

天馈伺系统

基于反激式电源的三相步进电机驱动器设计^{*}

高 嵩¹, 张润杰²

(1. 南京电子技术研究所, 南京 210013; 2 太原卫星发射中心, 太原 033613)

【摘要】 介绍了一种三相混合式步进电机驱动器的设计及其在某微波云台中的应用。利用反激式电源提供的多路隔离电源, 设计出基于斩波恒流驱动方式的驱动器。反激式电源大大减小电源体积, 运用集成隔离放大器 HCPL-7840 使得反馈电路简单、可靠性高。结果表明, 本驱动器消除了低频振荡, 有良好的矩频特性。

【关键词】 三相步进电机; 细分驱动; 反激式电源; 斩波恒流

中图分类号: TN957 文献标识码: A

Design of Three-phase Stepping Motor Driver Based on Flyback Power Supply

GAO Song¹, ZHANG Run-jie²

(1. Nanjing Research Institute of Electronics Technology, Nanjing 210013, China)

(2. Taiyuan Satellite Launch Center, Taiyuan 033613, China)

【Abstract】 This paper describes a design of three-phase hybrid stepping motor driver and its application in a microwave tilt. Using isolated multi-channel power supply provide by flyback power source, the driver system is developed based on the mode of constant circuit with chopped wave. Flyback power supply reduces the volume of the power supply while integrated isolation amplifier HCPL-7840 simplifies feedback circuit and increases the reliability. The results indicate that the driver has good torque-frequency characteristic and it can eliminate surging appearing at low frequency.

【Key words】 three-phase stepping motor; micro-stepping drive; flyback power; constant circuit with chopped wave

0 引言

恒相流正弦波细分驱动器是目前较先进的步进电机驱动方式。采用细分驱动技术可以大大提高步进电机的步距分辨率, 减小转矩波动, 避免低频共振及降低运行噪声^[1], 具有良好的矩频特性。

高性能三相步进电机驱动器采用电流反馈实现恒相流驱动, 除了运放电路、控制电路所需电源外, 还需要多路隔离电源进行电流采样。本驱动器采用光耦隔离运放作为电流反馈元件, 需要两路浮动电源。简单实用、性能可靠的隔离稳压电源将是驱动控制系统可靠运行的保证。

1 驱动器的原理及组成

1.1 驱动器组成

该系统的原理框图如图 1 所示。主要包括: 功率开关电源、单端反激式电源、细分及环形分配电路、功率驱动电路、电流反馈电路等 5 个部分。功率开关电

源采用了通用的开关电源, 本文不作介绍。

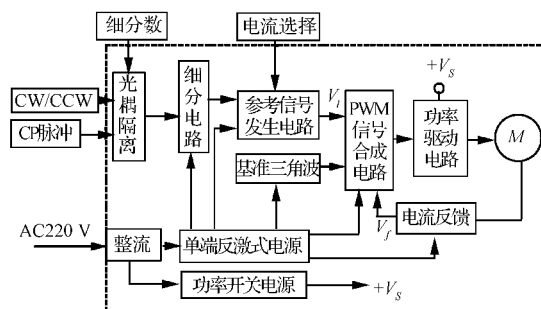


图 1 系统结构组成

1.2 驱动器工作原理

脉冲信号 (CP)、正反转控制信号 (CW/CCW) 均由外部控制电路输入, 在驱动器内部通过高速光电耦合器与外部控制电路隔离, 尽量减小由脉冲信号引入干扰的可能性。细分数和输出电流由外部拨码开关选择, 最高细分数: 120, 最大输出相电流峰值: 6 A。

存储器采用常用的 EPROM, 利用 C 语言将多种细

分数下的绕组电流参考信号值转换为二进制代码存储在 EPROM 中。单片机初始化后读取外部拨码开关选择的细分数,再根据设定的输出电流、CP 和 CW/CCW 信号将相应值输出给 EPROM, EPROM 通过查表输入两路信号至双 8 位 D/A 转换器和运放,输出两相阶梯正弦波给定信号。给定信号幅值相等,相位差 120° 。根据文献 [2] 中的公式 (1),第 3 相给定信号通过运放得到。

本系统采用的是电流控制型 PWM 信号产生电路。绕组电流给定信号 V_i 和采样电阻反馈信号 V_f 经过差动放大得到电压指令值,与基准三角波经过比较器后,产生一系列宽度不同的脉冲,经达林顿电路控制功率器件 MOSFET 的导通与关断,使步进电机的绕组实际电流跟踪给定参考信号,实现对绕组电流的控制。

2 驱动器的电路设计

2.1 单端反激式电源设计

2.1.1 概述

随着 PWM 技术的不断发展与完善,开关电源以其极高的性价比获得了广泛的应用。TOP Switch 系列智能开关电源集成芯片把自启动电路、功率 MOSFET、

PWM 控制电路以及保护电路集成在一起,提高了电源的效率,简化了外围电路的设计,降低了成本,增强了系统的可靠性^[3]。

2.1.2 电路设计

根据估算输出总功率并考虑裕度,用 TOP223Y 构成单端反激式开关电源,原理如图 2。其具体工作原理是:交流电源经全波整流及 C_1 滤波后产生直流高压,给高频变压器的初级绕组供电。 VR_1 和 V_1 能将漏感产生的尖峰电压钳位到安全值以下。 VR_1 采用反向击穿为 200 V 的瞬态电压抑制器 P6KE200, V_1 选用 1A/600 V 快恢复二极管 BYV26E。次级绕组电压通过 V_2 、 C_2 、 L_1 和 C_3 整流滤波,获得 12 V 输出电压。此 12 V 输出电压值是由 VR_2 的稳压电压、线性光耦合器 TLP521 中 LED 的正向压降和 R_1 上的压降这三者之和。反馈绕组电压经 V_3 和 C_4 整流滤波后,供给 TOP223Y 所需偏压,由 R_1 和 VR_2 来调节控制端电流,通过改变输出占空比达到稳压目的。所以可以通过适当调节 VR_2 的稳压值或改变电阻 R_1 的阻值可以调整输出电压值。 C_5 不仅能滤除加在控制端上的尖峰电压,而且决定了自动重启的频率,还与 R_1 对控制回路进行补偿。

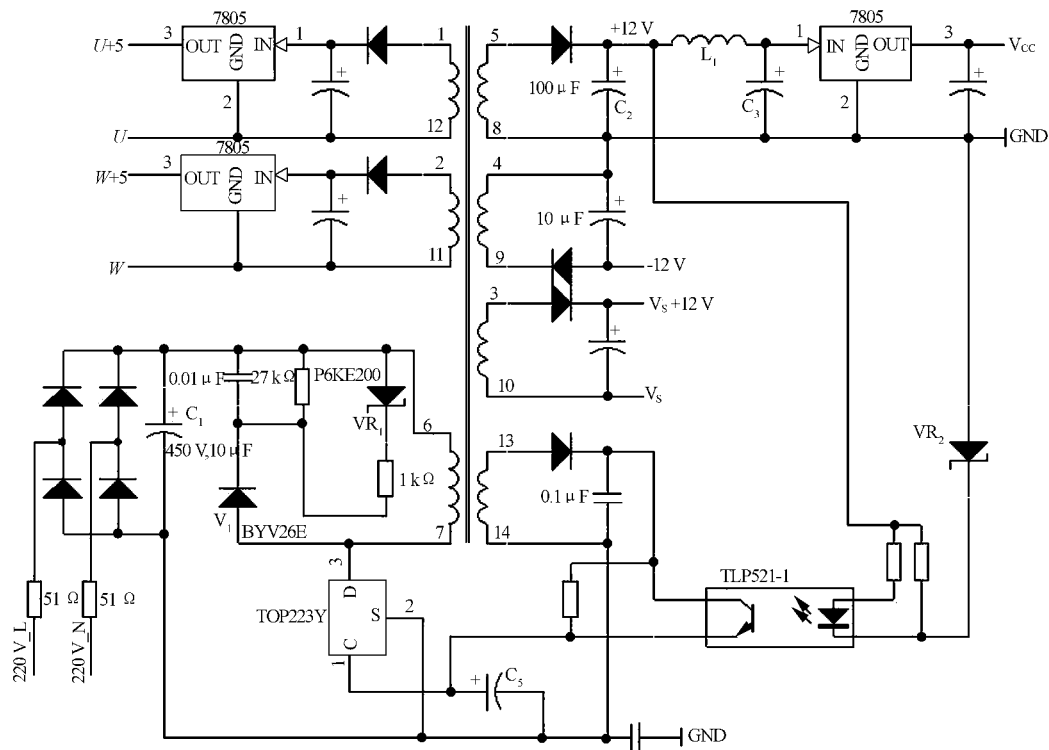


图 2 单端反激式电源电路

高频变压器同时输出五路电源供驱动器使用。绕组 5、8 提供 +12 V 主输出,经三端稳压器 7805 提供驱动器 V_{cc} 电源;绕组 4、9 提供 -12 V 电源,与 +12 V

主输出一起为运放、比较器等模拟器件提供双极性电源;绕组 3、10 提供电机单相上桥高压驱动所需高压侧控制电源;绕组 1、12 和绕组 2、11 经过 7805 稳压,分

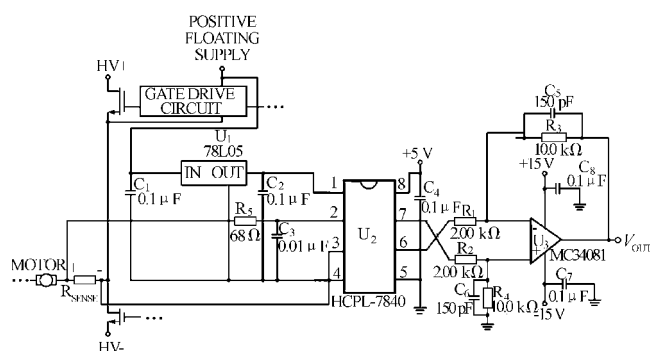
别提供 +5 V 浮动电源给电机 U 相、W 相的光耦隔离运放,用于电机电流反馈。

2.2 功率驱动电路设计

混合式步进电机的驱动电源有三角形、星形和 H 形等 3 种联结方式。H 形被称为标准形驱动方式^[4],三角形、星形称为半桥驱动方式。与 H 形全桥电路相比,使用三相半桥电路可以减少一半的功率器件。采用 R 公司的功率场效应管 (MOSFET),其为电压控制的功率放大器件,有很高的输入阻抗,用小电压信号就可以控制很大的功率,在不少应用已取代晶体管。使用 MOSFET,可大大提高功率级供电电压,使得步进电机驱动器功率范围更广。

2.3 电流反馈电路设计

HCPL-7840 是 HP 公司出品的集成隔离放大器。它包含有一个 Σ 型 A/D 转换器,同时还匹配有一个 D/A 转换器,有很强的抗共模干扰能力。为在恶劣环境中检测电机电流提供更高的精确度和稳定性^[5]。工作时, Σ 调节器把模拟输入信号转换成高速连续的位流。位流的平均时间直接与输入信号成正比。数字数据流被编码,通过光传送检测电路。信号检测到后,被解码并转换回模拟信号,这样过滤后获得最终输出信号。图 3 为 HCPL-7840 电流反馈电路^[6]。



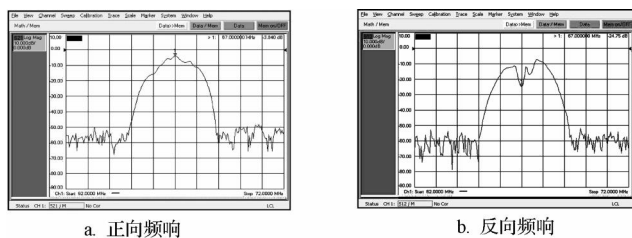


图 4 实测频响

3 结束语

在优化 EWC 结构下,反射率远大于 2.4%,滤波器整个系统单向性超过了预期的 20 dB,发射和接收 DT 采用了适当的加权函数和修正函数,能有效提高阻带抑制,可达 45 dB 以上。文中设计制作的 67 MHz 低损耗高阻带抑制声表面波滤波器已用在某雷达信号接收系统中,性能优于替换下来的滤波器,插入损耗降低近 1 dB。

参 考 文 献

- [1] LEWIS M. Low loss SAW devices employing singlestage

fabrication[C]. IEEE Ultrasonics Symposium Proc, 1983: 104 - 108

- [2] Hartmann C S, Wright P V, Kansy R J, et al An analysis of SAW interdigital transducers With internal reflections and the application to the design of single - phase unidirectional transducers[C]. IEEE Ultrasonics Symposium Proc, 1982: 40 - 45.
- [3] Hartmann C S, Abbott B P. Overview of design challenges for single - phase unidirectional SAW Filter[C]. IEEE Ultrasonics Symposium Proc, 1989: 79 - 89.
- [4] 曹益群. SAW 滤波器设计方法的研究[J]. 四川大学学报:自然科学版, 1986(3): 278 - 282
- [5] 武以立, 邓盛刚, 王永德. 声表面波原理及其在电子技术中的应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1983.

杨建华 1960年生,男,高级工程师。研究方向为微电路设计、声表面波特种器、部件。

(上接第 79 页)

平稳,有效地抑制了振荡、噪声,而且提高了动态输出力矩。工作稳定、可靠,可在恶劣环境下正常工作,符合产品工作要求。系统框图如图 5 所示。

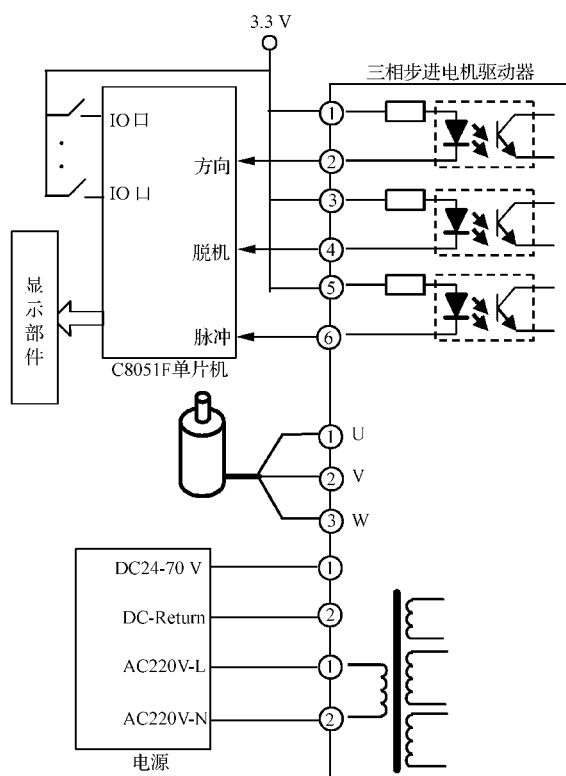


图 5 微波天线云台系统组成

参 考 文 献

- [1] 周尊源, S M. 欧文斯. 正弦波细分步进电机微步驱动器[J]. 微特电机, 1997, 25(5): 29 - 30, 37.
- [2] 潘 腾, 林明耀, 李 强. 基于 TOP224Y 芯片的单端反激式开关电源[J]. 电力电子技术, 2003, 37(2): 20 - 22
- [3] 林伟杰, 等. 三相混合式步进电机正弦波细分驱动的研究[J]. 中小型电机, 2003, 30(5): 26 - 28
- [4] 李忠波, 霍其峰. 三相混合式步进电动机驱动系统的研究[J]. 电力电子技术, 2004, 38(1): 19 - 20
- [5] 姜久红, 朱若燕. 光耦隔离运放 HCL-7800 在电机电流采样中的应用. 微计算机信息, 2004, 20(6): 38 - 39
- [6] 惠普公司. 隔离运算放大器技术手册[Z]. 美国: 惠普公司, 2003
- [7] 刘宝廷. 步进电动机及其驱动控制系统[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1997.

高 嵩 男, 1972年生, 高级工程师, 工学硕士。研究方向为地面雷达伺服系统及相关器件设计。

张润杰 男, 1974年生, 高级工程师, 硕士。研究方向为航天无线电测控。