



主编 卢育华

跨世纪青年农民

培
训
系
列
教
材

山
东
人
民
出
版
社

设施农业 — 冬暖大棚蔬菜栽培



跨世纪青年农民培训系列教材

设施农业——冬暖大棚 蔬菜栽培

主 编 卢育华

山东人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

设施农业：冬暖大棚蔬菜栽培/卢育华主编．—济南：山东人民出版社，1999.11
跨世纪青年农民培训系列教材
ISBN 7-209-02516-2

I．设… II．卢… III．蔬菜—温室栽培—乡村教育—教材 IV．S626

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 70862 号

跨世纪青年农民培训系列教材
设施农业——冬暖大棚蔬菜栽培
主 编 卢育华

*

山东人民出版社出版发行
(社址：济南经九路胜利大街 39 号 邮政编码：250001)
济南申汇印务有限责任公司印刷

*

850×1168 毫米 32 开本 7.25 印张 160 千字
1999 年 11 月第 1 版 2000 年 12 月第 3 次印刷
印数 23001—25000

ISBN 7-209-02516-2
G·207 定价：12.00 元

山东省跨世纪青年农民培训工程 系列教材编委会

主 任 陈延明
副 主 任 侯英民 尹慧敏 吴雪珍 孙守刚
成 员 庞敦之 王培泉 王守波 刘同理
黄利明 张国君 姜卫良

编委会办公室

主 任 王培泉
副 主 任 谷运德 张国君 姜卫良 冯俊良
成 员 牛 红 李学太 苗晓刚

《设施农业——冬暖大棚蔬菜栽培》

主 编 卢育华
副 主 编 刘学敏 徐 坤 鲁 波 王 芳

编写说明

党的十五届三中全会通过的《中共中央关于农业和农村工作若干重大问题的决定》指出：“农业的根本出路在科技、在教育。”农民是应用科技的主体。国务院副总理温家宝在农业部、财政部、团中央《关于实施跨世纪青年农民科技培训工程的报告》上批示：“实现农业现代化，需要千千万万高素质的农业劳动者。从现在起，就应着手培养造就一大批觉悟高、懂科技、善经营的新型农民，使他们成为下世纪建设社会主义新农村的中坚力量。农业部、财政部和团中央提出实施跨世纪青年农民科技培训工程，是贯彻落实十五届三中全会精神和科教兴国战略的具体行动，是一件很有意义的事情。希望周密规划，精心组织，抓好试点，积累经验，取得实效。”认真落实温家宝副总理的重要批示，切实组织实施好跨世纪青年农民培训工程，把提高农民素质与依靠科技发展农业紧密结合起来，是摆在我们面前的一项紧迫而又艰巨的任务。

为配合培训工程的实施，我们组织具有实践经验的专家、学者编写了《跨世纪青年农民培训系列教材》。这套教材以具有初高中文化程度的青年农民和农村青年干部为培训对象。在编写过程中，本着传授知识与推广技术相结合，科学性与可读性相结合的原则，力求突出4个特点：（1）广泛性：涉及内容多，适用范围广；（2）系统性：每册教材自成体系，整套教材组合配套，全面系统；（3）应用性：既有理论，又重实践，通俗易懂，一学就会；（4）时效性：内容新颖，技术先进。教材

内容既涉及种植、养殖、加工等新技术、新成果，也包括农业政策法规、农业经贸、市场营销、信息网络、农业可持续发展、电工、电器保养维修等内容。

本套教材可作为跨世纪青年农民培训工程使用，也适用于绿色证书培训及其他各类技术培训，同时也可作为农业科研、教育单位和广大农村基层干部和技术人员的学习参考书。

**山东省跨世纪青年农民培训工程
系列教材编委会**

1999年7月

目 录

第一章 冬暖大棚瓜菜栽培基本原理	(1)
第一节 冬暖大棚的结构类型与设计施工	(1)
一、冬暖大棚的基本类型	(1)
二、冬暖大棚的设计	(5)
三、冬暖大棚的规划与建筑施工.....	(14)
第二节 蔬菜生长发育与环境条件的关系	(23)
一、温度.....	(23)
二、湿度.....	(25)
三、光照.....	(26)
四、气体.....	(27)
五、土壤肥料.....	(32)
第三节 蔬菜育苗技术	(35)
一、普通育苗技术.....	(35)
二、嫁接育苗技术.....	(44)
三、初级工厂化育苗技术.....	(47)
第四节 冬暖大棚蔬菜栽培基本技术	(50)
一、大温差变温管理技术.....	(50)
二、大量增施优质农家肥.....	(50)
三、促根控秧,膜下暗灌	(50)
四、病虫害综合防治.....	(51)
五、遮阳网栽培技术.....	(51)
六、张挂反光幕技术.....	(52)

七、滴灌技术·····	(53)
八、菌肥、复合肥、植物生长调节剂施用技术·····	(54)
第二章 冬暖大棚瓜类蔬菜栽培 ·····	(56)
第一节 黄 瓜 ·····	(56)
一、生物学特性·····	(56)
二、优良品种·····	(66)
三、栽培技术·····	(67)
四、病虫害防治·····	(82)
第二节 西瓜 ·····	(87)
一、生物学特性·····	(87)
二、优良品种·····	(92)
三、冬暖大棚西瓜栽培技术·····	(94)
四、病虫害防治 ·····	(100)
第三节 厚皮甜瓜 ·····	(107)
一、生物学特性 ·····	(108)
二、优良品种 ·····	(112)
三、栽培技术 ·····	(112)
四、病虫害防治 ·····	(118)
第四节 西葫芦 ·····	(120)
一、生物学特性 ·····	(120)
二、优良品种 ·····	(124)
三、栽培技术 ·····	(125)
四、病虫害防治 ·····	(130)
第三章 冬暖大棚茄果类蔬菜栽培 ·····	(132)
第一节 番 茄 ·····	(132)
一、生物学特性 ·····	(132)
二、优良品种 ·····	(134)
三、栽培技术 ·····	(136)

四、病虫害防治	(148)
第二节 茄 子	(160)
一、生物学特性	(160)
二、优良品种	(161)
三、栽培技术	(163)
四、病虫害防治	(173)
第三节 辣 椒	(177)
一、生物学特性	(177)
二、优良品种	(179)
三、栽培技术	(182)
四、病虫害防治	(190)
第四章 冬暖大棚豆类蔬菜栽培	(196)
第一节 菜 豆	(196)
一、生物学特性	(196)
二、优良品种	(198)
三、栽培技术	(199)
四、菜豆落花落荚的原因及防治	(203)
五、病虫害防治	(204)
第二节 豇 豆	(210)
一、生物学特性	(210)
二、优良品种	(211)
三、栽培技术	(212)
四、病虫害防治	(216)
第三节 扁 豆	(216)
一、生物学特性	(217)
二、栽培技术	(218)

第一章 冬暖大棚瓜菜栽培 基本原理

第一节 冬暖大棚的结构类型 与设计施工

一、冬暖大棚的基本类型

(一) 矮后墙、长后屋面拱型大棚

该棚的后墙高 0.7 米~1.0 米，后屋面长 2.5 米~3.5 米，投影长 1.8 米~2.0 米，跨度 5.0 米~6.0 米，中高 2.2 米~2.4 米，前屋面为圆拱形，中腰坡度 30° ，为小空间大角度冬暖棚（图 1-1）。

(二) 高后墙、短后屋面拱型大棚

该大棚后墙高 1.5 米~1.8 米，后屋面长 1.7 米左右，投影长 1.2 米左右，跨度 6 米，中高 2.4 米~2.6 米，前屋面为圆拱形，中腰坡度 30° 左右，也是一种小空间大角度大棚（图 1-2）。

这种大棚的基本构造与矮后墙、长后屋面拱型大棚类似，只是后屋面及其投影变矮。因提高了后墙，不仅使冬季光照充足，而且在春、秋季后屋面的阴影也相应缩小。由于增大了跨度和高度，保温性略次于前者。

(三) 鞍Ⅱ型大棚

该大棚后墙高 1.6 米左右，后屋面投影长 1 米，跨度 5.5

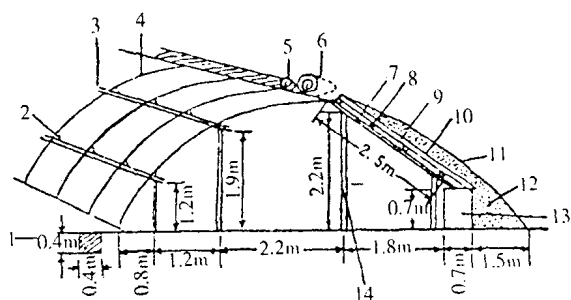


图 1-1 矮后墙长后屋面拱型温室

1. 防寒沟 2. 小支柱 3. 横梁 4. 竹拱杆 5. 纸被 6. 草苫 7. 柁 8. 檩 9. 箔 10. 扬脚泥 11. 后坡 12. 培土 13. 后墙 14. 中柱

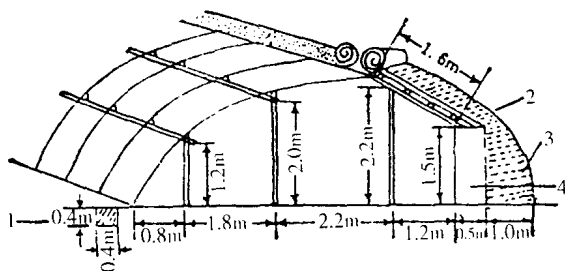


图 1-2 高后墙、短后屋面拱型温室

1. 防寒沟 2. 后坡 3. 培土 4. 后墙

米~6米，中高2.4米，前屋面为圆拱形，南沿底脚附近坡度为60°左右，中腰25°~30°，中脊附近10°（图1-3）。

该大棚为钢骨架组装式大棚，棚内无立柱，拱架是用钢管和圆钢焊成的桁架，上弦为6分钢管（或 $\phi 16$ 钢筋），下弦用 $\phi 12$ 号钢筋，腹杆用 $\phi 9 \sim 12$ 钢筋三角形焊接。桁架间用纵向拉杆固定，拱架间距80厘米，一端卡在后墙上，一端连接圈梁固定在土中。

(四) 无后坡冬暖大棚

无后坡大棚的后墙和山墙一般为砖砌，也有用泥筑的。有些地区则借用已有的围墙或堤岸作后墙，建造无后坡的大棚（图 1-4）。

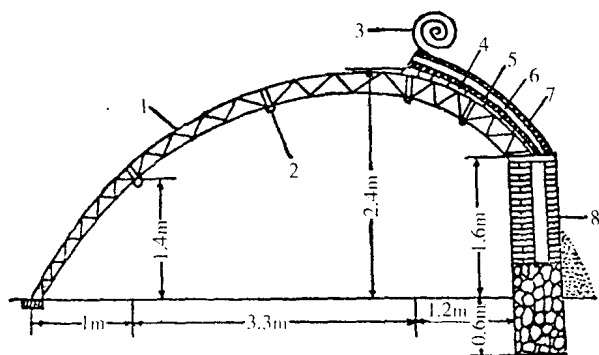


图 1-3 鞍Ⅱ型日光温室

1. 钢拱架 2. 纵拉杆 3. 草苫 4. 板皮 5. 草苫
6. 薄膜 7. 草苫 8. 空心墙

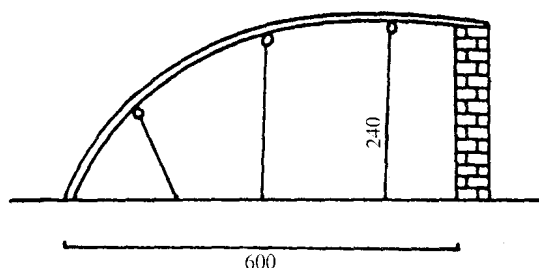


图 1-4 无后坡日光温室 (单位: 厘米)

无后坡大棚骨架多用竹竿构筑，也有用钢管、钢筋或早强水泥预制的拱架。

(五) 一坡一立式大棚

该大棚的后墙高 2 米左右，后屋面投影长 1.2 米，跨度

7.2 米~7.6 米，中高 3 米，前屋面为二折式，一坡一立，立窗角度 70° ，高 0.65 米~0.8 米，坡面角达 $21^\circ\sim 23^\circ$ ，为小空间大角度大棚（图 1-5）。

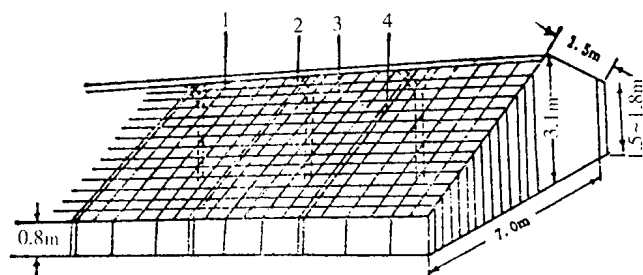


图 1-5 一坡一立式温室（上）及俯视图（下）

1. 竹竿骨架 2. 中柱 3. 8 号铁丝 4. 钢管桁架

这种大棚前屋面一坡一立，每隔 3 米设一钢管桁架，其间每隔 0.6 米设一细竹竿骨架，连结桁架与骨架的拉杆，用 8 号铁丝固定于东、西墙，间隔 0.4 米。骨架上覆盖薄膜，膜上压细竹竿，膜内外两侧竹竿成对绑扎固定，严冬时夜间用两层草苫覆盖。

设立柱 3~4 道，前柱设一坡一立转折处，中柱设于屋脊处，腰柱支撑坡面。由于该大棚坡面角度小，透光不如拱圆型。近年来将一坡一立改为三折屋面，将坡面的角度由原来的 21° 增加到 25° ，棚内光照条件有所改善，被称为改进型二坡一立式大棚。

（六）大跨度半地下式大棚

该大棚后墙高 1.8 米，后屋面投影长 1.2 米，跨度 9 米，中高 3.2 米，拱圆型屋面。坡面角度 $18^\circ\sim 22^\circ$ 。此外该大棚的特点是大棚的栽培床面比地面低 30 厘米左右，提高了大棚的保温性。

二、冬暖大棚的设计

(一) 冬暖大棚的采光设计

大棚内光照强弱除了与地理纬度、季节和天气条件有关外，还与大棚的建筑物结构、管理措施及透光材料有关。在生产中，大棚的采光性与建筑物结构、透光材料的光学特性之间的关系更为密切。由于大棚多在一年中的冬半年（11月～4月）使用，所以在设计大棚时，以大棚内获得最大光量为目标，同时考虑光照分布的均匀性。其中主要包括大棚方位、前屋面的坡度与形状，后屋面的坡长（或投影长）和仰角。

1. 方位

大棚的方位是指大棚屋脊的走向。冬暖棚的建造方位都是东西延长座北朝南。因为作物一般在上午的光合作用强度要比午后高一些，因此有人主张大棚的方位应南稍偏东。但是北纬40°以北的严寒地区，仍以南偏西为好，这样有利于延长午后的光照蓄热时间和夜间保温。不论南偏东还是南偏西，均不宜超过10°。

2. 采光屋面的坡度

阳光照射到透光屋面上以后，一部分被透光材料吸收，一部分被反射掉，一部分透入棚内。根据物理学定律三者之间有如下关系：

$$\text{吸收率} + \text{反射率} + \text{透过率} = 100\%$$

吸收率、反射率和透过率的大小和光线与被照面所组成的入射角有关，此入射角除了与透光面的倾角（坡度）有关外，还与太阳位置有关。太阳位置是随着地理纬度、季节和时间而变化的，所以，想获得最大的透光率，必须要有最佳的入射角，但这最佳入射角每时每刻每地都不同，因此生产上已经建成的冬暖温室，大都达不到最佳采光的理论要求，但根据理论

推算及实践应用的较合理采光屋面角可参考表 1-1。

表 1-1 不同纬度合理采光室面角设计

北纬	H_0	h_{10}	a_0	$50^\circ - h_{10}$	a
32°	34.5°	27.53°	15.5°	22.47°	26.19°
33°	33.5°	26.67°	16.5°	23.33°	27.21°
34°	32.5°	25.81°	17.5°	24.19°	28.24°
35°	31.5°	24.95°	18.5°	25.05°	29.27°
36°	30.5°	24.09°	19.5°	25.91°	30.30°
37°	29.5°	23.22°	20.5°	26.78°	31.35°
38°	28.5°	22.35°	21.5°	27.65°	32.40°
39°	27.5°	24.49°	22.5°	28.51°	33.45°
40°	26.5°	20.61°	23.5°	29.39°	34.52°
41°	25.5°	19.74°	24.5°	30.26°	35.58°
42°	24.5°	18.87°	25.5°	31.13°	36.65°
43°	23.5°	17.99°	26.5°	32.01°	37.74°

注：表中 H_0 为冬至太阳高度角， h_{10} 为冬至上午 10 时太阳高度角， a_0 为合理采光屋面角； $50^\circ - h_{10}$ 为修正冬至上午 10 时太阳高度降低后的合理屋面角， a 为合理采光时段屋面角。

3. 大棚的采光屋面形状

近几年，冬暖大棚面积大量增加，采光屋面的断面形状也多种多样，但归纳起来，主要有半圆拱式、椭圆拱式、两折式（或称大小双斜面式、一斜一立式）和三折式四种形式。在采光屋面水平投影长度和脊高一定的情况下，其棚内辐射量不同（图 1-6）。

4. 大棚的骨架材料

竹木骨架的大棚，由于骨架材料强度较低，所以，材料的截面积往往较大，造成较多的遮光，特别是由于必须设置立柱、横梁等，更加大了遮光面积，影响棚内光照的合理分布。因此，在大棚设计中，应尽量使用强度大、截面积小的建材，特别是应尽量避免在采光屋面下使用较粗大的横梁和立柱。使用钢筋或钢管为材料的拱架，不但截面积小，而且可以省去立

柱和横梁，只是以较细的钢筋作为拉杆，连接各单个的拱架，使之成为一体即可，所以，遮光很少。

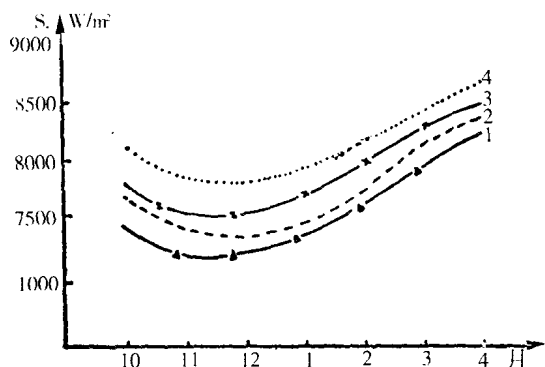


图 1-6 不同屋面形状冬暖棚内太阳直接辐射相对值比较

1. 一坡一立式型 12. 椭圆拱型 3. 三折式型 4. 半圆拱型

(安志信 1994)

5. 后屋面的仰角和宽度

后屋面的仰角和宽度对大棚采光影响不小，后屋面不应太宽，否则春秋季节太阳高度角增大时，棚内遮阴面积过大，影响后排作物的生育和产量形成，一般后屋面的投影长以 0.8 米~1.2 米为宜，过小不利于保温。后屋面的仰角应视大棚使用季节而定，但至少应略大于当地冬至正午的太阳高度角，以保证冬季阳光能照满后墙，又增加棚内的热量。

6. 大棚长度和相邻大棚的间距

大棚长可减少东、西墙遮阴面积的比例，总透光率较高。但过长，则影响通风，一般大棚以 50 米~60 米长为宜。

相邻大棚间的间距，主要是单指南、北排间距，应不小于冬至前后正午时阴影距离，一般应不小于大棚屋脊加卷起的草苫的两倍。

7. 塑料薄膜的光学特性

目前节能型大棚使用的薄膜主要是聚氯乙烯 (PVC) 膜和聚乙烯 (PE) 膜, 表 1-2 列出了这两种膜在紫外线、可见光和红外线光波段的透光特性。

塑料薄膜和玻璃对不同波长(微米 μ)

表 1-2 的辐射透光率(%)

项目	聚氯乙烯	醋酸乙烯	聚乙烯	玻璃
试样厚度 (mm)	0.1	0.1	0.1	3
紫外线	0.28	76	55	0
	0.30	80	60	0
	0.32	81	63	46
	0.35	84	66	80
	0.45	82	71	84
可见光	0.55	85	77	88
	0.65	86	80	91
	1.0	90	83	91
	1.5	91	91	90
红外线	2.0	91	90	90
	5.0	85	85	20
	9.0	70	84	0

由表 1-2 可看出: 在可见光波段中, 几种薄膜都有较好的透光能力。以玻璃最好, 聚氯乙烯薄膜次之; 在近红外区, 聚氯乙烯薄膜的透过率比聚乙烯高; 而在远红外区, 即热辐射部分, 聚氯乙烯薄膜的透过率比聚乙烯小得多, 所以, 用聚氯乙烯薄膜覆盖的大棚保温效果好。

表 1-2 中测定的透光率是使用干洁、未经老化的薄膜, 但生产中大棚上的塑料薄膜经常被灰尘、烟粒污染, 内表面经常附着一层水滴或水膜, 使大棚内的光强大为减弱。所以, 要选择防尘、无滴的多功能薄膜。例如一块普通的聚氯乙烯薄膜, 原始透光率为 90%, 使用 60 天后降为 55%, 一年后仅为 15%; 而使用聚乙烯防尘薄膜, 原始透光率也为 90%, 使用 60 天后