

文章编号: 1001-5078 (2006) 07-0590-03

测量瓦级激光的光电型功率计的研制

伊红晶^{1,2}, 壮凌¹, 檀慧明¹

(1. 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要:文章介绍了由有色光学玻璃组成的窄带的测量 3W 以内激光的光电型功率计, 具有杂光小、均匀性好、线性好、时间常数小等特点。已研制了测量 473nm、532nm、594nm、635nm、671nm、808nm、980nm、1064nm 的光电型瓦级激光功率计。测试结果表明:线性比较好, 均匀性误差在 7% 以内, 杂光小于 1μW, 重复性误差小于 7%, 长期稳定性误差小于 8%。

关键词:光电型功率计; 有色光学玻璃; 硅光电池; 窄带滤光

中图分类号: TN247

文献标识码: B

The Study of Photoelectric Power Meter for Measuring W-class Laser

YI Hong-jing^{1,2}, ZHUANG Ling¹, TAN Huiming¹

(1. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of

Sciences, Changchun 130033; 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: The photoelectric power meters, which are made of color optical glass to measure the output power up to 3W with narrow bandwidth, are introduced. They have the advantages of small stray light, good uniformity, excellent linearity, fast time respond constant and etc. We already study of manufacturing the photoelectric laser power meters at W-class measuring 473nm, 532nm, 584nm, 635nm, 671nm, 808nm, 980nm, 1064nm. The testing results show that the linearity is good, the uniformity error is within 7%, the stray light is smaller than 1μW, the repeatability error is within 7%, and the long stability error is within 8%.

Key words: photoelectric power meter; color optical glass; photoelectric cell; narrow bandwidth

1 引言

随着激光事业的发展,越来越多的领域应用了激光技术,而且大功率半导体激光器也随之发展起来。同时,对激光功率测量的准确性要求越来越高,随之而产生了各种类型的功率计,但目前国内、外测量 50mW 以上的光电型功率计还没报导过,而且像美国 Coherent(相干)公司生产的测量瓦级以上的功率计都为热电偶型探测器。光电型功率计与其它类型功率计比较,其优点在于稳定性好,时间常数小(2×10^{-4} s),使用方便等。

本文报道了通过有色光学玻璃减光,光电池均匀接收原理设计的一种光电型瓦级功率计,并详细

测试了其线性、均匀性、重复性和长期稳定性等性能指标。现已成功研制了测量瓦级的光电型功率计,其结构简单,成本低,有非常大的实用价值。

2 结构与原理设计

2.1 光电型功率计组成

该功率计主要由有色光学玻璃、硅光电池、定标转换组成,见图 1。

作者简介:伊红晶(1975-),女,工程师,现在中国科学院长春光学精密机械与物理研究所,长春新产业光电技术有限公司,主要从事功率计研制和计算机程序设计工作。E-mail: HJingYi7575@163.com

收稿日期: 2005-12-19; **修订日期:** 2006-02-20

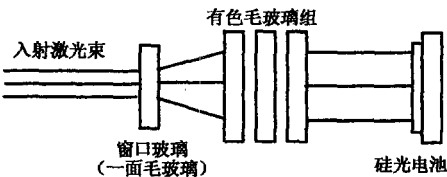


图 1 光电型功率计组成

入射激光通过多层有色毛玻璃组减光,并经过多次漫反射,均匀照射在硅光电池上,通过输出阻抗的调解使其定标,且功率显示值与入射激光功率相对应。见图 2。

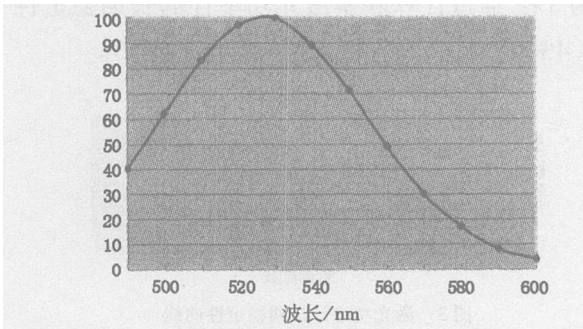


图 2 532nm激光功率计实测的光谱响应曲线
(峰值波长 = 530nm,半宽度 = 560 - 495 = 65nm)

2 2 设计原理

通过有色光学毛玻璃组对激光减光并截止其它波长的光,均匀照射在硅光电池表面,在其线性范围内把激光转化为电压。

- 瓦级激光功率计设计措施有：
- 石英窗口:窗口玻璃选用石英玻璃,硬度高,膨胀系数小,不易炸；
 - 窄带截止滤光:通过截止型有色玻璃组,对其它波长进行截止,杂光小；
 - 改善均匀性:在光路内有有色玻璃组多次漫反射形成漫射反射器,同时硅光电池尽量选用接收面积大的,因此均匀性好；
 - 保证线性:通过多层毛玻璃的减光,使入射到硅光电池表面的激光束的照度,在硅光电池承受的照度和线性范围之内。

3 功率计参数测试

测试条件:测试室内,室温为 20 ±5 ,湿度为 80%以内。

3 1 线性测试

在测试室内,利用线性减光盒,用两组固定透过率的中性滤光片,分别测试中性滤光片在功率计的不同量程下的透过率。首先,点亮卤素灯,稳定后,

调到激光功率计满量程 (以 3W 为例)处,测中性滤光片的透过率,然后通过改变卤素灯距离依次在 2.5W、2W、1.5W、0.5W 处测中性滤光片透过率,多次测量取平均值。数据如表 1。

滤光片透过率 = 加滤光片功率值 / 不加滤光片功率值

表 1 滤光片透过率为 57%和 41%的测量数据
滤光片透过率为 57%的测量数据

不加滤光片功率值 /mW	加滤光片功率值 /mW	滤光片透过率 /%
2967	1697	57. 20
2557	1461	57. 14
2027	871	57. 08
1525	871	57. 11
1053	601	57. 08
521	297	56. 81

滤光片透过率为 41%的测量数据

不加滤光片功率值 /mW	加滤光片功率值 /mW	滤光片透过率 /%
3007	1251	41. 60
2532	1052	41. 54
2049	849	41. 43
1568	651	41. 45
1017	420	41. 29
526	217	41. 25

从以上数据可以看出, 3W 以内的光电型功率计的线性比较好。

3 2 均匀性测试

国家规定:激光功率计灵敏面的直径需大于被测光束直径的二倍以上。说明激光功率计均匀面为激光光束直径的二倍以上。

我们设计的激光功率计窗口为 Φ9mm,激光光束直径一般情况下小于 2mm,稳定激光光束后,对准中心测量,调整激光器架在左右、上下方向上各移动 2mm,记录下数据,计算均匀性误差。

表 2 中的“中心”表示中心点数据,“左 1”、“左 2”分别表示向左移动 1mm、2mm,“右 1”、“右 2”、“上 1”、“上 2”、“下 1”、“下 2”同理,测量数据单位为 mW。

均匀性计算：
均匀性误差 = (最大值 - 最小值) / 平均值 × 100%

表 2 激光功率计均匀性测试数据

中心	左 1	左 2	右 1	右 2	上 1	上 2	下 1	下 2	误差
10 63	10 63	10 56	10 63	10 62	10 63	10 59	10 62	10 61	6.6‰
105 42	105 39	105 16	105 43	105 15	105 36	105 03	105 45	105 36	4.0‰
501 39	501 28	500 09	501 24	500 01	501 21	500 18	501 25	500 13	2.8‰
1002 6	1001 8	1001 8	1001 6	1000 7	1002 3	1001 9	1002 3	1001 9	1.9‰

3.3 杂光测试

在正常测试条件下,激光功率计不接受任何激光和其他光辐射时,以最大量程为 100mW、功率常数为 1mW /1mV 功率计为例,用五位半数字万用表测量,1μV (1μW) 档仍无显示,表明杂光功率小于 1μW。

3.4 重复性测试

一般情况下,卤素灯稳定性为 3%左右,循环检测器为 12 位,硬件放大 100 倍,无输入时,显示为零。

在测试室内,12V、75W 卤素灯点亮,稳定后,利用循环检测器,通过计算机采集数据,测量间隔时间为 10s,测量 5min,计算均方根误差。实测数据如下:

功率值 /mW:

[1]	69.73	[2]	70.46	[3]	70.65	[4]	69.78
[5]	70.56	[6]	70.80	[7]	71.24	[8]	70.46
[9]	70.65	[10]	71.00	[11]	71.44	[12]	70.26
[13]	70.61	[14]	71.19	[15]	70.17	[16]	70.17
[17]	70.75	[18]	70.26	[19]	70.07	[20]	70.17
[21]	70.56	[22]	70.90	[23]	71.00	[24]	71.19
[25]	71.19	[26]	71.09	[27]	70.21	[28]	71.19
[29]	70.12	[30]	69.87	[31]	70.51		

计算方法如下:

Xi代表各点检测数据;n表示测量次数;Xavg代表平均值;Xwpa代表稳定性。按下面公式计算:

平均值公式:

$$X_{avg} = (\sum_{i=1}^n Xi) / n$$

均方根误差:当 Xavg ≠ 0 时,

$$X_{wpa} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - X_{avg})^2}{n - 1}} / X_{avg} \times 100\%$$

计算结果:平均值:70.59mW;最大值:71.44mW;最小值:69.73mW。

稳定性:均方根误差:0.66%

激光功率计的重复性为 6.6‰(包括整个系统误差)。

3.5 长期稳定性测试

用白炽灯做为光源,利用 12 位循环检测器,硬件放大 100 倍,通过计算机采集功率计两端的数据,计算其长期稳定性。测量间隔时间为 1min,测量总时间为 4h。

计算方法与重复性计算方法相同。白炽灯稳定性为 3‰,通过计算获得激光功率计的长期稳定性为 7.4‰(包括整个系统误差在内)。见图 3。

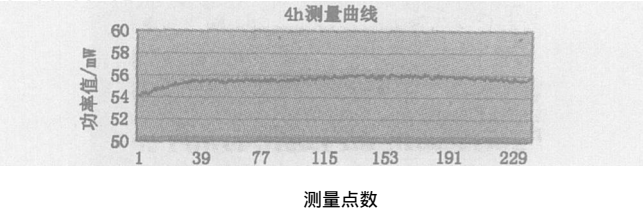


图 3 激光功率计长期稳定性曲线

现在我们已经开发研制了 473nm、532nm、594nm、635nm、671nm、808nm、980nm、1064nm 的光电型瓦级激光功率计。

4 结 论

通过我们的设计、实验和使用证明,本光电型激光功率计能够做到 3W 级,并保证稳定性好,线性好,杂光小。同时认为,瓦级光电型激光功率计设计成功归结为窗口玻璃不炸,硅光电池在其照度范围内。

参考文献:

[1] 潘君骅,等. 计量测试技术手册:光学 [M]. 北京:中国计量出版社,1992

[2] JJG 293 - 812激光中功率计检定规程 (试行) [S].

[3] JJG 2078 - 90中华人民共和国国家计量检定系统,激光功率计量器具 [S].

[4] 安毓英,等. 光电子技术 [M]. 北京:电子工业出版社,2002

[5] 忻云龙,刘继发. 用双结型硅色敏电池测量激光波长与功率 [J]. 光学精密工程,1996,4(1): 86 - 89

[6] 徐晓刚,等. Visual C++ 6.0 入门与提高 [M]. 北京:清华大学出版社,1999

[7] 王华,等. Visual C++ 6.0 编程实例与技巧 [M]. 北京:机械工业出版社,1999