

大中型灌区现代化改造技术路线与关键技术

李仰斌

(中国灌区协会,100073,北京)

摘要:国家即将启动大中型灌区续建配套与现代化改造项目,灌区现代化改造是农业现代化的重要组成部分,加快灌区现代化建设是发展现代农业的必然选择。通过灌区现代化技术改造,可有效解决灌区存在的深层次问题,构建集约化、现代化的新型灌区,提高水资源利用效率和经济效益。分析了大中型灌区现状和存在的主要问题,提出灌区现代化改造应选择的技术路线和关键技术。

关键词:大中型灌区;现代化改造;技术路线;关键技术

Technical route and key technologies of rehabilitation for modernization of large and medium irrigation districts//
Li Yangbin

Abstract: Along with initiation of continuous construction and modernization of large and medium irrigation district, it is necessary to accelerate modernization process of irrigation district as it is an important part of agricultural modernization. Through rehabilitation and modernization of irrigation area, problems that have plagued irrigation area may be solved by intensive use of water resources and modernization for the increase of water use efficiency and benefits. Based on analysis of current situation and main problems with large and medium irrigation districts, technical route and key technologies are proposed for rehabilitation and modernization.

Keywords: large and medium irrigation district; modernization; technical route; key technologies

中图分类号:S274

文献标识码:B

文章编号:1000-1123(2021)17-0012-03

一、大中型灌区发展现状及主要问题

大中型灌区是我国灌溉排水事业的主力军。我国大中型灌区灌溉总面积5亿多亩(1亩=1/15 hm²,下同),占全国农田总灌溉面积的50%,生产的粮食占全国粮食总产量的50%,是我国粮食生产的主要基地。从地域分布来看,东部地区的大中型灌区灌溉面积占27.1%,中部占34.3%,西部占38.6%。大中型灌区大多建于20世纪50—70年代,已经运行50~70年。在灌区用水方面,大中型灌区年均灌溉用水量2150亿m³左右,占全国农业灌溉用水总量的63%,是我国农业用水大户。

1998—2020年,我国实施了434处大型灌区续建配套与节水改造和近2000处重点中型灌区节水改造项目,原规划投资基本完成,但因项目建设周期长、物价上涨和地方配套资金不到位等原因,续建配套建设任务仍有近1/3没有完成。由于长期投入不足,工程建设标准低、配套差、管理粗放,大中型灌区现状不适应农业现代化要求。主要存在以下问题:

①水资源管理和灌溉配水管理落后。灌溉管理主要靠人工和传统经验,用水过程中水源调度手段落后、跑冒滴漏、超计划用水等管理损失很大,与水资源总量控制、定额管理要求不相适应。

②用水计量设施缺乏。能达到

“计量到斗、按方收费”的灌区比例不到30%,大多数灌区还是按亩收费,农民每亩地灌多灌少收费相同,造成用水浪费。

③采用高效节水灌溉技术比例低,灌溉水利用效率不高。目前,多数灌区仍采用渠道输水、地面漫灌方式,全国现有的管灌、喷灌和滴灌等高效节水灌溉技术多在井灌区和小型灌区推广应用。据2020年全国水资源公报统计,全国灌溉水利用系数为0.565,与先进国家的0.7~0.8相比明显偏低。

④大量中型泵站未更新改造,机泵效率低,能量浪费严重。2011年中央一号文件《中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定》要求实施大

收稿日期:2021-07-22

作者简介:李仰斌,会长,正高级工程师。

中型泵站更新改造任务,但目前仅完成了大型泵站更新改造,中型泵站更新改造任务还没有启动。

上述问题应该在今后落实“节水优先”方针和国家大中型灌区续建配套和现代化改造项目中逐步给予解决。

二、灌区现代化改造技术路线选择

我国幅员辽阔,地形复杂,气候多变。南方、北方、东部、中部和西部灌区的自然、经济、社会条件和管理水平千差万别。尽管国家制定的大中型灌区现代化改造总体要求是“设施完善、管理科学、节水高效、生态良好”,但全国各地区和灌区之间面临的形势和需要解决的问题大不相同,要因地制宜、实事求是、科学合理选择技术路线和改造模式。大中型灌区改造首先要完成原续建配套规划没有完成的建设任务,保障灌区水利骨干工程设施完善;其次是选择适宜的灌区现代化改造技术路线,以节水为中心,采用现代化关键技术和建设方案,提高水资源利用效率和效益。

1. 统一管理多种水源,实行农业用水总量控制

通过灌区信息化建设引领灌区现代化改造,采用现代化的水管理技术,充分利用降雨、合理利用地面水和地下水等多种水源,建立农业用水总量控制制度。北方地区的灌区要开展地表水和地下水联合调度,在灌区中下游地区采取井渠结合的灌溉模式,实现采补平衡;在南方地区要利用互联网、大数据,开展多水源灌区用水优化决策,提高水资源利用率。灌区信息化方案选择要以灌区数字化为重点,优先对各节点的水位、流量、闸门开度、地下水埋深、土壤含水量及用水量等信息进行数字化,建立信息系统和灌溉 App 软件,实现供水者和用水者的在线交流。视频监控和

自动化、智能化等控制设备,要重点设置在关键枢纽部位和防汛重点地段,这些硬件设备投资和日常运行费用较高,各灌区要根据实际需要和经济条件确定其标准。

2. 采用先进的输配水和量测控技术,减少渗漏和管理损失

灌区渠系一般包括干、支、斗、农、毛五级渠道,大的灌区有7级至9级渠道。要因地制宜选择提高渠系输水效率的技术,南方水稻灌区可采用渠道衬砌、防渗或生态渠道技术;北方缺水地区可采用渠道防渗、管道输水或管渠结合输水技术,以提高渠系水利用系数。选择灌区量测水技术也要因地制宜、科学合理,干支渠量测的节点少、过流时间长,可选择量测精度较高的技术,如测控一体闸、超声波测箱、标准断面测流车等;斗渠量测节点多、过流时间短,可选择经济实用、测量精度满足标准要求的技术,如磁伸缩水尺、电子水尺、标准断面量水、建筑物量水、堰槽量水等。

3. 采用先进的田间灌水技术

高标准地面灌溉技术采用激光平整土地,优化田间配水,对灌水沟畦进行标准化整治,适应农业现代化和机械化耕作要求。北方缺水灌区可结合末级渠系管道化改造,大力推广管道输水灌溉技术,经济作物种植区要推广喷灌、微灌等高效灌水技术。高效节水灌溉技术要从以井灌区和小型灌区为重点转向以大中型灌区为重点。南方水田灌区要采用高标准地面灌水技术,有条件的地区末级渠系也要采用管道输水灌溉技术。云南元谋县丙间灌区采用管道输水高效节水灌溉技术后,农业用水效率提高了40%~50%。

4. 采用先进的作物需水控制技术

制定各种作物的节水灌溉制度,实行定额管理;结合灌区信息化技术开展作物需水量实时时空诊断、预测、预报技术应用,以及基于强化学习的智能灌溉决策、仿真模拟等技术应用。

5. 集成农业措施

包括配方施肥、水肥一体化、覆盖保墒、优良品种等技术集成。

三、灌区现代化改造关键技术及设备

1. 灌区信息化关键技术

随着互联网、云计算等技术的快速发展,灌区信息化的采集、传输、储存、计算等实现了跨越式发展。过去灌区信息化要独立组网,购买服务器、计算机等,现在则实现了“灌溉一杆通+互联网+云服务平台+信息应用系统”。依托互联网和云服务技术实现了先进的灌区信息化建设技术,且维护简便,升级和扩展容易,减少了一次性投资。灌区各种传感器监测数据可通过“灌溉一杆通”技术直接上网,云服务平台包括服务器和计算机,信息应用系统包括工程管理、灌溉管理、实时监控、水费计收、安全生产等应用模块。

中国灌区协会配合会员单位专门为灌区信息化开发了“灌排云”技术,为大中型灌区会员提供技术服务。国家重点研发计划“现代灌区用水调控技术与应用”课题组开发出灌区作物需水量实时时空诊断技术,基于学习的智能灌溉决策方法和数字化灌区结合水动力模型对供水进行模拟仿真技术等应用模块,可及时实现水预报和灌溉需水预报,编制并修正灌区用水计划,实现按计划供水和按需配水紧密结合,提高水资源的利用率和经济效益。

2. 灌区用水全程量测控技术

灌区实行“用水计量,按方收费”是提高水资源利用率的有效措施之一。“现代灌区用水调控技术与应用”课题组专门研究并集成了灌区用水全程量测控技术,包括从水源取水、渠系配水、田间用水到农田排水等全程水流监测与控制的技术。中国灌区协会2020年发布了团体标准《提水灌区用水全程量测控技术应用指南》(T/CIDA 0005—2020)。主要包括以下

新技术和新设备:

①量测控一体化闸门。这是从澳大利亚引进的一种集流量计量、闸门控制、太阳能供电和无线通信等功能于一体的高度集成轻型闸门。闸门采用铝合金轻型材质,活动量水堰槽与闸门结合,闸门开度、水位、流量按供水要求自动控制调节(也可手动控制),量测水精度高,测量误差为 $\pm 5\%$,控制灵活,使用寿命长,是目前国际上最先进的一种量测控一体化闸门。澳大利亚和宁夏有关公司合作,现生产三种主要产品,一是堰顶高度可自动调节的“堰槽式测控一体化闸门”;二是箱涵式测流设备与闸板融合而成的“箱涵式测控一体化闸门”;三是管涵式测流设备与闸板融合而成的“管涵式测控一体闸门”。目前国内也有很多企业开始生产测控一体化闸门,但其技术与质量还有提升空间。

②将传统的闸门启闭改为太阳能驱动方式,利用闸后超声波或电磁流量计量水,通过无线或有线通信联动控制闸门技术,测量误差为 $\pm 5\%$ 。

③对传统的水工建筑物量水、标准断面量水、各种特设的测流堰槽量水进行数字化改造,水位和流量信息定时上传到信息中心,测量误差为 $\pm 8\% \sim \pm 10\%$ 。

3.灌区管渠结合输水技术

即“骨干渠道+泵站+管道化”改造模式。明渠输水与管道输水结合是一种高效输水方式,管道输水代替部分渠道输水在世界先进国家已普遍采用,我国部分省份也有很好的典型示范。“现代灌区用水调控技术与应用”课题组在引黄灌区开展了管渠结合高效输水调控技术与模式研究,已经取得很好的成果。管渠结合输水技术的关键在于选择管道与渠道的结合点和管网优化、管道不淤流速确定等技术。若管渠结合点选择在斗口,则斗、农、毛三级渠道实行管道化改造,投资强度与井灌区低压管道输水灌溉相当;若结合点选择在支渠口,则支、斗、农、毛四级渠道实行管道化改造,投资较高,亩均投资一般在2000元左右。加压泵站采用“一体化智能泵站技术”,采用简便的装配式泵房,将水泵、电气、控制、保护、量测、视频监控、通信等装置优化集成于一体,具有信息采集、传输、处理及自动控制、智能化管理等功能。中国灌区协会已经发布了团体标准《一体化智能泵站技术规范》(T/CIDA 0001—2018),已经在江苏、山东等地推广应用。

4.泵站高效节能调控运行技术

在大中型灌区开展高效节水灌溉技术,必须利用泵站加压。考虑渠

道来水在时间上分布不均匀,容易使水泵运行偏离设计工况等问题,泵站高效节能调控技术十分必要。中国灌区协会团体标准 T/CIDA 0005—2020对泵站高效节能调控运行技术提出了规范要求:一是泵站进水池系统整流优化技术,对进水池整流、消涡、优化整流装置等提出技术要求;二是泵站系统高效节能调控技术,对离心泵通过交错叶轮技术、变频或叶轮进口加装可调导叶等技术对于轴流泵和混流泵采用变速和变角调节“双调”技术实现运行工况点的调节;三是泵站自动检测等技术应用,可大幅度提高泵站运行效率。 ■

参考文献:

- [1] 康绍忠.加快推进灌区现代化改造补齐国家粮食安全短板[J].中国水利,2020(9).
- [2] 倪文进.大中型灌区现代化建设需处理好几个问题[J].中国水利,2020(9).
- [3] 吴险峰,等.智慧型灌区:大中型灌区现代化治理的创新路径[J].中国水利,2020(9).
- [4] 史源,等.现代化灌区高效节水灌溉工程建设投融资及管理运行机制探讨[J].中国水利,2018(1).
- [5] 戴玮,等.智慧灌区建设发展思考[J].中国水利,2018(7).

责任编辑 李博远

(上接第17页)资金的同时,争取当地政府支持,整合高标准农田建设、乡村振兴、农业现代化以及其他项目资金,按照灌区高质量发展目标、标准,统筹灌区工程升级改造、管理现代化提升、生态环境修复和保护,系统推进灌区高质量发展。

5.强化科技创新与示范引领

灌区高质量发展必须依靠创新引领和技术支撑。一是组织国内一流的高校、科研院所、生产企业和灌区管理单位等,进行产学研用一体化联合攻关,针对水资源刚性约束下灌区

发展、智慧灌区建设、灌区绿色发展、高效节水灌溉等重大关键技术开展重点攻关,创新驱动灌区高质量发展。二是在大中型灌区改造建设中,对基础条件好、工作成效大、改革动力足的典型灌区,可从政策、技术、资金等方面予以一定支持,从头到脚、从硬件到软件系统改造,打造新时代灌区发展样板,引领灌区高质量发展。三是选择技术水平高、服务能力强的高校及科研院所,针对灌区高质量发展中遇到的技术和管理难题进行专项研究,开展技术咨询与服务,

推广转化最新研究成果,为灌区发展提供技术支撑。 ■

参考文献:

- [1] 水利部,国家发展改革委.“十四五”重大农业节水供水工程实施方案[R].2021.
- [2] 康绍忠.加快推进灌区现代化改造补齐国家粮食安全短板[J].中国水利,2020(9).
- [3] 倪文进.大中型灌区建设需处理好的几个问题[J].中国水利,2020(9).
- [4] 韩振中.大型灌区现代化建设标准与发展对策[J].中国农村水利水电,2013(7).

责任编辑 李博远