

DOI: 10.3969/j.issn.1001-4551.2013.08.018

基于单片机的家用制氧机电控系统优化设计

周传运¹, 李汉挺¹, 孟凡文²

(1. 济宁职业技术学院 电子信息工程系, 山东 济宁 272037;

2. 济宁职业技术学院 机电工程系, 山东 济宁 272037)

摘要:为解决现有家用制氧机电控系统采用元件较多、成本较高等问题,将单片机技术应用到电控系统中。开展了制氧机最基本控制作用的分析,建立了输入指令与输出结果之间的关系,提出了采用高速单片机、上下位机组合设计的方法。上位机以89C52为核心,驱动人机对话的LCD显示界面,并处理操作指令;下位机采用1个时钟周期就是1个机器周期的超小封装的高速芯片STC12C2052,通过信号调理和功率驱动电路实现了对压缩机和电磁阀的控制。在软件设计方面,以框图的形式提供了程序编写时的基本思想和应注意的问题。在家用制氧机上对出氧浓度等指标进行了评价,进行了通用技术规范所规定项目的试验。试验结果表明,电控系统设计简洁、运行可靠、成本较低,能够满足企业量产的技术要求。

关键词: 变压吸附; 制氧机; 单片机; 控制系统; 设计

中图分类号: TH772; TP273; TH39 **文献标志码:** A

文章编号: 1001-4551(2013)08-0974-04

Optimization design of mechatronical control system of domestic oxygen producing device based on SCM

ZHOU Chuan-yun¹, LI Han-ting¹, MENG Fan-wen²

(1. Electronic Information Engineering Department, Jining Polytechnic, Jining 272037, China;

2. Mechanical and Electrical Engineering Department, Jining Polytechnic, Jining 272037, China)

Abstract: In order to solve the problems of high cost and overuse components of electric control system of domestic oxygen the producing devic, the SCM technique was used in the electric control system. After the analysis of the basic control function of oxygen producing device, the relation between the output result and input instruction was established. A method of combination design of upper computer and high speed SCM was presented. Upper computer uses 89C52 as the core of the system, and it can drive LCD display with man-machine interaction to handle operation commands. Lower computer uses STC12C2052 chip with mini package, and in the chip one clock period is equal to one machine period. The compressor and solenoid valve was controlled by signal conditioning and power drive circuit. In software design, the block diagram format was utilized to provide basic meanings and notable problems. The indexes such as density of oxygen in domestic oxygen producing device were evaluated. The required items of general technique standard for pressure swing adsorption (PSA) oxygen producing device were tested. The experimental results indicate that the electric system has the advantages of simple design, reliable operation and low cost. It can meet the requirement of mass production of the enterprise.

Key words: pressure swing adsorption(PSA); oxygen producing device; single chip microcomputer(SCM); control system; design

0 引言

家用制氧机多通过变压吸附式(PSA)的方式制取高浓度的氧气^[1],其基本结构包括气路系统和电气控制系统。电气控制系统的主要任务是控制压缩机和

电磁阀,以及为实现操作的方便性而增设的LED或LCD指示电路。张万林等^[2]提出用光电耦合器驱动固态继电器从而驱动电磁阀的方案,用光电二极管指示灯显示机器的运行状态。由于采用了固态继电器,其设计较高。沈克宇等^[3]在移动式制氧机一文中提出压

收稿日期: 2013-03-15

作者简介: 周传运(1967-),男,山东鱼台人,副教授,主要从事自动控制工程技术方面的研究。E-mail: zcy0537@163.com

缩机采用无刷直流电机、指示电路采用触摸屏的方案,同时加装氧浓度传感器。这种设计在功耗、噪音、操作的方便性等方面具有优势,较适合于高端机。当前,采用一级提取的方式,使氧浓度达到95%及以上,现有的PSA技术很难达到^[4]。冯念伦等^[5]指出了PSA技术的3个发展方向:即提升分子筛性能、改进吸附流程、优化电控系统。在这些方面有所突破的话,有可能使出氧浓度进一步提升。

本研究在综合考虑各种文献提出的方案基础上,并经过市场调研提出用达林顿管直接驱动电磁阀、压缩机采用继电器控制和用LCD作为显示界面的设计方案。整个设计充分体现功能可靠、设计简洁、成本较低的特点。

1 硬件系统设计

1.1 电源系统

电源系统的组成如图1所示。

出于成本控制的需要,本研究采用一进二出的变压器,原边电源为220 V,副边分别为AC8.5 V、14 V,

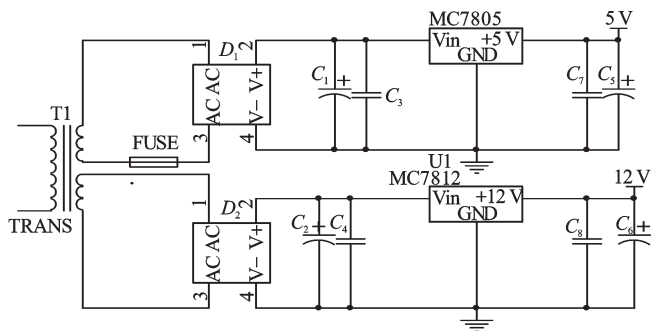


图1 电源系统

经整流滤波稳压后为DC5 V、12 V。DC5 V电源供给上、下位单片机、六反相器、液晶显示器使用,DC12 V电源提供给压缩机继电器、蜂鸣器和功率驱动管ULN2003使用^[6]。由于DC12 V电源直接推动两个电磁阀的动作,负荷较重,稳压块MC7812须选用额定输出电流较大的规格,最好能达到1 A。

1.2 压缩机和电磁阀控制系统

该系统集成在下位机电路板上,下位机系统如图2所示。

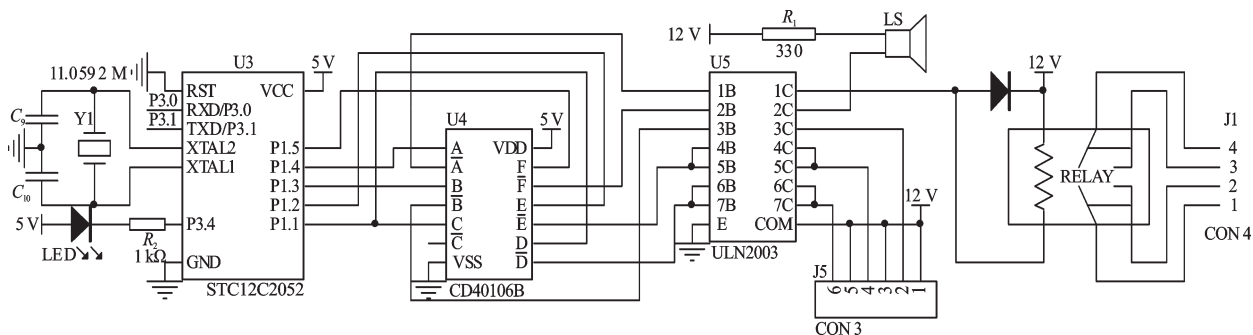


图2 下位机系统

从控制的方便性考虑,本研究选用宏晶电子的STC12C2052作为控制芯片^[7]。该芯片超小封装,仅20个管脚,时钟周期等于机器周期,而且功耗非常低,正常工作时为7 mA。家用制氧机的出氧量一般控制在5 L/min以内,采用的无油压缩机的输入电功率多在300 W以下。从制氧机原理图中可以看出,系统需要两个电磁阀,每个电磁阀均采用制氧机专用的DC12 V/3 W规格。STC12C2052输出信号进入CD40106B六反相施密特触发器,由触发器对控制信号进行缓冲整形,调理后的信号直接输入到功率驱动元件ULN2003。该芯片每个管脚的灌流电流可达300 mA,可直接用来驱动继电器和电磁阀。继电器采用DC12 V/8 A规格,图2中,CON4接口在电路板覆铜时1、4相连,2、3相连,确保压缩机可靠运行。图2中CON3接口的3、4端和5、6端分别接两个电磁阀。基于运行的可靠性,使ULN2003的两个管脚并联后驱动一个电磁阀,其灌流

电流达600 mA,大于电磁阀的工作电流。CON3接口的1、2端接排水电磁阀,用于每次制氧结束后排出管路中的凝结水。

1.3 显示和操作系统

该系统集中在上位机电路板中,上位机系统如图3所示。

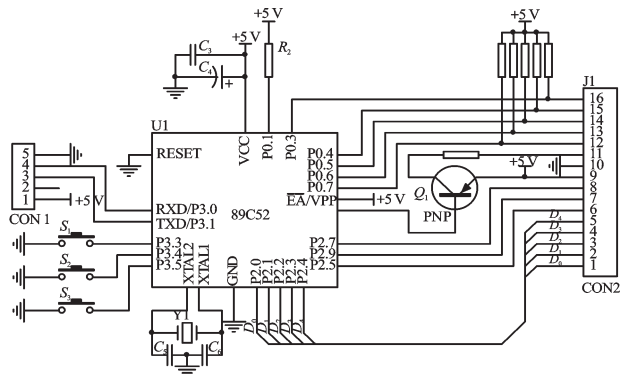


图3 上位机系统

上位机采用的芯片为89C52^[8],主要功能为处理手动操作指令、驱动LCD显示。LCD使用接口为16位并口8080时序的12864规格显示屏,用于显示生产商、开关机等信息。CON2的1~8为数据接口,9脚为电源,10脚接地,11脚背光显示调节,12~16为功能引脚。手动操作指令通过复合功能按键 S_1 、 S_2 、 S_3 来实现。 S_1 为强制中断按键,按下 S_1 后,通过 S_2 、 S_3 配合调节下位机电磁阀通断电时间,从而调节吸附塔内的压力,间接调节出氧浓度;再次按下 S_1 ,即退出压力调节模式进入正常工作模式。在正常工作模式下, S_2 为开关机按键、 S_3 为工作时间设定按键。

1.4 上下位机通讯系统

上、下位机采用串行通讯,图3显示,CON1为通讯接口,同时上位机需用的DC5 V电源通过此接口采集,因为DC12 V、DC5 V两个电源均集成在下位机电路板中。下位机通过通讯接口采集上位机的开关机、电磁阀设定工作周期等指令信息,从而驱动压缩机和电磁阀的工作。

2 程序设计

程序设计时要重点考虑两电磁阀的工作周期和交错时间。由于压缩机连续运转,一定要确保压缩空气顺畅地进入到吸附塔。若气路堵塞,将会使排气压力迅速升高,造成管路爆破事故。

A、B电磁阀的时序图如图4所示。

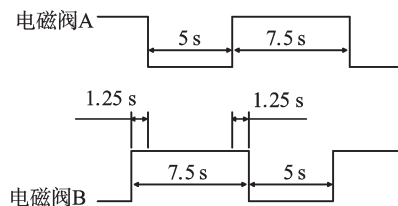


图4 电磁阀时序

高电平表示电磁阀打开,压缩机排气管路通畅;低电平时电磁阀关闭,气路阻塞。从图4中可以看出,A阀关闭时,B阀已提前1.25 s打开;A阀打开时,B阀滞后1.25 s关闭,即每个阀都呈现出“提前打开、延迟关闭”的特点。该图显示每个阀的工作周期都是12.5 s。试验结果表明,改变阀的工作周期即可改变出氧浓度,增大周期,出氧浓度增大,减小周期,氧气浓度减少。合理控制电磁阀的工作周期,其出氧浓度可达90%以上,可达到医用要求。规格不同的制氧机,其出氧浓度曲线也不同,需要通过多次试验才能找出最佳的电磁阀通电周期。基于以上事实,在程序运行通过后,需反复调试电磁阀的工作周期。

整个系统的程序框图如图5所示^[9-10]。图5中提及的设置键即图3中 S_1 、开关键为 S_2 、定时键为 S_3 。

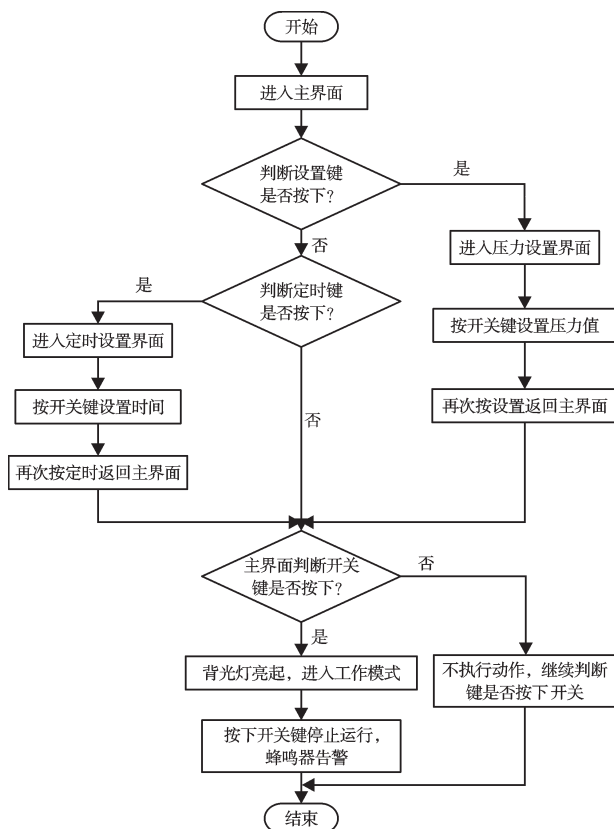


图5 程序框图

3 试验结果

该产品完成后,笔者在本地企业生产的5 L/min制氧机上进行了测试。测试按照医药行业标准YY/T0298-1998《医用分子筛制氧设备通用技术规范》所规定的项目逐项进行^[11]。

3.1 环境测试

(1) 低温贮存试验,断电后将样机放入-40℃的低温箱中4 h后取出,在室温环境中恢复4 h,再进行测试。

(2) 高温贮存试验,断电后将样机放入55℃的老化车间4 h,在室温环境中恢复4 h,再进行通电试机。

(3) 额定高温运行测试,在40℃的环境中,通电试机1 h。

机器在上述各类环境下测试均能正常工作。

3.2 氧浓度测试

前文已叙述,出氧浓度可改变电磁阀的交替工作时间进行调整。测试时本研究首先验证出氧浓度的可调性,然后再依据技术规范设定氧浓度 $\geq 90\%$ 时设定电磁阀的转换时间。测试方法为:在室温环境下开机运行稳定后即使用氧浓度测试仪在出氧口进行测试。两者的关系如图6所示,从图6中可以看到在交替时间为7.5 s时出氧浓度即达到90%,再增大交替时间,其氧浓度变化很小,但整机功耗却增加很多。一般把电磁

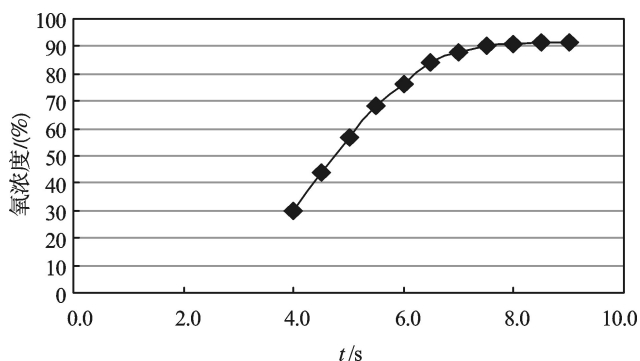


图6 电磁阀交替时间与出氧浓度关系

阀的交替间隔设置为7 s~8 s较好。

3.3 其他测试

本研究对通用技术规范要求的其他一系列指标分别进行了测试,均能达到预期效果。如:待机功耗≤2 W,整机连续运转12 h性能稳定,短时间内多次开关机均能正常运行等。

4 结束语

本研究从软、硬件两个方面介绍了家用制氧机的电气控制设计系统,以89C52和STC12C2052分别作为上下位机控制芯片,LCD作为人机对话的显示界面,采用C语言编程。整个系统具有设计简洁、运行可靠、成本较低的特点,能够满足企业的技术要求。该设计没有设置压力报警功能,生产企业在采用该方案时需要在压缩机排气口设置一机械式泄压阀,以进一步提高使用的安全性。

随着生活水平的提高,人们的保健意识逐渐增强,制氧机正逐步走向寻常百姓家,并成为家用电器,具有较大的市场空间。家用制氧机在产品外观、操作方便、运行稳定、浓度可调等方面还有进一步提升的空间,这都是专业技术人员需要努力的方向。

参考文献(References):

- [1] 毕光迎. 医用分子筛制氧机的应用研究[J]. 医疗装备, 2009(9):21-23.
- [2] 张万林,葛立峰. 基于单片机的制氧控制系统[J]. 自动化与仪表,2007,22(5):31-33.
- [3] 沈克宇,熊伟,李志俊,等. 移动式制氧设备控制系统设计[J]. 湖南工业大学学报,2008,22(6):68-71.
- [4] 吴昊. 变压吸附制氧技术研究[D]. 武汉:华中科技大学能源与动力工程学院,2008.
- [5] 冯念伦,夏文龙,孙铁军. 医用分子筛变压吸附制氧技术的探讨[J]. 中国医学装备,2006,11(3):39-41.
- [6] 宏晶科技有限公司. STC12C2052AD 系列单片机器件手册[M]. 深圳:宏晶科技(深圳)有限公司,2005.
- [7] 南国芯微电子有限公司. STC89C51RC/RD 系列单片机器件手册[M]. 深圳:南国芯微电子有限公司,2011.
- [8] 杨振江. 单片机应用与实践指导[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2010.
- [9] 武亚平. 基于单片机技术研究 DXD 系列包装机的控制系统[J]. 包装与食品机械,2013(2):31-33.
- [10] 刘润生,高文焕. 电子线路基础[M]. 北京:高教出版社,1997.
- [11] 国家标准化管理委员会. YY/T0298-1998 中国标准书号[S]. 北京:中国标准出版社,1998.

[编辑:洪炜娜]

(上接第973页)

结构紧凑、调整方便的优点,不仅能解决像空间网架结构焊接节点支托空间难定位问题,还能提高各类节点焊接组装的形状、尺寸精度一致性,进而大大提高空间网架结构的可靠性。PLC控制技术具有应用可靠性高、编程较易掌握、通用性强等特点,非常适合控制三轴六动机构的运行。所以,利用PLC控制三轴六动机构可以充分发挥二者长处,提高设备的可操作性与可靠性。

参考文献(References):

- [1] 李星荣,魏才昂,丁峙昆. 钢结构连接节点设计手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2004.
- [2] 张有良,常晓煜,李存良,等. 码垛机械手运动轨迹的研究[J]. 包装与食品机械,2011(3):20-23.
- [3] 尹志强,王玉琳,宋守许. 机电一体化系统设计[M]. 北京:机械工业出版社,2007.
- [4] 张训文. 机电一体化系统设计与应用[M]. 北京:北京理

工大学出版社,2006.

- [5] 王永章,杜君文,程国全. 数控技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [6] 邓星钟,周祖德,邓坚. 机电传动控制[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2005.
- [7] 杨帮文. 现代新潮传感器应用手册[M]. 北京:机械工业出版社,2006.
- [8] 李波,李国栋,薛兴国. PLC在车载天线控制系统中的应用[J]. 机电工程,2008,25(12):23-26.
- [9] 伍彬艺,王庆,张林海,等. 基于PLC控制的雷达天线同步驱动系统设计[J]. 机电工程技术,2011,40(10):47-49.
- [10] 李波,李国栋,薛兴国. PLC在立体汽车库控制系统中的应用[J]. 机电工程,2008,25(11):72-74.
- [11] 管力民,李国栋,杜量. PLC在胶订机控制中的应用[J]. 机电工程,2007,24(6):55-57.
- [12] 丁炜,魏孔平. 可编程控制器在工业控制中应用[M]. 北京:化学工业出版社,2004.

[编辑:洪炜娜]