

基于蓝牙技术的家庭生理监护 与居住环境检测仪的设计

孟凡斌 杨振家 刘奇峰 信哲鑫
(吉首大学 物理科学与信息工程学院 湖南吉首 416000)

摘要: 采用TMS320C31为中央处理器和蓝牙技术完成了家庭生理监护与居住环境检测仪的设计。该监护仪能为医学临床提供重要的病人信息,可实时监测人体心电信号(ECG)、心率、血氧饱和度(SpO₂)、血压、脉搏和体温等多生理参数,同时具有实时检测温湿度、CO和甲烷、甲醛浓度以及报警功能,是一种适用于医院社区及家庭医疗的生理监护仪。

关键词: 蓝牙技术;家庭生理监护仪;居住环境检测仪;多参数

引言

生理监护仪与居住环境检测仪能为医学临床诊断提供重要的病人信息,可实时检测人体的心电信号、心率、血氧饱和度、血压、呼吸频率和体温等重要参数,而且可以采集室内的温度、湿度等参数,并通过蓝牙技术将数据送给DSP处理器,对数据进行进一步的分析处理,实现对各参数的监督报警、信息存储和传输,是一种监护病人及家居环境的重要设备,但目前国内监护仪由于数字信号处理系统受到计算速度和存储空间及信号传递方式的限制,从而制约了某些研究领域的发展。相比较而言,本设计以DSP芯片TMS320C31为核心处理器,并采用蓝牙技术进行信号的无线传输和联机方式进行信息处理,解决了信息处理速度和信号传输不便的一系列问题,且能同时通过多路生理电信号的采集,来实时监测人体心电信号、脉搏、血氧饱和度和体温等生理参数和家居环境中温湿度、CO和甲烷、甲醛浓度,并实时显示和存储各项信息以及监督报警。本设计检测参数多,设计紧凑,体积小,携带方便,既可用于病房,也可用于室外,可以定时、连续、长时间地检测病人的重要生命特征参数,它在保障病人的生命安全方面具有重要的使用价值。并且能实时的采集室内环境信息,以供改善病人室内条件提供依据。

1 系统总体设计

系统原理框图如图1所示,它的工作原理是:由ECG导联电极来检测反映心脏电生理活动的心电信号,由体温传感器检测体温信号,由红外光谱血氧传感器检测血氧饱和度信号,由压力传感器检测血压信号;这些信号分别送到各自的生理信号模拟调理模块,针对各种信号的特点和要求进行放大,滤波等处理,并将信号放大调整到一定的幅度(此处为0~2.5V以内),再经A/D转换器把模拟信号转换成数字信号,最后通过蓝牙模块发送到DSP处理器。其他环境参数如温湿度,CO和甲烷等,直

接传给DSP芯片。主控制处理器模块和片上生理信号分析应用软件对数据进行分析处理和阈值比较及报警,同时由LCD显示模块以图形方式实时显示ECG图形和各参数测量分析结果,由FLASH ROM模块完成对数据的压缩存储,通过蓝牙无线模块,将结果通过USB接口传入微机以对各参数值进行实时显示,得出更为详细的检测报告,作为疾病诊断评价时的参考。

2 硬件电路

2.1 生理信号采集及蓝牙模块 蓝牙模块选用CSR公司的BLUECORE2-EXTERNAL蓝牙模块,包括BlueCore2-External蓝牙芯片、FB2520带通滤波器和平衡不平衡变换器、LTCC陶瓷天线等。此模块集成有射频收发,基带控制和管理以及蓝牙主控制器接口协议HCI,其核心工作电压为1.8V,输入输出端口的工作电压3.3V。芯片内的硬件和固件均符合蓝牙规范V1.1和V1.2。射频发射可以支持CLASS2(2.5mW)和CLASS3(1mW)两种功率模式,并具有SPI串行外设接口,同时,该芯片还具有12个可编程数字I/O口和3个可编程模拟I/O口。图2为生理信号采集模块和蓝牙模块。该部分首先通过信号检测和预处理将生理信号转换成电信号,并进行干扰抑制、信号滤波和放大等处理;之后通过A/D转换对数据进行采样量化,最终通过蓝牙进行数据发送。

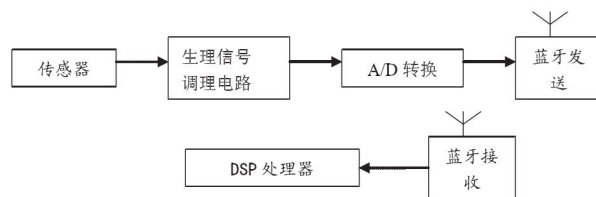


图2 生理信号采集模块和蓝牙模块

2.2 温湿度传感器模块 温湿度传感器采用LTM-8901。LTM-8901内置滤波、保护电路、极低的功耗,温度补偿已在生产检验时校准完成。数字传感器LTM8901通过光耦器件4N35和驱动电路接控制器的并行I/O端,实现输入输出隔离,以提高系统的抗干扰能力。系统通过集成数字式温湿度传感器检测环境的温度值和湿度值,将环境的温度和湿度转换成数字量,结果传送给DSP芯片,通过LCD显示,控制器并将检测的当前值和预设的最大值和最小值作比较,若出现异常情况立即报警^[1]。

2.3 CO和甲烷测量模块 采用气体传感器SB-500测量CO和甲烷,高温时感应甲烷气体,低温时感应CO气体,高温0.9V*5秒,低温0.2V*15秒,通过该方波来设置DSP控制器内部定时器T0的参数。气体传感器SB-500的输出接控制器的外部中断,当CO浓度超标时,被高、低电平加热的SB-500的电阻会降低,经过分压和调整分压电阻达到外中断请求电平向DSP请求中断,通过中断处理程序实现超标报警。由于高、低电平加热SB-500时呈现的电阻不同,采用不同的分压电阻分压以实现中断请求电平,因此需通过DSP控制电子开关自动切换CO和甲

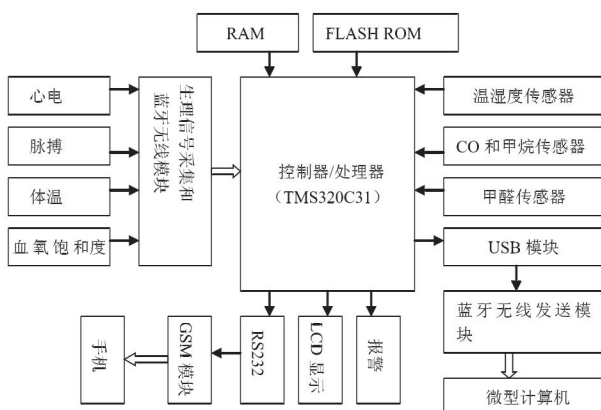
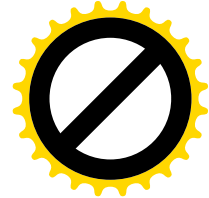
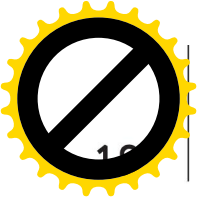


图1 系统原理框图



烷的测试和报警^[1]。

2.4 甲醛测量模块设计 本设计采用了基于电化学原理的甲醛传感器，其原理是空气中的甲醛在电极下发生氧化反应，产生的扩散电极电流与空气中的甲醛浓度成正比。通过检测放大电路和放大倍数的调整，经A/D转换后送DSP控制器。由DSP控制器现场自动控制检测并显示甲醛浓度^[1]。

2.5 脉搏、血氧饱和度模块 脉搏、血氧饱和度的监测采用光电技术，可通过检测红和红外两种不同的波长光信号的脉动及直流成分来进行分析；脉搏信号的频率成分主要分部在0~20hz之间，属微弱次声信号。建立如下图的脉搏信号脉搏、血氧饱和度监测电路。

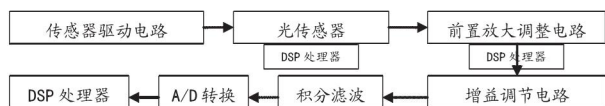


图3脉搏、血氧饱和度模块

2.6 心电检测模块 心电检测电路如图4所示，由ECG导联电极来检测反映心脏电生理活动的心电信号，处理电路共分三级放大，其中第一级为差分放大，滤波电路由一个2阶低通滤波器组成。采集到的心电信号经放大、滤波处理后，一路供波形显示，另一路再经比较器变为数字信号，以便于心率提取^[2]。

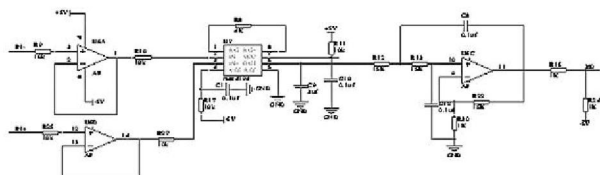


图4心电检测模块

2.7 体温检测电路设计 体温信号检测是通过采用maxim 公司生产的高精度模拟温度传感器MAX6612 检测人体温实现的，其具体电路图如图5所示。其中MAX6612 输出幅值与所测温度的关系满足表达式： $T(^{\circ}\text{C}) = (\text{Vout} - 0.40\text{V}) / 0.01953\text{V}(^{\circ}\text{C})$

其中，Vout 表示MAX6612 输出幅值，T 表示所测温度^[2]。

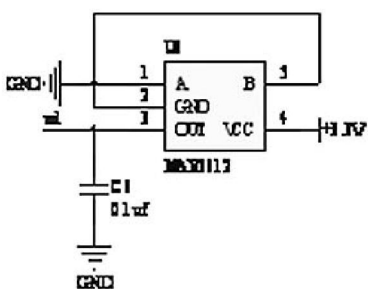


图5体温检测电路原理图

2.8 电源模块 由于蓝牙传输模块需要的电压为3.3V，可用三端稳压芯片LM1117_3.3V从+5V的电源稳压调整得到。另外，还需1.8V的电压。采用了XC6204B182MR 高速LDO 转换芯片进行3.3V 到1.8V电压转换，该芯片最大输出电流为150mA。

2.9 GSM模块 GSM模块采用西门子MC39I高度集成的GSM/GPRS模块，ZIF(Zero insertion Force，零阻抗插座)的40个引脚可以划分为5类，即电源、数据输入/输出、SIM卡、音频接口和控制。它易于集成，可以在较短的时间内花费较少的成本开发出新颖的产品。如果需要进行远距离通知可以通过此模块接入GSM网络，把重要信息发送到手机终端。

3 软件部分

3.1 软件设计

该设计有两处用到蓝牙发送接收设备，设备主要实现两个功能：数据采集和蓝牙通信。第一处通过蓝牙发送模块将相应传感器采集到的心电、脉搏、体温、血氧饱和度数据发送到与DSP处理器连接的蓝牙接收模块，再通过USB接口传给DSP处理器。第二处蓝牙发送模块将经DSP芯片处理的数据，传给与PC机连接的蓝牙接收模块，再通过USB接口传给PC机。

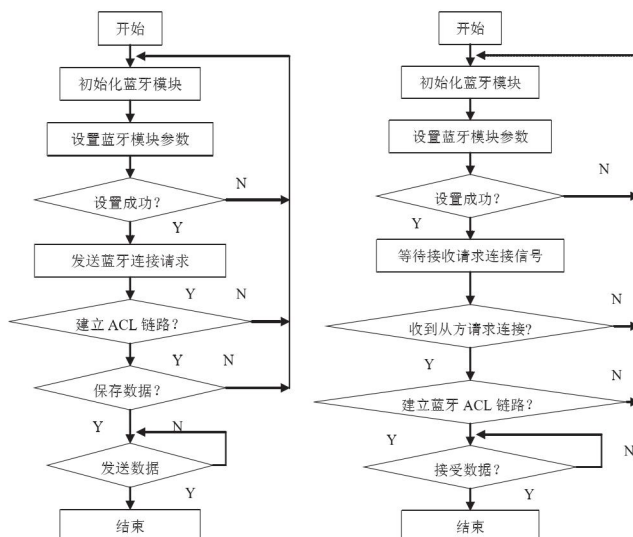


图6 (a) 蓝牙发送设备

图6 (b) 蓝牙接收设备

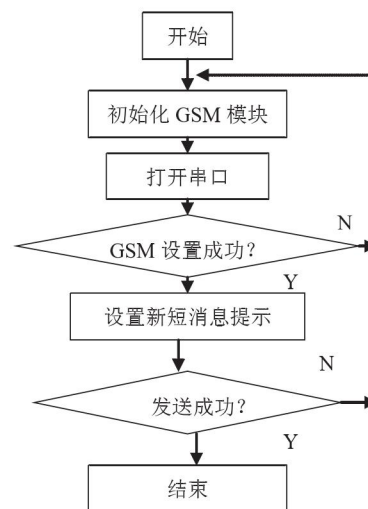


图6 (c) GSM发送设备

蓝牙发送接收模块主要特点：以实时数据为核心，以功能独立化，结构模块化为软件设计模式。在设计中，为了保证数据采集的实时性，采集部分采用汇编语言编程，控制器采用定时采样。

图6(a)所示是蓝牙发送设备程序流程图。蓝牙发送设备主要实现对采集的数据信息进行打包处理转换为蓝牙模块可接受的Hcl-USB信息格式，与蓝牙接收设备实现信息交换，完成蓝牙模块初始化包括存储器，串口中断，置波特率等。

图6(b)所示是蓝牙接收设备程序流程。蓝牙接收设备主要实现与蓝牙发送设备通信，对信息进行识别，对自身参数和设备参数进行修改，完成自身蓝牙模块初始化和设置工作^[5]。

图6(c)所示是GSM发送设备程序流程，当要用到远程通知时可用到此模块。完成与手机终端的链接，进行实时通信。

3.2 蓝牙主控制器接口协议HCI驱动的实现

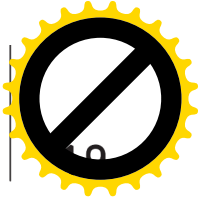
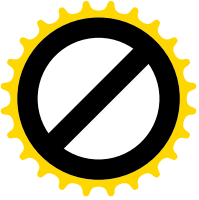
由于本监护仪的蓝牙无线模块采用HCI协议提供的标准USB接口来完成主机与蓝牙模块的控制和通讯。需要实现USB接口驱动，蓝牙协议采用的是已有的USBV1.1规范协议，限于篇幅，USB接口驱动程序不再详述。下面仅就蓝牙HCI协议驱动程序给出蓝牙通信步骤。代码如下：

(1) 初始化蓝牙模块并设置蓝牙参数

```
void Initset()
```

```
{//将HCI配置指令,流量控制指令和参数放入BUFFERS中，打包后发送}
```

(2) 蓝牙信号连接



void Inquiry() { //将HCI查询指令和参数放入BUFFERS中, 打包后发送}

(3) 建立ACL连接

void Connection() { //将HCI查询指令返回的地址作为参数的ACL连接指令和参数放入BUFFERS中, 打包后发送}

(4) ACL数据发送和接受

Void SendACLData() { //将ACL数据分组放入BUFFERS中, 打包后发送}

Void GetACLData() { //将BUFFERS中ACL数据分组, 拆包后送给上层软件}

(5) 断开连接并结束

Void Disconnection() { //将HCI断开链路指令放入BUFFERS中, 打包后发送}[6]

4 结束语

以DSP芯片为核心处理器, 可使许多实时数字信号处理系统得以实现。而用蓝牙技术替代固定电子设备之间的电缆连接, 则可使生理信息与环境信息的测量更为方便。该设计能实时进行人体多项生理参数的检测和监护以及环境参数的监测, 而且体积小, 功耗低, 并可与计算机进行高速有效的数据通信。也可以通过GSM网络及时把信息发送到手机等接收终端, 如果与上位机连接或现场总线连接, 很容易融入以太网, 这样家庭成员工作时只需联网就能实时了解家人的病情和室内环境情况, 由此可见, 此设计可以方便可靠的用于家庭中。 ☐

参考文献

[1]宋素萍, 睢丹. 基于单片机的室内多功能检测仪的研究[J]. 微计算机信息, 2007, 23(16).

[2]史贵连, 杨玉星. 无线移动式多参数生理监护仪的硬件结构设计[J]. 医疗卫生装备, 2009(1).

[3]赵海. 蓝牙技术应用[M]. 沈阳: 东北大学出版社, 2001: 73-75.

[4]金纯. 蓝牙技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001: 75-93.

[5]李娟. 基于蓝牙技术的无线数据采集系统的设计[J]. 蓝牙技术应用, 2008.

[6]李伟, 吴效明. 基于蓝牙技术的嵌入式多生理参数监护仪[D]. 广州: 华南理工大学, 2008.

[7]单成祥. 传感器设计基础—课程设计与毕业设计指南[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007.

[8]王念旭. DSP基础与实用系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.

[9]戴畅, 官伯然. GSM无线测控系统的硬件设计[J]. 杭州: 杭州电子工业学院学报, 2002(4): 27-28.

[10]曲广强, 李丹, 常国权. GPRS无线通信模块MC35I及其外围电路设计[J]. 东北电力大学学报, 2006, 26(2): 81-82.

[11]潘永雄. 新编单片机原理与应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2004.

[12]李俊, 张晓东. 基于单片机的温湿度监测与控制系统研究[J]. 微计算机信息, 2008(24): 116-118.

[13]张江波. 多参数监护仪的测量原理及正确使用方法[J]. 世界医疗器械, 1999: 23-25.

[14]罗琦琨. 便携式心电监护仪的研制[J]. 中国医疗器械, 1996: 37-40.

[15]李莉. 一种蓝牙无线传感器网络的实现[J]. 微计算机信息, 2006, 7: 246-248.

(基金项目: 湖南省吉首大学大学生研究性学习和创新性实验计划项目资助《基于蓝牙技术的家庭生理监护与居住环境检测仪的设计》(JSU-CX-2009-23))

(上接24页)

(4) 系统实用性, 体现在以下几个方面:

第一、功能实用性: Aspen ORION调度系统是专为炼厂的调度所设计的, 其内置功能包括: 基于原油数据库的原油蒸馏、油品调和优化、原油管道输送跟踪等。Aspen ORION调度系统内置有线性规划(LP)模块, 可在工厂约束和用户指定经济指标约束下, 优化原油混合与成品油调和。其原油优化处理对话框可让用户通过人机界面优化原油的混炼, 使用哪些原油罐、什么样的产品约束, 以及目标函数系数等都可以得到优化。其油品调和优化对话框可让用户通过人机界面优化组分油构成, 每一种成品油需要用哪些组分油罐、产品的规格以及目标函数系数等都可以得到优化。

第二、炼厂绩效模型的准确性与易于维护性: Aspen ORION调度系统含有一个流程模拟器, 可通过模拟原油处理、加工装置操作以及炼厂的其他行为, 预测炼厂绩效。该模拟器的基本组成有: 原油, 通过原油数据库确定原油的收率和性质; 物流模型, 每个物流都有源和目标, 可定义任意数量的物流性质; 罐模型, 提供储存能力给模拟器, 在假定油品得到很好混合的情况下, 计算整罐油品的性质、输油管模型, 提供固定的充满容量, 在先进先出的基础上跟踪多批原油。

第三、用户界面高效性: Aspen ORION调度系统采用甘特图界面交互式地呈现操作现状, 如原油处理、原油接收、加工装置处理、成品出厂等。多条趋势图和调度记录的甘特图呈现在屏幕上的多个窗口中。Aspen ORION模拟计算的收率和性质也可显示在趋势图上。流程图界面是交互式的。通过流程界面, 用户可以改变单元变量、显示物流和油罐的性质, 显示物流和油罐的性质的趋势。

(5) 系统开放性: Orion调度系统支持了微软OLE的全部强大功能, 用户可以利用EXCEL定义本厂的装置计算模型、本厂的调合经验公式和本厂特有的调度逻辑。由于Orion调度系统的数

据存放在关系数据库中, 接口程序可以方便地从其它相关系统的数据库中读取数据到本系统数据库, 二次开发的程序也可以方便地修改关系数据库中的数据以实现更多功能。另外, Orion调度系统支持了微软的Automation, 提供了Orion众多自身功能的程序调用, 结合开放的关系数据库, 可根据用户实际情况对Orion进行二次开发。目前, 国内实施公司为满足国内炼厂的特殊需要, 进行了大量二次开发工作, 形成了国内特有的Orion实施技术, 满足了国内用户的实际特殊需求。

2、Aspen ORION系统在石化企业的发展

Aspen ORION本身是一个在持续改进中的软件, 企业的需求将决定软件本身的发展, 为更好的辅助炼油生产调度, 应尽快解决以下问题:

- (1) 增加原油组分跟踪计算功能。
- (2) 小油种忽略的可控功能。
- (3) 能进行长输管线的返输。
- (4) 更加简便的调度指令安排。
- (5) 需要更强大的调合功能等。

综上所述, 石化企业是流程工业的行业领头军, 在“信息化带动工业化, 工业化促进信息化”国策的指引下, 以及炼油企业技术发展趋势, 必将迎来调度系统应用和发展的更好时光。

参考文献

[1] ASPEN公司. aspen ORION 6.0 Users Manual for windows[M]. 2001, 11.

[2] 唐涛, 等. ORION调度系统技术手册[M]. 2002.