

激光拉曼分光计中超低杂散光的测试

印建平 宋从龙 陆志伟
(苏州大学)

提 要

本文提出了一种测试激光拉曼分光计中超低杂散光的新方法。实验结果表明,本方法的杂散光测量限可达 10^{-14} 量级。

关键词: 拉曼分光计, 超低杂散光测试, 光强提高因子。

一、引 言

近年来,关于光栅单色仪,分光光度计和激光拉曼分光计中杂散光的测试与研究已有一些文献介绍^[1~6],但由于实验技术上的困难,长期以来有关激光拉曼分光计中杂散光(尤其是 10^{-13} 量级以下)的测试方法问题并没有完全解决。本文在文献[4~6]的工作基础上,提出了一种利用最简单的分段减光法,即可实现光强变化任意量级的杂散光测试新方法。该方法不仅省去了大量级范围内光电系数的线性检测和中性滤光片的透过率标定这一麻烦,简化了测试工作,提高了测试精度,而且其测量限仅受激光功率大小的限制。

二、实验装置与方法

测试激光拉曼分光计中超低杂散光的实验如图1所示。图中光栅和小孔光阑构成前置单色器,以消除 Ar^+ 激光器因自发辐射引起的背景辐射;偏振片组用来调节入射光强度。

在杂散光测试中,通常采用中性滤光片来进行分段减光。在文献[4~6]中均需要对中性滤光片进行事先的或现场的透过率标定,这样不仅标定工作比较麻烦,并引入标定误差及其它影响,而且会因透过率标定误差的累积而最终限制杂散光的测量限。为此,作者提出了一种新的测试方法,现简单介绍如下:设PMT光子计数系统线性动态范围的上、下计数率

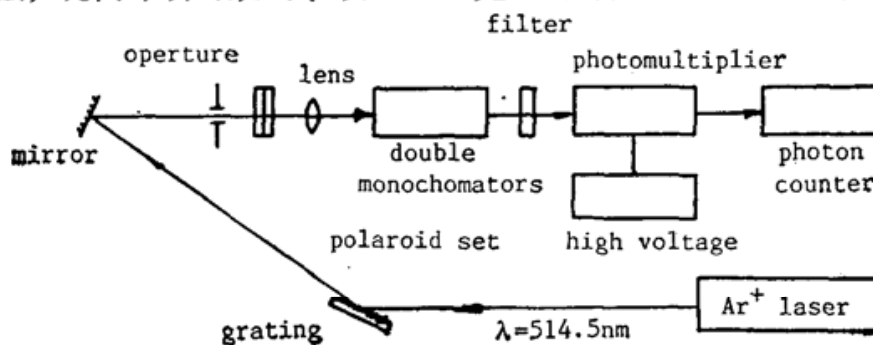


Fig. 1 The experimental plan for testing stray light

分别为 $R_{s(\max)}$ 和 $R_{s(\min)}$, 令用于分段减光的一组中性滤光片(编号为 F_0, F_1, F_2, \dots)的透过率 T_0, T_1, T_2, \dots 依次递增, 且相邻两块中性滤光片的透过率之比小于 PMT 光子计数系统的线性动态范围 ($\sim 10^4$ 量级), 则首先在待测拉曼分光计出射狭缝处插入透过率适当的中性滤光片 F_0 , 并令分光计的调定波长为 λ_0 , 调节偏振片组使光子计数器的最大输出计数率 $R_{s0} \leq R_{s(\max)}$; 其次步进地改变分光计的调定波长, 当偏离主线 λ_0 为 $\Delta\lambda$ 处, 光子计数率下降至 $R_{s(\min)}$ 时, 插入另一透过率较高的中性滤光片 F_1 , 以取代 F_0 , 并记下更换中性滤光片前后的光子计数率 $R_{s1(\Delta\lambda)}$ 和 $R'_{s1(\Delta\lambda)}$, 得到第一次光强变倍时的光强提高因子

$$M_1 = R'_{s1(\Delta\lambda)} / R_{s1(\Delta\lambda)} \quad (1)$$

和相应的仪器杂散光

$$S(\Delta\lambda) = R'_{s1(\Delta\lambda)} / M_1 R_{s0} \quad (2)$$

然后继续步进地改变分光计的调定波长, 依次进行第二次, 第三次……光强变倍, 直到测完某一波段内的杂散光轮廓线为止。若在偏离主线 λ_0 为 $\Delta\lambda$ 范围内(图 ± 10 nm), 更换了 N

次中性滤光片, 则相应的杂散光应按下式计算

$$S(\Delta\lambda) = R'_{sN(\Delta\lambda)} / M_1 M_2 \dots M_N R_{s0} \quad (3)$$

由于光强提高因子 M_i 是在杂散光测试过程中由中性滤光片更换前后的光子计数率直接求得的, 因而这不仅省去了大量级范围内光电检测系统的线性检测和中性滤光片透过率的精确标定这一麻烦, 提高了测试精度, 而且利用最简单的分段减光方法, 即可实现任意量级的杂散光测试。理论分析与实验结果均表明, 本方法的杂散光测量限可达 10^{-14} 量级。

三、实验结果

作者利用上述方法如图 1 所示的实验装置测试了法国 Jobin-Yvon 公司的 HRD1 型全息平面光栅双单色仪的杂散光, 实验结果如图 2 所示。由图 2 知, 在 $\Delta\lambda = -10$ nm 处, 杂散光 $S(\Delta\lambda) \approx 5 \times 10^{-14}$, 与 HRD1 型双单

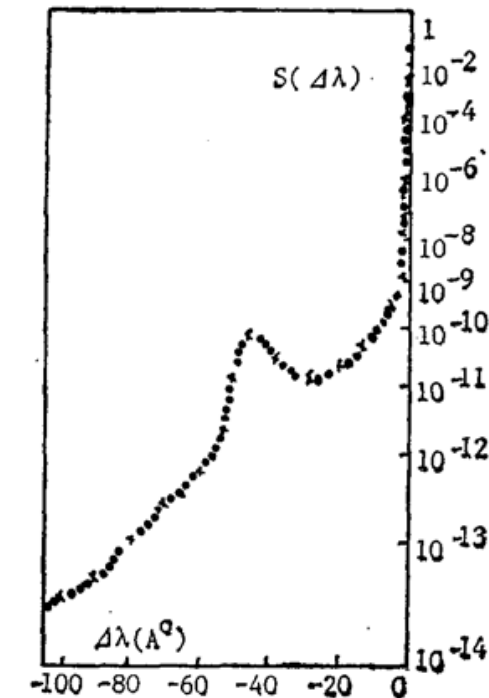


Fig. 2 The stray light profile for HRD1 double monochromators

色仪的杂散光出厂指标(或验收指标)相符。

参 考 文 献

- [1] M. R. Sharpe *et al.*; *Opt. Acta.*, 1978, **25**, No. 9 (Sep), 861~893.
- [2] A. W. Tarrant; *Opt. Acat*; 1978, **25**, No. 12 (Dec), 1167~1174.
- [3] S. Brown *et al.*; *Opt. Acat*, 1978, **25**, No. 12 (Dec), 1175~1186.
- [4] 杜中; 《仪器仪表学报》, 1981, **2**, No. 1 (Jan), 1~8.
- [5] 劳浦东, 莫英安等; 《仪器仪表学报》, 1984, **5**, No. 1 (Jan), 76~80.
- [6] 朱亚一, 印建平; 《光学学报》, 1984, **4**, No. 7 (Jul), 577~581.

Measurement of ultra-low stray light in a laser Raman spectrometer

YIN JIANPING, SONG CONGLONG AND LU ZHIWEI
(*Suzhou University*)

(Received 16 January 1989; revised 25 May 1989)

Abstract

The stray light measurement is a difficult problem in specifying the technical performance of a laser Raman spectrometer. This article suggests a new method of testing ultra-low stray light in a laser spectrometer. Experimental results show that, the stray light measuring limit of the order of 10^{-14} may be achieved.

Key words: Raman spectrometer; the measurement of ultra stray light; increase factor of light intensity.