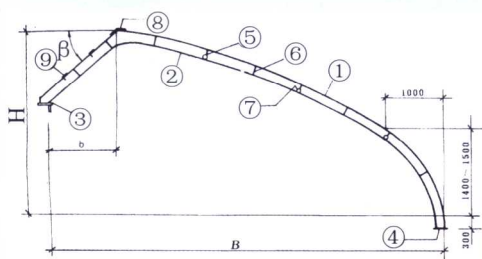


安全、优质、高效蔬菜栽培新技术丛书

温室大棚建造与管理新技术

邹志荣 编著

西北农林科技大学出版社
中国农影音像出版社



A型——热浸镀锌
钢管组合拱架结构



A型——热浸镀锌
钢管组合拱架结构



A型——热浸镀锌
钢管组合拱架结构

B型——焊接
轻钢桁架结构





C型—焊接桁架
—琴弦式结构

D型——外卷
边C型钢单管
骨架



日光温室通风窗



钢管日光温室



双跨日光温室内景



双跨日光温室外景



温室保温被和卷膜器



连栋温室建造



西北型双连跨日光温室

安全、优质、高效蔬菜栽培新技术丛书

总 策 划 张世中
主 任 傅朝荣
副 主 任 吕金殿 魏宏升
委 员 (按姓氏笔画排列)
王之奎 邓蕴洁 吕金殿 刘兴连
祁周约 邹志荣 张建军 赵献军
郭民主 郭晓成 傅朝荣 魏宏升

本系列主编 邹志荣

目 录

第一章 日光温室建造技术	(1)
一、日光温室发展概况	(1)
二、日光温室的结构类型及性能特点	(2)
三、日光温室建造标准设计	(7)
四、日光温室建筑和覆盖材料选用	(15)
五、日光温室的建造	(28)
六、现代日光温室建造	(35)
第二章 塑料大棚建造技术	(54)
一、大棚的类型和结构	(54)
二、大棚的设计和建造	(58)
第三章 日光温室蔬菜的防寒与保温	(63)
一、日光温室温度变化特征与保温	(63)
二、加温技术	(71)
第四章 温室气肥增施技术	(78)
一、二氧化碳施肥的意义	(78)
二、施用二氧化碳的效果	(79)
三、二氧化碳施肥方法	(80)
四、二氧化碳施用具体操作	(84)
五、二氧化碳施用期间的栽培管理	(85)
第五章 温室节水灌溉技术	(87)
一、节水灌溉技术的要求	(87)
二、温室微灌技术类型及特点	(87)

三、微灌系统及田间布置形式	(89)
四、微灌灌水技术	(92)
第六章 温室施肥技术	(94)
一、棚室蔬菜对土壤要求	(94)
二、棚室土壤的施肥技术	(95)
三、施肥注意事项	(102)
四、温室土壤管理要点	(102)
第七章 温室蔬菜病虫害理化预防措施	(105)
一、物理防治	(105)
二、土壤消毒技术	(108)
三、生物防治技术	(109)



第一章

日光温室建造技术

一、日光温室发展概况

我国北方日光温室是 20 世纪 80 年代中期总结和推广辽宁省大连市瓦房店和鞍山市海城等地日光温室生产经验,而建立的一种新型设施栽培类型。这种温室在纬度 $40^{\circ}\sim 41^{\circ}$ 地区,冬春季栽植黄瓜可完全不加温,可在 1 月份上市,7 月初拔秧,采收期 160 天左右,每亩产量、产值双跨万(产量超过 5 000 千克,产值逾万元),从而为缓解北方尤其是“三北”地区冬春季鲜菜供需矛盾开辟了重要途径。这是我国园艺史上的一个重大突破,创出了一条高效节能的新路子。

这种新型日光温室蔬菜栽培的重大意义,在于满足了冬春季节人们对高质量鲜菜的需求,而且减少了“南菜北运”的昂贵代价,不仅可减少生产成本和能源,而且为农民脱贫致富创出一条新路子。据专家测算,如果采用加温温室生产鲜菜,耗煤量和投资是相当大的。以加温温室冬春生产黄瓜为例,在纬度 35° 地区,每亩耗煤量为 30~40 吨,每吨煤按 100 元计算,共需煤炭费 3 000~



4 000元;北纬 45°地区,每亩耗煤 60~70 吨,共需煤炭费 6 000~7 000元。我国北纬 33°以北广大地区,冬春季降水少,连阴天出现频率低,日照充足,适宜发展高效节能型日光温室。所以,当这种日光温室试验成功后,立刻引起全国园艺界的瞩目,这一重大技术成果很快普及“三北”地区。

日光温室就其完善程度而言,与国外的现代化温室无法相比,但其造价低廉,是国外温室相同面积造价的 1/10,甚至 1/50,不仅符合中国国情,而且经济效益与社会效益十分显著,因此发展非常迅速。据北京、天津、辽宁、山东、河北、陕西、甘肃、宁夏、山西、内蒙古等地不完全统计,1990~1991 年度塑料日光温室发展到 0.52 万公顷,1993 年底已发展到 2 万公顷,1994 年底已突破 3.33 万公顷,1995 年 10 月已超过 6.67 万公顷,到 2000 年超过 20 万公顷。2003 年达到 35 公顷。所以,日光温室生产已是我国北方广大地区蔬菜保护地生产的主流,而且越来越成为振兴当地经济的主导产业。

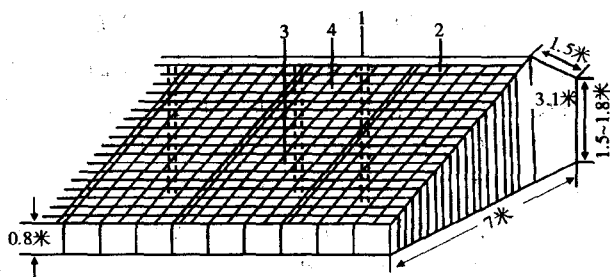
二、日光温室的结构类型及性能特点

(一)琴弦式日光温室

1. 结构 图 1-1 所示是辽宁省瓦房店的琴弦式薄膜日光温室。这种温室跨度 7 米,中柱高 2.8~3.1 米,后墙高 1.5~1.8 米,前立窗高 0.8 米,后坡宽 1.5~2.0 米,墙厚 0.8~1.0 米,前屋面角度 20°~25°,每 3 米架一道 5~7 厘米粗的钢管或粗竹竿,在拱架上每 40 厘米间距横拉 8 号铁丝固定于东西山墙外的地锚上。在铁丝上每隔 60 厘米设一道竹竿作骨架,上面盖薄膜。这种温室跨度大,空间也大,但前屋面采光角度难以增大。特别是有的地区将跨度扩大到 8 米,采光角度变小,升温慢,不利于幼苗生长。所以,要用此种结构,跨度不宜超过 7 米,并要减少立柱,增大透光角



度,以提高室温。



1. 钢管桁架 2. 2号铁丝 3. 中柱 4. 竹竿骨架

图 1-1 琴弦式薄膜日光温室

2. 性能 温室空间大,后坡短,土地利用率高。在其发展初期,即1980~1990年推广较快,后来在使用过程中发现其在结构上存在明显不足。前屋面采光角度小,冬季采光少,升温慢;采光面平缓,冬季降雪后清扫困难;前屋面下段低矮,日常管理不方便,也不适宜种植高架蔬菜;薄膜靠上下竹竿夹住固定,通风换气很不方便。因此,此类温室的应用受到一定限制。实际上,已有一些地方在应用时把前屋面改为微拱形。

(二)海城式

1. 结构 辽宁省海城市普通式日光温室和河北省永年县2/3式日光温室属该类温室。建造这种类型的日光温室大多因地制宜,就地取材。后墙多数为土墙,也有的采用24厘米厚的砖墙,砖墙外侧堆土墙保温。有的地方用石料砌墙代替砖墙,这种墙体白天可蓄热,晚上向室内放热。这种日光温室后墙体厚度不少于1米,墙体高度0.5~1.2米;温室跨度为6米左右,顶高2.3~2.4米;前面有2排前柱,分别为1.9米和1.4米;拱架用直径3厘米以上的竹竿;后墙厚度为70~90厘米。前屋面的角度为:底角一般60°左右,中部30°左右,上部10°左右,后屋仰角25°~30°。后屋坡用柁橧、玉米秸秆、麦草、草泥等构成,总厚度为50~60厘米。



在实际建造时,纬度越高的地区,后屋面应越厚越长(图 1-2)。

2. 性能 这种类型的日光温室突出了冬季防寒保温的结构特点,所以在建造上采用了长后屋面的结构,其后屋面比其他类型温室的后屋面长,所以保温性能好。在同样的外界环境下,室温高于其他类型温室,即使在最寒冷的 12 月份,温室内最低气温也可维持在 $7\sim 18^{\circ}\text{C}$,白天最高温度达到 30°C 左右。这种温室晴天升温快,温度分布较其他类型温室均匀;晚上温度下降平缓。同时建造成本低,并适于冬季不加温进行蔬菜生产。但在 $3\sim 10$ 月间其后坡下为弱光区,可通过增加中脊高度、缩短后坡长度来提高采光效果。

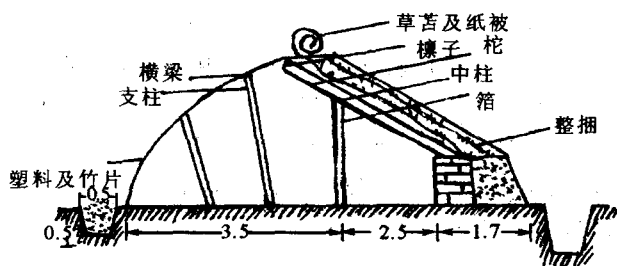


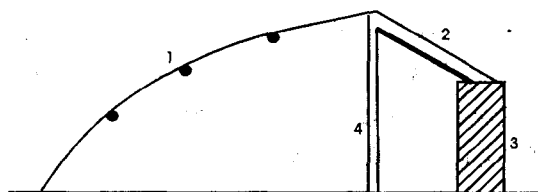
图 1-2 海城普通式日光温室 (单位:米)

(三)拱圆式

1. 结构 这类温室与矮后墙、长后屋面温室的主要区别是增加了后墙高度,缩短了后屋面长度。这种温室作业环境和光照情况比前一种温室有较大改善,是目前生产中应用面积最大的一种。各地建造的这种类型的温室因取材和自然环境条件的不同,其结构与尺寸亦有差异。该温室跨度 $6.5\sim 7.5$ 米,脊高 $2.8\sim 3.5$ 米,后墙高 $1.6\sim 2.2$ 米。后坡长 $1.5\sim 1.7$ 米,后屋仰角 35° 以上,后屋坡在地面水平投影宽度 $1.2\sim 1.5$ 米,后墙厚 $0.8\sim 1.0$ 米。墙体材料及墙体结构有很多种,最常见的是土墙,建土墙可省去墙体



材料费用,但每年雨季过后需要整修。除土墙外,砖砌墙发展很快,后墙和两端山墙均建成空心墙体。外侧为24厘米厚的砖墙,内侧为12厘米厚的砖墙,中间空隙装填蛭石等保温绝热材料。还有的把墙体建成30厘米或24厘米厚的实心墙,然后在墙体外侧堆土保温,或者先打土墙,在土墙内外两侧再砌12厘米厚的砖墙,保护土墙不受降水冲刷,免去每年修整的工作。陕西省咸阳市秦都3号日光温室即属于这类结构(图1-3)。



1. 拱圆屋面 2. 后屋坡 3. 后墙 4. 立柱

图1-3 咸阳秦都3号日光温室

这种日光温室后屋面的建造除了采用长后屋面的材料外,也可采用水泥预制板,在后墙体加砌女儿墙,后屋面顶用炉渣填平,建成永久性结构。

前采光面骨架结构可以采用竹木结构、钢架竹木混合结构和钢架结构三种类型。

(1)竹木结构 采光面骨架需要立2行柱,立柱间距一般为3米;顺立柱搭横梁;用竹片或竹竿做成拱圆形采光面,竹片或竹竿固定在横梁上,竹片或竹竿的间距一般为50~60厘米。

(2)钢架竹木混合结构 采光面先每隔3米安装1个拱形钢筋桁架,桁架与后屋面连接。通过桁架下弦沿东西方向穿5~7道铁丝。在两行拱形桁架间再搭5根竹片做成拱圆形采光面,竹片用短木棒支撑连接在铁丝上。

(3)钢架结构 这一类型的技术要求同钢架竹木混合结构类



型,只是建筑材料全部使用钢材。

2. 性能 这种温室较长后坡矮后墙日光温室的保温性略差,但由于在结构设计中加长了前坡,缩短了后坡,提高了脊高,加大了采光屋面,温室内的光照条件得到了明显改善,晴天升温快。这种结构温室内仅有1排中柱,无腰柱与前柱,温室内作业方便,土地利用率高。

(四)现代型

1. 结构 西北农林科技大学设计的西北型日光温室(I型)(图1-4)和鞍山II型日光温室均属于无立柱、大跨度、钢管桁架日光温室。这类温室跨度7~8米,中脊高3.0~3.6米,后墙高1.8~2.2米,为砖砌空心墙,即外砖墙厚24厘米+中空12厘米+内砖墙厚12厘米,内填珍珠岩、炉渣、蛭石、聚苯乙烯泡沫塑料板等保温材料。前屋面为钢结构一体化半拱形桁架,底角 65° ,前沿0厘米处 25° ,后屋角 $36^\circ\sim 40^\circ$ 。后坡长1.52米,水平投影1.2米。后坡面用木材表皮板、油毡、麦草、草泥及水泥砂浆等材料组成,厚度在40厘米以上;也可用复合保温板。

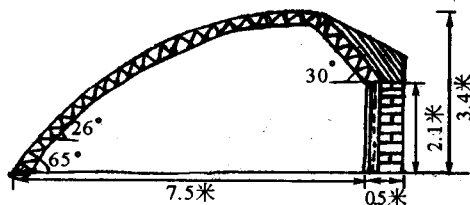


图1-4 西农GJ-7.5型日光温室

2. 性能 温室空间大,透光率高,结构强度大,增温保温性能好,使用寿命长。同时可配套使用小型机械作业及自动通风、自动揭盖草帘(或保温被)等自动控制系统,是目前最有发展前途的温室。



三、日光温室建造标准设计

日光温室的热量来源主要靠白天的阳光辐射,夜间要保温防寒。所以,在总体设计上应特别重视采光角度和防止失热两方面因素,其目的是达到采光蓄热和保温性能良好,规格尺寸适当,环境条件便于调节。

(一)前屋面角度

前屋面角是指塑料薄膜屋面与地平面的夹角。前屋面的角度是否合理,对于光的接收具有重要的意义。据测定,在陕西咸阳地区,1月份日光温室前屋面角度为 15° 时,一天获得太阳能为533 740.7大卡/日·亩, 30° 时为614 005.43大卡/日·亩,前屋面角每增加 1° 时,会使室内接收太阳能增加3 648.4大卡/日·亩。所以,前屋面角在一定范围内越大,冬季接受的辐射越多,蓄热就越多。

那么,前屋面角如何设计才是最合理的呢?首先,我们了解一下前屋面的角度与阳光透射率的关系(1-5)。阳光照射到薄膜屋面时,一般分为三部分,即一部分被薄膜所吸收,一部分被薄膜反射,最后一部分才透射进去。它们三者关系是:

$$\text{吸收率} + \text{反射率} + \text{透光率} = 100\%$$

干净的塑料薄膜的吸收率为10%左右,剩余就是反射率和透光率。反射率越小,透光率就越大。这两者的大小变化取决于光

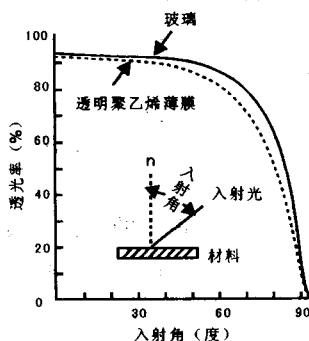


图 1-5 透光率与入射角的关系



线的入射角,入射角越小,透光率越大,反射就越小。从图 1-5 可看出,入射角为 0° ,光线垂直投射到覆盖物上,此时反射率为 0,透光率最大。当入射角在 $40^\circ \sim 45^\circ$ 时,透光率变化不大,但入射角大于 40° 或 45° 时,透光率明显减少。当入射角大于 60° 时,透光率就急剧下降,所以,入射角应保持在 40° 以内才能维持透光率最大。

其次,看一下三个屋面角度的计算,即理想屋面角度、合理屋面角度和最佳屋面角度。

理想屋面角度:设入射角为 α ,根据太阳高度角(h)、地理纬度(Ψ)、太阳赤纬(δ)以及正午时刻等因素的关系推算,得出理想屋面角度的计算公式为:

$$\angle \alpha = \psi - \delta$$

其中地理纬度 Ψ 因地方而异,太阳赤纬(δ)因节气不同有差异(表 1-1)。

表 1-1 节气与赤纬

夏至	立夏	立秋	春分	秋分	立春	立冬	冬至
6月21日	5月5日	8月7日	3月20日	9月23日	2月5日	11月7日	12月22日
$+23^\circ 27'$	$+16^\circ 20'$	0°	$-16^\circ 20'$	$-23^\circ 7'$			

例如:西安的地理纬度为 $34^\circ 18'$,那么建立一栋冬至前后使用的温室,其理想的屋面角度应为:

$$\angle \alpha = 34^\circ 18' - (-23^\circ 27') = 57^\circ 45'$$

如果按这个理想的屋面角度建造温室,当温室跨度为 7 米,前沿高 0.9 米时,那温室的顶高需要 9.6 米才行,必然是南屋面过陡,屋脊举架过高,后屋顶也过长,在实际生产中是不科学、不实用的。

合理屋面角:设太阳入射角为 40° ,那么屋面角度的计算公式为:

$$\angle \alpha = \psi - \delta - 40^\circ$$

按这个公式推算出西安日光温室的合理屋面角度为:



$$\angle \alpha = 34^{\circ}18' - (-23^{\circ}27') - 40^{\circ} = 17^{\circ}45'$$

最佳屋面角:根据图 1-5 可见,入射角越小,阳光透光率越大,所以冬季使用的日光温室考虑到太阳高度角小,光照弱的因素,应该在合理屋面角的基础上增加 $10^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 就构成最佳屋面角。

根据陕西省地理位置,各地区建造日光温室的适宜前屋面角度归纳为表 1-2,便于各地建造时参考。

表 1-2 陕西省各地区日光温室前屋面角度设计值

北纬	代表地名	理想屋面角	合理屋面角	最佳屋面角
31°	镇坪	45.5°	14.5°	$24.5^{\circ} \sim 26.5^{\circ}$
32°	平利、安康	55.5°	15.5°	$25.5^{\circ} \sim 27.5^{\circ}$
33°	汉中、留坝	56.5°	16.5°	$26.5^{\circ} \sim 28.5^{\circ}$
34°	西安、宝鸡、永寿、蒲城	57.5°	17.5°	$27.5^{\circ} \sim 29.5^{\circ}$
35°	韩城、洛川	58.5°	18.5°	$28.5^{\circ} \sim 30.5^{\circ}$
36°	富县、宜川、延安、吴旗	59.5°	19.5°	$29.5^{\circ} \sim 31.5^{\circ}$
37°	米脂、清涧	60.5°	20.5°	$30.5^{\circ} \sim 32.5^{\circ}$
38°	榆林、神木	61.5°	21.5°	$31.5^{\circ} \sim 33.5^{\circ}$
39°	府谷	62.5°	22.5°	$32.5^{\circ} \sim 34.5^{\circ}$

(二)后屋面角度

日光温室后屋面角度,决定于屋脊与后墙的高差和后屋面的水平投影长度。根据目前高效节能日光温室的结构,后屋面角设计有二条原则:一是采用高后墙短后坡式结构,后屋面长度控制在 1.5 米左右,后屋面投影长度控制在 1.2 米左右,脊高与后墙高差控制在 1.0 米左右时,后屋面角一般在 $35^{\circ} \sim 40^{\circ}$;二是为了保证冬季(12 月~次年 2 月)中午前后使阳光照射到温室北部,必须使后屋面角大于冬至时当地太阳高度角,最好是大于当地冬至太阳高度角 $7^{\circ} \sim 8^{\circ}$ 。表 1-3 列出我国北方地区主要城市建造日光温室后屋面角的参考值,便于参照执行。