

# 基于 SG3525 的全桥变换器控制驱动电路设计

王松平, 沈 凤, 时志革, 朱慧博  
(宿迁学院 计算机系, 江苏 宿迁 223800)

**摘要:** 设计了一款以 SG3525 和 IR2113 芯片为控制和驱动芯片的全桥变换器驱动电路, 给出了控制芯片外围电路主要参数的设计过程。并在 saber 环境下搭建了仿真模型, 仿真结果验证了设计参数合理可行。

**关键词:** SG3525; 全桥变换器; 驱动电路; 控制电路; 仿真模型

中图分类号: TN86

文献标识码: A

文章编号: 1674-6236(2011)24-0174-03

## Control and drive circuits design of Full-bridge converter based on SG3525

WANG Song-ping, SHEN Feng, SHI Zhi-ping, ZHU Hui-bo  
(Computer Science Department, Suqian college, Suqian 223800, China)

**Abstract:** This article has designed a drive-circuit of Full-bridge converter, and the design is based on the SG3525 control chip and IR2113 drive chip. Paper gives master parameter design process of the chip peripheral circuit, and gives the model in saber environment. The Simulation results has verified the design reasonable and feasible.

**Key words:** SG3525; Full-bridge converter; drive circuit; control circuit; simulation model

直流变换器是一种应用电力半导体开关器件及电子技术对原始电能进行转换、加工、调节的电子电路, 它广泛应用于电机拖动、不间断电源、计算机、通信、航天等各个领域, 成为各种电子设备和系统高效率、低功耗、安全可靠运行的关键。而各种直流变换技术中, PWM 控制与驱动器集成电路是其核心和关键<sup>[1-2]</sup>。

电压脉宽型控制芯片 SG3525A 以及高压悬浮驱动芯片 IR2113, 以其工作稳定、外围电路简单, 成为了比较理想的控制驱动芯片<sup>[3-4]</sup>。文章采用该两种芯片设计了用以驱动全桥变换器中功率 MOSFET 的控制驱动电路, 并在 saber 环境中搭建模型, 进行仿真分析, 验证了设计的可行性。

## 1 变换器总体设计

图 1 为全桥直流变换器的总体设计框图, 直流 300 V 输入经过全桥高频逆变后整流滤波输出。输出的采样信号以及电路中的过压过流保护信号送给控制芯片 SG3525, 用以控制 PWM 信号输出, PWM 信号再由 IR2113 专用控制芯片驱动逆变电路中开关管的通断, 从而达到控制输出电压的目的。文中对其中的 SG3525 控制模块及 IR2113 驱动模块的外围电路的设计做了较为详细的介绍。

## 2 主体电路设计

### 2.1 SG3525 控制电路设计

图 2 给出了 SG3525 的引脚图<sup>[4]</sup>, 其主要参数设计如下:

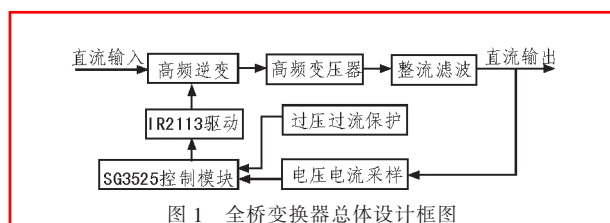


图 1 全桥变换器总体设计框图

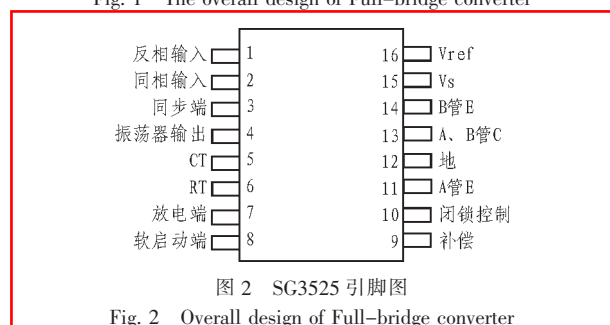


图 2 SG3525 引脚图

### 1) 振荡器振荡频率的确定

内部振荡器的振荡频率主要取决于 6 脚外接的定时电阻  $R_t$ , 5 脚外接的定时电容  $C_t$  和放电电阻  $R_d$  (连接于 7 脚与 5 脚之间的电阻) 的大小。它们的关系满足公式:

$$f = \frac{1}{C_t \cdot (0.7R_t + 3R_d)} \quad (1)$$

### 2) 死区时间的确定

死区时间不但与  $R_d$  有关, 而且还与外接的定时电阻  $R_t$  有关。文献[4]给出了  $R_d$  的最大取值和  $R_t$  的最小取值之间的关系曲线。

由于课题设计驱动全桥驱动的两对开关管频率为 50 kHz,

收稿日期: 2011-10-20

稿件编号: 201110093

基金项目: 江苏省高等学校大学生实践创新项目(1225)

作者简介: 王松平(1989—), 男, 江苏南通人。研究方向: 现代功率电子变换技术。

则PWM控制器SG3525振荡频率为100 kHz,现取 $R_i=4.7\text{ k}\Omega$ ,则依据文献[4]中 $R_d$ 和 $R_i$ 关系曲线, $R_d$ 最大取值不能超过200  $\Omega$ ,现取100  $\Omega$ ,代入公式1则有:

$$50\text{ kHz}=\frac{1}{C_i\cdot(0.7\times4.7\text{ k}\Omega+3\times100\text{ }\Omega)} \quad (2)$$

得 $C_i\approx2.78\text{ nF}$ ,实际取标称值 $C_i=2.7\text{ nF}$ 。

3)8脚外接软启动电容,该端到地所连接的电容可以决定该芯片的软启动时间,一般为1~10  $\mu\text{F}$ ,现取2  $\mu\text{F}$ 。

4)1脚为内部误差放大器的反向输入端,和2脚内部误差同相输入端所接的给定电压比较,从而控制输出PWM脉冲的宽度。实际应用时,2脚一般接给定基准,1脚接采样信号。仿真设计时1脚采用VCVS来代替外接的电压采样信号,2脚接16脚引出的2.5 V分压基准。

5)9脚为补偿端,一般和内部误差放大器反相端间接电容电阻,构成PI或PID控制器,这个参数的设计过程比较复杂,并且得依据实际经验反复调试,此处不再多述。仿真电路外接 $R=100\text{ k}\Omega$ , $C=2.2\text{ }\mu\text{F}$ 。

6)10脚为外部控制端,该端输入的控制信号为低电平时,PWM脉冲信号正常输出;为高电平时,芯片内部工作被关断,输出的PWM信号为零,该端实际应用时,外接过流,过压等保护输入信号,仿真时接低电平。

7)11脚和14脚为两路相位相差180度的输出PWM驱动信号。

## 2.2 IR2113 驱动电路设计

IR2113由低端功率晶体管驱动级、高端功率晶体管驱动级、电平转换器、输入逻辑电路组成,可以根据自举原理工作或加一浮动电源工作,外围电路简单。且IR2113有比较完善的保护功能,当 $V_{CC}$ 或 $V_S$ 和 $V_B$ 之间电压低于限定值时,欠压自锁会关断栅极驱动。图3给出了IR2113的典型应用。其中HIN和LIN为逻辑输入电压,HO和HI为两路栅极驱动器的

输出端。图3为其典型的驱动应用<sup>[5-6]</sup>。设计采用自举工作方式,其中二极管和自举电容是IR2113在脉宽调制应用时应严格挑选和设计的元器件。二极管是一个重要的自举器件,应能阻断直流干线上的高压,其承受的电流是栅极电荷与开关频率之积。为了减少电荷损失,应选择反向漏电流小的快恢复二极管。而芯片内高压部分的供电都来自举电容上的电荷,为保证高压部分电路有足够的能量供给,既不能太大影响窄脉冲的驱动性能,也不能太小影响宽脉冲的驱动要求。应从功率器件的工作频率、开关速度、门极特性等方面进行选择,估算后调试而定。实际采用2.2  $\mu\text{F}$ 。

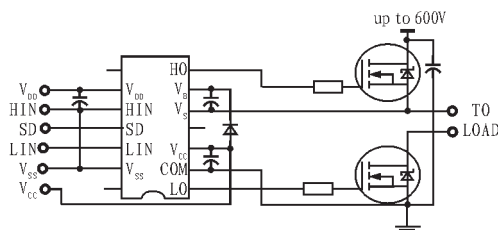


图3 IR2113典型应用

Fig. 3 Typical application of IR2113

## 3 仿真设计和仿真结果

由于课题所设计电路为全桥变换器,故采用两片IR2113。HO和HI输出分别驱动全桥对角的两个MOSFET开关管。图4为其在saber环境下的仿真原理图。

仿真结果如图5和图6所示,图5中上两个波形a、b分别为仿真电路SG3525的两路相位相反的驱动输出信号,下面两个波形c、d分别为高频变压器<sup>[7]</sup>副边输出和变换器最终的直流输出。从图中可以看出,驱动脉冲频率约为48 kHz,占空比约为45%,死区时间约为2  $\mu\text{s}$ 。

为了更进一步验证SG3525的脉宽调制特性,现调整反馈电压<sup>[8]</sup>,从图6中可以清楚的看出,随着反馈电压(波形a)

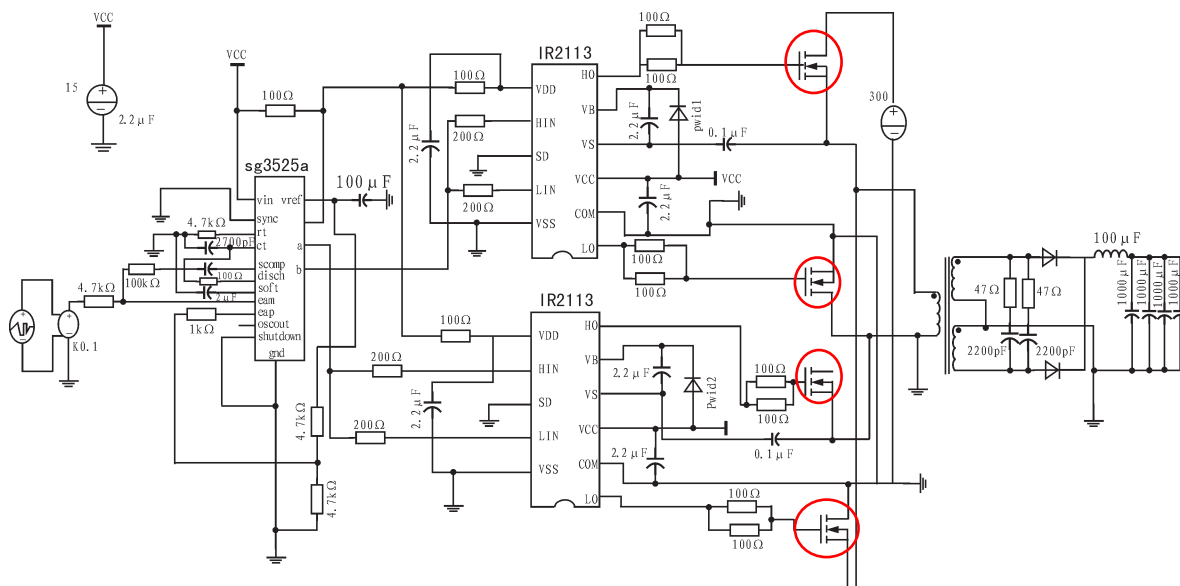


图4 仿真原理图

Fig. 4 Simulation model

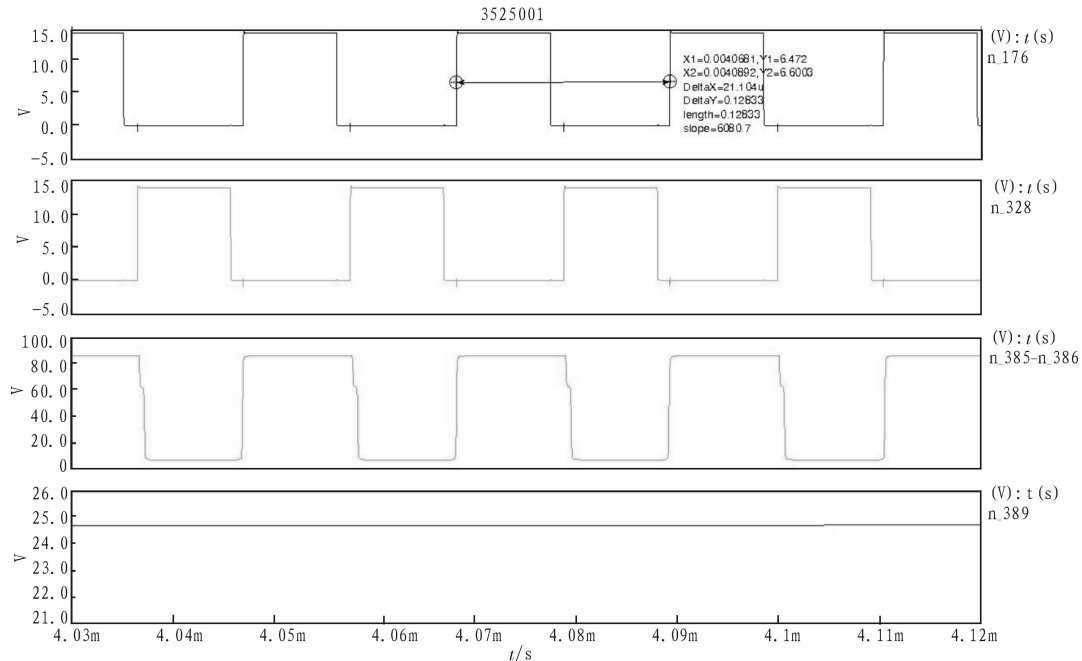


图 5 驱动及输出电压波形

Fig. 5 Drive waveform and output voltage waveform

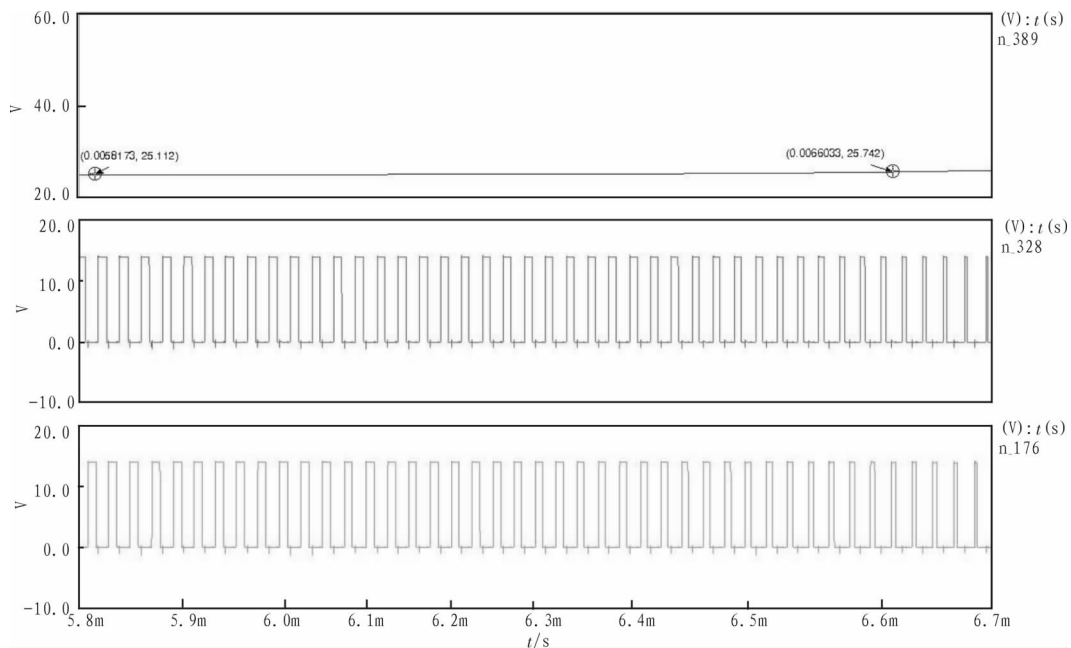


图 6 输出脉冲宽度调制波形

Fig. 6 Output pulse width modulate waveform

增大,驱动脉冲宽在随之减小,从而缩短了开关管的导通时间达到反馈控制减小输出电压的目的。

## 5 结论

文中依据 SG3525 和 IR2113 两种芯片的工作特点,设计了用以驱动全桥变换器中功率 MOSFET 的控制驱动电路,并在 saber 环境中搭建模型,进行仿真分析,仿真结果验证了参

数设计合理,方案可行。

### 参考文献:

- [1] 姚雨迎. 航天器多路精确稳压 DC-DC 变换器数字控制研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2009.
- [2] 黄雅俊, 王剑, 田联房. 新型非隔离负电压 DC/DC 开关电源的设计与实现[J]. 电测与仪表, 2011, 48(8): 73-75.

(下转第 180 页)

- and low phase noise LC VCO [J]. 2010 10th IEEE International Conference on Solid-state and Integrated Circuit Technology, 2010: 876-879.
- [8] 谢维夫, 李永明, 张春, 等. 一种 780~930MHz 低功耗 LC VCO 的设计[J]. 微电子学, 2008, 38(3): 407-410.
- XIE Wei-fu, LI Yong-ming, ZHANG Chun, et al. Design of a 780 ~ 930 MHz low power consumption LC VCO [J]. Microelectronics, 2008, 38(3): 407-410.
- [9] TANG zhang-wen, HE Jie, JIAN hong-yan. An accurate 1.08GHz CMOS LC voltage-controlled oscillator [J]. Chinese Journal of Semiconductors, 2009, 26(5): 867-872.
- [10] Byunghoo J, Ramesh H. High-frequency LC VCO design using capacitive degeneration[J]. IEEE Journal of Solid-State Circuits, 2004, 39(12): 2359-2370.
- [11] 刘华仲. 多补偿绕组多调谐滤波器的研究[J]. 陕西电力, 2009(04): 80-83.
- LIU Hua-shen. Study on Multi-tuned filter with multiple compensation windings[J]. Shaanxi Electric Power, 2009(04): 80-83.
- [12] 韩志勇, 徐衍会, 李志强, 等. 汽轮机调速系统引起电力系统共振机理低频振荡扰动分析[J]. 陕西电力, 2009(07): 1-5.
- HAN Zhi-yong, XU Yan-hui, LI Zhi-qiang, et al. Power system low frequency oscillation of resonance mechanism induced by disturbance of turbine-governing system[J]. Shaanxi Electric Power, 2009(07): 1-5.
- (上接第 176 页)
- HUANG Yong-jun, WANG Jian, TIAN Lian-fang. Design and implementation of a new non-isolated negative voltage DC/DC switch power supply[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2011, 48(8): 73-75.
- [3] 王水平, 周培志, 张耀进. PWM 控制与驱动器使用指南及应用电路[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2004.
- [4] 王水平. MOSFET/IGBT 驱动器集成电路应用集萃[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [5] 李定宣. 开关稳定电源设计与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.
- [6] 赵卫东, 黄锐, 冯德仁. 新型高压直流电源的研制[J]. 电源技术, 2011, 35(7): 819-821.
- ZHAO Wei-dong, HUANG Rui, FENG De-ren. Design of a novel high-voltage DC power supply[J]. Chinese Journal of Power Sources, 2011, 35(7): 819-821.
- [7] 卞士朋, 张重远, 李彦松. 变压器宽频网络参数测量方法的研究[J]. 陕西电力, 2011(06): 30-33.
- BIAN Shi-peng, ZHANG Zhong-yuan, LI Yan-song. Research on broadband network parameters measurement of the transformer[J]. Shaanxi Electric Power, 2011(06): 38-42.
- [8] 邹必昌, 刘晔, 李涛, 等. 含分布式发电的配电网重构蚁群算法研究[J]. 陕西电力, 2011(09): 14-18.
- ZOU Bi-chang, LIU ye, LI tao, et al. Research into ant colony search algorithms for reconfiguration of distribution network with distributed generations [J]. Shaanxi Electric Power, 2011(09): 14-18.

## 泰克推出 DisplayPort 一致性测试的全自动化解决方案

泰克公司日前宣布, 推出新软件和测试夹具, 为 DisplayPort 1.2 一致性测试规范(CTS)提供全自动化的一致性测试支持。这些新产品与 8 GHz 或更高带宽的泰克 DPO/DSA 70000 系列数字示波器配合使用, 以确保得到可靠和可重复的测试结果。

DisplayPort 是视频电子标准协会(VESA)制定的一项数字显示接口标准, 用于将视频源连接至显示设备, 如计算机显示器或电视机。DisplayPort 1.2 的改进包括将有效信号传输速度加倍至 5.4Gbit/s、多个独立视频流(多个显示器的菊花链)、支持 3D 立体声、AUX 通道带宽增加和支持更多彩色空间。DisplayPort 1.2 CTS 的所有测试码型, 如 SSC、CTLE、信号摆幅、位速率、Post Cursor 2 设置和预加重等级等等, 全部综合起来转化为超过一千种测试码型, 所有这些测试码型全都包含在新的泰克解决方案覆盖范围之内。

全自动化测试: 使用 DPO/DSA70000 系列示波器上的新 DisplayPort 1.2 软件选项, 工程师和技术人员能够进行完全无人干预的、全自动化的 DisplayPort 1.2 设计测试。DisplayPort 1.2 解决方案在泰克 TekExpress 自动化一致性测试软件内获得实现, 可提供简单的设置和测试执行。被测设备状态控制完全通过泰克 DP-AUX 辅助控制器来管理, 并通过 TekExpress 测试框架实现自动化。图形用户界面可提供直观的设置和测试工作流。测试完毕后会生成测试结果报告。

咨询编号: 2011241010