

# 基于 STC12C5A60S2 的无人机遥控器的设计与实现<sup>\*</sup>

林 跃 梁立容 王 凤 万智萍

(中山大学新华学院 东莞 523000)

**摘 要:** 随着无人机的发展和广泛的应用,其控制设备即遥控器也必定会得到推动。为了跟上趋势,着手研究航模遥控器以满足无人机的快速发展的需求是本项目的目的所在。本项目采用模块化的设计方法,将遥控系统分为 4 个主要部分,分别是中央控制系统、5110 液晶显示系统、摇杆控制系统和 NRF24L01 无线模块。中央控制系统采用增强型的 51 单片机系列的 STC12C5A60S2 芯片作为控制核心,经过设计开发,实现了芯片将摇杆传回的动作信号加以处理并经 NRF24L01 无线模块发射出去后,传给无人机上的接收机,从而达到控制无人机航向的目的;同时 5110 液晶显示屏由左右两个摇杆油门的上下左右来控制显示屏的各项功能,通过对液晶显示屏的控制可以对其他小模块进行控制。采用模块化的方式对项目进行研究,并最终实现预定的功能。

**关键词:** 遥控器;单片机;NRF24L01;无人机

**中图分类号:** TP79;TN925 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.1010

## Design and implementation of Uav remote control based on STC12C5A60S2 MCU

Lin Yue Liang Lirong Wan Feng Wan Zhiping

(Xin Hua College of Sun Yat-sen University, Dongguan 52300, China)

**Abstract:** With the development of unmanned aerial vehicle (UAV) and the wide range of applications, the control device is also bound to develop rapidly. In order to keep pace with the tendency of the development of uav, we investigating the rc remote control with the purpose fo satisfying the needs of the rapid development of uav. This project is adopted the modular design method and divided the remote control system into four main parts. They are respectively the central control system, the 5110 LCD display system, the rocker control system and the NRF24L01 wireless module. The central control system is adopted the STC12C5A60S2 chip of the enhanced 51 single-chip computer series as the control core. Through the design and development, the control core can Process and send the signal which is from the rocker to the NRF24L01 wireless module, and then send the signal to the receiver on uav, so as to achieve the destination of controlling of UAV.

**Keywords:** remote control; SCM; Nrf24l01; UAV; MCU

## 0 引 言

无线电遥控是一种通过无线电信号对某些物体装置进行无线操控的技术,它的控制系统主要由发射部分、接收机和执行部分三大块组成。无线电通信技术是无线电遥控技术的鼻祖,这种技术的出发点是用于无线传输信息的无线电电报技术。而真空电子管的发明和广泛使用,使得无线

电通信技术得到快速发展,最终形成了今天的无线电遥控技术。在军用方面,无线遥控被运用较多的是世界大战期间。并在之后,无线电遥控技术得到了极快的发展,例如在军事侦察、反恐、防爆等危险与恶劣环境作业中广阔应用前景<sup>[1]</sup>。无线电技术的出现,使得对航模的控制从无控制或者线控转换为无线遥控,极大地推动了航模普及,使得人们对航模的控制变得更加方便。

收稿日期:2017-01

<sup>\*</sup> 基金项目:广东省中山大学新华学院 16 年度大学生创新创业训练计划项目(201613902084)资助

航模运动开始出现是在 20 世纪初,而中国开始兴起这种运动是在 1940 年后。20 世纪 70 年代开始,无线电遥控设备渐渐成为一种潮流并占据重要的地位。但是航模设备在 2003 年之前主要由国外生产;2003 年之后,国内才有许多企业成立并且习得了遥控和陀螺仪技术,开始制造航模以及其配套设备。国内的航模产品不但价格低廉,而且工艺精湛。在美国市场随着航模的发展,像航模遥控这样的专业设备逐渐形成。

时至今日,诸多无线电设备和技术正在飞速发展,从红外感应和蓝牙无线传输,到今天的无限 WiFi 传输技术,无不体现着无线技术的发展进步。这些技术深深地影响着生活的方方面面,变为了人类社会不可分割的一个重要的组成部分。不管是在今天,或是未来,它们必将搭载着人类的梦想继续给社会带来更多便利。基于此,本课题开始着手对无线遥控进行初步的研究,并以航模遥控器为基石,开启探索无线电技术的旅程。

## 1 系统的主要流程

遥控系统的简要流程图如图 1 所示。进入主函数后,系统先延时 200 ms, 然后进行硬件初始化, 对 ADC、优先级、I/O 和定时器等配置。接下来对单片机执行读取 EEPROM 操作, 获取上一次保存的系统状态信息。读取到

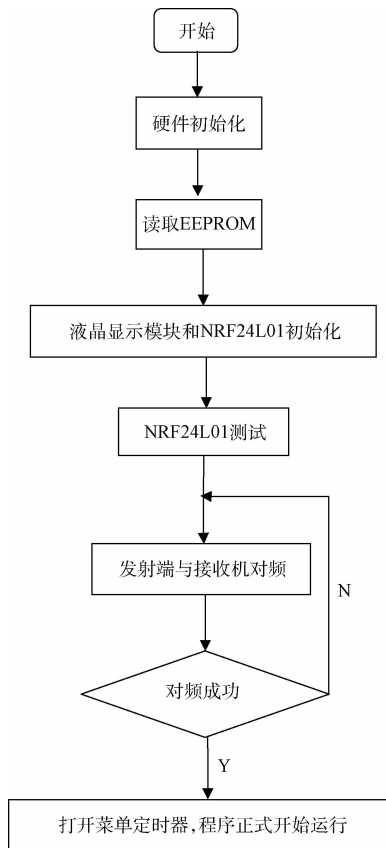


图 1 遥控系统的简要流程

信息之后进行 5110 液晶显示模块和 NRF24L01 无线收发模块的初始化操作,并且将 NRF24L01 与接收端对频。若对频失败则在屏幕上显示错误;如果对频成功,则打开菜单定时器,程序正式开始运行。

## 2 硬件开发平台

为了对项目的电路原理图进行设计和仿真实验,选择了硬件开发设计工具 Proteus 进行硬件设计。这款硬件设计软件是一款 EDA 工具软件,由英国 Labcenter electronics 公司出版。Proteus 除了有其他 EDA 软件仿真功能外,更兼有对外围器件和各种单片机的仿真。另外,这款软件带有超过 27 000 多种元器件,可以非常方便地创建新元件;由于器件众多,Proteus 增加了智能的器件搜索,对需要用到的器件可以通过模糊搜索快速地定位。此外,独特的单片机协同仿真功能(VSM)使得这款软件支持 ARM7、8051/52、AVR 等 CPU,这对于课题的硬件仿真设计和电路设计提供了很大的帮助,并且在项目实现之前能够排除疏漏,降低设计成本,提高效率,可很大程度地缩短开发的时间。

### 3 软件开发平台

本文选择 KEIL C51 为单片机软件开发工具。作为一款兼容 51 系列单片机的 C 语言软件开发系统,KEIL C51 提供了宏汇编、连接器、C 语言编译器、库管理和一个强大的功能仿真器,对每个阶段的开发人员而言都是适合的。KEIL C51 支持包括具有存储器扩展和指令集的所有的 8051 系列芯片,既支持 C 语言编写也支持汇编语言,并且 KEIL 可进行在线调试,排除代码错误,其产生的 HEX 文件可通过烧录软件下载到单片机中。

## 4 总体设计与系统原理

遥控系统的总体设计框图如图 2 所示。系统原理图如图 3 所示。

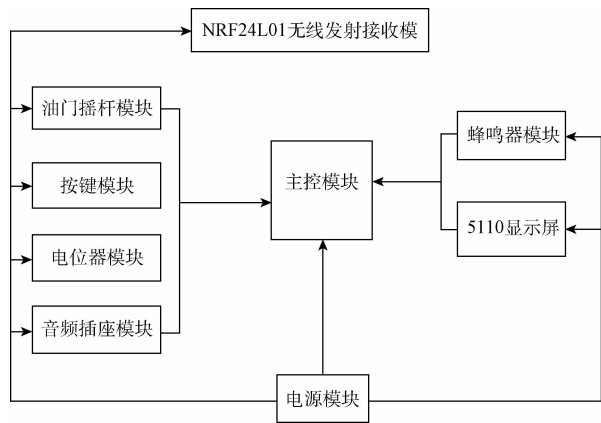


图 2 遥控系统的设计框图

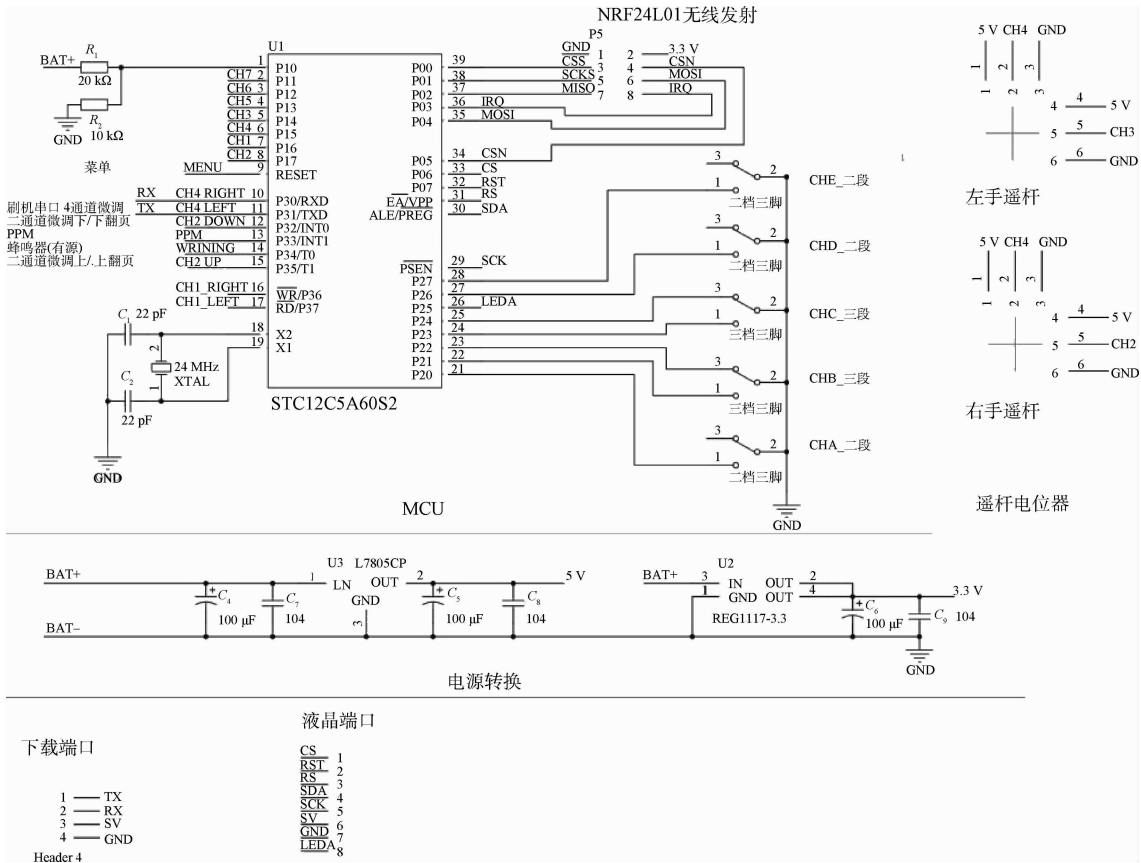


图 3 系统原理

5 单片机选型

在这里,采用 STC12C5A60S2 芯片作为遥控系统的微型处理器。该芯片作为一款增强型的 51 单片机,拥有比传统 8051 单片机更快的速度,并且完全兼容传统 8051 单片机,而速度却快 8~12 倍<sup>[2]</sup>。内部集成专用复位电路,抗干扰性强,且有超强加密性,解密难度高,内部带有 1 KB 可擦写 EEPROM<sup>[3]</sup>,可存储简单数据。这对提高遥控系统的性能起到了很大的作用。

宏晶科技生产的单时钟/机器周期的单片机,STC12C5A60S2 系列单片机,是超强干扰、功耗低并且拥有高速运行速率的新一代 8051 单片机。在芯片内部集成了专用复用电路 MAX810,两路的脉宽调制 PWM 及 8 路的 250 Kpbs 的高速模数转换(A/D)<sup>[4]</sup>。

遥控系统设计中使用的引脚汇总如表 1 所示(部分)。表中不包括微处理器晶振、电源等基本运行所需要的引脚。

6 无线接收发射模块

航模遥控系统是利用无线电技术进行信息的传输和双方的通信的。在飞行过程中如何实现对航模的有效和

稳定控制是遥控系统是否设计成功的指标。本设计中主

表 1 STC12C5A60S2 引脚使用表

序号	名称	描述
P34	RST	LCD 复位引脚
P27	MISO	SPI 数据输出脚
P32	SCE	LCD 芯片使能
P44	SCK	SPI 时钟
P47	DC	模式选择
P45	CE	RX 或 TX 选择
P30	DIN	串行数据线
P26	IRQ	可屏蔽中断脚
P31	SCLK	串行时钟线
P25	MOSI	SPI 数据输入脚
P24	CSN	SPI 片选信号

要有两个无线发射接收模块,分别在遥控器和接收机上。

一般来说,航模的飞行距离较远,能达到的高度也较大,鉴于对航模的实际控制距离的需要,在设计中,采用了 2.4 G 带屏蔽罩的无线收发模块 NRF24L01P+PA+LNA,其发射功率为 100 mW,通信距离达到了 2 100 m<sup>[5]</sup>,带功放全进口工业级元器件,耐高温,距离远,

非常适合航模的控制需要。

在传统的单片机系统中采用的是并行总线扩展外围设备,对地址线译码产生片选信号,为每个外设分配唯一的地址。利用并行数据总线占用引脚数多。为提高传输速率和节约引脚数,便出现了串行总线。

NRF24L01,与微型处理器 STC12C5A60S2 通过 SPI 串行外设接口总线系统进行数据的传输,支持多点通信,最高传输速率达 2 Mbps<sup>[6]</sup>。当配置为接收模式时可以接收六路不同地址相同频率的数据,每个数据拥有自己的地址并且可以通过寄存器来进行分别配置。无线收发模块的引脚图<sup>[7]</sup>如图 4 所示。

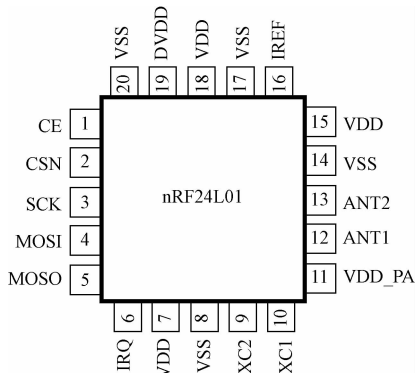


图 4 引脚图

NRF24L01 拥有 1 个发送通道和 6 个接收通道,即一个 NRF24L01 可以接收来自六路不同的地址的数据。也就是说,1 个 NRF24L01 只可以有 1 个发送目标地址寄存器以用来指示接收端的接收通道的地址。EN\_RXADDR 是配置数据通道的寄存器,但是在默认的情况下开启的通道只有数据通道 0 和数据通道 1。另外,可以通过寄存器 RX\_ADDR\_PX 来配置每一个数据通道的地址。需要注意的是,不同的数据通道其地址也应该不同,而且发射通道的地址和接收通道的地址要保持一致。数据通道 0 拥有 40 位可配置的地址,不同的是通道 1~5 只有 8 位可配置的地址,其余 32 位为共用地址<sup>[8]</sup>。

NRF24L01 芯片内置硬件 CRC 检错和点对多点通信地址控制,可软件设置地址,确保了通信的安全性和可靠性<sup>[9]</sup>。

当作为发送端的无线收发模块将数据发送到接收端时,接收端在收到数据后会记下发送方的地址,同时以该地址为目标发送应答信号,即应答对象为发送方的地址。(此过程用硬件实现)。通道 0~5 的地址设置如图 5 所示。

## 7 液晶显示屏模块

液晶显示(Liquid cry display, LCD),由于液晶在电磁场的作用下会产生扭曲,所以可折射出不同的颜色从而可以在屏幕上实现丰富的色彩变化。不同的电场施加方式

	Byte 4	Byte 3	Byte 2	Byte 1	Byte 0
Data pipe 0 (RX_ADDR-P0)	0×E7	0×D3	0×F0	0×35	0×77
Data pipe 1 (RX_ADDR-P1)	0×C2	0×C2	0×C2	0×C2	0×C2
Data pipe 2 (RX_ADDR-P2)	0×C2	0×C2	0×C2	0×C2	0×C3
Data pipe 3 (RX_ADDR-P3)	0×C2	0×C2	0×C2	0×C2	0×C4
Data pipe 4 (RX_ADDR-P4)	0×C2	0×C2	0×C2	0×C2	0×C5
Data pipe 5 (RX_ADDR-P5)	0×C2	0×C2	0×C2	0×C2	0×C6

图 5 通道 0~5 的地址设置

产生了不同类型的 LCD 显示,如超扭曲向列型液晶显示(scan super twist nematic, STN-LCD)和有缘矩阵薄膜晶体管液晶显示(active matrix thin film, TFT-LCD)<sup>[10]</sup>。

5110 液晶显示屏采用的是 PCD8544 低功耗的 CMOS LCD 控制驱动器,设计为驱动 48 行 84 列的图形显示。一切要用到的显示功能都设计在一块芯片上,其中就囊括了偏置电压发生器及 LCD 电压,所用到的外部元件很少且功耗小,适合于电池供电的系统。PCD8544 的方框图如图 6 所示。在框图中,通过串行接口传输的 48 行 84 列的显示数据存储在显示数据存储器中(DDRAM)中。

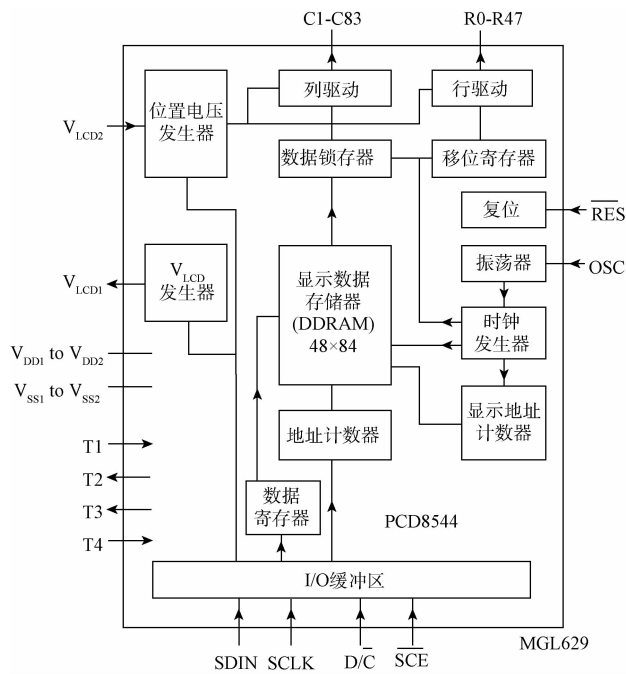


图 6 PCD8544 的方框图

5110 液晶显示屏与单片机的引脚连接情况如图 7 所示。图中 5110 的复位引脚 RST 与单片机的 P3.4 脚焊接,用以复位液晶屏;片选 CE 与 P3.2 连接;DC 引脚与 P4.7 连接,当 DC 的值为 1 的时候,表示写数据;DC 的值为 0 的时候,表示写指令。DIN 是 5110 液晶显示屏的数据输入

引脚 CLK 和 BL 分别是液晶屏的时钟输入和背景灯。

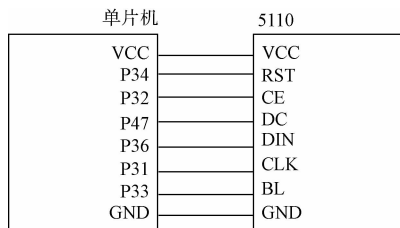


图 7 显示屏引脚连接

## 8 测试结果

通过对上述模块的驱动代码的设计以及各模块之间的连接和模块化设计,实现了遥控器的基本功能。经过对遥控器的 NRF24L01 无线收发模块的信号和显示屏的测试,得到了图 8 的六通信号输出和图 9 的 Nokia5110 液晶屏的显示图。

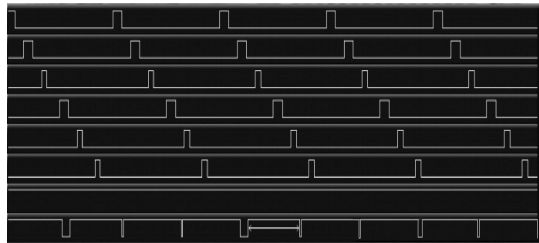


图 8 六通信号

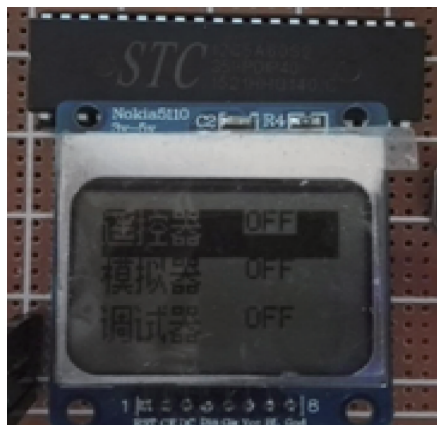


图 9 显示图

## 9 结 论

本文利用 2.4 GHz 无线射频技术和液晶显示技术,设计和实现了以 51 单片机为控制器的航模遥控器。如今,各种无线传输技术正在蓬勃发展,无线技术的应用也越来

越深入到人们的生活当中,不可分离。相信在不久的将来,无线传输技术会得到更加快速的发展和广泛的应用,从而为人们提供更加便利的高质量生活。

## 参考文献

- [1] 张乃龙,崔建国.无线遥控车辆仿真平台的开发[J].机械设计与制造,2014(9): 168-171.
- [2] 张坤,薛文玲,王振朝,等.基于 nRF24L01 的 pH 值监控系统的设计[J].计算机测量与控制,2014,22(3):734-736,744.
- [3] 潘卫卫,郑常宝,高杰,等.光伏控制逆变一体机的人机接口模块设计[J].液晶与显示,2014,29(6):963-968.
- [4] 朱向庆,胡均万,陈宏华,等.多功能单片机实验系统的研制[J].实验室研究与探索,2012,31(4):41-44.
- [5] 付聪,付慧生,李益青.基于 nRF24L01 的无线温度采集控制系统的设计[J].工矿自动化,2010,36(1):73-75.
- [6] 宋晓伟,孟国营,叶洋,等.基于 nRF24L01 的无线温度检测系统[J].煤炭工程,2010(11): 11-12.
- [7] 赵轩,马建,曹仁磊,等.基于 nRF24L01 的无线式模型车运动状态监控系统[J].科技导报,2010,28(2):63-66.
- [8] 曾勇,杨涛,冯月晖.基于 nRF24L01 的超低功耗无线传感器网络节点设计[J].电子技术应用,2008,34(7):45-48.
- [9] 朱瑜红.基于 STC 单片机的温室定时自动卷帘控制器设计与实现[J].江苏农业科学,2012,43(12):485-487.
- [10] 石建国,何惠龙,刘根据,等.多控制器结构单片机实验系统研制与应用[J].实验室技术与管理,2016,33(2):57-60.

## 作者简介

林跃,学士学位,主要研究方向为单片机、嵌入式技术等。

E-mail:yuelin07@foxmail.com

梁立容,硕士学位,主要研究方向为电子信息技术、物理等。

E-mail:1021276811@qq.com

王凤,硕士学位,主要研究方向为电子信息技术、信号与信息处理、高等教育等。

E-mail:78133090@qq.com

万智萍,硕士学位,主要研究方向为物联网、无线传感网络、认知无线电等。

E-mail:7620674@qq.com