

水稻动态灌溉技术在皂河灌区的推广

吴玉柏

王学秀

(江苏省水利科学研究所 南京 210017) (宿豫县皂河灌区管理所 江苏宿迁 223800)

摘要 介绍水稻“深-浅-晒-间-润”动态灌溉技术。推广中采用小区对比示范逐步向面上辐射的办法,对比示范的灌溉方法有动态灌溉、湿润灌溉、浅水勤灌和深水灌溉,面上推广仅采用动态灌溉方法。动态灌溉用水量比湿润灌溉略高,分别比浅水勤灌和深水灌溉低 15.5% 和 34.4%,产量分别比湿润灌溉、浅水勤灌和深水灌溉高 1.54%, 3.95% 和 18.5%。三年动态灌溉技术推广面积 7380 hm²,节水 2140.8 万 m³,增产稻谷 326.6 万 kg,经济效益 330.8 万元。

关键词 水稻 节水灌溉 动态灌溉 灌溉技术

皂河灌区位于江苏宿豫县西北部,属于中型提水灌区,可耕地面积 1.19 万 hm²,有效灌溉面积 1.03 万 hm²,水稻单产 7500 kg/hm²,是江苏省粮食高产基地。渠首电站装机容量 3035 kW,设计提水能力 25 m³/s。灌区设干、支、斗、农、毛五级固定渠道。渠系水利用系数 0.5 左右,每季水稻毛灌溉定额约 1000 m³。灌溉水源为骆马湖或梯级泵站翻引的江淮水,水费单价在 5~8 分/m³,渠首电站的提水费约为 1.3 分/m³,每季水稻的直接水费在 195 元/hm² 左右。

水稻节水高产技术推广采取小面积对比试验和示范与大面积推广相结合的方法。小区示范除采用“深-浅-晒-间-润”动态灌溉技术^[1]外,还设计浅水勤灌、湿润灌和习惯灌法进行对比;大面积推广仅采用动态灌溉技术,同时与习惯灌法进行对比分析。

试验小区面积 0.68 hm²,位于王官集乡,在皂河干渠上段,试区内建筑物配套良好,引水条件优越,排水系统完善,土壤质地为沙壤土,田面较平整。推广区由干渠两侧逐步扩

大到全灌区,推广面积 1990 年为 26.47 hm², 1991 年为 819.8 hm², 1992 年为 6653.3 hm²。试验区和推广区水稻品种都是汕优 63 号。

1 灌溉技术及其要点

小区示范和大面积推广的水稻灌溉方法有四种:动态灌溉技术、湿润灌溉、浅水勤灌和群众习惯灌法,各方法的技术要点如下:

a. 动态灌溉技术的实施要点是浅水插秧,深水活棵;浅水分蘖,适当露田;够苗搁田,先轻后重;间歇灌溉促穗发,始穗前轻搁一次,抽穗期以浅水为主;齐穗后干湿交替保通气,湿润灌溉促粒重。各生育期水分状况控制如表 1 所示。

b. 湿润灌溉是除返青期进行水层灌溉外,其它各生育期田间不建立水层(雨后适当蓄水),以湿润为主,浅水为辅,土壤含水量大部分时间接近田间持水量的 85%~95%。

c. 浅水勤灌属淹灌型,除烤田和乳熟后期外,水层变幅在 10~50 mm 之间,灌溉周期较短,灌溉次数较多。

第一作者简介:吴玉柏,男,高级工程师,从事节水灌溉及水资源优化调度研究,曾发表《水稻灌区实时预报优化调度方法》等论文。

表1 各种灌溉方法不同生育期的水分状况

灌溉方法	返青期	有效分蘖期	无效分蘖期	拔节孕穗期	抽穗期	灌浆期	成熟期
动态灌溉	50→30 (2~3d)	30→10 (露田1~2次)	30→75% (两次轻烤间隔4d)	30→90% (间歇灌溉)	30→0 (间歇灌溉)	30→85% (湿润灌溉)	30→80% (湿润灌溉)
湿润灌溉	30→10	20→0	20→75%	20→85%	20→85%	20→85%	20→70%
浅水勤灌	50→30	30→20	30→80%	30→0	30→0	30→0	30→75%
习惯灌法	90→60	70→50	80→80%	80→40	70→40	70→40	60→80%

注:水分状况整数表示水层深度(mm),百分数表示田间水分占田间持水量的比例。

d. 习惯灌法,即目前群众采用的灌溉方法,属于深水灌溉,除烤田和乳熟后期外,水层变幅在40~90mm之间,灌溉次数不多,灌溉定额较大,耗水量大。

2 测试内容和方法

2.1 田间小区测试内容

a. 田间灌溉水量,每次灌水时均用梯形量水堰量测。

b. 田间水层及地下水位的测试,采用测深法,按设计的灌溉模式严格控制田面水层。

c. 田间土壤持水率的测试,每次田面无水后每天取土一次,烤干称算土壤持水率。

d. 降雨量和蒸发量分别采用自记雨量器和E601型蒸发皿进行测量。

e. 小气候观测,每天8时、14时、20时观测天气、温度、湿度、风向、风力、日照等。

f. 水稻栽培管理测试,由农业技术员用田测法对水稻各生育阶段的发育情况进行植株定点观测,每次施肥、治虫、拔草、灌水都有专人指导并记载、分析各阶段长势状况,成熟后考种测产。

2.2 推广区 and 对照区测试内容

a. 推广区、对照区都分别用流速仪、量水喷咀、分流式量水计计量灌水量,进行对比校验。

b. 田间控制水层测定,每条渠灌溉范围内设3~4个测点,每天8时测量一次田面水层,分点控制大面积放水水层。

c. 降雨利用率测定,分片设放雨量计,测出降雨量。降雨前、排水后分别到测点处测定田间水深。

3 推广的组织措施和工程技术措施

a. 健全组织,加强管理。示范推广在江苏省水利科学研究所指导下进行,灌区成立以所长为组长、多名技术人员参加的科技推广领导小组,负责小区试验的各项测试工作,并检查、指导面上推广。推广区每6.7hm²配1名田间管理员,按小区试验中动态灌溉的设计水层灌水,还定期组织田间放水员到小区试验田培训,实行科学用水。

b. 搞好工程配套和量水设施。对试区内的17座有闸无门、无启闭机的斗农门进行了维修、改造,闸门、启闭机配套齐全,有的增设量水设施。在小区内新建9座量水堰、四个水位观测井,并安放蒸发皿、雨量计。通过维修、改造,试区工程基本配套,控制自如,达到节水计量的要求。

c. 实行计量用水,搞好按水量收费。试区内各支、斗渠都按田间试验测定,水稻不同生育期的实际用水量加各级渠道输水损失进行计量供水,灌溉结束后按计量收费,促使用户自觉实行计划用水、节约用水。

d. 严格控制水层和土壤持水率,减少水面蒸发和田间渗漏。推广中严格按照不同灌溉方法所要求的各生育期的水分状况进行灌溉。当土壤水分达到控制水层或土壤持水率下限时,立即进行灌水。灌水量根据控制水层上限事先确定,灌溉中随时观测田间水层,一旦达到控制水层,立即停灌。

e. 充分利用降雨量。在每次灌溉前都密切观察天气变化情况,收听天气预报,如有降雨迹象,便推迟放水。在放水期如突然降雨,雨量降到20mm左右立即停水,这样就把

有效的雨水蓄在田间。蓄水深度控制在水稻株高的25%以下,以不影响正常生长为宜。

4 试验成果与效益

4.1 水稻长势与考种成果

根据实际测试和观察,动态灌溉、湿润灌溉和浅水勤灌植株较矮,茎秆坚韧,穗长粒大,抗倒伏、抗病虫害性能好。而习惯灌溉法水稻株高叶大,茎秆软,通风性差,遇大风或连续阴雨易倒伏,易生病。据1990年测算,习惯灌法有40%倒伏,而其它三种灌水方法只有5%的倒伏。根据考种分析,动态灌溉稻谷的结实率达93.8%,千粒重为27.8g;习惯灌溉法稻谷结实率为90.3%,千粒重为27.1g。

4.2 节水效果和降雨利用情况

根据小区试验结果,各灌溉方法三年平均田间灌溉水量:动态灌溉为 $3771\text{ m}^3/\text{hm}^2$,湿润灌溉为 $3422\text{ m}^3/\text{hm}^2$,浅水勤灌为 $3951\text{ m}^3/\text{hm}^2$ (插补值),习惯灌法为 $4599\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。与习惯灌法相比,动态灌溉、湿润灌溉和浅水勤灌的节水量分别为 $3.69\text{ m}^3/\text{hm}^2$, $5.23\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 和 $2.68\text{ m}^3/\text{hm}^2$,节水率分别为18.0%,25.6%和13.1%。由此可见,动态灌溉具有明显的节水效果。

推广区全部采用动态灌溉技术,三年平均灌溉定额(斗渠渠首量水) $7878\text{ m}^3/\text{hm}^2$,田间净灌溉定额为 $5909\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。对比区采用群众习惯灌法,三年平均灌溉定额(斗渠渠首量水)为 $9812\text{ m}^3/\text{hm}^2$,折合田间净灌溉定额为 $7359\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。推广区动态灌法与群众习惯灌法相比每季水稻节省净灌溉定额 $1451\text{ m}^3/\text{hm}^2$,节省毛灌溉定额 $2902\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。三年推广面积分别为 26.47 hm^2 , 819.8 hm^2 , 6533.3 hm^2 ,合计 7380 hm^2 ,三年总计节约灌溉用水 2140.8 万 m^3 。

4.3 增产效益分析

根据小区试验成果,动态灌溉、湿润灌溉、浅水勤灌和习惯灌法的产量分别为 $8820\text{ kg}/\text{hm}^2$, $8676\text{ kg}/\text{hm}^2$, $8485\text{ kg}/\text{hm}^2$ 和 $7443\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。可见动态灌溉增产效果最显著,与习惯灌法相比,增产 $1360.2\text{ kg}/\text{hm}^2$,增产率

高达18.2%,比湿润灌溉和浅水勤灌增产1.66%和3.95%,增产效益达 $816.2\text{ 元}/\text{hm}^2$ 。

推广区动态灌法平均产量为 $8217\text{ kg}/\text{hm}^2$,比习惯灌法增产 $442.5\text{ kg}/\text{hm}^2$,增产率为5.7%。

4.4 经济效益分析

经济效益主要来自于增产和节水。就推广区而言,动态灌溉与群众习惯灌溉相比,节约用水 $2901\text{ m}^3/\text{hm}^2$,节约直接提水费用 $37.65\text{ 元}/\text{hm}^2$;增产 $442.5\text{ kg}/\text{hm}^2$,增产效益为 $265.65\text{ 元}/\text{hm}^2$ 。节水增产的直接经济效益为 $303.3\text{ 元}/\text{hm}^2$ 。全推广区经济效益为223.8万元。

皂河灌区灌溉水源或者是通过6级泵站翻引的江水,或者是通过3级泵站从洪泽湖翻引的,梯级泵站综合提水费用约为 $5\text{ 分}/\text{m}^3$,因此,节水的间接经济效益为 $145.05\text{ 元}/\text{hm}^2$,三年节约翻水费用107.0万元。

综合上述两方面,推广动态灌溉技术三年的总经济效益为330.8万元,平均每公顷经济效益为448.35元。

4.5 社会效益分析

a. 节水的社会价值。江苏省淮北地区是严重缺水地区,近期要求每年发展旱改水 4.67 万 hm^2 ,主要依靠走内涵发展的路子。若以每公顷水稻需补充调水 9000 m^3 计算,三年节水 2140.8 万 m^3 ,可以扩大水稻种植面积 2393 hm^2 ,增产粮食718万kg,经济价值为428.2万元。

b. 节能的社会效益。三年节水技术的推广,节约电力80万 $\text{kW}\cdot\text{h}$,按工业产值15元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$ 计算,可增加社会财富1200万元。

c. 由于采用节水技术,极大地降低了用水定额,从而可以大大降低工程规模,减少基建投资。

d. 用水定额的减少,可以缩短灌溉时间和工程运行时间,从而可以节省大量的劳动力。

e. 用水定额的减少,可以提高灌溉保证率,有利于农业高产稳产。

5 节水原因分析

a. 蒸发蒸腾量减少。根据三年的试验

结果,动态灌法全生育期无水层天数为44~50d,而习惯灌法无水层天数仅为23~40d。无水层期间水稻的棵间蒸发只是土壤表面蒸发,蒸发强度明显减少,植株蒸腾也明显减弱。因此,无水层天数多可以极大地减少腾发量,从而收到节水的效果。

b. 田间渗漏量减少。田间渗漏量主要与建立水层的时间和水层深浅有关,动态灌法以浅水和湿润为主,水层较浅,建立水层的时间显著减少,水的渗透压减小,渗漏速度减慢。无水层不但可以减少渗漏,而且水稻还可以利用毛细管和根系的作用吸收利用地下水,从而减少了用水量。

c. 降雨利用率提高。灌溉水层浅或无水层时间长,可以大大提高存蓄雨水的机会和能力。根据三年的实测资料分析,动态灌法降雨有效利用率为57.3%,而习惯灌法降雨利用率为40%,提高了17.3个百分点。

6 结 语

a. 根据试验和推广实测资料分析,动态灌溉、湿润灌溉、浅水勤灌与群众习惯灌溉相比有明显的增产节水效果。节水效果以湿润灌溉最高(25.6%),动态灌溉次之(18.0%);增产效果以动态灌溉最高(18.5%),湿润灌溉次之(16.57%)。上述资料,又一次佐证了江苏省水利科学研究所的研究成果,说明“深-浅-晒-间-润”动态灌溉技术不仅是水稻高产灌溉技术,同时也是良好的节水灌溉技术。

b. 在大面积推广中仅推广动态灌溉技术,主要考虑下述三个因素:①湿润灌溉以无水层为主,倘若田面稍有不平,就会有局部受旱现象。目前,机械化程度低,劳动力价格高,大面积平整土地困难较大,而动态灌溉前期以浅水勤灌(水层)为主,后期虽以湿润为主,但主要水源来自于天然降雨,因此实践中易于实施和操作。②湿润灌溉田间水分状况长期处于水稻高产生长的最低限,一旦供水不及时,就会影响产量。因此,湿润灌溉对水源要求高,灌溉周期短,灌水频繁,目前的用水管理水平很难适应这种要求。③动态灌溉

技术增产效果最好,对于江苏水资源相对富裕、粮食日趋不足的情况来说,群众更乐意选择增产显著的灌溉方法。事实上,动态灌法的综合经济效益也最高。

c. 江苏省普遍推广的水稻高产栽培体系是叶龄模式^[2],由于动态灌溉技术与叶龄模式紧密配合,直观易掌握,不但深受群众欢迎,而且也容易得到农业部门的支持。这是动态灌溉技术能够得到大面积推广的生命力所在。

d. 节水灌溉技术推广是一项技术性很强的工作,一定要加强领导,建立健全用水管理组织,广泛开展技术培训和宣传。在工程上,应加强量水设施建设和建筑物配套,确保用水有计量,杜绝跑水、自流水。

e. 需要说明的是,在推广过程中,由于用水管理的实际困难和群众对节水灌溉有所顾虑,在水层设计上适当放宽了一些,因此推广区的节水增产效果比示范区略低。

参考文献

- 1 吴玉柏. 根据水稻生育进程叶龄模式进行“深-浅-晒-间-润”合理灌溉. 灌溉排水, 1990, 9(3): 10~16
- 2 凌启鸿, 苏祖芳等. 水稻叶龄模式栽培技术. 北京: 农业出版社, 1986

(收稿日期: 1996-09-28 编辑: 张志琴)

(上接第44页)

d. 掺灰改良并非对所有土样都适用,同时对不同的土样其最佳掺灰量不同,范围6%~8%。

e. 掺灰改良的效果是永久的。

f. 施工采用重型击实标准,对于挖方或填方路段或场地,除作掺灰处理外还要考虑挖方或填方边坡的稳定性,设计中应考虑采用防渗与加固措施。

参考文献

- 1 李生林等. 中国膨胀土工程地质研究. 南京: 江苏科学技术出版社, 1992
- 2 汪春桃. 公路路基膨胀土填料的工程特性. 江苏交通工程, 1995(4): 39~45

(收稿日期: 1996-10-03 编辑: 熊水斌)