

江苏省水稻节水灌溉技术推广效益

左晓霞,俞双恩,赵伟

(河海大学现代农业工程系,江苏南京 210098)

摘要 针对江苏省水资源分布不均,引供水能力不足,供需矛盾日益突出的现状,阐述了推广水稻节水灌溉的必要性,介绍了江苏省主要推广的水稻浅湿灌溉技术、浅湿调控灌溉技术和水稻控制灌溉技术以及“小区示范—扩大示范—大面积推广—全面推广”的推广模式,总结了水稻节水灌溉技术推广的效果。通过 1998~2000 年的推广实践,累计推广水稻节水灌溉面积 418.9 万 hm^2 ,节水超过 124.8 亿 m^3 ,增产粮食 25.5 亿 kg ,投入产出比达到 1:103,表明江苏省推广水稻节水灌溉技术达到了节水、增产、增效的目的。

关键词 水稻;节水灌溉;控制灌溉;江苏省

中图分类号 S274

文献标识码 A

文章编号 1006-764X(2005)04-0039-03

Benefit analysis of popularization of water-saving irrigation techniques for paddy planting in Jiangsu Province//ZUO Xiao-xia, YU Shuang-en, ZHAO Wei (Department of Agriculture Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract : In consideration of non-uniform distribution of water resources, insufficient water supply capacity, and day-by-day aggravation of unbalance between water supply and water demand in Jiangsu Province, it is necessary to popularize water-saving irrigation techniques for paddy planting. In this paper, three kinds of water-saving irrigation techniques and the popularization mode of “demonstration in districts-demonstration expansion-popularization in large areas-general popularization” were introduced, and the effect of popularization of the techniques was summarized. Three-year popularization of the techniques from 1998 to 2000 shows that the total area of water-saving irrigation is up to $4.189 \times 10^6 \text{ hm}^2$, the volume of water saving is more than 12480 million m^3 , the total output of rice is increased by 2550 million kg , and the input-output ratio reaches 1:103. The results demonstrate the effectiveness of technique popularization in water saving, output increase, and benefit improvement.

Key words : paddy; water-saving irrigation; irrigation control; Jiangsu Province

1 推广水稻节水灌溉技术的必要性

江苏省地处我国东部沿海地区,长江、淮河下游,总面积 10.06 万 km^2 ,分属长江、淮河两大流域,其中淮河流域占 62%,长江流域占 38%。全省平原辽阔,河湖众多,水网密布,是全国地势最为低平的一个省区。绝大部分地区在海拔 50 m 以下,平原面积占 68.9%,低山和丘陵约占 14.8%,湖泊水面占 16.3%。全省耕地总面积 456 万 hm^2 ,其中水田为 237 万 hm^2 ,占 51.9%,旱田为 219 万 hm^2 ,占 48.1%。

江苏省地处中纬度地带,属暖温带与北亚热带过渡地区,气候温和,雨量适中,四季分明,全省年平均气温 13~16℃,江南 15~16℃,江淮 14~15℃,淮北及沿海 13~14℃,无霜期 207~258 天,全省多年平均降水量 996 mm。降水量空间分布不均,其中长江流域地区为 1050 mm,淮河流域地区为 964 mm,年

平均降水量最少为徐州市,年平均降水量为 871 mm。降水量年际分布也较悬殊,全省丰水年份,降水量可达 1500~1800 mm,枯水年降水量仅 400~450 mm。由于降水时空分布不均,当地径流可利用率低,淮河过境水和长江水成为江苏省的主要水源。但淮河的丰枯状况和当地丰枯年型基本同步,年内变化也极相似,偏丰的年份,本地降雨多,上游客水也大量涌入,洪泽湖变为洪水走廊,遇干旱时,上、中游往往关闸蓄水,造成下游河道无水可抽。长江水量稳定且丰富,但因水位低,抽引水工程投资大,运行费用较高。因此随着社会经济的发展,全省水资源供需矛盾日益突出,水资源不足已成为江苏省社会经济发展的重要制约因素。

江苏省入境水量大,降雨丰沛,但就全省而言,水资源在总量上南北分布不均匀,自然调节能力较低,引水供水能力不足。如遇一般干旱年份,则发生区域性缺水,如淮北地区缺水 18.14 亿 m^3 ,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.遇到特殊干旱年型,全省缺水 102.7 亿 m^3 ,其中淮北地区缺水 70.62 亿 m^3 ,供需矛盾非常突出^[1].另外,随着全省经济的迅速发展,工业、农业、城市生活用水比例将发生变化,部分农业用水将转向为城镇工业及生活服务,稻作区缺水减产或因缺水而改种旱作物已成为江苏省农业可持续发展的障碍.因此,因地制宜推广水稻节水灌溉技术是十分必要的.

2 水稻节水灌溉技术类型及推广模式

2.1 技术类型

水稻节水灌溉技术是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,又能生长在旱地里的双重适应性能.水稻对水分的需求包括生理需水和生态需水.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,生态需水虽然与生理需水有关,但在一定条件下减少生态需水,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,甚至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.

由于各地水资源、土壤、气象、耕作制度以及群众习惯的差异,水稻高产节水灌溉技术具有明显的区域性特征.江苏省重点推广的水稻节水灌溉技术主要有以下几种:

a. 水稻浅湿灌溉技术.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.在苏南地区示范推广表明,浅湿灌溉的灌溉定额比常规的浅水勤灌节水 10% ~ 30%,增产 2% ~ 10%.

b. 水稻浅湿调控灌溉技术.水稻浅湿调控灌溉是根据水稻的需水特性和生长规律,实行“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”的灌溉方法.据淮阴市多年试验示范推广资料统计,浅湿调控灌溉的灌溉定额比常规的浅水勤灌节水 25% ~ 40%,增产 5% ~ 10%.

c. 水稻控制灌溉技术.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,大幅度地减少水稻生理生态需水量,达到节水高产的目的.据苏北及宁镇扬地区多年试验示范推广资料统计,控制灌溉与浅水勤灌相比,可节约灌溉用水 30% ~ 45%,增产 5% ~ 10%.

2.2 推广模式

水稻节水灌溉技术的推广应用是集研究和开发、普及和创新、水利和农业于一体的复杂系统工程.在程序上,采用了“小区示范—扩大示范—大面积推广—全面推广”的推广步骤;在方法上,采取了“技术依托单位、水利行政主管部门与生产单位相结合,政府行为、部门行为与农户参与相结合,水利措施、农业措施与植保措施相结合,推广、研究与创新相结合”的技术路线;在组织上,采用了“建立组织机构,制定管理措施,落实计划任务,安排启动经费,加强技术服务,进行深层探讨,总结强化提高”的实施方案,使节水灌溉技术在全省科学、扎实、全面、稳步地推广实施^[2].1998 年度大部分市已进入扩大示范—大面积推广阶段,部分先进市县已进入全面推广阶段,1999 年全省已基本进入全面推广阶段,2000 年以后进入全面推广阶段.

根据上述推广模式,1998 年示范推广 98 万 hm^2 ,占当年水稻种植面积的 42.1%;1999 年全省实际推广面积达 145 万 hm^2 ,占当年水稻种植面积的 63.0%;2000 年推广面积达到 175 万 hm^2 ,占当年水稻种植面积的 82.3%.3 年累计推广面积 418.9 万 hm^2 ,节水超过 124.8 亿 m^3 ,增产粮食 25.5 亿 kg,经济效益、社会效益十分显著.

3 水稻节水灌溉技术推广效果^①

a. 大幅度地降低稻田耗水量和灌溉定额.示范推广表明,节水灌溉技术改变了水稻的生理生态指标,使生理需水和生态需水发生了变化.在生态需水方面,由于减少了田间淹水的时间,使得棵间蒸发和深层渗漏减少.如控制灌溉棵间蒸发比淹水灌溉减少 33.8%,田间渗漏比淹水灌溉减少 50.8%.在生理需水方面,由于对水稻群体的合理调控,叶面积指数(乳熟期以前)比淹水灌溉低,气孔的开闭规律也发生了变化,因而植株蒸腾也相应减少.如控制灌溉植株蒸腾比淹灌减少 30.4%.据 1999 年各地资料统计,高沙土地区浅湿灌溉的稻田耗水量与浅水勤灌相比减少 8.9%,灌溉定额减少 27.1%(南通如皋

^①引用了江苏省水利厅、河海大学《江苏省水稻高产节水灌溉技术推广技术总结》的部分结论.

市) 黏壤地区稻田耗水量减少 35.1% ,灌溉定额减少 35.2%(苏州太仓市) ;浅湿调控灌溉的稻田耗水量比浅水勤灌减少 19.4% ,灌溉定额减少 28%(淮阴市) ;水稻控制灌溉的稻田耗水量比浅水勤灌减少 50% ,灌溉定额减少 63%(盐城东台)。

b. 实现了高产条件下的再增产. 水稻节水灌溉改善了水稻根层的生长环境, 通过水分的调节控制使水稻形成较为合理的群体结构和理想的株型, 与浅水勤灌相比, 在亩穗数相同的情况下, 穗粒数、结实率和千粒重均有所提高. 在高产水稻区仍有 5% ~ 10% 的增产幅度. 另外盐城市的密度试验结果表明, 在控制灌溉条件下, 植株形态和冠层结构比较合理, 可使有效穗数适当提高, 因而具有更大的增产潜力。

c. 提高了雨水利用率和水的生产效率. 节水灌溉技术因田面水层浅或没有水层, 降雨时对雨水的调蓄能力大, 既提高了雨水的利用率, 又能起到滞蓄涝水的作用. 当生育期降雨均匀时, 节水灌溉的雨水利用率明显高于浅水勤灌; 降雨集中且强度大时, 节水灌溉的雨水利用率会低于浅水勤灌. 但总体来讲, 节水灌溉比传统灌溉的雨水利用率提高 5% ~ 10% . 由于减少了稻田的耗水量, 灌溉定额相应减少, 提高了水的生产效率和灌溉水的生产效率. 各市统计资料表明, 节水灌溉的水分生产效率均能达到 1.0 kg/m³ 以上, 灌溉水的生产效率达到 1.5 ~ 3.0 kg/m³。

d. 减少了土壤肥力的流失. 水稻节水灌溉使田间渗漏量大大减少, 避免了土壤中养分和根层土壤细颗粒的流失, 对保持根层土壤的肥力和结构都具有明显的作用. 尤其是覆膜旱作水稻, 强调多施有机肥, 有利于培肥地力, 全省各试验点测试资料表明, 节水灌溉可使土壤有机质含量及磷、钾含量增加, 但使土壤氮的含量降低, 原因有待进一步研究。

e. 增强了水稻的抗逆性能. 水稻生长到中后期常遇大风暴袭击, 长势旺、群体大的田块, 易造成倒伏减产, 是水稻高产稳产的一大危害, 水稻节水灌溉技术能避免或减轻这种危害. 无论哪一种节水灌溉技术, 田面在中后期均处在干湿交替的状况, 增加了土壤的通气性, 根系扎得深, 活力强, 根深秆壮. 同时, 通过田间水分的调控防止了水稻拔节后的旺长, 从而使水稻基部节间缩短、茎粗、茎壁厚、充实度好, 摸上去弹性好, 具有较强的抗倒伏能力. 另外, 节水灌溉技术改变了田间的水环境, 降低了田间湿度, 有效地抑制了病害的发生, 特别是对防止纹枯病的发生有积极的作用。

f. 增强了后期根叶活力. 水稻节水灌溉, 改变了传统的水浆管理方法, 中后期田面干湿交替, 土壤常处于氧化状态, 促进了水稻根系的生长发育, 使根

扎得深、长得密, 且白根多、黑根少、根系活力强, 大部分田块能够活熟到老, 直到收获时, 单株仍有 3 片以上绿叶, 绿叶面积指数明显高于浅水勤灌. 强壮的根系和较高的叶面积指数, 有利于后期的光合作用, 防止水稻早衰, 从而提高水稻的结实率和千粒重。

4 节水灌溉技术推广效益分析

a. 增产效益. 为了准确掌握节水灌溉的实际产量, 对示范推广区进行理论测产. 每一片测点不少于 5 点, 取平均值. 在收割前测理论产量, 收割时单打单收晒干扬净测实际产量. 各市的水稻平均产量按各片面积加权平均确定, 即平均产量

$$Y = \sum_{i=1}^n A_i Y_i / \sum_{i=1}^n A_i$$

式中: A_i 为第 i 片水稻面积; Y_i 为第 i 片水稻平均产量. 本文以实际测产结果作为产量指标. 节水灌溉的增产量等于节水灌溉的实际产量减去对照区(浅水勤灌)的实际产量. 平均增产量也用面积加权平均法求得. 对照区与推广区除灌水技术不同外, 其他栽培管理措施完全相同, 所以认为产量增加是由灌水技术改变而获得的, 增产效益等于增产总量乘以水稻单价. 水稻单价取 1.2 元/kg。

b. 节水效益. 各市示范推广区, 均计量用水, 由于每一片的灌溉定额不同, 利用面积加权平均法确定亩均灌溉定额. 节水量等于节水灌溉技术灌溉定额减去对照区的灌溉定额. 全市的亩均节水量用面积加权平均确定. 节水效益等于节水总量乘以水的单价, 各市水的单价根据实际情况合理选定. 自流灌区水的单价按当地的水费标准确定, 提水灌区水的单价按当年核算的水价标准确定。

c. 节本效益. 节水灌溉的节本效益主要体现在减少了灌水次数和治虫次数, 因而减少了用工量和用药量. 根据各市具体情况统计, 每工按 10 元计算。

d. 投入产出比. 各市在推广节水灌溉过程中需要投入一定资金用于宣传、培训和购置仪器, 该部分投入称为水稻节水灌溉技术推广费用. 推广节水灌溉技术产生的效益与投入之比即为投入产出比。

根据以上分析方法, 对全省推广水稻节水灌溉技术经济技术指标进行了计算, 结果见表 1. 从表中可见, 通过 1998 ~ 2000 共 3 年的推广实践, 在全省范围内累计推广水稻节水灌溉面积 418.9 万 hm², 省工日达 6874 万个, 节水总量超过 124.8 亿 m³, 增产粮食 25.5 亿 kg, 总效益超过 47 亿元, 单位效益达到 1122.4 元/hm², 投入产出比达到 1:103, 达到了节水、增产、增效的目标。

(下转第 48 页)

喀则地区江孜县鲁鲁沟小流域水土保持示范区综合治理等项目,开工了米林县、加查县、班戈县、那曲县、类乌齐县等5处生态修复试点工程。“十五”期间,相继开展的8个小流域综合治理工程总投资达7800万元,治理水土流失面积250 km²。

为使水土流失治理更加科学,西藏自治区加强了水土保持基础设施建设。从2001年开始,启动了西藏自治区水土保持监测网络建设工程项目,此项工程总投资6000多万元。根据水土保持监测网络建设项目实施方案,监测网络由1个监测总站、7个监测分站、28个县级监测站及51个监测点组成,建成后将与流域监测中心站、国家水土保持监测中心相连,并入全国水土保持生态环境监测网络系统。由水利部太湖流域管理局援助建设的“西藏水土保持”网站,经过设计调试,已于2003年4月17日正式开通运行,成为宣传和了解西藏自治区水土保持和生态环境建设的一个窗口。

西藏自治区的水土保持工作已逐步走上了法制化、科学化、正规化建设和管理的轨道。

5 结 语

西藏自治区位于青藏高原的主体,地势高峻,地

理特殊,野生动植物资源、水资源和矿产资源丰富,素有“世界屋脊”和“地球第三极”之称。这里不仅是南亚、东南亚地区的“江河源”和“生态源”,还是中国乃至东半球气候的“启动器”和“调节区”。西藏自治区是一个自然条件独特、资源丰富、人口较少、经济欠发达的边疆少数民族地区。由于受高原自然条件的影响,生态环境十分脆弱,泥石流、山体滑坡、水土流失等自然灾害时有发生,土地沙化正在威胁着西藏的生态环境。经济发展中一些人为破坏生态环境的行为也时有发生,土地沙化、草场退化、滑坡和泥石流等直接威胁人民生产、生活和生命财产的安全,制约着西藏自治区社会经济的发展。防治水土流失、保护生态环境,是西藏实现可持续发展战略的重要保证。

参考文献：

[1] 王礼先. 水土保持学[M]. 北京:中国林业出版社, 1995. 94—143.
[2] 国务院新闻办公室. 西藏的生态建设与环境保护[EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/newcenter/2003-03/10/content_768052.htm, 2004-03-10.

(收稿日期 2004-05-10 编辑 熊水斌)

(上接第41页)

表1 江苏省1998~2000年水稻节水灌溉技术推广经济效益指标统计

地 区	推广面积/ 万 hm ²	节省工日/ 万个	节水总量/ 万 m ³	增产总量/ 亿 kg	总效益/万元	单位效益/ (元·hm ⁻²)	推广投入/ 万元	投入产出比
南京市	20.0	480	40 140	0.8	16 776	838.8	129.40	1:129
苏州市	47.8	800	92 681	1.7	28 101	587.9	209.50	1:134
无 锡	23.6	344	65 208	1.0	23 704	1 004.4	257.20	1:92
常 州	25.0	534	68 216	1.5	28 801	1 152.0	202.70	1:142
镇 江	8.4	202	37 400	0.5	11 180	1 330.9	135.00	1:82
扬 州	39.0	702	155 064	4.0	67 655	1 734.7	585.00	1:116
泰 州	28.7	296	74 375	1.3	29 578	1 030.6	292.00	1:101
南 通	12.5	150	21 925	1.2	17 503	1 400.2	187.00	1:94
徐 州	35.1	211	144 270	2.6	51 538	1 468.3	429.35	1:120
淮 安	56.6	1 268	131 434	3.4	79 497	1 404.5	848.34	1:94
盐 城	67.2	1 200	163 772	5.2	76 744	1 142.0	937.60	1:82
连云港	20.3	228	105 682	0.9	12 822	631.6	145.30	1:88
宿 迁	34.7	459	148 165	1.4	26 260	756.8	200.50	1:131
合 计	418.9	6 874	1 248 332	25.5	470 159	14 482.7	4 356.19	1:103

5 结 论

a. 水稻节水灌溉技术是一项为农业服务的新型项目,由于受传统习惯的影响,农民开始时不容易接受,要使该项技术的应用成为老百姓的自觉行为,政府部门要有一定的行政措施,组织力量进行示范,让农民感受到应用新技术的好处,由“要他做”变为“他要做”。因此,政府行为是目前推广水稻节水灌溉新技术的重要保证。

b. 农业新技术推广需要一定的人力、物力和资金的投入,只有这样,培训、示范工作才能开展,才能

总结提高,才能大面积推广。人力、物力和资金投入是新技术推广的物质基础。用于新技术推广的资金投入回报率是高的,经济效益十分明显。

c. 在推广过程中,一定要因势利导,因地制宜,不断创新,寻求适合当地实际的技术推广方式。

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,张展羽. 江苏省水稻节水灌溉技术体系研究[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2002, 30(6): 30—34.

(收稿日期 2004-06-07 编辑 熊水斌)