

基于一体化智能阀门控制器的 农业节水管道灌溉系统研究

刘海明¹, 孟佳阳¹, 翟林鹏^{2*}

(1. 张家港市水利局, 江苏 苏州 215600; 2. 江苏省农村水利科技发展中心, 江苏 南京 210029)

摘要:农业管道灌溉放水口门配水一般采取人工方式,配水流量大小调控随意或者不能调控。本研究把现代农业物联网组网技术、多种传感器监测技术、阀门测控等技术与传统电动阀门结合起来,构建了一款适合管道配水灌溉一体化智能阀门设备,为灌溉管道的分水口流量按需灌溉调节控制提供了手段,可实现区域作物生长环境监测与作物灌溉动态配水灌溉方式。通过多台一体化智能阀门组网,还可以实现大范围灌溉调节按需调节优化配水灌溉,可实现灌溉水资源的集约化管理,提高灌溉效率。

关键词:灌溉优化; 一体化智能阀门; 物联网; 传感器

中图分类号:[TV93] **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2019)09-0060-04

Research on agricultural water saving pipeline irrigation system based on integrated intelligent valve

LIU Haiming¹, MENG Jiayang¹, ZHAI Linpeng^{2*}

(1. Zhangjiagang Water Conservancy Bureau, Suzhou 215600, Jiangsu;

2. Jiangsu Rural Water Conservancy Science and Technology Development Center, Nanjing 210029, Jiangsu)

Abstract:The outlet operation for water distribution in the irrigation pipe is generally manual, and water distribution flow is unregulated. The intelligent valve device suitable for pipeline water distribution irrigation was developed by combining modern agricultural internet of things, multiple sensor monitoring technology, valve measurement and control technology with traditional electric valves, which implemented regional crop growth environment monitoring and crop irrigation dynamic water distribution irrigation. Through the integration of multiple integrated intelligent valves, it's also possible to realize large-scale irrigation adjustment and on-demand adjustment to optimize water distribution irrigation, which could realize intensive management of irrigation water resources and improve the irrigation efficiency.

Key words:irrigation optimization; integrated intelligent valve; internet of things; sensor

1 概述

管道输水技术在发达国家应用十分广泛,利用管道将水直接输送到田间进行灌溉,有效的避免了

水在渠道内发生的渗漏及蒸发损失。利用管道输送到田间,不需要占有农田,节约了宝贵的土地资源,有效的提高了灌溉的效率,使水资源得到有效的利用。但是,直接把明渠等灌溉方式改为管道简

收稿日期:2019-07-03

基金项目:江苏省水利科技项目(2017066)

作者简介:刘海明(1969—),男,工程师,主要从事水利工程技术管理工作。

通信作者:翟林鹏(1991—),女,硕士,工程师,主要从事农村水利信息化技术研究工作。

单输水进行田间灌溉,并没有真正起到节约用水的目标,虽然减少了渠系渗漏,其节约的灌溉水量微乎其微。要想实现水资源的高效利用,不仅仅在灌溉用水的传输环节(主水渠与管道灌溉)采取措施,还要在灌溉用水终端放水口设备与用水田块需水灌溉管理上利用新技术与方法,需要与优化节水灌溉措施以及控水设备的科学分水配水智能控制手段相互配合。

2 一体化智能阀门控制器的设计

长期以来,田间放排水口设备在项目投资中所占比重不大,在使用中又存在着陋习。而对田间放水口、排水口、分水窖井等田间设施缺少专门的设计与研究,没有统一的标准及相关标准产品。目前这些口门一般采用简易阀门,这些简易口门所采用的方式、形式各不一致。有的止水不好,有的流量大小不能调控,有的造价太高,总体存在结构型式单一、标准不统一、管理不方便等诸多问题,尤其是水资源浪费严重,严重制约了农业生产的可持续发展、水资源的集约化和生产效率的提高。

随着智慧水利行业不断发展,管道节水灌溉放水口门不仅要能够实现可控可调等功能,还要求放水口阀门能够根据放水口阀门区域范围内作物生长环境与作物需水要求来实现智能配水调节灌溉,同时,实现放水口阀门联网实现数据上传至控制中心服务器,实现全区域配水调节灌溉,真正实现现代化智能灌溉。由一体化智能阀门构建的农业节水智能管道灌溉系统结构如图1所示。

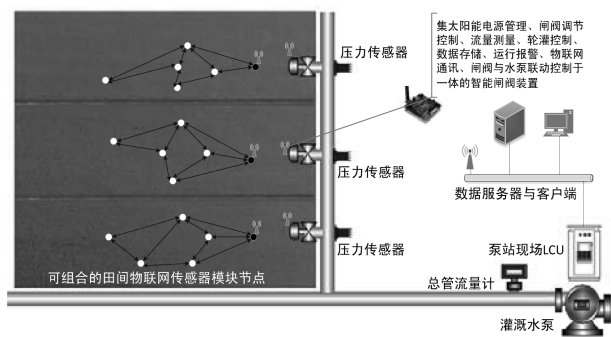


图1 农业节水智能管道灌溉系统结构示意图

2.1 一体化智能阀门结构组成

一体化智能阀门由太阳能电池供电系统、集成在阀门本体内的物联网测控模块、无线通讯网络模块、传感器节点、阀门控制执行模块与本体电动执行机构组成。太阳能电池供电系统提供系统供电管理,并为闸阀控制提供动力,并实现闸门电机的

调速控制;物联网测控模块负责对分布在作物区域内智能传感器节点(包括传感器和 ZigBee 模块)进行管理,实时检测作物生长信息、土壤墒情及温湿度等相关的参数,通过传感器感测现场的环境变化,通过集成在系统中的 ZigBee 网络通信模块将数据送到物联网网关直至上传到数据管理中心服务器,同时,完成对阀门开度与管道压力的监测,实现流量的控制与计量功能;无线通讯网络模块,负责对区域物联网节点进行管理,并进行数据的上传与接受远端命令的下发;控制执行模块与电动执行机构完成阀门的动作执行,可以实现定开度、定时与定流量控制;远程计算机系统通过访问服务器将采集的实时数据进行处理,并按照一定的控制算法进行实时决策,实现作物生长需水生长模型灌溉管理方式,同时按照要求产生控制指令并输出控制信号,控制灌溉水泵与田间管道智能电动阀等执行机构定流量、定时与轮灌。

具体工作过程:从灌溉区域的最底层闸阀门口门控制区域设置的多种类型传感器反馈信息,通过无线网络传输到远程数据服务器,系统根据整个灌区不同轮灌区的情况与作物生长需水模型发出供水指令,现场区域灌溉阀门智能测控单元装置执行相应的动作,按照要求定开度、定时定量开启阀门进行灌溉。达到灌溉目的与要求后,系统能够自动关闭阀门。阀门关闭后,灌溉阀门智能测控单元装置在线连续不间断监测区域各种参数上报远端数据服务器,为整个灌溉区域灌溉制度的优化提供数据,并为下次灌溉做好灌溉配水优化准备。

2.2 一体化智能阀门物联网无线监控网络

一体化智能阀门物联网无线监控网络主要由智能传感器节点、路由器节点、物联网网关组成。物联网硬件开发基于 Jennic 公司的 JN5168 无线传感器网络模块。无线智能传感器节点主要实现环境温度、土壤湿度、土壤温度、气象数据等参数的监测,该节点采用模块化设计,根据不同的灌溉要求配置相应的传感器,并设置常用的通讯接口,可与智能仪器通讯。路由器节点采用高功率 ZigBee 模块,实现远距离数据转发。物联网网关实现物联网数据和监控主机、Internet 的数据通讯,具有以太网、串行通讯、GPRS、Zigbee 等多种通讯接口。农业节水智能灌溉物联网组网结构如图2所示。

其中,系统中的协调器节点主要用来发起网络连接通信联网,接收路由节点和传感器节点发来的信息数据并通过网络通信方式发送给上位机。协

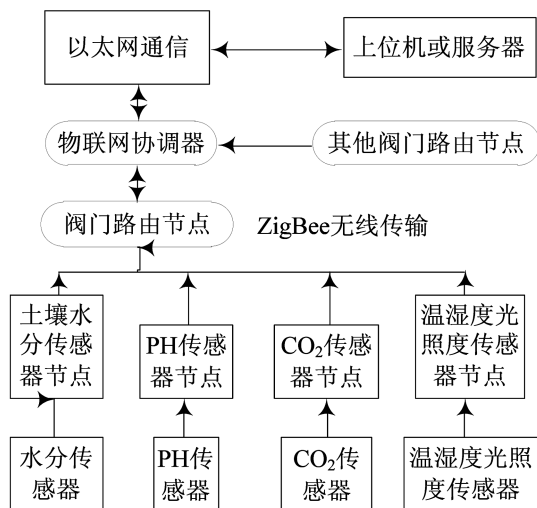


图2 农业节水智能灌溉物联网组网结构示意图

协调器节点的硬件电路主要由电源模块、JN5168 最小电路、串口通信电路和以太网通信电路组成,协调器结构示意图如图3所示。

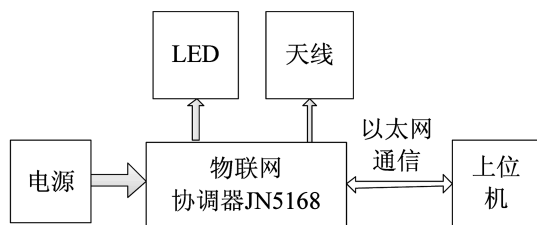


图3 农业物联网组网协调器结构示意图

集成在阀门腔体内的传感器节点是整个放水阀门区域监测功能的核心,它是区域范围内传感器网络的基础,是数据采集、无线通信协议实现的硬件平台。它负责采集农田作物生长环境和节点位置信息,并经调理电路预处理后将采集数据发送至协调器。传感器节点电源管理模块、数据采集模块、调理电路模块无线发送模块和各传感器组成,农业物联网传感器节点结构示意图如图4所示。

2.3 一体化智能阀门调节控制

一体化智能阀门是农业节水智能灌溉物联网重要的节点,其主要功能为接收上位机灌溉优化程序的命令,实现灌溉的阀门开度调节,进而实现流量调节。传统电动阀门控制,一般采取有线供电方式。为减少电缆敷设工作、减少电缆成本、提高阀门布置灵活性,本文一体化智能阀门采用光伏电池供电。一体化阀门控制器主要由光伏组件、蓄电池、实现 MPPT 功能的蓄电池充电的 DC/DC 电路、行程开关检测、用于流量测量的水位检测、电机控制电路等组成,具体系统框图如图5所示。

一体化阀门最基本的功能是流量控制,流量控

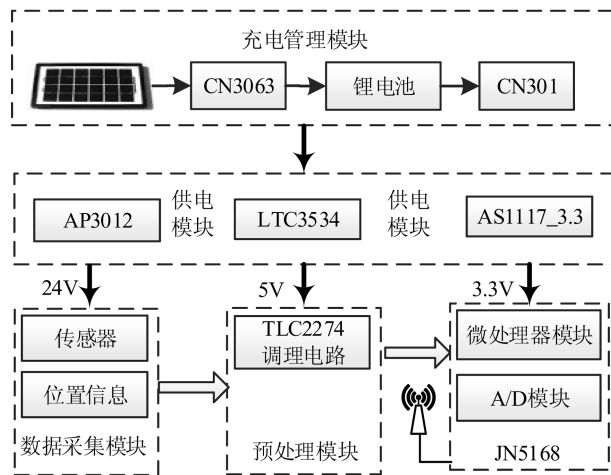


图4 农业物联网传感器节点构成示意图

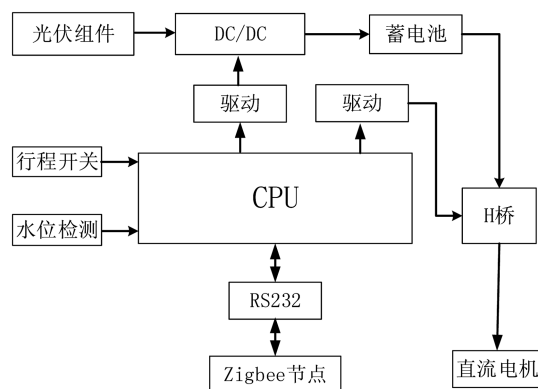


图5 智能阀门控制器框图

制通过控制阀门开度来实现,而阀门控制需要准确的位置或速度检测。为直流电动机实现其高精度位置控制,电机速度及位置调节通常都引入闭环控制,而速度反馈作为实现电机闭环控制的一个重要参数,有着不可或缺的作用。目前通常采用的是利用霍尔传感器、光电编码器、测速发电机等传感器实现转速的测量和反馈。利用此类传感器件比较容易实现直流电机的闭环控制,但不可避免也存在一定缺陷,比如增加产品成本、电机本身体积变大、加大安装及维护难度等。本文采用滑模观测器方法进行速度估算,省去了编码器。而阀门的位置为电机转速的积分,且与机械传动比有关,本文利用阀门的全关和全开信号进行校准,并实现了在没有安装速度传感器的情况下实现阀门任意开度的测量和调节,减小了整体成本,提高了系统可靠性。

3 灌溉监控和优化决策软件

根据本文在灌溉区域内的关键区域设置的分布式水位监测或土壤水分监测和一体化智能阀门,利用物联网通讯手段,可以实现对全区域范围的灌

溉效果的监测,从而有效实现各阀门的控制和流量调节。监控和优化决策软件主要由灌溉水情数据采集、灌溉需水量输入模块、作物需水量预测模块和降雨量预测等输入模块组成,以及实时数据显示、历史数据存储、报表打印等输出模块组成。而优化决策模块主要由优化决策策略和决策执行模块组成,其中优化决策主要由最小灌溉时间指标、消耗电能最小、水泵和阀门联合优化等策略组成。

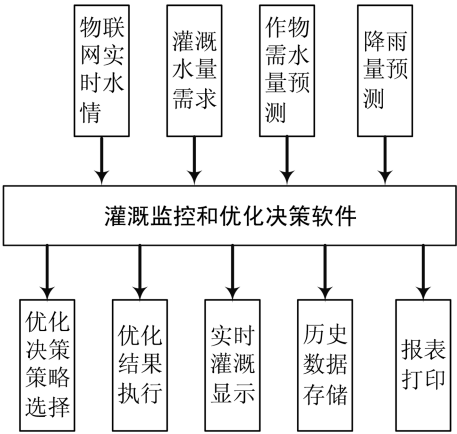


图 6 监控和优化决策功能模块

优化运行时结合实际种植情况,以及栽培专家的意见,以农作物各个生长阶段的需求要求和灌溉要求为基础,确定了灌溉模型的计算公式和计算方法,为灌溉测控系统的决策提供了依据。根据监测的作物生长环境参数与气象参数,集合作物生长模型,构建了灌溉测控系统综合数据库,在此基础上,实现了灌溉系统的实时监测、数据库管理及记录、灌溉模型决策、智能化控制、远程监测与控制等功能,达到了作物需水灌溉智能化测控的目的。通过

灌溉实验区的植物生长情况和传统人工方式下栽培的植物进行对比发现,达到了提高水资源利用率、增加农作物产量的要求。

4 结语

一体化智能阀门把现代农业物联网组网技术、多种传感器监测技术、阀门测控等技术与传统电动阀门结合起来,形成区域作物生长环境监测与作物灌溉动态配水灌溉方式,使管道灌溉放水口配水突破传统人工调节方式。同时,在利用多个一体化智能阀门组网灌溉系统中,多个阀门实现组网共享数据,集合灌溉泵站变频装置,使更大区域灌溉配水优化更易实现,节约了水资源。研究成果在张家港市乐余镇核心示范区试点安装使用,取得了良好效果。

参考文献:

[1] 朱天宇,董全林,刘日. 模糊神经网络在阀门开度控制中的应用[J]. 仪表技术与传感器, 2019(2):94-98.

[2] 费战波,王鹏,梁红志,等. 智能阀门灌溉自动化控制系统在高效节水灌溉领域的应用[C]. 中国园艺学会会议论文集, 2017.

[3] 雷帆. 基于 GPRS 网络的智能阀门监控系统[J]. 自动化与仪表, 2015(5):29-31.

[4] 谢莉. 小型农田水利高效节水分析[J]. 水科学与工程技术, 2019(1):16-18.

[5] 万伟,李建宜,吴建明. 水稻节水灌溉决策模型的研究[J]. 科技创新与应用, 2018(4):153-154.