

论农田水利工程中的节水灌溉运行管理与维护

文 / 全祥明 济宁市兖州区水务局

刘 佳 济宁市兖州区水务局

摘要：水资源是人类社会生存与发展的核心命脉。可持续战略背景下，全球节水意识整体提升，面对水资源短缺与用水浪费现象并存所带来的巨大节水压力，如何有效解决当下水资源供需矛盾已成为国家战略发展的重要课题。文章聚焦农田水利工程，以节水灌溉运行管理与维护为核心探讨方向，简要梳理了节水灌溉技术类型，就农田水利工程节水灌溉运行管理的关键措施及其维护策略进行了深入分析，进而对节水灌溉运行管理与维护效益的提升进一步提出几点建议，以期节水灌溉实践提供理论支撑。

关键词：农田水利工程；节水灌溉技术；运行管理；工程维护

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.13.056

引言

水资源利用覆盖生产生活各个方面，其中以农田灌溉为用水量“大户”，在总用水量中占据较大比例。如今，水资源短缺形势严峻，用水效率低下的问题亟待解决。随着节水理念、节水技术的大力推广，农田水利工程节水灌溉已然成为农田节水的重要突破口。其不仅可以有效调控农田用水，推动落实“减水增效”的目标，还有效实现了对农田土壤水分的合理配置，使农田地下水利用年限得以延长，从而为农村产业经济发展提供更好的水资源支持，保障农田用水系统的合理性。然而要想切实发挥农田水利工程节水灌溉效益，还需重视其运行管理与维护，以减少农田用水过程中的不必要损耗。

一、农田水利工程中节水灌溉技术概述

（一）农田水利工程节水灌溉技术

在农田水利工程领域，节水灌溉通过一系列技术手段，实现农业节水的目的，包括但不限于灌溉系统优化、灌溉技术改进、灌溉制度调整等^[1]。该技术主要是基于对作物根系水肥吸收规律、土壤水分运移特性以及作物对环境响应机制等方面的考量，结合作物生长需求与生育阶段，以相适配的技术手段，对作物进行科学灌溉，以保障水资源利用效率的最大化，避免土壤过湿或缺水胁迫。

（二）常见的节水灌溉技术类型

根据作用方式和原理的不同，农田水利工程节水灌溉技术可分为喷灌、滴灌、微灌等技术类型。在技术选型时，应秉持因地制宜原则，既要考虑农田的基本条件，也要深入分析当地水资源分布特点、作物生长周期内的需水规律以及未来气候变化趋势等因素，确保不同灌溉技术的适用性^[2]。

1. 滴灌技术

所谓滴灌技术，指将水源以滴状或细流状的形式向作物根部进行灌溉，可根据作物对水分的需求情况，精准控制灌溉量，使水资源利用率最大化。该技术方式可最大限度地减少水分蒸发与渗漏损失，不易改变土壤结

构，且土壤内部各要素亦可保持最佳状态，为作物均匀供给水分和营养物质。滴灌技术多用于干旱或半干旱以及水资源匮乏的地区，对技术操作水平要求较高，需要在精确计算的基础上，合理把控管道布局、滴头间距和数量。

2. 喷灌技术

相较于滴灌技术，喷灌技术更适用于有大面积灌溉需求的情况，可有效提高灌溉效率，减少劳动力投入。该技术原理主要是通过模拟天然降水的方式，利用加压系统将水资源均匀喷洒至目标区域。随着科技进步，数字喷灌技术、智能喷灌技术前后涌现，进一步提高了节水灌溉效益，使灌溉趋于自动化、智能化。但喷灌技术易于受温度与风速影响，因而在使用这一灌溉技术时，需优选气候稳定、气温较低的条件，以保障技术应用效果。

3. 微灌技术

微灌技术也是当前农田水利工程节水灌溉利用率相对较高的技术，可进一步划分为多种灌溉形式，如地表微灌、地下微灌、微喷灌、涌泉灌溉、滴灌等。其技术形态主要是以雾状形式达到水分供给的目的，适用于空间有限、环境封闭的温室大棚，可有效改善棚内湿度环境，向植物精确提供所需水量，减少蒸发损失。

表1 节水灌溉技术关键参数

灌溉技术	工作压力范围/MPa	出水量/(L·h ⁻¹)	节水效果/%	适用作物
滴灌技术	0.1~0.3	1~4	60~70	果树、蔬菜
喷灌技术	0.2~0.4	20~50	40~60	粮食作物、牧草
微灌技术	0.05~0.2	10~30	60	花卉、蔬菜

二、农田水利工程节水灌溉运行管理的关键举措

（一）科学制定灌溉计划

我国水资源总量虽然丰富，但人均水资源占有量仅为2200m³，仅为世界平均水平的24.4%，且水资源分布不均衡^[3]。因此，在节水灌溉运行管理过程中，则不可一概而论，应秉持因地制宜原则，以区域特征为依据，结合作物需求规律，科学制定灌溉计划，确保灌溉计划

的适应性和灵活性，以最大限度地发挥节水灌溉技术效益，最终达到精准灌溉、高效节水的目标。鉴于农田水利工程节水灌溉以作物为核心对象，因而在制定灌溉计划时，可围绕作物明晰各类灌溉要素，如灌溉时间、频率、水资源量等。与此同时，根据土壤墒情，对土壤湿度需求进行判断，通过精准计算，进一步确定灌溉方案即可。

（二）积极推进自动化与智能化控制

现代社会管理模式逐步由人工管理向智能化管理发展。在农田水利工程节水灌溉运行管理中，自动化、智能化管理已是不可忽视的关键举措，对提高管理效率、保障节水灌溉效益意义重大。对此，可采用智能化灌溉控制系统，通过全方位监测和分析农田灌溉需求，以实现设施设备的自动化灌溉。管理人员可以依托 APP 远程操控灌溉设备，对目标区域进行灌溉作业。不仅如此，智能化光改控制系统还可根据监测数据建立灌溉决策模型，并生成灌溉预案，以辅助管理人员科学规划灌溉工作，从而提高节水灌溉运行管理效能。另外，根据农田水利工程节水灌溉特征，还可引入“天-空-地”一体化监测系统，以实现作物长势、土壤墒情以及农田小气候等信息的全方位监测。其中，“天”借助卫星遥感，对区域作物长势和耗水状况进行监测；“空”依托无人机搭载多光谱相机对农田进行巡查；“地”则是通过布设自动气象站、土壤墒情监测设备以获取目标区域的实时监测数据^[4]。

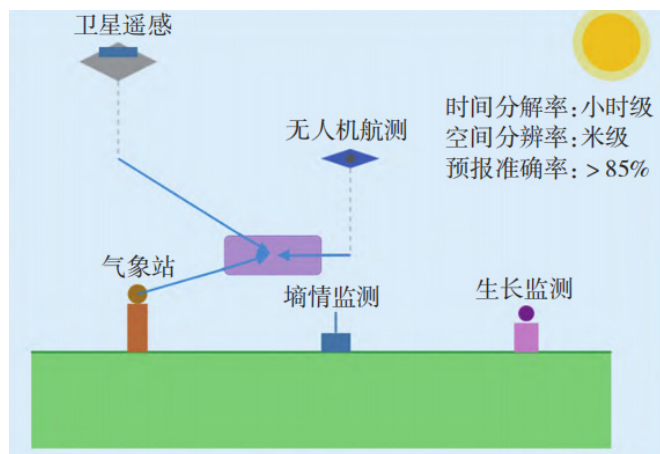


图1 天空地一体化监测系统架构图

（三）实施水肥一体化管理策略

在农田水利工程节水灌溉运营中，水肥一体化管理指同时进行水资源灌溉和肥料投放，通过将二者相结合融入同一环节，以达到事半功倍的管理效果，确保农田中水与肥料共存，为作物提供充足的营养。这种运行管理方式需要注意几个要点，包括肥料形式的选择、水肥混合比例的确定、一体化装备的使用以及过程监控等。一般情况下，基于水肥一体化进行农田灌溉时，常使用溶解度高、易与水混合的水溶性肥料，硝酸钾、尿素等。在水肥混合比例上，根据不同的混合情况，其相应的比例也各不相同，如氮肥水肥混合比例通常在0.3%~0.5%

之间，若二者混合浓度过高，则会堵塞管道，甚至烧伤作物。对于一体化装备的使用，常见的装置有肥料溶解机、恒压泵、过滤器等，需根据混合形式配套使用相应的装备。

三、农田水利工程节水灌溉维护策略

（一）加强日常维护

农田水利工程节水灌溉维护方面，多以设施设备的维护和保养为主。高频次的维护管理可以有效延长设备使用寿命，降低其故障概率，保障运行的稳定性。相关人员应高度重视节水灌溉维护管理，将维护环节落实到日常管理中，包括设备清洁、管道巡查以及对设备部件润滑防锈的处理等。其中，设备清洁可重点关注喷头、过滤器以及管道的清洁处理，这些部件直接关系到灌溉水质和灌溉通畅性。尤其是管道部分，经长期使用后，管道内壁会沉淀水垢，甚至滋生藻类。因此，在日常维护管理时，首先需注意做好对各关键设施及其部件的清洁处理。管道巡查主要是查验管道外观是否存在异常，包括破损、变形、老化、漏水等，以便及时更换管道，排除管道隐患，确保灌溉系统正常运行。节水灌溉系统中，设备锈化现象较为常见，一些金属类部件在与自然环境接触中会产生氧化反应，还有部分转动部件在长期运行下则会产生磨损。对于这类问题，日常维护已不可缺少，可通过对其进行防锈、润滑处理，减缓其锈化、腐蚀和磨损情况，以助力设备以及灌溉系统更加稳定地运行。

（二）做好定期保养

日常维护意在防患于未然，而定期保养则是强调设备性能的可持续性。因而在农田水利工程节水灌溉维护管理中，除日常维护之外，还需针对关键部件做好定期保养，可重点关注管道系统、过滤设备以及动力设备的保养。其中，管道系统的保养需要考虑两个方面，一是管道壁厚情况，二是管道损伤问题。即定期对管道壁厚、管道外观损伤进行检测与修复。若管道壁厚呈薄弱状态，贴近壁厚安全值域，则需及时更换管道；若管道表面存在轻微损伤，如划痕、凹痕等，则可根据损伤情况采取相应措施进行修复。对于过滤设备与动力设备的保养，则需要着重关注其关键部件，如滤芯、滤网、水泵、电机等。根据各部件的性能和保养需求，针对性地对其进行定期保养即可。除此之外，还可从季节角度出发，对节水灌溉系统进行维护和保养，如在灌溉季节前期，以检查和维护为主，确保后续顺利进行节水灌溉作业；在灌溉季节结束后，则需对灌溉系统进行排空处理，以保障设备始终维持良好的备用状态。

（三）故障应急处理

在农田水利工程节水灌溉期间，堵塞与压力问题较为常见，如喷头堵塞、管道堵塞，或因压力过高或过低而影响灌溉作业等。基于此，在节水灌溉维护管理中，相关人员则需提高故障应对能力，既要积极响应对故障问题的处理，也要明晰故障处理流程。对此，相关人员可根据过往经验，系统梳理常见故障。比如，在处理堵

塞问题时，则可在确定故障源头的基础上，对堵塞部位、部件进行清理或更换等。在此基础上，对故障应对办法进行提炼和总结，进而制定相应的故障应急维修体系、组建专业维修团队，以便在发生故障问题时，能够及时响应并解决故障问题，将故障隐患降到最低，保障节水灌溉作业的顺利进行。

四、农田水利工程节水灌溉运行管理与维护效益的提升建议

(一) 加强技术推广与数字化升级

全面普及并推广节水灌溉技术是运行管理的重要内容，只有更多的企业、机构和人员了解、认识并掌握农田水利工程节水灌溉技术，才能将其真正意义上的

落到实处，以更好地覆盖农田水利工程全区域，加快节水目标的推进。新时期科技引领作用凸显，在技术推广过程中，还可通过搭建节水灌溉运行管理与维护平台，将先进技术引入其中，并匹配相应的软件系统（如表2），以进一步提高节水灌溉管理与维护效益，促使农田水利工程节水灌溉能够有效实现数字化升级，切实响应新时期技术发展步伐，构建更加智慧、精准的灌溉决策系统。与此同时，企业还可积极研发新型设备，以降低技术成本投入、持续提高技术应用便捷性，解决传统节水灌溉技术成本投入高、管理复杂等难题，使之能够更好地为相关人员提供灌溉支持，确保技术优势得以充分发挥。

表2 可匹配的软件系统及功能

软件名称	主要功能	兼容性
智慧灌溉管理系统	灌溉计划制定、监测与控制、数据分析与报告	兼容主流硬件与传感器
节水灌溉优化软件	灌溉效率分析、水资源管理、作物生长模拟	与多种数据库兼容
远程监控与控制系统	实时监控、远程控制、异常报警	支持多种通信协议，如MQTT、HTTP
气候与土壤数据分析软件	气象预测、土壤湿度监测、作物生长条件分析	与气象站、土壤传感器无缝对接
智能灌溉决策支持系统	基于AI的灌溉决策、作物生长预测、病虫害预警	与AI模型集成，支持大数据处理

(二) 提供资金与人力保障支持

1. 拓宽资金渠道

农田水利工程节水灌溉技术应用虽可一定程度上达到节水目的，提升水资源利用率，但成本投入问题往往会在一定程度上限制技术应用。因而在运行管理与维护过程中，为保障农田水利工程稳定、持续运行，还需加大资金投入力度、拓宽资金来源渠道，做好财务保障支持工作，避免因资金问题影响节水灌溉技术的实施。对此，政府可设立专项资金，为节水灌溉提供基本的资金保障，包括设施设备的更新与维修、技术研发等。同时，还可出台优惠政策，如采取PPP模式，通过与社会资本合作，吸引并鼓励社会资本参与农田水利工程建设与运营；抑或建立水价动态调整机制，以部分水费作为节水灌溉运行管理资金来源等。

2. 加强人员培训

节水灌溉技术应用效果与人力资源紧密相关，包括管理人才是否具备良好的运行管理与维护能力、一线技术操作人员是否具备专业且娴熟的技术实操能力等。换言之，要想从根本上保证农田水利工程节水灌溉技术的应用效益，在运行管理与维护过程中，还应高度重视人员培训工作的落实，可针对不同培养群体采取不同的培养策略。对于灌溉管理人才，可采取定向培养措施，与专业培养机构、科研机构等建立合作关系，为管理人员或储备人才提供系统、专业的知识教育平台和机会，使其能够系统学习该领域知识体系，不断提升专业知识与技能。同时，还需做好行业交流计划，组织管理人员向同行业学习先进的管理经验和先进技术方法，及时掌握前端技能，以更好地服务农田水利工程节水灌溉工作。而对于农户，则可重点向其培训节

水灌溉技术技能操作办法，根据这类群体实际情况，灵活采取线上、线下教学模式，帮助农户全面掌握节水灌溉技能，包括技能操作步骤、灌溉知识、设备使用方法等。

结语

农田水利建设在农村经济发展、乡村振兴战略的实施方面占据着重要地位。随着国家对节水灌溉技术的持续研发和投入，节水目标与农田效益得以全面推进。滴灌、喷灌、微灌等技术的合理运用，可多方面优化农田水源及其利用率，解决过往农田水土流失、地下水位下降、土壤盐渍化等问题。然而技术应用往往离不开运行管理与维护，只有把握好农田水利工程节水灌溉运行管理的关键举措，深入落实其维护策略，才能更好地发挥节水灌溉效益。除此之外，技术、资金与人力亦是不可忽视的重要内容。未来还需持续加强对节水灌溉运行管理与维护的重视，使之逐步向智能化、精细化发展，以更好地适应新时期农田水利工程对水资源利用的要求。

参考文献

[1] 陶敏毓. 农田水利工程节水灌溉技术应用研究[J]. 农机市场, 2025, (02): 69-71.
 [2] 李贵山. 浅谈高效节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J]. 农业开发与装备, 2025, (01): 167-169.
 [3] 覃宝路. 农田水利工程节水灌溉设施建设要点分析[J]. 农机使用与维修, 2025, (02): 67-70.
 [4] 冉小丽. 干旱区农田水利工程水资源优化配置技术研究[J]. 新疆农机化, 2025, (01): 45-47.

作者简介：全祥明（1979.12-），男，汉，山东省兖州人，本科，中级工程师，研究方向：水利工程建设管理。