

文章编号: 1007-4929(2004)04-0019-02

试验研究

干旱风沙区喷灌技术试验研究

杨 东

(甘肃省武威市凉州区水利局,甘肃 武威 733000)

摘 要:针对项目区干旱缺水、风期较长、非灌不植的实际,试验研究了喷灌在干旱风沙区的适应性,提出了春小麦进行喷灌储水的可行性,风对喷灌质量的影响程度以及预防措施。

关键词:干旱风沙区;喷灌;储水;漂移损失

中图分类号:S275.5 **文献标识码:**B

1 项目试验研究的背景

西北内陆干旱区,气候干燥,降水稀少,具有非灌不植的特点。随着社会经济的发展,人口增加,农田灌溉面积逐年增大,农业用水量逐年增加,水资源显得日益紧缺,造成农业挤占生态用水的恶性循环局面。项目所在地内陆河石羊河流域甘肃省武威市,流域人均占有水资源 660 m³,耕地占有水资源 3 300 m³/hm²,农业用水占水资源总量的 90%以上,资源量缺口达 5.4 亿 m³,但水的开发利用程度已达 154%,必须压缩或靠农业节水,增加生活、工业生态用水,维持经济社会的可持续发展。区域内工程配套完善程度较高,常规节水基本普及的前提下,挖掘农业节水潜力,减少田间无效消耗水分的有效途径之一即为发展高效节水灌溉技术喷灌,使有限的水资源发挥最大的灌溉效益。但是,在西北内陆干旱区由于受风的影响,在推广应用喷灌技术时蒸发、漂移损失增大,影响喷灌均匀度。为此,试验探讨了春小麦进行喷灌储水的可行性;不同风力对喷灌质量的影响程度及可行的预防措施,为喷灌技术在干旱缺水的武威市乃至西北内陆河同类地区的适应性评价提供依据。该项目被确定为甘肃省水利科研项目,并获甘肃省水利科技进步一等奖。

2 试验布置

2.1 试验区概况

试验区选择在具有代表性的缺水灌区——黄羊河灌区,位于

甘肃省河西走廊东端。多年平均降雨 180 mm,蒸发量达 2 198 mm。春小麦生育期为 3 月上旬至 7 月下旬,多年平均降雨 124.6 mm,蒸发量 658.1 mm。土壤主要以中壤土为主,地下水埋深 120 m 以下,海拔高程 1 760 m,种植作物主要以春小麦为主,兼种少量的玉米、蔬菜。常规的农业栽培方式为每年秋季深翻土地一次,约 30~35 cm;进行冬灌(储水灌溉),定额为 180.18 mm;翌年 3 月中旬解冻后,耙耧保墒播种,生育期灌水 3~4 次,灌溉定额为 315~420 mm。试验区为全国节水增效灌溉示范项目区,现已实施固定式、半固定式、移动式喷灌面积 536 hm²。

2.2 试验布置

试验区根据全国节水增效示范项目的要求,设置了灌溉试验站。试验采用单因子对比试验,在同一处半固定式喷灌区,选择试验区及对照区,未设重复。试验区视野开阔,临近无树木、水源、渠沟、高大建筑物等影响,且与对照区之间设置 4 m 隔离区。

2.3 气象观测设备

本试验拟观测喷灌均匀度、土壤含水量、蒸发量、风速等指标,配备的主要试验观测设备为:AM3 蒸发皿;SDM6 雨量器;HM4 毛发温度表;DM6 轻便三杯风速风向表;土壤含水率测定设备 1 组;温度表(计)1 组;水表。

2.4 灌溉方式

试验布置在半固定式喷灌区域,其相应的喷灌技术参数见表 1。

表 1 试验区喷灌技术参数

喷灌类型	单系统 控制面积/hm ²	喷 头		喷灌流量/(m ³ ·h ⁻¹)		喷灌强度/(mm·h ⁻¹)		雾化指标	
		型号	规格	设计	实测	实测	允许	实测	允许
半固定式	100	ZY-2	3.1/7	3.52	3.72	9.57	12.00	3 428.6	3 000.0~4 000.0

收稿日期:2004-03-09

作者简介:杨 东(1966-),男,高级工程师。

3 试验结果及分析

①从表 2 实测 1998、1999 两年实施喷灌与地面常规节水灌

表 2 春小麦喷灌与地面常规节水灌溉耗水量、效益对比

灌溉方式	生育期灌水次数/次	储水灌溉定额/mm	生育期灌溉定额/mm	一个生产周期耗水量/mm	实测产量 / (kg · hm ⁻²)	增产率/%	节水率/%
喷灌	4	180.18	144.14	324.32	7 369.5	12.6	34.5
地面灌	3	180.18	315	495.18	6 546.0		

注:数据为 1998、1999 年实测平均值;作物一个生产周期耗水量中未计土壤水分补给量及降雨补给量。

②从表 2 观测结果中反映出一个值得研究的问题,实施喷灌时进行常规的地面储水灌溉,其耗水量 180.18 mm,多于作物生育期的喷灌水量 144.14 mm,因此,该试验区又进行了喷

溉比较,喷灌技术节水增产潜力明显,其增产原因主要是在作物需水关键期得以充分灌溉,节水途径主要是减少了生育期田间无效消耗水分。

灌代替常规地面储水灌溉的试验研究,即春小麦喷灌储水试验研究,其试验结果见表 3,生育期需水特性见图 1,图 2。

由表 3 得出结论,春小麦实施喷灌储水是可行的,试验区

表 3 春小麦一个生产周期的节水、增产效果对比

年份	储水灌溉方式	储水灌溉		一个生产周期耗水量/mm	实测产量 / (kg · hm ⁻²)	增产率/%	节水率/%
		时间	水量/mm				
2000	喷灌	2000-03-12	84.08	285.82	7 905	3.74	12.7
	地面灌	1999-10-17	180.18	342.08	7 620		
2001	喷灌	2001-03-14	75.08	303.02	6 615	6.00	14.0
	地面灌	2000-10-12	180.18	366.38	6 240		

注:一个生产周期耗水量中,未计土壤水分补给及生育期有效降雨量。

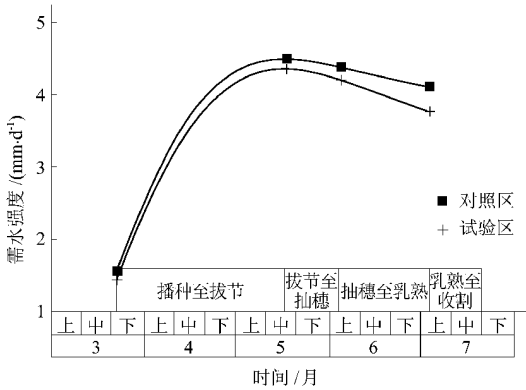


图 1 2000 年春小麦生育期需水特性

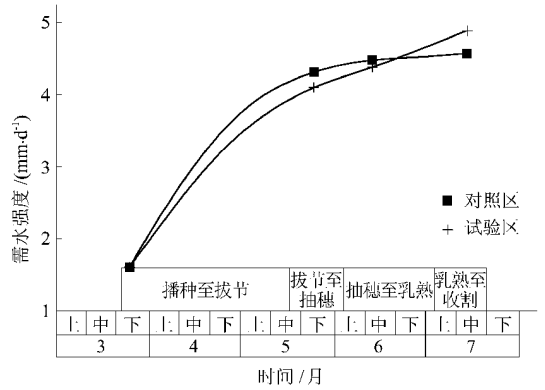


图 2 2001 年春小麦生育期需水特性

春小麦储水灌溉增产幅度很小,但节水效果明显,其节水途径主要是减少 10 月中旬至翌年 3 月中旬约 150 天的无效耗水。由图 1、图 2 对比可知,虽然储水灌溉方式、时间、定额不同,但生育期的需水特性基本吻合。由于生育前期气温较低,植株矮小,所以需水强度较小;随着生育期的推进植株长高,叶面积增长,气温升高,蒸发增强,其需水强度同步增大,在拔节至乳熟期达到高峰。之后呈下降趋势,但需水强度减少不明显,主要原因是该时段正值 25~35℃ 高温,棵间蒸发强烈。

以下的时间进行喷灌是可行的,可以使水的喷洒利用系数达 0.8 以上,能够满足作物的需水要求。

③2002 年 6 月 4 日正值春小麦抽穗期,由国家节水灌溉北京工程技术研究中心,甘肃省灌溉试验培训中心在同类地区现场测试,同时在本试验区进行了现场测试,以本试验区测试数据为例,在广泛研究国内外对蒸发漂移损失研究的基础上,进行了认真计算、相关分析,结果表明:影响蒸发漂移损失大小最重要的因子是风速,其次是温度,相对湿度最小,当风速分别为 1.1 m/s, 3.2 m/s, 和 4.7 m/s 时蒸发漂移损失达到 10%, 15%, 20%, 因此可以认为在西北干旱区选择平均风速 4.7 m/s

4 结 语

①探索了在干旱风沙区应用喷灌技术的可行性。四年的试验对比,春小麦喷灌与地面的灌溉在生育期的需水规律基本吻合,要依据生育期需水特性适时适量灌溉,实现作物增产。若采用喷灌储水,则要根据种植作物种类,耕作条件,气候特征等因素,依据《喷灌工程技术规范》GBJ5 确定灌水定额,以保证作物出苗率,挖掘喷灌节水的潜力。

②验证了规范确定的喷洒水利用系数的准确性。《喷灌工程技术规范》规定的风速与喷洒水利用系数的关系,即风速低于 3.3 m/s 时,喷洒水利用系数 0.8~0.9;风速为 3.4~5.4 m/s 时,喷洒水利用系数 0.7~0.8。这些数据在典型的干旱风沙区得到了进一步试验验证,为西北内陆干旱区发展喷灌节水农业提供了依据。

③探索了风对喷灌质量影响预防措施。(下转第 22 页)

的距离减小,过水断面也相应减少,相同压力情况下,从图2中可以看出流量也相应减小;从表1可以看出随着台阶高度 h 的增加,3种方案流量偏差依次为14.3%、14.1%和10.5%,逐渐减小,说明滴头补偿性能越来越好。

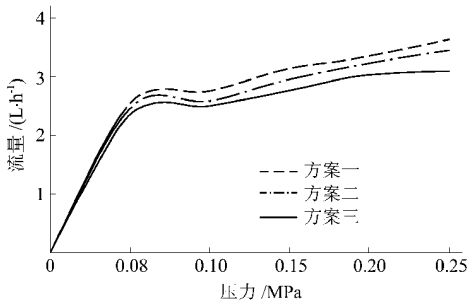


图2 不同台阶高度下滴头压力与流量关系

因此在滴头设计时,可以考虑通过减小滴头台阶与膜片之间距离来提高滴头的补偿性能,相应流量也会有所减少。其他试验还表明在这种情况下,滴头出现补偿性能的工作点和最大压力的工作点会相应提前。

2.3 出水槽过水断面对滴头流量的影响

试验过程中只有出水槽断面不同,其余条件相同。试验分两种:第一种槽过水断面 $0.4\text{ mm}\times 0.48\text{ mm}$;第二种槽过水断面 $0.4\text{ mm}\times 0.3\text{ mm}$ 。试验结果见表2。

表2 不同出水槽过水断面下的滴头流量 L/h

工作压力/MPa	0	0.08	0.10	0.15	0.20	0.25
方案一	0	2.99	3.21	3.70	4.01	3.98
方案二	0	2.42	2.54	2.87	3.14	3.29

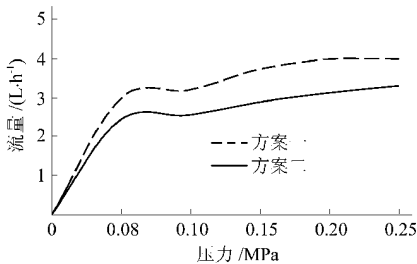


图3 不同出水槽断面下滴头压力与流量关系

从图3中可以看出:出水槽过水断面大小对流量的影响明显,过水断面大,相应流量也大。两方案曲线走势相同,即可推断断面改变对滴头补偿性能没有起到明显改善作用。

2.4 膜片性能对滴头流量的影响

试验过程中只有膜片性能不同,其余条件相同。试验分两

(上接第20页)可选择无风天或在有风天利用风时段喷灌;掌握离地面风速较小的自然规律,设计竖管易升降的喷灌系统,以保证作物生育前期喷灌的质量;利用喷头俯仰角可调的优势,减小和增加水平方向水压力,调整射程,提高喷灌均匀度。

④研究提出了扩大播种面积的可行措施。干旱风沙区共同特点是:春季播种或出苗,可利用喷灌储水节水,使用灵活,适应地形变化较强的优点,扩大作物种植面积,以有效缓解生活、生态、生产用水矛盾。

种方案:方案一膜片厚度 0.7 mm ,邵氏硬度39;方案二膜片厚度 0.53 mm ,邵氏硬度37。试验结果见表3。

表3 不同膜片厚度下的滴头流量 L/h

工作压力/MPa	0	0.08	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	流量偏差/%
方案一	0	2.25	2.41	2.70	2.90	2.97	2.90	11.7
方案二	0	2.20	2.37	2.58	2.60	2.53	2.32	7

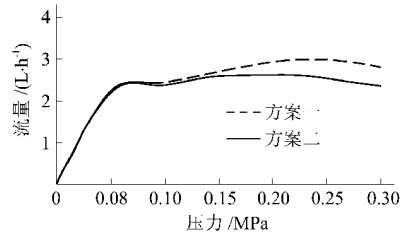


图4 不同膜片厚度下滴头压力与流量关系

试验结果表明:在相同的结构条件下,膜片本身的性能对滴头的补偿性能起到关键性作用。本试验滴头结构条件下,适合使用厚度 0.53 mm ,硬度37的膜片,其补偿性能高于厚度和硬度较大的膜片。此滴头具有很好的补偿性能,符合国家产品标准要求。

经过多次滴头试验,结果表明:

①设计时需要同时对滴头结构和膜片综合考虑。不同的滴头结构需要不同性能的膜片与之配合。

②滴头结构定型情况下,可以通过选择合适的膜片与之匹配,来提高补偿性能。同一厚度情况下,膜片硬度越大,补偿性能越差;膜片硬度越小,压力补偿范围越小。同一硬度情况下,膜片厚度越大,同样压力下,膜片变形量越小,补偿性能越差;膜片厚度越小,同样压力下,膜片变形量越大,压力补偿范围越小。

3 结语

①滴头流道长度和断面尺寸对流量起到关键作用。

②在滴头设计时,可以通过减少滴头台阶与膜片之间距离来提高滴头的补偿性能。

③出水槽过水断面大小对流量的影响明显,但对改善补偿性能作用不大。

④膜片自身性能对滴头的补偿性能起到关键作用,在滴头开发时,需对滴头结构和膜片综合考虑。

参考文献

- [1] 姚彬,刘志烽,张建萍. 流道长度对内镶贴片式滴头性能参数影响的初步研究[J]. 节水灌溉,2003,(5).

参考文献

- [1] 水利部农水司. 节水灌溉技术标准选编[M]. 北京:中国水利水电出版社,1998.
- [2] 余根坚,高占义,赵元忠. 干旱风沙区喷灌蒸发漂移损失试验研究[J]. 中国农村水利水电,2002,(11).
- [3] 杨东. 春小麦喷灌储水试验研究[J]. 中国农村水利水电,2002,(3).