

上海微系统所研制出超小型双通道集成二氧化碳红外气体传感器

近日，中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员李铁团队在超小型二氧化碳（CO₂）气体传感器研制方面取得进展。该团队制备的传感器具有尺寸小、功耗适中、性能稳定、成本低以及在中红外波段发光效率高等特点，具备良好的抗湿性、稳定性和可重复性，在可穿戴呼吸监测应用中具有应用前景。相关研究成果以Ultra-compact dual-channel integrated CO₂ infrared gas sensor为题，发表在《微系统与纳米工程》（Microsystems & Nanoengineering）上。

呼出CO₂浓度可以直接反映人体的生理状况，而检测CO₂浓度有助于危重患者的治疗与康复。现有的呼吸气体分析仪由于内部CO₂气体传感器限制，存在体积庞大和功耗高等问题，难以实现对活动人群的可穿戴追踪。因此，亟需克服CO₂气体传感器内部和外部干扰与灵敏度限制，以实现传感器的可穿戴呼吸监测应用。

该研究开发出集成微机电系统光源、热电堆探测器及光学气室的超小型CO₂气体传感器。该传感器最小尺寸为12 mm×6 mm×4 mm，最小功耗约为33 mW，响应时间和恢复时间均为10 s，工作温度范围为-20℃至50℃时，读数误差小于4%。研究通过热传导控制，降低了传感器的光源功耗和热敏器件环境温度，缩短了传感器稳定所需时间，并通过双通道设计提高了传感器的抗湿性。同时，研究通过提高光耦合效率来补偿光损失，结合幅度微调网络等效提升了传感器的灵敏度。

该研究采用COMSOL软件中的瞬态模拟方法，模拟了传感器内部的温度平衡过程和热传递趋势，并利用来自微机电系统光源的红外光信号克服噪声限制，提高了传感器的灵敏度。同时，该研究测试了超小型CO₂传感器的特性。进一步，该研究设计了基于面罩平台的可穿戴呼出CO₂监测系统。

该研究选用发射率高、稳定性好且成本低的微机电系统光源以及两个高选择性、高性价比的热电堆探测器作为红外探测器，并采用注塑成型技术制造低成本的光学气室。该研究对高密度封装结构中的温度分布进行模拟分析，并通过光学气室设计双光路结构来抑制传感器的漂移问题。传感器的光学模拟结果显示，传感器实现了约78%的光耦合效率，并通过在后处理电路中增加幅度微调网络，使ADC模块采集的信号变化次数成倍增加。而这种电路可以补偿因光路长度减少而导致的灵敏度下降。

尽管超小型CO₂传感器的响应时间已得到缩短，但不足以描绘呼出CO₂的完整波形信息。同时，超小型CO₂传感器在便携式呼气监测方面存在局限性。科研人员将继续探讨增加微机电系统光源的调制深度、减小热电堆红外探测器的响应时间常数、调整光学气室的通风口以及改变数字滤波算法等问题，以改善传感器的响应时间，实现对呼出CO₂波形的完整采样。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/217576.html>