

新疆戈壁地区典型日光温室冬季环境性能研究

宋 羽¹, 邹 平², 马彩雯²

(1. 新疆农业科学院 农作物品种资源研究所, 新疆 乌鲁木齐 830091; 2. 新疆农业科学院 农业机械化研究所, 新疆 乌鲁木齐 830091)

摘 要:以新疆南疆戈壁地区典型砖墙温室和戈壁石墙日光温室为研究对象,比较了2种日光温室的冬季生产环境及墙体热通量,以期为南疆地区日光温室的管理、维护及新建提供理论依据。结果表明:戈壁石墙温室晴天升温更快,不揭帘时,白昼最高气温比砖墙温室高8℃以上;2种墙体白天蓄热性能相近,而夜间戈壁石墙的放热效果优于砖墙。但是,由于温室构造差异及管理水平较低,导致戈壁石墙温室内夜间最低空气温度与土壤温度,均显著低于砖墙温室,甚至出现了0℃以下的情况。说明该温室保温性能及管理水平有待于进一步提高。

关键词:日光温室;戈壁地区;环境参数

中图分类号:S 625 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)20-0045-04

克孜勒苏柯尔克孜自治州(以下简称克州)地区位于新疆南部,是新疆人均耕地面积最少的地州之一,全州戈壁山地面积占90%,戈壁荒滩近67万hm²[1]。近年来日光温室产业发展迅速,截止到2010年8月,已建成日光温室3469座,其中戈壁温室1289座,占温室总座数的37.2%;已完成定植投入生产2805座,占温室总座数的80.9%[2]。由于克州独特的地理位置和气候条件,不少学者针对该地区日光温室构造方面做了相应研究,梁建龙等[3]根据经验提出了相应的构造参数,但是缺乏理论依据;裴先文等[4]针对南疆巴州地区日光温室探讨了前屋面形状优化设计的方法;马彩雯等[5-6]于2010年对喀什地区的日光温室构造参数做了进一步优化设计,并且初步测试结果显示,经过优化设计的温室在冬至日前后室内最低气温可达10.7℃、最低地温可达12.1℃。

但是现有日光温室中,绝大部分仍然采用普通红砖作为其主要后墙建筑材料,由于建造成本较高,温室的经济性受制。为了降低日光温室建造成本,真正达到低价有效的目的,结合生产实际,克州当地政府于2010年建设了以戈壁石为主要墙体材料的新型日光温室。经过2a的使用,其环境性能是否还能维持在较好的水平,

需要进一步测试检验。因此,于2012年冬至前后的近1个月的时间,对克州地区典型日光温室的冬季生产环境进行了详细测试,以期为现有日光温室的管理、维护以及新建温室的改进提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 测试温室概况

测试温室位于克州阿图什市阿湖乡阿尔赛小区,温室方位南偏西5°,南面采光,冬季夜间加保温被,外覆1层塑料膜以防雨雪浸湿,其它主要构造参数见表1。

表 1 试验温室墙体材料及构造尺寸 m

温室类型	砖墙	戈壁
墙体构造	0.12 mm 粘土砖+砂土	戈壁石+砂浆抹面
东西跨度石墙	100	80
南北净跨	8.5	8.5
下沉深度	0.85	0.85
屋脊高度	3.70	3.69
北墙高度	2.70	2.26
后墙厚	1.5	1.5

1.2 试验方法

测试时间为2012年12月17日至2013年1月7日。冬季晴天保温被的卷放时间通常为北京时间10:00以后和18:00以前,根据天气情况灵活调整。测试期间砖墙温室为处于定植准备期,戈壁石墙温室处于收获结束后的拉秧阶段。温室内外各测试点分布如图1及表2所示。

表 2 每个温室内测试点布置数量及仪器情况

仪器名称	测试项目	精度	生产厂家
RS-13, RS-13H	空气温度及相对湿度	±0.3℃, ±5%	日本 ESPECMIC 公司
RT-13	空气温度	±0.3℃	日本 ESPECMIC 公司
T 型热电偶	土壤温度	±0.15℃	国产
HFP01 热流量板	墙体热流量	50 mV · W ⁻¹ · m ⁻²	荷兰 HUKSEFLUX 公司

第一作者简介:宋羽(1980-),男,安徽颍上人,硕士,助理研究员,现主要从事戈壁设施温室内作物生长的环境影响因子等研究工作。E-mail: songyu150@163.com.

责任作者:马彩雯(1965-),女,天津杨柳青人,硕士,研究员,现主要从事设施农业环境工程研究工作。E-mail: xjmcw2010@sina.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2009BADA4B04)。

收稿日期:2013-05-14

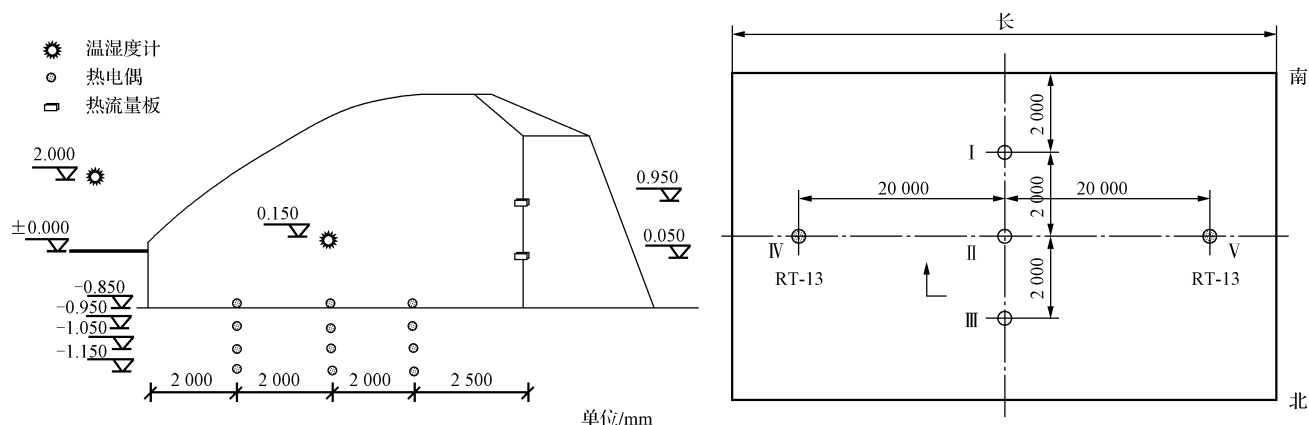


图1 温室内外测试点分布

2 结果与分析

2.1 测试温室内外空气温度

一般冬至日前后,室外光照条件较弱,气温较低,不利于日光温室的生产。特别是在阴雪等不利天气状况时,更是对日光温室的考验。测试期间的2012年12月28~31日,室外天气分别为雪、阴、晴/风和多云,其中12月28日未揭保温被,具有一定的典型性,因此,以下将着重针对这段时间的测试结果进行分析。

由图2可知,从室外温度来看,雪天的气温为

-3.4~-10.4℃,不算太低,但是在晴天时,气温为1.1~-22℃,日变化较大,且最低温度显著降低。从室内气温来看,2种温室温度变化曲线规律相近,但温度值的差异显著。其中,在未揭帘的雪天和夜间,戈壁石墙温室的温度显著低于砖墙温室,最低出现在12月30日早上11:00,为-6.9℃,二者最大气温差出现在12月31日10:00揭帘前,达8.4℃。但是在晴天的白天,戈壁石墙温室则显示出了快速的增温效果,在天气较好的情况下,最高温度达34.2℃,高出砖墙温室8.7℃。

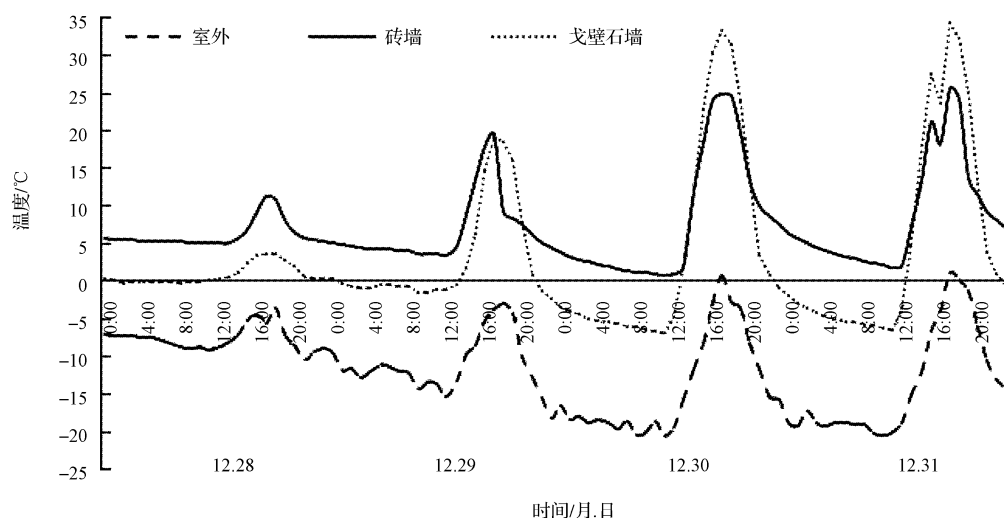


图2 测试温室内外空气温度

2.2 室内土壤温度

土壤的蓄放热作用对日光温室夜间热环境的维持具有极其重要的作用,因此有必要考察土壤温度分布,特别是不利天气情况下的土壤温度变化情况。故而仍选择2012年12月28~30日的时间段进行分析,对室内跨度方向同一深度的3个测点值取平均,作为该深度土壤温度的数值进行比较。不同天气条件下2种温室不同位置土壤温度分布如图3所示。从温室内垂直方向土壤温度分布情况看出,2个温室的地表温度日变化规律与

空气温度相似,地表温度波动最大,数值与室内气温相近,而随着土壤深度增加,温度的日变化逐渐缩小,在0.3 m伸出基本接近稳定,说明其受太阳辐射和室内气温影响较大。从定量数值上看,晴天条件下戈壁石墙温室的地表温度从半夜至中午揭帘前均低于0℃,最低温度达-4.7℃,与砖墙温室相差6℃以上;砖墙温室虽然地表温度高于戈壁石墙温室,但最低也仅为1.5℃。0.3 m深度的温度比较稳定,砖墙温室和戈壁石墙温室的平均土壤温度分别为9.3℃和7.9℃,砖墙温室略高。

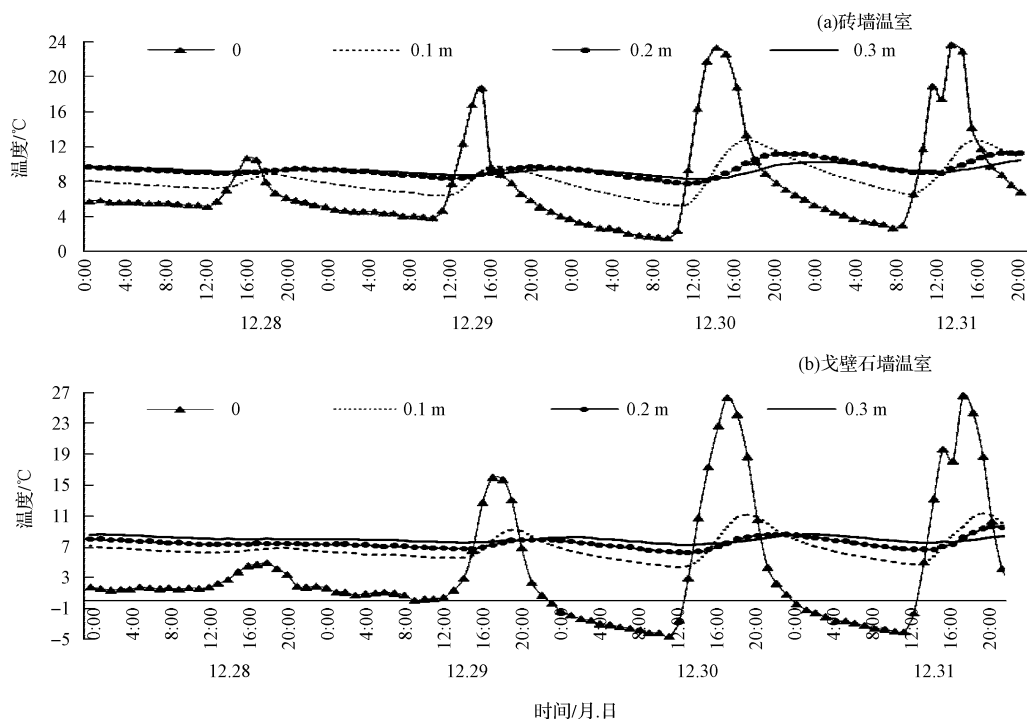


图3 测试温室土壤温度

但是,通过对比2个温室内较深层(即0.2、0.3 m处)土壤温度的整体情况,可以看出,戈壁石墙温室温度波动较小,说明其土壤稳定蓄热能力较砖墙温室高。

2.3 墙体热通量

日光温室主要蓄热部位为北墙,在不加温的条件下,室内热环境得以维持的最重要的原因就是由于温室北墙的蓄放热特性。从前面土壤及空气温度的测试中可以看出,不同墙体对温室内热环境有重要的作用,为直观监测墙体蓄热情况,该研究对墙体热通量进行了测量。从图4可以看出,12月27、28日墙体白天吸热量与夜间放热量较此后几天明显减少,这与当时温室未揭

保温被,室内热辐射量低情况一致。同时,12月30、31日墙体吸热显著,与当日为晴天相吻合,说明墙体蓄热与太阳辐射呈显著相关。

从图4还可以看出,有太阳辐射的条件下,2种材料的墙体均显示出了良好的蓄热特性,瞬时最大蓄热能力基本相同,但是与砖墙相比,戈壁石墙体对太阳辐射变化的响应时间相对延迟,受其影响较小,整体的热稳定性较强,累计蓄热量略多于砖墙。但是在阴雪或者夜间,戈壁石墙体的放热能力却明显高于砖墙,这说明戈壁石墙具有优于砖墙的蓄、放热能力,更适用于日光温室。

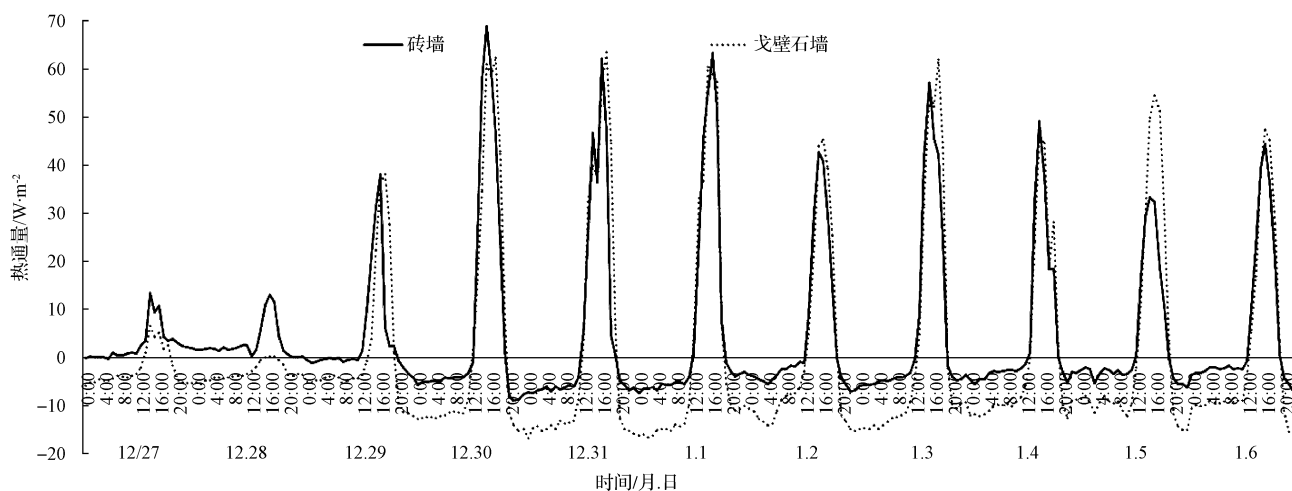


图4 墙体热通量

注:图中所示正值表示墙体吸热,负值表示墙体放热。

3 讨论与结论

该试验测试的日光温室在完全不加温且室外最低气温 -20.5°C 的条件下,室内气温较低的戈壁石墙温室亦能维持 15.3°C ,证明了日光温室的良好保温蓄热性能。砖墙温室其整体保温性优于戈壁石墙温室室内气温及土壤温度戈壁石墙出现最低温度低于 0°C 的情况,平均湿度65%,室内温热环境参数不能完全满足越冬生产的要求。同时,温室内日最低气温出现在凌晨4:00~6:00,应注意及时补温防止发生冻害现象。

从2种温室墙体构造本身的蓄放热特性来看,戈壁石墙的白天累计蓄热能力和夜间放热能力更好,表明戈壁石墙构造更适用于日光温室。特别是从墙体材料的就地取材特性和经济性上来看,在新疆戈壁地区,戈壁石墙温室具有良好应用前景,应在新建温室中广泛应用。

虽然戈壁石墙具有良好的蓄放热特性,但所测试的温室空气温度和土壤温度条件均低于砖墙温室,甚至出现了负值。计算2个温室实际单位土壤面积所对应的墙体面积之后,可以看出戈壁石墙温室的蓄热面积小于砖墙温室,导致了温室总蓄热、放热量上少于砖墙温室。

同时结合现场情况,可以看出,戈壁石墙温室的保温被存在破损严重的现象,加之处于收获后的拉秧期,日常管理上也不是很精细,这应是导致该温室热环境条件明显不如砖墙温室的主要原因,也说明温室的保温管

理亟需加强。

尽管砖墙温室整体温度条件好于戈壁石墙温室,但是最低气温也出现了低于 5°C 的情况,远低于番茄、黄瓜等常见设施栽培作物生长的最低要求^[7-8],从这一角度讲,2个温室现有温热环境并不完全满足该地区越冬生产的要求,有条件的话可以增加临时加温设备,特别是在凌晨至揭帘前的一段时间,室外温度较低,应注意防止发生冻害现象。

参考文献

- [1] 努尔比亚·库尔班. 克州戈壁产业的现状及解决对策[J]. 边疆经济与文化, 2012(7):16-18.
- [2] 克州党委办. 克州设施农业经营模式及发展建议[EB/OL]. <http://www.xjnb.gov.cn/news/Show.asp?id=11081>. 2010-08-10.
- [3] 梁建龙, 杨保存. 南疆地区节能日光温室结构参数的选择与设计[J]. 新疆农机化, 2002(2):43-45.
- [4] 裴先文, 史为民, 曲良举, 等. 南疆巴州地区日光温室前屋面优化设计研究[J]. 北方园艺, 2010(16):63-66.
- [5] 马彩雯, 王晓冬, 邹平, 等. 新疆新型高效节能日光温室标准化设计探讨[J]. 中国农机化, 2010(2):47-51.
- [6] 马彩雯, 吴乐天, 王晓冬, 等. 喀什地区日光温室小气候试验研究[J]. 农机化研究, 2010(9):179-183.
- [7] 邹志荣, 邵孝侯. 设施农业环境工程学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008:86-88.
- [8] 马承伟, 苗香雯. 农业生物环境工程[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005:166-167.

Study on Winter Thermal Environment of Typical Solar-greenhouse in Gobi Region of Xinjiang

SONG Yu¹, ZOU Ping², MA Cai-wen²

(1. Institute of Germplasm Resources, Xinjiang Academy of Agricultural Science, Urumqi, Xinjiang 830091; 2. Institute of Agricultural Mechanization, Xinjiang Academy of Agricultural Science, Urumqi, Xinjiang 830091)

Abstract: Taking two solar-greenhouses which with typical brick-wall and Gobi stone walls in Gobi Region of South Xinjiang as research object, winter production environment and wall heat flux were studied on two solar-greenhouses, in order to provide theoretical basis to management, maintenance and new construction of solar-greenhouse in Gobi Region of South Xinjiang. The results showed that the greenhouse of Gobi stone wall warmed up faster in the sunny day, and without ventilation, the inner highest temperature could be 8°C higher than it in brick wall. Meanwhile the test of wall heat flow showed such two kinds of wall shared a similar heat storage capacity in the day time while the exothermic effect of Gobi stone wall was better in the night. However, due to the reason of structure differences and bad management, both the air and soil temperature of Gobi Stone wall greenhouse were significantly lower than brick walls greenhouse, even below 0°C in the night. It was clear that the greenhouse insulation performance and management levels should be further improved.

Key words: solar-greenhouse; Gobi region; environmental parameters