

# 智能医用超声波雾化器的设计

高 祥<sup>1</sup>, 蔡乐才<sup>2</sup>

(1. 四川理工学院自动化与电子信息工程学院, 四川 自贡 643000; 2. 四川理工学院计算机科学学院, 四川 自贡 643000)

**摘 要:**为了保证医用超声波雾化器安全、可靠、高效的运行,系统采用了智能检测、自动控制、CAN 总线传输和嵌入式技术。利用高性能的 MXT8051 单片机为核心,结合超声波雾化器的工作原理,设计了一种适应于医疗系统的高稳定、低功耗医用超声波雾化仪器。详细介绍了该系统的基本结构、工作原理以及软硬件设计。实验结果证明本系统可靠稳定,雾化量能智能调节,具有很广的市场前景。

**关键词:**单片机;超声波雾化器;嵌入式;智能检测;自动控制

**中图分类号:** TN752; TP212

**文献标识码:** A

## 引 言

随着超声波技术的发展和应用,超声波雾化器成为治疗呼吸道疾病不可缺少的医疗仪器。超声波雾化器具有结构简单、使用方便、治疗效果稳定、无痛苦、药物副作用较小、成本低廉等优点,在大、中、小医疗机构中临床应用非常普遍<sup>[1]</sup>。同时它也可以作为普通家庭的保健仪器,可以为家庭空气加湿、消毒,起到预防和治疗疾病的作用。但是,目前市场上的各种品牌的医用雾化器普遍存在功能相对单一,完全手工操作,不能远程集群监控,人机交互不便等缺点。为此笔者设计了一种具有智能检测控制和远程集群监控的智能医用超声波雾化器,该系统能够根据设定的参数达到自动控制的目的,同时采用高速可靠的 CAN 总线与监控中心进行数据传输,解决了的医用超声波雾化器分布散乱难于集中监控的问题。

## 1 系统设计原理和结构

为了能够实现智能检测、自动控制、远程集群监控,笔者设计的系统具有以下要求:(1)实现红外遥控控制雾化效果;(2)实时检测医用超声波雾化器封闭空间的湿度,从而得出雾化量大小;(3)实时监测仪器和周围环境的温度;(4)能根据设定参数实现自动控制;(5)实现温湿度的实时显示;(6)系统具有较高的可靠性和较低

的功耗。

根据系统设计的功能要求确定系统的工作原理和电路结构图如图 1 所示。图 1 中,以 MXT8051 单片机作为微控制器,控制以压电陶瓷片为换能器件的超声波雾化器<sup>[2]</sup>。

系统启动后,首先红红外感应电路接受用户通过遥控器发送的开、关和调节雾化量等命令。系统通过温度、湿度传感器实时采集周围环境和主要工作器件的温度以及雾化器内的空气湿度等数据,实时显示在段式 LCD 显示屏上,方便了人机交互。系统能够根据用户事先设定的温、湿度参数作出相应的控制决策,例如,用户设置的工作温度上限时 25℃,当系统检测到工作电路的温度大于等于设定参数后就会启动散热风机,并根据情况自动调节风机的转速,当检测到工作温度正常后,系统会自动关闭散热风机,系统如此循环调控真正实现了智能检测和自动控制;雾化量的检测和控制也是类似的处理决策<sup>[3]</sup>。系统自带有 JTAG 程序调试接口支持在线调试,非常方便产品的开发和后期的升级维护。本系统不仅可作为单一的智能仪器使用,同时设计了 CAN 总线接口电路,可以方便的与其他同类系统或采用 CAN 总线传输的不同类仪器共同组成 CAN 网络,便于用户的远程集群监控<sup>[4]</sup>。

## 2 硬件电路设计

本系统硬件部分主要包括单片机精简系统、超声波

收稿日期:2010-05-14

基金项目:四川省教育厅科研项目(2007ZL048);四川省自贡市科技局科研项目(2009018)

作者简介:高 祥(1981-),男,山东胶州人,硕士研究生,主要从事智能温室系统的检测与控制方面的研究。

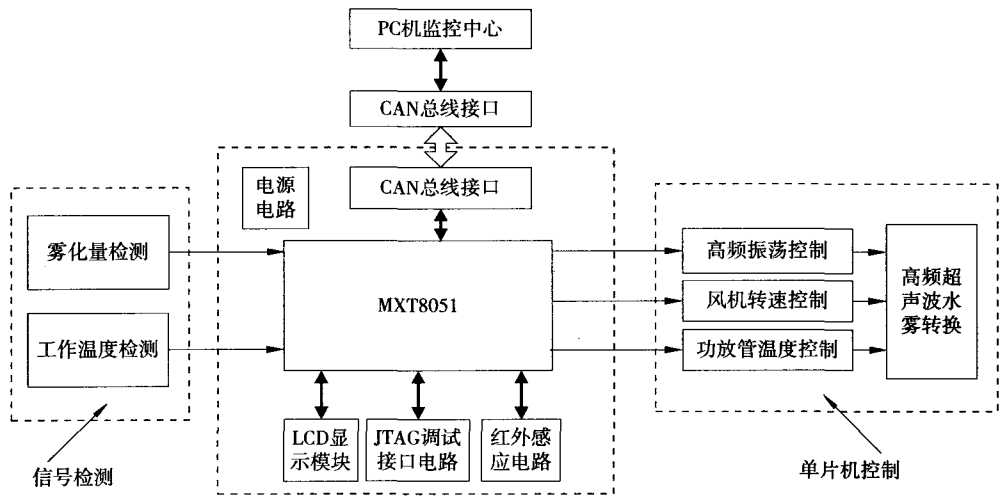


图 1 系统结构图

雾化器、温度检测电路、湿度检测电路、红外感应接受电路、LCD 显示电路、CAN 总线传输电路、JTAG 调试电路、风机控制系统等 9 个模块。

微控制器作为整个系统的控制中心,高可靠性和低功耗是选择的主要标准。北京时代民芯的 MXT8051 单片机是以高速单指令周期 8051 为核的高可靠、低功耗 SOC,包括 36SEG \* 4COM LCD Driver、4 路 10 位 AD、JTAG 在线调试系统和特有的 40 ~ 140 倍可调增益放大器等模块,静态工作模式下功耗小于 60uA,32KB Flash 和 1KB XRAM、3 路 PWM、串口 UART、看门狗 WDT、2 个 Timer、5 个外部中断源、RTC 时钟、内部 OSC 和外部时钟可选等模块;模拟部分包括 2 个 Rail - to - Rail OP 放大器、0.64V 和 0.98V 参考电压源输出、低压检测及 LDO (电平转换)等模块。完全能够满足医用超声波雾化器的设计要求。

超声波雾化器电路时本系统的核心换能部分,它以水为介质,通过压电陶瓷换能片将电能转换为机械能,使水变为雾状微粒,达到起雾的效果<sup>[5]</sup>。超声波雾化器电路如图 2 所示,生活用电 (AC220V) 经变压器和桥式整流后变为雾化器电路可用的直流电 (DC40V)。雾化器工作电路由电容三点式振荡电路、压电陶瓷换能片和水位监控等电路构成<sup>[6]</sup>。电路中设计有水位探针 (图中

A 和 B 探针),当雾化器中水不足时可以自动断开电路,防止大功率三极管 BU406 过热烧毁。MXT8051 微控制器 I/O 口通过 PWM 方式输出来控制整个电路的导通频率,实现了雾化效果的动态自动控制<sup>[7]</sup>。

温度检测电路采用数字温度传感器 DS18B20,它是单总线操作,与微控制器的接口和驱动程序的编写都较简单,同时它的测量范围广 ( - 55℃ ~ + 125℃)、测量精度高 ( ± 0.5℃),非常适合本系统高可靠、低功耗的要求。

湿度检测电路采用广州奥松电子有限公司的 DHT11 数字温湿度传感器,与微控制器之间采用单总线通讯,测量范围 20 - 90% RH,测量精度 ± 5% RH。该传感器的响应速度快、抗干扰能力强、性价比高,适合应用于医疗领域<sup>[8]</sup>。

显示电路采用段式 LCD,MXT8051 自身带有 36SEG \* 4COM LCD Driver,可以很方便的驱动段式 LCD,同时段式 LCD 的功耗比相同功能的其他液晶更低。

红外感应接受电路可采用普通的红外接受管与微控制器连接,具体的功能需要在软件中编程实现。

CAN 总线传输电路的 CAN 控制器采用 SJA1000,CAN 总线收发器采用 PCA82C250。SJA1000 与微控制器采用总线模式通讯,具有传输速率高、误码率低等优

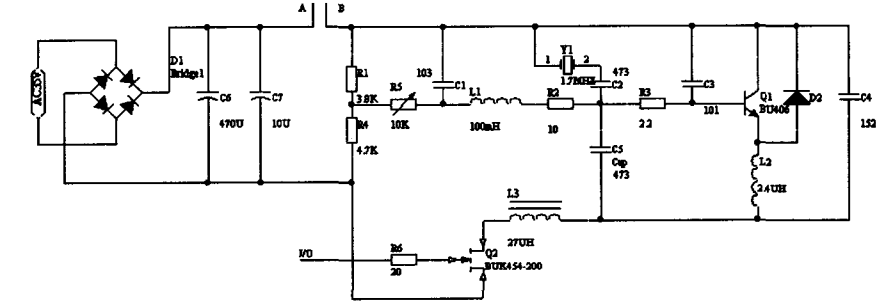


图 2 超声波雾化器原理图

点,非常适合于对实时性要求很高的医疗领域。

电机控制系统是由微控制器输出 PWM 来控制步进电机的转速,同时加入光电隔离电路,有效的防止了电机对与微控制器电路的干扰问题。

3 系统软件设计

根据本系统的功能,软件设计主要包含:微控制器初始化程序、红外接受程序、LCD 显示程序、温度采集程序、湿度采集程序、控制雾化量程序、控制步进电机程序、CAN 总线传输程序等八各部分。程序的具体流程如图 3 所示,系统运行后自动初始化微控制器和外围电路的驱动以及参数,设定系统的缺省参数,液晶显示人机交互的提示语。用户根据情况和需要进行本地或远程的参数设定,系统按照参数开始运行并且实时检测运行状态<sup>[9]</sup>。如果系统在设定的参数范围内运行那么程序返回到检测部分依次运行,一旦系统工作状态超出了设定的上下限,系统会启动自动控制部分,直到一切参数恢复到正常为止。

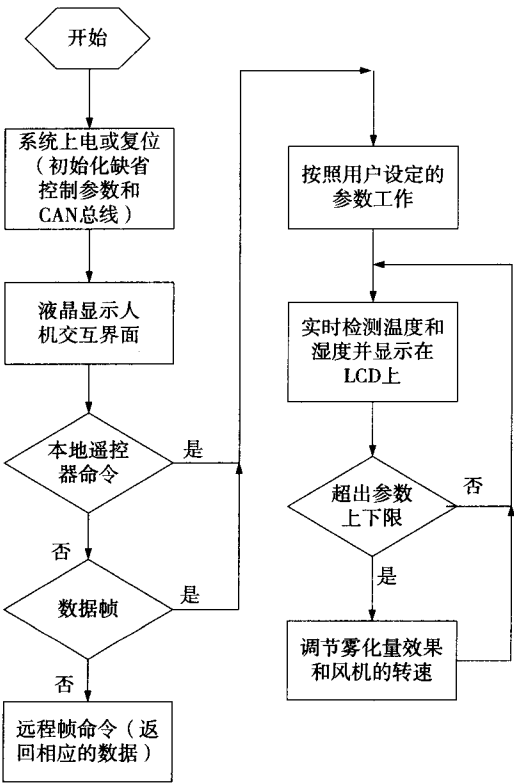


图 3 系统软件流程图

致,系统的工作温度在正常范围以内。通过间断和连续运行测试,实验结果表明该系统各部分工作正常,能够满足医用超声波雾化器智能检测、自动控制、远程集群监控和高稳定性、低功耗的要求。

表 1 系统运行状态测试数据表

实验节点	工作模式一 雾化量 (ml)	工作模式二 雾化量 (ml)	工作模式一 系统温度 (℃)	工作模式二 系统温度 (℃)
第一小时	19.5	38.4	40.2	41.3
第二小时	18.4	37.2	39.7	42.6
第三小时	17.4	35.8	41.3	40.8
第四小时	18.2	34.7	43.5	41.2
第五小时	17.9	37.3	40.6	42.8

5 结束语

本文中设计的智能医用超声波雾化器,充分利用了单片机在嵌入式控制领域的性能优势,实现了智能检测、自动控制和集群监控等功能,保证了系统的实时可靠性,并具有较高的控制精度,从而提高了医用超声波雾化器的智能型和稳定可靠性,在最大程度上改善了治疗患者的效果。

参 考 文 献:

[1] Gperin L,Levin B T,Khuri Yakub.Piezoelectrically actuated transducer and droplet ejector[J].IEEE Ultrasonics Symposium,1996:913-916.

[2] 清华大学电子学教研室组编.模拟电子技术基础[M].北京:高等教育出版社,2006.

[3] 袁 林.医用超声波雾化器的工作原理及其改进[J].临床与护理工程,2002,(2):42-43.

[4] 饶运涛,邹继军,郑勇芸.现场总线 CAN 原理与应用技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004.

[5] 郝世新.超声波雾化器元设计分析与设计优化构想.医疗卫生装备[J].2004(6):153.

[6] Miller M, Prinz G A,Lubitz P.Novel absolute linear displacement sensor utilizing giant magneto, resistane elements[J].J.APPI.Phys,1997,81(08):4284-4286.

[7] 来清民.传感器与单片机接口及实例[M].北京:北京航空航天大学出版社,2008.

[8] Maehara N,Ueha S,Mori E.Influence of the vibrating system of a multipinhole-plate ultrasonic nebulizer on its performance[J]. Rev. Sci. Instrum, 1986, 57 (11):2870-2876.

[9] 栗桂冬,张金铎,王仁乾.压电换能器和换能器阵[M].北京:北京大学出版社,1990.

(下转第 486 页)

4 系统运行状态实验结果

笔者通过连续运行系统 5 小时每间隔 1 小时测一次数据,设定系统每分钟雾化 0.3ml 水为工作模式 1;每分钟雾化 0.6ml 水为工作模式 2;经实验测得数据如表 1 所示,两种模式下实际产生的雾化量和设定值基本一

- [4] 高鑫,刘来福,黄海洋,等.基于PDE和几何曲率流驱动扩散的图像分析与处理[J].数学进展,2003,32(3): 285-294.
- [5] Weickert J.Theoretical foundations of anisotropic diffusion in image processing[J].Computing,1996,11:221-236.
- [6] Perona P,Malik J.A scale space and edge detection using anisotropic diffusion[J].IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence,1990,12(7):69-639.

## Detail Image Denoise Method Based on Anisotropic Diffusion Equation

HAO Ming, FANG Liang

(School of Automation and Electronic Information, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

**Abstract:** The paper presents the anisotropic diffusion equation for digital image denoising, in view of the limitation of the traditional denoising method to eliminate image's detail. Compared with the median filtering, mean filtering and isotropic diffusion denoising, the experimental simulation shows that the anisotropic diffusion denoising is preserving more image details while eliminating noise.

**Key words:** image denoising; diffusion equation; detail preserving; anisotropic diffusion

---

(上接第 475 页)

## Design of Intelligent Medical Ultrasonic Nebulize

GAO Xiang, CAI Le-cai

(1. School of Automation and Electronic Information Engineering, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China;

2. School of Computer Science, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

**Abstract:** In order to ensure medical ultrasonic nebulizer can be safe, reliable and efficient operation, intelligent detection, automatic control, CAN Bus communication and embedded technologies are used in the system. By using high-performance MXT8051 MCU as core, combined with the working principle of ultrasonic nebulizer, designed of a high stability and low power medical ultrasonic nebulize which be suitable for medical system, the dissertation described the basic structure of the system, operation principles, hardware and software design in detail. Experimental results show that the system operated reliable and stable, spray volume to intelligent adjustment, has a broad market prospect.

**Key words:** MCU; ultrasonic nebulize; embedded; intelligent detection; automatic control