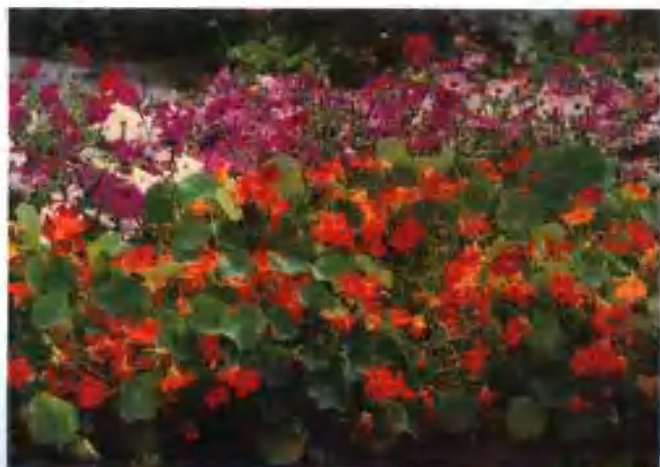




设施栽培工程技术

尚书旗 董佑福 史岩 主编



中国
农业出版社

设施栽培工程技术

尚书旗 董佑福 史 岩 主编

中国 农业 出版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

设施栽培工程技术/尚书旗等主编. - 北京: 中国农业出版社, 1999.12

ISBN 7-109-05975-8

I. 设… II. 尚… III. ①温室-设备②温室栽培③
保护地栽培 IV. S62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 45619 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 何致莹

北京忠信诚胶印厂印刷 新华书店北京发行所发行
1999 年 10 月第 1 版 1999 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm × 1168mm 1/32 印张: 10.625

字数: 266 千字 印数: 1 ~ 10 000 册

定价: 14.80 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

《设施栽培工程技术》编委会

主 编	尚书旗	董佑福	史 岩
副主编	陈传强	王延耀	刘学兵
	陈佳娟	孙树兴	顾 耘
编 委	李考年	孟海波	刘立山
	蒋金琳	贺 勇	于华清
	赵九洲	张迎春	辛洪婵
主 审	杨振声		

前 言

设施农业是现代化农业的具体体现之一，是依靠科技进步形成的高新技术产业。自 20 世纪 90 年代开始，中国的设施农业发展迅速，特别是设施栽培已逐步形成了自己的特色。为了加快设施农业的发展速度和设施农业技术的推广应用，提高各级管理人员、技术人员和从事设施农业生产人员的业务能力和技术水平，我们编著了《设施栽培工程技术》一书。

设施农业包括设施栽培和设施养殖两部分。目前中国在设施栽培方面已形成规模并产生了巨大的社会和经济效益，在技术上业已渐趋成熟。所以本书主要介绍设施栽培工程的有关技术内容。包括植物生长的环境设施（温室与大棚）及材料；植物生长各环节使用的机具及灌溉设备；植物生长的环境检测及控制设备；还重点介绍了温室内植物栽培及保护地内植物保护与病虫害防治等有关基础知识。编写始终把实用性放在首位，强调理论联系实际，力求通俗易懂，并尽可能采用图示说明。本书可作为设施农业的管理与技术人员、大中专院校师生、设施栽培生产农民的参考书及设施栽培工程技术的培训教材。

本书共六章，第一章绪论，由尚书旗、董佑福、陈传强编写；第二章温室种类与建筑工程，由刘学兵、孟

海波、于华清、贺勇编写；第三章设施用作业机械与设备，由王延耀、史岩、尚书旗、蒋金琳编写；第四章温室环境与控制由陈佳娟、刘立山、李考年编写；第五章园艺设施栽培技术，由孙树兴、赵九洲、辛洪婵编写；第六章设施栽培病虫害防治，由顾耘、张迎春编写。全书由尚书旗、董佑福、史岩统编。李仑绩同志对全书进行了系统审阅，并提出了宝贵意见。为适应不同工作环节的要求，编写时各章相对独立，各有侧重，有很强的针对性，以满足不同读者的需要。

在编写过程中得到了莱阳农学院农业工程系、山东省农机推广站、山东省农机局、中国农业工程研究设计院设施农业研究所、中国农业大学及有关农业设施生产厂家的大力支持与合作，在此表示衷心地感谢。

由于我们水平有限，编写时间仓促，书中难免有疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

《设施栽培工程技术》编委会

1998年6月

目 录

第一章 绪 论

第一节 设施农业的基本涵义	1
一、设施农业概念	1
二、设施农业分类	1
三、设施农业特点	2
第二节 国内外设施栽培的现状与发展	3
一、中国设施栽培的产生、发展和现状	3
二、世界设施栽培概况	7
三、中国设施栽培存在的主要问题	9
四、设施栽培的发展趋势	11
五、设施栽培科技工作的重点	12

第二章 温室种类与建筑工程

第一节 概述	14
第二节 温室种类及其应用	18
一、按用途分类	18
二、按室内环境温度分类	20
三、按骨架材料分类	21
四、按建筑形式分类	24
五、按结构形式分类	29
第三节 温室建筑材料	32
一、覆盖材料	32
二、骨架材料	50

三、墙体材料	52
第四节 温室建筑的设计与施工	54
一、地址选择	55
二、温室群的总平面布置	58
三、建筑设计	61
四、结构设计	70
五、温室建筑的施工	77
第五节 温室的使用与维护	96
一、温室的使用	96
二、温室的维护	99
第六节 几类典型温室(大棚)介绍	100
一、拱圆型塑料薄膜小拱棚	103
二、拱圆型塑料薄膜中拱棚	103
三、拱圆型塑料大棚	104
四、单坡面塑料薄膜日光温室	105

第三章 设施用作业机械与设备

第一节 动力机械	119
一、内燃机	119
二、电动机	125
第二节 耕整地机械	133
一、概述	133
二、铧式犁	133
三、旋耕机	138
四、平畦筑埂器	142
第三节 育苗及栽植机械	143
一、育苗播种机械	143
二、栽植机械	149
第四节 灌溉机械设备	157
一、微灌系统的种类	158
二、微灌系统的组成	159

三、微灌系统的田间布置	170
第五节 施肥设备	171
一、液肥装置	172
二、气肥装置	175
第六节 植保机械	178
一、概述	178
二、喷雾器(机)	179
三、喷粉器(机)	184
四、植保机械的维护保养和安全技术	187
第七节 卷帘(拉幕)机械	188
一、手摇卷帘机	189
二、电动卷帘机	189

第四章 温室环境与控制

第一节 温室环境对作物生长发育的影响	193
一、温室内自然光环境以及人工补光对蔬菜、花卉等植物的影响及常规的测试技术	193
二、温室内温度、地温、昼夜温差对植物的影响及其测试技术	200
三、温室内空气温度、土壤湿度对植物的影响及其测试技术	206
四、温室内二氧化碳浓度及其对植物的影响	210
第二节 温室环境自动监测及控制	212
一、自动控制系统概述	213
二、数据采集系统	214
三、计算机监测与控制系统	215
第三节 温室环境的控制及管理	217
一、温室的人工补光及遮光处理	217
二、温室的保温性能及温度控制	220
三、温室的温度与通风控制	226
四、温室二氧化碳的检测与控制	227
五、温室灌溉控制	228

第四节 部分常用温室检测及控制设备	229
一、温控设备	229
二、湿度测量及控制设备	234

第五章 园艺设施栽培技术

第一节 果树设施栽培技术	238
一、桃设施栽培技术	239
二、葡萄设施栽培技术	244
三、樱桃设施栽培技术	249
四、草莓设施栽培技术	255
第二节 蔬菜设施栽培技术	258
一、蔬菜设施栽培的特点	258
二、蔬菜无土栽培技术	260
三、观赏蔬菜	264
四、大棚、温室种菜的几项技术措施	265
五、日光温室內增温降湿措施	268
六、增加光照措施	270
七、大田蔬菜提早栽培	271
八、大田蔬菜延迟栽培	272
九、“十”字型直插法嫁接技术	273
第三节 花卉的设施栽培技术	276
一、君子兰的温室栽培	276
二、火鹤花的温室栽培	278
三、瓜叶菊的温室栽培	279
四、蒲包花的温室栽培	282
五、菊花的温室栽培管理	283
六、仙客来的温室栽培	285
七、香石竹的温室生产	289
八、切花月季的温室栽培	291
九、仙人掌类花卉玻璃温室栽培	293
十、中国兰花的温室栽培	294

第六章 设施栽培病虫害防治

第一节 扣棚前及扣棚初期病虫害防治	299
第二节 主要病虫害防治	299
一、棚室蔬菜病毒病的防治	299
二、黄瓜病虫害防治	303
三、番茄病虫害防治	312
四、辣椒病虫害防治	324
参考文献	328

第一章 绪 论

第一节 设施农业的基本涵义

中国的农业生产正逐渐由传统农业向现代农业转变。设施农业是现代农业的具体体现，是高产、优质、高效农业的必然要求。进入 20 世纪 90 年代后，中国设施农业发展迅速，特别是设施栽培的发展给农业生产带来了无限生机。

一、设施农业概念

设施农业又被称为可控农业，它是用一定设施和工程技术手段改变自然环境，在环境可控条件下，按照动植物生长发育要求的最佳环境（光照、温度、湿度、营养等），以最少资源投入，进行生产的现代农业。其效率和效益比传统的露地自然农业要提高几倍、甚至几十倍。由于设施农业是现代生物技术和工程技术的集成，涵盖了建筑、材料、机械、环境、自动控制、品种、栽培、管理、经营、市场等多种学科和系统，因而科技含量高，成为当今世界各国大力发展的高新技术产业。设施农业发达程度，也就成为衡量一个国家或地区农业现代化水平的重要标志之一。

二、设施农业分类

设施农业可分为设施栽培和设施养殖两大类。

1. 设施栽培 目前主要是栽培蔬菜、花卉、瓜果等作物。设施有各类塑料大棚、玻璃温室和人工气候室，以及配套的工程

技术设备。从栽培方法来看，主要有地面栽培和无土栽培。中国目前主要采用人工、半机械化和机械化生产方式，一些发达的国家采用工厂化生产等先进的生产方式。

2. 设施养殖 目前主要是养殖畜、禽、水产和特种动物。设施有各类温室、遮荫棚舍、现代化饲养畜舍和配套设备（本书不做介绍）。

三、设施农业特点

1. 高投入高产出 设施农业与传统农业相比，具有高投入、高产出的特点，从中国现有情况看，土法上马的大棚，建筑投资一般为每 667m^2 （1 亩）5000~8000 元（土墙、水泥立柱、竹竿棚架、覆盖草帘），钢架结构、砖墙（附保温材料层）、覆盖保温被、无立柱的大棚，一般投资为 50000 元左右。国内外设施配套较全的先进大棚，每 667m^2 投资高达几十万元，甚至上百万元。中国现有土法上马的蔬菜大棚每 667m^2 一般年收人为一万元左右，近几年，有的地方因种植高档稀有蔬菜、水果等作物，且管理有方，年纯收入高达 5 万~10 万元。从中国情况看，经济发达地区和大城市郊区，大棚建设正朝着高水平、高投入、高产出的方向发展。

2. 抗灾害能力强 大棚具有很强的抵御自然灾害的能力。可防风、防寒、防涝，植保方便且宜于防病虫害，浇灌方便且宜于防旱。即便是无加温设施的普通大棚，在外界达零下 10°C 的寒冷冬天，也能保证棚内作物安全生长。即使棚外刮八级大风，也不会影响作物生长。

3. 科技含量高 设施栽培为农业高新科技的应用提供了条件。设施栽培不仅应用了现代工程技术，也应用了现代生物技术。如增施二氧化碳技术，对作物生长增产效果明显，但在大田作物中无法实现，而温室大棚为其应用提供了可能，各地的试验证明，增施二氧化碳可提高作物产量 30%~50%。又如反光膜

的应用，使大棚降温成为可能，可确保作物在外部高温下良好生长。

4. 需要市场推动 设施栽培是具有一定规模的专业化生产，产品只有进入市场流通，才能不断发展、扩大生产规模，取得规模效益。如山东寿光蔬菜大棚之所以规模不断扩大，就是因为建立了规范有序的蔬菜市场，使蔬菜每天销往全国各地，良好的生产体系是设施农业发展的前提。

第二节 国内外设施栽培的现状与发展

一、中国设施栽培的产生、发展和现状

1. 中国设施栽培的产生 早在 2000 多年前，中国就有了蔬菜温室栽培。根据汉书西汉（公元前 206—公元 23 年）记载：太官园冬种生葱韭菜茹、覆以屋瓦，昼夜燃蕴火，待温气乃生，信臣以此皆不时之物……。其产品当时被称为“不时之物”，故又名“不时栽培”。

明朝（公元 1368—1644 年）北京地区已有黄瓜加温温室促成早熟栽培。130 多年前，济南郊区，有菜农利用草苫子作蔬菜保护栽培的风障阳畦，由于设施简陋，只能用来作秋冬和早春保护栽培韭菜、芹菜和菠菜等耐寒性蔬菜。1924 年济南北园菜农使用玻璃作为阳畦的透光覆盖物，出现玻璃阳畦，大大提高了阳畦的采光性能，在冬季生产出了韭菜、芸豆等蔬菜。

可见，设施栽培在中国是广大农民在生产实践中发现的，有悠久历史。它在实践中不断总结、完善和提高，由原始的风障畦、火炕育苗，发展到风障小拱棚、温床，最后才发展到今天的地膜覆盖、塑料大棚、玻璃温室。

2. 对传统设施农业调研和总结阶段（20 世纪 50 和 60 年代） 1954—1955 年农业部组织了对北京市郊区蔬菜栽培调查，并由财政出版社公开出版了北京市郊区《阳畦蔬菜栽培》，《温室蔬菜

栽培》等四部调查专著，总结了中国传统的栽培设施和贮藏试验，使全国，尤其是中国北方地区的蔬菜生产发育有所借鉴，促进了阳畦温室的发展，同时也推进了城市郊区以及特产地区的设施栽培调查研究。这是国家第一次有计划、有组织地开展设施农业调查总结工作，也是近代中国设施农业的开端。50年代末期中国又从日本引进农用聚氯乙烯（PVC）薄膜，用作水稻育苗和蔬菜早熟栽培的小拱棚覆盖材料，应用效果良好。此后北京、上海等地的塑料化工厂开始生产农用聚氯乙烯和聚乙烯（PB）薄膜。60年代，中小型塑料拱棚（中小型日光温室）已比较广泛应用于农作物早春育苗和蔬菜冬春保护地栽培。60年代末，在吉林省长春市郊区出现了中国第一栋塑料大棚。总之，到60年代末，在中国北方大城市郊区已初步形成了由简易覆盖畦、风障畦、阳畦和中小拱棚、大棚、温室所构成的中国设施栽培生产体系，进行着蔬菜育苗和春早熟、秋延后栽培，为调节蔬菜周年均衡供应起了较大作用。与此同时，开展了中国设施栽培的结构性能和稳产高产试验研究工作。

3. 引进和发展阶段（20世纪70—80年代） 1977年北京玉渊潭公社建成中国第一栋钢架结构连栋玻璃温室（荷兰轻型温室）。1979—1987年北京、哈尔滨、上海、乌鲁木齐、深圳等地，先后从日本、荷兰、保加利亚、美国、意大利和罗马尼亚等国家引进屋脊型或拱圆型连栋玻璃温室或塑料温室，用于蔬菜或花卉生产，其中有的进行无土栽培工厂化生产，取得了较大的经济效益和社会效益。1978年又从日本引进了高压低密度聚乙烯薄膜和地膜覆盖机具，同时引进地膜覆盖新技术，1979年开始在华北、东北、西北地区及长江流域部分地区进行较大面积的试验示范和推广。试验证明，地膜覆盖栽培对粮、棉、油和蔬菜等40多种作物有促进早熟增产效果。目前，地膜覆盖栽培已由中国北方向南方发展，从平原向高山发展。80年代末期，传统的简易覆盖畦和阳畦有逐步被中小型塑料拱棚和地膜覆盖代替的趋

势。1980年，全国大中小型塑料拱棚面积6667hm²。随着经济体制改革的深入发展和市场开放搞活，促使设施栽培大发展，1985年全国各型塑料拱棚已达33335hm²，其中大棚10000hm²。1988年全国各型塑料拱棚已扩展到10.87万hm²，单层面温室约4000hm²。已形成以塑料拱棚为主体，与风障畦、地膜覆盖、温室等设施相互配套的设施栽培市场体系。

4. 稳定发展时期（90年代） “八五”期间，中国设施栽培进入了稳定发展时期，基本上摆脱了过去忽起忽落的不稳定状态，开始进入了发展、提高、完善、巩固、再发展的比较成熟的阶段，由单纯追求数量、单产，转变为重视质量和效益，同时注重市场信息和科学生产。

80年代以前，从全国的蔬菜供应状况来看，主要是数量不足，尤其是在北方地区，冬季淡季明显，吃菜难的问题十分突出，蔬菜生产问题主要是解决量的问题，因此地膜覆盖、简易拱棚、塑料大棚成为中国设施栽培的主体。改革开放以来，随着人民生活水平的提高，对蔬菜供应的要求由数量充足的要求转变为品质优良、种类齐全的要求，并对新鲜的水果、特种蔬菜提出了要求，大城市对花卉的需求也在不断增长。

改革开放初期，在发展中国设施栽培的方向问题上，曾有过模糊认识。世界上发达国家在发展设施栽培的技术路线上，走的是“高投入高产出”的路子，设施类型采用的是大型、全光、双层面玻璃温室，设施结构也是先进的，但价格很高，加温和降温需要消耗大量能源。中国是发展中国家，巨大的能源和投资，国情和民情都难以承受。因此，近几年，农业科研院所、大专院校的科研工作者通力合作，加强了对日光温室结构和瓜果菜越冬栽培技术的研究，有力地推动了日光温室为主体的中国设施栽培的健康发展。中国式的日光温室与国外的现代化温室当然是无法媲美的，但其造价低廉，是国外相同面积温室造价的1/10甚至1/50。

工厂化育苗有较大的进展。1985年北京市先后从美国及欧洲共同体引进了几套育苗机械及设备,建立了中国第一批蔬菜育苗工厂。近几年工厂化育苗越来越表现出其优越性,商品苗已日益受到广大菜农的欢迎,特别是遇到灾害较多的年份,常规的、分散的育苗常常受到毁灭性的损失,而工厂化育苗则可基本上避免自然灾害的影响。现在已有国产的工厂化育苗设备,各地正在积极推广,在已形成规模的蔬菜生产基地,许多都是由工厂化育苗车间供应商品苗。

无土栽培受到青睐。无土栽培生产的蔬菜品质好,无污染,清洁卫生。由于受到外向型经济的影响,中国南方,尤其是沿海一些城市,正在推广这一技术,生产高档蔬菜出口国外和供应一些高档宾馆。无论是水培还是基质培所需设备,现在已经国产化,虽不如外国设备成熟,但成本低,能为生产使用者接受。

花卉设施栽培日见兴旺发达。随着人民生活水平的提高和经济交流活动的日益增多,花卉的需求量越来越大,每年的情人节、母亲节等节日和许多的重要经济活动都需要大量的不同种类的鲜花。

5. 科研与设施生产 80年代初,农业部就陆续安排了塑料大棚及栽培技术等单项技术研究;从“七五”期间开始,农业部均把塑料大棚、玻璃温室、日光温室和配套栽培技术及专用品种等的综合研究,列入重点科研项目。目前已形成以中国农业工程研究设计院设施农业研究所、中国农业大学、中国农业科学院蔬菜花卉研究所、气象所等为核心的一批专业研究机构和科技队伍;也形成了有农业部规划设计研究院西达农业工程科技集团、上海长征温室厂、上海洁民温室设施有限公司、沧州市工商贸易中心塑料大棚厂、江西省进贤温室公司、江西省南昌华昌温室设施有限公司、常熟开成温室有限公司等一批温室、塑料大棚专业定点生产企业。