万元，现有社员 54 人。主要经营项目：一是稻田耕、种、收、植保等农机社会化服务；二是农机维修服务；三是新机具及配件销售供应；四是承包本村和邻近村的 310 亩稻田开展粮食生产、加工等经营活动。

到 2018 年底，合作社有大中型拖拉机 4 台，匹配旋耕机、水田打浆平地机；有久保田 PR208 收割机 5 台，久保田 PR488 和 688Q 收割机各 1 台；东洋 6 行高速插秧机 2 台；12t 烘干机 2 台；手扶式插秧机、机动植保机、微耕机等其它农业机械 27 台套；机库、仓库 1500m²，拥有固定资产 217 万元，农业机械总价值 153 万元。因地制宜逐年在承包的 310 亩稻田修建了稻田进出坡道和简易田间道路及灌溉沟渠，改善农机通行、作业和灌溉条件，提高农机作业便利程度，种植优质水稻并实现了全程机械化。对外开展机耕服务 820 余亩，机插秧 200 余亩，水稻、油菜机收 1110 亩，服务范围达 6 个镇乡。当年优质水稻产量达 31 万斤，总产值 37 万元，减去生产成本 22 万元，当年获得收益 15 万元。洋收农机股份合作社是目前开州区开展农机社会服务能力最强、服务项目最多、辐射面积最大的专业合作社，社会效益、经济效益逐年提高。

东北玉米秸秆全量还田覆盖免耕保护性耕作 全程机械化生产模式

一、模式概述

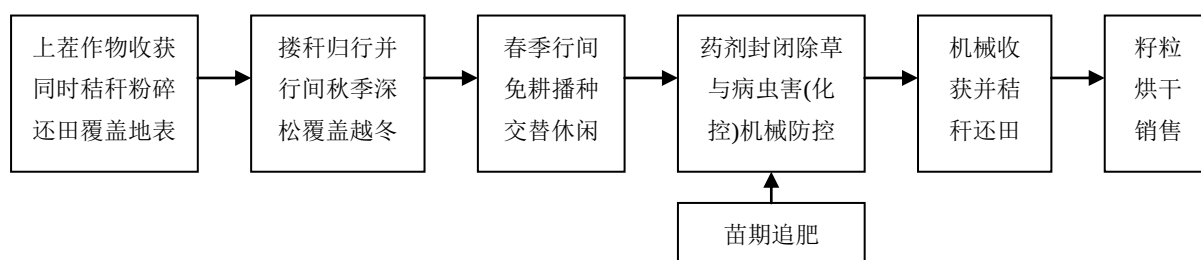
东北是我国宝贵的黑土资源集中区，也是著名的“黄金玉米带”，对我国的粮食安全战略保障具有极其重要的作用。然而，因年复一年的传统耕作方式，机具多次进地碾压土壤和不合理的翻（旋）耕整地，对土壤反复切削、碎土作业，导致形成犁底层，耕层土壤通透性变差，表层土壤细碎，风蚀、水蚀严重，黑土流失年均高达0.3cm~1cm。肥沃的黑土资源受到严重侵蚀和破坏，导致地力下降、有机质锐减、旱情加剧现象随之陡增，焚烧秸秆污染环境等问题也愈加凸显。

基此，通过实施本技术，于上年秋季玉米收获后直接将秸秆粉碎还田覆盖地表，配之机械深松后秸秆覆盖地表越冬保护黑土，翌年春季播种前不整地、不动土、不破坏土壤墒情，直接免耕播种，进而实现玉米田间生产与保护土壤、保护环境、稳定产量、发展绿色农业的有机同步结合。

推广以玉米秸秆全量还田覆盖免耕为核心技术的保护性耕作全程机械化生产技术模式，可有效抗御东北中部玉米主产区春季多风少雨、遏制土壤风蚀水蚀，达到培肥地力，保护黑土地，促进有机质增长、消除秸秆焚烧，减轻环境污染，实现绿色生态、可持续农业发展的目的。同时还具有明显的减少作业环节，降低生产成本，提高抗旱保墒能力和实现玉米生产节本增效的功效。

二、技术路线

上年秋季玉米机械收获作业同时，将秸秆粉碎并全量还田覆盖地表，深松后保持秸秆覆盖越冬；翌年春季播种前不耕整地、不动土，在有秸秆覆盖的耕地上适时直接进行免耕精量播种；播后及时进行药剂封闭除草；适时进行病虫害防治和化控作业；玉米成熟后适时进行机械化果穗或籽粒收获与秸秆粉碎覆盖还田作业。



三、关键环节技术要点

（一）品种选择。选择通过国家或省级审定的适宜本地气候特点的早熟、高产、耐密、抗性好、适宜机械化作业的品种，种子发芽率 $\geq 95\%$ 。

（二）秸秆覆盖。根据当地具体情况，因地制宜确定覆盖形式。秸秆量大的地区在玉米机收作业粉碎秸秆时，不下落秸秆粉碎还田机（抬起），达到秸秆切段且有 30cm 左右根茬留存的效果，起到根茬隔挡风吹秸秆堆积或风吹移动后覆盖播种带（苗带）的作用；秸秆产量大的地区可在秸秆粉碎还田后，采用搂草归行机于秋季深松作业前进行秸秆归行分离处理，将翌年播种带“清空”，秸秆堆放在翌年非耕作的行间“休闲带”上，以利于翌年播种带地温回升和播种机顺利通过。秸秆产量小或有放牧条件的风沙干旱、积温较高地区，玉米机械收获时秸秆粉碎还田机落地，将秸秆粉成细碎状后覆盖地表越冬，翌年播种前视秸秆残留情况确定是否播前进行“搂草”归行分离或用

秸秆前置分离装置，随播种作业同时进行分离秸秆作业。秋季秸秆含水多、重量大，归行分离越冬后会与土壤粘连，有利于春季大风下防止风吹移动。有条件情况下尽量在秋季完成秸秆分离和深松作业。

（三）机械深松。深松作业须选择偏柱式或翼铲式深松机，于秋季进行深松，深度掌握在 35cm 左右，确保不因深度过浅导致“鼠洞”塌方。确因秋季时间或天气原因无法进行深松作业的地块，须于翌年苗期进行深松追肥作业；秋季深松作业机械须配有碎土装置。

（四）免耕播种。覆盖免耕播种须较常规播种时间推迟 5d~7d，当 5cm~10cm 耕层地温稳定在 10℃以上即可开始播种，一般掌握在 4 月中旬~5 月中旬；播种深度 3cm~5cm，保障出苗率 90%以上。种肥无法统一的地块播种，采用具备防堵和施肥功能的两行牵引式重型免耕播种机进行“宽窄行”作业；种肥统一的大地块播种，视机具情况采用 4 行~8 行的大中型牵引式重型免耕播种机进行“宽窄行”或等行距播种；播种带（窄行距 40cm~50cm），休闲带（宽行距 80cm~90cm）；优先采用宽窄行种植模式，以充分发挥边际效应对增产的作用。

（五）高效植保。为防止覆盖免耕播种后引发的病虫草害，在播后苗前及时喷施高效除草药剂进行土壤封闭处理；对少量未封闭住的杂草可在苗后 3~4 片叶时进行苗后除草；病虫害防控或植株化控须用自走式高地隙喷杆喷雾机或无人植保机进行高效药剂喷施，确保施药效果。

（六）机械收获

1. 果穗收获。当玉米生理成熟后，籽粒含水率低于 35%时即可进

行收获作业。收获作业须选择适宜当地条件的大品牌知名企业生产的4行及以上自走式玉米果穗联合收获机，以确保收获质量、效率和秸秆处理效果。

2. 籽粒收获。具备烘干、贮藏、加工或直销能力的用户，可采用籽粒直接收获方式进行玉米籽粒收获作业。以选择进口大品牌或经验证明效果良好的国内知名品牌的玉米籽粒联合收获机作业；籽粒收获须晚于果穗收获作业时间，掌握在玉米生理成熟后2-4周，籽粒含水率 $\leq 25\%$ 时进行作业，确保籽粒破碎率 $\leq 5.0\%$ 、籽粒损失率 $\leq 2.0\%$ 、果穗损失率 $\leq 3.0\%$ 、籽粒含杂率 $\leq 3.0\%$ 的收获效果。条件适宜地区优先推荐玉米籽粒收获机。

（七）籽粒烘干。籽粒收获后必须及时进行烘干处理，烘干机型号根据经营者覆盖面积多少确定，亦可选择烘干服务方式。

（八）机具选用。免耕播种机是本技术应用最关键、也是最核心的作业工具，务必选用配有拨草装置、缺口圆盘切草装置、双圆盘种肥开沟装置和双圆盘高强度种位镇压装置的牵引式重型免耕播种机，确保实现窄开沟、少动土、肥位准、种位精、镇压实、通过强、效率高的免耕播种作业质量，进而保证高出苗率、高齐苗率和高保苗率。因市场上免耕播种机具品牌繁杂，性能差异较大，故须选用保有量大和知名企业生产的大品牌机具，以保证作业性能、质量稳定性和耐久性。

五、机具配备参考方案

以经营规模1500亩为例推荐机具配套方案：

机具名称	用途	技术参数或特征	数量	备注
拖拉机	牵引秋季深松机	120 hp 以上	1	四驱

	牵引播种或苗期深松机	50 hp 以上	2	四驱
深松机	秋季深松作业	4 铲、240cm 幅宽以上	1	曲面铲或翼铲式带碎土装置
	苗期深松追肥作业	2 铲、100cm 以上耕幅	2	带防端土切刀
播种机	免耕精量播种	2 行牵引式重型	2	或 1 台 4 行
植保机械	喷施除草药剂	6m 以上喷幅	1	悬挂或自走式
	喷施化学农药	高地隙，400cm 以上喷幅	1	高架自走式
收获机	收获玉米果穗或籽粒	自走式 4 行以上或小 7（8）行	1	自走式联合收获
干燥机		日烘干量 200t	1	连续式

六、应用提示

（一）积温少、地温低、水分大、光照寡、降水多的地区不适于本技术的应用，特别是山区半山区的河套地、低洼易涝地和黑龙江北部三、四积温带区域应谨慎应用；

（二）建议东北地区由宽窄行垄作种植逐步向 60cm 等行距种植发展；

（三）采用本技术的头一两年，耕地因受多年形成的原始条件遗留影响，加之覆盖免耕地温较传统方式略低，可能出现出苗略晚、产量微降或持平现象，从第三年开始便会产生增产效果。随着应用年份的增加，地力的改善和保墒效果的显现，持续稳定增产和可以减少施肥量的作用会越来越明显；

（四）春风大，秸秆轻，易飘移，因此，对于秸秆产量大的地区不推荐春季进行秸秆归行分离处理。对于秋季来不及分离秸秆或秸秆产量较少的地块，可采用春季拖拉机前置搂草归行机、后置免耕播种机的方式，一次进地直接完成边归行分离秸秆边免耕播种作业；

（五）有条带少耕（条耕）作业机具的用户，可于秋季对翌年播种带进行 30cm 左右宽度、15cm 左右深度的区域进行条带少耕（或浅

旋)作业,以“消灭”地表覆盖的秸秆,为翌年播种创造条件,同时也起到固定未耕地表的秸秆和防止焚烧的作用;

(六)春季免耕播种把握先播岗平地、后播低洼地的原则。播后如遇持续无雨影响出苗的特殊干旱情况,须采用播种带喷淋式补水的方式进行人工补墒,不提倡“大水漫灌”;旱区免耕播种切忌使用旋播机进行播种作业;

(七)本技术以保护黑土地、防止表土流失、培肥地力、抗旱保墒、实现绿色农业生产为核心宗旨,故不主张频繁深翻作业。确因连年以松代翻(旋)导致地表秸秆量多而无法正常免耕播种作业时,则至少间隔5年深翻一次。目前吉林省梨树县境内中科院典型地块,秸秆全量还田连续12年未耕翻,仍可进行正常免耕播种作业,产量始终保持高产状态。

六、适宜区域

本模式主要适用于活动积温在2550℃以上、光照2600h~3200h,降雨量在350mm~600mm的玉米种植区域,尤其对于春季风沙大、旱情重、出苗难、保苗差、土壤瘠薄的地区,效果更加明显;对于土壤肥沃,产量高,但存在风蚀、水蚀、黑土流失和春旱较重的地区也有十分显著的效果。无霜期短、春季土壤墒情大、含水量高以及温度低、积温不足地区(包括河套地、低洼易涝地)应谨慎应用。

本技术以平作方式应用最为理想,垄作也拥有十分理想的效果。对于可平作但习惯于垄作的地区,可通过垄作宽窄行种植的方式,利用3年时间逐步过渡到平作,无需先期将垄整平,更易于用户逐步接

受和认可。

七、典型案例

吉林省双辽市地处吉林最西部，与内蒙古通辽市的科尔沁左翼中旗、科尔沁左翼后旗接壤，中沙性土壤占 80%，土地贫瘠，风蚀水蚀严重，十年十春旱。为解决出苗难问题，农民不得不采取坐水播种的方法，但也无法解决“缺苗断条”难拿全苗的困惑，不坐水种的“灭茬打垄”方法更无法播种和出苗。

2007 年，双辽市开始玉米免耕播种保护性耕作试验，但由于当时没有专用玉米免耕播种机，加之地表没有秸秆覆盖，连续 3 年试验没有取得成功。2010 年，一台农民从未见过的“吉林康达”牌牵引式重型免耕播种机的到来，改写了历史。在卧虎镇协力村张学文、张学武哥俩及时任村长家地里，既不整地也不打垄施底肥，更不“漫灌”浇水，地表覆盖的秸秆处于“原始状态”不清理，一项颠覆性、有悖传统种地方式的直接免耕播种作业开始了尝试。在全村人的怀疑、担忧、风凉话和忐忑不安的十来天过去后，苗出来了，出得历史空前，出得全村人难以置信，不坐水 8 成苗的出苗率，在这风沙干旱且贫瘠的土地上简直令人难以相信自己的眼睛。从此有了“学文农机合作社”，有了 3 年买了 120 多台牵引式重型免耕播种机的免耕播种“专业合作社”，有了到“左翼中旗、左翼后旗”挣钱、将技术推向通辽的史料。这项不整地、不打垄、不动土、不坐水的“秸秆还田覆盖免耕保护性耕作玉米全程机械化法”，迅速传遍了双辽大地，更让这块土地成了秸秆禁烧令下整个东北“零火点”的样板县，每户农民都自发成了管护秸秆焚烧的卫士一生怕烧了自家地表秸秆而没法种地。

截至目前，双辽市拥有牵引式重型免耕播种机 1550 余台，其中 2 行机占到了 96.8%；玉米保护性耕作应用面积 165 万亩，占全市玉米播种面积的 92%，其中高标准秸秆全量还田覆盖免耕播种面积达 150 万亩，占全市玉米播种面积的 83%。持续 10 年的秸秆全量还田覆盖免耕保护性耕作全程机械化技术的应用，极大地改善了双辽市的耕地质量和农业生产环境条件，贫瘠的土壤变得肥沃起来，绝迹的蚯蚓开始大量繁殖，春旱“一尺干”的土壤开始有了墒情，春耕蔽日遮天的肆虐风沙不再“耀武扬威”。搂秸秆、下底肥、打上垄、坐水种、拿苗难等过去犯愁的难题，正在淡出人们的视野，消失在人们的记忆中，更在加速走向历史的档案里。如今，这块贫瘠的风沙土地已经成为络绎不绝前来参观学习秸秆全量还田覆盖免耕保护性耕作全程机械化技术的“样板县”。

黄淮海麦茬地玉米直播粒收全程机械化生产模式

一、模式概述

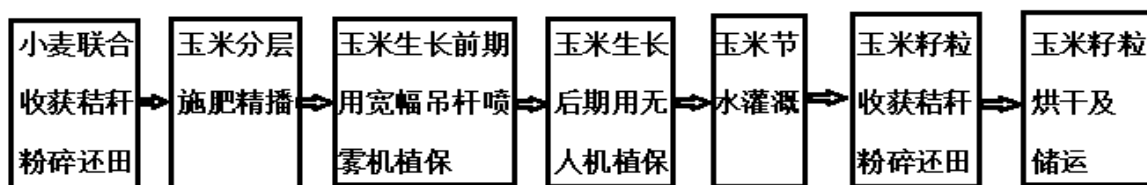
黄淮海地区属暖温带，四季分明，土层深厚，地力较好，雨热同期，适合小麦玉米一年两作，是我国的粮食主产区。小麦玉米规模化经营采用传统生产模式，存在着玉米播种质量差影响产量、灌溉和植保效果差导致产量不稳定、玉米摘穗收获没地方晾晒易霉变、玉米种植行距不统一导致机械收获损失大效率低等问题，严重制约了土地规模经营的发展和玉米产量、效益的提高。

该生产模式，是在夏季用带秸秆粉碎还田装置的大型联合收获机收获小麦；用带清草防堵装置、分层施肥装置、播种限深装置、覆土镇压装置的指夹式或气吸式精播机，进行玉米 60cm 等行距种肥同播，肥料选用缓控肥并一次施足；根据需要进行节水灌溉；玉米生长前期用自走式高地隙喷杆喷雾机植保，后期用无人机植保；秋季用玉米籽粒收获机收获，同时将秸秆粉碎还田；在 15h 内用烘干机将玉米籽粒水分降到 16% 以下，然后将籽粒送入带有一定干燥功能的钢板仓进一步干燥并储存，择机将仓储玉米卖给饲料或淀粉等加工企业。

该生产模式便于管理，能大幅提高玉米播种、田间管理和收获质量，能节肥、节水、节药、节能，能较好地保证规模经营的高产、稳产和效益。

二、技术路线

该模式的技术路线图如下：



三、关键环节技术要点

（一）前茬作物处理。用带秸秆粉碎还田装置联合收获机收获小麦，将小麦秸秆粉碎并均匀抛撒在地表。要求小麦留茬高度低于 15cm，小麦秸秆切碎长度 $\leq 10\text{cm}$ ，切段长度合格率 $\geq 95\%$ ，抛撒不均匀率 $\leq 20\%$ ，漏切率 $\leq 1.5\%$ 。

（二）品种选择。从全国审定通过的玉米主导品种中，选择适宜本地特点的品种，以早熟、耐密、抗倒伏、降水快的玉米品种为主。要求穗位一致性好、秸秆硬挺、籽粒为硬粒型、收获时籽粒不易破碎。种子需进行精选处理，纯度、净度 98%以上，发芽率 95%以上。播种前，选择相应防治药剂进行拌种或包衣处理。

（三）机械化播种。使用 80 马力以上拖拉机，悬挂四行以上播种机作业。生产规模和地块较大的合作社，可选择气吸式玉米精量播种机，生产规模不大的农户及合作社可选用指夹式玉米精量播种机，播种机要具有种肥同播功能，在土层板结或施肥量大的情况下，可选择深松分层施肥玉米精量播种机。为提高播种质量，应选用带清草防堵装置、单体仿形窄幅开沟装置、限深装置、覆土镇压装置的精播机。

夏玉米在小麦收获后直播越早越好。播种密度根据地力、品种特性而定，一般耐密紧凑型玉米品种，每亩要达到 4000 株~5000 株，使用大穗型玉米品种，每亩要达到 3500 株~4000 株。播种密度要比

预定收获密度增加 10%左右。玉米播种深度在 3cm~5cm，墒情好时浅播，干旱时加深。镇压要实，使种子与土壤紧密接触。为适应玉米机械化作业，玉米种植行距统一确定为 60cm。

（四）田间管理。玉米播后苗前要喷洒除草剂，建议在播种机上装除草剂喷洒装置，播种的同时喷洒土壤封闭型除草剂，还可同时喷洒杀虫杀卵剂。在大喇叭口前可使用自走式高地隙喷杆喷雾机进行病虫害防治，大喇叭口以后可使用植保无人机进行飞防。

玉米灌溉尽量选择节水灌溉方式。播种时墒情不足的，可以先播种，再及时灌溉。玉米苗期耐旱能力强，一般不需浇水。如玉米直播后干旱严重，要及时喷灌。玉米生育期正值雨季，一般不用喷灌，如遇大雨要及时排涝。若遇干旱，苗期每亩可适量灌水 10m³~30m³，抽穗期灌水每亩 40m³~60m³，花粒期灌水每亩 20m³~40m³。节水灌溉方式主要有固定式喷灌、卷管式喷灌和水肥一体化滴灌等。

（五）玉米籽粒收获。为减少破碎，玉米籽粒收获一般在 10 月初进行，以不影响小麦播种为宜。收获时，一般要求籽粒含水率<28%、叶片和秸秆的含水率<60%、玉米最低结穗高度一致、植株倒伏率≤5%；对收获质量要求籽粒损失率≤2.0%、果穗损失率≤3.0%、籽粒破碎率≤5.0%、籽粒含杂率≤5.0%，割茬高度≤10cm、秸秆还田粉碎长度≤10cm、秸秆粉碎还田合格率≥90%、秸秆抛撒不均匀率≤20%，秸秆覆盖均匀无堆积，以保证小麦正常播种为宜。

（六）玉米籽粒烘干与储运。籽粒收获后必须进行烘干处理，玉米籽粒烘干选用连续塔式干燥机较好。烘干玉米较好的工艺条件

是，热风温度 100℃，玉米籽粒温度不超过 50℃。尽量在 15 小时内用烘干机将玉米籽粒水分降到 16%以下，然后将籽粒送入带有一定干燥功能的钢板仓进一步干燥并储存，择机将仓储玉米卖给饲料或淀粉加工企业。

四、适宜区域

本模式适合黄淮海地区实行土地规模经营且具备玉米籽粒烘干能力的大户、合作社和农场。

五、典型案例

安徽省宿州市埇桥区 2017 年建立玉米生产全程机械化示范区 2 万亩，采用以下两种生产模式：

小麦联合收割机（加装碎草器）→限茬收割（20cm 左右）→新型播种机种肥一体（60cm）板茬播种玉米→机械化植保→机械收获秸秆粉碎覆盖还田；

小麦联合收割机（加装碎草器）→不限茬收割→秸秆还田机作业（联合收割机与秸秆还田机按 1：2 配套）→新型播种机种肥一体（60cm）板茬播种玉米→机械化植保→机械收获秸秆粉碎覆盖还田。

通过实施玉米全程机械化作业，与传统作业模式对照，亩节本增效合计 64.6 元，2 万亩示范田直接增加经济效益 129.2 万元。农机经营服务组织通过新增作业服务面积，增加效益 60 万元，经济效益明显。

同时，玉米板茬免耕精量播种、化肥深施以及秸秆还田等农机化保护性耕作技术得到广泛应用，示范作业面积超过 93%：先进绿色

增产的农机化技术应用有效减少土地的风蚀、雨蚀，减轻化肥挥发，从而杜绝秸秆焚烧，减少大气污染，改善土壤结构及理化性状；先进农机化技术为农业生产向环保、生态、可持续方式转变提供技术支撑。

大兴安岭南麓米-豆轮作秸秆还田

玉米全程机械化生产模式

一、模式概述

大兴安岭南麓的农业以旱作为主，部分地区以井水灌溉为辅助。该区域由于长期的传统耕作方式造成耕层变浅，土壤通透性变差，加之缺少合理的轮作倒茬技术模式，导致土壤质量下降，作物产量不稳、供给结构单一，相对经济效益低，秸秆资源利用率低，焚烧污染环境等问题日益凸显。该区域农业生产机械化水平较高，但机械化作业的模式、标准不统一，没有形成便于推广应用的技术规范。

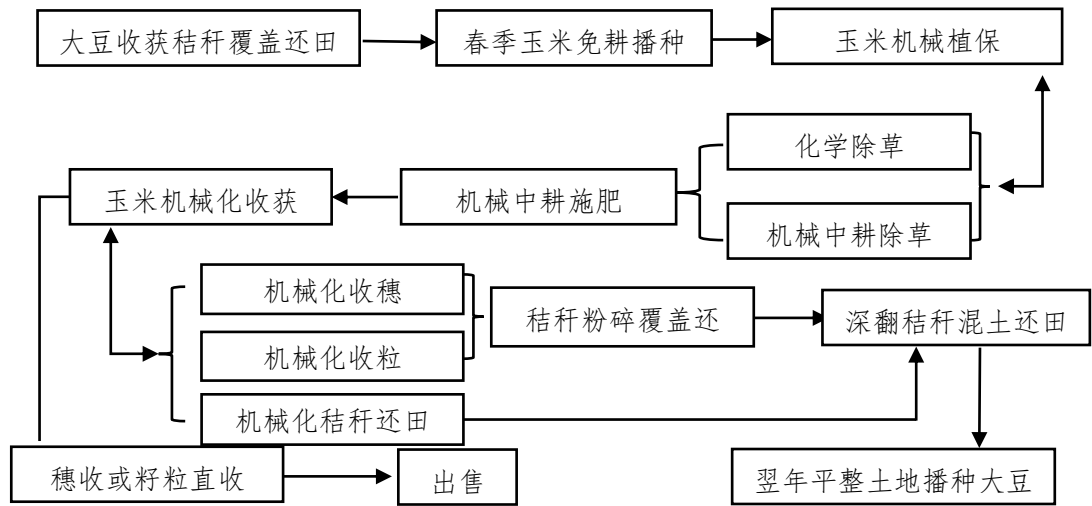
玉米-大豆轮作秸秆还田条件下的玉米全程机械化生产模式，主要包括前茬作物大豆秸秆留茬覆盖、翌年春天重耙（或机械浅旋）平整土地、玉米免耕精量播种、病虫草害综合防控、机械收获、玉米秸秆粉碎深翻还田、第三年春季整地播种大豆等生产环节。该模式通过各生产环节装备及技术的集成，强化农机农艺融合，形成比较完备的作业轻简化、能源消耗低、比较效益高的玉米全程机械化生产模式。

推广玉米-大豆轮作秸秆还田玉米全程机械化生产模式，减少作业环节，增加有机物料投入，可以降低生产成本，培肥地力，减轻环境污染，促进农业可持续发展。

二、技术路线

第一年大豆收获（留茬高度 5cm~8cm，将秸秆粉碎后均匀覆盖于地表）→翌年春季免耕播种玉米（地表平整度较差时可先进行浅旋，

深度在 5cm~8cm 之间，播种后及时进行土壤封闭除草)→机械植保(防治生长期病虫草害)→机械中耕施肥(拔节期前后)→玉米机械化收获→秸秆深翻还田→翌年春天播种大豆(起垄或平播大豆)。



三、关键环节技术要点

(一) 田块选择。选择土层深厚、疏松、土壤肥力中等以上，土地平整、集中连片便于机械作业的地块。

(二) 前茬大豆秸秆还田。大豆收获时，将大豆秸秆粉碎并均匀覆盖在地表，大豆留茬高度在 5cm~8cm，秸秆粉碎长度在 8cm 以下。

(三) 玉米播前平整土地。在春季玉米播种前 1d~2d 进行浅旋整地，旋耕深度为 5cm~8cm，旋耕 1 遍~2 遍或者重耙 1 遍~2 遍，保证土地平整。播种层土壤应达到地平、土碎、墒足、残茬杂物均匀混合、上虚下实的种床结构。

(四) 免耕播种。选择适宜当地种植的早熟、耐密、宜机收品种，种子籽粒饱满且均匀一致，发芽率达到 95%以上。当 5cm~10cm 土层温度稳定在 8℃~10℃时进行播种。

播种量 2kg/亩~3kg/亩；沙壤土播深 4cm~5cm，粘质或灌淤土播深 3cm~4cm。采用等行距种植，等行距 65cm（播种在上年度行间），或大垄 80cm、小垄 50cm（播种在上年度宽行间）。株距 18.5cm~20.5cm，种植密度 4500 株/亩~5500 株/亩。

（五）施肥。种肥以 N、P、K 配施为主，有机肥与化肥相结合，基肥与追肥相结合。结合春天整地撒施腐熟有机肥 1500kg/亩~3000 kg/亩。结合播种施入种肥，一般种肥施入量为磷酸二铵 15kg/亩~25 kg/亩、尿素 10kg/亩~20 kg/亩、硫酸钾 5kg/亩~10 kg/亩。在玉米拔节期至小喇叭口期之间结合中耕进行追肥，追施量为尿素 15kg/亩~20kg/亩或以氮肥为主的复合肥 20kg/亩~30kg/亩。

（六）机械中耕。在玉米苗期至小喇叭口期之间进行 1 次~2 次中耕。中耕次数和时间根据杂草发生情况和追肥时间确定。

（七）高效植保。在玉米播后苗前及时进行土壤封闭除草处理，玉米 3 叶~5 叶时视田间杂草密度决定是否进行茎叶处理化学除草，杂草密度较低时可进行机械中耕除草。

玉米生长期內做好蚜虫、玉米螟、粘虫、大斑病、小斑病等病虫害的监测与防治。病虫害防控用自走式高地隙喷杆喷雾机施药，机械进地困难时可用无人植保机进行喷施，要施药均匀确保施药效果。

（八）灌溉。有灌溉条件的地区在玉米生长关键时期进行 3 次~5 次灌溉补水，灌溉分次进行，主要包括播种造墒水、拔节水、抽雄~吐丝水；在生长季降雨量不超过 100mm 地区，在大喇叭口期和灌浆中期各加浇 1 水。8 月 25 日前结束灌水，避免后期植株贪青晚熟。要

求灌水均匀、不积水、不漏灌。

（九）机械收获。摘穗收获要求玉米籽粒含水率小于 30%，植株倒伏率 $\leq 5\%$ 、果穗下垂率 $\leq 15\%$ 。籽粒收获要求玉米籽粒含水率在 25% 以下，植株倒伏率 $\leq 5\%$ 。

（十）玉米秸秆还田。玉米收获后，利用秸秆还田机将秸秆粉碎均匀平铺于土壤表面，然后将秸秆深翻还田，并重耙平整土地。

四、机具配备参考方案

本技术模式机具配套方案主要为大兴安岭南麓生产规模较大或经济条件较好的农业合作社和种植大户推荐，为增大该技术模式的适用范围，以经营规模 1000 亩耕地为例，成倍大于或约成倍大于 1000 亩耕地规模的，可参照此配套方案同比例增加相关机具设备。

玉米全程机械化生产模式机具配套方案

机具名称	技术参数与特征	数量	备注
动力机械	90~150hp 拖拉机	2	为以下作业配套
大豆秸秆还田整地机	旋耕整地机	1	配套 120hp 以上拖拉机
大豆秸秆还田整地机	圆盘重耙	1	配套 120hp 以上拖拉机
玉米精量免耕播种机	4 行或 6 行	1	配套 90hp 以上拖拉机
植保机械	架式喷雾机（作业幅宽 $\geq 16\text{m}$ 以上）	1	配套 90hp 以上拖拉机
中耕机械	2 行或 4 行中耕施肥除草联合机具	1	配套 90hp 以上拖拉机
玉米收获机	4~6 行	1~2	
玉米秸秆粉碎还田机	作业宽幅 3.5m 以上	1	配套 120hp 以上拖拉机
玉米秸秆深翻混土还田机	5 铧犁	1	配套 120hp 以上拖拉机
玉米秸秆还田整地机	旋耕整地机	1	配套 120hp 以上拖拉机
玉米秸秆还田整地机	圆盘重耙	1	配套 120hp 以上拖拉机

五、应用提示

（一）玉米秸秆量大还田困难，因此，玉米秸秆还田时一定要保

证质量，秸秆切碎长度、切碎均匀度和深翻深度符合要求。深翻还田混土后要及时耙磨平整土地，减少水分蒸发，保证土地平整，为大豆播种创造良好的条件。

（二）玉米春季播种时采用免耕或浅旋后免耕播种，播种时应先播坡耕地、后播低洼耕地。播种后如遇持续无雨影响出苗的特殊干旱情况，有灌溉条件的可采用播种带喷淋补水的方式进行人工补墒，不应采用“大水漫灌”的方式进行补墒。

（三）本模式应用过程中增加了秸秆还田的作业费用，但连续应用 2~3 个周期后具有显著的提高农田肥力、平衡土壤养分的效果，可减少化肥投入，使作物产量保持较高水平。

六、适宜区域

该模式适宜 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温在 $2300^{\circ}\text{C} \sim 3500^{\circ}\text{C}$ 、年均降水量在 $300\text{mm} \sim 530\text{ mm}$ 的玉米、大豆种植区。该区域主要包括内蒙古呼伦贝尔市和兴安盟，以及与内蒙古接壤的黑龙省齐齐哈尔市和吉林省白城市的部分地区。该模式对于土壤瘠薄、春旱严重的地区，效果更加明显；对土壤肥沃，但存在风蚀、水蚀和春旱较重的地区也有十分显著的效果。该区域生态类型多样，积温跨度较大，因此在玉米品种选择时需根据地区气候特点选择熟期适宜玉米品种。如果秸秆连年还田造成秸秆腐烂少，堆积量大，可在适当年限进行秸秆回收打捆，以减少由于秸秆还田量过大造成的出苗难、保苗差等问题。

本技术以平作最为理想，对于习惯于垄作的地区，可通过玉米大垄双行、大豆垄上三行的种植方式来实现玉米大豆轮作，更易于用户

逐步接受和认可。

七、典型案例

2016~2017 年在内蒙古扎兰屯市卧牛河镇、阿荣旗新发乡等地区推广玉米-大豆轮作秸秆还田玉米全程机械化生产模式；2018 年玉米-大豆轮作秸秆还田玉米全程机械化生产模式主要在兴安盟扎赉特旗、扎兰屯市卧牛河镇、扎兰屯市南木镇、阿荣旗新发乡、阿荣旗新发乡 5 个合作社进行推广，每个合作社完成示范面积 3000 亩以上。

2016~2018 年，采用米-豆轮作秸秆还田玉米全程机械化生产模式可使玉米每亩增产 6%~10%。总计节本增收效益为 15%左右。秸秆还田深翻作业增大了土壤的通气透水性、打破犁底层，增加了耕层深度，改善了耕层结构。秸秆还田还可减少秸秆燃烧所带来的污染，并增加土壤有机质含量，培肥土壤地力，促进农业生产的可持续发展。

本项技术模式的实施，通过轮耕、免耕播种与传统播种交替作业、平衡施肥、综合除草、籽粒收获等全程机械化技术的应用，将会加快大兴安岭南麓传统耕作制度的改革，有利于提高生产效率，减少劳动力投入，增加农民收入。

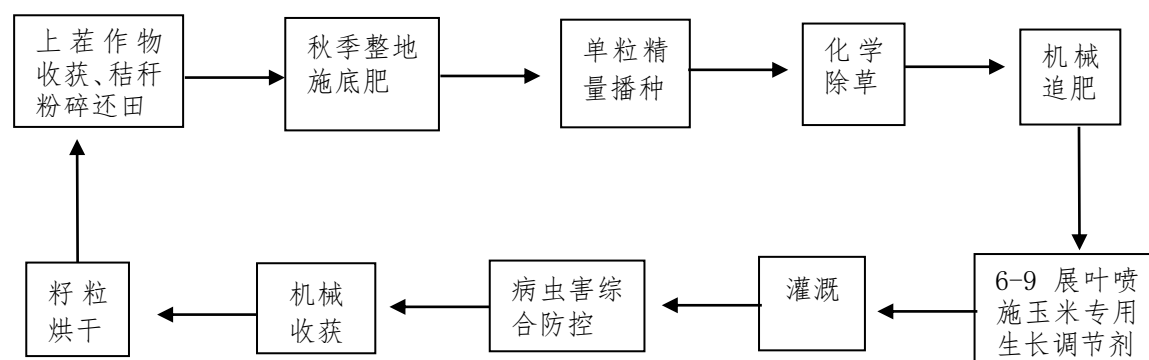
西北灌溉玉米密植高产机械粒收生产模式

一、模式概述

西北灌溉玉米区光热资源丰富，昼夜温差大，灌溉农业，非常有利于玉米密植栽培和机械粒收技术的推广。西北灌溉区玉米密植高产机械粒收生产技术模式融合了以籽粒收获为核心的全程机械化生产技术，以耐密宜机械粒收品种、高密度种植、高质量群体调控为核心的产量突破技术和以绿色植保防控、肥料减施、秸秆还田为重点的绿色生产技术，通过规模化、标准化生产和统一作业管理，实现玉米增产增效和绿色可持续生产，多次创造全国高产纪录。其中，2013 年在新疆奇台小面积创造了单产 1511.74 kg/亩的全国高产纪录，实现单季亩产突破“三千斤”；2017 年再次创造 1517.11kg/亩的新纪录，大幅度提升了我国玉米现实产量潜力；同年在新疆生产建设兵团第四师71 团创万亩连片 1229.8kg/亩高产纪录，且净利润达到 1110 元/亩，实现了高产高效与绿色生产的协同提高，引领了我国玉米现代生产技术的发展。

二、技术路线

以耐密宜机收品种、高密度种植、群体质量调控栽培为核心，集成精细整地、高质量种子与精量播种、化学调控、机械施肥、绿色防控、秸秆还田、机械粒收、烘干收储等关键技术。



三、关键环节技术要点

（一）品种选择。选择经过审定和品种筛选试验推荐的耐密高产、优质、抗倒、抗病虫害、适应机械精量播种和机械粒收的品种。

（二）土壤耕作。秋季整地，翻耕深度 $\geq 30\text{cm}$ ，秋翻后耙地或采用联合整地机对角线交叉耙地。整地要做到碎、平、净，且上虚下实，为播种打好基础。

（三）精量播种。选用精品种子，发芽率 $\geq 95\%$ ，种子发芽势高，机械单粒精量播种。有滴灌条件的地块，采取播后 1d-2d 滴水出苗，提高玉米保苗率及群体整齐度。带种肥播种时要种、肥分离。

（四）高密度种植。有灌溉条件的地块一般中晚熟品种留苗 5500~6000 株/亩，早熟品种留苗 6500~7000 株/亩；具体密度依据各品种耐密性和熟期确定。

（五）化学除草。玉米田主要杂草有马唐、稗草、狗尾草、马齿苋、铁苋草、灰黎等。化学除草包括芽前除草和苗期除草，其中芽前除草：在春季整地前或播后苗前喷施 90%乙草胺 120ml/亩，可有效防除禾本科和阔叶杂草。苗期除草：在玉米 3-5 叶期，用 4%烟嘧磺隆+20%秀去津混剂 70ml/亩进行叶面喷雾，可有效防除多年生禾本科杂草和阔叶类杂草，施用方便，对玉米和后茬作物安全。

（六）机械施肥。根据玉米产量目标和地力水平进行测土配方施肥，使用各级土肥站经测土推荐的配方或配方专用肥。在有条件的地区，每亩施优质粗有机肥 2~3t 或精制有机肥 1t 左右；全部磷肥 30%~40%的氮肥（如有种肥可相应减少用量）和 70%钾肥作基肥，剩余的肥料结合第二次中耕和开沟时机械追施。基肥结合整地采用秋季全层施肥：一般地块每亩施二铵 20kg、尿素 15kg；种肥：每亩施二铵 8kg；追肥：头水前侧追施尿素 25kg~30kg。滴灌地块采取水肥一体化运筹，在每次滴水时随水施滴灌专用肥或其他速效肥料。

（七）水分管理。生育期间灌水 2 次~5 次，头水适当晚浇，有利于玉米蹲苗扎根抗倒，最佳时期一般在中午叶片卷叶、早晚展开时进行。

（八）化学调控。在 6~9 片展叶时喷施玉米专用生长调节剂，如吨田宝、玉黄金、羟基乙烯利等，控制基部节间长度，预防倒伏。对于地力条件差的戈壁地、密度未达到 5500 株/亩和地头地边靠近林带的地块可不施化控。

（九）病虫害综合防控。选择抗/耐本地主要病虫害的品种；针对所在区域病虫害类型选择种衣剂包衣，预防苗期病虫害。在玉米出苗后至灌浆期，地边悬挂频振式杀虫灯抓玉米螟、棉铃虫和地老虎蛾，一盏灯管理面积 50 亩左右；另悬挂紫光杀虫灯诱杀害虫成虫，每盏灯约管 500 亩。

（十）机械粒收与烘干。籽粒水分含量降至 25%以下时，一般在生理成熟（籽粒乳线完全消失）后 2 周~4 周、10 月中旬~11 月初，

直接进行机械籽粒收获。收获质量要求籽粒破碎率 $\leq 5.0\%$ ，含杂率 $\leq 3.0\%$ ，损失率（籽粒损失+果穗损失） $\leq 5.0\%$ 。收获籽粒烘干储藏、交售。

（十一）秸秆还田。机械收获时秸秆粉碎抛洒撒还田，或利用秸秆还田机粉碎秸秆。秸秆翻埋还田时，用重型切口耙进行耙地，让土壤和粉碎的秸秆充分融合后再进行耕翻，耕深不小于 30cm，耕后耙透、镇实、整平，消除因秸秆造成的土壤架空。秸秆量大的地块可利用饲草捡拾打捆机将一部分秸秆打捆作饲料。

四、应用提示

（一）玉米密植高产机械粒收技术重点抓好倒伏、整齐度、早衰三个关键问题，注意选好耐密、抗倒品种，精量点播、提高播种质量，保障水肥供应，单粒点播技术要求种子发芽率 $\geq 95\%$ 。

（二）玉米螟、叶蝉、红蜘蛛和蚜虫发生重的地块，采取预防为主、综合防治，加强田间调查，在零星发生时将害虫消灭。其中对叶蝉和蚜虫注意做好冬小麦入冬前和春小麦田的防治工作，降低虫口基数，小麦收获后进行玉米地隔离带的防治；红蜘蛛主要于玉米苗期（5月中旬）在田间和地边对杂草喷施 50%三氯杀螨虫 1000 倍液进行防治。

（三）机械粒收较传统收获时间应适当推迟，一般在玉米籽粒完熟后 2~4 周较好；收获后及时烘干以防霉变。

五、适宜区域

西北春玉米区有灌溉条件的地区和田块，或降雨有保障、无严重干旱和阴雨寡照灾害天气出现的地区。

六、机具配备参考方案

以经营规模 1500 亩为例设置机具配套方案：

机具名称	技术参数与特征	数量	备注
拖拉机	大（120hp）中（50hp）型拖拉机	2	大型 1 台、中型 1 台
深松机	深松铲 4 个、幅宽 240cm 以上、单铲配套动力 30hp 以上	1	秋季按需进行
播种机	重型牵引式，行数 4 或 6 行	1	
植保机械	高地隙植保机，幅宽 1200cm 以上	1	两者选其一
	无人机	1	
玉米联合收获机	行数 4-6 行	1	自走式联合收获
干燥机	日烘干量 100t	1	连续式

七、典型案例

新疆生产建设兵团第四师 71 团位于伊犁河谷，自 2009 年起开始实施玉米密植高产机械粒收生产技术模式，产量和效益逐年提高。经农业农村部专家组测产验收，2014 年在万亩（10500 亩）连片田块创造 1227.6kg/亩的全国玉米大面积高产纪录；2017 年又创 1229.8kg/亩新纪录。成本效益分析表明，2014 年和 2017 年万亩高产纪录田块净利润分别达到 1607.88 元和 1110.65 元/亩，实现了高产高效的协同。

一是通过密植高产获得高产值，为增效奠定了基础，二是全程机械化、统一种植和作业管理及标准化生产大幅度降低了用工投入，提高了机械作业效率，三是秸秆还田培肥地力、病虫害综合防控，实现绿色可持续生产。因此，与传统生产方式相比，玉米密植高产机械粒收生产技术模式建立了全新的玉米栽培理念，即以玉米籽粒生产效率为目标，通过选用脱水快的品种，降低含水量，实现田间籽粒直接收

获并降低烘干成本；通过全程机械化和规模化、标准化种植及统一作业管理降低劳动力投入、提高机械作业效率；通过增密种植实现增产，降低早熟玉米生育期缩短对产量的影响；通过病虫害绿色防控、秸秆还田、化肥减施等措施，实现绿色生产；将增密种植、高质量群体调控为核心的高产栽培、以机械粒收技术为核心的全程机械化生产技术和绿色生产技术相融合，通过规模化、标准化实施，实现了玉米绿色增产增效和生产方式的转型升级，提高了玉米生产的竞争力。

黄淮麦区小麦全程机械化生产模式

一、模式概述

黄淮麦区属暖温带季风气候类型，气候温和，雨量比较适宜，除部分为丘陵地区外，多为冲积平原，地势平坦。农业生产的特点为高投入、高产出，化肥施用量大，灌溉用水多，生产成本低。该区域农业机械拥有量大，农业生产机械化水平高，主要农作物生产在耕种收等方面基本实现了机械化。但是，该地区单位种植规模较小，小麦田间管理机械化水平较低，植保机械化仍以小型作业机具为主，大型自走式喷杆喷雾机和植保无人机保有量仍然较低；粮食烘干技术及设备还刚刚起步，与耕种收方面还存在着较大差距；农机农艺技术融合不够，单项技术发展较快、集成配套少，机械化作业的模式、标准不统一，对选取适宜的农业机械和选择合适生产模式有迫切要求。

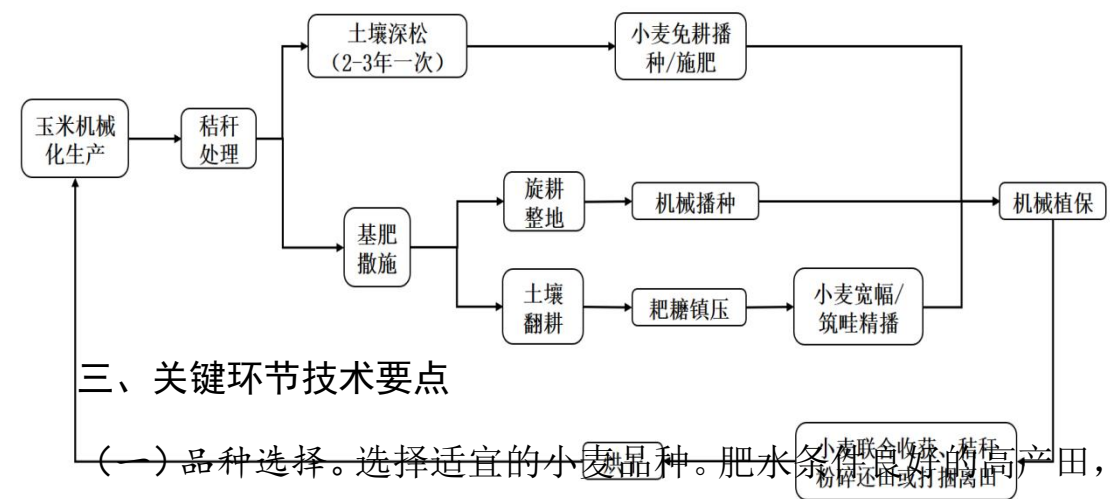
基此，通过实施本技术，从小麦品种类型、耕作模式、种植规模、机械化生产等方面提出标准化作业，以耕整地、播种、植保、收获、烘干、秸秆处理为重点作业环节，根据小麦玉米种植生产地域特征，完善小麦全程机械化工艺路线、机具配套方案、技术要点、操作规程以及运行机制，逐步形成了机械耕整地、机械播种、机械化田间管理、机械收获、小麦秸秆粉碎还田或打捆离田回收和小麦烘干等作业环节，形成了一套比较完备的机械化工艺流程和装备体系，来实现黄淮海地区小麦生产标准化和规模化。

推广以玉米秸秆全量还田覆盖免耕为核心技术的小麦全程机械化

生产模式，通过农机技术集成和农机农艺融合，可有效提高农机化水平和作业效率，实现简化作业环节、减少能源消耗、降低生产成本，达到节本增效增收的目的，示范带动周边地区同类作物生产全程机械化水平提高，利用机械的手段实现农业绿色生产，保证农业可持续发展。

二、技术路线

上年秋季玉米机械收获作业同时，将秸秆粉碎并全量还田覆盖地表，深松或旋耕整地后有秸秆覆盖的耕地上适时进行免耕播种；播后及时进行药剂封闭除草；适时进行病虫害防治和化控作业；小麦成熟后适时进行联合收获、秸秆粉碎还田或打捆离田。



三、关键环节技术要点

(一)品种选择。选择适宜的小麦品种。肥水条件良好的高产田，应选用丰产潜力大、抗倒伏性强的品种；旱薄地应选用抗旱耐瘠的品种；在土层较厚、肥力较高的旱肥地，则应种植抗旱耐肥品种。

(二)种子处理。小麦种子质量应达到国家标准，其中纯度≥99%、净度≥98%、发芽率≥85%、水分≤13%。播种前种子药剂处理，应根据当地病虫害发生情况选择高效安全的杀菌剂、杀虫剂，用包衣机、拌种机进行种子机械包衣或拌种，以确保种子处理和播种质量。

(三)秸秆处理。前茬玉米收获后，用秸秆粉碎还田机将玉米秸

秆粉碎 1-2 遍，切碎长度小于 10cm，均匀抛撒于地表。

（四）深松。一般 2 年~3 年深松一次，适宜作业的土壤含水率 15%-25%，深松深度 30cm~40cm，稳定性 $\geq 80\%$ ，土壤膨松度 $\geq 40\%$ ，深松后应及时浅旋合墒；采用凿（铲）式深松机，相邻两铲间距不得大于 2.5 倍深松深度，深松后的裂沟要合墒抹平；作业后地表平整、无漏松和重松，适度连续镇压。

（五）旋耕。秸秆、杂草过多或地表不平等影响播种质量的地块应进行旋耕作业，适宜作业的土壤含水率 15%~25%。一般旋深 12cm~15cm，耕深一致，耕深稳定性 $\geq 85\%$ ，碎土率 $\geq 50\%$ ，耕整后耙耱压实，地表平整，土壤细碎。

（六）施肥播种。一次性完成施肥、播种、镇压等复式作业，要求下种均匀，无漏播、重播，覆土均匀严密，播后镇压效果良好；播深 3cm~5cm；采用宽苗带播种时，苗带宽度 10cm~12cm，行距 30cm~38cm；免耕播种的地块不能将基肥撒施地表，必须随播种作业将基肥深施。

（七）田间管理

1. **喷药。**采用喷杆式喷雾机进行防治作业，做到均匀喷洒，不漏喷、不重喷、无滴漏，以防出现药害；交接行重叠量不大于工作幅宽的 3%，同一地块同种作物应在 3d 内完成一遍作业；风力超过 3 级、露水大、雨前及气温高于 30℃不宜作业。

2. **灌溉。**冬前灌溉，当日平均气温稳定下降到 3℃~5℃时开始浇越冬水，一般每亩灌水量为 40m³ 左右；春季灌溉，三类苗宜在返

青期浇水，二类苗宜在起身期浇水，一类苗宜在拔节期浇水。有条件的地区采用喷灌，喷灌强度应该小于土壤入渗速度，喷洒水的喷洒均匀度应大于 70%，以免影响灌溉质量。

3. 追肥。可采用低压喷灌、微喷等节水灌溉技术，水肥同施。

（八）联合收获。联合收获过程中，收获总损失应 $\leq 3\%$ ，漏割率应 $\leq 1\%$ ，脱净率 $\geq 98\%$ ；采用小麦联合收割机自带粉碎装置对秸秆直接切碎，并均匀抛撒覆盖于地表；割茬高度 $\leq 15\text{cm}$ ；小麦秸秆切碎长度 $\leq 10\text{cm}$ ；切断长度合格率 $\geq 95\%$ ；抛撒不均匀率 $\leq 20\%$ ；漏切率 $\leq 1.5\%$ 。

（九）烘干。种用谷物，烘后温度 $\leq 43^{\circ}\text{C}$ ；食用、工业用谷物 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ ，最高 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ ；烘后小麦经缓苏，品相变好。

四、机具配备参考方案

经营规模 300 亩、1000 亩和 2000 亩为例推荐机具配套方案：

机具名称	机具类型	技术参数与特征
动力机械	拖拉机	90hp 以上
秸秆处理机械	秸秆粉碎还田机	粉碎长度 $<100\text{mm}$
耕整地机械	深松机	深松深度为 35~40cm
	翻转犁	单侧犁体数量 4 个，耕深 $\geq 20\text{cm}$
	旋耕机	耕深 $\geq 12\text{cm}$
施肥播种机械	小麦免耕播种机	播深 3~5cm；宽苗带播种 10~12cm
	小麦普通条播机	播种深度为 3~5cm
	小麦宽幅精量播种机	播种深度 3~5cm；等行距（22~26cm）宽幅播种
	喷杆式植保机	喷幅宽度为 12m
田间管理机械	无人植保机	均匀喷洒
	灌溉设备	一般每亩灌水量为 40m^3 左右
收获机械	稻麦联合收割机	割茬高度 $\leq 15\text{cm}$ ，收割损失率 $\leq 2\%$

五、应用提示

本模式也适用于同类区域的大豆-小麦、花生-小麦等周年连作。

六、适宜区域

本模式主要适用于活动积温在 2600℃ 以上、光照 1800h~3000h, 降雨量在 350mm~1000mm 的小麦种植区域, 包括河北省、山东省、北京市、天津市、河南中北部、江苏和安徽北部、山西中南部以及陕西关中等在内的黄淮海麦玉两熟区。

七、典型案例

山东省肥城市实施了 2 万亩, 采用小麦深松分层施肥精播机械化技术取得了相当的经济社会效益, 小麦平均增产 34.7kg/亩, 增产粮食 695t 以上, 按小麦市场平均价 2 元/kg 计算, 可增加收入 139 万元以上。

通过技术示范, 提高了示范区机械化水平, 改变了传统的耕作方式, 促进了先进生产方式方法的推广应用, 进一步提高了农业综合生产能力; 机械化技术的推广应用, 减轻了农业生产劳动强度, 节约了大量农村劳动力, 促进了农业劳动力转移和城郊二、三产业的发展; 增强了农民节本增效意识, 带动了周边地区农业生产, 促进了科技成果转化, 对建设节约型现代农业具有重大意义。

由于不翻耕土壤, 地表覆盖物增加, 减少了土壤水分蒸发, 土壤蓄水保墒能力提高, 充分利用了水资源。项目实现了秸秆就地循环利用, 杜绝了秸秆焚烧, 减少了大气污染, 美化了生活环境; 改善了作物生产环境。项目区实现了秸秆覆盖, 增强了土壤生物菌群的活动能

力，提高了土壤理化指标和有机质含量，促进了农业可持续发展。

长江中下游稻麦两熟区小麦全程机械化生产模式

一、模式概述

南方稻麦区地处长江中下游平原区，地势低平，河渠纵横，湖泊星布，整体气候温暖湿润、雨水充沛，是我国主要粮食产区。区域内以稻麦轮作为主要种植模式，稻茬麦耕、收整体机械化水平高达 90% 以上，机械化植保发展较快但存在发展不均衡、整体水平较低的现状。近年来，由于水稻、小麦的单产增长，导致秸秆量随之增大，在种植后茬作物前需要耗费大量的时间、人力、物力来进行秸秆处理；同时近年来秋季多雨，影响了水稻收获和小麦播种作业，导致茬口矛盾更为突出，茬口紧、秸秆量大使部分地区稻麦播栽期推迟，挤压下轮作物生育期，影响作物产量，形成恶性循环。此外，在苏北盐碱地旱改水区域，土壤含有盐碱成分，存在土壤板结、土壤颗粒状不明显，以及土地肥力不足的问题。

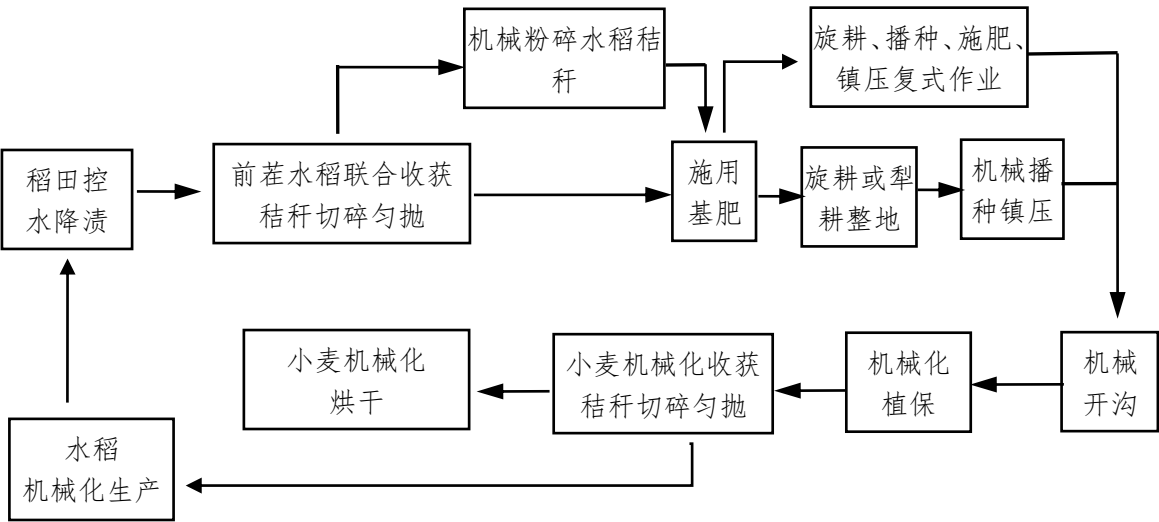
基此，通过实施本技术，以提高小麦机械化播种、降低机械化收获损失为基础，重点推动高效植保、产地烘干等薄弱环节发展。同时，针对秋季稻秸秆量较大、茬口紧张的现状，重点推进稻秸秆机械化全量还田集成小麦机械化播种技术，及复式作业机械发展，并注重小麦耕、种、管、收、烘干等各环节的衔接和农机、农艺的配套，实现稻茬麦高效化、集约化生产。

推广以小麦秸秆全量还田覆盖及留茬为核心技术的小麦全程机械化生产模式，通过机械化、规模化作业取代人工作业，提高作业效

率和作业质量，提升肥料、农药等物资的利用效率，减少浪费和污染，解决目前因农村劳动力转移而导致的农业用工紧张和人工成本上升等问题，有利于促进农业生产方式转变，不断提高农业的综合生产能力和市场竞争力，加快推进农业现代化进程。

二、技术路线

前茬水稻机械收获作业同时，将秸秆切碎匀抛，高留茬不利小麦播种作业需用灭茬机再次对水稻秸秆进行粉碎作业，降低留茬高度；旋耕或犁耕整地后适时进行播种，提倡采用复式作业机械一次完成旋耕整地、播种施肥、镇压作业；播后及时进行机械开沟排水；适时进行病虫害防治和化控作业；小麦成熟后适时进行机械化收获及烘干，使得小麦含水率达到适宜储藏的条件。



三、关键环节技术要点

（一）耕整。根据茬口和墒情，采用旋耕灭茬或犁耕深翻的方式埋茬整地。犁耕深翻作业，要求土壤含水率 $\leq 35\%$ ，耕深 $\geq 22\text{cm}$ ，碎土率 $\geq 80\%$ ，秸秆入土率 $\geq 80\%$ ；旋耕灭茬作业，留茬高度 $\leq 15\text{cm}$ ，要

求土壤含水率 $\leq 25\%$ ，耕深 $\geq 15\text{cm}$ ，秸秆入土率 $\geq 80\%$ 。

（二）播种。一次性完成施肥、播种、镇压等复式作业。稻茬麦适播期，每亩播量 $10\text{kg}\sim 13\text{kg}$ ，基本苗以 15 万株 $\sim$ 20 万株为宜；迟于当地适播期，每推迟一天播种，播量应增加 $0.5\text{kg}/\text{亩}$ ，但最大基本苗以不超过所选用品种适宜亩穗数的 80% 为宜。播种深度 $2\text{cm}\sim 3\text{cm}$ ，要求播量精确、下籽均匀，无漏播、重播，覆土均匀严密，播后镇压效果良好。

（三）播后开沟。厢沟深度 $25\text{cm}\sim 35\text{cm}$ ，沟距 $3\text{m}\sim 4\text{m}$ ，左右两侧抛土幅度各 2 米左右；田内横沟间距 $< 50\text{m}$ 、深 $30\sim 40\text{cm}$ ；田外排灌沟 $> 1\text{m}$ ，做到沟沟相连，排水通畅。

（四）机械化植保

1. 喷药。对于群体较大、有倒伏风险的麦田，应在起身拔节前亩喷施 60g 浓度为 $0.25\%\sim 0.4\%$ 的矮苗壮或 15% 多效唑可湿性粉剂 $50\text{g}\sim 75\text{g}$ 。拔节至孕穗期发现有倒伏风险的田块，可在孕穗至抽穗期间喷施劲丰 $100\text{ml}/\text{亩}$ ，降低植株重心防倒伏。作业时，喷药口与作物保持 $30\text{cm}\sim 40\text{cm}$ 距离，并根据用药量确定机具行走速度，同时规划好行走路线，避免漏喷、重喷。

2. 施肥。底肥用量：氮 $55\%\sim 65\%$ 、磷 50% 、钾 $50\%\sim 70\%$ 。拔节追肥在小麦基部第一节间接近定长、叶龄余数 2.5 前后施用，施氮量占 $20\%\sim 25\%$ ，配合适量磷钾肥，以复合肥（氮、磷、钾均为 15% ） $20\text{kg}/\text{亩}\sim 25\text{kg}/\text{亩}$ 、补加尿素 $5\sim 8\text{kg}/\text{亩}$ 为宜；孕穗肥在旗叶露尖至破口期、叶龄余数为 0.5 前后施用，施氮量占 $15\%\sim 20\%$ ，即尿素 $5\sim 8\text{kg}/\text{亩}$ 。

亩。要求根据不同品种产量水平、品质类型、需肥特性和土壤类型，确定总施肥量，提倡结合测土配方施肥和机械深施。

（五）联合收获。采用带有秸秆切碎、匀抛装置的联合收割机适时进行小麦收获，秸秆切碎的长度 $\leq 10\text{cm}$ ，留茬高度 $\leq 15\text{cm}$ ，收割损失率 $\leq 2\%$ ，切碎的秸秆均匀抛撒于地表。

（六）烘干。使用低温循环式谷物烘干装备，将小麦烘干至含水率 $\leq 13\%$ 。循环式谷物干燥机要求谷物进机水分 $< 30\%$ ，谷物在进机前须进行筛选，去除杂物，以防堵塞烘干装备。烘干温度 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ ，热风温度可根据小麦的品种和用户对于干燥后稻谷品质要求的不同，偏离推荐的热风温度，提高温度可加快干燥速度；降低温度可提高谷物品质。高水分小麦（含水率 $> 25\%$ ）不宜用高温干燥，建议热风温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$ ；干燥种子时，应采用较低的热风温度。为了保证干燥质量，降水速度应控制在每小时 0.8%以内。

四、机具配备参考方案

以经营规模 500 亩为例推荐机具配套方案：

机具名称	技术参数与特征	数量
拖拉机	90 马力以上	1
秸秆粉碎还田机	幅宽：1.8m 以上	1
铧式犁	4 铧犁或 5 铧犁	1
旋耕机	幅宽：1.8m 以上	1
小麦施肥播种复式作业机	9 行或 11 行	1
开沟机	梯形沟双圆盘开沟机	1
植保机械	自走式喷杆喷雾机	1~2
稻麦联合收割机	喂入量：6~8kg/s	1
粮食低温烘干机械	低温循环式，批处理量 10t	2

五、应用提示

（一）提高播种质量是小麦高产稳产的关键，整地质量则是保证

播种质量的前提，要注意合理选择作业方式和配套机具。大型机具相对作业效率高效果好，但配套动力大，机具重量大，进地作业次数过多会造成土壤压实。

（二）高畦防渍技术能有效解决持续阴雨条件下稻茬麦适期播种难题，可做到涝能排旱能灌。小麦高畦防渍播种开沟一体机能一次完成旋耕、灭茬、施肥、开沟、作畦、播种作业；作畦高度 18cm~20cm，沟宽 25cm 左右，畦面宽 2.0m 或 1.8m；播种完成后人工疏通地头沟。

（三）使用植保无人机进行病虫害防控应注意选择适合飞防的药剂，或使用正规企业生产的飞防专用药剂，以保证防治效果。

六、适宜区域

本模式主要适用于活动积温在 3500℃ 以上、光照 2600h~3000h，降雨量在 450mm~1200mm 的小麦种植区域，包括上海市、江苏省、安徽省南部、湖北、四川等在内的南方稻麦区。

七、典型案例

江苏省灌南县一般在 10 月下旬至 11 月上旬收获水稻并进行小麦播种。当地按照稻茬麦全程机械化生产模式，在水稻收获时进行秸秆切碎、匀抛，使稻秸秆均匀铺撒于田面，以便后续进行秸秆还田作业；秸秆还田技术路线以旋耕灭茬和粉碎还田为主，局部地区 3 至 4 年进行一次深翻；小麦机播、机收技术已在当地得到广泛认可和应用；高效植保技术和小麦机械化烘干技术也在当地稳步推广。

灌南县通过应用稻茬麦全程机械化生产模式，应用区域的小麦平均单产达到 446.1 kg，比传统撒播小麦提高了 14.9 kg；亩均节省用

工 2.74 人，以工价 70 元/人/天计，可节省人工费 191.8 元；尽管机械作业成本有所增加，但整体具有省工、节本、增产等优势。

北方一熟区小麦秸秆全量还田覆盖免耕 全程机械化生产模式

一、模式概述

北方一熟区根据气候特征分为两个区域：以暖温带干旱半干旱类型气候为主的春小麦种植区，包括新疆维吾尔自治区、青海省、甘肃省等地区，该地区特征是降雨量较少、蒸发量较大，旱地小麦严重缺水；以温带大陆性季风气候为主的黄土高原北方一熟冬小麦种植区域，该地区特征是光热资源丰富，雨量偏少却又集中，无霜期长，土壤类型较好。干旱少雨是本地区面临的主要问题。

基此，根据区域小麦种植生产特点，完善小麦全程机械化工艺路线、机具配套方案、技术要点、操作规程以及运行机制，形成北方一熟区小麦秸秆全量还田覆盖免耕全程机械化生产模式，推进耕、种、管、收等全程机械化，通过集成农机化技术和农机农艺融合，形成了一套比较完备的机械化工艺流程和装备体系，能够充分增加自然降水的利用率，缓解旱地小麦缺水造成的损失。

二、技术路线

上年秋季小麦机械收获作业同时，将秸秆粉碎并全量还田覆盖地表，利用深松整地或地表处理休闲，来年适时进行免耕播种；播后及时进行药剂封闭除草；适时进行病虫害防治和化控作业；小麦成熟后适时进行联合收获及烘干，使得小麦含水率达到适宜储藏的条件。流程见下图。



秸秆粉碎处理后，因风大，不能裸露休闲，必须进行深松或地表处理，利用土壤适度覆盖，避免风吹，也有利于秸秆腐烂。

三、关键环节技术要点

（一）深松。选用局部深松方式进行作业地区，每间隔 2 年~3 年深松一次，或根据土壤改善情况，当 20cm 内土壤质量体积比达到 $1.3\text{g}/\text{cm}^3 \sim 1.45\text{g}/\text{cm}^3$ 时，再进行第 2 次深松。应在土壤墒情适宜（含水量 $15\% \sim 22\%$ ）的情况下尽早作业，松土深度一般 $30\text{cm} \sim 35\text{cm}$ 为宜，土壤含水率过大或过小，都不利于深松作业。要求松深一致，松后地表平整，覆盖完整、均匀。

（二）联合整地。采用联合整地机作业，机械整地达到“齐、平、松、碎、净、墒”要求。松软土壤或旱情严重时酌情镇压。

（三）表层处理（选择性作业）。表土作业有浅旋、耙地、浅松等形式；在没有浅松机或圆盘耙的区域，可过渡性地使用旋耕机进行浅旋作业（一般不提倡使用旋耕机），作业深度 $\leq 8\text{cm}$ 。杂草控制可根据杂草生长情况，采用化学除草、机械除草和人工除草相结合的方法。但播前 20d 不得再化学除草，以防药剂残毒影响出苗；打除草剂泵不能与其他药泵混用；病虫害防治主要靠农药拌种预防，发现病虫害应及时喷杀虫剂。

（四）种肥分施播种。适时播种、抢墒播种、顶凌播种；化肥施于种子侧面 $5\text{cm} \sim 7\text{cm}$ ，且比播种深度深 $3\text{cm} \sim 5\text{cm}$ ，播种均匀，播幅内各行下种量偏差 $\leq 6\%$ 。无漏播、重播现象，断条率 $\leq 5\%$ 。覆土严密，

充分镇压。

（五）免耕施肥播种。应选用丰产、优质、抗病虫害的优良包衣种子；根据地块有机质含量，氮、磷、钾构成比例，选择适用的颗粒状肥料，播期一般比传统播种提前 2d~3d；种肥分施，间距 $\geq 5\text{cm}$ ，播深 3~5cm，施肥深度 10cm 左右。

（六）田间管理

1. 追肥。在小麦 2 叶 1 心灌头水前，采用条播机浅施化肥；在小麦生长中、后期，采用背负式喷雾机或喷杆式喷雾机叶面施肥。

2. 灌溉。在有灌溉条件的地区，应大力推广节水灌溉，三类苗宜在返青期浇水，二类苗宜在起身期浇水，一类苗宜在拔节期浇水。滴灌，洒水的洒水均匀度应 $>70\%$ ，以免影响灌溉质量。

3. 喷药。选用背负式喷雾机、喷杆式喷雾机或无人机施药作业，在小麦生长期喷施除草剂和杀虫剂，消除杂草和防治病虫害。

（七）收获。当小麦籽粒进入蜡熟末期，籽粒变硬、大小和色泽达到商品要求时，即可采用机械联合收获，割茬高度 $\leq 15\text{cm}$ ，小麦秸秆切碎长度 $\leq 10\text{ cm}$ ；收获总损失率（含割台损失、脱净损失、清选夹带损失等） $\leq 2\%$ ，脱净率 $\geq 98\%$ 。

（八）秸秆粉碎。当产量高于 250kg/亩时，需秸秆粉碎，利于后期播种机顺利通过。小麦秸秆粉碎，一般与收获作业同时进行（节省一次秸秆粉碎作业），也可在收获后单独进行，粉碎长度 $<10\text{cm}$ 。

（九）烘干。种用谷物，烘后温度不高于 43℃；食用、工业用谷物不超过 50℃，最高不超过 60℃；烘后小麦经缓苏，品相变好。

四、机具配备参考方案

经营规模 500 亩为例推荐机具配套方案见下表：

机具名称	技术参数与特征	数量
拖拉机	90 马力以上	1
秸秆粉碎还田机	粉碎长度<100mm	1
深松机	深松深度为 35cm~40cm	1
联合整地机	耕深 $\geq 12\text{cm}$ ，土壤松碎、地表平整	1
小麦种肥分施播种机	种肥分施，防止烧苗	1
小麦少/免耕播种机	播深 3cm~5cm，机具通过性好	1
灌溉设备	有条件地区配置节水灌溉设备	2
植保机械	背负式喷雾机、喷杆式喷雾机或无人机施药	1
稻麦联合收割机	割茬高度 $\leq 15\text{cm}$ ，收割损失率 $\leq 2\%$	1
20t 以上烘干机	固定式烘干机	1

五、应用提示

北方一熟区小麦秸秆全量还田覆盖免耕全程机械化生产模式，该技术模式的核心是提高自然降水的利用效率，减少作业工序及对土壤的过度压实，同时利用秸秆培肥土壤。

六、适宜区域

本模式主要适用于活动积温在 2600℃ 以上、光照 2600h~3000h，降雨量在 350mm~600mm 的小麦种植区域，包括新疆维吾尔自治区、青海省、甘肃省、黄土高原等在内的北方一熟春小麦和冬小麦种植区。

七、典型案例

山西运城市盐湖区位于山西省南部，温带大陆性季风气候，总耕地面积 $6.37 \times 10^4 \text{hm}^2$ ，其中旱地面积 $2.33 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。从建立旱地一年一作冬小麦机械化保护性耕作技术试点，开始了技术的引进、消化吸收和试验工作，取得阶段性成功，之后进行大面积推广；采用冬小

麦机械化保护性耕作技术体系每 1hm² 增收节支 681 元，且减少了人工投入，减轻了劳动强度；减少了水分和土壤流失，增加土壤肥力，取得了良好的社会效益和生态效益。

北方一季区马铃薯全程机械化生产模式

一、模式概述

北方一季区的特点是高海拔或高纬度，日照充足、昼夜温差大，无霜期短，一般在 110d~170d，年平均温度在-4℃~10℃之间，大于 5℃积温在 2000℃~3500℃之间，年降雨量 50mm~1000mm。春季干旱、年降雨量少，集中降雨期与马铃薯结薯期同步，马铃薯生育期内水、热同期匹配。

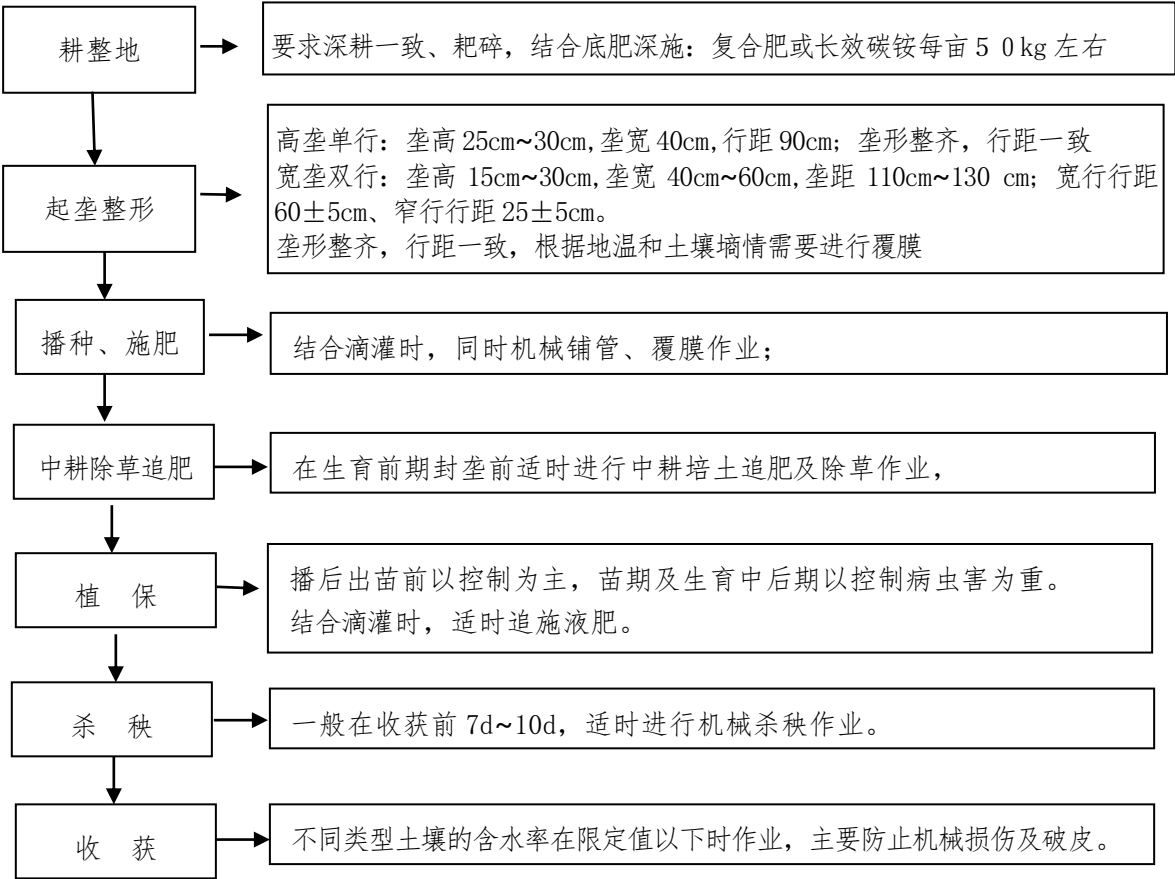
北方一季区适应栽培的马铃薯品种较广，早、中、晚熟品种均可栽培，一年只栽培一季，为春播秋收的夏作类型，区域内马铃薯常年种植面积约占全国马铃薯总栽培面积的 50%以上，是我国马铃薯产业发展的核心区域。本区马铃薯高产栽培以垄作为主，且适宜与豆科、禾谷科、油菜类作物的栽培及轮作相配套。

在地理生态、环境气候和品种、种性、栽培技术等条件确定的基础上，马铃薯全程机械化高产栽培主要采用两种生产模式。一是高垄单行播种+滴灌或喷灌模式：在北方一季区大部分地区采用此模式，垄距 80cm~90cm，亩保苗 3500 株~4200 株。二是宽垄双行覆膜覆土错穴播种模式：垄距 110cm~130cm，垄高 15cm~30cm（旱作区宜低，灌溉区宜高），选用厚度为 0.01mm 以上的黑色地膜。亩保苗旱作区 3000 株~3500 株，阴湿、二阴地区或非保灌区 4000 株~4500 株、保灌区 5000 株~6500 株。

以全程机械化生产作业为基础支撑，强调农机农艺技术融合、机

械装备配套、生产环节衔接，重点要保证作业行距一致。主要生产环节包括：机械耕整地、机械起垄（覆膜）、机械播种（配套滴灌时需进行铺管、覆膜）、机械中耕除草培土、机械植保（病虫害防治及增施叶面肥）、机械杀秧、机械分段收获或联合收获。机械配套要以保证作业质量和生产效率为前提，根据装备水平和生产规模选择大型机械或中小型机械进行合理组合。

二、技术路线



三、关键环节技术要点

（一）机械耕整地作业

1. 深耕作业。根据不同地区的气候特点，选择秋季前茬作物收获后作业或春季播前 15d~20d 作业，耕作深度 25cm~35cm；要求不重耕、漏

耕，翻垡一致、覆盖严密，并将地表杂草、残茬全部埋入耕作层内，耕后地表平整、墒沟少，地头地边要齐整；坡地应沿等高线作业。

2. 整地作业。秋季耕作地应在播种前 20d~30d 进行整地作业，春季耕作地应在耕作后及时进行整地作业；起垄播种模式可选择旋耕整地或深松联合整地（每隔一年或两年作业一次）方式作业，旋耕整地作业深度在 15cm~20cm，要求整地后地面平坦、土块破碎，耕作层上实下虚。

3. 起垄前施基肥。要求机械抛撒各种颗粒肥均匀，施用配方肥 (N10: P20:K15) 50 kg 左右，配施硫酸钾肥 2 kg~5 kg；有厩肥的地区每亩施用 1500 kg~3000 kg，配施磷肥 30 kg~40 kg、硫酸钾肥 20 kg 左右。

（二）机械起垄整形作业。垄形要平直，间隔要一致，高垄单行垄面宽度 25cm~30cm，垄高不小于 20cm，垄间距 30cm 左右；宽垄双行垄面宽度 40cm~60cm，旱作区垄高不小于 15cm，不高于 20cm，灌溉区垄高不小于 25cm，垄间距 30cm 左右。

（三）机械播种（覆膜）作业。播种前要严格筛选种薯，剔除带病、霉烂和催芽不良、芽眼不足、不壮的种薯（薯块），种薯（薯块）重量以 25g~50g 为宜；播种期一般在 4 月中下旬至 5 月初，耕作层 10cm 的地温稳定在 8℃~12℃作为适播期。播种量应根据目标产量和水肥条件确定，高垄单行且有滴灌、喷灌条件亩播种量在 120 kg 左右，播种位置处于垄中心，每穴 1 粒或块种薯，呈直线分布，株距 26cm~30cm；宽垄双行在保灌区亩播种量在 200 kg 以上，在阴湿、二阴地区或非保灌区亩播种量 15 kg 左右，在旱作区亩播种量 120 kg~150

kg之间；播种位置距垄边 15cm，每穴 1 粒或 1 块种薯，呈三角形分布，垄上行距 17cm~36cm，株距 15cm~26cm；播种深度 10cm~15cm，覆土要严实，每亩配施种肥 15 kg~20 kg。配套滴灌条件时，可同时进行铺管、覆膜复式作业。

（四）机械中耕作业 中耕培土、除草、追肥同时进行，通过调整培土器与地面夹角可调整垄高和垄宽，要求作业后垄形完整，第一次中耕在播后 3 周~4 周、出苗率达到 20%时进行作业，培土厚度 3cm~5cm；第二次中耕在马铃薯幼苗长至 15cm~20cm 时进行作业，培土厚度 5cm 左右；第三次中耕在马铃薯封垄前适时进行作业。结合中耕作业追施速效氮肥，施量根据各地实际情况确定，以保证植株前期快速生长、搭好丰产苗架的需要为原则。

（五）机械植保作业。本区晚疫病、早疫病、黑胫病发病比较严重，品种应选择休眠期长、耐贮性强、抗逆性强、丰产性好的品种。机械植保适合大面积喷洒各种农药、肥料和植物生产调节剂等液态制剂，重点是早、晚疫病的预防发生和控制发展；药剂配方和用药量依据农艺要求使用，不同药剂最好交替使用，要求接行准确、喷药均匀、雾化良好，避免漏喷、重喷，适宜在晴天、无风气候条件下作业，忌讳在大风和雨天作业。

（六）机械杀秧作业。为使薯块表皮老化，减轻收获损伤，提高品相及商品率，杀秧作业一般在计划收获作业前 7d~10d 进行，要求碎秧效果好，作物留茬高度 ≤ 10 cm，粉碎后的茎秧全部还田。

（七）机械收获作业。一般在植株完全枯死后，块茎停止增重，

表皮形成较厚的木栓层时进行机械收获作业，多在 9~10 月份收获，根据各地设备条件和商品薯品种及用途，可选择分段收获（即机械起收、人工捡拾分级）或机械联合收获、机械分级仓储。作业质量要求：马铃薯挖掘收获挖净率 $\geq 98\%$ ，明薯率 $\geq 97\%$ ，伤薯率 $\leq 2\%$ 。

（八）残膜回收。采用覆膜播种方式的，应选择适用的残膜回收机械，进行马铃薯收获后田间残膜回收，残膜回收率 $\geq 90\%$ 。

四、机具配备参考方案

本机具配备方案主要为有较大生产规模和较强经济条件的农业生产合作社及种植大户推荐机具配套方案，同时为增强适用范围，选择 1000 亩的生产规模为配套单位，成倍大于或接近成倍大于本生产规模时，可同比例参照增加相关机械设备。

表 1 高垄单行双幅播种模式机具配备

机具名称	技术参数与特征	数量	备 注
动力机械	90~150hp 拖拉机	2	为以下作业配套
耕作机械	3 铧、4 铧、5 铧液压翻转犁	2	配套 120hp 以上拖拉机
整地机械	旋耕整地机或深松联合整地机	1~2	配套 120hp 以上拖拉机
撒肥机械	双圆盘撒肥机（作业幅宽 20~30m）	1	配套 90hp 以上拖拉机
起垄机械	双行起垄机（高垄单行或宽垄双行）	1	配套 90hp 以上拖拉机
播种机械	高垄单行双幅播种机（结合铺管覆膜）	2	配套 120hp 以上拖拉机
中耕机械	双行或四行中耕配土追肥除草联合机	1	配套 90hp 以上拖拉机
植保机械	桁架式喷雾机（作业幅宽 $\geq 21\text{m}$ ）	1	配套 90hp 以上拖拉机
杀秧机械	双行杀秧机（作业幅宽 $\geq 1.2\text{m}$ ）	1	配套 90hp 以上拖拉机
收获机械	双行起收机或联合收获机	2	配套 120hp 以上拖拉机

表 2 高垄单行双幅播种模式机具配备

机具名称	技术参数与特征	数量	备 注
动力机械	90~150hp 拖拉机	1	深松整地机械配套动力
	25~35hp 拖拉机	4	起垄覆膜播种、中耕、杀秧和收获配套动力
耕作机械	液压翻转犁	1	配套 25~30hp 拖拉机

整地机械	旋耕整地机或深松联合整地机	1-2	配套 90hp 以上拖拉机
撒肥机械	双圆盘撒肥机（作业幅宽 20-30m）	1	配套 90hp 以上拖拉机
起垄覆膜播种机械	宽垄双行起垄覆膜播种机	4	配套 25~35hp 拖拉机
上土机械	马铃薯自动上土机	2	配套 25~35hp 拖拉机
中耕机械	马铃薯中耕机	3	配套 25~35hp 拖拉机
植保机械	杆式喷雾机（或植保无人机）	3（1）	配套 25~35hp 拖拉机
杀秧机械	杀秧机（幅宽 1m 或 1.1m）	2	配套 25~35hp 拖拉机
收获机械	马铃薯分段收获机（幅宽 0.8m 或 0.9m）	4	配套 25~35hp 拖拉机

五、适宜区域

本区域主要包括东北地区的黑龙江、吉林两省和辽宁省除辽东半岛以外的大部，华北地区河北北部、山西北部、内蒙古及西北地区的宁夏、甘肃、陕西北部，青海东部和新疆天山以北地区。

六、典型案例

内蒙古自治区锡林郭勒盟太仆寺旗兴农农业机械服务专业合作社 2016 年已建成马铃薯全程机械化生产园区 1.28 万亩。通过采用该种模式，提高了作业效率，保证了作业质量，提高了马铃薯产量，增效效果显著。据统计，马铃薯机械化生产亩产 3000 公斤左右，比传统地块亩增产 200 公斤，亩增收收入可达 480 元；在播种、中耕、收获三个生产环节上，每亩可节约用工费 145 元左右。

此外，农业生产条件得到改善，机械化水平进一步提升，综合生产效益提高，农业生产力得到发展。促进了农村劳动力转移，避免外出务工人员返乡种地，有利于二、三产业的发展，激发农民机械化作业的热情，增加了农民收入，不仅促进了农业专业化服务组织的发展，也提高农业社会化服务水平和组织化程度，推动优势农产品规模化、专业化和标准化生产，加快现代农业建设步伐。

内蒙古阴山北麓高垄滴灌马铃薯全程机械化生产模式

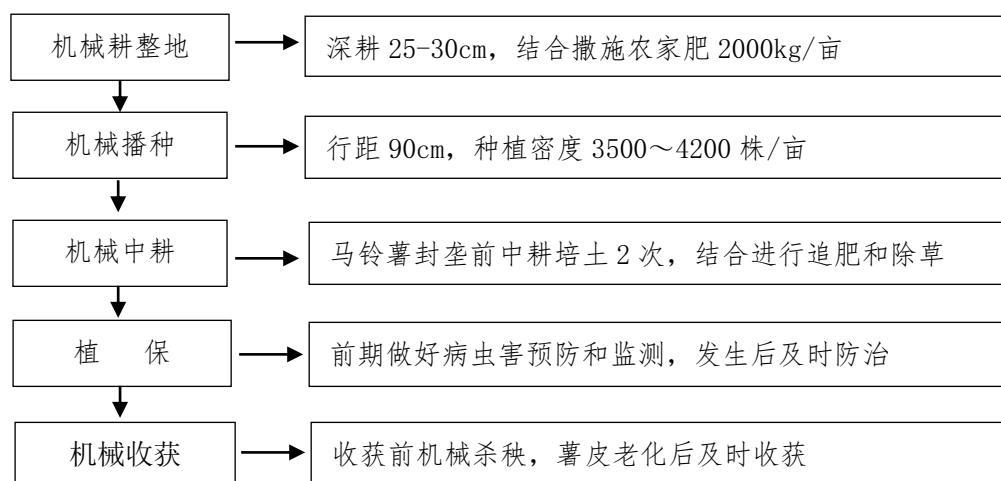
一、模式概述

近年来，内蒙古阴山北麓马铃薯规模化生产多采用高垄滴灌的种植模式，并在大部分生产环节实现了机械化，生产水平不断提高，但在生产中规范化、标准化程度不够，仍存在水肥利用率低、产量低品质差、机械配套不合理等突出问题。

高垄滴灌的种植方式具有节水、病害发生轻、马铃薯产量高等优点。马铃薯高垄滴灌全程机械化生产模式以农机农艺融合、机械装备配套为重点，包括耕整地、播种、植保、收获等环节的机械化作业。

该模式的应用，可以通过规模化、标准化、规范化的机械化生产提高生产效率，降低生产成本，实现马铃薯生产的提质、减肥、增效。

二、技术路线



三、关键环节技术要点

(一) 机械耕整地。选择土壤肥沃、地势平坦、耕作层深厚、土质疏松，地块比较集中，便于机械作业的沙壤土或壤土。前茬以禾谷

类、豆类等作物为宜。

春季马铃薯播种前耕整地，整地后及时播种，减少跑墒。耕翻深度以 25cm~30cm 为宜，深翻后旋耕使土壤细碎、平整。深翻前撒施基肥，一般每亩地撒施腐熟的优质农家肥 1000kg~2000kg 或颗粒有机肥 100kg/亩。

（二）机械播种。选择适宜本地区的优质种薯。在播种前 15d 将种薯出窖催芽，芽长 0.2cm 左右时即可切块，切块大小以 40g/块为宜。切好的薯块进行药剂拌种，用 70%甲基托布津可湿性粉剂 0.5kg 加农用链霉素 0.03kg 与 50kg 滑石粉混匀后拌 1000kg 薯块。

10cm 土壤深处地温稳定达到 8℃~10℃时即可播种，一般在 5 月上、中旬播种。播种选用 2 行或 4 行马铃薯播种机，单垄单行种植，行距 90cm，覆土厚度 8cm~12cm，粘重而潮湿土壤应适当浅播，沙壤土要适当深播。播种时每亩施入马铃薯专用复合肥 40~50kg，根据种植品种确定株距，一般商品薯生产每亩保苗 3500 株~4200 株。有马铃薯黑痣病发生的地块，可亩用 25%啮菌酯悬浮剂 50g 或 23%噻呋酰胺悬浮剂 40g 兑水 40kg 喷施播种沟，或在幼苗期每亩喷施阿米西达 50g。

（三）机械中耕。马铃薯出苗 50%左右时进行第一次机械中耕培土，覆土灭草，培成垄高 25cm 的高垄。培土同时铺设滴灌带，土壤墒情差时应在播种后铺设滴灌带，播种后 7d 左右每亩滴灌补水 8m³，有利于马铃薯出苗。现蕾时，进行第二次机械中耕，覆土灭草，培土厚度 5cm 左右，垄高达到 30cm。

（四）机械植保。本地区常见的病害有晚疫病、早疫病、黑痣病、环腐病、黑胫病等，发病前重点做好监测和预防，适时喷施丙森锌、代森锰锌等保护性药剂，发病初期可混合喷施保护性药剂和治疗性药

剂及时进行防治。主要虫害有地老虎、茼蒿、草地螟、蚜虫等，应在发生初期及时施药防治。

同种病虫害需要多次施药防治时，应交替使用不同药剂。施药作业要求雾化良好、喷雾均匀，避免重喷、漏喷。施药机械首选喷杆式喷雾机，机械进地作业困难时可使用无人机施药。

（五）机械杀秧。在收获前 7d~10d 用打秧机杀秧，割去地上部茎叶。打秧机作业质量要求：杂草去除率 $\geq 80\%$ ，割茬高度 $\leq 15\text{cm}$ ，切碎长度 $\leq 15\text{cm}$ 。

（六）机械收获。收获前 10d~20d 停止浇水，保证收获前土壤适度干旱同时保有一定湿度，降低机械破损、促进薯皮老化，利于收获。收获时，应避免损伤薯块，收获的块茎及时运回，避免在烈日下曝晒和低温冻害。机械收获作业质量要求：挖净率 $\geq 98\%$ ，明薯率 $\geq 97\%$ ，伤薯率 $\leq 3\%$ 。

四、机具配备

1000 亩生产规模配套机具如下：

机具名称	技术参数与特征	数量	备注
拖拉机	120~180hp 拖拉机	3	
液压翻转犁	4 铧液压翻转犁（1LF-445/545），耕深大于 30cm	1	配套动力 120hp 以上
旋耕整地机	耕深大于 10cm，幅宽大于 200cm	1	配套动力 120hp 以上
撒肥机	双圆盘撒肥机，容量大于 2000L，作业幅宽大于 30m	1	配套动力 120hp 以上
播种机	4 行马铃薯种植机，行距 90cm（可调），株距 15cm~25cm	1	配套动力 120hp 以上
中耕培土机	4 行，作业幅宽 360cm，垄高大于 20cm（可调），可铺设滴灌带	1	配套动力 120hp 以上
喷杆式喷雾机	作业幅宽大于 20m，药箱容积大于 1200L	1	配套动力 120hp 以上
杀秧机	作业幅宽大于 360cm	1	配套动力 120hp 以上
收获机	2 垄收获，作业幅宽大于 170cm	2	配套动力 120hp 以上

五、应用提示

（一）降水充足或灌溉水匮乏的地区不适用本技术。

（二）滴灌次数较多，土壤长期湿润，应做好马铃薯土传病害的预防，发生初侵染时及时施药防治。

（三）部分马铃薯品种水肥条件较好时易发生徒长，开花后应及时控水控肥，必要时喷施化学药剂控制。

六、适宜区域

本模式主要适用于阴山北麓等地年降雨量在 250mm~300mm 之间的半干旱马铃薯种植区。该模式尤其适用于灌溉水资源比较充足的地区，可以解决春旱严重、出苗保苗难的问题，提高马铃薯产量和品质，在灌溉水资源匮乏地区可采用覆膜滴灌模式。

七、典型案例

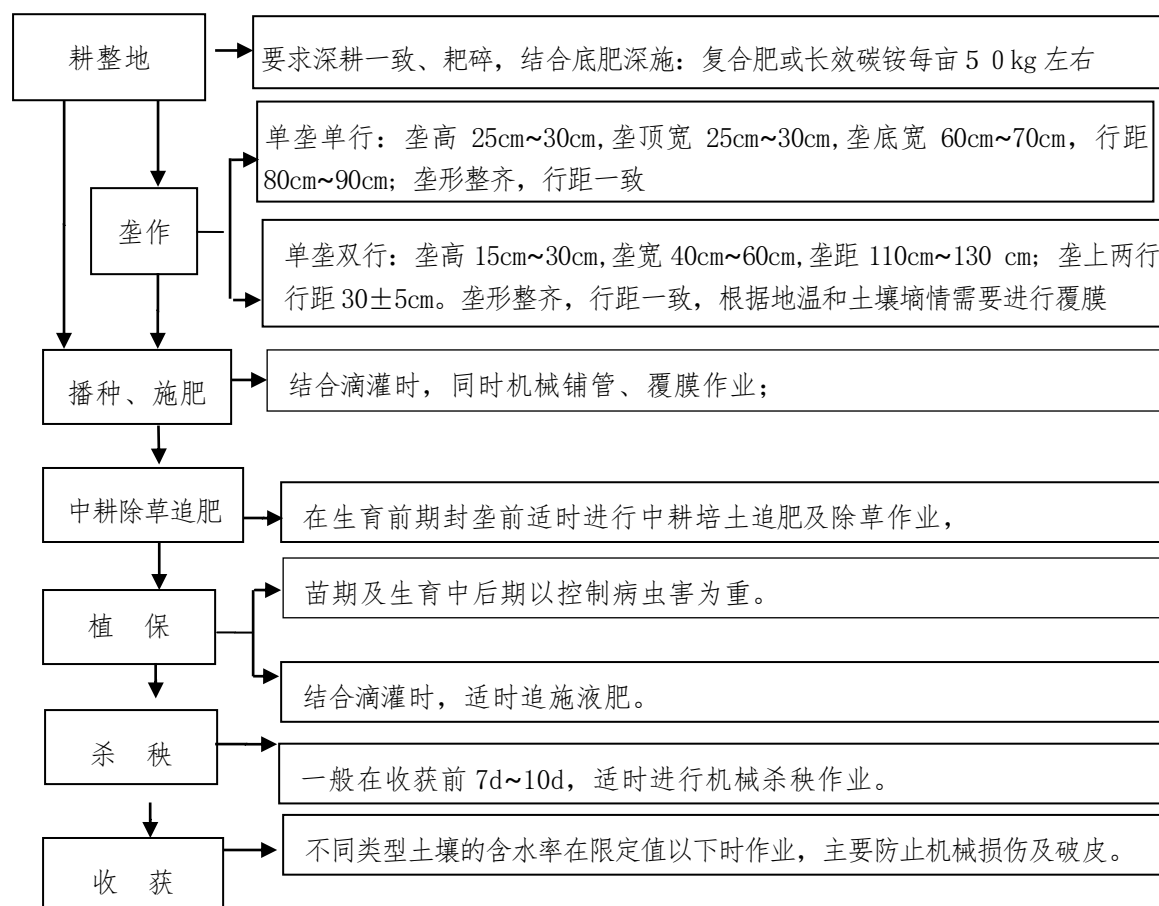
内蒙古自治区武川县塞丰马铃薯种业有限责任公司是一家集良种繁育、推广于一体的马铃薯种薯繁育机构，以生产马铃薯脱毒种薯为主。公司应用马铃薯高垄滴灌全程机械化生产模式，提高了种植效率。该模式机械配套合理，种植管理的关键环节均实现了机械化。马铃薯播种可一次性完成开沟、施肥、施药、下种、覆土等工序，播深一致，下种均匀，作业效率高，播种质量好，马铃薯出苗整齐。采用高垄滴灌的种植方式，比喷灌节水 30%以上，行间通风好，马铃薯病害轻，收获时马铃薯损伤少，生产的马铃薯种薯质量高。增加了种植效益。该模式种植马铃薯亩产量在 2000kg 以上，比传统平作种植亩增产 300kg 以上。机械化作业可节省人工费用 200 元/亩以上。

中原两季作区马铃薯全程机械化生产模式

一、模式概述

中原两季作区受地形地貌和生产规模制约，马铃薯全程机械化栽培主要采用单垄单行、单垄双行两种生产模式。一般播种同时覆膜，或覆膜单独进行，适合大面积机械化作业，作业效率高，机械化作业程度高。主要生产环节包括：机械耕整地、机械播种施肥起垄（配套滴灌时需进行铺管、覆膜）、机械中耕除草培土、机械植保（病虫害防治及增施叶面肥）、机械杀秧、机械分段收获或联合收获；机械配套要以保证作业质量和生产效率为前提，根据装备水平和生产规模选择大型机械或中小型机械进行合理组合。

二、技术路线



三、关键环节技术要点

（一）机械耕整地作业

1. **深耕作业。**根据不同地区的气候特点，选择秋季前茬作物收获后作业或春季播前 15d~20d 作业，耕作深度 30cm 以上；要求不重耕、漏耕，翻垡一致、覆盖严密，并将地表杂草、残茬全部埋入耕作层内，耕后地表平整、墒沟少，地头地边要齐整；坡地应沿等高线作业；深翻作业前撒施基肥。

2. **整地作业。**秋季耕作地应在播种前 20d~30d 进行整地作业，春季耕作地应在耕作后及时进行整地作业；可选择旋耕整地或深松联合整地（每隔一年或两年作业一次）方式作业，旋耕整地作业深度在 15~20cm，要求整地后地面平坦、土块破碎，耕作层上实下虚。

（二）机械播种作业。本区应选用早熟品种，播种前要严格筛选种薯，剔除带病、霉烂和催芽不良、芽眼不足、不壮的种薯（薯块），种薯（薯块）重量以 25~50g 为宜，春播前应实行催芽处理；春马铃薯一般在 2 月下旬至 3 月上旬播种，扣地膜或棚栽播种期可适当提前，耕作层 10cm 的地温稳定在 8℃~12℃作为适播期，各地具体播期应根据当地年季气候条件适时作业。秋马铃薯播种期一般于 8 月份播种，播种量应根据目标产量和水肥条件确定，平作亩播种量在 150 kg 左右，单垄单行播种位置处于垄中心，每穴 1 粒种薯，呈直线分布，株距 18cm~30cm，垄间距 80cm~90cm。单垄双行种薯位置距垄边约 10cm~15cm，每穴 1 粒种薯，呈三角形分布，垄上行距 25cm~35cm，株距 20cm~35cm。播种深度 10cm~15cm，垄顶宽度 50cm~70cm，垄高

不低于 15cm，垄间距 110cm~130cm，覆土要严实，每亩配施种肥 15 kg~20 kg。配套滴灌条件时，可同时进行铺管、覆膜复式作业。

（三）机械中耕培土（追肥）作业。单垄单行种植模式一般在出苗高度 3cm~8cm 时进行第一次中耕培土追肥，苗高 15cm~20cm 时进行第二次中耕培土追肥。单垄双行种植模式一般在马铃薯覆膜播种出苗前（播后 15d 左右）采用马铃薯上土机进行上土覆土作业，覆土厚度 2cm~3cm，这样既能提高地温，又能保证马铃薯顶膜出苗。此后的整个生长期內，根据实际需要中耕培土 1 次~2 次，避免生长后期出现青头，降低品质，一般幼苗高 7cm~10cm 时应及时中耕，苗高 13cm~17cm 时进行第二次中耕。可借助中耕培土进行追肥，追肥作业应无明显伤根，伤苗率 $\leq$ 3%，追肥部位在植株行侧 10 cm~20 cm，肥带宽度 $\geq$ 3 cm，无明显断条，施肥后覆盖严密。

（四）机械植保作业

1. 病虫草害的防治。马铃薯常见的病虫害主要包括早疫病、晚疫病、病毒性病害及蚜虫、蛴螬、地老虎等，根据其病虫害情况，确定防治措施。马铃薯虫害可采用物理、生物、化学等综合防治措施。化学防治应注意尽量避免杀伤天敌。

化学防治可根据当地马铃薯病虫草害的发生规律，按植保要求选用药剂及用量，采用喷杆式喷雾机、背负式机动弥雾机、植保无人机，按照机械化高效植保技术操作规程进行防治作业。马铃薯生育中后期病虫害防治，应采用高地隙喷药机械进行作业，要提高喷施药剂的靶性和利用率。适时中耕培土，可减少田间杂草。

2. 化学调控。马铃薯的始花期到盛花期是块茎的膨大期，地上部和地下部营养发生冲突，争夺养分，需要将花蕾摘去，使营养向地下供应，可明显增加马铃薯的产量。机械化作业采用的是化学调控。如采用背负式机动弥雾机、植保无人机喷洒“烯效唑”调控剂，可防止徒长，促矮壮，促块茎膨大，可明显增加马铃薯的产量。

（五）节水灌溉作业。马铃薯各生育阶段需水量不同，苗期占全生育期需水量的 10%~15%，块茎形成期为 20%~30%，块茎增长期 50%，淀粉积累期 10%左右。从马铃薯需水规律来看，幼苗期、块茎形成期和块茎增长期是需水的关键时期，应保证水分供应充足，根据气候情况及时灌溉。采用膜下滴灌高效节水灌溉技术和装备，按马铃薯需水、需肥规律，适时灌溉施肥，倡导应用水肥一体化技术。值得注意的是，在收获前 10 天应停止浇水。

（六）机械收获作业

1. 机械杀秧。在收获前 10d 左右，选择合适的杀秧机进行轧秧或割秧，使薯皮老化，以便在收获时减少损失。杀秧机作业以中等速度行进，注意走正走直，避免拖拉机压坏垄台。

2. 挖掘收获。春马铃薯一般在 6 月至 7 月中上旬收获，秋马铃薯一般在 11 月收获。根据地块大小、土壤类型、马铃薯品种、作业效率等，选择合适的收获机，同时要考虑与马铃薯播种机、杀秧机动力配套相近。根据马铃薯生长深度调解挖掘深度，收获机挖掘铲的入土角度 10~20 度。

3. 机械收获的作业质量要求。马铃薯挖掘收获挖净率 $\geq 98\%$ ，明

薯率 $\geq 97\%$ ，损伤薯率 $\leq 3\%$ ；马铃薯打秧机应采用横轴立刀式，茎叶杂草去除率 $\geq 80\%$ ，切碎长度 $\leq 15\text{ cm}$ ，割茬高度 $\leq 15\text{ cm}$ 。

四、机具配备参考方案

本机具配备方案主要为有较大生产规模和较强经济条件的农业生产合作社及种植大户推荐机具配套方案，同时为增强适用范围，选择 1000 亩的生产规模为配套单位，成倍大于或接近成倍大于本生产规模时，可同比例参照增加相关机械设备。

表 1 单行单垄播种模式机具配备

机具名称	技术参数与特征	数量	备 注
动力机械	120-180HP 拖拉机	2	为以下作业配套
耕作机械	3 铧、4 铧、5 铧液压翻转犁（1LF-450、1LF-550 液压翻转犁），耕深大于 30cm，单铧幅宽大于 30cm	2	配套 120HP 以上
整地机械	1G-250、1G-300 旋耕整地机，耕深大于 10cm，幅宽大于 200cm	2	配套 120HP 以上
撒肥机械	双圆盘撒肥机（作业幅宽 30-40m），容量大于 2000L，作业幅宽大于 30m	1	配套 120HP 以上
播种机械	2cmx-4 型马铃薯种植机，工作行数 4 垄，行距 90cm，株距 16-40cm，作业效率每小时大于 1.2 公顷	1	配套 120HP 以上
中耕机械	3ZMP-360 四行中耕培土追肥机或深松中耕培土机，作业幅宽 360cm，垄高大于 20cm，垄顶宽度 25-30cm，垄底宽度 60-70cm	1	配套 120HP 以上
植保机械	3WP-1200 型喷杆式喷雾机（作业幅宽 $\geq 21\text{m}$ ，药箱容量 $\geq 1200\text{L}$ ）	1	配套 120HP 以上
杀秧机械	4JM-360 型马铃薯杀秧机（作业幅宽 $\geq 360\text{cm}$ ）	1	配套 120HP 以上
收获机械	4UX-165 型或 4UQ-165 型马铃薯收获机，2 垄收获，作业幅宽 $\geq 160\text{cm}$ 。4ULZ-170 型马铃薯联合收获机，2 垄收获，作业幅宽 $\geq 160\text{cm}$ ，带集薯装车功能	2	配套 120HP 以上

表 2 单垄双行播种模式机具配备

机具名称	技术参数与特征	数量	备 注
动力机械	90-150HP 拖拉机	1	深松整地机械配套动力
	30—60HP 拖拉机	4	起垄覆膜播种、中耕、杀秧和收获配套动力
耕作机械	3 铧、4 铧、5 铧液压翻转犁(1LF-450、1LF-550 液压翻转犁), 耕深大于 30cm, 单铧幅宽大于 30cm	2	配套 120HP 以上
整地机械	1G-250、1G-300 旋耕整地机, 耕深大于 10cm, 幅宽大于 200cm	2	配套 120HP 以上
撒肥机械	双圆盘撒肥机(作业幅宽 30~40m), 容量大于 2000L, 作业幅宽大于 30m	1	配套 120HP 以上
起垄覆膜播种机械	2CM-1/2 单垄双行马铃薯种植机, 工作垄数 1 垄, 垄距 110~130cm, 株距 20~40cm, 垄上两行行距 25~35cm, 作业效率每小时大于 0.2 公顷, 带覆膜、铺滴灌管功能	4	配套 30~60HP
上土机械	3ZMP-130 马铃薯自动上土机, 作业幅宽大于 110cm	4	配套 30~60HP 拖拉机
植保机械	3WP-400 喷杆式喷雾机(或植保无人机), 作业幅宽 $\geq 12m$, 药箱容量 $\geq 400L$	2	配套 30~60HP 拖拉机
杀秧机械	4JM-110 型马铃薯杀秧机(作业幅宽 $\geq 110cm$)	4	配套 30~60HP 拖拉机
收获机械	4UX-80 型或 4UX-100 型马铃薯收获机, 单垄收获, 作业幅宽 $\geq 80cm$ 。	4	配套 30~60HP 拖拉机

五、适宜区域

本区域适宜辽宁、河北、山西、陕西四省的南部, 湖北、湖南两省的东部, 河南、山东、江苏、浙江、安徽、江西等省。

六、典型案例

该模式在山东省胶州市胶莱镇陈家庄村推广使用取得了良好的效益。推广规模 200 亩, 耕整地、播种、上土、培土、植保、杀秧、收获主要作业环节全部实现机械化作业。据统计, 该模式可节约种薯 5%~8%, 提高产量 8%~12%, 提高工效 10~15 倍, 节省雇工费用 800 元/亩。

西南一二季混作区大垄双行马铃薯 全程机械化生产模式

一、模式概述

马铃薯西南一二季混作区马铃薯播种面积和产量占全国的 45%，仅次于北方一季作区。依不同的海拔高度变化，该区冬、春、秋作交互出现，一年四季均有马铃薯收获，形成了随海拔高度变化的立体种植模式。马铃薯生产以多季高效种植模式和周年生产技术体系构建为核心，形成了春秋冬马铃薯三季增产全年增效的周年生产、周年供应产业发展格局。但由于马铃薯种植区域农业基础设施薄弱，田块小、生产规模小、种植分散、农机保有量小、机械作业困难，造成了西南地区马铃薯机械化生产水平总体低于全国平均值。

西南一二季混作区马铃薯全程机械化生产模式是通过调研贵州、重庆、四川等省的调研和对马铃薯机械化生产关键技术参数的研究，结合现有机具初步确定的马铃薯机械化生产模式为：高厢大垄双行种植模式，播种密度根据品种和种植区域一般为 3500~7500 株/亩，播种方式为垄作双行错窝栽培，强调拖拉机轮距与垄距相匹配，拖拉机功率与地块大小以及配套机具相匹，通过品种选择、适时播种，利用机械化技术替代人畜操作，实现马铃薯生产各环节耕整地、播种、施肥、中耕、病虫害防治和收获的机械化，并形成以中小机具配套为主的全程机械化技术模式。

二、技术路线

上茬作物收获→秸秆处理→深翻→机械化耕整地→马铃薯机械化起垄播种施肥→机械化中耕培土追肥→机械植保→机械杀秧→机械收获。作为种薯或加工用薯的可杀秧后 10 天收获，作为销售的商品薯可杀秧后适时收获。

三、关键环节技术要点

（一）播前准备

1. **品种选择。**春作选用抗晚疫病、高产优质的中晚熟品种；秋作选用抗晚疫病高产优质的早熟品种；冬作选择优质、高产、抗逆性强、抗晚疫病的早熟品种。

2. **种薯处理。**选用合格脱毒种薯，做好种薯催芽，种薯切块大小控制在 30g~50g，每块上至少有二个以上的芽眼，切块以菱形或近方形为好，以适应机播。播前应针对当地病虫害实际发生的情况，选择相应防治药剂进行拌种处理。为适应机械化作，防止种薯切块间粘结，需用滑石粉拌种。

3. **选地与茬口。**选择土层深厚、疏松肥沃的沙壤土，排灌方便、前茬为小麦、玉米、水稻、豆类、杂粮等作物的地块，忌选前茬为茄子、辣椒、番茄等作物的地块，不能与茄科作物间套作。

（二）播前整地。做好播前包括灭茬、犁耕、旋耕、耙地、施基肥、灭草等整地作业。犁耕深度 25cm~30cm，旋耕深度 15cm~18cm。地表平整，上松下实，碎土率 $\geq 80\%$ 。土壤较为粘重的地块在犁耕时加入适量的秸秆，再旋耕 2~3 次，降低土壤的粘重性，收获时便于薯土分离。春冬马铃薯深翻一般在秋天进行，秋耕后经过一个冬季的

冻消、风化，不但土块易碎，便于整地，而且有利于土壤熟化，减轻病虫害。在未进行秋耕的情况下也可在播前 20 天左右耕翻地，耕后耙平。整地后要求土地平整，土壤细碎无大块。

(三) 适时播种。适时播种是保证出苗整齐度的重要措施。当地下 10cm 处地温稳定在 8℃~12℃ 时，即可进行播种。合理的种植密度是提高单位面积产量的主要因素之一。各地应按照当地的马铃薯品种特性，选定合适的播量，保证密度符合农艺要求。平丘区秋冬马铃薯种植垄距 1.00m，株距 20cm~25cm，窄行距 20cm~25cm，理论播种密度 5500~7500 株/亩，山区春马铃薯种植，垄距 1.00m，株距 26cm~37cm，窄行距 20cm~25cm，理论播种密度 4000~5000 株/亩。

播种时要求株距误差小，苗带直线性，垄高 20cm~25cm。种薯覆土深度 10cm~13 cm 以上，沙性土壤覆土深度 12cm~15 cm。机具作业要求播深一致，覆土均匀严实，起垄铺膜联合作业时必须同时实施喷药除草作业，种肥应施在种子下方或侧下方，与种子相隔 5 cm 以上，肥条均匀连续。

(四) 田间管理

1. **中耕培土施肥。**中耕培土厚度 5cm，需要追肥时，按农艺要求调整施肥量。中耕后不得有大土块，沟垄整齐，垄形饱满。行间杂草应除净，草根须切断，深浅要一致，翻起的土不得埋压作物。

2. **病虫草害防控。**根据当地马铃薯病虫草害的发生规律，按植保要求选用药剂及用量同时选用合适的植保机具，按照马铃薯机械化生产植保技术进行防治作业。

草害防控：苗前喷施除草剂应在土壤湿度较大时进行，均匀喷洒，在地表形成一层药膜；苗后喷施除草剂在马铃薯 3~5 叶期进行，要求在行间近地面喷施，并在喷头处加防护罩以减少药剂漂移。

病虫防控：秋马铃薯重点防治晚疫病，晚疫病预警防治为全生育期；冬马铃薯重点防治晚疫病、早疫病，晚疫病预警防治为生育后期；春马铃薯重点防治晚疫病、早疫病、病毒病和蚜虫，晚疫病预警防治为生育中后期，预警晚疫病循环第三代始。马铃薯生育中后期病虫害防治，应采用高地隙喷药机械进行作业，要提高喷施药剂的对靶性和利用率，严防人畜中毒、生态污染和农产品农药残留超标。

3. 节水灌溉。有较好灌溉条件的地区，可采用膜下滴灌、垄作沟灌等高效节水灌溉技术和装备，按马铃薯需水、需肥规律，适时灌溉施肥，提倡应用水肥一体化技术。

（五）机械化收获

收获前采用横轴立刀式灭秧机灭秧，露出垄形，保持垄型完整不伤垄。茎叶杂草去除率 $\geq 80\%$ ，切碎长度 $\leq 10\text{ cm}$ ，割茬高度 $\leq 10\text{ cm}$ 。

收获时沙土湿度不宜超过 50%，壤土不宜超过 35%。种薯挖掘前 7d~10d 以上杀秧；商品薯适时收获。收获作业速度一般 2~5km/h，挖掘深度以不伤薯为宜。挖出的薯块应集中铺放于作业带上，挖净率 $\geq 98\%$ ，明薯率 $\geq 97\%$ ，伤薯率 $\leq 3\%$ 。根据地块大小，选择中小型挖掘式马铃薯收获机。

四、机具配备参考方案

结合西南地区马铃薯生产以中小户为主，地块偏小的现状，按照

因地制宜和拖拉机与作业机具以及农艺 三配套的原则，以 300 亩作业面积制定机具配套方案如下表。

机具名称	技术参数与特征	数量	备注
拖拉机	35-80hp		
秸秆粉碎还田机	粉碎长度：≤100 cm	1	配 70hp 以上拖拉机
翻转犁	单侧犁体数量（个）：4； 最大耕深：32 cm	1	配 70hp 以上拖拉机
旋耕机	耕幅：140 或 230 cm，耕深≥12 cm	1	小地块配 40hp 以上，大地块 70hp 以上拖拉机
播种机	垄距：100 cm，单垄双行，旋耕起垄	1	35hp 以上窄轮距拖拉机
中耕机	垄宽 100 cm	1	35hp 以上窄轮距拖拉机
植保机械	动力喷雾机，流量 30~45L/min	1	履带自走式、高地隙式或悬挂式喷杆喷雾机（40hp 以上拖拉机）
杀秧机	工作幅宽：100 cm；工作行数：1 行	1	35hp 以上窄轮距拖拉机
收获机	工作深度：20~30cm；收获宽度：80cm	1	40hp 以上拖拉机

五、应用提示

（一）山区小型地块不适宜采用此技术模式，可配套微型机械，选用半机械化生产模式。

（二）本技术模式不适宜马铃薯的平作种植方式，平作地区可以通过农机农艺融合，逐步过渡到垄作模式。

（三）地块坡度大于 15 度的丘陵山地，由于坡度过大，影响农机的安全作业，不适宜采用此技术模式。

（四）高原和山区部分石头较多的地块采用本技术模式开展马铃薯机械化生产时，应先进行捡石作业。

六、适宜地区

四川、贵州、云南、重庆、西藏和湖北、湖南的西部地区，该地域辽阔，地形复杂，全区有高原、丘陵、坪坝、盆地等各种类，本

模式主要针对西南一二季作区的平丘区秋冬作马铃薯、山区春作马铃薯机械化种植。

七、典型案例

四川成都鼎立农机服务专业合作社成立于 2009 年 2 月，注册资金为 500 万元，合作社成员 100 人，总资产达到 850 余万元，其中固定资产 600 余万元。拥有插秧机、旋耕机、收割机、拖拉机和播种机等大型农业机具 86 台（套），其它机具 41 台，是一家集农机社会化服务、农作物种植、加工、销售为一体的农民专业合作社。该合作社在马铃薯农机农艺栽培专家的指导下，开始逐步发展马铃薯机械化生产。合作社购置了马铃薯播种机 1 台、中耕机 1 台、收获机 2 台，马铃薯全程机械化生产从最初的 50 亩试验示范已扩大到 600 亩。2016 年经专家组测产，马铃薯全程机械化生产平均亩产 2450kg，最高产 2800kg，实现销售收入 190 多万元，利润近 60 万元，节约人工成本近 20 万元，并有效地减少了农药和化肥的使用量。

南方冬作区马铃薯全程机械化生产模式

一、模式概述

南方冬作马铃薯全程机械化生产模式结合当地农艺参数和种植模式，以小机具配套为主，采用整地施底肥、播种、施肥、中耕、杀秧和收获的生产模式。该模式解决了冬种茬口难题，马铃薯种植既不影响晚稻收获，也不对单季晚稻种植产生影响，丰富了冬种作物品种，促进了旱粮规模化生产，可实现绿色过冬。马铃薯种植要求对大田深耕细耙、用足基肥，收获时秧蔓直接还田，可有效改善土壤团粒结构、提升地力肥力、减少下茬水稻农药化肥的用量，对下茬水稻生产具有明显的增产作用。马铃薯全程机械化生产技术的推广，提高了生产效率，减轻了劳动强度，降低了生产成本，增强了市场竞争力，促进了农民增收，为农村劳动力转移提供了条件，也为马铃薯生产专业化服务奠定了基础。

二、技术路线

技术路线一：上茬作物收获→秸秆处理→犁耕→机械化耕整地→马铃薯机械化起垄播种施肥覆膜（或人工覆盖稻草）→膜上或稻草上压土→机械化中耕培土施肥→机械植保→机械杀秧→机械收获及残膜回收（或可降解膜直接还田）→下茬作物生产

技术路线二：上茬作物收获→秸秆处理→犁耕→机械化耕整地→大田施底肥→机械化起垄→人工品字形摆种→覆膜或人工覆盖稻草→膜上或稻草上压土→机械化中耕培土施肥→机械植保→机械杀秧

→机械收获及残膜回收（或可降解膜直接还田）→下茬作物生产

三、关键环节技术要点

（一）播前准备

1. **品种选择**。选择优质、高产、抗逆、抗病的早、中熟的优良品种。

2. **种薯处理**。选用合格脱毒种薯，种薯切块大小控制在30g~50g，每块上至少有二个以上的芽眼。播前应针对当地各种病虫害实际发生的情况，选择相应防治药剂进行拌种处理。为适应机械化作业，防止种薯切块间粘结，需用滑石粉拌种。

3. **选地与茬口**。选择土层深厚、疏松肥沃、排灌方便的沙壤土，忌选前茬为茄子、辣椒、番茄等作物的地块，不能与茄科作物间套作。

（二）播前整地。做好播前包括灭茬、犁耕、旋耕、耙地、施基肥、灭草等整地作业。犁耕深度25cm~30cm，旋耕深度15cm~18cm。地表平整，上松下实，碎土率 $\geq 80\%$ ，耕后耙平。整地后要求土地平整，土壤细碎无大块。

（三）适时播种。适时播种是保证出苗整齐度的重要措施。当地下10cm处地温稳定在8℃~12℃时，即可进行播种。播种密度5000~6000株/亩。播种时要求株距误差小，苗带直线性，垄高25cm~30cm。单垄双行垄作，垄距110cm~120cm，窄行距20cm~25cm，株距18~22cm；单垄单行垄作，垄距60cm，株距20cm~25cm，种薯覆土深度10cm~15cm以下。机具联合作业要求播深一致，覆土均匀严实，起垄铺膜时必须同时实施药剂喷施除草作业，种肥应施在种子下方或侧

下方，与种子相隔 5cm 以上，肥条均匀连续。覆膜或人工覆盖稻草，上压土 3cm~5cm。

（四）田间管理

1. **中耕培土施肥。**中耕培土厚度 5cm，需要追肥时，按农艺要求调整施肥量。中耕后不得有大土块，沟垄整齐，垄形饱满。行间杂草应除净，草根须切断，深浅要一致，翻起的土不得埋压作物。

2. **病虫草害防控。**根据当地马铃薯病虫草害的发生规律，按植保要求选用药剂及用量，配套适宜机具，按照马铃薯机械化生产植保技术进行防治作业。

草害防控：苗前喷施除草剂应在土壤湿度较大时进行，均匀喷洒，在地表形成一层药膜；苗后喷施除草剂在马铃薯 3~5 叶期进行，要求在行间近地面喷施，并在喷头处加防护罩以减少药剂漂移，实现定向喷雾，避免喷到马铃薯叶片上，否则导致药害。

病虫防控：重点防治晚疫病、黑痣病和疮痂病等。马铃薯生育中后期病虫害防治，应采用高地隙喷药机械进行作业或无人机，要提高喷施药剂的对靶性和利用率，严防人畜中毒、生态污染和农产品农药残留超标。

3. **防治霜冻。**结合当地天气状况，以抗霜冻品种和地膜覆盖为主。

（五）机械化收获

收获前采用横轴立刀式灭秧机灭秧，露出垄形，保持垄形完整。茎叶杂草去除率 $\geq 80\%$ ，切碎长度 ≤ 10 cm，割茬高度 ≤ 10 cm。收获时沙土湿度不宜超过 50%，壤土不宜超过 35%。种薯挖掘前 10d 以上杀秧；

商品薯适时收获。收获作业速度一般 2km/h~5km/h，挖掘深度以不伤薯为宜。挖出的薯块应较集中铺放于作业带上，挖净率 $\geq 98\%$ ，明薯率 $\geq 97\%$ ，伤薯率 $\leq 3\%$ 。根据地块大小，选择中小型挖掘式马铃薯收获机。

四、机具配备参考方案

结合南方冬作区马铃薯生产以中小户为主，地块偏小的现状，按照因地制宜的原则，以 300 亩作业面积制定机具配套方案。

机具名称	技术参数与特征	数量	备注
拖拉机	35~80hp		
旋耕起垄机	垄宽 110cm~120cm，垄高 ≥ 30 cm	1	配 35hp 以上拖拉机
旋耕机	耕幅：140cm~230cm，耕深 ≥ 12 cm	1	小地块配 40hp 以上，大地块 70hp 以上拖拉机
播种机	垄距：90cm~100cm，单垄双行，旋耕起垄	1	35hp 以上拖拉机
中耕机	垄宽 90cm~100cm	1	35hp 以上拖拉机
植保机械	动力喷雾机，流量 30~45L/min	1	履带自走式、高地隙式或悬挂式喷杆喷雾机（40hp 以上拖拉机），无人机
杀秧机	工作幅宽：100cm；工作行数：1 行	1	35hp 以上拖拉机
收获机	工作深度：20cm~30cm；收获宽度：80cm~90cm		40hp 以上拖拉机

六、适宜区域

南方冬作马铃薯主要包括广东、广西和福建。该区域海拔一般低于 500m，属于亚热带季风性气候，水源丰富，无霜期长，马铃薯生长期平均气温幅度 13℃~23℃。冬马铃薯生产大部分是利用冬闲稻田、旱地、坡地和果园种植，土壤以黄红壤、沙壤土为主。一般 10 月中旬至 12 月上旬播种，翌年 2 月上旬至 4 月上旬收获，平均产量不高，总产量不足全国的 5%。但由于南方冬作马铃薯销售是一年的

市场起点，对全年市场具有较大的影响。南方冬作区马铃薯种植模式和类型多样，区域差异较大，晚疫病和青枯病发生较严重，是目前我国重要的商品薯出口基地，也是目前马铃薯发展最为迅速的地区。

七、典型案例

在广东省惠州市马铃薯之乡——惠东县铁涌镇，惠东县九华农贸有限公司是一家专门从事马铃薯等农产品种苗繁育、大田生产、技术指导、农资配送、农机服务、产品回收、储藏保鲜和市场营销于一体的国家扶贫龙头企业。公司下设有内蒙古惠华农业科技有限公司和“九华农贸农民合作经营”。建立了“无公害”生产基地 2 万亩，国家和省级农业标准化示范区各 1 万亩，建立马铃薯冬种综合机械化技术的应用研究基地面积 1000 亩。九华公司使用“永动牌”起垄机，通过工农-12-15 型手扶拖拉机的动力输出轴带动齿轮箱里的传动齿轮，经过犁刀传动轴再把动力传递至链轮箱，经过链条传动，进而驱动犁刀主轴带动起垄刀一次性完成旋耕、起垄、开沟等工序。鸿发牌马铃薯施肥播种机可一次完成开沟、起垄、施肥、播种、覆土等五项作业。选用农丰牌 1G7.30S 培土机，进行中耕管理。耕作宽度：20cm～60cm，深度 5cm～17cm（一次性）。工作效率：8～15 亩/天，油耗：1.2～1.5L/亩。在管理阶段的病虫害防治主要以预防为主，采用松果牌电动喷雾器背负式 3WBD-15 型、3WBD-22 型，省时、省力、省药、安全、经济、可靠、耐用。收获使用潍坊大众 4U-800 马铃薯挖掘机，提高工作效率，节省大量人工。

一年一熟区棉花全程机械化生产模式

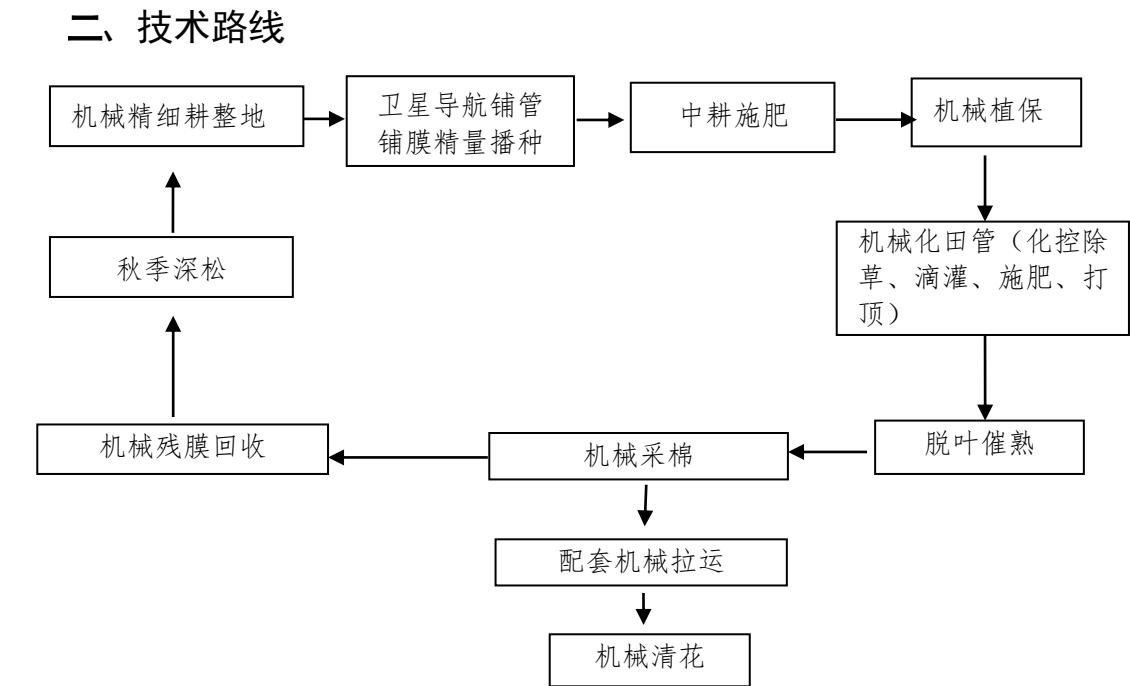
一、模式概述

棉花生产机械化主要包括耕整地、铺膜播种、植保、中耕追肥、棉秆拔除、残膜回收、棉籽机械脱绒等机械化作业。现在新疆和黄河流域推广的棉花机械化采收种植模式，是为了适应水平摘锭式采棉机采收作业要求。新疆经过多年实践，摸索出了一套适合新疆特点，适应全程机械化作业的棉花种植模式，并在山东北部一年一作地区得到推广应用。

目前，在新疆地区有 76cm 等行距和多种小双行种植模式。小双行种植模式是为了提高棉花种植密度，一是宽窄行机采棉种植模式（一膜 6 行 13+63+13cm 或 10+66+10cm）；二是“品”字形种植模式（一膜 6 行 4+72+4cm）。在山东省、河北省推广的种植模式主要是一膜两行和两膜四行 76cm 等行距种植模式。

以上种植模式本质是一致的，都适应于 76cm 的等行距摘锭式采棉机采收。新疆地区采用小双行种植可以实现目前 9000~15000 株/亩的种植密度，并且适合于 76cm 等行距采收。近几年，以机采棉技术为核心的棉花全程机械化生产模式，在规模化、组织化生产的基础上，采用卫星定位导航施肥、播种、植保和采收等技术，同时也优化提升了机械耕整地、秸秆还田、残地膜回收、化肥深施、精少量播种、节水灌溉、高效植保、脱叶催熟和联合收获技术水平，采用了水肥一体化灌溉技术，组装配套形成了一条龙全程机械化作业体系。

该模式的应用价值在于，可促进棉花种植向优势区域集中，通过规模化、信息化、机械化生产降低成本，实现棉花产业的提质增效。同时，在严格按照技术要求进行生产管理的前提条件下，可提高单产5%~10%，并确保机采棉的品质。



以上技术路线是针对新疆棉区的。在黄河流域卫星导航、铺管铺膜精量播种技术只是进行了小面积的试验示范，还未得到广泛推广，该环节主要是机械铺膜播种。

三、关键环节技术要点

（一）品种选择。根据机采棉的技术要求，选择早熟性好，果枝短、株型紧凑、抗病抗倒伏等综合抗性好，吐絮集中、含絮力适中、纤维品质好、对脱叶剂比较敏感等适合机械化作业，特性相对较好的棉花中长绒品种。种子净度要达到 99%以上，发芽率在 98%以上。同

一种植区域应尽量选择同一品种。

（二）残膜回收与机械耕整地

1. 残膜回收。结合秋翻、春耕，采用残膜回收机进行残膜回收作业，将地表残膜及耕层 10cm 内的残碎膜搂起或捡拾清理，残膜回收率应达 80%以上。

2. 秋季耕地作业。棉花收获后，在棉花秸秆拔除或还田以及残膜回收后，使用大马力拖拉机犁地，要适墒犁地，犁地深度在 25cm~28 cm，深浅一致，地表植物残株、肥料等全部覆盖严密，要犁直，犁后地表平整，土壤松碎，不重耕，不漏耕，地头整齐，地边地脚尽量耕到位。在犁地前要求施肥均匀，不漏施肥。

3. 秋季整地作业。使用联合整地机或动力驱动耙进行双遍对角覆盖三遍整地作业，做到因地制宜，适墒整地。确保播种前田间整地达到“齐、平、松、碎、墒、净、直”标准，达到土壤上虚下实的农艺技术要求。

4. 春季播前整地作业。春季整地作业要根据气温回升和土壤墒情适时整地，作业前喷施除草剂，并在喷药后 6 小时内完成整地作业。整地作业要求地表要平整、土壤松碎、上虚下实深度适宜；在整地的同时，再次利用残膜回收机械进行农田残膜、残杂的清理。

（三）机械化精量播种。在新疆棉区，应适时早播，在地表 5cm 深土层温度稳定达到 8℃~10℃时，即可播种。应选配 1 膜 3 行、2 膜 6 行 76cm 等行距的膜上打孔播种机。高密度种植选配 2 膜 12 行或是 3 膜 18 行的铺膜铺管精量膜上打孔播种机（南疆小地块可选用 1

膜 6 行或 1 膜 4 行铺膜播种机) 进行棉田播种作业, 行距配置为: 一膜 6 行 10+66+10 cm 或 4+72+4cm, “品”字形种植模式。有条件的地方可采用卫星定位导航技术, 实施精准播种, 保证行距一致性。地头铺膜播种整齐, 起落一致, 不漏播, 不重播。选用地膜符合技术要求, 厚度为 0.01mm 以上地膜。作业中地膜两侧埋入土中 5cm~7cm, 铺膜平展, 紧贴地面, 埋膜严实, 覆盖完好, 膜孔全覆土率达 90%以上, 膜边覆土厚度和宽度合格率均在 95%以上。播种要求为下籽均匀, 播深 2.5cm 左右。种子覆土厚度合格率达 90%以上, 空穴率不超过 4%, 孔穴错位率不超过 1%。播行端直, 行距一致。播种后遇雨土壤板结, 要及时破壳, 助苗出土。

在黄河流域应适当晚播, 以 5cm 地温稳定在 15℃以上时播种为宜。鲁西北、黄河三角洲, 河北南部地区等棉区 4 月 20 日~25 日播种, 重度盐碱地选用中早熟品种可推迟至 5 月初。宜选择一膜两行、一膜三行、两膜四行和三膜六行的膜上打孔播种机, 出苗前遇雨应及时破碎种子带上的地表板结土壤。该区域为盐碱地, 目前多采用播后覆膜播种机, 播种时种子带不覆土, 应在出苗后及时放苗, 并在 2d~3d 内进行培土, 堵严苗孔。

滴灌管铺设: 在新疆棉区和黄河流域有条件的地区, 棉花播种同时应铺设滴灌带。铺设的滴灌带不应有拉伸和弯曲, 铺设时应注意滴管方向, 迷宫流道凸面向上, 并按农艺要求的位置铺设在膜下。铺设滴灌管后的膜床, 应不影响铺膜质量。

建议模式: 1 膜 6 (3) 行采用 1 膜 2 管或 3 管, 1 膜 4 (2) 行采

用 1 膜 2 管，滴灌带布置在大行的中间偏外 7cm(滴灌带距边行 36cm，距中行 40cm，滴灌带的滴水口应朝着边行)。滴灌带浅埋 0.5cm~1cm。播完种后应及时铺设支管，连接好毛管，及时滴出苗水。头水适当偏晚，棉花采摘结束后方可回收滴灌带。

(四) 灌溉。在新疆实施滴水灌溉要根据棉花需水规律，滴水灌溉视苗情长势灵活掌握时间、水量与次数，既要保证棉株不受旱，又要防止旺长、疯长，增加化调难度。要少量多次，每次灌水 20m³ 左右，每次滴 4h~6h，间隔 8d~10d 灌一次水，全生育期灌水 8 次~11 次，亩用水 200m³~260m³。停水时间一般在 9 月初。

在黄河流域，播种季节干旱缺水，播后应及时灌溉，并根据土壤墒情和降水情况合理安排灌溉，通过滴灌与化控结合，实现苗期化控，有效控制棉花株型。进入雨季停止灌溉。

未实施滴灌的棉区，播种墒情差时应在播前灌溉，蕾期水应控制用水量，避免大水漫灌，防止徒长。

(五) 机械中耕。通常棉花生长整个过程中中耕作业 4 遍，即苗期 3 遍，花铃期(头水后)中耕 1 遍，中耕深度逐次由 10cm 增加到 18cm，其护苗带相应为前期 8cm~13cm，后期 13cm~16cm。中耕后做到耕层表面及底部平整，表土松碎，不埋苗，不压苗，不伤苗。没有实行水肥一体化灌溉的地块，应结合中耕进行施肥。

(六) 施肥。采用滴灌带灌溉时，棉花所施化肥全部随水滴施，实施水肥一体化，按棉花生长发育各阶段对养分的需求，合理供应，使化肥通过滴灌系统直接进入棉花根区，达到高效利用的目的。

未实施滴灌的棉田，若基肥、种肥充足，可不追施苗期肥，根据棉花长势适时追施蕾肥、花铃肥和盖顶肥，防止不合理施肥造成棉花徒长。追肥要适时、适量、均匀，不漏施，深度一致，培土良好，不埋苗，不伤植株根系。一般使用追肥机施肥，也可结合中耕进行，叶面肥使用植保机械喷施。

（七）机械化化控与植保技术。植保是利用喷雾机械在棉花生长期进行病虫害的防治和叶面肥的喷施。化控是在棉花生长期进行缩节胺的喷施控制棉花的生长高度，以适合机械采收。棉花化学控制喷洒作业通常与病虫害药物防治同步进行，常利用量化指标对棉花进行系统的化调化控。即：苗期微协调营养生长和生殖生长的关系，促进早熟。控、蕾期轻控、头水前中控、花铃期重控、打顶后补控。棉花全生育期化控的时间、次数、用量，要根据环境、气候、土壤、水肥管理、棉株长势、长相灵活运用，在“早、轻、勤”的原则下，因苗施调，分类指导，一般全期进行 3~5 次。

（八）棉花打顶与脱叶催熟

1. **棉花打顶。**要根据棉花的长势、株高和果枝数等因素来确定适宜的打顶时间，适时早打顶，立足促早熟。新疆棉区，一般在 6 月底 7 月初结束打顶，黄河流域与长江流域应在 7 月 10 日~20 日打顶。打顶要重打，摘一叶一心，要能明显看见桩子，打顶后，分两次进行封群尖。机采棉调控目标，第一果枝离地面 18cm~20cm，主茎节间长度 6cm~7cm，新疆地区株高在 65cm~80cm，黄河流域高度控制在 90cm 左右，伏前桃达到 1.3 个/株~1.5 个/株，7 月 30 日前必须红

花到顶。并按机采棉采摘顺序进行作业。早采的早打，晚采的晚打。

2. 脱叶催熟。根据机采棉技术作业要求，为减少机采籽棉含杂率和提高采净率，必须利用化学脱叶药剂在基本不影响棉花生长和内在质量的情况下，使棉叶从棉枝上脱落。方法是将化学药剂均匀喷洒在棉叶两面，使内吸式药剂自棉叶到达棉株内部，在合适的温度下，使棉叶呈自然绿色从叶柄处自动脱落，以利于采棉机作业。喷施脱叶剂应根据天气情况确定，喷施药前后 3d~5d 的日最低气温应 $\geq 12.5^{\circ}\text{C}$ ，日平均气温高于 23°C ，尽量避开降温天气，在风大、降雨前或烈日天气禁止喷药作业。喷药后 12 小时内若降中量的雨，应当重喷。喷施脱叶剂要均匀，最好在清晨相对湿度较高、棉花的吐絮率达到 60% 以上时进行。脱叶剂用量应掌握以下基本原则：正常棉田适量偏少，过旺棉田适量偏多；早熟品种适量偏少，晚熟品种适量偏多；喷期早的适量偏少，喷期晚的适量偏多；密度小的适量偏少，密度大的适量偏多。为保证脱落叶剂喷施效果，最好采用吊杆式喷雾机、风幕式喷雾机等，不提倡用植保无人机喷施。

（九）棉花机械化收获技术。机械采收棉花时，棉株经过化学脱叶催熟作业后，棉花吐絮率达到 80%~90%、脱叶率达到 90%时，采棉机即可进行采收作业。

1. 采收前的准备。对田边地角机械难以采收但机械必须通过的地段进行人工采摘；平整并填平条田内的毛渠、田埂；清除棉田中的各类地桩、管道接头等，并且将所挖的坑填平踩实，彻底清除田间残膜、残杂和滴灌带，达到田内、田外无残膜、残带和杂物；必须人工先拾

出地两端 15m~20m 的地头,并将地头棉秆拔除,棉秆茬不得高于 2cm,并清除摆放到地头外,将地头处理平整,便于采棉机及拉运棉花机车通行。

2. 田间采收作业。采收过程中,需淋注清洗液清洗摘锭,籽棉含水较常规手工采收籽棉多,一般可达到 10%~12%。采收时应避免跨播幅机采,田间作业速度控制在 4km/h~5km/h。要根据地块长度和棉花产量及运棉距离确定随车拉运棉花机车的数量。每台采棉机必须有一名助手,负责机采质量检查及必要的辅助工作,坚持班次保养制度。运棉机车必须服从采棉机手的统一指挥、调度,做到相互配合,协调一致,以保采收质量及工作效率。

3.采收质量标准。要求采净率达 93%以上,含杂率在 11%以下,含水率在 10%以下。

(十) 机采棉机械化清理加工技术。由于采棉机的采收过程中混入棉叶、棉秆、棉铃壳、土砂等杂质,机采收后籽棉含水率比较高,一般 10%以上。故机采棉的清理加工工艺在常规轧花工艺的基础上,增加了 3 道籽棉清理、1 道皮棉清理和 2 次籽棉烘干工序,以保证机采棉清杂效率及加工质量。机采棉清理加工工艺主要由籽棉清理、轧花、皮棉清理和打包系统组成,其工艺流程如下:

机采籽棉→外吸棉管道→通大气阀→容积式重杂沉积器→定网式籽棉分离器(或三辊籽棉分离器)→储配棉箱→烘干塔→1#倾斜六辊籽棉清理机→提净式籽棉清理机→烘干塔(或脉冲管或管道)→2#倾斜六辊籽棉清理机→回收倾斜六辊籽棉清理机→提净式籽棉喂花

机→配棉搅笼(或气流配棉)→轧花机→气流式皮棉清理机→1#锯齿皮棉清理机→2#锯齿皮棉清理机→集棉机→加湿系统→皮棉滑道→液压打包机→棉包自动称重仪→棉包输送装置。

机采棉采收后要及时加工,不能及时加工的至少要及时烘干防止霉变。

四、机具配备参考方案

目前,采棉机以大型为主,现以大型六行采棉机为例进行机具配套测算,按1台采棉机年作业面积7000亩,按照1台采棉机的作业能力配套相关作业机械。

机具名称	技术参数与特征	数量
拖拉机	180 马力拖拉机	2
翻转犁	5 铧翻转犁	2
联合整地机		2
播种机	2 膜 12 行播种机 (1 膜 6 行、1 膜 2 行)	5 (10、30)
植保机械	喷幅 12m (24m) 的吊杆喷雾机	10 (5)
采棉机	6 行水平摘锭式采棉机 (3 行水平摘锭式)	1 (2)
秸秆还田机	2m 幅宽秸秆还田机	2
残膜回收机	幅宽 2m 的搂齿式残膜回收机	2

五、应用提示

(一) 耕整地。棉花播种对耕整地要求比较高,要求上虚下实,地表虚土 3cm,在耕翻后不要采用旋耕机整地,防治虚土层过厚,应采用联合整地机整地,保证整地质量。有条件的棉区应采用激光整平土地。盐碱地耕地后、整地前应进行大水漫灌压碱。

(二) 机械播种。新疆棉区宜采用一(两、三)膜三(六、九)行的播种机,以增加光照,提高覆膜增温保水效果。黄河流域应采用一(两、三)膜两(四、六)行的播种机,防止雨季雨后水分蒸发慢,

土壤湿度过大。有条件的棉区应采用卫星导航播种，提高播种质量。

（三）滴水灌溉。新疆棉区干旱少雨，应采用水肥一体化灌溉技术，保证棉花整个生育期的需水。黄河流域灌溉条件相对好，但是棉花播种及6月底前干旱少雨，有条件的棉区应采用滴水灌溉，保证前期棉花生长用水，并且通过水控、肥控与化控的结合，有效实施棉花苗期化控。

（四）植保化控与脱叶催熟。应采用智能化棉花植保机械，实现单位面积的定量施药。使用催熟剂不应使用吊杆或者风幕式植保机械，不采用植保无人机，

六、适宜区域

本模式适用于我国一年一作棉区，一年两作连作棉区参考选用。一年一作棉区主要包括以新疆棉区为主的西北内陆棉区，山东省鲁北、鲁西北，河北省南部棉花一年一作产区等。长江流域等两作棉区夏棉连作地区可参考选用。

西北内陆棉区是干旱地区，光热丰富，降水稀少。新疆以天山为气候分界线，北疆属中温带，南疆属暖温带。年平均气温南疆平原 $10^{\circ}\text{C}\sim 13^{\circ}\text{C}$ ，北疆平原低于 10°C 。日平均大于 10°C 的年累积气温，南疆平原 4000°C 以上，北疆平原大多不到 3500°C 。南疆平原无霜期 $200\text{d}\sim 220\text{d}$ ，北疆平原大多不到 150d 。年平均降雨量为 $100\text{mm}\sim 300\text{mm}$ 。总体上来看，新疆地区光热丰富，昼夜温差大，适合棉花生长，降雨量少但具备灌溉条件，由于采用滴灌使棉花灌溉条件可控。新疆棉区多为盐碱地，不利于其他作物的种植，但是较适合棉花生长。

有利的地理位置和自然条件，使新疆成为我国最大的优质商品棉生产基地。

山东省北部与河北省南部地区，气候属暖温带季风气候类型。四季分明，气候温和，光照充足，热量丰富，雨热同季，适宜多种农作物生长发育。年平均气温 $11^{\circ}\text{C}\sim 14^{\circ}\text{C}$ ，年平均降水量一般在 $550\text{mm}\sim 950\text{mm}$ 之间，光照资源充足，平均光照时数为 $2300\text{h}\sim 2890\text{h}$ 。该区域以盐碱地多，适合棉花种植。但由于降水量 60% 以上集中于夏季，故易形成涝灾，冬春又常发生旱灾，对棉花生产影响加大，与新疆相比种植管理技术难度较大。

七、典型案例

几年来，新疆维吾尔自治区积极开展棉花机采模式全程机械化技术的试验示范。以沙湾县为例，多年来，县政府出台相关政策鼓励棉农通过承包、流转等各种形式加快土地整合，扩大单位土地经营规模；同时，积极推广应用二膜十二行宽窄行模式（行距 $10+66+10\text{cm}$ ）机采棉种植模式，加强机械深松、精细耕整地、精量播种、卫星定位导航、膜下滴灌水肥一体化、高效植保、化控、喷施脱叶剂、残膜回收等各项机械化技术及籽棉清理技术的综合配套及应用，有效推进了棉花机械化采收技术的应用推广，全面实现了棉花生产全程机械化，为棉花生产提质增效、降低生产成本，提高组织化、标准化、规模化程度奠定了坚实的基础。到 2018 年，沙湾县全县 180 万亩棉花，已全部采用机采模式种植，棉花机械化采收达 95% 以上。棉花生产从种植、田间管理、采收、残膜回收等环节均采用机械化作业，与人工采收作业相

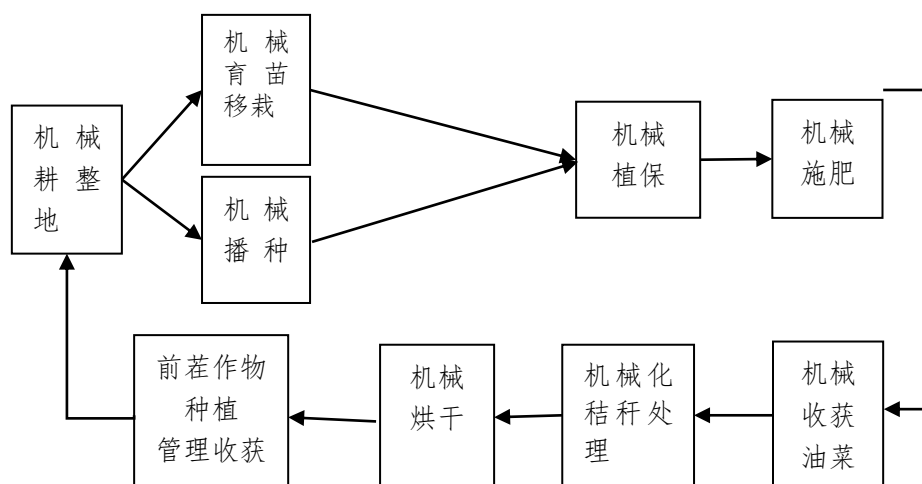
比极大提高作业效率，平均每亩节约作业成本、增收 200 元以上。

冬油菜区油菜全程机械化生产模式

一、模式概述

冬油菜种植面积约为 1 亿亩，种植区域主要集中在长江流域各省份。本模式对冬油菜生产机械耕整地、油菜机械免浅耕直播与毯状苗机械移栽、机械植保、机械施肥、机械收获、秸秆处理、机械烘干等环节进行了规范。

二、技术路线



三、关键环节技术要点

（一）播种前准备

1. **品种选择。**各地应在适合当地生态条件、种植制度并且综合性状优良的主推品种中选择具有抗倒伏、抗裂角、抗病、株型紧凑、矮秆等特性，适合机械化作业的双低油菜品种。

2. **种子处理。**播种前，适当晒种，过筛去杂，并按照农艺要求进行药剂拌种。

3. 田块准备。播种前，要确保田块土壤含水率不大于 40%（具体检测方法：一是用力踩一踩，有鞋印，但鞋印不明显；二是抓起土壤表层土，用力捏成团，从 1m 左右的高度自然落地，摔碎后没有大土块），否则必须晒田。

浅耕、免耕直播油菜要求水稻的留茬高度不高于 15cm；田间秸秆粉碎还田，秸秆长度不大于 5cm；田间有较多青杂草的，播种前一周可施用草甘膦、农达等灭生性除草剂进行除草。

（二）播种

1. 机械直播。根据土壤墒情、前茬作物类型以及当地农艺要求，播种作业采取机械浅耕联合播种、机械免耕联合播种、机械整地开沟+机械喷播和机械免耕开沟+机械喷播等四种方式。机具选择如下。机械浅耕联合播种：一般选用能一次性完成灭茬、浅耕、开沟、播种、施肥和覆土等作业工序的联合播种机进行作业。

机械免耕联合播种 一般选用能一次性完成开沟、播种、施肥和覆土等作业工序的免耕联合直播机进行作业。

机械整地开沟+机械喷播 一般选用拖拉机带旋耕机进行耕整地和开沟作业,再用机械播种施肥。

机械免耕开沟+机械喷播 一般选用免耕开沟机进行开沟作业，再用机械播种施肥。

机具准备：播种作业前，机手必须对主机和油菜播种机作一次全面检查调试，各传动运行部位应转动灵活，无碰撞、卡滞现象，转动部件要加注润滑油。油菜播种机要按使用说明书进行挂接并合理调整

旋耕开沟深度、施肥量播种量。

机具作业：根据田块形状合理规划作业路线，作业速度控制在 $2\text{ km/h} \sim 3.6\text{ km/h}$ ，随时观察种肥箱内的种子肥料存量，防止种子、肥料断条。使用机械整地开沟或免耕开沟的，厢面宽度以 2 m 左右为宜。

播种时机和播种量：播种期一般在 9 月下旬至 10 月中上旬，尽量避开雨天，提倡早播。播种量根据播期和种子发芽率确定，一般每亩 $200\text{ g} \sim 300\text{ g}$ ，播种深度 $10\text{ mm} \sim 30\text{ mm}$ ，油菜成苗密度每亩 2 万株 $\sim$ 3 万株，播种期推迟时应适当加大播种量。土壤含水率偏高时，宜采用机械喷播的方式播种。

清沟：播种完成后，要全面清理围沟、中沟和厢沟，确保田间沟沟相通，雨住田干，围沟和中沟深度一般为 $25\text{ cm} \sim 30\text{ cm}$ ，宽度 $20\text{ cm} \sim 30\text{ cm}$ ；厢沟深度一般为 $15\text{ cm} \sim 20\text{ cm}$ ，宽度 $20\text{ cm} \sim 25\text{ cm}$ 。各地要根据当地土壤类型、气候条件、作业习惯适当调整沟深、沟宽，确保排水顺畅。

2. 机械育苗移栽。育苗播种先要做好育苗准备，育苗场地应选择平整的水泥场地或平整后的田块作，周围无遮光物，供水方便，排水顺畅。育苗盘应采用长 $\times$ 宽 $\times$ 高= $58\text{ cm} \times 28\text{ cm} \times 3\text{ cm}$ ，底部均匀分布排水孔的育秧硬盘，育苗盘低部铺一张宽度 27.5 cm 、长度 65 cm 的塑料薄膜。

同时做好床土准备，床土应从前茬非十字花科作物田块取得，过筛去除土壤中的石子、草以及较大颗粒。每升床土中拌入纯氮 $0.3\text{ g} \sim 0.8\text{ g}$ ，磷肥和钾肥各 $0.2\text{ g} \sim 0.5\text{ g}$ ，硼砂 $0.02\text{ g} \sim 0.04\text{ g}$ ，经腐熟的有

机肥 5g~25g，并混合均匀。

将 50%多菌灵配成 1000 倍液，按 100kg 营养土加 5g~6g 多菌灵的用量喷洒，喷后将其拌匀，用膜密封(2~3)d。

可以选用水稻或蔬菜育苗基质作床土，进行油菜毯状苗培育，使用之前要进行小规模试验育苗，以检测商品基质对油菜秧苗的适用性。

还要做好种子处理，播种前选晴天进行晒种，以提高种子发芽率。播种前用种子处理剂进行拌种，种子处理剂的配制方法为：每升溶液中加入如下试剂及用量：5%的烯效唑 5g，七水硫酸亚铁 142mg，硫酸镁 294mg、硼酸 0.6mg、硫酸锌 0.6mg、硫酸锰 0.6mg，补足水分充分溶解至 1L，以每 100g 种子 1ml~4ml 溶液拌种，晾干后进行播种。种子处理剂拌种准确用量视品种特性、千粒重和播种密度而定，针对不同情况需要预先进行试验以达到最佳的效果。

播种时使用适合油菜精量播种的苗盘播种流水线进行铺底土、浇水、播种、覆土等作业。底土厚度以秧盘上表面低约 3mm 为宜，底土应平整，随即用细密且均匀水流将床土浇水至饱和。按密度为(800~1000)粒/盘播种。覆土厚度 2mm~3mm，厚度均匀，覆土含水量以 40%~50%为宜。

做好叠盘保墒，将苗盘层层叠放在一起，叠放层数以(40~80)层为宜，最上层用薄膜盖顶，两列秧盘之间保持 5cm~10cm 间距。

叠盘一段时间后要将秧盘及时摆开，摆盘时机按以下三种方法控制：一是正常育苗季节，叠盘后 36h~48h；二是叠盘后有效积温达到(45~50)度·日；三是秧盘内有 1/3 左右的籽粒露黄。

摆盘时应检查苗盘，对缺水处进行补水，然后用 30g/m²~50g/m² 的白色无纺布进行覆盖。摆盘后 36h~48h，即秧苗子叶完全展平且变绿时，可揭去无纺布。若秧苗发生萎蔫，可少量补充水分；二叶期之前如遇大雨要适当遮盖。

苗肥管理上，一叶期和二叶期分别施尿素 1g/盘。移栽前施尿素 2g/盘。施用时尿素溶于水中进行喷施，喷施应避开晴朗的正午。

苗期应及时对菜青虫、蚜虫等进行防治。

机械移栽采用可一次性完成松土切缝开沟、切块栽插、覆土镇压等多道工序的油菜毯状苗移栽机。适宜移栽苗龄（4.5~6.0）叶，苗高 8cm~12cm 时。秧苗移栽前一天要补足定根水，以增加移栽时根部的带土量，提高秧苗的成活率和成活速度。

（三）施肥。根据当地农艺要求及土壤肥力，合理计算肥料的施用量。基肥施用量应为总施肥量的 60%以上，氮、磷、钾、硼肥应根据当地土壤特性进行配施。每亩基肥使用量为 40%~51%的高效复合肥 30kg~40kg，含硼 10%的硼砂 1kg，或油菜专用配方肥 40kg 左右进行表施，机械播种时浅旋入土。在采取种肥混播复式作业机具施用基肥时，应选用吸水性差的颗粒肥料，以防止化肥在肥箱中结块堵塞。采用机械整地开沟和机械免耕开沟的方式时，要在开沟前先施基肥。

根据苗情可酌情追肥，每亩施用 5kg~10kg 尿素。

（四）田间管理。应保持表土湿润，对于干燥土壤在开沟播种后应立即灌溉跑马水。

播种后要及时喷一次芽前除草剂，在油菜（3~5）叶时根据杂草情

况可用油菜专用除草剂进行除草，防止杂草生长。苗期注意防治蚜虫和菜青虫，油菜抽薹至盛花期要加强防治菌核病。

除草和病虫害防治可选择喷杆喷雾机或超低空遥控无人植保机等机具进行机械化植保作业。

（五）收获

1. 机械联合收获。机具选择上，对于直播油菜或株型适中的移栽油菜，选用能一次性完成收割、脱粒、清选的油菜联合收割机或双滚筒、纵轴流谷物联合收割机加装油菜收获装置进行收获。联合收获作业质量应符合总损失率 $\leq 8\%$ 、含杂率 $\leq 6\%$ 、破碎率 $\leq 0.5\%$ 的要求。

对于移栽油菜，特别是植株高大、高产的移栽油菜，采取先用割晒机进行割晒，后用捡拾收获机进行捡拾脱粒的分段收获方式，作业质量应符合总损失率 $\leq 6.5\%$ 、含杂率 $\leq 5\%$ 、破碎率 $\leq 0.5\%$ 等要求。油菜联合收割机或捡拾收获机应具有茎秆粉碎装置，便于茎秆粉碎还田。

收割作业前，机手必须对油菜联合收割机、割晒机、捡拾收获机作一次全面检查调试，各传动运行部位应转动灵活，无碰撞、卡滞现象，转动部件要加注润滑油。如果使用谷物联合收割机需更换油菜专用割台和清选筛。

机具作业时应根据油菜生长密度、产量、含水率和表面湿度合理确定割幅和前进速度。作业中，机手必须经常检查筛面是否堆积物过多，筛孔是否堵塞，必要时须停机清理后方可继续作业，以降低损失率。

采用联合收获方式时，应在全田 90%以上油菜角果外观颜色变黄色或褐色，完熟度基本一致的条件下进行；采用分段收获方式时，应

在全田油菜 70%~80%角果外观颜色呈黄绿或淡黄，种皮也由绿色转为红褐色时，采用割晒机进行割晒作业。将割倒的油菜就地晾晒后熟 5d~7d（根据天气，晾晒时间可以再延长），成熟度达到 95%后，用捡拾收获机进行捡拾、脱粒及清选作业。应避开雨天和露水未干时收获。

2. 茎秆处理。一般选用具有秸秆粉碎还田功能的收割机进行作业。对不具有秸秆粉碎还田功能的收割机或油菜捡拾收获机，田间收获后，还需要利用秸秆粉碎还田机或秸秆打捆机对茎秆进行二次处理。

（六）烘干。油菜籽含水率高，极易发生霉变，应及时烘干。一般选用具有油菜籽烘干功能的烘干机进行作业，烘干过程中应严格控制热风温度，确保油菜籽不出现焦糊粒，含水率 $\leq 10\%$ ，水分不均匀度 $\leq 2\%$ 。

四、机具配备参考方案

油菜浅（免）耕，种植规模 3000 亩机具配置表：

机具名称	技术参数与特征	数量	备注
拖拉机	四轮驱动、功率不小于 80hp 或差速转向的轻型履带拖拉机，功率不小于 70hp。	4	
浅（免）耕联合播种机	播种行数 ≥ 6 行，具有旋耕、开沟、镇压、施肥、播种等功能。	4	与拖拉机配套
植 高地隙喷杆式喷雾机	喷幅 $\geq 12\text{m}$ ，药箱容积 $\geq 500\text{kg}$ 。	2	三种机具为单独配置的数量，组合时适量减少。
保 无人植保飞机	药箱容积 $\geq 10\text{L}$ ，续航时间 $\geq 15\text{min}$ 。	2	
机 担架或手推式机动喷雾机	喷洒距离 $\geq 12\text{m}$ 。	5	
油菜全喂入联合收割机	喂入量 $\geq 2.0\text{kg/s}$ 。	4	配置秸秆切碎装置
烘干机	批处理量 $\geq 10\text{t}$ 。	1	

五、适宜区域

本模式适用于南方多熟制地区油菜产区，为亚热带湿润季风区，温光资源丰富，以水稻油菜连作为主，也有部分棉花等作物与油菜连

作的方式，具体包括长江上游优势区（四川、贵州、云南、重庆、陕西五省市），长江中游优势区（湖北、湖南、江西、安徽等四省及河南信阳地区），长江下游优势区（江苏、浙江两省）。

六、典型案例

慈利县岩泊渡镇大安村，由种植大户杨瑞泉转包集中作业，采用稻油全程机械化生产模式。2016 年种植面积 856. 亩；平均亩产中稻 562. 7kg，油菜 162. 3kg；总产中稻 482. 1t，油菜 139. 0t。

1. 经济效益 中稻 562. 7kg/亩，总产值 1463. 02 元（按 2. 6 元/kg 计），扣除物化成本、作业成本及土地流转费 1236. 3 元，获纯收益 226. 72 元，比人工栽插多 184. 12 元。油菜 162. 3kg，总产值 811. 5 元（按 5 元/kg 计），扣除物化成本、作业成本及土地流转费 603. 2 元，获纯收益 208. 3 元，比人工操作多 182. 6 元。稻油亩收益 435. 02 元，比人工操作多 366. 72 元。

2. 社会效益 一是该示范片成功的经验，促进了该模式在全县特别是粮油种植大户、合作社及企业的推广与应用。二是解决了粮油种植所需人工严重不足的问题，保证了农事操作适时到位，确保了粮油作物高产稳产，为粮食油料安全提供了保障。

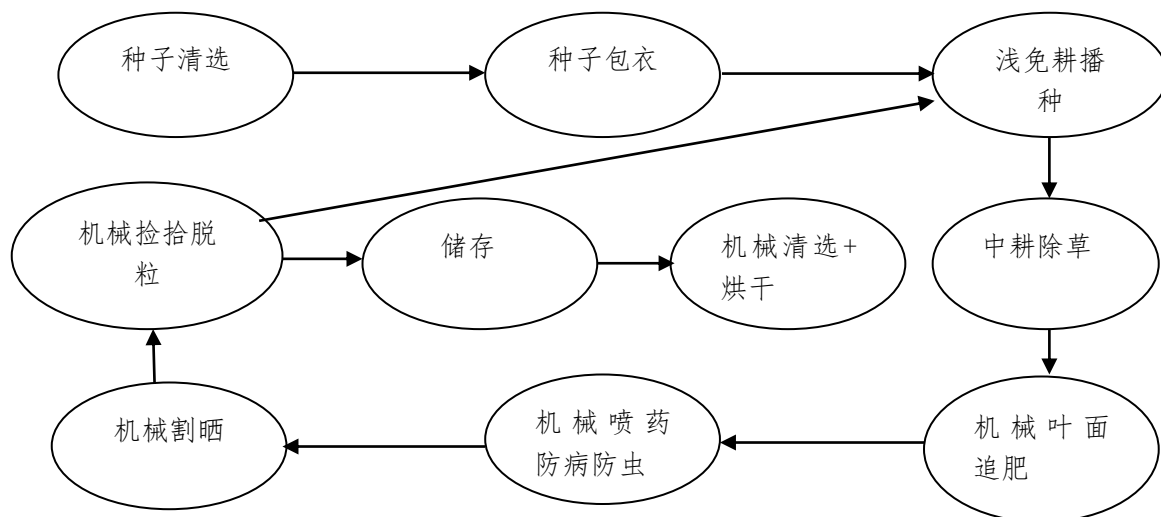
3. 生态效益 广泛应用了测土配方肥和平衡施肥技术，特别是秸秆还田技术的应用提高了土壤中有机质含量，提高了作物抗逆性，同时实行病虫专业化绿色防控，减少了肥料、农药对环境的污染，提高了作物的抗灾能力，保证了稻谷、菜籽的绿色和环保，有效地推动了绿色农业的发展。

春油菜区油菜全程机械化生产模式

一、模式概述

春油菜种植面积约为 1000 万亩左右，春油菜种植区主要包括青海、内蒙、甘肃、新疆 4 省（区）。本模式对春油菜生产种子处理、油菜机械免浅耕直播、机械植保、机械施肥、机械收获、秸秆处理、机械烘干等环节进行了规范。

二、技术路线



三、技术要点

（一）地块选择。浅（免）耕播种油菜要选择前茬小(大)麦茬地，地表不翻动，直接用浅（免）耕播种机进行浅（免）耕播种油菜；也可选择秋整地，但前期要用镇压器镇压地表，使其形成较坚硬的土壳，然后用浅耕或免耕播种机直接播种；由于油菜易遭受风害，要求每一块油菜地都要有防风措施，防风保苗，避免风害。

（二）品种选择和种子处理。所用种子籽粒均匀、发芽率 90%以

上，净度 98%以上，水分 9%以下，而且油菜包衣前要适时晒种，以提高种子的发芽率，增强发芽势。

油菜种衣剂药种比为 1:45；为加强对地下害虫的防治，对岗坡部分地块使用部分杀虫剂与种肥混拌在一起，临播前将拌上杀虫剂的种肥与种子混拌均匀后，再进行播种。油菜拌种要求随拌随播，不得多拌积压，避免药肥烧种子造成弱苗。

（三）机械播种。

1. 把握农时，在最佳播种期内进行播种，最佳播期的气象指标是日平均气温稳定通过 6℃~8℃，适播期内尽量早播。

2. 根据土壤墒情、品种特征特性、地块耕作类型合理确定播种密度。

3. 播量要求：秋翻地亩播量为 0.4kg，免耕地亩播量为 0.45kg。

4. 采用轮式拖拉机牵引浅（免）耕播种机进行播种作业；播深应严格控制在 3cm 左右，播深不允许超过 4cm。

5. 要求采用梭形播种方式。

（四）机械施肥

1. 根据不同的土壤类型，不同肥力基础地块进行配方平衡施肥和分期施肥，施肥配方为：长效复合肥 11kg+尿素 4kg+二铵 8kg+基施硼 200g+省肥增效宝 26ml（N：P2O5：K2O=1：1.18：0.22）。

2. 播前要用种、肥的混合物进行摇轮试验，种子和肥一定拌均匀，把播量确定好，在播种过程中要进行田间往复核对和检查，保证播量准确无误。

3. 将各种肥料、肥料增效剂提前混拌均匀，在播种前一天把包衣种子与上述肥料等再混拌均匀，在播种机前后箱同时加入混拌均匀的种肥进行播种，避免播种不均匀，缺苗断垄。

（五）田间管理

1. **机械除草。**播前除草：对土壤墒情好，杂草密度大的地块用轻耙或重耧封闭灭草。

2. **化学除草。**播前、播后苗前化学除草：所有杂交种地块要求播前或播后苗前适时进行化学除草。使用喷药机在播前或播后苗前用41%草甘膦 2.25L/hm²~3.0L/hm² 进行化学除草，草荒严重的地块用百草枯 2.25L/hm²~2.4L/hm²。

苗期化学除草、喷施微肥：在油菜(4~5)叶期灭双子叶杂草和单子叶杂草，使用喷药机用 20%胺苯磺隆可溶粉 6g~8g +5%精喹禾灵 70ml+ 75%二氯吡啶酸水分散粒剂 5g ⊕ 28.6%二氯吡·氨氯吡水剂 10ml 进行田间灭草。

在苗期至蕾薹期、初花期用喷药机喷施(2~3)遍叶面肥，以补充营养。杂交品种需硼量大，后期必须追施硼肥。如果此期间发现田间有病虫害可以结合追肥进行防治。根据苗情、草情适时灭草、喷施叶面肥，亩喷液量不能少于 10kg。

3. **病虫害防治。**防治原则为及时调查、掌握病虫发生发展规律，要把病虫消灭在初发期，治早治小，提高药效，节约成本；使用高效低毒的灭虫、灭菌的生物、化学农药和高性能喷药机械，争取主动，降低损失。

主要虫害防治：防治跳甲、草地螟、菜青虫、甘蓝夜蛾、地老虎等采用 2.5%功夫乳油 15ml 兑水用喷药机喷施，特别是苗期，必须控制住跳甲危害。防治小菜蛾采用螨极力 45ml/亩或杀确爽 35ml/亩兑水用喷药机喷施，交替轮换使用。防治蚜虫采用 10%的吡虫啉 20g 兑水用喷药机喷施。

主要病害防治：苗期根腐病、立枯病、霜霉病，采用种子包衣和苗期喷施烯酰锰锌 35g 利用喷药机喷洒进行防治。菌核病采用 40%菌核净 50g（或咪鲜胺 50ml）+有机硅 2ml，在油菜蕾薹期至初花期利用喷药机兑水喷雾进行防治。

根据田间病虫害发生情况，利用喷药机进行病虫害防治和追叶面肥、促早熟同时进行，一次完成，节能增效。

（六）机械收获。油菜以分段收获为主。适割期特征为：全田油菜叶片基本落光、植株主花序角果70%已变黄，籽粒深褐色，分枝角果籽粒浅褐色时，为最佳适割期。用割晒机进行割晒，割茬高度为20cm~30cm，以不丢角为宜，晾晒(7~10)d。割晒的油菜籽粒含水率为18%~19%时用联合捡拾脱粒收割机进行捡拾脱粒。捡拾脱粒时避开中午高温、干燥天气，利用早晚空气湿度大的时段。

（七）烘干清选。收获后的籽粒利用机械烘干将水分降到 9%以下，利用清选机及时清选储存。

五、机具配备参考方案

油菜浅免耕，种植规模 1 万亩，主要机具配置表：

机具名称	技术参数与特征	数量	备注
拖拉机	四轮驱动、功率不小于 140 马力。	2	
免耕联合播种机	播种行数 ≥ 24 行，具有开沟、镇压、施肥、播种等功能。	2	与拖拉机配套，两种机具为单独配置，组合时各配一台。
浅耕联合播种机	播种行数 ≥ 24 行，具有旋耕、开沟、镇压、施肥、播种等功能。	2	
自走喷杆式喷雾机	喷幅 $\geq 25\text{m}$ ，药箱容积 $\geq 2000\text{kg}$ 。	1	
割晒机	割幅 $\geq 2.0\text{m}$ 。	3	
捡拾脱粒机	喂入量 $\geq 1.8\text{kg/s}$ 。	5	
烘干机	批处理量 $\geq 10\text{t}$ 。	2	

六、适宜区域

本模式适用于西北春油菜种植区，为北寒温带大陆性季风气候、耕地集中连片，以小麦、油菜或大麦、油菜轮作为主。

七、典型案例

油菜全程机械化生产模式在额尔古纳市六个农场、两个地方农场、种植大户中普遍推广实施，年播种油菜面积接近 100 万亩，连续十多年种植给各农场带来了可观的经济效益。由于采取免耕保护性耕作，避免了风沙打死油菜苗后造成的直接和间接经济损失，风灾造成的损失 70 余元/亩，每年按 30% 的播种面积受灾计算，减少了经济损失每年在 2000 万元左右。由于采用免耕，减少翻地、整地作业费 25 元/亩，全市种植 100 万亩油菜田每年节省整地费用 2500 万元。减少的损失和节约的费用一年增效 4500 余万元，近十年采取的免耕机械化油菜生产模式为额尔古纳市各农牧场带来了 4.5 亿元的经济效益；机械化作业程度的提高，降低了作业成本，减少人力和物力投入。种植方式的改变，节省了大量的劳动力，为劳动力转移创收提供了条件。该机械化生产模式在额尔古纳市得以大面积推广。

麦秸硬茬地碎秸整体均覆垄作夏花生 全程机械化生产模式

一、模式概述

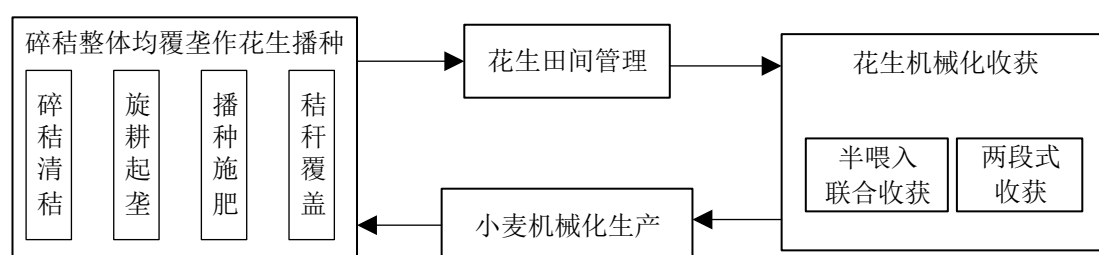
麦茬夏播花生是我国黄淮海中南部一年两熟制花生产区的典型生产模式，在河南、山东等花生生产大省尤为普及，但花生播种前的小麦秸秆处理费工费力，影响农时及花生生产效益，而传统播种设备在麦秸硬茬地播花生时存在挂秸壅堵、架种和晾种问题，作业顺畅性和作业质量难以保证，进而造成秸秆焚烧严禁不止，污染严重。

针对上述问题，通过实施本技术模式，在小麦收获后不做任何秸秆收集移出和耕整地处理的条件下直接进行麦秸硬茬地碎秸整体均覆垄作花生机械化播种，既利于节约生产成本、提高作业效率和作业质量，又保护生态环境，实现绿色生产。

本生产模式核心内容主要包括麦秸硬茬地花生机械化播种和机械化收获。麦秸硬茬地机械化播种机能够一次完成碎秸清秸、旋耕起垄、播种施肥、秸秆覆盖等作业工序。花生机械化收获包括半喂入联合收获和两段式收获，两段式收获包括挖掘铺放和捡拾摘果联合收获。推广以麦秸硬茬地碎秸整体均覆播种技术为核心的夏花生全程机械化生产模式，可有效解决秸秆资源化利用问题，消除秸秆焚烧，减轻大气污染，实现可持续农业发展的目的，同时还能明显的减少作业环节，达到节本增效的功能。

二、技术路线

小麦机械化生产→碎秸整体均覆垄作花生播种（碎秸清秸、旋耕起垄、播种施肥、秸秆覆盖一次完成）→花生田间管理（病虫草害防治、化控、田间排灌等）→花生收获（半喂入联合收获/两段式收获）→小麦机械化生产。



三、关键环节技术要点

（一）品种选择。花生品种应尽量选用农业（农机）部门有关规范推荐的生育期短、增产潜力大、抗逆性较强的株型直立、结果范围集中、适收期长、果柄强度大的品种。采用两段式收获，选用匍匐型或半匍匐型品种更有利于挖掘晾晒和全喂入摘果作业。

（二）机械播种。在小麦收获后立即播种，所用种子应进行包衣处理，播种时如果墒情不足，应提前浇水造墒。播种穴数应根据地力、品种特性而定。一般每亩约 12000 穴为宜，每穴 2 粒，单粒播种时，要精选种子，每穴 1 粒，亩播约 16000 粒。播种深度播种机进行播种，单垄双行播种，垄距控制在 80cm~90cm，垄上小行距 25cm~30cm，垄高 10cm~15cm。

（三）高效植保。在播后出 3cm~6cm（墒好宜浅，墒差宜深）。采用碎秸整体均覆垄作花生苗前及时喷施高效除草药剂进行土壤封闭处理；建议用自走式高地隙喷杆喷雾机或无人植保机进行高效药剂

喷施和化学调控作业，确保施药效果。

（四）机械收获。土壤含水率在 10%~18%（手搓土壤较松散），适合花生收获机械作业。含水率过低且土壤板结时，有条件地区可适度灌溉补墒。

半喂入联合收获：一次性完成花生挖掘、输送、清土、摘果、清选、集果、秧蔓铺放作业。

两段式收获：先挖掘铺放晾晒，再捡拾摘果的收获方式简称为两段式收获。第一段采用花生挖掘机进行挖掘、抖土和铺放，经过 3d~5d 晾晒后，使花生荚果含水率降至 20%以下（荚果可以摇出响声），第二段采用捡拾联合收获机一次性完成捡拾、摘果、清选、集果、秧蔓收集等作业。

（五）荚果干燥。荚果收获后必须及时进行干燥处理，可以采用自然晾晒和机械化烘干，烘干机型号及数量根据烘干量确定，亦可选择委托烘干服务。

（六）机具选用要点。一要种收一体化统筹考虑，播种和收获，挖掘与捡拾收获作业幅宽要相互匹配；二要选用配有秸秆粉碎清理装置、旋耕起垄装置、施肥播种装置、秸秆均抛装置的播种机；三要选用生产效率高、损失率低、适应性强的半喂入联合收获机和捡拾联合收获机。

五、机具配备参考方案

以经营规模 500 亩为例主要机具配套方案推荐（耕整地及植保等装备按常规配置）见下表。

机具名称	技术参数或特征	数量	备注
拖拉机	100~150hp	2	四驱
播种机	2 垄 4 行	2	或 3 垄 6 行
收获机	2 垄 4 行及以上	1~2	两段式选用
	2 垄 4 行、2 行	2~4	一次性完成收获
干燥机	5 吨/批次及以上	3~5	批次式

四、应用提示

（一）该技术模式主要适用于我国传统黄淮海小麦-花生轮作区夏花生种植。

（二）前茬小麦收获时，应注意田间土壤含水率不能过低，防止小麦联合收获机在田间留下较深的压痕，不利于碎秸整体均覆垄作花生播种机秸秆清理机构将小麦秸秆捡拾干净。

（三）碎秸整体均覆垄作花生播种机适用于大田块作业，播种前无需对小麦秸秆和根茬进行特别处理，可在小麦收获后直接作业；播后如遇持续无雨影响出苗的特殊干旱情况，须采用播种带喷淋式补水的方式进行人工补墒，不提倡“大水漫灌”。

（四）采用半喂入联合收获作业时，花生植株高度应在 35cm 左右，高度过低不易夹持，高度过高容易倒伏，均容易造成收获损失率增加和收获效率降低。

（五）采用半喂入联合收获后的花生荚果含水率高，易发生霉变，应及时晾晒、干燥。

（六）采用“先挖掘收获后捡拾摘果”两段式收获作业时，如果茬口允许，可以适当延长花生植株在田间的晾晒时间，以减少摘果后晾晒或烘干工作量。

（七）收获后的花生荚果如果含水率未达到收储标准，应及时晒干，如遇阴雨天气，需及时烘干。

五、适宜区域

本模式主要适用于活动积温在 4100℃ 以上、光照 2300h~2800h，降雨量在 500mm~900mm 的夏花生种植区域，尤其对于降水量较少的地区，增产效果更加明显。活动积温不足地区应谨慎使用。

本技术以垄作方式应用最为理想，对于习惯于平作的地区，可通过平作宽窄行种植的方式，利用 3 年时间逐步过渡到垄作，无需强制起垄，更易于用户逐步接受和认可。

六、典型案例

驻马店市农机专业合作社联合社位于驻马店市遂平县，区域内地势相对平坦，土地多为壤土，日夜温差大，光照、雨水充沛，属于典型的黄淮海夏花生产区。该联合社瞄准深化农业供给侧结构性改革契机，推出“农田保姆”模式，农户只需要提供土地、种子、化肥、农药，就能“坐享其成”。2018 年以来，联合社累计投入资金 3000 余万元用于购买各种农机具，现有各类农用拖拉机、播种机、收获机、辅助保障售后车等各类配套设备 300 余套。

针对当地麦茬夏花生播种难、人工收获效率低等问题，联合社给每个作业队配套了多种类型的花生种植和收获机具，主要包括全秸硬茬地播种机、起垄播种机、花生挖掘收获机、半喂入联合收获机、捡拾摘果机等先进花生全程机械化生产装备。全秸硬茬地花生洁区播种机可以在小麦收获后，不焚烧秸秆的情况下直接进行花生播种作业，

省时省工，且作业后的花生适合机械化收获作业；花生半喂入联合收获一次下地即可收获新鲜花生荚果，特别适合抢收作业；花生捡拾摘果与花生挖掘机配套作业，特别适合晾晒后干花生摘果作业。

播种作业服务队队长姚喜林介绍：“我们秸秆粉碎收费 25 元/亩，犁翻收费 60 元/亩，旋耕起垄播种收费 50 元/亩，一套下来要 135 元/亩，而全秸硬茬地播种机一次作业收费才 100 元/亩，作业效果也很理想，农户更容易接受，我们的收益也更多”。全秸硬茬地播种机能够一次下田完成秸秆粉碎、起垄播种和秸秆覆盖，可比传统先秸秆粉碎一遍，再犁、耙，再旋耕起垄播种少下田 2 次。

垄作春花生覆膜免放苗全程机械化生产模式

一、模式概述

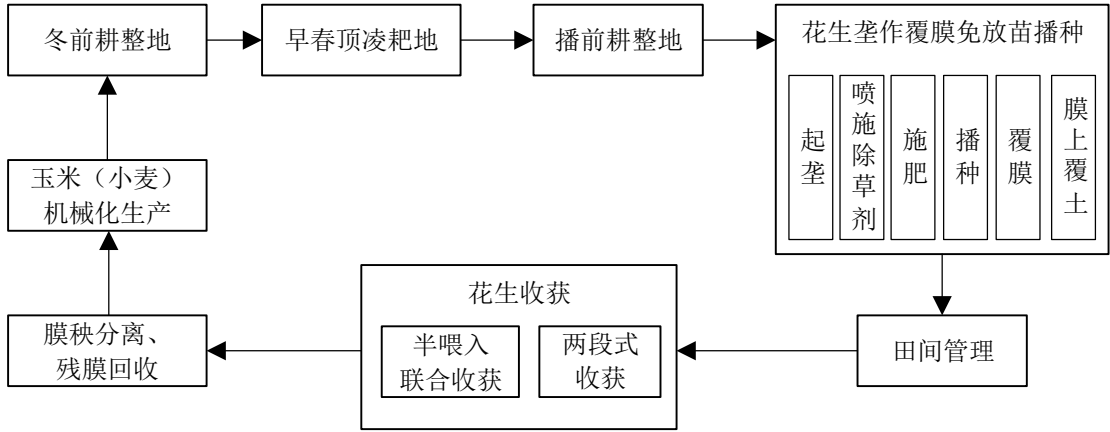
垄作覆膜春播花生是我国黄淮海中北部及东北、新疆地区的典型生产模式，生产区域跨越部分单熟制和多熟制地区，垄作覆膜栽培技术对于花生增产起到关键作用，但目前该生产模式在起垄、覆膜、放苗等环节耗费大量人工，生产效益难以保障，另外，花生收获后田间残留大量地膜，对土壤和生态污染日趋严重。

针对上述问题，通过实施本技术模式，在播种时完成春花生起垄、覆膜、施肥播种、膜上覆土一体化作业，在收获后进行机械化残留地膜回收与膜秧分离作业，既提高生产效益，又减少环境污染。

本生产模式核心内容主要包括花生机械化起垄覆膜免放苗播种、机械化收获、机械化残膜回收与膜秧分离。起垄覆膜免放苗播种包括膜上打孔播种和膜下播种膜上苗带压沟覆土两种方式，两种方式均能够一次完成起垄、施肥、播种、喷洒除草剂、覆膜、膜上苗带覆土等作业工序。花生机械化收获包括半喂入联合收获和两段式收获，两段式收获包括挖掘铺放和捡拾摘果联合收获。花生机械化残膜回收机能够回收田间残留地膜。花生机械化膜秧分离机能够清除花生秧中夹杂的地膜。推广以起垄覆膜免放苗播种为核心的春花生全程机械化生产模式，能够在充分发挥覆膜栽培增产增收效益的同时，有效解决人工放苗费工费时和地膜残留污染问题。

二、技术路线

玉米机械化生产→冬前耕整地，早春顶凌耙地（或早春化冻后耕地）→播前耕整地→花生垄作覆膜免放苗播种（起垄、喷洒除草剂、施肥、播种、覆膜、膜上覆土一次完成）→花生田间管理（病虫草害防治、化控、田间排灌等）→花生收获（半喂入联合收获/两段式收获）→膜秧分离、残膜回收→（小麦机械化生产）→玉米机械化生产。



三、关键环节技术要点

（一）耕整地。春播花生在前茬作物收获及秸秆处理后，及时进行机械化耕整地，也可早春化冻后耕地，随耕随耙。播前旋耕，耕翻深度一般在 22cm~25cm 左右。播前整地保证土壤表层疏松细碎，平整沉实，上虚下实，以利花生生长发育。

（二）品种选择。花生品种应尽量选用农业（农机）部门有关规范推荐使用的生育期短、增产潜力大、抗逆性较强的株型直立、结果范围集中、适收期长、果柄强度大的品种。采用两段式收获，选用匍匐型或半匍匐型品种更有利于挖掘晾晒和全喂入摘果作业。

（三）机械播种。在墒情合适的情况下适时播种，所用种子应进行包衣处理，播种前 5 天地表 5cm 以下地温日平均达 12℃ 以上时为适宜播期，墒情不足时应先播种后造墒。播种穴数应根据地力、品种

特性而定。大花生每亩 8000 穴~10000 穴，小花生每亩 10000 穴~12000 穴为宜，每穴 2 粒，单粒播种时，要精选种子，每穴 1 粒，亩播 13000 粒-16000 粒（田块肥力高、种子质量好、单株生产力高，密度宜低，反之增加密度）。播种深度 2cm~3cm。采用起垄、播种、覆膜一体机进行播种，单垄双行播种，垄距控制在 80cm~90cm，垄上小行距 25cm~30cm，垄高 10cm~15cm 之间。苗带覆土厚度应达到 2cm~3cm。

（四）高效植保。建议用自走式高地隙喷杆喷雾机或无人植保机进行高效药剂喷施和化学调控作业，确保施药效果。

（五）机械收获。土壤含水率在 10%~18%（手搓土壤较松散），适合花生收获机械作业。含水率过低且土壤板结时，有条件地区可适度灌溉补墒。

半喂入联合收获：一次性完成花生挖掘、输送、清土、摘果、清选、集果、秧蔓铺放作业。秧蔓抛撒于田间，利用捡拾机再做收集。

两段式收获：先挖掘铺放晾晒，再捡拾摘果的收获方式简称为两段式收获。第一段采用花生挖掘机进行挖掘、抖土和铺放，经过 3d~5d 晾晒后，使花生荚果含水率降至 20%以下（荚果可以摇出响声），第二段采用捡拾联合收获机一次性完成捡拾、摘果、清选、集果、秧蔓收集等作业。

（六）残膜回收。尽量在花生秧果离田后进行回收残膜，或在下茬作物播种前回收残膜，并将回收的残膜交给专业机构实现资源化利用。

（七）膜秧分离。秧蔓饲料化利用前必须进行膜秧分离，并将分离的残膜交给专业机构实现资源化利用。

（八）荚果干燥 荚果收获后必须及时进行干燥处理，可以采用自然晾晒和机械化烘干，烘干机型号及数量根据烘干量确定，亦可选择委托烘干服务。

（九）机具选用要点。一要种收一体化统筹考虑，播种和收获，挖掘与捡拾收获作业幅宽要相互匹配；二要选用具有免放苗播种功能的，可一次实现起垄、除草剂喷洒、施肥播种、覆膜、膜上苗带覆土的播种机；三要选用生产效率高、损失率低、适应性强的半喂入联合收获机和捡拾联合收获机；四要选用可实现地表及浅表层土壤中残留地膜回收的机具进行作业。

四、机具配备参考方案

以经营规模 500 亩为例主要机具配套方案推荐（耕整地及植保等装备按常规配置）见下表。

机具名称	技术参数或特征	数量	备注
拖拉机	100hp 及以上	2	四驱
播种机	2 垄 4 行	2	或 3 垄 6 行
	2 垄 4 行	1~2	两段式选用
收获机	2 垄 4 行及以上	2~3	
	2 垄 4 行、2 行	2~4	一次性完成收获
残膜回收机	2 垄 4 行及以上	1	悬挂式
膜秧分离机	300kg/h 及以上	1	连续式
干燥机	5 吨/批次及以上	3~5	批次式

五、应用提示

（一）该技术模式主要适用于我国黄淮海、东北、新疆等春花生种植区域。

（二）采用膜上打孔方式进行花生播种时，东北、新疆等风力比较大的地区需要注意苗带上覆土可靠，防止风从膜孔处吹入，造成覆膜保墒保温效果下降；采用膜下播种膜上苗带压沟覆土方式进行花生播种时，大风或雨水易将苗带上覆土吹走或冲走，应注意及时破膜放苗。

（三）选用的地膜厚度 0.01mm 以上，地膜强度应符合相关行业标准，以便于花生收获后残膜机械化回收作业。

（四）采用半喂入联合收获作业时，花生植株高度应在 35cm 左右，高度过低不易夹持，高度过高容易倒伏，均容易造成收获损失率增加和收获效率降低。

（五）采用半喂入联合收获后的花生荚果含水率高，易发生霉变，应及时晾晒、干燥。

（六）采用“先挖掘收获后捡拾摘果”两段式收获作业时，如果茬口允许，可以适当延长花生植株在田间的晾晒时间，以减少摘果后晾晒或烘干工作量。

（七）收获后的花生荚果如果含水率未达到收储标准，应及时晒干，如遇阴雨天气，需及时烘干。

六、适宜区域

本模式主要适用于活动积温在 2600℃ 以上、光照 2600h~3000h，降雨量在 400mm~700mm 的春花生种植区域，活动积温偏低地区应采用一年一熟制模式进行生产，活动积温偏高地区可采用两年三熟制模式（花生—小麦—玉米）进行生产。

七、典型案例

河北省滦南县是一个传统的农业县，耕地面积 108 万亩，花生种植面积保持在 22 万亩左右。近几年平均产量 300kg 左右/亩。主要采用两年三熟种植方式：春播花生—种植冬小麦—夏播玉米轮作方式。

截至 2016 年底，全县农机总动力 92 万 kw，其中大中型拖拉机 3564 台，地膜覆盖机 580 台，播种机 1261 台，旋耕机 5114 台，花生收获机 326 台。花生耕、种、收综合机械化水平达到 85%以上。

花生机械化生产率方面，机耕、机播率 100%（旋耕、起垄、播种、镇压、施肥、喷药除草、覆膜、覆土一次完成）。田间管理环节机械化程度比较滞后，大多数农户还采用人工喷药的植保方式，浇水还采用人工漫灌方式。收获环节机械化率达到 95%以上。以前主要采用机械挖掘+机械摘果（含人工）的技术模式。近几年机械挖掘+机械捡拾摘果因其效率高得到用户认可，制约因素是损失率偏高。收获后处理环节：花生秧经过机械选膜后加工成成品饲料，喂养牛、羊。花生壳主要用于生物质颗粒压块及饲料填充。花生烘干主要采用自然晾晒方式进行。

东北地区大豆大垄高台全程机械化生产模式

一、模式概述

东北大豆主产区地处大陆性季风气候区，黑土、黑钙土、草甸土面积大，有机质含量高，适宜大豆种植。人均土地面积列全国首位，平整连片，适宜于机械化生产。东北地区气候寒冷，地温较低，起垄可促使土壤增温，且大垄增温效果更好。

大垄高台生产模式以玉米与大豆科学轮作为基础，在玉米茬上种植大豆。东北地区的气候特点是春季风大降水少，如果在春天进行整地和起垄作业，易跑墒，造成出苗困难。因此，宜采用秋整地、秋起垄的机械化整地模式。玉米收获后进行秸秆粉碎还田，用灭茬机对玉米茬进行旋碎作业，采用联合整地机或大犁进行基础整地，再用耙类机械进行二次整平耙碎。秋天用起垄机起 110cm 或 130cm 的大垄，同时进行秋施肥作业。播种时，根据品种特性，在 110cm 宽的大垄上采用垄上两行或三行模式播种；在 130cm 宽的大垄上采用垄上三行或四行模式播种。

大垄高台生产模式的优势在于：起垄可促使土壤增温，对于东北地区寒冷气候，大垄增温效果更好；相对于小垄，大垄的蓄水保墒能力更强，抗旱、抗涝效果好，可在不增加耕地面积的情况下，实现大豆增产。

二、技术路线

玉米收获后进行秸秆粉碎还田，用灭茬机对玉米

茬进行旋碎作

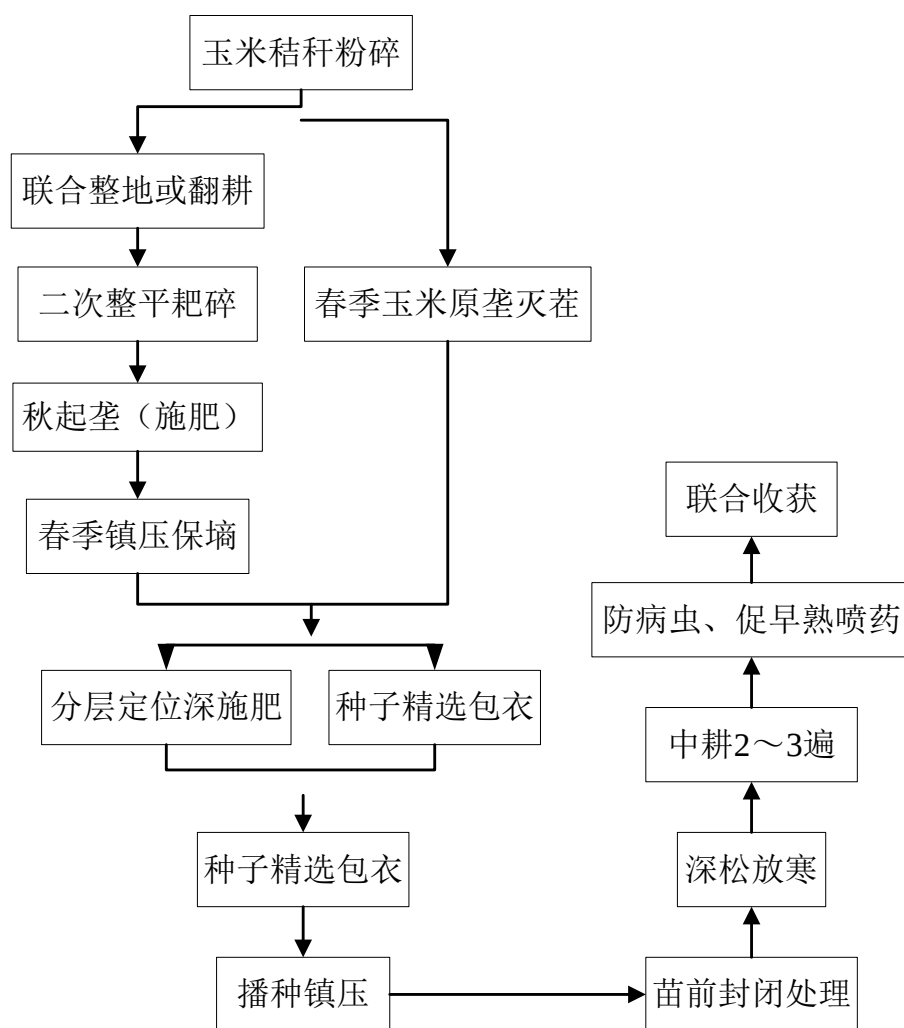
业，采用联合整地机或大犁进行基础整地，再用耙类机械进行二次整平耙碎。

秋天用起垄机起 110cm 或 130cm 的大垄，同时进行秋施肥作业，满足条件的地方要进行秋施药。

第二年春天镇压保墒待播。秋天没能施肥的地块，可在春天播种前进行施肥作业，施肥要做到分层定位定量。施肥后要进行垄上镇压，为实现精播创造条件。大豆种子由种子公司统一提供，按种子生产标准清选、包衣、加工。播种时，根据品种特性，在 110cm 宽的大垄上采用垄上两行或三行模式播种；在 130cm 宽的大垄上采用垄上三行或四行模式播种。两行行距为 42cm~45cm；三行、四行，相邻两行的行距为 21cm~22.5cm。中间行降密播种，其密度为边行播量的 60%，播种量为 30~40 万株/hm²。采用几行播种，可根据实际情况而定。

也可以在玉米原茬上直接进行大豆免耕播种作业。玉米茬先进行秸秆还田和灭茬作业，深施肥后再用免耕播种机直接播种。播后要镇压，并实施苗前封闭灭草作业。

出苗时要进行深松放寒中耕作业，深松深度要达到 30cm 以上。随后，还要进行两到三遍中耕，进一步提高地温，并完成机械灭草。在农垦辖区，盛花期和结荚期可进行飞机航化作业，喷施防病灭虫和促早熟药物；地方种植户，可使用喷杆式喷雾机完成上述作业。当大豆水份接近 15%时，进行联合收获。



三、关键环节技术要点

（一）“三秋”作业

1. 秋喷药。秋季混土喷药，利用冬季到春季的冻融过程，使药剂与土壤充分接触，形成一定深度的药层，提高除草效果。药剂配方可选择 72%都尔 2000~3000ml/hm² 或 96%金都尔 1200~2000 ml/hm² 加上 50%速收 120~150g/hm²。作业时，可采用联合作业或喷药后即耙地混土方式，易挥发的农药混土深度要大于 10cm，一般农药浅耙至 2cm~3cm。

2. 秋整地。松、耙相结合，可采用大马力拖拉机，配备联合整地

机进行复式作业。作业时，相对于前茬播向成 30 度角斜向作业，作业深度为 30cm 以上。作业时行驶速度为 5~9km/h，可同时完成灭茬、深松、碎土、平地作业，减少土地压实。其中，深松对改良土壤是最有效的。大豆根系在耕层 30cm 以下仍有根瘤，深松基础好，打破犁底层，能增强土壤通透能力，促使根系发育、下扎，给大豆生长发育创造适宜的土壤环境。中耕时垄底深松，耕深也不能浅于 30cm，最浅也要打破犁底层，形成地下水库，可提高自然降水的利用率。联合整地后再重耙一遍，耙深 15~20cm，使土壤松软平整、颗粒均匀；重耙后再进行耕耘机作业，耕深 15~20cm，进一步使土壤平整、通透、细碎。

3. 秋起垄。使用带整形器的起垄机械对平整后的土地进行垄体深松起垄作业，要求垄向笔直，百米弯曲度不超 2cm，行距符合标准，偏差小于±2cm，结合垄偏差小于±5cm。垄体要饱满，垄高要达到 20cm 以上，各垄间高低差应小于 2cm。地头起落整齐，出入垄一致，误差小于 30cm，起垄要到头、到边。

（二）种子精选。播前进行种子的机械精选。在剔除破瓣、病斑粒、虫蚀粒、青秕粒和其它杂质后，采用更换筛片的方法再进行分级粒选，将大粒和小粒种子分开，保证粒径均匀，并且要保证纯度达到 99%，发芽率达到 90%以上，即达到二级良种标准。

（三）种子加工。选用防治根腐病效果较好的 35%多克福种衣乳剂拌种，用量为种子量的 1.3%~1.5%。用机械进行包衣处理，包衣时的气温不能低于 0℃，否则种衣剂附着不上或不均匀。包衣后的种

子闷种一周再播种，防治效果会更好。

（四）施肥。施肥水平可为亩施肥纯量 10 公斤，其中氮 3.5 公斤、磷 4.5 公斤、钾 2 公斤。磷肥施肥方法为留 3.5 公斤的商品量做种肥，剩余磷肥做基肥分层施入，第一层在种下 3cm~5cm，第二层在种下 8cm~10cm。氮肥前期施 2/3，全部做基肥，同剩余的磷肥一起分层施入，余下 1/3 主要是在花荚期做叶面肥，喷施 2~3 次，每公顷用量为 7.5kg。

（五）播种。当连续 5 日 5cm 耕层温度稳定通过 7℃时，开始播种。一般是在 5 月上旬。要适时播种，确保在 5 月 15 日前播完。播种机应能完成大垄三行播种作业，种子粒距均匀、深度一致。每公顷保苗设计为 28~38 万株，可根据品种的熟期、杆的强弱、结荚习性等特点，适当调整播种密度。播种深度以镇压后 3~3.5cm 为宜。

（六）封闭灭草。播种后及时镇压，并进行封闭喷药。土壤处理每公顷用 88%异丙甲草胺 1.8kg，加上 50%速收 50~70g 和 75%噻吩 40g。为保证药效，药液量应在 350kg/hm² 以上。风力在 3 级以上时不能作业。

（七）中耕作业。第一遍中耕作业也称深松放寒，深松的深度要达到标准要求，把寒气放出来，增加地温，促进大豆苗生长发育。第一遍中耕在大豆显行时进行，主要以深松、放寒、增温、保墒为主，深松放寒深度要达到 30cm 以上，以深松后不起粘条为准。深松必须要合理搭配前浅后深的两个深松钩，前钩深度 18cm~20cm，后钩深度 28cm~30cm。同时，整机深松钩后边必须配带梳齿式护苗器和碎

土镇压装置，提高机车作业速度，保证不压苗、不伤苗、不散墒。

第二遍中耕在第一遍中耕后 5d~7d 进行，主要是三杆齿（四杆齿）深松，可视条件决定是否配带小铧，要求中间杆齿结合第一次放寒，深度要达到 28cm~30cm，两边杆齿深 8cm~12cm，并留 8cm~10cm 的护苗带，第二遍中耕要留有充足的活土（座土），为后期中耕培土、灭草打基础；第二遍中耕以后，视情况再进行第三次、第四次中耕培土作业。

最后一次中耕于大豆封垄前结束，以防过晚伤根，造成大豆损叶落花，上土厚度以到大豆子叶痕迹处为宜，相对提高结荚高度，为后期联合收获创造条件。

（八）植保作业。在农垦辖区，用农用飞机喷施叶面肥可以起到提质增产、促进早熟的作用。喷施微肥确保 2 遍以上，花期进行第一遍喷施，花荚期进行第二遍喷施。视情况可结合航化进行第三遍喷施。配方为：磷酸二氢钾 150g/亩+尿素 500g/亩+多元液体肥 100g/亩。同时加入杀虫药剂或防病药剂，兼治大豆食心虫、大豆灰斑病等病虫害。地方种植户，上述植保作业可使用喷杆式喷雾机完成。

（九）机械收获。在大豆叶片全部脱落、籽粒呈现本品种色泽、含水率达到 14%~20%时，开始收获。可采用大马力收获机进行收获，要求损失率小于 1%，破碎粒低于 0.5%，秸秆粉碎至长度 5cm 左右抛撒还田。坚持秸秆还田，不仅能够提高土壤有机质含量、肥沃土地，还能改善土壤的团粒结构，增强土壤的抗旱和耐涝能力，实现可持续发展。

四、机具配备参考方案

以经营规模 1500 亩为例推荐主要机具配套方案：

机具名称	用途	技术参数或特征	数量	备注
拖拉机	牵引联合整地机、铧式犁、深松机、重耙等机具	120hp 以上	2	四驱
	牵引播种机、起垄机	50hp 以上	2	四驱
联合整地机	玉米收获后联合整地	最大耕深 40cm	1	
翻转犁	玉米收获后整地	工作幅宽 1.5m~1.8m	2	
起垄机	播种前起垄	垄宽 110cm 或 130cm	2	
深松机	深松作业	最大深松深度 40cm	2	
播种机	大豆精量播种	根据垄宽选择 2~4 行机型	2	
植保机械	喷施化学农药	高地隙，400cm 以上 喷幅	2	自走式 喷杆喷 雾机
收获机	大豆联合收获机	自走式 4 行以上	1	

五、适宜区域

本模式主要适用于无霜期大于 110 天、有效积温大于 2200℃、年降水量 500 毫米以上的东北大豆主产区。主要包括黑龙江省、辽宁省、吉林省、内蒙古自治区东部等大豆主产区。大垄高台垄体对于促进土壤增温、增加土壤蓄水保墒能力、增强抗旱抗涝等方面有显著的效果。其中，黑龙江省北部高寒地区、内蒙古东部地区的最北部、吉林省长白山山区等积温不足地区应谨慎应用。

本模式适用于玉米、大豆轮作的种植模式，采用秋整地、秋起垄的整地模式。前茬玉米收获后进行秸秆处理，整地并耙平，秋天起大垄，翌年春播即可采用本模式。

六、典型案例

2015 年黑龙江省建设农场大豆高产创建面积 1 万亩。具体落实到 13 个地号上，农场采用“大垄高台”栽培技术模式，结合分层定

位定量深施肥，垄上精量点播、航化作业、健身防病、机械收获等综合配套技术，提高产量成效显著，辐射带动作用明显。

2015 年 9 月，经黑龙江省农垦总局和农垦北安管理局专家组联合测产验收，大豆攻关田实测亩产 251.15 公斤，万亩片实测亩产 237.13 公斤。比上年产量增加 27.13 公斤/亩。大豆按市场销售价格 3.8 元/公斤计算，亩产值 901 元，扣除成本费用 581 元/亩，纯效益达 320 元/亩。1 万亩大豆高产创建示范片为职工创造利润 320 万元。全场种植大豆 15.13 万亩，平均增产 14.8 公斤/亩，增收总额 850.9 万元。

大垄高台匀植和行间降密栽培模式是将 65 厘米两条垄上的 4 行变成 110 厘米垄上的三行，使耕地利用率提高了 27.1%，通过改装播种机的排种盘，使中间行的密度降为边行的 60%，让群体分布更加合理，光能利用率增强。通过实践，在夏季阴雨寡照的条件下，表现出了极强的抗旱耐涝能力，大豆亩产突破 250 公斤，促进了职工增收、企业增效。

该项技术经过几年来的不断推广应用，大豆产量逐年增加，为此，黑龙江省建设农场多次被评为农业标准化优秀单位、农业标准化达标年活动优秀单位等称号。

内蒙古东部大垄高台宽窄行大豆全程机械化生产模式

一、模式概述

自上世纪八九十年代始，内蒙古东部示范推广以大垄高台双（三）行大豆密植超高产栽培技术（即传统垄二（三）栽培），取得良好的效果。然而，对于位于内蒙古东部旱区大豆种植来说，由于气候等诸多条件所限，等距双行或三行种植大豆采光差，地温较低，种植密度不匀、群体分布不合理、田间管理粗放、水肥条件利用率不高，致使大豆产量和效益偏差。

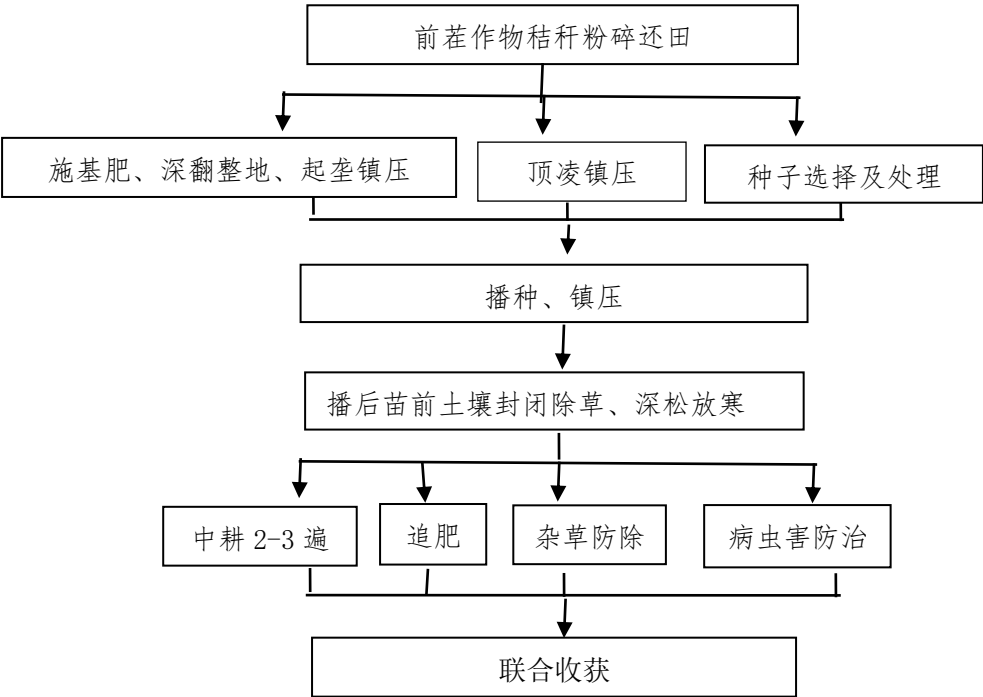
基此，将垄上三行与大垄高台栽培技术进行改进和融合，形成了大垄高台宽窄行大豆全程机械化生产模式。该模式是在 65cm 垄上 2 行（或 3 行）精量播种技术的基础上改进的一种大豆全程机械化栽培模式，主要体现在小垄改大垄，增加了垄的高度，结合了宽窄行相间播种模式，具有抗旱、抗涝、通风好、群体分布均匀、整齐度高、稳产、高产等优点，又具有大垄高台的抗旱抗涝、增加地温、便于管理的特点，二者结合使这项技术为广大农户所欢迎。

推广大垄高台宽窄行大豆全程机械化生产模式，减少土壤蒸发面积保墒，减少散热面积提高地温，春季出苗可以提前 2~3 天，延长大豆的生长期，缩短发芽期；大垄高台缩小行距，扩大株距，增加群体密度，提高光能利用率，使大豆出苗、分枝、开花、结荚、成熟等生长时期更加集中，结荚数量增多，便于机械化收获，并有效地抢夺农时；通过“缩垄增行”，提高土地综合利用率，增加了大豆产量。

该生产模式在保证产量和品质的前提下，促进大豆早熟和机械化生产效率的提高。通过田间观测和实际产量对比，大垄高台宽窄六行栽培技术具有种植机械化程度高、封垄早、植株群体生长旺盛、产量稳定等优点。

二、技术路线

上年秋季作物机械收获作业同时，将秸秆粉碎并全量深翻还田、施基肥、耙地、起垄、镇压，达到待播状态；翌年春季在表层土壤解冻 3cm~5cm 时顶凌镇压，适时进行精量播种；播后及时镇压；适时进行深松放寒，中耕、追肥和病虫草害防治；大豆成熟后适时进行机械化收获。



三、关键环节技术要点

（一）地块选择及前茬作物秸秆还田。选择地势平坦、土层深厚的沙壤土、壤土或轻度盐碱土，集中连片地块，以便于机械化作业。

前茬以玉米、薯类等为宜。

前茬玉米收获后秸秆立即粉碎还田，秸秆粉碎长度应小于 10cm，残茬高度应低于 8cm，秸秆还田后用铧式犁翻耕，翻耕深度 30cm，将秸秆全部翻埋入土。

（二）整地。在适耕期，耕松土壤后，耙耱平整，耕层土壤应达到地平、土碎、墒足、无残茬杂物、上虚下实标准。有灌溉条件的可结合秋耕地进行冬汇地、早春顶凌耕耱，促进土壤熟化，提高地温，消灭病虫害。

（三）播前起垄。有深松基础的地块，用大 hp 拖拉机和配套的大型重耙和灭茬机进行作业，秋收后进行重耙或旋耕灭茬起垄。没有深松基础的地块，用大 hp 拖拉机和配套的大型深松犁或深翻联合整地机，在对秸秆二次粉碎的基础上进行深松或深翻联合整地，深度不小于 30cm，2~3 年进行一次。整地一般选用格兰 360 联合整地机、进口格兰或雷肯深松（或深翻）整地机。利用大 hp 拖拉机和配套的大型起垄机起垄作业，起垄垄体高度为 18cm~20cm (H)，垄底宽度 130cm(S)，顶部宽度 100cm~120cm (L)。

（四）种子选择及处理

1.种子选择。因地制宜地选择经过本地试验、示范，表现耐密、抗逆性强、早熟或中早熟、优质、高产、抗病、适合机械化收获的审定品种。

2.种子处理。选用整齐饱满、发芽势强、发芽率高、无病虫害的种子。种子净度要达到 99%以上，发芽率在 98%以上，含水量不高

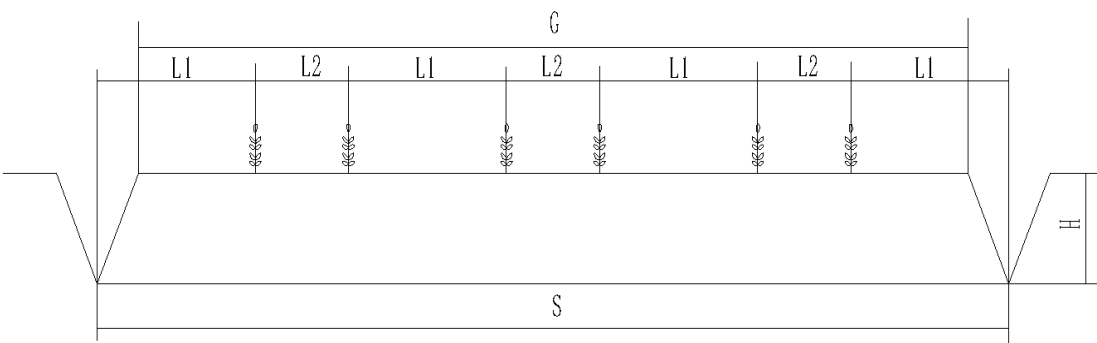
于 12%。根据大豆主要病虫分布危害情况，种子选用大豆专用包衣剂拌种，防治大豆潜根蝇及根部病害。

（五）播种。选择可一次完成施种肥、播种和覆土作业的豆类精量六行播种（穴播）机。播种机（穴播）要按各项技术指标调试到位，达到安全使用状态。

1. 适时播种。根据大豆品种生长期和当地无霜期的长短确定适宜的播期，晚熟品种适当早播，早熟品种适当晚播，避免霜冻危害。大豆适宜播种期为5cm~10cm土层的日平均温度稳定通过8℃~10℃。一般5月上中旬播种。

2. 播种深度。播种深度因气候、土壤和种子籽粒大小等条件而定，播种深度应控制在3cm~5cm为宜。落籽均匀，覆盖严密。

3. 播种模式。如图所示，采用垄上宽窄行六苗带模式，合理密植，宽、窄行交替设置，相邻两苗带宽行间距 22cm(L1)，窄行间距为 13cm(L2)。



大豆宽窄六行栽培模式示意图

图中：S—垄底宽度 130cm G—顶部宽度 100cm~120cm H—起垄垄体高度 18cm~20cm L1—宽行苗带行距 22cm L2—窄行苗带行距 13cm

4. 播种机调整。播种前，应按该技术模式要求，将播种机开沟排种器的行距进行调整为宽窄行种植模式，即两外侧开沟排种器与播种机地轮（或垄沟沟底）的距离为220mm，然后以窄—宽—窄—宽—窄种植模式调节其它开沟排种器间距，宽行开沟排种器之间间距为220mm，窄行开沟排种器之间间距为130mm。

5. 播种量。精量或半精量播种，播种量为82.5kg/hm²～97.5kg/hm²。

6. 施基肥。种肥选用颗粒状复合肥或缓释肥，N、P2O₅、K₂O的比例为13～15:19:12，施肥量195kg/hm²～225kg/hm²。

（六）田间管理

1. 追肥。追肥主要在花荚期、鼓粒期等关键时期追施。追肥一般喷施叶面肥，使用配套的植物保护机械作业。

2. 杂草防除。田间杂草较多时，可在大豆播前1～3天进行机械除草，最好与播种连续作业，严防松土后土壤跑墒。

在大豆播种后出苗前，进行土壤喷雾封闭除草。在大豆出苗后1片～2片复叶期，进行茎叶喷雾除草。

3. 病虫害防治。根据病虫害发生情况选择适宜药剂使用植保机械喷雾防治。

4. 放寒增温。利用120hp以上拖拉机和相配套的大型中耕机进行中耕（第一遍中耕配套深松铲进行垄体间隔深松），中耕深度250mm～300mm，达到放寒增温、蓄水提墒，促进土壤养分释放的目的，为根系生长创造良好环境条件。

（七）机械收获。叶片全部脱落、豆粒归圆、籽粒含水量降至17%以下时进行机械收获。

四、机具配备参考方案

以经营规模 1000 亩为例推荐机具配套方案：

机具名称	用途	技术参数或特征	数量	备注
拖拉机	牵引秋季深翻犁	120hp 以上	1	四驱
	牵引播种或苗期深松机	30hp 以上	3	四驱
深翻犁	秋季深翻作业	5 铧、幅宽 175cm	1	翼铲式带碎土装置
重耙	深翻后机械碎土作业	缺口偏置重耙，作业幅宽 3m	1	缺口偏置式
起垄机	大垄高台起垄作业	作业幅宽 3.9m	1	
镇压器	起垄后机械镇压作业	圆筒形折叠镇压器	1	根据作业幅宽选择
深松机	苗期深松追肥作业	2 铧、130cm 以上耕幅	3	带防端土切刀
播种机	精量播种	牵引式、3 个播种体	3	垄宽 130cm 垄上六行
植保机械	喷施药剂和叶面肥	6m 以上喷幅	1	悬挂式或自走式
收获机	籽粒收获	自走式，幅宽 390cm 以上	1	自走式联合收获

五、应用提示

（一）秋季作物成熟后及时抢收的同时实施秸秆粉碎还田作业，秸秆粉碎的长度不超过 10cm，其含水量在 30%以上，有利于秸秆腐烂与土壤紧密结合。

（二）秸秆粉碎翻压机械最好选用专用秸秆还田机、犁臂式翻转犁。

（三）大垄高台起垄后，及时镇压，春播前顶凌镇压，主要目的是春季保墒提墒。

（四）对于未提前进行秋整地、起垄作业的地块，尤其是土壤粘重、含水量高的平川地以及低洼易涝地应谨慎应用。

（五）大豆播种密度不宜过高，该模式增加了单株大豆的分布面积，使群体分布更加合理，而不是为了增加密度。因此，尤其是生长旺盛、有分枝的品种，更应注意种植密度不宜过高。

（六）播前对种子进行精选和包衣处理。该模式采取机械精量播种，播前必须对种子进行精选、种衣剂包衣处理。

六、适宜区域

本模式主要适用于积温在 $1800^{\circ}\text{C} \sim 2600^{\circ}\text{C}$ 、年平均日照在 $2500\text{h} \sim 3100\text{h}$ ，降雨量在 $370\text{mm} \sim 510\text{mm}$ 的干旱、半干旱的雨养农业种植区域，尤其对于春季风沙大、旱情重、出苗难、保苗差、土壤瘠薄的地区，效果更加明显；对于土壤肥沃，产量高，但存在风蚀、水蚀、黑土流失和春旱较重的地区也有十分显著的效果。

对于未提前进行秋整地、起垄作业的地块，尤其是土壤粘重、含水量高的平川地以及低洼易涝地应谨慎应用。

七、典型案例

近两年，呼伦贝尔丰华家庭农场、阿荣旗瑞盛农牧有限公司应用“粮豆”轮作模式，大豆种植中采用了大垄高台宽窄六行栽培，与传统种植模式相比，出苗整齐健壮、长势好，其种植机械化程度高、封垄早、植株群体生长旺盛、产量稳定。特别是低洼地块，排水良好，无倒伏。

该模式增产 $26.1\text{kg}/\text{亩}$ ，增产率 19.1% ，增加纯收入 $91.4\text{元}/\text{亩}$ 。通过该模式的推广，将推动我区大豆主产区机械化生产规范化标准化作业，全面提高大豆综合生产能力，提升大豆产量和品质。同时机械

化程度的提高，保证了大豆的抢收、抢种，提高了大豆生产的安全性。大豆生产组织化、机械化、集约化、规模化程度将越来越高，农民群众将从繁重的体力劳动中解放出来，解决了农村劳动力不足的问题，也有利于我区农牧业的可持续稳定发展。

通过秸秆还田，增强了土壤的透气性能和有机质含量，改善土壤理化性状，节水、节肥、节药，保护生态环境，实现了耕地的可持续利用。机械深松整地，打破了犁底层，构建土壤水库和良好的耕层环境，为作物良性生长提供了保障。

黄淮海地区麦茬夏大豆免耕覆秸全程机械化生产模式

一、模式概述

黄淮海地区农作物大多为一年两熟，主要种植作物以冬小麦为主，夏季作物品种繁多，以玉米，大豆、花生，薯类居多，其中夏大豆种植面积在 3000 万亩左右。该区域小麦收获时产生大量的秸秆，传统播种方式为人工清秸或旋耕灭茬后借用小麦条播机播种或人力耩播，现有机械作业模式多为旋耕灭茬播种复式作业，或小麦低茬收割同时粉碎抛撒后机械条播，致使适时播种质量难以保证，严重制约了大豆生产水平的提升。

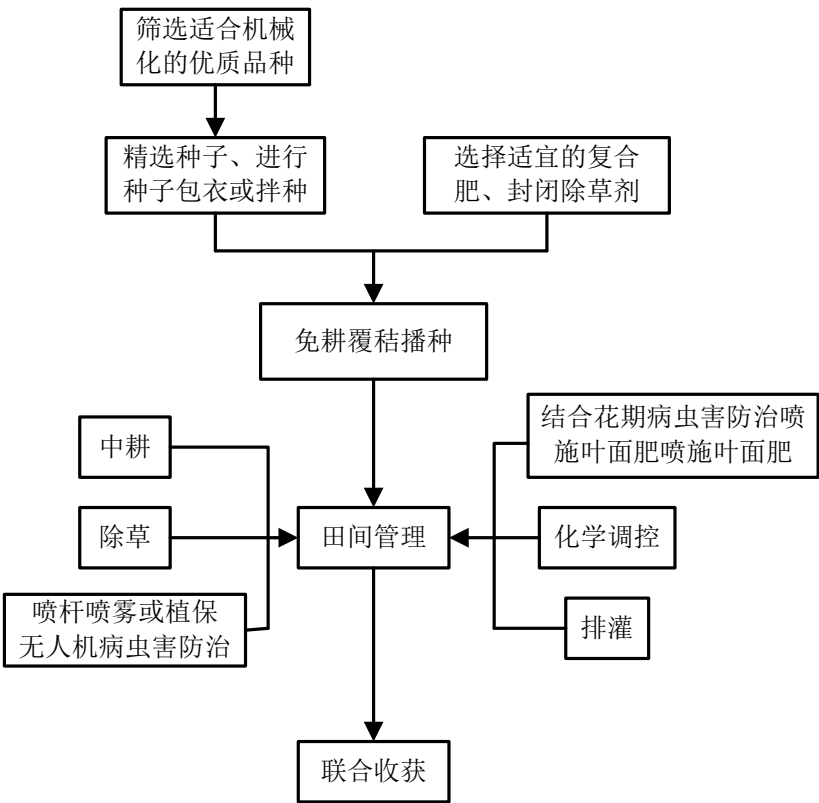
该技术是在前茬小麦机械收获并全量秸秆还田的基础上，集成根瘤菌接种、精量播种、侧深施肥、地下害虫防控、封闭除草、秸秆覆盖等单项技术的大豆种植技术体系。该技术模式应用机械化免耕覆秸播种技术，播种前秸秆转移、在无秸秆的洁区播种、播种后覆盖秸秆。秸秆转移的方式主要有秸秆横向抛洒、秸秆向后输送抛洒、秸秆行间集中覆盖等多种方式。免耕覆秸播种技术还集成了多种作业功能，在小麦原茬地上，一次完成“种床清理、侧深施肥，精量播种，封闭除草，秸秆覆盖”等作业，有效解决了全量秸秆还田的免耕播种难题。

通过实施本技术，实现了小麦秸秆的全量还田，解决了播种时秸秆堵塞，麦秸混入土壤后造成散墒，影响种子发芽，秸秆焚烧造成空气污染和有机质损失等长期悬而未决的难题。通过秸秆覆盖，提高了土壤水分利用效率，避免了土壤板结。同时还集成了多种作业环节，

降低了生产成本，实现了大豆生产节本增效。和常规技术相比，应用该技术可增产大豆 10%以上，水分、肥料利用率提高 10%以上，亩增收节支 60 元以上，同时秸秆全量还田且覆盖在耕层表面，避免土壤板结，提高土壤蓄水保墒能力，土壤肥力不断提高，水土流失减少，并可杜绝因秸秆焚烧造成的环境污染。

二、技术路线

小麦机械收获作业时，秸秆直接全量还田覆盖地表；使用免耕覆秸精量播种机进行免耕播种；播后及时喷施除草剂进行封闭除草；使用高地隙田间植保喷雾机或植保无人机适时进行病虫害防治和化控作业；大豆成熟后适时进行机械化联合收获。



三、关键环节技术要点

(一) 品种选择。选用高产、优质大豆品种；精选种子，保证种

子发芽率。每亩播种量在 3kg~4kg，保苗 1.5 万株；迟播适当增加密度。

（二）种子处理。应用清选机精选种子，要求纯度 $\geq 99\%$ ，净度 $\geq 98\%$ ，发芽率 $\geq 95\%$ ，水分 $\leq 13.5\%$ ，粒型均匀一致；按照每粒大豆种子接种根瘤菌 10^5 个~ 10^6 个的用量，均匀拌种以使根瘤菌剂粘在所有种子表面，拌完后尽快（12h 内）播种。

（三）小麦秸秆处理。该技术对麦秸长度及麦茬高度不作要求。综合考虑小麦收获成本及籽粒损失，建议小麦收获茬高 30cm，不对小麦秸秆进行粉碎、抛洒。

（四）播种。麦收后利用底墒抓紧抢种，宜早不宜晚；底墒不足时造墒播种或播后喷灌。采用麦茬地大豆免耕覆秸播种机进行精量点播，拨秸、开沟、施肥、播种、覆土、封闭除草、秸秆覆盖等作业工序一次完成，行距 40cm，播种深度 3cm~5cm。播种完毕，秸秆均匀地覆盖在地表。

结合播种亩施 0.5%毒死蜱微胶囊复合毒肥（N:P:K=15:15:15）10kg，侧深施入，肥料位于种侧、种下 3cm~5cm。

结合播种环节实施田间封闭除草，96%精异丙甲草胺、70%嗪草酮、80%阔草清按 30:10:1 混配，每亩施用 135g，兑水 15kg~20kg 均匀喷雾。

（五）田间管理。中耕 1 次~3 次。以行间深松为主，深度分别为第一次 18cm~20cm、第 2.3 次为 8cm~12cm，松土灭草。

根据苗期病虫害发生情况选用适宜的药剂及用量，采用喷杆式喷

雾机、植保无人机等植保机械喷施。大豆生长中后期病虫害的防治，应根据植保部门的预测和预报，选择适宜的药剂，遵循安全施药技术规范要求，依据具体条件合适的植保器械，按照机械化植保技术操作规程进行防治作业。结合花期病虫害防治喷施叶面肥。

根据大豆长势，适时进行化学调控。高肥地块大豆窄行密植由于群体大，大豆植株生长旺盛，要在初花期选用多效唑、三碘苯甲酸等化控剂进行调控，控制大豆徒长，防止后期倒伏；低肥力地块可在盛花、鼓粒期叶面喷施少量尿素、磷酸二氢钾和硼、锌微肥等，防止后期脱肥早衰。根据化控剂技术要求选用适宜的植保机械设备，按照机械化植保技术操作规程进行化控作业。

根据气候与土壤墒情，播前抗涝、抗旱应结合整地进行，确保播种和出苗质量。生育期间干旱无雨，应及时灌溉；雨水较多、田间积水，应及时排水防涝；开花结荚、鼓粒期，适时适量灌溉，协调大豆水分需求，提高大豆品质和产量。提倡采用低压喷灌、微喷灌等节水灌溉技术。

（六）高质低损收获

1. 选择适宜的收获时期。适期收获对保证大豆的产量和品质具有重要意义，大豆机械化高效低损收获需要严格把握收获时间，收获时间过早，籽粒百粒质量、蛋白质和脂肪含量偏低，尚未完全成熟；收获时间过晚，大豆含水量过低，会造成大量炸荚掉粒现象。机械联合收获最佳时期在大豆完熟初期，此期间大豆籽粒含水率在 20%左右，豆叶全部脱落，豆粒归圆，摇动大豆植株会听到清脆响声。

2. 机械化联合收获。采用联合收割机直接收获大豆，首选专用大豆联合收获机，也可以选用多用途联合收获机或借用小麦联合收割机，但一定要更换大豆收获专用的挠性割台。大豆机械化收获时，要求割茬一般 4cm~6cm，要以不漏荚为原则，尽量放低割台。为防止炸荚损失，保证割刀锋利，割刀间隙需符合要求，减少割台对大豆植株的冲击和拉扯；适当调节拨禾轮的转速和高度，一般早期的豆枝含水率较高，拨禾轮转速可适当提高，晚期的豆枝含水率较低，拨禾轮转速需要相对降低，并对拨禾轮的轮板加胶皮等缓冲物，以减小拨禾轮对豆荚的冲击。在大豆收获机作业前，根据大豆植株含水率、喂入量、破碎率、脱净率等情况，调整机器作业参数。一般调整脱粒滚筒线速度至 470~490 m/min（即滚筒转速为 500~650 转/min），脱粒间隙 30~34mm。在收获时期，一天之内大豆植株和籽粒含水量变化很大，同样应根据含水量和实际脱粒情况及时调整滚筒的转速和脱粒间隙，降低脱粒破损率。要求割茬不留底荚，不丢枝，总损失率≤5%，破碎率≤5%，含杂率≤3%。

四、机具配备参考方案

（一）精密免耕播种机具。黄淮海区域使用的精密免耕播种机可以一次完成深松、旋耕、化肥深施、播种、覆土、镇压等作业。与本模式配套，依据生产实际情况，推荐使用以下播种机：①国家大豆产业技术体系研制的 2BMFJ 系列大豆免耕覆秸精量播种机。②农业农村部南京农业机械化研究所研制的 2BYSF 系列全量秸秆覆盖免耕播种机。③河南洛阳鑫乐 2BMFD-6/12 型防缠绕免耕起垄播种机。④西安

亚奥 SGTNB-220Z5/9 型旋耕播种机。⑤河南豪丰 2BMSF-12/6 型旋耕播种机。⑥河南豪丰 2BMSF-4 型玉米-大豆精量播种机。

（二）田间植保机具。依据实际情况，现有的植保机具均可以用于大豆田间植保作业，如：华盛泰山 3WP-500G 高地隙自走式喷杆喷雾机、中农机 3WZG-650 高地隙自走式喷杆喷雾机、卫士牌 3WPG-600 型高地隙自走式喷杆喷雾机、中机美诺自走式 3920H 型喷杆喷雾机等。在无人机植保方面，广州极飞科技有限公司 3-XA-P20-10 型低空农用植保机，江苏大成航空科技有限公司 3WD2-10B 型多旋翼植保无人机，河南安阳全丰航空植保 3WQF120-12 型智能单旋翼悬浮植保机等均可用于大豆植保作业。

（三）收获机具。大豆收获优先推荐专用大豆收获机，依据实际情况，推荐农业农村部南京农业机械化研究所和山东亚丰农业机械制造有限公司联合研制的 4LZ-8 型大豆联合收获机、4LZ-2 型大豆联合收获机。另外雷沃重工股份有限公司、中联重机股份有限公司、洛阳中收机械装备有限公司生产的稻麦联合收获机配置饶性割台、依据大豆情况，调整脱粒清选部件参数，也可用于收获大豆。

五、适宜区域

本模式主要适用于黄淮区域小麦收获后的夏大豆全程机械化生产。主要区域包括北京市、天津市、山东省、河北省、河南省、安徽省和江苏省淮河以北、山西省南部、陕西省关中地区在内的黄淮海麦茬夏大豆产区。该区域年降水量 400mm-1000mm，自南向北递减。无霜期为 170d-240d。

该区域农作物大多为一年两熟，主要冬季作物以冬小麦为主，夏季作物包括玉米、大豆、花生、薯类等。本模式适用于麦茬夏大豆生产过程。该地区人口密度较大，人均耕地面积两亩左右，土地利用率较高。在目前土地流转政策鼓励下，土地集中种植的面积逐年增加，经营规模从上百亩到 2000 亩左右不等，种植区以平原为主，有利于实现全程机械化生产。

六、典型案例

为了对比免耕覆秸精量播种、灭茬后常规机械播种和人力小耩播种等三种大豆种植方式的生产效益，2011 年在河南省许昌市农业科学研究所试验地进行对比试验。试验地土壤类型为砂姜黑土。试验采用裂区设计，主区设免耕覆秸精量播种、常规机械播种和人力小耩播种 3 种处理，副区设置间苗，等行距播种，行距 0.4m，小区面积 255m²，3 次重复，田间管理按常规进行。所有处理于 6 月 11 日播种，免耕覆秸精量处理直接播种，播种量为 67.5kg/hm²；常规机械播种、人力小耩播种处理在播种前利用秸秆粉碎还田机灭茬 2 次，播种量分别为 90 和 112.5kg/hm²。6 月 16 日出苗后 22d 进行人工间苗，留苗密度为 25.5 万株/hm²。试验品种为中作 AG2，免耕覆秸精量播种机型号为 2BMFJ-3B 型，常规条播机为河南省豪丰机械制造有限公司生产的 2BJM-2(4) 型条播机，人力小耩播种机由河南省许昌县机械厂生产，4J-180B 型秸秆粉碎还田机由河南省豪丰机械制造有限公司生产。

在大豆成熟期，按 W 型 9 点取样法每点取样 15 株，测定株高、分枝数、节数、茎粗、单株荚数、单株粒数；按 W 型 9 点取样法每个

样点 1m²，按处理脱粒计产。成本估算以公顷为单位进行，包括用工、种子、机械、地租等费用。种子、收获的大豆价值按照市场价格计算，其中种子为 10 元/kg，大豆为 4 元/kg；免耕覆秸精量播种和常规机械播种费用均为 105 元/hm²；常规机械播种和人力小耨播种需要灭茬 2 遍，费用为 450 元/hm²；收获费用均为 450 元/hm²；地租为 6000 元/hm²。人工间苗费用按照用工量计算，免耕覆秸精量播种、常规机械播种、人力小耨播种处理用工量分别为 7.5、15、30 个，费用按照 40 元/个计算。

对三种播种方式进行效益对比分析。麦茬免耕覆秸精量播种方式与黄淮海夏大豆区普遍采用的灭茬后常规机械播种、人力小耨播种方式相比，植株发育状况得到改善，每公顷可增产 96 和 180kg。免耕覆秸精量播种较常规机械播种、人力小耨播种每公顷节省种子投入分别为 225 元和 450 元，减少灭茬投入 450 元，产值分别增加 378.60 元和 714.45 元，净利润较常规机械播种、人工小耨播种每公顷分别增加 1053.60 和 2109.45 元。

麦茬免耕覆秸精量播种方式可实现精量播种和秸秆覆盖的有机结合，降低了用工成本，提高了产量及生产效益，在黄淮海地区夏大豆生产中具有显著的节本增收效果。

甘蔗中型机具系统全程机械化生产模式

一、模式概述

本模式主要针对与 80-130kw 级甘蔗收割机为核心的机械装备系统作业能力相适应的生产基地。该模式产区的总体特征是，区内地形条件复杂，土地大规模宜机化整治成本偏高，生产单位或蔗农较多，机械化观念、技术水平参差不齐，导致土地、种植和品种各项规划、砍运计划等机械化作业面一致性要素有待改善提升，机械装备系统的单位作业地块规模、净作业时间和综合作业效率受限，采用 80kw~130kw 级甘蔗收割机及配套的机具系统是现阶段该模式条件下较经济、合理的选择。该模式目前主要适用于以下三类生产方式：一是甘蔗宜机化生产技术标准尚未能严格统一实施的农村集体经营、分户管理的生产组织方式；二是甘蔗农机社会化、市场化服务水平发展快于甘蔗宜机化生产技术水平的地区；三是处于甘蔗生产全程机械化试验探索阶段的地区。该模式的技术路线与大型全程机械化生产模式基本相同。应特别强调模式区内各生产单位、生产农户扩大连续作业面积，便利原料蔗装卸运输，科学布局新植、宿根及各类熟期品种，统一种植标准，合理安排甘蔗种收计划。

二、技术路线

新植蔗：机械耕整地→机械种植→机械化田间管理（节水灌溉或水肥一体化、除草、中耕培土施肥、飞防…）→机械化收割→公路运输输入厂；

宿根蔗：蔗叶粉碎还田→机械化田间管理（平茬破垄松蔸、节水灌溉或水肥一体化、除草、中耕培土施肥、飞防…）→机械化收割→公路运输入厂。

三、关键环节技术要点

一台 120kw 级的切段式甘蔗收割机在我国目前的生产能力一般为 65t/d。按甘蔗亩产 5t 计，则一天可收 13 亩。一个榨季平均机收工作时间按 80d 计，则一台收割机一个榨季的生产能力约 1000 亩。即 1000 亩应是可实施中型全程机械化生产模式的合理较小规模。此外，单块地块长度达到 100m~200m 以上，单位地块大小 30 亩以上为宜，技术规范要点如下。

（一）品种选择。选用早生快发、分蘖旺盛、封行迅速、成茎率高，直立抗倒、易脱叶，易砍不易裂，对土壤压实不敏感的早熟高糖、强宿根、高产多抗的适应机械化良种健康种茎。

（二）耕整地和深松。拖拉机牵引四铧犁翻耕，耕深 30cm 左右，采用中型旋耕机或轻耙碎土平整，碎土深度不低于 25cm，使土壤细碎疏松。重新翻种的宿根蔗地，先用拖拉机配套旋耕机打碎蔗兜，再进行翻耕和碎土。

以较好地力条件下一新三宿的甘蔗生产制度为例，一般在翻种时结合耕整地进行深松（即 4 年深松一次），根据需要也可以在宿根季结合破垄松蔸或中耕培土时进行行间深松。深松作业适宜的土壤含水率 15%~25%，深度 30cm~40cm。

耕整后的苗床要求地头整齐、土壤松碎、地表平整。

（三）种植。采用等行距实时切种式联合种植机进行开沟、施肥、播种、施药、覆土、盖膜联合作业。等行距种植行距 1.2m 以上，开沟深度 30cm~35cm，施基肥后覆薄土下种，下种深度 20~25cm。配备熟练的机手和下种工人，机械行进匀速稳定，蔗种喂入及时、均匀，不断垄。

（四）田间管理。采用拖拉机配套中耕、植保等机具进行田间管理作业。田间最后一次中耕作业（施肥、用药及中耕培土联合作业）以拖拉机底盘及中耕机机架不伤蔗稍为原则，在甘蔗分蘖盛期至拔节初期，甘蔗株高（最高可见肥厚带处）一般在 50cm~60cm 或以下，采用拖拉机配套犁铲式或旋耕式中耕施肥培土机进行，耕层深厚松碎或砂质土也可采用圆盘犁式中耕施肥培土机进行。作业深度在 15cm~20cm，培土高度 15cm~25cm。

（五）机械化收割。以 80kw~130kw 级切段式收割机为主收割方式。根据道路条件、原料蔗贮放点设置、作业地块大小、收割效率、农户间协调情况和公路运输距离等，合理选择配备田间运输拖卡、铲斗车、料袋装卸车和公路运输车等，保证收获甘蔗能在 24h 内进厂压榨。

选取成熟度一致、产量水平相当、品种特征（如脱叶性、抗倒伏性、蔗茎组织松脆度）相近的连片地块集中作业；田间转弯调头空间不足的应先行收割田头甘蔗以留出转弯调头空间，收割后整平垄沟，便于机具行走。

收割宜在蔗地干爽条件下进行，田间转装车辆须由田头出入，沿沟内行驶，不得横跨垄沟碾压蔗蔸。

（六）宿根蔗管理。拖拉机配套相关机具进行宿根蔗平茬、破垄松蔸、施肥有利于促进蔗蔸地下芽萌发，促进出苗、齐苗和壮苗。甘蔗砍收后在“冷尾暖头”、晴好气象条件下宜早进行。宿根出苗期温度低、较干旱的蔗区可结合覆膜增温保墒。

四、机具配备参考方案

1（一）耕整地。采用 60kw~70kw 动力拖拉机，配套深耕犁、深松器、旋耕机等进行作业。

（二）种植。目前应用较多的为双行实时切种式甘蔗联合种植机，以 80kw 以上拖拉机为配套动力。

（三）田间管理。中耕施肥培土一般采用 36kw~47kw 中型轮式拖拉机为配套动力的中耕施肥培土机。应根据甘蔗长势确定作业窗口期和高地隙机型，避免作业时折损蔗梢。

植保多采用机载式喷杆喷雾机和背负式机动喷雾机，甘蔗拔节后可采用无人机进行植保飞防。

（四）收获及相关设备，以 80kw~130 kw 中型切段式联合收割机为主，配套田间转运车数量，以保证收割机作业、公路运输车装载不空等为原则。

如不设田间转运环节，集蔗车辆直接运蔗入厂或运至集中贮放点，除保证收割机连续作业外，还应全面考虑避免碾压蔗蔸、运输距离、车辆载重、装载效率和综合收益来进行车型选择和数量匹配。

例如：某糖厂提供适合行距行走、装载量为 12t~16t 的甘蔗运输车，平均运输距离 50km，同时考虑糖厂称重、抽检、卸料等环节和该功率段收割机的实际功效，该模式条件下一台收割机一般需配套 3~4 台该类型集蔗运输车辆。

此外，还有田间料袋收集、吊装、运输等其他类型机具系统，无论采用哪种方式，都应确保原料蔗 24h 内新鲜入榨。

五、区域特征

该模式产区在我国具备全程机械化条件和潜力的蔗区中所占比重最大。从地形条件上多为坡度 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 的地块，即便进行了土地连片集中整治，单位地块面积有所扩大，但整治后仍多数归返小农户自主生产管理，种植标准各异，机械化作业面一致性尚无法满足大型全程机械化的实施要求，是目前 80kw~130kw 级甘蔗收割机厂商之间主要的竞争市场。统一进行品种布局、标准化种植、统一安排种收计划应是该模式产区进一步推进全程机械化的工作重点。

该模式产区的气候条件与大型机具系统全程机械化生产模式产区无异。桂中南蔗区地处亚热带季风气候区，总体上光照充足，雨量充沛，雨热同季，年平均气温 22.3°C ，最高与最低的月平均温差达 16°C ，年降雨量 1350~1680mm，但近年来榨季雨水偏多对机收有所影响，年光照时数 1850h~1950h，基本无霜，旱坡地资源丰富。

滇西南蔗区属热带和亚热带气候，气候类型多样，地理条件复杂，年平均气温 $18^{\circ}\text{C} \sim 24^{\circ}\text{C}$ ，大于 10°C 的积温在 $6000^{\circ}\text{C} \sim 8500^{\circ}\text{C}$ ，热量、光照充足，榨季干旱、昼夜温差大，属甘蔗高糖区。

粤西、琼北蔗区地处热带-南亚热带，属海洋性季风气候区，光热资源丰富，雨量较充沛，地势平缓，榨季干旱，机械化尤其是机收条件总体优于其他蔗区，但台风对甘蔗生长影响较突出。

六、典型案例

案例一：零地租规模化联营生产全程机械化——广西扶绥渠黎“四联管”模式。该模式最大的特点是实现零地租、规模化、集约化、全程机械化生产，解决因土地流转租赁成本高企给经营者、农户、糖企、政府各方造成的压力与风险。该模式由当地农机部门牵头，制糖企业配合，将纳入“双高”基地规划片区的蔗地集中起来，蔗地经营主体仍为原地块村民，蔗地权属和经营主体不改变。蔗地经营方式：一是由农机主管部门和糖企通过村委、队干、村民小组、村蔗地联管委员会等动员协调蔗农代表根据农民意愿，将连片蔗地纳入联管规划片区，按照适宜全程机械化，特别是机收作业的要求进行重新规划整理，制定包括建设机耕道、推坡填沟、移除障碍物、捡石移石等内容在内的重新整理规划方案；二是土地整治结束后，蔗农按照原片区内土地面积比例通过抽签方式确定自己地块位置和权属；三是蔗农代表将联管规划片区内的蔗地委托给社会化服务组织开展以适宜机收为最终目标的全程机械化联管作业；四是为提高自身蔗地产量，蔗农可按照个人意愿和常规经验对自家蔗地进行除统一机械化作业外的施肥、剥叶、植保等精细化管理；五是统一进行机械化联合收获，联合收获的原料蔗按抽签后地块权属归该蔗农所有。该模式率先在渠黎镇蕾陇村实施 800 亩联管试点初步获得成功，2018/2019 榨季，平均亩

产值 2500 元，第一年蔗农纯收入 1000 元/亩以上，解放劳动力 150 人以上。

案例二：农机服务组织培育发展为特色的全程机械化——广东湛江地方蔗区生产全程机械化。广东各级农机推广部门以农机社会化服务组织（农机合作社或服务公司）建设为抓手，迅速提升甘蔗生产全程机械化社会服务能力。2018 年，通过省级乡村振兴战略专项——现代农业装备引进示范、区域性农机社会化服务发展能力建设资金项目，扶持 2 个大型、3 个中型农机社会化服务组织建设，在甘蔗收获机引进示范、作业、培训等方面给予项目资金扶持。其中大型农机社会化服务组织下达项目资金 320 万元，中型农机社会化服务组织下达项目资金 120 万元，项目资金以奖补的形式用于甘蔗收获机（包括甘蔗种植机）的引进示范、作业补助，每引进一台甘蔗收获机最高可使用项目资金奖补 10 万元，每收获 1t 甘蔗最高可使用项目资金奖补 25 元（每台机不得超过 4 万元）。

在政府、糖企、农机服务专业合作社、蔗农协同努力下，2018/2019 年榨季，甘蔗机收总量约为 14.6 万 t，单机作业量最高为 4450 多 t（徐闻符国恒机组），平均每机作业量约为 2000 多 t。农机服务专业合作社服务能力迅速提高，雷州市丰润农机服务农民专业合作社、遂溪县好帮手农业机械专业合作社、遂溪源泰农机服务有限公司还分别到广西、云南和海南蔗区实施跨区作业服务。

案例三：区域特色全程机械化——云南陇川甘蔗生产全程机械化示范。2018 年陇川县甘蔗种植面积 34.28 万亩。全县农业机械化总

动力达 36.57 万 kw，农机化水平超过 53%。拥有拖拉机 1.35 万台，其中：大中型拖拉机 2704 台，小型拖拉机 1.08 万台；甘蔗联合种植机 23 台，甘蔗切段式联合收割机 10 台，其中 2018 年新增 3 台。2018 年全县完成甘蔗机械化联合种植作业 3600 亩，甘蔗地机械化深松整地作业 5600 亩，甘蔗机械化联合机收作业 8600 亩，蔗叶粉碎还田作业 3700 亩。培育建立了 10 个农机专业合作社，作业服务面积占全县农机作业面积的 20%左右，生产全程机械化稳步推进。

甘蔗大型机具系统全程机械化生产模式

一、模式概述

本模式以实现大功率机械装备（以 250kw 级切段式甘蔗联合收割机为核心装备）高效率作业为主要特征，总体要求生产基地地势平缓（坡度 $\leq 10^\circ$ ），土地宜机化整治水平、生产规模化、组织化程度高，农机农艺高度融合，机械化作业面一致性好，机械化系统，尤其是机收系统运行协调性强。经营体制方面，具备实施该生产模式的条件和潜力的单位，包括制糖企业主导和扶持下的大型合作社标准化生产基地、国有大型农场以及具有充分的装备及技术储备的合作社、专业大户、家庭农场以及农业龙头企业。该模式的技术路线包括高标准机械化整地、适宜机械化的良种优质种苗、保苗机械化播种、改善田间生态环境、协调水肥供给的机械化田间管理、高质量减损机收以及碎叶处理技术等环节。该模式通过农艺服从农机作业规范、农机为甘蔗高产提供装备技术支撑，同时注重大型机具作业的土壤结构和地力维护，实现高水平全程机械化条件下作物生产力与土地生产力的协同提升。

二、技术路线

新植蔗。机械耕整地→机械种植→机械化田间管理（节水灌溉或水肥一体化、除草、中耕培土施肥、飞防…）→机械化收割→公路运输入厂；

宿根蔗。蔗叶粉碎还田→机械化田间管理（平茬破垄松蔸、节水灌溉或水肥一体化、除草、中耕培土施肥、飞防…）→机械化收割→公路运输入厂。

三、关键环节技术要点

一台 250kw 级的切段式甘蔗联合收割机在我国目前的生产能力一般为 200t/d。按甘蔗亩产 5t 计，则一天可收割 40 亩。一个榨季平均机收工作时间按 80d 计，则一台大型收割机一个榨季的生产能力约 3000 亩。同一地区最好有能满足两套大型机器系统工作的连片土地，即 6000 亩应是可实施大型全程机械化生产模式的合理较小规模。此外，单块地块长度达到 300m~500m 以上，单位地块大小 100 亩以上为宜。要求土壤有机质含量在中上水平，并注重地力的持续养蓄和提升，以缓解大型机械对土壤的压实和满足甘蔗多年宿根稳产的需要，其技术要点如下。

（一）品种选择。选用早生快发、分蘖旺盛、封行迅速、成茎率高，直立抗倒、易脱叶，易砍不易裂，对土壤压实不敏感的早熟高糖、强宿根、高产多抗的适应机械化良种健康种茎。

（二）耕整地和深松。采用大马力拖拉机牵引重耙耙地，犁地（耕深 30cm 左右），然后用拖拉机配套大型旋耕机或宽幅轻耙进行碎土平整，碎土深度不低于 25cm，使土壤细碎疏松。重新翻种的宿根蔗地，应先用拖拉机配套旋耕机破碎蔗兜，再进行翻耕和碎土。

以较好地力条件下一新三宿的甘蔗生产制度为例，一般在翻种时结合耕整地进行深松（即 4 年深松一次），根据需要也可以在宿根季

结合破垄松蔸或中耕培土时进行行间深松。深松作业适宜的土壤含水率 15%-25%，深度 30cm~40cm。

耕整后的苗床要求地头整齐、土壤松碎、地表平整。

（三）种植。采用宽窄行双行实时切种式联合种植机或预切段式联合种植机进行开沟、施肥、播种、施药、覆土、盖膜联合作业。根据甘蔗生产全程机具顺畅作业的要求，一般宽窄行种植的行距规格为 0.4m×1.4m，等行距种植的行距规格为 1.4m~1.5m。开沟深度 30cm~35cm，施基肥后覆薄土下种，下种深度 20cm~25cm，覆土厚度 3cm~5cm，并适度压实，若甘蔗萌芽出苗期低温、干旱较严重，可进行保墒增温覆膜。配备熟练的机手和下种工人（针对实时切种式种植机），机械行进匀速稳定，蔗种喂入及时、均匀，不断垄。

（四）田间管理。大型全程机械化生产模式由于行距宽、土表裸露空间相对增多，田间封行时间有所延迟，杂草为害加剧，对甘蔗苗期生长、分蘖群体建成及后续产量均可产生显著不利影响，应做好芽前封闭除草，苗后化学除草、机械除草相结合的综合防除措施。

田间最后一次中耕作业（施肥、用药及中耕培土联合作业）以拖拉机底盘及中耕机机架不伤蔗稍为原则，在甘蔗分蘖盛期至拔节初期，甘蔗株高（最高可见肥厚带处）一般在 50cm~60cm 或以下，采用拖拉机配套犁铲式或旋耕式中耕施肥培土机进行，耕层深厚松碎或砂质土也可采用圆盘犁式中耕施肥培土机进行。作业深度在 20cm 左右。

（五）机械化收割。用大型切段式甘蔗联合收割机收获。按实际收割效率、田间装载量和公路运输距离，合理配备田间转运车和公路运输车，保证收获作业顺畅，原料蔗能在 24h 内进厂压榨。

选取成熟度一致、产量水平相当、品种特征（如脱叶性、抗倒伏性、蔗茎组织松脆度）相近的连片地块集中作业；田间转弯调头空间不足的应先行收割田头甘蔗以留出转弯调头空间，收割后整平垄沟，便于机具行走。

收割宜在蔗地干爽条件下进行，田间转装车辆须由田头出入，沿沟内行驶，不得横跨垄沟碾压蔗蔸。

（六）宿根蔗管理。采用拖拉机配套相关机具进行宿根蔗平茬、破垄松蔸、施肥有利于促进蔗蔸地下芽萌发，促进出苗、齐苗和壮苗。甘蔗砍收后在“冷尾暖头”、晴好气象条件下宜早进行宿根管理。宿根出苗期温度低、较干旱的蔗区可结合覆膜增温保墒。

四、机具配备参考方案

（一）耕整地。采用进口液压重耙或国产超重耙耙地，配套 103kw 以上动力四驱拖拉机。犁地采用 73kw 以上动力拖拉机带悬挂犁。旋耕采用大型旱地旋耕机作业。

（二）种植。目前我国蔗区多采用国产实时切种式种植机，采用 88kw 以上动力拖拉机牵引，大地块工作效率可达 30~40 亩/天。

（三）田间管理。中耕施肥培土一般采用 88kw 以上动力拖拉机，配套中耕施肥培土农具作业。根据甘蔗长势确定作业窗口期和高地隙机型，避免作业时折损蔗梢。

大型高地隙喷药机目前主要为进口机型，甘蔗拔节后现多采用无人机进行植保飞防。

（四）机械化收割。采用 250kw 级大型切段式甘蔗联合收割机收获，配套田间转运车数量以保证收割机作业、公路运输车装载不空等为原则。

（五）公路运输入厂。根据实际情况，公路运输车可选择接驳田间转运车、原料蔗集中贮放点或甩挂车厢等形式，但均须遵循 24 小时内原料蔗新鲜入榨的要求。

五、适宜区域

该模式产区主要分布于桂中南蔗区经土地整治进行规模化集约经营的“双高”基地、滇西南蔗区规模化经营的“坝子”地以及粤西蔗区大部。该模式生产基地多地势平缓（坡度 $\leq 10^\circ$ ），生产经营者素质、管理能力、经济条件相对较好，机械化整体水平相对较高。如机耕率在 90%左右，桂中南、粤西有些生产单位的机收率达 10%。

从气候条件看，桂中南蔗区地处亚热带季风气候区，总体上光照充足，雨量充沛，雨热同季，年平均气温 22.3°C ，最高与最低的月平均温差达 16°C ，年降雨量 $1350\text{mm}\sim 1680\text{mm}$ ，但近年来榨季雨水偏多对机收有所影响，年光照时数 $1850\sim 1950$ 小时，基本无霜，旱坡地资源丰富。

滇西南蔗区属热带和亚热带气候，气候类型多样，地理条件复杂，年平均气温 $18^\circ\text{C}\sim 24^\circ\text{C}$ ，大于 10°C 的积温在 $6000^\circ\text{C}\sim 8500^\circ\text{C}$ ，热量、光照充足，榨季干旱、昼夜温差大，属甘蔗高糖区。

粤西蔗区地处热带-南亚热带，属海洋性季风气候区，光热资源丰富，雨量较充沛，地势平缓，榨季干旱，机械化尤其是机收条件总体优于其他蔗区，但台风对甘蔗生长影响较突出。

六、典型案例

案例一：制糖企业主导和扶持下的大型合作社全程机械化——广西扶绥东亚现代农场。针对大型机械价格昂贵、购机户融资渠道少、农机农艺融合度不高、经营管理经验不足、机械作业效率未能充分发挥、投资回报周期长等问题，广西东亚糖业集团通过借鉴国外先进机械化生产技术和管理经验，经过几年的探索，形成了“企业（技术指导）+服务队（作业质量）+农户（现代管理经验）”的经营管理模式。以制糖企业为主导，通过设备预付、购机贴息、关键环节作业补贴等支持方式，扶持种植大户、农机作业服务队，在蔗区内组织开展高效机械作业。在生产过程中，还聘请专家建立专业技术服务团队，开展质量跟踪和技术指导。

2018 年，广西南宁东亚糖业集团通过“现代农场”模式在崇左市创建全程机械化高效甘蔗生产示范点达到 6 个，核心区示范面积达到了 2.5 万亩，辐射面积 20 万亩，其中扶绥创建全程机械化高效甘蔗生产示范点 3 个，核心区示范面积 15000 亩，辐射面积 10 万亩。核心区示范从蔗园规划设计开始，引进适应大型联合收获机作业的 1.35m+0.5m 宽窄行起垄种植模式，应用土壤改良集成技术和精确定位导航自动驾驶系统，利用大型机械对蔗地进行整治、土壤改良、深松、耙地、平地、起垄、种植、管理、收获等高效作业。核心区甘蔗

产量平均达到 6t/亩以上，蔗农效益 131 元/t 以上，比传统种植增收 45 元/t 以上。

案例二：国有大型农场全程机械化——广东湛江广垦糖业集团。

广东农垦通过内部体制、机制的深化改革，进一步紧密甘蔗种植、加工环节一体化，加大力度推进全程机械化进程。2018 年湛江垦区新种甘蔗 19.2 万亩，其中机械化种植 9.1 万亩，机种比例达 47.4%。2019 年丰收、华海蔗区新种面积共计 5.95 万亩，其中机械种植 4.73 万亩，机种比例达 79%。目前机械化种植技术已相对成熟，职工的认可程度和接受程度已较高。2018/2019 榨季丰收、华海蔗区甘蔗机收费用约 67.8 元/t，比人工收获（152 元/t）下降 84.2 元/t，节本 55%。

广垦糖业集团拟进一步在土地规划整治、作业质量管控、完善考核机制、适应机械化和多年宿根的良好筛选推广以及农机精准化信息化配套方面加大力度推进全程机械化发展进程。

案例三：农机农艺融合技术创新为特色的全程机械化——广西来宾北回归线农业科技有限公司。该案例经营者是我国最早开展甘蔗生产全程机具装备研发和制造的民营企业之一。2011 年开始在广西廖平农场建立甘蔗生产全程机械化示范基地，开展机具的研发、示范推广以及农机农艺融合模式的探索和熟化。秉持“农艺服从农机作业规范，农机为实现高产农艺提供装备支撑”的理念，基地提出了机具作业无障碍的土地整理、作业效率优先的生产规划和作业质量的农艺标准评价的技术原则，建立了一套以宽行宽幅播种技术、杂草综合防除技术、高效营养管理技术、宿根蔗稳产技术为“四个重点”的机械化

农艺模式，历年甘蔗单产、收益均高于当地和全国平均水平，农机农艺融合特色鲜明。公司近年来聚焦机械化适应性良种的试验评价，已筛选出若干机收适应性强、耐土壤压实、宿根性强、高产稳产、抗寒抗病品种。某些优异材料特早熟高糖且糖分不易转化损失，有利于糖厂提前开榨，尤其在广西蔗区可有效改善榨季雨季重叠的机收障碍，延长机收有效作业期，提高作业收益，为后续大规模全程机械化的推进提供了重要的品种技术储备。