

江苏省水稻高产节水灌溉技术体系研究

俞双恩,张展羽

(河海大学水利水电工程学院,江苏南京 210098)

摘要:根据江苏省水土资源特征、地形地貌特点以及各地水稻高产节水灌溉的实践,因地制宜分区推广水稻浅湿灌溉、浅湿调控灌溉、控制灌溉以及水稻旱作灌溉技术,研究制定了相应的技术指标和操作规程,形成了具有江苏特色的水稻高产节水灌溉技术体系。水稻高产节水灌溉技术体系的建立,促进了江苏省水稻节水灌溉技术的推广,取得了显著经济效益和社会效益。

关键词:水稻;高产;节水灌溉;技术体系

中图分类号:S275

文献标识码:A

文章编号:1000-1980(2002)06-0030-05

1 基本情况

江苏地处长江、淮河下游,总面积10.2万km²,耕地面积为445万hm²,其中水田面积234万hm²。境内地势平坦,水网密布,长江横贯东西,将江苏省分为苏南苏北两大片。全省气候跨越两大气候带,苏北灌溉总渠以北属半湿润的温温带、以南属湿润的亚热带,南北横跨约5个纬度,东西受海陆影响,气候复杂多变。因此,在水稻生产上形成了多种类型的水稻品种和多种稻作熟制。

江苏省入境水量大,降雨丰沛,但水资源时空分布不均匀,自然调节能力较低,引水供水能力不足。如遇一般干旱年份,则发生区域性和地方性缺水,如淮北地区缺水18.14亿m³,其他缺水严重的地区有沿海垦区、宁镇扬山丘区和太湖湖西的部分地区。即使水量充沛的太湖和里下河腹部地区也有间歇性供水不足的现象。遇到特殊干旱年份,全省缺水共102.7亿m³,其中淮北地区缺水70.62亿m³,供需矛盾非常突出。加之江苏省工业发展迅速,引起部分河湖水质污染导致了水质性缺水,形成了资源与水质性双重缺水^[1]。稻作区缺水减产或因缺水而改种旱作物已成为该省农业可持续发展的障碍。因此,大力推广节水灌溉工程措施,积极推广水稻高产节水灌溉技术,有助于缓和水资源紧缺的态势。

2 水稻节水灌溉技术类型及分区原则

2.1 技术类型

水稻节水灌溉技术主要指稻田的高效水分管理和实现水分状况调节所采用的灌水方法。从水稻的生长特性看,它具有既能生长在淹水的土壤环境下,又能生长在旱田地里的双重适应性能。水稻对水分的需求包括耕作需水、生态需水和生理需水。生理需水是水稻保持体内水分平衡、进行光合作用所需要的水,在一定条件下减少耕作需水和生态需水,也能满足水稻正常生理需水要求,保证作物正常生长、发育。水稻的生理需水还表现在不同的生育期有不同的要求,关键需水期缺水将对产量形成较大影响,非关键期缺水对产量影响较小,至少少量缺水更有利于高产稳产。水稻节水灌溉技术以优化水稻的生理需水,尽量减少生态需水和耕作需水为原则,人为控制无效用水,充分利用天然降雨,结合气象、土壤、肥料及农业措施,实施田间高效水分管理,从而大幅度提高水的生产效率。

江苏省水稻栽培历史悠久,栽培水平处于全国先进行列,其水稻节水灌溉技术研究起步较早,推广的技术类型较多,在全省有影响的技术类型有以下几种。

2.1.1 浅湿灌溉

水稻浅湿灌溉即浅水与湿润反复交替、适时落干,浅湿干灵活调节的一种间歇灌溉模式.操作要点如下:(a)浅水勤灌促返青、分蘖(b)分蘖后期及时晒田(c)拔节孕穗期间歇灌(d)抽穗开花及乳熟期湿润灌溉;(e)黄熟期自然落干,遇雨排水.该技术在苏南应用较多,据统计,浅湿灌溉比常规的浅水勤灌省水10%~30%,增产2%~10%.

2.1.2 浅湿调控灌溉

水稻浅湿调控灌溉是把浅水、湿润、间歇三种灌溉方法科学地结合在一起,根据水稻的需水特性和生长规律,提出“薄水栽秧、寸水活棵、浅水促蘖、苗足烤田、浅湿长穗、湿润灌浆、黄熟落干”的原则,以控制稻田田间水层上限和根系层的土壤含水量的下限为手段,掌握“后水不见前水,充分利用雨水,按指标灌排水”的做法,从而确定水稻各生育阶段的灌溉.该技术在淮安市普遍应用,浅湿调控灌溉比常规的浅水勤灌省水25%~40%,增产5%~10%.

2.1.3 控制灌溉^[2,3]

水稻控制灌溉是指在水稻返青后的各生育阶段,田面不再建立水层,根据水稻生理生态需水特点,以土壤含水量作为控制指标,确定灌水时间和灌水定额,从而促进和控制水稻生长,较大幅度地减少了水稻生理生态需水量,达到节水高产的目的.该技术在盐城市广泛应用,控制灌溉与浅水勤灌相比,可节省灌溉用水30%~45%,增产5%~10%.

2.1.4 水稻旱作灌溉

水稻旱作灌溉技术,改变了传统的水稻栽培模式,又区别于水稻旱种.分覆膜旱作灌溉和不覆膜旱作灌溉两种.前者试验较早,容易成功,后者试验资料较少,需要进一步研究.覆膜旱作灌溉是指在旱育秧的基础上分垅,移栽后覆膜旱管,整个大田期田面没有水层.根据根层土壤含水量下限指标和土壤表层地温来确定灌水时间,采用沟灌结合膜上灌,灌水定额不超过 $450\text{m}^3/\text{hm}^2$,遇雨利用垅沟拦蓄部分雨水.该技术在淮北部分地区小范围进行试验,据统计,水稻覆膜旱作技术与浅水勤灌相比可使灌溉定额减少50%~60%,产量基本持平或略有增加.

2.2 技术推广分区原则

根据地理位置、气候条件、水土资源状况以及群众的耕作习惯,将全省稻作区分为4大区域,分别为苏南片、宁镇扬丘陵片、苏中片和苏北片,不同区域以推广一种水稻高产节水技术为主.对不同节水技术的分区推广,考虑了以下几个因素.

2.2.1 水土资源的区域性特征

苏南地区地处北亚热带,属亚热带季风海洋性气候,雨量充沛,多年平均降雨量1000~1150mm,境内河流纵横、湖泊众多,水资源丰富.但由于本地区水污染较为严重,河道淤积量增加,加上人口密布,工农业生产发达,干旱年份水质性缺水仍然严重.本区土壤以黄褐土、水稻土为主,土质粘重,地下水位高,渍害现象严重,保持稻田干干湿湿,有利于水稻生长.

宁镇扬山丘区位于长江南北两岸,具有低山丘陵、岗地、平原交错分布的地形特征,雨量丰沛,年际变化较大,受梅雨期及台风影响,水稻生育期降雨量占全年雨量的60%~70%,由于地形复杂,受蓄、引、提工程能力制约,本地易涝易旱,干旱年缺水现象严重.本区土壤组成复杂,有砂壤土、粘土及粘重性水稻土,干旱缺水是制约水稻生产的主要因素.

苏中地区包括泰州、扬州、南通三市及盐城的部分地区.该地区位于淮河下游,地势平坦,圩区面积大,其中里下河地区地势周高中低,是著名的低涝洼地.该地区降雨量时间分布不均,丰水年份为洪水走廊,干旱年中上游来水量减少,水资源紧缺.本地区土壤以粘土和砂壤土为主,里下河平原圩区以潜育型水稻土为主,地下水位高,土质粘重,淹水灌溉不利于水稻生长.

苏北地区大部分为废黄河冲积平原,北部有少量丘陵坡地,带有比较显著的大陆性气候,多年平均降雨量为800~950mm,区域内河道稀少,水资源调蓄能力差,灌溉水源不足是当地农业进一步发展的制约因素.本区土质大多为砂壤土和黄潮土,土壤肥力及有机质含量是江苏省较低的地区,缺水灌溉成本高影响水稻种植规模.

2.2.2 当地丰产灌溉经验

多年来,江苏省各地农田水利科研工作者,积极开展不同形式的水稻高产节水灌溉试验,并在较大面积上推广,取得了不少丰产、节水灌溉经验。如苏南地区的浅水间歇灌溉,较以往浅水勤灌增产6%~12%,节水10%~30%。盐城市示范推广控制灌溉技术,1997年推广20.7万hm²,平均节水3398m³/hm²,节水率41.5%,达到了平均增产800kg/hm²,增幅9.6%的显著效益。淮安市试验推广浅湿调控灌溉技术,1996~1997年累计推广27.2万hm²,平均增产稻谷703kg/hm²,平均节水2490m³/hm²,节约电费630.4万元,全市增加2.85亿元的经济效益。

根据各地水土资源条件及节水灌溉的基础,建议按分区推广适宜当地条件的水稻高产节水灌溉技术:苏南片——水稻浅湿灌溉技术;宁镇扬丘陵片——水稻控制灌溉技术,试验研究水稻覆膜旱作技术的可行性及技术指标;苏中地区——水稻浅湿调控技术及控制灌溉技术;沿海地区浅湿灌溉及浅湿调控灌溉技术;苏北地区——水稻控制灌溉技术,试验研究水稻覆膜旱作灌溉技术的可行性及技术指标。

3 水稻高产节水灌溉技术指标体系

3.1 水分指标

按照水稻高产节水灌溉技术的要求,结合江苏各地示范推广的实际,制定了水稻浅湿灌溉、浅湿调控灌溉、控制灌溉以及旱作灌溉技术水分控制指标(见表1~表4),供各地在推广中参考。

表1 水稻浅湿灌溉各生育期水分指标

Table 1 Moisture index for each rice growth period under shallow moistening irrigation

生育期	移栽	返青	分蘖		拔节孕穗期	抽穗开花乳熟期	黄熟	
			前期	后期				
水分指标	上限	30 mm	30 mm	30 mm	晒田	40 mm	20 mm	0 mm
	下限	10 mm	5 mm	5 mm	60%	80%	75%	60%
蓄雨水最高深度/mm		40	40	60	0	80~100	80~100	0
说明		浅水移栽	薄水返青	浅水勤灌促分蘖	晒田促转换	间歇灌溉保大穗	湿润灌溉养根保叶	自然落干

注:“%”为根系密集层土壤含水量占饱和含水量的百分数;“mm”为田面水深。

表2 浅湿调控灌溉各生育期水分指标

Table 2 Moisture index for each rice growth period under shallow adjusting irrigation

生育期	移栽	返青	分蘖		拔节孕穗		抽穗开花熟乳	黄熟	
			前期	后期	前期	后期			
水分指标	上限	30 mm	30 mm	20 mm	晒田	20 mm	20 mm	0 mm	
	下限	10 mm	5 mm	80%~90%	60%	70%	80%	80%	60%
蓄雨水最高深度/mm		40	40	60	0	80~100	80~100	60~80	0
说明		浅水移栽	薄水返青	湿润灌溉促分蘖	晒田抑分蘖	浅湿调控保大穗	湿润灌溉养根保叶争结实	自然落干	

表3 水稻控制灌溉各生育期水分指标

Table 3 Moisture index for each rice growth period under control irrigation

生育期	移栽	返青	分蘖		拔节孕穗		抽穗开花	乳熟	黄熟	
			前期	后期	前期	后期				
水分指标	上限	30 mm	30 mm	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
	下限	10 mm	5 mm	80%	50%~60%	70%	80%	70%~80%	70%	不灌水
蓄雨水最高深度/mm		40	40	40		50~80	50~80	50~80	50	0
说明		浅水移栽	薄水返青	轻控促分蘖	重控促转换	中控促壮秆	轻控促大穗	轻控保结实	中控保活熟	自然落干

表4 水稻覆膜旱作各生育期水分指标

Table 4 Moisture index for each rice growth period of mulched dry-seeding irrigation

生育期	移栽	返青	分蘖		拔节孕穗	抽穗开花	乳熟	黄熟	
			前期	后期					
水分指标	上限	10 mm	饱和	饱和饱和	饱和	饱和	饱和	饱和	
	下限	饱和	80%	80%	60%	70%	70%	70%	60%
计算根层深/mm		0~20	0~20	0~20	0~20	0~40	0~40	0~40	0~40
雨后蓄水天数/d		5	5	5	0	4	4	3	0

3.2 节水灌溉条件下水稻密度及茎蘖动态指标

适当稀植是水稻高产栽培措施,合理的茎蘖动态是水稻高产群体重要指标,节水灌溉改变了水稻的植株形态,茎蘖指标的变化与常规灌溉相比有所不同。

3.2.1 栽插密度

无论是粳稻还是杂交籼稻,最适宜的移栽秧龄均为40d左右,即7~8叶龄期。除覆膜旱作外,其他节水灌溉技术下水稻的栽插密度为:

粳稻:行距×株距=20cm×15cm,33万穴/hm²,每穴4~5株籽苗。

杂交籼稻:行距×株距=27cm×15cm,25.5万穴/hm²,每穴1~2株籽苗。

覆膜旱作灌溉技术下水稻的栽插密度为:

粳稻:行距×株距=25cm×15cm,26.7万穴/hm²,每穴4株籽苗。

杂交籼稻:行距×株距=35cm×15cm,19.5万穴/hm²,每穴1~2株籽苗。

3.2.2 分蘖期的茎蘖指标

足够的茎蘖数是高产的基础,分蘖前期应通过水肥调控促进分蘖早发及时够苗,分蘖后期,通过土壤水分控制来抑制无效分蘖的发生,保证苗量适宜,以便形成高产群体。不同穗型的品种,达到高产时的穗数是不同的,在常规灌溉条件下,杂交籼稻(汕优63)有效穗数为270万/hm²左右,粳稻(武育粳、盐粳)的有效穗数为375万/hm²左右。采用节水灌溉技术后,水稻的植株形态得到了改善,根据各地的实践,单位面积有效穗数可适当提高5%~10%,提高了增产潜力。分蘖期茎蘖动态合理,是高产稳产的保证,基本要求见表5。

表5 部分品种水稻茎蘖指标

Table 5 Stalk and tiller index for some kinds of rice

品种	武育粳	盐粳	汕优63
有效分蘖临界叶龄期后达到的茎蘖数/(万苗·hm ⁻²)	420	420	300
分蘖末期最高茎蘖数/(万苗·hm ⁻²)	525	525	375

3.3 水稻节水灌溉条件下的水稻施肥指标

水稻的籽粒产量是群体形成的结果,而群体结构的变化与水肥运筹关系密切,形成合理群体结构,达到高产稳产是水肥运筹的总目标。节水灌溉条件下的水稻施肥除覆膜旱作外,均采用“两促施肥”法,即适量施足基肥,补施蘖肥,促进有效分蘖,确保适宜穗数,在中期稳长的基础上因苗类施好穗肥促大穗。

3.3.1 基肥标准

施基肥的目的:一是促进有效分蘖早发,二是保证中后期稳长,三是改良土壤。所以基肥要有机肥和速效肥相结合,有机肥的肥效长,除了供有效分蘖期部分营养外,对中、后期的稳长有较大作用。为了满足有效分蘖期内有较高的速效养分供应,基肥中应增施速效化肥,除氮肥外基肥中还应施磷钾肥。磷钾肥作基肥一次施用,氮肥作基肥施用量占本田期总肥用量的60%(按纯氮计算)。

3.3.2 分蘖肥

分蘖肥的作用是促进分蘖早发,又保证到分蘖末期及时退劲,因此分蘖肥必须在返青末期及时施用,施用量占本田期氮肥总用量的20%,肥料品种为尿素,施用量187.5kg/hm²。覆膜旱作灌溉技术不施蘖肥。

3.3.3 穗肥

穗肥一定要在中期叶色褪淡“落黄”的基础上才能施用,如果中期不“落黄”,则不要施用。穗肥的作用,既要有利于攻穗数,又要防止无效分蘖的发生和生长,既要有利于攻取大穗,又要防止叶面积过度增长,要有利于形成配置良好的冠层结构。穗肥的施用时间要在倒3叶至倒2叶期。覆膜旱作灌溉技术施穗肥,施用量为10kg/hm²尿素。

根据水稻不同生育期的主攻目标和不同高产节水灌溉技术的水分、茎蘖动态、施肥指标,结合农业技术和植保措施,研究制定了水稻不同高产节水灌溉技术操作规程,便于各地推广时参照执行。

4 技术体系的应用推广情况

江苏省自20世纪80年代中后期就在全省试验、示范水稻节水灌溉技术,进入20世纪90年代,水稻节水

灌溉在各地普遍受到重视,局部地区已大面积推广浅湿灌溉、浅湿调控灌溉以及控制灌溉,但发展水平参差不齐,没有形成完整的技术体系.1997年在对全省水稻节水灌溉调查研究的基础上,建立了江苏省水稻高产节水灌溉技术体系,1998年开始在全省有组织、有计划地推广,到2000年已累计推广面积420万 hm^2 ,节水124.8亿 m^3 ,增产粮食282万t,其中2000年推广面积达到175.2万 hm^2 ,占当年水稻种植面积的82.3%,经济效益、社会效益十分显著.

参考文献:

- [1]江苏省水利厅.水稻高产节水灌溉新技术[M].南京:南京出版社,1998.1~6.
- [2]俞双恩.我国水稻节水灌溉技术现状及发展趋势[A].21世纪农田水利学术研讨会论文集[C].中国农村水利水电,1997.89~91.
- [3]彭世彰,俞双恩.水稻节水灌溉技术[M].北京:中国水利水电出版社,1998.18~41.

Technical system of water-saving irrigation for rice planting in Jiangsu Province

YU Shuang-en, ZHANG Zhan-yu

(College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract: Based on the characteristics of water and soil resources and morphology and practices of water-saving irrigation in high-yield rice planting in Jiangsu Province, the techniques, i. e. the shallow moistening irrigation, shallow adjusting irrigation, control irrigation, and dry-seeding irrigation were implemented in different areas, and corresponding technical indexes and operating rules were formulated, forming a high-yield technical system of water-saving irrigation for rice planting suitable for the local condition of Jiangsu Province. The system has promoted the popularization of water-saving irrigation in rice planting in Jiangsu Province, and generated significant economic and social benefits.

Key words: paddy; high yield; water-saving irrigation; technical system