

光电流光谱技术与原子荧光法联用测定激光波长

王松岳

(中国科学院长春应用化学研究所, 130022)

Laser wavelength measurement by combining optogalvanic spectroscopy with atomic fluorescence spectrometry

Wang Songyue

(Changchun Institute of Applied Chemistry, Academia Sinica, Changchun)

Abstract: Laser wavelengths were measured by means of optogalvanic spectroscopy and confirmed with atomic fluorescence spectrometry. Laser wavelengths resonated on one component of some non-fine structure high resolution lines in atomic uranium and lanthanum were accurately calibrated by combining two techniques. Experiments demonstrated that this method is superior to laser wavelength meter.

Key words: optogalvanic spectroscopy, atomic fluorescence spectrometry, uranium, lanthanum

激光波长仪可在一定精度内测定激光波长,但在激光光谱学和激光分离同位素的应用研究中,不能保证测得的波长已与原子的某一跃迁共振。而光电流光谱技术恰好具有及时地反映这种共振的性能,激光激发原子荧光法的应用又为复杂原子谱线的认定提供准确可靠的依据^[1]。我们联用这两种技术简便快速而又准确无误地分别测定了与铀、镧原子一些非精细结构高分辨谱线中某一成分共振的激光波长。

实验采用若丹明 6G 染料激光作激发源,输出功率为 40~150 mW,线宽为 0.1 GHz。实验装置示意图与文献[1]的图 3 相似,但必须在染料激光器输出端再插入一个分束器,把约一半能量引入待用的工作系统。作为监测标准的铀、镧原子分别由 U-Ne 和 La-Ne 空心阴极放电管提供,工作电流分别为 30 和 15 mA。激光波长用单色仪粗测,当仔细调节扫描电子仪并获得最大值的光电流信号时,表明激光已与原子某一跃迁的中心波长共振,此时放电管发射多种波长跃迁的荧光信号。为了准确认定该光电流信号属于何种波长跃迁,在选择观测作为辨认标准的荧光时,必须优先选择自发发射几率 A_{nm} 较大的直跃线非共振荧光,其次是选择能量转移距离较近、 A_{nm} 较大的敏化荧光或下能级产生的负荧光^[2]。

原子的非精细结构高分辨谱线是由一条以上的波长差很小而跃迁上能级间距很大的谱线组成。这类原子在吸收满足某一共振跃迁的激光后,可产生波长差很大的非共振荧光^[3]。因此,我们可按上述要求选择适当波长的荧光来认定待测的激光波长。铀原子 575.8143 nm 和 575.8358 nm 两种跃迁的间隔只有 0.646 cm^{-1} ,而两者上能级间隔为 4275 cm^{-1} ^[3,4],各自可观测到的直跃线非共振荧光的波长差很大。当要测定与前一种跃迁共振的激光波长时,可用

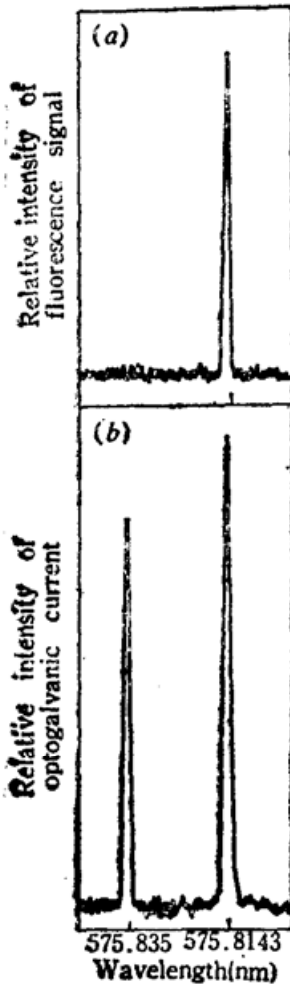


Fig. 1 Laser-induced fluorescence of atomic uranium at 597.1501nm transition (a) and optogalvanic current (b) by laser radiation tuned near 575.825nm

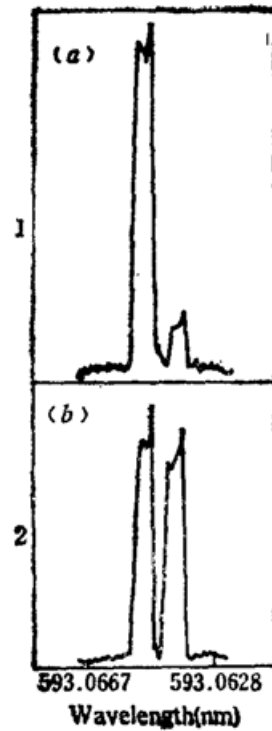


Fig. 2 Laser-induced fluorescence of atomic lanthanum at 645.5988nm transition (a) and optogalvanic current (b) by laser radiation tuned near 593.065 nm

1—Relative intensity of fluorescence signal
2—Relative intensity of optogalvanic current

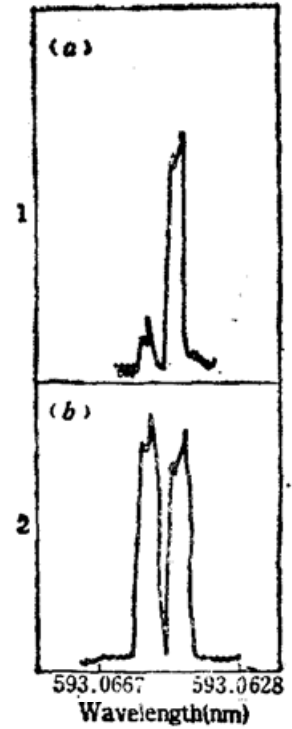


Fig. 3 Laser-induced fluorescence of atomic lanthanum at 654.3151 nm transition (a) and optogalvanic current (b) by laser radiation tuned near 593.065 nm

1—Relative intensity of fluorescence signal
2—Relative intensity of optogalvanic current

其相应的直跃线非共振荧光 597.1501 nm 跃迁来辨认。为此,单色仪的输出固定于此波长位置,让激光在包括上述两种波长在内的 30 GHz 范围内扫描,同时测得的光电流信号和荧光信号示于图 1。根据文献 [3, 4] 分析可知:只有当激光扫描到 575.8143 nm 时才能发射 597.1501 nm 荧光。而当激光扫描到 575.8358 nm 时,固然可通过碰撞把粒子转移到 7L_6 上,但转移量太少,因而不能在 597.1501 nm 处观测到荧光。用此法还测定了与铀原子非精细结构 605.6870 nm 和 605.7082 nm 中前一种跃迁共振的激光波长。有关谱图从略。

镧原子有一组由 593.0667 nm 和 593.0628 nm 两种跃迁组成的非精细结构,间隔为 0.12 cm^{-1} ,而它们的跃迁上能级间隔为 1053.36 cm^{-1} ^[5,6],要测定与第一种跃迁共振的激光波长时可选取 645.5988 nm 跃迁敏化荧光来辨认。测得谱图示于图 2。显然由于 $Y^2F_{5/2}^0$ 能级比 $Y^2F_{7/2}^0$ 能级距 $2^2F_{7/2}^0$ 能级较近,从 $Y^2F_{5/2}^0$ 转移到 $2^2F_{7/2}^0$ 上的粒子也较多。因此可由在具有较强荧光信号处确定该处的激光波长为 593.0667 nm。测定与第二种跃迁共振的激光波长时可选取 654.3151 nm 跃迁敏化荧光来辨认。测得谱图示于图 3。

本方法实验装置简单,操作方便,效果绝对优于激光波长仪。

参 考 文 献

- 1 王松岳 *et al.*, 中国激光, **12**(8), 478~491(1985)
- 2 王松岳 *et al.*, 科学通报, **33**(4), 274~278(1988)
- 3 Byron A. Palmer *et al.*, "An Atlas of Uranium Emission Intensities in A Hollow Cathode Discharge", LA-8251-MS Informal Report Ue-34s Issued: July 1980, 92
- 4 Jean Blaise *et al.*, *J. Opt. Soc. Am.*, **66**(7), 644(1976)
- 5 C. E. Moore, "Atomic Energy Levels", Vol. 3, NBS Monograph 35, Washington D. C., 1971, pp. 136~138
- 6 G. R. Harrison *et al.*, *J. Opt. Soc. Am.*, **35**(10), 658~669(1945)

(收稿日期: 1990年5月21日; 修改稿收到日期: 1990年6月18日)

高效率光学参量发生器

李 港 姚煜球*

(北京工业大学激光技术实验室, *应用物理系, 100029)

郝海琳

(北京市微技术研究所)

High efficient optical parametric generator

*Li Gang, Yao Yuqiu**

(Laboratory of Laser Technology, *Department of Applied Physics, Beijing Polytechnic University, Beijing)

Hao Hailin

(Beijing Institute of Tiny Technology, Beijing)

Abstract: This paper reports the optical parametric generator pumped by the second, the third and the fourth harmonics of mode-locked YAG laser. The experimental results concerning influence of the physical parameter on the threshold, the conversion efficiency and the bandwidth of optical parametric generator in BBO crystal are obtained. The conversion efficiency is over 30%.

Key words: optical parametric generator BBO crystal

早期光学参量效应方面的研究着重于光学参量振荡器(OPO), 近年来随着超短脉冲技术的发展, 光学参量发生器(OPG)以其没有谐振腔的特殊优势得到了迅速发展^[1~3]。

目前, 在光学参量发生器后再加一级光学参量放大器, 人们已经取得了参量转换效率超过50%的出色成果^[4]。

80年代诞生的新型非线性光学晶体 β -BaB₂O₄(BBO), 具有透明范围宽、损伤阈值高、非线性系数大等优点^[5]。本文利用中国科学院福建物质结构研究所生产的BBO晶体, 用YAG锁模激光的二倍频、三倍频、四倍频光作为泵浦源, 进行了光学参量发生器方面的研究。参量光转换效率超过30%。