

节能温室种菜易学易做

~~孙培博等~~ 编著

编 著 人 员

孙培博 孙振华 王志鹏 杨秀华

前 言

节能日光温室也称冬暖式塑料大棚，它是在不适宜作物生长发育的严寒季节，不经加温或基本不加温，仅仅依靠设施的良好采光、保温性能，创造适合于喜温性作物生长发育的小气候条件，实现了瓜类、茄果类、豆类等一大批蔬菜作物的反季节、超时令的生产。从根本上解决了北方地区冬季瓜菜的供应问题，提高了土地的利用率和产出率，变冬闲为冬忙，为北方农村闲散劳力解决了就业问题，也为一大批贫困农民开创了一条脱贫致富之路。但是随着日光温室的飞速发展，也出现了许多问题，有为数不少的菜农不懂技术，盲目建棚，管理不当，经济效益差，甚至造成重大经济损失的现象发生。也有一部分菜农只学会部分温室蔬菜管理技术，又不能正确领会运用，产量提不上去，经济效益平平。为了帮助他们尽快学会节能日光温室的建造与管理技术，学会主要蔬菜的温室栽培技术，我们编写了《节能温室种菜易学易做》一书，书中推出了比常规温室在同等条件下，可将最低温度提高 5°C 左右的蜂窝墙体内撑外压式日光温室，总结了有极高频率重演性的黄瓜、番茄 667米^2 产25 000千克和其他蔬菜的高产高效栽培技术。现将其总结汇编出来奉献给广大菜农朋友和从事保护地栽培科研、教学与技术推广的科技人员，以供参考。编写当中我们本着理论与实践相结合的原则，着重论述其实践与操作方法，为的是让广大农民朋友看

得懂、学得会。对于病虫害防治，在论述温室病虫害综合防治技术的基础上，重点介绍了温室中常发病的症状、防治方法和有关用药。

在编写过程中，我们多次得到了山东农业大学蒋先明、邢禹贤、卢育华三位教授的指导，在此一并表示感谢。

由于受生产现状和水平的限制，书中难免有不当之处，敬请广大读者批评指正。

孙培博

2000年1月

目 录

前 言

第一章 蔬菜保护地栽培的发展与展望	1
第二章 节能日光温室的建造	7
第三章 节能日光温室的环境特点与调控技术	22
第一节 节能日光温室环境条件的基本特性	22
第二节 环境条件的调控与主要栽培技术	24
第四章 节能日光温室蔬菜栽培茬口安排	37
第五章 10种常见蔬菜的节能日光温室栽培技术	40
第一节 节能日光温室黄瓜栽培技术	40
第二节 节能日光温室西瓜栽培技术	67
第三节 节能日光温室厚皮甜瓜栽培技术	97
第四节 节能日光温室西葫芦栽培技术	110
第五节 节能日光温室丝瓜栽培技术	119
第六节 节能日光温室番茄栽培技术	125
第七节 节能日光温室辣(甜)椒栽培技术	148
第八节 节能日光温室茄子栽培技术	162
第九节 节能日光温室菜豆栽培技术	177
第十节 节能日光温室豇豆栽培技术	188
第六章 节能日光温室无公害蔬菜病虫害综合防治技术	193
第一节 节能日光温室病虫害防治的基本原则	193

第二节 节能日光温室病虫害综合防治方法	194
第七章 怎样提高节能日光温室的经济效益	202
附录一 怎样使用农药	219
附录二 波尔多液的配制与使用技术	222
附录三 铜皂液的熬制与使用	225
附录四 温室烟雾剂的使用	226
主要参考文献	228

第一章 蔬菜保护地栽培的发展与展望

保护地蔬菜栽培发展至今，已成为我国的菜篮子主题工程，特别是节能日光温室的出现，更展示出其广阔的发展前景，它与基因工程、组织培养等现代化技术一样，是当今世界农业发展的高新技术之一。随着推广应用的不断深入，其强大的生命力和在多学科、多种生产领域中的应用价值和重大作用将越来越为人们所重视。

一、我国古代劳动人民对保护地蔬菜栽培发展的贡献

我国是保护地栽培的主要发源地，我们的祖先在保护地蔬菜栽培的发展中，做出了突出贡献。据《古文奇字》记载，“秦始皇密令人种瓜于骊山沟谷中温处，瓜实成”。使人上书曰：“瓜冬有实”。这是世界上利用温泉小气候进行保护地栽培的开始。到汉代，据《前汉书召信臣传》记载，都城长安的宫廷中，已有“冬生葱韭菜茹，覆以屋瓦，昼夜燃蕴火，待暖气乃生”的设施，以解决冬季蔬菜供应。这种做法，可以说是现代温室的雏形。南北朝时北魏农学家贾思勰所修《齐民要术》种韭篇中记述，“十月足霜及收之，取籽者，仍留根，间拔令稀草覆之”，说明早在公元四世纪山东农民就开始覆草保护栽培韭菜。到唐代利用温泉热水栽培蔬菜才有了发展，如唐人王建《宫词》记述，“酒幔高楼一百

家，宫前杨柳寺前花，内园分得温汤水，二月中旬以进瓜”。

公元 1274 年起，杭州一带农民已在白菜上盖草防寒，使之得以安全越冬，而且菜心软化白嫩，品质大为改善。这是我国古代白菜软化栽培技术的总结。到元代王桢著《农书》记载，“至冬移根藏于地屋荫中，培以马粪，暖而即长”，“就旧畦内，冬月以马粪覆之，于向阳处，随用蜀黍编织之，遮北风，至春蔬其芽早出，”说明我国人民已开始了风障阳畦蔬菜栽培。

明清两代我国设施园艺有了新的发展，北京已出现了类似现代的温室设施“北京式土温室”。这些充分显示了我国古代劳动人民的智慧、无穷创造力和丰富的保护地栽培经验。但是在封建王朝统治时期，保护地栽培成果只能为封建帝王、达官贵人所享用，保护地栽培得不到应有的发展。鸦片战争后，中国又沦为半封建、半殖民地社会，连年战乱，祸及百姓，田园破坏，民不聊生，长达百余年，农业生产遭到了极大的破坏，我国设施园艺开始落后于西方资本主义国家。

二、新中国成立后，我国保护地栽培的发展

新中国成立以后，在党的英明正确领导下，我国农业生产很快得到了恢复和发展，保护地栽培脱颖而出，以其无限的生命力在中国北方大地各大城市郊区得以大规模的飞速发展。到 20 世纪 50 年代初期，北京、天津、大连、青岛等城市郊区已出现了较大规模的现代化加温玻璃温室。春节期间可大量供应黄瓜、番茄、茄子、辣椒等新鲜喜温性蔬菜。50 年代中期，塑料薄膜生产技术的引进和推广对我国的保护地栽培发展起到了更大的推动作用。1958 年华北地区已开始

了建造占地 667 米² 以上的大温室，60 年代东北地区建成了占地 1 公顷的大型温室。70 年代塑料薄膜大棚的发展已遍及全国，山东、辽宁、河北等省，覆盖面积已超过 667 公顷以上。1978 年全国薄膜覆盖面积达到了 6 670 公顷以上。如此同时在科研上也取得了突破性的发展，几乎所有的蔬菜种类都实现了保护地栽培，并选育出了一大批适合保护地栽培的多种蔬菜新品种。在栽培方式上，实现了多种蔬菜的秋延迟、春促成栽培和越冬栽培，实现了常年供应。70 年代二氧化碳施肥、无土栽培等方面高新技术研究取得成功，并在较大范围内得到了推广，从而使我国保护地栽培再次进入了世界先进行列。

三、党的十一届三中全会后，保护地栽培发展异常迅猛

党的十一届三中全会以后，改革开放政策如春风化雨，进一步解放了生产力，我国广大农民焕发了更大的创造性和无穷的智慧和智慧。保护地栽培进入了飞速发展的新的历史时期。据不完全统计，从 1984 年至 1986 年冬，保护地棚室栽培面积由 19 466 公顷迅速发展到了 68 400 公顷，扩大了 2.5 倍。到 1990 年全国各类保护地栽培面积发展到 26.7 万公顷，到 1995 年仅山东省保护地栽培面积达到 18 万公顷，建各类大棚 120 多万个，面积 6 万公顷以上。保护地栽培生产达到了占全省蔬菜总产量 30% 以上，到目前为止，全国保护地栽培面积将突破 66.7 万公顷。

在科研上，多学科、多种类的科研成果在保护设施中得到应用和发展。

第一，培育出了一大批适合于不同栽培形式，多种蔬菜种类的新品种，实现了保护地栽培的品种配套。

第二，研究推广了遮阳网栽培技术，实现了多种不耐热蔬菜的越夏栽培，进一步完善了我国菜篮子工程体系。

第三，发明推广了不加温节能日光温室，并进一步完善改进配套了高保温、无立柱、易管理的新型节能温室。在北纬 $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 范围内的广大寒冷地区实现了在严寒季节不需加温生产多种喜温性蔬菜的栽培，并迅速在全国包括黑龙江、青海、新疆、西藏等高寒地区在内的大范围内得到了广泛的推广发展，填补了世界上不加温进行保护地栽培的空白，使我国在保护地栽培领域内跨入了世界先进行列。

第四，研究组配了各种蔬菜的不同形式的高产高效栽培技术，突破了黄瓜 667 米^2 产 30 000 千克，番茄 667 米^2 产 25 000 千克，茄子、西葫芦 667 米^2 产 20 000 千克，辣椒、西芹 667 米^2 产 10 000 千克的高产大关。

第五，研究组配了温室病虫害综合防治技术，实现了无公害蔬菜的生产与供应，使人民真正吃上了安全放心的“绿色蔬菜”。

第六，研究推广了无滴、转光、保温、防尘、防老化、使用寿命长等多种多功能复合膜，在覆盖材料上实现了不同季节、不同蔬菜种类的综合性配套。

第七，研究推广了温室滴灌、微灌等灌水施肥技术。

四、对节能日光温室发展的展望

节能日光温室的发明，十几年来已充分显示出其强大的生命力和无比的优越性。

第一，它具有极强的保温性能，可以在比较寒冷的严冬季节、零下十几度的恶劣条件下，不需加温仅仅依靠其良好的采光与保温性能使室内温度白天维持 25°C 左右，夜晚最

低温度维持在 10℃ 左右，实现了瓜类、果菜类、豆类等喜温性蔬菜的安全生产与供应，真正实现了周年当中各个季节、各个时期没有不能种的菜、没有买不到的菜，并大幅度地降低了蔬菜生产成本，提高了经济效益，减少了各种蔬菜的季节性差价。一大批在过去只有高薪阶层能够有条件享用的新鲜蔬菜进入了平常百姓家，人人买得起，家家吃得上，彻底改善了人民群众的膳食结构，对广大人民生活水平和健康水平的提高发挥了重大作用。

第二，节约了大量的能源。在 20 世纪 80 年代一个生产 5 000 千克蔬菜的加温温室，需消耗煤炭 20 吨左右。而如今的技术，全国 33.3 万公顷节能日光温室，每年为国家节约煤炭 1 亿吨左右。每吨煤按 200 元计算，可节约人民币 200 亿元以上。

第三，大大减轻了南菜北运给铁路、公路运输部门带来的压力。据不完全统计，1990 年前我国每年从南方调往北方的蔬菜达 15 亿千克，需标准车皮 1 500 余辆。这仍难以满足北方冬季对鲜菜数量的需求。节能日光温室的大发展，不仅减轻了铁路运输部门的压力，节减了大量的运输费用，也大大减轻了蔬菜因长途运输而造成的腐烂、变质、消耗等损失。

第四，节能日光温室的发展，充分提高了土地的利用率，改变了我国北方农村几千年来冬闲历史，由冬闲变冬忙。解决了千百万农村闲散劳力的就业，为广大贫困农民开辟了一条致富之路。不但增加了产量、花色品种，大幅度提高了经济效益，活跃了市场，繁荣了经济，而且大大促进了农村社会的精神文明建设，稳定了社会秩序，促进了农村社会的进步与变革。

第五，节能日光温室有着广阔的发展前景。它在严寒季节创造了适宜暖温带及亚热带作物生长发育的良好环境条件，不但可用于种植喜温性蔬菜，而且目前全国各地有部分农户用于养鸡、养虾、蟹、甲鱼等珍贵海鲜品和畜禽。山东莱西农民用于种葡萄，使葡萄于5月初夏上市，棚收入达10万元左右。烟台农民用于栽培大樱桃，使之提前1个月成熟，棚收入达10万元。这充分显示出其广阔的发展前景。鉴于节能日光温室又具有投资少、见效快，一次性投资，长期受益的特点，它必将以更快的速度在广大的范围内得到推广和发展。随着世界性能源的日益紧缺、新材料新成果的不断推出和应用，节能日光温室必将发挥出更大的优越性，人们多年来梦寐以求的南果北移，在不久的将来将变成现实。

第二章 节能日光温室的建造

一、节能日光温室建造的基本要求

一个好的节能日光温室，要具有以下特点：一是透光性能好，光照利用率高；二是增温快，保温性能良好；三是易于操作，便于管理；四是结构坚固，使用寿命长，投资较少。为实现上述要求，在建造时应注意做到：

1. 选地 选择背风、向阳、地下水埋深适宜（2 米以下），排灌条件良好，土层较深，土壤肥沃，保肥保水性良好，交通方便，易于销售的地段。

2. 坐向 实践证明，温室应建成坐北朝南偏西（阴） 5° 为好。这样的方向，接收阳光时间长，光能利用率高。若因地势地形等原因达不到偏西 5° ，也应尽力调整，使之在偏西 10° 至偏东 5° 范围内。方法如下：中午 12 点至 12 点 15 分钟之间，在地面插一垂直标杆，取其投影做其垂直线，然后把该垂线向阴方向 5° 做线，该线即为温室后墙方向基准线。

3. 温室长度 温室东西长 50~70 米比较适宜，若短于 40 米，则温室体积偏小，保温性能降低，遇严寒天气，易发生冷害或冻害。

长度超过 80 米揭盖草苫时间长，管理不方便（表 1）。

4. 温室高度与跨度 高度与南北跨度左右着温室采光面的角度，采光面角度又左右着阳光入射角的大小。要保证

阳光有最大的入射率，其入射角应小于 40° ，其合理的采光面角度，可用下面的公式计算出：角度 = $90^\circ - \text{太阳高度角} - 40^\circ$ 。

表 1 清晨 8 点时不同长度温室的平均温度变化

温室长度	-3℃时 室内温度	-5℃时 室内温度	-7℃时 室内温度	-9℃时 室内温度	-12℃时 室内温度
32 米	10.3℃	9.1℃	7.2℃	4.3℃	2.2℃
43 米	10.7℃	10.1℃	8.7℃	7.1℃	5.3℃
51 米	11.3℃	10.3℃	9.2℃	8.9℃	8.1℃
61 米	11.7℃	10.4℃	9.5℃	9.1℃	8.7℃

太阳高度角一天之内中午最大，早晨出太阳时为零，一般上午 10 点，下午 2 点时的太阳高度角比正午时可少 $6^\circ \sim 7^\circ$ 。因此，采光面角度应适当增加 $5^\circ \sim 6^\circ$ 为好（表 2）。

表 2 不同纬度太阳高度角的变化（12 点）

太阳高度角 季节	北 纬	30°	35°	40°	45°	50°
立春、立冬		43.6°	38.6°	33.6°	28.6°	23.6°
春分、秋分		59.9°	54.9°	49.9°	44.9°	39.9°
夏至		84.4°	79.4°	74.4°	69.4°	64.4°
冬至		36.6°	31.6°	26.6°	21.6°	16.6°

例如：青岛地区在北纬 36° 左右，其采光面角度应大于 23° ($\alpha = 90^\circ - 31.6^\circ - 40^\circ + 5^\circ = 23.4^\circ$)。

根据以上原理，其温室南北跨度可用下列公式算出：

跨度 = (温室高度 - 前沿半米处垂直高度) $\times \text{ctg}\alpha$ + 后坡投影 + 0.5 米

若温室设计高度为 3 米，前沿半米处高为 0.6 米、后坡投影长度为 1 米，采光面平均角度为 23° ，则其南北跨度为

7.16 米 $[(3-0.6) \times 2.36 + 1 + 0.5 = 7.16]$ 。若温室设计高度为 3.2 米，其南北跨度为 7.6 米。

5. 前坡面形状 日光温室前坡面（采光面）形状有两种，一种为有立窗式，即一立一斜式，另一种为抛物线形即半拱形或半弧形。在建造时应采用抛物线形，一是抛物线形前坡面成拱形，结构坚固，抗压力强；二是坡面凸起，便于用压膜线压膜，可消除一斜一立式用竹竿压膜，铁丝绑缚孔洞多，保温性差之缺点；三是抛物线形透光性能好，阳光利用率高，特别在上午 9 点前温室增温快；四是抛物线形拉苫、放苫便利。

6. 后坡面角度与投影长度，节能日光温室设有后坡面，可显著提高保温效果。为保障严寒时期室内温度，设立后坡是必不可少的。但后坡面又阻挡了散射光的射入，恶化了温

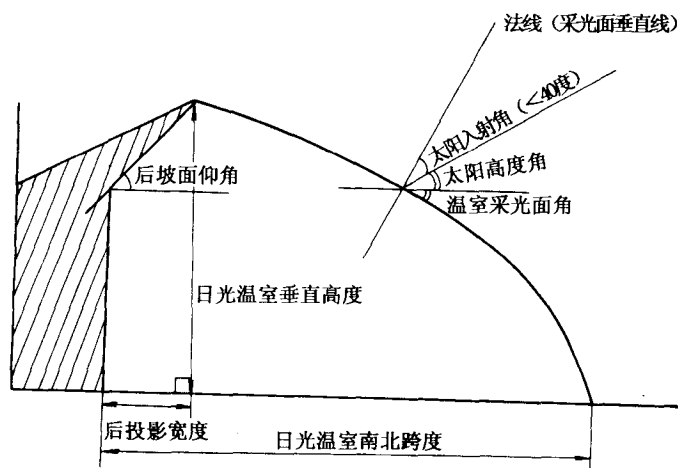


图 1 温室各种角的示意图

室后部光照条件，造成温室后部作物生长发育状况、产量、明显劣于前部作物。平衡其利弊，为提高保温效果和便于拉揭草苫，应设后坡面，但后坡不可过于宽大，其投影长度应维持在1米以内，以尽量减少遮光。如有条件，后坡面建成活动型为好，寒冷季节设后坡面，以提高保温效果，春季回暖后撤去后坡面以改善光照条件。再者后坡面仰角应合理，一般应维持在 35° 以上，以利于在严寒季节阳光直射其内面，利于提高棚温和改善后部光照条件（图1）。

7. 覆盖材料 要采用无滴、长寿、防尘、透光、保温性能好、抗拉力强的多功能复合膜。目前主要采用聚氯乙烯无滴长寿膜或三层共挤复合膜等。

二、节能日光温室的建造

（一）有支柱型温室建造（图2）

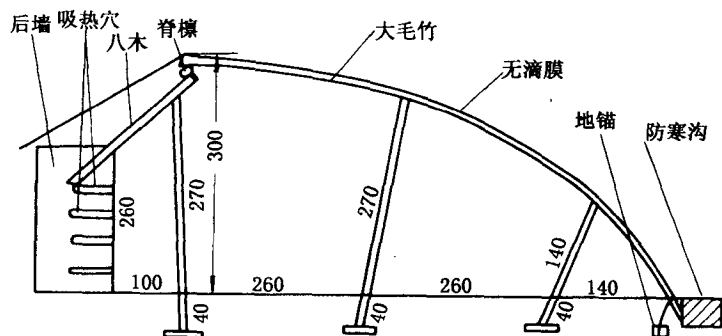


图2 有支柱式节能日光温室示意图（单位：厘米）

1. 砌墙 建复合墙体为好，可选用230厘米×12厘米×6厘米的钢筋水泥柱建墙架，即沿温室后墙位置每180厘

米立一根柱，埋深 70 厘米，地上留 160 厘米，水泥柱东西排成一直线，每根水泥柱要预制 3 个孔洞，以备拉钢丝固定墙体，孔洞位置分别距顶端 6 厘米、66 厘米、110 厘米处。柱立好后，在立柱之间用水泥砂浆砌上 12 厘米厚的单砖墙，砌墙时每 5 层砖留一排 6 厘米 $\times$ 6 厘米的孔洞，孔距：东西方向 30 厘米左右（图 3），砌墙的同时，分别在水泥柱的

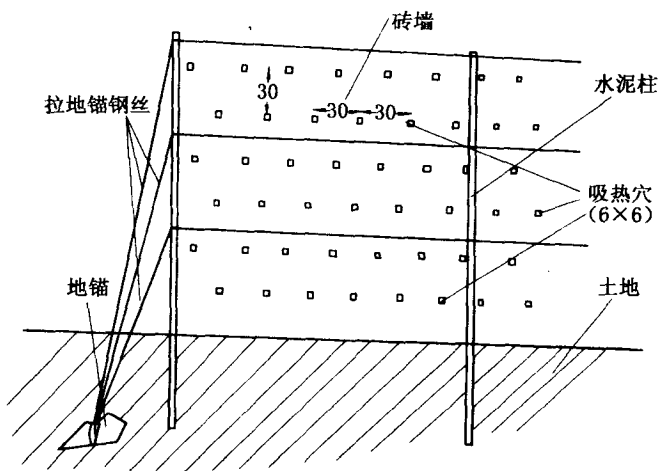


图 3 后墙吸热穴示意图（单位：厘米）

下、中、上三排孔洞中串联 3 根钢丝，并用水泥砂浆埋砌于砖墙内，将墙体加固，墙体东西两端埋地锚，把拉紧的钢丝固定在地锚上。墙后在距水泥柱 100 厘米处埋地锚，用铁丝系在水泥柱的中孔上，拉紧后固定于墙后的地锚上（图 4）。然后在砖墙外培泥建土墙，其顶宽 80 厘米，底宽 100 厘米，踏实，再用直径 5 厘米的硬木棍从预留的孔洞中向土墙内打孔穴，其下部孔穴深 50 ~ 60 厘米，上部孔穴深 30 ~ 40 厘米