

内蒙古乌海非耕地日光温室建筑与结构设计

何 斌¹, 王宏丽², 邹志荣²

(1. 西北农林科技大学 水利与建筑工程学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:为确定内蒙古乌海非耕地日光温室的建筑及结构形式, 结合当地的地域特点, 在综合考虑采光、蓄热、使用及骨架结构受力的基础上, 通过理论分析并结合当地经验相的方式, 进行了各种因素的组合研究, 提出了采用新型材料、适合乌海地区非耕地农业生产的日光温室类型, 并对其进行了结构优化; 使该温室具有一定的示范作用, 将用于乌海非耕地设施农业的进一步研究与规模化建设。

关键词:非耕地; 日光温室; 建筑与结构

中图分类号:S 625.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)04-0042-04

设施农业作为高效、高产、反季节作物种植的一种现代化农业生产技术, 在我国的兴起及其发展已展示出巨大成效, 是农业可持续发展的重要途径之一。近几年, 设施农业在多个省市已得到了大力发展, 特别是耕地相对较少, 气候、地质、水文适宜地区, 如山东、宁夏、陕西、甘肃、新疆等地已规模化实施^[1-3]。在内蒙古西部地区, 特别是乌海等地, 耕地资源短缺, 土地沙化严重, 非耕地生态治理效益低下, 为此需要有针对性的开发设施结构及其配套设备。课题组前期对内蒙古乌海地区日光温室建造现状进行了充分调研, 在了解了当地气候、水文、土质等情况基础上, 对日光温室进行了建筑及结构优化设计, 提出了适合该地区非耕地生产的日光温室建筑及结构形式^[4]。

1 内蒙古乌海地区地理气候特点

乌海位于内蒙古西部, 北纬 39.7°, 地处大陆深处, 属典型的大陆性气候, 冬季少雪, 春季干旱, 夏季炎热高温, 秋季气温骤降。昼夜温差大, 日照时间长, 光照资源丰富。多年平均日照时间数为 3 138.6 h, 年平均接受太阳辐射能 155.8 kcal/cm², 平均无霜期为 156~165 d; 历年平均降水量 159.8 mm, 平均相对湿度 42%, 平均蒸发量 3 289 mm; 年平均风速 2.9 m/s, 瞬间最大风速 33 m/s。

第一作者简介:何斌(1971-), 男, 内蒙古化德人, 博士, 讲师, 现主要从事建筑结构与设施农业等研究工作。E-mail: ylhebin@163.com.

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项资助项目(201203002)。

收稿日期:2013-11-13

乌海可耕地较少, 大部分为沙化、半沙化土地(图 1), 农产品大部分靠外运, 因此乌海发展非耕地设施农业是最理想的地区之一, 且北方的农作物大都适宜在此种植。

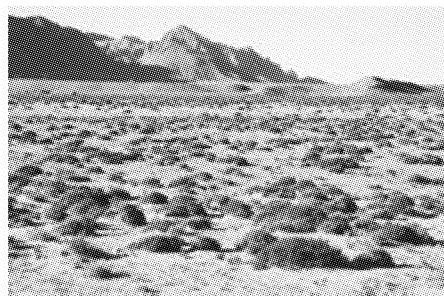


图 1 乌海典型非耕地地貌

2 适合乌海地区非耕地日光温室的规格及建筑构造

2.1 乌海地区日光温室采光屋面角的确定

根据前期研究结果, 入射角在 0°~40°范围内, 随入射角的增大, 透过率减小, 但变化不明显, 入射角大于 60°时, 透过率会急剧下降。在保证冬至日中午前后 2 h 都有充足光照的情况下, 在理论计算及前人研究结果经验的基础上, 对乌海地区日光温室合适的采光角进行了计算, 表明只要前屋面角大于 30°均可达到使用要求, 设计中前屋面取 31°, 可满足采光要求^[5-8]。

2.2 乌海地区日光温室后屋面角的确定

日光温室后屋面角一般按冬至日正午太阳高度角加 5°~7°计算。由乌海地区地理纬度可计算出冬至日的太阳高度角, 乌海市冬至日正午太阳高度角为 27.24°, 后屋面

角度大于 35° 即可,设计中后屋面取 42° ,可满足采光要求。

2.3 乌海地区日光温室长度的确定

日光温室一般长度以 50~100 m 为宜。长度小于 30 m,东西山墙在日出和日落前遮荫面积比例过大,不利于增温,同时容积小影响热量的吸收和释放,不能保证夜间有足够的室温。温室过长,内部空间过大,给温度的调控带来困难;过长的温室也影响坚固度。在乌海地区日光温室设计中取 50 m 长作为标准长度。

2.4 乌海地区日光温室跨度的确定

适当的跨度使屋面有较大的采光角度,使作物有较大的生长空间,便于覆盖、保温和选择建筑材料。经过多年的园艺栽培实践,当室外最低温度为 -12°C 时,跨度选择 8.0~10.0 m;当室外最低温度为 $-15\sim-18^{\circ}\text{C}$ 时,跨度选择 7.0~9.0 m;当室外最低温度为 -18°C 以下时,跨度选择 6~8 m。目前一般认为日光温室的跨度以 6.0~8.0 m 为宜,若生产喜温的园艺作物,北纬 40° 以北地区温室跨度宜选择 8.0~10.0 m,北纬 40° 以南地区温室跨度选择 10.00 m 为宜。乌海市地理纬度为北纬 39.5° ,故设计中取温室跨度为 10 m^[5-8]。

2.5 乌海地区日光温室脊高的确定

日光温室脊高与跨度、采光性能及建造成本等要求有关,在综合考虑上述因素后取温室脊高为 5.2 m。

3 适合内蒙乌海非耕地日光温室前屋面结构参数优化

对温室前屋面骨架结构设计时,要根据内蒙古乌海地区地理因素和气候特点,并结合当地的建筑材料、周围环境等因素,参考相近的现行国家规范,在满足使用要求、节约材料、经济适用的前提下,采用数值模拟计算的方法,对前屋面轻钢骨架进行大量对比和优化计算^[9],选择了一种相对较合理的适合该地区的前屋面结构类型,作为温室建造的主要骨架结构。骨架基本形式为圆弧形拱桁架结构,如图 2 所示,参数如下^[10-12]:拱杆上下弦均采用 $\phi 32 \times 2$ 镀锌钢管;前屋面及后屋面屋脊处上下弦间距 200 mm,向前、后拱脚递减至 100 mm;腹杆 $\phi 8$ 钢筋,腹杆与上下弦杆夹角 60° 左右;纵向拉杆采用 $\phi 25 \times 2$ 镀锌钢管。屋脊位置下弦处需有 1 道,后屋面均布扁钢 2 道,可代替纵向系杆。

结构计算中,荷载大小分别为恒载作用于拱杆上弦 0.03 kN/m^2 ;后屋面 0.15 kN/m^2 ;吊挂荷载 0.10 kN/m^2 ;风载 0.45 kN/m^2 10 年一遇;雪载 0.05 kN/m^2 10 年一遇^[13]。

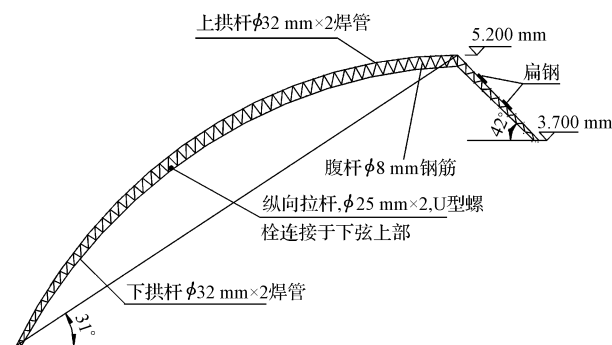


图2 拱架结构图

因设计中进行了较完整的计算,考虑了多项因素的相互作用^[14],设计的日光温室骨架具有强度高、易装配、长寿命、相对轻简化的特点。

4 后墙蓄热材料及其厚度的确定

墙体作为温室的主要蓄热体,是保证冬季室内温度的最重要部分。设计时要充分考虑各种环境条件、经济、使用状况、作物需求等因素。在对内蒙古乌海等地非耕地日光温室后屋面材料及厚度的确定时,考虑到当地取材的方便及现有该地日光温室建造的经验,采用了 2 种常规材料,且厚度确定时,参考当地现有温室的使用状况及当地地理气候条件:一是以砖作为温室后墙和山墙材料,砖墙厚取 490 mm+200 mm 厚聚苯板保温材料(图 3);二是以土作为温室后墙和山墙材料,墙厚取 1 500 mm+150 mm 厚聚苯板保温材料(图 4)。这 2 种厚度墙体在气候条件相近的陕北地区,冬季曾经做过温室内、外部参数实测,均能达到作物需要的最低温度,参考这些经验选取了上述墙体厚度。

除了采用上述常规墙体,结合最新研究的成果及示范应用效果,设计了 2 种新型的温室:1 种是在普通砖墙上铺挂蓄热相变材料板(市场已批量生产),在冬季可适当提高后墙的蓄热量(图 5)^[15];另 1 种是温室前屋面采用可变倾角屋面,通过屋面倾角的变化提高光线的透过率,进而增加后墙的蓄热量,提高冬季温室内温度(图 6)。

5 屋面保温材料的确定

屋面材料既要有保温作用,同时应有一定的承重能力,综合考虑多种材料后,采用新型材料-菱镁板,作为保温和承重材料,该材料性能在前期已进行过试验研究,具有较好的保温承重性能,可满足内蒙古乌海地区日光温室后屋面冬季保温的需要。

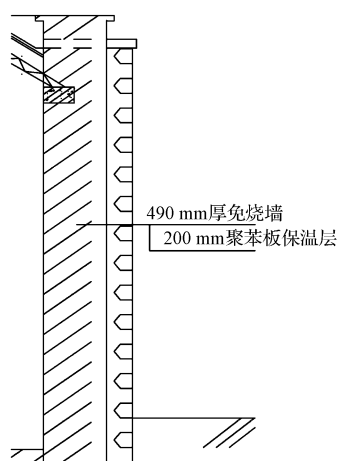


图3 砖墙构造

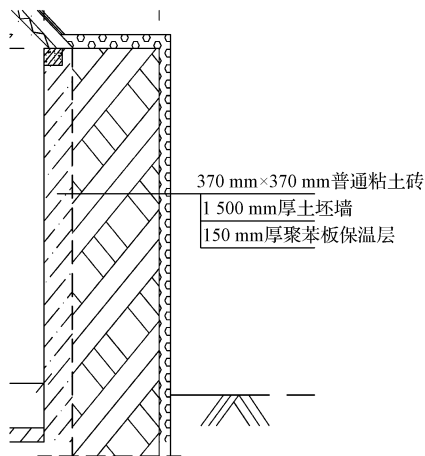


图4 土墙构造

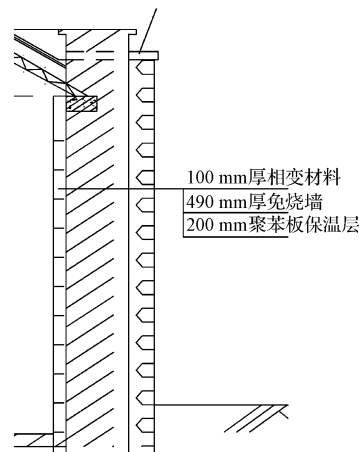


图5 相变蓄热后墙构造

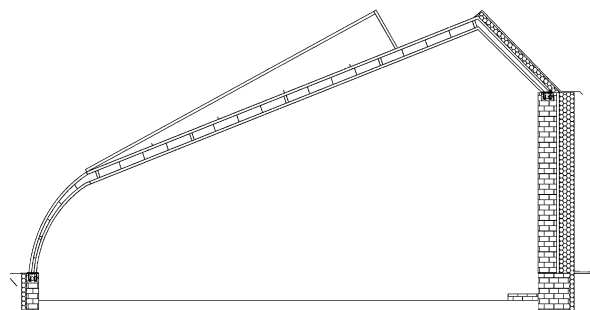


图6 可变倾角屋面

6 结论

综上,为了适应内蒙古乌海等地非耕地示范点的地理、气候、取材、经济、环保等各种条件要求,对建造温室中遇到各种因素进行了较全面的考虑,温室的采光、保温、蓄热及结构承载能力均符合一般温室的建造要求。

因工程目前正处于建设阶段,具体运行效果如何,后期会继续跟踪研究并进行现场参数实测,反馈信息后不断改进温室建筑和部分参数,达到在内蒙古非耕地地区建造综合效益最佳的日光温室,并进行大规模的示范化建设。

参考文献

- [1] 黄利,李建设,高艳明.宁夏非耕地温室建设现状及对策研究[J].北方园艺,2013(3):45-50.
- [2] 李中华,王国占,齐飞.我国设施农业发展现状及发展思路[J].中国

农机化,2012(1):7-10.

- [3] 夏叶,李天成,张荣,等.河西走廊荒漠区现代设施农业发展的思考与探讨[J].北方园艺,2012(14):176-180.
- [4] 葛一洪,王惠生,王清,等.北方“四位一体”模式中日光温室结构的优化[J].西北农业学报,2011,20(5):172-175.
- [5] 郭玉珍,赵亮,丁明元,等.非耕地半地下式日光温室的建造与应用[J].中国蔬菜,2010(11):52-53.
- [6] 卜晓冬,张京社,史明映.高寒区SF型日光温室结构设计[J].科技情报开发与经济,2012,22(23):150-151.
- [7] 周长吉,孙山,吴德让.日光温室前屋面采光性能的优化[J].农业工程学报,1993(4):58-61.
- [8] 兰星,塔娜.寒冷干旱地区日光温室结构的优化设计[J].内蒙古农业大学学报,2012,33(3):216-221.
- [9] 魏家鹏,于贤昌.近期雪灾对寿光蔬菜日光温室的影响[J].中国蔬菜,2010,1(9):7-8.
- [10] 何斌,张玉香.温室直射光环境界面化模拟计算软件的研制[J].西北农林科技大学学报,2003,31(1):139-141.
- [11] 程勤阳.温室结构设计的基本方法(三)-典型温室结构计算[J].农业工程技术(温室园艺),2006(11):15-18.
- [12] 史慧峰,王晓冬,邹平,等.西北抗寒冷生产型日光温室结构参数的优化设计-以新疆吐鲁番市日光温室建造为例[J].农机化研究,2009(5):122-127.
- [13] 李晓豁.日光温室载荷的模拟研究[J].农业机械学报,2005,36(9):86-88.
- [14] 何斌.温室直射光环境计算机模拟计算[D].杨凌:西北农林科技大学,2001.
- [15] 许红军,王宏丽,马江伟,等.温室中磷酸氢二钠蓄热体系的制备与性能分析[J].农机化研究,2013(6):151-154.

Architectural and Structural Design of Solar Greenhouse in Inner Mongolia Wuhai Non-cultivated Land

HE Bin¹, WANG Hong-li², ZOU Zhi-rong²

- (1. College of Water Resources and Architectural Engineering, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100;
2. College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

渗灌条件下土壤水分对温室秋冬茬茄子生长效应

王铁良, 陈思, 毛丽珍

(沈阳农业大学 水利学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘要:以“荷兰布利塔”茄子为试材,通过小区试验,研究了渗灌条件下土壤水分对日光温室秋冬茬茄子生长指标、光合指标、产量及水分利用效率的影响。结果表明:渗灌条件下秋冬茬茄子开花坐果期土壤水分控制下限达到了田间持水率的65%~75%、结果盛期土壤水分控制下限达到了田间持水率的55%~65%时,有利于促进植株的生殖生长和果实干物质的积累,产量和水分生产率均相对较高,且适度水分亏缺有利于果实品质的提高。

关键词:渗灌;茄子;生长指标;生理指标;品质;水分利用效率

中图分类号:S 641.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)04-0045-04

渗灌是在低压条件下水分通过埋在作物根层的渗灌管渗出,部分水分通过土壤毛细管作用上升到根层被作物利用的灌水技术^[1]。随着农业机械化技术的发展和应用,温室蔬菜生产中渗灌技术由于其独特的优点得到了广大农户的欢迎。在日光温室种植春夏茬茄子时,渗灌技术在温室内湿度控制、病虫害发生率、作物水分利用效率等方面均优于沟灌、滴灌和小管出流灌^[2]。冬季温室农业生产作物对温室内环境有更高的要求,比如空气湿度低、保证地温条件等。尤其土壤水分的控制,直接影响作物的生长情况。日光温室渗灌条件下,不同水分处理对茄子株高、茎粗、叶面积、产量、需水量和水分利用效率有一定影响^[3]。水分过多过少均直接影响作物的生长^[4]。为了摸清温室内秋冬季节渗透条件下土壤水分对茄子生长的效应,现通过小区试验控制土壤水分的下限范围,观测茄子的生长规律和温室内的环境变化特征,分析了日光温室秋冬茬茄子渗灌条件下不同水分处理生长形态指标、生理指标、果实品质、产量和水

分利用效率等参数的变化规律,以期寻求冬季温室茄子生产合理的渗灌管理技术参数。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试作物为“荷兰布利塔”茄子。

供试温室为沈阳农业大学水利学院综合试验基地的日光温室,其覆盖无滴聚乙烯薄膜。温室内土壤为棕壤土,土层深厚,土壤肥力较高,质地比较均一,土壤容重 1.52 g/cm³,土壤田间持水量 40.5%(体积含水率)。土壤耕作层全氮、全磷、全钾含量分别为 1.17、1.04、20.25 g/kg,速效磷、速效钾的含量分别为 47.87、140.25 g/kg,有机质含量为 10.5 g/kg,耕作层土壤 pH 为 6.35。地下水埋深大于 5 m,不考虑地下水补给对土壤水分状况的影响。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验于 2011 年 9 月至 2012 年 2 月进行,将茄子全生育期划分为苗期、开花坐果期、结果期 3 个主要阶段。渗灌试验设计以不同生育阶段的土壤水分下限为控制指标,设 T1、T2、T3、T4、T5 5 个处理(表 1),每个处理 3 次重复。该试验由土壤水分下限和计划湿润层深度来确定灌水时间、整个生育期的灌水次数、灌水定额;灌水定额不包括定植水,茄子定植后,每个处

第一作者简介:王铁良(1965-),男,博士,教授,现主要从事生态环境与节水灌溉理论和技术研究等工作。E-mail: tieliangwang@126.com.

基金项目:辽宁省教育厅一般资助项目(L2012239)。

收稿日期:2013-10-24

Abstract: To determine solar greenhouse architectural and structural form in Inner Mongolia Wuhai non-cultivated land, combined with the geographical features, considering lighting, heat, use and skeleton structure force, and conducted a comprehensive study based on the theoretical analysis, experimental studies and local experience. Proposed a solar greenhouse for the agricultural production in Wuhai non-cultivated land. The solar greenhouse used a number of new materials, and carried out structural optimization, had a certain role model and would be used for further research about non-cultivated agricultural and large-scale construction.

Key words: non-cultivated land; solar greenhouse; architecture and structure