河北省科协第九批科普资源开发社会资助项目

SHESHISHUCAI
SHENGCHAN JISHU

设施蔬菜生产技术

王玉海 耿保进 主编



河北出版传媒集团
河北科学技术出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

河北省科协第九批科普资源开发社会资助项目

设施蔬菜生产技术

SHESHISHUCAI SHENGCHAN JISHU

王玉海 耿保进 主编



河北出版传媒集团
河北科学技术出版社

前言
PREFACE

党的十八大提出了全面建成小康社会的宏伟目标。全面建成小康社会重点在农村，没有农民的小康就没有全社会的小康。农业、农村、农民问题始终是全党工作的重中之重。尤其是河北省这样一个农业大省，做好“三农”工作尤为重要。为认真贯彻落实党的十八大精神，大力加强“三农”工作，加快全面建成小康社会步伐，2012 年河北省委决定用三年时间在欠发达农村开展以“强班子、促发展、惠民生、保稳定”为主题的基层建设年活动。

基层建设年活动开展以来，广大下乡干部以高度的政治责任感努力工作，听民声、知民情、解民忧、帮民富、暖民心，办实事、求实效，为广大农村和农民解决了一大批生产生活中的实际问题，深受广大基层干部和农民群众的欢迎。省、市、县各有关部门讲政治、讲大局，从部门职能和优势出发，积极为基层建设年活动提供人力、物力、财力和技术支持，保证了基层建设年活动的顺利进行。

河北省科协具有人才技术优势。为服务和推动基层建设年活动的开展，河北省科协组织省内农业和医学专家，针对农村农业发展和农民健康问题的实际需求，编写了农村科普系列丛书，包括《设施蔬菜生产技术》、《优质苹果核桃种植技术》、《畜禽养殖实用技术》和《农村常见病防治》共 4 册。这套丛书内容丰富、

技术先进、图文并茂、语言朴实，农民一看就懂、一学就会，是一套难得的技术推广和科学普及的好书。这套丛书由河北科学技术出版社出版，每册 20 万字左右，共印刷 24 万册，将全部分发到各个基层建设年帮扶村。

《设施蔬菜生产技术》介绍了适合河北省应用的资源节约型设施结构性能建造及高效生产模式和设施蔬菜安全控害技术，还介绍了 18 种主要设施蔬菜的栽培技术，包括番茄、茄子、黄瓜、西葫芦、甜（辣）椒、芹菜、生菜、茼蒿、韭菜、葱、菠菜、球茎茴香、紫背天葵、茴香、油菜、空心菜、苦苣、香菜等。对每种蔬菜的生物学特性、优良品种、栽培茬口及管理技术和病虫害防治技术等都作了比较详细的介绍。

发展现代农业、解决农业问题最终还是要靠科技。“科学技术的力量在于普及”。河北省委八届五次全会提出了“解放思想、改革开放、创新驱动、科学发展”的新要求，吹响了河北奋力崛起、跨越赶超的进军号角。希望省科协组织编写的这套科普丛书能为各驻村工作组开展农村科学技术普及活动提供有益的帮助。

河北省科学技术协会

2013 年 7 月 10 日

目录
CONTENTS

第一章　资源节约型设施结构性能、建造及高效生产模式 ……（1）

第一节　资源节约型设施结构性能及建造 ……（1）
一、应达到的结构性能 ……（1）
二、节能型日光温室的设计 ……（2）
三、节能型日光温室的建造 ……（9）
四、改良式中棚的参数与建造 ……（10）
五、日光温室建造中的误区 ……（11）
第二节　资源节约型设施高效实用生产模式 ……（13）
一、日光温室作物种类、产量、季节安排 ……（13）
二、改良式中棚作物种类、产量、季节安排 ……（15）
三、大棚蔬菜一年三作模式栽培技术 ……（16）
第三节　设施蔬菜安全育苗技术 ……（19）
一、苗床育苗 ……（19）
二、营养钵育苗 ……（20）
三、营养块育苗 ……（20）
四、穴盘无土育苗 ……（21）
五、工厂化育苗 ……（26）
六、嫁接育苗技术 ……（27）

第二章　蔬菜安全控害技术 ……（30）

第一节　蔬菜病虫害无公害综合防治技术 ……（30）
一、基本概念 ……（30）

需要全本请访问 www.ertongbook.com

二、加强病虫害预测预报 …… (30)
三、栽培防治 …… (31)
四、利用生物防治 …… (31)
五、实施物理防治 …… (32)
六、正确使用农药,严格控制化学防治 …… (33)
第二节 主要设施蔬菜绿色控害技术 …… (36)
一、概述 …… (36)
二、土传病害绿色防控技术 …… (37)
三、气传病害绿色防控技术 …… (42)
四、番茄 TY 病毒病绿色防控技术 …… (44)
第三章 主要设施蔬菜栽培技术 …… (47)
第一节 设施番茄栽培技术 …… (47)
一、生物学基础 …… (47)
二、品种选择 …… (48)
三、日光温室冬春茬番茄栽培技术 …… (49)
四、日光温室秋冬茬番茄栽培技术 …… (60)
五、日光温室、塑料大棚早春茬番茄栽培技术 …… (63)
六、日光温室番茄长季节高产栽培技术 …… (66)
七、秋延后塑料大棚番茄关键栽培技术 …… (82)
八、越夏番茄塑料大棚栽培关键技术 …… (85)
第二节 设施黄瓜栽培技术 …… (87)
一、生物学基础 …… (87)
二、栽培形式与茬口安排 …… (87)
三、品种选择 …… (88)
四、节能型日光温室越冬黄瓜长季节栽培技术 …… (88)

五、春秋塑料大棚黄瓜高产栽培技术 …… (112)
第三节 设施茄子栽培技术 …… (115)
一、生物学基础 …… (115)
二、栽培形式与茬口安排 …… (118)
三、品种选择 …… (119)
四、日光温室茄子栽培技术 …… (123)
五、塑料大中棚茄子栽培技术 …… (140)
六、双覆盖茄子早熟高产栽培技术 …… (146)
第四节 甜(辣)椒设施高产栽培关键技术 …… (149)
一、生物学特性 …… (149)
二、栽培形式与茬口安排 …… (150)
三、品种选择 …… (150)
四、日光温室甜(辣)椒栽培技术 …… (153)
五、塑料大棚甜(辣)椒栽培技术 …… (167)
第五节 西葫芦设施高产栽培技术 …… (171)
一、生物学特性 …… (171)
二、栽培形式与茬口安排 …… (172)
三、品种选择 …… (173)
四、日光温室西葫芦栽培技术 …… (176)
五、塑料大棚西葫芦栽培技术 …… (186)
第六节 无公害韭菜周年生产技术 …… (191)
一、基础条件 …… (191)
二、品种选择 …… (191)
三、技术要求 …… (192)
四、收割 …… (197)
五、病虫害防治 …… (197)
第七节 叶菜类蔬菜栽培技术 …… (199)

一、芹菜栽培技术 …… (200)
二、莴苣栽培技术 …… (204)
三、菠菜栽培技术 …… (209)
四、球茎茴香栽培技术 …… (214)
五、紫背天葵栽培技术 …… (216)
六、茴香栽培技术 …… (218)
七、油菜栽培技术 …… (221)
八、茼蒿栽培技术 …… (224)
九、小葱栽培技术 …… (227)
十、空心菜栽培技术 …… (230)
十一、苦苣栽培技术 …… (233)
十二、香菜栽培技术 …… (236)
附录 A　国家禁止和限制使用的农药名单 …… (240)
附录 B　农药合理使用准则(韭菜常用药剂部分) … (241)

农村科普系列丛书
编　委　会

主　任　李宗民
副主任　杨金深
编　委　（按姓氏笔画排序）
王铭维　冯　辉　苏志革　李　英　李宗民
李保国　杨金深　张　燕　张建辉　耿保进

《设施蔬菜生产技术》
编 写 人 员

主　　编　王玉海　耿保进
副 主 编　韩建会　范妍芹　潘秀清　宋炳彦　石琳琪
武彦荣　高慧敏
编写人员　（按姓氏笔画排序）
王　磊　王玉海　王国华　王晓丽　王培权
王聪颖　尹庆珍　石琳琪　朱恩昌　刘晓东
刘彩玲　孙英焘　严立斌　严慧玲　杨金洗
李树新　邸玉灵　宋炳彦　张忠义　张春锋
张颖君　范妍芹　武彦荣　郄东翔　赵立宾
赵丽平　侯恒记　耿保进　殷汝松　郭敬华
高慧敏　梁玉芹　彭巧慧　韩建会　焦永刚
潘秀清

第一章　资源节约型设施结构性能、建造及高效生产模式

第一节　资源节约型设施结构性能及建造

利用日光温室生产越冬茬喜温性蔬菜，限制因素是冬季光照强度弱、光照时间短和室内气温低。由于光照强度和光照时间是不能人为改变的，所以，合理利用太阳能，快速增温和最大限度地保温是冬季温室设计的核心。以“温室效应原理”“多层覆盖原则”和“土壤热转换机制”为依据设计的资源节约型日光温室，在保证增温和保温性能的基础上，又在节约耕地、节约建造成本方面取得了重点突破，有效地延长了高温时段时间，达到了增温快、蓄热多、保温好的目的，在不加温的条件下，满足了越冬茬喜温性蔬菜生产的需要。

一、应达到的结构性能

（一）应达到的结构性能

1. 增温速度明显加快，有效延长高温时段　在 1～2 月严冬季节，晴天拉苫后 1 小时，室内气温 1 小时内可达到 25℃，80 分钟后可达 30℃。

2. 保温性能好　在冬季大雪和连阴，室外气温在 －20℃时室内最低气温要在 8℃以上。

3. 蓄热效果明显增加　墙体厚度为当地冻土层的≥2.5 倍，

过薄影响保温，过厚浪费耕地。

4. 加盖保温覆盖物，保证夜间的保温效果 跨度 8～10m 的日光温室，稻草苫厚度为卷实直径不小于 65cm，保温被不少于 4 层棉毡，每平方米干重不小于 4.5kg；在 12 月至翌年 3 月初，要在前部加盖 1.5m 高的保温裙。

5. 按跨度调整脊高，保证前屋面的最佳采光角度 河北中南部地区最小采光角度不小于 20°，最佳是 23.5°；环京津和冀东不小于 21°，最佳 24°。跨度以 8～10m 最好。

6. 采用半地下式结构或挖防寒沟保温 半地下式结构或挖防寒沟保温可保证室内地温在 12℃以上。但为保证采光，下座不要过深。下座和防寒沟深度以超过当地冻土层为宜，一般冀中南为 60cm 左右，环京津和冀东为 80cm 左右。

7. 保证合理的温室间距 温室间距大小决定于温室最高点，掌握在最高点的 2.5～3 倍。为提高土地利用率，可在节能型日光温室中间加建改良式中棚，可周年生产多种耐寒和半耐寒性蔬菜，使设施土地利用率达到 70% 以上（图 3）。

8. 抗风抗雪能力强 在抗风设计上，拱梁前后均有固定水泥桩与地面和后墙衔接，埋深 60cm，可抗 6～7 级以上的风力。在抗雪设计上，雪荷重按照 60kg/m^2 设计。可抗 10～15cm 的降雪厚度，最大不超过 50cm。

二、节能型日光温室的设计

1. 影响日光温室透光性的因素与采光设计

（1）温室的方位与透光。华北地区日光温室主要是冬、春、秋三季使用。冬季太阳高度角低，日出在东南，日落在西南。因此，为保证光照，其建造方位都是东西延长坐北朝南（这里所说的南和北，是指真南真北，而不是磁南磁北）。由于作物一般上午光合作用强度要比午后高，因此，温室的方位应南稍偏东。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

任何纬度的地区，中午 12 点，太阳的方位都是正南，距真正午时每增加或减少 1 小时，太阳的方位就西移或东移 15°。偏东 15°，可比正南朝向早 1 小时见到阳光；但是，从光合作用的角度来看，因受揭苫时间的制约，角偏东实践意义不大。但河北省北部角以南偏西为好，可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）塑料薄膜与采光。目前，日光温室基本都用塑料薄膜作为采光屋面的透明覆盖材料。主要有三种：聚氯乙烯薄膜、聚乙烯薄膜和乙烯-醋酸乙烯共聚薄膜。日光温室使用的塑料薄膜厚度为 0.08 ~0.12mm，耐候功能棚膜多数为 0.1 ~0.12mm（表 1 -1）。

不同种类的薄膜对不同波长光线的透过率不同。由表 1 -1 可以看出，对于 0.3μm 的紫外线，玻璃完全不能透射；聚乙烯膜大部分能够透过，聚氯乙烯膜的透光率介于玻璃与聚乙烯膜之间。对可见光，玻璃最好，聚乙烯膜透过率最低。而红外线，1.5μm 的太阳短波辐射，4 种覆盖材料都能大量透过。而 5.0μm 和 9.0μm 的长波辐射，玻璃的透光率最低，远低于三种薄膜。

上面说的透光率是指新的干洁薄膜的透光率。当薄膜老化之后，透光率常常会降低 20% ~40% 。另外，薄膜在使用过程中，还会附着露水和灰尘，又会使薄膜的透光率下降 20% 以上。据测定，透光率原来都是 90% 的聚氯乙烯膜和聚乙烯膜，在使用两个月后，聚氯乙烯膜的透光率下降到 55% ，而聚乙烯膜的透光率仍能保持在 80% ；使用 1 年后，聚氯乙烯膜由于污染严重，透光率降低到 15% ，而聚乙烯膜透光率仍保持 50% 。如果在制膜时加入一定量的表面活性剂，可使薄膜表面不形成水滴，而只是在膜表面形成一层水膜流下去。好的无滴膜由于避免或大大减少了水滴对光的反射和吸收转化成潜热，可以增加透光率，同时室内日均最高气温分别比普通膜提高 2 ~4℃ 、6 ~7℃ 和 1 ~2℃ 。

表 1－1　几种塑料薄膜与玻璃透光率的比较（%）

项目	波长（μm）	聚氯乙烯膜 0.1mm 厚	乙烯-醋酸乙烯膜 0.1mm 厚	聚乙烯膜 0.1mm 厚	玻璃 0.1mm 厚
紫外线	0.28	0	76	55	0
	0.30	20	80	60	0
	0.32	25	81	63	46
	0.35	78	84	66	80
可见光	0.45	86	82	71	84
	0.55	87	85	77	88
	0.65	88	86	80	91
红外线	1.0	93	90	88	91
	1.5	94	91	91	90
	2.0	93	91	90	90
	5.0	72	85	85	20
	9.0	40	70	84	0

（3）前屋面的角度与透光。

①阳光入射角与透光率的关系。阳光照射到薄膜层面上以后，一部分被薄膜吸收掉，一部分反射掉，大部分透入室内。把吸收、反射和透过的光线强度与入射光线强度的比分别叫做吸收率、反射率和透过率，三者的关系是：吸收率 + 反射率 + 透过率 = 100%。薄膜对入射光线的吸收率是一定的。因此，光线的透过率就决定于反射率的大小。只有反射率小，透过率才高。

反射率的大小与光线的入射角（光线与被照射平面的法线所成的交角）大小有直接的关系（图 1－1）。从图 1－1 可看出，入射角越小透光率越高，反之则透光率越低。但是，入射角与透光率之间的关系并不是简单的直线关系，而是像图 1－1 所示的

那样。当入射角为0°～40°时，随入射角的加大，光的反射率也加大，但变化并不明显（入射角为30°时，反射损失仅2.7%；40°时为3.4%）；当入射角处为40°～60°时，透光率随入射角的加大而明显下降；当入射角为60°～90°时，透光率将随入射角加大而急剧下降。

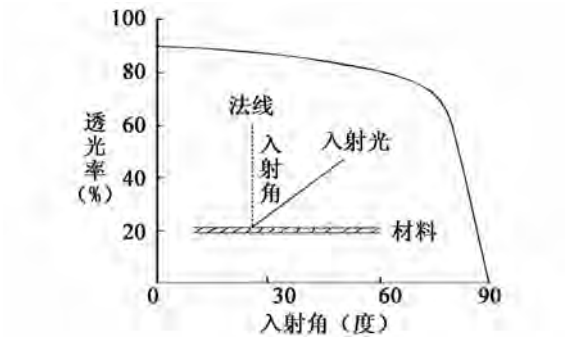

图1－1　光率与入射角的关系

②太阳高度角。太阳光线与日光温室采光屋面构成的入射角，既决定于太阳的高度，又决定了屋面的倾角（图1－2）。太阳高度在一天中每时每刻都在变化着。比如，日出时的太阳高度角为0°，之后逐渐增大，到真正午时（当地时，下同）最大，之后又逐渐减小，到日落时又变为0°，在一天中，以当地时正

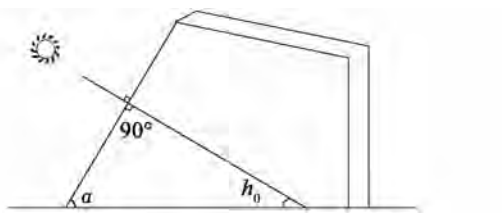

图1－2　光线入射角、太阳高度角与屋面角的关系

α－屋面角　h_0－冬至正午太阳高度角　入射角=0°

午为准，上下午各对应时刻的太阳高度角是相等的。太阳高度角在一年中也在变化着，在北半球，冬季太阳高度角小，冬至日最小；夏季太阳高度角大，夏至日最大；春秋季居中。在任意地理纬度（φ），任意节气（δ）真正午时，即太阳正位于当地子午面时的太阳高度角（h_0），可用公式计算出来：$h_0 = 90° - \varphi + \delta$。

表 1－2　节气与地理纬度

夏至	立夏	立秋	春分	秋分	立春	立冬	冬至
6 月	5 月	8 月	3 月	9 月	2 月	11 月	12 月
21 日	5 日	8 日	20 日	23 日	5 日	7 日	22 日
+23°27′	+16°20′	+16°20′	0°	0°	−16°20′	−16°20′	−23°27′

③理想屋面角与合理屋面角。当屋面与太阳光线的入射角为0°时，光线的透光率才最高。所以，把入射角为0°时的屋面角叫做“理想屋面角”。根据h_0的公式：

$$\angle h_0 = 90° - \varphi + \delta,\ \alpha = 90° - h_0$$

$$\text{则}\angle\alpha = 90° - (90° - \varphi + \delta) = \varphi - \delta$$

例如：欲在北纬38°50′的石家庄地区建一栋冬至前后使用的温室，其理想屋面角应为：

$$\angle\alpha = 38°50' - (-23.5°) = 62°$$

由此可以看出，在高、中纬度地区按上述理想屋面角建成的温室，必然是南屋面过陡、屋脊过高、屋顶也过长的畸形温室，在实际生产中是既不实用又不科学的。

从图1－1可以看出，光线入射角只要不大于40°，光线反射率不足4%。所以在日光温室采光屋面设计中，可以用40°入射角作为设计参数。也就是说将采光屋面按照$\angle\alpha = \varphi - \delta - 40°$设计，就可以保证有较高的透光率。这样的屋面角叫做“合理屋面角”。仍以在石家庄地区建造日光温室为例，其理想屋面角

为65°，则合理屋面角应为62°－0°＝25°。

考虑到太阳高度角和温室实际采光屋面角的日变化，为保证每日保持4小时以上的合理采光时间。节能型日光温室的采光屋面角应比合理采光屋面角大5°～7°。需要说明的是，在计算合理采光屋面角时，用当地冬至上午10点的太阳方位角比用中午的更为合理。

④前后两栋温室之间的距离与采光。在建造成群连片的温室生产基地时，以冬至前后前排温室不对后排温室构成明显遮光为准，也就是在冬至前后日照最短的季节里，后排温室每天也能保证6小时以上的光照时间，即在上午9点至下午3点（地方时），前排温室不对后排温室构成遮光。

2. 日光温室的保温设计 设计温室时，核心是如何增强温室的保温蓄热能力，以保证温室能保持作物正常生育所必需的温度。

日光温室的保温分四大部分，即墙体保温、后坡保温、前坡保温和土壤保温。

（1）墙体保温。以土打墙为例，要达到保温的效果，一般土墙的厚度为当地冻土层的2倍为最好。

（2）后坡屋顶的保温设计。根据不同材料的导热率（表1－3），一般要求玉米秸或其他柴草厚10cm以上，土层厚5cm以上，大泥厚5cm。

（3）前坡保温设计。前坡保温非常重要，一般要求单层草苫厚度为：长8m，卷实直径在60cm以上，并在草苫外面加一层旧棚膜覆盖，既保温又防水。

（4）土壤保温设计。最常见的是在温室的前沿挖防寒沟，沟宽30～40cm，深以超过当地冻土层10cm为宜，内衬旧棚膜，填满干柴草，用棚膜封闭后再盖土压实。

表 1－3　日光温室常用建材的导热率（λ）

材料名称	导热率	
	千卡/（m·℃·时）	kJ/（m·℃·时）
碳素钢材	46.00	192.74
混凝土板	1.20	5.02
干木板	0.05	0.21
聚氯乙烯	0.11	0.46
聚乙烯	0.29	1.21
平板玻璃	0.68	2.85
干木屑	0.06	0.25
玻璃纤维	0.036	0.15
黏土砖砌体	1.00	4.19
油黏纸	0.15	0.63
铝材	180.00	754.2
芦苇	0.12	0.49
草泥或黏土墙	0.80	3.35
土坯墙	0.60	2.5
空气（20℃）	0.02	0.08
矿渣棉	0.04	0.16
干土（20℃）	0.20	0.84
湿土（20℃）	0.57	2.39
稻壳	0.17	0.71
稻草	0.08	0.34
切碎稻草填充物	0.04	0.16
水（20℃）	0.50	2.1
水（0℃）	1.94	8.13
铸铁（20℃）	54.00	226.26
干沙（20℃）	0.28	1.17

需要全本请访问 www.ertongbook.com