

快 速 脉 冲 光 源*

唐 孝 威

近代物理实验中常需用大量光电倍增管。所以要求有标准的快速脉冲光源,来选择、调节、校验光电倍增管。例如用来测量放大系数和高压的关系、直线性、稳定性、放大和噪声比值等。这种脉冲光源应当是:(1)小型的,而且可携带的;(2)脉冲性质和通常用的快探测器脉冲相仿,例如上升时间为数十毫微秒,脉冲宽度小于1微秒;(3)能发出大量光;(4)性能随时间稳定。

制造这种光源,一直是很受注意的一项技术。曾有人研究用玻璃的荧光当光源^[1],但是这种光源有恒定的本底。至于 Kepp 光门^[2],其缺点是结构复杂。用一般的气体指示灯泡,在带有电池的 RC 回路中可以得到光脉冲,但是脉冲宽度很大。这个缺点可用脉冲式供电的方法来除去。这就是使指示灯泡只在外加脉冲电压下,才短时间地处于导电状态。

我们试验了这种新的脉冲光源。在本工作完成后,知道了 Malmberg 的工作^[3]。他利用相似的原理,用特制充氩管来获得短的光脉冲。

试验时选用普通的小氩泡 MTX-90。在它的圆筒电极上加上直流电压 V_0 和脉冲电压(通过电容器耦合) u , 中心电极经过电阻 R (它帮助熄灭放电)接到地。脉冲高压是用氩闸流管产生的^[2]负脉冲,宽度约 1.5 微秒,高度可从 0 到 1500 伏,用普通脉冲发生器来触发。光脉冲用光电倍增管 $\Phi\Theta V$ 29 观察。光电倍增管的输出,送到示波器或脉冲振幅分析器(光电倍增管高压为 800 伏),见图 1 及图 2。

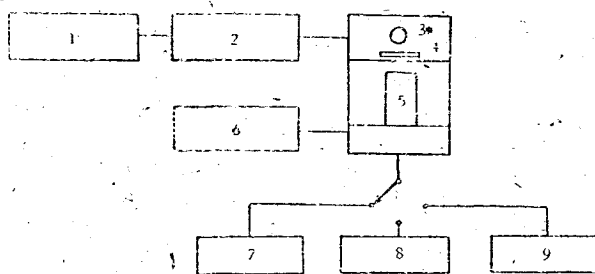


图 1 试验装置示意图

1—普通脉冲发生器。2—高压快脉冲发生器(见图2)。3—氩泡。
4—滤光片。5—光电倍增管。6—光电倍增管高压电源。7—示
波器。8—脉冲振幅分析器。9—电流自动记录器。

测定了输出脉冲随参数 R , u , V_0 的关系(图3—6)。最后选定最佳工作点的参数是:
 $R = 600$ 到 800 欧姆, $u = 900$ 伏, $V_0 = -175$ 伏。

* 1960 年 10 月 10 日收到。

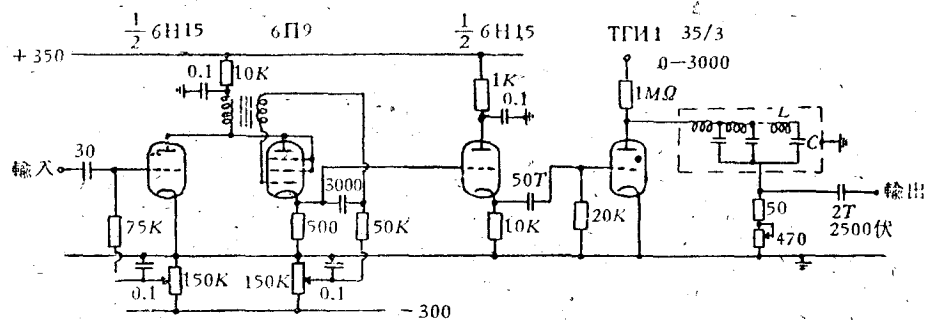


图2 高压快脉冲发生器线路图。输入正脉冲, 输出负高压脉冲。
图中的延迟线共用10节, 每节所用 $L = 5\mu H$, $C = 1T$ (耐压3千伏)。

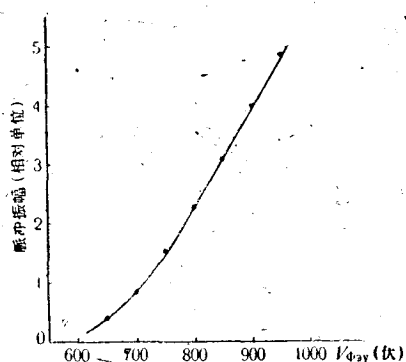


图3 光电倍加管输出脉冲振幅
随着光电倍加管高压的变化。

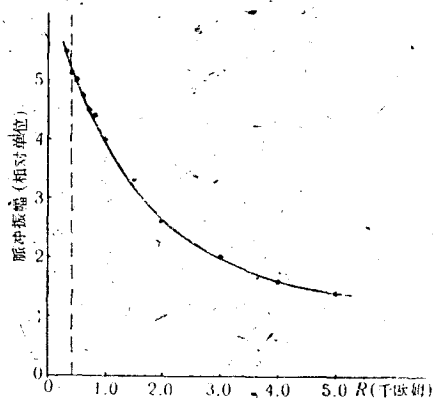


图4 输出脉冲振幅和参数 R 的关系。在图中
垂直虚线左边的区域中, 脉冲振幅起伏很大。

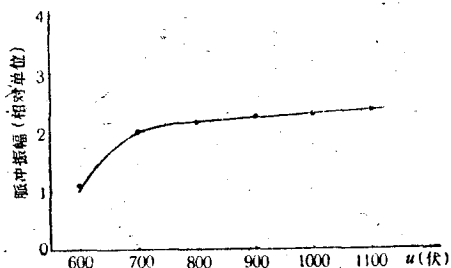


图5 输出脉冲振幅和参数 u 的关系。

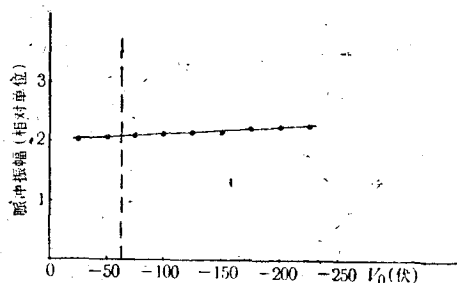


图6 输出脉冲振幅和参数 V_0 的关系。在图中
垂直虚线左边的区域中, 脉冲振幅起伏很大。

在这个工作点时, 脉冲光源的主要性能如下:

- (1) 光脉冲上升时间 ≈ 0.1 微秒, 脉冲宽度 ≈ 0.5 微秒。光脉冲相对于高压脉冲 u 的延迟小于 0.1 微秒。如果 V_0 绝对值减少, 延迟可逐渐增加达 0.5 微秒。
- (2) 光脉冲的光谱, 是和通常氛泡工作时类似的, 即主要为红光。在测量中可用紫色玻璃片当作滤光片。
- (3) 光脉冲很大。光脉冲幅度比 NaI(Tl) 晶体(直径 3 厘米, 高度 1.5 厘米, 用 Co^{60} 源)的脉冲幅度大 50 倍。可加上滤光片减少光量。

(4) 氖泡 MTX-90 半常在 $V_0 = -230$ 伏时着火, 在 $V_0 \approx -175$ 伏时, 不能觉察有任何的恒定光本底。

(5) 脉冲光源工作极为稳定。例如在 8 小时連續工作后(共发生 3.5×10^5 次脉冲), 振幅变化小于 5%。不同的二天实验(相同工作点时), 重复性很好, 振幅变化小于 1%。

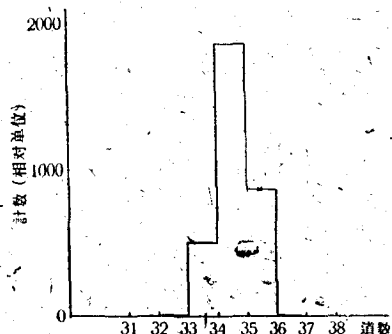


图 7 用 ААДО-1 分析得到的脉冲振幅谱。先将输入脉冲全都切去 36 伏, 然后将剩余的顶部放大 4 倍后, 再分析, 得到上面的谱。因此, 图中每道宽度相当于 1/4 伏, 而谱中峰的位置是 $36 + \frac{34}{4} = 44.5$ 伏。

(6) 光脉冲高度很均匀。输出光脉冲用单道脉冲振幅分析器 ААДО-1 分析, 起伏小于 1% (见图 7)。

对另一种小氖泡 MH-8 作试验时, 结果完全相仿。

这种快速脉冲光源的最大好处是体积极小 (MTX-90 高度只 3 厘米, 直径约 1 厘米), 移动十分方便。而且可能连接若干个这种光源, 用同一高压脉冲供给, 平行地做校验工作。这种可控制的脉冲供电方法, 还可使光脉冲的出现, 和其他动作同步。

此外, 这种光源既可以用作脉冲光源, 又可以用作恒流光源。在前一种情形时, 用外接的脉冲发生器(频率可变)来发生。在后一种情形时, 依靠提高 V_0 绝对值来使氖泡着火, 这时光电倍增管的直流输出可用自动记录器来记录。

本工作是作者 1957 年在联合原子核研究所完成的。作者对组内同志的关心, 特别是 В. В. Вишняков 同志关于电路的讨论, 表示感谢。

参 考 文 献

- [1] Д. Г. Флейшман, Х. В. Протопопов ПТЭ № 6 (1957) стр. 101.
- [2] И. Люис и Ф. Уэлс: Миллимикросекундная импульсная Техника.
- [3] J. H. Malmberg, Rev. Sci. Instr. 28 (1957) p. 1027.