

基于 MSP430 嵌入式系统的数字脉搏计

陈亚明,郭云波,谭小丹

(南方医科大学 生物医学工程学院,广东 广州 510515)

[摘要] 本仪器利用光电传感器获取脉搏信号,经 GL324 模块实现信号的放大和整形,由单片机完成周期的测定并换算为每分钟脉搏数,再送液晶显示模块显示。低功耗和微型化设计,实现了脉搏测量便携化。

[关键词] 数字脉搏计;光电传感器;液晶显示模块

[中图分类号] R319

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-7510(2006)05-0021-02

The digital pulse counter with MSP430 embeded system

CHEN Ya-ming, GUO Yun-bo, TAN Xiao-dan

(South Medical University, Guangzhou Guangdong 510515, China)

Abstract: Pulse signal is collected by the light-electric sensor in this device, magnified and reshaped by the GL324 mold. The MCU detects the period of pulse signal and calculates its count per minute, displays the count by a LCI mold. This portable digital pulse divce is low power and miniature.

Key words: digital pulse counter; light-electric sensor; LCD display mold

脉搏是由动脉管壁周期性收缩和舒张引起,与心率同步。心脏收缩时,左心室射血入主动脉,动脉管壁随管内血容量增大而膨胀。心脏舒张时,左心室中血压下降,迫使主动脉瓣关闭,心脏不向外射出血液,动脉管中血容量下降,管壁收缩。这种动脉管壁随心律产生同步胀缩运动,叫做脉搏。脉搏每分钟跳动的次数是人体的一个重要生理指标。

传统的脉搏测量用手工测量,通常将指尖轻压动脉向较坚实的面,以使脉搏的感觉传到指尖,如果将动脉压上软的组织,则脉动波会被吸收或抵消,使指尖不易触觉脉动;指尖压在动脉上的力量要适中,用力太重时将阻断血流,反而无脉搏产生。这种手工方法虽然简单易行,但容易产生误差,特别在临床住院病人常规监测上,每个护士上下午两次分别测量每个病人的脉搏数,不仅影响工作效率,并且不能连续监测,无法实时观察。我们设计的数字脉搏计是一种自动测量人体脉搏的仪器,能直观地显示人体每分钟脉搏数,可连续、动态监测,价格便宜,适于普及推广。数字脉搏计由指套式光电传感器,运算放大器,比较器, MSP430 单片机,液晶显示模块组成,整机方框图如图 1 所示。

1 光电传感器

光电传感器的功能是把脉搏信号转变为电信号。此传感器做成指套形式,套在人体指尖上,如图 2 所示,光电传感器一侧的发光二极管发射红外光,当指尖脉搏搏动时,动脉血管的血容量产生周期性变化,透过指尖的红外光强度随之产生周期性变化,这种周期性变化的快慢反映脉搏的频率,传感器另一侧

的光电三极管将接收到透过的红外光转化为电信号。

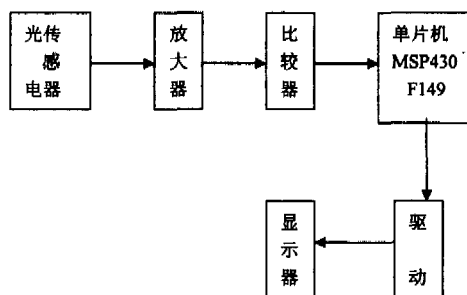


图 1 整机方框图

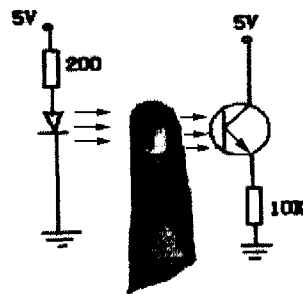


图 2 红外线传感器

2 放大和整形电路

由光电传感器获取的脉搏信号很微弱,幅度仅为几毫伏,

[收稿日期] 2005-09-30

必需进行放大。本仪器采用 GL324 四运算放大器,实现两级反相放大,电路如图 3 所示,每一级放大倍数 40,每级放大器的反相输入与输出间接一个 1μF 的电容,以滤去外界干扰信号,两级放大器间采用电耦合,隔离两级放大器直流工作点的相互影响,并减少零点漂移。经放大器放大的脉搏信号是周期性变化的脉动波,为了准确测定其周期,经过一个由运算放大器构成的比较器整形为同周期的方波。

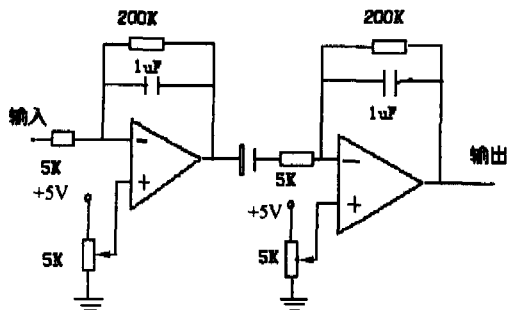


图 3 信号的放大与滤波

3 单片机和液晶显示模块

本仪器采用美国德州仪器公司推出的 MSP430 单片机来检测经比较器整形输出的脉搏方波信号。MSP430 是超低功耗 16 位单片机,工作电压 3 伏,工作电流为 250 微安,待机状态消耗电流仅为 1 微安。片内集成 64k flash memory 程序存储器 and 2k 数据存储器,8 路 12 位 ADC 模数转换器,两个 16 位定时器计数器,通用串行同步/异步通讯接口,硬件乘法器等器件。采用 27 条精简指令集,具有 6 个 8 位并行端口,是一种功能强大的嵌入式系统。为了在液晶屏上显示出每分钟脉搏频率,MSP430 芯片的 P1.2 口输入脉搏方波信号,并把定时器 A 设置为上升沿中断,定时器 A 中计数器设置为连续增计数模式,计数时钟周期为 1/32768 秒,当输入方波信号上升沿时,定时器捕获中断,计数器的初值 a[n-1] 被保存并启动计数,当计数器计数到 65536 溢出时,计数器自动清零重新开始计数,当输入第二个方波信号上升沿时,定时器再次捕获中断,并保存定时器的终值 a[n],单片机能记下一个脉搏周期内计数器的初值 a[n-1] 和终值 a[n],以及计数器溢出次数 overflow。代入下面的公式可算出脉搏的周期

$$T = \frac{65536 \times \text{overflow} + (a[n] - a[n-1])}{32768}$$

每分钟脉搏数 = 60 秒/T

液晶显示模块用来显示每分钟脉搏数,采用点阵式字符型液晶显示模块。对液晶模块初始化为:半屏、5×10 点字型、两行显示、整体显示、光标开、字符不闪烁、增量方式显示、整体显示不移位。单片机的 P3 口作为数据的输出口,把脉搏数据输入到液晶显示模块的 8 位数据口。P4 口的前三位 P4.0、

P4.1、P4.2 接液晶显示模块液的三个控制位 E、R/W、RS,控制它的片选和读/写。通过上述硬件接口和软件设置,在字符型液晶模块上可显示 P1.2 口输入的频率数,即每分钟脉搏数。

4 程序设计

本系统的程序设计开发工具是 IAR 公司的 MSP430 系列提供的一套 C430 的集成开发环境和 C 语言调试器。本系统的软件由主程序,中断服务子程序,液晶初始化子程序,液晶显示子程序,延时子程序,数据转换子程序构成,系统流程和主程序流程图如图 4、图 5。

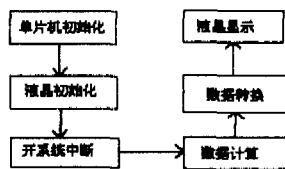


图 4 系统流程

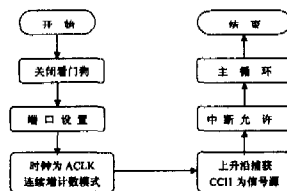


图 5 主程序流程

本数字脉搏计体积小,功耗低,使用方便,便于携带。测量时只要将手指插入指夹式光电传感器中,液晶就会直接显示所测脉搏数。多次实验表明测量误差不大于 ±1%,具有较高的准确性和重复性能,直观地显示人体每分钟脉搏数,可连续、动态监测,价格便宜,在医院临床和家庭监护有较大的推广应用价值。

[参考文献]

- [1] 胡大可. MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [2] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [3] 陈龙三. 8051 C 语言控制与应用 [M]. 北京:清华大学出版社.
- [4] 肖景和. 数字集成电路应用精粹 [M]. 人民邮电出版社, 2003.
- [5] 江迅,胡佑伦,张伟,等. 脉象测量仪的硬件设计 [J]. 医疗设备信息,2005,20(7):1.

☆