
硫系光纤双模传感技术实现体表生理多参量动态解析

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/34983.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

硫系光纤双模传感技术实现体表生理多参量动态解析。 导读

智能材料及其光电子器件作为多学科交叉融合的创新载体，已演进为支撑新一代信息技术革命与范式转型的关键性前沿领域。宁波大学红外材料及器件实验室长期专注于红外硫系玻璃材料及器件研究，近年来积极布局硫系玻璃从被动光学元件向主动感知器件的应用革新，拓展基于多学科交叉的硫系智能感知应用研究。

近日，宁波大学戴世勋、林常规团队基于硫系玻璃兼具宽红外透过范围与优异半导体特性的独特优势，开发出新型红外-温度复合传感体表生理监测技术，在非侵入式健康监测领域展现出了重要应用价值。研究通过解析As₃Se₅Te₂硫系玻璃光纤红外光纤倏逝波效应与热敏电阻效应的协同作用机制，首次揭示了红外-温度多物理场耦合的复合传感原理，成功实现了对人体体表温度与汗液代谢产物浓度等多生理参量的实时动态监测。该工作不仅拓展了硫系玻璃在生物传感领域的应用维度，也为多参量体表生理监测提供了新的技术途径。

该研究成果以Unlocking body-surface physiological evolution via IR-temperature dual sensing with single chalcogenide fiber为题，发表于Light: Science Applications。宁波大学为论文独立完成单位，博士研究生傅燕青为第一作者，康世亮研究员、林常规研究员为通讯作者。

研究背景

在全球人口老龄化加剧与慢性病高发的时代背景下，实时健康监测技术已成为破解早期疾病预警难题的关键突破口。皮肤作为人体最大生理界面，包含着与人体健康相关的丰富物理、化学和生物信息。基于皮肤的体表生理监测技术在同时检测多项生理指标和生物代谢指标方面具有相当大的优势，目前已成为点对点健康监测的理想候选技术之一。

现有的电化学与光学式传感器虽已在汗液检测领域取得长足进展，却仍难以在多参数同步监测、长期稳定性和信号独立性等关键维度实现突破，导致采集的生理数据存在交叉干扰、时序不一致等问题，制约其在个性化预防医学中的深度解析与应用价值。

中红外光纤倏逝波光谱作为一项新兴的传感技术，可通过检测化合物分子对中红外光激发的共振响应，实现无标记的物质指纹分析，目前已广泛应用于食品、环境检测以及医疗等领域。硫系玻璃由于其宽的红外透过范围和优异的成纤能力，被认为是中红外光纤倏逝波传感的理想材料。同

时，作为一种半导体材料，硫系玻璃还具有典型的热敏电阻效应，使其在作为电阻式温度传感器方面具有极大的潜力。然而，由于硫系玻璃的热稳定性、红外透过性和半导体特性之间此消彼长的矛盾，其在红外-温度复合传感方面的潜力始终未得到充分探索。

研究亮点

为满足体表信息多参量监测的需求，并克服现有传感技术在准确性与可靠性方面的不足，研究团队提出了基于As₃Se₅Te₂硫系玻璃光纤的红外-温度复合传感技术。该光纤可有效利用红外光纤倏逝波效应与热敏电阻效应分别将汗液代谢产物浓度与体温信息转换为相互独立的光信号和电信号，有效避免了多参量检测过程中信号间的交叉串扰。

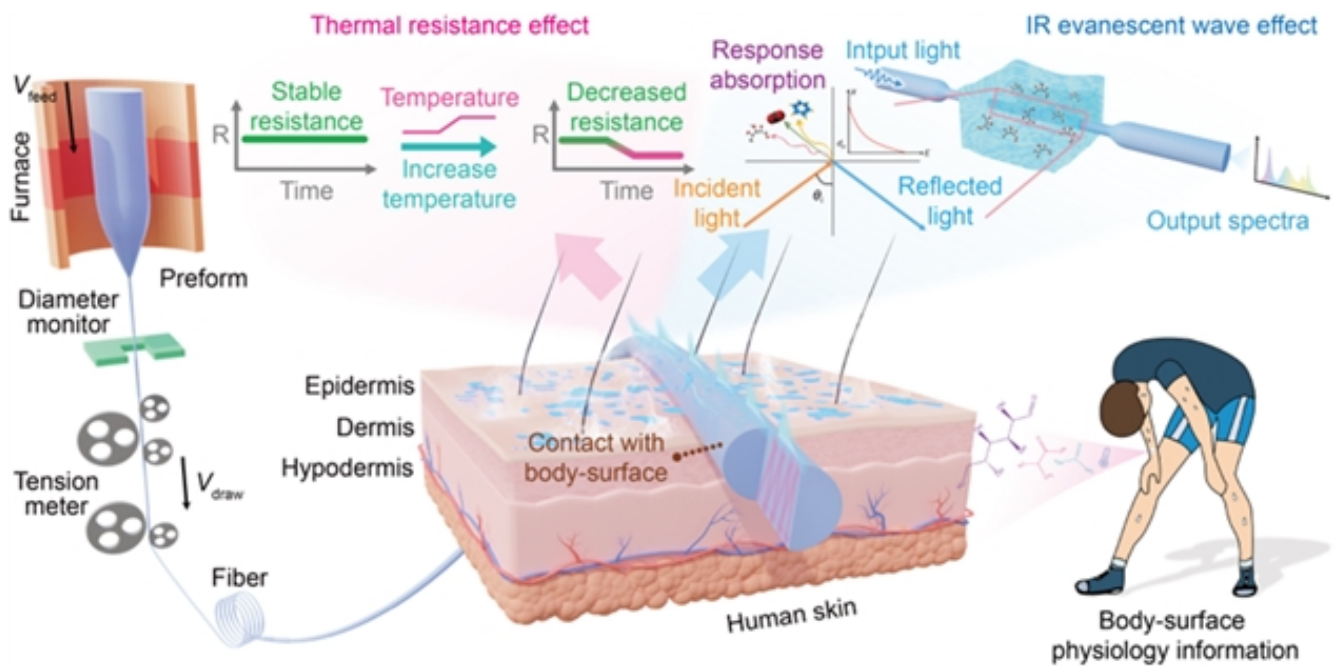


图1：基于硫系玻璃光纤的红外-温度复合传感机理图

在汗液代谢产物浓度检测方面，针对多种与人体疾病密切相关的三种典型汗液代谢产物（葡萄糖、尿素及乳酸），通过对光纤锥区结构的精细优化，有效增强了倏逝场与样品分子的相互作用，实现了传感灵敏度的显著提升，成功实现了低浓度样品的精确检测。此外，通过对混合溶液光谱的解耦分析，精确识别并分离了各代谢产物在复杂汗液基质中的特征红外指纹谱，成功实现了多组分汗液的定性定量分析，有力证明了红外光纤倏逝波光谱技术在汗液检测领域的可行性与可靠性。

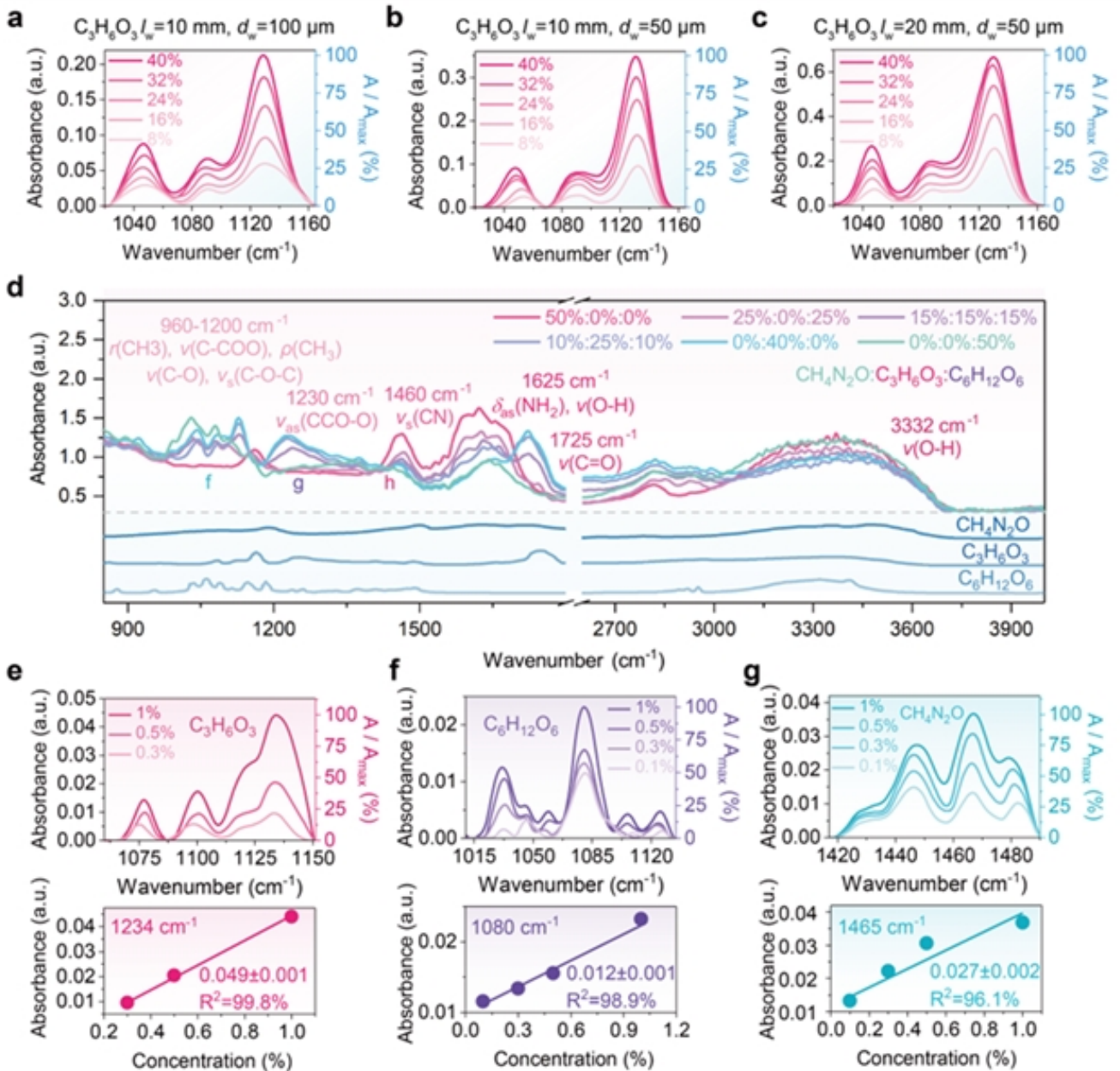


图2：硫系玻璃光纤的红外传感特性

此外，得益于硫系玻璃的宽带隙特性，该光纤在人体温度范围内展现出卓越的线性度（ $R^2 > 0.99$ ）与极高的温度灵敏度（ $TCR = 5.84\%$

K^{-1} ），显著优于目前所报道的温度传感器。同时，该光纤还具有快的温度响应速度（ ~ 0.3 s）与出色的循环稳定性，能够精确识别低至0.2

K的微小温度变化，在人体体表温度监测方面展现出巨大优势。

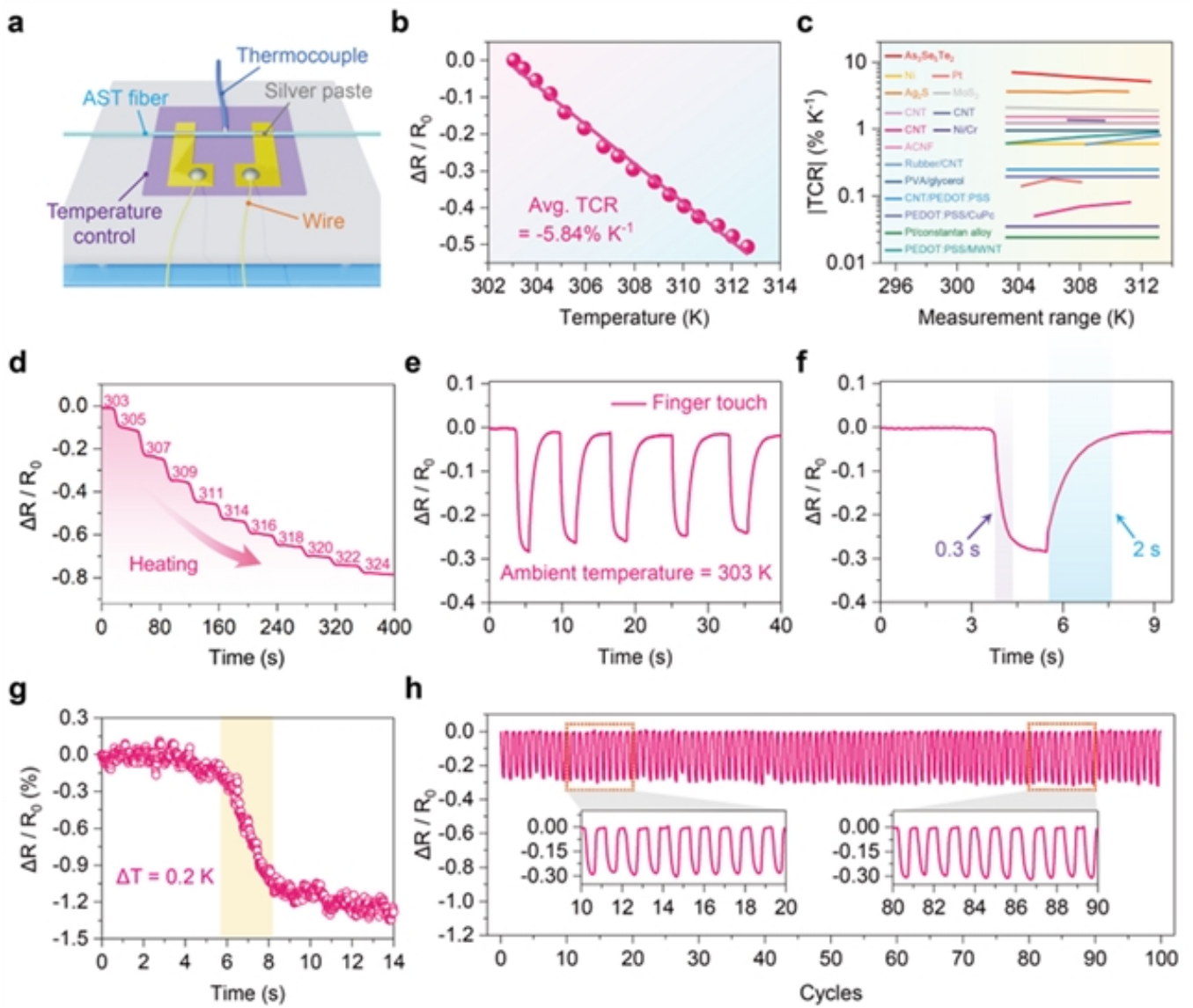


图3：硫系玻璃光纤的温度传感特性

基于As₃Se₅Te₂硫系玻璃光纤优异的红外-温度复合传感特性，进一步展示了其在人体运动过程中对体温变化及汗液代谢产物浓度的实时动态监测能力。研究揭示了这些关键生理指标与人体健康状态之间的内在关联，验证了该技术在个性化健康监测、疾病预警及精准医疗等领域的实际应用潜力。

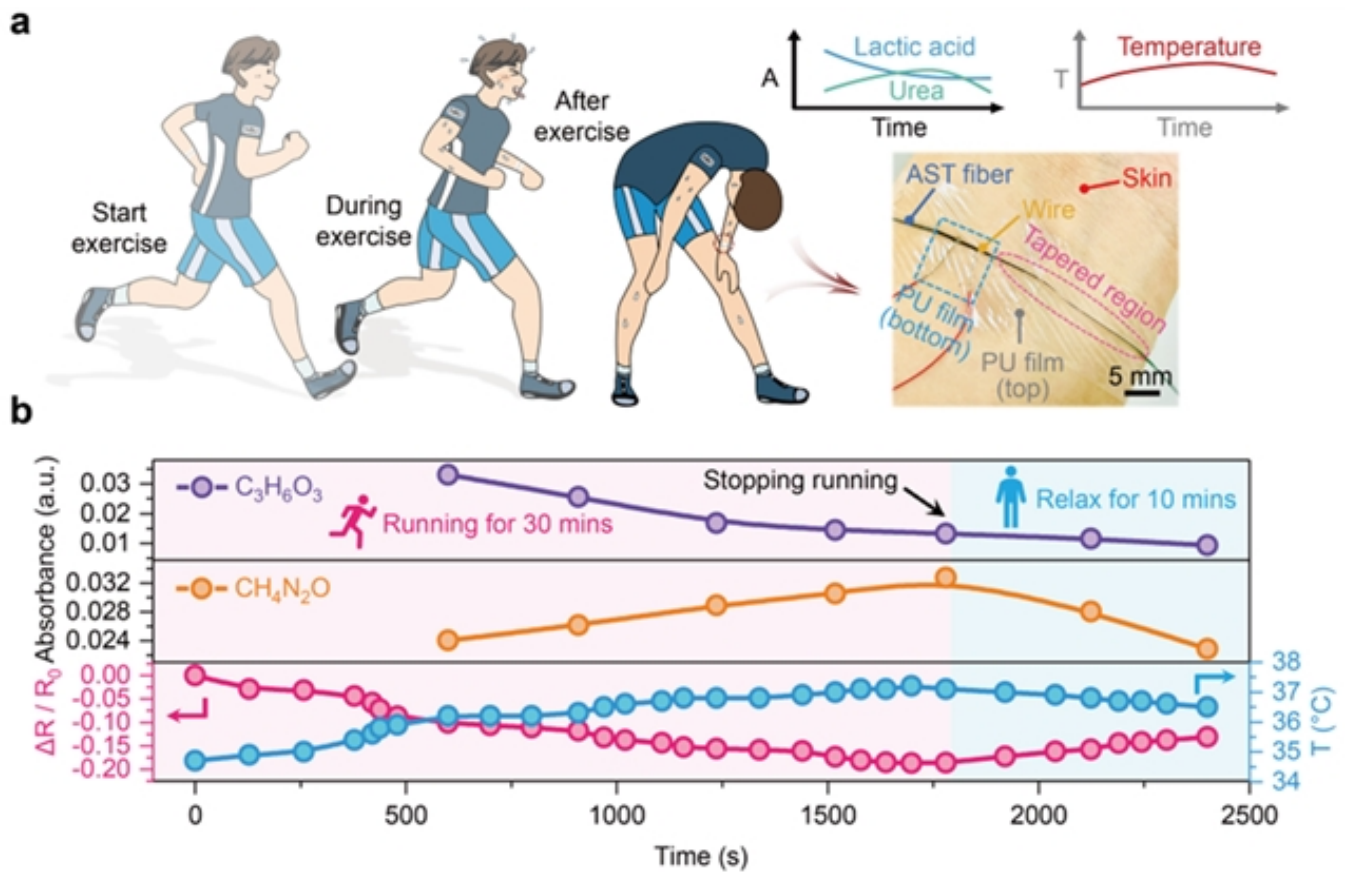


图4：实时监测人体运动过程

前景与展望

该研究利用硫系玻璃兼具宽红外透过窗口和优异热敏电阻效应的独有特性，提出了一种基于红外-温度复合传感的全新体表生理监测技术。通过对硫系光纤红外倏逝波效应与热敏电阻效应的研究，系统揭示了红外-温度复合传感机理，实现了人体体表温度与汗液代谢产物浓度的多生理参数的实时检测。该研究工作不仅为体表生理监测和未来精准医疗提供了全新的解决方案，也开拓了硫系玻璃智能感知应用新方向。（来源：中国光学微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-025-01840-y>

作者：戴世勋等 来源：《光：科学与应用》

更多科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发