

# 激光功率和能量的计量标准

中国计量科学院光学室激光组

为适应我国激光技术发展的需要,促进激光参量测试工作,统一激光功率和能量量值,我国自1973年开始研究建立相应的计量标准。本文简要介绍激光功率和能量计量标准的原理,若干有代表性的标准功率计和能量计,以及激光功率和能量检定装置。

激光功率和能量标准大多利用激光与物质作用产生的热效应。在这类标准中,主要的校准方法是让可以精细调节和准确测量的电功率(电能)模拟激光功率(能量)产生的热效应,使光能和电能相互比较,从而将激光功率和能量标准参比于电压、电阻和频率基准。但是,采用这种方法要特别注意光电等效性。属于这一类的,有作为激光功率标准的锥腔型绝对辐射计,它的通常工作范围在0.1~100毫瓦,以 $3\sigma$ 准则估算的准确度为 $\pm 1.5\%$ ,它与1300K黑体的实验比对结果表明,两者符合在0.2%。还有一种以中性深色玻璃作为吸收体的标准激光能量计,它通过特殊光路来回收激光在玻璃吸收体上的镜反射损失及部分热辐射,对于非调Q脉冲激光,可承受的激光能量密度在30焦耳/厘米<sup>2</sup>以上,单次电校准的均方误差为 $\pm 0.3\%$ ,它与上述激光功率标准的比对表明,量值符合在1%以内。作为 $10\sim 10^3$ 瓦范围的激光大功率计量标准,采用流水式功率计,接收锥腔的半顶角为 $8^\circ$ ,它主要通过预先标定的热电堆的热电势率,测量进出水的温差和水的流量,来计算激光功率,也可以进行电校准,二者符合在 $\pm 0.5\%$ 。这种流水式大功率计和上述小功率标准,通过中功率计进行比对,量值符合在 $\pm 2\%$ 。以上几种激光功率、能量计都是全吸收型的,因而可在紫外到中红外宽波段范围工作。

为了标定和比对激光功率计和能量计,建立了相应的检定装置。激光小功率检定装置所用的激光光源,是法拉第转子法稳定的氦-氖激光器,它的输出光束功率通常在10毫瓦,其幅度在半小时内相对于功率平均值的最大起伏为0.2~0.3%。鉴于脉冲激光不稳,常用的激光能量计检定装置,是以溴钨灯作为光源并通过大孔径凹面镜会聚的模拟激光光束,利用标准功率计测得该光束的恒定光辐射功率,而借助照相快门产生光脉冲的持续时间,则由单独的数字计时系统测量,这一计时系统保证测量快门光脉冲梯形波的中部宽度,即实际的光脉冲持续时间,因而可以计算出每个光脉冲的能量。在该装置上,可得到 $10^{-2}\sim 1$ 秒以上脉冲宽度和不同光束口径的 $10^{-3}\sim 1$ 焦耳的脉冲能量,以标定各类无光谱选择性的能量计,整个装置的准确度优于 $\pm 3\%$ 。

## 测量万瓦级CO<sub>2</sub>激光器连续输出功率的鼠笼式能量计

中国科学院力学研究所 陈致英 李伟 方慧英

CO<sub>2</sub>激光器连续输出功率可达数万瓦以上,运转时间短的仅几秒,一般的功率计很难兼顾承受高功率密度和响应时间快这两个要求。因此我们采用配有旋转盘衰减器的鼠笼式能量计进行测量。Baker给出,鼠笼能量计在不小于毫秒时间里最大可接收的能量密度为10焦耳/厘米<sup>2</sup>。我们制作的74-6#鼠笼能量计的实验表明,只要通过旋转盘衰减器的每个光脉冲满足上述要求,在重复频率为数十次/秒的连续光脉冲照射下,仍可实现测量。74-6#已实测了 $3\times 10^4$ 瓦CO<sub>2</sub>激光器连续输出功率,它的最大功率密度已超过 $6\times 10^8$