

最受欢迎的种植业精品图书



高产蔬菜日光温室 设计 建造与管理

李青云◎主编



GAOCHAN SHUCAI RIGUANG WENSHI
SHEJI JIANZAO YU GUANLI

种植业是我国农业的基础产业，“米袋子、菜篮子”事关社会的稳定和居民的安康。夯实米袋子，搞活菜篮子，赚足钱袋子，让千万农民的日子越过越好，离不开农业科技的支撑，离不开高产模式和经验的总结与示范，离不开新理念、新技术、新品种、新肥料、新农药、新农机的推广与普及。

书是科技传播的最好载体，为了能将最新的科技成果转化为生产力，为现代农业提供科技支撑，为农民朋友提供技术支持，中国农业出版社组织出版了这套丛书。

 中国农业出版社

最受欢迎的种植业精品图书

ZUI SHOU HUANYING DE ZHONGZHIYE JINGPINTUSHU

高产蔬菜日光温室

设计 建造与管理

GAOCHAN SHUICAI RIGUANG WENSHI
SHEJI JIANZAO YU GUANLI

藏书

李青云 主编

中国农业出版社

主 编 李青云

副 主 编 申书兴 乜兰春 王久兴

参编人员 于凤玲 王振庄 狄政敏

胡淑明 赵洪波 张泽伟

张忠义 吕庆江 孙建军

何铁锁 历春萌 齐 琳



近年来，随着农业现代化进程的加快和人们消费需求的不断增长，以温室为核心的设施蔬菜生产得以迅速发展，目前设施园艺已成为新一轮农村产业结构调整中的优选项目，对促进农业增效和农民增收具有重要作用。温室是目前我国农业生产上建造成本最大、技术含量最高、经济效益最显著的园艺设施。温室的建造和使用涉及园艺学、机械和建筑学、环境工程学等多种学科知识，多数生产者并不掌握温室建造的知识，生产上新建温室多参考其他地区的温室结构，然而，强大的地域性决定建造温室必须因地制宜，充分考虑应用地区的气候、地形、土质等自然条件，同时还应针对不同栽培模式选择经济适用型温室。温室结构的合理与否、建造质量高低等均与低温季节温室的环境调控性能密切相关，更直接影响蔬菜生产管理的风和效益。为适应当前发展高效农业的需要，我们编写了这本《高产蔬菜日光温室设计建造与管理》。

本书以冬季生产果菜的高效节能日光温室为核心，针对现有温室建造中出现的问题，从日光温室的选址、方位角、前屋面角、骨架结构、墙体材料与厚度、栽培床位置、覆盖物的选择和间距计算等方面，全面阐述了温室设计的理论基础与实用技术，介绍了带立柱和无立柱两种温室的建造工艺及操作细节，介绍了日光温室的温度、湿度、光照、气体和土壤等环境因子调控技术。本书对农村实用温室的设计、建造与管理具有较强的指导意义，可供相关专业的科技人员和从业人员借鉴参考。

由于编者水平有限，经验不足，书中错误和缺点在所难免，恳请读者批评指正，以便日后再版时修正。

编 者

2013年7月





目录

前言

第一章 日光温室的概念、分类与适用区域 1

- 一、日光温室的概念与分类 1
- 二、日光温室的适用区域 4

第二章 目前日光温室设计与建造中的主要问题 5

- 一、高跨比不合理 5
- 二、后坡水平投影不合理 6
- 三、栽培床下挖深度不合理 8
- 四、建造时期不合理 11

第三章 与日光温室设计建造相关的重要环境因子 12

- 一、温度 12
- 二、光照 12
- 三、冻土 13
- 四、土质 14
- 五、地下水位 15

第四章 日光温室选址 16

- 一、自然环境 16
- 二、区位环境 16
- 三、社会环境 16

第五章 日光温室结构选择的原则 18

- 一、自然环境条件 18

二、种植作物的种类与栽培模式	19
三、资源利用模式	19

第六章 日光温室设计

一、温室方位	21
二、温室长度	23
三、前屋面角度	23
四、墙体	30
五、屋面骨架	41
六、后坡	46
七、栽培床	50
八、透明覆盖物的选择	51
九、不透明覆盖物的选择	56
十、卷帘机的选择	58
十一、工作间	61
十二、间距	63

第七章 日光温室建造程序

一、有立柱日光温室建造程序	65
二、无立柱日光温室建造程序	80

第八章 日光温室管理技术

一、温度管理技术	88
二、湿度管理技术	97
三、光照管理技术	100
四、气体管理技术	106
五、土壤管理技术	111

第一章

日光温室的概念、分类 与适用区域



温室是具有充分采光、密闭保温或补充加温、空气对流等性能的设施，是用于种植或养殖生产的一种保护性设施。温室的透明屋面可保证充分采光，温室的墙体、后坡、草苫或保温幕等围护结构及覆盖物是主要的保温设施，炉火加温或热水加温等设施可在严冬进行加温，放风口、门窗、排气扇等结构或设备用于温室通风。在各类园艺设施中，温室的保温防寒性能最好，投资最大，经济效益也最高，是目前北方冬季进行园艺作物生产的主要设施。按照温室内的热量来源分，有加温温室和日光温室两种。其中以太阳辐射为主要热源的温室为日光温室。

一、日光温室的概念与分类

主要利用太阳辐射增温，一般有前屋面、后墙、山墙、后屋面（又叫后坡）和工作间，前屋面覆盖透明覆盖物和不透明保温覆盖物，跨度在6米以上、脊高2米以上的栽培设施称为日光温室。

一般日光温室的走向（屋脊的方向）为坐北朝南，东西延长，南侧是覆盖塑料薄膜的采光面，北面和东西两侧是墙体。日光温室是目前我国农村应用面积最大的温室，主要用于蔬菜和果树生产。其特点是造价低，能耗少，运行成本低，但温度受外界影响大，深冬容易出现低温危害、盛夏容易出现高温危害。

1. 按照性能优劣分类

按照性能的优劣,日光温室可分为冬用型日光温室和春用型日光温室。

(1) 冬用型日光温室 冬季最低温度高于 5°C ,在冬季、春季和秋季于不加温的情况下均可生产喜温园艺作物的日光温室称为冬用型日光温室,又叫高效节能型温室(图1-1)。此类温室通过设计合理的采光角和采光屋面形状,采用蓄热多、导热慢的材料建造厚度适宜的墙体和后坡,进而达到白天充分采光、蓄热,夜间最大限度减少散热的目的,温室的保温性能好。

这种温室利用北方冬季晴天多、光能资源丰富的优势,基本不加温就能实现喜温园艺作物的冬季生产,每亩*比大型连栋加温温室节约煤炭50吨,不仅节能,还减少了加温造成的环境污染。由于反季节生产效益高,这种温室又称为高效节能日光温室。本书主要介绍这类日光温室的设计和建造知识。



图1-1 冬用型日光温室

(2) 春用型日光温室 冬季最低温度低于 5°C ,不能生产喜温的园艺作物,只能生产耐寒和半耐寒园艺作物的日光温室称为春用型日光温室(图1-2),也叫普通型日光温室。春用型日光温室

* 亩为非法定计量单位,15亩=1公顷。全书同。——编者注



多数采光角偏小，且墙体较薄，部分温室没有后坡，保温性能较差。春用型日光温室春季可用来生产喜温的园艺作物，其产品上市期比塑料拱棚早。

2. 按照骨架材料分类

按照日光温室前屋面的骨架材料可将其分为竹木结构温室、钢架结构温室、钢筋混凝土结构温室、铝合金结构温室和混合结构温室。其中，规模化园区建造的多为钢架结构温室，普通农户建造的多为竹木结构温室和钢竹混合骨架、水泥立柱混合结构温室。



图1-2 春用型日光温室

3. 按照透明屋面的数量和形状分类

日光温室透明屋面的形状有半拱圆形和立窗式（又叫一斜一立式）两种，其中竹木骨架、水泥立柱混合结构的温室透明屋面多为立窗式，钢架、钢竹混合骨架等结构的温室透明屋面多为半拱圆形。

按照透明屋面的数量可把日光温室分为单屋面温室和双屋面温室。应用最多的日光温室绝大多数只有一个前屋面作为采光面，即单屋面温室。近年来，为了提高土地利用率，有些地方利用后墙北侧空间建造了共用一个墙体的双屋面温室，又称阴阳棚或两用型温室。部分双屋面温室是在普通单屋面温室的墙体北侧搭起一个半拱圆形屋面，其中南侧的棚体受光好、温度高，称为阳棚；北侧的棚体受光较差、温度低，称为阴棚。也有部分双屋面温室在墙体北侧建造由屋顶和墙体等围护结构组成的封闭式空间，由于不见光，只能进行食用菌生产或蔬菜软化栽培。

4. 其他分类

按照墙体类型温室可分为土墙温室、砖墙和挤塑聚苯板等新材料温室；按照用途温室可分为蔬菜温室、果树温室、花卉温室



和育苗温室。按照栽培床的位置温室可分为地上温室和半地下温室。按照管理方式温室可分为人工管理温室和智能温室,智能温室是以太阳能、电能及其他热能为能量来源,利用现代技术,对作物生长发育的环境实行半自动或全自动调控,可周年生产的栽培设施。

在上述温室中,普通农户应用最多的是土墙体、钢竹混合结构塑料薄膜温室,采光屋面为半拱圆形或立窗式,栽培床与地面相平或位于半地下。规模化生产基地多建造土墙体、钢架塑料薄膜日光温室。观光园区多建造砖墙体、钢架塑料薄膜日光温室。

二、日光温室的适用区域

影响日光温室冬季应用的主要环境因子为日照和温度,其中影响日光温室应用效果最重要的指标是冬季(12月、1月和2月)的太阳总辐射、光合有效辐射、1月份的平均气温、 -10°C 以下低温持续时间等气象指标,在光、热资源适宜的地区建造日光温室不仅能合理利用气候资源,还能最大限度地减少能耗,减少气象灾害造成的生产损失。根据气象学资料分析,在北纬 $32^{\circ} \sim 43^{\circ}$ 、室外最低气温不低于 -25°C 的大部分地区均可发展日光温室进行反季节蔬菜生产。其中长城以南、黄河以北区域,以冬季晴天多、光合有效辐射量大、低温持续时间较短的地区适宜发展日光温室。如北京、天津、河北、山西、山东、河南北部、陕西秦岭以北地区、甘肃的陇中和陇南地区、辽宁南部等区域。这些地区气候上属温带、半湿润,冬季最低温度不太低,多数地区的光资源属于较丰富区,在全国为中上等水平,光、热资源配置较好。基本属于次大风压区,除了辽宁南部属于次大雪压区外,其余地区均属于低雪压区。

第二章

目前日光温室设计与建造中的主要问题



近年来，随着农村产业结构调整的不断深入，发展设施蔬菜成为各地农业增效、农民增收的有效途径，北方日光温室面积迅速扩大，然而，我们通过深入的实地调查发现，目前各地近几年建造的日光温室较普遍地存在着采光角度偏小、棚顶过平、后坡水平投影过小、栽培床下挖过深等问题。本书就其中的主要问题阐述如下。

一、高跨比不合理

温室的高度和跨度与温室的采光密切相关，是决定温室性能的重要参数。一般确定温室的跨度时应主要考虑当地冬季的最低温度，温室高度则要和跨度相适应，以保证温室前屋面具有合理的采光角，钢架温室还应考虑骨架承受荷载的能力。20世纪90年代建造的温室跨度都比较小，内部跨度多数为5~7米，而近10年来生产中建造的温室跨度越来越大，多数温室高度偏小，导致前屋面采光角较小。

高跨比偏小带来的问题主要为以下两方面：一是由于采光角偏小导致冬季光照的反射损失较大，光能利用率不高，影响温室升温潜力的发挥，低温季节温室白天升温慢，有效生长积温较少；二是由于高跨比偏小，前屋面靠近屋脊的部位较平，在遇到雨天和雪天时容易导致积水（图2-1）和积雪，管理困难，也容易压坏

棚膜，而且，薄膜流滴效果会大打折扣，低温期薄膜内部形成的水滴会长时间停留，并直接滴落到正下方的栽培床上，室内空气湿度经常高于90%，严重时地表或者地膜上还会有积水。室内高湿会造成很大的危害，其一是灰霉病、霜霉病等真菌病害和蔓枯病、软腐病等细菌病害发生严重，农药用量增大，而且病害根治还很困难；其二是白天长时间较高的空气湿度会抑制作物的蒸腾活动，导致作物体内水分吸收与运输的动力不足，直接影响作物的水肥供应，进而抑制作物生长发育。



图2-1 前屋面顶部过平形成水兜

二、后坡水平投影不合理

温室后坡的水平投影与温室的保温和采光有关，一般投影越长温室的保温能力越强，但温室后部的光照越差（图2-2）；而后坡仰角大、水平投影短则采光好（图2-3），但保温性较差。一般合理的后坡水平投影会兼顾保温和采光两方面，而近年来建设的多数温室后坡均较短，后坡水平投影也很小，许多厚土墙温室的



后坡水平投影为0，甚至为 $-0.8 \sim -0.5$ 米。原因是后墙内部向北倾斜角度大，后坡大部分或全部覆盖在后墙的正上方。这样的温室过道和栽培床上方都缺少后坡的隔热保护，如果与后坡水平投影合理的温室覆盖一样厚度的稻草苫或保温被等，温室会因贯流放热过多，造成低温期夜间温度降幅大。后坡水平投影偏短的温室在寒冷地区冬季应用时常发生蔬菜低温障碍，如生长缓慢，花打顶（图2-4），叶片黄化、皱缩、叶缘内卷（图2-5、图2-6），开花迟缓（图2-7）或停止（图2-8），花芽发育不良导致裂果（图2-9）等现象。



图2-2 后坡仰角小，水平投影大，保温性好



图2-3 后坡仰角大，水平投影小，采光好



图2-4 黄瓜遇低温花打顶



图2-5 番茄遇低温叶片黄化、叶缘下卷



图2-6 低温下黄瓜叶片皱缩、叶缘下卷



图2-7 持续低温导致茄子不开花



图2-9 低温下番茄花芽发育不良导致裂果



图2-8 持续低温导致茄子老花蕾内长小僵果

三、栽培床下挖深度不合理

近年来建设的温室绝大多数为半地下式温室，栽培床适度下挖可以减少前屋面底脚处的贯流放热量，低温季节在一定程度上可提高温室的气温和地温。但生产中很多温室的栽培床低于路面1米以上，最多的比路面低1.5米，这些温室栽培床下挖过深，带来的不良后果主要有以下4个。



1. 栽培床南部遮光

河北省多数地区冬至时1米高度的阴影长度为2 ~ 2.2米，下挖太深的温室栽培床南部冬季常有2 ~ 3米宽的遮光低温带（图2-10），这一区域的蔬菜植株通常矮小、结果晚、产量低。因此，部分种植户无奈地把人行道移到了挡光的温室南侧（图2-11），但每天要穿过植株行间到屋脊下方去开、关风口，比较费事。



图2-10 下挖后前屋面底脚处遮光



图2-11 前屋面底脚处的人行道

2. 通风降温排湿难度大

在气温较高的春季和秋季，温室降温常常需要同时放顶风和底风，温室在前屋面底脚处都留有底部通风口，而栽培床下挖太深的温室半地下空间的热气和湿气在放底风时仍然很难排出，导致温室降温降湿都困难，蔬菜作物则要经常忍受高温、高湿胁迫，常发生萎蔫、生长迟缓、落花落果、日灼等高温障碍，灰霉病、叶霉病等高湿病害严重。而且，由于下挖较深的温室降温幅度小，因此，在春、秋两季温室内部的昼夜温差较小，不利于果菜类蔬菜结果期的养分积累，果实生长速度较慢。

3. 夏季容易积水

下挖的栽培床在夏季雨后容易积水（图2-12），下挖越深积

水排放越困难。同时,在这类温室集中的规模化基地或园区,设计和建造有效的排水系统也更困难,在北方雨水集中的7、8月份容易形成涝害,严重时积水长时间浸泡,会泡塌温室墙体(图2-13),此时带来的不仅有产量损失,还有重建温室的再投入。



图2-12 夏季温室区雨后容易积水



图2-13 雨后积水泡塌土墙

4. 遇到黏土层容易出现肥害

下挖后的栽培床如果底部遇到托水托肥的黏土层,肥料中的养分离子长时间积聚在耕层,会抑制新根的发生和根系正常生长,表现为缓苗困难、植株生长迟缓(图2-14)、假性缺肥(图2-15、图2-16和图2-17)(实为根系无法吸收营养)等症状,施肥多时甚至导致叶片干枯、不发新根而死苗。



图2-14 黄瓜苗生长极缓慢

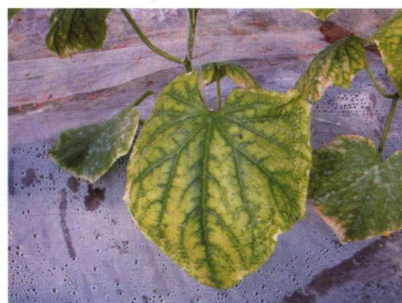


图2-15 黄瓜叶片脉间失绿呈缺肥症状