

微弱激光能量检测装置

林文青 李金贤 陈文周 黄关龙

(中国科学院上海光机所)

提 要

本文报导了微弱激光能量检测装置的结构、参数、性能和误差分析。本装置脉冲激光测试范围为 50 毫焦耳到 0.2 毫焦耳, 测量准确度优于 10%。

An automatic measurement device for weak laser energy

Lin Wenqing Li Jingxian Chen Wenzhou Huang Guanlong

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

Abstract

The configuration, parameters, behaviour and error analysis of an automatic measurement device for weak laser energy are reported. The measured energy of laser pulses ranges from 50 mJ to 0.2 mJ with an accuracy better than 10%.

国内目前普遍采用的是炭锥激光能量计(俗称炭斗)配接各种型号的检流计或配接放大器附加电表进行激光能量的测量。对于常用的 $\phi 16$ 毫米口径的炭斗, 灵敏度一般为 200~300 微伏/焦耳, 最大达 500 微伏/焦耳, 检流计读数一般为 1000~2000 毫米/焦耳, 故无法进行毫焦耳级甚至更微弱脉冲激光能量的测量。其次, 由于炭斗的精度低(一般在 15% 以上)以及零点漂移等因素, 也给使用者带来很大的不便。

我们在已研制成的高灵敏 LCA 激光能量计的基础上, 并利用上海电表厂生产的 AC11 光电放大型检流计, 研制改装成一台微弱激光能量检测装置, 测量量程为 50 毫焦耳到 0.2 毫焦耳, 测量准确度优于 10%。

对染料调 Q YAG 锁模振荡器及钨玻璃

放大器, 输出波长为 1.06 微米, 脉宽分别为 100 微微秒(单脉冲)和上百毫微秒(脉冲序列包络)进行了数十次实测, 实测能量范围在 0.3~10 毫焦耳(实测数据略)。实测表明: 装置性能符合要求。

总体结构如图 1 所示。

1. 高灵敏 LCA 激光能量计

LCA 激光能量计采用氧化黑电绝缘铝锥作为吸收体。其结构如图 2 所示。

能量计电校准重复性标准误差不大于 0.5%; 能量计输出绝对灵敏度为 (1650 ± 7.8) 微伏/焦耳(在 1 焦耳到 0.1 焦耳范围内定标); 隔热性能良好, 能量计冷却过程较好地服从指数衰减规律; 零漂较小; 回零时间约 6 分; 冷却时间常数约 70 秒; 测量范围 1 焦耳

收稿日期: 1979 年 7 月 13 日。

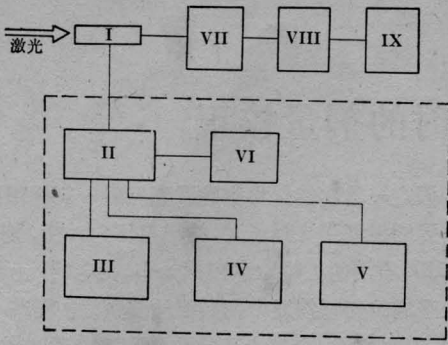


图1 自动检测装置总体排布

I—高灵敏LCA激光能量计；II—激光能量计直流电定标仪；III— E_{312} 电子计数式频率计；IV、V— PZ_8 直流数字电压表；VI—WY—17B晶体管稳压电源；VII—光电放大型直流毫微伏放大器；VIII— PF_3 双积分多路直流数字电压表；IX— LY_4 数字打印机

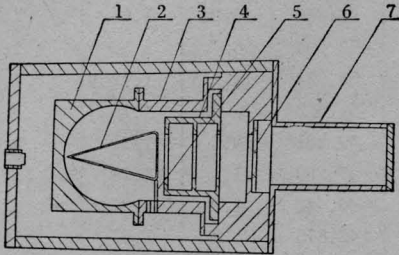


图2 LCA激光能量计主体结构

1—隔热镀金球罩；2—吸收体（30°铝锥）；3—热偶冷端固定罩；4—光闸；5—尼龙支撑杆；6—滤光片（或镀双增透膜隔热平板玻璃）；7—前隔热罩

到1毫焦耳（配接AC15/6检流计读数，约7毫米/毫焦耳），激光脉宽 > 毫微秒（无波长选择性）。

LCA激光能量计总的准确度为 $\pm 4\%$ 。

2. 光电放大型直流毫微伏放大器

本装置采用光电放大型直流毫微伏放大器测量0.2~1毫焦耳范围的弱脉冲激光能量。电压放大倍数为 10^5 ，分辨力达10毫微伏。

光电放大型毫微伏放大器是在上海电表厂生产的AC11型光电放大检流计的基础上，加一级由FC52运算放大器组成的I-V转换器和分压网络所构成。实际电路如图3

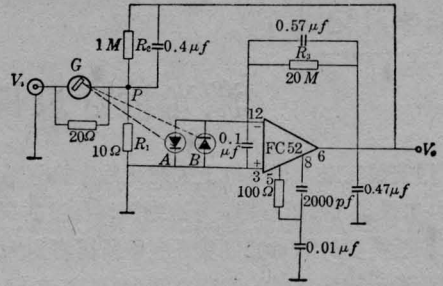


图3 光电放大型毫微伏放大器电路图

所示。

输出电压可由 PZ_8 或 PF_3 数字电压表显示读数，同时可配接打印机自动打印记录

微弱激光能量自动检测装置测量误差主要来源于以下二方面：

1. 对于LCA激光能量计，由吸收体的反射损失；接收面对激光响应的不均匀性；测量时读取最大值所可能引入的误差（若利用对数外推法对数据进行修正处理可减小这部分误差）；短时电能作用和瞬时脉冲激光作用的差异以及零漂等所引入的总的测量误差约为 $\pm 4\%$ 。

在进行0.2~1毫焦耳范围激光能量测量时，由于吸收体的实际温升仅达到0.001~0.0005°C，因此测量环境温度的变化、起伏，空气的明显对流，附近热源的影响等都将对LCA激光能量计的零漂产生影响。因此，如要进一步提高测量下限，不仅必须考虑测量环境的影响，而且必须使用低热电势的材料（如松镉焊锡等），考虑从结构、布线等方面加以改进，否则将很难利用现结构激光能量计进一步提高测量准确度和测量更微弱脉冲激光能量。

由于检测装置直流电定标反映在转换灵敏度的重复性，线性误差约为5%（其中包括约1%的定标能量误差），所以微弱激光能量检测装置总的准确度约为 $\pm 9\%$ （在1~0.2毫焦耳定标），优于 $\pm 10\%$ 。