

主要农作物全程机械化生产模式

汇 编

农业部农业机械化技术开发推广总站

2017 年 12 月

目 录

水稻	1
北方稻区单季稻全程机械化生产模式	1
长江中下游稻区单季稻全程机械化生产模式	15
南方稻区双季稻全程机械化生产模式	27
西南单季稻区水稻全程机械化生产模式	38
玉米	49
东北单季玉米产区玉米全程机械化生产模式	49
马铃薯	56
北方一季区马铃薯全程机械化生产模式	56
中原两季作区马铃薯全程机械化生产模式	64
棉花	72
一年一熟区棉花全程机械化生产模式	72
油菜	83
冬油菜区油菜全程机械化生产模式	83
春油菜区油菜全程机械化生产模式	94
花生	100
黄淮海产区花生全程机械化生产模式	100
东北、新疆产区花生全程机械化生产模式	113
长江流域产区花生全程机械化生产模式	119
东南沿海产区花生全程机械化生产模式	125
大豆	131
东北地区大豆大垄高台全程机械化生产模式	131
甘蔗	140
平缓坡地及低丘陵地区甘蔗全程机械化生产模式	144
高丘陵地区（10~15°）甘蔗全程机械化模式	154
牧草	203
人工牧草(紫花苜蓿)全程机械化生产模式	203

北方稻区单季稻全程机械化生产模式

一、区域特征

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 120~220 天，横跨一、二、三积温带，常年活动积温 2550~4250℃，无霜期 120~150d，年降水量 450~1000mm，夏季降水量占全年降水量 60%以上，日照时数 2400~2700h，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。该区域水稻主要采用旱育稀植技术，即棚盘育秧、机械整地、机械插秧、机械收获模式，机械化水平较高，全程机械化的薄弱环节是秸秆处理、机械插秧、机械植保和烘干环节，主要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。

二、模式概述

我国北方单季稻生产全程机械化模式以秸秆处理、整地、育秧、插秧、植保、收获、烘干为主要环节，根据该区域以单季水稻为主一熟制种植生产的特征，完善水稻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，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，从而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；机插侧深施肥技术的应用，实现了化肥减施的目标；植保航化技术有效降低农药残留，将有效促进农业可持续和绿色生态发展。

三、技术路线

（一）技术流程图

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；东北一年一熟制地区机收后冬闲休耕，其他多熟制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。北方稻区单季稻全程机械化生产路线见图示：



轨道式播种机

可采用轨道式育秧播种机，有规模经营条件的可以采取育秧播种流水线，可一次性完成底土铺放、浇水、播种、覆土等工序。

2、耕整地环节



翻转犁



旋耕机

秋季深翻一年和春季双轴旋耕二年相结合进行秸秆还田。采用 65 ~ 90 马力拖拉机配套铧式犁或圆盘犁进行秋季深翻耕，耕翻深度 22 ~ 25cm。



搅浆平地机

整地采用搅浆平地机作业，达到整平耙细。

3、机械化种植环节



高速插秧机



水稻钵苗移栽机



侧深施肥插秧机



水稻直播机

采用高速插秧机作业，带侧深施肥的乘坐式水稻插秧机在插秧同时可完成在秧苗侧方进行定点定量施肥作业。有条件的地方可采用钵体苗移栽机，部分水源和温光热条件适宜的地区也可采用机械化直播。

4、植保环节



无人机植保



自走式高地隙喷杆喷雾机

无人机植保效率较高，但续航能力有限；自走式高地隙喷杆喷雾机适合水田、旱田种植的水稻、小麦、大豆等农作物喷洒农药。

5、收获环节



全喂入联合收割机

全喂入联合收割机适于稻麦类作物的收获。

6、粮食烘干环节



低温循环式谷物干燥机

低温循环式干燥机采用低温循环烘干，可有效保证稻米品质。

四、技术规范及机具配备

（一）技术规范

1、育苗播种

可以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 100 平方厘米播芽种 275 粒；钵形毯式苗播芽种 3800~4000 粒/盘，每钵播芽种 5~6 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 13~20cm。

2、机械化耕整地

旱整地与水整地相结合。旱整地要旱耕、旱平、整平耨沟，结合泡田打好田埂；水整地要在插秧前 5 天~7 天进行，使用拖拉机配搅浆平地机一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 18~22 厘米，翻地要求做到扣垡严密、深浅一致、不重不露；旋耕机耕整地时，要求耕整深度均匀一致，旋耕深度 14~16cm。

3、机械化移栽

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/平方米，5~7 株/穴，基本苗数 125~180 株/平方米。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 10~17cm 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 3-5cm 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 2~5mm 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。

4、机械化直播

部分水源和温光条件适宜的地区也可采用机械化直播方式。机械化直播比机械化育秧栽插减少床土准备、育苗、秧苗搬运、栽插等环节，一般仅需耕整地、催芽及播种 3 个环节。

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 5~8 粒，成苗 3~5 苗。杂交水稻每穴播种 3~4 粒，成苗 2~2.5 苗。

水稻机械化条播要求播种均匀，直而齐，一般漏播率 $\leq 5\%$ ，伤种率 $\leq 1.5\%$ ，穴粒数合格率 $\geq 85\%$ 。

5、机械化植保

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 50~200 微米，均匀喷施。自走式高地隙喷杆喷雾机，选择喷幅在 10 米左右，药箱容量在 500 升以上。

6、机械化收获

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洒装置，留茬高度不超过 10cm。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 $\leq 0.5\%$ 。

7、机械烘干

建议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 6~11min 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。

（二）机具配备

以 2000 亩作业面积机具配套方案：

机具名称	技术参数与特征	数量	备注
拖拉机	70 ~ 120 马力	2	
施肥机	撒肥宽度 12 ~ 16m	1	
铧式犁	耕幅 140cm，耕深 28 ~ 30cm	1	
圆盘耙	耕幅 140 ~ 230cm	1	
水田埋茬耕整机	耕深 10 ~ 16cm	1	
反转灭茬旋耕机	耕深 12 ~ 20cm	1	
水田起浆平地机	平整深度 5 ~ 10cm	1	
育秧播种流水线	作业效率>500 盘/h	1	
高速插秧机	6 行，行距 30cm	2	
手扶插秧机	4 ~ 6 行，行距 30cm	5	
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	40 吨机组，低温循环，含水率自动控制	1	

五、典型案例

以哈尔滨市方正县 4 个水田现代农机专业合作社应用该模式为例，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。其中实施水稻机插侧深施肥技术 450 亩、实施钵体育苗机械摆栽技术 4014 亩、高速机械插秧技术 5574 亩。

（一）区域面积分布

德善乡德善村：实施规模 3049 亩，其中钵育机械摆栽作业 1524 亩，

高速机械插秧作业 1525 亩。

宝兴乡石家村：实施规模 2094 亩，其中钵育机械摆栽作业 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、钵育机械摆栽作业 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。四个示范点分别依托于方正县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。

（二）机械化生产模式

以秸秆切碎深翻还田、搅浆平地、盐水选种、智能化浸种催芽、高速机插侧深施肥、平盘育苗高速机械插秧、钵育苗机械摆栽、节水灌溉、测土配方施肥、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。提高水田机械化作业水平。通过项目的实施，使全县水稻耕种收综合机械化水平达到 100%。

（三）效益分析

1、经济效益

项目实施，通过连片种植、大型机械标准化作业、应用先进的农机化新技术，节省人力物力，减少投入，实现“三减”目标，降低作业成本，提高粮食产量，促进经济效益大幅提升。该项目的实施，平均亩节本效益 34 元~49.7 元(钵摆)，增产效益 135 元（平盘高速插）~278 元（钵摆），亩节本增效 169 元~327.7 元。

水稻机插侧深施肥技术实施 450 亩效益。

节本效益：与人工相比节本效益 39 元，其中节省育秧成本 11 元/亩；节省用肥成本 18 元；节省施肥人工费 5 元/亩；节省喷药成本 5 元。

增产效益：增产效益为 180 元，与传统育插秧方式相比，机插侧深施肥技术减少了化肥的使用量，使化肥得到集中有效利用，从而实现增产，另外配套采用激光平地技术、搅浆平地技术、浅湿干节水浇灌技术、标准化育秧技术、机械化插秧技术综合增产 56 公斤/亩，按方正县水稻平均销售价格 3.2 元/公斤，每亩可增效 180 元。

水稻机插侧深施肥技术总节本增效 219 元/亩，项目实施 450 亩，总节本增效为 9.85 万元。

水稻钵体育苗机械摆栽技术实施 4014 亩效益。

节本效益：节种效益普通盘育苗用种 0.15 公斤/盘，24~26 盘/亩，则用种量为 3.6~3.9 公斤/亩。

钵体盘育苗：用种 0.036~0.06 公斤/盘，平均 0.048 公斤/盘，用秧量为 28~32 盘/亩，则用种量为 1.34~1.54 公斤/亩。

节种 2.26~2.36 公斤/亩，每公斤种子按市场平均价 7 元计算，每亩节省种子费用 16~17 元。

节工效益：以高速乘坐式六行插秧机与钵育摆栽机作业进行对比。钵苗摆栽机作业量 4~7.5 亩/小时，平均 5.75 亩/小时，平均 57.5 亩/天，用工量 5 人，每个工为 200 元，则工时费用为 17 元/亩。

普通高速乘坐六行插秧机作业量 2.5~4.5 亩/小时，平均作业量为 35 亩/天，用工量 8 人，每个工为 200 元，则工时费用为 46 元/亩。

钵苗摆栽机比普通高速插秧机节省人工费 29 元/亩。

节肥效益：节肥主要体现在苗床用壮秧剂，普通秧盘用肥费用为 3.6~3.9 元/亩，钵体秧盘用肥费用为 2.1~2.4 元/亩，用肥节资 1.5 元/亩。

节土效益：普通育苗用土费用 10~11 元/亩，钵体育苗用土费用 6~7 元/亩，比普通育苗节约用土费 4 元/亩。

节本效益总计为：节省种子费 16~17 元/亩，节省人工费 29 元/亩，节省肥料费 1.5 元/亩，节约用土费 4 元/亩，合计节本 50 元/亩。

增产效益：按 15% 计算，每亩产量按 580 公斤计算，每亩可增产 87 公斤，按市场价格 3.2 元/公斤计算，每亩增加效益 278 元。

水稻钵体育苗机械摆栽技术实施 4014 亩，节本增效为 50 元/亩，增产 278/亩，每亩节本增效 328 元/亩。4014 亩总节本增效为 132 万元。

水稻秸秆深翻还田高速机械插秧 5574 亩效益

节本效益：与人工相比节本效益 30 元，其中节省育秧成本 11 元/亩；节省用肥成本 12 元；节省施肥人工费 1.5 元/亩；节省喷药成本 5 元。

增产效益：增产效益为 160 元，与传统育插秧方式相比，示范区项目采用激光平地技术、搅浆平地技术、浅湿干节水浇灌技术、标准化育秧技术、机械化插秧技术综合增产 50 公斤/亩，按方正县水稻平均销售价格 3.2 元/公斤，每亩可增效 160 元。

亩节本增效：节本效益 30 元，增产效益 160 元，节本增效 190 元。项目实施 5574 亩共计节本增效 106 万元。

总效益：水稻机插侧深施肥效益 9.85 万元，钵育摆栽效益 132 万元，

秸秆还田高速插秧效益 106 万元，总计 247.85 万元。

2、社会效益

水稻生产全程机械化是一项技术含量多、密集程度高的综合增产增效生产方式，具有提高土地利用率、减轻劳动强度、实现“三减”目标、提高生产效率、节本增效等优势，必将替代传统的生产方式，向现代化农业发展。方正县拥有水田面积 100 万亩，如全部应用该项技术可增加产量(高插测深增产 50 公斤/亩，钵摆增产 87 公斤/亩，平均增产 68.5 公斤/亩)6850 万公斤，节本增效 2.81 亿元，经济效益巨大。该项技术大面积实施，还可以推动制盘业的发展，社会效益巨大。

3、生态效益

可减少了优质良田、林带的表土、山地的植被、草地、湿地采掘，对保护生态环境具有其重要意义。

长江中下游稻区单季稻全程机械化生产模式

一、区域特征

本模式适用于包括湖南、江西、湖北、安徽、江苏、浙江、上海六省一市的长江中下游单季稻区，其中，湖北、安徽、江苏、浙江、上海均以单季稻为主；湖南、江西以双季稻为主，但近年来单季稻面积明显增加。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 $14\sim 18^{\circ}\text{C}$ ，无霜期 $210\sim 270\text{d}$ ，年降水量 $1000\sim 1500\text{mm}$ ，平原盆地和丘陵山地相间，土地资源条件优越。农业生产采取多熟制种植模式，以单季水稻为主搭配其它作物周年生产，存在农时季节紧、茬口衔接难的矛盾。该区域单季稻生产机械化水平总体较高，水稻耕整、收获、植保已基本实现机械化，秸秆以机械化还田为主，全程机械化的薄弱环节是种植和烘干环节，主要制约因素为水稻生产经营规模小、育插秧环节多、种植效益不高、烘干设备投入高等。

二、模式概述

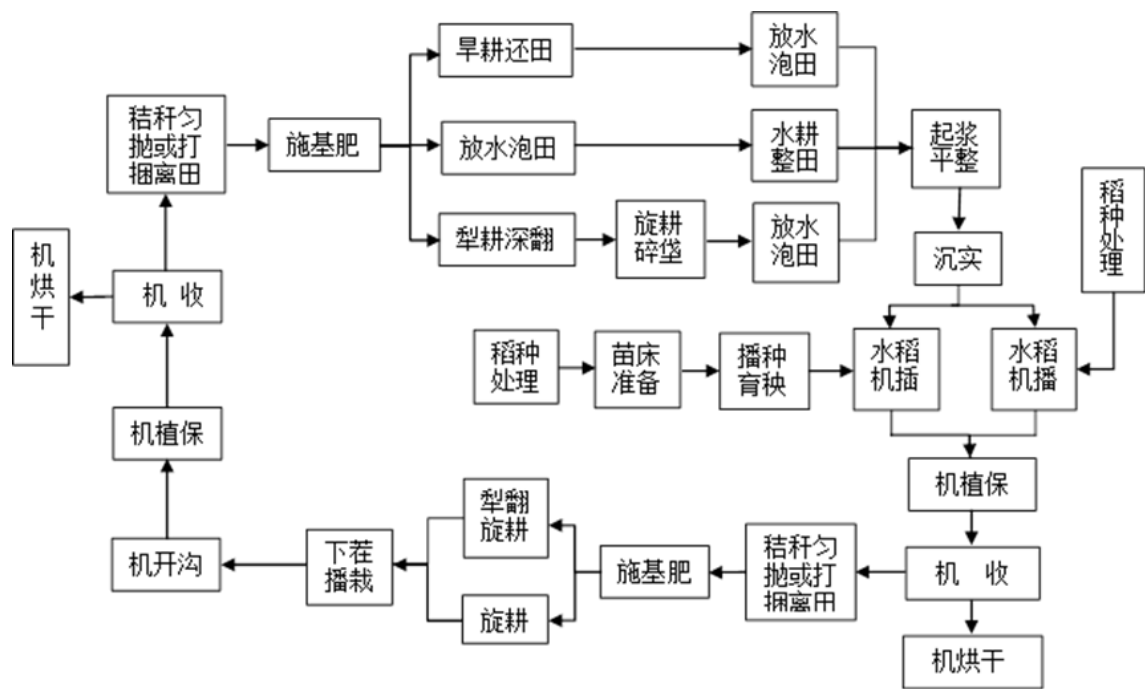
长江中下游单季稻全程机械化生产模式以耕整、种植、植保、收获、烘干、秸秆处理为重点作业环节，根据该区域以单季水稻为主搭配其它作物多熟制种植生产的特征，完善水稻全程机械化工艺路线、机具配套方案、技术要点、操作规程以及运行机制，逐步形成了机械耕整、种植、田间管理、收获、秸秆处理和烘干等作业环节，通过集成农机农艺技术，形成了一套比较完备的机械化工艺流程和装备体系，从而推动长江中下游单季稻生产机械化和标准化，实现生产过程机械化、装备配置科学化、

机械作业精细化，可减少能源及投入品的消耗，大幅降低生产成本，实现秸秆及水肥药的高效利用，达到保护环境、节本增效增收的目的。

三、技术路线

(一) 技术流程图

技术流程：前茬作物联合收获后，对秸秆进行切碎均匀抛撒或打捆离田处理；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，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；采用联合收获机作业，并对水稻秸秆切碎均匀抛撒或打捆离田处理；下茬作物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。长江中下游单季稻全程机械化生产技术路线见图示：



技术流程图

(二) 主要生产环节配套机具

1、育秧播种环节



育秧播种流水线

育秧播种流水线可一次性完成底土的铺放、浇水、播种、覆土工序。

2、耕整地环节



水田埋茬耕整机

水田埋茬耕整机可一次完成秸秆深埋、碎土起浆、平地等多道作业工序。



水田耕作



水田平整

水田平整主要用于完成水田的耙浆、碎土、埋茬、平地等工作。



液压翻转犁



圆盘耙

液压翻转犁主要用于完成埋茬耕翻作业，埋茬效果好；圆盘耙主要适用于农田的耕后碎土、播前整地、疏松土壤、土肥混合作业。

3、机械化施基肥



撒肥机

撒肥机用于播种、移栽前的基肥撒施作业。

4、机械化种植环节



乘坐式水稻插秧机



带侧深施肥的乘坐式水稻插秧机

带侧深施肥的乘坐式水稻插秧机在插秧的同时可完成在秧苗侧方进行定点定量施肥的工作。



水稻机械化穴直播

水稻机械化穴直播可直接把破胸露白的稻种播入耕整好的水田，比机械化育插秧少环节，成本低。

5、植保环节



担架式（推车式）机动喷雾机

担架式（推车式）机动喷雾机主要利用稻田水作业，药（母）液分置。



自走式高地隙喷杆喷雾机

自走式高地隙喷杆喷雾机适合水田、旱田种植的水稻、小麦、大豆等农作物喷洒农药。

6、收获环节



全喂入联合收割机



半喂入联合收割机

全喂入联合收割机多用于收割麦类作物，也可兼收水稻；半喂入联合收割机多用于收割水稻。

7、粮食烘干环节



低温循环式谷物干燥机

低温循环式干燥机可保证稻谷烘干品质。

四、技术规范及机具配备

（一）技术规范

1、品种选择

根据当地生态条件、种植制度、种植季节、生产模式等选择生育期适宜、优质、高产、稳产、发芽率和分蘖力较强的适宜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。

2、施基肥

采用 70~95 马力拖拉机配套撒肥机作业，要求调整好抛幅、抛施量，做到抛撒均匀。

3、机械化耕整地

水耕水整地：上水泡田 1~3 天，采用 70 马力以上拖拉机，匹配相应幅宽的水田埋茬耕整机，作业速度以 I~II 档为宜，作业深度 $\geq 12\text{cm}$ ，不漏耕、不重耕。

犁耕水整耕整地：采用 75 马力以上拖拉机配套铧式犁、圆盘犁及水田驱动耙，犁耕深度 18~26cm，耕深稳定性 $\geq 85\%$ ，碎土率 $\geq 80\%$ ，覆盖率 $\geq 80\%$ 。

旱耕水整地：采用 70 马力以上拖拉机，匹配相应幅宽的反转灭茬旋耕机、埋茬耕整机作业，还田作业速度以 I~II 档为宜，作业深度 $\geq 12\text{cm}$ 。耕整后上水泡田 1~3 天，采用水田起浆平地机等平整，将秸秆全部埋压在泥浆中，漂浮率不应超过 5%，田间高差不超过 3cm。

4、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 1 毫米为宜。

5、苗床准备

选择排灌、运秧方便，便于管理的田块做秧田（或大棚苗床）。按照秧田与大田 1:80~120 的比例备足秧田。选用适宜本地区及栽插季节的水稻育秧基质或床土育秧，育秧基质和旱育秧床土要求调酸、培肥和消毒。

6、育秧播种

根据水稻机插时间确定适期播种，长江中下游单季稻一般 5 月中下旬至 6 月初播种，秧龄 15~20 天；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 2.2~2.5cm，覆土厚度 0.3~0.6cm，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)秧盘一般播种量 100~120 克/盘,杂交稻宽行(30cm 行距)秧盘播种量 70~100 克/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。

7、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。单季稻 3.0~4.0 叶,苗高 12~20cm,秧龄 15~20 天。

8、机插秧

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作业,提高工效和栽插质量。机插要求插苗均匀,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 1~2cm,以浅栽为宜,提高低节位分蘖。单季杂交稻机插株距 17~20cm,每穴 2~3 株,每亩 1.1~1.3 万穴;单季常规稻株距 11~16cm,每穴 3~5 株,每亩 1.4~1.9 万穴。

9、机械化直播

在温光资源适宜、季节茬口富余的地区,可以探索水稻机械化直播作业模式。根据水稻品种、栽插季节选择适宜的直播机与种植密度。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 5~8 粒,成苗 3~5 苗。杂交水稻每穴播种 3~4 粒,成苗 2~2.5 苗。

机械化条播要求播种均匀,直而齐,一般漏播率 $\leq 5\%$,伤种率 $\leq 1.5\%$,穴粒数合格率 $\geq 85\%$ 。机直播播种一定要在适宜的深度,以防止

鸟类、鼠害毁坏水稻种子，确保水稻出苗率。

10、机械植保

草害防治：在机插前 1 周内结合整地，施除草剂一次性封闭灭草，施药后保水 3~4 天。机插后 1 周内根据杂草种类结合施肥施除草剂，施药时水层 3~5cm，保水 3~4 天；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 3~5cm。

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。植保机械可选用车载式、担架式及喷杆式植保机械装备。

11、机械化收获

当水稻多数稻穗变黄，粳稻 95%以上籽粒转黄，籼稻 90%以上籽粒转黄时即可进行机械收获，防止割青。根据不同地块选择合适的收获机械，选择晴好天气，及时收割。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，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%。

12、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。

（二）机具配备

以 3000 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	70 ~ 120 马力	3	
施肥机	撒肥宽度 12 ~ 16m	1	
铧式犁	耕幅 140cm, 耕深 28 ~ 30cm	1	
圆盘耙	耕幅 140 ~ 230cm	1	
水田埋茬耕整机	耕深 10 ~ 16cm	2	
反转灭茬旋耕机	耕深 12 ~ 20cm	2	
水田起浆平地机	平整深度 5 ~ 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 30cm	4	
手扶插秧机	4 ~ 6 行, 行距 30cm	7	
喷杆式植保机械	作业幅宽 12m, 自走式	2	
全喂入联合收获机	工作幅宽 2 ~ 2.2m, 喂入量 4kg/s	2	
低温循环式谷物干燥机	40 吨机组, 低温循环, 含水率自动控制	1	

五、典型案例

扬州市峰瑞农机专业服务合作社位于江都区邵伯镇,属于沿运沙壤土地地区,合作社吸纳社员 139 人,农机总值 990 余万元,各类农机具 168 台套,流转土地 1800 多亩。积极发挥装备、技术、人才等优势,实施土地集中连片种植。积极推行机收、机耕、机插、机播、机植保、烘干等“一条龙”托管式服务,实行“五统一”(统一联系订单、统一调度分工、统一作业质量、统一收费标准、统一维护保养)管理模式,全程服务覆盖面积 3000 多亩。该合作社一般每年 5 月下旬开始育秧,6 月上、中旬进行小麦收获和水稻机插秧。该合作社严格按照麦茬稻生产全程机械化作业模式的技术要求进行操作:小麦收获环节全喂入联合收割机进行秸秆切碎、

匀抛，留茬高度不高于 15cm、秸秆切碎长度不大于 10cm 并均匀抛撒于田间；麦秸秆还田主要采取旱耕水整秸秆还田技术路线，应用乐星 904 马以上拖拉机，匹配 1GKN-240 埋茬耕整机 + 1BPQ230 水田起浆平地机；水稻育秧、插秧环节均已全面实现机械化作业，相关技术已得到当地的种植大户及合作社社员的广泛认可；采用埃森 3wp-500 自走式喷杆喷雾机在水稻未封行时进行植保作业；水稻收获后集中使用三久-15 型低温循环式谷物干燥机进行稻谷烘干，确保稻米的品质。通过应用麦茬稻生产全程机械化作业模式，应用区域的水稻平均单产达到 685kg，比传统直播水稻提高了 54kg；实行秸秆还田集成机插秧每亩节省成本 10 元，省种 17.5 元，实行水稻烘干，按每公斤节约费用 0.12 元和 80%的烘干能力计算，每亩节省费用 66 元，合计每亩节本增效 93.5 元，共计节本增效 44.9 万元。麦茬稻生产全程机械化作业模式具有省工、节本、增产等优势，在本地区具有较广泛的认可度和较高的应用水平。

南方稻区双季稻全程机械化生产模式

一、区域特征

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。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，晚稻易受寒露风影响，严重影响水稻的生产和效益。该区域水稻生产规模较小，农机装备主要以中小型为主，水稻生产机械化水平总体不高，水稻耕整、收获已基本实现机械化，秸秆以机械化还田为主，全程机械化的薄弱环节是种植和烘干环节，主要制约因素为水稻生产经营规模小、种植效益不高、机械化水平低、设备购置能力弱等。

二、模式概述

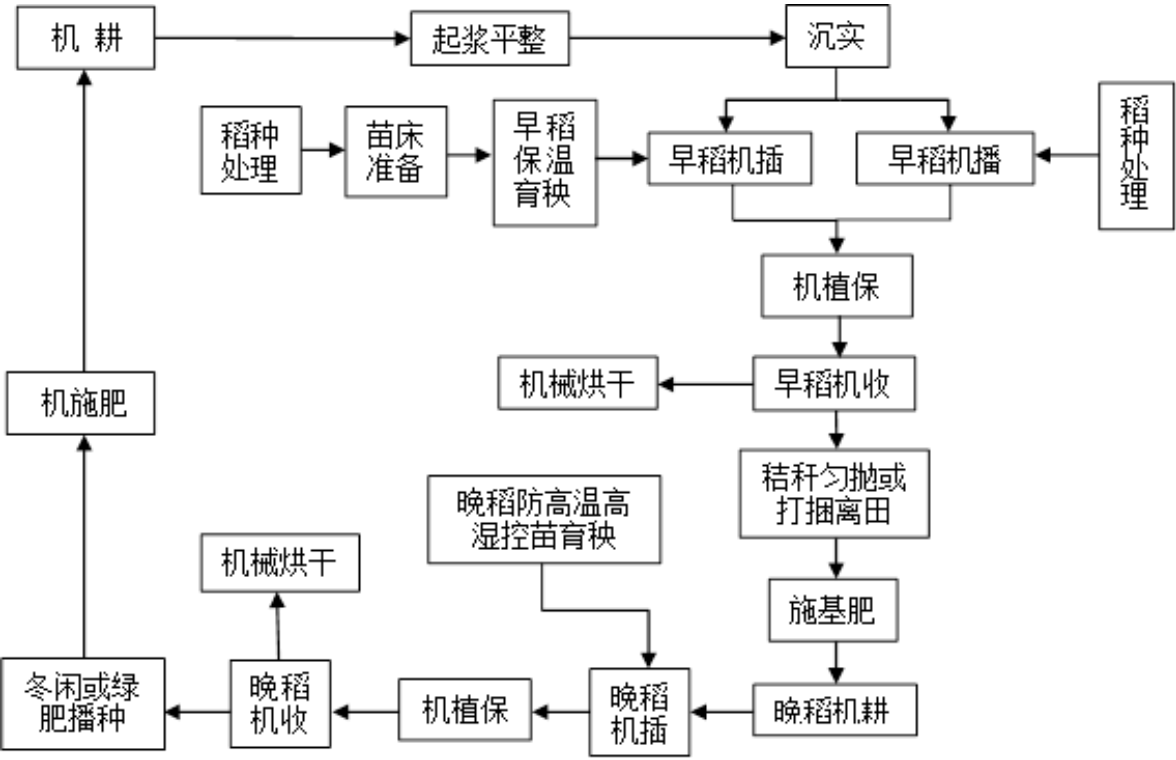
南方双季稻全程机械化生产模式以耕整、种植、植保、收获、烘干、秸秆处理为重点作业环节，根据相关研究推广成果总结而成，该生产模式从品种选择与种子处理、育秧技术、苗期管理、大田耕整技术、插秧技术、大田管理技术、机械收获、农机具选型配置等方面图文并茂地规范了该区域早晚稻机械化生产的要素和操作要点，形成了一套比较完备的机械化工艺流程和装备体系，该模式在多地区进行了试验示范推广，技术可行，具有较好的经济和社会效益，对提高该区域水稻机械化生产水平，促进粮食增产、农业增效、农民增收方面，将发挥着重要的推动

作用。

三、技术路线

(一) 技术流程图

技术流程：早稻种植前使用抛肥机抛洒基肥；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；晚稻施基肥后进行耕整地作业，起浆平整沉实后，进行晚稻机插作业；田间植保采用机械植保方式；联合收割机收获后，冬闲或者绿肥播种。



(二) 主要生产环节配套机具

1、育秧播种环节



育秧播种流水线

育秧播种流水线可一次性完成铺土、洒水、播种、覆土等生产工序。



微耕机（耕整秧田、本田）



简易播种机（用于杂交稻均匀播种、每盘 60~70 克）

2、耕整地环节

水田埋茬耕整机可一次完成旋耕、秸秆深埋、碎土起浆、平地等多道作业工序，达到水稻种植前水田整地的农艺要求；手扶式水田旋耕机适应丘陵、山区等小田块的旋耕、碎土等作业。



水田埋茬耕整机



手扶式水田旋耕机



履带式旋耕机



水田平整机

履带式旋耕机水田通过性好，可一次性完成旋耕、埋茬、碎土起浆等多道作业工序；水田平整机主要用于完成水田的耙浆、碎土、埋茬、平地等作业工序。

3、机械化种植环节



乘坐式高速插秧机



手扶步行式插秧机



带侧深施肥的乘坐式高速插秧机



水稻穴直播机

带侧深施肥的乘坐式水稻插秧机在插秧的同时可完成在秧苗侧方进行定点定量施肥的工作；水稻穴直播机可直接把破胸露白的稻种播入耕整好的水田，比机械化育插秧少了床土准备、育苗、秧苗搬运、移栽等环节，成本低。

4、植保环节



自走式高地隙喷杆喷雾机



植保无人机

自走式高地隙喷杆喷雾机适合水田、旱田种植的水稻、小麦、大豆等农作物喷洒农药；植保无人机具有作业不受地形限制，产生的向下气流有助于增加雾流对作物的穿透性，防治效果高，远距离遥控操作，喷洒作业人员避免了暴露于农药的危险，提高了喷洒作业安全性等诸多优点。

5、收获环节



半喂入式联合收割机



履带自走式全喂入收割机

半喂入联合收割机多用于收割水稻；全喂入联合收割机多用于收割麦类作物，也可兼收水稻。

6、烘干环节



低温循环式谷物干燥机

低温循环式干燥机可有效保证稻谷烘干品质。

四、技术规范及机具配套

（一）技术规范

1、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。应考虑早稻与晚稻品种生育期

合理搭配，实现双季高产。

2、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。

3、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。

4、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 1 毫米为宜。

5、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 10~15 天，精做秧板，旱耕水整，晾板沉实。杂交稻每亩大田备种 2.5~2.7kg、常规稻 4.0kg 左右。插前 18~23 天分批育秧，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 2.2~2.5cm，覆土厚度 0.3~0.6cm，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 100~120 克/盘，杂交稻宽行（30cm 行距）秧盘播种量 70~100 克/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。

6、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。秧田集中地块可灌平沟水，零散育秧可采取早晚洒水补湿。早稻移栽前 5 天~6 天，晚稻移栽前 2 天~3 天排水，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。

7、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1~3cm，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12~16cm，每穴3~5株，种植密度1.7~2.2万穴/亩；杂交稻株距14~17cm，每穴2~3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。

8、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5~8粒，成苗3~5苗。杂交水稻每穴播种3~4粒，成苗2~2.5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 $\geq 85\%$ 。

9、机械植保

草害防治：在机插前1周内结合整地，施除草剂一次性封闭灭草，施药后保水3~4天。机插后1周内根据杂草种类结合施肥施除草剂，施药时水层3~5cm，保水3~4天；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3~5cm。

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。南方双季稻区宜采用车载式、担架式及喷杆式植保机械装备。

10、机械化收获

收割前 5~7 天断水，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%。

11、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。

（二）机具配备

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	备注
拖拉机	55~75 马力	1	
履带式拖拉机	55~75 马力	1	
施肥机	撒肥宽度 12~16m	1	
履带式旋耕机	耕深 12~20cm	1	
水田埋茬耕整机	耕深 10~16cm	2	
水田起浆平地机	平整深度 5~10cm	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	40 吨机组，低温循环，含水率自动控制	1	

五、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，实现当年纯收超过 50 多万元。随后水稻种植效益逐年增加，成为我县乃至全市发展最为迅猛的种粮专业合作社。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 196 吨）等农机设备。2016 年，流转大田面积 3650 亩，双季稻种植面积 2925 亩，占流转大田面积的 80.14%，产稻谷 3073 吨，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稻全程机械化生产模式，种植面积达到 2 万余亩，获得较好水稻种植社会效益。

西南单季稻区水稻全程机械化生产模式

一、区域特征

西南地区主要包括四川、贵州、云南、西藏、重庆等五个省(区、市),总面积约 250 万平方公里。西南地区地形地貌复杂,主要以高原、山地为主;区域内森林覆盖率高,海拔高差大,雨水丰沛,河流众多,土质和气候条件差异较大。四川盆地湿润亚热带季风气候,云贵高原为低纬高原中南部亚热带季风气候,特殊地形地理又形成了多个小气候区域。四川盆地地势平缓土地肥沃,是水稻、油菜等农业生产优先发展的区域;云贵中低海拔的河谷坝区及梯田适宜水稻生产。主要灾害性天气有倒春寒、春夏旱、高温伏旱和大风冰雹等,对水稻生产影响较大。该区域少数民族较多,具有绚丽多彩的自然景观,农耕文化深厚。

西南单季稻区的稻田分布广泛,以户营为主,田块较小不规则;以种植单季杂交稻为主,水稻收获后一般为冬闲田,少部分开展养鸭养鱼等副业生产,水稻生产按照传统农业方式种植。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,山谷底部多为软泥层较深的冷浸冬水田,挂榜多为小块梯田,田间道路及排灌等基础设施差,山高坡陡,农机下田难,多为贫困地区,农村经济发展迟缓,农业机械化水平明显偏低。随着我国社会经济和城镇化的发展,农村劳动力大量外出打工,农业生产季节性劳动力不足,农业副业化和稻田撂荒现象明显。该区域单季稻生产全程机械化处于示范发展阶段,近期重点是培育生产服务主体,大力普及机耕、努力发展机收,全力突破机植。全程机械化的

薄弱环节是机耕、种植，主要制约因素为水稻生产经营规模小、宜机化条件差、育插秧环节多、种植效益不高、插秧机投入高等。

二、模式概述

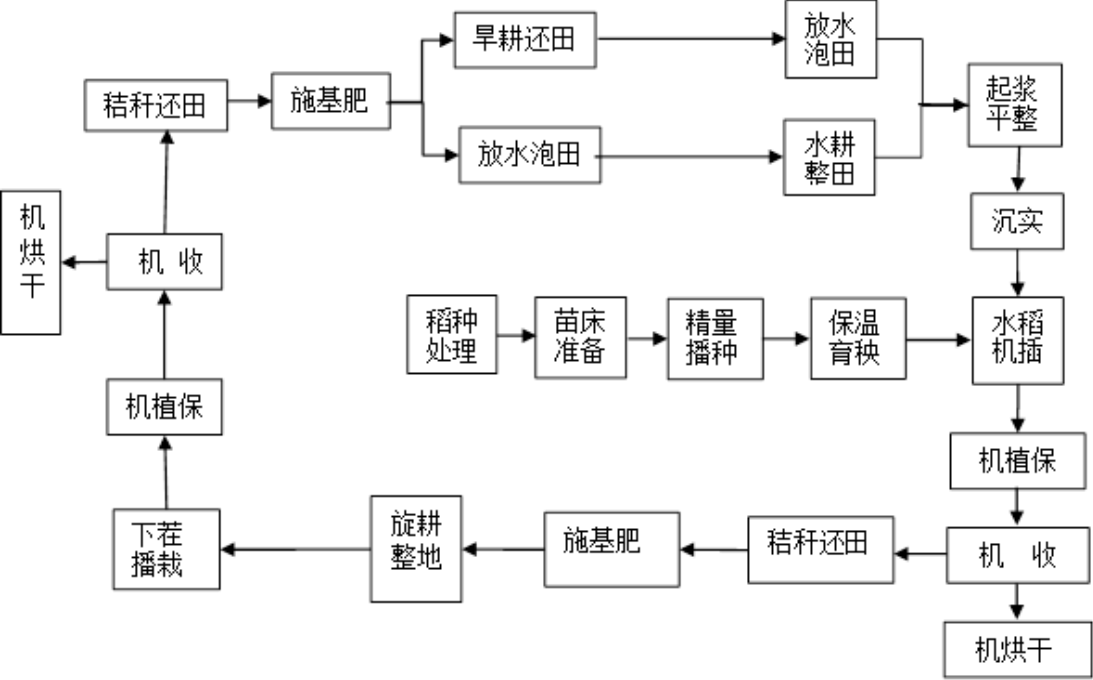
西南单季稻区水稻全程机械化生产模式以机械化耕整、种植、植保、收获、烘干为重点作业环节，根据该区域种植制度多样化的特点，通过集成农机农艺技术，完善单季杂交水稻生产全程机械化工艺路线、机具配套方案、技术要点、操作规程以及运行机制，逐步形成一批可复制、可推广的模式，推动西南单季稻区农业生产的可持续发展。

该模式适用于西南地区土地、水源条件较好，适合水稻生长，且可满足中小型农业机械作业、规模化生产的区域。

三、技术路线

（一）技术流程图

西南单季稻区水稻生产全程机械化技术路线见图示：



技术流程图

技术流程：前茬作物联合收获，对秸秆进行切碎均匀抛撒或打捆离田处理；施基肥作业，耕整地作业可选用旱耕水整、水耕水整，起浆平整后沉实；采用育秧机插进行水稻种植，育秧前需进行稻种处理，采用淤泥育秧或旱育秧方式；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或打捆离田处理；下茬作物施基肥后进行耕整地作业，采用直接旋耕方式进行耕整地作业，为下茬作物播种移栽做好准备。

（二）主要生产环节配套机具

1、育秧播种环节



微耕机（耕整秧田、本田）



简易播种机（用于杂交稻均匀播种、每盘 60-70 克）



旱地育秧作业



育秧播种流水线

育秧播种流水线可一次性完成底土的铺放、浇水、播种、覆土工序，主要适应硬盘育秧。

2、耕整地环节



水田埋茬耕整机

水田埋茬耕整机可一次完成上年稻草秸秆残茬深埋、碎土起浆、平地等多道作业工序。



旋耕机（水田耕作）



水田打浆平地机

水田打浆平地机主要用于完成水田的浅旋打浆、碎土、埋茬、平地等工作。



履带式拖拉机（耕地作业）



微耕机（耕地作业）

3、机械化种植环节



手扶式水稻插秧机



乘坐式水稻插秧机

5、植保环节



背负式机动喷雾喷粉机



背负式电动喷雾器



背负式机动喷雾器



植保无人飞行器

5、收获环节



全喂入联合收割机



半喂入联合收割机

全喂入联合收割机多用于收割水稻，也可兼收麦类作物；半喂入联合收割机多用于收割水稻。

6、粮食烘干环节



低温循环式谷物干燥机

低温循环式干燥机可保证稻谷烘干品质。

四、技术规范及机具配备

单季稻区要因地制宜地主推规范化的湿润育秧或者旱地育秧，有条件的可实行工厂化育秧，培育适宜插秧机机插的秧苗；以推广手扶式插秧机为主，适当推广高速插秧机，提高机手操作水平，保证机插秧作业质量；加大宜机化地块改造力度，推广高性能高效益中大马力轮式和履带式拖拉机及其配套耕整地机械，推动微耕机更新和升级换代，全面普及耕整地机械化技术，实现以机械化代替人蓄力。积极探索试验机械化水旱直播、钵苗抛栽秧等多种机械化轻简种植方式。加快绿色防控与统防统治融合的示范推广，重点推广高效机动、电动喷雾机等先进适用的植保机械。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。水稻秸秆以自然腐烂还田为主。按照十九大实施乡村振兴战略部署，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。

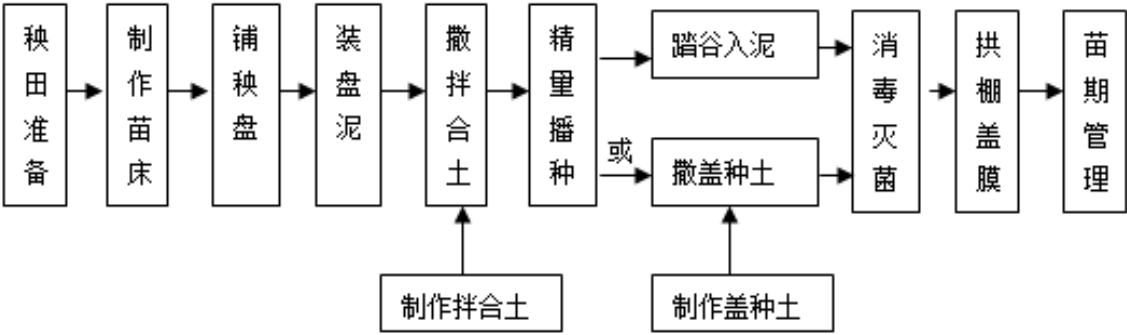
(一) 技术规范

1、品种选择

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。

2、规范化育秧

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。



水田湿润育秧工艺流程

3、机械化耕整地及施基肥

冬水田在插秧前 3~10 天，撒施基肥后采用轮式或者履带式拖拉机，匹配水田埋茬耕整机或者打浆机进行作业，也可使用微耕机进行作业，耕深 8~12cm；冬季未蓄水的旱田应泡水进行旋耕（施基肥），耕深 12~16cm，并筑牢田埂防止漏水。冬水田耕作 1~2 遍、旱田耕作 2~4 遍，

做到不漏耕，耕后泥土上烂下实、细而不糊，表面平整无残茬、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 $\leq 3\text{cm}$ 。

4、机械化插秧

在秧苗叶龄达到 3 叶 1 芯 ~ 5 叶、日平均气温稳定通过 15°C 时，选择手扶式或者乘坐式插秧机进行机插秧作业。机插要求插苗均匀，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 1 ~ 2cm，以浅栽为宜，提高低节位分蘖。单季杂交稻机插行距 30cm，株距 17 ~ 20cm，每穴 1 ~ 3 株，每亩 1.1 ~ 1.3 万穴。漏插率较高的田块应当人工补栽秧苗。

5、机械化植保

主要选用背负式机动或者电动植保机械，对大田病、虫、草害适时进行防治。

6、机械化收获

当水稻稻穗 90% 以上籽粒转黄时即可进行机械收获，防止割青。根据不同地块选择合适的收获机械，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洒还田。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 $\leq 0.5\%$ 。

7、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。

（二）机具配备

以 500 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 ~ 90 马力	2 ~ 3 台	
微耕机	6 ~ 9 马力	10 ~ 15 台	
水田埋茬旋耕机	耕深 10 ~ 16cm	2 台	
水田起浆平地机	平整深度 5 ~ 10cm	2 台	
旋耕机	耕深 15 ~ 22 cm	2 ~ 3 台	
育秧播种流水线	作业效率>500 盘/h	1 台	
高速插秧机	4 行，行距 30cm	2 台	
手扶插秧机	4 ~ 6 行，行距 30cm	8 ~ 10 台	
背负式机动喷雾喷粉机	0.8 ~ 1.2kw	6 ~ 8 台	
背负式电动喷雾机	药箱容量 16 ~ 20 升	15 ~ 20 台	
全喂入联合收获机	大小机型配套	5 ~ 8 台	引进机跨区机收服务
低温循环式谷物干燥机	15 吨低温循环机组，或者 10 吨移动式循环烘干机	1 ~ 3 台	

五、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、刘克军、王小琼、刘贤伸等 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：一是耕、种、收、植保等农机社会化服务；二是农机维修、新机具及配件供应等技术服务；三是承包土地开展粮食生产、加工等经营活动。

到 2017 年底，合作社有大中型拖拉机 4 台，收割机 9 台，高速插秧机 2 台，12 吨烘干机 2 台，其它农业机械 27 台套，机库、仓库 1500 平

方米，拥有固定资产 217 万元，农业机械总价值 153 万元。是开州区开展农机社会服务的能力最强，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。

2017 年，洋收农机股份合作社完成成机耕 1130 亩，机插秧 510 亩，水稻、油菜机收 1420 亩。机具主要以中小型为主，有久保田 PR208 有 5 台，还有久保田 PR488 和 688Q 等机型各 1 台，能满足丘陵山区和平坝地区水稻、油菜的机收，服务范围达 6 达个镇乡。机械化耕作以 50 马力拖拉机为主，对单季稻的冬水田配打浆机进行耕作，提高了耕田效率和质量。为了实现水稻生产全程机械化，洋收农机专业合作社通过适当机耕道改造和加配中长跳板，引进了东洋 6 行高速插秧机在丘陵山区梯田中使用，完全实现水稻生产全程机械化。

为了充分发合作社的机具作用，洋收农机专业合作社承包本村和附近村的 310 亩稻田，种植优质水稻 310 亩，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。

玉米

东北单季玉米产区玉米全程机械化生产模式

一、区域特征

东北三省及蒙东地区玉米种植面积约 2.4 亿亩，占全国玉米种植面积的 44%，年玉米产量约 1000 亿公斤，约占粮食总产量的 69%，玉米秸秆量约 1860 亿公斤，大量秸秆如何处理是难题。该地区土地平坦，土地比较肥沃，土壤耕层厚，年有效积温 2000-3000 度，光照 2200-3300 小时，无霜期 110-135 天，大部分地区年降雨量大于 500 毫米，降雨总量比较充足，但多集中于 7~8 月份，降雨量分配不均，春季少雨干旱时有发生。多年的机械旋耕整地和不施农家肥使土壤耕作层逐年变浅和有机质含量逐年降低，平均耕层深度 160 毫米，有机质含量在 1~3% 之间，所以打破犁底层增加耕作层和提高土壤有机质含量是当务之急。生产特点是合作社经营土地规模较大，土地集中连片适于大型机械作业，机械化程度高。玉米种植密度大、产量高、秸秆量大，随着秸秆禁烧政策的出台，如何进行秸秆处理是实现玉米生产全程机械化急需解决的问题。该模式适用于东北三省及蒙东地区能进行大型机具作业的玉米平原地区。

二、模式概述

本模式以玉米秸秆处理和玉米播种为核心，推进玉米生产全程机械化发展，主要推广三种具体作业模式：

（一）覆盖免耕模式

玉米收获后秸秆粉碎全部或部分还田，覆盖地表，秋季进行深松作

业（间隔 1~2 年），春季直接免耕播种，最大限度保墒保水、保护耕层自然结构，提升土壤抗风蚀水蚀能力。

（二）混埋免耕模式

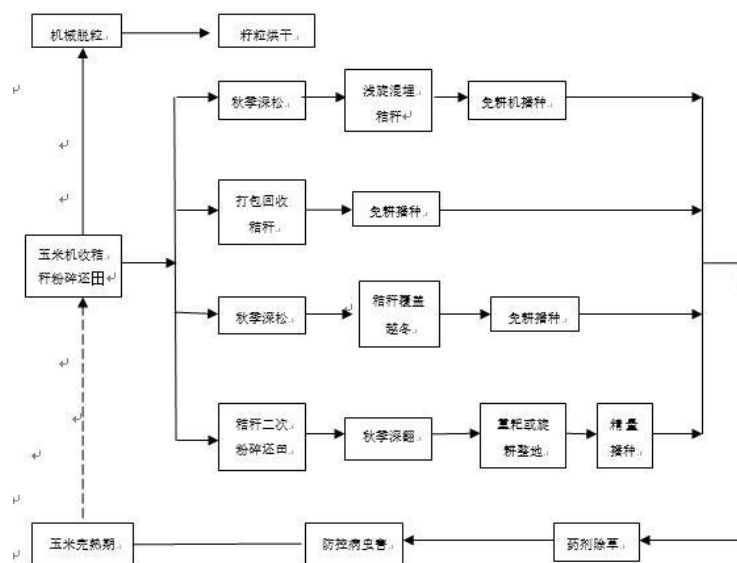
玉米收获后秸秆粉碎全部或部分还田，秋季深松（间隔 1~2 年）后用旋耕机浅旋或重耙耙地，使秸秆和土壤混合，春季用免耕播种机播种。

（三）深翻精播模式

玉米收获后秸秆粉碎全部还田，秋季深翻，翻后重耙或旋耕整平（起垄），达到待播状态。春季用免耕播种机或圆盘式精密播种机播种。

上述三种模式播后苗前或苗后 3~4 片叶时机械喷施除草剂进行药剂除草；利用高地隙喷雾机或无人机适时进行病虫害防治；玉米联合收获一次完成摘穗扒皮（或收籽粒）、秸秆粉碎还田等；连续式干燥机进行产地烘干。其模式特点是以秸秆粉碎还田为核心，带动玉米生产全程机械化发展，解决东北地区两个突出问题：一是打破犁底层，增加土壤蓄水保墒能力，抗旱防涝；二是秸秆全部粉碎还田，防止焚烧秸秆，增加土壤有机质含量，培肥地力。

三、技术路线



四、技术要点及机具配套

(一) 技术要点

1、品种选择

从本省审定通过的玉米主导品种中，选择适宜本地区气候条件特点，生长期在 120-130 天，耐密（大于 4500 株）、抗倒伏的高产品种。籽粒收获要选择矮株、耐密（大于 4500 株）、抗倒伏、降水快的玉米品种。

2、机械深松整地

用大马力拖拉机配套与之相匹配的深松机进行深松作业，深松作业一般在秋季进行，间隔 1~2 年深松一次，土壤含水率在 15%~22% 时为宜，深松深度要大于 250 毫米，打破犁底层。做到“地上一道线，地下松大片”，耕幅交接均匀、无漏耕重耕。

3、机械深翻整地

用大马力拖拉机配套与之相匹配的双向犁进行深翻作业。深翻要求秸秆粉碎长度、残茬高度小于 100 毫米，合格率大于 85%，覆盖均匀；对秸秆较长或残茬较高的地块要用秸秆还田机进行二次粉碎。深翻深度

要大于 250 毫米，打破犁底层，并将秸秆掩埋在 100 毫米以下，秸秆、残茬掩埋率要大于 90%，地表平整；翻后重耙或旋耕将地表整平或用旋耕起垄机碎土起垄。

4、机械播种

根据地块大小选择 2、4、6... 行的免耕播种机或圆盘式精密播种机进行播种，播种时间为 4 月中旬 ~ 5 月上旬，地表下 50 毫米温度保持在零上 8 度时即可播种，播种深度 30-50 毫米，亩施玉米专用肥 40 ~ 60 公斤，种肥水平距离 50 ~ 70 毫米，施肥深度 100 ~ 120 毫米。

5、高效植保

草害防治，播后苗前或苗后 3 ~ 4 片叶时用自走式机动喷雾机喷施除草剂进行化学除草；病（虫）害防治，根据玉米病（虫）害发生的具体情况，用自走式高地隙喷雾机或无人植保机喷施适宜药剂进行防控。要求高效植保机械每小时作业面积在 30 亩以上，农药利用率 $\geq 40\%$ 。

6、机械收获

采用联合式玉米果穗收获机或玉米籽粒收获机在玉米完熟期收获。

果穗收获质量要求：收获时间 9 月下旬 ~ 10 月中旬，籽粒含水率 $\leq 35\%$ ，籽粒损失率 $\leq 2.0\%$ 、果穗损失率 $\leq 3.0\%$ 、籽粒破碎率 $\leq 1.0\%$ 、果穗含杂率 $\leq 5.0\%$ 。

籽粒收获质量要求：收获时间 10 月上旬 ~ 10 月下旬，籽粒含水率 $\leq 27\%$ ，籽粒损失率 $\leq 2.0\%$ 、果穗损失率 $\leq 3.0\%$ 、籽粒破碎率 $\leq 5.0\%$ 、籽粒含杂率 $\leq 5.0\%$ 。

7、机械烘干

采用连续式干燥机烘干玉米，其型号根据经营者覆盖经营面积的多少确定。

8、秸秆处理

采用秸秆直接还田和离田两种方式进行秸秆处理，秸秆直接还田包括秸秆覆盖越冬还田和秸秆粉碎翻埋还田两种方式。秸秆覆盖越冬还田要求秸秆覆盖均匀、不积堆，以能保证正常播种为宜。秸秆粉碎翻埋还田要求秸秆粉碎长度 ≤ 100 毫米、覆盖均匀、并将其翻埋在 100 毫米以下，以保证播种时不被开沟器钩出。

秸秆离田主要采用打捆机进行，机械打包及秸秆运输离田应尽量在冬季进行，以减少对土地的压实。

（二）机具配套方案

以经营规模 5000 亩为例选配机具配套方案：

机具名称	技术参数与特征	数量	备注
拖拉机	耕整地选大型拖拉机，播种选中型拖拉机	7	大型 3 台、中型 4 台
深松机	深松铲 4 个、幅宽 240cm、单铲配套动力 30 马力以上	1	深松作业和深翻是两种作业形式，两者选其一
翻转犁	犁体数 4 个、单犁体耕幅 40cm、最大耕深 40cm，单犁体配套动力 35 马力以上	2	
旋耕整地机	耕幅 240cm、配套动力 100 马力以上	2	旋耕和耙压是两种作业形式，两者选其一
圆盘耙	耕幅 350cm、配套动力 130 马力以上	1	
播种机	行数 2 行、配套动力 40 马力	4	
植保机械	3wx-1000g 国产高地隙植保机，幅宽 160cm	4	

玉米联合收获机	行数 4 行	3	根据地块大小 选择行数
秸秆粉碎还田机	工作幅宽 300cm、配套动力 100 马力以上	1	
烘干机	日烘干量 200 吨	1	连续式

五、典型案例

（一）秸秆覆盖免耕模式

吉林省双辽市与内蒙古通辽市的科尔沁左翼中旗、科尔沁左翼后旗接壤，80%耕地为沙性土壤，土壤贫瘠，风蚀水蚀严重，十年十春旱，出苗难，苗全、苗齐更难，不坐水根本无法播种。从 2010 年开始试验示范玉米秸秆全量还田覆盖免耕机械化技术，到 2016 年，全市仅牵引重型免耕播种机拥有量就达 1600 余台，玉米免耕播种全程机械化作业面积 150 万亩，已超过全市玉米播种面积的 68%，主要农作物耕种收综合机械化水平提高到了 89%。秸秆覆盖免耕播种全程机械化带来的土壤含水量明显上升、贫瘠土壤明显变得肥沃。

榆树市是全国第一产粮大县，八号镇晨辉农机合作社在多年应用免耕播种为核心的玉米全程机械化技术基础上，2016 年春季开始用 20 公顷面积的玉米，示范推广玉米秸秆全量还田归行覆盖免耕机械化种植模式，每公顷作业成本减少 950 元，除草剂和化肥施用量分别减少 15%和 10%，实现秸秆还田达 20 吨，在遭遇严重伏夏情况下，玉米增产 18%。

吉林省梨树县高家村一块 15 公顷玉米田，连续十年应用秸秆全量覆盖免耕全程机械化技术生产模式，土壤有机质含量平均每年增加 0.1%左右，化肥比当地平均施用量减少 20%，玉米增产 3%~18%。

（二）秸秆还田深翻精播模式

该模式在辽宁的沈阳、锦州和铁岭等市进行了大面积推广应用，2016年应用面积 200 万亩，玉米秸秆深翻还田作业与灭茬旋耕整地作业相比，深翻每亩增加作业成本 20 ~ 25 元，秸秆二次粉碎每亩增加作业成本 7 ~ 10 元；深翻还田地块可增产玉米 10%以上，亩增产约 75 公斤，亩增收 50 元以上。

铁岭市昌图县宝力农机合作社 500 亩玉米田连续 5 年实施深翻还田作业，秸秆腐烂良好，土壤有机质明显增加，增产增收效果明显。

2015 年，开原市庆云堡丰产农机合作社进行了深翻还田与无秸秆常规作业对比试验，亩增产 89 公斤，增产 11.1%；土壤有机质含量由原来的 1.78%提高到 1.868%，提高 0.088%；碱化氮由原来的 94.30mg/kg 提高到 104.82mg/kg，提高 10.52mg/kg；有效钾由原来的 103.94mg/kg 提高到 128.13mg/kg，提高 24.19mg/kg。改善了土壤条件，对促进农业可持续发展具有重要意义。

北方一季区马铃薯全程机械化生产模式

一、区域特征

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。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 110 ~ 170 天，年平均温度在 -4 ~ 10 ℃ 之间，大于 5 ℃ 积温在 2000 ~ 3500 ℃ 之间，年降雨量 50 ~ 1000 mm。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种植面积的 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。

本区拥有“中国马铃薯之乡”称号的有甘肃省定西市安定区、黑龙江省讷河市、宁夏的西吉县、河北省围场县、内蒙古自治区的武川县、陕西省定边县。

二、模式概述

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）高垄单行播种+滴灌或喷灌模式

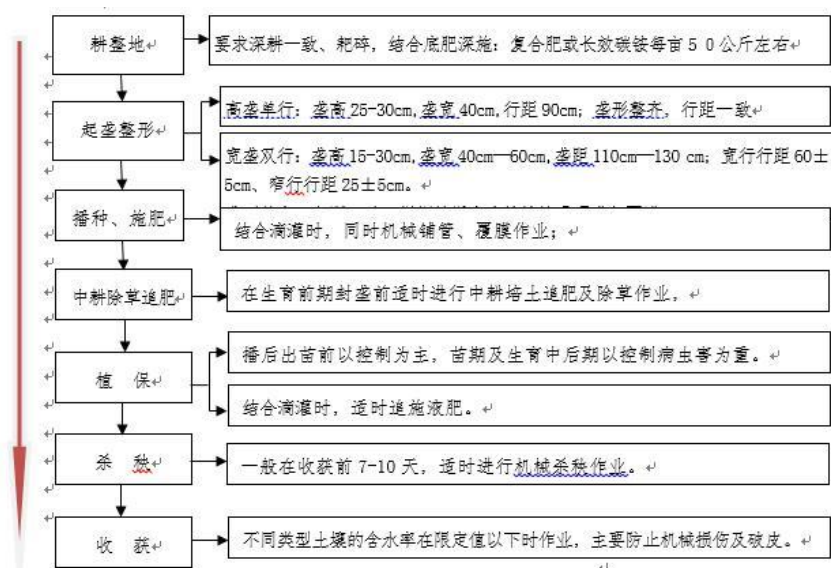
在北方一季区大部分地区采用此模式，垄距 80 ~ 90cm ,亩保苗 3500 ~ 4200 株。

（二）宽垄双行覆膜覆土错穴播种模式

垄距 110 ~ 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 ~ 3500 株、阴湿、二阴地区或非保灌区 4000 ~ 4500 株、保灌区 5000 ~ 6500 株；甘肃、宁夏、青海等西北地区多采用此模式。

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。

三、技术路线



四、技术要点及机具配备

(一) 技术要点

1、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 15~20 天作业，耕作深度 25~35cm；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 20~30 天进行整地作业，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 15~20cm，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 2~5 kg；有厩肥的地区每亩施用 1500~3000 kg，配施磷肥 30~40 kg、硫酸钾肥 20 kg 左右。

2、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 25~30 cm，垄高不小于 20cm，垄间距 30 cm 左右；宽垄双行垄面宽度 40~60 cm，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 30 cm 左右。

3、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 25~50g 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，各地具体播期应根据当地年季气候条件适时作业；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 1 快种薯，呈直线分布，株距 26~30 cm；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 150 kg 左右、在旱作区亩播种量 120~150 kg 之间，播种位置距垄边 15 cm，每穴 1 粒或 1 快种薯，呈三角形分布，垄上行距 17~36 cm，株距 15~26 cm；播种深度 10cm~15cm，覆土要严实，每亩配施种肥 15~20 kg。配套滴灌条件时可同时进行铺管、覆膜复式作业。

4、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 3~4 周、出苗率达到 20%时进行作业，培土厚度 3~5cm；第二次中耕在马铃薯幼苗长至 15~20 cm 时进行作业，培土厚度 5 cm 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。

5、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。

6、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 7~10 天进行，要求碎秧效果好，作物留茬高度 $\leq 10\text{ cm}$ ，粉碎后的茎秧全部还田。

7、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：马铃薯挖掘收获明薯率 $\geq 97\%$ ，埋薯率 $\leq 3\%$ ，损伤率 $\leq 2\%$ 。挖掘深度 $\geq 15\text{ cm}$ 。

8、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 $\geq 90\%$ 。

(二) 机具配备

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 ~ 150 马力拖拉机	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 120 马力以上拖拉机
整地机械	旋耕整地机或深松联合整地机	1 ~ 2	配套 120 马力以上拖拉机
撒肥机械	双圆盘撒肥机（作业幅宽 20-30m）	1	配套 90 马力以上拖拉机
起垄机械	双行起垄机（高垄单行或宽垄双行）	1	配套 90 马力以上拖拉机
播种机械	高垄单行双幅播种机（结合铺管覆膜）	2	配套 120 马力以上拖拉机
中耕机械	双行或四行中耕配土追肥除草联合机	1	配套 90 马力以上拖拉机
植保机械	桁架式喷雾机（作业幅宽 $\geq 21\text{m}$ ）	1	配套 90 马力以上拖拉机
杀秧机械	双行杀秧机（作业幅宽 $\geq 1.2\text{m}$ ）	1	配套 90 马力以上拖拉机
收获机械	双行起收机或联合收获机	2	配套 120 马力以上拖拉机

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 ~ 150 马力拖拉机	1	深松整地机械配套动力
	25 ~ 35 马力拖拉机	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 ~ 30 马力拖拉机
整地机械	旋耕整地机或深松联合整地机	1-2	配套 90 马力以上拖拉机
撒肥机械	双圆盘撒肥机（作业幅宽 20 ~ 30m）	1	配套 90 马力以上拖拉机

起垄覆膜播种机械	宽垄双行起垄覆膜播种机	4	配套 25 ~ 35 马力拖拉机
上土机械	马铃薯自动上土机	2	配套 25 ~ 35 马力拖拉机
中耕机械	马铃薯中耕机	3	配套 25 ~ 35 马力拖拉机
植保机械	杆式喷雾机（或植保无人机）	3（1）	配套 25 ~ 35 马力拖拉机
杀秧机械	杀秧机（幅宽 1m 或 1.1m ）	2	配套 25 ~ 35 马力拖拉机
收获机械	马铃薯分段收获机（幅宽 0.8 或 0.9m ）	4	配套 25 ~ 35 马力拖拉机

五、典型案例

兴安农业机械服务专业合作社是内蒙古自治区锡林郭勒盟太仆寺旗境内有一定生产能力的从事农业生产的合作社，2016 年已建成马铃薯全程机械化生产园区 1.28 万亩。目前拥有动力机械及配套耕、种、收各类较先进的农机装备 93 台套，合作社在经营发展上采取“合作社+农牧户”模式，综合效益显著。

通过组建专业合作社，提高了农民的组织化程度和应对市场风险的能力，推动了规模化生产、集约化经营，农民的增收也有了保障。一是农民的土地收益增加了。租用的土地每亩年收益 300 多元，入股的土地依股分红，按土地市场变化三年一调整，土地有了固定的收入；二是农民的劳务收入增加了。合作社常年雇用的农机技术工人每月工资 4000 元，季节性零工每天工资 100 到 200 元，马铃薯装车、入库实行计件工资，从春天播种到收获入库，坚持在园区工作的一般劳动力工资年收入 2 万多元。

经济效益：一是提高种植效率，保证种植质量。马铃薯机械化种植可一次性完成开沟、播种、施肥、喷药、盖膜、覆土 6 道工序，作业效率大幅提高。且机械化播种播深一致、播种均匀，出苗整齐，保证种植

质量。二是提高收获效率，保证收获质量。马铃薯的机械化收获作业效率大幅提高，人工挖刨伤薯率在 3%左右，机收伤薯率小于 3%，保证马铃薯的收获质量。三是提高马铃薯产量，增效效果显著。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。

社会生态效益:一是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。二是促进农村劳动力转移，避免外出务工人员返乡种地，有利于二、三产业的发展。三是充分体现农业机械化的优越性，激发农民机械化作业的热情。开展机械化连片作业不但可以增加机手收入，而且可以降低农户的种植成本，体现了规模效益，促进了农机服务产业化发展。四是可在减少农业生产投入的情况下增加粮食产量，增加农民收入。五是充分利用土地资源，提高土地产出率。六是能够促进农业专业化服务组织的发展，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。

中原两季作区马铃薯全程机械化生产模式

一、区域特征

本区域在黄河流域、华北平原到长江中下游平原之间，位于北方一作区南界以南，大巴山、苗岭以东、南岭、武夷山以北各省，包括辽宁、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。中原两作区的气候以温带大陆性气候为主，无霜期较长，在 180 ~ 300 天之间，年平均温度 10 ~ 18 ℃ 之间，在半湿润地区年降雨量在 400 ~ 800 毫米，平均年积温为 3400 ~ 4500℃，水热同期，农作物一般是一年两熟或两年三熟；在南部的长江中下游地区，气候湿润多季风，平均年积温为 4500 ~ 8000℃，年降水量 800mm ~ 1200mm，农作物一年两熟到三熟，雨热同期；区域内地势总体平坦，西北多高原、山脉，南边多丘陵，东边为平原。

中原两季作区因夏季长，温度高，不利于马铃薯生长，为了躲过夏季的高温，故实行春秋两季栽培，春季多为商品薯生产，秋季主要是生产种薯；适应栽培休眠期短的早熟品种，常年种植面积占我国马铃薯种植面积的 5% 左右，土地常年两季种植，没有间歇期，选择作物茬口尤为重要，比较适宜与小麦、玉米、白菜、甘蓝、大豆、棉花、萝卜、葱蒜倒茬轮作，应避免与番茄、辣椒、茄子、烟草等作物接茬，更不能两年以上连作种植。本区拥有“中国马铃薯之乡”称号的有山东省滕州市。

二、模式概述

中原两季作区在地理生态和环境气候方面由南至北、从东到西有较

大差异，在品种、种性、栽培技术等条件确定的基础上，受地形地貌和生产规模制约，该区域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（该地区马铃薯的种植都是平作，南方部分地区是垄上种植，也就是我们说的垄作）。

（一）单垄单行生产模式

该模式一般不覆膜，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。

（二）单垄双行生产模式

该模式一般播种时进行覆膜，受覆膜影响，相较于单垄单行播种效率低，收获受其影响效率也低，因此适宜中小面积种植。

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。

三、技术路线



四、技术要点及机具配备

（一）技术要点

1、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 15~20 天作业，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 20~30 天进行整地作业，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。

2、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；春马铃薯播种期一般在 2 月份下旬至 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 18 ~ 30 cm，垄间距 80 ~ 90 cm；单垄双行种薯位置距垄边约 10 ~ 15 cm，每穴 1 粒种薯，呈三角形分布，垄上行距 25 ~ 35 cm，株距 20 ~ 35 cm；播种深度 10cm ~ 15cm，垄顶宽度 50 ~ 70cm 垄高不低于 15cm，垄间距 110 ~ 130cm，覆土要严实，每亩配施种肥 15 ~ 20 kg。配套滴灌条件时，可同时进行铺管、覆膜复式作业。

3、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 3 ~ 8cm 时进行第一次中耕培土追肥，苗高 15 ~ 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 15 天左右）采用马铃薯上土机进行上土覆土作业，覆土厚度 2 ~ 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，根据实际需要中耕培土 1 ~ 2 次，避免生长后期出现青头，降低品质，一般幼苗高 7 ~ 10cm 时应及时中耕，苗高 13 ~ 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 ~ 20cm，肥带宽度 ≥ 3 cm，无明显断条，施肥后覆盖严密。

4、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，要提高喷施药剂的对靶性和利用率。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。

5、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。注意，在收获前 10 天应停止浇水。

6、机械收获作业

(1) 机械杀秧

在收获前 10 天左右，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。杀秧机作业中以中等速度行进，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。

机械收获的作业质量要求：马铃薯挖掘收获明薯率 ≥ 98%，埋薯率
≤ 2%，损伤率 ≤ 3%；马铃薯打秧机应采用横轴立刀式，茎叶杂草去除率
≥ 80%，切碎长度 ≤ 15 cm，割茬高度 ≤ 15 cm。

(二) 机具配备

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	120~180 马力拖拉机	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 120 马力以上
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 120 马力以上
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 120 马力以上
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 120 马力以上
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 120 马力以上
植保机械	3WP-1200 型喷杆式喷雾机（作业幅宽 ≥21m，药箱容量 ≥1200L）	1	配套 120 马力以上
杀秧机械	4JM-360 型马铃薯杀秧机（作业幅宽 ≥360cm）	1	配套 120 马力以上
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 ≥160cm。4ULZ-170 型马铃薯联合收获机，2 垄收获，作业幅宽 ≥160cm，带集薯装车功能	2	配套 120 马力以上

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	90~150 马力拖拉机	1	
	30~60 马力拖拉机	4	
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 120 马力以上
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 120 马力以上
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 120 马力以上

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 30~60 马力
上土机械	3ZMP-130 马铃薯自动上土机, 作业幅宽大于 110cm	4	配套 30~60 马力
植保机械	3WP-400 喷杆式喷雾机 (或植保无人机), 作业幅宽 $\geq 12\text{m}$, 药箱容量 $\geq 400\text{L}$	2	配套 30~60 马力
杀秧机械	4JM-110 型马铃薯杀秧机 (作业幅宽 $\geq 110\text{cm}$)	4	配套 30~60 马力
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 $\geq 80\text{cm}$ 。	4	配套 30~60 马力

五、典型案例

该模式在青岛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。

棉花

一年一熟区棉花全程机械化生产模式

一、区域特征

本模式适用于我国一年一作棉区，一年两作纯作棉区参考选用。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纯作地区可参考选用。

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 $200 \sim 220$ 天，北疆平原大多不到 150 天。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 毫米 $\sim$ 950 毫米之间，光照资源充足，平均光照时数为 2300 小时 $\sim$ 2890 小时。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。

二、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。目前采棉机以进口摘锭式采棉机为主。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。

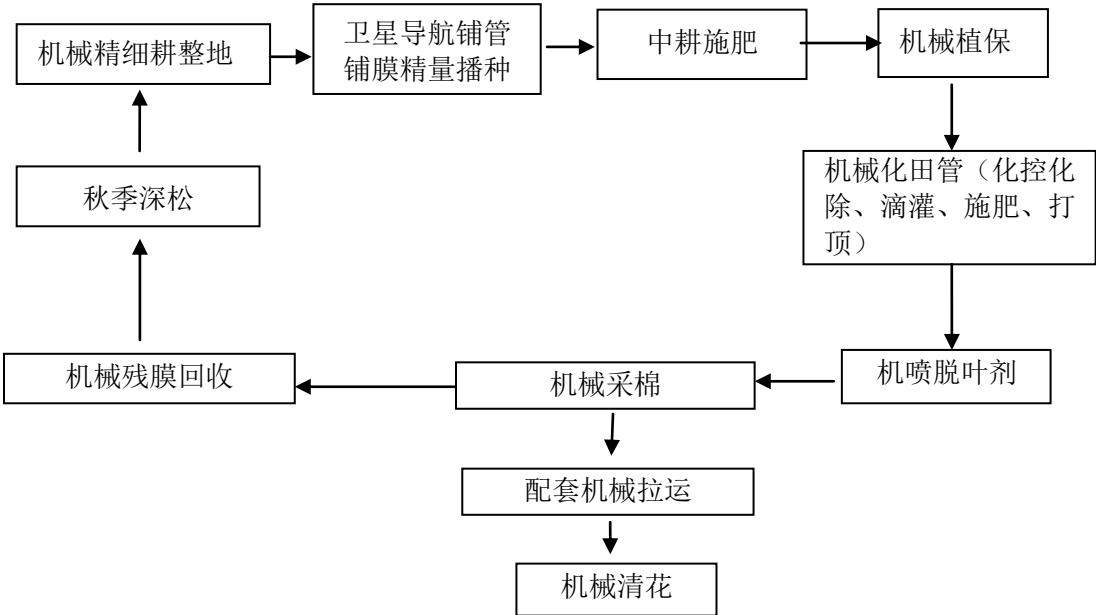
目前，在新疆地区，为提高棉花种植密度，种植模式由 76cm 等行距演变为小双行种植模式。一是宽窄行机采棉种植模式（一膜 6 行 13+63+13 cm 或 10+66+10 cm）；二是“品”字形种植模式（一膜 6 行 4+72+4cm）。在山东省推广的种植模式主要是一膜两行 76cm 等行距种植模式。

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。而在黄河流域一年一作棉区棉花生长期间雨水充足，采用 76cm 等行距可以保证光照和通风，避免小双行密植造成不通风不透光。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，组装配套形成一条龙机械化作业体系，覆盖示范区作业全过程。

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。

三、技术路线



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还未得到广泛推广，该环节主要是机械铺膜播种。

四、技术要点及机具配备

（一）技术要点

1、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、吐絮集中、含絮力适中、纤维强度高、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，含水量不得高于 8%。同一种植区域应尽量选择同一品种。

2、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 10 厘米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 25 ~ 28cm，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。

3、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。选配 2 膜 12 行或是 3 膜 18 行的大型铺膜铺管精量播种机（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。行距配置为宽窄行机采棉种植模式（一膜 6 行 13+63+13 cm 或 10+66+10 cm），“品”字形种植模式（一膜 6 行 4+72+4cm）。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 5~7cm，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播种机。该区域为盐碱地一般播种时种子带不覆土，应在出苗后及时放苗，并在 2~3 天内进行培土，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行采用1膜2管或3管，1膜4行采用1膜2管，滴灌带布置在大行的中间偏外7厘米（滴灌带距边行36厘米，距中行40厘米，滴灌带的滴水口应朝着边行）。滴灌带浅埋0.5~1厘米。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管带。

4、灌溉

在新疆实施滴水灌溉，棉花灌水要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20立方左右，每次滴4~6小时，间隔8~10天灌一次水，全生育期灌水8~11次，亩用水200~260立方。停水时间一般在9月初。

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。

5、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8~13cm，后期13~16cm。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。

6、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。

7、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。化控是在棉花生长中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。

8、棉花打顶与脱叶催熟

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18~20cm，主茎节间长度6~7cm，株高在65~80cm，伏前桃达到1.3~1.5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。

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。方法是將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 3~5 天的日最低气温应 $\geq 12.5^{\circ}\text{C}$ ，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。

建议：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。

9、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，棉花吐絮率在达到 80~90%，脱叶率达到 90% 时，采棉机即可进行采收作业。

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。

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，在田间作业速度控制在 4~5km/h。要根据条田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。

采收质量标准：要求采净率达 93%以上，合理制定行走路线，以减少撞落损失。含杂率在 11%以下，含水率在 10%以下。

10、机采棉机械化清理加工技术

在采棉机的采收过程中，不可避免地会混入棉叶、棉秆、棉铃壳、土砂等杂质，由于采棉机采收工艺的需要，采收后的籽棉含水率也比较高，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。机采棉清理加工生产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。

(二) 机具配套方案

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	备注
拖拉机	180 马力拖拉机	2 台	
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、典型案例

2006 年以来，拾花用工成本逐年增加，导致棉花生产成本越来越高，并且人工采收工期长，收获不及时还造成棉花品质下降（棉铃开裂 7 天后纤维强力最高，10 天后开始下降，在吐絮后曝晒停留约 40 天时间，

纤维强力会降低 50%), 极大制约了棉花生产规模化、标准化发展。为此, 新疆兵团余地方积极开展棉花机采种植模式综合机械化技术的试验示范, 解决棉花收获劳动力紧缺问题、降低拾花劳动强度、扩大经营规模、提高劳动生产率。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+10cm) 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、喷施落叶剂、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 2016 年, 沙湾县全县 150 余万亩棉花, 已全部采用机采模式种植, 棉花机械化采收 140 余万亩, 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平均每亩节约作业成本、增收 200 元以上, 同时极大提高作业效率。

冬油菜区油菜全程机械化生产模式

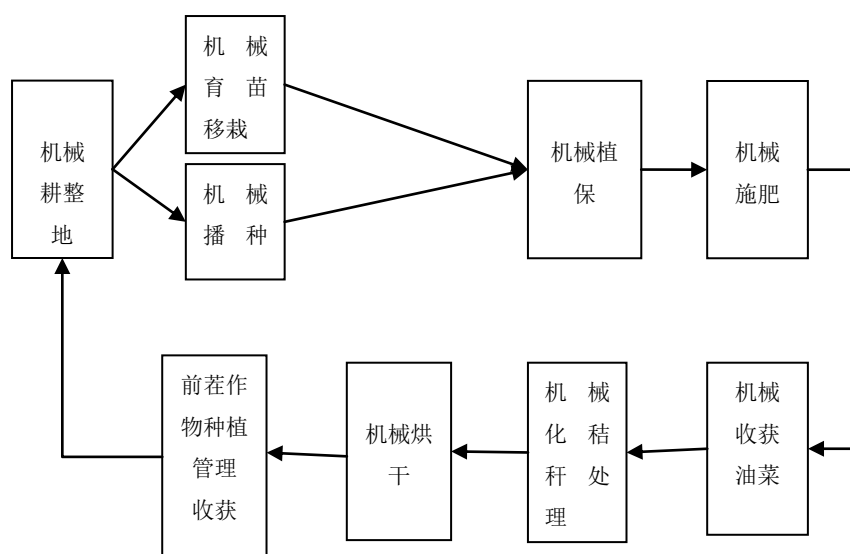
一、区域特征

本模式适用于南方多数制地区油菜产区，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。

二、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，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）。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。

三、技术路线



四、技术要点及机具配套

（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 1 米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）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。

1、机具选择

（1）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。

（2）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。

（3）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。

（4）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。

2、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。

3、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 2~3.6km/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 米左右为宜。

4、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。播种量根据种子发芽率确定，一般每亩 200g~300g，播种深度 5mm~15mm，油菜成苗密度每亩 3 万株左右，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。

5、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 25cm~30cm，宽度 20cm~30cm；厢沟深度一般为 15cm~20cm，宽度 20cm~25cm。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。

（三）机械育苗移栽

1、育苗播种

（1）育苗准备

a 育苗场地应选择平整的水泥场地或平整后的田块作为育苗场地，周围无遮光物，供水方便，排水顺畅。

b 育苗盘应采用长×宽×高=58cm×28cm×3cm，底部均匀分布排水孔的育秧硬盘，育苗盘底部铺一张宽度 27.5cm、长度 65cm 的塑料薄膜。

c 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 0.3g ~ 0.8g ,磷肥和钾肥各 0.2g ~ 0.5g, 硼砂 0.02g ~ 0.04g, 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)天。

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。

d 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。

(2) 苗盘播种

a 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。

b 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。

c 按密度为（800 ~ 1000）粒/盘播种。

d 覆土厚度 2mm ~ 3mm，厚度均匀,覆土含水量以 40% ~ 50%为宜。

（3）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。

（4）摆盘

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

b 摆盘时应检查苗盘，对缺水处进行补水，然后用 30g~50g/m² 的白色无纺布进行覆盖。

（5）揭盖控水

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；2 叶期之前如遇大雨要适当遮盖。

（6）苗肥管理

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。

（7）苗期虫害防治

苗期应及时对菜青虫、蚜虫等进行防治。

2、机械移栽

（1）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。

（2）适宜移栽苗龄（4.5~6.0）叶，苗高 8cm~12cm 时要适时。

(3) 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。

3、施肥

(1) 基肥

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 30 ~ 40kg，含硼 10%的硼砂 1kg，或油菜专用配方肥 40kg 左右作基肥进行表施，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。

(2) 追肥

根据苗情可酌情追肥，每亩施用 5kg~10kg 尿素。

4、田间管理

(1) 水分管理

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。

(2) 除草

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。

(3) 病虫害防治

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超低空遥控无人植保机等机具进行机械化植保作业。

5、收获

（1）机械联合收获

a 机具选择

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的，便于茎秆粉碎还田。

b 机具准备

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时需更换油菜专用割台和清选筛。

c 机具作业

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。

d 作业时

采用联合收获方式时，应在全田 90%以上油菜角果外观颜色全部变黄色或褐色，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 5-7 天（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。

e 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。

6、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 $\leq 2\%$ 。

（二）机械直播机具配套方案

油菜浅（免）耕，种植规模 3000 亩，主要机具配置见机具配置表：

机具名称	技术参数与特征型号	数量 (台)	备注
拖拉机	四轮驱动、功率不小于 80 马力。	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 保 机 械	a、高地隙喷杆式 喷雾机	喷幅 $\geq 12\text{m}$ ，药箱容积 $\geq 500\text{kg}$ 。	2	a、b、c 三 种机具为 单独配置 的数量，组 合时适量 减少。
	b、无人植保飞机	药箱容积 $\geq 10\text{L}$ ，续航时间 $\geq 15\text{min}$ 。	2	
	c、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 ≥ 10 吨。	1	

五、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 856.7 亩；平均亩产：中稻 562.7 公斤，油菜 162.3 公斤；总产：中稻 482.1 吨，油菜 139.0 吨。

（一）经济效益

中稻 562.7 公斤/亩，总产值 1463.02 元（按 2.6 元/公斤计），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 162.3 公斤，总产值 811.5 元（按 5 元/公斤计），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。

（二）社会效益

一是该示范片成功的实施，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。

(三) 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，同时实行病虫害专业化绿色防控，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

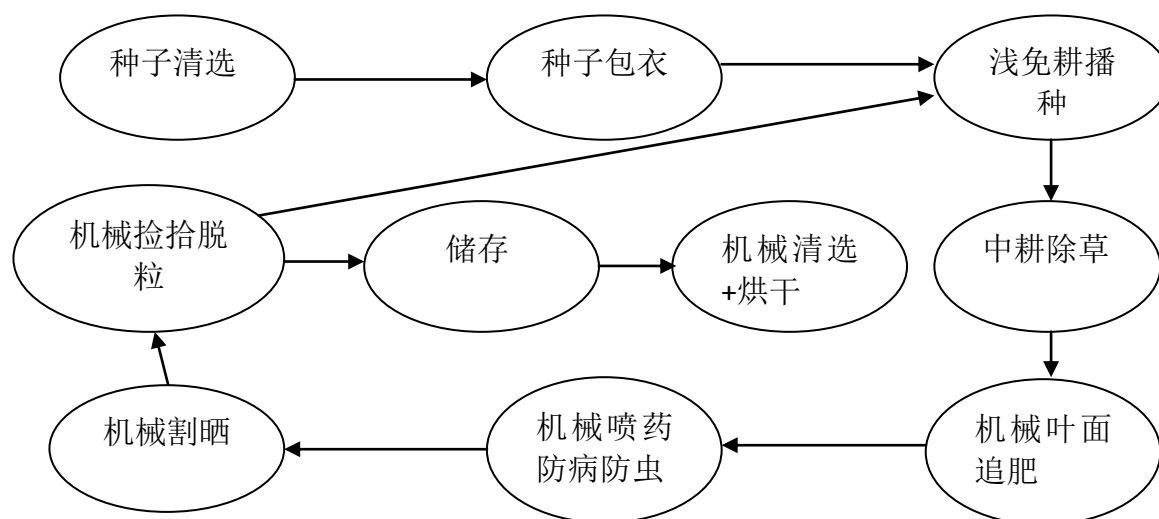
一、区域特征

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。

二、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 3 省（区）。区主要包括青海、内蒙、甘肃 3 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。

三、技术路线



四、技术要点及机具配套

（一）技术要点

1、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，由于油菜易遭受风害，要

求每一块油菜地都要有防风措施，要利用一切有利条件防风保苗，避免风害。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，要因地制宜灵活运用，要求每块地都要明确防风的具体措施，并落到实处，避免遭风害袭击造成损失。

2、品种选择和种子处理

(1) 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。

(2) 种子包衣处理：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搅拌均匀后，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。

3、机械播种

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。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。秋翻地亩播量为 0.4kg，免耕地亩播量为 0.45kg。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；采用梭形播种方式。

4、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，在播种前一天再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。

5、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 2250~3000ml/hm² 进行化学除草，草荒严重的地块用百草枯 2250~2400ml/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。

在苗期至薹苔期、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：及时调查、掌握病虫害发生发展规律，要把病虫害消灭在初发期，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，在油菜薹期至初花期利用喷药机进行兑水喷雾进行防治。根据田间病虫害发生情况，利用喷药机进行灭虫和追叶面肥、促早熟同时进行，一次完成，节能增效。

6、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，铺子厚度在 23cm~25cm，晾晒(7~10)天。割晒的油菜含水率为 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，秸秆直接还田。

7.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。

（二）机具配套方案

油菜浅免耕，种植规模 10000 亩，主要机具配置见机具配置表：

机具名称		技术参数与特征型号	数量 (台)	备注
拖拉机		四轮驱动、功率不小于 140 马力。	2	
播种机	a、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，a、b 两种机具为单独配置，组合时各配一台。
	b、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 ≥ 10 吨。	2	

五、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，保护性耕作技术的推广应用，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；由于采取保护性耕作，减少水土流失，保护了生态环境，采取秸秆还田模式减少了秸秆焚烧带来的污染，采取机械化秸秆还田有利于环境保护，增加的土壤了有机质，利于发展生态农业，具有明显的生态效益，因此该机械化生产模式在额尔古纳市得以大面积推广。

花生

黄淮海产区花生全程机械化生产模式

一、区域特征

本模式适用于包括山东、河北、河南中北部、江苏北部、安徽北部在内的黄淮海花生产区。本区是全国最大的花生产区，气候条件和土壤条件比较优越。种植花生的土壤多为丘陵砂土和河流洪积冲积平原砂土。栽培制度过去多为一年一熟和二年三熟制，近年来一年二熟制发展迅速，特别是河南省的大部地区和山东省的部分地区一年二熟制的麦田套种花生和夏直播花生面积已达到花生总面积的 80% 以上。

二、模式概述

黄淮海产区花生全程机械化生产模式主要包括春花生全程机械化生产模式和夏花生全程机械化生产模式。经过多年的生产实践，花生机械化农艺措施与机械化技术相配套已形成了较为成熟的生产模式。全程机械化主要包括前期机械化耕整地、机械化播种、机械化田间管理和机械化收获，主要关键技术为花生机械化播种和联合收获技术。花生机械化播种能够一次完成起垄、播种、施肥、喷洒除草剂、覆膜、膜上覆土等作业工序，复式花生播种作业机械技术成熟，花生机械化收获包括分段式收获和联合式收获。分段式收获后，需人工或机械捡拾、集运和摘果等，部分分段式收获机可完成有序铺放，方便捡拾。花生联合收获可以一次完成挖掘、抖土、摘果、分离、清选、集果等收获作业的全部过程。

黄淮海产区花生全程机械化生产模式主推机械化播种和机械化联合

收获模式，在受地块面积和土壤条件制约无法采用联合式收获的地区，推荐采用有序铺放分段式收获模式，配套动力小，方便后期人工捡拾。

三、技术路线

春花生生产全程机械化模式技术路线为：（玉米机械化生产）→冬前耕地，早春顶凌耙地（或早春化冻后耕地）→播前耕整地→花生机械化播种（旋耕、起垄、播种、施肥、喷洒除草剂、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）→花生机械化收获（分段式收获→晾晒捡拾摘果\捡拾晾晒摘果；联合收获）→（小麦机械化生产）→（玉米机械化生产）。

夏花生生产全程机械化模式技术路线为：（小麦机械化生产）→花生机械化播种（秸秆清理、旋耕、起垄、播种、施肥、喷洒除草剂、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）→花生机械化收获（分段式收获→人工捡拾摘果；两段式收获；联合收获）→（小麦机械化生产）。

四、技术要点及机具配套

（一）技术要点

1、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 22~25cm 左右。夏播花生在前茬小麦收获后耕整地或直接旋耕播种。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。

2、播种

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适中、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。

种子处理。播前晒种 2~3 天，提高种子活性。要求种粒大小均匀，种子纯度 98% 以上，种子净度 99% 以上，含水量 14% 左右，自然破损率低。

播种时间。春花生在墒情合适的情况下，适当晚播，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。夏花生在小麦收获后立即播种，播种时如果墒情不足，应提前浇水造墒。

播种穴数。花生播种穴数应根据地力、品种特性而定。大花生每亩 8000~10000 穴，小花生每亩 10000~12000 穴为宜，每穴 2 粒，单粒播种时，要精选种子，每穴 1 粒，亩播 15000 粒左右。

播种深度。春花生播种深度在 2~3cm 最合适，根据土壤墒情可浮动 1~2cm。夏花生播种深度 5cm 左右

机械播种。垄作一般采用一垄双行（覆膜）播种，平作采用宽窄（大小）行播种。选择一次完成施肥、播种、镇压等多道工序的复式播种机，夏播花生可采用全秸秆覆盖碎秸清秸花生免耕播种机进行播种。一垄双行垄距控制在 80~90cm，垄上小行距 25~30cm，垄高 10~12cm 之间，穴距 14~20cm；单粒播种时，穴距 10~13cm。覆膜播种苗带覆土厚度应达到 4~5cm，利于花生幼苗自动破膜出土。夏花生播种可不覆膜。为

便于机械化收获，等行平作应改为宽窄行平作播种。宽行距 45 ~ 55cm，窄行距 25 ~ 30cm。

播种作业质量要求。机播要求双粒率在 80%以上，穴粒合格率在 95%以上，空穴率不大于 2%，破碎率小于 1.5%。所选膜宽应适合机宽要求。作业时尽量将膜拉直、拉紧，覆土应完全，并同时用镇压轮进行镇压，使膜尽量贴紧地面。

喷施除草剂。花生机械化播种时，应同步喷施除草剂，喷施量按药物使用说明确定。

3、田间植保

病虫害防治。根据植保部门的预测预报和病虫害情况，选择适宜的农药、药量、喷药次数及安全间隔期，及时喷雾。药液浓度配比正确，喷量均匀、适宜，药液雾化良好。按照药液浓度和用量，正确地选择适宜的作业速度，提高防治效果。

化控调节。花生盛花到结荚期，株高超过 35cm，有徒长趋势的地块，须采用化学药剂进行控制，防止徒长倒伏。如采用半喂入花生联合收获，还应确保花生秧蔓到收获期保持直立。饱果期要及时叶面喷肥补充养料，防止脱肥早衰，增加饱果，提高果重。

排灌。花生生育期间如干旱无雨，应及时灌溉；如雨水较多、田间积水，应及时排水防涝以免烂果，确保产量和质量。

4、适期收获

适期收获。按照当地花生生产条件确定适宜收获期，当植株呈现衰老状态，顶端停止生长，上部叶片变黄，基部和中部叶片脱落，大多数

荚果成熟时，表明花生已到收获期。收获时尽量避开雨季。

收获条件。土壤含水率在 10~18%，手搓土壤较松散时，适合花生收获机械作业。土壤含水率过高，无法进行机械化收获；含水率过低且土壤板结时，可适度灌溉补墒，调节土壤含水率后机械化收获。

分段收获。采用花生挖掘机挖掘、抖土和铺放，人工捡拾、机械摘果、清选。在丘陵坡地，可采用花生挖掘机挖掘，人工捡拾、机械摘果、清选。花生挖掘机作业质量要求：总损失率 3%以下，埋果率 2%以下，带土率 20%以下；无漏油污染，作业后地表较平整、无漏收、无机组对作物碾压、无荚果撒漏。

两段收获：先挖掘铺放晾晒，晾晒后再捡拾摘果的收获方式简称两段收获。第一段采用花生挖掘机挖掘、抖土和铺放，经过 3~5 天晾晒后，第二段捡拾摘果联合收获机一次性完成捡拾摘果清选。花生挖掘机作业质量要求：总损失率 3%以下，埋果率 2%以下，带土率 20%以下；捡拾摘果联合收获机作业质量要求：总损失率 5%以下，含杂率 8%以下，破碎率 5%以下。

联合收获：联合收获机的选择应与播种机匹配，采用联合收获机一次性完成花生挖掘、输送、清土、摘果、清选、集果作业，目前新型的秧果兼收联合收获机能够实现秧蔓与根盘的分离，秧蔓直接归集装箱或打捆，可直接作为青贮饲料使用，仅根盘喂入摘果装置实现大喂入量低损高效摘果，作业质量要求：总损失率 5%以下，破碎率 1%以下，裂荚率 1%以下，含杂率 3%以下；无植株漏收、无机组对作物的碾压，无荚果撒漏。半喂入花生联合收获机作业质量要求：总损失率 5%以下，破碎

率 2%以下，含杂率 5%以下；无漏油污染，作业后地表较平整、无漏收、无机组对作物碾压、无荚果撒漏。全喂入花生联合收获机作业质量要求：总损失率 5.5%以下，破碎率 2%以下，裂荚率 2.5%以下，含杂率 5%以下；无漏油污染，作业后地表较平整、无漏收、无机组对作物碾压、无荚果撒漏。

5、秧蔓处理

新型秧果兼收联合收获机可实现秧蔓与荚果的同时收获，秧蔓无需后续人工处理，可直接归集装箱或打捆，秧蔓清洁化程度高，不夹带地膜与泥土可直接作为动物饲料使用；半喂入联合收获机收获后的花生秧蔓，应规则铺放，便于机械化捡拾回收。全喂入联合收获机收获后的花生秧蔓，如做饲料使用，应规则铺放，便于机械化捡拾回收；如还田，应切碎均匀抛洒地表。捡拾摘果机作业后，花生秧被收集到集秧箱内，可以回收用作饲料。

（二）机具配套

根据花生种植特点、农艺要求和种植规模，可供选择的配套机具如下：

序号	机具类别名称	主要功能	技术参数	作业质量指标
1	30 马力拖拉机	牵引耕整地机械、播种机械进行作业	轴距：1750mm 轮距：1060mm 最小使用质量：1290 kg 最大牵引力：5.98 KN PTO 功率：19 kW PTO 转速：720 转/分钟 悬挂形式：后置三点悬挂	
2	130 马力拖拉机		轴距：2582mm 轮距：1850mm 最小使用质量：5440 kg	

			最大牵引力：35KN PTO 功率：75 kW PTO 转速：540/1000 转/分钟 悬挂形式：后置三点悬挂	
3	液压翻 转犁	土地翻耕作 业	配套动力：≥91.9kW 犁铧数：4 犁体结构形式：栅条犁 单铧工作宽度：35～50cm 犁体间距：100cm	作业深度（耕 深）：22～25 cm； 耕深合格率： ≥85%； 碎土率：≥65%； 地表平整度：≤6 cm。
4	动力驱 动耙	土地耙平作 业	配套动力：≥80kW 工作幅宽：320cm 传动方式：中间齿轮传动 耙齿结构形式：立式旋刀	耙深合格率： ≥85%； 碎土率：≥60%； 耙后地表平整 度：≤5 cm。
5	花生播 种机	一次完成起 垄、播种、 施肥、喷洒 除草剂、覆 膜、膜上覆 土等作业工 序	适应膜宽：1000mm 播行：2 行/垄 垄高：180～200mm 作业效率：3～5 亩/小时 播种深度：30～50mm 穴距：双粒 180～250mm 单粒 80、10、120、150mm 喷药量：15～20kg/亩 施肥量：可调，最大施肥量为 50 kg/亩	双粒率：≥75%； 穴粒合格率：≥ 85%； 穴距合格率： ≥90%； 空穴率：≤2%； 播种深度合格 率：≥85%。
6	喷杆喷 雾机	防治病虫 害、喷洒叶 面肥、除草 剂、植物生 长调节剂等	结构尺寸：4110*9900*2990 最小离地间隙：1100 mm 作业速度：0～10km/h 轮距：1.5m 药液箱容积：500L 喷幅：11.5/12.5m	漏喷率≤5%； 重喷率≤5%。

7	花生挖掘铺放收获机	完成花生收获挖掘、抖土和有序或无序铺放	结构尺寸: 2100*1000*900 配套动力: 14.7 ~ 25.7 kW 工作行数: 2 行 工作幅宽: 900mm 工作效率: 0.3 ~ 0.45 hm ² /h	总损失率≤3%; 埋果率≤2%; 带土率≤20%。
8	花生条铺收获机	完成花生挖掘、抖土和有序铺放等收获作业环节	一垄两行(手扶): 结构尺寸: 1300*900*700 配套动力: 14.7 ~ 17.6 kW 工作行数: 1 垄 2 行 工作幅宽: 900mm 工作效率: 0.3 ~ 0.45 hm ² /h 一垄两行(小四轮后悬挂): 结构尺寸: 2100*1000*900 配套动力: 14.7 ~ 25.7 kW 工作行数: 1 垄 2 行 工作幅宽: 900mm 工作效率: 0.3 ~ 0.45 hm ² /h 两垄四行: 结构尺寸: 2600*1900*1170 配套动力: 29.4 ~ 36.7kW 工作行数: 2 垄 4 行 工作幅宽: 1800mm 工作效率: 0.5 ~ 0.8hm ² /h 三垄六行: 结构尺寸: 2600*2800*1260 配套动力: 47.8 ~ 66.2 kW 工作行数: 3 垄 6 行 工作幅宽: 2700mm 工作效率: 1.2 ~ 1.5 hm ² /h	总损失率≤3%; 埋果率≤2%; 带土率≤20%。
9	花生捡拾摘果机	一次性完成捡拾摘果清选	结构尺寸: 6340*2750*3320 整机质量: 5270 kg 配套动力: 73.5 kW 工作行数: 6 行 工作幅宽: 2500mm 工作效率: 0.9 ~ 1.2 hm ² /h 作业速度: 3.2 ~ 4.8km/h	总损失率: ≤5%; 含杂率: ≤8%; 破碎率: ≤5%。
10	花生半喂入联合收获机	一次完成挖掘、抖土、摘果、分离、清选、集果等收获作业工序	配套动力: 33.8kW 整机重量: 2400kg 结构尺寸: 5000*2350*2130 纯生产率: 0.12 ~ 0.16 hm ² /h 工作行数: 2 行 工作幅宽: 1600 mm 摘净率≥98.5%	总损失率: ≤5%; 含杂率: ≤5%; 破碎率: ≤2%。

			损失率 $\leq 3.5\%$	
11	花生秧果兼收联合收获机	一次性完成花生挖掘、夹持、输送、秧蔓—果根分离、秧蔓装袋(打捆)作业工序	配套动力: 75 ~ 130kW 整机重量: 4600kg 结构尺寸: 8000*3000*4000 工作行数: 6 行 工作幅宽: 2500mm 工作效率: $\geq 0.2\text{hm}^2/\text{h}$ 秧蔓归集方式: 装箱	总损失率: $\leq 5\%$; 破碎率 $\leq 1\%$; 裂荚率 $\leq 1\%$; 含杂率: $\leq 3\%$ 。



花生手扶覆膜播种机



一垄两行花生覆膜播种机



花生高垄覆膜播种机



平作花生播种机



两垄四行花生覆膜播种机



三垄六行花生播种机



四垄八行花生播种机



全量秸秆覆盖地花生免耕洁区播种机



手扶花生条铺机



花生挖掘铺放收获机



花生条铺收获机



两垄四行花生条铺收获机



三垄六行花生条铺收获机



花生挖掘铺放收获机



花生挖掘铺放收获机



履带式花生联合收获机



履带式花生联合收获机



轮式花生联合收获机



两垄四行联合收获机



两垄四行联合收获机



秧果兼收型三垄六行联合收获机



八行捡拾联合收获机

五、典型案例

诸城市金山农机专业合作社，在诸城市林家村镇下庄村，现有社员 40 人，固定资产 400 多万元，有花生播种机 4 台，花生联合收获机 4 台，大型吊杆喷雾机 1 台，其它耕整地机、联合收获机等 50 台，烘干机 3 台，植保无人机 1 台。采用花生全程机械化生产模式，常年花生种植面积 1000 亩，取得了良好效益。

（一）经济效益

1.生产成本：结合合作社种植习惯和实际支出，计算 1000 亩土地所需的种子、农药、化肥、地膜等农资成本、机具作业的燃油成本以及整个作业环节的人工成本，得出每亩生产成本为 438.3 元。

其中：（1）种子 106.5 元/亩，花生种子 7.1 元/kg，每亩用种 15kg。

（2）化肥：168 元/亩，施 2 次，每次 84 元/亩。

（3）药剂：37.1 元/亩，其中，除草剂：4 元/亩，施 1 次，每次 4 元/亩；杀虫剂：13 元/亩，施 2 次，每次 6.5 元/亩；矮壮素等其他药剂：20.1 元/亩，施 3 次，每次 6.7 元/亩。

（4）地膜：44.7 元/亩，10.4 元/kg，每亩用地膜 4.3kg。

（5）燃油：32 元/亩，其中，耕整地 12 元/亩，播种 4 元/亩，植保 1 元/亩，联合收获 15 元/亩。

（6）人工：机手工资 50 元/亩，其中耕整地、植保 10 元/亩，播种、收获 15 元/亩。

2.土地流转成本：800 元/亩。

3.机具折旧成本：投入机具包括 30 马力拖拉机 4 台，每台 3 万元，共 12 万元；130 马力拖拉机 1 台 13 万元；液压翻转犁和动力驱动耙各 1 台，每台 3 万元，共 6 万元；花生播种机 4 台，每台 0.4 万元，共 1.6 万元；植保机械 1 台 12 万元；花生联合收获机 4 台，每台 7.5 万元，共 30 万元。花生播种机按 3 年折旧计算，30 马力拖拉机按 4 年折旧计算，耕整地机械、植保机械、花生联合收获机按 5 年折旧计算，130 马力拖拉机按 8 年折旧计算，则年折旧费=12 万元/4+13 万元/8+6 万元÷5+1.6 万元/3+12 万元/5+30 万元/5=3 万元+1.625 万元+1.2 万元+0.53 万元+2.4 万元+6 万元=14.755 万元。

4.生产收入：按花生平均产量 450kg/亩，花生售价 4.8 元/kg 计算。

总收益=生产收入-生产成本-土地流转成本-机具折旧成本。

花生价格 4.8 元/kg 计算，则总收益=450kg/亩×4.8 元/kg×1000 亩-(800 元/亩+438.3 元/亩)×1000 亩-147550 元=774150 元=77.4 万元。

(二) 社会、生态效益

花生全程机械化生产提高了生产效率，节约了大量农村劳动力。一台花生播种机和联合收获机作业一天，可节约 100 多个人工，节约了大量的农村劳动力，解决了“三秋”时期劳动力季节性短缺的矛盾，为农民群众务工经商提供了条件。

花生机械化联合收获作业时，能将部分残膜同时收起，减少了残膜污染。

东北、新疆产区花生全程机械化生产模式

一、区域特征

本模式适用于包括辽宁、吉林、黑龙江南部、新疆、甘肃西北部的东北、新疆产区。东北产区花生主要分布在辽东、辽西丘陵以及辽西北等地，种植花生的地区多为海拔 200m 以下的丘陵砂地和风沙地，花生种植面积和总产分别占全国花生种植面积和总产的 4% 左右，栽培制度多为一年一熟和二年三熟制；新疆产区近五年花生种植发展较快，花生主要分布在盆地边缘和河流沿岸较低地区，绝大部分地区属于干旱荒漠气候，雨量稀少，须有灌溉条件才能种植花生，花生种植面积和总产分别占全国花生种植面积和总产的 2% 以下，栽培制度为一年一熟春花生。

二、模式概述

东北、新疆产区花生全程机械化生产模式主要为春花生全程机械化生产模式。东北产区花生机械化农艺措施与机械化技术相配套已形成了较为成熟的生产模式。全程机械化主要包括前期机械化耕整地、机械化播种、机械化田间管理和机械化收获，主要关键技术为花生高效机械化播种、高效捡拾摘果和联合收获技术。花生机械化播种能够一次完成起垄、播种、施肥、喷洒除草剂、覆膜、膜上覆土、铺设滴灌带等作业工序，复式花生播种作业机械技术成熟，花生机械化收获包括分段式收获和联合式收获。分段式收获后，需人工或机械捡拾、集运或机械联合捡拾摘果等，分段式收获机可完成有序铺放，方便捡拾。花生联合收获可

以一次完成挖掘、抖土、摘果、分离、清选、集果等收获作业的全部过程。

东北产区适宜采用机械化播种、机械化联合收获与分段收获并存模式，主推联合收获模式。

新疆产区地广人稀，灌溉条件较差，必要也必须发展全程机械化模式，播种上选择近两年青岛农业大学联合青岛万农达花生机械有限公司研发成功的三垄六行或四垄八行复式播种机，一方面提升效率，另一方面机具加设了滴灌带铺设；收获适宜发展和研发两垄四行联合收获机和大型捡拾摘果机。

三、技术路线

本区花生生产全程机械化模式技术路线为：（前茬作物收获）→冬前耕地→播前耕整地→花生机械化播种（旋耕、起垄、播种、施肥、喷洒除草剂、覆膜、膜上覆土、滴灌带铺设一次完成）→花生田间管理（病虫害防治、化控、田间排灌等）→花生机械化收获（分段式收获→晾晒捡拾摘果\捡拾晾晒摘果；联合收获）→（后茬作物生产）。

四、技术要点

东北产区花生全程机械化生产技术要点基本同黄淮海产区春花生机械化生产技术，新疆产区在机具配套上，应加大对减阻高效的采收机具的采用。

（一）耕整地

春播花生在前茬作物收获及秸秆处理后，及时进行机械耕整地。播前旋耕，耕翻深度一般在 22~25cm 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）播种

1.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适中、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。新疆地区引进国外花生收获机，也可选用蔓生或半直立型花生品种。

2.种子处理。播前晒种 2~3 天，提高种子活性。要求种粒大小均匀，种子纯度 98% 以上，种子净度 99% 以上，含水量 14% 左右，自然破损率低。

3.播种时间。播种前 5 天地表 5cm 以下地温日平均达 12℃~15℃ 以上时为适宜播期，墒情不足时应先播种后造墒，或铺放滴灌带。

4.播种穴数。花生播种穴数应根据地力、品种特性而定。大花生每亩 8000~10000 穴，小花生每亩 10000~12000 穴为宜，每穴 2 粒，单粒播种时，要精选种子，每穴 1 粒，亩播 15000 粒左右。

5.播种深度。深度在 2~3cm 最合适，根据土壤墒情可浮动 1~2cm。

6.机械播种。垄作一般采用一垄双行（覆膜）播种，东北花生区的旱薄地也可采用采用宽窄（大小）行平作播种。选择一次完成施肥、播种、喷药、镇压、铺设滴灌带等多道工序的复式播种机。垄距控制在 80~90cm，垄上小行距 25~30cm，垄高 10~12cm 之间，穴距 14~20cm；单粒播种时，穴距 10~12cm。覆膜播种苗带覆土厚度应达到 4~5cm，利于花生幼苗自动破膜出土。东北地区传统多有一垄单行（覆膜）等行距种植，配套播种机械与收获机械规格不统一，机械化收获效率较低。

在不影响产量原则上，应改为一垄双行（覆膜）播种方式。新疆地区宜采用三垄六行或四垄八行复式播种机。

7.播种作业质量要求。机播要求双粒率在 80%以上，穴粒合格率在 95%以上，空穴率不大于 2%，破碎率小于 1.5%。所选膜宽应适合机宽要求。作业时尽量将膜拉直、拉紧，覆土应完全，并同时放下镇压轮进行镇压，使膜尽量贴紧地面。

8.喷施除草剂。花生机械化播种时，应同步喷施除草剂，喷施量按药物使用说明确定。

（三）田间植保

1.病虫害防治。根据植保部门的预测预报和病虫害情况，选择适宜的农药、药量、喷药次数及安全间隔期，及时喷雾。药液浓度配比正确，喷量均匀、适宜，药液雾化良好。按照药液浓度和用量，正确地选择适宜的作业速度，提高防治效果。

2.化控调节。花生盛花到结荚期，株高超过 35cm，有徒长趋势的地块，须采用化学药剂进行控制，防止徒长倒伏。如采用半喂入花生联合收获，还应确保花生秧蔓到收获期保持直立。饱果期要及时叶面喷肥补充养料，防止脱肥早衰，增加饱果，提高果重。

3.排灌。花生生育期间如干旱无雨，应及时灌溉；如雨水较多、田间积水，应及时排水防涝以免烂果，确保产量和质量。

（四）适期收获

1.适期收获。按照当地花生生产条件确定适宜收获期，当植株呈现衰老状态，顶端停止生长，上部叶片变黄，基部和中部叶片脱落，大多

数荚果成熟时，表明花生已到收获期。收获时尽量避开雨季。

2.收获条件。土壤含水率在 10~18%，手搓土壤较松散时，适合花生收获机械作业。土壤含水率过高，无法进行机械化收获；含水率过低且土壤板结时，可适度灌溉补墒，调节土壤含水率后机械化收获。

3.分段收获。采用花生挖掘机挖掘、抖土和铺放，人工捡拾、机械摘果、清选。在丘陵坡地，可采用花生挖掘机挖掘，人工捡拾、机械摘果、清选。花生挖掘机作业质量要求：总损失率 3%以下，埋果率 2%以下，带土率 20%以下；无漏油污染，作业后地表较平整、无漏收、无机组对作物碾压、无荚果撒漏。

4.两段收获：先挖掘铺放晾晒，晾晒后再捡拾摘果的收获方式简称两段收获。第一段采用花生挖掘机挖掘、抖土和铺放，经过 3~5 天晾晒后，第二段捡拾摘果联合收获机一次性完成捡拾摘果清选。花生挖掘机作业质量要求：总损失率 3%以下，埋果率 2%以下，带土率 20%以下；捡拾摘果联合收获机作业质量要求：总损失率 5%以下，含杂率 8%以下，破碎率 5%以下。

5.联合收获：联合收获机的选择应与播种机匹配，采用联合收获机一次性完成花生挖掘、输送、清土、摘果、清选、集果作业，目前新型的秧果兼收联合收获机能够实现秧蔓与根盘的分离，秧蔓直接归集装箱或打捆，可直接作为青贮饲料使用，仅根盘喂入摘果装置实现大喂入量低损高效摘果，作业质量要求：总损失率 5%以下，破碎率 1%以下，裂荚率 1%以下，含杂率 3%以下；无植株漏收、无机组对作物的碾压，无荚果撒漏。半喂入花生联合收获机作业质量要求：总损失率 5%以下，破

碎率 2%以下，含杂率 5%以下；无漏油污染，作业后地表较平整、无漏收、无机组对作物碾压、无荚果撒漏。全喂入花生联合收获机作业质量要求：总损失率 5.5%以下，破碎率 2%以下，裂荚率 2.5%以下，含杂率 5%以下；无漏油污染，作业后地表较平整、无漏收、无机组对作物碾压、无荚果撒漏。

（五）秧蔓处理

新型秧果兼收联合收获机可实现秧蔓与荚果的同时收获，秧蔓无需后续人工处理，可直接归集装箱或打捆，秧蔓清洁化程度高，不夹带地膜与泥土可直接作为动物饲料使用；半喂入联合收获机收获后的花生秧蔓，应规则铺放，便于机械化捡拾回收。全喂入联合收获机收获后的花生秧蔓，如做饲料使用，应规则铺放，便于机械化捡拾回收；如还田，应切碎均匀抛洒地表。捡拾摘果机作业后，花生秧被收集到集秧箱内，可以回收用作饲料。

五、典型案例

位于新疆沙湾县的新疆天鹰生物科技有限公司在新疆率先实现花生种植全程机械化，并且实现了美国花生收获机械在中国的首次应用。目前，国内花生种植已经有了播种（带有铺膜和布管功能）、打药、采收等设备，但是采收设备工作效率低、机械性能还有待于进一步改进，无法进行大面积机械化收获，实现不了规模效益。2010 年，天鹰公司投资 800 万元以上，从美国引进 4 套花生联合采收机，这 4 套设备可以满足 6666.7hm² 以上花生的采收需求，完全打破了新疆花生产业发展的瓶颈，同时也为今后新疆发展花生机械化收获积累了宝贵经验。

长江流域产区花生全程机械化生产模式

一、区域特征

本模式适用于包括湖北，四川、湖南、江西、安徽、江苏南部、河南南部、福建西北、陕西西部以及甘肃东南部长江流域花生产区。花生主要分布在四川嘉陵江以西的绵阳-成都-宜宾地区一线，湖南的涟源-邵阳-道县一线，江西的赣江流域地区，淮南冲积土地地区和湖北的鄂东北低山丘陵地区，自然资源条件好，有利于花生生长发育，种植花生的土壤多为酸性土壤、黄壤、紫色土、砂土和砂砾土。栽培制度，丘陵地和冲积砂土多为一年一熟和二年三熟制，以春花生为主，南部地区及肥沃地多为二年三熟和一年二熟，以套种或夏直播花生为主。种植面积和总产分别占全国花生种植面积和总产的 15%。

二、模式概述

长江流域产区花生全程机械化生产模式主要包括前期机械化耕整地、机械化播种、机械化田间管理和机械化收获，主要关键技术为花生机械化播种、捡拾摘果和联合收获技术。花生机械化播种能够一次完成起垄、播种、施肥、喷洒除草剂、覆膜、膜上覆土等作业工序，复式花生播种作业机械技术成熟，花生机械化收获包括分段式收获和联合式收获。分段式收获后，需人工或机械捡拾、集运和摘果等，部分分段式收获机可完成有序铺放，方便捡拾。花生联合收获可以一次完成挖掘、抖土、摘果、分离、清选、集果等收获作业的全部过程。

本区适宜采用机械化播种，机械化分段收获与联合收获并存模式。

三、技术路线

本区花生生产全程机械化模式技术路线为：（前茬作物收获）→底肥施用→播前耕整地→花生机械化播种（旋耕、起垄、播种、施肥、喷洒除草剂、覆膜或露地播种、膜上覆土等一次完成）→花生田间管理（病虫害防治、化控、田间排灌等）→花生机械化收获（分段式收获→晾晒捡拾摘果\捡拾晾晒摘果；联合收获）→（后茬作物生产）。

四、技术要点

（一）耕整地

本区地块分散，为利于机械化作业，地块选择上要统一布局，集中连片纯作种植，地势较平坦，坡度应小于 10 度，田间要有相应的机耕道。花生在前茬作物收获及秸秆处理后，及时进行机械耕整地。播前旋耕，耕翻深度一般在 22~25cm 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）播种

1.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适中、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。

2.底肥施用。本区部分肥力较弱的红、黄壤土，推荐底肥施用。亩推荐量：复合肥 50kg，生石灰粉 50~75kg，在耕整地前（播种前 15 天以上）撒施，钼酸铵 20g、硼砂 500g、硫酸锌、硫酸镁各 1000g，拌细土撒施。亩增施农家肥 1000kg，充分发酵，完全腐熟，并增施钙镁磷肥 40kg。

3.种子处理。播前晒种 2~3 天，提高种子活性。要求种粒大小均匀，种子纯度 98% 以上，种子净度 99% 以上，含水量 14% 左右，自然破损率低。

4.播种时间。播种前 5 天地表 5cm 以下地温日平均达 15℃ 以上时为适宜播期。

5.播种穴数。花生播种穴数应根据地力、品种特性而定。合理密植，每亩 9000~12000 穴，每穴 2 粒。单粒播种时，要精选种子，每穴 1 粒，亩播 15000 粒左右。

6.播种深度。深度在 3~5cm 最合适，根据土壤墒情可浮动 1~2cm。

7.机械播种。垄作一般采用一垄双行（覆膜）播种，平作采用宽窄（大小）行播种。选择一次完成施肥、播种、喷药、镇压、铺设滴灌带等多道工序的复式播种机。垄距控制在 80~90cm，垄上小行距 25~30cm，垄高 10~12cm 之间，穴距 14~20cm；单粒播种时，穴距 11cm 左右。覆膜播种苗带覆土厚度应达到 4~5cm，利于花生幼苗自动破膜出土。本区易涝地较多，宜采用一垄双行（覆膜）高垄模式播种，垄高 15~20cm，以便机械化种植和配套收获。

8.播种作业质量要求。机播要求双粒率在 80% 以上，穴粒合格率在 95% 以上，空穴率不大于 2%，破碎率小于 1.5%。所选膜宽应适合机宽要求。作业时尽量将膜拉直、拉紧，覆土应完全，并同时放下镇压轮进行镇压，使膜尽量贴紧地面。

9.喷施除草剂。花生机械化播种时，应同步喷施除草剂，喷施量按药物使用说明确定。

（三）田间植保

1.病虫害防治。根据植保部门的预测预报和病虫害情况，选择适宜的农药、药量、喷药次数及安全间隔期，及时喷雾。药液浓度配比正确，喷量均匀、适宜，药液雾化良好。按照药液浓度和用量，正确地选择适宜的作业速度，提高防治效果。

2.化控调节。花生盛花到结荚期，株高超过 35cm，有徒长趋势的地块，须采用化学药剂进行控制，防止徒长倒伏。如采用半喂入花生联合收获，还应确保花生秧蔓到收获期保持直立。饱果期要及时叶面喷肥补充养料，防止脱肥早衰，增加饱果，提高果重。

3.排灌。花生生育期间干旱无雨，应及时灌溉；如雨水较多、田间积水，应及时排水防涝以免烂果，确保产量和质量。

（四）适期收获

1.适期收获。照当地花生生产条件确定适宜收获期，当植株呈现衰老状态，顶端停止生长，上部叶片变黄，基部和中部叶片脱落，大多数荚果成熟时，表明花生已到收获期。收获时尽量避开雨季。

2.收获条件。土壤含水率在 10~18%，手搓土壤较松散时，适合花生收获机械作业。土壤含水率过高，无法进行机械化收获；含水率过低且土壤板结时，可适度灌溉补墒，调节土壤含水率后机械化收获。

3.分段收获。采用花生挖掘机挖掘、抖土和铺放，人工捡拾、机械摘果、清选。在丘陵坡地，可采用花生挖掘机挖掘，人工捡拾、机械摘果、清选。花生挖掘机作业质量要求：总损失率 3%以下，埋果率 2%以下，带土率 20%以下；无漏油污染，作业后地表较平整、无漏收、无机

组对作物碾压、无荚果撒漏。

4.两段收获：先挖掘铺放晾晒，晾晒后再捡拾摘果的收获方式简称两段收获。第一段采用花生挖掘机挖掘、抖土和铺放，经过3~5天晾晒后，第二段捡拾摘果联合收获机一次性完成捡拾摘果清选。花生挖掘机作业质量要求：总损失率3%以下，埋果率2%以下，带土率20%以下；捡拾摘果联合收获机作业质量要求：总损失率5%以下，含杂率8%以下，破碎率5%以下。

5.联合收获：联合收获机的选择应与播种机匹配，采用联合收获机一次性完成花生挖掘、输送、清土、摘果、清选、集果作业，目前新型的秧果兼收联合收获机能够实现秧蔓与根盘的分离，秧蔓直接归集装箱或打捆，可直接作为青贮饲料使用，仅根盘喂入摘果装置实现大喂入量低损高效摘果，作业质量要求：总损失率5%以下，破碎率1%以下，裂荚率1%以下，含杂率3%以下；无植株漏收、无机组对作物的碾压，无荚果撒漏。半喂入花生联合收获机作业质量要求：总损失率5%以下，破碎率2%以下，含杂率5%以下；无漏油污染，作业后地表较平整、无漏收、无机组对作物碾压、无荚果撒漏。全喂入花生联合收获机作业质量要求：总损失率5.5%以下，破碎率2%以下，裂荚率2.5%以下，含杂率5%以下；无漏油污染，作业后地表较平整、无漏收、无机组对作物碾压、无荚果撒漏。

（五）秧蔓处理

新型秧果兼收联合收获机可实现秧蔓与荚果的同时收获，秧蔓无需后续人工处理，可直接归集装箱或打捆，秧蔓清洁化程度高，不夹带地

膜与泥土可直接作为动物饲料使用；半喂入联合收获机收获后的花生秧蔓，应规则铺放，便于机械化捡拾回收。全喂入联合收获机收获后的花生秧蔓，如做饲料使用，应规则铺放，便于机械化捡拾回收；如还田，应切碎均匀抛洒地表。捡拾摘果机作业后，花生秧被收集到集秧箱内，可以回收用作饲料。

五、典型案例

2015~2016年在江西省鄱阳县、2017年在江西省樟树市开展了花生高产高效全程机械化生产试验示范，取得了较好的效果，为推进花生全程机械化提供了技术支撑。示范效果：高产、高效，省时、省工、省钱、省事。最高亩产 330kg，最低亩产 250kg，平均亩产 300kg。机械化播种每天可播种 25~30 亩，且均匀、规范、方便管理。机械化收获每天可收获 15~20 亩，效率是传统人工收获的 60~80 倍，总损失率 10%以下，与人工收获基本持平，极大地减轻了劳作之苦，在江西省樟树市建立花生全程机械化万亩示范基地，实现花生耕、种、收环节机械化水平达 95%以上，带动全市花机械化发展，该模式在江西红壤旱地花生主产区具有很大的应用潜力，产生的经济、社会和生态环境等方面的效益明显，符合现代农业高产高效机械化生产的要求。

东南沿海产区花生全程机械化生产模式

一、区域特征

本模式适用于包括广东、海南、台湾的全部，广西、福建的大部和江西南部的东南沿海花生产区。本区是我国种植花生历史最早，又能春、秋两作的主产区。本区高温多雨，种植花生的土壤多为丘陵红、黄壤和海、河流域冲积砂土。栽培制度因气候、土壤、劳力等因素比较复杂，以一年两熟、三熟和两年五熟的春、秋花生为主，海南省可种植冬花生。花生种植面积和总产分别占全国花生种植面积和总产的 20% 左右。

二、模式概述

东南沿海产区花生全程机械化生产模式主要包括前期机械化耕整地、机械化播种、机械化田间管理和机械化收获，主要关键技术为花生机械化播种、捡拾摘果和联合收获技术。花生机械化播种能够一次完成起垄、播种、施肥、喷洒除草剂、覆膜、膜上覆土等作业工序，复式花生播种作业机械技术成熟；花生机械化收获包括分段式收获和联合式收获。分段式收获后，需人工或机械捡拾、集运和摘果等，部分分段式收获机可完成有序铺放，方便捡拾。花生联合收获可以一次完成挖掘、抖土、摘果、分离、清选、集果等收获作业的全部过程。

本区适宜采用机械化高垄播种和分段收获模式，个别地区，土壤条件允许，可进行机械化联合收获。

三、技术路线

本区花生生产全程机械化模式技术路线为：（前茬作物收获）→播前

耕整地→花生机械化高垄播种（旋耕、起垄、播种、施肥、喷洒除草剂、覆膜或露地播种、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）→花生机械化收获（分段式收获→晾晒捡拾摘果\捡拾晾晒摘果；联合收获）→（后茬作物生产）

四、技术要点

（一）耕整地

本区地块分散，为利于机械化作业，地块选择上要统一布局，集中连片纯作种植，地势较平坦，坡度应小于 10 度，田间要有相应的机耕道。花生在前茬作物收获及秸秆处理后，及时进行机械耕整地。播前旋耕，耕翻深度一般在 22~25cm 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）播种

1、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适中、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。

2、种子处理。播前晒种 2~3 天，提高种子活性。要求种粒大小均匀，种子纯度 98% 以上，种子净度 99% 以上，含水量 14% 左右，自然破损率低。

3、播种时间。播种前 5 天地表 5cm 以下地温日平均达 15℃ 以上时为适宜播期。

4、播种穴数。花生播种穴数应根据地力、品种特性而定。合理密植，每亩 9000~12000 穴，每穴 2 粒。单粒播种时，要精选种子，每穴 1 粒，

亩播 15000 粒左右。

5、播种深度。深度在 3~5cm 最合适，根据土壤墒情可浮动 1~2cm。

6、机械播种。该区沿海易涝地花生种植传统多采用高畦多行种植模式，无法进行机械化种植和配套收获，应改为高垄（一垄两行）播种。高垄播种，垄距 80~90cm，垄底宽 55~50cm，垄上小行距 25~30cm，依土壤、气候条件，垄高 15~20cm。选择一次完成施肥、播种、喷药、镇压、铺设滴灌带等多道工序的复式播种机。部分冬播区域，应采取覆膜种植。

7、播种作业质量要求。机播要求双粒率在 80%以上，穴粒合格率在 95%以上，空穴率不大于 2%，破碎率小于 1.5%。所选膜宽应适合机宽要求。作业时尽量将膜拉直、拉紧，覆土应完全，并同时放下镇压轮进行镇压，使膜尽量贴紧地面。

8、喷施除草剂。花生机械化播种时，应同步喷施除草剂，喷施量按药物使用说明确定。

（三）田间植保

1、病虫害防治

根据植保部门的预测预报和病虫害情况，选择适宜的农药、药量、喷药次数及安全间隔期，及时喷雾。药液浓度配比正确，喷量均匀、适宜，药液雾化良好。按照药液浓度和用量，正确地选择适宜的作业速度，提高防治效果。

2、化控调节

花生盛花到结荚期，株高超过 35cm，有徒长趋势的地块，须采用化学药剂进行控制，防止徒长倒伏。如采用半喂入花生联合收获，还应确保花生秧蔓到收获期保持直立。饱果期要及时叶面喷肥补充养料，防止脱肥早衰，增加饱果，提高果重。

3、排灌

花生生育期间干旱无雨，应及时灌溉；本地区雨水较多、田间积水，应及时排水防涝以免烂果，确保产量和质量。

（四）适期收获

1、适期收获

照当地花生生产条件确定适宜收获期，当植株呈现衰老状态，顶端停止生长，上部叶片变黄，基部和中部叶片脱落，大多数荚果成熟时，表明花生已到收获期。收获时尽量避开雨季。

2、收获条件

土壤含水率在 10~18%，手搓土壤较松散时，适合花生收获机械作业。土壤含水率过高，无法进行机械化收获；含水率过低且土壤板结时，可适度灌溉补墒，调节土壤含水率后机械化收获。

3、分段收获

采用花生挖掘机挖掘、抖土和铺放，人工捡拾、机械摘果、清选。在丘陵坡地，可采用花生挖掘机挖掘，人工捡拾，机械摘果、清选。花生挖掘机作业质量要求：总损失率 3%以下，埋果率 2%以下，带土率 20%以下；无漏油污染，作业后地表较平整、无漏收、无机组对作物碾压、无荚果撒漏。

4、两段收获

先挖掘铺放晾晒，晾晒后再捡拾摘果的收获方式简称两段收获。第一段采用花生挖掘机挖掘、抖土和铺放，经过3~5天晾晒后，第二段捡拾摘果联合收获机一次性完成捡拾摘果清选。花生挖掘机作业质量要求：总损失率3%以下，埋果率2%以下，带土率20%以下；捡拾摘果联合收获机作业质量要求：总损失率5%以下，含杂率8%以下，破碎率5%以下。

5、联合收获

联合收获机的选择应与播种机匹配，采用联合收获机一次性完成花生挖掘、输送、清土、摘果、清选、集果作业，目前新型的秧果兼收联合收获机能够实现秧蔓与根盘的分离，秧蔓直接归集装箱或打捆，可直接作为青贮饲料使用，仅根盘喂入摘果装置实现大喂入量低损高效摘果，作业质量要求：总损失率5%以下，破碎率1%以下，裂荚率1%以下，含杂率3%以下；无植株漏收、无机组对作物的碾压，无荚果撒漏。半喂入花生联合收获机作业质量要求：总损失率5%以下，破碎率2%以下，含杂率5%以下；无漏油污染，作业后地表较平整、无漏收、无机组对作物碾压、无荚果撒漏。全喂入花生联合收获机作业质量要求：总损失率5.5%以下，破碎率2%以下，裂荚率2.5%以下，含杂率5%以下；无漏油污染，作业后地表较平整、无漏收、无机组对作物碾压、无荚果撒漏。

（五）秧蔓处理

新型秧果兼收联合收获机可实现秧蔓与荚果的同时收获，秧蔓无需后续人工处理，可直接归集装箱或打捆，秧蔓清洁化程度高，不夹带地

膜与泥土可直接作为动物饲料使用；半喂入联合收获机收获后的花生秧蔓，应规则铺放，便于机械化捡拾回收。全喂入联合收获机收获后的花生秧蔓，如做饲料使用，应规则铺放，便于机械化捡拾回收；如还田，应切碎均匀抛洒地表。捡拾摘果机作业后，花生秧被收集到集秧箱内，可以回收用作饲料。

大豆

东北地区大豆大垄高台全程机械化生产模式

一、区域特征

本模式适用于包括黑龙江省、内蒙古自治区、辽宁省、吉林省在内的东北大豆主产区。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，平展连片，适宜于机械化耕种。四个省都属于一年一作种植，由于积温的影响，大多区域采取垄作，因冬季休耕养地，便于轮耕轮作。东北加内蒙古的大豆种植面积 6300 万亩左右，占四省耕地面积的 12.5%，占全国大豆种植面积的 63%，推广先进适用的大豆机械化耕种模式意义重大。

二、模式概述

为了提高地温，促进作物生长，东北地区大豆均为垄作栽培。垄距由早期的 30cm、45cm、50cm、65cm、70cm 一直发展到现在的 110cm、130cm。

东北地域冷凉，小垄增温效果差，不利于现代化大农业的发展。大垄高台耕作模式的优势在于：垄体截面加大以后，蓄水保墒能力强，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，

110cm、130cm 大垄与旋耕起垅的 65cm 小垄比较：机械作业费多投入 44.21 元，产量提高 35~75kg，尤其是在遇到严重自然灾害时，产量差距更加明显。按平均增产 55kg/亩、大豆价格 3.8 元/斤计算，亩增收

209 元。去除机械作业成本增加的 44.21 元/亩，实际增加效益 164.79 元/亩。在发生严重旱涝灾害时，产量差距更为突出。

以垄作增温为目的，110cm、130cm 大垄高台大豆全程机械化生产模式在寒地垄作区域都可以推广应用。

三、技术路线

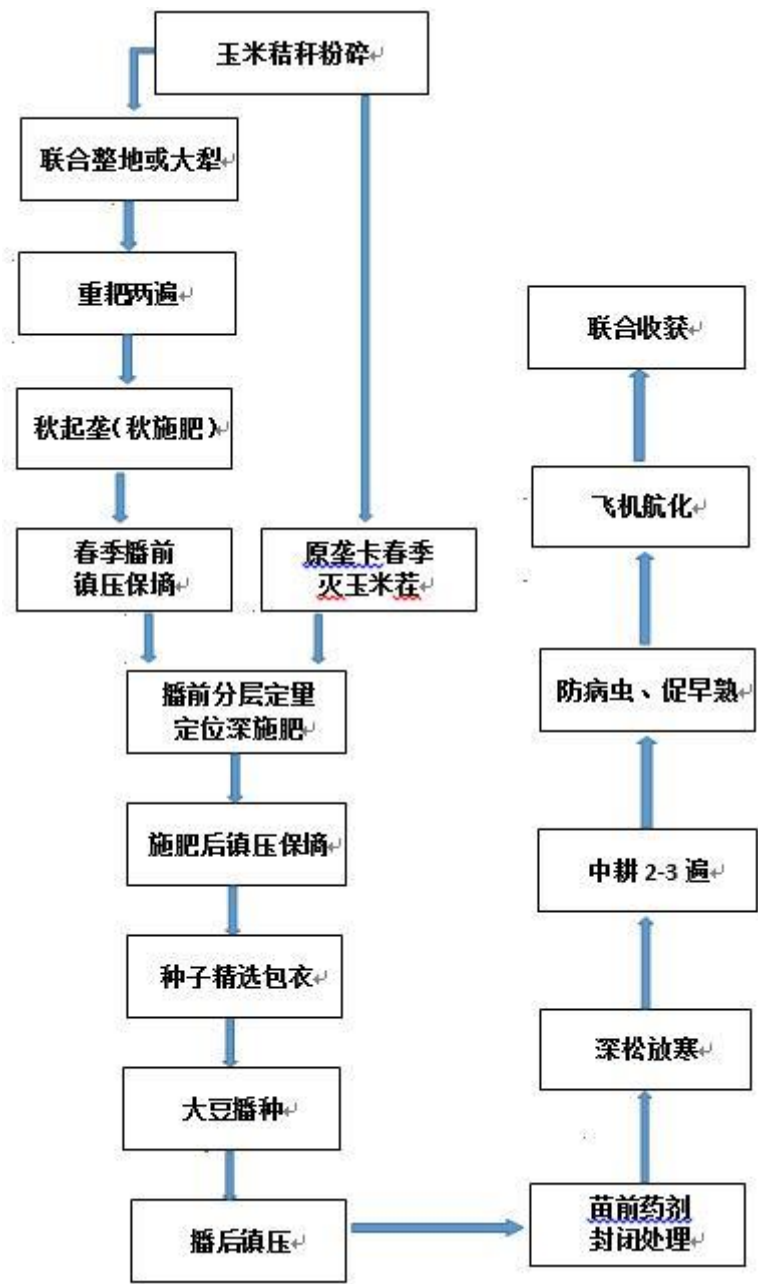
大豆大垄高台全程机械化生产模式，以玉米与大豆科学轮作为基础，在玉米茬上种植大豆。东北地区的气候特点是春季风大降水少，如果在春天进行整地和起垄作业，易跑墒，造成出苗困难。因此，该地区宜采用秋整地、秋起垅的机械化整地模式。

主要流程：

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。秋天用起垅机起 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 42~45cm；三行、四行，相邻两行的行距为 21~22.5cm。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。二行通风透光好，满足茂盛生长的条件；三行、

四行株距分布合理，密度大，边际效益好。采用几行播种，可根据实际情况而定。

在玉米原茬上也可以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，深施肥后再用进口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。



大豆大垄高台全程机械化流程图

为提高地温，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；在地方合作社，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。

大豆品种的选择。一是根据当地有效积温和播种方式选择适合的种子，生长期在100--118天；二是根据市场需求，选择蛋白含量在38%以上的高蛋白食用豆或专用大豆品种。

四、技术要点及机具配套

（一）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。

（二）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。

（三）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 3~5cm，第二层在种下 8~10cm。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。

（四）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。

播种以马斯奇奥、马克等能完成大垄三行播种作业的进口播种机为主要机型，拥有独立限深轮和 V 型开沟器，保证播下的种子粒距均匀、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。

（五）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+50%速收 50~70g+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。

（六）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 18~20cm，后钩深度 28~30cm。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 5~7 天进行，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 28~30cm，两边杆齿深 8~12cm，并留 8~10cm 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。

最后一次中耕务于大豆封垄前结束，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。

（七）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，初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。在地方合作社，上述植保作业使用喷杆式喷雾机完成。

（八）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。可采用进口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 5cm 大小抛撒还田。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。

（九）“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(96%金都尔) 2000 ~ 3000 (1200--2000) ml/ hm²+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 2 ~ 3cm。

2、秋整地

松、耙相结合，可采用凯斯 485 型大马力拖拉机，配备 9300 型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，使用 190 ~ 210 马力拖拉机，配备 6.5 米偏置重耙。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，使用凯斯 485 型耕耘机，作业幅宽 16m，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 $\pm 2\text{cm}$ ，结合垄偏差小于 $\pm 5\text{cm}$ 。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，出入塹一致，误差小于 30cm，起垄要到头、到边。

五、典型案例

（一）基本情况

大豆大垄高台高产创建：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。

（二）实施成效

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。

（三）创新性的做法

大豆推广“大垄高台匀植和行间降密”栽培模式。该模式是将 65 厘米两条垄上的 4 行变成 110cm 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。

我国甘蔗生产概况和模式划分

一、我国甘蔗生产概况

甘蔗是多年生草本植物，我国甘蔗种植都是一年一熟制，第一年收获后，留下老根第二年继续生长，称为宿根蔗，我国宿根栽培年限一般是两年，加上新植一年，一个种植周期为三年。

我国甘蔗种植区域都在热带亚热带地区，目前全国糖蔗种植面积约 2200 万亩。区域布局相对集中于广西、云南、广东和海南四省，甘蔗种植面积占全国总面积的 95%。其中广西约 1450 万亩，云南 450 万亩，广东 220 万亩，海南约 80 万亩。四省区的气温、种植农艺方式等大致一致。

甘蔗糖业是主产区经济发展的重要支柱和农民增收的主要来源，甘蔗种植涉及到全国 4000 多万蔗农的收入，主产区数千万农民的生计和地方政府的税收都依靠蔗糖生产。如广西是我国甘蔗第一大省区，产量占全国的 60%，广西 109 个县（市、区）中有 95 个种植甘蔗，直接种蔗农民超过 850 万人，与蔗有关的农民则达 2000 万人，蔗农人均产蔗收入占广西农民人均收入的三分之一以上。

甘蔗生产至今在我国仍然是一个劳动密集型的行业。生产体制是以小农户为主，国营农场产量仅占约十分之一。人力、牲畜是主要的生产手段，耕种收综合机械化程度约为 45%，低于全国九大农作物平均水平 20 多个百分点。特别是机收，机械化程度不足 5%。在整个作物生长周期仍需要大量劳动力。近几年由于农业劳动力短缺，劳动力成本大幅上涨，

引起甘蔗的生产成本大幅上升，使我国蔗糖生产成本远远高于世界糖价。因此，我国甘蔗生产同时面临着国内成本上升和国际市场竞争的双重压力，甘蔗糖价格高于国际市场，是我国甘蔗糖业不稳定和产业危机的关键。真正能解决这种困境的，是甘蔗生产方式向机械化转变。我国甘蔗生产成本中，人工费用已占 40-50%，而发达国家由于农业机械化的高度发展，人工费用不到 10%。我国近年来的实践也表明，甘蔗生产机械化能有效地降低成本，提高生产的效率和效益。

制约甘蔗机械化、特别是收获机械化的主要因素，（1）甘蔗产业种植地域西移，帮助了西部贫困地区发展，但基于低人力成本的生产方式影响了甘蔗机械化的发展。西移后的甘蔗产业，既有低廉的劳动力，又 60%以上是丘陵山区，不利于机械化的发展，成为我国甘蔗机械化水平一直上不去的重要原因。这种状况直到 2005 年左右国家工业化进程加快才逐渐发生变化，但至今仍处于较落后的状况。（2）大生产与小农经济经营的矛盾。农业机械化推行的关键是经济效益，有经济效益农民才能接受。甘蔗是高秆旱地作物，属于大宗低值农产品，甘蔗生产需要的有效的机器比其他作物的机器大，只有使用大、中型甘蔗机械，实现大、中型机械化才有高的效率和效益。这就存在着大规模生产与小规模经营的矛盾。这就是甘蔗机械化推进缓慢、并需要更长时间改变的主要原因之一。（3）适应我国情况的甘蔗种植、中耕，特别是收获机器还不成熟，系统组织和经营管理比较粗放，还不适应机械化生产的需要。（4）甘蔗生产机械化不完全是、甚至最重要的不是技术问题，需要协调甘蔗生产者、服务组织、制糖公司和政府管理部门之间的技术和利益关系。

二、我国甘蔗生产模式划分

（一）甘蔗生产模式的技术要素

甘蔗生产模式的技术要素可归结为：不同地区的地形地貌、地块大小，不同的机械装备系统及相关农艺，以及经营方式。

1、地形地貌

甘蔗是旱作作物，旱作农业耕地按地形地貌划分，有一个适宜开发的坡度范围。从农耕的角度说， 25° 度以上的陡坡地不宜开发作耕地；而适宜耕作的旱地，可分为 $2^{\circ} - 6^{\circ}$ 的平地及缓坡地， $6^{\circ} - 15^{\circ}$ 的丘陵地， $15 - 25^{\circ}$ 的陡坡地。但从甘蔗机械化的角度说， $2^{\circ} - 10^{\circ}$ 的平地、缓坡地及低丘陵地，有可能使用大中型机械， $10^{\circ} - 15^{\circ}$ 的高丘陵地有可能使用中小型机械，而 $15^{\circ} - 25^{\circ}$ 的坡耕地则只宜使用小型或半机械化农机具。所以，从全程机械化的角度，可分为 $2^{\circ} - 10^{\circ}$ 的平地、缓坡地及低丘陵地，以及 $10^{\circ} - 15^{\circ}$ 的高丘陵地两大类。其中，第一类第约占 20%， 第二类约占 30%。

2、地块大小

甘蔗机械系统要能高效地工作，除了坡度，还要求地块有足够的长度和面积。如大型机械系统，一般要求地块长度达到 300-500 米以上，地块大小 100 亩。另外，在我国目前水平下，一套有效运作的大型机器一个榨季能作业大约 3000 亩。而一个服务公司最好能有 2 套以上机具，才更便于管理，所以最好在同一地区有较大面积连片的土地 6000 亩以上。

同理，中型机械化系统要求地块长度 100-200 米，地块大小 30 亩左右。在同一地区有较大面积连片的土地 1000 亩以上。

（二）我国甘蔗全程机械化模式的划分原则

我国甘蔗主产区的广西、云南、广东等省，在地形地貌方面都很类似，即都有平缓坡地地区，也有丘陵山区和陡坡地。加上气温、种植农艺方式等大致一致，所以不能按行政区划来划分模式区域，只能按地形地貌来划分。

（三）我国甘蔗全程机械化模式划分

根据以上分析，可将我国甘蔗全程机械化模式地形地貌分为 $2^{\circ} - 10^{\circ}$ 的平地、缓坡地及低丘陵地全程机械化模式，以及 $10^{\circ} - 15^{\circ}$ 的高丘陵地全程机械化模式两大类。其中，第一类中，根据地块大小所适应的机器系统，可分出大型机器系统的生产技术规程，和适合中型机器系统的生产技术规程。

根据调查，广东粤西地区基本上为平耕及缓坡地，广西甘蔗种植地经过“双高”20%左右为平耕及缓坡地，30%左右为 $6-15^{\circ}$ 丘陵地，其余50%是 $15-25^{\circ}$ 度的陡坡地。

平缓坡地及低丘陵地区甘蔗全程机械化生产模式

一、区域特征

本区域中平缓坡地区主要包括广东粤西地区、广西桂中南部分较平的地区（主要是农垦、农场以及近年来在崇左、来宾、柳州等地集中平整整治的地块）、以及云南滇西南地区的坝子地；丘陵低地主要有广东的粤北蔗区、海南的琼北、广西桂中南的丘陵低地、云南滇西南的丘陵低地等。

桂中南蔗区地处亚热带季风气候区，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 ，有利于糖分的积累。年降雨量 $1350 \sim 1680$ 毫米，光照时数 $1850 \sim 1950$ 小时，基本无霜，旱坡地资源丰富，是我国最适宜种蔗的地区之一。

滇西南蔗区该区属热带和亚热带气候，气候类型多样，地理条件复杂，以山地蔗田为主，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，昼夜温差大，属甘蔗高糖区。

粤西和琼北蔗区地处热带-南亚热带，属海洋性季风气候区，光热资源丰富，雨量充沛，土地地势平缓，比较适宜于规模化机械化种植。粤北蔗区气候条件与桂北类似。

如上所述，我国甘蔗机械化水平总体较低，但本区域由于自然条件和社会经济条件相对较好，甘蔗机械化相对来说水平较高。如机耕达到 90% 左右、广西和粤西的有关区域的机收达到了 10% 左右。

二、模式概述

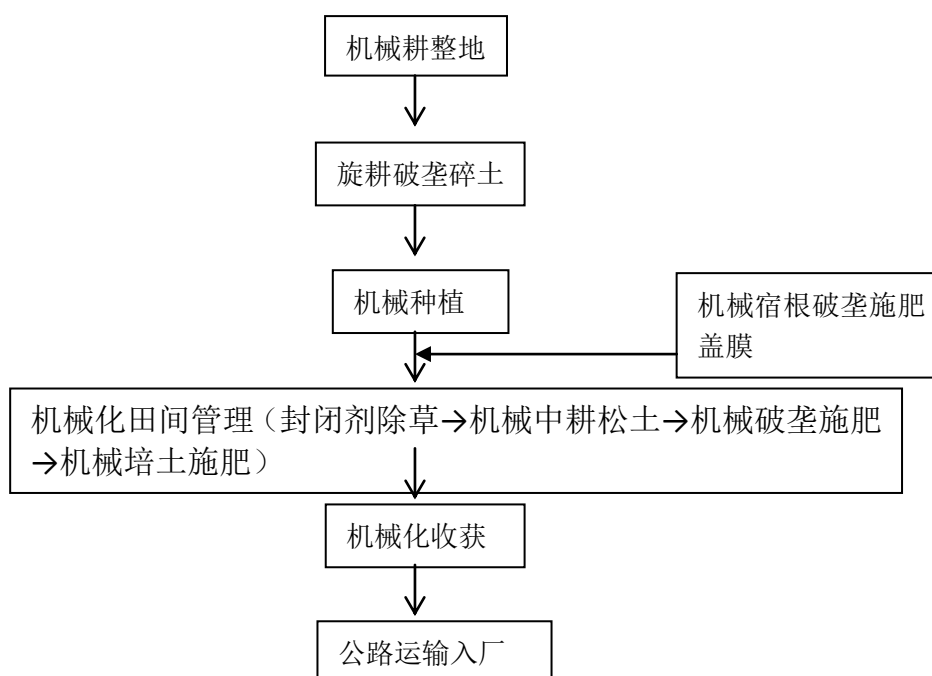
平缓坡地与低丘陵地区全程机械化生产模式以耕整地、种植、田间管理（中耕施肥、植保）、收获、运输进厂、宿根管理为重点作业环节。根据生产地域特征，形成甘蔗全程机械化工艺路线、机具配套方案、技术要点、操作规程以及运行机制，通过集成农机化技术和农机农艺融合，形成了两套比较完备的机械化工艺流程和装备体系的技术路线，从而推动了这些区域的甘蔗生产集约化和规模化，实现轻简作业环节、减少能源消耗、降低生产成本，达到节本增效增收的目的。

在管理模式方面，广东农垦广垦农机公司、广西农垦各农场的机械化服务队、广西南糖公司、广东大华糖业公司组建的机械化服务队，以服务为主，也有一些公司，如柳州汉升公司成立的服务公司，有自己经营的地块，主要是为自身服务，为自营型；广西扶绥、来宾、武鸣等地的合作组建的机械化服务队，很多成为农机区域性服务中心，以服务自身和提供大中型规模机械化服务兼营，是我国甘蔗机械化的主力军。

三、技术路线

生产技术路线（新植蔗）：机械耕整地→机械种植→节水灌溉→机械化田间管理（封闭剂除草→机械中耕松土→机械破垄施肥→机械培土施肥）→机械化收割→公路运输入厂。

生产技术路线（宿根蔗）：蔗叶粉碎还田→机械化田间管理（破垄施肥→中耕除草松土→培土施肥）→机械化收割→公路运输入厂。



四、适合大型机械化系统的技术规范及机具配备

根据甘蔗机械化的实践，所谓“适合大型机械化系统的技术规范及机具配备”，主要是指与 250 千瓦级的切段式甘蔗联合收割机生产能力相适应的经营面积下的技术规范和机具配置。

一台 250 千瓦级的切段式甘蔗收割机在我国目前的生产能力一般为 200 吨/日。按亩产 5 吨计，则一天可收 40 亩。一个榨季平均收获工作时间按 80 天计，则一台大收割机一个榨季的生产能力就是约 3000 亩。另

外，同一地区最好有适合两套大机器系统工作的连片的土地，于是 6000 亩地就是可实施大经营规模的的全程机械化机具配置方案的较少面积。

另外，单块地块长度达到 300 ~ 500 米以上，地块大小 100 亩以上。主要是在广东粤西地区和广西的农垦、农场以及近年来在桂中南中崇左、来宾、柳州等地部分较平且集中整治的大地块，以及云南滇西南地区的大片的坝子地。

（一）技术规范要点

1.品种选择

应选用砍切时不容易破裂产生很多破碎损失的品种。应选用中小径种，以减少切口破裂损失。选用甘蔗尾茎作种苗时，应选择健壮、无病、无虫害的种苗。选择健康优良甘蔗种苗基地培育的健康全茎种苗（夏秋繁种苗）。

2.耕整地和深松

采用大马力拖拉机牵引的重耙耙地，犁地（耕深 30cm 左右），然后用拖拉机牵引大型旋耕机或宽幅轻耙碎土平整，碎土深度不低于 25cm，使土壤细碎疏松。重新翻种的宿根蔗地，先用拖拉机牵引旋耕机打碎蔗兜，再进行翻耕和碎土。

一般 2 ~ 3 年深松一次，适宜作业的土壤含水率 15%-25%，横直深松，深松深度 30 ~ 40 cm。

耕整后要求不漏耕，耕后地头整齐，地表平整、土壤松碎。

3.种植

采用宽窄行双行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。种植机种的宽窄行间的行距为 0.4×1.4 米，以适应大型甘蔗收割机的收割。开沟深度 30~35cm，施基肥后覆薄土下种，种植深度 20~25cm，冬种蔗覆土厚度一般为 3~5cm。春种盖住蔗种即可。配备熟练的机手和工人，机械行进匀速稳定，蔗种喂入及时、均匀，不断垄。

4.田间管理

蔗种出芽率达 80%以上且植株高度达到 50~60cm 时，及时进行中耕松土除草，深度在 20cm 左右。在蔗苗整齐、苗数充足后及时破垄施肥。在甘蔗拔节 1~3 节时要及时培土施肥。最后应及时采用大型高地隙喷药机或无人多旋翼直升机喷药。

5.机械化收割

用大型切段式甘蔗联合收割收获。配套田间运输拖卡和公路运输车（载重 12~16 吨），按实际收割量、田间运载量和公路运输距离，配备合理的田间运输拖卡和公路运输车，保证收获甘蔗能在 24 小时内进厂压榨。

6.宿根破垄施肥盖膜

选用拖拉机牵引平茬破垄施肥盖膜机进行作业。

7.公路运输入厂

在田间用田间转运车装载收割机砍下的蔗茎，再转运到公路边由公路运输车运往糖厂压榨。

（二）机具配套方案

1.耕整地

采用进口液压重耙或国产超重耙耙地，动力为 140 马力以上四驱拖拉机。犁地采用 100 马力以上拖拉机带悬挂犁。旋耕用大型旱地旋耕机作业。

2.种植

由于种植机技术含量较低，目前我国各地都采用国产种植机。目前没有大型种植机，中大型的甘蔗种植机采用 120 马力以上拖拉机牵引，在大田块工作效率可达 30~40 亩/天。

3.田间管理

中耕施肥松土，一般采用 120 马力左右的高地隙中耕拖拉机，配相关农具进行。

大型高地隙喷药机，主要是进口机，国产有中小型喷药机，但很多地隙不高。目前甘蔗长高后多采用专业无人多旋翼直升机喷药。

4.机械化收割

用大型切段式甘蔗联合收割收获。配套田间运输拖卡（4~8 吨）。

5.公路运输入厂

有田间转运车将甘蔗由田间拉到公路边，倒入公路运输车（载重 15~20 吨），运到糖厂。

五、适合中型机械化系统的技术规范及机具配备

根据甘蔗机械化的实践，所谓“适合中型机械化系统的技术规范及机具配备”，主要是指与 120 千瓦级的切段式甘蔗联合收割机生产能力相适应的经营面积下的技术规范和机具配置。

一台 120 千瓦级的切段式甘蔗收割机在我国目前的生产能力一般为

65 吨/日。按亩产 5 吨计，则一天可收 13 亩。一个榨季平均收获工作时间按 80 天计，则一台大收割机一个榨季的生产能力就是约 1000 亩。1000 亩地就是可实施中型经营规模的的全程机械化机具配置方案的面积。另外，单块地块长度达到 100-200 米以上，地块大小 30 亩以上。主要是在广东广西湛江市地方农户、桂中南的部分较小面积的双高基地，以及云南滇西南地区的坝子地中的中小块地。

（一）技术规范要点

1、品种选择

与大型系统的要求同。

2、耕整地和深松

采用 60~70kW 拖拉机牵引四铧犁翻耕，耕深 30cm 左右，同样用 60~70kW 轮式拖拉机牵引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，先用拖拉机牵引旋耕机打碎蔗兜，再进行翻耕和碎土。

深松一般 2~3 年一次，适宜作业的土壤含水率 15%-25%，深松深度 30~40 cm。

3、种植

采用 60~70kW 动力的等行距双行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。种植机种的双行间的行距为 1~1.2 米，开沟深度 30~35cm，施基肥后覆薄土下种，种植深度 20~25cm。配备熟练的机手和工人，机械行进匀速稳定，蔗种喂入及时、均匀。

4、田间管理

中耕培土、施肥：使用配套 40~60kW 轮式拖拉机的甘蔗中型耕培土机。中耕培土作业施肥深度 15~20cm，培土高度 15~25cm，要求肥料分布均匀，覆土严密。

5、机械化收割

主要是以切段式甘蔗联合收割为主收割方式。采用发动机功率 125kW 的切段式甘蔗联合收割机，配套田间运输拖卡和公路运输车（载重 12~16 吨），按实际收割量、田间运载量和公路运输距离，配备合理的田间运输拖卡和公路运输车，保证收获甘蔗能在 24 小时内进厂压榨。

6、宿根破垄施肥盖膜

选用拖拉机牵引平茬破垄施肥盖膜机进行作业。

7、公路运输入厂

在田间用田间转运车装载收割机砍下的蔗茎，再转运到公路边由公路运输车运往糖厂压榨。

（二）机具配套方案

以 60~120 马力级中型收割机为中心，辅以其他中型作业机具。农艺方面：要求种植行距在 1-1.2 米，采用适应中等行距、宿根性好、抗倒伏好、易脱叶的品种，保证每亩种芽量，采用相应的栽培和施肥技术，保证甘蔗的产量。

1、耕整地

耕整地包括深耕、深松和整地过程。为达到深耕、深松效果，机具应选择 90 kw（120 马力）以上的大马力拖拉机，配套深耕犁、深松器进

行作业，再用配套 36~60kw 轮式拖拉机的旋耕机进行旋耕整地。

2、种植

甘蔗种植可以采用目前应用较多的中型双行实时切种式甘蔗联合种植机，配套大于 80kw 轮式拖拉机为动力。

3、田间管理

中耕培土施肥作业相关装备：36~47KW 中型轮式拖拉机为配套动力的甘蔗中耕培土机。

植保及相关装备：背负式手动喷雾器、背负式机动喷雾机和机载（机载）式喷杆喷雾机。后期也可采用无人机喷药。

4、收获及相关设备

主要以 60~148 kw 中型切段联合式收割机为主，配田间转运车。

5、公路运输及相关设备

按糖厂要求，公路运输车 1 次装 12~16 吨甘蔗，平均运输距离 50 km，同时考虑糖厂称质量和卸车时间等因素影响，按收割机实际功效计，一台收割机需配 3~4 台公路运输车。

6、破垄平茬施肥盖膜及相关设备

宿根蔗以 35~45KW 中型轮式拖拉机为配套动力的破垄施肥盖膜机。

六、典型案例

（一）大型机械化系统案例

崇左市扶绥县从 2015 年开始示范推广大规模高效甘蔗生产全程机械化技术，2015~2016 年累计应用面积 3.7 万亩（其中：渠黎镇应用 1.5 万亩、邕盆乡应用 0.5 万亩、东门镇 0.6 万亩、昌平乡 0.1 万亩、山圩镇

0.5 万亩、东罗镇 0.2 万亩、中东镇乡 0.3 万亩），平均甘蔗增产 1.6 吨/亩，新增产值 1508.8 万元，新增纯收入 1180.8 万元。吨蔗生产成本比当年人工生产成本降低 68.07%。

（二）中型机械化系统案例

湛江市遂溪县好帮手农业机械专业合作社于 2015 年 5 月成立，拥有社员 120 多人，办公用房 500 平方米、维修车间 1000 平方米、车库 800 平方米，配备有大型拖拉机及其配套机具、甘蔗中耕培土机、喷药机等各类农机具 150 台套。合作社可承担甘蔗全程机械化服务，为农民提供甘蔗机械化耕地、种植、收割和运输等服务，辐北坡镇、杨柑镇、草潭镇、城月镇等。合作社每年可为 1000 户以上农民提供农机作业服务，作业面积达 20000 亩以上，年经营收入达 280-350 万元，其中 2016 年为农户机械化耕地 1 万亩，机械化收割 8 千亩，实现年经营收入 350 万元。

高丘陵地区（10~15°）甘蔗全程机械化模式

一、区域特征

本区域主要包括广东粤北地区、广西桂中南中的部分(10~15°)的地区、以及云南滇西南地区的高丘陵地等。

桂中南蔗区地处亚热带季风气候区，光照充足，雨量充沛，雨热同季，年平均气温 22.3℃，最高与最低的月平均温差达 16℃，有利于糖分的积累。年降雨量 1350-1680 毫米，光照时数 1850-1950 小时，基本无霜，旱坡地资源丰富，是我国最适宜种蔗的地区之一。

滇西南蔗区该区属热带和亚热带气候，气候类型多样，地理条件复杂，以山地蔗田为主，年平均气温 18℃-24℃，大于 10℃的积温在 6000℃-8500℃，热量、光照充足，昼夜温差大，属甘蔗高糖区。

粤北蔗区气候条件与桂北类似。

如上所述，我国甘蔗机械化水平总体较低，本区域由于自然条件和社会经济条件相对较差，甘蔗机械化相对来说水平较低。

二、模式概述

本地区全程机械化生产模式同样以耕整地、种植、田间管理（中耕施肥、植保）、收获、运输进厂、宿根管理为重点作业环节。根据生产地域特征，形成甘蔗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，通过集成农机化技术和农机农艺融合，推动了这些区域的甘蔗生产集约化和规模化，实现轻简作业环节、减少能源消耗、降低生产成本，达到节本增效增收的目的。

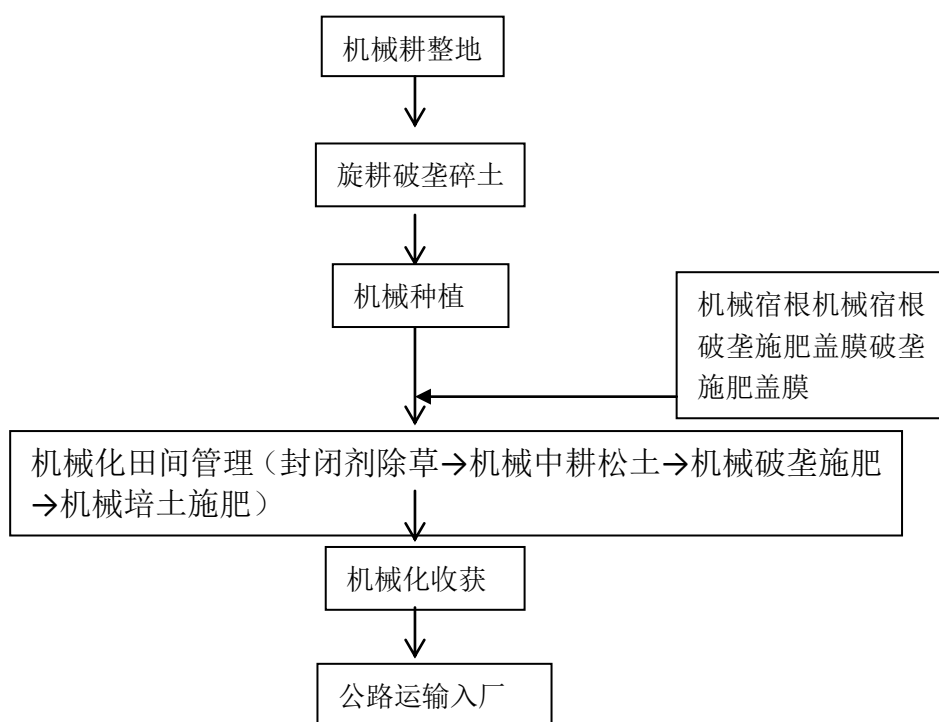
在管理模式方面，这些地区以中小型合作社建的机械化服务队。

三、技术路线

本地区的种植技术路线与前面没有大的区别，只是具体技术规范和采用机具有所不同。

生产技术路线（新植蔗）：机械耕整地→机械种植→节水灌溉→机械化田间管理（封闭剂除草→机械中耕松土→机械破垄施肥→机械培土施肥）→机械化收割→公路运输入厂。

生产技术路线（宿根蔗）：蔗叶粉碎还田→机械化田间管理（破垄施肥→中耕除草松土→培土施肥）→机械化收割→公路运输入厂。





四、技术规范及机具配备

本区域的技术规范与机具配置方案与上述的中型机械化系统配置方案类似。

(一) 技术规范要点

1、品种选择

与上述系统的要求同。

2、耕整地和深松

采用 60 ~ 70kW 拖拉机牵引四铧犁翻耕，耕深 30cm 左右，同样用 60 ~ 70kW 轮式拖拉机牵引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，先用拖拉机牵引旋耕机打碎蔗兜，再进行翻耕和碎土。

一般 2 ~ 3 年深松一次，适宜作业的土壤含水率 15% ~ 25%，深松深度 30 ~ 40 cm。

3、种植

采用较小的 30 ~ 50kW 动力的等行距双行实时切种式联合种植机，以适应坡度较大的情况进行开沟、施肥、播种、施药、覆土、盖膜联合作业。种植机种的双行间的行距为 1 ~ 1.2 米，开沟深度 30~35cm，施基肥后覆薄土下种，种植深度 20~25cm。配备熟练的机手和工人，机械行进匀速稳定，蔗种喂入及时、均匀。

4、田间管理

使用配套 30 ~ 50kW 轮式拖拉机的甘蔗中型耕培土机，作业施肥深度 1 ~ 20cm，培土高度 15 ~ 25cm，要求肥料分布均匀，覆土严密。

5、机械化收割

主要是以切段式甘蔗联合收割为主收割方式，也可采用整秆收割方式。

6、宿根破垄施肥盖膜

选用拖拉机牵引平茬破垄施肥盖膜机进行作业。

7、公路运输入厂

在田间用铲斗等将甘蔗转运到田边的公路转运车上，送往糖厂。

（二）机具配套方案

其余机具可与上述中型系统类似，或稍小。由于坡度较陡，收割机宜采用自带集蔗装置（较大的蔗斗、网带等）的切段式收割机，不需要转运车跟随。或自带较小型的机车斗的整秆收割机。能采用履带式收割机效果会更好。

五、典型案例

广东省英德市利民农机专业合作社（简称“合作社”）于 2017 年 3

月成立，拥有社员 20 多人，办公用房 300 平方米、维修车间 400 平方米、车库 800 平方米，配备有大型拖拉机及其配套机具、甘蔗中耕培土机、喷药机等各类农机具 20 台套。合作社可承担甘蔗全程机械化服务，为农民提供甘蔗机械化耕地、种植、收割和运输等服务，辐射西牛、大湾、石牯塘、**浔洸**、英城、沙口等十多个乡镇。合作社每年可为 500 户以上农民提供农机作业服务，作业面积达 5000 亩以上，年经营收入达 120 ~ 150 万元，其中 2016 年为农户机械化耕地 1 万亩，机械化收割 2 千亩，实现年经营收入 250 万元。

广西大规模高效节本甘蔗全程机械化生产模式

一、适用范围

平原地区及丘陵山区坡度平缓、面积足够大的地块。

二、区域特征

（一）广西地形、气候、土壤情况

广西位于全国地势第二台阶中的云贵高原东南边缘，地处两广丘陵西部，南临北部湾海面。整个地势自西北向东南倾斜，山岭连绵、山体庞大、岭谷相间，四周多被山地、高原环绕，呈盆地状，有“广西盆地”之称。

广西地处低纬，北回归线横贯中部，南濒热带海洋，北接南岭山地，西延云贵高原。按全国地形分类，广西属云贵高原向东南沿海丘陵过渡地带，具有周高中低、形似盆地，山地多、平原少的地形特点。在太阳辐射、大气环流和地理环境的共同作用下，形成了热量丰富、雨热同季，降水丰沛、干湿分明，日照适中、冬少夏多，灾害频繁、旱涝突出的气候特征。

广西主要土壤类型，地带性的有砖红壤、赤红壤、红壤、黄壤，隐域性土壤有石灰(岩)土、紫色土和滨海盐土。

（二）广西甘蔗生产全程机械化的发展及突出问题

广西甘蔗种植面积占全国的 60%以上。近年来，随着劳动力成本快速上升，甘蔗生产机械化程度低，生产成本高，生产效率低，已成为制约糖业发展的主要瓶颈问题。甘蔗生产全程机械化包括耕整地、种植、

中耕施肥、植保、收获、装运等工序，而收获包括切梢、切割、清理和装运等作业工序，其工作量最多，也最为艰苦，约占生产甘蔗总作业量的 55%。2015 年，全区甘蔗生产综合机械化率 54.98%，其中，耕整地环节机械化率 97.62%，种植环节机械化率 39.05%，收获环节机械化水平 9.1%，而世界先进蔗糖生产大国如澳大利亚、美国早在上世纪 60-70 年代就已经实现了甘蔗生产全程机械化，巴西 2005 年甘蔗收获机械化达到 80%，古巴达到 73%。

近年来，国家对于甘蔗生产机械化发展十分重视，投入大量资金用于甘蔗机械化项目，然而由于种植模式多样、地形条件限制、生产机具适用性不强等原因，甘蔗机械化发展进展缓慢，其中以机械收获问题最为突出。甘蔗机械化生产是一个系统工程，需要研究一整套成熟的机械化生产模式并配备适合的作业机具才能真正推进甘蔗机械化的发展。

三、模式概述

（一）大规模高效节本甘蔗生产全程机械化技术模式

采用平地机进行蔗地平整；经过重耙破蔸碎土、机械深松、重耙的耕整地后，使用甘蔗种植施肥盖膜一体机进行 1 宽窄行种植；生长期进行机械化中耕培土，统防统治；甘蔗成熟后，采用大型型切段式甘蔗联合收割机进行一次性收获。

（二）应用价值

随着工业化、城镇化的快速推进，农村青壮劳动力大量向城市和二、三产业转移，导致农村劳动力结构性短缺，农业生产用工供需矛盾日趋突出；而该种植模式通过在来宾市、扶绥县等地的“双高”基地、糖厂、

种植大户示范带动，推动了农户自买自营和农机大户、农机专业合作社为农户提供机耕整地、机种、植保、机收、运输等甘蔗生产全程机械化服务来实现发展，大大减轻劳动强度，提高产量，提高效率，降低生产成本。同时对推动土地流转，适度规模经营，提高经济效益具有积极意义。

四、技术路线

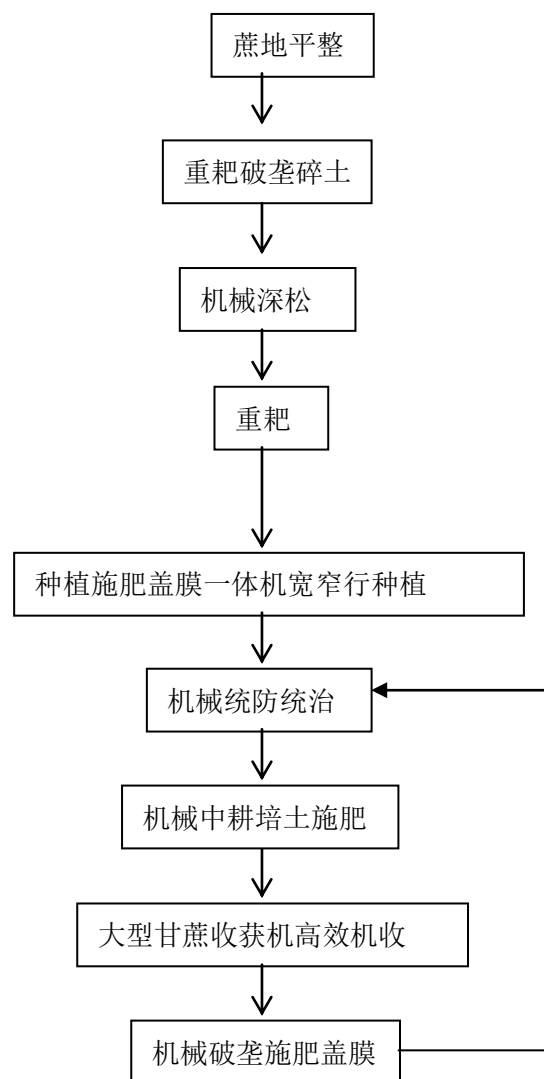




图 1 深松机



图 2 重耙



图 3 种植机



图 4 甘蔗收获机

五、技术规范及机具配备

（一）关键环节技术规范

1、机械化耕整地

（1）技术路线

平地机蔗地平整→重耙破蔸碎土→机械深松→重耙

（2）技术要求

A. 适宜地块。坡度 7°以下，自然排水好，单幅地块面积 10 亩以上，长 120 米以上、宽 50 米以上，连片 100 亩以上；

B. 地头建设 3 米以上机耕道，道路平整，碾压结实，适宜机械掉头；

C. 土壤土层厚度不小于 55cm，全耕层平均土壤坚实度应不大于 1.2MPa、平均绝对含水率在 15%~30%；耕层内无妨碍正常作业的树根和石块等坚硬异物；

D. 消除耕作面凹凸、波浪、起伏等影响机收因素；

E. 重耙破蔸碎土作业深度 15cm 以上，残茬破碎；

F. 深松深度 50cm，深松齿距一般为 35cm；深松深度合格率大于

G. 85%，邻接行距合格率大于 80%，没有漏耕；

H. 重耙使土壤表层 20cm 内碎土率（最长边小于 25 mm 的土块比例）大于 70%，

（3）技术措施

A. 蔗地平整。采用 200 马力以上大型拖拉机配套平地整地机对新植蔗地进行平整，消除凹凸、波浪、起伏等影响机收因素耕作面；

B. 重力耙破蔸碎土。采用 200 马力以上大型拖拉机配套 3 米以上宽

幅重力耙对平整后的蔗地进行灭茬、破蔸，同时破碎表面 10—15CM 的板结土层；

C. 机械深松。在重力耙和土壤改良作业后蔗地采用 200 马以上大型拖拉机配套深松机进行深松；

D. 重耙。采用 200 马以上大型拖拉机配套重力耙进行耙田碎土作业。

2、机械化种植

(1) 技术路线

地块耕整→种植路线规划→种植机调整→装蔗种肥料→试种→种植（开行、施肥、斩种、消毒、摆种、覆土、压土、盖膜）

(2) 技术要求

A. 甘蔗种植机械作业质量应达到 DB/45T 1119 - 2014《甘蔗种植机作业质量》的规定；

B. 植沟的开沟深度应大于 30cm。砂质土、重耙平整地块和旱季开植沟宜深些；

C. 应选用不易粘结，适合机械作业的基肥类型，肥料应深施，深度大于 35cm；

D. 蔗种要与土壤紧密接触，不架空，每公顷大茎种 120 000 芽（8 000 芽/666.7 m²），中茎品种 120 000 芽 ~ 15 0000 芽（8 000 芽/666.7 m² ~ 10 000 芽/666.7 m²）。可根据品种特性适当调整下种量；

E. 覆土应均匀一致，覆土厚度 3cm~8cm。土质偏砂或土壤颗粒较大，植后旱、寒期较长的可略厚。

(3) 技术措施

A. 蔗地要深耕深松，土壤表层以下 20 cm 内碎土率（最长边小于 25 mm 的土块比例）大于 70%，土壤绝对含水率不大于 25%、碎土层深度应符合甘蔗种植深度的要求；

B. 选择健壮蔗株作为蔗种，经晒种、浸种、药剂消毒，整秆式蔗种蔗茎弯曲程度为不弯曲和中等弯曲的比例占 80%以上；

C. 地头要留有足够的位置，以便机具作业转弯掉头；

D. 种植行应平直，行距均匀一致，宜使用卫星导航，满足后续机械化植保作业、收获作业、宿根蔗管理等方面的要求；

E. 冬植蔗和早春植蔗应覆盖地膜。覆盖地膜后，畦面应成龟背形，薄膜平展、紧贴畦面、边缘密封严实；地膜宽度根据行距大小确定，等行距种植地膜宽度一般为 35 ~ 40cm；地膜选用无色透明，厚度为 0.005mm ~ 0.010mm 的地膜，光降解地膜优先；

F. 下种覆土后，用 40% 阿特拉津悬浮剂 2 250 g/ hm² ~ 3 000 g/ hm²，加 80% 乙草胺乳油 600 mL/ hm²，兑水 750 kg/ hm² ~ 1 125 kg/ hm² 配成除草剂混合液，均匀喷洒种植行沟土面，然后覆盖地膜（盖膜时土壤要湿润，否则要在喷施除草剂前先淋水）。也可选用其它蔗田专用除草剂，按说明书进行操作。盖膜后再用同样的除草剂混合液喷洒蔗行表面以防除杂草，喷药后不宜再踏上蔗田表面。

3、机械化收获

(1) 技术路线

机具准备调试→试作业→收获作业（切梢、扶倒、切割、喂入、输送、切段、分离、输送、装车）→田间转运→运输入厂

（2）技术要求

A. 作业地块应符合甘蔗收获机的适用范围，土壤绝对含水率、土壤坚实度满足正常作业要求，蔗叶含水率不大于 65%；

B. 应确保地头 6m 以上转弯调头空间，如空间不足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；

C. 田间转装车须由田头出入，沿行沟行驶，不得横跨垄沟碾压蔗蔸；

E. 切段式收获作业要求：破头率小于 20%，含杂率小于 10%，总损失率小于 7%。

（3）技术措施

A. 作业前，根据首个地块及甘蔗高矮等状况调整切梢器的高度、割台高度、扶倒器高度等；

B. 切段式收获，甘蔗应 24 小时内进厂入榨；

C. 在收割过程中，应根据实际情况不断调整扶倒器、刀盘与垄面的高度，已达到最佳效果；

D. 坚持低砍原则，有利于降低损失和宿根萌芽。

4. 机具配套方案

以 5 千亩为单位的机具配备：平地整地机 1 台（仅用于新植蔗）、重力耙 1 台（仅用于新植蔗）、200 马力以上大型拖拉机 1 台（仅用于新植蔗）、深松机 1 台（仅用于新植蔗）、抛肥机 1 台（自选）、90—140 马力拖拉机 3 台、宽窄行距种植机 3 台、蔗种肥料装载机 1 台、伸缩杆

式植保机 2 台、中型悬挂式中耕培土机 2 台、除草机 3 台、大型联合收获机 1 台、转运车 3 台、平茬破垄施肥一体机 2 台。

六、典型案例

（一）崇左市扶绥县

崇左市扶绥县从 2015 年开始示范推广大规模高效甘蔗生产全程机械化技术，2015-2016 年累计应用面积 3.7 万亩（其中：渠黎镇应用 1.5 万亩、邕盆乡应用 0.5 万亩、东门镇 0.6 万亩、昌平乡 0.1 万亩、山圩镇 0.5 万亩、东罗镇 0.2 万亩、中东镇乡 0.3 万亩），平均甘蔗增产 1.6 吨/亩，新增产值 1508.8 万元，新增纯收入 1180.8 万元。吨蔗生产成本比当年人工生产成本降低 68.07%。

（二）来宾市

来宾市从 2015 年开始示范推广大规模高效甘蔗生产全程机械化技术，2015-2016 年累计应用面积 2.05 万亩（其中：廖平农场十四大队应用 1 万亩、兴宾区良塘镇北合村、桥巩镇文武村应用 0.6 万亩、武宣县黄茆镇根村 0.3 万亩、武宣县黔江种蓄场 0.15 万亩），平均甘蔗增产 1.6 吨/亩，新增产值 1508.8 万元，新增纯收入 1180.8 万元。吨蔗生产成本比当年人工生产成本降低 68.07%。

（三）崇左市大新县

崇左市大新县从 2015 年开始示范推广大规模高效甘蔗生产全程机械化技术，2015-2016 年累计应用面积 0.35 万亩（其中：雷平镇怀义村应用 0.3 万亩、桃城镇宝限村 0.05 万亩），平均甘蔗增产 1.6 吨/亩，新增产值 257.6 万元，新增纯收入 201.6 万元。吨蔗生产成本比当年人工生产成本降低 45.82%。

广西中等规模甘蔗全程机械化生产模式

一、适用范围

平原地区及丘陵山区坡度较平缓、面积足够大的地块。

二、区域特征

（一）广西地形、气候、土壤情况

广西位于全国地势第二台阶中的云贵高原东南边缘，地处两广丘陵西部，南临北部湾海面。整个地势自西北向东南倾斜，山岭连绵、山体庞大、岭谷相间，四周多被山地、高原环绕，呈盆地状，有“广西盆地”之称。

广西地处低纬，北回归线横贯中部，南濒热带海洋，北接南岭山地，西延云贵高原。按全国地形分类，广西属云贵高原向东南沿海丘陵过渡地带，具有周高中低、形似盆地，山地多、平原少的地形特点。在太阳辐射、大气环流和地理环境的共同作用下，形成了热量丰富、雨热同季，降水丰沛、干湿分明，日照适中、冬少夏多，灾害频繁、旱涝突出的气候特征。

广西主要土壤类型，地带性的有砖红壤、赤红壤、红壤、黄壤，隐域性土壤有石灰(岩)土、紫色土和滨海盐土。

（二）广西甘蔗生产全程机械化的发展及突出问题

广西是我国蔗糖产业第一大省，种植面积占全国的 60%以上。近年来，随着劳动力成本快速上升，甘蔗生产机械化程度低，生产成本低，生产效率低，已成为制约糖业发展的主要瓶颈问题。甘蔗生产全程机械

化包括耕整地、种植、中耕施肥、植保、收获、装运等工序，而收获包括切梢、切割、清理和装运等作业工序，其工作量最多，也最为艰苦，约占生产甘蔗总作业量的 55%。2015 年，全区甘蔗生产综合机械化率 54.98%，其中，耕整地环节机械化率 97.62%，种植环节机械化率 39.05%，收获环节机械化水平 9.1%，而世界先进蔗糖生产大国如澳大利亚、美国早在上世纪 60-70 年代就已经实现了甘蔗生产全程机械化，巴西 2005 年甘蔗收获机械化达到 80%，古巴达到 73%。

近年来，国家对于甘蔗生产机械化发展十分重视，投入大量资金用于甘蔗机械化项目，然而由于种植模式多样、地形条件限制、生产机具适用性不强等原因，甘蔗机械化发展进展缓慢，其中以机械收获问题最为突出。甘蔗机械化生产是一个系统工程，需要研究一整套成熟的机械化生产模式并配备适合的作业机具才能真正推进甘蔗机械化的发展。

三、模式概述

（一）中小规模高产甘蔗生产全程机械化技术模式

采用平地机进行蔗地平整；经过旋耕破茬碎土、机械深松、旋耕的耕整地后，使用甘蔗种植施肥盖膜一体机进行 1.2m 等行距种植；生长期进行机械化田间管理；甘蔗成熟后，采用中小型切段式甘蔗联合收割机进行一次收获。

（二）应用价值

随着工业化、城镇化的快速推进，农村青壮劳动力大量向城市和二、三产业转移，导致农村劳动力结构性短缺，农业生产用工供需矛盾日趋突出；而该种植模式通过在南宁、柳州、崇左等地扶持发展的“双高”基

地、种植大户示范带动，推动了农户自买自营和农机大户、农机专业合作社为农户提供机耕整地、机种、植保、机收、运输等甘蔗生产全程机械化服务来实现发展，大大减轻劳动强度，提高产量，提高效率，降低生产成本。同时对推动土地流转，适度规模经营，提高经济效益具有积极意义。

四、技术路线

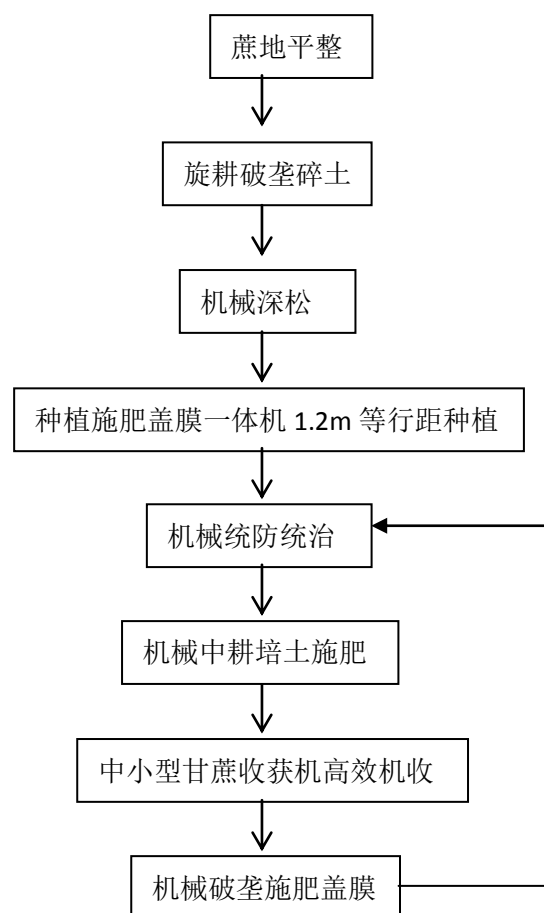




图 1 深松机



图 2 旋耕机



图 3 种植机



图 4 甘蔗收获机

五、技术规范及机具配备

（一）关键环节技术规范

1、机械化耕整地

（1）技术路线

平地机蔗地平整→旋耕破茬碎土→机械深松→旋耕

（2）技术要求

A. 地块坡度 15°以下，自然排水好，单幅地块面积 10 亩以上，长 120 米以上、宽大于 50 米，连片 100 亩以上；

B. 地头建设 3 米以上机耕道，道路平整，碾压结实，适宜机械掉头；

C. 土壤土层厚度不小于 55cm，全耕层平均土壤坚实度应不大于 1.2MPa、平均绝对含水率在 15%~30%；耕层内无妨碍正常作业的树根和石块等坚硬异物；

D. 消除耕作面凹凸、波浪、起伏等影响机收因素；

E. 旋耕破茬碎土作业深度 15cm 以上，残茬破碎；

F. 深松深度 50cm，深松齿距一般为 35cm；深松深度合格率大于 85%，邻接行距合格率大于 80%，没有漏耕；

G. 旋耕使土壤表层 20cm 内碎土率（最长边小于 25 mm 的土块比例）大于 70%，旋耕深度合格率大于 90%，耕后地表植被残留量小于 200.0g/m²，旋耕后地表平整度小于 4.0cm，

（3）技术措施

A. 蔗地平整。采用 150 马力以上大型拖拉机配套平地整地机对新植蔗地进行平整，消除凹凸、波浪、起伏等影响机收因素耕作面；

B. 旋耕破茬碎土。采用 90—140 马力拖拉机配套旋耕机对平整后的蔗地进行灭茬、破茬，同时破碎表面 10—15CM 的板结土层；

C. 机械深松。在旋耕破茬碎土后蔗地采用 150 马力以上大型拖拉机配套深松机进行深松；在地块中进行一纵一横两次路线垂直的深松作业；

D. 旋耕。采用 90—140 马力拖拉机配套旋耕机进行旋耕。

2、机械化种植

（1）技术路线

地块耕整→种植路线规划→种植机调整→装蔗种肥料→试种→种植（开行、施肥、斩种、消毒、摆种、覆土、压土、盖膜）

（2）技术要求

A. 甘蔗种植机械作业质量应达到 DB/45T 1119 - 2014《甘蔗种植机作业质量》的规定；

B. 植沟的开沟深度应大于 30cm。砂质土、重耙平整地块和旱季开植沟宜深些；

C. 应选用不易粘结，适合机械作业的基肥类型，肥料应深施，深度大于 35cm；

D. 蔗种要与土壤紧密接触，不架空，每公顷大茎种 120 000 芽（8 000 芽/666.7 m²），中茎品种 120 000 芽~15 0000 芽（8 000 芽/666.7 m²~10 000 芽/666.7 m²）。可根据品种特性适当调整下种量；

E. 覆土应均匀一致，覆土厚度 3cm~8cm。土质偏砂或土壤颗粒较大，植后旱、寒期较长的可略厚。

（3）技术措施

A. 蔗地要深耕深松，土壤表层以下 20 cm 内碎土率（最长边小于 25 mm 的土块比例）大于 70%，土壤绝对含水率不大于 25%、碎土层深度应符合甘蔗种植深度的要求；

B. 选择健壮蔗株作为蔗种，经晒种、浸种、药剂消毒，整秆式蔗种蔗茎弯曲程度为不弯曲和中等弯曲的比例占 80%以上；

C. 地头要留有足够的位置，以便机具作业转弯掉头；

D. 种植行应平直，行距均匀一致，宜使用卫星导航，满足后续机械化植保作业、收获作业、宿根蔗管理等方面的要求；

E. 冬植蔗和早春植蔗应覆盖地膜。覆盖地膜后，畦面应成龟背形，薄膜平展、紧贴畦面、边缘密封严实；地膜宽度根据行距大小确定，等行距种植地膜宽度一般为 35 ~ 40cm；地膜选用无色透明，厚度为 0.005mm ~ 0.010mm 的地膜，光降解地膜优先；

F. 下种覆土后，用 40%阿特拉津悬浮剂 2 250 g/ hm² ~ 3 000 g/ hm²，加 80%乙草胺乳油 600 mL/ hm²，兑水 750 kg/ hm² ~ 1 125 kg/ hm² 配成除草剂混合液，均匀喷洒种植行沟土面，然后覆盖地膜（盖膜时土壤要湿润，否则要在喷施除草剂前先淋水）。也可选用其它蔗田专用除草剂，按说明书进行操作。盖膜后再用同样的除草剂混合液喷洒蔗行表面以防除杂草，喷药后不宜再踏上蔗田表面。

3、机械化收获

（1）技术路线

机具准备调试→试作业→收获作业（切梢、扶倒、切割、喂入、输送、切段、分离、输送、装车）→田间转运→运输入厂

(2) 技术要求

A. 作业地块应符合甘蔗收获机的适用范围，土壤绝对含水率、土壤坚实度满足正常作业要求，蔗叶含水率不大于 65%；

B. 应确保地头 6m 以上转弯调头空间，如空间不足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；

C. 田间转装车须由田头出入，沿行沟行驶，不得横跨垄沟碾压蔗蔸；

E. 切段式收获作业要求：破头率小于 20%，含杂率小于 10%，总损失率小于 7%。

(3) 技术措施

A. 作业前，根据首个地块及甘蔗高矮等状况调整切梢器的高度、割台高度、扶倒器高度等；

B. 切段式收获，甘蔗应 24 小时内进厂入榨；

C. 在收割过程中，应根据实际情况不断调整扶倒器、刀盘与垄面的高度，已达到最佳效果；

D. 坚持低砍原则，有利于降低损失和宿根萌芽。

4、机具配套方案

以 3 千亩为单位的机具配备：平地整地机 1 台（仅用于新植蔗）、圆盘耙 1 台、150 马力以上大型拖拉机 1 台（仅用于新植蔗）、深松机 1 台（仅用于新植蔗）、抛肥机 1 台（自选）、90—140 马力拖拉机 11 台、旋耕机 1 台、等行距种植机 2 台、蔗种肥料装载机 1 台、伸缩杆式植保机 1 台、中型悬挂式中耕培土机 1 台、除草机 2 台、中型联合收获机 3 台、转运车 9 台、平茬破垄施肥一体机 2 台。

六、典型案例

（一）南宁市武鸣区

南宁市武鸣区从 2015 年开始示范推广中小规模甘蔗生产全程机械化技术，2015-2016 年累计应用面积 7.9 万亩（其中：陆斡镇应用 3.4 万亩、罗波镇应用 0.68 万亩、锣圩镇应用 1.52 万亩、城厢镇应用 0.7 万亩、太平镇应用 1.45 万亩、双桥镇应用 0.15 万亩），平均甘蔗增产 1.4 吨/亩（人工作业平均产量为 5 吨/亩），新增产值 5087.6 万元，新增纯收入 3981.6 万元。吨蔗生产成本比当年人工生产成本降低 45.82%。

（二）北海市

北海市从 2015 年开始示范推广中小规模甘蔗生产全程机械化技术，2015-2016 年累计应用面积 1.23 万亩（其中：北海市银海区兴农农机农民专业合作社 0.23 万亩、农场 1 万亩），平均甘蔗增产 1.5 吨/亩（人工作业平均产量为 5 吨/亩），新增产值 848.7 万元，新增纯收入 664.2 万元。吨蔗生产成本比当年人工生产成本降低 45.82%。

广东省英德（高丘陵）地区甘蔗全程机械化生产模式

一、适用范围

广东省英德市甘蔗年种植面积 2.5 万亩，年总产量 12 万吨，主要分布在浚洸、石灰铺、石牯塘、大湾、桥头等镇。该技术模式适用于我省类似条件的甘蔗种植地区推广应用。

二、区域特征

英德市位于粤北山区南部，三江交汇，属南亚热带向中亚热带过渡的地区，境内温暖多雨。土壤条件较为优越，土层深厚，土壤肥沃，PH 值在 4.5-5.5 之间。英德市种植糖蔗的历史高峰达到二十万亩，近年来由于经营以个体农户为主，土地分散地块小、一户多地、不连片种植等现象突出，种植生产成本高，也无法形成规模效益；而且同一区域的甘蔗种植期、品种和收获期不一，种植行距多数在 1 米以下，不符合机械化连片作业和统一收割的要求。

三、模式概述

英德市地处粤北山区，全市大部分的甘蔗种植在旱地、坡地和丘陵地，地势高低不平，蔗地不规则，地块大小不一、凹凸不平；蔗区基础设施薄弱，农田基本建设条件差，田间机耕路又小又弯，水资源匮乏、种植条件差，且大多数甘蔗垄长度不足 100 米。

尽管存在着耕地不规则、农田建设条件差及规模作业难度大，蔗地内田埂、石头、电杆等阻碍物多导致大中型拖拉机耕整地、深松作业难度大的问题，但经过多年的运用和实践，该全程机械化生产模式技术路

线已基本成熟，有效解决了人工作业条件恶劣、效率低下的矛盾。如引进更节省人力的甘蔗播种机取代甘蔗事先要切断的播种机（需要 3-4 个人同时作业）、植保无人机取代自走式喷杆喷雾机，可进一步节省人工成本和提高作业效率。

四、技术路线

机械化整地



蔗叶机械化粉碎还田（生产率 5-7 亩/小时）



机械化深松作业（生产效率 5 亩/小时）



机械化旋耕作业



机械化施肥播种



机械化施肥作业



切断式甘蔗播种机，生产率 2.5 亩/小时



机械化中耕管理



机械化施肥培土（小型培土机和中拖配套培土机）



机械化植保（喷杆喷雾机工作效率 6-7 亩/小时）



机械化植保（农用无人机工作效率可达 50-80 亩/小时，用于甘蔗长高之后的植保作业具有传统植保方式无法替代的作用，是绿色环保的植保作业模式。）

机械化收获



中型切段式甘蔗联合收割作业（生产率 5-8 吨/小时）

五、技术规范及机具配备

（一）整地机械

1、深松机

目前英德市主要使用的是广西南宁市瑟江机械厂生产的 1ST-5A 深松器，其参数：5 个犁头，幅宽 2500mm，犁距宽 60cm,深松深度达 50cm,配合东方红 1204 拖拉机作业，生产效率 5 亩/小时。

2、蔗叶粉碎还田机

目前英德市现有的蔗叶粉碎还田机是中国热带农业科学院农业机械研究所生产 1GYF-200 型甘蔗叶粉碎还田机，该采用集叶器装置，提高了粉碎质量和捡拾效果，适应垄作种植的甘蔗叶粉碎还田，其配备动力 100-140 马力，采用 72 把 L 型改进弯刀，捡拾率达 95%，粉碎率达 90%，燃油消耗量 1.72 公斤/亩，生产率 5-7 亩/小时。

（二）播种机械

目前英德市拥有的是切断式的甘蔗播种机，配备东方红 1204 中拖进行作业，适用于 1.2*0.2-1.4*0.4 米的宽窄行种植方式，接行均匀，播种偏差 $\pm\leq 5\text{cm}$,需要 3 人同时进行操作，可实现开沟、播种、施肥、培土作业工序，生产率 2.5 亩/小时。

（三）中耕管理机械

1、中耕施肥培土

目前英德市中耕施肥培土环节主要有两种方式：小型培土机和中拖配套培土机。小型培土机主要是广西汽牛农业机械有限公司生产的 3ZP-0.4 中耕培土机，该机生产率 0.3 亩/小时，以进入行距为 0.7-1.2 米

的行向种植的农作物行内进行中耕培土作业，不必跨行作业，可实现原地转向。中拖配套培土机是中国热带农业科学院农业机械研究所生产的 3ZSF-2 型甘蔗中耕施肥培土机配套高地隙约翰迪尔 JD5-850 拖拉机中拖，该机可实现 3 种不同种类肥料如粉状、颗粒状等自动施肥，能一次性地完成旋耕除草、开沟、施肥、培土等作业。该机作业行数 2-3 行，作业行距 100-140 厘米，开沟深度 15-30 厘米，生产率 5-8 亩/小时，肥料覆盖率达 98%，燃油消耗量 0.4 公斤/亩。

2、植保机

目前英德市在甘蔗植保环节主要使用埃森农机常州有限公司生产的 SWAN 3WP-500 型自走式喷杆喷雾机，该机采用水冷 4 冲程 3 缸立式采油机，输出功率 17.1kW/3600rpm，喷幅 12 米，药箱容量 500L，工作压力 1.0-2.5MPa，工作效率 6-7 亩/小时。

（四）收获机械

目前英德市只有一台洛阳辰汉农业装备科技有限公司生产的 4GQ-130 型切段式甘蔗联合收割机，其外形尺寸：7100*2120*3660MM（长 宽 高），额定功率 95.6kW，额定喂入量 $\geq 3.5\text{Kg/S}$ ，整机质量 6670Kg。该机卸载甘蔗作业时配合铲车、运输车工作，生产率 5-8 吨/小时。

六、典型案例

广东省英德市利民农机专业合作社（简称“合作社”）于 2017 年 3 月成立，拥有社员 20 多人，办公用房 300 平方米、维修车间 400 平方米、车库 800 平方米，配备有大型拖拉机及其配套机具、甘蔗中耕培土机、喷药机等各类农机具 20 台套。合作社可承担甘蔗全程机械化服务，为农

民提供甘蔗机械化耕地、种植、收割和运输等服务，辐射西牛、大湾、石牯塘、滄洸、英城、沙口等十多个乡镇。合作社每年可为 500 户以上农民提供农机作业服务，作业面积达 5000 亩以上，年经营收入达 120-150 万元，其中 2016 年为农户机械化耕地 1 万亩，机械化收割 2 千亩，实现年经营收入 250 万元。



合作社营业执照



合作社机具库房

广东省湛江市中型甘蔗全程机械化生产模式

一、适用范围

该技术模式是由当地甘蔗科研单位负责技术研发、当地政府组织主要制糖企业、农民专业合作社、种植大户等，经过多年实践、推广和总结获得，并且在近两年已取得初步成效，适用于广东省、广西桂中南等蔗区推广应用。

二、区域特征

湛江市位于粤西的雷州半岛，属典型的南亚热带季风气候，热量和降雨量充足，是最适合甘蔗种植的区域，大部分土壤属于火山灰堆积风化形成的砖红壤，肥力较高，土层深厚，土壤肥沃，PH 值在 4.0-5.0 之间。同时湛江也是我国三大甘蔗主产区之一，常年种植面积在 12-15 万公顷之间，约占全国甘蔗总面积的 10%，年产糖量 70-80 万吨，涉及从业人员约 200 万人口，是当地农民增收和农村经济发展的主要来源之一，主要分布在遂溪县、雷州市、徐闻县、麻章区、廉江市等。

湛江市蔗区地势平坦，90%以上的蔗地坡度小于 15 度，而且地里没有石块，发展甘蔗生产机械化具有较好的地势条件。甘蔗种植区域集中，户均种植甘蔗 4.5 亩，平均单块面积为 3.5 亩，种植品种结构和熟期布局相对合理。传统的蔗农种植行距主要是 0.7-0.8 米，不利于大型农机具作业，而目前甘蔗生产的农机具尤其是收获机械要求至少是 1 米以上的行距，这就造成了农机与农艺的不配套。

三、模式概述

湛江市的甘蔗产业受城市化进程和农村劳动力转移的影响，近年来生产成本逐年增高、比较效益逐渐降低、产业竞争力不断下降，甘蔗产业面临着很大的困难。开展甘蔗生产全程机械化是降低劳动强度、提高生产效率、提升甘蔗产业竞争力的唯一有效途径。

2011年以来，中国热带农业科学院亚热带作物研究所等科研单位，以湛江甘蔗生产习惯和特点，整合国内各方资源，初步探索出了一套适宜湛江蔗区应用的农机农艺融合技术和全程机械化生产栽培技术；湛江市农业局组织了广东恒福集团下属15家糖厂，十多家农民专业合作社，开展了甘蔗生产全程机械化的实践和推广，通过七年的努力，湛江甘蔗生产的机械化水平由2011年的35%提高到现在的43%，尤其是收获环节的机械化水平由2011年的0.5%提高到现在的6%，并且很有可能在三年之内突破至30%，取得了初步成效。

该全程机械化生产模式为：

适宜机械化甘蔗品种筛选 → 机械化耕整地 → 机械种植 → 机械化田间管理 → 机械收获。

适宜机械化甘蔗品种筛选：筛选具有分蘖力强、脱叶性好、宿根性能好、中小茎、纤维强度大等特征的适合机械化收获的品种。

机械化耕整地：以90马以上拖拉机为牵引动力；新植蔗深松深度 $\geq 35\text{cm}$ ，耕深 $\geq 30\text{cm}$ ，翻土好，杂草、桔秆覆盖良好，耕后地表平整。

机械化种植：一次性完成开行、施肥（药）、切种、播种、覆土、盖膜等作业环节。种植沟沟深 $\geq 30\text{cm}$ ，排种深度25cm，覆土深度3-5cm，开行要直，接行偏差小于5厘米，排种与施肥均匀不间断，覆盖良好。

机械化田间管理：包括机械化培土追肥、机械化除草、无人机航空植保等。培土追肥必须在基本苗数 ≥ 6000 株时开展，培土垄高 $\geq 20\text{cm}$ ，呈“馒头”状；结合预测预报利用无人机喷施相应的农药。

机械化收获：以中小型收获机为主、大型收获机械为辅。在土地完成流转整合、单块地面积大于50亩、种植行距大于1.3米或者1.4+0.4米宽窄行的情况下，选大型的收获机械；在尚未完成土地流转，地块面积较小的情况下，选中小型收获机械。机械化收获作业时夹杂物率与田间损失率总和 $\leq 15\%$ 。

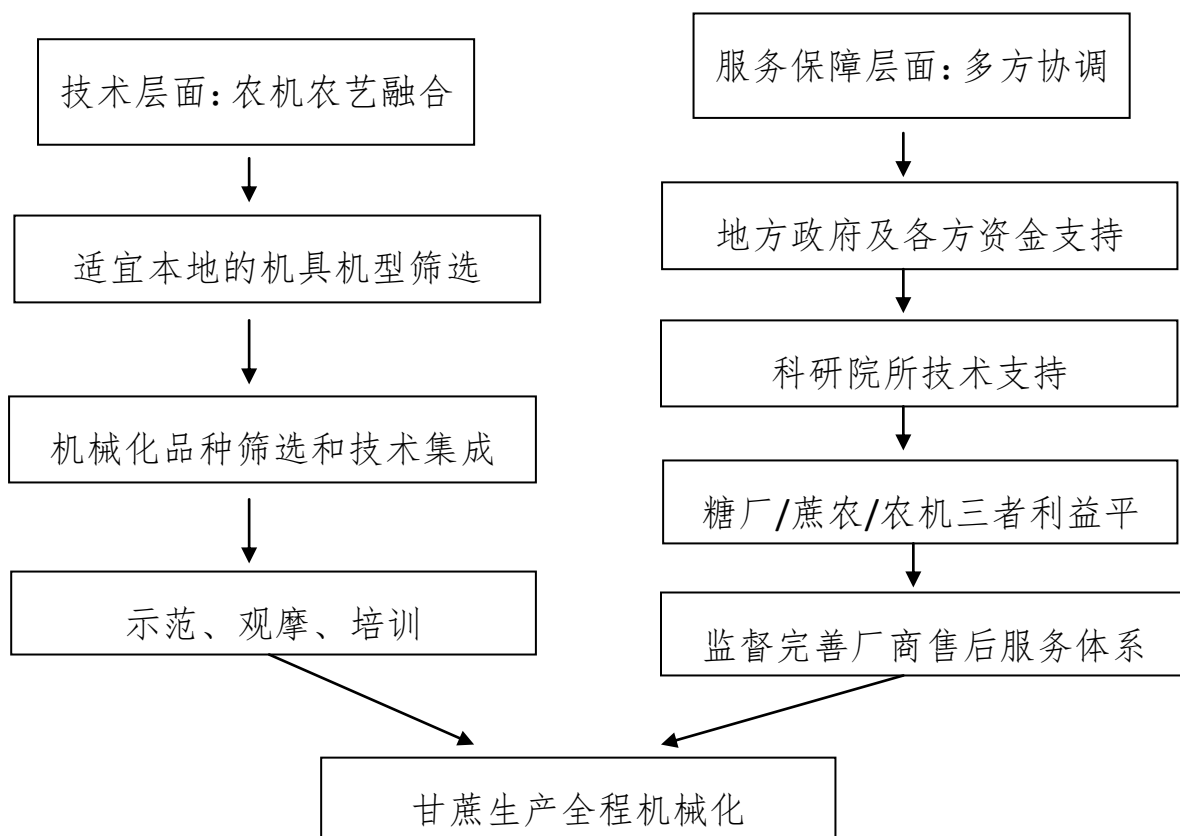
尽管湛江市大部分蔗区存在着耕地不规则、农田建设条件差及规模作业难度大等问题，但经过多年的运用和实践，该全程机械化生产模式技术路线已基本成熟，有效解决了人工作业条件恶劣、效率低下的矛盾。

四、技术路线

（一）总体思路

在技术层面，由中国热带农业科学院亚热带作物研究所，在全国乃至全世界范围内考察筛选适宜湛江本地种植习惯的耕作机械和收获机械，开展农机农艺融合以及机械化栽培技术研究，形成初步成功的模式之后，通过示范、观摩、培训等方式，向广大蔗农、糖厂和农机服务组织推荐机械化生产模式。

另一方面，由湛江市农业局牵头，争取各种渠道的资金扶持农民或农机服务组织购买收获机；组织科研院所开展技术培训、组织协调糖厂和农机合作社等多方的关系，监督收获机厂商的完善其售后服务体系等措施，保障甘蔗机械化生产顺利推进。



(二) 全程机械化生产技术路线

适宜机械化甘蔗品种筛选 → 机械化耕整地 → 机械种植 → 机械化田间管理 → 机械收获。

适宜机械化栽培品种筛选



适宜机械化栽培和收获的甘蔗品种



机械化耕整地



蔗叶机械化粉碎还田（生产率 5-7 亩/小时）



机械化深松旋耕复合作业，可同时完成深松与旋耕两个作业步骤

（作业效率 5-7 亩/小时）



机械化种植



即切种式甘蔗种植机，生产效率 2.5-3 亩/小时



机械化中耕管理



机械化施肥培土（小型培土机和中拖配套培土机）



机械化植保（农用无人机工作效率可达 50-80 亩/小时，用于甘蔗长高之后的植保作业具有传统植保方式无法替代的作用，是绿色环保的植保作业模式。）



机械化收获



中型切段式甘蔗联合收割作业（生产率 5-8 吨/小时）

五、技术规范及机具配备

（一）适宜机械化甘蔗品种筛选

适宜机械化栽培和收获的品种应具备以下特征：

分蘖力强：每株分蘖 3 个以上；

脱叶性好：无生命力的老叶自动脱落；

宿根性能好：机械化收获之后，第一年宿根发株率 70%以上；第二年宿根发株率 60%以上；

中小茎：茎径约 2.2~2.8cm；

纤维强度大：纤维份 $\geq 13\%$ ，机收破头率 $\leq 5\%$

目前湛江市适宜机械化栽培的品种有：粤糖 55、柳城 05-136 等。

（二）机械化耕整地

以 90 马以上拖拉机为牵引动力；新植蔗深松深度 $\geq 35\text{cm}$ ，耕深 $\geq 30\text{cm}$ ，翻土好，杂草、桔秆覆盖良好，耕后地表平整。

1、蔗叶粉碎还田机

目前湛江市主要的蔗叶粉碎还田机是中国热带农业科学院农业机械研究所生产 1GYF-200 型甘蔗叶粉碎还田机，该采用集叶器装置，提高了粉碎质量和捡拾效果，适应垄作种植的甘蔗叶粉碎还田，其配备动力 100~140 马力，采用 72 把 L 型改进弯刀，捡拾率达 95%，粉碎率达 90%，燃油消耗量 1.72 公斤/亩，生产率 5~7 亩/小时。

2、复合型深松旋耕机

目前湛江市主要使用的是中国热带农业科学院农业机械研究所生产的 1SG-230 型深松旋耕联合作业机，其参数：4 个犁头，幅宽 2500mm，犁距宽 60cm，深松深度达 50cm，配合东方红 1204 拖拉机作业，生产效率 5 亩/小时。

（三）机械化种植

一次性完成开行、施肥（药）、切种、播种、覆土、盖膜等作业环节。种植沟沟深 $\geq 30\text{cm}$ ，排种深度 25cm，覆土深度 3~5cm，开行要直，接行偏差小于 5 厘米，排种与施肥均匀不间断，覆盖良好。

目前湛江市主要使用的是即切式的甘蔗播种机，由湛江广垦农机公司生产，配备东方红 1204 中拖进行作业，适用于 1.0+0.2~1.4+0.2 米的宽窄行种植方式，也可以在 0.9~1.4 米之内调节任意行距进行单行种植，接行均匀，播种偏差 $\pm \leq 5\text{cm}$ ，需要 3 人同时进行操作，可实现开沟、播种、

施肥、培土作业工序，生产率 2.5 亩/小时。

（四）机械化田间管理

包括机械化培土追肥、机械化除草、无人机航空植保等。培土追肥必须在基本苗数 ≥ 6000 株时开展，培土垄高 $\geq 20\text{cm}$ ，呈“馒头”状；结合预测预报利用无人机喷施相应的农药。

1、培土施肥机

目前湛江市使用的是中国热带农业科学院农业机械研究所生产的 3ZSF-2 型甘蔗中耕施肥培土机，配套高地隙约翰迪尔 JD5-850 拖拉机中拖，该机可实现 3 种不同种类肥料如粉状、颗粒状等自动施肥，能一次性地完成旋耕除草、开沟、施肥、培土等作业。该机作业行数 2-3 行，作业行距 100-140 厘米，开沟深度 15-30 厘米，生产率 5-8 亩/小时，肥料覆盖率达 98%，燃油消耗量 0.4 公斤/亩。

2、遥控无人机

目前湛江市使用的无人机主要是珠海羽人飞行器有限公司生产的谷上飞 3WDM8-20 型，十字八旋翼，荷载 20L，作业速度为 8m/s，续航时间 12min，作业效率可达 150 亩/小时。

（五）机械化收获

以中小型收获机为主、大型收获机械为辅。在土地完成流转整合、单块地面积大于 50 亩、种植行距大于 1.3 米或者 1.4+0.4 米宽窄行的情况下，选大型的收获机械；在尚未完成土地流转，地块面积较小的情况下，选中小型收获机械。机械化收获作业时夹杂物率与田间损失率总和 $\leq 15\%$ 。

1、中小型收获机

目前湛江市有大约 80 台洛阳辰汉农业装备科技有限公司生产的 4GQ-130 型切段式甘蔗联合收割机，其外形尺寸：7100*2120*3660MM（长*宽*高），额定功率 95.6kW，额定喂入量 $\geq 3.5\text{Kg/S}$ ，整机质量 6670Kg。该机卸载甘蔗作业时配合铲车、运输车工作，生产率 5-8 吨/小时。

2、大型收获机

目前湛江市有 9 台凯斯纽荷兰生产的 CASE8000 大型切段式甘蔗联合收割机，其外形尺寸：11980×3119×6300 MM（长*宽*高），额定功率 260kW，整机质量 14800Kg，生产率约为 20~30t/h。

六、典型案例

湛江市遂溪县好帮手农业机械专业合作社，（简称“合作社”）于 2015 年 5 月成立，拥有社员 120 多人，办公用房 500 平方米、维修车间 1000 平方米、车库 800 平方米，配备有大型拖拉机及其配套机具、甘蔗中耕培土机、喷药机等各类农机具 150 台套。合作社可承担甘蔗全程机械化服务，为农民提供甘蔗机械化耕地、种植、收割和运输等服务，辐北坡镇、杨柑镇、草潭镇、城月镇等。合作社每年可为 1000 户以上农民提供农机作业服务，作业面积达 20000 亩以上，年经营收入达 280-350 万元，其中 2016 年为农户机械化耕地 1 万亩，机械化收割 8 千亩，实现年经营收入 350 万元。



合作社营业执照



合作社机具库房

牧草

人工牧草(紫花苜蓿)全程机械化生产模式

一、区域特征

该区域主要包括辽宁、吉林、黑龙江、内蒙古 4 省（区）的旱作农区或半农半牧区，地貌地势表现为山峦起伏、平川，土壤为沙漠、黑土，特点是高海拔或高纬度，日照长、昼夜温差大，全生育期短，一般在 110 天以上，年平均温度在 $-4 \sim 10^{\circ}\text{C}$ ，寒冷地区，东北及内蒙古区主要是改造和利用中低产田、瘠薄地、轻度碱地种植苜蓿。重点解决苜蓿冷害问题，提高出苗率、成活率和越冬率。

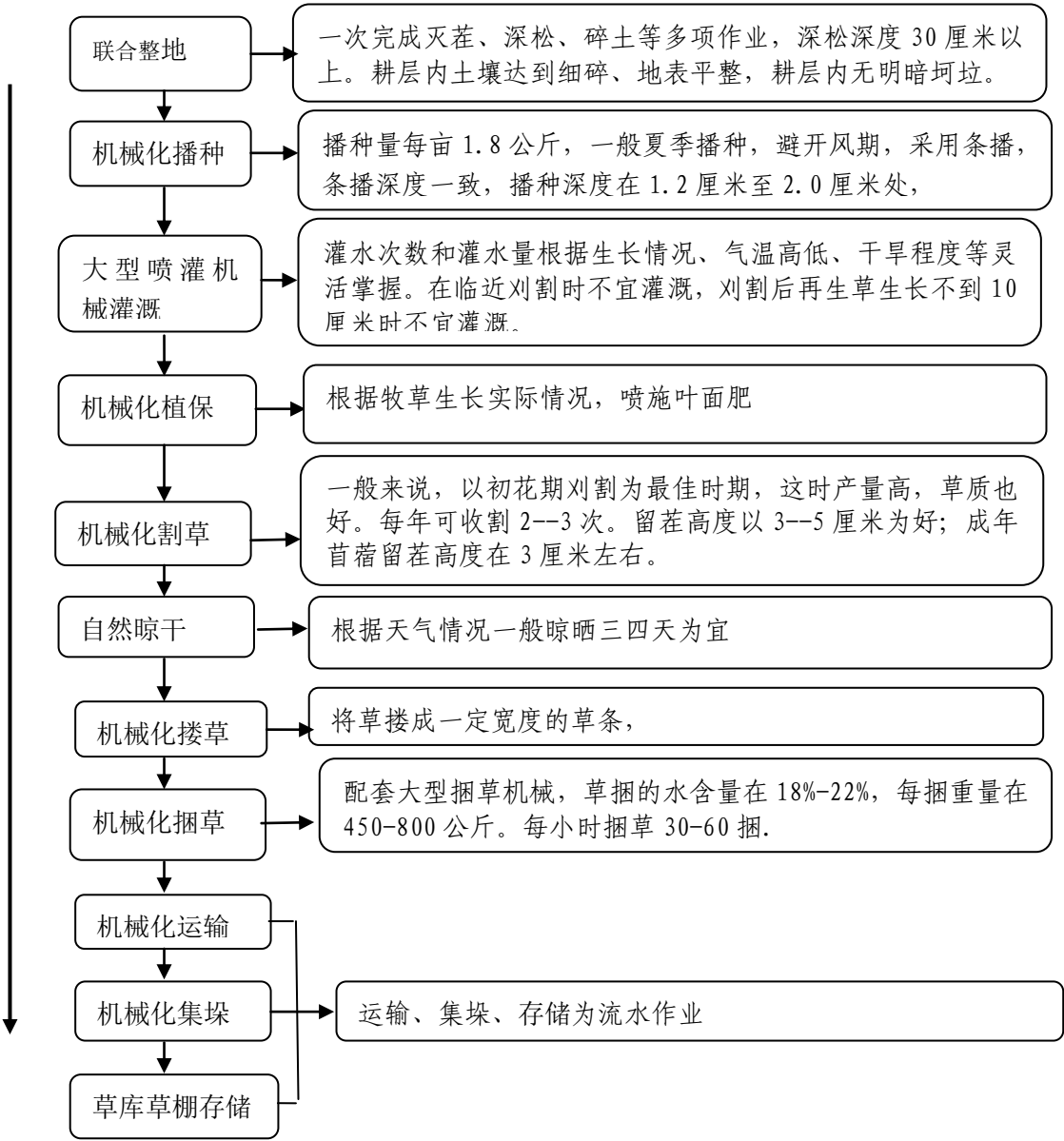
全国苜蓿主要种植区域是甘肃、内蒙古、陕西等地，据行业统计，2015 年种植面积约 7067 万亩；其中甘肃种植面积约 994 万亩，内蒙古种植面积约 880 万亩；形成甘肃河西走廊、内蒙古科尔沁、宁夏河套灌区等一批十万亩以上集中连片优质苜蓿种植基地，苜蓿种植面积超过 1 万亩的旗县有 405 个，苜蓿产业区域发展的格局正在形成。

二、模式概述

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，重点要保证在有效的时间内完成割草和捆草作业，使苜蓿的营养价值和商品性得到提高；主要生产环节包括：机械耕整地、机械播种、机械喷灌、机械植保（增施叶面肥）、机械割草、机械翻晒、机械捆草、机械运输和入草棚集垛；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进行合

理组合。

三、技术路线



四、技术要点及机具配备

(一) 技术要点

1、选地

苜蓿适应性广，可以在各种地形、土壤中生长。但最适宜的条件是土质松软的沙质壤土，pH 值为 6.5 ~ 7.5，冬季温度 -20℃ 左右，年降水量

在 300 ~ 800mm，为了便于机械化运输及操作管理，尽量选择交通便利、大面积连片具有排灌措施的地块。

2、整地

苜蓿种子小，苗期生长慢，易受杂草的危害，播前一定要精细整地。整地时间最好在夏季，深翻、深耙一次，将杂草翻入深层。

3、播种

一般在夏季播种，土壤水分充足，温度适宜，杂草和病虫害较少。播种期为 7 月 10 日至 8 月 10 日。太晚影响正常越冬。

4、灌水与排水

苜蓿耗水量大，在冬前、返青后、干旱时要浇水。

5、收割

一般在始花期，也就是开花达到 1/10 时开始收割，最晚不能超过盛花期。收割次数及留茬高度 苜蓿为多年生植物，再生性强，每年可收割 3 ~ 4 次，最后一次收割不要太晚，否则影响养分积累，不利于安全越冬。一般收割后要留出 40 ~ 50 天的生长期。留茬高度均以 5cm 为宜。

6、搂草

根据天气情况一般晾晒三四天为宜,根据实际情况选用不同形式的搂草机，在较短的时间内进行搂草作业。

7、打捆

打捆标准本着快速、节约、不松不紧不散的原则进行。草捆的含水量在 18%-22%为宜，选用大型打捆机作业，每捆重量在 450 公斤以上。

(二) 机具配备

根据全程作业环节，对整地、播种、灌溉、割草、搂草、打捆、装草、运输、集垛的生产环节进行机械选型配套，形成全程机械化作业模式的机具配套方案（以 2500 亩为作业标准配套）。

机具名称	技术参数与特征	数量	备注
联合整地	效率每天约 500 亩，作业幅宽 4 米	1 台	配套动力 160 马力以上
机械化播种	每天播种 300 亩，工作幅宽 4.5 米，作业效率 22 亩/小时	2 台	配套动力 120 马力以上
大型喷灌机	每台喷灌面积 500 亩	5 台	自走式喷灌机
机械化割草	每天割草约 1600 亩，幅宽 4.9 米，作业效率 73 亩/小时	2 台	自走式大型割草机
翻晒机	每天 1000-2000 亩	1 台	配套动力 80 马力以上，
机械化搂草	作业幅宽 3 米，工作效率每天 300 亩	2 台	配套动力 95 马力以上
机械化捆草	草捆的含水量在 18%-22%，每捆重量在 450-800 公斤，每小时捆草 30-60	1 台	配套动力 160 马力以上
机械化装载、运输、	每天工作 12 小时，每天 1500 亩	6	装载、集垛各 2 台，运输 2 辆

五、典型案例

阿鲁科尔沁旗绍根镇巴彦高勒嘎查斯芹满都拉农机合作社通过实施人工牧草生产全程机械化试验示范，利用自有机械作业，使人工牧草生产从整地、播种、灌溉、割草、搂草、打捆、运储等环节实现全程机械化作业，利用先进的大型机具实现规模化、标准化作业，取得各项效益如下：

（一）经济效益

1、割草机作业经济效益比较

小型机具作业成本：利用 904 动力机械带 9GZL-2.1 型小型割草机，每天工作 12 小时，工作幅宽 1.8 米，作业效率 8 亩/小时，每亩用工费 8 元，每亩燃油消耗 2 元。每茬牧草最佳收割期为 7 天左右，每天割草面积约 100 亩（8 亩/小时 × 12 小时/天），按 5000 亩牧草种植面积计算，需配机具约 8 台（5000 亩 ÷（7 天 × 100 亩/天））。5000 亩牧草作业成本是：5000 亩 × (8 元/亩 + 2 元/亩) = 50000 元。

大型机具作业成本：利用凯斯纽荷兰生产的大型割草机，工作幅宽 4.5 米，作业效率 29 亩/小时，每天工作 12 小时，每亩的人工费 3.5 元，每亩燃油消耗 2.5 元。每天割草面积约 348 亩（29 亩/小时 × 12 小时/天），按 5000 亩牧草种植面积计算，需机具约 2 台（5000 亩 ÷（7 天 × 348 亩/天））。种植 5000 亩牧草的成本是：5000 亩 × (3.5 元/亩 + 2.5 元/亩) = 30000 元。

作业效益比较：按照以上计算方法计算，种植 5000 亩紫花苜蓿，利用大型机具作业比中小型机具作业节约成本 20000 元（50000 元 - 30000 元）。

2、捆草机作业效益比较

小型机具作业成本：捡拾压捆机多数克拉斯 MARKANT65，配套动力 60 千瓦以上，每天工作 12 小时，作业效率 200 捆/小时（每捆重量 15 公斤），用工费 200 元/人·天，每台机具燃油消耗 400 元/天，，捆草时紫花苜蓿亩产量在 350 公斤，一般捆草期为 3-7 天，每茬牧草最佳捆草期为 5 天。

按 5000 亩紫花苜蓿进行打捆作业计算，收获期 5 天需配捆草机 10

台： $(350 \text{ 公斤/亩} \times 5000 \text{ 亩}) \div (200 \text{ 捆/小时} \times 12 \text{ 小时/天} \times 5 \text{ 天} \times 15 \text{ 公斤/捆}) = 10 \text{ 台}$ ，作业机手 10 人。

按 5 天完成 5000 亩的捆草作业任务，直接作业成本为： $(200 \text{ 元/人} \cdot \text{天} \times 5 \text{ 天} \times 10 \text{ 人}) + (400 \text{ 元/天} \cdot \text{台} \times 10 \text{ 台} \times 5 \text{ 天}) = 30000 \text{ 元}$ 。

大型机具作业成本：大型捆草机械配套动力 150 千瓦以上，作业效率 30 捆/小时（每捆重量 500 公斤），用工费 200 元/人·天，燃油消耗 950 元/天·台，每天作业 12 小时，捆草时紫花苜蓿亩产量在 350 公斤。

按 5000 亩紫花苜蓿进行打捆作业计算，按最佳作业时间需配捆草机 2 台： $(5000 \text{ 亩} \times 350 \text{ 公斤/亩}) \div (5 \text{ 天} \times 12 \text{ 小时/天} \times 30 \text{ 捆/小时} \times 500 \text{ 公斤/捆}) = 2 \text{ 台}$ ，作业机手 2 人。

按 5 天完成 5000 亩的捆草作业任务，直接作业成本为： $(5 \text{ 天} \times 200 \text{ 元/人} \cdot \text{天} \times 2 \text{ 人}) + (2 \text{ 台} \times 5 \text{ 天} \times 950 \text{ 元/天} \cdot \text{台}) = 11500 \text{ 元}$ 。

节约直接作业成本效益：按照以上计算方法计算，种植 5000 亩紫花苜蓿，利用大型机具作业比小型机具作业节约成本 18500 元（30000 元 ~ 11500 元）。

（二）社会效益

人工牧草全程机械化促进了阿鲁科尔沁旗牧草生产规模化和产业化发展，有效提升了牧草的品质和质量，增加了牧草产品市场竞争力，劳动生产率也得到进一步提高。

人工牧草全程机械化提高牧户的认知水平和接受能力，形成学知识、用技术的良好氛围，牧草种植从业人员整体素质得到形成学知识、用技术的良好氛围，牧草种植从业人员整体素质也得到提升。独资牧户主动

采用牧草生产全程机械化技术，推广步伐大大加快。

人工牧草全程机械化促进了人工牧草生产专业化合作组织和中介服务组织的发展，牧草生产社会化服务水平和组织化程度进一步提高，促进了阿鲁科尔沁旗牧草生产规模化、专业化、标准化生产和人工牧草产业健康发展。

（三）生态效益

人工牧草生产，有效减少地表裸露，减轻风蚀强度，减少草场扬尘量的发生，降低空气中浮尘含量，降低沙尘天气发生的强度和频率；减少草场地表土流失量，减少有机质和氮、磷、钾等养分的流失，可持续提高土壤蓄水能力。