

家用调光灯原理

郭传祥

在高中物理实验中，给一个灯泡调光常采用滑动变阻器，对应的电路形式有串联式和并联式。但它们共同的不足是调光电路额外消耗过多的电能，对于功率较大的负载来说，调光电路耗电更多。所以家用调光灯采用了另一种称为“开关”原理的电路。电路如图 1 所示，虚线框内为调光电路（它相当于一个“开关”）与灯泡串联。原理是：220V 交流电经灯泡 L 后，再经过 4 个二极管桥式整流变成脉动直流电（图 2），加在虚线框内的等效“开关”上。

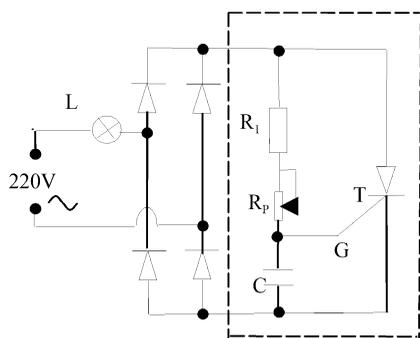


图 1 调光灯电路图

先看 $0 \sim T/2$ 时间内的情况。电流经 R_1 和 R_p 对电容 C 充电（图 1），使电容 C 电压不断升高（电容 C 的上面是正极，下面是负极）。经过一段时间后（图 2， $0 \sim t_1$ 的时间），C 上的电压就达到 0.7V 左右，这时电容 C 就给微控硅 T 的控制极 G 一个微小的电流，微控硅 T 就由断路状态突然变为导通状态。即 $0 \sim t_1$ 时间内等效“开关”断路， $t_1 \sim T/2$ 时间内等效“开关”导通。

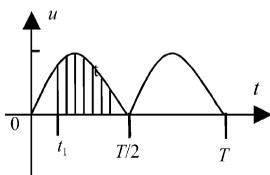


图 2 桥式整流后的脉动直流电压图像

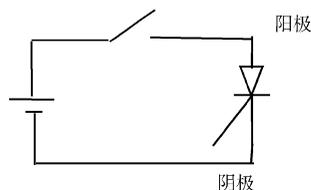


图 3 微控硅

下面简要介绍微控硅 T 的导通特点。微控硅有 3 个电极（图 3），当阳极接电源正极、阴极接电源负极（称为正向电压）时，微控硅仍然不导通，还需要在触发极加上一定的微小的电流才能导通（由于触发电

流很微小故称为微控硅）。微控硅导通后即去掉触发电流，它仍保持导通。直到微控硅两端电压减小到接近于零或电压反向时微控硅才断路。

在 $0 \sim T/2$ 时间内， $0 \sim t_1$ 时间内等效“开关”断路， $t_1 \sim T/2$ 时间内等效“开关”导通。但是在 $T/2$ 时刻电压已减小为零，故微控硅又由导通变为断路。以后的各个半周期的情况与 $0 \sim T/2$ 一样。调光电路就是一个每秒开、关 100 次的频繁工作“开关”。我们可把图 1 画成等效电路图 4。

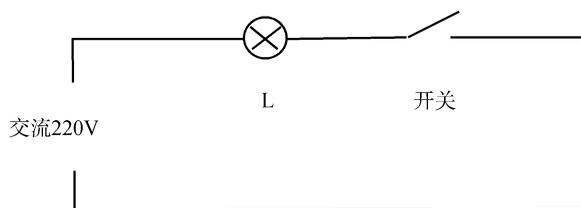


图 4 调光灯电路的等效图

若增大 R_p 的阻值（图 1），则对电容 C 充电电流减小，电容 C 达到 0.7V 所用的时间（即 $0 \sim t_1$ 的时间）变长。即断路时间变长、导通时间（ $t_1 \sim T/2$ 的时间）变短、灯泡变暗。同理，若减小 R_p 的阻值，则对电容 C 充电电流增大，电容 C 达到 0.7V 所用的时间（ $0 \sim t_1$ 的时间）变短，即断路时间（ $0 \sim t_1$ 的时间）变短、导通时间（ $t_1 \sim T/2$ 的时间）变长、灯泡变亮。它是通过改变导通时间与断路时间的比值大小（ $t_{通}/t_{断}$ ）来调节亮度的。

这种调光电路的特点是效率很高，原因是在 $0 \sim t_1$ 时间内“开关”断路，电路中几乎无电流（只有 R_1 和 R_p 串联后对电容 C 充电的电流，大约 0.1 毫安），“开关”也就几乎不消耗电能；在 $t_1 \sim T/2$ 时间内等效“开关”导通，这时“开关”两端的电压很小（微控硅 T 导通时，两端电压大约 1 伏），“开关”也几乎不耗电。同时价格低廉、无级调节、操作方便。故在实际中得到应用，风扇的调速器就是另外的一个应用。电动车的调速也是采用这种开关原理。

（山东省微山县第一中学 277600）