

水利设计中灌溉系统的现代化改造与节水技术

李 琮¹ 刘学敏²

1. 赤峰市水利事业发展中心 内蒙古 赤峰 024000

2. 赤峰市水利规划设计研究院 内蒙古 赤峰 024000

摘要: 本文旨在探讨水利设计中灌溉系统的现代化改造与节水技术的重要性、实施路径及其影响。通过系统分析传统灌溉系统存在的问题,结合现代节水技术和智能化管理手段,提出一套完整的灌溉系统现代化改造方案,以期提高水资源利用效率,促进农业可持续发展。

关键词: 水利设计;灌溉系统;现代化改造;节水技术;智能化管理

引言

随着全球水资源短缺问题的日益严峻,农业灌溉作为水资源消耗的主要领域,其效率提升和节水技术的应用显得尤为重要。传统灌溉系统存在水资源浪费严重、灌溉效率低下、管理粗放等问题,难以满足现代农业对高效、节水、智能的需求。因此,对灌溉系统进行现代化改造,推广节水技术,成为提升农业灌溉效率、保障水资源合理利用的关键举措。

1 传统水利灌溉系统存在的问题

1.1 水资源浪费严重

在传统水利灌溉系统中,诸如地面灌溉和漫灌等灌溉方法,因缺乏精确的水量控制机制,往往造成水资源在输送及灌溉环节的显著损失。具体而言,这些损失主要源于土壤渗漏、地表水蒸发以及非目标区域的过度湿润。这种粗放式的灌溉方式不仅导致水资源的大量浪费,还降低了整体的水利用效率,与当前水资源紧缺的形势背道而驰。

1.2 灌溉效率低下

由于缺乏智能化的灌溉控制系统,传统灌溉难以根据作物的实际需水状况进行精确调节。这往往导致灌溉量要么过多,造成土壤水分过剩,影响作物根系呼吸,甚至引发病害;要么过少,无法满足作物生长需求,限制其正常发育和产量提升。这种灌溉不精准的问题,直接影响了作物的生长周期和最终产量,降低了农业生产效益。

1.3 管理粗放

传统灌溉系统的管理主要依赖于人工经验和直观判断,缺乏科学的数据支撑和先进的监控技术。这导致在灌溉计划的制定、执行及效果评估过程中存在较大的盲目性和滞后性。管理人员难以及时准确地掌握灌溉区域的土壤湿度、作物生长状况及天气变化等关键信息,从

而难以迅速响应灌溉需求的变化,有效解决问题。这种粗放的管理方式不仅增加了人力成本,还降低了灌溉管理的整体效率和效果。

2 水利灌溉系统现代化改造的路径

2.1 工程设施改造

2.1.1 强化渠道防渗能力

针对传统灌溉系统中渠道渗漏严重的问题,现代化改造首要任务是对渠道进行防渗处理。这包括采用高性能的防渗材料,如耐久性强的混凝土、抗渗性好的砌石以及轻便易铺的塑料薄膜等,对渠道底部及侧壁进行全面铺设或加固。通过科学的施工技术和严格的质量控制,确保防渗层与渠道基体紧密结合,形成有效的防水屏障。此外,还可以结合地形特点,设计合理的渠道纵坡和横断面形状,进一步减少水流阻力,提高输水效率。这些措施共同作用,能够显著降低输水过程中的渗漏损失,将宝贵的水资源更高效地输送到田间地头,提升整个灌溉系统的水资源利用系数。

2.1.2 泵站与闸门改造

泵站作为灌溉系统的“心脏”,其性能直接关系到灌溉水的提升能力和效率。现代化改造中,应对老旧灌排泵站进行全面评估,针对存在的问题进行更新或升级。这包括更换高效节能的水泵,优化泵站布局,以及引入自动化控制系统,实现泵站的远程监控和智能调度。同时,增设或改造节制闸、分水闸等关键控制设施,通过精确调节闸门的开度,实现灌溉水的精准分配和灵活调度^[1]。这些改造不仅能够提升灌溉系统的整体效率,还能根据作物需水情况和天气变化,快速调整灌溉计划,确保灌溉水资源的合理分配和高效利用。

2.2 节水技术推广

2.2.1 喷灌技术

喷灌技术作为一种高效的灌溉方式,其核心在于通

过精心设计的喷头系统,将水以细小水滴的形式均匀喷洒于农田之上,从而有效减少水资源的浪费,并显著提升灌溉效率。在实施过程中,应依据作物的种类、生长阶段以及田间布局,科学选择喷头的类型、喷洒角度和覆盖范围,确保每一滴水都能精准地落在作物需要的地方。同时,喷灌系统还应配备智能控制装置,根据土壤湿度、作物需水量以及天气状况,自动调节喷灌的强度和频率,实现灌溉的精准化和智能化。除了节水效果显著,喷灌技术还能有效调节田间小气候。通过喷洒形成的水雾,可以降低农田的温度,增加空气湿度,为作物创造一个更加适宜的生长环境。特别是在干旱或高温季节,喷灌技术的这一功能尤为重要,它不仅能缓解作物的热害压力,还能促进作物的光合作用和蒸腾作用,从而提高作物的产量和品质。

2.2.2 微灌技术

微灌技术,包括滴灌、微喷灌等,是一种更为精细的灌溉方式。它通过管道系统,将水直接输送到作物的根部或附近土壤,实现了灌溉的精准定位。在滴灌系统中,水滴通过滴头缓慢而均匀地渗出,直接供给作物根系,大大减少了水分的蒸发和渗漏损失,提高了水资源的利用效率。同时,由于水分直接作用于作物根部,还能有效促进作物对养分的吸收,减少土壤肥力的流失^[2]。微喷灌则是结合了喷灌和滴灌的优点,通过微喷头将水以细小雾滴的形式喷洒在作物叶片或根部附近,既能满足作物的水分需求,又能保持土壤的疏松和透气性,有利于作物的生长和发育。在实施微灌技术时,应充分考虑作物的生长特性和需水规律,合理设计管道布局和滴头/微喷头的安装位置,确保灌溉的均匀性和有效性。

2.3 智能化管理手段

2.3.1 信息化管理系统:构建智慧灌区的核心平台

在推进水利灌溉系统现代化改造的过程中,信息化管理系统作为智慧灌区的“大脑”,发挥着至关重要的作用。该系统通过整合物联网、大数据、云计算等现代信息技术,构建起一个全面、高效、智能的管理平台。首先,利用物联网技术,将灌区内的各种设备、传感器和监测点连接起来,形成一个庞大的信息感知网络。这个网络能够实时采集灌区的水情、雨情、墒情、气象条件等关键数据,为后续的分析和决策提供坚实的数据基础。接下来,大数据技术和云计算平台将对这些海量数据进行深度挖掘和分析。通过算法模型,系统能够自动识别出灌区的灌溉需求、水资源状况以及潜在的风险点,为管理人员提供科学、精准的决策支持。同时,信息化管理系统还具备远程控制功能,管理人员可以通过

手机、电脑等终端设备,对灌区内的泵站、闸门、喷灌设备等进行远程操作和调整,实现灌溉过程的自动化和智能化。

2.3.2 自动化控制系统:打造精准灌溉的坚实保障

自动化控制系统是信息化管理系统的重要组成部分,也是实现精准灌溉的关键。在灌区内部,应广泛安装各类传感器和监测设备,如土壤湿度传感器、水位计、气象站等,构建起一个覆盖全面、反应迅速的信息感知网络。这些设备能够实时监测灌区的各项环境参数,并将数据实时传输至信息化管理系统。基于这些实时数据,自动化控制系统能够自动调整灌溉设备的运行状态,如控制喷头的喷洒角度、调节泵站的输出流量、开关闸门等,确保灌溉过程能够根据作物的实际需求和灌区的实际情况进行精准调整^[3]。此外,自动化控制系统还具备故障自诊和报警功能,一旦检测到设备异常或灌溉效果不佳,系统会立即发出警报并尝试自动修复,确保灌溉系统的稳定运行和高效灌溉。

3 节水技术在水利灌溉系统改造中的应用

3.1 雨水集蓄利用

在水利灌溉系统的现代化改造中,雨水集蓄利用作为一项高效且环保的节水技术,正日益受到重视。该技术通过修建蓄水池、水窖、集雨渗井等专门设施,有效地收集并储存自然降水,进而在灌溉季节或干旱时期加以利用,从而降低了整体的水资源消耗。具体实施时,需根据当地的降雨特点、地形地貌以及灌溉需求,科学规划集雨设施的位置、规模和结构。蓄水池和水窖应选址在地势较低、易于汇水且地质条件稳定的地方,以确保安全储水和长期利用。同时,为了提高雨水的收集效率和利用价值,还可以结合地形设计合理的导流系统,如修建引水渠、设置集雨面等,将雨水高效地引入储水设施中。此外,雨水集蓄利用技术还应与灌溉系统紧密结合,通过安装管道、泵站等输水设施,将储存的雨水输送到农田进行灌溉。在灌溉过程中,还可以结合喷灌、滴灌等节水灌溉技术,进一步提高雨水的利用效率,确保每一滴珍贵的水资源都能发挥最大的效益。通过雨水集蓄利用技术的深度应用,不仅能够缓解水资源短缺的问题,还能促进农业生产的可持续发展,实现经济效益、社会效益和生态效益的和谐统一。

3.2 污水处理回用

在水利灌溉系统的现代化改造进程中,污水处理回用作为一项高效且环保的节水策略,正逐渐成为缓解水资源短缺、减轻环境污染的重要手段。该技术通过先进的污水处理工艺,将原本可能对环境造成污染的污水,

转化为符合灌溉用水标准的水资源,进而实现水资源的循环利用。具体实施时,需根据污水的来源、成分以及灌溉作物的需求,选择适宜的污水处理技术。常见的处理工艺包括物理处理(如格栅、沉淀)、化学处理(如混凝、中和)以及生物处理(如活性污泥法、生物膜法)等。通过这些处理步骤,可以有效去除污水中的悬浮物、有机物、重金属等有害物质,使水质达到灌溉用水的要求^[4]。污水处理回用不仅有助于减少污水的排放,降低对河流、湖泊等自然水体的污染,还能为农业生产提供稳定的水源。在处理后的污水用于灌溉时,还需结合作物的生长特性和需水规律,科学制定灌溉计划,确保灌溉的精准性和有效性。同时,通过定期监测水质和作物生长情况,可以及时调整灌溉策略,实现水资源的最大化利用。污水处理回用技术的推广和应用,不仅有助于缓解水资源短缺的压力,还能促进生态环境的改善和农业生产的可持续发展,是实现水资源循环利用和绿色发展的重要途径。

3.3 科学用水管理

在水利灌溉系统的现代化改造中,科学用水管理是实现水资源高效利用、构建节水型社会的核心环节。为了促进节约用水,必须建立起完善的用水计量制度,确保水的使用都能被精准记录。通过安装智能水表、流量计等计量设备,可以实时监测和记录灌溉用水量,为定额用水和超额累进加价制度提供数据支持。定额用水制度是根据作物种类、生长周期和土壤条件等因素,科学设定灌溉用水定额,确保灌溉用水在合理范围内。而超额累进加价制度则是对超出定额的用水量进行加价收费,通过经济手段激励用户节约用水,避免水资源的浪费。同时,科学用水管理还离不开先进的监测技术。通过运用遥感、物联网、大数据等现代信息技术,可以实时监测水资源分布和利用情况,包括水源地下水位、灌溉区域土壤湿度、作物生长状况等。这些数据为水资源的合理配置和管理提供了科学依据,有助于实现灌溉的精准化和智能化。

4 水利灌溉系统现代化改造的影响

4.1 显著提高水资源利用效率

现代化改造的灌溉系统,通过实施渠道防渗工程,有效减少了水在输送过程中的渗漏损失;同时,广泛推广节水技术,如喷灌、滴灌等,使得灌溉水能够更精准地送达作物根部,减少了水分的蒸发和浪费;再加上智能化管理手段的引入,实现了灌溉的精准控制和按需灌

溉,进一步提高了水资源的利用效率。这些措施共同作用下,使得灌溉系统现代化改造在提升水资源利用效率方面取得了显著成效。

4.2 有力促进农业可持续发展

灌溉系统的现代化改造,不仅提高了灌溉效率,更推动了农业灌溉方式的根本性转变。高效、节水、智能的灌溉方式成为主流,使得农业生产在保障产量的同时,更加注重资源的节约和环境的保护。这种转变不仅提升了农业生产的效率和质量,更为农业的可持续发展奠定了坚实基础。通过灌溉系统的现代化改造,农业生产的抗风险能力得到增强,农业生产结构得以优化,农业的综合竞争力得到全面提升。

4.3 全面提升灌区管理水平

随着信息化管理系统和自动化控制系统的建设和完善,灌区的管理水平实现了质的飞跃。信息化管理系统能够实时收集、分析和处理灌区内的各种数据,为管理决策提供了科学依据;而自动化控制系统则能够根据这些数据,自动调整灌溉设备的运行状态,实现灌溉过程的精准控制。这些系统的应用,不仅降低了灌区的管理成本,更提高了管理的效率和准确性,使得灌区的管理更加科学化、规范化。

结语

灌溉系统的现代化改造与节水技术的应用是提升农业灌溉效率、保障水资源合理利用的重要途径。通过工程设施改造、节水技术推广和智能化管理手段的应用,可以显著提高水资源利用效率,促进农业可持续发展。未来,随着科技的不断进步和创新,灌溉系统现代化改造与节水技术将发挥更加重要的作用,为实现水资源的可持续利用和经济社会的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]吕晓理,吕鸿翔,吕宁江.双王城水库坝坡灌溉系统升级改造方案[J].山东水利,2021,(05):4-5+10.
- [2]张翔,穆立超.现代化灌区节水改造技术的研究与应用[C]//河海大学,新疆维吾尔自治区水利学会,新疆农业大学,石河子大学.2024中国水资源高效利用与节水技术论坛论文集.黄河勘测规划设计研究院有限公司,2024:11.
- [3]常吉学.节水灌溉技术发展的现状、趋势与挑战[J].大众标准化,2024,(20):45-47.
- [4]张齐兵.节水灌溉技术在农田水利工程中的应用探讨[J].当代农机,2024,(09):48+50.