

基于单片机的电热针灸治疗仪的设计及应用

林育兹^{1,2} 阳 宾² 王彦辉¹

(1. 厦门大学, 福建 厦门 361005; 2. 厦门大学嘉庚学院, 福建 漳州 363105)

摘要 电热针灸治疗仪是利用热传导效应使针体传热, 代替传统中医的各类温针(或火针)进行热导针灸。它通过 AT89S52 单片机及温控装置对针体的温度、振动频率、热效时间等进行智能控制, 实现对人体穴位更好的针灸治疗效果。该治疗仪进入中医临床试验表明达到了预期的目标; 该仪器技术先进、疗效可靠, 可临床应用于中医针灸领域替代传统中医针灸疗法。

关键词: 电热针灸; 针灸治疗仪; 单片机; 智能控制

Design and Application of Electro-Thermal Acupuncture Treatment Instrument

Lin Yuzi^{1,2} Yang Bin² Wang Yanhui¹

(1. Xiamen University, Xiamen, Fujian 361005;

2. Xiamen University Tan Kah Kee College, Zhangzhou, Fujian 363105)

Abstract The electro-thermal acupuncture treatment instrument can significantly improve the treatment effect of traditional warm needle acupuncture using heat conduction effect, instead of traditional Chinese medicine acupuncture of all kinds of thermal conductivity of acupuncture and moxibustion. It intelligently controls the needle body temperature, vibration frequency, thermal effect time through the AT89S52 microcontroller and temperature control device. The electric acupuncture therapeutic instrument has achieved the anticipated target in clinical trials. The results show that the instrument has advanced technology and reliable effect. The electro-thermal acupuncture treatment instrument can be applied to the field of Chinese medicine acupuncture clinic.

Keywords: electro-thermal acupuncture; acupuncture treatment instrument; micro control unit; intelligent control

针刺与灸疗是中医针灸疗法中相互独立又互为补充的治疗方法, 中医古典医籍《灵枢》的“针所不为, 灸之所宜”和《医学入门》的“药之不及, 针之不到, 必须灸之”说明了针刺与灸疗相辅相成的关系。温针灸是针灸法中使用最普通、也是最受病人欢迎的一种疗法, 此法始见于东汉时张仲景的《伤寒论》和明代杨继洲的《针灸大成》。传统温针疗法是用毫针刺后, 点燃加置在针尾的艾条, 使其热量通过针体传至人体的穴位, 提高治疗疾病效果的一种方法。由于它疗效卓著, 治疗范围广泛, 又是防病保健的良法, 一直得到普遍推广使用。

传统温针的冷却速度快且温度难于把控, 除了会降低温针的疗效外, 还易出现人体烫伤等事故, 如果同时在多个针体处加置艾条就很不方便。为此,

作者依照多刺激模式电针与智能化灸疗技术, 研制出基于单片机控制的电热针灸治疗仪。电热针灸治疗仪通过智能控制的电热传导装置代替传统的艾条燃烧等方式的加热器, 以及应用微振荡电动针灸代替传统的人工捻针, 不仅可以克服传统温针所存在的问题, 而且使用安全简便, 通过恒温治疗的效果更明显。

1 系统方案设计

1.1 系统设计要求

根据中医针灸的临床实践需求, 电热针灸治疗仪应满足以下基本要求:

1) 温度控制范围: 30~60℃, 连续可调, 用 4 位数字显示。

- 2) 温度控制精度: $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。
- 3) 微电机振动频率: $0.5\sim 20\text{Hz}$, 每档调节 0.5Hz 。
- 4) 预定时间: 5 档分别设置为 5min 、 10min 、 15min 、 25min 、 30min , 到达后自动停止加热。
- 5) 具有变压器隔离、光电隔离、漏电保护、极限温度报警等安全保护措施。
- 6) 预留有多路扩展功能。

1.2 系统方案选定

根据电热针灸治疗仪的主要技术指标和安全性的需求, 采用模糊评判方法, 选用了 AT89S52 单片机和相应的外围电路结构^[1-2], 选定的系统方案如图 1 所示。图中仅画出一路加热器, 实际可以同时满足 16 路输出; 同时, 系统还采用多重的保护措施, 确保使用安全。

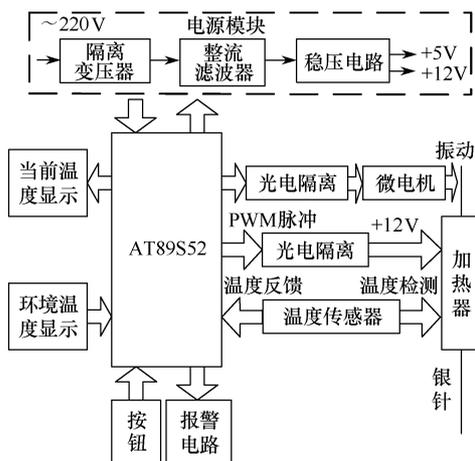


图 1 电热针灸治疗仪的硬件结构

在图 1 中, 单片机产生可调节的 PWM 脉冲, 经光电隔离输出 12V 接到加热器进行加热, 由加热器将设定的温度传送至银针, 然后通过温度传感器将针体的温度实时反馈给单片机, 形成闭环调节控制^[3]。单片机根据实际温度与设定温度的比较和计算, 输出所需的 PWM 占空比脉冲, 使银针保持在设定的恒温数值, 以对人体进行持续的温针治疗。另一路的 PWM 脉冲也经过光电隔离后, 输出给微电机调速, 使银针按设定的频率进行微量振动, 以代替人工的捻针作用, 起到辅助治疗效果。外部电路还包括电源模块、温度设定和显示、按键调节时间和调节微电机的振动频率、报警电路等。另外, 加热器还采用专用夹具将银针夹紧, 以进行有效的热传导。

为防止银针的针体在较高温度 ($\geq 70^{\circ}\text{C}$) 时烫

伤和粘连肉体, 在加热器中加装了热敏开关, 当加热器达到设定的热敏开关温度 (如 $65\pm 2^{\circ}\text{C}$) 时电路自动断开, 以防单片机和温度传感器出现故障后加热器还继续加热。

2 系统的程序设计

主程序的控制流程如图 2 所示。当上电时为了保证系统运行时进入初始化, 采用了上电复位。首先进行复位定时器模块、显示模块、温度采集模块 (即 DS18B20) 的复位, 最后开启中断和定时器。当系统初始化正常后, 自动进入循环运行的工作状态, 直至复位按钮按下退出为止。系统首先读取 DS18B20 温度传感器中的数值, 经过运算处理后显示在液晶数码管上, 此时为当前环境温度。按下温度调节按键 K2 则可调入温度设置子程序运行, 当温度设置完毕后再调回主程序。执行运算控制模块 (实际是一个温度比较指令), 其作用是根据当前设置温度与当前环境温度比较值, 改变 PWM 脉冲的占空比, 直到设置温度与实际测量的温度相同为止。若系统温度超过 60°C 自动停止加热, 并且通过蜂鸣器报警提醒使用者温度过高。

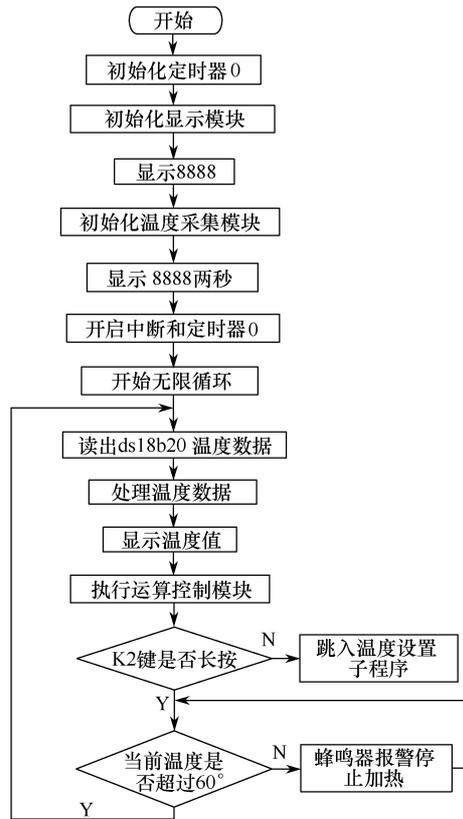


图 2 主程序的控制流程

4 位数码管的显示采用动态扫描，其程序流程如图 3 所示。每位数码显示的时间间隔可通过调整延时程序调节，以避免显示时间间隔对数码管的亮度和产生闪烁的影响。

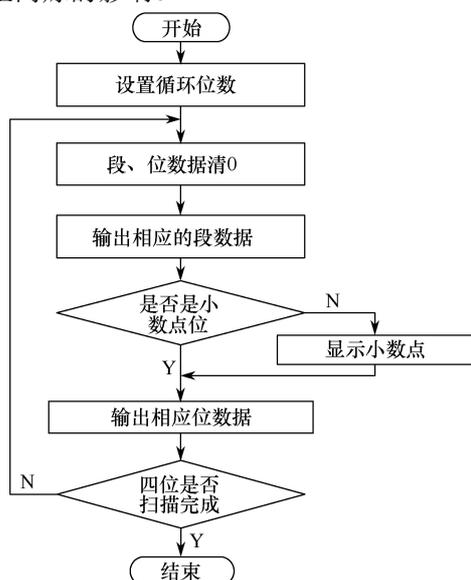


图 3 温度扫描显示流程

ds18B20 数字温度传感器为“单总线”通信方式，温度采集流程如图 4 所示^[3-4]。单片机将 ds18B20 测量的温度值读入并转换为相应的数值，存入到温度数据寄存器，供显示模块和运算控制模块调用。

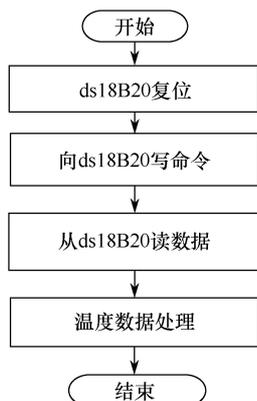


图 4 温度采集流程

为提高单片机 CPU 的工作效率，加热器的 PWM 脉冲由定时器产生，并通过定时器执行对 PWM 占空比进行调节。系统使用工作方式 1 的定时器 0，其控制字为 01。在使用定时器时，需要打开总中断开关 EA、内部定时器/计数器 0 的中断允许位 ET0 和定时器 0 的启动位 TR0。因此，定时器 0 的设置流程如图 5 所示。

运算控制模块通过分析设定温度与当前温度来

改变输出的 PWM 脉冲的占空比，从而控制加热丝的平均电流的大小，改变银针的温度。由硬件电路的设置可知，PWM 脉冲的占空比越高，加热丝的平均电流就越小，银针温度越低；PWM 脉冲的占空比越低，加热丝的平均电流就越大，银针温度越高。

运算控制模块采用的是温度比较法，仅对当前温度与设定温度进行比较分析，其程序流程^[3]如图 6 所示。若当前温度大于设定温度，则提高 PWM 脉冲的占空比，使加热器平均电流减小而降低银针温度；若当前温度小于设定温度，则降低 PWM 脉冲的占空比，通过增大加热器平均电流来提升银针温度。

系统软件还采用延时 10~20ms 来防止按键的抖动影响，避免误操作。

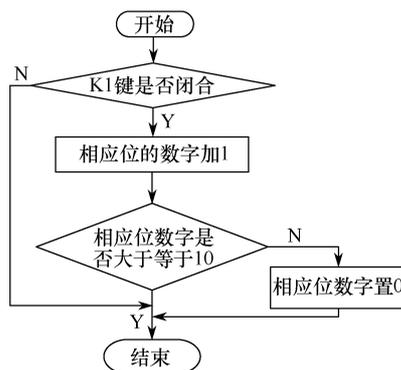


图 5 时间切换的设置流程

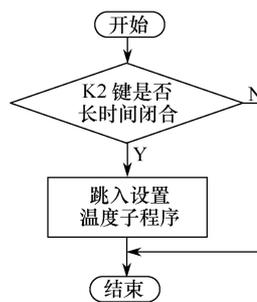


图 6 运算控制模块的程序流程

3 实验测试

3.1 PWM 占空比与对应温度的测试

为提高控制精度，将 PWM 的占空比分为 1000 份，占空比可在 0%~1000% 调节。占空比与对应温度的阶梯统计，经过实验测试结果见表 1。由此，系统对于 PWM 的占空比限定在 700%~200% 之间。

表1 占空比与对应温度的统计表

占空比/%	温度/℃	占空比/%	温度/℃
900	25.5	350	50.2
800	27.0	300	54.5
700	29.2	250	58.6
600	33.8	200	62.0
500	39.6	150	66.4
450	45.0	100	69.2
400	47.8	50	73.6

3.2 临床实验对比

表2是2组针对不同病症,分别采用温针和普针的疗效对比情况。作者也进行了体验感受,使用本仪器的温针治疗,首先是治疗的疼痛感明显减轻,且疗效比没有温针的效果好。

表2 温针和普针的疗效对比

	肩周炎	膝关节扭伤
普针治疗次数	6次有明显好转	5次有明显好转
温针治疗次数	3次有明显好转	2次有明显好转

4 结论

电热针灸治疗仪由AT89S52单片计算机及外围电路组成,完成系统设计后,经过硬件和软件调试,总体达到了设计的技术指标。正常输出温度为连续可调的30~60℃;当温度超过60℃时,输出声音报警并切断加热电路,整机正常运行;当温度超过加

热器热敏开关的设定温度时,电路自动断开,以防单片机和温度传感器出现故障后加热器还继续加热的现象发生。

在初步进行临床实验的基础上,厦门大学医院对多种疾病进一步进行了后续的临床治疗,90%以上病人感觉到明显的疗效,且仪器能够安全稳定地运行。试验结果表明,该仪器技术先进、疗效明显、操作方便,可广泛临床应用于中医针灸治疗。但对于不同个体、不同病症,应采用怎样的合适温度以得到最佳的治疗效果,还有待于更大面积的临床实验和总结。

参考文献

- [1] 高伟,曹国君,李向群,等. AT89 单片机原理及应用[M]. 北京:国防工业出版社,2008.
- [2] 刘同法,陈忠平,彭继卫,等. 单片机外围接口电路与工程实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2009.
- [3] 蔡文学,廖长荣. 远程温度监控系统的设计[J]. 重庆文理学院学报(自然科学版),2006,5(4): 90-92, 97.
- [4] 李钢,赵彦峰. 1-Wire 总线数字温度传感器 DS18B20 原理及应用[J]. 现代电子技术,2005,28(21): 77-79.

作者简介

林育兹(1959-),男,福建泉州人,高级工程师,主要从事机电一体化研究。

(上接第95页)

- EMS 的定位与应用[J]. 冶金动力,2013,160(6): 73-75.
- [2] 王晶东. 马钢南区能源管控中心电力调度自动化系统建设与应用[J]. 山东工业技术,2014(11): 165-165.
 - [3] 徐志强,李洪继,毕朴一. 电力监控系统在邢钢 EMS 项目中的应用与探讨[J]. 冶金动力,2012,152(4): 16-19.

- [4] 李博,徐谦,赵博识. 能源管理系统(EMS)在大规模能源生产中的节能作用[J]. 冶金动力,2012,154(5): 4-5.
- [5] 初家祥,江杰. 分布式电力监控系统在包钢供电厂的应用[J]. 电气技术,2012(8): 115-117.

作者简介

石岩(1969-),男,辽宁省本溪市人,本科,学士,主要从事电力系统调度自动化、能源系统生产运行管理工作。