

# 基于微型处理器的小型农业喷雾机电控系统的设计

王世民

(临朐县人民政府东城街道办事处 山东 潍坊 262600)

**摘要:** 随着微型处理器和数字化技术的发展,将最新技术方案应用在农业喷雾机电控系统设计中成为可能。本文基于微型处理器分析电控系统软件设计思路,明确本系统设计的框架与实现流程,并探索了喷雾机电控系统设计方案与实现路径,通过对控制平台的研发,做好按键与显示模块的优化设计,并控制电动机控制程序与网络设计模块,使得电控系统的具体业务功能得以实现,最后完成对电控系统功能的调试。结果表明,电控系统功能正常,能够满足农业喷雾机控制需求。

**关键词:** 微型处理器; 农业喷雾机; 电控系统; 设计

## 0 引言

目前,国内使用比较广泛的系统框架为 RTOS、UCOS 与 msOS 等,但是,在电控系统逻辑简单、功能不复杂条件下,有关人员可选择裸机程序对控制系统进行设计与开发,并融入模块化设计思想,做好软件与硬件部分的协调一致。此外,要求设计人员根据实际业务需求,对系统进行优化,使得喷雾机使用效果达到预期标准,满足农业智能化发展需求。因此,本文提出了一种基于微型处理器的小型农业喷雾机电控系统的设计。

## 1 电控系统软件设计

### 1.1 设计思路

喷雾机电控系统的设计基于微型处理器,其主要应用在农业生产领域,是智慧农业的重要组成部分。在系统设计中,设计人员需要充分考虑软件运行环境,并分析用户需求功能实现。电控系统设计思路如下:首先,搭建合理的软件框架,对嵌入式微型处理器进行高效应用;其次,使用编程软件完成系统底层逻辑代码编写;最后,对电控系统功能进行调试。

### 1.2 系统软件框架

系统框架主要分为两个部分:上层程序、底层程序。上层程序的主要功能是控制与决策,是确保农业喷雾机电控功能实现的主要环节,在具体设计中,建议相关人员采取模块化设计方案,对系统控制逻辑

进行优化调整,同时关注程序开发与调试的便捷性。底层程序则需要编写驱动各项功能的逻辑代码,关注各项业务的实现效果。例如,设计 IO 流、键盘监听、电动机驱动模块、业务功能显示模块、计时器模块,同时在该层系统架构的设计上,设计人员也需要重视主程序功能实现<sup>[1]</sup>。

### 1.3 实现流程

基于微型处理器,电控系统控制流程如下:系统接通电源后,首先,做好初始化,内容具体包括 STM32 芯片、驱动模块、按键模块、显示模块与继电器;其次,需要完成 W5500 初始化,并建立该模块与 STM32 芯片之间通讯,确保各个系统功能模块准备就绪;最后,系统需要实现扫描功能,通过按键发送扫描指令,并将相关指令代码发送到控制台,通过无线网络传输协议,将控制信号传输到客户端,在用户启动开始程序后,完成电控系统的驱动控制。

本系统的主要控制对象是驱动模块与继电器模块。为实现上述功能,在电控系统的运行期间,也需要利用传感器等数据采集装置完成对 PWM 值、IO 口状态、继电器开关状态等关键信息的及时采集与汇总分析,并将采集结果通过显示模块展示给用户,期间也可智能化显示喷雾机的工作状况。本电控系统通过扫描键盘模块,实现对业务逻辑的循环重复操作,并做好故障信息的及时获取与检修,使得农业喷雾机电控系统运行可靠,实现具体的功能需求。相关业务流程见图 1。

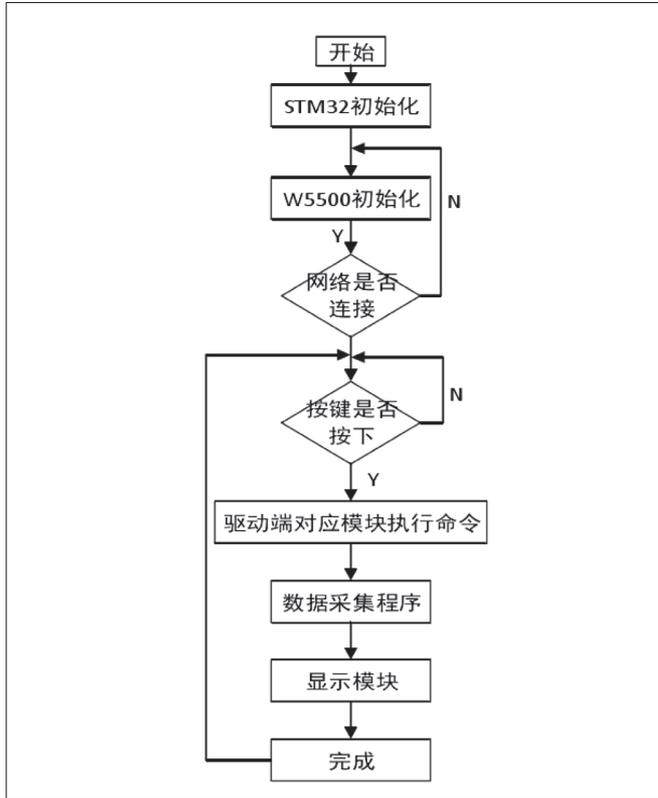


图1 电控系统控制流程图

## 2 基于微型处理器的小型农业喷雾机电控系统设计方案与实现

### 2.1 控制平台软件开发

本次设计的小型农业喷雾机电控系统是在微型处理器基础上实现的，在软件设计上，则兼容多种单片机的C语言开发系统。系统提供了C语言编译器、库管理器与仿真调试器，同时也包括宏汇编等较为完善的开发方案。系统目前可支持Windows操作系统。本系统的开发基于Keil uVision5开发平台，在此基础上，实现程序的编译与测试。鉴于此，在电控系统的具体设计中，有关人员需要掌握程序开发工具的使用技巧，明确控制程序编写中存在的缺陷与错误逻辑，并及时做好规避与调整，使得电控系统的开发与使用效率达到农业智能化管理需求。

### 2.2 按键与显示模块设计

作为整个控制系统的关键环节，按键模块产生的作用尤为明显，通过对该模块的设计，可更好实现小型农业喷雾机功能，确保电控系统使用稳定性。用户按下不同按键可向服务器发送不同指令，确保喷雾机能够实现具体功能。本电控系统共计有8个独立按键和1个十字按键，其中独立按键控制喷雾

机工作状态、喷雾量与喷雾速度等，而十字按键则主要控制喷雾器的移动方向。在具体使用环节，为保障彼此之间的逻辑不发生冲突，设计开发了程序自锁功能。用户在使用小型农机喷雾机时，只需要按下具体功能键，便可将通讯指令传输到驱动器微处理单元，由此实现对应的功能。

本系统显示模块是用于实时显示喷药机的工作状态，为操作人员更好控制喷雾机提供支持。当喷雾机接通电源后，W5500网络模块负责连接网络，实现连接后，STM32通过12864数据引脚，获取用户输入的数据流，并及时完成对数据的解析处理，将解析成功或失败的结果显示在屏幕上。随后，电控系统根据时间顺序对PC10、PC11、PC12输出的PWM值进行监测，并根据不同输出频率显示喷雾机的档位信息。在显示模块程序设计中，也需要实时监测PG5、PG6、PG7的电平信号，明确信号频率变化，由此获取转弯角度与方向信息，其中包括喷雾机的前进与后退、左转与右转。

### 2.3 电动机控制程序设计

对电动机控制程序进行设计时，本次设计共计定义了8个定时器，其中TIM1~TIM6均可产生4路PWM输出，而剩余2个计时器则可以同时产生8路PWM输出。鉴于本次设计的电控系统主要应用在小型农业喷雾机中，设计人员使用了高级定时器，并做好PWM系统参数配置与功能实现，涉及的业务功能包括自动重载周期值、计数模式、通道控制，上述功能在喷雾机启动时均被定义为默认模式，操作人员无需对其进行配置。系统初始化步骤包括设置时钟分割、选择PWM模式、比较输出参数、初始化定时器、初始化通道。

在喷雾机电控系统设计中，通道1与通道2均作为控制电动机的主要通道，输出引脚为STM32的IO口与PC6、PC7。设计将左侧前轮与右后侧前轮与PC6连接，右侧前轮与左侧后轮与PC7连接，同时将所有轮毂连接到无刷直流驱动器的信号输入端上，用于调节PWM输入值，基于此实现对轮毂电动机速度的控制，在系统控制功能的实现中，也需要将IO流和方向控制模块连接，并借助信号传输专用接口实现具体的控制业务逻辑。本次设计功能实现后，IO端则输出正负电平，用于控制轮毂电动机的正反转速。为确保控制程序使用良好，设计人员也将ARR值设计为899，并根据不同的业务请求，对

不同的控制单元进行调用，基于此提升控制程序的可扩展性。本次设计的农业喷雾机电控系统也能够满足不同作物与不同地形条件下的使用需求，根据传入的参数，对系统控制方案进行调整。在设计过程中，设计人员主要改变 CCRx 值，并规定了 7 个速度档位，其中 1 为低速档，7 为高速档，设计完成后，不同档位的占空比例自 20% 升高到 80%，其中默认的初始化档位占空比为 40%。（注：占空比 = CCRx / ARR）<sup>[2]</sup>。经过对电控系统的控制与优化后，当前按键档位的占空比可达到 40%，其中有 2 个通道会输出相同的占空比，由此实现对喷雾机运动方向的有效控制，预防发生方向偏移。在相关控制逻辑下，系统操作人员能够根据不同按键，对喷雾机的行进速度进行控制，由此提升智能化控制目标，为农业智慧喷洒提供技术支撑。

#### 2.4 网络通讯模块设计

在小型农业喷雾机的电控系统设计中，设计人员需要做好 W5500 网络通讯设计，由此实现 PC 界面控制端与驱动端的可靠连接。做好该模块的设计，也能够实现对喷雾机的远程控制，确保喷雾机的使用功能良好。在电控系统的网络模块设计中，设计人员应以 TCP/IP 协议作为基础，注重对系统应用层、传输层、网络层进行设计与优化，同时关注网络接口是否良好。

具体设计思路如下：首先，完善客户端应用层，确保用户在 TCP/IP 网络协议下可直接利用客户端 (Client) 程序访问 service 服务器；其次，为各应用层中的程序提供通讯服务，以提升系统运行稳定性，确保控制层逻辑功能快速实现；最后，设置 TCP/IP 协议，优化各种物理网关接口，并实时处理主机与服务器之间的通讯，完成对用户输入数据的解析。

在 keil 开发平台下，电控系统设计人员可使用 C 编程语言实现对 STM32 微型处理器的调用，最终实现对 W5500 服务器的控制。首先，需要将 W5500 内部程序进行复位处理；其次，对 W5500、Socket 控制端做出初始化操作；最后，对用户输入数据进行收集与流处理，将其转化为电控系统可识别的语言。当业务功能全部处理完毕互，需要及时关闭 Socket 和数据输入与输出流，避免发生内存泄漏，影响喷雾机电控系统功能稳定性。

在实际的控制与实现中，设计人员需要先完成对子网掩码寄存器 SUB 的参数设置，一般情况

下，需要将子网掩码设置为 255.255.255.0，然后经过寄存器 GAP 将 IP 地址更改为 192.168.1.2，此时，寄存器 SIPR 会将 IP 地址设置为 192.168.13，并根据实际业务要求，将 SHAP 中 MAC 地址设置为 74.DO.2B.60.39.8A，至此，实现对 W5500 网络参数的配置与优化。在设计中也对 IMR 与 MR 的操作进行优化，重点做好寄存器主机接口的优化配置，其中在 MR 中写入了 0X80，完成对 W5500 的复位请求；IMR 中则写入 0X11，并在设计过程中中断了所有的请求。在完成 SPI 接口以及复位引脚设计后，也对片选引脚进行了初始化操作，完成相关部分与微处理器之间的通讯连接<sup>[3]</sup>。对 Socket 进行初始化时，设计人员采用了侦听模式，该模块主要用于检测 Socket 是否实现成功连接。在本电控系统的设计中，为确保网络模块设计可靠性，设计人员对 Socket 进行初始化，将 Socket0 作为网络通信通道，利用其接受与发送缓存区的文件字节流，电控系统网络通讯模块的部分代码：网关与地址加载代码 Socket 设置与操作控制实现代码（片段）分别如图 2、图 3 所示。

在控制系统功能的实现中，需要建立 STM32 与

```
void_load_Net_Parameters(void){
    Gateway_IP[0] = 192;//加载网关参数
    Gateway_IP[1] = 168;
    Gateway_IP[2] = 1;
    Gateway_IP[3] = 1;
    Sub_Msak[0]= 255;//加载子网掩护
    Sub_Msak[1]= 255;
    Sub_Msak[2]= 255;
    Sub_Msak[3]= 0;

    Phy_Addr[0]=0×0c;//加载物理地址
    Phy_Addr[1]=0×29;
    Phy_Addr[2]=0×3b;
    Phy_Addr[3]=0×7c;
    Phy_Addr[4]=0×00;
    Phy_Addr[5]=0×01;
}
```

图 2 网关与地址加载代码

```
UINT W5500_SocketConnect(UINT s){
    W5500_WriteSock_1Byte(Sn_MR,MR_TCP);
    W5500_WriteSock_1Byte(Sn_CR,OPEN);
    W5500_Delayms(5);
    if(W5500_ReadSocket_1Byte(Sn_SR)!=SOCK_INIT)
    {
        W5500_WriteSock_1Byte(Sn_CR,CLOSE);
        return FALSE;
    }
    W5500_WriteSock_1Byte(Sn_CR,CONNECT);
    return TRUE;
}
```

图 3 Socket 设置与操作控制实现代码（片段）

W5500 之间的相互通讯,并实时处理接受与发送的数据,由此提升系统应用可靠性。为确保数据能够准确传输到 Socket 上,避免数据发生丢失,系统在发送数据前,会首先对 SO\_TX\_FSR 值进行检查,检查完成后,会根据实际业务需要,智能显示缓存区大小。若内存足够,则自动发送处理完成的数据;若内存不够,则系统发出内存泄漏警告。

### 3 小型农业喷雾机电控系统功能的调试要点

控制系统调试需要针对某一特定功能展开,并验证该功能的可行性与准确性。例如,在本方案的小型农业喷雾机电控系统调试中,有关人员完成了 W5500 网络通讯模块的测试。在具体测试环节,有关人员编写了一个主机通讯测试例程,并通过主机向控制器发送控制指令,实现对喷雾机设备中 LED 灯的控制。基于对相关测试功能的应用,可帮助设计人员检验控制代码逻辑是否可靠,并知晓控制系统方案的使用效果<sup>[4]</sup>。在开展 PWM 驱动试验时,系统测试人员编写了一个例程,并重点观察了无刷电动机的转换情况,对该电控系统中喷雾机轮毂转向功能进行测试。

测试结果显示,喷雾机各项功能正常,其外转弯半径为  $L/\sin\alpha$ ,内转弯半径为  $L/\sin\beta$ ,其中  $L$  为喷雾机电机部分的轴距, $\alpha$  为前外轮转角, $\beta$  为前内轮转角,上述参数与设计要求一致。在具体的测试操作中,由于喷雾机受到各种因素的干扰较大,有时会造成实际转弯半径偏离理论转弯半径。因此,在调试过程中,经常将喷雾机偏转角设置在  $30^\circ$  之内,

并确保喷雾机能够在原地旋转一周,以避免调试结果出现误差。

### 4 结语

综上,随着智慧农业发展,小型农业喷雾机被越来越广泛地应用在现代农业生产中。作为喷雾机的核心部分,电控系统的优化设计变得十分重要。本文基于微型处理器,完成对喷雾机电控系统的设计,重点对系统平台架构、按键显示功能、网络通讯功能以及电机控制业务流程进行设计。同时,也将调试技术方案引入到设计与实现领域中,通过做好喷雾机转向测试、使用功能测试,使得喷雾机使用更加高效,为智慧农业发展做出贡献。

### 参考文献:

- [1] 杨金山,吴琼.基于产品系统设计理论的遥控式小型温室喷雾机设计研究[J].鞋类工艺与设计,2023,3(01):170-172.
- [2] 张天鹏,柴超,李亚杰,等.农用喷雾机的研究现状及发展趋势[J].农业开发与装备,2020(09):109-110.
- [3] 宣宸宇,翟恩显,赵啸宇,等.基于 Arduino 控制板的面向设施农业的智能喷雾机控制系统设计[J].林业机械与木工设备,2019,47(10):36-42.
- [4] 本刊讯.3C 认证结构形式重新界定后 84 个型号自走式植保机械受到联动处理[J].农机质量与监督,2019(07):43-45.

作者简介:王世民(1972.09-),男,汉族,山东潍坊人,本科,工程师,研究方向:机械电气。