

# 新疆棉花膜下滴灌条件下盐分变化及最优洗盐模式的确定

李旭东, 王俊

(新疆水利水电勘测设计研究院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

**摘 要:** 通过对棉花生育期的监测实验数据进行分析, 研究了滴灌条件下不同灌溉定额土壤盐分的变化。结果表明, 灌水量对棉花地土壤盐分的影响十分显著, 灌后土壤含盐量明显低于初始土壤含盐量, 随着灌水量的增加洗盐效果趋于明显。灌水周期为 7 d 的处理抑盐效果优于灌水周期为 3.5 d 的处理。土壤盐分含量呈现随距滴头距离的增加而增加的趋势。在滴头下方土壤含盐量减少幅度最明显, 在水平方向距滴头 50 cm 以内基本无明显的盐分累积发生。通过对棉花主根区范围内土壤盐分的量化分析, 得出最优的洗盐模式为灌水周期 7 d, 灌溉定额为 3 900 ~ 4 500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 的方案。

**关键词:** 膜下滴灌; 棉花; 盐分; 洗盐模式

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2009)01—0115—04

中图分类号: S275, S153

## Changes of Soil Salinity and Determination of Optimal Salt Washing Mode in the Condition of Drip Irrigation under Plastic Film of Cotton in Xinjiang

LI Xu-dong, WANG Jun

(Xinjiang Institute of Water Conservation and Hydropower Survey, Design and Research, Urumqi, Xinjiang 830000, China)

**Abstract:** Through the analysis of monitoring data in cotton growing period, change in soil salinity with different irrigation norms in the different conditions of drip irrigation are studied. Results show that the quantity of irrigated water has significant influences on soil salinity. The soil salinity after irrigation is significantly lower than the initial soil salinity and the more water, the more obvious effect of washing salt is. The suppression salt treatment of seven-day irrigating cycle is better than 3.5-day irrigating cycle. Soil salinity is increased with emitter distance. The decreased trend of soil salinity is significant under emitter and the salt accumulation has no change within 50 cm from emitter in horizontal direction. Through the quantitative analysis of soil salinity around the main root of cotton, the optimal mode of salt washing is the seven-day irrigation cycle with the 3 900 ~ 4 500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> of irrigation norm.

**Keywords:** drip irrigation under plastic film; cotton; salinity; salt washing model

新疆干旱内陆河灌区, 长期以来由于在农业生产中普遍采用大水漫灌的灌溉方式, 造成地下水位升高, 由于独特的自然气候条件, 在灌溉水的下渗和强烈的蒸发、蒸腾作用下, 土壤中水盐运移活跃, 加上排水系统不太健全, 导致农田土壤发生次生盐渍化。土壤次生盐渍化的发展已成为威胁绿洲经济发展的重要环境因素<sup>[1]</sup>, 严重影响着农业生产的进一步发展。为此, 国内外研究者在水盐运移规律方面做了大量工作<sup>[2-4]</sup>, 并取得了一定的成果。由于新疆干旱少雨, 蒸发量大, 为减少棵间蒸发损失, 在棉花高产栽培中采

用了膜下滴灌技术<sup>[5-6]</sup>。张琼等<sup>[7]</sup>研究了棉花膜下滴灌条件下灌水频率对土壤水盐分布及其对棉花生长的影响, 实验表明, 高含盐土壤实施高频灌溉盐分淋洗效果好于低频灌溉, 且作物增产效果明显; 吕殿青、王全九等<sup>[8]</sup>进行了膜下滴灌土壤盐分特性及影响因素的初步研究, 研究结果得出, 膜下滴灌土壤含盐量分布由于地表积水的影响具有水平脱盐距离大于垂直脱盐距离的特点, 灌水量的增加有利于作物正常生长的淡化区的形成和垂直向下压盐; 李毅等<sup>[9]</sup>对膜下滴灌技术在干旱—半干旱地区节水抑盐灌溉中的应

收稿日期: 2008-08-23

修回日期: 2008-09-21

资助项目: 国家高技术研究发展计划(863)项目(2002AA2Z4201)

作者简介: 李旭东(1972—), 男(汉族), 江苏省如东县人, 高级工程师, 主要从事新疆大(中)型河流域规划、水资源利用规划、流域(区域)水资源合理配置及可持续开发利用研究。E-mail: wj-happylife@163.com。

通信作者: 王俊(1982—), 男(汉族), 河南省淮滨县人, 硕士, 工程师, 主要研究方向为水文水资源及水资源利用规划等。E-mail: xjwangjun168@126.com。

用也有相同论述。本研究通过实验监测,研究了干旱内陆河灌区土壤盐分变化规律,并在此基础上确定最优洗盐模式,为合理灌溉和防止土壤次生盐渍化提供科学依据,研究结果可对当地农业生产作出指导,具有一定的现实意义。

## 1 实验设计

在棉花整个生育期内,在实验区设 10 个处理方案,每个处理有一个重复,灌水次数分别为 12 次(灌水周期为 7 d)和 24 次(灌水周期为 3.5 d)。灌水定额分别为:2 100,2 700,3 300,3 900 和 4 500  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ (表 1)。土壤含盐量采用烘干法,将烘干土样用 90 ml 蒸馏水将其溶解,沉淀 12 h 之后,通过滤纸过滤,然后用数字电导仪测定过滤后的溶液的矿化度,得到土壤含盐量。

表 1 实验方案设计

处理	灌水次数	灌溉定额/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	处理	灌水次数	灌溉定额/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )
处理 1 重复	12	2 100	处理 6 重复	24	2 100
处理 2 重复	12	2 700	处理 7 重复	24	2 700
处理 3 重复	12	3 300	处理 8 重复	24	3 300
处理 4 重复	12	3 900	处理 9 重复	24	3 900
处理 5 重复	12	4 500	处理 10 重复	24	4 500

## 2 结果与分析

在整个生育期内,土壤盐分分布在入渗、蒸发、蒸腾作用下,时空上发生着一系列复杂的变化。一方面是棉花根系的吸水作用对土壤盐分分布产生影响;另一方面是生育期内灌水对土壤盐分的长期影响。土壤盐分分布特征不仅受到设计灌水参数的影响,还受到上一次灌水后土壤水盐分布特征的影响。为了分析不同灌溉参数对土壤盐分淋洗效果的差别,假定各处理棉花根系吸水量相等。将棉花生育期结束后土壤盐分分布与初始值进行对比,以确定最优的洗盐模式。

### 2.1 灌后土壤盐分分布与初始含盐量的关系

经过一个生育期的灌水和水分消耗过程后,土壤盐分是否累积值得关注。为此,将不同实验处理棉花生育期灌水后 60 cm 深度内土壤平均含盐量与土壤初始含盐量进行对比(图 1),其中,处理 1—5 为灌水周期为 7 d 不同处理的土壤平均含盐量与初始含盐量对

比图,处理 6—10 为灌水周期为 3.5 d 不同处理的土壤平均含盐量与初始含盐量对比图。由图 1 可以看出,灌后土壤盐分明显低于土壤初始盐分,总体上土壤盐分随着距滴头距离的增加而增加,呈上升趋势。

对于灌水周期为 7 d 的处理,在主根区内均有较好的洗盐效果。其中处理 1 与处理 2 的灌溉定额分别为 2 100 和 2 700  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ,在观测范围内,对盐分有一定的淋洗作用,但灌后土壤含盐量与初始含盐量对比变化差异没有其它处理明显。灌溉定额为 3 900 和 4 500  $\text{m}^3/\text{hm}^2$  的处理 4 和处理 5,在滴头附近 50 cm 以内对土壤盐分控制较好,灌后返盐量较低,特别是在滴头下方土壤盐分变化差异比较大,抑盐作用明显。

对于灌溉周期为 3.5 d 的处理,生育期结束后,主根区内土壤盐分有一定的降低。其中处理 6 的灌溉定额为 2 100  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ,该处理在生育期结束后在 20 cm 以外区域有返盐现象出现,灌溉定额分别为 2 700 和 3 300  $\text{m}^3/\text{hm}^2$  的处理 7—8,虽然在观测范围内土壤盐分均有一定的降低,但主根区内土壤盐分减少不显著。其它处理虽在灌后没有出现盐分升高的现象,但对土壤盐分的淋洗作用均没有灌水周期为 7 d 的理想。

由此可见,灌水周期为 7 d 的处理抑盐效果均优于灌水周期为 3.5 d 的处理,灌溉定额为 3 900 和 4 500  $\text{m}^3/\text{hm}^2$  的处理 4—5,土壤盐分控制较好,灌后返盐量较低,抑盐作用明显。膜下滴灌在水平方向距滴头 50 cm 以内基本无盐分累积的情况,但灌水周期短或者灌溉定额小均会使洗盐效果变差。因此,要达到较为理想的洗盐、抑盐效果就必须结合当地实际情况,确定合理的灌水周期和灌溉定额等灌水参数。

### 2.2 最优洗盐模式的确定

在新疆,由于其独特的自然气候条件,灌区土壤都有一定的盐碱,因此灌区土壤次生盐碱化和返碱现象的发生是不容忽视的。在灌溉过程中,土壤盐分淋洗效果是关注的焦点,因为在棉花灌溉过程中,主根区内的盐分是增加还是减少,是判断灌溉方式优劣的主要指标之一。为了进一步探索膜下滴灌条件下不同灌水参数对土壤盐分的淋洗效果,就需对土壤盐分变化进行量化分析。

由前述分析的灌后土壤盐分分布与初始含盐量的关系可知,灌水周期为 7 d 的处理抑盐效果均优于灌水周期为 3.5 d 的处理,故只需分析灌水周期为 7 d 的不同处理土壤含盐量及脱盐率变化情况。为了更简明地分析不同处理下土壤的洗盐效果,将棉花整个生育期灌水前后主根区内土壤盐分的平均值列于表 2 中(主根区取水平方向距滴头 40 cm 以内,垂直方向取距滴头深度 60 cm 范围内)。

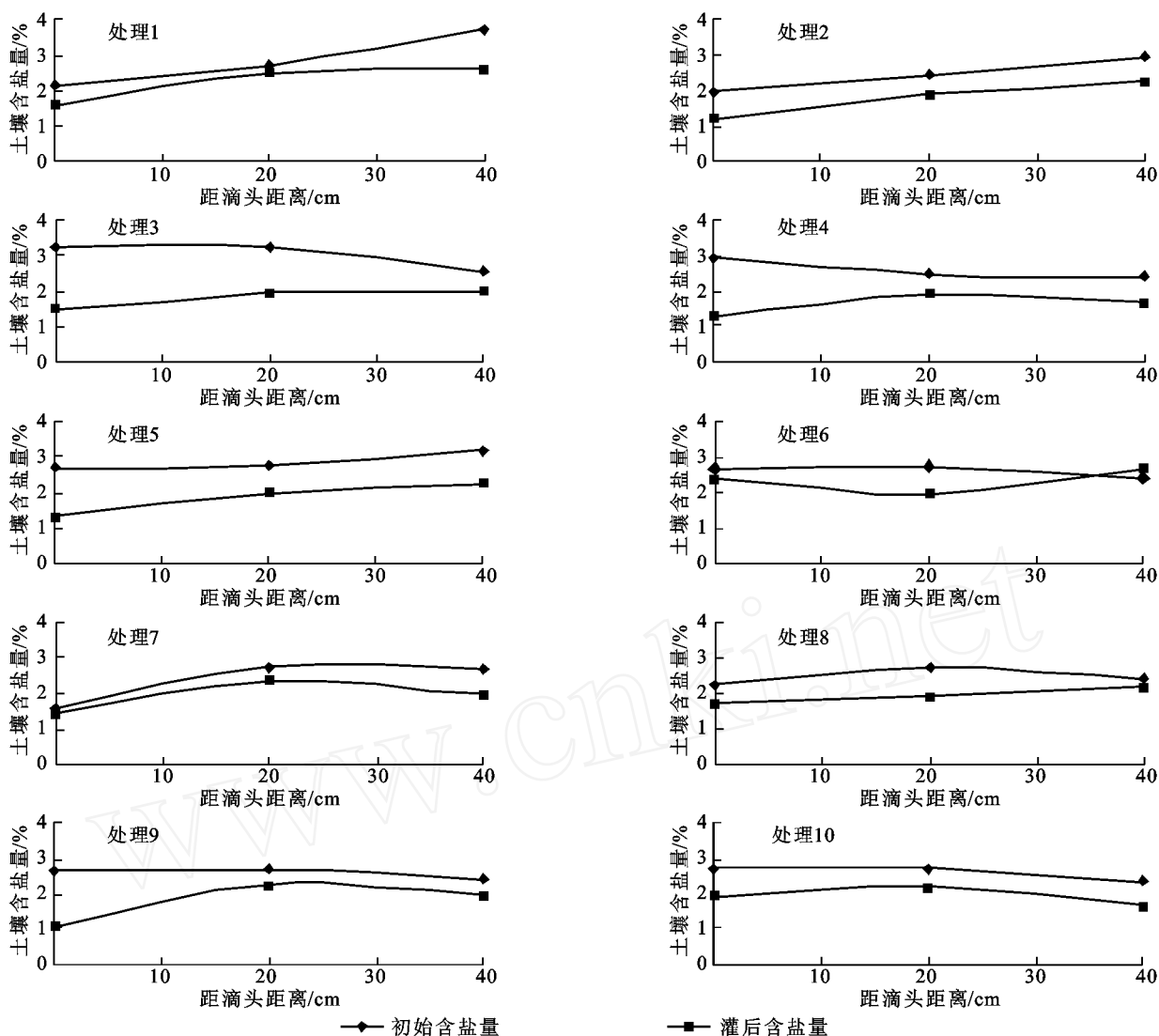


图 1 不同处理灌水结束后土壤平均含盐量与初始含盐量变化

表 2 灌水周期为 7 d 的不同灌溉定额土壤含盐量

灌溉定额/ (m <sup>3</sup> · hm <sup>-2</sup> )	土层深度/cm	头水前含盐量/ %	收获后含盐量/ %	变化量/ %	脱盐率/ %
140 ×15	0—20	1.34	1.07	0.27	20.15
	20—40	2.73	1.94	0.79	28.94
	40—60	2.40	1.68	0.72	30.00
180 ×15	0—20	1.40	1.14	0.26	18.57
	20—40	2.12	1.27	0.85	40.09
	40—60	2.43	1.21	1.22	50.21
220 ×15	0—20	3.01	1.56	1.45	48.17
	20—40	2.62	1.19	1.43	54.58
	40—60	3.99	1.74	2.25	56.39
260 ×15	0—20	2.25	1.01	1.24	55.11
	20—40	3.28	1.58	1.70	51.83
	40—60	3.27	1.37	1.90	58.10
300 ×15	0—20	2.51	1.19	1.32	52.59
	20—40	2.36	0.78	1.58	66.95
	40—60	3.06	1.32	1.74	56.86

单从洗盐角度来说,从表 2 可以看出洗盐效果(即脱盐率)随灌水量的增大逐渐明显。在灌水前,土壤 0—60 cm 深度内平均含盐量为 2.3%~2.73%。灌后,平均含盐量为 1.36%~1.55%。总体来说,作物生育期内土壤的盐分整体呈减小趋势,灌溉合理。

检验棉花生育期灌水结束后,土壤是否有返盐现象,主要是观测土壤表层以下 40 cm 深度以内土壤含盐量变化情况。所以,为了更直观的反映出灌水周期为 7 d 的不同处理对土壤盐分的淋洗效果,将不同灌溉定额条件下土壤 0—40 cm 深度内脱盐率绘制成图进行对比分析(图 2)。

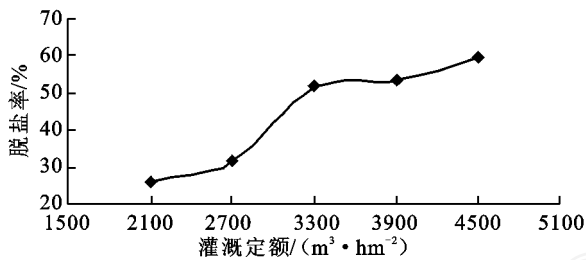


图 2 不同灌溉定额土壤 0—40 cm 脱盐率对比

由图 2 可以看出,当灌水量为 2 100 和 2 700 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 时,土壤 0—40 cm 深度内脱盐率均低于 30%。当灌水量为 3 300~4 500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 时,土壤 0—40 cm 深度内脱盐率高于 50%。同时还可看出,灌溉定额为 3 900 和 4 500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 的方案洗盐效果明显,脱盐率高。为棉花植株正常生长和高产打下了良好的基础。

### 3 结论

(1) 棉花生育期灌后土壤含盐量明显低于初始土壤含盐量,灌水周期为 7 d 的处理抑盐效果优于灌水周期为 3.5 d 的处理,在滴头下方土壤含盐量减少幅度最明显。

(2) 棉花生育期灌后所有处理土壤盐分含量随着距滴头距离的增加而呈增加趋势,在水平方向距滴头 50 cm 以内基本无明显的盐分累积情况。若要达到较为理想的洗盐效果,可采用高频灌水,也可增加灌溉定额,灌水周期短或者灌溉定额小均会使洗盐效果变差。

(3) 通过对棉花主根区范围内土壤盐分的量化分析,得出最优的洗盐模式为:灌水周期 7 d,灌溉定额为 3 900~4 500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 的处理。

### [参 考 文 献]

- [1] 顾峰雪,施庆东,张远东,等. 准噶尔盆地南缘阜康绿洲水盐空间特征的初步分析[J]. 新疆大学学报:自然科学版, 2002 (1): 117-122.
- [2] Nadine B, Alain P. A semiempirical model of bare soil evaporation for crop simulation models[J]. Water Resour. Res., 1991, 27:719-727.
- [3] Bachmann J, Horton R, der Ploeg R R. Isothermal and nonisothermal evaporation from four sandy soils of different water repellency[J]. Soil. Sci. Soc. Am. J., 2001, 65: 1599-1607.
- [4] 高峻,黄元仿,李保国. 农田土壤颗粒组成及其剖面分层的空间变异分析[J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9 (2): 151-157.
- [5] 胡顺军,宋郁东,周宏飞,等. 塔里木盆地棉花水分利用效率实验研究[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20 (3): 66-70.
- [6] 蔡焕杰,邵光成,张振华. 不同水分处理对膜下滴灌棉花生理指标及产量的影响[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2002, 30(4): 321-325.
- [7] 张琼,李光永,柴付军. 棉花膜下滴灌条件下灌水频率对土壤水盐分布和棉花生长的影响[J]. 水力学报, 2004, (9): 123-126.
- [8] 吕殿青,王全九,王文焰,等. 膜下滴灌土壤盐分特性及影响因素的初步研究[J]. 灌溉排水, 2001 (3): 28-31.
- [9] 李毅,王文焰,王全九. 论膜下滴灌技术在干旱—半干旱地区节水抑盐灌溉中的应用[J]. 灌溉排水, 2001 (6): 42-46.