

基于虚拟仪器的气体检测系统

王磊¹, 武永鑫², 郭振华¹, 刘锦淮¹

(1. 合肥智能机械研究所, 安徽 合肥 230031; 2. 阜阳职业技术学院, 安徽 阜阳 236031)

摘要: 介绍一个气体检测系统, 简要阐述了离子迁移谱仪的工作原理和系统的硬件组成和软件设计。

关键词: 气体检测系统; 离子迁移谱仪; 虚拟仪器; 法拉第盘

中图分类号: TP216 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-2394(2007)04-0034-02

Testing System of Gas Using Virtual Instrument

WANG Lei¹, WU Yong-xin², GUO Zhen-hua¹, LIU Jin-huai¹

(1. Institute of Intelligent Machines, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China;

2. Institute of Fuyang Professional Technology, Fuyang 236031, China)

Abstract: This article introduced a gas testing system, briefly elaborating work principle of the ion mobility spectrometry, hardware component and software design.

Key words: gas testing system; ion mobility spectrometry; virtual instrument; Faraday plate

1 离子迁移谱仪(IMS)的工作原理

IMS 是最近几十年才发展起来的一门新的检测技术, 它的基本原理是这样的: 首先使被检测的样品蒸气或微粒通入离子迁移管, 离子化源使样品气体离子化, 然后让离子在一弱电场中产生漂移, 这个漂移过程是匀速的, 并测量出离子通过电场所用的时间, 由于在一定的条件下, 各种物质离子的迁移率互不相同, 而它们漂移的距离是相等的, 所以不同的离子通过电场的漂移时间各不相同。这样, 我们就可以根据漂移时间的测量来间接达到对样品的分离和检测。

迁移管的基本结构如图 1 所示。它包括样品入口、离化区、离子门、迁移区和探测器等几个部分。

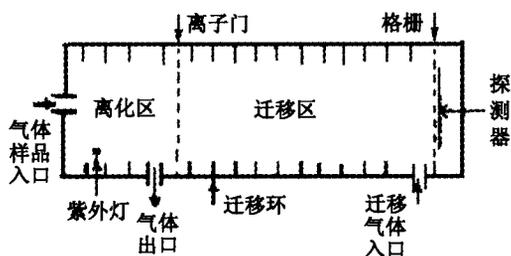


图1 迁移管的基本结构

气体样品从离子迁移管最前端的进样口进入离化区, IMS 的离化源有放射性离化, 激光离化和电晕放电离化等多种方式, 此处选用紫外灯作为离化源,

它具有能量高, 无辐射的特点, 样品分子在离化区形成离子后, 并不直接进入迁移区, 而是先集结在离子门的前部, 只有在离子门开启时, 才能同步进入迁移区中进行漂移。离子门实际上是两个靠得很近的栅组成, 通常情况下, 在两个栅上加上和离子漂移方向相反的电压信号, 由于该电场的作用, 离子会被束缚在栅之间, 此时离子门关闭; 当电压信号撤去时, 离子门开启, 离子进入迁移区内, 在电场力的作用下产生漂移运动。

在迁移管的尾端还需要充入迁移气体, 当离子在迁移区内漂移时, 会碰上从迁移管尾部吹来的迁移气体。迁移管的末端是一个法拉第盘, 用以获得离子信号, 由法拉第盘采集到的离子变成电流, 经放大后进入信号处理系统。在法拉第盘的前面通常需要加一个栅, 它的目的是防止电荷的堆积, 提高探测效率, 并可以屏蔽由于离子门开启和关闭时电压脉冲所造成的噪声。

2 硬件设计

系统的硬件结构大致如图 2 所示。



图2 系统结构图

需要检测的气体从进气口进入离子迁移管,

气体被离化成离子,在迁移管里漂移,最后打到法拉第盘上形成电流信号,信号经放大器放大后,数据被采集到数据采集卡中,采用的是北京阿尔泰公司的采集卡,采集卡里集成了 A/D 转换器的功能,有两个数据采集通道,一个是气体的电压信号,一个是离子迁移管的门信号,采集卡通过 USB 接口把数据传到计算机中进行处理,所选用的数据处理软件是 LabVIEW,它采集所需的数据点数,然后对信号进行滤波、平均处理,最后输出显示到计算机屏幕上。

3 软件设计

本系统采用 LabVIEW 软件来处理数据,LabVIEW 主要有前面板和框图两大部分,前面板用来控制和显示,框图部分是 LabVIEW 的代码,采用数据流传送数据的机制。虚拟仪器代替了传统的硬件电路来进行数据的采集和处理,它具有软件设计简单,系统开发成本低的优点。

本系统采用阿尔泰公司的 USB2005 数据采集卡,采样速率为 100k,采集两个通道的数据,通道 0 用来采集离子迁移管输出的电信号,通道 1 是离子门的触发信号,用来控制采集过程。首先检测通道 1 的最小值,当最小值小于 1000mV 时即认为有门信号,记录此时信号出现的位置,并提取通道 0 在此位置后的 5000 个点(离子迁移谱的一个周期)完成采集 100ms 的数据。程序增加了平均功能:

平均算法: $\text{if } i < \text{aveTime} \{ \text{adBuffer} = (\text{temp} + \text{adBuffer} * (i-1)) / i; \}$
 $\text{else } \{ \text{adBuffer} = (\text{temp} + \text{adBuffer} * \text{aveTime}) / \text{aveTime}; \}$

用 LabVIEW 批量取得 AD 数据的具体流程图如图 3。

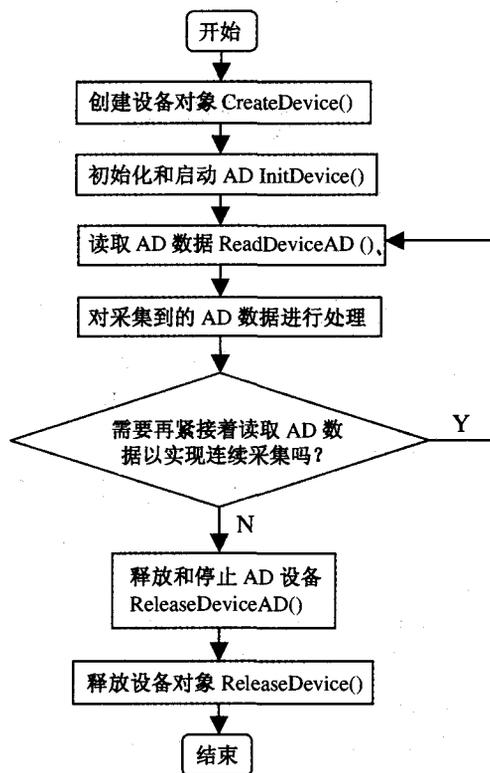


图 3 软件流程图

4 结论

图 4、图 5 为用本系统检测出丙酮和甲苯的波形图。从图中可以看出丙酮和甲苯的峰值时间是不相同的,这是由气体的本身特征决定的,不同的气体对应不同的峰值时间,从而很容易判别出是什么气体。本系统采用虚拟仪器来处理采集到的数据,能实时、准确地检测出气体的种类,满足了一些场合对危险气体检测的要求,降低了系统开发的周期和成本。

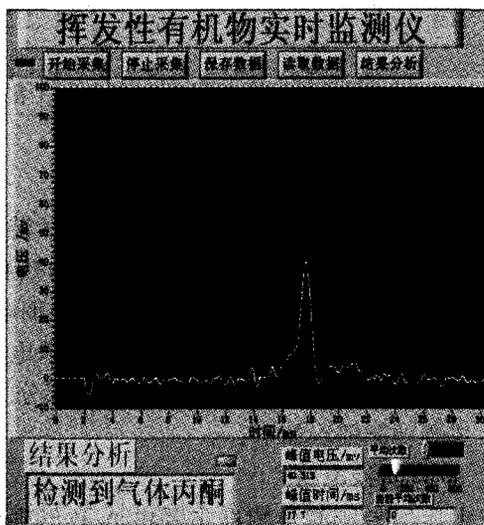


图 4 丙酮波形图

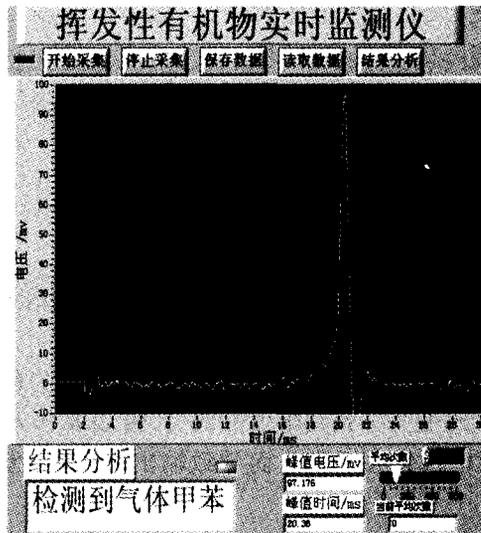


图 5 甲苯波形图

(下转第 38 页)

```

DELAY(1);
CS5532_CLK = 0;
CS5532_SDI = 0;

```

3.3.1.3 采样函数

采样函数的本质其实就是 MCU 对 CS5532 的采样数据寄存器进行读操作的过程, CS5532 的采样数据寄存器是 32 位的, 其中采样数据占 24 位, 其他 8 位是诸如极性, 采样数据溢出等标志位。

```

void EXE_OUTER_INT1(void) /* 外部中断 1 处理 */
{
    uchar READ_LOOP_CONTER = 0;
    uchar READ_LOOP_CONTER2 = 0;
    CS5532_CLK = 0;
    CS5532_SDI = 0;
    for (READ_LOOP_CONTER = 0; READ_LOOP_CONTER <
        8; READ_LOOP_CONTER++) /* 清除转化结束标志, 其本质就是
        向 CS5532 写 0x00 */
    {
        CS5532_CLK = 1;
        DELAY(1);
        CS5532_CLK = 0;
        DELAY(1);
        ONE_FRAME_CONVERTED_DATA = 0; /* 清零转换数
        据变量 */
        for (READ_LOOP_CONTER2 = 0; READ_LOOP_CONTER2 < 3; READ
            _LOOP_CONTER2++)
        {
            READ_ONE_BYTE_FROM_CS5532();
            ONE_FRAME_CONVERTED_DATA = ONE_FRAME_CONVE
                RTED_DATA | ONE_CONVERTED_BYTE;
            ONE_FRAME_CONVERTED_DATA = ONE_FRAME_CONVE
                RTED_DATA << 8;
                /* 读出 24 位采样数据 */
            READ_ONE_BYTE_FROM_CS5532();
            ONE_FRAME_CONVERTED_DATA = ONE_FRAME_CONVE
                RTED_DATA >> 8; /* 读出最后字节 */
        }
        void READ_ONE_BYTE_FROM_CS5532(void) /* 向 CS5532 读一字
        节 */
        {
            uchar READ_LOOP_CONTER1 = 0;
            CS5532_CLK = 0;
            DELAY(2);
            ONE_CONVERTED_BYTE = 0;
            for (READ_LOOP_CONTER1 = 0; READ_LOOP_CONTER1
                < 8; READ_LOOP_CONTER1++)
            {
                ONE_CONVERTED_BYTE = ONE_CONVERTED_BYTE
                    | CS5532_SDO;
                CS5532_CLK = 1;
                DELAY(2);
                CS5532_CLK = 0;
                DELAY(2);
                if (READ_LOOP_CONTER1 < 7)
                {
                    ONE_CONVERTED_BYTE = ONE_CONVERTED_
                        BYTE << 1;
                }
            }
        }
    }
}

```

4 调试及注意事项

4.1 传感器激励电源

本方案由仪表内部提供传感器激励电源, 由于本方案测试传感器的灵敏度, 其单位为 mV/V, 所以, 激励电源对于最后测试的精确度起着非常重要的作用, 本方案中对于传感器激励电源有两个要求, 一是要求准, 二是要求稳, 这两个要求是高精度检测的前提。

4.2 仪表标定源(校准源)

本方案采用外部标定源, 这个标定源也需要满足上面的两个要求, 标定时仪表及标定源均需要预热 30min 以上。

4.3 仪表的温漂及时漂

在仪表的生产检验中, 在相对恒定的温度下, 仪表带上负载连续测试 3h 时间漂移不得大于 ± 2 个最小分度值; 以室温为参考, 上升和下降 10°C 的温度漂移不大于 ± 3 个分度值。

5 结论

本方案针对电阻应变片式传感器生产的具体要求量身定做, 达到五位半的精度, 成本低廉, 操作简单。已经量产并在传感器制造业的实际生产中得到应用。

参考文献

- [1] 强锡富. 传感器[M]. 机械工业出版社, 2005.
- [2] CS5532 DataSheet[Z]. CIRRUS LOGICAL, 2006.
- [3] 张道明, 等. $\Sigma - \Delta$ 转换方法在智能仪表上的应用[J], 现代电子技术, 2004, (7): 89 - 91.

(许雪军编发)

收稿日期: 2007 - 01

作者简介: 王伟(1981—), 男, 硕士研究生, 研究方向为系统辨识及智能控制技术; 刘晓平, 男, 教授, 博士生导师。

~~~~~  
(上接第 35 页)

## 参考文献

- [1] 徐淑武, 郑健, 毕志毅, 陈扬. 离子迁移谱检测技术及其应用[J]. 物理, 2003, 32(8): 78 - 82.
- [2] 吕坚, 王涛, 蒋亚东. 基于虚拟仪器的气体传感器自动测试系统[J]. 传感器技术, 2004, 23(12): 52 - 54.

(许雪军编发)

收稿日期: 2006 - 09

作者简介: 王磊(1983—), 男, 硕士研究生, 主要从事检测技术与自动化装置的研究。