

环形铁心变压器在金卤灯电子镇流器中的应用

高季荪

(东莞广殿电子有限公司, 广东 东莞, 523878)

摘要:介绍了一种新型金卤灯用电子镇流器,它是在现有的 EMC 电路、全桥整流电路、Boost 升压及 APFC 电路、以及 DC/AC 逆变电路的基础上,增加了频率控制电路,使 DC/AC 逆变电路按高频 f_1 和低频 f_2 来工作。在高频 f_1 状态,利用 LC 谐振及环形铁芯变压器升压,把金卤灯点亮,接着转入低频 f_2 状态工作,消除了声共振现象;当工作在 f_2 状态,灯电流会增加,此时,用环形铁芯变压器的次级绕组大阻抗来限流,使灯工作在稳定状态。当电源电压从 85~250 V 变动时,50 Hz/60 Hz,金卤灯的功率变化仅 $\pm 1.5\%$,线路输入功率因数保持在 0.98 以上。当工作频率从 50 Hz 升到 300~350 Hz,环形铁心变压器的体积重量大约缩小到原来的二分之一。

关键词:金属卤化物灯;电子镇流器;环形变压器

Application of the Toroidal Core Transformer in Electronic Ballast of Metal Halide Lamp

GAO Ji-sun

(Denison Force Power Industry Co. Ltd., Dongguan Guangdong 523878, China)

中图分类号:TM46 文献标识码:B 文章编号:0219-2713(2006)09-0038-04

0 引言

大家知道,气体放电灯(日光灯、高压钠灯、高压汞灯,金属卤化物灯等)传统上采用电感式镇流器(Ballast)和灯管串接起来,接入电网电压,另外单独采用启辉器或触发器,以产生必要的高压(超前顶峰式镇流器无需触发器)使灯点亮。当灯点亮后,利用电感镇流器自身的阻抗来控制或限制灯管电流,使灯管稳定工作。这种电感镇流器,一般是采用硅钢片堆栈起来作铁心,缠绕漆包线制作成。工作频率一般是 50 Hz/60 Hz。这种镇流器相对体积大、笨重,且功耗大、效率低。

为了克服电感镇流器的缺点,人们设法提高灯的工作频率。这是因为,工作频率提高一倍,镇

流器的体积就缩小到原来的 0.707。现在流行起来的电子节能灯,其电子镇流器都是通过 AC/DC/AC 变换,把市电 50 Hz/60 Hz 交流电压,先变成直流电压,再通过逆变器变成几十 kHz 的交流电压,从而用铁氧体磁芯取代了硅钢片,实现了电子镇流器的轻量化,产生了一体化电子节能灯,并使其功耗降低,光效提高。

但是,对于高强度气体放电(High Intensity Discharge 缩写 HID)灯(高压钠灯,高压汞灯,金属卤化物灯等),特别是金属卤化物灯(金卤灯)其工作频率升高(一般升高到 800 Hz 以上),灯电弧容易产生声共振现象。其表现为灯电弧发生扭曲,有时呈月牙形,有时摆动不稳定,使灯光闪烁,严重时会引起电弧管损坏发生爆裂。

于是,人们想出了许多办法,也产生了许多专利技术。这些办法或者用来防止声共振的发生,或

者用来减弱、抑制声共振的发生。这些办法一般都采用了最新的电子技术、集成电路和控制技术,技术难度大,造价高。

1 新型金卤灯镇流器的提出

我们在目前开关电源技术的基础上,开发出了一种金卤灯电子镇流器。该电子镇流器是按两种频率工作:高频 f_1 和低频 f_2 。在高频 f_1 状态,产生高频高压使金卤灯点亮,待灯点亮并稳定后,(约几秒后)自动转换到低频 f_2 状态。既点亮了金卤灯,又使金卤灯稳定工作,无声共振现象发生。

本电子镇流器的电路图如图1所示。它是在现有的EMC技术,全桥整流技术,开关电源Boost升压式有源功率因子校正(APFC)技术,和DC/AC逆变技术基础上,增加了频率控制电路和金卤灯点亮及镇流电路,构成的一种新型的金卤灯镇流器。

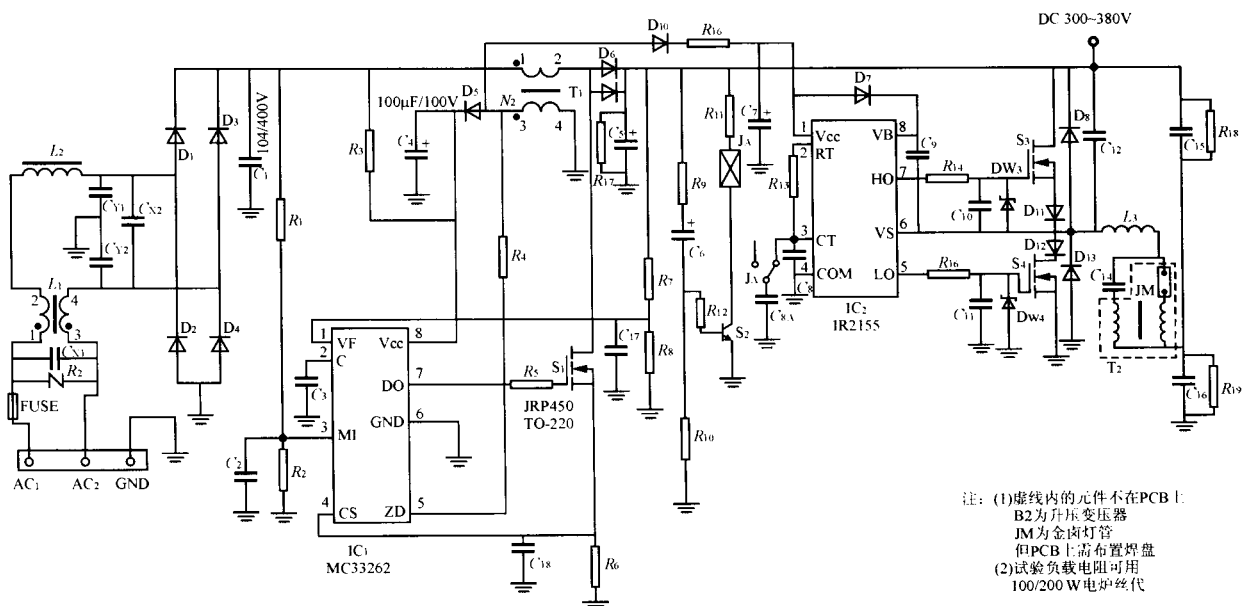
如图1所示:EMC滤波电路、全桥整流电路、Boost升压—APFC电路、可编程频率变换和驱动DC/AC电路,均为典型的电路,此处不再赘述。而以IC₂(IR2153)为中心的可编程频率变换和驱动DC/AC电路,可以通过改变与IC₂(IR2153)的引脚2、3、4相连的电阻 R_{13} 和电容器 C_8 的参数,使可编程频率变换来驱动DC/AC电路,按所需的振荡频率来工作。

为了自动改变IC₂的工作频率 f ,本系统增加了可自动改变电阻 R_{13} 的阻值,或电容器 C_8 容量的控制电路。在图1中,该频率控制电路由继电器 J_A ,电阻 R_9 、 R_{10} 、 R_{11} 、 R_{12} ,及电解电容 C_6 和CBB型电容 C_{8A} (或电阻 R_{13A} ,图1中未标出)和NPN型晶体管 S_2 所组成。

为使金卤灯点亮并正常工作,本系统增加了金卤灯点亮和镇流器电路,如图1所示,该电路由电感器 L_3 ,电容器 C_{14} ,升压变压器 T_2 (其初级绕组为 N_1 ,次级绕组为 N_2),电解电容器 C_{15} 及 C_{16} 组成。其中电感器 L_3 用锰锌铁氧体为磁芯,电容器 C_{14} 为CBB型高耐压电容。升压变压器 T_2 采用硅钢带卷绕成的环形铁心。为保证控制芯片IC₂正常工作,本系统中还特别设计了一个IC₂的供电支路,它是从前级Boost升压变压器 T_1 的次级绕线组 N_2 引出,经过快恢复二极管 D_{10} 、电阻 R_{16} 和电解电容器 C_7 接到IC₂的脚1 V_{CC} 端。

2 系统工作原理

如图1所示,市电(频率50Hz/60Hz,电压90~250V),通过EMC滤波电路,送到桥式整流器,经整流滤波,再经升压式有源功率因数校正电路升压,可得到约385V直流电压,用以供给后级可编程频率变换和驱动DC/AC电路、频率控制电



注: (1)虚线内的元件不在PCB上
B2为升压变压器
JM为金卤灯管
但PCB上需布置焊盘
(2)试验负载电阻可用
100/200W电炉丝代

图1 150W电子镇流器电路图

路和高强度放电灯点亮及镇流电路工作。

同时,从升压变器 T_1 的次绕组 N_2 输出约 16 V 电压,经快恢复二极管 D_{10} 整流和降压电阻 R_{16} 后,加到芯片 IC_2 的脚 1 (V_{CC}) 使 IC_2 激活工作。在 385 V 电压刚接通瞬间,电解电容 C_6 导通,导通电流使 NPN 晶体三极管 S_2 导通,从而继电器 JA 激磁,其常闭触点 JB 跳开,使电容 C_{8A} 与 C_8 断开,此时, IC_2 的输出振荡频率由 R_{13} 和 C_8 决定。其值为

$$f_1 = \frac{1}{1.4(R_{13} + 150)C_8} \quad (1)$$

此时 MOSFET S_3 及 S_4 按照频率 f_1 工作。

调整 L_3 的电感值、 C_{14} 的电容值和 T_2 的初级绕组电感值,使得它们与 f_1 发生谐振,所产生的谐振高压,再经过升压变压器 T_2 升压,在 T_2 的次级绕组 N_2 上可获得足够高的电压,使金卤灯激活点亮。一旦金卤灯稳定点亮后,(从激活后约 2~3 s,此时间长短由 C_6 与 R_9 的数值来控制),电容器 C_6 因充满电而停止流通,三极管 S_2 即刻关断,继电器 J_A 也去激磁,常闭触点又回到原常闭状态,把电容 C_{8A} 并接在 C_8 上,增加可编程电容的容量。此时 f_2 为

$$f_2 = \frac{1}{1.4(R_{13} + 150)(C_8 + C_{8A})}$$

振荡频率从 f_1 降到 f_2 ,适当选配 R_{13} 和 C_8 、 C_{8A} 的值,可使 f_2 低到 300 Hz 左右,这时若金卤灯仍有声共振,可把 f_2 再降低(把 C_{8A} 再加大些)。

当转为 f_2 后,金卤灯就能稳定地工作,无声共振现象。

当工作频率从高频 f_1 转换到低频 f_2 ,灯功率会增加。此时,用变压器 T_2 的次级绕组 N_2 的阻抗来限流,使灯工作在稳定功率状态。一旦完成频率转换后,包括继电器在内的整个频率控制电路就处于“休息”状态。

当 f_2 的频率在 300~400 Hz 之间时,对于下列的 35 W、50 W、70 W、100 W、150 W、250 W 金卤灯来说,基本消除了声共振现象。

上述叙述中,对频率控制电路中的电阻 R_V 未说明,在计算频率时把 R_V 定到零。接入 R_V ,可使工作频率下降,从而使灯功率增加(亮度增加)。 R_V 可采用光敏电阻或其它性质的可变电阻,实现自动调光;也可以用一般可变电阻器,用手动调光。

图 1 所示电路可适用于 35~400 W 的金卤灯

和 50~400 W 的高压钠灯。对于不同功率的金卤灯和高压钠灯只需改变线路中相关的电子组件规格和磁芯规格及环型铁心的规格即可,其基本的电路拓扑结构无需变化。

3 关于硅钢环形铁心变压器

现在来说明为什么要采用硅钢环形铁心作升压变压器?

从上面的分析可知,该电子镇流器的工作频率分两种:高频 f_1 及低频 f_2 。高频 f_1 一般确定在 60 kHz 左右。当由电感器 L_3 、电容器 C_{14} 及变压器 T_2 的初级绕组 N_1 组成的谐振电路,其自然频率接近 60 kHz 时,在变压器 T_2 的初级绕组 N_1 上就出现较大高频电压,此电压再经过变压器 T_2 次级绕组 N_2 升压后,达到足以使金卤灯点亮的高频高压。

这里之所以把高频 f_1 确定在 60 kHz 左右(也可以再高些),一方面是因为在此频率状态下,金卤灯电弧内的电极间会产生容性位移电流,使电弧管中的气体产生电离,促使灯在较低的电压下点亮;另一方面,在此频率下,谐振电感器 L_3 和电容器 C_{14} 及 B_2 的初级绕组 N_2 的电感值的取值可以变小。

当金卤灯点亮时,工作频率从高频 f_1 转换到低频 f_2 ,灯电流会增加。此时,用来限流的电感器,需要有相当大的阻抗。我们设定 f_2 的频率在 300~400 Hz 之间,对于 150 W 的金卤灯需要 45~50 mH 的电感值。要产生这样大的电感值,采用非晶铁心比较合适,但价格太贵。

采用铁氧体磁芯,由于磁通密度低,磁导率低,体积大,价格也不低。于是,我们采用东莞广殿电子有限公司生产的 0.35 mm 硅钢环形铁心来作升压变压器,效果不错,体积也不大,价格也比较低。

我们知道,硅钢片插片铁心和卷绕铁心比较,卷绕铁心整个磁回路都是顺着硅钢片的晶粒取向的。这样,不仅使得变压器的磁滞损耗明显下降,而且由于磁力线顺着晶粒取向,使硅钢片的磁感应强度上升,这样,在相同磁芯截面下,采用卷绕铁心,比迭片铁心的绕组匝数少,从而节省了铜材,降低了能量传输中的铜损耗。通常,用环形铁

心作变压器或电感器,其自身功耗仅为迭片铁心的 56~60%。

这里要强调说明一点,大家知道,硅钢片的涡流损耗、随着工作频率的升高而增加。我们采用 0.35 mm 的硅钢片卷铁心作 150 W 金卤灯中的升压变压器,在 50 Hz 下,自损耗(包括绕组的铜阻损耗)为 7 W;在 330 Hz 下,自损耗为 11.4 W。这也基本符合国家对节能型电感镇流器的标准。

所以,我们把镇流器的工作频率,控制在大约 300 Hz。这样既避免了金卤灯出现声共振现象,又能恰当地采用本公司生产的 0.35 mm 的环形铁心作升压变压器,使得该电子镇流器的成本大大降低。同时,由于环形变压器结构紧凑,安装方式灵活,它和 PCB 组装在一起,使 35 W、50 W、70 W、100 W、150 W、175 W 的金卤灯,实现了一体化,可象白炽灯泡一样悬挂起来。

4 结语

综上所述,本电子镇流器有以下特点。

(1) 采用了 MC34262/33262 作 Boost 升压-APFC 电路的控制芯片,当输入电压从 85 V 变化到 250 V 时,输出电压保持在直流 385 V 左右。功率因数为 0.98~0.999,灯功率变化 $\pm 1.5\%$ 。

(2) 采用硅钢带卷绕铁心作升压变压器,对于同样的灯功率,在 300~400 Hz 下工作,其变压器(镇流器)的体积大约只及 50 Hz 状态下的二分之一,并且还有效地避免了金卤灯产生声共振现象。

(3) 采用了高频 LC 谐振和变压器升压,使金卤灯点火电压降低,避免灯管电弧管早期发黑,延长灯管寿命,并能保持可靠点火。

(4) 与欧州规范金卤灯电感式镇流器相比较,省掉了功率因数补偿电容和专用的电子触发器,便于安装。

(5) 整个系统电路结构简单,技术难度不大,可以降低电子镇流器的成本,其价位和同等功率的电感镇流器相当。

当然,本电子镇流器仍存在许多功能缺陷和不足,有待进一步的改进,欢迎广大同行专家批评指正。

本电子镇流器已申请中国专利,申请号:200620003833.4

作者简介

高季荪(1937-),男,高级工程师,长期从事开关电源、电子镇流器、电子变压器、电感镇流器的技术研究和产品开发工作。

德州仪器推出集成比较器与电压基准的完整电流采样监控器

日前,德州仪器(TI)宣布推出一款集成多个组件的完整电流采样监控器比较解决方案,该解决方案在 14 引脚微型封装中集成了一个高侧电流感应放大器、两个比较器以及一个电压基准。凭借这种独特集成性与功能,INA206 不仅简化了电流比较电路设计,而且缩小了空间。其目标应用领域包括计算机、电源管理以及车载系统。

INA206 的两个自由比较器均可用于过流/欠流检测或电源过压/欠压检测。由于其中一个可提供延时功能,以用于低电平报警输出,而另一个则具有可编程闭锁功能,以实现更高电平的瞬态关键输出(instantaneous critical output),因此这种通用设计使得两个比较器实现了三个比较器的功

能。这两个比较器均是开漏输出器件,其具备可以重新写入的 0.6 V 内部基准电压。

INA206 还支持-16~+80 V 的宽泛的共模电压范围、500 kHz 带宽与 2.7~18 V 的宽泛的电源电压范围。在-40°C~+125°C 的扩展温度范围内,其最大输出误差规定为 $\pm 3.5\%$ 。

就电源管理应用而言,INA206 特别适合与 TPS2490 热插拔控制器配合使用。

INA206 现已开始供货,可通过 TI 及其授权分销商订购获得。该器件采用 14 引脚 SO 封装,批量为 1 000 片时的建议零售单价为 1.45 美元。TI 还将推出 10 引脚 MSOP 封装版本与 14 引脚 TSSOP 封装版本。