

农业灌溉用水节约技术在不同灌区的适用性比较

孟庆雪

吉林省水利水电勘测设计研究院

DOI:10.32629/hwr.v9i12.6705

[摘要] 水资源短缺已成为制约我国农业可持续发展的关键因素,农业灌溉作为用水大户,其节水技术的推广应用具有重要的现实意义。本文系统分析当前主要农业灌溉节水技术的原理与特点,包括喷灌技术、滴灌技术以及渠道防渗与管道输水技术。重点探讨不同节水技术在大型灌区与中小型灌区的适用性差异。研究表明,灌区规模、地形条件、作物类型、经济基础因素对节水技术的选择具有显著影响,大型灌区适宜采用综合性节水改造方案,中小型灌区则应注重技术的经济性与可操作性。本文提出因地制宜选择节水技术的优化建议,为不同类型灌区的节水灌溉技术推广提供理论参考与实践指导。

[关键词] 农业灌溉; 节水技术; 灌区适用性; 喷灌; 滴灌; 渠道防渗

中图分类号: S274.3 文献标识码: A

Comparison of Applicability of Agricultural Irrigation Water Saving Technology in Different Irrigation Areas

Qingxue Meng

Jilin Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Institute

[Abstract] The shortage of water resources has become a key factor restricting the sustainable development of agriculture in China. As a major water user, the popularization and application of water-saving technology in agricultural irrigation has important practical significance. This paper systematically analyzes the principles and characteristics of the main agricultural irrigation water-saving technologies, including sprinkler irrigation technology, drip irrigation technology, canal seepage control and pipeline water delivery technology. This paper focuses on the differences of applicability of different water-saving technologies in large irrigation areas and small and medium irrigation areas. The research shows that the scale of irrigation area, topographical conditions, crop types and economic basis factors have a significant impact on the selection of water-saving technologies. Comprehensive water-saving transformation schemes are suitable for large irrigation areas, while the economy and operability of technologies should be emphasized for small and medium irrigation areas. In this paper, the optimization suggestion of selecting water-saving technology according to local conditions is put forward, which provides theoretical reference and practical guidance for the popularization of water-saving irrigation technology in different types of irrigation areas.

[Key words] agricultural irrigation; Water-saving technology; Applicability of irrigation area; Sprinkler irrigation; Drip irrigation; Canal seepage control

引言

农业是国民经济的基础产业,而灌溉用水占据农业用水的绝大部分,随着人口增长、城镇化进程加快以及气候变化的影响,水资源供需矛盾日益突出,传统粗放型灌溉方式已难以满足现代农业发展需求,发展节水灌溉技术是解决农业用水困境、提高水资源利用效率的根本途径。然而,我国灌区类型多样,在规模、地形、气候、经济条件方面存在显著差异,同一节水技术在不同灌区的应用效果往往差异明显。因此,开展节水技术在不同灌区

适用性的比较研究,对于科学指导灌区节水改造、优化水资源配置具有重要的理论价值与实践意义。本文将从技术原理、应用特征及灌区差异角度,系统分析主要节水灌溉技术的适用条件,为灌区节水技术的合理选择提供参考依据。

1 农业灌溉节水技术发展的背景与意义

1.1 水资源短缺与农业灌溉的现实矛盾

水资源是农业生产的命脉,农业灌溉用水量在各国用水量总量中所占的比重较大,目前全球性的水资源短缺问题越来越严

重,人均水资源占有量持续下降,可利用淡水资源的时空分布极不均匀。在此背景下,农业灌溉遇到水源供给不足和用水需求增长的双重压力,传统灌溉方式以大水漫灌为主,水资源浪费严重,灌溉水利用系数低,大量的水在输送和田间应用过程中被浪费掉,同时随着种植面积的扩大和复种指数的提高,农业灌溉用水量不断增多,而可供农业使用的水资源总量却被工业用水、生活用水、生态用水等所占而不断减少。供需失衡的矛盾在干旱半干旱地区尤为突出,严重制约着农业生产的发展,急需用水技术手段提高灌溉用水效率^[1]。

1.2 节水灌溉技术推广的必要性分析

推广节水灌溉技术是缓解水资源压力、保障粮食安全的长远之计,从经济效益的角度看,节水灌溉能大幅度减少单位面积灌溉用水量,缩减农民水费支出和灌溉劳动投入,提升农业生产经济效益。从生态效益上讲,节水灌溉能削减地下水超采,减小土壤盐碱化危险,减轻农业面源污染,对守护水生态环境有益处,从社会效益上讲,节水灌溉技术的推广有益于减轻区域水资源竞争,削减用水纠纷,推进农村社会和谐稳定。另外,随着农业现代化的发展,传统的灌溉方式已经不能满足规模化、集约化的农业生产需求,节水灌溉技术与农业机械化、信息化相结合,可以提高农业生产整体效率和管理水平,是实现农业高质量发展的技术支撑^[2]。

1.3 灌区差异化用水管理的重要价值

我国的灌区类型繁多,根据规模可以分为大型灌区、中型灌区、小型灌区,各类灌区在基础设施条件、管理体制、经济发展水平上存在着较大的差异。大型灌区一般具有比较完善的渠系配套设施和专业化队伍,但是灌溉面积大、输水距离长、用水调配复杂,中小型灌区数量众多、分布广泛,在保障农业生产中发挥着重要的作用,但是普遍存在着设施老化、管理薄弱、投入不足等问题,这种差异性决定了节水技术的选择不能采取一刀切的方式,必须充分考虑灌区的实际情况。实施差异化用水管理,根据灌区特点选择适合的节水技术组合,既可以发挥技术的优势、提高节水效果,又可以控制投资成本、保证技术的可持续运行,是提高灌区节水改造整体效益的关键所在^[3]。

2 主要农业灌溉节水技术及其特点分析

2.1 喷灌技术的原理与应用特征

喷灌技术是通过专门的设备将有压水流经管道输送至田间,再通过喷头将水喷射到空中形成细小水滴,均匀散落在作物和地面上的一种灌溉方式,其工作原理是利用水泵或自然水头产生的压力,克服管道沿程阻力和喷头工作压力,使水流以一定速度从喷嘴喷出,在空气阻力作用下破碎成雾状水滴降落至地表。水滴在下落过程中逐渐分散,形成类似自然降雨的效果,能够较为均匀地覆盖灌溉区域,使土壤表层得到充分湿润,喷灌系统主要由水源工程、首部枢纽、输配水管网和喷头部分组成,其中首部枢纽承担着加压、过滤、调节流量的关键功能,输配水管网负责将水流分配到各个灌溉单元,喷头则是实现水流雾化和均匀喷洒的核心部件。按照设备移动方式可分为固定式、半固定式

和移动式,不同类型适应不同规模和管理条件的灌区需求。喷灌技术具有省水效果明显、适应地形能力强、便于实现自动化控制的优点,灌溉水利用系数可达到较高水平,相比传统地面灌溉能够大幅减少深层渗漏和地表径流损失,该技术对水源水质要求相对较低,适用于大田作物、牧草、蔬菜等多种作物的灌溉^[4]。

2.2 滴灌技术的原理与应用特征

滴灌技术是利用管道系统将水直接输送到作物根部附近土壤,通过滴头以缓慢稳定的流速将水滴入土壤进行灌溉的一种精准灌溉方式。其工作原理是通过首部枢纽对水进行过滤、施肥、调压处理后,经输配水管网分配至毛管,再由安装在毛管上的滴头以滴水形式湿润作物根区土壤。水分在滴头出水后依靠土壤毛细管作用向四周扩散,在作物根系分布范围内形成适宜的湿润区域,既满足作物生长需水要求,又避免水分向深层土壤和非种植区域的无效损耗。滴灌系统主要包括水源工程、首部枢纽、输配水管网和滴头四个部分,首部枢纽中的过滤设备对保障系统正常运行至关重要,输配水管网通常由干管、支管和毛管三级管道组成,滴头作为系统的末端执行部件直接决定灌溉的精准程度,按照毛管布置方式可分为地表滴灌和地下滴灌,地下滴灌将毛管埋入土壤耕作层以下,能够进一步减少蒸发损失并避免对农事操作的干扰。滴灌技术是目前最为节水的灌溉方式之一,具有节水效率高、可与施肥结合、减少杂草生长、不受地形限制等显著优点。该技术能够精确控制灌水量和灌水时间,实现水肥一体化管理,特别适用于果树、蔬菜、经济作物高附加值作物的灌溉,能够显著提高作物产量和品质^[5]。

2.3 渠道防渗与管道输水技术特征

渠道防渗技术是通过在渠道表面铺设防渗材料或对渠道进行衬砌处理,以减少渠道输水过程中的渗漏损失,常用的防渗材料包括混凝土、浆砌石、塑料薄膜、土工膜,其中混凝土衬砌应用最为广泛,具有强度高、耐久性好、防渗效果稳定特点。塑料薄膜和土工膜防渗具有施工简便、成本较低的优势,适合在经济条件有限的地区推广应用。不同防渗材料的选择应根据渠道规模、工程投资、使用年限等因素综合确定,以达到技术可靠与经济合理的平衡。渠道防渗能够有效减少输水渗漏、加快输水速度、缩小渠道断面、节约土地占用,是灌区骨干工程节水改造的重要措施,对于提高灌区整体输水效率具有基础性作用。管道输水技术则是以管道代替明渠进行灌溉输水,利用水泵加压或自然水头使水在封闭管道中输送至田间,管道材料主要有混凝土管、塑料管、钢管,其中塑料管因重量轻、施工方便、耐腐蚀性好而得到越来越广泛的应用,管道输水具有输水损失小、输水速度快、占地面积少、便于自动化控制优点,管道输水效率可接近百分之百,几乎消除输水过程中的蒸发和渗漏损失。该技术还具有减少蒸发损失、防止水质污染、适应复杂地形特点,在平原井灌区和山丘灌区均有广泛应用,特别适合地形起伏较大、明渠难以布设的区域。

3 节水技术在不同灌区的适用性比较与建议

3.1 大型灌区节水技术的适用性分析

大型灌区通常灌溉面积广阔,渠系工程规模庞大,具有较为完善的管理机构和技术力量,经济基础相对较好,适宜开展系统性的节水技术改造。在骨干工程方面,渠道防渗技术是大型灌区节水改造的首选方案,干支渠输水距离长、流量大,渗漏损失在总损失中占有较大比重,实施渠道衬砌防渗能够显著提高渠系水利用系数。在田间工程方面,大型灌区可根据作物种植结构和地形条件分区域推广不同的节水灌溉技术,对于大田粮食作物集中连片种植区宜发展大型喷灌系统,对于经济作物种植区和设施农业区可推广滴灌技术,大型灌区还应注重信息化建设,建立用水计量监测系统和智能调度平台。

例如,某北方平原大型灌区在实施节水改造时,首先对全长数十公里的干渠进行混凝土衬砌施工,工人们先将原有土渠清理平整,然后铺设防渗土工膜作为基层保护,再浇筑厚度适中的混凝土板,接缝处采用橡胶止水带密封处理。在田间工程方面,该灌区针对万亩小麦种植区统一安装大型平移式喷灌机组,每台机组覆盖上百亩农田,通过中央控制室远程操控喷灌时间和水量。同时建设智能化调度中心,在各级渠道和泵站安装流量计和水位传感器,管理人员通过电脑屏幕即可实时监测全灌区用水情况。

3.2 中小型灌区节水技术的适用性分析

中小型灌区数量众多,分布范围广泛,在农业生产中具有不可替代的作用,但普遍存在工程设施老化、配套不完善、管理力量薄弱问题,节水技术的选择需要更加注重经济适用性和可操作性。在渠系改造方面,中小型灌区可根据实际条件选择不同的防渗方案,经济条件较好的灌区可采用混凝土衬砌防渗,投资有限的灌区可采用塑料薄膜防渗或土料衬砌低成本方案。管道输水技术在中小型灌区具有较强的适用性,尤其适合于井灌区和输水距离较短的自流灌区,工程规模较小、施工简便、见效快,农民易于接受和维护管理。在田间灌溉技术方面,中小型灌区应根据当地水源条件、作物类型和农户经济能力灵活选择,对于种植经济作物的农户可引导发展小型滴灌系统。

3.3 因地制宜选择节水技术的优化建议

合理选择节水灌溉技术是提高灌区节水改造成效的关键,必须坚持因地制宜的原则,综合考虑灌区自然条件、社会经济条

件和技术管理条件等多方面因素。在自然条件方面,应充分考虑灌区的气候特征、地形地貌、土壤类型和水源条件,干旱少雨地区应优先发展高效节水灌溉技术,地形平坦的灌区适宜发展大型喷灌,山丘区则宜发展微灌和小型喷灌技术,砂性土壤渗漏快应选择灌水频率高、灌水定额小的灌溉方式。在经济条件方面,应进行投资效益分析确保技术的经济可行性,高投入技术适用于高附加值作物和经济条件较好的地区,低成本技术更适合经济欠发达地区。

4 结语

农业灌溉节水技术推广应用是解决水资源短缺、促进农业可持续发展的必然选择,本文从喷灌、滴灌、渠道防渗及管道输水主要节水技术原理和特点入手进行系统分析,并比较了大型灌区与中小型灌区的适用性差异,研究表明:大型灌区宜采用以渠道防渗为主、田间高效节水灌溉为辅的综合改造方案,中小型灌区应注重技术的经济适用性,灵活选择适合当地条件的节水技术类型,节水技术的选择要遵循因地制宜原则,综合考虑自然条件、经济条件、管理条件等因素,避免盲目引进、简单复制。随着农业现代化进程的加快以及信息技术的发展,智能化、精准化的灌溉技术会成为节水灌溉发展的主要方向,各个灌区要积极探索适合自身特点的节水技术发展道路。

[参考文献]

- [1]李婷,修长百,李洁.不同灌溉方式的灌溉用水效率及影响因素分析[J].人民黄河,2025,47(2):124-130.
- [2]雒仪,王启优,王学良.甘肃省蔬菜灌溉用水定额修订与评估研究[J].中国农村水利水电,2023,(12):180-187.
- [3]冯小燕,陈娅,郑健.甘肃省农业灌溉用水定额修编与评估[J].中国农村水利水电,2023,(5):180-186.
- [4]王亦可,孙栋元,杨俊.河西走廊农业灌溉用水效益评估及其影响因素分析[J].甘肃农业大学学报,2025,60(1):288-296.
- [5]周淑梅,卢娜.河北省农业灌溉水资源价值分析——以冬小麦和夏玉米为例[J].中国农机化学报,2025,46(3):277-284.

作者简介:

孟庆雪(1996--),女,汉族,吉林省长春市人,硕士研究生,中级,研究方向:水利水电工程。