

基于作物需水机制的远程无线自动化喷灌系统研究

李铁成, 何军*, 刘展, 李家明 (三峡大学水利与环境学院, 湖北宜昌 443002)

摘要 我国水资源短缺与水资源浪费并存的现象十分严重, 而农业用水效率不高, 农田灌溉水的利用效率低下就是其中之一。其原因主要是灌溉方式不合理, 造成水资源浪费严重、利用效率低下, 加剧了水资源的短缺。近年来, 国家对节灌技术的发展愈加重视, 出现了许多新型的节水灌溉装置, 提出基于作物需水机制的远程无线自动化喷灌系统, 是以单片机为自动化控制中枢, 采用 Arduino 技术设计, 可以实时监测大田不同部分的缺水情况, 并对缺水部分田地定点喷灌直至达到适宜含水量范围, 从根本上改变了以人为经验为依据的粗犷的灌溉方式, 可以节省大量的资源。

关键词 需水机制; 单片机; 无线传感; 作物需水量上下限
中图分类号 S274.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)24-0219-02

Study on Remote Wireless Automated Sprinkler Irrigation System Based on Crop Water Requirement Mechanism
LI Tie-cheng, HE Jun*, LIU Zhan et al (College of Hydraulic & Environmental Engineering, Three Gorges University, Yichang, Hubei 443002)

Abstract Water shortage and water resources waste coexistence of the phenomenon is very serious in our country, the efficiency of agricultural water use is not high, the inefficiency of irrigation water use is one of them. The main reason is irrational irrigation, resulting in serious waste of water resources, the use of inefficient, exacerbated the status of water shortages. In recent years, the state of development pay more attention to saving irrigation technology, there have been many new water-saving irrigation equipment, remote wireless sprinkler irrigation system is based on single-chip automatic control center, the design uses the Arduino technology, it can real-time monitor different parts of the field dry or not, the lack of water and some of their fields until it reaches the set point sprinkler water content range, fundamentally changed the man-made experience based on the rugged irrigation, can save a lot of resources.

Key words Water requirement mechanism; Single chip microcomputer; Wireless sensor; Crop water requirement upper and lower limits

近年来, 国家农业节水灌溉装备应用出现了西快东慢、中部迟缓的状况, 如新疆、甘肃、宁夏、内蒙、山西等地区已经把节水灌溉技术成功应用在棉花、玉米、马铃薯等大田作物上, 如地膜覆盖下的滴灌技术, 西部、西北部地区已经用了五六年的时间, 而中东部节水灌溉技术应用只限于目前的蔬菜、瓜果等设施农业种植方面。由于受地理条件、气候、降雨量的大环境影响, 我国的东北部、东南部节水灌溉装备技术比较滞后, 目前上述地区真正用在大田作物的节水灌溉甚少, 大部分还是靠地表水或降雨维持^[1]。国家也因此开始逐渐重视农业节水, 加快了农田水利工程建设投入进程, 此举有效解决了农田水利工程的节水硬件基础设施薄弱问题。但在水利工程建设运营过程中, 缺乏有效的节水灌溉管理, 在大部分农村地区, 农民节水意识不够, 对于节水灌溉所带来的经济效益、社会效益及生态环境效益等的认识不到位, 仍然普遍采用传统的大水漫灌, 导致节水灌溉工程难以发挥有效的作用。而在实际工程设计中, 一些设计人员缺乏对当地地域环境、经济状况及种植农作物等因素的了解, 凭借以往的水利工程设计经验和相关资料完成节水灌溉设计, 使得工程与当地经济发展缺乏完整的契合, 大大降低了节水性能的发挥, 使得节水灌溉工程流于形式, 难以发挥实际作用^[2]。因此加强农业用水的政策、法规的制定和管理, 因地制宜地发展各项节水技术的综合集成, 最大限度地减少农田灌溉各

个环节水的损失, 提高水资源的总体利用效率, 才能实现真正意义上的全方位节水。

无线自动化灌溉系统是一种根据作物在所处生育期的适宜需水量进行灌溉的装置。该装置的实用性在于能让作物附近的土壤保持在适宜的湿度范围内, 而当土壤湿度处在该范围内时, 植物能够获得正常生长所需的水分, 这样就最大程度地避免了灌溉水的损失。该装置的实时性在于传感器每 1 ms 便通过红外发射器向连接在单片机上的红外接收器传输 1 个数据电信号, 单片机每 1 ms 便进行 1 次是否喷水的判断, 同时发出 1 次喷水与否的命令。该装置的普适性在于根据作物不同的需水机制对含水量上下限的设置, 可以满足各种作物的灌溉要求^[3]。同时, 通过增加与单片机所连的传感器和水泵的数量, 可实现对大区域种植的作物灌溉, 所以该装置可用于大区域、多种类的灌溉, 具有广阔的应用前景和巨大的发展潜力。

1 系统设计

1.1 程序设计原理 基于作物需水机制的远程无线自动化喷灌系统, 是以单片机为自动化控制中枢, 可通过 Arduino 软件编写程序, 并通过数据线, 将程序写入到单片机中。程序涉及的主要功能函数有: ①analog Read 函数, 用于读取引脚的模拟电压值, 接收传感器传输的数据电信号。②if 函数, 用于条件判断, 植物根系层附近的土壤含水量低于适宜含水量下限, 则进行喷灌, 若处于适宜含水量上下限之间或高于上限, 则不进行喷灌。③digital Write 函数, 用于启动引脚的上拉电阻, 控制电磁继电器、警示灯以及蜂鸣器的启闭。④delay 函数, 用于控制实时监测频率, 频率越高, 实时性越高^[4]。

图 1 为装置的逻辑电路, 单片机上连接有传感器、LED

基金项目 湖北省教育厅科学研究计划资助项目 (Q20161206); 宜昌市应用基础研究项目 (A17-302-a01)。

作者简介 李铁成 (1994—), 男, 河北邢台人, 本科生, 专业: 农业水利工程。* 通讯作者, 副教授, 博士, 从事农业水利工程方面的教学和研究。

收稿日期 2017-06-21

灯、蜂鸣器和电磁继电器,电磁继电器又与水泵、喷头和外接电源连接成串联回路。当作物缺水时,单片机接收到传感器的高电信号,单片机控制开启电磁继电器,串联回路连通,水泵开启,通过喷头喷灌作物,且 LED 灯亮,蜂鸣器以高频率发声;当作物不缺水时,单片机接收到传感器的低电信号,单片机控制关闭电磁继电器,串联回路断开,且 LED 灯关闭,蜂鸣器以低频率发声。

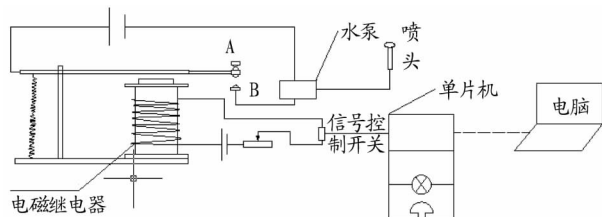


图1 逻辑电路图

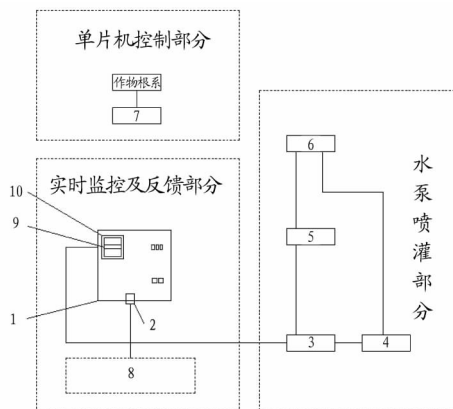
Fig.1 Logic circuit diagram

1.2 系统组成 该系统分为 3 个部分:单片机主板控制部分、实时监测及反馈部分和喷灌部分。单片机主板控制部分由单片机主板和电池相连组成,通过 Arduino 软件编写核心程序,然后将程序写入单片机主板中;实时监测部分由传感器和被监测的作物组成,其中传感器插入到作物根系附近的土壤中,通过红外发射器不断向控制部分传输电信号;水泵喷灌部分由电磁继电器、水泵和电源组成,其中电磁继电器通过红外接收器接收控制部分的指令。

1.3 工作方式 装置示意图如图 2 所示。在使用该装置之前首先在电脑上使用 Arduino 软件将程序编写好,然后通过 USB 接口将程序写入到单片机主板中。传感器以 1 000 次/s 的频率对作物根系附近的土壤含水量进行测量,并将测量结果实时传输给单片机主板。单片机主板通过其中的设定程序将传入的含水量值与预设值进行判断,如果低于下限值就下达喷水指令给电磁继电器,电磁继电器再通过对电路闭合的控制使水泵通过喷头喷水,同时 LED 灯亮起,蜂鸣器以较高频率响起。当传感器测得含水量值达到上限值时,单片机主板下达停止喷水指令给电磁继电器,电磁继电器通过控制电路断开来控制水泵停止喷水,同时 LED 灯熄灭,蜂鸣器响起的频率变低。

2 结论与讨论

农田供水从水源到形成作物产量要经过 4 个环节。首先是从水源取水,通过输水、配水等一系列工程设施把水送到所需灌溉的作物地块;其次是通过田间灌水技术将水源来水转化为土壤水;第三是通过作物根系吸水,由土壤水转化为生物水;最后是通过作物的一系列生理过程在作物水分的参与下形成作物产量。每一环节都会有水的损失,提高水的利用率和利用效率的关键在于探讨各个环节的节水途径、技术措施及其潜力,尽可能地减少每一环节中水的无效损耗。无线自动化灌溉系统是一种根据作物在所处生育期的适宜需水量进行灌溉的装置,是一种新型田间灌水装置,是当前



注:1. 单片机主板;2. USB 接口;3. 电磁继电器;4. 电池;5. 水泵;6. 喷头;7. 传感器;8. 电脑;9. LED 灯;10. 蜂鸣器

Note:1. single chip mainboard; 2. USB interface; 3. electromagnetic relay; 4. battery; 5. water pump; 6. nozzle; 7. sensor; 8. computer; 9. LED light; 10. buzzer

图2 装置示意

Fig.2 Schematic diagram of device

节水灌溉发展的主要方面。这种灌水装置靠减少输水损失、提高灌水均匀度来提高土壤储水量与水源取水量的比率和作物耗水量与土壤储水量的比例来提高水的利用率和利用效率^[5]。该装置能让作物根系附近的土壤时刻保持在一个适宜的湿度范围内,每 1 ms 便进行 1 次是否喷水的判断,同时发出喷水与否的命令,且可以根据作物不同的需水机制对含水量上下限进行程序修改,满足各种作物的灌溉要求。该装置从根本上改变了以往粗犷的灌溉方式,具有实用性、实时性、普适性,顺应我国的节水灌溉趋势,具有广阔的应用前景和巨大的发展潜力。

节水农业是农业合理用水的高度概括,是一项农业、水利技术紧密结合,水、土、作物资源综合开发的宏大的系统工程,节水灌溉仅仅是节水农业的一部分,通过农田节水灌溉的应用能够降低农业水资源的浪费,改善我国水资源严重缺乏的国情,根据不同农作物在不同生长阶段中所需要的水分,有针对性地科学灌溉,对于我国农业发展具有重要意义。相关部门必须加强农业节水灌溉工程的建设,强化农民的节水意识,不断优化农业产业结构,确保节水灌溉在农业发展中发挥更大的作用和价值^[6],为实现农业现代化添砖加瓦。

参考文献

- [1] 张贺增,张春平. 浅析我国节水灌溉发展现状、存在的问题及发展趋势[J]. 农业装备技术,2015,41(2):11-13.
- [2] 王金伟. 农田节水灌溉中存在的问题与对策分析[J]. 现代经济信息,2015(22):328.
- [3] 姚林,郑华斌,刘建霞,等. 中国水稻节水灌溉技术的现状及发展趋势[J]. 生态学杂志,2014,33(5):1381-1387.
- [4] 邝小磊. 单片机应用技术综述[J]. 电子工程师,2001,27(3):12-16,20.
- [5] 孙景生,康绍忠. 我国水资源利用现状与节水灌溉发展对策[J]. 农业工程学报,2000,16(2):1-5.
- [6] 李艳秋. 农田节水灌溉中存在的主要问题及应对策略[J]. 科技风,2013(16):221.