

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2016.03.010

基于UC3843的半波整流电路辅助电源设计

朱叶, 廖无限, 胡正国, 易强强, 贺思文, 张德军

(湖南工业大学 电气与信息工程学院, 湖南 株洲 412007)

摘要: 设计了基于UC3843的半波整流电路的辅助电源。先介绍半波整流电路的工作原理, 再将半波整流电路与传统的辅助电源获取方式进行相关的定量计算和比照, 最后设计半波整流电路的实际电路, 并应用在LED恒流驱动器上, 半波整流电路的输出电压为12 V。对样机的测试结果表明, 本文所设计的基于UC3843的半波整流电路的辅助电源的性能满足设计要求, 值得推广。

关键词: UC3843; 半波整流电路; 辅助电源

中图分类号: TN713

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2016)03-0054-04

On the Auxiliary Power Supply of the Half-Wave Rectifier Circuit Based on UC3843

ZHU Ye, LIAO Wuxian, HU Zhengguo, YI Qiangqiang, HE Siwen, ZHANG Dejun

(School of Electrical and Information Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: A design has been developed of the auxiliary power supply of the half-wave rectifier circuit based on UC3843. A brief introduction has been made of the operation principle of the half-wave rectifier circuit, followed by some relevant quantitative calculation and comparison with the acquisition way of the traditional auxiliary power supply. This principle has been applied to the design of the actual circuit, as well as to the LED constant-current driver, with 12 V the output voltage of the half-wave rectifier circuit. The test result of the prototype shows that the performance of the designed auxiliary power supply of the half-wave circuit based on UC3843 meets the design requirements, thus worthy of the market-oriented promotion.

Keywords: UC3843; half-wave rectifier circuit; auxiliary power supply

0 引言

由于开关电源具有体积小、重量轻、功耗小、效率高等特点, 被广泛应用于各种电子设备中^[1]。一般, 开关电源由功率主回路、控制驱动回路、辅助电源组成。其中, 辅助电源主要是给功率主回路的控制电路、驱动电路或电源系统的监控电路供电。目前, 开关电源通过两种方式获得辅助电源: 第一种是设置独立、功率更小的开关电源; 第二种是采用专业的

辅助电源芯片^[2]。第一种实现方式的成本较高, 占用PCB板的面积较大, 并且功耗较大; 第二种方式虽然成本也较高, 但是占用PCB板的面积较小, 功耗适中。市电220 V交流电经整流和滤波后, 为310 V左右的脉动直流电, 然而开关电源的控制驱动回路工作电压都比较低, 一般在30 V直流电压以下。针对上述问题, 本文设计了一种基于UC3843的半波电路结构辅助电源。该辅助电源电路简单, 组建方

收稿日期: 2016-03-06

作者简介: 朱叶(1994-), 女, 湖南娄底人, 湖南工业大学学生, 主要研究方向为电力电子,

E-mail: 877608992@qq.com

便,易于实现^[3-5]。

1 工作原理介绍

1.1 开关电源

图1为开关电源的电路结构示意图。此电路主要由功率主回路、控制驱动回路和辅助电源3部分构成。功率主回路由整流桥B、隔离二极管D₄、负载Load、储能电感L₁、电流检测电阻R₁和开关管Q构成;控制驱动回路主要是以电源控制芯片UC3843为核心来实现;辅助电源主要由半波整流二极管D₁、隔离二极管D₃、稳压二极管D₂、限流分压电阻R₂和电阻R₃、缓冲电阻R₄、缓冲电容C₁、滤波电容C₂、储能电感L₂构成。

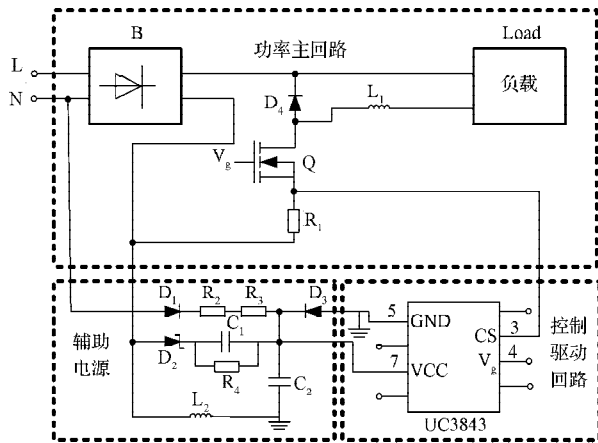


图1 开关电源的电路结构图

Fig. 1 A circuit configuration diagram of the switching power supply

1.2 辅助电源

辅助电源的工作原理如图2和图3所示。图2和图3中,负载电阻R_L等效为以电源控制芯片UC3843为核心的控制驱动回路的阻抗。电路输入端接入市电220V交流电后,电路的工作可分为如下两种过程。

1)当交流电工作在正半轴时,即相当于输入交流电的极性为上正下负。交流电从正极性出发,共有两条工作回路。

回路1。交流电经二极管D₁、电阻R₂、电阻R₃、负载电阻R_L、电感L₂,回到交流电输入端的负极性处,即流经途径①。此时电感L₂的极性为左负右正,处于充电状态。回路1相当于半波整流,将交流电变为脉动直流电,通过滤波电容C₂滤去其中的交流分量。放电回路的时间常数越大,其滤波效果越好,其整流后输出的直流电波形越平滑。

回路2。交流电经二极管D₁、电阻R₂、电阻R₃、缓冲电容C₁和缓冲电阻R₄、稳压二极管D₂,回到交流电输入端的负极性处,即流经途径②。回路2就是

稳压过程。

正半波工作状态如图2所示。

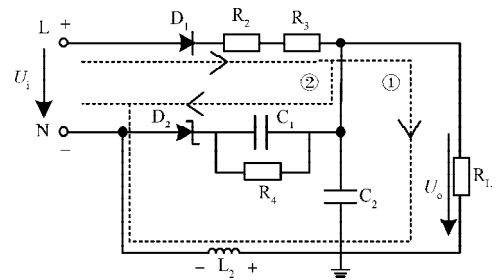


图2 正半波工作状态图

Fig. 2 A diagram of the work status of the positive half wave

2)当交流电工作在负半轴时,即相当于输入交流电的极性为上负下正。交流电从负极性出发,此时也有两条工作回路,负半波工作状态如图3所示。

由楞次定律可知,电感L₂因阻碍电流的突变,使其极性发生改变。此时储了能的电感L₂的极性变成左正右负,即电能从L₂左端的正极出发,经过稳压二极管D₂、缓冲电容C₁和缓冲电阻R₄、滤波电容C₂和负载电阻R_L,最后回到电感L₂右端的负极,即有回路①和回路②,共两条工作回路,在此过程中主要是完成电感L₂的一次放电过程。

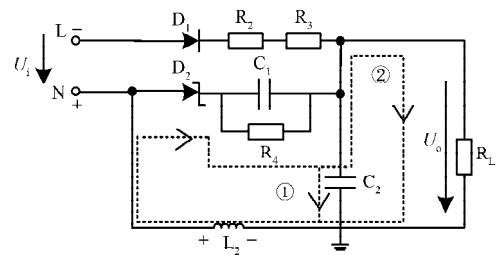


图3 负半波工作状态

Fig. 3 A diagram of the work status of the negative half wave

通常来说,半波整流电路与全波整流电路相比,半波整流电路只能工作在交流电的半周期,而控制全波整流电路则能工作在交流电的整个周期。但是,本文所设计的半波电路,由于增加了电感储能放电回路,所以也能实现与全波整流电路相同的功能。

2 获取辅助电源的两种方式的定量计算与对比

通过定量计算,将开关电源芯片UC3843获得辅助电源的传统方式与本文所设计的半波整流电路进行对比分析^[6-10]。

1)传统方式。芯片UC3843的辅助电源的工作电压是通过将市电经过桥式整流和滤波电路后,再经降压电阻分压、滤波和稳压电路获得。

假设市电经桥式整流和滤波后,直流电压为

U_{d1} ，则

$$U_{d1} = \sqrt{2}U_{ac}, \tag{1}$$

式中 U_{ac} 为市电电压。

取 U_{ac} 为 220 V，代入式 (1) 中，可得 $U_{d1}=311$ V。假设芯片 UC3843 的工作电压 $U=12$ V，工作电流 $I=10$ mA，其降压电阻的功率 P 为

$$P = \Delta UI, \tag{2}$$

式中 $\Delta U = U_{d1} - U$ 。

因此可得降压电阻的功率 $P=2.99$ W。

2) 本文所设计的半波整流电路。芯片 UC3843 的辅助电源的工作电压也是通过将市电经半波整流和降压电阻分压后，再经滤波电路、电感储能电路和稳压电路获得。

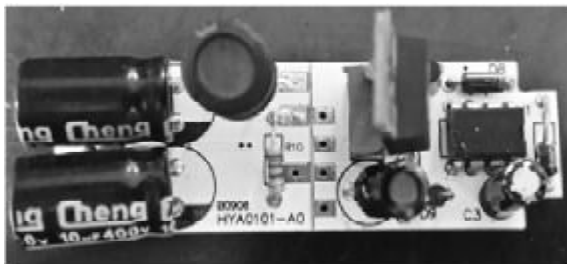
假设经半波整流后获得的直流电压为 U_{d2} ，则

$$U_{d2} = 0.5\sqrt{2}U_{ac}。 \tag{3}$$

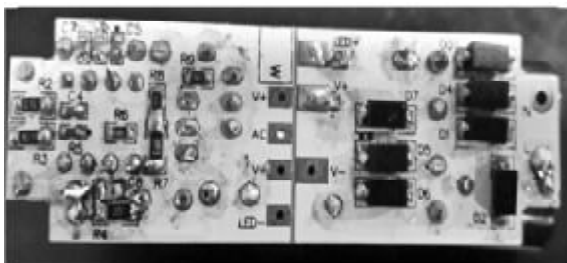
因此可得 $U_{d2}=155$ V。同样假设芯片 UC3843 的工作电压 $U=12$ V，可得降压电阻的压降 ΔU 为 143 V。若芯片 UC3843 的工作电流也是 $I=10$ mA。通过式 (2) 可得，降压电阻的功率 $P=1.43$ W < 2.99 W。因此，本文所设计的半波整流电路的功耗为传统方式的一半。

3 实验结果与分析

根据半波整流电路的工作原理，本文设计了实际电路，并应用在 LED 恒流驱动器上，如图 4 所示。从负载、输入、波形 3 个特性对辅助电源进行测试^[11-14]。



a) PCB 板正面



b) PCB 板反面

图 4 实际电路图

Fig. 4 Actual circuit diagram

1) 负载特性测试。输入交流电压为 220 V，负载阻抗从 0.8 kΩ 逐步增加到 1.6 kΩ，对应的输出电压

如表 1 所示。由表 1 可以看出，随着负载阻抗的增加，输出电压也逐渐增加。本文所设计的半波整流电路基本能满足芯片 UC3843 对工作电压的需求。

表 1 负载特性测试结果

Table 1 Load characteristic test results

负载/kΩ	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
输出电压/V	9.80	10.95	12.01	12.96	13.86

2) 输入特性测试。保持额定负载 1.2 kΩ 恒定，输入交流电压从 180 V 逐步增加到 240 V，对应的输出电压如表 2 所示。由表 2 可以看出，输出电压稳定在 12 V 左右。

表 2 输入特性测试结果

Table 2 Input characteristics test result

输入交流电压/V	180	190	220	230	240
输出电压/V	11.8	12.1	12.2	12.3	12.5

3) 波形特性测试。待测辅助电源外接市电交流电 220 V，输出接额定负载后，再上电。采用固纬 GDS-2104 示波器的 CH1 通道进行测试，输出端的电压波形如图 5 所示。由图 5 可以看出，输出电压在直流 12 V 左右，而且波形比较平稳。

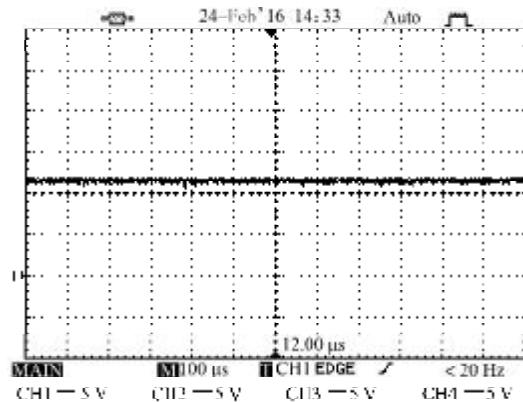


图 5 电路输出电压波形

Fig. 5 Circuit output voltage waveform

从负载特性、输入特性、输出波形的测试结果可以看出，该辅助电源能够稳定输出电压，符合要求，达到了预期效果。

4 结语

本文基于 UC3843 设计了一种低功耗直流辅助电源，该电源输出的 12 V 电压用于驱动芯片 UC3843。在半波整流电路的基础上，增加了电感储能放电回路，这改良了半波整流电路，实现了与全波整流电路相同的功能。与全波整流电路的辅助电路相比，本文设计的辅助电源具有功耗较低、工艺简单、通用性较好的特点。

参考文献:

- [1] 陈 明, 肖强晖. UC3842双管正激式单级PFC变换器研究[J]. 湖南工业大学学报, 2014, 28(2): 46-50.
CHEN Ming, XIAO Qianghui. Design of Dual-Transistor Forward Single Stage PFC Converter Based on UC3842[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2014, 28(2): 46-50.
- [2] 胡国文, 张立生, 王银杰. 基于UC3842变频器辅助电源的设计[J]. 现代仪器, 2012, 18(4): 43-46.
HU Guowen, ZHANG Lisheng, WANG Yinjie. Design of Auxiliary Power for Inverter Based on UC3842[J]. Modern Instruments, 2012, 18(4): 43-46.
- [3] 付 翔. 高速动车组辅助供电系统的研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2010.
FU Xiang. Study on the Auxiliary Power Supply System of High Speed EMU[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2010.
- [4] 胥 志, 李红梅, 冯之健. 电动汽车电驱动系统辅助电源设计[J]. 机电工程, 2013, 30(5): 518-523.
XU Zhi, LI Hongmei, FENG Zhijian. Auxiliary Power Supply Design of Electric Drive System in Electric Vehicle [J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2013, 30(5): 518-523.
- [5] 马红梅, 武 艳, 周东东. 一种小功率开关稳压电源设计[J]. 南阳理工学院学报, 2011, 3(2): 30-33.
MA Hongmei, WU Yan, ZHOU Dongdong. Design of Small Power Switching Power Power Supply[J]. Journal of Nanyang Institute of Technology, 2011, 3(2): 30-33.
- [6] 马浩宇. 电气化列车辅助供电系统不断电技术研究设计 [D]. 北京: 北京交通大学, 2014.
MA Haoyu. Research on Uninterruptible Auxiliary Power Supply for Electrified Railway Vehicles[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2014.
- [7] 周志宁. 辅助电源系统监控单元的软件设计与实现[D]. 南京: 南京理工大学, 2013.
ZHOU Zhining. Software Design and Implementation of Auxiliary Power System Monitoring Unit[D]. Nanjing: Nanjing University of Science and Technology, 2013.
- [8] 文 翔. 铁道机车车辆辅助电源筒统化研究与设计[D]. 成都: 西南交通大学, 2014.
WEN Xiang. Research and Design on Generalization of Railway Vehicle Auxiliary Power Supply[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2014.
- [10] 殷佳琳. 新型开关稳压电源的优化设计与应用[J]. 科技通报, 2012, 28(2): 140-142.
YIN Jialin. Research of Optimal Design and Application for a New Switching Power Supply[J]. Bulletin of Science and Technology, 2012, 28(2): 140-142.
- [11] 刘 杰, 刘 培, 王 琦, 等. 开关稳压电源系统设计 [J]. 通信电源技术, 2011, 28(3): 35-38.
LIU Jie, LIU Pei, WANG Qi, et al. A Design of Switching Mode Power Supply System[J]. Telecom Power Technology, 2011, 28(3): 35-38.
- [12] 袁利大. 轻轨运行辅助系统的设计与实现[D]. 大连: 大连理工大学, 2011.
YUAN Lida. Design and Implementation of Light-Rail Assisted System[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2011.
- [13] 戴 璇. 基于半桥PFC的车载充电电源的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2014.
DAI Xuan. Research on Vehicles Charger Based on Half-Bridge PFC[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2014.
- [14] 姚欣瑞, 肖强晖, 廖无限. 由恒流二极管串联分压组成的直流辅助电源[J]. 湖南工业大学学报, 2015, 29(4): 72-75.
YAO Xinrui, XIAO Qianghui, LIAO Wuxian. DC Auxiliary Power Supply Composed of a Series of Constant Current Diode[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2015, 29(4): 72-75.

(责任编辑: 邓 彬)

