农村农田节水灌溉技术应用分析

赵　能
新疆峻特设计工程有限公司　新疆　喀什　844000

摘　要：节水灌溉涵盖喷灌、微灌、低压管道输水和节水型地面灌溉四类技术，分别通过空中洒落、根区缓释、封闭输送和重力调控实现水分高效利用。技术选择需匹配作物根系特征、土壤入渗性能、地形坡度及水源丰枯变化。当前应用面临选型与现场条件脱节、设备配套和维护薄弱、作业标准粗放、操作人员技能不足以及各类技术孤立运行等问题。提升路径应聚焦科学诊断选型、完善设备保障体系、细化作业规程、加强实操训练及构建一体化灌溉网络，以系统协同释放节水潜力。

关键词：节水灌溉技术；低压管道输水；地面灌溉

引言：农业水资源紧缺对农田灌溉提出高效利用的刚性要求，各类节水灌溉技术应运而生，但其核心原理和应用条件存在显著差异，需与田间实际工况精准对接。当前技术应用暴露出选型不精、配套不足、作业粗放、用户能力薄弱及技术割裂等共性问题，严重制约节水潜力释放。系统提升应用效果，必须统筹技术选择、设备保障、操作规范、人员培训和体系融合，形成覆盖选型、运行、维护全链条的优化策略，真正实现节水增效。

1 农村农田节水灌溉技术核心类型及技术原理

1.1 喷灌技术及核心原理

喷灌借助动力设备将水加压，通过管道输送至田间喷头，使水流分散为细小水滴，均匀洒落于作物冠层和地表。其核心在于模拟自然降雨的分布方式，依靠喷射水流在空中飞行过程中的能量耗散，降低单点冲击强度，同时扩大湿润面积。喷灌强度与土壤入渗速率需相互匹配，避免地表径流或积水。通过调节喷头工作压力和喷嘴口径，可改变射程与雾化程度，从而适应不同作物株高和种植密度。该技术有效减少输水渗漏和深层渗漏损失，并能同步实施叶面施肥或防霜作业，提升水分利用效率。

1.2 微灌技术及核心原理

微灌以低压小流量方式，借助管网将水直接输送到作物根区附近，通过滴头、微喷头或涌泉器等末级装置，以点滴或细小水流形式缓慢释放水分。其核心原理是基于土壤基质势驱动的水分运动，使灌溉水在毛细力作用下向根际水平及垂直方向扩散，维持根区土壤含水量处于适宜范围。微灌系统工作压力低，单次灌水历时较长，但灌水频率较高，可精确控制每个植株的供水量。该技术最大限度减少蒸发损失和地表无效湿润，同时避免深层渗漏，并能结合水溶肥料实现水肥同步供给，显著提升作物对水分的吸收效率。

1.3 低压管道输水灌溉技术及核心原理

低压管道输水灌溉利用塑料或混凝土管道替代明渠，以较低工作压力将水从水源直接输送至田间出水口。其核心原理在于封闭管道内水流处于有压或半有压状态，消除明渠输水过程中的蒸发、渗漏和溢流损失，同时提高输水流速和供水及时性。管道系统沿程水头损失较小，出水口处设置控制阀门，可调节出流量以适应不同田块需水节奏[1]。该技术依靠管网布局实现分片轮灌，减少配水过程中的水量浪费，并降低渠道占地和维护成本。输水过程受外界气候干扰小，流量稳定，能有效保障灌溉供水的可靠性和均衡性。

1.4 节水型地面灌溉技术及核心原理

节水型地面灌溉在传统畦灌、沟灌基础上，通过优化田面平整度、改水长度和单宽流量等参数，改善水流推进与消退过程，使田间土壤水分分布更趋均匀。其核心原理在于利用重力驱动的水层流动，借助土壤毛细管作用促进水分下渗，同时控制灌水定额，避免多余水分滞留地表。采用长畦短灌、间歇灌或波涌灌等方式，人为制造间歇性供水条件，使土壤表层形成致密层，减缓垂直渗透速率，从而增加横向湿润范围。该技术着重提高田间水利用系数，减少灌溉后土壤蒸发损耗，并使深层渗漏量降至最低，维持作物主要根层良好的水分环境。

2 农村农田节水灌溉技术应用适配性分析

2.1 基于种植作物类型的适配性

不同作物的根系深度、叶面密实度和需水临界期存在显著差异，这直接决定了灌溉技术的选择倾向。浅根密植类作物更适合微灌，因为水分能精准作用于狭小根域，而高秆宽行作物则对喷灌的空中分布适应性较好，因其冠层可接纳较大粒径的水滴而不易受损。对湿润环

境敏感的作物需优先考虑地面灌溉的改水方式，控制地表淹水时长，避免根部缺氧。作物的经济价值与种植密度也影响技术取舍，高密种植下管道布设难度上升，需权衡单位面积投入与产出效益。灌溉技术必须顺应作物的水分生理节律，把供水节奏与蒸腾峰值错开或重合，以达成水分与产量的正向关联。作物轮作模式更要预判后续品种的需水特征，留有系统调节弹性，以免因固定设施限制种植结构调整。

2.2 基于田间土壤特性的适配性

土壤质地、结构和入渗曲线是决定灌溉水转化路径的关键内在变量。黏质土壤孔隙细小，入渗缓慢，若采用喷灌强度过高，极易形成地表滞水或径流，更适合微灌的低流量持续供水方式，使水分在毛细力作用下逐步扩散。砂质土壤通透性极强，垂直渗漏风险突出，需要缩短灌水周期并依靠低压管道输水实现少量多次供给，同时避免深层损失。土壤有机质含量和团聚体稳定性影响地表结皮形成速度，间接决定地面灌溉的水流推进效率，土壤紧实度较高时，地面灌溉需加长改水距离以提高横向湿润均匀性。土壤盐碱状况也不可忽略，微灌的局部湿润特性有助于将盐分推向湿润锋外围，维持根区低盐环境，而喷灌则可能因叶面淋洗不足促使盐分累积于表土。

2.3 基于水资源供给条件的适配性

水源类型、水量丰枯变化及供水保证率共同约束灌溉技术的运行参数选择。地表水源充沛且含沙量较低时，喷灌和低压管道输水均可获得稳定进水压力，若水源矿化度偏高，则微灌的出水口堵塞风险上升，需前置过滤设施或换用抗堵塞能力较强的大流量滴头。地下水限采区域必须压缩单次灌水定额，依赖微灌的高频少量模式以延长水源服役年限[2]。季节性缺水严重的地带，低压管道输水结合间歇轮灌可最大程度提高输水效率，而供水流量极不稳定的山区溪流则适合建设小型调蓄池，再通过重力式微灌系统调配水量。水资源供给的时间分布也影响灌水制度设计，丰水期可补充深层储水，枯水期则聚焦根层保湿，所有技术选择都必须将供水可靠性置于首位，避免因水源断流导致作物受旱。

3 农村农田节水灌溉技术应用现存问题

3.1 技术选型与田间实际工况契合度不足

实际选型过程中，常常侧重于技术本身的先进性或采购便利性，却疏忽了对田块土壤入渗性能、地下水位波动、小气候蒸发强度等本地条件的系统测定。这就造成所选灌溉方式的水力参数与田间真实需水节奏脱节，例如喷灌强度超过表层土壤接纳能力，极易形成径流损失，或者微灌的湿润体范围未能覆盖主要根层，作物仍然遭受水分胁迫[3]。更普遍的是，选型决策缺乏动态校正机制，一旦工况发生季节性变化，原定技术无法自适应调整，必须依靠人工干预，但干预又缺少明确依据。这种前期诊断不充分的做法，导致节水设备投运后实际增效远低于设计预期，同时增加了后期改造的难度和成本。

3.2 灌溉设备配套体系不完善，运维能力薄弱

设备配套层面的短板突出表现在管件规格不一、过滤与压力调节装置缺失，以及不同厂商产品之间的连接兼容性差，导致现场安装时经常临时拼凑，留下渗漏和承压不足的隐患。基层维修网点和技术力量十分有限，专用检测工具和替换零件供应滞后，一旦出现泵组故障或管路破损，往往被迫停机多日，错过关键灌水窗口。日常维护更缺少制度化安排，像滴头清洗、滤网更换、密封圈检查这类基础工作无人跟进，设备老化速度加快。动力配套也不稳定，电压波动或流量不足时系统运行偏差加大。整体上看，前端投入后的持续运维支持没有跟上，系统完好率逐年下降，使用寿命明显缩短。

3.3 技术应用标准化与精细化程度偏低

当前田间操作大多依赖个人经验确定灌水起始时间和单次水量，缺少依据实时土壤墒情、作物蒸腾速率和气象要素的定量决策流程，灌溉制度的制定比较粗放。同一技术在不同地块上的应用参数差异很大，却没有针对性地编制操作规程，均匀度控制缺乏考核指标。流量计、压力表、张力计等监测仪表安装率不高，运行数据采集不连续，管理者难以掌握系统实际工作状态。灌水执行环节随意性较强，阀门开闭时机与持续时间常凭粗略判断，造成局部过湿或不足。灌后评估和误差修正机制基本缺失，无法形成闭环管理，使得技术应有的节水潜力不能稳定发挥，资源利用效果大打折扣。

3.4 使用者技术认知不足，主动应用积极性较弱

大部分使用人员对节水灌溉的水力学原理、设备操作要领和维护要求缺乏系统性认知，往往沿用传统漫灌思维来操控新系统，比如擅自调高工作压力或延长单次灌水时间，结果不仅浪费能源还加速部件损坏。他们对不同灌溉方式影响土壤水盐运移的规律理解不深，也不清楚何时需要调整施肥浓度或清洗过滤器，遇到常见故障无从下手。由于缺乏直观的经济效益对比，使用者更在意前期投入和每年增加的运行成本，而对节水带来的稳产增产和用工节省等长期回报认识模糊。培训指导频次不足，致使新技术在实际生产中常被当作备用甚至闲置手段，主动采纳的内生动力明显欠缺。

4 提升农村农田节水灌溉技术应用效果的优化路径

4.1 科学开展技术选型，贴合田间实际应用需求

技术选型必须建立在全面勘察田块水理参数和作物需水特征的基础之上，绝不能脱离现场条件而照搬通用方案。前期应当系统测定土壤持水曲线、入渗速率、地下水位变动幅度以及生长期内气象干湿交替规律，据此确定适宜的灌水强度、湿润深度和供水频率。选型决策还需考量水源泥沙含量和溶解盐浓度，以预判出水口堵塞风险及腐蚀速率。不同季节的工况变异也要纳入评估，确保所选技术在极端干旱或多雨年份仍具备调节余地[4]。选型不能只看设备参数，还得依靠实地测量和短期试运行数据来反复校核，最终形成与田间实际运行环境高度匹配的技术方案，从源头上减少后期适应性改造的麻烦。

4.2 完善设备配套建设，建立常态化运维机制

配套建设重点在于统一管路接口规格、补齐过滤与稳压装置，并合理配置备用泵组和易损件库房，使整个输配水环节形成完整链条，杜绝现场临时拼凑带来的承压不足和接口泄漏问题。运维层面必须建立周期性巡检制度，明确各级管道的压力检测点、滴头流量校验频率和滤网更换周期，记录每次检修后的系统运行参数以便追踪劣化趋势。基层应配备专用拆卸工具和密封材料，缩短故障响应时间。关键泵站和首部枢纽要设专人值守，每日记录电压、流量和出口压力，一旦偏离设定范围立即排查。就是要把日常保养当作固定工序来抓，而不是等系统停摆了才动手修理，这样才能保证设备完好率和灌水及时性。

4.3 统一技术应用标准，推进灌溉作业精细化

必须制定覆盖灌水前墒情测定、灌水时压力与流量调控、灌水后湿润效果检验的全流程作业规程，把每个环节的操作要点转换成可量化的控制指标。灌水时间应依据实时蒸散发数据和根层含水量来确定，而不是固定日历周期，每次灌水量要参照湿润锋推进深度与计划湿润比进行微调。田块内应分区设立典型监测点，定时采集土壤水分数据，据此动态修正下一轮的运行参数。阀门启闭操作要明确开度序列和持续时间，避免凭个人感觉随意改动。灌后还需进行湿润均匀度评价，对偏差较大的区域及时排查管路堵塞或压力失衡问题[5]。这套精细化流程就是要用数据指导动作，靠标准约束行为，把经验性操作转变为可重复执行的规范流程。

4.4 开展常态化技术普及，提升使用者实操水平

技术普及应着眼于操作人员的实际动手能力，培训内容要覆盖设备拆装清理、压力调节阀校正、流量异常判断以及季节性停运保养等具体操作，让使用者真正明白每个部件的工作原理和异常征兆。培训形式宜采用田间现场演示和分组反复操练，把文字说明转化为手把手教学，着重强调不同土壤和作物条件下运行参数的调节差异。编制简明操作要点卡片，标明常见故障的现象与应急处理措施。还应建立技术咨询快速通道，在灌水关键期提供远程指导，及时解答现场遇到的疑难问题。就是让使用者不光会开机停机，还能看懂运行数据、会做简单维修，遇到小毛病自己就能解决，不用事事等专业人员到场。

结束语

节水灌溉技术效能的充分发挥，绝非单点突破所能实现，而是需要从选型适配、设备运维、作业标准、人员素养到系统融合等环节协同发力。每项技术都有其适用边界，每处田块都有独特工况，唯有深入现场精细诊断，将规范操作与日常管护落到实处，才能让设备运转不流于形式。同时应着力打破各技术间的孤立状态，构建有序联动的灌溉体系。长期看，持续跟踪运行数据并及时调整策略，可使节水潜力稳步释放，真正转化为稳产增效的持久支撑。

参考文献

[1]宋胜明,张艳辉.节水灌溉技术在高标准农田建设中的应用与实践分析[J].农业科技与装备,2026,48(3):72-74.

[2]石坚.农田水利工程高效节水灌溉技术的应用分析[J].中国农机装备,2026,(2):117-119.

[3]贲晓宇.高效节水灌溉技术在农田水利工程中的应用分析[J/OL].中文科技期刊数据库（文摘版）农业科学,2026,(4):209-212.

[4]李洪生.农田水利灌溉中的抗旱节水技术应用分析[J/OL].中文科技期刊数据库（全文版）农业科学,2026,(2):188-190.

[5]余启国,蔡国娜.节水灌溉技术在农田水利施工中的应用分析[J].中国农村科技,2026,(1):74-76.