

红外激光解吸/真空紫外光电离质谱技术及初步应用

潘 洋, 郭会军, 张泰昌, 齐 飞

(中国科学技术大学国家同步辐射实验室, 安徽 合肥 230029)

Infrared Laser Desorption/Vacuum Ultraviolet Photoionization Mass Spectrometry Technique and Its Preliminary Applications

PAN Yang, GUO Hui-jun, ZHANG Tai-chang, QI Fei

(National Synchrotron Radiation Laboratory, University of Science and Technology of China, Hefei 230029, China)

Abstract: We introduce a method combining IR laser desorption with tunable synchrotron vacuum ultraviolet photoionization mass spectrometry. The method needs no matrix and sample preparation. Fragment-free mass spectrometric analysis can be accomplished by near-threshold photoionization, while fragments can be formed by increasing photon energy. Mixtures (even isomers) can be distinguished by measurements of photoionization efficiency spectra.

Key words: laser desorption; mass spectrometry; photoionization; fragment-free

中图分类号: O 657.63 文献标识码: A 文章编号: 1004-2997 (2008) 增刊-153-02

基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱已经成为分析有机大分子和生物大分子的有利工具。本研究提出一种不用基质, 并将激光解吸和可调谐真空紫外光电离过程分立的质谱方法。本方法已成功应用于多个简单和复杂有机体系的分析。

1 实验部分

实验在国家同步辐射实验室 U14C 真空紫外光束线和实验站进行^[1-2]。实验中一台 Continuum 公司的 Nd:YAG 激光器出射的 1064 nm 基频光作为解吸光源; 真空紫外光从波荡器引出, 经光栅分光后得到, 能量覆盖范围为 7.8~24.0 eV; 一台自制的反射式飞行时间质谱仪作为质量分析器; 解吸激光和质谱引出场脉冲电压的延时(150 μs)由一台自制脉冲延时发生器控制。所有样品直接沉积在不锈钢靶上, 未经处理而直接使用, 实验过程中没有添加任何基质。

2 结果与讨论

2.1 不同体系的单光子电离研究

图 1 是 3 种化合物蒽, 茈萘和消旋卡多曲的光电离质谱图。红外激光可以将中性样品分子从靶上解吸, 解吸出的样品随后被真空紫外光电离。由于近阈值光电离作用, 即光子能量略微高于样品电离能, 可以只生成分子离子峰而不产生碎片离子。

基金项目: 中国科学院重大仪器研制项目(YZ200764)和国家自然科学基金(No. 10705026)资助

作者简介: 潘 洋 (1976~), 男 (汉族), 博士, 从事激光光谱、质谱分析研究。E-mail: panyang@ustc.edu.cn

通信作者: 齐 飞 (1968~), 男 (汉族), 研究员, 从事燃烧诊断、质谱分析研究。E-mail: fqi@ustc.edu.cn

2.2 混合物体系的单光子电离研究

图 2 是 6 种醌混合物在 9.5 eV 时的光电离质谱图。较低的光子能量可以保证只产生分子离子峰，从而达到区分混合物的目的。对于同分异构体蒽醌和菲醌(m/z 208)，则可以通过扫描光电离效率谱 (PIE) 得出电离能，并与已知电离能比较后来区分。

2.3 光致解离机理研究

图 3 是尿嘧啶的光电离质谱图。在 10.0 eV 时，只生成分子离子峰；随着光子能量的提高，碎片离子逐渐形成，丰度也越来越高。碎片离子的生成有助于推断光诱导分子解离机理，通过扫描光电离效率谱还可以得到不同碎片离子的出现势。

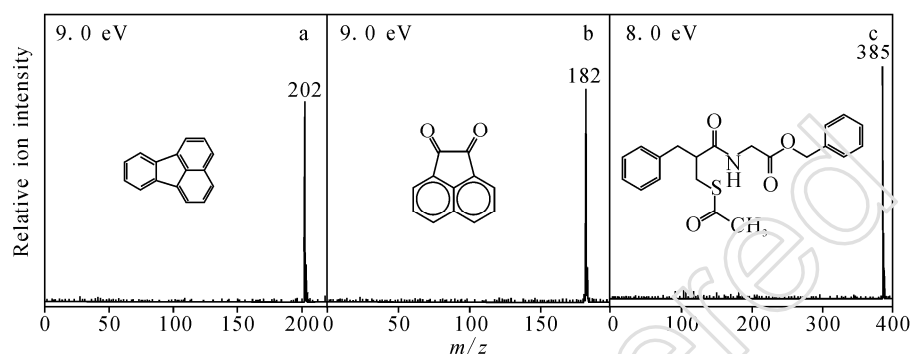


图 1 (a) 荧蒽、(b) 芴醌和(c) 消旋卡多曲的光电离质谱图

Fig.1 Photoionization mass spectra of (a) fluoranthene, (b) 1,2-acenaphthylenedione and (c) racecadotril

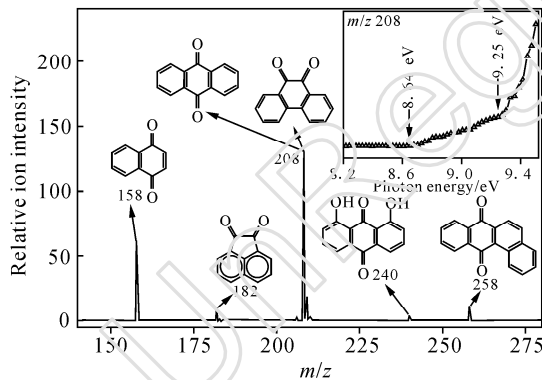


图 2 6 种醌混合物的光电离质谱图

插图: 蒽醌和菲醌混合物的光电离效率谱图

Fig. 2 Photoionization mass spectra of six quinones

Inset: photoionization efficiency spectra of 9,10-anthraquinone and 9,10-phenanthroquinone.

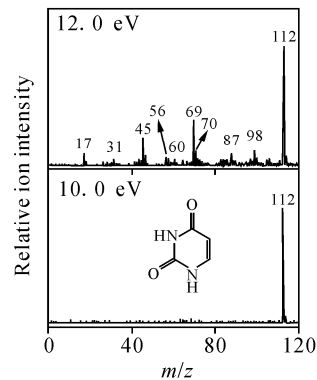


图 3 尿嘧啶在两种不同光子能量下的光电离质谱图

Fig.3 Photoionization mass spectra of uracil at the photon energies of 10.0 and 12.0 eV, respectively

参考文献:

- [1] PAN Y, ZHANG T C, QI F, et al. Rapid Commun Mass Spectrom, 2008, 22: 1 619-1 623.
- [2] PAN Y, YIN H, QI F, et al. Rapid Commun Mass Spectrom, 2008, 22: 2 515-2 520.