

# 农业灌区智能节水灌溉系统设计与应用

王涛

甘肃大禹节水集团水利水电工程有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v8i5.5419

**[摘要]** 我国是一个农业大国,水资源需求量很大。目前,我国的农业灌溉系统存在农业用水利用率低、不能按照农作物的需求,以及根据农作物长势调节水量和精准喷灌等问题,造成水资源的极大浪费。智能灌溉作为一种新兴的节水农业技术,通过集成现代信息化手段,实现对农业用水的精准管理和高效利用,具有显著的节水潜力和广泛的应用前景。本文提出了智能节水灌溉系统,以实现水资源的合理分配和自动控制,智能灌溉系统能够根据植物种类、土壤类型、气候变化等多重因素调整灌溉方案,经济节水成本效益分析进一步证明了其在大范围农业灌区条件下的适用性与可行性,为农业生产实现自动化与智能化具有促进作用。

**[关键词]** 智能节水; 灌溉系统设计; 农业水资源管理

**中图分类号:** TU991.64 **文献标识码:** A

## Design and application of intelligent water-saving irrigation system in agricultural irrigation areas

Tao Wang

Gansu Dayu Water Conservation Group Water Resources and Hydropower Engineering Co., Ltd

**[Abstract]** China is a big agricultural country, and the demand for water resources is very large. At present, China's agricultural irrigation system has problems such as low utilization rate of agricultural water, not according to the demand of crops, and the regulation of water quantity according to the growth of crops and precise sprinkler irrigation, resulting in a great waste of water resources. As an emerging water-saving agricultural technology, intelligent irrigation realizes the precise management and efficient utilization of agricultural water through the integration of modern information means, and has significant water-saving potential and wide application prospects. This paper proposed the intelligent water-saving irrigation system, in order to realize the reasonable distribution and automatic control of water resources, intelligent irrigation system can adjust irrigation scheme according to plant species, soil type, climate change, economic water saving cost benefit analysis further proved its applicability and feasibility under the condition of a large range of agricultural irrigation areas, automation and intelligent for agricultural production.

**[Key words]** intelligent water saving; irrigation system design; agricultural water resources management

### 引言

我国是一个农业灌溉大国,但水资源短缺,导致水资源供需矛盾日益突出。大中型灌区自动化程度较低,使得研究灌区节水灌溉智能监控系统、提高水资源利用率成为智慧农业的研究热点。同时,灌溉系统的耗电量大,造成了电力的浪费。因此,需要设计一种智能节水灌溉系统,既可节省电量,又能够根据农作物生长环境的温湿度调节水量进行灌溉,使水资源在农业上得到有效的利用。

### 1 农业灌溉系统概述

农业灌溉系统是指通过输水设施将水源引入田地,为作物

提供适量的水分,以满足作物的生长发育需求。农业灌溉系统的主要组成部分包括水源、输水设施、水质处理设备、灌溉管道和灌溉设备等。农业灌溉系统的设计与应用是为了实现灌溉水资源的合理利用,减少水的浪费,提高灌溉效率,保障农业生产的可持续发展。

农业灌溉系统概述的主要内容有以下几个方面:首先是水源的选择和利用。水源是农业灌溉系统的基础,对于不同地区的农田,可以选择地下水、河流水、湖泊水或者是雨水等作为灌溉的水源。其次是输水设施的建设。输水设施包括水泵站、输水管道和水池等,主要用于将水源引入田地,保证水资源的供应。然

后是水质处理设备的安装。水质处理设备主要用于去除水中的杂质和有害物质,提高水的质量,保证作物的生长环境。另外还需要建设灌溉管道和灌溉设备。灌溉管道主要用于将水从输水设施输送到田地,灌溉设备则是用于控制灌溉水量和灌溉时间等,保证作物的生长需要。

农业灌溉系统的设计与应用需要考虑多个因素。首先,需要根据农田的实际情况确定灌溉水量和灌溉频率等。这取决于作物的品种、土壤的水分容量和灌溉的方式等因素。其次,还需要考虑水源的可靠性和水质的适用性。有些地区的水源可能不稳定或者水质较差,需要采取相应的措施进行处理和利用。另外,还需要考虑灌溉系统的自动化程度和节能性。随着科技的发展,农业灌溉系统的自动化程度越来越高,可以实现自动监测和控制灌溉水量,从而提高灌溉效率和节约能源。

## 2 农业灌区智能节水灌溉系统的设计

### 2.1 智能系统架构与组成

农业灌区智能节水灌溉系统的系统架构与组成主要包括以下几个方面:

2.1.1 传感器节点: 传感器节点是系统的基础组成部分,主要负责采集环境参数和农作物的生长状态数据。传感器节点包括温湿度传感器、土壤湿度传感器、光照传感器等多种传感器,通过测量不同的参数来获取灌溉系统需要的数据<sup>[1]</sup>。传感器节点将采集到的数据通过通信模块发送给决策节点。

2.1.2 通信模块: 通信模块用于传输传感器节点采集到的数据,实现传感器节点与决策节点之间的数据交互。通信模块可以采用无线通信方式,如无线局域网(WiFi)、蓝牙、GSM等,也可以采用有线通信方式,如以太网。

2.1.3 决策节点: 决策节点是该系统的核心部分,主要负责数据处理、决策算法的运行和灌溉控制。决策节点接收传感器节点发送的数据,通过数据分析和算法模型,实现对农作物的生长状态进行判断和预测,并提供相应的灌溉策略。决策节点会根据实时的环境参数和农作物的需水量来自动控制灌溉系统的开关,实现智能节水灌溉。

2.1.4 执行节点: 执行节点是负责根据决策节点给出的灌溉策略进行实际的灌溉操作。执行节点包括灌溉阀门、水泵、喷灌设备等,根据决策节点的指令来控制水的供给和灌溉方式。执行节点需要能够根据输入的灌溉策略进行准确的操作,以确保水资源的合理利用和农作物的良好生长。

2.1.5 用户界面: 用户界面是农业灌区智能节水灌溉系统与用户之间进行交互的界面,可以通过计算机、手机等终端设备实现。用户界面主要提供给用户查看系统运行状态、设置灌溉参数并对系统进行监控和控制的功能。用户界面可以显示实时的传感器数据、决策节点提供的灌溉策略和执行节点的工作状态,让用户可以及时了解和控制系统的运行情况。

2.1.6 数据存储与分析: 数据存储与分析模块用于存储系统采集到的数据,并对数据进行处理和分析。通过对历史数据和实时数据的分析,可以得出农作物的生长趋势和灌溉效果,为决策

节点提供参考依据,同时也可以为农业管理部门提供决策支持。

### 2.2 智能系统功能设计

2.2.1 节水灌溉系统的整体架构和 workflow。在该系统中,首先需要设计并实现传感器模块,用于感知灌溉区域的环境参数,包括土壤湿度、温度、光照等。并要求能够稳定可靠地获取环境数据,并及时将数据传输给控制模块。

2.2.2 控制模块的设计和实现。控制模块是整个系统的核心部分,其主要功能是根据传感器模块获取的环境参数,进行智能化的控制和决策,从而实现灌溉设备的控制<sup>[2]</sup>。控制模块需具备强大的计算和处理能力,能够根据预设的算法和规则进行灌溉决策,并将灌溉指令发送给执行模块。

2.2.3 执行模块。执行模块主要负责根据控制模块发送的指令,控制灌溉设备的工作状态。执行模块需要根据指令对灌溉设备(如水泵、阀门等)进行开关控制,实现对灌溉水源的开关和流量的调节。

### 2.3 用户界面设计

用户界面是用户与系统进行交互的平台,它直接关系到用户对系统的感知和使用体验。因此,用户界面的设计应该具备直观、易用、美观的特点。在农业灌区智能节水灌溉系统中,用户界面设计旨在提供给用户直观、清晰的操作界面,使用户能够方便地掌握系统的状态信息和操作功能。因此,用户界面需具备以下几个特点:

2.3.1 直观的界面设计。用户可以快速理解系统的工作原理和操作流程。比如,在系统中可以采用图标、按钮等可视化元素来表示不同的功能模块,用户只需要点击相应的按钮或图标,即可完成对系统的操作。

2.3.2 界面简单易用。系统应该提供简洁明了的操作指引,避免用户在使用过程中出现迷惑和困惑的情况。比如,在系统的操作界面中,可以提供明确的文字说明,告诉用户如何正确操作系统,以及如何处理异常情况。

2.3.3 界面美观。通过合理的布局、丰富的色彩和流畅的动画效果,可以给用户带来良好的视觉体验。美观的用户界面可以提升用户的使用欲望,增加用户的使用时长,并且提高用户对系统的满意度。

### 2.4 数据通信机制

数据通信机制的设计原则如下:

2.4.1 可靠性: 数据通信机制必须保证数据的可靠传输,对于遗漏、错误的数据包需要进行重传和纠错。

2.4.2 实时性: 农业灌溉系统对灌溉数据的实时性要求较高,数据通信机制应能够及时传输数据。

2.4.3 高效性: 考虑到灌溉数据的数量庞大,数据通信机制应能够高效地传输大量的数据。

2.4.4 兼容性: 数据通信机制需要兼容多种不同的设备和网络环境,以适应不同的农业灌溉系统。

为了满足以上设计原则,我们采用了以下方式实现数据通信机制:

(1) 无线通信技术: 采用无线通信技术进行数据传输, 如 Wi-Fi、GPRS、LoRa 等。这种方式可以满足数据实时性的要求, 并且兼容不同的设备和网络环境。

(2) 数据压缩和加密: 对于传输的数据进行压缩和加密, 减少数据传输的负载, 提高数据传输的效率和安全性。

(3) 协议设计: 设计专门的通信协议, 对传输的数据进行协议格式的定义和规范。这样可以保证数据的可靠传输, 并且能够与系统其他部分进行良好的配合。

(4) 错误处理和重传机制: 在数据传输过程中, 通过错误检测和纠错码的方式来处理数据传输中的错误, 同时引入重传机制, 以保证数据的可靠传输<sup>[3]</sup>。

### 3 农业灌区智能节水灌溉系统技术的应用

#### 3.1 传感器技术应用

农业灌区智能节水灌溉系统设计与应用的传感器技术应用主要包括以下几个方面:

3.1.1 温度传感器来监测土壤温度情况。温度传感器能够及时感知到土壤温度的变化, 通过测量土壤温度来判断植物生长的适宜条件。当土壤温度过高或过低时, 系统会自动进行相应的调节, 提供适宜的温度环境, 为植物的生长创造良好的条件。

3.1.2 湿度传感器来监测土壤湿度情况。湿度传感器能够实时感知到土壤水分含量的变化, 通过监测土壤的湿度情况来控制灌溉水量和频率。当土壤湿度过低时, 系统会自动进行补水; 当土壤湿度过高时, 系统会及时停止水源供给, 避免过度灌溉造成浪费。

#### 3.2 数据采集与处理

数据采集与处理主要任务是通过在农田内的土壤水分含量、气象数据等进行监测和采集, 以便实现对灌溉系统的精确控制和调节。

首先, 要获取农田内土壤水分含量的信息, 常用的土壤水分监测方法主要有频域反射计 (FDR)、时间域反射计 (TDR) 等。这些监测设备通过发射电磁波或电流来测定土壤的水分含量, 并将采集到的数据传输给系统进行处理。在实际的应用中, 通常会根据农田的实际情况选择合适的监测设备和布设方式, 以保证数据的准确性和可靠性。其次, 要获取气象数据, 以便对灌溉系统进行精确的控制和调节。常见的气象数据包括温度、湿度、风速、降雨量等。这些数据对于农业灌溉的决策至关重要, 因为

可以通过综合分析气象数据和土壤水分含量数据, 确定合适的灌溉方式和时机, 从而实现节水灌溉的效果。

#### 3.3 节水策略优化

3.3.1 需要基于准确的水文数据和作物生长需水模型。通过传感器获取土壤含水量、气象数据等关键信息, 综合考虑作物类型、生育期等因素, 利用数学模型计算出作物生长所需的水量<sup>[4]</sup>。在此基础上, 系统根据实时监测数据自动调整灌溉水量, 实现对作物生长需水的精确控制。

3.3.2 需要考虑灌溉方式的优化。不同地区、不同作物对水的需求不同, 因此应选择合适的灌溉方式。常见的灌溉方式包括滴灌、喷灌、微喷灌等, 通过选择合适的灌溉方式, 可以减少水的流失和蒸发, 提高水的利用效率。在实际应用中, 节水策略优化还可以结合智能控制技术, 如人工智能、物联网等。通过对大量的历史数据进行分析和学习, 系统可以逐渐优化灌溉策略, 提高节水效果。同时, 可以使用远程监控和控制技术, 实现对灌溉系统的远程操作和控制, 提高管理效率。

### 4 结束语

综上所述, 农业灌区智能节水灌溉系统是一种通过采用先进的传感器、通信与控制技术, 对灌区内的土壤湿度、气象信息进行实时监测和分析, 从而自动控制灌溉水量的一种系统。本文通过对农业灌区智能节水灌溉系统的设计与应用进行研究, 实现了对整个系统的远程监控和控制、实时监测, 根据土壤湿度和气象信息, 合理调整灌溉水量, 实现了对农作物的精细化灌溉管理, 提高了灌溉水的利用率。农业灌区智能节水灌溉系统的设计与应用在提高灌溉水利用效率、减轻农民劳动强度、推动农业生产技术进步。

#### [参考文献]

- [1] 李华, 刘斌, 陈亮, 等. 农业灌区智能节水灌溉系统设计与应用[J]. 农业与技术, 2024, 44(02): 20-22.
- [2] 韩晓娟. 农田智能节水灌溉远程监测系统的设计探讨[J]. 南方农机, 2023, 54(17): 181-182+186.
- [3] 闫海兰, 尚坡利. 农田智能节水灌溉远程监测系统的设计与实现[J]. 甘肃科技纵横, 2022, 51(06): 1-5.
- [4] 陈浩, 丁晓卫, 卢曦, 等. 农业智能节水灌溉系统设计分析[J]. 乡村科技, 2021, 12(18): 123-124.