

基于单片机的血压计设计

摘要：本设计以 Freescale 公司生产的高性能、低功耗的 H12 系列单片机为系统的主控单元，采用 US9111-006 压力传感器作为前端信号采集单元设计出一款全新的电子血压计。文中通过硬件设计和软件设计详尽介绍了电子血压计的设计过程。最后文中给出了电子血压计的测试结果，并对数据做了分析比对。

0 引言

人类社会在不断的进步和发展，人们的生活水平也在不断地提高，尤其是城市居民的生活节奏也在加快。为了保证生活质量，人们越来越关注自己的身体健康。传统的血压计是模拟的血压计，这类血压计在进行测量血压的时候有很多步骤，测量的准确度有限，环境影响很大，并且要经常校准。此类血压计的使用与维护相对麻烦，为了让广大血压计使用者更方便的使用与维护血压计，也让更多的人学会使用血压计进行简单的血压测量，本文设计出一台操作便捷，测量精确，无需维护的智能型测量血压的装置，以帮助人们对抗高血压。

1 电子血压计的工作原理

电子血压计主要有袖带、气泵、放气阀、压力传感器、信号调理电路、液晶显示模块和控制电路构成，其基本原理如下。首先由气泵对袖带进行加压，控制器检测压力传感器的反馈值，直至袖带中的气压能够切断动脉血流，这时气泵停止工作。然后，控制器控制放气阀打开，进行缓慢放气，当袖带中的气压与人体心脏收缩压力相等时，动脉血流将再次流通，从而使压力传感器的反馈值发生改变，控制器此时记录的压力值即为人体的收缩压（最高血压）；保持放气阀继续缓慢放气，直至压力传感器的反馈信号不发生改变时，这时记录的压力值即为人体的舒张压（最低血压）。最后，得到的结果在液晶显示屏上显示。

2 系统设计方案

本文所设计的电子血压计，具备的功能：能够实现对人体血压值的测量；在测量过程中能够记录人体的脉搏值；能够对测量记录值直观显示；具有自动控制功能。

根据上述的功能需求，提出便携式电子血压计的设计方案结构图如图 1 所示。

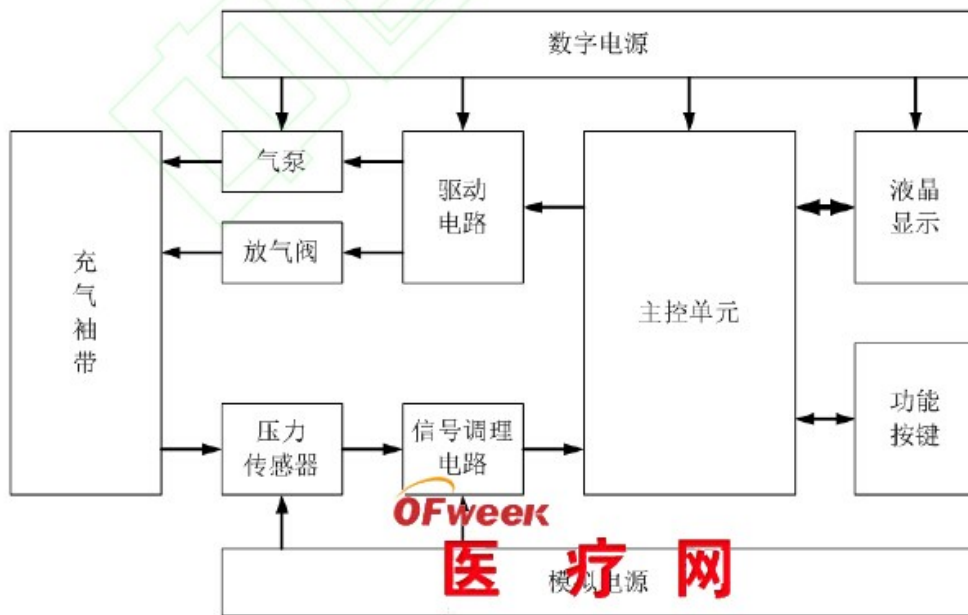


图 1 电子血压计的结构框图

由图 1 可以看出，便携式电子血压计主要由以下功能模块构成。

1、主控单元：主要负责电子血压计在整个测量过程中，各功能单元相互间工作的协调和同步。除此之外还应具有数据处理能力，能够实现压力值与显示值之间的转换。

2、驱动电路：主要负责对主控单元的输出信号加以放大，转去控制功率元件（气泵或放气阀），以实现袖带的充放气功能。

3、压力传感器及信号调理电路：主要负责测量充气袖带中的气压值，并将其转换为电信号送入控制单元。

4、液晶显示及功能按键单元：为用户提供一个良好的人机交互环境，能够根据用户的需求，将结果在液晶面板显示。

5、系统供电单元：该单元用来为整个系统供电。

2.1 主控单元

采用美国 Freescale 公司生产的 MC9S12 系列的低功耗 16 位单片机 MC9S12XS128。该单片机的 PWM 单元具有 8 路的输出，每路可独立设置，且每路的控制精度都为 16 位。另外，该单片机的 ADC 单元具有 2 组 10 位的 AD 转换模块。并且该单片机内部具有 PLL（锁相环）电路，能够通过倍频使系统的执行速率达到 40MIPS。

2.2 驱动电路

驱动电路主要是对来自控制单元的控制信号加以识别处理后，再进行放大去控制功率元件。电子血压计系统中的功率单元只有气泵和放气阀。驱动电路主要完成对流过线圈中的电流进行开通和关断的控制。由此，采用共射极驱动电路控制气泵和放气阀。

2.3 压力传感器

压力传感器主要实现将充气袖带中的气压值的转换为单片机可识别的电信号。设计采用台湾生产的 US9111-006 型压力传感器。

2.4 系统电源的设计方案

考虑到电子血压计系统是一个模数混合系统。在该系统中应尽量将模拟电路与数字电路进行分割保护，以保证设备工作的精度。

3 电子血压计的硬件电路设计

3.1 硬件整体方案设计

根据本文设计的内容以及提出设计方案，现给出设计的整体硬件结构框图如图 2 所示。该硬件系统由六大电路构成。分别为单片机电路、驱动电路、运放电路、按键电路、液晶电路构成和电源电路。

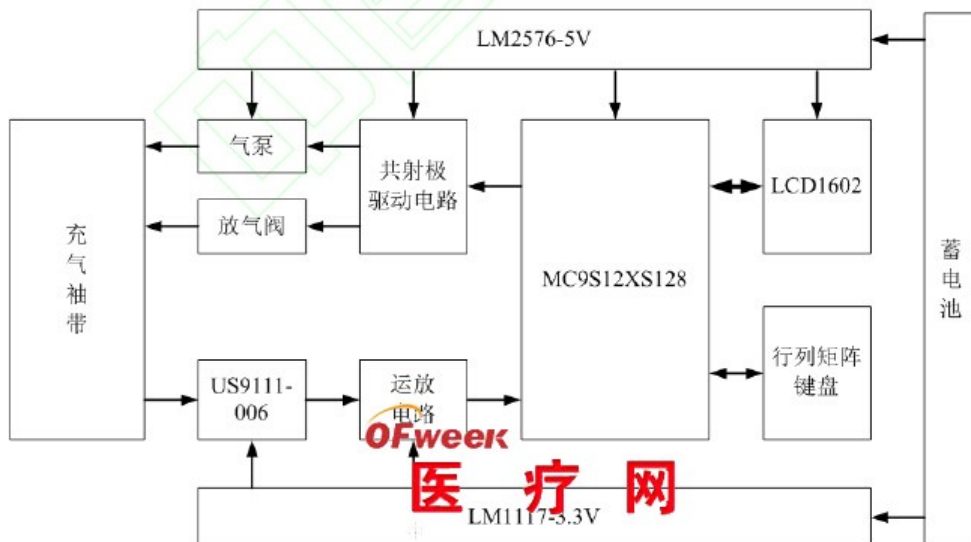


图 2 电子血压计硬件结构框图

3.2 单片硬件电路设计

本设计中选取 Freescale 公司生产的 16 位的单片机 MC9S12XS128。单片机的最小系统是由时钟电路，复位电路和下载电路构成的。

3.2.1 时钟电路硬件设计

由于 MC9S12XS128 单片机内部具有锁相环单元，锁相环单元通过使外部时钟信号的频率提高，从而产生系统工作的总线频率，可以达到 40MHz。由此可见，只有设计出稳定、可靠的时钟电路，可能为单片机的可靠工作提供有力的保障。

本设计中采用外部时钟，完成时钟电路的硬件设计，所谓外部时钟电路，指的是系统的时钟是由外部独立的时钟电路产生，其工作不依赖单片机内部的振荡器，采用该方法进行时钟电路的设计能有效抑制外界干扰，以保证系统时钟的可靠运行。

3.2.2 复位电路硬件设计

复位电路主要完成对系统各个寄存器的初始化，以保证系统的可运行。系统复位电路一般分为手动复位和上电复位两种方式，本设计中将两种复位功能集成在一个硬件电路上实现，由于 MC9S12XS128 单片机的复位信号为低电平有效，本设计中使用专用的复位芯片 MAX6822 为单片机提供有效的复位信号，以保证对单片机各个寄存器进行成功的初始化。

3.3 驱动电路硬件设计

驱动电路负责接收来自 MC9S12XS128 的控制信号，并将其功率放大转而去控制气泵和放气阀。

3.3.1 气泵驱动电路硬件设计

设计中采用共射极驱动电路实现对气泵 SC3302PM 的有效控制。选择 NPN 型三极管 TIP41 作为驱动元件。TIP41 采用达林顿结构，能够有效的对集电极电路进行放大，以满足设计的需求。

3.3.2 放气阀驱动电路硬件设计

放气阀硬件电路的设计与气泵采用同样的共射极驱动电路实现，对放气阀的控制原理同上述气泵的控制原理一致。

3.4 运放电路的硬件设计

运放电路主要完成对压力传感器 US9111-006 输出信号的滤波和树枝转换，已达到 MC9S12XS128 单片机中 ADC 能够识别的电压值。设计采用专用

的仪器仪表放大器 INA121P 实现对 US9111-006 压力传感器输出信号的放大。

3.5 按键电路的硬件设计

按键电路主要完成人机交互功能，为节省 CPU 的资源，保证设计的合理性，本设计中采用行列矩阵键盘。

3.6 液晶显示电路硬件设计

本设计中要求能够实现血压值和脉搏值的显示，主要以字符为主。因此本设计选择 LCD1602 作为液晶显示单元。LCD1602 能够的显示 2 行 16 列 32 个字符。同时，模块内有相应的控制电路和驱动电路，单片机对其的控制方便。

3.7 系统电源硬件设计

电子设备中的最大干扰源，来自于系统的供电电源。因此为保证系统运行的可靠性和测量的精度值，本设计中采用数字电路与模拟电路独立供电的设计方案。

3.7.1 数字电路供电电源硬件设计

考虑到系统中大部分设备为数字设备，因此数字电路的功耗较大，为体现便携式设备的低功耗特性，本设计中选用 LM317T 开关电源芯片为数字电路提供供电。该电路中将锂电池输出的电压通过直流开关稳压芯片 LM317T 输出，通过调整该电路中的 R12 的阻值，可以输出稳定的 3.3V 电压，同时该芯片输出电流最大为 3A，能够为数字电路提供可靠供电。

3.7.2 模拟电路供电电源硬件设计

考虑到系统中模拟设备输出的信号较弱，若系统采用开关电源为模拟电路供电，会对传感器输出的信号产生。因此本设计中选用 LM1117-3.3V 线性稳压电源为模拟电路提供供电。该电路中将锂电池输出的电压通过直流线性稳压电源 LM1117-3.3V 输出，输出电压值稳定在 3.3V，同时该芯片输出电流最大为 1A，能够为模拟电路提供可靠供电。

5 系统测试

表 1 为本设计制作出的电子血压计与普通水银血压计对人体血压值进行测量后的数据比对表格。

表 1 测量数据比对

血压	电子式(mmHg)	传统式(mmHg)
收缩压	126.2911.59	12.18
舒张压	78.499.61	59.70

电子血压计实现了血压测量的全自动化过程，对于普通用户而言只需按下按键就可以完成血压的测量。但水银血压计所针对的用户必须掌握一定的专业知识也能进行血压测量。综上所述，电子血压计无论在对人体血压的测量过程中和可操作性上，都比传统的水银血压计性能更胜一筹。