

被动式遥感 FTIR 测量时的仪器响应函数校正

张黎明¹, 张琳¹, 李燕^{1*}, 王晓斐^{1,2}, 刘丙萍^{1,3}, 任翌博¹, 王俊德¹

1. 南京理工大学现代光谱研究室, 江苏 南京 210014

2. 南京大学化工学院, 江苏 南京 210014

3. 曲阜师范大学化学科学学院, 山东 曲阜 273165

摘要 在应用红外发射光谱来获得某些红外源的绝对光谱能量数据, 如辐射源光谱辐射通量密度、辐射源光谱辐射强度、辐射源光谱辐射亮度及光谱辐射照度等时, 需要得知不同条件下的仪器响应函数。文章对被动式遥感 FTIR 测量时的仪器响应函数进行了校正, 实验结果表明: 在不同的实验条件下, 仪器响应函数的变化规律是不同的, 它不仅和校正时所采用的绝对黑体温度有关, 而且和校正中仪器接收到的信号大小有直接关系。因此, 在被动式测量时, 要密切注意发射源温度以及发射源发射信号大小, 以便获得最佳仪器响应函数校正结果。

主题词 遥感 FTIR; 红外发射光谱; 仪器响应函数; 校正

中图分类号: O657.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0593(2006)01-0045-02

引言

傅里叶变换红外发射光谱测量属于被动式遥感 FTIR 技术, 被动式遥感 FTIR 的测量和待测物与背景之间存在温差有关^[1, 2], 因此, 当对红外发射源进行被动式红外分析, 以期获得红外发射源的各种参数, 如辐射源光谱辐射通量密度、辐射源光谱辐射强度、辐射源光谱辐射亮度及光谱辐射照度等^[3]时, 实验条件下的仪器响应函数就显得尤为重要。

以往相应的一些文献对红外仪器响应函数有着不同的理解: 如文献[4]认为, 仪器响应函数只是频率的函数, 而与校正红外光谱仪时所采用的黑体温度无关; 文献[5]的结论则为: 当温度低于 1 073 K 时, 仪器响应函数与温度有关, 且随黑体温度的增加而增加; 而文献[6]得出的结论为: 标准黑体温度对仪器响应函数的影响随标准绝对黑体温度的上升而降低。

本文对 Bruker EQUINOX 55 遥感 FTIR 光谱仪的仪器响应函数进行了校正。实验结果表明: 在不同的实验条件下, 得到的仪器响应函数是不同的, 它不但与校正时所用的黑体温度有关, 而且还和校正时仪器接收到的信号大小有直接关系。

1 实验部分

1.1 实验装置

待校正仪器为 Bruker EQUINOX 55 遥感 FTIR 光谱仪。所用绝对黑体为美国 Barnes 标准绝对黑体。FTIR 光谱仪的光谱分辨率为 4 cm^{-1} , 每条光谱的扫描次数为 16 次, 光谱的频率范围为 $5\ 000 \sim 500 \text{ cm}^{-1}$ 。

1.2 实验步骤

将标准绝对黑体置于遥感 FTIR 光谱仪前, 使黑体发射充满 FTIR 光谱仪的视场, 调节 FTIR 光谱仪使之有适当的接收信号, 利用控温仪调节黑体温度, 获得不同温度下黑体发射的单光束光谱。

1.3 数据处理

依据下式计算仪器响应函数

$$R(\nu, T) = [S_{\text{bb}}(\nu, T) - S_b(\nu)]/H(\nu, T)$$

式中 $R(\nu, T)$ 为温度 T 下的仪器响应函数, $S_{\text{bb}}(\nu, T)$ 为温度 T 下绝对黑体单光束光谱, $S_b(\nu)$ 为背景单光束光谱, $H(\nu, T)$ 为温度 T 下理论 Planck 黑体绝对辐射, ν 为频率 (cm^{-1}), T 为温度 (K)。

2 仪器响应函数校正结果

实验表明, 当仪器接收到的信号较小时, 伴随黑体温度的上升, 得到的仪器响应函数也随之上升, 这与文献[5]的结论一致, 见图 1; 当调节 FTIR 光谱仪, 使其接收到的信号很大时, 测得的仪器响应函数随温度的升高而有规律的降低, 见图 2。

收稿日期: 2004-10-09, 修订日期: 2005-02-24

基金项目: 国家自然科学基金(20175008), 中国博士后科学基金和南京理工大学青年学者基金(Njust200303)资助项目

作者简介: 张黎明, 女, 1978 年生, 南京理工大学化工学院博士研究生 * 通讯联系人

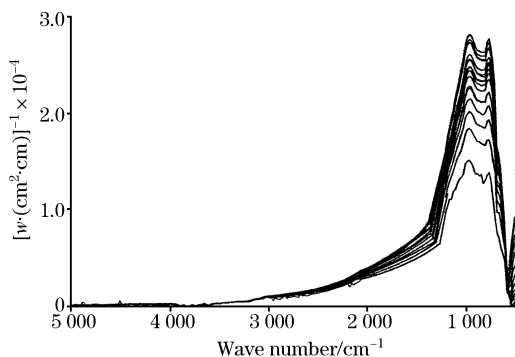


Fig. 1 The instrument response function of EQUINOX 55 at the temperature of 373, 423, 473, 523, 573, 623, 673, 723, 773, 823, 873, 923, 973, 1 023 and 1 073 K, respectively, from bottom to top when the signal amplitude received by the infrared instrument is smaller

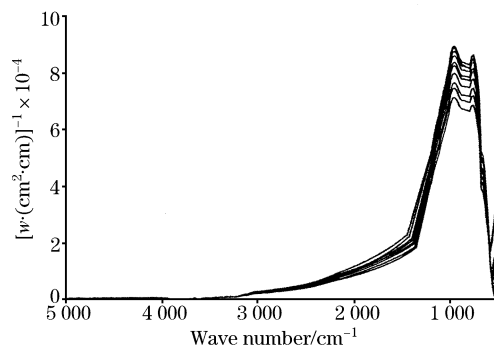


Fig. 2 The instrument response function of EQUINOX 55 at the temperature of 1 223, 1 173, 1 123, 973, 923, 873, 823, 773, 723, 673, 623 and 573 K, respectively, from bottom to top when the signal amplitude received by the infrared instrument is larger

3 结 论

在不同的实验条件下, Bruker EQUINOX 55 遥感 FTIR 光谱仪的仪器响应函数的变化规律是不同的, 它不但与校正时所采用的黑体温度有关, 而且和校正时仪器接收到的信号大小有直接关系。因此, 在被动式测量时, 要密切注意发射

源的温度和发射信号大小。对于不便得到发射源发射信号大小的快速反应, 可以根据实验测得的发射源单光束光谱来推断其发射信号大小。

总之, 在被动式遥感 FTIR 测量时的仪器响应函数校正中, 不但要使黑体温度和实际发射源温度相同, 而且要调节光谱仪使之接收到的黑体发射信号与实验中发射源发射信号相近, 这样才能得到最佳的仪器响应函数。

参 考 文 献

- [1] Hilton M, Lettington A H, Mills I M. SPIE, 1994, 2089: 314.
- [2] Harig R, Matz G. Field Anal. Chem. Technol., 2001, 5(1-2): 75.
- [3] HUANG Zhong-hua(黄中华). The Application of Remote Sensing FTIR in Toxic Organic Compounds Measurement[PhD. Thesis]. Nanjing: Nanjing University of Sci & Tech(南京: 南京理工大学), 2003.
- [4] Tilotta D C, Busch K W, Busch M A. Appl. Spectrosc., 1989, 43(4): 704.
- [5] HUANG Zhong-hua, LI Yan, WANG Jun-de, CHEN Zuo-ru(黄中华, 李 燕, 王俊德, 陈作如). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2002, 22(3): 399.
- [6] Wang Jun-de, Wang Tianshu, Chen Zouru, et al. Spectrosc. Lett., 1997, 30(4): 783.

The Calibration of Instrument Response Function during Passive FTIR Measurement

ZHANG Li-ming¹, ZHANG Lin¹, LI Yan^{1*}, WANG Xiao-fei^{1,2}, LIU Bing-ping^{1,3}, REN Yi-bo¹, WANG Jun-de¹

1. Laboratory of Advanced Spectroscopy, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210014, China

2. Department of Chemistry, Nanjing University, Nanjing 210093, China

3. Department of Chemistry, Qufu Normal University, Qufu 273165, China

Abstract In order to obtain infrared spectral radiance distribution of some infrared sources, such as spectral radiant flux density, spectral radiant intensity, spectral radiance and spectral irradiance, the instrument response function under different conditions must be known. In the present paper, the calibration of instrument response function during passive FTIR measurement has been discussed. The experimental results illustrate that under different experimental conditions, the instrument response function varies not only with the temperature of the blackbody but also with the signal amplitude received by the infrared instrument. So, during passive FTIR measurement, the temperature and the emission signal amplitude of the source must be observed carefully in order to get satisfactory instrument response function.

Keywords Remote sensing FTIR; Infrared emission spectrum; Instrument response function; Calibration

* Corresponding author

(Received Oct. 9, 2004; accepted Feb. 24, 2005)