

大棚西瓜需水强度与环境因子的关系

任自力, 张显, 朱盼盼, 莫言玲, 杨小振, 张宁

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要:在膜下滴灌栽培模式下,以“农科大5”西瓜为试材,研究了大棚西瓜需水强度与环境因子的关系,以为设施西瓜精准管理和科学灌溉提供参考。结果表明:在整个生育期内全天平均温度、夜晚平均温度、白天平均温度、平均湿度、平均光强、平均蒸发量随时间呈波动变化;需水强度的变化总体呈波动、缓慢上升的趋势,在第20、50、80天出现需水强度高峰,全生育期平均需水强度为4.45 mm/d。西瓜需水强度与各环境因子均具有较高的相关性,需水强度与全天平均气温、平均光强、平均蒸发量呈极显著正相关,相关系数分别达0.935、0.894、0.878;与平均湿度呈极显著负相关,相关系数-0.848。6个环境因子之间相互影响、相互制约,但全天平均气温和平均光强是影响西瓜需水强度的主要因子。

关键词:大棚;西瓜;需水强度;环境因子

中图分类号:S 651.275 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)09-0042-05

长久以来,水资源匮乏一直限制着我国农业生产的发展,尤其在西北地区,农业用水不足严重阻碍了各种作物产量和品质的提高。西瓜是我国西北地区主要的优势经济作物,农业用水不足以及用水效率低下的问题尤为突出^[1]。目前生产中缺乏量化的灌溉指标和成套的管理技术,经验灌溉导致了农业用水的严重浪费^[2-3]。设施西瓜生产中水肥管理也基本处于经验阶段,大水大肥导致的棚室内环境条件不适宜而引起病害发生是普遍现象^[3-4]。因此,根据作物的生理生态需求进行环境参数优化进而指导科学灌溉十分必要。环境因子决定着作物需水的潜势,西瓜的需水特性在很大程度上由所处的环境条件决定^[5-6]。如何科学、合理、准确的调节设施内环境因子进而指导科学灌溉具有重要的现实意义。

国外的科学家在根据作物生长的需求、环境控制的成本来确定环境控制参数方面进行了大量研究,并已应用到生产^[7-14]。国内温室的环境管理大多是采用经验管理和单因子定性调控的方法,单一的、孤立的研究某一个或多个环境因素,且往往是以节能为主要目标,对于生产实践的指导意义不大。对于根据不同作物的生理生态需求进行环境参数优化,通过环境自动控制系统进行实时控制方面的研究才刚刚起步,也是当前园艺作物

生理生态领域研究的热点之一^[15-18],而设施西瓜生产环境因子调控的相关研究鲜有报道。因此,研究大棚西瓜的需水强度和环境因子的关系,对于指导设施西瓜生产环境调控以及科学灌溉意义突出。

“农科大5”是在产量和品质上都具有普遍性和代表性的西瓜品种,塑料大棚和膜下滴灌是当前西瓜设施栽培中应用最普遍的生产设施和灌溉方式。另外,环境因子数据采自生产设施环境下(非试验条件),数据可靠准确,具有更强的实践指导意义。该试验以塑料大棚为设施,研究了“农科大5”西瓜在膜下滴灌条件下不同生育时期需水强度与环境因子的关系,综合分析6个环境因子对西瓜需水强度的影响及显著程度,并通过对6个环境因子进行统计分析,以期确定“农科大5”西瓜生长适宜的环境因子范围,建立“农科大5”西瓜需水强度与显著环境变量的回归模型,为设施西瓜生产环境调控提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验大棚的长度、跨度、高度分别为150、9、2.8 m,棚内土壤及环境条件均一,不同深度土壤容重见表1。

表1 不同深度土壤容重

Table 1 Bulk density of different soil depths					
土壤深度 Soil depth/cm	0~10	10~20	20~30	30~50	50~100
土壤容重 Bulk density/g·cm ⁻³	0.922	0.929	1.279	1.421	1.543

1.2 试验材料

供试“农科大5”西瓜种子由杨凌千鼎种苗公司提供。2月初育苗,西瓜幼苗约2叶1心时定植,整蔓授粉

第一作者简介:任自力(1986-),男,甘肃平凉人,在读硕士,现主要从事蔬菜生理生态研究工作。E-mail:renzil@nwsuaf.edu.cn.

责任作者:张显(1961-),男,陕西扶风人,博士,教授,博士生导师,现主要从事蔬菜生理生态和种质资源研究工作。

基金项目:国家甜瓜产业技术体系岗位科学家资助项目(CARS-26-18)。

收稿日期:2013-01-23

均按生产方式进行。

1.3 试验方法

试验在陕西杨凌揉谷镇西甜瓜试验基地进行,试验采用膜下滴灌,1条支管控制1行作物,支管长度与小区垄长相同,各支管处安装水表用以控制灌溉;种植垄宽100 cm,高15 cm,长度为7.5 m,垄顶做成平顶,行间距2 m,株距50 cm,每垄种植西瓜15棵。每个试验小区为1个试验单元,重复3次。

1.4 项目测定

1.4.1 土壤含水率 使用TDR200土壤水分测定仪测定,利用探针传感器分层测定土壤容积含水量。每10 cm测得1个数据,自地表向下测定深度为100 cm。灌水前后进行测定。

1.4.2 灌水量 每次灌溉时用水表测定容积灌溉量(m^3),通过公式折算成深度灌溉量(mm)。 $I_r = I_v / S \times 1\,000 \dots (1)$,式中, I_r 、 I_v 和 S 分别为深度灌溉量、容积灌溉量和蒸发器横截面积(单位分别为mm、 m^3 和 m^2)。

1.4.3 需水量 根据《灌溉试验规范》(SL13-90)规定,作物实际需水量的计算公式为:

$$ET_{1-2} = 10 \sum_{i=1}^n \gamma_i H_i (\theta_{i1} - \theta_{i2}) + I_r + P + K + C \dots (2)$$

(2),式中, ET_{1-2} :需水量(mm); γ_i :第*i*层的土壤干容重(g/cm^3); H_i :第*i*层的土壤厚度(cm); θ_{i1} 、 θ_{i2} :第*i*层土壤在计算时段始末的含水率; I_r 、 P 、 K 、 C :分别为时段内灌水量、降雨量、地下水补给量和排水量(mm)。试验在大棚中进行,由于地下水埋很深,所以,地下水的补给量在计算作物需水量时不予考虑,即 $K=0$;试验采用的是膜下滴灌,滴灌灌水是定点、定时、定量的灌水,避免了深层渗漏产生,所以在计算过程中不考虑地下水排水量,即 $C=0$;由于该试验是在大棚中进行,避免了天然降雨的影响,所以在计算过程中 $P=0$ 。故式(2)变为:

$$ET_{1-2} = 10 \sum_{i=1}^n \gamma_i H_i (\theta_{i1} - \theta_{i2}) + I_r \dots (3)$$

1.4.4 需水强度 需水强度(Water requirement rate)是单位面积的植物群体在单位时间内的需水量(常用单位mm/d)。 $W_{RR} = ET/T \dots (4)$,式中, W_{RR} 、 ET 和 T 分别为需水强度、需水量和时间(单位分别为mm/d、mm和d)。

1.4.5 大棚内环境因子 利用JL-18型空气温度-光照强度-湿度自动记录仪采集大棚内环境数据,JL-18型仪器安装在大棚内的中心位置,每1 h自动记录数据1次。另有,E601-B型蒸发器安装在大棚内的中心位置用以记录大棚内的水面蒸发量,每天记录1次。

1.5 数据分析

以需水强度为因变量 Y ,定义环境因子 $X_1 \sim X_6$ 为自变量, X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 分别为10 d内的全天平均气温、白天平均气温、夜晚平均气温、平均湿度、平均

光照、平均蒸发量,用Excel 2003和SPSS 12.0 for windows分析软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 大棚内各环境因子随时间的变化情况

由图1可以看出,在整个西瓜生长期,全天平均气温逐渐升高,呈波动、缓慢上升趋势。夜晚平均气温、白天平均气温与全天平均气温变化基本一致,但后者在各时期内数值均高于前者在各时期内的数值。平均蒸发量与全天平均气温的变化趋势相似,但上升的幅度前者显著大于后者。平均湿度在生育期20~50、70~90 d内变化趋势与光强相反,随光强的增加而下降,随光强的减弱而增加;10~20、50~70 d内变化无明显规律。整个试验90 d左右,大棚内的全天平均气温、平均光强、平均空气湿度、平均蒸发量分别为25.04℃、7.4 klx、58.21%、28.74 mm。

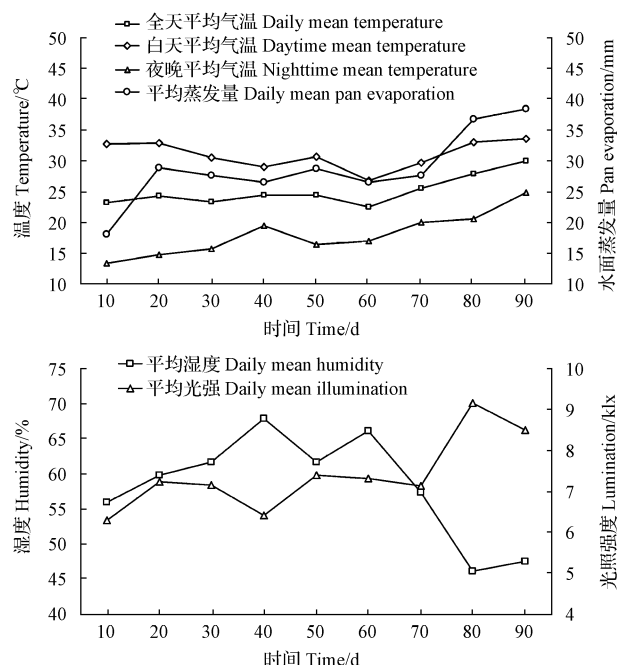


图1 大棚内环境因子随时间的变化

Fig. 1 Changes of environmental factors in plastic shed along with time

2.2 西瓜需水强度随时间的变化情况

由图2可知,西瓜需水强度变化趋势呈波动缓慢上升,全生育期出现3个需水强度高峰,分别处于第20、50、80天,其需水强度分别为4.76、3.81、8.17 mm/d。从西瓜生长发育阶段来看,这3个需水强度高峰分别处于幼苗生长旺盛期、开花坐果期和果实膨大期,这些阶段是西瓜生长发育的需水盛期,这与前人的研究结果相似^[1,3]。由此可见,不同生长发育阶段西瓜的需水强度不同。该试验在西瓜的整个生长期内需水强度平均值为4.45 mm/d。

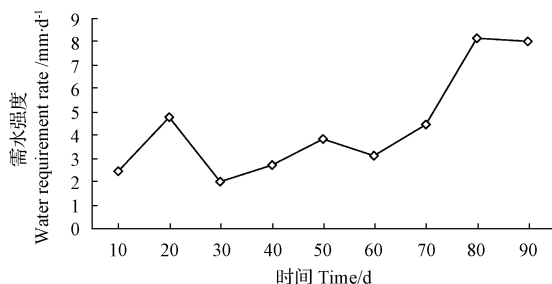


图2 西瓜需水强度随时间的变化

Fig. 2 Change of watermelon water requirement rate along with time

2.3 各环境因子之间及与西瓜需水强度的关系

由表2分析可知,平均光强与平均蒸发量的相关系数最高,为0.907,呈极显著正相关($P < 0.01$)。全天平

表2 各环境因子之间及与西瓜需水强度的相关系数

Table 2 Correlation coefficient of each environmental factor and that with watermelon water requirement rate

变量 Variable	全天平均气温 Daily mean temperature/℃	白天平均气温 Daytime mean temperature/℃	夜晚平均气温 Nighttime mean temperature/℃	全天平均湿度 Daily mean humidity/%	全天平均光强 Daily mean illumination/klx	全天平均蒸发量 Daily mean pan evaporation/mm	需水强度 Water requirement rate/mm·d ⁻¹
平均气温 Mean temperature	1.000						
白天平均气温 Daily mean temperature	0.601 *	1.000					
夜晚平均气温 Nighttime mean temperature	0.867 **	0.145	1.000				
平均湿度 Mean humidity	-0.820 **	-0.795 **	-0.507	1.000			
平均光强 Mean illumination	0.780 **	0.423	0.633 *	-0.760 **	1.000		
平均蒸发量 Mean pan evaporation	0.855 **	0.361	0.796 **	-0.607 *	0.907 **	1.000	
需水强度 Water requirement rate	0.935 **	0.597 *	0.751 *	-0.848 **	0.894 **	0.878 **	1.000

注: * 表示在 $P < 0.05$ 水平上显著; ** 表示在 $P < 0.01$ 水平上显著。

Note: * denote significant difference at 0.05 level; ** denote significant difference at 0.01 level.

2.4 西瓜需水强度回归模型分析

根据线性回归分析,从众多影响因子 X 中挑选出对 Y 贡献大的变量,在它们和 Y 的观测数据基础上建立了最优回归方程: $Y = -18.79 + 0.60X_1 + 1.10X_5$ ($R =$

表3 西瓜生长环境因子的适宜范围

Table 3 The comfortable zone of environmental factors on watermelon

全天平均气温 Daily mean temperature/℃	白天平均气温 Daytime mean temperature/℃	夜晚平均气温 Nighttime mean temperature/℃	全天平均湿度 Daily mean humidity/%	全天平均光强 Daily mean illumination/klx	平均日蒸发量 Daily mean pan evaporation/mm
25.04±2.40	30.94±2.26	17.96±3.55	58.21±7.51	7.40±0.91	28.74±5.95

2.5 西瓜生长环境因子的适宜范围

该试验已得到6个环境因子与西瓜需水强度的单相关系数,当单相关系数很大时,该环境因子的变化能极大地影响需水强度的大小,说明该环境因子是主要制约因子,它的变化范围偏离适宜范围较大;反之,当单相关系数很小时,该环境因子的变化对需水强度制约性不大,说明该环境因子处在西瓜需水强度的适宜范围。根据这个观点,得到“农科大5”西瓜需水的部分适宜环境因子的范围,选择标准为 R 的绝对值小于等于0.5,求其平均值和标准差,得到的环境因子适宜范围见表3,可为当前大棚西瓜的生产管理提供参考。

3 讨论与结论

作物需水量在很大程度上由所处环境的气象因子状况所决定,气象因子决定着作物需水的潜势,即作物最多

均气温与其它环境因子均具有较高的相关性,全天平均气温与夜晚平均气温、平均蒸发量、平均光强均呈极显著正相关,相关系数分别为0.867、0.855、0.780;与平均湿度呈极显著负相关,相关系数为-0.820。白天平均气温与平均湿度呈极显著负相关,相关系数-0.795。夜晚平均气温与平均光强呈显著正相关,与平均蒸发量呈极显著正相关。平均湿度与平均光强呈极显著负相关,与平均蒸发量显著负相关。需水强度与各环境因子均具有较高的相关性。需水强度与全天平均气温、平均光强、平均蒸发量极显著正相关,相关系数分别达0.935、0.894、0.878;与平均湿度极显著负相关,相关系数为-0.848;与白天平均气温和夜晚平均气温显著正相关。西瓜需水强度与各环境因子均呈简单线性关系,这为回归方程的建立提供了理论依据和前提条件。

0.97, $F = 50.12$, $P = 0.0002$)。 Y 为需水强度(mm/d); X_1 为全天平均气温(℃); X_5 为平均光强(klx)。当 X_1 不变时, X_5 每增加1,西瓜需水强度则增加1.10。自变量前面的系数越大,表明该自变量对因变量影响越显著。

需要多少水,而其它因子则决定着这种潜势的实现程度^[3-5]。影响作物需水量的气象因子主要包括太阳辐射、气温、空气湿度和风速等^[4-5]。西瓜需水特性受内部生理机制的调控,这是影响需水规律的内因,外界环境的影响通过内因起作用,属可控因素,也是实现精准管理、节水高产的技术关键所在。目前,关于环境因子和植物需水特性的研究多见于环境因子与土壤或栽培基质水分蒸发的关系研究^[19-23]。实际上这是一种外因与外因的关系研究,植物自身的需水特性才是内因,是指导灌溉和环境调控的关键。另外,研究环境因子与土壤或栽培基质水分蒸发的关系,抛开了植物自身的特性,预测精确度难以保证。该研究较为精准的测算出了西瓜不同时期的需水强度,基于内因的系统研究方法保证了结果的精确度。

关于环境条件和植物需水特性的关系研究,一般认

为高温高光强会使植物需水强度增高,这与该研究的结论一致^[4,19,21]。但前人研究多集中在某个单一环境因子,或将多环境因子分开研究,实际上各环境因子之间是相互影响、相互制约的,关于多环境因子对西瓜需水强度的综合影响尚鲜见报道。该研究综合分析了6个环境因子之间及其与西瓜需水强度的单相关系数,说明了它们之间的高度依赖性;通过逐步回归分析挑选出了对西瓜需水强度影响最为显著的环境因子,建立了可靠的回归模型,但该回归模型中只包含了对西瓜需水强度影响显著的环境因子,可用于不同时期西瓜需水量的分析和预测,利于推广和使用。

大棚西瓜“农科大5”需水强度的变化总体呈波动、缓慢上升的趋势,在第20、50、80天出现需水强度高,全生育期平均需水强度为4.45 mm/d。在大棚西瓜生产管理中,可以结合该需水规律指导灌溉。西瓜需水强度与各环境因子均具有较高的相关性。需水强度与平均气温、平均光强、平均蒸发量极显著正相关,相关系数分别达0.935、0.894、0.878;与平均湿度极显著负相关,相关系数-0.848;与白天平均气温和夜晚平均气温显著正相关。由此可见,控温、控光、控湿、调节温差是大棚管理的关键,落实到生产上就是要注意大棚的通风和遮阳。具体可参照该研究所获得的回归方程和适宜环境因子范围进行操作。

参考文献

- [1] 庞秀明. 干旱荒漠绿洲区西瓜耗水规律与调亏灌溉模式的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2005.
- [2] 吴桂林,王克勤. 不同水分供应对西瓜营养和果实生长及果实品质的影响[J]. 河北农业大学学报,2008,31(2):5.
- [3] 叶澜涛. 设施栽培蔬菜瓜果需水规律及其模拟研究[D]. 南京:河海大学,2007.
- [4] 朱金才,刘杰,朱育红,等. 棚室蔬菜气候因子与需水规律分析[J]. 现代农业科技,2010(17):157-158.
- [5] 康绍忠,胡笑涛,蔡焕杰,等. 现代农业与生态节水的理论创新及研究重点[J]. 水利学报,2004(12):1-7.
- [6] 孙景生,康绍忠. 我国水资源利用现状与节水灌溉发展对策[J]. 农业工程学报,2000,16(2):1-5.
- [7] Lourduraj A C, Rajagopal A. Water requirement, water use efficiency and soil moisture depletion pattern in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) as influenced by irrigation and manurial treatments[J]. Legume Research, 1999, 22(2):172-178.

- [8] David F, Sanjayan J. Green house gas emissions due to concrete manufacture[J]. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2007, 12(5):282-288.
- [9] Landera G, Ortiz-Barredo A, Lopez J J. Comparison of artificial neural network models and empirical and semi-empirical equations for daily reference evapotranspiration estimation in the Basque Country (Northern Spain) [J]. Agricultural Water Management, 2008, 95(5):553-565.
- [10] Lee J W, Lee H C, Hwang J H, et al. Design and implementation of wireless sensor networks based paprika green house system security-enriched [J]. Urban Computing and Smart Grid, 2010, 78:638-646.
- [11] Leskovar D I, Bang H, Kim S L, et al. Environmental and genetic factors on carotenoids and quality in watermelon fruits, in Proceedings of the 1st International Symposium on Human Health Effects of Fruits and Vegetables [C]// Desjardins Y. International Society Horticultural Science: Leuven, 2007:233-241.
- [12] Prenger J J, Fynn R P, Hansen R C. A comparison of four evapotranspiration models in a green house environment[J]. Transactions of the Asae, 2002, 45(6):1779-1788.
- [13] Stutz H, Hocevar M, Burkart A. Vegetative vermehrung der esche mit grünstecklingen [J]. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1983, 102(1):336-343.
- [14] Wojciech T, Lam B. Mathematical model for the multi-attribute control of the air-conditioning in green houses[J]. Recent Advances in Mechatronics, 2007:111-115.
- [15] 陈歆,李萍萍,王纪章. 我国设施农业发展中存在的问题及需要研究的技术[J]. 农业装备技术, 2005, 31(3):1-3.
- [16] 张玉娟,余扬,张乃明,等. 设施环境因子调控技术研究进展[J]. 农业系统科学与综合研究, 2003, 19(3):186-191.
- [17] 程智慧,陈学进,赖琳玲,等. 设施番茄果实生长与环境因子的关系[J]. 生态学报, 2011, 31(3):742-748.
- [18] 李建明,邹志荣. 温度、光辐射及水分对温室甜瓜幼苗干物质积累与分配的影响及其模拟模型[J]. 应用生态学报, 2007, 18(12):2715-2721.
- [19] 刘晓英,林而达. 气候变化对华北地区主要作物需水量的影响[J]. 水利学报, 2004(2):101-107.
- [20] 王聪聪,孙磊,郭凤台,等. 土壤水分状况对温室滴灌番茄水分利用效率及果实品质的影响[J]. 灌溉排水学报, 2011, 30(2):1715-1721.
- [21] 张瑞美,彭世彰,叶澜涛. 设施栽培番茄需水规律分析及其气象因子响应模型[J]. 灌溉排水学报, 2007, 26(2):25-28.
- [22] 郑福. 基质含水量对不同甜瓜品种幼苗生理特性和品质形成的影响[D]. 石河子:石河子大学,2010.
- [23] 范爱武,刘伟,王崇琦. 环境因子对土壤水分蒸散的影响[J]. 太阳能学报, 2004, 25(1):1-5.

(该文作者还有刘晓辉、郑俊騫、杨瑞平,工作单位均同第一作者。)

Relationship Between Water Requirement Rate and Environmental Factors of Watermelon in Plastic Shed

REN Zi-li, ZHANG Xian, ZHU Pan-pan, MO Yan-ling, YANG Xiao-zhen, ZHANG Ning, LIU Xiao-hui, ZHENG Jun-xian, YANG Rui-ping
(College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Taking ‘Nongkeda 5’ watermelon as material, the relationship between environmental factors and watermelon water requirement rate were studied. The results showed that the change of environmental factors over time in plastic sheds was fluctuant. Daily mean temperature, daytime mean temperature, nighttime mean temperature and daily mean pan evaporation were slowly rising with time, and a negative correlation was shown between daily mean humidity and

有限元平衡迭代法在充气膜温室屋面的应用

田 忠 喜

(聊城大学 建筑工程学院, 山东 聊城 252059)

摘 要:结合工程实例,针对大跨度双层充气膜屋面覆盖出现的兜水、漏水和其它构造问题进行了成因分析。通过基于有限元平衡迭代法的充气膜结构找形分析,计算了充气膜承载力,确定最佳设计参数,并结合构造做法,建立了技术措施。

关键词:有限元;充气膜;兜水;温室

中图分类号:TU 262 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2013)09-0046-03

随着我国温室建设的发展,双层充气膜温室以其良好的透光和保温性能得到越来越广泛的应用,但我国多是引进国外温室,自己适用的技术则刚刚发展,在充气膜的工程应用中,也出现了充气膜由于承载力不足和构造不合理等因素而引起的兜水、漏水、风力损毁的问题,因此,在充气膜设计中引入充气膜找形理论,分析充气膜承载力问题和相关构造,以确定和验证经验参数,建立技术措施具有重要的意义。

1 工程概况

某北方温室建设项目,为满足高大植物培育要求,温室最大跨度要求 14 m,最大高度要求 8 m(檐口),温室总建筑面积约 3 200 m²,分为一、二、三、四区和 1 个展厅,总平面布置见图 1^[1]。

温室上部采用平行弦桁架,用于安装外遮阳,屋面采用圆拱型桁架结构,弧形桁架梁上弦杆用于安装双层充气膜,充气膜分区分别为 24 m×9 m、32 m×7 m、33 m×7 m。下弦杆安装内遮阳。其中一、三、四区门式钢架跨度为 14 m,二区跨度 18 m(图 2)。

温室屋顶覆盖材料为双层充气膜,下层为无滴膜,

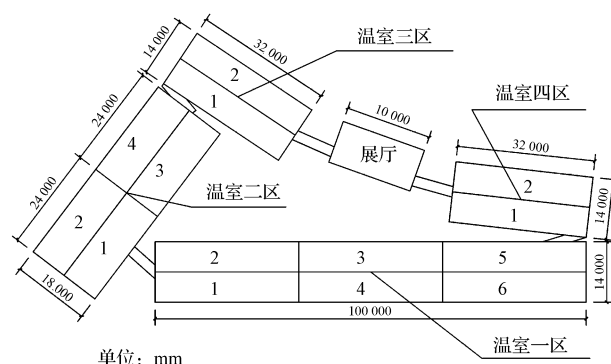


图 1 温室总平面和充气膜安装分区图
Fig. 1 Greenhouse general plane and inflatable membrane mounted partition

膜厚 1.5 mm,上层为长寿膜,膜厚 2 mm,充气膜的使用年限为 5 a,选用镀锌的卡槽和卡簧固定充气膜,在屋面的脊部和檐口,通过连接屋面镀锌檩条固定双层充气膜,2 层膜固定之后,安装充气泵,向 2 层膜之间充气,整个项目的总平面图和各温室充气膜分区见图 1。

工程项目竣工后,出现温室充气膜在充气状态下排水不畅,在屋面檩条之间的充气膜出现雨水聚集现象,在充气膜固定点部位出现渗漏,并随着降水量的增加所兜雨水量增加(图 3),檩条出现被压弯现象,形成一定的结构破坏隐患。

工程项目中温室屋面在充气状态下强度不能满足

作者简介:田忠喜(1979-),男,硕士,副教授,研究方向为建筑结构。E-mail:391838343@qq.com.

基金项目:聊城大学校基金资助项目(x0810044)。

收稿日期:2012-12-17

illumination. Water requirement rate over time was fluctuant, and the peak appeared in the 20th, 50th, 80th day. The high correlation was found between environmental factors and water requirement rate. A very significant positive correlation between water requirement rate and daily mean temperature, daily mean illumination, daily mean pan evaporation was showed, and the correlation coefficients that respectively were 0.935, 0.894 and 0.878. A very significant negative correlation between water requirement rate and daily mean humidity was also be found, and the correlation coefficient was -0.848. Six environmental factors were influenced and restricted each other, but daily mean temperature and daily mean illumination were the key factors that influenced watermelon water requirement rate.

Key words: plastic shed; watermelon (*Citrullus lanatus*); water requirement rate; environmental factors