

基于 MSP430 的数字式拔火罐的设计

陈绪刚 颜德田

摘 要 火罐是传统中医疗法中最常用的治疗器具,但其古老的操作方法和相对模糊的理论基础阻碍了火罐疗法的继续发展。本文提出了一种新型的“数字火罐”设想。其理论基础是“数字中医理论”,即中医诊断和治疗的“量化”。应用微型、低功耗的单片机 MSP430 实现了火罐疗法的负压和治疗时间的精确控制。

关键词 MSP430 单片机 低功耗 数字火罐 负压 中医数字化

中图分类号 R318.5

文献标识码 A

文章编号 1002-3208 (2006) 06-0590-04

The Design of Digital Cupping Based MSP430 CHEN Xugang, YAN Detian. 820 Institute of Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030

[Abstract] Fire pot is commonly used in the therapeutics of Chinese traditional treatment, however its old-age operation and fuzzy theoretical basis hindered the development of cupping therapeutics. This paper introduces a new-style idea of "Digital Cupping". Its theory is based on the digitized Chinese traditional treatment, i. e., the quantization of Chinese traditional treatment. A low-power-consumption MSP430 micro-controller is applied, and the suction pressure and treatment time of cupping are controlled accurately.

[Key words] MSP430 micro-controller low-power consumption digital cupping suction-pressure digitized Chinese traditional treatment

火罐是传统中医疗法中最常用的治疗器具,由于其操作方便、疗效显著、治疗费用低廉,受到广大医生和患者的青睐。通常的火罐种类有角制罐、竹制罐、陶制罐、玻璃罐、抽气罐等,火罐的吸拔方法有投火法、闪火法、滴酒法、贴棉法、水罐法、抽气法等。传统的火罐疗法操作方法古老而且理论基础相对模糊,阻碍了中医火罐疗法的继续发展,通常使用明火即利用“热胀冷缩原理”产生负压,其缺点是:负压大小随机性大,不能定量控制,且由于使用明火明显污染治疗环境。

本文针对现有火罐疗法存在的上述不足和缺陷,提出一种数字火罐的设想,数字火罐的理论基础是“数字中医理论”,即中医诊断和治疗的“量化”。火罐疗法数字化,就是明确火罐疗法的治疗剂量、治疗时间,并经后期临床试验,明确什么病用什么剂量,改变过去不能定量控制,使用明火污染治疗环境的问题,推动火罐疗法向健康化、科学化发展。

1 系统的设计

1.1 火罐结构介绍

数字火罐由控制电路部分和火罐部分组成,控制电路部分主要包括 MSP430 单片机系统、压力传感器、压力传感器调理电路、微型真空泵、液晶显示、按钮、报警电路等。火罐部分包括火罐本体和独特设计的单向阀。控制电路部分的方案框图如图 1 所示,火罐部分结构图如图 2 所示,单向阀在抽气时打开,在抽气结束后由于外部的气压值大于内部的气压值,阀针向下顶住,自动关闭阀门,即使停止抽气,罐内气体仍不会外泄。在治疗结束后,向上拉起阀针,则导致内部气压与大气压相等,这样可以方便地取下火罐。该火罐的材料符合医疗标准,并可高温消毒。

1.2 系统工作原理

根据系统方案框图来介绍数字火罐的工作原理。当打开电源后,根据液晶显示器上的提示,可以通过按钮来完成对治疗剂量和治疗时间的设置,设置完毕后,按下按钮便使微型真空泵开始抽气工作。压力传感器完成对火罐本体内气压值的采集,经过调理放大电路后进入 MSP430 单片机系统进行

作者单位:上海交通大学 820 研究所(上海 200030)

作者简介:陈绪刚(1980—),男,硕士。

模拟量到数字量的转换, 并把处理后的转换值送入液晶显示器显示, 在罐内气压到达设置的剂量时,

微型真空泵停止抽气工作, 单片机系统开始计时, 并在治疗时间到后, 开始声光报警。

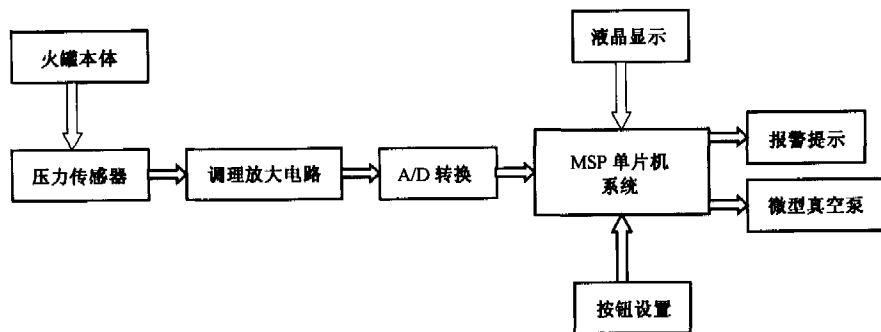


图 1 系统方案框图

Fig 1 System scheme block diagram

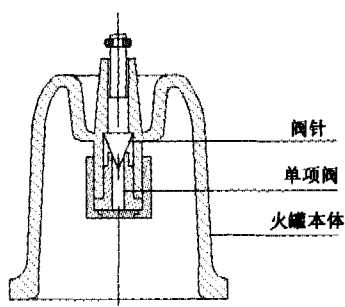


图 2 火罐结构图

Fig 2 Fire pot structure diagram

1.3 系统各模块的硬件实现

根据数字火罐系统方案, 设计了相关的系统模块, 并设计系统的硬件电路, 各功能模块的说明如下:

数字火罐控制部分以 TI 公司的 MSP430 单片机为中心, 其为超低功耗单片机, 性能比较好, 价格适中, 工作电压为 1.8 ~ 3.6V, 并有 5 种节能模式可供选择。在 2.2V、4kHz 的工作条件下, 电流只有 6 μ A。另外单片机内部还集成了串口通信模块、10 位的 A/D 转换模块、捕捉比较寄存器等, 这样可以简化外围电路的设计, 也使软件设计更为灵活。

数字火罐采用液晶显示, 使用三星公司的 KS0066U 点阵式液晶驱动器, 工作电压为 2.7 ~ 5.5V, 可以驱动 16 个公共口和 40 个段, 和 MCU 相连时可以是 4 位也可以是 8 位进行数据传送, 显示时有 1 行或者 2 行两种方式进行选择, 另外可以通过编程设置不同的显示方式。数字火罐的数字显示功能, 通过精确地显示和控制治疗剂量, 使火罐疗法更具理论意义, 推动现代火罐疗法向健康化、

科学化发展。

数字火罐还改变了传统火罐和真空火罐的作用力方式, 采用电动驱动式的作用力方式, 执行元件为微型真空泵, 完成对罐内气体抽真空从而实现火罐的吸拔, 真空泵的性能参数主要有:

(1) 真空度 将真空泵与检测容器相连, 放入待测的气体后, 进行长时间连续抽气, 当容器内的气体压力不再下降而维持某一定值时, 此压力称为泵的真空度。该值越小则表明越接近理论真空。普通真空表测得的真空值 (即: 表压) 为相对真空度, 用负数表示, 是指被测气体压力与大气压的差值。可以由图 3 看出。

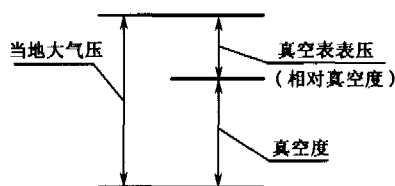


图 3 真空度示意图

Fig 3 Sketch of vacuum

(2) 抽气速率 在一定压力和温度下, 单位时间内由泵进气口处抽走的气体量。

(3) 振动和噪声 泵的抽气速率和真空度越高, 振动和噪声也越大。

本系统采用的微型真空泵体积比较小, 真空度数值比较理想, 噪声低于 75dB, 其抽气速率和电压的关系如图 4 所示, 供电电压为 3V, 经测试, 其抽气速率可以达到 1L/min。

压力传感器选用医用压力传感器, 为 6 脚 SMD 贴片封装形式。压力范围为 40kPa, 驱动电压为 5V, 其温度特性曲线如图 5 所示, 从图中可以

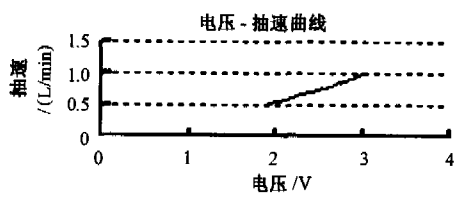


图 4 电压-抽气速率曲线
Fig 4 Curve of voltage-pump velocity

看出，在常温下传感器的线性度良好，不需要进行温度补偿。

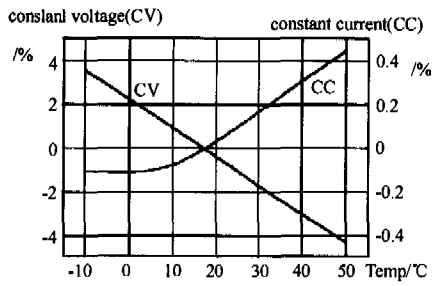


图 5 传感器的温度特性曲线
Fig 5 Temperature characteristic curve of sensor

1.4 主要电路的设计

1.4.1 信号调理电路的设计 在系统电路设计中，主要考虑放大器调理电路以及液晶显示部分的电路设计。运算放大器选用 AD 公司的集成单电源仪用运算放大器 AD620，能够在单电源下提供满电源幅度输出，封装为 8 脚 DIP 形式。该放大器把两个信号的差值放大，典型的差模信号来自传感器的输出，诸如电阻桥等。图 6 显示了仪用运算放大器 AD620 和传感器的电路连接，来自电阻桥的差模电压被 AD620 放大，在压力传感器电阻桥的应用中，差模电压总是相当小（几毫伏到几十毫伏），而两个输入端输入的同极性、同幅值的电压约为 2.5V，还有对测量无用的共模分量，所以理想的仪用运放器应该放大输入端两信号的差值，而共模分量应被抑制。

AD620 允许使用单个增益设置电阻进行增益编程，在无外接电阻的情况下，AD620 被设置为单位增益 ($G = 1$)，在外部接入电阻后，AD620 可编程设置增益，其增益最大为 1000 倍。

共模抑制比 (CMRR) 是用来衡量共模信号被放大器抑制程度的一个综合性指标，它由下式来定义：

$$CMRR (dB) = 20lg [Gain \times V_{cm} / V_{out}] \quad (1)$$

式中，Gain 是放大器的差模增益； V_{cm} 是输入

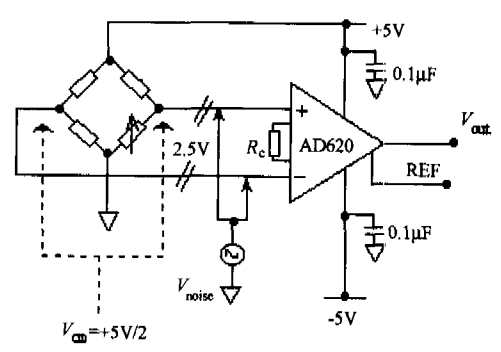


图 6 信号调理电路图
Fig 6 Circuit diagram of signal processing

端存在的共模电压； V_{out} 是共模电压在输出端的结果。代入具体值，如果差模增益设置为 10，CMRR 为 100dB，图 6 中，共模电压为 2.5V，由式 (1) 求出它在输出端的电压为 250mV。

1.4.2 液晶显示部分的电路设计 该液晶显示器集成了三星公司的 KS0066U 点阵式液晶驱动器，其可以设计为 4 位或者 8 位数据线，与单片机相连，为了节省单片机的 I/O 口，本系统采用了 4 位数据线的连接方式。但选取 4 位数据传送方式时，必须使用高四位，如图 7 所示。另外，指令/数据传送方式选择端 RS，读/写数据控制端 R/W，以及使能端 E 也分别占用单片机的一个 I/O 口。

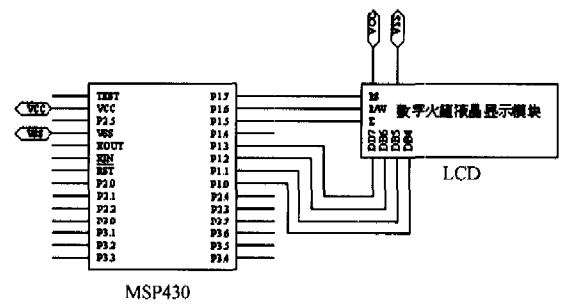


图 7 液晶显示器与单片机的连接
Fig 7 Connection diagram of LCD with MCU

2 系统软件流程

系统软件设计主要采用 MSP430 的 RISC 精简指令用汇编语言编写。采用模块化编程思想，包括主程序模块以及初始化、数据采集、数据处理、液晶显示、按钮设置、报警和控制等功能子模块组成。系统的软件流程如图 8 所示。

3 传感器的标定与标定曲线

传感器的标定采用 Druck 公司的 DPI610

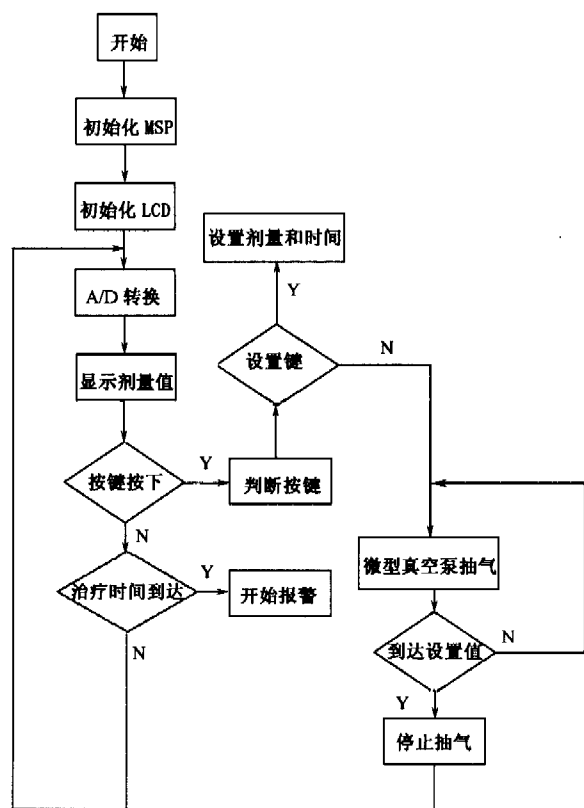


图 8 系统软件流程

Fig 8 System software flow chart

Pressure Calibration 压力标测定仪，调整压力传感器的零点和满度输出后，将抽气口一端连接压力标测定仪的输出口，并检验密封状况后开始标定。调整压力标测定仪，依次抽取气体，并维持一段时间，一方面使得记录的数据稳定可靠，另一方面可以获得多组数据，由于在抽气的动态下进行标定，压力的输出数据有微小的抖动，但趋势基本稳定。将标定的数据采用最小二乘法拟合直线，并求出拟合方程，绘制相应的拟合曲线，见图 9。从图中可见拟合直线与标定点的吻合程度很好，说明传感器的线性度很

好，符合数字火罐的设计要求。

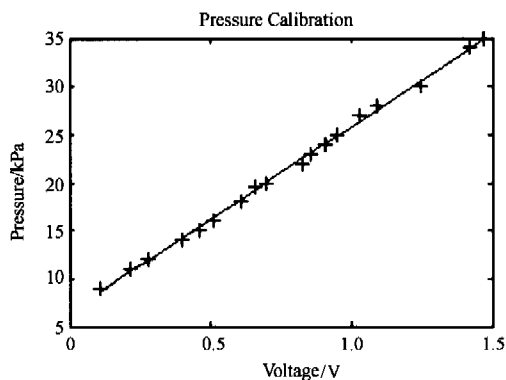


图 9 传感器标定曲线图

Fig 9 Calibration curve of sensor

4 结束语

本设计已申请了专利，专利号：CN1613515，现正和医院进行合作。将该数字火罐应用于临床试验，得到大量试验数据后，建立相应的数据库，针对患者不同病情选择最适宜的治疗剂量值以及治疗时间，从而进一步提高火罐的治疗效果。目前中医针灸疗法已经制定了相应的治疗标准，而关于中医火罐疗法的治疗标准仍未制定，而数字火罐的成功设计经临床试验后，将为中医火罐疗法治疗标准的制定做好基础工作。

参考文献

[1] 王有水. 电子拔火罐. CN 1362055. 咸阳: 咸阳市专利事务所, 1994

[2] 胡大可. MSP430 系列超低功耗 16 位单片机原理与应用. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2000

[3] MSP430F14X Family User's Guide. Texas Instruments, 2002 (2005-06-27 收稿)

(上接第 572 页)

参考文献

[1] Kobo H. Marine propellers; the latest topics. Artificial Organ, 1996, 20 (2): 109

[2] Macris MP, Parnis SM, Frazier OH, et al. Development of an implantable ventricular assist system. Ann Thorac Surg, 1997, 63: 367

[3] Sess T, Meyns B, Spielvogel, et al. Hemodynamic system analysis of intraarterial microaxial pumps in vitro and in vivo. Artificial

Organ, 1996, 20 (6): 650

[4] Sukumar R, Athavake MM, Makhijani VB, et al. Application of computational fluid dynamics techniques to blood pumps. Artificial Organ, 1996, 20 (6): 529

[5] Weatherill NP, Hassan D. Efficient three-dimensional Delaunay triangulation with automatic point creation and imposed boundary constraints. International Journal for numerical methods in engineering, 1994, 37: 2005 - 2039

(2005-09-05 收稿)