

间歇灌节水试验

李金山, 仵峰, 范永申, 刘扬, 冯俊杰

(水利部中国农科院农田灌溉研究所, 河南新乡 453003)

摘要 就影响间歇灌灌水质量的坡度、畦宽和单宽流量等技术参数进行分析和确定。在冬小麦试验地对间歇灌与连续灌进行了灌水试验, 并对灌溉效率、节水率及均匀度进行了对比分析计算。结果表明, 间歇灌与连续灌相比具有省水、节能、灌水均匀、效率高等优点。间歇灌比连续灌可节水 15% 以上, 提高灌溉效率 15% ~ 24%, 均匀度可达 86%。

关键词 节水灌溉; 间歇畦灌; 连续灌; 田间试验

中图分类号 S275.8 文献标识码: A 文章编号: 1006-764X(2007)05-0072-03

Experimental study on water-saving by intermittent border irrigation / LI Jin-shan, WU Feng, FAN Yong-shen, LIU Yang, FENG Jun-jie(Institute of Farm Irrigation, Chinese Academy of Agricultural Sciences of Ministry of Water Resources, Xinxiang 453003, China)

Abstract : Some technical parameters, such as the slope of farmland, the width of furrow, and the unit discharge, influencing the quality of intermittent border irrigation were analyzed and determined. Based on experiments on continuous irrigation and intermittent border irrigation in winter wheat fields, the irrigation efficiency, the water-saving ratio, and the uniformity of different irrigation modes were compared. The result shows that intermittent border irrigation is characterized by water-saving, energy-saving, high uniformity and high efficiency. As compared with continuous irrigation, intermittent border irrigation can save water more than 15% and improve irrigation efficiency by 15%-24%, and the uniformity of intermittent border irrigation can reach 86%.

Key words : water-saving irrigation; intermittent border irrigation; continuous irrigation; field experiment

波涌灌(surge flow irrigation)亦称间歇灌。它是按一定周期、间断地将输配水管(渠)中的水引入田间的沟、畦中, 通过几次供水和停水过程(即几个循环)完成一个沟、畦的配水。该技术是在传统沟、畦灌基础上发展起来的一种新的地面灌水技术, 与一般沟、畦灌相比, 具有灌水均匀、节水、深层渗漏小、实现小定额灌溉等优点^[1]。

1 基本情况

1.1 土壤类型

土壤类型为粉砂质黏壤土和粉砂质黏土, 从地表向下交替变化。土壤密度采用剖面环刀测定, 灌水前后的土壤含水量采用烘干法测定, 平均渗吸数率采用双环入渗仪在田间测定。土壤密度为 2.71 g/cm³, 平均渗吸数率在 0.067 ~ 0.082 之间, 经测试土壤基本特性参数如表 1 所示。

1.2 试验布置

试验在人民胜利渠灌区小麦地上进行, 地面坡

度为 0.001。试验采用地埋管道供水, 入畦流量为 31.79 m³/h, 多孔闸管直接向畦田配水, 沿畦长 10 m 设一测点, 以测定水流推进时间和距离。间歇灌与连续灌畦长及单宽流量见表 2。

表 1 试验地土壤特性参数

土层深度/cm	土壤类型	干密度/(g·cm ⁻³)	孔隙率/%
0 ~ 20	粉砂质黏壤土	1.30	52
20 ~ 40	粉砂质黏土	1.45	46
40 ~ 60	粉砂质黏壤土	1.42	48
60 ~ 80	粉砂质黏土	1.42	48
80 ~ 100	粉砂质黏壤土	1.44	46

表 2 畦长及单宽流量

序号	畦长 L/m	畦宽 B/m	单宽流量 q/(L·s ⁻¹ ·m ⁻¹)
1	210	1.6	5.52
2	210	1.9	4.65

2 试验方案

试验采用变循环比(变周期)间歇灌, 即在灌水期间, 为了保证每个周期推进距离大致相等, 每次供水

时间不等,间隔时间视田面水层消退情况确定。间歇时间太长会导致后续灌水入渗率大,达不到节水效果;间歇时间过短则间歇灌与连续灌灌水效果差别不大。畦田较长时,周期数可大些;反之,选小些。田块长度在200m以上时以3~4个周期为宜,长度在200m以下的地块则采用2~3个供水周期^[2-3]。每个供水周期内的灌水时间可在30~60min范围内选择^[3-4]。循环比的确定应以间歇阶段田面水流完全消退并形成致密层,以降低土壤入渗能力和便于管理为原则^[5]。间歇灌主要参数见表3。

表3 间歇灌主要参数

畦宽/ m	灌水次数/ 次	供水时间/ min	间隔时间/ min	循环比
1.6	1	20		
1.6	2	40	30	0.40
1.6	3	45	60	0.40
1.9	1	30		
1.9	2	60	45	0.43
1.9	3	60		0.57

注:循环比= $\frac{\text{供水时间}}{\text{供水时间} + \text{间隔时间}} = \frac{\text{供水时间}}{\text{循环周期}}$ 。

3 试验结果与分析

3.1 试验结果

对间歇灌与连续灌灌水过程中推进时间和推进距离资料进行计算分析,畦宽 $B=1.6\text{ m}$ 及 $B=1.9\text{ m}$ 的试验结果见图1及表4。

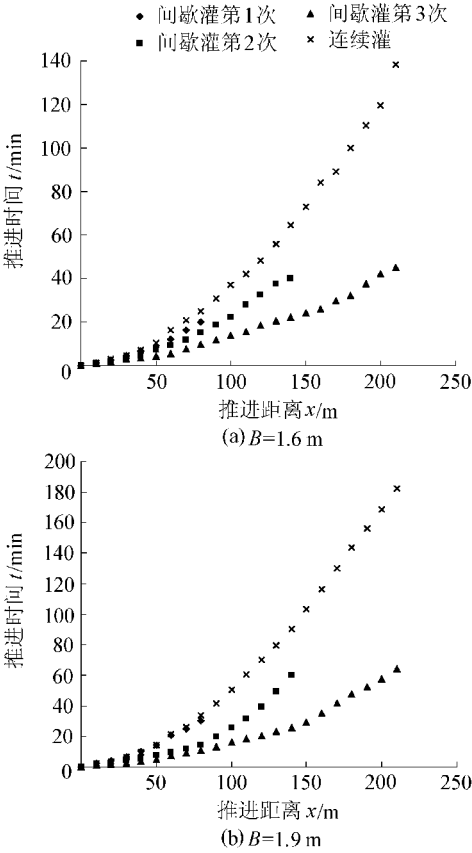


图1 间歇灌与连续灌灌水推进曲线

表4 间歇灌与连续灌对比试验结果

灌水方式	单宽流量/ ($\text{L} \cdot (\text{s} \cdot \text{m})^{-1}$)	灌水时间/ min	灌水定额/ ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	平均推进速度/ ($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$)
连续灌	5.52	138.47	1100.7	1.55
间歇灌	5.52	105.00	834.6	2.04
连续灌	4.65	182.00	1447.2	1.18
间歇灌	4.65	154.00	1224.6	1.39

3.2 结果分析

从图1可以看出,在间歇灌第1次供水时,从畦首到80m处间歇灌推进曲线和连续灌基本重合,因为灌水开始阶段畦田湿度和田面糙率基本一致。间歇灌第2次和第3次供水推进曲线比第1次相对平滑,即推进速度加快;而连续灌从80m后推进速度越来越慢。产生这种现象的原因是不同灌水条件下,土壤特性发生变异所致,间歇灌前次供水湿润了土壤,使表层土壤形成了比较光滑的密实表面,降低了田面糙率和水流阻力,提高了水流推进速度;另外就是灌水消退过程中,由于毛细管作用使土壤表层空隙中存留一些气泡,导致后续灌水时土壤入渗率减小,从而保证了每个循环都能维持一个较快的推进速度,提高了灌水效率,达到了节水目的。从表4的结果得到间歇灌比连续灌灌水效率提高15%~24%,节水15%以上。

为了研究灌溉质量,了解间歇灌和连续灌条件下的沿畦长入渗水量分布情况,灌水前后分别取土样,用烘干法测定土壤含水量。间歇灌与连续灌沿畦长水量分布及计算结果见图2。

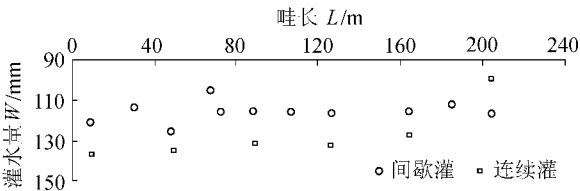


图2 间歇灌与连续灌沿畦长水量分布
水量分布均匀度计算公式如下:

$$D_U = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |H_i - H_{\text{均}}|}{NH_{\text{均}}} \right) \times 100\%$$

式中: D_U 为灌溉水分布均匀度,%; H_i 为第*i*点处灌入土壤水量,mm; $H_{\text{均}}$ 为畦内灌溉水平均入渗量,mm;*i*和*N*分别为沿畦长方向的测点数和序数。

从图2可以看出,连续灌水量分布从畦首到畦尾呈现递减现象,而间歇灌沿畦长分布却比较均匀。从表5可以看出,间歇灌平均灌水量小于连续灌,说明间歇灌比连续灌节水,同时灌水均匀度比连续灌好。国内外试验已经证明,当土质地越疏松时,间歇灌越可以有效地减少深层渗漏,提高田间水利用率,节水效果显著。

表5 间歇灌与连续灌参数比较

灌水方式	测点数/ 个	平均灌水量/ mm	标准差	均匀度/ %
间歇灌	11	119.5	7.16	86
连续灌	6	125.4	14.40	71

4 结 论

- a. 在我国干旱缺水地区,推广间歇灌水技术是节约灌溉用水、提高灌溉水利用效率的有效途径。
- b. 间歇灌与连续灌相比,具有省水、节能、灌水均匀、效率高等优点,可节水 15% 以上,提高灌溉效率 15% ~ 24% 均匀度可达 86%。
- c. 影响间歇灌灌水质量的主要技术要素有畦坡、单宽流量、循环比和循环次数。单宽流量增大能

(上接第 55 页)

自上而下均匀性较好,电阻率均在 10 Ω·m 以上,10 Ω·m 以下低电阻率异常区明显消失,说明扰动区已被充填,灌浆效果较好^[5]。

另外,从清理建基面的开挖断面看,断层、裂隙、扰动区等空隙处均被水泥充填,与周围地层结合紧密,地层加固效果良好。

6.3 地层抬动观测

在压浆过程中,为了避免地基被抬动破坏,设置了检测点,制定了抬动控制标准,对压浆前、压浆中和压浆后地层的抬动情况进行观测。经检测地层最大抬动为 4 mm,在控制标准之内,满足设计要求。

7 经验总结

因厂房基础地质条件极其复杂,工期紧,任务重,塌孔十分严重,致使桩基施工难度很大。要保证在复杂地质和高承压水条件下桩基正常施工,需做好以下 3 个方面的工作。

- a. 有效降低地下水水位。厂房基础紧临黄河,桩基施工平台在河水位以下 27.5 m,软基存在相对隔水层,形成地下承压水,最大水头达 20.17 m。高承压水涌入桩孔是造成塌孔的主要因素。因此,设计合理的管井、减压井、降压坑、井点等降水设施,形成科学的排水网络,有效降低地下水位,防止地下水进入桩孔,是减少塌孔、保证桩基正常施工的关键。
- b. 合理安排工序。因地层中断层多,小构造发育,地下水位高,承压水水头大,极易塌孔,所以尽量缩短各工序之间的时间。
- c. 增大泥浆浓度。对泥浆采取添加加重剂、增黏剂、分散剂等措施,对减少塌孔十分有效。
- d. 制定灌浆标准和方法。砂卵石、中细砂层、

提高灌水效率和节约水量。

参考文献:

[1] 樊志升,胡毓骥,周子奎.间歇灌灌水技术及其节水机理的试验研究[J].灌溉排水,1997(4):37-41.

[2] 王云涛,施丽贞.间歇灌灌水技术及其节水机理的试验研究[J].节水灌溉,1998(1):12-15.

[3] 刘群昌,许迪,谢崇宝,等.波涌灌溉技术田间适应性分析[J].农业工程学报,2002(1):35-40.

[4] HUMPHERYS A S. Surge irrigation :2 Management[J]. ICID Bulletin,1989(2):56-61.

[5] 费良军.波涌畦灌技术要素设计方法研究[J].西安理工大学学报,1996(3):257-262.

(收稿日期 2007-03-29 编辑 高建群)

黏土岩、粉砂岩等地层可灌性相差较大,灌浆量和灌浆压力差别很大,有时还会出现串浆、冒浆等现象。因此,根据不同地层和实际灌浆情况及时制定灌浆质量控制标准,采用适宜的灌浆方法,对质量控制、加快施工进度、保证工期有着十分重要的作用。

8 结 语

西霞院电站厂房基础属软基,地质条件极其复杂,国内罕见。在此基础上大规模采用后压浆混凝土灌注桩加固地基,提高局部承载力,减少不均匀沉降,在国内水利工程中不多见,没有经验可参考借鉴。本项施工对地基的加固效果如何,有待今后对观测资料整理分析并进行评价和判断。通过对 2005 年 3 月到 2006 年 5 月观测资料的初步分析,结果表明电站基础沉降变形在设计允许范围之内,没有发现异常情况。

参考文献:

[1] 杨杰,黄静源.黄河西霞院水电站厂房灌注桩施工及质量控制[J].云南水力发电,2006,22(4):60-64.

[2] 范叶义.钻孔灌注桩施工技术的探索[J].水利经济,2005,23(5):60-61.

[3] 朱正其.钻孔灌注桩-压密注浆在基坑支护帷幕中的应用[J].水利水电科技进展,1999,19(增刊):32-33.

[4] 李万海.西霞院反调节水库发电厂厂房桩基检测报告(黄物探质(桩)字第 CZ04112 号)[R].郑州:黄河水利委员会勘测规划设计研究院物探总队,2005.

[5] 何效周,薛云峰,范秦军.西霞院反调节水库厂房基础防渗墙振动区及桩基压浆效果探测成果报告[R].郑州:黄河勘测规划设计有限公司工程物探研究院,2005.

(收稿日期 2006-06-30 编辑 高建群)