

抗蒸汽干扰的液体傅里叶变换 红外光声探测器

吴次南

严学明

(贵州民族学院 物理系)

(中国科学技术大学 结构中心)

提 要

本文描述一种以微音器作声耦合器件的、适用于与傅里叶变换红外光谱仪联用的液体光声光谱探测器。实验结果表明,这种光声探测器能够消除水蒸汽吸收对样品吸收的干扰,是一种测水量溶液样品傅里叶变换红外光声谱的方法。

关键词: 傅里叶变换红外光谱仪, 光声光谱, 光声探测器, 光声池。

一、引 言

在含水样品或水溶液的傅里叶变换红外光声光谱中,水蒸汽吸收对欲测样品谱的干扰,给实验分析带来了很大困难。Gorden^[1]采用外光路充入适量的水蒸汽,使红外光的蒸汽吸收带在光声池外被预吸收,进入光声池中的红外光不再导致强的蒸汽光声信号,他用固体光声探测器得到了一些含水植物粉末的傅里叶变换红外光声谱,这些光声谱消除了水蒸汽的干扰。但该法也存在很大困难:首先,干涉仪系统(外光路)内充气的蒸汽压与光声池内蒸汽量的匹配是很难控制的;其次,水蒸汽吸收区域样品应有的谱线也会因此被消除掉。

为了探索解决水蒸汽对欲测样品光声谱干扰的方法,并考虑到水蒸汽红外吸收谱比液体水红外吸收谱复杂得多的事实。本文作者曾制作了一种液体傅里叶变换红外光声池,这种光声池直接用压电陶瓷耦合液体中的热声振动。由于样品池在充入液体样品后不再有蒸汽挥发的空间,因此达到了消除溶剂蒸汽光声信号对样品光声信号干扰的目的。有对该池的光声实验中发现,即使液体样品没有完全充满光声池,在窗口下面留有气泡,也不会出现明显的蒸汽干扰,而样品信号则明显增加了。考虑到这个事实,作者又将压电陶瓷换成了对气体声振动敏感的微音器做成了能抗蒸汽干扰的液体光声池。

二、装 置

图1是所制作的光声池结构。液池尺寸为:直径8 mm,深0.6 mm。池的窗口是CaF₂晶体圆片,在1000 cm⁻¹~4000 cm⁻¹的中红外区域透光性能很好,基本上没有吸收。池壁是一个在侧面钻有小孔的圆形金属垫圈。池底是一片镀有反光金属的聚乙烯薄膜,薄膜贴在一个网状纤维层上与微音器耦合,网状纤维层的作用在于提高池底对压力的承受能力。

微音器是市售普通磁带录音机机内话筒。池的液体样品进出口管是一种聚乙烯管，插入池壁的端头处外径约 0.3 mm，内径约 0.1 mm。上述这些部件的结合用 704 硅橡胶粘接，以图 1 的方式固定在一个上下两部分用螺纹配合的铜外壳中，然后用环氧树脂填充。微音器与前置放大器连接后组成一个完整的可以与光谱仪联机的傅里叶变换红外光声池。

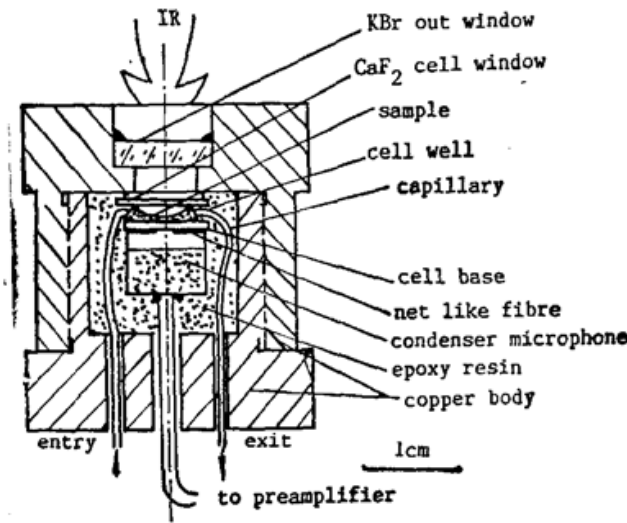


Fig. 1 Structure of our photoacoustic cell

由于液体的粘滞性，在样品注入时很容易使池中的液体成图 1 中的液面形状。根据 McDowld 和 Wetsel^[2] 的分析，光声信号一部分来自液体-气体界面层的热压力波，一部分直接来自液体内部的光热弹性波，两部分均为微声器所接收。由于液面上的气泡很小，因此气泡不会有太多的蒸汽分子，不至于带来蒸汽光声信号对样品信号的强干扰。

泡不会有太多的蒸汽分子，不至于带来蒸汽光声信号对样品信号的强干扰。

三、实 验

用自制的上述光声池与美国 Nicolet 公司生产的 SX-170 傅里叶变换红外光谱仪联机所做的纯水光声谱如图 2 所示，没有显示出外蒸汽的强吸收，而表现出了液体水的光声信号谱。图 3 则是用通常的固体样品以傅里叶变换红外光声池所做的外的红水光声谱图。由于蒸汽信号太强，谱图中显示的蒸汽红外光声信号掩盖了液体水的光声信号。

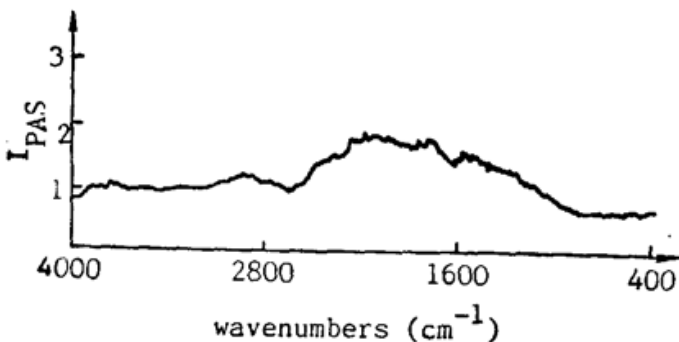


Fig. 2 Photoacoustic spectrum of water measured by PA cell

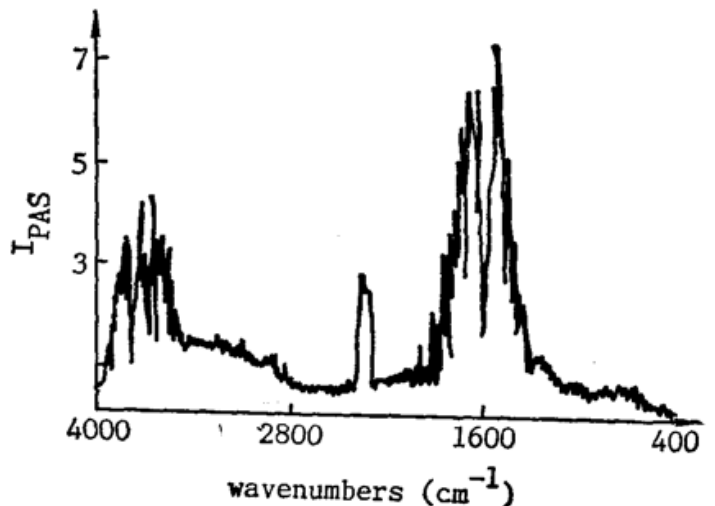


Fig. 3 Photoacoustic spectrum of water measured by solid PA cell

联机实验中光谱仪工作参数的选择为：干涉仪动镜速度为 0.19 cm/sec，数据收集点数为 4096，傅里叶变换点数为 8192，占计算机内部文件存储单元为 5632。由这些参数可以确定出对应的中红外区域(400 cm⁻¹~4000 cm⁻¹)声讯号频率为 76 Hz~760 Hz，谱图分辨率为 4 cm⁻¹。

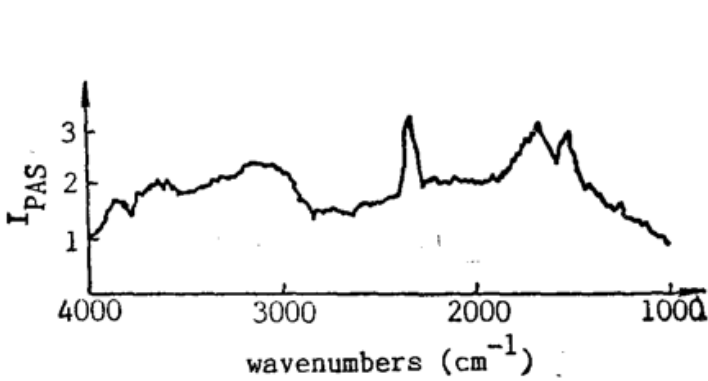


Fig. 4 Photoacoustic spectrum of a kind of HPD

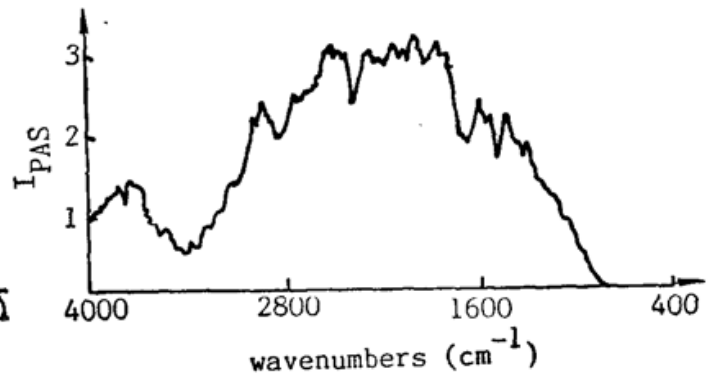


Fig. 5 Photoacoustic spectrum of yolk and water suspension

图 4、图 5 分别是用自制的液体光声池所作的某种血卟啉衍生物水溶液的光声谱图、蛋黄与水混合液的光声谱图。谱图中没有显出水蒸汽的干扰,表现出较清楚的样品红外吸收情况。而用普通的固体样品以傅里叶变换红外光声池所作的同样实验的谱图与图 3 看不出有什么区别,即液体样品的信息被强烈的蒸汽吸收所淹没。

用显微镜观察蛋黄悬浊液实验后排出的样品,可知蛋黄悬浊液中最大的颗粒脂肪醇能顺利通过毛细管,这种颗粒直径大致在 $20\sim 30\ \mu\text{m}$ 。因此该光声池对悬浊液样品颗粒的适应程度至少可达这个尺度。这可满足一般生物细胞的要求。

由此看来,本文研制的微音作为声测元件的液体傅里叶变换红外光声探测器,可对外溶液样品进行红外光声实验,其谱图表明这种光声实验消除了蒸汽吸收的干扰。这种光声池可望应用于生物水溶液样品的傅里叶变换红外光声检测。

本文得到中国科学院安徽光学精密机械研究所激光光谱学国家开放实验室开放课题经费的赞助。

参 考 文 献

- [1] S. H. Gordon; *Appl. Spectros.*, 1987, **41**, No. 2 (Feb), 195~199.
 [2] F. A. McDonald, G. C. Wetsel; *J. Appl. Phys.*, 1978, **49**, No. 4 (Apr), 2313~2322.

Liquid FT-IR photoacoustic detector for elimination of water-vapor interference

WU CINAN

(Physics Department, National College of Guizhou, Guiyang)

YAN XUEMING

(The Centre of Construction, University of Science & Technology of China, Hefei)

(Received 9 October 1989; revised 28 February 1990)

Abstract

A liquid photoacoustic detector suitable to Fourier transform infrared (FT-IR) spectrometer with a condenser microphone as coupling unit is described in this paper. The experiments with the use of this detector show that the interfering signal arising from vapor absorption can be eliminated. We also present a better method for measuring FT-IR spectrum of aqueous sample in this paper.

Key words: fourier-transform infrared spectrometer; photoacoustic spectrum; photoacoustic detector; photoacoustic cell.

.....

癌光动力学治疗仪 中科院上海光机所研制

金蒸气激光器

GVL-II型金蒸气激光器在红色光谱区具有高的平均功率和峰值功率,是光动力学治疗肿瘤最引人注目的光源,已在上海仁济、北京协和两家医院作临床应用(实物照片见封三)。

GVL-II型金蒸气激光器特性

| | | | | |
|--------|---------------|-------|---------|--------------------------|
| 波长 | 628 nm | 单线功率 | 4 W | 多光纤耦合输出器,带有4根可变动的光纤输出。 |
| 脉冲能量 | 0.4 mJ | 脉宽冲度 | 25 nsec | (光纤输出数和功率可以在1、2、3、4根光纤之间 |
| 光束直径 | 28 mm | 光束发散角 | 3 mrd | 任意组合) |
| 正常工作寿命 | 200小时(金料补充间隔) | | | |

索取资料和购货洽谈: 中科院上海光机所 汤星里 教授