

# 农业节水灌溉技术集成与推广模式研究

叶幸子

浙江富江建设集团有限公司 浙江 温州 325000

**摘要:** 水资源短缺已成为制约我国农业可持续发展的关键瓶颈。在气候变化加剧、人口持续增长和耕地资源紧张的多重压力下,发展高效节水农业势在必行。本文系统梳理了当前主流的农业节水灌溉技术体系,重点分析了滴灌、微喷灌、低压管道输水灌溉、覆膜保墒、水肥一体化等关键技术的原理、适用条件及节水效益。在此基础上,提出“技术—管理—政策”三位一体的节水灌溉技术集成路径,并结合区域差异构建了政府主导型、市场驱动型、合作社带动型及农户自主型四类推广模式。通过典型案例分析,验证了不同模式在黄淮海平原、西北干旱区及南方丘陵山区的适用性与有效性。最后,从制度保障、资金投入、科技支撑与农民参与四个维度提出优化建议,以期为我国农业节水灌溉技术的规模化、精准化与可持续推广提供理论参考与实践指导。

**关键词:** 节水灌溉; 技术集成; 推广模式; 水肥一体化; 农业可持续发展

## 引言

水是农业的命脉。我国人均水资源占有量仅为世界平均水平的1/4,且时空分布极不均衡。农业用水占全国总用水量的60%以上,但灌溉水利用效率长期偏低,传统漫灌方式导致大量水资源浪费。据水利部统计,2023年全国农田灌溉水有效利用系数仅为0.576,远低于发达国家0.7-0.8的水平。与此同时,粮食安全战略要求“藏粮于地、藏粮于技”,必须在保障粮食产能的前提下实现水资源高效利用。在此背景下,推进农业节水灌溉不仅是缓解水资源压力的现实需要,更是实现农业绿色低碳转型、提升农业综合效益的战略选择。然而,单一节水技术往往难以适应复杂多变的农业生产环境,亟需通过技术集成形成系统解决方案;同时,技术推广面临“最后一公里”难题,缺乏因地制宜、多元协同的推广机制。因此,深入研究节水灌溉技术的集成路径与推广模式,具有重要的理论价值与实践意义。

## 1 农业节水灌溉技术体系概述

节水灌溉技术是指在满足作物正常生长需水的前提下,通过工程、农艺、管理等手段减少输水损失、提高水分利用效率的一系列技术措施。根据作用机理,可将其分为以下几类:

### 1.1 高效输配水技术

低压管道输水灌溉以塑料或混凝土管道替代土渠,显著减少渗漏与蒸发损失,输水效率可达95%以上,适用于大田作物集中连片区域。渠道防渗技术采用混凝土衬砌、土工膜等材料对明渠进行防渗处理,可减少输水损失30%-50%,成本较低,适合中小型灌区改造。

### 1.2 精准田间灌溉技术

滴灌技术通过毛管上的滴头将水缓慢、均匀地输送到作物根区,水分利用率可达90%以上,特别适用于果树、蔬菜、棉花等经济作物。近年来,压力补偿式滴头、抗堵塞性能提升使其在地形复杂区域应用更广<sup>[1]</sup>。微喷灌技术介于喷灌与滴灌之间,雾化程度高,兼具降温增湿功能,适用于育苗、花卉及林果幼苗期灌溉。喷灌技术包括固定式、移动式和中心支轴式,适用于大田作物,但受风力影响较大,在干旱多风地区需谨慎使用。

### 1.3 农艺节水技术

覆膜保墒技术通过地膜覆盖减少土壤水分蒸发,提高地温,促进作物早发快长。在西北旱作农业区广泛应用,节水率达15%-25%。保留作物残茬或覆盖秸秆,改善土壤结构,增强蓄水保墒能力。调亏灌溉在作物非关键生长期适度控水,诱导根系深扎,提高水分利用效率而不显著减产。

### 1.4 智能管理与水肥一体化技术

水肥一体化将灌溉与施肥同步进行,通过滴灌或微喷系统将可溶性肥料精准送达根区,实现“以水调肥、以肥促水”,氮肥利用率可提高20%-30%。智能灌溉决策系统集成土壤墒情传感器、气象站、作物模型与物联网平台,实现按需灌溉、远程控制,代表未来发展方向。

## 2 节水灌溉技术集成路径

技术集成不是简单叠加,而是基于系统思维的优化耦合。本文提出“三维集成”框架:

### 2.1 技术维度:构建“输—配—用—管”全链条体系

节水灌溉技术的集成首先体现在技术链条的完整性上。一个高效的节水系统应覆盖从水源到作物根系的全过程:在输水环节,优先采用低压管道或防渗渠道,

最大限度降低骨干工程的渗漏损失；在配水环节，结合自动化闸门、流量计和分区计量装置，实现按需精准配水；在田间应用环节，则需依据作物种类、生育阶段和土壤特性，科学选择滴灌、微喷或覆膜灌溉等适宜方式；而在管理环节，引入智能监控平台与水肥调控系统，形成“感知—决策—执行—反馈”的闭环管理机制。以新疆棉区为例，当地已成功构建“渠系防渗+低压管道+膜下滴灌+水肥一体化”的集成模式，不仅亩均节水120至150立方米，还实现增产10%至15%，充分体现了全链条集成的技术优势与经济效益。

### 2.2 管理维度：推动“工程—农艺—生物”多措并举

单纯依赖工程措施难以实现节水的长期稳定，必须与农艺和生物措施深度融合。例如，在华北井灌区，面对地下水超采的严峻形势，当地推广“浅埋滴灌+冬小麦晚播+夏玉米密植”的复合模式，通过调整播期避开高温耗水期，配合密植提高群体光合效率，在减少灌溉次数的同时稳住甚至提升产量<sup>[2]</sup>。此外，选育和推广抗旱节水品种也是重要一环，如节水抗旱稻可在雨养条件下正常生长，大幅降低对灌溉的依赖。这种“工程搭台、农艺唱戏、生物支撑”的多维协同，不仅提升了系统的整体韧性，也增强了农民对新技术的接受度和应用信心。

### 2.3 政策维度：衔接“补贴—标准—考核”制度体系

技术集成的落地离不开政策环境的支撑。应建立国家级或省级节水灌溉技术推荐目录，明确不同区域适宜的技术组合；同步制定从设计、施工到运维的全生命周期技术标准，避免“重建设、轻质量”；更重要的是，将农业节水成效纳入地方政府生态文明建设和粮食安全责任制考核体系，形成自上而下的激励约束机制。例如，对完成节水目标的县市给予财政奖励，对超采地下水的地区实施限批限供，从而推动节水从“要我做”向“我要做”转变。只有当技术、管理与政策三者同频共振，节水灌溉的集成效应才能真正释放。

## 3 节水灌溉技术推广模式构建

技术推广成败关键在于模式适配。基于主体角色与驱动力差异，本文归纳四类典型模式：

### 3.1 政府主导型模式

政府主导型模式以地方政府或水利部门为核心推动力量，通过财政补贴、示范工程建设、技术培训等方式自上而下推动节水灌溉普及。该模式在财政能力较强、行政动员力高的粮食主产区尤为有效，如黄淮海平原。以河北省为例，在“地下水超采综合治理试点”中，政府投入专项资金建设高效节水灌溉面积超1000万亩，并配套出台用电补贴、管护奖励等激励政策，显著提升了

农户参与积极性，参与率超过85%。这种模式的优势在于推进速度快、覆盖面广，能够在短期内形成规模效应；但其局限性也较为明显，即后期运行维护高度依赖财政持续投入，一旦补贴退坡，部分设施可能因缺乏管护而失效，可持续性面临挑战。

### 3.2 市场驱动型模式

市场驱动型模式以企业为主体，通过提供“设备+服务+金融”一体化解决方案实现商业盈利，进而推动技术扩散。该模式主要适用于高附加值经济作物种植区或大型农业园区，用户支付意愿和能力较强。新疆天业集团的实践颇具代表性：其不仅销售滴灌设备，还建立滴灌带回收再生体系，将农户初始投入成本降低，同时提供灌溉托管、施肥指导等增值服务，形成“卖产品”向“卖服务”的转型<sup>[3]</sup>。这种模式市场化程度高、运营效率高，能够激发企业持续创新的动力；但对小农户而言，高昂的初始成本和复杂的操作门槛使其难以受益，存在技术普惠性不足的问题。

### 3.3 合作社带动型模式

合作社带动型模式依托农民专业合作社这一中间组织，统一采购设备、组织施工、提供运维服务，有效解决了小农户“单打独斗”难以承担技术成本与风险的困境。该模式在土地流转率较高、合作文化深厚的乡村更具生命力。山东寿光的蔬菜合作社便是典型案例：合作社统一安装智能滴灌系统，社员按亩分摊成本，并共享技术员服务，不仅降低了个体负担，还通过标准化管理提升了节水节肥效果，亩均增收达800元。这种模式贴近农户实际需求，信任基础牢固，可持续性较强；但其成功高度依赖合作社的组织能力与带头人素质，在组织松散或缺乏能人的地区难以复制。

### 3.4 农户自主型模式

农户自主型模式指农户基于自身经验与资源条件，自发采用简易节水技术，如覆膜、小畦灌溉、集雨窖等。这类模式多见于偏远山区或经济欠发达地区，特点是成本极低、操作简单、无需外部支持。虽然技术层级不高，节水潜力有限，但在特定环境下仍是现实可行的选择。然而，由于缺乏系统指导，农户往往难以掌握最佳实践，容易出现“用了但没用好”的情况。因此，该模式需辅以基层农技推广服务，通过“示范户”“田间学校”等方式引导其向更高水平演进。

表1 四类推广模式比较

模式类型	主导主体	适用条件	可持续性	推广速度
政府主导型	地方政府	财政充足、组织力强	中	快

续表:

模式类型	主导主体	适用条件	可持续性	推广速度
市场驱动型	企业	高附加值产业	高	中
合作社带动型	农民合作社	合作基础好	高	中慢
农户自主型	农户个体	资源匮乏地区	低	慢

#### 4 区域差异化推广策略

##### 4.1 西北干旱半干旱区(如新疆、甘肃)

西北地区水资源极度稀缺,蒸发强烈,农业高度依赖灌溉。在此背景下,节水不仅是增效手段,更是生存必需。应重点推广“政府+企业”联合模式,由政府提供基础设施和政策引导,企业负责技术供给与后期服务,共同推进膜下滴灌与水肥一体化技术的规模化应用。同时,亟需深化水权制度改革,建立明晰的用水权属,并推行阶梯水价或交易机制,让节水行为转化为经济收益,从而激发农户内生动力。

##### 4.2 华北平原地下水漏斗区(如河北、河南)

华北平原长期超采地下水,已形成大面积漏斗区,生态风险突出。该区域推广节水灌溉的核心目标是“压采减量、稳产保供”。建议以政府主导建设浅埋滴灌示范区为抓手,配套实施休耕轮作、调整种植结构等农艺措施,并大力推广抗旱节水品种。通过“工程节水+制度节水”双轮驱动,在保障粮食安全的前提下,逐步实现地下水采补平衡。

##### 4.3 南方丘陵山区(如江西、贵州)

南方虽降水丰沛,但因地形破碎、工程性缺水严重,许多地区“守着水缸喊渴”。针对地块分散、高差大的特点,应鼓励合作社或村集体牵头,发展小型集雨灌溉系统,结合微喷或重力滴灌技术,利用自然高差实现无能耗灌溉。同时,加强山塘水库清淤扩容,提升雨水资源化利用水平。此类区域不宜盲目追求高技术装备,而应注重低成本、易维护、适应性强的本土化解决方案。

#### 5 存在问题与优化路径

##### 5.1 存在问题

当前节水灌溉推广中,技术适配性不足的问题较为突出,部分项目存在“一刀切”现象,忽视了区域气候、土壤和作物类型的差异,导致设备建成后使用率低甚至闲置。同时,重建设轻管理的现象普遍存在,管网破损、滴头堵塞、控制系统失灵等问题因缺乏专业管护而难以及时解决,严重影响系统寿命与效益<sup>[4]</sup>。此外,农民作为最终使用者,其参与度和技能水平直接决定技术

成败,但现实中技术培训不到位、操作复杂等问题使得许多农户“不敢用、不会用”。在投融资方面,社会资本进入门槛高,小农户融资渠道狭窄,制约了技术的普及速度。

##### 5.2 优化路径

为此,需从多维度协同发力。首先,应完善制度保障体系,修订《农田水利条例》,明确节水灌溉设施的产权归属、管护责任与经费来源,推行“以奖代补”“先建后补”等灵活机制,激发各类主体自主投入的积极性。其次,创新多元投入机制,设立国家农业节水专项基金,推广PPP模式,鼓励节水服务公司开展合同节水管理,并开发“节水贷”等普惠金融产品,破解小农户融资难题。第三,强化科技支撑能力,建设国家级节水灌溉技术创新中心,加快研发低成本、智能化、抗堵塞的国产核心设备,并构建基于“云平台+APP”的远程服务体系,提供实时诊断与农事指导。最后,必须提升农民的主体地位,将节水技术纳入高素质农民培育计划,广泛设立“田间学校”和“示范户”,并通过用水户协会等自治组织增强社区共治能力,真正实现“技术落地、农民受益、长效运行”。

#### 6 结语

农业节水灌溉是破解水资源约束、保障国家粮食安全的关键举措。本文研究表明,单一技术难以应对复杂农业系统,必须通过“技术—管理—政策”三维集成,构建全链条节水体系。在推广层面,应摒弃“唯政府”或“唯市场”的单一思维,根据区域资源禀赋与社会经济条件,灵活采用政府主导、市场驱动、合作社带动与农户自主等多元模式,实现精准施策。未来,需进一步强化制度创新、科技赋能与农民参与,推动节水灌溉从“工程节水”向“制度节水”“智慧节水”跃升,为农业高质量发展注入持久动力。

#### 参考文献

- [1]杨发.农业水利灌溉模式与节水技术措施[J].农村实用技术,2025,(07):119-120+122.
- [2]李嘉生,朱雪芳.农业水利灌溉模式优化与节水技术措施浅析[J].农业科技创新,2025,(31):72-74.
- [3]刘德仲.农业节水灌溉技术推广存在的问题及对策[J].农村科学实验,2025,(20):118-120.
- [4]陈彬.农业节水灌溉技术推广中遇到的问题及对策研究[J].新农民,2025,(22):48-50.