

电容放电定标装置精度的实验分析

于桂秋 黄关龙

(中国科学院上海光机所)

提要: 本文讨论了激光能量计绝对定标装置中所采用的开关特性对定标精度的影响。小能量定标时,采用普通开关比可控硅开关具有更高的定标精度。

Experimental analysis of accuracy for a calibrated equipment with capacitor discharge

Yu Guiqiu, Huang Guanlong

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

Abstract: This paper discusses the dependence of the absolute calibration accuracy on the characteristics of the switch used in the equipment for calibrating calorimeters. When calibrated at lower energies, the accuracy of the button switch is higher than that of a silicon controlled switch.

采用已知的与激光辐射相等效的电来标定激光能量计,是目前各类激光能量计绝对定标的主要方法。由于电学诸参量的绝对值测量具有很高的精度,因此,电定标具有相当高的精度。电定标中的电容放电法,由于结构简单,操作方便,放电波形与激光波形颇为近似,所以得到了广泛应用。为了分析电容放电定标装置的标定精度,我们对装置中常用的可控硅开关与普通按钮开关的定标特性进行实验比较。

实验所用的可控硅开关电容放电定标装置的简要电路见图1, V_g 为可控硅控制极电压, K_2 为可控硅控制极开关。 K_2 接通, V_g 加到可控硅控制极上,可控硅导通。

由可控硅的特性曲线可知,可控硅的导

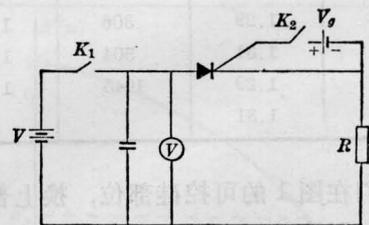


图1 可控硅开关电容放电定标装置电路简图

通特性与加在控制极上的电压(电流)及加在可控硅阴极与阳极间的电压有关,在导通过程中,可控硅本身存在着压降,也就是说,在放电过程中,可控硅本身也要损耗一定的能量。由于可控硅与能量计的加热器电阻在电路中是串联的,所以,进入能量计的能量应为

收稿日期:1982年5月20日。

电容放电的能量减去可控硅上损耗的能量,其关系为: $E = \frac{1}{2} C(V - V_k)^2$ 。由于 V_k 在放电过程中是一个关系十分复杂的变量,要精确计算在放电过程中可控硅上的平均压降将是很困难的。损耗在可控硅上的能量可能比用公式 $\frac{1}{2} CV_k^2$ 计算的要大得多,能量计得到的能量会比用 $\frac{1}{2} C(V - V_k)^2$ 计算的要小,定标出来的激光能量计的灵敏度值要偏小。

损耗在可控硅上的能量随可控硅控制极电压 V_g 变化而变化。反映在能量计的定标灵敏度方面, V_g 小,灵敏度小, V_g 大,灵敏度大,更接近真值。表 1 是在该装置上,在 $V_g = 3$ 伏和 $V_g = 2$ 伏时,对同一激光能量计进行定标实验得到的结果。

表 1 用可控硅开关电定标装置对能量计进行电定标的实验数据

$V_g = 2$ 伏		$V_g = 3$ 伏	
输入能量 (微焦耳)	灵敏度 S (伏/毫焦耳)	输入能量 (微焦耳)	灵敏度 S (伏/毫焦耳)
47.9	1.30	58	1.34
97.8	1.29	157	1.33
178	1.29	306	1.34
391	1.31	504	1.35
880	1.29	1045	1.34
1564	1.31		

我们在图 1 的可控硅部位,换上普通按钮开关,用该装置对同一激光能量计进行标定实验,数据见表 2。

数据表明:电容充电电压在 2.5 伏以下,定标能量在 1 毫焦耳以下,标定的激光能量计的灵敏度不变。用另一能量计进行标定实验得到的数据进一步表明,在电压为 2.5 伏

表 2 采用普通开关的电定标装置进行电定标的实验数据

电 压 (伏)	输入能量 (微焦耳)	灵敏度 S (伏/毫焦耳)
0.5	24.4	1.38
0.7	47.9	1.40
1	97.8	1.40
1.35	178	1.40
2	391	1.41
2.5	611	1.40

时,定标能量为 100 毫焦耳以下,激光能量计的灵敏度还保持不变。

由于按钮开关的接触电阻造成的压降仅为毫伏量级,且这压降同可控硅不同,是一个常量,因此,只要在开关触点之间不形成电弧放电,或电弧放电损耗的能量同定标能量相比足够小,采用按钮开关比可控硅更能保持定标的绝对精度。

综上所述,我们可以得到如下一些结论:

(1) 采用可控硅开关,由于可控硅在放电过程中的压降是变化的,用常用的可控硅截止电压,计算可控硅的损耗而加以扣除是不合适的。因为可控硅的能量损耗远大于此值,所以,反映在能量计的定标灵敏度方面,灵敏度值比真值要小。由于可控硅动态损耗还同可控硅控制极电流有关,所以,反映在能量计的灵敏度方面,随着控制极电流的变化,其灵敏度值也不一样。

(2) 采用普通按钮开关,只要不发生电火花,就可以保证足够高的标定正确性,所以,对低电压小能量条件下,采用普通按钮开关,比可控硅要好。

(3) 由于可控硅在放电过程中,损耗较复杂,不易精确计算和测量,所以,采用按钮开关的电容放电电定标装置的定标绝对值的准确性比可控硅开关要好。