

一种基于 Android 的智能理疗腰带设计*

陈援峰 杨伟钧

(广州城市职业学院机 广州 510405)

摘要: 针对患有骨质增生、腰椎间盘突出等腰部疾病,设计一种方便携带和操控的,基于 Android 的智能理疗腰带。设计基于 Android 的手机软件,通过蓝牙通讯,实时控制腰带的温度及加热时间,并搭配类药包促进血液循环、缓解疼痛、改善病情。腰带以锂聚合物电池作为电源,通过 STC15W404AS 单片机的 PWM 的方式控制发热;设计特殊的充放电电路,减少能量传输的损耗;在待机模式下,作为移动电源给其它智能设备充电。实验运行结果显示,系统可连续加热工作达 8 h,达到理疗目的。

关键词: 理疗腰带;智能终端;Android 系统;锂聚合物电池

中图分类号: TN803 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.1050

Design of smart physiotherapy belt based on android system

Chen Yuanfeng Yang Weijun

(Guangzhou City Polytechnic, Guangzhou 510405, China)

Abstract: Aim at treating the disease such as hyperostosis and lumbar disc herniation, a convenient carrying and handling smart physiotherapy belt based on android system is designed in this paper. Its temperature and heating time could be controlled via bluetooth communication based on android system. Moreover, it could promote the blood circulation, relieve pain and improve disease with the use of medicine packet. With the power supple of the lithium polymer battery, it could control the heating by the PWM model of the MCU STC15W404AS. A kind of special charge and discharge circuit, which can be used as mobile power to intelligent devices, is presented in this paper to reduce the hardware cost and the waste of energy transmission. The experiment results show that the continuous heating system can work up to 8 hours with the purpose of physical therapy

Keywords: physiotherapy belt; smart terminal; Android system; lithium polymer battery

0 引言

由于现在社会的生活节奏比较快,从而导致处于亚健康的人群增多^[1],如腰酸背痛、腰间盘突出等问题^[2-3],而针对这一问题,现在诸多厂家都推出了一系列相关的产品^[4-6],究其功能都是对腰、腹部等位置进行面按摩、固定、加热等方式,通过改善人体的血液循环、增强新陈代谢从而达到活血化瘀、消炎镇痛,对腰酸背痛、腰间盘突出等疾病起到缓解和治疗的作用^[7]。

在理疗腰带产品电源设计方面上^[8],基本直接采用市电供电,通过二极管达到两档开关,此做法不仅危险,对发热效果的调节能力也很有限度^[9],而且受到电源线的束缚。在普通产品使用上,使用者只能通过皮肤的感觉来粗略估算加热的效果,若温度过高,长时间加热容易出现低温

烫伤^[10]。

综上所述,本文将设计一种定位中高端的智能理疗腰带,采用碳纤维发热材料,使用微处理芯片,通过蓝牙与手机连接在一起,实现智能控制、全程监控、灵活调节和高效便携的产品设计。带来安全、智能、全面的交互式使用体验,适合于更多的人群,应用前景广阔^[11]。

1 系统原理及框图

1.1 系统工作原理

系统电路设计分为 STC15W 单片机控制模块、电源输出控制模块、蓝牙控制模块和温度传感器模块,且其硬件有碳纤维发热布、腰带和锂聚合物电池。

1)在腰带的碳纤维发热布上安装了热敏电阻传感器,当设备开始运行时候,结合智能设备 APP 预设的温度时间,反

收稿日期:2017-04

* 基金项目:2016 年广东省科技计划“公益研究与能力建设专项”(2016A010101040)、广州市科技计划 2015 年科学研究专项(201510010192)、广州市教育科学“十二五”规划 2013 年度课题(2013A202)、广州城市职业学院教育教学改革项目(JY2015005)资助

馈线性信息给予单片机控制模块,单片机控制模块接收信息后,调用内置编程程序,调整 PWM 脉宽调制,控制发热布的电压,使得碳纤维发热布在特定的控制区做出调控。

2)取下发热布后,可以插上智能设备充电线,这时候触发单片机内部程序,稳定输出 5 V 电压,可以给智能设备稳定充电。

1.2 系统工作框图

系统包含了 MCU 处理、蓝牙通信、供电模块、传感器采集等,如图 1 所示,工作框图显示了各模块之间的关系。

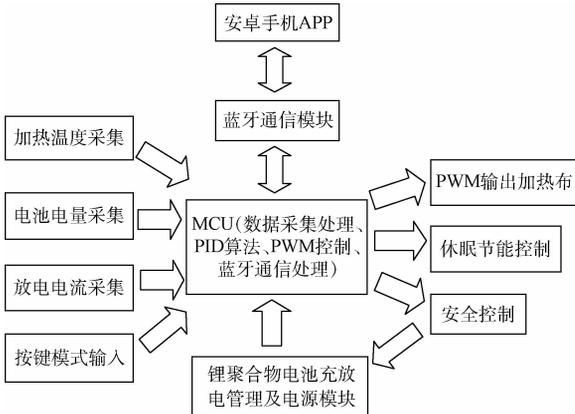


图 1 系统结构框图

1)数据采集部分主要包含:(1)温度信号采集,使用 MCU 的 ADC 功能进行 NTC 热敏电阻温度电压信号的采集,方便进行温度控制;(2)电池电量及放电电流采集,采用 ADC 采集电池电量及放电电流,判断电池工作状态,提供电池充放电保护及系统工作安全性;(3)按键信号采集,根据按键状态,提供不同工作模式。

2)数据处理包含如下:(1)温度信号处理,使用滤波算法及插值算法对温度 ADC 信号进行处理,提高温度准确度;(2)电池信号处理,使用滤波算法对电压及电流信号处理,利用查表法得出电池充放电状态;(3)判断按键状态,转换工作模式;(4)蓝牙接收信号处理,接收手机 APP 端发送的控制信号;(5)利用采集的温度信号经过 PID 算法,进行 PWM 输出信号的控制,达到恒温控制目的。

3)数据输出:发热布 PWM 信号输出,蓝牙节能信号输出,电量显示输出,电源切断输出(电池保护、短路保护、节能)

4)电池管理:电池充电电压及电流管理,放电电量管理、放电电流管理,负载短路保护,无负载输出关断节能。

5)蓝牙通信:采用蓝牙串口透传,连接手机 APP 端,进行控制信号及采集的温度、电量、时间信号的传递。

2 系统硬件设计

1)如图 2 所示,控制核心使用微控制器 STC15W404AS,内置 4 KB Flash,512 KB RAM,6 通道

10 bit ADC,2 通道 PWM 输出,宽工作电压(2.4~5.5 V),功能满足项目框图 1 所示数据采集、处理及输出控制要求。 MCU 及蓝牙 3.3 V 供电单元,采用低压差线性稳压器 XC6206,可保证输入电压在 3.6~8.4 V 范围内输出稳定。

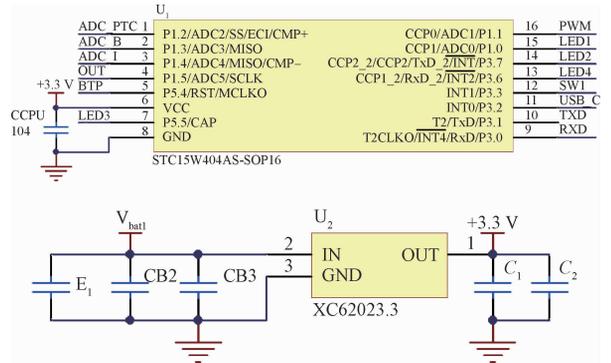


图 2 核心控制单元和 MCU 供电单元

2)输出驱动单元如图 3 所示,类型为 Buck 降压电路,由 Q_1 (PMOS 开关管)、 L_1 电感、 D_1 肖特基二极管、 E_2 电容、 C_3 电容、 C_1 电容构成。 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 及相应电阻构成 PMOS 驱动电路,其主要特征在于 V_{bat1} 电压较高,而输出控制 PWM 信号电压较低,通过驱动电路进行控制电压的转换,同时推挽工作模式能更好降低 MOS 管 G-S 电容的充放电时间,提升 MOS 管开关效率,降低本机能耗。 R_{O1} 及 R_{O2} 构成输出电压采集电路。 R_{I1} 、 R_{I2} 、 C_{I1} 为输出电流采集电路。输出驱动单位如图 3 所示,采用 USB 口 5 脚连接外部热敏电阻,与 R_{Ptc} 、 C_{Ptc} 构成温度采集电路。通过 USB 口 4 脚采集的电流及 5 脚采集的电压判断插入及悬空状态,同时还可判断插入的是手机还是腰带,用于智能驱动 Buck 电路工作状态切换。

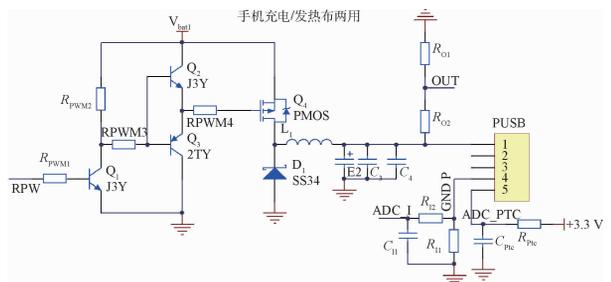


图 3 输出驱动单元

3)蓝牙模块控制单元如图 4 所示,采用 HC-06 蓝牙透传模块,采用串口数据传输。未有数据传输要求时,通过 BTP 控制端,使得三极管 Q_{usb} 截止,切断蓝牙模块供电,达到节能目的。充电单元如图 4 所示,经过 MICRO USB 口输入 5 V 电压,通过 TP4056 锂电池管理芯片分别为 2 组锂聚合物电池单独充电,提升充电效率,缩短充电时间。同时通过节点 ADC_B 与 USB_C 检测电池当前电压及判断是否充电,保证安全。

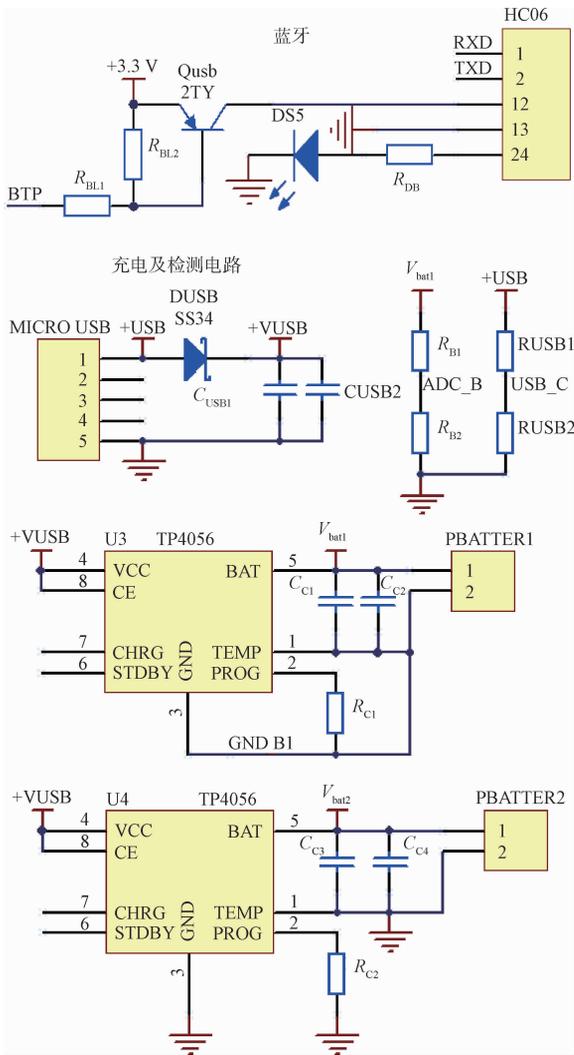


图 4 蓝牙模块、充电及检测单元

4) 系统 PCB 如图 5 所示, PCB 尺寸与器件布局满足实际便携式充电宝装配要求, 核心部件散热空间足够, 工作可靠。

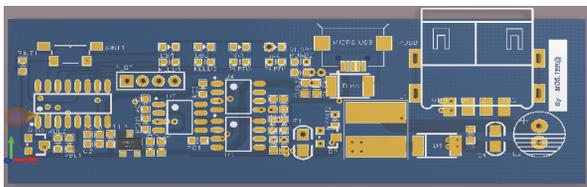


图 5 PCB 图

3 系统软件设计

系统软件流程设计如图 6 所示, 系统上电启动后初始化后进入模式 0, 根据不同的触发信号相应的工作模式(3 种状态工作模式), 并进行相应的控制操作。模式 1 为发热布工作模式, 模式 2 为充电宝充电模式, 模式 3 为一般充电

模式。执行完相应操作模式, 系统最后返回最初的待机模式 0, 等待下一次触发信号的产生。

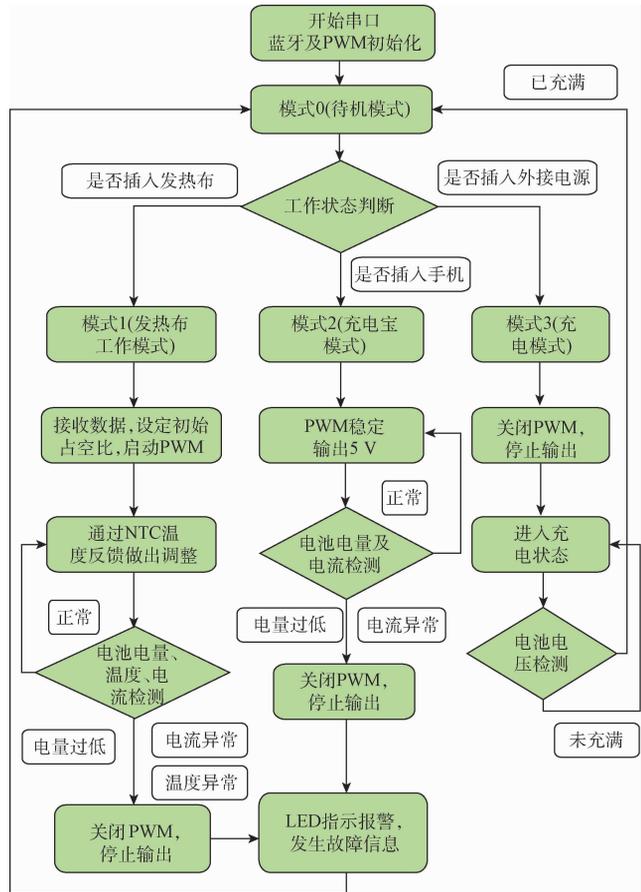


图 6 软件设计流程

4 系统实验平台与数据分析

基于 Android 的手机控制 APP 界面如图 7 所示, 可以分阶段设定工作时间及工作温度, 并能显示当前温度, 累计工作时间, 电池电量等信息, 操作简单, 不同年龄用户都容易掌握和使用。

根据以上对系统的软硬件设计, 制作出实验系统平台如图 7 所示。该系统共有 2 个模块: 主控制测试模块, 以及蓝牙连接测试模块。测试方法采用控制变量方式采集不同的数据, 记录相应的数据, 计算最大稳定工作时间、充电时间和升温时间, 以及测试连接稳定性等。同时针对可靠性及安全性问题, 采用负载短路、外部加热、电池充放电异常等方式进行测试。

1) 经过系统实验平台运行得到温度-时间曲线如图 8 所示。第 1 阶段 30 s 工作稳定为 45 °C, 第二阶段工作需要到达 48 °C, 驱动器控制发热单元在 60 s 内升到目标温度并保持稳定, 120 s 后工作结束, 并伴随温度下降。温度控制过程中, 在开始加热 30 s 后达到最大值 48.8 °C, 稳定工作区间有 0.2 °C 温度偏差, 结果满足设计要求, 温控效果良好。

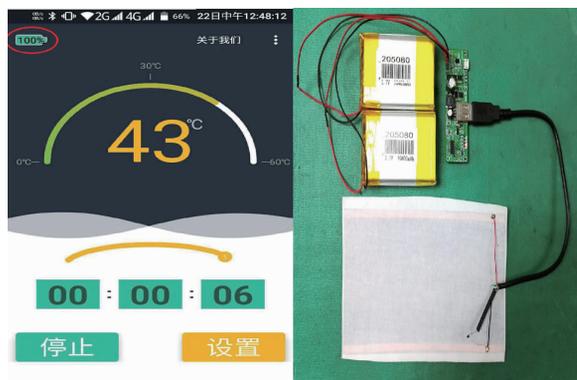


图 7 Android 手机端界面与系统实物图

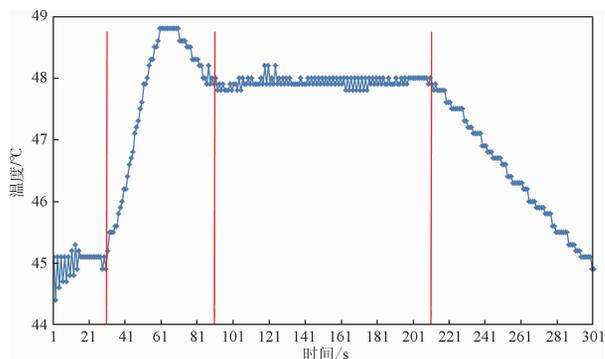


图 8 温度-时间曲线

2) 充电测试: 插入外部电源(5 V/2 A), 输出停止工作, 不给予发热布以及外部设备供电, 最大化提供安全充电; 完整充电时间为 6~8 h, 充电时间在合理正常范围内(10 800 mAh)。

3) 作为供电设备, 能给外部智能设备充电, 并能维持系统稳定输出 5 V。

4) 体感测试: 能长期稳定工作温度在 50 °C(使用环境温度不同有较小偏差); 全功率工作模式下能在 200 s 内达到最大安全温度 60 °C(初始温度 25 °C)

5) 无负载及插入不同负载, 系统自动切换正常; 未插入负载, 进入睡眠状态; 插入负载并短路, 系统自动切断输出; 电池过放电至 3.6 V 以下, 系统停止输出; 温度超过 60 °C, 系统停止输出; 电池短路自动进入保护; 不同工作状态下电池电量显示正常; 满足系统可靠性及安全性要求。

5 结 论

该文设计了一种新颖的基于 Android 的智能理疗系统,

该系统在产品电源设计方面上, 使用锂电池供电, 并采用了全新的供电模式, 摆脱电源线的束缚, 将工作电压降到 9 V 以下符合人体安全电压值, 并使用 PWM 控制加热功率, 实现数字式精确控制。在产品使用上, 系统设计带有处理芯片的智能理疗腰带, 配合手机 APP 控制端使用, 能够实时检测加热温度, 具有直观的加热效果, 可对加热温度及时间进行设定, 可以让使用者获得更舒适更有效的使用效果。

平台实验显示, 系统续航 8 h, 最大发热效率可达到 80%、最高发热温度可达到 60 °C。发热材料采用碳纤维发热布, 比同类产品的电热丝具有更高的能效和安全性, 发热均匀、柔韧性好、性能稳定, 产品具有良好的应用前景。

参考文献

- [1] 郭壮, 李东波, 何非, 等. 脊柱理疗设备控制系统设计[J]. 南京理工大学学报, 2016, 40(6): 740-745.
- [2] 魏明. 眼睛理疗仪智能控制器设计[J]. 传感器与微系统, 2016, 35(6): 85-88.
- [3] 戴海涛. 智能穿戴设备数据分析技术的研究与应用[D]. 北京: 北方工业大学, 2016.
- [4] 郭银景, 李玉翠, 司动丽, 等. 电场侵入式理疗仪的设计与实现[J]. 微型机与应用, 2014, 33(8): 16-18.
- [5] 易秀成, 王波, 方春明. 多要素防雷装置综合测试仪研发[J]. 电子测量技术, 2016, 39(10): 130-134.
- [6] 林伟, 马新香. 便携式光通信综合测试仪的研制[J]. 国外电子测量技术, 2015, 34(5): 43-47.
- [7] 朱萍萍, 马蒙蒙. 一种可配置的通用 GPS 终端测试仪的研制[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(6): 66-69.
- [8] 白国政. 基于 ME3M-CH2O 型便携式甲醛测试仪的研制[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(2): 41-44.
- [9] 张克明. 基于 FPGA 和 ARM9 的电压波动与闪变测试仪设计[J]. 电子测量技术, 2013, 36(5): 87-90, 96.
- [10] 张玉健, 张江伟. 自动电阻测试仪的设计及其误差处理[J]. 电子测量技术, 2012, 35(3): 87-89, 111.
- [11] 陈思运, 刘焯, 沈超, 等. 基于可穿戴设备感知的智能家居能源优化[J]. 计算机研究与发展, 2016, 53(3): 704-715.

作者简介

陈援峰, 1979 年出生, 硕士, 讲师, 研究方向为嵌入式系统、测控技术。

E-mail: 164331685@qq.com