

# 龙园“LY-I”型高效日光节能温室建造及利用

陈立新, 刘吉业, 刘力勇

(黑龙江省农业科学院 园艺分院 黑龙江 哈尔滨 150069)

**摘要:** 针对北纬 45° 以北地区的气候特点及目前日光节能温室在节能保温及各方面存在的问题, 介绍了龙园“LY-I”高效日光节能温室在材料选择、方位确定、倾角仰角、温室基础、采光屋面结构、保温墙体、高跨比及内部配套设施等方面的集成优化和组装, 以期发挥温室的使用效率, 达到节能、保温、降耗的目的。

**关键词:** 龙园“LY-I”温室; 高效节能; 建造; 利用

**中图分类号:** S 625 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)15-0016-03

龙园“LY-I”型日光节能温室是针对北纬 45° 以北地区的环境条件设计而成, 重点对保温墙体的结构进行创新。该温室首次采用“蜂窝式”墙体结构, 比目前生产上已经推广应用的东农“98-I”型日光节能温室的设计更趋于完善, 应用效果更明显, 应用范围更加广泛。

## 1 龙园“LY-I”型高效日光节能温室的设计原则

龙园“LY-I”型高效日光节能温室从基础结构、采光屋面钢架倾角及后坡仰角、保温蓄热复合墙体结构、内

部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, 并通过保温墙体的反射蓄热、释放, 实现能量的转换, 从而保证设施环境热源的不断供给, 温度指标稳定, 该温室比东农“98-I”型日光节能温室节能 30%, 土地利用率高 20%, 使冬季温室内外温差达 30℃(比东农“98-I”型提高 3~5℃)见表 1。目前该温室已获国家应用发明专利, 专利号 200820211709.6。

表 1 不同后墙结构温室平均温度统计

Table 1 The average temperature under different back wall

时间(2月19日~3月19日)	东农 98-I 型	龙园 LY-I 型	差值
21:00	18.45	23.12	4.67
22:00	17.97	21.66	3.69
23:00	17.41	21.14	3.73
0:00	16.93	20.50	3.57
1:00	16.28	19.95	3.67
2:00	16.07	19.67	3.60
3:00	15.79	19.38	3.59
4:00	15.64	19.29	3.65
5:00	15.81	19.47	3.66

### 1.1 温室基础结构

温室的基础主要是根据建设地点的气候因素、土质结构、地下水水位高低情况而定, 从建筑结构学和农业应用学及工程造价学等综合因素进行设计。该温室基础结构为沙垫层、砖砌体、圈梁、防水沙浆(图 1)。

基础的深度由冻土层的厚度决定, 沙垫层一般为基础深度的 1/3~1/2, 圈梁结构取决于地下水水位的高低,

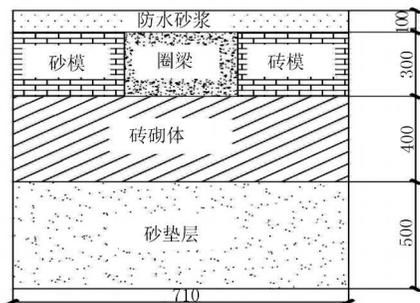


图 1 温度基础结构示意图

Fig. 1 Basic structure of solar greenhouse

作者简介: 陈立新(1963-), 男, 研究员, “十一五”国家大宗蔬菜产业技术体系哈尔滨综合实验站站长, 现从事高寒地区设施园艺建造设计及其配套栽培技术研究工作。

收稿日期: 2010-04-20

以哈尔滨为例,冻土层深度为 1.8 m,基层深度为 1.2~1.8 m,其基础结构为沙垫层 0.5~0.8 m,砖砌体 0.4~0.7 m,圈梁 0.3 m×0.3 m,外层为 2 cm 的防水砂浆,以上为东西山墙和北墙的基础结构。而南侧的基础,圈梁 0.24 m×0.3 m,在地基外侧贴厚 5 cm、高 0.1 m 厚的苯板,起到防寒沟的作用,其它同东西山墙基础结构(图 2)。

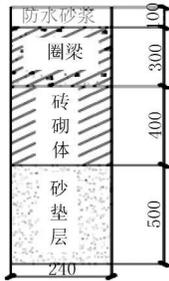


图2 东西山墙基础结构示意图

Fig. 2 Basic structure of gable

## 1.2 保温墙体结构设计

保温墙体即东西两侧山墙和北侧墙体,除保温功能外还具有蓄热功能,它的结构如何,直接关系到蓄热量和释热的持效性,因此龙园“LY-I”的设计为“蜂窝式”,墙体结构为砖砌体 0.5~0.7 m,外贴 10 cm 苯板,然后抹水泥砂浆 2 cm(图 3),砌筑为“跑不变,跑丁间隔一块缩回 2 寸”,从而形成“蜂窝”形状。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℃、释放热延长 2 h、能源损耗降低 5%、原材料节省 2.5%,其墙体结构平面见图 4。

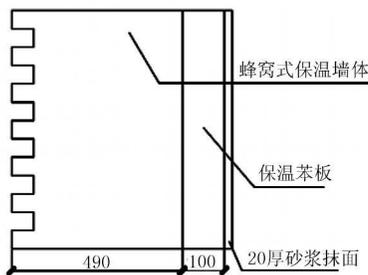


图3 “蜂窝式”墙体示意图

Fig. 3 Beehive-pattern wall

如果该温室覆盖材料为“阳光板”,纹饰的南墙中央部位需建设 2 m×4 m 湿帘,在温室的东西山墙安装风机,以保证温室通风降温的需要。

## 1.3 采光屋面结构设计

温室的采光屋面在温室建设各元素中至关重要,它决定太阳辐射的摄入量,直接影响到温室热蓄积和热效应,因此也决定温室稳固性和土地、空间的利用率,因此温室的采光面的倾角及结构是温室的核心。根据北方

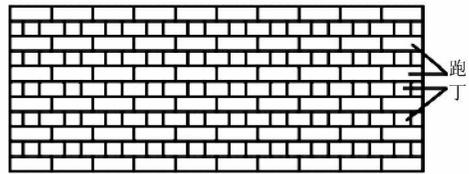


图4 墙体结构示意图

Fig. 4 Framework of wall

地区多年的气象数据统计,冬季最冷为大寒季节,而非冬至。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,而不是以冬至时的太阳高度角为准,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 m 为 1 排钢架。哈尔滨地区钢架基点倾角 63°、跨度 7.5 m、高度 3.5 m、仰角 30°、后坡投影长度 1.5 m,但随着纬度的变化,倾角和仰角作相应的调整。该温室采光屋面的风载为 30 kg/m<sup>2</sup>、雪载 45 kg/m<sup>2</sup>、保温被荷载 3 kg/m<sup>2</sup>、吊挂物荷载 15 kg/m<sup>2</sup>(图 5)。该结构温室适合于覆盖材料为塑料薄膜,如果覆盖材料为“阳光板”,钢架结构则为热浸镀锌的“几”字型钢架,架为“几”字行檀条,使“阳光板”的露滴顺“几”字型檀条和“几”字型钢架排走,防止雾滴滴到作物上,以免造成烫伤和病害发生。

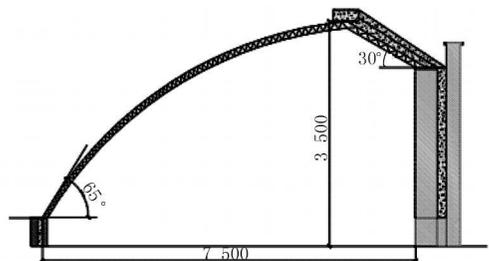


图5 采光层面结构示意图

Fig. 5 Framework of highing roof surface

## 1.4 温室配套设施设备

高效节能日光温室在早春和初冬生产季节都处于全封闭状态,不能完全满足作物生长所需的环境条件如温度、光照、水分、气体及肥料等主要因子,这直接影响到作物的产量和品质,为使温室发挥最大的生产效应,除标准化生产模式外,其设施环境条件显得尤为重要,因此为最大限度的满足作物生长所需的各项环境因子,必须配备相应的配套设施和设备,才能达到高效节能。

1.4.1 复合型保温棉被 主要功能是防止热量散失,棉被应为复合型并要有一定的重量,一般 2.5~3.0 kg/m<sup>2</sup>,以防止夜风将棉被吹起,损耗热量甚至冻伤作物。棉被质

地为二层毡加一层棉(空心棉或羊绒),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。

1.4.2 中央式自动卷帘(被)机械 卷帘机功率 1.5 kW/380V 的三项动力电,卷帘机设在温室中央部位,在卷被过程中力量均匀,一致性强,避免棉被被整体横向往高过低,影响温室采光。以往的单臂一侧式卷被机械,卷动时强度过大,易造成拉杆和传动机械损坏,特别是大雪天气,损坏现象经常发生。

1.4.3 外遮阳网 外遮阳网透光率要不低于 60%,主要用于越夏栽培、花卉生产和种苗繁殖。设计时要配备自动控制设备,行走速度 3~5 m/s。

1.4.4 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的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° 的位置,可使温室内光照强度提高 3 000~8 000 lx,距离越近提高幅度越大。

1.4.5 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,这样即可达到调整温室湿度的目的。

1.4.6 滴灌设施 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 3~5℃,湿度可降低 20%、节水 50% 左右;可促进作物提早成熟。

1.4.7 地膜覆盖 早春用银灰色反光膜栽培草莓和青椒,既具有补光效果,同时还具有趋蚜虫功效。如可预防青椒的“三落”病。

1.4.8 CO<sub>2</sub> 发生器及环流风机 完全封闭的设施环境,

CO<sub>2</sub> 浓度远远满足不了作物的光合作用,直接影响到光合产物的产生与积累,经常造成“生理饥饿”现象,通过增施 CO<sub>2</sub> 钾肥,可提高作物的产量的 20%~30%,但使用浓度不能超过 1 500 mg/kg,过高作物易中毒。环流风机主要是在施 CO<sub>2</sub> 气肥时,使空气中 CO<sub>2</sub> 浓度趋于均匀,促进作物均衡进行光合作用。

1.4.9 黄蓝板 无公害生产常采用物理防治技术进行虫害等的防治,通常利用害虫的趋黄性诱杀蚜虫和趋蓝性诱杀蓟马等,防效显著。

## 2 龙园“LY-I”型高效日光节能温室的综合利用

高效日光节能温室在黑龙江省主要用于蔬菜的提前和延后生产,每年 2 月中旬至 11 月下旬为全年的主要生产期,比常规露地生产期延长了 4 个月,使淡季蔬菜供给率提高了 20%。因此可以说高效日光节能温室在黑龙江省保护地蔬菜产业中发挥了重要作用。

根据龙园“LY-I”型日光节能温室的设计及设施内各微生态环境变化特点,并结合蔬菜的生物学特性等。可将日光节能温室划为 4 个生产功能区进行立体栽培:一是东西山墙生产区,在距东西山墙 5 m 处进行叶菜或草莓的立柱式栽培;二是在距温室南侧采光面 0.5 m 处进行芹菜、苦苣、紫背天葵等蔬菜生产;三是在温室北墙可安装 3 行管道式无土栽培,每行间隔 0.5 m 生产生菜、油麦菜等;四是在钢架第 3 行拉筋处进行吊盆式生产,采用轻体基质栽培可生产草莓、吊兰等垂吊式园艺产品(或扦插种苗)。同时龙园“LY-I”结构温室也可进行果树(如葡萄、桃、长把樱桃)、花卉和食用菌生产。

总之,龙园“LY-I”型高效日光节能温室在黑龙江省农业科技园区建设及蔬菜标准园建设中发挥了重要作用,它极大节省了能源,提高了土地利用效率,生产能力和生产效率显著提高,是低碳型设施园艺的发展方向,具有广泛的应用前景。

## Construction and Utilize of Longyuan “LY-I” High-efficiency Energy-saving Solar Greenhouse

CHEN Li-xin, LIU Ji-yo, LIU Li-yong

(Horticulture Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150069)

**Abstract:** Aim at climate characteristics in north latitude 45° north area and insulating and saving energy aspect existent problems of energy-saving solar greenhouse, the integrated optimization and assemble of Longyuan “LY-I” high-efficiency energy-saving solar greenhouse for material selection, orientation determine, dip angle and elevation angle, greenhouse foundation, lighting roof structure, wall insulation, high-span ratio and internal support facilities and other aspects were introduced, in order to play a greenhouse efficiency, save energy, insulation, and reduce the cost.

**Key words:** Longyuan “LY-I” greenhouse; energy efficient; construction; utilize