

# 无线输液报警系统设计

徐冬冬<sup>1</sup> 郭薇<sup>1</sup> 葛小宇<sup>1</sup>

## 摘要

提出了一种基于 MSP430 单片机的能够自动实时监控输液状态的无线报警系统.系统采用 OPA2335 放大来自称重传感器的模拟信号,经 ADS7818 转换为数字信号;由 MSP430 单片机监控输液状态,产生报警信息并通过无线发射系统发出;地址匹配的接收端接收到报警信号后显示报警的地址和床位信息等.系统具有体积小、功耗低、传输距离较远的特点,实用性强、性能稳定,有一定的推广价值.

## 关键词

MSP430 单片机;报警;无线;称重传感器

中图分类号 TN911.72

文献标志码 A

## 0 引言

为了解决传统输液系统存在的问题,甚至在无人看守的情况下能将病人的输液信息及时通知护士,本文提出了一种输液无线报警系统的设计方案,主要实现以下几个功能:1)对输液吊瓶进行实时监控;2)使用无线发射接收;3)可自定义床位信息;4)报警信息可靠性;5)低功耗性;6)可以通过键盘输入报警警戒值.

## 1 无线输液报警系统原理

称重传感器根据输液吊瓶的质量产生差分电压信号,并将该低频微弱信号幅值放大后输入到 ADC 转换为数字信号再送入单片机.单片机将该数值与设置的警戒值进行比对,若未达到警戒值则继续处于监控状态,若达到警戒值,则进行报警操作,即开启无线发射模块使能端,将收到的信息调制并发送.接收端接收到报警信号后,显示该报警的地址,提示完成后续的操作.系统采用 PT2262/2272 发射接收模块实现报警信号的传输过程.系统原理如图 1 所示.

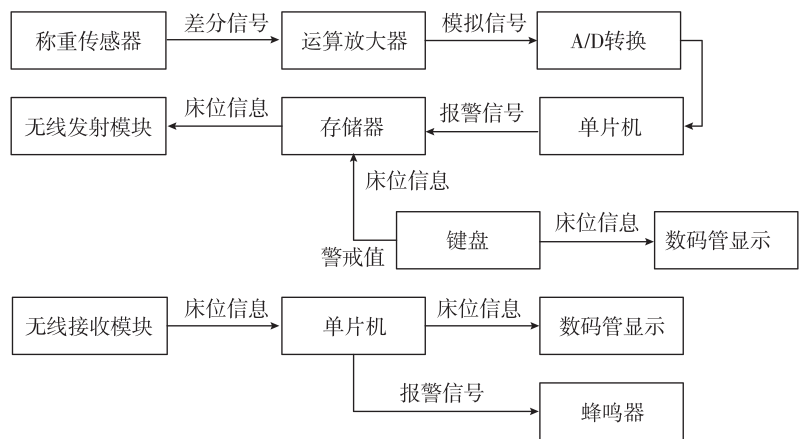


图 1 输液无线报警系统框

Fig. 1 Principle of wireless alarm system for transfusion monitoring

收稿日期 2013-09-29

资助项目 国家自然科学基金(61308072)

作者简介

徐冬冬,男,硕士,研究方向为信号与信息处理. xdd@nuist.edu.cn

## 2 硬件设计

### 2.1 信号运放设计

称重传感器 4 个引脚分别为信号正极输出、信号负极输出、5 V

<sup>1</sup> 南京信息工程大学 电子与信息工程学院, 南京, 210044

外接稳压电源和接地. 其中称重传感器的 2 个信号输出脚输出的为差分信号, 信号幅值数量级为  $10^{-6}$ , 即幅值信号很小, 只有放大才能进行模数转换. 系统利用 OPA2335 将该输出信号放大, 用 R10 和 R11 进行分压, 产生 2.5 V 电压, 加载在信号之上. C7 电容值较小, 可以阻隔直流和低频信号, 通过中频及高频信号, 但称重传感器输出的信号为低频交流信号, 要将该差分信号中的中高频部分滤除. OPA2335 的放大倍数与 R9 与 R2 的比值有关, 但并非呈线性关系. 输入信号范围为  $-0.5\text{ V}$  到  $+0.5\text{ V}$ , 通过测量当输入信号为  $3.5\text{ }\mu\text{V}$  时, 经 OPA2335 放大后输出为  $2.534\text{ V}$ , 即放大 22.6 倍, 而信号越小放大倍数越大. 当称重传感器上加上 100 g 砝码后, 运放输出为  $2.28\text{ V}$ . 运放部分电路如图 2<sup>[1]</sup> 所示.

## 2.2 模数转换设计

在参考电压与电源引脚加入了一大一小滤波电容, 去除输入信号中的交流信号. 使用 ADS7818 内部默认参考电压值 ( $2.5\text{ V}$ ). +in 引脚为运放输出的模拟信号, 其范围在  $0\sim 5\text{ V}$ , 因为使用了  $2.5\text{ V}$  的参考电压后, 其输入允许范围为  $0\sim 5\text{ V}$ . CLK, DATA, CONV 引脚为与单片机 MSP430F149 的通信引脚. OPA2335 输出不是差分信号, 故 -in 引脚接地. 当称重传感器未加载重量时, 编码输出为 1884, 当称重传感器加上 100 g 砝码时, 输出为 1867 (反向加压). 参考电源的稳定对模拟/数字转换的结果有很大的影响, 因此在引脚 Vref 与接地线之间并列一个  $0.1\text{ }\mu\text{F}$  的瓷片电容和一个  $2.2\text{ }\mu\text{F}$  的电解电容. 此片电容应尽可能靠近引脚, 对电解电容的要求要小一些<sup>[2]</sup>. 在电源引脚 Vcc 旁连接 2 个容量分别为  $10\text{ }\mu\text{F}$  和  $0.1\text{ }\mu\text{F}$  的滤波电容, 前者采用电解电容, 后者采用瓷片电容, 用来滤除电源中的干扰<sup>[3]</sup>. A/D 转换电

路如图 3 所示.

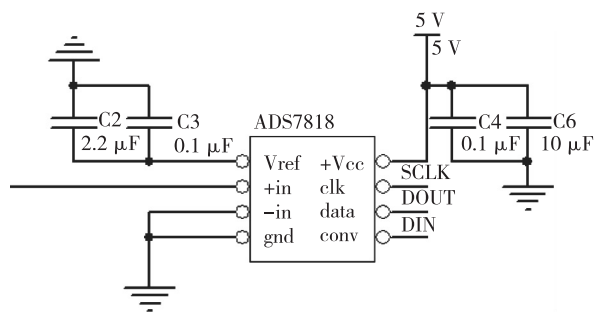


图 3 A/D 转换电路

Fig. 3 Circuits of A/D conversion

## 2.3 存储器设计

存储部分选择了存储芯片 24C02, 内部含有 256 个 8 位字节, 该器件通过 I<sup>2</sup>C 总线接口进行操作, 有一个专门的写保护功能. 该芯片有 3 个引脚是用于多器件级联时设置器件地址, 默认是悬空的. SCL 引脚是串行时钟输入引脚, SDA 引脚是双向串行数据/地址管脚, 用于发送或接收数据. 当有多个存储芯片同时工作时需为 A0 至 A2 编码, 使主器件正确寻址, 若只有一片存储芯片, 则可省略该步骤. SCL 和 SDA 与 I/O 口相连, 在 I<sup>2</sup>C 时序下, 将需要存储的信息送入芯片的存储单元<sup>[4]</sup>.

MSP430F149 外围模块中不带有 I<sup>2</sup>C 功能, 需要软件来模拟 I<sup>2</sup>C 的时序编写起始位、终止位和应答信号. 用移位检测的方法来发送和接收 1 个字节. 准备工作做好后, 就可以调用这些基本函数来完成对存储芯片的写入或读出. 根据存储芯片的内部寄存器各位的功能, 可以把写命令定义为 A0, 读命令定义为 A1. 向芯片中写入数据步骤为: 发送写命令字 A0, 等待应答后, 发送需要写入数据的存储单元的地

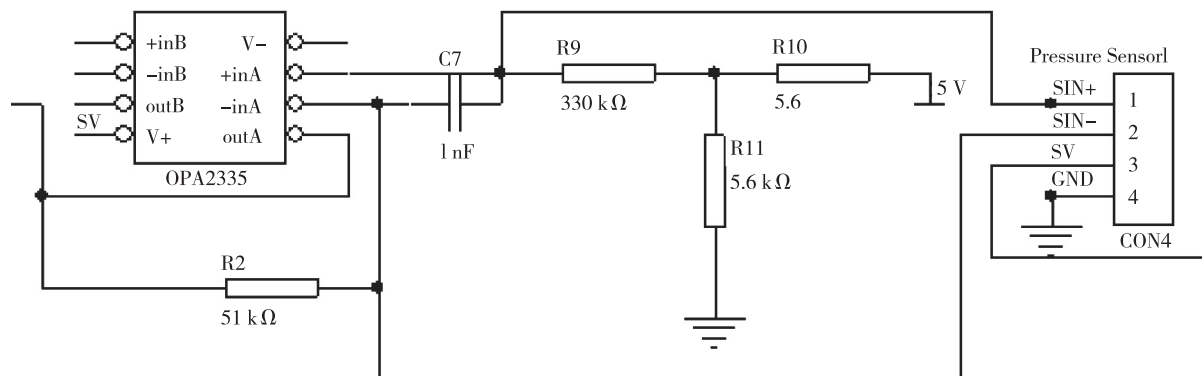


图 2 信号运放电路

Fig. 2 Circuit of signal operation & amplifying

址,再等待应答;得到应答后发送数据. 读出芯片内的数据步骤与此类似,只是命令字和读写方向不同.

### 2.4 发射接收电路设计

发射端电路如图 4 所示. 将 4 位数据口和 1 位使能位连接到单片机,通过 I/O 输出高低电平来控制是否发送数据,发送什么数据<sup>[5]</sup>. 因为只有 4 位数据口,每位有高低 2 种状态,因此可以发送的数据为

0000 至 1111,共 16 位. 不发送数据时要保持第 14 引脚 TE 为高电平,需要发送数据时,先将数据口对应位置位,再将 TE 置低,数据编码即从数据输出引脚通过天线发射,等待接收端接收,延时一段时间后将 TE 置高<sup>[6]</sup>.

接收端电路如图 5 所示. 当有发送数据时,接收端显示床位信息及蜂鸣器报警功能,在按键确认后

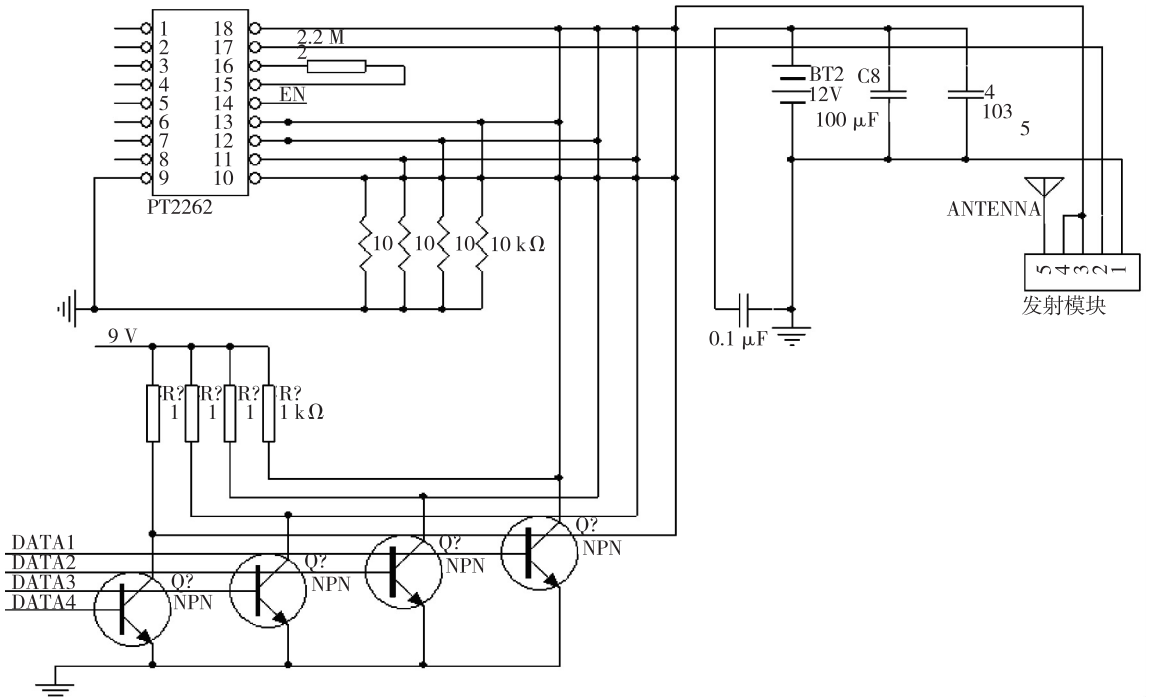


图 4 发射端电路

Fig. 4 Circuits of TXD

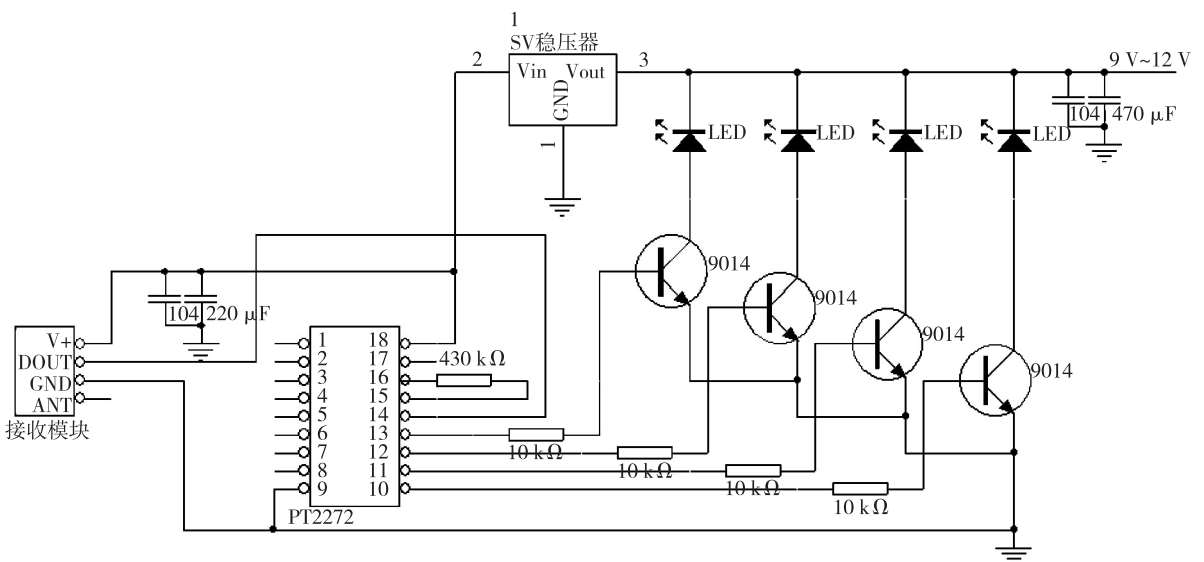


图 5 接收端电路

Fig. 5 Circuits of RXD

停止报警并显示床位号<sup>[7]</sup>. 显示部分和发送端的设置一样,而蜂鸣器一端接低,另一端接于单片机的输出引脚,并置低,使其不发出报警. 无数据接收时,单片机处在休眠状态. 当接收到数据时,接收模块的VT位由低电平变高,可通过中断方式读取接收到的数据,返回后使蜂鸣器的另一端置高,此时报警开始. 直到按键后,与按键连接的I/O引脚电平发生变化,单片机检测到此变化,再次将蜂鸣器引脚置低,停止报警后显示床位信息<sup>[8]</sup>.

### 3 软件流程

系统的软件流程如图6所示.

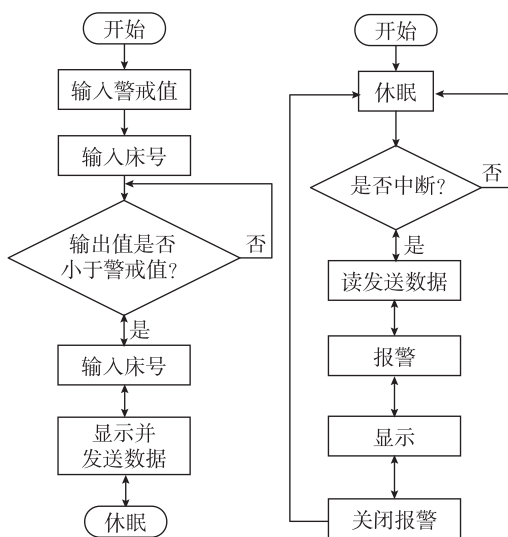


图6 系统软件流程

Fig. 6 Software diagram

## 4 性能测试与误差分析

### 4.1 性能测试数据

1) 稳压电源: 9 V 电池供电稳压至 5 V.

2) 称重传感器小信号放大: 传感器 5  $\mu\text{V}$  输出调整至 2.5 V 左右后输出, 输出由称重值决定, 无称重值时输出为 2.30 V, 加上 100 g 砝码后, 输出值为 2.28 V.

3) 模数转换: 通过单片机控制 ADS7818, 当无称重值与加上称重信号后输出不同的数字信号.

4) 键盘显示: 通过按键控制实现 4 位数码管显示病床号.

5) 存储设备: 将键盘输入的数据存入存储芯片 24C02, 通过读取程序在数码管显示.

6) 发射端单片机控制: 将键盘输入的数据即床

位信息在称重传感器输出的信号为输液底限值时, 读取存储设备中的病床号, 将发射端的数据位置位, 输出至无线发射设备.

7) 无线发射接收: 根据发射端的输入数据显示床位信息. 此无线发射接收系统可在空旷地传输 100 m, 在楼内至少可传输 50 m.

8) 接收端单片机控制: 读取接收模块的高低电平数据并通过数码管显示和蜂鸣器报警.

### 4.2 误差分析

系统误差主要来自传感器误差、OPA2335 和 ADS7818 的误差<sup>[9]</sup>. 传感器综合误差为 0.02%, 经过运算放大器后, 系统整体误差控制在 2% 以内. 由于设备在室内使用, 温漂对器件的影响可以忽略.

## 5 总结

本系统设计具有体积小、功耗低、传输距离较远的特点, 实用性强、性能稳定, 有一定的推广价值.

## 参考文献

### References

- [1] 杨素行. 模拟电子技术基础简明教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006  
YANG Suxing. Brief tutorial of analog electronic technology [M]. Beijing: Higher Education Press, 2006
- [2] 阎石. 数字电子技术基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 1997  
YAN Shi. Fundamentals of digital electronic technology [M]. Beijing: Higher Education Press, 1997
- [3] 胡斌. 图表细说元器件及实用电路[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005  
HU Bin. Illustration of electronic components and circuits [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2005
- [4] Spencer R R, Ghausi M S. 电子电路设计基础[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005  
Spencer R R, Ghausi M S. Introduction to electronic circuit design [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2005
- [5] Texas Instruments. Data sheet of MSP430 [EB/OL]. [2009-03-24]. [http://www.ti.com/lsds/ti\\_zh/microcontroller/16-bit\\_msp430/applications.page](http://www.ti.com/lsds/ti_zh/microcontroller/16-bit_msp430/applications.page)
- [6] 秦龙. MSP430 单片机应用开发典型实例[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005  
QIN Long. Cases of MSP430 application and development [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005
- [7] 聂典. Multisim 9 计算机仿真在电子电路设计中的应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007  
NIE Dian. Application of Multisim 9 computer simulation in the design of electronic circuits [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2007
- [8] 谭博学. 集成电路原理及应用[M]. 北京: 电子工业出

版社,2006

TAN Boxue. Principle and application of integrated circuit[M]. Beijing:Publishing House of Electronics Industry,2006

[ 9 ] 张瑾,张立宝. Protel 99SE 入门与提高[M]. 北京:人

民邮电出版社,2007

ZHANG Jin, ZHANG Libao. The introduction and improvement of Protel 99SE[M]. Beijing:Posts & Telecom Press,2007

## Wireless alarm system for transfusion security

XU Dongdong<sup>1</sup> GUO Wei<sup>1</sup> GE Xiaoyu<sup>1</sup>

1 School of Electronic & Information Engineering, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

**Abstract** A wireless alarm system for transfusion security is designed based on MCU of MSP430 of TI, which can realize the automatic and real time monitoring of transfusion situation. The analog signal sampled from pressure sensor is amplified by OPA2335 and then converted into digital signal by ADS7818. The status of transfusion is monitored by using MSP430, which will generate and send alarm signal via wireless transmission system. The alarm signal is received by the paired receiving part, and is decoded to show the room and bed number of the patient with transfusion anomalies. Featured with small size, low power consumption, long transmitting distance and stable performance, this system has practical value and can be promoted in medical applications.

**Key words** MSP430F149; alarm; wireless; pressure sensor