

2

二、农

机

(一) 水稻机械化生产技术

A. 水稻机械化育秧技术

技术概述：水稻机械化育秧技术是在育秧过程中使用机械以及温度调节和自动控制等手段，将种、土、肥、水、温度、湿度等条件置于人工控制之下的一项技术。采用这种技术所育出的秧苗均匀、整齐、规格统一，便于机插，移栽后返青快、分蘖早，产量高。水稻机械化育秧技术主要有带土育秧机械化技术、双膜育秧和软盘育秧技术、水稻工厂化育秧技术。

(A) 带土育秧机械化技术

增产增效情况：该技术通过精量播种，降低播种量，壮秧培育，提高机插效果，确保水稻栽植密度，显著降低水稻种植成本，实现高产稳产。

技术要点：带土育秧机械化技术也叫规格化育秧技术，按选用的机械设备不同，又可分为工厂化硬盘育秧、框架育秧、隔膜育秧、嵌条育秧、切块育秧、模盘育秧等方式。

(1) 床土配制：要求土质疏松，通透性好，肥力较高，床土颗粒直径不宜太大，不得有石块等杂物，pH应在5.5~7.0，对床土还要进行药肥混拌。

(2) 种子的处理：主要包括晒种、脱芒、选种、消毒、浸种、催芽、脱水等工序。

(3) 播种：包括装底土、浇水、播种、覆土等工序。

(4) 育苗管理：主要包括增温出芽和绿化炼苗两道工序，出芽时最适宜的温度是32℃，达到出芽要求后，要逐渐降低温度到20~25℃，再经过10小时左右即可出室。

(5) 绿化期管理：遮光保温、浇水、防病、灭草，秧苗1叶1心后炼苗，秧苗出室时，视情况施肥。移栽前2~3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。

注意事项：做好种子的精选，发芽率90%以上，精量均匀播种，减少机插漏秧。

适宜区域：东北稻区、长江中下游单季稻区、南方双季稻区及西南稻区等。

(B) 双膜育秧和软盘育秧技术

增产增效情况：双膜育秧和软盘育秧技术与工厂化育秧技术相比，具有投资成本低、经济效益好、操作简便等特点。每亩增产10千克，节省劳动成本投入30元左右。

技术要点：

(1) 秧田准备：按照1:(80~100)比例留足秧田。

(2) 种子准备：选择主推品种，按每亩3~4千克备种；发芽率90%以上、发芽势85%

以上。

(3) 精细播种：按照秧龄 18~25 天推算播期，播种前要准备好秧床，秧盘与地面要密合，秧盘与秧盘之间不能留有间隙，四周要用土培实。

(4) 苗期管理：根据育秧方式和茬口的不同，采取相应的增温保湿措施，确保安全齐苗。

(5) 秧苗要求：苗高 15~20 厘米，秧苗直立，茎秆粗硬，秧块土层厚度应均匀一致，秧块四角垂直方正，不应缺边、缺角，苗齐苗匀，根系盘结好，提起不散。

注意事项：双膜育秧是指在秧板上平铺有孔地膜，再铺放 2~2.5 厘米厚的床土，洒足底水，播种覆土后加盖农膜，保温保湿促齐苗的育秧方式。软盘育秧仅改双膜育秧中“平铺有孔地膜”为“平铺软盘”，其他工序与双膜育秧相同。

适宜区域：主要适合在江苏、湖北等省水稻生产区的应用。

(C) 水稻工厂化育秧技术

增产增效情况：工厂化育秧技术是减轻劳动强度，加快发展机插秧的关键，也是实现水稻生产全程机械化的关键环节。可增产 30~50 千克/亩，对推进粮食生产增产高效有积极意义。

技术要点：水稻工厂化育秧在环境控制条件下，按照规范的工艺流程，进行机械化或半机械化作业，其过程可分为播前准备、播种、苗期管理等阶段。

(1) 床土准备：取水田土，晒干粉碎过筛，直径 2~3 毫米为床土，1~2 毫米为盖种土，然后拌入营养剂，对土壤进行消毒，调酸 pH 在 5.5~7.0。

(2) 种子准备：晒种、选种、浸种、破胸，破胸后适当补水，注意通风增氧。

(3) 秧盘准备：最好选用硬盘。

(4) 育秧生产：床土厚度调试、洒水量调试、播种量调试、盖土量调试。播种整个程序完成后送进催芽室催芽。

(5) 催芽：催芽最好是使用加湿加热器蒸汽催芽，做到适温催芽，温度控制在 30~36℃。

(6) 苗期管理：苗盘土要保持湿润，苗叶要保持有水珠，若禾叶出现卷叶要及时洒水，晴天温度过高大棚边膜要经常打开通风，傍晚把膜盖好注意保温。揭膜要求：晴天傍晚揭，阴天上午揭；小雨雨前揭，大雨雨后揭。若揭膜时最低温度低于 12℃时可适当推迟揭膜时间。晚稻育秧秧苗管理要注意保湿，防止暴晒，1 天洒 2 次水，上午 10 时洒 1 次，下午 4~5 时洒 1 次为好

注意事项：一是双季水稻品种要搭配好，两季水稻品种的生育期之和不能超过 230 天；二是要推算好播种时间，一般早稻在 20~25 天秧龄、晚稻 16~21 天秧龄；三是整个播种批数不能超过 5 个周期。

适宜区域：适合全国大部分地区的水稻生产区域。

B. 水稻机械化插秧技术

技术概述：水稻机械化插秧技术是使用插秧机把适龄秧苗按农艺要求和规范，移插到大田的技术。该技术具有栽插效率高，插秧质量好，用机械代替了人工，减轻了劳动强度。水

稻机械化插秧技术是继品种和栽培技术更新之后进一步提高水稻劳动生产率的又一次技术革命。目前,水稻机插秧技术已成熟,日本、韩国等国家以及我国台湾省的水稻生产全面实现了机械化插秧,中国大陆开发研制的具有世界先进技术的高性能插秧机,实现了浅栽、宽行窄株、定苗定穴栽插,并在全国范围内大面积应用。

增产增效情况:水稻机械化插秧技术具有栽插效率高,减轻劳动强度等优点,可实现水稻生产节本增效、高产稳产增加农民收入。同时与人工插秧相比,水稻机械化插秧技术育苗较晚,苗量均匀,同时如果配合水稻防虫网育秧,可大大降低水稻黑条矮缩病、条纹叶枯病的发生。

技术要点:

(1) 机械插秧农艺要求:插秧深度 1.5~2 厘米,每穴 3~4 株,相对均匀度 $\geq 85\%$;漏插率 $\leq 5\%$,伤秧率 $\leq 4\%$,行距 30 厘米左右,株距 11~20 厘米。行要直,不漂秧。

(2) 机械插秧对大田的要求:田块要整平并沉淀,达到上细下粗,细而不糊,上烂下实,沉淀不板结,插秧作业时不陷机不壅泥。泥脚深度小于 30 厘米,水深 1~3 厘米。

(3) 机械插秧对秧苗的要求:苗壮、茎粗、叶挺,叶色深绿,苗高 10~20 厘米,秧苗叶龄 2.0~4.5 叶,插秧前床土含水量 35%~45%,秧根盘结不散。盘育秧苗要求四边整齐。运送不挤伤、压伤秧苗。

(4) 机械插秧操作要求:作业前要将插秧机安装调试好,先空运转,保证工作可靠、运转平稳。可先进行试插,调整好取秧量、入土深度,确认各操作手柄在正确位置,检查机组运转情况和插秧质量,如不符合要求应进行再调整直至达到要求。行走方法一般采用梭形走法。机手和装秧手要密切配合,首次装秧,秧箱应在最左或最右端,秧块应展平放置,底部紧贴秧箱,不要在秧门处拱起。压苗器压紧程度应适度,达到秧块能在秧箱上只允许滑动,不允许跳动。

(5) 插秧质量检查:插秧过程中要经常进行插秧质量的检查。检查项目主要有:插秧深度、每穴株数、漏插率、匀伤秧率等,检查结果都应在规定范围内,超过范围应找出原因,及时进行调整和处理,以保证插秧质量。

注意事项:机插秧采用中小苗移栽,与常规手插秧比,其秧龄短,抗逆性较弱。采取前稳、中控、后促的肥水管理措施,前期要稳定,保证早返青、早分蘖,分蘖期注意提早控制高峰苗,中后期严格水分管理,促进大穗形成。

适宜区域:适于水稻机械化插秧的各稻区和季节,在插秧期间温度较低的地区增产效果更明显。

技术依托单位:

1. 江苏省农业机械技术推广站

联系地址:南京市南湖路 97 号

邮政编码:210017

联系人:陈新华,唐莉莉

联系电话:025-86468735, 86468736

电子邮箱:pandatang@sina.com

2. 农业部南京农业机械化研究所

联系地址:南京市中山门外柳营 100 号

邮政编码: 210014

联系人: 吴崇友

联系电话: 13605195485

电子邮箱: cywu59@sina.com

(二) 小麦机械化生产技术

A. 黄淮海地区冬小麦机械化生产技术

技术概述: 黄淮海地区冬小麦机械化生产技术包括播前准备、精量播种、田间管理和收获等 4 方面内容。在一定区域内, 提倡标准化作业, 小麦品种类型、耕作模式、种植规格、机具作业幅宽、作业机具的调试等应尽量规范一致, 并考虑与其他作业环节及下茬作物匹配。

技术要点:

1. 播前准备

(1) 秸秆处理: 前茬作物收获后, 对田间剩余秸秆进行粉碎还田。要求粉碎后 85% 以上的秸秆长度 ≤ 10 厘米, 且抛撒均匀。

(2) 旋耕整地: 适宜作业的土壤含水量 15%~25%。旋耕深度要达到 12 厘米以上, 旋耕深浅一致, 耕深稳定性 $\geq 85\%$, 耕后地表平整度 $\leq 5\%$, 碎土率 $\geq 50\%$ 。必要时镇压, 为提高播种质量奠定基础。间隔 3~4 年深松 1 次, 打破犁底层。深松整地深度一般为 35~40 厘米, 稳定性 $\geq 80\%$, 土壤膨松度 $\geq 40\%$ 。深松后应及时合墒。

(3) 保护性耕作: 实行保护性耕作的地块, 如田间秸秆覆盖状况或地表平整度影响免耕播种作业质量, 应进行秸秆匀撒处理或地表平整, 保证播种质量。

(4) 耕翻整地: 适宜作业条件: 土壤含水量 15%~25%。对上茬作物根茬较硬、没有实行保护性耕作的地区, 小麦播种前需进行耕翻整地。耕翻整地属于重负荷作业, 需用大中型拖拉机牵引, 拖拉机功率应根据不同耕深、土壤比阻选配。整地质量要求: 耕深 ≥ 20 厘米, 深浅一致, 无重耕或漏耕, 耕深及耕宽变异系数 $\leq 10\%$ 。犁沟平直, 沟底平整, 垡块翻转良好、扣实, 以掩埋杂草、肥料和残茬。耕翻后及时进行整地作业, 要求土壤散碎良好, 地表平整, 满足播种要求。

2. 精量播种

(1) 适期播种: 一般冬性品种播种适期为日平均气温稳定在 16~18℃, 半冬性品种为 14~16℃, 春性品种为 12~14℃。具体确定冬小麦播种适期时, 还要考虑麦田的土壤类型、土壤墒情和安全越冬情况等。旱地播种应掌握有墒不等时、时到不等墒的原则。

(2) 适量播种: 根据品种分蘖成穗特性、播期和土壤肥力水平确定播种量。黄淮海中部、南部高产麦田或分蘖成穗率高的品种, 播种量一般控制在 6~8 千克/亩, 基本苗控制在 12 万~15 万株/亩; 中产麦田或分蘖成穗率低的品种播种量一般控制在 8 万~11 千克/亩, 基本苗控制在 15 万~20 万株/亩; 黄淮海北部播种量一般控制在 11~13 千克/亩, 基本苗控制在 18 万~25 万株/亩。晚播麦田适当增加播种量, 无水浇条件的旱地麦田播种量 12~15 千克/亩, 基本苗控制在 20 万~25 万株/亩。

(3) 提高播种质量: 采用机械化精少量播种技术一次完成施肥、播种、镇压等复式作

业。播种深度3~5厘米,要求播种量精确、下种均匀,无漏播,无重播,覆土均匀严密,播后镇压效果良好。实行保护性耕作的地块,播种时应保证种子与土壤接触良好。调整播种量时,应考虑药剂拌种使种子重量增加的因素。

(4) 播种机具选用:根据当地实际和农艺要求,选用带有镇压装置的精少量播种机具,一次性完成秸秆处理、播种、施肥、镇压等复式作业。其中,少免耕播种机应具有较强的秸秆防堵能力,施肥机构的排肥能力应达到60千克/亩以上。

3. 田间管理

(1) 冬前管理:①查苗补苗:出苗后及时查苗,发现漏播及时浸种催芽补种。②苗期病虫害防治:根据病虫害发生情况选用适合的药剂及用量,按照机械化高效植保技术操作规程进行防治作业。有条件的地区,可采用喷杆式喷雾机进行均匀喷洒,要做到不漏喷、不重喷、无滴漏,以防出现药害。③适时浇越冬水:当日平均气温稳定下降到3~5℃时开始浇越冬水。一般每亩灌水量为40米³左右。有条件的地区,可采用低压喷灌、滴灌、微喷带等节水灌溉技术和装备。

(2) 春季管理:①返青期镇压:对麦苗过旺和秸秆还田量大的地块,应进行返青期镇压。可采用拖拉机牵引镇压器进行镇压,以沉实土壤,提温保墒。②起身拔节期追肥浇水:浇水时间应视苗情和墒情而定,正常情况下,三类苗宜在返青期浇水,二类苗宜在起身期浇水,一类苗宜在拔节期浇水。根据肥料运筹方式,结合浇水,同步施肥,可采用低压喷灌、微喷等节水灌溉技术。③病虫害防治:起身拔节期和抽穗期是病虫害防治的两个关键时期。各地应加强植保机械化作业指导与服务,根据植保部门的预测预报,选择适宜的药剂和施药时间;在植保机具选择上,可采用机动喷雾机、背负式喷雾喷粉机、电动喷雾机、农业航空植保等机具;机械化植保作业应符合喷雾机(器)作业质量、喷雾器安全施药技术规范等方面的要求。

(3) 肥料运筹:根据地力基础和产量目标确定肥料用量、时期及底追肥比例,提倡测土配方施肥和机械深施。磷、钾肥和有机肥全部底施。免耕播种时种肥要选用氮、磷、钾有效含量40%以上的粒状复合肥或复混肥,施用量一般40~50千克/亩,肥料应施在种子正或侧下方3~5厘米处,肥带宽度宜在3厘米以上。追肥根据苗情长势而定。

4. 收获 目前小麦联合收获机型号较多,各地可根据实际情况选用。为提高下茬作物的播种出苗质量,要求小麦联合收割机带有秸秆粉碎及抛撒装置,确保秸秆均匀分布于地表。收获时间应掌握在蜡熟末期,同时做到割茬高度≤15厘米,收割损失率≤2%。作业后,收割机应及时清仓,防止病虫害跨地区传播。

注意事项:作业前应检查机具技术状况,查看机具各装置是否连接牢固,转动部件是否灵活,传动部件是否可靠,润滑状况是否良好,悬挂升降装置是否灵敏可靠。播种机播种量及施肥量调整准确,各行均匀。植保机具作业后要妥善处理残留药液,彻底清洗施药器械,防止污染水源和农田。

适宜区域:黄淮海地区。

技术依托单位:河北省农机化技术推广服务总站

联系人:孙东法,王建合,马胜元

联系电话:0311-86055953

电子邮箱:njtghebei@126.com

B. 稻茬麦机械化生产技术

技术概述：稻茬麦机械化生产技术包括播前准备、精量播种、田间管理和收获等4方面内容。在一定区域内，提倡标准化作业，小麦品种类型、耕作模式、种植规格、机具作业幅宽、作业机具的调试等应尽量规范一致，并考虑与其他作业环节及下茬作物匹配。

技术要点：

1. 播前整地 应根据茬口和土壤墒情情况，选择适宜的耕整地方式。籼稻茬口小麦播前有一定的耕整时间，应适墒采用深旋耕或翻耕浅旋相结合的方式，进行精细整地，耕整深度应在15厘米以上。粳稻茬口相对较紧，应在水稻收获前10~15天排水，并采用深旋耕方式抢茬适墒整地，要求地表平整，土壤细碎，无大土块。如无整地茬口，可考虑采用小麦少免耕播种或稻贴茬播种。

提倡水稻秸秆还田。收获水稻时应在收割机上加装碎草与匀草装置，稻秸秆长度控制在10厘米以下，并均匀抛撒。尽可能采用翻耕或反旋耕方式，深埋稻秸秆，特别注意尽量减少地表5厘米以内土层的稻秸秆量，以保证播种质量，为麦苗扎根、抗冻防倒奠定基础。

耕地前应施足底（基）肥，提倡用播（撒）肥机精确控制施肥量，并提高施肥均匀度。也可将种肥两用播种机的排种管和开沟器卸掉，用排肥器施肥，在精确控制施肥量的同时，还能通过肥料从高处降落并在地面的反弹，提高肥料颗粒在田间分布均匀程度。底肥为复合肥和尿素，机械振动易造成复合肥和尿素在肥箱中自动分层，不宜直接混合后施用。提倡采用双肥箱播（撒）肥机，或复合肥与尿素分别施肥的方式。

2. 精量播种 根据农业部门的推荐，以及实际的茬口情况、品种特性、气候类型、土壤墒情等确定不同生态区具体播期。在适宜的气候条件与土壤墒情下，力争适期播种。

根据不同品种特性、播期和地力水平，确定播种量，严格控制基本苗。稻茬小麦适期播种条件下，每亩播种量10~13千克，基本苗以15万~20万株为宜。早播、土壤肥力相对较好的田块播种量适当减少，肥力相对较差的田块适当增加。此外，迟于当地适播期，每推迟1天播种，播种量应增加0.5千克/亩，但最大基本苗以不超过所选用品种适宜亩穗数的80%为宜。

坚持机械化匀播作业。耕整地质量高、墒情适宜、肥力较好的高产田，提倡机械扩行条播。茬口紧张的粳稻茬小麦需抢茬播种，应选择旋耕播种一体机，完成“旋耕—播种—盖籽—镇压”一次性作业。土壤比较黏湿的田块，可用小麦摆播机进行机械撒播，改条播为机械均匀摆播，先播种后浅旋灭茬盖籽。播种后用圆盘开沟机及时开沟，以利迅速排除地表水和降低土壤含水量。同时将切碎的沟土抛撒到两侧，均匀地覆盖到已播的地表。开沟深度25~35厘米，沟距3~4米，左右两侧抛土幅度各2米左右。

3. 田间管理

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

(2) 病虫草害及倒伏防治：稻茬小麦草害采用播种后出苗前“封闭化除”；在越冬前气温较高或返青后气温回暖、日均气温5~8℃时，对需要防治的麦田，再选用适宜的除草剂及时化除。稻茬小麦区常见的病害为纹枯病、条锈病、白粉病、赤霉病等，其中赤霉病应以预防为主。近年稻茬小麦蚜虫等虫害呈加重趋势，在达到防治标准时应及时喷药治虫。

稻茬麦倒伏较为常见，在选用正确的栽培技术基础上，可考虑辅以化控防倒技术。对于群体较大、有倒伏风险的麦田，应在起身前亩喷施 60 克浓度为 0.25%~0.4% 的矮苗壮或 15% 多效唑可湿性粉剂 50~75 克。拔节至孕穗期发现有倒伏风险的田块，可在孕穗至抽穗期间喷施劲丰 100 毫升/亩，降低植株重心防倒伏。

在植保机具选择上，可采用机动喷雾机、背负式喷雾喷粉机、电动喷雾机、农业航空植保等机具，机械化植保作业应符合喷雾机（器）作业质量、喷雾器安全施药技术规范等方面的要求。

(3) 排灌：稻茬麦生长期雨水较多，应搞好以排水为主的田间沟渠，合理配置外三沟和内三沟，做到“三沟”配套，沟沟相连，排水通畅。要求田外沟深 1 米以上；田头沟深 40 厘米以上，并与田外沟畅通；田内横沟间距小于 50 米、深 30~40 厘米，田内竖沟间距小于 3 米、深 20~30 厘米。机械开沟作业不仅效率高，且开沟质量好，走向整齐、沟壁和沟底光滑易于排水。一般采用圆盘式开沟机（配置大型动力）或旋耕刀（切土刀）式开沟机（配手扶拖拉机）开沟，根据不同沟的功能要求，设定开沟深度。冬春两季注意清沟理墒，保持沟系畅通、排水顺畅，确保雨止田干。播种后若遇干旱和墒情不适，可灌出苗水，促进及时出苗，但切忌大水漫灌。拔节期若遇持续干旱应及时灌小水。灌浆期若遇到持续干旱和高温天气，也应及时灌水。

4. 收获 收割前，应做好田间排水及机具通行条件准备。目前小麦联合收获机型号较多，对土壤含水量高的麦田，应采用履带式稻麦联合收割机。为提高下茬作物的播种出苗质量，要求小麦联合收割机带有秸秆粉碎及抛撒装置，确保秸秆均匀分布地表。收获时间应掌握在蜡熟末期，同时做到割茬高度≤15 厘米，收割损失率≤2%。作业后，收获机应及时清仓，防止病虫害跨地区传播。

注意事项：作业前应检查机具技术状况，查看机具各装置是否连接牢固，转动部件是否灵活，传动部件是否可靠，润滑状况是否良好，悬挂升降装置是否灵敏可靠。播种机、联合收割机作业中应及时清理保养；作业后应及时进行防锈处理；植保机具作业后要妥善处理残留药液，彻底清洗施药器械，防止污染水源和农田。

适宜区域：稻麦（油）一年多熟制地区。

技术依托单位：安徽省农业机械技术推广总站

联系人：何超波

联系电话：0551-65584601

电子邮箱：ahnjtg@163.com

（三）玉米机械化生产技术

技术概述：玉米机械化生产技术主要包括播前准备、精量播种、田间管理和收获等环节，每项技术措施都应该落实到位。

技术要点：

1. 播前准备 东北、西北地区提倡前茬秋收后、土壤冻结前做好播前准备，包括深松、灭茬、旋耕、耙地、施基肥等作业，有条件的地区应采用多功能联合作业机具进行作业，提倡和推广保护性耕作技术。深松作业的深度以打破犁底层为原则，一般为 30~35 厘米；深松作业时间应根据当地降雨时空分布特点选择，以便更多地蓄纳自然降水；建议每隔 2~3

年进行1次深松作业。当地表紧实或明草较旺时,可利用圆盘耙、旋耕机等机具实施浅耙或浅旋,表土处理不超过8厘米。实施保护性耕作的区域,应按照保护性耕作技术要点和操作规程进行作业。

黄淮海地区小麦收获时,采用带秸秆粉碎的联合收获机,留茬高度低于20厘米,秸秆粉碎后均匀抛撒,然后直接使用免耕精量播种机进行玉米播种,不提倡旋耕后再播种。

西南和南方玉米产区,在播前可进行旋耕作业。丘陵山地可采用小型微耕机具作业,平坝地区和缓坡耕地可采用中小型机具作业。对于黏重土壤,可根据需要实施深松作业。

2. 精量播种 适时播种是保证出苗整齐度的重要措施,当地温在8~12℃、土壤含水量14%左右时,即可进行播种。合理的种植密度是提高单位面积产量的主要因素之一,各地应按照当地的玉米品种特性,选定合适的播种量,保证亩株数符合农艺要求。应尽量采用机械化精量播种技术,作业要求是:单粒率 $\geq 90\%$,空穴率 $< 3\%$,伤种率 $\leq 1.5\%$;播深或覆土深度根据土壤湿度而定,一般为5~8厘米,误差不大于1厘米;株距合格率 $\geq 90\%$;种肥应施在种子侧下方,与种子相隔5厘米以上,且肥条均匀连续;苗带直线性好,种子左右偏差 ≤ 4 厘米,以便于田间管理。

东北地区垄作种植行距采用60厘米或65厘米等行距,并逐步向60厘米等行距平作种植方式发展;黄淮海地区采用60厘米等行距种植方式,前茬小麦种植时应考虑对应玉米种植行距的需求,尽量不采用套种方式;西部地区采用宽窄行覆膜种植的地区,也应尽量统一宽窄行距;西南和南方种植区,结合当地实际,合理确定相对稳定、适宜机械作业的种植行距和种植模式,选择与之配套的中小型精量播种机具进行播种。

3. 田间管理

(1) 中耕施肥:根据测土配方施肥技术成果,按各地目标产量、施肥方式及追肥用量,在玉米拔节或小喇叭口期,采用高地隙中耕施肥机具或轻小型田间管理机械,进行中耕追肥作业,一次完成开沟、施肥、培土、镇压等工序。追肥机具应具有良好的行间通过性能,各排肥口施肥量应调整一致,追肥作业应无明显伤根,伤苗率 $< 3\%$,追肥深度6~10厘米,追肥部位在植株行侧10~20厘米,肥带宽度 > 3 厘米,无明显断条,施肥后覆土严密。

(2) 植保:根据当地玉米病虫草害的发生规律,按植保要求采取综合防治措施,合理选用药剂及用量,按照机械化高效植保技术操作规程进行防治作业。苗前喷施除草剂应在土壤湿度较大时进行,均匀喷洒,在地表形成一层药膜;苗后喷施除草剂在玉米3~5叶期进行,要求在行间近地面喷施,以减少药剂漂移。玉米生育中后期喷药防治病虫害时,应采用高地隙喷药机械进行植保作业,提高喷施药剂的精准性和利用率,严防人畜中毒、作物药害和农产品农药残留超标。

4. 收获 各地应根据玉米成熟度适时进行收获作业,根据地块大小和种植行距及作业要求选择合适的联合收获机、青贮饲料收获机型。玉米收获机行距应与玉米种植行距相适应,且尽量使播种机与收获机行数成整倍数关系,以防止由于衔接行的较大行距偏差而加大收获损失,行距偏差 ≤ 5 厘米。机械化玉米收获时,植株倒伏率 $\leq 5\%$,否则会影响作业效率,加大收获损失。作业质量要求:玉米果穗收获,籽粒损失率 $\leq 2\%$,果穗损失率 $\leq 3\%$,籽粒破碎率 $\leq 1\%$,果穗含杂率 $\leq 5\%$,苞叶未剥净率 $< 15\%$;玉米脱粒联合收获,玉米籽粒含水量 $\leq 23\%$;玉米青贮收获,秸秆含水量 $\geq 65\%$,秸秆切碎长度 ≤ 3 厘米,切碎合格率 $\geq 85\%$,割茬高度 ≤ 15 厘米,收割损失率 $\leq 5\%$ 。玉米秸秆还田按《秸秆还田机械化

技术》要求执行。

适宜区域：全国农业产区。

技术依托单位：中国农业大学

联系地址：北京市海淀区清华东路 17 号

联系人：张东兴

联系电话：010-62737765，62737995，62737294

电子邮箱：zhangdx@cau.edu.cn

（四）大豆机械化生产技术

技术概述：大豆机械化生产技术包括播前准备、精量播种、田间管理和收获 4 方面内容。

技术要点：

1. 播前准备

（1）品种选择及其处理：

①品种选择：按当地生态类型及市场需求，因地制宜地选择通过审定的耐密、秆强、抗倒、丰产性突出的主导品种，品种熟期要严格按照品种区域布局规划要求选择，杜绝跨区种植。

②种子精选：应用清选机精选种子，要求纯度 $\geq 99\%$ ，净度 $\geq 98\%$ ，发芽率 $\geq 95\%$ ，含水量 $\leq 13.5\%$ ，粒型均匀一致。

③种子处理：应用包衣机将精选后的种子和种衣剂拌种包衣。在低温干旱情况下，种子在土壤中时间长，易遭受病虫害，可用大豆种衣剂按药种比 1：（75~100）防治。防治大豆根腐病可用种子量 0.5% 的 50% 多福合剂或种子量 0.3% 的 50% 多菌灵拌种。虫害严重的地块要选用既含杀菌剂又含杀虫剂的包衣种子；未经包衣的种子，需用 35% 甲基硫环磷乳油拌种，以防治地下害虫，拌种剂可添加钼酸铵，以提高固氮能力和出苗率。

（2）整地与轮作：

①轮作：尽可能实行合理的轮作制度，做到不重茬、不迎茬。实施“玉米—玉米—大豆”和“麦—杂—豆”等轮作方式。

②整地：大豆是深根系作物，并有根瘤菌共生。要求耕层有机质丰富，活土层深厚，土壤容重较低及保水保肥性能良好。适宜作业的土壤含水量 15%~25%。

实行保护性耕作的地块，如田间秸秆（经联合收割机粉碎）覆盖状况或地表平整度影响免耕播种作业质量，应进行秸秆匀撒处理或地表平整，保证播种质量。可应用联合整地机、齿杆式深松机或全方位深松机等进行深松整地作业。提倡以间隔深松为特征的深松耕法，构造“虚实并存”的耕层结构。间隔 3~4 年深松整地 1 次，以打破犁底层为目的，深度一般为 35~40 厘米，稳定性 $\geq 80\%$ ，土壤膨松度 $\geq 40\%$ ，深松后应及时合墒，必要时镇压。对于田间含水量较大、不宜实行保护性耕作的地区，需进行耕翻整地。

东北地区：对上茬作物（玉米、高粱等）根茬较硬，没有实行保护性耕作的地区，提倡采取以深松为主的松旋翻耙，深浅交替整地方法。可采用螺旋型犁、熟地型犁、复式犁、心土混层犁、联合整地机、齿杆式深松机或全方位深松机等进行整地作业。深松：间隔 3~4 年深松整地 1 次，深松后应及时合墒，必要时镇压。整地：平播大豆尽量进行秋整地，深度

20~25 厘米，翻耙耨结合，无大土块和暗坷垃，达到播种状态；无法进行秋整地而进行春整地时，应在土壤“返浆”前进行，深度 15 厘米为宜，做到翻、耙、耨、压连续作业，达到平播密植或带状栽培要求状态。耨作：整地与起垄应连续作业，耨向要直，100 米耨长直线度误差不大于 2.5 厘米（带 GPS 作业）或 100 米耨长直线度误差不大于 5 厘米（无 GPS 作业）；垄体宽度按农艺要求形成标准垄形，垄距误差不超过 2 厘米；起垄工作幅误差不超过 5 厘米，垄体一致，深度均匀，各铧入土深度误差不超过 2 厘米；垄高一致，垄体压实后，垄高不小于 16 厘米（大垄高不小于 20 厘米），各垄高度误差应不超过 2 厘米；垄形整齐，不起垡块，无凹心垄，原垄深松起垄时应包严残茬和肥料；地头整齐，垄到地边，地头误差小于 10 厘米。

黄淮海地区：前茬一般为冬小麦，具备较好的整地基础。没有实行保护性耕作的地区，一般先撒施底肥，随即用圆盘耙灭茬 2~3 遍，耙深 15~20 厘米，然后用轻型钉齿耙浅耙 1 遍，耙细耙平，保障播种质量；实行保护性耕作的地区，也可无需整地，待墒情适宜时直接播种。

2. 精量播种

(1) 适期播种：东北地区要抓住地温早春回升的有利时机，耕层地温稳定通过 5℃ 时，利用早春“返浆水”抢墒播种。黄淮海地域要抓住麦收后土壤墒情较好的有利时机，抢墒早播。

在播种适期内，要根据品种类型、土壤墒情等条件确定具体播期。中晚熟品种应适当早播，以便保证霜前成熟；早熟品种应适当晚播，使其发棵壮苗。土壤墒情较差的地块，应当抢墒早播，播后及时镇压；土壤墒情好的地块，应根据大豆栽培的地理位置、气候条件、栽培制度及大豆生态类型具体分析，选定最佳播期。

(2) 种植密度：播种密度依据品种、水肥条件、气候因素和种植方式等来确定。植株高大、分枝多的品种，适于低密度；植株矮小、分枝少的品种，适于较高密度。同一品种，水肥条件较好时，密度宜低些；反之，密度高些。东北地区，一般小垄保苗在 2 万株/亩为宜；大垄密和平作保苗在 2.3 万~2.4 万株/亩为宜。黄淮海地域麦茬地窄行密植平作保苗在 2 万~2.3 万株/亩为宜。

(3) 播种质量：播种质量是实现大豆一次播种保全苗、高产、稳产、节本、增效的关键和前提。建议采用机械化精量播种技术，一次完成施肥、播种、覆土、镇压等作业环节。

参照中华人民共和国农业行业标准 NY/T 503—2002《中耕作物单粒（精密）播种机作业质量标准》，以覆土镇压后计算，黑土区播种深度 3~5 厘米，白浆土及盐碱土区播种深度 3~4 厘米，风沙土区播种深度 5~6 厘米，确保种子播在湿土上。播种深度合格率 $\geq 75.0\%$ ，株距合格指数 $\geq 60.0\%$ ，重播指数 $\leq 30.0\%$ ，漏播指数 $\leq 15.0\%$ ，变异系数 $\leq 40.0\%$ ，机械破损率 $\leq 1.5\%$ ，各行施肥量偏差 $\leq 5\%$ ，行距一致性合格率 $\geq 90\%$ ，邻接行距合格率 $\geq 90\%$ ，垄上播种相对垄顶中心偏差 ≤ 3 厘米，播行 50 米直线性偏差 ≤ 5 厘米，地头重（漏）播宽度 ≤ 5 厘米，播后地表平整、镇压连续，晾籽率 $\leq 2\%$ ；地头无漏种、堆种现象，出苗率 $\geq 95\%$ 。实行保护性耕作的地块，播种时应避免播种带土壤与秸秆根茬混杂，确保种子与土壤接触良好。调整播种量时，应考虑药剂拌种使种子质量增加的因素。

播种机在播种时，结合播种施种肥于种侧 3~5 厘米、种下 5~8 厘米处。施肥深度合格指数 $\geq 75\%$ ，种肥间距合格指数 $\geq 80\%$ ，地头无漏肥、堆肥现象，切忌种肥同位。

随播种施肥随镇压，做到覆土严密，镇压适度（3~5 千克/厘米²），无漏无重，抗旱保墒。

（4）播种机具选用：根据当地农机装备市场实际情况和农艺技术要求，选用带有施肥、精量播种、覆土镇压等装置和种肥检测系统的多功能精少量播种机具，一次性完成播种、施肥、镇压等复式作业。夏播大豆可采用全秸秆覆盖少免耕精量播种机，少免耕精量播种机应具有较强的秸秆根茬防堵和种床整备功能，机具以不发生轻微堵塞为合格。一般施肥装置的排肥能力应达到 90 千克/亩以上，夏播大豆用机的排肥能力达到 60 千克/亩以上即可。提倡选用具有种床整备防堵、侧深施肥、精量播种、覆土镇压、喷施封闭除草剂、秸秆均匀覆盖和种肥检测功能的多功能精少量播种机具。

3. 田间管理

（1）施肥：残茬全部还田，基肥、种肥和微肥接力施肥，防止大豆后期脱肥，种肥增氮、保磷、补钾三要素合理配比；夏大豆根据具体情况，种肥和微肥接力施肥。提倡测土配方施肥和机械深施。

①底肥：生产 AA 级绿色大豆地块，施用绿色有机专用肥；生产 A 级优质大豆，施优质农家肥 1 500~2 000 千克/亩，结合整地一次施入；一般大豆需施尿素 4 千克/亩、磷酸二铵 7 千克/亩、钾肥 7 千克/亩左右，结合耕整地，采用整地机具深施于 12~14 厘米处。

②种肥：根据土壤有机质、速效养分含量、施肥实验测定结果、肥料供应水平、品种和前茬情况及栽培模式，确定各地区具体施肥量。在没有进行测土配方施肥的地块，一般氮、磷、钾纯养分按 1 : 1.5 : 1.2 比例配用，肥料商品量种肥每亩尿素 3 千克、磷酸二铵 4.5 千克、钾肥 4.5 千克左右。

③追肥：根据大豆需肥规律和长势情况，动态调剂肥料比例，追施适量营养元素。当氮、磷肥充足条件下应注意增加钾肥的用量。在花期喷施叶面肥。一般喷施 2 次，第一次在大豆初花期，第二次在结荚初期，可用尿素加磷酸二氢钾喷施，用量一般每公顷用尿素 7.5~15 千克加磷酸二氢钾 2.5~4.5 千克对水 750 千克。中小面积地块尽量选用喷雾质量和防漂移性能好的喷雾机（器），使大豆叶片上下都有肥；大面积作业，推荐采用飞机航化作业方式。

（2）中耕除草：

①中耕培土：垄作春大豆产区，一般中耕 3~4 次。在第一片复叶展开时，进行第一次中耕，耕深 15~18 厘米，或于垄沟深松 18~20 厘米，要求垄沟和垄帮有较厚的活土层；在株高 25~30 厘米时，进行第二次中耕，耕深 8~12 厘米，中耕机需高速作业，提高壅土挤压苗间草效果；封垄前进行第三次中耕，耕深 15~18 厘米。次数和时间不固定，根据苗情、草情和天气等条件灵活掌握，低涝地应注意培高垄，以利于排涝。

平作密植春大豆和夏大豆少免耕产区，建议中耕 1~3 次。以行间深松为主，深度分别为 18~20 厘米、第二、三次为 8~12 厘米，松土灭草。

推荐选用带有施肥装置的中耕机，结合中耕完成追肥作业。

②除草：采用机械、化学综合灭草原则，以播前土壤处理和播后苗前土壤处理为主，苗后处理为辅。

机械除草：封闭除草，在播种前用中耕机安装大鸭掌齿，配齐翼型齿，进行全面封闭浅耕除草。耙地除草，即用轻型或中型钉齿耙进行苗前耙地除草，或者在发生严重草荒时，不

得已进行苗后耙地除草。苗间除草，在大豆苗期（1对真叶展开至第三复叶展开，即株高10~15厘米时），采用中耕苗间除草机，边中耕边除草，锄齿入土深度2~4厘米。

化学除草：根据当地草情，选择最佳药剂配方，重点选择杀草谱宽、持效期适中、无残效、对后茬作物无影响的除草剂，应用雾滴直径250~400微米的机动喷雾机、背负式喷雾机、电动喷雾机、农业航空植保等机械实施化学除草作业，作业机具要满足压力、稳定性和安全施药技术规范等方面的要求。

（3）病虫害防治：采用种子包衣方法防治根腐病、胞囊线虫病和根蛆等地下病虫害，各地可根据病虫害种类选择不同的种衣剂拌种，防治地下病虫害与蓟马、跳甲等早期虫害。建议各地实施科学合理的轮作方法，从源头预防病虫害的发生。根据苗期病虫害发生情况选用适宜的药剂及用量，采用喷杆式喷雾机等植保机械，按照机械化植保技术操作规程进行防治作业。大豆生长中后期病虫害的防治，应根据植保部门的预测和预报，选择适宜的药剂，遵循安全施药技术规范要求，依据具体条件采用机动喷雾机、背负式喷雾喷粉机、电动喷雾机和农业航空植保等机具和设备，按照机械化植保技术操作规程进行防治作业。各地应加强植保机械化作业技术指导与服务，做到均匀喷洒、不漏喷、不重喷、无滴漏、低漂移，以防出现药害。

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

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

4. 收获 大豆机械化收获的时间要求严格，适宜收获期因收获方法不同而异。用联合收割机直接收割方式的最佳时期在完熟初期，此时大豆叶片全部脱落，植株呈现原有品种色泽，籽粒含水量降为18%以下；分段收获方式的最佳收获期为黄熟期，此时叶片脱落70%~80%，籽粒开始变黄，少部分豆荚变成原色，个别仍呈现青绿色。采用“深、窄、密”种植方式的地块，适宜采用直接收割方式收获。

大豆直接收获可用大豆联合收割机，也可借用小麦联合收割机。由于小麦联合收割机型号较多，各地可根据实际情况选用，但必须用大豆收获专用割台。一般滚筒转速为500~700转/分钟，应根据植株含水量、喂入量、破碎率、脱净率情况，调整滚筒转速。

分段收获采用割晒机割倒铺放，待晾干后，用安装拾禾器的联合收割机拾禾脱粒。割倒铺放的大豆植株应与机组前进方向呈30°角，并铺放在垄台上，豆枝与豆枝相互搭接。

收获时要求割茬不留底荚，不丢枝，田间损失率≤3%，收割综合损失率≤1.5%，破碎率≤3%，泥花脸≤5%。

适宜区域：东北地区、黄淮海地区。

技术依托单位：东北农业大学

联系地址：黑龙江省哈尔滨市香坊区木材街519号

联系人：陈海涛

联系电话：13766835198

（五）油菜机械化生产技术

油菜生产机械化技术主要内容包括大田耕整、开沟、种植、植保、排灌、收获、秸秆还田、烘干等机械化技术，其中种植和收获机械化技术为主体技术，耕整、开沟、排灌等环节采用的机具和技术与其他作物的相应环节基本相同。

A. 机械化种植技术

（A）机械化直播技术

a. 撒播机开沟覆盖播种机械化技术

技术概述：油菜撒播机开沟覆盖播种机械化技术是在前茬收获后，按农艺要求将一定量的种子、肥料直接撒施于土壤墒情适宜的贴茬地上，然后按一定沟距用开沟机开沟，将沟土均匀抛撒覆盖在畦面上的一种油菜轻简化栽培技术。撒播机开沟作业不仅提高了作业效率、减少了用工量、利于实现油菜生产的节本增效，同时撒播油菜的主根系直接扎入板土层中，根系抓土力强，不易倒伏，并可实施早播，有效利用更多的光热资源，延长了油菜的营养生长期，促进油菜籽产量的提高。

增产增效情况：该技术省去了育苗、耕整地、移栽等环节，亩节约工时 2~3 个，亩节约成本 200 元左右。

技术要点：

（1）机具选配：用于开沟覆土的开沟机要求抛土幅宽大于 1.4 米。目前油菜机开沟作业模式主要有两种：一是 8~15 马力^①手扶拖拉机配套单开沟机进行开沟，此机结构简单，操作方便，既适合大田作业，也适合小田和不规则田块开沟作业；50~60 马力大拖拉机配套双开沟机进行开沟作业，该机动力强，工作效率高，适合大田作业。配套的开沟机型号可选择 1KL-18、1SK-22、1KSQ-25A、1KJ-35 型。

（2）适时早播，合理密植：一季稻收获后即可进行播种，一般在 9 月下旬至 10 月上旬为适宜播种期。亩播种量为 150~250 克，将油菜种子与三元复合肥拌匀，均匀撒播，撒播要求到边到角，无明显漏撒。后期及时间苗、定苗，亩基本苗保证在 1.5 万株左右。

（3）开沟与覆土：土壤含水量在 70% 左右为最佳作业期。开沟时一般畦面宽 140 厘米，沟宽 20 厘米、沟深 15 厘米，沟土均匀抛撒覆盖在畦面（盖住种子和肥料），覆土厚度 1~2 厘米，覆土均匀，开沟要做到沟底平整、沟壁坚实、“三沟”相通，方便排灌。

注意事项：

（1）撒播机开沟属免耕种植方式，易导致田间杂草较多，形成草害，所以应进行 2 次除草，第一次是在开沟结束后进行封闭除草，第二次是在间苗结束后进行化学除去禾本类和阔叶类杂草。

（2）由于撒播油菜密植，所以易生病虫害。苗期主要防治菜青虫、跳甲和蚜虫，可利用

^① 1 马力≈0.735 千瓦。

大功臣、虫杀净等药剂防治；春后主要防治菌核病、霜霉病和蚜虫，其重点是防治菌核病，在油菜主茎开花达 95% 时，喷施药剂进行防控。

b. 浅旋耕机条播机械化技术

技术概述：浅旋耕机条播机械化技术是利用油菜条播机将油菜籽按照一定的行距直接播到大田的一种种植技术。浅旋耕机条播属于免（少）耕播种技术，先是在田面撒施基肥并用开沟机开沟，然后用油菜直播机一次性完成浅旋碎土、播种、施肥（部分复合肥拌种）、镇压等工序。该技术提高了生产效率，减轻了农民的劳动强度，减少了作业成本，同时油菜分枝少、节位高，便于机械收获。

节本增效情况：油菜浅旋耕机条播作业省工省时，作业效率是人工移栽的 10 倍以上，大大节约了用工成本，且条播油菜适合机械化收获，收获损失率比人工移栽的减少 30%~50%，实收油菜籽产量提高。

技术要点：

(1) 机具选配：一般选用 8~15 马力手扶拖拉机配套油菜直播机进行播种，也可以对稻麦浅旋耕条播机进行隔行封堵实施种肥混播。与大中型拖拉机配套的油菜旋耕施肥播种机近年来也开始投入使用，用该机作业落籽均匀，工作效率较高。适宜机型有 2BGY-4、2BGF-6B、2BF-4Y、2BGKF-6 型油菜旋耕播种机。

(2) 种肥混播：播前预留部分复合肥用于拌种，其余基肥先均匀撒于田面。种、肥要拌匀后再放入种肥箱中，便于落籽均匀，避免漏播。

(3) 机具调整：播前应对机具进行各行排量均匀性、行距、播种量的调整，然后进行亩播种量调整，播种量 150~250 克/亩，根据茬口、土质、整地质量及播期可作微量调整。

(4) 播种质量：播种时应下种均匀，无明显断条，行距相同，行向尽量笔直，播深 1~2 厘米，行距 30~40 厘米。要根据地块大小和形状选择最佳行走路线和播种方法。作业中不能随意停机，播种机未提升起来时，不能倒退。注意机具转弯不播种，转弯不宜过急。

(5) 田间管理：关键是油菜的间定苗，在油菜 4~5 片真叶时一次性间定苗。直播油菜追肥应掌握“早施、轻施提苗肥，腊肥搭配磷、钾肥，薹肥重而稳”的原则。同时苗期要注意防治菜青虫、跳甲和蚜虫，春后主要防治菌核病、霜霉病和蚜虫。

c. 机械化精量播种技术

技术概述：油菜机械化精量播种技术是指在前茬作物收获后，按照农艺要求的最佳播种量、行距、穴距（或粒距），以精量播种技术为核心，集成开畦沟、旋耕、灭茬、施肥、覆土等多项技术的油菜联合直播机直接将油菜种子播于大田土层中理想位置的油菜高效种植方式。我国油菜分冬油菜和春油菜区，其中春油菜区不需开畦沟。这种技术可减少油菜种植作业工序、缩短耕作时间，确保农时；减轻劳动强度、改善劳动环境；显著提高生产效率，增加农民收入，有利于推动油菜产业的可持续发展。

节本增效情况：采用该技术可省工、省种、省肥，每亩节本增效 120 元以上；同时，可提前茬秸秆还田，增加土壤有机质含量、培肥地力。

技术要点：

(1) 田块准备：田块地表要相对平整，坡度不大于 15°；前茬为水稻的地块表面留茬高

度应不大于 300 毫米；待播种土壤湿度适中，相对湿度为 40%~60%。

(2) 种子准备：根据当地生态条件和生产特点，选择适宜当地环境种植的生育期短、出苗快、花期集中、抗性好的优良品种。播前精选种子，清除秕、碎、病粒和杂质，符合机械作业要求。

(3) 肥料准备：肥料应采用颗粒肥料，以防止化肥在肥箱内结块。

(4) 播期选择：冬油菜直播，9 月 15 日至 10 月 25 日为直播油菜的可播期，推荐在 9 月 20 日至 10 月 15 日适期雨前早播。春油菜根据当地气候条件确定。机械直播用种量一般控制在 150~250 克/亩，推荐使用 2BFQ-6/4 型油菜精量联合直播机。

注意事项：一是播种完成后应及时清理与完善沟渠，做到“三沟”齐全、排水畅通。二是适时查苗即采用油菜精量联合直播机播种，一般不需间苗和定苗。三是化学除草即应在播种后选用除草剂进行土壤封闭处理。四是土壤含水量在 70% 时可不灌水，长江流域一般秋冬干旱比较普遍，应注意抗旱保苗。五是注意田间追肥和防治病虫害：根据油菜生产农艺规程要求，合理施用氮、磷、钾和硼肥。六是机具操作严格按照油菜播种机具的操作使用说明书的要求执行。

(B) 机械化移栽技术

技术概述：长江流域稻—油两熟制地区，油菜生产受晚稻收割较迟的影响，仍有 60% 左右的油菜需要育苗移栽来解决茬口矛盾。近年来，随着农村劳动力向城市转移，农村劳动力紧缺，劳动力价格高，劳动力成本占油菜生产成本的比例越来越大，农民难以做到精耕细作。栽培措施不到位，油菜产量和效益下降，种植面积有所减少。为此，推广油菜机械化移栽技术，对于减轻劳动强度，降低油菜生产成本，对促进劳动力转移，稳定和扩大油菜种植面积，提高油菜产量等具有重要的意义。油菜育苗移栽机械化技术是在前茬作物（晚稻）收获后，先对大田进行机械耕作，然后在适宜移栽期内将预先培育好的油菜秧苗用移栽机械移栽到大田中的一种轻型种植方式。

增产增效情况：油菜机械化移栽一般比人工移栽可提高工效 3~5 倍。移栽油菜一般比直播油菜早播 25~30 天，油菜籽产量可提高 20%~30%，且稳产性好。

技术要点：油菜机械化移栽是用油菜移栽机械将在苗床上培育好的油菜裸根苗或钵体苗移栽到经过整理的大田中的作业方式，其中育苗和移栽环节是关键，其他田间管理措施如施肥、防治病虫害等，与常规油菜种植的田间管理基本相同。

(1) 培育壮苗：①种子准备：选用适宜机械化收获的矮秆、株型紧凑、二次分枝较少、结角相对集中、成熟期基本一致、角果相对不易炸裂、生育期适合当地种植的双低优质、高产油菜品种。②育苗方法：根据移栽机的要求采用苗床育苗、营养钵育苗和穴盘育苗 3 种形式。半自动移栽机是采用苗床育苗，即将油菜种子直接播撒在平整好的苗床上，在秧苗 2~3 叶期做好间苗定苗，待秧苗长到 15~20 厘米高度时拔出秧苗进行移栽。生产上一般先选大苗移栽，小苗补肥后过 2~3 天再移。全自动移栽机，则需要营养钵育苗或穴盘育苗。

(2) 适期移栽：①移栽苗龄：油菜机械移栽秧龄以 30~35 天为宜，机械打洞移栽秧龄 30~40 天为宜。②移栽方法：主要有两种：一是裸苗移栽，即直接将秧苗从苗床拔出，使用江苏富来威 2ZQ 型移栽机进行移栽，但缓苗期较长；另一种方法是根系带营养土移栽，这种方法对秧苗的根系伤害小，移栽后返青快。营养钵育苗和穴盘育苗可采用日本井关移栽

机移栽，这种机械移栽活苗快。浙江省农业科学院发明的机械打洞移栽机，是先机械旋耕开沟打洞，再将裸苗或钵苗栽植大田的一种方式。

(3) 合理密植：每畦开深沟，6 行种植，密度 8 000~9 000 株/亩，有利于机械收获。在雨水多的地区 4 行种植，利于排水。大田施肥、病虫草害防治和田间管理与一般栽培技术相同。

B. 机械化收获技术

油菜收获机械化技术按作业方式的不同分为分段收获和联合收获两种。

(A) 分段收获机械化技术

技术概述：油菜分段收获是一种先割晒再捡拾、脱粒的收获方式，是针对我国南方稻—油或棉—油两熟或三熟轮作地区，由于茬口紧张，油菜生产仍以育苗移栽为主（占 60% 以上）的现实情况而研究开发的新技术。该技术具有损失率低、适收期长、腾地时间早优点，特别对于株型大、分枝多、成熟度一致性差、一次收获难度大的育苗移栽油菜以及直播高产油菜具有很好的适应性，仍能做到高效低损失收获。

增产增效情况：采用该技术可增加实际收获产量 5% 以上，综合经济效益增加 10 元/亩以上。

技术要点：

(1) 收获方式选择：对于直播油菜或株型适中、无倒伏的移栽油菜应选择联合收获；对于移栽油菜特别是植株高大、高产的移栽油菜或倒伏油菜应选择分段收获。另外，收获期有大风、大暴雨等极端天气的地区，采用分段收获安全性高；而常阴雨寡照的地区宜采用联合收获。

(2) 收获时机的把握：采用分段收获方式时，应在油菜 70%~80% 角果外观颜色呈黄绿色或淡黄色，大部分种皮也由绿色转为红褐色时，进行割晒机作业；割倒的油菜晾晒 4~7 天，成熟度达到 95% 后，用捡拾收获机进行捡拾收获作业。

(3) 机具调整：作业前需对割台主割刀位置、拨禾轮位置和转速、脱粒滚筒转速、清选风量、清选筛等部件进行适当调整。

(4) 作业质量要求：分段收获作业质量应符合总损失率 $\leq 6.5\%$ 、含杂率 $\leq 5\%$ 、破碎率 $\leq 0.5\%$ 的要求。割晒铺放整齐，便于捡拾作业。

注意事项：

(1) 收获时机的把握对于降低油菜收获损失，提高作业质量和效率至关重要，尽量按照上述要求进行。

(2) 分段收获的油菜籽含水量低，便于存放，联合收获后的油菜籽含水量高，极易发生霉变，应采用烘干机及时烘干，没有条件的地区应及时晾晒，以防霉变。

(B) 联合收获机械化技术

技术概述：油菜机械化联合收获是将收割、脱粒、清选等几个作业环节一次性完成的收获方式，即在油菜的角果成熟后期，用油菜专用联合收割机或经改装的稻麦联合收割机一次性完成所有的收获作业环节。该技术收获作业过程简捷，效率高，有利于抢农时。

增产增效情况：油菜联合收获效率高，省工省时，可比人工收获降低油菜籽损失 20% 以上，作业效率提高 20 倍以上，节省生产成本 50% 以上。尤其在气候条件不好的情况下，有利于抢收。

技术要点：

(1) 联合收割机在收割油菜时，要适当将清选风扇的风速调低，防止吹走籽粒，脱粒滚筒与凹板之间的间隙要适当调小。按逆时针回旋方向进行收割；遇到油菜稍倒伏时，最好逆倒伏方向收割，以免增加油菜籽的损失。

(2) 采用联合收获方式时，应在 90% 以上油菜角果外观颜色全部变黄色或褐色，成熟度基本一致的前提下进行。作业质量应达到总损失率小于 8%，破碎率 $\leq 0.5\%$ ，含杂率 $\leq 5\%$ ，割茬高度符合当地农艺要求，应在 10~30 厘米范围内。

(3) 油菜联合收割机应加装秸秆粉碎装置，油菜秸秆的切碎长度应 ≤ 10 厘米，便于秸秆的还田，避免秸秆焚烧造成的环境污染等问题。

适宜区域：油菜主产区。

技术依托单位：

1. 华中农业大学

联系地址：武汉市武昌区南湖狮子山街一号

邮政编码：430070

联系人：廖庆喜

联系电话：027-87282120

电子邮箱：903621239@qq.com

2. 农业部南京农业机械化研究所

联系地址：南京市中山门外柳营 100 号

邮政编码：210014

联系人：吴崇友

联系电话：13605195485

电子邮箱：cywu59@sina.com

(六) 花生机械化生产技术

A. 麦茬全秸秆覆盖花生机械化免耕播种技术

技术概述：麦茬全秸秆覆盖花生机械化免耕播种技术是指前茬小麦收获后，按照农艺、机械化收获等要求的最佳播种行距、穴距、肥量直接进行播种、施肥作业的一种复式作业技术，尤其适用于山东、河南等花生一小麦轮作区麦收后种植花生需求。麦茬全秸秆覆盖花生机械化免耕播种机主要由秸秆粉碎清理装置、浅旋机构、施肥播种机构和秸秆抛撒机构等组成。秸秆粉碎清理装置先将田间小麦秸秆进行捡拾、粉碎，给后续的浅旋、施肥、播种作业创造无秸秆影响、“洁净”的工作环境，减少壅堵、架种问题，浅旋机构对种床进行浅旋、整平，减少晾种现象，秸秆抛撒机构将粉碎后的秸秆均匀覆盖于播后地表，起到保墒、增肥和抑制扬尘等作用。该技术可显著提高生产效率，保障农时，降低劳动强度，减少用工成本和解决秸秆焚烧难题。

增产增效情况：全秸秆覆盖麦茬花生机械化免耕播种技术省工省时，无需人工清理小麦秸秆，生产率5~8亩/小时，且播种后的花生适合机械化收获作业，产量较人工播种无显著差异，综合效益明显高于人工或传统半机械化作业方式。

技术要点：

(1) 田块要求：前茬小麦种植时，尽量将地整平，灌溉用所起小垄垄距尽量为麦茬花生机械化免耕播种机宽度的整数倍。

(2) 种子准备：根据当地生态条件和生产特点，选择适宜当地环境的生育期短、产量稳定、结果范围集中、株型直立的优良品种。播种前精选种子，清除秕、碎、病粒和杂质，进行种子包衣。

(3) 肥料准备：肥料应采用颗粒肥料，以防止化肥在肥箱内结块。

(4) 播期选择：根据当地气候、土壤含水量适期播种，墒情不足时，播后及时灌溉补墒。

注意事项：

(1) 播种作业时，配套动力要足，一般选用73.5千瓦以上轮式拖拉机进行播种。

(2) 注意及时排灌，防治控病虫害，实时喷洒叶面肥，防止低温早衰。

(3) 严格按照机具说明书要求操作，严禁秸秆清理装置入土作业。

B. 半喂入花生联合收获技术

技术概述：半喂入花生联合收获是将挖掘、夹持输送、清土、果秧分离、清选、集果等几个作业环节一次性完成的收获方式，即在花生成熟后，用半喂入花生联合收获机一次性完成所有收获作业环节。半喂入花生联合收获采用半喂入摘果原理，具有功耗少、破损率低、夹带损失小等特点，收获后花生秧蔓完整无损可用做饲料。该技术可大大提高花生收获作业效率、降低作业成本、减轻劳动强度。

增产增效情况：半喂入花生联合收获生产效率高，为2~3亩/小时，是人工收获的30倍以上，节省生产成本60%以上；尤其在气候不好的情况下，有利于抢收。

技术要点：

(1) 种植要求：较适用于沙土和沙壤土条件下收获，且采用宽窄行种植模式，要求窄行距 ≤ 30 厘米、宽行距 ≥ 50 厘米、株高 > 30 厘米为宜。

(2) 收获时机：收获时机的把握对于降低花生收获损失、提高收获作业质量至关重要，应注意在土壤较为松散时且花生未完全成熟前适当提前收获。

(3) 机具调整：作业前需先调整挖掘铲深度及花生秧夹持位置，确保高摘净率和较低含杂率。

(4) 联合收获机作业时，应根据花生长势、土壤条件等，以0.6~1.0米/秒的速度作业为宜；遇到植株倒伏时，最好逆倒伏方向收获。

注意事项：

(1) 该技术对花生种植要求较高，推广对象应以规范化种植的直立型花生为主，而不适用于蔓生型花生。

(2) 联合收获后的花生荚果含水量高，易发生霉变，应及时晾晒、干燥。

(3) 需对驾驶员进行专业技术培训，要根据花生生长状况和土壤条件，选定适宜的作业

参数。

技术依托单位：

1. 农业部南京农业机械化研究所

联系地址：南京市玄武区中山门外柳营 100 号

邮政编码：210014

联系人：胡志超

联系电话：025-84346246

电子邮箱：zchu369@163.com

2. 山东省花生研究所

联系地址：青岛市李沧区万年泉路 126 号

邮政编码：266100

联系人：禹山林

联系电话：13953211437

电子邮箱：yshanlin1956@163.com

3. 青岛农业大学

联系地址：青岛市城阳区长城路 700 号

邮政编码：266109

联系人：尚书旗

联系电话：13884956252

电子邮箱：sqshang@qau.edu.cn

(七) 棉花机械化生产技术

棉花生产机械化技术是指从棉田耕整地、化肥深施、棉种加工处理、铺膜播种、中耕追肥、田间管理、棉花采收、棉秆（收获）粉碎还田、残膜回收为止的全过程实现机械化的一项综合性增产技术。

A. 棉花播种机械化技术

(A) 机械铺膜播种技术

技术概述：机械铺膜播种可一次完成平整地形、做畦、施肥、镇压、铺膜覆土、播种、盖土等多项作业的技术。

增产增效情况：棉花种植采用地膜覆盖栽培技术可以增温保墒、蓄水防旱、抑制杂草生长，保护和促进根系生长发育，提早成熟，增加产量和改善棉纤维品质。

技术要点：

(1) 铺膜平展，紧贴地面；埋膜严实、膜边入土深度 5 厘米±1 厘米，漏覆率小于 5%，破损率小于 2%，贴合度大于 85%；采光度窄膜大于 40%，宽膜大于 80%。

(2) 穴播播种量每穴 2~3 粒的大于 70%；地膜棉窄膜每亩保苗株数一般要达到 1 万~1.2 万株，宽膜保苗株数要达到 1.2 万~1.3 万株；种子机械破损率小于 1%；行距偏差小于±2 厘米，穴距偏差小于±0.5 厘米，空穴率小于 3%；播深符合农艺要求；孔穴错位率

小于5%。条抹要求下籽均匀，覆土良好，镇压严实。

(3) 施肥要达到规定的施肥量和施肥深度，下肥均匀一致。深施种肥要求在播种同时，将化肥施到种子下方或侧下方，肥种之间3~5厘米厚度的土壤隔离层，达到种肥分层。

(4) 孔穴覆土厚度1.5~2厘米，孔穴漏覆率小于5%。

(5) 常规的机械化植棉模式多采用一膜四行、二膜八行、三膜十二行、一膜六行、二膜十二行5种宽窄行配置的宽膜或超宽膜高密度覆膜栽培法。机械采棉的种植模式多采用一膜四行、二膜八行、三膜十二行的宽膜或超宽膜高密度覆膜栽培法，其种植行距必须是(66+10)厘米配置，交接行必须是66厘米，偏差不得超过±2厘米，以适合采棉机的采收行距。

(B) 精量播种机械化技术

技术概述：棉花精量播种技术是在膜上进行点播的播种技术，能精确实现一穴一粒或两粒的农艺技术指标。棉花机械化精量播种可一次性完成开沟、施肥、精量播种、覆膜、铺设滴管带、镇压、覆土等多项作业。

增产增效情况：

(1) 节约种子：采用精量播种技术可使棉种的播种量由原来的半精量播种4.5千克/亩左右降到如今的2千克/亩，平均节约种子2.5千克/亩。

(2) 减轻了劳动强度：便于在棉花产前、产中、产后实行全程机械化。棉花精量播种的种植模式为今后实现机采棉创造了良好条件。

(3) 具有良好的增产效益：精量播种技术的应用可有效改善棉苗单株的生长环境，使棉株的生产优势得到充分的发挥，促棉苗早发、苗壮，从而使棉花增产3%以上。

(4) 节省人工，降低成本：每亩省去人工放苗、封土、定苗工序的费用约为60元。

技术要点：

(1) 适时播种：当地表或膜内以下5厘米深土层温度稳定达到10~12℃时，即可播种。

(2) 播种准确，下籽均匀，播深3~4厘米，精量播种为1穴1粒，空穴率小于3%。

(3) 播行端直，行距一致。

(4) 地头铺膜播种整齐，起落一致，不漏播，不重播。

(5) 地膜符合技术要求，厚度为0.008毫米以上。地膜两侧埋入土中5~7厘米，铺膜平展，紧贴地面，埋膜严实，覆盖完好，漏覆率小于5%。为增大膜边棉行的采光膜面和利于机械化回收残膜，一般多为宽膜（指一膜四行以上）最外侧棉行距膜边一般不少于10厘米宽。

B. 机械化采棉技术

(A) 水平摘锭式采棉机采棉技术

技术概述：用机械化手段对棉花主产品（籽棉与青僵棉桃）进行采收的综合技术。其核心技术是效能优良的采棉机和先进的机采棉成套清理加工设备。

增产增效情况：①节约成本：目前机采棉每亩的价格为180元，如果以亩产300千克棉花和2.2元/千克的拾花费计算，每亩将节约拾花成本480元。并且机采棉可以大量减少拾花人工数，从根本上解决拾花劳动力紧缺的问题。一台采棉机年采收量相当于500个人工采摘量，大幅降低了拾花人工数，避免由于每年雇佣大量民工而给本地区带来诸多社会问题。

机采棉的推广，将大量减少拾花成本，并大大提高生产效率，节约劳动力。②带动其他相关产业的发展：棉花收获机械化技术是涉及棉花育种、栽培、纺织等多学科的一项综合技术。该技术的推广和应用可极大地推动棉花育种、栽培和纺织等方面的技术进步，带动了相关产业的效益提高和产品升级，这将对产业结构调整和社会经济协调发展产生积极影响。

技术要点：

(1) 机械采收时，采棉机行走路线要正确，严禁跨播种机播幅采收。做到不错行、不隔行、行距中心线应与采摘机中心线对齐。

(2) 严格控制采收作业速度，在棉株正常高度（60~80厘米）时，作业速度5~5.51（千米/小时），当采收50厘米以下低秆棉花时，作业速度要放慢，不能超过3.5（千米/小时），若速度过快，下部棉花很容易漏采，增加损失率。

(3) 在保证采收籽棉含杂率不超过10%的前提下，适度调整采棉工作部件，以提高采净率。

(4) 及时掌握机采棉田棉花的成熟程度，合理安排采收时间，对已成熟的棉田调集采棉机集中采收。

(B) 指杆式采棉机采棉技术：

技术概述：自走指杆式采棉机是针对棉花生产对收获机械化的需求，结合我国棉花生产区的经济水平，研发的一种新型棉花采收机械，可适应不同的棉花种植模式，具有不对行收获、结构简单、性能优越、造价低的特点。在农艺和生产的方式上适宜我国广大棉区中小种植规模及轻简型棉花栽培收获的需求。

增产增效情况：①指杆式采棉机改变了原有其他采棉机的采摘原理，采棉装置的加工制造简单，大大降低了在采棉装置制作上的生产成本，购机成本大概30万元，适合现有农村的经济水平和购买能力。②人工手采棉以2.2元/千克的拾花费及以亩产300千克棉花计算采收成本，人工手采棉每亩的拾花费为660元，水平摘锭式采棉机采收每亩棉花的价格为180元，指杆式采棉机采棉每亩棉花的价格为120元。指杆式采棉机比人工手采棉每亩节约拾花费540元，比使用水平摘锭式采棉机每亩节约拾花费60元。

技术要点：

(1) 为了提高采棉机生产效率，一般要求采摘地块长度在100~200米，面积在20~30亩以上，就可进行机具作业。

(2) 要求采收的棉株直径能通过指杆间隙，主茎基部直径不超过18毫米，采摘点直径不超过14毫米，否则会将棉株连根拔起，导致收获不畅。

(3) 株高控制在90~100厘米，不超过110厘米；果枝短、含絮力大、株型要紧凑；脱叶率和吐絮率>90%。

(4) 提高采摘效果，应适当选择采棉机进地收获角度，一般以机具与种植模式成90°或45°角进地进行收获为最佳。

C. 机械化残膜回收技术

技术概述：使用残膜回收机械对棉田当年地表残膜以及历年存留在耕层的残膜进行回收。棉田残膜回收按照农艺要求和作业时间基本可分为3类：一是苗期地表残膜回收，二是

耕前地表残膜回收，三是耕后的耕层残膜回收（也可再分为耕层内残膜回收与播前整地残膜回收两种）。

增产增效情况：农田中的残膜清除后，有利于种子发芽出苗，作物的根系也可以吸收到更充足的养分和水分，同时残膜的清除也更有利于播种、施肥、田间管理等机具的作业，从而使作物获得增产。秋后秸秆粉碎及残膜回收技术同时将棉花等作物秸秆粉碎还田，犁翻后埋入土壤，有利于提高土壤有机质等养分含量，改善土壤理化性状，提高土壤的生物活性，有明显的增产效果。残膜的清除还使作物质量得到提高，减少对畜牧、农村环境的危害。更重要的是可有效降低土壤白色污染，对保护耕地及实现农业的可持续发展有着巨大生态效益。

技术要点：

(1) 秋后秸秆粉碎及残膜回收技术：针对当年铺膜的作物（如棉花）秋季收获后，进行作物秸秆粉碎还田与收膜机械化联合作业，残膜回收率应达 80% 以上。

采用棉花秸秆还田及残膜回收联合作业机一次完成秸秆粉碎还田、地表残膜捡拾入箱成包—人工装车拉运。

(2) 作物苗期（头水前）残膜回收技术：针对当年铺膜的作物（如棉花）苗期浇头水前进行残膜回收机械化作业，残膜回收率应达 80% 以上。

采用棉花苗期残膜回收机在棉花苗期浇头水前起出完整地膜成辊—人工卸膜辊—装车拉运。

(3) 耕层内残膜回收（清捡）技术：针对历年耕层内的残碎膜，结合秋翻、春耕犁地作业（作物播前）进行残膜回收作业。主要采用搂膜机、配置有搂膜齿的犁和整地机等机型，可将地表及耕层 10 厘米内的残碎膜搂起或捡拾，当年残膜回收率应达 20%（指占耕地中历年累计残碎膜总量的比例）。

采用配置有残膜清捡机构的犁（或联合整地机）在犁地（或整地）作业时可搂起或捡拾耕层内残膜—人工卸膜、拉运。

D. 机械化采收籽棉预处理技术

技术概述：MQZ-4 型场地籽棉预处理机可有效去除手采棉中的僵瓣、叶屑、尘土、不孕籽等杂质；除去机采棉中的铃壳、棉秆、叶屑、尘土等杂质提高籽棉品级，完成机采棉在进入手采棉轧花加工厂前的清花工作，实现机采棉与手采棉轧花加工厂的有效对接。

增产增效情况：该机应用在机采棉工艺时，1 台多功能籽棉清理机可完全替代由提净式籽棉清理机、回收式籽棉清理机、倾斜式籽棉清理机 3 台单机组成的机采棉籽清理生产线。能有效减少各设备之间籽棉风运流通环节、减少设备安装成本和安装费用、减少车间设备所占空间和减少设备管理人员。

技术要点：

(1) 该机既可安装在新建轧花车间内，也可作为“机采棉籽棉清理预处理机”单独使用，适应机采棉在进入手采棉加工厂轧花前进行提前清理。

(2) 该机通过简单调整可适用于机采棉、人工快采棉、手摘籽棉加工清理。

(3) 处理量：4 吨/小时，一次清理可降低含杂率 77%，二次清理可降低含杂率 88%。

注意事项：棉花生产全程机械化技术在实施过程中需加强农机与农艺技术的相互结合。

在棉花品种、种植模式、田间管理、统一采收等方面一定要做到农机与农艺技术的高度融合。棉花栽培技术不仅要保证棉花丰产，而且应适应棉花收获机械化的作业要求。

适宜区域：全国范围内适宜棉花种植的区域

技术依托单位：

1. 新疆农牧业机械化技术推广总站

联系地址：新疆乌鲁木齐市新医路 193 号

邮政编码：830054

联系人：刘 晨，张友腾

联系电话：0991-4331141，4313306

电子邮箱：xjnjtgz@163.com

2. 农业部南京农业机械化研究所

联系地址：南京市柳营 100 号

邮政编码：210014

联系人：石 磊，张玉同

联系电话：025-4346235，4346229

电子邮箱：shileijsnj@126.com

(八) 大棚蔬菜种植机械化生产技术

技术概述：大棚蔬菜种植在我国占有重要地位。主要作业环节包括耕整地、起垄、铺膜、移栽等。

增产增效情况：大棚王拖拉机配套旋耕机与传统微耕机对比作业效率提高 5 倍，作业成本可降低 33.48 元/亩；机械起垄与人工对比作业效率提高 50 倍，作业成本可降低 231.7 元/亩；机械铺滴管带、铺膜、移栽与人工作业对比作业效率提高 10 倍，作业成本可降低 250.33 元/亩；实现上述机械化配套模式后较之前的传统作业模式节约成本 500 元/亩。

技术要点：

(1) 大棚两端结构改造：将大棚两端固定结构，改装成中间两扇推拉门和两侧可拆卸活动门。推拉门便于工作人员进出作业，卸下两侧可拆卸活动门和推拉门便于机械作业。

(2) 机械深耕：35 马力大棚王拖拉机配套旋耕机完成设施深耕作业，作业深度 15~25 厘米，耕宽 1.3 米，生产率 2~3 亩/小时。打破犁底层，利于贮水保墒。

(3) 机械起垄：35 马力大棚王拖拉机配套液压升降起垄作业机具。控制垄形，起垄高度、宽度可调，垄高 10~15 厘米，垄底宽 90~110 厘米，垄顶宽 70~90 厘米，生产率 3~4 亩/小时。

(4) 机械铺膜移栽：35 马力大棚王拖拉机配套铺膜移栽机，完成蔬菜铺膜移栽作业。一次完成起垄、铺滴管带、铺膜、打眼、移栽、浇水多项作业，符合蔬菜生产农艺要求。行数 2 行，行距 40 厘米，株距 25~40 厘米可调，栽植深度 5~12 厘米可调，生产率 1 亩/小时。

适宜区域：蔬菜大棚（北京）。

注意事项：对大棚两端结构改造，提高机械作业利用效率。

技术依托单位：北京市农业机械试验鉴定推广站

联系地址：北京市丰台区南方庄甲 60 号

邮政编码：100079

联系人：张艳红，刘晓明

联系电话：010-59198682，59198675

电子邮箱：yhzh08@163.com

（九）草原复壮机械化生产技术

A. 牧草切根复壮机械化技术

技术概述：多年生羊草在自然环境中以无性繁殖（依靠根茎繁殖）为主，有性繁殖（种子）为辅，要求土壤疏松，透气性强。天然羊草草地由于长期无养息、超载放牧和粗放式管理，使得土壤容重变大，空隙度下降，土壤紧实呈现板结性退化，板结层厚度 15~20 厘米；人工建植的羊草草地在种植 5~6 年后，因根茎生长稠密致使土壤耕层板结造成透气不良。土壤板结阻碍空气进入土层，不利于好气性土壤微生物的活动，使表层淋溶的氧化物大多还原成亚氧化物，不能为植物所吸收，而大量根系的繁殖使营养向根部聚集，难以从分蘖点生长出新的植物体，因此极大地抑制了羊草的无性繁殖，使得草地植被植物群落逆向演替，部分地区羊草由建群种退化为伴生种，草场质量和产草量严重下降。此时进行破土切根，打破草场土壤亚表层的板结，增加土壤与空气的接触面，使氧气进入土壤，可为好气微生物的活动创造有利条件；土壤板结容易形成地表径流，水分在土壤表层聚集而难以向更深的土层渗透，将板结的土层破开形成一道道沟缝，既能够使地表水分快速向土层深处渗透，沟缝又同时起到蓄水保墒的作用；切断羊草盘根错节的横走根茎，一方面改善因根茎生长稠密造成土壤透水、透气性差的问题，另一方面使老根老化同时增强根茎新根分蘖，进而生长出新的植株。这样，在好气微生物的活动下，有机物和亚氧化物被迅速分解为氧化物，不断提供给新生的植物群落，地表降水能够渗透到土层深处，调节各土层含水量，为植物生长提供合理的土壤、水分条件，实现草地的自我复壮和促生扩繁。

增产增效情况：该技术突破了传统改良草地方式影响产草量的弊端，实现了在机械化作业中对土壤的扰动，无翻垡、不扬沙，作业后草地平整，对草地原有植被没有破坏。因此，应用该研究成果实施机械化破土切根复壮促生作业当年，或秋季作业后的第二年，保证羊草返青期禁牧就会实现增产，对牧民正常草业生产安排不会造成任何影响。2007 年秋季和 2008 年春季，在国家草地生态系统野外科学观测研究站，利用 9QP-830 型草地盘齿式破土切根机对站内的天然草地和人工草场进行了改良作业和耕作试验。2008 年秋季，对比改良草地与非改良草地产草量，使用该机具进行改良的草地增产 100% 以上，亩产超过 300 千克。

技术要点：

（1）应用于以羊草为代表的具有横走根茎或疏丛根茎特征的自然退化草地和人工建植草场的草地改良，从而提高草场综合生产能力，实现环境保护和畜牧业发展良性互动。

（2）切根深度调整控制在 10~20 厘米。对于严重退化的草场可采用较大的切根深度，将切根深度控制在最大水平 20 厘米；对于中度退化的草场，将切根深度控制在 15 厘米；对于轻度退化的草场，将切根深度控制在 10 厘米。

(3) 与配套动力 60 千瓦。

注意事项: 切根深度控制在 10~20 厘米 (限深轮调节耕深), 翻垡率须为 0, 牧草切根率应在 39%~54%。

适宜区域: 黑龙江, 内蒙古、新疆、甘肃、宁夏、西藏等干旱少雨的羊草草地。

技术依托单位:

1. 中国农业大学

联系地址: 北京市海淀区清华东路 17 号

邮政编码: 100083

联系人: 赵建柱

联系电话: 010-62736732

电子邮箱: zhjzh@cau.edu.cn

2. 石家庄鑫农机械有限公司

联系地址: 河北无极北苏镇工业园

邮政编码: 052463

联系人: 陈振庄

联系电话: 0311-85571783

电子邮箱: 1458768851@qq.com

B. 牧草切根施肥补播复壮机械化技术

技术概述: 该技术主要应用于羊草草地的切根施肥补播。通过切根施肥补播实现对羊草草地的改良与增产: 对于天然退化的羊草草地通过切根施肥补播防止其生态植被进一步破坏而沙化, 促使其生态植被缓慢恢复; 对于一般的天然羊草草地或人工种植的羊草草地, 根据草场的长势与土壤肥力综合采用切根、切根施肥、切根施肥补播 3 种方式扩繁促生, 提高草产量。该技术也适用于其他通过根茎无性繁殖的植物植被的改良与产量的增加; 可以用于在土壤强度较大的环境中实现施肥播种的场合; 可以实现混播, 即在羊草草地上播种苜蓿、黑麦草等其他种类的草, 也可以实现其他小颗粒作物的精微量播种。该技术集成了羊草切根自我复壮促生繁育工艺与免耕施肥补播工艺。充分利用羊草主要依赖带有分蘖点的根茎繁殖实现自我繁育的生物学特性, 提出切根手段促进羊草复壮促生; 充分利用羊草切根过程中产生的沟缝实现免耕施肥补播, 最大限度地减小对草场植被的扰动与破坏。该技术能够同时完成切根、施肥、补播工艺, 切根工艺能够起到增殖促繁的作用、补播工艺能够实现保护性耕作扩大植株密度、施肥工艺能够为上述两种工艺下新增的植株提供萌发生长所需的足够养分。

增产增效情况: 该技术能够有效改良不同程度退化的羊草草地, 组合式覆土开沟既能达到开沟的目的又能达到减少功耗与对草场植被扰动率的功效, 为牧草的增产增收奠定了基础, 多信号输入的电驱电控排种控制装置自动化程度高, 既保证了小颗粒种子的精量播种又简化了整机的机构。该技术是改良草场保护生态的重要手段, 其改良的草地增产超过 100%, 亩产超过 300 千克。

技术要点:

(1) 草地切根施肥补播复式作业工艺: 该技术集成了传统的草场改良的破土切根、施肥、播种单一工艺技术, 创新性地建立了以切根施肥补播、切根施肥、切根补播的复式改良

工艺改良草场的技术工艺，不仅能够提高单一工艺模式的改良增产效果，而且能够拓展单一改良模式的改良范围，该技术工艺的复式改良技术能够适用于不同程度退化的草场，可以根据草场的退化程度（轻度、中度、重度）选择不同的复式改良方式（切根施肥、切根补播、切根施肥补播），既能最大限度地改良草场，又能最大限度地降低对草场的扰动与破坏。

(2) 草地切根施肥补播复式作业机具：9QFB-2.4 型切根施肥补播复式改良机不仅能同时实现切根施肥补播 3 种功能，还能分别实现切根施肥、切根补播两种功能。达到松土深度 10~20 厘米（可调）、播种深度 0~5 厘米（可调）、施肥深度 0.5~5.5 厘米的作业效果。实际工作中，还可以根据草场的退化程度、草场的肥力因素合理方便快捷地选择上述 3 种功能的一种。该机集成低扰动、无翻垡、不扬尘的切根耕作技术与扰动浅开沟、覆土深开沟的低扰动低功耗的开沟技术，能够以最低的土壤扰动率、最小的开沟功耗、最稳定的开沟效果与覆土效果完成整机功能。

(3) 草地分层交错式土壤开沟覆土技术：该技术成果的原理在于：种沟开沟器位于距离切根沟 20 厘米的一侧，在以主动方式强力划破草皮与切根过程中造成邻近土壤松动的共同作用下有效实现浅开沟（1 厘米），并将一部分土壤回填致切根沟缝中；肥沟开沟器位于种沟开沟器之后，且与切根沟缝在一条直线上，肥沟开沟器将由种沟开沟器回填致切根沟缝中的土壤压至指定深度（5 厘米），实现深开沟（5 厘米），最终形成上下分层、前后交错的开沟截面。该原理中实际上并未开肥沟，而只是通过覆土方式形成了肥沟，节约了功耗，提高了开沟深度的稳定性。

(4) 多信号输入的牧草种子电驱电控排种技术：该技术通过单一大功率电机分别驱动种轴和肥轴，带动 6 个排种器与 6 个排肥器排种排肥，结构简单；通过转速匹配控制器调节电机转速，从而调节排量，调节精准，简易方便。通过转速传感器分别采集左右地轮的转速，并将这一信号传输致信号筛选器，信号筛选器筛选出转速最快的信号，并将这一信号传递给转速匹配控制器，转速匹配控制器根据这一信号可以输出不同信号来控制驱种电机和驱肥种电机转动排种排肥。调节控制器的参数，可以改变电机转速与地轮转速的转速比。该技术下，只有当两个地轮同时不转时，才会导致转速匹配控制器没有信号输出，以至于排种排肥槽轮不转。

注意事项：不同程度的退化草场宜选用不同的作业方式，且应选择不同的播种深度，施肥深度，播种量，施肥量为，种肥沟间距为，且播种深度不宜过深。

适宜区域：黑龙江、内蒙古、新疆、甘肃、宁夏、西藏等干旱少雨的羊草种植区域。

C. 牧草马莲碎根复壮机械化技术

技术概述：9QS-2.2 型马莲碎根机，能够实现基本的碎根功能。该成套装备适用于草原上的毒杂草——马莲的深层碎根剔除工艺。该成套装备主要由主传动轴、减速箱、主动旋转轴、刀盘道具、隔板及机架等主要结构组成。采用纯机械式传动，以万向节轴、齿轮等传统的机械方式实现动力的传输。刀轴带动刀盘刀具旋转实现对土壤—马莲根系复合体的滑切，从而实现对马莲深层碎根的工艺流程。

增产增效情况：纯小时生产率 13~18 亩；作业幅宽 2.0 米；切根深度 19.18~13.7 厘米；切根率：天然草地 39.43%、人工草地 54.04%；增产效果：天然草地 110.52%、人工

草地 29.14%。

技术要点：该技术通过马莲碎根机，高效剔除马莲，划破羊草根，提高来年羊草长势，确保草原牧草生长旺盛，显著改善草原环境，实现牧草高产稳产。

(1) 形成深层碎根剔除马莲的工艺。

(2) 对草地低扰动、无翻垡、不扬沙的机械化耕作技术，可以逐渐消除土壤板结，增加土壤透气、透水性，使土壤朝着利于植物生长的条件改善。

(3) 使用马莲碎根机，改良退化草场。退化草地土壤坚实度（有的地方达到 40~45 千克/厘米²）较高，土壤板结层深 15~20 厘米，为满足机械化破土切根复壮促生技术要求，应使用新型破土切根专用改良机具。

(4) 对比改良草地与非改良草地产草量，改良后的天然草地增产约 110%，人工草场增产近 30%，经济效益显著。

注意事项：操作要根据土壤坚硬程度选择合适的切沟宽度，通过调节刀具组数来调控切沟宽度。按照切沟宽度安装刀具，确保安装槽部分的螺栓预紧充分，同时对机具其他部分的螺栓进行检查，以减少机具运行过程中的故障。

适宜区域：天然草地、人工草场。

技术依托单位：

1. 中国农业大学

联系地址：北京市海淀区清华东路 17 号

邮政编码：100083

联系人：赵建柱

联系电话：010-62736732

电子邮箱：zhjzh@cau.edu.cn

2. 石家庄鑫农机械有限公司

联系地址：河北无极北苏镇工业园

邮政编码：052463

联系人：陈振庄

联系电话：0311-85571783

电子邮箱：1458768851@qq.com

D. 牧草狼毒剔除复壮机械化技术

技术概述：狼毒剔除技术是通过调查、研究狼毒的生长特性，在进行药效试验的基础上，提出雷达测距识别，定点喷洒除草剂，配合切根机的设计方案。对于狼毒危害严重的区域，能够高效地去除毒草促使草原良性植被缓慢恢复；对于狼毒危害一般的天然或人工种植的草地，基本能够去除全部狼毒，大大提高了牧草产量。

增产增效情况：经过 3 年多持续的实地调研和多轮样机的试验与考核，证明该狼毒去除机具结构简单、成本低、安全可靠、易于调节，根据工作需要，设置多路同时工作，在去除狼毒工作的同时有效地降低了对草地土壤的破坏。工作效率高，具有一定的创新性，可广泛应用于草地优势毒草的去除，填补我国草原在灭除优势杂草方面的空白，具有很好的推广潜质和广阔的市场前景。

技术要点:

- (1) 采用中间齿轮传动方式,使整机结构更加紧凑、实用。
- (2) 为满足液泵的工作转速要求,需要从中间齿轮箱一侧输出轴上连接一级增速链传动至液压泵的输入轴。
- (3) 切根入土深度 20 厘米,要满足规定的入土深度要求。
- (4) 成行作物进行带状对靶施药,根据施药目标的有无,间歇对靶施药。采用雷达进行高度识别精量定点喷洒除草剂,并配合切根机的方案去除狼毒。药液配比对灭除狼毒效果的影响较明显。试验证明,配比为 1:90 时,对狼毒花、茎、叶畸形程度和根部腐烂程度较好。

适宜区域:草原生态环境恶化的退化草场。

技术依托单位:

1. 中国农业大学

联系地址:北京市海淀区清华东路 17 号

邮政编码:100083

联系人:赵建柱

联系电话:010-62736732

电子邮箱:zhjzh@cau.edu.cn

2. 石家庄鑫农机械有限公司

联系地址:河北无极北苏镇工业园

邮政编码:052463

联系人:陈振庄

联系电话:0311-85571783

电子邮箱:1458768851@qq.com

(十) 高效节水灌溉机械化技术

A. 喷灌技术

技术概述:喷灌技术是指利用专门的设备将水加压,或利用水的自然落差将有压水通过压力管道送到田间,再经喷头喷射到空中散成细小的水滴,均匀地散布在农田上,达到灌溉目的的技术。喷灌适用于灌溉所有的旱作物,如谷物、蔬菜、果树等,既适用于平原也适用于丘陵山区;除了灌溉作用,还可用于喷洒肥料与农药、防冻霜和防干热风等。机械化喷灌技术地形适应性强,灌溉均匀,灌溉水利用系数高,尤其适合于透水性强的土壤。现阶段适合在我国大面积推广的主要有固定式、半固定式和机组移动式 3 种喷灌形式。

增产增效情况:与地面灌溉相比,大田作物喷灌一般可省水 30%~50%,灌水均匀度 80%~90%,在透水性强、保水能力差的土壤上,节水效果更为明显,可达 70%以上。采用喷灌技术,与沟灌等简单灌溉方式相比,可使作物增产 10%~30%。

技术要点:

(1) 喷灌系统形式的选择应根据当地的地形、作物、经济及机械设备条件,考虑各种形式喷灌系统的优缺点,选定适当的喷灌系统形式。在喷灌次数多,经济价值高的作物或地形坡度大的丘陵山区可优先考虑采用固定形式;大田作物喷灌次数少,则宜采用移动形式和半

固定形式；在有自然落差的地方，尽量选用自压式喷灌系统，以降低机械设备的投资和运行费用。

(2) 确定喷洒方式和喷头组合形式。喷头的喷洒方式有全圆喷洒和扇形喷洒两种。喷头布置形式可选择正方形、正三角形、矩形和等腰三角形等 4 种。

(3) 选择喷头首先要考虑喷头的水力性能是否适合喷灌的作物和土壤特点，其次要根据农业要求、现有机械设备条件以及喷头型号综合考虑确定。在山丘斜坡地，喷灌系统内的压力是随地形高低而变化的，在最高处压力最小，应选用低压喷头；在中间，选用中压喷头；在最低处压力最大，选用高压喷头。如果压力过高，还需装置减压器，降低管内压力。

(4) 管网布置（也称管网规划），应根据实施喷灌的实际地形、水源等条件，提出几种可能规划的方案，然后进行技术经济比较，择优选定。管网布置应遵循六点原则：一是管网布置应使管道总长度最短、管径小、造价低，有利于水管防护。二是管网布置应考虑各用水单位的需要，方便管理，有利于组织轮灌和迅速分散流量。三是支管一般应与作物种植方向一致，丘陵坡地的支管一般应沿等高线布置，在可能的条件下，宜使支管垂直主风向。四是管的纵剖面应力求平顺，减少折点。五是支管上各喷头的工作压力要求接近一致，或在允许的差值范围内。六是供水泵站应尽量布置在整个喷灌系统的中心地点，以减少输水的水头损失。

注意事项：在风大情况下，喷洒会不均匀，蒸发损失增大。为充分发挥喷灌的节水增产作用，应优先应用于经济价值较高且连片种植、集中管理的作物；地形起伏大、土壤透水性强、采用地面灌溉困难的地方；水源有足够自然落差适合修建自压喷灌的地方；灌溉季节风小的地区。

适宜区域：北方干旱或半干旱地区以及南方季节性缺水地区。

B. 微灌技术

(A) 滴灌技术

技术概述：滴灌是一种通过安装在毛细管上的滴头，把水一滴滴均匀而又缓慢地滴入植物根区附近土壤的局部灌溉技术。它能借助土壤毛细管力的作用，使水分在土壤中渗入和扩散，供植物根系吸收和利用。滴入作物根部附近的水，使作物主要根区的土壤经常保持最优含水量状况，且透气性强，利于植物生长。滴灌不仅具有较高的节水增产效果，而且可以结合施肥，能够提高肥效 1 倍以上，是目前干旱缺水地区最有效的节水灌溉方式，可使水的利用率提高到 95% 以上。

增产增效情况：

(1) 提高劳动生产率和灌溉保证率：管理定额提高 2~3 倍；水量一定，应用滴灌技术的灌溉面积是常规灌溉的 1.5 倍左右。

(2) 提高肥料利用率：运用滴灌随水施肥，不仅实现了水肥一体化管理，而且氮肥利用率提高 30% 以上，磷肥利用率提高 18% 以上。

(3) 提高土地利用率：膜下滴灌系统采用管道输水，田间不需修斗、农、毛渠及田埂，节约了土地，土地利用率提高 5%~7%。

(4) 抑制杂草生长：滴灌水通过过滤器进入管道传输到田间，杜绝了渠道输水过程中草

种的传播，同时因滴灌属局部灌溉，作物行间始终比较干燥，有效抑制了杂草种子的萌发和生长。

(5) 有利高产优质：滴灌技术可及时对缺墒土壤补给水分，使作物出苗整齐集中，促苗早发，作物生长健壮，有利作物的高产优质。

(6) 提高经济效益：滴灌较常规灌溉亩增纯收入为：棉花 352 元、加工番茄 714.2 元、小麦 198 元、玉米 400 元。

技术要点：

(1) 水质达到农业灌溉用水水质标准，专用过滤器过滤后达到滴灌工程水质标准。输水管网材质选用农用 U-PVC 或 PE 管材，工作压力达到滴灌系统工作压力要求。

(2) 工程设计执行国家《微灌工程设计规范》。

注意事项：灌水器堵塞是当前滴灌应用中最主要的问题，因此，一般用水应经过过滤，必要时还需经过沉淀和化学处理。此外，滴灌可能引起盐分积累。当在含盐量高的土壤上进行滴灌或是利用咸水滴灌时，盐分会积累在湿润区的边缘，若遇到小雨，这些盐分可能会被冲到作物根区而引起盐害。在没有充分冲洗条件的地方或是秋季无充足降雨的地方，不要在高含盐量的土壤上进行滴灌或利用咸水滴灌。滴灌还可能限制根系的发展。由于滴灌只湿润部分土壤，加之作物的根系有向水性，这样就会引起作物根系集中向湿润区生长。另外，在没有灌溉就没有农业的地区（如我国西北干旱地区）采用滴灌时，应正确地布置灌水器。

(B) 微喷灌技术

技术概述：微喷灌技术是介于喷灌与滴灌之间的一种节水灌溉技术。采用低压管道将水送到作物根部附近，通过微喷头将水喷洒在土壤表面或作物上面进行灌溉。它兼具喷灌和滴灌的优点，又克服了两者的主要缺点。喷灌是全面灌溉，湿润整个灌溉面积，而微喷一般只湿润作物周围局部面积土壤；在灌水器出水方式上，滴灌以水滴状湿润局部面积土壤，而微喷是以雨滴喷洒，湿润局部面积土壤，微喷还可以提高空气湿度，起到调节田间小气候的作用；微喷头的孔径较大，比滴灌抗堵塞能力强。因是低压运行，且大多是局部灌溉，故比喷灌更为节水。用于一些经济作物，增产、节水效果十分显著。

增产增效情况：据调查，使用微喷灌可使蔬菜等作物增产 15% 左右，与漫灌相比，可节约用水 50%~80%。

技术要点：

(1) 水质符合《农田灌溉水质标准》要求，但水中含有细沙，需采取过滤措施方可满足微灌要求。主干管和分干管选用 PVC 塑料管材，支管和毛管选用 PE 塑料管材。

(2) 工程设计执行国家《微灌工程设计规范》，根据所灌溉作物及自然条件设计计算灌水量、灌水周期、水泵及动力等。

注意事项：

(1) 喷头的堵塞是当前微喷灌应用中最主要的问题，堵塞后会出现有些地方喷不出水的现象。因此，微喷灌对水质要求较严，一般均应经过过滤，必要时还需经过沉淀和化学处理。

(2) 铺设多孔微喷管的地面应平整，山区或坡地应按等高线铺设。微喷管铺设在地面上要平直，避免障碍物，喷水孔口朝上，并适当固定。

(3) 灌溉水源要求清洁干净，一般设置 60 目的丝网进行过滤。定期打开微喷管尾部接头，冲洗管道，避免堵塞。

(4) 供水压力和流量应符合要求，一般流量偏差应小于 10%，压力偏差应小于 20%。否则应采取分流或增压措施，如通过增减微喷管的数量进行调整。

C. 渗灌技术

技术概述：渗灌技术是通过埋在地表下的管网和渗灌灌水器对植物根部进行灌溉，水在土壤中缓慢地湿润和扩散湿润部分土体，属于局部灌溉。这种灌水方式能克服地面毛管易于老化的缺点，防止毛管的人为损坏或丢失，方便田间耕作，主要适用于果树灌溉和设施农作物灌溉。目前工程上的做法是将灌溉水通过低压渗灌管管壁上的微孔（裂纹、发泡孔）由内向外呈发汗状渗出，随即通过管壁周围土壤颗粒，颗粒间孔隙吸水作用向土体扩散，给作物根系供水，一次连续性实现对作物灌溉的全过程。渗灌水进入土壤后，仅湿润作物根系层，地面没有水分，故蒸发量更少，比其他灌水方式更为节水。

增产增效情况：

(1) 节水：渗灌比沟灌节水 80% 以上，比滴灌节水 30% 以上，灌溉水利用率可达 95% 以上，节水节能效果显著，肥料利用率提高 30% 以上。

(2) 节支：渗灌相对湿度比膜下低 10% 以上，比畦灌降低 30% 以上，降低病虫害的发生，农药的使用次数和使用量减少，农药投入降低，农产品质量提高。节省用工、用电，增产增效。

(3) 增产：同地面灌溉相比，在保护地应用渗灌技术，可有效提高温室大棚内温度 2~3℃，提高地温 1~2℃。同时，渗灌有助于土壤团粒结构的保持，有效解决传统灌溉造成的土壤板结问题；与畦灌相比，产品提早 7~10 天上市，坐果率提高 20%，结果期延长 15 天以上，增产 30%~50%。

技术要点：

(1) 挖槽：按作物栽培的垄向要求，一般渗灌管间距与作物行距相同，长度同垄长。确定好渗灌管间距后，画线，按放好的线开挖土槽，深度 30 厘米左右。然后对沟底进行平整，并踏实，同时，开挖埋设输水支管的土槽。

(2) 铺管：将渗灌管（毛管）铺在挖好的土槽内，其上的出水孔要朝上，管要平直，保持水平，且找准水平与垂直位置；调整好方向与位置后，应将其先固定，以防其后在回填土掩埋过程中发生渗灌管位置移动或渗灌管自身扭曲而使出水口转向下侧。铺管后，将渗灌管（毛管）与输水支管用专用接头相连。

(3) 防堵处理：由于渗灌管埋在地下，直接接触土壤，在灌水过程中，特别是当灌水结束时土壤中的水分倒流回渗灌管，这样就会把土壤颗粒等杂物带入到出水口或渗灌管内从而引起堵塞，进而降低灌水质量。为此，当将渗灌管铺好后，要在其上的出水口处，覆盖 2~3 厘米的锯末或稻壳作为防护层。

(4) 回土：盖好保护层后，开始覆土，应注意防止渗灌管移位和变形，动作要轻、尽量不用大的土块。等回填至土槽 1/2 深处时，可以适当踏实；然后填平，再踏实；再覆土并使之略高出地面，以保证在以后的耕作与灌水过程中，土壤进一步下沉而使地面保护平整。

注意事项:

(1) 管道埋设深度: 主要决定于土壤性质、耕作情况及作物种类。适宜的埋设深度, 应能使灌溉水借毛管作用使计划湿润层得到充分湿润, 特别是表层也达到足够的湿润, 且深层渗漏最小。一般黏质土埋深大, 沙质土较小。同时, 埋设深度要深于深耕深度, 且不致被农机具行走而压断, 应在冻层以下。

(2) 管道间距: 管道间距应使两条管道的湿润曲线重合一部分, 因此它主要决定于土壤性质和供水情况。土壤颗粒越细, 供水水头越大, 灌水湿润范围越大, 间距可大一些。反之, 间距宜小些。有压管道间距为 5~8 米, 无压管道间距一般为 1~3 米。

(3) 管道长度与坡度: 有压管道的适宜长度, 应按管道首尾两端土壤湿润均匀, 而且渗漏损失较小作为确定依据。目前我国采用的管道长度一般为 20~50 米。管道坡度与管道长度及地面坡度有关, 一般为 0.001° ~ 0.005° 。

(4) 管道的渗水量: 管道适宜的单位长度渗水量与土壤性质有关, 对重壤土以 9~10 升/(小时·米) 为宜, 中、轻壤土以 12~16 升/(小时·米) 为宜, 沙壤土以 16~20 升/(小时·米) 为宜。

(5) 土壤性能: 渗灌湿润表层土壤较差, 对幼苗生长不利; 在底土透水强的土壤上, 容易产生深层渗漏, 损失水量多。

适宜区域: 北方干旱或半干旱地区以及南方季节性缺水地区。

技术依托单位: 农业部农业机械化技术开发推广总站

联系地址: 北京市丰台区成寿寺南方庄甲 60 号

邮政编码: 100079

联系人: 徐振兴, 张园

联系电话: 010-59198627/29

电子邮箱: tgztgc@126.com

(十一) 保护性耕作技术

技术概述: 保护性耕作又叫做保护性农业, 是在地表有作物秸秆或根茬覆盖情况下, 采用免耕或少耕方式播种, 并通过轮作减少病虫害的一项先进农业技术。

保护性耕作的主要目的: 一是改善土壤结构, 提高土壤肥力, 增加土壤蓄水、保水能力, 增强土壤抗旱能力, 提高粮食产量。二是增强土壤抗侵蚀能力, 减少土壤风蚀、水蚀, 保护生态环境。三是减少作业环节, 降低生产成本, 提高农业生产经济效益。保护性耕作的基本特征是: 不翻耕土地, 地表有秸秆或根茬覆盖, 采用轮作等方式防控病虫害。

实际应用中, 可根据区域特点, 在遵循本技术要点的前提下, 与其他技术进行集成, 创新适合本区域的保护性耕作技术模式。

A. 东北垄作区 (含东北水田区)

该区域的主要问题是: 季节性干旱; 长期翻耕形成犁底层, 使耕层变浅; 黑土地土壤肥力下降、土地退化等。

1. 关键环节的技术要点

(1) 休闲期: 尽量减少动土, 最好免耕; 秸秆覆盖, 以多蓄纳雨雪, 减少水分蒸发。如

果采用留茬覆盖，应尽量留高茬；如果在休闲期进行深松，须有合墒器，以减少水分蒸发。

(2) 播种期：鼓励采用免耕方式直接播种。在秸秆量大、秸秆覆盖不均匀、土壤不平整的情况下，为了提高播种质量，可采用适当的少耕法以减少地表秸秆覆盖量或平整土地。

(3) 田间管理期：根据当地生产实际，进行间苗、追肥、病虫草害防治等。为了打破犁底层、减少土壤板结、蓄纳雨水，在不影响作物生长的情况下，可进行深松。

(4) 收获期：可在收获的同时进行秸秆粉碎还田作业，粉碎后的秸秆应均匀抛撒。

2. 推荐技术模式

(1) 原垄少耕灭茬播种：秸秆或留茬覆盖越冬，春季在原垄进行少耕播种，少耕时应尽量减少动土量，以减少水分蒸发和作业能耗。

(2) 原垄错行免耕播种：秸秆或留茬覆盖越冬，春季播种时，错开原有根茬免耕播种。

(3) 原垄免耕播种：碎秆或留茬覆盖越冬，春季在原垄上直接免耕播种。

(4) 东北水田少耕栽植：秋季稻田免耕贴茬越冬，插秧前，采用水田带状旋耕机进行带状旋耕、施肥镇压作业，经过泡田后，在旋耕带进行插秧。

B. 长城沿线农牧交错区

该区域的主要问题是：春季干旱严重，影响适时播种，并易造成露籽和出苗难、成苗率低；农田风蚀严重、荒漠化趋势加剧等。

1. 关键环节的技术要点

(1) 休闲期：免耕。尽量多用秸秆覆盖，以多蓄纳雨雪，减少水分蒸发；如果采用留茬覆盖，应尽量留高茬。

(2) 播种期：鼓励采用免耕方式直接播种。在极其干旱的情况下，可配合采用坐水播种等措施。

(3) 田间管理期：根据当地生产实际，进行间苗、追肥、病虫草害防治等。

(4) 收获期：可在收获的同时进行秸秆粉碎还田作业，粉碎后的秸秆应抛撒均匀。在大区域，可采用适当方式固定粉碎后的秸秆。

2. 推荐技术模式

(1) 免耕覆盖播种：秸秆或留高茬覆盖越冬，春季免耕播种，尽量避开原有根茬，以提高播种后的地表秸秆覆盖率，以保证种子顺利发芽、保护幼苗生长。

(2) 免耕坐水播种：秸秆或留高茬覆盖越冬，在春季极端干旱、土壤墒情不能保证播种的情况下，配合补水技术，进行免耕坐水播种。

(3) 带状免耕覆盖播种：针对马铃薯种植动土量大、农田裸露易风蚀等问题，可采用带状免耕覆盖播种技术。其技术要点是：马铃薯按照常规种植方式，其他作物采用免耕施肥播种机在秸秆或根茬覆盖地免耕播种。

(4) 牧草免耕补播：主要适用于草原的改良和退耕地、撂荒地免耕种植牧草。雨季采用牧草免耕补播机免耕补播（播种）牧草，增加地表覆盖度，减少水分蒸发，促进草原植被恢复。

C. 西北黄土高原区

该区域的主要问题是水土流失严重、干旱缺水、有机质含量下降等。

1. 关键环节的技术要点

(1) 休闲期：①夏休闲：免耕或少耕，秸秆或根茬覆盖。可选择性进行深松，以增加蓄纳雨水的能力，深松的同时应合墒。根据土壤肥力、水分、秸秆留存量等条件，选择性采用少免耕方式种植覆盖作物，收获后，覆盖地表，不得进行翻耕掩埋。②冬休闲：免耕或少耕，秸秆或根茬覆盖。如果采用留茬覆盖，应尽量留高茬。根据土壤肥力、水分、秸秆留存量等条件，选择性采用少免耕方式种植覆盖作物，收获后，覆盖地表，不得进行翻耕掩埋。

(2) 播种期：①冬前播种：少耕或免耕播种。播种前，根据地表状况，可采用机械或化学方式灭除杂草或次生麦等。②春季播种：免耕播种。如果秸秆覆盖量较大，在播种前可适当采用少耕方式，减少地表秸秆覆盖率，以提高播种质量；在极其干旱情况下，可配合采用坐水播种等措施。

(3) 田间管理期：根据当地生产实际，进行间苗、追肥、病虫草害防治等。为了打破犁底层、减少土壤板结、蓄纳雨水，在不影响作物生长的情况下，可进行深松。

(4) 收获期：可在收获的同时进行秸秆粉碎还田作业，粉碎后的秸秆应抛撒均匀。在风大区域，可采用适当方式固定粉碎后的秸秆。

2. 推荐技术模式

(1) 免耕覆盖播种：休闲期秸秆或根茬覆盖，免耕方式播种。

(2) 少耕覆盖播种：根据地表秸秆覆盖量和土壤状况，选择性进行深松、耙地等少耕作业后，进行播种。

(3) 带状免耕覆盖播种：针对马铃薯种植动土量大、农田裸露易风蚀等问题，可采用带状免耕覆盖播种技术。其技术要点是：马铃薯按照常规种植方式，其他作物采用免耕施肥播种机在秸秆或根茬覆盖地免耕播种。

一年两熟区的技术模式，可参考黄淮海两茬平作区的有关要求。

D. 西北绿洲农业区

该区域的主要问题是：水资源紧缺，没有灌溉就没有农业，灌溉水利用率低；干旱少雨，冬春季节风大，土壤风蚀严重；土壤有机质含量下降等。

1. 关键环节的技术要点

(1) 休闲期：休闲期最主要的要求是少动土，多留秸秆，多蓄水分，减少风蚀、水蚀。在水分条件较好的情况下，根据土壤肥力、秸秆留存量等条件，选择性采用少免耕方式种植覆盖作物，收获后，覆盖地表，不得进行翻耕掩埋。采用节水技术进行灌溉。

(2) 播种期：①冬前播种：少耕或免耕播种。播种前，根据地表状况，可采用机械或化学方式灭除杂草或次生麦等。②春季播种：免耕播种。如果秸秆覆盖量较大，在播种前可适当采用少耕方式，减少地表秸秆覆盖率，以提高播种质量；在极其干旱情况下，可配合采用坐水播种等措施。

(3) 田间管理期：根据当地生产实际，进行间苗、追肥、病虫草害防治等。为了打破犁底层、减少土壤板结、蓄纳雨水，在不影响作物生长的情况下，可进行深松。采用节水方式进行灌溉。

(4) 收获期：可在收获的同时进行秸秆粉碎还田作业，粉碎后的秸秆应抛撒均匀。在风大区域，可采用适当方式固定粉碎后的秸秆。

2. 推荐技术模式

(1) 免耕覆盖播种：休闲期秸秆或根茬覆盖，免耕方式播种。

(2) 少耕覆盖播种：根据地表秸秆覆盖量和土壤状况，选择性进行深松、耙地等少耕作业后，进行播种。

(3) 秸秆覆盖沟灌垄播种植：将沟灌节水技术与保护性耕作技术融合，沟内灌水，垄上采用保护性耕作方式种植作物。

E. 黄淮海两茬平作区

该区域的主要问题是：前后茬作物之间没有休闲期，农时紧张；干旱缺水；作业工序多，生产成本高；秸秆量大，秸秆焚烧严重，土壤有机质含量下降等。

1. 关键环节的技术要点

(1) 秸秆覆盖：①夏季：小麦收获后，秸秆粉碎，抛撒均匀，覆盖地表；或秸秆捡拾后，留茬覆盖。②秋季：玉米收获后，整秸秆覆盖或秸秆粉碎抛撒均匀覆盖；如果采用青贮收获，可留茬覆盖。

(2) 播种期：①夏播作物应采用免耕方式播种，在秸秆量较大情况下，可采用少耕方式播种。②对于秋播作物，在大量玉米秸秆覆盖地，可采用少耕或免耕方式播种；如果在青贮玉米地，应采用免耕播种方式。

(3) 田间管理期：根据当地生产实际，进行间苗、追肥、病虫草害防治等。为了打破犁底层、减少土壤板结、蓄纳雨水，在不影响作物生长的情况下，可进行深松。采用节水方式进行灌溉。

(4) 收获期：可在收获的同时进行秸秆粉碎还田作业，粉碎后的秸秆应抛撒均匀。

2. 推荐技术模式

夏季免耕秋季少耕播种。夏季小麦收获后，秸秆或根茬覆盖条件下，免耕播种玉米；秋季玉米收获后，根茬或秸秆覆盖条件下，少耕播种小麦。

两季作物免耕覆盖播种。夏季小麦收获后，秸秆或根茬覆盖条件下，免耕播种玉米；秋季玉米收获后，根茬或秸秆覆盖条件下，免耕播种小麦。

F. 南方水旱连作区

该区域的主要问题是：一年多熟，水旱连作，无休闲期；作业工序多，生产成本高；秸秆量大且焚烧严重；土壤有机质含量下降；高温高湿，旱涝兼有，病虫草害严重。

1. 关键环节的技术要点

(1) 水稻收获旱作物播种：水稻收获后，秸秆粉碎，抛撒均匀，覆盖地表；或秸秆捡拾后，留茬覆盖。油菜、小麦播种采用免耕或少耕方式播种，同时开出“三沟”（厢沟、腰沟、围沟），便于抗旱排涝。

(2) 旱作物收获水稻种植：小麦、油菜收获后，秸秆或留茬覆盖，水田适度耕整，埋压秸秆。水稻秧苗采用插秧机栽插，或水稻芽种采用直播机带状直播。

(3) 田间管理期：根据作物生长实际，进行追肥、除草、喷药、排灌、或油菜间苗等。

(4) 收获期：水稻收获时，采用秸秆粉碎，秸秆长度应较短，符合国家有关规定，且抛撒均匀。油菜、小麦收获时，可不采用秸秆粉碎。

2. 推荐技术模式

(1) 油(麦)一稻水旱连作:油菜(小麦)收获后,水田适度整地,埋压秸秆或杂草,水稻机械插秧或机械直播;水稻收获后,灭草,油菜(小麦)少免耕播种。

(2) 肥一稻水旱连作:水稻收获后,秸秆覆盖还田,免耕播种绿肥;绿肥收获后,适度耕整,埋压绿肥或杂草等;水稻机械插秧或机械直播。

技术依托单位:农业部保护性耕作研究中心

联系地址:北京海淀清华东路中国农业大学 46 号信箱

联系人:李洪文

联系电话:010-62737631, 13911366681

电子邮箱:lhwen@cau.edu.cn

(十二) 农作物秸秆综合利用机械化技术

A. 农作物秸秆综合利用机械化技术

技术概述:农作物秸秆可用做肥料、饲料、生活燃料及工业生产原料,是一种宝贵的可再生资源。农作物秸秆用做肥料主要是直接利用和加工利用两种方式。直接利用一般采取秸秆机械化粉碎直接还田的方法,加工利用主要是利用秸秆堆制有机肥料。农作物秸秆作为饲料除了直接饲喂外,还有青贮、黄贮、微贮等方法,利用窖、池、或塑料袋等,都可以实现集中规模化加工。近几年利用专门的机械设备或秸秆饲料生产线,把秸秆加工成颗粒或块状干饲料发展较快。秸秆的燃料利用主要有生产沼气、秸秆气化和用秸秆作为生物质进行发电 3 种方式。农作物秸秆还可用做培养基栽培食用菌、造纸,生产纤维密度板、植物地膜、餐饮具、包装材料、育苗钵等,以及用秸秆制造酒精、淀粉等化工原料。

增产增效情况:经济效益方面,一是秸秆机械化收贮收获或秸秆还田作业可降低作业成本,比人工作业亩成本降低 15 元左右。二是将作物秸秆粉碎还田,不仅可以大大减轻劳动强度,提高作业效率,同时可促进劳动力向第二、第三产业转移进行副业创收。三是采用专用秸秆根茬收割捡拾打捆机一次性完成高留茬秸秆的收割、捡拾、挤压、捆扎或用秸秆捡拾打捆机完成联合收获机抛撒在田间的秸秆的捡拾、挤压、捆扎等多道工序,高效、省工、抢农时。四是损失少,机械收获和切碎加工秸秆比人工作业可以减少损失 5%。五是效益高,机械揉碎、裹包后销售,利润率可达 50% 以上。用于发电的秸秆收贮,每亩秸秆农户可获得 30 元以上的收益。此外,田间秸秆根茬处理后,为下茬作物的播种创造了有利条件,减少缺苗断垄现象的发生,可亩增产粮食 15 千克,经济效益显著。

技术要点:

(1) 农作物秸秆收获还田机械化技术:水稻秸秆还田是在使用联合收割机收获水稻后,使用拖拉机配带驱动圆盘犁、水田旋耕耙或埋草旋耕机进行作业,均匀撒放田里。小麦秸秆收获还田是在使用联合收割机收获的同时,使用安装在联合收割机上专门装置粉碎秸秆,抛撒于地表。玉米秸秆还田,一是应用玉米联合收获技术,在收获玉米果穗的同时实现秸秆粉碎还田;二是应用玉米青贮收获技术,在玉米摘除果穗后或连带果穗直接进行田间收获粉碎后用做青贮饲料,实现过腹还田;三是在人工摘除玉米果穗后,应用秸秆还田机械将秸秆粉碎还田。

(2) 农作物秸秆饲料加工机械化技术：该技术的应用以玉米秸秆的青贮加工为主，有塑料袋青贮和窖式青贮两种，即将蜡熟期玉米通过青贮收获机械一次性完成摘穗、秸秆切碎、收集，或人工收获后将青玉米秸秆铡碎至1~2厘米长，含水量一般为67%~75%，装入塑料袋或窖中，压实排除空气以防霉菌繁殖，然后密封保存，40~50天即可饲喂。

(3) 农作物秸秆气化技术：将玉米蕊、棉柴、玉米秸、麦秸等干秸秆粉碎后作为原料，经过气化设备（气化炉）热解、氧化和还原反应转换成可燃气体，经净化、除尘、冷却、储存加压，再通过输配系统送往用户，用做燃料或生产动力。

(4) 农作物秸秆颗粒饲料加工成套技术：以玉米秸、稻草、麦秸、葵花秆、高粱秆之类的农作物秸秆等低值粗饲料，加转化剂后压缩，利用压缩时产生的温度和压力，使秸秆氨化、碱化、熟化，使秸秆木质素彻底变性，提高其营养成分，制成品品质一致的颗粒状饲料，成为反刍动物的基础食粮。经加工处理后的农作物秸秆粗蛋白质含量从2%~3%提高到8%~12%，消化率从30%~45%提高到60%~65%。该技术适用于公司加农户模式，能工业化生产，商品化流通，生产成本低。

(5) 农作物秸秆有机肥生产技术：利用大型铡草机将秸秆粉碎，用水把秸秆浸透，分层在秸秆上撒上畜禽粪便和腐熟剂，堆制过程中用机械均匀翻动，再堆成半圆体进一步腐熟，数日后晒干粉碎，由秸秆有机肥造粒机加工制成颗粒状肥料，再装袋运输和销售。

(6) 农作物秸秆栽培食用菌技术：利用秸秆作为基料栽培食用菌，剩余的蘑菇糠是优质有机肥可还田。

(7) 农作物秸秆工业用品加工技术：以玉米秸、麦秸等各种秸秆为原材料，利用高压模压机设备，经碾磨处理后的秸秆纤维与树脂混合物在金属模具中加压成型，制成各种高质量的低密度、中密度和高密度的纤维板材制品，具有广泛的应用范围。

(8) 秸秆收加储运机械化技术：秸秆综合利用的第一车间是在田间，农作物秸秆田间机械化收集、加工、贮藏、运输是秸秆综合利用运行过程工艺路线的关键环节。重点推广农作物秸秆田间机械化捡拾、打捆、贮藏、运输等技术，重点解决农业生产的季节性与秸秆综合利用连续性之间的矛盾。

适宜区域：粮食作物主产区。

技术依托单位：农业部农业机械化技术开发推广总站

联系地址：北京市丰台区成寿寺南方庄甲60号

邮政编码：100079

联系人：徐振兴，张园

联系电话：010-59198627，59198628

电子邮箱：tgztgc@126.com

B. 水田秸秆机械化还田技术

技术概述：机械化秸秆还田是采用将收获后的稻草切碎翻埋、整秆翻埋还田或整秆编压还田。可一次完成多道工序，具有便捷、快速、低成本、大面积培肥地力的优势，不仅争抢了农时，而且减少了环境污染，增强了地力，提高了粮食产量，是一项较为成熟的技术。

增产增效情况：降低成本，争抢农时。

技术要点:

1. 工艺流程 稻茬田灌水浸泡—旋耕或耙地—埋草作业（两遍）—（机械或人工简单整平）—后续栽种作物。

2. 水田秸秆还田的主要模式及使用机具 秸秆还田机械化技术有3种模式，一是稻草切碎还田，二是团絮状稻草还田，三是整根稻草还田。第一种又分为带有切草装置的半喂入联合收割机或割前脱粒联合收割机收割，切碎的稻草均匀撒放田里；或将人工收割后稻草集中切碎，再由人工均匀撒放田里，然后由旋耕机进行埋草整地作业。第二种是由全喂入联合收割机收获后，将田里的成条堆放的团絮状稻草搅散，用驱动圆盘犁、1GBS-65型水田旋耕耙或埋草驱动耙进行埋草整地作业。第三种是由半喂入联合收割机收割后均匀排放的整根稻草，或是人工收割后，将整根稻草直接均匀撒放田里，再用1GBS-65型水田旋耕耙或埋草驱动耙进行埋草整地作业。

3. 操作规程 水稻秸秆还田时，秸秆抛撒田中后应先泡水1~2天，水深以3~5厘米为宜，补施氮肥后立即旋耕或耙地，使切碎秸秆埋入耕层内。若进行深耕翻埋时，耕深应不小于23厘米。作业后不应出现成团残草，每平方米残草量应低于100克。当稻草切碎还田采用旋耕机或驱动耙在水田进行埋草作业时，需用慢速和中速按纵向和横向作业2遍。当整根稻草还田采用旋耕耙进行埋草作业时，需用慢速和中速作业3遍，第一遍用慢速，耕深应小于5厘米，再按一般旋耕要求调深耕深，纵向和横向作业2遍。

4. 机械耕整作业田块条件和作业质量要求:

(1) 旱耕型: ①前作留茬田: 田面基本平整，高度差3~5厘米，前茬早稻稻茬高度15厘米以下，且无秸秆等杂物。如果不是机械早直播，允许留茬高度在25厘米以下，且可以有少量杂草或机收获的抛撒秸秆。②机械直播前不进行灌溉，土壤含水量在30%以下。③利用原有的畦、沟，直接旋耕播种，早浅旋深度3~5厘米，种子覆土厚度0.5~1.5厘米，表土层细平，全田高度差3厘米左右。④播种后及时清理畦沟和横头沟，疏通内外沟的连接点，确保灌排水畅通。⑤插秧时，田面采用平畦，开明沟，沟宽11~18厘米，明沟间距即畦宽应是插秧机幅宽的倍数。

(2) 水耕型: 前作留茬田田面基本平整，高度差3~10厘米，允许前茬留茬高度在25厘米以下，且可有杂草或机收获的抛撒秸秆，但要铺撒均匀，总量300千克/亩左右。水田耕整地机械化技术作业要求可简单归纳为5个字: 平、光、实、适、清。①平: 即田面平整，全田高低差不超过3厘米，插秧或直播后达到寸水棵棵到。②光: 即田面整洁，达到无杂草、无杂物、无浮渣等。③实: 即田块沉实，已埋秸秆、留茬无成堆现象，土层上细下粗，细而不糊，上烂下实，机械作业时不陷机、不壅泥。④适: 即表土硬软适中。用锥形穿透针测定，标准深度8~10厘米。⑤清: 即泥浆沉实达到泥水分清，沉实而不板结，水清而不浑浊。

适宜区域: 江西省等南方稻区。

技术依托单位: 江西省农业机械化技术推广站，江西省农业科学院农业工程研究所

联系地址: 江西省农业厅15楼江西省农业科学院内

联系人: 陈绪红，药林桃

联系电话: 0791-86225631, 87090041

电子邮箱: chenxuh@jxagri.gov.cn