

# 基于 AT89S51 的多通道动态配气系统

王竹青 齐 斌 刘宝宜 马 艳

(陕西师范大学化学与材料科学学院 西安 740036)

**摘 要** 设计一种多通道程序控制动态配气系统,系统以 AT89S51 单片机作为控制中心,利用 2 片 4 路 12 位并行输入、电压输出型 D/A 转换器件 MAX526 进行 D/A 转换,控制质量流量控制器和电磁阀等外部设备,其控制信号由 PC 端程序提供。该系统可同时动态配制多路标准气体。经测试,发现整个系统的响应快,精度高,操作简单。

**关键词** 单片机 AT89S51 配气系统 标气

## 引言

在大气化学研究中,经常需要配制一系列已知浓度的标准气体。通常采用的配气方法主要有静态法和动态法<sup>[1]</sup>。静态法包括重量法和容量法。动态法则包括连续稀释法、负压喷射法和渗透管法。与静态法相比,动态法不但能够连续稳定地提供大量标准气,而且通过改变稀释比可方便地获得所需浓度的标准气。这尤其适用于配制低浓度的标准气,但动态法所用的仪器设备较为复杂,对操作要求较高,特别是同时配制多路气体。本文设计一种程序控制动态配气系统,采用单片机与 PC 机技术,同时实现多路标准气体的实时在线配制,控制精度高,操作简单,成本低,适于实验室内标准气体的配制。

## 1 系统设计

多通道动态配气系统示意图(见图 1)。整个系统由硬件和软件组成。钢瓶气体经减压纯化后与零空气混合稀释,产生一系列不同浓度的标准气体。所有气体的流速均采用质量流量控制器(mass flow controller, MFC)控制。MFC 由 PC 端程序通过单片机进行控制。单片机 AT89S51 通过串口与 PC 机相连接,将 PC 端输入的数据参数经过数值转换后,输出至 MAX526 进行数模转换,产生控制 MFC 所需要的模拟电压信号;同时通过固态继电器控制电磁阀(SV),实现气路的选择与通断。

### 1.1 硬件系统

系统硬件主要包括单片机最小系统、D/A 转换及控制系统、串口通讯系统等(见图 2)。单片机选用 Am tel 公司的 AT89S51,内含 4KB 只读存储器(ROM, Read Only Memory),128B 随机访问存储器(RAM, Random Access Memory),6 个中断源,2 个 16

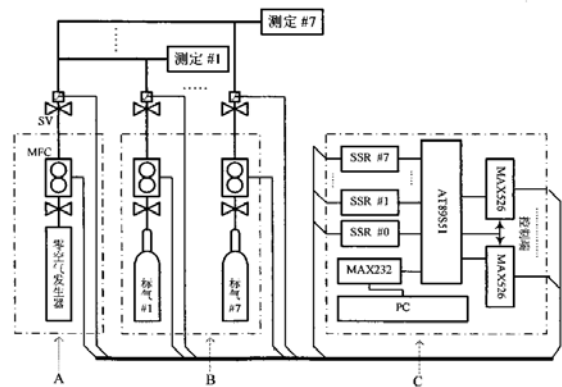


图 1 配气系统示意图

A 零空气发生器;B 标气气源;

C 控制系统;SV solenoid valve

位定时/计数器,1 个全双工串行口 UART,32 个输入/输出单元(I/O),自带看门狗电路,工作频率范围为 0Hz~33MHz,其指令系统与 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机指令完全兼容。在本系统设计中,采用外部晶振 11 0592MHz,内部存储器。电源为 +5V,由模块电源提供。D/A 转换及控制系统选用 Maxim 公司的 MAX526 作为 D/A 转换芯片。MAX526<sup>[2]</sup>是 4 路 12 位并行、电压输出型 D/A 转换器件,工作时,数据通过两次写操作,将数据的低 8 位与高 4 位分别装入各模拟通道对应的输入寄存器,并通过异步装载数模转换(DAC),将输入寄存器内的数据装入相应的 DAC 寄存器,实现模拟量的输出。MAX526 的 VDD 引脚接 +12V,VSS 引脚端

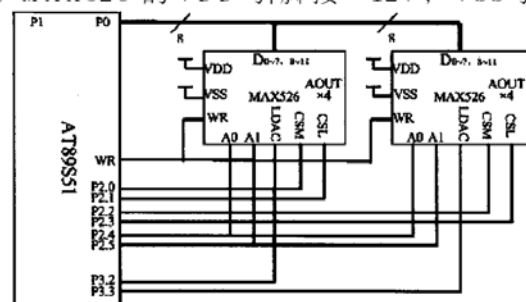


图 2 D/A 转换及控制系统

接-5V, 8个模拟输出端AOUT分别接8个质量流量计控制端, 电压基准选用+5V。工作时, AT89S51通过引脚P20~25分别控制2个MAX526模拟通道的选择(引脚A0、A1)与高4位(引脚CSM)与低8位(引脚CSL)模拟通道的选择(引脚A0、A1)与高4位(引脚CSM)与低8位(引脚CSL)模拟通道的选择(引脚A0、A1)与高4位(引脚CSM)与低8位(引脚CSL)的选通, P32与P33分别与两个MAX526的LDAC引脚连接, 以控制其工作状态。AT89S51的P1口用于控制8个电磁阀(SV), P1口可以直接驱动小型的固态继电器(SSR), 用SSR来控制高工作电压、大工作电流的电磁阀。AT89S51与上位机PC的数据通讯采用串口方式, 通讯协议为RS232C, 采用无奇偶校验的10位数据传输。在硬件设计上采用3线连接, 通过MAX232电平转换芯片<sup>[3]</sup>实现AT89S51的TTL电平与RS-232C之间的电平转换。硬件连线(见图3)。

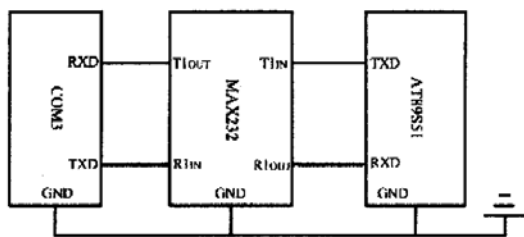


图3 串口通信系统

### 1.2 软件系统

软件系统包括PC端程序与单片机端程序。PC端程序主要是为实现人机交互功能, 采用VB编写, 通过通信控件MSCOMM实现数据的传输; 同时, 在数据处理与图像显示部分, 采用VB与Matlab联合编程技术, 并引入MatrixVB<sup>[4]</sup>, 使整个程序的开发更加简单、实用, 程序流程(见图4A)。单片机端程序按照已接收到的串口中断次数, 从自身的串行寄存器(SBUF)<sup>[5]</sup>中读出PC端传送来的串行数据, 并存入预指定的内存单元(数据的高4位与低8位分别保存在两个内存单元), 进行数据转换后, 通过AT89S51的I/O口P32、P33与P20~P25选择MAX526的相应DAC寄存器, 将数据送至模拟输出端输出, 在输出端产生0~5V模拟电压, 用以控制MFC; 同时在P1口输出TTL电平信号, 驱动固态继电器控制电磁阀。程序流程图(见图4B)。

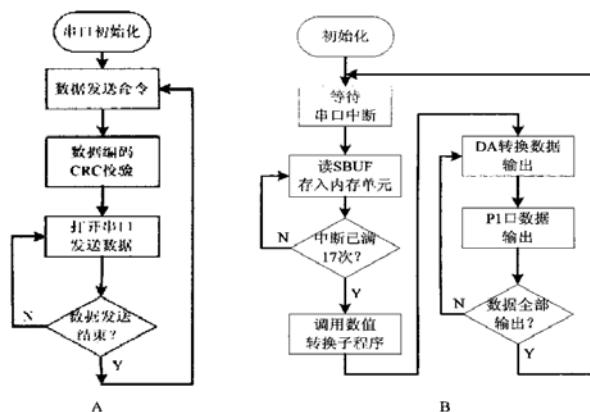


图4 A: PC端程序流程图; B: 单片机端程序流程图

## 2 系统测试

采用本文建立的系统在线配制一系列低浓度NO<sub>2</sub>标气。NO<sub>2</sub>利用其与鲁米诺溶液的化学发光反应进行测定。是实验装置示意图(见图5)。钢瓶NO<sub>2</sub>气体(1.3 × 10<sup>-5</sup>, 下同)购自北京氩普北分气体有限公司。零空气发生器及气液化学发光反应器自制。所有气体流速均采用质量流量控制器(SEC-E40, HORIBA STEC)控制。发光强度采用化学发光分析仪(IFM-D, 西安瑞迈公司)实时采集和记录。

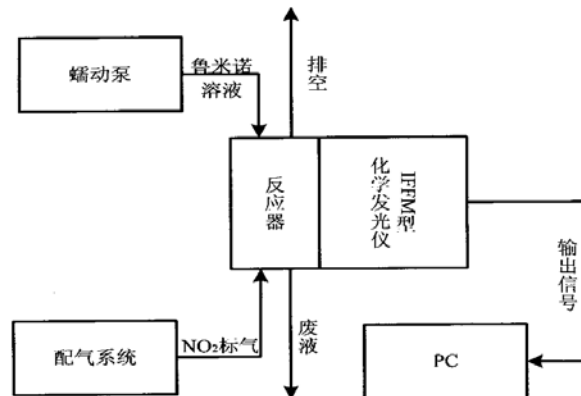


图5 实验装置示意图

配制的NO<sub>2</sub>的浓度分别为4.3 × 10<sup>-6</sup>、3.6 × 10<sup>-6</sup>、2.9 × 10<sup>-6</sup>、2.2 × 10<sup>-6</sup>和1.4 × 10<sup>-6</sup>, 每个水平重复测3次, 周期为1min(30s信号, 30s背景)。测定结果(见图6)。测定结果的相对变异系数在2.0%~4.0%之间, 显著优于手动操作。

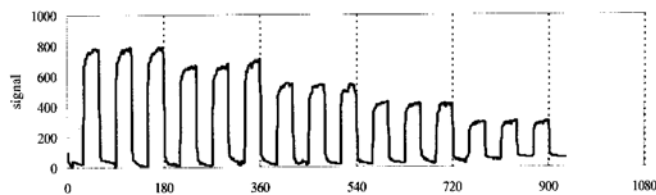
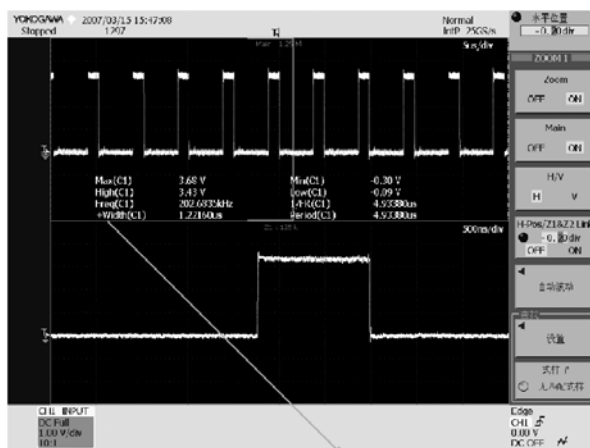


图6 不同NO<sub>2</sub>浓度水平下测得的化学发光信号

$$202.6835\text{kHz} \times 16 = 3.243\text{Mbit} \quad (4)$$



Freq (C1) = 202.6835kHz

图6 BUSY 信号监测图

### 6 结论

研制基于 USB2.0 的高速光纤光栅解调仪。解调仪的波长解调范围为 1542 ~1551nm, 检测精度为

15pm, 数据刷新速度可达 200kHz。该解调仪采用 USB 口与 PC 机进行连接, 接插简单, 传输速度快, 是大型建筑结构监测领域理想的实时监测设备。

### 参考文献

- 1 Rizkalla S H, Mufti A A, Tadros G Recent innovation for concrete highway bridges in Canada Anaheim, CA, USA International SAMPE Symposium and Exhibition, 1997, 42 (1): 281 ~287
- 2 李志全, 许明研, 汤敬等. 光纤光栅传感系统信号解调技术的研究 [J], 应用光学, 2005, 26 (4): 36 ~41
- 3 鲍黎波, 艾勇, 左韬等. 无线激光通信系统 USB 接口的设计与调试, 红外与激光工程, 2004, 10 (5): 473 ~476
- 4 孙志平. USB2.0 规范及 EZ-USB FX2 外设控制, 计算机科学与技术, 2004, 10 (5): 56 ~60
- 5 王云新. 便携式大量程光纤 Bragg 光栅解调系统研究, 天津: 天津大学精密仪器与光电子工程学院, 2006

## Development of a demodulation system based on USB 2.0 for fiber grating

Xuan Haiyan Liu Tiegen Wang Yunxin Jiang Junfeng Zhu Junchao

(College of Precision Instrument and Opto-electronics Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072)

**Abstract** A high-speed fiber grating demodulation instrument was developed on USB2.0 for the field of great building structure inspection. It used CY7C68013, which was produced by Cypress, as the center of data acquisition unit. Then a high-speed data acquisition and transfer system based on USB2.0 was designed. The wavelength of demodulation scale was 1542 ~1551nm, the precision was 15pm, and the transfer speed reached to 3Mbit/S. The demodulation instrument is simple, real time, and practical.

**Key words** Demodulation instrument Fiber Bragg grating USB EZ-USB FX2

(上接第 34 页)

### 3 结论

采用单片机与 PC 机控制技术控制质量流量控制器及电磁阀等设备, 使配气过程高度自动化。在控制部分使用 12 位的 D/A 转换芯片, 控制精度高, 稳定性好。在配制过程中, 所需气体的流量来自计算机端程序, 误差小。经测试发现该系统自动化程度高, 响应快, 精度高, 操作简单, 成本低, 适于实验室内标准气体的配制。

## An AT89S51-based multi-channel and dynamic dilution system

Wang Zhuqing Qi Bin Liu Baoyi Ma Yan

(Laboratory for the Atmospheric Chemistry, Shaanxi Normal University, Xi'an 710036)

**Abstract** A multi-channel and dynamic dilution system was designed based on a singlechip AT89S51 as the control center. The conversion of digital-to-analog signals was achieved through two MAX526 chips with four 12-bit parallel input and voltage-output. The outside devices such as mass flow controllers and solenoid valves are controlled by the signals from the PC terminal procedure. The multi-channel diluted standard gases can be obtained dynamically with this system. The system was found to be quick response, precise, and easy to operate.

**Key words** Singlechip AT89S51 Dilution Standard gas

### 参考文献

- 1 梁红. 环境监测 (M), 武汉: 武汉理工大学出版社, 2003
- 2 MAXIM, circuit introduction of MAX526, 2000 (<http://www.21icsearch.com>)
- 3 MAXIM, circuit introduction of MAX232, 2000 (<http://www.21icsearch.com>)
- 4 The MathWorks, Inc. MatrixVB User's Guide, 2000
- 5 张义和等. 例说 8051 (M), 北京: 人民邮电出版社, 2006