设　施　篇

我国幅员广大，地域辽阔，南起海南岛，北至黑龙江，跨越热、温、寒带，气候差异极大，北方冬季漫长，无霜期短，特别是“三北”（东北、西北、华北）地区无霜期只有 120～200 天；南方夏季高温、强光、暴雨，造成蔬菜生产的季节性与消费均衡性矛盾突出，淡旺季明显。改革开放以来，由于保护地蔬菜生产的发展，克服了蔬菜供应淡旺季与消费需求的矛盾。

保护地设施是人为创造的环境条件，北方进行蔬菜提早、延晚乃至越冬栽培，南方炎夏遮荫防雨栽培，各种保护地设施蔬菜生产与露地蔬菜生产配套，实现了蔬菜周年生产周年供应。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一章　简易保护地设施

一、风障

风障是蔬菜栽培中应用最早、最普遍的简易保护地设施，具有提高局部温度和防止作物遭受风害的作用。

(一)风障的种类及设置

1. 大风障　设在栽培畦的北侧，用整捆的高粱秸或芦苇密集埋入障沟内，内外侧培土踩实，中部勒一道障腰。近年由于高粱秸和芦苇短缺，改为用细竹竿筑成篱笆障，用旧薄膜作披风。

西欧和北欧用 15 厘米宽的黑色塑料薄膜条编织在木桩拉起的铁丝网上。铁丝为 8#铁线，拉成 50 厘米×50 厘米的方格，形成能透过 50% 风的薄膜风障。

日本是用冷纱绑在木桩或铁架上，形成单排风障或围障。

2. 篱笆风障　也叫花障，用高粱秸或细竹竿编织，与大风障配套，一排大风障配合 5～6 排篱笆障，改善小气候效果比较明显。

(二)风障的作用

1. 防风　风障的防风作用表现在稳定风障前的气流，减缓风速。一般可减弱风速 10%～50%，风速越大，防风作用越明显。据原北京农业大学测定，在每排风障相距 5～6 米的情况下，风障内及风障外 15 厘米高度，障外风速为 3.83 米／秒，第一排风障内 1 米处风速仅为 0.61 米／秒，而第三排、第四排内相同位置的风速为 0。见表 1-1。

表 1-1　各排风障前不同位置风速（米／秒）

距风障（米） 排 数	1	2	3	4	5	障外
第一排	0.61	0.91	1.18	1.30	1.67	3.83
第二排	0.30	0.64	1.00	0.84	0.40	
第三排	0.00	0.13	0.43	0.38	0.20	
第四排	0.00	0.00	0.07	0.23	0.00	

从表 1-1 可以看出，风障排数越多，防风的效果越好。

2. 增温　风障前的气温和地温明显高于露地。其地表温度在冬季为 −11℃时，露地地表温度为 −17℃。风障的增温效果以有风的晴天最明显，阴天不明显；距风障越近温度越高，但距地面越高风障内外的温差越小，50 厘米以上已无明显差异。风障内外地温的差异比气温稍大，距风障 0.5 米处地温高于露地 2 倍多，而在阴天时只比露地高 0.6℃。见表 1-2。

表 1-2　不同天气障前各部位温度变化（℃）

风障不同部位（米）	有风晴天		无风晴天		阴天	
	10 厘米地温	比露地增温	10 厘米地温	比露地增温	10 厘米地温	比露地增温
0.5	10.4	7.2	−0.2	2.1	0.0	0.6
1	8.8	5.6	−0.4	1.9	−0.4	0.2
5	5.5	2.3	−2.1	0.2	−0.5	0.1
10	2.8	−0.4	−2.3	0.0	−0.5	0.1
15	4.6	1.4	−0.2	0.3	−1.0	0.4
露地	3.2	—	−2.3	—	−0.6	—

风障前的温度增高的原因是太阳辐射和障面反射，辐射的强度越大，地温越高。风障前气流比较稳定，可减少地面辐射热的损失，所以白天气温、地温都比露地高，夜间热量损失较多，但仍比露地高。

3. 减少冻土层深度　风障前由于防风和增温作用，冻土层的深度明显比露地浅，春天可提早化通，地温上升快，对春

提早栽培是有利的。风障后的冻土层比露地深。见表 1-3。

表 1-3　风障前后冻土层深度

地　点	风障不同部位（米）	冻土层深度（厘米）
风障前	0.5	37.0
	1.0	43.0
	2.0	58.0
	4.0	72.0
	8.0	76.0
风障后	0.5	83.0
	1.0	96.0
露地		76.0

二、阳畦和改良阳畦

（一）阳畦　阳畦是在菜田用土作畦框，北面夹起大风障，最初畦面盖玻璃窗扇，夜间盖草苫，以北京和大连地区应用最普遍，早春育苗和多种蔬菜早熟栽培。20 世纪 80 年代以来因玻璃和木材紧缺，已改为在畦面搭木杆，覆盖塑料薄膜，既降低了费用又便于管理。

1. 阳畦的设置　阳畦宽 1.8～2 米，长 10～20 米，多数一排风障设置一排阳畦。根据地块宽度，多个阳畦连成一排，钉桩拉线，按线划印，由线内把表土铲起堆积，取底层土踩框，取土时留出作框部位，铺 10 厘米厚左右搂平踩实，南框高出地面 5 厘米，北框高出地面 20～25 厘米，东西框斜坡形。踩完框用铁锹切齐，搂平畦面，把表土堆放在畦内北侧。封冻前畦内填满乱草，上面覆盖草苫。覆盖薄膜后再盖草苫效果更好。

筑完阳畦，在北侧 50 厘米处夹起大风障。见图 1-1。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

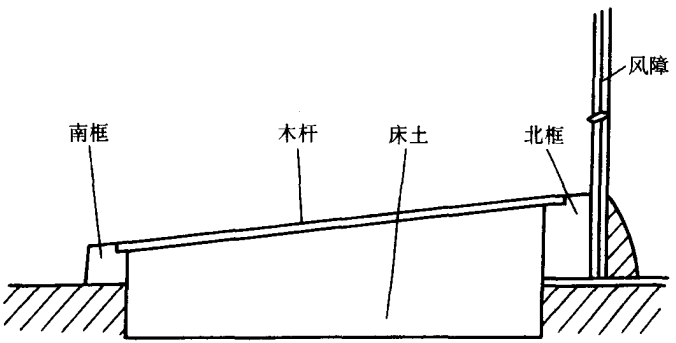

图 1-1　阳畦示意图

2．阳畦的应用　　阳畦可作为速生蔬菜早熟栽培的场所，也可作为蔬菜育苗床，进行耐寒蔬菜育苗、瓜类育苗，也可以作为茄果类蔬菜的移苗床育成苗。

（二）改良阳畦　改良阳畦又叫小暖窖、立壕子。是在阳畦基础上发展的。最初的阳畦是用玻璃扇子覆盖，为了改善采光、保温性能，在后部筑起 0.7～1 米高的土墙，用木杆建成后屋面骨架，勒高粱秸箔抹草泥，前部把玻璃窗扇撮在中脊上，呈 45°角。跨度达到 3～3.5米。20 世纪 80 年代以来，改为用竹片作拱杆的半拱形前屋面。见图 1-2。

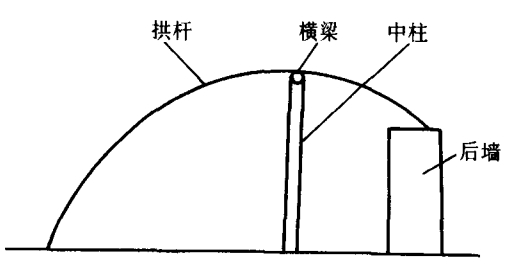

图 1-2　改良阳畦示意图

三、地膜和遮阳网

(一)地膜

1.地膜覆盖　我国古来就有利用有机肥、草和农作物秸秆覆盖地面，进行保护栽培，20世纪70年代以来发展到利用塑料薄膜覆盖。1978年由日本引进地膜覆盖栽培技术及制造地膜工艺技术，不但同步发展，覆盖技术还有了创新，称为改良地膜覆盖。

改良地膜覆盖应用在茄果类蔬菜、瓜类蔬菜早熟栽培上，可提早定植，提早采收，增加早期产量和总产量。

日本的地膜覆盖是利用高垄、高畦进行地面覆盖，喜温蔬菜必须在终霜后才能定植，我国经过试验，创造了改良地膜覆盖技术，包括在终霜前10天以上就可定植的高低畦埂地膜覆盖、高畦沟栽地膜覆盖，先栽苗后盖地膜，终霜后把秧苗引出膜外。见图1-3、1-4。



图1-3　高低畦埂地膜覆盖



图1-4　高畦沟栽地膜覆盖

2.地膜覆盖的效应

(1) 增温作用　透明地膜覆盖，能使0～20厘米深土壤的

日平均地温增加 3～6℃。但是不同天气和不同的覆盖方式、作物不同的生育期、不同的土壤深度，增温效应是有差异的。晴天温度提高多，阴天提高少；高垄、高畦增温明显；作物生育前期增温明显，后期增温少；浅土层增温效果比深土层明显。

(2) 保水作用　地膜封闭下减少水分蒸发，促进了土壤深层毛细管水向上运动。由于地膜在土壤和空气间构成一个密闭的冷暖的界面，水分在地膜下形成内循环，大大减少了地面蒸发，使深层水分在上层积累，气化的土壤水分在地膜内表面凝结成水滴，被土壤吸收，所以具有保水作用。地膜覆盖不但能减少灌水量，在雨季还有利于排水，防止涝灾。

(3) 抑制盐害　盐碱地或设施内土壤次生盐渍化，由于地表面蒸发，土壤盐分随水分上升并滞留在土壤表面和浅土层中。

地膜覆盖不仅抑制了地面蒸发，阻止深层土壤盐分向浅层运动和积累，还由于土壤水分的内循环作用淋溶，使耕作层土壤含盐量降低，一般可下降 53%～89%。

(4) 改善光照条件　由于地膜和地膜下表面附着水滴的反射作用，可使近地面的反射光和散射光增强 50%～70%，使光合作用强度提高，早熟增产效果明显。

(5) 防止肥水流失　覆盖地膜防止了大雨造成的地面径流，防止了肥水流失，可提高土壤施肥的利用率，相对节省肥料。

(6) 优化土壤理化性状　地膜覆盖下的土壤能始终保持疏松状态，土壤微生物活动加强，有机肥分解快，有利于作物根系发育，提高吸收功能。

(7) 减轻病虫草害　覆盖地膜能防止一些土传病害和借风雨传播的病害，以及部分虫害。覆盖银灰色地膜有避蚜作用，

对防治蚜虫和由蚜虫引起的病毒病有明显效果，覆盖黑色地膜可把杂草闷死。

（二）遮阳网

1. 遮阳网的规格性能　遮阳网是由高密度聚乙烯拉丝编制而成，有银灰、黑、黄等颜色。遮光率为 25%～80%。具体规格见表 1-4、1-5。

表 1-4　遮阳网的型号与遮光率（%）

型　号	SZW-35	SZW-50	SZW-65	SZW-80
遮光率	35～56	>50～65	>65～80	>80

表 1-5　遮阳网的型号与力学功能

型　号	SZW-35	SZW-50	SZW-65	SZW-80
拉断力	纬向	>280	>380	>450
N	径向	>280		

2. 遮阳网的应用　南方夏季防高温、强光、暴雨，利用拱架，覆盖遮阳网，进行蔬菜栽培，或进行育苗，高温、强光、暴雨季节过去后再定植于露地；北方炎热夏季，把遮阳网覆盖在日光温室，塑料大、中、小拱棚上，可进行多种蔬菜越夏栽培或遮荫育苗。

四、温　床

温床与阳畦（冷床）的区别在于：冷床利用塑料薄膜采光，夜间覆盖草苫保温，只能在早春育苗；温床是在床土下面加温，冬季也能应用。由于加温方法不同，可分为酿热温床、电热温床和火道温床。

（一）酿热温床

1. 酿热温床的结构　酿热温床的宽度为 1.5～2.0 米，长 8～10 米，根据地块和需要也可长达 20 米。东西延长，北框

高出地面 20～25 厘米，南框高出地面 5 厘米，东西框北高南低。床框用砖切成或用木板作成。床深比冷床增加酿热物的深度。由于地理纬度不同，酿热物填入的厚度也不同，一般为 20～25 厘米，床土厚 10 厘米，床坑深度为 30～35 厘米。床底四周深，中央浅，呈馒头形。

2. 酿热物种类及发热原理　酿热物有马粪、稻草、纺织屑、玉米秸、阔叶树的落叶等。其中马粪、纺织屑的碳氮比比较小，发热快，温度高，但不能持久，为高温酿热物 稻草、玉米秸、落叶的碳氮比大，发热时间长，温度低，为低温酿热物。

为使酿热层发热正常而持久，设置酿热温床多用 1～2 份稻草与 3～4 份马粪配合使用。

酿热温床的发热原理是好气性微生物分解有机物产生热量。为促进微生物的繁殖，应使酿热物达到 60%～70% 的含水量，10℃以上的温度和适当的氧气。

3. 踩温床　在床底铺上乱稻草，3～4 厘米厚，踩实，浇透热水，铺上 6～7厘米厚的新鲜马粪，穿胶底鞋普遍踩马粪，踩时鞋底四周微见有水溢出为适度，踩实后酿热物的厚度为 10 厘米，再按同样方法踩第二层酿热物。北纬 40°以北地区需踩 3 层酿热物，踩完酿热物的总厚度为 25 厘米。

4. 酿热温床的性能　踩好的酿热温床，床面挡木杆盖上薄膜，夜间覆盖草苫，白天揭开草苫，接受太阳辐射热能，4～5天后酿热物发酵，温度上升超过 30℃，揭开薄膜，再踩一遍，铺 10厘米厚床土，即可进行育苗。一般酿热温床可保持床土温度 20℃左右，持效期 40～50 天。酿热温床的构造见图 1-5。

（二）电热温床　电热温床是用特制的农用地热线，布设在床土下面进行加温的苗床，既可作播种床，也可作移苗床。

1. 地热线的构造与性能　地热线是由电热丝、塑料绝缘

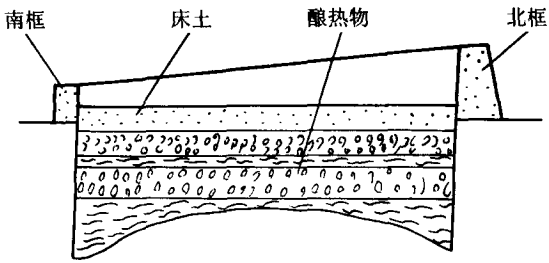

图 1-5　酿热温床断面示意图

层、引出线和接头组成的。电热丝是发热元件，塑料绝缘层起绝缘电流和导热作用。在产品出厂时已经标明绝缘层的表面温度。引出线为普通铜芯电线，基本不发热，接头是连接地热线和引出线的，接头一般也埋入土中，所以接头不但不仅要能保持电流畅通，还要防水防漏电。

现在市场上供应的电热线，每根功率为 800～1 000 瓦，长 80～100 米，可供 10 米^2 左右的苗床铺设使用。

2．使用注意事项

（1）地热线一般只用于床土加温，不允许成圈地做通电试验或使用。

（2）地热线的功率是额定的，不能截短使用。

（3）每根地热线的使用电压是 220 伏，使用双线时只能并连不能串连。

（4）埋线时必须把整根线（包括接头）埋入床土下，分布要均匀，不得交叉、重叠、打结，不能硬拉强拽。

（5）有条件的与控温仪配套使用，可自动控温。

3．电热温床的制作　苗床面积 10 米^2，床面要平整，没有坚硬的土块或碎石，铺上地热线后再上床土。

（1）布线间距计算　功率选定后，先求出每米长地热线的

需要全本请访问 www.ertongbook.com

瓦数，再根据选定功率计算出布线间距。计算公式：

$$\text{布线间距（米）}=\frac{\text{每米地热线瓦数（瓦／米）}}{\text{选定功率(瓦／米}^2\text{)}}$$

常用的地热线为 100 米长，功率 80 瓦，则每米地热线的瓦数为 8 瓦，地热温床选定功率为每平方米 80 瓦，则布线间距$=\frac{8\text{瓦／米}}{80\text{瓦／米}^2}=0.1$米。

（2）布线方法　铺线前先在苗床两端按计算好的间距钉上木桩，由 3 个人共同操作，1 人持线往返于苗床两端放线，2 人各在苗床一端，将地热线挂在木桩上，拉紧防止松动，交叉或打结。铺完后通电，试验检查无误再断电上床土。见图 1-6。

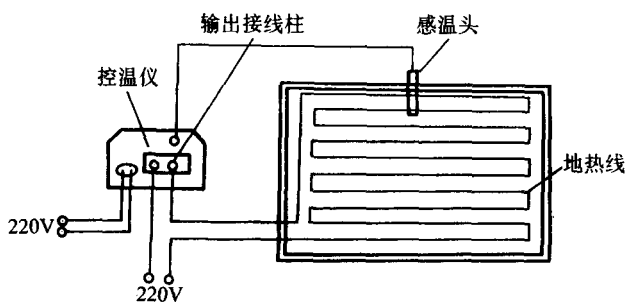

图 1-6　电热温床示意图

北方保护地蔬菜生产使用的电热温床，多在大棚或日光温室中设置，床面夜间扣小拱棚保温效果比较好。在日光温室设置也可不盖小拱棚。

在露地设置电热温床，可在阳畦床土下铺设地热线，由风障和草苫配套，提高保温效果，节省耗电量。

（三）火道温床　火道温床也叫烟道温床。是由北方家庭居住的火炕发展来的。

1. 火道温床的结构　火道温床由床体、火炉、烟囱组成。床体与住宅的火炕相同，用 24 厘米 ×11.5厘米 ×0.53 厘米的红砖砌成 5条烟道，烟道高 2～3 层砖，上面用砖或石板封盖后抹草泥。床体宽 2 米、长 7～8 米。床面四周砌 3 层砖抹沙子泥，作为床框。

2. 火道温床的加温方式　火炉设在较低的一端，半地下式，烟囱设在较高一端的床体外，底口粗上口细。火炉内燃烧煤炭或柴草，烟火通过烟洞，由烟囱排出，在烟火通过烟洞过程中，将热量传给床体，加热床土，提高了床温。燃烧后把烟囱口盖严，防止冷空气从烟洞通过，以提高保温效果。

北方农民因为家家睡火炕，所以都会建造火道温床，不同之处是火炕的温度不一定要求温度均匀，多数炕头比炕梢温度高，适于不同年龄人需要。

作为火道温床，需要床面温度均匀，在建造时调节好进火口和烟洞的宽度，并在进火的一端多上床土，靠烟囱一端少上床土，可调节床面两端的土温一致。

第二章　塑料棚

塑料棚包括塑料大棚、中棚和小拱棚，在北方主要应用在蔬菜春提早、秋延晚栽培上，长江以南，在塑料大棚内扣小拱棚，加地膜多层覆盖，可进行多种蔬菜越冬栽培。

一、塑料大棚

我国的塑料大棚是20世纪60年代中期开始兴起的，最先由吉林省长春市郊建造取得了成功，到了70年代全国各地相继发展，开始是竹木结构拱圆形单栋大棚，面积666.7米^{2}左右，后来又发展了钢架无柱大棚，接着又向大型发展，出现了6 666.7米^{2}联栋大棚。经过生产实践发现，联栋大棚排雪放风困难，实用性很差，70年代末至80年代初相继淘汰，以后新建大棚面积多为666.7米^2。南方大棚跨度较小，面积多为200.1～333.3米^2，近年也开始向666.7米^{2}左右面积发展。

目前全国已有塑料大棚26.7万公顷左右，多数是竹木结构，只有少数钢管骨架无柱大棚。

(一)大棚的规格结构

1.竹木结构大棚　跨度12～14米，中高2.4～2.7米，长50～60米。以竹竿为拱杆，木杆为立柱和拉杆，拱杆间距多为1米。见图2-1。

竹木结构大棚建造简易，造价较低，其稳固性主要靠立柱支撑。由于立柱多，不但作业不方便，遮光部分也多。

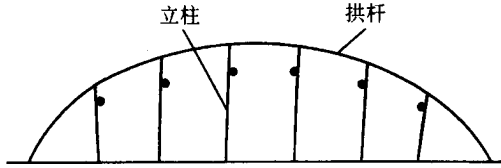

图 2-1　竹木结构大棚示意图

2. 悬梁吊柱竹木结构大棚　把支撑拱杆的立柱减少 2/3，改用小吊柱支撑拱杆。由于加重了立柱和拉杆的荷载，需要增加其强度，所以立柱和拉杆的截面加大，以提高大棚的稳固性。见图 2-2。

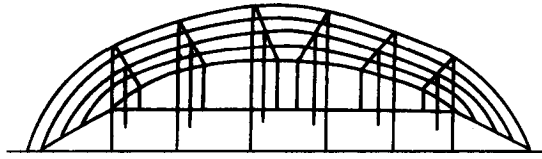

图 2-2　悬梁吊柱竹木结构大棚示意图

3. 钢架无柱大棚　用钢管作拱杆，不用立柱，拱杆底脚焊在地锚或地梁上。跨度 10米，长 66.7米，中高 2.5 米。见图 2-3。

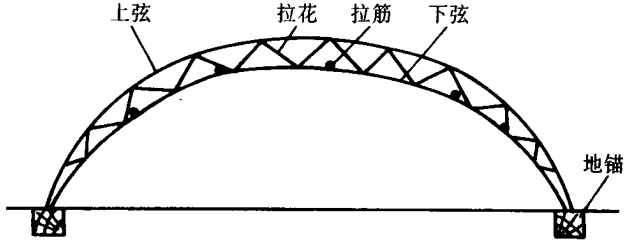

图 2-3　钢管骨架无柱大棚示意图

（二）大棚的设计　大棚的性能和稳固性，与高跨比、长跨比、棚面的构型都有密切关系。

1. 大棚的合理棚型　　塑料大棚的稳固性，既决定于骨架的材质、塑料薄膜的质量、压膜线压紧程度，也与棚面的弧度有密切关系。

竹木结构的大棚，由于有很多立柱支撑，遇大风或大雪天气，虽然骨架不会倒塌，但是棚膜破损在大风天气容易出现。原因是棚面平坦，在风速大时，棚面上空气压强变小，而棚内的空气压强未变，产生较大的空气压强差，使棚内产生举力，把薄膜鼓起，风速有时变小，又在压膜线的作用下，鼓起薄膜又回到骨架上，不断地鼓起、落下，摔打的结果使薄膜破损，甚至挣断压膜线。如果是流线型的大棚，不但能减弱风速，压膜线也容易压得牢固，就不容易出现薄膜摔打现象。所以大棚不宜采用带肩的棚型，应尽量使棚面接近流线型。

2. 大棚的高跨比　大棚的高跨比以 0.25～0.3 比较适宜，高跨比越大，棚面弧度越大。带肩的大棚计算高跨比，要从大棚的中高减去肩高，即高跨比 $=\frac{\text{棚高}-\text{肩高}}{\text{跨度}}$。例如大棚跨度 10 米，高 2.5 米，流线型的高跨比为 0.25，如果有 1 米高肩则高跨比 $=\frac{2.5-1}{10}=0.15$。势必造成棚面平坦，降低抗风能力。

3. 大棚的长跨比　长跨比与大棚的稳固性也有关系。长宽比值较大，地面固定部分越多，稳固性越强。例如大棚面积为 666.7 米^2，跨度 14 米，长度应为 47.6 米，周边长为 123 米，而跨度为 10 米，长度为 66.6 米，周边长度为 153 米，地面固定部分增加 30 米，所以稳固性增强。大棚的长跨比应等于 5 或大于 5。

（三）大棚的建造

1. 场地选择与规划　大棚场地选择的条件与日光温室基本相同，并且要求场地更开阔。由于大棚的抗风能力低于日光温室，必须避开风口。

建设大棚群应首先确定每栋大棚的面积、跨度和长度，然后确定棚间距离和棚头之间的距离。棚间距离应达到 2～2.5 米，以便于放风；棚头间的距离要有 5～6 米，以便于车辆通过。测量田间面积以后，在室内绘制出规划图，按图施工。

2. 竹木骨架大棚建造　在初冬土地封冻前，按 1 米间距埋 6 排立柱，中柱、腰柱、边柱各两根，均匀分布在大棚的地面上。中柱和腰柱垂直，边柱向外倾斜呈 75°～80°。为防止立柱下沉或上拔，在柱脚处钉上 20 厘米长的横木，立柱埋入土中 30 厘米深。距立柱顶端 4～5 厘米处，钻孔，距立柱顶端 25 厘米处按大棚延长方向，用木杆作拉柱，连接起来用铁丝拧在立柱上，把立柱连成整体。

用 4～5 厘米粗的竹竿做拱杆，从边柱顶端到中柱上，用细铁丝穿透立柱的钻孔，把拱杆拧在立柱顶端，大棚顶端拱杆搭在一起，用塑料绳绑紧，边柱以下，用 4 厘米宽的竹片作底脚拱杆，上端搭在竹竿上，用塑料绳绑紧，弯成弧形，下端插入土中。见图 2-4。

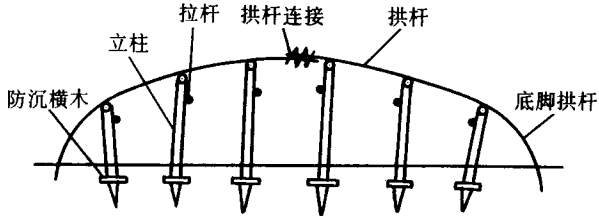

图 2-4　竹木大棚骨架

3. 竹木结构悬梁吊柱大棚建造　悬梁吊柱大棚的建造方

需要全本请访问 www.ertongbook.com