

棉花轻简育苗移栽及 配套高产高效栽培技术

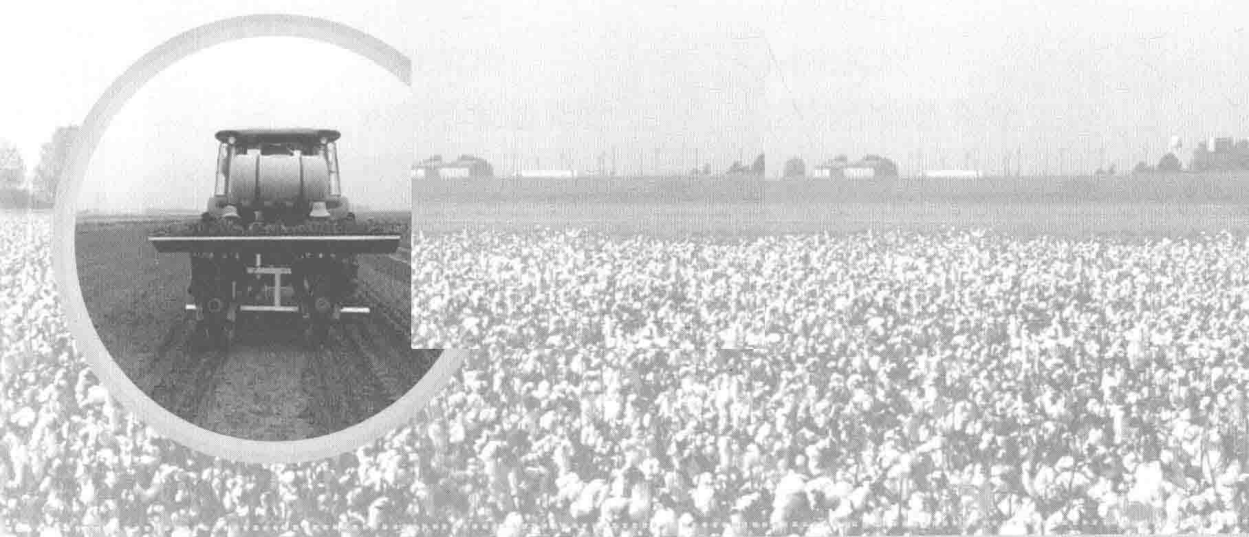
◎ 全国农业技术推广服务中心 组编



中国农业科学技术出版社

棉花轻简育苗移栽及 配套高产高效栽培技术

◎ 全国农业技术推广服务中心 组编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

棉花轻简育苗移栽及配套高产高效栽培技术 / 陈常兵, 白岩, 陈德华主编. — 北京: 中国农业科学技术出版社, 2017.5

ISBN 978-7-5116-3080-3

I. ①棉… II. ①陈… ②白… ③陈… III. ①棉花—育苗—移栽 IV. ①S562.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 099151 号

责任编辑 于建慧

责任校对 李向荣

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电话 (010) 82109194 (编辑室) (010) 82109702 (发行部)

(010) 82109709 (读者服务部)

传真 (010) 82106629

网址 <http://www.castp.cn>

经销者 各地新华书店

印刷者 北京富泰印刷有限责任公司

开本 710mm × 1 000mm 1/16

印张 15.25

字数 273 千字

版次 2017 年 5 月第 1 版 2017 年 5 月第 1 次印刷

定价 50.00 元

编写人员

- 主 编 陈常兵 全国农业技术推广服务中心
 白 岩 全国农业技术推广服务中心
 陈德华 扬州大学农学院
- 副主编 李 莉 全国农业技术推广服务中心
 尚怀国 全国农业技术推广服务中心
 王国平 中国农业科学院棉花研究所
 毛树春 中国农业科学院棉花研究所
 郭红霞 河南省农业科学院经济作物研究所
 张 祥 扬州大学农学院
 刘孝峰 河南省经济作物推广站
 潘宁松 江苏省农业技术推广总站

编写人员（按姓氏笔画为序）

- 马立刚 河北省经济作物技术指导站
王国平 中国农业科学院棉花研究所
王莲芬 天津市宁河区农业技术推广中心
王桂峰 山东省棉花生产技术指导站
王娟娟 全国农业技术推广服务中心
毛树春 中国农业科学院棉花研究所
卢建新 湖北省荆州市农业技术推广中心
白 岩 全国农业技术推广服务中心
朱烨倩 安徽省农业技术推广总站

刘孝峰	河南省经济作物推广站
刘敏彦	河北省经济作物技术指导站
汤春桥	安徽省农业技术推广总站
孙家敏	山东省德州市夏津县农业局
纪从亮	江苏省农业广播电视学校
李 莉	全国农业技术推广服务中心
李燕强	河南省经济作物推广站
杨铁刚	河南省农业科学院经济作物研究所
吴碧波	湖南生物机电技术职业技术学院
冷 杨	全国农业技术推广服务中心
张 祥	扬州大学农学院
张振兴	山东省德州市农业局棉技站
陈 源	扬州大学农学院
陈常兵	全国农业技术推广服务中心
陈德华	扬州大学农学院
尚怀国	全国农业技术推广服务中心
季春梅	江苏省农业技术推广总站
郑明川	湖北省荆州区农业技术推广中心
胡军勇	河南省经济作物推广站
柯 梁	江西生物科技职业学院
聂太礼	江西省棉花研究所
高金权	天津市农业技术推广站
曹 鹏	湖北省农业技术推广总站
梁木根	江西省经济作物技术推广站
熊格生	湖南农业大学
潘宁松	江苏省农业技术推广总站

序 言

我国有 2 000 多年的植棉历史，是全球植棉历史悠久的国家之一，已成为全球棉花科技大国、生产大国和用棉大国，为世界棉花生产和科技发展作出了突出贡献。20 世纪 90 年代我国建立起了比较完善的、基于精耕细作的棉花栽培技术和理论体系，该体系特色鲜明，适合我国国情，在很长一段时期内满足了国内市场对原棉不断增长的需求，为我国奠定世界第一产棉大国的地位作出了重要贡献。进入 21 世纪，随着我国社会经济的不断发展，农业生产展现新的形势和环境，该体系面临着严峻挑战，主要表现在以下两个方面：一是传统精耕细作属于典型的劳动力密集型作业，管理复杂，用工较多，从种到收有 40 多个工序，每公顷用工 300 多个，是粮食作物的 3 倍，生产成本过高，比较效益低，导致越来越多农户“弃棉从粮”；二是目前农村劳动力结构呈现老龄化、妇女化和兼职化的趋势，无法满足精耕细作的栽培技术体系对劳动力的需求。因此，现有棉花栽培技术和理论已经不能适应棉花生产面临的实际形势，需要及时作出调整和改进。

近年来，农业部提出棉花生产要向轻简化方向发展，走“提质增效”发展之路。2011 年，农业部组织了全国农业技术推广系统和全国主要棉花科研力量，实施了“棉花轻简育苗移栽技术示范”项目，贯彻“轻简植棉”新理念，在育苗方式、育苗基质、机械移栽、化控壮苗等关键技术及配套物质装备研究等方面取得了一系列重要进展和突破，这些关键技术及其物质装备的有机结合，形成了具有核心推广价值、操作性强、普适性好的轻简育苗移栽及配套高产栽培技术体系，为“快乐植棉”提供了新技术、新方法、新思路，有力促进了我国棉花生产从传统劳动力密集型向现代技术产业型的转变。

值此我国棉花发展重要转型期，全国农业技术推广服务中心组织编写了《棉花轻简育苗移栽及配套高产高效栽培技术》一书。参与编写的作者都是国内从事棉花科研和技术推广的专家、学者，大多数参与了我国棉花育苗移栽和轻简化栽培重大科研及推广项目的实施，是我国“快乐植棉”理念的重要践行者。该书结构完整、内容丰富，数据准确，理论知识与生产实际结合紧密，不仅全面总结了棉花轻简化育苗的关键技术和物质装备，而且集成了“机械化移栽、绿色化植保、科学化施肥”等内容，并以坚持现代农业发展的理念，较好地处理了继承与革新、知识与技术、自创与引用的关系，是一部具有科学性、适用性的优秀科技著作，相信其出版发行必将为我国轻简植棉提供有力的理论和技术支撑，推动“快乐植棉”理念的推广和普及，促进我国棉花生产的稳定发展。

中国工程院院士



2017年2月20日

目 录

第一章 棉花轻简育苗移栽的演变与发展	1
第一节 轻简育苗移栽新技术形成的背景	1
第二节 轻简育苗移栽技术发展阶段	7
第三节 轻简育苗移栽技术特点及优势	9
第四节 轻简育苗移栽的推广与应用	11
第五节 轻简育苗移栽技术推广体系的发展与完善	15
第二章 轻简育苗移栽棉花生长特征	21
第一节 生育进程	21
第二节 生长发育特征	22
第三章 棉花轻简育苗技术	69
第一节 棉花无土育苗技术	71
第二节 棉花基质育苗技术	73
第三节 营养土穴盘育苗	78
第四节 水浮育苗技术	84
第四章 棉花轻简育苗移栽技术	92
第一节 移栽方式	92
第二节 轻简育苗移栽机械	96





第三节 移栽技术	103
第五章 轻简育苗移栽棉花的棉田立体高效种植	117
第一节 棉田立体种植的理论依据	117
第二节 轻简育苗棉田立体高效种植方式及其配套栽培技术	118
第三节 轻简育苗棉田高效立体种植典型模式	121
第四节 科学实施轻简育苗棉田立体高效种植的几点建议	123
第五节 轻简育苗移栽棉田高效立体种植发展趋势	124
第六章 轻简育苗移栽棉花合理密植技术	127
第一节 合理密植优质高产的机理	127
第二节 确定合理密植的原则	128
第三节 轻简育苗移栽棉花高产群体种植密度的确定	129
第七章 轻简育苗移栽棉花高产施肥技术	133
第一节 常规营养钵育苗移栽棉花的需肥规律	133
第二节 轻简育苗移栽棉花的需肥规律	135
第三节 肥料运筹	139
第八章 轻简育苗移栽棉花化学调控技术	146
第一节 生长调节剂类型	146
第二节 生长调节剂对棉花的作用机理	147
第三节 轻简育苗移栽生长调节剂应用	150
第九章 轻简育苗移栽棉花病虫害防治技术	169
第一节 苗期病害发生特点及其防治技术	169

第二节 移栽后病害发生特点及其防治技术	171
第三节 虫害发生特点及其防治技术	173
附 录 全国各省棉花轻简育苗移栽技术规程.....	177
天津市轻简育苗移栽主要技术措施及技术经验	177
河北省棉花基质穴盘育苗技术规程	183
河南省棉花轻简育苗技术规程	188
河南省轻简育苗麦后移栽技术规程	190
山东省棉花穴盘育苗移栽技术规程	193
安徽省棉花有机基质穴盘育苗规程	195
江苏省棉花基质穴盘育苗技术操作规程	198
江苏省棉花水浮育苗技术操作规程	202
江苏省沿海棉花穴盘基质育苗技术规程	206
江苏省棉花基质苗机械移栽操作规程	209
湖北省棉花基质育苗移栽技术规程	211
湖南省漂浮育苗移栽	221
江西省棉花穴盘基质育苗技术规程	231
后 记	234



第一章

棉花轻简育苗 移栽的演变与发展

棉花育苗移栽可以通过提前播种、移栽全苗和增延成铃时间来实现棉花生产上的促早生长、夺取高产、改善品质和促进增收，是现阶段支撑我国两熟棉区生产发展的重要技术。该技术起源于 20 世纪 50 年代，源于农民自发的行为，主要目的是为争取农时，鉴于当时没有制钵器和高效性能农膜，育苗的载体多为农民手搓的“泥坨坨”和冷床方法播种育苗，工作效率较低，技术效果差，发展缓慢；至 60—70 年代后期，随着制钵器的应用和对钵土的营养化及体积优化等研究的进一步深入（如土体采用腐熟菜园土、堆制泥塘土，添加入养分），科学家提出并形成了营养钵育苗技术，但是当时的钵体直径为 10cm 左右，高度 7~8cm，质量重达 3~4kg；至 80 年代，新型制钵器进一步省力，使土钵直径简化 5~6cm，重量降低至 0.5~1.5kg，同时，随着塑料膜工艺的发展和聚乙烯膜的应用，育苗技术进一步熟化，我国主要两熟棉区各省（市）政府和农业部门制定了详细的操作规范和技术标准，使营养钵技术逐步成熟和广泛应用。半个世纪的试验研究和生产实践表明，棉花营养钵育苗移栽技术是一项行之有效的技术措施，到 21 世纪前后近 40 年，全国棉花育苗移栽面积基本占植棉面积的 40% 左右，一般可增产 15%，霜前优质棉比例提高 10~20 个百分点。

第一节 轻简育苗移栽新技术形成的背景

随着社会发展和农业的现代化升级与转型，针对劳动力转移和轻简化技术的发展形势，棉花轻简育苗移栽技术成为科研和棉农亟须解决的热点问题。在国家





“十五”科技攻关的立项支持下，国内多家单位如中国农业科学院棉花研究所、河南省农业科学院、扬州大学和湖南农业大学等联合攻关，自 2001 年起开展多年研究，形成并完成了多种轻简育苗移栽新技术，成功替代了营养钵育苗。2003 年初试，2004 年中试，2005 年进入规模化示范，自 2007 年起，在全国农业技术推广服务中心的组织实施下，主要产棉省进入大面积示范与推广阶段。

一、营养钵育苗移栽用工多，劳动强度大，已不适应农村劳动力向城市转移的发展需要

1. 我国农村劳动力新形势和植棉用工情况

随着我国经济的发展以及农村城镇化进程的加快，农村大批的青壮劳动力不断向城镇输出，农村劳动力的转移及劳动者素质的变化，直接导致棉花生产用工在不断减少，且用工质量也在不断下降。据国家统计局的统计（图 1-1），1978 年，全国每亩棉花用工 61 个，到 20 世纪末，减至 30 个，到 2005 年为 25 个/亩^①，减少 2.44 倍，年均减少 1.29 个/亩，2010 年减少到 18 个/亩以内，2015 年为 11.6 个/亩。就发展趋势而言，随着农村土地扭转和规模化经营的形势变化，棉花生产的机械化管理水平的逐步提高，棉花的生产用工量还将进一步减少，接近发达国家水平。所以，棉花及所有大田作物的生产技术必须面对并适应这一新形势，否则就没有出路。



图 1-1 1978—2015 年全国棉花生产用工量

注：1 亩 = 667m²。全书同

2. 传统棉花营养钵育苗移栽及其主要生产问题

传统棉花营养钵育苗移栽作为我国移栽棉区的典型的劳动密集型技术，阶段用工占全年的20%~40%，可分为两个环节，一是育苗环节，主要操作过程有：准备营养土、制钵、摆钵、点籽覆盖、育苗浇水、通风控温、病虫害防治、搬钵“假植”和炼苗等；二是移栽环节，包括田间整地、移栽时的起苗、运钵、栽植和浇“安家水”等。资料显示，棉花营养钵育苗移栽在20世纪80年代约需工15个/亩，90年代10个/亩，进入21世纪，育苗移栽工时减少至5~6个/亩。主要原因，一方面由于技术熟化和农具优化，提高了相关用工效率，另一方面，营养钵的土体简化，管理粗放，投入减少，造成用工量少。例如，钵体越来越小，钵高由10~12cm变为7~8cm，内径7~8cm变为4~5cm，有的更小；钵土越来越瘦，营养土不培肥，不消毒和熟化，直接用田间生土。因此，育苗技术和质量普遍下降，传统营养钵育苗移栽的促早发早熟、增产增效的功效被削减很多。

同时，由于土钵育苗，土钵重，除了营养钵技术用工较多，移栽劳动强度大以外，营养钵还存在土体苗床易滋生病虫害，移栽时易散播，不利于育苗集约化管理，不利于移栽机械化作业等诸多因素；因此，如何根据棉花的轻简化需要，发挥育苗移栽的促早、全苗作用，又能向现代化和机械化发展，实现传统育苗移栽技术的升级和转型，成为推进棉花轻简化发展的重要课题。

3. 营养钵育苗移栽技术的机械化技术瓶颈

棉花营养钵育苗移栽的机械化技术包括制钵、播种育苗与移栽等三个关键环节，它需要的机械设备大致可分：①营养土制钵设备，主要包括营养土取制、筛选、输送、混拌、制钵等。②钵上机械播种设备，主要为钵上精密播种、覆盖、摆钵、运输等过程，进入育苗场地，进行育苗管理。③钵苗运输和移栽机械。主要包括钵苗的起苗、运输及进地移栽。由于这个环节相互分离，因此要求这些设备必须在性能上相互适应，技术上互为保障，能力上相互匹配，所以，必须完成营养钵的机械化作业必须全局考虑，形成一个系统的工程，才能够做到机械化和现代化，实现营养钵育苗移栽的高效率 and 低成本，这也是移栽机械化生产工艺及机械研究应遵循的原则。

然而，制约我国棉花营养钵育苗移栽的机械化因素很多，主要原因：一是种植与耕作方式制约。由于我国地域辽阔，各地区气候条件差异较大，种植制度和种植模式也存在较大的区别，为了适应各地区的具体种植条件，导致不同区域品种、移栽密度差异较大，加之间套方式、前茬差异和土壤类型的影响，不利于实行统一的机械化移栽。二是育苗环节制约。受品种和移栽密度要求的影响，营



养钵育苗标准和钵土类型差异大。如钵体直径从 3cm 到 8cm 不等,钵体高度从 3cm 到 15cm 变化;有的用纸筒育苗,有的用无底塑料筒,有的用塑料苗盘,还有的则只用钵体而不用苗盘(容器);有的采用精播,有的采用穴播;育苗室也是多种多样,温室、塑料大棚、小棚、薄膜覆盖等均有应用;同一种作物的移栽苗龄也长短不一,有的认为 2 片叶移栽好,有的认为 4 片叶才行,有的则要到 7~8 片叶才移栽。导致育苗种类的移栽机械化要求和标准不一样,难以形成通用的育苗标准。三是营养钵机械化设备制约。限制因素主要包括几个方面。① 研制机型通用性差,导致成本高。即为了适应各种不同作物移栽的技术要求,各地的研发团队各自独立,采用不同的技术标准,没有统一的技术规范,难以形成标准化、系列化和规格化。因此,营养钵移栽机械以专用机型为多,通用性较差,也难以与其他作物移栽实现共用,这势必造成人力、物力和财力的浪费,导致各项研制和应用成本偏高。② 主要机型工作效率不高。当前研制的机械如营养钵移苗开沟机、2ZM-2 型大钵棉花移栽机、2ZM-2A 型(小钵)棉花移栽机等,多数机型采用的是半自动化,移栽效率每小时 0.5~1 亩。机器在使用的过程中需要的辅助人员较多,人工喂苗必然使栽植速度受到限制。由于钵土重,易散,劳动强度相对较大,使人容易感到紧张,可能会出现漏苗现象。③ 移栽的质量不稳定。在机械化移栽过程中,受钵体、整地质量和机械稳定性影响,移栽的质量有待提高,如秧苗的直立度、株距、深度等不能完全达到农业技术要求。农机与农艺的结合性较差,即农机不能适合农艺的要求。④ 后续研制和推广费用高。由于新型的育苗技术迅速发展,目前我国移栽机的研究和应用都处于不成熟阶段,机型大多是国外产品的仿制品,有的甚至照抄照搬国外机型,结果使得机器的结构相对复杂,增加了后期使用和推广成本,也不利于规模推广。

二、设施农业和农业机械化技术发展为棉花轻简育苗移栽提供了有效的技术支撑

1. 我国设施农业的发展对棉花轻简育苗的影响

设施农业是随着农业现代化和农村种植业结构调整而发展起来的新型产业,是一种集农业工程与材料、农学与气象环境、生物与信息于一体的现代农业生产方式。设施农业又被称为工厂化农业,其主要内容是与集约化种苗、种植、养殖业相关的园艺设施,畜禽舍的环境创造控制技术及配套的各种技术和装备。设施农业充分运用现代工业技术、工程建设手段为农产品的生产提供可以人为控制和调节的环境与条件,使动植物处于相对较佳的生长状态而不受自然或气象灾害影

响,使光、热、养分、水分等资源得到最充分的利用,从而有助于提高农(畜)产品质量和经济效益。设施农业由于减少了自然环境和不利天气的影响与干扰,可以进行集约生产管理,并可以持续实现农产品工业化生产和周年运营,从而更有效地保证农产品的供应和规模化生产,促进农业向现代化、智能化发展。

国外的设施农业在 20 世纪 60 年代一些发达国家的发展速度较快,特别是土地资源相对紧张的荷兰、以色列和日本等国家,在蔬菜、花卉、苗木等园艺作物上采用大量智能化温室和日光温室,同时研发了灌溉、降温通风、运输作业等相对完善的配套设施。而我国设施农业起步较晚,在改革开放之前基本停滞;此后经过近 30 年发展,2000 年我国的设施园艺栽培面积已突破 210 万 hm^2 ,总面积跃居世界第一,到 2014 年,面积已达到近 350 万 hm^2 ,全国人均占有设施面积 24 m^2 ,设施园艺的发展基本上解决了我国长期以来蔬菜供应不足的问题,提供了每年人均消费蔬菜量的 25%;同时,大大缓解了冬春季和淡季蔬菜的均衡供应,达到了周年平衡和供应有余的要求。设施生产已从蔬菜扩展到了花卉、瓜果、其他作物以及畜禽、水产养殖、林木育苗、食用菌、中草药等领域。设施农业和工程为解决我国城乡居民菜篮子、苗木育苗和农民增收,为推进农业结构调整发挥了重要作用,大棚和温室的种植、养殖已在我国农业生产中占据重要地位。

工业化育苗和设施苗木繁殖是设施农业和现代化农业的重要内容之一。借助设施农业的设备保护以及设施内配置特定的温控系统、灌溉系统、光照控制系统、养分补给等装置,配合育苗过程的各种设备,可以根据各种作物、蔬菜和瓜果苗木的集中化、规模化的育苗生产。与分散的传统育苗相比,设施育苗可以批量培育和生产优质幼苗与苗木,能够提高育苗生产效率,缩短育苗时间,减少用工管理,占地面积小,实行连续育苗和周年循环育苗生产,大大降低育苗各个环节的运营成本。棉花轻简化育苗依托设施农业的发展,积极融入“大作物大育苗”的环节中,有利于提高育苗规模性,保证棉花育苗,进一步降低育苗成本。中国农业科学院棉花研究所提出了利用工厂化设施保护和轻简化育苗技术相结合的一种棉花工厂化育苗方法,该方法于 2006 年申请国家专利,2010 年授权,专利号 ZL 20061088967.5,主要内容有采用适宜参数的基质获得轻型载体进行育苗;采用化学物质如促根剂调控幼苗素质,合理协调地上和地下部分比例;采用综合技术实现工厂化育苗的降本高效,达到轻简化育苗的健籽成苗、育早苗、出齐苗和成壮苗等指标标准和效果,更加有利于机械化移栽、提高幼苗移栽成活率。



2. 我国农业机械化技术发展对棉花轻简化机械化移栽的影响

我国作为一个农业大国,农村占有大部分国土面积,随着人口老龄化和劳动力转移的新形势,农业的现代化发展是必然趋势,农业机械化是农业现代化的重要物质基础。农业生产方式进入了以机械作业为主的新阶段,可以有效缓解青年农业劳动力短缺带来的不利影响,合理解决“谁来种地、怎么种地”等现实问题。农业机械化决定未来农业的竞争力,是实现传统农业升级和改造的重要内容,对提高我国农业生产效率、保障国家粮食安全,促进农民增产增效和带动新农村建设与发展等方面均具有重要意义。

经过 50 多年的努力,我国已成为世界农机的制造大国。农机工业总产值和销售收入已进入世界前列。在国家和政府的支持下,我国农机装备产品水平、农机作业水平、农机社会化服务、农机工业实现了前所未有的跨越式发展。农业部副部长张桃林在《中华人民共和国农业机械化促进法》颁布实施十周年的讲话中指出,至 2014 年,我国农机产品门类达到 7 个门类 65 个大类和近 1 374 个小类,产品多,覆盖面宽。包括种植业、畜牧业、农产品加工业、林业、渔业机械、农业运输机械和可再生能源装备等方面领域,其中,种植业领域有近 3 500 种产品,主要是农用拖拉机、耕整地机械、播种栽植机械、秧苗栽插机械、秧苗准备机械、中耕机械、植物保护机械、收获机械、场上作业机械、谷物烘干机械、农田基本建设机械和排灌机械等。产品品种和产量基本能满足我国农业生产的需要。我国农机制造企业总共有 8 000 多家,其中包括主机生产厂,也包括配套件生产厂,形成较完整的农机产业链。

同时,国家通过持续立项加大了对主要农作物的农机化关键技术和装备研制开发的扶持力度。据统计,“十一五”投入资金近 1.4 亿元,推进了水稻、玉米等主要粮食作物生产机械化装备和关键技术的研发和应用;进入 21 世纪,国家将进一步加大支持力度,旨在在棉花、油菜、牧草、甘蔗等作物的机械创新研究也取得实质突破和进展。此外,中央财政农机购置补贴资金累计超过 1 200 亿元。

在国家和政府对农业的有力支持下,我国农田作业机械化水平显著提高,2006 年,我国机械化耕地、播种和收获总面积达到 1.56 亿 hm^2 ,作业水平分别为 52.1%、32.4% 和 25.2%;全国耕种收综合机械化水平仅为 38%,其中,小麦机播和主产区机收水平均超过 80%,基本实现了生产全程机械化;水稻机械化栽植和收获水平分别为 10% 和 37.6%,玉米机播和机收水平分别达到 58% 和 25%;到 2014 年,全国农作物耕种收综合机械化水平超过 61%。农业部宣布,

今后的工作将围绕转变农机化发展方式、提升发展质量效益这条主线，以调整优化装备结构布局、主攻薄弱环节机械化、推广先进适用技术为重点，着力落实完善政策、培育发展主体、建设人才队伍、强化公共服务，重点工作加快提高农机装备水平、作业水平、管理水平，提高全国耕种收综合机械化水平达到 65% 以上，特别是提高棉油糖等经济作物机械化水平，使我国的农业机械化水平达到一个新的台阶。

在全国农业机械的迅速发展和棉花轻简化育苗技术的影响下，棉花机械化移栽技术发展非常迅速，特别是棉花少载体和无载体的幼苗移栽机研制和应用，大大促进了棉花机械化移栽的发展。根据轻简化育苗的幼苗形态和标准，山东青州火绒机械制造有限公司研制了多种轻简化幼苗移栽机，采用鸭嘴式栽植器，有 2ZBZ-2 手扶自走式移栽机和 2ZBX-3 悬挂式免耕移栽机，均享受国家 2014—2016 年农机补贴，其中，2ZBZ-2 型自带动力，结构紧凑、体积小，操作简便，运转灵活，可原地旋转 360°，株距、行距、移栽深度可调，适用于微钵育苗、带坨幼苗，以完成对棉花、烟草和辣椒等农作物和蔬菜的机械化栽植，可在山地、梯田、丘陵等，茶园、果园、大棚等地块开展的移栽作业；2ZBX-3 悬挂式免耕移栽机，移栽效率较高，可达 7 500~10 000 株/h，同时具有旋耕功能，可实现板茬作业。江苏南通富来威农业装备有限公司和中国农业科学院棉花研究所分别研制了 2ZQ-3 和 2ZQ-4 或 6 型无载体幼苗移栽机，栽植器分别为链夹式和槽穴直插式，移栽效率为 3 000~8 000 株/h，分别提出了无载体幼苗形态标准及其机械化移栽技术，为轻简育苗的机械化奠定了坚实的物质和技术基础。

第二节 轻简育苗移栽技术发展阶段

一、探索阶段

探索棉花轻简化育苗的研究一直未有停止，国内进行了大量探讨研究，试图改有土基质为无土基质，改大钵为小钵，改大龄苗为小龄苗、芽苗移栽等，至 20 世纪末，虽然取得一些进展，但实现少载体移栽和裸苗移栽的关键技术问题没有取得突破，若保持较高的成苗率和移栽成活率，实现快速返苗等指标的稳定性不高，不能达到规模化的生产应用和操作水平。齐宏立等（1998）提出采用蛭石、砾石和肥料等几种配方进行育苗，证明蛭石效果最好，但是没有进一步出现规模化调控产品和技术；宋家祥等（1999）与刘永棣等（2002）采用芦管、纸管