

分布式智能控制系统在蔬菜大棚灌溉中的应用

薛良儒, 魏峰 (江苏省新沂市水利局, 江苏新沂 221400)

摘要 该系统主要采用 Atmel 公司的 ATmega16 单片机作为微控制器, 利用温度传感器、湿度传感器、墒情检测传感器对大棚内温度、湿度及土壤墒情状况进行检测, 然后将数据上传到服务器上进行分析, 当需要进行灌溉时, 服务器发送控制命令控制继电器的开关与闭合, 完成灌溉任务。该系统采用串口转以太网通信方式, 可以在任何有网络的条件下进行灌溉。

关键词 智能灌溉; ATmega16 单片机; 串口转以太网

中图分类号 S126 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)20-353-03

Application of Distributed Intelligent Control System in Vegetable Greenhouse Irrigation

XUE Liang-ru, WEI Feng (Xinyi Water Conservancy Bureau, Xinyi, Jiangsu 221400)

Abstract This system mainly uses Atmel company's ATmega16 chip as the microcontroller. The sensors of temperature and humidity and moisture sensors are used to detect the temperature and humidity in greenhouse and soil moisture. Then, the terminal equipment send the data to the server and analyze the data. When the greenhouse is needed to irrigated, the server sends a control command to control relay to irrigate. The system uses the communication mode the serial changed to Ethernet. It can work in the places with network.

Key words Intelligent irrigation; ATmega16 single chip microcomputer; Serial to ethernet

我国设施农业起步较晚, 但发展较快。目前, 世界塑料大棚和温室面积约为 36.576 万 hm^2 , 而我国面积最大, 我国塑料大棚和温室的建设面积已经从 20 世纪 90 年代初的约 40 hm^2 发展到现在的近 15.67 万 hm^2 , 占全世界的 42.8%。设施农业同普通农业相比, 其产业化程度高, 效益好, 接受新技术的能力强; 新灌溉控制器的应用使得水资源的利用更加充分, 提高了生产效率, 节省了劳动力, 加上科学合理的灌溉策略, 对作物增产增收起到了一定作用。

随着现代化农业的发展, 新沂市设施农业现代化水平得到了逐步提高, 当前温室大棚是最为突出的设施农业代表。因此提高温室大棚的现代化水平是农业设施建设的重要任务。灌溉是设施农业的基础, 所以结合大棚的种植需求, 配套相应的高效灌溉措施, 以新沂市瓦窑镇大棚节水灌溉示范基地为试点, 研发配套节水、智能灌溉控制系统, 以达到节水、节能、增效、省工目的。

1 系统总体方案设计

1.1 试验点概况 新沂市瓦窑镇设施农业试点主要是大棚, 种植作物为葡萄, 划分为 4 个棚区, 共计 10.53 hm^2 ; 为减少大棚内部的空气湿度, 灌溉设施主要为管道滴管, 既能满足葡萄的生长, 有利于自动化控制, 又能减少因湿度过高造成的烂果。

供应水源为农用机井, 根据棚区的划分, 主管道为 1 条, 支管道为 4 条, 设置 4 个电磁阀门, 作为主管道向支管道供水的公职阀门, 灌溉方式为 2 组轮灌。

1.2 自动化控制方案布局 分布式智能灌溉控制系统主要采用最基本的星形网络使服务器与终端设备进行通信^[1]。如图 1 所示, 每个大棚中的终端控制柜通过光纤连接到交换机端口, 交换机然后与服务器直接进行相连, 以达到上位机对终端设备的控制及对终端设备的信息读取。

控制柜的设计是整个系统的关键, 控制柜不仅接收服务器发送的命令控制电磁阀的通断, 而且还将控制柜中温度传感器、湿度传感器、电磁流量计和墒情检测传感器所测数据传送到服务器上。控制柜主要包括系统供电电路、单片机数据处理电路数据采集电路、控制驱动电路、人机交互电路和数据通信电路 6 个部分组成^[2]。系统供电电路为整个系统供电, 使系统进行工作; 然后, 单片机将所采集的大棚内温度与湿度信号、墒情信号和流量计流量经过处理后, 通过数据通信电路传输到服务器上; 当上位机向终端设备发送命令时, 单片机通过数据通信电路读取到相应命令后, 通过控制驱动电路控制电磁阀的开关与闭合, 从而实现灌溉功能; 最后, 当工人进行现场操作时, 可以通过人机交互电路选择就地功能, 断开远程操作功能。

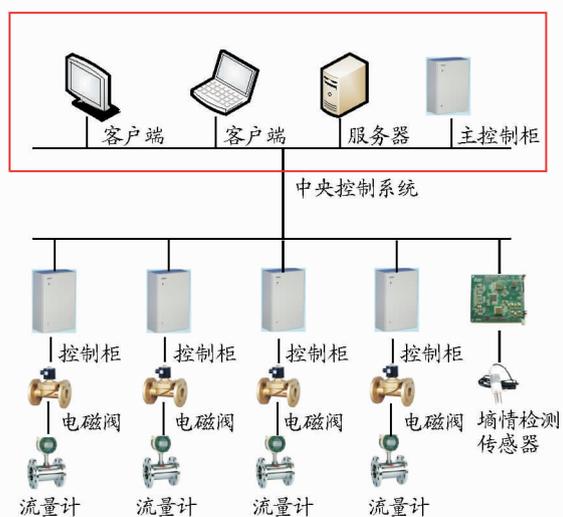


图 1 总体设计方案

2 系统硬件设计

2.1 控制器模块电路 分布式智能灌溉系统的主控芯片选用的是 Atmel 公司的 ATmega16 单片机^[3] (图 2)。ATmega16 是基于增强的 AVR RISC 结构的低功耗 8 位 CMOS 微控制

器。由于其先进的指令集以及单时钟周期指令执行时间, ATmega16 的数据吞吐率高达 1 MIPS/MHz, 从而可以缓减系统在功耗和处理速度之间的矛盾。ATmega16 AVR 内核具有丰富的指令集和 32 个通用工作寄存器, 所有的寄存器都直

接与运算逻辑单元(ALU) 相连接, 使得 1 条指令可以在 1 个时钟周期内同时访问 2 个独立的寄存器。这种结构大大提高了代码效率, 并且具有比普通的 CISC 微控制器最高至 10 倍的数据吞吐率。

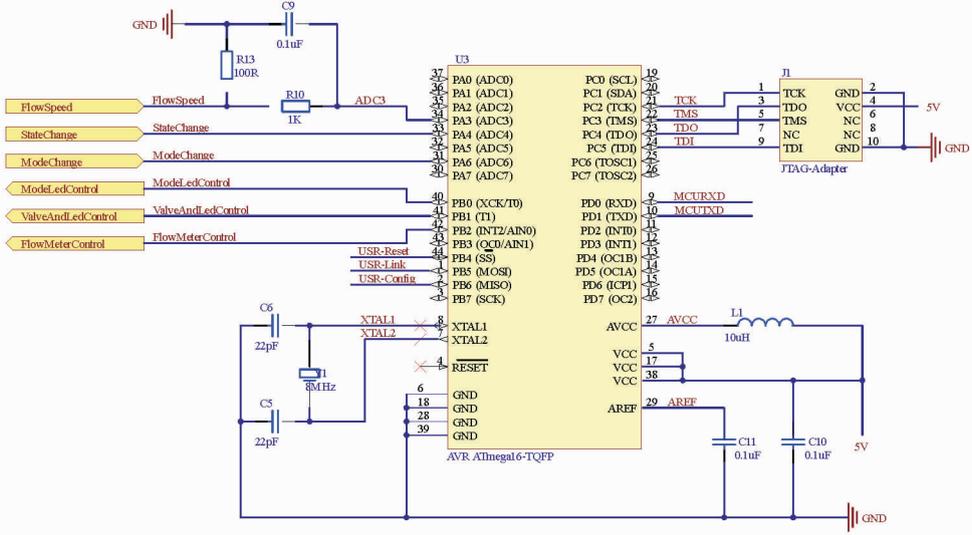


图 2 单片机外围电路

2.2 电源电路 电源电路是将 220 V 交流电转换成稳定的、符合系统要求的直流电电路。电源电路如图 3 所示。该电路主要由 3 个部分组成, 即变压器、整流滤波电路和稳压电路。变压器主要是线圈式并带有绝缘隔离的功率变压器, 这种变压器安全可靠, 输出电压稳定。整流滤波电路采用的是桥式整流电路, 桥式整流电路利用二极管的单向导电性,

将交流电转换成直流电, 然后通过容量不同的电容元件滤除电流中不符合规定的高低频交流电。稳压电路采用的是 1 款三端稳压集成电路 LM7805, 仅需极少的外围元件就可使用, 并且它的内部还有过流、过热及调整管的保护电路, 使用起来可靠、方便。

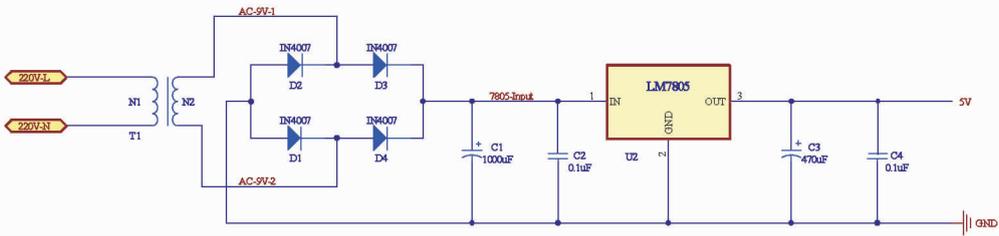


图 3 电源电路

2.3 驱动电路 该系统对电磁阀和电磁流量计的控制是采用继电器控制方式。驱动电路如图 4 所示。继电器一般由铁芯、线圈、衔铁、触电簧片等组成, 当在线圈两端加上一定的电压时, 线圈中就会流过一定的电流, 从而产生电磁效应, 衔铁就会在电磁力吸引的作用下克服返回弹簧的拉力吸向铁芯, 从而带动衔铁的动触点与静触点吸合, 使电磁阀和流量计工作。线圈断电, 电磁力消失, 停止工作。

由于继电器的驱动电流一般需要 20 ~ 40 mA, 并且也存在一定的线圈电阻, 单片机的 I/O 口不具有那么大的驱动能力, 所以需要增加继电器驱动电路。该系统采用的是 ULN2003 高压大电流达林顿管, 它具有电流增益高、工作电压高、温度范围宽、带负载能力强的特点, 通过单片机 I/O 口的控制可以最多得到 7 路大功率输出。

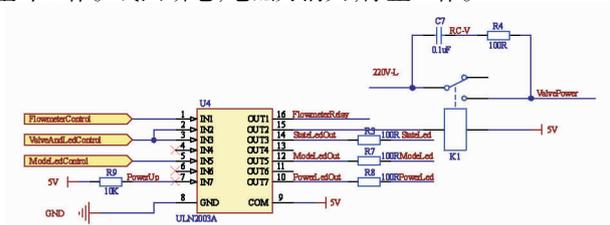


图 4 继电器驱动电路

2.4 传感器选型 该系统中所使用的传感器主要包括温度传感器、湿度传感器、二氧化碳传感器、墒情监测传感器。温度与湿度传感器采用的是 DHT11 数字温度与湿度传感器, 它采用专用的数字模块采集技术及温度与湿度传感技术, 确保产品具有极高的可靠性与卓越的稳定性。传感器主要包括 1 个电阻式感湿元件和 1 个 NTC 测温元件。二氧化碳传感器采用的是 COZIR-P 超低功耗探头, 它是红外二氧化碳传感器, COZIR 功耗低, 通过非色散红外吸收方式进行二氧化碳浓度的

测量,测量精度高。墒情监测传感器主要包括土壤水分传感器和土壤温度传感器 2 个部分,具有测量精度高、相应速度快的特点,且功耗仅为 0.8 mA,可以直接埋入土壤中。

2.5 通信电路 无线通信模块主要采用济南有人物联网技术有限公司生产的多功能串口转以太网转换器。它用来将 TCP 网络数据包或 UDP 数据包与 RS232 接口数据实现透明传输的设备,其功耗低,搭载 ARM 处理器^[4],速度快,稳定性高,通信电路见图 5。

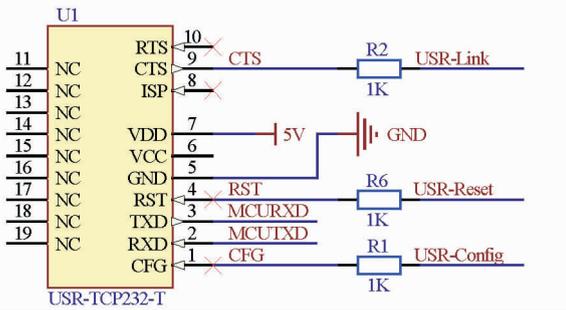


图 5 通信电路

这是一款多功能以太网串口数据转换模块,它内部集成了 TCP/IP 协议栈,用户利用它可以轻松完成嵌入式设备的网络功能,节省人力、物力及开发时间,使产品更快地投入市场,增强其竞争力。模块集成 10/100M 自适应以太网接口,串口通信最高波特率高达 1 024 kbps,具有 TCP Server、TCPClient、UDP、Httpd Client、TCPAuto、WEB to Serial 等工作模式^[5],可通过网页或软件轻松配置。

3 系统软件设计

分布式智能灌溉控制系统的软件设计首先应能够通过上位机软件发送数据帧和命令帧消息,并按照指定的通信协议解析命令帧和状态帧,单片机按照相关命令控制电磁阀的打开与闭合,同时将电磁阀的状态传送到服务器上。同时,单片机将温度传感器、湿度传感器、二氧化碳传感器和墒情检测传感器所采集的数据,通过串口转以太网模块传送到以太网上,服务器根据相关终端 ID 对每个终端的传感器传送的数据包进行解析,并且在服务器上实时显示。

整个智能灌溉系统的软件设计思路主要采用模块化设计思路,将整个系统分为主程序模块、温度与湿度传感器模块、墒情检测传感器模块、二氧化碳模块、继电器模块、串口转以太网模块。服务器控制终端设备工作流程如图 6 所示。

当设备上电时,首先是对整个系统硬件进行初始化,当上位机向终端设备发送命令时,单片机判断是否进入中断接收状态,此时如果进入数据接收状态,则计算所接收到的数据帧的长度,然后对数据帧长度及校验码与预先设计的进行比对,若比对成功则说明接收数据正确,比对失败则丢弃数据包,重新进行数据包接收。终端设备数据上传流程如图 7 所示。

首先终端设备进行上电,然后分别读取当前机柜工作模式、当前机柜工作状态、电磁阀工作状态以及传感器数据,将

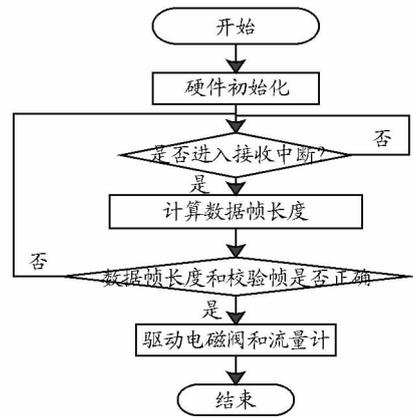


图 6 服务器控制终端设备流程

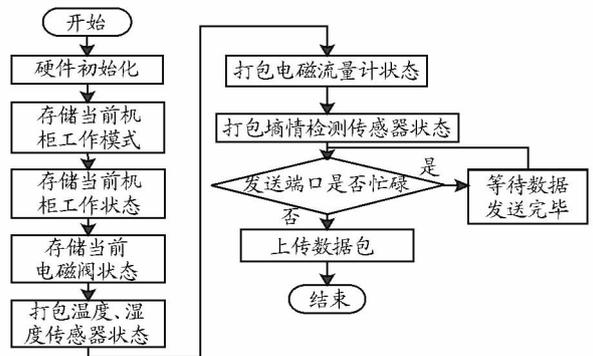


图 7 终端设备上载数据流程

这些数据打包,然后在数据包上加上帧头、帧尾和校验帧,通过发送端口发送到以太网上,上位机在以太网上读取到数据,然后对数据帧进行校验,校验正确在上位机上进行状态显示。

4 结语

该系统在新沂市瓦窑葡萄大棚的灌溉控制中得到了应用,1 年来运行良好,配套管带滴管可以大大节约大棚的用水量,还可以通过温度传感器、湿度传感器对大棚内温度与湿度进行检测及墒情检测传感器对土壤墒情进行检测,实现了对大棚灌溉的远程控制。该系统是交互式控制系统,现场灌溉控制操作与远程电磁阀控制操作灌溉相互结合、相互补充,且上位机能够实时监视大棚内温度、湿度、土壤墒情状况及电磁阀工作模式和工作状态,可及时根据现场状况进行远程控制。

参考文献

- [1] 刘俊岩,张海辉. 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.
- [2] 霍战鹏,魏郑英. 手机短信远程控制灌溉系统[J]. 西安交通大学学报,2012(10):26-41.
- [3] 鞠永胜,李兴凯,包君. 基于单片机的蔬菜大棚自动灌溉系统研究设计[J]. 农机化研究,2012(10):187-190.
- [4] 张观山,束怀瑞,高东升,等. 基于 ZigBee 和 GPRS 的远程过远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.
- [5] 李晓帆,尹胜. 多点采集无线传输的智能灌溉系统的设计[J]. 怀化学院学报,2013,32(11):44-49.