

寒冷干旱地区温室内温度分布研究

孙财水, 塔娜

(内蒙古农业大学 机电工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘要: 选择秋季阴雨天气, 通过对寒冷干旱地区荷兰 Venlo 型温室内部不同位置的气温定时多点测定与分析, 总结出温室内温度随时间的变化规律, 以及温室内温度的垂直分布情况和水平分布情况。结果表明: 白天温室内温度变化剧烈, 而夜晚趋于平缓; 温室内温度垂直方向呈显著梯度分布, 水平方向上温度呈现南低北高, 东西低中间高的分布趋势。在连续阴天时, 温室及时采取补温措施, 可以维持较高温度, 补温用散热片安放位置以靠近东、西、南端为好, 这样可使温室内温度分布更加均匀。

关键词: 寒冷干旱地区; 温室; 温度; 分布

中图分类号: S 625.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)08-0158-03

随着我国农业生产的发展, 大型现代化温室已经成为蔬菜、水果、育秧及树苗培育的重要手段。尤其对于农业生产条件相对不利的寒冷干旱地区, 温室所发挥的作用更加显著。因此, 大量荷兰 Venlo 型连栋温室被引入我国寒冷干旱地区。寒冷干旱地区冬季采暖期长, 日温差大, 用于提高温室内温度所需的能耗较大。从经济的角度来看, 显著的温度梯度会形成能量的浪费。从作物生长的环境要求来讲, 对大多数作物种类, 相对均匀的温度分布是理想的。所以, 准确地了解和掌握温室内温度分布是实现温室内小气候自动化控制的前提和基础。温度指标的适应性控制将极大地影响生长在该条件下的作物的物质产量^[1]。该试验对温室内温度随时间的变化, 以及温室内温度的空间分布进行了研究, 明确了温室内温度随时间的变化, 以及温室内部垂直方向和水平方向的温度分布特点, 为指导寒冷干旱地区温室的果蔬生产提供理论依据。

1 条件与方法

1.1 试验环境

该试验选在内蒙古土默特右旗内蒙古农业大学职业技术学院引进的荷兰 Venlo 型连栋多功能温室进行温度采集。土默特右旗位于东经 $110^{\circ}14'$ ~ $111^{\circ}07'$, 北纬 $40^{\circ}14'$ ~ $40^{\circ}51'$, 属典型大陆性干旱季风气候。秋季凉爽, 气温骤降, 雨量骤减; 冬季长而寒冷, 少雨雪。年平

均气温 7.1°C , 年平均日照 $3\ 056.3\ \text{h}$, 年平均无霜期 $132\ \text{d}$ 。年平均降水量 $339.8\ \text{mm}$, 年平均雨雪日 $83.4\ \text{d}$ 。年平均采暖期在 $200\ \text{d}$ 以上^[2]。荷兰 Venlo 型连栋多功能温室长 $48\ \text{m}$, 宽 $16\ \text{m}$, 高 $4\ \text{m}$, 遮阳网以下种植空间高度为 $3\ \text{m}$ 。北墙为砖混毛石基础 370 空心保温墙, 其余墙面为透明有机玻璃。

1.2 测试系统

该系统由硬件和软件两部分构成。硬件部分组成如图 1 所示。计算机通过 RS485 转换模块连接 LTM 8000 多功能监控模块(由长英科技有限公司生产), LTM 8000 多功能监控模块连接 13 个 DS18B20 数字化温度传感器(由美国 DALLAS 公司生产, 测量范围为 $(-55\sim+125)^{\circ}\text{C}$)。各个硬件部分以“一线总线”的数字方式传输, 大大减少了系统的电缆数, 提高了系统的稳定性和抗干扰性。

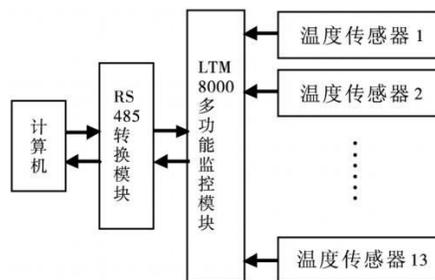


图 1 硬件组成框图

软件部分运用图形化编程语言 LabVIEW(实验室虚拟仪器工作平台)进行开发编成, 其相对于传统编程软件(VB、VC)不仅简单易学, 而且具有更高的效率^[3]。该系统的软件部分主要进行采集过程的开关控制、端口

第一作者简介: 孙财水(1982-), 男, 辽宁大连人, 硕士, 研究方向为机械设计及管理。E-mail: suncaishui@163.com。

通讯作者: 塔娜(1967-), 女, 蒙古族, 内蒙古呼和浩特人, 博士, 教授, 研究方向为振动及噪声测试和谷物气力输送等。E-mail: jdtan@imau.edu.cn。

收稿日期: 2009-03-10

的选择、显示实时温度值、数据处理以及存储数据。

1.3 试验方法

该试验利用测试系统对温室内外温度进行实时、连续、可靠地多点测量。每隔 0.5 h 计算机通过 RS485 转换模块向采集控制模块发出一次采集命令,采集控制模块对所有测点的温度传感器进行温度采集,然后通过 RS485 转换模块将采集的温度数据传送至计算机。计算机利用 LabVIEW 对温室温度场数据进行实时处理、显示和储存。最后运用 Matlab 对其采集所得数据进行分析。

该试验温度传感器水平测点分布如图 2 所示,其中点 5 位于温室内距地 0.5 m 高度的水平面的中央,称之为中央测点。其余测点以中央测点为中心均匀分布,并且各点距离墙壁 1 m。温度传感器布点垂直截面测点分布如图 3 所示,点 10 距地 0.1 m,点 5 距地 0.5 m,点 11 距地 1.5 m,点 12 距地 3.5 m (在遮阳网上),点 13 位于室外距地 1.5 m。

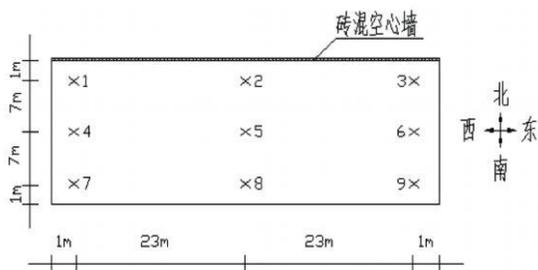


图 2 温室距地 0.5 m 水平测点分布

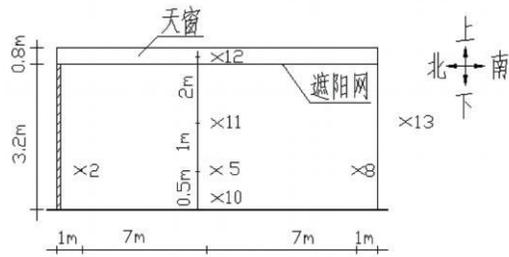


图 3 温室中部垂直截面测点分布

2 结果与分析

2.1 温室内外温度差异

在试验期间正值秋季阴雨天气,温室内外 24 h 温度变化如图 4 所示。室外气温在 10~13℃之间,温室内气温在 14~18℃范围内,比室外高出 4℃左右。温室内外温差最大时出现在 23 日 16 时,温室内温度比室外高出 7℃左右。从 23 日 16~23 时,室外温度小幅度上升并达到一个小高峰,然而温室内温度并没有跟随温

室外温度同步变化。相反温室内温度却从 23 日 16~20 时出现温度急剧下降,23 日 20~23 时趋于平缓并维持在 15℃左右。从 23 日 23 时到 24 日 8 时温室内外温度变化平缓。从 24 日 8 时之后,温室内温度跟随室外温度的升高而升高,24 日 13 时温室内达到最热状态。直至 24 日 16 时,温室内外都维持在较高的温度,并且变化趋于平缓。

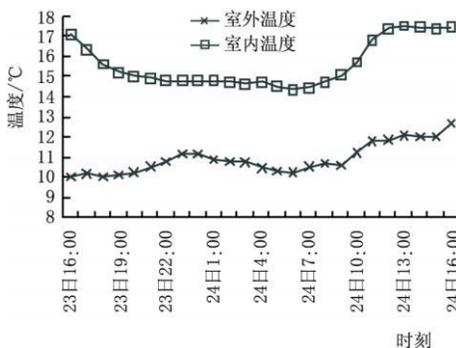


图 4 温室内外 24 h 温度变化

2.2 垂直面变化特点

选取 24 h 的垂直面温度数据,运用 Excel 软件对垂直面温度分布进行分析如图 5 所示。在垂直于地面的方向上会形成一个明显的温度梯度。由于太阳辐射的作用,温度分布呈一个变化的过程,在太阳辐射为零和很弱的阶段,室内地表及作物向空气释放热量,下层(点 10 位置)气温最高,中层(点 5 和点 11 位置)次之,上层(点 12 位置)最低。而随太阳辐射增加,温室内地表及作物吸收太阳能,空气温度升高,上层(点 12 位置)气温最高,中层(点图 5 垂直面 24 h 温度变化图 5 和点 11 位置)次之,下层(点 10 位置)最低。从所得测量数据分析,总体可以把空间分为对流层(距地面 3 m 以上,温度变化剧烈);平流层(距地面 0.5~3 m,温度基本一致);稳定层(距地面 0.5 m 以下,温度波动范围最小)。

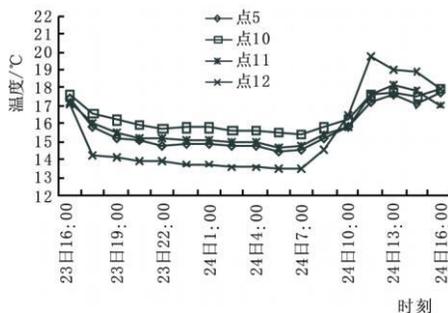


图 5 垂直面 24 h 温度变化

2.3 水平面变化特点

选取具有代表性的 24 日 2 时、8 时半和 13 时的水

平面温度数据,运用 Matlab 软件对水平面温度分布进行模拟分析。温室内气温在水平方向上分布不均且与天气及时间有关。夜间 2 时如图 6 所示,北墙向温室释放白天储存的热量,所以出现北墙温度高于其它位置的现象。清晨 8 时半如图 7 所示,太阳刚升起,光线从东方射入温室。温室东侧的湿帘装置遮挡一部分阳光,所以温室中部温度最高,西侧略微偏低,东侧最低。白天温度最高出现在 13 时如图 8 所示,由于太阳能幅射的作用,

温室南侧温度最高。相反北墙起到吸收热量的作用,降低了温度上升的速度,北侧温度相对低于南侧。由于温室东侧有湿帘,西侧有风机,湿帘的保温性能远差于风机,因此东侧温度低于西面。

从所得测量数据分析,东西方向温度变化规律:中间最高,西面次之,东面最低。南北方向温度变化规律:北面最高,中间次之,南面最低。保温墙附近温度波动最小,温室内西南角温度波动最大,湿帘附近温度最低。

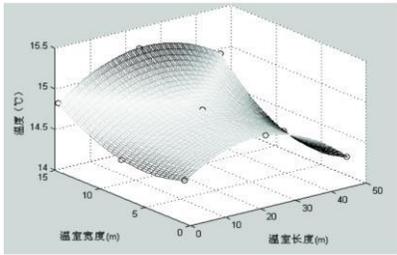


图 6 夜间 2:00 水平面温度分布

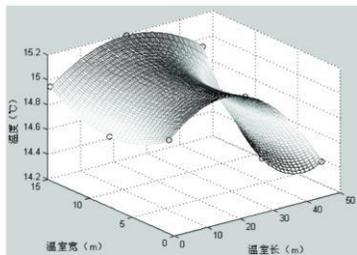


图 7 8:30 水平面温度分布

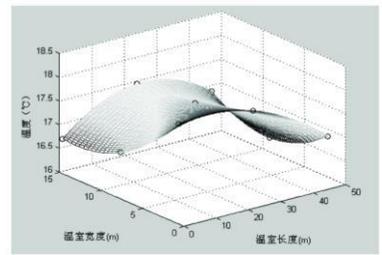


图 8 13:00 水平面温度分布

3 结论

综上所述,从下午 16:00 时之后,温室内温度急剧下降,对温室夜间维持较高的温度不利。应及时采取适当的保温或补温措施。温室内温度的垂直变化随着垂直高度的增加而急剧上升,顶部热量通过屋顶进一步损失,造成能量的浪费。温度在温室内水平方向上呈现南低北高的分布特点,表明北墙有较好蓄热能力,在室内气温较低时,向外释放热量,来维持温室较合适的温度。温室东西两侧降温装置影响温室的保温性。根据温度空间分布特点,合理布置保温和补温设备。

随着经济与科技能力的不断增强,发展大型现代化温室是中国工厂化农业的必然选择,然而寒冷干旱地区温室采暖所带来的能耗问题会日益突显。该试验通过

对寒冷干旱地区温室内温度随时间的变化,以及室内温度的垂直分布和水平分布情况进行研究,从而可以更加有效地调节温室内温度分布,为温室节约型种植提供理论依据,以避免不必要的经济损失,对提高果蔬的品质及产量具有重要意义。

参考文献

- [1] 李良才. 温室内部温度分布特征探讨[J]. 青海大学学报(自然科学版), 2006, 18(3): 7-9.
- [2] 张亚红, 陈青云. 中国连栋温室采暖期的确定及采暖能耗分布[J]. 农业工程学报, 2006, 22(2): 147-152.
- [3] 杨乐平, 李海涛, 杨磊. LabVIEW 程序设计与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [4] 张福壤. 设施园艺学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2001: 340-342.

Study on Temperature Distribution in Greenhouse of Cold-arid Areas

SUN Cai-shui Tana

(Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010018, China)

Abstract: Summarized temperature changes along time and the vertical and horizontal distribution of temperature in Holland Venlo greenhouse of cold-arid areas by measuring and analyzing the temperature of different locations in automatic control greenhouse regularly during autumn rainy season. The results showed that temperature in Greenhouse changed sharply during day and it became slow at night; the vertical temperature was a significant gradient distribution; and the horizontal temperature had a trend that the south temperature was lower than the north temperature. And the middle temperature was higher than the east and west one of the distribution trends. In the continually cloudy days, we could maintain a high temperature by raising it. It could be more uniform by using heat sink close the east, west and south of green house to raise the temperature.

Key words: Cold-arid areas; Greenhouse; Temperature; Distribution