

龙园 78-2 型钢材园拱结构塑料大棚 的设计和使用效果的研究

李德玉 张艾林 吴大辉 刘玉苹

(黑龙江省农业科学院园艺研究所)

1978 年研究设计了龙园 78-2 型塑料大棚。1979 年春天建成使用。该大棚采用园拱型棚梁,无立柱,自动强制换气,经二年使用看出:造型美观,结构坚固,性能良好。1979 年农业部设计院组织的大棚结构考察,作为向生产推广的优良棚结构之一。在 1980 年黑龙江省农业局组织的大棚结构考察中,已做为优良棚型结构向生产上推广。

一、规模和特点

龙园 78-2 型大棚,东西方向(南北延长),南偏西 10 度,长 36 米,宽 11 米,面积 396 平方米,中高 2.8 米,边高(垂直) 1.7 米。边柱是 2 根角钢组成。拱梁最大荷载 92 公斤/平方米,棚内无立柱,适于机械作业,拱梁高宽比 0.135,能减少风的阻力,排水排雪方便,用 $\varnothing 6$ 的盘园钢压薄膜,膜绷的紧,压的牢,不用穿透薄膜固定压杆,不漏雨水,有利于防病。电动排风扇自动强制通风,不开通风窗,有利于前期保温和保护薄膜。

二、棚体设计

1. 园拱型棚梁

棚梁用 2 根直径 16 毫米园钢,由支杆、拉杆连结而成。根据弧长的计算公式为:

$$(1) S = 1 \text{ 弧度} \times R \times Q$$

S 代表弧长 R 代表半径

Q 代表园心角

1 弧度是 0.01754

上弧对的园心角是 105.2 度,半径是 5.56 米,上弧长是 10.26 米,下弧对的园心角是 86 度,半径是 7.04 米,长度是 10.62 米,棚梁中间宽 0.4 米,两头宽 0.16 米,梁之间距离 1.2 米。

哈尔滨当地最大风压(距地面 10 米高处)为 40 公斤/米²,5 米以下的风压系数是 0.78,实际棚上受的风压只有 31.2 公斤/米²;最大雪压是地面上 45 公斤/米²,棚上雪压系数是 0.8,实际棚上的雪压是 36 公斤/米²,棚架自重 10 公斤/米²,这样棚架上最大压 77.2 公斤。

2. 边柱

总结过去垂直柱和下延柱(拱梁下延而成),不坚固易变形的缺点,采用 50 毫米等边角钢直的斜边柱。外边柱长 1.54 米,与地面夹角 70 度,内边柱长 1.66 米,夹角 68.5 度。两根边柱用 2 根 $\varnothing 10$ 园钢的做拉杆连在一起,上宽 0.17 米,下宽 0.1 米。为绷紧薄膜和增强侧柱的牢固性,在外边柱上由梁下延成一个弓柱。

园拱梁座落在边柱上头,用电焊焊好,为增强拱力,在 2 根边柱与拱梁接点内侧,焊上一根 $\varnothing 16$ 园钢做腹板。

3. 梯形混凝土底座

为保证棚体不变形,增强牢固程度,延长使用时间,采用梯形混凝土底座。体积是:上宽 0.2 米,梯形边 0.35 米,底宽 0.3 米,埋一根长 0.3 米的 50 毫米的角钢柱,角度和边柱一样,边柱下边焊在此柱上。

4. 斜剪刀撑与垂直撑结合

大棚的棚架能不能牢固,与梁之间的连接方法关系很大,是影响坚固程度的主要因素之一。但是由于连接方法不合理造成棚架变形和受风雪害而倒塌。所以采用 $\varnothing 10$ 圆钢的斜剪刀撑和 $\varnothing 12$ 圆钢的垂直撑结合在一起的方法。在棚梁上焊四道这样的组合。增强了固定和连接的强度。侧柱上各焊一道垂直撑。改变了棚梁之间全焊的办法,采用间隔焊接的方式,即用斜剪刀撑把两架拱梁结合在一起,再通过垂直撑把全部棚架连起来,此法既省料又不降低牢固性。

5. 棚头柱

棚头柱有防止棚梁移位,降低风的压力和绷紧薄膜的作用。采用五组对称弓型棚头柱。

6. 棚门

棚门的设置要考虑机械出入和利于保温。我们采用大门套小门的办法,门框和大门用50毫米等边角钢做成。门框下方焊接在混凝土底座上,上边用U型的 $\varnothing 10$ 的圆钢焊接在1号棚头柱上,两扇大门对开,高1.9米,每扇门宽1.4米,门内按两道30毫米角钢横梁,中间用一根竖着的 $\varnothing 16$ 的圆钢将横梁连上。在门内每个小框各边上钻2个5毫米直径的孔,用以固定木方,薄膜就钉在木方上,小门用30毫米等边角钢,高1.9米、宽0.7米,固定薄膜的方法和大门相同。

为防止棚架被腐蚀生锈,全部涂上章丹和银粉。

电动强制排风设计:棚北头(顺风面)门两侧距地面1米处安风扇2台(三相轴流式排风扇)。规格750毫米,额定功率0.75瓩,额定电压380伏特,额定频率50赫芝,额定电流2.48安培,转数905转/分,排气量265立方米/分,将其安在50毫米角钢做成的架上。风扇由自控室内的7151D-M型控温仪或棚内的导电温度计控制。温度指标根据作物需要决定。风扇排出热气,由设在大棚中间

顶部的薄膜疏气筒进凉气,进气口设在南头(迎风面)。

三、性能和使用效果

两年来省内外已有11个单位建成或仿造了龙园78-2型大棚。经使用说明该棚结构比较合理,在生产中是适用的。

1. 结构合理,棚体坚固,抗风雪压

龙园78-2型大棚两年来经受了三次大风大雪的考验。1979年5月8日九级大风,风速压25公斤/米²,1980年4月10日的大雪,地面积雪厚30厘米以上,棚上积雪25厘米,其雪重55~60公斤/米²;1980年5月27日11级大风,风速压51.2公斤/米²,均未造成危害

2 棚内形成了较好的条件,对蔬菜的生育和防治病害有利

从表1看到,棚内温度比较适合蔬菜生长。最高温度31.6~33.5℃,最低温度10.1~18℃,都在蔬菜生长的适温范围内。每天5~14时是进行同化作用的主要时间,这一段温度在26.6~28.9℃,适宜进行光合作用。下午和夜间温度较低,促进同化产物的输送和抑制呼吸作用。

棚内5~3月份每天湿度变化的情况,最高90.2~92.4%,6月份每天晚上只有2小时湿度在90%以上,最高仅90.2%。20~14时平均湿度87.9%。夜间黄瓜叶面很少或不结露,霜霉病发生比普通大棚晚30天以上。病害轻,对黄瓜生育影响很小,上午湿度除5月份外,都在70%以上,对开花结果有促进作用。

大棚内温度条件,气温和地温是相辅相成的,实践已充分证明,在温度低的时期,地温比气温有更重要的作用。从表2看出,除5月份5厘米深处早晨地温稍低和5、6、7月份5厘米深处中午地温偏高外,其它深度地温都可满足黄瓜的要求。

棚内蔬菜叶面附近的通风量大小,关系到二氧化碳的补充和温度的散失,直接影响

龙园78-2型大棚内气温状况

表 1

1980 年地面覆盖黄瓜

温 度 月 份	一 日 之 中 气 温							备 注
	最 高 温 度		最 低 温 度		5~14 时平均 温 度	15~21 时平均 温 度	22~4 时平均 温 度	
	温 度	出 现 时 间	温 度	出 现 时 间				
5	33.5	13	10.1	4	26.6	23.5	12.4	
6	32.4	12	17.3	3	28.7	26.0	18.4	
7	32.6	12~13	18.8	3~4	28.9	25.8	19.6	
8	31.6	14	18.0	4~5	27.3	25.5	19.0	

表 2

龙园78-2型大棚内地温状况

月 份	时 间		5 时				14 时				备 注
	深 度		5 厘米	10 厘米	15 厘米	20 厘米	5 厘米	10 厘米	15 厘米	20 厘米	
5			16.1	18.1	19.5	19.8	32.6	29.3	25.2	21.5	1979 年大垄栽 培黄瓜
6			19.2	20.3	20.8	21.1	26.3	24.7	22.8	21.9	
7			21.2	21.5	21.7	22.0	27.0	25.5	24.2	22.7	
8			19.6	20.3	20.6	21.0	25.5	24.1	22.9	21.6	

表 3

龙园78-2型大棚栽培黄瓜时的风速状况

1980 年 6 月 4 日

行 株 距	地 点 米 / 秒	距棚风口 1 米处 0.5 米高		小区中间 0.5 米高处		距棚中走道 1 米 处 0.5 米高		备 注
		畦 间	行 间	畦 间	行 间	畦 间	行 间	
10 × 30 厘米		0.6	0.59	0.64	0.41	0.45	0.18	晴天, 西南风, 风 速 3 米/秒

光合作用的效率。因此加大通风量非常重要。自然通风的大棚内风速都在 0.2 米/秒左右。从表 3 看到, 除距通道 1 米处行间风速较低外, 其余都在 0.41 米/秒以上, 基本达到黄瓜光合作用对风速的需要。

采用加高拱的高度来增大拱角的方法, 增强了棚内的光照强度。从表 4 看出, 虽然行间光照弱些, 但在畦间 30 厘米高度上都高于在 40000 勒克斯, 基本上达到了黄瓜对光照要求的指标。

3. 自动强制通风换气, 比自然通风好

首先是棚内温度分布比较均匀, 克服了自然通风棚内两侧前期温度偏低, 黄瓜生长慢的缺点。其次是降低了棚内夜间空气湿度,

从表 5 看出, 强制通风棚内夜间 90% 以上湿度时间短, 最高湿度也比自然通风棚低 3.8~10%。病害发生晚, 而且轻。每天上午和最低湿度都比自然通风棚高, 对光合作用有利, 能提高开花座果率, 增加产量。第三强制通风换气, 棚膜上没有通风窗, 前期保温好, 后期不漏雨水, 防止薄膜破碎, 延长了使用时间

4. 黄瓜生育良好、病害轻、寿命长

五月中旬始收, 九月中旬拉秧, 创造了早熟高产的效果。1979 年前期亩产量 5291 斤, 核产值 1603.17 元, 总产量每亩最高为 26014.7 斤, 平均 24000 斤, 核亩产值 3532.85 元。1980 年前期亩产 7000.6 斤, 核亩产值

龙园 78-2 型大棚栽培黄瓜时光照状况

表 4

1980 年 7 月 8 日 13 时晴天

勒克斯 部 位	高 度	地 面		30 厘 米		60 厘 米		90 厘 米		120 厘 米		150 厘 米	
		勒克斯	透光率 %	勒克斯	透光率 %	勒克斯	透光率 %	勒克斯	透光率 %	勒克斯	透光率 %	勒克斯	透光率 %
行 间		3000	2.5	4125	4.3	7500	6.3	7500	6.3	11250	9.4	21000	17.5
畦 间		3500	2.9	41250	34.4	43125	35.9	50250	41.9	56250	46.9	64500	53.8

注：120 厘米高畦，栽 2 行黄瓜，行距 40 厘米，株距 30 厘米。

表 5 自然和强制通风换气大棚湿度比较 1979 年

月 份	通风方式	一 日 之 中 湿 度 情 况						
		90%以上 湿度时间	最 高 湿 度		最 低 湿 度		20~4 时 平 均 湿 度	5~14 时 平 均 湿 度
			%	出现时间	%	出现时间		
5	自 然	9	97.8	4	38	13	94.7	58.1
5	强 制	无	87.8	24	37.7	14	83.8	51.9
6	自 然	10	99.8	2~3	66.3	13	97	74.8
6	强 制	7	91.7	4	70.5	18	90.2	78.2
7	自 然	12	97.4	5	73.9	13	96.7	80.7
7	强 制	12	93.6	4	78.4	13	93.1	85.5

2247.19 元，总产量最高每亩 28557 斤，平均亩产 26000 斤，核亩产值 3926 元，该棚每亩造价为 6575.88 元，二年就可以收回全部投资。

四、几点体会

通过龙园 78-2 型大棚的设计和使用的研究，有以下几点粗浅认识：

1. 在当前的材料、棚型、设备和技术条件下，以单栋为好，每栋面积不宜太大，以 600 米²左右为好，不宜超过 800 米²。

2. 棚的宽度 11~13 米即可，不应超过 13 米。棚的高度可在 2.6~2.8 米范围内，不可超过 3 米。长度应在 50~60 米之间，大于 60

米会增加运输和管理的困难，棚边高以 1.5~1.7 米合适。

3. 设计大棚时，要掌握当地的最大风压、雪压和主导风向。

4. 大棚拱梁的长度，最大荷载要进行周密计算。拱梁的量的荷载应超过当地最大风压、雪压和棚架每平方米自重总和的 20%，大棚的坚固性才保险。

5. 大棚结构的各部件，设计的规格要准确，制做时不得有差错。

6. 建棚施工时，地基要挖好夯实铲平，底座摆正放平，高度一致。各种部件位置要放准焊牢。不得变位和移动，做到梁正柱直，不歪不斜，实现设计标准化，施工规格化。