

· 电路与控制 ·

一种脉冲铯灯的驱动电路设计

孙旭¹, 胡心²

(1. 中国电子科技集团公司光电研究院, 天津 300000; 2. 陆航驻哈尔滨地区军代表室, 辽宁 锦州 121000)

摘要: 对铯灯的工作原理及驱动过程进行基本介绍。在简单描述了驱动电路的特点、组成和工作原理之后, 对驱动电路的主回路、触发电路工作原理进行详细的分析。实验结果表明, 该驱动电路可完全满足设计的要求, 进一步验证了电路设计的合理性。

关键词: 铯灯; 驱动电路; 逆变电路; 晶闸管

中图分类号: TN78

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2014)-01-0052-03

Design of Driver Circuit of Pulse Cesium Lamp

SUN Xu¹, HU Xin²

(1. Academy of Opto-Electronics, China Electronics Technology Group Corporation (AOE CETC), Tianjin 300000;

2. Military Representative Office of Army Aviation in Harbin, Jinzhou 121000, China)

Abstract: The operation principle and drive process of cesium lamp are introduced. The characteristics, composition and operation principle of the drive circuit are described. Then the main circuit in the drive and the operation principle of a trigger circuit are analyzed in detail. The experimental results show that the design requirements are met completely. And the rationality of circuit design is verified further.

Key words: cesium lamp; drive circuit; inverse circuit; gate turn-off thyristor (GTO)

铯灯属于碱金属光源, 是电调制金属蒸气放电光源的一种, 用以获得近红外光谱线, 其主要共振辐射线为 852.1 nm 和 893.4 nm。光源中有两个钨丝电极分别为正极和负极, 光源内部填充物主要是铯, 其发射光谱在近红外区域。为了加强铯光谱的辐射强度同时充入氩气, 也有的铯灯中充入氙气的。为了增加光源工作的稳定性, 光源中也可添加少量的汞^[1]。金属铯蒸气腐蚀能力比较强, 所以光源的外套材料最好选择抗碱金属蒸气腐蚀能力强的材料, 比如蓝宝石。

铯灯采用脉冲工作体制, 发光效率比较高。铯灯的驱动电路是典型的高频高压电源电路, 调制频率最大不超过 10 kHz, 工作电压从几百伏到几千伏, 甚至上万伏。工作过程: 先高压点燃, 之后铯灯进入小电流预热状态, 预热结束后铯灯进入正常的脉冲

工作方式, 即驱动状态。高频高压电源电路广泛应用于材料改性、金属冶炼、环境保护、大功率激光和微波等应用。传统高压电源采用的工频电源和 LC 谐振方式, 虽然电路简单, 但体积和质量大, 低频工作状态及纹波、稳定性均不能令人满意。随着电力电子学的发展和开关电源的采用, 使电源高频化成为趋势, 高频化可以提高电源性能, 减少变压器的体积和纹波系数。为此有必要开展高频高压电功率电源的研制^[2-6]。

1 电路设计

1.1 基本组成

如图 1 所示, 主回路由整流滤波电路, 过流保护

电路及逆变电路组成。触发电路由两个完全相同的触发单元电路组成,接收控制电路的脉冲信号^[3]。

三相400 Hz 115 V交流电经过整流滤波,产生直流电压,经过过流保护电路后为逆变电路提供稳定的直流电。过流保护电路防止光源故障时电流过大,切断三相供电电源。控制电路产生控制脉冲信号,经触发电路1与2放大,用来控制逆变电路,产生驱动光源的高压高频的脉冲信号。

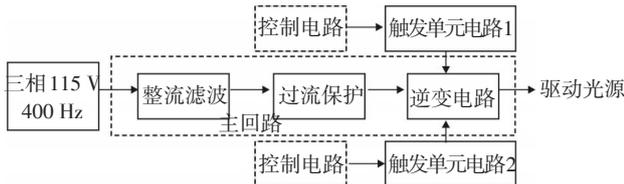


图1 钨灯驱动电路组成框图

1.2 主回路

如图2所示,三相400 Hz 115 V经过V1~V6及L1组成的整流波电路,产生直流电源。由R1、R2、R3和C1组成的取样电路从主回路中采集信号,判断主回路是否过流,如过流则控制其他外围电路切断三相供电电源。R4是限流电阻,为钨灯小电流预热提供保护。C2~C9进一步对电源进行滤波,产生更稳定的直流电压。S1~S4、R6和C10组成逆变电路,通过控制S1与S4的控制端a~d使得S1与S4同时导通与截止,同理通过控制S3与S2的控制端e~h使得与S3与S2同时导通与截止,两组交替导通,在输出端产生频率可控的高压高频电源,其中C10为高压储能电容。

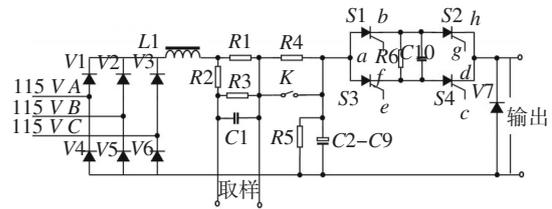


图2 钨灯驱动电路主回路

1.3 触发电路

由图3可以看到,PUSL1与PUSL2信号脉冲宽度、脉冲间隔完全相同,只是PUSL2的起始时间与PUSL1的起始时间有 $1/2t_0$ 的间隔。控制电路是整个驱动电路的外围电路,这里就不多讨论了。

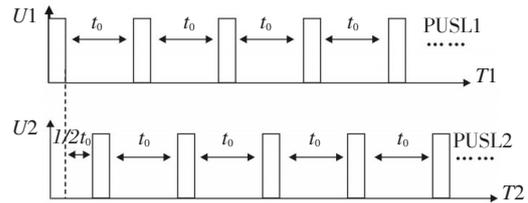


图3 控制电路的控制脉冲信号

触发单元电路的功能:对控制电路的脉冲信号进行整形、比较、放大后产生两组在时间上全同步的脉冲控制信号,用来准确控制相对应的晶闸管的导通与截止,以实现小信号对大信号(高频高压)电源实时控制。

如图3中脉冲信号输入到图4电路的输入端。图4中A1及周边的阻容件组成比较及整形电路,V1、V2与

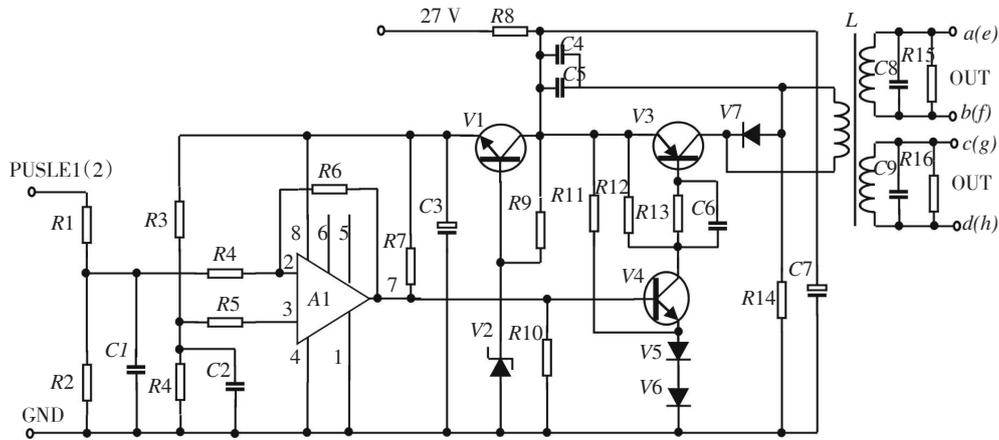


图4 触发单元电路

R9为比较器提供稳定的工作电源。比较器7脚输出控制开关管V4,最终实现对晶体管V3的控制。晶体管V3、脉冲变压器L的初级线圈及限流电阻R14共同形成对

脉冲控制信号的第一步放大。脉冲变压器L的次级线圈及周边阻容件完成对脉冲信号的第二次放大,产生两组时间、相位完全一致的脉冲控制信号。

2 测试结果

由于铯灯电功率比较大,所以主回路的元器件中部分采用了电力器件,体积比较大,有的需要良好的散热条件,可以采用增加散热片或者强制风冷达到所需的散热效果。

由于驱动电路的主回路电压较高,电流比较大,给测试带来了比较大的困难。可以采用两种方式,进行检测,由于该设备供电电源采用的是HP公司的电源分析仪,所以第一种检测是采用直接监视三相电源的输出电压、电流变化和整机的功率变化等情况,可以定性判断设备工作的状态。第二种是采用红外辐射计测试其近红外波段的红外辐射强度,或者是用光度计测量铯灯的可见光的光强,同时用示波器实时检测测试设备输出的信号,可客观反映铯灯及驱动电路的工作情况。图5是测量其可见光光强时光度计给出的铯灯的工作波形。

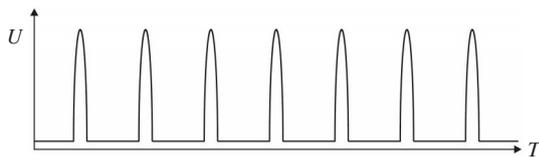


图5 光度计输出的光源工作波形

3 结束语

实验结果表明,该驱动电路的设计合理,设计余量比较大,能够满足设计要求。工作频率可以根据实际应用情况,现场编程进行调整。高频高压带来的新技术问题是过高的频率会导致晶闸管断频繁,损耗增大,影响晶闸管的寿命并使整机效率下降^[4]。

参考文献

- [1] 赵宝升,张秋虎,王治平,等.脉冲铯灯使用的铯的还原与封装[J].真空与低温,1988(1).
- [2] 陈颖,刘振兴.大功率高频高压整流电源的研制[J].电力电子技术,2011,45(10):52-53.
- [3] 李杰,宫传,李国锋,等.一种高频高压电源研制[J].河北大学学报,2007,27:157-160.
- [4] 刘涨燕,李敏斯,龙焯.新型低纹波高压直流电源的设计[J].广西工学院学报,2012,23(1):66-69.
- [5] 姚为正,张国菊,何青连.15 kV 高压直流电源的研制[J].电子电子技术,2010,44(12):65-66.
- [6] 张健雄,张进,李豪彦.一种可控的直流高压电源[J].核电子学与探测技术,2005,25(6):819-820.

《光电技术应用》期刊网站简介

《光电技术应用》期刊网站的网址为: <http://www.gdjsyy.com>。网站设有:期刊介绍、资质荣誉、编委会、版权声明、征稿简则、征订启事、联系方式等栏目。通过上述栏目,作者与读者可对期刊的基本情况和编辑部工作有进一步的了解。

为方便作者投稿,网站设立了期刊的投稿指南及论文格式模板。投稿指南从文章的题名、摘要、引言、结语、参考文献等几个部分提出对所投稿件(文章)的要求、编写方法、应注意的问题等,供作者参考。论文格式模板以本刊一篇已发表的文章为例,对刊载文章的体例、格式及部分基本要求进行了较为详细的说明(采用红色说明文字),以节省文章编辑修改时间,提高录用的时效。

为使读者及时了解期刊已发表文章的最新信息,网站增设了在线期刊查询与阅读浏览栏目,可为读者提供《光电技术应用》期刊2009、2010、2011、2012全年已发表文章题目、作者等信息的查询及文章摘要的阅读浏览。

《光电技术应用》期刊的电子邮箱地址为: nloe@vip.163.com,热诚欢迎广大作者投稿。

《光电技术应用》期刊编辑部