

# 塔里木河孔雀河中下游地区棉花膜下滴灌节水技术研究

李和平, 李国振, 田长彦

(中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011)

**摘要:** 以合理利用和节约有限的水资源为目标, 2002年在尉犁县孔雀农场进行了棉花膜下滴灌节水试验。得出: 该区棉花膜下滴灌适宜的灌溉量为  $3\ 931.5\ \text{m}^3/\text{hm}^2$ , 最佳产量为皮棉  $2\ 997.75\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 。与当地农民大水漫灌方式比较, 节约水量  $8\ 070\sim 14\ 070\ \text{m}^3/\text{hm}^2$ , 增产皮棉  $747.75\ \text{kg}/\text{hm}^2$ , 膜下滴灌是该区目前最节水的棉花灌溉方式之一。

**关键词:** 塔里木河—孔雀河中下游; 棉田; 膜下滴灌

**中图分类号:** S275.6   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1000-7601(2006)03-0082-03

新疆地处欧亚大陆腹部, 海洋潮湿气流不易到达, 为我国最干旱的地区。塔里木河—孔雀河中下游是新疆最干旱的地区之一, 全部为灌溉农业。

尉犁县地处塔里木—孔雀河中下游冲积平原, 塔克拉玛干大沙漠东北缘。气候极其干旱, 全部为灌溉农业, 土地总面积  $59\ 526\ \text{km}^2$ 。2001年总播面积  $2.224\ \text{万}\ \text{hm}^2$ , 其中棉花播种面积达  $2.033\ \text{万}\ \text{hm}^2$ , 占90%以上, 棉花总产  $3.51\ \text{万}\ \text{t}$ , 为该县农业支柱产业, 同时也是国家优质棉生产基地。全县年灌溉用水量约  $3\times 10^8\ \text{m}^3$ , 占全县用水量95%以上。众所周知, 在这样极端干旱的地区, 水资源是制约国民经济发展的主要因素, 而节水的主要途径是灌溉节水<sup>[1~5]</sup>。塔里木河—孔雀河中下游目前棉田灌溉节水的方法主要为膜下滴灌<sup>[6]</sup>, 本文旨在探讨适合该地自然和生产条件的最佳滴灌模式。

## 1 试验区的自然条件概况

### 1.1 农业气候条件

试验地位于尉犁县孔雀农场直属队2号条田西部中段, 其气候属大陆干旱性气候, 光热资源丰富, 四季分明, 无霜期长, 降雨量少, 蒸发量大。春季升温快而不稳, 夏季干热, 秋季降温迅速, 冬季持续干冷。该区风沙活动剧烈, 多大风和风沙日(平均春季88 d, 夏季100 d, 秋季70 d, 冬季107 d)。全年实际日照时数为  $2\ 975\ \text{h}$ , 总辐射为  $633.34\ \text{kJ}$ ,  $\geq 10^\circ\text{C}$  的年积温  $4\ 184^\circ\text{C}$ , 降雨量  $43\ \text{mm}$ , 蒸发量  $2\ 910\ \text{mm}$ 。

### 1.2 试验地概况

试验地总面积为  $(106.3 + 106.3 + 3.3)\ \text{m} \times 26\ \text{m} = 5\ 613.4\ \text{m}^2$ ; 试验小区(处理)面积为  $106.3\ \text{m} \times$

$3.25\ \text{m} = 345.475\ \text{m}^2$ 。

地下水位  $6\ \text{m}$  左右。土壤类型为碱化盐化灌耕林灌草甸土(系统分类为弱盐灌淤人为新成土)。土壤总盐平均含量为  $2.66\ \text{g}/\text{kg}$ , pH 8.50;  $0\sim 20\ \text{cm}$  耕层土壤养分含量为: 有机质  $16.090\ \text{g}/\text{kg}$ 、全氮  $0.920\ \text{g}/\text{kg}$ 、全磷  $0.782\ \text{g}/\text{kg}$ 、全钾  $17.03\ \text{g}/\text{kg}$ 、水解氮  $40.466\ \text{mg}/\text{kg}$ 、水解磷  $71.587\ \text{mg}/\text{kg}$ 、水解钾  $172.469\ \text{mg}/\text{kg}$ 。

试验灌溉用水——孔雀河水经采样分析全年盐份含量变化范围为  $1.210\sim 4.470\ \text{g}/\text{L}$ , 2月份最低, 8月份最高。

试验用化肥—滴灌肥由石河子农垦科学院按照我们提供的试验比例配比提供。

试验用滴灌设备由天业公司提供。

## 2 试验方案

### 2.1 试验方法

田间试验; 供试棉花品种为33B(八棉)。

### 2.2 灌溉方法

膜下滴灌, 灌溉次数为12次。灌溉量最前1次和最后1次各为平均灌水量的80%, 中间4次为平均量的120%; 其余4次为平均滴灌量。

### 2.3 施肥方法

从灌溉第一次开始, 前8次施肥; 施肥量最前2次和最后2次施肥量为平均量的80%, 中间4次为平均量的120%。

### 2.4 试验方案

根据棉花膜下滴灌设计, 该区只能安排16个处理, 氮磷钾和滴灌用水量四个因素三个水平的试

收稿日期: 2005-08-21

资助项目: 中国科学院知识创新项目(塔里木河中下游荒漠化防治与绿洲生态系统管理试验示范—节水高效复合性绿洲生态农业建设试验示范)(KZCX1-08-01-01)

作者简介: 李和平(1955—), 男, 陕西临潼县人, 副研究员, 主要从事土壤地理、土地资源研究。E-mail: lih@ms.xjb.ac.cn。

验是无法安排的,只能按照正交设计安排三个因素三水平试验,试验设计方案如表 1。

表 1 棉花膜下滴灌用水量、氮、磷耦合实验方案

Table 1 Plan of experiment with dripping water, nitrogen and phosphorus for cotton culture with film

处理号 Treat	W	N	P	K	备注 Note
					K2; K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 150 kg/hm <sup>2</sup>
T1	W1	N1	P1	K2	W1:水 Water 3000 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
T2	W1	N2	P3	K2	W2:水 Water 3750 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
T3	W1	N3	P2	K2	W3:水 Water 4500 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
T4	W2	N2	P2	K2	N1:尿素 Urea 300 kg/hm <sup>2</sup>
T5	W2	N3	P1	K2	N2:尿素 Urea 450 kg/hm <sup>2</sup>
T6	W2	N1	P3	K2	N3:尿素 Urea 600 kg/hm <sup>2</sup>
T7	W3	N1	P2	K2	P1:二铵 Ammonium 150 kg/hm <sup>2</sup>
T8	W3	N2	P1	K2	P2:二铵 Ammonium 225 kg/hm <sup>2</sup>
T9	W3	N3	P3	K2	P3:二铵 Ammonium 300 kg/hm <sup>2</sup>

### 3 试验结果

#### 3.1 测产结果

因为试验地由农民自己收获,所以小区产量只能以测产方法求得,最后以总产校正。为了提高测产的准确性,特请棉花专题组进行测产。测产结果如表 2。

表 2 不同处理的棉花产量(kg/hm<sup>2</sup>)

Table 2 Cotton yield of different treatments (lint kg/hm<sup>2</sup>)

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
2160	2250	2445	2550	2985	3360	3090	2775	2325

#### 3.2 试验结果

测产结果与实际总产对照基本一致,不同滴灌用水量各处理的实际产量列于表 3。

表 3 不同滴灌用水量处理皮棉产量(kg/hm<sup>2</sup>)

Table 3 Lint yield of W treatments

处理 Treat	重 复 retreat			平均数 Aver.
	1	2	3	
W1	2160	2250	2445	2280
W2	2550	2985	3360	2970
W3	3090	2775	2325	2730

### 4 结果分析

#### 4.1 试验结果的回归方程建立

通过回归得出滴灌用水量 X 与棉花产量 Y 之间的回归方程式为:  $Y = -0.0008X^2 + 6.5X - 9780$ , 回归系数  $R^2 = 1$ , 回归率为 100%。回归曲

线见图 1。

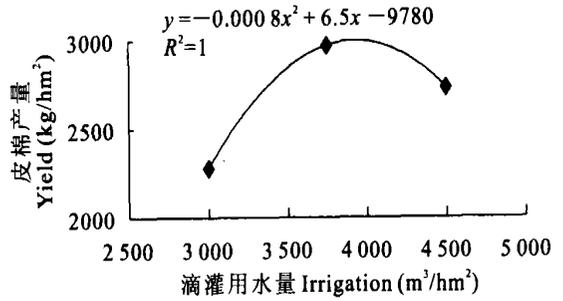


图 1 滴灌用水量与棉花产量回归关系

Fig. 1 Relation between drip water amount and cotton yield

#### 4.2 回归方程分析

##### 4.2.1 适宜的滴灌用水量分析

按照回归方程求适宜滴灌用水量。对 Y 求导得出  $Y' = 2(-0.0008)X + 6.5$ 。求极值得出  $X = 6.5 \div 0.0008 \div 2 = 3931.5 (m^3/hm^2)$ , 说明在尉犁县棉花滴灌适宜的灌水量为  $3931.5 m^3/hm^2$ 。

##### 4.2.2 适宜滴灌用水量条件下的棉花产量分析

将适宜灌水量  $X = 3931.5 m^3/hm^2$  带入方程求 Y 值, 得  $Y = 2997.75 kg/hm^2$ , 说明在该施肥、灌水条件下棉花适宜的产量为  $2997.75 kg/hm^2$ 。

### 5 节水效益<sup>[7~13]</sup>及其理论依据分析

#### 5.1 节水效益分析

棉花膜下滴灌的节水率由试验结果与当地农民地面漫灌用水量对比求得(表 4)。表 4 的数据说明棉花膜下滴灌节水率平均高达 58.8%, 节水  $580 m^3/hm^2$ , 水分生产率(水当量)达到  $0.485 kg/m^3$ (大田对照仅为  $0.15 kg/m^3$ )。化肥投入减少 17.9%, 皮棉达到  $2997.75 kg/hm^2$ (大田  $2250 kg/hm^2$ ), 增产率达到 33.23%。增收皮棉近  $750 kg/hm^2$ 。

表 4 滴灌田与大田生产情况对照

Table 4 Production comparison of the farmland using water dripping with that using large irrigation on soil

项 目 Item	灌水定额 (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	化肥投入 (kg/hm <sup>2</sup> )	单产皮棉 (kg/hm <sup>2</sup> )	产 值* (元/hm <sup>2</sup> )
滴灌 Drip	6180	825	2997.75	32970
地面灌 Ditch	15000	1005	2250.00	24750
增加量 Difference	-8820	-180	747.75	8220

注: \*皮棉单价按 11 元/kg 计。

经济效益分析见表 5。滴灌田的纯收益可增加  $6348 元/hm^2$ , 而且可以大幅度提高劳动生产率。如果推广 300 万  $hm^2$ , 每年可节水 176 400 万  $m^3$ , 增收近 126 960 万元。节约的水可以用来灌溉草场和林木, 同时大幅度降低灌溉定额, 可有效降低绿洲内

部的地下水位,减轻次生盐渍化的危害。具有十分显著的经济、社会和生态效益。

表 5 滴灌田与大田效益对照(元/hm<sup>2</sup>)

Table 5 Efficiency comparison of the farmland using water dripping with that using large irrigation on soil

项 目 Item	生产成本* Manage	设备投资 Facility	产 值 Output	纯收益 Net.
滴灌 Drip	1732.5	2250	32970	28987.5
地面灌 Ditch	2110.5		24750	22639.5
增加量 Difference	-378	2250	8220	6348.0

注:※生产成本包括肥料、农药,未包括种子、机力等费用。滴灌设备投资为平均价格。

## 5.2 棉花膜下滴灌节水的若干理论问题分析

① 棉花膜下滴灌有效地减少了地面蒸发。由于棉花膜下滴灌水分都是在塑料膜下运行,只有部分到达地膜边沿或棉苗生长部位的水分有蒸发,大部分水分则保存在土壤内;地面灌溉本身就是在膜上运行,灌溉水会自然蒸发,另有部分灌溉水灌到了地膜的结合部位,大部分蒸发,没有被棉花吸收利用。② 棉花膜下滴灌采用少量多次(225~525 hm<sup>2</sup>/次)的灌溉方法,一般灌溉湿润 0~40 cm 深度,完全防止了地下渗流的水分损失。大水漫灌一次灌溉量在 2 250~3 000 hm<sup>2</sup>,水分渗漏损失严重。③ 由于棉花膜下滴灌采用少量多次的灌溉方法,在棉花苗期能够起到控制调节棉花生长作用。滴灌棉田的化控浓度一般是大水漫灌的 1/10(这也是滴灌与大水漫灌的技术差别要点),有效地减少了化控初期水肥的消耗,提高了水肥的利用率。④ 棉花膜下滴灌由于采用少量多次的灌溉方式,在棉苗生长的

春天和灌溉后期的秋天,减少了棉田地温的降低幅度,促进棉苗生长和后期成熟(因为棉花是热带植物,适宜在较高的地温条件下生长)。

## 参 考 文 献:

- [1] 顾烈烽. 新疆生产建设兵团棉花膜下滴灌技术的形成与发展[J]. 节水灌溉, 2003, (1): 27-29.
- [2] 樊自立, 马英杰, 马映军. 中国西部地区盐渍土及其改良[J]. 干旱区地理, 2001, 18(3): 1-6.
- [3] 李 新, 扬德刚. 塔里木河水资源利用的效益与生态损失[J]. 干旱区地理, 2001, 24(4): 327-331.
- [4] 许有鹏, 扬 戊, 周寅康, 等. 塔里木盆地水资源开发与环境保护分析[J]. 干旱区研究, 2002, 19(1): 6-11.
- [5] 任志远, 郭彩玲. 区域水土资源平衡与灌溉优化模型研究—以陕西关中灌区为例[J]. 干旱区地理, 2000, 23(3): 264-268.
- [6] 王留运, 岳 兵, 张顺尧. 我国节水发展面积现状与宏观效益分析[J]. 节水灌溉, 2003, (6): 36-38.
- [7] 王永康. 干旱区高粱节水灌溉制度研究[J]. 节水灌溉, 2004, (1): 14-15.
- [8] 张 静, 任卫新, 严 健. 番茄膜下滴灌综合效益分析[J]. 节水灌溉, 2004, (1): 29-30.
- [9] 梁晓峰, 徐文峰. 棉花地下滴灌技术应用经验[J]. 节水灌溉, 2004, (1): 33-34.
- [10] 王 庆, 郭德发. 大田膜下滴灌优势及对棉花增产的作用[J]. 节水灌溉, 2004, (1): 31-32.
- [11] 王振华, 温新明, 吕德生, 等. 膜下滴灌条件下温度影响盐分离子运移的试验研究[J]. 节水灌溉, 2004, (3): 5-7.
- [12] 叶含春, 刘太宁, 王立洪. 棉花滴灌田间盐分变化规律的初步研究[J]. 节水灌溉, 2003, (4): 4-6.
- [13] 李金山, 仵 峰, 范永申. 节水灌溉指标与发展模式研究[J]. 节水灌溉, 2003, (5): 14-15.
- [14] 段守明. 地下滴灌棉花栽培试验与技术研究[J]. 节水灌溉, 2003, (5): 4-6.

## The research on stint drip irrigation underside film for cotton production in the middle-lower reach of the Tarim river and the Peacock river

LI He ping, LI Guo zhen, TIAN Chan yan

(Xing jiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China)

**Abstract:** The middle-lower reach of the Tarim river and the peacock river is one of the most dry and water shortage regions in our country. Above 95% of the water resource in this area is used in irrigation for the agriculture. Irrigation method is the inundation flooding Irrigation. The water waste is seriously. The shortage of water resources limits the economy. We conducted experiments using drip irrigation underside film for cotton in 2002. The results show as following: The appropriate drip irrigation amount underside film for cotton production in this area is 3 931.5 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>. The optimal lint cotton yield is 2 997.75 kg/hm<sup>2</sup>. Compared with the traditional irrigation way, this irrigation method can save 8 070~1 470 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> water, increase 747.75 kg/hm<sup>2</sup> lint cotton. It is testified that the drip irrigation underside film is one of the most saving irrigation ways for cotton production in this area currently.

**Keywords:** the middle-lower reach of the Tarim river and the peacock river; cotton; drip irrigation underside film