

基于 DSP 的甲烷浓度检测系统的研究与设计

魏丽君 黄俊

(湖南铁道职业技术学院 株洲 412001)

摘要: 目前,光干涉型甲烷检测仪性能稳定、使用寿命长,但由于采用人工读数,自动化程度低,测试前,刻度值的标定必须在和待测地点温度相近的进风巷中,捏放吸气球清洗甲烷室,然后校零,防止由于温度气压变化较大而出现零点漂移现象,读数不直观,人为误差较大,不能存储数据。基于此,采用图像分析和信息处理,提出了采用 CMOS 作为光电转换元件的非接触式测量方式, CMOS 输出信号经过模数转换后成为高速的数字图像数据,通过 DSP 实现对 CMOS 数字图像数据的采集、存储以及对干涉图像数据的算法分析,最终实现甲烷浓度的高精密测量。

关键词: 光干涉甲烷检测仪;非接触式测量;零点漂移;数字信号处理

中图分类号: TN722 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.4010

Research and design of precision optical interference methane concentration detection system

Wei Lijun Huang Jun

(Hunan Railway Professional Technology College, Zhuzhou 412001, China)

Abstract: Currently, the stable optical interference type methane detector performance, long life, but due to manual reading, the low degree of automation, before the test, in order to prevent the emergence of large temperature changes in pressure calibration zero drift, scale values and must be Location temperature measured close to the inlet Lane, pinch release methane suction ball cleaning chamber, then zeroing. This device is not intuitive readings, human error is large enough to hold the data. Based on this, the use of image analysis and information processing, is proposed as a photoelectric conversion element using CMOS non-contact measurement, CMOS output signal after analog-digital conversion become high-speed digital image data to achieve CMOS digital image data by the DSP collection, storage, and image data for interference analysis algorithms, and ultimately to achieve high-precision measurement of methane concentration.

Keywords: light interference methane detector; non-contact measurement; zero drift; digital signal processing

1 引言

甲烷浓度的检测是指检测甲烷在空气中的体积浓度。当前,便携式甲烷检测仪的测量原理主要分为热导型、红外型、热催化型和光学检测等^[1-3]。其中应用最为广泛的属于光干涉型,它具有性能稳定、耐用的特点,但也存在以下缺点^[4-6]:

- 1) 采用人工读数,误差大,且不易读取;
- 2) 自动化程度低,测试前,需要人工清洗甲烷室,校零过程容易出现零点漂移现象,测试精度下降;
- 3) 读数不直观,数据不能存储。

基于此,本文采用图像分析和信息处理,提出了采用 CMOS 作为光电转换元件的非接触式测量方式,通过 DSP

实现对 CMOS 数字图像数据的采集、存储以及对干涉图像数据的算法分析^[7-10],各方面自动化程度高,去除了人工读数与显示不够直观的现象,最终实现甲烷浓度的高精密测量。

2 光干涉检测机理

光学甲烷检测仪是根据不同气体具有不同的折射率进行检测的。检测中设计测量室和对照室,测量时,在测量室和对照室中同时、同条件下充入同密度的新鲜空气时产生的条纹对仪器进校标定^[11-13],当在测量室中充入有甲烷时,因其折射率的不同,会造成光路光程发生变化,变化产生的偏移与其充入的甲烷浓度具有相对应的关系,因此可以通过测量光路光程的偏移量,即可得到甲烷的浓度。

3 系统硬件设计

系统硬件主要包括光路系统和 PC 监控端两大部分。光路系统主要干涉条纹的产生、图像的采集和数据的存储，而 PC 监控端主要完成和光路系统端进行数据的通讯以及数据的处理，如图 1 所示。

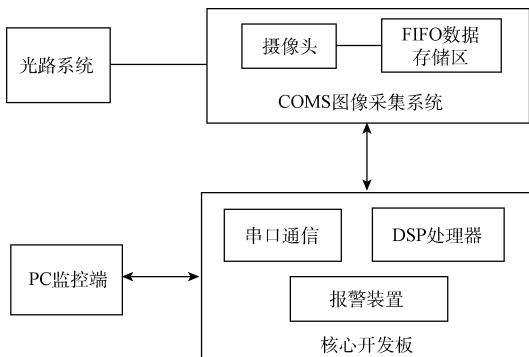


图 1 甲烷检测仪系统

光路系统是一个典型的等厚干涉光路，其原理如图 2 所示。由图 2 可知，系统设计中设计了样气室和空气室，便于测量中减小误差。

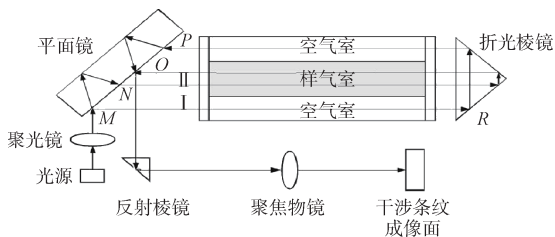


图 2 光路系统原理

4 软件系统设计

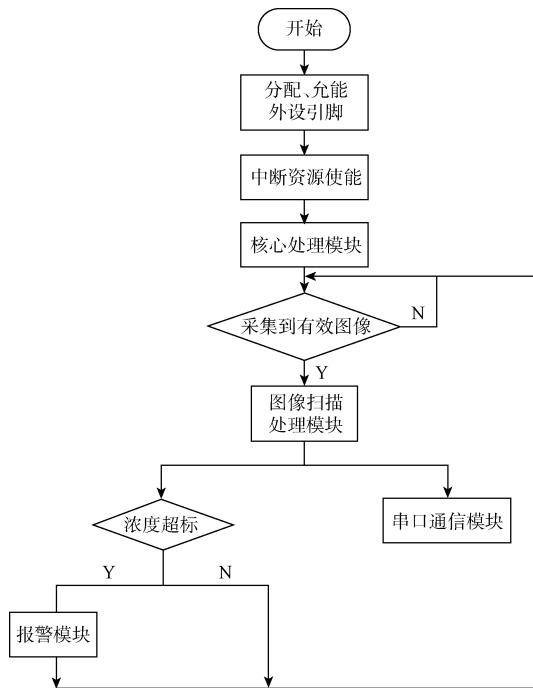
4.1 主程序流程设计

本设计的主程序设计流程如图 3 所示。

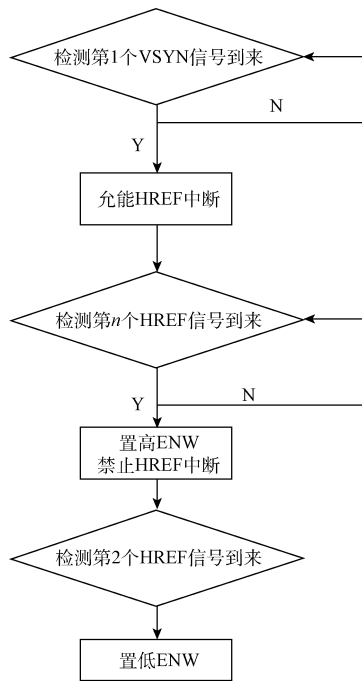
4.2 软件算法流程设计

图 4 所示为干涉条纹的白基线打在线阵 CMOS 光敏面上时视频信号放大后的示意图。

由图 4 可见，白基线条纹很细小，但在 CMOS 的像素点上仍有一定的尺度，覆盖度为几个至十几个光敏元，因此条纹中心光敏元位置的检测算法尤为关键，在整个测量过程中，准确测量到条纹中心光敏元将是测量是否具有高精度的重点。在处理过程中，根据条纹相同颜色部分由很多像素构成，因此需要寻找到一个亮纹带或暗纹带的中间位置，主要做法是把条纹的带区分出来，对各个带求均值和进行比较，白基线的值最大，该带的中间值就是白基线的位置。根据以上的分析，对一张纯净空气的采集图样的处理函数的流程如图 5 所示。



(a)



(b)

图 3 (a)主程序流程图;(b)采集有效图像判断

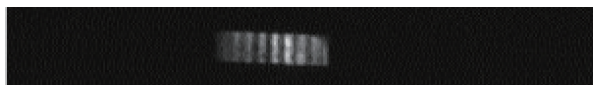


图 4 白基线条纹图

在对行进行处理时，干涉条纹的带状分布是否准确被区分是正确判断白基线和零级暗纹的关键。干涉图像中的

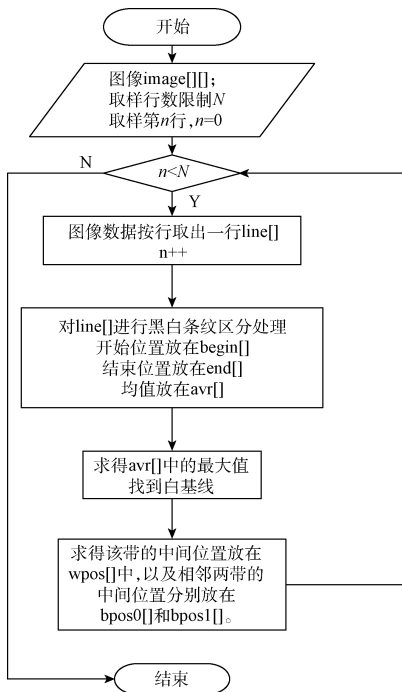


图 5 行处理函数流程

同一条纹的灰度值相差无几,但是条纹与条纹之间的灰度值差别却有很大区别。因而在处理过程中,首先设定差距的一些范围值,然后通过判断相邻像素之间的差值范围区分不同的条纹。其处理程流程如图 6 所示。

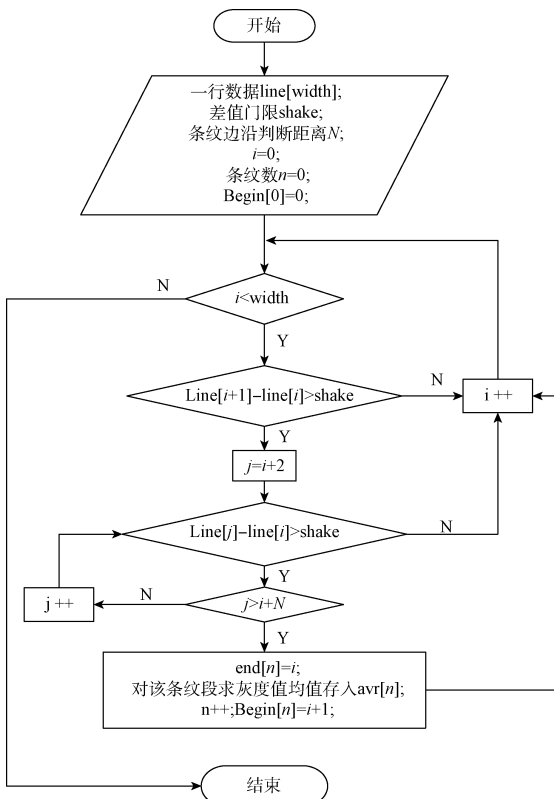
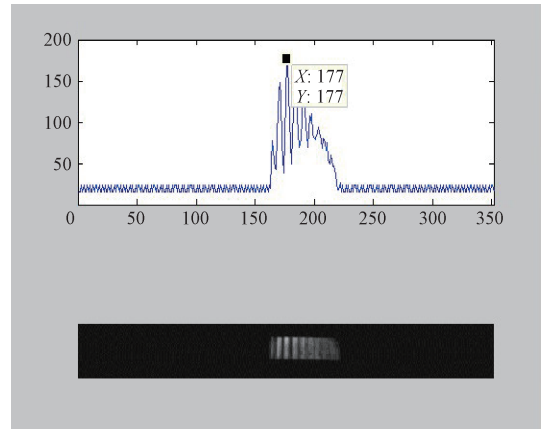


图 6 条纹区分处理过程流程

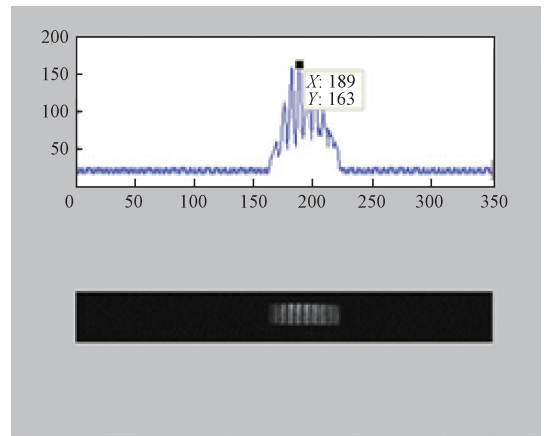
5 测 试

根据前面的分析与设计,本系统可以实时采集甲烷干涉条纹信息,从而可以通过分析计算出甲烷浓度,根据测试的结果,实现浓度超高或者到达临界点时控制报警、并且实时将甲烷浓度信息显示在上位机软件中。

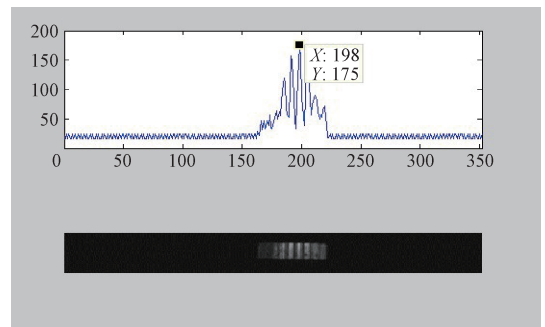
通过测试:每行条纹都有两个明显的峰值处,而且距离相对固定。在算法实现时,利用此特点,可以采用两个峰值位置来确定中央亮纹,并且可以避免由于异常像素点灰度过高导致错误判断白基线的位置。系列条纹移动组图如图 7 所示。



(a)



(b)



(c)

图 7 条纹移动组图

6 结 论

本文首先分析了当前测量方法的缺点,根据缺点有针对性的选择了实用的设计方案,采用高性能的数字信号处理器芯片作为硬件平台,数据处理功能强大,具备数据采集、数据处理、数据显示等多种功能,在此基础上,完成了硬件系统的设计和软件设计,并对系统进行了实验测试,根据前面的分析和测试结果看,结果和算法预想结果相同。该方法避免了采用人工读数,减小的误差,自动化程度增高,而且采用对比气室,消除了固有误差,数据可存储,读数直观,效果良好。具有良好的应用价值。

参考文献

- [1] 叶玮琳,吕瑞红,宋芳,等. 甲烷检测中电压噪声的二次量化抑制及其实验研究[J]. 光电子·激光, 2012,23(6):1140-1145.
- [2] 乔学光,王佳,贾振安,等. 光纤 CH₄ 气体传感器的实验研究[J]. 光电子·激光,2009,20(7):851-854.
- [3] 黄有为,童敏明,任子晖. 采用热导传感器检测气体浓度的新方法研究[J]. 传感技术学报, 2006,19(4): 973-975.
- [4] 叶玮琳,郑传涛,王一丁. 中红外甲烷检测仪稳定性实验及温度补偿研究[J]. 光学学报, 2014, 34(2):1-5.
- [5] 王仁宝,冯红艳. 基于数字信号处理器的激光光谱甲

烷监测系统[J]. 光电子·激光,2010,21(1):38-41.

- [6] 王佳木. 嵌入式光干涉甲烷检测仪设计 [D]. 合肥:合肥工业大学, 2007.
- [7] 陈俊英. 基于嵌入式技术的甲烷检测仪的研制[D]. 厦门:厦门大学, 2008.
- [8] 严毅. 基于蚂蚁算法的光谱吸收光纤甲烷监测技术的研究[D] 淮南:安徽理工大学, 2013.
- [9] 吴朋,邓建波,周立仁. 抽取式安全壳氢气浓度分析设备的研究[J]. 电子测量技术,2014,37(1):12-15.
- [10] 蒋亚龙,蔡霆力,祝玉泉. 可调谐半导体激光吸收光谱甲烷浓度监测系统[J]. 电子测量与仪器学报,2011, 25(3):265-270.
- [11] 徐从裕. 基于等离子体技术的超声波除尘方法研究[J]. 电子测量与仪器学报,2015,29(5):748-752.
- [12] 王瑜瑜,刘少军. 基于单片机控制的酒精浓度检测系统的设计[J]. 国外电子测量技术,2014, 33(11): 72-75.
- [13] 刘岩,刘石,雷兢. 基于声波衰减的空间气体浓度分布重建[J]. 仪器仪表学报,2014,35(1):72-75.

作者简介

魏丽君,1983年出生,毕业于中南大学,硕士、讲师,主要研究方向为电子技术、自动化控制。

E-mail: weilijun2000@126.com

(上接第188页)

- [4] 李静宇,姚志军,田睿. 一致性特征点匹配在目标跟踪中的应用[J]. 电子测量技术, 2015,38(10):28-31.
- [5] 马玉娇,吴怀宇,程磊. 基于最小平方中值定理的立体视觉里程计[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(11): 60-66.
- [6] SUN D, ROTH S, BLACK M J. Secrets of optical flow estimation and their principles [C]. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR), 2010:2432-2439.
- [7] 王亮芬. 基于SIFT特征匹配和动态更新背景模型的运动目标检测算法[J]. 计算机应用与软件,2010, 27(2):267-70.
- [8] SOMAYAJULA S, JOSHI A A, LEAHY R M. Mutual information based non-rigid mouse registration using a scale-space approach [C]. 5th IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: From Nano to Macro, 2008:1147-1150.
- [9] BAY H, ESS A, TUYTELAARS T, et al. Speeded-

up robust features(SURF)[J]. Computer Vision and Image Understanding, 2008, 110(3): 346-359.

- [10] 李宇波,朱效洲,卢惠民,等. 视觉里程计技术综述[J]. 计算机应用研究,2012,08:2801-2805.
- [11] 聂婷,郝贤鹏,付天骄,等. 基于改进FAST特征匹配的电子稳像算法[J]. 电子测量技术, 2015,38(11): 42-45.

作者简介

冉峰,1954年出生,教授,博导,主要研究方向为图像处理、控制理论与控制工程与显示控制芯片。

李天,1993年出生,硕士研究生,主要研究方向为机器学习、图像处理。

季渊,1980年出生,博士,主要研究方向为控制理论与控制工程、图像处理。

刘万林,1990年出生,硕士研究生,主要研究方向为图像处理、显示控制。