

水利工程中高效节水灌溉技术的探讨

谢 伟

宁夏农垦建设有限公司 宁夏 银川 750001

摘要：高效节水灌溉技术作为现代水利工程核心组成部分，对水资源合理利用与农业可持续发展意义重大。喷灌、滴灌及渗灌等技术各展所长，在提高水资源利用率、提升农作物产量方面成效显著。然而，当前技术应用存在区域差异、作物适配不均及设备运维难题。通过加强技术研发创新、优化设备性能、深化推广培训并紧密结合农业生产，可进一步挖掘其节水增产潜力，为水利工程建设与农业现代化提供有力支撑。

关键词：水利工程；高效节水；灌溉技术

引言

在全球水资源短缺与农业用水需求激增的矛盾日益凸显背景下，高效节水灌溉技术成为缓解水资源供需矛盾、保障农业稳定发展的关键路径。喷灌、滴灌等多种技术凭借精准供水、节水节能等优势，逐渐在水利工程中广泛应用。在实际推广过程中，技术应用面临诸多挑战，影响其效能发挥。本文基于此，深入剖析高效节水灌溉技术应用现状，提出针对性优化策略，以期为水利工程节水技术革新与农业高质量发展提供理论参考。

1 高效节水灌溉技术概述

1.1 高效节水灌溉技术的定义

高效节水灌溉技术是以水资源高效利用为核心，集成高新技术实现以少量灌溉水量取得优良农业生产成果的灌溉方式。该技术主要涵盖有压灌溉形式，包括喷灌、滴灌和渗灌等，是涉及管理、经济、科技等多方面的复杂系统工程。通过工程节水技术，如采用防渗性能良好的管道输水系统，结合农艺节水措施，包括选用抗旱作物品种、优化耕作制度等，有效提升灌溉水利用系数，显著降低输水过程中的渗漏和蒸发损失。以管道输水灌溉技术为例，其输水过程中的水利用率可达95%以上。高效节水灌溉技术在大田作物、蔬菜、果树等经济作物种植，以及温室大棚等设施农业中均得到广泛应用，对推动农业现代化和可持续发展具有重要意义。

1.2 高效节水灌溉技术类型

1.2.1 喷灌技术

喷灌技术借助专业设备，将加压后的水输送至农田，并喷射至空中形成细小水滴以实施灌溉。宁夏农垦将喷灌技术主要应用于蔬菜和部分绿化林带。该技术显著优势在于对复杂地形的良好适应性，可有效调节农田空气湿度与温度，尤其适用于透水性佳的土壤环境。通过精准调控喷水量与均匀度，喷灌能规避地面径流与深

层渗漏问题，节水效果显著，较传统漫灌可节约30%-50%用水量。该技术便于实现机械化与自动化作业，大幅降低人力成本，且支持化肥、农药同步施用。需注意，喷灌系统前期建设成本较高，且易受风力干扰，当风速超过5.5m/s时，灌溉均匀性将明显下降。根据技术特性，喷灌系统可细分为机压式、自压式、提水蓄能式，以及管道式、机组式、定喷式、行喷式等多种类型。

1.2.2 滴灌技术

滴灌技术通过塑料管道系统，将水经直径约10mm水管上的小孔或滴头，直接输送到作物根系周围进行精准灌溉。在水资源匮乏地区，滴灌是最高效的节水灌溉方式，其水资源利用效率可达95%。宁夏农垦已在玉米和葡萄种植中广泛应用该技术。与喷灌相比，滴灌不仅节水效果突出，还能显著提高作物产量，结合施肥可使肥料利用率提升一倍以上，特别适用于果树、蔬菜等经济作物及温室大棚的灌溉。滴灌不会破坏土壤结构，能有效保持土壤水、肥、气、热的平衡，减少水分蒸发、地面径流和深层渗漏。滴灌系统存在滴头易堵塞的问题，因此对水源过滤要求极高；系统建设成本较高，对管理人员专业水平和农田规模化种植程度要求也较为严格。滴灌按布置形式可分为地面固定式等，按控制方式可分为手动、半自动和全自动。当前玉米种植推广的大条田滴灌模式虽能增加种植面积，但在宁夏盐碱地较多的区域，存在加剧土壤盐渍化和雨季积水的风险。

1.2.3 渗灌技术

渗灌技术是将灌溉水引入田面以下一定深度，借助土壤毛细管作用使根区土壤得以湿润，以满足作物生长需求，因此也被称为渗灌。该技术是宁夏农垦近几年大力推广的新技术，主要应用于苜蓿种植领域。渗灌技术有其特定的适用范围，它适用于上层土壤具备良好的毛细管特性，而下层土壤透水性较弱的地区。不过，由于

盐碱化土壤的特殊性质，渗灌技术并不适用于土壤盐碱化地区。典型的地下灌溉系统主要由输水部分和田间灌水部分构成。输水部分可采用渠道或管道与水源相连，田间灌水部分则是埋设于田面以下的渗水管网。渗灌技术具有诸多优势。第一，它不会破坏土壤结构，能够使土壤上层保持良好的通气状态，让水、热、气三因素的比例保持协调，并且可以实现自动调节。该技术能够均匀地输送水分和养分，为植物营造出稳定的生长环境，进而带来显著的增产效果。第二，渗灌技术使地表含水率维持在较低水平，水分蒸发极少，输水过程中基本无损失，水的利用率极高。与喷灌相比，渗灌可节水50%~70%。第三，灌溉水仅需低压输送，节能效果显著。第四，采用渗灌技术还能有效减少病虫草害的发生。

2 水利工程中高效节水灌溉技术的应用现状

2.1 技术应用区域差异明显

(1) 在干旱半干旱地区，水资源稀缺性促使高效节水灌溉技术成为农业生产的必然选择。以我国西北内陆地区为例，新疆、甘肃等地因降水少、蒸发量大，滴灌、渗灌技术应用广泛，通过精准控制水量，有效应对水资源匮乏问题，在棉花、葡萄等经济作物种植中实现高产稳产。(2) 在水资源相对丰富的南方地区，尽管具备充足的灌溉水源，但地形地貌复杂，丘陵山地较多。受限于地块分散、高差较大等因素，喷灌、管灌技术推广面临挑战，传统灌溉方式仍占据较大比例，高效节水灌溉技术覆盖率低于北方干旱地区。(3) 不同区域的土壤质地、气候条件对技术适用性影响显著。如砂质土壤保水能力差，滴灌技术更能避免水分快速渗漏；在盐碱化土壤地区，由于盐分易随水分迁移聚集，渗灌技术易加剧土壤盐渍化风险，并不适用。高温干旱地区蒸发量大，需搭配覆盖保墒等农艺措施提升灌溉水利用率；降水充沛地区，需考虑排水防涝与灌溉系统的协同设计，区域间技术应用呈现明显的差异化特征^[1]。

2.2 不同作物应用情况不均衡

(1) 在经济价值较高的作物种植领域，高效节水灌溉技术推广应用成效显著。以宁夏为例，当地通过大力推广玉米大田滴灌技术，构建起完善的节水灌溉体系。该技术依托智能化设备，根据玉米不同生长阶段的需水需肥规律，实现精准灌溉与水肥一体供应。不仅有效减少了水资源浪费，还显著提升了玉米的产量与品质，使玉米颗粒饱满、淀粉含量增加。凭借突出的节水增产效益，这一技术在宁夏玉米种植区得到广泛应用，切实保障了种植户经济效益。(2) 相比之下，大田粮食作物如小麦、玉米等，种植效益相对较低，种植户对灌溉技术

改造的资金投入能力有限。加之大田作物种植面积广、规模化程度高，高效节水灌溉设备的安装与运行成本压力大，导致该类作物仍以传统漫灌或简易管灌为主，技术升级动力不足。(3) 多年生作物与一年生作物的灌溉需求差异，也使得技术应用不均衡。多年生果树等作物根系分布稳定，采用固定式滴灌系统可长期发挥节水增效作用；一年生作物频繁更换种植区域，移动式灌溉设备应用成本高，限制了部分高效节水技术在一年生作物种植中的广泛应用。

2.3 设备使用与维护问题突出

(1) 高效节水灌溉设备对安装工艺和操作规范要求较高。部分地区由于施工技术水平有限，在设备安装过程中，常出现管道连接不严密、密封性差，灌水器布局不合理、间距不当等问题，导致灌溉均匀度下降，影响灌溉效果和设备使用寿命。(2) 在设备运行过程中，由于缺乏专业维护人员和有效的维护机制，滴灌系统滴头堵塞、喷灌设备喷头损坏等故障频发。特别是在水质较差地区，未经过严格过滤处理的灌溉水易造成设备内部堵塞，降低灌溉效率，增加维修成本。(3) 设备老化也是不容忽视的问题。随着使用年限增长，管道老化破裂、控制阀门失灵等现象逐渐增多，而更换整套设备成本高昂，使得部分种植户因资金不足，选择继续使用老旧设备，导致灌溉系统运行效率低下，无法充分发挥高效节水灌溉技术的优势^[2]。

3 水利工程中高效节水灌溉技术的优化策略

3.1 加强技术研发与创新

在水利工程高效节水灌溉领域，技术创新是提升灌溉效率与质量的核心驱动力。聚焦新型灌水技术研发，通过探索新材料、新工艺，研发具有更高输水效率与抗堵塞性能的灌水器，如采用纳米涂层技术处理滴头表面，降低污垢附着几率，提升滴灌系统稳定性。借助计算机模拟与数值分析技术，对灌溉水流在不同土壤质地、地形条件下的运动规律进行深度研究，优化灌溉系统设计参数，提高灌溉均匀度与水利用效率。在智能化技术融合方面，大力推进物联网、大数据、人工智能与灌溉技术的深度结合，开发具备智能感知、精准决策功能的灌溉控制系统。通过部署土壤湿度传感器、气象监测设备实时采集数据，系统自动分析并生成精准灌溉方案，实现对灌溉时间、水量的精确控制，减少人为操作误差，提升灌溉管理的科学化与精细化水平。积极开展不同灌溉技术集成创新研究，根据不同作物生长需水规律与农田实际条件，将喷灌、滴灌、渗灌等技术有机结合，形成适应性更强、节水效果更优的综合灌溉模式，

满足多样化农业生产需求。

3.2 提高设备质量与性能

设备质量作为高效节水灌溉技术效能发挥的核心支撑,其重要性不言而喻。生产制造各环节需严格把控质量。原材料选择上,优先采用高强度、耐腐蚀、抗老化的工程塑料与金属材料,如新型改性聚乙烯制作灌溉管道,可增强抗紫外线与耐化学腐蚀能力,延长使用寿命,降低成本。优化生产工艺,引入先进注塑、精密加工技术,提升灌水器制造精度,确保出水均匀稳定,减少灌溉不均。建立严格全面的质量检测体系,对设备进行耐压、流量均匀性、抗堵塞等多项性能测试,保证高标准质量。针对不同场景开展定制化研发,依据大田作物、经济作物、温室大棚等种植环境特点设计适配设备,实现精准灌溉。加强设备质量追溯管理,建立产品唯一标识,实现全生命周期质量跟踪管控,为高效节水灌溉提供坚实可靠的设备保障^[3]。

3.3 强化技术推广与培训

技术推广与培训是推动高效节水灌溉技术广泛应用的重要途径。构建多元化技术推广渠道,利用现场示范、技术讲座、网络平台等多种方式,向广大种植户展示高效节水灌溉技术的实际应用效果与优势。在田间地头建立示范基地,通过实际种植案例,直观呈现不同灌溉技术在作物增产、节水方面的显著成效,增强种植户对新技术的认知与信任。制作专业技术视频、图文资料,借助互联网平台进行广泛传播,方便种植户随时随地学习。开展针对性技术培训,根据种植户的知识水平与实际需求,制定差异化培训内容。对于缺乏基础技术知识的种植户,从灌溉设备的基本原理、安装方法入手,进行通俗易懂的讲解与实操演示;对于具备一定技术基础的种植户,深入讲解灌溉系统的优化设计、故障诊断与维修等高级知识与技能。邀请行业专家、技术能手进行现场指导,及时解答种植户在技术应用过程中遇到的问题,提高种植户对高效节水灌溉技术的操作能力与应用水平,促进技术在农业生产中的快速推广。

3.4 注重与农业生产的结合

高效节水灌溉技术只有紧密结合农业生产实际,才能充分发挥其价值。深入研究不同作物的生长需水规律,通过田间试验、生理指标监测等手段,准确掌握作物在不同生长阶段对水分的需求特性,以此为依据制定个性化灌溉方案。例如,在作物苗期需水量较少时,采用小流量、低频灌溉方式;在生长旺盛期加大灌溉量与频率,满足作物生长需求。将节水灌溉技术与农艺措施有机融合,结合深耕深松、覆盖保墒等耕作技术,改善土壤结构,提高土壤保水保肥能力,增强作物抗旱性。配套推广合理的施肥技术,通过灌溉系统实现水肥一体化,将肥料精准输送到作物根部,提高肥料利用率,减少肥料流失与环境污染。针对不同种植模式与农田条件,优化灌溉系统布局与运行管理。在规模化种植区域,采用自动化程度高的灌溉系统,实现大面积农田的统一高效管理;在分散地块,设计灵活便捷的小型灌溉设备,满足多样化种植需求,使高效节水灌溉技术真正成为促进农业增产增收、实现可持续发展的有力支撑^[4]。

结语

综上所述,高效节水灌溉技术在水利工程中的应用兼具必要性与迫切性。尽管当前存在应用不均衡、设备维护难等问题,但通过持续推进技术研发创新、提升设备质量、强化推广培训,以及实现与农业生产的深度融合,有望突破发展瓶颈。未来,随着技术的不断完善与推广,高效节水灌溉技术将在保障水资源可持续利用、推动农业绿色发展上发挥更大作用,助力水利工程建设迈向新台阶。

参考文献

- [1]魏成.水利工程灌溉中的高效节水技术研究[J].水上安全,2024(22):76-78.
- [2]何运长.水利工程灌溉中的高效节水技术分析[J].城市周刊,2024(37):141-143.
- [3]于群,张科.高效节水灌溉技术在水利工程中的应用探究[J].水上安全,2023(14):91-93.
- [4]包正丽.高效节水灌溉在水利工程中的应用[J].水上安全,2024(2):82-84.