

说,若  $f(x)$  不是振荡函数,只需几个基函数已能获得很好的精度。我们计算了 Hitachi 公司的 HL8314 半导体激光器的源场分布。其辐射波长为 830nm,以 55mA 电流驱动,输出光功率 12mW。首先在  $z = 30\text{mm}$  处测量远场数据,并取  $B = 2.1\text{m}$ ,  $N = 7$ 。算出的源场分布绘于图 4。

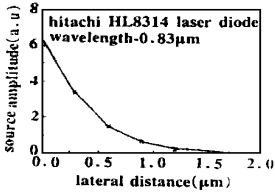


Fig. 4 Computed near-field distribution

器前面加一金属箔,上开一直径为 0.3mm 的小孔以使光通过。远场必须精确测量,特别是在小幅值区域。需要指出的是,在半导体激光器远场测量时,常有两个因素被忽视。第一,探测器饱和问题,必须加适当衰减片;第二,在大角度情况下,探测表面的反射损耗不容忽视。必须始终保持探测器表面与探测器-半导体激光器连线垂直,每个测量均在垂直入射条件下完成。我们通过一精密连动结构来实现这种垂直条件。每一数据均由往返三次取平均值。

利用图 4 计算得到的源场,反回去再计算它在  $z = 59\text{mm}$  处产生的远场,并与在这里测量的远场数据进行比较。图 5 给出了比较结果。其中实线表示近似解的计算值,而小圆圈表示实际测量值。在主要辐射区,最大误差  $|\Delta g/g|_{\max} = 2.5\%$ 。与测量值吻合得如此之好,说明了这种方法的优点。

远场测量实验装置中有一固定半导体激光器的支架使得光轴处于水平方向,在垂直于光轴的方向上用精密丝杠(由迈克尔逊干涉仪改装)固定光电探测器,这样光电探测器就可以在垂直光轴的方向上扫描。探测

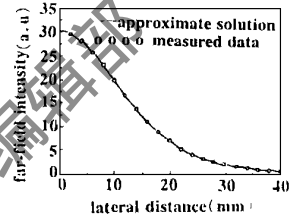


Fig. 5 Comparison of theoretical results and measured data

#### 参 考 文 献

- 1 Morishita M. IEEE J Lightwave Technol, 1986; 4(8): 1120~ 1124
- 2 Helms J, Schmiltchen J, Schuppert B. IEEE J Lightwave Technol, 1990; 8(5): 625~ 633
- 3 Yip G L, Noutsios P C, Chen L. Appl Opt, 1996; 35(12): 2060~ 2068
- 4 Zeng X. Appl Opt, 1993; 32(24): 4491~ 4494
- 5 Moore J, Pizer R. Moment Methods in Electromagnetics. New York: Research Studies Press, 1984

## 激光单站被动测距技术研究

安毓英 曾小东 刘劲松  
(西安电子科技大学,西安,710071)

摘要: 提出了依据大气前向自发喇曼散射效应实现激光单站被动测距的方案,讨论了实现方案的技术可能性。

关键词: 自发喇曼散射 激光探测 被动测距

## Passive ranging of laser source by single station

An Yuying, Zeng Xiaodong, Liu Jinsong

(Xi'an University, Xi'an, 710071)

**Abstract:** A scheme of passive ranging of a laser source by single station based on the forward spontaneous Raman scattering in atmosphere is proposed, and the techniques to realize this scheme are discussed.

**Key words:** spontaneous Raman scattering laser detection passive ranging

## 引 言

被动测距是指仅仅通过信号接收而给出信源距离。在通信信号功率传输方程中,除接收信号功率可以测

得外,信源发射功率和传输距离是两个未知数。由于发射功率不可能知道,因此一个方程中含有两个未知数,待测距离也就不可能求得。为克服这一困难,通常在无线电波段采用双站或多站接收方式,例如双站三角交会或前后双站时差接收,由于同时获得了两个独立的通信方程,联立求解可得待测距离。

在对激光测距机或激光目标指示器实施单站被动测距时,能否找到另外一个独立的通信方程?本文提出了一种方法,这就是利用激光大气传输中同时存在的大气前向自发喇曼散射效应来实现激光单站被动测距的新方案,同时对方案的技术实现也一并进行了讨论。

## 一、原 理

解决激光单站被动测距的关键是寻找另外一个独立的通信方程。我们所提方案的核心是频谱区分,即利用大气前向自发喇曼散射效应建立另外一个独立的通信方程,将主波传输方程与散射波方程联立求解,即可自动消去未知的激光源发射功率,从原理上讲,这是解决单站被动测距的一种新方案。

大气自发喇曼散射的存在是肯定无疑的,它主要来自占大气总量 78% 的  $O_2$ ,  $N_2$  分子的自发喇曼散射。这种散射的特征是,散射波频移量与照射波频率无关,完全由散射物质决定。大气喇曼散射峰值频移量大约是  $70\text{\AA}$ 。如果把照射的激光波称为主波,那么对  $1.064\mu\text{m}$  的主波来说,大气喇曼散射波的波长就变为  $1.071\mu\text{m}$ 。于是,通过频谱分离技术,我们在接收机中就可同时得到主波和散射波两个独立的传播方程,由于散射波方程中同样含有发射功率,联立求解,就有可能获得距离信息。

文献[1]已给出了主波和散射波的通信方程,并用数值求解方法发现了前向散射波的距离积累效应。即大气前向自发喇曼散射功率在一定距离内随距离增加具有积累性质,即远距离(例如  $10\text{km}$ )上的喇曼散射光功率比短距离上的要大,因而使得测量问题变得更为现实。实际上,散射波功率与主波功率之比在大约  $15\text{km}$  范围内随距离增加近乎线性增长,这就为本方案提供了理论依据。

## 二、讨 论

1. 频谱分离问题 实验表明,对 Nd:YAG 激光器来说,发射的中心波长为  $1.064\mu\text{m}$ , FWHM 宽度  $3.6\text{\AA}$ , 底宽  $9\text{\AA}$ , 大气  $O_2$ ,  $N_2$  的喇曼频移  $70\text{\AA}$ , 散射波中心波长即  $1.071\mu\text{m}$ 。这表明,主、散波在频谱上有可分离性,用单色分光仪将主波和散射波从频谱上分开,并分别实施检测。

2. 检测问题 实验表明,主波检测不成问题。喇曼散射波本身十分微弱,原则上可用光子计数方法检测。然而实际上并非如此简单。因为用单色分光仪对主、散实施分离时,主波在分光光栅上的散射充满了整个空间,使喇曼散射分量很难分离出来,当然也就无从检测。因此,必须大大减小主波分离散射的影响,实验表明,将两台单色分光仪用光纤串接起来,对散射背景有明显的抑制。如果用三联或四联分光单色仪,预计主波光栅散射背景基本可消除,同时对大气喇曼散射波的损耗约一个量级,但是,采用冷却光电倍增管措施的光子计数技术对喇曼信号可实施成功的检测。当然,三联或四联分光单色仪的联动设计是必须的。

### 参 考 文 献

- 1 安毓英,应用光学,1995;16(2)

## 迟到论文题录

### 小型全金属结构扩散冷却射频激励 $CO_2$ 激光器研制

郭振华 王又青 陈 殊 李准永

(华中理工大学激光技术与工程研究院,武汉,430074)

### 光学方法检测牙髓活力

申礼文 陆治国

(西北大学物理系,西安,710069)