

大型灌区续建配套和节水改造先进技术推广应用

主讲人:刘群昌

一 概述

1.背景

大型灌区是我国重要的农业规模化生产基地和商品粮、棉、油基地,是农业、农村乃至国民经济发展的基础设施,也是广大农民增收致富、改善生活、提高生活质量的重要支撑条件。但目前大型灌区普遍存在着工程标准偏低、设施老化失修严重、用水管理水平落后、灌溉水利用效率较低等问题,已不能适应我国农业和国民经济发展的要求,成为阻碍农业综合生产能力提高、影响国家粮食安全乃至国民经济可持续发展的重要制约因素。

党中央和国务院高度重视灌溉事业的发展,在《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》中,明确将大型灌区续建配套和节水技术改造作为建设社会主义新农村的重点任务之一。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》也明确指出,到2020年基本完成大型灌区、重点中型灌区续建配套和节水改造任务。灌区续建配套和节水改造的核心是以节水增效为中心,以新技术、新材料、新装备来改造传统灌区,提升大型灌区的科技含量,促进灌区用水方式和生产方式的转变,达到提高灌溉水的利用效率和水分利用效率,实现灌区水资源的优化配置和高效利用的目标,为国民经济和农业可持续发展、农村经济繁荣和生态环境改善提供支撑与保障。

2.新技术推广应用存在的问题与障碍

农业节水科技进步与创新是支撑大型灌区续建配套与节水技术改造任务顺利实施的重要条件之一。尽管各地对灌区新技术的推广应用比较重视,但由于诸多原因,新技术推广应用仍然存在一些问题与障碍,主要表现在以下几个方面:

一是缺乏长效推广机制和奖励措施。目前,农村水利方面没有建立一种激励机制,鼓励技术进步,同时也没有建立推广新技术和淘汰落后的工艺方法等制约机制。

二是科研经费投入不足,研究团队不稳,延续性差,核心技术成果缺乏创新性,主要产品科技含量较低,产业化及市场竞争能力较弱。

三是研究和应用脱节,推广经费不足,体系不健全,政策法规不配套,机制不完善,高效节水灌溉研究成果推广转化工作严重滞后,技术成果转化周期长。

四是工程投资标准偏低,新技术应用的成本一般高于传统技术,因此设计单位因总投资限制尽量避免采用,建设单位因经济利益不愿使用。

五是培训不及时,技术标准更新慢,影响了使用者的积极性。

二 先进技术推广应用

1.工程规划设计理念的变化与更新

(1)现代化灌区与现代化节水型生态灌区的概念

联合国粮农组织(FAO 1997)对灌溉现代化的定义是“与体制、制度改革相结合,在技术上与管理上改进与提高灌溉系统的过程;其目标是改进对劳动力资源、水资源、经济资源和环境资源的利用,以及改进对农民的配水服务”。

鉴于节水在我国的突出重要性,以及过去对生态环境问题的忽视,为强调节水与环境,中国工程院院士茆智提出了现代化节水型生态灌区理念:现代化是一个过程,应与时俱进,符合21世纪中国的国情和时代精神。现代化节水型生态灌区建设坚持以人为本,全面、协调、可持续发展的科学发展观,立足创新,经济发展与环境协调,运用高科技,遵循社会主义市场经济原则。

(2)工程规划设计应加入现代化灌区与现代化节水型生态灌区的理念

根据现代化灌区与现代化节水型生态灌区的概念,新的工程规划设计应加入这些现代的理念,主要包括:与现代化节水型生态灌区建设目标相符合,按“总量控制、定额管理”确定规模,兼顾工程技术与管理技术,适度信息化,兼顾生态、美观与安全,与田间发展高效节水要求相协调。

(3)应用实例——高邮灌区改造的生态实践

高邮灌区节水改造坚持节水与生态统筹,在生态方面,以不影响微生物繁衍与水体自净能力、不影响动物栖息与生存活动、不影响水源水质与水土保持、不影响人居

环境与景观效应等为目标。

在渠道结构上,采取护坡不护底,渠底采用黏土夯实与碾压,保持土壤与水体的通透,增强水体自净能力,保持生物生存环境;缓坡作缓冲,渠道两岸设立缓坡,形成复式断面,不作衬砌,布置植被作为动物微生物活动的缓冲地带;岸墙留孔眼,适当布设动物出入孔洞;分段设通道,每隔100m设一道生态型动物逃逸通道。

从高邮灌区改造的效果看,改造之处人居环境变得优美,集镇环境变得靓丽,水利环境变得友好,社会环境变得和谐。

2. 工程建设与改造中新材料的推广应用

(1) 渠道防渗材料与建筑物修复材料

纳米基混凝土改性剂:能够提高混凝土的抗渗性30%以上,并显著改善混凝土的抗冻性和耐久性。

改性沥青混凝土:高抗裂,韧性好,防冻效果明显,适用于寒冷地区渠道防渗。

聚丙烯纤维混凝土:聚丙烯纤维对混凝土的性能增强效果比较明显,聚丙烯纤维混凝土具有防止或减少混凝土裂缝、提高变形能力和耐久性等优点。

膨润土防水毯:膨润土防水毯是一种新型的复合土工合成材料,简称GCL。膨润土防水毯是利用膨润土的膨胀性防渗、利用土工织物来承载和护面的结构形式,与土工膜同属土工合成材料,在渠道防渗应用中除具有土工膜的所有优点外,还具有自愈合功能,抗张应变、抗干湿循环和抗冻融循环的能力强,比土工膜搭接方便,铺设简单,施工速度快。

复合土工膜:渠道防渗工程目前最常用的复合土工膜是以塑料薄膜作为防渗基材,与无纺布复合而成的土工防渗材料,有一布一膜、两布一膜等。该材料利用塑料薄膜防渗,利用无纺布增加其抗拉强度和抗穿刺能力。由于无纺布表面粗糙,增大了接触面的摩擦系数,有利于复合土工膜及保护层的稳定,并具有竖向防渗、水平导水的性能。

石油沥青聚氨酯接缝材料 (PTN):具有黏结力强(1.0MPa)、断裂伸长率高(不小于800%)、耐温性好(-40℃不脆裂,+70℃不流淌)、耐老化、无毒、无环境污染、价格较低、适应潮湿界面以及常温下施工等优点,止水性能好,施工方便。

喷涂用聚脲弹性体:用于渠道及建筑物裂缝修复。聚脲弹性体材料具有无毒、综合力学性能优异、不透水性良好、低温柔性好、快速固化、对环境条件要求较低、耐水、耐化学腐蚀及耐老化等性能。

模袋混凝土:模袋混凝土是把流动性混凝土与砂浆或粉煤灰用泵压入由高强度尼龙丝编织而成的双层模袋内,形成高密度、高强度、大面积的整体。因其具有较好的抗冻性能和护坡性能,西北寒冷地区衬砌渠道中应用前景广阔。

(2) 新型管道输水管材

大口径管材与管件其投资约占总工程投资的70%~80%,因此渠灌区管道输水灌溉的发展,必须首先研制开发

适合我国国情的优质低价农用高分子管道与管件,以推动我国渠灌区节水灌溉事业的发展。

PCCP管:PCCP管为预应力钢筒混凝土管的简称,最早由法国邦纳(Bonna)公司研制。因PCCP管承压能力高,口径大,接头密封性可靠,对地基适应性好,耐腐蚀性与耐久性强,适用于骨干输水工程。PCCP管的缺点是重量大、运输费较高、输水阻力相应较大。生产标准为JC 625—1996《预应力钢筒混凝土管》。

玻璃钢夹砂管:玻璃钢夹砂管主要由合成树脂和玻璃纤维复合制成,具有结构合理,承压能力强,重量轻,内表光滑,糙率低,管段长,接头少等特点,可用于输水干渠的管道化改造。生产标准为CJT 3079—1998《玻璃纤维增强塑料夹砂管》。

大口径缠绕管:该管材综合利用了塑料和钢材这两种材料的各自优点,管材内层为塑料,表面平整光滑,具有良好的密封、耐磨、耐腐蚀及抗震性能;外表面根据使用场合与环刚度的不同要求,嵌有不同数量与类型的钢带,在塑料型材上采用镀锌钢带或包塑钢带进行结构增强,既保证了管道的耐腐蚀性能,又提高了管道环刚度,确保管道在埋地环境中能够长期使用。应用标准为《大型螺旋塑料管道输水工程技术规范》(已报批)。

PE加筋管:将高强度金属筋材与热塑性塑料有机地复合为一体,充分发挥了金属和塑料各自理化、力学优点,性能互补,形成一种同时具有钢管与塑料管优点的新型管材。生产标准为GB/T 23241—2009《灌溉用塑料管材和管件基本参数及技术条件》。

3. 新工艺、新设备的推广应用

工艺包括渠道的衬砌结构、形式等,新设备包括渠道施工所需的装配式建筑物预制机、大型渠道衬砌机和U形渠道衬砌机。

(1) 渠道防渗防冻胀新型结构形式

混凝土板+置换材料:渠底采用透水材料防护防渗结构:这种结构形式具有防冻胀和渠底防冲、排水等作用,渠底适应冻胀变形能力强,一般适用于季节性冻土地区、地下水水位较高、渠道纵坡较大的大中型渠道。

混凝土板+膜料+置换材料,或混凝土板+膜料+聚苯板:渠底采用膜料防渗,土料保护层防护:这种结构形式防渗、防冻胀效果好,投资较少,一般适用于季节性冻土地区、地下水水位较低、渠道纵坡较小、宽浅式的大中型渠道。

膨润土防水毯+土料保护层:这种结构形式防渗防冻胀效果好,投资较少,一般比混凝土板+膜料+聚苯板结构形式投资可以降低约30%。适用于冻胀破坏比较严重的地区、渠道纵坡较小的大中型渠道。

弧底梯形预制混凝土板+膜料防渗结构:弧底梯形是一种能够适应冻胀变形的渠道断面形式,渠道弧底一般采用现浇混凝土,适用于渠基冻胀变形较小的中小渠道防渗防冻胀。但是,有的灌区所处地区冬季寒冷,不宜施工,春、

夏、秋季渠道停水时间很短,不能满足现浇混凝土衬砌渠道的时间要求,使其推广应用受到很大限制。采用全断面预制混凝土板+膜料防渗结构,不仅具有很好的防渗防冻胀效果,又克服了现浇混凝土渠底需要时间较长的缺点。

改性沥青混凝土预制板防渗结构:针对小型渠道现场浇筑改性沥青混凝土,其弯曲部位沥青混凝土的压实密度难以保证,尤其曲率半径较小的结构,难以应用现有的碾压设备压实,使用振动夯难以保证压实曲面的光滑,影响工程质量问题,研制了在平面上压实板材后再弯曲成型,现场铺装、灌缝处理成型的施工工艺。

包心加筋结构:加筋包心结构利用了土在侧向变形受约束条件下其承载能力提高的原理,通过加筋材料和两侧土工包对包心结构体内土体约束,使分散土体形成稳固结构。当各稳固的单元结构竖向叠加在一起时,就组成了一个柔性的重力支挡结构——贴坡式加筋挡土墙,用于处理渠道边坡问题。

(2) 施工新技术和方法的推广应用

我国渠道防渗施工目前正向半机械化及机械化施工方向发展,U形混凝土衬砌渠道已研制开发了系列的小型渠槽开挖机和混凝土衬砌机,大中型U形渠道衬砌采用喷射法混凝土施工和预制与现浇相结合的方法,并研制开发了多种渠道衬砌预制块压机和混凝土衬砌机。这些工程机械设备的研制和应用,对提高衬砌与防渗工程质量、加快施工进度、降低工程造价和提高工程效益起到了良好的作用,使我国渠道衬砌与防渗工程施工技术向半机械化和机械化方向迈出了可喜的一步。

4. 综合技术的集成与相互结合

大型灌区的发展涉及多方面的因素,需要采取综合措施。“十一五”期间,启动了国家科技支撑计划项目“大型农业灌区节水改造工程关键支撑技术研究”,通过8个方面的技术集成,构建了大型灌区节水改造工程技术体系。

①灌区诊断评价技术与方法及节水改造标准体系研究成果包括灌区状况诊断评价技术与方法,大型灌区状况诊断系统,大型灌区节水改造标准体系及大型灌区节水改造综合诊断评价专家决策系统。

②灌区田间节水改造技术集成模式研究成果包括喷灌技术区域适应性评价及集成模式,微灌技术集成模式,精细地面灌溉技术集成模式,水稻高效灌溉技术集成模式及末级渠系改造技术模式与标准。

③灌区输水技术与产品开发成果包括渠系及建筑物老化诊断技术以及防治与修复技术,渠道防渗抗冻胀新材料及铺设施工技术,渠灌区管道输水灌溉技术模式等。

④灌区用水管理及量水技术与产品成果包括末级渠道量控水设备与量水建筑物标准化,灌区用水动态管理信息采集、传输技术与产品,基于RS和GPS的数字灌区渠系特征计算机识别技术,灌区动态配水模拟仿真技术与群决

策支持模型,基于网络技术的灌溉用水实时调度与测控系统及灌区用水管理信息化标准结构体系。

⑤灌区地下水开发利用关键技术成果包括灌区地下水承载力评价指标体系与方法,灌区地下水开采模式、机井诊断修复技术,灌区地下水最优管理模式及动态观测可视化平台,灌区地下水与地表水联合利用技术与优化运行模式,不同成井条件下的适宜井型结构与成井工艺及灌区地下水开发利用技术模式与集成。

⑥灌区农田排水与再利用关键技术成果包括农田涝渍灾害防治技术,节水灌溉条件下农田水盐动态调控技术,农田控制排水技术,农田排水再利用技术及农田暗管排水新产品与施工工艺。

⑦灌区大型泵站改造关键技术成果包括泵站技术经济指标体系及其综合评价方法,泵站工程老化及设备故障诊断方法,泵站系统模拟仿真及测试技术,泵站系统优化配置与运行管理技术及泵站相关标准。

⑧灌区节水改造环境效应及评价方法成果包括灌区节水改造对农田水循环与生态的影响,灌区节水改造对农业水土环境的影响,灌区节水改造对水肥利用率的影响及其调控技术,灌区节水改造环境效应评价方法及基于生态健康和环境友好的灌区节水改造模式。

5. 工程管理技术的发展

工程管理技术是灌区管理现代化的组成部分,随着灌区现代化的进程而发展。主要是以数字化、网络化、智能化和可视化为主要特征的信息化作为手段和途径,实现灌区管理所需的水情、墒情、工情等信息的采集、传输、存储、处理与分析的自动化。现成熟的成果有:太阳能自控闸门、低功耗水位计、低成本低功耗的适用于明渠量水的超声波水位传感器、基于IP的灌溉用水数据采集设备、低成本小型移动式量水装置、IC卡智能取水装置等。

三 建 议

为了推进新技术、新材料、新工艺在灌区的应用,建议:一是充分发挥政府主管部门的主导性,组织相关专家完成新技术的评审,制定水利部灌区新技术推广目录。二是加强宣传,提高认识,增强相关人员推广和采用新技术的自觉性;完善技术推广机制,提高应用单位的积极性。三是加强科研单位与灌区管理单位的互通,促使科研为生产实践服务,促进技术成果转化;四是针对灌区需要,加强技术研究和示范;五是整合各方面力量,建立技术信息发布与转化平台;六是充分发挥各类协会的作用,加强灌区之间的交流和参观;七是加大技术应用的投入和人才的培训。 ■

(主讲人简介:刘群昌,中国水利水电科学研究院教授级高级工程师,主要从事灌溉工程技术研究。)

责任编辑 邵自平