



ZHONGGUO LIANGSHI ANQUAN YU
NONGYE GAOXIAO YONGSHUI YANJIU

中国粮食安全与农业高效用水研究

——水利部 农田灌溉研究所建所五十周年暨
中国农业科学院
“中国农业水资源支撑粮食安全前沿学术论坛”论文选编

段爱旺 黄修桥 等编著



黄河水利出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国粮食安全与农业高效用水研究:水利部中国农业科学院农田灌溉研究所建所五十周年暨“中国农业水资源支撑粮食安全前沿学术论坛”论文选编/段爱旺,黄修桥等编著. —郑州:黄河水利出版社,2009. 11

ISBN 978 - 7 - 80734 - 623 - 4

I. 中… II. ①段… ②黄… III. ①农业资源 - 水资源管理 - 中国 - 文集 ②粮食 - 问题 - 中国 - 文集 IV. S279. 2-53 F326. 11-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 192229 号

策划编辑:马广州 电话:13849108008 E-mail: magz@yahoo. cn

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail: hhsclchs@126. com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:17.75

字数:430 千字

印数:1—1 500

版次:2009 年 11 月第 1 版

印次:2009 年 11 月第 1 次印刷

定价:45.00 元

本书编辑委员会

主 任:段爱旺

副主任:黄修桥 倪文进 康绍忠 吴普特 徐建新 黄介生
高占义 彭世彰

顾 问:张蔚榛 山 仑 茆 智 李佩成 王 浩 雷志栋
冯广志 窦以松 余开德 胡毓骐 庞鸿宾 李英能

委 员(以姓氏笔画为序):

王和洲 冯绍元 许 迪 仵 峰 齐学斌 江恩惠
吕谋超 孙景生 李万红 吴泽宁 杨金忠 张效先
张展羽 周维博 周新国 姜文来 高 峰 郭建青
栗铁申 梅旭荣 龚时宏 温 季 程吉林 蔡焕杰

主 编:黄修桥

副主编:高 峰

前 言

近年来,全球粮价飙升,引起各方面的关注。世界银行相关报告显示,过去3年里国际市场小麦价格上涨181%,仅2007年国际粮价就上涨了42%。目前新的粮食危机正在形成,全球粮食总产量因严重自然灾害而降低是其主要原因之一。

中国是一个灌溉大国,水利是农业的命脉,灌溉对于保障粮食生产稳定具有重要作用。面对世界性的粮食危机,在开放市场条件下,粮食生产赖以保障的水土资源持续向非农产业转移,中国的水资源能否在支撑国民经济高速发展的同时保障粮食安全成为社会关注的焦点,从我国水资源支撑粮食安全的角度进行前沿学术理论探讨及实践经验总结显得非常必要并尤为迫切。

在科学技术发展突飞猛进的今天,掌握本领域学科前沿是科学工作者所必备的素质。科学前沿领域的发展态势表明,不同学科间的交叉、渗透和融合日益增强,很多前沿问题需要众多学者共同探索和研究,开展前沿学科交流是孕育原始性创新的重要工作。为扩大国内外农业与水利科研人员之间的学术与信息交流,促进农田灌溉科学研究的繁荣与发展,水利部中国农业科学院农田灌溉研究所在庆祝建所五十周年的金秋,同时举办了“中国农业水资源支撑粮食安全前沿学术论坛”,并将论文结集出版。这些论文具有较高的学术水平,内容涉及水资源支撑粮食安全宏观方略、作物水土环境保护、农业高效用水应用基础与新技术、水资源利用与管理等方面,具有重要的指导意义及理论与应用推广价值。

由于我们的水平所限,在文集的审稿和编辑出版工作中还有不少缺点,恳请专家学者和读者批评指正。

编 者

2009年10月

目 录

前 言

水资源支撑粮食安全宏观方略

当前节水灌溉发展要正确认识的三个关系	倪文进 龙海游 顾 涛(3)
浅谈节水农业的内涵与技术体系构成	段爱旺(8)
中国粮食安全及应对气候变化对策	高占义 窦以松(19)
我国农田节水发展现状、问题及对策	栗铁申 吴 勇 杜 森(25)
河南省农业节水对策及实施半旱地农业可行性研究	黄修桥 高 峰 李英能等(30)
农业水土资源高效利用研究现状与技术需求	龚时宏 刘 钰 李久生等(39)
农田节水技术潜力与发展对策	彭世琪(44)
气候变化对我国农业水资源和粮食生产的影响	彭世彰 豆沿斌 徐俊增等(48)
我国农业灌溉用水阈值研究	姜文来 罗其友 高明杰(57)
俄罗斯农业灌溉的发展现状与问题	窦以松 何希杰 高占义译校(63)
智能优化算法在识别越补含水层参数中的应用	郭建青 周宏飞(67)
灌区渠道衬砌与节水效果分析	高 峰 黄修桥 王景雷等(74)
我国灌溉用水优化配置与高效利用的研究进展	孔 东 王文元 晏 云(80)

作物水土环境保护

变饱和带条件下再生水灌溉对土壤氮素运移和冬小麦产量的影响	齐学斌 李 平 黄仲冬等(87)
咸水非充分灌溉对春小麦生长及水分利用效率影响的试验研究	赵志才 冯绍元 霍再林等(94)
重金属污染植物修复技术研究现状及展望	乔冬梅 庞鸿宾 齐学斌等(101)
农田土壤 CO ₂ 排放的主要影响因子及减排增汇措施研究进展	张笑培 王和洲 杨慎骄等(106)
河套灌区沙壕渠灌域地下水质分析及适灌性评价	袁晓奇 任树梅 杨培岭等(111)
控制排水现状及展望	袁念念 黄介生 谢 华等(117)
绿洲棉田微咸水膜下滴灌土壤盐分变化规律研究	张 豫 王立洪 陈秀龙等(122)
浑水灌溉下土壤水分入渗规律研究进展	曹惠提 卞艳丽 黄福贵(127)
麦秸还田后土壤龟裂的试验研究	樊艮顺 高昌珍 李世瑶(131)
地形因素对坡耕地土壤侵蚀影响的研究进展	魏勇明 于晓杰(135)
单因子评价法在乌兰木伦河水质监测与评价中的应用	邢君杰 马保国 齐学斌等(139)
基于 RAG - PPE 的区域水环境承载力评价模型研究	陈艳霞(143)

农业高效用水应用基础与新技术

- 滴灌施肥条件下土壤水氮分布试验研究 吕谋超 宗 洁(153)
- 分根区交替灌溉对马铃薯水氮利用效率的影响 I:田间试验研究
..... 李 平 齐学斌 樊向阳等(159)
- 灌区节水潜力计算方法探索 黄福贵 张会敏 罗玉丽(165)
- 基于 ARIMA 模型的土壤墒情预测研究 李 军 蒋毛席 张和喜等(175)
- 调亏灌溉对冬小麦根系效率及水分利用效率的影响 ... 马守臣 杨慎骄 李凤民等(180)
- 膜下滴灌条件下棉田土壤水分运动规律研究 申孝军 高 阳 刘 浩等(184)
- 我国冬小麦生产现状及其根系研究进展 陈金平 王和洲 刘安能等(191)
- 变化环境下农业水资源时空格局预测与调配方法研究
..... 刘金涛 刘建立 张佳宝等(196)
- 杨凌地区冬小麦耗水规律及水分生产函数研究 杨静敬 路振广 蔡焕杰(201)
- 明渠输水实时参数自适应 PID 模糊控制器研究 韩延成 赵嘉诚(207)
- 基于 AHP 的水稻产出各因素贡献率评价 张和喜 迟道才 王 群等(213)

水资源利用与管理

- 基于熵权系数的加气灌溉温室甜瓜品质综合评价研究 谢恒星 蔡焕杰(221)
- 最小二乘支持向量机在灌区灌溉用水量预测中的应用
..... 宰松梅 仵 峰 郭冬冬等(225)
- 大力推广蓄墒灌溉技术,建立科学防旱长效机制 孟兆江 段爱旺 吕谋超等(230)
- 黄河下游引黄灌区节水改造模式研究 郑利民 黄福贵 李 信(235)
- 我国玉米灌溉问题浅析 刘小飞 孙景生 刘祖贵(242)
- 北京市通州区节水型种植业布局规划 高 然 王海峰(246)
- 贵州农业节水技术研究进展 王 群 张和喜(253)
- 水资源现状与农业节水灌溉技术研究进展 麦全法 林宁 蒋菊生等(257)
- 城市化进程与城市供水量的关系探讨 刘 昕 刘俊民(261)
- 花卉种植精细灌溉技术的运用及发展趋势 黎启江 王祥宁 卢永志等(266)
- 三道河水库采取多种措施节水增效确保灌区用水安全 马小泉 魏育高(271)

水资源支撑粮食安全宏观方略

当前节水灌溉发展要正确认识的三个关系

倪文进 龙海游 顾 涛

中国灌溉排水发展中心,北京 100054

关键词:节水灌溉 科学发展 影响因素

中国是一个农业大国,我们用占世界 6% 的可更新水资源、9% 的耕地,解决了占世界 22% 人口的温饱问题,这对世界是一个巨大贡献。但是在巨大的人口压力和快速工业化的过程中,水资源的供需矛盾进一步加大,部分地区水资源的开发利用程度已经超过了水资源和水环境的承载能力,地下水漏斗区扩大、水污染加剧、生态环境恶化等一系列问题,成为水资源可持续利用和经济社会可持续发展的严重制约因素,加快建设节水防污型社会是必然的选择。

2007 年,我国农业用水仍占全国总用水量的 61.9%,灌溉水利用率约为 47.5%,但同时每年有 1 亿多亩(1 亩 = 1/15 hm^2)有效灌溉面积的耕地主要由于缺水而未能灌溉,现状每年农业缺水约 300 亿 m^3 。尽管中国农业缺水与用水效率不高并存,但是从发达国家灌溉水利用率达到 70% 以上的经验分析,农业节水仍然具有较大潜力,发展节水灌溉是必由之路。截至 2007 年底,全国节水灌溉工程面积达到 3.52 亿亩,其中,农田节水灌溉工程面积约 3.2 亿亩,占全国农田有效灌溉面积的 36.9%。在全部节水灌溉工程面积中,渠道防渗工程控制面积 15 087 万亩,占 42.8%;低压管道输水工程控制面积 8 361 万亩,占 23.7%;喷灌、微灌面积 5 780 万亩,占 16.4%;其他节水灌溉工程面积 6 006 万亩,占 17.1%。从总体上看,喷灌、微灌等先进节水技术灌溉面积所占的比重仅 16.4%,且全国发展极不平衡。节水灌溉技术节约了灌溉用水,用水效率及灌溉保证率有较大提高,部分地区扩大了灌溉面积;适应了经济作物灌溉要求,提高了品质和产量,增加了效益;减少了工程占用土地,节省了劳力、化肥等投入;南方地区有效地减少了农业的面源污染,并且解决了季节性干旱的水资源配置问题。目前,我国农业正在加速实现中国特色的农业现代化,现代农业对灌溉保证率、精准度要求更高,客观上要求大力发展先进节水灌溉技术。喷灌、微灌是具有较高科技含量的先进灌溉技术,投入产出都较高,但对设备制造、运行操作有一定要求。如何让广大农民愿意采用、真正运用以至充分发挥工程效益是一个现实问题。

1 正确处理节水灌溉相关利益主体的事权与财权的关系

发展节水灌溉的相关利益主体包括各地地方政府,特别是基层政府、水利工程管理单位、农民以及节水灌溉设备、材料生产企业等。节水灌溉工程既有增产、增效的直接经济效

作者简介:倪文进,男,汉族,中国灌溉排水发展中心副主任,教授级高工。

益,也有拉动内需、带动产业发展的间接经济效益,但更多的还是体现在社会效益和生态效益上。必须针对不同的主体面临不同的动力与利益冲突,采取切实可行的办法,确保这项事业健康、持续发展。

由于农业的比较效益低,农业对 GDP 的贡献率在不断下降,占 GDP 的比重已经从 1952 年的约 52% 下降到 2008 年的约 11%,在一些经济发达地区,这一比重降到 3% ~ 5%;农业对 GDP 增长的贡献率也只有 5% ~ 6%,直接影响了地方政府对为农业服务的节水灌溉投入的积极性。面对农民增收的巨大压力,地方政府在加快城镇化建设的同时,更多地考虑增加农民转移就业、增加工资性收入。同时,受财力的影响,增加包括节水灌溉在内的农田水利地方投入,在大多数市县很难放在重要位置。但在一些水资源严重紧缺或者现代农业发展快速的地区,如新疆、山东等地,近年来地方政府投入节水灌溉发展的资金还是保持了较快的增长。

近年来,水利工程管理体制改革取得了实质性进展,公益性支出得到了财政支持,绝大部分单位从事公益性工作的人员基本支出经费由财政支持,但工程维修养护费的财政补贴落实程度相对滞后。对于从事准公益性服务的灌区管理单位而言,按照改革意见,其“两费”的支持主体大多为粮食主产区的市县财政。粮食主产区水利工程相对较多,但市县财政又困难,落实“两费”困难较大。灌区公益性得不到补偿,工程维修跟不上,水费的缺口无法弥补,服务能力难以提高,其内部改革在一定程度上受到了影响。近年来,国家实施了一系列强农惠农政策,尽管农业水费就像购置化肥、农药、良种一样,是农业生产的必需成本,但农业水费仍被列为面向农民唯一合法的经营性收费。现状每年实收水费约 50 亿元,不到应收水费的 60%,但农民始终认为农业其他方面都在补钱,而水费却在收钱,心理上有些“别扭”。另外,由于目前村级组织运转经费保障机制尚未建立,在一些地方,诸如民兵训练费、优抚对象补助、村组织日常开支等费用在水费中搭车收费,造成社会上把水费的正常收取误解为增加农民负担。农民要求政府补贴水费的愿望强烈,社会上要求完善水价、水费管理的声音也不小。加上由于多种原因,过去很多灌区管理单位都被迫超编接受人员安排,而待遇低使高素质人才又不断外流,社会上误解灌区管理单位是“收费为了养人,养人为了收费”,抵触情绪较大。灌区管理单位“夹缝”式的生存空间,对农业水费有着很大的依赖性。但发展节水灌溉,在灌溉面积一定的情况下,实际上减少了水费收入;提高灌溉保证率,水管单位得不到来自土地的直接收入,因此至今依然没有实现良性发展。若不考虑政治和社会因素,仅从其自身经济利益和能力上看,灌区管理单位对发展节水灌溉积极性不会很高。

根据国家统计局相关统计数据,全国农民人均纯收入中来自家庭经营性收入的比例,已经从 1985 年的约 85% 下降到 2008 年的约 51%,来自种植业的收入所占的比例也进一步下降,而来自工资性的收入已经占全部收入的 40%。由于我国农民人均拥有的耕地和灌溉面积仅分别为 2.47 亩和 1.14 亩,即使灌溉面积全部实行节水灌溉,亩均耕地纯收入和灌溉面积节水增收分别按 350 元/年和 300 元/年计算,平均每个农民来自种植业的年收入不会超过 1 200 元,约为 2008 年全国农民人均纯收入的 25%。而国家粮食安全与农民的直接联系并不紧密,并且小型农田水利工程建设尚需农民投劳,购买节水灌溉器具大部分未被列入农机具购置补贴等。目前,全国主要有两类地区农民具有投入农田水利建设的热情,一是生产条件极其恶劣、农民生存艰难的地区,二是发展现代农业、种植经济作物需要较高灌溉保证

率和适宜灌水方式的地区,其他地区的农民对发展节水灌溉兴趣不大。

因此,要充分调动节水灌溉相关利益主体的积极性,需处理好其事权和财权的关系。

(1)进一步明确政府保障国家粮食安全、确保农产品供给的责任和目标。强化和完善粮食省长负责制、“菜篮子”市长负责制,将包括节水灌溉在内的农田水利工程建设作为保障农业增产、改善农村生态环境和增加农民收入的重要措施,加大地方财政支持力度。

(2)以规划为引导,加大财政支持力度。加强水利和财政、发展改革、国土资源等部门之间的配合,以县为单元,编制以节水灌溉为主要内容的县级农田水利规划。依据规划,综合运用大中型灌区节水改造、小型农田水利工程建设、国土整治复垦开发、农业综合开发等资金,提高资金使用效率和效益,逐步实现权责利相统一。同时,为农民发展节水灌溉提供中长期贴息贷款,全面推进以大中型灌区节水改造为主的灌溉排水工程建设和先进节水灌溉技术推广,促进水资源的可持续利用。

(3)加强宣传教育,调动农民节水的积极性。加大对农民的水情宣传,使之明白发展节水灌溉对促进农业增产、农民增收的作用,分析农业节水对水资源可持续利用、经济社会可持续发展的重要意义;在加大财政资金支持农民发展节水灌溉的同时,使农民明白这是对节水灌溉所产生的社会效益和生态效益的补偿;水利部门要加大对农民发展节水灌溉的技术指导与服务,使其掌握工程运行管理技术,并确保工程正常发挥效益。通过财政扶持农民用水合作组织的发展,加大技术指导力度,培育一批节水灌溉工程运行管理能人。

(4)加快水管单位、乡镇水利站等基层单位的改革和能力建设。实质性地推动灌区管理单位改革,加快全额落实“两费”,承担其必需的改革成本;按区域或乡镇完善基层水利管理与服务机构,切实执行国家有关农业基层服务体系建设的扶持政策,确保基层水利机构履行职责;加快小型农村水利工程管理体制改革,逐步完善有关政策特别是财政补助政策。

2 正确处理先进节水灌溉技术与常规节水灌溉技术推广的关系

在过去制定的节水规划、行业政策以及技术推广行动中,始终坚持的一点就是因地制宜地推广节水灌溉技术。在实际生产中,凡是真正做到了因地制宜的工程,不但取得了可观的经济效益,而且也是具有较强生命力的工程。但节水灌溉技术的推广依然面临很多制约,主要包括种植结构(包括作物对灌水形式的要求)、经营规模、投入大小(财政扶持政策、投入与产出比较)、运行管理的方便程度、受灌溉水制约程度或者节约的水给自己带来最大的效益、基层节水灌溉服务体系是否完备(技术指导、维修服务)、水土资源条件及能源状况等。

节水灌溉技术本身就有一定的适应性、经济性。通过生产实践,采用防渗渠道、管道输水灌溉大田粮食作物,投入400~500元/亩,年增收约100元/亩;采取喷微灌灌溉大田经济作物,如西红柿、土豆、棉花、露地蔬菜等,投入在800~1200元/亩,年增收300~1200元/亩;发展日光温室滴灌,投入1200~1800元/亩,年增收2000元/亩以上,但受市场、产业化影响较大。由于增加节水能力的成本在5元/m³左右,但目前平均的灌溉水价仅0.05元/m³,新增节水灌溉面积新增的节水能力在80~200m³/亩,节约的灌溉水费仅4~10元/亩,故只有从节水灌溉工程的经济效益即增产增效上才能调动农民的积极性。

从保障国家粮食安全的角度出发,维持较大规模的粮食播种面积并保证稳定增产是重

要内容。但是,一方面,即使在国家不断提高粮食作物最低收购价的情况下,种植粮食作物的比较效益依然维持在较低的水平上,农民投入的积极性有限;另一方面,从发展的实践和对作物的适应性上看,渠道防渗、管道输水灌溉依然是主要的节水灌溉形式,并且在很多地区相同流量下,随着劳动力的价格上涨和管材的技术进步,管道输水灌溉不论是在建设成本还是在运行管理方便程度上都比渠道防渗更受欢迎。当前,一些地区发展膜下滴灌玉米也取得了成功,如果能够很好地解决倒茬轮作和让农民接受来年地上毛管更换费用等主要问题的话,将有不错的推广前景。

喷微灌技术对地形有很好的适应性,也是灌溉水利用率较高的节水灌溉形式。从20世纪70年代以来,喷灌技术在我国推广应用经历了三起三落,各方面对其应用持有不同的见解,核心的问题在于我国农民生产经营规模较小、种植结构多样化等,造成喷灌技术的适应性较差。近年来,随着内蒙古应用大型喷灌机组喷灌牧草、马铃薯及小麦,浙江余姚应用改进的经济型喷灌技术喷灌蔬菜、竹笋、果树等,喷灌技术有了新一轮的发展。微灌技术20世纪90年代就在胶东半岛的蔬菜、果树灌溉中得到很好的应用。近年来,新疆棉花、西红柿膜下滴灌达到了1000多万亩,黑河、石羊河流域大规模日光温室滴灌、大田滴灌等,以及大城市周边现代农业、设施农业中的微灌技术推广,在提高农产品品质的同时,可比传统灌溉节水33%~50%,产量提高30%~40%,节地8%,节省化肥、农药50%以上,显著的工程效益进一步推动了微灌事业的发展。特别重要的是,党的十七届三中全会对土地流转、规模化经营又进一步明确了政策,随着现代农业的发展,在依法自愿有偿公平的基础上,土地承包经营权正适度向种田大户集中;乡镇政府、村级集体经济组织引导和协调农民规模化种植、统一技术标准、分户种植、统一管理,农业的生产经营规模化得到了加快发展,同时农村经济合作组织、农民用水者协会等在农村水利工程建设和管理上的作用正逐步加大,应该说适应现代农业发展的喷微灌技术将面临广阔的发展空间。

因此,在节水灌溉技术推广中,既要考虑技术的适应性、节水效率,也要考虑当前农村生产实际、农民的节水意识与接受程度及工程管理水平,更要关注工程给农业带来的经济效益和工程综合效益,因地制宜地选择节水灌溉技术。对大田粮食作物以渠道防渗和管道输水为主;在现代农业发展的区域、城市郊区蔬菜种植区、各种高附加值经济作物种植区,适应种植作物的灌水要求,大力推广喷微灌技术;在规模化牧草种植区、地形稍有起伏的丘陵山区经济作物种植区以发展喷灌为主。对于部分水资源严重紧缺地区,在加大财政支持的前提下,加大管道输水、喷微灌等先进节水灌溉技术的推广力度。

3 正确处理资金扶持和政策激励与规范的关系

在加大财政对以节水灌溉工程建设为主要内容的农田水利投入的同时,针对农业比较效益低、农民增收困难、灌区运转艰难的现实,财政应加大对粮食主产区、运行成本较高灌区的扶持力度,加快完善其工程设施,降低运行成本,并通过财政补助、电价优惠、水土资源补偿等方式探索对工程运行的补助,间接实现对粮食生产的补贴。考虑到地方财力的实际情况,中央财政对西部和粮食主产区的灌区工程运行适当给予补助。从目前看,这也将是一种必然的选择。

从多年节水灌溉发展的实践看,仅仅依靠增加投入,并不一定能保证节水灌溉事业健康发展。除了进一步强调“水利工程三分建、七分管”,把节水灌溉工程的建后管理放在更加

突出的位置外,要把水资源管理、灌溉水价改革和节水灌溉技术服务体系建设作为节水灌溉工程发展的激励与规范措施。

3.1 在保护农民用水权益的基础上,大力推广灌溉用水总量控制和定额管理

目前,全国的年灌溉用水总量约3 200 亿 m^3 ,根据全国水资源综合利用规划水资源配置研究成果,未来将在灌溉用水总量基本不增加的前提下,满足灌溉面积进一步扩大、确保农业灌溉需要,保障国家粮食安全和农民增收,核心措施要靠发展节水灌溉。除了工程措施外,强化水资源管理,强化计划用水与用水计量,实行灌溉用水总量控制定额管理将是其中重要的措施,并且这可以有效地推动农民采取先进的节水灌溉技术。山东、甘肃等一些地区,前些年在政府大量投入下,微灌事业有了较大发展,但现在仍在使用的并不多,除设备和设计把关不严外,地下水资源开发管理粗放、农民灌溉用水定额管理难以落实是最主要原因。与此同时,要对通过发展节水灌溉新增的节水能力有合理的安排,才能促进基层灌区管理单位和农民发展节水灌溉的积极性。对转为生态用水的由政府埋单,黑河、塔里木河和石羊河是很好的例子;转为工业用水的由新的用水主体埋单,浙江东阳、义乌水权转让,内蒙古、宁夏等灌区与电厂用水水权转换是示范;可以由灌区直接增加工业和城市供水的,直接增加灌区收入,弥补农业供水成本;其他的主要用于提高灌溉保证率和扩大灌溉面积的,给农民的补偿在于改善了灌溉条件,而灌区管理单位只能是增加了部分水费收入,财政可以给予灌区管理单位适当补贴。

3.2 加大灌溉水价改革力度,完善水费计收

灌溉水费是农业生产成本的一部分,即使在对农业生产的相关环节进行补贴的现实环境下,也要坚持推进水价改革的方向,继续发挥水价经济杠杆作用,促进节约用水。事实上,这并不矛盾,而是相互促进的。真正落实灌区管理单位“两费”、加快现有灌溉工程实施节水改造,可以视为对现行灌溉水价严重低于灌溉成本的一种补偿。在这种大背景下进一步测算骨干工程水价,并且把斗渠以下的灌溉工程维护费用纳入水价测算范围,推行终端水价,既保证工程正常运行,又让农民明白缴费,杜绝搭车收费。要探索超定额加价、两部制水价等发挥经济杠杆作用的水价制度。完善量水设施,加强地下水开发计量,积极探索符合农村实际、方便群众缴费的水费计收形式,定期对水费计收与使用情况进行公示,提高农民的合作程度和节水意识。

3.3 完善基层节水灌溉技术服务推广体系

农民对先进的节水灌溉技术的认识不足、技能掌握较差,加上维修服务跟不上,是当前造成部分工程运行状况差、技术推广缓慢和农民参与程度不够的一个突出问题。迫切需要在加大对农民宣传培训的基础上,建立生产企业、科研院校、行业部门、农民用水合作组织共同参与的技术服务体系,健全县、乡技术推广服务组织,强化和重视工程建设后的应用技术指导和管理与服务,加强工程措施、农艺措施和管理措施的结合,提高节水灌溉工程的运行水平和效益。

浅谈节水农业的内涵与技术体系构成

段爱旺

水利部
中国农科院 农田灌溉研究所, 新乡 453003

摘要:明确节水农业的内涵,确定节水农业技术体系构成,对于保证节水农业持续稳定发展具有重要意义。本文在深入分析我国节水农业发展的历史背景、新时期节水农业发展所要实现的目标、国内有关学者对节水农业内涵所作的论述的基础上,提出了对节水农业内涵的新认识。结合对节水农业发展所要承担的历史使命及新时期节水农业发展所要关注的一些问题的讨论,并在充分吸收前人已有的研究成果的基础上,提出了新的节水农业技术体系构成图。该节水农业技术体系由5个子系统组成,分别为:①水资源开发利用和保护子系统;②工程节水技术子系统;③农田用水管理子系统;④农作节水技术子系统;⑤宏观政策子系统。

关键词:节水农业 内涵 目标 技术体系

1 前言

随着我国农业水资源短缺形势的不断加剧,各地各级政府对农业节水工作也予以了越来越多的关注和重视,一个大力发展节水农业的运动正在全国范围内稳步地推进着。随着投入的不断增加,节水工作也不断深入,对缓解我国农业用水紧张状况的作用已逐步地显现出来,为我国农业乃至整个国民经济的持续稳定发展提供了重要保证。但是,在全国节水农业发展取得巨大成绩的同时,也逐步地暴露了一些问题。像一些地区片面追求节水建设的高标准,把发展节水农业理解为扩大喷、微灌面积;一些地区节水灌溉面积在不断发展,水环境和生态环境也在同步地不断恶化。这些问题的出现,与人们对节水的内涵、目标及技术体系的理解与认识上的偏差有着十分密切的关系。思想决定行动,没有正确的理解与认识作基础,是很难保证节水农业的长期稳定发展并达到预期效果的。这里结合自己多年从事节水农业研究工作的经验和体会,对节水农业的内涵、目标及技术体系组成作粗浅的分析讨论,以期能够抛砖引玉,促进有关问题的深入讨论。

2 节水农业的内涵

2.1 对节水农业内涵的几种认识

对于农业节水的内涵,许多学者从不同的学科和视角阐述了自己的观点与认识。粟宗嵩先生根据20世纪70~80年代出现的世界性水资源紧缺状况,认为大力发展节水型灌溉农业是解决这一问题的关键所在。他在文章中着重指出“照搬国外一般性的节约用水措施是远远不够的。审时度势,实施节水灌溉,并上升到以之导向,建设具有中国特色的节水型灌溉农业的高度,定为国策”^[1]。栗先生的论述重点强调了过量用水对水资源和生态环境

作者简介:段爱旺(1963—),男,汉族,研究员,博士生导师,中国农业科学院农田灌溉研究所所长。

的危害及发展节水灌溉的必要性,认为大力发展节水型灌溉农业是解决我国水资源紧缺和水环境恶化问题的根本出路。

关于节水农业,贾大林先生给出如下的定义,“所谓节水农业,是在充分利用降水的基础上采取水利和农业措施提高水的利用率和水的利用效益的农业,也可以说是节水灌溉农业和旱地农业的结合,因为没有不用水的农业,灌溉只是人工补充降水对作物各生育期需水的不足。节水灌溉农业是从灌水技术、灌溉制度和灌溉管理上力求节水。旱地农业是充分利用降水的农业,也可以称之为雨养农业。它是利用工程措施、耕作措施和生长措施力求增产的农业,两者结合起来形成节水农业的整体”^[2],“通过节水灌溉措施以提高水的利用率,用节水农业措施提高水的利用效率”^[3]。

刘昌明先生指出,节水农业并不是一种与灌溉农业或旱地农业相脱离的全新的农业类型,而是它们在节水要求下的发展形式,其主要任务应是提高灌溉用水或天然降水的有效性,因此认为“节水农业是以节水为中心的农业类型,在充分利用降水的基础上采取农业和水利措施,合理开发利用与管理农业水资源,提高水分利用效率和效益;同时通过治水改土、调整农业生产结构,改革耕作制度与种植制度,发展节水、高产、优质、高效农业,最终实现农业持续稳定发展”^[4]。

以上三种观点分别从不同的视角对节水农业的概念和内涵进行了阐述。应当说,三种观点都有其充分的理论依据和合理性。那么,这三种观点和认识在什么样的基础与目标下能够统一?节水农业究竟应该有什么样的内涵呢?这些问题需要从分析我国节水农业的发展历程入手,从节水概念提出的历史背景和节水发展面临的形势与任务中寻找答案。

2.2 节水农业的兴起背景

我国是一个农业大国,又是一个水旱灾害频繁的国家,因此从古到今都对农田水利建设十分重视。据史籍记载,我国夏商时代就开始兴建灌溉工程以利农业,其后经过秦汉时期、隋唐至北宋时期、明清时期以及 20 世纪初期几个迅速发展的阶段,至 1949 年中华人民共和国成立时,全国灌溉面积为 2.4 亿亩,约占当时耕地面积的 16.3%,人均占有灌溉面积为 0.44 亩^[5]。

我国的农田水利建设,特别是灌溉面积的发展,在新中国成立后进入了一个更为快速的时期。图 1 是 1949 年以来全国灌溉面积和粮食总产量的变化过程。可以看到,新中国成立后全国灌溉面积几乎呈直线形增加,这种趋势一直持续到 1980 年左右。在这 30 年期间,全国灌溉面积从 2.4 亿亩发展到了 7.3 亿亩,增加了 204%。与此相对应的是,全国粮食总产量也呈直线形增加,只是斜率略低于灌溉面积的。资料分析显示,这一期间灌溉面积的增加对于粮食总产量的增加起到了决定性的作用^[6]。1980 年后,全国灌溉面积进入一个稳定阶段,至 1990 年的 10 年间几乎没有太大变化。1990 年后,全国灌溉面积又开始稳定增加,但增加趋势明显减缓,至 2000 年的 10 年间,灌溉面积扩大了 1.0 亿亩,增加幅度为 13.7%。

图 2 显示的是 1949 年以来全国农田灌溉用水量的变化情况,为了便于比较,灌溉面积的变化过程也一同显示在图中。可以看出,在 1980 年之前,灌溉面积与灌溉用水量都处于迅速增加之中,并且几乎完全同步。由此可以认为,在 1980 年之前,灌溉面积的扩大主要是依靠增加水资源开采量来保证的。1949 ~ 1980 年的 30 多年间,全国的灌溉用水量从 960 亿 m^3 增加到了 3 600 亿 m^3 ,增加了 2.75 倍,要略大于灌溉面积的增加幅度。在 1980 ~ 1990 年的 10 年间,与灌溉面积的稳定同步,灌溉用水量也基本没有增加。进入 20 世纪 90 年代后,灌溉用水量呈现明显的下降趋势,而灌溉面积却呈现了明显的增加趋势,显示了全

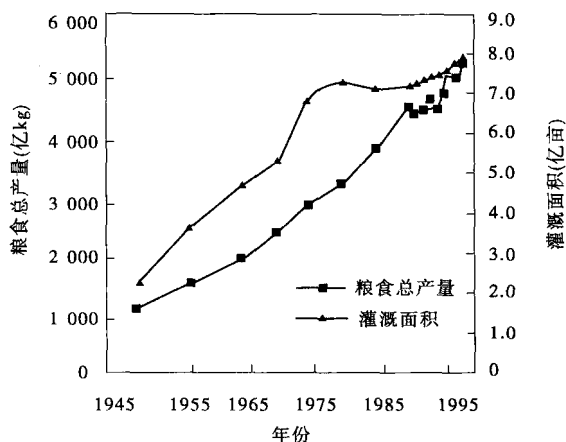


图1 1949年以来全国灌溉面积和粮食总产量变化过程

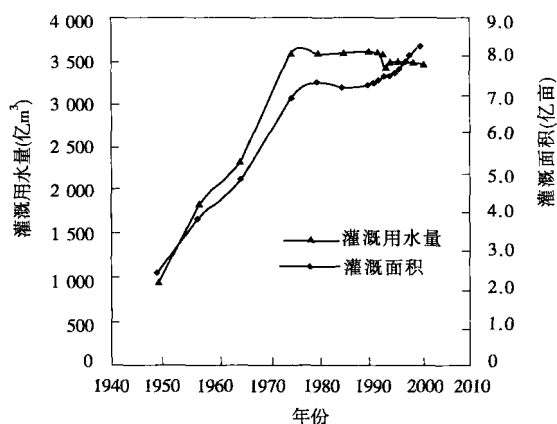


图2 1949年以来全国灌溉用水量和灌溉面积变化过程

国性的节水工作所取得的成绩。

新中国成立后,经过30多年的农田水利基本建设,我国的灌溉面积具有了世界第一的规模,对于保障粮食生产、满足迅速增加的人口的粮食需求及社会稳定作出了突出贡献。但是,灌溉面积的迅速发展,对水资源的大量开采利用,也带来了许多环境和社会问题,这在20世纪80年代中后期表现得越来越明显。河北中南部平原地区由于过量开采地下水,形成了大面积的地下水漏斗区,地下水位每年都以1.0~1.5 m的速度下降,造成已有的机井成批地报废,新的机井不断加深,从最初的20~30 m发展到现在的三四百米。与之相伴的还有水量减少,水质变差,运行成本也大大增加,部分区域还出现了海水倒灌的现象。在西北的内陆河地区,特别是新疆的塔里木河和甘肃、内蒙古境内的黑河,由于中上游大量引水发展灌溉面积,致使输送至下游的水量明显减少,严重影响了下游地区人民的生产与生活,还使下游的绿洲迅速消失,引起了严重的生态问题^[7]。这些问题的出现,成为当地农业生产乃至整个国民经济发展的重大隐患,也引起了各方面的高度重视,有关专家也开始呼吁节水问题,尤其是农业节水问题^[8]。

从20世纪80年代开始,灌溉农业的运行与发展承受了来自多个方面越来越大的压力。

第一,人口增加及社会发展对粮食需求的不断增加,要求农业生产水平和稳定程度都有很大的提高,而灌溉作为农业高产稳产的重要基础保证之一,也受到越来越多的重视。在当前水资源严重紧缺的条件下,不断扩大灌溉面积仍被普遍认为是保证不断增加的人口对粮食和其他农副产品需求的有效措施。2000 年我国的有效灌溉面积为 8.3 亿亩,比 1980 年增加了 13.7%^[9]。据预测^[7],为了在 2010 年和 2030 年分别满足 14.6 亿人口和 16 亿人口的粮食需求,灌溉面积分别要达到 8.5 亿亩和 9.0 亿亩,分别比 1980 年增加 16.4% 和 23.3%。在灌溉用水总量基本保持不变的情况下,这无疑是对农业用水水平的一个重大考验。第二,部分地区由于长期过度过快地发展灌溉面积和增加灌溉用水量,引发了严重的环境问题,影响了农业及社会的可持续发展,因而在形成新的水源供给能力之前,迫切要求控制灌溉面积的发展,特别是减少灌溉引水量,以保持区域水资源的供需平衡。第三,随着社会的快速发展,特别是工业和城市的快速发展,需水量急剧增加,对农业用水量的保证形成了很大的威胁。相比较而言,农业属于弱势产业,单位用水量所产生的经济效益比工业要低得多。因此,在一般情况下,当农业用水与工业用水和城市生活用水发生矛盾时,首要的选择会是牺牲农业用水,以确保工业用水和城市生活用水的需求。表 1 是华北地区的北京、天津、河北和山西四省(市)农业用水被挤占的情况。1993 年与 1980 年相比,在总供水量减少 27.35 亿 m³ 的前提下,工业和城镇生活用水却增加了 32.61 亿 m³,而农业用水则减少了近 60 亿 m³^[10]。在长江中下游、胶东及辽东的许多地区,1980 年后有相当一部分原为农业灌溉而修建的水库已不再向农业供水,转而用于全力保障工业用水和城市生活用水需求。随着经济的进一步发展,相信这种对农业用水挤占的现象会更加普遍和严重。

表 1 华北地区四省(市)农业用水被挤占情况

省(市)	总取用水量(亿 m ³)			农业取用水量(亿 m ³)		
	1993 年	1980 年	增量	1993 年	1980 年	增量
北京	40.16	43.98	-3.82	16.51	22.53	-6.02
天津	22.15	32.29	-10.14	9.91	22.07	-12.16
河北	209.42	219.02	-9.60	163.38	193.39	-30.01
山西	55.68	59.47	-3.79	35.02	46.81	-11.79
合计	327.41	354.76	-27.35	224.82	284.80	-59.98

在如此严峻的形势下,大力发展节水农业是解决相关问题的根本出路,这不但成为专家们的共识,也已成为各级政府工作的一个重要指导思想^[11]。

我国农业水资源短缺十分严重,但与此同时,我国农业用水普遍存在着严重的浪费现象^[12]。农田灌溉是当前第一用水大户,2000 年的灌溉用水量占全国总用水量的 63%^[13]。在当前的农田灌溉面积中,地面灌溉方式仍占到 96% 以上,其中大水漫灌、串灌等落后的灌水方式仍很常见。粗略估算,全国现状灌溉水利用系数大约为 0.4,这意味着为农田灌溉而调用的水量有接近 60% 在输配水过程中损失掉了,这无疑在很大程度上加重了水资源短缺的表现程度。此外,我国现有农田用水的产出效率约为 1.1 kg/m³,与世界先进水平相比,也有较大的差距,有着较大的增加空间^[14]。

综合考虑我国水资源的供给形势及农业用水的现状,一些专家呼吁要大力发展节水农业,并且很快得到了普遍的响应,取得了认识上的高度一致,认为在我国大力发展节水农业,