

农田水利灌溉节水技术及应用策略

牛孟蛟

河南省陆浑灌区洛阳市偃师区服务中心 河南 洛阳 471900

摘要: 节水技术涵盖工程、田间精准、新型三类, 工程节水有渠道防渗等技术, 田间精准含喷灌等方式, 新技术包括渗灌等。应用模式分为规模化农田高效、小型农田精准、设施农业水肥一体化, 分别适配不同场景。应用需做好技术适配选型、基础设施升级维护、农户能力建设与参与机制构建, 同时通过数字技术融合构建智能化节水体系, 推动灌溉管理转型。本文围绕节水技术分类、应用模式与适配场景、实施路径及智能化应用策略展开阐述, 为农业节水高效发展提供参考。

关键词: 农田水利; 灌溉节水技术; 应用策略

引言: 在农业用水需求持续增长与水资源短缺矛盾日益突出的当下, 节水技术成为农业可持续发展的关键支撑。从工程节水、田间精准灌溉到新型节水技术, 各类技术不断革新; 规模化、小型农田及设施农业等模式适配多元场景。然而, 技术落地需科学选型、完善基建、提升农户能力并融入智能化策略。本文将深入探讨相关内容, 助力农业节水增效。

1 节水技术分类

1.1 工程节水技术

渠道防渗技术采用混凝土、塑料薄膜等材料改造输水渠道, 核心是减少渗漏损失, 可大幅提升渠系水利用系数, 相比传统土渠节水效果显著, 为农业生产提供稳定可靠的输水支持。管道输水技术以各类管材替代传统明渠, 实现水源到田间的封闭输送, 水利用系数处于高水平, 同时能节省部分土地占用, 减少耕地浪费, 还能助力农作物实现一定幅度增产, 兼顾节水与增效。低压管道输水系统结合机泵动力或自然水头, 通过低压管道直接灌溉, 运行成本较低, 节水和增产效果明显, 适配性强, 能满足井灌区及地形复杂区域的灌溉需求, 应用场景灵活。

1.2 田间精准灌溉技术

喷灌技术借助加压管道和喷头将水雾化喷洒, 水分分布均匀, 水利用率较高, 可推动农作物大幅增产, 且省去田间传统渠系建设, 降低基建成本, 使用时需控制环境风力以保障灌溉效果。微灌技术通过专用设备将水精准输送至作物根部, 水利用效率极高, 与水肥一体化结合后还能提升肥料利用率, 减少资源浪费, 对水资源控制精准, 适合经济作物及设施农业应用。膜上灌溉技术基于地膜覆盖, 通过膜孔供水, 能减少田间水分蒸发, 节水和增产效果突出, 应用时需严格把控灌溉流量与田块

尺寸, 确保水分均匀渗透至作物根部, 避免浪费。

1.3 新型节水技术

渗灌技术将特制渗灌管埋入地下, 通过毛细孔渗流方式供水, 可直接向深层土壤输水, 有效减少地表水分蒸发和流失, 提升水分利用效率, 适合需要深层土壤湿润的作物灌溉。涌泉灌技术利用涌水器以小股水流灌溉, 无需复杂设备, 结构简单, 对不同土壤和作物适应性强, 应用关键在于控制单股流量与灌溉均匀度, 避免局部积水或水分不足的情况^[1]。加氧灌溉技术通过专用装置向灌溉水注入微纳米气泡, 增加水中溶解氧含量, 能提升作物根系活力和水肥吸收效率, 针对性强, 主要适用于高附加值作物, 助力实现优质高产。

2 节水技术应用模式与适配场景

2.1 规模化农田高效灌溉模式

规模化农田高效灌溉模式以中心支轴式喷灌或平移式喷灌系统为核心装备, 深度融合定位技术与变量灌溉技术, 构建起全流程自动化、智能化灌溉体系。该体系通过传感设备实时捕捉农田土壤墒情、作物生育期需水规律等动态数据, 依据数据模型精准调控灌溉范围、水量分配与灌溉时长, 实现大面积农田的均匀供水, 从根本上解决传统灌溉中灌溉不均、水资源浪费等突出问题, 避免作物因水分供给差异导致的生长参差不齐。其适配场景高度聚焦于地形条件平坦、作物种类统一的区域, 这类区域无复杂地形阻碍大型灌溉设备的移动与作业, 能充分发挥规模化灌溉的高效优势。通过自动化控制技术的全面应用, 灌溉过程无需大量人工参与操作, 不仅大幅降低人工成本投入, 还能避免人为操作失误带来的水资源浪费与灌溉效果不稳定等问题。均匀的水分供给为作物生长创造稳定适宜的水分环境, 有效提升作物整体产量与品质, 实现规模化种植的节水、降本、高产与优

质多重目标,为大面积农业生产提供高效、稳定、可持续的灌溉解决方案,助力规模化农业向集约化、现代化方向稳步发展,推动农业生产效率与资源利用效率的双重提升。

2.2 小型农田精准灌溉模式

小型农田精准灌溉模式以滴灌、微喷灌技术为核心灌溉方式,配套配置便携式过滤器与压力补偿滴头,形成一套灵活高效、适配性极强的灌溉系统。该模式充分考量小型农田普遍存在的地形起伏较大、作物种植种类多样、种植规模零散、地块分布分散等特点,通过精细化的技术设计与设备配置,能够灵活适配不同地形条件下的灌溉需求,同时针对各类作物的需水特性与生长周期差异,精准调整灌溉方式、供水量与灌溉频率,确保水分供给与作物需求高度匹配。模块化的设计理念让整个灌溉系统的安装、调试、拆卸与后期维护更加便捷快速,无需复杂的施工流程与专业技术团队全程参与,显著降低了小型种植主体的应用门槛与前期投入成本。系统深度结合远程控制技术,种植者可通过移动终端随时随地查看田间墒情数据,灵活调控灌溉时长、水流流量与灌溉频率,精准匹配作物各生长阶段的水分需求,完美适配家庭农场或合作社的精细化、集约化种植管理需求。这种精准化灌溉模式不仅能最大限度减少水资源无效消耗,还能通过优化水分供给促进作物根系发育与养分吸收,在节水的同时有效保障作物品质与产量,为小型种植主体带来显著经济收益与生态效益,推动小型农田种植向高效、节水、优质方向转型。

2.3 设施农业水肥一体化模式

设施农业水肥一体化模式将高效滴灌系统与精准营养液供给系统有机集成,通过专用施肥设备实现水分与肥料的同步输送、精准供给,构建起闭环式、智能化的精准水肥供给体系。该模式配备专业的土壤传感设备,能够实时、精准监测土壤中的盐分含量与酸碱值,动态捕捉土壤环境变化与作物养分需求信号,为水肥调控提供科学数据支撑。基于这些实时监测数据,系统可自动或手动动态调整肥料浓度、灌溉量与灌溉频率,确保土壤养分与水分始终处于作物生长的最佳适宜状态,实现水肥供给与作物需求的动态匹配。这种动态调控方式能从源头避免因肥料过量施用导致的土壤盐分积累、土壤板结、养分失衡等问题,减少资源浪费与生态环境压力,同时防止养分不足或水分失衡影响作物生长^[2]。其核心优势在于实现水资源与肥料的高效协同利用,大幅提升两者的利用效率,让作物根系直接、快速、高效吸收水肥养分,避免养分流失与无效消耗,使作物生长状态更稳定、

均匀,有效减少病虫害发生概率。该模式适用于各类温室大棚等设施农业种植场景,尤其契合高附加值作物的精细化生产需求,通过精准水肥管理充分挖掘作物生产潜力,助力设施农业实现优质、高效、绿色、可持续发展,显著提升设施农业的综合效益与市场竞争力,为农业高质量发展提供有力支撑。

3 应用策略与实施路径

3.1 技术适配性评估与选型

技术适配性评估与选型是节水灌溉技术落地见效的关键前提,需建立在对区域核心条件全面、系统、深入研判的基础上,综合考量气候特征、土壤理化性质、作物需水规律、种植规模、生产管理水平和经济承受能力等多重因素,构建科学精准、层次分明的节水技术选型矩阵,为不同应用场景提供差异化、定制化的适配方案。针对降水稀少、气候干燥、蒸发强烈的区域,应将滴灌与膜下灌溉技术作为优先推广方向,通过定向供水模式将水分直接输送至作物根系核心区域,搭配覆盖保墒措施从源头减少地表水分无效蒸发,最大限度留存可用水资源,保障作物播种、拔节、灌浆等关键生育期的稳定水分供给,避免因干旱导致的减产风险;对于风力频发且强度较大的区域,需重点选用防风型喷灌设备,通过优化喷头结构设计、调整喷洒角度与雾化粒径,增强水滴附着性与沉降速度,降低水滴在传输过程中的漂移损耗,确保灌溉水分能够均匀覆盖田间每一处作物,避免局部干旱或积水影响作物正常生长;黏质土壤因颗粒细密、孔隙度小,渗透性能较弱,地表易积水且深层水分难以到达作物根系,此类土壤条件下适配渗灌技术,借助土壤毛细作用与渗灌管的渗流特性,缓慢提升水分纵向渗透效率,让水分持续、平稳地直达作物根系区域,既避免地表积水导致的土壤板结与根系缺氧问题,又减少深层渗漏造成的水资源浪费^[3]。选型过程中需全面权衡技术特性、应用成本、运维难度与区域实际条件,既要充分发挥各类节水技术的核心优势,又要确保其与当地自然环境、种植模式及管理能力的适配,同时兼顾短期成效与长期可持续性,实现技术效果、经济收益与生态效益的协同统一。

3.2 基础设施升级与维护机制

基础设施升级与维护机制是保障节水技术长期稳定高效运行的核心支撑,需从改造升级、配套完善、长效管护三个维度系统推进,构建起“建管并重、权责清晰、高效协同”的良性运行体系。对老化失修、渗漏严重的传统输水渠道进行系统性改造,将其升级为混凝土或高强度塑料材质的防渗管道,从输水源头减少渗漏损失,

大幅提升渠系水利用效率,同时改善输水稳定性,避免因渠道破损导致的灌溉中断问题;在此基础上,配套安装精准调控的闸阀与流量监测设备,实现灌溉水量的实时监控、精准调配与计量管理,为科学灌溉、合理用水提供精准数据支撑,帮助种植者根据作物需水情况动态调整灌溉方案,避免盲目灌溉导致的水资源浪费与土壤次生盐渍化风险^[4]。建立分级分类的专业化维护管理体系,明确各级责任主体与管理职责。由村级水管员负责辖区内灌溉管道、田间阀门、出水口等末端设施的日常巡检,重点排查管道破损、接口渗漏、设备卡顿等常见问题,第一时间上报并进行简易处置,做到早发现、早处置,将故障损失降至最低。在灌溉设备选型环节,重点推广耐磨损、抗堵塞、耐腐蚀的优质灌水器,增强设备对复杂水质、土壤环境的适应性,延长设备使用寿命,降低设备更换频率与维修成本,从长期运营角度控制基础设施全生命周期成本,实现节水灌溉系统的可持续、高效稳定运行。

3.3 农户能力建设与参与机制

农户能力建设与参与机制的构建,是推动节水技术从试点示范走向全面普及、实现长效运行的关键环节,需通过赋能培训、组织协同、示范带动多管齐下,充分调动农户的参与积极性与主动性,激发基层节水内生动力。开展系统性、常态化的节水技术专项培训,培训内容紧密聚焦农户实际应用需求,采用理论讲解与实操演练相结合的方式,不仅涵盖灌溉设备的规范安装、操作流程与日常保养知识,还重点教授常见故障的排查方法、简易维修技巧及土壤墒情、作物需水信号、设备运行数据等关键信息的解读技能,同时普及节水灌溉的基本原理与科学知识,全面提升农户自主操作、自我管理与应急处置的实践能力,消除技术应用门槛。建立“技术示范户-辐射带动”的推广模式,从率先采用节水技术的农户中选拔掌握核心技术、种植经验丰富、示范意愿强的对象作为示范标杆,通过组织现场观摩、经验交流、成果展示等活动,让周边农户直观、生动地看到示范户在实际种植过程中展现的显著节水成效、作物增产效果与经济效益提升,增强节水技术的可信度与吸引力,激发周

边农户的采用意愿。

3.4 智能化节水技术应用策略

智能化节水技术应用策略以数字技术与节水灌溉技术深度融合为核心,构建“感知-决策-执行”闭环体系,推动灌溉管理从经验驱动向数据驱动转型。搭建全域感知网络,整合土壤墒情、作物长势、气象变化等多维度传感设备,实时采集动态数据,打破传统灌溉信息滞后局限,为精准调控提供全面支撑。基于大数据分析 with 算法建立作物需水模型,结合区域自然条件与作物生育规律,自动生成个性化灌溉方案,实现水量、时间与方式的精准匹配。强化智能控制系统与喷灌、滴灌、水肥一体化等现有技术的协同适配,嵌入远程操控、状态监控与故障报警模块,同时搭建数据共享平台,打通设备与管理后台链路^[5]。注重系统兼容性与可扩展性,适配不同规模农田与现有设施,降低改造门槛,以智能化升级进一步提升水资源利用效率,助力农业向精准化、可持续发展。

结束语:节水技术分类多元,应用模式适配不同场景,从规模化农田到小型农田、设施农业均有针对性方案。在应用策略上,做好技术适配选型、升级维护基础设施、加强农户能力建设与参与,并推进智能化节水技术应用。未来,需持续优化技术、完善机制,让节水技术更好落地,实现农业水资源高效利用,推动农业绿色、可持续发展。

参考文献:

- [1]邢培.节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J].新农村,2025,(15):43-45.
- [2]王丽英.高效节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(13):208-210.
- [3]曹灵娜.节水灌溉技术在农田水利灌溉中的应用[J].现代农村科技,2025,(01):70-71.
- [4]张丽珠.农田水利工程中节水灌溉技术的应用[J].智慧农业导刊,2022,2(24):57-59.
- [5]杨杰.智能化节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J].河北农机,2024,(16):133-135.