

蔬菜冬暖型日光温室 建造和高效栽培技术

韩世栋 主编

中国农业出版社

**蔬菜冬暖型日光温室建造
和高效栽培技术**

韩世栋 主编

* * *

责任编辑 徐建华

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 中国农业出版社印刷厂印刷

850×1168mm32 开本 10 印张 250 千字

1996 年 11 月第 1 版 1996 年 11 月北京第 1 次印刷

印数 1—5,000 册 定价 17.20 元

ISBN 7-109-04443-2/S·2759

内 容 简 介

本书较详细地介绍了冬暖型日光温室的结构、类型和建造技术，茬口安排，冬季温室的增温、保温、人工补光和二氧化碳气体施肥措施，以及激素保花、保果和植株调整方法等；介绍了黄瓜、西葫芦、番茄、茄子、青椒、香椿、菜豆、平菇等14种高档蔬菜的优良品种、茬口安排、病虫害防治以及高效栽培技术。内容充实，技术先进，科学实用，易学易做，适用于广大菜农、科技工作者和农业院校师生参考。

主 编：韩世栋

副主编：吴红政

编 者：刘明杰

刘建平

翟立红

陈天友

席敦芹

姜国华

王会礼

周桂芳

徐桂平

周希华

房师梅

侯风君

前 言

冬暖型日光温室的全称为冬暖型塑料薄膜日光温室，俗称“冬暖式塑料大棚”。采用冬暖型日光温室进行蔬菜生产，不仅可以周年均衡地为广大城乡居民提供物美价廉的新鲜蔬菜，增加蔬菜的花色品种，丰富居民的“菜篮子”，而且可以显著地提高蔬菜的产量和品质，增加广大菜农的经济收入，使我国传统的蔬菜生产向着现代化和集约化生产迈进一大步。

我国北方地区因受季节的限制，长期以来喜温怕寒的瓜果豆类蔬菜只能在加温温室中栽培，不仅生产成本低，栽培规模小，而且产量低，品质差，价格昂贵。冬暖型日光温室蔬菜栽培是80年代发展起来的新型蔬菜栽培方式，该温室结构简易，透光和保温性能好，容易取材和施工建造，造价低，易推广。从近十年来的发展情况看，冬暖型日光温室在华北和西北的大部分地区，在冬季不加温情况下，可以较好地从事喜温性蔬菜的生产，即使在冬季严寒的东北和内蒙古等地，冬季只需短时间加温，也能生产出品质优良的瓜果豆类蔬菜。实践证明，冬暖型日光温室蔬菜生产具有低成本、高产量和高收入等生产特点，一般可亩产蔬菜2000—10000公斤，亩收入万元以上，高收入者可达50000元以上。

目前，我国北方地区正掀起一股冬暖型日光温室热，许多地方已把发展冬暖型日光温室蔬菜生产作为农民脱贫致富的一项重要措施。为适应这一形势的要求，我们编写了这本书。

本书是作者总结多年来的生产实践经验，学习和参照了北方各省市的先进经验后，在原培训教材的基础上编写而成的。书中较详细地介绍了冬暖型日光温室的规范结构，一般建造技术，温

度、湿度、光照、气体和土壤等环境因素的变化规律和控制方法，高效栽培茬口的安排原则和模式，主要温室蔬菜的高效栽培理论和先进的管理技术，主要病虫害防治方法等。力求有较强的实用性和先进性，为冬暖型日光温室蔬菜生产的发展做出应有的贡献。

在编写过程中，山东省潍坊市农业局、寿光市蔬菜办公室、安丘市蔬菜公司和一些乡镇政府提供了部分资料和先进经验，在此谨致谢意。

由于编者水平所限，书中欠妥或错误之处在所难免，恳请读者指正。

编 者

1995年10月

目 录

前言

一、冬暖型日光温室的结构与类型	1
(一) 基本结构	1
(二) 结构特点和要求	3
(三) 温室的类型	10
二、冬暖型日光温室的建造	19
(一) 场地选择和布局	19
(二) 温室的施工	22
三、冬暖型日光温室的环境变化与控制	41
(一) 温度变化与控制	41
(二) 光照变化与控制	59
(三) 湿度变化与控制	68
(四) 气体变化与控制	76
(五) 土壤变化与控制	88
四、冬暖型日光温室蔬菜生产的茬口安排	101
(一) 当前茬口安排中存在的主要问题	101
(二) 茬口安排的一般原则	102
(三) 茬口安排	104
五、冬暖型日光温室主要蔬菜高效栽培技术	109
(一) 黄瓜	109
(二) 西葫芦	139
(三) 冬瓜	152
(四) 甜瓜	162
(五) 番茄	170
(六) 茄子	195

(七) 青椒.....	210
(八) 菜豆.....	226
(九) 香椿.....	237
(十) 草莓.....	257
(十一) 平菇.....	267
(十二) 草菇.....	278
(十三) 金针菇.....	283
(十四) 香菇.....	287
六、温室蔬菜主要病虫害防治	293
(一) 瓜类病害.....	293
(二) 茄果类病害.....	298
(三) 豆类病害.....	304
(四) 主要害虫防治.....	305
(五) 烟雾剂和粉尘剂的使用及农药有效性的鉴别.....	308

一、冬暖型日光温室的结构与类型

(一) 基本结构

冬暖型日光温室的基本结构由墙、屋面和立柱三部分组成(图 1—1)。

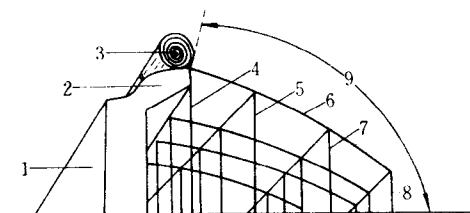


图 1—1 冬暖型日光温室的基本结构

1. 后墙 2. 后屋面 3. 草苫 4. 后柱
5. 后中柱 6. 拱杆 7. 前中柱 8. 前柱 9. 前屋面

各组成部分的作用及结构如下：

1. 墙 墙分为后墙和东、西侧墙。主要作用是保温防寒、支撑屋面。

(1) 后墙 后墙位于温室的北边，墙体较厚，一般墙基宽 1.0—1.5 米，墙顶宽 0.8—1.0 米，后墙高 1.6—2.0 米。依建墙材料不同，后墙有土墙、泥墙、砖墙和砖土混合墙等类型。

(2) 东、西侧墙 东西侧墙分别位于温室的东侧和西侧。侧墙南北呈不等形，南端最低，一般高 0.8—1.0 米，北端较高，与后墙等高，最高点位于北半部，与屋脊等高，一般高 2.8—3.0 米。

侧墙墙基宽 1.0—1.5 米，墙顶宽 0.8—1.0 米（部位间有差异）。侧墙也有土墙、泥墙、砖墙和砖土混合墙等类型。

2. 屋面 屋面分为前屋面和后屋面。

(1) 前屋面 前屋面位于温室的前部，主要起采光增温和保温等作用。前屋面主要由拱架、塑料薄膜、压杆和保温覆盖物组成。

①拱架 拱架是前屋面的骨架部分，起屋面造形、支撑薄膜和保温覆盖物等作用。拱架有弧面形和斜面形两种形状。弧面形拱架多由粗竹竿（径粗 10 厘米以上）、8 号铁丝和细竹竿（径粗 2 厘米以上）构成；斜面形拱架主要由角钢架、粗竹竿（径粗 5 厘米以上）构成。

②塑料薄膜 塑料薄膜覆盖在拱架上，白天让阳光透进温室，通过“温室效应”使温室升温。此外，塑料薄膜还能阻止温室内外空气交流，减少温室热量的散失，起保温作用。塑料薄膜多选用透光性好，增温快的深色（蓝色）防尘无滴膜。

③压杆 压杆压在薄膜上，起固定和绷紧薄膜的作用。压杆主要用规格小、抗拉的细竹竿（径粗 2 厘米左右）、粗铁丝（10—12 号）、塑料绳等。

④保温覆盖物 主要用于保温防寒。所用材料有草苫、旧薄膜、纸被、棉被等，以草苫用量最多。草苫主要有稻草苫和蒲草苫两种，一般宽 1.2—1.6 米、厚 4 厘米左右、长度比前屋面宽多 1 米。

(2) 后屋面 后屋面位于温室的后上部，一般厚 50 厘米左右。主要作用是保温防寒、抬高屋脊和白天放置草苫等。后屋面由支架、保温层和保护层三部分组成。

①支架 支架是后屋面的骨架部分，起固定屋面、支撑屋面重量的作用。简易日光温室多是用粗木（径粗 10 厘米以上）作梁，在粗木上东西向固定细木或细竹竿（径粗 5 厘米左右）或拉 5—6 道 8 号铁丝，构成支架；永久性日光温室则多是用水泥预制板作

支架。

②保温层 保温层是后屋面的主要保温部分，一般厚 30 厘米左右。简易日光温室多用作作物秸秆作保温材料，并用塑料薄膜把秸秆与外界隔离开，避免受潮霉烂。永久性日光温室则多用耐湿性强的珍珠岩、煤渣、蛭石等作保温材料。

③保护层 保护层起保护保温材料不受雨淋、风吹等作用，另外保护层本身也具有保温作用。保护层主要有草泥层和灰沙（水泥和细沙）层两种，草泥层的防水渗透能力差，一般厚 15—20 厘米，灰沙层的防水渗透效果较好，一般厚 5 厘米以上。

3. 立柱 立柱位于温室内，主要作用是固定屋面。

简易日光温室一般有 3—4 排立柱，依所在温室中的位置，分别叫前排立柱（简称前柱）、中排立柱（简称中柱）、后排立柱（简称后柱）。立柱一般地上高度为：前柱 0.8—1.0 米，中柱 1.5—2.5 米，后柱 2.8 米左右。立柱主要用耐潮湿、不霉烂、强度大、造价低的水泥预制柱。

永久性日光温室一般无立柱或只有 1—2 排立柱。

（二）结构特点和要求

1. 结构特点 冬暖型日光温室与普通日光温室相比较，具有以下结构特点：

（1）温室较高 一般脊高 3 米左右，后墙高 1.8—2 米。而普通日光温室的脊高一般只有 2.2—2.5 米，后墙高 1.5 米左右。冬暖型日光温室加高温室的目的是为了保持前屋面较大的倾斜度，有利于多采光，同时也是增大温室的空间，增加蓄热量的需要。

（2）温室的前、后屋面与地面的交角较大 一般前屋面的中部屋面与地面的交角大于 20° ，以使温室在冬季能尽可能地采集到更多的光，以提高温度，保证蔬菜生长对光的需要。后屋面与地面的交角一般为 40° 左右。加大后屋面与地面的交角的目的是

避免冬季在后墙上出现光照死角。

普通日光温室因其主要栽培季节为春秋两季，而此期由于温度高、光照较充足，所以温室的前、后屋面与地面的交角均较小，一般分别为 15° 左右（中部屋面）和 20° 左右。

(3) 温室内的立柱用量减少 冬暖型日光温室由于多采取主副拱杆结构或用铁丝、钢筋等作拉杆，前屋面重量减轻，立柱用量较少。一般立柱使用量可较普通日光温室减少 $20\%—30\%$ ，不仅减少了温室的遮荫面，使光照分布均匀，而且也有利于田间操作。

(4) 墙体和后屋面加厚 一般墙体厚 1 米左右，后屋面厚 40 厘米以上，以加强冬季的保温性能，减少散热。而普通日光温室的墙体一般厚 50 厘米左右，后屋面厚仅 20—30 厘米，保温能力差。

(5) 温室的后屋面较宽 冬暖型日光温室的后屋面内宽一般为 1.3—2 米，地面垂直投影宽 0.7—1.5 米，以利于冬季的保温。而普通日光温室的后屋面多较窄或无后屋面。

2. 结构要求 由于冬暖型日光温室的主要栽培季节为冬季、早春和晚秋，温度较低、光照不足，因此冬暖型日光温室的结构要求是：增、保温性能好，采光性能优良，结构牢固支持力强。

各结构部分的结构要求如下：

(1) 墙 结构要求：高度和宽度要适宜；支持力强，不易倒塌，使用时间长。

① 墙的高度 墙的高度要有利于温室冬季的增温和保温，过高和过低都不好。墙过高时，温室的空间较大，人工加温时，升温缓慢，燃料耗量大。据试验，温室高度每增加 1 米，温度升高 1°C 所需的能量增加 $20\%—40\%$ 。所以，冬季严寒的东北、内蒙古等地，温室的墙高不宜过大，以减少人工加温时的燃料耗量，一般后墙高（内高）1.6—1.8 米，侧墙最大高（屋脊高）2.8 米左右为宜，但是墙也不要过低，以免温室空间过小，使白天的蓄热

量减少，而降低保温能力。冬季较温和的华北、西北等地，温室冬季的降温幅度小，一般不需要人工加温，可适当提高墙的高度，增大温室的空间，提高温室自身的保温抗寒能力，一般以后墙高（内高）1.8—2.0米，侧墙最大高3.0米左右为宜。

②墙的宽度 墙的宽度对墙的使用寿命、保温性能影响很大，一般墙越厚保温性能越好，使用寿命也越长。但墙过厚，一方面施工量大，费工费时，另一方面建墙投资也增加。

墙的宽度要根据墙的种类和保温能力来确定。一般来讲，土墙的保温能力较强，但易损坏倒塌，使用时间较短，所以土墙要适当加宽，以延长使用寿命，一般墙基宽要求在1.2米以上，雨水多、地下水位高的地方，墙基宽度要求保持在1.5米左右。草泥墙由于草的保护和“连接”作用，使用寿命较土墙长一些，但施工却较土墙费工费时，并且投资也较土墙高，因此墙的厚度要适当减少，墙基厚以1.0—1.2米为宜。砖墙的耐湿和抗雨水冲刷的能力最强，使用寿命也长，但由于砖的导热系数较大，保温性能较差，所以仍要保持一定的宽度，并且要建成“空心墙”或“夹心墙”，一般墙宽以0.6—0.8米为宜。

③墙体结构 墙体结构要求：结构牢固、支持力强；不易损坏。

土墙墙体结构要求：土墙的吸湿性较强，吸湿后，墙的外层土粘接力变弱，在墙皮自身重量的作用下或在外力的作用下，易脱离墙体而发生“掉皮”。“掉皮”能使墙体变窄、支持力下降，易被压塌。所以，土墙要求建成“梯形墙”，即加宽墙基，由下向上渐减少墙体厚度，使墙面成斜面形。此外，在地下水位较高或地势低洼、湿度大的地方建温室时，还要用砖或石头在土墙下建一道高30厘米以上的“隔潮墙”，避免墙基受潮。

草泥墙墙体结构要求：草泥墙由于草的“护皮”和“连接”作用，墙的耐湿和抗雨水冲刷、抗“掉皮”能力均优于土墙，但使用一段时间后，草泥墙的上述能力会因草的“炭化”而削弱。因

此，草泥墙也要建成“梯形墙”，在地下水位较高或雨水较多的地方建温室时，也要建“隔潮墙”，保护墙体，延长使用时间。

砖墙墙体结构要求：因保温需要，砖墙多建成双层结构，使墙的牢固性和稳定性降低。因此，砖墙的地基必须牢固，入土要深（深入地下 30 厘米以上）。此外，双层墙的外侧墙要加厚（一砖半宽），双层墙间的“拉手”间隔要适宜，填充的保温材料要选用吸湿性差，吸湿后体积变化小的珍珠岩、煤渣等，并且填充不宜过紧、过满，以防吸湿后，体积增大，把砖墙胀破。

(2) 前屋面 结构要求：形状合理；骨架结构牢固不易变形；骨架遮荫小、重量轻。

① 屋面形状 前屋面形状要利于温室的冬季采光和保温。前屋面的形状有弧面型和斜面型两种，每种类型又可以分为多种形式，图 1—2 所示的是冬暖型日光温室的几种前屋面形状。

据研究，弧面型屋面的采光量一般要比斜面型屋面的多，前

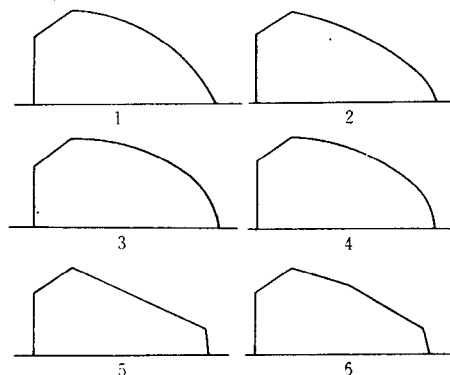


图 1—2 冬暖型日光温室的前屋面形状

1. 圆面型 2. 抛物面型 3. 椭圆面型

4. 圆-抛物面组合型 5. 二折式 6. 三折式

屋面中部坡度大的屋面采光量比坡度小的屋面大。所以，在条件允许时，应优先考虑采光量大的屋面形状。

具体屋面形状要根据所用骨架材料的类型、当地太阳高度、冬季的寒冷程度等进行确定。一般，竹竿、钢管、圆钢等易加工成拱形，要优先考虑弧面型屋面，角钢、圆木等无法弯拱，只能加工成斜面型屋面。低纬度地区冬季的太阳较高，光照相对较强，温室温度也相对高一些，前屋面可建成近椭圆面型或长圆面型，在保证采光需要的前提下，加宽温室，扩大种植面积。高纬度地区冬季比较寒冷，太阳也较低，光照较弱，应建成圆面型或圆-抛物面组合型前屋面，满足温室采光和增温的需要。

②屋面角度 屋面角大小对前屋面的冬季采光量影响很大，表 1—1 所列是北京地区冬至中午，不同采光面角度的采光量。

表 1—1 不同前屋面角度的太阳辐射强度

前 屋 面 角 度	0°	3.4°	13.4°	23.4°	33.4°	43.4°	53.4°	63.4°
太阳辐射强度 (卡/厘米 ²)	0.38	0.42	0.55	0.65	0.74	0.78	0.84	0.85

从表 1—1 中看出：在一定范围内，屋面角度越大，透过的太阳辐射强度越大。因此，冬暖型日光温室的主要采光面必须保持一定的角度。此外，各屋面角度大小的分布要合理，使温室从日出到日落，尤其是午前和午后一段时间，对太阳直射光保持较高的透光率，使温室均匀受光，并保持较强的光照。

屋面角大小受所在地区的地理纬度影响很大，各屋面角的计算公式是：

$$\text{地角} > \varphi + 23^{\circ}27'$$

“ φ ”指当地的地理纬度。地角是指前沿屋面与地面的交角。保持较大地角的目的是使地角屋面能较多地采集日出后和日落前一段时间的太阳直射光。

前角 $>\varphi-10^{\circ}$

前角是指前上部屋面与地面的交角。前角屋面是温室的主要采光面，保持较大角度的目的是使前角屋面能较多地采集上午和下午的太阳直射光。

腰角 $>\varphi-16^{\circ}33'$

腰角是指中部屋面与地面的交角。腰角屋面也是温室的主要采光面，保持适宜角度的目的是使腰角屋面能较多地采集中午前后一段时间内的太阳直射光，增加温室中、后部的光照量。

顶角 $\approx\varphi-25^{\circ}$

顶角是指顶部屋面与地面的交角。由于受温室高度的限制，加上中午时节太阳已达一日中的最高点，温室内的光照已较强，所以顶角要适当减少，一般以保持在 $10^{\circ}-12^{\circ}$ 为宜。

③屋面骨架结构形式 目前，冬暖型日光温室的前屋面骨架结构形式主要有主副拱杆结构和单一拱杆结构两种。

主副拱杆结构多是用规格较大的粗竹竿、钢管等作主拱杆，在主拱杆上拉铁丝或钢筋，在铁丝或钢筋上固定细竹竿作副拱杆。由于副拱杆的规格较小，承受力较差，在风、雪较大及草苫较厚时，容易折断或变形。此外，主拱杆间距较大，单拱杆的平均受力也较大，也易发生变形或折断。因此，采用主副拱杆结构时，要根据所在地区的极端天气情况及保温措施等确定拱杆和铁丝或钢筋的间距。一般，冬季严寒、多风雪地区，主拱杆以3—3.2米间距为宜，并且要尽量用钢管（1英寸以上）、钢梁等强度大、承受力强的材料作主拱杆，副拱杆间距0.6米为宜，铁丝间距30厘米以内，钢筋间距不大于2.2米。而冬季温和、少风雪地区，则可加大间距，以减少费用和骨架的遮荫。一般，主拱杆间距3.4—3.6米，副拱杆间距0.8米左右，铁丝间距35厘米左右，钢筋间距2.5米左右。

单一拱杆结构是用钢梁或粗竹（径粗5厘米以上）等距离固定到立柱或吊柱等上，由于拱杆规格大、数量多，骨架重量和遮

荫面也相应加大，因此要尽量用强度大规格小的钢管、角钢梁等作拱杆，并要适当加宽拱杆的间距。

(3) 后屋面 结构要求：保温性能好；结构牢固、重量轻；屋面宽度和坡度大小适宜，冬、春季不造成光照死角。

①屋面厚度 屋面厚度要求在满足保温需要的前提下，尽量减小，以减轻屋面的重量。

后屋面厚度大小主要受保温层和保护层厚度的影响。保温层厚度取决于所在地区冬季的寒冷程度。一般，低纬度地区的保温层厚度以 30 厘米左右为宜，高纬度地区的保温层厚度以 40 厘米左右为宜。草泥层由于防水渗透作用差，多较厚，一般厚 20 厘米左右，重量较大。可采取薄膜隔离法，即在屋面或保温层表面覆盖薄膜或油毡等阻止雨水渗入保温层内，来减少草泥层的厚度，一般可减少厚度 20% 左右。

②屋面宽度 后屋面宽度要求在满足保温需要的前提下，尽量减小。

后屋面宽度主要受冬季寒冷程度的影响。冬季严寒的地区（如东北、内蒙古等地），温室的降温幅度大，温度较低，要适当加大后屋面宽度，提高温室自身的保温抗寒能力，后屋面宽度以在地面的垂直投影宽 1.2—1.5 米为宜；冬季温和的地区（如山东、河南、河北南部等地），温室的温度相对较高，后屋面宽度要适当减小，以减少遮荫，后屋面宽度以屋面在地面的垂直投影宽 0.8—1.0 米为宜。

③屋面角度 后屋面内面与地面的交角大小要求冬季不造成光照死角、不降低后屋面的保温性能。

一般，当后屋面与地面的交角大于冬季的太阳高度角时，就不会造成光照死角，但角度过大时，后屋面对温室地面的有效覆盖面积相对减少，保温作用变差。所以，必须根据冬季的保温需要和当地冬季的太阳高度角大小，来确定适宜的屋面角度，避免顾此失彼。一般高纬度地区，由于保温需要，温室较矮，可按