

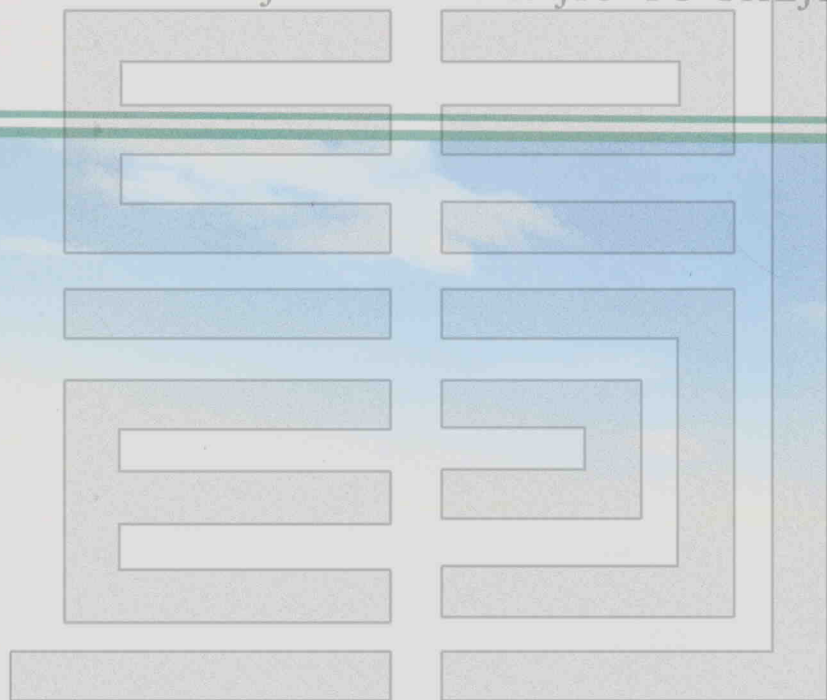


旱田地膜覆盖 精量播种机械的 研究与设计

陈学庚 胡斌 著

 新疆科学技术出版社

HANTIAN DIMO FUGAI JINGLIANG
BOZHONG JIXIE DE YANJIU YU SHEJI




旱田地膜覆盖精量播种机械的 研究与设计

陈学庚 胡 斌 著



新疆维吾尔自治区图书馆 XT0-1080578

 新疆科学技术出版社

116/18

图书在版编目(CIP)数据

旱地膜覆盖精量播种机械的研究与设计/陈学庚, 胡斌著.
—乌鲁木齐: 新疆科学技术出版社, 2010.10
ISBN 978-7-5466-0548-7

I. ①旱… II. ①陈… ②胡… III. ①旱地—塑料覆盖—播种机

IV. ①S223.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第214518号

出版发行 新疆科学技术出版社

地 址 乌鲁木齐市延安路255号

邮政编码 830049

电 话 (0991) 2870049 2888243 2866319 (Fax)

E-mail xkjcbhbs@sina.com

经 销 新华书店

印 刷 新疆新华华龙印务有限责任公司

版 次 2010年10月第1版

印 次 2010年10月第1次印刷

开 本 880 mm × 1 230 mm 1/32

印 张 8

插 页 6

字 数 210千字

定 价 28.00元

版权所有, 侵权必究

如有印装质量问题, 请与本社发行部联系调换

2BMS-6 铺膜播种机
(1983年通过农业部成果
鉴定,1984年国家重点新
产品)



2BMS-6 铺膜播种
机作业场景



2BMS-2 铺膜播种
机(与小四轮拖拉机配
套)





2BMS-2 铺膜播种
机作业场景



2BMS-6(A) 铺膜播
种机 (2BMS-6 换代产
品, 1988 年研制并大规
模推广)



2BMG-8 铺膜播种
机(可侧施种肥、铺膜、膜
上打孔半精量播种)

4膜8行机械式精量
铺膜播种机(1989年研
制并推广)



3膜18行高密度铺
膜播种机(2002年研
制并大规模推广)



5膜20行铺膜播种
机(适宜5行采棉机机
械采收铺膜播种作业,工
作幅宽7.6m)





3膜12行气吸式精量铺膜播种机(成果水平国际先进,2005年国家重点新产品。一次作业完成铺设滴灌管、铺膜、膜上打孔精量播种等8道作业程序)



3膜6行番茄施肥播种机(2006年国家重点新产品)



2膜16行气吸式精量铺膜播种机

3膜18行气吸式精
量铺膜播种机



2膜12行气吸式精
量铺膜播种机





3膜12行双膜覆盖
精量铺膜播种机(2008
年国家重点新产品)



2膜12行双膜覆盖
精量铺膜播种机

4膜8行气吸式施肥
精量铺膜播种机



2膜4行气吸式施肥
精量铺膜播种机





3膜12行施保水剂
铺管铺膜精量播种机



哈密瓜施厩肥专用
铺管铺膜精量播种机

序

“农业的根本出路在于机械化”，农业的发展呼唤新的农业技术革命，现代农业需要高新技术的支持。

精细农业作为现代农业发展的一个标志已经问世，并正在成为农业可持续发展的热门领域。精量播种是精细农业的首要技术，精量播种机械是实现精量播种的必要装备。随着精细农业技术的发展和农业产业结构的调整，精量播种机械受到了国内外的普遍重视，发展迅速。

新疆农垦科学院陈学庚研究员倾毕生之精力，集国内外农业高新技术之长，把机械化地膜覆盖栽培技术、精量播种技术和膜下滴灌技术进行科学的集成组装和优化，研制成功了铺膜铺管气吸式精量播种机，从而实现了地膜覆盖、灌水、施肥、播种的一体化、机械化、精确化和标准化；实现了提高农业资源利用率、降低成本、提高产品质量的目标。这次他又把毕生研究、开发和设计精量播种机的心得和体会撰写成专著出版，其中有许多创新性的应用理论和设计理念将有助于从事农机研究、设计和开发人员开拓创新思路。

相信本书的问世，将加快地膜覆盖栽培技术、精量播种技术和膜下滴灌技术在我国的研究、示范和推广，从而为发展我国质量型、效益型和节约型农业作出贡献。

中国工程院院士

罗锡文

2010年6月

前 言

作物播种机械的发展从条播、穴播、半精量播种到精量播种,经历了四个主要发展阶段。20世纪40年代开始,欧美等国就开始了精密播种技术的研究。20世纪90年代随着精细农业技术的发展和农业产业结构的调整,精量播种机械受到了国内外的普遍重视,使得精量播种技术有了更广阔的发展前景。精量播种技术是将确定数量的种子,按照确定的行距、粒距,播到确定深度的土壤中。其实质是使种子获得均匀一致的发芽环境,达到苗齐、苗全、苗壮,节约良种,减少用工,增加产量的目的。因而,被人们称之为种植技术的“优生优育”。

世界先进的播种技术是以精量播种为核心,以种行土壤加工、精确施肥等为配合而组装成的成套的技术。结构装备完善、工作性能良好、作业质量可靠的精量播种机械设备为这套先进播种技术提供了物质基础,使之应用于农业生产。因此,精量播种机已成为现代播种技术的标志,成为播种机的主要发展方向。

旱田地膜覆盖栽培精量播种技术把机械化地膜覆盖栽培技术、精量播种技术和膜下滴灌技术进行科学的集成组装和优化,用最新研制成功的精量铺膜铺管播种机,按照地膜覆盖栽培、膜下滴灌和精量播种的技术要求,将地膜、滴灌管和种子一次性地置入土壤中,通过一次作业同时完成铺膜、铺管、精量播种等任务,从而实现了地膜覆盖、灌水、施肥、播种的机械化、精确化和标准化。它是干旱半干旱地区最大限度地提高土地、水肥、种子的利用率,增加产量、节约成本的一项高新技术,具有显著的经济效益、社会效益和生态效益。

《旱田地膜覆盖精量播种机械的研究与设计》共分五章:第一章为概述,主要介绍了旱田地膜覆盖精量播种技术的概念及国内外旱田地膜覆盖栽培精量播种技术发展状况。第二章为旱田地膜覆盖半精量播种机,系统介绍了半精量播种机结构和原理以及滚筒式穴播器的理论分析和研究成果。第三章为气吸式铺管铺膜精量播种机,详细介绍了作者多年来研发铺膜铺管精量播种机的研究成果。从气吸式铺管铺膜精量播种机的理论,气吸滚筒式精量穴播器的独创设计,到气吸式棉花铺管铺膜精量播种机整体设计作了系统地阐述,并且对其系列产品双膜覆盖精量播种机、施肥精量铺膜播种机和特形种子铺膜精量播种机也作了介绍。第四章为机械式精量穴播器,介绍了夹持自锁式和型孔式精量穴播器的结构原理及工作过程。第五章为精量播种机械性能测定,介绍了膜上精量穴播标准和铺膜播种机械检测技术。

本书由新疆农垦科学院陈学庚研究员撰写完成,石河子大学胡斌教授参加了部分工作。

中国工程院院士罗锡文教授在百忙中抽出时间,对本书提出了宝贵的修改意见,并为本书撰写了序言。对此,我们表示衷心的感谢。

本书在著作过程中参考了国内外同行的相关论著中的观点和资料,谨在此表示深深的谢意。新疆生产建设兵团科技局、新疆农垦科学院以及新疆科学技术出版社为本书出版给予了大力支持和帮助,在此一并致谢。

由于作者水平有限,书中不妥和错误之处,恳请广大读者批评指正。

著 者

2010年6月于石河子

目 录

第一章 概 述	
第一节 旱田地膜覆盖栽培精量播种技术的概念	1
一、塑料薄膜地面覆盖栽培技术	1
二、膜下滴灌技术	3
三、精量播种技术	4
四、旱田地膜覆盖栽培精量播种技术	6
第二节 国内外旱田地膜覆盖栽培精量播种技术发展状况	7
一、国内外地膜覆盖栽培技术发展状况	7
二、国内外膜下滴灌技术发展状况	9
三、国内外精量播种技术发展现状	10
四、国内外铺管铺膜精量播种技术发展现状	14
第三节 地膜覆盖精量播种技术的发展方向及对策	17
一、地膜覆盖栽培技术的发展方向及对策	17
二、精量播种技术的发展方向及对策	19
三、地膜覆盖精量播种技术发展的对策	24
第四节 实施旱田覆盖栽培精量播种技术应具备的条件	25
一、旱田地膜覆盖栽培精量播种对种子的要求	25
二、旱田地膜覆盖栽培精量播种对土壤耕作质量的要求	26
三、旱田地膜覆盖栽培精量播种对施肥的要求	28
四、旱田地膜覆盖栽培精量播种对机具的要求	28

五、旱田地膜覆盖栽培精量播种对适播条件的要求	28
六、旱田地膜覆盖栽培精量播种对作业编组人员的要求	29

第二章 旱田地膜覆盖半精量播种机

第一节 半精量铺膜播种机结构及原理	31
一、主要结构及原理	33
二、性能特点	54
第二节 滚筒式穴播器的理论分析	55
一、滚筒式穴播器的结构与工作原理	55
二、工作中滚筒内种子群的运动情况	56
三、滚筒式穴播器额定转速的确定	56
四、种子在滚筒内取种区的确定	58
五、种子在滚筒内清种区的确定	59
六、结论	59
第三节 半精量播种机的使用调整	60
一、使用前对辅助物品及土地的要求	60
二、使用前对铺膜穴播机的主要准备	61
三、使用前对铺膜穴播机进行播种状态的调整	61
四、使用前对拖拉机的调整	65
五、使用中的注意事项	67
六、使用中的故障分析及排除	69
七、使用安全守则	70

第三章 气吸式铺管铺膜精量播种机

第一节 气吸滚筒式精量穴播器	72
一、结构及主要技术参数	72

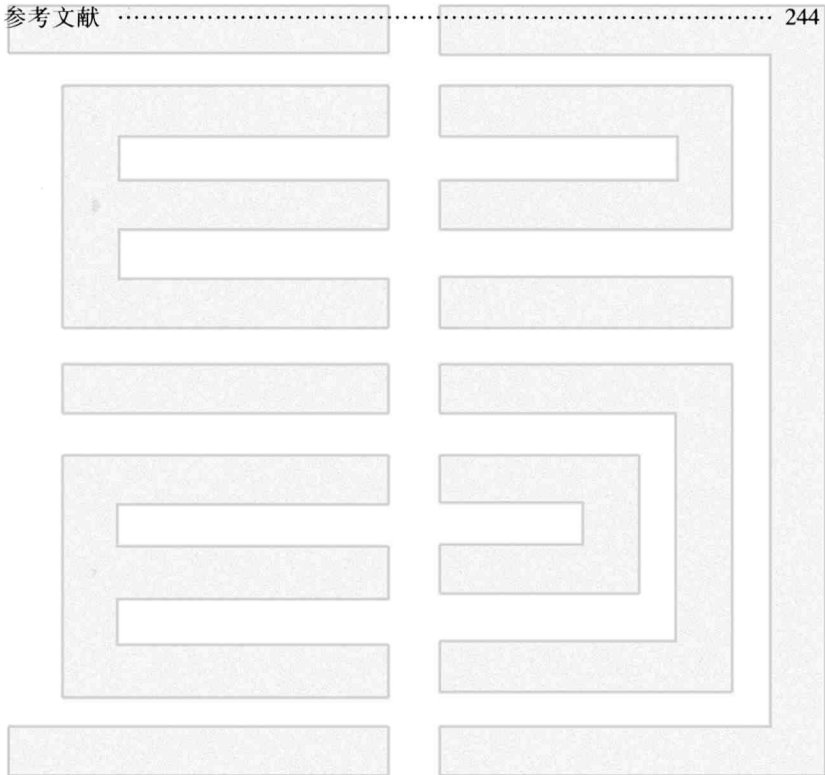
二、穴播器工作过程	76
三、主要零部件设计参数分析	76
四、气吸滚筒式穴播器性能试验	87
第二节 气吸式铺管铺膜精量播种机研究设计	93
一、气吸式铺管铺膜精量播种机工作过程	93
二、滴灌管田间布置研究设计	94
三、精量播种机整机结构及主要技术参数	106
四、主要工作部件的研究设计	110
第三节 提高铺管铺膜精量播种作业质量关键因素分析	134
一、提高铺滴灌管作业质量关键因素分析	134
二、提高铺膜作业质量因素分析	135
三、提高播种作业质量因素分析	137
第四节 气吸式铺管铺膜精量播种机性能试验与使用要求	139
一、气吸式铺管铺膜精量播种机性能特征	139
二、气吸式铺管铺膜精量播种机使用要求	142
三、铺管铺膜精量播种作业中的检查与注意事项	145
四、作业质量检查与验收	146
五、铺管铺膜精量播种作业安全技术要求	147
第五节 特种播种机的研究设计	148
一、双膜覆盖精量播种机的研究设计	148
二、施肥精量铺膜播种机	158
三、特形种子铺膜精量播种机	163

第四章 机械式精量穴播器

第一节 机械夹持式穴播器的结构设计与研究	167
一、结构及原理	168
二、穴播器核心部件主要参数的确定	170

三、穴播器工作过程分析	174
四、取种器动压板工作过程的仿真与结构优化	181
五、试验与结果分析	184
第二节 型孔式棉花精量排种器排种性能影响因素分析	193
一、型孔式棉花精量穴播器的结构原理及工作过程	193
二、影响型孔式棉花精量穴播器性能的因素分析	194
三、型孔式棉花精量穴播器的研究方法	199
第三节 棉花精量穴播器晃动频幅与充种性能的关系	201
一、棉花精量排种器虚拟样机模型的构建	202
二、结果与分析	205
第五章 铺膜播种机械的性能试验与测定	
第一节 试验检测条件和准备	210
一、试验用样机的抽取	210
二、试验地及环境要求与选择	210
三、试验用种子的要求与特性测定	211
第二节 性能试验与检测	212
一、种子破损率的测定	212
二、播种(施肥)深度合格率和种肥距离合格率的测定	212
三、膜孔全覆土率、穴距合格率、孔穴错位率、穴粒数 合格率和空穴率测定	213
四、采光面展平度、采光面机械破损程度和飘籽率的测定	214
五、膜边覆土厚度合格率和膜边覆土宽度合格率测定	215
六、采光面宽度合格率测定	216
七、地膜、滴灌管(带)纵向拉伸率测定	216
第三节 可靠性试验	217
一、可靠性试验方法	217

二、故障统计判定原则	217
三、故障频次	218
四、可靠性指标计算	218
附录一 GB/T6973-2005《单粒(精密)播种机试验方法》	220
附录二 新疆生产建设兵团铺膜铺管精量穴播作业技术规程	238
参考文献	244



第一章 概述

第一节 旱田地膜覆盖栽培 精量播种技术的概念

20 世纪末期,世界科学技术发展迅猛,随着生物技术、信息技术、新材料技术等一大批新技术、新成果的出现和应用,农业科技的发展也进入突飞猛进的阶段。地膜覆盖栽培技术、膜下滴灌技术、精量播种技术等一批新技术相继在农业生产中推广应用,极大地推动了传统农业的变革,促进了农业生产的发展。旱田地膜覆盖精量播种技术就是在这些新技术、新成果的基础上经组装、集成、优化而创新的一项新技术。它的出现使传统种植业又掀起了一场新的革命。本书将集中阐述旱田地膜覆盖精量播种技术与装备。

一、塑料薄膜地面覆盖栽培技术

塑料薄膜地面覆盖栽培技术简称地膜覆盖栽培,是指在地面上盖一层地膜后再栽培作物或是先将作物种子播入土壤内再在地面上盖一层地膜的种植方式。地膜可分为透明膜、黑色膜、绿色膜、银灰膜、蓝色膜、黑白双色膜和银黑双色膜等多种。各种地膜有不同的用途,如黑色膜和绿色膜有抑制杂草生长的作用,银色膜有避蚜的作用。目前应用较普遍的为厚度 0.008 ~ 0.12 mm 的透明膜,但

也有应用厚 0.12 ~ 0.2 mm 的加厚透明膜。地膜覆盖栽培具有以下作用和效果：

(1) 提高地温。在我国北方和其他高寒地区,采用地膜覆盖后,因地膜与地面之间形成微小空间,产生温室效应,能减少土壤中热量向大气中扩散,可使表土层的土壤温度提高 3 ~ 6 ℃,从而可增加作物生长期的积温,促苗早发,促进作物根系生长,延长作物生长期。据对棉花地膜覆盖栽培的研究表明,窄膜或宽膜覆盖分别使生育前期(4月下旬~6月底)棉田土壤积温增加 105 ℃ 和 195 ℃,土层温度提高 0.7 ~ 3.2 ℃,但这种热效应随生育后期的到来而减弱。

(2) 保持水分。地面覆盖塑料薄膜后,由于气密性强,可以有效地防止土壤水分蒸发,并能促使耕层以下的水分向耕层转移,可增加耕层土壤水分 1% ~ 4%,有利于保持土壤水分,使土壤墒情好。实践证明,在干旱地区覆盖地膜后,农作物全生长期每公顷地可节约用水 1 950 m³ 左右。

(3) 提高肥效。进行地膜覆盖后,土壤温度最高可达 40 ℃ 以上,土壤中有益微生物活动旺盛,可以加快土壤有机质转化分解过程,使肥料速效化,提高养分含量,达到提高肥料利用率,节省肥料的目的。据测定,地膜小麦土壤养分比对照增加,其中有机质增加 26%,全氮增加 0.014%,有效磷增加 16.1 mg/kg。

(4) 防除杂草。采用地膜覆盖,可有效控制地膜下杂草的生长,减少除草次数,节省人力、物力,同时还减少了农作物虫害。

(5) 改善光照。地膜覆盖后,可增加地面的反射光和散射光,有利于改善地面叶片的光照条件,提高光合作用强度,为农作物早熟、高产、优质创造条件。

(6) 改善土壤理化性状,促进作物生长。地膜覆盖后,由于保墒增温,能保持土壤表面不板结,膜下土壤孔隙度增大,土壤疏松,土壤容重降低,通透性增强,有利于根系发育促进作物生长发育。

(7)大幅度提高作物的产量。地膜覆盖技术由于有增温、保墒、调节水分等效果,可以大幅度提高作物的经济产量,即使在作物受干旱和早霜冻的情况下,仍可获得较好的产量。

二、膜下滴灌技术

膜下滴灌技术是将滴灌技术与覆膜栽培两项技术相结合的一项新的农业节水技术。膜下滴灌技术把滴灌管铺设于地膜下,通过滴灌枢纽系统将水、肥、农药等混合,按照作物不同生育期的生长需要,借助管道系统均匀、定时、定量地浸润作物根系发育区域给作物及时地提供水分和营养。它是一种高效节水增产的农业新技术。

滴灌技术和地膜栽培技术的有机结合,充分发挥了这两项技术的节水、增产、增效的优势,为干旱、半干旱地区发展高产、高效、优质和节能农业创出了一条新路,被誉为20世纪农业生产上的一次革命。

棉花膜下滴灌增产机理:

(1)覆膜种植,前期有明显的增温作用,与不铺膜的大田相比,日平均温度提高 $0.7 \sim 3.2$ ℃,有利于棉花早出苗、出全苗。据大田观测,膜下滴灌较常规灌提早出苗2~3天,出苗率高达95%。

(2)采用滴灌后,由于膜内滴度均匀,滴水量人为控制,土壤总含水量较常规灌低,增温快,通透性强,出苗整齐,速度快,健壮,同淹灌相比保苗株数提高 $15\ 000 \sim 37\ 500$ 株/ hm^2 。同时,滴灌棉田属无埂渠农田,可节地5%~7%,增加收获株数 $15\ 000$ 株/ hm^2 左右。

(3)根部土壤结构疏松,形成良好的水、肥、气、热小气候,为作物生长创造了有利条件。

(4)播期相同时,滴灌棉田与常规灌棉田在出苗至现蕾期长势差别不大。但在现蕾至开花期长势差别明显,滴灌棉花株高日增量为 1.4 cm,而常规棉田日增量为 0.86 cm。其原因是滴灌棉田从6

月中旬开始滴水,而常规棉田需要揭膜、开沟及打埂,比滴灌晚6~8天灌水。在开花至吐絮期,由于常规灌水方法水量难以掌握,使棉田生长较快而不稳健,引起脱花脱铃,空果枝率高。而滴灌水量控制较好,棉田稳健生长,叶色深绿,无旺长、早衰和脱肥现象,蕾、铃较常规灌明显增多,果枝成铃率高。

(5)滴灌减少了因深层渗漏而带走的养分损失,同时采取将化肥及棉花专用肥溶解于水后随水滴入棉田,提高肥料利用率15%左右,比常规灌少施化肥120~150 kg/hm²。

(6)利用膜上点播膜下滴灌技术,可有效减轻风灾损失。每年4月,新疆经常遭受大风袭击,田间棉苗损失较为严重。采用膜上精量点播和膜下滴灌相结合,既节约大量的人力、物力,又提高了出苗率。

(7)采用滴灌后,土壤通透好,温度上升快,立枯病发生少,枯黄萎病的发病率降低。常规灌水时,病虫害将随地面水的流动而迅速传播,膜下滴灌通过低压管道输入,由毛管直接将水和溶解后的肥料送到根区土壤,不会因水的流动传播病虫害。

(8)滴灌棉田地面没有积水层存在,可有效地减少烂铃。根据滴灌试验调查,滴灌棉田烂铃率为零,而常规灌达1.3%~3.8%。

(9)膜下滴灌有很好的洗盐压碱作用。在滴水补墒的同时使水分纵横向运动增强,在湿润区内淡化了土壤盐分,为棉株根系创造了一个低盐环境,有利于棉株生长,获取高产。

三、精量播种技术

精量播种技术是将确定数量的种子,按照确定的行距和粒距,播到确定深度的土壤中,同时在种子上覆盖适量的湿土,并进行适度镇压。它可以是单粒精播,也可以是多粒播成一穴,但要求每穴粒数相等。精量播种的实质是使种子获得均匀一致的发芽环境,达

到苗齐、苗全和苗壮,节约良种,减少用工,增加产量的目的。因而,被人们称之为种植技术的“优生优育”。

精量播种技术的发展过程可以分为两个阶段,即定量穴播阶段和单粒点播阶段。

定量穴播最早应用于玉米、棉花等作物。它比条播节约种子,节省间苗用工。在植保技术和种子精选加工技术尚不完善的时候,定量穴播有利于田间保苗。

单粒点播,随着科学技术的发展,优良种子和精选技术逐步普及,加之现代植保技术和灌溉技术的推广应用,使种子田间出苗率和保苗率得到保证,单粒精密播种技术便迅速发展起来。根据生产实践的需要,产生了小粒距条播,又叫半精量点播。即按照定植株距的一半进行播种,待出苗后再进行简易间苗即可得到理想的密度。如果中间有缺苗,可采取前后借苗的办法来弥补。在种植麦类、水稻、棉花等作物中精密播种得到了推广应用,一般采用精量条播或精少量播种。

精量播种具有“三省、一壮、增产”的优点。即:省优种、省工、省种子田;苗全苗壮;增加单产。

(1)省种。传统播种方式种植玉米,每公顷播量为45~60 kg,精量播种播量仅用22.5~30 kg,每公顷可节省种子15~30 kg。棉花用传统的穴播机播种,每穴粒数一般在2~5粒,每公顷用种60~90 kg,精量播种每穴1粒,仅需27~30 kg,省种15~60 kg。播油菜每公顷省种12 kg。

(2)省间苗工。采用精量播种机种玉米、高粱和棉花,每公顷可节约间苗工分别为7.5、12和15个。

(3)省种子田。采用精量播种,可以节约大量优种。如新疆生产建设兵团已推广棉花精量播种面积40万公顷。按每公顷节约优质良种45 kg计算,就可以节约优种1 800万千克,每公顷种子田按

单产 1 500 kg 计算,可节省种子田 1.2 万公顷。

(4)苗全、苗壮。精量播种的植株群体均匀合理,不争水争肥,光合作用好,叶面肥大,根系发达,有利于小苗的生长发育,保证了苗全和苗壮。

(5)增加产量。精量播种优化了群体密度,个体长势得到充分的发挥。在整个生长期中,每棵植株都有最佳的营养面积和空间,能够最大限度地进行光合作用。提高了成穗率、穗粒数和千粒重,产量明显增加。据测定:玉米可增产 5% ~ 10% 以上,高粱可增产 2% ~ 3%,棉花可增产 3% ~ 6%,油葵可增产 5% ~ 7%。

四、旱田地膜覆盖栽培精量播种技术

旱田地膜覆盖栽培精量播种技术把机械化地膜覆盖栽培技术、精量播种技术和膜下滴灌技术进行科学的集成组装和优化,用最新研制成功的精量铺膜铺管播种机,按照地膜覆盖栽培、膜下滴灌和精量播种的技术要求,将地膜、滴灌管和种子一次性地置入土壤中,通过一次作业同时完成铺膜、铺管、精量播种等任务,从而实现了地膜覆盖、灌水、施肥、播种的机械化、精确化和标准化,是近代农业技术上的又一次革命。

旱田地膜覆盖栽培精量播种技术除了具有地膜覆盖栽培、膜下滴灌和精量播种的优点外,还具有以下特点:

(1)大幅度节水。由于膜下滴灌技术的应用,可以比常规灌溉农业节水 50% 左右,促进农业节水技术的推广应用。

(2)大幅度提高生产效率,降低成本。以播种棉花为例,与常规机具相比:每公顷省种 52.5 kg,增产籽棉 180 ~ 270 kg,减少人工费 375 元,每公顷增收节支约 1 785 元。

第二节 国内外旱田地膜覆盖栽培 精量播种技术发展状况

一、国内外地膜覆盖栽培技术发展状况

20 世纪中叶,随着塑料工业的发展,尤其是农用塑料薄膜的出现,一些工业发达国家利用塑料薄膜覆盖地面,进行蔬菜和其他作物的生产均获得良好效果。日本最早从 1948 年开始研究利用,1955 年首先应用于草莓覆盖膜生产,并进行推广,1965 年正式开展了研究工作,到 1977 年日本全国 120 万公顷的旱田作物(包括蔬菜),地膜覆盖面积已超过 20 万公顷,占旱地作物栽培面积的 16%。保护地内地膜覆盖的面积占 93%。日本地膜覆盖栽培多用在产值高、效益大的蔬菜及其他经济作物上。1961 年法国开始在其本国的东南部试用薄膜覆盖栽培瓜类作物。意大利于 1965 年对蔬菜、草莓、咖啡及烟草等主要作物进行地膜覆盖栽培。美国于 20 世纪 50 年代初期在夏威夷首先应用地膜覆盖,1963 年开始在亚利桑那州用覆膜机进行棉花黑膜地面覆盖栽培,覆膜机能连续进行铺膜和播种两项作业,提前两周播种,棉花增产显著。苏联主要在低温干旱季节进行薄膜地面覆盖栽培,用以提高地温,减少土地蒸发。

我国于 20 世纪 70 年代初期利用废旧薄膜进行小面积的平畦覆盖,种植蔬菜、棉花等作物。1978 年进行试验,1979 年开始在华北、东北、西北及长江流域一些地区进行试验、示范和推广。80 年代逐步从多点试验进入大面积推广阶段。此后,全国地膜栽培面积迅速扩大。随即生产出厚度为 0.012 ~ 0.2 mm 的聚乙烯薄膜,为发展地

面覆盖薄膜创造了条件。由于薄膜覆盖栽培生产的效果显著,薄膜覆盖栽培生产技术迅速遍及全国,并简称为地膜覆盖。目前,不但应用于蔬菜栽培,也相继用于大田作物、果树、林业、花卉及经济作物的生产。群众称它为“不推自广”的技术措施。在我国北方旱区应用地膜覆盖栽培技术具有抗旱保墒效果,很受生产者欢迎。

在基础理论研究方面,我国科技人员对覆盖效应及其对作物发育的影响等问题进行了深入的研究和探讨,得出地膜覆盖使每个生长季节增加有效积温 $200 \sim 300 \text{ }^{\circ}\text{C}$,提早 $5 \sim 7$ 天满足作物对热量的需求,使作物适宜栽培的纬度提高 $2^{\circ} \sim 5^{\circ}$,即向北推进约 500 km ,为我国作物的布局调整和国土资源的合理利用提供了新的依据。

目前,我国已成为世界上农膜生产和使用量最多的国家。据统计,我国地膜年产量达 $6 \times 10^8 \text{ kg}$ 左右,累积推广面积达 $5 \times 10^7 \text{ hm}^2$,是其他所有国家总和的 1.6 倍。地膜覆盖栽培在全国范围广泛推广应用,覆盖作物涵盖了蔬菜、水果、粮食作物、经济作物、花草、树苗等 60 多种。粮食作物地膜覆盖栽培普遍增产 30% 左右,经济作物增产达 20% ~ 60%。

地膜覆盖栽培作业技术要求高,劳动强度大,只有实现机械化作业才能大面积推广。因此,从一定意义上讲,地膜覆盖机械化技术是这项增产技术推广成功的关键。经过几十年的开发,地膜覆盖栽培机械化技术已由单项技术发展为综合配套技术,由只用于少数作物扩展到多种经济、粮食作物,已初步形成以地膜覆盖播种机械化技术为中心,以良种精选、深耕深松、化肥深施、精细整地、地膜覆盖、精量播种、废膜回收机械化技术为主要内容的高产栽培机械化组合配套技术体系,具有十分突出的特色。

新疆生产建设兵团于 1981 年在全国率先大面积推广应用地膜植棉技术,1978 ~ 2008 年,兵团地膜植棉面积由 4.17 万公顷增加到 56 万公顷,皮棉单产由每公顷 465 kg 提高到 2 325 kg,总产皮棉由

1.9×10^7 kg 增加到 1.31×10^9 kg,使兵团棉花单产水平多年居全国首位,并使我国棉花栽培首次进入世界先进植棉国家行列。

二、国内外膜下滴灌技术发展状况

国外只有单项的地膜覆盖技术和滴灌技术,未见有将这两项技术结合并用于大规模农业生产的报导。将地膜覆盖技术和滴灌技术科学地结合起来,使原来只应用在温室大棚中的滴灌技术走向大田,形成了可应用于大田农作物栽培的膜下滴灌技术,这是我国的一项发明创造,也是新疆生产建设兵团的一项创新。

从 1995 年开始,新疆生产建设兵团针对新疆干旱地区的气候特点,将地膜覆盖技术和滴灌技术结合起来,开展了应用于棉花的膜下滴灌栽培试验。经过几年生产实践和研究显示,与地面漫灌相比,膜下滴灌技术具有省水、省肥、增产、省工等优点。在膜下滴灌条件下,作物保苗数多、发育速度快、干物质积累多。同时又可改善作物品质,具有显著的经济效益、生态效益和社会效益。膜下滴灌可以给棉花生长提供适宜的水、气、热环境,可使棉花生育期提前 5~10 天,比地面灌增产约 14%,同时显著改善了皮棉的品质。膜下滴灌灌溉定额比沟灌减少 $3\ 510\ \text{m}^3/\text{hm}^2$,平均节水率为 40%,水产比比沟灌提高 159.7%,节水增产效果十分明显。

为了建立干旱区棉花膜下滴灌高产栽培技术体系,从 1998 年起,新疆生产建设兵团又组织新疆农垦科学院、石河子大学、兵团农八师和农一师等单位 80 多位科技人员,进行了“干旱区棉花膜下滴灌综合配套技术与示范”课题的多学科协作攻关,取得干旱区棉花膜下滴灌配套技术成果。1999 年开始以新疆兵团农八师为中心在全兵团大面积推广膜下滴灌技术,2000 年滴灌面积达到 1.665 万公顷,2002 年增加到 11.335 万公顷。“十五”期间,新疆兵团又启动了 26.67 万公顷节水灌溉工程建设项目。截至 2009 年,新疆生产

建设兵团大田膜下滴灌总面积为 58.67 万公顷,而且应用范围也扩大到番茄、小麦、瓜果等作物,使我国成为世界上农田大规模膜下滴灌技术应用面积最大的国家。

通过多年试验研究和生产示范,证明该技术对水的利用率达到 90% 以上,比常规沟、畦灌可节水 50% 以上。棉花高产田可增产 10% ~ 20%;中产田可增产 20% ~ 30%;低产田可增产 40% ~ 50%。肥料利用率可提高 15 个百分点以上。同时,还具有节地、省工、节省机力等作用。按照目前设备材料价格,每公顷净效益可增加 1 200 元左右。

新疆生产建设兵团在节水灌溉和农业技术方面所发明的膜下滴灌技术,彻底改变了农业的传统生产方式,大幅度地提高了农业生产的效益,带给中国农业乃至世界农业的将是一次历史性的变革。其意义也绝不仅仅在于节水本身,随着这项技术在更大范围的推进,它所引发的必将是中国农业由传统农业迈向现代农业的一次具有深远意义的革命。

三、国内外精量播种技术发展现状

随着精细农业技术的发展和农业产业结构的调整,精量播种机械受到了国内外的普遍重视,使得精量播种技术有了更广阔的发展前景。因此,精量播种机已成为现代播种技术的标志,成为播种机的主要发展方向。世界先进的精密播种技术是以精量播种为核心,以种行土壤加工、精确施肥等技术为配合组装而成的配套技术。结构装备完善、工作性能良好、作业质量可靠的精量播种机械设备为这套先进播种技术提供了物质基础,使之应用于农业生产。

国外精密播种技术的研究从 20 世纪 40 年代就已开始,目前在欧美等国,精密播种已相当普及,主要农作物的精量播种技术已经成熟,配套技术措施也非常完善,播种已基本实现精密化,并在玉

米、大豆、棉花、高粱、甜菜等中耕作物的精密播种中得到了广泛使用。如美国的 John Deere700 型精播机播种玉米时,在保证播种合格率的前提下,播种速度能够达到 10 ~ 12 km/h,播种效率已大为提高,从而大大降低了生产成本,使其粮食商品在国际上具有强大价格优势。

国外精密排种器研究也始于 20 世纪 40 年代,目前技术已相当完善。现在,国外生产和使用的精密排种器主要分为两大类:一是机械式精密排种器,主要有窝眼轮式、垂直圆盘式、水平圆盘式、倾斜圆盘式、指夹式等;二是气力式精密排种器,主要有气吸式、气吹式等 2 种。目前,在欧美等西方国家已广泛使用气力式精密播种机械,其中气流一阶分配式、集排式排种系统已大量应用在谷物条播机上。同时,新的排种理论也相继应用到播种机械中,如荷兰 VISSER 公司、美国 BLACKMORE 公司的针式(又称吸嘴式)精密播种机、美国文图尔公司的齿盘式精密播种机等。

为了满足本国经济发展的要求,尽快提高精量播种机的作业速度,近十年来,欧、美国家着重对气力式精量排种器进行研究,主要为气吸、气吹式播种机,播种速度已由 20 世纪 90 年代初的 6 ~ 8 km/h 提高到现在的 10 ~ 12 km/h,并能适合多种作物的播种要求。如法国的纽玛西姆精密排种器,其主要工作部件是一个垂直、带有吸孔的排种盘。盘正面是种子室,背面有真空室,与风机吸风口相连,使种子室产生负压。

在精量播种机具方面,国外先进的精量播种机达到了相当完善的水平,精密播种机上除了设有完善的整地、施肥、喷药、覆土及镇压装置外,液压技术及电子技术也广泛应用在播种机上。不仅一次可高速高效地完成播种前前后后的一系列相关作业,而且还将电子计算机等智能化技术移植应用于精量播种机监视和控制播种质量等方面。另外,为了解决形状不规则、质量轻的蔬菜种子的播种问

题,国外正在利用一些新的播种原理,如日本提出的静电播种,英国提出的液体播种等。

随着各学科之间的融合,精密播种越来越显示出其独特的魅力。液压技术、电子技术以及 GPS、FOG 的应用,使精量播种机的自动化、智能化成为现实。事实上,对精量播种机的智能化研究已成为该领域的又一个热点。国外发达国家的气力精密播种机已开始采用卫星定位系统、地理信息系统、专家智能系统和遥感技术相融合的农业高新技术,可根据地力变化实施变量播种,就是要求播种机械要根据小区的土壤湿度、肥力等因素进行播种深度、播种距离和播种量的调整。针对土壤湿度经常变化的问题,在播种机上装配了能实时测定土壤湿度的传感器,然后根据小区土壤湿度的高低,实时调整种子的播种深度以提高发芽率;或根据电子处方图的信号按小区实施播种距离和播种量的调整。美国依阿华州生产的“ACCC—PLANT”可编程的播种机控制系统,可附加在各类播种机上,它由液力传动系统、微处理器和雷达测量地速传感器组成。液力传动系统利用拖拉机上的定量泵驱动液力马达,液力马达的转速可由步进电机控制,它的输出轴通过链条传动与播种机的播种量计量轴相连接,通过步进电机控制液力马达的转速,便可调整播种量。有些机械还附有撒施肥料、杀虫剂和除草剂的微施装置,由于这些机构的驱动轴与播种机的计量机构连接在一起,其撒施量可以随播种量变化的大小同时进行调整。

虽然国外在精量播种技术方面已经非常成熟,但基本都是条播机。欧美发达国家也有采用地膜覆盖栽培种植模式的,但面积很小。日本地膜覆盖栽培使用的较为广泛,使用的时间也比较早,主要用在蔬菜种植方面,使用的机械都是单一铺膜机,不具备膜上打孔精量播种功能。西德费茨公司(FAHSE)曾研究出气动万能铺膜点播机,主要用于玉米地膜覆盖栽培,我国西安农业机械厂在 20 世

纪80年代初期曾引进一台做试验,发现了该机设计及制造中所存在的一些问题。例如:鸭嘴式膜上打孔点播机构使用可靠性差。试验后期,4行48个鸭嘴有9个鸭嘴严重堵塞,占18.75%。轻度堵土6个,占12.5%。活动鸭嘴张开后卡死5个,占10.42%,活动鸭嘴回位弹簧断落1个,占2.1%。即在试验后期播种作业中,可能有33.77%的穴内无种。该机没有播前整形装置,不具备铺管、膜孔覆土功能,不能适应大面积推广的铺膜精量播种技术要求。

国内精密播种技术研究和开发始于20世纪70年代初,虽然起步较晚,但研究开发的速度很快。迄今为止,我国学者几乎涉猎了世界上所有的排种器形式,如外槽轮式排种器、离心式排种器、内侧囊种式排种器、水平圆盘式排种器、气吸式、气压式、气吹式排种器等。而具有我国独创特色的窝眼轮式排种器、纹盘式排种器、锥盘式精密排种器获得了大量应用。在气吸式排种器方面,我国学者做了深入的研究,如中国农业大学封俊、梁素钰提出的新型组合吸孔式小麦精密排种器,大大提高了小麦单粒播种精度。在过去认为难以实现精密排种的振动式排种方面,中国农业大学邵耀坚、李志伟研制的电磁振动式水稻穴盘精量播种机,穴播量1~3粒的合格率达到90%以上;还有吉林工业大学李成华博士后研制的倾斜圆盘勺式排种器也取得了成功。被称为我国在机械式精密排种器研制方面的一次重大突破的内侧囊种垂直圆盘式排种器,排种频率为22.1次/s,株距合格率达90%。由此可见,我国在精密播种技术上的研究方面可以说是方兴未艾,新式精密排种器不断出现。从事开发和生产的单位及科技人员立足国情,结合生产实际,开发生产了一批适用的机型,并在主攻精量播种机的同时,研制投产了一批从降低播量向精播靠拢的半精量播种机,形成了独具特色的精量半精量播种机械化技术。

四、国内外铺管铺膜精量播种技术发展现状

铺管铺膜精量播种技术是我国近年来将膜下滴灌技术、地膜覆盖栽培技术、精量播种技术集成组装而发展起来的一项新技术。铺管铺膜精量播种机是为适应铺管铺膜精量播种技术的应用和推广而研制的一种新机具。随着该机的规模化推广应用将地膜覆盖栽培技术、膜下滴灌技术和精量播种技术水平提高到了一个新的高度。

国外有单项作业的地膜覆膜机、滴灌管铺设机以及各种类型的精密播种机,而将地膜覆膜、滴灌管铺设、精密播种等作业集成到一台机具上联合作业是我国首创。这种新型农机具被命名为“铺管铺膜精量播种机”。这种由新疆生产建设兵团自主研发完成的新型铺管铺膜精量播种机的研制和发展经历了三个阶段。

第一阶段,1981~1983年作者陈学庚先生首先研制了棉花铺膜播种机,填补了我国地膜植棉机械应用领域的空白,首次实现了铺膜播种机械化联合作业。该机采用的是膜下条播技术。膜下条播种植模式具有以下主要优点:一是适应性强,对整地要求不高;二是这种播种方式下种量大,容易实现一播全苗;三是可以利用现有条播机进行改造,推广速度快。

该机的研制成功,改变了传统的植棉模式,使棉花地膜覆盖栽培技术迅速在干旱区大面积推广,促进了棉花生产技术革命性进步。棉花地膜覆盖栽培技术的应用使新疆棉花增产达到30%~40%,从而扭转了新疆棉花种植经济效益差的局面,打破了我国棉花生产以长江、黄河流域为主栽区的格局,使新疆成为我国最大的棉花生产基地。该项目获1984年度农牧渔业部科技改进一等奖和1995年度国家科技进步一等奖。

第二阶段,地膜植棉半精量播种技术及机械的研制推广。

1987~1994年研制生产了棉花半精量铺膜播种机1.8万余台组,并形成了主要零部件的系列标准化,通过不同组合,组装成地膜覆盖半精量播种机的系列化产品。按铺膜条数分主要有单幅、三幅、四幅等多种地膜机;按动力分有小型和中型;按与拖拉机的挂接方式分有悬挂式和牵引式两种;按作业工序分有膜下条播和膜上穴播等多种。

为了适应日益提高的植棉农艺水平,地膜植棉半精量播种机不断进行了技术改造:

(1)随着农业生产的发展,棉花保苗株数由10.5万~12万株/ hm^2 ,增加到16.5万~19.5万株/ hm^2 ,行距由70cm的等行距发展到70cm+40cm~60cm+30cm,穴距由13.5cm缩小到10.5cm,甚至8cm。通过对地膜植棉机的不断改进发展,满足了新疆对地膜棉花栽培所提出的“矮、密、早”等农业技术要求。

(2)大力改进和提高地膜植棉半精量播种机的技术性能和经济性能。①通过对机器上施肥开沟器的改进,使施肥深度由原来的7~8cm增加到10~12cm;②由一个零部件只有一个功能,发展为一个零部件可以同时实现几个功能,从而大大简化了机具结构,减轻了整机重量;③由整机仿形改进成为单组和部件仿形,从而提高了仿形性能;④对铺膜部件的不断改进提升了铺膜质量,使地膜铺得更平展,压得更严实,透光面积更大,使地膜的光热效应得到了很好利用。随着超薄膜的出现,通过改进铺膜部件,使单位面积的用膜费用大幅度下降,更进一步提高了地膜植棉的经济效益。

(3)提高了地膜植棉半精量播种机的综合利用和复式作业能力。通过改进或改换排种装置,使地膜植棉半精量播种机不仅能用于地膜棉花的播种,还能用于地膜玉米、地膜打瓜、地膜甜菜等特形种子作物的播种。由单项作业的膜上穴播机械发展为“整形、施肥、铺膜、压膜、打洞穴播、盖土镇压、膜侧覆土”等作业一遍过的联合作

业机,减少了作业层次,降低了成本,大大提高了劳动生产率。

(4)制订作业规程,保证地膜覆盖半精量播种机的作业质量的标准化。制订并推行了“地膜覆盖标准化作业规程及验收办法”。提出并采用了一系列的测定指标和检验措施,如采光面、贴合度、覆盖率、空穴、断条、合格穴率、膜孔的对中,覆土、肥料和种子的深度和数量以及间距等检测指标。制订的标准化作业规程中还包括了土地规划、机具准备、机组作业及质量检查验收等方法 and 标准。

其中制订的“棉花地膜覆盖机械作业规程”,经过国家标准局审订,已被列为地方标准,统一下达执行,并纳入兵团农业机械作业规程,成为拖拉机驾驶员考核和执行的一项规章制度。

第三阶段,气吸式铺管铺膜精量播种机的研制。

1999~2003年,作者陈学庚先生通过对滴灌管铺设技术、种孔防错位技术、排种电子监控技术、膜上打孔精量穴播技术的深入研究,创新设计出一次作业可完成畦面整形、开膜沟、滴灌管铺设、铺地膜、膜边覆土、打孔播种、种孔盖土、种行镇压等9道程序的棉花气吸式铺管铺膜精量播种机,同时还开发形成了棉花、玉米、番茄、瓜类、甜菜等作物精密播种的13种系列新产品。其中:发明的气吸式穴播器,在国际上首次研制成功了由负压取种装置、零压强排装置、二次投种机构及鸭嘴式破膜打孔机构组成的新型气吸式穴播器,实现了下种精确、株距均匀、使用可靠的膜上精量点播,获国家专利。

该机的主要优点是:一是下籽均匀,株距均匀,断条少,苗匀、苗全,在条件相同的情况下,单株发育快;二是由于膜上点播可以免去放苗、封土两大作业工序,可大幅度减少春季田管的劳力,并节约大量的生产成本费用。

该机的研制成功为兵团大面积推广应用精准农业技术和滴灌节水技术提供了有力的农机装备保障,使新疆兵团棉花生产从此跨

入了世界先进水平。

该项研究成果获 2004 年度兵团科技进步一等奖和 2008 年度国家科技进步二等奖。

随着机械化植棉水平的不断发展,在综合农机、农学、水利等多项科学技术的基础上,新疆生产建设兵团又相继研制成功了适合不同膜宽和播种方式的多种膜下滴灌铺膜布管精量播种机。目前应用最多的是使用 120 ~ 145 cm 幅宽地膜同时进行 6 管 12 行的点播机和使用 180 cm 幅宽地膜同时进行 3 膜 6 管 18 行的点播机。

第三节 地膜覆盖精量播种技术的发展方向及对策

一、地膜覆盖栽培技术的发展方向及对策

地膜覆盖栽培技术在中国的出现,给农业栽培技术带来重大变革,使我国传统农业技术产生了根本性的变化。它一方面改变了我国农业几千年来耕作习惯,大幅度提高了生产效率和作物产量,另一方面加速了我国传统农业向现代化农业发展的进程。

特别是对于我国干旱少雨,播种保苗难的“三北”地区,采用地膜栽培,能抑制土壤水分蒸发,不仅可以保墒,而且能提高土壤温度,解决了春播作物播种出苗与低温和缺水的矛盾。地膜覆盖在一定程度上缓解了农业缺水问题,为我国干旱半干旱地区解决水资源不足开辟了一条新途径。

对于我国的广大的盐碱地区,过去为解决中轻度盐碱地防盐保苗,多采用灌水、压砂、挖沟和育苗移栽等措施,但还难以达到出全苗保全苗的效果。而地膜覆盖后,大大减少了土壤水分蒸发和盐分

的上升,使土壤上层盐分含量比露地相对减少,同时覆盖增温解决了盐碱地土性寒的问题。特别是棉花,地膜覆盖有利于出全苗,促早发,增产效益明显。

我国农作物地膜覆盖技术的理论研究和新型地膜的研究,也已取得了突破性的进展,现已形成具有我国特点的地膜覆盖栽培技术体系和新型地膜研发体系,并跻身于世界先进的行列。

地膜覆盖栽培在我国引进、推广和发展的 30 多年来的历史证明,这项技术对我国实施“两高一优”农业发展战略,发展高效农业和可持续农业发挥了巨大作用。可以预料,这项技术在今后一个相当长的时期内必将在我国农业的可持续发展中继续发挥着不可替代的作用。今后地膜覆盖栽培技术的发展方向是:

1. 进一步开发地膜覆盖栽培技术的潜力

对于地膜覆盖栽培开发应用较早的地区,将进一步提高地膜应用的经济效益;对于地膜覆盖栽培尚未推广的地区,将加大推广宣传的力度,促进开发利用。长江以南,东南沿海地区,将在冬闲田的开发利用以及提高农产品品质需求方面,扩大地膜覆盖栽培的应用;“三北”旱地结合节水农业的发展,地膜覆盖将有进一步突破;在西南、中南的高山、半高山区耕作制度改革中以及内陆及沿海地区的盐碱地和东北地区涝洼地的开发利用中,都将把地膜覆盖栽培作为重要技术措施来实施。从应用作物来看,根据我国国情,覆盖作物将仍以粮、棉、油三大作物为主,蔬菜、糖料和烟草将继续扩大发展。栽培技术将向区域化、标准化、量化、配套化发展,并把它纳入各大农业工程开发项目来实施。

2. 地膜覆盖和多种农业高产栽培技术的机械化配套

地膜覆盖栽培高产技术不是单纯的铺膜作业。为了保证地膜覆盖栽培实现优质、高效和高产的目标,充分发挥地膜覆盖效应,必须同时实施种子优选、膜床平整、底肥深施、节水灌溉、中耕追肥、防

治病虫害、机械采收、残膜回收等机械化作业。因此,必须实行技术配套,形成以地膜覆盖播种为中心的作物高产机械化技术体系。

3. 地膜覆盖与多种农业增产栽培技术的组合

(1)将深耕与化肥深施技术组合在一起,实现底肥全耕层深施,提高化肥利用率。

(2)联合整地将切、碎、平、压等新型土壤处理技术组合在一起,提高整地质量,达到农艺要求。

(3)地膜覆盖播种将整地、铺膜、播种、种肥分施技术组合在一起,一次完成膜床整地、开沟铺膜、打孔穴播、覆土镇压作业;平铺沟播机则将膜床平整、开沟播种、镇压整形、地膜覆盖作业组合在一起,保证播种、铺膜的作业质量。

4. 研究和开发降解地膜,解决地膜覆盖栽培中存在的残膜污染问题

地膜覆盖技术给农业带来了巨大的经济效益和社会效益因而得到了广泛的应用。但随之带来的环境污染问题和土地污染越来越严重,使得降解地膜的研究和应用在国内外都引起了极大的关注。研制和推广环保可降解新型地膜,取代现有的不可降解的塑料地膜,已成为今后地膜覆盖栽培技术发展的必然趋势。

二、精量播种技术的发展方向及对策

随着精量播种技术的迅速发展,种子包衣加工技术的日臻完善,与此相适应的精量播种机械的需求将更加迫切,特别是应用新原理新结构,研制和开发新一代精量播种机势在必行。精量排种器是精量播种机上的关键部件,其性能好坏直接影响播种机的工作性能和播种质量。精量排种器决定着精量播种机的发展方向。随着科学技术的发展和各学科之间的融合,精量排种器正朝着自动化、智能化的方向发展。

1. 适应高速作业要求的精量排种器

提高精量播种机作业效率是播种机发展的方向。为保证作业效率、降低油耗和机组配套的合理性,大面积播种要求播种机的作业速度不低于 8 km/h。20 世纪 80 年代初,国外精播玉米等大粒距作物的精量播种机其作业车速就已达 8 ~ 10 km/h,而我国的播种机的作业速度仍维持在 5 ~ 7 km/h。以谷物播种机的作业速度为例,目前国外同类机型的作业速度可达到 15 km/h,而国内仅为 8 ~ 9 km/h。当提高作业速度时,播种机的多种作业性能就会下降。同时,由于精量排种器的排种频率很高,排种质量用肉眼或一般的观测手段是难以检测的。为此,研究适应高速作业要求的精量排种器具有重要的意义。

2. 应用现代新技术提高精量播种机的整体性能

目前,国内外使用的精量播种机绝大多数是机械式或气力式播种机,具有播种过程全封闭的特点,播种质量无法直接获知,需要人工进行检查。在播种作业时如发生种箱排空、输种管杂物堵塞、排种器故障、开沟器被土块堵塞或排种传动失灵等工艺性故障,均会导致一行或数行排种管不能够正常播种,造成“断条”漏播现象。尤其是大型宽幅耕播机,其作业速度快、播幅宽,如发生上述现象则会造成大面积漏播,导致农业大幅减产。所以随着电子技术和计算机技术的飞速发展,电子监视装置在国外播种机上已被广泛使用。电子监视器可以利用光电信号显示排种轴转动状况,用数字显示每行的播量、单位播量和已播面积,用光信号和声信号对输种管、开沟器的堵塞进行报警等。在我国,许多省份也已率先着手研制电子监视装置,将电子技术和液压技术应用在精量播种机上,使精量播种机智能化。如利用光敏传感器制造播种机的监控系统,能够进行播种机的故障判断和种子积累;用单片机来监控播种密度和播种速度,能够最大限度地避免漏种现象的发生。因此,应用电子监视装

置将会大大提高精量播种机的整机性能。

3. 采用现代科研手段,提出新的精量排种理论

由于各种作物的种子在形状、大小、结构和质量等方面存在着巨大的差异,因此,现有的精量排种器在工作时其排种机理和结构对某些种料并不合适,从而使目前多数排种理论仅限于理论上的探讨和实验室内的试验,并没有在实际生产中得到推广应用。

目前,国内的精量排种器理论主要体现在:一是用机械式直接从种群中精确拾取种子来确定排种量,如指夹式排种器,它对种子的形状、尺寸要求是非常严格的,因此要求对种子进行精选,有些种子还必须进行丸粒化处理;二是通过控制种子体积来确定排种量,如各种型孔式排种器、勺式排种器、窝眼轮式排种器,它们利用排种元件上的容腔从种子群中分别精确分离出单粒种子或定量种子,因此种子的形状和大小及型孔的形式对排种都有直接的影响;三是用控制种子质量的方式去控制种子的排种量,如磁力类和气力类排种器,该种排种器虽然对种子的形状、尺寸等要求不严,但对结构的密封性等要求较严;四是通过控制种子流量控制种子的排种量,如电磁振动式排种器,对种子的质量大小有一定要求,对质量轻、体积小的种子较难精确分离。综上所述,有待进一步加强精密排种理论的研究,学习国外先进的理论和技术,如日本的静电播种理论,英国的液体播种理论等。

4. 深入开展气力式精密排种器的研究

气力式精密排种器主要是利用气流的吸附力或压附力,将种子与种子群分离从而达到精密排种的目的。同机械式精密排种器相比,这种技术具有不伤种、适应性强等优点。因此,国内外对气力式排种器的研究越来越重视。

法国摩诺赛公司 20 世纪 90 年代末开发的 NGPLUS 型号气吸式精密播种机,其核心工作部件(排种器)采用多种材料偶联,技

术工艺先进,性能优良。在排种器上采用了高强塑料减磨密封环、黄铜精铸剔种刀、清种刀和搅种轮。这种由不同材料偶联组装的排种器,不仅确保了排种盘与吸道之间优良的密封性,而且也提高了排种器的播种性能和使用寿命。在吸气式排种器上,设计了风压调节指针手柄和刮种刀,且采用同一偏心轴连接的连动调节机构,实现了既调节吸气室内风压又调节刮种刀相对于吸种孔间隙的目的,满足了不同作物的播种要求,提高了排种器的通用性和适应性。

德国阿玛松公司进入 21 世纪后最新研制生产的 ED 系列气吸式单粒精密播种机技术先进,结构新颖,实现了高水平的播种质量。其结构和技术特点:一是播种器上的排种盘采用了结构独特的凸孔盘,提高了投种的精确性;二是播种器壳体、吸风道和排种盘分别采用铝合金、高值的塑料构件及优化的密封设计;三是刮种器技术的优点在于调整容易,仅 5 个挡次就足以使各种种子获得满意的效果;四是在投种下落后设有一后推抛种器,能可靠地使凸孔上的种子掉下;五是排种器上设有可视窗口或在其内布置光电仪,用来监视种子是否被排种盘吸住,保证了播种质量的可靠性;六是排种器采用齿轮封闭传动,不用维修。

我国内蒙古农业机械研究所研制的气吸式精密排种器,能够对玉米、豆类、高粱、花生等进行精密播种,从而达到省工、省种的目的;吉林大学研制的利用辅助气流向窝眼轮的窝眼中充填种子的气吹式排种器作业速度在 10 km/h 时,仍保持较高的播种精度;黑龙江省农业机械工程科学研究院研制的气吸式排种器利用燕尾槽辅助囊种,使气吸式排种器在播种大豆时的作业速度达到 12 km/h。但目前气力式排种器的研究是在一些假定前提下完成的(如不考虑动压和种子群的影响),使理论和实际仍存在一些偏差。因此,气力式精密排种器将是今后精密排种器发展的重点。

5. 启动变量处方精量播种机的研制

随着液压技术、电子技术以及卫星定位系统、地理信息系统、专家智能系统和遥感技术相融合的农业高新技术的应用,目前国外已有多项变量处方农业机械投入生产和使用。

美国迪尔公司在 20 世纪 90 年代末最新生产的 Maxemerge planters 系列高速气吸式精密播种机,装备了“精准农业”高新技术系统。该系统将卫星定位、地理信息、专家智能和遥感技术相融合,可根据土壤肥力和含水量等条件的变化,实施变量播种和施肥,达到节约种肥、优化生态环境和降低成本的目的。该机具有较高的通用性和适用性,通过不同工作部件的变换组合,可以用于各种土壤条件和多种作物的精密播种作业,并能保证理想的工作质量。它既可用于耕整后地块的精密播种作业,又可以用于免耕和覆盖条件下的精密播种作业。通过更换播种盘和开沟、覆土与镇压等部件,几乎可实现所有田间作物的播种作业。可以说这是当今世界上技术最先进、性能最优良、应用最广泛与使用最可靠的播种机。该机的核心部件(气力式排种器)设计了高密度窝孔播种盘,具有漏吸率低与作业速度高的优点,最高作业速度可达 12 km/h;播种盘规格型号多,有近 80 种规格型号的播种盘可供用户任意选择,能满足多种作物的播种要求,同时还可满足单粒精播、半精密穴播和精量条播等不同播种形式的要求。

6. 进一步优化和改进设计现有产品

目前,国内外精密排种器在理论上的研究已达到了较高水平,但在实际应用方面成功机型还较少。主要表现为现有产品的性能难以满足实际生产的需要,多数成果只是在传统播种机上的简单应用,结构上并不一定适用。对结构进行优化设计提高制造工艺水平和降低产品价格,并结合农业生产条件优选适宜的排种器类型,将是未来一段时期内要解决的问题。

三、地膜覆盖精量播种技术发展的对策

旱田地膜覆盖栽培精量播种技术是把地膜覆盖栽培技术、精量播种技术和膜下滴灌技术进行科学的集成组装而成的一项新技术,虽然在生产实践中已取得了显著的成效,但随着研究的深化和应用时间的延长,一些深层次的和长期性的问题开始显露。如:地膜覆盖精量播种技术中的精密排种器的研究、农艺技术规范配套等等,对加快发展地膜覆盖精量播种技术提出了新的要求和挑战。要解决这些问题,必须:

1. 科研院所与企业合作,促进成果转化

近年来,随着国外精密播种机械的引进,我国精密排种器的研究工作虽然取得了很大的进步,不同形式的排种器也相继出现,一些气力式播种机已先后投放市场,但播种精度和制造质量还有待提高。其主要原因是科研院所的成果产业化缺乏资金和转移对象,而企业新产品的研发和升级又缺乏技术力量。因此,要进一步加强科研院所与农机企业的合作,集科研院所的科技实力和企业的资金优势于一体,从而达到资源优势互补,使科技成果尽快转化为生产力,推动播种机械水平的提高。

2. 坚持引进与消化、吸收、创新的原则

引进国外先进精密播种机,对其排种器的性能、结构参数等进行研究,吸收和借鉴先进的技术,来研究国内精密排种器,是缩短与发达国家差距的有效途径。如在 20 世纪 70 年代末我国引进了西德、法国、美国的播种机,经过对其排种器的研究和试验,研制出了 2BJ-6 型和 2BJ-4 气吸式精密播种机。

3. 政府要加大扶持力度,增加资金投入

要进行精密排种器的研究,就要不断进行试制、试验、分析和测试,这就需要大量的资金作保障。而科研院所的资金又十分有限,

大量研究会由于资金短缺而停滞,严重影响播种机械的发展,甚至影响农业发展水平的提高。这就需要政府主管部门加大对农业机械科研经费投入的倾斜力度,推动播种机械的技术进步。

第四节 实施旱田覆盖栽培精量播种技术应具备的条件

地膜覆盖精量播种技术就是用精量播种机将地膜准确平整地铺到种床上,并覆土固定,同时将确定量的种子播到土层中最理想的位置,使作物生长发育良好一致,达到增产增收。地膜覆盖精量播种技术包括膜床整地、铺设滴灌管、开沟铺膜、打孔穴播、覆土镇压作业以及排种的精确数量、精确的株距(即株距均匀一致)和精确的深度(即播种深度一致)。应当认识到,地膜覆盖精量播种技术是一种现代化综合性的技术措施,它对土壤耕作、种子加工处理、病虫害防治、机具选择和使用等方面均有一定的要求。因此,实施地膜覆盖精量播种技术必须具备优良的种子、精细的种床和性能优良的地膜覆盖精量播种机械等条件。

一、旱田地膜覆盖栽培精量播种对种子的要求

近年来我国在生物遗传育种、种子精选加工、以“3S”技术为主体的农业信息管理技术、农业工程装备技术等高新技术的引进和开发上已取得了显著成效。在种子深加工、种衣剂研制、低毒农药的筛选与试验方面取得了突破性进展,为精量播种创造了条件。

用作精量播种的种子应具备下列条件:

- (1)应是适应当地土壤气候条件的优良品种。
- (2)来源于良种基地。

(3)品种纯净,种子净度应在98%以上。

(4)饱满而完整,充分成熟,绝对重量大。

(5)玉米发芽率应达95%以上,棉花发芽率应达90%,发芽势强,发芽整齐迅速。

(6)对种子要进行药剂处理,内部无虫害潜伏,未受过虫蚀,也未受过病菌感染。

(7)应进行包衣处理。

(8)棉花种子应采用硫酸脱绒处理方法,可以提高发芽率和发芽势,并且可以防治角斑病等。

(9)对于机械式精量播种机来说,排种器的型孔尺寸,是根据种子的几何尺寸进行设计的,为了达到单粒排种的要求,种子应该进行严格的精选分级,否则就可能出现一个型孔同时进入2粒或1粒也进入不了的现象,会造成重播、空穴和种子破碎现象。

(10)对于气力式精密播种机,种子不需要按几何尺寸分级,但应用选种机进行精选。

二、旱田地膜覆盖栽培精量播种对土壤耕作质量的要求

土壤耕作的目的是为作物的发芽、生长、发育创造良好的土壤环境。①要利用耕作机具创造疏松绵软、结构良好、平整肥沃的耕层构造,使土壤中的水、肥、气、热相互协调。②需创造一个良好的发芽种床和苗床,在旱作农区,要求播种部位的土壤比较紧实,以利提墒,促进种子发芽;而覆盖种子的土层则要松软细碎,透水透气,以利发芽、出苗,可谓“硬床软被”。③需清理田间残茬杂草,掩埋肥料,消灭寄生在土壤和残茬中的病虫害。

1. 耕地质量

耕地的目的是翻动土层,疏松土壤,蓄积水分,改善土壤的理化性质,为作物生长创造良好的土壤条件。同时将作物的根茬、秸秆、

杂草等翻入土层下,减少杂草和病虫害。

针对干旱半干旱地区冬春干旱雨雪少,多风跑墒快的特点,应提倡秋季深耕,并施入底肥。有水利条件的地方还要进行秋冬灌溉,要适时进行耙压,以利蓄水保墒。秋耕应在前茬作物收获后及时进行。深度一般应在 23 cm 以上。耕地作业应在适宜的农时期限内及适宜的墒度期进行。质量应达到深、平、齐、碎、墒、净六字标准。耕翻土地应达到规定的深度,均匀一致,垡片翻转良好,地表的残株、杂草、肥料及其他地表物要覆盖严密。耕地应耕直,耕后地表平整,松碎均匀,不重不漏,地头整齐,耕到地头地边,无回垡和立垡现象发生,消灭或减少闭垄台和开垄沟。耕地前应对地表残茬进行灭茬作业。

严格耕作制度,普通单向犁开闭垄每次耕作要依前次情况而变更,不得多年重复一种耕作方向,防止破坏土地的平整。

2. 播前整地质量

整地作业质量的好坏与精准播种的关系极为密切。整地前每公顷用氟乐灵 1.5 ~ 1.8 kg,兑水 450 kg,于夜间均匀喷洒于地表,然后用联合整地机整地,使之达到待播状态。对整地质量的要求,可以归纳为“墒、平、齐、松、碎、净”六字标准,其具体要求如下:

墒:土壤要有充足的底墒,适宜的表墒,耕作层土壤含水率为:黏土 18% ~ 21%,壤土 15% ~ 17%。地表干土层不超过 2 cm。

平:地表平整,无高包或洼坑,能达到灌水均匀。

齐:作业到头到边,边成线,角成方。

松:表层疏松无板结,上虚下实。

碎:表土细碎,无土块(黏土地无大土块)。

净:田间清洁,无草根、残茬、废膜、杂物。

在这六字标准中,最重要的是“平、碎、净”。整地后要达到地表平整,土壤细碎,无根茬、无杂草,形成一个上虚下实的苗床。

三、旱田地膜覆盖栽培精量播种对施肥的要求

施足底肥和种肥,秋季或春季必须施足底肥,底肥应以农家肥为主,化肥为辅。中产田每公顷施优质农家肥45 000 kg以上,碳铵600~750 kg,过磷酸钙600 kg以上;高产田每公顷施优质农家肥60 000 kg以上,碳铵750~1 050 kg,过磷酸钙750 kg以上。播种时还要侧深施种肥,并注意调整好施肥开沟器和排种开沟器的相对位置,为防止化肥烧种,应使肥、种分离,其间距为3~5 cm。

四、旱田地膜覆盖栽培精量播种对机具的要求

(1)要求播种机工作部件能准确地排出种子,达到合格的穴粒数和空穴率。

(2)膜上打孔穴播机构:滚筒穴播器鸭嘴高度符合待播作物对播种深度的要求,依靠土壤自身的墒度出苗的田块鸭嘴高度应适当高,依靠滴水出苗的田块鸭嘴高度应适当低。确保播深适宜,下种精确,种子和膜孔间位置不错位。

(3)铺管铺膜机构:转动件转动灵活,随地仿形件仿形可靠,压膜轮自重和形状尺寸符合要求。确保铺管铺膜平展,地膜与地面贴合良好,膜边覆土牢固。

(4)种孔盖土机构:覆土轮随地仿形可靠,转动灵活,螺旋叶片导土性能良好,土量调节装置调节准确、方便。确保种孔覆盖良好,覆土厚度均匀一致。

(5)种行镇压装置:仿形可靠,转动灵活,重量及外形尺寸适中。确保种行镇压确实。利于种子发芽、扎根、出苗。

五、旱田地膜覆盖栽培精量播种对适播条件的要求

掌握适时、适宜的播种方法和技术是精密播种保全苗的关键。

(1)地温:各种作物的适宜播种地温不同(见表1-1),只有达到要求方可播种。

表1-1 几种主要作物适宜播种地温

作物	棉花	春小麦	玉米	大豆	油菜
播种温度(℃)	12~14	5~10	8~12	8~10	10~12

注:土壤耕层5~10 cm处的地温。

(2)土壤水分:适墒出苗的田块,当土壤上层深0~10 cm的混合取样水分达到13%以上时即可播种。

(3)土壤容重是反映土壤通气性和供氧的状态的指标。一般要求达到 $1.1\sim 1.3\text{ g/cm}^3$ 时播种为最佳。

(4)播种深度。播种深度是影响田间出苗率、出苗整齐度的重要因素之一,各种作物都有最佳播种深度。表1-2为正常气候和播种镇压情况下的几种主要作物的播深要求。

表1-2 几种主要作物适宜播种深度

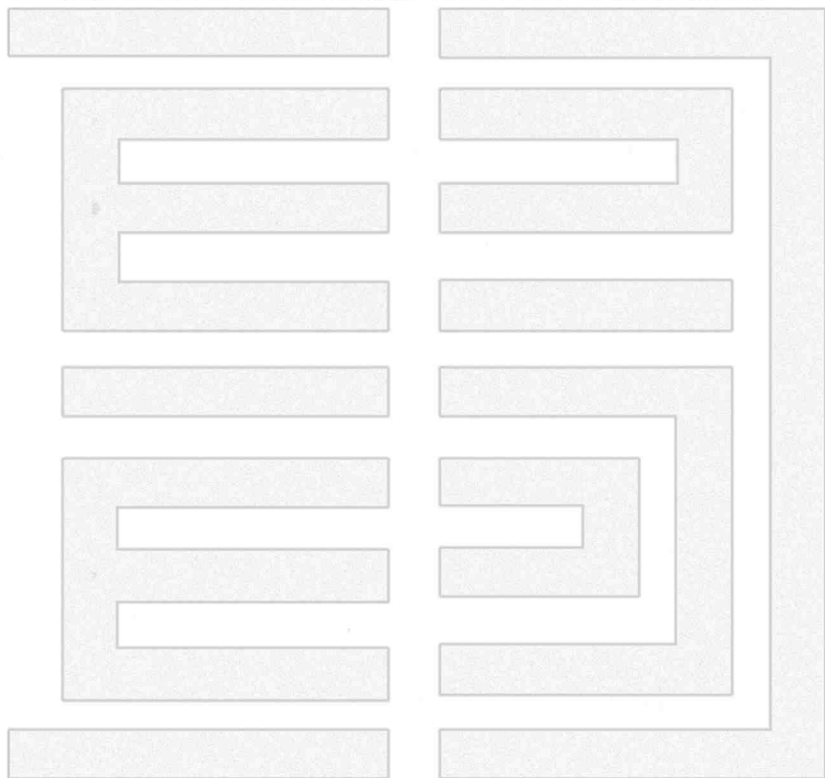
深度 \ 作物	棉花	小麦	玉米	大豆	油菜
一般深度(cm)	2.5~4.5	3~5	2.5~4.5	2.5~4	2.5~4.5
极限深度(cm)	5.5	5	5.5	5	4.5

六、旱田地膜覆盖栽培精量播种对作业编组人员的要求

旱田地膜覆盖栽培精量播种作业方式复杂,其效率与作业编组人员的综合素质密切相关。因此,应加强精量播种技术人员的培训,加强机务人员和农业技术人员的密切配合,共同制定有关的技术措施、计划、方案等。共同检查种子准备情况,种子的发芽率、清选分级、机具的技术状态以及土地准备情况,土壤湿度、温度等。机

务人员和农业技术人员配合不当,也会影响到播种质量和效率。

精量播种技术是一项先进的农业技术措施,它会给农业生产带来巨大的经济效益,但是也应该看到,如果措施不当,方法不对,也会给生产带来损失。因此,在推广精量播种技术时,要自始至终采取和贯彻相应的技术措施,精量播种技术的推广才能得到保证。



第二章 旱田地膜覆盖半精量播种机

半精量播种技术是攻克世界先进精密播种技术的一个过渡技术,是广大科技人员立足我国国情,结合农业生产和农村经济文化的实际,进行研究、开发和推广应用的一项重点技术。

半精量播种技术具有节种明显、作物产量增加显著、生产过程的用人工量减少,且作物生长所必需的水、肥等生产资料的利用率得到提高的特点。新疆生产建设兵团在半精量播种技术的配套农机具研制上,又研究开发了具有铺膜和铺滴灌管等附加功能的半精量播种联合作业机,使半精量播种的效益更是锦上添花。因此,已被国家有关部门作为今后一段时间内农业上一项重点节本增效技术进行大力推广,并受到广大农民的欢迎。

本章节所述半精量播种机械主要是指棉花铺膜半精量播种机械。

第一节 半精量铺膜播种机结构及原理

地膜栽培是一项具有显著经济效益的农业新技术。地膜栽培机械是一类新型的农业机械。作为地膜栽培的主要配套机具,在这里所提及的半精量播种机主要是指棉花地膜覆盖半精量播种机。

在我国农业机械化事业发展史上,像地膜覆盖机械这样,参与研究单位之多、机具类型和型号之广、发展速度之快、推广力度之猛、应用经济效果之好的农业机械是少有的。其原因很多,最根本的一点是

因为它的发展和地膜栽培技术的推广应用始终紧密相连,并同步向前。它直接为农业生产服务并带来了立竿见影的巨大经济效益。地膜覆盖机械的研制和推广,为大面积迅速应用地膜栽培技术创造了先决条件,也给新疆生产建设兵团的国营农场带来了巨大的经济效益。

新疆生产建设兵团研发的地膜覆盖半精量播种机机型有很多种,其中推广和使用最普遍的是2BM系列铺膜播种机,其结构和原理基本大同小异。其主要特点:对各类土壤适应性都较强,作业质量好,品种规格齐,在新疆和国内其他地区都得到了大面积的推广。虽然2BM系列的铺膜播种机的不同机型有数十种,但它们的大体结构都可分为以下八大部分:

(1)机架及行走部分(包括划行器,站立架等)。目前主要以悬挂式为主,也有牵引式的。

(2)播前膜床整形、镇压部分。按膜床断面形状的不同有一些变化,也有在整形的同时筑出土埂,形成膜上灌形式的。

(3)开膜沟机构。主要有圆盘式和犁铧式两种,目前采用较多的是圆盘式。开的沟壁整齐,不易堵塞,犁铧式结构简单,故障少。

(4)地膜铺放机构。主要有“膜捆盘在机架上安置,有固定的回转中心”的放膜机构和“膜捆盘就在地面滚动,没有固定的回转中心”的放膜机构两大类。

(5)膜边封压机构。有带挡土板和不带挡土板之分。

(6)播种机构。主要是滚筒式穴播器,其取种方式主要有机械式和气力式两大类,还包括种子箱、输种管等部分。有膜上穴播,膜下穴播,也有作膜下条播的等等。

(7)穴孔覆土和镇压部分。除了覆土圆盘和镇压轮外,还有一个能控制穴孔覆土带宽度和覆土量的筒状“覆土额定体”。

(8)附加机构(如施肥部分、铺滴灌管部分)。

现以新疆生产建设兵团广大科技人员研制的,推广使用最为广泛的

2BM 系列铺膜播种机为例,介绍半精量铺膜播种机的主要结构和原理。

一、主要结构及原理

图 2-1 和图 2-2 是能一次铺三条膜,播种 12 行的具有代表性的 2BM 型铺膜穴播机。

(一)膜上穴播状态(图中没有安装施肥和铺滴灌管的附加装置。)

1. 机架及行走部分

机架是铺膜播种机的主要基础联接件。整机所有零部件都是通过它才连接在一起的,并且又是通过它与拖拉机相联接。它主要是由悬挂主梁和划行器等组成。由于该机型在工作时拖拉机液压系统对悬挂主梁是处在中立位置上作业的,所以行走部分大部分都已省去。

悬挂主梁与上下悬挂板是焊合在一起的,工作时由它与拖拉机相挂联。

2. 播前膜床整形镇压机构

如图 2-3 和 2-4 所示,播前膜床整形镇压机构由呈曲面圆弧板制成的平土框和镇压辊两部分组成,平土框左右侧板呈大于 100° 的夹角,侧板高 200 mm 左右,工作面宽应根据所使用的地膜宽度来设计制造;平土框推土量的大小可由前后立轴来进行调整。镇压辊一般也是作为支撑铺膜框架部件,工作面高度地类似限深轮,配置在平土框的后面,紧随平土框。镇压辊直径一般为 250 mm 左右,工作面宽度也是根据所使用的地膜宽度来进行设计的。

主要功能:对膜床进行平整,并可推去地表的大土块和部分干土层,为紧接着进行的铺膜播种程序做好地面条件的准备工作。实践证明对地面膜床的预先整形镇压是提高铺膜、播种质量中非常关键的一环,要认真对待。

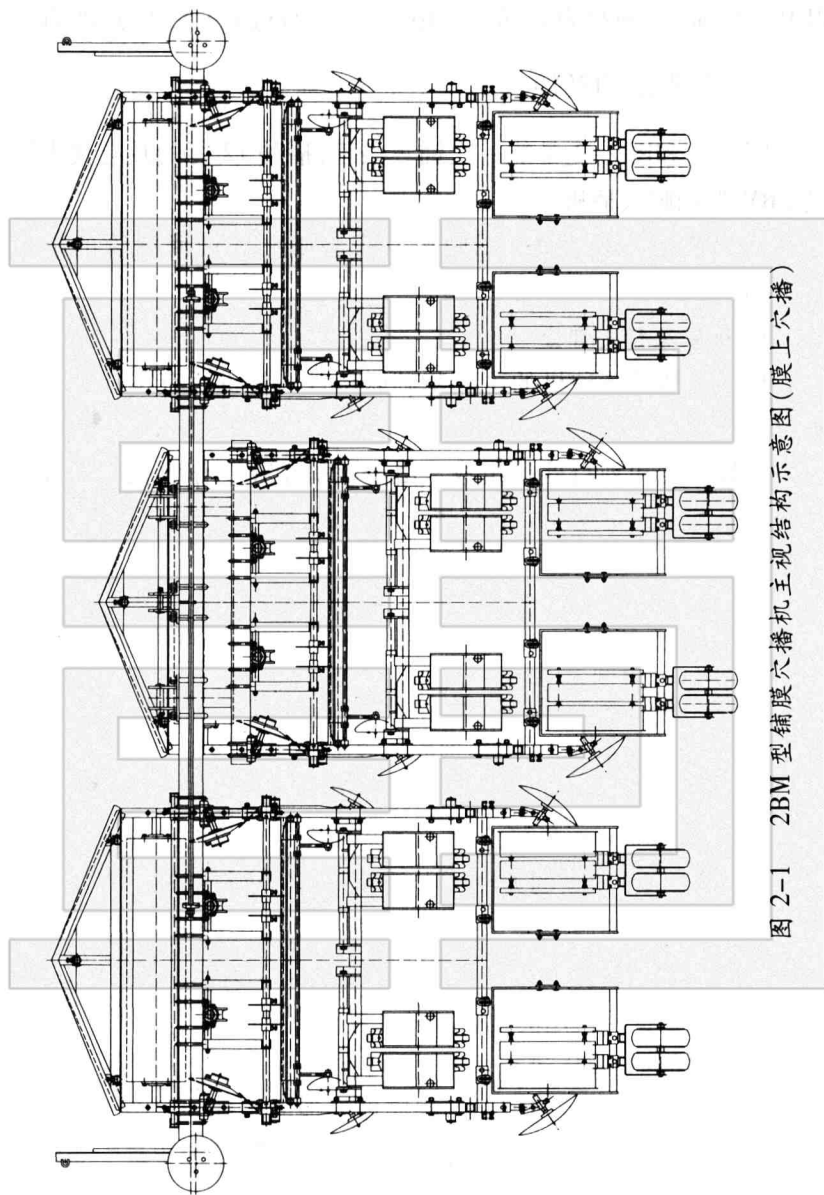


图 2-1 2BM 型铺膜穴播机主视结构示意图 (膜上穴播)

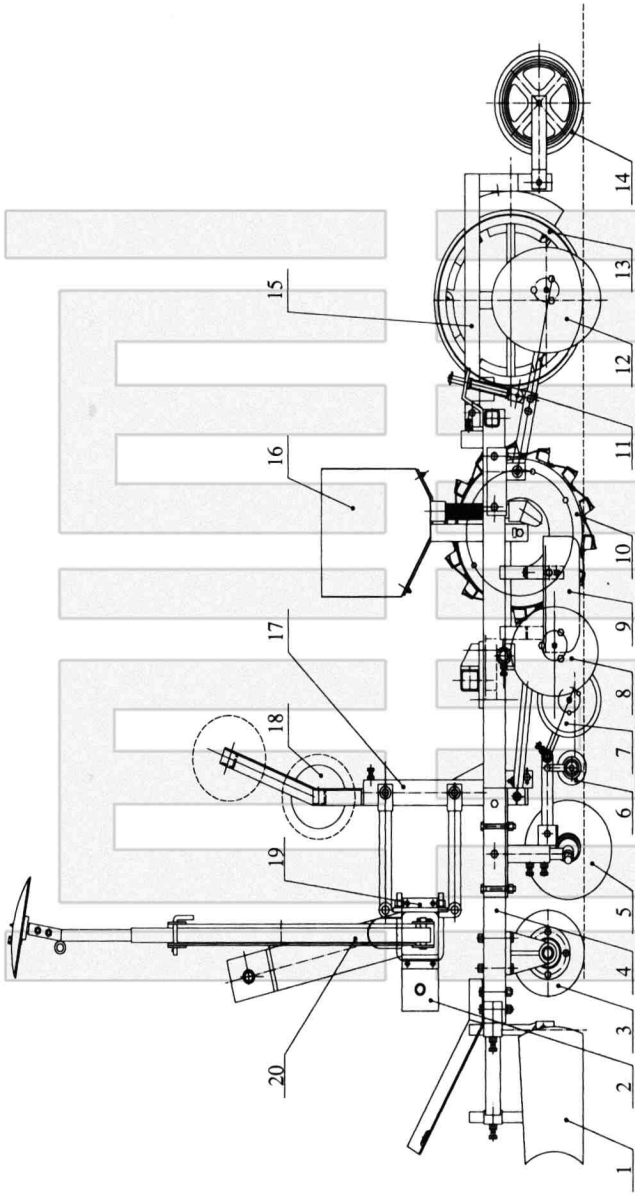


图 2-2 2BM 型铺膜穴播机侧视结构示意图(膜上穴播)

- 1. 平土框 2. 悬挂主梁 3. 镇压辊 4. 铺膜框架 5. 开沟圆盘 6. 展膜辊 7. 压膜轮 8. 膜边覆土圆盘 9. 挡土板
- 10. 滚筒式穴播器 11. 膜上覆土引杆 12. 膜上覆土圆盘 13. 覆土轮 14. 镇压轮 15. 覆土轮框架
- 16. 种子箱 17. 四连杆仿形机构 18. 膜据挡盘 19. 滴灌管架 20. 划行器

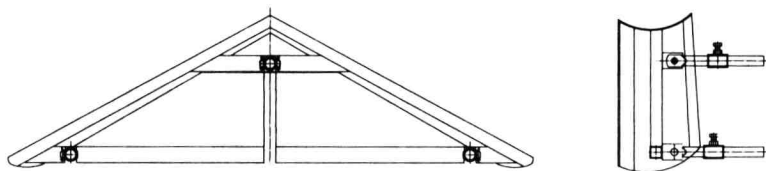


图 2-3 平土框结构示意图

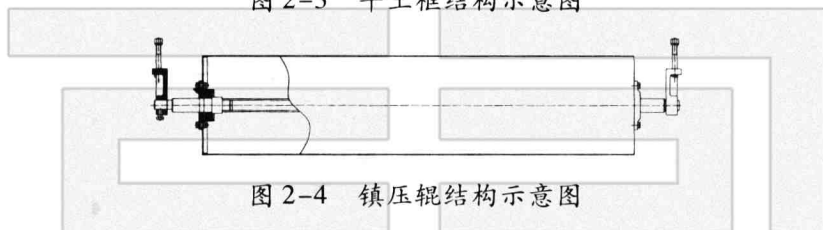


图 2-4 镇压辊结构示意图

3. 铺膜机构

整套铺膜机构是安装在铺膜框架上的,铺膜框架由前后横梁及顺梁焊合而成。铺膜框架通过四连杆仿形机构,与悬挂主梁联接,因此,工作时铺膜框架是可随地形的变化进行仿形作业的,使机组的工作不会受到地形的太大影响(而穴播器框架是铰接在铺膜框架上的,工作时跟随铺膜框架一起前进。穴播器安装在铺膜框架中可以绕铰接轴转动,实现独立对地仿形,穴播器还可在铰接轴上进行轴向移动,以便能调节各种不同的行距)。

铺膜播种机上的其他部件,如开膜沟、铺膜、压膜边、膜边覆土、膜孔覆土镇压等部件都是连接在铺膜框架上的,连接的方式绝大部分都是采用铰接仿形方式,既能适应地面的不平,又能进行左右位置的调整。

铺膜机构从铺膜的形式,即膜捆盘的放置位置可分为两大类:

第一类是膜捆盘放置在铺膜架上。膜捆盘有固定的回转中心,放出的膜通过展膜辊在地面进行展平后,由压膜轮将膜边压入由开沟圆盘(图 2-5)预先开好的膜沟内,然后由覆土圆盘用土将膜边埋紧。它的放膜是依靠机器行走时被地面压紧的膜边给膜捆产生的拉力来拉动的,被称为“定轴被动铺膜机构”。

第二类是将膜捆盘直接放在地面上或放在起传动作用的中介轮上。膜捆盘相对机具没有固定的回转中心,它放膜的力是来自对膜捆盘的直接摩擦力,被称为“无定心随动铺膜机构”,而对膜边的封压原理等与前面介绍的第一类是一样的。

它们各有优缺点,前者地膜容易被绷紧,后者由于放膜距离短,工作中铺膜质量受风的影响会较小。

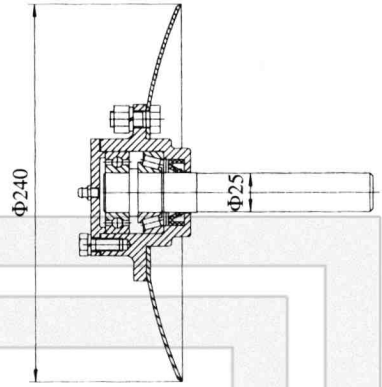


图 2-5 开沟圆盘结构示意图

图 2-6 是采用第一类的“定轴被动铺膜机构”的结构示意图。由展膜辊、压膜轮、覆土圆盘及膜捆盘组成。

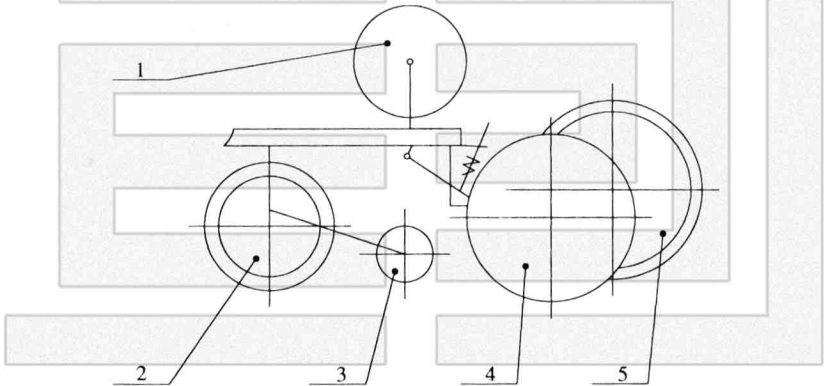


图 2-6 “定轴被动铺膜机构”结构示意图

1. 膜捆盘 2. 镇压轮 3. 展膜辊 4. 覆土圆盘 5. 压膜轮

展膜辊(图 2-7)一般由直径 80 mm 左右的薄壁钢管制成,长度按地膜宽度设计,一般大于膜宽 2 cm 左右,与铺膜框架铰接。有的

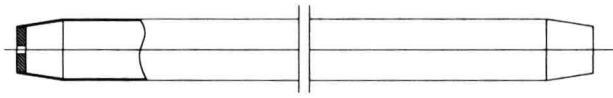


图 2-7 展膜辊结构示意图

为加强展膜效果,在展膜辊的圆周面上,从中心到两端各设计有互为左右向的螺旋线,工作时利用螺旋线将地膜横向绷紧。它一般是靠自重进行随地形仿形的。

压膜轮(图 2-8)一般直径在 200 mm 左右,轮缘宽在 30 mm 左右,轮面一般呈凹面圆弧形,铰接连接,工作时主要依靠自重将膜边压入膜沟(为减轻重量,也可以用弹簧进行加压)。

覆土圆盘铰接连接在铺膜框架上,是负责供土的,其中大部分土直接抛向了膜边,还有少量的土被抛到压膜轮的凹面圆弧内,又会流回到膜边。

机组在作业行走时,地膜从放置在机架的膜捆盘上被拉下来,绕过随地滚动的展膜辊后平铺于地面,紧跟着压膜轮就将膜边压入前面已开好的膜沟中。依靠压膜轮缘的弧形面在膜边上行走,加上展膜辊的横向展膜作用,对地膜会产生一个横向的拉伸力,再加上前进过程中会对地膜产生的纵向拉力,能使地膜绷紧并紧贴于地面,完成铺膜作业。由于对地膜的拉伸作用,该铺膜机构相对还可节省地膜 5% ~ 10%。

经过实践,要提高这种铺膜机构的作业质量,还有以下几个关键问题必须要把握好:

(1) 铰接在框架上的展膜辊应保证在作业时离地间隙要尽量

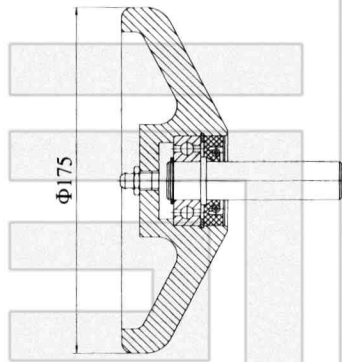


图 2-8 压膜轮结构示意图

小,一般不要超过 $2 \sim 3$ cm,这种随地仿形的展膜辊对铺膜地面的镇压整形效果要求比较高,否则作业时很容易挂烂地膜。

(2) 膜捆盘在框架上放置的位置,偏置不应超过 20 mm,否则会造成膜边埋土不实或压膜轮压不住膜边而根本埋不上土,造成铺膜质量严重下降。

(3) 压膜轮前端应稍带一些内倾角,这样地膜的横向更容易被展平。

(4) 覆土圆盘的前后位置应调整到其后端处于压膜轮中心线稍偏后 $20 \sim 30$ mm的位置上,使压膜轮能同时具有良好的挡土效果,以保证膜面干净透光。

图2-9a和图2-9b是两种采用第二类“无定心随动铺膜机构”的结构示意图。

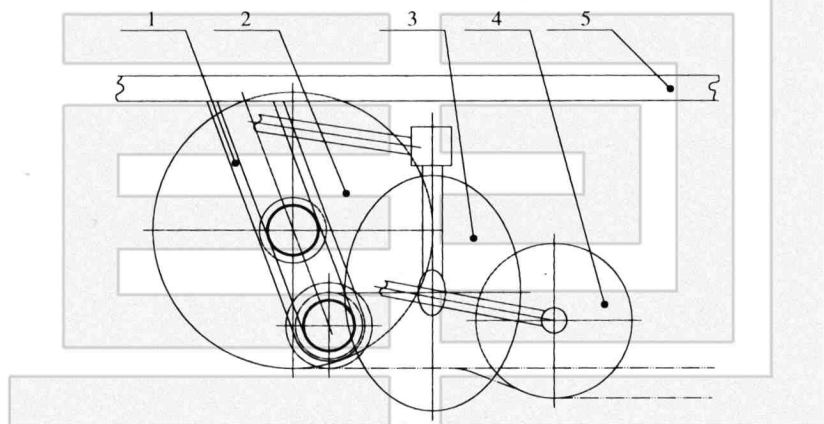


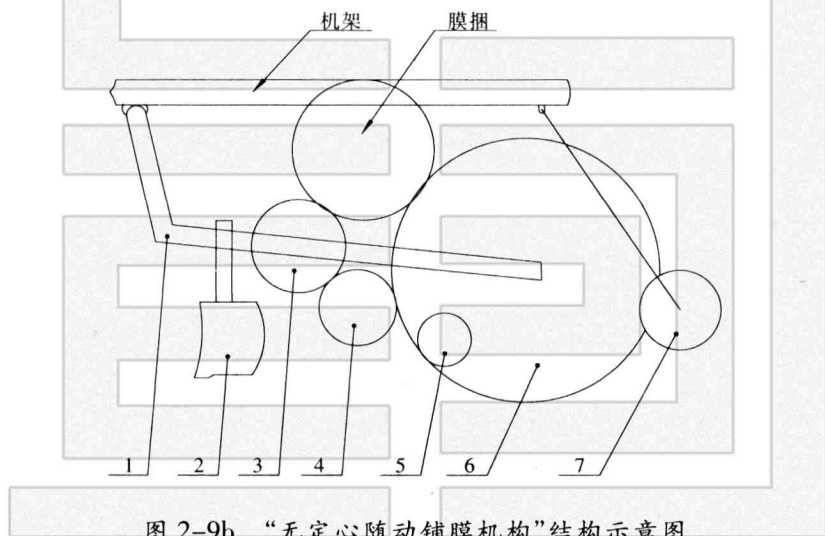
图2-9a “无定心随动铺膜机构”结构示意图

1.膜捆槽 2.膜捆盘 3.覆土圆盘 4.压膜轮 5.铺膜框架

图2-9a主要由膜捆盘、压膜轮和覆土圆盘组成。膜捆盘的芯筒中穿有一根膜捆盘轴,轴的两头放置在铺膜框架上的膜捆盘槽

内。工作时膜捆盘轴在膜捆盘槽内浮动,所以膜捆是始终在地面上滚动着的,在滚动的同时就把膜铺放在地上了。紧接着压膜轮就将膜边压进前面已开好的膜沟内,在压膜的同时把膜的横向也绷紧。在压膜轮的边上的覆土圆盘紧跟着就把土埋在膜边上,完成了整个铺膜过程。由于膜捆相对地面基本上是纯滚动,所以地膜一般不容易被土块等杂物挂破。它结构很简单,但膜的纵向不容易被绷紧,尤其在膜捆用到最后只剩下一个细细的小筒时,纵向更不容易被绷紧。

图 2-9b 所示是“无定心随动铺膜机构”的另一种结构示意图。它主要由顺梁、开沟犁铧、支承轮、展膜轮、压膜轮、压紧轮和覆土圆盘组成。



1.顺梁 2.开沟犁铧 3.支承轮 4.展膜轮 5.压膜轮 6.压紧轮 7.覆土圆盘

顺梁及覆土圆盘均采用铰接方式与机架联结,也可用弹簧加压。压膜轮和支承轮一般采用硬橡胶轮,压紧轮一般是实心橡胶轮,展膜轮一般采用直径 60 mm 左右的塑料管。压膜轮、支承轮、展

膜轮均刚性固定在顺梁上,压紧轮与顺梁铰接,弹簧加压,工作时随顺梁一起浮动仿形。

当机具作业时,开沟犁铧开出膜沟,膜辊在压紧轮及支承轮所给的摩擦传动力矩的作用下转动。在施放薄膜时,展膜轮保证膜边与压紧轮贴紧,同时起到压紧轮与支承轮间的传动介轮作用。展膜辊将膜展平,压膜轮将膜边压入沟底,然后由覆土圆盘用土将膜边埋入沟内,从而完成铺膜工作。

4. 播种机构

在这里所指的播种机构主要是指“滚筒式穴播器”。它按取种方式,可分为气力式和机械式两大类。关于“气力式滚筒穴播器”后面将有专门的章节进行论述。机械式滚筒穴播器按取种器形式分,主要有“型孔盘式”和“带翼勺式”两大类。由于要实现在地膜上进行穴播的要求,因此它们的成穴机构目前都只能是采用“鸭嘴式”的成穴机构。该成穴机构按鸭嘴的打开方式,可分为在滚动中自动打开和强制打开两大类。在滚筒式穴播器的上方一般都有一个种子箱,箱内的种子靠自重从输种管进入穴播器的滚筒内。种子箱有固定在梁架上,也有直接固定在滚筒式穴播器顶部的。这里就不再专门介绍种子箱和输种管了。

图2-10所示的是“带翼勺式”的滚筒式穴播器的结构示意图,它主要由展膜圆盘、侧盖和排种成穴单体总成组成。排种器和成穴器铆焊在单体上,组成排种成穴单体总成。装配时,将若干个单体总成连接在一起组成滚筒圈,装在展膜圆盘和侧盖上相应的位置处,通过螺栓紧固连接,组成滚筒穴播器总成。在侧盖上设有进种口和输种管。

现在大部分滚筒式穴播器的穴距都是根据要求已经设计做好的。由于不用考虑穴距的可调性,因此都是直接将取种器和成穴器按要求的穴距直接铆焊到滚筒筒体圆周上的。为加强滚筒的调整

机动性,取消了展膜圆盘。展膜圆盘用单独配置的压膜轮来代替,见图 2-11 所示。

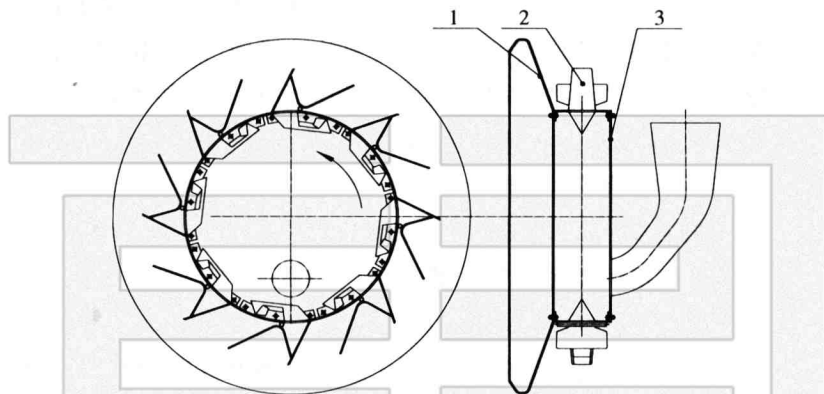


图 2-10 “带翼勺式”滚筒式穴播器的结构示意图

1. 展膜圆盘 2. 排种成穴单体总成 3. 侧盖

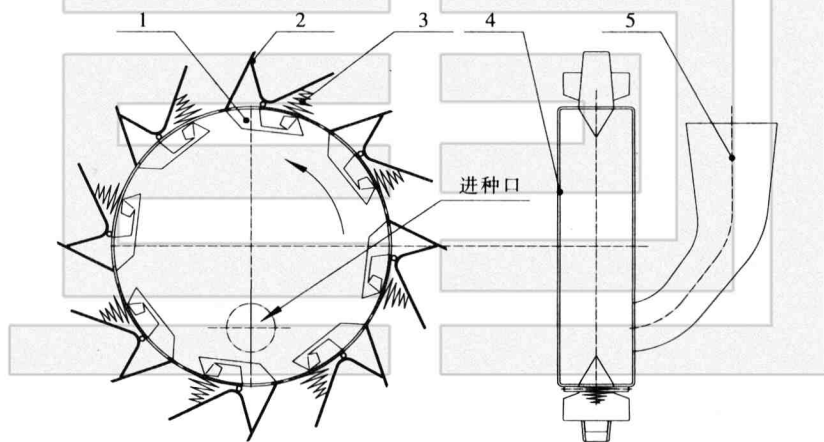


图 2-11 “不带展膜圆盘”的滚筒式穴播器的结构示意图

1. 带翼勺式取种器 2. 鸭嘴总成 3. 弹簧 4. 滚筒体 5. 输种管

排种成穴单体总成如图 2-12 所示,其主要由单体基板、带翼勺式取种器、动鸭嘴和定鸭嘴及弹簧等零件构成。其部分零部件的结构示意图如图 2-13 ~2-14 所示。

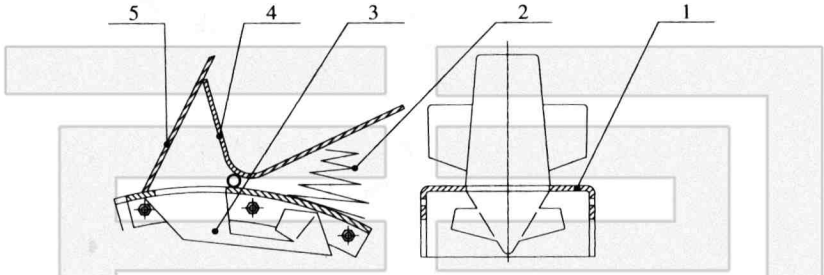


图 2-12 排种成穴单体总成结构示意图

1.单体基板 2.弹簧 3.带翼勺式取种器 4.动鸭嘴 5.定鸭嘴

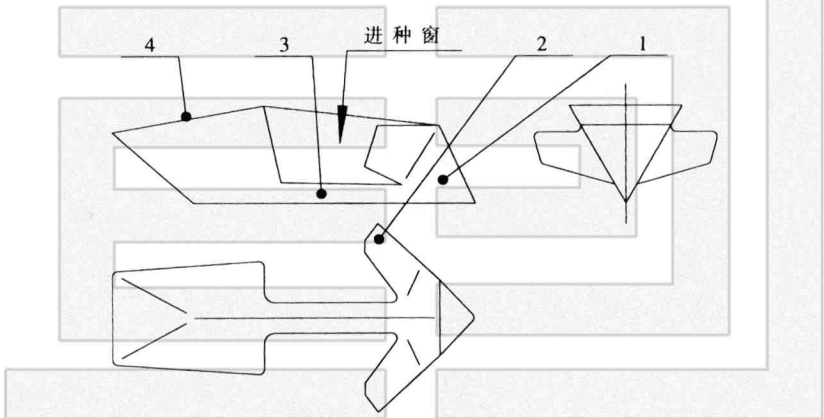


图 2-13 带翼勺式取种器结构示意图

1.三角勺 2.刮种翼 3.滑槽 4.排种口

滚筒穴播器的工作原理如图 2-15 所示:

工作时滚筒内始终装有一定量的种子,种子箱里的种子靠自重

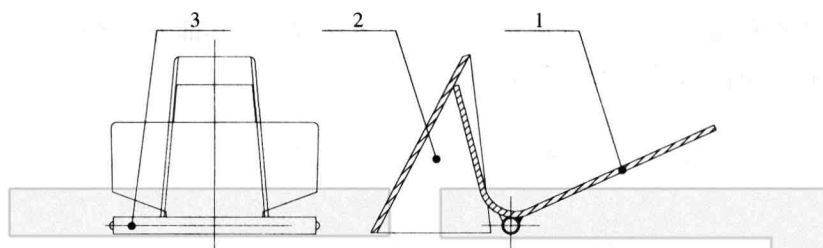


图 2-14 鸭嘴式成穴器结构示意图

1. 动鸭嘴 2. 定鸭嘴 3. 铰链

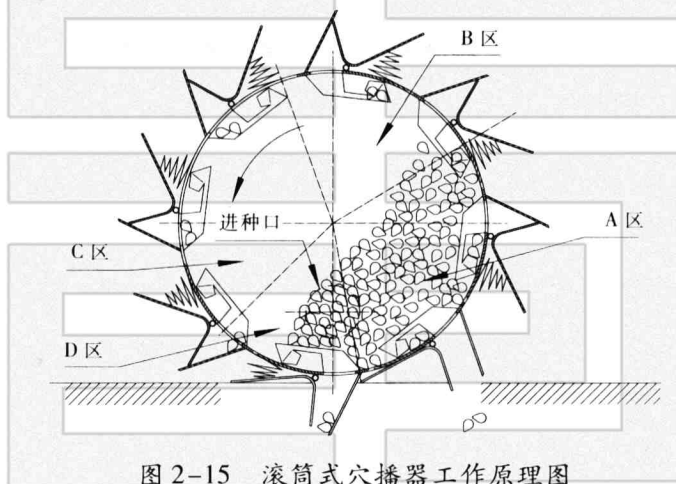


图 2-15 滚筒式穴播器工作原理图

从进种口流入滚筒内。为保证取种精度,滚筒内的种子面高度一定要稳定,主要靠滚筒内进种口的口面离滚筒底面的高度来控制。原理是种子箱里的种子靠自重流入滚筒内,当滚筒内的种子面高度和进种口平面高度一致时,进种口平面就会被种子堵住(如图 2-15 的位置),进种也就停止;随着滚筒内种子的不断减少,当滚筒内的种子面高度低于进种口平面时,种子箱里的种子又会靠自重流入到滚

筒内,保持种盒里种子面的高度基本不变。进种口平面离滚筒内底部的高度一般为 40 mm 左右为宜。

工作时滚筒穴播器随地滚动,取种器在 A 区由刮种翼将种子从进种窗刮进取种器内;当取种器转到 B 区时,取种器三角勺中多余的种子便靠自重滑落回滚筒底部;当转到 C 区时,取种器三角勺中一定量的种子就沿取种器背部的滑槽向取种器的排种口滑动;当到达 D 区时,位于取种器排种口的种子就落入鸭嘴的端部;当鸭嘴入土达到了最深时,此时动鸭嘴的仿形压板压着地面,活动鸭嘴就会被地面的反作用力打开,种子便落入种穴中。滚筒转动一周自动完成取种、清种、输种到排种的过程。

图 2-16 所示的取种器为“型孔盘式”滚筒式穴播器的结构示意图。该穴播器主要由穴播器圈、舀充式垂直圆盘、排种挡盘、进种

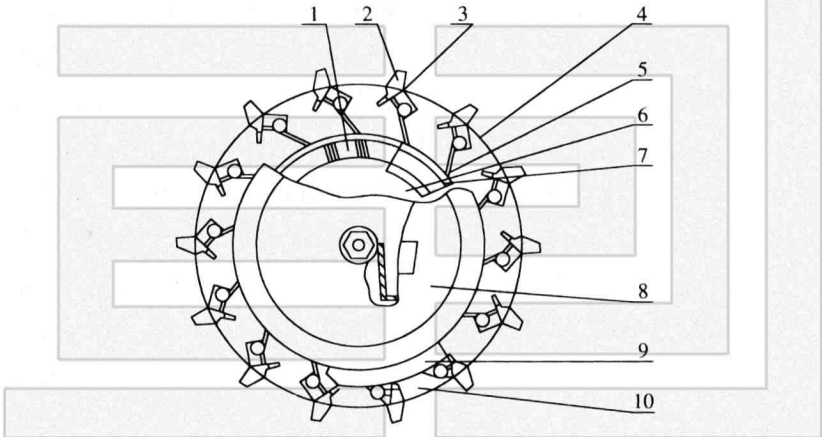


图 2-16 “型孔盘式”滚筒式穴播器结构示意图

1. 舀充式垂直圆盘 2. 固定鸭嘴 3. 活动鸭嘴及开启杠杆 4. 穴播器圈
5. 进种道 6. 排种挡盘 7. 挡籽板 8. 种盒 9. 凸轮机构 10. 接种盘

道、固定鸭嘴、活动鸭嘴及开启杠杆、凸轮机构、种盒等组成,主要工作部件均暴露在外,目的是为了能便于经常维护保养。

播种机构由滚筒式穴播器和安装在穴播器内侧的附加种子箱组成,种子箱内没有传动装置,种子靠自重流入安装在穴播器内侧的盛种盒。为保证取种精度,要求盛种盒种子面的高度一定要稳定,稳定的原理和前面介绍的滚筒式穴播器是一样的,在此不再重述。它的鸭嘴利用凸轮机构和开启杠杆定时强制开启。

舀充式垂直圆盘是取种用的型孔盘,它是具有倾斜窝眼的舀充式垂直圆盘,直径 300 mm 左右。充种形式为侧向充种,在工作过程中能自行进行清种。取种型孔的形状为 U 形,为了便于卸种,口部稍大;孔形大小视播种作物的种子大小而定,如播棉花的盘,每个型孔一般要求能容纳 3~5 粒种子。

这种滚筒式穴播器的活动鸭嘴采用定时强制开启形式。其工作过程是:工作时滚筒式穴播器在铺好的膜上进行滚动,固定鸭嘴在滚动过程中将地膜打出。孔型一般为 40 mm×40 mm 的一个方孔,并入土一个播种深度。舀充式垂直圆盘在随穴播器一起转动时,种盒(种盒和排种挡盘相对于舀充式垂直圆盘是固定不动的)的种子从侧面被推入舀充式垂直圆盘的倾斜型孔内,并随垂直圆盘的转动沿圆周方向向上移动,在向上移动过程中自行清种。当型孔带着种子向上移动至排种挡盘的卸种口时,种子即被卸入到进种道内。进种道是专门负责向鸭嘴端部送种的,进入进种道的种子随穴播器的滚动被送入到鸭嘴端部,当鸭嘴运动到下止点(入土最深的位置)时,活动鸭嘴的开启杠杆也正好运动到开闭凸轮机构的位置,开闭凸轮机构就会顶开活动鸭嘴,将种子排落入种穴内。当再转动到鸭嘴离开地面时,活动鸭嘴的开启杠杆也正好离开了开闭凸轮机构的位置,在弹簧的作用下活动鸭嘴关闭,完成了整个穴播过程。紧接着覆土圆盘就通过“种行覆土额定体”给膜孔盖土;挡土、刮土板再将多余的土刮回膜边;最后由镇压轮再对种行进行适度镇压,从而满足了农业技术要求。

由于穴播器活动鸭嘴的开启是朝前进方向相反的方向开启的,滚动中土壤给鸭嘴的反作用力是作用在固定鸭嘴上,因此活动鸭嘴在开启过程中不受此力的影响,从而大大减小了活动鸭嘴的开启阻力。阻力减小了,铰接部位的磨损也就会减小,穴播器的耐用度就会大大增加,同时也能保证鸭嘴在工作中不容易夹土。各个穴播器都是能各自进行单体仿形的,这样能保证播深达到基本一致。

这种穴播器取种、清种、输种、排种是在同一滚筒中转动一周内完成的,大大简化了播种机构的结构。但这种穴播器在使用中还应注意以下几个问题:

(1)活动鸭嘴完全打开后,与固定鸭嘴之间的开口间隙应达到种子长度的1.5倍左右。开口间隙太小时,当活动鸭嘴完全打开后,种子不能迅速落入穴中,容易引起种子夹在鸭嘴端部,致使鸭嘴关闭不严。当鸭嘴再次入土工作时,土会随着缝隙进入内腔,使鸭嘴很快被土堵塞,形成空穴。而活动鸭嘴与固定鸭嘴开口间隙如太大,会增加鸭嘴开启阻力,使穴播器产生较大的滑移,活动鸭嘴与固定鸭嘴之间的铰接点也会迅速磨损,降低了穴播器的使用寿命。一般情况下播棉花时,活动鸭嘴打开后,开口间隙应为16~20 mm。

(2)活动鸭嘴开启的最佳位置,应调整到在穴播器鸭嘴完全入土后再开启,即鸭嘴中心线基本垂直地面,误差在 $\pm 5^\circ$ 范围内即可。活动鸭嘴开启太早,易造成穴播器鸭嘴夹土,开启太晚,则使种子播深偏浅。严重时种子还会播在地表上。

(3)由于这种机构的鸭嘴是利用开闭凸轮机构的运动打开的,因此工作中必须保证滚筒对地面始终具有一定的压力。尤其在土地相对较硬和平整度不太好的地里工作时,必须保证每个鸭嘴每次都能达到可靠的入土播种深度,否则种子会播在膜面上。

5. 膜孔覆土镇压机构

图 2-17 为膜孔覆土镇压机构结构简图。播后膜孔覆土镇压机构一般由覆土圆盘、种行覆土轮、刮土板及镇压轮组成。镇压轮直径一般 300 mm 左右,宽 80 mm。可采用薄板冲压而成用弹簧加压,也可铸造成形,靠自重加压。种行覆土轮是用薄铁板制成的一个空筒,一般绞接在穴播器的框架上,可随地滚动仿形。覆土圆盘将土挖进覆土轮筒内,再从覆土轮的槽孔中流出,成条状盖在膜孔上,刮土板能将多余的土刮回膜边。工作时,由覆土圆盘供土,由种行覆土轮保证膜孔上盖土的宽度和厚度。一般宽度控制在 5 ~ 6 cm,厚度控制在 0.5 ~ 2 cm 的合适范围内。最后由镇压轮在条状覆土带上滚动,靠自重或弹簧压力将盖种孔的土镇压结实。

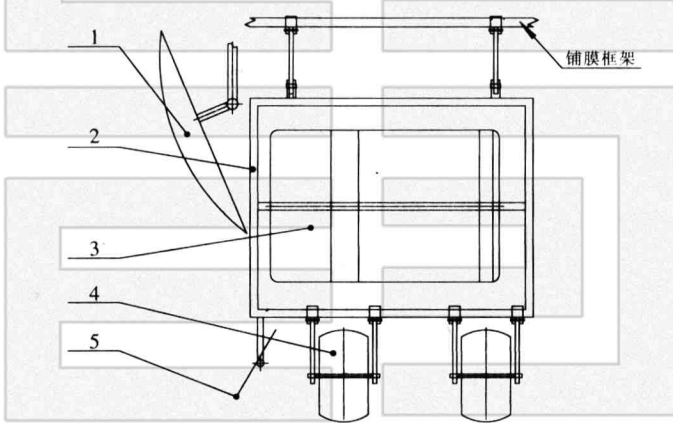


图 2-17 膜孔覆土镇压机构结构示意图

1. 覆土圆盘 2. 覆土轮框架 3. 种行覆土轮 4. 镇压轮 5. 刮土板

6. 施肥机构(需要时安装上,如果以基肥为主,一般可以不用安装)

一般采用大外槽轮式的排肥器排肥(和条播机的排种机构相似,但是体积大),外槽轮为六槽式,槽型呈圆弧状,槽轮外径一般 56

mm,槽深 12 mm,能保证施肥量大,并能适应多种肥料。肥箱容积一般 100 L 左右,并且每幅地膜都配有一个肥箱,使之能适应在较长的条田里工作。为消除工作中肥料架空而漏施的现象,在大外槽轮排肥器的上方还设有一个带双向水平螺旋的拨肥轮,它能不断将箱体內的肥料进行疏松并推向大外槽轮的排肥口。排肥量的大小靠调整排肥轮工作面的长度和调整排肥轮的转速来实现。

工作时,地轮经传动机构带动双向水平螺旋的拨肥轮及排肥轮转动,肥料在转动的双向水平螺旋的推动下,不断流向排肥口,再被转动的大外槽轮式排肥轮均匀排出,并沿着输肥管将肥料导入开沟器,施入种行的一侧。肥量可调,施肥深度一般为 50 ~ 80 mm。

该排肥机构具有 3 大特点:①停机时肥料不会发生自流现象。②肥量调节方便、可靠、比较准确。③排肥量大,并能适用于多种复合肥料,能满足棉花丰产攻关中对肥料的农艺技术要求。

(二)膜下穴播状态

图 2-18 所示,是 2BM 型铺膜穴播机的膜下穴播状态。即对膜床整形镇压好后,先进行穴播,并对播行进行覆土镇压,然后再把膜铺上去。这种播种方法可以使膜下的温度更高,种子发芽能更早些,并且不怕种子出苗前下雨所形成土壤板结。但出苗后需大量人工进行掀膜孔放苗,并对放苗后的膜孔还要进行盖土,很费人工。

将穴播由膜上穴播的配置状态改变为膜下穴播配置状态的调整,必须进行以下主要部件的调整改动:将穴播器连同穴孔覆土镇压的一整套机构的安装位置,与铺膜的一整套机构的安装位置进行前后对调,如图示的位置进行安装就可以了。2BM 型铺膜穴播机侧视结构示意图(膜下穴播)见图 2-19。

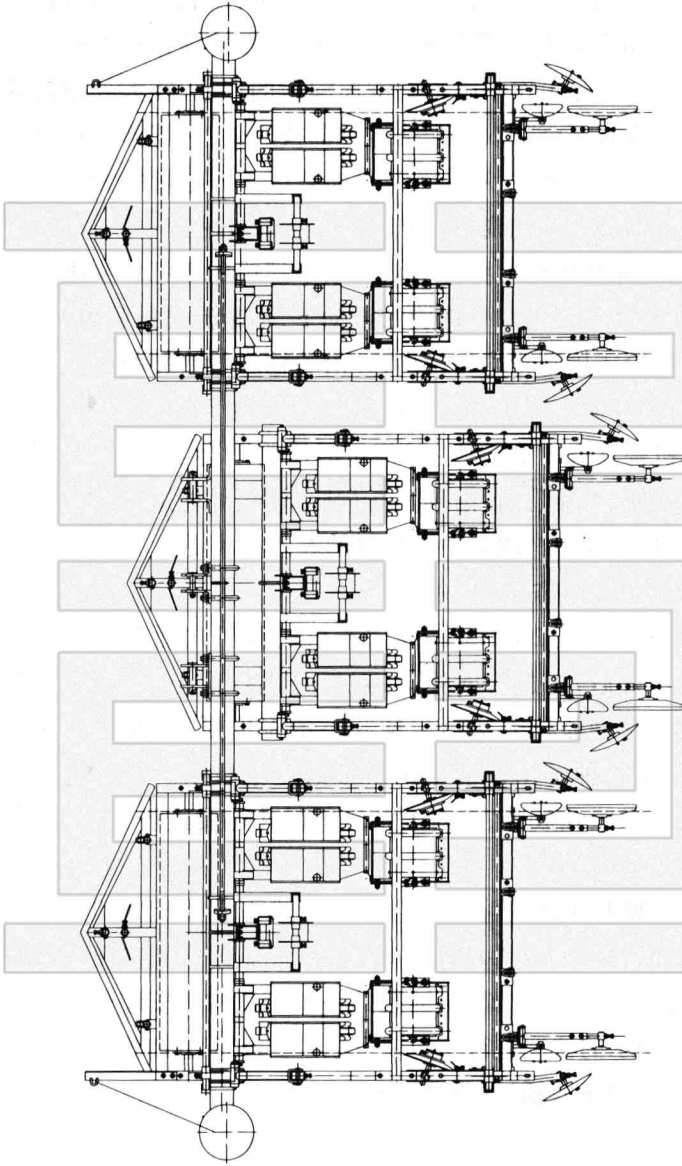


图 2-18 2BM 型铺膜穴播机主视结构示意图(膜下穴播)

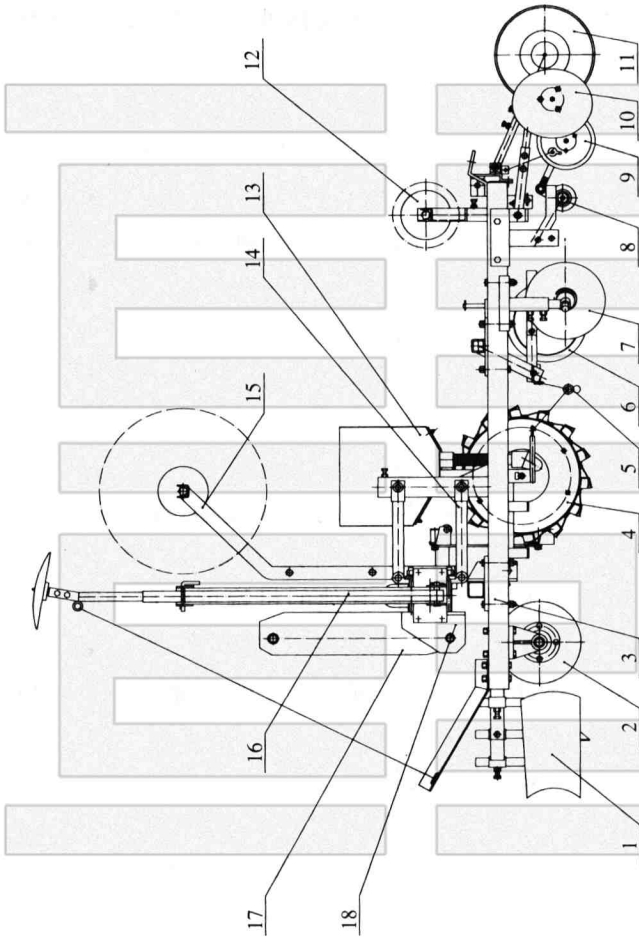


图 2-19 2BM 型铺膜穴播机侧视图示意图(膜下穴播)

- 1. 平土框
- 2. 镇压辊
- 3. 铺膜框架
- 4. 穴播器
- 5. 覆土环
- 6. 种行镇压轮
- 7. 开沟圆盘
- 8. 展膜辊
- 9. 压膜轮
- 10. 膜边覆土圆盘
- 11. 挡土盘
- 12. 膜卷
- 13. 种箱
- 14. 四杆机构
- 15. 滴灌铺设装置
- 16. 划行器
- 17. 上悬挂架
- 18. 悬挂主梁

(三) 在已铺好的膜上进行穴播

2BM 铺膜播种机也可以工作在预先已经铺好的膜上,单独进行打孔穴播。只要土壤墒好,播种后 5~7 天内如无雨,棉苗将会自行出土,不需人工“解放”棉苗,能有效地解决播种期还没有到,但不播种又怕保不住墒的矛盾。

但在预先已经铺好的膜上打孔穴播也存在一定的弱点:①播后 5~7 天内不能碰到大雨。如在 5~7 天内碰到大雨,雨水会顺种孔灌入,种孔上的盖土就会形成“瓶盖”状的板结,使棉苗自动出土困难,必须要用人工消除板结。②对墒度太差的地,种子易播在干土层上而不易保全苗。③作业时不容易对准上一次铺膜时的行走线,在膜上的穴播位置往往不容易走正,甚至会播到膜外面去。④在膜上打孔穴播后,穴孔上的覆土作业,再靠机器来完成就难以实现了,往往只能依靠人工。

播种机由其他穴播的配置状态,改变为在铺好的膜上进行穴播的配置状态,要进行以下的主要部件的调整改动:在 2BM 铺膜播种机上除保留悬挂主梁、四连杆仿形机构和铺膜框架,以及播种机构中的滚筒式穴播器和种子箱等,其他的机构可全部卸除。然后将滚筒式穴播器按照膜上穴播行距的要求进行调整好即可。一般由于地里已铺好了膜,所以对穴孔进行覆土的作业就不太容易进行了。

(四) 铺膜穴播机田间作业性能指标

在地膜质量合格的条件下,主要作业项目性能指标应符合表 2-1 中规定的标准。表 2-1 中同时列出了铺膜条播机的主要作业项目性能指标,可以作一个比较。

表 2-1 铺膜穴播机田间作业性能指标

项 目	指标值	
	铺膜穴播机	铺膜条播机
各行排肥量一致性变异系数(%)	≤13	≤13
总排肥量稳定性变异系数(%)	≤7.8	≤7.8
各行排种量一致性变异系数(%)		≤6.5
总排种量稳定性变异系数(%)		≤3.9
播种均匀性变异系数(%)		≤40
空穴率(%)	≤2.0	
穴粒数合格率(%)	≥85	
种子机械破损率(%)	≤0.5	≤1
膜下播深(cm)	2.5~3.5	2~4
膜下播深合格率(%)	≥85	≥85
种子覆土厚度(cm)	3~6	
种子覆土厚度合格率(%)	≥90	
空穴错位率(%)	≤2	
采光面宽度合格率(%)	≥80	
采光面地膜破损程度(mm/10m)	≤50	
采光面展平度(%)	≥98	
地膜纵向拉伸率(%)	4~5	
膜边覆土厚度(cm)	≥2.5	
膜边覆土厚度合格率(%)	≥95	
膜孔全覆土率(%)	≥75	
作业速度(km/h)	4~8	

二、性能特点

2BM 系列铺膜播种机在新疆主要用于棉花的铺膜播种。根据各地的实际情况需要,穴播器可变更为准精量穴播器或半精量穴播器,准精量穴播器每穴种子粒数为 $2 \pm 1 > 90\%$, 其中 2 粒穴率 $\geq 50\%$; 半精量穴播器每穴种子粒数为 $3 \pm 1 > 85\%$, 其中 3 粒穴率 $\geq 50\%$ 。通过较为简单的调整后,也可将膜上穴播形式转换成膜下穴播等形式。该系列铺膜播种机可根据用户对地膜宽度需要的不同,组装为 1 150、1 200、1 450、1 500 mm 等多种规格的机型。在行距的调整上,可很方便地调成其他所需要的各种中耕作物的行距配置,甚至可调整成 10 cm+66 cm 行距的适用机采棉的特殊行距配置。株距可根据各地用户的实际需要,提供不同穴距的穴播器来达到,最小株距甚至可达 8 cm。该机在膜上穴播状态下,可一次同时完成畦面整形、施肥、开膜沟、铺滴灌管、铺膜、压膜边、膜边覆土、膜上打孔穴播、膜孔覆土及对覆土带进行镇压等多种工序的联合作业。该机有以下几个主要特点:

(1) 通过调整工作部件的先后顺序,就可以方便地将膜上穴播形式改变成膜下穴播形式,或者在膜侧进行播种等形式。

(2) 根据用户的需求可附加上施肥、铺滴灌管等的附加装置。

(3) 各组工作部件都可以实现单独随地仿形,能最大限度地适应在各种土地条件下正常作业。

(4) 穴播器牵引轴采用特殊结构(如半轴结构等),便于实现更多种行距配置的播种状态的调整。

(5) 如卸去部分工作部件也可单独进行施肥和铺膜作业。

(6) 为了保墒,可先铺膜,待适播期到了后,再单独进行膜上打孔穴播。

第二节 滚筒式穴播器的理论分析

滚筒式穴播器以其鸭嘴式成穴器的独特功能在铺膜播种机上被广泛应用。鸭嘴式成穴器的独特功能主要是能在铺好的地膜上进行穴播而不会破坏地膜的铺放状态,并且能在穴播器转动一周中轻松完成取种、清种、输种、排种和成穴的整个穴播过程,机构简单,操作方便,效率较高。

一、滚筒式穴播器的结构与工作原理

如前面的滚筒式穴播器工作原理图 2-15 所示,滚筒式穴播器主要分为滚筒体、取种器和成穴器三大部分。筒体是基础件,并充当种子室;在筒体的圆周面内壁上安装有取种器,而在对应的外壁上安装有鸭嘴式成穴器。它们通过筒体圆周面上的孔互相连通,并且是成对、均匀地分布在筒体的圆周面上。

工作中滚筒式穴播器在铺好的地膜上进行滚动,滚筒内的种子被种子与滚筒之间的摩擦力以及种子相互之间的摩擦力带动,使滚筒内种子群的上平面与水平面会形成一个大于休止角的角度。位于滚筒圆周面内侧的取种器在随滚筒转动时,一定会从种子群中穿过,在穿入种子群的过程中,取种器的两个刮种翼就会将种子从取种器的进种窗刮进取种器内;当继续转动到顶部时,在取种器离开种子群的过程中,进入取种器内的种子便堆积到位于取种器头部的三角勺中,三角勺盛不下的多余种子,在取种器离开种子群以后,便会靠自重滑落回种子群中,取种的多少是由三角勺容积的大小来决定的;再继续转动到滚筒的水平中心线以后时,位于取种器头部三角勺中的种子便会沿着其背部的滑槽滑动到取种器根部的排种口

处;再继续转动到底部时,种子便会靠自重落入到成穴器的鸭嘴内。而此时鸭嘴正处于插入土壤破膜开穴之时,活动鸭嘴的尾部压板已接触到地面,在穴播器滚筒滚过此压板时,活动鸭嘴便被打开,落入鸭嘴的种子就播进了种穴。它的整个工作过程可分为取种、清种、输种和排种四个阶段,并且在滚筒旋转一周时全部自动完成。

二、工作中滚筒内种子群的运动情况

图 2-20 为滚筒内种子群的运动情况示意图。当滚筒的转速在额定转速之内时,滚筒内的种子群由于受种子与滚筒内壁和种子相互之间的摩擦力的作用,种子除会发生自转外,主要被带着沿滚筒内壁回转方向向上移动。当升到一定高度时,即种子群上平面与水平面的夹角大于种子的休止角时,处于最上面的种子就会在重力作用下沿种子流的斜面滑流回滚筒底部,然后下层的种子又会不停地被滚筒带起,这就是工作中种子群在滚筒内的运动情况。

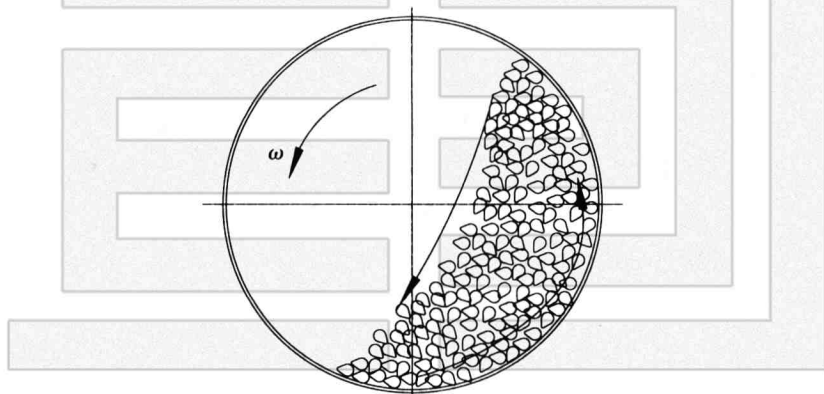


图 2-20 滚筒内种子群的运动情况示意图

三、滚筒式穴播器额定转速的确定

图 2-21 为滚筒转动时种子受力情况示意图。滚筒在工作的转

动中,能使种子始终贴在筒壁上的最小转速,我们称为滚筒的临界转速。滚筒式穴播器的额定转速必须小于它的临界转速,如大于临界转速时滚筒内的种子就不能靠自重脱离筒壁。也就是说筒内壁上的取种器虽然也能取到种子,但不可能完成清种、输种和排种等过程。

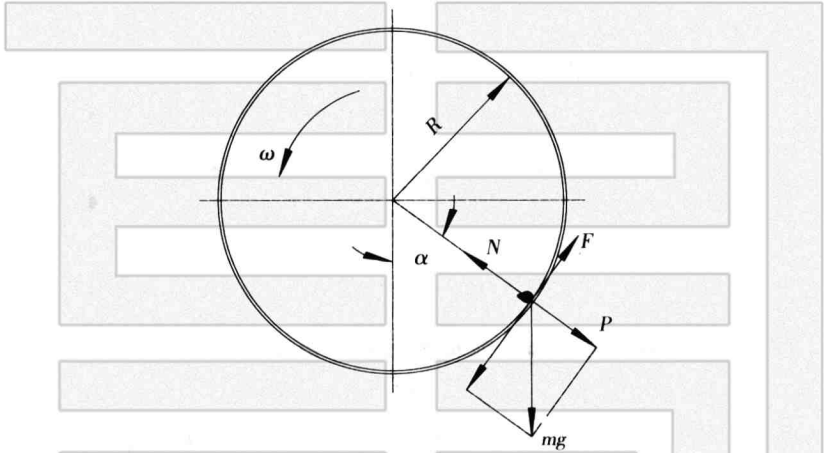


图 2-21 滚筒转动时种子受力情况示意图

如图 2-21 所示,假设滚筒的半径为 R ,转动角速度为 ω ,筒壁上有种子质量为 m ,种子与滚筒内壁的摩擦力为 F ,筒壁对种子的法向反作用力为 N ,种子在滚筒旋转时产生的离心力为 P ,种子所处位置与滚筒垂直中心线的夹角为 α 。

在整个滚筒内壁上,种子与滚筒内壁接触而不会落下的条件是:

$$N > 0;$$

而种子相对滚筒内壁不产生滑移的条件是:

$$F \geq mg \sin \alpha。$$

在滚筒水平中心线的下半区域内,由于 $mg \sin \alpha$ 与离心力 P 同方向,所以在滚筒内壁的各个位置上对种子都会有约束力;而在滚

筒的上半个区域内,由于 $mg \sin\alpha$ 与离心力 P 变成了反方向,所以在滚筒内壁各个位置上对种子的约束力,是随着种子的运动速度在变化的。而在滚筒的上半个区域内,也正是取种器进行清种和输种的区域,要求种子必须能脱离滚筒的内壁,即 $N=0$ 。因为离心力 $P = m\omega^2 R$;而种子在筒壁上的法向受力平衡方程式为:

$$P + mg \cos\alpha = N,$$

代入 N 和 P 后得 $\omega^2 = -g \cos\alpha / R$,

当 $\alpha = \pi$ 时, $\omega = \sqrt{g/R}$ 。

此时的 ω 就是滚筒的临界转速,而滚筒式穴播器的额定转速必须小于这个转速。

四、种子在滚筒内取种区的确定

滚筒滚动时,滚筒内的取种器与种子群刚接触时的法线与滚筒垂直中心线的夹角 β ,称为取种起始角。此时,取种器与种子流的相对速度较大,种子会沿着取种器的表面滑动,种子从取种口进入取种器的概率就相当大;当取种器进入到种子群后,它们的相对速度就会变小,种子进入取种器的概率就很小了。

当滚筒内种子很少时,种子群沿筒壁向上移的高度较小,此时不会影响清种,但由于取种区的减小,会大大影响取种器的取种几率;同理,当种子过多时,虽然取种的几率会很大,但清种会受到严重影响。那么最合适的种面高度应如何确定呢?通过对图 2-22 的分析可知,工作时种子在滚筒内的最大爬升高度,必须小于清种时种子的滑落位置角 γ ;同时为防止已进入取种器内的种子提前滑到尾部造成二次充种,取种的起始角 β 应满足以下条件:

$$F - mg \sin\beta \geq 0,$$

即 $(mv^2/R + mg \cos\beta) \tan\theta - mg \sin\beta \geq 0$ 。

式中: v ——种子(滚筒)的线速度;

θ ——种子与筒壁的摩擦角。

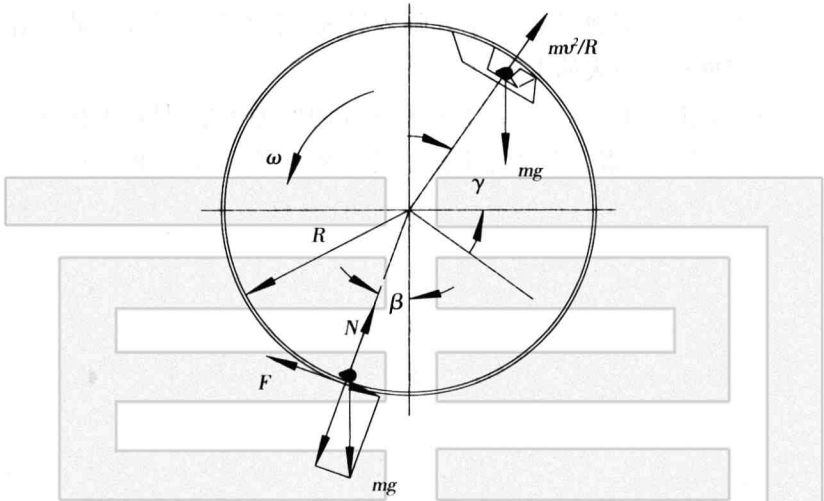


图 2-22 种子滑落位置角和取种起始角的确定示意图

五、种子在滚筒内清种区的确定

如图 2-22,为使取种器头部三角勺内的种子能够保证定量准确,当取种器内的种子沿滑落面的重力分力大于种子间的摩擦力及离心惯性力时,多余的种子就能自动滑落下来,因此,清种区必须大于种子的滑落位置角 γ 。

设多余的种子是沿径向滑落,则滑落的条件为:

$$mg \sin \gamma \geq mv^2/R + mgtg\varphi \cdot \cos \gamma。$$

其中 φ 是种子与种子之间的摩擦角。

为可靠清种,防止重播,清种区的起始位置应接近 γ 。

六、结论

(1)穴播滚筒内的种子群在工作时是呈月牙状做环形运动的,滚筒转速越高,种子被带起的高度也越高,其月牙形状也会随之

变化。

(2) 滚筒的转速应略小于其临界转速, 才能既获得较好的工作质量, 又能获得较大的生产力。

(3) 滚筒的转速、滚筒的直径和滚筒内的种子量, 是影响排种精度的三个重要因素。在选定滚筒的转速和直径后, 必须使滚筒内的种子量保持在一个合适的最佳高度位置, 这样才能获得满意的穴播效果。

第三节 半精量播种机的使用调整

2BM 系列滚筒式铺膜穴播机是一种复式作业机械, 它的适应面广, 可调部位多, 因此, 能否正确调整和使用好该机具, 是确保作业质量的关键。

下面对该机的主要使用调整技术作一介绍。

一、使用前对辅助物品及土地的要求

(1) 肥料要求过筛, 颗粒直径不大于 5 mm, 要保持干燥, 肥料要有较好的流动性, 不能有过多过大的杂物。

(2) 种子必须清洁饱满、无杂物、无破损、棉花种子无短绒。

(3) 土地必须平整、细碎、疏松、无杂草等杂物, 墒度适宜, 盐碱度不超过允许值。

(4) 膜卷必须整齐无断头、无粘结, 膜捆芯筒轴直径不得小于 50 mm, 膜捆的外径不得大于 220 mm。

(5) 地膜的宽度尺寸应该根据播种行距的需要来进行选择。一般比膜内最靠两边播种行的行距再宽 30 ~ 35 cm 为宜, 过窄易压不住膜边, 过宽浪费地膜。

二、使用前对铺膜穴播机的主要准备

(1)各部轴承应保证有足够的润滑油,必须转动灵活,无卡滞和杂音,否则应及时清洗或更换。

(2)检查各相对运动的部件,保持活动或转动灵活,无卡涩和旷动现象。

(3)检查各浮动仿形的部件,应保证仿形灵活,无卡涩和旷动现象。

(4)检查各部位的紧固螺栓,必须紧固可靠,不得有松动。

(5)重点要检查滚筒穴播器:

①种子箱及输种管应固定可靠,不得有杂物、泥土、棉绒等堵塞进种口或输种过道,也不得有漏种子的地方。

②鸭嘴的活动铰链必须活动灵活,不得锈死或发涩,不得脱落和旷动过量,否则应进行修理或更换。

③活动鸭嘴与固定鸭嘴的相对位置应正确,它们的张开顶端距离应保持在 10 ~ 15 mm(具体可根据种子的尺寸大小来定),否则应校正、调整。

④穴播器滚筒应转动灵活。穴播器滚筒轴进行调整安装后,穴播器滚筒应仍能灵活转动,轴不能有明显的轴向旷动,否则应重新调整。

总之,使用前地膜穴播机各零部件技术性能必须全部处在完好状态。

三、使用前对铺膜穴播机进行播种状态的调整

1. 株距的调整

株距一般在出厂时已按照用户的要求做好的,所以一般不需要调整。如要调整,主要靠增加或减少安装在滚筒穴播器上的鸭嘴数

量来调整,属于有级调整。安装的鸭嘴数量不同,所得播种株距就不同。安装鸭嘴数量少,株距就大,安装鸭嘴数量多,株距就小。

当需要更大的株距,如果单靠减少单体总成仍无法满足需要时,可采取关闭相应鸭嘴上排种器的进种窗翼,使该排种器不能进种,即可加大株距。当关闭鸭嘴滚筒上所有排种器的进种窗翼,而仅留一个排种器的进种窗翼时,此时株距可达 1 200 mm 以上,播玉米、豆类和瓜类等作物时可采用这种方法。

2. 播种量的调整

播种量一般也是在出厂时就已按照用户的要求做好的,所以一般也不需要调整。如要调整,只有依靠更换不同大小的取种器或型孔盘来实现。

3. 施肥量的调整

一般是采用外槽轮排肥器的机构来进行强制排肥。施肥量的大小可通过:

(1)改变外槽轮的工作长度来实现。调整步骤是:将农具升起(或支起)呈水平状态。松开外槽轮工作长度调节手柄上的锁紧螺栓,扳动手柄,使外槽轮工作长度为全长的 1/3 左右。转动地轮,通过链条带动外槽轮转动,排出肥料。将每行排出的肥料进行称重,与要求的施肥量相比较,若施肥量大了,将外槽轮工作长度调短,反之调长。待调到接近或等于规定施肥量后再重新试验 3~5 次,看是否稳定,如基本稳定了就可以了。调整时必须注意使同一播幅内的各排肥器排量一致,要求误差不能大于 $\pm 4\%$ 。

(2)改变排肥器外槽轮的转速。

4. 铺膜机构和播种行距的调整

一是调整每幅膜宽内的播种行距:松开在铺膜框架上连接穴播器的固定螺栓,左右移动穴播器,调整到要求的行距,将螺栓固定紧。

二是调整各组铺膜框架之间的接合行距:松开在大梁上固定铺

膜框架的螺栓,使各铺膜框架在大梁的中心向两边对称安置,并且使接合行距也要达到要求的行距标准,再将螺栓全部固定紧。

然后调整“种行覆土器”,使其对准穴播行。

再调整各覆土圆盘:使其挖起的土能准确地甩到要求的地方。

调整压膜轮与开膜沟圆盘:它们必须走在同一条直线上,即压膜轮必须正好走在挖好的膜沟内;并同时调整膜捆的相对左右位置,使两边的压膜轮都能始终可靠地压住膜边。

最后调整种行镇压轮:调整到正好压在种行的覆土带上(见图2-1)。

5. 根据地理条件调整平土框前端及后端立轴的高低位置

当地理条件较差时,应将前后立轴下调,增大吃土量;反之,前后立轴上调,减少吃土量,以便获得较好的铺膜播种的地况条件。

6. 开沟圆盘和压膜轮的调整

开沟圆盘的调整:

(1)与前进方向的夹角:使其在 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$,保证入土深度能在60~70 mm之间。调整时先松开开沟圆盘立柱的锁紧螺母,移动圆盘至所需偏角位置及高低位置后再将螺栓锁紧。

(2)两个开沟圆盘刃口间距离的调整:调整的目的在于按播种要求的行距确定垄面宽度,保证所开的沟与压膜轮能相对应。调整时先松开圆盘轴调整螺栓,然后调整圆盘的距离,调整合适后锁紧螺栓。

调整压膜轮要注意:应使压膜轮与相应开沟圆盘走在同一直线的沟墙内,并使压膜轮弧面与开沟圆盘开出的沟壁正好贴紧,这样在压膜的同时对地膜能产生一个横向的拉伸力,使地膜能紧贴于地面,能减少打孔后种子与地膜之间孔的错位。

7. 覆土圆盘的调整

使圆盘与前进方向的夹角保持在 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 之间,保证入土深度适宜,以确保土量适当,不宜过多,避免将土抛到膜面上,减少膜面

的采光面积。

调整方法:先将覆土圆盘立柱紧固螺栓松开,然后转动覆土圆盘轴,同时将立柱进行上下调整即可完成。覆土圆盘左右位置的调整,是将覆土圆盘轴调整螺栓松开,左右移动圆盘到合适位置,锁紧螺栓即可。

8. 施肥开沟器的调整

将施肥开沟器卡子及施肥开沟器沿机架前梁移到相应位置及高度后,锁紧螺栓即可。施肥开沟器上下位置的调整,可保证肥料能施入到要求的深度。

9. 种行覆土额定体的调整

(1)调整额定体的左右位置和漏土槽孔带的间隙即目的是使土能准确地覆盖在种行上,并控制覆盖在种行上的土量的大小,保证膜面所需的采光面积。调整时先松开额定体的连接板螺栓,左右移动连接板,带动覆土额定体左右移动,使覆土额定体上漏土的槽孔能和滚筒穴播器上的鸭嘴走在同一直线上,调好后锁紧螺栓即可。然后根据不同的土壤,再调整两漏土槽孔带的间隙即松开调节圈上的固定螺丝,移动调节圈,使靠近覆土圆盘的漏土带间隙为 15 ~ 20 mm,另一个漏土带的间隙为 25 ~ 30 mm,当土质为黏重土壤时,间隙还可适当调整大一点,调好后锁紧螺栓即可。

(2)调整覆土圆盘:调整的目的是控制和保证穴孔及膜边和膜面上的覆土厚度。调整时先松开覆土圆盘的固定螺栓,和以上第7项的覆土圆盘的调整一样需进行角度和高度的调整,根据不同的土壤,调整膜上覆土圆盘与前进方向之间的夹角应保持在 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 之间,并使覆土圆盘尽量靠近覆土额定体,以保证膜孔上覆土的可靠性,覆土厚度应控制在 15 ~ 20 mm 为宜。

10. 划行器的调整

左右划行器长度按下列公式计算:

$$M_{左} = \frac{A}{2} + B + \frac{C}{2}$$

$$M_{右} = \frac{A}{2} - B + \frac{C}{2}$$

式中:

$M_{左}$ ——划行器左边臂长(从最左边播行的鸭嘴到左边划行器圈盘的距离);

$M_{右}$ ——划行器右边臂长(从最右边播行的鸭嘴到右边划行器圈盘的距离);

A ——播种机的工作幅宽(m);

B ——驾驶员瞄准器偏离中心的距离(m);

C ——两播幅之间要求的接合行距(m)。

四、使用前对拖拉机的调整

1. 轮距的调整

主要以与2BM系列铺膜穴播机配套的(如铁牛55)拖拉机为例的轮距的调整。

为了不影响后续的铺膜、穴播、中耕等各项作业,拖拉机悬挂“4条膜8行”或“3条膜12行”等农具进行作业时,为适应大的行走行距,必须要将拖拉机的后轮胎进行翻转调整。使两轮胎中心距和铺膜穴播机上相应的膜间行走行的中心距离相等,为180cm左右,偏差不得超过5cm;对拖拉机的前轮也要同时作相应的调整。并且在该块田地以后所有的田间作业中,都要保持使用这个轮距,以免作业中伤苗太多。

2. 悬挂装置的检查调整

检查调整好悬挂装置,保证被悬挂的农具能处于正确的悬挂联接状态。即:“纵向正中牵引,横向水平牵引,硬联接,软浮动”。

纵向正中牵引:要求被悬挂的铺膜穴播机顺拖拉机前进方向

看,应处于正中位置状态。不能使铺膜穴播机在工作时,相对于拖拉机的中心有一边多一边少的偏置现象。

横向水平牵引:被悬挂的铺膜穴播机在工作时不能出现一边高一边低的歪斜悬挂现象,铺膜穴播机的横向应平行于地面,呈水平状态。

硬联接:是指在悬挂联接好铺膜穴播机后,应把悬挂装置的各项调整螺栓固定紧,悬挂架上的张紧链条也必须绷紧。不能让铺膜穴播机在工作或田间运输时,发生上下左右来回摆动的现象。

软浮动:指的是用液压悬挂限位浮动的方法来达到整机的仿形浮动,以免因工作中悬挂臂降得过低,而使铺膜穴播机被迫处于强行拖拉的状态下工作,而发生壅土现象。

3. 液压悬挂中油缸限位卡的调整

用拖拉机悬挂铺膜穴播机时,应对其液压悬挂油缸的限位卡进行调整。调整步骤和方法是:将液压处于浮动状态,待铺膜穴播机自然落地后,这时铺膜穴播机的大梁与铺膜框架的四连杆机构就会处于压迫接触状态;然后再将液压回升上提一点,提到大梁刚动,正好解除压迫,这时定为油缸限位卡的位置。这一位置在静止状态下还看不出浮动,但是一旦开始工作前进时,由于开沟圆盘、施肥圆盘和施肥开沟器等入土工作,铺膜框架就会开始下落,四连杆机构与大梁之间的距离就会自然被拉开。由于大梁已被油缸限位卡定死,不能再下落,所以四连杆机构就能起到浮动作用了。这时的尺寸也应该恰好是开沟圆盘等的入土深度,铺膜穴播机就可通过四连杆机构做上下随地自由浮动。

工作时如发生短暂的壅土现象,可将液压稍向上提升一下,等消除壅土后再降回原位。如发生的是单组铺膜框架壅土,可调整该铺膜框架上四连杆机构的上拉杆,通过调整其长度来予以消除壅土现象。

4. 中央拉杆的调整

拖拉机液压悬挂装置中的中央拉杆上的调整螺栓不得锈死,应能灵活地进行伸缩调整。调整中央拉杆的主要作用:一是保证悬挂的铺膜穴播机升起后离地能有足够的运输间隙,一般最小间隙不能小于 25 cm;二是保证铺膜穴播机在工作中能始终保持前后的高低位置能处在水平状态下作业。

铺膜穴播机在正常状态下,铺膜框架应平行于地面进行工作。如中央拉杆调整得过长,会造成铺膜框架前高后低,工作时易造成断膜和滚筒卷膜等故障现象发生;如中央拉杆调的过短,又会造成铺膜框架前低后高,易导致压膜轮和施肥开沟器等在作业时产生壅土等现象。

五、使用中的注意事项

(1)穴播器的旋转方向必须正确,不得有误。以活动鸭嘴为记号,它的头部顺旋转方向必须在前,尾部方向在后。安装时左右滚筒不得装错。

(2)左右种行覆土额定体不得装错,否则由于额定体内的“进土螺旋”反向了,土会进不去额定体内。

(3)经常检查并及时加种,加肥,避免漏播。

(4)经常检查所有的鸭嘴,不得有堵塞夹土和活动鸭嘴卡滞脱落等现象。穴播器鸭嘴必须始终保持非常灵活的正常技术状态。

(5)经常检查开沟圆盘、覆土圆盘、种行覆土额定体及其他工作时转动的零部件,使它们必须经常保持转动灵活,无卡滞,无旷动的正常技术状态。

(6)由于铺膜穴播机一般都比较重,所以为保持机组的纵向稳定,拖拉机前部允许适当配重,但必须固定可靠安全。

(7)运行中起步要稳,速度要慢,以防损坏工作部件。

(8)运行中铺膜穴播机上不允许堆放地膜、种子等物资,肥料箱不允许装肥,以免超重。

(9)上下坡速度要慢,坡度大时,为保持机组在上坡时的纵向稳定,拖拉机前部可以再适当多配重一部分。

(10)机具应缓慢轻放,严禁落下过猛,造成机件损坏,鸭嘴夹土。

(11)机车起步或机具落下时应鸣号,以免发生意外。

(12)工作中严禁倒退,如要倒退必须全部升起机具后缓慢进行。

(13)每趟工作时或地膜接头时,应将地膜端面用土压结实,防止机车工作时地膜被拉动移位。

(14)每个班次在作业前必须对铺膜穴播机进行一次班保养:

①按要求向各润滑点注油;

②检查并拧紧各部位紧固螺钉;

③检查各转动活动部位是否灵活正常,否则对症处理;

④检查清理各部位堵塞和黏附的泥土及杂草等杂物。

(15)铺膜穴播机的存放与保管:

①彻底清洁铺膜穴播机后,充分润滑各润滑点;

②取下铺膜穴播机的各工作部件,尤其是滚筒穴播器,并将它们擦净、调整好并涂油后,室内存放;

③彻底清洁铺膜穴播机的肥箱和种子箱的内腔;

④取下铺膜穴播机上的链条、弹簧等,涂油后进行室内存放;

⑤用专用支架可靠支垫铺膜穴播机,如必须露天存放时,应有篷布等物品进行遮盖。

六、使用中的故障分析及排除

表 2-2

故障	发生原因	排除方法
穴播器转动不灵活	1. 转动件与固定件摩擦 2. 轴承润滑不良, 轴承内进入脏污物或轴承损坏	1. 调整取种盘中心度: (1) 调整排种挡盘与取种盘进种道的间隙 (2) 检查盛种盒、排种挡盘有无损坏变形。 2. 更换或拆下轴承清洗, 并注入清洁润滑剂
穴播器鸭嘴夹土	1. 活动鸭嘴开启不灵活或损坏 2. 活动鸭嘴开启过早 3. 穴播器转动方向错误	1. 更换或校正固定鸭嘴, 对症排除问题 2. 将穴播器活动鸭嘴调整到在完全入土的位置时打开 3. 改变穴播器转动方向
穴播器空穴增多	1. 输种管堵塞, 种盒充种面太低 2. 种盒里石块等杂物太多 3. 棉种残留棉绒太多 4. 鸭嘴夹土	1. 排除堵塞, 调整充种面的高度 2. 定时清理种盒内的杂物 3. 按技术要求处理棉种 4. 排除鸭嘴的堵塞, 找到堵塞原因予以解决
下种不均匀	1. 取种器刮种翼的位置调得不一致 2. 种子的大小不均匀 3. 取种器变形	1. 将每个取种器的刮种翼与进种窗口的尺寸调整一致 2. 播种前对种子必须进行精选 3. 更换或校正取种器
铺膜不顺利	1. 地膜质量差 2. 压膜轮转动不灵活 3. 膜沟太深	1. 更换地膜 2. 调整压膜轮 3. 调整开沟装置, 控制沟深在 4~5 cm
滚筒甩种子	1. 种床不平, 鸭嘴入土时未被打开, 当转到滚筒轴心线以上时鸭嘴才打开, 种子因此被甩出 2. 穴播器上带有展膜盘时, 展膜盘未走在膜沟内, 将穴播器顶腾空了	1. 待播地要达到松平细碎, 地表要有 5 cm 的松土层, 消除明暗土块, 减少杂草的残留量 2. 调整开沟圆盘或穴播器位置使展膜盘工作时走在膜沟内 3. 仔细检查滚筒有无漏种子的地方, 对症予以排除

七、使用安全守则

(1) 机组人员在作业前,应仔细阅读铺膜穴播机的使用说明书,熟悉铺膜穴播机的结构、性能、调整使用及保养方法等内容。

(2) 挂接铺膜穴播机时应注意左右及后方,防止碰伤挂接人员或损坏机具。

(3) 铺膜穴播机在运输和工作时,机具上的任何部分严禁站人。

(4) 铺膜穴播机在工作时严禁转弯或倒退。

(5) 铺膜穴播机在起步前或落下时,应密切注意边上工作人员的安全。

(6) 对铺膜穴播机进行调整、清理、加种等工作时,必须停车进行。

(7) 严禁在铺膜穴播机的种箱或其他部件上放置工具、零件等物品。

(8) 严禁工作人员穿宽大不方便的衣服进行作业,女同志如有长发必须可靠束缚在帽子或头巾内。

(9) 严禁儿童和非工作人员接近铺膜穴播机组。

第三章 气吸式铺管铺膜精量播种机

气吸式铺管铺膜精量播种机是近年来为适应膜下滴灌、精准施肥、精量播种发展起来的新机具。针对不同的生产和市场需求,按配套动力的大小,相继开发出了1膜2行、1膜4行、3膜6行、4膜8行、3膜12行、2膜12行、3膜18行、5膜20行等全套机具。近年来,随着我国西部干旱地区精准农业发展需求,精播的作物种类也从棉花发展到玉米、甜菜、瓜类、番茄等,相应的气吸式铺管铺膜精量播种机也同时开发成功,形成了气吸式铺管铺膜精量播种机系列产品。系列机具的大规模推广应用将地膜覆盖栽培水平提高到新的高度。

气吸式铺管铺膜精量播种机在棉花上应用最广泛,播种行距可调整,最小行距可调到9 cm,适应棉花机械采收66 cm+10 cm带状种植模式。系列机具均为悬挂式,在适播期内,可进行棉花、甜菜、玉米等作物的铺管铺膜精密播种联合作业,一次完成畦面整形、开膜沟、铺管、铺膜、膜边覆土、打孔精密播种、种孔盖土、种行镇压等项作业。按用户要求可配置5穴至16穴等不同规格的穴播器。当配置的穴播器为16穴时,理论株距达到9 cm;配置的穴播器为15穴时,理论株距达9.6 cm;配置的穴播器为6穴时,理论株距达23 cm。该机可进行单粒精播、双粒精播、1:2:1粒精播。当进行单粒精播时,穴粒数合格率 $\geq 90\%$,空穴率 ≤ 3 。影响播种深度最关键的因素是穴播器鸭嘴高度,不同播深要求的作物应选择不同鸭嘴高度的穴播器。播种深度的调控也可通过调节种孔盖土厚度来实现。

第一节 气吸滚筒式精量穴播器

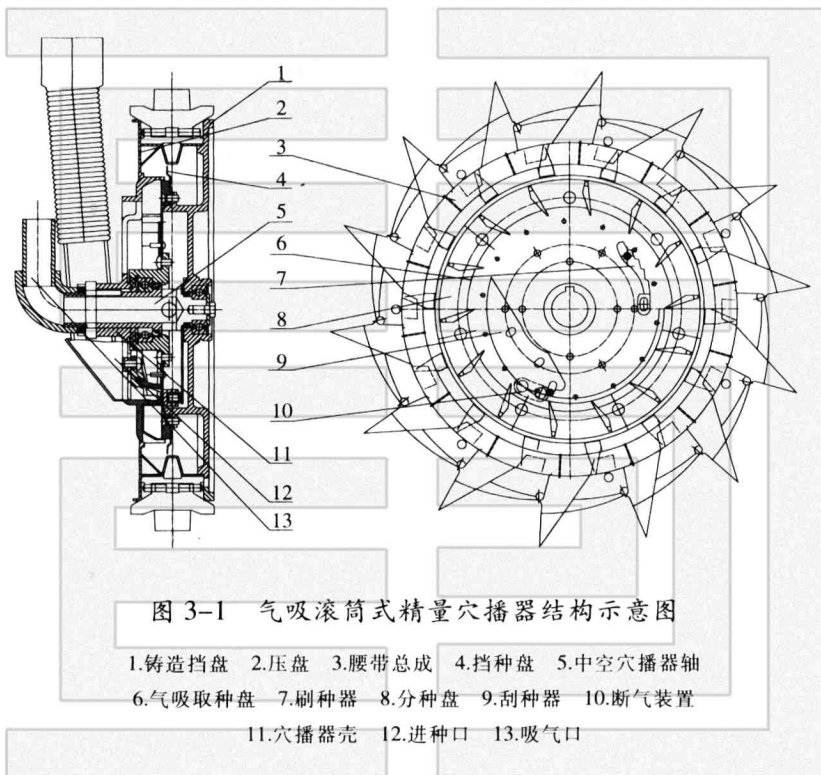
气力式排种器分为负压式和正压式两种,负压式通常称之为气吸式。采用负压排种装置的气吸滚筒式精量穴播器,是铺管铺膜精量播种机的核心部件,主要用于在铺设完成的膜上进行打孔精量播种作业。具备精量取种,精确分种,二次投种,膜上打孔,精量穴播功能,窄行行距最小可达到9 cm。

一、结构及主要技术参数

(一) 结构

气吸滚筒式精量穴播器(图3-1)主要由铸造挡盘、压盘、腰带总成、挡种盘、中空穴播器轴、气吸式取种盘、刷种器、分种盘、断气装置、刮种器、穴播器壳体、吸气口、进种口等部件组成。铸造挡盘是气吸滚筒式精量穴播器主要零部件的支撑,构造功能带有气室,中空穴播器轴通过轴承支撑安装在铸造挡盘上,与铸造挡盘同轴。中空穴播器轴上在固定的角度装有断气板,断气板主要用于安装断气块,断气块浮动安装在断气板上,弹簧加压。气吸式取种盘内孔与接盘相连接,接盘通过轴承安装在中空穴播器轴上,取种盘外侧平面通过分种盘压紧安装在铸造挡盘气室位置,背面正对气室,与穴播器气室之间由O型胶圈密封。挡种盘装在分种盘与铸造挡盘间(见图3-2)。气吸式取种盘上铆有6根搅拌齿。锯齿形状刷种器、刮种器、进种口等部件均安装在穴播器壳体上(见图3-3)。穴播器壳体通过平键与中空穴播器轴相连接,穴播器壳体上带有视窗口和清种口。吸气口通过弯头安装在中空穴播器轴上,与中空穴播器轴、穴播器气室、取种盘共同组合成为气吸滚筒式精量穴播器气

路系统。腰带总成(见图 3-4)由进种道组合、腰带、固定鸭嘴、活动鸭嘴、鸭嘴开启弹簧等组成。腰带总成定位安装在铸造挡盘上,压盘通过联结螺栓将铸造挡盘、腰带总成可靠联结,组成气吸式精量穴播器。



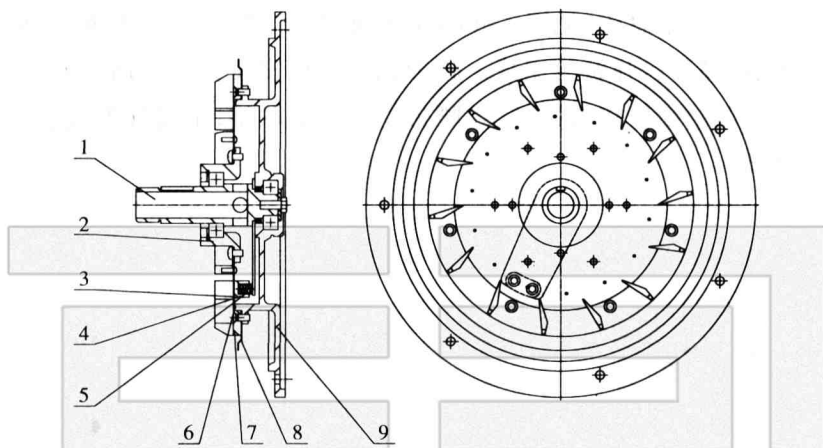


图 3-2 铸造挡盘组合结构示意图

- 1.穴播器轴 2.接盘 3.取种盘 4.断气块 5.断气块座
6.O型密封圈 7.分种盘 8.挡种盘 9.铸造挡盘

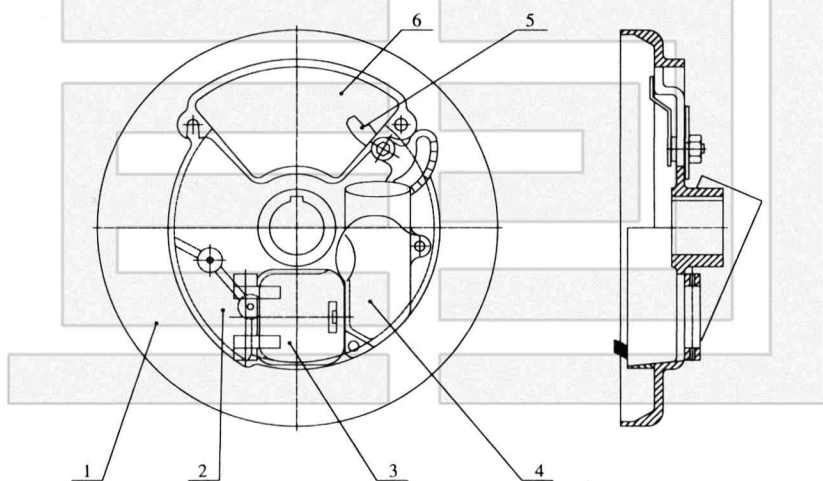


图 3-3 穴播器壳组件结构示意图

- 1.穴播器壳 2.刮种器 3.清种口盖 4.进种口 5.锯齿状刷种器 6.视窗口

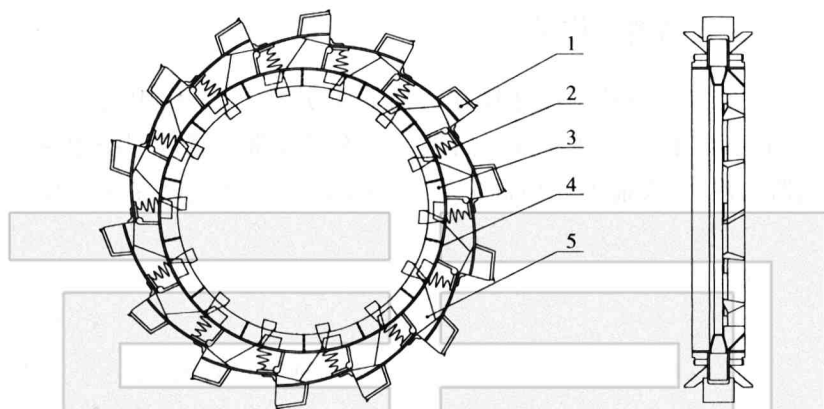


图 3-4 腰带总成结构示意图

1.活动鸭嘴 2.鸭嘴弹簧 3.进种道组合 4.腰带 5.固定鸭嘴

(二) 技术参数

表 3-1 精量穴播器主要技术参数

序号	参数名称		特征、参数
1	外形尺寸(宽×高)	mm	200×464(最大)
2	腰带基圆宽度	mm	60
3	取种盘直径	mm	200
4	取种方式		气吸式
5	刷种器形式		锯齿式
6	吸种孔与种子分离方式		断气加刮种
7	膜下播深	mm	20~40
8	穴粒数	粒/穴	1,2 或 1:2:1:2
9	合格穴率	%	≥90
10	空穴率	%	≤3
11	成穴器(鸭嘴)数量	个	6~16
12	基部宽度	mm	35
13	活动鸭嘴开启方式		自压式
14	适应最小行距	cm	9

二、穴播器工作过程

中空穴播器轴刚性连接在穴播器牵引臂上,工作中随牵引臂上、下浮动,精量穴播器铸造挡盘组件连同腰带总成件围绕中空穴播器轴转动,穴播器壳体固定在穴播器轴上。吸气口在风机作用下,通过中空穴播器轴将滚筒穴播器气室形成负压。取种盘随精量穴播器同步转动,从种子层通过,取种盘上的搅拌齿疏松种层,吸种孔在气室形成的负压作用下吸附种子。随着精量穴播器同步转动过程向上移动,当吸种孔吸附种子到达刷种器位置时,带锯齿形状的刷种器碰撞吸种孔吸附的种子,锯齿形工作面与吸孔上的种子忽近忽远,若即若离,产生一定频率和振幅的振动,使吸种孔上的多粒种子的平衡状态遭到破坏,其中吸附不牢的种子落回种层,余下的1粒种子则被更稳定地吸附。每个吸种孔吸附的1粒种子,随精量穴播器同步转动过程继续移动。当吸种孔吸附的种子到达投种位置时,断气块平面在弹簧作用力作用下紧贴取种盘,切断种孔的负压气源而使种孔断气,安装在穴播器壳体上的刮种器扶助将种子刮离吸种孔,投入到分种盘中,刮种器上的毛刷自动清理种孔。进入分种盘的种子继续移动,当种子到达二次投种位置时,种子在重力作用下投入进种道。进入种道的种子随精量穴播器的转动进入鸭嘴端部,当鸭嘴运动到穴播器入土最深位置时,活动嘴在精量穴播器重力作用下打开,动、定鸭嘴组成的成穴器切割土壤形成种穴,种子落入穴中,完成工作全过程。

三、主要零部件设计参数分析

(一)取种盘与气室设计参数确定

铸造挡盘气室与取种盘配合形成真空气室,其上安装有取种盘,大、小O型密封圈,断气装置,断气板,接盘,中空穴播器轴等零

部件。气室与取种盘间形成圆环形气室。

1. 吸孔直径

吸孔直径的大小对所需的气室真空度影响很大,直接影响着排种器对种子的吸附能力。吸孔直径越大其吸附种子的能力也越强,但吸孔直径过大有两个不利因素:一是随着孔径的增大,孔径面积增大,负压的损失增加,吸附种子所需要的真空度降低;二是种子形状不规则,小头吸入吸孔的概率也随之增加,当吸入长度超出取种盘下平面时,断气块断气过程中挤断种子的概率增加。

在保证排种性能的情况下,吸孔直径小需要的真空度就较高,相应的风机的性能也需要提高。但对于一个风机,当达到一定的转速后再要提高真空度的速度比较缓慢,风机速度的提高,其他不利因素也随之增加。在真空度相同的条件下,孔径过小而使吸力不足,会使漏播增加。而孔径过大产生的漏气量随之增加,挤断种子的概率增加,排种效果同样会变差。因此,需要选择合适于种子大小的吸种孔径。

供试种子尺寸特征如表 3-2 所示。

表 3-2 试验种子特征

种子特征	长	宽	厚
棉种(mm)	8.61	4.89	5.06
玉米种(mm)	9.12	7.38	5.16

经多次试验确立如下吸孔直径计算公式:

$$d = (0.62 \sim 0.68)b \quad (\text{式 } 3-1)$$

式中: b ——种子的平均宽度(mm);

d ——吸孔直径(mm)。

依据吸孔直径计算公式,棉种取种盘,吸孔直径 d 取 3.2 mm;对于玉米取种盘,吸孔直径 d 取 4.5 mm。

2. 取种盘厚度对排种质量的影响分析

种子基本尺寸范围确定后,吸孔直径增加,吸附种子的能力也越强,断气过程中挤断种子的概率增加。适当增加取种盘厚度可减少种子的损伤,但增加取种盘厚度对吸孔清理不利,使吸孔堵塞的概率增加。增加取种盘厚度的同时,在种盘背面钻锥形孔,可有效解决种盘厚度增加后出现的种孔易堵塞问题。取种盘种孔结构示意图如图3-5所示。根据种子基本

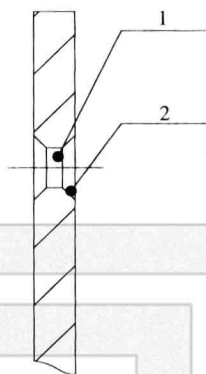


图3-5 取种盘种孔结构示意图

1. 种孔 2. 锥形倒角

形状,棉花取种盘厚度取1.5 mm,玉米取种盘厚度取2.5~3 mm。

3. 吸孔数量对排种性能的影响

与一般气吸式排种器不同,取种盘与气吸滚筒式穴播器同步转动,根据穴距确定吸孔数量。因此吸孔数量与播种速度、播种频率没有较大关系,这是气吸滚筒式穴播器的特殊性。但吸孔过多,种孔之间距离逐渐变小,当孔数增加到一定值时,两吸孔之间吸种出现相互干扰,使得种子在排种孔上排列出现混乱,造成排种性能逐渐降低,对气室气压也有一定影响。

4. 取种盘转速及其线速度的分析

取种盘转速是制约工作速度的重要因素。提高取种盘转速可以提高投种频率以达到提高工作效率的目的。但随着取种盘转速的提高,种子充填时间逐渐缩短。当转速达到一定值后,即使在较高的真空度下吸种效果也会恶化,有的吸孔来不及吸种,或者虽已吸住种子,但因受到离心力和其他种子碰撞冲击的影响,容易脱落而造成空穴。另外,风机所能产生的真空度达到一定值后,若继续

提高转速,真空度上升却非常缓慢。因此不能单纯地靠提高真空度来保证提高取种盘线速度,应在极限转速范围内合理地调节真空度以达到最佳的取种状态。取种盘与气室同步转动,使气室与种盘间密封严密,减少了气室负压泄漏,适当增加了取种盘转速。

5. 气室及气室真空度的确定

气室的真空度直接影响到排种孔吸种的性能,各吸种孔处的均匀程度对排种质量有较大影响。取种盘与气室同步转动,决定了气室的结构形式为圆环形。这样有利于结构的布置及室内真空度的一致性。根据实用机械设计手册(上),气室所需真空度的最大值计算公式为:

$$H_{\text{cmax}} = \frac{80K_1 K_2 m g c}{\pi d^3} \left(1 + \frac{v^2}{gr} + \lambda\right) \quad (\text{式 3-2})$$

式中: H_{cmax} ——气吸室真空度最大值(kPa);

d ——排种盘吸孔直径(cm);

c ——种子重心离吸种盘之间距(cm);

m ——1粒种子的质量(kg);

v ——排种盘吸孔中心处的线速度($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$);

r ——排种盘吸孔处的转动半径(m);

g ——重力加速度($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$);

λ ——种子的摩擦阻力综合系数, $\lambda = (6 \sim 10) \tan\theta$, θ 为种子自然休止角;

K_1 ——吸种可靠性系数,取1.8~2.0,种子千粒重小、形状近似球形时,取小值;

K_2 ——外界条件系数,取1.6~2.0,种子千粒重大时,取大值。

由计算公式(3-2)可知,气吸滚筒式穴播器所需真空度极限值与吸孔直径、排种盘吸孔处线速度及种子物理特性等因素有关。

经计算和实验结论显示,播种棉花时气室所需真空度的最大值

为 0.004 MPa, 播种玉米时气室所需真空度的最大值为 0.004 3 MPa。

6. 搅种齿

气吸滚筒式穴播器取种盘的吸孔从侧面吸附种子。流动性好的种子靠自流的方式不断补充到充种区, 流动性不好的种子需要在外力作用下把种子补充到充种区, 避免吸孔吸不到种子而增加空穴率。流动性不好的种子容易发生架空, 搅种齿的作用是松动种层, 防止种子出现架空。目前使用的搅拌齿大体分两种: 一种是在排种盘上铆接搅拌齿, 另一种是在排种盘上固定搅种盘。气吸滚筒式穴播器采用在排种盘上铆接搅拌齿的方式, 如图 3-6 所示。工作中搅拌齿随

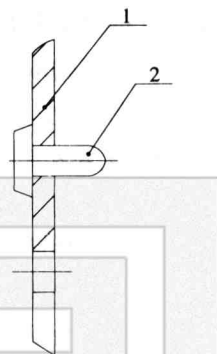


图 3-6 搅种齿
结构示意图
1. 取种盘 2. 搅种齿

着取种盘转动, 从充种层通过撞击种子, 增加了种子群的扰动, 疏松种层, 防止了种子的架空。同时通过撞击作用对吸种孔处种子产生振动, 减少吸种孔吸附多余种子。

7. 刷种器

刷种器是提高取种盘取种精度的重要部件, 通过刷种器刷除多余种子, 确保单粒种子牢固被吸孔吸附。目前在排种器上应用的刷种装置较多, 如: 弹性杠杆式、锯齿式、毛刷式、双柱杠杆式、插板式等。气吸式穴播器设计中采用曲线锯齿刷种器, 曲线由 4 段等长圆弧组成, 圆心位于取种盘中心线附近, 每段圆弧取 8° 圆周角, 刷种器厚度为 1.5 mm。该刷种器是采用锯齿逐渐逼近吸种孔的挤压原理, 清除吸孔边上吸附不牢的种子。刷种器采用可调方式, 通过调节其位置改变曲线锯齿与吸孔之间的距离来调整刮种器对种子的作用力。当曲线锯齿沿取种盘直径方向靠近吸种孔时, 刷种器对种子的作用力增大, 刷种效果增强; 当曲线锯齿沿取种盘直径方向远离吸

种孔时,刷种器对种子的作用力减小,刷种效果减弱。锯齿刷种器结构示意图见图 3-7。

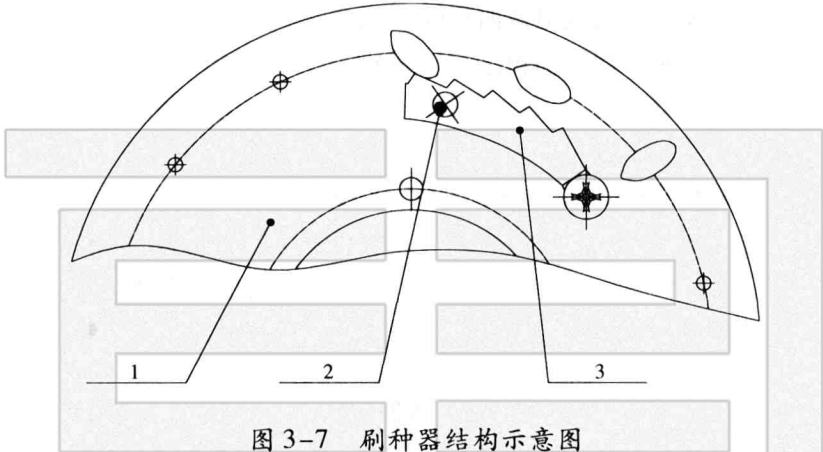


图 3-7 刷种器结构示意图

1. 取种盘 2. 偏心轴 3. 刮种板

8. 中空穴播器轴的设计

气室的负压是通过中空穴播器轴传递的,这是气吸式滚筒穴播器结构与一般气吸式排种器气力传输方式的根本区别。国际上普遍使用的气力式排种装置,多为气室固定不动,排种轴驱动气吸取种盘围绕气室转动。气吸滚筒式穴播器取种盘是通过分种盘压紧固定在气室上,与穴播器气室之间由 O 型胶圈密封。工作中与气室同步转动。中空穴播器轴就是根据气吸式穴播器气室转动这种特殊结构设计的。中空穴播器轴结构示意图见图 3-8。

负压传输能力计算是中空穴播器轴设计中要考虑的首要问题,传递中负压由中空穴播器轴主气道通过辅气道传输到达气室,取种盘吸孔在气室负压作用下吸附种子。主气道、辅气道、取种盘吸孔形成一条负压传输链。气室真空度由主气道截面积、辅气道截面积、取种盘吸孔面积决定的。根据理论分析,保持气室真空度稳定基本条件公式为:

$$d < d_1 > d_2 \quad (\text{式 } 3-3)$$

式中： d ——主气道截面积(cm^2)

d_1 ——辅气道截面积(cm^2)；

d_2 ——吸孔面积之和(cm^2)。

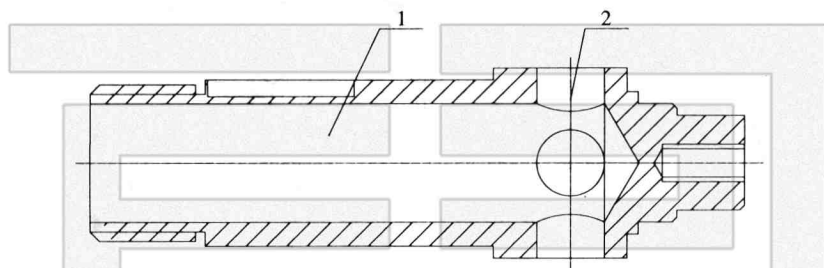


图 3-8 中空穴播器轴结构示意图

1. 主气道 2. 辅气道

按照播种棉花：株距 9 cm，播双粒，取种盘布置 32 个吸孔，每个吸孔直径 $\Phi 3.2$ mm；计算结果： $d_2 \approx 2.57 \text{ cm}^2$ 。

辅气道在主气道直径方向均布 4 个传输孔，每孔直径 $\Phi 14$ mm。

计算结果： $d_1 \approx 6.15 \text{ cm}^2$ 。

主气道孔径取 $\Phi 26$ mm。

计算结果： $d \approx 5.3 \text{ cm}^2$ 。

中空穴播器轴的设计符合 $d < d_1 > d_2$ 真空度稳定基本条件。经试验和大规模使用得到证实。

9. 断气装置和刮种器组合使用效果分析

国际上普遍使用的气力式排种装置投种过程多数采用断气消除吸孔负压，种子靠自重与吸孔分离的方式投种。

气吸滚筒式穴播器采用了断气装置和刮种器组合加快种子与吸孔迅速分离，以提高投种的准确率。工作秩序是先由断气装置对吸孔断气消除负压，紧接着刮种器强行刮下与吸孔分离不彻底的种

子,刮种器上的毛刷对种孔进行清理。断气装置消除吸孔负压投种,刮种器强行分离种子,提高了投种精度。经试验和大规模使用证明断气装置和刮种器组合弥补了单独使用断气装置或单独使用刮种器存在的种子和吸孔分离不迅速的现象,降低了空穴率和重播率。断气装置结构示意图 3-9;刮种器结构示意图 3-10。

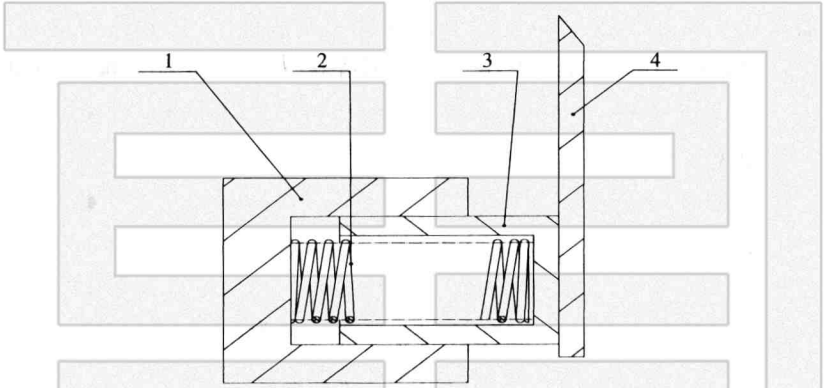


图 3-9 断气装置结构示意图

1. 断气块 2. 断气块弹簧 3. 弹簧座 4. 断气板

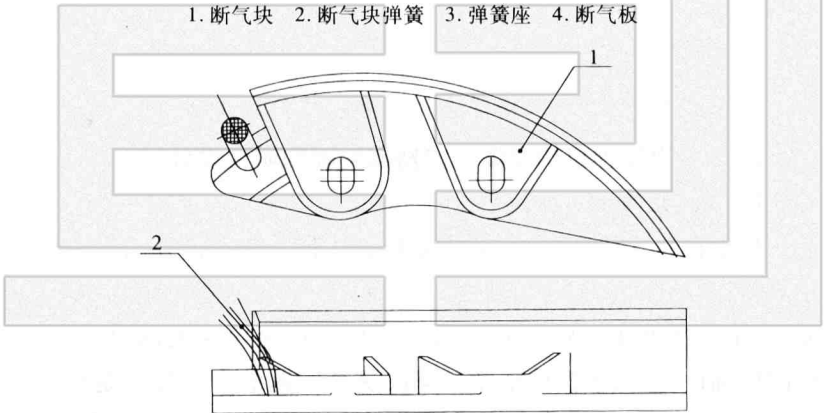


图 3-10 刮种器结构示意图

1. 刮种器 2. 毛刷

(二) 穴播器壳体设计

壳体与取种盘之间形成种子室,种子室分为三个区域,分别为充种区、清种区和携种区,如图 3-11 所示。充种区设有进种口,种箱内的种子通过输种软管、进种口进入充种区。清种区安装有曲线锯齿刷种器。携种区投种位置安装有带清理毛刷的刮种器。穴播器壳体下部,也就是种室底部位置设有可视清种口,打开清种口盖,可将种室内的种子清除干净。穴播器壳体上方还设有可视监测窗口,用以监测取种盘的工作状态。穴播器壳体内部结构分区见结构示意图 3-11。

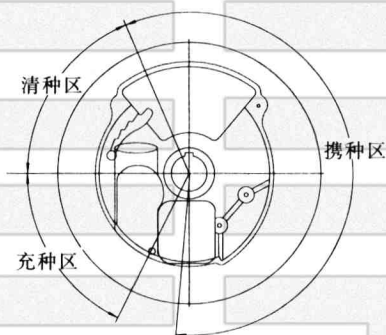


图 3-11 穴播器壳体内部结构分区示意图

(三) 二次投种机构及滚筒穴播器鸭嘴的研究设计

1. 分种盘的设计

种子在断气块和括种器的双重作用下与吸种孔分离。由于种子吸附在吸孔上的状态不尽相同,种子的几何形状和大小差异明显,种子与吸种孔分离后下落的时间和位置变异较大,影响到了播种的准确性,降低了播种精度。解决这个问题的有效途径是增加分种盘。种子与吸种孔分离后进入分种盘,沿着预定轨道下落,对种子下落过程进行限制,使其进入准确位置。从理论上分析,分种盘上的分种齿与取种盘吸孔的距离越近,种子下落过程中容易落入齿

间,但过近了会影响取种盘吸孔吸附较大种子。分种盘分种齿齿尖圆弧越小,对种子落入齿间的影响也越小,但过小了会影响分种齿的强度。分种齿工作面与中心线成倾角,有利于种子进入预定位置和投向进种道。设计中分种齿与吸孔距离一般7~9 mm,分种齿尖圆弧直径1 mm。分种盘结构示意图见图3-12。

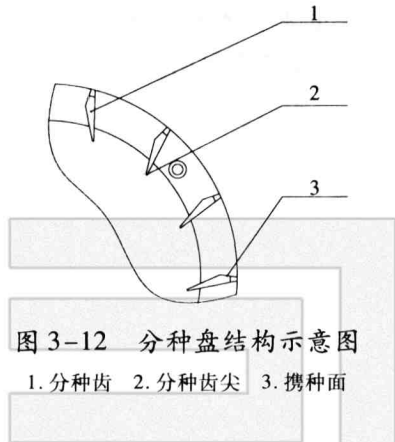


图3-12 分种盘结构示意图

1. 分种齿 2. 分种齿尖 3. 携种面

2. 二次进种机构设计

种子播入土壤前首先要稳定进入鸭嘴端部,当穴播器运行到成穴器鸭嘴张开位置时,保证种子有充足时间落入穴中。设计中增加了二次投种,解决种子下落时间问题。种子与取种盘吸种孔分离,进入分种盘,当进入分种盘的种子随穴播器的转动到达投种位置时,种子投入外种道,投入外种道的种子随穴播器的转动进入内种道,继续向鸭嘴位置移动,最后进入鸭嘴端部。二次进种机构结构示意图见图3-13。

3. 气吸滚筒式穴播器鸭嘴的研究设计

种子是否能顺利播入土壤,气吸式滚筒穴播器鸭嘴的研究设计是关键。播种中鸭嘴应能顺利穿透地膜,切割土壤,形成种穴。工作中要求鸭嘴不夹土,下种顺畅。目前,各地使用的鸭嘴种类不尽相同,按形状分类主要有尖形嘴、方形嘴。尖形嘴的主要特点是入土性能好,防夹土能力强。主要缺点是穿透地膜时所形成的膜孔形状呈圆形,膜孔洞口较小,不规则,容易造成种孔错位。尖形鸭嘴组合见图3-14。方形嘴的主要特点是穿透地膜能力强,地膜膜孔洞口整齐,呈长方形,很规则。一般膜孔洞口尺寸等于或略大于鸭嘴基

部尺寸,种孔不易错位。主要缺点:防夹土能力与尖形嘴比较略差,方形鸭嘴组合见图 3-15。

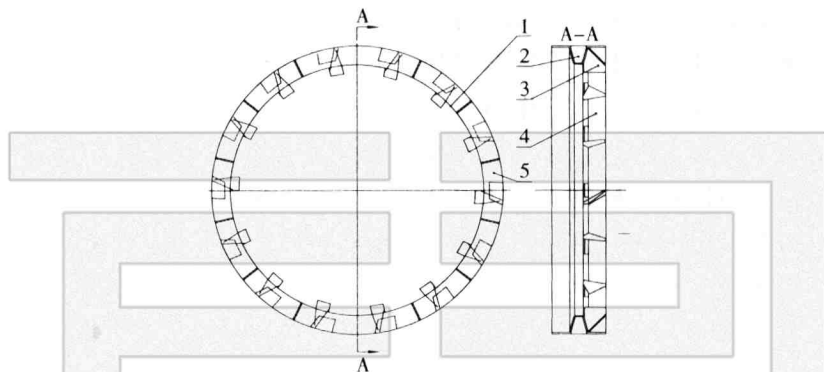


图 3-13 二次进种机构结构示意图

1. 腰带 2. 隔板 3. 挡籽板 4. 外种道 5. 内种道

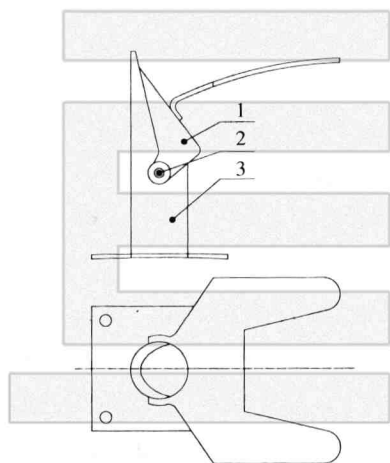


图 3-14 尖形鸭嘴组合结构示意图

1. 活动鸭嘴 2. 联接销 3. 固定鸭嘴

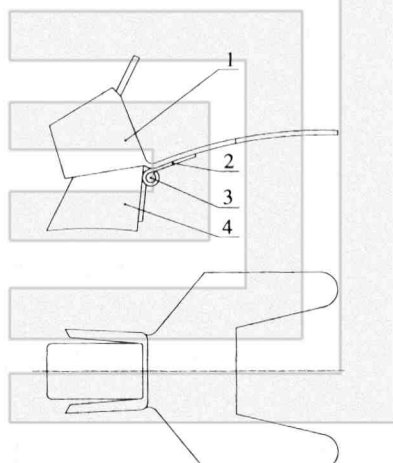


图 3-15 方形鸭嘴组合结构示意图

1. 活动鸭嘴 2. 合叶
3. 联接销 4. 固定鸭嘴

气吸滚筒式穴播器鸭嘴设计为方形嘴,目前国内普遍使用,基圆宽度一般为 35 ~ 40 mm,地膜膜孔切口呈长方形,比较规则。

四、气吸滚筒式穴播器性能试验

(一) 试验设备

试验在 PSY-1200 鸭嘴滚筒式排种器性能试验台上进行,该排种器试验台是专为试验鸭嘴滚筒式穴播器排种性能设计的。试验台由试验台架和导轨两部分组成,导轨分为行走导轨与仿形导轨。试验台架在行走导轨上前进,带动排种器在仿形导轨上滚动,模拟穴播器在土壤中作业工况。试验台在仿形导轨下面铺设了弹力很低的绒布,代替排种器试验台在种床输送带涂抹润滑油,以避免种子不规则跳动影响试验的准确性。穴播器鸭嘴离落种点距离很小,种子落在绒布上后位置变化不大。试验台上设有气力式种子回收装置,可在试验台返回中回收种子。

PSY-1200 鸭嘴滚筒式排种器性能试验台与常规试验台主要区别在于:常规试验台待试验的排种器是相对固定的,种床输送带相当于土地在移动,排出的种子落在输送带上,采用涂抹润滑油固定,润滑油可回收重复使用;鸭嘴滚筒式穴播器试验台工作中在行走导轨上行进,牵引滚筒穴播器工作,近似拖拉机牵引播种机行进在土地上进行播种作业,实验数据接近实际作业工况,试验设备见图3-16。

(二) 试验方法

根据国家标准《单粒(精密)播种机试验方法(GB6973-2005)》和农业行业标准《播种机质量评价技术规范(NY/T1143-2006)》规定,将单粒合格率 a、漏播率 M、重播率 D 作为评价排种器性能好坏的指标。

本试验以 15 穴气吸鸭嘴滚筒式棉花精密排种器为研究对象,以上述标准相关条款为依据,通过试验确定该排种器的最佳真空度、

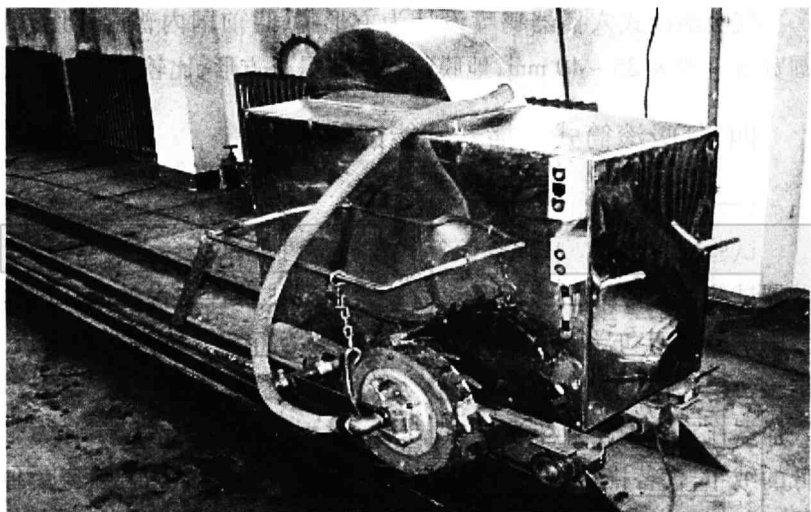


图 3-16 PSY-1200 鸭嘴滚筒式排种器性能试验台

排种盘转速与吸种孔直径的参数组合。试验所用棉种为新陆早 13 号,千粒重 95.3 g。影响气吸式排种器工作性能的因素较多,这里仅研究在其他因素不变的条件下排种盘转速及真空室压力对排种质量的影响。

1. 穴播器气室真空度对排种精度的影响

由气吸式排种器的理论分析可知,排种器在工作时气室负压的大小对排种器的排种精度影响较大。气室负压过小,排种器的漏播率会增大;气室负压过大,排种器的重播率则会增大。排种器在实际工作过程中受拖拉机发动机转速的影响,气室负压有一定波动。因此有必要对气室压力变化时,排种质量的变化规律进行研究,以确定其正常工作时的范围。试验过程中每一工况试验各测 240 穴(取排种盘运转平稳时的中间段)作为统计样本,计算出穴粒数合格率、空穴率、重播率,试验重复 3 次,试验结果取平均值见表 3-3。

表 3-3 不同真空室压力对排种质量的影响

试验序号	吸孔线速度 m/s	真空室压力 HC/MPa	合格率 %	空穴率 %	重播率 %
1	0.45	0.002 5	73.75	23.33	2.92
2	0.45	0.003 0	86.39	9.17	4.44
3	0.45	0.004 0	93.06	2.08	4.86
4	0.45	0.004 5	93.47	1.94	4.59
5	0.45	0.005 5	90.56	1.53	7.91

由表 3-3 可以看出,吸孔线速度 0.45 m/s 和真空室压力为 0.002 5 MPa 时,穴粒数合格率较小,空穴率较大,即漏播现象较为明显。说明在此条件下真空室压力与吸种孔线速度不相适应,真空室压力偏小。当吸孔线速度 0.45 m/s 和真空室压力大于 0.003 MPa 时,穴粒数合格率明显增加,空穴率较前者减少,但仍然较大,说明在此条件下真空室压力与吸种孔线速度仍达不到理想要求,真空室压力稍偏小。当吸孔线速度 0.45 m/s 和真空室压力大于等于 0.004 MPa 时,穴粒数合格率很好,空穴率很低,重播率稍有增加,说明在该吸孔线速度条件下,真空室压力适应这一吸种孔线速度。当吸孔线速度 0.45 m/s 和真空室压力大于等于 0.005 5 MPa 时,穴粒数合格率较前者降低,空穴率也稍有降低,但重播率增加,说明在该排种盘转速条件下,真空室压力为 0.005 5 MPa 时已超过其适宜真空室压力。当吸孔线速度 0.45 m/s 和真空室压力大于等于 0.004 5 MPa 时,穴粒数合格率较前者稍提高,空穴率和重播率稍有降低,说明在该吸孔线速度条件下,真空室压力为 0.004 5 MPa 时排种质量达到最佳值。

根据表 3-3 试验结果进行相关参数的二次回归,得出如下结果:

(1) 粒距合格率 y 对真空室压力 x 的回归方程:

$$y = 10^9 x^3 - 2 \times 10^7 x^2 + 102126x - 62.448 \quad (\text{式 3-4})$$

$$R^2 = 0.9717$$

(2)漏播率 y 对真空室压力 x 的回归方程:

$$y = -2 \times 10^9 x^3 + 3 \times 10^7 x^2 - 129942x + 192.84 \quad (\text{式 3-5})$$

$$R^2 = 0.9768$$

(3)重播率 y 对真空室压力 x 的回归方程:

$$y = 5 \times 10^8 x^3 - 6 \times 10^6 x^2 + 22200x - 22.398 \quad (\text{式 3-6})$$

$$R^2 = 0.9718$$

在吸孔线速度一定的情况下,从试验结果得出:真空室压力高则穴粒数合格率高,使空穴率下降,但是真空室压力过高也会带来不利影响,使重播指数增大。同时,在真空度为 0.004 MPa 时,穴粒数合格率和空穴率均达到较理想值,这说明真空压力对排种质量影响明显。尤其是当吸孔线速度较高超过理论气压所确定的排种盘吸孔线速度时,真空压力越低排种质量越差;但真空压力又不能过大,一是会增加重播率,二是增加风机转速。风机转速增高,不仅浪费能源,而且会增加故障率。

从表 3-3 也可以看出,真空室压力为 0.002 5 MPa 时排种质量最差,空穴率太高,真空室压力为 0.005 5 MPa 时排种质量下降,重播率增加。随着真空压力的上升,排种质量开始变好,当真空压力达到 0.004 MPa 时,排种质量最好。由试验结果可以看出,穴播器的最佳真空压力为 0.004 ~ 0.004 5 MPa。

2. 吸孔线速度对排种精度的影响

本试验采用棉花播种穴播器,测定了真空室压力在 0.004 MPa 时不同排种盘转速下的排种性能。试验过程中每一工况试验各测 240 穴(在穴播器运转平稳时的中间段)作为统计样本,重复 3 次,试验结果经计算处理后如表 3-4 所示。

表 3-4 不同吸孔线速度对排种质量的影响

试验序号	真空室压力 HC/MPa	吸孔线速度 m/s	合格率 %	空穴率 %	重播率 %
1	0.004	0.27	94.17	1.94	3.89
2	0.004	0.34	93.88	1.81	4.31
3	0.004	0.42	92.92	2.08	5
4	0.004	0.48	92.78	2.92	4.30
5	0.004	0.53	90.69	3.47	5.84
6	0.004	0.58	88.75	5.14	6.11
7	0.004	0.63	85.28	7.92	6.92
8	0.004	0.68	80.69	11.39	7.92

由表 3-4 试验结果进行相关参数的二次回归,得出如下结果:

(1)穴粒数合格率 y 对吸孔线速度 x 的回归方程:

$$y = -87.507x^3 + 189.82x^2 - 136.07x + 128.33 \quad (\text{式 3-7})$$

$$R^2 = 0.9734$$

(2)空穴率 y 对吸孔线速度 x 的回归方程:

$$y = 48.533x^3 - 92.052x^2 + 59.998x - 12.195 \quad (\text{式 3-8})$$

$$R^2 = 0.9799$$

(3)重播率 y 对吸孔线速度 x 的回归方程:

$$y = 29.687x^3 - 71.323x^2 + 52.249x - 9.3383 \quad (\text{式 3-9})$$

$$R^2 = 0.8733$$

从表 3-4 可以看出,随着穴播器转速的提高,排种的合格指数有所下降,空穴率有上升的趋势。当吸孔线速度达到 0.53 m/s 后排种性能明显下降。上述结果的主要原因是随着排种盘转速的提高,吸孔线速度相应增大,吸孔通过充种区的时间缩短,使吸孔吸附种子的几率减小;另外的原因是已经被吸附的种子与其余种子的碰撞加强,使被吸附的种子受撞击脱离吸孔的可能性增大。随着排种盘转速的提高,

吸孔的相对运动速度增大,种子可能受不到吸力而易掉落。

在真空室压力为 0.004 MPa 条件下,不同的吸孔线速度可以很直观地看出,在排种盘转速较低条件下,排种质量稳定且保持较高水平,随着排种盘转速的提高,漏播和重播现象略有增加,但变化不显著;当吸孔线速度超过 0.58 m/s 后,空穴率明显增加;当吸孔线速度超过 0.63 m/s,排种质量及稳定性均下降显著。

从表 3-4 还可以看出,真空室压力为 0.004 MPa,吸孔线速度 \leq 0.48 m/s 时的排种质量最好。

3. 穴播器倾斜角度对排种质量的影响

穴播器在实际工作中可能受地势的影响而出现倾斜状态,此时排种盘会因为穴播器的倾斜而倾斜,倾斜程度的大小可能影响到排种质量,有必要分析其对工作性能的影响。据观测一般 4.56 m 幅宽播种机作业中出现的倾斜角度为 $3^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 。本试验采用棉花播种穴播器,测定真空室压力在 0.004 MPa,吸孔线速度达到 0.45 m/s 时穴播器在不同倾斜角度下的排种性能。试验过程中每一工况试验各测 240 穴(取排种盘运转平稳时的中间段)作为统计样本,重复 3 次,试验结果经计算处理后见表 3-5。

表 3-5 穴播器倾斜角度对排种质量的影响

试验序号	吸孔线速度 m/s	真空室压力 HC/MPa	穴播器外倾角 $^{\circ}$	合格率 %	空穴率 %	重播率 %
1	0.45	0.004	3	92.92	2.08	5
2	0.45	0.004	5	93.19	2.50	4.31
3	0.45	0.004	7	92.50	2.78	4.72
4	0.45	0.004	9	91.94	2.92	5.14
5	0.45	0.004	12	91.11	3.33	5.56

从表 3-5 可以看出,随着穴播器倾斜角的增大,穴播器的合格率指数略有下降,但下降不明显,空穴率、重播率基本保持不大的变

化。上述结果的主要原因是当真空室压力足够高时,吸孔对种子的吸力可以克服种子所受到的其他阻力之和,对穴播器的排种质量影响不明显;但是当真空室真空压力不足时,排种质量会受到影响。一般在穴播器实际工作中,真空室压力足够大,因此可以不考虑倾斜角度的影响。

第二节 气吸式铺管铺膜精量播种机研究设计

一、气吸式铺管铺膜精量播种机工作过程

该机可进行铺管、铺膜、精量播种的联合作业,八道作业程序一遍完成。

精量播种机由拖拉机悬挂(牵引),工作时将拖拉机的液压操纵杆置于浮动位置,铺膜播种机调整后处于水平位置。随着机组的前进,推土板将拖拉机的轮胎印痕刮平,在推土板的导流作用下将不平整的畦面整平,镇压辊紧跟着镇压整形,完成对待铺膜播种工作面的整理。滴灌带浅埋铺设装置开出 $2 \sim 5 \text{ cm}$ 的小沟,滴灌带在牵引力作用下从滴灌带管卷拉出,从限位环中通过并经过导向轮及引导轮铺设到浅埋铺设装置开出的小沟中,并覆盖 $1 \sim 2 \text{ cm}$ 厚的土层。随后开沟圆盘开出膜沟。机具行进时,地膜在导膜杆及展膜辊的作用下平铺于地面,压膜轮将地膜两侧压入膜沟中,同时也将地膜展平,一级覆土圆盘及时将土覆在膜沟内压牢膜边。拖拉机动力输出轴通过万向节、齿箱总成及皮带轮带动风机转动,产生负压,通过气道传递到穴播器气室。取种盘随穴播器同步转动,从种子层通过,吸孔在气室形成的负压作用下吸附种子。种子随取种盘旋转至刷种器部位,由刷种器刮去多余的种子,排种盘继

续转动到投种位置时,种子在断气块和刮种板的双重作用下,落入分种盘。分种盘转过一定的角度,将种子投入进种道,进入进种道的种子随穴播器的转动继续移动,在适当位置进入鸭嘴。当鸭嘴转动到下部位时,动、定鸭嘴切割地膜和土壤,形成种穴,并通过穴播器与地面的接触压力打开动鸭嘴,将鸭嘴内的种子投入种穴内。膜上覆土圆盘及时将土翻入覆土滚筒内,覆土滚筒在膜上滚动时,覆土滚筒内的导流板将土送到膜面上覆盖种孔,镇压轮对种行进行镇压,完成整个作业过程。

二、滴灌管田间布置研究设计

气吸式铺管铺膜精量播种机作业中铺设滴灌管时,如何确定滴灌管田间布置方法、滴灌管间距、滴头流量、控制面积、管网布置方式、灌溉制度、灌水均匀度等,也是气吸式铺管铺膜精量播种机研究设计的重要环节。

(一) 控制面积的确定

设计时应该首先进行水量平衡计算,以确定合理的控制面积。水源为机井时,应根据机井出水流量确定最大可能的控制面积。水源为河、塘、水渠时,应同时考虑水源水量和经济两方面的因素确定最佳控制面积。目前渠水滴灌工程一个首部控制的灌溉面积一般为66.67~133.33 hm²,根据以往设计经验,较为经济的控制面积为66.67 hm²,最好不要超过100 hm²,而且大多数是灌溉单一作物。

(1) 在水源供水流量稳定且无调蓄能力时,可用下式确定滴灌面积:

$$A = \frac{\eta Q t}{10 I_a} \quad (\text{式 3-10})$$

式中:A——可灌面积(hm²);

Q——可供流量(m³/h);

I_a ——设计供水强度(mm/d), $I_a = E_a - P_0$;

E_a ——设计耗水强度(mm/d);

P_0 ——有效降雨量(mm/d);

t ——水源每日供水时数(h/d);

η ——灌溉水利用系数。

(2)在水源有调蓄能力且调蓄容积已定时,可按下式确定滴灌面积:

$$A = \frac{\eta K V}{10 \sum I_i T_i} \quad (\text{式 3-11})$$

式中: A ——可灌面积(hm^2);

K ——塘坝复蓄系数, $K = 1.0 \sim 1.4$;

η ——蓄水利用系数, $\eta = 0.6 \sim 0.7$;

V ——蓄水工程容积(m^3);

I_i ——灌溉季节各月的毛供水强度(mm/d);

T_i ——灌溉季节各月的供水天数(d)。

(二)常见的几种管网布置方式

目前常用的布管方式如图 3-17 ~ 3-19 所示。

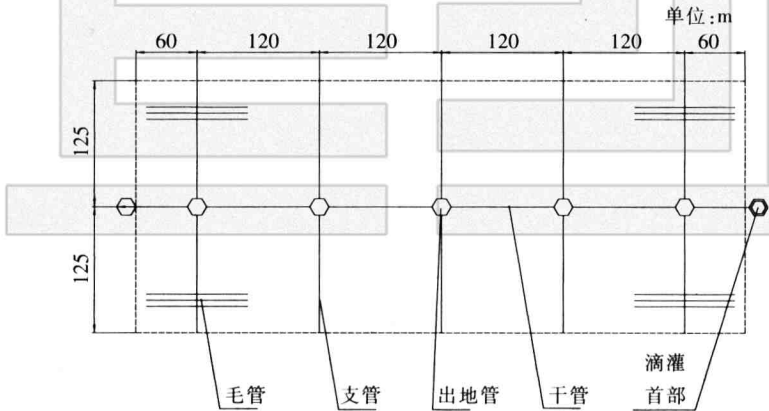
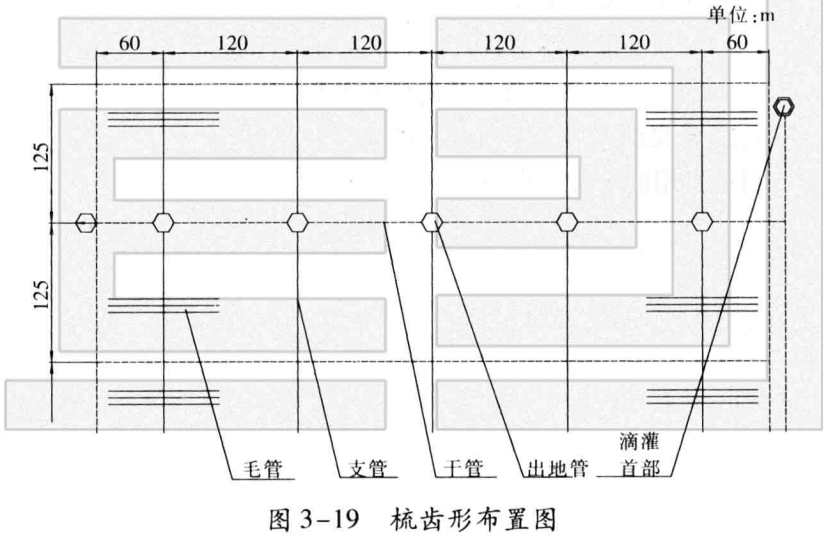
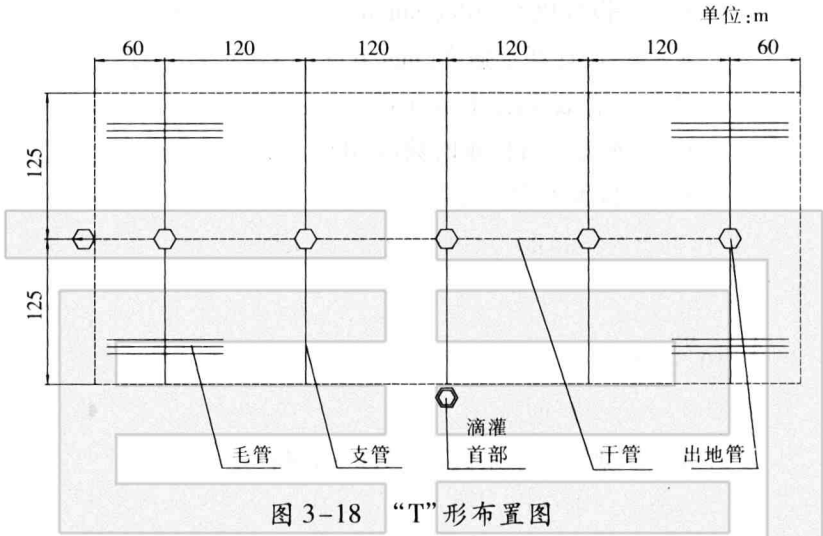
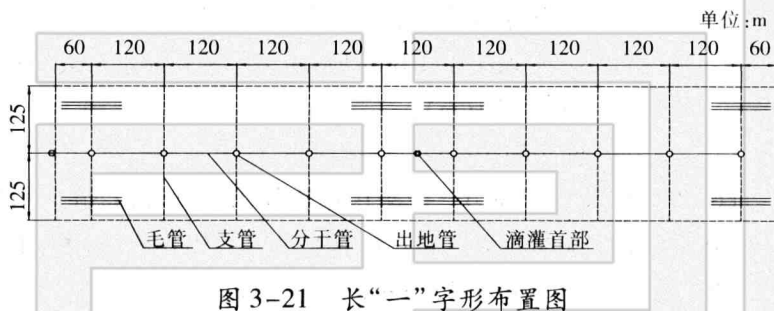
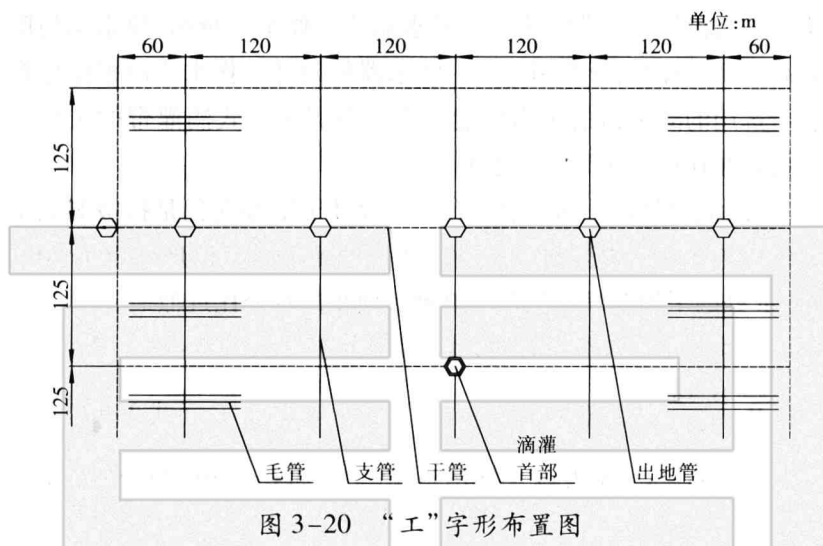


图 3-17 “一”字形布置图



当水源位于田块中心,控制面积较大时,常采用“工”字形和长“一”字形树枝状管网布置形式如图 3-20 和 3-21 所示。



(三) 系统设计参数的确定

1. 基本参数

(1) 设计保证率:应根据自然条件和经济条件确定,滴灌不应低于85%。

(2) 灌溉水的利用率应不低于0.90。

(3) 设计系统的日工作小时应根据不同水源和农业技术条件确定,一般不宜大于20 h。

(4) 滴头设计工作水头应取所选滴头的额定工作水头,或由滴

头压力与流量关系曲线确定。灌水器的工作水头越高,灌水均匀度越高,但系统的运行费用越大。灌水器的设计工作水头应根据地形和所选用的灌水器的水力性能决定。单翼迷宫式滴灌带的工作压力最好在 0.05 ~ 0.1 MPa 之间。

(5) 滴灌设计土壤湿润比(P)。设计土壤湿润比是指被湿润土体体积与计划土壤湿润层总土体体积的比值。常以地面以下 20 ~ 30 cm 处的平均湿润面积与作物种植面积的百分比近似地表示。

毛管为单行直线布置时,其湿润比可按下式计算:

$$P = \frac{0.785D_w^2}{S_e \times S_l} \times 100\% \quad (\text{式 3-12})$$

式中: P ——地表以下 30 cm 处湿润面积占作物种植面积的比(%);

D_w ——土壤水分水平扩散直径或湿润带宽度(m),它的大小取决于土壤质地、滴头流量和灌水量大小;

S_l ——毛管间距(m);

S_e ——滴头间距(m)。

(6) 设计耗水强度(E_a)。应采用作物耗水强度峰值,并由当地试验资料确定,无实测资料并对粮、棉、油等大田作物采用膜下滴灌时,根据本地情况 E_a 可在 3 ~ 6 mm/d 之间选取。

(7) 计划土壤湿润层深度(Z)。不同作物不同生育阶段的计划湿润层深度不一样,根据各地的经验,各种作物的适宜土壤湿润层深度为:蔬菜 0.2 ~ 0.3 m, 大田作物 0.3 ~ 0.6 m, 果树 1.0 ~ 1.2 m。一般而言,常规灌溉条件下上述作物的根系深度大于上述经验值,但其绝大多数的毛根分布于此深度内,因此没有必要根据主根深度来确定滴灌条件下的湿润深度。根据石河子垦区六年来对棉花根系发育情况的观测,沟灌棉花的主根深度一般都大于 60 cm。但滴灌与沟灌棉花的毛根,有 80% 以上分布在地表下 30 cm 土层以内,并且在此土层内

滴灌比沟灌棉花的根系发生量高 25% ~ 35%。几年来的生产实践也证明,该垦区棉花的湿润层深度设计为 40 cm 是可行的。

2. 灌溉制度

(1) 设计灌水定额:应根据当地试验资料按下面公式计算。

$$m = 0.1 \gamma Z P (\theta_{\max} - \theta_{\min}) / \eta \quad (\text{式 3-13})$$

式中: m ——设计灌水定额 (mm);

γ ——土壤容重 (g/cm^3);

Z ——计划土壤湿润层深度 (m);

P ——湿润比 (%);

θ_{\max} 、 θ_{\min} ——适宜土壤含水率上、下限(占干土重的百分比), θ_{\max} 可取田间持水率的 90%, θ_{\min} 可取田间持水率的 60%;

η ——灌溉水利用系数。

上式求得的灌水定额为作物需水高峰期的值。不同土壤的物理特性如表 3-6 所示。

(2) 设计灌水周期:可按下式计算。

$$T = (m/E_a) \eta \quad (\text{式 3-14})$$

式中: T ——设计灌水周期 (d);

E_a ——设计耗水强度 (mm/d)。

按上式求得的值为作物需水高峰期的灌水周期。

(3) 一次灌水延续时间:

$$t = m \cdot S_e \cdot S_r / (\eta q_d) \quad (\text{式 3-15})$$

式中: t ——一次灌水延续时间 (h);

q_d ——设计滴头流量 (L/h);

S_e ——滴头间距 (m);

S_r ——毛管间距 (m)。

表 3-6 不同土壤的物理特性

土壤质地	容重 (g/cm ³)	田间持水量		凋萎系数	
		重量(%)	体积(%)	重量(%)	体积(%)
砂土	1.45 ~ 1.80	16 ~ 20	26 ~ 32		
砂壤土	1.36 ~ 1.54	22 ~ 30	32 ~ 40	4 ~ 6	5 ~ 9
轻壤土	1.40 ~ 1.52	22 ~ 28	30 ~ 36	4 ~ 9	6 ~ 12
中壤土	1.40 ~ 1.55	22 ~ 28	30 ~ 35	6 ~ 10	8 ~ 15
重壤土	1.38 ~ 1.54	22 ~ 28	32 ~ 42	6 ~ 13	9 ~ 18
轻黏土	1.35 ~ 1.44	28 ~ 32	40 ~ 45	15	20
中黏土	1.30 ~ 1.45	25 ~ 35	35 ~ 45	12 ~ 17	17 ~ 24
重黏土	1.32 ~ 1.40	30 ~ 35	40 ~ 50		

(4) 灌水次数与灌水总量。

灌水总量应由当地灌溉试验资料确定。无试验资料时,可根据当地的气象资料按彭曼法计算。计算出总需水量后,应根据作物各生育期的需水量确定不同时期的灌水定额及灌水周期,确定总的灌水次数,合理分配灌溉水量。

3. 滴灌灌水均匀度

(1) 滴灌均匀系数。

灌水系统设计允许流量偏差率 q_v 应不大于 20%, 设计灌水均匀度不应低于 0.95。

(2) 灌水小区允许水头偏差。

滴头工作水头偏差率 h_v 与流量偏差率 q_v 之间的关系可用下式表示:

$$h_v = \frac{q_v}{x} \left(1 + 0.12 \frac{1-x}{x} q_v \right) \quad (\text{式 3-16})$$

式中: x ——滴头流态指数。

灌水小区允许水头偏差按下式计算:

$$[\Delta H] = h_s \times h_d \quad (\text{式 3-17})$$

式中: $[\Delta H]$ ——灌水小区允许水头偏差(m);

h_d ——设计滴头工作水头(m)。

(四) 滴灌系统设计

1. 管网水力计算及设计

(1) 毛管设计。

①滴灌带的选型:毛管的设计,就是选择滴灌带型号,确定其长度,计算水头损失。应根据不同的土壤性质、作物种类,选择合理型号的滴灌带。不同类型土壤,其水的垂直入渗能力和横向扩散能力不同,砂性土壤应选择滴头流量大,间距小的滴灌带,黏性土壤应选择滴头流量小,间距大的滴灌带。地形高差大的农田和果树宜选用管上式(补偿滴头)滴灌管。

②水平毛管极限滴头个数的确定。

$$N_m = INT \left[\frac{5.446 [\Delta h_2] d^{4.75}}{kS q_d^{1.75}} \right]^{0.364} \quad (\text{式 3-18})$$

式中: N_m ——毛管的极限分流孔数;

$[\Delta h_2]$ ——毛管的允许水头差(m), $[\Delta h_2] = \beta_2 [\Delta h]$, β_2 应经过技术经济比较确定,对于平地 β_2 可取 0.55, $[\Delta h]$ 为灌水小区允许水头差(m);

d ——毛管内径(mm);

k ——水头损失扩大系数,一般为 1.1 ~ 1.2;

q_d ——滴头设计流量(L/h)。

③均匀坡毛管极限滴头个数的确定。

坡地铺设的毛管极限滴头个数计算比较复杂,可参照 SL103-95《微灌工程技术规范》中附录 C 所介绍的方法及公式进行计算确定。

④确定毛管极限长度(L_m)。

$$L_m = N_m \times S_e \quad (\text{式 3-19})$$

式中: N_m ——毛管的极限分流孔数;

S_e ——滴头间距。

根据毛管极限长度及条田的实际情况可确定毛管的实际铺设长度。

⑤确定毛管的沿程水头损失 $h_{\text{毛}}$ (多孔管)。

$$h_{\text{毛}} = \frac{f S q_d^m}{d^b} \left[\frac{(N+0.48)^{m+1}}{m+1} - N^m \left(1 - \frac{S_0}{S_e} \right) \right] \quad (\text{式 3-20})$$

式中: f 、 m 、 b ——分别为摩阻系数、流量指数和管径系数,可由表 3-7 查得;

N ——出水孔个数;

S_0 ——进口至首孔的间距(m);

S_e ——滴头间距。

⑥确定毛管局部水头损失。当参数缺乏时,毛管局部水头损失可按沿程水头损失的 10% ~ 20% 计算。

(2) 辅管、支管设计。

①辅管、支管的选型。常用支管和辅管规格可根据条田宽度和地形坡度等因素选择合理的支管和辅管规格。一般对于坡度较小的条田,可选用薄壁支管和辅管,对于坡度较大的条田,可选用厚壁支管和辅管。

②确定经济管径。辅管的长度和管径应根据其水头损失来确定,辅管水头损失与毛管水头损失之和不应大于灌水小区允许水头差。支管的长度根据条田宽度确定,其管径应根据辅管所需压力进行经济技术比较确定。也可根据经济流速 $v=1.0 \sim 1.5$ 来确定经济管径,或根据经济水力坡度用下式计算:

$$D = 10.88 \times \frac{Q^{0.37}}{I^{0.27}} \quad (\text{式 3-21})$$

式中： D ——管内径(mm)；

Q ——管设计流量(m^3/h)；

I ——经济水力坡度， $I=0.03 \sim 0.06$ 。

③支管、辅管沿程水头损失的计算。对于有辅助支管的滴灌系统，支管沿程水头损失计算至最后一个给水阀，当只开1条或2条辅管时，其沿程水头损失计算公式为：

$$h_{\text{支}} = \frac{fQ^m}{d^b} L \quad (\text{式 3-22})$$

支管的铺设长度 L ，在系统分析的基础上，用线性规划或动态规划的方法确定支管的水头损失 $h_{\text{支}}$ ，然后反推算出管长 L 。

式中 f 、 m 、 b 的值可由表3-7中查得。

表 3-7 管道沿程水头损失计算系数、指数

管 材		f	m	b	
硬塑料管		0.464	1.77	4.77	
微灌用 聚乙烯 管	$d > 8 \text{ mm}$	0.505	1.75	4.75	
	$D \leq 8 \text{ mm}$	$Re > 2\ 320$	0.595	1.69	4.69
		$Re \leq 2\ 320$	1.75	1	4

当支管上开启的辅管条数 ≥ 3 或无辅管时，支管应按多孔管计算。辅管为多孔管，其沿程水头损失的计算方法与毛管相同。

④支管局部水头损失。当参数缺乏时，局部水头损失可按沿程水头损失的5%~10%计算。

⑤薄壁支管水头损失计算。薄壁软管目前还没有统一的国家标准，其沿程阻力系数和沿程水头损失不仅取决于雷诺数、流量及

管径,而且明显受工作压力影响。此外还与软管铺设地面的平整程度及软管的顺直状况等有关。在工程设计中,软管沿程水头损失通常采用塑料硬管计算公式计算后再乘以一个系数,该系数根据软管布置的顺直程度及地面的平整程度取 1.1~1.5。

(3) 干管的设计。

干管的设计任务是按最不利的管线从下而上,自远而近计算水头损失及向各个支管输送的流量和支管的工作压力,来选择干管各管段长度、管径和公称压力。干管水头损失的计算公式与支管相同,其各管段管径应根据运行费用和一次性投资,进行技术经济比较确定。也可按支管经济管径的计算方法进行确定。

干管的沿程和局部水头损失计算公式如下:

沿程水损:

$$h_{\text{F}} = \frac{fQ^m}{d^b} L \quad (\text{式 3-23})$$

局部水损:

$$h_{\text{F}}' = \frac{\sum \zeta v^2}{2g} \quad (\text{式 3-24})$$

式中 ζ 为局部水头损失系数。

2. 首部枢纽设计

(1) 水源过滤及施肥设备选型。

应根据水源水质和滴头抗堵塞能力选择过滤设备型号。由于流道设计上的差异,各种灌水器对水质的要求不同。根据天业技术中心的试验,几种常用滴灌带对水源的物理过滤精度要求如下:

单翼迷宫式滴灌带 ≥ 120 目

内镶式滴头 ≥ 200 目

压力补偿式滴头(锥形阀芯) ≥ 180 目

不同的水质处理方式也不同,一般而言,井水较清澈,用一级筛网过滤器即可,若有涌砂现象,可加一级离心过滤器。含有水藻、鱼

卵、漂浮物的地表水,一般选用砂石过滤器+筛网过滤器的两级过滤方式。含有较多泥沙的地表水除配置过滤器外,还应修建沉淀池。化学堵塞是比较难处理的,特别是硬质水,在高温条件下钙、镁离子会吸附、沉积在流道内,造成堵塞,处理费用较高。一般大田使用的滴灌带最好选用薄壁型的一年一次性使用产品。一方面初期一次性工程造价低,另一方面避免多次重复使用累积形成的长期沉积、沉淀堵塞问题,同时也避免重复使用,接头太多而造成的机械铺设困难。

若已知灌溉水中各种污物的含量,则可根据以下条件选配过滤设备:

①灌溉水中无机物含量小于 10 mg/kg 或粒径小于 80 μm 时,宜选用砂石过滤器或筛网过滤器。

②灌溉水中无机物含量在 10 ~ 100 mg/kg 之间,或粒径在 80 ~ 500 μm 之间时,宜先选用离心过滤器或筛网过滤器作初级处理,然后再选用砂石过滤器。

③灌溉水中无机物含量大于 100 mg/kg 或粒径大于 500 μm 时,应使用沉淀池(见沉淀池设计)或离心过滤器作初级处理,然后再选用筛网或砂石过滤器。

④灌溉水中有机污物含量小于 10 mg/kg 时,可用砂石过滤器或筛网过滤器。

⑤灌溉水中有机污物含量大于 100 mg/kg,应选用初级拦污筛作第一级处理,再选用筛网或砂石过滤器。

根据上述原则选择过滤设备类型后,再根据系统流量,选择过滤设备的型号。

(2) 施肥罐选择。

根据设计流量和灌溉面积的大小,灌溉作物所需肥料和化学药物的性质,选择合适的施肥罐。

(3) 水泵选型及动力配套。

滴灌系统所需要的水泵型号应根据滴灌系统的设计流量和系统总扬程确定。滴灌系统设计流量 $Q_{\text{总}}$ 等于同时工作的毛管流量 $Q_{\text{毛}}$ 之和, 即:

$$Q_{\text{总}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{毛}} \quad (\text{式 3-25})$$

系统的总扬程可由下式确定:

$$H_{\text{总}} = H_{\text{滴}} + \sum \Delta h_i + \sum \Delta h + \Delta Z \quad (\text{式 3-26})$$

式中: $H_{\text{总}}$ ——系统总扬程(m);

$H_{\text{滴}}$ ——滴头工作压力(m);

$\sum \Delta h_i$ ——水泵、阀门、施肥罐、过滤器、监控仪表的局部水头损失之和(m);

$\sum \Delta h$ ——设计参考点至干管进口处各级管道水头损失之和(m);

ΔZ ——设计参考点高程与水源水面高程之差(m)。

根据计算出的滴灌系统设计流量和扬程, 查选定的水泵生产厂家的水泵技术参数表, 选出合适的水泵及配套动力。

三、精量播种机整机结构及主要技术参数

(一) 整机结构

整体结构(3膜12行)见图 3-22 和 3-23 所示。

该机由主梁总成、风机总成、工作单组、铺管装置及划行器组成。

主梁是各大部件的支撑体, 由主梁架, 上、下悬挂臂组成, 气吸式铺管铺膜精量播种机通过主梁与拖拉机后悬挂装置联结。风机总成由风机、增速箱、风机皮带及上悬挂臂组成。风机、增速箱通过螺栓固定在上悬挂臂上, 上悬挂臂又通过螺栓固定在主梁上。风机总成由拖拉机通过动力输出轴驱动。

3组工作单组根据行距要求通过四杆机构固定在主梁上,工作中可在6~8cm范围内随地仿形。铺管装置分别通过卡子固定在各工作单组上。滴灌管卷支架固定在主梁相应位置上。工作单组由平土框、镇压辊、铺膜框架、四杆机构、开沟圆盘、展膜辊、压膜轮、膜边覆土圆盘、挡土板、穴播器及穴播器牵引臂、膜上覆土圆盘、覆土花篮及框架、种行镇压轮、种箱、地膜架、膜卷轴等组成。

(二) 技术参数

1. 外形尺寸(长×宽×高)	cm	465×276×105
2. 配套动力	kW	≥44
3. 作业速度	km/h	≤4.5
4. 作业幅宽	cm	456
5. 行 距	cm	10×66
6. 行 数	行	12
7. 膜幅数	幅	3
8. 适用薄膜宽度	cm	120
9. 错位率	%	≤5
10. 播种量	kg/hm ²	27~33
11. 穴粒数合格率	%	≥90
12. 播种深度	cm	2.0~3.0
13. 空穴率	%	≤5.0
14. 风机转速	n/min	4 400

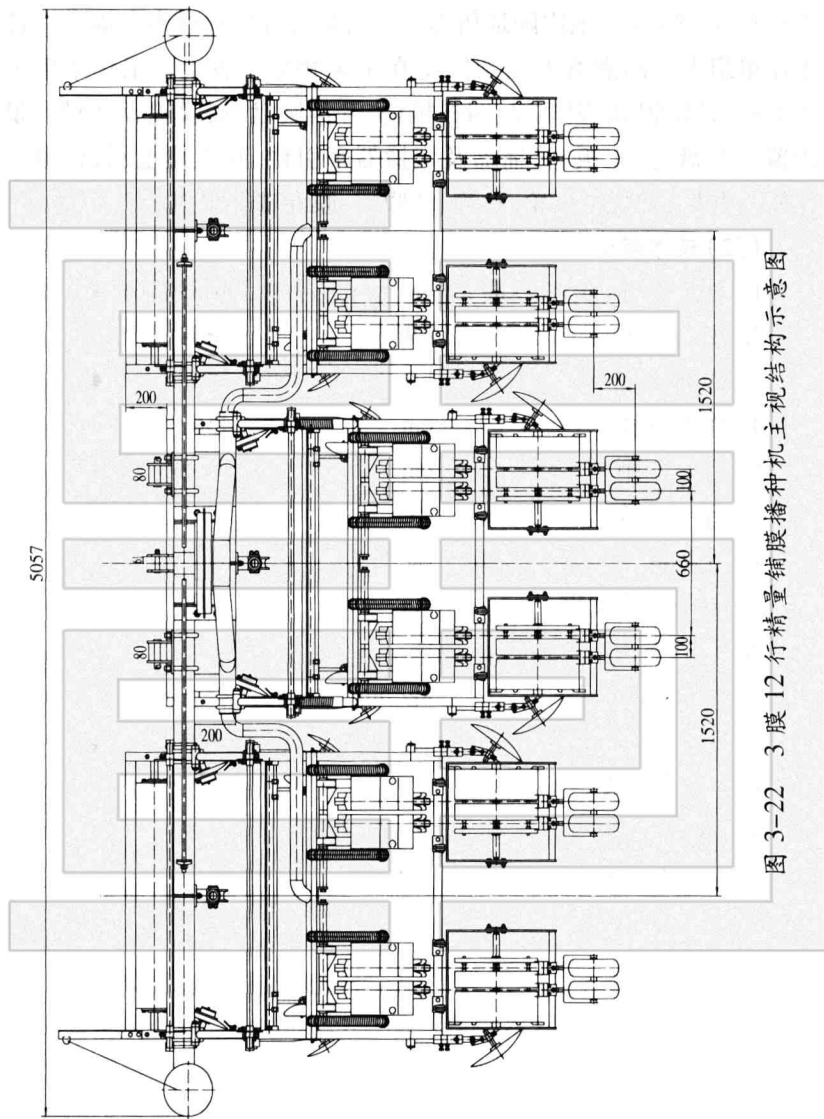


图 3-22 3 膜 12 行精量铺膜播种机主视结构示意图

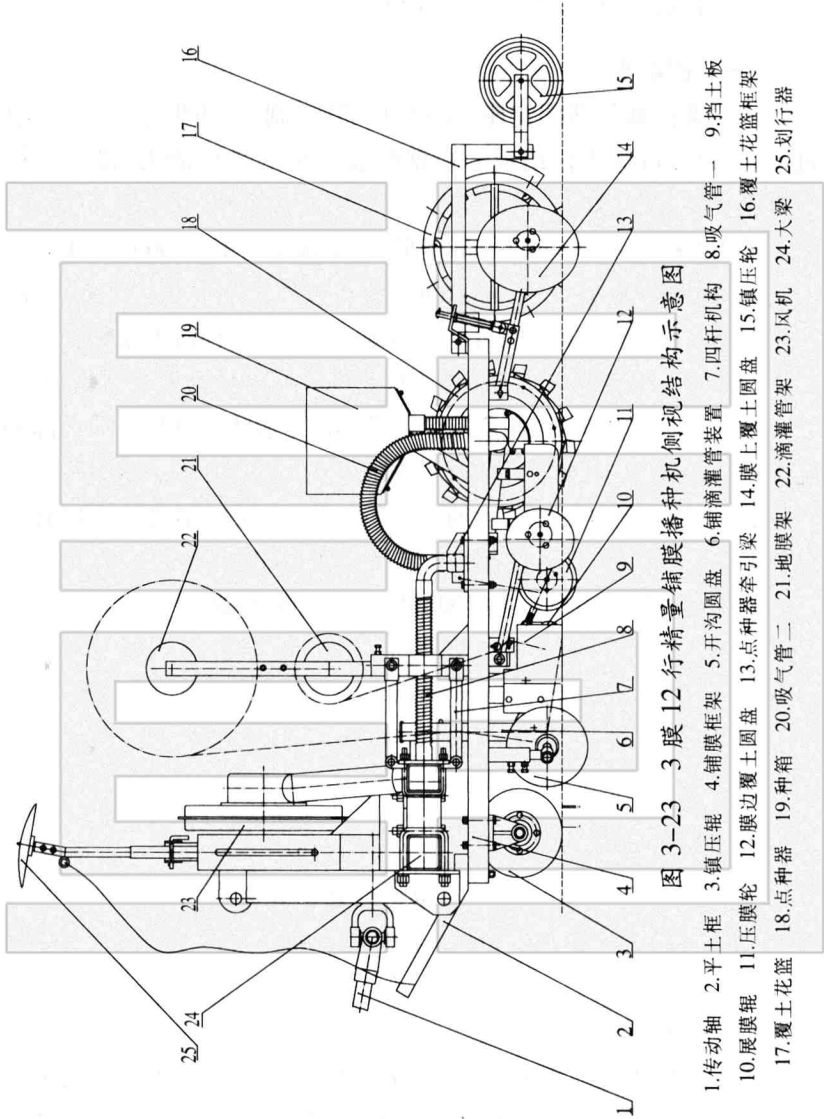


图 3-23 3 膜 12 行精量铺膜播种机侧视结构示意图

- 1. 传动轴 2. 平土框 3. 镇压辊 4. 铺膜框架 5. 开沟圆盘 6. 铺膜管装置 7. 四杆机构 8. 吸气管一 9. 挡土板
- 10. 展膜辊 11. 压膜轮 12. 膜边覆土圆盘 13. 点种器圆盘 14. 膜上覆土圆盘 15. 镇压轮 16. 覆土花篮框架
- 17. 覆土花篮 18. 点种器 19. 种箱 20. 吸气管二 21. 地膜架 22. 滴灌管架 23. 风机 24. 大梁 25. 划行器

四、主要工作部件的研究设计

(一) 主梁架

主梁架由划行器固定座、主梁、拉筋座、副梁、矩形连接管、气道进口、气道出口等零件组成。根据配套主机的悬挂能力,设定整机总重量控制在 1 100 kg,通过强度计算,主梁采用 100 mm×6 mm 方管,副梁采用 100 mm×80 mm×6 mm 矩形管,主副梁间距为 200 mm,主副梁之间采用两根 100 mm×80 mm×6 mm 矩形管连接。该种配置方式,解决了两组工作部件之间相互干涉的难题,在铺膜播种机大梁配置上为独创设计。在主梁两端分别焊接两块 8×30 扁钢,作为划行器固定座,划行器固定座内倾 6°,该倾角减少了机具在运输状态时划行器顶部的宽度尺寸,保证划行器在运输过程中的安全;在主梁上平面的两端焊接拉筋座,拉筋座内侧加三角筋板进行加固;在主副梁之间焊接有上悬挂臂安装板,用于上悬挂臂的安装;副梁的中部焊接有气道进口,副梁两端焊接有气道出口。主梁架结构示意图 3-24。

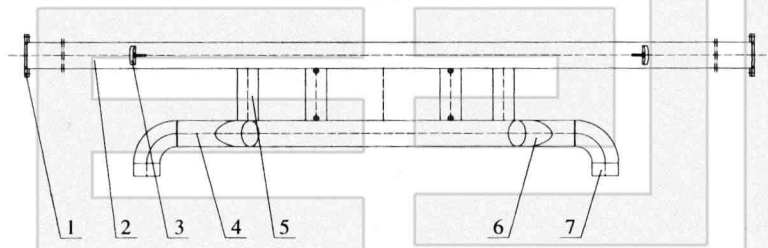


图 3-24 主梁架结构示意图

1. 划行器固定座 2. 主梁 3. 拉筋座 4. 副梁 5. 矩形连接管

6. 气道进口 7. 气道出口

(二) 工作单组的设计

为了保证单组对地面的仿形,单组机架与大梁的连接方式采用平行四连杆机构。四连杆机构的浮动范围为 75 mm,各工作部件通过不同的连接件安装在单组机架上。

从悬挂运输及安装方便性考虑,单组框架采用整体框架。

根据铺管、铺膜、膜上点播及种孔覆土镇压作业流程,工作部件的选择及布置结构示意图见图 3-22 和图 3-23。

为了保证单组铺膜畦面的平整性,第一部件采用平土框,通过平土框对畦面进行初平,平土框的推土量通过连接杆进行调整;平土框后为镇压辊,镇压辊对膜床进行镇压整形,同时对整个工作单组起到支撑作用,保持工作单组离地高度基本一致;镇压辊后为铺膜机构,由开沟圆盘、膜卷架、导膜杆、展膜辊、压膜轮及膜边覆土圆盘组成,根据作业流程安装在机架的不同部位;铺膜机构后为膜上播种机构,由气吸滚筒式穴播器、种箱、种箱架及牵引臂组成;膜上播种机构后布置有膜上覆土装置,由覆土滚筒及膜上覆土圆盘组成;最后为种孔镇压装置。为保证最大限度地适应地况,各工作部件都可以实现单独仿形。

1. 平行四杆机构单组框架组合

平行四杆机构由四杆机构固定卡、前固定托架、四杆机构拉杆焊接、前后联结销等组成。单组框架组合由前、后横梁、边梁、四杆机构后拖架等零部件组成。平行四杆机构通过后联结销与四杆机构后拖架联结,形成平行四杆机构单组框架组合。框架的内挡宽度按地膜宽度确定;边梁采用 60 mm×40 mm×4 mm 矩形管,立式布置。该种布置方式机架上下抗弯性好,在宽度方向占用面积小。因平土框安装座均焊接在前梁上,平土框工作中受力由前梁承载,前梁受力明显。经受力分析,在 3 膜 12 行机上选用 50 mm×50 mm×4 mm 方管制造,后梁选用 40 mm×40 mm×4 mm 方管,四杆机构后拖架选用 60 mm×40 mm×4 mm 矩形管。整个工作单组的重量都由平行四杆机构后拖架承接,在连接部位用三角筋板进行加强。平行四杆机构单组框架组合结构示意图见图 3-25。

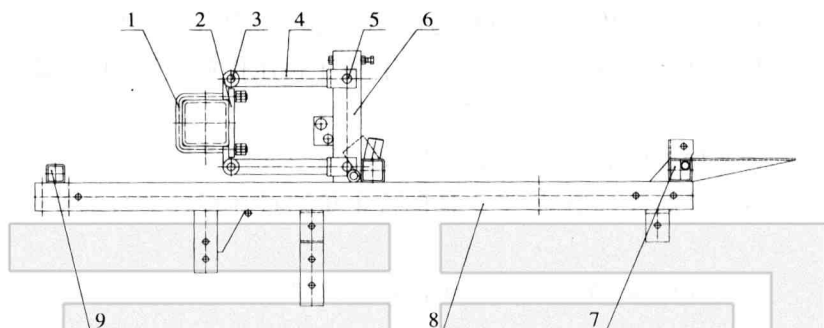


图 3-25 平行四杆机构单组框架组合结构示意图

- 1.四杆机构固定卡 2.前固定托架 3.四杆机构拉杆焊合 4.前联结销
5.后联结销 6.后托架 7.后横梁 8.边梁 9.前横梁

2. 平土镇压机构

(1) 平土框。

平土框为畦面整形工作部件,由平土框焊合、联结杆、联结销等部件组成。平土框从理论上讲应具有较强的导土能力,尖部角度小利于导土,但角度小影响机具在运输时的离地间隙。设计中选定平土框尖部角度为 120° ,尖部高度为 160 mm,尾部高度为 176 mm,底部边缘焊接 $40\text{ mm}\times 40\text{ mm}\times 4\text{ mm}$ 角钢,作为托底,以增加导土板的强度。平土框的连接采用三点活铰连接技术,该技术可调整平土框入土角度和高度。平土框结构示意见图 3-26。

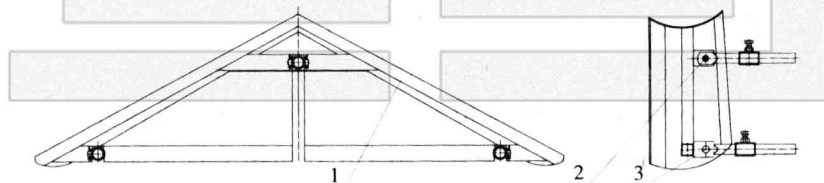


图 3-26 平土框结构示意图

1. 平土框焊合 2. 联结杆 3. 联结销

(2) 镇压辊。

镇压辊为铺膜播种机的基础部件,由镇压辊固定座、镇压辊轴组合、轴承端盖、轴承压盖、镇压辊筒等部件组成。镇压辊主要功能是对待铺膜畦面进行镇压整形,是工作单组的支撑,保持工作单组离地高度的一致性。

镇压辊直径和支承方式是研究设计主要因素。直径过小滚动阻力大,容易产生拥土现象;直径过大占用空间大,并且抬高了工作单组的高度,不利于主要工作部件配置。通过试验最后直径采用 250 mm。镇压辊支撑机构采用芯轴固定、筒体随轴转动的方式,芯轴通过镇压辊座固定在单组机架上。该结构占用空间小,在制造工艺上应保持两轴承部位的同轴度。镇压辊结构示意见图3-27。

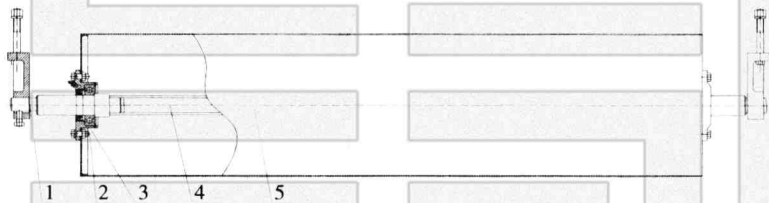


图 3-27 镇压辊结构示意图

1. 镇压辊固定座 2. 轴承端盖 3. 轴承压盖 4. 镇压辊轴焊合 5. 镇压辊筒

3. 铺膜机构

由开沟圆盘、膜卷架、导膜杆、展膜辊、压膜轮、膜边覆土圆盘等部件组成。开沟圆盘刚性固定在单组框架上。单组框架在平行四杆机构仿形作用下,保持单组框架对地面高度的一致性,镇压辊保持对畦面进行良好镇压,使开沟圆盘开出的膜沟深浅稳定。展膜轮、压膜轮、膜边覆土圆盘工作中均可单体随地仿形。工作原理:将地膜卷安装在地膜支架上,地膜通过导膜杆、展膜辊等部件拉向后方。工作时,随着机组的行走,开沟圆盘在待铺膜畦面上开出两道压膜沟,地膜从膜卷上拉出,经过导膜杆,由在地面滚动的展膜辊平铺在经镇压辊整形后的畦面上,然后由压膜轮将膜边压入开沟圆盘

开出的膜沟内,靠压膜轮的圆弧面在膜沟内滚动,对地膜产生一个横向拉伸力,使地膜紧紧贴于地表,紧接着由覆土圆盘取土压牢膜边。铺膜机构结构示意图 3-28。

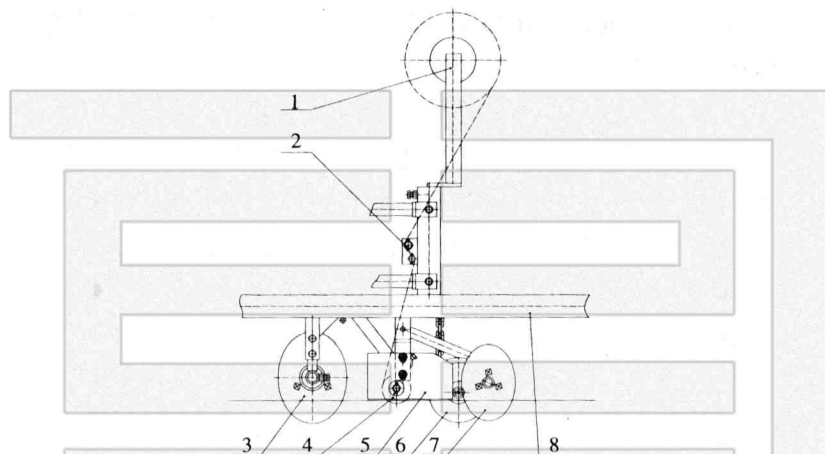


图 3-28 铺膜机构结构示意图

1. 膜卷架 2. 导膜杆 3. 开沟圆盘 4. 展膜辊 5. 挡土板
6. 压膜轮 7. 膜边覆土圆盘 8. 框架焊合

(1) 开沟圆盘总成。

开沟圆盘是铺膜机构中最重要的大部件之一。由开沟圆盘固定座、开沟圆盘装配、立轴焊合等零部件组成。为简化结构,开沟圆盘固定座一般直接焊接在框架相关位置上。开沟圆盘工作中受力大,工作条件恶劣,开膜沟深度一般达到 60~70 mm。使用中存在的主要问题:一是受力大,相关部件强度高;二是在土壤内作业,轴承座与轴的密封性要好,不易进土。设计中应考虑安装位置紧凑的问题,取圆盘直径为 240 mm。采用向心滚珠轴承与一个圆锥滚子推力轴承并列安装,以解决侧向受力大问题。轴承座与轴间采用骨架油封密封,解决了轴承座内易进土问题。

开沟圆盘与前进方向的角度,一般应调整到 $22^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。角度也可

为固定值,一般制造时按 23° 设定,用户使用时只进行高低位置调整,不进行角度调整,使用程序简化。开沟圆盘总成结构示意图 3-29。

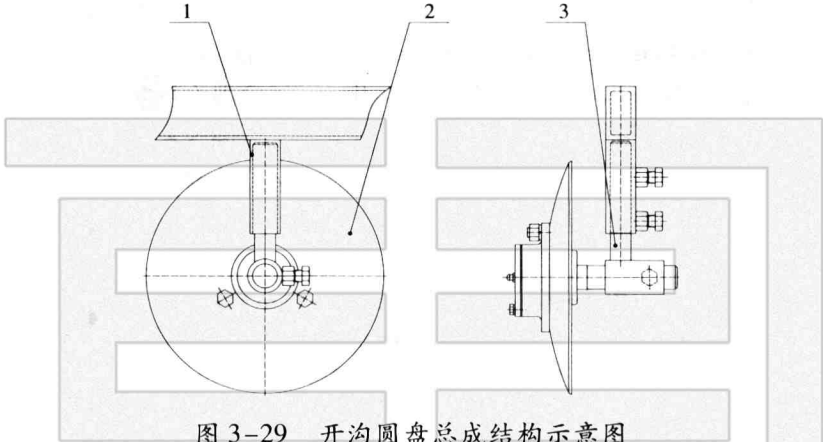


图 3-29 开沟圆盘总成结构示意图

1. 开沟圆盘固定座 2. 开沟圆盘装配 3. 立轴焊合

(2) 展膜机构总成。

展膜机构总成由展膜辊体焊合、展膜辊轴、展膜辊吊臂、压膜轮装配、压膜轮牵引臂、压膜轮牵引轴等部件组成。展膜辊的主要功能是将地膜展开并平铺到地面上。考虑到展膜辊展膜时与膜沟边缘接触,造成膜沟回填,在展膜辊设计时采用直径为 75.5 mm 的钢管,钢管的两端采用锥形结构,克服了展膜辊对膜沟回填的影响。在展膜同时,对地膜两边有上翻的趋势,对压膜轮压膜有较好的效果。展膜辊与展膜辊轴结合应转动灵活,无卡滞。展膜辊工作中与地面应具备良好的仿形效果,展膜辊体与膜卷基本保持平行,保持地膜在展膜过程中不偏跑。压膜轮采用倒伞形结构,压膜轮柄向内,该结构在压膜时与压膜沟沟形相吻能较好地将地膜进一步展平,将膜边压入沟底。压膜轮重量是一个关键问题,一般压膜轮总成件自重达到 $3.8 \sim 4.2\text{ kg}$ 时效果最佳。压膜轮应能随地仿形,转动灵活,密封良好。设计中在轴承座内安装向心滚珠轴承,骨架油

封密封。展膜机构总成结构示意图 3-30。

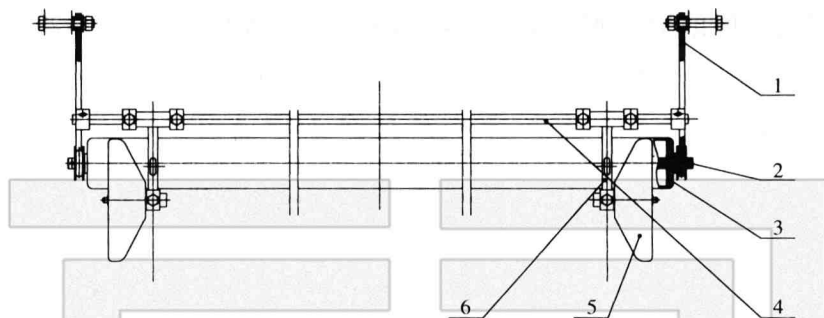


图 3-30 展膜机构总成结构示意图

1. 展膜辊吊臂 2. 展膜辊轴 3. 展膜辊体焊合 4. 压膜轮牵引轴
5. 压膜轮装配 6. 压膜轮牵引臂

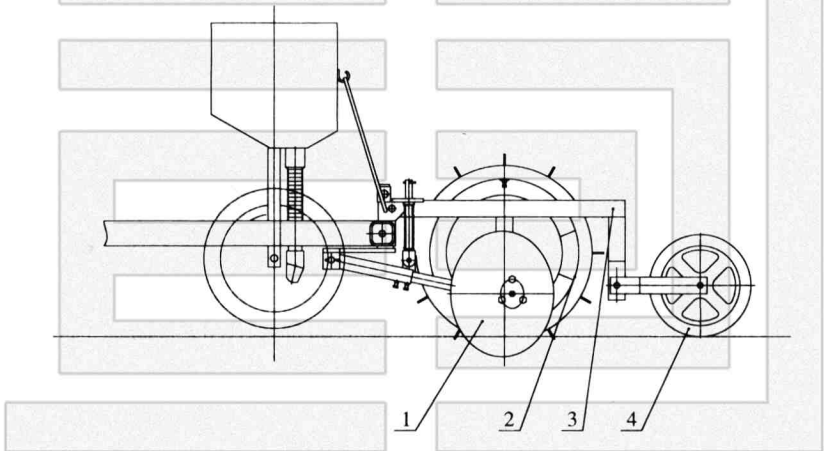
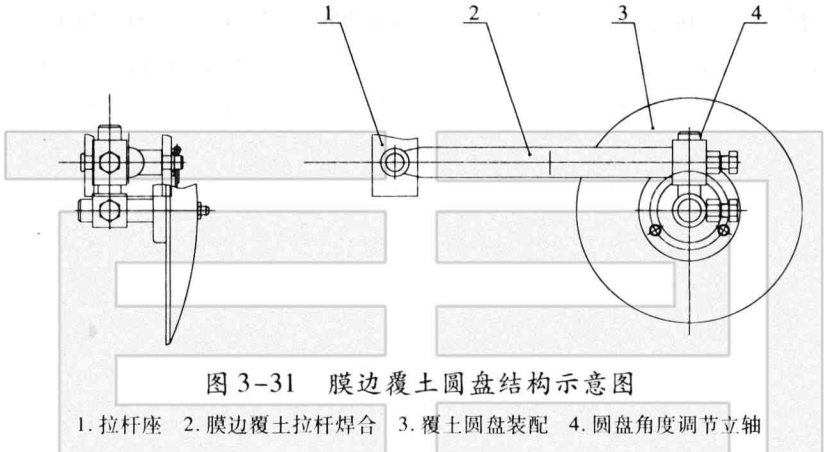
(3) 膜边覆土圆盘。

膜边覆土圆盘主要功能是取土压牢膜边,由膜边覆土圆盘拉杆、圆盘角度调节装置、覆土圆盘装配等部件组成。膜边覆土圆盘通过销轴安装在单组框架膜边覆土圆盘拉杆座上,与拉杆座铰接,靠自重与地面仿形,拉杆座限位。圆盘转动灵活、密封良好是在恶劣条件下顺利工作的基础,圆盘设计中安装向心滚珠轴承,骨架油封密封。膜边覆土圆盘结构示意图 3-31。

4. 膜上覆土装置

膜上覆土装置由膜上覆土圆盘、种孔覆土滚筒、覆土滚筒框架、击打器、框架牵引臂、种行镇压轮等部件组成。膜上覆土圆盘通过销轴安装在单组框架圆盘座上,与圆盘座铰接,弹簧加压。覆土滚筒刚性安装在覆土滚筒框架上,工作时由框架牵引臂牵引。覆土滚筒可随地仿形,驱动爪运行在膜沟内,带动覆土滚筒转动,同时驱动爪是覆土滚筒重量的主要支撑,托起覆土滚筒稍微离开膜面或明显减轻覆土滚筒对膜面的压力,减少地膜与种孔错位。覆土滚筒击打器周期性击打滚筒,减少粘连在滚筒内臂和导土叶片上的土壤。

种行镇压轮与滚筒框架活动铰链铰接,单体仿形,依靠自重对种行进行镇压。膜上覆土装置结构示意图 3-32。



(1)膜上覆土圆盘。

膜上覆土圆盘的功能是向覆土滚筒供土,由覆土圆盘拉杆焊

合、调节杆、扇形板焊接、圆盘装配、弹簧杆、弹簧等部件组成。通过调节杆可作覆土圆盘的前、后位置调整,通过扇形板可作角度位置的调整,达到向覆土滚筒供土的最佳效果。工作中覆土圆盘随地仿形,弹簧加压,通过调节弹簧杆的高低位置可调整弹簧加压作用力的大小。轴承密封性能是影响圆盘工作效果和使用寿命的最重要因素。圆盘装配安装了双轴承,采用骨架油封密封。膜上覆土圆盘结构示意图 3-33。

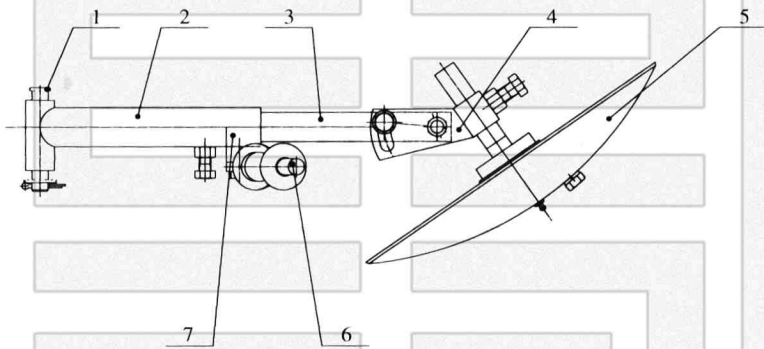


图 3-33 膜上覆土圆盘结构示意图

1. 销轴 2. 拉杆焊接 3. 调节杆 4. 扇形板焊接 5. 圆盘装配 6. 弹簧杆 7. 弹簧

(2) 种孔覆土滚筒。

种孔覆土滚筒的作用是将膜上覆土圆盘取出的土输送到种行成条状覆盖种孔。

整体式覆土滚筒结构示意图 3-34。主要由支承轴、滚筒体、螺旋导土板、调整圈、驱动爪等部件组成。工作中拖拉机牵引机组前进,膜上覆土圆盘取土送入覆土滚筒,随着滚筒在畦面上滚动,焊接在覆土滚筒内臂上的螺旋导土板将土输送到漏土带处,沿漏土带撒落到种行上,漏土带应与种行重合。覆土滚筒设计有调整圈,可根据田间土壤和整地质量的不同调节漏土带的宽度,控制种行覆土

量。覆土滚筒分为单体式和整体式两种。单体式一般有1~2个漏土带,直径一般为35 cm,没有驱动爪,入口也呈喇叭口形,便于进土。牵引形式为单臂牵引,随地仿形。整体式一般有4~8个漏土带,直径为40 cm,两端设计有驱动爪,高出滚筒外径5~7 cm,入口也呈喇叭口形,双臂牵引,随地仿形。整体式覆土滚筒中间位置设有排杂孔,尺寸为15 cm×10 cm或20 cm×10 cm,主要功能是将进入滚筒中的大土块等杂物及时排出。覆土滚筒带有击打器,间隔有序敲击滚筒,增强土壤流动性,减少土壤粘结在滚筒内。驱动爪一般设在膜沟位置,覆土滚筒重量主要由驱动爪托起,减轻滚筒对地膜的碾压程度,防止膜孔与种穴错位。

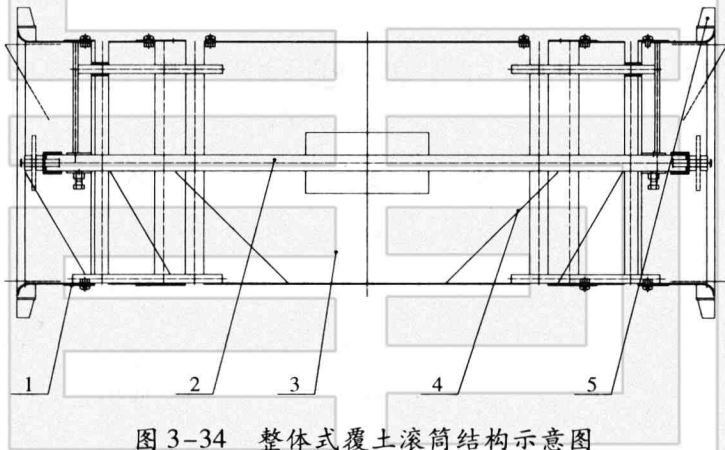


图 3-34 整体式覆土滚筒结构示意图

1. 支承轴 2. 滚筒体 3. 螺旋导土板 4. 调整圈 5. 驱动爪

导土板的螺旋角、导土板高度与布置在覆土滚筒内导土板的数量是影响覆土量的最关键因素,影响种行覆土质量。

最佳导土板的螺旋角、导土板高度、布置在覆土滚筒内导土板的数量及覆土滚筒是通过多种土壤条件下的试验得出的。

①导土板螺旋角。当覆土滚筒沿着畦面滚动时,进入滚筒内的土在内壁摩擦力和导土板的作用下,随着滚筒内壁移动,实现土壤

的轴向输送。

最佳导土板螺旋角是通过在不同土壤条件下试验分析得出的。试验中覆土滚筒采用直径 $\Phi 40$ cm, 长度 50 cm, 叶片高度 6 cm, 螺旋导土板头数为 1, 试验时机组前进速度为 50 ~ 58 m/min。试验方法: 将铺膜装置调整到正常工作状态, 卸去膜上打孔穴播器, 将不同导土板螺旋角的覆土滚筒依次装上, 分组依次试验。导土板导出的土输送至膜面上, 收集膜面上的土称重, 记入表中。选择 6 个对照, 根据试验结果分析, 当导土板螺旋角在 20° ~ 30° 时, 导土能力最佳。但设计中考虑到制造成本、结构重量等诸多因素, 一般取滚筒导土板螺旋角 30° ~ 35° 比较合适。不同导土板螺旋角对滚筒输土量的影响见表 3-8。

表 3-8 不同导土板螺旋角对滚筒输土量的影响 kg/min

序 号	导土板螺旋角					
	15°	20°	25°	30°	35°	45°
1	31.6	38.7	38.3	39.7	34.7	31.7
2	30.5	37.6	39.3	38.2	36.3	30.9
3	32.3	38.1	39.8	38.2	36.1	31.2
4	31.1	38.0	38.4	37.6	34.9	30.3
5	31.2	37.6	39.1	37.2	36.7	30.8
6	32.4	37.7	39.2	38.1	35.5	31.5
合计	189.1	227.7	234.1	229.2	214.2	186.4
平均	31.5	37.9	39.0	38.2	35.7	31.1

②导土板数量。覆土滚筒内设置的导土板数量越多,覆土滚筒输送土壤能力越强,但导土板数量越多,重量越大,造价越高。同时带来的不利影响是易造成导土板间卡进作物残茬、大土块等物,影响覆土滚筒的正常工作。一般在覆土滚筒内布置的导土板数量以3~4条为好,目前多数铺膜播种机覆土滚筒选择4条导土板。导土板数量对输送土量的影响见表3-9。

表3-9 导土板数量对输送土量的影响

序 号	导土板头数			
	1	2	3	4
1	35.4	39.8	42.6	44.1
2	35.3	40.7	43.7	44.6
3	35.7	41.5	43.6	44.9
4	35.0	41.7	43.1	44.7
5	35.5	41.0	43.3	44.8
合 计	176.9	204.7	216.3	223.1
平 均	35.4	40.94	43.26	44.62

③覆土滚筒直径。从理论上讲,覆土滚筒直径越大,抗堵塞能力越强,输送土壤能力越大。但加大覆土滚筒直径带来的不利因素也是很明显。考虑到机具结构重量与拖拉机的配套性能及制造成本后综合评估:一般单体覆土滚筒,供1~2条种带覆土,滚筒直径30~35 cm较好;整体覆土滚筒,单边供2~4条种带覆土,滚筒直径应达到40 cm。

5. 种行镇压装置

安装在覆土滚筒框架上,通过联结销与滚筒框架铰接,单体随地仿形。布置在覆土滚筒后部,对覆土后的种行进行镇压。主要结构:由镇压轮支架、零压橡胶轮、镇压轮毂、镇压轮轴等组成。零压

橡胶轮工作中能通过橡胶的弹性清除粘结的土壤,种行镇压装置应转动灵活,仿形可靠,自重 5 ~ 6 kg。种行镇压装置结构示意图见图 3-35。

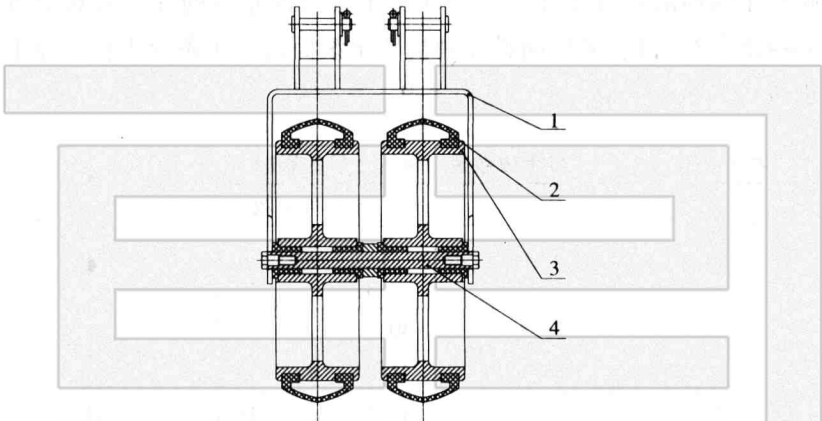


图 3-35 种行镇压装置结构示意图

1. 支架 2. 零压橡胶轮 3. 镇压轮毂 4. 镇压轮轴

6. 滴灌带铺设机构

滴灌带铺设机构由滴灌带卷支承装置、引导环、开沟浅埋铺设装置等组成。工作中滴灌带在拖拉机牵引力作用下不断从滴灌带管卷拉出,通过限位环,经过导向轮及引导轮铺设到开沟浅埋装置开出的小沟中,并在滴灌带上覆盖 1 ~ 2 cm 厚的土层,完成滴灌带铺设全过程。

(1) 滴灌带卷支承及铺设引导环。

滴灌带卷支承架刚柔固定在主梁架上,由 U 型卡子、支承架、滴灌管卷支承轴、支承套、滴灌管卷挡盘、引导环等组成。结构示意图见图 3-36。

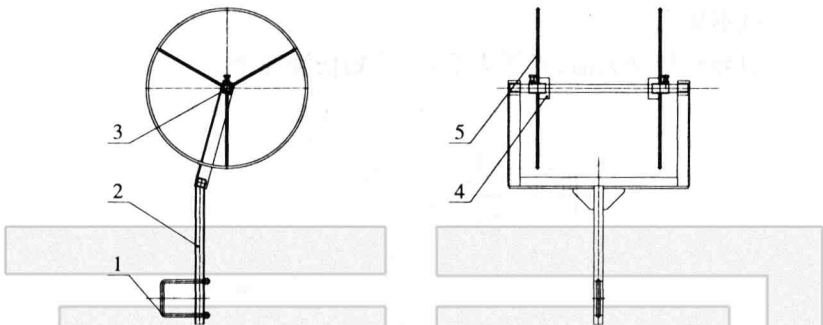


图 3-36 滴灌带卷支承装置结构示意图

1. U 型卡子 2. 支承架 3. 滴灌器固定架管支撑 4. 支承套 5. 管卷挡盘

技术要点:

①滴灌带卷的支承架强度要高,装上整卷滴灌带,在拖拉机牵引力作用下滴灌带从管卷中拉出时,管卷支承架不晃动、不变形。

②管卷蕊轴内孔与支承套最大间隙应 ≤ 1 cm。

③管卷挡盘有效对滴灌带卷限位,滴灌带铺设过程中不乱卷。

④引导环光滑无毛刺,滴灌带从中通过时顺畅、不被划伤。

(2)滴灌管开沟浅埋铺设装置。

滑刀式开沟铺管装置组合主要由开沟器固定架、滑刀式开沟器组合、滴灌带引导环等组成。该装置具有通过性能强,工作中不堵塞、滴灌带铺设深浅一致、准确、不划伤滴灌带等特点。滑刀式开沟器组合包括滑刀式开沟器和滴灌带引导轮,滴灌带引导轮安装在滑刀式开沟器内。滑刀式开沟器通过开沟器固定架安装在单组框架前梁上,紧靠镇压轮,随地仿形。工作中滑刀式开沟器开出 2~4 cm 小沟,滴灌带从滴灌管卷拉出,经引导环、引导轮铺设到小沟内,土壤回流作用将滴灌带浅埋。开沟浅埋铺设装置结构示意图见 图 3-37。

技术要点:

引导轮转动灵活,光滑无毛刺,不划伤滴灌带。

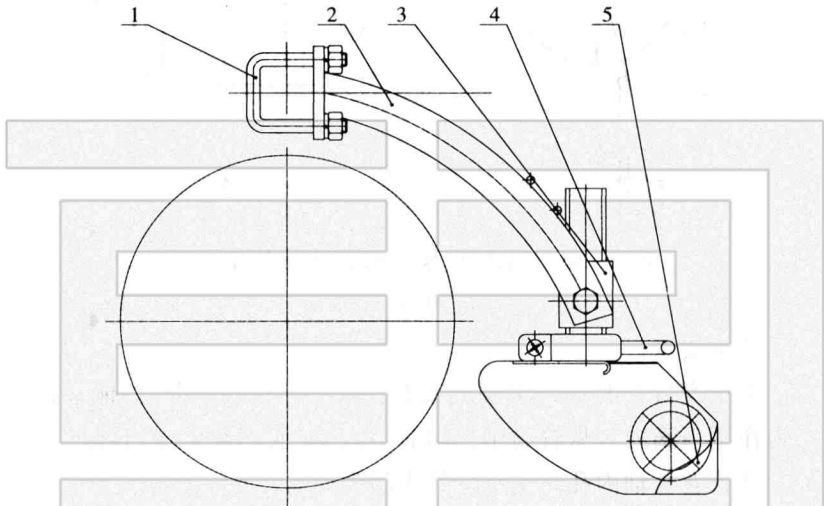


图 3-37 开沟浅埋铺设装置结构示意图

1. 固定卡子 2. 开沟器固定架 3. 开沟器组合 4. 引导环 5. 引导轮

(三) 风机及动力传输机构的研究设计

1. 气路系统动力学研究

精量铺膜播种机是联合作业机具,一次作业即可完成铺设滴灌管、铺膜、膜上打孔、精量播种等八道作业程序。作业中为了便于安装、更换滴灌管卷、膜卷及种子添加等一系列操作,机具需要有足够大的平面作业空间。国内、外厂家生产的气吸式精量播种机,气吸管都采用外置式,直接从风机上与各排种器相连接,气吸管的布置如同蜘蛛网一般,占用了大量的空间,给铺膜、铺滴灌管作业带来了极大不便。该机在研究设计中,抛弃了风管直接从风机连接到排种器的多管道复杂布置的传统方法,利用精量铺膜播种机梁架作为气力输送通道。风机产生负压,通过软管输入单组框架的穴播器牵引

横梁中,再由穴播器牵引横梁通过软管将负压分别输送到各穴播器气室中,解决了气吸管遮盖铺膜、铺滴灌管作业面布局的难题,形成独特的气路系统。气路系统结构示意见图 3-38。

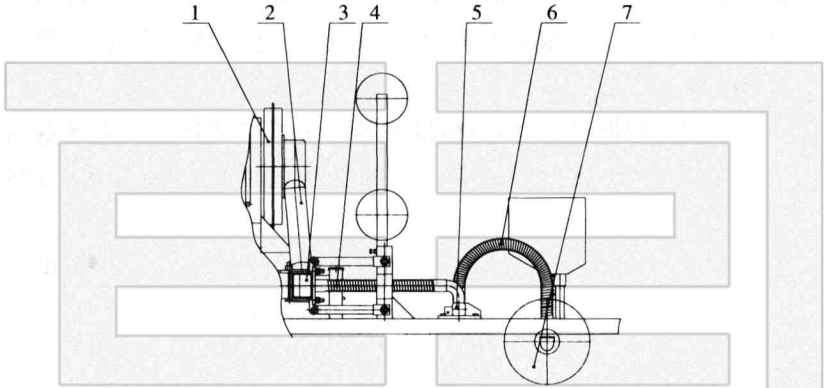


图 3-38 气路系统结构示意图

1. 风机 2. 软管 1 3. 副梁 4. 软管 2 5. 穴播器牵引横梁 6. 软管 3 7. 穴播器

技术要点:

①根据各单组框架应布置的穴播器数量计算出穴播器牵引方管应具备的最小通气截面积为 X 。根据公式: $X = Y \times N \times Z$

式中: Y ——穴播器气吸盘吸孔面积之和 (cm^2);

N ——单组框架内布置的穴播器数量;

Z ——设定的可靠性储备系数。

设:穴播器气吸盘吸孔 $\Phi 3.2 \text{ mm}$,气吸盘最多布置 30 个吸孔 (15 穴,播双粒),单组框架内布置的穴播器数量 8 个,可靠性储备系数 0.75。根据公式计算,穴播器牵引方管采用 $60 \text{ mm} \times 60 \text{ mm}$,壁厚 4 mm 即可满足技术要求。

②输送通道内壁光滑,通气流畅。各气路接口处用过渡圆弧过渡,内壁光滑。

按上述计算可知,以梁架作为气力输送通道可满足单个气吸盘

布置 30 个吸孔,单组框架内布置 8 个穴播器的设计要求。根据设计思想进行验证试验。

试验装备:2 膜 16 行铺管铺膜精量播种机,试验中在风机出口、穴播器牵引方管、中空穴播器轴入口、气吸盘吸孔等四处进行风压测试。设 6 组对照,根据风压不同测定变化规律。测定参数见表 3-10。

根据测定数据显示,利用精量铺膜播种机梁架作为气力输送通道,不同转速条件下各测定点测定的负压值变化微小,设计方案可行。

表 3-10 各部位风压测定参数 单位:MPa

序号	部位	风机出口	牵引方管	中空穴播器轴入口	吸孔
1		0.003 84	0.003 83	0.003 83	0.003 80
2		0.003 97	0.003 97	0.003 95	0.003 94
3		0.004 14	0.004 13	0.004 12	0.004 12
4		0.004 23	0.004 23	0.004 22	0.004 22
5		0.004 36	0.004 35	0.004 34	0.004 33
6		0.004 47	0.004 46	0.004 42	0.004 42

2. 风机传动机构运动特征的研究

精量铺膜播种机一次作业完成多项作业程序,机具结构较复杂,整机重量大,需要较强悬挂能力的拖拉机配套。作业时的特点是作业速度低,需要的牵引力较小。在选择配套主机时,主要考虑悬挂能力。气吸式精量铺膜播种机风机额定转速应达 4 200 ~ 4 500 revs/min,需要拖拉机大油门作业;而铺管铺膜作业速度低,牵引力较小,通常应在中小油门下进行作业。这是一对矛盾组合体。国内外气吸式精量播种机,风机动力传输一般采用一级皮带增速,

主动轮较大,被动轮较小,作业中采用大油门。

达到拖拉机在中小油门下进行作业的有效途径是加大输出轴与风机转速的传动比。要达到加大传动比要求,仅靠主动轮增大,被动轮减小不能满足设计要求,当被动轮直径减小到一定数值,皮带打滑会影响动力传输。

为解决这个问题,通过研究创新设计,采用了齿轮增速器加单级多楔带的结构模式。根据机械原理多楔带在高速传动时有较高的传输效率,故将增速齿轮箱布置在低速端,将楔型带变速器布置在高速端,在拖拉机以中小油门工作时,增速箱输出轴达到了较高转速,风机在单级多楔带带动下,满足高转速的要求。

3. 风机传动机构结构特点

风机传动机构结构示意图见图 3-39。风机传动机构由万向传动

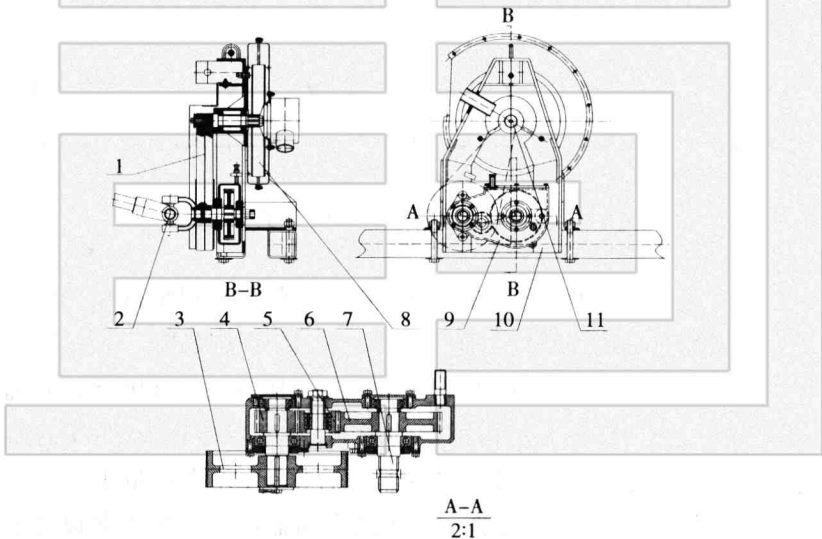


图 3-39 风机传动机构结构示意图

1. 楔形带 2. 万向传动轴 3. 大皮带轮 4. 小齿轮 5. 过轮 6. 大齿轮
7. 花键传动轴 8. 风机总成 9. 齿轮箱体 10. 支承架 11. 小皮带轮

轴、支承架、多楔带、增速齿轮箱、风机总成等组成。支承架是风机总成及增速齿轮箱的安装骨架,也是整机三点后悬挂装置的上悬挂臂。工作中,拖拉机输出动力,通过万向传动轴传输送至增速齿轮箱的低速端,经主动大齿轮、中间齿轮传输至增速齿轮箱高速端,大皮带轮安装在高速端小齿轮轴上。经过增速齿轮箱的增速,增速齿轮箱的高速端输出速度提高2.5倍。单级多楔带联接增速齿轮箱的高速端和风机轴,通过安装在高速端的大皮带轮将动力传输到风机轴上,带动风机叶轮高速旋转,产生负压。

(四) 窄行距工作部件配置研究设计与试验

1. 窄行距工作部件配置研究设计

根据棉花机械采收种植模式的要求,行距配置采用“66 cm + 10 cm 宽窄行铺膜种植模式”,行距配置示意图如图3-40。

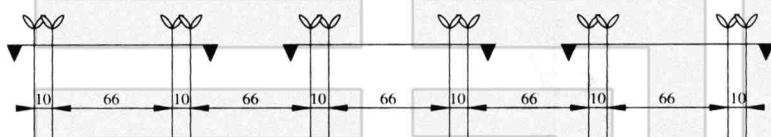


图3-40 棉花机械采收种植模式示意图

要达到窄行小于10 cm的要求,需了解有关达到窄行相关的因素。精量铺膜播种机与行距有关的部件主要有气吸式穴播器、覆土装置、种行镇压器及精量穴播器吸气管道。其中最关键因素是穴播器。早期的穴播器由于结构因素的影响,厚度尺寸较大,为实现窄行小于10 cm的要求,曾将两穴播器前后排列,并小批量生产了机具,投入大面积生产实际试验。由于两穴播器前后排列方案设计的机具明显增加了播种机的纵向长度,增加拖拉机后悬挂力矩,拖拉机配套能力恶化。其最大缺陷是膜孔与下种位发生错位现象严重,此方案不适用,没有继续进行后续试验。为将两穴播器并列排列,

设计中重点减小了气吸式滚筒精量穴播器厚度,气吸腔、进种道及牵引点向一边突出,两穴播器对称配置,单臂牵引,在播种工作中单体仿形。两个穴播器并列配置,解决了拖拉机配套性能问题,膜孔与下种位发生错位现象得到扭转,窄行小于 10 cm 种植模式得以实现。窄行距工作部件配置结构示意图 3-41。

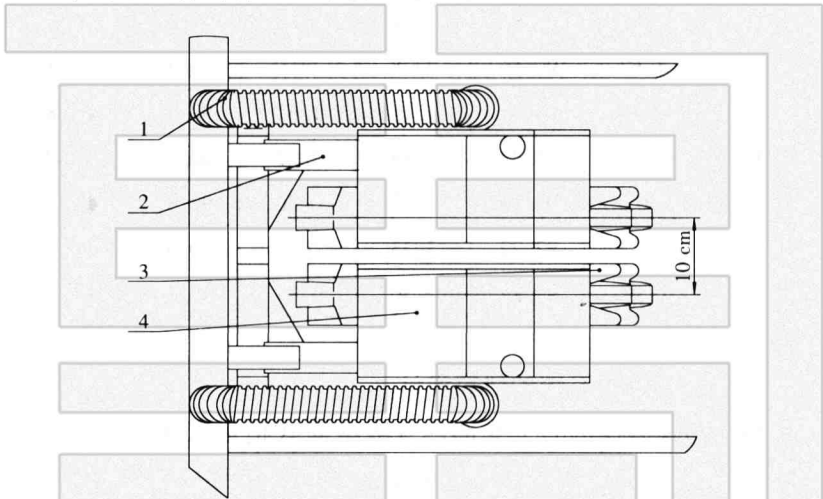


图 3-41 窄行距工作部件配置结构示意图

1. 气吸管 2. 牵引臂 3. 穴播器 4. 种箱

2. 窄行距工作部件的试验

试验装备:3 膜 12 行铺管铺膜精量播种机。在待播土地上进行,设两个对照。试验用地膜宽度 120 cm,左边 6 行膜内行距 20 cm+40 cm,右边 6 行行距 66 cm+10 cm。作业速度 3.9 km/h,使用 15 穴播器,分 6 组对照,每组穴播器检测 30 穴,取其平均值。检测数据:种孔错位率、穴粒数合格率、空穴率。检测结果见表 3-11。

根据测定数据显示,机械采收 66 cm+10 cm 窄行行距配置与普通 20 cm+40 cm 行距配置在种孔错位率、穴粒数合格率、空穴率等性

能指标方面没有明显的差别,66 cm+10 cm 窄行行距配置合乎作业性能要求。

表 3-11 检测数据

序号	普通行行距(20 cm+40 cm)			窄行行距(10 cm+66 cm)		
	错位率%	合格率%	空穴率%	错位率%	合格率%	空穴率%
1	0.56	92.80	1.67	0	91.67	0.56
2	1.67	90.56	2.78	0	93.33	1.11
3	0	93.33	1.11	1.67	92.78	2.78
4	1.11	94.44	3.89	2.22	92.22	1.67
5	0	93.89	2.22	0.56	93.89	3.33
6	2.22	92.22	3.33	0	90.56	2.22
平均	0.92	92.87	2.50	0.74	92.41	1.95

(五) 电子监控系统的设计

精量铺膜播种机的主要部件气吸滚筒式精量穴播器是全封闭结构,如果在播种作业时发生种箱排空、输种管杂物堵塞、取种孔被卡住、堵塞或者气压不够而吸不上种等故障现象均会导致漏播现象,尤其是大型宽行精播机,其作业速度快、播幅宽,如发生上述现象则会造成较大面积的漏播,导致减产。

精量播种机监控系统可以实现精量播种机田间播种过程中对漏播进行实时监控。监控系统采用电子智能监控系统,通过光电传感器对排种器下种情况进行监控,并以声光报警的方式通知驾驶员播种机故障的位置和性质,便于问题及时排除,确保精播质量。

精量铺膜播种机电子检测装置,包括主机和分机两部分,主机放置驾驶室内,便于操作和观察;分机放置于播种机上,完成相应播种机播种信息的采集。两者相互间通过 RS232C 接口装置进行传输。主机由中央处理器、人机输入接口(键盘)、数码显示装置、报警

装置等部分组成;分机由中央处理器和检测电路组成。

主机工作原理:由键盘设置播种的行数和穴数(行数4~20行,穴数10~16),并进行数字显示,同时将信息传送给各分机,命令分机开始或停止工作,并由软件和硬件完成抗干扰的功能。当主机收到分机的报警信号报告时,则根据报警的性质和位置进行相应状态的数字显示和声音报警。

分机工作原理:分机检测的信号包括漏种和堵塞两种信号。漏种信号的检测,由安装在排种盘上面的光电检测装置完成;堵塞信号由安装在排种盘下面的光电检测装置完成。检测功能由漏种和堵塞两种信号在分机的中央处理器中进行判断完成。如有漏种和堵塞情况发生,则通知主机进行报警。

具体电路实施情况:主电路图见图3-42。主机、分机CPU采用89S51单片机。为保证检测的适时性和准确性,每行的检测任务都有一片CPU进行处理(图中所示分机电路为其中的一路);信号检测电路见图3-43,其输出端接光电隔离电路的输入端。光电隔离芯片采用TLP-521,其输出接分机CPU;显示驱动电路采用BCD码译码集成电路CD4511。

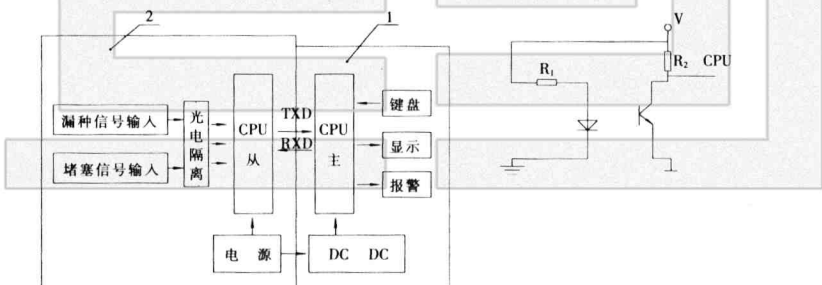


图 3-42 主电路图

图 3-43 检测电路图

电路工作过程:

主机:首先打开电源开关,系统进行自检,如电路本身出现故障,则进行报警显示。自检结束后,由键盘设置播种的行数和穴数,设置的同时进行数字显示。设置完成后,按下开始键,则系统进行正常的检测工作,同时将信息传送给各分机,命令分机开始工作。当分机有报警信号报告,则根据报警的性质和位置进行相应状态的数字显示和声音报警。

分机:检测传感器由发光器和受光器及相关电路组成。种孔堵塞检测时间段由相邻两吸种孔的时间间隔确定,工作时首先由主机系统计算出排种盘转一周所用的时间,根据排种盘穴孔数,标定出种孔堵塞检测时间段。当播种机行进速度达到 1 m/s 时(速度可由实际情况设定),检测装置开始工作(这样可避免由于启动和停车时速度急剧变化而引起的误动作)。由堵塞检测装置取得堵塞和播种数量信号,由漏种检测装置取得漏种信号,这两种信号经光电隔离后一起送到分机 CPU 进行比较判断,当排种盘转 1 圈时,气吸盘有 2 个或 2 个孔以上无籽;在 100 穴范围内,如果有 3 个以上孔无籽,则由分机向主机系统发出漏种报警信号。在排种盘转 3 圈时,如果有 3 个孔堵塞,则由分机向主机上发出堵塞报警信号。如不满足报警标准,则继续进行检测。监测点安装位置示意图见图 3-44。

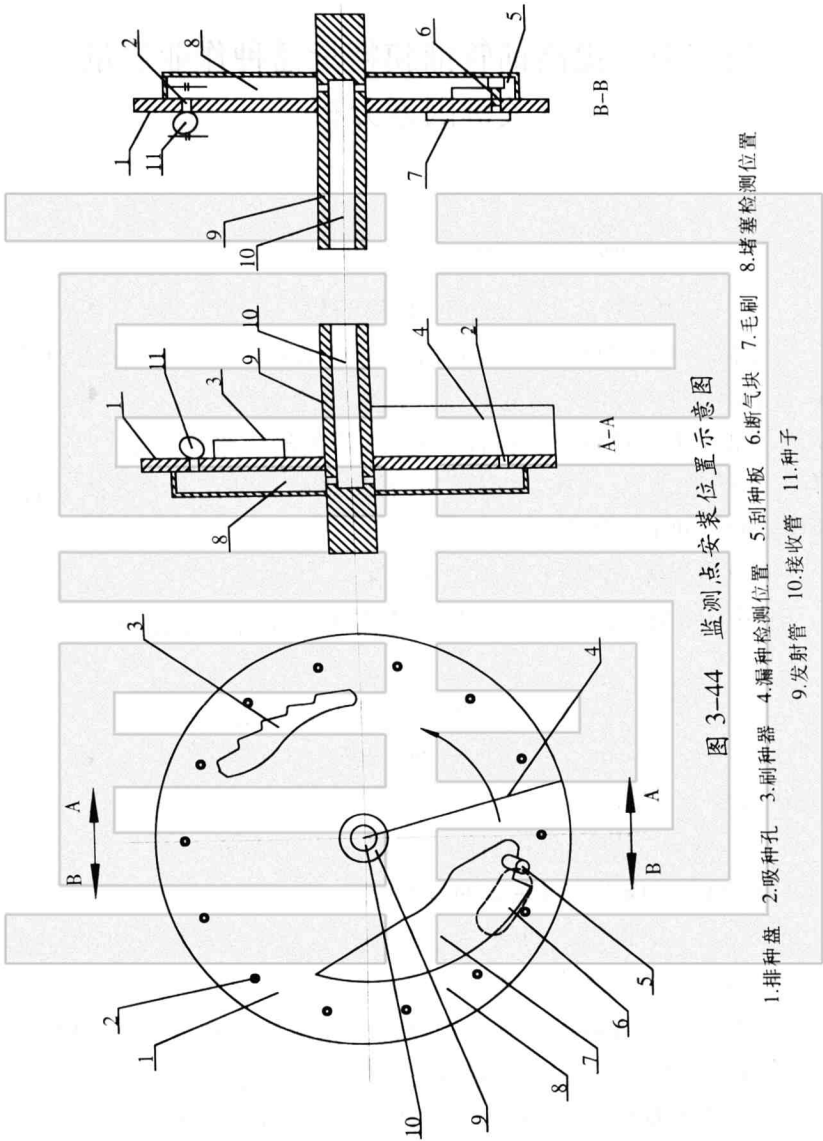


图 3-44 监测点安装位置示意图

第三节 提高铺管铺膜精量播种作业质量 关键因素分析

一、提高铺滴灌管作业质量关键因素分析

(一) 滴灌管卷转动灵活性对铺管质量的影响

管卷支承架强度、管卷蕊轴内孔与支承套间隙、管卷挡盘对滴灌带卷的有效限位决定管卷转动灵活性。管卷转动不灵活,将增加滴灌带铺设中的拉伸率。拉伸率过大,将使滴灌带产生变形,强度降低,滴灌带产生破损的概率增加,直接影响到使用效果。滴灌管铺设中的拉伸率一般不超过1%。

(二) 引导环与滴灌管铺设质量的关系

引导环光滑,无毛刺,材质硬度应高于滴灌管。使用中引导环的技术要求:

(1) 滴灌管铺设过程中顺利拉出,沿引导环光滑表面导向开沟浅埋铺设装置。引导环不易过宽,两端应呈圆弧形,在滴灌管从管卷拉出过程中不翻面。

(2) 引导环使用可靠,不划伤滴灌管,两端不易磨出沟槽。

(三) 对开沟浅埋铺设装置的技术要求

(1) 安装于开沟器内的铺管轮转动灵活,光滑,无毛刺,即便在拉伸率大的状态下也不易划伤滴灌管。

(2) 开沟器两边侧板能有效护住铺管轮不接触到土壤,保持铺管轮转动灵活性,铺管轮内孔应耐磨,铺管轮轴应光滑。

(3) 开沟器宽度要窄,安装后刚性要好,受外力作用后不变形,开沟器过去后土壤能自动向沟内回流,保持畦面平整,不影响铺膜

质量。

二、提高铺膜作业质量因素分析

(一) 地膜宽度与畦面宽之间的关系

畦面宽度是根据地膜宽度来确定的,合适的畦面宽度是铺好膜的关键。一般畦面宽度为膜的名义宽减 15 cm,畦面宽度结构示意图见图 3-45。

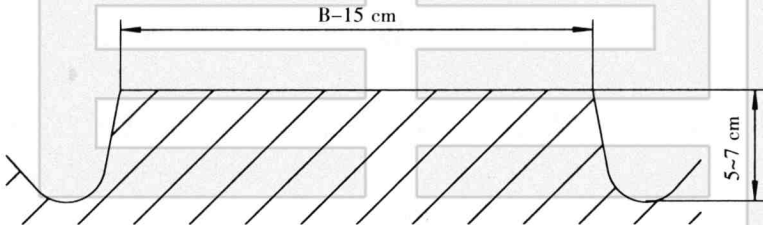


图 3-45 畦面宽度结构示意图

用公式:

$L = B - 15 \text{ cm}$ 表示。

式中: L ——畦面宽;

B ——名义膜宽。

(二) 开沟圆盘调整对提高铺膜质量的影响

开沟圆盘调整分为角度调整 and 高度调整,开沟质量对铺膜质量的影响较大。提高铺膜质量基本条件是膜沟明显。一般膜沟深度应达到 5~7 cm,膜沟的宽度应达到 6~8 cm。膜沟的宽度太窄,开沟圆盘开沟作业中抛出的土容易回流到膜沟内。调整开沟圆盘高度一般以镇压轮为基准,当确定开沟深度为 5~7 cm 时,开沟圆盘最低点应超出镇压轮最低位置 5~7 cm。开沟圆盘的角度应调整到 20°~25°。也可将开沟圆盘的角度设计为固定值,一般为 23°,工作

中只作高低位置调整,不作角度调整。

(三) 主要工作部件与提高铺膜质量的关系

与铺膜有关联的工作部件主要有开沟圆盘、膜卷支承装置、顺膜杆、展膜辊、压膜轮、膜边覆土圆盘等。按前所述,主要工作部件与提高铺膜质量密切相关,各部件安装位置,达到的作业性能,均对铺膜质量有很大影响。概括起来讲,膜卷支承装置应转动灵活,无卡滞,地膜能顺利拉出。顺膜杆光洁无毛刺,主要功能:增加地膜通过展膜辊的包角,对地膜产生较明显的阻尼作用,增加地膜铺到地面后的展平度。展膜辊、压膜轮转动灵活,无卡滞。膜边覆土圆盘与压膜轮前后位置配置影响到膜边覆土宽度和覆土厚度。一般设计中压膜轮中心与膜边覆土圆盘中心应靠近,拉开6~9 cm的距离,压膜轮在前,膜边覆土圆盘靠后,让压膜轮同时起到挡土板的作用,但又能使膜边覆土厚度不受影响。

(四) 提高铺膜作业质量的要点

(1) 膜沟明显,这是铺好膜的最关键问题之一。如果膜沟开不出来或开出来后又让展膜辊回填了,那么铺膜质量就上不去了,膜沟深度一般应达到5~7 cm。

(2) 展膜辊宽度应等于或略小于地膜宽度,差值不宜太大。展膜辊应随地灵活仿形,转动灵活,展膜辊体围绕轴转动,可防止废膜缠绕铰接点,同时展膜辊体轴线应与膜卷轴线基本平行。

(3) 膜边覆土圆盘角度及前后位置应调整合适,工作中膜边覆土圆盘紧跟压膜轮,靠后的距离应在6~9 cm范围内。

(4) 地膜纵向拉伸适中。拉伸太大,种孔易错位。拉伸太小易造成地膜铺的松,鸭嘴打不透地膜的比例增多。同时浪费地膜,成本增加。

(5) 压膜轮应随地仿形,转动灵活,无卡滞;压膜轮应具有一定的重量,一般应达到3.6~4 kg,压膜轮圆弧面应调整到紧贴内侧沟

边的位置。

(6)覆土轮应随地仿形,转动灵活,无卡滞;整体式覆土轮的两端带有驱动爪,覆土轮轮体工作中应稍离开膜面,防止轮体碾压膜面而造成种孔错位。

三、提高播种作业质量因素分析

(1)负压应达到0.004 MPa,这是吸种盘吸附种子的基本条件。播大粒、重量较重的种子,负压要高些;播小粒、重量较轻的种子,负压适当低些。负压过高或过低会使重播率或漏播率增加。正常工作时风机转速在4 200~4 500 r/min。

(2)机组工作中临时停车时,不应切断动力输出,不应将油门减到过小的位置,确保风机正常工作,确保临时停车后不出现小断条。若临时停车时切断动力,将会出现1 m左右的小断条。

(3)机组工作中应适时检查作业质量,及时发现并排除影响播种质量的关键问题。空穴增多的播种行应检查气吸式穴播器种孔有无堵塞,输种管有无堵塞,气吸管有无破损现象。

(4)每当切断动力输出后机组重新开始工作时,应将机车后退1~1.5 m或将气吸式穴播器按前进方向转动一圈,消除切断动力输出后造成的小断条(种子与种盘分离后进入种道,穴播器转动近一圈后方能播入土壤)。

(5)经常注意种孔错位、膜孔打不透的现象发生。归纳起来是三种因素造成:

①整地达不到技术要求,土壤坚实,穴播器鸭嘴入土深度不够,活动鸭嘴不能以正常开度打开,影响种子正常排出。

②铺膜质量差,地膜横向展不平,纵向拉伸太松是膜孔打不透的重要原因。

③覆土轮转动不灵活,覆土轮碾压地膜造成膜与种孔发生

错位。

(6)工作中应定时检查气吸式穴播器的工作状况,每班次应对穴播器充种室进行清理;检查取种盘吸种孔有无堵塞现象,发现堵塞时及时清理,每班次检查3~5次。

(7)播种深度对播种作业质量影响明显。播棉花、甜菜、油菜时,播深一般控制在2~3 cm。播玉米、打瓜,播深一般控制在3~4 cm。自墒出苗的田块播种深度要适当增加,播后滴水出苗的田块播深要适当减少,有利于提高出苗率。滚筒穴播器播种深度主要由鸭嘴的长度决定的,但相关因素较多。土壤偏干,实际播深偏浅;土壤偏湿,实际播深偏深。

(8)种行镇压是膜上打孔穴播,自墒出苗播后保墒的关键问题。春天保全苗,关键在墒字。同一地块,同等条件,镇压确实能提墒,镇压不确实或根本不镇压,风一刮,墒跑得很快。种子播在地里,尤其是播期早的地块,特别要注意种行镇压。

(9)滴水出苗的田块表层土壤墒度易干不易湿,播后滴水时间易早不易迟;田块的墒度不均匀,种子播入有墒的土壤后会吸收水分,影响种子的发芽势和出苗时间的一致性。因此确定滴水出苗的田块表层土壤应放墒,让种子播在干土层。滴水出苗,田块底墒要足,滴水后要使表墒接着底墒,利于作物根系下扎,防止早衰。

(10)种子播后滴水出苗应注意:滴水量易小不易大,春天土壤温度偏低,滴水量大不仅仅是费水,而且使土壤温度降低,遇到低温天气,种子在低温高湿条件下容易烂种。

第四节 气吸式铺管铺膜精量播种机 性能试验与使用要求

一、气吸式铺管铺膜精量播种机性能特征

(一) 系列精量播种机技术特性及行距配置

精量播种机产品包括了从1膜2行到5膜20行等13种系列机型。播种的作物从棉花扩展到玉米、甜菜、瓜类、食葵、甘草等多种作物。最小行距9 cm,株距按照农业技术要求可选择3穴到16穴不同规格的穴播器。现介绍主要几种机型的技术性能特征、配套动力及行距配置:

(1)1膜4行精量播种机,用于棉花铺管铺膜精量播种作业。配套动力:功率 ≥ 15 kW 拖拉机,三点后悬挂。适用膜宽:120 cm 或 125 cm;行距配置:20 cm+40 cm+20 cm 或其他形式行距。当选择15穴穴播器(株距:9.7 cm),膜内行距:20 cm+40 cm+20 cm,膜间平均行距65 cm时,理论株数 $\geq 283\ 500$ 株/hm²。

(2)2膜12行铺管铺膜精量播种机,用于棉花铺管铺膜精量播种作业。配套动力:功率 ≥ 40 kW 拖拉机,三点后悬挂。适用膜宽:200 cm 或 205 cm;膜内行距:10 cm+66 cm+10 cm 或其他形式行距;膜间行距:66 cm。1膜3管,选择15穴穴播器,理论株数 $\geq 270\ 000$ 株/hm²。适用于棉花机械采收模式的播种作业。该机主要优势是采用宽膜,增温保墒效果好,棉花增产效果明显,是新疆地区大量推广使用的栽培模式。该机的主要缺点是不便于拖拉机进地作业。栽培模式示意图3-46。

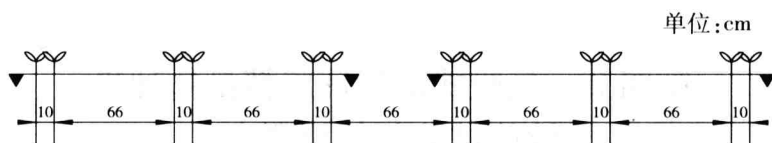


图 3-46 2 膜 12 行精量播种机栽培模式示意图

(3) 2 膜 16 行精量播种机用于棉花铺管铺膜精量播种作业。配套动力: 功率 ≥ 47 kW 拖拉机, 三点后悬挂。适用膜宽: 205 cm; 行距配置: 10 cm+38 cm+10 cm+50 cm+10 cm+38 cm+10 cm; 1 膜 2 管, 平均行距 28 cm; 理论株数 $\geq 360\ 000$ 株/hm²。适用于棉花高密度栽培种植模式的播种作业。该机的主要优势是在土壤综合条件中等以下, 依靠密度群体优势可取得高产。主要技术条件是棉花密度增加, 对棉田管理水平应相应提高, 该种植模式已在新疆部分地区推广使用, 效果良好。新疆南疆部分地区推广使用 28 cm 等行距配置种植棉花, 适用膜宽 230 cm, 增产效果显著。最大缺陷是拖拉机进地作业需进行改装, 加宽轮胎中心距。栽培模式示意图 3-47。

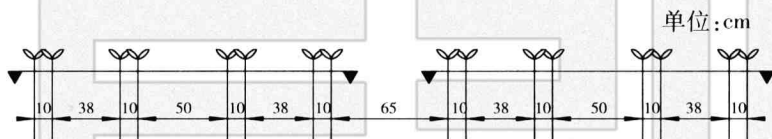


图 3-47 2 膜 16 行精量播种机栽培模式示意图

(4) 3 膜 12 行精量播种机, 用于棉花铺管铺膜精量播种作业。配套动力: 功率 ≥ 40 kW 拖拉机, 三点后悬挂。适用膜宽: 125 cm 或 120 cm; 行距配置: 10 cm+66 cm, 1 膜 2 管。选择 15 穴穴播器, 理论株数 $\geq 270\ 000$ 株/hm²。适用于棉花机械采收种植模式的播种作业。该机主要优势是便于拖拉机进地作业方便, 是新疆地区推广使用的主要栽培模式。栽培模式示意图 3-48。

(7)3膜12行甜菜精量播种机,用于甜菜铺管铺膜精量播种作业。配套动力:功率 ≥ 55 kW 拖拉机,三点后悬挂。行距根据甜菜收获机适应采收的行距确定。当采用45 cm等行距时,膜宽=160~165 cm;采用50 cm等行距时,膜宽=180 cm;1膜2管。选择8穴穴播器(17.5 cm),理论株数 $\geq 120\,000$ 株/hm²。适用于6行自走式甜菜收获机采收的种植模式,播种用种子为丸粒化单粒种。该栽培模式在新疆地区推广使用,效果良好。栽培模式示意图见图3-51。

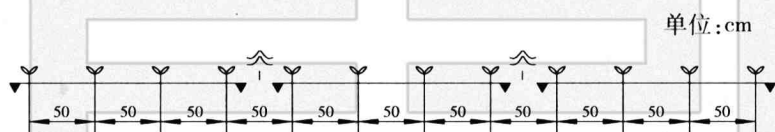


图3-51 3膜12行甜菜精量播种机栽培模式示意图

(8)4膜8行精量播种机,用于玉米等作物的铺管铺膜精量播种作业。配套动力:功率 ≥ 55 kW 拖拉机,三点后悬挂。行距配置:40 cm+60 cm。膜宽=70 cm地膜。膜下滴灌,1膜1管。该栽培模式在新疆地区使用较为广泛。栽培模式示意图见图3-52。

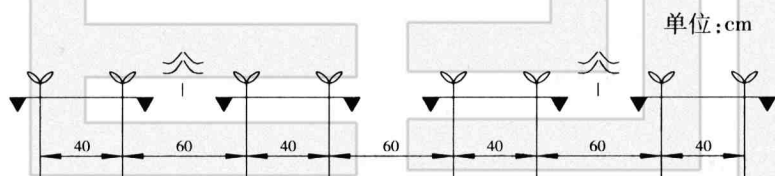


图3-52 4膜8行精量播种机栽培模式示意图

二、气吸式铺管铺膜精量播种机使用要求

(一) 机组人员配备

(1)作业机组人员必须经过铺膜精播作业技术培训,掌握机械

的构造、使用、保养、调整和排除故障的技能以及有关安全知识。驾驶员应持有有效驾驶证件和铺膜精播机操作许可证。

(2) 机组辅助人员亦应具备基本的铺膜精播知识和安全常识。

(3) 按机具编组情况, 1 或 2 幅膜的作业机组配备驾驶员 1 人, 辅助人员 1 人; 2 幅膜以上作业机组配驾驶员 1~2 人, 辅助人员 2~3 人。在播种季节内, 机组人员要保持相对稳定, 并要定机、定岗、定责。

(二) 铺管铺膜精量播种机主要部件的检查调整

(1) 调整穴粒数: 每组穴播器在安装前必须在穴播器试验台上进行台架试验并合格, 播种前必须在条田中试播, 检验台架试验的可靠性。

(2) 滴灌管铺设: 滴灌管卷转动灵活, 无卡滞; 滴灌管浅埋铺设装置按行距配置要求调整到指定位置, 滴灌管铺设引导装置光滑无毛刺。

(3) 风机传动: 风机安装前必须在专用试验台上调试合格, 风机传动皮带的紧度必须按照使用说明书的要求调紧; 所有气流管道不允许有任何破损, 接头处不得漏气, 管道布置应呈圆弧形, 并尽量减小长度。

(4) 铺膜机构: 膜卷放膜应顺利无卡滞, 膜卷左右串动不明显; 顺膜杆光滑无毛刺; 压膜轮应对准膜沟, 随地仿形且转动灵活; 展膜辊转动灵活, 无卡滞, 左右串动不明显; 膜边覆土装置随地仿形且转动灵活, 各调节部位调节方便可靠。

(5) 孔穴覆土机构: 覆土滚筒应转动灵活, 无卡滞, 左右无串动, 滚筒上的覆土缝环应对准膜孔; 取土圆盘取的土应能准确甩进覆土滚筒, 并保证有充足土量; 滚筒上的覆土缝环应能调整覆土带的宽度和厚度。

(6) 穴距: 一般不可调整。

(7)播种深度:由滚筒上鸭嘴的长度来确定,一般不可调整。

(8)划行器长度的调整(梭形播法)。

左右划行器长度按下列公式计算:

$$M_{左} = \frac{A}{2} + B + \frac{C}{2}$$

$$M_{右} = \frac{A}{2} - B + \frac{C}{2}$$

式中: $M_{左}$ ——划行器左边臂长(从最左边播行的鸭嘴到左边划行器圈盘的距离);

$M_{右}$ ——划行器右边臂长(从最右边播行的鸭嘴到右边划行器圈盘的距离);

A ——播种机的工作幅宽,m;

B ——驾驶员瞄准器偏离中心的距离,m;

C ——两播幅之间要求的接合行距,m。

(三)机组的联结

(1)联结后的机组应使置于地面的机具保持水平状态。其左右牵引板的拉紧链拉紧并锁定,不得左右摆动,作业时应将液压操纵杆放在“浮动”工作位置。

(2)动力输出轴的连接必须保证安全可靠。不影响机组的升降。

(3)播种机升起时,如拖拉机前轮导向不稳,说明悬挂稳定性能不符合安全要求,可在拖拉机前横梁上加适当配重,直至导向稳定。

(四)作业前其他物资准备

(1)种子符合农艺要求。并经过清选和处理,不含杂物,干净。

(2)膜卷直径不大于25 cm,两端整齐,不粘结,无明显皱折、破损。膜卷芯管不允许弯曲变形或破损,芯管两端应伸出膜卷两端面1.5~2 cm。

(3)机组人员配发必要的手套、风镜、口罩等劳动保护用品。

三、铺管铺膜精量播种作业中的检查与注意事项

(一) 作业中的检查

(1) 机组在正常作业中,应经常检查铺膜和播种质量,发现问题及时解决。

(2) 在地头转弯时要注意检查种子箱,当种子箱的种子少于其容积的 $1/5$ 时,要及时加种。

(3) 及时清除各作业部件和覆土装置上缠绕的泥土杂草和废膜等杂物。

(4) 经常检查穴播器滚筒的鸭嘴开闭是否灵活,有无堵塞、松动和零件丢失现象。穴播器滚筒鸭嘴的开度播棉花应不小于 $16 \sim 20$ mm,播玉米等大粒种子应不小于 $20 \sim 24$ mm。

(5) 经常注意风扇皮带的张紧度,松动时应及时进行张紧。

(6) 按使用说明书对机车和铺管铺膜精量播种机及时认真进行班中和班次保养,检查各紧固部位是否松动,转动部件是否转动灵活,并进行必要的调整和润滑。

(7) 经常检查拖拉机悬挂架上的左右拉紧螺栓是否拧紧。

(二) 作业中应注意事项

(1) 作业中一般不允许停车,必须临时停车时,不可减小油门到风机吸不住种子。

(2) 作业中必须停机时,再作业前应先升起精量播种机,在风机正常工作情况下每一个穴播器先用手转动,不少于一圈,然后后退到 $1 \sim 1.2$ m,将膜重新压好土,再放下机具继续作业。

(3) 地头压膜、切膜时应做到及时、准确、整齐,使地膜端头在一条直线上。膜端用土压实,防止作业中地膜移动造成孔穴错位。

(4) 更换滴灌管卷时,应将两根滴灌管接头联结好,接头应在穿过引导装置及开沟浅埋装置铺管轮后再联结牢固。若在穿过引导

装置前将接头联结,接头联结后应成扁平状,确保能顺利通过引导装置,杜绝因接头太大而损坏引导装置或拉断滴灌管的事故发生。

(5)播种机上不得放置大量种子、地膜、滴灌管卷等物,以防引起超重及影响机具操作和检查。

四、作业质量检查与验收

(一)作业质量检查技术要求

在条田播种作业结束后,按以下技术要求进行:

1. 精量播种技术要求

- (1)播行端直,50 m 播行内直线偏差不大于 8 cm。
- (2)行距一致,在同一个播幅内与规定行距偏差 <1 cm,合格率 $>90\%$ 。播幅间联结行偏差 <5 cm,合格率 $>90\%$ 。
- (3)下子准确,穴粒数合格率 $>85\%$,空穴率 $<3\%$ 。
- (4)播深适宜,播种深度与规定播深的偏差 <1 cm,播深合格率 $>85\%$ 。
- (5)膜孔应对准种孔,错位率 $<3\%$,飘籽率 $<1\%$ 。
- (6)种子破损小,机械破损率 $<0.5\%$ 。
- (7)地头铺膜播种整齐,起落一致。
- (8)漏播面积和重播面积之和不大于播种面积的 0.5% 。

2. 滴灌管铺设技术要求

(1)铺设的滴灌管不应有拉伸和弯曲,并按农艺要求的位置铺设在膜下。

(2)铺设滴灌管后的膜床,应不影响铺膜质量。尤其是滴灌管浅埋或沟铺。

3. 铺膜技术要求

- (1)地膜破损程度每平方米内不应有周长 5 cm 的孔洞。
- (2)地膜两侧应可靠埋入土中,膜面平整,采光面光洁。

(3)膜孔覆土率 $>95\%$,覆土带宽度 $<8\text{ cm}$,覆土厚度为 $1.0\pm 0.5\text{ cm}$;膜孔覆土合格率 $>85\%$ 。

(二)检查方法

用条田对角线随机抽样检查打分。

1 hm^2 以上条田抽查5~10个点, 1 hm^2 以下地块抽查3~5个点,每点两行,每行长度10 m,逐项检查,填写验收单。

(三)作业质量检查验收

应由农户与机组人员共同进行。

五、铺管铺膜精量播种作业安全技术要求

(一)对操作人员的安全要求

(1)作业前应对操作人员进行相应的安全知识教育,并明确分工,各负其责。

(2)机组人员应配发劳保用品。播拌有农药的种子时,一定要戴上口罩与手套。剩余种子要妥善保管,以防人员中毒。

(3)作业中禁止在未允许的位置带人。

(4)在田间转移和道路运输时,播种机上禁止带人。

(5)作业时,操作人员不准穿宽大衣服,妇女的发辫应盘好包好。

(二)对机具的安全要求

(1)机组各悬挂点必须联结可靠;牵引吊杆要锁紧,拉紧螺栓应拉紧锁牢,不得左右摇动。安全防护装置完好。安全标志明显。

(2)运输时划行器应竖起并固定牢靠,播种机应处于全悬挂状态;将铰接的工作部件销定或牢固绑在机架上。长距离运输时应将工作部件装入拖车运送,避免损坏。

(3)拖拉机与播种机之间应装有有效的联络设备或约定联络信号。

(三)对机组作业中的安全要求

(1)机车起步前要发出信号,确认安全无误时,方可慢速起步运行。

(2) 不准在作业中清理堵塞物和修理、保养、调整机具。

(3) 机组在作业状态时严禁急转弯和倒退,以防损坏机具。

(4) 机组在操作液压手柄时,要敏捷、准确、轻快,使播种机轻起轻落。

(5) 机组在田间转移时,应使机具升到最大高度并进行锁定,不能锁定时,应注意播种机的自然下沉,必要时用手柄经常提升。

(四) 防火安全要求

拖拉机不得漏电、漏油,不许用明火照明或排除故障。添加油料时禁止烟火。

第五节 特种播种机的研究设计

一、双膜覆盖精量播种机的研究设计

双膜覆盖精量播种机是一种能一次完成畦面整形、铺滴灌管、开膜沟、铺设宽膜、宽膜膜边覆土、膜上打孔、精量播种、种孔覆土、铺设窄膜、窄膜膜边覆土等多项工序的联合作业播种机具。

2006年以前新疆兵团棉花铺膜播种采用的大多是膜上点播,也有少部分是膜下点播。这两种播种方式各有自己的优点和缺点。膜上点播的优点是可以免去放苗、封土两大作业工序,可大幅度减少田管劳力,节约大量的生产成本费用。主要缺点:一是防冻害能力差;二是出苗前如遇降雨,一方面使种穴内形成高湿低温,极易造成烂种、烂芽,另一方面是表面土壤板结,影响出苗。膜下点播这种播种方式具有保墒、增温的好处,不怕天灾。但要进行放苗、封土、定苗等工作,劳动消耗大。

双膜覆盖精量播种栽培模式,是在膜上点播后的种行上再覆盖

一层地膜。这样当播后碰上雨天时,由于雨水淋不到种行上,不会造成土壤板结,同时增温保墒效果更好。出苗后将上层地膜去除,即完成放苗作业,方便快捷,省时省力。由于双膜覆盖能使苗床内形成一个小温室,明显提高了棉花出苗期对不良气候环境(低温、霜冻、降雨)的抵御能力,一般较常规膜上穴播出苗早2~3天,提高了出苗率,缩短了出苗时间。双膜覆盖同时还能抑制膜下水分通过种孔蒸发而引起的种孔附近盐碱上升,充分发挥增温、保墒、防碱壳、防病虫害的作用。因此,双膜覆盖精量播种栽培模式既克服了膜上穴播和膜下穴播的缺点,又保持了膜上穴播和膜下穴播的优点,是又一种先进的播种栽培技术。

(一) 双膜覆盖精量播种机设计思路及特点

1. 设计思路

双膜覆盖精量播种机总体方案的设计包括以下几个方面:整机布置研究设计、窄膜铺设及膜边覆土装置研究设计、框架的合理配置、新型膜孔封土装置研究设计。

(1)根据农艺技术要求,机具应具备铺滴灌管、铺设宽膜、膜上打孔精量播种、种孔盖土、铺设窄膜的多种功能,并能适应66 cm+10 cm机械采棉宽窄行距和不用机械采棉对行距的要求。本机具在行距配置上采用了66 cm+10 cm宽窄行种植模式,窄行能在10 cm、16 cm之间互相切换。

(2)双膜覆盖精量播种机采用三点后悬挂牵引方式,要在后部增加窄膜铺设装置、窄膜膜边覆土装置。按常规布置,整机纵向距离较常规精量铺膜播种机增45 cm,重量增加180~200 kg,目前大量使用的铁牛-55、天津-60拖拉机无法与之配套。因此,要使机具在充分满足性能的前提下,能与铁牛-55、天津-60拖拉机配套,设计中就要求机具机构简单,重心前移,重量减轻。

(3)工作单组采用一膜一组,单组仿形。3膜12行机分三组配

置,中间单组和两边单组前后交错,通过 U 型卡联结在主梁后方,各工作部件浮动安装在工作单组上,单体仿形。

(4)考虑用户使用方便性,窄膜铺设装置、窄膜膜边覆土装置采用模块化设计,既可实施双膜覆盖精量播种,也可进行膜上点播精量播种,安装和拆卸方便。

2. 设计特点

(1)新型膜孔封土装置研究设计。

双膜覆盖孔穴盖土装置设计为整体滚筒,结构如图 3-53 所示。滚筒两端带驱动轮爪,保证覆土滚筒工作中转动灵活。驱动轮爪有一定高度,工作中滚筒的重量由驱动轮爪承载,整个覆土滚筒离开地面 1 cm 左右,滚筒不能碾压到膜面。这两点设计防止了滚筒转动不灵活和滚筒中送入土后碾压地膜造成的种孔错位。整体滚筒中间部位还设计了排杂孔,解决了过去经常需要停车清理大土块、残膜、茎秆等杂物的问题。现在在机具进行过程中这些杂物就可以自动从孔中排出,保证了工作的顺畅。

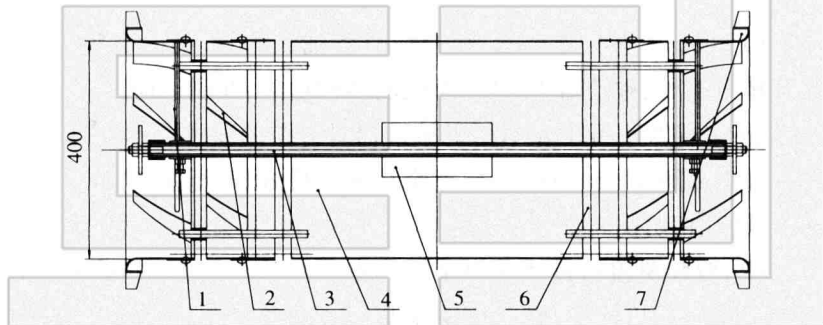


图 3-53 膜孔覆土装置结构示意图

1. 支承杆 2. 螺旋叶片 3. 轴 4. 覆土滚筒体 5. 排杂孔
6. 漏土带 7. 驱动轮爪

(2)窄膜铺设及膜边覆土装置研究设计。

在窄膜铺设中,展膜辊设计为分体式,每膜一辊,确保窄膜铺设当

中互不干扰。开沟压膜是窄膜铺设机构中的一个难题。如果用传统的开沟圆盘、压膜轮,整个播种机机构臃肿、重量大,用新疆保有量很大的铁牛-55、天津-60的拖拉机无法悬挂提升,造成动力的浪费。同时调整工序多,机务人员劳动强度大,工作效率低。所以该处的设计在膜边覆土滚筒上加一压膜圈,通过自身及送入滚筒中的土的重力作用,压膜圈在窄膜两侧压出两个膜沟,同时在工作过程中压住了窄膜的两个膜边,又起到了展膜的作用,省去了开沟圆盘和压膜轮。这样,这种窄膜覆土滚筒既能供土又可起到开沟压膜的作用,简化了机具结构,减小了机具纵向长度。窄膜覆土装置结构如图3-54所示。

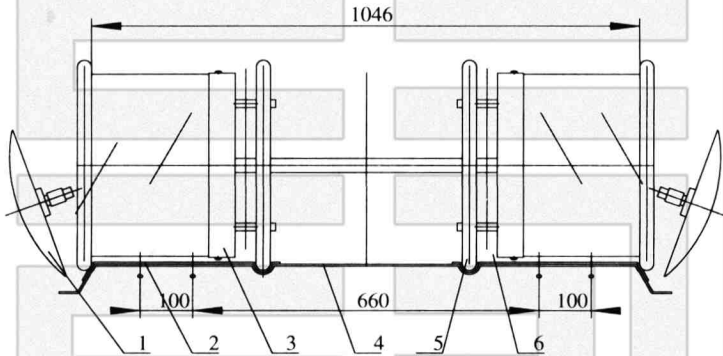


图3-54 窄膜覆土装置示意图

1.覆土圆盘 2.窄膜(上层) 3.土带调整圈 4.宽膜(下层) 5.压膜圈 6.漏土带

(3) 单组框架的配置设计。

双膜覆盖精量播种机应能与铁牛-55、天津-60拖拉机配套,机具重心要前移。为此设计的单组框架取消了后梁,整机纵向长度缩短了10 cm左右。种行镇压轮连接梁设计为组合式的,当进行双膜覆盖作业时将种行镇压轮卸下,整机纵向长度缩短了24 cm,整机重量减少了72 kg(双膜覆盖不需进行种行镇压)。当进行常规铺膜播种时,取下双膜覆盖铺膜覆土装置,装上种行镇压轮。膜上点播和双膜覆盖结构对比示意图如图3-55所示。

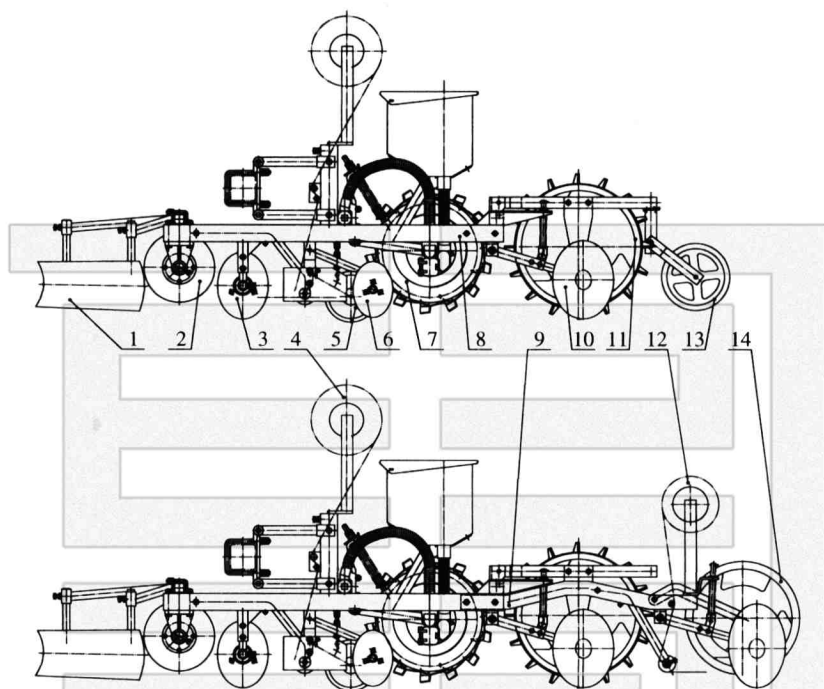


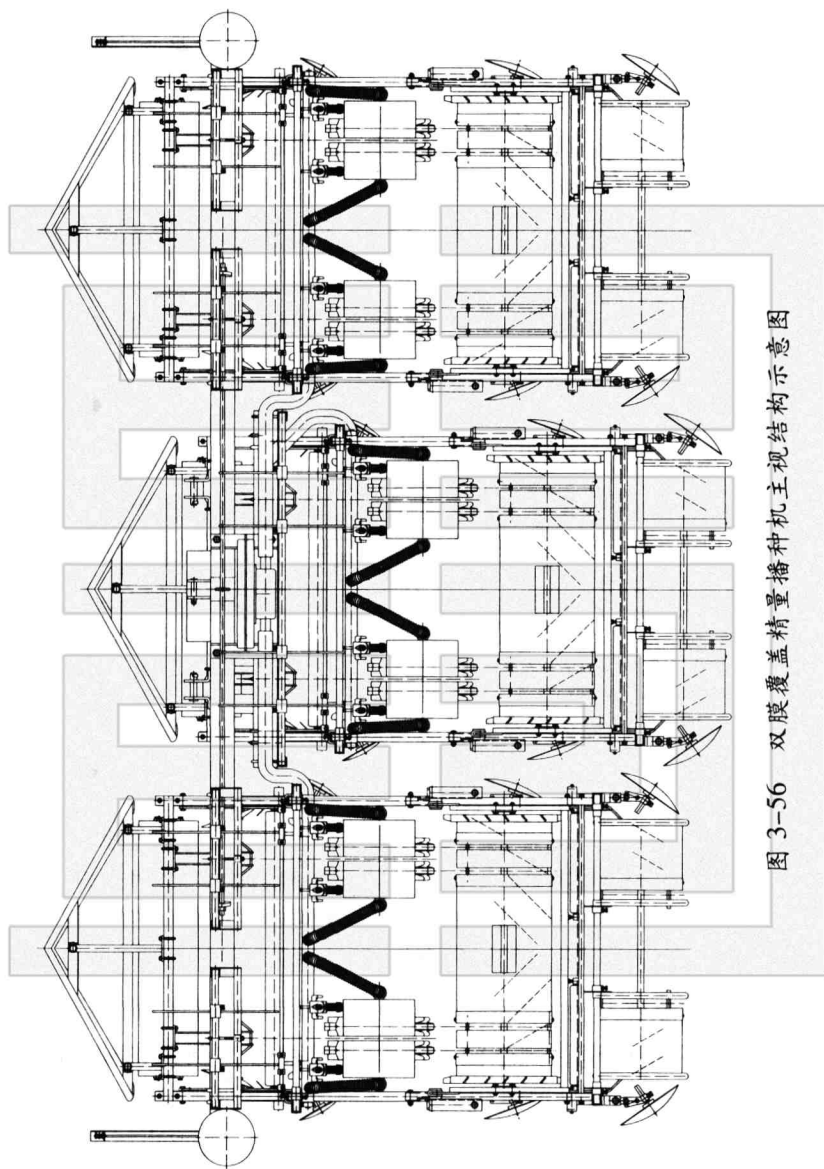
图 3-55 膜上点播(上图)和双膜覆盖(下图)结构对比图

1. 整形器 2. 镇压辊 3. 开沟圆盘 4. 宽膜 5. 压膜轮 6. 膜边覆土圆盘
7. 点种器 8. 单组框架 9. 窄膜覆土装置框架 10. 种行覆土圆盘
11. 种行覆土滚筒 12. 窄膜 13. 种行镇压轮 14. 窄膜覆土滚筒

(二) 双膜覆盖精量播种机的结构和原理

1. 主要结构

双膜覆盖精量播种机主要由前后铺膜机构、铺管机构、精量播种机构、风机气吸机构、覆土镇压机构和传动机构等主要部件组成。(见图 3-56、图 3-57)。



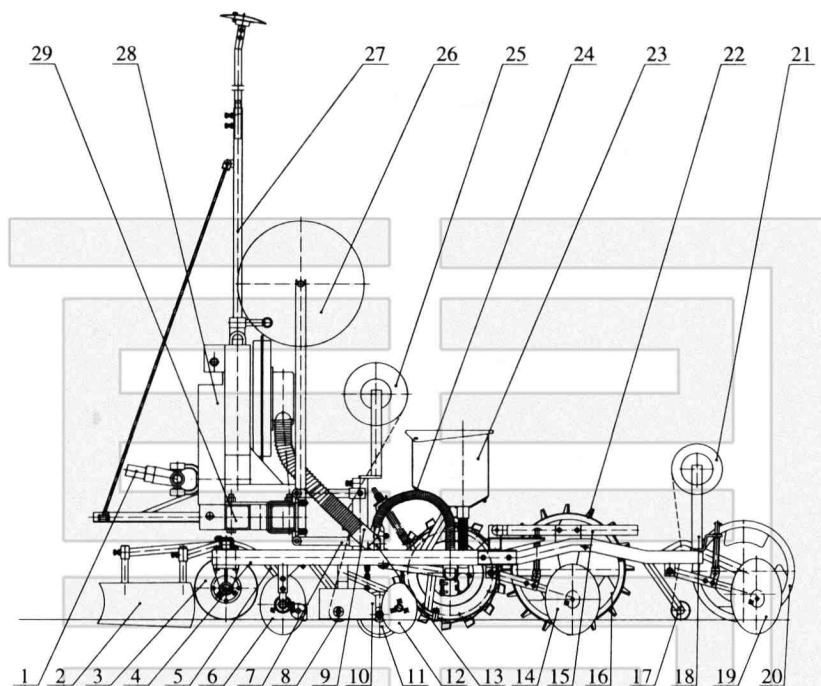


图 3-57 双膜覆盖精量播种机侧视结构示意图

1. 传动轴 2. 整形器 3. 镇压辊 4. 铺膜框架 5. 开沟圆盘 6. 铺管机构
 7. 四杆机构 8. 展膜辊 1-9. 吸气管 10. 挡土板 11. 压膜轮 12. 覆土圆盘 1
 13. 点种器牵引梁 14. 覆土圆盘 2 15. 覆土滚筒 1 框架 16. 覆土滚筒 1
 17. 展膜辊 2 18. 铺膜框架 2 19. 覆土圆盘 3 20. 覆土滚筒 2 21. 窄膜支架
 22. 点种器 23. 种箱 24. 吸气管 2 25. 宽膜支架 26. 滴灌支管
 27. 划行器 28. 风机 29. 大梁总成

2. 工作原理

(1) 第一层地膜(宽膜)覆盖过程: 首先由开沟圆盘在种床的两侧开出膜沟, 地膜通过展膜辊展开, 并通过膜边两侧的压膜轮进一步使地膜拉紧、展平。随后由膜边覆土圆盘在地膜两侧覆盖碎土, 完成整个铺膜过程。

(2)播种过程:由拖拉机动力输出轴通过万向节及皮带轮带动风机转动,产生一定的真空度,通过气吸道传递到气吸室。排种盘上的吸种孔产生吸力,存种室内部分种子被吸附在吸种孔上。种子随排种盘旋转至刷子板部位,由刷子板刮去多余的种子。在气吸盘背面断气、正面刮子双重作用下,种子落入取种勺,经过鸭嘴的开启将种子播入地中。

(3)种孔覆土:通过膜上覆土圆盘取土并送入种孔覆土滚筒,通过覆土滚筒的间隙土落到种孔表面。

(4)第二层地膜(窄膜)覆盖过程:地膜通过展膜辊展开,并通过窄膜覆土滚筒两侧自带压槽装置进一步使地膜拉紧、展平。随后由窄膜膜边覆土圆盘取土在地膜两侧覆盖碎土,完成整个工作过程。

(三)棉花双覆膜双覆土精量播种技术的特点

1. 技术的优点

(1)出苗保苗率高。自推广棉花精量半精量播种技术以来,由半精量到目前实现单粒精播的转变,技术上日趋成熟,棉田的保苗率不断提高,但常规的精量半精量播种技术使棉田的保苗率仍然没有达到农艺预期90%以上目标。双覆膜双覆土精量播种技术解决了棉花的出苗保苗率水平达不到90%这个长期制约棉花进一步提高产量的问题。根据大田实践,采用了双覆膜双覆土精量播种技术的地块,个别棉田的出苗率高达95%以上,平均可达到90%以上。

(2)出苗整齐度高,可实现促壮苗早发。常规播种的棉田,棉苗由于土壤墒情差异、外部环境的差异和种子自身的差异,不能够实现种子吸胀、萌动、发芽等一系列过程的一致性,从而导致出苗在时间上差异较大。出苗的时间不同,生长发育的程度也就不同,严重的棉田就形成了大小苗。大苗发育早,一直争光、争肥和争水,导致小苗发育弱,最后结果就是小苗结实少,产量低。如何实现出苗整齐,除了种子自身的差异以外,在出苗的三要素即温度、墒度、氧气

中,氧气供应在播前整地作业后地表疏松的条件下是完全可以满足的,温度和墒度就成为关键。而双覆膜双覆土精量播种技术恰好可以解决温度和墒度的问题。采用了双覆膜双覆土,增温保墒作用明显,其次结合目前大面积推广的滴灌节水技术,保证了温度、墒度和氧气的一致性。因此,从根本上解决了棉花出齐苗和整齐发育的难题,实现了出苗整齐,壮苗早发的目标,并且为出苗后的苗期管理创造了基础条件,方便了管理。

(3)出苗时间短,为作物生长发育节约了农时。采用了双覆膜双覆土精量播种技术,由于增温和保墒作用明显,膜下温度较常规播种膜下温度高,墒度的一致性较好,可实现出苗比较快,缩短了出苗时间,节约了农时。正常情况下,采用双覆膜双覆土精量播种技术较常规播种出苗早2~3天,为作物生长发育创造了好的条件。在北疆次宜棉区,必须坚持“矮、密、早、膜、匀”的栽培技术路线,才能实现棉花高产、高效、优质。保证“早”字即四月苗和“密”字即90%以上的出苗率是取得棉花丰产稳产至关重要的两个方面。采用双覆膜双覆土精量播种技术,就较容易实现90%以上的四月苗和90%以上的出苗率。

(4)出苗期能有效提高抵御自然灾害风险的能力。北方的宜棉区在春季发生多风、干旱、多雨、倒春寒、冰雹和低温等自然灾害的可能性频率较高,这些自然灾害的因素会不同程度影响棉花的出苗保苗率。双覆膜双覆土精量播种技术一是解决了种行雨后板结问题。多雨的天气是影响棉花出苗率的因素之一,常规的膜上点播在棉苗出土的阶段最容易发生遇雨种行土壤板结问题。雨后板结多发生在土壤团粒结构差的地块,严重时由于下雨造成土壤板结使棉苗的子叶板结在土壤的土块中,致使无法正常出土。即使使用工具破除板结也会使10%~15%棉苗死亡,达不到保全苗的目标。双膜覆盖后,种孔覆土层不受雨水浸淋,就不会发生土壤板结现象,从而

保证了出苗。二是增温、保墒、防风效果明显。温度是影响棉花出苗和保苗率的重要因素。低温天气会影响种子的发芽势,消耗种子自身的营养,导致种子发芽出苗晚,生长发育缓慢,缓苗期较长。新疆北部发生倒春寒天气的频率较高,例如2008年4月18日下雪,19日最低气温达到 $-5.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。而此时正是棉花的适宜播期(4月10~18日),已经出苗的棉田,遇到这一场低温天气就会发生冻害,必须进行重播。双膜覆盖后,两层地膜间形成了温室效应,提高了地温,一定程度上防止了低温多风的天气的影响,保证了土壤一致的温度和湿度,避免了棉苗早春低温的冻害。三是可以结合天气合理安排最佳播期。应用双覆膜双覆土精量播种技术可以结合天气预报,根据种子吸水萌发出苗的时间倒推滴水的时间来确定播种和滴出苗水的时间,从而可选择最佳播期,避开倒春寒天气的影响,增加了抵御自然灾害风险的能力。

(5) 节本、增产、增效作用显著。推广棉花双覆膜双覆土精量播种技术可节约种子成本和出苗期放苗、封洞、定苗、破板结等劳动投入。该技术由于一定程度上改善了出苗的外部及土壤环境,采取单粒播种,可最大限度节约种子,每公顷节约种子45 kg以上。上层地膜在棉花出苗和天气稳定后可以一次性揭膜,节约了放苗、封洞、定苗、破板结等劳动成本。采用该技术可增加保苗株数10%以上。目前新疆兵团多采用小三膜 3×12 行的播种机,株距为9.5 cm,行距为10 cm+66 cm+10 cm+66 cm的播种模式,平均行距为38 cm,每公顷理论保苗株数为27 600株;而近年来,新疆兵团常规精量播种每公顷保苗株数只有19.5万~22.5万株,推广棉花双覆膜双覆土精量播种技术后可增加每公顷保苗株数,为增产奠定了基础。

2. 双覆膜双覆土精量播种机作业中的注意点

(1) 对整地作业质量要求较高。要求整地前后都要进行机械和人工辅助清田作业,整地后要达到地表平整,表层土壤松碎,上虚下

实,地表无杂草残膜,无大土块。

(2)播种机工作时一级覆土量要控制稳定。随着土壤质地、墒情的变化覆土量时大时小,要随时调控。覆土量过大会影响出苗率。

(3)出苗期如遇到高温天气,应及时打开上层地膜。否则膜内高温高湿易造成表层土壤湿度过大,引起苗期立枯病的发生。

(4)部件多、铺膜覆土的工序多,安装地膜卷、滴灌带和作业时调整要严格精细。播种机日作业量较常规播种机少。

二、施肥精量铺膜播种机

施肥铺膜精量播种机是在精量铺膜播种机的基础上增加施肥装置,在保证精量铺膜播种的前提下,使作业机在播种的同时完成施种肥作业。它是一种使农机具逐渐由完成单项作业向完成多项联合作业过渡而研发的新机型。把深施化肥和精量铺膜播种这两项最典型的农业节本增效工程技术合并于一机,一次进地完成作业,更有利于群体增产效果的发挥。这种播种机特别适合于土壤养分比较贫瘠,或者没有滴灌设施的农田播种中使用,广泛用于玉米、大豆、葵花(包括油葵)、甜菜等作物的施肥、铺膜、播种作业。

(一)结构简图

施肥精量铺膜播种机结构如图 3-58、3-59 所示。

(二)工作原理

1. 开沟施肥过程

播种机在拖拉机的牵引下前进,地轮在与地面摩擦力的作用下与拖拉机前进速度一致开始转动。通过传动机构的带动,双向水平螺旋的拨肥轮及排肥轮转动。肥料在转动的双向水平螺旋的推动下,不断流向排肥口,再被转动的大外槽轮式排肥轮均匀排出,并沿着输肥管将肥料导入开沟器,施入种行的一侧。肥量可调,施肥深度一般为 50~80 mm。

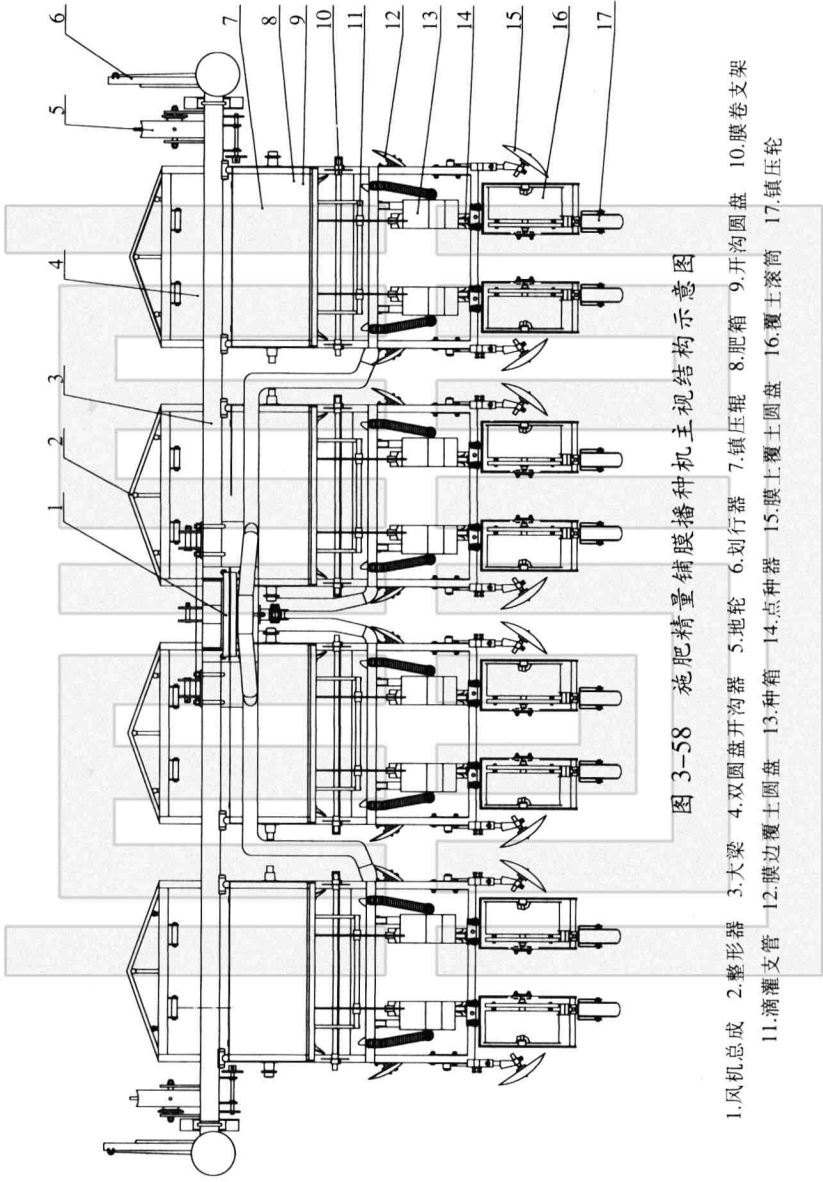


图 3-58 施肥精量铺膜播种机主视结构示意图

- 1. 风机总成
- 2. 整形器
- 3. 大梁
- 4. 双圆盘开沟器
- 5. 地轮
- 6. 划行器
- 7. 镇压辊
- 8. 肥箱
- 9. 开沟圆盘
- 10. 膜卷支架
- 11. 滴灌支管
- 12. 膜边覆土圆盘
- 13. 种箱
- 14. 点种器
- 15. 膜土覆土圆盘
- 16. 覆土滚筒
- 17. 镇压轮

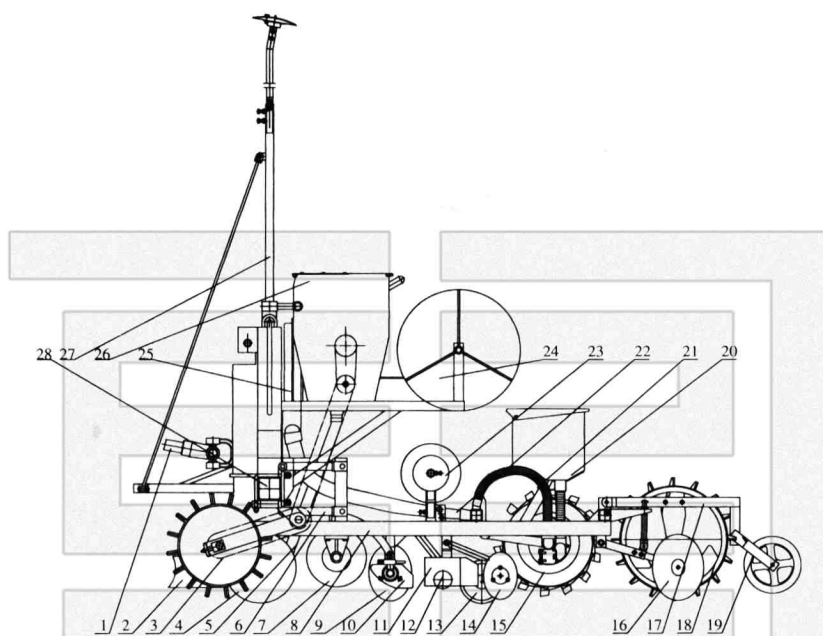


图 3-59 施肥精量铺膜播种机侧视结构示意图

1. 传动轴 2. 整形器 3. 地轮 4. 双圆盘开沟器 5. 输肥管 6. 四连杆机构
7. 镇压辊 8. 铺膜框架 9. 开沟圆盘 10. 铺管机构 11. 挡土板 12. 展膜辊
13. 压膜轮 14. 膜边覆土圆盘 15. 点种器 16. 膜上覆土圆盘 17. 覆土滚筒框架
18. 覆土滚筒 19. 镇压轮 20. 种箱 21. 吸气管 1 22. 吸气管 2 23. 膜卷支架
24. 滴灌支管 25. 风机总成 26. 肥箱 27. 划行器 28. 大梁

2. 铺膜过程

镇压滚筒在滚动过程中一方面将种床整平,便于后继铺膜播种作业,另一方面将肥料埋入土壤中,将双圆盘开沟器开出的 V 型沟填平。在铺膜机构的作用下完成展膜、铺膜、压膜、膜边覆土的整个铺膜过程。

3. 排种过程

排种器在排种机构的作用下,完成取种(充种)、清种、投种的复杂过程,种子最后通过动、定鸭嘴的共同作用按照标准要求的株距

和播深落入土壤中。

4. 种孔覆土过程

在种孔覆土机构的作用下,完成向覆土滚筒送土、螺旋导流、种孔盖土、种行镇压的全过程。

(三) 施肥铺膜精量播种机特点

(1) 在镇压滚筒前面放置滑刀式开沟器(见图3-60)或者双圆盘开沟器(见图3-61),开沟位置距离种行10 cm。滑刀式开沟器有较好的入土性能,能在土质条件比较坚硬的田间进行开沟施肥,并且开沟深度均匀一致。其缺点是如果田间有杂草、残枝、残膜,在工作过程中就会在开沟器前面堵塞,对整个膜床造成破坏,需要及时清理。双圆盘开沟器最大的特点是双圆盘由于是滚动向前,开出一个V形沟进行施肥作业,所以杂物不会堵塞开沟器,开沟阻力小,能深施肥,下肥流畅。同时该开沟器直线性好,干湿土不易混杂,种床好,有利于种子发芽;其缺点是施肥深度得不到保证。目前由于田

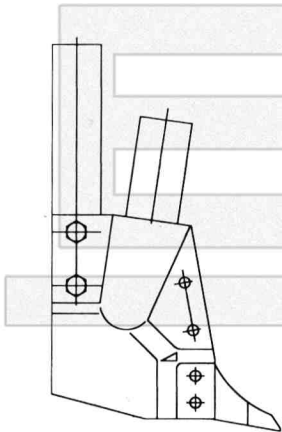


图3-60 滑刀式开沟器
结构示意图

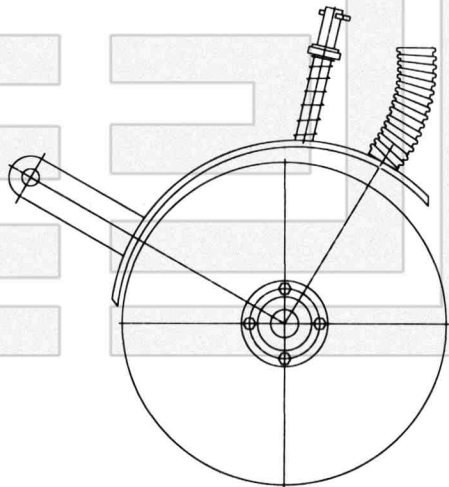


图3-61 双圆盘开沟器
结构示意图

间清洁度不高,残膜、杂草多,滑刀式开沟器工作不顺畅,所以大部分采用双圆盘开沟器。

(2) 肥箱及排肥机构。

目前新疆农区普遍推行大肥量侧深施肥,一般播种时施用油渣、羊粪、磷肥、氮肥的混合肥料,每公顷 900 ~ 1 200 kg。施肥精量铺膜播种机的肥箱的容积一般 100 L 左右,并且每幅地膜都配有一个肥箱,加满一次肥料可施长度必须达到 800 m 以上,在地两头加肥就可以满足工作需要,使之能适应在较长条田里工作。

根据目前肥料的性质和施肥量,采用了大外槽轮排肥器。外槽轮为六槽式,槽形呈圆弧状,槽轮外径一般 56 mm,槽深 12 mm。为消除工作中肥料架空而漏施的现象,在大外槽轮排肥器的上方还设有一个带双向水平螺旋的拨肥轮,它能不断将箱体内的肥料进行疏松并推向大外槽轮的排肥口。排肥量的大小靠调整外槽轮工作面的长度和调整排肥轮的转速来实现。

该排肥机构具有 3 大特点:①停机时肥料不会发生自流现象。②肥量调节方便、可靠、比较准确。③排肥量大,并能适用于多种复合肥料,能满足棉花丰产攻关中对肥料的农艺技术要求。

(四) 施肥量的调整

(1) 改变外槽轮的工作长度来实现。调整步骤是:将农具升起(或支起)呈水平状态。松开外槽轮工作长度调节手柄上的锁紧螺栓,扳动手柄,使外槽轮工作长度为全长的 1/3 左右。转动地轮,通过链条带动外槽轮转动,排出肥料。将每行排出的肥料进行称重,与要求的施肥量相比较,若施肥量大了,将外槽轮工作长度调短,反之调长。待调到接近或等于规定施肥量后再重新试验 3 ~ 5 次,看是否稳定,如基本稳定了就可以了。调整时必须注意使同一播幅内的各排肥器排量一致,要求误差不能大于 $\pm 4\%$ 。

(2) 改变排肥器外槽轮的转速。通过改变传动比达到在拖拉机

前进速度不变的情况下改变外槽轮的转速的目的,即在地轮转速和直径一定的情况下,改变地轮与排肥器轴传动组合中一个或多个传动链轮的齿数,来提高(或减小)排肥器外槽轮的转速。

三、特形种子铺膜精量播种机

特形种子铺膜精量播种是指打瓜、葵花、玉米等不规则种子或者大小差异大的种子铺膜精量播种作业。这一类种子的特点是种子扁平,长度、宽度、厚度差异大,且不是规则的圆或者椭圆形状,如图 3-62 所示。针对这些种子的穴播器若用机械充种式方式取种,充种室形状和大小都无法定位;用夹持式取种方式取种可靠性得不到保证,所以只有用气吸式取种方式进行精量播种可靠性高。

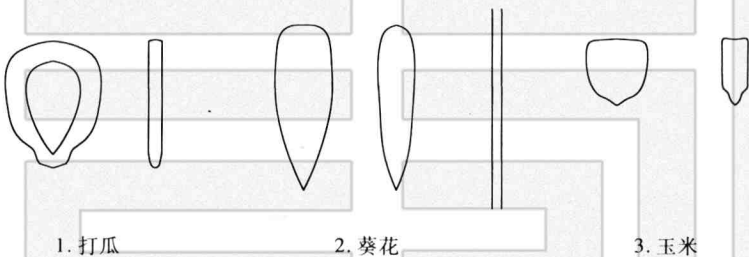


图 3-62 特形种子示意图

但是设计特形种子的气吸式精量播种还必须克服以下难点:

(1)特形种子由于形状不规则,且多呈扁平结构,相比椭圆或者圆形种子如棉花、大豆等来说,流动性差。特别是经过包衣处理的种子(种子表面进行了药物处理,有利于减少病虫害的发生和促进生长)流动性更差。种子在输种过程中容易出现架空现象,造成空穴率提高和断条增加。

(2)传统的锯齿形清种器与气吸盘之间有一定间隙,对于这些扁平形状的特形种子来说容易夹种。被夹在清种器和气吸盘之间的种子把后续气吸孔吸附的种子刮掉,造成空穴率增高,将起不到

相应的清种效果。

(3) 由于玉米、葵花等种子有尖状生长点,种子在吸附过程中有可能种尖进入吸种孔,在断气过程中,气室内的断气装置很容易将种子尖刮断,造成种子损伤。损伤后的种子生长点被破坏,不能发芽,导致发芽率降低。

(4) 特形种子在鸭嘴中下落过程中,由于其形状不规则,流动性能差,且种子粒大粒长,还没有完全通过鸭嘴,鸭嘴已经开始闭合,种子被鸭嘴夹住或还留在鸭嘴中,没有落入孔穴,造成空穴率和双粒率增加。

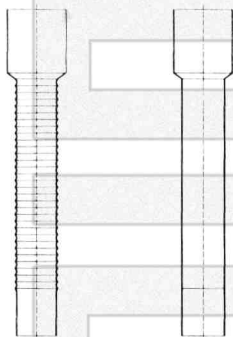


图 3-63 两种输种管
结构示意图

为解决上述难点,特形种子气吸式穴播器在结构设计中作了如下改进:

(1) 传统的输种管管壁是波纹形状,具有一定的伸缩性,安装方便,对于椭圆或圆形种子来说,对流动性影响小;但对特形种子来说,这种波纹形状对其流动性影响很大,造成种子在种管中被架空的现象。所以在特形种子精量播种中将输种管改变为内壁很光滑的直管,便于特形种子流动,如图 3-63 所示。

(2) 特形种子容易在种子进种口层叠,出现种子架空现象,种子进不到点种器充种区域。针对这一现象,在进种口部位增加了敲击装置,点种器每转一圈,敲击点种器一次。通过振动一方面可以防止种子在种箱与输种管连接处种子出现架空现象,同时,促使进种口层叠的种子流入充种区域,保证吸种孔能够吸附到种子,如图 3-64 所示。

(3) 改变清种器结构。将锯齿形清种器变为带有弹簧加压功能的由尼龙制作而成圆柱形清种器。圆柱形清种器始终与气吸盘紧密

接触,扁平种子不易被夹住,减少了空穴的出现,提高播种质量。同时,这种结构弹簧对气吸盘所施压力很小,不会影响点种器的灵活转动。另一方面,由于这种清种器是尼龙材料,对气吸盘的磨损较小。这种结构减少了种子的破碎率,提高了播种质量,解决了特形种子的清种问题。清种器结构如图 3-65 所示。

(4)改变吸种盘的厚度(如图 3-66 所示)。为了防止特形种子尖部在断气过程中被气室内的断气装置刮断,将吸种盘的厚度增加,种子尖部不会暴露在气吸盘背面(气室内)。断气装置经过种孔时,不会对种子造成损伤。通过吸种盘厚度的改变,解决了特形种子生长点在播种过程中出现损伤的问题。

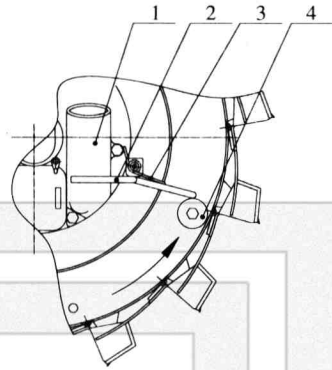


图 3-64 敲击装置
结构示意图

- 1. 进种口 2. 击打器
- 3. 扭簧 4. 凸块

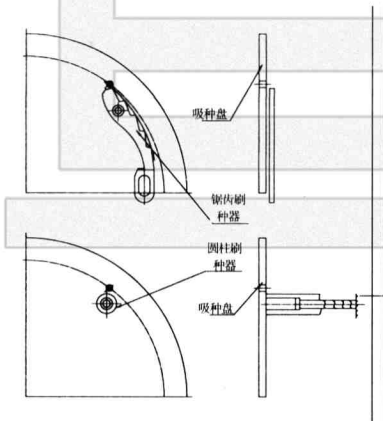


图 3-65 两种清种器结构示意图

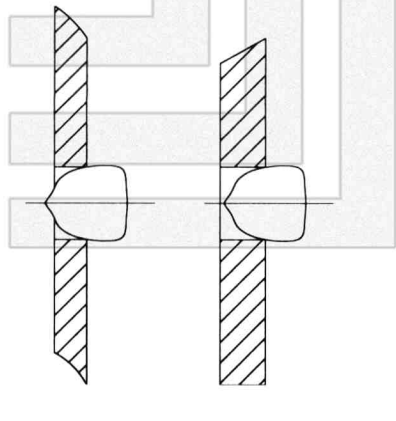


图 3-66 改变种盘厚度结构示意图

(5) 将点种器从气吸盘到鸭嘴之间的种子通道尺寸加大, 减少种子在种道中流动的阻碍, 防止个别特大形种子卡在种道中导致种子无法进入鸭嘴, 空穴率增高。

(6) 增大鸭嘴尺寸, 鸭嘴内空间增大, 使种子能够顺利通过鸭嘴。同时, 由于宽度方向尺寸相应增大, 鸭嘴开启到闭合时间加长, 种子有足够的时间落入孔穴中。鸭嘴结构改进如图 3-67 所示。

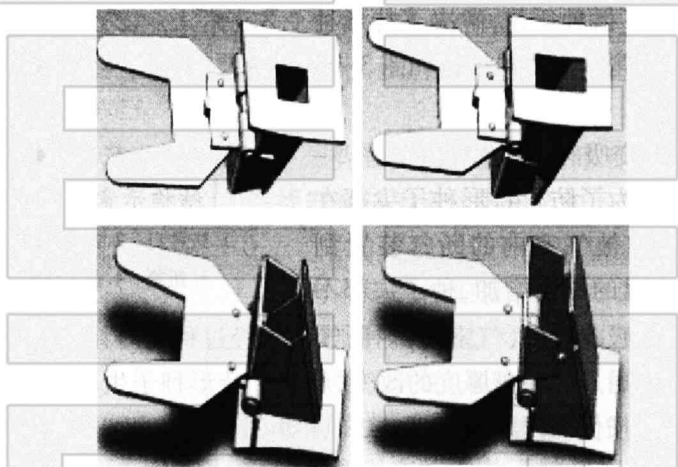


图 3-67 鸭嘴的结构改进示意图

第四章 机械式精量穴播器

第一节 机械夹持式穴播器的结构设计与研究

播种是棉花种植过程中最关键的环节。目前新疆棉花种植主要采用膜上点播技术,与之配套的是勺式半精量穴播器。该穴播器依据取种盒型腔的大小,在离心力、重力和种子间相互作用下,完成取种、清种与投种。其结构简单,取种、投种可靠,空穴率低。但取种精度不高,每穴粒数一般在2~5粒,既浪费种子,增加人工间苗工作量及成本,又消耗养分,影响棉花的早期生长,是新疆棉花高投入低产出的主要原因之一。

精量播种具有省工、省时、增产的优点,是当今播种作业的发展方向。新疆棉花精量播种采用单粒精量穴播器,粒距和深度有穴播器本身结构所决定,因此精确数量的种子是单粒精量穴播器研究设计的核心指标。目前新疆采用的单粒精量穴播器依据工作原理分气吸式与机械式棉花精量穴播器。其中气吸式棉花膜上精量穴播器要配套风泵和相应的输气管路,结构复杂,能耗大,且无法与传统的精少量播种机或小型播种机配套,制造、使用成本要比机械式高50%以上,因此在目前农机经营体制下,在新疆农村普及推广有一定的困难。机械式棉花膜上精量穴播器结构简单,配套性好,制造、使用成本低,是新疆棉花精量穴播技术急需配套的播种部件。因此结合农艺要求,研制开发

适应于新疆棉花种植模式的机械式精量穴播器,是新疆普及推广精量播种技术的迫切需要。

一、结构及原理

结构如图 4-1 所示,它由滚筒动盘、定盘、鸭嘴成穴器、压板式取种器、梯形接种杯、环形取种带、护种板、轴等组成,其中压板式取种器(见图 4-2)与梯形接种杯和成穴器均匀地固装在穴播器取种带上,与动盘同步旋转。取种器动压板通过销轴铰接在取种器固定板上,与定压板形成 V 型充种槽,在穴播器回转时绕销轴转动。护种带固定在定压盘上,与梯形接种杯、种子带和滚筒动盘组成相对密闭的投种区(见图 4-3),将投种区的种子与种子室有效隔开。

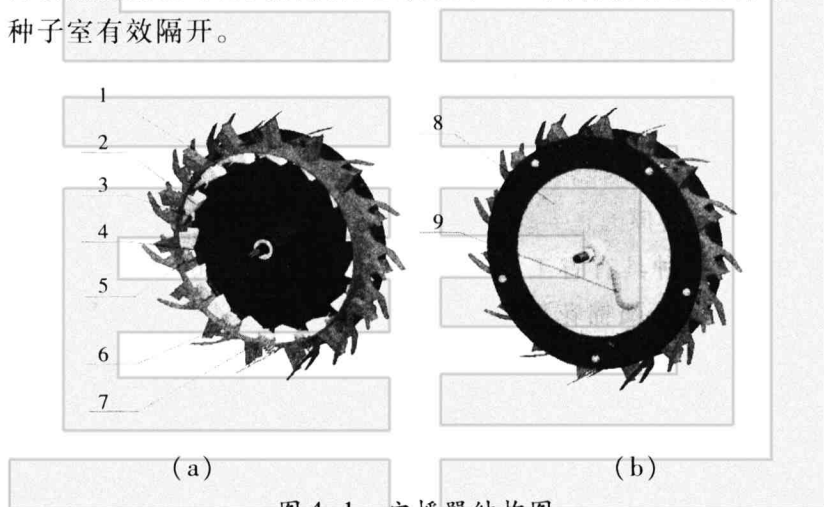


图 4-1 穴播器结构图

- 1. 动盘 2. 梯形接种杯 3. 取种器固定板 4. 轴 5. 取种器动压板
- 6. 鸭嘴 7. 滚筒 8. 点播器定盘 9. 进种口

工作原理如图 4-3 所示。穴播器在种床上逆时针滚动,安装在取种带上的取种器随之做回转运动。当取种器由定盘护种带出来,

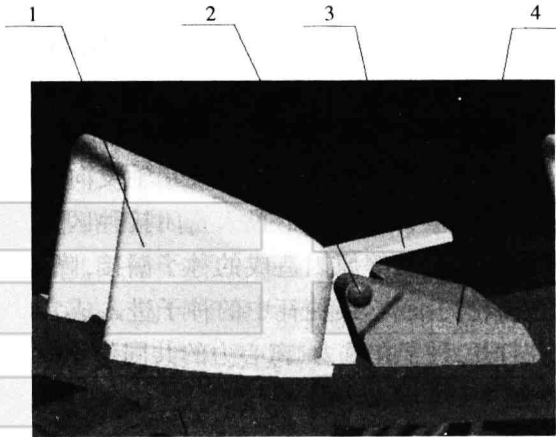


图 4-2 取种器结构原理示意图

1. 接种杯 2. 连接轴 3. 定压板 4. 动压板

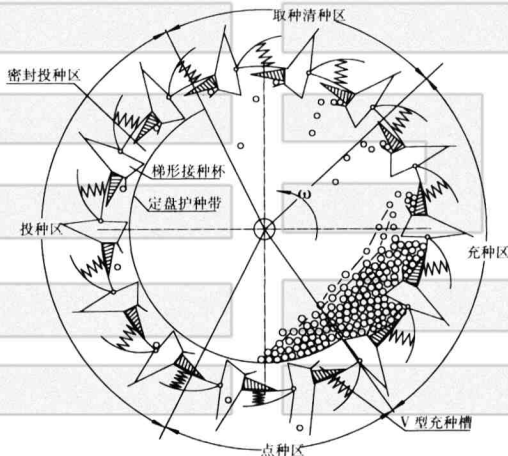


图 4-3 穴播器工作原理示意图

经过做环流运动的种子群时,取种器动压板在重力和离心力的作用下,紧贴取种带内圈,与固定板之间有一定夹角,形成一“V”型充种区,种子在重力、离心力和种子群力的作用下进入“V”型充种区。随

着取种器的上升,动压板在重力和离心力作用下绕横轴转动,进入“V”型区中的一粒种子被动压板夹持住。当取种器离开种子群运动到穴播器的上部,没被夹持住的多余种子在重力等作用下从取种器上自行落下,实现清种。当取种装置运动到穴播器的另一侧进入护种带后,动压板在重力和离心力作用下绕销轴反向转动,动压板张开,被夹持的种子在重力等作用下投入密闭接种区,确保种子进入梯形接种杯,防止因振动等原因造成的种子漏接,降低投种引起的空穴。随着点播轮的滚动,接种杯中的种子进入成穴器,成穴器在苗床上掘穴并打开,种子在重力、离心力的共同作用下落入穴底,完成一次点种。

二、穴播器核心部件主要参数的确定

(一) 滚筒尺寸和成穴器数目的确定

滚筒的半径 R 是一个重要的参数,其大小与滚筒转速有直接的关系。滚筒转速过高充种、取种清种不利,所以要使穴播器有较高的理想工作转速, R 应该取大值。但 R 过大,滚筒结构尺寸过大,增加整机的重量,对整机悬挂极为不利。 R 的取值范围一般在 200 ~ 250 mm 之间。具体尺寸还应考虑到播种作物的株距。播种作物的株距 t 为成穴器顶圆的节距,即

$$t = \frac{2\pi(R+H)}{Z} \quad (\text{式 4-1})$$

式中: H ——膜下播深(mm); Z ——成穴器数目。

根据新疆垦区棉花密植播种播深 $H=25$ mm,株距 $t=100$ mm 的农艺要求,依据实践经验初取滚筒的半径 $R=200$ mm,代入(式 4-1)得:

$$Z = 2 \times 3.14(200+25) \div 100 = 14.13$$

取整数,得 $Z=14$ (个),即成穴器数目应选择 14 个。然后将 Z 反代回(式 4-1)得:

$$R = (t \times Z / 2\pi) - H = 197.93$$

取整数,得 $R = 198 \text{ mm}$ 。

显然 Z 和 R 有着密切的关系,设计中应综合考虑。

(二) 成穴器的参数确定

成穴器的结构参数决定了穴孔的形状、膜孔的尺寸以及播种的深度。为保证排种顺利、膜孔适合出苗和成穴器入土顺利,固定嘴和活动嘴压力角(闭合状态)一般取 $15^\circ \sim 20^\circ$ 为宜,开口尺寸应满足 $1.2 \sim 1.5 d_{\max}$ (d_{\max} 为种子最大尺寸)。固定嘴比活动嘴长 $5 \sim 8 \text{ mm}$,使得活动嘴顶端运动轨迹包裹在固定嘴顶端轨迹之内,以免夹土堵塞成穴器,从而造成空穴。依据棉花播种深度 $H = 25 \sim 30 \text{ mm}$ 的要求,该点播器活动嘴长 30 mm ,固定嘴长 36 mm ,活动嘴压力角取 20° ,开口尺寸为 15 mm 。

(三) 取种器的结构设计

取种器结构如图 4-4 所示,主要由固定座、连接轴、定压板和动压板组成。其中定压板和动压板之间的夹角为 β ,动压板斜面与取种带的夹角为 α 。

1. 定压板的设计

定压板的尺寸决定了取种精度,尺寸太长和太宽有利于取种,但不利于清种。假设棉花种子为回转体,其回转直径为 $d(\text{mm})$,长度为 $l(\text{mm})$ ($l \geq d$)。依据试验定压板长度 $a(\text{mm})$

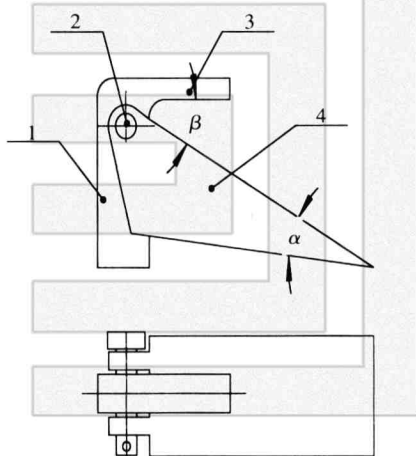


图 4-4 取种器结构原理示意图

1. 固定座 2. 连接轴
3. 定压板 4. 动压板

和宽度 b (mm) 尺寸由下式确定:

$$a = (1.2 \sim 1.5)l;$$

$$b = (1.2 \sim 1.5)d。$$

据测量,棉种回转直径在 3.5 ~ 6.5 mm 之间,种子的长度在 4 ~ 12.5 mm 之间。定压板的宽度 $b = 7.5$ mm,长度 $a = 13$ mm。

2. 动压板的设计

动压板是取种器的运动件,其结构尺寸与定量取种、清种、投种有直接的关系。其尺寸依据其安装位置和空间,要求其尺寸尽可能大,且重心远离支承点。动压板长度 $A = 27$ mm,宽度 $B = 35$ mm,厚度 $C = 3.5$ mm。

3. 动、定压板连接销孔位置确定

固定座与定压板连为一体,销孔位于固定座上,用于铰接动压板,其位置高低直接关系动压板斜面与取种带的夹角 α (如图 4-4),其值越小动压板重心位置越低,V 型充种槽充种越可靠,取种清种提前,投种护种迟后。由试验和结构安装因素得固定座高 $h = 10$ mm, $\alpha = 15^\circ \sim 25^\circ$ 。

4. 取种器夹持角的计算

在清种阶段,随着取种器的转动,夹有种子的 V 型槽开口方向不断在变化,当开口向下时,种子在 V 型槽中的稳定性最差。假设种子为球体,在不计离心力和种子质量的情况下,种子被夹持自锁在 V 型槽中的条件为:

$$\beta < 2 \arctan \left| \frac{\mu^2}{\sqrt{1 + \mu^2}} \right| \quad (\text{式 4-2})$$

式中:

μ ——种子与夹板间的摩擦因数;

β ——V 型槽的夹角。

由此可得,种子与夹板间的摩擦因数 μ 越大,则 V 型槽的夹角 β

越小。

(四) 护种带参数确定

护种带固定安装在穴播器的定盘上,其功用是保证取种器取得种子投入接种杯,同时防止种子室的种子进入接种杯。其宽度略小于种子带宽度,因种子带宽度一般为 55 mm,所以其宽度选为 52 mm;其半径略小于梯形接种杯组成的内环半径,其大小 $R_2 = R_1 - 5 = 168$ mm;长度取决于取种器取种角 A 和投种角 B 的具体位置(见图 4-3)。通过对穴播器工作过程中种子运动规律的分析:①取种角 $0^\circ \leq A \leq 90^\circ$,穴播器转速高, A 取小值,反之, A 取大值。②投种角 $0^\circ \leq B \leq 90^\circ$,投种角小,投种护种可靠,但不利于清种,特别是高速播种作业。为了保证穴种器取种、清种和投种可靠准确,依据初步试验结果,穴播器取种角 $A = 15^\circ \sim 30^\circ$,投种角 $B = 10^\circ \sim 25^\circ$ 。

(五) 梯形接种杯的参数确定

梯形接种杯的功用是当取种器护种板前端投种时,承接顺着滚筒内壁滑落的种子并护送至压嘴中,此外还起分种的作用,其结构如图

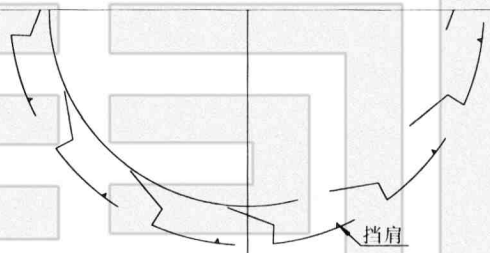


图 4-5 接种杯示意图

4-5 所示。接种杯前端宽度略小于护种带,后

端宽度与排种口宽度对等,长度大于排种口尺寸 3 ~ 5 mm。安装时前端与排种口相错 3 ~ 5 mm,高度应大于取种器固定座高度,即接种杯组成的内环半径 R_1 略小于 $R - H_1 = 198 - 25 = 173$ mm。通过上述设计梯形接种杯、护种带和滚筒共同组成封闭接种区,确保种子进入梯形接种杯,并送入压嘴中,防止因振动等原因造成的种子漏接,降低投种引起的空穴。作业速度高相错值小,作业速度低相错值大。

因为当作业速度较低、种子室内种面高度较高时,接种杯通过种子群的时间相对延长,可能使部分种子直接滑落至排种口,穴播量增大。相反当作业速度较高、种子室内种面高度较低时,接种杯通过种子群的时间相对减短,再加上种子间相互牵带作用,使种子直接滑落至排种口的可能性大大减少。此外,可在排种口处设置一挡肩,其高度 $H=2 \sim 3 \text{ mm}$,这样就可以有效避免种子不经过分种和强制取种而排出,从而提高播种穴粒数的精准性和稳定性。

(六) 容种高度的控制

种子由种子箱经输种管自流进入种子室,因此进种口的高度决定了种子室内种面的高度。考虑到滚筒在工作旋转的过程中,种子室内种子相互之间的摩擦牵带,种子室内种面的实际高度应高于进种口的高度。一般来说,进种口高度约为种子室直径的 $1/3$,种子面高度约为种子室直径的 $1/2$ 。工作转速高,种子面高度相对增大。但种子室内种子高度过高或过低将不利于穴播器工作过程中的分种、取种和清种。此外,适当减小种子室半径,相对降低充种、取种、清种和投种的线速度,可有效提高作业速度,改善播种性能。

三、穴播器工作过程分析

由图 4-3 知,穴播器排种全过程包括充种、清种定量、投种护种、点种四个区段。

(一) 充种过程分析

充种是穴播器正常工作的前提。在穴播器滚筒内腔运动的种子群,存在着种子环流层,此环流层从横剖面上看可以分为:上升区域、塌落区域、回流区域、相对静止区域。整个环流层中的种子有三种充种途径:填补空间方式充种、相向运动方式充种和相同运动方式充种。以填补空间方式充种发生在环流层的开始端,即取种器充种的开始段。当取种器离开护种带尾端进入种子环流层时,由于取

种器 V 型充种腔前端、侧面均有取种空间,种子在重力、离心力、种子间推挤力的联合作用下,迅速塌落填补空间,并随穴播器转动引起的种子流动,使种子充入取种器 V 型充种腔。如果由于种种原因,取种夹 V 型充种腔仍未充满种子,那么,在接下来的一段里,从回流区域回流的种子,迎面涌来,和 V 型充种腔呈现相向运动,涌来的种子在重力和惯性力的联合作用下,以相向运动方式实现二次充种。当取种器随着滚筒旋转而继续上升,回流的种子(速度为 v_1)开始接触取种器,其速度由 v_1 变为瞬间接触零速度,而后迅速改变方向,成为随穴播器运动的加速运动,整个运动过程($v_1 \rightarrow 0 \rightarrow \omega$)变化很快。在此区段中同向速度差为:

$$\Delta v_1 = R\omega - \left[R - \frac{c}{2} \right] \quad (\text{式 4-3})$$

式中:

R ——穴播器滚筒半径;

ω ——穴播器滚筒的角速度;

c ——种子厚度尺寸。

在穴播器内摩擦力和种子间摩擦力的共同作用下,每层种子呈不同角速度随穴播器同向和反向旋转,以相同运动方式实现充种。

1. 充种过程的种子运动分析

呈环流状态的种子处于回头和随轮带动起步的阶段,沿轮转动方向上种子的角速度 $\omega_1 \approx 0$ (ω_1 变值 $0 \rightarrow \omega$), 此时,离心力 $P = mR\omega_1 \approx 0$, 重力 mg 、下落种子的冲击力 F_i 、种子间的摩擦力 F_f 及环流中种子的动能联合作用以填补空间原理给 V 型充种腔充种。种子入腔速度为:

$$v = \sqrt{\frac{2(mgh_1 - F_f \cdot s)}{m}} + \frac{F_i t_i}{m} + gt \quad (\text{式 4-4})$$

式中:

h_1 ——种子在环流中被拖带的高度;

F_f ——种间摩擦力;

s ——种子在种堆上的滑移长度;

F_i ——下落种的冲力;

t_i ——冲力 F_i 的作用时间;

t ——种子入孔时间;

g ——重力加速度;

m ——种子质量。

进入到取种器前端空间中的种子在重力、壳体摩擦阻力和离心力作用下进入 V 型充种腔。此段,腔内随动种子的角速度 ω_1 逐渐增大,所受离心力 P 增大, P 和 $mg\cos\theta$ 及种间推挤力联合作用,使后续种子补充入腔,确保充种率 100%。

2. 充种过程中种子的受力分析

设穴播器以角速度 ω 旋转,种子与取种器动压板内壁间摩擦系数 f ,种子质量 m ,种子绝对运动角速度 ω_1 ,取种器动压板与种子带间的夹角 α ,建立极坐标系 $r\theta$ 。单粒种子在充种腔内的受力如图 4-6 所示。重力 $W=mg$;离心力 $F_2=mr\omega_1$;动压板支持力 N ;固定压板支持力 N_1 ;摩擦力 F_1 。其中, m 为种子质量, g 为重力加速度, r 为种子带内缘半径, ω_1 为种子绝对运动角速度。由于空气阻力较小,将其忽略。设种子的位置角是 θ 时,且不受切向惯性力,建立种子平衡方程:

$$F_2 + N_1 + W \cos\theta + F_1 \sin\alpha - N \cos\alpha = 0 \quad (1)$$

$$F_1 \cos\alpha + N \sin\alpha - W \sin\theta = 0 \quad (2)$$

充种过程中,假设 $N_1 \approx 0$, $R \approx r$; 又因棉种近似回转体,其在取种器动压板内壁上的移动,可假设为纯滚动,其摩擦系数 $f \approx 0$; 代入上

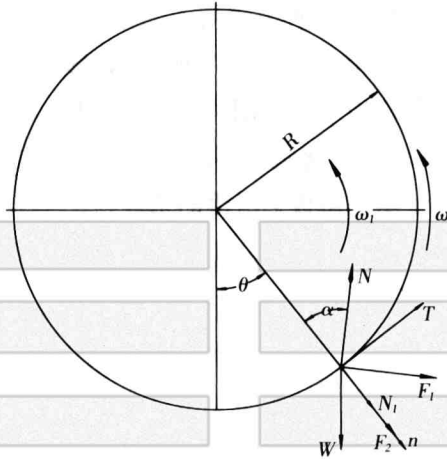


图 4-6 充种腔内种子的受力

式可得:

$$mR\omega_1 + mg\cos\theta - N\cos\alpha = 0 \quad (3)$$

$$N\sin\alpha - mg\sin\theta = 0 \quad (4)$$

$$\text{由(3)、(4)可得: } (R\omega_1 + g\cos\theta)\tan\alpha = g\sin\theta \quad (5)$$

$$\text{当 } \alpha = 45^\circ \text{ 时, } \omega_1 = \{g\sin(\theta - 45^\circ)/R\}^{1/2} \quad (6)$$

从(6)式我们可以看出转速 ω_1 和充种角 θ 的关系, 转速 ω_1 越高, 充种角 θ 会随之增加。

综上, 在充种区, 种子经过上述三阶段不同充种方式, 确保取种器 V 型充种腔 100% 充满种子。

(二) 清种取种过程分析

取种装置经过种子群后, V 型充种腔会带起多粒种子, 但由于盛种空间有限以及夹持特性, 只有一粒种子被可靠夹持住, 其余处于不稳定状态的种子。随着取种装置的转动升高, 大部分从 V 型充种腔固定压板两侧开口回落到种子室, 没有落下的种子被带到种子室上部后从固定压板前端回落到种子室。种子从固定压板上落下的

方式有两种,一种是滑落,一种是滚落。

种子下落时的受力状态如图 4-7 所示,质量为 m 的种子受重力 G 、离心力 P 、支反力 T 、滑动摩擦阻力 F 、滚动阻力 F' , θ 为滑落清种初始角, θ_0 为种子滚落清种起始角。因种子外形尺寸较小,可视种子的位置角为 θ 。种子从夹持板上滑落的条件为:

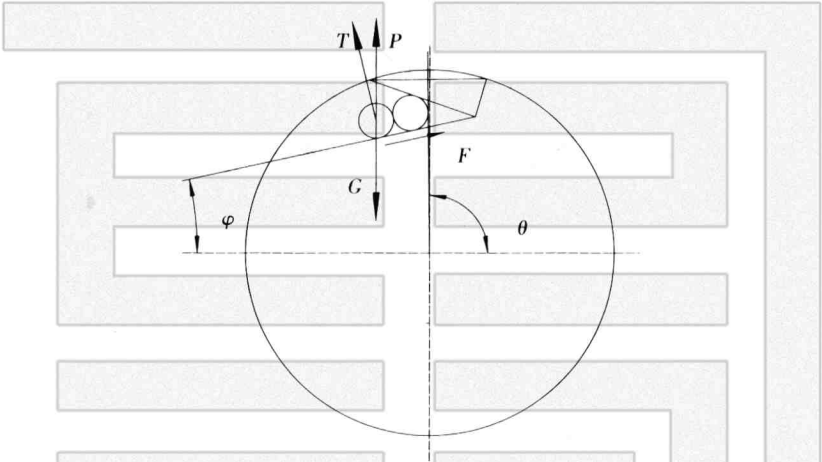


图 4-7 清种受力分析

$$G\sin\varphi + P\sin\left(\theta - \frac{\pi}{2}\right) > T\mu \quad (\text{式 4-5})$$

$$\text{其中: } \varphi = \theta + \beta - \alpha - \frac{\pi}{2}$$

$$\text{即: } G\sin\left(\theta + \beta - \alpha - \frac{\pi}{2}\right) + P\sin\left(\theta - \frac{\pi}{2}\right) > \mu \left[G\cos\left(\theta + \beta - \alpha - \frac{\pi}{2}\right) - P\cos\left(\theta - \frac{\pi}{2}\right) \right]$$

$$\text{解得: } \theta > \text{arccctg} \frac{P\cos\gamma - G\cos(\beta - \alpha + \gamma)}{G\sin(\beta - \alpha + \gamma) + P\sin\gamma}$$

$$\text{式中: } \gamma = \text{arccctg} \frac{1}{\mu}$$

种子从夹持板上滚落的条件为:

$$G \sin(\theta_0 + \beta - \alpha - \frac{\pi}{2}) > T\mu \quad (\text{式 4-6})$$

$$\text{即 } G \sin(\theta_0 + \beta - \alpha - \frac{\pi}{2}) > \mu_0 [G \cos(\theta + \beta - \alpha - \frac{\pi}{2}) - P \cos(\theta - \frac{\pi}{2})]$$

$$\text{解得: } \theta_0 > \arccotg \frac{G[\sin(\beta - \alpha) - \mu_0 \cos(\beta - \alpha)] - \mu_0 P}{G[\mu_0 \sin(\beta - \alpha) + \cos(\beta - \alpha)]}$$

式中: μ_0 ——种子的滚动阻力系数。

由于单粒种子质量小,在夹持板上滚动时种子和夹持板的变形量很小,故系数 μ_0 也较小,若忽略 μ_0 的值,则种子滚落时的清种角为

$$\theta_0 = \frac{\pi}{2} + \alpha - \beta \quad (\text{式 4-7})$$

事实上因滚动阻力小于滑动阻力,故 $\theta_0 < \theta$ 。

(三) 投种过程分析

取种装置转到种子室另一侧时,在离心力的作用下,动压板下端捧出,并绕横轴转动,V型充种腔张角增大,对种子的夹持自锁作用减弱或消失,种子在重力、离心力和摩擦力的作用下从V型腔中落下,投入接种杯。种子开始投种下落时的受力如图4-8所示,种子受到的力有重力 G ,离心力 P ,压力 N_1 和 N_2 ,摩擦力 F_1 和 F_2 ,种子开始下落的角度为 θ_1 。

种子在夹板上滚动下落的条件如下:

$$G \cdot \frac{d}{2} \sin\varphi - P \cdot \frac{d}{2} \sin\varphi + N_2 d \cos \frac{\beta}{2} \sin \frac{\beta}{2} > F_2 d \cos^2 \frac{\beta}{2} \quad (\text{式 4-8})$$

$$\text{式中: } \varphi = \theta_1 + \beta - \alpha - \frac{\pi}{2}$$

$$\text{解得: } \theta_1 > \arcsin \frac{F_2(\cos\beta + 1) - N_2 \sin\beta}{G - P} + \frac{\pi}{2} + \alpha - \beta$$

落种起始角 θ_1 随 α 的增大而增大。

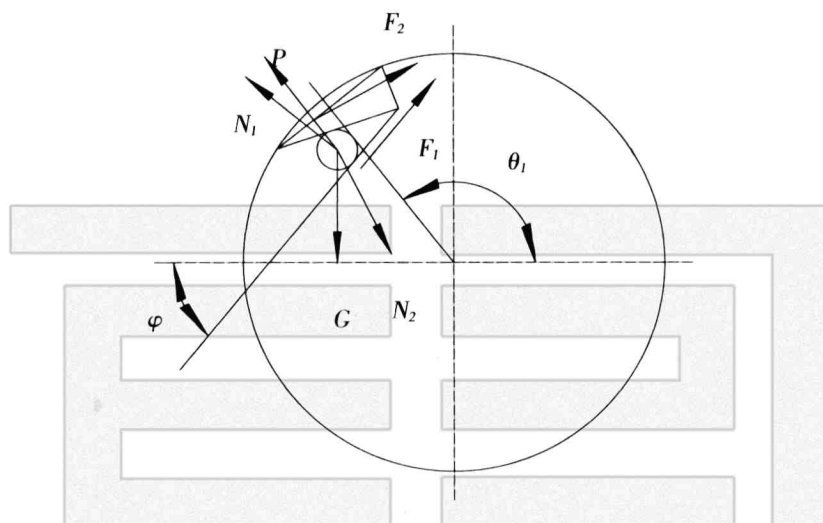


图 4-8 投种受力图

(四) 取种器动压板运动过程分析

取种器动压板在穴播器每一个工作循环过程中转动两次,分别完成夹持取种和松开投种两个动作。其转动时受重力 G 、离心力 P 和支反力 T 作用(见图 4-7)。若不计销轴转动阻力,则动压板夹持取种和投种动作时的力学方程有:

$$P = M\omega^2 R = Mg\sin\theta = Mg\sin\delta$$

$$\text{则: } \theta = \delta = \arcsin \frac{\omega^2 R}{g} = \arcsin \frac{v^2}{Rg} \quad (\text{式 4-9})$$

式中: M ——动压板质量;

R ——种子室半径(种子带半径);

θ ——取种开始角;

δ ——投种开始角。

由上式分析可知:

(1) θ 和 δ 的大小与动压板的质量无关。当种子室半径 R 一定,

θ 和 δ 随穴播器转速的提高而增大,即穴播器充种过程和护种点种过程延长,而清种过程缩短。

(2) 当 $\theta = \delta = 90^\circ$ 时,穴播器无法正常工作,此时穴播器最大作业速度 $v_{\max} = Rg$,故该穴播器最大作业速度取决于种子室半径。种子室半径 $R = 160 \text{ mm}$,则 $v_{\max} = 0.18 \times 9.8 = 1.57 \text{ m/s} = 5.64 \text{ km/h}$ 。

由于取种器安装位置的要求,其实际回转半径小于种子室半径 160 mm ,为保证穴播器正常工作,其最大作业速度应小于 5.64 km/h 。

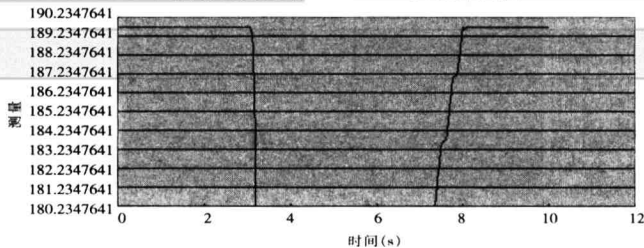
四、取种器动压板工作过程的仿真与结构优化

(一) 取种器动压板工作过程的仿真

样机模型如图 4-1、图 4-2 所示,建模过程略。仿真运用 *Pro/E* 的“测量”功能,测量穴播器以旋转速度 ω 运动(至少一周)时,取种器动压板最外端中点到定压板垂直距离变化情况,这也间接反映了动压板与定压板之间的夹角变化情况,从而达到仿真分析动压板绕销轴旋转运动变化的规律。下面是穴播器转速在 36 deg/sec , 180 deg/sec , 270 deg/sec , 360 deg/sec , 450 deg/sec (即穴播器线速度为 0.48 km/h , 2.4 km/h , 3.6 km/h , 4.8 km/h 和 5.5 km/h) 位置上,仿真处理后的结果,见图 4-9。

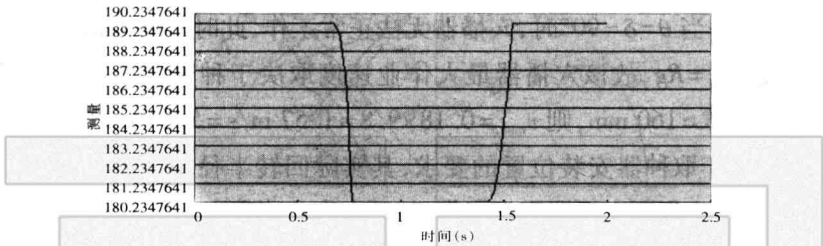
(a)

穴播器线速度为 0.48 km/h 时的仿真结果



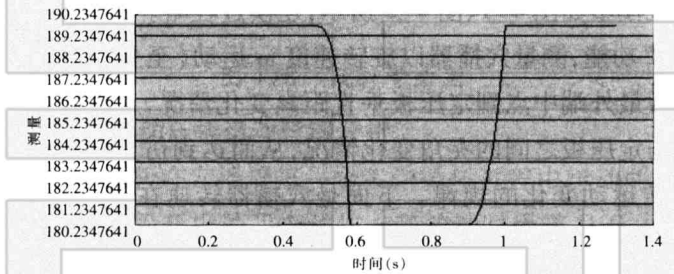
(b)

穴播器线速度为 2.4 km/h 时的仿真结果



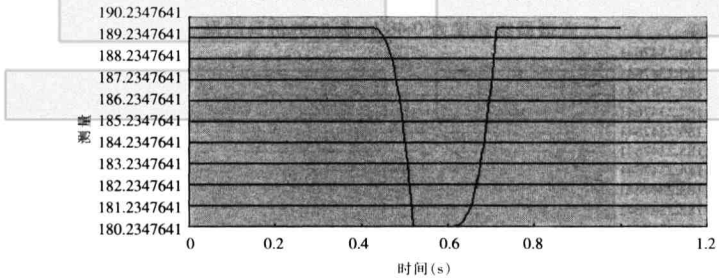
(c)

穴播器线速度为 3.6 km/h 时的仿真结果



(d)

穴播器线速度为 4.8 km/h 时的仿真结果



(e)

穴播器线速度为 5.5 km/h 时的仿真结果

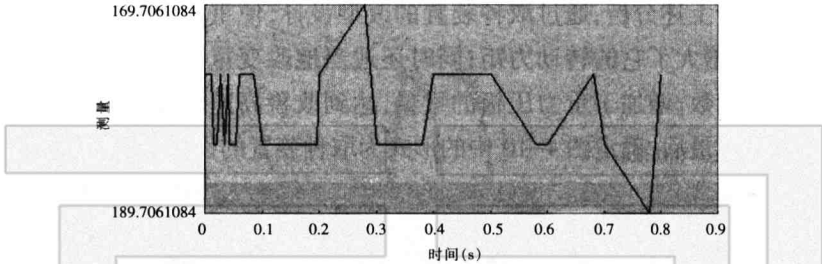


图 4-9 动压板旋转运动变化曲线图

由图 4-9 可知：

(1) 当穴播器转速小于 360 deg/sec (4.8 km/h)，穴播器可明显划分出充种、取种、清种、投种和护种点种 5 个工作段，即穴播器取种器工作正常。当 Y 轴数值为最大时，即曲线图第一直线段，表明动压板与滚筒内壁基本贴合，穴播器处于充种阶段；当 Y 轴数值从最大值突变为最小值，即曲线图第二线段，表明动压板快速旋转离开滚筒内壁压向定压板至极限值（Y 轴极小值），穴播器处于取种阶段；当 Y 轴数值最小且维持不变时，即曲线图第三直线段，表明动压板紧压定压板，穴播器处于清种阶段；当 Y 轴数值从最小值突变为最大值时，即曲线图第四线段，表明动压板快速反向旋转与定压板所形成的夹角逐渐增大，动压板和定压板间的压紧力迅速消失，穴播器处于投种阶段；当 Y 轴数值达最大值时，即曲线图第五线段，表明动压板与取种带内壁贴合，穴播器处于护种点种阶段。

(2) 随着穴播器滚动转速的升高，取种器取种开始角增大，投种开始角增大，即穴播器充种过程和护种点种过程延长，清种过程变短，将会造成清种困难，重播率上升。当 $\omega = 450 \text{ deg/sec}$ (5.5 km/h) 时，取种器的动压板不再有明显的旋转的现象，只是自身做无规律

的震动,且震动随着 ω 增大趋于平缓,失去夹持取种能力。

(二) 结构优化

基于上述分析,通过取种装置的改型设计,使重力压板的重心远离销轴,增大了它的转动力矩;同时还适当地改变重力压板和固定板的尺寸参数,增加了重力压板的重量,达到改善高速作业下压种效果的目的。最后,确定图4-10中的形式为取种装置的设计模型。

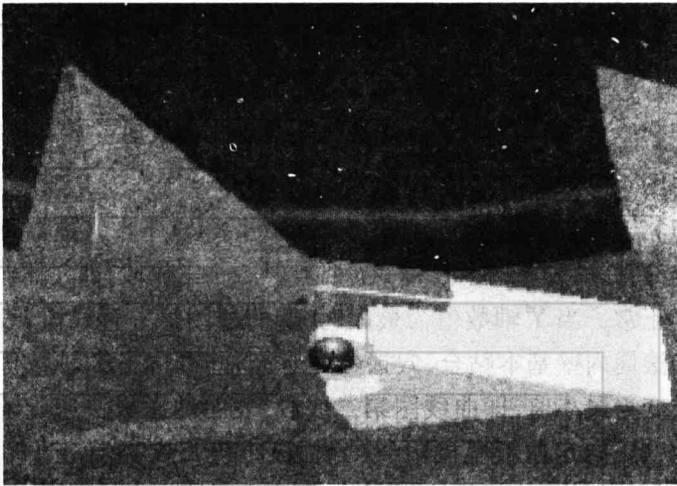


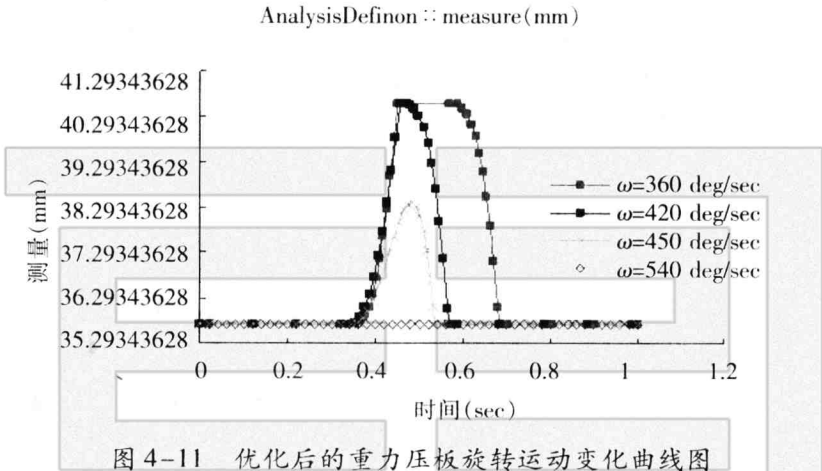
图4-10 优化后的取种装置三维模型

通过优化后的再次仿真得到的重力压板的运动情况见曲线图4-11。从仿真结果可知,优化后的穴播器在 $\omega = 450\text{deg/sec}$ (4.2 km/h)时还能够按照设计者的意图工作,能够提高播种作业的工作效率。

五、试验与结果分析

考察和分析重力压板式穴播器设计参数(充种角、清种角、速度、固定压板结构尺寸等)对排种性能(空穴率、单粒率、多粒率、种子破碎率等)的影响规律,进行穴播器结构参数优化,对穴播器的改

进和研制意义重大。



(一) 试验要求与条件

1. 性能指标及要求

依据试验目标,结合中华人民共和国国家标准 GB6973-86《单粒(精密)播种机试验方法》,棉花精量穴播器的性能指标及要求如下:

- (1) 穴播单粒率: $\geq 92\%$;
- (2) 穴播多粒率: $\leq 5\%$;
- (3) 空穴率: $\leq 3\%$;
- (4) 种子破碎率: $\leq 1.5\%$;
- (5) 作业速度: $3.0 \sim 4.0 \text{ km/h}$, 点播器转动灵活、无卡滞。

2. 实验条件

试验所需设备及主要工具有: PSD-8 型多功能穴播器试验台、重力压板式穴播器、秒表、测速表、钢卷尺以及各种规格的工具。

重力压板式穴播器主要结构技术参数如下:

穴播器外形尺寸: $D=350 \text{ mm}$, $d=180 \text{ mm}$, $b=100 \text{ mm}$; 穴播器重量: 15.5 kg 。

穴播器滚筒半径: $R=175\text{ mm}$;穴播器成穴器数目:15个。

穴播器鸭嘴高度:30 mm;理论穴距:95 mm。

穴播器取种角: $15^\circ \sim 100^\circ$ 可调;穴播器翼板长度: $l=80\text{ mm}$ 。

穴播器投种角: $15^\circ \sim 75^\circ$ 可调;穴播器翼板宽度: $b=80\text{ mm}$ 。

穴播器适用行距:100 mm+660 mm,80 mm+680 mm;穴播器轴:

$d=20\text{ mm}$, $l=230\text{ mm}$ 。

试验种子选用新陆早-13,其物理特性见表4-1。

表4-1 棉种物理特性

测定次数	1	2	3	3	5	平均	
品种	新陆早-13						
容重(g/L)	655	670	675	673	669	670.4	
千粒重(g)	97	94	95	94	95	95	
自然休止角($^\circ$)	33	32.5	33	32.8	32.5	32.76	
破损率(%)	1.8	0.5	1.1	1.0	0.7	1.02	
外形尺寸	长(mm)	5.4	5.0	5.0	5.38	5.27	5.21
	宽(mm)	4.02	4.02	4.72	4.43	4.54	4.35
	高(mm)	8.44	9.10	8.00	8.79	8.57	8.58

(二) 试验方案设计

为了能够以最少的试验次数来获得足够的有效试验数据,对其进行科学的统计分析,从而得出比较可靠的试验结论,试验选用了正交试验方法。对于多因素不同水平的试验,用正交表可合理地安排试验次数,正确地判断主要影响因素及最优水平组合,从而得到满意的试验结果。

试验研究因素水平确定如表4-2所示。

表 4-2 压板式穴播器的台架试验研究因素水平

因素 \ 水平	A 穴播器护种 起始角 $\varepsilon(^{\circ})$	B 固定取种板结构尺寸: 长度 $a(\text{mm}) \times$ 宽度 $b(\text{mm})$	C 穴播器工作速度 $v(\text{m/s})$
1	15	12×8	0.97
2	45	15×12	1.11
3	75	15×8	1.25

根据本试验选定三个因素三水平,并且考虑交互作用,试验选用 $L_9(3^4)$ 正交表。依据设计目标和要求,本试验主要指标有单粒率、空穴率、多粒率(2粒以上)和破碎率。因该穴播器排种对种子无损伤,整个试验过程中种子破碎率忽略不计。具体试验方案如表 4-3 所示。

表 4-3 台架试验研究试验方案

试验号 \ 因素	因素			性能指标			
	1 A	2 B	3 C	1粒	空穴	2粒	2粒以上
1	1	1	1				
2	1	2	2				
3	1	3	3				
4	2	1	3				
5	2	2	1				
6	2	3	2				
7	3	1	2				
8	3	2	3				
9	3	3	1				

(三) 试验步骤及要点

试验严格按照试验大纲的具体要求进行。具体步骤与要点如下:

(1) 在试验开始前,先将穴播器载种运转一段时间,在这段时间内要不时地向进种口填种子,以至最后使穴播器内充满种子后就可以进行试验参数的测定了。

在试验过程中,应不时地向穴播器中填种,应尽量保证穴播器中的种子一直处于一定的高度,这样做的目的是为了保证穴播器的点种均匀性和稳定性。

(2) 承种皮带上的黄油要涂抹均匀。在试验的过程中,要注意观察承种皮带上黄油的减少情况,减少的部分要及时的补充,以免种子落在承种皮带上因粘不住而滑落,影响试验测试结果。

(3) 在试验开始时,要先使承种皮带滑动起来,较稳定以后再让穴播器转动;在试验结束时,要先让承种皮带停止滑动,再让穴播器停止转动。

(4) 在实验过程中,操作人员由同一试验员完成,每次试验的操作工序完全相同,试验台的外部环境相同。

(5) 试验数据的采集应在穴播器转速均匀后进行,并排除试验刚开始和即将结束时的数据,即取样时应以试验台承种带中间部分为采样区。

(四) 试验数据统计

试验严格按试验方案要求进行,试验随机进行,试验重复3次,每次重复取样3次,重复取样时间为试验台工作稳定后10 min取一次样,每次取50穴位为研究对象。试验结束后取各组的均值。试验结果统计,见表4-4。

表 4-4 压板式穴播器的台架试验研究试验数据统计

方案组合	项 目	测定穴 数(穴)	穴 粒 数			
			0 粒	1 粒	2 粒	3 粒以上
1	①	50	1.7	40.3	4.7	3.3
	⑤	50	2.6	45.7	1.3	0.3
	⑨	50	1.0	38.9	5.7	4.4
	平均	50	1.8	41.6	4.1	3.4
2	②	50	2.0	40.3	5.3	2.3
	⑥	50	1.0	39.8	6.3	3.0
	⑦	50	1.3	44.5	3.3	1.0
	平均	50	1.4	41.5	5.0	2.1
3	③	50	2.3	42.6	4.0	1.0
	④	50	2.7	46.3	0.7	0.3
	⑧	50	1.0	40.3	6.7	2.0
	平均	50	2.0	41.4	3.9	1.1
总计		450	15.6	374.3	39.7	19.8

(五) 试验数据处理

试验数据处理见表 4-5。

表 4-5 试 验 数 据 处 理

因 素	试 验 号	1	2	3	0 粒	1 粒	2 粒以上
		A	B	C			
1	1	1	1	1	1.7	40.3	8.0
2	1	2	2	2	2.6	45.7	1.6
3	1	3	3	3	1.0	38.9	10.1
4	2	1	3	3	1.8	41.6	7.5
5	2	2	1	1	2.0	40.3	7.6

续表

因素		试验号	1	2	3	0粒	1粒	2粒以上
		A	B	C				
6		2	3	2	1.0	39.8	9.3	
7		3	1	2	1.3	44.5	4.3	
8		3	2	3	1.4	41.5	7.1	
9		3	3	1	2.3	42.6	5.0	
空穴数	K ₁	5.3	5.1	6.0				
	K ₂	4.8	6.0	4.9				
	K ₃	5.0	4.3	4.2				
	k ₁	1.76	1.70	2.00				
	k ₂	1.60	2.00	1.63				
	k ₃	1.67	1.43	1.40				
	极差	0.16	0.67	0.60				
优方案		A2	B3	C3				
单粒数	K ₁	124.9	126.4	123.2				
	K ₂	127.7	128.5	130.0				
	K ₃	128.6	121.3	122.0				
	k ₁	41.63	42.13	41.07				
	k ₂	42.57	42.83	43.33				
	k ₃	42.87	40.43	40.67				
	极差	1.24	2.4	2.66				
优方案		A3	B2	C2				
2粒以上	K ₁	19.7	19.8	20.6				
	K ₂	24.4	16.3	15.2				
	K ₃	16.4	24.4	24.7				
	k ₁	6.57	6.60	6.87				
	k ₂	8.13	5.43	5.07				
	k ₃	5.47	8.13	8.23				
	极差	2.66	2.70	3.16				
优方案		A3	B2	C2				

(六) 试验结果分析

在正交试验中, K 值是表示同类因素在同一水平的各项试验结果之和。同类因素在不同水平上 K 值的大小,反映出该水平在同类因素中对实验结果的影响程度。K 值越大,影响程度越大,反之亦然。同一因素对不同的检验指标的影响也不相同,如图 4-12,4-13,4-14 所示。

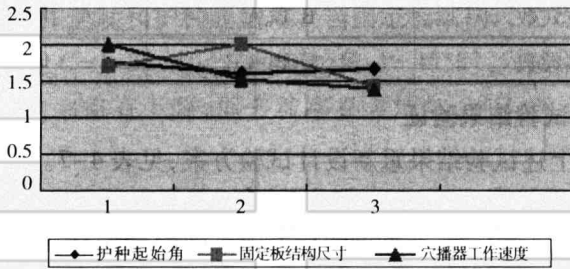


图 4-12 对空穴率的影响趋势图

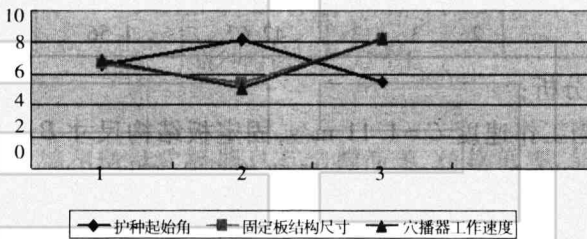


图 4-13 对单粒率的影响趋势图

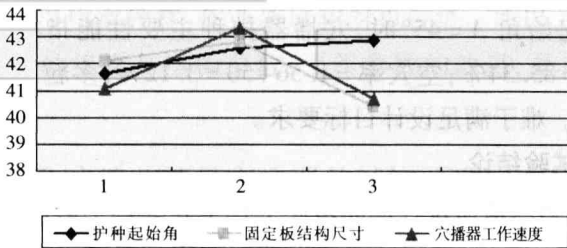


图 4-14 对多粒率的影响趋势图

结合表 4-5,各因素和水平对各个性能指标的影响如下表 4-6 所示。

表 4-6 性能指标影响因素主次顺序

性能指标	因素主次顺序	最优水平
单粒数	C、B、A	$C_2B_2A_3$
空穴数	B、C、A	$B_3C_3A_2$
多粒数	C、B、A	$C_2B_2A_3$

(七) 试验结果验证

依据上述试验结果重新设计试验方案,见表 4-7。

表 4-7 验证试验方案及结果统计

因 素 试 验 号	1 2 3			性能指标		
	A	B	C	1 粒	空穴	2 粒以上
1	3	2	2	46.33	2.24	1.43
2	2	3	3	42.67	1.56	5.77

结果分析:

(1) 当工作速度 $C = 1.11 \text{ m/s}$, 固定板结构尺寸 $B = 15 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$, 护种起始角 $A = 75^\circ$ 时, 穴播器排种主要性能指标: 单粒率 = $46.33 \div 50 = 92.66\%$; 空穴率 = $2.24 \div 50 = 4.48\%$; 多粒率 = $1.43 \div 50 = 2.86\%$ 。达到设计目标要求。

(2) 当工作速度 $C = 1.25 \text{ m/s}$, 固定板结构尺寸 $B = 15 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$, 护种起始角 $A = 45^\circ$ 时, 穴播器排种主要性能指标: 单粒率 = $42.67 \div 50 = 85.34\%$; 空穴率 = $1.56 \div 50 = 3.12\%$; 多粒率 = $5.77 \div 50 = 11.54\%$ 。难于满足设计目标要求。

(八) 试验结论

(1) 影响穴播器排种性能指标单粒率和多粒率的因素主次顺序是工作速度、固定板结构尺寸和护种起始角。速度过低或过高单粒率明显下降, 多粒率逐渐增大, 排种性能难于满足设计目标要求。

但当工作速度 $C=1.11\text{ m/s}$ ($C=4.0\text{ km/h}$), 固定板结构尺寸 $B=15\text{ mm}\times 12\text{ mm}$, 护种起始角 $A=75^\circ$ 时, 穴播器排种主要性能指标: 单粒率 $=46.33\div 50=92.66\%$; 空穴率 $=2.24\div 50=4.48\%$; 多粒率 $=1.43\div 50=2.86\%$ 。达到设计目标要求, 且具有很好的作业速度。

(2) 影响穴播器排种性能指标空穴率的因素主次顺序是固定板结构尺寸、工作速度和护种起始角。当固定板结构尺寸 $B=15\text{ mm}\times 8\text{ mm}$, 工作速度 $C=1.25\text{ m/s}$, 护种起始角 $A=45^\circ$ 时, 穴播器排种主要性能指标空穴率略有下降; 但多粒率显著增加, 难于满足设计目标要求。

(3) 如何改善该穴播器对作业速度的适应性, 降低空穴率, 提高穴播器单粒率, 是该穴播器今后研究的重点。

第二节 型孔式棉花精量排种器排种性能 影响因素分析

型孔式棉花精量穴播器具有结构简单、价格低廉、使用维护方便等优点, 在农村应用普遍而且发展前景广阔。此类排种器主要依靠囊种部件进行工作, 要求囊种部件的结构尺寸要与种子的形状和尺寸具有良好的适应性, 对种子的尺寸和形状要求比较严格, 清种时对种子的损伤率较高, 作业速度相对也较低。所以, 对这类排种器工作性能的提高与结构参数、工作参数的改进, 是应用研究的重点。

一、型孔式棉花精量穴播器的结构原理及工作过程

结构如图 4-15 所示, 外侧充种式穴播器的结构与窝眼轮式穴播器相似。

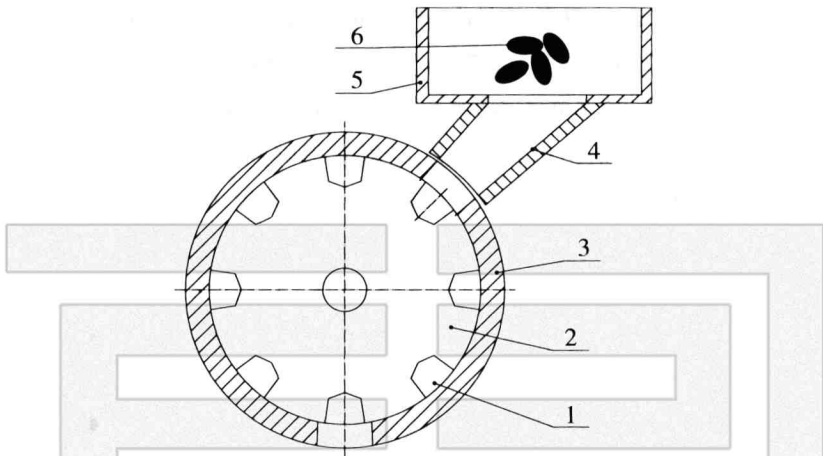


图 4-15 外侧充种式穴播器结构示意图

1. 型孔 2. 排种轮(动盘) 3. 定盘 4. 导种管 5. 种子室 6. 棉种

外侧充种式穴播器的工作过程为：排种轮绕水平轴旋转时，种子靠重力从种子室经导种管滚入型孔，定盘将多余的种子刮去，排种轮型孔内的种子随着排种轮沿定盘内壁转到下方，靠重力下落，或靠推种器（有的穴播器专门设此装置）投入种沟。由于型孔的形状和大小是预先设置和制造好的，因此在棉种大小均匀和型孔适应时，一粒率可达 95% 左右，空穴在 3% 以内。由于各地使用的品种不同，遇到种子大小不一时，小种子在运动状态和布种器的挤压下，如果型孔内一次进入 2 粒种子，就会被卡死，造成空穴超标。这样必须打开穴播器，取出卡死的种子，才能继续工作。遇到种子偏大时，进入不了窝眼，同样造成空穴超标。小种子被窝眼卡死和偏大种子进入不了窝眼的问题依然存在，亟待解决。

二、影响型孔式棉花精量穴播器性能的因素分析

型孔式棉花精量穴播器的性能受诸多因素影响，如结构参数、运动参数、环境因素等。下面对其中几个方面进行分析。

(一) 型孔

合理的型孔形状和尺寸是保证棉花精量穴播器精量播种的重要因素。型孔的形状是根据所播种子的形状、尺寸、表面状态和所要求的穴粒而设计的,另外,为了提高充填性能,一般在型孔的前部或后部有导槽,结构如图4-16所示。

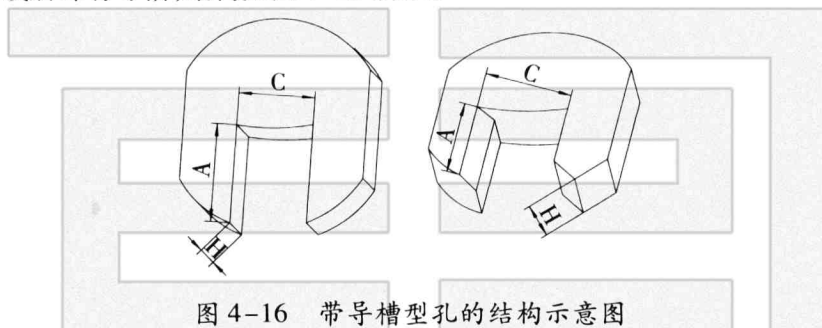


图4-16 带导槽型孔的结构示意图

光粒状态下排种器型孔尺寸选择见表4-8。

表4-8 光粒状态下排种器型孔尺寸推荐

序号	型号尺寸			筛孔尺寸	每穴粒数
	D	A	H		
1	14	6.5	10.5	$\Phi 8 \sim 11$	2 ± 1
2	13.5	5.5	10.5	$\Phi 8 \sim 11$	2 ± 1
3	10	6.5	9.5	$\Phi 8 \sim 11$	2 ± 1

一些规则形状的类型孔的充种性能,可借助虚拟样机技术软件进行仿真分析。

1. 半圆形

该型孔半径为10 mm,宽度为10 mm,体积为 1570.7963 mm^3 。假设种子为弹性体,仿真过程中某一关键帧如图4-17所示。

虽然型孔的体积高达种子体积的15倍,但是,仿真很快就因为干涉结束了,可见这种形状的孔不易囊种,图中方向线标示了接触力的大小和方向。

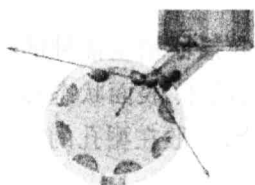


图 4-17 半圆形型孔工作过程



图4-18 球形型孔工作过程

2. 球形

建立半径为 5 mm 的球形孔,重新仿真。仿真中的某几帧如图 4-18 所示。

从仿真过程看来,一开始型孔囊入了 2 粒种子,随着排种轮转动,多余的 1 粒种子就被弹回了种子箱,而且,定盘和种子之间的作用力也很小,即对种子产生的损伤不大,保护了种子,同时实现了单粒播种。这时,型孔的容积约为棉种的 5 倍。

3. 锥形

修改型孔为锥形,仿真中的关键几帧如图 4-19 所示:

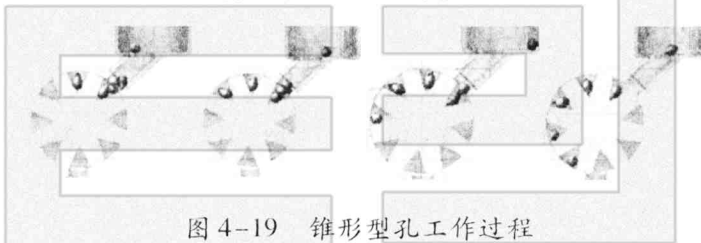


图 4-19 锥形型孔工作过程

从仿真的效果看来,底径为 12.5 mm,高为 7.5 mm 的圆锥形型孔充种效果非常好,一孔 1 粒,基本实现了单粒播种。通过计算获得此时型孔的容积约为棉种的 5 倍。

4. 圆柱倒角形

建立一个直径为 10 mm,深 7.5 mm 的圆柱形型孔,然后将其外边缘倒 $R=2.5$ mm 的圆角,通过仿真发现,在型孔口倒圆角易于充种且对种子损伤小。单粒充种时,型孔容积约为种子平均体积的

6 倍。

近年来,一些科技工作者研发了新的充种性能良好的型孔形状。如瓢形型孔(图 4-20)、圆柱形型孔、盆形型孔、圆弧形型孔、勺形型孔等。为了便于种子较容易充进型孔,还专门增加型孔与种子接触口倒角的尺寸,尽可能减少空穴发生的概率。另外,还有将一些基本形状组合起来的复型孔,充种效果好于单形孔。

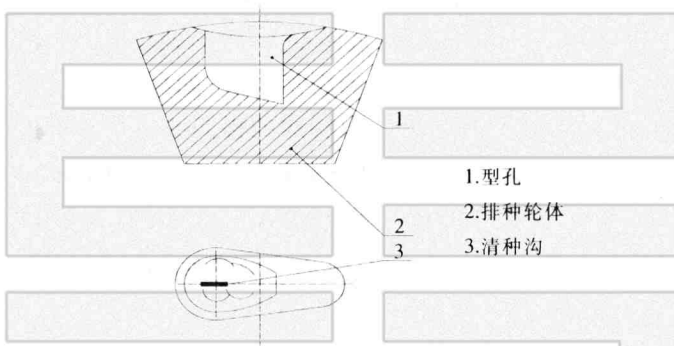


图 4-20 瓢形型孔示意图

此外,播种机的行进速度、充种路线等因素也对种子的充填性能产生影响。当实际工作速度小于极限速度时,种子能够充到型孔中,在型孔线速度一定的条件下,充种路程或充种时间越长,充填性越好。

(二) 转速

转速对型孔式棉花精量穴播器的影响包括对播量的影响、排种均匀性的影响以及破碎率的影响等方面。

1. 转速对播量的影响

由试验知,在其他条件一致的情况下,对于同一排种器,播量随转速的提高呈下降趋势,而且随着转速的进一步提高,播量的下降速率也逐渐加大。型孔的囊种性能是播量的关键因素,因为转速的

上升导致单个型孔的充种时间变短,部分种子没有足够的时间进入型孔,使得型孔的囊种性能下降,从而在单位时间内型孔的充种量有所减少,播量随着转速的上升呈下降趋势。所以,如何在保证高速作业时播量具有较好稳定性的情况下,提高播种机前进速度以提高生产效率,也是研究的重点。

2. 转速对排种均匀性的影响

由试验知,在其他条件一致的情况下,对于同一排种器,排种器排种均匀性变异系数随转速的增大而增大,即转速增大排种器的排种均匀性变差。影响排种均匀性的因素很多,如型孔结构参数、种子大小、排种器结构加工误差等,而转速的提高改变了型孔的囊种性能和充种率,使得单个型孔囊种的数量不均匀性增强,变幅增大,从而导致了排种均匀性变差。此外,清种毛刷的清种定量作用也对排种均匀性的好坏起着重要作用,过快的转速限制了毛刷的作用。与排种均匀性好坏对应有一个临界转速。

3. 转速对破碎率的影响

由试验知,排种破碎率随着转速的提高而有所增大。现有一种偏心轮型孔轮式排种器在整体土破碎少,且转速对排种破碎率影响不大。这是由该排种器的创新结构所决定的,因为其在结构上没有刮种、推种装置,投种时种子靠自重下落,理论上不存在伤种。破碎主要是因为排种器部件装配、加工误差所造成的。如种子进入护种环与内齿型孔轮焊合体之间的间隙受挤压就成了伤种的主要因素,而转速的提高同时也增加了种子受挤压的几率,从而导致了破碎率的略微上升。

(三) 外界环境因素

外界环境因素对型孔式棉花精量排种器的性能影响也很大,如地面凹凸不平产生的振动因素等,有专门的学者在对此进行研究。

(四) 其他因素

种子本身在排种器性能提高方面也有不可忽视的作用。目前,排种器的排种性能与预期目标有一定的差距,多粒率和空穴率高的问题仍然存在,而空穴比多粒对棉花产业影响更大。造成空穴率高的一个主要原因是:棉种在充种区起拱、相互抢位。

由以上分析可见,型孔几何形状和尺寸、排种轮速度等对排种器排种效果均有影响。在进行型孔式棉花精量排种器的设计时,要充分考虑上述参数的合理匹配。另外,可通过更换不同形状和尺寸的排种轮,不仅能播种种粒直径较大的种子,而且也能播种种粒直径较小的种子。

三、型孔式棉花精量穴播器的研究方法

目前,借助现代设计方法优化设计农业机械已成为必然趋势。采用多学科集成的设计理念,将三维建模、人机交互以及虚拟样机技术等引入棉花精量排种器的设计研发中,通过建立棉花精量排种器的参数化模型,运用离散元法仿真种子流在不同结构参数和其他设计参数情况下的运动特性,分析设计参数变化对样机性能的影响,获得各参数主次顺序的最佳组合,从而找出优化设计的方向。这种新的设计理念具有节约开发成本、缩短开发周期、简化开发过程、操作简单、应用灵活、友好的用户交流界面等特点,为棉花精量排种器的设计研究提供了新的思路。下面以外侧充种式穴播器为例,介绍虚拟研究方法。

(一) 虚拟样机建立

对型孔式棉花精量排种器进行合理简化,在UG软件环境中,用sketch、extrude、revolved、布尔操作等命令,建立其三维实体模型。该排种器由种子室、导种管、定盘、排种轮等部分组成,结构示意图如图4-15所示。同时,根据试验获得的棉籽特征参数绘制样条曲线,

并以此作为放样基准线,用放样命令,建立棉籽的三维实体模型。种子体积为 104.5265 mm^3 。

(二) 虚拟试验设计

将模型导出为 Parasolid 格式文件,并以 x_t 后缀名存储,再进入 Adamsview 环境中,将该 Para solid 格式文件导入,建立虚拟样机,并为其施加各种约束,使其最大可能地接近真实情况。将各部件用 fixed 命令固定在一起,在排种轮和机架之间施加转动副,模拟旋转运动,在地面和机架之间施加移动副,模拟进给运动。此外,用相同的方式,将种子群导入,并将种子全部移动定位在种子室,使其成为自然堆积状态,然后用 contact 命令为种子和各部件间施加接触约束。虚拟样机模型如图 4-21 所示。此外,在 modify 中,输入试验获得的棉籽密度。图 4-21 中 contact 为接触副,为便于阅图只将 2 粒种子、固定副、转动副、驱动以及其中 2 个接触副设为可见。

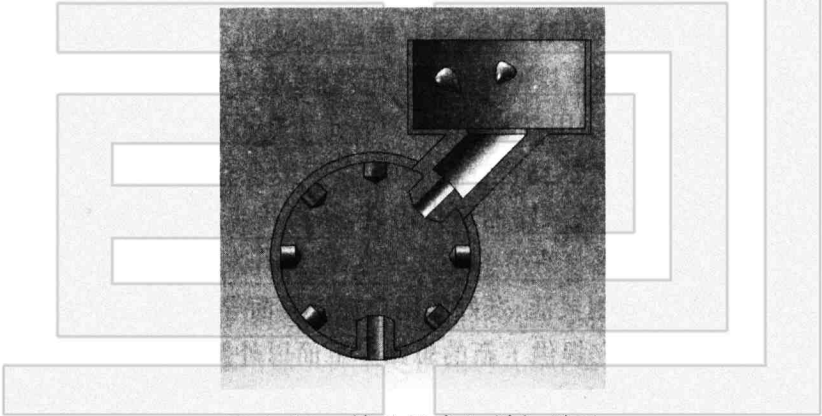


图 4-21 排种器虚拟样机模型

在 Adams 虚拟环境中,仿真此排种器的工作过程:在排种轮与机架间的转动副上施加旋转驱动 motion1: $30^\circ/\text{s}$,在机架与排种器间的移动副上施加力驱动 motion2: $10 \text{ mm}/\text{s}$,用 simulation 命令对其进行仿真,周期设为 12 s ,步长设为 50 。通过仿真观察不同孔型、速比系数等

对排种器囊种、投种、种子损伤、单双粒率以及空穴率等的影响。

此外,Pro/E 也被广泛用于棉花精量穴播器的三维建模、虚拟装配及运动过程的仿真。依据仿真分析结果,进一步优化排种器各部件的结构参数、运动参数等,使之较好地满足对该穴播器精量排种的各项技术要求。

近年来,高速摄影技术在型孔式棉花精密排种的研发中得到了长足的应用。台架试验表明,高速摄影用于排种性能和种子破碎检测不仅可剔除光电传感器检测时,因种子破碎引起重播指数增大而产生试验结果的误差,提高检测结果的准确性和可信度,还可以通过高速摄影拍摄的图片进行再现观察与分析,真实地反映精密排种器种子破碎特征和排种器的排种均匀性,为改善精密排种器性能提供了一条新途径。

物理样机的台架试验则是各类排种器性能检测的重要手段,田间试验也是必不可少的环节之一。

第三节 棉花精量穴播器晃动频幅与充种性能的关系

排种器是播种机的核心部件,是实施精量播种的关键。近年来,国内一些从事农机研究工作的科研人员通过吸收国外精量排种器的研究成果,自主开发了一系列精量排种器,并应用现代设计理论与方法从模拟仿真、运动学分析、试验研究等角度对精量排种器作了相应的研究,取得了一定成果,推动了国内精量排种器的研究与开发。如:基于碰撞理论和能量平衡原理研究了水稻脱粒破碎率与脱粒原件速度关系,指出脱粒原件的冲击是水稻脱粒谷粒损伤的主要原因。

棉花精量穴播技术近几年取得了长足的发展。其中对排种器的研究主要在于结构参数、运动参数对排种器性能的影响,如型孔的大小形状、排种轮的转速以及播种机进给速度等,以期为棉种充种创造条件。但这忽略了种子本身在排种器性能提高方面的作用,使得排种器的排种性能与预期目标有一定的差距,多粒率、破碎率和空穴率高的问题仍然存在,而空穴比多粒对棉花产业影响更大。造成空穴率高的一个主要原因是:棉种在充种区起拱、相互抢位。因此,研究如何避免或减小种子起拱、抢位强度以提高充种性能就显得尤为必要。

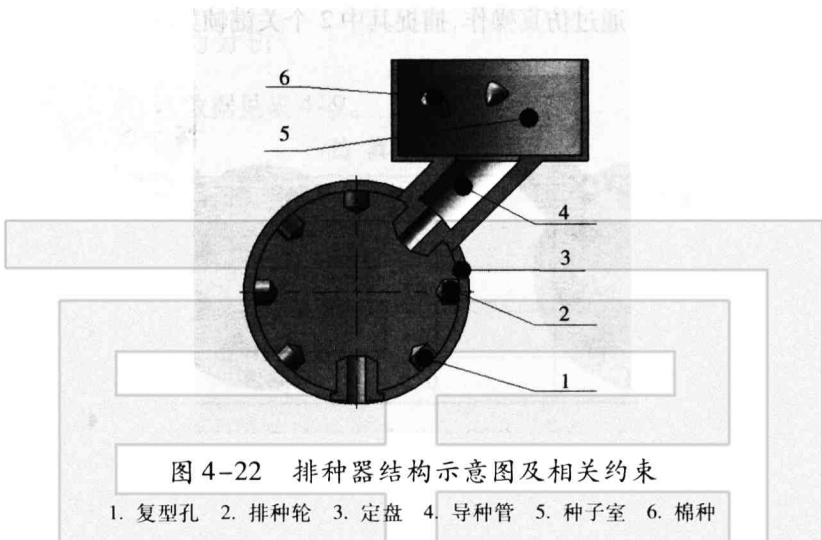
针对当前相关研究未考虑棉种主动性而影响排种器性能提高这一问题,以一种窝眼轮式棉花精量排种器为研究对象,运用UG建立了一种窝眼轮式棉花精量排种器的简化三维模型,并用虚拟样机技术软件Adams建立虚拟模型,对其运动过程进行仿真。研究了该穴播器晃动幅对起拱、占位的干扰作用,不仅为现有典型棉花精量排种器的设计、优化提供理论依据,还能为寻找新的充种方式提供思路。

一、棉花精量排种器虚拟样机模型的构建

(一)三维实体模型的建立

合理的型孔形状是保证棉花精量播种的重要因素。本研究选定圆柱带锥角的复型孔为研究对象,其在排种轮上的结构如图4-22所示。对一种窝眼轮式棉花精量穴播器进行合理简化,在UG软件环境中建立其三维实体模型。根据试验获得的棉籽特征参数绘制样条曲线,用放样命令,建立棉籽的三维实体模型。种子体积为 104.5265 mm^3 。

为便于阅图,图4-22只将2粒种子、固定副、转动副、驱动以及其中2个接触副设为可见,其中contact为接触副。



(二) 虚拟样机模型的建立

先将模型导出为 Parasolid 格式文件,并以 x_t 后缀名存储,再进入 Adamsview 环境中,将该 Parasolid 格式文件导入,建立虚拟样机,并对其施加各种约束,使其最大可能地接近真实情况。然后采用 fixed 命令将各部件固定在一起,在排种轮和机架之间施加转动副,模拟旋转运动;在地面和机架之间施加移动副,模拟进给运动。此外,用相同的方式将种子群导入,并将种子全部移动定位在种子室,使其成为自然堆积状态,然后用 contact 命令为种子和各部件间施加接触约束 fnl。最后,在 modify 中输入试验获得的棉籽密度。

(三) 棉种运动仿真分析

国内外精密排种器性能研究往往是在假设条件下完成,不考虑地面凹凸不平引起的振动因素对排种器排种性能的影响,理论研究与生产实际上存在偏差。

本文充分考虑以上振动因素,提出通过驱动穴播器晃动来干扰抢位的思路,并对不同频率以及幅度的晃动对排种器充种性能的影响进

行了仿真分析。通过仿真操作,捕捉其中2个关键帧如图4-23所示。

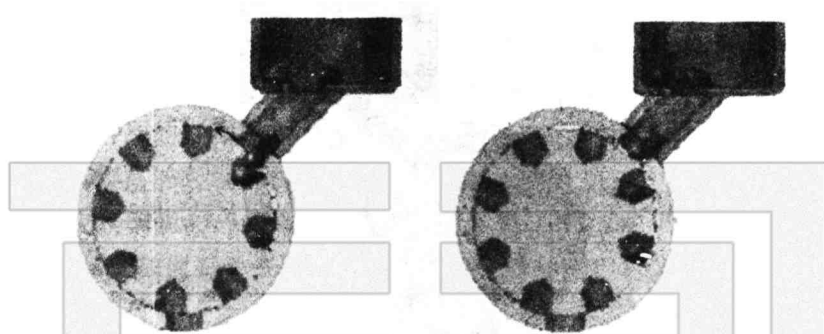


图4-23 复型孔仿真过程中两关键帧

从仿真过程看来,复型孔的充种率很高,第2帧出现了3粒种子拥挤的现象。放大该处(图4-24)发现,是3粒种子在相互抢位、推挤。仿真中出现了接触力瞬时增大的现象(图中矢量即为该点上瞬时接触力的大小和方向)。虽然最终有1粒种子顺利地进入了型腔,但由于实际排种轮为刚性,不可避免地存在对棉种的损伤,如果损伤部位刚好是胚芽,则直接影响到棉种的质量和棉花的产量。所以,需要采取一定的措施进行改进设计。

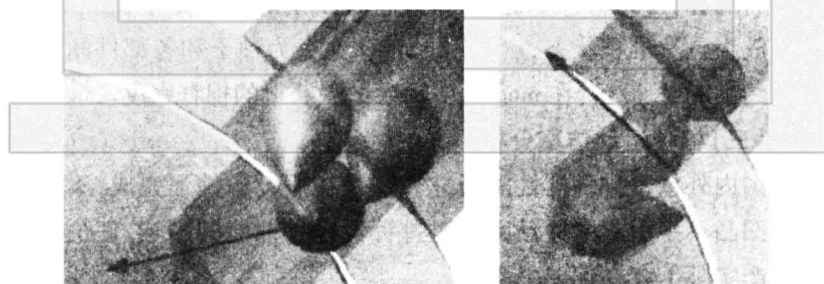


图4-24 棉种抢位时的接触力

二、结果与分析

仿真设计数据见表4-9。

表4-9 仿真设计数据

仿真	幅度/mm	周期/s
1	10.0	1.0
2	1.0	1.0
3	1.0	1.0
4	1.0	1.0

(一) 不同晃动幅度对充种的影响

在进给驱动上施加 $\text{step}(\text{time}, 0, 0, 1, 10) + \text{step}(\text{time}, 2, 0, 3, -20) + \text{step}(\text{time}, 4, 0, 5, 10) * 1d$ 函数, 使得穴播器在前后方向上按图4-25所示的频幅运动。对充种过程进行仿真, 如图4-26所示。

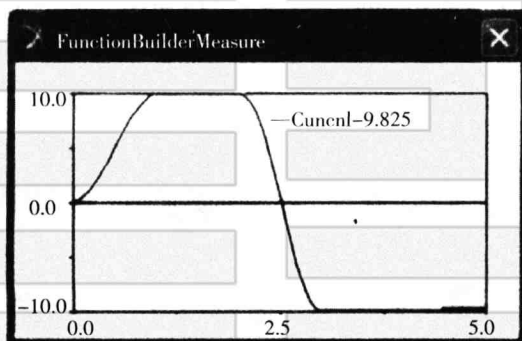


图4-25 幅度为10.0时的驱动函数曲线

从图4-26可见, 虽然前面的种子都顺利进入了型孔而且没有出现空穴, 但第3颗种子却因和别的种子抢位而产生了很大的接触力(图4-26中无箭头的矢量是指接触力瞬间达到了无穷), 仿真也因此终止。

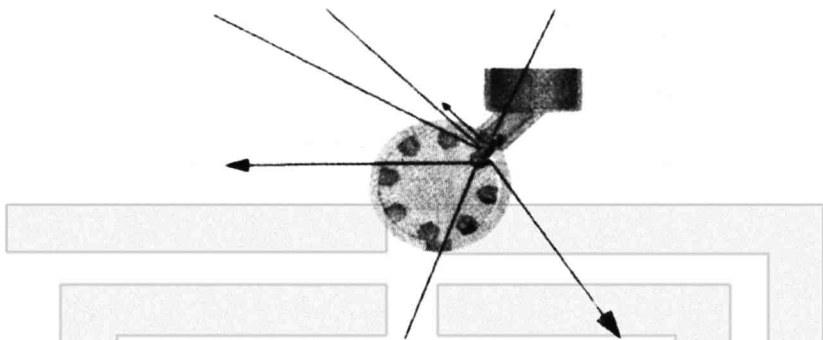


图 4-26 幅度为 0.0 时的充种状况

在实际充种过程中,排种器不会因为这个原因停止工作,但种子破碎是必然的结果。造成这种状况的原因就是频率太低,换向时产生的晃动不但没有干扰种子间的抢位,反而因种子产生的惯性力使其无法在抢位失败时回升至导种管。因此,修改驱动函数为 $\text{step}(\text{time}, 0, 0, 1, 1) + \text{step}(\text{time}, 2, 0, 3, -2) + \text{step}(\text{time}, 4, 0, 5, 0) * 1d$, 即将晃动幅度由 10.0 弱化至 1.0。仿真中的关键帧如图 4-27 所示。

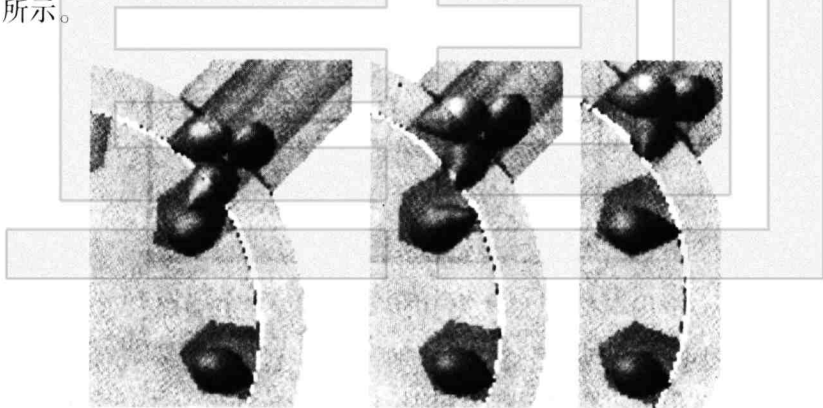


图 4-27 幅度为 1.0 时的充种状况

由图 4-27 可见,在多粒种子抢位的瞬时,因为小幅度晃动的干扰,多余的种子溜回导种管且接触力非常小(没有出现接触力矢量),即穴播器沿进给方向的小幅度晃动对充种是有利的。

(二) 不同晃动频率对充种的影响

$\text{step}(\text{time}, 0, 0, 0.1, 1) + \text{step}(\text{time}, 0.2, 0, 0.3, -2) + \text{step}(\text{time}, 0.4, 0, 0.5, 0) + \text{step}(\text{time}, 0.6, -1, 0.7, 1) + \text{step}(\text{time}, 0.8, 0, 0.9, -2) + \text{step}(\text{time}, 1.0, 0, 2, 0) * 1d$ 为修改后的驱动函数,使穴播器在进给方向上按图 4-28 所示的频幅运动。该驱动前 1/5 周期高频晃动,后 4/5 周期恒速。对充种过程进行仿真,如图 4-29 所示。

从仿真过程中的关键帧看来,第 1 粒种子顺利进入型孔,且接触力很小(图 4-28 中为零),可推断排种器沿进给方向小频率的晃动对稳定充种和减少碎种是有利的。

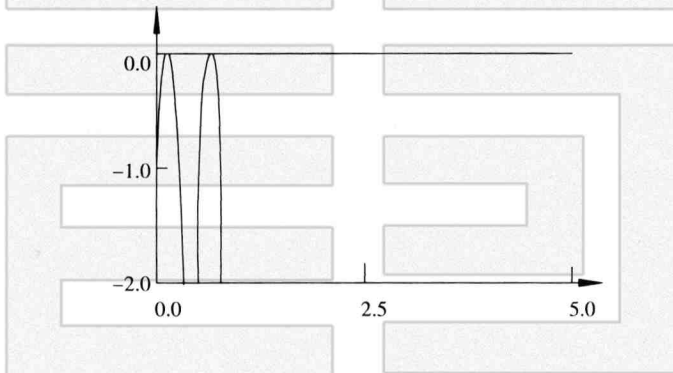


图 4-28 频率为 0.1 s 的驱动函数曲线

从上述 2 种仿真情况分析推断,高频小幅晃动是否会使充种情况更好呢? 故而建立以下新的驱动函数:

$\text{step}(\text{time}, 0, 0, 0.1, 1) + \text{step}(\text{time}, 0.2, 0, 0.3, -2) + \text{step}(\text{time}, 0.4, 0, 0.5, 0) + \text{step}(\text{time}, 0.6, -1, 0.7, 1) + \text{step}(\text{time}, 0.8, 0, 0.9, -2) + \text{step}(\text{time}, 1.0, 0, 2, 0) + \text{step}(\text{time}, 1.1, 0, 1.2, 2) + \text{step}(\text{time}, 1.3, 0, 1.4, -2) + \text{step}(\text{time}, 1.4, 0, 1.0, 2) + \text{step}(\text{time}, 1.6, 0, 1.7, -$

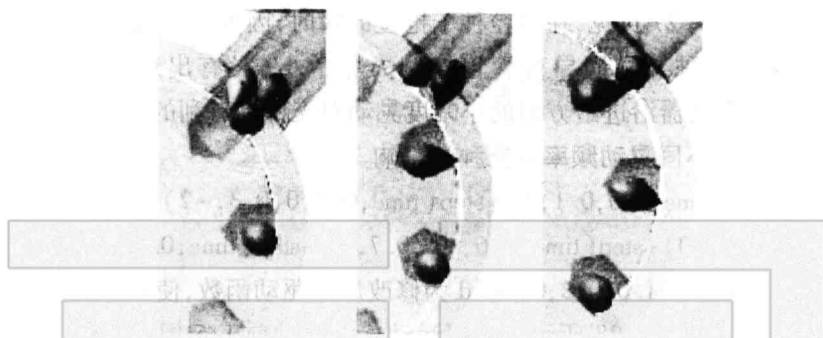


图 4-29 高频率驱动下的仿真过程

$2) + \text{step}(\text{time}, 1.8, 0, 1.9, 2) + \text{step}(\text{time}, 2.0, 0, 2.1, -2) + \text{step}(\text{time}, 2.2, 0, 2.3, 2) + \text{step}(\text{time}, 2.4, 0, 2.5, -2) + \text{step}(\text{time}, 2.6, 0, 2.7, 2) + \text{step}(\text{time}, 2.8, 0, 2.9, -2) + \text{step}(\text{time}, 3.0, 0, 3.1, 2) + \text{step}(\text{time}, 3.2, 0, 3.3, -2) + \text{step}(\text{time}, 3.4, 0, 3.5, 2) + \text{step}(\text{time}, 3.6, 0, 3.7, -2) + \text{step}(\text{time}, 3.8, 0, 3.9, 2) + \text{step}(\text{time}, 4.0, 0, 4.1, -2) + \text{step}(\text{time}, 4.2, 0, 4.3, 2) + \text{step}(\text{time}, 4.4, 0, 4.5, -2) + \text{step}(\text{time}, 4.6, 0, 4.7, 2) + \text{step}(\text{time}, 4.8, 0, 4.9, -2) * \text{ld}。$

按以上所得新驱动函数对充种过程再进行仿真,其驱动函数曲线如图 4-30 所示,仿真过程的关键帧如图 4-31 所示。由图 4-30 和图 4-31 可见,充种效果很好,既无空穴产生且无接触力大的情况出现,从而降低了空穴率和碎种率。

(三) 结论

(1) 以一种窝眼轮式棉花精量排种器为研究对象,从虚拟仿真角度对其进行合理简化并设立接触约束,模拟充种过程中的碰撞。仿真表明充种性能好坏受种子相互抢位影响,可通过穴播器晃动来干扰占位,提高排种器充种性能。

(2) 沿穴播器进给方向的高频小幅晃动对充种有利,降低空穴率、双粒率的同时一定程度上减少了种子损伤。晃动幅度与穴播器

直径比值为 0.002, 平均晃动速度与排种轮线速度比为 0.38。

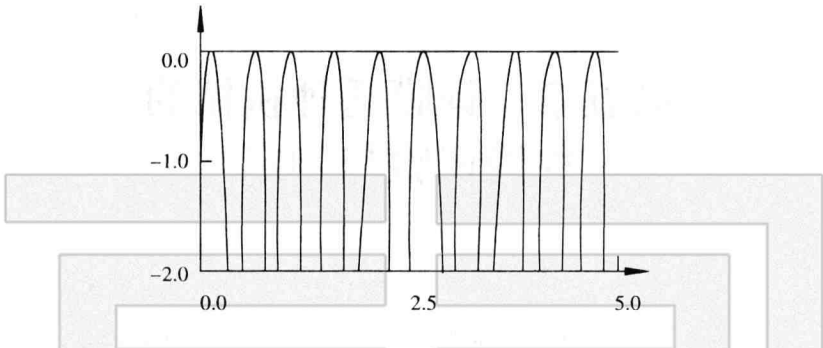


图 4-30 高频小幅的驱动函数曲线图

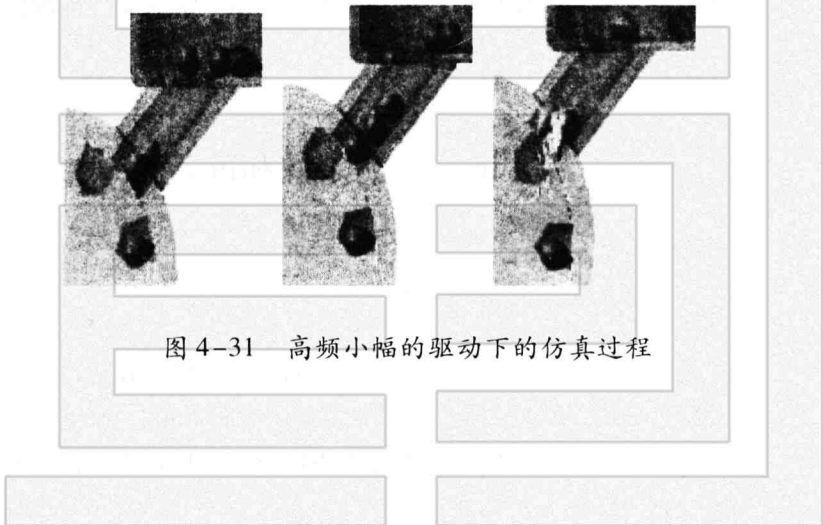


图 4-31 高频小幅的驱动下的仿真过程

第五章 铺膜播种机械的性能试验与测定

播种机械田间性能试验与测定的项目具有许多共同点或相似点,但我国目前广泛推广的铺膜播种机械与传统播种机械在检测条件、检测内容和检测方法方面有较大的不同。本章将结合国内播种机械相关标准和铺管铺膜播种机械作业性能要求,介绍铺管铺膜播种机的性能试验与测定的相关内容。

第一节 试验检测条件和准备

一、试验用样机的抽取

在近6个月生产的合格产品中随机抽取2台样机。在生产企业抽样时,样本基数应不少于9台;在销售部门抽样时可不受此限制。生产考核另外抽取2台样机。试验样机应符合制造厂提供的使用说明书要求,技术状态良好。

二、试验地及环境要求与选择

(1) 试验地应选择当地有代表性的地块。地势应平坦,无障碍物,整地质量应符合铺管铺膜精密播种的农业技术要求。

(2) 试验地测试区长度应在50 m以上,两端预备区长度不小于

20 m,宽度不小于试验机具工作幅宽的6倍,以满足试验行程为宜。

(3)按 GB/T5262 要求测定试验地块的地势、地形、面积、土壤类型、土壤含水率、土壤坚实度、整地质量、干土层厚度及前茬作物等。

(4)土壤含水率测定:在测试区域对角线取样5点,取样深度为0~50 mm及50~100 mm两组,称量精度不低于0.1 g,求平均值。

(5)土壤坚实度测定:在测定含水率的取样处,测出0~50 mm及50~100 mm土层坚实度,求平均值。

三、试验用种子的要求与特性测定

(1)试验用种子应满足铺膜播种机使用说明书中的技术规定。如无特殊要求,试验用种子质量等级不低于2级,但不应为了试验而对种子进行特殊处理。

(2)对种子的品种、千粒重、含水率、种子净度、破损率等特性参数进行特性测定,测定时种子的称量精度不低于0.1 g,测定次数不少于3次,测定值取平均值。

(3)试验用拖拉机和驾驶员的选择。根据使用说明书规定选择配套拖拉机,拖拉机技术状态良好。驾驶员对拖拉机—铺膜播种机作业机组操作应熟练,试验过程中应固定拖拉机和驾驶员。

(4)试验用滴灌管(带)和地膜的准备。试验用滴灌管(带)和地膜规格应符合铺膜播种机使用说明书的要求,滴灌管(带)质量应符合 QB/T2517 的规定,地膜质量等级不得低于合格品,无粘连和破损。

(5)试验用检测仪器。试验用仪器和量具,精度应满足要求,并在法定检定周期内。

第二节 性能试验与检测

一、种子破损率的测定

(1)按 GB/T5262 测定种子的原始破损率 Z_1 。

(2)作业前将排种机构调整到当地农艺要求的播量,并按机组正常作业速度转动排种机构使其排种、排种量相当于穴播机直线行驶 50 m 的用量。从各排种口接取排下的种子。将排下的种子混合均匀后分成 5 份并用四分法取约 100 g(小粒种子 50 g)作为样本,从中检出破损种子并称量,精度不低于 0.1 g。按(式 5-1)计算种子排出口种子的破损率。

$$Z_2 = \frac{W_p}{W_y} \times 100 \quad (\text{式 5-1})$$

式中: Z_2 ——种子排出口种子破损率(%);

W_p ——种子排出口种子样本中破损种子质量(g);

W_y ——种子排出口种子样本质量(g)。

种子破损率 Z 按(式 5-2)计算。

$$Z = Z_2 - Z_1 \quad (\text{式 5-2})$$

二、播种(施肥)深度合格率和种肥距离合格率的测定

(1)在选定的试验地块内沿地块的长边和宽边中点连十字线,将地块划分成四块,随机抽取对角的 2 块作为检测样本。

(2)在样本地块中,按对角线取 5 个小区,小区位于对角线交叉处,大于 6 行的铺膜播种机测定行数为 6 行,选择左、中、右各 2 行,少于 6 行的全测。

(3)测定小区长度为3 m或以所播作物的理论株距乘以12,以穴孔为测点,共测10点。

在测点上,垂直切开土层,测定最上层的种子(肥料)的覆土层厚度和种肥之间的最小距离,按(式5-3)、(式5-4)计算小区播种(施肥)深度合格率和种肥距离合格率,并求平均值。

$$H = \frac{h_1}{h_0} \times 100 \quad (\text{式 5-3})$$

$$Z_r = \frac{h_2}{h_0} \times 100 \quad (\text{式 5-4})$$

式中: H ——播种(施肥)深度合格率(%);

h_1 ——播种(施肥)深度合格点数;

h_0 ——测定总点数;

Z_r ——种肥距离合格率(%);

h_2 ——种肥距离合格点数。

三、膜孔全覆土率、穴距合格率、孔穴错位率、穴粒数合格率和空穴率测定

小区位置同上,小区宽为一个播幅,小区长度为以所播作物的理论株距乘以12,测点为小区内的所有穴孔。依次测定膜孔全覆土情况、穴距、孔穴错位、每穴的种子粒数。按(式5-5)~(式5-9)分别计算膜孔全覆土率、穴距合格率、膜孔错位率、穴粒数合格率和空穴率。

$$H_f = \frac{f_h}{f} \times 100 \quad (\text{式 5-5})$$

$$H_x = \frac{x_h}{f} \times 100 \quad (\text{式 5-6})$$

$$H_c = \frac{C_h}{f} \times 100 \quad (\text{式 5-7})$$

$$H_l = \frac{l_h}{f} \times 100 \quad (\text{式 5-8})$$

$$H_k = \frac{k_h}{f} \times 100 \quad (\text{式 5-9})$$

式中： H_f ——膜孔全覆土率(%)；

f_h ——全覆土膜孔数；

f ——总测定膜孔数；

H_x ——穴距合格率(%)；

x_h ——穴距合格数；

H_c ——膜孔错位率(%)；

C_h ——错位膜孔数；

H_l ——穴粒数合格率(%)；

l_h ——穴粒数合格穴数；

H_k ——空穴率(%)；

k_h ——空穴数。

四、采光面展平度、采光面机械破损程度和飘籽率的测定

小区位置同上,小区宽为一个铺膜幅宽,长度为4 m。顺序进行下列测定:

(1)在与上述相同的测点上,在地膜不产生拉伸的情况下,将采光面上的皱纹展平测定其宽度;

(2)测定小区内采光面上各机械破损部位的边长和缝长;

(3)测定每个小区内膜上飘籽数。

按(式5-10)~(式5-12)计算小区采光面展平度、采光面机械破损程度和飘籽率,并求平均值。

$$\xi = \frac{b_1}{b_0} \times 100 \quad (\text{式 5-10})$$

$$\varepsilon = \frac{1\ 000 \sum l_i}{L b_0} \quad (\text{式 5-11})$$

$$P_z = \frac{P}{P+W} \times 100 \quad (\text{式 5-12})$$

式中： ξ ——采光面展平度(%)；

b_1 ——小区内采光面宽度平均值(mm)；

b_0 ——采光面展平后小区内采光面宽度平均值(mm)；

ε ——采光面机械破损程度(mm/m^2)；

l_i ——小区内第 i 处机械破损部位的边长或缝长(mm)；

L ——小区长度(m)；

P_z ——飘籽率(%)；

P ——小区内膜上飘籽总数；

W ——小区内膜下播种籽粒总数。

五、膜边覆土厚度合格率和膜边覆土宽度合格率测定

小区和测点同上,在每个测点上测定膜边覆土厚度和膜边覆土宽度。按(式 5-13)和(式 5-14)计算小区膜边覆土厚度和膜边覆土宽度合格率,并求平均值。

$$F_h = \frac{d_1}{d_0} \times 100 \quad (\text{式 5-13})$$

$$F_k = \frac{d_2}{d_0} \times 100 \quad (\text{式 5-14})$$

式中： F_h ——膜边覆土厚度合格率(%)；

d_1 ——膜边覆土厚度合格点数；

d_0 ——小区总测定点数；

F_k ——膜边覆土宽度合格率(%)；

d_2 ——膜边覆土宽度合格点数。

六、采光面宽度合格率测定

机组按使用说明书规定的速度作业往返各两个行程,在四个单程上交错选4个小区,每个小区长10 m,小区内均布11个测点。在测点上测定采光面宽度。按(式5-15)计算小区采光面宽度合格率,并求其平均值。

$$C_h = \frac{k_h}{11} \times 100 \quad (\text{式 5-15})$$

式中: C_h ——小区采光面宽度合格率(%) ;

k_h ——小区采光面宽度合格点数。

七、地膜、滴灌管(带)纵向拉伸率测定

(1) 播种机组作业进入预备区并暂停于预备区的前半区。

(2) 测量所用地膜的厚度 δ 和此时膜卷的周长 A 。

(3) 在膜卷中部轴向划一深度适中的标示缝;量出滴灌管(带)通过测区时首尾两标记处的理论长度并打上明显标记后重新卷入滴灌管(带)卷。

(4) 播种机组以设计工作速度通过测区。

(5) 从第一个标示缝起,连续数出 M 个标示缝。

(6) 测量测区内 N 个标示缝首尾两缝的距离及滴灌管(带)首尾两标记处距离 S 。

(7) 按(式5-16)和(式5-17)计算 S 在膜卷上的本长 L 和地膜纵向拉伸率 η 。

$$L = (N-1) [A - (2M-N-1)\pi\delta] \quad (\text{式 5-16})$$

$$\eta = \frac{S-L}{L} \times 100 \quad (\text{式 5-17})$$

式中: S ——测区内 N 个标示缝首尾两缝的距离(mm);

L —— S 在膜卷上的本长(mm);

- M ——标示缝总个数；
 N ——测区内标示缝个数；
 δ ——测试用地膜厚度(mm)；
 A ——第一个标示缝对应的膜卷周长(mm)；
 η ——地膜、滴灌管(带)纵向拉伸率(%)。

第三节 可靠性试验

一、可靠性试验方法

(1)检测单位或生产企业做定量截尾现场试验,定量截尾试验作业量为 $22 \text{ hm}^2/\text{m}$ (幅宽)；

(2)采用4~5户的质量跟踪,每户的铺膜播种机的作业量为 $22 \text{ hm}^2/\text{m}$ (幅宽)左右；

(3)采用不少于10户的用户调查,每户的铺膜播种机的作业量为 $22 \text{ hm}^2/\text{m}$ (幅宽)左右。

二、故障统计判定原则

(1)铺膜播种机或其零部件在规定地条件下不能完成其规定功能或性能下降超过规定范围的一切现象,均称故障。

(2)按使用说明书规定进行的保养和按期更换的随机备件,不作故障处理,但做好记录。

(3)故障修复时间是指故障诊断、修理及调试的总时间,但不包括人为或自然因素所耽误的时间。

(4)铺膜播种机可靠性指标计算时,只计在调整或日常保养中能用随机工具轻易排除的轻度故障以外的本质故障。

三、故障频次

(1) 铺膜播种机因发生本质故障而维修一次,称一个故障频次。

(2) 故障正确排除以后,重复出现的同一故障,应分别统计其故障频次。

外界因素造成的铺膜播种机故障,在进行可靠性指标计算时,不予计入,但应做好记录,具体是:

- ① 由于在超出机具使用说明书、技术条件规定的使用条件下作业造成的故障;
- ② 由于操作人员不按使用说明书使用、保养或误动作造成的故障;
- ③ 外界偶然事故(含动力故障)引起的故障;
- ④ 故障排除方法不当而再次发生的故障。

四、可靠性指标计算

在近六个月内生产的产品中随机抽取2台产品进行定量现场可靠性试验。

(一) 平均故障间隔作业量

平均故障间隔作业量按(式5-18)计算。

$$MTBF = \frac{\sum Q_n}{r_n B_0} \quad (\text{式 5-18})$$

式中: $MTBF$ ——样机单位作业幅宽的平均故障间隔作业量 (hm^2/m);

Q_n ——生产试验期间样机累积作业量(hm^2);

B_0 ——联合播种机作业幅宽(m);

r_n ——生产试验期间内出现的故障(轻度故障除外)总数

(当 $r_n=0$ 时,按 $r_n=1$ 计)。

注:轻度故障是指轻度影响产品功能,在日常保养中能用随机工具轻易排除的故障。

(二)平均首次故障前作业量

进行试验时,操作人员必须按制造厂提供的使用说明书的规定进行操作和维修。试验过程中,每班次应记录铺膜作业量、作业速度、故障类型和原因及各类时间消耗(作业时间、班次时间、调整保养时间、样机故障排除时间等),作业量精确到“0.01 hm²”,时间精确到“min”。平均首次故障前作业量按(式 5-19)计算。

$$MTTFF = \frac{\sum t_s + \sum t_0}{r_s B_0} \quad (\text{式 5-19})$$

式中:

$MTTFF$ ——平均首次故障前作业量(hm²/m);

r_s ——试验期间,发生首次故障的联合播种机台数($r_s=0$ 时,按 $r_s=1$ 计);

$\sum t_s$ ——各受试联合播种机首次出现故障时的作业量之和(hm²);

$\sum t_0$ ——在定量截尾试验中,未发生故障的各联合播种机作业量之和(hm²),定量截尾试验作业量为 22 hm²/m;

B_0 ——联合播种机作业幅宽(m)。

附录一

GB/T6973-2005《单粒(精密)播种机 试验方法》

2005-10-24 发布 2006-05-01 实施

引 言

本标准的目的为为试验机构和其他组织提供适用的单粒(精密)播种机的标准试验方法,以实现在不同地区和不同气候条件下进行可重复性试验,并使各种型号机具的试验有可比性。

本标准规定的可重复性条件限定的规定性试验可用于田间规定性试验和评估田间规定性试验,但是这些试验可以在试验机构的建议下或生产厂家的要求下有选择地进行。

1. 范围

本标准规定了单粒(精密)播种机试验方法。

2. 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T9478 谷物条播机试验方法(GB/T9478-2005,ISO7256-2:1984,MOD)

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 单粒精密播种机 single seed drills(precision drills)。

播种机的排种器将种子按预定的间距单粒地播入由开沟覆土装置形成的播行内。

3.2 播种单体 sowing unit (for seed)。

一般由排种装置和开沟覆土装置等工作部件组成。

3.3 排种器 metering mechanism (for seed)。

将种子单粒地排入播行内的装置。

3.4 开沟覆土装置 burying device。

一般包括一个开沟器、开沟深度调节装置及种子覆盖装置。

3.5 开沟器 coulter。

在土壤中开出种沟以承接排种器排出的种子的工作部件。

3.6 排种量^① flow rate。

排种器在单位时间内排出种子的数量或质量。

3.7 排种量^① application rate。

单位播行长度或单位播种面积内播入的种子数量或质量。

3.8 粒距 spacing。

播行内相邻两粒种子间的距离。

理论粒距:由制造厂规定和控制机构所能控制的种子间距。

①对于(单粒)精密播种机,测定排种量和播种量仅涉及种子的数量。

3.9 漏播 miss。

理论上应该播一粒种子的地方而实际上没有种子称为漏播。统计计算时,凡种子粒距大于1.5倍理论粒距称为漏播(见6.1.1)。

3.10 重播 multiples。

理论上应该播一粒种子的地方而实际上播下了两粒或多粒称为重播。统计计算时,凡种子粒距小于或等于0.5倍理论粒距称为重播(见6.1.1)。

3.11 滑移率 skid rate。

播种机在田间作业中,传动(地)轮运转时,相对于地面的滑移程度。

$$\delta_1 = \frac{S - 2\pi Rn}{2\pi Rn} \times 100 \quad (1)$$

式中: δ_1 ——滑移率,单位为百分率(%);

S ——传动轮走过的实际距离,单位为米(m);

R ——传动轮半径(刚性轮测轮子的外缘,不计轮缘外凸出物;橡胶轮测量轮胎承载后的静半径),单位为米(m);

n ——传动轮在路程 S 内的转数。

3.12 滑转率 slippage rate。

以驱动轮为传动轮的播种机,在田间作业中传动轮运转时相对于地面的滑转程度。

$$\delta_2 = \frac{2\pi Rn - S}{2\pi Rn} \times 100 \quad (2)$$

式中: δ_2 ——滑转率,单位为百分率(%)。

3.13 种子千粒重 mass of 1 000 seeds。

水分含量符合国家标准规定的 1 000 粒种子的质量,以克(g)为单位。

3.14 种子净度 purity of seeds。

种子样品中去掉杂质和废种子后,留下的种子质量所占的百分率。

4. 一般试验条件

4.1 播种机。

4.1.1 抽样。

提供试验的播种机,可由试验机构会同生产厂家抽取。

所抽播种机应符合生产厂的技术规范,制造厂应将技术规范以书面形式提交试验机构。

试验报告应说明试验用播种机的抽样方法。

4.1.2 使用说明书。

样机应按产品使用说明书的规定使用。产品使用说明书中应至少给出下列内容:

a) 产品适用的最大和最小行驶速度,单位为米每秒(m/s);

b) 排种器的最大和最小转速或线速度,以转每分钟(r/min)或米每秒(m/s)表示;

c) 播种用种子类型和品种;

d) 播每种种子采用的排种装置。

4.1.3 技术特性检验。

制造厂提出的技术特性应记入试验报告,并予以检验。

4.2 种子。

4.2.1 种子类型。

播种机试验时应采用制造厂产品使用说明书中要求的种子。

4.2.1.1 单用途播种机。

如果注明播种机是用于播种某一类型种子,并适用于不同的播种方式时,则试验应按制造厂使用说明书规定的种子类型和播种方式进行试验。

4.2.1.2 多用途播种机。

如果注明播种机为多用途,则试验应对下列4种类型的种子进行试验。

—a类:直径为 (3 ± 0.75) mm,中等尺寸的圆粒种子(例如豌豆或包衣种子,其包衣应光滑,形状规则);

—b类:直径小于3 mm,形状规则的小粒种子(例如圆白菜种子);

—c类:直径大于6 mm,形状不规则的大粒种子(例如豆类或玉米种子);

—d类:制造厂允许除上述类型外,比较难播的种子(例如非球状单胚芽甜菜、胡萝卜种子等)。

注:除包衣种子外,试验用种子不应进行任何能改变其物理特性的处理。

4.2.2 种子特征。

试验用种子尺寸特征(形状和颗粒轮廓)、净度(杂质、坏种和破损种子的百分数)、千粒重(百粒重)以及该批种子的含水量,应记入试验报告。

4.3 环境条件。

应观测环境湿度并记入试验报告。

5. 规定性试验

5.1 试验分类(见附录A)。

规定性试验主要测定播种粒距的精确度和播种量。

每次测定试验应在3个不同的播种单体上进行,或在一台多行播种机上取3行,如果每个播种单体都有独立的排种装置则取3个独立的播种单体进行试验。

第1,2,3,6号试验(见附录A)应对播种单体进行静态试验或动态试验。

第4号试验(见附录A)应对播种单体进行动态试验。

第5号试验(见附录A)应对播种单体在承种床上方移动时进行动态试验。

5.1.1 静态试验。

播种单体处于静止状态,排种装置应在实际作业转速下运转,也就是考虑

到理论行驶速度和排种装置与驱动轮速度间的调节速比。为了模拟播种机与地面相对移动,可用一条粘胶带以相当播种机的作业速度在播种单体下方移动。不考虑播种机打滑的情况,其速度与播种机的前进速度相当。

注:这种借助粘胶带记录种子的方法可以以任何其他方法取代。例如用声学或光学方法。采用的方法应记入试验报告中。

5.1.2 动态试验。

将播种单体安装在移动式小车上,恒速平稳地通过粘胶带上方,前进速度与播种机的实际作业速度相等,并进行测定和记录。

注:借助于粘胶带记录种子的方法可以以任何其他方法取代。例如用声学或光学方法。采用的方法应记入试验报告中。

5.1.3 承种床上的试验。

播种单体应恒速平稳地在规定技术特性的承种床(见注)上方移动。

开沟器入土深度应大于最小的播深。

为了防止种子被覆盖,开沟器上可带有附加装置,但不应影响种子的间距并保持播种深度的稳定性。

试验时的前进速度应相当于播种机实际作业速度。

注:承种床的特性:

a) 型砂承种床:型砂粒度 85 ~ 120 μm ;黏土含量具有一定的粘聚力(20% ~ 25%);含水量 4% ~ 6% 之间。

b) 纯承种床:芳丹白露承种床,其中按 1% 比例加入了一种低黏性油。

5.2 调整和试验方法。

5.2.1 开沟器的位置(见附录 A)。

第 1,2,6 号试验(见附录 A)可在开沟器提升状态下进行。从排种器投种口到种子落地点的距离应尽可能接近实际的播种距离。

第 3 号试验(见附录 A)部分试验应带开沟器,试验时,为了便于观测种子触及开沟器内壁反弹下落的方向,开沟器应处于适当位置。此时,从排种器的投种口到种子落地点的距离应稍大些,但应尽量接近实际播种距离,以免扩大种子的散射区。投种高度距离应记入试验报告。

第 4,5 号试验(见附录 A)开沟器应处于适当位置进行。

5.2.2 种子箱加种。

种子箱在试验期间加种时,应避免出现任何不正常的种子压实情况。

试验可在满箱(100%)、半箱(50%)和1/8箱(12.5%)总容积下分别进行,该总容积应是排种杯的有效容积和种箱容积之和。

5.2.3 前进速度。

根据制造厂使用说明书的要求,应在相当于下列前进速度1.0 m/s,1.50 m/s,2.0 m/s,2.5 m/s和3.0 m/s中选出3种为作业速度进行试验。

对于静态试验,驱动轮转速可由式(3)求得:

$$\omega = \frac{v}{2\pi R} \quad (3)$$

式中: ω ——驱动轮转速,单位为转每秒(r/s);

v ——播种机前进速度,单位为米每秒(m/s);

R ——平均载荷下驱动轮半径,单位为米(m)。

对于田间试验,驱动(地)轮转速可由式(4)求得:

$$\omega = \frac{v}{2\pi R(1+\delta_1)} \quad (4)$$

式中: v ——播种机前进速度,单位为米每秒(m/s);

R ——平均载荷下驱动轮半径,单位为米(m);

δ_1 ——滑移率。

若排种传动是由拖拉机驱动轮带动时,则拖拉机驱动轮转速按式(5)求得。

$$\omega = \frac{v}{2\pi R(1-\delta_2)} \quad (5)$$

式中: δ_2 ——滑转率。

5.2.4 播量调节。

试验应以所用种子在农业上通用的平均播种间距进行。并将播量记入试验报告。

5.2.5 排种装置速度调节。

种子间距的控制靠选配排种器孔或窝眼的数量及转速(或线速)来达到,试验应按制造厂所规定的排种装置的最大转速、最小转速、最大和最小转速的算术平均值相近速度下进行。为了得到特定的播种间距,可在播种单体上采用(排种滚筒、型孔盘或型孔带式)排种元件。

如果播种机只有一种播种间距调节方法,则试验只在一种播种间距调节方

法下进行。

5.2.6 倾斜试验。

倾斜试验应按如下进行：

- a) 向后倾斜:播种单体向后倾斜 11° (20%的倾斜度)；
- b) 向前倾斜:播种单体向前倾斜 11° ；
- c) 向右倾斜:播种单体向右倾斜 11° ；
- d) 向左倾斜:播种单体向左倾斜 11° 。

5.2.7 试验的持续时间。

行程次数应根据试验台测定区段长度而定。测定区段长的最小长度,应相当于250个粒距所占的位置。

试验台的每一个行程(动态试验)或移动式粘胶带的每一个行程(静态试验),其足够长度应不包括为消除启动时由于加速而产生的不规则性。

每次试验前,种子箱应添加种子,并使排种器运转足够的时间,以使种子充满排种杯。

5.2.8 测定方法。

静态试验和动态试验中,测定种子粒距的方法是量取相邻两粒种子间的几何中心距离,测量单位为毫米(mm)。

5.3 试验程序(见附录A)。

5.3.1 种箱中种子面高度的影响(1号试验)。

测定种箱内不同种子面高度对排种装置排种性能的影响。

5.3.2 排种装置速度调节的影响(2号试验)。

测定排种装置速度对排种的影响。

5.3.3 排种装置对倾斜状态的影响(3号试验)。

5.3.3.1 前后倾斜。

测定前后倾斜对排种装置排种的影响。

5.3.3.2 左右倾斜。

测定左右倾斜对排种装置排种及间距精确性的影响(来自开沟器翼部的回弹)。

5.3.4 播种机前进速度的影响(4号试验)。

测定播种机前进速度对排种装置排种和播种间距精确性的影响。

5.3.5 种子附加运动的影响(5号试验)。

观察种子的附加运动(种子转动)并确定对其落地位置精确性的影响。

5.3.6 种子离析的影响(6号试验)。

观察种子箱内种子的离析现象,并确定其对排种性能的影响。

注:测定前先将排种装置运转 30 min,连续添加种子,最后使种子箱内的剩余种子面高度不少于 1/8 箱。在充满种子箱 1/8 容积后进行测定。

6. 试验结果

6.1 规定性试验结果。

检验每一行程每一次试验的结果,如果试验是在 3 个播种单体上进行,则每一次试验应得到 3 个结果(每个播种单体 1 个结果),并将试验结果记入试验报告。

6.1.1 数据处理。

6.1.1.1 按制造厂说明书提供的播种理论粒距 X_{ref} 调整播种机,该理论粒距应经试验机构验证。

6.1.1.2 试验时测得各相邻种子粒距的不同 X 值。

6.1.1.3 这些不同的 X 值落入分布在 X_{ref} 的两侧,以 $0.1X_{ref}$ 间隔分成区段,在 X_{ref} 的周围可得到如下区段: $[0.9X_{ref}, X_{ref}]$; $[X_{ref}, 1.1X_{ref}]$ 等等。

6.1.1.4 每个区段的变量为:

$$X_i = \frac{x_i}{X_{ref}} \quad (6)$$

式中: x_i —— 区段的中值。

6.1.1.5 绘制如下图表。

a) 频率表(见附录 C 表示不同区段的 X 值及其出现的频率 n_i 。

b) 频率直方图(见附录 D)以 X 为横坐标,相对频率 $F_i = n_i/N$ 为纵坐标。

式中: N 为试验测定的种子数。

6.1.1.6 频率表应按下列间隔划分:

$$\{0 \sim \leq 0.5\} \quad \{0.5 \sim \leq 1.5\} \quad \{1.5 \sim \leq 2.5\}$$

$$\{2.5 \sim \leq 3.5\} \quad \{3.5 \sim \leq +\infty\}$$

如果: $n_1' = \sum n_i (X_i \in \{0 \sim 0.5\})$

$$n_2' = \sum n_i (X_i \in \{>0.5 \sim \leq 1.5\})$$

$$n_3' = \sum n_i (X_i \in \{>1.5 \sim \leq 2.5\})$$

$$n_4' = \sum n_i (X_i \in \{>2.5 \sim \leq 3.5\})$$

$$n_5' = \sum n_i (X_i \in \{>3.5 \sim +\infty\})$$

$$\text{则: } N = n_1' + n_2' + n_3' + n_4' + n_5' \quad (7)$$

6.1.1.7 确立以下等式:

$$\text{——重播数: } n_2 = n_1' \quad (8)$$

$$\text{——合格数: } n_1 = N - 2n_2 \quad (9)$$

$$\text{——漏播数: } n_0 = n_3' + 2n_4' + 3n_5' \quad (10)$$

$$\text{——区间数: } N' = n_2' + 2n_3' + 3n_4' + 4n_5' \quad (11)$$

$$\text{——平均合格粒距: } \bar{X} = \frac{\sum n_i X_i}{n_2} \quad (12)$$

式中: $X_i \in \{>0.5 \sim \leq 1.5\}$

6.1.2 试验结果评价。

6.1.2.1 排种性能指标。

$$\text{合格指数: } A = \frac{n_1}{N} \times 100 \quad (13)$$

$$\text{重播指数: } D = \frac{n_2}{N} \times 100 \quad (14)$$

$$\text{漏播指数: } M = \frac{n_0}{N} \times 100 \quad (15)$$

6.1.2.2 播种精确性指标。

$$\text{标准差: } \sigma = \sqrt{\frac{\sum n_i X_i^2}{n_2'} - \bar{X}^2} \quad (16)$$

式中: $X_i \in \{>0.5 \sim \leq 1.5\}$

$$\text{变异系数: } C = \sigma \times 100 \quad (17)$$

6.2 选择性试验结果。

见附录 E 中 E.4。

7. 试验报告。

详见附录 F。

附录 A 台架试验

表 A. 1

项目	试验形式	试验编号	倾斜度	种箱种子	理论前	排种器	种子类型
				面高度	进速度	转速	
A 规定性试验							
1. 种箱内种子面高度的影响	静态或动态可不带开沟器	101	无	1/1	高	平均	C
		102		1/8	低		C
		103		1/1	高		d
		104		1/8	低		d
2. 排种器转速的影响	静态或动态可不带开沟器	201	无	1/2	低	最小	b
		202			高	最大	b
		203			低	最小	c
		204			高	最大	c
		205			低	最小	d
		206			高	最大	d
3. 倾斜的影响	静态或动态	301	向后倾	1/2	平均	平均	a
		302	斜 11°				c
		303	向前倾				c
		304	斜 11°				a
	带开沟器	305	向右倾				a
		306	斜 11°				c
		307	向左倾				c
		308	斜 11°				a
		309	无				a
		310					c

续表

项目	试验型式	试验编号	倾斜度	种箱种子面高度	理论前进速度	排种器转速	种子类型
4. 前进速度的影响	静态或动态带开沟器	401	无	1/2	低	最大	a
		402			平均	平均	a
		403			高	最小	a
		404			低	最大	b
		405			平均	平均	b
		406			高	最小	b
		407			低	最大	c
		408			平均	平均	c
		409			高	最小	c
		410			低	最大	d
		411			平均	平均	d
		412			高	最小	d
5. 种子附加运动的影响	在承种床上做动态试验带开沟器	501	无	1/2	平均	最大	a
502	b						
503	c						
6. 种子离析现象的影响	固定或移动可不带开沟器	601	无	1/8	平均	平均	a
602	c						
603	d						

B 选择性试验

7. 种子包衣的影响	固定或移动不带开沟器	701	无	1/2	平均	平均	任选
		702					
		703					

附录 B 播种深度测定装置

将播深测定装置跨播行放入土壤,使箱的上脊部和土壤表面处在同一平面。

用刻有毫米(mm)刻度的平刮板将种子上的土壤刮去,使种子完全露出。然后用平刮板沿箱边测量播深(见图 B.1)。

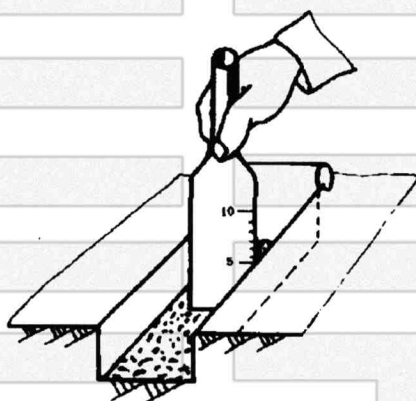


图 B.1 播种深度测量

附录 C 频率试验编号

表 C.1 频率统计计算表

X_i	n_i	F_i
0.05		$n_1' = n_2 = \sum n_i$
0.15		$N = n_1' + n_2' + n_3' + n_4' + n_5'$
0.25		$N' = n_2' + 2n_3' + 3n_4' + 4n_5'$
0.35		$n_2 = n_1'$
0.45		$n_1 = N - 2n_2$
		$n_0 = n_3' + 2n_4' + 3n_5'$

续表

0.55		$n_2' = \sum n_i$	$A = \frac{n_1}{N'} \times 100$
0.65		$\bar{X} = \frac{\sum n_i X_i}{n_2'}$	$D = \frac{n_2}{N'} \times 100$
0.75			$M = \frac{n_0}{N'} \times 100$
0.85		$\sigma = \sqrt{\frac{\sum n_i X_i^2}{n_2'} - \bar{X}^2}$	$C = \sigma \times 100$
0.95			
1.05			
1.15			
1.25			
1.35			
1.45			
1.55		$n_3' = \sum n_i$	
1.65			
1.75			
1.85			
1.95			
2.05			
2.15			
2.25			
2.35			
2.45			
2.55		$n_4' = \sum n_i$	
2.65			
2.75			
2.85			
2.95			
3.05			
3.15			
3.25			
3.35			
3.45			

$$n_5' = \sum n_i (X_i > 3.5)$$

附录 D 频率直方图 (规范性附录)

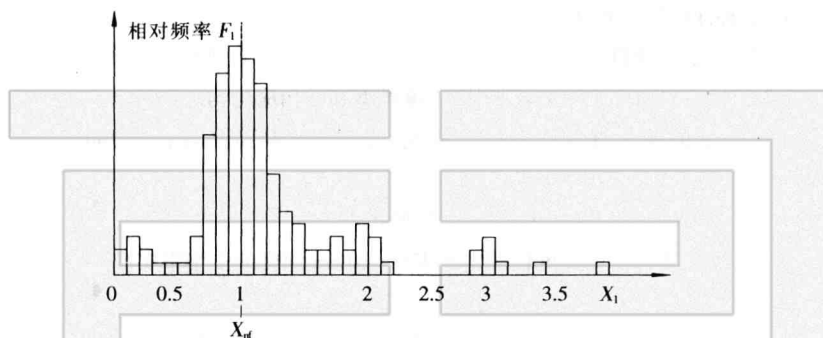


图 D.1 频率直方图

附录 E 选择性试验(规范性附录)

E.1 台架试验(见附录 A)。

E.1.1 试验分类。

包衣种子对播种的影响。

E.1.2 试验条件。

由试验站选择一种种子进行试验(最好用表面粗糙的种子以保持大的包衣量),使用这种类型的种子时应用最大的包衣量。

E.1.3 试验方法(静态或动态台架试验)。

排种装置以最大速度转动 30 min,以新的包衣种子连续不断地加入种箱。

在此期间进行以下 3 个试验:

——一个在开始阶段(701 号试验);

——一个在中间阶段(702 号试验);

——一个在最后阶段(703 号试验)。

E.2 田间试验。

E. 2.1 试验项目应包括:

- a) 已播地上种子的实际粒距;
- b) 开沟深度的一致性;
- c) 播种深度的一致性。

E. 2.2 试验条件。

试验地为已耕地,地表应较平整,土壤类型和结构应均匀。

前茬作物的深度、土壤类型、土壤结构(土层垂直断面上的土块分布、尺寸及含水量)应记入试验报告。

土层结构可以用示意图表示,附在试验报告中。

如可能,可用土壤坚实度仪测定地表 0~10 cm 深度的土壤坚实度。

试验的持续时间应足以取得有效的结果。

机具从试验开始到终了在正常工作条件下应运转正常,除了在地头正常转弯外,不应停车。

至少测定 5 行,测定长度应大于规定所播种子的 250 粒距长度。

首次测定应在播种开始 20 m 后进行,最后测定应在播种结束前 20 m 停止。

试验机构应按制造厂产品说明书规定测定试验用种子。

如仅做一种试验,则应以 2 m/s 的前进速度进行。

理论的播量应是该类型作物的规定播量。

播深应是该种作物最适宜的播深,并应记入试验报告。

注:该试验包括种子在出苗后均匀度的测定。

E. 3 测定条件。

每行检查,应作如下测定:

- a) 相邻种子间距或作物植株中心距;
- b) 由土层的几个截面测得平均沟深;
- c) 种子播深与地表面的水平关系,该深度的测定可参照附录 B。

E. 4 选择性试验的结果。

E. 4.1 种子包衣效果的试验结果。

该说明应与规定性试验相同(见 6.1)。

种子类型、包衣种子特性(制造方式、状态、可能的物理特性)应记入试验

报告。

E. 4. 2 田间试验结果。

间距应按规定性试验 6. 1 中规定。

E. 5 田间生产试验。

田间生产试验面积:与大于 15 kW 拖拉机配套的播种机为 40 hm^2 ;与小于 15 kW 拖拉机配套的播种机为 33 hm^2 ,经济考核项目按 GB/T9478 的规定。

E. 6 试验报告。

见附录 F。

附录 F 单粒(精密)播种机试验报告示例(资料性附录)

制造厂名称和地址:

试验承担机构:

试验用样机由制造厂征得试验机构同意进行抽取。

F. 1 单粒(精密)播种机技术规范。

特征:商标,形式,编号。

牵引式、半悬挂式或悬挂式装置:

排种装置及其驱动机构形式:

传动比挡位(速度)选择形式:

最大和最小作业速度:

km/h

排种装置最大和最小转速:

r/min

适用于播种的种子规范和种子类型:

外廓尺寸

宽度

——工作状态:

m

——道路运输状态:

m

道路运输状态高度:

m

道路运输状态长度:

m

其他技术规范

加种高度:

mm

种子箱容积: L
 空载质量: kg
 载质量(说明种子类型): kg
 轮胎规格:
 轮胎在半负载下的半径: m
 轮胎压力: kPa

F.2 试验条件。

日期和地点:
 种子类型:
 地面倾斜度: 度(°)
 播种机的调节:
 ——种子箱种子面高度:
 ——前进速度:
 ——播量调节:
 ——排种装置转速:
 种子:
 ——尺寸: mm
 ——商业化分析评定:
 ——净度: %
 ——千粒重: g
 ——含水量: %
 大气条件:
 ——湿度:

F.3 试验结果。

规定性试验:

- 1 号试验: 种箱中种子面高度的影响;
- 2 号试验: 排种装置速度调节的影响, 见 1 号试验表 F. 1. 1 号播种单体;
- 3 号试验: 机具在倾斜位置作业的影响, 见 1 号试验表 F. 1. 1 号播种单体;
- 4 号试验: 播种机前进速度的影响, 见 1 号试验表 F. 1. 1 号播种单体;
- 5 号试验: 种子附加运动的影响, 见 1 号试验表 F. 1. 1 号播种单体;

6号试验:种子离析现象的影响,见1号试验表F.1.1号播种单体。

该表适用于各种类型的种子试验。

编制每一种试验条件的间距直方图。

选择性试验:

7号试验:包衣种子的影响:

对规定性试验除提出试验结果外,还应阐明包衣种子的物理特性。

田间试验:

与规定性试验说明内容相同。

不同调节所获得的各种深度直方图。

表 F. 1

试验编号:NO	排种装置速度															
播种单体:NO	最大				平均				最小							
种子型式:																
坡度																
试验结果	种子箱				种子箱				种子箱							
	满箱	半箱	1/8箱		满箱	半箱	1/8箱		满箱	半箱	1/8箱					
	前进速度 (m/s)				前进速度 (m/s)				前进速度 (m/s)							
	满箱	半箱	1/8箱		满箱	半箱	1/8箱		满箱	半箱	1/8箱					
	高	平	低	均	高	平	低	均	高	平	低	均	高	平	低	均
理论调节间距(cm)																
理论粒距(cm)																
排种性能																
合格指数																
重播指数																
漏播指数																
播种变异系数																

记录人

测

附录二

新疆生产建设兵团 铺膜铺管精量穴播作业技术规程

1. 规程内容与适用范围

本规程规定了铺膜铺管精量穴播播种机进行作业的农业技术要求、田间准备、机组准备、注意事项、作业质量的检查与验收及安全技术要求等。

本规程适用于棉花、番茄(丸粒化)等作物的铺膜铺管精量穴播作业(以下简称精播作业)。

2. 农业技术要求

2.1 适期铺膜播种。在气温、地温、土壤湿度适宜作物播种要求时,应及时整地、铺膜播种。

2.2 精播技术要求。

2.2.1 播行端直。50 m 播行内直线偏差不大于 8 cm。

2.2.2 行距准确。在一个播幅内与规定行距偏差不大于 1 cm,播幅间连接行距偏差不大于 5 cm。

2.2.3 下籽准确。穴粒数合格率大于 85%,空穴率不大于 3%。

2.2.4 播深适宜。播种深度与规定播深的偏差小于 1 cm,播深合格率大于 85%。

2.2.5 膜孔与种孔的错位率不大于 3%。飘籽率不大于 1%。

2.2.6 作业中种子机械破损率不大于 0.5%。

2.2.7 起落一致,地头整齐,不漏播不重播。

2.3 滴灌管铺设技术要求。

2.3.1 滴灌管按农艺要求的位置进行铺设,不应有拉伸和扭曲。

2.3.2 铺设滴灌管后的膜床,不应影响铺膜质量。

2.4 地膜铺设技术要求。

- 2.4.1 每平方米地膜采光面内不应有周长大于5 cm的破损。
- 2.4.2 地膜两侧应可靠埋入土中,膜面平整,采光面光洁。
- 2.4.3 膜孔覆土率大于95%,覆土带宽度不大于7 cm,覆土厚度为 1.0 ± 0.5 cm;膜孔覆土合格率大于85%。

3. 田间准备

3.1 对条田的要求。

- 3.1.1 适时耕整,整地质量应符合农业技术要求。
- 3.1.2 水分太大的条田整地后应晾晒一至两天。待表土有1~2 cm干土层时方可精播。
- 3.1.3 播种前按要求及时喷洒除草剂,喷洒后应立即耙地。
- 3.1.4 影响作业质量的地表残留物,如残膜、残根、残株、石块等应予清除干净。
- 3.1.5 平好地头渠埂及田间入口处,使其符合机组进地和地头转弯的要求。
- 3.1.6 条田内凡属永久障碍物,如电杆及拉线、水井、石堆等,都应做出明显标志;凡属临时性障碍物,均应排除。

3.2 机组通过的路面、桥梁必须有足够的宽度,要清除沿途的障碍物,填平凹坑,确保安全运行。

3.3 作业小区划分。

3.3.1 根据条田情况与机具编组划分作业小区,其宽度一般为工作播幅的整数倍。

3.3.2 作业小区划分,应尽量采用出地转弯方式;对不能出地转弯的地块,应划出机组地头起落线,地头宽度为工作幅宽的2~4倍。

3.3.3 在播种作业的第一行程位置插上标杆,标杆高度1.6~1.8 m为宜;标杆应插在基本与地面垂直的位置,牢靠并成直线,当从条田一侧采用梭播向左(右)推移时,标杆位置一般由下式确定:

$$E=0.5B \pm C$$

式中: E ——标杆与地边线的距离(m);

B ——机组工作幅宽(m);

C ——拖拉机中心线与瞄准器的距离(m)。(从左向右梭播为 $+C$,反之则为 $-C$ 。)

4. 机组准备

4.1 机组人员配备。

4.1.1 作业机组人员必须经过精播作业技术培训,掌握机械的构造、使用、保养、调整和排除故障的技能以及有关安全知识。驾驶员应持有有效驾驶证和操作许可证。

4.1.2 机组辅助人员应具备基本的精播知识和安全常识。

4.1.3 按机具编组要求配备驾驶和辅助人员,机组人员应定机、定岗、定责。

4.2 机具的技术检查。

4.2.1 检查工作机构的完整性,各工作部件、零件必须完好无缺,无损坏变形。

4.2.2 检查各工作部件、零件安装位置的正确性,必须按照产品说明书的要求正确安装,各配合间隙与尺寸符合要求。

4.2.3 检查各紧固件的紧固性,转动件的转动灵活性及传动机构的可靠性。

4.2.4 对各润滑点加注润滑油。

4.3 主要部件的检查调整。

4.3.1 穴播器:穴播器在安装前必须在穴播器试验台上进行台架试验合格,播种前必须在条田中试播,检验台架试验的可靠性。穴粒数采用更换吸种盘子以调整。

4.3.2 滴灌管卷:滴灌管卷转动灵活,无卡滞,铺管轮按农艺要求调整到指定位置。

4.3.3 风机:风机安装前必须在专用试验台上调试合格,风机传动皮带的紧度必须按照使用说明书的要求调紧;所有气流管道不允许有任何破损,接头处不得漏气,管道布置应尽量缩短长度避免硬弯。

4.3.4 铺膜机构:膜卷放膜应顺利无卡滞,膜卷左右串动不明显;压膜轮应对准膜沟,随地仿形且转动灵活;展膜辊转动灵活、无卡滞、左右串动不明显;膜边覆土装置随地仿形且转动灵活,各调节部位调节方便可靠。

4.3.5 穴孔覆土机构:覆土滚筒应转动灵活、无卡滞、左右无串动,滚筒上的覆土缝环应对准膜孔;取土圆盘应准确将充足土量甩进覆土滚筒;滚筒上的

覆土缝环应能调整覆土带的宽度和厚度。

4.3.6 划行器(梭形播法):拖拉机瞄准点对准划行器印迹时,划行器臂长按下式计算:

$$M=0.5(B+A)\pm C$$

式中: M ——划行器臂长(最外侧穴播器鸭嘴中心到划行器印迹间距离)(m),划行器臂长:左 $+C$,右 $-C$;

B ——机组工作幅宽(m);

C ——为瞄准点到机组中心线的距离(m);

A ——联接行行距(m)。

4.4 机组的联结。

4.4.1 联结后的机组应使置于地面的机具保持水平状态。其左右牵引板的拉紧链拉紧并锁定,不得左右摆动,作业时应将液压操纵杆放在“浮动”工作位置。

4.4.2 动力输出轴的连接必须保证安全可靠,不影响机组的升降。

4.4.3 播种机升起时,如拖拉机有翘头现象,允许在拖拉机前横梁上或前轮上加适当配重。

4.5 其他物资准备。

4.5.1 种子应达到精量播种对种子质量的要求。

4.5.2 膜卷直径不大于25 cm,两端整齐,不粘结,无明显皱折,无破损。膜卷芯管不允许弯曲变形或破损,芯管两端应伸出膜卷两端面1.5~2 cm。

4.5.3 机组人员配发必要的手套、风镜、口罩等劳动保护用品。

5. 注意事项

5.1 机组在正常作业中,应经常检查铺膜、铺管和播种的质量,发现问题及时解决。

5.2 在地头转弯时要注意检查种子箱,当种子箱的种子少于其容积的1/5时,要及时加种。

5.3 及时清除各作业部件上缠绕的泥土杂草和废膜等杂物。

5.4 经常检查穴播滚筒的鸭嘴开闭是否灵活,开度应大于16 mm;如有堵塞、松动和零件丢失现象应及时修复。

5.5 经常注意风扇皮带的张紧度,松动时应及时进行张紧。

5.6 按使用说明书对机组及时认真进行班中和班次保养,检查各紧固部位是否松动、转动部件是否转动灵活,并进行必要的调整、润滑和清扫。

5.7 经常检查拖拉机悬挂架上的左右拉紧螺栓是否拧紧。

5.8 作业中一般不允许停车,必须临时停车时,不允许将油门减小到风机吸不住种子。

5.9 作业中必须停机时,再作业前应先升起精播机,在风机正常工作情况下先用手转动每一个穴播器不少于一圈,然后后退到有种子处将膜重新压好土,再放下机具继续作业。

5.10 播种机上不得放置大量种子、地膜等物,以防超重而影响机具操作。

6. 作业质量检查与验收

6.1 作业质量检查与验收:按本规程 2.2~2.4 中各项要求进行。由农户与机组人员共同进行。

6.2 检查方法:用条田对角线随机抽样检查打分,1 hm² 以上条田抽查 5~10 个点,1 hm² 以下地块抽查 3~5 个点,每点两行,每行长度 10 m,逐项检查,填写验收单。

7. 作业安全技术要求

7.1 操作人员的安全要求。

7.1.1 作业前应对操作人员进行相应的安全知识培训,落实安全生产责任制,明确分工,各负其责。

7.1.2 机组人员应配发劳保用品,播拌有农药的种子,必须戴上口罩与手套。剩余种子要妥善保管,以防人员中毒。

7.1.3 作业中禁止在不允许站人处坐人或站人。

7.1.4 在田间转移和道路运输时,播种机上禁止坐人或站人。

7.1.5 作业时,操作人员不准穿宽大衣服,妇女的发辫应盘好包好。

7.2 机具安全要求。

7.2.1 机组各悬挂点必须联结可靠;牵引吊杆要锁紧,拉紧螺栓应拉紧锁牢,不得左右摇动。安全防护装置完好。安全标志明显。

7.2.2 运输时划行器应竖起并固定牢靠,播种机应处于全悬挂状态;将铰接的工作部件销定或牢固绑在机架上。长距离运输时应将工作部件装入拖车

运送,避免损坏。

7.2.3 拖拉机与播种机之间应装有有效的联络设备,驾驶与辅助人员间应约定联络信号。

7.3 作业中的安全要求。

7.3.1 机车起步前要发出信号,确认安全无误时,方可慢速起步运行。

7.3.2 不准在作业中清理堵塞物和修理、保养、调整机具。

7.3.3 作业中严禁急转弯和倒退,以防损坏机具。

7.3.4 操作液压手柄时,应使播种机轻起轻落。

7.3.5 机组在田间转移时,应保证机具升到最大高度并可靠锁定。

7.4 防火安全要求。

7.4.1 拖拉机不得漏电、漏油,不许用明火照明或排除故障。添加油料时严禁烟火。

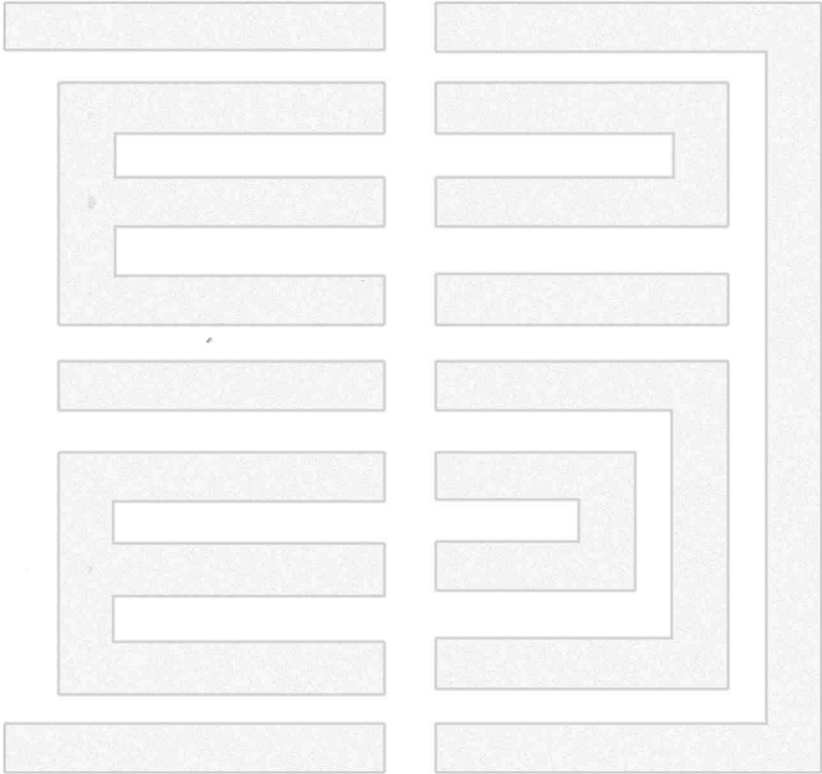
参 考 文 献

- [1]胡明芳,田长彦.新疆棉田地膜覆盖耕层土壤温度效应研究[J].中国生态农业学报,2003,11(3):128~130
- [2]陕西省农业厅.地膜小麦高产栽培技术[M].西安:陕西人民教育出版社,1999
- [3]封俊,梁素钰.新型组合吸孔式小麦精密排种器运动学与动力学特性的研究[J].农业工程学报,2001,(1):63~66
- [4]李志伟,邵耀坚.电磁振动式水稻穴盘精量播种机的设计与试验[J].农业机械学报,2000,31(5):32~34
- [5]汤智辉,王序俭.精准播种[M].新疆:新疆人民出版社,2003
- [6]王凤花,韩英志.2BMP-2棉花铺膜播种机的排种器结构设计分析[J].山东农机,2002,(4)
- [7]罗锡文,蒋恩臣,王在满,唐湘如,李就好,陈伟通.开沟起垄式水稻精量穴直播机的研制[J].农业工程学报,2008,(12)
- [8]廖庆喜,邓在京,黄海东.高速摄影在精密排种器性能检测中的应用[J].华中农业大学学报,2004,(5)
- [9]王吉奎,坎杂,曹卫彬,吴杰.内侧充种式棉花穴播器的充种和清种机理[J].农业机械学报,2006,(6)
- [10]施祖强,汤楚宙,等.转速对偏心轮型孔轮式排种器排种性能的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2008,(3)
- [11]唐春华,曹卫彬,王吉奎,等.基于Pro/E的夹持自锁式棉花精量穴播器建模及运动仿真[J].机械研究与应用,2007,(3)
- [12]胡斌,唐春华,王维新,等.基于Pro/E的重力压板式棉花精量穴播器的优化设计[J].石河子大学学报(自然科学版),2007,(5)
- [13]胡建军,毛罕平.精密播种技术的研究和创新[J].农机化研究,2003,(4)
- [14]许剑平,谢宇峰,陈宝昌.国外气力式精密播种机技术现状及发展趋势

势[J]. 农机化研究, 2008, (12)

[15] 李革. 地膜播种机螺旋覆土滚筒的参数优化[J]. 农业工程学报, 2003, (11)

[16] 张波屏. 现代种植机械工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 1997



责任编辑 蔡丽漫

封面设计 麦胜钧

Hantian Dimo

Fugai

Jingliang

Bozhong Jixie de

Yanjiu Yu

Sheji



ISBN 978-7-5466-0548-7



9 787546 605487 >

定价:28.00 元