

通过多次测量观察,对于 10^{-9} W 档(分辨率为 10^{-12} W),零点可长期稳定。

参 考 文 献

- 1 Hamilton C A *et al.* NBS Tech. Note, 678
- 2 Doyle W M *et al.* *Opt. Engineering*, 1976; 15(6):

548

- 3 John B Peatman. *Micro Computer Based Design*, 1977
- 4 Budde W. *Appl. Opt.*, 1979; 18: 1555

(收稿日期:1987年4月10日)

JK-80 大口径激光能量计

王瑞华 黄关龙 王剑雄 庄斗南 周复正

(中国科学院上海光机所)

JK-80 large aperture laser energy meter

Wang Ruihua, Huang Guanlong, Wang Jianxiong, Zhuang Dounan, Zhou Fuzheng

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

Abstract: JM-80 large aperture laser energy meter has been developed. Automatic thermal balance compensation technique is adopted and the restoring zero time has been reduced from 15 minutes to less than one minute. Digital readout is used for energy display and peak value is kept. With electrical heating calibration, absolute measurement accuracy is better than $\pm 5\%$.

一、前 言

JK-80大口径激光能量计是国家科技“六五”攻关项目,1986年12月通过了技术鉴定,为国内测量百焦耳以上,功率密度达 10^9 W/cm² 的大口径脉冲激光束能量,提供了一个新的测试仪器。

大口径激光能量计主要由两部分组成:JK-80能量计探头和JK数字能量表。探头用来接收激光辐射;数字能量表用来直接显示激光能量值。

大口径激光能量计的突出优点是:由于采用了玻璃体吸收器,因此具有较高的抗破坏能力;由于采用了双盘对称结构和自补偿电路,实现了零点自动热平衡补偿,减小了漂移,缩短了测量周期;又由于采用了成型的半导体热电阻件,提高了灵敏度,简化了制作工艺;因为采用了数字直读显示和峰值永久保持,使用简单、方便、可靠。

二、能量计探头

探头的核心部件是吸收体,选择的吸收体应满足:1)有高的抗破坏能力;2)有宽、而平坦的光谱响

应区。

早期的面吸收型锥能量计由于锥顶聚光或吸收表面温升 $\Delta T \propto \Delta t^{-1/2}$ (Δt 为脉冲宽度),致使这类能量计在高功率脉冲激光作用下容易损坏,避免吸收体遭破坏最有效的途径是采用体吸收。我们选择玻璃作为吸收体。

在 ms 和 ns 脉冲钨玻璃激光器上,测试研究了玻璃的破坏情况。结果发现,在脉宽 ms、能量密度 35 J/cm² 的脉冲激光作用下玻璃出现破坏痕迹;在脉宽 ns、能量密度 30 J/cm²、功率密度为 10^{10} W/cm² 的激光作用下玻璃出现孔洞。由此可以得出玻璃允许的最大脉冲能量密度为 30 J/cm² (ms 脉冲下)和最大峰值功率密度为 10^9 W/cm²。

对于玻璃的透射与反射,我们在高精度分光光度计上分别测定了光谱透射曲线和相对光谱反射比曲线。结果表明,在 $0.25 \sim 11 \mu\text{m}$ 光谱范围内,AB10玻璃有高的吸收率和均匀的反射比。在几个特定波长下 1.3 mm 厚的玻璃的透射率是:对 0.6328 和 $0.6943 \mu\text{m}$ 小于 0.15% ; $1.06 \mu\text{m}$ 为 0.3% ; $10.6 \mu\text{m}$ 为 0.03% 。实测镜反射时, $0.6328 \mu\text{m}$ 为 4.3% ;

0.6943 μm 为 4.4%; 1.06 μm 为 4.5%。

探头采用双盘对称补偿型结构, 其一为吸收盘, 另一为参考盘。并采用高灵敏度的半导体热电组件作为温度灵敏元。为了进行零点自动热平衡补偿, 在参考盘上也绕有加热丝线圈。

三、数字能量表

JK 数字能量表用来直接显示激光能量值, 数字可以长时间保存, 零点自动热平衡补偿。由于采用了自动热平衡补偿技术, 使能量计的复零时间从原来的 15 分钟缩短到 1 分钟以内, 同时也降低了对使用环境的要求。

数字能量表由低漂移直流放大器、峰值保持及显示控制电路、自动热平衡补偿电路和数字显示电路所组成。其工作原理是, 当激光输入能量后, 在能量计的吸收盘和参考盘之间产生一个温差 ΔT , 输出一个与 ΔT 相对应的电压 ΔV , ΔV 经放大后, 由数字显示电路显示。同时 ΔV 经过峰保及显示控制电路, 在 ΔV 达到最大值时, 控制单元自动控制数字电路, 使其长久保持显示值。为使能量计迅速复零, 信号 ΔV 经过热平衡补偿电路放大后, 给参考盘加热, 使 ΔT 很快趋向于零, 从而实现零点自动热平衡补偿。

四、性能

在校准装置上, 当校准能量从 0.5J~10J 时, 测量大口径激光能量计的线性和重复性均小于 $\pm 1\%$ 。其中一台从 1982 年 10 月到 1986 年 9 月,

在近 4 年时间的 198 次电校准中, 测其灵敏度的时间稳定性小于 $\pm 1\%$ 。

在激光分束实验装置中, 用一台经过国家标准 B 型能量计校对过的 JK-403 能量计监视激光输出, 当激光能量从 1.8~42.2J 时, 测量大口径激光能量计在激光作用下的线性小于 1%, 重复性为 $\pm 0.5\%$ 。

用 $\phi 20\text{mm}$ 和 $\phi 6\text{mm}$ 的探头激光束, 测试能量计的面响应不均匀性, 用 $\phi 20\text{mm}$ 光束, 不均匀性为 $\pm 1.4\%$; 用 $\phi 6\text{mm}$ 光束, 不均匀性为 $\pm 2\%$ 。

该能量计, 用国家标准 B 型能量计校对后, 所测激光能量, 二者相差在 $\pm 0.5\%$ 以内。

本激光能量计达到的主要指标为, 开口直径 $\phi 80\text{mm}$; 光谱响应 0.2~11 μm ; 可测能量范围从 0.5~200J; 允许的最大能量密度为 30 J/cm² (ms 脉冲) 和 5 J/cm² (ns 脉冲); 最大峰值功率密度为 10⁹ W/cm²; 面响应均匀性 $< \pm 2\%$ 。复 0 时间 1 分钟。

五、测量误差

测量误差主要包括响应的非线性, 不均匀性, 镜反射和热辐射损失测量的不可靠性, 电校准误差, 显示仪表示值的不稳定性等。其中响应的不均匀性为 $\pm 1.4\%$; 非线性为 1%; 镜反射和热辐射损失测量的不可靠性为 0.5%; 电校准精度为 $\pm 1\%$; 表头示值的不稳定性为 0.5%。由此得出标准偏差 σ 为 $\pm 2\%$, 总的绝对误差为 2.5σ , 即 $\pm 5\%$ 。

(收稿日期: 1987 年 4 月 16 日)

HSC-900 型激光全息散斑照相机等 系列阶段成果在西安通过鉴定

隶属国家“七五”重点攻关课题“连续波激光全息散斑无损检测技术的实用化和商品化”的 HSC-900 激光全息散斑照相机、HR-II 全息照相程控仪、LS-II 激光频闪仪、FA-A1, A2 条纹图像自动分析系统、RP-I, II, III 回向反射涂料等阶段成果于 1987 年 12 月 28 日通过技术鉴定。鉴定会由国家教委主持。

该系列装置由西安交通大学激光红外研究室、图像处理研究室、高分子材料研究室和科教设备厂联合负责研制。六项成果构成一个达到实用化程度的激光全息散斑照相机。该机用 20 mW He-Ne 激

光器作拍摄光源, 有两个摄影头, 可在不同方向同时拍摄两张或三张全息三维位移场; 被摄物体涂刷回反涂料, 全息照相拍摄的最大面积为 2 m²; 具有可控频闪功能以对振动、流场进行动态分析; 设有高精度定位的可变分束镜使图像不出现附加条纹; 附有条纹自动分析站, 可快速处理拍摄结果。该机可用于工程机械、航天、航空、工程力学、交通等领域。鉴定会认为该系列装置已达到了实用化, 向商品化迈进了一步。

(赵梅村)