

高灵敏度 LCA 激光能量计

Abstract: This paper describes some issues of the principles and construction of LCA laser calorimeter.

为了适应激光能量测量的要求,我们研制了金属锥形能量计(暂定名为 LCA 能量计),其主要性能参数为:

- 接受口径: $\phi 20$ 毫米;
- 能量测试范围: 1 毫焦耳—1 焦耳;
- 激光脉宽: \geq 毫微秒(无波长选择性);
- 电定标输出灵敏度:
1650 微伏/焦耳(数字电压表测量);
7400 格/焦耳(AC15/6 检流计显示);
- 回零时间: 约 6 分(零点漂移基本克服);
- 准确度优于 $\pm 4\%$; 精确度优于 0.5% 。

一、原理

金属锥形能量计与通用的碳斗接收器一样是积分型的探测器。激光照射金属吸收体,由锥体吸收光能并转化成热,吸收体温度上升,此温升使测温元件热电偶的工作端与参考端之间造成温差而输出热电势。测量热电势的大小就可以确定入射激光能量的大小或对能量计进行定标。

能量计测量原理都基于热力学第一定律。当能量计与周围环境有良好的隔热措施时,

$$W = Kmc\Delta T$$

即入射激光的能量 W 与能量计吸收体温升 ΔT 成线性关系。其中 m 是吸收体的质量, K 是比例系数。

其次,一个好的激光能量计,要求尽可能在热平衡时进行测量,而且在冷却过程中遵从下列牛顿冷却方程:

$$\frac{d(T-T_0)}{dt} = -b(T-T_0)$$

其中 b 为能量计的冷却常数。

能量计受光照后温度是一个不断随时间变化的量。因此,为了读数可靠,就要求输出曲线平缓一些,即要求 b 小一些,这和对能量计的绝热性能要好是一致的。

此外,为了准确地测量入射激光能量的大小,就要求吸收体尽可能全部吸收入射光能,减少逸出锥体的反射损耗。

二、结构

1. LCA 激光能量计的结构如图 1 所示。

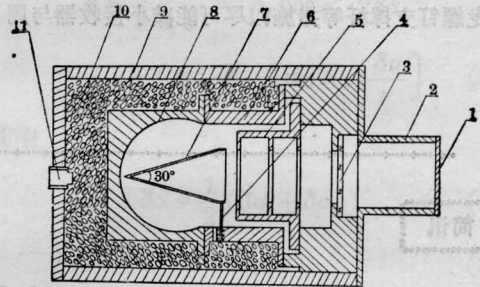


图 1 LCA 激光能量计结构图

1—对准圆盘; 2—前隔热罩; 3—双面镀膜透膜隔热平板; 4—尼龙支撑杆; 5—伞形光阑; 6—热偶冷端固定氧化铝罩; 7—吸光器(铝锥); 8—镀金球罩; 9—外罩; 10—泡沫塑料垫衬; 11—引出线插座

2. 接收器

接收器为经过阳极氧化黑(并电绝缘)处理的 LY12 铝锥。口径为 $\phi 20$ 毫米; 锥顶角为 30° ; 锥厚为 0.3 毫米且均匀; 锥质量 $m \approx 0.83$ 克; 铝锥由三支尼龙螺钉支撑; 接收器入射孔径离能量计入射口约 8 厘米。

3. 热电转换元件

由长约 20 毫米、 $\phi 0.1$ 毫米的镍铬丝与聚脂康铜丝热电偶组成。32 对热电偶分二层均匀排列在靠近锥体入射孔径处, 距离定标锰铜丝 12 毫米, 由白胶固定; 热偶阻值约 88 欧姆; 热偶冷端固定在大质量 ($m > 50$ 克) 经阳极氧化电绝缘处理的铝圆柱上; 热偶输出引线为 $\phi 0.1$ 毫米漆包铜丝。详见图 2。

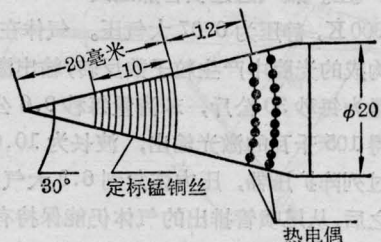


图 2 热电偶与电标锰铜丝分布

4. 电定标锰铜丝的绕制

为改善光电等效和测量准确,对 $\phi 20$ 毫米口径铝锥来说,希望被测光束光斑在 $\phi 10 \sim \phi 15$ 毫米范围,现定标锰铜丝绕制模拟约 $\phi 12$ 毫米光斑。见图2,电定标聚脂锰铜丝直径为0.04毫米;阻值约300欧姆;分别采用 $\phi 0.14$ 毫米聚脂锰铜丝, $\phi 0.18$ 毫米漆包铜丝为电压、电流引线,以提高定标准度。

5. 隔热机构(绝热机构)

采用 $R=22$ 毫米镀金球罩、前隔热罩、双面涂透膜(现有 1.06μ 及 6328 \AA 二种)隔热平板玻璃,尼龙螺钉支撑杆等措施以尽可能减小接收器与周围

环境热交换及环境气流、温度变化对测量的影响;隔热平板与泡沫塑料衬视实际需要选用。

6. 挡杂光措施

接收器入射孔径离能量计入射口约8厘米;接收器前置 $\phi 20$ 毫米通光口径伞形光阑。

实验和测试表明:能量计在未加硝化镉滤光片时,氙灯光对能量计输出没有影响,且零点在数小时实验中很稳定;配接AC15/6检流计使用,稳定后,在使用过程中看不出零点明显漂动。

(中国科学院上海光机所 林文青 黄关龙
许亚平 1979年9月18日收稿)

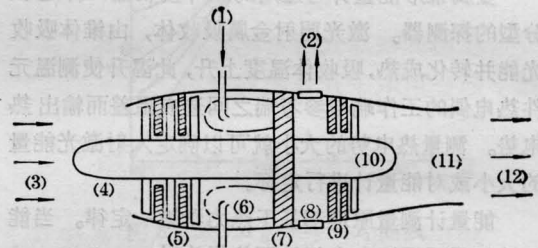
简讯

涡轮喷气 CO_2 气动激光器设想

燃烧型 CO_2 气动激光器是一种高能激光器,连续输出功率达10万千瓦以上。但因从燃烧热能转换成激光能的效率过低,用气量很大,影响它进一步的发展。

为了省去笨重的气源设备,现提出一个涡轮喷气 CO_2 气动激光器的设想。利用大气作为气源,燃烧液体燃料,在光腔中产生激光。燃气推动涡轮,涡轮推动压气机。可以在地面上使用,也可以安装在飞行器上。可以长期操作,又不需电源,可能是一种比较理想的研究方案。

在通常的涡轮喷气发动机燃烧室和燃气涡轮之间,安装一个正四边形的列阵喷管、一个光腔和一个列阵扩压器,便可以成为一台这样的激光器。空气由压气机送入燃烧室,与燃料苯或煤油混合燃烧,生成 $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O-O}_2\text{-N}_2$ 高温气体。温度为1400K,压力为21大气压。燃气通过喷管加速到 $M=4.45$,温度下降至300K,静压为0.07大气压。气体在由四块金属镜构成的光腔中产生粒子数反转,输出激光。当空气流量为每秒30公斤,苯流量每秒0.6公斤时,可以获得105千瓦的激光输出,波长为10.6微米。燃气经过列阵扩压器,压力恢复到6.3大气压。推动涡轮之后,从尾喷管排出的气体仍能保持有849K的高温。整个设备由马达起动(见附图)。



燃气涡轮 CO_2 气动激光器

- (1)— C_6H_6 喷入口; (2)—激光输出; (3)—空气入口; (4)—起动机; (5)—压气机; (6)—燃烧室; (7)—列阵喷管; (8)—光学谐振腔; (9)—列阵扩压器; (10)—燃气涡轮; (11)—尾喷管; (12)—排气

A. Hertzberg 曾提出过闭合循环的方案,将废气压回前室,循环使用。这样不需要补充新鲜气体,但要从外部供给能量。这个方案还需要运转一台高温压气机,技术上有一定的困难。也有人提出使用冲压喷气发动机的方案,在 $M>3$ 的飞行速度上吸入大气。这需要动用一架超音速飞行器,或是一座体积庞大的试车台。目前尚未有研究成功的报导。本文提出的方案,实现的可能性较大。

(中国科学院力学研究所 陈海楠
1980年10月28日收稿)