

文章编号 :1009-038X(2000)04-0407-03

可调光照明系统的相位控制调光

王 晓

(无锡轻工大学计算科学与信息传播系,江苏无锡 214036)

摘 要 :根据两种调光器的原理和应用范围,分析了误用的危害.结合实例总结了两种调光器应用于不同阻抗特性可调光照明系统时的正确选择.就前沿相位控制调光器和后沿相位控制调光器与阻抗特性各不相同的一些负载的匹配进行了研讨.

关键词 :相位控制调光 ;电容性负载 ;电感性负载

中图分类号 :TM923.01

文献标识码 :A

Phase Control Dimming of the Dimmable Lighting System

WANG Xiao

(Department of Computation Science and Information Communication, Wuxi University of Light Industry, Wuxi 214036)

Abstract :As the high frequency converting technology is applied in some new dimmable electronic lighting system, the previous leading edge phase control dimmer can not adapt to these new systems. A trailing edge phase control dimmer has been developed successfully. The principle and the applications of two kinds of dimmers were discussed. The danger caused by misuse was analysed. Some examples of their application were shown, and a conclusion was derived that the correct selection of two kinds of dimmers used for dimmable lighting system which has a different impedance character.

Key words :phase control dimming ;capacitive load ;inductive load

前沿相位控制可控硅调光器很早就开始应用于白炽灯的调光,近年来不断涌现出一些可调光新型电子照明系统,如配套使用电子变压器的低压卤素灯、可调光一体化自镇流灯等照明系统,这些系统都采用了高频逆变技术,其输入端等效阻抗往往不呈纯电阻性,原有的前沿相位控制可控硅调光器已不能适应这些新型照明系统,一种后沿相位控制调光器已开发成功.

1 前沿相位控制调光器与电容性负载

平时较多接触到的经济型调光器都属于前沿相位控制调光器,其原理如图 1 所示,控制电路在交流电压 U_{in} 过零后延迟一定相角 φ 触发可控硅导通.输出至负载 R_L 的输出电压 U_{out} 的波形如图 2 所示, U_{out} 的波形在触发点处有一极陡前沿.改变相角 φ 可改变输出电压的有效值.

收稿日期 :1999-11-16 ;修订日期 :2000-04-23.

作者简介 :王晓 (1963-),男,江苏武进人,理学学士,讲师.
万方数据

$$U_{\text{orms}} = U_{\text{irms}} [\sin 2\varphi / 2\pi + (\pi - \varphi) \sqrt{\pi}]^{1/2} \quad (0 \leq \varphi \leq \pi)$$

象卤素灯电子变压器、可调光一体化自镇流灯这类照明电子装置的输入端阻抗往往呈电容性,如将前沿相位控制调光器应用于这类电容性负载,当可控硅导通瞬间,电源电压 U_{in} 将对输入端等效电容 C_{in} 快速充电,这样会形成峰值极高的浪涌电流。

$$i = C_{\text{in}} (dU_{\text{out}} / dt)$$

浪涌电流的峰值：

$$I_p = U_{\text{in}} / r$$

式中 r 为系统等效串联电阻。等效电路如图 3 所示。

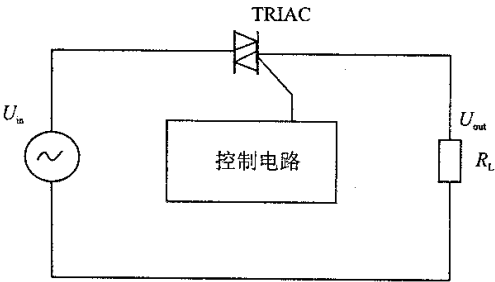


图 1 前沿相位控制

Fig.1 Leading edge phase control (LEPC)

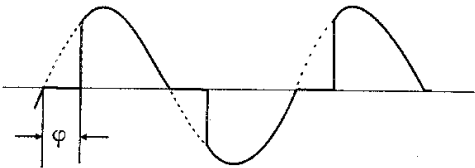


图 2 前沿相位控制调光器输出电压波形

Fig.2 The output voltage waveform of LEPC dimmer

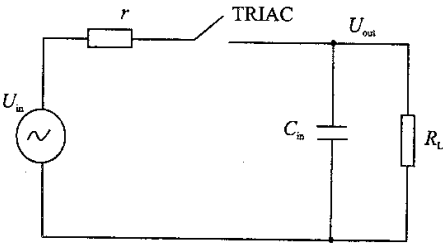


图 3 等效电路

Fig.3 Equivalent circuit

一个良好的供电系统的内阻是极低的,浪涌电流将达到极高峰值,其电流波形如图 4 所示。最严重的情形出现在相角 $\varphi = \pi/2$ 时,此时电源电压 U_{in} 达到幅值, I_p 也达到最大。总之,在相角 φ 调节过程中,都有这种浪涌电流存在。这些浪涌电流会严重破坏电网的供电质量,也会使系统产生严重的电磁干扰,无法满足电磁兼容性的要求,还会引起

噪声,当大量容性负载设备集中调光时,会引起供电系统过流、跳闸、三相失去平衡,甚至会使联接点过热、跳火,这方面出现的问题已有报道^[1]。

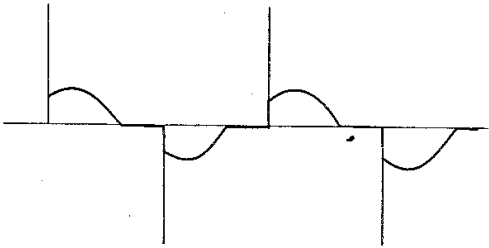


图 4 浪涌电流波形

Fig.4 The spike current waveform

为了降低浪涌电流,可以在设备输入端串联一个低频大电感,起到限止浪涌电流的作用,但随之带来的副作用就是照明系统变得笨重、低效,这样就失去了这些新型照明系统的最主要的优势。

2 后沿相位控制调光器

为了使这些照明系统仍然能保持其紧凑、高效的优点,又要保证供电系统的正常运行,一种新型的后沿相位控制调光器开发成功。后沿相位控制调光器的原理如图 5 所示,开关部件采用功率型 MOSFET 或 IGBT,其开、关次序正好与前沿相位控制方式相反,当 U_{in} 过零后, T_1 或 T_2 就立即导通,输出电压 U_{out} 由零开始上升,当延迟一定相角 φ 后,开关器件就切断电流。输出电压 U_{out} 的波形如图 6 所示。由于输出电压 U_{out} 在变化过程中,不存在向上的突变,所以最大限度地降低了浪涌电流,输出电流波形中不再出现尖齿而变得平滑,由此带来另外的一个好处是电磁干扰也大大降低。一些输入端阻抗呈容性的可调光照明电子装置,可以直接采用这种后沿相位控制调压器。

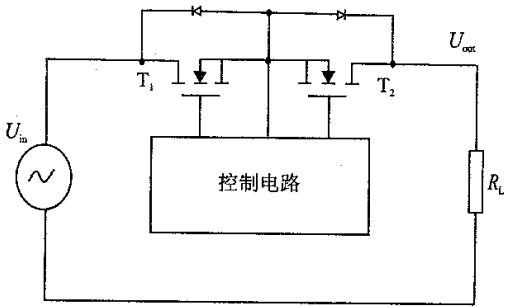


图 5 后沿相位控制

Fig.5 Trailing edge phase control (TEPC)

后沿相位控制调光器的输出电压由下式给出,再也不需要在输入端串入笨重的限流大电感。

$$U_{\text{orms}} = U_{\text{irms}} [(\varphi/\pi) - (\sin 2\varphi/2\pi)]^{1/2} \quad (0 \leq \varphi \leq \pi)$$

与前沿相位控制不同, φ 越大, U_{orms} 越大, 亦越接近于输入电压 U_{irms} .

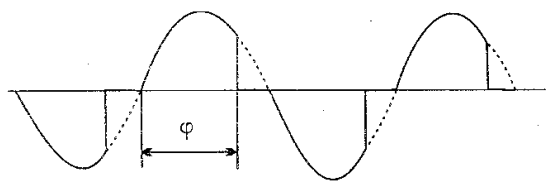


图 6 后沿相位控制调光器输出电压波形
Fig. 6 The output voltage waveform of TEPC dimmer

在实际电路中为降低 di/dt 和 dU/dt , 以减少冲击和电磁干扰, 必须在开关器件上加入 RC 缓冲吸收网络.

3 后沿相位控制调光器的应用禁区

后沿相位控制调光器对呈容性的负载有极好的适应性, 但将其应用于电感性负载就产生了困难, 原因是后沿相位控制调光器的开关器件在关断瞬间电流得不到延续, 电流对时间的变化率 di/dt 将会很大, 电感释放能量会产生极高幅值的反电动势

$$E_L = -L \, di/dt$$

如果反电动势 E_L 超过开关器件的耐压值, 就会使开关器件击穿失效; 另一方面, 释放出的能量得不到利用, 造成无效浪费, 且引起系统中一些器件过热. 可见, 后沿相位控制调光器不可误用于电感性负载.

4 应用实例分析

以低电压 12V/24 V 卤素灯照明系统为例. 220 V/12 V 或 220 V/24 V 的降压变压器可以分成 3 类:

1) 电磁变压器. 由硅钢片或其它铁磁材料和初、次级绕组组成, 呈电感性. 尤其在卤素灯寿终时, 其电感性表现更加显著.

2) C 型电子变压器. 由 EMI 滤波电路、整流滤波、高频逆变等部分组成, 如图 7 所示, 其输入端等效阻抗呈容性, 抗干扰电容 C_1 、 C_2 以及滤波电容 C_3 、 C_4 对输入端等效电容 C_{in} 都有贡献, 其中 C_3 、 C_4 的影响最大.

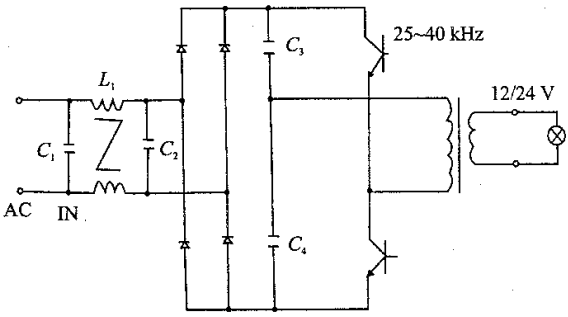


图 7 C 形电子变压器
Fig. 7 C type electronic transformer

3) L 型电子变压器. 这种电子变压器的基本原理与 C 型电子变压器完全相同, 唯一的区别是其输入端串有大电感, 如将图 7 中的高频小电感 L_1 换成笨重的低频大电感, 那么就改变为 L 型可调光电子变压器. 这个低频大电感同时起到了抑制浪涌电流的作用和抗电磁干扰的作用. 由于这个大电感的作用, L 型电子变压器的输入端等效阻抗呈电感性.

以输入端等效阻抗分类, 上述这些变压器可分为两大类. 电磁变压器和 L 型电子变压器都呈电感性, 应该采用前沿相位控制调光器, 如果误用后沿相位控制调光器, 会产生过电压, 甚至使调光器击穿失效. C 型电子变压器呈电容性, 应该采用后沿相位控制调光器, 如果误用前沿相位控制调光器, 会产生高幅值浪涌电流, 破坏供电系统供电质量和正常运行, 另外还会产生电磁干扰和噪音.

参考文献

[1] 宁华. 低电压照明[J]. 中国照明电器, 1998(4): 24~26.