

棚室设计·建造及配套设施

张晓东 张晋栋 吕笃君 编著



黑龙江科学技术出版社

棚室设计、建造及配套设施

张晓东 张晋栋 吕笃君 编著

黑龙江科学技术出版社

中国·哈尔滨

责任编辑 李 实

封面设计 洪 冰

棚室设计、建造及配套设施

PANGSHI SHEJI、JIANZAO JI PEITAO SHESHI

张晓东 张晋栋 吕笃君 编著

出 版 黑龙江科学技术出版社

(150001 哈尔滨市南岗区建设街 41 号)

电话 (0451) 3642106 电传 3642143 (发行部)

印 刷 哈尔滨市动力区哈平印刷厂

发 行 全国新华书店

开 本 787×1092 1/32

印 张 7.125

字 数 150 000

版 次 2002 年 6 月第 1 版·2002 年 6 月第 1 次印刷

印 数 1 - 2 000

书 号 ISBN 7-5388-3826-0/S·452

定 价 12.00 元

内容提要

本书重点介绍了日光温室和塑料棚的分类、特点、设计、建造方法及配套机具，同时还介绍了日光温室的采暖设计、灌溉、通风及棚室附属设施。

本书内容新颖、通俗易懂、技术先进、实用性强，力求对广大从事棚室蔬菜生产的菜农和从事蔬菜科技工作的专业人员及棚室建筑设计人员有一定的指导和参考价值。

前 言

我国是一个农业大国，有 9 亿农民。作为我国国民经济的基础产业，农业在国民经济发展中起着举足轻重的作用，是国家经济稳定发展、社会安定团结、国家自立自强的基础。党中央、国务院非常重视农业的发展，把农业的发展放在国家经济工作的首要位置。实践证明，农业的发展，一靠政策，二靠科技，三靠投入，最根本、最重要的是要靠科技。

科学技术是第一生产力，科技进步是我国农业和农村经济快速发展的关键，而快速发展农村经济的关键技术是保护地蔬菜生产设施。我国北方地区棚室生产发展很快，尤其是日光温室蔬菜生产的发展可谓日新月异。棚室蔬菜生产的发展，不仅从根本上解决了我国北方地区冬春季节鲜细蔬菜的供需矛盾，减轻了“南蔬北运”给铁路运输造成的压力，节约了能源，也为农村产业结构调整和农民发家致富奔小康提供了一条有效途径。

据统计，仅黑龙江省每年从外省调进蔬菜达 40 多万吨，70%~80% 在淡季。从外省运蔬菜到黑龙江省，仅运费和管理费每年耗资达 9.6 亿元。为了减少资金外流，增加当地菜农收入，解决冬春季节农民半年闲的问题，增加反季节、超时令的蔬菜生产，提高淡季地产鲜菜自给率，在东北三省已掀起了蔬菜生产基地建设新高潮，其发展速度之快，面积之

大，效益之好是前所未有的。截止 1998 年末，黑龙江省日光温室面积已达 6 500 公顷，年节约资金 1 亿多元。

日光温室的发展已经不仅仅局限于发展蔬菜生产上，而是已经由原来的单一地面种植向立体栽培及多种经营方向发展。在扩大蔬菜产量的同时，利用温室发展食用菌、花卉、药材生产和养鱼、养蛙、养猪、养禽业等等，提高了日光温室的利用率、生产效率和经济效益。

目前，日光温室的设计、建造及配套设施，从理论上和实践上都日趋完善。为了进一步扩大日光温室的推广面积，为了满足广大农民朋友对日光温室设计、建造技术的需求，为了方便基层农业科技工作者指导农户，我们认为编写这一本全面反映近年来日光温室和塑料大棚设计、建造及配套设施方面的科研成果和先进经验的书籍是很有必要的。

本书的编写是以全面、具体、实用为目的，内容准确、科学、通俗易懂。特别是介绍了日光温室和塑料大棚的配套机具，弥补了其他同类书籍的不足。

在编写本书过程中我们参考了一些专家、学者的有关著作和有关部门的技术资料，由于篇幅有限，不一一列出，谨在此一并表示感谢。

编著者
2001 年 7 月

目 录

第一章 概 述

- 一、保护地栽培的历史及在国内外的应用 … (1)
- 二、棚室生产的作用及特点 …………… (3)
- 三、我国设施农业的生产展望 …………… (5)

第二章 棚室的分类及设计计算

- 第一节 温室的分类 …………… (9)
 - 一、玻璃温室 …………… (10)
 - 二、塑料温室 …………… (10)
 - 三、日光温室 …………… (11)
- 第二节 塑料棚的分类及特点 …………… (20)
 - 一、塑料棚的生产特点 …………… (21)
 - 二、塑料棚的分类 …………… (21)
 - 三、塑料棚的结构 …………… (24)
- 第三节 温室的设计计算 …………… (31)
 - 一、温室的采光设计 …………… (32)
 - 二、太阳光照辐射强度计算 …………… (37)
 - 三、人工补光 …………… (42)
 - 四、日光温室的遮光 …………… (45)
- 第四节 日光温室与塑料大棚覆盖材料 …………… (46)
 - 一、硬质覆盖材料 …………… (47)

二、软质覆盖材料	(48)
第五节 日光温室的造型设计	(50)
一、日光温室的合理跨度	(50)
二、日光温室凹入地下的合理深度	(52)
三、日光温室的合理高度	(52)
四、日光温室的前坡面角度	(53)
五、日光温室的后坡面角度	(55)
六、日光温室的后坡面水平投影长度	(56)
七、日光温室的墙体厚度与后坡厚度	(57)
八、日光温室的防寒沟	(58)

第三章 棚室的建造

第一节 选择棚室建造场地的原则	(59)
一、选择适宜的太阳辐射角度	(60)
二、选择理想的地势与地理条件	(60)
三、选择较好的环境条件	(60)
第二节 日光温室与塑料大棚场地规划	(61)
一、日光温室场地规划	(61)
二、塑料大棚场地规划	(64)
第三节 日光温室的建造及材料	(67)
一、基础的深度与厚度	(67)
二、日光温室墙体建造	(69)
三、日光温室墙体材料的保温性能	(72)
四、日光温室后坡的建造与建材	(73)
五、日光温室的骨架及材料	(76)
第四节 塑料大棚的建造及材料	(82)
一、塑料大棚的建造	(82)

二、建造塑料大棚所需材料	(83)
第五节 棚室的建造施工	(86)
一、温室的建造施工	(86)
二、塑料大棚的建造施工	(101)
 第四章 棚室的配套设施及辅助配套设施	
第一节 棚室的供暖与保温设施	(105)
一、温室内供暖温度的确定	(105)
二、供暖方式与供暖设备	(107)
三、节能措施与设备	(113)
四、温室的降温设备	(127)
第二节 通风换气设施	(129)
一、自然通风换气	(129)
二、强制通风换气	(132)
三、几种天窗控制机构	(138)
第三节 棚室的灌溉设施	(148)
一、灌水量的计算	(148)
二、灌水方法及灌水设备	(151)
三、喷灌设备	(154)
四、滴灌设备	(156)
五、以色列滴灌设备简介	(161)
六、滴灌设计应用实例	(164)
第四节 棚室的辅助设施	(170)
一、二氧化碳 (CO ₂) 发生器	(170)
二、整地机械	(178)
三、育苗播种机械设备	(188)
四、病虫害防治与土壤消毒机械设备	(210)

第一章 概 述

一、保护地栽培的历史及在国内外的应用

保护地栽培属于设施农业的范畴。设施农业（外来语），是利用一定的设施，在局部范围内改善或创造环境气象条件，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。

设施农业包括设施栽培和设施饲养。设施栽培又称保护地栽培。塑料棚栽培、温室栽培、植物工厂化栽培是设施栽培的三种不同的技术层次。我们所说的棚室生产一般是指塑料棚栽培和温室栽培生产。

我国的保护地栽培历史悠久。据《汉书·儒林传》记载：早在秦始皇时代（即公元前 221～206 年间），秦始皇令人种瓜于骊山沟谷中温处，瓜实成，使人上书曰：“瓜冬有实”。可见在两千多年前就开始利用保护地设施进行蔬菜生产。而《汉书·召信臣传》则记载的更为详细：公元前 33 年，“太官园种冬生葱韭菜茹，覆以屋瓦，昼夜燃蕴火，待温气乃生。信臣以为，此皆不时之物”。唐朝武则天在冬季令百花盛开，其实质就是温室栽培。至于元代以后的马粪覆盖韭菜、早春温床育秧等措施则一直沿用至今。

在 20 世纪 50～60 年代，日本和欧洲各国已开始对棚室生产进行试验研究，并且不断推广应用。到了 70 年代棚室

已经初具规模，并投入了工厂化批量生产，棚室内农艺操作基本上实现了机械化、自动化。随着生产的发展，近几年棚室的建造又向大型化、连栋化方向发展。

1955年日本的棚室面积为4 472公顷，1979年已达30 229公顷，1981年为34 174公顷，1983年为36 951公顷，其中蔬菜棚室28 155公顷，花卉棚室2 855公顷，水果棚室5 924公顷，其发展速度每年递增高达10%，到1997年棚室面积达5万公顷。其他国家，如荷兰的温室面积达1.2万公顷；韩国的温室面积达4.4万公顷，人均10平方米；以色列的温室面积达3 000公顷；西班牙、法国、意大利等国的棚室生产也都很发达。

在20世纪60年代和70年代，我国塑料工业有很大的发展，使地膜覆盖生产技术、中小拱棚逐渐得到广泛的应用。特别是在60年代中期，吉林省长春市郊区首开我国大棚蔬菜生产栽培纪录，并很快在北方及长江中下游地区试验推广。到1980年我国棚室面积已达6 200公顷，棚室主要分布在长江流域以北的19个省（市）、自治区。随着农村经济体制改革的不断深入，激发了广大农民的生产积极性，城乡经济的大发展，使人民的经济收入和生活水平有了很大的提高。棚室的生产有了突飞猛进的发展。

黑龙江省的塑料大棚栽培始于20世纪70年代中期，哈尔滨市南岗区的新春乡率先应用塑料大棚栽培技术，随后迅速推广至近郊、中郊的各乡镇。至今，哈尔滨市（不含12县）的塑料大棚面积已达1 117.9公顷，日光温室面积200公顷，而且每年以10%的速度递增。在日光温室的生产中，80%种植水果和蔬菜，其中的40%为外国引进品种，其余为花卉和食用菌等。

1996年上海市开始对“菜篮子”工程提出了高标准，有关科研院所先后研制成功了具有上海特色的A型连栋塑料管棚、上海99型连栋塑料温室（7430型）。上海市现有各类日光温室达79.8公顷，A型连栋塑料管棚50公顷，其他类型大棚158.95公顷，棚室总面积达288.75公顷。

“九五”期间，在“工厂化高效农业示范工程”的带动下，全国的设施栽培农业得到高速发展。截止到1999年底，全国的设施栽培面积已达到150万公顷，居世界首位。其中，塑料中小拱棚65万公顷，塑料大棚35万公顷，各类温室50万公顷。在各类日光温室中，日光温室约占99.8%，大型连栋温室不足0.2%。大型连栋日光温室近些年来发展势头强劲，据初步统计，全国现有连栋温室588.4公顷，其中，国外引进185.4公顷，国产403公顷。据有关专家预测，到2011年我国的设施栽培面积将达到166.7万公顷。

二、棚室生产的作用及特点

除少量用于工厂化育秧、花卉栽培外，棚室大量用于蔬菜和水果的生产。至今我国的蔬菜生产既有地膜、中小棚、大棚、温室等栽培设施，也有节水灌溉设施，构成了全年系列化保护地栽培体系，实现了蔬菜的周年生产，周年供应。

1. 棚室生产的作用 棚室生产应因地制宜，根据本地区的自然条件、市场信息，采取不同的保护地设施及生产方式，其主要作用有：

(1) 棚室育秧 秋冬或早春可利用棚室为露地栽培的作物育苗，使秧苗能够避开寒流的侵袭。例如，现在的水稻育秧基本上都采用这种方式。

(2) 春季提前早熟栽培 利用保护地设施的防寒保温性能，可在春季提早栽培茄果类、瓜类、豆类、甘蓝类蔬菜，

以获得早熟的产品，增加收入。例如，蔬菜类以地膜覆盖栽培，一般能使蔬菜提前上市1~2周。

(3) 秋延后栽培 利用保护地设施具有防低温霜冻的性能，可在夏末秋初种植果菜类，使果菜类蔬菜在保护地内生长至深秋以至初冬，延长果菜供应期。

(4) 越冬保护栽培 利用加温温室或节能日光温室，在冬季生产绿叶菜类和瓜果类，实现蔬菜和瓜果的周年供应。

(5) 假植贮藏 秋季，把露地已长成或半成的商品菜，移入保护地设施内，以利于蔬菜的继续生长。同时还可以用于种株的越冬贮藏，如花卉的生产，多采用这种方式。

另外，近几年发展起来的无土栽培（水培、沙培、岩棉栽培、营养液膜栽培）也大多在保护地内进行。

2. 棚室栽培的特点 棚室栽培是在露地不能生长或在露地栽培产量很低的季节里，人为地创造较好的生态环境，进行作物栽培的方式。因此，有其独到的特点。

(1) 需建立必要的保护设施 这是棚室生产的先决条件。

(2) 人工控制小气候进行生产 保护地栽培是在不良的气候条件下，人工创造有利作物生长的生态环境。在露地栽培中不成问题的条件，在保护地内往往变成主要的栽培技术。例如，温度、光照度、空气干湿度的调节问题等。

(3) 栽培技术要求严格 保护地栽培不仅要了解不同作物在不同生育阶段的生长发育特点以及其对外界条件的要求，而且要掌握不同的保护设施的结构、特点及其在不同季节、不同天气、不同时间的性能，并通过调整结构来适应不同作物、不同生育期的要求。这就要求不仅要像露地栽培那样进行水分、养分的管理，而且要对温度、光照度、空气干

湿度等项技术指标进行管理。不仅要對植株进行管理，而且要求对设施的结构进行调整和管理。

三、我国设施农业的生产展望

1. 我国引进外国温室概况 我国引进外国温室面积达185.4公顷，但使用的经济效益并不十分理想。为此，农业部对引进温室的管理工作提出了管理意见，要求规范引进工作，提高引进温室的经济效益。引进温室经济效益差的主要原因是：第一，过度重视硬件设施，忽视软件配套；第二，盲目引进，功能定位不合理；第三，生产管理不规范，经济效益差，能耗过高。对于利用引进的外国先进温室，首先，肯定引进的温室为我国设施园艺的发展做出了很大的贡献。通过引进、消化、吸收，我国的园艺设施在近几年有了很大的进步。主要体现在我国设计建造的温室成本大大降低，温室的产品在很多方面可以和外国的相媲美。其次，是我们从引进中学习到了先进的经验和技术。

2. 我国的棚室生产展望

(1) 我国的棚室生产将进一步得到发展 我国幅员辽阔，南北方气候差异大，特别是我国北方地区的气候特点，决定了在棚室蔬菜生产中，较南方有着更为客观的经济效益与市场前景。可以预料，在今后较长一段时间内，我国北方地区仍将以发展日光温室和塑料大棚蔬菜生产为主，而且日光温室较塑料大棚有更大的发展。

(2) 棚室生产将进一步完善 一是棚室生产基地将进一步完善。连续几年推行的“菜篮子”工程，已使城市市郊的棚室生产基地功能基本完善。“九五”期间，我国在整体规划的基础上，逐步形成了更大规模的日光温室和塑料大棚蔬菜生产基地，并在基地内逐步健全棚室生产的物资供应体系

(如山东省寿光市已基本形成了这种体系)、技术咨询服务体系、产品销售服务体系。二是棚室生产将逐步实现适度规模经营。随着农村产业结构调整,广大菜农将逐步实行日光温室和塑料大棚蔬菜生产的适度规模经营。这样,将为日光温室和塑料大棚蔬菜生产专业化、商品化、集约化的进一步提高创造条件,从而使经营者获得更大的经济效益。三是蔬菜市场预测和蔬菜批发市场将得到完善。

(3) 棚室蔬菜配套生产技术将有新的提高

①日光温室和塑料大棚结构将进一步大规模改造 在保证新建日光温室和塑料大棚结构合理的基础上,今后将对原有结构不合理的温室和塑料大棚进行逐步改造。近年来改造的重点将是规模较大的日光温室和塑料大棚蔬菜生产基地。通过改造,将使生产基地的蔬菜产量和经济效益得到大幅度的提高。

②日光温室和塑料大棚蔬菜栽培综合技术将得到进一步提高 今后将在以下十项栽培技术方面得到进一步提高:一是优良品种选育技术;二是蔬菜嫁接及培育壮苗技术;三是地膜覆盖及定植技术;四是施肥技术;五是灌水技术;六是温、光、湿等环境调控技术;七是果菜类蔬菜植株调整技术;八是二氧化碳(CO₂)施肥技术;九是植物生长调节剂技术;十是综合防病技术。

③日光温室和塑料大棚蔬菜生产的专业化水平将得到提高 今后将在调查研究的基础上,规范现有温室和塑料大棚蔬菜的茬口和茬次安排,并根据不同地区的特点与市场情况,选择推广若干优良茬口和茬次,实行专业化生产,并使专业化生产水平得到大幅度提高。

④棚室蔬菜生产机械化将有新发展 目前温室和塑料大

棚蔬菜生产机械化水平还很低，今后棚室蔬菜生产的小型耕耘机、卷帘机、通风机械、短期加温炉、保温开闭机械、育苗机械等，将会得到较大的发展。这些机械的大面积推广应用，不仅会大幅度地降低生产者的劳动强度，提高劳动生产率，还会大幅度地提高经济效益和促进棚室蔬菜生产向规模化方向发展。

⑤棚室蔬菜生产将向多样化方向发展 目前温室和塑料大棚蔬菜生产的种类还较少，主要种类有黄瓜、番茄、辣椒、芹菜、韭菜及少量速生叶菜等。近年来，虽然许多稀有蔬菜（国外引进品种）开始在日光温室里栽培生产，但面积仍很小。随着棚室生产的发展，今后蔬菜的生产种类会向多样化生产发展，将会进一步丰富蔬菜、瓜果类市场，提高人们的生活水平。

第二章 棚室的分类及设计计算

日光温室和塑料棚是蔬菜保护地生产的一个重要组成部分，设计和建造出适于作物生长所必须条件的保护地建筑，是保证作物获得高产、稳产的先决条件。近年来日光温室的研制工作在全国各地已全面开展，河南、上海、北京、辽宁、黑龙江等省（市）已先后建造和引进了不同类型的日光温室。但由于我国幅员辽阔，各地区地理位置的差异，气候条件相差很大，日光温室栽培的目的、栽培的种类、栽培的方法、方式各不相同，即使是同类型的温室，在不同地区的使用方式和使用目的不同，致使所得到的效果也不同。因此，应根据全国各地的地理位置、气候条件、栽培目的以及所栽培作物对生态环境的不同要求，研制出适合我国各地实际情况的日光温室与塑料大棚，因地制宜的设计和建造日光温室和塑料大棚的结构型式，是非常必要的。

日光温室与塑料大棚的设计和建造，通常称为“硬件”，因为它在作物生产过程中是不可以随意更改的技术指标，故在棚室生产中又称为“不可变技术”，只能在日光温室与塑料大棚结构设计和建造时，一次性地决定。所以，日光温室和塑料大棚的结构设计和建造在作物生产保护地中显得极为重要。