

一种对光电型小能量计的标定方法

徐贵道 张桂素

(北京放射医学研究所)

本文介绍了在待测激光器上用热电型能量计标定光电型能量计的一种方法。本方法简单,使用仪器少,可充分发挥光电元件响应时间快,灵敏度高等优点。在线性范围内,可外推对短脉冲微能量进行测量。

A method for calibration of photoelectric energymeter

Xu Guidao, Zhang Guisu

(Beiling Institute of Radiation Medicine Academy)

Abstract

In this paper a method of using photoelectric energymeter by using calorimeter in laser ready for energy measurement is presented. The method is rather simple, using less instruments, and bring the rapid response and high sensitivity of photoelectric element into play. It also can be extended to the measurement of laser micro energy of short pulse within certain response linear range.

一、引言

激光对眼损伤阈值的研究经常要对小能量脉冲激光进行测量,要求能量计响应时间快,

[3] 胡富根等,空战激光模拟器眼效应实验(待发表)。

作者简介:施良顺,男,1938年8月出生。助研。从事激光参数测试及仪器研制。

高光煌,男,1942年月9出生助研。从事激光参数测试。

常珂,男,1950年8月出生。助理员。从事科技管理。

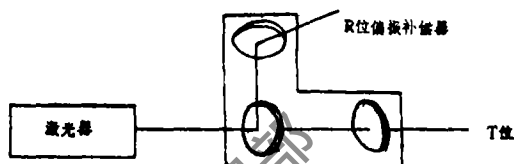
韩曙光,男,1942年10月出生。助理员。助研从事航空军械工作。

收稿日期:1987年4月22日。

灵敏度高。光电型能量计具有上述特点。并有结构简单、制做方便等优点。但由于光谱响应极不平坦，需要在不同波长的单色光源上进行标定，这就使标定和使用很困难。本文总结了在待测激光器上用热电型能量计，对光电型能量计进行标定的一种方法。本方法简单，使用仪器少，可以消除由于光谱响应等因素引起的测量误差，并能充分利用光电元件响应时间快、灵敏度高的特点，在光电元件线性范围内，可以外推对短脉冲微能量激光进行测量。

二、标定原理

标定是在将要进行测量的激光器上，仅用一台标准能量计和待标能量计。设A为热电型标准能量计，其灵敏度为 S_A ，单位为： $\text{div}/\mu\text{J}$ 。B为待标定的光电型小能量计，灵敏度为 S_B ，单位为： $\mu\text{A}/\mu\text{J}$ 。标定光路如图所示。



标定光路图

激光束由分束装置按比例分为两束，设透射位置为T，反射位置为R。将能量计A，

B分别置于T，R位置上，如图。在同一个脉冲激光作用下，设A、B测得的读数分别为 A_T 和 B_R 。众所周知，T、R位置上的实际能量 E_T 、 E_R 分别为：

$$E_T = \frac{1}{S_A} A_T \quad (1)$$

$$E_R = \frac{1}{S_B} B_R \quad (2)$$

将能量计A，B互相调换位置。以同样方法测得的读数为 A_R 、 B_T ，相应位置上的实际能量为：

$$E'_T = \frac{1}{S_B} B_T \quad (3)$$

$$E'_R = \frac{1}{S_A} A_R \quad (4)$$

式(1)、(2)和(3)、(4)两边相比：

$$E_T/E_R = S_B A_T / S_A B_R \quad (5)$$

$$E'_T/E'_R = S_A B_T / S_B A_R \quad (6)$$

可以看出等式左边就是分束装置的分束比。由于激光器输出一般是不稳定的，两个能量计的灵敏度也不会一样，所示一般 $E_T \neq E'_T$ ， $E_R \neq E'_R$ 。任何用分束方法标定时都要求分束比稳定。而在分束比稳定的情况下，下式成立：

$$\begin{aligned} E_T/E_R &= E'_T/E'_R \\ S_B A_T / S_A B_R &= S_A B_T / S_B A_R \end{aligned} \quad (7)$$

由此得到：

$$S_B = \sqrt{\frac{B_T B_R}{A_T A_R}} S_A \quad (8)$$

式(8)就是标定时的计算公式。

三、误差分析与讨论

能量计一般标定方法是，在一输出稳定的激光器上，用三台能量计：即标准能量计，检测能量计和待标能量计。首先用标准和检测能量计，在分束的两个位置上测出分束比。再将标准能量计换上待标能量计，此时所测数据与分束比一起求出待标能量计的灵敏度。

本方法对激光器输出的稳定性无特殊要求。标定仅用两台能量计，即一台标准和待标能量计，因此适用任何实验室。工作前在将要进行测量的激光器上进行标定，随后测量。由于标定光源和能量测量在同一激光器上，其波长、模式、光束等参数均相同，消除了由于标定光源上述参数不同而引入的误差。

由于不用中间过渡的检测能量计，在标定的误差中，也就消除了此项误差。

本方法是基于互换能量计位置进行标定的。因而调换位置所引入的误差，是本方法的特殊误差源。能量计互相交换位置时，要求位置必须复原。例如，当A由T位换到R位时，其距离、方向必须和能量计B在前一组数据测量时的位置相同。B换到T位时也要求和A所在时一样。

任何用分束进行的标定，都要求分束比稳定。采用具有偏振补偿的分束装置是本方法的又一特点。激光器工作时，因为多种因素使输出光束的偏振度发生随机变化，由于分束器的反射表面对偏振光的反射特性，使分束比随偏振度的不同而变化。由公式(8)可知，当分束比稳定时根号值为一常数。此时仅用两个脉冲四个数据即可完成标定，但采用偏振补偿的分束装置，也还存在约2%的误差，因此需要多测几组数据加以平均。

附表是从实际标定中任取的一组数据，以此为例对本方法做进一步讨论。标定中所用的标准能量计是中国计量科学研究院提供的热电型“快响应辐射计”，其灵敏度为 $S_A = (1/26 \text{ div}/\mu\text{J})$ ；待标能量计是我室研制的硅光二极管小能量计。所用光源为YAG倍频的 $0.53\mu\text{m}$ 光束。

标定数据表 $S_A = 126 \text{ (div}/\mu\text{J})$

仪器名称	快响应辐射计 读数(div)		光电型小能量计 读数(μA)		分束比 $\alpha = \sqrt{\frac{A_T B_T}{A_R B_R}}$	灵敏度 $S_B = \sqrt{\frac{B_T B_R}{A_T A_R}}$	备注
	序号	A_T	A_R	B_T			
1	3.6	2.9	64	100	0.891	0.952	
2	2.8	3.0	64	81	0.859	0.955	
3	2.2	3.8	85	65	0.870	0.987	
4	2.3	3.8	80	62	0.884	0.917	
5	2.4	2.6	56	63	0.906	0.915	
平均值 \bar{a}	2.66	3.22	69.8	74.2	0.882	0.945	
标准误差系数 K_s	21	17.1%	17.4%	22.1%	2.1%	3.17%	$k_s = \frac{\sigma}{\bar{a}} = \sqrt{\frac{2(\bar{a} - a)^2}{n-1}} / \bar{a}$

高功率分子激光器

杨培根

(北方科技信息研究所)

本文介绍准分子激光器的发展,重点介绍了电子束和放电泵浦的高功率稀有气体卤化物准分子激光器。

High power excimer laser

Yang Peigen

(North Institute of Science-Technical Information)

Abstract

In this paper we present development of the excimer laser, specifically high power rare gas-halide excimer lasers that is pumped by the electron beam and electric discharge.

由表可见,所测名次读数的标准误差系数 K 值高达22%,说明了激光器输出能量很不稳定。而五次读数所求出灵敏度的 K 值仅为3.17%。可见对激光器输出的稳定性无特殊要求,都可取得较好的标定效果。

如果在待测激光器上标定光电型能量计,标定后进行测量时,除可消除光谱响应引入的误差外,并可充分发挥光电型能量计响应快、灵敏度高等优点。能使可测下限更低。由表可见快响应辐射计在光束能量为百微焦时,相应检流计读数仅有几毫米,已为本能量计的下限,而在相同能量条件下,光电型能量计读数还有百微安。不难理解,在光电型元件线性范围内,可以外推对短脉冲更小能量进行测量。

作者简介:徐贵道,男,1933年2月出生。高级工程师。现从事激光安全和激光生物效应的研究。

张桂素,女,1944年8月出生。主管技师。从事激光参数测试。

收稿日期:1987年5月19日。