

编者按：2014年10月28—30日，中国水利学会2014学术年会在天津武清召开。大会以“科技创新与水利改革”为主题，围绕水生态文明建设与理论、技术与实践；农村水利技术创新与管理改革；水利岩土工程的创新与发展；疏浚及泥处理技术创新与规范管理等内容展开了研讨。本刊邀请部分专家，将其在会议上的发言整理成文稿，刊登于此，以飨读者。

农田水利现代化与科技创新

韩 振 中

(中国灌溉排水发展中心, 北京 100053)

摘 要：在对农田水利现状与面临的新形势分析的基础上，展望了农田水利现代化发展趋势；紧密结合生产实际，从基础研究、应用研究、设备与技术研发等方面分析了农田水利技术需求，提出了推进农田水利现代化发展的科技创新对策。

关键词：农田水利现代化；技术需求；技术创新

doi：10.13928/j.cnki.wrdr.2015.01.002

中图分类号：S27 文献标识码：B 文章编号：1671-1408(2015)01-0010-04

党的十八大以来，我国大力推进农村体制改革、土地有序流转、农业生产方式转变，促进工业化、信息化、城镇化、农业现代化“四化”同步发展，为了适应这些新变化与新要求，农田水利必须走现代化发展道路。农田水利现代化发展需要经历逐步发展、不断成熟、全面实现的过程，最终形成设施先进、灌排精准、管理高效、生态友好的农田水利现代化体系，满足农业现代化、生态文明建设以及国家现代化进程对农田水利发展的要求。在农田水利现代化发展进程中，需要以科技创新为引领，在基础研究、应用研究、设备与技术研发等方面取得突破，建立面向农田水利现代化的科技支撑体系，为农田水利现代化提供科学技术保障。

1 农田水利现代化发展趋势

1.1 农田水利发展现状

我国自然与气候特点决定了农业生产对于灌溉具有很强的依赖性，灌溉面积稳步发展对粮食连续丰收增产起到了重要支撑。到2012年，我国总灌溉面积6 778万 hm^2 ，其中，耕地灌溉面积6 249

万 hm^2 ，占92.2%。节水灌溉工程面积3 122万 hm^2 ，占灌溉面积的46%。低压管道输水地面灌、喷灌、微灌(简称“高效节水灌溉”)面积占总灌溉面积的20.8%，喷微灌占9.7%。2008年以来，节水灌溉面积年均增长4.3%，喷微灌面积年均增长12.4%，特别是微灌发展迅速，年均增长达到31.6%。全国农田实灌面积亩均用水量404 $\text{m}^3/\text{亩}$ ，农田灌溉水有效利用系数仅为0.52。机电排灌站总装机5 279万kW，其中固定机电排灌站装机2 716万kW，占51.4%。与其他基础设施比较，我国灌排基础设施薄弱，加上对农业生产不利的自然气候条件，致使水旱灾害发生频繁，据统计，由于水旱灾害造成年均粮食减产量占粮食产量的8%左右。世界上发达国家普遍采用先进的节水灌溉技术，提高灌溉用水效率与效益，德国、英国、以色列基本全部采用喷微灌技术，俄罗斯喷微灌面积占灌溉面积的90%以上。美国喷微灌面积占灌溉面积的47.4%，主要以喷灌为

收稿日期：2014-11-28

作者简介：韩振中(1963—)，男，教授级高级工程师，总工程师。

主。这些国家的灌溉水利用率均达 70% 以上。总体来看,我国农田水利发展与国外以及自身实际需求还有较大差距,远不能适应现代农业发展需要。

1.2 农田水利发展面临的新形势

(1) 水资源供需矛盾成为农业效益提高的主要制约。随着经济社会快速发展,水土资源供需矛盾日益尖锐。到 2020 年,满足粮食安全需要,耕地灌溉面积需达到 10 亿亩左右,再加上提高现有灌溉面积上灌溉保证率等要求,按目前用水水平,尚缺灌溉用水 500 亿 m^3 左右。农业是用水大户,灌溉用水量约占总用水量的 56%,灌溉面积的 90% 以上为地面灌溉,农田灌溉用水有效利用系数只有 0.52,农业用水短缺和用水浪费现象并存,节水潜力很大。在水土资源有限的条件下,保障 13 亿人口的粮食安全,只能大力发展节水灌溉,节约用水、高效用水,着力增加灌溉面积,显著提高农业抗御自然灾害的能力和耕地生产能力。

(2) 现代农业发展需要现代农田水利支撑。国家鼓励农村发展合作经济,扶持发展规模化、专业化、现代化经营,推动传统农业向现代农业的转变。现代农业生产要求提高农业水利化、机械化和信息化水平,配套完善农田水利设施,采用先进灌溉技术,实行适时、适量的精准灌溉,做到灌溉与施肥、施药的有机结合,为现代农业、高效农业发展提供基础支撑。

(3) 农村体制变革和劳动力转移呼唤农田水利现代化。随着农村体制变革和经济社会结构转型,农村劳动力结构形式发生较大变化,农村居民人口减少,大量青壮年劳动力外出务工,农村留守的多是老人、妇女,从事农业生产劳动,迫切需要减轻灌溉劳动强度,提高灌溉效率,需要与之相适应的省工、节地、节能、高效、现代化的灌溉技术与管理方式。

(4) 生态文明建设对农田水利提出更高要求。由于农业灌溉挤占生态用水,造成一些地区生态环境恶化,我国每年地下水超采量达 80 多亿 m^3 ,形成持续地下漏斗区 56 个,面积达 8.7 万多 km^2 ;过量施用的化肥农药随着降雨径流或灌溉退水与入渗产生面源污染,牧区面临保护草原生态和增加牧民收入的压力等等。大力推进生态文明建设,努力

建设美丽国家,需要推进农田水利现代化发展,依据人与自然和谐的设计理念,采用先进的灌溉技术,合理施肥、施药,提高水、肥、药利用效率,建设生态排水系统,保护区域生态环境,建设美丽新农村、新牧区。

1.3 农田水利发展趋势

综上所述,农田水利发展面临新形势与新机遇,适应我国“四化同步”发展战略要求,未来农田水利必须走现代化发展之路,总体的发展趋势应该是:用人与自然和谐的现代理念指导农田水利发展,用先进技术、先进工艺、先进设备打造农田水利工程,用科技创新提升技术水平,用现代管理制度与先进管理手段增强管理能力和水平,形成设施先进、灌排精准、管理高效、生态友好的农田水利现代化体系,具有较高的灌溉效率、管理效率,较低的水土资源、能源消耗,达到先进、精准、高效、生态,实现节水、节能、节地、省肥、省工综合效益,与生态环境和谐,满足农业现代化、生态文明建设需要。农田水利建设将由单纯侧重工程功能发挥向既要重视工程功能,也要重视生态效益和景观效果转变;充分利用计算机、3S、信息、网络、新材料、遥测遥控等高新技术来武装农田水利这个传统行业,提升工程设施与管理现代化水平。

1.4 科技创新存在问题

随着近年农田水利建设快速发展,科学研究与技术研发取得了丰富成果,为推进灌溉排水事业发展提供了坚实的科技支撑。但农田水利科技创新与现代化发展需求还存在一定差距和诸多问题,主要体现在:微观领域研究能力强、成果多,支持行业发展的中观、宏观领域研究能力弱、成果少;科技论文、技术报告多,生产转化、推广应用成果少;农田水利本领域研究多、能力强,与农田水利交叉的跨学科与综合领域研究少、能力弱;常规技术研发能力强,高新技术应用研究弱;引进吸收国外先进技术能力强,自主创新能力弱。

2 农田水利现代化发展技术需求

为支撑农田水利现代化发展,破解科技创新的诸多问题,农田水利科学研究与技术开发应该微观研究与宏观研究相平衡,技术成果与

转化应用相融合,本领域研究与跨领域研究同发展,引进消化与自主创新相促进,常规技术与高新技术相兼顾。推进农田水利现代化,应以科技创新为引领,重点应在以下几个方面实现突破。

2.1 基础研究

2.1.1 综合

针对资源环境制约下农田水利现代化发展的基础理论、技术方法等开展研究与创新,重点研究大尺度区域灌溉水优化配置模型与技术方法,灌溉用水效率分析与评价理论,分区资源节水与灌溉节水关系,生态友好条件下灌溉面积发展适宜性评价方法与模型,基于水土资源控制红线的区域灌溉面积发展潜力分析理论与模型,灌溉用水“总量控制、定额管理”与灌溉水权分配理论,非常规水资源灌溉利用技术体系与标准,不同灌溉排水模式下溶质的运移、转化规律与模拟分析等,为新时期农田水利现代化发展提供科学支撑。

2.1.2 节水灌溉

以作物高产、水肥高效利用为目标,围绕节水灌溉规模化、区域化发展,主要开展不同区域高效节水灌溉条件下作物耗水规律、主要粮食作物高效节水灌溉制度、现代灌溉方式下水分循环与转化理论以及尺度效应、高效用水调控机理与控制灌溉理论、地下灌溉水肥运移规律与机理、精准灌溉与地下灌溉机理、作物高产条件下以生理需求为牵引的智慧灌溉机理与理论、节水灌溉条件下区域水资源与环境变化趋势等基础研究。

2.1.3 灌区

系统总结国内外灌区改造与建设基础理论与经验,认真梳理灌区未来发展方向,针对灌区未来发展的实际需求,亟需开展现代灌区规划与设计理论,现代化灌区建设与节水生态型灌区建设理论,灌区现代化建设标准,基于技术经济、生态效应的灌区灌溉用水效率阈值与节水潜力分析方法与模型等研究,为灌区现代化发展提供理论基础。

2.1.4 排水与涝渍

主要研究节水灌溉条件下的排水理论及技术、区域土壤盐分平衡理论与预测分析方法,集约化农业和设施农业区域排水调控理论,节水灌

溉规模化发展区域农田盐分运移规律与控制理论,湿润半湿润地区生态友好型排涝标准和排水调控理论,灌溉农田面源污染的机理和控制理论等。

2.2 应用研究

2.2.1 综合

面向行业发展和生产实际需求,开展基于“3S”技术的灌溉面积发展潜力与粮食安全支撑能力评估技术,区域大尺度灌溉预报与灌溉决策支持系统,区域(县域、灌区)灌溉用水“总量控制、定额管理”技术方法与应用,区域大尺度灌溉面积与灌溉用水效率监测评价关键技术等研究,为推进灌溉现代化发展提供技术手段与技术方法。

2.2.1 节水灌溉

融合工程学、农学、生态学、气象学、信息科学等多学科,跨领域攻关,紧密围绕现代农业生产需求,开展基于作物耗水控制的节水灌溉技术模式,作物需水靶向精量控制灌溉技术,节水灌溉方式下不同作物水肥耦合与调控技术,水稻控制灌溉实施标准化技术,全国主要作物节水灌溉制度信息管理 with 共享平台构建,农田水利工程标准化设计、工厂化生产与专业化施工技术的研究开发,为高效节水灌溉技术推广、工程建设与施工、灌溉管理提供技术支持。

2.2.3 灌区

根据灌区现代化发展进程与节水生态型灌区建设要求,充分利用计算机、遥感、互联网、模拟技术,有针对性地开发现代化灌区规划设计方法与技术,灌区尺度灌溉预报与灌溉决策支持系统,灌区生态系统健康标准与监测评估方法,灌区用水“总量控制、定额管理”技术方法,基于3S、大数据的灌区信息化管理技术,基于遥感等多源数据的灌区监测评价技术与方法,田间节水灌溉与农业技术优化集成,灌区田间节水灌溉工程标准化等研究。

2.2.4 排水与涝渍

重点开展集约化农业和设施农业的排水工程技术与体系,现代化农业区排涝标准和排水技术,盐碱低产田改良技术与灌排工程体系,高效节水灌溉区域盐分平衡与调控技术,灌区排水工程生态化改造技术与标准等研究。

2.3 设备与技术研发

2.3.1 节水灌溉

紧密结合农业现代化发展,适应土地集约化经营、分散经营不同方式,研发经济适用、技术含量高、便捷高效的灌溉设备与灌水技术,重点研发省工高效、自动化程度高的节水灌溉设备、一体化机具和灌溉工程施工机械,如喷微灌一体化设备,渠道防渗衬砌机具,农田精细平整、开沟机具,灌溉自动化控制设备等;基于物联网的集监测、诊断、决策功能为一体的智能灌溉系统,新型渠道防渗材料与防渗工艺,灌溉输水大口径管材和配套管件,低压耐用、地形变差适应强的微灌灌水器,节能高效新型微灌过滤器、注肥器及系统控制设备,便捷耐用移动式轻小型喷灌机组、智能控制自走式喷灌机组,可被微生物分解的环境友好的新型覆盖材料等。

2.3.2 灌区

针对灌区现代化建设需求,重点开展基于物联网与云计算的灌区辅助决策支持技术,灌区动态配水管理与实时调控关键技术,量测控一体化新型灌区量水与控制设备,激光控制平地技术与设备,激光土地精细平整标准,灌区田间波涌灌溉控制设备,田间多孔闸管灌溉系统和田间灌溉自动控制设备等研发,为灌区现代化发展提供技术与设备支持。

3 提升科技支撑能力的对策措施

3.1 建立以实际需求为导向的科技创新机制

以大专院校、科研院所、技术服务机构为依托,联合企业,构架农田水利现代化科技创新体系,完善工作机制,增强科技创新能力。

建立科技创新问题导向机制和科技创新需求征集平台,向行业、用户征集研发课题与向专家征集研发课题相结合,从生产实际中发现问题与研发需求,每年征集、梳理需要研究的关键问题作为科技立项的依据,跳出行业篱笆,向社会公开招标,选择顶级研究机构攻关。

以推动农田水利科技进步、行业发展为导向开展科研成果第三方评价,构建在生产实际中检验科研成果的新机制。完善科研成果转化机制,打通技术成果与应用间的障碍,加大经费支持,加快科技成果转化与应用。

3.2 理论与应用研究并重,紧扣需求研发实用技术

统筹兼顾理论与应用研究、微观研究与宏观研究,加大科研与研发经费支持,优先支持促进农田水利现代化发展的急需的项目研究。加强与其他学科的交融,大力推进现代先进技术、高新技术应用研究,尤其是网络技术、信息技术、遥感技术、遥测遥控技术和新材料等在农田水利中的应用研究。坚持“产、学、研、用”结合的研发路线,鼓励联合攻关,研究成果直接转化应用。

3.3 积极引进借鉴国外先进技术

国外发达国家在农田水利现代化方面有许多先进技术、成功经验,在农田水利现代化规划设计理念与方法、生态友好型灌溉排水工程设计、渠道防渗新材料、灌区信息化管理、水肥耦合一体化精准灌溉技术与设备、现代灌区量测水与灌溉配水技术、遥感技术应用等方面引进借鉴国外技术。

3.4 增强自主创新能力

依托水利院校、科研院所,加强农田水利学科相关的重点实验室、节水灌溉工程中心、灌溉试验站网等科技创新与技术研发基地建设,围绕节水智能化灌溉、节水防污、防灾减灾、灌区现代化、灌溉预报与灌溉决策支持系统、灌区监测与评价等方面重大技术需求,开展科技攻关与自主创新,提升农田水利现代化技术水平。

3.5 构建高质量的科技推广与技术服务体系

以基层水利服务组织、灌溉试验站网为载体,构建有效的农田水利科技推广与技术服务体系。可以依托农村水利专业委员会,建立开放式农田水利研究成果管理信息系统和科技服务公共平台,在科研成果与用户间搭建桥梁,加大科研成果信息开放和共享力度,把新技术、新成果更多、更快地应用于生产实际,提升科技服务技术支撑能力。

参考文献:

- [1] 王忠静. 基于水联网及智慧水利提高水资源效能[R]. 中国水利学会年会特邀报告, 2012.
- [2] 中国水利学会. 水利学科发展报告[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2008.
- [3] 韩振中. 节水灌溉“迷局”与灌溉现代化发展[J]. 节水灌溉, 2014(6).

(责任编辑 尹美娥)