

大口径激光能量计接收面响应 均匀性的实验研究

王瑞华

顾芳萍

(中国科学院上海光机所) (合肥工业大学)

提要: 对 80mm 孔径玻璃体吸收激光能量计的接收面响应均匀性进行了测试研究。结果表明,选择合适的接收盘材料、厚度以及半导体热电组件的分布,可以改善均匀性,均匀性偏差可以达到 $\pm 2.1\%$ 以内。

Experimental research on receiving surface uniformity of large aperture laser calorimeters

Wang Ruihua

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

Gu Fangping

(Hefei Polytechnical University)

Abstract: Receiving surface uniformity of 80 mm aperture bulk absorption glass calorimeters have been measured and studied. The uniformity can be improved by suitably choosing materials thickness of receiver disk and distribution of semiconductor thermoelectric modules. The uniformity error is within $\pm 2.1\%$.

一、引言

一个好的激光能量计,对入射的激光束的束径变化以及在接收面上位置的变化,都应该是不灵敏的。然而,为了得到较高的灵敏度而增加热电元件的数量或减少整体的热容量;或为使在读取数据之前热损失最小而使上升时间缩短,都会引起能量计接收面响应的不均匀性。

这种不均匀性是能量计测量误差的主要来源之一。本文对几种不同接收盘材料、厚度、不同热电组件分布的能量计的接收面响应均匀性进行了测试与研究,现把主要结果报道如下。

二、实验装置

图 1 表示用来测试能量计接收面响应率

收稿日期: 1985年7月27日。

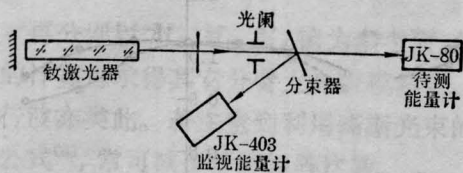


图1 测试大口径激光能量计面响应均匀性的实验装置

的实验装置。脉宽约10ms、波长 $1.06\mu\text{m}$ 的单脉冲钕玻璃激光器，在能量计的接收面上给出15mm直径的激光束。为避免激光器输出不稳定带来的影响，采用分束器使反射光束进入经国家标准B型能量计校对过的JK-403监视能量计，透射光束进入待测的JK-80大口径激光能量计。

利用平动或转动调整架调整能量计相对于激光束的位置，同时利用He-Ne激光和小孔，观察反射光点与入射光的重合情况，达到精确调整。

三、均匀性实验

测试大口径能量计接收面响应的均匀性做了三方面的实验：激光束沿接收面的水平和垂直方向扫描；沿接收面的对角线方向扫描以及能量计偏斜实验。

1. 水平和垂直扫描

移动能量计，使激光束在能量计接收面的水平和垂直方向扫描，光斑在能量计接收

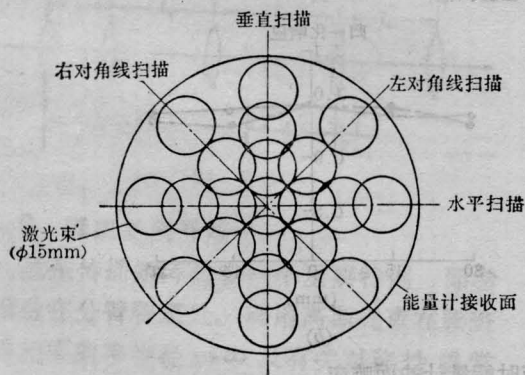


图2 激光束在能量计接收面上的位置

面上的位置如图2所示，测试不同位置时能量计输出的响应，并使每一位置归一化。图3表示当激光束做水平和垂直扫描时八种能量计（编号分别为a、b、c、d、e、f、g、h）的面响应。

在能量计接收面的75mm直径范围内，它们的均匀性偏差(a)为 $\pm 2.1\%$ ；(b)为 $\pm 5.1\%$ ；(c)为 $\pm 6.2\%$ ；(d)为 $\pm 11.2\%$ ；(e)为 $\pm 10.2\%$ ；(f)为 $\pm 14.2\%$ ；(g)为 $\pm 14.3\%$ ；(h)为 $\pm 10.6\%$ 。

2. 对角线扫描

使能量计在平动调整架上同时作水平和垂直移动，此时激光束将沿图2中的对角线方向扫描，测试能量计在对角线方向的不同位置的输出响应，并使每一位置归一化。图4中的(a)和(b)分别表示和图3相对应的(a)和(b)能量计在对角线方向的响应曲线。(a)的均匀性偏差在 $\pm 1.5\%$ 以内，(b)的均匀性偏差在 $\pm 1.8\%$ 以内。

3. 偏斜实验

通常使用能量计时，总是使激光束垂直于能量计开口平面，使光束打在能量计的中心部位。如果能量计的位置有所偏斜，则会改变光束的入射角和接收部位，对输出会产生一定的影响。转动能量计，使光束斜入射于接收面上，当能量计从左旋 8° 到右旋 8° 时，测试能量计的输出响应如图5所示。其中(a)和(b)分别对应于图3中的(a)和(b)能量计。由图可以看出，尽管光束斜入射 8° 时，这两种能量计的输出响应仍然是比较均匀的，其均匀性偏差小于 $\pm 1\%$ 。

四、分析、讨论与结论

我们首先对图3中的八种不同的能量计进行一下分析与比较。

1. (a)与(b)、(c)的比较

(a)、(b)、(c)三种能量计的接收盘材料相同，热电组件分布相同，但接收盘的厚度不

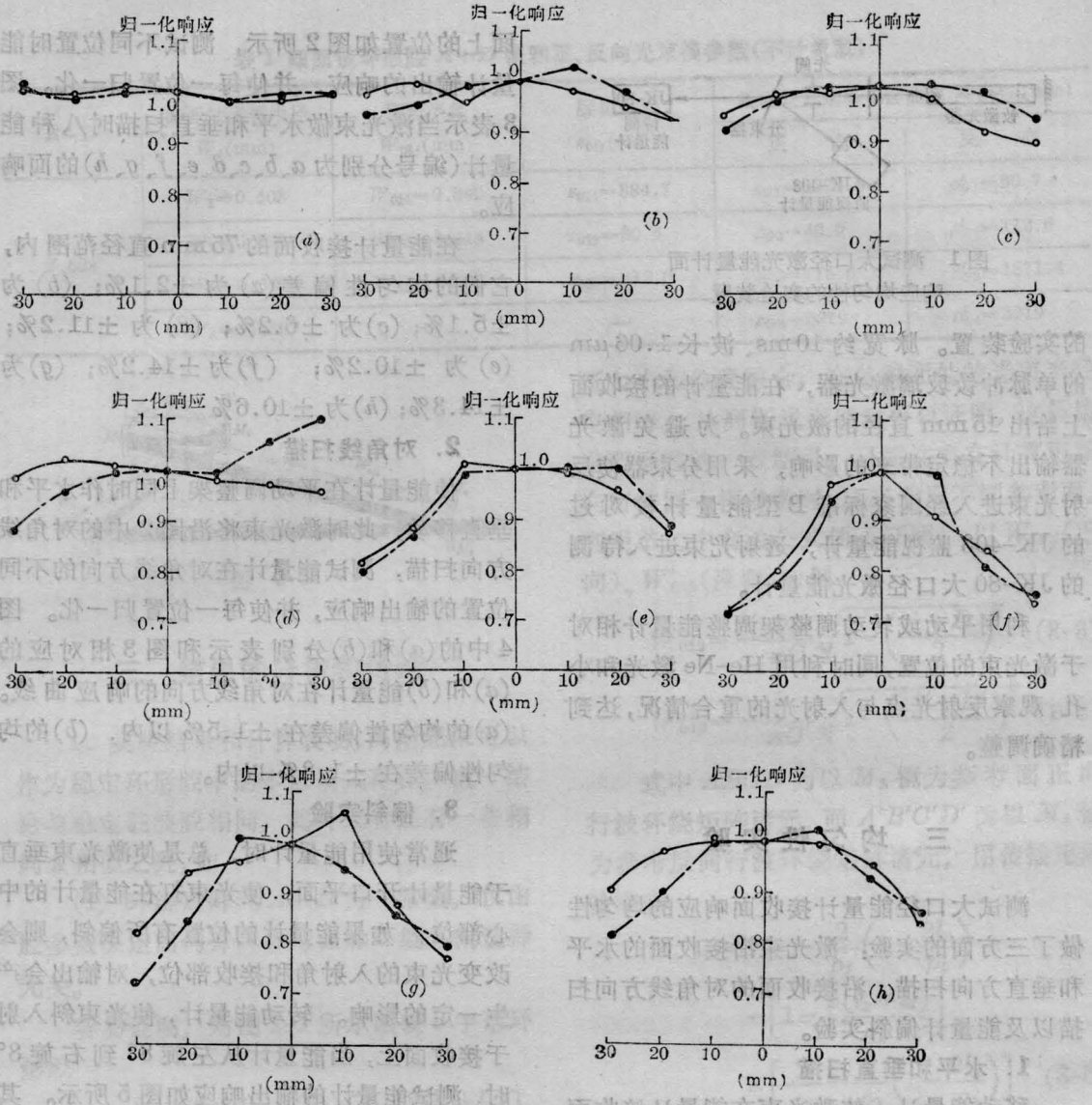


图3 激光束水平和垂直扫描时能量计的面响应

○ 水平扫描 ● 垂直扫描

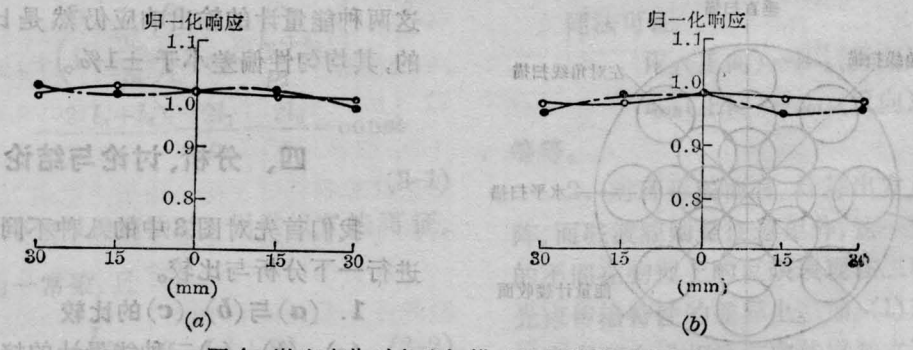


图4 激光束作对角线扫描时能量计的面响应

○ 左对角线扫描 ● 右对角线扫描

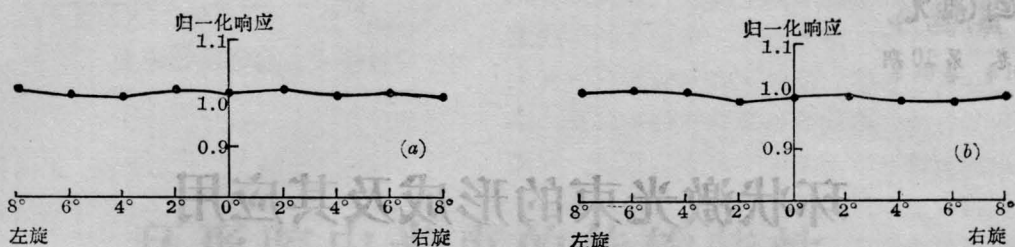


图5 激光束偏入射能量计的面响应

同。(a)比(b)厚1mm,(b)比(c)厚1mm。从图3的偏差曲线上看出(a)的均匀性最好,其次是(b),再次是(c)。从理论上分析,较厚的接收盘可以改善热的横向分布,使热传递向深度、广度发展,从而降低了局部加热引起的空间灵敏性,从而使能量计的面响应均匀性提高。

2. (c)与(d)的比较

(c)与(d)的接收盘材料相同,厚度相同,但热电组件的分布不同,(c)是按“田”型分布,(d)是按“丫”型分布。从曲线上看(c)的均匀性比(d)的好。因为(d)的热电组件分布不与x轴和y轴对称,这种不对称引起了能量计局部灵敏度提高,因此热电组件的分布还是以x轴、y轴和中心轴对称比较合理。

3. (c)与(e)的比较

(c)与(e)的接收盘厚度相同,热电组件分布相同,但接收盘的材料不同,(c)是紫铜材料,(e)是铝的。(c)的均匀性比(e)好是很自然的,因为紫铜比铝的热传导系数大得多,可以使接收盘在局部加热后较快地达到热平衡,有利于改善均匀性。

4. (e)、(f)、(g)的比较

这三者材料相同,厚度相同,但热电组件的分布不同,(e)为留有6mm间隙的“田”型分布;(f)为留有4mm间隙的“田”型分布,(g)为紧密的“田”型分布。从曲线上看出(e)的均匀性好,(f)其次,(g)再次。这说明热电组件应在接收面中心区疏散,而不应该密集于中心处。因为密集于中心处将使中心区灵敏度提高,而边缘区灵敏度降低,结果导致均

匀性变差。

5. (g)与(h)的比较

二者材料相同,厚度相同,但热电组件在接收盘上复盖的面积不同。(g)复盖的面积是 50×50 mm,(h)复盖的面积是 64×64 mm。显然(h)的均匀性比(g)好,因为(h)的热电组件复盖的面积大,有利于改善均匀性。

根据上述分析,可以得出以下结论:

1. 为了改善均匀性,应当选择热导系数大的材料(如紫铜等)作为接收盘;
2. 应当选择合适的接收盘厚度(兼顾灵敏度和均匀性两种参数);
3. 热电组件的分布应当选择x轴、y轴、中心轴对称;且中心留有适当的空隙;并且使热电组件均匀分布,尽可能有较大的复盖面积。

图3中的(a)能量计基本上满足上述条件,用15mm直径的探测激光束,测得该能量计在接收面的75mm直径范围内,均匀性偏差为 $\pm 2\%$ 。

有数据证明,探测光束直径较大时,均匀性偏差明显减小。对于80mm直径的大口径激光能量计,最好使用 $\phi 60 \sim 70$ mm的激光束,此时由面响应不均匀性引起的测量误差就很小了。

对黄关龙同志在实验中的帮助表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 王瑞华,周复正;《激光杂志》,1984,5, No. 4, 201.