

基于 MSP430 医用制氧机控制系统的设计与实现

刘毅, 庾先国, 耿正波, 邓韩彬

(成都理工大学 信息工程学院, 四川 成都 610059)

摘要: 详细介绍了基于美国 TI 公司的超低功耗芯片 MSP430F149 医用制氧机控制系统的工作原理以及软硬件的设计方法, 并简单介绍了医用制氧机的工作流程、原理及结构。该系统应用了 MSP430F 内置的高精度 A/D 转换器来实现对各个关键参数的检测及控制, 其优势在于充分利用了 MSP430 的内部资源, 使得外围元器件很少, 功耗极低。特别的, A/D 转换器有较高的转换速率, 最高可达 200Kbps。开发成本低。

关键词: MSP430; 低功耗; A/D 转换器

中图分类号: TP333 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3044(2010)10-2508-02

A Design and Realization of Medical Oxygen Concentrator's Control System Based on MSP430

LIU Yi, TUO Xian-guo, GENG Zheng-bo, DENG Han-bin

Abstract: This paper detailed introduced the theory and design and realization of software and hardware of medical oxygen concentrator's control system that based on TI company's Low-power MSP430F149, and simply introduced the medical oxygen concentrator's work flow, principle and structure. The system applied MSP430's high precision A/D converter to realize detect and control every key parameter. The system have the advantage of sufficient utilized the MSP430's interior resource, so use few else component and lower power. Especially, A/D converter has high convert speed, The most high speed can reach 200 Kbps, and have low fund plunge.

Key words: MSP430; low power; A/D converter

随着科学技术与社会的进步和发展,氧气的消耗量日益增大,这极大的促进了制氧技术的发展,并且许多高技术含量的新型医疗设备不断地走进医院,广泛地应用于临床诊断和治疗中。现在工业和医用中应用最为普遍的且发展前景更好的就是变压吸附制氧机,它改变了医院氧气由制氧厂提供的传统模式。制氧机的控制从最早的人工控制发展到比较简单的机械控制,到现有的 PLC 控制,都在逐渐的向着控制的智能化和数字化方向发展。但现如今的 PLC 控制存在着数字化和智能化较低,且成本较高的缺点。因此,在探讨以往的控制方法的基础上,提出了单片机系统控制的方法。

随着微电子技术的不断创新,以及大规模集成电路工艺水平的不断提高,出现了更多、更好的低功耗、高性价比的微处理器,从而使得嵌入式系统的设计方法不断的推陈出新,向传统的设计方法提出挑战。本文所介绍的制氧机控制系统采用美国 TI 公司的超低功耗 16 位微控制器——MSP430F149^[1]作为系统级芯片,使用其内置的 A/D 转换器,使得整个系统设计成本和功耗都降低,且测量精度与速度也大大提高。本文根据制氧机的设计目标和工作过程,确定了系统控制的整体软硬件设计。系统主要任务是:使用单片机系统监控各个关键参数,同时使用 RS485 通信接口实现数据传输,便于上位机对系统的监控,从而实现控制系统的智能化和数字化。

1 PSA 技术和制氧机控制过程

变压吸附 PSA(Pressure Swing Adsorption)技术^[2]是国际上最近 30 年新兴起来的制氧技术,PSA 制氧属于常温物理制氧,与传统的低温制氧相比具有灵活性好、操作简单、能耗低、运行成本低和自动化程度高等优点。变压吸附制氧是利用空气中的氧气和氮气在吸附剂上的吸附容量、吸附速度和吸附力等方面的差异及吸附剂对氧、氮随压力不同具有不同的吸附容量的特性,实现氧气分离制取的。当气体物质与固体物质组成一个吸附体系时,在相界面处的成分产生积蓄的现象称为“吸附”;已被吸附的气体分子重新返回气相的过程称为“解吸”。PSA 技术简单的说就是在常温下,加压时吸附,减压时解吸的循环操作过程。

图 1 为 SCSICS O2 Pioneer 40 医用制氧机结构图,其主要由空压机、过滤器、分子筛吸附塔、增压机、冷却装置、电磁阀和气罐等组成。制氧机的工作过程为:启动空压机使空气经过油尘过滤器,去除水分和油脂后,空气进入分子筛吸附塔,经过吸附塔后分离出纯净的氧气。

在制氧机工作的过程中,分子筛吸附塔出来的氧气浓度值和储气罐的压力值是重要的控制参数。为防止不符合要求的氧气进入医院管道,需对不达标氧气进行排泄。而且对于医院的用氧压力也有要求,在规定范围内可以使用,一旦超出范围,必须控制储气

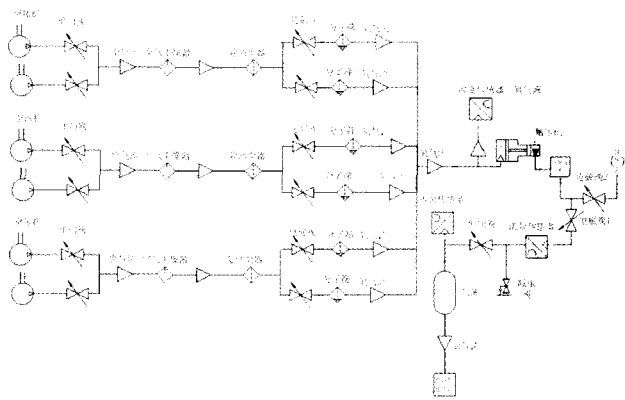


图 1 SCSICS O2 Pioneer 40 医用制氧机结构图

收稿日期:2010-03-05

作者简介:刘毅(1984-),男,湖北武穴人,硕士研究生,主要从事电子集成电路方面的研究。

罐内的压力值,以达到设定值。如果压力超出设定值过高,则进行停机处理。

2 控制系统的硬件设计

2.1 系统芯片 MSP430F149

图2为制氧机控制系统的原理框图。系统采用MSP430F149单片机为主控芯片。MSP430系列是美国德州仪器公司生产的一种超低功耗的flash微控制器,有“绿色微控制器(Green Mcu)”称号,其技术特征代表了单片机的发展方向。其存储器模块是目前业界所有内部集成flash存储产品中能耗最低的一种,消耗功率仅为其它闪存微控制器(Flash Mcu)的五分之一。同其它微控制器相比,既缩小了线路板空间,又降低了系统成本。该系列新型器件集成了业界领先的超低功耗闪存、高性能模拟电路和一个16位精简指令集计算机(RISC)CPU,指令周期可达125ns,且大部分指令可在一个指令周期内完成。工作电流极小,CPU处于工作模式LMP5时,电流可低至0.1μA。另外该芯片属低电压器件,仅需1.8~3.6V电压供电,从而有效降低了系统功耗。它具有超低功耗的数控振荡器技术,可以实现频率调节和无晶振运行。6μS的快速启动时间可以延长待机时间并使启动更加迅速,降低了电池的功耗。MSP430F149片内资源丰富:带有3个捕获/比较寄存器的16位Timer A,60KB Flash Rom和2MB的Sram,8路快速12位A/D转换器,2个通用串行同步/异步通信信号接口(US-ART),具有6个输入输出带有施密特触发器的I/O口,共48根I/O口线。I/O端口功能强大且十分灵活,所有的I/O口均可单独配置,每一根口线分别对应输入、输出、方向和功能选择等多个寄存器里的一位。

2.2 I/O 接口驱动电路

MSP430F149单片机有6个共48根I/O口线,所以对于本系统的需求已经足够。该系统有6个机组的开关输入和1个自动/手动选择信号的输入。由于设备中有一部分是强电电路,为了增强输入接口信号的抗干扰能力,设计了图3所示的I/O口输入驱动隔离电路。另外7个输入口的电压都为12V,而单片机的高电平电压最高为3.3V,通过PC847可以将其电压调整为3.3V,同时PC847有光电隔离效果,这样大大提高了输入端的抗干扰能力,增加了系统的稳定性。以Ca1运行为例,当Ca1有12V输入时,使得Co1与Em1导通,AIn2输入为3.3V高电平,这样单片机就可以检测信号并进行相应的操作。

图4所示为输出驱动电路,74HC245是双向3态数据缓冲器,由于单片机I/O口的输出电压为3.3V,而ULN2803达林顿管阵列的驱动电压为5V,同时74HC245起到了数据缓冲的作用,提高了单片机的带载能力。这里输出是对8个继电器进行控制,我们采用的继电器是固态继电器,其内部带有光电隔离器,很大程度上提高了抗干扰能力。另外,其驱动电流需要达到50mA,所以在其前端加上ULN2803使输出电流满足继电器的驱动要求。以P47口为例:当P47口输出高电平时,在B0口将输出5V电压,这时ULN2803将接通,OUT1口将有输出电流,此时继电器会接通,控制后端的电路运行。

2.3 RS485 通讯模块

设计中采用RS485通讯模块,实现与上位机的通讯,以便形成网络化控制和远程控制,很大程度上提高了设备的智能化,使得设备更具有市场竞争力。该部分设计是由MSP430F149单片机的通用串行口UTXD1、URXD1经MAX485芯片转换为RS485总线。RS485协议采用主从应答的方式与上位机进行通讯。MSP430F149单片机作为从机,等待主机发送指令。RS485通讯模块采用半双工异步通讯,从机以中断的方式接收。RS485通讯模块电路如图5所示。

2.4 数据存储电路

由于系统需要保存一些数据,例如:各个机组的运行时间,整个系统的工作时间等等,以方便用户维修、检测。设计中采用的存储芯片是M25P80,它是8引脚的带有8M大容量串行接口的Nand Flash器件,采用的是2.7~3.6V单电源供电,标准的SPI接口,与单片机的硬件接口连接非常简单。图6所示为M25P80与MSP430F149的硬件连接图。

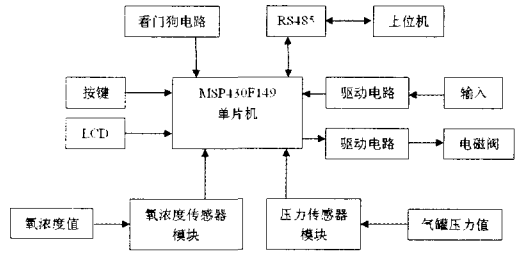


图2 制氧机控制系统原理框图

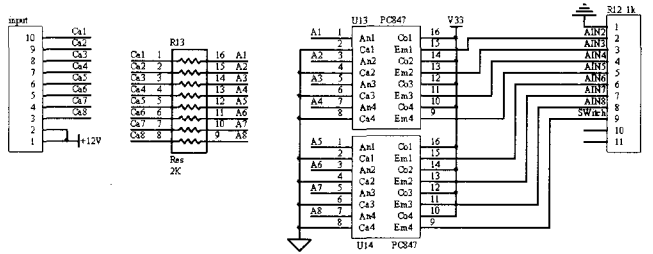


图3 输入驱动隔离电路

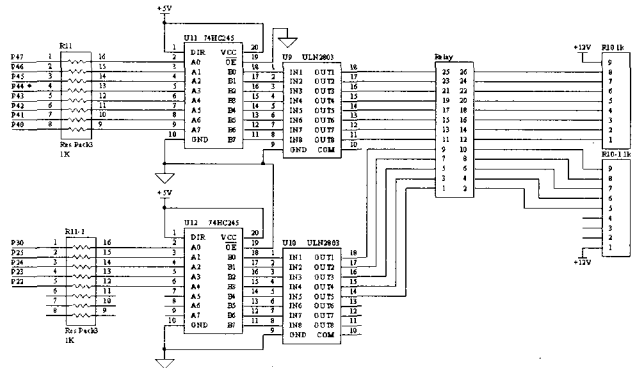


图4 输出驱动电路

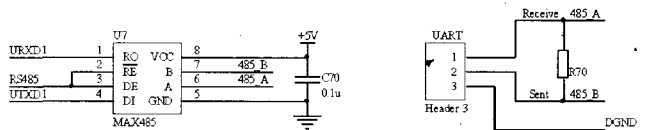


图5 RS485 通讯模块

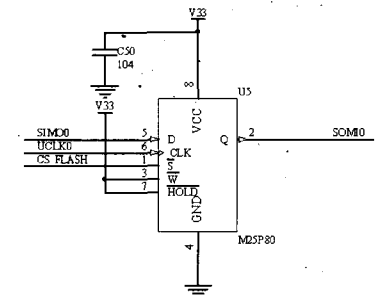


图6 M25P80与MSP430F149的硬件连接图

4.2 其他模块设计

本系统中所用到的时序和逻辑控制信号不是很复杂,DSP 片内提供的多通道控制器主要完成系统的时序和逻辑控制、地址分配以及分频等功能。FLASH 模块是作为系统的外围程序存储器的,通过调试的程序可以烧写进 FLASH 中,从而使模块在脱离系统的软件仿真环境情况下,上电复位后能自动加载存储在 FLASH 中的程序,增强了实验的灵活性。图 5 为 QPSK 软件设计流程图。

5 结束语

本系统是以高性能的 DSP 为核心搭建的软件无线电硬件平台,在与 PC 机相结合的基础上,通过对 DSP 软件部分的处理,可以完全实现 FSK、QAM 和 QPSK 等多种制式的调制解调功能,充分的体现了软件无线电灵活性强、开放性强和可升级性的设计思想。

参考文献:

[1] 张宏,王永德,何培宇.用 DSP 产生高频、高精度余弦波的一种快速方法[J].四川大学学报:自然科学版,2004,41(3):547.
[2] 汪安民,程昱.DSP 应用开发实用程序[M].北京:人民邮电出版社,2005.
[3] 李方慧.TMS320C6000 系列 DSPs 原理与应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.

(上接第 2509 页)

3 系统的软件设计

系统软件程序包括主程序、采样子程序、外部中断子程序、内部定时器中断子程序、LCD 显示子程序、存储子程序、RS485 通讯子程序。主程序的流程如图 7。

系统上电后将完成定时器、SPI、LCD 和 ADC 的初始化,另外还有开关量的状态。然后根据设备的状态将会自动运行。程序中采用了 5 个中断,故障报警中断,采样压力、浓度和数据传输完毕的输出中断,还有定时器定时中断。定时器定时时间为 50mS,用于定时检测压力和浓度信号,同时每定时 10 分钟存储一次数据。为了较精确的测量压力和浓度信号,系统对每个模拟量均连续采样 20 次,去除采样中最大值和最小值,再对剩余的采样值取算术平均值作为本次的采样结果。

4 结束语

随着功能强大的高速微处理器的出现,许多系统的硬件功能转移到软件上来实现,降低了硬件的设计难度。硬件功能软件化的优势在于使得外围元器件最少,功耗极低,而且部分参数可调,增强了系统的灵活性。本系统以 MSP430F149 为核心,仅使用很少的外部元件实现功能,使系统功耗极低,设计成本下降,并且系统充分利用了微处理器的内部结构,使得硬件结构简单,软件设计灵活,并具有自动报警和远程监控功能。经过大量的实验结果表明:该系统能长时间稳定可靠的运行,产氧浓度可达到 93% 以上。

参考文献:

[1] 谢新红,林凡强,吴雄英.MSP430 单片机基础与实践[M].北京:北京航空航天大学出版社,2008.
[2] 胡大可.MSP430 系列 Flash 型超低功耗 16 位单片机[M].北京:北京航空航天大学出版社,2001.
[3] 李杰,周理.变压吸附空分制氧的技术进展[J].化学工业与工程,2004,21(3):201-205.
[4] 邓素萍.串行通信 RS232/RS485 转换器[J].国外电子元器件,2001(7).

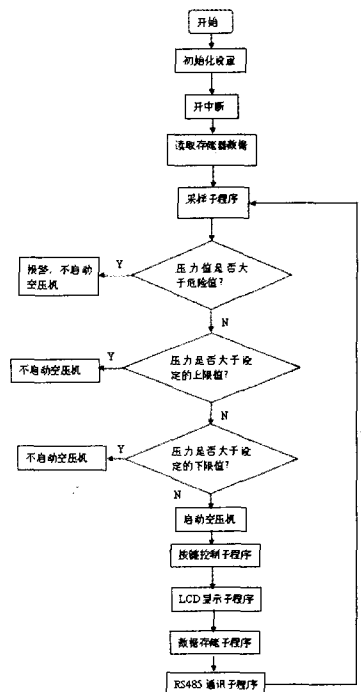


图 7