

# 非耕地新建日光温室建设与配套设施研究初探

高艳明, 汪洋, 李建设

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

**摘要:**为优化宁夏地区非耕地日光温室结构,探索节能、高效配套设施,通过将传统温室北部走道改为南部走道,将种植区域下沉 95 cm,并采用了新型镀锌全组装无焊接钢骨架构建外部结构,完成跨度 13.4 m 非耕地新建温室设计与建造,并配置了地热增温、植物补光系统。结果表明:补光灯+地热处理较对照日平均空气温度增加 1.36℃,地温增加 1.66℃,并改善了冬季设施园艺作物生长的光环境,同时具有保温性能强、施工建造便捷、使用寿命长、后期维护成本低的优势。

**关键词:**非耕地;温室结构;配套设施;环境测试

**中图分类号:**S 626.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)08-0041-04

宁夏地区自 20 世纪 80 年代起逐步发展应用型日光温室<sup>[1]</sup>,已陆续出现多种结构类型、不同适用条件的本地日光温室,如:应用较广的引进型山东五代日光温室,具有主导结构的宁夏二代节能型日光温室<sup>[2-3]</sup>等,结构模式、设计用途已呈多样化发展<sup>[4]</sup>。目前,针对日光温室自动化、智能化改造也不断深入,与之对应配套设施的研发已成为改善设施园艺作物生长环境、提高生产效率、降低劳动强度、提高机械化水平的有效途径。宁夏地区非耕地资源丰富,非耕地生产区具有光照强烈、风沙大、冬季气温低等气候特点,探索适宜宁夏地区非耕地环境特征的日光温室模式及其配套设施已成为设施环境工程领域研究的重点。针对宁夏吴忠市孙家滩非耕地坡地特征,依据该地区地理纬度与合理采光角,精确规划温室结构,通过将传统温室南部走道及种植区域下沉 95 cm,将北部走道改为南部走道,并采用新型镀锌全组装无焊接钢骨架构建外部结构,完成跨度 13.4 m 非耕地新建温室设计与建造,并通过配置地热保温管,利用轴油风机将空气热量传导至土壤,不加温条件下,

日间蓄热升温,夜间保温放热,遇冬季极端天气,可有效平衡温室内气温、地温,降低灾害天气损失;通过配置植物生长补光灯,晴天拉苫前补光,雾、雪、阴天等极端天气全天候补光,以改善非耕地设施园艺作物生长的光环境,从而完成非耕地新建温室建设与配套设施的建造,旨在为宁夏地区非耕地日光温室的优化提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地与非耕地新建温室概况

该试验于 2013 年 12 月 11 日在宁夏吴中市孙家滩农业综合开发区进行。孙家滩总面积 538.5 km<sup>2</sup>,荒漠、半荒漠土地 533 km<sup>2</sup>,适宜农耕地 80 km<sup>2</sup><sup>[5]</sup>,绝大部分属非耕地(盐碱地、旱沙地、荒坡等);孙家滩地貌以缓坡丘陵为主,地势东高西低、南高北低;该地属典型大陆性气候,冬寒长、夏暑短、春暖快、秋凉早,具有干旱少雨、蒸发强烈、日照充足、光热丰富、无霜期短、春季多风沙的气候特点<sup>[6]</sup>。

非耕地新建温室总长 100 m,净长 85 m,跨度 13.4 m,高度 6.8 m,净种面积 1 050 m<sup>2</sup>,温室下沉 95 cm,工作通道由传统温室北部前移至温室南部,以利于机械化操作;外部结构采用新型镀锌全组装无焊接钢骨架构建,间隔 1.2 m 设置钢架,无立柱,外覆 PO 涂层膜,配套保温被、自动卷帘机,温室结构见图 1。

### 1.2 试验材料

非耕地新建温室地热系统,采用直径 110 mm PVC 管并与轴油风机相连构成一体。“棚鲜”植物生长补光

**第一作者简介:**高艳明(1963-),女,宁夏石嘴山人,硕士,教授,现主要从事设施蔬菜无土栽培与营养施肥等研究工作。E-mail:myangao@163.com.

**责任作者:**李建设(1963-),男,河北藁城人,博士,教授,现主要从事设施蔬菜栽培与生理等研究工作。E-mail:jslinxcn@163.com.

**基金项目:**国家公益性行业(农业)科研专项重大资助项目(201203002)。

**收稿日期:**2015-12-22

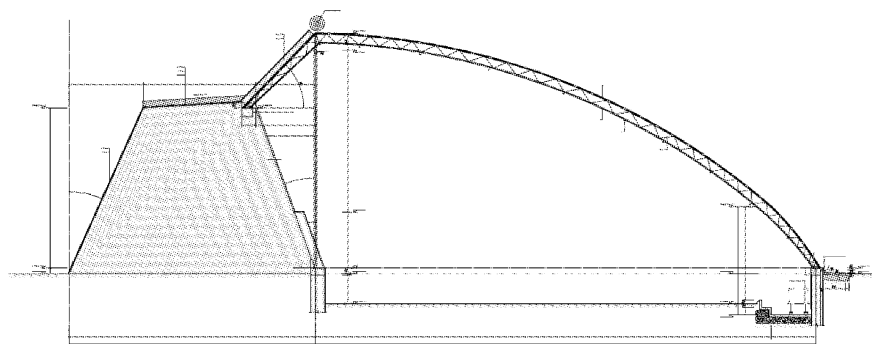


图1 非耕地新建温室结构图

Fig. 1 The structure of non-cultivated land new greenhouse

灯,引进自河北万佳技术咨询中心,每盏 32 W,220 V,有效照射半径 2.5 m。“温室娃娃”智能环境信息监测系统,由国家农业信息化工程技术研究中心提供。

### 1.3 试验方法

选择非耕地新建温室 2 栋,设置 2 个处理。分别为:补光灯+地热管、地热管,以相同结构、常规管理的温室为对照温室。试验室内整体安置地热管,温室东半部 50 m 安装植物生长补光灯,西半部 50 m 未安装,以不安装地热管、补光灯非耕地新建温室作对照,探究非耕地地热保温管、植物生长补光灯对新建温室空气温度、湿度、光照强度、地温等温室性能的影响。试验温室地面下挖 30 cm,建立宽 80 cm 栽培槽,行道宽 120 cm,槽内铺设长 11 m,直径 110 mm PVC 管,地热保温管呈“几”字形排放并连成一体,北部后墙每隔 30 m 安装轴油风机,设置进风口,距地面高度 3.5 m,共计安装 3 套,南部每隔 24 m 设置出风口(下设渗水口)构成非耕地新建温室地热系统。补光灯+地热管处理植物生长补光灯呈“品字型”摆放,分 3 排放置,每排放放 10 盏,每排相距 3 m,同排间每盏相距 4 m,离地面高度 2 m,补光灯采用定时器智能控制,揭苫前自动开启,揭苫后关闭,遇雾、雪、阴等不能正常揭苫时进行人工控制延时补光。试验室内补光区域与未补光区域、对照温室对应各处理安装“温室娃娃”各一套,每隔 30 min 自动测定温室内空气温度、地温、湿度、光照强度等物候因子,7~10 d 提取数据 1 次。2013 年 12 月至翌年 2 月对各处理进行测试,分析比较物候因子的差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同配套设施对非耕地新建温室空气温度的影响

非耕地新建温室地热系统利用轴油风机日间蓄积温室内空气热量,通过地下管道传到并存储于土壤,夜间保温释放热量,以提升温室内空气温度与土壤地温。由图 2~4 可知,不同配套设施对非耕地新建温室空气温度有明显影响。补光灯+地热、地热、对照处理日均空

气温度分别为 17.83、17.06、16.47℃,采用非耕地地热系统较对照日平均空气温度增加 1.36、0.59℃。不同配套设施新建温室 24 h 空气温度变化呈“单峰型”曲线,14:00 达到当日空气温度最大值,采用地热增温系统,能明显提升温室内 0:00—09:00 揭苫前空气温度。通过测试试验与对照温室 95 d 最低空气温度变化,最低温出现在 2014 年 2 月 10 日,补光灯+地热、地热、对照处理最低空气温度分别为 6.50、6.30、6.00℃,采用非耕地地热系统,可在宁夏非耕地生产区冬季低温天气下维持温室内空气温度的稳定。

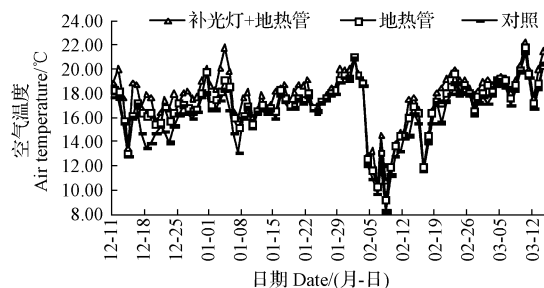


图2 不同配套设施日均空气温度比较

Fig. 2 Change in each day air temperature with different supporting facilities

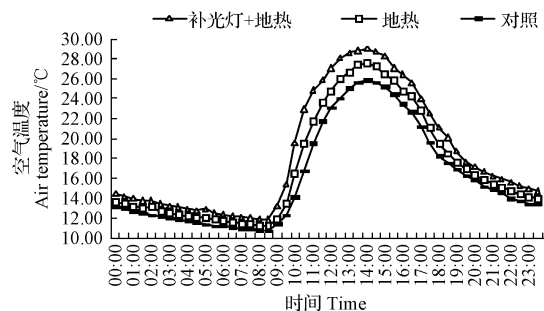


图3 不同配套设施每小时空气温度比较

Fig. 3 Change in each hour air temperature with different supporting facilities

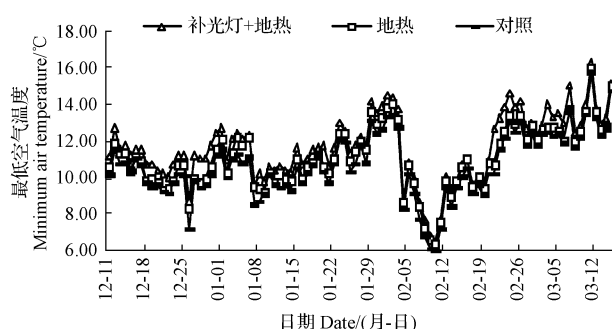


图4 不同配套设施最低空气温度比较

Fig. 4 Change in minimum air temperature with different supporting facilities

## 2.2 不同配套设施对非耕地新建温室地温的影响

宁夏非耕地地区光照资源丰富,冬季日间地面加热迅速,夜间热量易流失,昼夜地温变化极大。通过在非耕地温室配置地热增温系统,不加温条件下,白天利用地热管在太阳辐射下蓄热升温,夜间保温释放热量,从而提高温室土壤环境温度,以满足园艺作物生长发育对温度的需求。由图 5、6 可知,非耕地新建温室不同配套设施对地温有明显影响,补光灯+地热、地热、对照处理 95 d 地温平均值分别为 19.26、18.45、17.60℃,补光灯+地热、地热处理较对照日均地温增加 1.66、0.85℃。不同处理地温最低值出现在 2014 年 2 月 8 日,补光灯+地热、地热、对照处理日均地温最低值分别为 14.05、12.90、12.57℃,通过配置地热增温系统能够增加温室土壤环境温度。非耕地新建温室不同配套设施 24 h 地温最高值出现在 14:30,补光灯+地热、地热、对照处理 14:30 地温值分别为 23.34、22.55、21.69℃。地温最低值出现在揭苫前 09:30,补光灯+地热、地热、对照处理 09:30 地温值分别为 17.11、16.79、16.04℃,地热系统能够通过地热管日间蓄热提高夜间土壤温度。

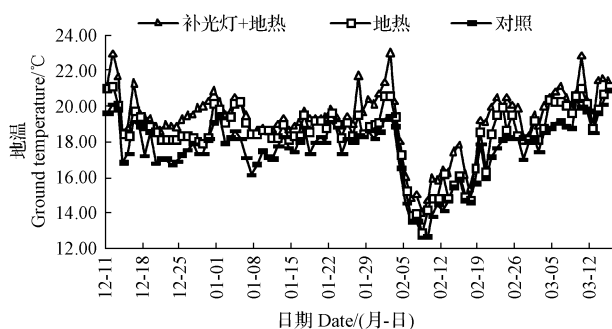


图5 不同配套设施日均地温比较

Fig. 5 Change in each day ground temperature with different supporting facilities

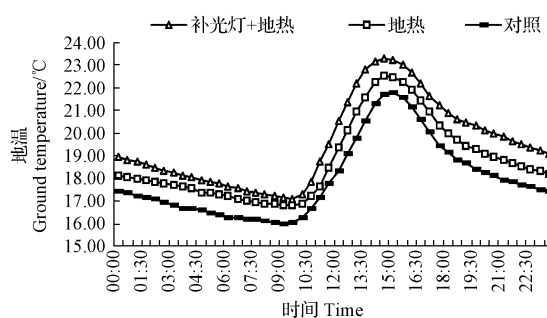


图6 不同配套设施每小时地温比较

Fig. 6 Change in each hour ground temperature with different supporting facilities

## 2.3 不同配套设施对非耕地新建温室空气湿度的影响

由图 7、8 可知,不同配套设施非耕地新建温室空气湿度呈现随空气温度的增加而降低的规律,各处理日均空气湿度为补光灯+地热>地热>对照。分析非耕地新建温室不同配套设施每小时空气湿度,结果表明,00:00—09:00、20:00—23:00 各处理室内空气湿度均达到饱和状态,10:00—19:00 空气湿度呈现先降低后增加趋势,14:30 左右达到空气湿度最低值,补光灯+地热、地热、对照最低空气湿度分别为 45.60%、47.70%、50.80%。

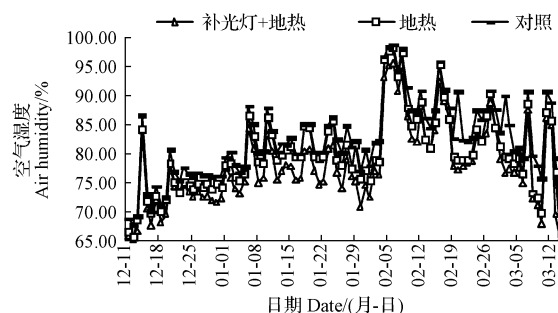


图7 不同配套设施日均空气湿度比较

Fig. 7 Change in each day air humidity with different supporting facilities

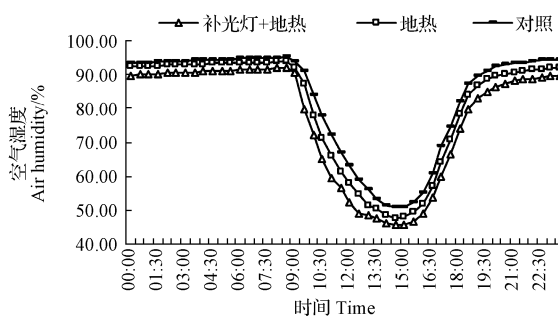


图8 不同配套设施每小时空气湿度比较

Fig. 8 Change in each hour air humidity with different supporting facilities

## 2.4 不同配套设施对非耕地新建温室光照强度的影响

试验利用“温室娃娃”光感应探头测定每小时光照强度变化,由图9、10可知,冬季非耕地设施园艺作物日照时间10~12 h,光照强度最高值出现在14:00左右,09:30揭苫,18:30放苫,光照时间较短。通过在非耕地新建温室内配置植物生长补光灯,揭苫前、揭苫后额外补光,较对照每日延长光照3 h,能够增加植物光合作用

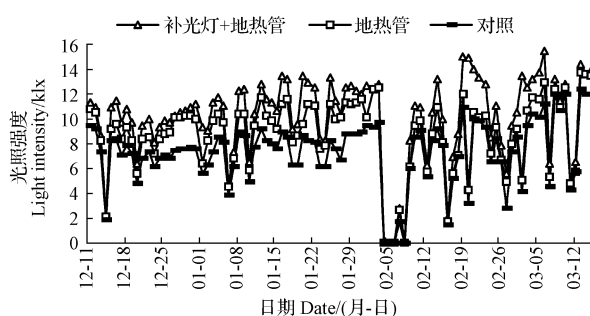


图9 不同配套设施日均光照强度比较

Fig. 9 Change in each day light intensity with different supporting facilities

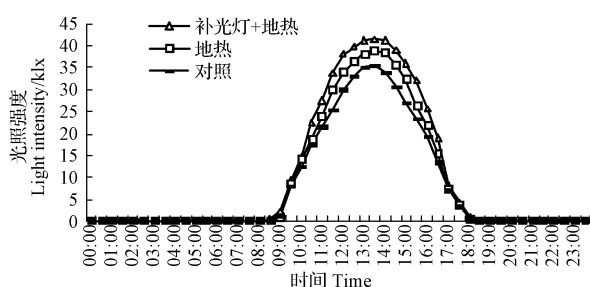


图10 不同配套设施每小时光照强度比较

Fig. 10 Change in each hour light intensity with different supporting facilities

## Preliminary Study on New Structure and Supporting Facilities in Ningxia Non-cultivated Land Greenhouse

GAO Yanming, WANG Yang, LI Jianshe

(College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract:** In order to optimize new structure of non-cultivated land greenhouse in Ningxia, explore fuel-efficient way to produce horticultural crops, through changing the walkway of traditional greenhouse from north to south, sinking planting area 95 cm, building the structure of new greenhouse by whole assembly galvanized steel frame, and configuring geothermal system and supplemental lighting system, to complete the design and construction of non-cultivated land new greenhouse that span 13.4 m. The results showed that the new greenhouse with geothermal system and supplemental lighting system daily air temperature increased 1.36°C and ground temperature increased 1.66°C compared with contrast greenhouse, and the light environment of horticultural crops growth could be improved in the winter, at the same time the new greenhouse had good heat preservation, convenient construction, long service life, and the advantages of low maintenance cost.

**Keywords:** non-cultivated land; structure of greenhouse; supporting facilities; environmental test

时间,提高有机物累积。2014年2月4—10日遭遇低温极端天气,不能正常揭苫,通过日间人工补光,极端天气下,可改善设施园艺作物生长的光环境,有利于冬季非耕地新建温室的反季节生产。

## 3 结论

针对宁夏吴忠市孙家滩非耕地坡地特征及气候特点,完成跨度13.4 m非耕地新建温室设计与建造,将传统温室北部走道设计为南部走道,有利于非耕地日光温室的机械化操作,将温室内下沉95 cm,可改善日光温室的保温性能及防风能力;通过采用新型热镀锌无焊接钢骨架材料,便于施工建造,抗风雪能力强,可延长温室使用寿命,利于后期维护;结合宁夏地区非耕地光热资源优势,通过配置非耕地新建温室地热增温、植物补光系统。试验得出,补光灯+地热的配套设施能够明显提高温室内空气温度、土壤温度,并可改善冬季设施作物生长的光环境,如冬季遭遇极端天气,通过延长补光时间,可保证非耕地新建温室的反季节正常生产。

## 参考文献

- [1] 曲继松,冯海萍,张丽娟,等.宁夏干旱风沙区四种不同结构夯土墙体日光温室内环境日变化比较[J].湖北农业科学,2011,50(18):3845-3848.
- [2] 郭文忠,王静,李晓静.宁夏日光温室结构选型及区域布局[J].宁夏农林科技,2008(3):51-52.
- [3] 曹云娥,张亚红,张学忠,等.宁夏不同结构日光温室的光环境以及对番茄光合效率的影响[J].北方园艺,2011(16):73-76.
- [4] 张亚红,包长征,曹云娥.宁夏两种结构日光温室墙体与地面传热特性分析[J].农业现代化研究,2011,32(4):509-512.
- [5] 吴忠市农牧局.宁夏吴忠市孙家滩国家级现代农业科技示范区简介[DB/OL].http://www.Nxwz.ny.gov.cn,2011-01-08.
- [6] 黄梅.吴忠市孙家滩生态综合治理项目设计方案[J].宁夏农林科技,2011,52(12):228-230.
- [7] 高艳明,汪洋,李建设.宁夏地区PC耐力板日光温室建造与性能初探[J].北方园艺,2015(5):45-48.