

# 中国农村水利发展状况与科技需求

倪文进

(中国灌溉排水发展中心, 北京 100044)

**摘要:** 农村水利发展的主要内容为灌溉排水和农村供水。该文分析了中国当前农村水利发展工作中完成病险水库除险加固、农村饮水安全、灌区节水改造三大目标工作任务, 包括大中型灌区节水改造和大型排灌泵站更新改造、小型农田水利工程建设以及发展节水灌溉等的进展状况。进一步综述了农村水利科技发展概况, 包括节水灌溉技术研究进展、农村饮水技术研究进展及集成, 并对推广的新技术中的现代灌区管理快速评价及软件开发、以蒸发蒸腾量管理理念为核心的水资源管理技术进行了详尽分析。对农村水利科技需求、重点领域进行探讨后认为应加大科研联合攻关, 加快成果转化与推广, 注重投入和产出的关系等。建议农村水利技术推广服务应该更加关注农民增收和农民生产生活条件的改善, 加大对农村水利相关重点企业的引导、扶持, 加快科技成果的转化, 充分发挥企业在技术推广中的重要作用。

**关键词:** 农村水利, 灌溉管理, 节水灌溉, 农村饮水安全, 科技需求

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2010.03.001

中图分类号: S27

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2010)-03-0001-08

倪文进. 中国农村水利发展状况与科技需求[J]. 农业工程学报, 2010, 26(3): 1—8.

Ni Wenjin. Development and technology requirement of China rural water conservancy[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(3): 1—8. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

新中国成立后, 中国人民开展了大规模农田水利建设。进入新世纪, 农村水利作为民生水利的重要内容, 农村饮水安全、节水灌溉等工作取得巨大成就, 为改善农业生产和农民生活条件、增加农民收入、改善农村生态环境做出了重要贡献。

经过 60 多年的努力, 全国灌溉面积从 1949 年的  $1.6 \times 10^7 \text{ hm}^2$  发展到  $5.8 \times 10^7 \text{ hm}^2$ , 渠道防渗、管道输水、喷灌和微灌等节水灌溉工程面积达  $2.45 \times 10^7 \text{ hm}^2$ , 在全国耕地面积 48% 的灌溉面积上, 生产了占全国总量 70% 的粮食、80% 的商品粮和 90% 的经济作物, 且用水效率不断提高, 2008 年灌溉水利用系数达到 0.483, 近 10 a 来灌溉用水总量实现了零增长, 灌溉用水占经济社会用水总量的比例不断下降<sup>[1]</sup>。农村饮水安全工程建设成效显著, 解决了 2.72 亿农村人口的饮水困难和 1.65 亿农村人口的饮水不安全问题, 基本结束了中国农村严重缺乏饮用水的历史。为适应农村水利工程规划、建设和管理的需要, 一大批先进、实用的农村水利科研成果应运而生, 并得到很好的应用, 提高了农村水利工程的科技含量, 更好地发挥了工程效益。但是, 要在水环境恶化趋势尚未得到有效遏制的条件下保障农村饮水安全, 在未来农业用水总量基本不增长的前提下提高农业综合生产能力, 保障国家粮食安全, 农村水利发展仍然面临艰巨的建设和管理任务, 需要在工程实践中, 加大科技攻关力度, 以

工程建设推动农村水利科技发展, 以科技促进农村水利工程建设和管理<sup>[2]</sup>。

## 1 农村水利发展的主要内容

本文讨论的是农村水利的狭义概念, 主要是灌溉排水和农村供水, 广义的农村水利还要加上农村水电、水土保持更多内容。据专家分析<sup>[3]</sup>, 随着全球气候变暖, 中国降水的时空分布不均衡性将加大, 旱涝等农业自然灾害的发生频率将会增加, 农作物复种指数将提高, 客观上要求增加灌溉用水, 而中国水资源供需矛盾日益加剧, 因此节水灌溉是适应现代农业发展, 保障国家粮食安全, 促进水资源可持续利用的重要手段, 要进一步加快建设管理步伐, 成为农村水利的重点工作内容之一。另外, 即使到了 2030 年, 中国城镇化率达 70% 的情况下, 中国依然还有 5 亿多乡村人口, 为如此庞大的人口提供卫生、洁净和方便的饮用水是客观的需要, 更是一件长期、艰巨的任务。党的十七届三中全会强调, 以农田水利为重点的农业基础设施是现代农业的重要物质条件, 明确提出完成病险水库除险加固、农村饮水安全、灌区节水改造三大目标任务的时间表, 这将是未来一段时间内农村水利工作的重中之重<sup>[2]</sup>。

### 1.1 农村饮水安全工程建设

在核查农村饮水安全人口的基础上, 将国有农(林)场、农村学校纳入规划范围, 尽快编制《全国农村饮水安全 2010—2013 年规划》, 经国务院批准后实施, 确保 2013 年全面解决规划内农村饮水安全问题。

建设上, 在加大中央财政对工程建设投资的同时, 要进一步加大省级投入力度, 确保地方建设资金、前期工作经费和项目管理经费及时足额到位, 严格资金管理,

收稿日期: 2010-03-15

作者简介: 倪文进 (1968—), 男, 教授级高级工程师, 中国灌溉排水发展中心副主任。北京 中国灌溉排水发展中心, 100044。

Email: wenjinni@mwr.gov.cn

并全面落实取消中西部地区县及以下在农村饮水安全问题、与农村饮水安全相关的病险水库除险加固、生态建设等项目的资金配套。有条件的地区要大力推进规模化集中供水工程建设,提高供水保证率,并为将来的运行管理奠定基础。

工作机制上,进一步强化地方政府特别是县级政府的责任,落实领导责任,采取有效措施加强前期工作和建设管理,确保工程质量和效益,确保按期完成任务。

工程建后管理上,建立合理的供水水价形成机制以及财政补贴水费机制,加大行业监督和人员培训力度,保证工程及时维修和有效管理,确保工程正常发挥效益。同时,加大饮用水水源保护和水质监测力度。在有条件的地区,要结合社会主义新农村建设和农村环境整治试点,开展农村排水、河湖疏浚等水环境整治工作。

### 1.2 病险水库、病险水闸除险加固工作

病险水库、病险水闸除险加固工作是保证灌溉水源的重要工作。当前对该工作的部署看,国务院批复实施的《全国病险水库除险加固专项规划》内 6 240 座大中型和重点小型病险水库、《东部地区重点小型病险水库除险加固规划》确定的 1 116 座,可确保 2010 年完成除险加固任务,并将统筹安排其余病险水库除险加固。按照《中共中央国务院关于加大统筹城乡发展力度进一步夯实农业农村发展基础的若干意见》(中发【2010】1 号)提出“在科学规划论证基础上,启动大中型病险水闸除险加固”的要求,根据近期完成的全国大中型病险水闸除险加固专项规划初步成果,计划 2010—2015 年对 2 666 座病险水闸实施除险加固。

### 1.3 大中型灌区节水改造和大型排灌泵站更新改造

全国 434 处 20 000  $\text{hm}^2$  以上的大型灌区规划有效灌溉面积约  $2 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 、1 500 多处 3 333.3  $\text{hm}^2$  以上的重点中型灌区有效灌溉面积约  $7.7 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,是中国农业规模化生产基地和重要的商品粮、棉、油基地,是农民增收致富的重要保障,也是农村人工生态体系良好的地区。由于全国大型灌区灌溉用水量约占全国灌溉用水总量的 1/3,但灌溉水利用效率低于全国平均水平,所以大型灌区是当前中国节水的主战场,也是节水的潜力所在。

建设上,要确保大型灌区和粮食主产区中型灌区节水改造投入,经专家测算,按照 2020 年基本完成大型灌区续建配套和节水改造任务的要求,中央投资规模需保证在每年约 70 亿元,需整合国家实施千亿斤粮食规划、基本建设、国土整治、农业综合开发等渠道资金,在搞好骨干工程建设的同时,加快田间工程配套建设,发挥整体效益。同时,加大中央财政大型灌溉排水泵站更新改造投入力度,并适时启动中型排灌泵站更新改造。

管理上,继续深化灌区管理体制改革的,切实落实公益性人员基本支出和工程维护费,大力推广农民用水户协会等用水户参与灌溉管理形式,完善量水设施、改进管理手段,综合考虑灌溉用水总量控制定额管理和农民承受能力等因素,积极推进农业水价改革,实行终端水价和“阳光计费”。

### 1.4 小型农田水利工程建设

以小型灌区、大中型灌区斗渠以下田间工程和小型水源工程为主体的小型农田水利工程,与农民生活、农业生产密切相关的田间村头工程,也就是通常说的农田水利中最薄弱的“最后一公里”或者“最后 500 米”。自 2005 年中央建立小型农田水利工程建设补助专项资金后,2009 年已达 45 亿元规模,与农业综合开发、国土整治、村级“一事一议”财政奖补资金和现代农业发展专项资金等一起,成为小型农田水利工程建设的主力军,也是面上农田水利基本建设的最主要引导资金。当前的主要任务是,加快建立以规划为依托、财政资金为引导、农民广泛参与的农田水利建设新机制,大幅度增加中央和省级财政补助资金,以小型农田水利工程重点县建设为起点,引导农民群众通过民主议事、一事一议方式,积极对自己直接受益的工程投劳,搞好冬春农田水利基本建设,切实加强灌区田间工程和抗旱水源工程建设,并特别关注山丘区塘坝、小水池(窖)等雨水集蓄利用工程的加固、改造和新建,提高抗旱能力,建设一批基本农田。牧区依据水资源承载能力,合理发展节水灌溉饲草地,配合草场围栏、退牧还草、畜种改良等工程,保护、恢复草原生态,增加牧民收入。

### 1.5 发展节水灌溉

农业用水占经济社会用水总量的 62.1%,仍是第一用水大户,但灌溉水利用系数<sup>[4]</sup>与发达国家的 0.7~0.8 还有较大差距,农业节水依然具有较大潜力;农业灌水方式很不适应现代农业的精准灌溉要求。同时,农业比较效益低、经营规模小和农民的组织化程度低等制约着节水灌溉发展。因此,要在灌溉用水总量基本不增长的前提下,保证国家粮食安全和促进水资源可持续利用,必须采取有力措施,大力发展节水灌溉,扩大农田有效灌溉面积,提高灌溉保证率,增加农业产出效益。要适应农业适度规模经营和现代农业发展的新形势,充分依托种田大户、农民用水合作组织和农村经济合作组织,因地制宜地大力推广管道灌溉、喷灌、微灌等先进节水灌溉技术,提高农业产出、增加农民收入。在增加节水灌溉工程基建投入的同时,加大财政补助力度,对农民用水合作组织能力建设进行扶持,为农民、用水合作组织等发展节水灌溉提供中长期贴息贷款,将其购买节水灌溉材料、设备纳入农机具购置补贴。依托节水灌溉设备材料生产厂家、科研院校、基层水管单位等,建立健全财政支持下的节水灌溉技术服务体系,开展科研院所与节水灌溉示范基地的对口帮扶,加强节水工程、农艺和管理措施的结合,强化对农民的指导与培训,充分发挥工程效益,大幅度提高种植效益,鼓励、引导广大农民投入节水灌溉工程建设和管理。

## 2 农村水利科技发展概况

新中国成立以来,以中国水利水电科学院、中国灌溉排水发展中心、中国农科院新乡农田灌溉所、省(市)级水科院(所)及勘测设计院、有关高等院校和卫生、农业部门相关单位为骨干的科技力量,结合农村水利发

展的实际需要,开展了灌溉制度<sup>[5-6]</sup>、灌水方式<sup>[7]</sup>、作物需水机理<sup>[8-9]</sup>、灌溉排水工程技术、农村供水管网布置、水厂设计等方面的研究。特别是近年来结合国家“863”、“948”、科技支撑等重大科研项目 and 农村水利财政专项,总结、集成、储备了一批技术成熟、推广价值高、示范作用显著的技术,选择性地在重点农村水利工程中开展了技术推广和示范;基本形成了较为完善的节水灌溉技术标准体系,编制了亟需的农村供水行业标准;加强了产学研结合,形成了以设备、材料生产厂家为主体,科研院校、县级水利部门、基层水利技术服务单位等参加的农村水利技术推广服务体系,初步锻炼培养了一支技术推广服务队伍。但是,目前农村水利技术研发、推广上也存在一些突出问题,如成果转化慢;课题立项、研发等各自为政;技术集成特别是融工程、农艺、管理为一体的技术成果少;推广体系不健全、针对农民的培训宣传力度及效果不够等。

## 2.1 近期节水灌溉技术研究进展

### 2.1.1 宏观战略研究和规划编制

国家发布了《中国节水技术政策大纲》,水利部门开展了农村水利发展重点对策、21世纪初中国农村水利发展战略、农业节水战略、利用WTO“绿箱政策”加大农村水利基础设施支持力度、国家粮食安全与农村水利问题、优质高效节水基本农田建设研究等专项研究,编制了《全国节水灌溉规划》、《全国灌溉发展规划》、《全国大型灌区续建配套与节水改造规划》、《全国重点中型灌区续建配套与节水改造规划》、《全国小型农田水利工程建设规划》、《全国大型泵站更新改造规划》等。

### 2.1.2 技术基础理论研究

包括“水—土—植物—大气”关系、水分胁迫对作物生理活动及产量的影响、不同条件下作物蒸发蒸腾量及其变化规律<sup>[10-11]</sup>、作物水分生产函数及其变化规律、不同条件下水肥综合运移规律及作物高效利用水肥的调控机理<sup>[12-14]</sup>、水量不足条件下水量最优分配理论、实时灌溉预报<sup>[15]</sup>与动态配水理论等。近年来,在全国建设了100个重点灌溉试验站,各省先后发布了灌溉用水定额,连续4a开展了全国灌溉水利用系数测算。

### 2.1.3 不同尺度条件下灌溉水高效利用研究

针对小尺度研究与大面积应用脱节问题,开展不同尺度条件下灌溉水高效利用影响因素与机理研究。以系统的实测资料为基础,揭示了不同尺度之间水分转换规律,提出了不同尺度应采取的节水策略,对中国大型灌区节水改造及规模化发展节水灌溉具有重要的指导意义。

### 2.1.4 全力做好国家“十一五”科技支撑计划立项的节水灌溉重大课题研究

开展灌区诊断技术与方法及改造标准研究<sup>[16-19]</sup>、灌区田间节水改造技术集成模式研究<sup>[20]</sup>、灌区输水技术与产品开发、灌区用水管理及量水技术与产品开发、灌区地下水开发利用关键技术研究、灌区农田排水与再利用技术研究、灌区大型泵站改造关键技术研究<sup>[21-23]</sup>、灌区节水改造环境效应及评价方法研究、灌区节水改造技术集成模式与示范等。目前,节水产品设备

材料研发方面,已开展了包括玻璃纤维增强PE复合材料性能室内对比试验、末级渠道一体化量控设备原型设计与样机制作、低成本小型渠道移动式量水装置原型设计、U型渠道系列化标准化量水建筑物原型设计、便携式过水断面快速测定仪和渠道过流综合测定仪原型设计等10多项任务。在选择的总计400hm<sup>2</sup>示范基地范围内,开展田间试验研究与数据观测工作,收集了大量相关基础资料与数据。

## 2.2 农村饮水技术研究进展

### 2.2.1 技术政策和规划编制

2004年水利部、卫生部联合发布了《农村饮用水安全卫生评价指标体系》,完成了《全国农村饮水安全现状调查评估报告》、《全国农村饮水安全工程“十一五”规划》、《村镇供水工程技术规范》、《村镇供水工程资质标准》等一批技术标准相继出台

### 2.2.2 开展了一批专题研究

组织开展了农村饮水安全工程长效机制、特殊水质处理工艺与材料设备评价、农村供水基层技术服务体系建设、农村供水水厂绩效评价方法、农村饮水安全工程电价税费政策、市场机制在农村饮水安全工程建设管理中的作用以及农村供水工程管理体制和运行机制等专题研究。

### 2.2.3 搞好国家“十一五”科技支撑计划农村饮水安全重大课题研究

开展了饮用水源开发利用技术与设备研制<sup>[24]</sup>、劣质地下水处理技术与设备研制、轻度污染水处理技术与装置开发<sup>[25]</sup>、雨水安全集蓄与利用技术及装置开发、农村安全供水消毒技术与装置开发、农村安全供水水质检测与水源性疾病监测技术及设备开发<sup>[26]</sup>、农村供水管网优化设计与标准化信息化集成技术、农村饮用水源保护与生活排水处理技术、农村安全供水技术集成与示范等研究。重点研究一批与水源开发、水质净化、饮水消毒、水质检测等相关的重大关键技术<sup>[27-30]</sup>,研发一批适合农村供水工程特点的实用性技术和产品设备,建立一批适合不同类型地区的农村安全供水技术集成模式与示范工程。水源开发方面,在咸淡水地区寻找淡水的物探勘查技术模式及评价系统、山区基岩地下水勘查技术(遥感、综合物探)模式、新型粗骨料井成井技术及工艺、傍河取水工程技术模式研究与新型水平钻机开发等方面取得新进展。在水质净化方面,研究成功吸附/超滤组合工艺、“初生态絮凝体吸附—过滤两段法”、“初生态絮凝体微絮凝过滤一步法”、粉末吸附剂的高效能除氟、复合型电化学工艺等除氟技术与设备,完成了除氟絮凝剂电发生技术及电助微絮凝过滤材料研制。在饮水消毒方面,研究形成包括次氯酸钠、臭氧、二氧化氯、紫外线等适合农村集中供水工程的消毒技术和设备,提出相关技术标准;完成了各类消毒剂自动投加装置开发;研发适用于微型工程及家庭终端的安全消毒技术和微型一体化净化消毒装置。在水质检测方面,研制成功多套适用于农村大、中型水厂水质在线检测设备及安全预警技术;完成小型集中式供水工程水质检验技术

与设备开发;研制适用于小型供水工程、分散供水的携带式细菌培养设备和便携式理化指标的水质测定设备;完成了农村供水水质与水源性疾病监测技术与方法研究、农村饮用水水质安全评价方法研究。此外,在农村供水管网优化设计与标准化、信息化集成,农村饮用水源保护与生活排水处理技术研究等方面也取得了很好的研究成果。结合以上课题研究成果,就除氟、平原区轻度污染水处理、山丘区适度规模供水、牧区供水和农村分散供水等方面进行了技术集成与示范研究,形成了多套供水模式<sup>[31]</sup>。

### 2.3 集成、推广的部分新技术

目前,中国灌溉排水发展中心、中国水电科学研究院等单位正结合一些国际合作项目,深入研究与推广现代灌区管理快速评价及软件开发、基于 ET 管理的灌溉与水资源知识管理技术和流域农业节水灌溉管理技术等技术。这里重点介绍两方面内容。

#### 2.3.1 现代灌区管理快速评价及软件开发

基于灌溉供水服务安全性、公平性、可靠性和灵活性的服务理念,提出现代灌区管理快速评价方法<sup>[32]</sup>。该方法通过构建反映供水服务质量的灌区外部与内部评价指标体系,集中体现灌区管理工作为农民服务的理念,实现现代灌区评价理念的突破。外部指标主要反映灌区投入与产出的合理性,提供灌区现代化改造的依据,主要包括输配水效率、田间灌水效率、灌溉效率、单位面积产量及总产量(总产值)、作物蒸腾蒸发量、灌区灌溉供水量、灌溉水的水质(含盐量、BOD 和 COD)以及排水的水质(含盐量、BOD 和 COD)等;内部指标主要反映灌区内部运行管理状况,提供灌区现代化改造的着力点,主要包括灌区水量测控情况、灌区服务的灵活性、灌区服务的可靠性及灌区服务的公正性、超限额取水程度、违规取水程度、故意破坏水利设施程度、渠系维护水平、渠系上的通讯状况以及渠系上的节制闸、分水闸、调节水库等渠系建筑物的正常运行指标等(图 1)。通过灌区快速评价,形成定量化的评价结论,分析灌区存在

的主要问题,不仅可以客观评价已实施项目的节水改造成效,而且可进一步评价灌区节水潜力和节水方向,有针对性的提出灌区节水改造和灌区改革方案,实现投资效益的最大化<sup>[33]</sup>。在完善评价体系的基础上开发了评价软件,目前在中国的簸箕李、景电、大江边、铁山、东风渠、位山、宁夏河东等 7 个灌区中应用。

#### 2.3.2 以蒸发蒸腾量管理理念为核心的水资源管理

蒸发蒸腾量(evapotranspiration, ET)由植被截流蒸发量、植被蒸腾量,土壤蒸发量 and 水面蒸发量构成,涉及水循环过程、能量循环过程和物质循环过程,并伴随着物理反应、化学反应和生物反应(图 2)。对于蒸发蒸腾量的研究主要在 3 个层面上:在微观层面上,着眼于对植被吸收、散失水分的生理过程的研究,这部分较为深入;在农田微气候区域上,结合植被的生存环境,对影响蒸发蒸腾量的不同因素进行定量化的研究。近年来,国内外学者相继提出了非充分灌溉(也称限水灌溉)、调亏灌溉<sup>[34]</sup>以及控制性根系交替灌溉等农田节水灌溉方式,其实质是通过调节农田蒸发蒸腾量的方式,实现在不减产或少减产的前提下,减少水资源的供给,提高水资源利用效率的目的;在宏观区域尺度上主要围绕着遥感(RS)反演蒸发蒸腾量而展开,目前,中国工程院王浩院士等在全球环境基金(GEF)海河流域水资源与水环境综合管理项目和中国农业大学、中国灌溉发展中心在石羊河重点治理项目中应用<sup>[35-36]</sup>。尽管现在还只是试点、实验阶段,也有些学术界的争论,但随着遥感技术的进步、地面参照数字系统的完善等,采取 ET 管理水资源应该会有更大的应用前景。

以 ET 管理为核心的水资源管理,是建立在区域水资源的供给和消耗关系的基础之上,立足于水循环全过程,以全部水汽通量为对象的管理,以有限水资源消耗量为上限,在保证农民基本收益的前提下,采取各种工程或非工程措施,最终实现水资源的高效利用,是对以“供需平衡”为核心的传统水资源管理的有益补充<sup>[36]</sup>。因此,对于现代高强度人类活动干扰,具有“自然—人工”二元特性的水循环过程,只有分析其逐个过程中的 ET 消耗结构和消耗效率(即蒸发蒸腾的结构和效率),立足于减少无效消耗,提高有效消耗,才能全面系统的实现水资源的高效利用,实现“真实”节水的目的。当前,遥感遥测技术和分布物理水文模型(特别是集宏观经济多目标决策模型、水资源配置模型和分布式水文模型为一体的二元核心模型)的有机结合,能够实现功能互补,进一步从能量平衡和水量平衡的角度提高蒸发蒸腾的监测和模拟精度,这为实现以 ET 管理为核心的水资源管理提供了技术支撑。2005 年以来,王浩等在 GEF 海河项目中<sup>[36]</sup>,采取遥感 ET 并利用二元水资源水环境管理模型(图 3)开发知识管理系统(KM,图 4),实现了将流域级目标 ET 划分到省级和县级,并开发基于 ET 的省级用水定额管理工具,从县级入手做到用水定额和 ET 定额的管理,进行全流域的水资源和水环境规划与管理。

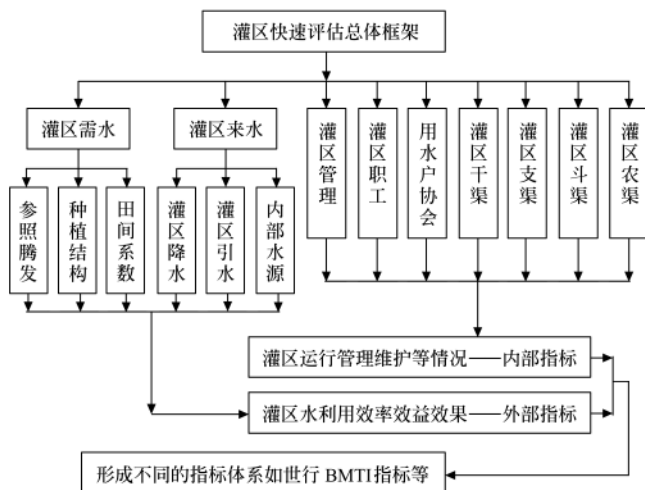


图 1 灌区快速评估总体框架图

Fig.1 General frame of quick evolution for irrigation area

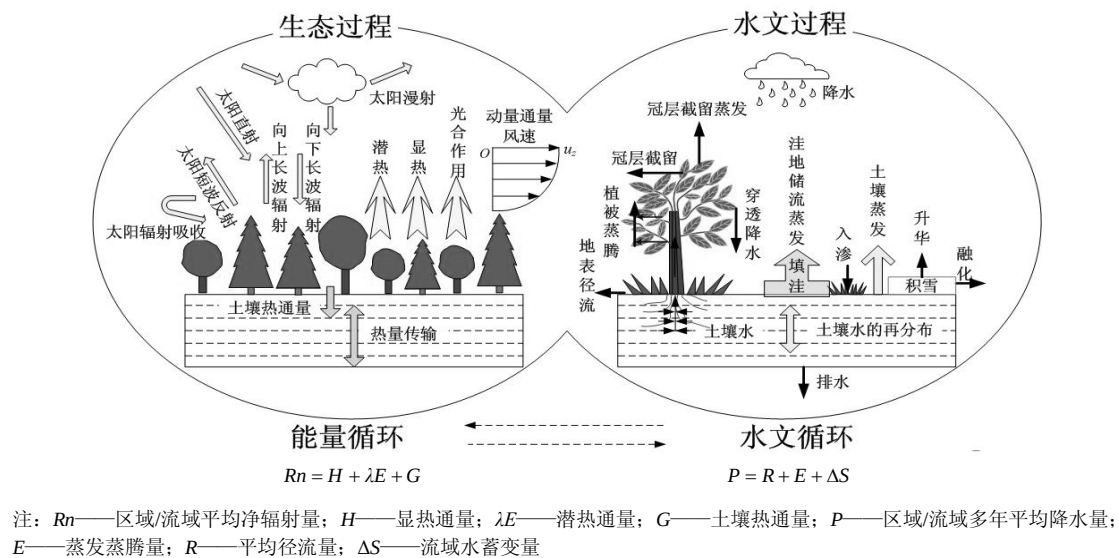


图2 区域/流域水循环和能量循环的相互作用

Fig.2 Interaction between hydro-circulation and energy circulation in a basin

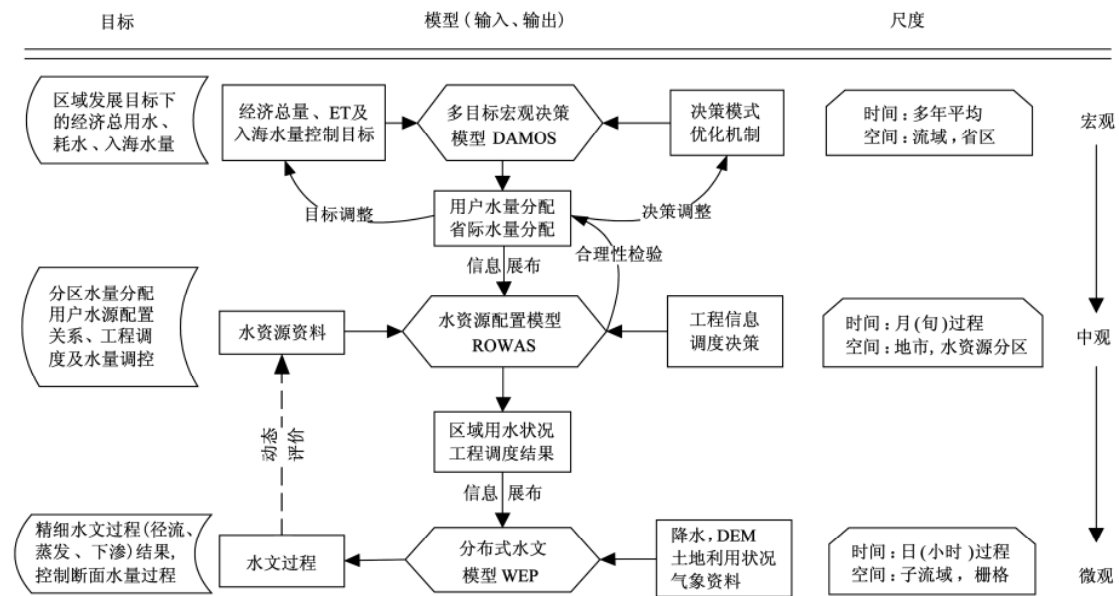


图3 二元模型总体结构图

Fig.3 General structure of binary model

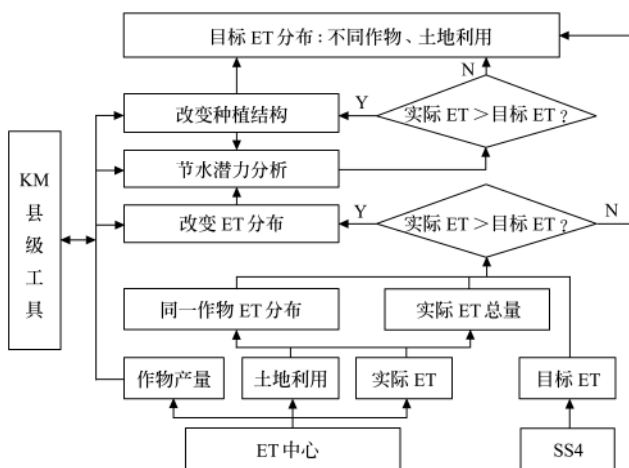


图4 县级 KM 工具示意图

Fig.4 KM tools at county level

### 3 未来农村水利发展对科技需求探讨

农村水利仍然是农业农村基础设施中的薄弱环节，即“短板”，未来相当长时间内仍将是建设的重点，也对农村水利科技提出了更高的要求。

#### 3.1 农村水利科技的综合集成特点

从农村水利发展实践看，随着社会的进步，科技已经不再单纯指新技术、新材料、新设备和新工艺，农村水利科技应该是融工程技术、管理技术、经济分析、生态理念，甚至行政手段、法律法规等于一体的综合技术，并且是集水利、农业、农机等专业技术、装备于一身的综合研究，有了这样综合技术加上完备的技术推广服务体系，农村水利以及其为之服务的农业生产、农村面貌和农民生活才会有新的气象。因此，在研究目标上，不仅应着眼于提高农业用水利用效率和效益，同时关注

其生态环境影响;在技术路线上,注重综合集成;在研究方法上,重视自然科学与社会科学研究有机结合;在研究手段上,籍助高新技术的应用<sup>[37]</sup>。

### 3.2 农村水利科技工作特点

适应农业、农村发展的趋势与要求,围绕农村水利重点工程建设和管理的需要,组织科研联合攻关;追踪国内外农村水利科研进展和成果应用情况,进行引进、消化、吸收、集成与创新,重视工程技术与管理技术、水利技术与农业农机技术的结合,并加快成果转化与推广;适应当前农村的经济社会发展阶段和农民总体素质现状,科研成果力求实用、便捷和适度超前,避免贪大求洋;农村水利科研成果要考虑到农业比较效益低、农村水利公益性较强,在科研成果推广中注重投入和产出的关系。

### 3.3 农村水利科技工作的重点领域

灌排泵站节能技术改造技术;大中型灌区渠系规划与渠道节水改造新技术;经济适用、方便准确的量水设施或设备;基于遥感、GIS 技术的墒情监测、灌溉管理系统;农村水利信息化技术;经济型(低能耗、低成本)喷微灌技术与设备;牧区水利发展模式、生态用水需求研究;经济合理、技术可靠、操作方便的农村特殊水质处理技术与设备,分质供水技术与模式;大尺度节水灌溉效益监测与评价方法;农村水环境整治(农村排水工程、污水处理技术)、南方河网地区水资源分质配置与平衡技术、河湖水环境综合评价方法、富营养化及微污染水的资源化技术等,还应该高度关注新形势下的农村水利发展机制和农村水利工程管理体制、机制的研究。

### 3.4 农村水利科技工作的实践性特点

农村水利服务的对象是农业、农村和农民,最终产品也体现在农业增产、农民增收、农村生态环境改善上,农村水利科技就必然要将水利工程技术、农艺措施、农机装备、管理技术等紧密地结合起来。在当前农业比较效益低、农民转移就业多,农民从事农田水利工程建设和管理的积极性受到影响的情况下,农村水利科技的着眼点应该更加关注农民增收和农民生产生活条件的改善,这样才能得到农民接受、拥护。要做到这一点,除了科技人员积极投身于“三农”实践并在实践中发现问题、解决问题外,关键要能建立一种联合多部门、关注实用技术、关注生产实践的机制,这种机制促使科技人员离开“象牙塔”,并在经费保障、成果评鉴等方面能使他们的辛勤劳动得到补偿。还有很重要的一点,就是要加大对农村水利相关重点企业的引导、扶持,加快科技成果的转化,并充分发挥企业在技术推广中的重要作用。

新中国成立以来 60 a 的农村水利建设、科研的实践都表明,随着经济社会发展,农村水利建设、科研的内涵和外延都会不断变化,并且不可能超越经济发展的阶段。纵观 60 a,农村水利从关注灌溉排水到病险水库除险加固、中小河流治理、中型水源建设,从单纯的农业生产到农村排水、农村水环境整治,从平原区到牧区、山区,从人畜饮水解困到农村饮水安全,随着需求的变化,

接触的边界更加宽广,需要解决的问题也越多,需要付出的艰辛也越多,农村水利科技的外延也会随之不断扩展、成果也更加充实。我相信,只要我们的科技人员依然扎根于生产实际,农村水利科技进步必将为农村水利的发展发挥更大作用,为保障国家粮食安全、建设节水型社会和促进农村经济社会可持续发展做出新的贡献。

### [参 考 文 献]

- [1] 陈雷. 深入贯彻中央水利工作新要求全面推进农村水利新发展[R]. 湖南:水利部, 2010.
- [2] 高波. 加强科技创新 深化体制改革 努力开创水利科技工作新局面[R]. 北京:水利部国际合作与科技司, 2005.
- [3] 王建华, 杨志勇. 气候变化对用水需求带来影响[J]. 中国水利, 2010, (1): 12.
- [4] 中国灌溉排水发展中心. 2006—2008 年全国灌溉水利利用系数测算分析报告[R].
- [5] 景卫华, 罗纨, 温季. 贾忠华农田控制排水与补充灌溉对作物产量和排水量影响的模拟分析[J]. 水利学报, 2009, (9): 118—124.  
Jing Weihua, Luo Wan, Wen Ji. Analysis on the effect of controlled drainage and supplemental irrigation on crop yield and drainage[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2009, (9): 118—124. (in Chinese with English abstract)
- [6] 张岁岐, 周小平, 慕自新, 等. 不同灌溉制度对玉米根系生长及水分利用效率的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 25(10): 1—6.  
Zhang Suiqi, Zhou Xiaoping, Mu Zixin, et al. Effects of different irrigation patterns on root growth and water use efficiency of maize[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(10): 1—6. (in Chinese with English abstract)
- [7] 张丛志, 张佳宝, 赵炳梓, 等. 作物对水分胁迫的响应及水分利用效率的研究进展[J]. 节水灌溉, 2007, (5): 4—9.  
Zhang Congzhi, Zhang Jiabao, Zhao Bingzi, et al. Advances in study on responses of crops to water stress and water use efficiency[J]. Water Saving Irrigation, 2007, (5): 4—9. (in Chinese with English abstract)
- [8] 孟兆江, 贾大林, 刘安能, 等. 调亏灌溉对冬小麦生理机制及水分利用效率的影响[J]. 农业工程学报, 2003, 19(4): 66—69.  
Meng Zhaojiang, Jia Dalin, Liu Anneng, et al. Effect of regulated deficit irrigation on physiological mechanism and water use efficiency of winter wheat[J]. Transactions of the CSAE, 2003, 19(4): 66—69. (in Chinese with English abstract)
- [9] 胡梦芸, 张正斌, 徐萍, 等. 亏缺灌溉下小麦水分利用效率与光合产物积累运转的相关研究[J]. 作物学报, 2007, (11): 148—155.  
Hu Mengyun, Zhang Zhengbin, Xu Ping, et al. Relationship of water use efficiency with photoassimilate accumulation and transport in wheat under deficit irrigation[J]. Acta Agronomica Sinica, 2007, (11): 148—155. (in Chinese with English abstract)
- [10] 张文丽, 张彤, 吴冬秀, 等. 土壤逐渐干燥下玉米幼苗光合速率与蒸腾速率变化的研究[J]. 中国生态农业学报,



- 2006, (2): 78—81.
- Zhang Wenli, Zhang Tong, Wu Dongxiu, et al. The changes of photosynthetic rate and transpiration rate of maize seedling under soil progressive drought[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2006, (2): 78—81. (in Chinese with English abstract)
- [11] 彭致功. 日光温室滴灌条件下小气候变化和植株蒸腾规律的研究[D]. 中国农业科学院, 2002.
- [12] 栗岩峰, 李久生, 饶敏杰. 滴灌施肥时水肥顺序对番茄根系分布和产量的影响[J]. 农业工程学报, 2006, 22(7): 205—207.
- Li Yanfeng, Li Jiusheng, Rao Minjie. Effects of drip fertigation strategies on root distribution and yield of tomato[J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(7): 205—207. (in Chinese with English abstract)
- [13] 庞桂斌, 彭世彰, 张杰, 等. 水肥调控对水稻植株不同部位磷素含量及分配的影响[J]. 节水灌溉, 2009, (12): 5—8, 15.
- Pang Guibin, Peng Shizhang, Zhang Jie, et al. Effects of water and fertilizer managements on content and distribution of phosphorus in different parts of rice plants[J]. Water Saving Irrigation, 2009, (12): 5—8, 15. (in Chinese with English abstract)
- [14] 马强, 宇万太, 沈善敏, 等. 下辽河平原水肥交互作用及对玉米产量的影响[J]. 农业工程学报, 2007, 23(4): 29—33.
- Ma Qiang, Yu Wantai, Shen Shanmin, et al. Effects of water and nutrient interaction on maize yields in lower reach of Liaohe River Plain[J]. Transactions of the CSAE, 2007, 23(4): 29—33. (in Chinese with English abstract)
- [15] 黄玉清, 王丹, 陈小宁. 土壤水分检测与灌溉预报系统设计[J]. 节水灌溉, 2008, (5): 16—18, 21.
- Huang Yuqing, Wang Dan, Chen Xiaoning. Design of soil moisture monitoring and irrigation forecast system[J]. Water Saving Irrigation, 2008, (5): 16—18, 21. (in Chinese with English abstract)
- [16] 陈智芳, 宋妮, 王景雷. 节水灌溉管理与决策支持系统[J]. 农业工程学报, 2009, 25(13): 1—6.
- Chen Zhifang, Song Ni, Wang Jinglei. Water-saving irrigation management and decision support system[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(13): 1—6. (in Chinese with English abstract)
- [17] 鹿新高, 庞清江, 王伟锋, 等. 节水灌溉发展中存在的问题及应对策略探讨[J]. 南水北调与水利科技, 2009, (5): 104—106, 126.
- Lu Xingao, Pang Qingjiang, Wang Weifeng, et al. Development of water-saving irrigation problems and coping strategies[J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2009, (5): 104—106, 126. (in Chinese with English abstract)
- [18] 楼豫红, 付晓光. 四川省节水灌溉工程设计中需要关注的几个问题[J]. 四川农机, 2009, (2): 32—33, 38.
- [19] 刘广明, 杨劲松, 姜艳, 等. 基于控制灌溉理论的水稻优化灌溉制度研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(5): 29—33.
- Liu Guangming, Yang Jinsong, Jiang Yan, et al. Optimized rice irrigation schedule based on controlling irrigation theory[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(5): 29—33. (in Chinese with English abstract)
- [20] 赵华, 许迪, 龚时宏. 微喷头耐久性的加速寿命试验方法研究[J]. 水利学报, 2009, (10): 99—104.
- Zhao Hua, Xu Di, Gong Shihong. Study on accelerated test method for micro sprayer durability[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2009, (10): 99—104. (in Chinese with English abstract)
- [21] 吴彬, 谢方平. 浅谈入世对我国节水灌溉设备发展的影响与应对措施[J]. 中国农机化, 2003, (4): 8—10.
- Wu Bin, Xie Fangping. Effect and measure of WTO to water-saving irrigating facility[J]. Chinese Agriculture Mechanization, 2003, (4): 8—10. (in Chinese with English abstract)
- [22] 赵华, 许迪, 龚时宏. 旋转式喷头质量评价指标定量筛选方法对比分析[J]. 农业工程学报, 2009, 25(12): 97—101.
- Zhao Hua, Xu Di, Gong Shihong. Comparative analysis of quantitative sieving methods of quality evaluation indicators for rotating sprinklers[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(12): 97—101. (in Chinese with English abstract)
- [23] 段生梅. 自压节水灌溉系统埋管进口水头与地形坡度之间的关系分析[J]. 陕西水利, 2009, (3): 127—128.
- [24] 杨燕山, 李和平, 刘文兵. 太阳能在牧区安全饮水中的应用——太阳能供水技术集成模式[J]. 中国农村水利水电, 2010, (1): 27—28, 32.
- [25] 陈绪钰. 聚合硫酸铁去除水中氟的试验研究[J]. 中国农村水利水电, 2010, (1): 100—102.
- Chen Xuyu. An experimental research on fluoride removal from high fluoride-bearing water by polyferric sulfate[J]. China Rural Water and Hydropower, 2010, (1): 100—102. (in Chinese with English abstract)
- [26] 杜芙蓉, 董增川, 王化齐. 污灌条件下 ABS 在土壤中吸附特性的研究[J]. 中国农村水利水电, 2009, (11): 84—85, 90.
- Du Furong, Dong Zengchuan, Wang Huaqi. Research on adsorption characterization of ABS in soil under sewage irrigation conditions[J]. China Rural Water and Hydropower, 2009, (11): 84—85, 90. (in Chinese with English abstract)
- [27] 王朋, 刘毅敏, 徐望明. 一种基于 GPRS 技术的远程水质监测系统[J]. 微计算机信息, 2010, (1): 56, 85—86.
- Wang Peng, Liu Yimin, Xu Wangming. A remote water-quality monitoring system based on GPRS[J]. Microcomputer Information, 2010, (1): 56, 85—86. (in Chinese with English abstract)
- [28] 李小利, 刘国彬, 许明祥. 陕北油田土壤和地表水石油污染特征[J]. 水土保持研究, 2009, (5): 151—154.
- LI Xiaoli, Liu Guobin, Xu Mingxiang. Features of oil pollution of soil and surface water in Northern Shaanxi Oilfield, China[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2009, (5): 151—154. (in Chinese with English abstract)
- [29] 徐立, 曹美龄, 刘正丹. 武汉市农村地区饮用水藻类污染状况调查[J]. 公共卫生与预防医学, 2009, (4): 28—30.

- Xu Li, Cao Meiling, Liu Zhengdan. Investigation of algae pollution of drinking water in rural areas in Wuhan[J]. *Journal of Public Health and Preventive Medicine*, 2009, (4): 28—30. (in Chinese with English abstract)
- [30] 陈静, 周倩如, 郭小琳, 等. 固相萃取-高效液相色谱串联离子阱质谱法测定水中微囊藻毒素[J]. *中国卫生检验杂志*, 2009, (8): 28—29, 32.
- Chen Jing, Zhou Qianru, Guo Xiaolin, et al. Determination of microcystins(MC-S) in drinking water by HPLC/MS[J]. *Chinese Journal of Health Laboratory Technology*, 2009, (8): 28—29, 32. (in Chinese with English abstract)
- [31] 汪秀丽. 农村饮水安全问题的探讨[J]. *水利电力科技*, 2009, (1): 31—41.
- [32] 谢崇宝, 高虹, 张国华, 等. 现代灌区管理快速评价及软件开发研究[J]. *中国水利*, 2009, (13): 38—40.
- Xie Chongbao, Gao Hong, Zhang Guohua, et al. Management of modern irrigation districts: fast evaluation and software development[J]. *China Water Resources*, 2009, (13): 38—40. (in Chinese with English abstract)
- [33] 高虹, 谢崇宝. 灌溉现代化与灌区快速评估整体框架[J]. *中国水利*, 2008, (3): 46—48.
- Gao Hong, Xie Chongbao. Irrigation modernization and framework of fast appraisal of irrigation district[J]. *China Water Resources*, 2008, (3): 46—48. (in Chinese with English abstract)
- [34] 蔡焕杰, 康绍忠, 张振华, 等. 作物调亏灌溉的适宜时间与调亏程度的研究[J]. *农业工程学报*, 2000, 16(3): 24—27.
- Cai Huanjie, Kang Shaozhong, Zhang Zhenhua, et al. Proper growth stages and deficit degree of crop regulated deficit irrigation[J]. *Transactions of the CSAE*, 2000, 16(3): 24—27. (in Chinese with English abstract)
- [35] 康绍忠. 西北旱区流域尺度水资源转化规律及其节水调控模式: 以甘肃石羊河流域为例[M]. 北京: 水利水电出版社, 2009.
- [36] 王浩, 王建华, 秦大庸, 等. 基于二元水循环模式的水资源评价理论方法[J]. *水利学报*, 2006, 37(12): 1496—1502.
- Wang Hao, Wang Jianhua, Qin Dayong, et al. Theory and methodology of water resources assessment based on dualistic water cycle model[J]. *Journal of Hydraulic Engineering*, 2006, 37(12): 1496—1502. (in Chinese with English abstract)
- [37] 中华人民共和国水利部. “十一五”科技支撑项目中期检查报告[R]. 2009.

## Development and technology requirement of China rural water conservancy

Ni Wenjin

(China Irrigation and Drainage Development Center, Beijing 100044, China)

**Abstract:** The main elements of the rural water conservancy are irrigation and drainage engineering, and rural water supply. The current work of rural water conservancy includes three main objectives, such as reinforce of dangerous reservoirs, safety of rural drinking water, and reform of water-saving irrigation for irrigation regions, which includes reform of water-saving irrigation for large and middle scaled irrigation regions, reform of large scaled pump stations for irrigation and drainage systems, construction of small scaled agricultural water conservancy projects, and water-saving irrigation etc. Progress of above situation was analyzed in this paper, which also included overview of rural water technology development, such as research progress of water-saving irrigation techniques, rural drinking water technology and their integration, and the rapid evaluation and software development of the modern irrigation region management, water resource management technology which based on crop evapotranspiration. After discussing the technology requirement and key areas of rural water conservancy, the author thinks that we should increase joint research, accelerate the transformation and promotion of research fruits, pay attention to the relationship between inputs and outputs. Suggestions for extension service of rural water conservancy should be focused on the increase of farmers' income and the improvement of their living conditions, increase the guidance, support of rural water-related key enterprises, accelerate the transformation of scientific and technological achievements, give full play to enterprises in the important role of technology promotion.

**Key words:** rural water conservancy, irrigation management, water saving irrigation, safety of rural drinking water, technology requirement