

基于 MSP430 和 nRF905 的塔吊无线遥控系统

杨 鹏

(扬州大学 能源与动力工程学院, 江苏 扬州 225009)

摘 要:介绍了一种基于无线遥测技术的塔吊遥控系统,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。系统采用软件编码和硬件译码的方式提高了系统的抗干扰能力,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,提高了系统可靠性,该系统可广泛应用于塔吊等一般的工业遥控系统中。

关键词:塔吊; MSP430; 无线遥控

中图分类号:TH811

文献标识码:A

文章编号:1001-4551(2008)01-0034-03

Wireless remote control system for tower crane based on MSP430 and nRF905

YANG Peng

(College of Energy and Power Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: A wireless remote control system for tower crane was presented, based on low-power MSP430 and wireless transceiver nRF905. The anti-interference capability was provided by software coding and hardware decoding. The timer scan and output with memoryless mode of transmitter and receiver were used to provide the reliability of system. The system can be widely applied in many wireless remote control system of industrial situation.

Key words: tower crane; MSP430; wireless remote control

0 前 言

无线遥测产品的市场发展迅速,无线遥测技术已经成为决定产品竞争力的一个重要因素。从发展的眼光来看,塔吊产品的无线化是大势所趋,目前国内建筑工程等行业使用的塔吊多属控制室控制形式。控制室束缚、视线不清、环境恶劣或指挥配合不当等因素皆可形成事故隐患。国外同类产品价格太高,多为通用型产品,而我国大量的建筑施工中小型企业所使用的塔吊型号多,很难根据用户提出的相关资料(机械电气原理图,工作机构原理图等)进行遥控改造,继而结合实际需求,选定最佳的控制方案,亦即不适应我国的市场需求特点^[1]。

在现有塔吊控制室控制的基础上,结合微型计算机控制技术,本研究提出一种低功耗、自动 CRC 校验码、软件编码和硬件译码、接收器采用无记忆控制且具有高抗干扰能力和高可靠性的塔吊无线遥控系统,既保证了安全操作又大幅度提高了生产效率。

1 系统结构和功能概述

新型塔吊无线遥控系统包括发射器和接收器两个

部分,遥控系统结构,如图 1 所示。发射器由键盘输入电路、单片机、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、单片机、三-八译码器、反相器、与非门、光电耦合器、继电器等构成。其特点是系统的核心采用超低功耗的 MSP430 系列单片机,进而采用三-八译码器、反向器、与非门、光电耦合器以提高抗干扰能力和系统的可靠性。

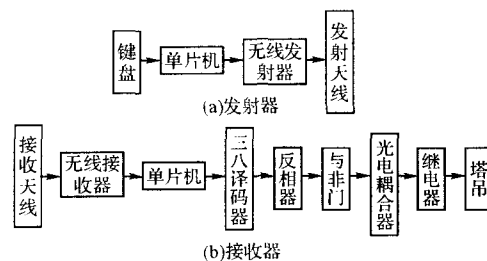


图 1 系统结构

2 系统硬件电路设计

2.1 发射电路

信号发射电路包括键盘、CPU 和数据发射部分,硬件原理,如图 2 所示。塔吊的控制量(上、下、左、

右、前、后、低速、中速、高速、急停等)通过键盘输入电路将相应控制信号送入单片机 MSP430F135 的 I/O 口,经过单片机处理的信号通过其 SPI 口输出到无线芯片 nRF905,单片机协调整个系统的正常工作,同时对射频芯片进行设置以确定其工作模式、工作频率、传输速率等参数,输出信号经过无线芯片的处理,送入无线发射部分发送至接收方。

MSP430 单片机是 TI 公司生产的一种超低功耗的混合信号控制器。这些微控制器可用电池工作,而且可以有很长的使用时间,器件在少于 6 μs 的时间内可以从低功耗模式迅速唤醒。MSP430 单片机内还集成了 A/D 转换器、硬件乘法器、定时器、比较器等模块^[2]。

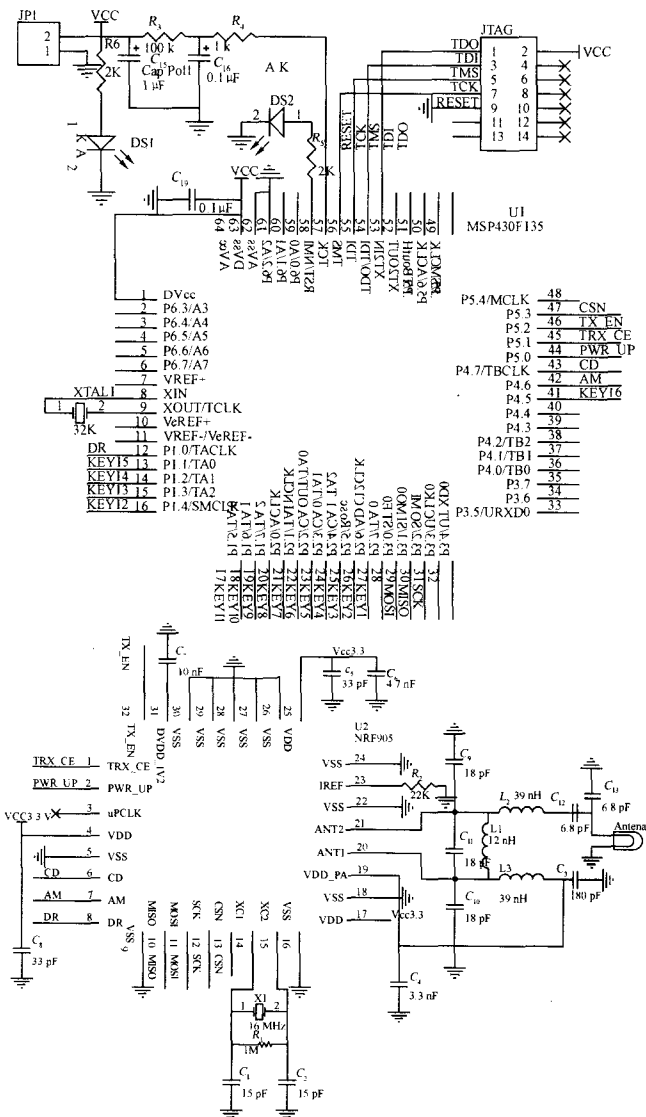


图 2 发射器硬件原理图

发射部分采用 nRF905 芯片。nRF905 是挪威 Nordic 公司推出的单片射频收/发器。工作电压为 1.9 ~ 3.6 V, 32 引脚 QFN 封装 (5 mm × 5 mm), 工作

于 433/868/915 MHz 3 个 ISM 频道。nRF905 由频率合成器、接收解调器、功率放大器、晶体振荡器和调制器组成,不需外加声表滤波器,ShockBurst™ 工作模式,自动处理字头 CRC (循环冗余码校验),使用 SPI 接口与微控制器通信,配置非常方便。此外,其功耗非常低。以 10 dBm 的输出功率发射时电流只有 11 mA,工作于接收模式时的电流为 12.5 mA,内建空闲模式与关机模式,易于实现节能。nRF905 提供了强大的跳频机制以及大量的频道支持,可以应用于许多特殊的场合^[3]。

2.2 接收电路

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。塔吊系统的可靠性要求高,为防止干扰引起接收电路误动作,接收驱动输出采用软件编码、硬件译码技术,即每个继电器的动作对应一个数字编码,该编码经译码器译码输出,输出信号经光耦隔离和反相器驱动输出控制继电器的动作。这样其他信号的输出将被禁止,也消除了系统由于上电(或断电)短暂时刻 I/O 口输出不确定而引起的误动作。

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: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时,接收器失去控制而保持原来状态,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”。

3.1 发射器软件

发射器刚上电时,完成的初始化主要包括: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。MSP430 微

控制器和 nRF905 通过 SPI 口通讯的处理流程如下:

(1) 微控制器有数据要发送时通过 SPI 接口,按顺序把接收机的地址和要发送的数据送传给 nRF905;

(2) 微控制器置高 TRX_CE 和 TX_EN, 激发 nRF905 的 ShockBurst™ 发送模式;

(3) nRF905 按 ShockBurst™ 发送: ① 射频寄存器自动开启; ② 数据打包(加字头和 CRC 校验码); ③ 发送数据包; ④ 当数据发送完成时,数据准备好引脚被置高。

(4) AUTO_RETRAN 被置高, nRF905 不断重发,直到 TRX_CE 被置低;

(5) 当 TRX_CE 被置低, nRF905 发送过程完成,自动进入待机模式。

发射器流程图^[4],如图 3 所示。

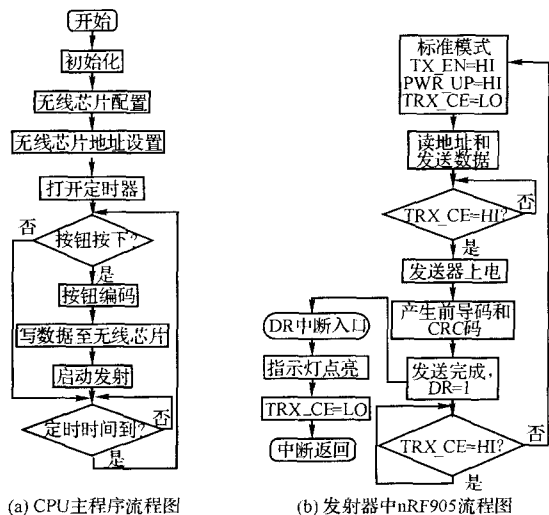
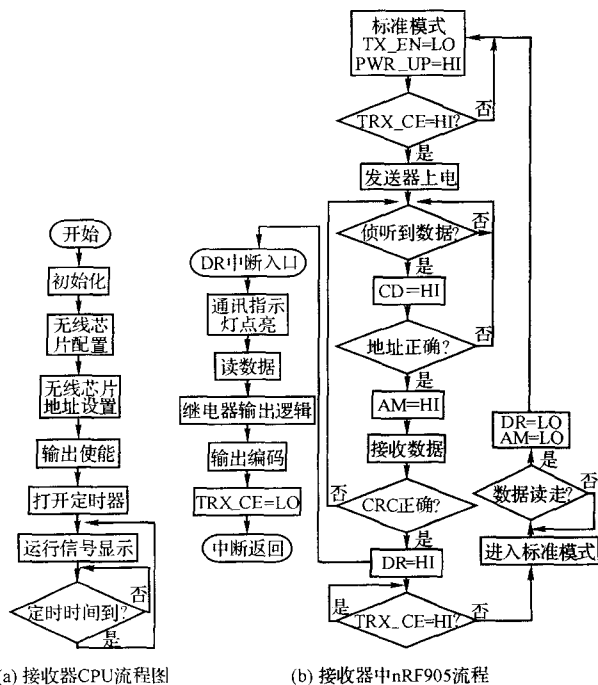


图 3 发射器主程序流程图

3.2 接收端软件

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、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。nRF905 进入接收模式后,不断监听接收信号。当收到载波信号时,发出 CD 中断信号;当接收地址正确时,发出 AM 中断信号;当接收数据正确时, nRF905 自动移去字头、地址和 CRC 校验位,然后把数据准备好引脚置高,发出 DR 中断信号。微控制器中断服务子程序通过 SPI 口读取所实现的主要功能为:判断各按钮的状态、按钮状态编码、编码状态发送。MSP430 微控制器通过 SPI 口读取 nRF905 内的数据,接收端主程序流程图^[5,6],如图 4 所示。



(a) 接收器 CPU 流程图

(b) 接收器中 nRF905 流程

图 4 接收器主程序流程图

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 实现了塔吊无线遥控系统。系统采用了软件编码和硬件译码的方式,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,系统可广泛应用于塔吊等一般工业遥控系统中,该系统的功能在实践中得到了应用与验证。

参考文献 (Reference):

- [1] 庄锡荣,邓柳.无线自动化仪表的设计[J].武汉科技学院学报,2005,18(9):28-31.
- [2] 胡大可.MSP430 系列超低功耗 16 位单片机原理与应用:第 1 版[M].北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [3] NORDIC COP. Singlechip 433/868/915 MHz Transceiver nRF905 [EB/OL]. [2004-07-12]. http://www.freqchina.com/nRF905_rev1_0.pdf.
- [4] 高章飞,朱善安.基于单片机 MSP430 和 nRF905 的无线通信模块[J].机电工程,2006,23(2):39-43.
- [5] 赏星耀.射频芯片 nRF905 在无线测温系统中的应用[J].机电工程,2005,22(10):42-44.
- [6] 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):68-70.

[编辑:李辉]