

基于 DM0265 的多路输出开关电源设计 *

谷利飞, 顾敏明, 潘海鹏 *

(浙江理工大学 机械与自动控制学院, 浙江 杭州 310018)

摘要: 开关电源设计是变频器硬件设计的核心内容之一, 其性能的好坏直接影响变频调速系统的整体工作性能。针对变频器内部电路多种电压等级供电的需要, 设计了一种基于 Fairchild 公司的 DM0265 芯片的反激式多路输出隔离型开关电源。介绍了该电源的工作原理、电路组成, 重点阐述了变压器的设计。该电源具有宽的输入电压范围, 稳定的 4 路直流输出, 并且芯片外围电路简单, 工作稳定。实验结果表明: 该开关电源性能优良, 能为变频器长期、稳定地供电。

关键词: 开关电源; 反激式; DM0265; 高频变压器

中图分类号: TP303⁺.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-4551(2010)09-0100-04

Design of multi-output switching power supply based on DM0265

GU Li-fei, GU Min-ming, PAN Hai-peng

(Faculty of Mechanical Engineering and Automatic Control, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Switching power supply plays a very important part in inverter equipment, because its capability directly affects the entire performance of variable frequency speed-governing system. Aiming at the requirement of multiple voltage level in the inverter, a multi-output isolated switching power supply was designed. The working principle and circuit of the power supply were detailed, and the design of transformer was emphasized. This switching power supply based on DM0265 made by Fairchild Semiconductor has the characteristics of wide input voltage range, a stable 4-way outputs and simple peripheral circuit. Experiment results show that the power supply has good performance, and it can energize the inverter steadily.

Key words: switching power supply; flyback; DM0265; high frequency transformer

0 引言

随着变频调速技术的发展, 变频器在交流电机调速方面发挥着越来越重要的作用。它凭借优异的调速和起、制动性能, 高效率、高功率因数和节电效果, 已成为当今世界节约电能、改造传统产业、改善工艺流程、提高生产过程自动化水平、推动技术进步的重要手段之一, 在各种生产机械(如风机、水泵、纺织机械、机床等)领域有着广泛的应用, 而变频器驱动板、控制板的正常工作需要一个性能良好、工作稳定的电源。

近年来, 开关电源已得到广泛的应用, 与线性电源相比, 具有以下优点: ①效率高; ②变压器体积小、重量

轻; ③稳压范围广; ④性能灵活, 驱动能力强; ⑤可靠性高^[1-3]。

根据变频器的要求, 设计出的电源应提供多路输出、稳定可靠的电压, 即使电源内部发生故障也不会对后续电路器件造成损坏。本研究根据此要求设计的基于 DM0265 芯片的开关电源, 与其他开关电源相比具有电路结构简单、输入电压范围宽、输出电压纹波小、器件成本低等优点, 实际试验中取得了良好的效果。

1 设计要求

输入电压: 90 ~ 240 VAC, 50/60 Hz。

输出电压: +5 VDC, 额定电流 2 A, 最小电流 1.5 A;

3.1 电路工作原理

根据芯片的功能介绍,所设计的电路如图 3 所示。

此电源主电路采用单端反激式变换电路。220 V 交流输入电压经桥式整流、电容滤波变为直流后,供给单端反激式变换电路。反激式变换电路具有电气隔离、易于多路输出、外接元器件少、可靠性高等优点。此电源中的 5 V 输出为主输出,其余为辅输出。

下面分 3 个部分阐述电路的工作过程:

(1) DM0265 芯片的启动。

交流电源经整流滤波后,电流通过芯片 V_{str} 脚上的电阻 R_2 向芯片内部供电,同时检测脚 V_{cc} 上电容 C_{11} 的充电电压。若电容电压小于 8 V 时,芯片内部连接于 V_{cc} 和 V_{str} 之间的开关为接通状态,则电流继续向 C_{11} 充电,当电容电压大于 12 V 时,内部开关断开,芯片开始工作。

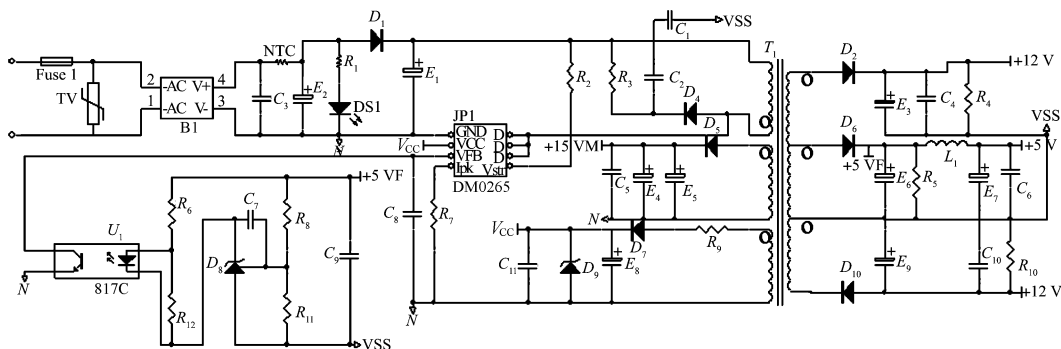


图 3 开关电源设计电路图

3.2 电路功能模块设计

(1) 压敏电阻与热敏电阻:压敏电阻 TV 在一定电压范围内其电导能随电压的增加而急剧增大,当产生有高压尖峰脉冲时,高阻关断状态的压敏电阻转入低阻导通状态,瞬间通过大电流,就可以吸收过电压,使输入电压达到安全值,此处选择 14D471 型压敏电阻。功率型热敏电阻可以有效抑制开机时的浪涌电流,而正常工作时电阻值下降到非常小,消耗的功率可以忽略不计,此电路中选择 NTC20D-15 热敏电阻。

(2) 输入滤波电容:本电源输入滤波电容采用 450 V/470 μ F 电解电容,可以滤除整流后电压中的高频干扰,得到较为稳定的直流电压^[9]。

(3) 三端稳压器反馈电路设计:TI 公司生产的 TL431 是一个具有良好热稳定性的三端可调分压基准源,它的输出可用两个电阻任意设置到 2.5 V ~ 36 V

范围。此电路稳压值为: $V_o = \left(1 + \frac{R_8}{R_{11}}\right) V_{ref} = \left(1 + \frac{2 \text{ k}\Omega}{2 \text{ k}\Omega}\right) \times 2.5 \text{ V} = 5 \text{ V}$ 。

(2) DM0265 芯片的工作原理。

芯片内置振荡电路,工作频率固定在 67 kHz 左右。此芯片可看作是一个电流型 PWM 发生器控制一个开关管的导通和关断。芯片通过脚 V_{fb} 端 C_8 上的反馈电压调节 PWM 控制器的脉冲宽度,从而通过调节开关管导通的占空比对输出电压的大小进行调节。

(3) 占空比调节实现。

电源 5 V 输出通过三端可调稳压管 TL431 和光耦 817C 以电压反馈的形式反馈到 DM0265 的脚 V_{fb} 端。当 5 V 输出绕组的电压大于 5 V 时,加在三端可调稳压管上的参考电压升高,流过光耦器件 817C 中二极管的电流增大,三极管上电流也相应地增大,即反馈引脚 V_{fb} 上电容 C_8 的电压升高,使 PWM 控制器的占空比减小,流过开关管的电流减小,最终使输出电压降低。5 V 输出电压小于 5 V 时的情况与上述过程刚好相反^[7-8]。

当输出大于 5 V 时光耦输入的两端电压不平衡形成反馈。

(4) 输出电路设计:5 V 主输出采用肖特基二极管 IN5819,并采用 LC 滤波。输出稳压滤波电容的大小可通过下式计算:

$$C_{out} = \frac{I_{out}(1 - \delta_{min})}{fV_{ripple}}$$

式中 I_{out} —输出端的额定电流值; δ_{min} —在高输入电压和轻载下所估计的最小占空比; V_{ripple} —期望的输出电压纹波峰-峰值。

此外,在输出级若电容容量确定,由多个小电容并联较一个大电容效果好,这样每个电容只工作在其额定电流纹波的 70% ~ 80%。

4 变压器设计

开关电源变压器有多种工作方式,在此采用反激式工作方式,反激式变换器具有效率高、线路简单、能提供多路输出的优点。

变压器设计步骤为:

(1) 由开关电源的技术要求估算输出功率、输入功率、最大/最小输入电流和峰值电流。

(2) 根据开关电源输出功率与磁芯尺寸关系表,选择 EE19/8/5 型磁芯。磁芯材料选择 PC40 铁氧体磁芯。

(3) 计算一次侧电感最小值 L_{pri} , 计算公式为: $L_{pri} = \frac{V_{in(min)} \cdot D_{max}}{I_{pk} \cdot f}$ (其中 D_{max} 为脉冲占空比)。

(4) 计算一次侧绕组、二次侧绕组的匝数和线径。

一次侧绕组匝数可按式 $N_{pri} = \sqrt{\frac{L_{pri}}{AL}}$ 计算 (其中 AL 为变压器磁芯参数)。二次侧先计算 5 V 主输出绕组匝数,其余辅输出绕组匝数可根据主输出计算,二次侧绕组主输出匝数的计算根据变压器两侧的伏秒平衡关系。

绕组线径由式 $d = 1.13 \times \sqrt{\frac{I_n}{J}}$ 计算 (其中 J 是电流密度,单位为 A/mm^2 ,此处取 3)。

(5) 开关变压器的绕制主要考虑 3 个方面的因素:绕组之间耦合好、绕组漏感尽量小、变压器是否符合所有安全规范。上述 3 个因素相互影响,可根据所设计开关电源的要求采取折中办法^[10-12]。

5 测试结果

通过对所设计的电源焊接调试,得出了相应的波形和测试数据。实验结果表明电源各路输出稳压效果好,相对调整率满足要求。其中 5 V 主输出端空载时纹波电压为 8 mV,不超过 0.2%。

由于电源从 5 V 输出端引入反馈,使其他输出较之 5 V 主输出相对调整率高,但满足要求。该开关电源空载和带载时的测试结果如表 1、表 2 所示。带载测试时各输出端负载均为 1 kΩ。

表 1 空载输出电压值

要求电压/V	实测数值/V	相对调整率/(%)
5	5	0
+12	12.2	1.7
-12	-12.1	-0.8
15	15.5	3.3

表 2 带载输出电压值

要求电压/V	实测数值/V	相对调整率/(%)
5	4.97	-0.6
+12	11.6	-3.3
-12	-11.5	4.2
15	14.8	-1.3

6 结束语

开关电源设计是变频器硬件设计的核心内容之一,其性能的好坏直接影响电机调速控制器信号的准确性与可靠性。本研究所设计的基于 DM0265 的开关电源已应用于变频器中,并在各种电路、芯片供电上有良好的应用前景。实验表明该开关电源各项性能指标优良:动态响应快、负载调整率好、输入电压范围宽,工作稳定可靠。在相对较少外围器件的基础上取得了良好的输出效果。

参考文献 (References):

[1] 刘丽梅. 通用变频器控制系统的设计方法及其控制方式的选择[J]. 黑龙江造纸,2008(3):64-65.

[2] 张承慧,崔纳新,李珂. 交流电机变频调速及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,2008.

[3] 徐玉颖,潘海鹏. 电机变频调速系统中开关电源设计与应用[J]. 机床与液压,2009,37(8):378-381.

[4] 赵同贺,刘军. 开关电源设计技术与应用实例[M]. 北京:人民邮电出版社,2007.

[5] YANG Li, CHEN Ying, XIAO Qian-hua. A Small Power Switching Power Supply based on TOP Switch [C]//2009 International Joint Conference on Artificial Intelligence. Hainan: [s. n.],2009:298-300.

[6] FAIRCHILD SEMICONDUCTOR. FSDM0265RNB Green Mode Fairchild Power Switch[EB/OL]. [日期不详]. www.fairchildsemi.com.

[7] 刘俊,楚君,郭照南,等. 基于 UC3842 的多输出开关电源设计[J]. 电源技术,2009,25(5-1):189-191.

[8] LI H, GAN Hong-jian, YING Jian-ping. High Active Mode Efficiency Switching Mode Power Supply[C]//Applied Power Electronics Conference and Exposition,2008. Austin:[s. n.],2008:715-721.

[9] 宋鸿斋,谢吉华,陈志强,等. 变频器用多功能开关电源设计[J]. 电力自动化设备,2008,28(1):105-108.

[10] [英]BROWN M. 开关电源设计指南[M]. 北京:机械工业出版社,2004.

[11] 徐强,董威,田俊杰,等. 反激式开关电源变压器的设计[J]. 中国测试,2009,35(3):74-77.

[12] FLORESCU A, STANCIU D, STOICHESCU D A, et al. Design, Modeling, Simulation and Implementation of a Switching Power Supply [C]//Automation, Quality and Testing, Robotics,2008. Cluj-Napoca:[s. n.],2008:218-223.

[编辑:李辉]