

国家重大科技产业工程项目

农业高效用水 科技产业示范工程研究

陈明忠 赵竞成 王晓玲 阳 放 等 编著



黄河水利出版社

国家重大科技产业工程项目

农业高效用水科技产业示范工程研究

陈明忠 赵竞成 王晓玲 阳 放 等 编著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是对国家重大科技产业工程项目“农业高效用水科技产业示范工程研究”成果的系统总结。通过技术集成配套和示范区建设,辐射推广、产业化开发,建成了井灌类型区、渠灌类型区、天然降水富集灌溉类型区、干旱地区规模化灌溉农业类型区、多灌溉水源联网调度类型区、坡地径流窖灌类型区、山丘区雨水汇集贮存类型区、井渠结合灌溉类型区等8种不同模式的农业高效用水科技产业示范区;集成了包括井灌区地下水采补平衡水资源高效利用综合技术,多灌溉水源联合优化调度及喷、微灌工程自动化控制技术,渠道防渗抗冻胀工程技术及机械化施工技术,井灌区高标准低压管道输水及田间高效用水技术,高效、优质、低成本喷、微灌新技术,雨水资源化工程技术及配套微型灌溉技术,农业高效用水工程计算机辅助设计技术,不同类型区与工程节水、管理节水配套的农艺节水综合技术等8个方面的技术;形成了各具特色的组装配套技术成果,并取得了显著的节水增产效益;研制和开发了田间闸管系统系列产品、地面移动铝合金管道成套设备、U形防渗渠道施工成套机械、经济型内镶式滴灌管及配套设备、软管牵引绞盘式喷灌机等5种农业高效用水设备并全部实现产业化。为推广应用农业高效用水技术,探讨了农业高效用水技术服务支撑体系建设问题。

本书可供各地区农业与水利部门的科技人员阅读,也可作为大专院校有关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

农业高效用水科技产业示范工程研究/陈明忠等编著.
郑州:黄河水利出版社,2005.11

国家重大科技产业工程项目

ISBN 7-80734-004-5

I. 农… II. 陈… III. 农田灌溉-节约用水-
研究-中国 IV. S275

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 131394 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940

传真:0371-66022620

E-mail:yrp@public.zz.ha.cn

承印单位:河南第二新华印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:45.5

字数:1 050 千字

印数:1—1 400

版次:2005 年 11 月第 1 版

印次:2005 年 11 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80734-004-5/S·72

定价:136.00 元

《农业高效用水科技产业示范工程研究》

编辑委员会

顾问：许志方 刘更另 刘昌明 冯广志 于 时

钱蕴壁 李英能

主任委员：高 波 李代鑫

副主任委员：贾敬敦 刘润堂 姜开鹏 杨雄年

委员：(按姓氏笔画排序)

闫树国 宋 骏 孙俊梅 芮海凤 李效栋

李 琪 杨汉森 杨 刚 郑秀荣 张金宏

赵 敖 郭志伟 顾宇平 黄铁青 程金根

蒋茂森

主 编：陈明忠

副 主 编：赵竞成 王晓玲 阳 放

参加编著人员：(按姓氏笔画排序)

于福亮 马孝义 王 昕 王以兵 王玉坤

王建增 王厚军 王美婷 王晓玲 冯 平

卢博友 田庆奇 全国强 刘云波 刘文朝

刘佳莉 刘群昌 吕宁江 孙文海 朱寿峰

朱瑞祥 闫凤桐 阳 放 何 帅 何新林

余书超 吴宏伟 吴普特 吴景社 库国钢

张仁陟 张保军 张 海 李 宁 李元红

李永顺 李龙昌 李成良 李治勤 李金山

李益农 李援农 杜贞栋 杨郁挺 杨封科

杨继富 杨培岭 汪志农 邹 云 陈 燕

陈明忠 周 凯 周建伟 范兴科 虎俭银

郎旭东	郑旭荣	郑庚石	金彦兆	姜谋余
娄宗科	赵 勇	赵竞成	赵晓勇	赵登成
徐成波	徐征和	徐振辞	柴建华	柴迪岩
殷春霞	耿占军	高占义	黄子雍	曾向辉
韩有军	雷廷武	裴二荣	樊向阳	樊贵盛
潘智刚	薛少平			

序 一

我国是农业大国，党中央、国务院历来高度重视“三农”问题，把解决好“三农”问题作为重中之重，从2004年起连续两年发布中共中央1号文件，针对促进农民增收和加强农村工作、提高农业综合生产能力，实行了一系列有力的政策措施，农业和农村发展出现了可喜的势头。水利是农业的命脉，农村水利工作得到了党和政府一贯的高度重视，党的十五届三中全会强调指出，“大力发展节水农业，把推广节水灌溉作为一项革命性措施来抓，大幅度提高水的利用率，努力扩大农田有效灌溉面积”，为我国农村水利的发展指明了方向。

水资源短缺是我国农业发展主要的制约因素。我国农业一方面干旱缺水，另一方面用水浪费现象却十分严重，目前灌溉水的利用率仅为45%，农田水利用效率只有 $1\text{kg}/\text{m}^3$ ，农业用水的效率和效益均不高，与国际先进水平差距很大。我国农业高效用水的发展，无论速度还是质量都不能满足国民经济发展的要求。我国农业用水中，90%是灌溉用水，而节水灌溉工程面积只占到总灌溉面积的34%，作为以灌溉为基础的许多大中型灌区，不仅灌溉技术落后，用水浪费，而且工程年久失修、老化，效益不断下降，急需进行技术改造。农业高效用水材料、设备生产企业小而分散，技术集成度低，相当一部分产品质量差、价格高，不能正常发挥效益。农业高效用水亟待发展，但相应的产业支撑体系与技术服务支撑体系与之还不相适应。

针对这种情况，“九五”期间，在国家科技部的支持下，由水利部牵头，会同农业部、中国科学院等部门共同组织实施的“农业高效用水科技产业示范工程”项目，以产业化为突破口，对促进现有科技成果转化成为生产力，大幅度提高农业用水的利用效率和效益，具有重要的现实意义。通过对国内外农业高效用水技术的筛选、综合组装、技术集成和产业化开发，不但为农业高效用水提供了成套、成批的技术装备，而且还提供了成功的、具有区域特色的工程建设

模式和示范样板。《农业高效用水科技产业示范工程研究》这部专著，就是集科技产业示范研究和开发之大成，是我国发展农业高效用水技术和材料设备经验总结的集中体现，是广大水利和农业科技工作者智慧的结晶。

在此，我将这本书推荐给从事农业高效用水工作的同志和广大读者，期望《农业高效用水科技产业示范工程研究》的出版，对推动我国农业高效用水理论与技术的进一步研究和实践，促进农业高效用水的发展，定会发挥重要作用。

翟浩辉

2005年6月

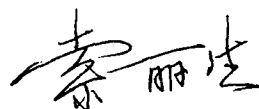
序 二

水是人类社会发展的基础性自然资源、战略性经济资源和公共性社会资源。水资源的可持续利用，是实现经济社会可持续发展极为重要的保证。在全世界致力于应对水问题的 21 世纪，我国作为经济高速发展的人口大国，面临着更为紧迫的压力。水资源短缺的问题，已经成为未来 20 年我国实现全面小康社会目标所面临的重大挑战。据预测，我国人口在 2030 年左右将达到峰值 16 亿，届时人均水资源量只有 $1\,760\text{m}^3$ ，将成为严重缺水的国家，如果不采取有力措施，我国有可能在未来出现严重的水危机。与水资源短缺的现实相比，我国水资源利用方式粗放，存在严重的结构型、生产型和消费型浪费，用水效率不高，节水潜力巨大。针对我国严峻的水资源形势与目前节水水平不高的现状，我们必须按照科学发展观的要求，总结节水实践经验，创新节水模式，建设节水型社会。

“农业高效用水科技产业示范工程”是“九五”期间安排的一项国家重大科技产业工程项目，以技术集成为手段，以示范工程为纽带，以产业化为突破口，采取跨行业、跨地区、跨学科、产学研联合攻关的组织方式，坚持科研与农田水利基本建设、农业产业结构调整相结合的原则，注重先进节水技术的集成与推广。项目的实施有力地促进了我国农业高效用水技术的进步，提升了相关节水设备及产品的技术水平，带动了农业高效用水相关产业的发展，而且其社会效益显著。

由参加该项目研究、示范工作的技术骨干力量，以该项目试验研究、示范和产业化应用成果为主要材料撰写的《农业高效用水科技产业示范工程研究》，紧密结合我国北方地区的科研与生产实际，科学性与实用性并重，首次对我国近年来研制开发的部分节水灌溉新设备从性能、使用条件和效果、产业化的经验以及农业高效用水技术服务支撑体系建设等方面做了全面的介绍。这是一部集高新技术、工程示范、产业化生产为一体，具有较强创新性、实用性和系统性的科技著作。

为此，我将这本书推荐给从事农业高效用水工作的科技人员和广大读者，相信本书的出版，对我国节水型社会的建设和农业高效用水技术水平的提高，定会起到积极的促进和推动作用。

A handwritten signature in black ink, reading '秦丽生' (Qin Lisheng). The characters are written in a cursive, flowing style.

2005年6月

前 言

“九五”期间，针对我国水资源供需矛盾日益尖锐、农业用水浪费严重的现状，按照党的十五届三中全会关于“大力发展节水农业，把节水灌溉作为一项革命性措施来抓”的决议精神，国家加大了对农业高效用水研究开发的经费投入，取得了一批有较高水平的科研成果，带动了农业高效用水材料、设备生产的发展，有力地推动了我国农业高效用水工程的建设。但是，目前我国农业高效用水的发展，无论速度和质量都还远不能适应国民经济发展的要求。为此，科技部于1999年1月批复实施了国家重大科技产业工程项目“农业高效用水科技产业示范工程”。该项目以示范工程为纽带，以产业化为突破口，旨在促进现有科技成果转化为生产力，实现工程节水、农艺节水、管理节水技术的组装配套与集成；提高生产企业自我投入发展的积极性，实现农业高效用水材料及设备生产的规模化、工艺流程的规范化和技术产品的标准化；建立完善的技术服务支撑体系，集高新技术、工程示范、产业化生产为一体，实现全方位的技术服务。通过项目的实施形成我国北方不同类型区发展农业高效用水的技术模式与示范样板，推动我国农业高效用水材料、设备和相关产业的发展，形成一批名牌产品和龙头企业；针对我国大规模发展农业高效用水的成套技术、工程设计、高质量的产品供应、生态环境等问题，开展研究和探索，提出解决的技术方案和措施，实现技术、经济、环境、资源的协调发展，促进我国农业高效用水的发展。

项目设置“农业高效用水模式与产业化示范”和“农业高效用水材料设备产业化开发与技术服务支撑体系建设”2个分项，共14个专题。在第1分项中设置：井灌类型区农业高效用水模式与产业化示范（河北）、渠灌类型区农业高效用水模式与产业化示范（陕西）、天然降水富集灌溉类型区农业高效用水模式与产业化示范（甘肃）、干旱地区规模化灌溉农业类型区农业高效用水模式与产业化示范（新疆）、多灌溉水源联网调度类型区农业高效用水模式与产业化示范（山东）、坡地径流窖灌类型区农业高效用水模式与产业化示范（宁夏）、山丘区雨水汇集贮存类型区农业高效用水模式与产业化示范（内蒙古）、井渠结合灌溉类型区农业高效用水模式与产业化示范（山西）等8个专题；在第2分项中设置：田间闸管系统系列产品的产业化开发、地面移动铝合金管道成套设备的产业化开发、U形防渗渠道施工成套机械的产业化开发、经济型内镶式滴灌管及配套设备的产业化开发、软管牵

引绞盘式喷灌机规模化生产的产业化开发、农业高效用水技术服务支撑体系建设等6个专题。该项目由河北省水利科学研究院、中国水利水电科学研究院、河北省三河市人民政府、中国科学院石家庄农业现代化研究所、西北农林科技大学、陕西省杨凌示范区管委会、陕西省杨凌区人民政府、中国科学院水利部水土保持科学研究所、甘肃省水利科学研究院、甘肃省定西县人民政府、甘肃省农业科学院、甘肃农业大学、新疆农垦科学院、石河子大学、新疆生产建设兵团农七师、山东省水利科学研究院、中国灌溉排水发展中心、山东省威海市环翠区人民政府、宁夏回族自治区水文水资源勘测局、宁夏回族自治区水利科学研究所、宁夏回族自治区彭阳县人民政府、内蒙古自治区水利科学研究院、中国农业大学、内蒙古自治区清水河县人民政府、太原理工大学、水利部农田灌溉研究所、山西省晋中市水利局、山西省晋中市榆次区人民政府、北京中国水利科学院水利工程公司、河北马头铝业集团有限公司、山西省水利科学研究所、太原雨神喷灌有限公司、邯晋喷灌设备有限公司、山西省征宇喷灌有限公司、山东亚盛水利机械研制有限公司、北京绿源塑料联合公司、北京通捷机电有限责任公司、江苏七州集团有限公司等单位共同承担。

在科技部、水利部、农业部、中国科学院以及各项目区有关省、自治区、新疆生产建设兵团的领导下，在项目组全体人员的共同努力下，经过技术集成配套和示范区建设、辐射推广、产业化开发，全面完成并部分超额完成了各类型示范区的建设任务，达到了规定的总体目标，部分技术经济指标有所突破，共提出技术集成创新成果45项，建成8个不同类型农业高效用水模式的示范区，建成示范工程面积5360hm²，辐射区工程面积2.124万hm²，总计工程面积2.66万hm²，获综合经济效益3.63亿元。通过研究提出了井灌类型区、渠灌类型区、天然降水富集灌溉类型区、干旱地区规模化灌溉农业类型区、多灌溉水源联网调度类型区、坡地径流窖灌类型区、山丘区雨水汇集贮存类型区、井渠结合灌溉类型区等8种农业高效用水模式；集成了包括井灌区地下水采补平衡水资源高效利用综合技术，多灌溉水源联合优化调度及喷、微灌工程自动化控制技术，渠道防渗抗冻胀工程技术及机械化施工技术，井灌区高标准低压管道输水及田间高效用水技术，高效、优质、低成本喷、微灌新技术，雨水资源化工程技术及配套微型灌溉技术，农业高效用水工程计算机辅助设计技术，不同类型区与工程节水、管理节水配套的农艺节水综合技术等8个方面的技术；形成了各具特色的组装配套技术成果，成果整体上达到国际先进水平。开发的田间闸管系统系列产品、地面移动铝合金管道成套设备、U形防渗渠道施工成套机械、经济型内镶式滴灌

管及配套设备、软管牵引绞盘式喷灌机等 5 种农业高效用水设备的技术水平达到 20 世纪 90 年代初国际先进水平, 经过中试、考核全部实现了产业化, 其中田间闸管系统、卧式混凝土构件成型装置、轻型软管牵引绞盘式喷灌机、垂直摇臂式喷头 etc 8 种产品获国家实用新型专利。田间闸管系统产品还注册了 KLN (科利农) 牌商标, JP75-370 型软管牵引绞盘式喷灌机获我国经贸部授予的国家级新产品称号。上述产品已在全国各省、自治区、直辖市推广应用, 累计销售 1 864 台 (套), 销售额 1.26 亿元, 利税 2 594.6 万元。产品的国内市场同类产品占有率达 20%~60%。项目于 2003 年通过了科技部组织的验收, 其成果达到国际先进水平。项目的成功实施, 为科技部“十五”期间启动实施“现代节水农业技术体系及新产品研究与开发”重大科技专项奠定了基础, 大部分示范区顺利实现了与重大科技专项的衔接。

为了全面总结和推广应用该项目取得的成果, 在水利部国际合作与科技司和农村水利司的主持下, 项目办公室组织参加该项目研究、示范工作的技术骨干力量, 以该项目试验研究、示范和产业化应用成果为主要材料, 撰写了《农业高效用水科技产业示范工程研究》专著。在本书撰写过程中, 紧密结合我国北方地区的科研与生产实际, 科学性与实用性并重, 既注重了农业高效用水基本理论的分析, 又重点阐明了不同类型区农业高效用水技术模式, 还首次对我国近年来研制开发的节水灌溉新设备, 从性能、使用条件和效果以及产业化的经验等方面做了全面的介绍, 希望能对我国今后发展农业高效用水起到一定的参考作用。

在本书的编撰过程中, 得到了科技部、水利部、农业部、中国科学院及其他部门许多领导、专家的悉心指导, 特别是许志方教授、刘更另院士、刘昌明院士等本项目专家组专家的指导和帮助, 试验示范区及承担设备产业化的企业所在地的各级领导部门和科技人员也给予了大力支持, 并提供了良好的研究、示范及工作、生活条件, 在此表示最衷心的感谢。

在本书编写的过程中, 诚蒙许多同志进行审阅、提出意见、提供资料, 特别是中国水利水电科学研究院的教授级高级工程师钱蕴璧、水利部农田灌溉研究所的李英能研究员、水利部国际合作与科技司的教授级高级工程师杨刚为本书的审查和统稿做了大量的工作, 在此也一并表示深切谢意。另外, 本专著还参考和引用了许多国内外文献, 在此对这些文献的作者表示衷心的感谢! 由于编著者水平有限, 书中难免存在疏漏和错误之处, 恳请读者给予批评指正。

编著者
2005 年 6 月

目 录

序 一	翟浩辉
序 二	索丽生
前 言	
第一章 概 论	(1)
第一节 实施农业高效用水科技产业示范工程的基本思路	(1)
第二节 农业高效用水技术	(4)
第三节 农业高效用水科技成果转化的现状与问题	(7)
第四节 农业高效用水科技产业示范工程的实践	(8)
第二章 井灌类型区农业高效用水模式与产业化示范	(15)
第一节 概 述	(15)
第二节 地下水采补平衡与有效保护技术	(16)
第三节 低压管道输水与田间高效灌水技术	(33)
第四节 喷、微灌工程优化设计和应用技术	(54)
第五节 智能自动控制与温室环境监控系统	(70)
第六节 井灌类型区农业高效用水模式示范	(82)
第三章 渠灌类型区农业高效用水模式与产业化示范	(102)
第一节 概 述	(102)
第二节 渠道防渗防冻胀新技术	(107)
第三节 畦灌与膜上灌水技术改进	(123)
第四节 渠系水管理与水土资源优化配置	(136)
第五节 主要农作物节水高产综合配套技术	(153)
第六节 渠灌类型区农业高效用水模式与示范	(164)
第四章 井渠结合灌溉类型区农业高效用水模式与产业化示范	(174)
第一节 概 述	(174)
第二节 地表水、地下水优化调度应用技术	(180)
第三节 土壤入渗能力的预报	(193)
第四节 地面灌溉水流运动数值模拟与引洪补源灌溉技术	(202)
第五节 地下水限量开采自动控制系统和变频调速技术的应用	(216)
第六节 井渠结合灌溉类型区农业高效用水模式示范	(225)
第五章 多灌溉水源联网调度类型区农业高效用水模式与产业化示范	(237)
第一节 概 述	(237)
第二节 多灌溉水源联网调度技术	(240)
第三节 农田灌溉自动化控制技术	(259)

第四节	农艺综合节水技术·····	(275)
第五节	喷灌工程规划设计专家系统·····	(290)
第六节	多灌溉水源联网调度类型区农业高效用水模式示范·····	(300)
第六章	干旱地区规模化灌溉农业类型区农业高效用水模式与产业化示范·····	(310)
第一节	概 述·····	(310)
第二节	水资源合理配置与优化调度技术·····	(311)
第三节	干旱高寒地区渠道刚性衬砌结构设计与计算方法·····	(323)
第四节	干旱地区节水高效灌溉技术·····	(340)
第五节	农业高效用水计算机辅助设计系统·····	(363)
第六节	干旱地区规模化灌溉农业类型区农业高效用水模式示范·····	(373)
第七章	天然降水富集灌溉类型区农业高效用水模式与产业化示范·····	(378)
第一节	概 述·····	(378)
第二节	降水高效富集利用集雨工程技术·····	(380)
第三节	降水高效富集利用补充灌溉技术·····	(401)
第四节	降水高效富集利用农业与生物技术·····	(415)
第五节	节水机具引进与开发·····	(430)
第六节	天然降水富集类型区农业高效用水模式示范·····	(435)
第八章	坡地径流窖灌农业高效用水模式与产业化示范·····	(442)
第一节	概 述·····	(442)
第二节	坡地径流资源化技术·····	(444)
第三节	非充分灌溉制度与节水灌溉技术·····	(467)
第四节	非工程抗旱应用技术·····	(481)
第五节	水窖提水设备的筛选开发·····	(492)
第六节	坡地径流窖灌农业高效用水模式示范·····	(516)
第九章	山丘区雨水汇集贮存类型区农业高效用水模式与产业化示范·····	(526)
第一节	概 述·····	(526)
第二节	降雨高效汇集贮存工程技术·····	(527)
第三节	降雨高效入渗集成化工程技术·····	(534)
第四节	集雨灌溉及风能、太阳能提水集成化技术·····	(541)
第五节	集雨工程规划及评价软件的开发·····	(545)
第六节	山丘区雨水汇集贮存农业高效用水模式示范·····	(552)
第十章	田间闸管系统系列产品的研制与产业化开发·····	(560)
第一节	概 述·····	(560)
第二节	闸管系统技术性能及关键技术·····	(561)
第三节	田间闸管系统产品的研制与产业化开发·····	(563)
第四节	田间闸管灌溉系统系列产品的推广应用·····	(571)
第十一章	地面移动铝合金管道系统设备研制与产业化开发·····	(581)
第一节	概 述·····	(581)

第二节	地面移动铝合金管道系统设备的技术性能及关键技术·····	(582)
第三节	地面移动铝合金管道系统设备的研制及产业化开发·····	(584)
第四节	地面移动铝合金管道系统设备的推广应用·····	(593)
第十二章	U形防渗渠道施工机械的研制与产业化开发 ·····	(596)
第一节	概 述·····	(596)
第二节	U形防渗渠道施工机械研制的技术性能及关键技术·····	(598)
第三节	U形防渗渠道施工机械设备的研制与产业化开发·····	(600)
第四节	U形防渗渠道施工机械的推广应用·····	(610)
第十三章	经济型内镶式滴灌管及配套设备的研制与产业化开发 ·····	(614)
第一节	概 述·····	(614)
第二节	经济型内镶式滴灌管及配套过滤器的技术性能及关键技术·····	(616)
第三节	经济型内镶式滴灌管及配套过滤器的研制与产业化开发·····	(627)
第四节	经济型内镶式滴灌管及配套过滤器的推广应用·····	(628)
第十四章	软管牵引绞盘式喷灌机的研制与产业化开发 ·····	(631)
第一节	概 述·····	(631)
第二节	JP系列绞盘式喷灌机及配套设备的研制与产业化开发·····	(633)
第三节	绞盘式喷灌机成套系列产品的技术性能及质量控制·····	(636)
第四节	软管牵引绞盘式喷灌机的推广应用·····	(641)
第十五章	农业高效用水技术服务支撑体系 ·····	(644)
第一节	概 述·····	(644)
第二节	农业高效用水工程及材料设备综合评价体系·····	(645)
第三节	农业高效用水发展规模及相关产业发展前景预测·····	(668)
第四节	农业高效用水工程技术监督体系·····	(690)
参考文献	·····	(708)

第一章 概 论

针对我国水资源供需矛盾日益尖锐,但农业用水效率低的现状,遵照党的十五届三中全会关于“大力发展节水农业,把节水灌溉作为一项革命性措施来抓”的决议精神,国家加大了对农业高效用水开发研究的经费投入,在“九五”后期启动的“农业高效用水科技产业示范工程”项目,取得了一批有较高水平的研究成果,带动了农业高效用水材料、设备生产的发展,有力地支撑和推动了我国节水灌溉工程的建设。“农业高效用水科技产业示范工程”项目以示范工程为纽带,以产业化为突破口,旨在促进现有科技成果转化成为生产力,实现工程节水、农艺节水、生物节水、管理节水等技术的组装修配;实现工程建设的规模化、工艺流程的规范化和技术产品的标准化;建立完善的技术服务支撑体系。通过项目的实施形成我国北方不同类型区发展农业高效用水的技术模式与示范样板,推动我国农业高效用水材料、设备和相关产业的发展,形成一批名牌产品和龙头企业,与国际先进技术接轨,促进我国农业高效用水新技术的开发和产业化发展,实现技术、经济、环境、资源可行性的完整统一和协调发展。

第一节 实施农业高效用水科技产业示范工程的基本思路

1992 年原国家科委决定,以科技为先导,以市场为导向,以发展高新技术产业为目标,选择一批对国民经济长期发展具有重大影响的关键技术,从研究、设计、开发、产业化方面作出整体安排,组织实施国家重大科技产业工程。它的特点是:①鼓励单项技术突破,但更注重跨学科、跨行业、跨地区的多项技术的集成和组装修配;②不排除科学研究的必要性,但明确要求以实现产业化为项目目标;③强调项目的超前性、示范性、综合性,但最终要求实现科技与经济的一体化。农业高效用水科技产业示范工程是“九五”期间国家启动的重大科技产业工程之一,显然对它的基本要求应该符合国家重大科技产业工程的立项目标和项目特点。农业高效用水科技产业示范工程可以理解为农业高效用水领域的科技产业工程,故首先应对农业高效用水有一个明确的认识,其次还要对该领域实现科技产业化的目标有一个全面的认识。

一、农业高效用水的内涵

农业高效用水的狭义理解是提高农业用水的利用效率和利用效益。尽管人们对于农业高效用水的字面解释并无大的歧义,但在具体问题上仍有不同的认识。例如对农业高效用水与农业节水、农业高效用水与节水灌溉的认识实际上并不一致,分析这些相关概念的异同将有助于正确理解农业高效用水和把握好课题方向。

(一)农业高效用水与农业节水

农业高效用水是农业节水的核心但并非全部内容。灌溉水利用率、水分生产效率、每立方米水农业产值等都是衡量农业用水效率和效益高低的指标。提高灌溉水利用率侧重于通过减少灌溉水的损失,实现农业高效用水;提高水分生产效率则更注重提高水的产出效率;提高每立方米水农业产值则是强调提高用水的经济性。显然,为实现农业高效用水,上述几个方面是相辅相成的。农业节水就是节约农业用水,其含义除高效用水外,还有一层重要含义就是必须在一定程度上限制水的使用,因此农业节水的内涵应该比农业高效用水更为广泛。限制用水(或按配额用水)是我国水资源短缺的严峻形势所决定的,就是说,仅仅实现高效用水是不够的,还必须有计划地控制农业用水总量。我国农业用水实行定额管理和总量控制的原则,这里涉及到用水定额、用水规模、用水总量三者之间的辩证关系。在用水总量不受限制时,上述关系可以表示为用水总量等于用水定额乘以用水规模,农业节水的任务主要是通过各种措施合理降低用水定额,农业节水和农业高效用水的目标完全相同;而在用水总量受到限制时,上述关系应该表示为用水规模等于用水总量除以用水定额,即农业节水的任务不仅是通过各种措施合理降低用水定额,而且要合理控制用水规模。在经济合理的原则下降低用水定额,就可以扩大用水规模,否则就要缩小用水规模。总之,尽管农业高效用水并不涵盖农业节水的全部内容,但它却是农业节水的基础与核心。

(二)农业高效用水与节水灌溉

农业用水包括种植业、林业、养殖业用水,但因农田灌溉用水就占农业用水的90%以上,如果加上林地、牧草地的灌溉用水,其比例更高,故通常讲的农业高效用水主要是指灌溉方面的高效用水。有些人认为只有农业高效用水才是工程措施、农艺(生物)措施、管理措施的有机结合,而节水灌溉仅仅是搞工程建设和节水改造,应该说这种认识是一个误解。不同作物有不同的需水规律,不同耕作制度要求不同的灌水方式,肥料利用率低在相当程度上源于灌溉水利用率低,不少灌溉设备本身就属于农业机械的范畴等,这些事实表明,灌溉是伴随农业的发展而发展的,任何一种灌溉模式都不会脱离当时的农业生产水平。节水灌溉是我国农业要实现现代化但又面临水资源短缺的形势下所选择的灌溉发展模式,它从起步之初就和作物紧密结合在一起,甚至不少节水灌溉技术是以作物名称和工程类型共同命名的,例如大田作物小畦灌溉、小麦玉米两茬平播半固定喷灌、果树滴灌、棉花膜下滴灌、保护地微灌等。目前,已经形成并推广普及的节水灌溉技术体系具有综合的特点,说明节水灌溉决不仅仅局限于工程建设和节水改造,其同样是一项综合性技术,节水灌溉技术体系是各有关行业协同组织科技攻关的共同成果。当然,由于行业分工不同,机械行业更关注节水设备研制开发,轻工行业更关注高分子材料应用,冶金行业更关注新型金属管材生产,农业部门更关注配套农艺、生物措施,水利部门更关注工程建设和管理,但这丝毫不影响对节水灌溉综合性的定位。在节水措施的综合性上,应该说节水灌溉和农业高效用水并无本质上的差别。

尽管农业高效用水和节水灌溉的内涵相同,但外延并不完全相同。节水灌溉以原有灌溉工程的节水改造或新建符合节水要求的灌溉工程为主要内容,应该说推广普及节水灌溉符合我国农业对灌溉有较强依赖性但农业基础设施建设又严重滞后的实际情况。也