

双效太阳能温室温度及光照观测初报

宋明军, 王晓巍, 邱仲华, 王志伟

(甘肃省农业科学院蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 测定了双效太阳能温室温度及光照指标, 结果表明, 晴天启动太阳能主动蓄热系统后, 双效太阳能温室最低温度高于对照温室 3.54 ℃。阴天双效太阳能温室较普通温室夜间最低温度高 2.44 ℃。中午双效太阳能温室中部前、中、后 3 个测点光强基本一致, 差异不明显。双效太阳能温室内 40 cm 地温保持在 12 ℃以上, 20 cm 以下地温日变化幅度较小, 基本处于日恒温层。

关键词: 太阳能; 双效温室; 主动蓄放热; 观测

中图分类号: S626.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2013)09-0025-03

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2013.09.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2013.09.009)

节能日光温室是具有中国特色的农业设施, 但日光温室生产环境的安全性和可控性较差, 土地利用率低, 冬季生产能力不高。双效太阳能温室(简称双效温室)是利用多种太阳能主动式蓄热系统, 如水幕太阳能系统、双效热泵系统及水袋式太阳能系统等温室太阳能主动蓄放热系统, 以水为媒介, 将白天的热能蓄积在温室水箱内, 通过晚间启动主动蓄放热系统放热, 进行温室夜间及连阴天室内持续补温, 实现了日光温室太阳能主动与被动式蓄热的结合利用。通过研制组装式的温室结构, 可实现日光温室工厂化生产, 现场组装, 提高建造效率和土地利用效率^[1-6]。甘肃省农业科学院蔬菜研究所对本所研制组装的双效太阳能温室部分环境因子进行了观测, 以为双效太阳能温室的应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验温室概况

本试验于2012年11月至2013年3月在甘肃省农业科学院榆中园艺场进行。双效太阳能温室长度60.0 m, 跨度10.0 m, 高度4.5 m, 墙体厚度20 cm(双面透明板中部填充20 cm厚聚苯乙烯颗粒), 温室方位角为偏西8°(图1)。对照温室为当地标准砖包土墙日光温室(跨度8.0 m, 脊高4.0 m, 墙体厚度1.4 m)。两座温室覆盖材料相同。

1.2 观测项目及方法

2012年11月1日至2013年3月31日连续观测。同时人工补充记载每天的气象资料, 如晴天、阴

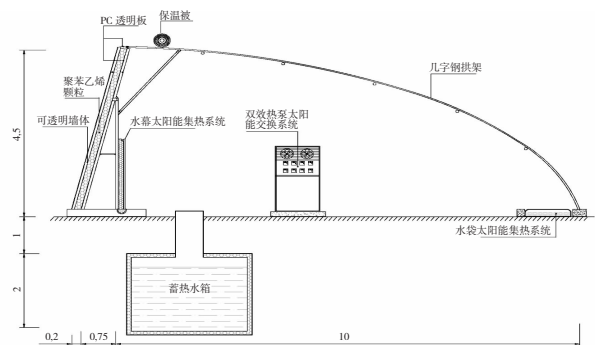


图1 双效太阳能温室剖面结构

天、雨雪天气等。

1.2.1 光照强度 分别在试验温室内距地面1.5 m高处设9个观测点进行观测, 温室外部距地面1.5 m高处设1个观测点。测定仪器采用TES-1332A数字式照度计、UA-002-64温度光照记录仪。

1.2.2 温度 分别在试验温室内距地面1.5 m高处设9个观测点, 温室外部距地面1.5 m高处设1个观测点, 蓄热水箱设1个观测点。测定仪器采用U23-001型和U12-015型温度记录仪。

1.2.3 地温 采用HOBO U12温度湿度光照记录仪每1 h自动测定1次地表面及10、20、40 cm地温。

2 结果与分析

2.1 温室内日温度变化情况

2.1.1 晴天日温变化 由图2可知, 双效太阳能温室冬季晴天最低温度出现在揭帘前, 揭帘后温度短暂下降后回升。揭帘后9:00时至12:00时3 h内升温25.8 ℃, 升温速度高于对照温室。打开通风口

收稿日期: 2013-07-09

基金项目: 甘肃省农业科学院 2012 年科技创新专项“新型全光双效日光温室及配套技术研究”(2012GAAS04)部分内容

作者简介: 宋明军 (1969—), 男, 甘肃平凉人, 副研究员, 主要从事温室结构优化和环境控制研究工作。联系电话: (0)13008724860。

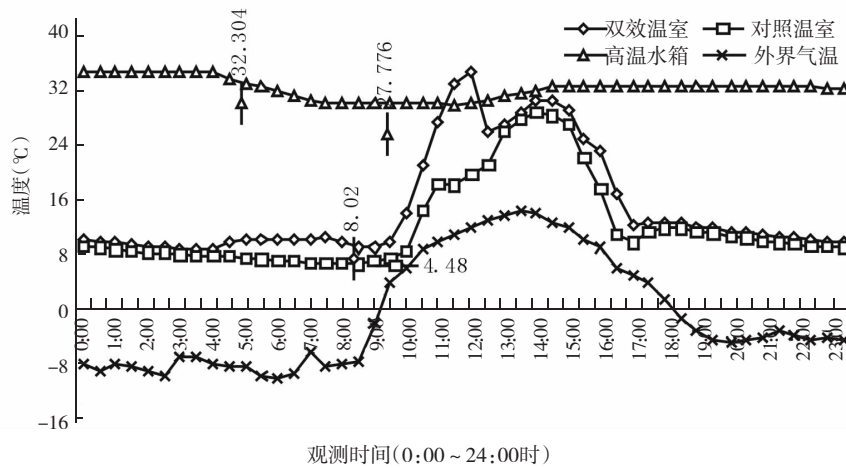


图2 双效太阳能温室晴天日温度变化曲线

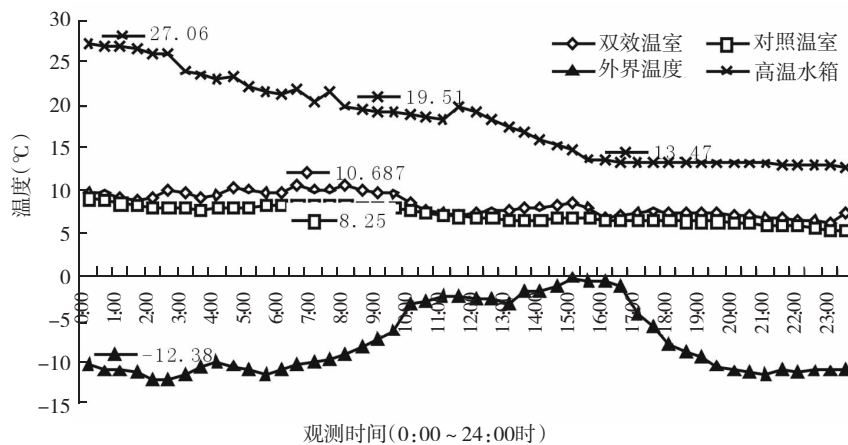


图3 双效太阳能温室阴天日温度变化曲线

后，室内温室维持在27℃左右，晚间温度降低，水幕及热泵蓄放热系统的启动，室内温度明显回升，蓄热水箱温度随着蓄放热系统的放热下降4.53℃，8:30时双效温室内最低温度8.02℃，比对照温室高3.54℃。

2.1.2 阴天日温变化 阴天晚间，温室内气温随着外界气温下降而下降。当温室内温度低于8℃时，双效温室启动主动蓄放热系统，温室内温度明显高于对照普通温室(图3)，双效温室和普通温室最大温差2.44℃。白天揭开保温覆盖物后，两种温室的温度变化逐渐接近，但由于双效温室采光性能较好，阴天吸收的散射光多，升温较普通温室快。下午放下保温被后，两种温室的温度呈现缓慢下降的趋势。即温室内需要增温时，启动太阳能蓄放热系统对温室环境进行加温，可提高温室内的环境温度。

2.1.3 温室内最低温度变化 从两种温室日最低温度变化曲线(图4)可知，随着冬季外界气温的下降，双效温室和普通温室内最低温度都呈现逐渐

下降的趋势。太阳能主动蓄热系统启动后，双效温室高于普通温室2~5℃。说明双效温室内安装的太阳能主动蓄热系统增温效果非常明显，可有效提高晚间温室内的环境温度。

2.2 温室内光照变化

双效太阳能温室墙体没填充隔热保温材料时，正午温室中部前、中、后三个测点光强基本一致，分别为57.9 klux、55.7 klux和57.4 klux，差别不明显；而普通日光温室正午前部光强较中部强20%，较后部强30%~40%，证明双效温室正午室内光强均匀，削弱了温室后部墙和后屋面对温室环境光强的影响。

2.3 温室内地温日变化

2.3.1 不同深度地温日变化 从双效温室地温日变化曲线(图5)可知，地表温度随气温变化而变化，受气温影响最明显，中午最高可升至18.4℃，晚间最低12.0℃；10cm地温最高升到15.08℃，最低12.97℃；20cm地温最高升到13.66℃，最低13.28℃；40cm地温最高升到13.08℃，最低12.96

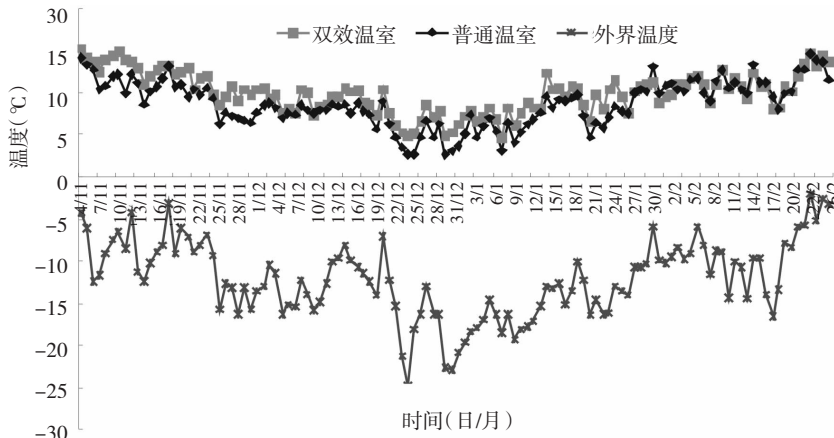


图4 温室日最低温度变化曲线

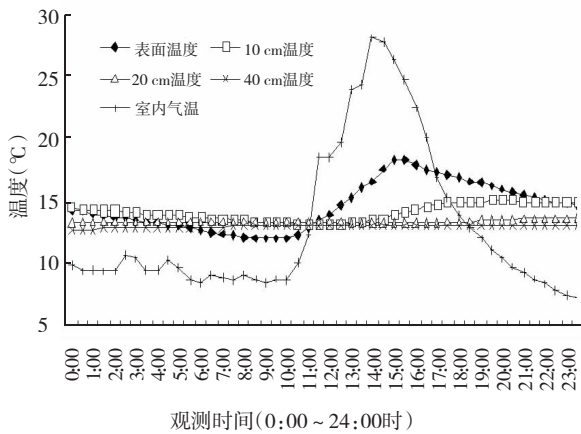


图5 冬季晴天温室内不同深度地温变化

℃；20 cm和40 cm日变化幅度较小，基本处于日恒温层。

2.3.2 地温旬变化 观测结果(图6)表明，地表旬平均温度受外界气温影响较大，除12月中下旬和翌年元月上旬在10℃左右外，其余季节基本保持在12℃以上，冬季40 cm处旬平均地温始终大于12℃。随着天气转暖，温室内温度回升，地表旬平均温度也逐渐回升到12℃以上。冬季温室内外

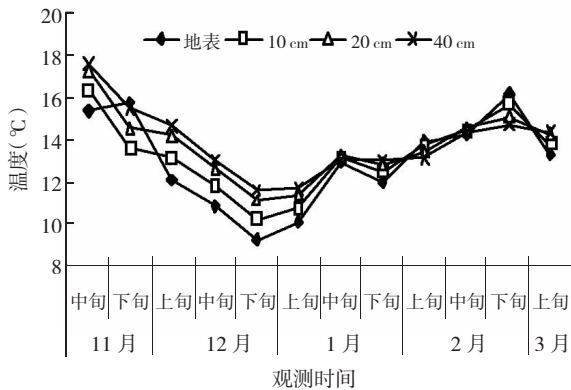


图6 不同深度地温旬平均温度变化

温值相差很大，在日光温室四周做防寒隔热层，对降低室内地温损失将非常有利。

3 小结与讨论

1) 晴天启动太阳能主动蓄热系统后，8:30时双效温室高于对照温室3.54℃，阴天双效温室较普通温室晚间最低温度高2.44℃。中午双效温室中部前、中、后3个测点光强基本一致，差异不明显。双效温室内40 cm地温保持在12℃以上，20 cm以下地温日变化幅度较小，基本处于日恒温层。

2) 研制的装配式温室结构可实现工厂化生产，现场组装，提高了日光温室建造效率，并且提高了土地利用效率。研制的太阳能主动蓄热系统蓄放热性能好，不仅可应用于双效太阳能温室，还可应用于普通日光温室，能有效提高日光温室晚间的最低温度，对日光温室环境性能的改善和防灾能力的提高都非常有利。

参考文献：

- [1] 王吉庆, 张百良. 水源热泵在温室加温中的应用研究[J]. 中国农学通报, 2005, 21(6): 415-417.
- [2] 彭金梅, 罗会龙, 崔国民, 等. 热泵技术应用现状及发展动向[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2012, 37(5): 54.
- [3] 张义, 杨其长, 方慧. 日光温室水幕帘蓄放热系统增温效应试验研究[J]. 农业工程学报, 2012, 28(4): 188-190.
- [4] 佟国红, DAVIA M CHRISTOPHER. 墙体材料对日光温室温度环境影响的CFD模拟[J]. 农业工程学报, 2009, 25(3): 153-157.
- [5] 张学斌, 刘华, 祁复绒, 等. 辽宁省发展设施农业的发展经验及启示[J]. 甘肃农业科技, 2013(3): 43-45.

(本文责编: 陈 珩)