

日光温室土质梯形截面墙体温度与热流量的测定分析

白 青^{1,2}, 张亚红¹, 封美琦¹, 江 力¹

(1. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏科技战略发展和信息研究所, 宁夏 银川 750001)

摘 要:为研究日光温室土质梯形截面墙体热量环境,测定了温室墙体内表面上、中、下3点太阳辐射照度、热通量及3点距墙内表面0.05 m和0.30 m处2个层次测点的温度。结果表明:墙体表面上、中、下3点太阳辐射和墙内温度由上向下均逐步升高,3点日均太阳辐射总量分别为2.21、2.30、3.08 MJ·m⁻²;0.05 m处上、中、下3点平均温度分别为2.37、13.83、14.13℃,0.30 m处分别为11.13、12.62、13.34℃;3点吸热量也是由上向下依次升高,试验期间3点分别累计吸热85.60、85.80、92.89 MJ·m⁻²;墙体上部平均放热量最小,下部次之,中部最大,上、中、下3点放热量分别为76.47、96.88、93.70 MJ·m⁻²;墙体吸热和太阳辐射直接相关,也和墙体放热显著相关,墙体放热又与墙内温度相关,因此太阳辐射直接影响到墙体热量环境。试验证实日光温室土质梯形截面墙体不同高度太阳辐射与热环境存在差异。

关键词:日光温室;土质墙体;热量

中图分类号:S 625.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)07-0058-07

后墙是日光温室重要的组成部分,在温室保温性方面发挥着重要的作用^[1],以往关于墙体热环境的研究主要以模拟计算为主,佟国红等^[2]采用频率响应法,李小芳等^[3]采用了反映系数法,孟力等^[4]采用离散化分层计算传热的方法,佟国红等^[5]采用CFD软件Fluent等方法,马承伟等^[6]采用一维差分模型与数值模拟的方法,王谦等^[7]用传热学中平板表面对流换热和物体内部热传导传热计算方法,这些研究重点讨论了墙体传热特性和热量环境,对象均为薄厚一致的砖墙和其它复合墙体,而有关土质梯形墙体传热量和热环境的报道相对较少。在我国西北地区,土质梯形墙体日光温室因其良好的保温性和性价比在日光温室中占据重要地位,成为重要的温室构型。杨建军等^[8]通过对西北5个地区土质墙体传热量的模拟计算,提出了不同地区土质墙体

的最适厚度;彭东玲等^[9]通过土质墙体各点温度和热量的模拟计算,分析了土质墙体内温度及热流量规律;黄雪等^[10]通过对下挖式日光温室土质墙体温度和热流测定,将墙体从内到外划分为蓄热层、过渡层和御冷层,厚度分别为0.8~1.0、2.2~2.6、0.4~0.6 m;有研究表明通过对土质墙体内部温度、表面热通量及太阳辐射等的测定,分析了墙体内部温度分布,墙地放热及太阳辐射的规律,并确定了墙体厚度。但以上研究都未考虑墙体梯形结构或是忽略墙体梯形结构^[11-13]。实际上土质墙体一般为梯形结构,薄厚不一,加之垂直方向环境的差异性,土质墙体垂直方向热流环境必然存在差异。该试验通过对土质梯形墙体内表面太阳辐射照度、热通量、内部温度的测定,分析了土质墙体热量变化规律,对进一步探索日光温室土质梯形墙体热量环境具有现实意义。

1 材料与方法

1.1 试验温室概况

试验日光温室位于宁夏永宁县杨和镇纳家户现代农业示范区(北纬38°18',东经106°15'),温室为寿光V型日光温室(图1),坐北朝南,东西延长,长度80 m,跨度7.8 m,脊高4.3 m,后墙高3.3 m,底座宽

第一作者简介:白青(1982-),男,回族,硕士,助理研究员,现主要从事工业科技战略与设施环境等研究工作。E-mail: baiqing2012@163.com.

责任作者:张亚红(1965-),女,教授,博士生导师,现主要从事设施园艺环境等研究工作。E-mail: zhyhcau@sina.com.

基金项目:宁夏回族自治区科技支撑计划资助项目。

收稿日期:2016-10-08

4.5 m, 收口 1.5 m, 东西山墙及北墙为 4.1 m 厚土捣墙。温室前屋面采用 EVA-I 型长寿无滴膜, 夜间前屋面覆保温被保温, 采用电动机卷帘机。

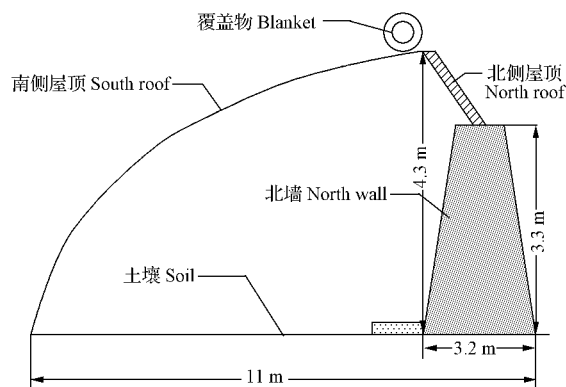


图 1 温室结构

Fig. 1 Greenhouse structure

1.2 试验材料

温室内种植菠菜, 处于营养生长期, 平均株高 15 cm。

1.3 试验方法

试验于 2011 年 12 月 4 日至 2012 年 2 月 4 日进行, 共计 61 d。采用 CR10X-2M、CR300 数据采集器和相关传感器(美国 Campbellsci 公司生产), 每 15 min 采集 1 次数据。选择典型晴、阴天数据进行分析, 晴天为 2012 年 1 月 4 日(09:45 揭帘, 17:00 闭帘), 阴天为 2010 年 1 月 19 日(12:30 揭帘, 16:00 闭帘)。太阳辐射总量是指任一特定时段内水平面上太阳辐射照度的累积值。 $S = \sum [r \times t / 10^6]$, 式中: S 为太阳辐射总量, $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$; r 为某时刻的太阳辐射照度(实测), $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$; t 为时间, s。墙体测点吸(放)热量计算公式: $Q = \sum [q \times t / 10^6]$, 式中: Q 为吸(放)热量, $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$; q 为热通量(实测), $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$; t 为时间, s。白天与夜间以揭闭帘为界。

1.4 项目测定

测点位于温室中部, 即由东向西约 40 m 处, 根据墙高, 在垂直方向将墙体平均分为 3 个部分, 3 个测点分别位于部分墙体的中心, 探头分布如表 1、图 2 所示。

1.4.1 墙地表面太阳辐射照度的测定 在墙体内部表面, 高 0.55、1.65、2.75 m 处布设太阳辐射探头 WR-1、WR-2 及 WR-3, 分别测定墙体近表面上、中、下 3 点太阳辐射照度。

1.4.2 热通量的测定 在墙体内部表面, 高 0.55、1.65、2.75 m 处布设热通量探头 QW-1、QW-2、

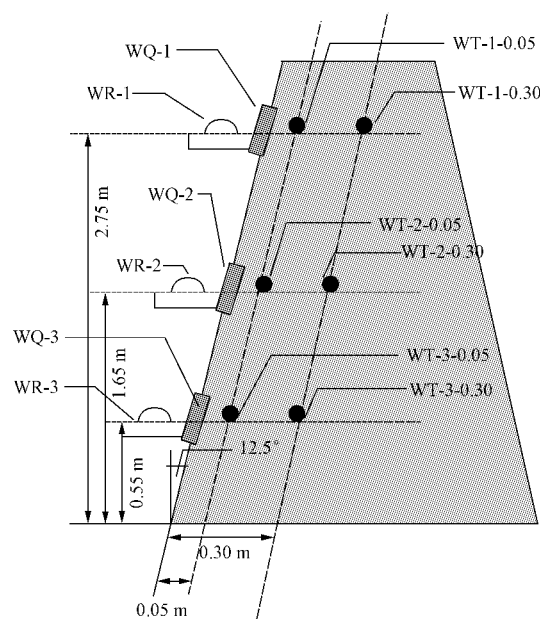


图 2 探头分布

Fig. 2 Sensor layout

QW-3, 测定墙体内部表面上、中、下 3 点吸放热情况。

1.4.3 墙内温度的测定 在距离墙体内部表面 0.05、0.30 m, 均在高 0.55、1.65、2.75 m 处设置温度探头 WT-1-0.05、WT-2-0.05、WT-3-0.05, WT-1-0.30、WT-2-0.30、WT-3-0.30, 测定墙体不同部位温度。

1.5 数据分析

采用 DPS 统计软件进行试验数据分析。

2 结果与分析

2.1 墙体表面太阳辐射照度和墙内温度

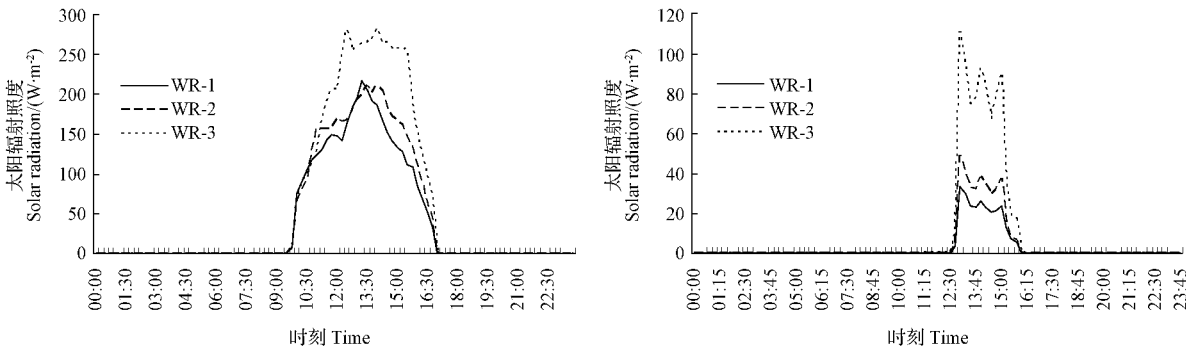
2.1.1 墙体表面太阳辐射照度日变化 由图 3 可知, 墙体近表面上、中、下 3 点太阳辐射照度由上向下依次增强。晴天, 墙体近表面上、中、下 3 点平均太阳辐射照度分别为 121.20、134.31、180.10 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$, 太阳辐射总量为 3.38、3.74、5.03 $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$; 阴天, 墙体近表面上、中、下 3 点平均太阳辐射照度分别为 18.2、25.5、60.5 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$, 太阳辐射总量分别为 0.23、0.32、0.76 $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ 。说明太阳辐射照度的这种分布与日光温室特殊结构有关, 受后屋面的影响较大。同时, 墙体表面太阳辐射照度的强弱直接影响墙体热量环境变化。

2.1.2 墙体内部温度日变化 由图 4 可知, 墙内 0.05 m 和 0.30 m, 温度都是由上向下逐步升高。晴天, 墙体上、中、下 3 点 0.05 m 层次的全天平均温度分别为 14.5、15.8、16.3 $^{\circ}\text{C}$, 0.30 m 层次的温度分别为 11.5、13.1、13.7 $^{\circ}\text{C}$ 。同一高度, 墙内 0.05 m 处温

表 1 各测点位置及探头安装情况

Table 1 Position of test points and installation of probes

测点 Item	编号 Number	探头 Sensors	位置 Measured positions	具体安装与测试内容 Sensors installation
太阳辐射 Solar irradiance	WR-1	太阳辐射探头 1	在墙高 2.75 m 处	距墙表 0.02 m 处,探头固定在墙体上,探头水平放置,测定墙体近表面太阳辐射照度
	WR-2	太阳辐射探头 2	在墙高 1.65 m 处	同上
	WR-3	太阳辐射探头 3	在墙高 0.55 m 处	同上
热通量 Heat flux	WQ-1	热通量探头 1	在墙高 2.75 m 处	距墙表 0.005 m 处,一面完全与墙体接触,另一面暴露空气中,测定墙体吸放热情况
	WQ-2	热通量探头 2	在墙高 1.65 m 处	同上
	WQ-3	热通量探头 3	在墙高 0.55 m 处	同上
墙内温度 Temperature inside	WT-1-0.05	温度探头 1	在墙高 2.75 m 处	探头距墙体内部表面 0.05 m 处。
	WT-1-0.30	温度探头 2		探头距墙体内部表面 0.30 m 处。
	WT-2-0.05	温度探头 3	在墙高 1.65 m 处	同上
	WT-2-0.30	温度探头 4		同上
	WT-3-0.05	温度探头 5	在墙高 0.55 m 处	同上
	WT-3-0.30	温度探头 6		同上



注:a.晴天(2012-01-04),09:45 揭帘,17:00 闭帘;b.阴天(2012-01-19),12:30 揭帘,16:00 闭帘。下同。

Note:a. Clear(2012-01-04)at 09:45 rolled up the blanket,17:00 rolled down the blanket;b. Cloudy (2012-01-19)at 12:30 rolled up the blanket, 16:00 rolled down the blanket. The same below.

图 3 墙体上、中、下 3 点表面处太阳辐射照度日变化

Fig. 3 Solar irradiance conditions at the three measured positions

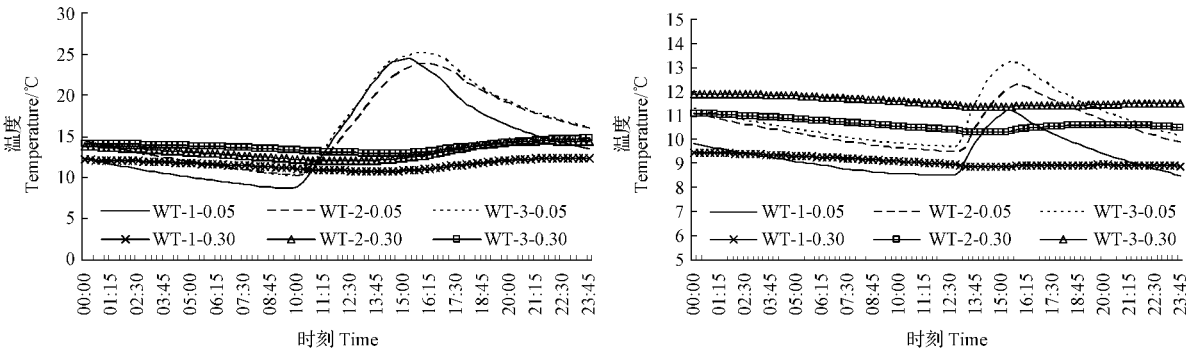


图 4 墙内不同深度温度日变化

Fig. 4 Temperature conditions of inner surface of the wall

度总是高于 0.30 m 处温度,2 个层次平均温差为 8.3℃;阴天,墙体 0.05 m 处上、中、下平均温度为 9.4、10.5、10.9℃,0.30 m 处平均温度分别为 9.1、10.6、11.6℃。2 个层次平均温差为 0.5℃。墙体内部温度变化和墙体该部位得到的太阳辐射变化一致。

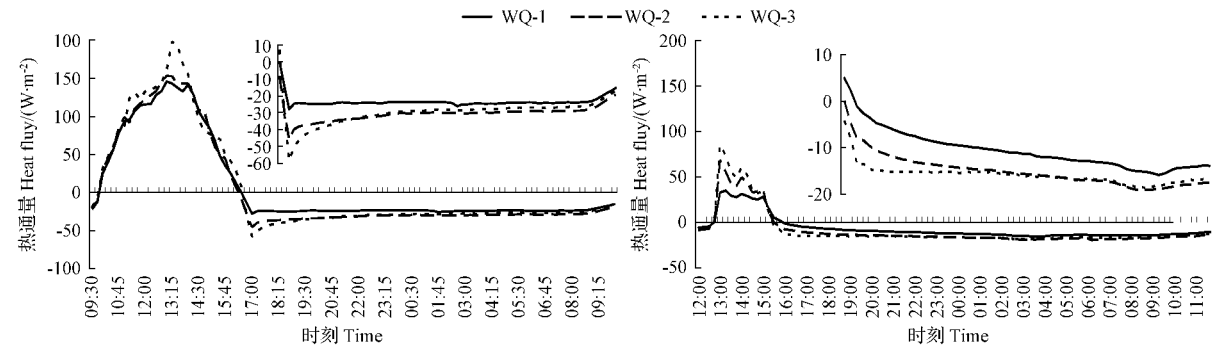
2.2 墙体热量测定

2.2.1 墙体热通量变化 由图 5 可知,白天墙体处于吸热状态,墙体上部点热通量最小,中间次之,下部最大,夜间墙体处于放热状态,放热主要集中在闭帘后的 8 h 内,即 17:00—01:00,墙体上部点热通量最小,中、下部大于上部;阴天墙体吸热时间较晴天

短,放热时间相对延长,热量变化情况和晴天类似。

2.2.2 墙体吸热 由表 2 可知,晴天墙体吸热量最大的时间主要集中在揭帘后的 3~6 h。晴天,墙体上部热通量最低,中部次之,下部最大,3 个观测点平均值分别为 92.43、96.09、105.47 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$,且差异不显著($P>0.05$),3 观测点累计吸热量分别为 2.135、2.217、2.444 $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$,分别占墙体总吸热量的

31.4%、32.6%和 36.0%。阴天,墙体吸热时间较晴天短,吸热总量低于晴天。墙体上、中、下 3 观测测点平均热通量为 25.59、38.03、45.08 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$,差异显著($P<0.05$),3 个观测点日累计吸收热量分别为 0.249、0.370、0.440 $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$,分别占墙体总吸热量的 23.5%、35.0%和 41.4%。



注:a.晴天(2012-01-04);b.阴天(2012-01-19);放大图为夜间(19:00—03:00)放热部分。
Note:a. Clear(2012-01-04);b. Cloud(2012-01-19);heat flux conditions at night (19:00—03:00) were shown in the smaller figure.

图 5 墙体不同部位热通量日变化

Fig. 5 Heat flux variation at the three measured positions during daytime

表 2 每 1 h 墙体不同测点吸热情况

Table 2 Endothermic condition at different parts of wall within one hour

日期 Date/(年-月-日)	编号 No.	揭苫后时间段 Time segment after rolling up the thermal blanket/(MJ · m ⁻²)						积累值 Total amount /(MJ · m ⁻²)	平均热通量 Average heat flux /(W · m ⁻²)
		1~2 h	2~3 h	3~4 h	4~5 h	5~6 h	6~7 h		
晴天 Clear 2012-01-04	WQ-1	0.031	0.291	0.407	0.494	0.486	0.319	2.135	92.43±8.16aA
	WQ-2	0.034	0.299	0.429	0.526	0.498	0.321	2.217	96.09±8.70aA
	WQ-3	0.046	0.318	0.468	0.576	0.574	0.292	2.444	105.47±9.64aA
阴天 Cloudy 2012-01-19	WQ-1	0.058	0.106	0.086				0.249	25.59±7.31aA
	WQ-2	0.109	0.158	0.103				0.370	38.03±5.55aA
	WQ-3	0.144	0.196	0.100				0.440	45.08±2.89bA

注:小写字母 $P<0.05$,大写字母 $P<0.01$,结果表示为 $\text{Mean} \pm \text{SD}$ 。下同。
Note:Lowercased $P<0.05$,capitalized $P<0.01$,the results were calculated as $\text{M} \pm \text{SD}$. The same below.

2.2.3 墙体放热 由表 3 可知,晴天,闭帘后 4 h 内,墙体 3 点放热量为下部>中部>上部,4 h 之后及日均墙体放热量为中部>下部>上部,墙体上、中、下部平均放热量为 1.459、1.950、1.903 $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$,热通量分别为 23.18、30.17、29.33 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$,上部与中下部测点数值差异显著,中下部差异不显著;阴天,闭帘后 8 h 内墙体放热量为下部>中部>上部,8 h 之后及日均墙体放热量为中部>下部>上部,上、中、下部放热量分别为 0.724、1.009、1.037 $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$,平均热通量分别为 11.11、15.27、15.51 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$,上部和下部测点数值差异显著,中下部差异不显著。

2.3 墙体表面太阳辐射、热量、墙内温度月变化及其相关性

2.3.1 墙体表面太阳辐射、吸放热量、墙内温度月

变化特征 图 6 为试验期间(61 d)每日墙体各测点太阳辐射总量、吸放热量、墙内平均温度。1)太阳辐射总量。试验期间 59 d 的数据是墙体上部测点太阳辐射总量小于中部和下部。40 d 的数据是墙体上部测点太阳辐射总量最小,中部次之,下部最大。在 2011 年 12 月 5 日至 2012 年 1 月 28 日 55 d 的时间里,墙体上部测点日均太阳辐射总量为 2.21 $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$,中部为 2.30 $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ 、下部为 3.08 $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$,上部测点 55 d 累计太阳辐射总量为 121.49 $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ 、中部为 126.73 $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ 、下部为 169.86 $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$;2)墙内温度。墙内温度都是墙体上部最低、中部次之、下部最高。0.05 m 处,每日墙体上部温度最低,中部次之,下部温度最高,上部温度与中下部温度差较大,中下部温差相对较小。

表 3 每 2 h 墙体不同部位放热情况

Table 3 Heat release at different parts of wall within two hours

日期 Date /(年-月-日)	编号 No.	闭帘后时间段 Time segment after rolling down the thermal blanket/(MJ·m ⁻²)									积累值 Total amount /(MJ·m ⁻²)	平均热通量 Average heat flux /(W·m ⁻²)
		1~2 h	2~4 h	4~6 h	6~8 h	8~10 h	10~12 h	12~14 h	14~16 h	16~18 h		
晴天 Clear	WQ-1	-0.149	-0.176	-0.174	-0.170	-0.177	-0.177	-0.173	-0.173	-0.126	-1.495	-23.18±3.68aA
	WQ-2	-0.245	-0.251	-0.233	-0.218	-0.217	-0.215	-0.210	-0.209	-0.152	-1.950	-30.17±0.61bB
2012-01-04	WQ-3	-0.274	-0.262	-0.228	-0.209	-0.205	-0.201	-0.195	-0.192	-0.138	-1.903	-29.33±0.97bB
阴天 Cloudy	WQ-1	-0.014	-0.055	-0.070	-0.081	-0.090	-0.102	-0.106	-0.101	-0.103	-0.724	-11.11±0.44aA
	WQ-2	-0.058	-0.094	-0.104	-0.112	-0.120	-0.130	-0.132	-0.132	-0.128	-1.009	-15.27±0.38bB
2012-01-19	WQ-3	-0.089	-0.109	-0.110	-0.114	-0.119	-0.127	-0.126	-0.121	-0.120	-1.037	-15.51±0.27bB

注：“-”表示热通量方向即放热。
Note:“-”indicates the direction of the heat flux.

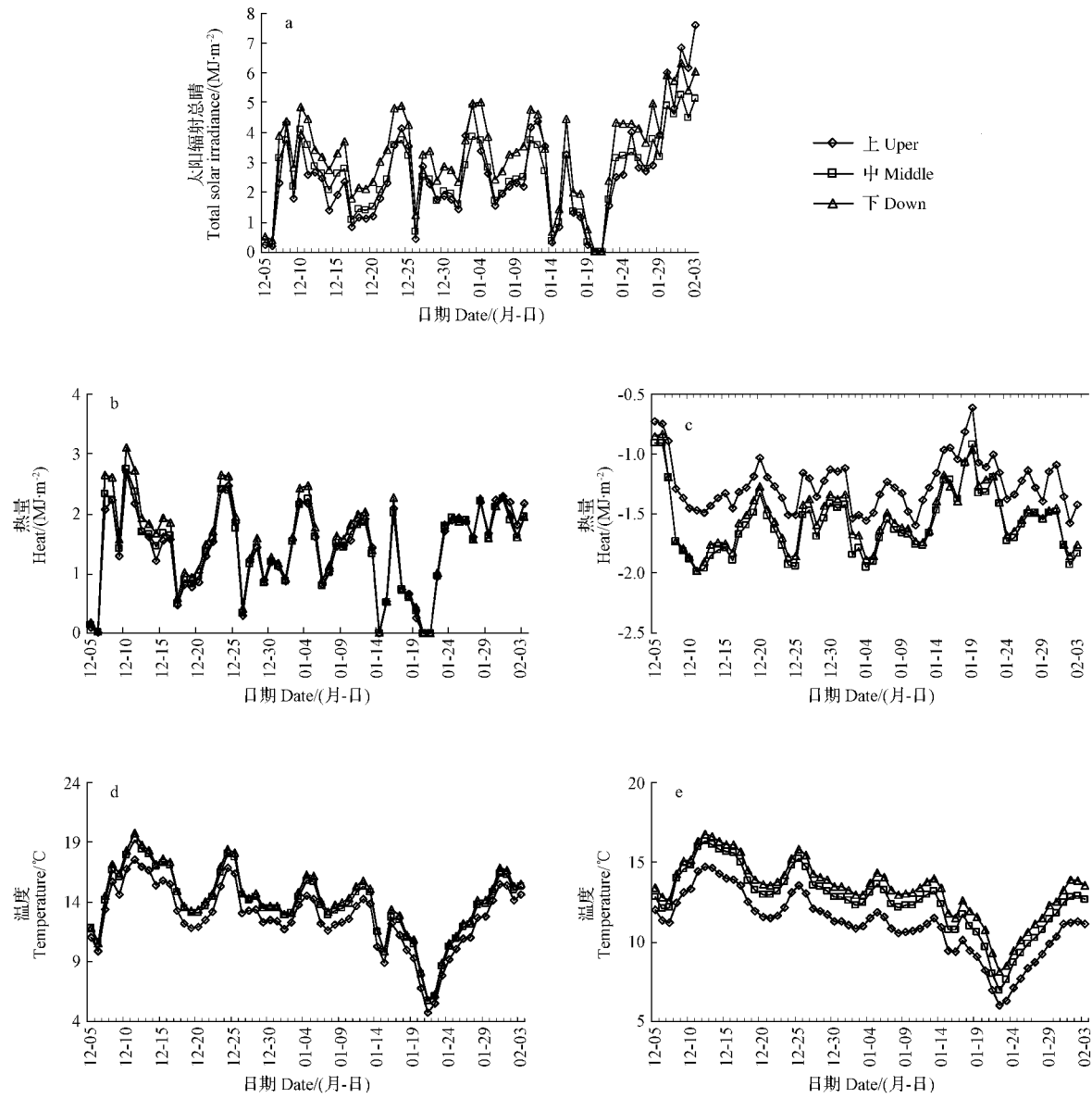


图 6 试验期间每日墙体表面各测点太阳辐射总量(a)、吸热量(b)、放热量(c)及墙内 0.05 m 处(d)和 0.30 m 处(e)日均温
Fig. 6 Daily total solar irradiance(a), daily heat absorption(b), emission(c), daily average temperature 0.05 m(d) and 0.30 m(e)

试验期间上部平均温度为 12.37℃、中部为 13.83℃、下部为 14.13℃。0.30 m 处,墙体上部温度最低,中部次之,下部温度最高。试验期间上部平均温度为 11.13℃、中部为 12.62℃、下部为 13.34℃;3)墙体吸热。在试验期间墙体上部测点吸热量最小,中部次之,下部最多,分别为 85.60、85.80、92.89 MJ·m⁻²;4)墙体放热。在试验期间墙体上部测点放热量最小,下部次之、中部最多。上、中、下 3 点放热量分别为 76.47、96.88、93.70 MJ·m⁻²。

表 4 墙体表面太阳辐射总量、吸放热量、墙内平均温度相关性分析

Table 4 Relative analysis of wall total solar radiation, heat absorption and release and average temperature of wall

相关系数 Correlation coefficient	太阳辐射总量 Total solar irradiance	墙体吸热量 Heat absorption	墙体放热量 Heat emission	墙内 0.30 m 处温度 Temperature at 0.30 m from the inner surface of the wall	墙内 0.05 m 处温度 Temperature at 0.05 m from the inner surface of the wall
太阳辐射总量 Total solar irradiance	1				
墙体吸热量 Heat absorption	0.87**	1			
墙体放热量 Heat emission	0.61**	0.60**	1		
墙内 0.30 m 处温度 Temperature at 0.30 m from the inner surface of the wall	0.11	0.21	0.50**	1	
墙内 0.05 m 处温度 Temperature at 0.05 m from the inner surface of the wall	0.55**	0.64**	0.69**	0.86**	1

注: * 表示 $P < 0.05$, ** 表示 $P < 0.01$ 。

Note: * represents for $P < 0.05$, ** represents for $P < 0.01$.

3 结论

试验证实日光温室土质梯形截面墙体不同高度(即墙体上、中、下 3 部分)太阳辐射和热环境存在差异,说明日光温室土质梯形截面墙体热环境在垂直方向不具备统一性。试验墙体内部表面不同高度太阳辐射存在差异。在该研究条件下,日光温室土质梯形截面墙体内部表面上、中、下 3 点平均太阳辐射照度和辐射总量都是依次增强,即下部>中部>上部。墙体同一水平深度,不同垂直高度墙内温度不同;在墙内距 0.05、0.30 m 处温度都是墙体上部点最低、中部次之、下部最高。

墙体不同高度吸热量不同;墙体上、中、下 3 点吸热量依次升高,即下部>中部>上部;试验期间墙体上部平均放热量最小,下部次之,中部最大。晴天墙体上部测点放热量最小,下部点次之,中部点最大;阴天,上部点最小,下部点最大。说明不同高度墙体放热量存在差异;太阳辐射和墙体吸热相关系数最大,说明墙体蓄热和太阳辐射直接相关,也和墙体放热显著相关,墙体放热又与墙内温相关,因此太阳辐射直接影响到墙体的热量环境。日光温室土质梯形截面墙体不同高度太阳辐射和热环境的差异性不仅和墙体自身梯形结构有关,也与日光温室特殊的构造有关。对于正常的非梯形截面墙体而言,梯形截面墙体是否具有热环境优势,能否增强温室保

2.3.2 墙体表面太阳辐射总量、吸放热量、墙内平均温度相关性分析 由表 4 可知,太阳辐射和墙体吸热相关系数为 0.87,且极显著相关,说明太阳辐射作为温室热量来源与墙体吸热直接相关,同时太阳辐射总量也和墙体放热、墙内 0.05 m 处温度极显著相关,与墙内 0.30 m 处温度相关系数较小,仅为 0.11,且不显著。墙体吸热量和墙体放热量及墙内 0.05 m 相关系数为 0.60 和 0.64,且极显著相关。墙内 0.05 m 和 0.30 m 处温度极显著相关,相关系数为 0.86。

温性还有待进一步探讨。

参考文献

- [1] 陈端生,郑海山,刘步洲.日光温室气象环境综合研究:I.墙体、覆盖物热效应研究初报[J].农业工程学报,1990,6(2):77-81.
- [2] 佟国红,王铁良,白义奎,等.日光温室墙体传热特性研究[J].农业工程学报,2003,19(3):186-189.
- [3] 李小芳,陈青云.墙体材料及其组合对日光温室墙体保温性能的影响[J].中国生态农业学报,2006,14(4):185-189.
- [4] 孟力力,杨其长,GERARD P A,等.日光温室热环境模拟模型的构建[J].农业工程学报,2009,25(1):164-170.
- [5] 佟国红,李保明,DAVID M C,等.用 CFD 方法模拟日光温室温度环境初探[J].农业工程学报,2007,23(7):178-185.
- [6] 马承伟,陆海,李睿,等.日光温室墙体传热的一维差分模型与数值模拟[J].农业工程学报,2010,26(26):231-237.
- [7] 王谦,陈景玲,孙治强,等.冬季日光温室北墙内表面热流分析[J].中国农业气象,2010,31(2):225-229.
- [8] 杨建军,邹志荣,张智,等.西北地区日光温室土墙厚度及其保温性的优化[J].农业工程学报,2009,25(8):180-185.
- [9] 彭东玲,张义,方慧,等.日光温室墙体一维导热的 MATLAB 模拟与热流分析[J].中国农业大学学报,2014,19(5):174-179.
- [10] 黄雪,王秀峰,魏珉,等.下挖式日光温室土墙温度和热流的变化规律[J].应用生态学报,2013,24(6):1669-1676.
- [11] 白青,张亚红,刘佳梅.日光温室土质墙体温度与室内气温的测定分析[J].西北农业学报,2009,18(6):332-337.
- [12] 李建设,白青,张亚红.日光温室墙体与地面吸放热量测定分析[J].农业工程学报,2010,26(4):231-236.
- [13] 白青,张亚红,孙利鑫.基于温波传递理论的日光温室土墙蓄热层及墙体厚度分析[J].农业工程学报,2016,32(22):207-213.

Determination and Analysis on Heat of Trapezoidal Soil Wall in Solar Greenhouse

BAI Qing^{1,2}, ZHANG Yahong¹, FENG Meiqi¹, JIANG Li¹

(1. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Ningxia Institute of Technology for Development and Information Study, Yinchuan, Ningxia 750001)

Abstract: Solar greenhouse with trapezoidal soil wall is widely used due to its good heat retaining property and cost efficiency. In this study, solar irradiance, heat flux and the temperature at 0.05 m and 0.30 m from the inner surface of the wall at the upper, middle and lower points were determined to study thermal condition of the trapezoidal soil wall in solar greenhouse. The results showed that solar radiation and temperature at inner wall. Both solar irradiance and temperature of inner solar greenhouse at the upper, middle and lower points increased from the upper to the lower point. The total solar irradiance at the three points were 2.21, 2.30, 3.08 MJ · m⁻² individually. The average temperature at 0.05 m at the three points were 2.37, 13.83, 14.13 °C individually, while average temperature at 0.30 m were 11.13, 12.62, 13.34 °C. Heat absorption increased from the upper point to the lower one, and the total heat absorption were 85.60, 85.80, 92.89 MJ · m⁻² at the three points during the testing time. The average heat emission reached the lowest at upper point, and the average heat emission at lower point was higher than at the upper point, and it got the highest at the middle part. Heat emission at the three points were 76.47, 96.88, 93.70 MJ · m⁻² individually. Heat absorption and solar irradiance were correlated with each other. Heat absorption affected heat emission, while heat emission affected by inner wall temperature. Therefore, solar irradiance directly affected the thermal condition of a solar green house.

Keywords: solar greenhouse; soil wall; heat

盘点 2016 年颁布的十大农业政策(一)

知识窗

农业是国家发展的根本,2016 年国家发改委、农业部等政府单位陆续发布了多项农业政策。这些政策离我们看似很远,实则息息相关,让我们一起来盘点 2016 年发布的十大农业政策!

2015 年 12 月 31 日,国务院印发《关于落实发展新理念加快农业现代化实现全面小康目标的若干意见》。

《意见》主要内容:持续夯实现代农业基础,提高农业质量效益和竞争力;加强资源保护和生态修复,推动农业绿色发展;推进农村产业融合,促进农民收入持续较快增长;推动城乡协调发展,提高新农村建设水平;深入推进农村改革,增强农村发展内生动力;加强和改善党对“三农”工作指导。

2016 年 4 月 28 日,农业部印发《全国种植业结构调整规划(2016—2020 年)》。

《规划》提出,未来五年种植业结构调整的目标是“两保、三稳、两协调”。“两保”,即保口粮、保谷物。到 2020 年,粮食面积稳定在 1.1 亿 hm² 左右,其中稻谷、小麦口粮品种面积稳定在 0.53 亿 hm²,谷物面积稳定在 0.93 亿 hm²。“三稳”,即稳定棉花、食用植物油、食糖自给水平。到 2020 年,力争棉花面积稳定在 333.33 万 hm² 左右,油料面积稳定在 0.13 亿 hm² 左右,糖料面积稳定在 160 万 hm² 左右。“两协调”,即蔬菜生产与需求协调发展、饲草生产与畜牧养殖协调发展。到 2020 年,蔬菜面积稳定在 0.21 亿 hm² 左右,饲草面积达到 633.33 万 hm²。推进种植业结构调整的政策措施:完善农产品价格政策;建立合理轮作补助政策;加强高标准农田建设;推进农业科技创新;提升农机装备水平;完善金融保险政策;加大生态保护力度;强化农产品市场调控。

2016 年 8 月 29 日,农业部印发《“十三五”全国农业农村信息化发展规划》。

《规划》明确“十三五”期间,围绕推进农业供给侧结构性改革,构建现代农业产业体系、生产体系、经营体系,把信息化作为农业现代化的制高点,以建设智慧农业为目标,着力加强农业信息基础设施建设,着力提升农业信息技术创新应用能力,着力完善农业信息服务体系,加快推进农业生产智能化、经营网络化、管理数据化、服务在线化,全面提高农业农村信息化水平,让广大人民群众在分享信息化发展成果上有更多获得感,为农业现代化取得明显进展和全面建成小康社会提供强大动力。

(来源:农博网、中国政府网、农业部)