

文章编号: 1672-8785(2014)01-0038-04

基于红外技术的烟尘密度计量系统

邬洲雄¹ 庞静² 刘庆瑞²

(1. 公安部沈阳消防研究所, 辽宁沈阳 110034;

2. 河北科技大学, 河北石家庄 050000)

摘 要: 对火灾现场产生的烟尘进行了分析, 并利用气溶胶发生器对火灾现场产生的烟尘进行了模拟, 列出了感烟探测器检验装置中烟尘密度计量系统的各项标准。提出了一种基于红外线技术的烟尘密度计量系统。该计量系统的信息采集单元由红外发射管和接收管组成。该单元产生的烟雾信息经过滤波和放大等处理后, 送给模数转换单元进行数字化处理, 再由单片机信息处理系统进行实时采样判别。获得的将数据由显示器显示出来或通过联网总线传输给上位机。该系统设计相对简单, 易于安装调试, 测量精度较高。

关键词: 火灾烟尘; 红外线; 光电传感器; 信号采集

中图分类号: TN929.12 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2014.01.008

Fire Smoke Density Measuring System Based on Infrared Technology

WU Zhou-xiong¹, PANG Jing^{2*}, LIU Qing-rui²

(1. Shenyang Fire Research Institute, Shenyang 110034, China;

2. Hebei University of Science and Technology, Shi Jiazhuang 050000, China)

Abstract: The smoke dust generated on the scene of fire is analyzed and simulated by using an aerosol generator. The standards for the smoke density measuring systems used in smoke detectors are listed. A fire smoke density measuring system based on infrared technology is proposed. The information acquisition unit of the measuring system consists of an infrared transmitting tube and an infrared receive tube. First, the smoke information acquired by the acquisition unit is filtered, amplified and sent to an analog-digital converter for digital processing. Then, the digital signals are sampled and discriminated by a MCU information processing system in real time. Finally, the obtained data are displayed or transmitted to the host computer through a network bus. The system has the features such as simple structure, easy mounting and higher accuracy.

Key words: fire smoke; infrared; photoelectric sensor; signal acquisition

0 引言

传统的感温或感烟火灾探测器常用于生活区域的火灾检测。建筑消防设施中的感烟探测器通常数量较多。在火灾发生的初期阶段, 火灾

烟雾的检测十分重要。判断一个厂家生产的火灾探测器是否满足国家标准要求, 需要有一套检测设备。

感烟探测器自动测试烟箱可用于检测感烟火灾探测器是否合格, 其内部核心是烟尘密度

收稿日期: 2013-12-26

作者简介: 邬洲雄 (1961-), 男, 硕士, 副研究员, 研究方向为火灾报警。

E-mail: wzx119@139.com

计量系统。火灾发生的一个显著特征是产生烟尘。烟箱是通过用气溶胶发生器产生烟尘模拟室内火灾发生现场, 然后再利用烟尘密度计量系统来检测其内部烟尘的浓度的^[1-4]。本文主要对烟尘密度计量系统及其发展前景进行探讨。

1 火灾现场烟尘的产生

燃烧是可燃物跟助燃物(氧化剂)发生的一种发光发热的剧烈化学反应。着火指可燃物质在空气中受到外界火源或高温的直接作用开始起火持续燃烧的现象。火灾发生前期, 液态和固态可燃物在不断受外界加热时, 会蒸发出气体或者分解产生可燃气体(如 CO , H_2 等), 可燃气体与空气中的氧化剂混合均匀便会发生燃烧; 燃烧不断产生的热量会使得液态和固态物质持续受热又分解出可燃气体, 并持续燃烧, 从而形成火灾。

火灾初期, 可燃物燃烧会产生较大的分子团、灰烬和未燃烧的物质。这些颗粒悬浮在空气中, 粒子的直径大约为 $0.01\ \mu\text{m}$, 称为气溶胶。伴随气溶胶产生的还有液态或固态颗粒, 它们由极小的炭黑粒子、完全燃烧或不完全燃烧的灰分及可燃物的其他燃烧分解产物所组成, 直径在 $0.01\sim 10\ \mu\text{m}$ 之间, 这些物质称为烟雾。烟雾的浓度及成分取决于燃烧物的化学组成和燃烧时的温度、氧气来源等燃烧条件^[5]。火灾初期的烟雾会妨碍人们的逃生和灭火行动。

2 试验烟的生成

烟箱检测设备中的试验烟是由气溶胶发生器产生的。气溶胶发生器是产生试验烟和控制生烟速率的重要设备。它先对液态石蜡进行加热, 利用空气压缩机提供的压缩空气对加热的液态石蜡进行加压, 使其喷射出雾化气体, 雾化气体经蛇型不锈钢管把粗大粒子分离, 在混合器内与空气混合后产生试验烟。需要注意的是, 在给雾化器加油的过程中, 一定要停止调节雾化压力计和混合气体。

3 烟尘检测原理

3.1 技术要求

国家标准 GB4715-2005 《点型光束感烟火灾探测器》附录 A 《响应阈值的测量方法》中列出了光学烟尘密度计量系统的技术要求:

(1) 光学测量长度不应大于 $1.1\ \text{m}$ ^[6]。

(2) 安装光学系统时, 不能让光电接收器接收到被试验烟粒子散射的大于 3° 的散射角光线^[6]。

(3) 光束波长在 $800\sim 950\ \text{nm}$ 波段时, 其有效辐射功率应大于 50%; 波长低于 $800\ \text{nm}$ 时, 其有效辐射功率应小于 10%; 波长大于 $1050\ \text{nm}$ 时, 其有效辐射功率亦应小于 10%^[6]。

(4) 测量误差: 对于 $0\sim 2\ \text{dB/m}$ 之间的烟浓度, 测量误差不应大于 $(m\times 5\% + 0.02)\ \text{dB/m}$ 。每次测量前, 测量仪器的读数须与洁净空气中的读数(零点)相比较, 测量偏差不应大于 $0.02\ \text{dB/m}$ ^[6]。

3.2 红外技术

由于烟气对红外光有吸收和散射作用, 当一束红外光通过烟气时, 只有一部分红外光能够通过烟气。烟气浓度越大, 吸收和散射就越强烈。根据烟尘的这一特性, 可利用烟尘对红外线的影 响来测试烟尘浓度。

3.3 系统构成

红外线烟尘密度计量系统的构成如图 1。

信息采集单元产生的烟雾信息经过滤波和放大等处理后由模数转换单元进行数字化处理, 再由单片机信息处理系统对其进行实时采样判别。所获得的数据由显示器显示出来, 或者通过联网总线, 传输给上位机。

3.4 信号采集单元的设计

信号采集单元通常是固定在烟箱箱体上的。烟箱工作时产生的震动和信号会影响正常信号的采集, 使数据变得不准确。本设计将红外发射管与接收管安装在同一侧。这样可防止因外界震动而产生光线偏移, 从而避免由外界干扰造成的误差, 如图 2 所示。

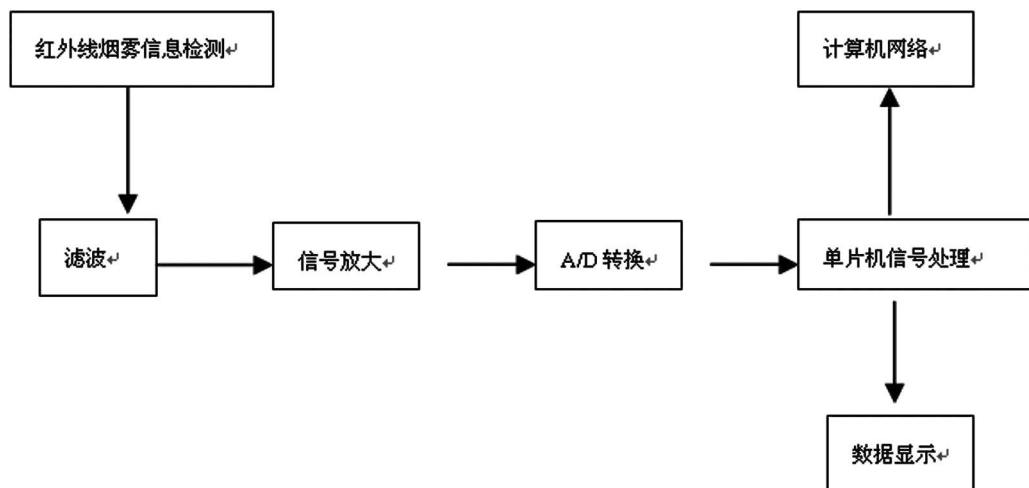


图 1 系统构成

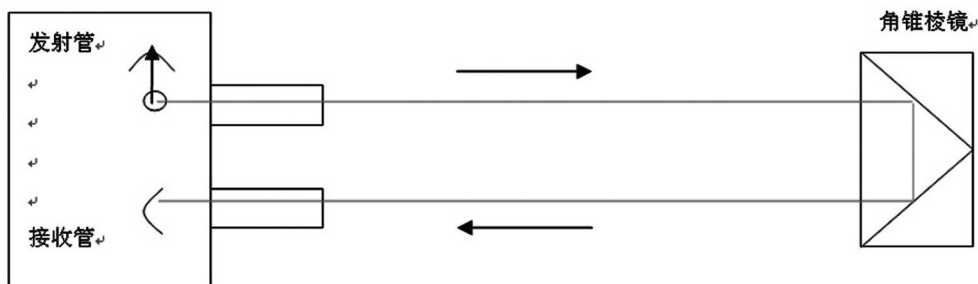


图 2 信号采集单元

烟雾信息采集单元由红外发光二极管与红外线接收管组成,是整个感烟探测器的关键部分,数据采集单元的好坏会直接影响采集数据的质量,进而影响对烟尘浓度分析的准确性,所以必须对数据采集单元进行精密的设计和调试。

3.5 计算原理

利用烟尘密度计量系统的信号采集单元进行信号采集,并将获得的信号输送至主机,再进行信号处理;利用红外光束受烟粒子作用后光辐射能按指数规律衰减的原理测量烟浓度。本文所要探测的烟尘浓度用减光系数 m (单位为 dB/m) 表示。

减光系数由下式计算:

$$m = (10/d) \lg(p_0/p)$$

式中, m 为减光系数,单位是 dB/m ; d 为试验烟的光学测量长度,单位是 m ; p_0 为无烟时接收的辐射功率,单位是 W ; p 是有烟时接收的辐射功率,单位是 W 。

4 结果分析

为了检测该系统的准确性,首先需要确定在无烟状态下该系统是否准确。在无烟状态时,发射管发出的光强度和接收管接收到的光强度在理论上几乎相同,即减光系数为 0。试验结果的显示读数也为 0,说明在无烟状态下该系统工作正常。

当试验环境内有烟生成时,用专门设计的一套减光片对本系统进行了标定。由于生烟的速率不同,试验进行了两次,数据如图 3 和图 4 所示。

系统设计的初始状态为试验开始 20 s 后置零,粗线为采集到的试验数据。通过减光片标定可知,试验结果准确,达到了国家技术标准的要求。

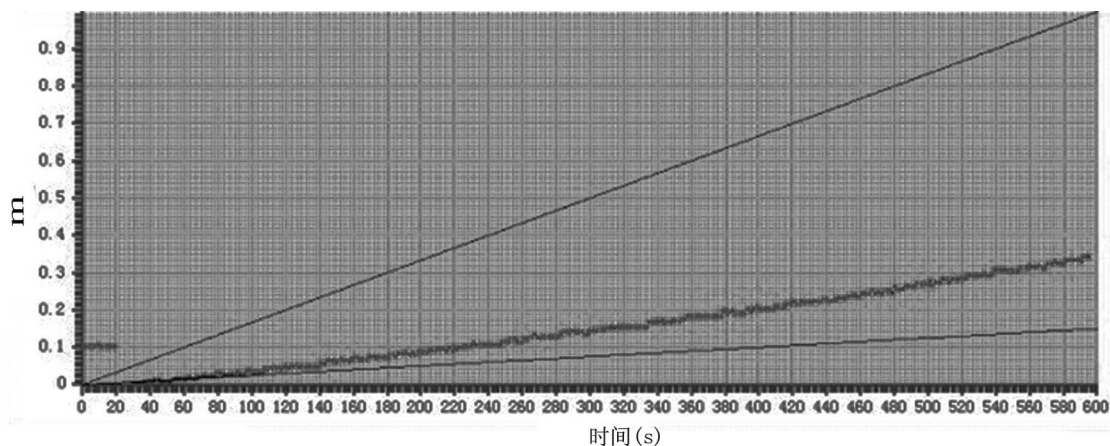


图 3 试验 1 的结果

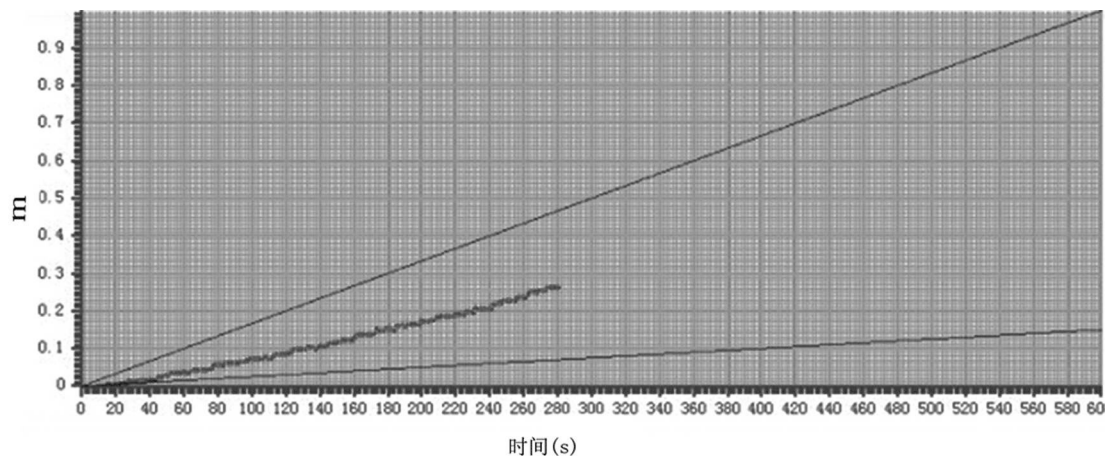


图 4 试验 2 的结果

5 结束语

目前, 红外技术已经成为先进科学技术的重要组成部分。基于红外线的烟尘密度计量系统是近几年新兴起的一项研究, 尚处于起步阶段, 其未来市场需求应该是不断增长的。本文设计的基于红外技术的烟尘密度计量系统具有结构简单、易于安装调试和测量精度较高的特点。

今后还要进一步完善烟尘密度计量系统的软硬件设计和结构设计, 测试和优化各项功能和指标, 并扩大试验范围。条件允许时, 我们将在消防检测工程实际环境下对该样机进行考验, 以不断发现和修改缺陷, 使之逐步成为成熟的产品。

参考文献

- [1] 徐琼, 詹福如, 苏国锋, 等. 火灾烟雾探测技术的发展与探索 [J]. **火灾科学**, 2002, 11(2): 113-118.
- [2] 疏学明, 方俊, 邵荃, 等. 火灾烟雾颗粒的光学散射特性研究 [J]. **中国工程科学**, 2005, 7(1): 45-49.
- [3] 都改欣, 张培仁, 张村峰. 高灵敏度红外图像式烟雾相对浓度测试的研究和实现 [J]. **火灾科学**, 2001, 10(1): 43-46.
- [4] 曹光宇, 杨湖. **现代传感器技术与应用基础** [M] 北京: 北京理工大学出版社, 2006.
- [5] 李诚. 红外线超低功耗烟雾探测器的研究 [D]. 西安: 长安大学, 2009.
- [6] 中国国家标准化管理委员会. 点型感烟火灾探测器 GB4715-2005- 附录 A (规范性附录) 阈值检测 [S] 北京: 中国标准出版社, 2005.