

Structural Optimization and Construction Technology Innovation of Solar Greenhouse in Qinghai Plateau

Laisheng Chen*, Rui Han, Zhongping Du#

Key Laboratory of Vegetable Genetics and Physiology of Qinghai Province, Academy of Agricultural and Forestry Sciences of Qinghai University, Xining Qinghai
Email: chenls64@163.com, #duzp98@163.com

Received: Oct. 6th, 2019; accepted: Oct. 21st, 2019; published: Oct. 28th, 2019

Abstract

This paper summarizes the construction scale of main solar greenhouse in Qinghai Province, summarizes the characteristics of the enclosure structure and supporting equipment of main types of sunshine greenhouse including solar greenhouse with earth wall, solar greenhouse with brick wall and solar greenhouse with external thermal insulation wall, and analyzes the technical requirements, developing trend and main problems faced by the construction technology of solar greenhouse in Qinghai highland area. The measures and suggestions for accelerating technological innovation and progress of solar greenhouse were put forward.

Keywords

Solar Greenhouse, Enclosure Structure, Construction Technology

青海高原日光温室结构优化与建造技术创新

陈来生*, 韩 睿, 杜中平#

青海大学农林科学院青海省蔬菜遗传与生理重点实验室, 青海 西宁
Email: chenls64@163.com, #duzp98@163.com

收稿日期: 2019年10月6日; 录用日期: 2019年10月21日; 发布日期: 2019年10月28日

*第一作者。

#通讯作者。

摘要

本文总结了青海省主要的日光温室建造规模,概述了土墙日光温室、砖墙日光温室、外保温日光温室等主要日光温室的围护结构及配套装备的特点,分析了青海高原地区日光温室建造技术面临的技术需求、发展趋势和存在的主要问题,提出了加快日光温室技术创新进步的措施和建议。

关键词

日光温室, 结构, 建造技术

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

日光温室是三面环墙、阳面为采光透光屋面的农业建筑物,墙体兼有承重、蓄热和保温等多重作用,采光屋面通常由镀锌钢管做成拱圆型桁架支撑结构,安装在高后墙和低前墙上构成便于采光的倾斜屋面,覆盖透光比较好的塑料薄膜,加上夜间覆盖保温被,形成冬季生产环境,使室内温度达到蔬菜生长的要求,满足蔬菜生产。日光温室冬季生产基本是利用太阳辐射热能、很少采用或基本不加温的节能型温室。经过多年发展,日光温室成为北方地区解决冬季蔬菜果品生产的重要设施。对于青海高原地区而言,日光温室的建设彻底改变了购买冬储菜的历史,解决了冬季新鲜蔬菜供给难题,提供了就业等。日光温室建设意义重大,需要给予足够的重视。

2. 青海省日光温室建造规模与结构类型

2.1. 青海省日光温室建造规模

青海高原绝大部分地区位于青藏高原,海拔高,气候寒冷,冬季漫长,属于高原大陆性气候,具有气温低、昼夜温差大,年平均气温在零下 5.7°C ~ 8.5°C 之间,最冷月份平均气温在零下 17°C ~ 5°C 之间。以西宁为例,冬天最低温度达到 -23.6°C 。降雨少而集中、雨热同季、日照长、太阳辐射强、光照充足,年日照时数在2500小时以上,是中国日照时数多、总辐射量大的省份。冬季严寒而漫长,夏季凉爽而短促,南部高海拔地区无绝对无霜期,一年中6~10月才有露地蔬菜供应,其余季节不能进行露地蔬菜生产。发展设施农业,进行设施蔬菜生产是解决高原地区蔬菜供给的有效途径。目前,全省已建成22万栋日光温室,设施蔬菜面积已达1.47万 hm^2 ,年种植蔬菜2.33万 hm^2 ,占到全省蔬菜种植面积的36%以上。日光温室集中分布在青海省东部地区的海东市、西宁市,约占全省日光温室面积的74%,其余分布在人口相对集中的全省各州县城镇郊区。总体上基本形成了布局合理、生产周年化、品种多样化、栽培规范化的格局。随着城镇人口的集居和增加,人民生活水平的提高,蔬菜需求日益增加,以日光温室为主的设施蔬菜种植面积扩大,加快了土地流转,为从事设施蔬菜生产的农民增收带来的新的途径[1]。

2.2. 日光温室主要类型与结构

2.2.1. 土墙日光温室

集中分布在西宁市和海东地区,该日光温室以机械碾压夯土为墙体,日光温室跨度10~12 m,脊高

4.5~5.5 m, 长度 60~85 m, 墙体厚实, 底部厚度 3.5~4.5 m (± 0.000 m), 墙体顶部厚度 1.8~2.2 m, 温室采用立柱结构。该类温室前期采用钢骨架和竹子混合搭建的骨架结构, 后期全部为 1 m 间隔距离的桁架钢骨架。后屋面一般采用复合结构, 保温被 + 棚膜 + 夯土, 草苫 + 棚膜 + 夯土, 保温被 + 聚苯板和直接采用彩钢板, 温室普遍采用半地下式结构, 下切深度 0.5~1.5 m, 形成坑式土墙钢骨架日光温室。该类型日光温室存量, 占全省总量的 65% 以上, 日光温室蓄热保温能力强, 抗灾能力强, 造价低, 易建造, 生产性能好, 在全省设施农业中起重要的作用[2]。

2.2.2. 砖墙日光温室

在城郊和经济实力发展条件好的地区, 砖墙日光温室是设施农业的重要组成部分, 青海省砖墙日光温室墙体采用 37 cm 黏土砖砌体, 24 黏土砖+12 填充材料 + 24 黏土砖, 24 黏土砖 + 12 填充材料 + 12 黏土砖的复合结构, 其中, 填充材料有炉渣、发泡混凝土、聚苯板和锯末等, 骨架采用热镀锌钢管桁架骨架或几字钢骨架结构, 该类日光温室约有 1.5 万栋, 蓄热保温能力强, 抗灾能力强, 耐用性和生产性能好, 是投资能力较强地区比较好的设施结构。

2.2.3. 外保温墙体日光温室

采用聚苯乙烯板(或挤塑板)贴在墙体外围作为隔热保温材料, 厚度 80~150 mm, 承重墙体为黏土砖, 或采用钢立柱和水泥立柱构成框架结构的, 墙体为发泡混凝土砖 + 聚苯板, 混凝土空心砌体砖 + 聚苯板、黏土砖 + 聚苯板等不同构件的复合墙体, 该类型日光温室墙体厚度比砖墙温室薄, 造价相对低廉, 近年来在青海高原地区建造面积大, 数量已经超过 1.2 万栋以上。该类型温室建造技术相对复杂, 造价介于土墙和砖墙温室之间, 在我省热量条件比较好的地区具有良好的生产性能, 但受技术和材料限制, 温室蓄热和保温性能差异大, 有待进一步优化结构和选用良好的材料。

2.2.4. 其它围护结构的日光温室

除以上比较常见的日光温室外, 青海高原研发和引进了装配式快联日光温室、彩钢结构日光温室、太阳能光伏日光温室和采用聚苯板墙面材料的日光温室等[3] [4] [5] [6], 为高原地区开展日光温室研究和配套装备提供了案例和样板, 但数量比较少, 没有形成规模化的设施农业生产基地。同时, 日光温室基本配备了保温被和滴灌设施, 温室保温性能好, 满足周年蔬菜需求, 并为今后推广通风、降温自动化和水肥一体化装备奠定了基础。

2.3. 日光温室建造技术发展趋势

一是土墙日光温室建造的数量大幅度下滑, 土墙日光温室占地面积大, 土地利用率低, 墙体表土裸露, 易雨水侵蚀和淋蚀, 加上部分地区地下水位高, 不适合建造该类型温室, 以及升级改造难度大等, 建造面积日益减少。二是墙体结构逐步从单一墙体结构向复合结构转变, 新型保温材料如发泡混凝土砖[7]、聚苯板等用于温室, 外保温型的日光温室面积正在快速扩大。三是高原地区日光温室建设将逐步向大跨度、大面积、环境调控自动化的方向发展, 东部地区土墙日光温室跨度达到 12 m 以上[8], 在青海西部格尔木地区, 建造了一批发泡砖框架型日光温室的跨度在 15 m, 甚至达到了 20 m 以上, 四是青海高原地区日光温室基本配套了保温被和电动卷帘机, 替代了草苫等覆盖保温材料[9], 部分新建的日光温室内配备了滴灌、水肥一体化技术体系与装备设施, 使日光温室在设计和建造过程中考虑到未来使用和围护技术。

3. 高原日光温室建造技术主要问题

3.1. 支撑旧温室升级改造的技术不足

我省 3 年龄以上的老旧日光温室约占 2/3, 结构简陋, 跨塌破损、闲置率高, 亟需改造, 需要针对不

同日光温室提出不同的方案。一是解决“吊水包”问题，旧日光温室中，特别是土墙温室其前屋面坡度小，顶部接近水平角度，导致排水不畅通，棚膜容易积水，温室内顶部棚膜“吊水包”，给生产和管理带来许多麻烦。二是通风口位置和设置不合理，许多日光温室只有顶通风口，无下通风口，不能及时通风换气，致使温室内湿度过大，容易引发作物多种病害。三是温室前墙(前坎)没有做隔热处理，没有设置防寒沟，存在散热现象，农民缺乏利用保温被防止前坎热量散失的技术经验。四是土墙日光温室的后墙和后屋面无相应的防水处理技术，导致雨水淋蚀坍塌损毁。五是旧温室建造中骨架单薄，荷载能力不足，在加固改造中以传统经验为主，缺乏标准化指导[10][11][12]。

3.2. 日光温室结构引用为主，成果创新转化乏力

高原地区大部分日光温室，特别是新建的日光温室主要是参照山东、陕西等地区的温室结构进行建造，在高原地区不同的自然环境特点及设施园艺生产实践中，表现出水土不服。一是选用的透光和保温被等材料没有考虑高原地区强烈的紫外线、材料老化快和昼夜温差大等因素，基本按内地生产设计进行采购使用，在高原地区使用上出现性能下降、参数不能满足生产要求等问题。二是新型日光温室设计和研究力量薄弱，只示范建造外保温砖墙日光温室、砖包土日光温室等结构，优化设计了半地下式土墙日光温室和砖墙日光温室等。三是对适合于高原地区的设施配套装备，如日光温室保温散热的红外线成像检测技术和设备、日光温室温度通风自动控制装备等，在日光温室中进行组装利用数量少，规模小，没有得到大量的转化使用。

3.3. 日光温室建筑施工不规范，蓄热保温能力削弱

一是为了降低造价，因陋就简，温室基础深度不够，基础水泥垫层中厚度不够，骨架荷载不足等造成承载能力下降，形成强降雨(雪)积雪屋面跨塌，日光温室前坎依旧采用砼圈梁结构为主，不做隔热处理，无设置防寒沟，散热现象依然存在。施工粗糙，二是现在新建的日光温室中，墙体基础地面不夯实、焊接钢管拱架不做防锈处理，导致使用若干年后出现锈蚀导致断裂、拱架坍塌；三是温室密闭性重视不够，温室围护结构连接处、墙体与保温被之间存在大量缝隙，造成温室散热降温，温室保温性能减弱，生产能力下降。四是为了节省成本、保温被和棚膜等材料重价格，轻质量，重购置安装，轻及时更新和整理围护，影响着设施生产能力的发挥。

3.4. 日光温室设计、建造与使用衔接配套不够

一是青海高原地区日光温室在设计研究中缺乏目标性。由于不同的蔬菜品种需要有不同的生长温度的要求，番茄、辣椒等越冬生长温度最低达到 8℃ 以上，对进行此类蔬菜生产的日光温室设计要求比较高，而针对冬季越冬茼蒿、油菜等低温蔬菜，日光温室设计标准比较低，而目前，温室设计中没有按照不同温度和栽培技术要求进行具体设计。甚至是用于生产蔬菜的日光温室，通用于任何植物，即不能满足果树和食用菌生长需求，又造成设施损坏，部分装备闲置浪费。二是日光温室设计、建造和使用三方脱节。存在着中标建设者无建造日光温室业绩，不懂设施生产，温室使用者不参与温室建设和验收，经常造成温室建造企业完工验收后，使用后出现大量问题相互推诿，难以解决，造成重复建设，实施补救施工。三是新技术装备投资大，企业和农户难于一次性全部投资建设，常常因陋就简，造成设施栽培和管理技术难于高效实施。四是农村劳动力短缺，掌握设施生产技术难度大，设施单位面积产量和经济效益低，导致农民难以增加温室建设和配套装备投入，形成恶性循环。

4. 技术创新措施与建议

4.1. 按照日光温室建设性质，分类指导和发展适用日光温室

根据我省的设施农业发展需求和设施建造技术和材料，以满足越冬生产、提高蔬果生产效率为目标，

全省日光温室为主的设施农业分为升级改造和新建设施基地 2 类不同性质的建设发展内容进行政策指导。一是以升级改造为重点,充分利用现有设施存量,将土墙日光温室钢竹骨架结构逐渐改造为全钢骨架结构,进行防水保温性后屋面改造,防水材料在土墙温室的应用和新型保温被推广,进行标准化日光温室骨架、立柱等改造,消除日光温室闲置浪费。二是对经济条件好的地区和新建温室地区,鼓励发展外保温墙体结构的日光温室、大跨度的土墙日光温室等新型优化结构日光温室,引导我省设施建设向现代化、规模化发展。三是制定相应的日光温室地方标准和改造技术规范,通过宣贯实施,典型示范推广,促进全省设施建设技术水平的提高[13]。

4.2. 集中力量解决制约日光温室蓄热保温的关键技术

对现有全省日光温室的结构、类型和优缺点,设立设施园艺技术科研攻关课题,提出满足全省不同蔬菜生长环境因子,特别是温度、光照要求的不同类型的系列日光温室结构类型,解决好冬季蓄热不足、散热大,温度低的技术难题,达到植物生长环境因子与日光温室建设标准的最佳耦合,以适用于不同海拔高度的地区。在有一定规模和实力的设施农业基地,开展温室配套装备的示范试验研究,包括温室环境温湿度、光照和通风等因子的调控装备。同时结合高原地区特色设施发展需求,研建示范一批适合高原特色的果品、食用菌等栽培要求的日光温室,为全省特色农业发展提供示范样板。

4.3. 重点推广适用于温室升级改造的技术体系

针对旧棚升级改造技术储备不足,组织各地农业推广部门全面总结各地旧棚改造升级的经验和好的做法,制定技术规范和实施手册等。一是利用日光温室骨架改造的时机,增设钢筛网和尼龙拉幕线等增强棚膜支撑力,减少温室顶部棚膜“吊水包”,同时,整体抬高骨架,增加前坡角度,解决棚膜积水问题。二是进一步筛选一批防水性能好、抗老化的土墙墙体和后屋面防护材料,解决土墙日光温室存在的雨水淋蚀和水蚀难题。三是试验示范保温膜、防水不积水保温被等技术,提高保温被利用效率和保温增温效果。

4.4. 强化日光温室建造工程的监督,提高日光温室建设质量

日光温室是设施农业的重要的基础设施,建造质量关系到日光温室的蓄热保温能力、关乎冬季能否越冬生产,对于日光温室建造实行全过程的监管。对具体的新建温室项目严格的通过专家和技术人员团队评审;对施工环节按照实施方案和设计严格管理、监督和建造,坚决杜绝偷工减料、降低建设标准,按照建筑工程实行负责制。推广谁建设、谁生产的设施建设的经验,当建造完成后,按照一定时限运行后,将无问题的日光温室交接到最终使用方和所有方,从而杜绝设计、建设和使用三方脱节的难题。同时,利用建设好的温室,采取现场教学、示范、指导,使日光温室最终使用者掌握日光温室维护、维修和使用技术。

4.5. 加大科技投入,构建高原设施农业研发团队

日光温室建造和经营生产是一涉及农业建筑、农业机械装备、蔬菜果树品种栽培、病虫害防治、农田水利和施肥等多学科、多领域的技术体系。建议建立设施农业研发和技术推广平台,加大科技投入,设立与当前日光温室建造和经营中的通性难题的重大科技攻关项目,以此为平台,吸纳省内外专家,不同专业背景的科研人员、有丰富经验的基层合作社和企业的经营者和技术人员,在通过对高原农业设施的系统总结和研究推广示范中,形成能够解决高原地区日光温室设计和经营生产的技术力量体系,不断的解决出现的新问题和关键技术难题,建设高效、高产日光温室生产基地,提升我省设施农业整体技术水平和可持续发展能力。

5. 结语

日光温室是青海高原重要的农业基础设施, 不仅支撑着全省城镇居民的“菜篮子”, 为高原地区漫漫严冬提供和丰富了新鲜蔬菜品种花样, 而且增加了大量当地农民就业机会, 发展设施农业成为增加农民收入的重要途径, 对于高原地区社会经济稳定和发展发挥了积极作用, 是高原地区农业重要的组成部分。随着高原地区社会经济的发展, 面对未来旅游和生活水平的提高, 加强相关部门对于日光温室存在问题的认识, 通过对日光温室技术难题采取针对性的措施, 逐步调整日光温室布局结构, 集中财力物力改造和建造优化设计的日光温室, 加快推广日光温室改造的技术和材料, 强化日光温室生产基地的投资建设和运行管理, 高原地区日光温室的生产技术水平将得到快速提高, 日光温室将为高原地区农业发展做出更大贡献。

基金项目

青海省重点研发与转化计划(2019-NK-110); 青海省科技合作专项(2019-HZ-816)。

参考文献

- [1] 陈来生. 青海日光温室建设现状、问题与对策探讨[J]. 青海农林科技, 2011(4): 14-16.
- [2] 宋继昌. 半地下式大跨度日光温室建造中存在的问题与改进措施[J]. 现代农业科技, 2013(18): 199+206.
- [3] 仇国栋, 杨青顺, 景明霞, 阎淑君. 高寒地区日光温室后墙节能技术研究与应用[J]. 农机化研究, 2015, 37(12): 218-221.
- [4] 景明霞, 阎淑君, 李晋友, 熊石磊, 童军. 高寒地区日光温室后墙材料的筛选[J]. 青海交通科技, 2015(4): 9-11.
- [5] 王先青, 刘兵, 肖景林, 熊增海, 马长文. 一种新型墙体节能日光温室建造参数技术[J]. 青海农技推广, 2015(3): 57-58.
- [6] 张海云, 刘生虎, 吴海峰, 韩文婷. 青海日光温室新型节能建造技术[J]. 农业工程技术, 2017, 37(22): 35-38.
- [7] 张海云, 肖棠, 吴海峰. 泡沫混凝土在日光温室墙体中的适用性研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(19): 6446-6447.
- [8] 保延福, 陈来生. 青海高原大跨度半地下式日光温室建造技术及效果评析[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(34): 13421-13422.
- [9] 陈来生, 祁成文, 龚文元. 青海日光温室保温被使用现状与开发[J]. 北方园艺, 2013(5): 43-44.
- [10] 吴海峰. 青海日光温室设施使用中的常见问题与解决方法[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(25): 358-359.
- [11] 陈来生, 洪海. 青海省玉树地区日光温室高效利用探析——以称多县为例[J]. 园艺与种苗, 2014(2): 39-41.
- [12] 陈来生, 张海云. 格尔木市日光节能温室结构优化研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(34): 13426+13428.
- [13] 张小青. 对发展青海设施农业的思考[J]. 青海农林科技, 2012(2): 38-40+80.