

doi:10.11937/bfyy.20171321

# 龙园“LY-Ⅲ”型日光节能温室建造技术规程

陈立新

(黑龙江省农业科学院 园艺分院,黑龙江 哈尔滨 150069)

**摘要:**节能型日光温室是蔬菜生产中大规模采用的一种园艺设施,尤其是在东北地区冬季低温条件下进行蔬菜生产,能达到节能、优质、高效的目的。经过多年的实践,黑龙江省农业科学院园艺分院探索出适合北纬 $45^{\circ}$ 地区的日光温室建造模式。为指导此类型日光温室的建设,特制定本技术规程。

**关键词:**龙园“LY-Ⅲ”温室;建造;技术规程

**中图分类号:**S 625.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)24-0096-03

温室的建造是以节能、降耗、高效率生产为基本目标,温室的结构决定了温室的适用性和生产效率,不同纬度地区,温室的型式和结构有很大差异,龙园“LY-Ⅲ”型日光节能温室是针对北纬 $45^{\circ}$ 地区的环境条件设计而成,重点对温室棚架的结构进行创新。该温室采用“双层式”棚架结构,大幅度提高了温室内环境温度,提高作物生产效率,比之前类型的日光节能温室更具有适用性,应用效果更明显。

## 1 龙园“LY-Ⅲ”型高效日光节能温室的建造规程

龙园“LY-Ⅲ”型高效日光节能温室优化了龙园“LY-I”型日光节能温室的结构,在原有屋面钢架倾角、保温蓄热复合墙体结构之上,再设置外部钢架,配套设施和设备的应用及不同生态区的气候特点、土质性状、地下水位情况、太阳高度角等生态和气象指标等方面进行优化设计,最大限度吸收太阳辐射,并通过保温墙体的蓄热,实现能量的转换,从而保证温室内热源持续供给,温度指

标稳定。龙园“LY-Ⅲ”型高效日光节能温室建筑尺寸为轴线长度50 m,轴线宽度7.5 m,外棚架顶高+5.000 m,内棚架顶高+3.500 m,使用面积约为 $345\text{ m}^2$ 。

### 1.1 温室基础

温室的基础形式主要是根据建设地区的气候条件、水文地质条件决定,需满足一般砖混建筑设计规范,同时也要考虑到农业应用及工程造价等因素,所以一般采用墙下条形基础(图1)。

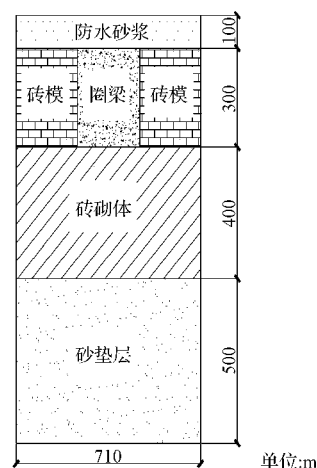


图1 温室的基础形式

基础底部深度由建设地区土壤冻深决定,基础的结构由建设地区地下水位高低和土壤理化性质决定。哈尔滨及周边地区冻深一般为 $-1.81\text{ m}$ ,

**作者简介:**陈立新(1963-),男,研究员,博士生导师,现主要从事园艺设施设计及栽培等研究工作。

**基金项目:**国家大宗蔬菜产业技术体系资助项目(CARS-25-G-01)。

**收稿日期:**2017-06-22

砖混建筑基坑深度一般在 $-2.0\text{ m}$ 左右,基坑内结构为砂垫层 $0.5\sim 0.8\text{ m}$ 、 $0.1\text{ m}$ 混凝土垫层找平层、砖基础高度一般为垫层上至地面 $-0.3\text{ m}$ 处,采用M10砂浆砌筑,基础上设置 $240\text{ mm}\times 300\text{ mm}$ 混凝土圈梁,前墙处设置预埋件,在基础外侧贴厚 $10\text{ cm}$ 、高度 $1\text{ m}$ 的苯板,起到防寒沟的作用。

## 1.2 温室墙体结构设计

温室墙体由东西两侧山墙和北侧墙体组成,除了具备保温功能外还具有蓄热功能,其结构直接关系到蓄热量和释热的持效性,龙园“LY-Ⅲ”的墙体设计为“蜂窝式”,墙体结构为砖砌体 $0.49\text{ m}$ ,外贴 $10\text{ cm}$ 苯板,采用M7.5水泥砂浆覆盖外侧面层,砖砌体为“跑不变,跑丁间隔一块缩回 $2\text{寸}$ ”,从而形成“蜂窝”形状,内墙砖缝需采用M7.5水泥砂浆勾缝密封。该形状砌筑使温室内后墙表面积增加 $30\%$ ,蓄热量大幅度提高,使温室在不加温的情况下内外温差达 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,释放热延长 $2\text{ h}$ ,能源损耗降低 $5\%$ ,原材料节省 $2.5\%$ (图2、3)。

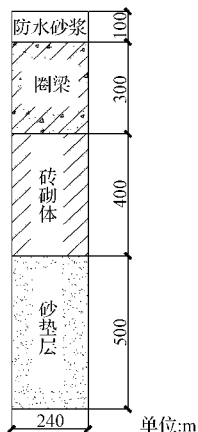


图2 温室墙体结构设计

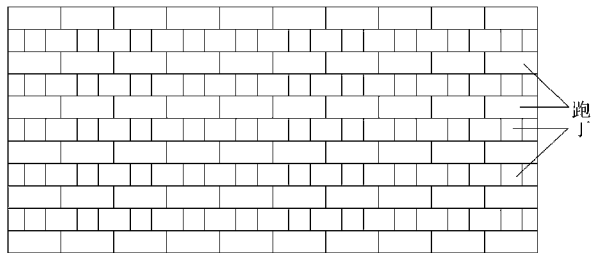


图3 温室墙体结构“蜂窝式”

## 1.3 温室后坡的设计

根据哈尔滨地区大寒日的太阳高度角,龙园“LY-Ⅲ”型高效日光节能温室内墙钢架后坡仰角为 $30^{\circ}$ ,保证后墙最大采光面积,提高蓄热效率。后坡结构为钢架上铺设 $10\text{ cm}$ 厚GMC保温板,板上铺 $20\text{ mm}$ 水泥砂浆面层找平,外侧铺设防水卷材。

## 1.4 温室采光屋面钢架设计

温室的主要作用在于充分利用太阳辐射热,提升温室内的空气和土壤温度,并用蓄热墙体及覆盖材料,减缓热量散失的速度,从而达到快速升温、缓慢降温的效果,使作物得以在温度相对稳定的环境内生长。因此,温室采光角度和覆盖材料的应用是日光节能温室的核心。根据东北地区多年的气象数据统计,冬季最冷时为大寒时节,因此温室采光面的倾角设计应以大寒时的太阳高度角为基点。同时要考虑到温室的雪载、风载、棉被荷载等因素,因此温室的采光屋面结构为“双行钢架网状结构”,即上、下弦钢筋结构,同时配以拉筋。主要技术参数为:上弦 $\Phi 16$ 、下弦 $\Phi 14$ 、拉筋 $\Phi 10$ 、每隔 $1.2\text{ m}$ 为一排钢架。哈尔滨地区钢架基点倾角 $63^{\circ}$ 、跨度 $7.5\text{ m}$ 、高度 $3.5\text{ m}$ 、仰角 $30^{\circ}$ 、后坡投影长度 $1.5\text{ m}$ ,但随着纬度的变化,倾角和仰角作相应的调整。哈尔滨地区该温室采光屋面的风载为 $0.45\text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$ 、雪载 $0.55\text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$ 、保温被荷载 $3\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 、吊挂物荷载 $15\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

龙园“LY-Ⅲ”型高效日光节能温室在龙园“LY-I”型日光节能温室原有钢架的基础之上,在外面单独设计一组钢架,钢架采用镀锌钢管焊制,前墙钢架在地面处与原有钢架间距不小于 $40\text{ cm}$ ;在高度 $2\text{ m}$ 位置,2层钢架间距不小于 $60\text{ cm}$ ,便于内层棉被的卷放;后墙钢架设置于后墙之上,将温室后坡也覆盖其中,起到整体保温、防雨雪的功效;外部钢架与原有钢架在最高点处高差为 $1.5\text{ m}$ ,保证了外部钢架的坡度足以让冬季雨雪自然滑落,减少人工清雪工作量,同时保障内部棉被卷放自如,不受雨雪侵害,保证保温效果。钢架外部设置棚膜覆盖,保证温室内部温度上升迅速;2层棚膜之间的空气隔热层又能保证温室内温度下降速度缓慢(图4)。

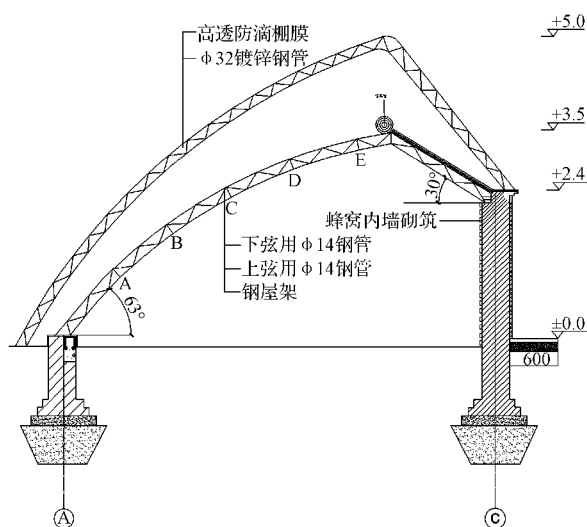


图4 龙园“LY-Ⅲ”型高效日光节能温室剖面图

### 1.5 温室薄膜的选择

一是PVC,聚氯乙烯无滴防老化膜,具有良好的透光性和保温性,且耐低温;但防尘性差且不耐拉,后期透光率下降幅度大。二是PE膜,聚乙烯膜和聚乙烯无滴防老化膜,其优点为:拉力强,透光性、保温性、耐候性中且具有良好的防尘效果,缺点有:保温能力差,持续期短。三是EVA膜,聚乙烯-醋酸乙烯膜,不仅具有耐拉、透光、耐低温性的优势,还能保温、除尘、流滴性良,用量少,但是单价相对较高。

### 1.6 温室卷帘电机的选择

温室用卷帘电机可选择单侧式自走型卷帘电机,匹配厚度2.0 mm以上的撑杆及卷杠,保证棉被卷放平顺,受力均匀。

### 1.7 复合型保温棉被

棉被主要功能是防止热量散失,应为复合型并尽量轻,一般 $2\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 左右,棉被采用新型真空棉材料,被面为防雨绸,棉被之间要用拉锁式锁扣相连,以保证棉被密闭性和整体性。

## 2 温室内附属设施

### 2.1 电力设施

温室内应匹配 $4\text{ mm}^2$ 的铜线作为供电线缆,为温室内照明设施、卷帘机、小型用电设备、风机等设施供电,如配备大功率用电设施,需按照用电负荷单独计算配备线缆。

### 2.2 滴灌设施

采用膜下软管滴灌技术对早春蔬菜生产意义重大,它比大水漫灌可提高地温 $3\sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,湿度可降低20%,节水50%左右;可促进作物提早成熟。

### 2.3 聚酯反光幕

在日光温室张挂反光幕可有效补充作物的光照强度,促进作物的花芽分化和营养生长,使作物产量提高10%~20%,特别是对茄果类蔬菜果实的转色具有很强的效果。在作物生长期,可根据不同作物光合作用功能叶片的多少,来确定反光幕的位置,一般在作物的苗期把反光幕安装在距离作物1 m高、仰角 $45^{\circ}$ 的位置,可使室内光照强度提高 $3\ 000\sim 8\ 000\text{ lx}$ ,距离越近提高幅度越大。

### 2.4 排湿设备

由于日光温室生产一般处于全封闭状态,即使使用滴灌,温室内的空气湿度也都在75%以上,虽然高湿能减少散热,但易发生可湿性病害。因此要在通风口安装窗式可开关的排湿风机,可达到调整温室湿度的目的。

### 2.5 内保温和加热设备

东北地区冬季室外温度很低,在生产过程中,可在室内高度2.0 m处设置内保温材料一层,保证温室内的热量集中在植株附近,提高生长效率;为防止极端天气的出现,需预备临时加温措施,以免冻害的发生,较常用的采用生物质颗粒燃料锅炉,用热风为温室内加温;或采用电力热风机为温室加温,但电能消耗较大。