

NONGJIKEPU
CONGSHU

设施农业机械

农机科普丛书

主编 沈瀚 秦贵



中国大地出版社

6

设施农业机械

主 编：沈 瀚

秦 贵

副 主 编：常晓莲

江苏工业学院图书馆

藏书章

中国大地出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

设施农业机械 / 沈瀚, 秦贵主编. —北京: 中国大地出版社, 2009.1

(农机科普丛书; 6)

ISBN 978-7-80246-193-2

I. 设… II. ①沈…②秦… III. 保护地栽培—农业机械—基本知识 IV. S233.74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 035548 号

责任编辑: 张海风

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路31号 100083

电 话: 010-82329127 (发行部) 82329120 (编辑部)

传 真: 010-82329024

网 址: www.chinalandpress.com或www.中国大地出版社.中国

印 刷: 北京金吉士印刷有限责任公司

开 本: 889mm × 1194mm 1/32

印 张: 22.5

字 数: 600千字

版 次: 2009年1月第1版

印 次: 2009年1月第1次印刷

印 数: 1—10000套

书 号: ISBN 978-7-80246-193-2/G·237

定 价: 60.00元 (全套4册)

版权所有·侵权必究

农机科普丛书编委会

主 编：沈 瀚 秦 贵

编 委：（以姓氏笔画为序）

丁翔文 尹光红 王书存 王丽洁
王明堂 王 宾 刘 刚 刘 敏
李文海 张光连 张晓晟 张 梅
杨志强 杨学会 吴建繁 孟建洲
陶志强 寇文杰 梅克义 翟金津

编写人员：（以姓氏笔画为序）

王晓平 闫子双 乔光明 刘振营
张武斌 张 莉 张艳红 何建军
宋爱敏 杨敏丽 秦国成 秦 贵
唐 朝 常晓莲

序言

农业机械是现代农业的重要物质基础，农业机械化是农业现代化的重要内容和标志。加快农业机械化的发展，既是改善农民生产生活条件、提高农业劳动生产率的重要措施，也是提高农业和农村经济整体水平、加快城乡一体化进程的重要条件，对于巩固发展农业基础地位，坚持以人为本，促进农业和农村经济全面、协调、可持续发展具有重要意义。

当前，我国农业机械化发展已经跨入了中级阶段，正向高级阶段迈进。农业生产方式已经发生重大变革，机械化生产方式由原来的次要地位转化为主导地位，将向更大规模、更广领域、更高水平发展。党和各级政府加大了对农机化的重视程度和投入力度，采取各种措施支持农业机械生产和技术创新，引导农民和农业生产经营组织采用先进适用的农业机械和技术，扶持多种形式的农机服务组织开展社会化服务。

值得关注的是，在农机科技推广和技术服务的过程中，内容权威、通俗易懂的农机科普读物的缺失，导致许多新机具、新技术深藏“闺中”，难为人知，这已经成为限制农业机械化各项新技术和新产品推广“落地”的重要因素，成为影响农民购买新机具、应用新技术的“瓶颈”，这与快速发展的农机化事业显然是不相称的。

北京市农机试验鉴定推广站的一批农机科技推广工作者，怀揣为农民服务，为新农村建设添砖加瓦的朴素情怀，默默耕耘，埋头苦干，融合自己的专业知识和实践经验，精心组织编写了这

套农机科普丛书。

这套丛书深入浅出，图文并茂，将复杂的机具构造、操作原理、技术模式巧喻妙譬，解析得明白如话。在茶前饭后，或者田间闲坐时随手翻阅，不同的读者都可以在这里找到自己的兴趣点：购机户可以通过丛书掌握选购农机的小诀窍，机手可以在这里找到维修机具的小窍门，基层技术推广人员可以扩充知识、拓展视野。

相信这套丛书的出版、发行和使用，对于鼓励、帮助农民和农业生产经营组织学会、用好农业机械具有重要的参考和使用价值，这对于促进农业机械化，提高农业劳动生产率，推动产业现代化进程将发挥重要作用。

期待这套丛书能够成为广大农民群众致富的一座金桥。

北京市农业局副局长

王振邦

前 言

设施农业是一种高科技含量、高投入、高产出、高效益的集约化农业生产方式，是现代农业的重要标志之一。近年来，随着农业环境工程技术的突破，集成了现代生物技术和工程技术的设施农业，已由早期的地膜覆盖栽培、园艺作物温室栽培和无土栽培向由高新技术支撑的工厂化种植和养殖发展，动植物的生长速度加快、生长周期缩短、产量增加、质量提高，效率和效益比传统农业要提高几倍甚至几十倍。世界各国纷纷加大了对设施农业的建设和技术投入。在这种背景下，为了能让更多的人了解设施农业，认识设施农业，我们编写了这本《设施农业机械》，通过文字结合图片的形式，力求能够生动地展现设施农业的风采。

本书从设施农业的概况开始，分七个部分将国内外设施农业的发展状况以及设施大家族的成员、设施内的农业机械和目前最先进的植物工厂一一向大家做了介绍。希望通过阅读本书能够让大家对设施农业有个整体的认识。

本书在编写过程中参考了大量的相关资料和文献，在此对所有作者表示衷心的感谢！

由于时间仓促，水平有限，书中难免有不足之处，恳请读者批评指正。

设施农业概况 / 1

设施农业的概念与兴起.....	2
一、设施农业的概念.....	2
二、设施农业的兴起.....	2
国内外设施农业发展状况.....	4
一、国内设施农业发展状况.....	4
二、国外设施农业发展状况.....	6
设施农业发展趋势.....	9
一、国内设施农业发展趋势.....	9
二、国外设施农业发展趋势.....	10

设施大家族 / 11

简易覆盖设施.....	11
一、地面简易覆盖.....	11
二、近地面覆盖.....	12
地膜覆盖.....	13
一、地膜覆盖的方式.....	13
二、地膜的类型及其特性.....	16
塑料拱棚.....	18
一、塑料拱棚的组成.....	18
二、塑料拱棚的类型.....	18
温室.....	22
一、根据温室外围覆盖材料的不同分类.....	22
二、根据温室结构形式的不同分类.....	23

三、温室按用途分类	24
几种典型设施的特点	28
一、高效节能日光温室	28
二、现代化智能联栋温室	30
三、薄膜温室	32
四、文洛式多屋面玻璃温室	32
五、锯齿形连栋温室	32
六、网室	33
七、平拉膜连栋温室	33
八、屋面全开式连栋温室	34

设施结构材料/36

覆盖材料	36
一、塑料薄膜	36
二、硬质薄膜	39
三、硬质塑料板	39
四、玻璃	40
五、遮阳网	41
六、不织布	41
七、寒冷纱	42
墙体材料	42
一、土筑结构	42
二、砖石结构	43
三、复合墙体	44

设施环境调控设备/45

光照	45
一、光照与植物	45
二、光质的调节与控制	46
三、光照强度的调节与控制	47

通风	54
一、通风对园艺作物的作用	54
二、温室常见的有害气体	56
三、温室通风方法	57
温度调控	60
一、植物对温度的要求	60
二、设施保温措施	61
三、温室的增温措施	64
四、设施降温措施	67
灌溉	70
一、灌溉时间和灌溉量的确定	71
二、灌溉方式	71
CO₂ 增施肥	78
一、CO ₂ 浓度的调控技术	79
二、CO ₂ 浓度的测定设备	82

设施种植机械/83

土壤处理机械	83
一、碎土筛土机械	83
二、土壤肥料搅拌机	84
三、土壤消毒机械	84
四、土壤耕作机械	87
播种机械	89
一、温室精量播种机	89
二、蔬菜液体播种机	93
三、针式播种机	94
四、滚筒式播种机	94
五、磁性播种机	95
六、精量播种生产线	95
育苗机械	96

一、育苗的意义	96
二、育苗设施类型	97
三、工厂化育苗	98
移栽机械	106
一、钳夹式钵苗移栽机	106
二、导苗管式钵苗栽植机	107
三、吊篮式钵苗栽植机	108
四、带夹圆盘式钵苗栽植机	108
植保机械	109
一、喷雾机	110
二、喷粉机	113
三、喷烟机	114
四、其他植保机械	115
施肥机械	117
一、自压式	118
二、压入式	118
三、压差式	118
四、文丘里式	118
五、多功能追肥枪	118
卷帘机械	119
一、牵引式卷帘机	119
二、双跨悬臂式卷帘机	119
三、侧置摆杆式卷帘机	120

无土栽培/121

国内外的无土栽培	121
无土栽培的意义	124
无土栽培的分类	125
一、无基质栽培	126

二、基质栽培	126
三、有机生态型无土栽培与无机耗能型无土栽培	127

植物工厂 / 128

植物工厂的时代意义	130
一、可提升农业的生产力	130
二、有望做寒冷地、不毛地的农业	130
三、可以生产高品质作物	131
四、作业环境良好、有省力化的可能	131
五、能供给无农药的新鲜作物	132
六、没有连作障碍	133
植物工厂中的先进技术	133
一、与无土栽培相结合	133
二、与环境控制技术相结合	133
三、与生物技术相结合	133
植物工厂的系统组成与相关设备设施	134
一、风能、太阳能发电装置	135
二、人工补光系统	135
三、微喷加湿系统	136
四、空气循环流通系统	136
五、二氧化碳补充系统	136
六、营养液自动控制与供给系统	137
七、物理杀菌系统	138
八、温度控制系统	138
九、立体式栽培系统	138
十、计算机自动控制及远程控制系统	139
十一、视频监控与图像传送系统	140
十二、废物废液的循环再利用系统	141

设施农业概况

农业总是给人鲁钝的形象，这虽是偏见，但多少也有理由。因为传统的“耕作”使农业给人的印象就是不用大脑只靠体力。



想象中的农夫似乎是脚穿胶鞋或赤足，整天浑身泥泞地在田里劳动着，除了靠天吃饭之外，只靠直觉和经验来谋生，而且收入和辛苦的程度多半不成比例。一般人对农业总是会有前述的印象（面朝黄土背朝天，一把汗水一把泥）。但也正因此，在科技上需要做的事就有很多。农业的“工业化生产”成为现代化农业应走的方向。

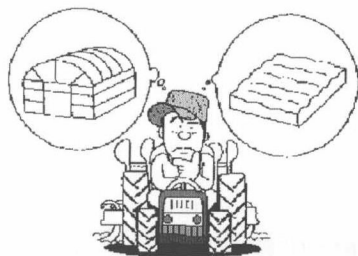
传统的露栽培

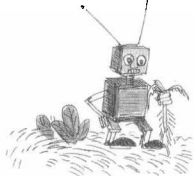
永远是靠天吃饭



设施栽培?

露地栽培?

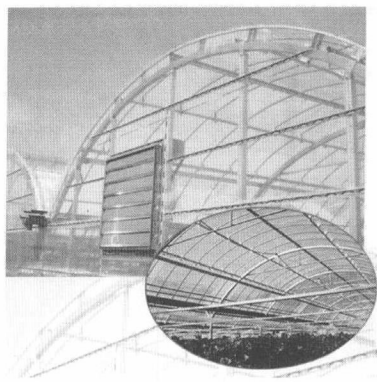




设施农业的概念与兴起

一、设施农业的概念

设施农业是指具有一定的设施，能在局部范围改善或创造环境气象因素，为动植物生长发育提供良好的环境条件而进行有效生产的农业。



广义的设施农业包括设施栽培和设施养殖，狭义的设施农业一般是指设施栽培。本书所谈的主要是狭义的设施农业，即设施栽培。

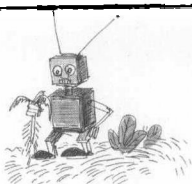
设施栽培的主要设备有各类塑料棚、温室、人工气候室及其配套设备。设施栽培可以充分发挥作物的增产潜力，增加产量，改善品质，并能使作物反季节生长，在一定的时间内生产出高品质的作物。

总之，设施农业是依靠现代科学技术形成的高技术产业，是农业实现规模化、商品化、现代化的集中体现，也是农业高产、优质、高效的有效措施。

二、设施农业的兴起

（一）古代设施栽培

我国是设施栽培起源最早、历史最悠久的国家，早在 2000 多年前我国就有利用暖房栽培葱、韭菜供皇室御用的记载，这可称得上是最早的设施农业。然而，受当时设施条件和技术手段的限制，难以形成规模，只是小范围地在皇宫贵族中应用。



这可是给皇上吃的

李大人，小的一点也不敢怠慢



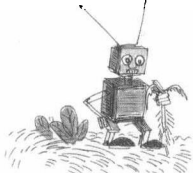
到了唐朝，温室种植又有了新发展。唐朝诗人王建的诗中写到：“酒幔高楼一百家，宫前杨柳寺前花。内院分得温汤水，二月中旬已进瓜。”诗中记载了唐朝利用温泉的热水在温室内进行早熟瓜类栽培的情况，惬意而舒适。

元代王桢著《农书》中也已经有风障阳畦和温室的记述。其中，记载韭菜：“至冬移根藏于地屋荫中，培以马粪，暖而即长……”又说：“就旧畦内，冬月以马粪覆之，于向阳处，随畦用蜀黍编障之，遮北风，至春，疏其芽早出。”意思是到了冬天将植物移到屋里，覆盖些马粪，温度升高植物就可以加快生长。证明当时已经有囤韭、阳畦和风障栽培韭菜的技术。

明代王世懋著《学圃杂疏》中写道：“王瓜，出燕京者最佳，其地人种之火室中，逼生花叶，二月初，即结小实，中官取以上供。”意思是说，在温室中种植黄瓜，可以提早让它长出花叶，到二月初的时候就可以结出小小的果实。这也证明了 400 多年前，北京已经开始利用“温室”栽培黄瓜，使其提早成熟。

（二）现代设施栽培

新中国成立以后，各种类型的设施农业如雨后春笋般涌现出来。同时，工业的快速发展和科学技术的进步也为设施农业的兴起创造了有利条件。20 世纪 50 年代初至 60 年代，我国传统的设施得到系



统科学的总结，并得到推广。到 20 世纪 60 年代末，中国北方大、中城市及其郊区已初步形成了由简易覆盖、风障、阳畦（冷床）、温室等构成的一整套设施体系。

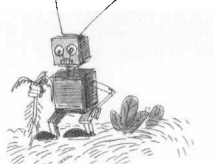
20 世纪 60 年代末至 70 年代初期，中、小型塑料棚广泛应用于冬季园艺作物的栽培。1966 年中国第一座简易塑料大棚在吉林省长春市郊建成，并投入生产。1979 年北京市四季青乡从日本引进 2 公顷全自动化的连栋温室，各地掀起了引进国外现代化温室的高潮。仅 1995 ~ 2000 年就分别从法国、西班牙、荷兰、以色列等国引进现代化温室约 140 公顷。通过引进国外先进的温室，以及对他们技术的学习、消化、吸收，大大提高了我国设施农业的科技含量，带动了国产化连栋温室的发展。同时，竹木结构的大棚，多重覆盖和集遮阳、避雨、防虫网覆盖于一体的南方普及型设施农业也得到了迅速的发展，形成了北方以日光温室为主体、南方以塑料大棚为主体，多种形式相互配套的设施体系。

纵观设施农业发展的历史，可以说工业的发展和科技的进步是设施农业兴起并迅速发展的基础。例如，17 世纪玻璃在欧洲问世，才有了荷兰最早的玻璃温室；第二次世界大战后塑料薄膜在美国发明，带来了世界范围内设施农业的一场革命；今天的设施农业已经成为世界各国得以克服不利气候条件的影响，大幅度提高农产品产量和品质，实现全年生产均衡上市的有效方式。

国内外设施农业发展状况

一、国内设施农业发展状况

国内的设施农业是我国 20 多年来农业种植业中最具有经济活力的产业。我国设施农业的主要类型是中小塑料拱棚、塑料大棚、日光温室和现代大型温室。中小塑料拱棚和塑料大棚主要用于春提前、秋延后的温室栽培，南方地区多用于夏季的遮阴栽培；日光温



室用于北方地区的越冬保温栽培；现代大型温室用于各地区周年栽培。设施栽培的作物主要是各类蔬菜、花卉、瓜果和中草药。

在我国北方地区，冬季的鲜菜生产和供应存在着较大问题。20世纪80年代中期，我国辽宁南部地区的海城、瓦房店等地，利用日光温室越冬生产蔬菜获得成功，以及以后各地农民和相关专家对日光温室的研究开发和完善提高，逐步形成节能型日光温室，并在辽宁、山东、河北、河南及西北地区迅猛推广应用，为有效解决冬春新鲜蔬菜的生产和供应起了非常明显的作用，成为具有鲜明中国特色的技术，为世人所瞩目。

1979 ~ 1987 年，我国先后从荷兰、日本、美国、保加利亚和罗马尼亚等国引进大型连栋温室 21.2 公顷。由于基本上是单纯引进设施设备，与栽培技术不配套，加之管理不善以及能耗大等问题，致使绝大部分设备不能正常运转，但客观上对我国温室技术的研究开发和温室工业的发展起了积极的促进作用。

1995 年以来，在全国重视农业和实施“菜篮子”工程计划的大好形势下，引发了发展设施栽培的热潮，同时，又一次更大规模地引进国外成套温室设施与栽培技术。其中，以北京示范农场和上海现代温室示范基地最为典型，不仅引进成套设施设备，同时引进配套栽培品种和管理技术。

1995 ~ 2000 年，全国共引进大型现代温室近 200 公顷，包括荷兰、美国、法国、以色列、日本和韩国等所有温室业发达国家的产品；引进的温室类型也包括了几乎所有温室的结构类型；引进的地区覆盖了我



国内的温室