

# 灌溉管理系统在节水灌溉中的应用效果评估

王永平

甘肃省引大入秦水资源利用中心 甘肃 兰州 730000

**摘要：**随着全球水资源的日益紧张，农业灌溉作为水资源消耗的主要领域，其节水效率的提升显得尤为重要。灌溉管理系统通过集成现代科技，如物联网、大数据和人工智能等，实现了对灌溉过程的精准控制和高效管理。本文旨在评估灌溉管理系统在节水灌溉中的应用效果，分析其在水资源利用效率、作物产量、成本节约及环境影响等方面的具体表现。

**关键词：**灌溉管理系统；节水灌溉；水资源利用效率；作物产量；成本节约；环境影响

## 引言

农业灌溉用水量巨大，占全球总用水量的比例高达70%以上。然而，传统的灌溉方式往往导致水资源的大量浪费，且灌溉效率低下。随着科技的进步，灌溉管理系统应运而生，为节水灌溉提供了新的解决方案。本文旨在通过评估灌溉管理系统在节水灌溉中的应用效果，为农业灌溉的现代化转型提供科学依据，促进水资源的合理利用和农业生产的可持续发展。

### 1 灌溉管理系统概述

在现代农业中，灌溉管理系统作为智能化、精准化农业管理的重要组成部分，正发挥着越来越重要的作用。这一系统通过集成先进的信息技术、物联网技术和自动化技术，实现了对农田灌溉过程的全面监控和智能管理，大大提高了水资源利用效率，促进了作物的健康生长。

#### 1.1 系统组成

灌溉管理系统是一个复杂而精细的系统，它通常由多个关键部分组成，共同协作以完成灌溉任务的智能化管理。

传感器网络是灌溉管理系统的“眼睛”和“耳朵”。这些传感器被精心布置在农田中，负责实时监测土壤湿度、温度、pH值，以及气象条件如气温、风速、降雨量等关键参数。这些传感器采用先进的传感技术，能够准确捕捉农田环境的微妙变化，并将这些变化转化为电信号，为后续的数据处理和分析提供基础。

数据采集与处理模块是灌溉管理系统的“大脑”。它接收来自传感器网络的原始数据，通过一系列复杂的算法和模型，对这些数据进行处理和分析。这个模块能够滤除噪声、校正误差，将原始数据转化为有用的信息，如土壤水分含量、作物蒸腾量等<sup>[1]</sup>。同时，它还能对数据进行存储和管理，为中央控制系统提供历史数据和趋势分

析，帮助决策者更好地了解农田环境的变化规律。

中央控制系统是灌溉管理的核心。它根据数据采集与处理模块提供的信息，以及预设的作物需水模型，自动计算并调整灌溉量、灌溉时间和灌溉方式。这个系统能够考虑多种因素，如作物种类、生长阶段、天气条件等，制定出最优的灌溉计划。中央控制系统还具备远程监控和控制功能，使得管理者可以随时随地通过网络或移动设备对灌溉系统进行监控和调整。

执行机构则是灌溉管理系统的“手脚”。它根据中央控制系统的指令，负责实施灌溉操作。执行机构可能包括电动阀门、水泵、喷灌设备等。这些设备能够精确控制水流的开关、流量和压力，确保灌溉水能够准确、均匀地输送到作物的根部，实现精准灌溉。

#### 1.2 工作原理

灌溉管理系统的工作原理是基于物联网技术和自动化控制技术的深度融合。系统通过传感器网络实时采集农田环境数据，这些数据包括土壤湿度、气温、降雨量等关键指标。传感器将这些数据转化为电信号，并通过无线或有线方式传输至数据采集与处理模块。数据采集与处理模块接收到传感器传来的数据后，会立即进行预处理和清洗，以去除噪声和异常值。接着，模块会运用先进的算法和模型对数据进行深入分析，提取出有用的信息，如土壤水分含量、作物蒸腾速率等。这些信息会被存储在数据库中，供中央控制系统随时调用。中央控制系统根据预设的作物需水模型和实时环境数据，会自动计算作物的实际需水量，并与当前的土壤水分含量进行比较。如果土壤水分低于作物需水量，系统会立即制定灌溉计划，包括灌溉量、灌溉时间和灌溉方式。这个计划会考虑到作物的生长阶段、天气预报、土壤类型等多种因素，以确保灌溉的精准性和有效性。最后，执行机构根据中央控制系统的指令，开始实施灌溉操作。电

动阀门会准确控制水流的开关，水泵会提供稳定的水流和压力，喷灌设备会确保水流均匀覆盖作物的根部。整个灌溉过程完全自动化，无需人工干预，大大提高了灌溉的效率和准确性。

## 2 灌溉管理系统在节水灌溉中的应用效果评估

随着全球水资源日益紧张，节水灌溉已成为现代农业发展的重要方向。灌溉管理系统作为节水灌溉技术的核心，通过精准控制灌溉过程，显著提高了水资源利用效率，同时带来了作物产量与品质的提升、成本的节约以及环境影响的减小等多方面的积极效果。

### 2.1 水资源利用效率提升

灌溉管理系统在节水灌溉中的应用，首先体现在水资源利用效率的显著提升上。传统灌溉方式往往依赖人工经验，难以准确判断作物的实际需水量，容易导致过度灌溉或灌溉不足的问题。而灌溉管理系统通过集成先进的传感器、数据采集与处理模块以及中央控制系统，能够实时监测土壤湿度、气象条件等关键参数，并根据作物需水模型和实时环境数据，自动计算并调整灌溉量、灌溉时间和灌溉方式。这种精准灌溉的方式，确保了作物在生长过程中获得恰好所需的水量，既不过多也过少。据相关研究表明，采用灌溉管理系统的农田，灌溉水利用系数可提高至0.8以上，相较于传统灌溉方式的0.6至0.7，节水效果显著。这意味着，在同样的灌溉条件下，使用灌溉管理系统的农田能够更有效地利用水资源，减少水资源的浪费<sup>[2]</sup>。此外，灌溉管理系统还能通过数据分析，发现农田中的水分分布不均问题，并采取相应的灌溉策略进行调整。例如，在干旱地区，系统可以通过增加灌溉频次和减少每次灌溉的量，来确保作物根部的均匀受水，提高水分的利用效率。这种精细化的灌溉管理方式，不仅节约了水资源，还提高了作物的生长质量。

### 2.2 作物产量与品质提升

灌溉管理系统在节水灌溉中的应用，不仅节约了水资源，还带来了作物产量与品质的显著提升。精准灌溉技术为作物营造了最为适宜的生长环境，确保作物在生长的各个阶段都能获取到恰到好处的水分和养分。这种精细化的灌溉管理方式，极大地促进了作物的健康生长，进而提高了作物的产量。以西瓜和洋葱种植为例，这些作物在采用智能灌溉系统后，产量得到了显著提升。系统会根据西瓜和洋葱的生长周期及各自的需水特性，自动调整灌溉策略，确保它们在生长过程中能够获得充足且均匀的水分。同时，系统还能实时监测土壤湿度和气象条件，准确预测作物的需水量，并提前制定出

合理的灌溉计划，有效避免了因水分不足或过多而造成的产量损失。除了产量的提升，灌溉管理系统还对作物的品质优化起到了积极作用。通过精准控制灌溉量和灌溉时间，系统能够确保作物在关键生长期得到充足的水分供应，从而促进作物的养分吸收和代谢过程。这种精细化的灌溉管理方式，有助于提高作物的口感、外观色泽和营养价值等品质指标。此外，灌溉管理系统还具备强大的数据分析功能。它能够及时发现作物生长过程中的异常情况，并迅速采取相应的管理措施进行处理。比如，当系统监测到某块农田的作物生长速度明显慢于其他农田时，会自动调整该农田的灌溉策略，如增加灌溉量或改变灌溉方式，以有效促进作物的健康生长。

### 2.3 成本节约

灌溉管理系统在节水灌溉中的应用，还带来了显著的成本节约效果。通过自动化控制和精准灌溉，系统减少了人工干预和水资源的浪费，降低了灌溉成本。传统灌溉方式往往需要大量的人力投入，进行灌溉设备的操作和维护，而灌溉管理系统则实现了灌溉过程的自动化控制，减少了人工干预的需求。以滴灌系统为例，传统的滴灌系统需要人工进行灌溉管的布置、调整和维护，而采用灌溉管理系统的滴灌系统则可以通过中央控制系统进行远程监控和控制，实现了灌溉过程的自动化。这不仅减少了人工投入的成本，还提高了灌溉的准确性和效率。同时，精准灌溉还避免了水资源的浪费，降低了水费支出<sup>[3]</sup>。此外，灌溉管理系统还能通过数据分析，优化灌溉策略，进一步降低能耗和维护成本。系统可以根据作物的实际需水量和天气条件，自动调整灌溉计划和灌溉方式，避免了因过度灌溉而导致的能耗浪费。同时，系统还能对灌溉设备进行实时监测和故障预警，及时发现并处理设备故障，降低了维护成本。以某大型农田为例，该农田在采用灌溉管理系统后，通过自动化控制和精准灌溉，成功实现了成本的节约。系统根据作物的生长周期和天气条件，自动调整灌溉计划，确保了作物在生长过程中获得充足且均匀的水分。同时，系统还对灌溉设备进行实时监测和故障预警，及时发现并处理设备故障，避免了因设备故障而导致的损失。

### 2.4 环境影响减小

灌溉管理系统的应用，还有助于减小农业活动对环境的负面影响。传统灌溉方式往往容易导致化肥和农药的过量使用，造成农业面源污染。而灌溉管理系统通过精准控制灌溉量和灌溉时间，可以优化化肥和农药的使用效果，减少其使用量。系统可以根据作物的生长需求和土壤条件，自动调整灌溉计划和化肥、农药的施用

量。例如,在作物生长旺盛期,系统可以增加灌溉量以促进作物的养分吸收和代谢过程,同时减少化肥和农药的施用量以避免对环境的污染。这种精细化的管理方式,不仅提高了化肥和农药的使用效率,还降低了对环境的负面影响<sup>[4]</sup>。此外,精准灌溉还能减少土壤盐渍化和水土流失等问题。传统灌溉方式往往容易导致土壤盐分的积累和水分的流失,而灌溉管理系统则可以通过精准控制灌溉量和灌溉方式,避免这些问题的发生。系统可以根据土壤的盐分含量和水分状况,自动调整灌溉计划,确保土壤中的盐分得到及时排出,同时保持土壤的水分平衡。

### 3 案例分析

#### 3.1 甘肃金昌一冶农场智能电动球阀应用案例

甘肃金昌一冶农场位于干旱地区,水资源稀缺,传统灌溉方式浪费严重,且难以满足作物生长需求。为解决这一问题,农场引入了智能电动球阀和灌溉管理系统。

**系统实施:**该系统通过布置在农田中的土壤湿度传感器实时监测土壤水分状况,同时结合气象站提供的气温、降雨量等数据,由中央控制系统进行智能分析,决定灌溉时机和水量。智能电动球阀作为执行机构,能够远程控制灌溉管道的开关,实现精准灌溉。

**应用效果:**相比传统灌溉方式,智能灌溉系统可节水30%以上。系统能够根据作物实际需水量和土壤湿度进行精准灌溉,避免了过度灌溉和水分浪费。稳定的水分供应满足了农作物生长要求,促进了作物根系发育和茎叶生长,提高了作物产量和品质。自动化灌溉减少了人工干预,降低了劳动力成本。同时,节水效果也减少了水费支出,提高了农场经济效益。

#### 3.2 大型农业园区智慧灌溉系统案例

某大型农业园区种植有多种作物,包括蔬菜、水果和粮食作物等。由于作物种类多样,灌溉需求各异,传统灌溉方式难以满足精准管理的要求。因此,园区引进了智慧灌溉系统。

**系统实施:**该系统集成了物联网、大数据分析和人工智能等先进技术,通过布置在农田中的各类传感器实时监测土壤湿度、气温、光照强度等环境参数。中央控制系

统根据作物生长模型和实时环境数据,制定个性化的灌溉计划,并通过智能阀门和喷灌设备实施精准灌溉。

**应用效果:**智慧灌溉系统能够根据实际需水量进行精准灌溉,避免了水资源浪费。据统计,系统实施后,园区灌溉水利用系数提高至0.9以上,节水效果显著。精准灌溉为作物提供了适宜的生长环境,促进了作物健康生长。园区内蔬菜、水果等作物的产量和品质均得到了显著提升,提高了市场竞争力。智慧灌溉系统实现了灌溉过程的自动化和智能化管理,减少了人工干预。园区管理人员可以通过手机或电脑远程监控灌溉系统运行状态,及时调整灌溉策略,提高了管理效率。精准灌溉减少了化肥和农药的使用量,降低了农业面源污染。同时,系统还能根据土壤湿度和作物需水量进行灌溉,避免了过度灌溉导致的水土流失和土壤盐渍化等问题。

### 结语

灌溉管理系统在节水灌溉中的应用效果显著,不仅提高了水资源的利用效率,还促进了作物产量和品质的提升,降低了灌溉成本,减小了环境影响。通过案例分析可以看出,灌溉管理系统在不同农业场景中的应用均取得了良好的效果。未来,随着科技的不断发展,灌溉管理系统将更加智能化和精准化。例如,结合5G、物联网和人工智能等先进技术,灌溉管理系统将实现对农田环境的实时监测和精准调控,进一步提升水资源利用效率和农业生产效益。同时,政府和企业应加大对灌溉管理系统研发和推广的投入力度,促进其在农业灌溉领域的广泛应用。

### 参考文献

- [1]陈向阳.物联网技术在农业节水灌溉管理系统中的应用研究[J].山西水利科技,2022,(02):62-64+68.
- [2]徐利岗,基于物联网的智能灌溉管理系统推广与应用.宁夏回族自治区,宁夏回族自治区水利科学研究院,2018-06-08.
- [3]高云龙,邢宝欣,卢阳,等.智慧灌区智能节水灌溉系统在缺水地区的应用[J].农机市场,2024,(11):97-99.
- [4]张德儒,刘斌.智慧灌区智能节水灌溉系统设计与应用[J].农业与技术,2024,44(18):47-50.