

单片机在微型氧气机中的应用

姚庆文, 丁辉

(常州轻工职业技术学院 电子电气工程系 江苏 常州 213004)

摘要: 采用 PSA 技术分离制氧的微型氧气机广泛应用于医疗保健等场合, 其电气控制线路非常适合使用单片机技术来实现。本文分析了 PSA 制氧装置的工作过程, 给出了单片机控制电路的硬件设计与软件设计方案。试制结果表明, 该控制方案是有效的。

关键词: 单片机; 微型氧气机; 变压吸附; 自动控制

中图分类号: TP368.1

文献标识码: B

文章编号: 1004-373X (2004) 07-012-03

Application of Microprocessor in Miniature Oxygen Machine

YAO Qingwen, DING Hui

(Department of Electronic and Electrical Engineering, Changzhou Institute of Light Industry Technology, Changzhou, 213004, China)

Abstract: Miniature oxygen machine that adopts PSA disjoining oxygen applies in many circumstance such as remedy and race hygiene conservancy so on, its circuit of electrical control adapts implement of microprocessor technique. The text analyzes work process of the PSA oxygen generating mini-machine, and renders hardware design and software design scheme of microprocessor control circuit. Results of trial production indicates the control schemes is affective.

Keywords: microprocessor; miniature oxygen machine; pressure swing adsorption (PSA); automatic control

采用 PSA (变压吸附) 空气分离制氧技术的微型氧气机, 由于其完全采用物理方式制氧, 既方便安全, 又价格低廉, 在运动保健、医疗康复和健康空调等多种场合得到了广泛应用。而单片机以其低廉的价格、可靠的性能, 在微型氧气机的自动控制系统中发挥了重要的作用。

本文探讨的微型氧气机采用世界先进的变压吸附 PSA 技术, 利用沸石分子筛作为吸附剂, 通过吸附剂对空气中氧、氮吸附能力的差异而将气体混合物分开, 实现氧气和氮气的分离。外界空气先进行压缩增压, 保持一定的压力, 再送入变压吸附分离床。在分离床的作用下, 床内空气中的氮气被吸附, 而氧气不被吸附, 这样可以在分离床出口端获得高纯度的氧气。输出氧气的流量采用机械式流量调节阀进行调节, 当输出流量增加时氧气纯度会相应地降低, 为了保证输出的氧气浓度, 采用气敏传感器进行氧浓度的检测, 并通过实时显示装置告知用户, 当指标低于设定值时报警提醒。

1 电气控制要求

1.1 变压吸附分离床的工作过程

变压吸附分离床的工作原理如图 1 所示。分离床由 2 只装有制氧专用沸石分子筛的吸附装置 A 和 B 以及切换阀门 1~8 等组成, 其中 1, 3 为排放阀门, 2, 4 为进气阀

门, 5, 7 为均压阀门, 6, 8 为输出阀门。分离床在自动控制系统的作用下, 吸附装置 A、B 交替工作, 按照“A 工作 A 排气及均压 B 工作 B 排气及均压 A 工作...”的过程, 不断循环。储气罐的作用是均衡输出氧气的压力。

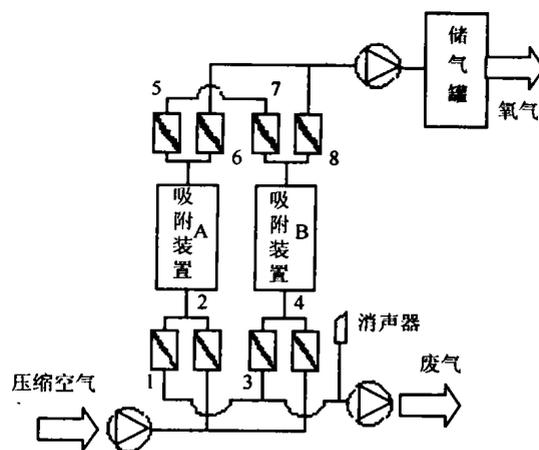


图 1 变压吸附分离床的工作原理

吸附装置 A 工作时, 阀门 2, 6 打开 (其余关闭), 压缩空气经阀门 2 进入 A, 滤去氮气, 剩余氧气经阀门 6 输出。在吸附装置 A 内的分子筛快被吸附饱和之前, 进入 A 排气及均压状态, 开启阀门 1, 5, 7 (其余关闭), 装置 A 解吸先前所吸附的氮气, 使分子筛吸附剂得到再生, 同时 A、B 均压以提高产气效率。均压后自动切换到吸附装置 B 工作状态, 阀门 4, 8 打开 (其余关闭), 压缩空气进入吸

附装置 B 中继续吸附制氧。同样，当吸附装置 B 内的分子筛快被吸附饱和之前，自动进入 B 排气及均压状态，开启阀门 3, 5, 7 (其余关闭)，装置 B 实现减压解吸再生。4 种工作状态依次循环，2 只吸附装置交替重复进行吸附和再生，从而实现了连续制取氧气的目的。

1.2 基本控制要求

- (1) 完成系统的 4 个工作状态循环。
- (2) 输出氧气浓度的检测。
- (3) 用户参数设定。
- (4) 显示与报警。

2 单片机自动控制系统

2.1 控制系统硬件设计

系统的硬件原理如图 2 所示。本系统选用 AT89C51 单片机，片内有 4kB 的 Flash 存储器，这样不用再扩展外部的程序存储器。显示部分选用 3 位 LED 数码管，左边一

位用于状态显示，“P”表示后两位当前显示的是输出的氧浓度；“b”表示后两位当前显示的是设定的最低氧浓度，当输出的氧浓度低于设定的浓度时进行报警。AT89C51 的 P0 口作 LED 的段控口，位控线选用 P2.0, P2.1, P2.2, 段控和位控信号都经 ULN2003 反相，以驱动 LED。本系统设置 4 个按键，分别是开机、增 1、减 1 和确认键，具体操作见软件设计部分。氧传感器测得的氧浓度值经放大后，送入 ADC0809 的通道 0 进行 A/D 转换，ADC0809 的地址为 7FFFH。根据氧气机的控制要求，选用 P1.0~P1.4 作为 1# 阀~8# 阀的控制端，再经固态继电器的隔离和驱动，控制相应阀的通与断，当 P1.0~P1.4 输出低电平时相应的电磁阀导通，高电平时阀断开。P1.5 是电源指示，P1.6, P1.7 是报警指示 (其中 P1.6 接双色发光二极管的绿色部分，P1.7 接红色部分)，刚开机时发黄色光 (红、绿都亮) 表示待用状态，工作时若氧浓度高于设定值发绿色光表示工作正常，若氧浓度低于设定值发红色光进行报警。

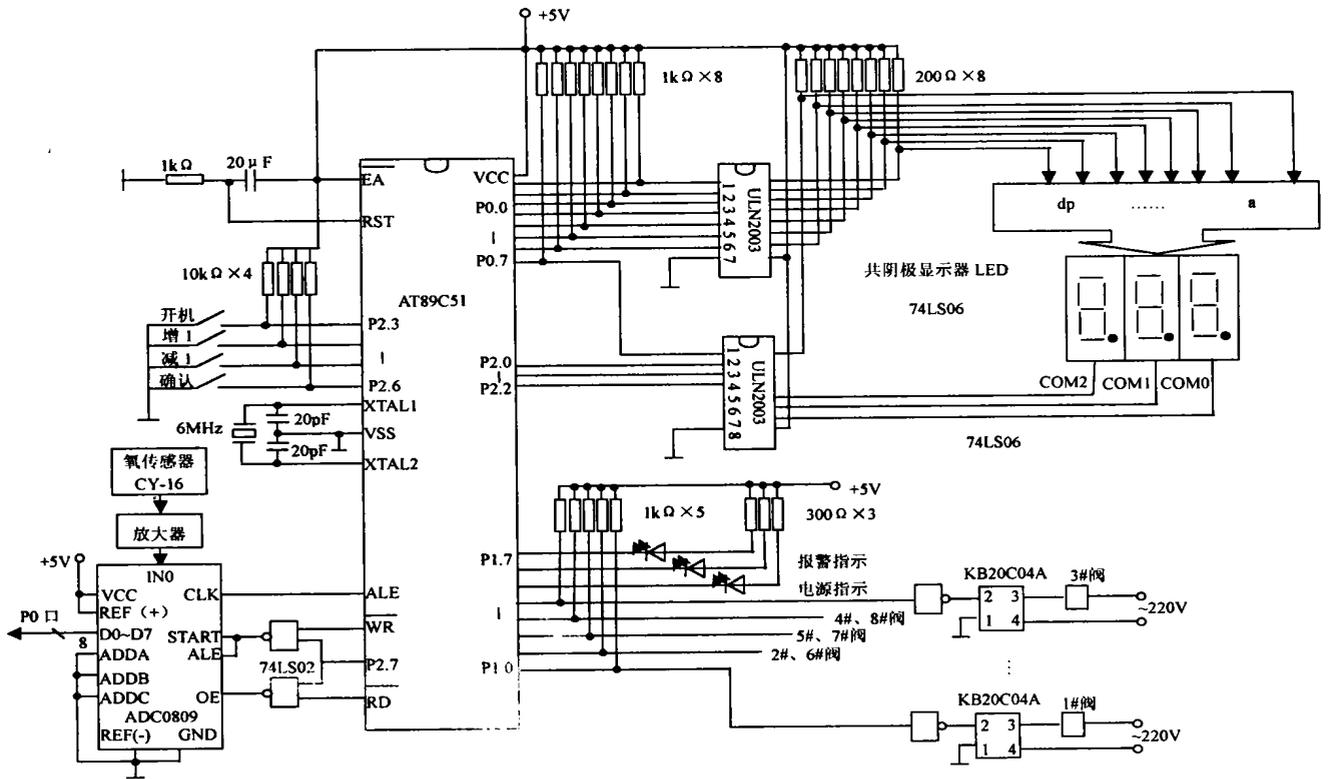


图 2 系统硬件原理图

2.2 控制系统软件设计

控制系统的软件主要包括主程序、显示子程序、按键处理子程序、氧浓度检测与处理子程序、报警判断与处理子程序和定时中断与电磁阀控制程序等几部分。

主程序流程如图 3 所示。氧气机上电后，空气压缩机工作，系统进入待机状态，按下“开机”键进入工作状态并开始制氧，工作过程中可随时进行氧浓度的下限设定。

氧浓度检测与处理子程序完成氧气浓度的测量与

显示。ADC0809 采用延时方式进行转换，由于 CY-16 氧传感器测得的氧浓度与输出电流呈对数关系，因此需要通过软件进行修正，并调用显示子程序进行显示。

按键处理子程序完成氧浓度的设定，制氧时可通过按键进行新的浓度设置，并通过按“确认”键结束设置。

报警判断与处理子程序根据测得的氧浓度值，与用户设定的氧浓度下限进行比较，判断是否需要报警，如有报警则控制相应的批示灯亮。

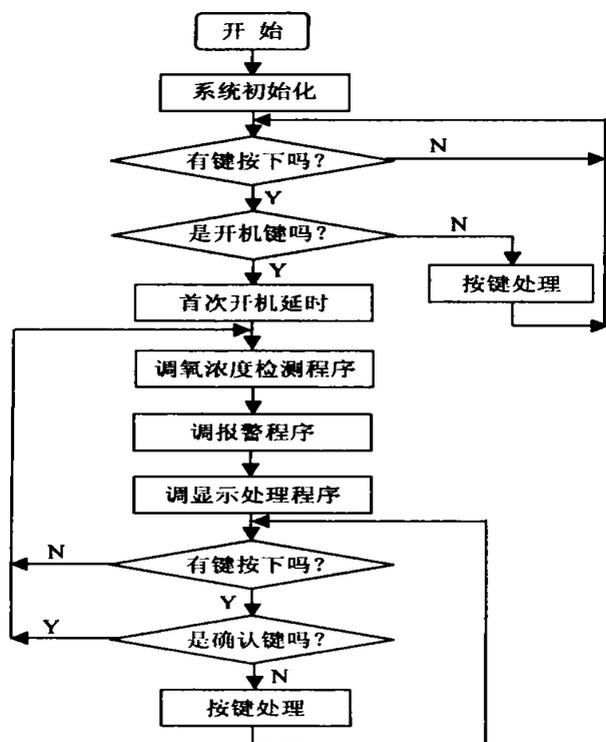


图3 主程序流程

定时中断与电磁阀控制程序中采用时间控制原则, 控制相应电磁阀的通断来保证吸附装置 A、B 轮流工作。为此采用定时器中断来实现 4 个工作过程的循环, 定时时间到, 产生中断请求, 在中断服务程序中进行工作过程的转换并根据控制要求设定相应的定时常数。

2.3 系统的试制

通常排气及均压的时间只要 1~2 s 就能获得满意的效果, 所以对于自动控制系统而言, 试制的关键是确定吸附装置 A (或 B) 的最佳工作时间 t 。 t 主要对输出氧气的流量 Q 与氧浓度有影响。试制的过程中, 改变 t 值, 通过实

作者简介 姚庆文 男, 1967 年出生, 本科, 讲师, 工程师。

丁辉 女, 1969 年出生, 东南大学在读研究生, 讲师。

(上接第 11 页)

3 结语

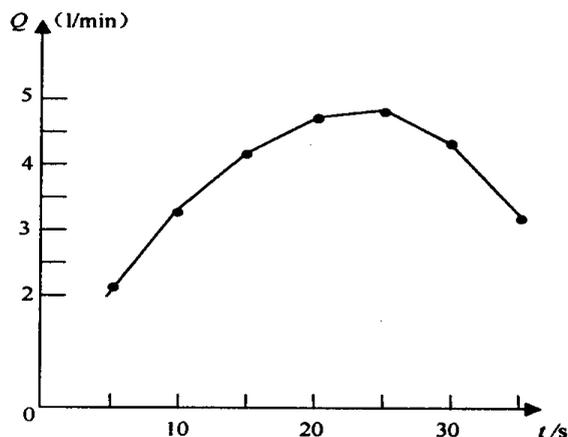
本文通过将电感耦合并联谐振变换器的输入方波电压和输出方波电流看作是 2 个相互独立的激励信号对其应用叠加原理来分析计算电路的输出特性, 得出工作在连续导电方式下的输出电压和电流特性是一椭圆曲线, 这一结论经计算机仿真分析得以证实。

参考文献

[1] Oruganti R, Iee F C. State - planean analysis of

作者简介 郝波 沈阳工程学院, 应用电子教研室, 副教授。

验测出输出氧浓度为 90% 时对应的流量, 得到相应的 $Q-t$ 关系曲线如图 4 所示。从而获得该系统吸附装置 A (或 B) 的最佳工作时间为 25 s。整个系统按照 "A 工作 25 s A 排气 2 s B 工作 25 s B 排气 2 s" 的过程自动循环。含氧量的指示通过标准仪表调校。

图4 氧浓度 90% 时的 $Q-t$ 曲线

3 结语

试制的微型氧气机在输出氧浓度 90% 的情况下, 输出流量为 5 L/min, 小流量输出时氧浓度可达 95% 以上, 满足 1~3 人同时使用, 现已由苏州赛普气体有限公司投入小批量生产。其自动控制系统由于采用单片机技术, 大大地降低了成本, 提高了运行的可靠性。

参考文献

- [1] 潘新民, 王燕芳. 单片微型计算机实用系统设计 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 1992.
- [2] 陆亚民. 单片机原理及应用 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000.
- [3] 微型氧气机生产可行性论证 [S]. 2002.

parallel resonant converter. IEEE Power Electronics Specialists Conference Record, 1995.

- [2] Jung Chienli. Analytical model of the inductively coupled parallel resonant converter. International Journal of Electronics. 79. No53, 1995.
- [3] 蔡宣三. 高频功率电子学 [M]. 北京: 国际工业出版社, 1994.