

反激型开关电源反馈回路的改进

王闯瑞,胡荣强,黄庆义,康超

(武汉理工大学自动化学院,湖北 武汉 430070)

摘要:介绍了一种基于 PWM 控制芯片 UC3842 的反激式开关电源的反馈控制回路改进设计。该电路采用光耦和电压基准 TL431 组成反馈网络,具有反馈精度高,动态响应快,实用性强等优点。

关键词:单端反激;UC3842;光耦;反馈

中图分类号: TN86 **文献标识码:** A

A New Feedback Circuit of Flyback Switching Mode Power Supply

WANG Chuang-rui, HU Rong-qiang, HUANG Qing-yi, KANG Chao

(College of Automation, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: A new feedback circuit, which is designed based on PWM controller UC3842 of flyback switching mode power supply is presented. This feedback circuit is made of optical coupler and TL431. Power supply with it has excellent dynamic response, and also outputs accurate voltage. Moreover, it's a practical circuit.

Key words: single-ended flyback; UC3842; optical coupler; feedback

电源是所有电子设备的动力来源,电源的性能直接影响到整个电子设备的可靠性和寿命。近几年,随着电源技术的飞速发展,高效率的开关稳压电源已逐步替代了传统的线性调节稳压电源,并得到广泛的应用,而开关稳压电源的反馈回路决定了开关电源的精度和整体性能。本文介绍的是一种基于电流型 PWM 芯片 UC3842 的开关电源的反馈回路设计。

1 UC3842 原理与特性

UC3842 是一种高性能的固定频率电流型脉宽集成控制芯片,是专为离线式直流变换电路设计的。其主要优点是电压调整率可达 0.01%,工作频率高达 500 kHz,启动电流小于 1 mA,外围元件少。它适用于 20~80 W 的小功率开关电源。其工作温度为 0~70℃,最高输入电压为 30 V,最大输出电流为 1 A,能驱动双极型功率管或 MOS 管。UC3842 采用 DIP-8 封装,其内部结构框图如图 1 所示^[1]。

收稿日期:2004-12-20

作者简介:王闯瑞(1979-)男,硕士,研究方向为控制理论与控制工程。

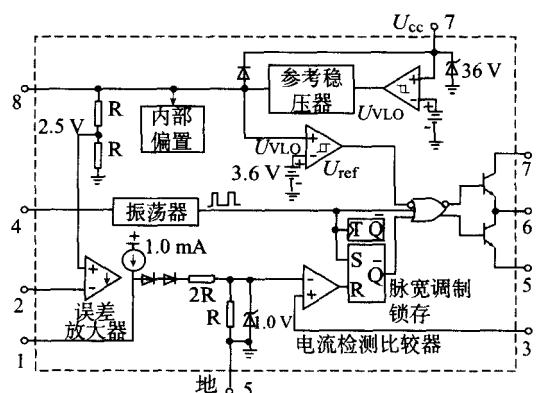


图 1 UC3842 内部结构框图

UC3842 各管脚功能简介如下:

脚 1:输出/补偿,内部误差放大器的输出端。通常此脚与脚 2 之间接有反馈网络,以确定误差放大器的增益和频响;

脚 2:电压反馈输入端。此脚与内部误差放大器同向输入端的基准电压(一般为 2.5 V)进行比较,产生控制电压,控制脉冲的宽度;

脚 3:电流取样输入端。在外围电路中,在功率开关管的源极串接一个小阻值的取样电阻,将脉冲

变压器的电流转换成电压,此电压送入脚 3,控制脉宽。当功率开关管的电流增大,取样电阻上的电压超过 1 V 时 UC3842 就停止输出,有效地保护功率开关管;

脚 4: R_T/C_T 。锯齿波振荡器外接定时电容 C 和定时电阻 R 的公共端;

脚 5: 接地脚;

脚 6: 输出端。此脚为图腾柱式输出,驱动能力是土 1 A;

脚 7: U_{cc} , 电源引脚。当开关电源启动时脚 7 供电电压应高于 16 V, 若低于 16 V, 则 UC3842 不能启动, 此时电流在 1 mA 以下。芯片工作后, U_{cc} 由反馈绕组提供, 可在 +10 ~ 30 V 之间波动, 低于 10 V 停止工作, 功耗为 15 mW^[2];

脚 8: U_{ref} , 基准电压输出。此脚可输出精确的 +5 V 基准电压, 电流可达 50 mA。

2 基于 UC3842 的开关电源常用电路典型结构

UC3842 的典型应用电路图如图 2 所示。

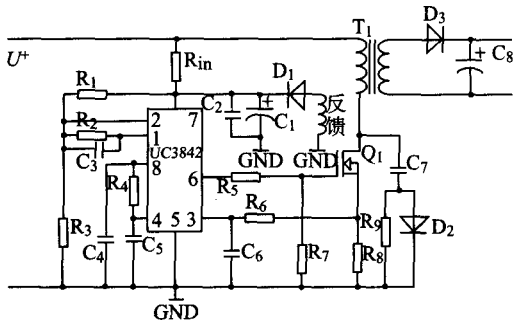


图 2 UC3842 的典型应用电路

该应用电路的工作原理是: 直流电压 U^+ 经电阻 R_{in} 降压后加到 UC3842 的供电端(脚 7), 为 UC3842 提供大于 16 V 的启动电压, 启动过程完成后反馈绕组为 UC3842 提供维持正常工作的电压。当输出电压升高时, 单端反激式变压器 T_1 的反馈

绕组上产生的感应电压也升高, 该电压经 R_1 及 R_3 分压后作为采样电压, 送入 UC3842 的脚 2, 在与基准电压比较后, 经误差放大器放大, 使 UC3842 的脚 6 输出驱动脉冲的占空比变小, 输出电压下降, 使输出电压稳定。同样, 当输出电压降低时, 使脚 6 输出脉冲的占空比变大, 输出电压上升, 最终使输出电压稳定在设定值。

此电路结构简单, 容易布线, 成本低。但是 UC3842 的采样电压不是从输出端直接取得, 输出电压稳压精度不高, 当电源的负载变化较大时很难实现精确稳压, 只适用于负载变化不大的场合。

3 采用光耦和电压基准进行反馈控制的电路

为了满足负载变化较大时的供电要求, 提高输出电压的稳定度, 设计了一种从副边绕组输出端取样进行反馈控制的电路。电路如图 4 所示, 电压采样及反馈电路由光耦 PC817、TL431 及与之相连的阻容网络构成。其控制原理如下: 输出电压经 R_9 、 R_{10} 分压后得到采样电压, 此采样电压与 TL431 提供的 2.5 V 参考电压进行比较, 当输出电压正常 (5 V) 时, 采样电压与 TL431 提供的 2.5 V 参考电压相等, 则 TL431 的 K 极电位不变, 流过光耦二极管的电流不变, 流过光耦 CE 的电流不变, UC3842 的脚 1 电位稳定, 输出驱动的占空比不变, 输出电压稳定在设定值不变。当输出 5 V 电压因为某种原因偏高时, 经分压电阻 R_9 、 R_{10} 分压值就会大于 2.5 V, 则 TL431 的 K 极电位下降, 流过光耦二极管的电流增大, 则流过光耦 CE 的电流增大, UC3842 的脚 1 电位下降, 脚 6 输出驱动脉冲的占空比下降, 输出电压降低, 这样就完成了反馈稳压的过程。

在使用 UC3842 来控制开关电源的占空比时, 常规的用法是在 UC3842 的脚 1、2 之间加 RC 网络, 用光耦和 TL431 等元件组成电源的反馈控制回路, 把光耦的 C 极接到 UC3842 的脚 2 作为输出电

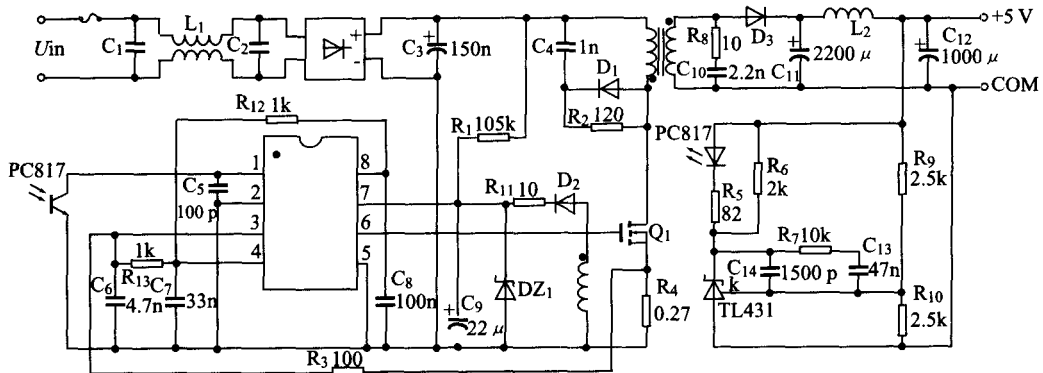


图 3 采用光耦和电压基准构成的反馈电路

压的反馈。图 3 所示的电路没有采用这种接法,而是把光耦的 C 极直接连到 UC3842 的脚 1 作为输出的电压反馈,脚 2 直接接地。从图 1 可以看出 UC3842 的脚 2 是其内部误差放大器的反向输入端,脚 1 是误差放大器的输出端。这种接法略过了 UC3842 内部的放大器,这是因为放大器用作信号传输时都有它的传输时间,输出与输入并不是同时建立,不用 UC3842 的内部放大器,其好处是把反馈信号的传输耗时缩短了一个放大器的传输时间,从而使电源的动态响应更快。另外,TL431 内部本身就有一个高增益误差放大器,只不过它与高压侧隔离了,因此反馈信号经 TL431 内的放大器和光耦后直接控制 UC3842 内部误差放大器的输出端(脚 1),其控制精度并不会降低。而使用 UC3842 内部误差放大器,则反馈信号连续通过了两个高增益误差放大器,增加了传输时间。

该电路通过输出端采样然后通过光电隔离反馈到 UC3842 的脚 1,略过了 UC3842 内部的放大器,缩短了传输时间使电源的动态响应更快。同时利用 TL431 内部的高增益误差放大器,保证了高控制精度。这种电路拓扑结构简单、外接元件较少,而且在

电压采样电路中采用了三端可调电压基准,使得输出电压在负载发生较大的变化时,输出电压基本上没有变化。实验证明该电路具有很好的稳压效果。

4 实验结果

按照图 3 所设计的开关电源在交流 220 V 输入,额定负载时的输出电压为 5.01 V,额定负载输出电压为 4.96 V,负载调整率为 1.0 %。

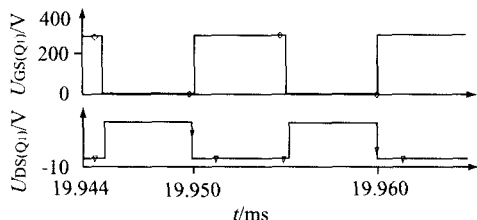
5 结束语

本文介绍了一种基于 UC3842 的反激开关电源的反馈回路设计,采用此种反馈回路的电源电路结构简单,成本低,动态响应快,控制精度高,适用于各种小型反激式开关电源。

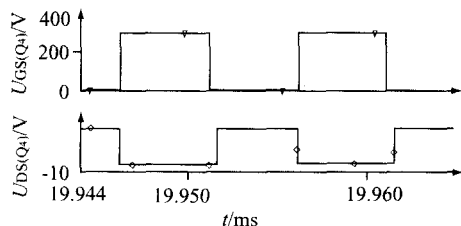
参考文献:

- [1] 张占松,蔡宣三. 开关电源的原理与设计[M]. 北京:电子工业出版社,1998.
- [2] 刘贤兴,李众,李捷辉. 新型智能开关电源技术[M]. 北京:机械工业出版社,2003.

(上接第 24 页)



(d)驱动电压 $U_{GS}(Q_1)$ 和其漏源极电压 $U_{DS}(Q_1)$



(e)驱动电压 $U_{GS}(Q_4)$ 和其漏源极电压 $U_{DS}(Q_4)$

图 6 仿真波形

二极管:APT2X30D60J;开关频率: $f_s = 100$ kHz;负载为阻感负载。

仿真结果表明当 $U_{AB} = 0$ 时,原边电流 i_p 在阻断电容 C_b 上的电压作用下快速下降。在副边二极

管实现换流后,原边电流反映另外一个电感中的电流。从波形中可以看出,副边二极管实现了自然换流,副边无尖峰电压,波形很干净。从中也可以看出当驱动电压变为正方向时,开关管的漏源极电压已经为零,此时开通开关管就是零电压开通。而当开关管关断时,其结电容限制了 U_{DS} 的上升率,因此,开关管也是零电压关断。

4 结 语

通过理论设计、经验公式以及参数计算,所设计的参数能满足超前和滞后桥臂实现 ZVS 的条件。同时利用峰值电流型的移相控制,控制策略简单,控制系统的增益和速度得到了较好的统一,只要进行适当的斜率补偿,就可提高系统稳定性。

参考文献:

- [1] 杨旭,裴云庆,王兆安. 开关电源技术[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
- [2] 郑国青,华伟. 新型移相 PWM 控制器 UCC3895 的应用[J]. 电子产品世界,2002(7):42-43.