

[单片机]

基于单片机的智能滴灌系统的研究

文/扬州大学水利与能源动力工程学院 武书琪 靳 宏

设计的智能滴灌系统，以单片机为核心，结合传感器与红外遥控技术，并可以实时显示土壤湿度、水泵开合状态以及定时定量模式下的数据，及时反映浇灌情况的双工作模式的智能滴灌系统，可以有效做到节水、节能的作用，提高灌溉效率。

滴灌形式的灌溉本身是一种相对节水的灌溉方式，将滴灌与以单片机为核心的控制系统相结合的智能滴灌系统能够有效地提高水的利用率，满足作物的需求，并能实时反映当前的灌溉情况，减少人力物力的消耗，有较高的利用价值。

智能滴灌系统的工作方式及原理

1. 工作方式

本文设计的智能滴灌系统有湿度感应自动浇灌与定时定量浇灌两种工作模式，使用者可以根据自己的需求用红外遥控进行模式选择。如果选择模式一，系统能够实时采集当前湿度的信息，并将当前湿度大小、水泵的开合状态及开合次数通过LCD1602显示出来，当湿度过低时系统能自动控制水泵开起，过高时控制水泵关闭，使土壤的湿度大小保持在适合植物生长的区间；如果选择模式二，则需使用者设置定时定量的相关时间，即等待浇灌的时间与浇灌的持续时间，一旦确认计时便可实时显示剩余时间。两种模式可以随意切换，随时返回。整个系统以18650锂电池进行供电，并联12V1W的太阳能板增加续航能力，携带方便，并且有效达到节水、节能的目的。

2. 工作原理

本系统以STC89C52RC单片机为核心，辅以

土壤湿度传感器、A/D转换、红外遥控接收、继电器、液晶显示等模块组成。供电部分有12V锂电池、降压模块与小型太阳能发电板。模式一：土壤湿度传感器会实时采样，接收湿度信号，并且通过A/D转换将信号送入单片机，单片机将送入信号与设定值进行对比，从而判定并操作继电器来控制水泵，同时显示湿度大小、水泵的开合次数与开合状态；模式二：系统以使用者设定的数据为标准，然后延迟设定的等待时间，延迟结束以后开启继电器，接着延迟设定的持续时间，最后关闭。整个系统会随时对接收器接收到的红外信号进行测定，以判断使用者的对系统的操作需求。

智能滴灌系统的硬件设计

1. 单片机

系统以STC89C52RC单片机为核心，整个系统在该单片机的控制下进行工作，包括数据的采集、运算等。

2. 土壤湿度感应模块

系统采用的是使用最为广泛的YL-69土壤湿度感应模块，传感器部分由不锈钢探针和防水探头组成，可长期埋设于土壤和堤坝内使用，对表层和深层土壤进行墒情的定点检测和在线测量。模块部分有两个输出端，分别为高低电平输出的

DO口与模拟量输出的AO口。当湿度大于设定值时，DO口输出为低电平，小于设定值时输出高电平，由于系统需要准确测量土壤湿度，所以选用模拟量输出端，再通过信号的处理准确地显示出湿度的大小。传感器的电路如图1所示。

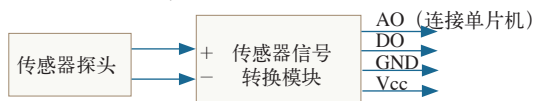


图1 土壤湿度感应模块连接图

3. 模数转换器

由于土壤湿度感应模块使用模拟量输出端，所以首先要对模拟量信号进行A/D转换的处理，选用的是PCF8591 AD/DA芯片，它是一个单片集成、单独供电、低功耗、8位CMOS数据获取器件，具有4个模拟输入、1个模拟输出和一个串行I2C接口。在PCF8591器件上的输入输出地址、控制和数据信号都是通过双线双向I2C总线以串行的方式进行传输。PCF8591将传感器输出的模拟信号转换成数字信号送入单片机，单片机接受到数据以后再进行后续的处理。芯片的电路如图2所示。

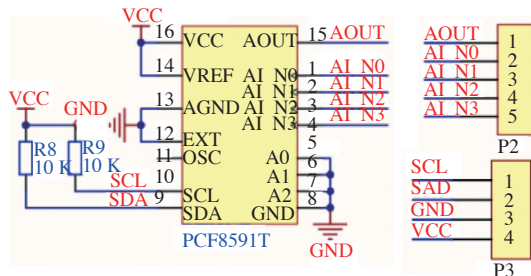


图2 AD/DA转换器电路图

4. LCD显示模块

系统用于显示的是LCD1602字符型液晶，是一种可以用来显示数字、字母、符号的点阵型液晶模块，可显示两行，每行最多显示16个。其中8位数据线与单片机的P0口连接，控制线与单片机的P2口连接。显示液晶用于显示操作界面和数据。单片机与显示屏的连接如图3所示。

5. 红外接收头

系统选用VS1838红外接收头对红外遥控发出的数据进行接收，然后传输到单片机中进行处理。VS1838的工作电压在2.7 V至5.5 V，接收距离是18 m至20 m，具有高灵敏度、抗光、电磁干扰能力强等特性。使用者可以通过红外遥控进行模式选择、时间设定等工作。

6. 输出

单片机根据湿度信号或者使用者的需求控制继电器的开合，从而驱动水泵，水流经处理后

的硅胶管进行浇灌，最终变成滴灌的形式。滴灌的过程中水流动分两路，少部分水通过出水管上的小孔流出至土壤，大部分流回到取水的地方，进行二次利用，从而达到节水的目的。系统选用385小型水泵，工作电压为12 V，流量为1.5 L/min，最大吸程2 m，最大扬程3 m。

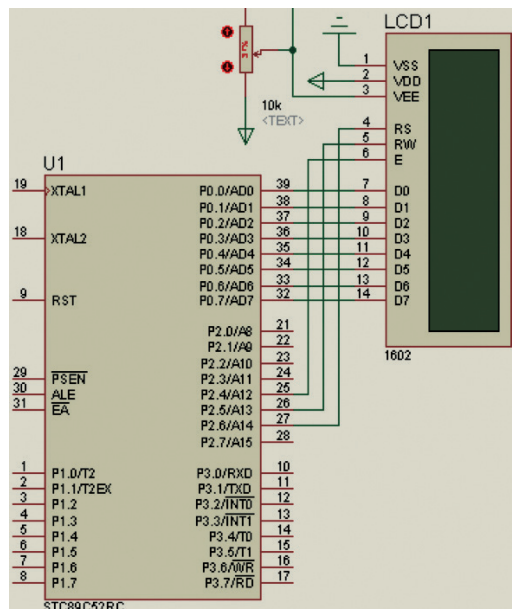


图3 LCD1602显示屏连接图

7. 供电部分

为了便于携带和使用方便，系统采用蓄电池组供电。电池组由三节18650锂电池组成，电压为12 V，具有过充电保护、过放保护和短路保护，用于直接给水泵供电，并且同时在经过降压处理以后给单片机进行供电。降压处理选用的模块型号为LM2596，带电位器可调，输出电压可以稳定在5 V左右。同时锂电池两端并联12 V 1 W的小型太阳能电池板，由多晶硅制成，当锂电池剩余电压低于10.84 V时可以通过接收强光给锂电池充电，增强系统的续航能力。

智能滴灌系统的软件设计

单片机控制中，软件设计与硬件设计同样重要，只有软硬件相互协调配合工作，才能保证系统的正常运行。系统通电以后首先进行初始化，其次进行模式选择，若选择模式一，进入湿度检测自动滴灌模式，则需要先确定湿度适宜的区间范围，若不确定则系统会自动使用默认设置（湿度区间约为65%至90%），然后才会进入数据采集和湿度检测状态，采集的数据包括土壤湿度，水泵开合状态与开启次数。传感器接收的数据通过模数转换送入单片机，

经过运算处理显示在屏幕上。如果湿度在设定区间，系统则继续检测；如果不在设定区间，则会控制继电器的开关，从而控制水泵的开启和关闭。若选择模式二，进入定时定量滴灌模式，则需要先设定等待时间与水泵开启时间，然后系统会储存这两个数据，并开始进入等待的状态，屏幕上会显示等待的剩余时间，当时间到了以后，系统会开启继电器，控制水泵开启，进入滴灌的状态，同样会显示剩余时间，时间到了以后会控制水泵关闭，屏幕会重新回到时间设置的界面。所有的人为操作均通过红外遥控，系统会实时对红外接收器的数据进行检测，一旦检测到返回信号会立即打断当前操作并返回至上级的页面。系统的流程图如图4所示。

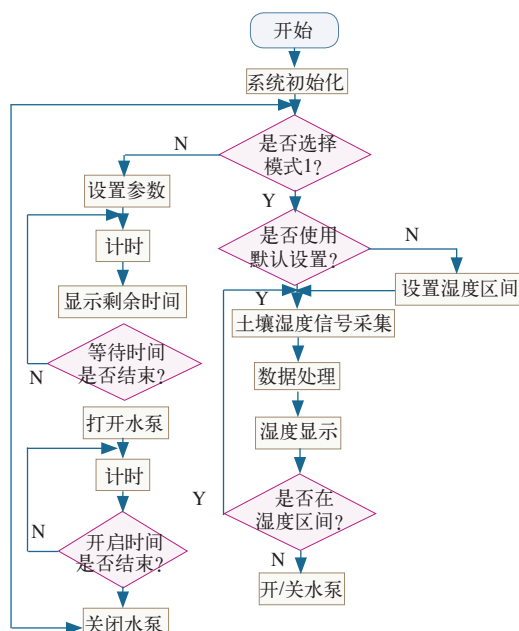


图4 系统流程图

智能滴灌系统的系统测试

1. 测试介绍

在系统完成以后对系统进行测试，模式选择、参数设置等界面都能正常显示，可以随时打断操作并返回至上一级界面，以方便模式的切换。在模式一中，系统可以正确显示“HUMI”和“TIMES”的值，即当前土壤湿度的大小和继上次清零后水泵的开启次数，以及当前水泵的开合状态“on”和“off”；在模式二中，时间参数可以正确设定，设定以后开始计时，等待结束自动开启水泵，滴灌结束自动关闭水泵并返回设置界面。供电部分均能正常供电，水泵也可以正常启动。部分屏幕显示的情况如图5所示。

2. 实测分析

首先在模式1下设定适宜土壤湿度区间为默认

值，即65%至90%，将传感器插入至与滴灌小孔水平距离约为1 cm的地方，然后开始湿度检测和自动滴灌。模式一下在土壤松与紧两种情况下分别进行测试，每隔4 s读取一次湿度大小的值，测试结果如表1所示。

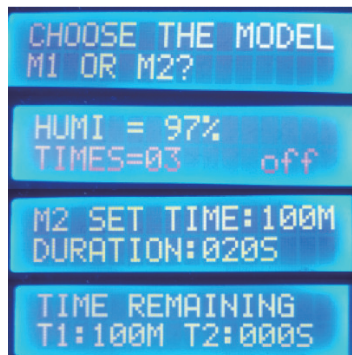


图5 系统屏幕显示图

表1 土壤湿度大小与滴灌时间的关系表

滴灌时间/s	0	4	8	12	16	20	24	28
湿度（松）	20%	27%	32%	74%	81%	87%	90%	90%
湿度（紧）	20%	49%	71%	83%	84%	87%	90%	91%

由表中数据可知，该系统进行滴灌，将土壤湿度从20%增加至90%需要24 s左右，24 s以后滴灌停止，土壤湿度趋于稳定。

然后在模式二下将等待时间设为0s，滴灌持续时间设为60 s，烧杯中装800 mL的水，每隔10 s暂停一次，读取烧杯中剩余水的体积，并计算出前10 s内水的流量，测试结果如表2所示。

表2 滴灌水流量与滴灌时间关系表

滴灌时间/s	0	10	20	30	40	50	60	28
剩余水量/mL	800	771	748	720	696	670	642	90%
前10 s水流量/mL	0	29	29	28	24	26	28	91%

由表中数据可知，在模式2下每10 s滴灌出的水的流量在24 mL至29 mL之间，平均流量约为2.73 mL/s。

结束语

本系统采用单片机控制的技术，将湿度信号进行采集显示，以湿度大小、设定时间为依据判定是否进行滴灌以及滴灌的时间长短，基本实现了自动化浇灌，并且以滴灌的形式实现节水，锂电池供电以便于携带使用，为植物的管理与培育提供方便，有一定的推广和利用价值。EA

（收稿日期：2018.03.13）

（编辑：朱金凤）