

分层分布式计算机控制 智能灌溉施肥系统的设计与实现

徐飞鹏^{1,2}, 杨培岭¹, 雷振东², 王亚国², 许正锋³

(1. 中国农业大学水利与土木工程学院, 北京 100083; 2. 北京市先飞农业工程高技术公司, 北京 100083;
3. 北京天利自动化设备研究所, 北京 100083)

摘要:在对国内外智能灌溉施肥系统进行调查分析的基础上,探索性的引入分层分布式控制系统结构,开发了分层分布式计算机控制智能灌溉施肥系统。该系统成功实现了自动控制、定时控制、周期控制、手动控制4种灌溉控制方式的和谐统一,每种控制方式既可单独运行,也可混合运行,同时该系统功能强大、软硬件全中文界面、操作简单、运行可靠。

关键词:分层分布式;计算机控制;灌溉施肥;设计

中图分类号:S277 **文献标识码:**A

0 引言

灌溉施肥就是通过灌溉系统来施肥,是最有效的水肥耦合控制技术之一,同时也是现代集约农业的一个重要组成部分,避免由于过量灌溉造成的水肥流失及因此而引起的地下水水质变差和土壤板结问题,但目前该技术存在易造成水源的化学污染、系统的管网化学腐蚀、农药(除草剂)过量施用等等问题。灌溉施肥系统的智能化对解决上述问题起到了良好的作用^[1]。国外已经开发了时序控制灌溉系统、计算机灌溉管理监控系统、基于自动气象站的计算机控制灌溉系统3种灌溉自动化系统形式,但国外灌溉自动控制系统是为国外的具体情况设计的,没有考虑我国的气候、土壤、作物等因素,并不适合我国的国情,不能充分发挥它的优势,而且引进的设备价格昂贵^[2,3]。当前我国的自动化灌溉控制系统总体上技术不够成熟,控制功能不够全面,产品的成套性和实用性往往考虑不够。因而开发适合我国国情的成套、适用、可靠、低成本、高效率、先进的灌溉施肥控制系统是十分必要和紧迫的,基于此本文提出了一种分层分布式计算机控制智能灌溉施肥系统。

1 系统结构设计

考虑到智能灌溉施肥系统需要在温室、大棚、农田、果园、

园林等多场所使用,同时灌溉面积大小不等,有些项目还分期进行(甚至分期逐年增加的),因而导致系统中的传感器种类和数量也会随之变化。作为一个完整的控制系统,不同种类的传感器需同时接入系统,实际上传感器与电磁阀安装位置分散,与控制器和计算机的距离从几十米到几公里不等,而温度、压力、风速、雨量、日照等灌溉系统常用传感器大多为模拟量输出即电压或电流输出,不适宜远距离传输。因此,针对上述特点,本文开发的计算机控制智能灌溉施肥系统在开发过程中,采用了分层分布式控制系统结构,系统组成框图见图1。

整个控制系统按功能和结构自上而下分为3层:后台监控管理层、控制层、信号转换及执行层。监控管理层由奔4系列计算机、打印机、大屏幕显示器等硬件设备组成,主要完成数据处理、报表打印、故障报警、数据查询等功能;控制层由一个或多个灌溉控制器组成,灌溉控制器也可以RS-485总线与模拟量采集模块和开关量输出模块相连,用于扩展输入、输出点数;信号转换及执行层将现场温度、湿度、土壤湿度、压力等物理量转换成电压或电流信号,并将信号输入控制层,同时接收来自控制层的驱动信号,启动电磁阀。监控管理层中的计算机和控制层的灌溉控制器可采用有线或无线的通讯方式实现双向数据通讯,控制器与传感器和电磁阀之间通过控制电缆实现单向通讯。

监控管理层

控制层

信号转换与执行层

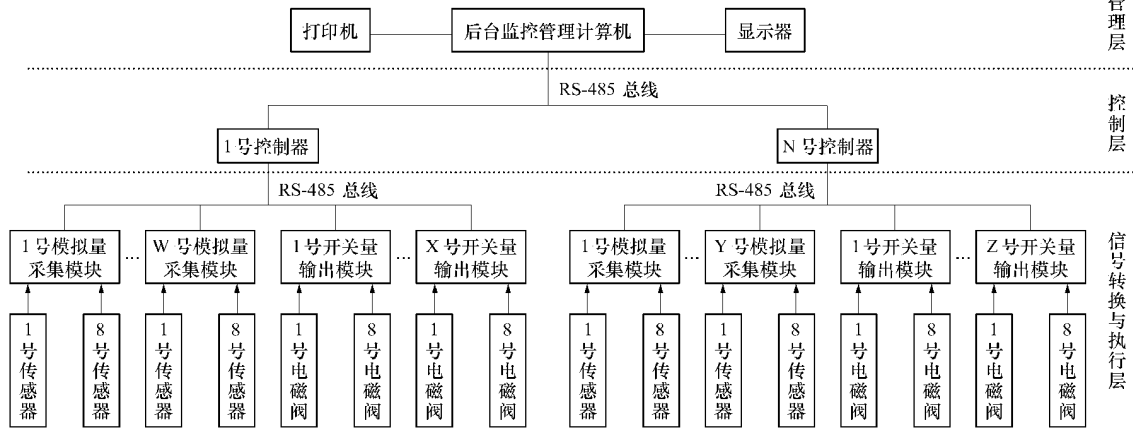


图1 分层分布式微机控制智能灌溉系统结构设计

2 系统硬件设计

2.1 控制器设计

控制器由 ATMELE 公司的 AVR 系列 Megal28 单片机组成外扩键盘、汉字液晶显示器(LCD)、1 个 RS-232 通信接口、1 个 RS-485 通信接口。其中 RS-232 接口(或 RS-485 接口)用于同后台机通信,RS-485 接口用于系统扩展 I/O,以适应不同的输入、输出点数的系统。模拟输入回路可以适应电流信号和电压信号的输入,并具有滤波、放保护(TVS)后面 AD 电路的功能。8 路开关量输出用于驱动继电器,提供 DC24 V,1 A 电流,带光电隔离。继电器选用线圈电压 24VDC,节点电压 24VAC,电流 600 mA。

2.2 开关量输出模块设计

开关量输出模块是控制系统中执行后台机的控制命令的装置,它将后台机的控制信号转换成电磁阀的开关动作信号进行输出控制。开关量输出模块还带有 RS-485 通信总线可以和后台机进行数据传输,也可以方便的进行扩展。开关量输出模块由继电器开出电路、开出回读电路、光电隔离电路、RS-485 通信电路和单片机系统组成,如图 2 所示。

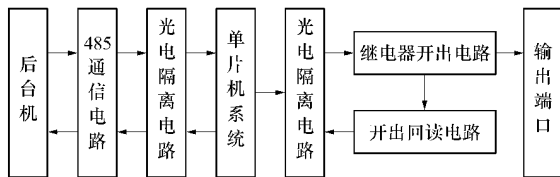


图2 开关量输出模块设计

2.3 模拟量输入模块设计

模拟量输入模块是控制系统中将外部传感器采集的模拟信号转换成数字量输入到后台机的装置。模拟量输入模块由差分放大输入电路、ADC 转换电路、光电隔离电路、RS-485 通信电路和单片机系统组成,如图 3 所示。

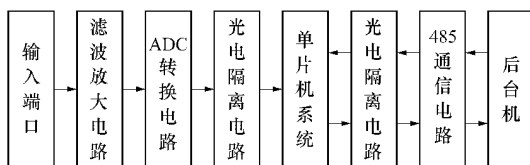


图3 模拟量输入模块设计

Windows 2000,应用软件为采用力控组态王软件为平台,结合智能灌溉系统的特点及要求编制的应用程序。

控制器 CPU 采用 AVR 系列 Megal28 单片机,单片机系统通常采用的编程语言为 C 语言或汇编语言。系统主要由控制管理模块、操作显示模块、通信模块 3 部分组成;控制管理模块主要完成系统的各项控制功能,包括灌溉控制(自动控制、定时控制、周期控制和手动控制)、过滤控制(压差控制、周期控制和手动控制)和施肥控制;操作显示模块采用中断的方式接受键盘的按键输入,以菜单的形式分页面显示各项内容,包括系统的控制选项、系统的参数设置等;通信模块主要完成和后台机的通信,将采集的数据上传给后台机,供后台机进行数据处理、显示和保存,接收后台机发出的控制命令。主程序的流程如图 4 所示。

4 系统功能

4.1 数据采集功能

采集来自温度传感器、湿度传感器、压力传感器,风速、雨量传感器等模拟量。

4.2 灌溉控制功能

可实现自动控制、定时控制、周期控制、手动控制功能,可根据需要灵活选用控制方式。

(1)自动控制功能。计算机根据来自传感器检测的温度和湿度与设定值比较,越限则自动起动对应的电磁阀,进行灌溉操作。其控制优先级低于手动控制,与定时控制,周期控制优先级相同。

(2)定时控制功能。用户可对每个电磁阀分别设定起、停时间,每个电磁阀最多可设置 4 个时间段,还可设置间隔天数,若天数设为 0 表示每天,1 表示间隔 1 天,依此类推。其控制优

3 系统软件设计

本灌溉控制系统为分层分布式控制系统,后台监控管理系统由 PC 计算机系统组成。系统运行环境为 Windows XP 或

先级低于手动控制,与自动控制及周期控制优先级相同。

(3)周期控制功能。用户可对每个电磁阀分别设定起始时间、结束时间、灌溉时间、停止时间,控制器按设定好的时间自动循环灌溉。其控制优先级低于手动控制,与自动控制及定时控制相同。

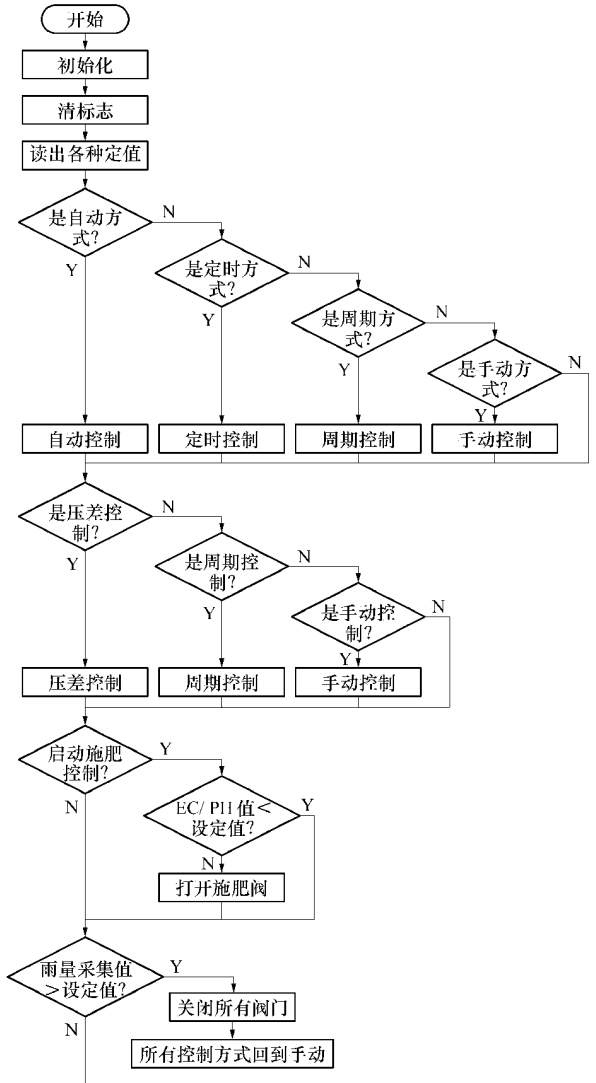


图4 控制器程序主程序流程图

4.4 过滤控制

(1)压差控制功能。系统将现场采集的压差和已设定的上、下限值进行比较,根据比较结果控制过滤阀门的开启和关闭,实现压差控制。

(2)周期控制功能。系统可以根据用户设定的起始时间、停止时间进行周期控制。

(3)手动控制功能。人工直接对压差电磁阀进行控制。

4.5 其他功能

系统还实现了雨量控制、风速控制、参数设置、键盘输入、显示、故障处理、通信、数据处理、报表打印、用户管理等多项功能,以保证灌溉施肥系统的安全可靠的运行。

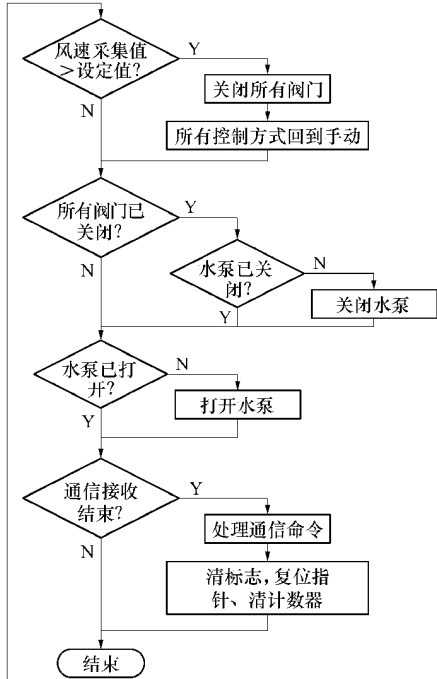
5 结语

本文提出的分层分布式计算机控制灌溉施肥系统,成功实

(4)手动控制功能。用户可对任意电磁阀进行手动起、停操作。其控制优先级高于自动控制定时控制及周期控制。

4.3 施肥控制功能

可按照定时控制方式进行施肥控制。



现了自动控制、定时控制、周期控制、手动控制四种不同的灌溉控制方式为一体,每种控制方式既可以单独运行,也可混合运行,技术集成程度高,同时该系统功能强大、软硬件全中文界面、操作简单、运行可靠。但对于虚拟仪器技术、现场总线等现代控制领域的先进技术在智能灌溉施肥系统研究中的应用还有待于进一步研究,以开发性能更为优越的系统。

参考文献:

- [1] 李久生,张健君,薛克宗. 滴灌施肥灌溉原理与应用[M]. 北京: 中国农业科技出版社,2004.
- [2] 陈文清. 节水灌溉自动化控制系统研究与应用[J]. 节水灌溉, 2004,(6):27-29.
- [3] 张兵,袁寿其. 单片机模糊智能控制在灌溉中的应用[J]. 节水灌溉, 2002,(6):21-22.