

文章编号:1007-2780(2014)06-0939-05

基于 S3C2440 的可视化多功能波形发生器的设计

张传胜*

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所,吉林 长春 130033)

摘要:为了满足激光器控制系统对波形发生装置的需求,设计了基于 S3C2440 处理器和 Altera 公司的 FPGA 芯片的可视化多功能波形发生器的平台,对该平台所采用的 DDS 合成算法进行仿真。使用 S3C2440 处理器直接驱动 TFT 液晶屏和四线电阻触摸屏建立硬件平台,利用 VHDL 语言编写与处理器的数据接口,并利用 IP 库定制合适的 DDS 器件,按照输入的选项和参数,通过 DDS 生成频率和相位,通过 DAC0832 生成振幅,形成需要的波形信号。测试结果表明,该平台通过触屏输入参数,并完成波形数据曲线的生成及显示输出,与传统的函数发生器方法相比具有适用性好、使用方便、成本低廉的优点。该平台可以满足激光器控制系统的实际需求。

关键词: S3C2440; DDS; 波形

中图分类号: TP316.2; TP317.4 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20142906.0939

Visualization versatile waveform-generator based on S3C2440

ZHANG Chuan-sheng*

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Science,
Changchun 130033, China)

Abstract: To meet the demand for waveform-generator in the laser control system devices, a platform for designing the visualization versatile waveform generator is built based on the S3C2440 processor and the Altera's FPGA chip, and the DDS synthesis algorithm used in this platform is simulated. The hardware is built by using the S3C2440 processor and driving a TFT LCD screen and a four-wire resistive touching screen directly. VHDL language is used for the processor data interface and the appropriate DDS is selected on the basis of the IP. According to the input options and parameters, the desired waveform signal is output by a frequency and a phase generated by the DDS and amplitude generated by the DAC0832, respectively. Test results show that the platform can be used to generate and display the waveform curve completely by inputting the parameters in the touching screen. Compared with the conventional function generator, it has the merits of good applicability, easy use and low cost. The waveform-generator can be used and meet the test requirements in the laser control system.

Key words: S3C2440; DDS; waveform

1 引言

目前,随着电子设计自动化技术的发展,特别

是现代仿真和测试技术的发展,激光器控制系统对波形发生装置的需求越来越复杂,传统的函数发生器虽然性能优越,却无法满满足激光器控制系统的实际测试需求,同时成本也较高。利用

收稿日期:2014-03-11;修订日期:2014-04-12.

* 通信联系人, E-mail: zhangcs@ciomp. ac. cn

FPGA芯片作为处理核心,配置成直接数字式频率综合器是一种新颖的频率合成技术,在专用的测试场合得到了快速的发展。这种方法具有适合复杂控制信号、输出稳定度高等优点。但由于FPGA芯片在触控式人机交互界面的方面设计比较复杂,因此一般不具备良好的操作性和扩展性。本文基于 Samsung 公司的 S3C2440 处理器和 Altera 公司的 FPGA 芯片设计了一种可视化多功能波形发生器的解决方案^[1-5]。其中 S3C2440 处理器负责处理人机交互,FPGA 芯片负责频率合成。在使用可视化多功能波形发生器时利用触摸屏输入需要的参数,即可实现特定波形的输出。

2 总体设计

平台的硬件部分由 S3C2440 微处理器、Altera 公司的 FPGA 芯片 EPF10K10LC84-4、480×272 分辨率的 TFT 液晶屏、电阻式触屏、FLASH 存储器等组成^[6-11]。总体硬件设计如图 1 所示。

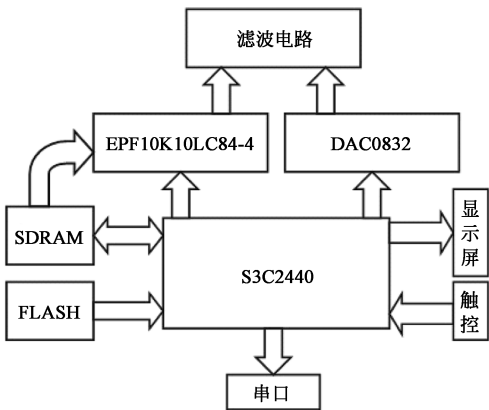


图 1 总体硬件设计
Fig. 1 Hardware design

系统通过触摸屏设定控制参数,并把频率和相位参数传递给 FPGA 模块,生成波形信号的频率和相位,同时把幅度参数传给 DAC0832,得到波形的振幅,进而生成需要的波形信号。

由于 S3C2440 集成了液晶屏连接模块、触屏 A/D 转换模块、JATG 开发接口、串口通信模块和 NAND FLASH 存储器接口,只需要驱动 DAC0832,并把 FPGA 模块设定成 DDS 即可。

系统的主控界面如图 2 所示,在此界面中可以设定波形样式及其参数。

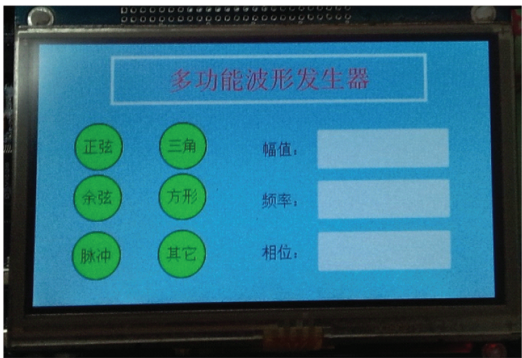


图 2 参数输入的界面
Fig. 2 Parameter input interface

3 DDS 设计

预定波形的形成是由 FPGA 芯片定制的直接数字式频率综合器 DDS(Direct Digital Synthesizer)完成的,其实质是一种分频器,通过编程频率控制字来分频系统时钟进而产生所需的频率。

DDS 有两个突出的特点:一方面,由于频率控制字的宽度宽(48 bit 或者更高),频率分辨率高;另一方面,DDS 工作在数字域,一旦更新频率控制字,输出的频率就相应改变,其跳频速率高。

其工作原理如图 3 所示。

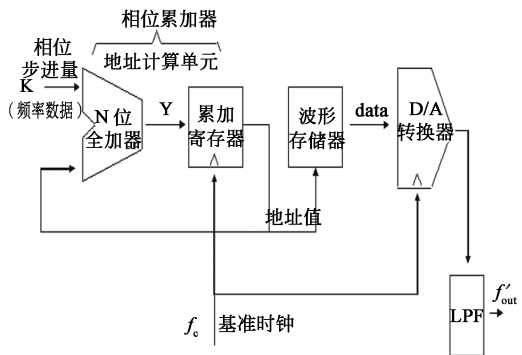


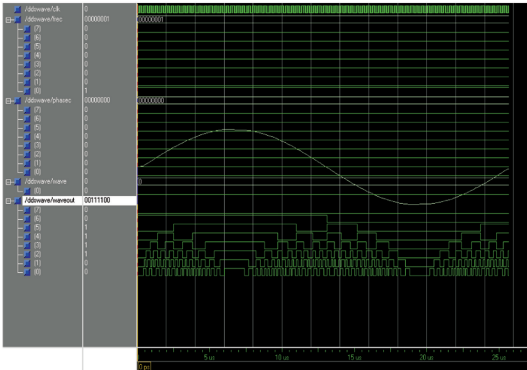
图 3 DDS 工作原理
Fig. 3 Principle of the DDS

每当一个时钟脉冲 F_c 到来,则 N 位加法器将频率控制数据 K 与累加寄存器输出的累加相位数据进行相加,并把相加的结果 Y 送至累加寄存器的输入端。

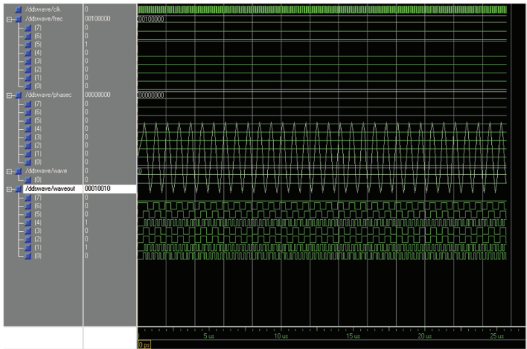
累加寄存器的作用有 2 个方面,一方面将新产生的相位数据反馈给 N 位加法器的输入端,以使 N 位加法器在下一时钟到来时继续与频率控

制数据 K 相加;另一方面将这个新产生的相位数据作为取样地址值送入幅度/相位转换电路,幅度/相位转换电路根据这个地址找到相应的波形数据。该波形数据经过 D/A 转换器和低通滤波器处理后形成所需要的波形。

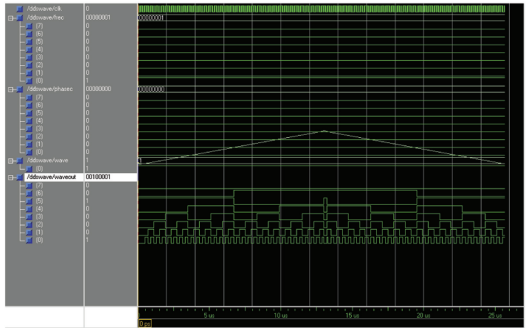
相位累加器在基准时钟 F_c 的作用下,进行线性累加,每当相位累加器加满溢出,DDS 就完成了—个周期的波形输出。



(a) 仿真最大周期正弦波
(a)Simulation of the maximum cycle sine wave



(b) 仿真最小周期正弦波
(b)Simulation of the minimum cycle sine wave



(c) 仿真最大周期三角波
(c)Simulation of the maximum cycle triangular wave



(d) 仿真最小周期三角波
(d)Simulation of the minimum cycle triangular wave

图 4 波形仿真效果
Fig. 4 Waveform simulation results

由于在 Altera 公司的 FPGA 资源库中有现成的 DDS IP 模块,因此本系统直接利用 Altera 公司的 FPGA 资源库中给定 IP 核进行构建,然后通过 ModelSim 仿真软件进行仿真,仿真结果如图 4 所示。

4 软件设计与实测

由于使用 S3C2440 处理器和 FPGA 构成 DDS 系统,因此外围电路变得异常简单。整个波形发生器的主程序只需要对 S3C2440 处理器进行控制即可。其中 DDS 系统与单片机的接口用 VHDL 语言编写。系统通过触摸屏设定控制参数,并把频率和相位参数传递给 FPGA 模块,生

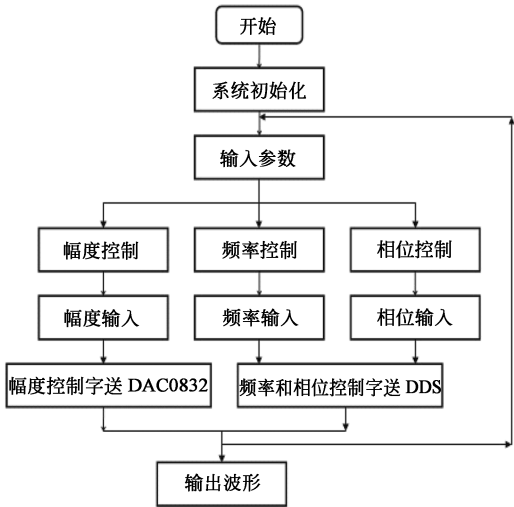
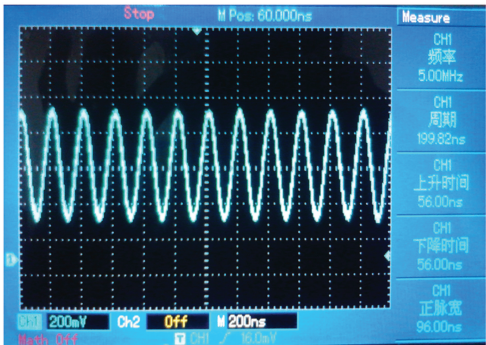


图 5 控制算法
Fig. 5 Control algorithm

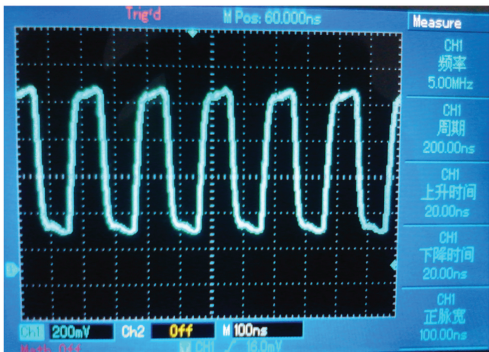
成波形的频率和相位,同时把幅度参数传给 DAC0832,获得波形的振幅信息,进而生成需要的波形信号。算法流程如图 5 所示。

系统的波形信号通过数字示波器监测进行效果验证,测试结果如图 6 所示。

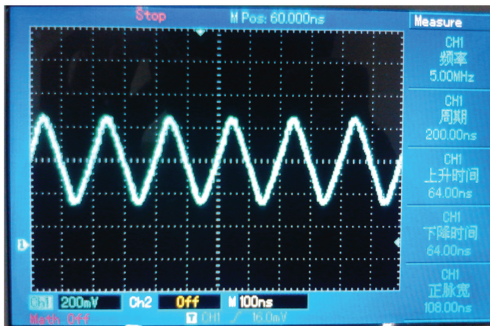
由于 DAC0832 是 8 位分辨率,每次转换时间为最短为 0.1 μ s, 因此本系统的输出波形最大频



(a)测试 5 MHz 正弦波
(a)Test result of 5 MHz sine wave



(b)测试 5 MHz 方波
(b)Test result of 5 MHz square wave



(c)测试 5 MHz 三角波
(c)Test result of 5 MHz triangle wave

图 6 通过示波器实测的效果
Fig. 6 Measurement result displayed in the oscilloscope

率不能超过 5 MHz。从图中可以看出,系统在输出 5 MHz 波形的情况下可以很好地满足激光器控制信号的实际需求。

5 结 论

上述可视化多功能波形发生器采用 S3C2440 处理器驱动 TFT 液晶屏、触摸屏,并利用 EPF10K10LC84-4 芯片按照 Altera 公司的 FPGA 资源库中给定 IP 核定制出适合的 DDS,实现多功能波形发生器的功能,适用于控制系统中有多种波形需求的场合。通过仿真和实际应用测试结果可知,可视化多功能波形发生器可以满足激光器控制系统的需求,具有成本低、实用性强、可定制、方便调试的优点。

参 考 文 献:

[1] 但永平,彭红涛,王东云,等. EDMA 在图像数据快速传输中的应用[J]. 液晶与显示,2013,28(1):99-104.
Dan Y P, Peng H T, Wang D Y, et al. Application of EDMA in rapid transmission of image data [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2013, 28(1): 99-104. (in Chinese)

[2] 赵星,王芳,杨勇,等. 集成成像三维显示系统显示性能的研究进展[J]. 中国光学,2012,5(3):209-221.
Zhao X, Wang F, Yang Y, et al. Research progress of display performance of integral imaging three-dimensional display system [J]. *Chinese Optics*, 2012, 5(3): 209-221. (in Chinese)

[3] 姜漫,吴志勇,曹腾. 基于 SOPC 技术的 VGA 字符和图像显示系统[J]. 液晶与显示,2013,28(1):120-126.
Jiang M, Wu Z Y, Cao T. Characters and images VGA display system based on SOPC technology [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2013, 28(1): 120-126. (in Chinese)

[4] 邓春健,安源,吕巍,等. 显示信息高速串行传输的差错控制[J]. 光学精密工程,2012,20(3):632-642.

- Deng C J, An Y, Lv Y, *et al.* Error control of high speed serial display data transmission [J]. *Optics and Precision Engineering*, 2012, 20(3): 632-642. (in Chinese)
- [5] 刘希佳, 陈宇, 王文生, 等. 小目标识别的小波阈值去噪方法[J]. 中国光学, 2012, 5(3): 248-256.
Liu X J, Chen Y, Wang W S, *et al.* De-noising algorithm of wavelet threshold for small target detection [J]. *Chinese Optics*, 2012, 5(3): 248-256. (in Chinese)
- [6] 王健, 陈洪斌, 周国忠, 等. 改进的 Brenner 图像清晰度评价算法[J]. 光子学报, 2012, 41(7): 855-858.
Wang J, Chen H B, Zhou G Z, *et al.* An improved brenner algorithm for image definition criterion [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2012, 41(7): 855-858. (in Chinese)
- [7] 张传胜, 郑寒雨, 邓江东. 基于 SOPC 的通用液晶触摸屏控制器的设计[J]. 液晶与显示, 2013, 27(5): 638-641.
Zhang C S, Zheng H Y, Deng J D. Control unit design for TFT touching screen based on SOPC [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2013, 27(5): 638-641. (in Chinese)
- [8] 程少园, 胡立发, 曹召良, 等. 液晶自适应光学在人眼眼底高分辨率成像中的应用[J]. 中国激光, 2009, 36(10): 2524-2527.
Cheng S Y, Hu L F, Cao Z L, *et al.* Application of liquid crystal adaptive optics system on human eye fundus imaging with high spatial resolution [J]. *Chinese Journal of Lasers*, 2009, 36(10): 2524-2527. (in Chinese)
- [9] 熊根良, 陈初海, 梁发云, 等. 物理性人-机器人交互研究与发展现状[J]. 光学精密工程, 2013, 21(2): 356-370.
Xiong G L, Chen C H, Liang F Y, *et al.* Research and development statue of physical human-robot interaction [J]. *Optics and Precision Engineering*, 2013, 21(2): 356-370. (in Chinese)
- [10] 韩瑞雨, 王晋疆, 聂凯, 等. 不同对比度下自适应的自动调焦新算法[J]. 光子学报, 2012, 41(2): 222-227.
Han R Y, Wang J J, Nie K, *et al.* Adaptive autofocus technique under different contrast [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2012, 41(2): 222-227. (in Chinese)
- [11] 宋摇超, 王瑞光, 陈宇, 等. LED 显示屏色域边界的快速计算[J]. 发光学报, 2013, 34(7): 924-929.
Song Y C, Wang R G, Chen Y, *et al.* Fast calculation of color gamut boundary for LED display panel [J]. *Chinese Journal of Luminescence*, 2013, 34(7): 924-929. (in Chinese)

作者简介:张传胜(1966—),男,黑龙江牡丹江人,副研究员,主要从事脉冲气体激光器及脉冲功率源技术等方面的研究。

E-mail: zhangcs@ciomp. ac. cn