



# 基于 ZigBee 和 LabVIEW 技术的视情自动灌溉系统设计

杨世凤, 方 锴, 王 悦  
(天津科技大学电子信息与自动化学院, 天津 300222)

**摘 要:** 为改善我国传统人工灌溉方式以及缓解灌溉水资源浪费严重的状况, 研制了基于 ZigBee 和 LabVIEW 技术的视情自动灌溉系统. 该系统通过设置在监控区域的各种传感器, 实时获得监控区域的各种环境参数, 并将数据通过基于 ZigBee 技术的无线传感网络传输到上位机, 上位机基于 LabVIEW 软件对数据进行分析处理, 得到最优结果用以控制灌溉设备, 实现自动灌溉.

**关键词:** ZigBee; 无线传感网络; LabVIEW; 自动灌溉

**中图分类号:** S126; TP273      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1672-6510(2012)06-0069-05

## Design of Automatic Irrigation System Based on ZigBee and LabVIEW

YANG Shifeng, FANG Kai, WANG Yue  
(College of Electronic Information and Automation, Tianjin University of Science & Technology,  
Tianjin 300222, China)

**Abstract:** In order to improve the traditional way of irrigation and reduce the waste of water resources, an automatic irrigation system based on the technology of ZigBee and LabVIEW has been researched on and developed. The system can receive lots of real-time environmental parameters through a variety of sensors in the monitored region, and the environmental parameters are transmitted to a PC through a wireless sensor network based on ZigBee technology. The PC analyses and processes the data based on LabVIEW, and the optimal results can then be used to control the irrigation equipment for automatic irrigation.

**Key words:** ZigBee; wireless sensor network; LabVIEW; automatic irrigation

水是农业的命脉, 水资源状况及其利用水平已成为评价一个国家、一个地区经济能否持续发展的重要指标. 在我国特别是西北和北方地区, 由于水资源供需矛盾日益尖锐, 致使农业面临着巨大的缺水压力; 另一方面, 我国农业用水的有效利用率又很低, 据统计<sup>[1]</sup>, 灌溉水的利用率只有 40%左右, 而以色列、美国等节水灌溉先进国家的灌溉水利用率可达到 80%左右. 21 世纪我国的农业发展面临的供水危机更加严峻, 解决上述危机的根本出路是大力发展高效节水农业, 逐步提高农业用水利用率, 力求以最少的水量投入, 获得最大的生产效率<sup>[2]</sup>.

传统灌溉是依靠人工经验去判断是否需要灌溉, 这种采用大水漫灌或人工洒水的灌溉方式随意性较大, 不但造成水的浪费, 而且往往由于不能及时灌

水、过量灌水或者灌水不足而对植物的正常生长产生不利影响. 然而现有的自动灌溉技术还比较落后, 大部分灌溉系统都是采用开环的现场控制, 自动化程度不高, 并且是采用有线测控系统, 由于布线多、布线复杂造成较高的布线成本, 不便于扩展, 也给农田耕作带来不便, 往往难以在生产实际中推广<sup>[3]</sup>. 现在也出现了不少基于无线技术的自动灌溉系统, 虽然实现了布线简单、降低成本、便于扩展等功能, 但是实现这些系统的编程通常很复杂.

本文设计一种基于 ZigBee 和 LabVIEW 技术的视情自动灌溉系统. 其通过传感器实时监测对土壤湿度有决定性作用的环境参数, 利用 ZigBee 技术进行组网, 实现数据的无线传输, 然后利用 LabVIEW 设计人机界面, 实现了数据的记录、显示、处理等功

能<sup>[4]</sup>,并将数据处理结果反馈给现场的单片机,用以控制执行器,从而实现自动灌溉功能.由于将新兴的物联网技术与成熟的自动化技术有效地结合在一起应用于灌溉系统,实现灌溉系统的自动化,做到按需、按时、按量给作物灌溉,因而可提高灌溉水的利用率、节约水资源,同时能够降低管理成本、提高经济效益<sup>[5]</sup>.

## 1 系统构架

### 1.1 无线传感器网络

ZigBee 无线传感器网络是基于 IEEE 802.15.4 技术标准和 ZigBee 网络协议设计的无线数据传输网络,由应用层、网络层、介质接入控制层和物理层组成. ZigBee 是一种低复杂度、低功耗、低数据率、低成本、高可靠度、大网络容量的双向无线通信技术. ZigBee 网络中的设备分为全功能设备(full function device, FFD)和半功能设备(reduce function device, RFD)两种, ZigBee 网络支持星型网、树状网和网状网 3 种拓扑结构<sup>[6]</sup>.

本系统采用混合网,底部为多个无线传感节点,负责数据的采集和传输以及控制电磁阀,中间为无线路由节点,负责数据的可靠传输,顶部为无线网关节点,这些节点构成了一个 ZigBee 监控网络.网关节点作为每个监测网络的基站,它具有双重功能:一是充当网络协调器的角色,负责网络的自动建立和维护、数据汇集;二是作为监控网络与上位机的接口,与上位机传递信息.系统具有自动组网功能,无线网关一直处于监听状态,发现新添加的无线传感器节点后,无线路由会把节点的信息发送给无线网关,由无线网关进行编址并计算其路由信息,更新数据转发表和设备关联表等<sup>[7]</sup>.

### 1.2 系统整体结构

该系统由无线传感节点、无线路由节点、无线网关节点和上位机 4 部分组成,通过 ZigBee 自组网,形成一个监控网络.每个传感节点自动采集土壤温湿度和光照度 3 个环境参数,并发送给最近的无线路由节点;路由节点根据路由算法选择最佳路由,建立包括自身的信息和邻居网关的信息的相应路由列表;上位机和无线网关之间通过 RS-232 总线连接,通过网关把数据发送给上位机;上位机结合预设的湿度上下限进行分析,判断是否需要灌溉及何时停止.视情自动灌溉系统框图如图 1 所示.

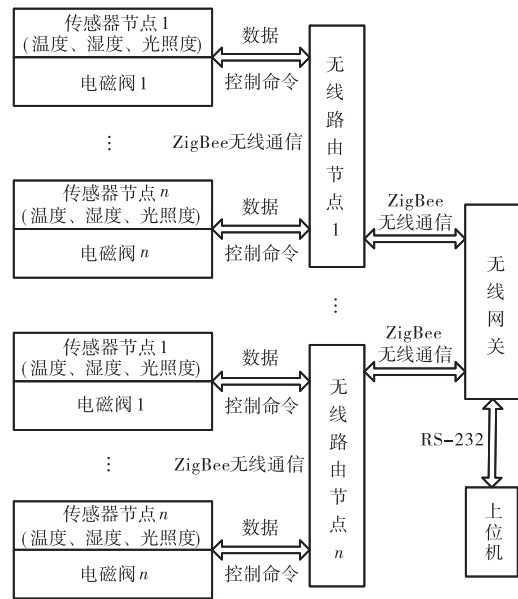


图 1 系统整体框架

Fig. 1 Structure of the whole system

## 2 无线传感节点设计

无线传感节点即是监控节点,它由监测节点和控制节点组成:监测节点具备数据采集、无线通信等能力,通过传感器采集 3 个环境参数,通过 ZigBee 无线传输单元进行数据的传输;控制节点根据微处理器的命令驱动相应的灌溉设备.无线传感节点的硬件结构如图 2 所示.

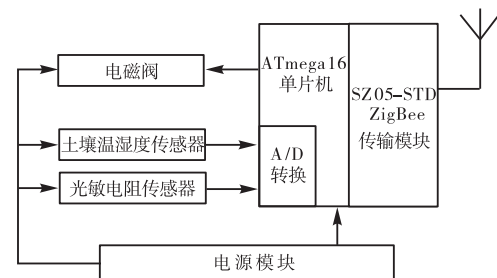


图 2 无线传感节点硬件结构

Fig. 2 Hardware structure of the wireless sensor nodes

### 2.1 微处理器模块

微处理采用 ATmega16 单片机. ATmega16 是基于增强的 AVR RISC 结构的低功耗 8 位 CMOS 微控制器,它具有先进的指令集及单时钟周期的指令执行时间,可以减缓系统在功耗和处理速度之间的矛盾.微处理器模块的电路接口原理如图 3 所示. PD0 和 PD1 分别与无线通信模块 SZ05-STD 的 TX 和 RX 端口相连,实现数据的无线传输; PA5、PA6 与温

湿度传感器连接,用于采集温湿度数据;PA0 口与光敏电阻传感器连接,用于采集光照强度数据;PC7 连接驱动电路,用于控制电磁阀。

## 2.2 无线通信模块

无线通信模块选用 SZ05-STD,其集成了符合

ZigBee 协议标准的射频收发器和微处理器,具有通信距离远、抗干扰能力强、组网灵活、性能可靠稳定等优点,可实现点对点、一点对多点、多点对多点的设备间数据的透明传输,可组成星型、树型和蜂窝型网状网络结构。

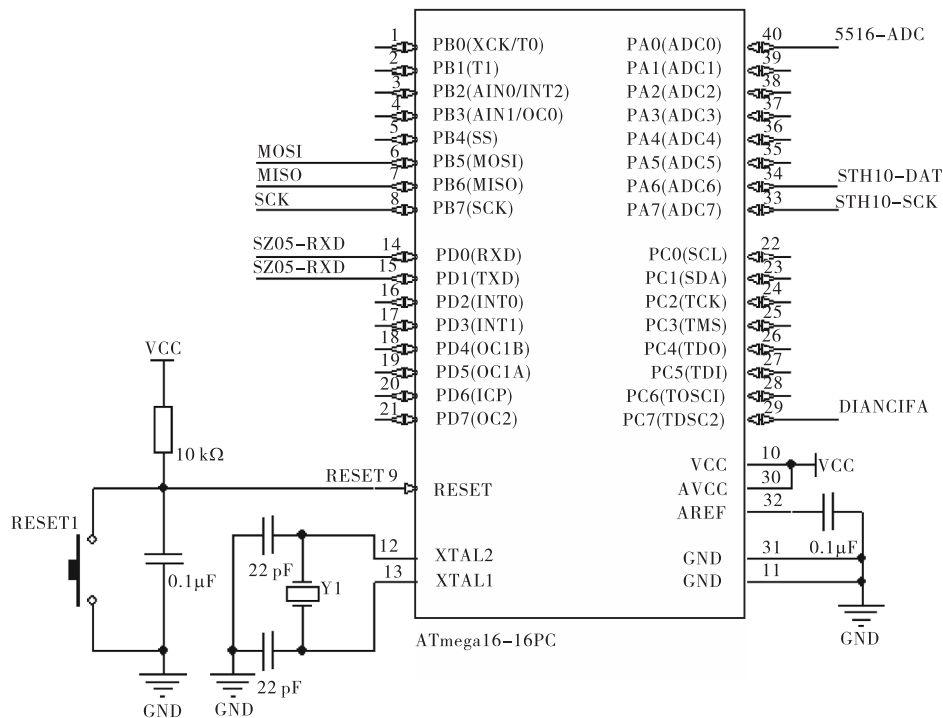


图 3 微处理器模块硬件电路原理图

Fig. 3 Hardware circuit diagram of the microprocessor module

## 2.3 数据采集模块

系统不仅是要实现自动灌溉,更要实现节水灌溉,而土壤温湿度以及光照度的信息决定了作物什么时候需要水,需要多少水.因此,对这些参数的准确测量是进行自动灌溉、最优调控的基础.数据采集模块由传感器及其接口电路组成,本系统选用 GL5516 光敏电阻传感器和 SHT10 型土壤温湿度传感器. SHT10 的相对湿度测量范围为 0 ~ 100%,测量精度  $\pm 4.5\%$ ;其温度测量范围为  $-40 \sim +123.8 \text{ }^\circ\text{C}$ ,测量精度  $\pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ ;响应时间 8 s(从 0 至 63%湿度的过程);低功耗  $80 \mu\text{W}$ (12 位测量,1 次/s). GL5516 光敏电阻传感器最大功耗为 90 mW,亮电阻(用 10 lx 测量)为 5 ~ 10 k $\Omega$ ,暗电阻为 0.5 M $\Omega$ ,特点是反应速度快、可靠性好、光谱特性好、灵敏度高。

## 2.4 控制模块

控制模块主要由执行机构及其驱动电路组成,执行机构为电磁阀,驱动电路是连接微处理器与电磁阀的桥梁.控制模块硬件电路如图 4 所示. IRF540 的

作用是放大控制信号,使其可以驱动电磁阀. IRF540 为功率型芯片,在工作时容易发热,应用时要给其配散热片,以免长时间工作烧毁芯片<sup>[8]</sup>.

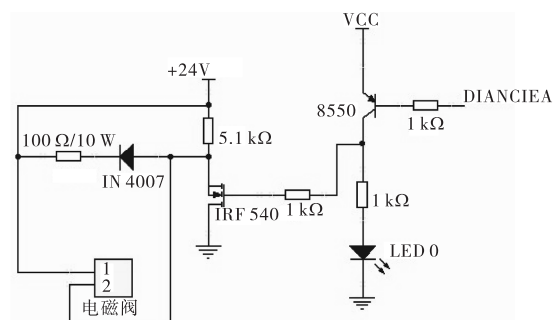


图 4 控制模块硬件电路图

Fig. 4 Hardware circuit diagram of the control module

## 3 软件设计

### 3.1 单片机程序设计

单片机程序采用 C 语言编写,主要完成土壤温

湿度、光照度等环境参数的采集,并将数据通过 ZigBee 网络上传至上位机,根据上位机控制发出的指令去控制电磁阀的开启,实现自动灌溉.单片机主程序流程图如图 5 所示.

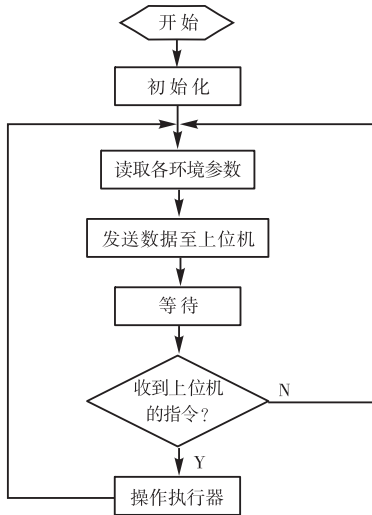


图 5 单片机主程序流程图  
Fig. 5 Flow chart of main MCU program

### 3.2 LabVIEW 软件设计

上位机监控界面采用 LabVIEW 软件编写完成. LabVIEW 是 NI 公司推出的一种基于计算机的虚拟仪器开发平台,是一个在测控工程上广泛使用的上位机软件,它采用图形化语言——G 语言,以框图形式进行编程,程序简单,维护方便,可在较短时间内掌握.

根据农业部门长期对节水灌溉实践的总结,土壤相对湿度的范围为 0%~90%,土壤温度的范围为 5~45℃,灌溉时间的范围为 0~30 min<sup>[9]</sup>.为提高控制精度,在该设计中加入光照度这一环境参数,取它的范围为 0~10 000 lx,在设计模糊控制器时,以土壤温度、土壤湿度和光照度为输入变量,以灌溉时间作为输出变量.通过 Matlab 建立模糊控制器并仿真,得出灌溉时间的模糊控制表,然后导入 LabVIEW 软件中存储.

LabVIEW 支持 RS-232 串口通信,且软件中含有丰富的数据分析处理函数.上位机通过串口接收下位机发送的数据,并通过这些函数对接收到的数据进行处理并模糊化,然后将数据与模糊控制表进行比较,得出控制器的输出结果去控制电磁阀,以达到精准的灌溉.在监控界面中设定采集时间间隔为 30 min.上位机程序流程如图 6 所示.

图 7 为上位机软件界面.监控界面中实现了对

数据的保存、显示及分析处理和报警信息的显示等.程序根据不同的灌溉区域分标签显示不同区域信息,并通过 LabSQL 插件<sup>[10]</sup>将历史数据定时存入 MySQL 数据库,包括日期、时间、区域号、土壤温湿度、光照度、报警标志等数据.

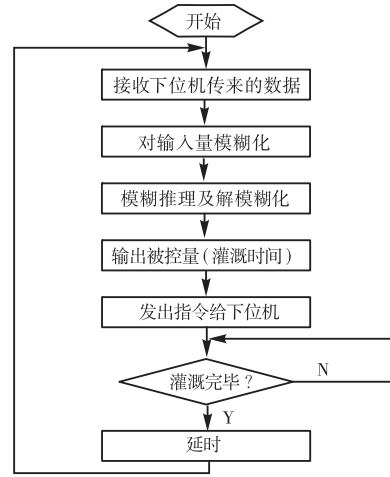


图 6 上位机程序流程图  
Fig. 6 Flow chart of the PC program

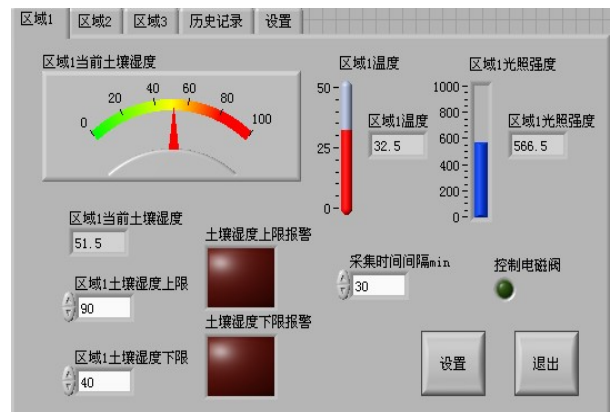


图 7 上位机界面  
Fig. 7 Interface of PC

## 4 结 语

本文基于 ZigBee 和 LabVIEW 技术设计了视情自动灌溉系统.系统通过采用高精度的传感器测得各环境因子,并且利用 LabVIEW 丰富的数据分析函数对测得数据进行分析,实现系统的最优控制,同时也减少了编程的工作量.应用 ZigBee 无线通信技术,避免了布线多、施工难、成本高、难以维护和不便扩展等突出问题,提高了系统的灵活性.应用此系统能提高灌溉用水利用率,在一定程度上缓解水资源日趋紧张的矛盾.

## 参考文献:

- [1] 郑怀文,俞国胜,刘静. 节水灌溉技术研究现状[J]. 林业机械与木工设备,2006,34(10):7-10.
- [2] 孟未来,杨大全,周建英. ZigBee 网络在我国精准农业上的应用展望[J]. 辽宁农业科学,2007(3):67-68.
- [3] 郭毓灵,宁芊. 基于 ZigBee 技术的无线自动滴灌系统设计[J]. 节水灌溉,2011(2):66-68,72.
- [4] 陈锡辉,张银鸿. LabVIEW8.20 程序设计从入门到精通[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
- [5] 王成,侯瑞峰,张馨. 节水灌溉监测控制系统在设施生产中的应用(上)[J]. 农业工程技术:温室园艺,2008(10):18-19.
- [6] 李文仲,段朝玉. ZigBee 无线网络技术入门与实战[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [7] 高军,丰光银,黄彩梅. 基于无线传感器网络的节水灌溉控制系统[J]. 现代电子技,2010(1):204-206.
- [8] 刘俊岩,张海辉,胡瑾,等. 基于 ZigBee 的温室自动灌溉系统设计与实现[J]. 农机化研究,2012(1):111-114.
- [9] 董宏纪,崔新维,张宁. 模糊控制技术在滴灌电磁阀中的应用[J]. 农机化研究,2008(2):150-153.
- [10] 尹技虎,王峰. 基于 LabSQL 的 LabVIEW 数据库访问技术[J]. 仪表技术,2011(4):55-56,62.

责任编辑:常涛

## 科技论文的规范表达

### 引言

论文的引言又叫绪论,写引言的目的是向读者交代本项研究的来龙去脉,其作用在于唤起读者的注意,使读者对论文先有一个总体的了解。

引言中要写的内容大致有如下几项:

(1)研究的理由、目的和背景.包括问题的提出,研究对象及其基本特征,前人对这一问题做了哪些工作,存在哪些不足;希望解决什么问题,该问题的解决有什么作用和意义;研究工作的背景是什么。

如果要回答的问题比较多,则只能采取简述的方法,通常用一两句话即把问题交代清楚。

(2)理论依据、实验基础和研究方法.如果是沿用已知的理论、原理和方法,只需提及一笔,或注出有关的文献.如果要引出新的概念或术语,则应加以定义或阐明。

(3)预期的结果及其地位、作用和意义,要写得自然、概括、简洁和确切。