

面向智能灌溉的物联网应用研究

毕庆生, 顿文涛, 王栋, 朱伟, 李勉, 高秀红, 袁超

(河南农业大学, 河南 郑州 450002)

摘要: 本文通过介绍智能灌溉及物联网的内涵, 阐述了物联网在农业智能灌溉中的应用, 分析了面向智能灌溉的物联网技术的研究价值和实际意义。智能灌溉可以充分掌握农田土壤水分、环境温度和湿度等信息, 实现适时、适量灌溉与远程管理, 采用物联网监测农田环境可以为智能灌溉系统提供有力的决策支持。

关键词: 智能灌溉; 精准农业; 物联网; 无线传感器网络; 传感器

中图分类号: TP315

文献标识码: A

文章编码: 1672-6251(2014)05-0040-04

Research on the Application of Internet of Things in Smart Irrigation

BI Qingsheng, DUN Wentao, WANG Dong, ZHU Wei, LI Mian, GAO Xiuhong, YUAN Chao

(Henan Agricultural University, Henan Zhengzhou 450002)

Abstract: This paper described the meaning of smart irrigation and Internet of Things, and elaborated the application of Internet of Things in agricultural smart irrigation, and analyzed the research value and practical significance of Internet of Things technology with smart irrigation oriented. Smart irrigation could fully grasp farmland soil moisture, ambient temperature and humidity information to achieve timely, adequate irrigation and remote management, and the use of Internet of Things in farmland environmental monitoring could provide powerful decision support for intelligent irrigation system.

Key words: smart irrigation; precision agriculture; the Internet of Things; wireless sensor network; sensor

水资源是非常重要的自然资源。我国总体水资源相对缺乏, 就农业领域而言, 农业灌溉是一个用水大户, 中国农产品 70% 来自灌溉农田, 农业灌溉时又多采用传统大水漫灌方式, 其弊端在于需采用人工来判断, 灌溉时间及方式方法不科学不合理, 使水资源造成极大的浪费, 水资源利用率低下。我国水资源供需矛盾日益尖锐、农业用水浪费严重、水污染问题突出, 已成为严重制约我国国民经济可持续发展的瓶颈, 是影响到国家安全的重大战略问题^[1]。因此, 改进灌溉的方式方法, 提高灌溉用水效率, 缓解水资源的紧缺已成为当务之急。

智能灌溉在这种背景下应运而生了。智能灌溉不仅可以提高水资源利用率, 缓解水资源日趋紧张的矛盾, 还可以增加农作物的产量, 降低农产品的成本, 且随着信息技术特别是物联网技术的发展, 基于物联网的智能灌溉系统成为了我国发展高效农业和精准农

业的有效途径。

1 智能灌溉

农业节水是以高效用水为核心, 其中对作物实施精量灌溉一直是节水灌溉的研究重点, 即解决何时灌和灌多少的问题^[2]。智能灌溉就是不需要人为的控制, 系统能自动感测到什么时候需要灌溉, 灌溉多长时间, 可以自动开启灌溉, 也可以自动关闭灌溉, 实现土壤太干时增大灌水量, 太湿时减少灌水量。

随着水资源供需矛盾的日益加剧, 发展节水型农业势在必行。除了采用微灌、喷灌、滴灌等先进的节水灌溉技术外, 还要应用先进的信息技术实施精确灌溉, 以农作物实际需水量为依据, 以物联网技术为手段, 提高灌溉精准度, 实施合理的灌溉制度, 提高水的利用率。智能灌溉能够提高灌溉管理水平, 改变依赖经验人为操作的随意性和盲目性, 同时智能灌溉能够减少灌溉用工, 降低管理成本, 显著提高效益。因

基金项目: 河南农业大学博士科研启动项目(编号: 30200345)。
作者简介: 毕庆生(1963-), 男, 硕士, 副教授, 研究方向: 节水灌溉。
收稿日期: 2014-03-21

此,推广节水灌溉是我国缓解水资源危机和实现农业现代化的关键^[3]。推广实施智能灌溉,改变目前普遍存在的粗放型灌水方式,同时应用物联网技术、自动化控制技术、传感技术等,达到时、空、量、质上的精确灌溉,是今后农业灌溉的趋势,也是有效解决灌溉节水问题的必要措施。

1.1 智能灌溉系统设计

智能灌溉系统是根据外界环境的变化,将与植物需水相关的参数(温度、相对湿度、降雨量、风力等)传送到上位机,上位机通过相应的软件确定出所需的灌水时间及灌水量,然后发出指令给相关执行机构实施灌溉的一种自动化灌水方式^[4]。由计算机进行远程测控,根据农田土壤湿度等情况进行灌溉,实现对农田灌溉供水自动化控制,足不出户进行灌溉。智能灌溉系统是当今世界农业灌溉发展的新潮流,是由信息技术支持的根据气象、地理环境,定位、定时、定量地实施一整套现代化农业灌溉技术与管理的系统。

对土壤水分及其变化的监测是生态、农业和水土保持等研究中的一项基础工作^[5]。智能灌溉系统应包含温度监测、土壤湿度监测、供水水压监测等功能,可根据主控芯片对温度、土壤湿度、供水压力等检测数据进行智能的有效分析处理,判定周围环境以及农作物需水性,再控制主控水阀,达到智能灌溉的目的。系统可深埋至土壤中,具有很强的隐蔽性、防水性和稳定性,并且无需外接电源供电,后续维护应做到简单便捷。在大面积的农田中实施时,系统应能自动切换水压检测模式,确保水压足够以实现顺序灌溉。

1.1.1 智能灌溉系统功能特点

- (1) 无需外部电源供电,可长时间免维护。
- (2) 土壤湿度检测功能。根据不同作物需水性设定合适的湿度,根据设定的湿度值进行自动浇水。
- (3) 水压检测功能。可根据水压情况进行全智能调整所有的控制口,分开分部进行浇水,以解决大面积农田供水不足的问题。
- (4) 温度检测功能。可根据温度情况自行调整浇水时间,如夏天避开中午高温时段浇水,冬天避开夜间冷冻时段浇水。
- (5) 防水,抗干扰。可在多种复杂环境中使用,埋至土壤内,可有效防盗防破坏。
- (6) 具有手动应急阀,以备临时使用。
- (7) 体积小,安装简便,对农田地表无破坏。

以上功能特点如图1所示。



图1 智能灌溉系统功能特点

1.1.2 灌溉水源提供方案

农田供水的任务是适时适量地将水从水源送至农田,满足作物生长的需要^[6]。首先可采用一水泵配合一个压力控制器,在前端加上过滤装置,在主管道另加一个安全阀,这样可从河流或湖泊等引入水源,给整个管道提供相对稳定压力的水。其次可通过水库引水,或在高处建水池,利用高压差引水,再通过过滤装置过滤,从而提供水源,另外,还可利用自来水。

1.2 智能灌溉工作原理

节水灌溉就是根据作物需水规律和当地供水条件,有效的利用降水和灌溉水,用最少的水投入,取得尽可能多的农作物产出^[7]。为达到这个目标,智能灌溉利用田间布设的相关设备采集或监测土壤信息、田间信息和作物生长信息,并将监测数据传到控制中心,在相应系统软件分析决策下,对终端发出相应灌溉管理指令。

智能灌溉系统的工作原理为:通过土壤、气象、作物等类传感器及监测设备将土壤、作物、气象状况等监测数据通过信息采集节点,传到计算机中央控制系统,中央控制系统中的软件将汇集的数值进行分析,比如将含水量与灌溉饱和点和补偿点比较后,确定是否开始灌溉或停止灌溉,然后将开启或关闭阀门的信号通过中央控制系统传输到阀门控制系统,再由阀门控制系统实施灌溉区域的阀门开启或关闭,以此来实现农业灌溉的自动化智能控制。

1.3 推广智能灌溉的意义

智能灌溉通过对土壤、作物、气象等各类因素的采集、分析后由中央操作系统发送相关信息指令对田间各类灌溉控制阀门进行控制,从而避免和降低人工决策的不科学和不合理因素对农业精准灌溉的影响。智能灌溉是现代化农业发展的趋势,在我国用水量、水资源紧缺的背景下,大力推广智能灌溉在农业生产中的应用对促进我国农业经济发展具有极大的意

义。

采用节水和节能的灌溉方法是当今世界供水技术发展的总趋势^[8]。水已成为未来可持续发展的一个关键问题，水是农业的命脉，同时又是战略性的经济资源。因此采用智能灌溉系统灌溉农田，实现水资源合理利用，发展节水灌溉，推进精准灌溉，是我国将来发展现代化农业的关键。

智能灌溉的农业灌溉方式是当今世界节水技术发展的大趋势。智能灌溉系统在国外发达国家推广比较快，技术比较成熟，起步也比较早，先进的物联网技术、计算机和自动化控制技术运用到了农业灌溉中，大大提高了用水效率和生产力。而随着我国经济和科技的发展，智能灌溉系统发展得很快，但基于前沿的物联网技术的智能灌溉系统的应用与发展，与国外发达国家仍存在一定的差距。

2 物联网在智能灌溉中的应用

为实现高效节水灌溉，需大力推广基于物联网技术的智能灌溉系统，利用物联网传感器采集土壤墒情、温度、湿度、光照强度和二氧化碳浓度等信息，做到适时适量地控制灌水量、灌水时间和灌水周期，提高作物产量和水资源利用率，达到智能化控制灌溉，从而带动精准农业的发展。

农业与生态用水的浪费主要发生在渠系输水、田间灌水、土壤储水保水和作物(植物)用水等环节^[9]。基于物联网的智能灌溉系统通过合适的无线传感器采集土壤中含水量以及空气湿度等重要信息，并将采集到的信息数据转化为数字信号，通过无线通讯方式交给计算机系统进行处理，通过智能的分析判断，根据情况在必要时控制和驱动相关智能灌溉设备，进行自动精确地定时、定量、定位灌溉。

2.1 物联网介绍

物联网是新一代信息技术的重要组成部分，物联网就是“物物相连的互联网”，这有两层意思：①物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上的延伸和扩展的网络；②其用户端延伸和扩展到了任何物体与物体之间，进行信息交换和通信。因此，物联网的定义是：通过射频识别(RFID)、各种传感器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物体与互联网相连接，进行信息交换和通信，以实现对物体的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。物联网技术是新生事物，是多学科技术的集成^[10]。

传感器技术。传感器技术同计算机技术与通信技术一起被称为信息技术的三大技术。如果把计算机看成处理和识别信息的“大脑”，把通信系统看成传递信息的“神经系统”的话，那么传感器就是“感觉器官”。用传感器来监测土壤的墒情和农作物的生长，可实现水管理的自动化^[11]。

射频识别技术。射频识别(RFID)是通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据的无线通讯技术。RFID技术与互联网、通讯等技术相结合，可实现全球范围内物品跟踪与信息共享^[12]。在国内，RFID已经在农产品追溯、食品安全和物流管理等领域有了广泛应用。

无线传感器网络技术。无线传感器网络(WSN)的基本功能是将一系列空间分散的传感器单元通过自组织的无线网络进行连接，从而将各自采集的数据通过无线网络进行传输汇总，以实现对空间分散范围内的物理或环境状况的协作监控，并根据这些信息进行相应的分析和处理。与传统传感器和测控系统相比，无线传感器网络具有低成本、低功耗、高性能、高可靠性等明显的优势^[13]。

2.2 面向智能灌溉的物联网关键技术

从物联网的定义及各种技术所起的作用来看，物联网的关键核心技术应该是无线传感器网络技术，主要原因是WSN技术贯穿物联网的全部三个层次，是其他层面技术的整合应用，对物联网的发展有提纲挈领的作用。WSN技术的发展，能为其他层面的技术提供更明确的方向。

基于无线传感器网络的智能灌溉系统，依托水分传感器、土壤湿度传感器在农田现场采集灌溉区域的作物需水信息和土壤湿度数据，汇聚到无线传感器节点，通过无线通讯方式发送给主控中心，中心主机对收集到的土壤湿度进行分析，根据土壤湿度等信息确定灌溉状态并计算浇水量，对相关阀门发出开/关指令，控制灌溉设备工作以实现智能精准灌溉，同时依托无线通讯和物联网，可实现远程管理，又满足了规模化灌溉的需求。系统结合了无线传感、计算机和网络通信技术，解决了智能灌溉和精准农业急需解决的关键技术问题。智能灌溉流程如图2所示。

以ZigBee无线传感器网络为例。ZigBee无线传感器网络由多个ZigBee无线节点汇集而成，无线节点定时通过土壤水分传感器采集土壤中水分含量，与设定的阈值进行比较得出相应的控制指令，开启或关闭电

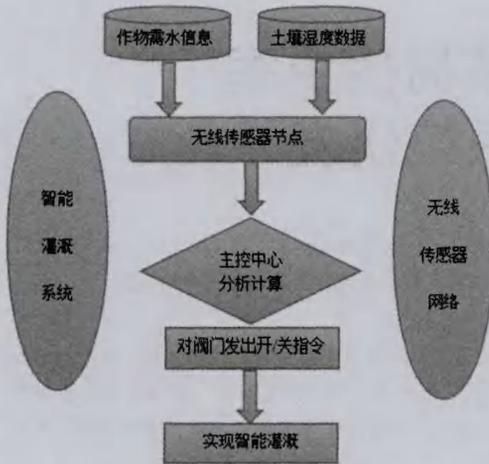


图2 智能灌溉流程图

磁阀实现自动浇灌^[4]。

2.3 面向智能灌溉的物联网应用

物联网技术应用于智能灌溉系统，能及时和精确地控制浇水量的多少，合理利用有限的水资源，有效地减少田间浇灌过程中的渗漏和蒸发损失。面向智能灌溉的物联网应用越来越多，前景也越来越广阔。

蔡滨等^[5]针对棉花茎秆直径变化的测量参数，结合 Zigbee 无线传感器网络技术设计了棉花精准灌溉监控系统。该系统由无线监控网络和远程数据中心 2 个部分组成。首先给出了系统总体架构，其次设计开发了无线传感器网络节点，并给出了软件流程，该系统使人们随时获得棉花作物精确的需水信息，并实现精准灌溉。由于采用了无线数据传输方式，该系统解决了有线通信方式存在的难以扩展、难以升级等问题，具有低功耗、低成本、扩展灵活等优点。

肖克辉等^[6]在精细农业相关应用和理论研究基础上，自行设计用于监测农田水分含量和水层高度的无线传感器，构建农田水分无线传感器网络体系结构，设计基于水分无线传感器网络的智能节水灌溉控制系统，通过实时农田水分数据和农作物水分需求专家数据形成灌溉决策，由灌溉控制系统实施定量灌溉，实际应用表明，该系统体现出可行性和高效性，有利于精细农业的发展和水利资源的可持续利用。

张锋等^[7]设计与实现了基于 ZigBee 技术的远程智能节水灌溉系统，通过 ZigBee 组成的无线局域网，利用 ZigBee 节点收集数据、控制灌溉用水、与 GPRS 链接，通过 GPRS 将所需的数据上传到 internet、发短信给手机或者接收手机信息并进行相应处理。实际应用表明，该系统运行稳定，较好实现了远程控制和智能

灌溉，在农、林、园等领域拥有广泛的推广应用前景。

吴秋明等^[8]采用物联网技术，根据棉花灌溉决策与管理的实际需求，设计并实现了棉花智能化微灌系统，并将其应用于新疆库尔勒棉花智能化膜下滴灌示范区中。该系统解决了示范区墒情监测布点缺乏依据的困难和关键硬件产品进口价格过高、难以推广等问题。与国外同类产品相比该微灌系统成本降低了 44.8%，与传统灌溉方式相比，作物水分利用效率提高了 22.6%。

3 结束语

在水资源日益紧缺的大背景下，如何解决节水灌溉问题，根据农田作物的需水量实行精准灌溉是急需解决的问题。基于物联网技术的智能灌溉系统，可实现灌溉的精准化和智能化，达到节约人力、物力以及水资源的目的。智能灌溉系统根据农作物的需水量科学合理地灌溉，浇灌的针对性更强，避免了宝贵水资源的浪费，物联网技术应用于农业智能灌溉的前景将十分广阔。

参考文献

- [1] 康绍忠,蔡焕杰,冯绍元.现代农业与生态节水的技术创新与未来研究重点[J].农业工程学报,2004,20(1):1-6.
- [2] 顿文涛,夏斌,车银超,等.基于无线传感器网络的农业精准灌溉系统设计[J].现代农业科技,2012(24):216-221.
- [3] 李合青,来智勇,张鑫.基于 ZigBee 的温室智能灌溉执行子系统的设计与实现[J].农机化研究,2014,(1):95-107.
- [4] 牟淑杰.MCGS 和 PLC 在智能灌溉监控系统中的应用研究[J].安徽农业科学,2011,39(7):4258-4275.
- [5] 顿文涛,毕庆生,惠向晖,等.无线传感器网络在数字农业中的应用[J].科技视界,2012,(29):123-124.
- [6] 王骥,SHEN Yuli,周文静.基于无线传感器网络的智能灌溉系统研究[J].现代电子技术,2008,31(15):94-97.
- [7] 毕庆生.节水灌溉与农业可持续发展[J].河南科技,2002,(18):30-31.
- [8] 林菁,王骥,沈玉利,徐国保.基于嵌入式技术智能灌溉系统设计[J].通信技术,2009,42(5):105-109.
- [9] 康绍忠,胡笑涛,蔡焕杰,冯绍元.现代农业与生态节水的理论创新及研究重点[J].水利学报,2004,(12):1-7.
- [10] 顿文涛,赵玉成,朱伟,等.物联网在现代化农业中的应用[J].农业网络信息,2013,(12):5-8.

(下转第 47 页)

治方法的传播,但在技术交流、咨询和病虫害预测预报等方面还未涉及,因此还需进一步开发完善,以更好地服务茶叶生产。

参考文献

- [1] 谭济才.茶树病虫害防治学[M].北京:中国农业出版社,2002.
- [2] 尹立全,蔡德利,李海燕,等.作物病虫害综合防治信息系统的设计与应用[J].黑龙江农业科学,2009,(5):117-119.
- [3] 彭莹琼,王映龙,唐建军,等.B/S模式的水稻病虫害诊断专家系统研究[J].江西农业大学学报,2008,30(6):1157-1160.
- [4] 凡燕,朱科峰,曹静,等.基于B/S结构的江苏省设施蔬菜数据管理系统的设计与实现[J].江苏农业学报,2011,27(6):1387-1393.
- [5] 彭莹琼,王映龙,唐建军,等.B/S模式的水稻病虫害诊断专家系统研究[J].江西农业大学学报,2008,30(6):1157-1160.
- [6] 苏锋,郑其春,郭剑雄.茶树病虫害多媒体数据库的开发研究[J].华东昆虫学报,2000,9(1):80-84.
- [7] 牟杰.茶树病虫害识别防治信息教学系统开发[J].农业网络信息,2011,(9):22-26.
- [8] 吕斌,粟超,詹火木,等.农作物品种资源数据库共享平台系统设计与实现[J].农业网络信息,2013,(1):25-27.
- [9] 吕斌,艾晓林,雷开荣,等.农业科研实验室信息管理系统开发研究[J].农业网络信息,2009,(12):8-10.
- [10] 彭萍,王晓庆,李品武.茶树病虫害测报与防治技术[M].北京:中国农业出版社,2013.
-
- (上接第43页)
- [11] 周振峰,张伟.基于WSN与嵌入式组态软件的智能灌溉系统[J].浙江农业科学,2011,(2):438-441.
- [12] 顿文涛,赵玉成,崔如芳,等.利用物联网技术构建食品安全管理体系[J].农业网络信息,2013,(7):5-8.
- [13] 赵玉成,谷小青,顿文涛,等.无线传感器网络在土壤肥力监测中的应用[J].现代农业科技,2013,(9):242-246.
- [14] 张观山,束怀瑞,高东升,侯加林.基于ZigBee和GPRS的远程果园智能灌溉系统的设计与实现[J].山东农业大学学报(自然科学版),2012,43(3):377-380.
- [15] 蔡镔,李勉,邱秀荣,等.基于茎直径微变化的ZigBee棉花精准灌溉监控系统的设计[J].河南农业大学学报,2013,47(4):430-435.
- [16] 肖克辉,肖德琴,罗锡文.基于无线传感器网络的精细农业智能节水灌溉系统[J].农业工程学报,2010,26(11):170-175.
- [17] 张锋,黄树州,饶武雄.基于ZigBee技术的远程智能节水灌溉系统设计与实现[J].广东石油化工学院学报,2013,(6):31-34.
- [18] 吴秋明,缴锡云,潘渝,何生荣.基于物联网的干旱区智能化微灌系统[J].农业工程学报,2012,28(1):118-122.