

# 大型灌区节水改造技术集成研究与示范

黄彦<sup>1</sup>, 司振江<sup>1</sup>, 李芳花<sup>1</sup>, 黄福贵<sup>2</sup>, 邵东国<sup>3</sup>, 李其光<sup>4</sup>

(1. 黑龙江省水利科学研究院, 黑龙江 哈尔滨 150080; 2. 黄河水利科学研究院引黄灌溉工程技术研究中心, 河南 新乡 453000; 3. 武汉大学水利水电学院, 湖北 武汉 430000; 4. 山东省水利科学研究院, 山东 济南 250000)

**摘要:** 针对我国水资源紧缺、灌溉用水效率低、节水技术体系与管理不完善, 面源污染严重、冻胀破坏现象突出等问题, 在东北、华北、南方地区开展节水改造技术集成应用研究。将既有技术和创新技术集成应用, 建立适宜类型区的节水技术集成模式, 通过示范区辐射推广, 为现代灌区建设提供样板工程和技术支撑。

**关键词:** 大型灌区; 节水改造; 技术模式; 工程示范

中图分类号: S274 文献标志码: A 文章编号: 2096-5419(2018)06-0008-07

我国是农业大国, 农业既是国家稳定的基础也是经济发展的先决条件<sup>[1]</sup>。新中国成立以来, 特别是改革开放以来, 国家始终高度重视灌溉工作, 团结和带领全国人民开展了大规模农田水利建设和一系列水利改革, 不断完善灌排设施, 提升灌溉管理水平以及灌溉保障与支撑能力, 为发展现代灌溉奠定了坚实基础。特别是近年灌溉事业的迅速发展, 为实现粮食连续增产发挥了重要作用。但也必须看到, 由于历史欠账多、薄弱环节多、积累矛盾多等原因, 我国灌溉发展的总体水平仍不高, 水资源短缺、灌溉总体用水水平不高、农业抗御水旱灾害的能力仍不强, 灌溉可持续发展的后劲仍不足等方面存在问题<sup>[2-3]</sup>, 与促进现代农业发展、保障国家粮食安全、建设美丽中国的要求相比仍有较大差距<sup>[4]</sup>。为此, 开展了大型灌区节水关键技术研究示范。

## 1 问题与研究范围

### 1.1 问题

“十二五”期间, 国家把大型灌区节水改造摆在重点位置, 提出完善灌排工程设施, 提高灌区输水、配水效率和灌排保证率, 改善农业生产条件, 增强灌区运行管理能力和水平, 促进提高农

业综合效益和农民增收等目标, 急需创新技术的支撑。

#### 1.1.1 东北粳稻灌区

东北粳稻灌区面积占全国粳稻面积的43%, 灌区多数为20世纪50年代以来所建, 渠道工程老化、冻胀破坏十分严重, 造成输配水能力下降, 灌溉水利用效率低。土地面积虽然大, 但水稻格田大小是按照农户地权范围、耕种要求和地形条件形成的, 大多数为0.067~0.333 hm<sup>2</sup>不等, 格田碎片化状况较为普遍, 土地平整精度不高, 严重影响灌水生产效率和机械化作业, 且田间缺少规模化、标准化工程, 田间用水浪费。农民灌溉多采用淹灌方式, 水资源浪费严重, 在水资源用水总量不变的前提下, 扩大水田面积, 急需寻求节水灌溉方式, 提出综合节水技术。

#### 1.1.2 南方河网灌区

南方河网灌区地形复杂, 沟、渠、塘、堰集中交错分布, 受农业面源及生活点源污染导致水污染十分严重, 急需为控制水体污染提供技术措施。南方灌区虽降雨丰沛、水资源丰富, 但农业灌溉长期存在浪费, 排水量大, 必须提高农业供水效率和效益, 提出用水精量管理办法。另外, 大型灌区的管理水平不高, 灌区缺少系统的量测

基金项目: 水利部技术示范项目(SF-201810)

作者简介: 黄彦(1980-), 女, 黑龙江密山人, 研究员级高级工程师, 主要从事土壤改良与农业生态环境研究工作。E-mail: 495988080@qq.com。(文章后另附作者补充简介)

水监测设施, 用水精量管理困难, 高峰期缺少合理调度方案, 急需用现代信息化管理手段, 提高灌区管理水平。

### 1.1.3 华北引黄灌区

华北引黄灌区近年来因黄河多次出现断流, 引水能力下降, 农业灌溉保证率明显降低。随着上、中、下游灌溉面积的不断扩大, 用水紧张现象日益突显。同时, 季节性缺水比较严重, 灌溉期需水量大, 来水不能满足要求, 需要地下水补充。输配水工程多为土渠, 田间灌溉多采用传统的地面灌溉, 渠道、管道受黄河水泥沙淤堵影响严重, 造成农田灌溉水利用率低下。灌区管理比较粗放, 灌溉管理工作有待进一步加强, 存在协调配水、灌溉管理等方面的服务意识不强等问题。

## 1.2 研究范围

以提高水资源利用效率和粮食增产为目标, 以粮食主产区示范工程为载体, 依据不同类型灌区的具体条件和经济发展水平, 选择黑龙江省、河南省、湖北省、山东省为代表, 分别建立了不同类型的示范工程, 将既有技术和创新技术集成应用, 建立适宜类型区的节水技术集成模式, 为大型灌区现代化建设提供样板工程和技术支撑。

## 2 取得的成果

### 2.1 东北粳稻灌区节水高产工程示范

#### 2.1.1 规模化田间综合节水技术模式

(1) 装配式混凝土系列产品选择与定型。为了满足灌区田间支渠控制面积不同的需求, 研制了 300、400、500、600、700、800、1000 型 7 种装配式混凝土矩形渠定型产品, 考虑了构件制作、存储、运输、安装等因素, 确定渠道单节长度为 2 m。为实现田间工程标准化、装配化, 开发配套了分水、陡坡、一体化闸门、盖板、L 型渠、跌水等系列化产品。优选了材料配合比, 使产品指标达到 C50、F300 标准。按 300 型渠道计算, 每延长米 304 元, 包括建设期投入、占地成本和运行期成本, 较传统混凝土板渠道节省投资 15% 以上, 且使用年限在 30 a 以上。创建了 3 条装配式混凝土矩形渠生产线, 具有年生产 45 万  $m^3$  混凝土制品的能力, 在黑龙江省推广应用了 30 多万延长米。

(2) 田间标准化工程建设与示范。按照工程节水、技术节水、管理节水、灌区水文化集成建设

的原则, 打造高标准、规模化、生态化的节水灌溉示范工程。对于支、斗渠以下建议采用矩形渠道, 提高施工工效和输配水利用效率, 延长渠道使用寿命。应用矩形渠道的田间格田规模一般在低平原区推荐  $50\text{ m} \times 50\text{ m}$ 、 $50\text{ m} \times 100\text{ m}$ 、 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ ; 高平原及丘陵漫岗区推荐  $50\text{ m} \times 50\text{ m}$ 。增设田间道路, 间距 200~300 m, 便于农机作业。斗、农渠间距 200 m 建一处生物通道。示范区建成后土地利用率提高 1.5% 以上, 水稻产量增加 5% 左右, 为解决农田工程“最后一公里”, 实现田间工程标准化建设提供技术支撑和保障。

(3) 防渗、防冻胀技术模式。配套应用了两种新型防渗、防冻胀材料, 一种为 EPS 轻质材料, 性能达到 C30、F200, 密度为  $1500\text{ kg/m}^3$ , 不同密度的 EPS 颗粒轻质土垫层对混凝土矩形渠起到了不同的保温效果, 有效抵抗地基土冻胀对混凝土矩形渠的破坏与影响。另一种为 GCL 材料<sup>[5]</sup>, 进行了渗透、冻融及干湿循环试验测试, GCL 防渗材料的铺设大大降低了渠床冻前含水率, 从而减小渠基土的冻深与冻胀量, 减轻土体冻胀融沉对防渗防护结构的破坏。

(4) 田间节水灌溉技术及水肥一体化。田间灌水采用控制灌溉技术, 突破了稻田水层管理的传统观念, 灌水上限为小于 30 mm 的浅薄水层, 下限为土壤饱和含水率的 60%~90%, 水稻返青以后除喷药施肥等生产性用水和灌溉初始期保持水层外, 其余时间田面基本无灌溉水层。提出了以控制灌溉模式为基础<sup>[6-7]</sup>, 分段施肥比例为基肥: 蘖肥: 穗肥: 花肥 = 4.5 : 2 : 1.5 : 2, 插秧密度为 21 穴/ $m^2$  时为最优组合模式。技术模式较充分灌溉方式可提高产量 13.06%, 水分生产效率可提高 21.14%。

#### 2.1.2 井渠结合管道化节水示范工程

为了解决寒地水田灌区渠系水利用率低、用水精量控制能力差等问题, 研究了低压管道灌溉技术模式, 提出了适宜的管道材料及标准。

(1) 筛选了适宜寒冷地区抗冻胀破坏的管道材料。筛选出了超高分子量聚乙烯膜片管、竹基缠绕复合管、PE 管 3 种新材料管材, 作为季节性冻土区冻土层内埋设的优选材料。对选出的管道材料进行了环刚度、线膨胀系数环境模拟实验, 结果表明, 超高分子量聚乙烯膜片管、竹基缠绕复

合管在低温下的性能较为优异,可以用于寒冷地区灌区输配水管网系统。通过反复冻融循环实验,确定季节性冻土区管道埋深为 $0.6\sim 1.0\text{ m}^{[8-9]}$ 。形成了东北粳稻灌区输水管道系统技术指标体系,解决了北方“管代渠”的重大难题,灌溉水利用效率可提高到 $0.84$ 。自流式管道灌溉大幅节约耗电成本,较加压式灌溉减少耗电 $50\%$ 以上。

(2)管道化节水示范工程设计标准。在管材性能试验结果基础上,确定了季节性冻土区低压管道灌区水系统工程设计方法;确定了灌溉制度、水力计算、结构计算、管道埋深、管道施工等设计指标;提出了工程设计指导方案,根据黑龙江省灌区水源状况及管理方式,管道树枝状铺设,采用自然压灌溉和加压灌溉两种方式。自然压灌溉管网规模不宜超过 $53.333\text{ hm}^2$ ,加压灌溉管网规模不宜超过 $80.000\text{ hm}^2$ 。管网宜采用两级布设。田间固定管道长度,宜为 $90\sim 150\text{ m/hm}^2$ 。支管走向宜平行于作物种植方向,支管间距平原区宜采用 $50\sim 100\text{ m}$ ,单向灌水时取较小值,双向灌水时取较大值。干管管径不宜超过 $800\text{ mm}$ ,田间出水口管径宜为 $75\sim 100\text{ mm}$ ,单口灌溉面积宜为 $0.25\sim 0.50\text{ hm}^2$ ,单向灌水取较小值,双向灌水取较大值。防冻胀措施为当地下水在渠底以下的埋深大于或等于地下水影响冻结锋面的临界值,且无傍渗水补给时,在管道下铺设防渗土工膜,管道与膜料间可用粗砂做过渡层。

## 2.2 南方河网灌区生态水利技术示范

### 2.2.1 灌排系统生态节水减排模式

(1)建立了不同尺度水转化机制。设置典型田、核心区和辐射区三个不同尺度的水平衡要素监测网络,分析水分生产率的尺度效应,提出沟、塘系统对提高农业用水效率有较显著的作用;有沟、塘系统的中等尺度区域比单独的田块农业用水效率高,由于灌溉回归水的重复利用提高了灌溉水利用效率。研究表明,辐射区由于回归水利用率较高,需要灌溉水较少,使其单方灌溉水粮食产量较高,达到了 $2.85\text{ kg/m}^3$ 。

(2)建立了区域污染物消减机制。应用农田—生态沟渠一体化的减污模式,在养分平衡的基础上,研究示范区N、P运移消减规律,总结了不同形态的污染物时空变化规律以及所用模式的减污效果<sup>[10-11]</sup>。养分在稻田—排水沟中积累,保持在

农田系统中,养分负荷削减率达到 $22\%$ 以上。

### 2.2.2 灌区用水信息监测与管理技术模式

提出了适合南方河网灌区水平衡动态监测与用水管理技术。在示范区布设水平衡信息监测网,基于实测数据建立实时灌溉预报模型,开发灌溉系统动态调配系统,为实时灌溉预报以及动态配水模块提供基础数据和决策依据。实践证明,系统配水可以大大节约灌溉用水量,节水率显著提高。漳河灌区杨树岗 $0.3073\text{ 万 hm}^2$ 中稻试验表明,运用该系统配水可以节约灌溉用水量 $98.78\text{ 万 m}^3$ ,节水率为 $15.12\%$ 。

### 2.2.3 节水减排再利用模式

提出了灌排沟塘系统排水再利用技术模式。田面水和渗漏水中不同形态氮磷浓度在藕塘水和鱼塘水灌溉间的差异不显著,表明排水再利用水源中氮磷含量在一定范围内的变化不会增加再排水中氮磷含量。采用Penman-Monteith公式和作物系数法并考虑稻田渗漏与降雨有效性条件下应用水量平衡估算水稻灌溉需水量,改进SCS模型估算排水量,再以塘堰为对象建立调蓄排水和灌溉需水的水平衡演算模型<sup>[12-13]</sup>。采用该水平衡演算模型设计的排水再利用工程可补充高达 $20\%$ 的作物灌水量。

## 2.3 引黄灌区井渠双灌节水技术示范

### 2.3.1 多水源联合运用的水资源调度与调控模式

(1)基于灌区多水源联合调度模型的联合调度系统。开发了“灌区多水源相互转化协调模型”及“灌区多水源多目标优化调配模型”。根据河南省中牟县三刘寨灌区的实际情况开发了基于地下水动力学的多水源联合调度决策支持系统,系统对田间土壤水分、地下水水位等信息进行实时提取,可快速、准确地分析各种灌水比例的地下水水位的变化情况,提高了灌区管理水平,解决了空间优化配水问题。优化后灌区灌溉总费用减小 $74.31\text{ 万元/a}$ ,达到了灌溉多水源空间配置、降低灌溉费用及改善灌区地下水环境的目的。

(2)灌区需用水信息监测与预测评价系统。灌区需用水信息监测与预测评价系统实现了对机井灌溉设备以及土壤含水量、灌区渠道水位、灌区地下水水位等监测设备远程控制的结构化管理,对土壤含水量、渠道水位、地下水水位、气象信息,以及农户种植信息等相关信息的有效管理,实现

土壤墒情、地下水位滚动预测, 实现了区域灌溉需水量预测, 能够针对农户、斗渠分析用水(电)量、水费、用水定额、水分生产率等指标。通过网络、移动平台等发布信息及收集农户产量信息。

(3)建立了作物灌溉需水分析模型。根据用水高峰期黄河下游以旬为周期的水量调度规定, 建立了基于水量平衡原理的作物灌溉需水预测模型, 实现对灌区未来 10 d 灌溉需水的逐日预报, 为及时灌水提供了可操作方法。据此, 灌区输配水工程布局可采用河水、井水独立输水布置, 亦可采用双水源联合输水布置。

### 2.3.2 井渠双灌区的节水技术模式

在引黄斗渠附近合理布局机电井, 满足双水源灌溉及井水入渠需求。对灌区畦田进行平整和标准化改造, 田间采取蓄水保墒措施, 增大雨水渗漏量, 减少田间降水径流。采用需水信息提取及需水模型预测技术, 滚动预测未来降水、墒情变化, 科学测算灌区灌水需求。确定了灌区黄河水、地下水用水比例, 合理调配灌溉水源, 保持灌区适宜地下水埋深, 调度方法可以节约灌水成本 72.87 万元/a。

### 2.3.3 井渠双灌区田间管理技术模式

根据井渠双灌区双水源灌溉及不同水源入田流量情况, 以灌水均匀度、灌水效率不低于 0.85 作为评价指标。分析不同改水成数情况下, 畦长或单宽流量的改变对灌水质量的影响, 找出适宜的畦田规格和对应的灌水技术要素参数。提出引黄灌区井渠双灌区的标准化畦田建设模式, 即不同机电井分布条件下的田间输配水工程布局 and 不同畦田长度的畦田灌水技术要素的合理组合。结合农用机具工作幅度, 提出了引黄灌区井渠双灌区适宜畦田规格为: 畦长 60~80 m, 畦宽 2.4 m, 畦埂高 0.25 m, 底宽 0.4 m, 适宜单宽流量范围是 2.9~3.4 L/(s·m), 改水成数 0.9。

## 2.4 华北引黄灌区管道输水灌溉工程示范

### 2.4.1 引黄灌区规模化管道灌溉综合节水工程模式

(1)引黄灌区管灌工程适宜规模。从引黄灌区的实际出发, 分析了影响灌区造价的主要因素, 在考虑管灌工程投资、运行费用和经济效益的同时, 还考虑了同一轮灌组下给水栓出口压力均匀性问题, 在此基础上以年净现值最大为目标建立

了管网适宜规模优化模型, 基于 Matlab 软件采用遗传算法优化求解, 综合分析确定了引黄灌区管灌工程适宜规模上限 200.000~333.333 hm<sup>2</sup><sup>[14]</sup>, 下限为 66.667 hm<sup>2</sup>。根据实例分析规模 231.992 hm<sup>2</sup>的灌区, 其最大效益为 58.27 万元。

(2)引黄灌区灌溉工程泥沙防淤措施。泥沙含量大是引黄灌溉工程最大的特点, 随着管道长时间的运行, 挟沙水流中的泥沙也日积月累的淤积下来, 管道的清淤工作会相当困难。通过管灌工程泥沙试验, 明确了在引黄灌区可通过采取使管内流速不小于临界不淤流速、在支管首端均设闸阀、在管网低处设置排水排沙设施、制定防淤堵运行管理制度等措施适当地解决管道输水灌溉管网淤堵问题。

### 2.4.2 基于规模化管道灌溉田间节水综合管理模式

针对规模化管灌工程运行中存在的同一轮灌组给水栓流量差异较大的问题进行了田间测试, 分析了流量、压力与距离的关系, 提出了分区轮灌组划分的原则, 较传统轮灌组方式年省工 2 个, 该灌溉方式解决了因传统轮灌组划分模式给水栓出水量不一、压力不稳定的问题, 管理更加方便, 灌溉效率更高。通过田间灌溉试验与模型模拟分析相结合的手段, 研究得出田间水利用效率和灌水均匀度随着单宽流量的增加, 均呈现出先增加后减小的趋势, 建议黄河下游引黄灌区管道灌溉适宜采取单宽流量为 1.5 L/(s·m), 坡度为 0.003, 畦宽 1.3~2.5 m, 畦长 50~80 m, 既可以节约灌溉水量, 又可以降低管道灌溉工程投入。

### 2.4.3 基于管道灌溉工程运行管理技术模式

现代化农业运行管理是提升节水农业水平的关键措施。管道输水灌溉工程技术先进, 投资相对较高, 规划设计内容较复杂, 水源水质要求较高, 消耗能量较大, 对管理人员的文化素质要求也较高, 所以该工程的运行管理机制应建立在统一管理层面, 在成本核算的基础上, 合理定价、统一收费、统一运行、统一管理维护。配合现代化运行管理, 研发了一体化灌溉泵站、自动闭合给水栓、管道灌区信息化管理系统等<sup>[15-16]</sup>。根据华北引黄特点, 结合现行土地承包责任制和土地流转规模化经营的趋势, 研究了农业灌溉全成本水价, 提出农民用水者协会、乡镇水利站、政

府+协会、集体股份合作制、企业化管理、单户(联户)家庭等管理模式,加强了项目区的节水管理,为现代化农业的实施提供了平台。

### 3 结论与建议

#### 3.1 结论

随着社会、经济的快速发展,各行业用水量大幅增加,供水安全和粮食安全已经成为我国面临的重大问题。在东北平原灌区、引黄灌区和南方河网灌区建立现代化农业节水灌溉工程示范区,为灌区节水改造提供先进的技术支撑,不仅有利于农业自身的发展,也是国家粮食安全、供水安全保障的迫切需要。本成果的实施有助于提高水资源利用率、改善灌排条件、提高灌溉保证率,从而显著提高农业综合生产能力,有利于促进农业增效、农民增收,加快农村经济发展。

(1)东北粳稻区,围绕灌区急需解决的技术与工程问题,制定出了控制灌溉的新地方标准,完成了预制构件定型及生产工艺确定,引进了适应寒地环境的超高分子量膜片管材,创新性地解决了区域标准和所需产品中存在的不足。装配式渠道产品和管道化工程的推广使用,对东北粳稻灌区田间工程的规范化和标准化发展,起到了积极的促进作用。

(2)南方河网灌区,建立灌区水平衡主要参数检测、关键渠系控制闸站智能化控制,以及用水动态管理信息系统。结合南方灌区降雨特点与灌排渠系状况,建立了适合南方水土环境特性的田间水肥高效利用节灌、控排、再利用体系。集成了灌区水平衡动态监测与用水管理信息化技术、灌排系统节灌—控排—生态减污技术,以及灌排沟塘系统排水再生利用技术,对提高灌区水肥利用效率、促进灌区增产增效、减轻农业伴生污染、缓解水资源危机具有重要意义。

(3)引黄灌区,在水资源紧缺的引黄灌区,利用井渠双灌区从井渠结合田间工程模式、田间灌溉技术改进、多水源平衡利用调控、用水管理信息化技术等开展技术集成与示范,为灌区提供了技术支持;在适宜发展规模化管道输水灌溉区,突出了引黄灌区多泥沙、大流量下泥沙淤积规律研究,确定管道输水灌溉工程适宜规模和管网设计,制定了规模化管道灌溉工程分区轮灌模式,

提出的工程模式在引黄灌区类似地区得到了迅速推广。

#### 3.2 建议

(1)在自流灌区大力推广田间工程标准化建设,打造与美丽乡村紧密结合的现代灌区。在提水灌区,建议采用低压管道灌溉,提高灌溉用水效率,同时,配套蓄水池,减少运行成本。对东北粳稻灌区标准化建设具有重要指导意义。

(2)在华北引黄灌区,对于提水灌区,因地制宜,发展管道化灌溉,制定科学的管理机制,提高灌溉水利用效率。在井渠双灌区,提出适当利用地下水灌溉,确定合理的地表水、地下水用水比例后进行联合调度,可为黑龙江省三江连通工程提供借鉴经验。同时大力发展管道灌溉,是缓解华北地区农业耕地紧张,提高灌溉效率的有效措施。

(3)针对南方农业点源、面源污染严重,灌溉水浪费现象,研究的灌排系统节灌—控排—生态减污技术及灌排沟塘系统排水再生利用技术等,对人口密集、产业结构不合理、经济发展速度过快南方灌区发展具有示范作用。

#### 参考文献:

- [1] 李现社,蒋任飞.我国大型灌区节水改造分析研究[J].灌溉排水学报,2005,24(5):46-49.
- [2] 苏国军.大型灌区节水改造存在的问题及对策[J].吉林农业,2014(7):58-59.
- [3] 许迪,龚时宏.大型灌区节水改造技术支撑体系及研究重点[J].水利学报,2007,38(7):806-811.
- [4] 赵竞成.加快大型灌区节水改造增加粮食生产能力[J].中国水利,2005(3):26-29.
- [5] Bin Zhang, Anli Yuan, Shiping Xie. Experimental study on permeability of GCL under freeze-thaw cyclings 6th Asian Regional Conference on Geosynthetics, Novemer 8-11, 2016 [C]. New Delhi.
- [6] 林彦宇,张忠学,徐丹,等.基于熵权的灰色关联模型在水稻栽培模式评价中的应用[J].农机化研究,2014(7):54-56.
- [7] 张忠学,张玉庆,王孟雪.寒地黑土稻作水氮耦合效应试验研究[J].东北农业大学学报,2015,46(11):49-55.
- [8] 李芳花,田振华,张术彬,等.水稻灌区低压输配水管道田间出水管设计参数分析[J].水利天地,2015(3):15-17.
- [9] 孙雪梅,李芳花,司振江,等.寒地水田灌区浅埋低压塑料管道环刚度计算方法[J].水利天地,2015(2):11-13.
- [10] 刘欢欢,邵东国.节灌控排条件下稻田氮平衡模拟及利用效

- 率分析[J]. 灌溉排水学报, 2013, 32(2): 52-56.
- [11] 陈述, 邵东国, 李浩鑫. 基于粒子群人工蜂群算法的灌区渠-塘-田优化调配耦合模型[J]. 农业工程学报, 2014, 30(20): 90-97.
- [12] 于颖多, 焦平金, 许迪, 等. 排水循环灌溉驱动的稻区水循环模型与评价[J]. 农业工程学报, 2016, 32(11): 138-143.
- [13] 焦平金, 许迪, 朱建强, 等. 排水循环灌溉下稻田磷素时空分布特征[J]. 环境科学, 2016, 37(10): 3842-3850.
- [14] 李其光, 马海燕, 王昕. 管道输水灌溉适宜工程规模初探[J]. 节水灌溉, 2012(10): 63-64.
- [15] 王昕, 马海燕, 倪新美. 华北平原井灌区节水农业运行管理模式研究与示范[J]. 中国农村水利水电, 2013(7): 47-49.
- [16] 王昕, 马海燕. 规模化管道输水灌溉管网优化模型研究与应用[J]. 节水灌溉, 2015(10): 87-89.

## Research and demonstration of key technologies for water saving reform in large scale irrigation area

HUANG Yan<sup>1</sup>, SI Zhenjiang<sup>1</sup>, LI Fanghua<sup>1</sup>, HUANG Fugui<sup>2</sup>,  
SHAO Dongguo<sup>3</sup>, LI Qiguang<sup>4</sup>

(1. Heilongjiang Province Hydraulic Research Institute, Harbin 150080, China;

2. Irrigation Engineering Technology Research Center of Yellow River, Xinxiang 453000, China;

3. School of Water Resources and Hydropower Engineering, Wuhan University, Wuhan 430000, China;

4. Shandong Province Hydraulic Research Institute, Jinan 250000, China)

**Abstract:** In view of the shortage of water resources, the low efficiency of irrigation water, the imperfect water-saving technology system and management, the serious non-point source pollution and the prominent frost heaving damage, the water-saving transformation technology integrated application were carried out in Northeast China, North China and South China which integrate existing technologies and innovative technologies, establish a water-saving technology integration mode suitable for the type of area, and provide model projects and technical support for the construction of modern irrigation districts through radiation promotion in the demonstration area.

**Key words:** large scale irrigation area; water-saving transformation; technical model; engineering demonstration

### 黄彦简介

黄彦, 黑龙江省水利科学研究院农业水利技术研究所副所长, 黑龙江省灌溉试验中心站站长。研究员级高级工程师, 工程硕士, 黑龙江省省级领军梯队后备带头人, 获黑龙江省第三届水利行业十大杰出青年、黑龙江省“十一五”期间科技成果推广工作先进个人及省五一劳动奖章等荣誉称号。主持、参加国家和省(部)级科研项目 20 余项, 获黑龙江省科学技术进步二等奖 5 项、三等奖 2 项、大禹水利科学技术三等奖 1 项、市科技进步二等奖 1 项, 国家发明专利 3 项、实用新型专利 8 项, 参编专著 2 部, 制定地方标准 5 部, 发表学术论文 30 余篇。

### 黄福贵简介

黄福贵(1964-), 男, 黄河水利科学研究院引黄灌溉工程技术研究中心副总工、水资源室主任。工程硕士学位, 教授级高级工程师。主持国家和省(部)级科研项目 30 余项, 参与编写《黑河干流水量调度管理办法》、“黑河取水许可管理实施细则”、黄河水利委员会“数字黄河”工程标准“黄河灌区基础信息数据库表结构及数据字典”等。获黄委会科技进步二等奖 3 项、三等奖 4 项, 黄委会创新成果二等奖 1 项、三等

奖3项,新技术、新方法、新材料及其推广应用成果认定项目2项,厅局级科技进步二等奖以上14项、创新成果一等奖4项,获专利2项,软件著作权1项,出版专著3部,发表学术论文40余篇。

### 邵东国简介

邵东国(1964-),男,武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室副主任,农田水利研究所所长。教授,博士生导师。兼任中国水利经济研究会理事、国际水资源协会(IWRA)委员、中国水利学会青年工作委员会委员、水利部水资源项目论证专家、《中国农村水利水电》等核心期刊编委等。主持国家和省(部)级科研项目10项,获得省(部)级科技进步一、二、三等奖各1项,获得专利、软件著作权7项,出版专著8部,发表学术论文180余篇,其中三大检索收录论文60余篇。

### 李其光简介

李其光(1964-),男,水发集团有限公司党委委员、副总经理,三级教高。山东省水利厅“厅级专业技术拔尖人才”,山东省委组织部高层次人才库专家,山东省水利系统“3131人才培养工程”科技骨干,山东省农业专家顾问团成员。主持和参与完成国家和省(部)级科研项目9项,获山东省科技进步一等奖1项、二等奖1项、三等奖1项,获山东省水利科技进步一等奖3项、二等奖4项,获得发明专利3项、实用新型和外观专利5项,发表学术论文20余篇,出版著作3部。