

# 渠灌类型区农业高效用水模式与产业化 研究目标及方案

吴普特, 范兴科

(中国科学院水利部水土保持研究所, 西北农林科技大学, 国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 在分析我国节水农业发展现状的基础上, 论述了实施渠灌类型区农业高效用水模式与产业化示范研究课题的必要性和紧迫性。在此基础上, 进一步提出了课题研究的目标、主要内容, 拟采取的技术路线和实施方案, 以及课题研究的应用前景。

关键词: 渠灌类型区; 农业高效用水; 用水模式; 产业化

中图分类号: S 274.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2002) 02-0004-05

## Research Goal and Project of Industrialization of Agriculture Efficient Water Use in Canal Irrigation Area

WU Pu-te, FAN Xing-ke

(Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources,  
Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, NERC of  
Water Saving Irrigation in Yangling, Yangling 712100, Shaanxi Province, China)

**Abstract:** On the basis of analyzing development situation of our national saving water agriculture, the necessity and urgency of mode and industrialization demonstrating task in implementing agriculture efficient water use in the area of canal irrigation are discussed. And its research goal and major content, technical route and implementing project of planning adoption, and prospect of this task are further put forward.

**Key words:** area of canal irrigation; agriculture efficient water use; mode of using water; industrialization

渠灌类型区农业高效用水模式与产业化示范课题(99- 021- 01- 02) 是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”下设的专题, 1999 年签订合同并正式启动。本课题旨在针对我国农业用水, 特别是渠灌类型区的用水现状与存在问题, 通过技术集成与示范, 建立起高效用水的模式与示范样板, 并以此在高效用水产业化示范方面进行有益尝试。

### 1 研究课题

水资源短缺是一个全球性问题, 早在 1972 年联合国召开的“人类环境”会议和 1979 年召开的“水”

的大会上就向全世界发出警告“水不久将成为一项严重的社会危机, 石油危机之后的下一个危机便是水”。随着科技进步, 经济和社会的发展, 人们越来越深切地认识到, 水不仅是农业的命脉, 也是经济发展的命脉、人类生存的命脉。1992 年 100 多个国家元首和政府首脑通过的《二十一世纪议程》提出“水不仅是地球上的一切生命所必需, 而且对一切社会经济部门具有生死攸关的重要意义”。水的重要性已形成国际共识。

对我国而言, 水对农业和整个国民经济的发展更具有特别重要的意义, 水资源不足且分布不均足制约我国农业乃至整个国民经济发展的关键因素。

<sup>1</sup> 收稿日期: 2002-02-25  
基金项目: 国家重大科技产业示范工程项目“渠灌类型区农业高效用水模式与产业化示范”(99- 021- 01- 02)。  
作者简介: 吴普特, 男, (1963- ), 陕西武功人, 研究员, 博士, 主要从事水土保持与节水灌溉工程技术研究工作。

我国水资源贫乏, 人均占有水资源不足世界平均水平的  $1/4$ , 单位面积占有量也为世界平均水平的  $1/2$ , 据统计, 全国每年因缺水少产粮食 250 亿 kg, 且由于过量引水, 已造成包括黄河在内的许多河流断流, 直接威胁全国经济发展。同时, 我国的水资源分布极不均匀, 82% 的地表水及 70% 的地下水资源量分布在长江流域及其以南地区; 而占全国土地面积的 50% 以上的华北、西北、东北地区水资源量只占全国的 18%, 这些地区人均占有量只有  $936 \text{ m}^3$ , 西北地区的水资源则更为紧张, 人均和单位面积水资源占有量仅为全国平均水平的 24.1% 和 14.0%, 且水资源开发率已经很高。因此水资源紧缺, 供水危机已成为直接制约我国世纪之交农业以及经济社会可持续发展的核心问题。正是如此, 江泽民总书记指出“得认真研究水的问题, 人无远虑, 必有近忧, 应该未雨绸缪。”

目前, 我国人均耕地面积仅为世界平均水平的  $1/3$ , 到 2030 年人口增加到峰值 16 亿, 而耕地面积却随之减少。所以 16 亿人的吃饭问题只能依靠提高单位耕地面积产量来解决。灌溉是提高粮食单产最重要的技术措施之一, 一般灌溉农田的粮食产量要比非灌溉农田的产量高 1~3 倍, 越干旱的地区灌溉增产的幅度越大。为满足我国 21 世纪经济大发展对农产品的需求, 必须扩大灌溉面积。据预测 2000 年我国灌溉面积应达到  $5.3 \times 10^6 \text{ hm}^2$ , 2010 年达  $5.7 \times 10^6 \text{ hm}^2$ , 2030 年达到  $6.7 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 。面对严重的供水危机和经济发展的巨大压力, 大力发展农业高效用水技术, 最大限度地提高我国农业用水的利用率和生产效率以及产出效益, 已经成为当前我国农业发展的重要任务。

我国利用明渠输水灌溉历史悠久, 渠灌区的灌溉面积为  $3.7 \times 10^6 \text{ hm}^2$ , 占总灌溉面积的 75%, 对粮食增产起到了举足轻重的作用。但全国经过防渗处理的渠道仅为 55 万 km, 约占渠道总长  $1/5$ , 且大多数渠灌工程老化、效益下降, 渠道渗漏损失很大, 渠系水的利用率很低。全国平均渠系水利用率只有 0.50 左右, 在西北地区, 新疆平均为 0.41、内蒙古 0.39, 甘肃河西地区, 宁夏则更低, 渠道防渗较好的关中也只有 0.55 左右, 和发达国家的差距很大。如美国采用管道输水, 综合渠系水利用系数为 0.98, 日本已有  $1/3$  的灌溉面积采用管道输水, 以色列则全国实现灌水管道路化, 建成了世界一流的现代化农业。

面对我国农业用水供需矛盾日益尖锐的现实, 近 20 年来, 国内已十分重视渠灌区的农业高效用水问题, 研究与开发农业高效用水技术, 建设农业高效用水工程。许多单项技术比较成熟, 可以大面积应

用, 如结合我国北方地区特色的渠道防冻防渗衬砌技术, 结合我国北方河流高含沙特点的多泥沙渠道输水配水技术, 高含沙渠道的大口径管道输水技术, 井渠双灌技术, 北方渠灌区的渠道优化用水技术。同时建设一些渠灌区农业高效用水示范样板, 取得了显著的经济效益。

当然, 目前我国渠灌区农业高效用水工程的发展, 无论速度与质量都还远不能适应经济发展的要求。渠道衬砌率低, 工程老化, 管道输水面积小, 渠道量控水设施差, 基于经济利益, 各个渠灌区互相争用河水, 井渠双灌面积减少, 水资源浪费严重等问题已经成为制约渠灌区经济发展的主要因素。水费、水价、用水法规不配套, 先进的开渠、衬砌机械, 管道灌溉的量控水设备生产企业小而分散, 多以生产单项产品为主, 相当部分企业处于小作坊式生产, 批量少, 质量差, 价格高, 缺乏自身发展的活力, 也使许多农业高效用水新技术与新成果难以进入市场, 导致许多用水工程质量不佳, 效益不能充分发挥, 甚至挫伤农民投资农业高效用水工程的积极性。目前, 一方面我国农业高效用水技术亟待发展, 另一方面产业支撑体系与管理服务保障体系政策又与之不相适应, 这是农业高效用水事业发展中的主要矛盾。解决这个矛盾必须改变现有的小生产方式, 发展高效用水的模式, 代之以产业化的方式即实行规模化生产、企业化管理, 将灌区农业高效用水工程的全过程纳入产业化轨道, 促进其上档次, 上规模, 增效益, 以确保 21 世纪中国农业可持续发展。

西北地区土地面积大, 能源矿产资源丰富, 在我国未来经济发展中占具十分重要地位。但水资源十分短缺, 经济欠发达, 人口、资源、环境矛盾尤为突出, 也是中华民族母亲河黄河发源地。同时西北灌溉历史悠久, 陕西关中、甘肃河西、内蒙古河套、宁夏银川的渠道输水灌溉, 新疆绿洲灌溉, 都是著名的渠灌工程, 而关中又是其突出代表。战国时期的秦国修建的郑国渠是我国古代大规模引水渠灌之先河, 近代李仪祉先生修建的泾惠渠也是我国第一新型灌区。陕西泾洛渭引水灌溉不仅历史悠久, 规模基础水平高也为全国创造许多优秀经验。同时, 关中处在我国中西部地区的结合部, 灌区水源含沙量大、水资源矛盾突出, 地形多样, 经济欠发达, 在我国西北地区、华北部分地区具有代表性。因此选择关中灌区建设渠灌区农业高效用水科技产业工程具有十分重要的意义。其成果不仅可以辐射西北地区, 也可以推广到山西、河南、内蒙古等地。这对加强中西部经济发展, 再造一个山川秀美的西北地区都具有十分重要的意义。杨陵地处关中西部, 属宝鸡峡灌区, 是一个自流引水、井渠结合, 水源含沙量大, 农业结构多元化, 经

济欠发达的典型灌区。国家在杨陵建立了全国惟一的“农业高新技术产业示范区”,即将建设“国家节水农业工程技术研究中心”,拥有“土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室”、“陕西省节水农业重点实验室”、“陕西省节水农业研究中心”、“农业部农业水土工程重点开放实验室”,取得了一大批科技成果,拥有 4 000 多名高级农业科教专家,具有多学科综合攻关优势。

李岚清副总理把发展中国西北地区节水农业的重任赋予杨凌示范区,并作为其首要任务。因此,为发展我国渠灌区农业高效用水,为推动中西部开发,为促进杨凌示范区建设、加快我国农业高新技术产业发展,选择杨凌建设渠灌类型区农业高效用水示范工程,具有其它地区难以替代的优势和十分重要的作用和意义。据此,在国家科技部与水利部的大力支持下,由陕西省科技厅、水利厅、农业厅、杨凌示范区牵头,由原中国科学院水利部水土保持研究所、西北农业大学、水利部西北水利科学研究所做为技术依托单位,杨陵区人民政府承担联合投标,争取到该课题。

## 2 研究目标与主要研究内容

### 2.1 研究目标

2.1.1 总体任务 本项目将为 21 世纪初期(2005—2015 年期间)我国渠灌区农业高效用水工程的产业化、规模化发展提供依据,针对我国北方渠灌区主要农业水资源类型,提出其农业高效用水工程建设和运行管理模式。通过科技产业示范区建设与运行管理的实践,带动渠灌区高效用水工程建设所必须的支撑技术和相关产业的形成和发展,并建立和健全一整套管理服务保障体系。

本项目将筛选、优化国内渠灌区农业高效用水的各项技术,然后综合、组装、集成、配套,形成农业高效用水系列技术,并对其所需的材料、设备进行产业化开发。根据我国北方渠灌区引水工程水源多泥沙,渠井双用,及农业种植多元化,农民收入不高等特点,结合杨陵区的实际,选择经济高效作物喷滴灌、大田作物低压管道灌溉、多泥沙大口径井渠联用管灌及高标准渠道衬砌等 4 种渠灌区农业高效用水工程模式,建设规模化的科技产业示范工程。通过示范工程建设和管理运行实践,提出 4 种实现规模化农业高效用水的典型模式,形成实现农业高效用水的工程技术、工业化产品、管理服务保障三个支撑体系,以保证农业高效用水实现工程化、产业化发展。

#### 2.1.2 考核指标

(1) 在国家杨凌农业高新技术产业示范区建立渠灌类型区农业高效用水科技产业示范工程。示范

区工程的灌溉水利用率比现状提高 25 个百分点,单方净耗水量的粮食生产效率达到 1.5 kg 以上,增产 20%。输水渠系防渗衬砌率高于 95%,采用低成本 U 型渠道量水新技术,其控制面积高于 80%。

辐射区工程的灌溉水利用率比现状提高 15 个百分点,单方净耗水量的粮食生产效率达到 1.2 kg 以上,增长 15%。多泥沙渠道量水设施控制面积达 70%,输水渠系衬砌率达到 75%。

示范区、辐射区内建立高标准田间配套工程,田间土地平整,灌水沟长低于 100 m,每公顷畦田数 30 个以上。出水口配套设计采用定型设计、规划、设计、施工、安装、验收管理符合国家及行业标准。

(2) 筛选防渗新材料、渠道开沟衬砌施工机械、大口径农田输水管道及管件生产和施工机械,渠道量水设备,并组织规模化生产。研究解决渠灌区水资源的合理配置与优化调度技术,渠道输配水新技术、量水技术、自动监测技术、改进地面灌水新技术以及水肥耦合、覆盖保墒等农业综合措施。所有选用的材料设备,必须通过鉴定,技术性能达到国内领先水平,并经过法定的部级质量检测机构按有关规定抽检合格。

(3) 带动适宜该类型地区农业高效用水模式的工程建设、管理服务、生产保障与社会化服务产业和专用工程材料设备的生产制造产业的发展,推动相关产业如抗旱良种、化肥、农药、抗旱耕作技术、覆盖栽培技术等产业化发展,建成相当规模的经济联合体。

(4) 示范工程建设的同时,建立 80 hm<sup>2</sup> 的试验区,针对本区特点开展试验观测,取得必要的资料数据,为工程管理运行、经济、环境效益评价提供科学依据。示范工程建成后进行 3 年效益跟踪监测。

#### 2.1.3 工程规模与建设进度

(1) 在杨凌农业高新技术产业示范区内建设渠灌区农业高效用水综合示范工程面积 700 hm<sup>2</sup>,其中多泥沙渠灌区渠道防渗防冻衬砌农业高效用水工程 550 hm<sup>2</sup>,建立渠灌区井渠双灌工程及低压管灌 100 hm<sup>2</sup>;建立渠灌区经济作物高标准喷滴灌工程 50 hm<sup>2</sup>。

(2) 建立渠灌类型区农业高效用水工程辐射区 3 800 hm<sup>2</sup>,其中:多泥沙渠灌区渠道防冻抗渗节水工程 2 500 hm<sup>2</sup>,低压管灌工程 1 000 hm<sup>2</sup>,渠灌区地表水、地下水联合运用高标准喷灌工程 300 hm<sup>2</sup>。

(3) 建设进度。本项目 3 年完成,自中标之日起时。

1999 年,开展示范区工程项目和生产企业的调研、选择与落实;制定示范区总体规划和建设、管理运行模式以及各项示范、试验、观测计划,进行示范

区的规划设计和部分工程建设; 研究制定现有技术筛选集成计划, 组织规模化生产, 制定产业化支撑体系建设计划。

2000 年, 示范区工程建设继续进行, 示范区的试验监测工作全面开展, 技术与产品在示范区工程上应用推广、比较和优选, 实施管理服务和生产保障体系建设。

2001 年, 示范区工程建设, 工程技术体系建设, 产业化支撑体系建设, 技术和产品监测、管理服务和生产保障体系建设、配套政策建议全部完成。

2002 年完成项目报告的编写和鉴定、验收工作。

## 2.2 研究内容

紧密围绕农业高效用水产业化, 结合杨凌农业高新技术产业示范区的实际情况, 采用高标准衬砌渠系和田间配套工程, 配合科学的灌溉制度和农艺综合措施以及先进的灌溉技术, 对已有的研究成果 (特别是杨凌区内科教单位已有科研成果), 进行高层次的集成配套, 形成高水平的组合技术。并就技术组装、集成中的技术难点和关键技术问题开展研究, 联合攻关, 进行更深层次的技术开发, 以提高灌溉用水的管理水平和渠系动态配水量水新技术等, 并架起高效用水科技成果和产品与经济市场结合的桥梁, 促进科技部门解决大规模发展农业水资源高效利用条件下的工程设计、技术参数、工艺标准、质量控制、产品标准、生态环境等问题, 完成由试验向工厂, 由小面积向大面积的跨越。同时也将促进生产企业自我投入发展的积极性, 实现生产的规模化、工艺操作的规模化和技术产品的标准化, 提高优质名牌农业高效用水技术和产品的竞争能力, 扩大市场占有率, 使农民主动认识、接受和自觉地使用该项新技术、新产品, 将农业高效用水技术推向新阶段。具体研究内容如下:

(1) 渠灌区农业高效用水模式与计算机信息管理系统。重点集成渠灌类型区不同工程模式的规划、设计技术, 包括渠道防渗工程、多泥沙大口径管道输水工程, 低压管道输水工程, 以及喷微灌工程规划设计技术, 相应的工程建设与管理技术, 提出工程规划设计方案, 工程建设管理方案及相应的工程规划设计 CAD 软件。

在示范区内建立一定规模的试验区, 针对渠灌区特点开展试验观测, 取得相关技术资料数据, 为工程运行管理、环境效益评价提供科学依据, 分析工程效益, 在此基础上建立工程管理信息系统与渠灌区农业高效用水咨询决策专家系统。

(2) 渠灌区水土资源合理配置与高效用水技术体系。重点集成渠灌区水资源合理配置方案与优化调度技术, 地面灌水新技术等农业高效用水技术及实施途径, 为工程建设管理与运行提供技术依据, 并在工程建设中应用, 确保工程布局合理, 高效运行。从而实现“土、水、气”三位一体的水资源综合利用, “集水、保水、高效率用水”三水合治, “工程节水、农艺节水、管理节水”三管齐下的目标。

(3) 渠灌类型区工程材料设备筛选与产业化开发技术。重点是防渗新材料, 渠道开沟和衬砌施工机械, 大口径输水管道及管件生产和施工机械, 渠道量水设备的筛选、优化, 提出产品设备选用标准, 组织规模化生产。多泥沙渠道防渗与输配水技术、多泥沙大口径管道输水技术、渠系量水、土壤墒情自动监测技术, 并在工程建设中应用, 提高工程渠系量水、土壤墒情监测精度与速度, 为示范工程建设服务, 确保工程建设顺利进行。

(4) 农业综合配套技术体系。重点是优良品种的筛选与应用及种子包衣技术, 示范区与辐射区全部实现良种化; 病虫害综合防治技术、农艺节本增效技术、秸秆综合利用技术, 以及水肥耦合技术等, 形成高效用水农业综合配套技术体系。

(5) 农业高效用水综合技术服务体系建设。建立农业高效用水综合技术服务体系, 包括工程技术咨询服务、农艺技术咨询服务, 以及技术培训、相应材料、产品的供应等, 发展农业高效用水技术服务产业。一方面为本项工程的运行管理服务, 同时, 扩大技术应用与推广范围, 为我国北方渠灌类型区农业高效用水科技产业的发展服务。

## 3 宜采取的技术路线与实施方案

杨陵是全国 300 个节水增产重点县、高标准节水增产示范县之一, 还承担农业重点开发试验区建设等项目, 项目紧密结合上述工程和国家杨凌农业高新技术产业示范区建设, 选择杨陵区为渠灌类型示范区。以示范区的建设和运行管理推动农业高效用水科技工程的产业化, 带动其支撑产业和相关产业的形成和发展。

### 3.1 技术路线

依据课题研究目标及已确定的主要研究内容, 本课题宜采取如下技术路线。

(1) 示范区建设重在技术的集成与组装。对现有技术的组装配套, 特别是对“九五”攻关计划“节水农业技术与示范”技术成果及时的组装配套, 以成套技术在示范区展示, 如渠道防渗工程技术, 管道输

水工程技术, 喷、微灌新设备, 节水灌溉新技术等方面, 实现科技成果的工程化、产业化。

(2) 在技术集成上, 除注重在示范区建设管理中水利与农业等相关技术的集成外, 还要十分重视支撑示范区建设的工业领域的技术组装和技术集成, 十分重视实现节水效益转化的相关环节中的技术组装和技术集成。

(3) 在示范区的选择上除考虑农业高效用水的典型性外, 还考虑节水效益转化的增值能力, 以及为实施水利产业和相关产业经济发展所采取的改革力度。示范区既是已有科技成果高度技术集成的展示窗口, 同时, 将在超前引导上做出示范, 总结出模式, 总结出成套技术和经验, 指导 21 世纪农业高效用水面上的工作, 通过技术组装配套和强调成果转化和工程示范来促进生产技术水平。

(4) 在示范区的建设方面, 注重规划的科学性、完整性和一定的超前性, 重视在充分调动杨凌示范区积极性的同时, 一定要有中科院水利部水土保持研究所、西北农业大学、水利部西北水利科学研究所等技术依托单位指导并参与工程建设的全过程, 并承担相应的科技任务。

(5) 通过渠灌类型区农业高效用水科技产业工程带动支撑产业和相关产业的形成和发展, 同时与产业结构调整相结合, 充分发挥企业的积极性。本科技术产业工程项目以市场分析为依据, 以关键技术的产业化开发为先导, 以科技为依托, 促进企业的产品结构调整、技术改造和规模化生产。

(6) 在实现农业高效用水工程化、产业化的过程中, 注重配套的管理服务、生产保障体系的建立和完善, 如技术监督体系的建立, 技术标准体系的完善, 咨询和信息产业的形成, 施工监督的实施等等。

### 3.2 实施方案

本课题作为国家重大科技产业工程项目内容, 为做到国家、部门与地方三力合一, 人才、技术、资金高度集成, 科技、工程和产业的密切结合, 工程化与产业化、示范与辐射同步进行, 必须要分层次成立项目组织管理机构。做到分层管理、各负其责、有章可循, 项目宜采取以下实施方案。

(1) 项目协调领导小组: 负责项目总体的宏观指导和对重大问题做出决策。由省政府主管领导牵头, 省科委、水利厅、农业厅、杨凌示范区管委会、杨凌区政府及杨凌示范区科教单位有关领导参加组成。

(2) 项目主持单位: 负责项目的总体组织领导和

全面实施, 是项目总体实施承担单位。实行项目主任负责制, 项目主任是项目总体实施的总负责人。由省政府委托科委领导负责。

(3) 项目承担单位: 负责该项目实施, 由省科委和水利厅、农业厅、杨凌示范区管委会、杨陵区政府、水保所、水科所、西北农大共同组成。

(4) 项目办公室: 为项目协调领导小组和项目主任的日常办事机构, 具体负责项目的组织实施与协调、监督、审查各分项的进展情况和经费的统筹管理。项目办公室设在杨凌示范区管委会。

(5) 项目专家组: 协助项目主任, 参与实施方案的综合评审、项目执行中的评估和项目的检查验收。掌握工程技术的发展方向, 评议关键技术的选择, 保证项目的科技含量和技术水平。

(6) 分项主任: 在项目领导小组和项目主任领导下负责分项的组织领导与分项的实施工作。各分项根据需要可设立分项办公室, 具体负责分项的组织实施与协调分项工作的进程。

对整个项目采取动态方式管理, 实行滚动、竞争的动态管理机制。层层责任制, 严格考核监督, 建立一种宏观微观相结合, 国家、部门与地方相结合, 求高效的管理运行机制。

## 4 结 语

我国渠灌区农业高效用水市场前景十分广阔。低压管道输水灌溉技术全国推广面积不足总面积的  $1/4$ , 北方渠灌区灌溉面积约  $1\ 600\ \text{万}\ \text{hm}^2$ , 大部分灌区工程老化, 灌溉效益衰减, 急需进行技术改造。从技术条件分析, 有一半左右(约  $800\ \text{万}\ \text{hm}^2$ ) 田间工程, 在近期灌区改造中以管代渠, 实现管道输水, 既节约土地又可大量减少输水损失。

我国渠道防渗衬砌虽然发展很快, 但衬砌的渠道长度仅占需要防渗的渠道总长度的  $1/3 \sim 1/4$ , 尚有  $2/3$  以上的渠道未经防渗处理, 新型防渗材料、建渠所需的开沟机、衬砌机等将有很大市场潜力。

随着市场经济的建立和发展, 水的商品地位的确立, 灌区用水量水设备将大量增加, 目前我国绝大多数灌区没有量水设备, 仍然采用传统的量水方法, 因此本项工程建设也必将推动我国渠道量水、土壤墒情监测及输配水自动控制设备, 市场的形成。

本项目实施后, 还将促进水资源优化调度技术的发展, 将为商品化灌区水资源优化调度技术及相应的计算机软件开拓广阔的前景。