

节水灌溉技术在现代农业生产中的集成应用

布丽布丽汗·加尼木汗

五工台镇农业发展服务中心 新疆呼图壁 831200

摘要：水资源短缺已成为制约现代农业高质量发展的核心瓶颈，节水灌溉技术的集成应用是破解该难题的关键路径。本文立足农业农艺与灌溉技术的协同融合，聚焦技术推广实践需求，系统分析滴灌、喷灌等主流节水技术与作物栽培、水肥管理的集成模式，提出基于作物生育期的动态灌溉策略及区域化适配方案。结合山东、内蒙古等地的推广经验，构建“科研-企业-农户”协同推广体系，阐述政策激励与市场化运作的双重驱动机制。研究成果为提升农业水资源利用效率、推动节水农业落地提供实践支撑。

关键词：节水灌溉；现代农业；农艺融合；技术推广

引言

我国农业用水占总用水量比重高，但利用效率偏低，水资源供需矛盾在干旱半干旱地区尤为突出。节水灌溉技术并非单一设备应用，其效能发挥需与农业农艺深度融合。当前部分地区存在灌溉技术与作物特性脱节、推广模式僵化等问题，导致“设备闲置”“技术虚转”现象。因此，探索节水灌溉技术与农艺措施的集成路径，构建高效推广体系，对保障粮食安全、推动农业绿色发展具有重要意义。本文结合多地实践经验，梳理集成应用与推广的关键要点。

一、节水灌溉技术与农业农艺的集成应用基础

节水灌溉技术的集成应用以“水-土-作物”系统协调为核心，需突破技术孤岛思维，实现灌溉设备、农艺措施与作物需求的精准匹配。其核心逻辑是基于作物生育期的水分需求规律，结合土壤理化特性，将灌溉调度与栽培管理、肥力调控等农艺措施同步设计，形成“灌溉促农艺、农艺提节水”的协同效应。

（一）核心理论支撑

集成应用以作物水分临界期理论为基础，在作物拔节、灌浆等需水关键期强化灌溉精准度，在苗期、蜡熟期减少无效供水，实现“需水即灌、无水则控”。同时遵循水肥耦合原理，通过灌溉系统同步输送养分，避免传统施肥与灌溉脱节导致的养分流失。此外，生态适应性理论要求技术集成需匹配区域气候特征，如干旱地区侧重保水型集成模式，湿润地区聚焦排水与节水结合的调控方案。

（二）技术集成的核心目标

首要目标是提升水资源利用效率，通过减少蒸发、渗漏损失，将水分直接输送至作物根区。其次是强化农

艺效能，使灌溉与育种、密植等农艺措施形成叠加效应，如通过精准灌溉支撑玉米密植栽培对水分的稳定需求。最终目标是构建可持续的农业生产模式，实现节水、增产、提质与生态保护的多重效益统一，为规模化推广奠定基础^[1]。

二、节水灌溉技术与主要农艺措施的集成模式

不同节水灌溉技术的特性差异决定了其与农艺措施的集成路径，需结合作物类型、栽培模式形成差异化方案，其中滴灌与喷灌的集成应用最为广泛，覆盖粮食、经济作物等主要种植场景。

（一）滴灌技术与精细化农艺的集成

滴灌技术以“精准滴入”核心优势，成为水肥一体化、密植栽培等技术的最优集成载体。粮食作物种植中，“滴灌带埋置+宽窄行种植”模式将滴灌带沿窄行布设，与机械化播种一次完成，既减少灌溉损耗，又为密植群体均匀供水，农业科技小院通过该模式解决了密植玉米水分供需匹配难题，打破了滴灌技术“华而不实”的认知误区。

果树种植领域，集成“滴灌+配方施肥+生草覆盖”模式，滴灌系统精准输送溶解后的专用肥，生草覆盖减少地表蒸发，构建“地下精准供水肥、地表保水减耗”立体体系。果树主产区推广时，结合土壤墒情监测，依据果树物候期调整供水肥频率，实现养分吸收与水分利用效率同步提升。

设施蔬菜种植中，“膜下滴灌+茬口衔接”集成模式成效显著，黑色地膜与滴灌结合进一步降低蒸发损耗，配合黄瓜-番茄轮作茬口安排制定针对性灌溉计划：黄瓜结瓜期增加灌溉频次，番茄膨果期强化水肥协同供应，实现设施内水资源循环高效利用^[2]。

（二）喷灌技术与规模化农艺的集成

喷灌技术凭借适应性强的优势，适配规模化种植与机械化农艺的集成应用。小麦种植区采用“平移式喷灌+机械化植保”模式，喷灌设备与无人机植保、机械施肥协同作业，灌溉时同步完成病虫害防治，减少机械进地次数与土壤压实风险，规模化农场借此实现灌溉与田间管理高效衔接。

油菜、甜菜等经济作物种植中，推广“轻小型喷灌+垄作栽培”模式，喷灌系统配合起垄种植形成局部湿润环境，满足作物需水且避免垄间积水烂根，北方农垦区结合作物需水规律调整喷灌强度，实现灌溉与生长周期精准匹配。

丘陵山地采用“移动式喷灌+等高种植”模式，依地形布置可移动喷灌设备，配合等高线种植达成水土保持与节水双重效应，解决山地灌溉难、水资源浪费问题，拓展了节水技术应用边界。

（三）传统灌溉技术的改良与农艺集成

对于仍采用地面灌溉的区域，通过“改良沟灌/畦灌+农艺优化”实现节水升级。在玉米种植中，采用“波涌沟灌+秸秆覆盖”模式，间歇式供水减少沟底冲刷，秸秆覆盖延缓水分蒸发，传统灌区推广该模式，实现了传统技术的低成本节水改造。

在水稻种植区，发展“控制灌溉+干湿交替”集成模式，根据水稻分蘖、孕穗等关键期需求，交替进行浅水灌溉与落干晒田，配合稻田养鱼的生态农艺，既节约水资源，又提升稻田生态效益。该模式在南方水稻产区推广中，获得了农户的广泛认可，解决了传统淹灌耗水过大的问题。

三、基于作物生育期的动态灌溉集成策略

节水灌溉技术的集成应用需遵循作物“需水规律”这一核心导向，根据不同作物生育期的水分敏感特性，动态调整灌溉参数与配套农艺措施，实现“因时制宜、按需供水”。

（一）粮食作物的生育期灌溉策略

小麦生育期需构建“前控后促”灌溉体系：播种至分蘖期采用“少量多次”灌溉，配合浅耕松土促进根系下扎；拔节至孕穗期为水分临界期，通过滴灌或喷灌保障充足供水，同步追施氮肥实现水肥协同；灌浆至成熟期减少灌溉，配合叶面喷肥防止倒伏与贪青晚熟，农业科技小院通过该策略实现灌溉水利用效率与粮食产量同步提升。

玉米采用“关键期精准供给”策略：苗期耐旱性强，减少灌溉并配合中耕除草增强土壤保墒；大喇叭口期至

灌浆期强化灌溉，以“滴灌+密植”模式为高密度群体均匀供水；成熟期适当控水，配合机械收获前脱水管理，提升籽粒品质。

（二）经济作物的生育期灌溉策略

果树种植推行“分阶段差异化”灌溉：萌芽期需小水勤灌，配合地膜覆盖提升地温；开花坐果期控制灌溉量防止落花落果，同步通过滴灌系统补充硼肥；果实膨大期加大灌溉强度，采用“水肥一体化”模式保障养分供给；采摘前控水，提升果实含糖量。果树种植区通过该策略，实现了果实品质与节水效益的双重提升。

蔬菜作物侧重“短周期精准调控”：叶菜类生长周期短，采用“高频次小剂量”滴灌模式，配合速效肥追施；瓜果类在开花结果期需稳定供水，采用“膜下滴灌+整枝打杈”集成，减少水分蒸发与养分消耗；根茎类在膨大期控制灌溉，防止根茎开裂，配合培土农艺提升商品性。

（三）区域适应性调整策略

干旱半干旱地区强化“保水优先”，在所有作物生育期均配合秸秆覆盖、土壤保水剂应用等农艺措施，滴灌系统采用深埋式布置减少蒸发；湿润地区聚焦“排水与节水结合”，在雨季减少灌溉并强化田间排水，旱季采用喷灌补充水分，配合垄作栽培防止内涝；滨海地区注重“节水与防盐结合”，采用滴灌减少土壤返盐，配合洗盐灌溉周期，保障作物正常生长。

四、节水灌溉技术的农业推广体系构建与实践

节水灌溉技术的落地成效取决于推广体系的完善程度，需突破“技术供给导向”的传统模式，构建“需求导向、多方协同”的推广机制，实现技术从实验室到田间的高效转化。

（一）“科研-企业-农户”协同推广模式

该模式以企业为纽带，搭建科研单位与农户的连接桥梁。北方灌溉试验站采用“水科院+农垦企业”合作模式，科研单位负责技术研发与方案设计，企业投入资金开展设备升级及田间试验，将优化后的灌溉制度应用于万亩农田，形成“基础研究-应用转化-田间落地”闭环，使企业从单纯执行者转变为技术创新主动参与者。

农业主产区科技小院采用“科研人员驻点+农户参与”模式，科研团队长期扎根田间，针对农户反映的滴灌堵塞、灌溉不均等问题攻关，建立“问题收集-技术解决-现场培训”快速响应机制。通过与农户共同试验，培育出“一铺两用”滴灌、“一带管两季”微喷等实用集成技术，提升了农户接受度。

（二）政策激励与市场化运作双重驱动

政策引导为推广提供基础保障，多地通过财政补贴

降低农户购置成本，对规模化应用的合作社、企业给予专项扶持。农业科技示范市将数字孪生灌区建设纳入重点农业项目，通过政策资金撬动社会资本参与，构建起覆盖全域的智能灌溉网络。

市场化运作为推广的长效动力。农业集约化发展区域打破“重建轻管”困局，培育专业灌溉服务公司，采用“市场化运作、公司化管理”模式，为农户提供从设备安装、灌溉调度到维护的全链条服务。农户通过水卡消费实现按需灌溉，服务公司通过规模化运营实现盈利，形成“农户节本、公司盈利、政府节水”的共赢格局，使节水技术的推广具备可持续性。

（三）分层分类的技术培训体系

针对不同主体需求构建多元化培训模式：对种植大户、合作社负责人，开展“技术+管理”复合型培训，涵盖集成模式设计、成本核算等内容；对普通农户，采用“田间课堂+实操演示”方式，由科技特派员现场讲解设备操作、故障排除等实用技能，农业科技小院技术人员通过手把手教学，助力老年农户熟练掌握滴灌系统操作。

借助信息化手段拓展培训覆盖面，构建“线上平台+线下站点”培训网络。线上以短视频、直播等形式推送技术要点，线下在乡镇设立服务站点提供咨询服务。农业科技示范市的数字灌溉平台同步搭载培训模块，农户可通过手机查询作物灌溉方案、观看操作视频，实现技术指导随时可达。

（四）典型示范与经验复制推广

示范基地建设是推广的重要抓手，各地通过打造粮食、果树、蔬菜等不同类型的节水灌溉示范园，集中展示集成技术的应用效果。农业主产区建设的“小麦玉米节水示范片”“果树水肥一体化示范园”，让农户直观看到节水增产的实际效益，激发其采用新技术的积极性。

注重经验的总结与复制，将成功的集成模式提炼为标准技术规程，如北方地区将油菜、甜菜的喷灌集成技术编制成册，在区域农垦系统推广；粮食主产区将玉米密植与滴灌结合的经验，通过“科技下乡”活动辐射周边区域。

五、集成应用的保障措施与发展方向

节水灌溉技术的集成应用需完善保障体系，同时顺应现代农业发展趋势，推动技术与农艺的深度融合升级，拓展应用边界。

（一）完善支撑保障体系

强化基础设施配套，结合高标准农田建设，同步完善灌溉管网、排水系统等基础设施，为集成技术应用提

供硬件支撑。建立健全技术标准体系，针对不同作物、区域制定专项集成技术规范，明确设备选型、农艺配套等要求。加强质量监管，对灌溉设备、肥料等投入品进行质量抽检，保障集成应用效果。

健全风险分担机制，鼓励保险公司开发农业节水相关保险产品，为采用新技术的农户提供风险保障，降低其试错成本。政府部门建立技术推广容错机制，鼓励科研人员与企业大胆创新，为技术集成与推广营造良好环境^[1]。

（二）未来发展方向

智慧化是核心发展方向，推动物联网、大数据技术与灌溉系统深度融合，通过多光谱无人机、土壤传感器实时监测墒情与苗情，由智能平台自动生成灌溉方案，实现“无人值守、精准调控”。农业科技示范区域的数字孪生灌区已实现闸门远程控制、水情自动监测，代表智慧灌溉发展方向。

生态化趋势日益凸显，未来将强化节水与生态保护协同，发展“节水灌溉+生态种植”模式（如稻田“节水+养鱼”、果园“滴灌+生草”），实现水资源利用与生态保护双赢；同时推动节水技术与碳汇农业结合，通过减少灌溉能耗、增加土壤固碳，提升农业生态价值。

土地流转加速催生更多规模化种植基地，将推动节水灌溉技术向集约化、专业化发展，扩大专业灌溉服务公司服务范围，形成技术研发、设备供应至运营服务的完整产业体系。

结语

节水灌溉技术的集成应用是现代农业发展的必然选择，其核心在于实现灌溉技术与农业农艺的深度融合，关键在于构建高效的推广体系。通过滴灌、喷灌与作物栽培、水肥管理的精准匹配，结合“科研-企业-农户”的协同推广机制，可充分发挥节水技术的综合效益。实践表明，只有立足农户需求，强化政策引导与市场驱动，才能推动节水灌溉技术落地生根，为农业水资源高效利用、保障粮食安全提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 罗贤球. 农田水土保持工程设计中的节水灌溉与土壤保持技术集成研究[J]. 数码设计(电子版), 2024(3): 0406-0408.
- [2] 刘世令. 现代信息技术在农业发展中的集成应用[J]. 农业技术与装备, 2022(1): 111-112.
- [3] 高元蛟. 智能化节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J]. 农村实用技术, 2025(5): 127-128.