

不同滴灌灌溉制度对绿洲棉田土壤水热分布及产量的影响

李文珍^{1,2,3,4}, 齐志明^{1,2*}, 桂东伟^{1,2}, 陈小平^{1,2,3,4}

(1. 中国科学院 新疆生态与地理研究所荒漠与绿洲生态国家重点实验室, 乌鲁木齐 830011;
2. 新疆策勒荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站, 新疆 策勒 848300; 3. 中国科学院
干旱区生物地理与生物资源重点实验室, 新疆 策勒 848300; 4. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要:【目的】探究不同滴灌灌溉制度对绿洲棉田土壤水热分布状况及对产量的影响。【方法】于2017年在策勒地区开展田间试验, 设置了2种灌水模式: 基于计算机模型的预报灌溉与基于土壤墒情的灌溉, 每种灌水模式设置2种灌溉梯度: 充分灌溉(100%)和非充分灌溉(75%的充分灌溉)。【结果】预报灌溉的土壤含水率和贮水量在花蕾与花铃期显著高于墒情灌溉; 不同灌溉制度各剖面的土壤温度变化趋势一致, 整个生育期的表层土壤平均温度表现为墒情亏缺最高, 预报充分最低。作物产量在一定范围内随灌溉量的增加而增加, 预报充分的产量较预报亏缺, 墒情充分, 墒情亏缺分别提高13.7%、12.1%、47.6%。水分利用效率表现为预报亏缺最高, 且产量与预报充分的产量无显著差异。【结论】在策勒绿洲地区, 预报亏缺灌溉可达到节水增产的目的。

关键词: 灌溉制度; 土壤水热; 产量; 预报灌溉; 墒情灌溉

中图分类号: S152.7; S274.2

文献标志码: A

doi: 10.13522/j.cnki.ggps.20180528

李文珍, 齐志明, 桂东伟, 等. 不同滴灌灌溉制度对绿洲棉田土壤水热分布及产量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2019, 38(4): 11-16.

0 引言

土壤水热状况是影响作物生长发育的重要生态环境因子之一^[1-2]。覆盖方式、耕作方式、灌溉方式以及灌溉制度的不同可直接影响土壤水热分布状况, 目前, 国内大多集中于覆盖方式和耕作方式对土壤水热的研究^[3-8], 对不同灌溉方式与灌溉制度下土壤水热效应的研究较少。Fapounda等^[9]研究表明不同灌溉方式与灌溉制度可影响土壤水分与温度的分布。目前灌溉方式主要有滴灌、喷灌、漫灌3种, 而滴灌作为一种局部的灌溉方式, 可根据作物生长状况随时进行水肥管理^[10]。此外, 滴灌的水可以更为精确地渗透于作物的根区, 以便给作物提供较好的土壤水分条件, 与其他灌溉方式相比, 滴灌能够有效地避免其他灌溉方式(喷灌、漫灌)产生的周期性水分过多或水分亏缺的情况, 并能在一定程度上有效地减少水分的蒸发、径流以及深层渗漏损失^[11-12]。因此, 滴灌也是一种最为节水的灌水技术。已有研究表明, 滴灌还可有效地调控土壤水热, 可以从一定程度上提高水分利用效率, 促进作物较好的生长, 提高果实品质, 最终起到增产的作用^[13]。因此, 滴灌灌溉技术在国内已被大面积推广使用, 尤其是新疆干旱缺水地区^[14]。同时, 在灌溉方式一定的条件下, 不同灌水时间、滴灌灌水量和灌水频次对作物的生长发育、土壤水热分布及运移过程必然产生不同的影响^[15-17]。因此, 在滴灌条件下科学合理地确定一种有效的灌溉制度尤为重要。

策勒绿洲属于极端干旱地区, 水资源短缺, 生态环境脆弱。自然环境条件的薄弱以及稳定性差导致该区域农业生产力低而不稳。这便成为阻碍该地区农业可持续发展的重要因素。此外, 由于该地区较落后, 人们的节水意识较为薄弱, 基本依靠多年积攒的农田灌溉经验进行灌溉。适宜的灌溉制度可以避免水资源浪费。本研究以新疆地区典型农作物棉花作为试验材料进行田间试验, 研究滴灌灌溉下不同灌溉制度对新疆策勒绿洲棉田土壤水热变化及产量的影响, 以期科学合理地确定有效的灌溉制度, 从而保证灌水能够使土壤水分较好地分布在一定土层范围内分布, 最大限度地为作物所利用, 为农业生产等提供一定科学依据。

收稿日期: 2018-10-01

基金项目: 青年千人计划新疆项目(Y672071001); 国家自然科学基金项目(U1603343, 41471031)

作者简介: 李文珍(1994-), 女, 甘肃定西人。硕士, 主要从事农田水分与热量研究。E-mail: zkywenzhen@163.com

通信作者: 齐志明(1978-), 男, 江西上饶人。研究员, 主要从事排水与灌溉工程、水文与水质模拟等。E-mail: zhiming.qi@mcgill.ca

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验在新疆策勒沙漠国家站(37°00'57"N,80°43'45"E)进行,该地区属于暖温带大陆性荒漠气候,气候极端干旱,年均降水量35.1 mm,年均蒸发量2 595.3 mm,光照充足,气温日较差大,极端高温41.9℃,极端低温-23.9℃,无霜期长,有利于各种农作物生长,光热资源较为丰富,土壤类型为沙土^[18]。

1.2 试验设计

试验种植作物为棉花,品种名称为‘新陆棉1号’,种植日期为2017年4月19日,收获日期为2017年10月1日。试验小区面积为60 m²,所有小区均施有机肥(羊粪)为基肥:施肥水平按照当地高产田施氮量(240 kg/hm²)进行。小区共设2种灌溉模式:①采用基于根区水质模型(RZWQM2)的预报式灌溉决策系统,每当RZWQM2预测有水分胁迫发生时,根据模型计算的土壤水分状况和根系层深度进行灌水,视为充分灌溉,灌水深度见式(1)。这种灌溉模式是由IrrSch灌溉软件与RZWQM2模型相结合的预报灌溉,在策勒绿洲初步完成测试并使用^[19]。②基于土壤墒情的灌溉,即10 cm土壤含水率低于6%时开始灌溉,当20 cm土壤含水率高于15%时,停止灌溉。2种灌溉模式均设2个水分梯度的灌溉处理,即充分灌溉(100%)和非充分灌溉(75%的充分灌溉),每个处理4个重复,灌溉方式均为滴灌灌溉。不同处理灌溉情况见表1。

$$SIA=(\theta_{lc}-\theta)L-\sum(R+PR_4), \quad (1)$$

式中: SIA 为建议的灌水量(cm); θ_{lc} 为田间持水率(cm³/cm³); θ 为当前土壤含水率(cm³/cm³); L 为根系层深度(cm); R 、 PR_4 分别为当天和未来4 d预测(天气预报)的降雨量(cm)。

表1 不同处理灌溉情况

处理		灌溉事件						合计
		1	2	3	4	5	6	
灌溉日期	预报灌溉	06/13	07/01	07/29	08/13	08/29	09/14	-
	墒情灌溉	06/10	07/10	08/15	09/10			-
灌溉量/cm	预报充分	4.88	10	6.67	4.93	5	5	36.48
	预报亏缺	3.75	7.5	5	3.75	3.68	3.68	27.36
	墒情充分	7.72	6	5.8	6.67	-	-	26.19
	墒情亏缺	5.58	4.5	4.35	5	-	-	19.43

1.3 测定项目及方法

1)气象观测:前气象数据资料由实验地附近气象站(20 m)获取,预测的气象数据资料通过气象应用程序接口(API)获取,气象数据资料包括最低最高温度、风速、太阳辐射、相对湿度以及降雨量。

2)棉花产量:棉花收获时,将全部棉花脱籽,棉籽烘干称质量。最终的棉花产量为纤维质量与棉籽干质量之和,即籽棉产量。

3)土壤水分与温度:采用人工取土烘干法监测0~15、15~25、25~40、40~65、65~100 cm土层土壤体积含水率,周期为7~10 d。使用土壤水分温度传感器(SMTS-II-485)实时监测0~15、15~25、25~40、40~65、65~100 cm的土壤温度,温度数据采集周期为2 min(温度测量精度为±0.4℃)。

4)土壤贮水量、作物耗水量和水分利用效率计算式为:

$$W_i=10w_i\cdot\rho\cdot h, \quad (2)$$

$$W=\sum W_i, \quad (3)$$

$$ET=R+I+D-\Delta W, \quad (4)$$

$$WUE=Y/ET, \quad (5)$$

式中: W_i 为*i*层土壤贮水量(mm); w_i 为*i*层质量含水率(%); W 为总的贮水量; ρ 为土壤体积质量(g/cm³); h 为土层厚度(cm);10为换算系数。 ET 为作物的耗水量(mm); R 为全生育期的灌水量(mm); I 为全生育期的有效降水量(mm); D 为地下水补给量,地下水一般可忽略不计; ΔW =生育期始的土壤贮水量-生育期末的土壤贮水量(mm)。 WUE 为冬小麦的水分利用效率(kg/(hm²·mm)); Y 为籽粒产量(kg/hm²)。

1.4 数据处理及分析方法

利用RStudio和Microsoft Excel 2016对数据进行处理,利用SPSS 19.0软件对不同灌溉制度的土壤水分、土壤温度以及作物产量进行多重比较,显著水平为0.05,使用Origin 2018绘图。

2 结果与分析

2.1 不同灌溉制度下棉花不同生育期土壤水分变化

图1为棉花不同生育期不同处理含水率变化。如图1所示,不同灌溉制度对土壤水分垂直分布有明显影响,随土层深度及生育期的变化而变化。不同灌溉制度的土壤含水率在播种和苗期变化趋势一致且没有明显差异。各处理进行第一次灌水后,土壤含水率在花蕾期和花铃期则表现为预报灌溉与墒情灌溉有明显差异,预报充分与预报亏缺的土壤含水率明显高于墒情充分与墒情亏缺的土壤含水率,说明不同灌水处理对其土壤含水率产生了影响。在棉花成熟吐絮期预报充分、预报亏缺、墒情充分、墒情亏缺土壤含水率在土层65~100 cm有差异,土壤含水率分别为7.1%、8.4%、5.6%、5.3%,且预报灌溉明显高于墒情灌溉。

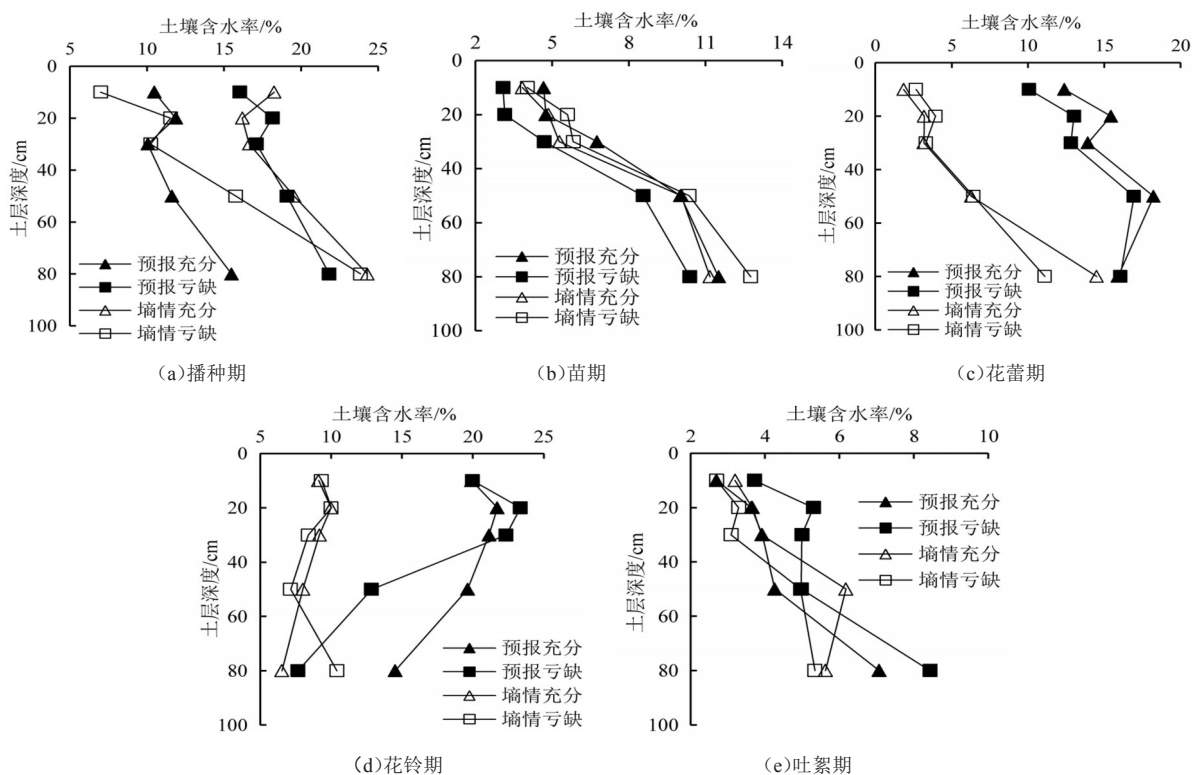


图1 棉花生育期不同处理含水率变化

2.2 不同灌溉制度下棉花不同生育期土壤贮水量变化

图2为不同处理下各生育期0~100 cm土层土壤贮水量动态变化,不同灌溉处理土壤贮水量随土壤温度、土壤蒸发、作物蒸腾、降雨等因子的变化而变化。在作物播种期由于播前水的灌溉以及气温较低尚未有作物进行蒸腾使得播种期的土壤贮水量最高。差异性表现为预报充分与预报亏缺,墒情充分之间差异显著,与墒情亏缺之间无显著性差异。在苗期由于气温较低、作物生长较缓慢,不同灌溉处理之间的土壤贮水量之间差异不显著。随着作物的生长,进行第一次灌水后,土壤贮水量也随灌溉制度的不同发生差异性。土壤贮水量在花蕾期与花铃期表现为预报灌溉大于墒情灌溉,且预报灌溉与墒情灌溉之间差异较显著,吐絮期土壤贮水量为整个生育期最小值,且不同灌溉制度之间无显著差异。在整个作物生长期,土壤贮水量表现为预报充分与预报亏缺灌溉的土壤贮水量始终大于墒情充分与墒情亏缺。

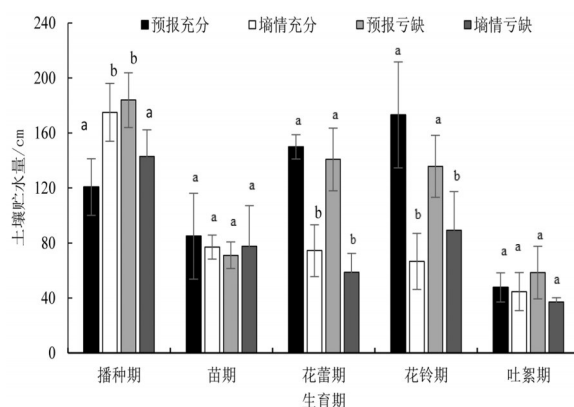


图2 不同处理整个生育期0~100 cm土层土壤贮水量

2.3 不同灌溉制度下土壤温度变化

不同灌溉制度差异性以表层温度(0~15 cm)为例进行分析。图3为不同灌溉处理的表层土壤温度分布

特征,在整个生育期表层土壤温度预报充分和墒情亏缺有显著性差异;预报亏缺与墒情充分及墒情亏缺都具有显著性差异,墒情充分与墒情亏缺具有显著性差异。整个生育期平均温度表现为墒情亏缺最高,预报充分最低。这与土壤含水率的显著性结果并不相似,说明土壤温度除了与土壤含水率的差异性有关外,还可能与作物叶面积指数等因子的不同有关。

图4为不同灌溉制度的土壤温度在整个生长季剖面分布特征,土壤温度受气温、作物叶面积指数、灌水量以及土壤含水率的影响。由于土壤含水率影响热量在土壤中的分布和运移,当土壤条件相同时,土壤温度受大气温度的变化而波动主要与土壤含水率的差异有关^[15]。由图4可知,不同灌溉处理的土壤温度受灌溉量的影响较大,尤其是表层土壤温度在灌水后下降幅度较大,且灌水有效的延迟了气温对土壤温度的作用。此外,各剖面土壤温度都呈现先上升后下降的趋势,这与气温的作用有关^[20]。在棉花生长的前期由于叶面积比较小,地表容易直接接收更多的太阳辐射,因此0~40 cm土壤温度随当天的气温变化比较明显。到了作物的生长中期以后,随着灌溉水在土壤层中不断被消耗,不同灌溉制度的土壤温度均表现为表层(0~15 cm)深度的土壤温度受气温的影响较为显著,更深层次的土壤温度基本不受气温的影响。在整个作物生长期,深层土壤温度受当天气温的影响较小,但总体趋势也随季节变化缓慢变化。

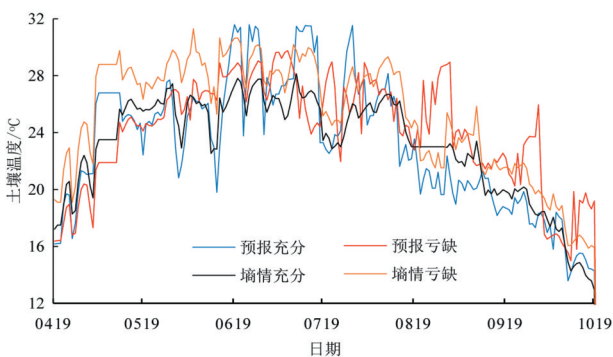


图3 不同灌溉处理下表层(0~15 cm)土壤温度分布特征

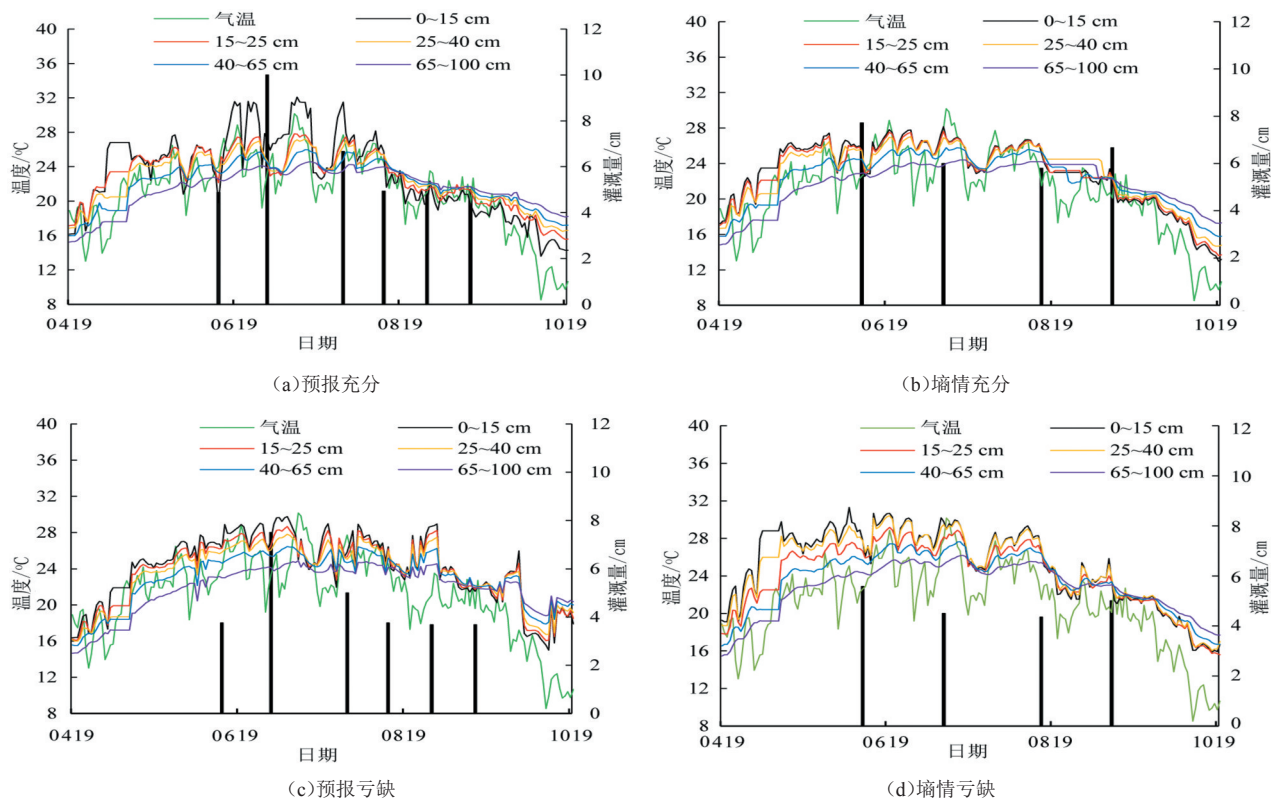


图4 不同处理土壤温度剖面分布特征

2.4 不同灌溉制度下棉花产量及水分利用效率比较

由表2可知,整个生育期耗水量表现为预报充分最多,墒情亏缺最低。不同灌溉处理的产量大小顺序为:预报充分>预报亏缺>墒情充分>墒情亏缺,预报充分较预报亏缺、墒情充分、墒情亏缺分别增产13.7%、27.5%、88.2%,产量越高耗水量越大,这是因为实际耗水量与生物产量呈显著正相关关系,在一定范围内,实际耗水量增多,生物产量增加^[21]。产量差异表现为预报亏缺和墒情充分、墒情亏缺有显著差异。水分利用效率表现为预报亏缺最高,灌溉量最多的预报充分灌溉的水分利用效率最低,且预报充分与其他3种处理均有显著差异。

表2 不同处理棉花水分利用效率(WUE)

处理	降水量/mm	灌溉量/mm	$\Delta W/mm$	耗水量/mm	产量/(kg·hm ⁻²)	WUE/(kg·hm ⁻² ·mm ⁻¹)
预报充分	75.4	360.48a	73.06b	367.14a	6 157a	16.77b
预报亏缺	75.4	280.99b	125.45a	223.55b	5 416a	24.23a
墒情充分	75.4	230.36c	130.37a	206.93c	4 857b	23.34a
墒情亏缺	75.4	170.33d	105.96a	163.74d	3 272c	19.99a

注 不同小写字母表示不同处理之间差异在0.05水平。

3 讨论

灌溉方式以及灌溉制度可直接影响土壤水分、温度及最终的作物产量^[22]。土壤水分状况直接影响植物的根系分布状态及形态特征。浅层土壤含水率较低时,根系便会向下延伸来促进根的发育和深层土壤水分的利用效率^[23]。研究表明,不同灌溉制度下的土壤水热状况及产量均有差异,与张岁岐等^[24]的研究结果相似。发现预报亏缺灌溉的水分利用效率最高,灌水量最少的墒情亏缺水利用效率并没有因为灌溉量的减小而显著增加,且由于灌水较少造成产量过低的现象。这表明,在一定灌水范围内,棉花的水分利用效率的增加趋势并不会随着灌水量的减小而增加。同时,预报亏缺灌溉的产量与预报充分灌溉的产量无显著差异,表明预报亏缺灌溉能够实现节水高产的目的。此外,预报灌溉的产量均高于墒情灌溉的产量,这与适当的增加灌水次数与灌水量在一定程度上可以增加产量^[25-26]有关。因此,在保证棉花高产的前提下适当增加灌水次数与灌水量能够提高产量。这同样也说明了根据作物的水分胁迫状况进行灌水的方式优于通过监测土壤含水率状况的,利用作物水分胁迫系数作为灌溉系统的控制因子是灌溉决策系统的新的发展方向。

合理的灌溉方式以及灌溉制度能达到节水高产的目的。此外,适宜的灌溉制度能有效缓解干旱区盐渍化问题^[27-28]。合理的灌溉模式受气候、土壤条件以及作物品种、农业技术等方面因素的制约^[29],因此,迫切需要找到一种适宜的灌溉技术,以获取更大的经济与生态效益,本试验得出预报亏缺灌溉较好。此外,预报灌溉方式属于智能化自动灌溉,随着农业自动化水平的逐渐提高,其得到推广,可以在一定程度上节约劳动成本、时间成本提高经济收入,为农业可持续发展提供技术支撑。与普通的灌溉方式相比,该预报系统略复杂,考虑成本及技术方面的问题,其是否易于为灌溉工作人员、农民认可和接受以及该项技术的推广与应用能否带来更为广泛的经济、社会以及生态效益有待考察。因此,需对该预报系统合理的效益以及费用成本的评价分析进一步研究。

4 结论

本研究通过对比基于作物水分胁迫的预报式灌溉及基于土壤含水率的墒情灌溉条件下的土壤水热及产量发现:灌溉可显著影响土壤水分与温度及作物产量。在生育期内,不同灌溉处理下的土壤水分与温度在花蕾与花铃期差异较大,水分表现为预报充分与预报亏缺的土壤含水率显著高于墒情充分与墒情亏缺的土壤含水率,且灌溉后土壤温度明显降低。棉花生育期耗水量的变化趋势表现为随灌水量的增加而增加,在一定范围内作物产量随着灌水量的增加而增加,水分利用效率表现为预报亏缺最高,灌水量最多的预报充分灌溉的水分利用效率最低,且预报亏缺灌溉的产量可达5 416 kg/hm²,与产量最高的预报充分灌溉处理无显著差异。本研究表明,预报亏缺灌溉与其他3种灌溉方式相比,可在节约水资源的同时增加作物产量。此外,该灌溉方式可降低劳动成本、时间成本进而提高经济收入。

参考文献:

- [1] CURTIN D, BEARE M H, HERNANDEZ-RAMIREZ G. Temperature and moisture effects on microbial biomass and soil organic matter mineralization[J]. Soil Science Society of America Journal, 2012, 76(6): 2 055-2 067.
- [2] 赵向田,李继强,程红玉,等. 不同覆膜对制种油菜生长及土壤水热的影响[J]. 灌溉排水学报, 2017, 36(7): 28-32.
- [3] 付蕾,魏珉,李岩,等. 不同灌溉施肥方式对日光温室甜椒生长、产量和品质的影响[J]. 灌溉排水学报, 2018, 37(8): 8-14.
- [4] 员学锋,吴普特,汪有科,等. 免耕条件下秸秆覆盖保墒灌溉的土壤水、热及作物效应研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(7): 22-26.
- [5] 孙建,刘苗,李立军,等. 不同耕作方式对内蒙古旱作农田土壤水热状况的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(6): 1 539-1 547.
- [6] 殷涛,何文清,严昌荣,等. 地膜秸秆双覆盖对免耕种植玉米田土壤水热效应的影响[J]. 农业工程学报, 2014, 30(19): 78-87.
- [7] 蔡太义,陈志超,黄会娟,等. 不同秸秆覆盖模式下农田土壤水热效应研究[J]. 农业环境科学学报, 2013, 32(7): 1 396-1 404.
- [8] LI R, HOU X, JIA Z, et al. Effects on soil temperature, moisture, and maize yield of cultivation with ridge and furrow mulching in the rainfed area of the loess plateau, china[J]. Agricultural Water Management, 2013, 116: 101-109.
- [9] FAPOUNDA H O. Crop emergence as affected by soil and irrigation[J]. Plant Soil, 1986, 92(2): 201-208.

- [10] KIPKORIR E C, RAES D, MASSAWE B. Seasonal water production functions and yield response factors for maize and onion in perkeria, kenya[J]. *Agricultural Water Management*, 2002, 56(3): 229-240.
- [11] 窦超银, 孟维忠, 佟威, 等. 风沙土玉米地下滴灌技术田间应用试验研究[J]. *灌溉排水学报*, 2018, 37(8): 46-50.
- [12] 徐敏, 韩晓军, 王子胜. 新疆棉花生产膜下滴灌技术应用研究[J]. *作物杂志*, 2005(6): 56-58.
- [13] 赵建国. 滴灌条件下不同覆盖模式对新疆棉田土壤水热的影响[J]. *吉林水利*, 2016(1): 13-16, 19.
- [14] 杨婷. 自动化滴灌技术在新疆地区的应用研究[J]. *城市建设理论研究(电子版)*, 2017(14): 158.
- [15] WANG D, SHANNON M C, GRIEVE C M, et al. Soil water and temperature regimes in drip and sprinkler irrigation, and implications to soybean emergence[J]. *Agricultural Water Management*, 2000, 43(1): 15-28.
- [16] 康跃虎, 王凤新, 刘士平, 等. 滴灌调控土壤水分对马铃薯生长的影响[J]. *农业工程学报*, 2004, 20(2): 66-72.
- [17] 王建东, 龚时宏, 于颖多, 等. 地面灌溉水频率对土壤水与温度及春玉米生长的影响[J]. *水利学报*, 2008(4): 500-505.
- [18] 曾凡江. 策勒绿洲生态系统的可持续发展对策[J]. *干旱区研究*, 1999, 16(1): 29-34.
- [19] GU Z, QI Z, MA L, et al. Development of an irrigation scheduling software based on model predicted crop water stress[J]. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2017, 143: 208-221.
- [20] 孙贵芳, 杜斌, 屈忠义, 等. 不同灌溉模式下土壤温度的变化及对气温的响应特征[J]. *土壤*, 2016, 48(3): 581-587.
- [21] 邓振镭, 王强, 张强, 等. 甘肃黄土高原旱作区土壤贮水量对春小麦水分生产力的影响[J]. *冰川冻土*, 2011, 33(2): 425-430.
- [22] 宜丽宏, 王丽, 张孟妮, 等. 不同灌溉方式对冬小麦生长发育及水分利用效率的影响[J]. *灌溉排水学报*, 2017, 36(10): 14-19.
- [23] POTTERS G, PASTERNAK T P, GUISEZ Y, et al. Stress-induced morphogenic responses: growing out of trouble?[J]. *Trends Plant Science*, 2007, 12(3): 98-105.
- [24] 张岁岐, 周小平, 慕自新, 等. 不同灌溉制度对玉米根系生长及水分利用效率的影响[J]. *农业工程学报*, 2009, 25(10): 1-6.
- [25] 汪昌树, 杨鹏年, 姬亚琴, 等. 不同灌水下限对膜下滴灌棉花土壤水盐运移和产量的影响[J]. *干旱地区农业研究*, 2016, 34(2): 232-238.
- [26] 马军勇, 周建伟, 何帅, 等. 膜下滴灌灌水周期对盐渍化土壤水盐运移影响研究[J]. *灌溉排水学报*, 2013, 32(4): 44-47.
- [27] KANG Yaohu, WANG Ruoshui, WAN Shuqin, et al. Effects of different water levels on cotton growth and water use through drip irrigation in an arid region with saline ground water of northwest china[J]. *Agricultural Water Management*, 2012, 109: 117-126.
- [28] MMOLAWA K, OR D. Root zone solute dynamics under drip irrigation: A review[J]. *Plant and Soil*, 2000, 222(1/2): 163-190.
- [29] 邱德玉, 罗永华. 不同灌溉制度对设施葡萄水分利用效率及产量的影响[J]. *水资源与水工程学报*, 2015, 26(4): 232-235, 240.

Response of Water-thermal Distribution and Yield of Cotton to Different Drip Irrigation Schedules in Oasis Field

LI Wenzhen^{1,2,3,4}, QI Zhiming^{1,2*}, GUI Dongwei^{1,2}, CHEN Xiaoping^{1,2,3,4}

(1. State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Xinjiang Institute of Ecology Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China; 2. Cele National Station of Observation and Research for Desert-grassland Ecosystem in Xinjiang, Cele 848300, China; 3. Cele National Station of Observation and Research for Desert-grassland Ecosystems, Cele 848300, China; 4. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract:【Objective】Drip irrigation has been increasingly used as an efficient technique in water-scarce region and in this paper, we experimentally studied the effect of different drip irrigation schedules on water-heat distribution in soil and the associated yield of cotton in oasis field.【Method】The experiments were conducted in 2017 at a field in Cele area. The irrigating time was determined based on a computer model prediction and soil moisture measurement respectively, each having two irrigation amounts: fully adequate irrigation (100%) and deficit irrigation with 75% of water used in the adequate irrigation. 【Result】Soil water content and soil water storage during the flowering-buds and flowering stage in the irrigation determined by computer model were significantly higher than that in the irrigation determined by soil moisture measurement. Temperature distributions along the soil profile were consistent in all treatments, with the average temperature in the topsoil rising as the soil moisture decreased. The yield under adequate irrigation was higher than that under deficit irrigation. Adequate irrigation with irrigating time determined by the computer model increased the yield by 13.7%, 12.1% and 47.6%, respectively, compared computer-aided deficit irrigation, the adequate and the deficit irrigation determined by soil moisture measurement. In terms of water use, the computer-aided deficit irrigation was most efficient.【Conclusion】In Cele oasis area, the computer-aided deficit irrigation can save water and increase cotton yield, and hence is the most suitable irrigation schedule.

Key words: irrigation schemes; soil water and heat; yield; forecasting irrigation; soil moisture irrigation

责任编辑:赵宇龙