

GJ—6型塑料温室设计研究初报

杨振民 孙廷相

(西北农业大学园艺系)

袁志发

张崇祯

(西北农业大学基础课部) (西北农业大学基建处)

摘 要

GJ—6型塑料温室的设计和研究,是在总结我国温室生产经验的基础上,结合我国北方地区的气候、经济和生产条件进行的。此型塑料温室具有结构简单,安装方便,造价低廉和防锈性能好等特点。在使用期间,可抗九级大风和4~6厘米积雪,薄膜无损,拱架无变形。曲拱设计合理,排水性能良好,在日降雨量为39.3毫米时,无水包出现,排水流畅。此型温室是夏菜早熟栽培的主要育苗设施。

关键词: GJ—6型塑料温室;结构设计;夏菜早熟栽培;育苗设施

一、设计依据

(一) 蔬菜生产发展需要

根据我们调查了解,近年来,我国蔬菜生产发展变化最大的是蔬菜塑料薄膜拱棚覆盖栽培的兴起和发展。众所周知,蔬菜塑料薄膜覆盖栽培,具有产量高,作用大,效益高等特点,所以发展很快。目前,很多大、中城市蔬菜塑料薄膜拱棚覆盖栽培面积已经占到整个蔬菜基地的10—20%,其中夏菜覆盖面积的比例更大。随着这种变化趋势,在夏菜育苗中提出了一个新的问题,要求培育出比露地提前30—40天定植的适龄大苗。据我们调查,阳畦育苗,体积小,占地多、温度低、管理费工、操作不便,很难为拱棚覆盖生产培育出适龄大苗,而适应目前全国兴起的工厂化育苗的需要。采用玻璃温室育苗,虽然条件好,但数量太少,不能满足需要。还因造价高,一次性投资大,目前,在我国农村生产队或专业户的经济条件下,使其大量发展受到一定的限制。因此,设计一种经济有效的育苗温室,以适应和促进蔬菜塑料拱棚覆盖栽培生产和工厂化育苗的发展,已成为急待解决的课题。

(二) 选型理论依据

我国北方地区,冬季气候的变化有两个显著特点,其一是太阳高度角小,光照弱、

本文于1985年4月9日收到。

时间短；其二是西北风多。因此设计以冬季育苗为主的温室，必须遵循两条原则。

第一、采光要好，即充分利用冬季微弱的光资源，改善温室内光的热效应和光的生物学效应。根据计算，冬季中纬度地区，东西延长的温室比南北延长的温室透光率多12%^[1]。

第二、减少季候风影响，防止温室内热量的散失，改善温室内热状况。根据国内外温室生产的经验，在温室北侧筑墙及后屋面，可防止季候风的侵袭，减少热量散失，提高热能的利用率。

(三) 生产实践的启示

1979年春，我们在调查塑料大棚的增温效果时发现，在北墙南侧搭成一面坡塑料棚，比一般拱形棚最低温度高1—2℃。1981年我们又对西安市雁塔区东小寨大队塑料温室的温度进行了系统的观察，结果发现，同年12月29日—1982年1月16日，在采用火道加温，夜间加盖草帘的情况下，外界最低气温为-5℃时，室内最低气温为16.5℃，早7时5—10厘米地温15℃，这完全可以满足喜温蔬菜对气温地温的要求。以后停止加温，夜间仅加盖草帘，在1月18日和20日两天内，室外温度降至-8℃时，室内最低温度仍然维持在8.5—9℃；早7时5—10厘米地温维持在8—11.5℃，室内蕃茄苗没有受到任何影响。

从目前我国生产中采用的塑料温室来看，形式多样。但总因设计不太合理，建筑材料选配不当，抗风、抗雪、通风等性能较差，防锈蚀问题基本没有解决，所以造成许多不应有的浪费，使温室使用寿命缩短，经济效益降低。为此，我们确定研究设计一种新型装配式管架塑料温室。为蔬菜育苗创造适宜的环境条件，使温室的设计更加合理，达到标准化、产品化。

二、设计指导思想

在调查研究的基础上，结合我国北方地区的气候特点、经济和生产条件，综合各类温室和大棚的基本结构及其农艺性能，取长补短，进行了设计和试制。设计原则：

- 1、温室总体设计力求构件简单、强度大、便于安装、通风方便。
- 2、在方便管理的条件下，尽量降低温室高度，有利于采光、抗风、抗雪和保温。
- 3、材质抗拉、抗压强度高，易于造型。
- 4、防锈性能好，使用寿命长。
- 5、尽量降低成本，减少生产投资，做到物美价廉。

经过三年多的生产、示范和推广，我们设计的GJ—6型塑料温室，基本达到上述要求。目前已推广220栋，占陕西省蔬菜固定温室的40%。主要用于蔬菜育苗，亦可进行蔬菜栽培、林果育苗、蘑菇生产和农作物加代等，我们认为具有良好的经济效益和生产效益。

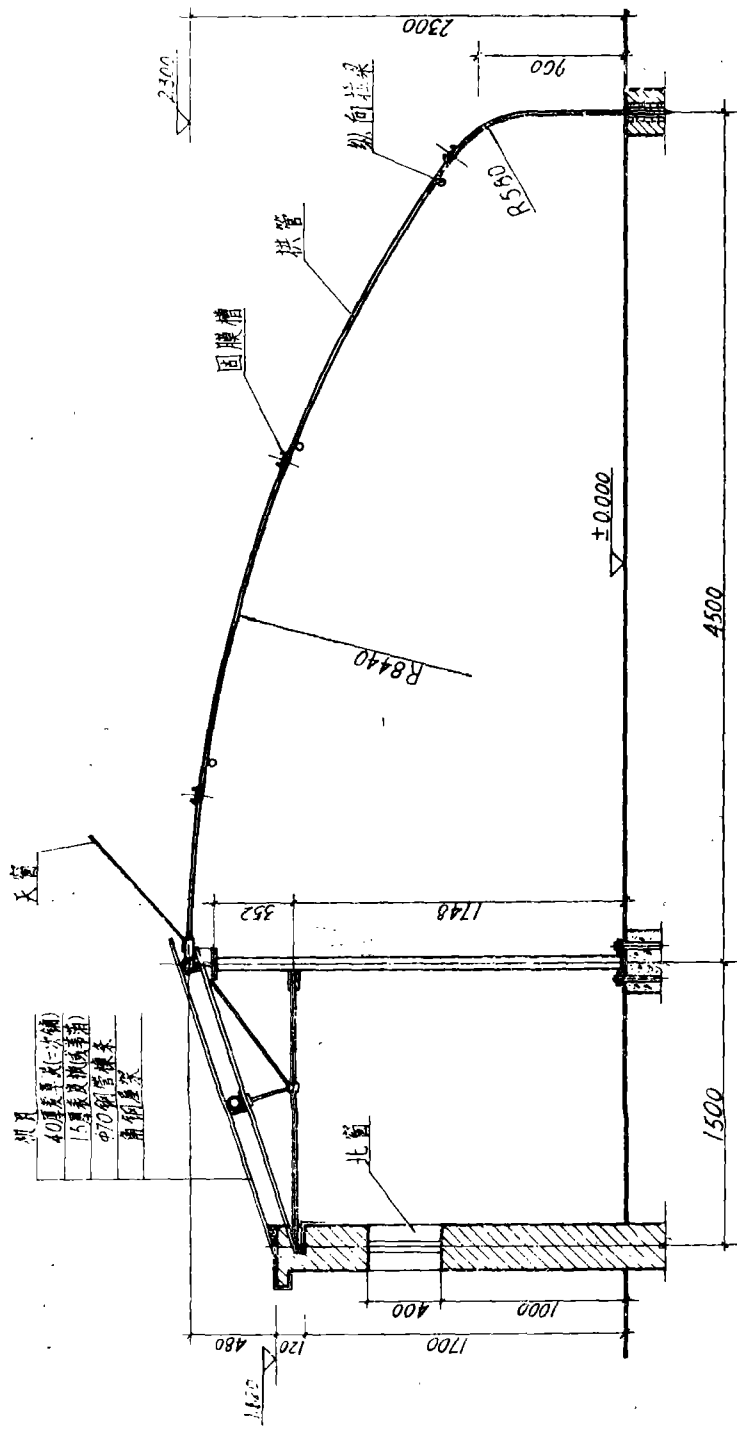


图 1 剖面图

三、结构分析

(一) 该温室为东、西延长的单拱面塑料温室

图1是单拱面塑料温室剖面图。东、西、北三面为保温墙,后墙高1.82米,厚0.24米,每间后墙的中部一米高处,留 0.6×0.3 米的通风窗一个。东西山墙最高处2.3米,两侧高度与屋架和前拱架相平,厚0.24米。后屋面向北倾斜,屋面上覆盖椒皮、油毡、麦草泥和机瓦。这样向结构,可以减少寒风的袭击,利于防寒保温。向南的拱架上覆盖塑料薄膜,以利采光。夜间可在塑料薄膜上加盖草帘防寒保温,减少热量散失,提高温室的增温效果。

(二) 温室规格

温室规格见表1。一般每栋温室由12间组成,间距3.6米,跨度6米,总长43.2米,面积259米²。由于该温室系装配式管架塑料温室,每栋温室的间数可多可少,用户完全可以根据自己的需要进行购置和安装,不受原设计每栋12间的限制。

表 1

GJ—6型塑料温室规格

类 型	跨度 (m)	顶高 (m)	肩高 (m)	间距 (m)	拱曲线半径 (m)	室长 (m)	面积 (m ²)
GJ—6型	6	2.3	0.6	3.6	8.4	43.2	259

(三) 屋架

屋架由后屋架和前拱架两部分组成,屋架所有零部件均为预制件,各部件之间全部采用螺纹、承插、卡具联接,安装简便省工(安装一栋温室需十个工日)。

1、前拱架:全部采用水、煤气输送钢管弯曲而成,拱间距为0.6米,拱管上部与脊檩承插联接(图2),下部插入地下0.3米,拱架之间有三道纵向拉梁,用十字弹簧卡联接(图3),起固定和加强拱架的作用。

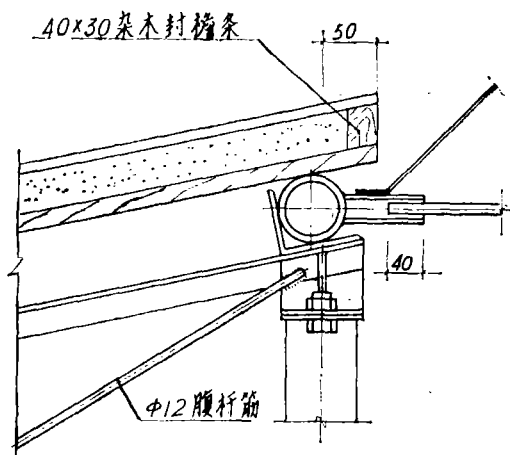


图 2 拱管与脊檩联接图

(1) 跨拱比:跨拱比表示拱架弯曲度的指标,它对拱架的结构性能影响较大,根据日本三合金属公司和渡边钢管公司生产大棚的经验,跨拱比应在4—6之间^[2],这样既能提高土地有效覆盖面积,又能使降雨沿棚膜曲拱自行下滑,不会产生水包现象。本拱架的跨拱比为:

$$\text{跨拱比} = \frac{\text{跨 度}}{\text{顶高} - \text{肩高}} = \frac{6}{2.3 - 0.6} = 5.29$$

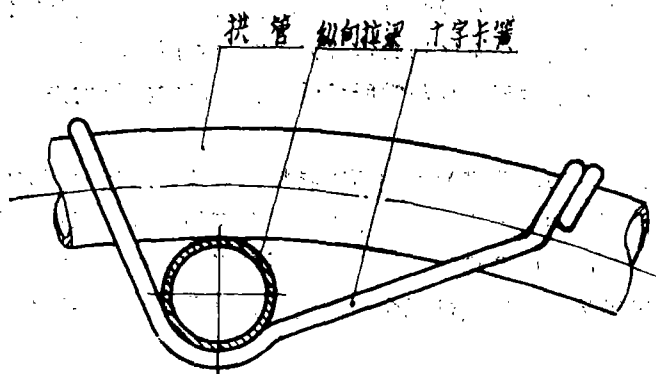


图3 纵向拉梁与拱管联接图

在三年使用过程中,遇到了连阴雨,1983年最大降雨量在10月5日,为39.3毫米,秋季连阴雨达两个月,1984年最大降雨量在10月11日,为14.0毫米,秋季连续阴雨达32天。由于该温室曲拱设计合理,故排水顺利,未发生任何积水现象。由此证明该温室排水性能良好。

(2) 前拱架的设计荷载及选材:拱架材料为A₃热浸镀锌钢管,拱管的外径为21.25毫米,壁厚2.65毫米。拉梁钢管的外径为31.82毫米,壁厚2.65毫米。材料的刚度、稳定性等均按清华大学建筑工程系所编《轻型钢屋盖结构》^[3,8]等书规定进行选材和计算。拱架在安装前,其自由跨度为6米。安装斜跨度为4.9米。两端插在安装孔中,中间有纵向拉梁固定。拱架在内力作用下,其刚度提高,抵抗风雪荷载能力增强。

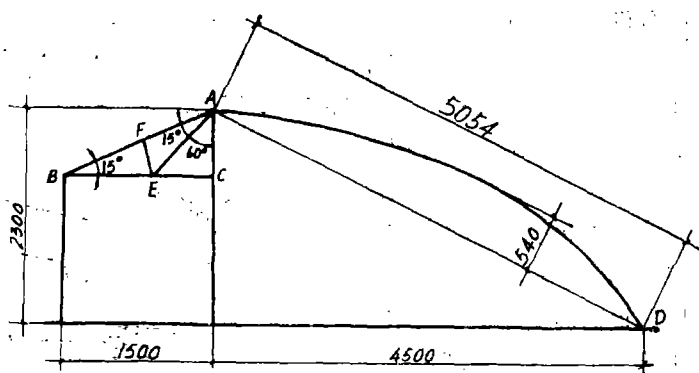


图4 计算简图

拱面强度计算(图4):雪载 30kg/m^2 ,积雪系数 $C=0.6$,自重及其它 15kg/m^2 。总荷载为 20kg/m^2 。跨中最大弯矩为 $4.5\text{kg}\cdot\text{m}$,最大应力为 $\sigma=685\text{kg/cm}^2$ 。选用 $\phi 15$ 水、煤气钢管,容许应力为 $[\sigma]=1600\text{kg/cm}^2$,实际安全系数为2.33。

经现场实际测试,拱面最大挠度为6厘米,荷载去掉后,能自然恢复。

在温室使用的三年期间,本区1983年最大积雪为4厘米,1984年最大积雪为6厘米,再加上湿草帘和人工拱架清理积雪所承受的力,温室拱架均未发生任何变形现象。均达到设计要求。

(3) 固膜方式:塑料薄膜为透明覆盖材料,目前多采用厚度为0.1毫米的聚乙烯或聚氯乙烯薄膜,覆盖在拱架上。在使用中,采取何种方式使薄膜牢固地固定在拱架上,至关重要。这不仅影响薄膜的使用寿命,而且影响到塑料温室的抗风能力。本温室采用了3—4道固膜槽与弹簧钢丝配合的固膜方式(图5),将薄膜固定在拱架上。

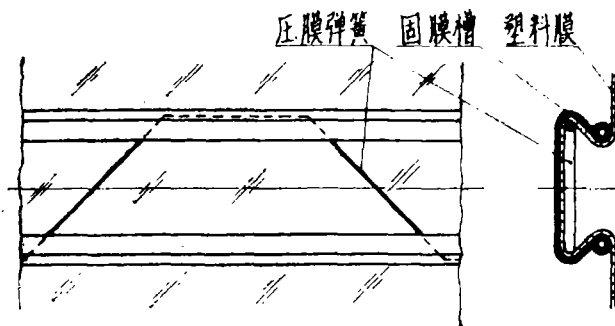


图5 固膜方式图

在温室使用期间,本区1983年最大风力为九级,1984年最大风力也为九级,由于固膜方式科学,塑料薄膜固定牢固,均未发生揭膜和拱架变形现象,证明该温室抗风性能良好。

(4) 通风窗:设在温室顶部,窗架用1.0毫米的镀锌铁皮压制而成,长120厘米,宽60厘米。通风窗面积为采光面的10%。这样的通风面积,基本上可以满足冬季温室排湿的需要。春季的降温排湿,除利用天窗外,主要靠后墙的通风窗和掀起温室前沿的薄膜进行通风换气和降温排湿,从而达到有效地控制温室内的温、湿度。

2、后屋架:由立柱、桁架、脊檩和腰檩四部分组成(图1)。各部件采用螺纹联接(图6)。后屋架向北倾斜,为了安全起见,角度按 15° 计算,这样既可以减少后屋面对北墙的遮阴,提高温室效应;又不会因为坡度过大,影响人工上屋顶揭盖草帘。

(1) 后屋架的荷载,屋面恒载为 89kg/m^2 ,雪载为 30kg/m^2 ,湿草帘为 7kg/m^2 ,工作活载 70kg/m^2 。这样在一般情况下骨架不会变形和坍塌。

(2) 檩条的选择和计算:

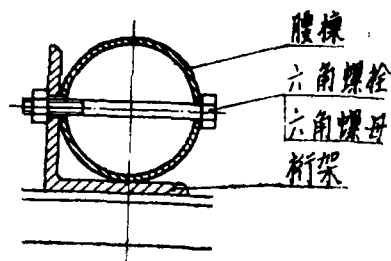


图6 檩条与桁架联接图

屋面恒载: 麦草泥 $40\text{kg}/\text{m}^2$, 机瓦 $30\text{kg}/\text{m}^2$, 油毡 $3\text{kg}/\text{m}^2$, 表皮板 $10\text{kg}/\text{m}^2$, 檩条为焊接钢管, 自重 $6\text{kg}/\text{m}^2$, 长 3.6m 。容许应力为 $[\sigma] = 1600\text{kg}/\text{cm}^2$, 荷载共计 $89\text{kg}/\text{m}^2$ 。跨中最大弯矩为 $215.6\text{kg}\cdot\text{m}$ 。需要的抗弯截面模量为:

$$W = \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{215600}{1600} = 13.4\text{cm}^3$$

查焊接钢管表选 $\phi 80 \times 3$, $W = 13.5\text{cm}^3$, 即满足要求。

(3) 桁架计算: (图4)

上弦杆AF和BF, 内力分别为 $671\text{kg}(-)$ 和 $761\text{kg}(-)$, 选用 $2\text{L}30 \times 30 \times 3$ 角钢组成; 下弦杆BE和EC, 内力分别为 $735\text{kg}(+)$ 和 $87\text{kg}(+)$, 选用 $\phi 10$ 钢筋; 腹杆EF、AE和AC, 内力分别为 $336\text{kg}(-)$, $648\text{kg}(+)$ 和 $454\text{kg}(-)$, 分别选用 $\text{L}30 \times 30 \times 3$ 的角钢、 $\phi 10$ 钢筋和 $\phi 80 \times 3$ 的焊接钢管。

(四) 防腐措施

温室的使用寿命除了荷载是否合适, 结构是否合理外, 防腐措施也是极为重要的。温室内空气相对湿度高; 夜间骨架上很容易形成水膜, 再加上夜间 CO_2 浓度比较高, 极易造成酸性状态下的电化学腐蚀, 尤其是埋入地下部分更为严重。对碳钢来说, 在酸性环境中的腐蚀是随钢含碳量增加而增大的。虽然骨架材料都采用低碳钢(A), 但也无法避免腐蚀, 所以目前管材多采用镀锌工艺对管材进行防护。镀锌工艺有两种: 一种是电镀锌, 一般仅是外表面镀锌, 镀层厚度为 $0.01-0.02$ 毫米; 另一种是热浸镀锌, 管壁内外都能镀上, 镀层厚度可达 $0.1-0.2$ 毫米, 锌层厚度是前一种的10倍。根据有关资料记载, 热浸镀锌工艺在锌层与基体金属间还形成两种过渡层, 靠近纯锌层的为 FeZn_7 (11%Fe), 靠近基体金属的为 FeZn_{13} (约22%Fe), 这种工艺产生的晶粒置换, 不仅增强了镀锌层的结合强度, 而且也提高了管子的弯曲强度。为此, 本拱架选用了国家定型产品, 热浸镀锌的水管。按照我国测定数据: 在农村锌层的腐蚀深度为 $0.00094-0.0011$ 毫米/年, 按此推算该拱架防腐能力为100—200年, 实际至少使用20—30年^[4,5]。

由于立柱和后屋架全部采用厚壁钢管, 耐锈蚀性能强, 如果采用热镀锌处理, 则成本太高, 故采用涂防锈漆保护, 防止锈蚀。

经过三年使用, 基本骨架未发生锈蚀现象, 证明其防锈性能良好。

(五) 加温设备

本温室没有配套加温设备, 加温设备用户可根据当地条件采用水暖、火道加温或地热线短期加温。

(六) 造价对比

每栋温室骨架和零配件为3,250元, 安装和土建费为1,900元, 总计每栋温室造价5,000—5,600元。每平方米造价约20元左右。目前我国玻璃温室造价较高, 一般低水平的每平方米造价约70—80元, 高水平的每平方米造价在200元以上。所以该温室一次性投资, 最多只相当于玻璃温室造价的三分之一至五分之一。

参 考 文 献

- [1] 北京农业大学主编:《蔬菜栽培学保护地栽培》,农业出版社,1980年7月,第108页。
- [2] 中国科学院石家庄农业现代化研究所:《新AP型管式塑料大棚结构性能的分析与评价》,1980年12月。
- [3] 清华大学建筑工程系编:《轻型钢屋盖结构》,中国建筑工业出版社出版,1982年11月。
- [4] 王松涛:管架塑料大棚十问,《农业工程》,1982年第3期。
- [5] 中国农业工程研究设计院:《薄壁镀锌钢管装配式塑料大棚》,1983年1月。
- [6] 金宝祯主编:《结构力学》,人民教育出版社,1964年8月,第198~199页。

A Preliminary Report on the Design of GJ-6 Type of Plastic Greenhouse

Yang Zhenmin

Sun Tingxiang

(Horticultural Department of Northwestern Agricultural University)

Yuan Zhifa

Zhang Chongzhen

(Northwestern Agricultural University)

Abstract

Research and design of GJ-6 type of plastic greenhouse was carried out on the basis of summing up the experience of production in greenhouse in close connection with the weather, economical and productive conditions in Northern China. The advantages of GJ-6 type of plastic greenhouse are its being simple in structure, its being low in cost and its being good in Resistance to corrosion. In the period of its operation, GJ-6 type of plastic greenhouse can resist strong gale and the accumulation of snow 4-6 cm in thickness without damage caused to plastic sheets and deformation of trussed arch frames. The design of crank arches is rational, and the performance of drainage is also good. Accordingly, with daily rainfall of 39.3mm, there is no water bubbles to occur so that drainage is smooth. It is a principal facilities of seedling culture for the cultivation of early maturing summer vegetables.

Key words: GJ-6 type of plastic greenhouse, structural design, cultivation of early maturing summer, facilities of seedling culture