

电调制非分光红外(NDIR)气体传感器

本文介绍一种采用电调制红外光源的新型红外气体传感器。该传感器通过采用电调制红外光源,省却了传统方法中的机械调制部件;同时采用了高精度干涉滤光片一体化红外传感器以及单光束双波长技术,配合易拆卸的镀金气室及数据采集系统,可以实现 SO₂、NO、CO₂、CO、CH₄、N₂O 等气体的实时测量。

一 前言

NDIR 红外气体分析仪作为一种快速、准确的气体分析技术,特别连续污染物监测系统(CEMS)以及机动车尾气检测应用中十分普遍。国内 NDIR 气体分析仪的主要厂家大都采用国际上八十年代的红外气体分析方法,如采用镍铬丝作为红外光源、采用电机机械调制红外光、采用薄膜电容微音器或 InSb 等作为传感器等。由于采用电机机械调制,仪器功耗大,且稳定性差,仪器造价也很高。同时采用薄膜电容微音器作为传感使得仪器对震动十分敏感,因此不适合便携测量。随着红外光源、传感器及电子技术的发展,NDIR 红外气体传感器在国外得到了迅速的发展。主要表现在无机机械调制装置,采用新型红外传感器及电调制光源,在仪器电路采用了低功耗嵌入式系统,使得仪器在体积、功耗、性能、价格上具有以往仪器无法比拟的优势。

二 NDIR气体分析基本机理

当红外光通过待测气体时,这些气体分子对特定波长的红外光有吸收,其吸收关系服从朗伯-比尔(Lambert-Beer)吸收定律。设入射光是平行光,其强度为 I₀,出射光的强度为 I,气体介质的厚度为 L。当由气体介质中的分子数 dN 的吸收所造成的光强减弱为 dI 时,根据朗伯-比尔吸收定律: $dI/I = -KdN$, 式中 K 为比例常数。经积分得: $\ln I = -KN + \alpha$ (1), 式中: N 为吸收气体介质的分子总数; α 为积分常数。显然有 $N \propto cL$, c 为气体浓度。则式(1)可写成:

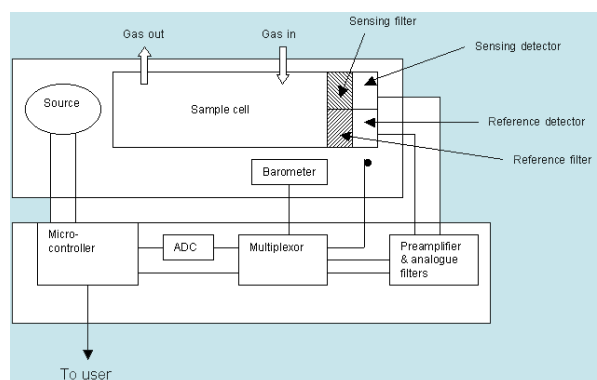
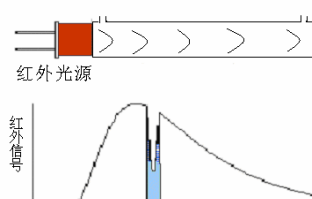
$$I = I_0 \exp(\alpha) \exp(-KN) = \exp(\alpha) \exp(-\mu cL) = I_0 \exp(-\mu cL) \quad (2)$$

式(2)表明,光强在气体介质中随浓度 c 及厚度 L 按指数规律衰减。吸收系数取决于气体特性,各种气体的吸收系数 μ 互不相同。对同一气体, μ 则随入射波长而变。若吸收介质中含 i 种吸收气体,则式(2)应改为:

$$I = I_0 \exp(-1 \sum \mu_i c_i) \quad (3)$$

因此对于多种混合气体,为了分析特定组分,应该在传感器或红外光源前安装一个适合分析气体吸收波长的窄带滤光片,使传感器的信号变化只反映被测气体浓度变化。

图1为 NDIR 红外气体分析原理图:以 CO₂ 分析为例,红外光源发射出 1-20 μ m 的红外光,通过一定长度的气室吸收后,经过一个 4.26 μ m 波长的窄带滤光片后,由红外传感器监测透过 4.26 μ m 波长红外光的强度,以此表示 CO₂ 气体的浓度,



三 电调制NDIR红外气体传感器关键技术

在设计传感器的光学系统部分时，为了减少红外传感器微弱信号的衰减以及外界信号干扰，将前置放大电路也一并放在光学部件上，并采取了一定的电磁屏蔽措施。为了使气体红外吸收信号具有较好的分辨率，在进行结构设计时，红外光源、气室、红外探测器应设置在同一光轴上。

此外为了使得信号足够大，可以使用**椭圆型或抛物线型反射镜**。红外光源由稳流供电，供电电压和电流根据使用的光源不同而不同。工作时，传感器根据预先设定的调制频率发出周期性的红外光，红外光源发出的红外光通过窗口材料入射到测量气室，测量气室由采样气泵连续将被测气体通入测量气室，气体吸收特定波长的红外光，透过测量气室的红外光由红外探测器探测。由于调制红外光的作用红外传感器输出交流的电信号，通过其后的前置放大电路放大后在一次经过高精密放大整流电路，得到一个与被测气体浓度对应的直流信号送入测控系统处理。红外传感器内有温度传感器探测其工作环境温度。红外传感器信号经过测控系统，并经数字滤波、线性插值及温度补偿等软件处理后，给出气体浓度测量值。

采用了以下关键技术：

1. 红外光源及其调制

pulsIR, reflectIR等新型电调制红外光源等，升降温速度很快。

红外光源发射窗口上安装有透明窗，一方面可以保证发射的红外光波长在特定范围内，适合于对常规的气体如CO₂、CO、CH₄、NO、SO₂等气体进行测量。此外也可以阻止外界环境对光源温度的影响。

2. 镀膜气室

采用气室与外支撑分离的结构，安装时只需将气室固定安装在支撑结构的中心即可。此种结构设计保证了该部件易于装卸、更换；同时由于与外支撑分离，进一步减小了外界条件的影响，使仪器能适应复杂环境下工作。此外原来一些需要较长气室的传感器，采用以往方法加工镀膜工艺十分困难，采用此法后将十分容易，成本也将大大降低。传统气室采用了与外支撑一体化设计，具有制造容易、安装方便等优点，但受外界温度波动影响较大；其次，由于被分析气体成分复杂，具有一定的腐蚀性，如SO₂、NO_x等，长时间使用后气室极易被污染，直接影响测量精度。

3. 红外探测器

红外探测器，NDIR气体传感器的核心部件，测量精度很大程度取决于传感器的性能高低。本研究采用高灵敏度红外传感器，例如TPS2534Gx/Gy, TPS4339Gw/Gx/Gy/Gz, 在其封装上固定安装有针对不同气体的窄带干涉滤光片，可以实现对不同气体的测量。为了确保红外探测器得到较强的稳定信号，可以设计一种红外探测器定向轴，即使在前置放大板上焊接的红外探测器位置有一定的偏差，本传感器也可确保与红外光源和气室位于同一光学中心轴上。

红外探测器接收红外光产生的信号十分微弱，极易受外界干扰，因此稳定可靠的前置放大电路是关键，最好采用高精密、低漂移的模拟放大电路，并采用窄带滤波电路。前置放大电路具有精度高、漂移小、响应快的特点。前置放大出来的信号通过二级放大电路，直接输出一个与气体浓度对应信号，并送入测控系统，通过非线性校正和补偿后得到气体浓度。

4. 传感器测控系统

为了实现NDIR气体传感器的测量、控制以及自动标定等功能，需要一个合适的微控制器来管理传感器。传感器测控系统通过采集红外输出信号及测量标准气体曲线，采用非线性校正算法可以直接得到测量气体的浓度。

通过采用以上技术，NDIR红外气体传感器的结构比以往仪器将大大简化，仪器功耗也大幅度降低（只有以往的1/4），传感器的成本也不到以往技术的1/4。此类传感器可以实现模

块化和标准化，因此更加适合在我国广泛使用。

SUNSTAR商斯达实业集团是集研发、生产、工程、销售、代理经销、技术咨询、信息服务等为一体的高科技企业，是专业高科技电子产品生产厂家，是具有10多年历史的专业电子元器件供应商，是中国最早和最大的仓储式连锁规模经营大型综合电子零部件代理分销商之一，是一家专业代理和分销世界各大品牌IC芯片和电子元器件的连锁经营综合性国际公司。在香港、北京、深圳、上海、西安、成都等全国主要电子市场设有直属分公司和产品展示展销窗口门市部专卖店及代理分销商，已在全国范围内建成强大统一的供货和代理分销网络。我们专业代理经销、开发生产电子元器件、集成电路、传感器、微波光电元器件、工控机/DOC/DOM电子盘、专用电路、单片机开发、MCU/DSP/ARM/FPGA软件硬件、二极管、三极管、模块等，是您可靠的一站式现货配套供应商、方案提供商、部件功能模块开发配套商。专业以现代信息产业（计算机、通讯及传感器）三大支柱之一的传感器为主营业务，专业经营各类传感器的代理、销售生产、网络信息、科技图书资料及配套产品设计、工程开发。我们的专业网站——**中国传感器科技信息网（全球传感器数据库）www.SENSOR-IC.COM** 服务于全球高科技生产商及贸易商，为企业科技产品开发提供技术交流平台。欢迎各厂商互通有无、交换信息、交换链接、发布寻求代理信息。欢迎国外高科技传感器、变送器、执行器、自动控制产品厂商介绍产品到**中国，共同开拓市场**。本网站是关于各种传感器-变送器-仪器仪表及工业自动化大型专业网站，深入到工业控制、系统工程计 测量、自动化、安防报警、消费电子等众多领域，把最新的传感器-变送器-仪器仪表买卖信息，最新技术供求，最新采购商，行业动态，发展方向，最新的技术应用和市场资讯及时的传递给广大科技开发、科学研究、产品设计人员。本网站已成功为石油、化工、电力、医药、生物、航空、航天、国防、能源、冶金、电子、工业、农业、交通、汽车、矿山、煤炭、纺织、信息、通信、IT、安防、环保、印刷、科研、气象、仪器仪表等领域从事科学研究、产品设计、开发、生产制造的科技人员、管理人员、和采购人员提供满意服务。**我公司专业开发生产、代理、经销、销售各种传感器、变送器、敏感元器件、开关、执行器、仪器仪表、自动化控制系统：**专门从事设计、生产、销售各种传感器、变送器、各种测控仪表、热工仪表、现场控制器、计算机控制系统、数据采集系统、各类环境监控系统、专用控制系统应用软件以及嵌入式系统开发及应用等工作。如热敏电阻、压敏电阻、温度传感器、温度变送器、湿度传感器、湿度变送器、气体传感器、气体变送器、压力传感器、压力变送、称重传感器、物（液）位传感器、物（液）位变送器、流量传感器、流量变送器、电流（压）传感器、溶氧传感器、霍尔传感器、图像传感器、超声波传感器、位移传感器、速度传感器、加速度传感器、扭距传感器、红外传感器、紫外传感器、火焰传感器、激光传感器、振动传感器、轴角传感器、光电传感器、接近传感器、干簧管传感器、继电器传感器、微型电泵、磁敏（阻）传感器、压力开关、接近开关、光电开关、色标传感器、光纤传感器、齿轮测速传感器、时间继电器、计数器、计米器、温控仪、固态继电器、调压模块、电磁铁、电压表、电流表等特殊传感器。同时承接传感器应用电路、产品设计和自动化工程项目。

欢迎索取免费详细资料、设计指南和光盘；产品凡多，未能尽录，欢迎来电查询。

更多产品请看本公司产品专用销售网站：

商斯达中国传感器科技信息网：<http://www.sensor-ic.com/>

商斯达工控安防网：<http://www.pc-ps.net/>

商斯达电子元器件网：<http://www.sunstare.com/>

商斯达微波光电产品网：[HTTP://www.rfoe.net/](http://www.rfoe.net/)

商斯达消费电子产品网：<http://www.icasic.com/>

商斯达军工产品网：<http://www.junpinic.com/>

商斯达实业科技产品网：<http://www.sunstars.cn/>传感器销售热线：

电话：0755-83607652 83376489 83376549 83370250 83370251 82500323

传真：0755-83376182 (0) 13902971329 MSN: SUNS8888@hotmail.com

邮编：518033 E-mail: szss20@163.com QQ: 195847376

技术支持：0755-83394033 13501568376