

# 水利工程灌区节水改造的技术创新路径

王仁杰

新疆塔里木河流域喀什噶尔水利管理中心 新疆 喀什 844000

**摘要:** 随着水资源短缺问题的日益严重,水利工程灌区节水改造成为提升农业灌溉效率、保障水资源可持续发展的关键措施。本文旨在探讨水利工程灌区节水改造的技术创新路径,通过分析当前灌区节水改造的现状与问题,提出一系列技术创新策略,以期提高水资源利用效率,推动农业可持续发展。

**关键词:** 水利工程;灌区节水改造;技术创新;水资源管理

## 引言

我国是一个水资源相对匮乏的国家,农业用水量占据了相当大的比例。然而,传统的灌溉方式往往缺乏科学性和精准性,导致灌溉效率低下,水资源浪费严重。因此,对水利工程灌区进行节水改造,并探索技术创新路径,具有重要的现实意义。

### 1 水利工程灌区节水改造的现状与问题

#### 1.1 水资源浪费严重

在当前的水利工程灌区中,水资源浪费是一个普遍且严重的问题。这主要是由于以下几个方面的原因造成的:一是灌溉设施老化:许多灌区的灌溉设施建于上世纪,经过长期的使用,这些设施已经出现了严重的老化和磨损。老化的管道、泵站和闸门等无法有效地控制水流的流量和压力,导致大量的水资源在传输和分配过程中被浪费。二是管理粗放:在传统的灌区管理中,往往缺乏精细化的管理手段和方法。灌溉时机的选择、水量的控制以及灌溉区域的划分等都较为随意,缺乏科学依据和精确计算,从而导致了水资源的浪费<sup>[1]</sup>。三是缺乏科学的灌溉制度:科学的灌溉制度应该根据作物的生长需求、土壤的水分状况以及气候条件等因素来制定。然而,在许多灌区,灌溉制度的制定往往缺乏科学依据,导致灌溉过度或不足,进而造成水资源的浪费。

#### 1.2 灌溉效率低下

传统的灌溉方式往往缺乏科学性和精准性,这直接导致了灌溉效率的低下。具体来说,存在以下几个问题:(1)灌溉方式落后:许多灌区仍然采用传统的地面灌溉方式,如漫灌、沟灌等。这些灌溉方式不仅耗水量大,而且灌溉效果不均匀,难以满足现代农业对高效、节水、智能的需求。(2)缺乏精准控制:在传统的灌溉系统中,往往缺乏精准的控制手段。灌溉水量的控制、灌溉时间的安排以及灌溉区域的划分等都较为粗糙,无法实现对灌溉过程的精确控制,从而影响了灌溉效率。

(3)技术更新滞后:随着科技的发展,许多先进的灌溉技术如滴灌、喷灌、微灌等已经逐渐成熟并得到广泛应用。然而,在一些灌区,由于技术更新滞后,这些先进的灌溉技术并未得到及时推广和应用,导致灌溉效率无法得到有效提升。

#### 1.3 管理体制不健全

灌区管理体制的不健全也是制约节水改造的重要因素之一。具体来说,存在以下几个问题:(1)管理机构不完善:在一些灌区,管理机构设置不完善,职责不明确,导致管理工作出现漏洞和盲区。同时,缺乏专业的管理人员和技术人员,使得管理工作的专业性和科学性无法得到保障。(2)管理手段落后:传统的灌区管理手段往往较为落后,缺乏现代化的管理技术和设备。例如,一些灌区仍然采用人工巡查的方式来监测灌溉设施的运行状况,这种方式不仅效率低下,而且无法及时发现和处理问题。(3)缺乏科学的管理方法和手段:科学的灌区管理应该采用先进的管理方法和手段,如信息化管理、智能化控制等。然而,在一些灌区,由于缺乏科学的管理方法和手段,导致管理工作无法做到精细化、科学化,从而影响了节水改造的效果。

### 2 水利工程灌区节水改造的技术创新路径

#### 2.1 推广节水灌溉技术

在水利工程灌区节水改造中,推广节水灌溉技术是至关重要的环节。为了有效减少水资源浪费,提高灌溉效率,应采取以下具体措施:首先,滴灌、喷灌等高效节水灌溉方式相较于传统灌溉方式,能够显著降低耗水量。滴灌通过管道系统将水直接输送到作物根部,减少了水分蒸发和渗漏损失;喷灌则利用喷头将水均匀喷洒在作物上,提高了灌溉均匀度。这些灌溉方式不仅节水效果显著,还能提高作物产量和品质。其次,为了实现准确取水计量和自动化灌溉控制,应安装先进的计量设备,如多普勒流量计或水位计等。多普勒流量计能够

实时监测水流速度，从而准确计算出灌溉水量；水位计则用于监测灌溉系统的水位变化，为灌溉控制提供重要依据。这些设备的安装有助于实现灌溉过程的精细化管理，提高水资源利用效率<sup>[2]</sup>。此外，在推广节水灌溉技术的同时，应结合智能控制系统，实现灌溉过程的自动化和智能化。智能控制系统能够根据作物生长需求、土壤水分状况以及气候条件等因素，自动调整灌溉水量和时间，确保灌溉的精准性和及时性。此外，智能控制系统还能实时监测灌溉系统的运行状态，及时发现并处理故障，保障灌溉过程的稳定性和可靠性。再者，为了确保节水灌溉技术的有效应用，应加强技术培训与推广力度。通过组织培训班、现场演示等方式，向农民普及节水灌溉技术的知识和操作技能，提高他们的节水意识和灌溉管理水平。同时，还应建立完善的技术服务体系，为农民提供技术咨询和指导服务，解决他们在应用过程中遇到的问题和困难。

## 2.2 建立智能化灌区管理系统

为了进一步提升水利工程灌区节水改造的效果，建立智能化灌区管理系统是关键。该系统通过集成物联网、传感器、大数据及人工智能等先进技术，旨在实现水资源的实时监测、精确分析和高效调度，从而显著提高水资源的利用效率和管理水平。

### 2.2.1 物联网技术的应用

物联网技术在智能化灌区管理系统中发挥着基础性作用。具体而言，它主要通过以下方式实现数据的采集、存储与分析：一是数据采集：利用LoRa通信技术、NB-IOT等低功耗广域网技术，实现灌区范围内各类传感器数据的实时采集。这些传感器包括土壤湿度传感器、气温传感器、风速传感器等，它们能够全面监测作物生长环境，为精准灌溉提供详实的数据支持。二是数据存储：采集到的数据通过物联网网络传输至云端服务器，进行集中存储和管理。云端存储不仅保证了数据的安全性和可靠性，还便于后续的数据分析和处理。三是数据分析：借助云计算和大数据分析技术，对存储的数据进行深度挖掘和智能分析。通过分析作物生长需水规律、土壤水分动态变化等，为灌溉决策提供科学依据。

### 2.2.2 大数据与人工智能的应用

在智能化灌区管理系统中，大数据与人工智能技术的结合进一步提升了灌溉管理的精准性和智能化水平。大数据分析可以基于海量历史数据和实时监测数据，构建灌溉决策模型。该模型能够综合考虑作物种类、生长阶段、土壤条件、气候条件等多种因素，对灌溉水量、灌溉时间等进行精准预测和决策。智能决策支持系统则

可以根据大数据分析的结果，自动生成最优灌溉方案。这些方案包括灌溉量、灌溉频率、灌溉时间等具体参数，以及针对不同区域的差异化灌溉策略<sup>[3]</sup>。智能决策支持系统生成的灌溉方案通过自动化控制系统得以精准执行。自动化控制系统能够根据预设的灌溉方案，自动调节灌溉设备的运行状态，如开启或关闭灌溉阀门、调整灌溉流量等。这不仅提高了灌溉的精准度，还显著降低了人力成本。

## 2.3 优化水资源配置

优化水资源配置是水利工程灌区节水改造中的关键环节，它要求根据灌区的实际情况，科学、合理地分配和利用水资源，以确保农业生产的正常进行，并保障水资源的可持续利用。首先，要对灌区的水资源进行全面评估，包括水资源的总量、分布、可利用量以及水质状况等。通过评估，可以准确了解灌区的水资源状况，为合理配置水资源提供基础数据支持。在配置水资源时，应充分考虑作物的需水特性、生长周期以及灌溉制度等因素。根据作物的需水量和灌溉需求，制定科学的灌溉计划，确保作物在关键生长期得到充足的水分供应。同时，要合理安排灌溉时间和灌溉量，避免过度灌溉和浪费水资源。为了加强水资源保护和水质监测，应建立完善的水质监测体系。在灌区的主要水源地、灌溉渠道和排水口等关键位置设置水质监测站点，定期监测水质指标，及时发现并处理水质问题。此外，还应加强对灌区周边环境的保护，防止污染源对水资源造成污染。在优化水资源配置的过程中，还应注重提高水资源的利用效率。通过采用先进的灌溉技术和设备，如滴灌、喷灌等节水灌溉方式，以及智能化的灌溉控制系统，可以显著提高灌溉效率，减少水资源的浪费。同时，要加强灌区管理，建立健全的水资源管理制度和机制。明确水资源管理的责任和义务，加强水资源使用的监管和执法力度，确保水资源的合理配置和有效利用。

## 2.4 加强科技创新与国际合作

在水利工程灌区节水改造中，加强科技创新与国际合作是推动技术进步和提升管理水平的关键。为了加大科技研发投入，应设立专项科研基金，支持灌溉技术和设备的研发与创新。这包括研究更高效的节水灌溉方式，如精准灌溉、智能灌溉等，以及开发更先进的灌溉设备，如智能控制阀门、精准施肥装置等。通过科技创新，可以显著提高灌溉效率，减少水资源浪费，提升农业生产效益。在推广先进的灌溉技术和设备方面，应建立完善的技术推广体系。通过组织培训班、现场演示、技术交流会等方式，将先进的灌溉技术和设备推广到灌

区,提高农民对节水灌溉的认识和接受度<sup>[4]</sup>。同时,应鼓励农民采用先进的灌溉技术和设备,提供必要的技术支持和指导,确保技术的有效应用。加强国际合作与交流是提升我国灌区节水改造技术水平的重要途径。应积极参与国际灌溉技术交流合作项目,引进国外先进的灌溉技术和管理经验。通过与国外专家的合作与交流,可以了解国际灌溉技术的最新动态和发展趋势,借鉴国外成功的灌区管理经验,为我国灌区节水改造提供有益的参考和借鉴。此外,还应加强与国际组织的合作,共同推动全球灌溉技术的研发与应用。通过参与国际灌溉技术标准的制定和修订工作,可以提升我国在国际灌溉领域的影响力和话语权,为我国灌区节水改造争取更多的国际支持和资源。

### 3 水利工程灌区节水改造的实施步骤

水利工程灌区节水改造的实施步骤包括制定实施方案、筹措资金、组织实施以及监测与评估。这些步骤相互衔接、相互支撑,共同构成了灌区节水改造工作的完整流程。通过科学规划、精心组织、严格管理,可以确保灌区节水改造工程的顺利实施和取得显著成效。

#### 3.1 制定实施方案

制定实施方案是水利工程灌区节水改造的首要步骤。这一步骤需要深入调研灌区的实际情况,包括水资源状况、灌溉设施现状、作物种植结构等,以充分了解灌区的节水改造需求。在此基础上,结合先进的节水灌溉技术和设备,制定具体的实施方案和计划。方案应明确节水改造的目标、内容、方法、时间表以及所需的资金和资源等,确保后续工作的有序进行。

#### 3.2 筹措资金

资金是保障水利工程灌区节水改造顺利实施的关键。为了筹措资金,可以采取多种渠道,包括政府投入、社会资本引入等。政府投入是主要的资金来源,可以通过申请国家、地方政府的财政支持,争取专项基金和补贴等。同时,也可以积极引入社会资本,通过PPP模式、股权投资等方式,吸引企业、金融机构等参与灌区节水改造项目,共同分担资金压力。

#### 3.3 组织实施

按照制定的实施方案和计划,组织相关人员和资源进行实施工作。这一步骤需要建立专门的项目管理团队,负责协调各方资源,确保项目的顺利推进。实施过程中,应注重质量控制和安全管理,确保节水改造工程的质量和效益。同时,还要加强与农民的沟通和合作,引导他们积极参与节水灌溉的实践,提高节水意识。

#### 3.4 监测与评估

对方案的实施过程和效果进行监测与评估是水利工程灌区节水改造的重要环节。通过建立完善的监测体系,可以实时掌握节水改造工程的进展情况和效果,及时发现并采取措施进行改进。评估工作应包括水质监测、灌溉效率评估、经济效益分析等方面,以全面评估节水改造工程的综合效益。根据监测与评估结果,可以及时调整实施方案和计划,确保节水改造工程达到预期的目标和效果。

#### 结语

灌区节水改造的技术创新路径是实现水资源高效利用和农业可持续发展的重要途径。通过推广节水灌溉技术、建立智能化灌区管理系统、优化水资源配置和加强科技创新与国际合作等措施,可以有效解决当前灌区节水改造面临的问题,提高水资源利用效率和管理水平。未来,随着技术的不断进步和应用的深入,灌区节水改造的技术创新路径将更加广泛和深入。

#### 参考文献

- [1]李素玲,张慧琳,孔祥涛,等.灌区节水改造建设现状与对策探讨——以万北灌区为例[J].灌溉排水学报,2021,40(S1):46-49.
- [2]吴文新.新时代农村水利工程灌区改造的思考[J].陕西水利,2020,(07):74-75.
- [3]侯俊芳.浅谈水利工程灌区节水改造技术[J].农业科技与信息,2020,(21):108-109.
- [4]汪峰.浅谈灌区水利工程改造技术应用[J].中国新技术新产品,2018,(17):108-109.