

陈付东,江景涛,王东伟,等.花生种植机械的应用现状及研究进展[J].江苏农业科学,2020,48(13):41-46.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.13.008

花生种植机械的应用现状及研究进展

陈付东,江景涛,王东伟,鲍余峰,杨文卿

(青岛农业大学机电工程学院,山东青岛 266109)

摘要:简述了我国花生种植机械的应用现状,概括了几种不同类型的花生播种机,如膜下播种、膜上播种、宽幅播种、灭茬播种、间作播种和气吸式播种等播种机。针对几种不同类型的花生种植机械对其作业方式、机械原理、排种装置、机械参数和作业性能进行了研究分析。论述几种不同类型的花生播种机主要在种植方式、膜下播种、膜上覆膜和排种器的选用等各个方面存在的优势与不足,对其应用现状与研究进展进行客观分析。论述机械式和气吸式花生排种器的优缺点及应用情况,针对现有花生播种机及排种器存在的问题,提出完善我国花生种植机械化的建议与对策。为下一步改进花生播种机提供研究思路,为设计出性能优良、适应性强的花生播种机奠定基础。

关键词:花生;种植机械;覆膜;排种器;研究进展

中图分类号:S223 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)13-0041-06

播种在花生生产中是一个耗工、耗时的重要环节,当前市场上常见的花生种植机械存在效率低、作业单一、通用性差、无法配套等问题,已经远不能满足我国花生的种植需求。排种器是花生播种机的核心部件,其作业性能的好坏将会直接影响花生的播种质量,从而影响花生产量。因此,设计出排种性能优良的高效排种器,是提高花生产量的关键因素。除排种器外,整机的联合作业也是影响花生种植的重要因素。目前,常见的大多数花生种植机械存在效率低、通用性差、适应性差和整机配套不够标准化的问题。因此,设计一种通用性强、标准化的花生联合作业种植机械可以大幅度提高我国花生种植的机械化水平。

本文针对上述问题,分析花生种植机械的应用现状、机械原理、作业性能等特点,讨论几种不同类型的花生播种机。提出相应的建议与对策,为设计出高质高效的花生播种机提供理论基础与研究依据,不断完善花生种植机械,全面提高花生种植效率及播种质量。

1 花生种植概况及种植方式

1.1 花生种植概况

花生在我国各地均有种植,主要在辽宁省、山东省、河北省、河南省、江苏省、福建省、广东省、广西壮族自治区、贵州省、四川省等地区分布^[1]。据2018年国家统计局统计年鉴数据显示,我国花生种植面积约460.8万 hm^2 ,总产量约为1709.2万 t ^[2]。其中,河南省花生种植面积和产量均居国内首位,种植面积约为115.19万 hm^2 ,占全国种植总面积的25%;产量约为529.8万 t ,占全国花生总产量的31%。其次是山东省,花生种植面积约为70.92万 hm^2 ,占全国种植总面积的15%;产量约为313.5万 t ,占全国花生总产量的18%。

我国花生种植区域范围较广,受土地、气候还有种植习惯等因素的影响,使得我国花生种植模式多样化。同时农民对花生种植机械需求迫切,市场上相继产出各种不同类型的花生播种机。

1.2 花生种植方式

合理的种植方式可以更好地利用光照、土壤肥力和方便田间机械作业与管理。

我国花生的主要种植方式有以下3种^[3-4]:(1)平作。即地面开穴或开沟播种,主要用于旱薄地和夏直播田地,均可适于平作。(2)垄作。在播种前整地后起垄或边起垄边播种,垄作有利于提高地温、减少昼夜温差,通风透光,易于排灌。(3)畦作。适用于降水量较多的地区,花生种植多采用高

收稿日期:2019-08-23

基金项目:山东省农机装备研发创新计划(编号:2018YF008-02)。

作者简介:陈付东(1993—),男,山东济南人,硕士研究生,主要从事播种机械研究。E-mail:1948365535@qq.com。

通信作者:江景涛,教授,硕士生导师,主要从事现代农业装备领域的教学和科研工作。E-mail:jjtao_2518@163.com。

畦种植,在我国长江以南地区普遍采用高畦种植。

按播种时间分,我国花生栽培方式可分为以下 4 种^[5]:(1)春播。分为裸地春播和地膜春播,裸地春播一般在 4 月下旬或 5 月上旬,地膜春播一般在 5 月中旬^[6]。(2)夏播。北方在小麦等前茬作物收获后进行播种,南方在油菜等作物收获后进行播种,减少了前茬作物的限制。(3)秋播。在南方最为常见,播种是在水稻等前茬作物收获后进行,8 月播种,12 月收获。(4)冬播。在海南岛和云南等地最为常见,播种一般是在 11 月^[3]。

2 花生种植机械的发展现状及机器特点

2.1 发展现状

花生种植机械的发展经历了由简单机具到联合作业机具的多个阶段^[7]。随着我国花生种植面积的不增长,对生产装备技术水平的需求日益增加。播种是花生生产较为重要的环节,人工播种强度大,且效率低;而机械播种可以实现合理密植,保证全苗,与人工播种相比,工作效率高^[8]。目前,花生播种机可同时完成起垄、施肥、播种、喷药、覆膜、覆土等联合作业,实现这些功能的花生播种机在农业领域得到了广泛应用。目前市场上的花生播种机种类较多,联合作业播种机操作繁琐、可靠性差、通用性低,需要随时查看播种情况。因此,花生种植机械还需要进一步的优化和改进,全面提高整机作业效果。

2.2 典型机型特点

2.2.1 花生精量播种机 机器操作简单、性能稳定,下肥量、下种量和播种深度均可调节。

花生精播施肥一体机见图 1,该机配套 3 kW 汽油机带作业,其功能主要是完成施肥和播种。作业时,人工手扶机器,控制机器作业速度,通过开沟器进行施肥和播种。该机适用于山地、丘陵、梯田等小地域作业。该机作业效率 0.10~0.20 hm^2/h ;外形尺寸 1 200 mm×450 mm×800 mm;整机质量 50 kg。

2.2.2 花生覆膜播种机 机器进行先播种后覆膜作业,可以一次性完成筑垄、播种、覆土、喷药、展膜、压膜、膜上筑土等作业,其功能齐全,结构紧凑。

2.2.2.1 小型覆膜播种机 目前市场上开发的花生种植机械绝大部分属于小型、单垄或者双垄作业,能够完成播种和覆膜工作。

2BFD-2C 型多功能花生覆膜播种机见图 2^[9]。



图1 花生精播施肥一体机

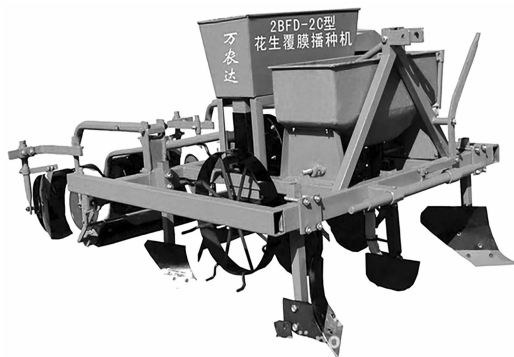


图2 2BFD-2C 型多功能花生覆膜播种机

该机配套小型拖拉机牵引作业,其功能主要是完成播种和覆膜。在作业过程中,由地轮驱动,链轮传动,将动力传递给排种、排肥装置,实现播种和施肥,覆土板将化肥、种子覆土盖妥,并将垄面刮平;然后喷药覆膜,由覆土盘完成膜上苗带覆土,完成播种。该机适应膜宽 800~900 mm;播种深度为 30~50 mm;播种行数 2 行;行距 270 mm;穴距可调 150~250 mm;播种量可调 13~18 kg;作业效率 0.20~0.35 hm^2/h ;外形尺寸 2 200 mm×1 150 mm×910 mm;整机质量 150 kg。除此之外,还有 2 垄 4 行花生联合作业播种机。

2.2.2.2 大型覆膜联合作业播种机 如多垄多行宽幅花生覆膜播种联合作业机,2BMF-4/8 型可折叠式花生智能化多功能复式播种联合作业机(图 3)。该机可以完成起垄、施肥、播种、喷药、滴灌带铺设、覆膜、膜上覆土、漏播监测等多道工序的联合作业^[10],其作业效率比现有机具提高 3 倍以上。2BMF-4/8 型可折叠式花生智能化多功能复式播种联合作业机还具有液压水平推动式平行四边形整体折叠功能,方便道路运输。2BMF-4/8 型可折叠式花生智能化多功能复式播种联合作业机的研发,标志着我国的花生播种机正式迈入联合化、大型化时代。



图3 2BMF-4/8 型可折叠式花生智能化多功能复式播种联合作业机

2.2.3 花生覆膜打孔播种机 机器进行先覆膜后播种作业,通过鸭嘴式穴播器实现膜上打孔播种,省去了后续的人工放苗作业。该类机型可以一次性完成开沟、施肥、覆膜、播种、镇压等工序的联合作业。

2.2.3.1 小型覆膜打孔播种机 如 2BMHF-2 型多功能花生覆膜播种机^[11](图 4)。该机配套 8.8 ~ 20.8 kW 的拖拉机牵引作业,其功能主要是完成膜上打孔播种。作业时,由地轮驱动排肥装置施肥,在覆土、覆膜后由鸭嘴式穴播器进行膜上打孔播种;再由覆土圆盘覆土压膜,镇压轮镇压,完成播种。该机适应膜宽 800 ~ 950 mm;播种深度为 30 ~ 50 mm;播种行数 2 行;行距可调 250 ~ 500 mm;穴距可调 170 ~ 350 mm;作业效率 0.26 ~ 0.40 hm²/h;外形尺寸 1 800 mm × 1 100 mm × 800 mm;整机质量 120 kg。

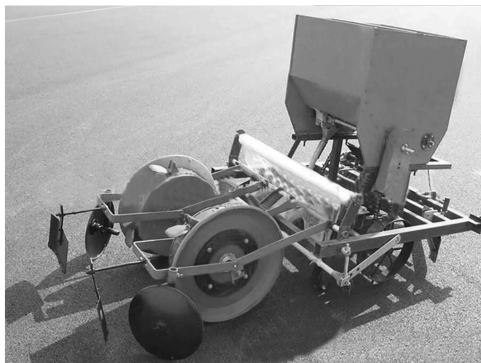


图4 2BMHF-2 型多功能花生覆膜播种机

2.2.3.2 多垄多行花生覆膜打孔播种机 如 2BMD-3/6 型花生膜上穴播机^[12](图 5)。该机配

套 60 kW 以上的拖拉机牵引作业,其功能主要是完成膜上打孔播种。作业时,拖拉机为电动下肥器和增压泵提供电力,开沟铲汇土成垄,培土铲将土压在地膜 2 侧;穴播轮带动内充种排种器转动,种子顺利导入排种管进入鸭嘴,鸭嘴压膜实现膜上打孔;同时在垄面的作用下打开鸭嘴,实现落种;后经覆土铲覆土,镇压轮镇压,完成播种。该机能完成起垄、施肥、喷药、滴灌带铺设、铺膜、覆土、膜上打孔播种等联合作业。该机播种深度为 30 ~ 50 mm;播种行数 6 行;行距 270 mm;穴距可调 180 ~ 220 mm;作业效率 0.4 ~ 0.6 hm²/h;外形尺寸 3 030 mm × 2 740 mm × 1 530 mm;整机质量 500 kg。

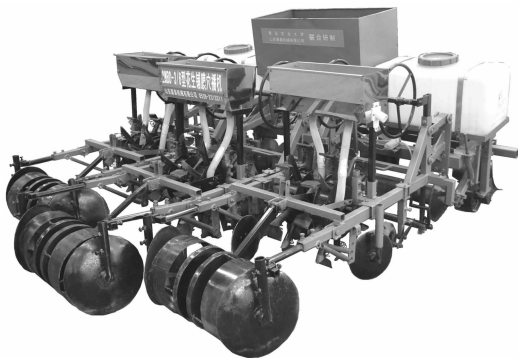


图5 2BMD-3/6 型花生膜上穴播机

2.2.4 花生免耕播种机 该类机型主要完成秸秆覆盖地的机械化免耕播种,可实现秸秆还田。能一次性完成灭茬、施肥、播种、喷药、镇压、均匀覆秸等联合作业,相对于传统的旋耕机、播种机的分段作业,省时省工。

如麦茬全秸秆覆盖地花生免耕播种机(图 6)。



图6 麦茬全秸秆覆盖地花生免耕播种机

该机配套 75 kW 以上的拖拉机牵引作业,其功能主要是完成灭茬和播种。作业时,拖拉机动力输出轴带动秸秆粉碎装置转动,调节秸秆分流可调装置,实现碎秸秆部分留田、部分收集,满足农艺要求;随后由播种机进行开沟、施肥、播种、覆土等作业,再由抛撒装置将播种后的土地表面均匀覆盖碎秸秆,完成免耕播种^[13]。该机作业幅宽 2 400 mm;播种深度可调 30 ~ 70 mm;播种行数 6 行;作业效率 0.53 ~ 0.67 hm²/h;长度可达 3 200 mm;整机质量 500 kg。该机在技术方面还待改进,同时增强对我国不同地域的适应性,可推广至不同类型产品的免耕技术和机械。

2.2.5 花生玉米间作播种机 该类机型主要完成花生和玉米的分机播种,可以一次性完成花生的起垄、开沟、施肥、喷药、覆膜、播种及膜上覆土等联合作业,还可以完成玉米的施肥和播种等作业。

花生玉米间作播种机(图 7)配套 60 kW 以上的拖拉机牵引作业,整机由中间的 2 垄 4 行花生播种机和分别位于 2 侧的 2 行玉米播种单体组成,其功能主要是完成花生和玉米的播种。作业时,中间花生播种机和 2 侧玉米播种单体分别作业,互不影响。该机播种花生适应膜宽 900 mm;播种深度可调 30 ~ 50 mm;播种行数 4 行;行距 220 ~ 250 mm;每穴 2 粒,播种玉米 4 行;行距 600 mm;株距 300 mm;整机作业效率 0.45 ~ 0.65 hm²/h;外形尺寸 5 000 mm × 4 100 mm × 1 050 mm;整机质量 800 kg。

2.2.6 气吸式花生播种机 该类机型采用的是气吸式花生排种器,可以有效地减少种子的损伤和破碎。



图7 花生玉米间作播种机

如 2MB-3/6 气吸精量花生铺膜播种机(图 8)。该机配套 60 kW 以上的拖拉机牵引作业,其功能主要是完成膜上打孔和气吸式花生精密播种。作业时,集土铲与筑土铲完成筑垄;肥料由开沟器将肥料埋入土中;在喷药、覆膜后由气吸式排种器的鸭嘴进行膜上打孔播种;再由覆土圆盘膜上覆土,镇压装置进行镇压。该机可以一次性完成花生的起垄、施肥、喷药、滴灌带铺设、覆膜、膜上打孔播种、膜上覆土及镇压等作业环节^[14],该机适应膜宽 900 mm;播种深度 50 mm;播种行数 6 行;行距 220 ~ 250 mm;穴距可调 100 ~ 200 mm;作业效率 0.40 ~ 0.60 hm²/h;外形尺寸 3 000 mm × 2 780 mm × 1 480 mm;整机质量 900 kg。

该气吸式花生排种器,外有滚筒、鸭嘴等结构,可实现花生膜上打孔播种,但其造价成本较高,相对技术还不是很成熟。

3 排种器

排种器是花生播种机的核心部件,其作业性能



图8 2MB-3/6 气吸精量花生铺膜播种机

的好坏将会直接影响花生的播种质量。根据其工作原理的不同,可以分为机械式和气力式 2 类。机械式花生排种器分为内充式、倾斜圆盘碟式、窝眼轮式、水平圆盘式等^[15];气力式花生排种器分为气吸式、气吹式和气压式^[16]。

3.1 内充式垂直圆盘排种器

内充式垂直圆盘排种器是在花生播种机上应用最多的排种器(图 9),该排种器制造成本低、结构简单、操作方便。排种器的工作过程可以分为充种、清种、护种和投种 4 个阶段,作业时,由地轮带动排种轮转动,转动 1 周为 1 个排种周期。种子通过进种口进入到排种器内腔,受重力和离心力的作用先进入排种轮上复式型孔的外孔,再逐渐进入复式型孔的内孔;在排种轮的转动下,种子逐渐升高到最高位置,多余的种子落入充种区;种窝内的种子在护种板的作用下顺利转到投种区;受重力和离心力的作用,完成投种。

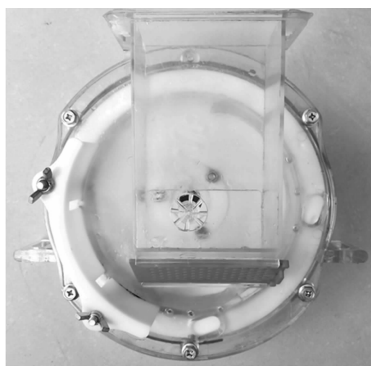


图9 内充式垂直圆盘排种器

内充式垂直圆盘排种器作业速度低、伤种、漏播和重播等问题严重制约了花生播种机的作业效率和花生生产产量。孙玉涛等对内充式垂直圆盘排种器作业性能进行了试验,确定了排种器性能最优时的参数值^[17];杨玉国等设计了 1 种斜槽底复式型孔结构的花生排种器,有效地减少了种子在充种、清种、护种和投种阶段的摩擦损伤^[18];陈欣等针

对花生排种器的型孔结构进行了优化设计与试验,通过一种调整片来调节种窝尺寸的大小,从而控制排种器的排种量,提高排种器对种子尺寸的适应性^[19]。

3.2 气吸式花生排种器

气吸式花生排种器是应用较多的一种,但由于成本较高,相对技术还不是很成熟,气吸式花生播种机难以在市场上推广应用。吕小莲等设计了气吸式花生精量穴播器(图 10),并进行了试验,获取了最佳排种性能参数^[20];何亚豪等对气力式花生精量排种器关键技术深入研究,设计了一种气力式花生精量排种器,增设了辅助夹持装置,提高携种稳定性^[16];张甜甜等在排种盘上增加了倾斜拨片和尾风管,可以有效减少花生种子的空穴率^[14]。以上试验研究为下一步气力式花生排种器的深入研究提供了理论依据和研究基础。

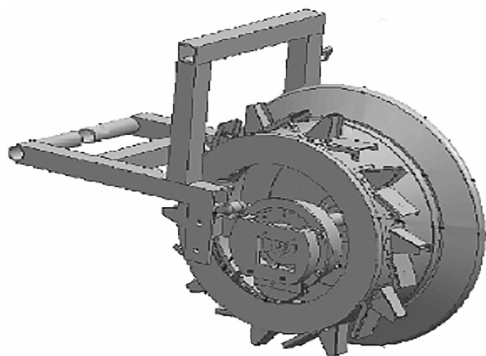


图10 气吸式花生精量穴播器

4 花生种植机械存在的问题及发展建议

随着我国花生种植机械的开发与推广应用,市场上花生播种机种类繁多,要针对现有的花生播种机存在的问题,在以后的发展中不断改进创新,不断完善,全面提高花生播种机的作业性能。

4.1 存在问题

(1)我国对花生种植机械的研究较晚,但发展迅速,市场上涌现了多种类型的花生播种机,却缺少相应的标准和规范。(2)我国花生种植面积较大,单一作业的机械很难满足播种需要,大型联合作业播种机成本相对较高,回本周期长,较难推广。(3)我国花生联合作业播种机可以完成花生种植的基本要求,但也存在诸多问题,整机适应性差,各个装置作业配合协调性低。(4)花生播种机排种器作业性能的好坏将会直接影响花生的生长质量,我国应用较多是机械式排种器,会对种子造成一定程度

的损伤。(5)在膜上打孔播种的关键技术还不够成熟,存在撕膜、穿膜等问题^[15]。(6)我国对花生播种机智能控制方面的研究较少,机器在作业过程中性能参数及机器状态不能及时反馈,影响对花生种植效果的判断和机器故障的诊断。

4.2 发展建议

(1)农业机具的设计制造中要融合农机农艺,从使用者的角度设计出价格合理、容易操作、性能优良的产品,切实满足农业生产的需要^[21]。(2)在花生主产区和大地块地区大力推广大型的联合作业种植机械,针对一些地块小、坡度大的产区,加强对小型花生播种机的研发,加大小型花生播种机在这些产区的应用推广^[7]。(3)整机各个装置的配合还不够完善,在装置结构功能、外形和材料方面做研究,简化整机,省去一些不必要的结构。有效的缩小整机尺寸,减轻整机质量。(4)花生播种机应用较多的是内充式垂直圆盘排种器,可以从型孔、结构和材质等方面加大分析计算。气力式花生排种器加工成本高,相对技术还不是很成熟,较难推广,还需进一步深入研究。(5)在膜上打孔播种的关键技术还需深入研究,对其鸭嘴的出入土角度和弹性装置进行参数计算和优化改进,多次试验,确定最佳参数和结构。(6)研发一套智能监测与故障诊断的设备系统,实时监测机器作业状态,并根据机器的故障及作业参数不达标的数据反馈,发出警报,及时进行调整和维修。

5 结论

农村农业的持续发展,离不开农业机械。通过对以上不同类型花生播种机的分析可以看出,我国花生种植机械已趋于正规化^[22]。农业装备的不断增加,作业水平的不断提高,社会化服务规模的不断扩大,加快了我国农业机械化的发展。随着我国花生种植机械化的不断发展,国家也相继出台了购买花生播种机补贴的优惠政策,这充分调动了农民购买花生播种机的积极性,同时加大了市场需求。

随着花生种植机械的迅速发展,我们必须了解国内外花生种植机械的新动态,掌握花生种植机械发展的趋势,充分把握花生种植机械化发展的方向。借鉴国外先进的技术经验,向联合化、大型化、高效化、智能化方向发展。结合我国现有的政策与情况,以市场为导向,研制符合我国特色的花生播种机,不断完善花生种植机械,加快我国花生种植

机械化的发展。全面提高花生种植效率和播种质量,对增加花生产量、增加农民收入以及提高农产品的国际竞争力具有重要意义。

参考文献:

- [1]高晓玲,何应森,徐晓燕. 激光与增强的紫外-B 辐射对花生幼苗光合作用的影响[J]. 贵州农业科学,2013,41(7):36-38.
- [2]国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2018.
- [3]我国花生主产区主要种植模式简介[J]. 农业开发与装备,2012(4):3-5.
- [4]胡志超,陈有庆,王海鸥,等. 我国花生田间机械化生产技术路线[J]. 中国农机化,2011(4):32-37.
- [5]陈有庆,王海鸥,彭宝良,等. 我国花生主产区种植模式概况[J]. 中国农机化,2011(6):66-69.
- [6]王喜恩,南飞飞,卢泽民,等. 河南省花生种植和收获模式研究[J]. 中国农机化学报,2016,37(8):239-241.
- [7]顾峰玮,胡志超,田立佳,等. 我国花生机械化播种概况与发展思路[J]. 江苏农业科学,2010(3):462-464.
- [8]刘仕昌,陈鹏,徐平. 小型畜力花生播种机的设计[J]. 中国农机化学报,2013,34(2):191-194.
- [9]赵建亮,尚书旗,华伟,等. 2BFD-2C 型花生覆膜播种机的设计[J]. 农机化研究,2013,35(2):51-55.
- [10]青岛农业大学研发大型花生播种机获突破[J]. 农业装备与车辆工程,2016,54(1):28.
- [11]刘敏基,胡志超,陈有庆,等. 2 种花生播种机的结构介绍与作业性能对比试验[J]. 江苏农业科学,2012,40(3):367-369.
- [12]刘晓东,王东伟,何晓宁,等. 2BMD-3/6 型花生膜上穴播机的设计与试验[J]. 农机化研究,2019,41(7):90-94.
- [13]顾峰玮,胡志超,陈有庆,等. “洁区播种”思路下麦茬全秸秆覆盖地花生免耕播种机研制[J]. 农业工程学报,2016,32(20):15-23.
- [14]张甜甜,何晓宁,王延耀,等. 气吸式花生精密播种机的研究[J]. 农机化研究,2017,39(5):68-74.
- [15]刘昊,赵军,李维华,等. 国内花生机械化播种技术的研究现状[J]. 江苏农业科学,2019,47(4):5-10.
- [16]何亚豪. 气力式花生精量排种器关键技术研究[D]. 石河子:石河子大学,2016.
- [17]孙玉涛,田立忠,尚书旗,等. 花生播种机内侧充种式排种器的性能试验[J]. 农业工程学报,2012,28(增刊2):84-89.
- [18]杨玉国. 内充式花生排种器关键技术与结构创新研究[D]. 淄博:山东理工大学,2013.
- [19]陈欣,陈冠礼,王旭东. 花生排种器型孔结构的优化设计与试验[J]. 仲恺农业工程学院学报,2019,32(1):28-34.
- [20]吕小莲,胡志超,吕小荣,等. 气吸式花生精量穴播器取种性能的试验研究[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版),2015,36(1):83-86.
- [21]张建晓. 农机农艺相融合与农机化发展的探索[J]. 南方农机,2019,50(12):34.
- [22]高志政,彭孝东,林耿纯,等. 无人机撒播技术在农业中的应用综述[J]. 江苏农业科学,2019,47(6):24-30.