

蔬菜的大棚建造和栽培技术

安志信 张恩瑾 著
鞠珮华 任光辉

导 言

1838年法国人莱达诺发明了聚氯乙烯，但90年后才在美国开始工业化生产，此后才在工、农业方面广泛应用。日本在1950年才开始在农业上试用聚氯乙烯薄膜。

我国的塑料工业从60年代开始起步。天津是我国首先试制农用薄膜的省市之一。原卫津化工厂于1963年试制成63091—A和63091—B两个型号的压延聚氯乙烯薄膜。此后，这种薄膜工业发展很快，农用薄膜种类不断增加，聚乙烯农用薄膜和流（无）滴耐老化膜、地膜和高压低密度超薄地膜等相继问世，继而，国家轻工业部颁布了主要农用塑料薄膜的规格、标准，为农业现代化做出了一定贡献。但是在前进的道路上也出现过失误和教训，我们不能不将之记录下来。在1975~1976年间由于我国向国外订购二异丁酯作为增塑剂，没有经过试验即行使用，以致许多省市在蔬菜生产上造成严重损失。根据天津市农林局调查统计：1975年天津有蔬菜育苗阳畦7980个、各型拱棚531亩因二异丁酯而受害，但并未引起有关部门的重视，1976年又酿成毒害，致使蔬菜育苗畦17904个（可定植11,464亩）、育苗温室1423间、可定植塑料薄膜大棚（以下简称大棚）750亩和定植以后的大棚2491.5亩受到影响。另外1975年天津某塑料厂在聚氯乙烯农用薄膜中过量增加氯化石蜡，致使薄膜的耐用性受到影响，这114吨不耐用的薄膜使当年秋季延迟栽培的大棚也受到了影响。虽

然这些事件对当时蔬菜生产造成了影响，但并没有因此而影响塑料薄膜在蔬菜生产上应用及发展。

塑料薄膜在蔬菜生产上的应用情况是：在50年代中期北京农业大学蔬菜教研组刘步洲教授等曾用塑料薄膜做成小形拱棚试种黄瓜、番茄和绿叶菜类收到了早熟、丰产的效果。1958年原山西农学院、原天津市农林水利局等单位也相继利用进口农用薄膜进行了试验。但是由于我国塑料工业的限制，塑料薄膜不能大面积推广应用。自1963年我国自行生产农用薄膜以后，塑料薄膜覆盖栽培技术才得以迅速发展，覆盖面积不断扩大，结构形式不断增加。大棚这种结构形式首先是1966年4月由吉林省长春市英俊乡福利村设计的，当时的大棚是用秫秸做骨架的，高1.5米，覆盖面积50平方米，且是平顶的。此后又不断改进建成了竹木结构拱形大棚，并于1970年在当地推广。此后北京、天津、吉林、哈尔滨等地学习福利大队的经验，进行了试验、示范。1974年在长春市召开了“全国塑料薄膜大棚第一次科研协作会”，对今后的发展起到了积极作用。此后于1976和1978年又分别在太原、兰州召开了第二和第三次协作会议，促使大棚迅速向南、北扩展，到70年代末全国塑料薄膜面积达七八万亩。据不完全统计，1987年22省市大棚面积总计为281,000亩。

近几年来，由于有关经济政策的贯彻，进一步调动了广大农民的积极性，各地大棚面积又有所发展，尤其中、小城市和工业基地更为突出。例如山东省淄博市1972年开始试搞大棚，1981年发展到62亩，1982年87亩，1983年115亩，1984年269.5亩，在4年当中大棚面积扩大了两倍多。大庆油田1973年建立了18亩大棚，到1978年发展到1,746亩，改善了

表1 我国三大城市塑料薄膜拱棚的发展过程 (单位: 亩)

年 份	北 京		上 海		天 津	
	大 棚	中、小棚	大 棚	中、小棚	大 棚	中、小棚
1971				10000	2	
1972					20	
1973					120	807
1974	127	4704			778	1580
1975	1403	4894			1641	1731
1976	3196	2964			3718	2522
1977	3093	3353	26		3386	3400
1978	3540	5368	300		3810	3417
1979	5126	5233	605		3411	3925
1980	6468	5190	688		2285	4946
1981	7148	5515		33000	2521	6251
1982	7055	10882		36000	2704	12890
1983	8253	11152		36500	4113	14186
1984	9006	12031	500	36500	6035	16297
1985	7482	7320	7500	30000	6084	21520
1986	8387	12048	8500	32000	6228	28257
1987	10267	15968	9800	42000	11520	38000

广大石油工人的生活。

另外, 大棚在结构上也有很大发展。起初是学习长春市的经验发展竹木结构的大棚, 随后不久开发了水泥支柱和钢材结构的“悬梁吊柱式”和“拱梁空心”等结构类型, 但这些都是由农业生产单位试制、筹建, 在结构上力学数据不足、用材也不尽合理。正因如此, 所以在1977—1979年因风雪而塌毁的事故不断发生。为此, 1980年中国农业工程研究院设计院开设了研究课题, 在安徽拖拉机厂、牡丹江煤矿机械厂等单位的协作下, 于1981年3月研制出首批 DG—Y8—1

型8米跨度的镀锌薄壁钢管装配式大棚，并于1982年6月通过了部级鉴定。鉴定后一致认为：

1.该棚结构强度高。抗风荷载可达22.27米/秒以上（相当于9级风），抗雪荷载为23.8公斤/平方米。

2.钢材用料少。每亩仅用2~2.6吨、比钢筋结构的大棚节约1.5~2.5吨/亩。

3.管材内、外壁热浸镀锌，抗锈蚀能力强。

4.装配连接完全采用承插和卡具，受力均匀，拆装方便，易于搬迁。

5.棚膜分别采用压膜卡槽、塑料压膜线和 Ω 型塑料卡固定，方式先进。

6.棚内无支柱，遮阴少，采光好。

这为我国大棚骨架的工业化、标准化生产提出了具体范例。当前太原重型机械厂、中国科学院石家庄农业现代化研究所、沧州市利民机械厂等单位也研制了不同规格装配式金属管材骨架结构。

塑料薄膜大棚在农业上的应用确实有显著的社会效益和经济效益。它结构简单，造价低于温室，可利用太阳能，地域适应性强，能种植多种蔬菜作物，在春季促使提前，秋天又可延后，上海、江、浙等地还可利用它来防雨，是蔬菜周年生产上不可缺少的一种保护地设施。正是由于它有这些优点，所以在我国东北、华北、西北、华东、西南等地许多省市都有所发展。使北方许多城市基本上改变了春季果菜奇缺、叶菜种类单调的局面。例如天津市自1971年以来，由于发展大棚使黄瓜、番茄在4、5月的上市量比原有基础增加十几倍，人均月消费水平也相应提高（见表2）。高寒地区更加

显著，位于青藏高原的西宁市自1977年发展大棚后广大市民才能在春季吃到当地生产的新鲜蔬菜。近年来在种植范围上又有发展，葡萄和蔬菜在棚内间作，可提早和延长1~2个月向消费者提供优质果品和新鲜蔬菜。当前仍有方兴未艾的势头。

表 2 天津市黄瓜、番茄早期上市量的比较

(天津市蔬菜公司)

年 份	黄 瓜		番 茄	
	4及5月上市量 (万公斤)	人均消费量 (克)	5月上市量 (万公斤)	人均消费量 (克)
1971	28.45	83.7	0.15	4.0
1975	166.8	476.6	19.85	56.7
1980	170.55	487.3	4.6	13.1
1983	333.75	834.4	17.45	43.6

第一章 大棚的设计与施工

第一节 大棚的类型和结构

大棚是指由一定数量拱形骨架连接，借以支撑和固定塑料薄膜而形成的具有一定高度的保护地设施。它以空间高度与中、小棚相区别，且外形和结构又不同于温室（单屋面或双屋面温室），这一点和国外的概念是不一样的，他们不论其外形，只要空间和高度够大，则统称为“室”（House），而中、小棚命名为“隧道”（Tunnel）。

一、大棚的类型

我国的大棚目前仍以竹木结构为主，也有用钢筋水泥或金属线材、管材做主要支架的。至于用金属管材批量生产的管材大棚则因成本较高，故所占比例较小，但是，随着我国工业的发展，在不久的将来，这种大棚一定会大幅度增加。

一幢大棚按它的构成特点，可分为单栋和连栋，两者相比，连栋式的优点是：

- （一）较节省建筑费用；
- （二）土地利用率比单栋高；
- （三）四周内侧边缘低温带占的比率也小；
- （四）适于大规模生产。

缺点是：

- （一）通风不良，常常需要借助于动力进行通风；
- （二）连接处常易漏水和积雪，且不易清除；

(三) 内部光照分布不均，有明显的弱光带；

(四) 易招致风害；

(五) 生产管理技术难度较大。

从目前情况看单栋大棚的优点多于连栋大棚。京津两市建起的连栋大棚都有曾经受到较严重风害和因通风不良而招致减产的事例。在现阶段应当偏重于单栋大棚。当然，随着工业的发展，设备条件会更加完善，管理水平也会不断提高，连栋大棚将来还是有发展前途的。

大棚按照骨架结构形式大致可以分为：多柱式、悬梁吊柱式和空心式。这三种形式大概地描述了大棚的发展过程。另外还有一种外吊式大棚，但不多见，样子很象篮球场上的旧式照明设备，大棚两侧有支架，支架之间用钢丝绳连接，再用钢丝将棚架悬吊在支架间的钢丝绳上。

多柱式大棚是以竹、木结构为主的大棚，每个拱架由6~8根支柱支撑，每亩面积有支柱384或516根。除个别地区为了就地取材全部采用木结构外，拱架都是弧形。

悬梁吊柱式大棚可用水泥、钢管或圆木做支柱，在支柱之间纵向用拉梁连接（也可用钢丝绳代替拉梁）；在拉梁上按一定距离固定支撑拱杆的短柱（吊柱），使棚内与地面接触的立柱大为减少。

空心式大棚以钢材或钢管做拱架，除两端外，大棚内部没有支柱，在大棚内可以使用小型农业机械，更便于耕作。如用钢材则须在一定距离设置拱形梁，并焊接固定。金属管材大棚全靠卡具进行连接和固定。

二、大棚的结构

大棚结构在发展中不断改进，各地气候条件和取材不同

常会使结构发生变化，按照它的特点选择具有典型性的结构来进行介绍。

(一) 多柱式大棚

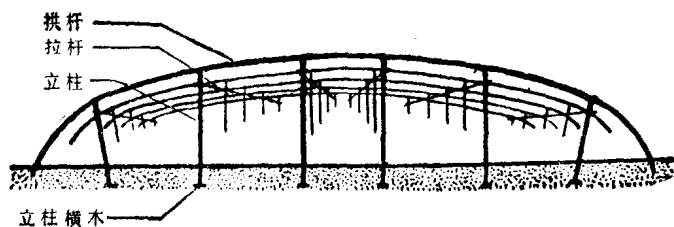
这种竹木结构的大棚主要由支柱、拉杆、拱杆和压杆组成。支柱可用竹或木材，它的作用是支撑拱杆，一般每个拱杆之下要有6或8根支柱，柱的多少按棚宽度而定。柱高度从棚中点到两侧呈对称形地由高到低，按棚顶拱杆的弧度而进行配置。大棚两侧边柱应成 $60\sim 70^\circ$ 角向外倾斜，便于支撑大棚肩部的拱杆，使之有一向外的支撑力。拱杆的弧度是由不同位置支柱高度的差别所决定的。拱杆之间的距离（也就是一组支柱和另一组支柱之间距离）以1~1.2米为宜，再加大将影响抗风能力，拱杆也易下垂弯曲，造成棚顶出现“洼兜”。拉杆除将各组拱杆下的支柱连成整体起加固作用外，还用来拴压杆的拉线。压杆的作用是将覆盖的薄膜绷紧拉固，起防风作用。

另外须提出的是，大棚两侧骨架（拱杆）和地面的角度如果过小则靠近边缘的地方气流循环不良。

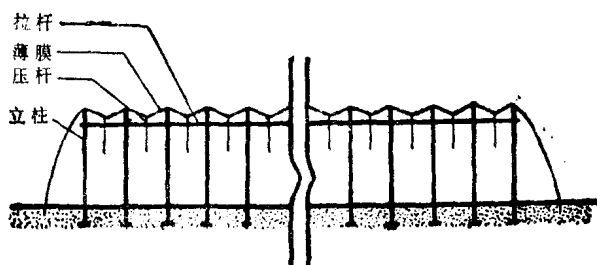
竹木结构多柱式大棚的特点是：取材方便，适应范围广泛，对用材的选择不严，能因陋就简，造价低、容易建造。缺点是支柱过密，不便于使用农机具，竹、木材料易朽，建成两三年后即须检查维修。

(二) 悬梁吊柱式大棚

这种大棚在多柱式大棚的基础上改进了一步，它减少了支柱的数目。在支柱之间相当于拉杆的位置装置横梁，在横梁上隔1米的距离固定一短柱，短柱上再固定拱杆，这就是所谓的“悬梁吊柱”。



大棚横断面



大棚纵断面

图1 竹木结构多柱式大棚构造示意图

这种大棚虽然也可用竹木结构，但因其强度有限，故目前多采用水泥柱上面安装金属拉梁的结构，如果水泥柱间的距离是5或6米，那么支柱数目就可比多柱式大棚约减少 $\frac{2}{3}$ 以上。水泥柱过粗则过于笨重，如果柱间为5~6米的间隔，则用水泥做成边柱7厘米中柱10厘米的方柱，内配4根直径6毫米的钢筋（或用8号铅丝代替）即可。在水泥柱的顶端可按大棚的高度嵌入一段直径10毫米的圆钢，以便固定

拱杆。在水泥柱上端按照金属拉梁的宽度嵌入两根长约30厘米的圆钢，使之在两侧各露出约10厘米，用来焊接拉梁。也可在此位置上做出孔眼以穿插拉梁，但用这种方式固定的拉梁在风天颤动范围较大（如图2）。水泥柱的下埋深度不能少于40厘米。

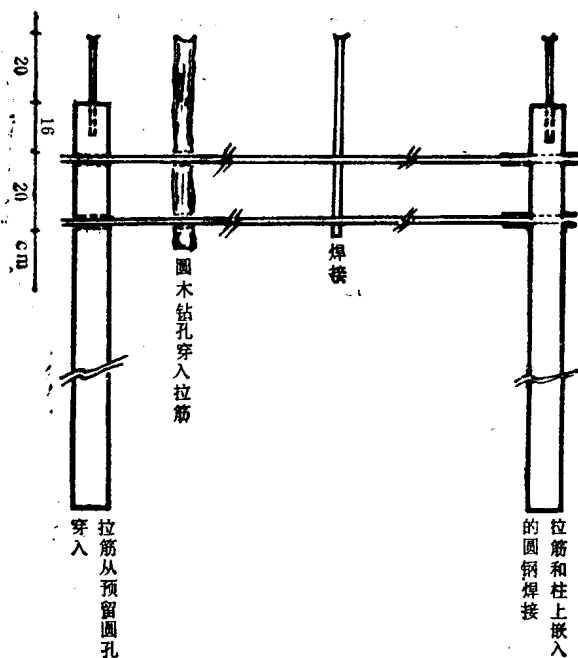


图2 水泥支柱和拉筋的结构示意图

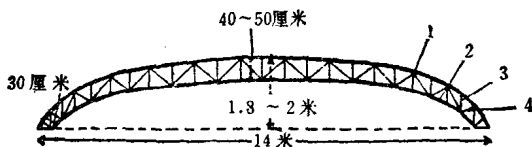
至于短柱的长度不能少于35厘米，否则在拱杆相距1米的情况下，不能将薄膜绷紧。

另外，有的地区用钢丝绳，在大棚两端设立支柱，拉紧

固定，用以代替拉梁，在它的上面再安装短柱（吊柱）。这种结构虽然简单，但在多风地区并不适用。

（三）边柱空心式大棚

这种大棚的特点是棚内无支柱，遮阴面积小，便于操作。按结构基本可以分成三种类型。开始是用钢筋管材按照大棚的跨度和高度做成拱架（如图3），把拱架按1米左右的固定距离埋好。但经过两三年，这种大棚由于风或雪等外力作用而扭曲变形，不能保持平直。



1.上弦；2.下弦；3.竖杆；4.斜杆

图3 金属拱架示意图

另一种是以边柱（跨度10米每侧6根、15米以上每侧8根）、拉梁（纵向）和三角形拱梁（横向）三部分组成骨架，拉梁上焊接短柱（吊柱），在吊柱上面用竹杆做拱杆。这种方式比上述的节省钢材而且抗风力强；有条件的生产单位可以自行焊制。这种形式吸收了悬梁吊挂式大棚的优点。三角形拱梁的主体用三条钢筋（或钢管、角铁）做成。用直径16毫米圆钢或26毫米的有缝厚壁钢管做顶部拱架（上弦），弧度要大些；用两根直径14毫米的圆钢做三角形的底部（下弦），弧度要小些；在三角形的三个侧面，都用8~10毫米圆钢按人字形焊接成减力筋。三角形拱梁与接地处还要有垫板，建棚时再将它固定在水泥墩上。水泥墩底部为60×60厘米

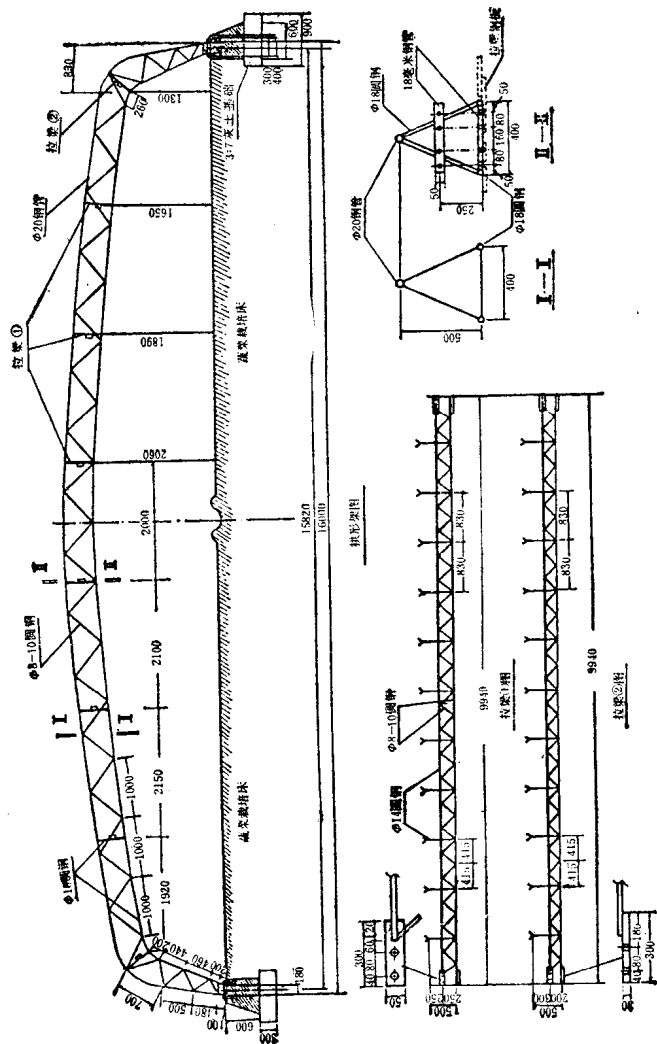
米，顶部为 40×40 厘米，高50厘米。拱梁间的距离一般不超过10米。为了提高抗风雪的能力，拱架顶部不能过平；两侧的肩部折角要大于 100° 。拉梁衔接于拱梁之间，在南北两端则固定在边柱上。也就是说拱梁相当于房椽，拉梁相当于房檩。拉梁是用一根直径14毫米圆钢和一根8~10毫米的圆钢（或直径12毫米圆钢和 $50 \times 50 \times 5$ 角钢）按20厘米的间距排好，并用直径8毫米的圆钢按人字形焊接而成。在拉梁上每隔83厘米的距离垂直焊接一根直径14毫米的圆钢，顶部再焊接一个用0.6毫米圆钢弯成的半圆形附件，用以固定拱杆，这个部件即相当于“吊柱”。拉梁和拱梁或边柱的固定方式可以是焊接，也可用螺栓衔接。

（四）管材卡具连接空心大棚

这种大棚系工业成套产品，以镀锌管材为原料，抗腐蚀性强；拱架多由单管对接而成，呈弧形，抗风雪，且不易积存雨水；拱架之间有纵向固定钢管（相当于拉梁）；用金属卡槽和蛇形弹簧卡固定薄膜；用专制的扁形塑料压膜线代替压杆；拱杆上还可使用 Ω 形塑料卡夹紧固定。这种大棚结构比较合理，抗风力强，生产安全，而且节约钢材，每亩用钢材2~2.6吨，但价格较贵。现将农业工程研究设计院和中国科学院石家庄农业现代化研究所设计的Gp、pGp和NGp三个系统的生产规格汇集成表1。

（五）S-GRC新型复合材料大棚

S-GRC是英语缩写，它的全称是：钢筋、玻璃纤维、早强（增强）水泥。这是随着我国建筑材料种类和蔬菜保护地栽培的发展，由中国科学院石家庄农业现代化研究所和国家建筑材料研究院水泥科学研究所联合开发的一种新型复合



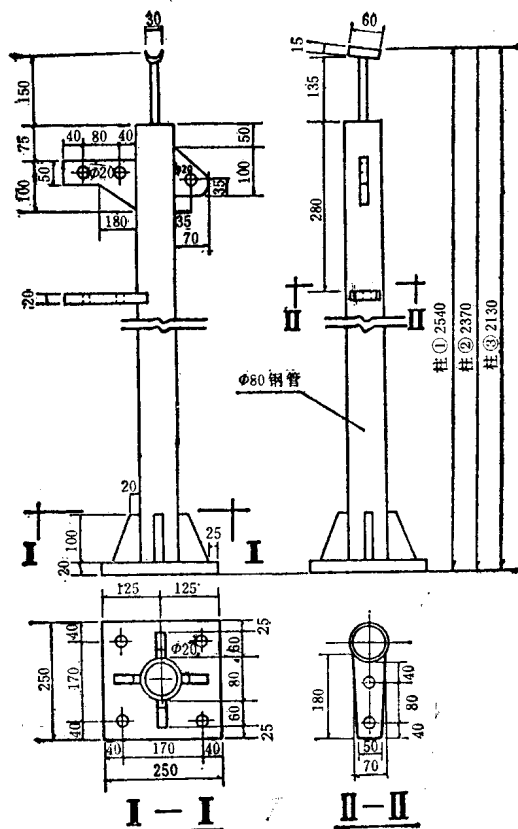


图6 边柱拱梁空心大棚拉梁柱设计图
(一) (单位: 毫米)

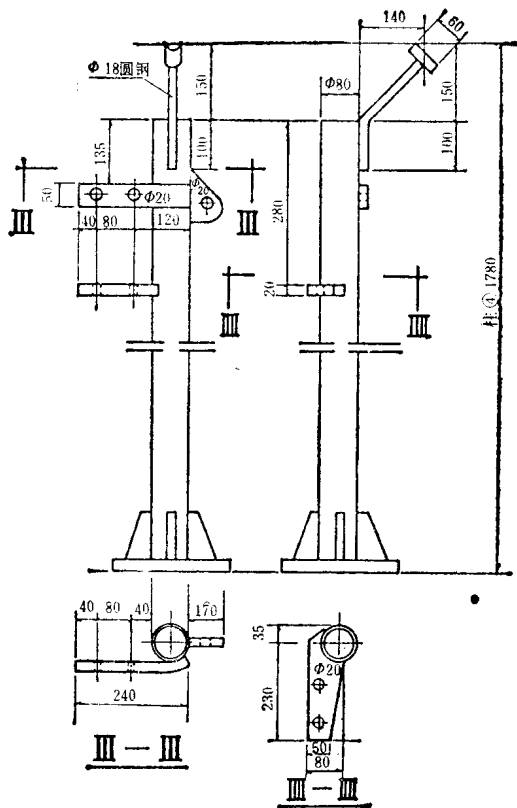


图 7 边柱拱梁空心大棚拉梁柱设计图
(二) (单位: 毫米)