

基于 MSP430 和 nRF905 的行车遥控系统设计与实现

Design and Implementation of Wireless Remote Control System for Bridge Crane Based on MSP430 and nRF905

史旺旺 刘玉英 (扬州大学能源与动力工程学院,江苏 扬州 225009)

摘要

介绍了一种低功耗的工厂行车无线遥测系统,该系统以 MSP430 超低功耗 16 位微控制器和无线收发芯片 nRF905 为核心。讨论了发射器和接收器软硬件结构,微控制器和无线收发芯的通讯。该系统可用于各种行车的遥控,具有低功耗、可靠性高等优点。

关键词: 行车,遥控,MSP430,nRF905

Abstract

A wireless remote control system for bridge crane is presented which is based on low-power MSP430 and wireless transceiver nRF905. The software and hardware structure of sender and receiver, the communication between sender and receiver in the system is discussed in this paper. The system can be widely applied in wireless remote control system for bridge crane which has high reliability and costs less power.

Keywords: tower crane, MSP430, wireless remote control

工厂车间常用的小型行车,装在工字梁上,行车控制方法是由装在行车上的电控箱中引出一根多芯电缆,再接一操作按钮盒,通过按钮控制提升、下降、前后和左右行走或电源开关。当行车移动时,操作者要手持按钮盒,眼盯着重物,跟着行车走动,很不方便。为此提出一种低功耗、自动产生字头和 CRC 校验码、数据包自动重发、高抗干扰能力的行车无线遥控系统。在半径 150m 的效控制范围内,操作人员只需携带轻巧的发射器,自由走动并选择最佳视觉位置实行操作且不受障碍物的影响。

1 系统结构

系统包括发射器和接收器两个部分,发射器由键盘输入电路、MCU、无线发射电路和天线等构成;接收器由接收天线、无线接收电路、MCU、继电器驱动、继电器等构成。系统结构框图见图 1。

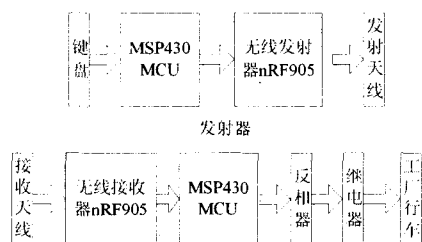


图 1 系统结构框图

2 系统硬件电路设计

MSP430 是 TI 公司新推出的 16 位系列单片机,在电池供电的低功耗应用中具有独特的优势。

nRF905 是挪威 Nordic 公司推出的单片射频收发器芯片,工作电压为 1.9~3.6V,工作于 433/868/915MHz 3 个 ISM 频道。nRF905 可以自动完成处理字头和 CRC (循环冗余码校验)的工作,可由片内硬件自动完成曼彻斯特编码/解码,使用 SPI 接口与微控制器通信,配置非常方便。其功耗非常低,以 -10 dBm 的输出功率发射时电流只有 11mA,在接收模式时电流为

12.5mA。nRF905 有两种工作模式和两种节能模式,分别为掉电模式、待机模式、ShockBurst TM 接收模式和 ShockBurst TM 发送模式。这几种模式由外界 CPU 通过控制 nRF905 的 3 个引脚 PWR_UP、TRX_CE 和 TX_EN 的高低电平来决定。

外界 MCU 通过 SPI 总线配置 nRF905 的内部寄存器,读写数据时必须将其置为待机或掉电模式。nRF905 有 3 个引脚用于状态输出,分别是:CD、AM 和 DR,均为高电平有效。nRF905 在处于接收模式时,若检测到接收频率段的载波,就置 CD 为高;接着检测载波数据中的地址字节,若与本身已配置的接收地址相同,则置 AM 为高;若再检测到接收数据中的 CRC 校验正确,则存储有效数据字节,置 DR 为高。

MCU 通过 SPI 总线配置 nRF905 的内部寄存器和收发数据。nRF905 的 SPI 总线包括 4 个引脚:CSN (SPI 使能)、SCK (SPI 时钟)、MISO (主入从出)和 MOSI (主出从入)。SPI 总线的每次操作都必须在使能引脚 CSN 的下降沿开始,CSN 低电平有效,总线上的数据在时钟的上升沿有效。在进行读操作时,先把 CSN 置低,然后在 MOSI 数据线上输出一个表示读命令的字节。与此同时,nRF905 会在 MISO 数据线上输出一字节表示状态信息的数据,随后输出一地址字节,后面跟随有效数据。在进行写操作时比较简单,MCU 先把 CSN 拉低,然后在 MOSI 线上输出写命令字节和数据字节即可。

信号发射电路包括键盘和 CPU、无线发射、复位电路等部分,MCU 选用 MSP430F135,nRF905 的工作频率为 433MHz,复位芯片选用 MAX809,MCU 与 nRF905 之间的连接主要为 SPI 接口连接、控制 nRF905 的 I/O 输出和 nRF905 的状态反馈,它们之间可以直接连接。nRF905 的其余接线为 nRF905 的标准连接,具体参见 nRF905 技术手册。

接收电路与发送电路基本相同,只是无线芯片工作在接收模式。接收电路的继电器驱动电路选用 ULN2003 反相器,该芯片驱动能力大,可直接驱动继电器。

3 系统软件设计

系统软件包括发射器和接收器软件。发射器和接收器软件的功能划分对遥控系统性能的影响很大,为提高系统可靠性,加快紧急故障出现时的恢复速度,所有的控制的逻辑处理全部在发射器中实现,发射器的发送采用定时发送和中断发送两种方式,即当有按钮动作时,用中断方式发送,在随后的时间内按定时方式发送。接收器仅实现信号接收、译码和驱动输出,当连续3次收不到信息时,接收器自动关闭所有输出,恢复初始状态。这样做的优点是:

1)对发送器的按钮控制的捕捉可靠。当中断信号万一丢失使接收器失去控制,但随后的定时发送的控制信息会作出相应的控制。

2)当射频信号受到干扰或发射器出现故障而使接收器收不到控制信息时,接收器自动关闭所有输出而恢复初始状态,防止事故的扩大,同时可实现发射器关闭或电能不足时,接收器自动关机。

系统软件的核心是 MCU 与 nRF905 之间的 SPI 通讯,对 nRF905 的配置、数据的读写都通过 SPI 接口进行。MCU 处于主模式,nRF905 工作在从模式,对 nRF905 的都通过 MCU 发命令。由于 SPI 是双向同步通讯,在写数据的同时,nRF905 也返回数据;当 MCU 读数据时,MCU 也必须写入相应个数的任意数据。为此设计了一个字节 SPI 读写函数即 SpiWrite_ready 函数。

```

unsigned char SpiWrite_ready(unsigned char send_data)
{
    unsigned char read_data,bit_num;
    for(bit_num=0;bit_num<8;bit_num++)
    {
        if(send_data&0x80)
        {
            P3OUT I=SPI_SIMO;
        }
        else
        {
            P3OUT &=~SPI_SIMO;
        }
    }
    send_data=send_data<<1;
    P3OUT I=SPI_UCLK;
    read_data=read_data<<1;
}
    
```

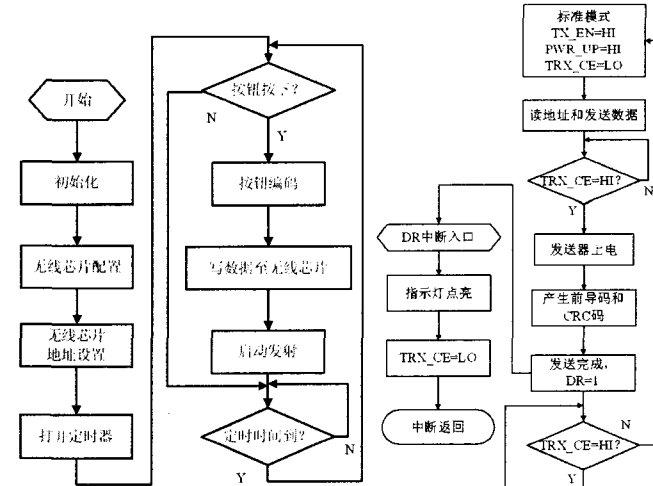


图2 发送端主程序流程图

```

if(P3IN&SPI_SOMI)read_data=read_data<<0x01;
P3OUT &=~SPI_UCLK;
}
return read_data;
}
    
```

发射器刚上电时,完成初始化,主要包括 I/O 端口初始化、无线芯片配置、打开定时器和 I/O 中断使能。其余的功能主要在定时中断和 I/O 中断服务子程序中实现。中断服务子程序的主要功能为判断各按钮的状态、按钮状态编码、编码状态发送,发射器程序流程图见图2。

接收器上电初始化主要包括 I/O 端口初始化、无线芯片配置、打开定时器和 I/O 中断使能和继电器输出使能。其余的功能主要在 I/O 中断服务子程序中实现。MCU 中断服务子程序通过 SPI 口读取的主要功能为判断各按钮的状态、按钮状态编码、编码状态发送。MSP430 微控制器和 nRF905 通过 SPI 口读取 nRF905 内的数据,图3接收端主程序流程图。

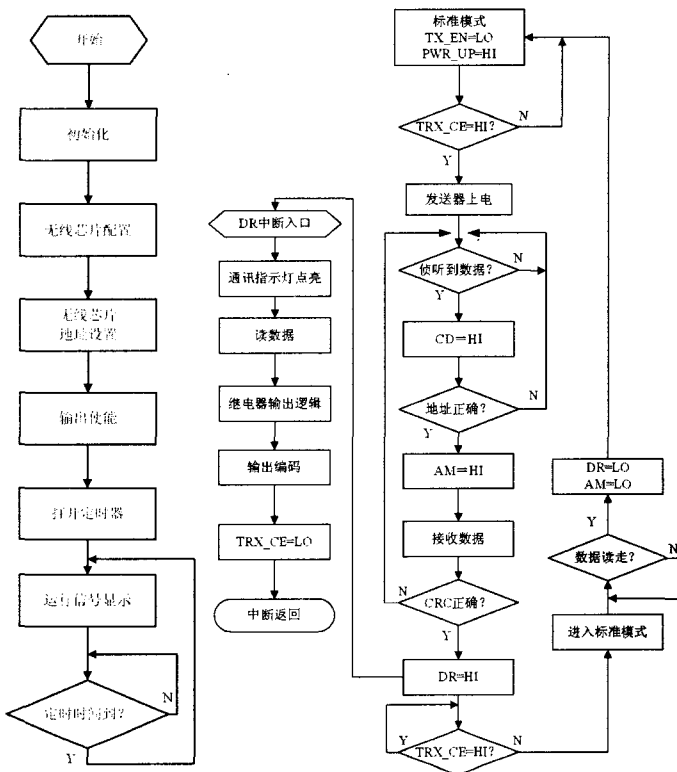


图3 接收端主程序流程图

4 结束语

本系统采用超低功耗 MSP430 单片机和低功耗无线收发芯片 nRF905 实现了行车无线遥控系统。系统发射器采用定时扫描、接收器采用无记忆输出控制方式以及电气互锁等技术,提高了系统的可靠性和抗干扰能力,系统可广泛应用于行车等一般的工业遥控系统中并得到了实践的验证。

参考文献

[1]秦龙.MSP430 单片机 C 语言应用程序设计实例精讲[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006
 [2]张晓健,李伟,张小雨.MSP430 和 nRF905 的无线数传系统设计[J].单片机与嵌入式系统,2006(2)

[收稿日期:2007.5.31]