



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co., Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导

TMS320C6748 开发板使用手册

Revision History

Revision No.	Description	Draft Date	Remark
V1.0	1.初始版本	2014/5/5	

销售邮箱: sales@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

技术邮箱: support@tronlong.com

公司官网: www.tronlong.com

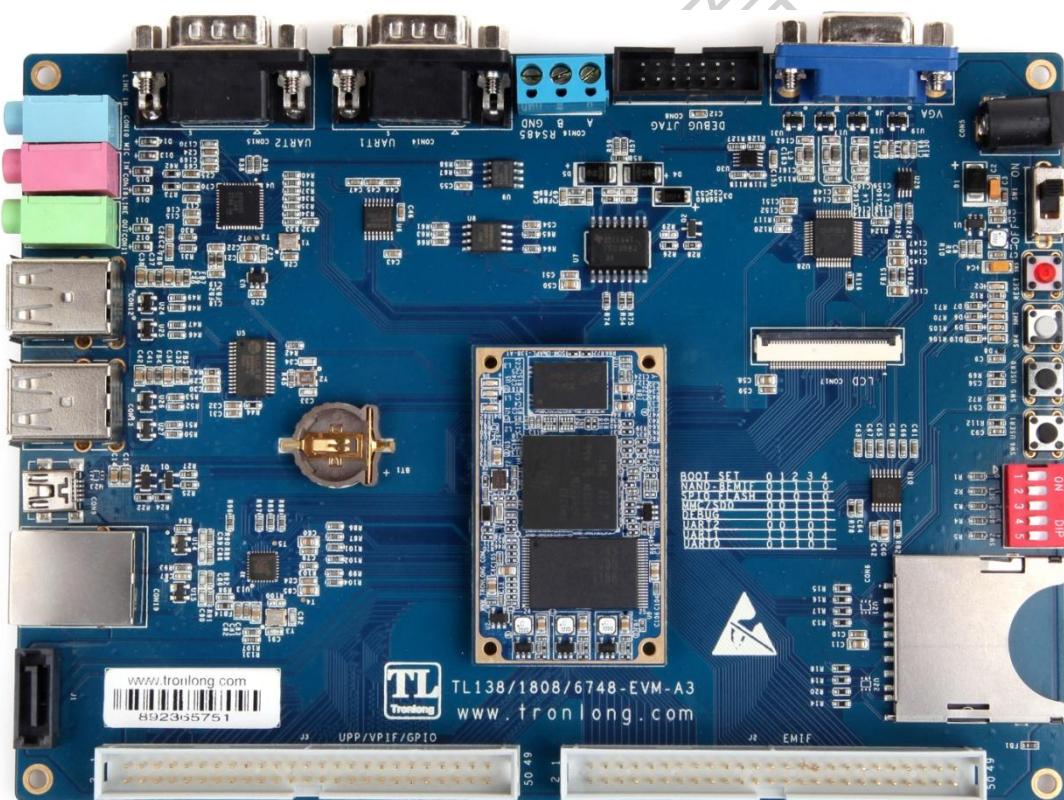


广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co.,Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者



销售邮箱: sales@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

技术邮箱: support@tronlong.com

公司官网: www.tronlong.com 2/116



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co.,Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者

阅前须知

版权声明

广州创龙电子科技有限公司保留随时对其产品进行修改和完善的权利，同时也保留在不作任何通告的情况下，终止其任何一款产品的供应和服务的权利。请用户在购买前向我司获取相关产品的最新信息，本文档一切解释权归广州创龙所有。

©2014-2018 Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co.,Ltd. All rights reserved.

公司简介

广州创龙电子科技有限公司（简称“广州创龙”，英文简称“Tronlong”），是杰出的嵌入式方案商，专业提供嵌入式开发平台工具及嵌入式软硬件定制设计及技术支持等服务，专注于 DSP+ARM+FPGA 三核系统方案开发，和国内诸多著名企业、研究所和高校有密切的技术合作，如富士康、三一重工、中国科学院、清华大学等国内龙头企业和院校。

TI 嵌入式处理业务拓展经理 ZhengXiaolong 指出：“Tronlong 是国内研究 OMAP-L138 最深入的企业之一，Tronlong 推出 OMAP-L138+Spartan-6 三核数据采集处理显示解决方案，我们深感振奋，它将加速客户新产品的上市进程，带来更高的投资回报率，使得新老客户大大受益。”

经过近几年的发展，创龙产品已占据相关市场主导地位，特别是在电力、通信、工控、音视频处理等数据采集处理行业广泛应用。创龙致力于让客户的产品快速上市、缩短开发周期、降低研发成本。选择创龙，您将得到强大的技术支持和完美的服务体验。

产品保修

广州创龙所有产品保修期为一年，保修期内由于产品质量原因引起的，经鉴定系非人为因素造成的产品损坏问题，由广州创龙免费维修或者更换。

更多帮助

销售邮箱：sales@tronlong.com 技术邮箱：support@tronlong.com

公司总机：020-8998-6280 公司官网：www.tronlong.com

销售邮箱：sales@tronlong.com

公司总机：020-8998-6280

技术邮箱：support@tronlong.com

公司官网：www.tronlong.com 3/116



目录

前言	7
1 开发板准备	8
1.1 测试开发板硬件	8
1.2 查看仿真器驱动是否正常安装	8
2 基于仿真器的程序加载和烧写	9
2.1 设置工程配置文件信息	9
2.2 测试仿真器是否正常连接	11
2.3 加载 GEL 文件	12
2.4 CCS 连接开发板 CPU	13
2.5 运行 GEL 文件来初始化开发板	14
2.6 查看 CPU 版本号	15
2.7 加载和运行程序	15
2.8 基于仿真器烧写程序到 NAND FLASH	16
2.9 NAND FLASH 烧写格式镜像转换方法	17
3 基于串口的程序加载和烧写	19
3.1 串口加载和烧写格式镜像转换方法	19
3.2 程序加载和运行	21
3.3 基于串口烧写程序到 NAND FLASH	26
4 CCS 工程新建和编译	29
4.1 新建工程	31
4.2 编写程序	34
4.3 编译和运行程序	35
5 CCS 工程导入和编译步骤	37
6 Demo 例程演示	42
6.1 GPIO_LED——LED 灯 GPIO 输出	42
6.2 GPIO_KEY——按键中断 GPIO 输入	42



6.3	TIMER——定时器	42
6.4	UART1_POLL——串口查询收发	43
6.5	UART2_INT——串口中断收发	44
6.6	IIC_EEPROM——IIC EEPROM 读写	45
6.7	SPI_FLASH——SPI FLASH 读写	46
6.8	WatchDog——看门狗	46
6.9	NMI——不可屏蔽中断	47
6.10	PWM——高精度脉冲宽度调制器 PWM 输出	48
6.11	ECAP_APWM——增强型捕获模块 ECAP 辅助输出	50
6.12	PWM_ECAP——增强型捕获模块 ECAP 捕获	52
6.13	RTC——RTC 时钟	53
6.14	LCDC_GrLIB——LCD 显示	55
6.15	MMCSD_ACCESS——SD 卡读写	56
6.16	SATA——SATA 硬盘读写	57
6.17	USB_DEV_BULK——USB OTG 从方式 (USB BULK 管道通信)	57
6.18	USB_DEV_MSC——USB OTG 从方式 (虚拟存储设备)	66
6.19	USB_DEV_SERIAL——USB OTG 从方式 (USB 虚拟串口)	70
6.20	USB_HOST_MSC——USB OTG 主方式 (U 盘内容查看)	74
6.21	ENET_HTTPD——网络 WEB 服务器	75
6.22	ENET_ECHO——网络 Socket 通信	77
6.23	AUDIO_PLAY——Line Out 音频输出	84
6.24	AUDIO_MIC_IN——Mic In 音频输入	85
6.25	AUDIO_LINE_IN——Line In 音频输入	86
6.26	MCBSP_AD7606——MCBSP 总线 8 通道并口 AD 数据采集	87
6.27	VPIF_OV2640——VPIF 总线 CMOS 摄像头数据采集	87
6.28	EMIF_AD7606——EMIF 总线 8 通道并口 AD 数据采集	88
6.29	uPP——uPP 数据收发	91
6.30	FFT——快速傅里叶变换/逆变换 (不开缓存)	91



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co., Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者

6.31	FFT_Benchmark——快速傅里叶变换/逆变换（打开/关闭缓存速度对比）	.95
6.32	FIR——有限长单位冲激响应滤波器.....	105
6.33	IIR——无限脉冲响应数字滤波器.....	115
7	更多帮助.....	116
8	附录 Boot Mode Selection.....	116

广州创龙电子科技有限公司



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co., Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者

前言

在进行以下操作之前,请先安装 CCS, 推荐使用我司验证过的 CCS5.5.0 版本。

安装包 CCS5.5.0.00077_win32.zip 可以在 TMS320C6748 产品资料光盘的 tools 目录下找到, 也可以在 TI 官网下载, 可以下载各种版本的 CCS。下载前需要注册一个 TI 账号, 注册后才能用账号去下载 CCS 和其他文件, 然后再去网上找一个破解文件, 安装后按照破解文件指定步骤操作即可正常使用 CCS5 了。

TI 官网下载链接:

http://processors.wiki.ti.com/index.php/Download_CCS#Code_Composer_Studio_Version_5_Downloads



1 开发板准备

1.1 测试开发板硬件

将开发板的拨码开关 1~5 号对应拨到 00101(说明见附录, 1 代表 ON, 0 代表 OFF, X 代表任意, 即可以是 0 也可以是 1), 这是 UART2 档位。RS232 串口线通过 USB 转串口接到 PC 机的 USB 口, DB9 母头(带孔)接底板 UART2 口, 设置 PC 机调试终端 COM 口, 波特率为 115200, 8N1, 无检验位。推荐使用 ZOC 串口调试终端软件, TMS320C6748 产品资料光盘的 tools 目录下有 ZOC 的安装包 zoc602.zip。

假如是使用 ZOC 的用户, 依次点击菜单栏 Options->Jump to->Devices, 然后选择 Serial/Modem。在 Serial/Modem 中扫描然后选择 COM 口, 波特率为 115200, 8N1, 无检验位, RTS signal off, DTR signal off, 其它选项按默认设置。

开发板上电, 即可在调试终端看到系统自动打印的 BOOTME 信息, 说明开发板硬件正常工作了。

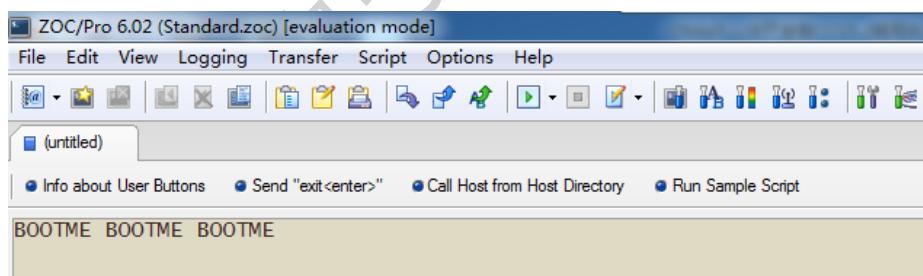


图 1

1.2 查看仿真器驱动是否正常安装

以 XDS100V2 仿真器为例, 开发板断电, 连接好仿真器和开发板, 并将仿真器的 USB 口插进电脑 USB 插槽, 开发板上电。右击计算机图标, 点击设备->通用串行总线控制器, 查看是否有 TI XDS100 Channel A 和 TI XDS100 Channel B 选项出现, 如有说明仿真器驱动已经正常安装, 否则请正常安装 XDS100V2 的驱动程序。

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com 8/116



备注：请务必在安装 CCS 软件后，再检测仿真器驱动。

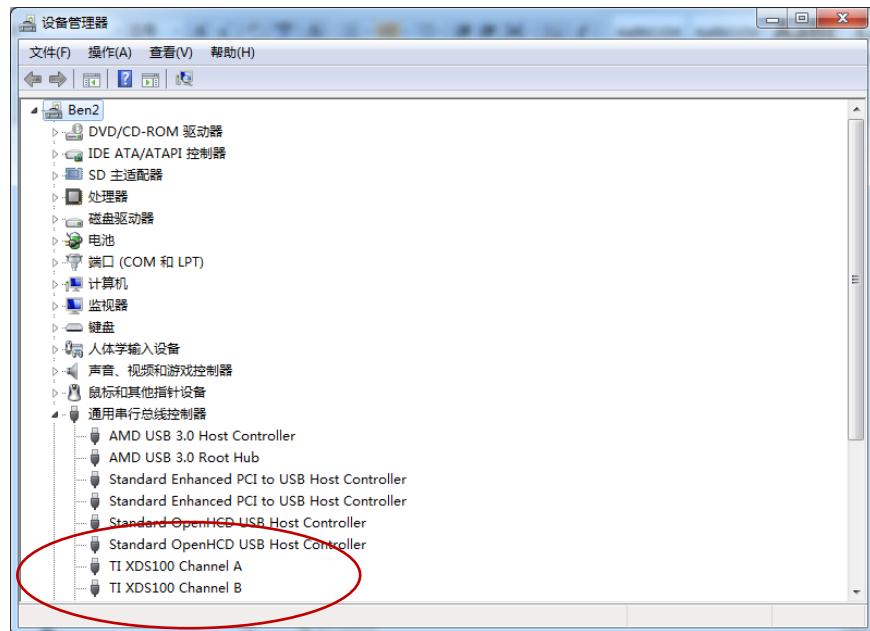


图 2

2 基于仿真器的程序加载和烧写

2.1 设置工程配置文件信息

新建"C:\TMS320C6748"目录，然后将光盘中 images 目录下的 C6478_NandWrite.out、C6748AISgen_456M_config.cfg、TronLong_C6748.gel 文件复制到"C:\TMS320C6748"文件夹。打开 CCS5.5，点击 View->Target Configurations，右边弹出如下对话框：

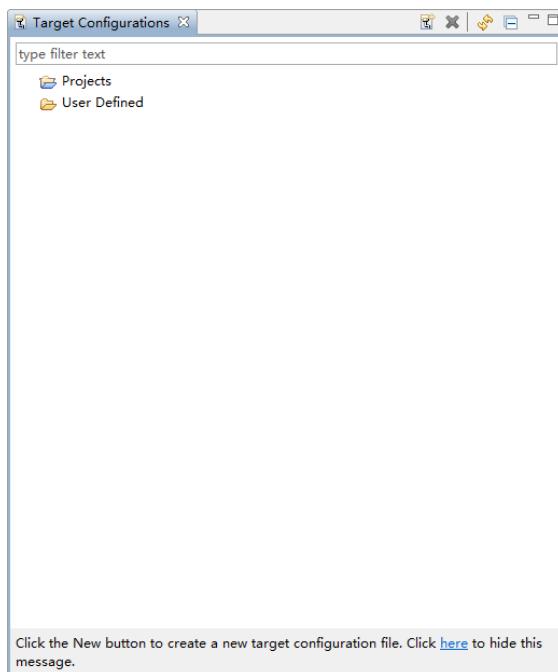


图 3

点击左边第一项，新建配置文件。

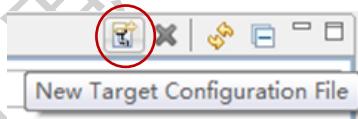


图 4

输入工程名字：TMS320C6748.ccxml，点击 Finish。

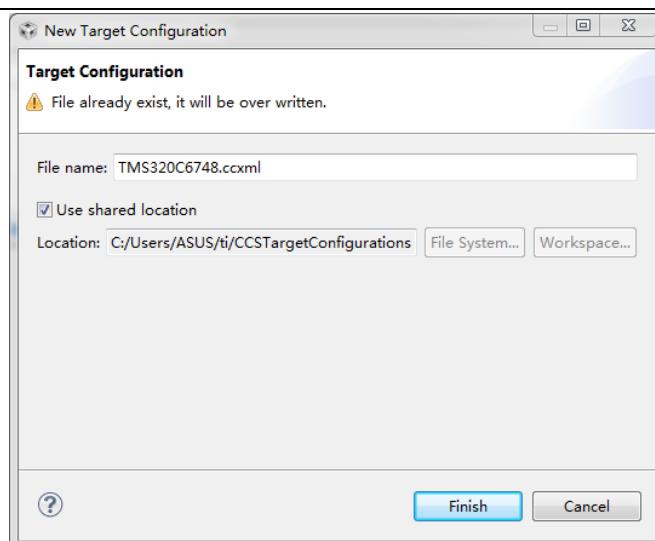


图 5

在弹出的对话框中, Connection 选择 XDS100V2, Board or Device 选择 TMS320C6748, 点击右边的 Save 按钮。

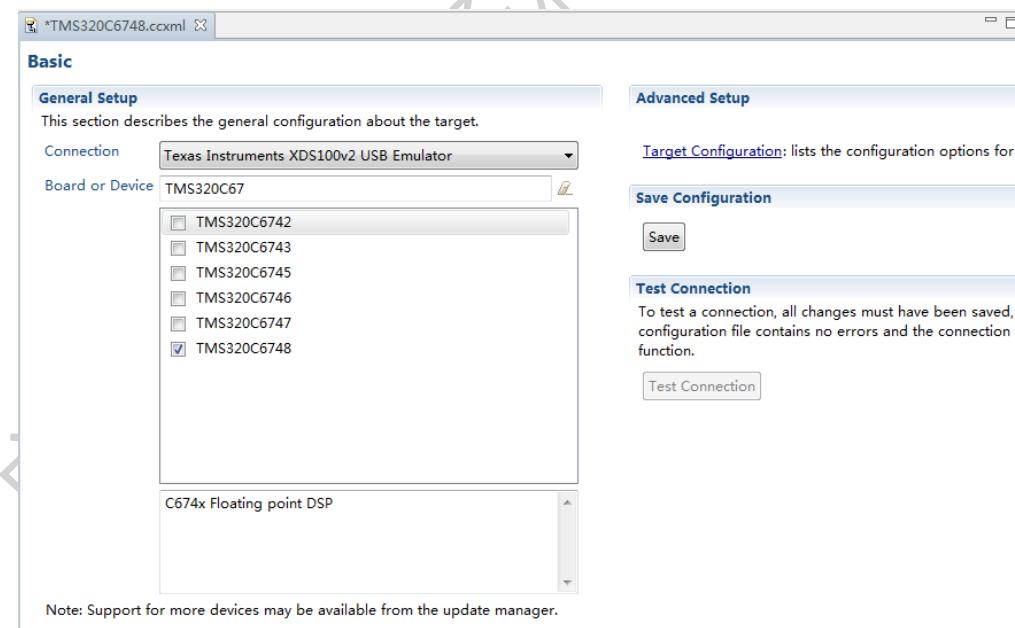


图 6

2.2 测试仿真器是否正常连接

销售邮箱: sales@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

技术邮箱: support@tronlong.com

公司官网: www.tronlong.com 11/116



点击 Test connection，看是否提示成功连接，如下图。如提示错误，请检查开发板是否上电、接线是否正常。

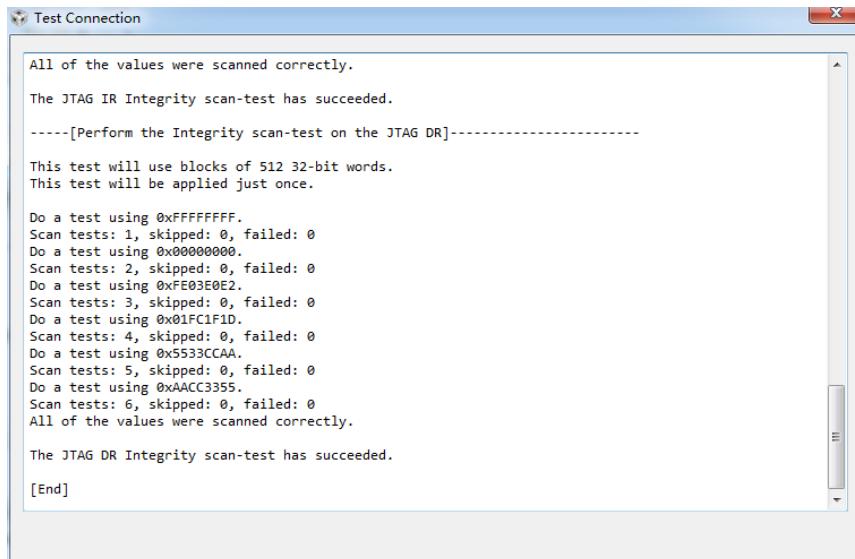


图 7

2.3 加载 GEL 文件

点击 Run->Debug，弹出以下界面。可以看到 C674X_0。

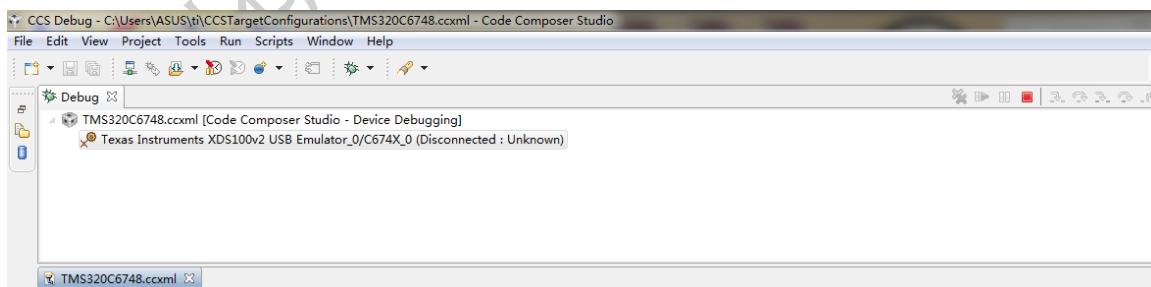


图 8

右击 C674X_0 核，在弹出的界面中选择"Open GEL Files View"选项，右下角会弹出 GEL Files(TMS320C674X)对话框。

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com 12/116

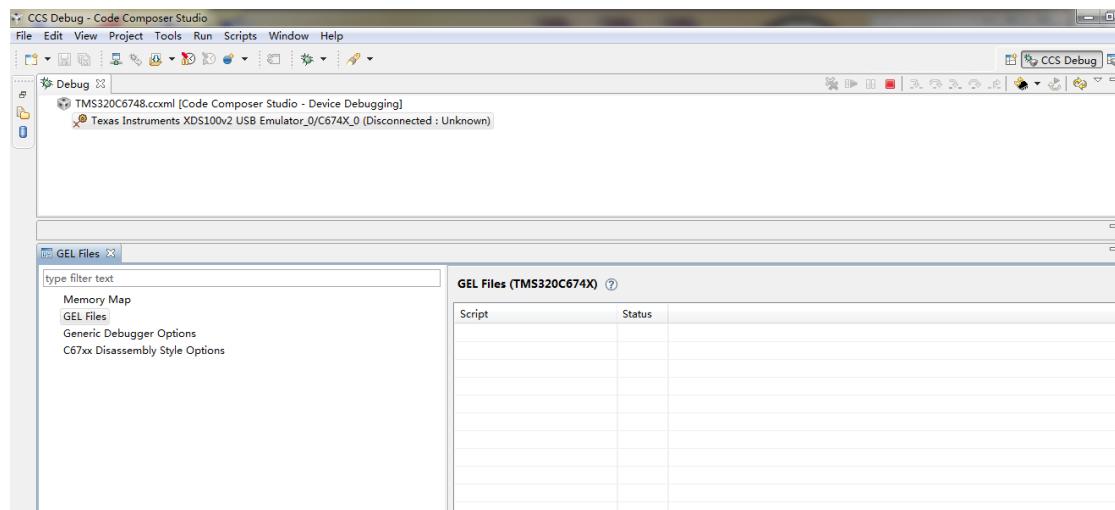


图 9

在对话框内点击右键，在弹出的界面中选择“Load GEL”。选择“C:\TMS320C6748\TronLong_C6748.gel”文件后，点击确定，右下角的 GEL Files(TMS320C674X)对话框会出现“Success”提示语句，如下图：

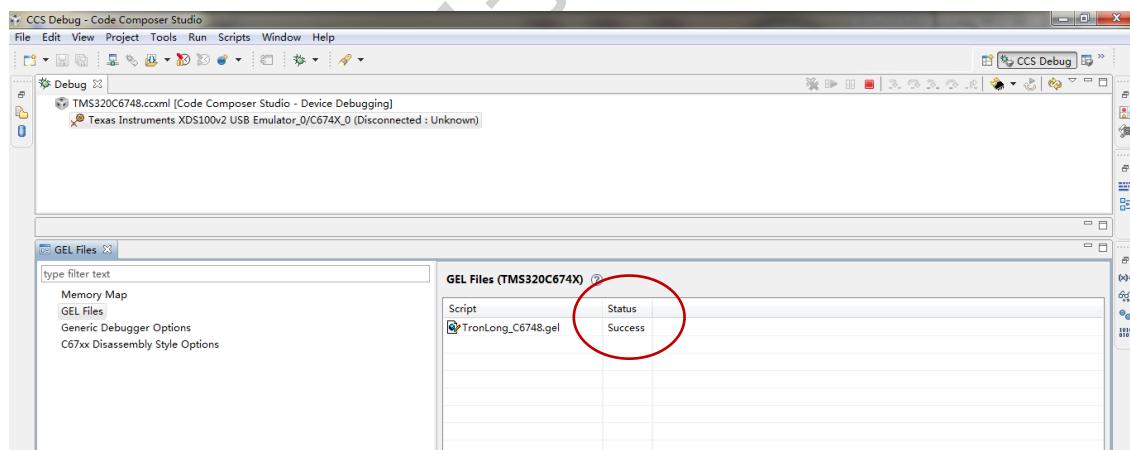


图 10

2.4 CCS 连接开发板 CPU

右击 C674X_0 核，选择 Connect Target 选项，会显示 Suspended 状态。这说明 CCS

销售邮箱：sales@tronlong.com

技术邮箱：support@tronlong.com

公司总机：020-8998-6280

公司官网：www.tronlong.com

13/116



已经和开发板 CPU 正常连接起来了。

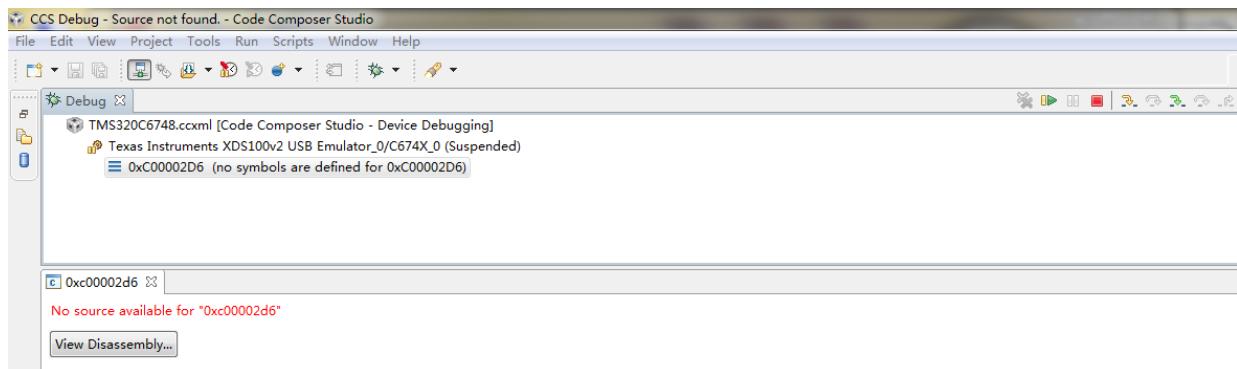


图 11

2.5 运行 GEL 文件来初始化开发板

根据芯片主频，点击"Scripts->TronLong_DSP_C6748-> TronLong_C6748_456MHz"，运行后会提示 Config Complete，开发板初始化完成。

GEL 文件的作用是在调试模式初始化硬件环境（DDR2、NAND FLASH 等），只有加载了 GEL 文件后才会出现此菜单，只要开发板不断电 初始化操作只需要执行一次就可以。

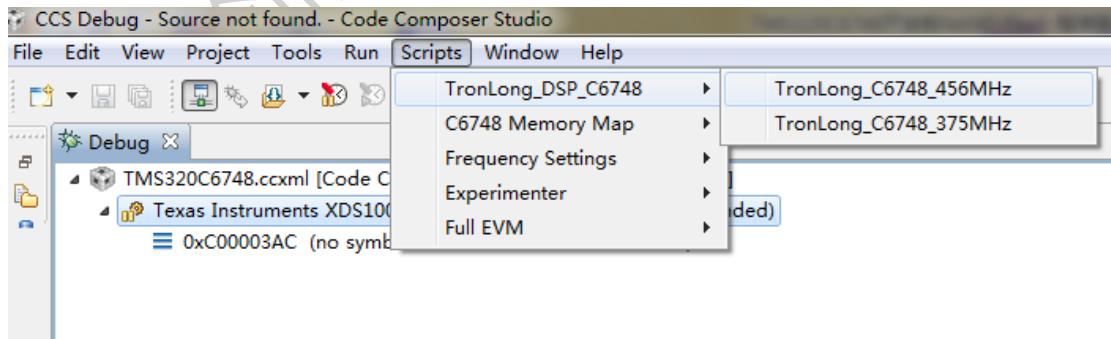


图 12

```
TMS320C6748.cxml
C674X_0: GEL Output: -----
C674X_0: GEL Output: | Tronlong DSP C6748 config | -----
C674X_0: GEL Output: -----
C674X_0: Output: Memory Map Cleared.
C674X_0: Output: -----
C674X_0: Output: Memory Map Setup Complete.
C674X_0: Output: -----
C674X_0: Output: KICK Unlocked.
C674X_0: Output: -----
C674X_0: Output: PSC Enable Complete.
C674X_0: Output: -----
C674X_0: Output: PLL0 init done for Core:456MHz, EMIFA:76MHz
C674X_0: Output: DDR initialization is in progress....
C674X_0: Output: PLL1 init done for DDR:150MHz
C674X_0: Output: Using DDR2 settings
C674X_0: Output: DDR2 init for 150 MHz is done
C674X_0: Output: -----
C674X_0: Output: EMIFA Pins Configured for NAND.
C674X_0: Output: -----
C674X_0: GEL Output: -----
C674X_0: GEL Output: | Tronlong DSP C6748 config completed! |
C674X_0: GEL Output: -----
```

图 13

2.6 查看 CPU 版本号

点击 View->Memory Browser,会出现 Memory Browser 窗口，在输入框中输入 0x11700000 并回车，选择“Character”可查询 TMS320C6748 核的版本号，CPU 版本号在文件格式转换需用到；例如这里的 DSP 核版本号为：d800k008，如下图：

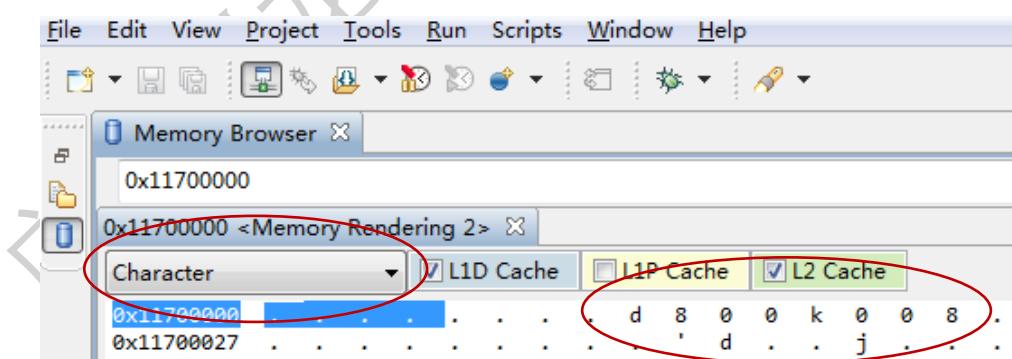


图 14

2.7 加载和运行程序



点击"Run->Load->Load Program"，选择"C:\TMS320C6748\C6478_NandWrite.out"文件，
点击 OK。接着点击绿色三角启动按键 。在 Console 窗口会有打印信息出现，
提示是否擦除 NAND FLASH。

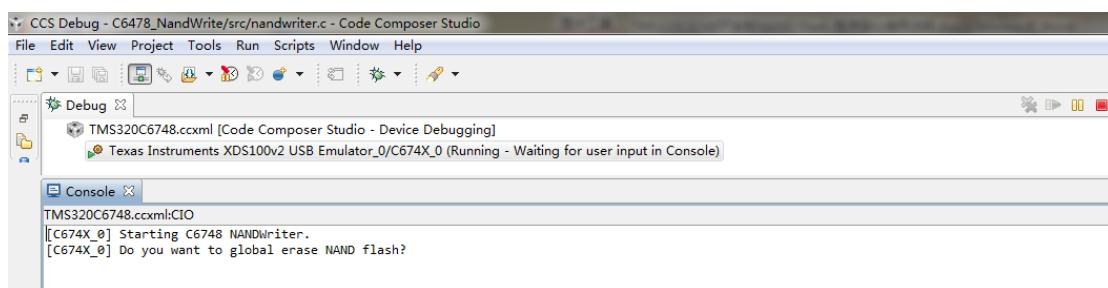


图 15

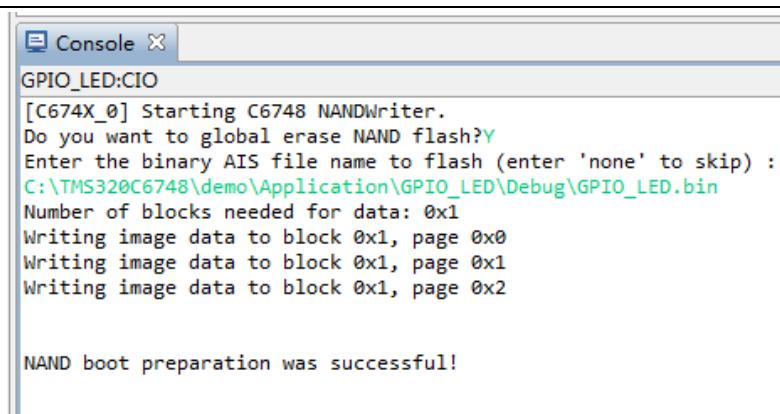
备注：如果第一次操作没有出现 Console 窗口，请按黄色键暂停运行 ，然后按重启键 复位 CPU，接着点击绿色三角启动按键 ，即可看到 Console 窗口会有打印信息出现。

2.8 基于仿真器烧写程序到 NAND FLASH

以 LED 为例，把光盘中 demo 整个目录文件拷贝到 C 盘 TMS320C6748 文件夹下（若不存在请先建立此文件夹）。

在 Console 窗 "[C674X_0] Do you want to global erase NAND FLASH?" 行后面输入 "y"，按回车键进行擦除 NAND FLASH。擦除完后，会提示 "Enter the binary AIS file name to flash (enter 'none' to skip) :"，在下一行空白处输入要烧写的 DSP 程序镜像 GPIO_LED.bin 路径 "C:\TMS320C6748\demo\Application\GPIO_LED\Debug\GPIO_LED.bin"，并按回车键。等待出现 "NAND boot preparation was successful!" 即烧写成功。烧写时间与文件大小有关，一般可在 15 秒内烧写完毕。

烧写完 GPIO_LED.bin 镜像后，拔下开发板仿真器接口，将开发板的拨码开关 1~5 号对应拨到 01110 档位，设置从 NAND FLASH 启动，可以看到开发板 LED 流水灯效果。



```
Console X
GPIO_LED:CIO
[C674X_0] Starting C6748 NANDWriter.
Do you want to global erase NAND flash?Y
Enter the binary AIS file name to flash (enter 'none' to skip) :
C:\TMS320C6748\demo\Application\GPIO_LED\Debug\GPIO_LED.bin
Number of blocks needed for data: 0x1
Writing image data to block 0x1, page 0x0
Writing image data to block 0x1, page 0x1
Writing image data to block 0x1, page 0x2

NAND boot preparation was successful!
```

图 16

2.9 NAND FLASH 烧写格式镜像转换方法

C6478_NandWrite.out 只支持.bin 格式镜像烧写，而 CCS 编译程序生成的镜像为.out 格式文件，需把.out 格式镜像转换为.bin 格式镜像才能进行烧写，有关格式转换步骤如下：

- (1) 打开 AIS 软件。

如果 AIS 是安装在默认路径，请双击"C:\AISgen_d800k008_Install_v1.13\AISgen for D800K008\AISgen_d800k008.exe"，弹出如下界面：

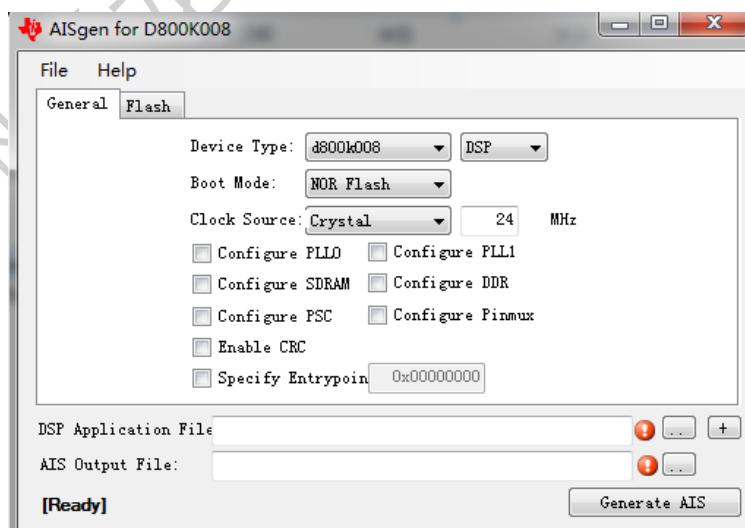


图 17



(2) 点击"File->Load Configuration"，弹出如下界面：

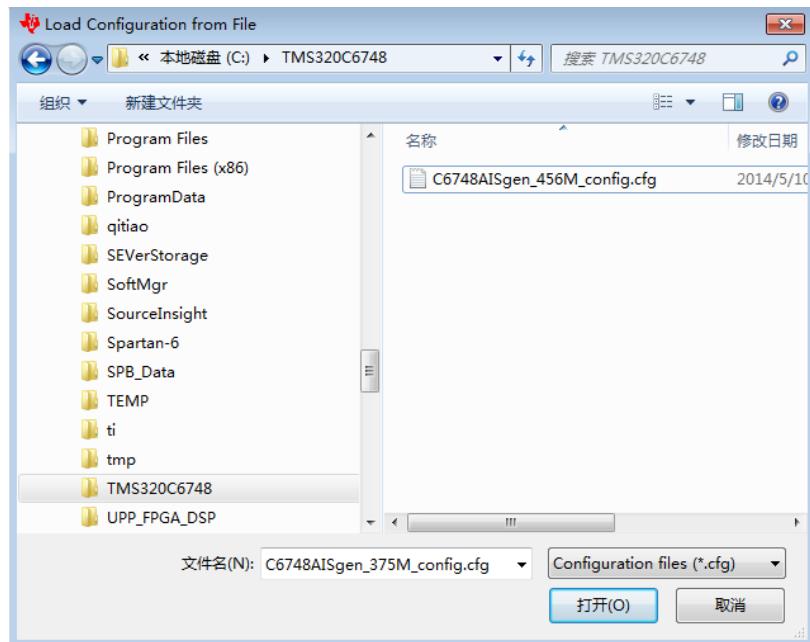


图 18

(3) 根据芯片主频选择"C:\TMS320C6748\C6748AISgen_456M_config.cfg"。在"Device Type "选框中选择 CPU 对应的 CPU 版本号 d800k008，此版本号可根据前面版本号查询操作得到。在"DSP Application File "处选择 CCS 编译后的.out 格式文件路径。在"AIS Output File "处输入需输出的.bin 格式文件的路径和名字。

最后点击"Generate AIS"按键，启动格式转换，可生成可烧写的.bin 格式镜像，如下图所示：

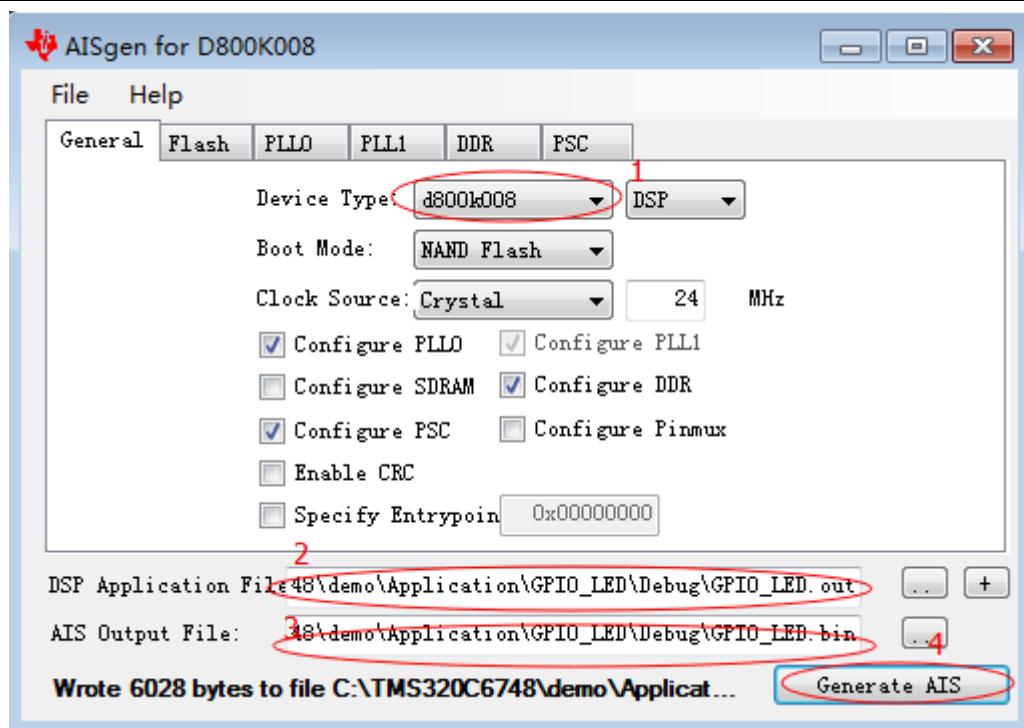


图 19

3 基于串口的程序加载和烧写

3.1 串口加载和烧写格式镜像转换方法

有关串口烧写格式镜像转换方法如下（以 LED 程序为例）：

(1) 打开 AIS 软件。

如果 AIS 是安装在默认路径，请双击"C:\AISgen_d800k008_Install_v1.13\AISgen for D800K008\AISgen_d800k008.exe"，弹出如下界面：

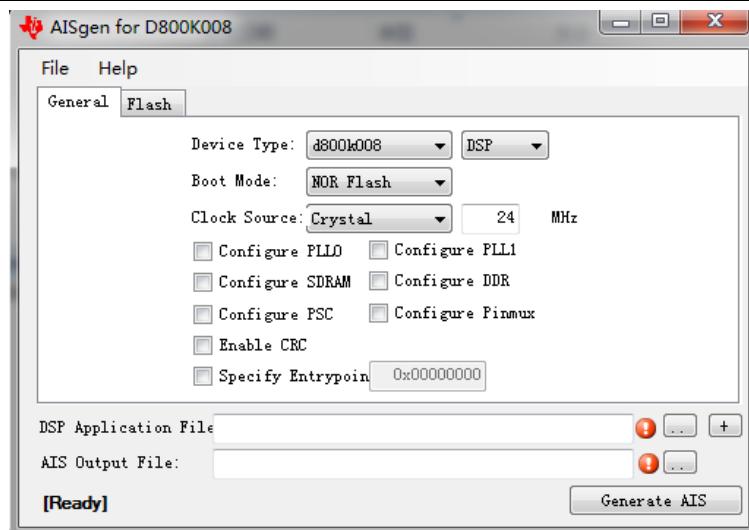


图 20

(2) 点击"File->Load Configuration"，弹出如下界面：

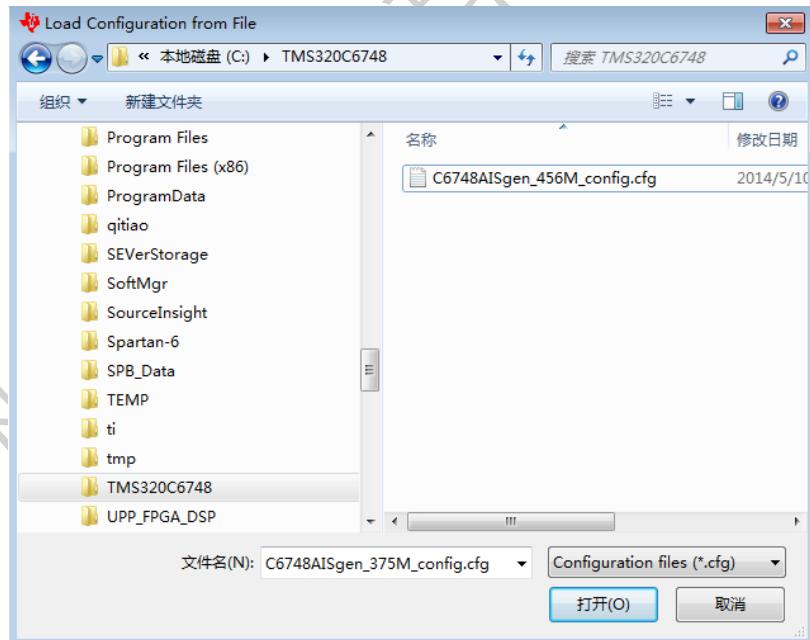


图 21

(3) 根据芯片主频选择"C:\TMS320C6748\C6748AISgen_456M_config.cfg"。在"Device Type"选框中选择CPU对应的CPU版本号d800k008，此版本号可根据前面版本号查询
销售邮箱：sales@tronlong.com 技术邮箱：support@tronlong.com



操作得到。在 Boot Mode 下拉框选择 UART2 模式，在"DSP Application File "处选择 CCS 编译后的.out 格式文件路径在，在"AIS Output File "处输入需输出的.bin 格式文件的路径和名字。

最后点击"Generate AIS"按键，启动格式转换，生成.bin 格式镜像，此镜像可用于串口加载和串口烧写。如下图所示：

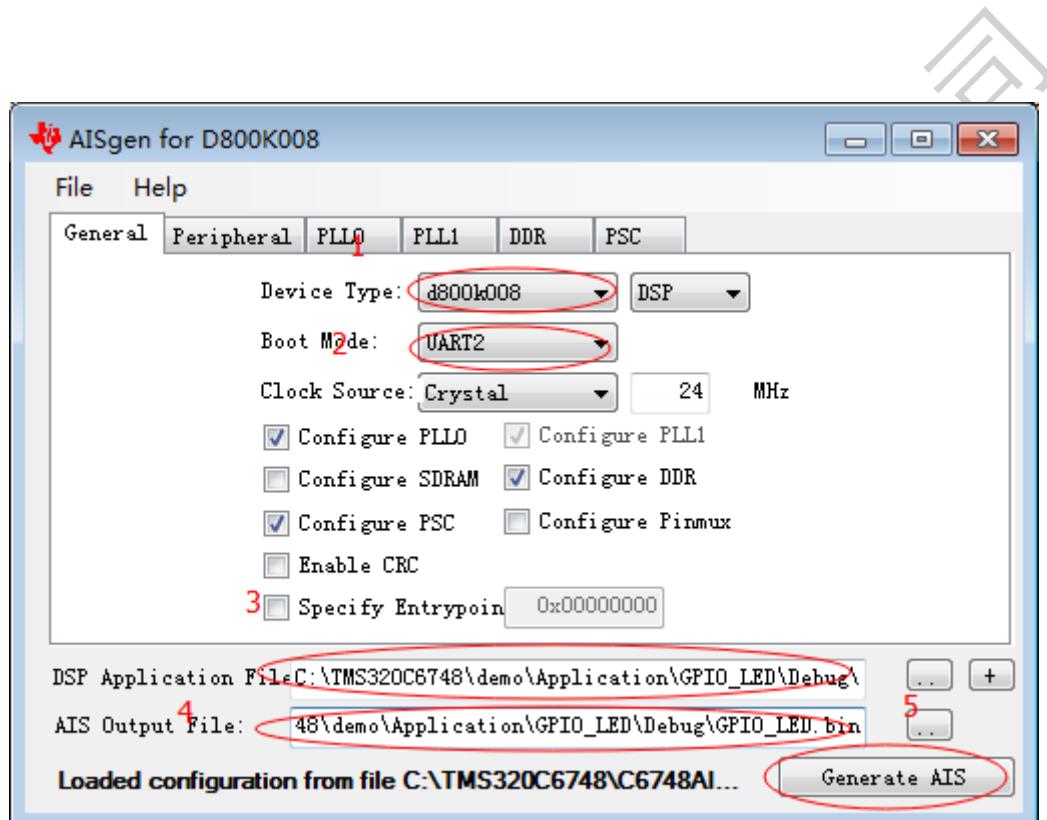


图 22

3.2 程序加载和运行

(1) 开发板设置。

将开发板的拨码开关 1~5 号对应拨到 00101（说明见附录，1 代表 ON，0 代表 OFF，X 代表任意，即可以是 0 也可以是 1），这是 UART2 档位，然后将开发板上电。

(2) 通过 UartHost 软件加载和运行程序。

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com

21/116



如果 AIS 是安装在默认路径, 请双击"C:\AISgen_d800k008_Install_v1.13\AISgen for D800K008\UartHost\UartHost.exe", 弹出如下界面:

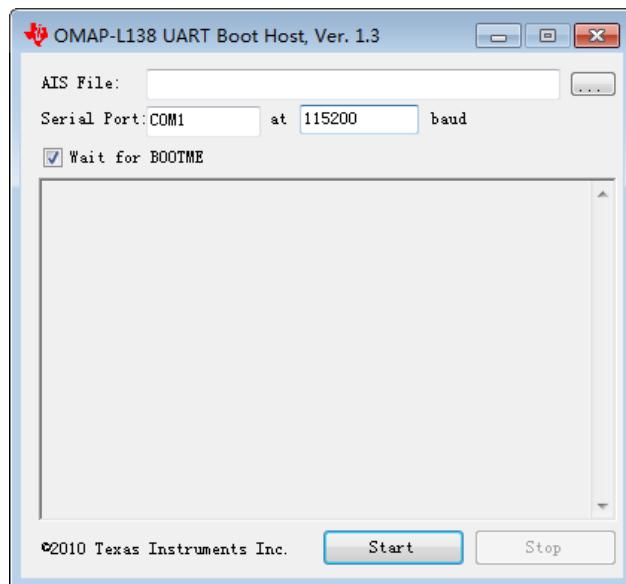


图 23

选择转换好的程序镜像, 串口名称根据实际情况修改, 如下图所示:

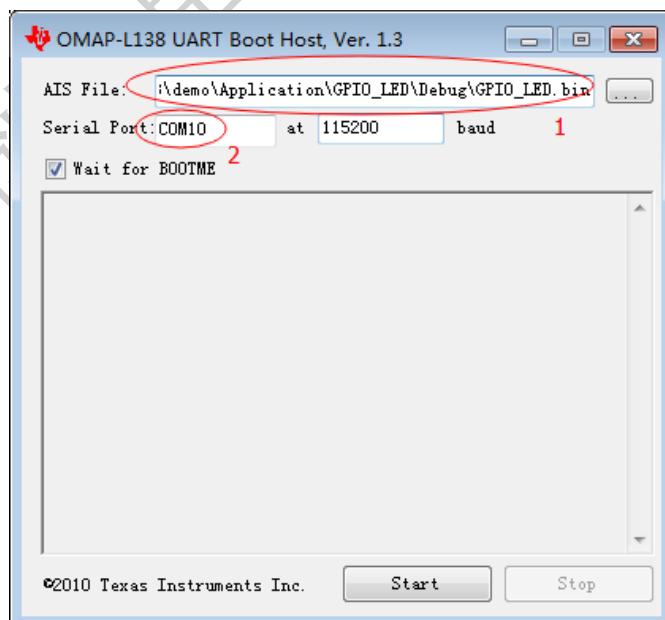


图 24



点击开始，弹出如下界面：

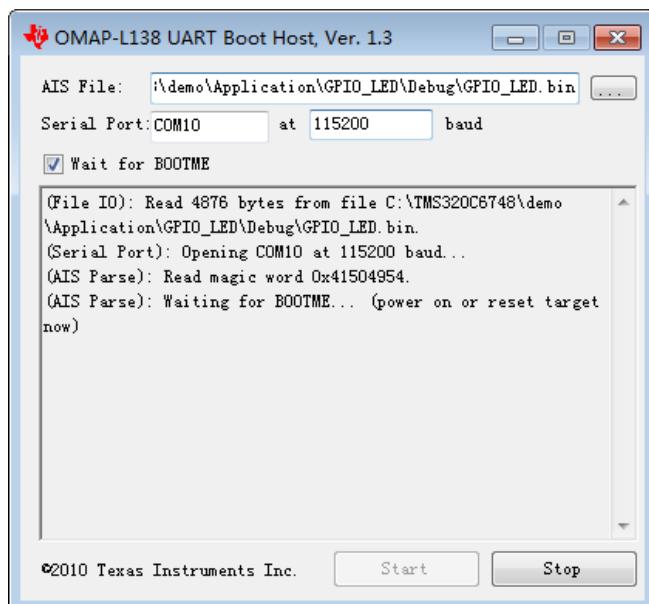


图 25

将开发板复位，程序会通过串口加载到 DDR2 中，然后自动运行。UartHost 打印信息如下，同时可以看到底板的 LED 灯闪烁。

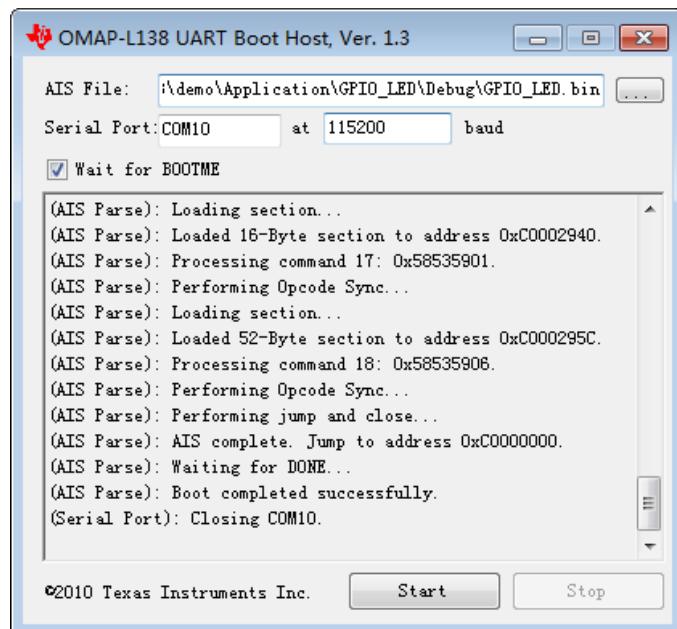


图 26

(3) 通过 slh_OMAP-L138 软件加载和运行程序。

也可以使用 slh_OMAP-L138 软件加载和运行程序。可以在光盘 tools 目录下找到 slh_OMAP-L138.exe 软件，将其拷贝到 C 盘根目录。在 Windows 开始菜单底部输入 cmd 进入控制台窗口（**注意：**COM 口和镜像路径参数需和实际一致，镜像路径为上面步骤产生的.bin 格式文件路径），并执行加载命令，如下图所示：

```
DOS# cd C:\
```

```
DOS# slh_OMAP-L138 -waitForDevice -p COM10
```

```
C:\TMS320C6748\demo\Application\GPIO_LED\Debug\GPIO_LED.bin
```



```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 6.1.7601]
版权所有 © 2009 Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\>slh_OMAP-L138 -waitForDevice -p COM10 C:\TMS320C6748\demo\Application\GPIO_LED\Debug\GPIO_LED.bin
```

图 27

```
TI Serial Loader Host Program for OMAP-L138
(C) 2014, Texas Instruments, Inc.
Ver. 1.65

Attempting to connect to device COM10...
Press any key to end this program at any time.

Entering AIS Parser

Waiting for the OMAP-L138...
<AIS Parse>: Read magic word 0x41504954.
<AIS Parse>: Waiting for BOOTME... <power on or reset target now>
```

图 28

将开发板复位，程序会通过串口加载到 DDR2 中，然后自动运行。Windows 控制台窗口打印信息如下，同时可以看到底板的 LED 灯闪烁。



```
ca: 管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
<AIS Parse>: Performing Opcode Sync...
<AIS Parse>: Loading section...
<AIS Parse>: Loaded 128-Byte section to address 0xC0000000.
<AIS Parse>: Processing command 15: 0x58535901.
<AIS Parse>: Performing Opcode Sync...
<AIS Parse>: Loading section...
<AIS Parse>: Loaded 4416-Byte section to address 0xC0001000.
<AIS Parse>: Processing command 16: 0x58535901.
<AIS Parse>: Performing Opcode Sync...
<AIS Parse>: Loading section...
<AIS Parse>: Loaded 16-Byte section to address 0xC0002940.
<AIS Parse>: Processing command 17: 0x58535901.
<AIS Parse>: Performing Opcode Sync...
<AIS Parse>: Loading section...
<AIS Parse>: Loaded 52-Byte section to address 0xC000295C.
<AIS Parse>: Processing command 18: 0x58535906.
<AIS Parse>: Performing Opcode Sync...
<AIS Parse>: Performing jump and close...
<AIS Parse>: AIS complete. Jump to address 0xC0000000.
<AIS Parse>: Waiting for DONE...
<AIS Parse>: Boot completed successfully.

Operation completed successfully.

C:>
```

图 29

3.3 基于串口烧写程序到 NAND FLASH

(1) 开发板设置。

将开发板的拨码开关 1~5 号对应拨到 00101（说明见附录，1 代表 ON，0 代表 OFF，X 代表任意，即可以是 0 也可以是 1），这是 UART2 档位，然后将开发板上电。

(2) 程序烧写。

在光盘 tools 目录下找到 sfh_OMAP-L138.exe 软件，将其拷贝到 C 盘根目录。在 Windows 开始菜单底部输入 cmd 进入控制台窗口，并执行烧写命令（**注意：**COM 口和镜像路径参数需和实际的一致，镜像路径为上面步骤产生的.bin 格式文件路径），如下图所示：

DOS# cd C:\

DOS# sfh_OMAP-L138 -flash_noubl -targetType C6748 -flashType NAND -p COM10
C:\TMS320C6748\demo\Application\GPIO_LED\Debug\GPIO_LED.bin



```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe - sfh_OMAP-L138 -flash_noubl -targetType C6748 ...  
Microsoft Windows [版本 6.1.7601]  
版权所有 © 2009 Microsoft Corporation。保留所有权利。  
C:\Users\Administrator>cd C:\  
C:\>sfh_OMAP-L138 -flash_noubl -targetType C6748 -flashType NAND -p COM10 C:\TMS  
320C6748\demo\Application\GPIO_LED\Debug\GPIO_LED.bin  
-----  
TI Serial Flasher Host Program for OMAP-L138  
<C> 2014, Texas Instruments, Inc.  
Ver. 1.67  
-----  
[TYPE] Single boot image  
[BOOT IMAGE] C:\TMS320C6748\demo\Application\GPIO_LED\Debug\GPIO_LED.bin  
[TARGET] C6748  
[DEVICE] NAND  
[NAND Block] 1  
Attempting to connect to device COM10...  
Press any key to end this program at any time.  
<AIS Parse>: Read magic word 0x41504954.  
<AIS Parse>: Waiting for BOOTME... <power on or reset target now>
```

图 30

将开发板复位，程序会通过串口烧写到 NAND FLASH 中。Windows 控制台窗口打印信息如下：



```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
<AIS Parse>: Loaded 20-Byte section to address 0x118052E8.
<AIS Parse>: Processing command 3: 0x58535901.
<AIS Parse>: Performing Opcode Sync...
<AIS Parse>: Loading section...
<AIS Parse>: Loaded 16-Byte section to address 0x118052FC.
<AIS Parse>: Processing command 4: 0x58535906.
<AIS Parse>: Performing Opcode Sync...
<AIS Parse>: Performing jump and close...
<AIS Parse>: AIS complete. Jump to address 0x11804640.
<AIS Parse>: Waiting for DONE...
<AIS Parse>: Boot completed successfully.

Waiting for SFT on the OMAP-L138...

Flashing application C:\TMS320C6748\demo\Application\GPIO_LED\Debug\GPIO_LED.bin
(4876 bytes)

100% [████████████████████████████████████████████████████████████████]
Image data transmitted over UART.

100% [████████████████████████████████████████████████████████████████]
Application programming complete

Operation completed successfully.

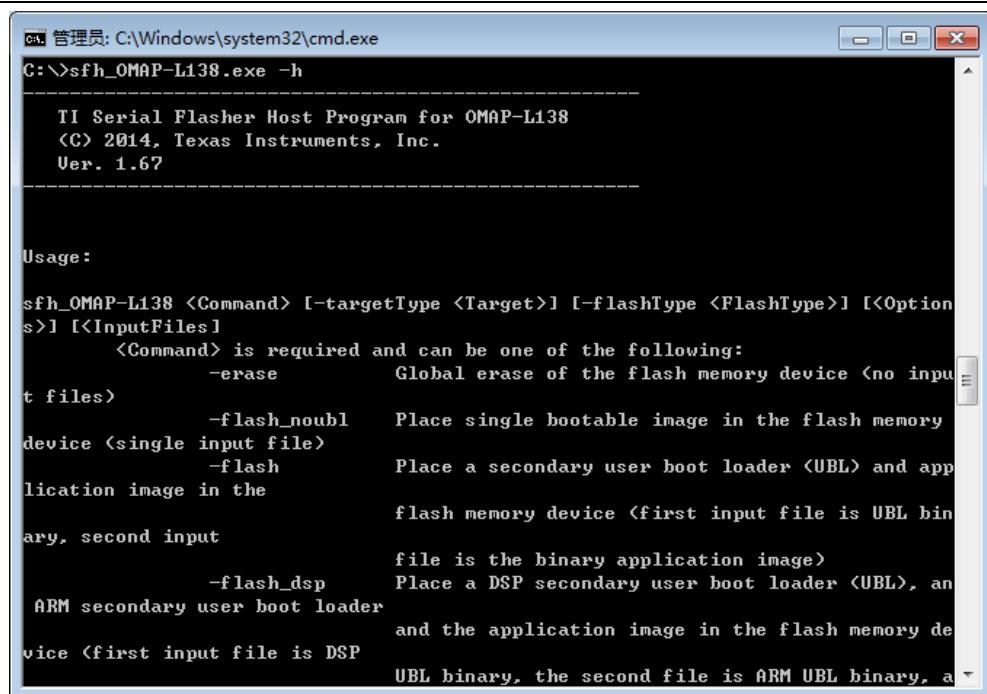
C:\>
```

图 31

将开发板的拨码开关 1~5 号对应拨到 01110，这是 NAND FLASH 启动档位，然后将开发板上电，可以看到底板的 LED 灯闪烁。

在 Windows 控制台输入如下命令可以查看 sfh_OMAP-L138.exe 软件命令的所有用法。

DOS# sfh_OMAP-L138.exe -h



```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\>sfh_OMAP-L138.exe -h
-----
TI Serial Flasher Host Program for OMAP-L138
<C> 2014, Texas Instruments, Inc.
Ver. 1.67
-----
Usage:
sfh_OMAP-L138 <Command> [<targetType <Target>] [<flashType <FlashType>] [<Options>] [<InputFiles>
    <Command> is required and can be one of the following:
        -erase           Global erase of the flash memory device <no input
file>
        -flash_noubl     Place single bootable image in the flash memory
device <single input file>
        -flash           Place a secondary user boot loader (UBL) and app
lication image in the
                        flash memory device <first input file is UBL bin
ary, second input
        -flash_dsp        Place a DSP secondary user boot loader (UBL), an
ARM secondary user boot loader
                        and the application image in the flash memory de
vice <first input file is DSP
                                UBL binary, the second file is ARM UBL binary, a
```

图 32

4 CCS 工程新建和编译

为了更好的显示中文，请修改 Preferences 中 C++编译器字体大小及控制台字体，点击 CCS 菜单"Windows->Preferences"，如下图所示：

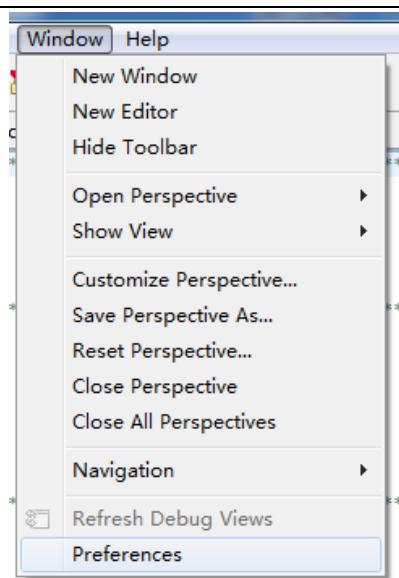


图 33

在弹出的界面中修改 C/C++ Editor Text Font 字体为 12 号以上，如下图所示：

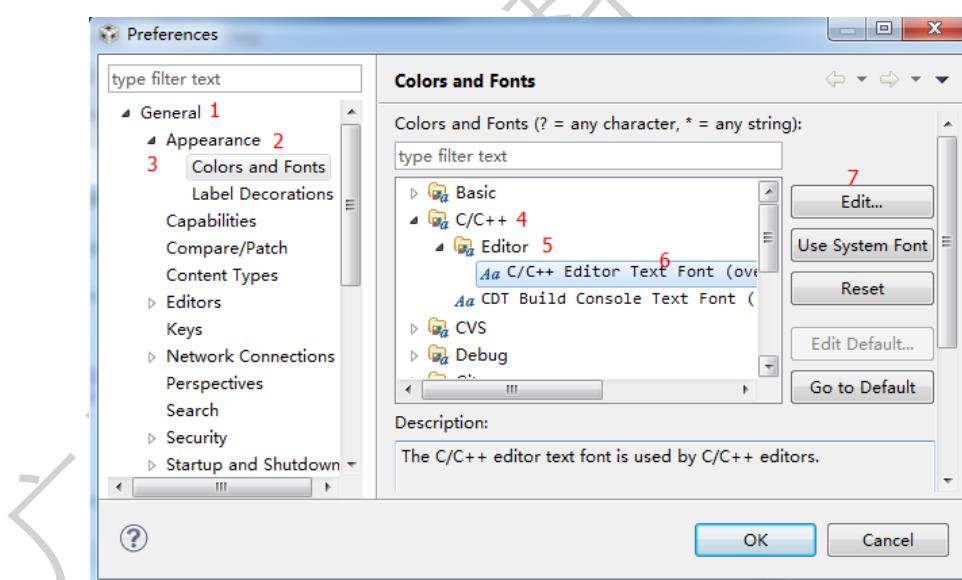


图 34

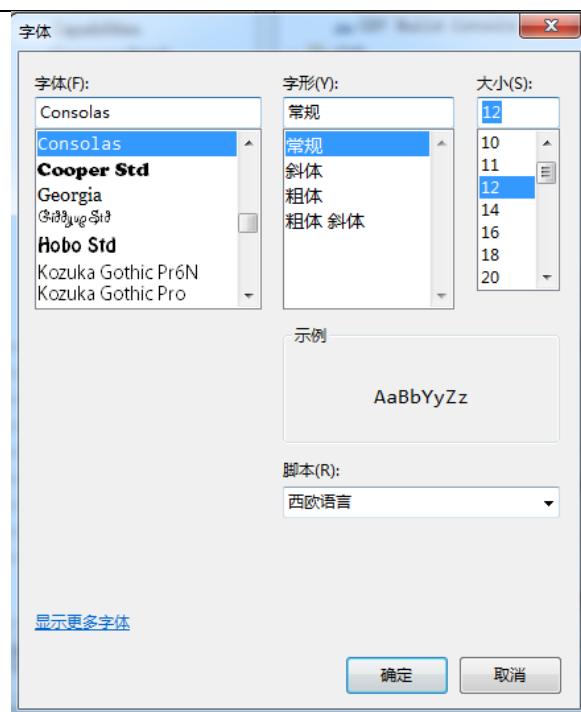


图 35

4.1 新建工程

点击 CCS5 菜单的"File->NEW->Project->Code Composer Studio->CCS Project"，弹出如下界面：

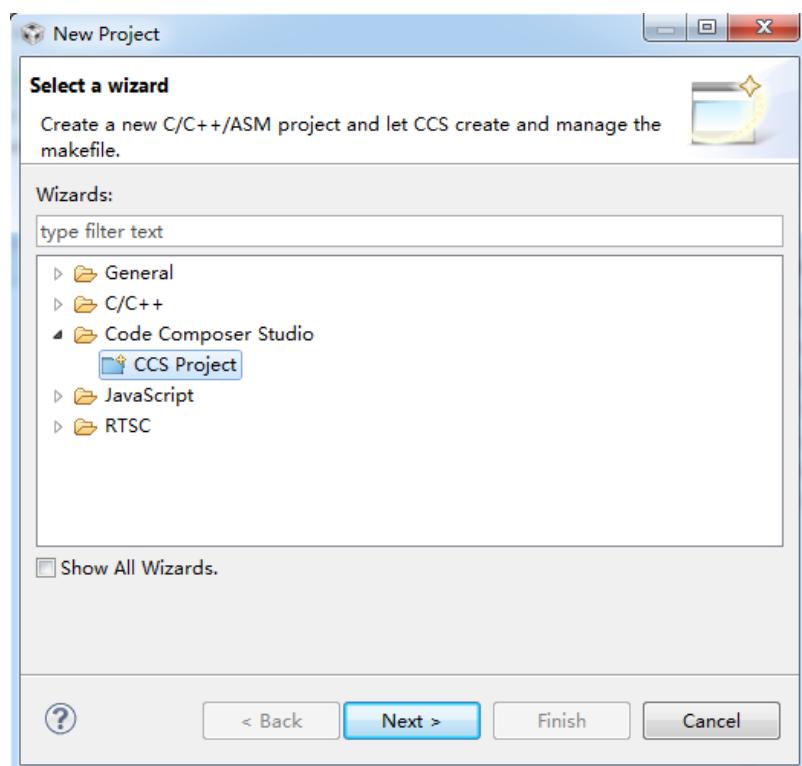


图 36

然后点击 Next，弹出对话框，并修改为如下：

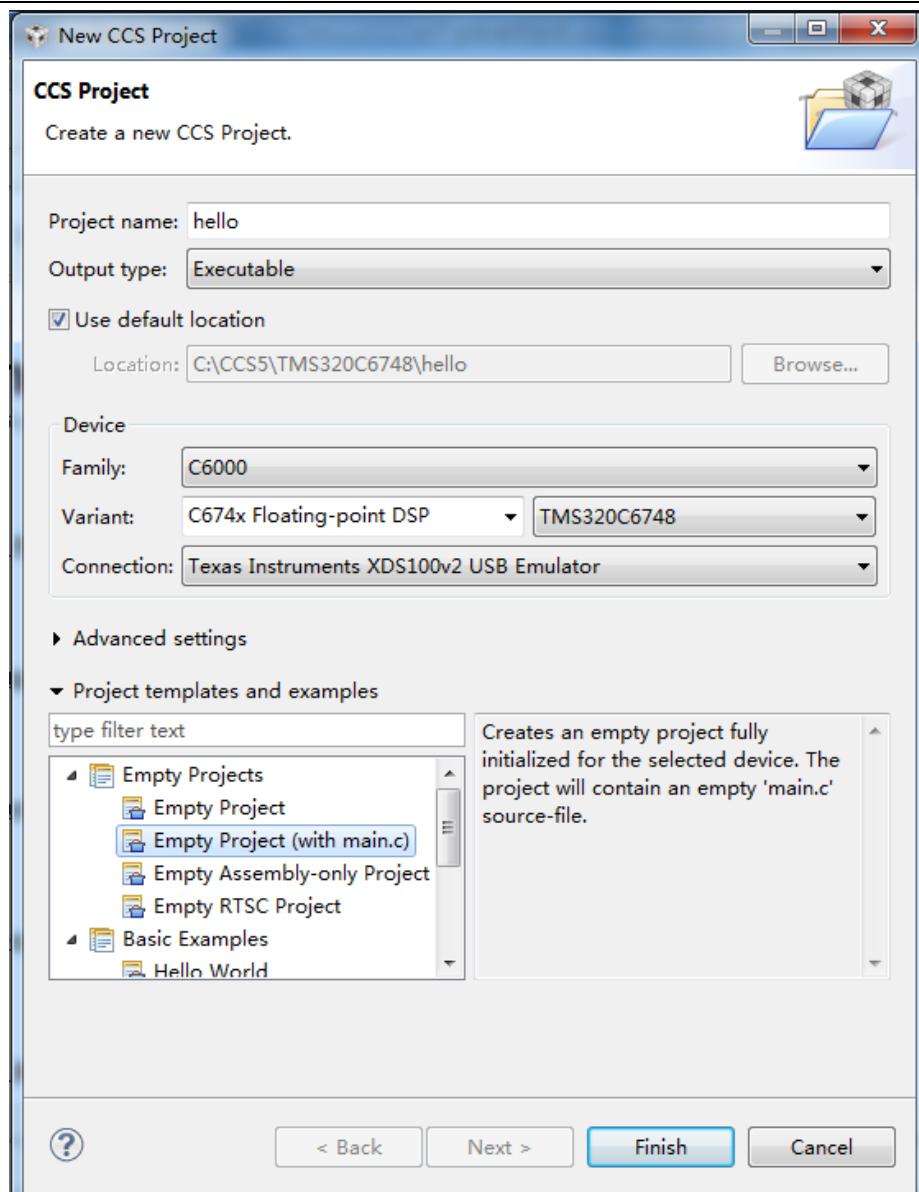


图 37

Project name: hello, CCS 工程名字;

Family: C6000;

Variant: C674x Floating-point DSP->TMS320C6748;

Connection:XDS100v2, 仿真器类型;

在"Empty Projects"下方选择"Empty Project(with main.c)", 点击 Finish 就可以完成工程新建了, 弹出如下界面:

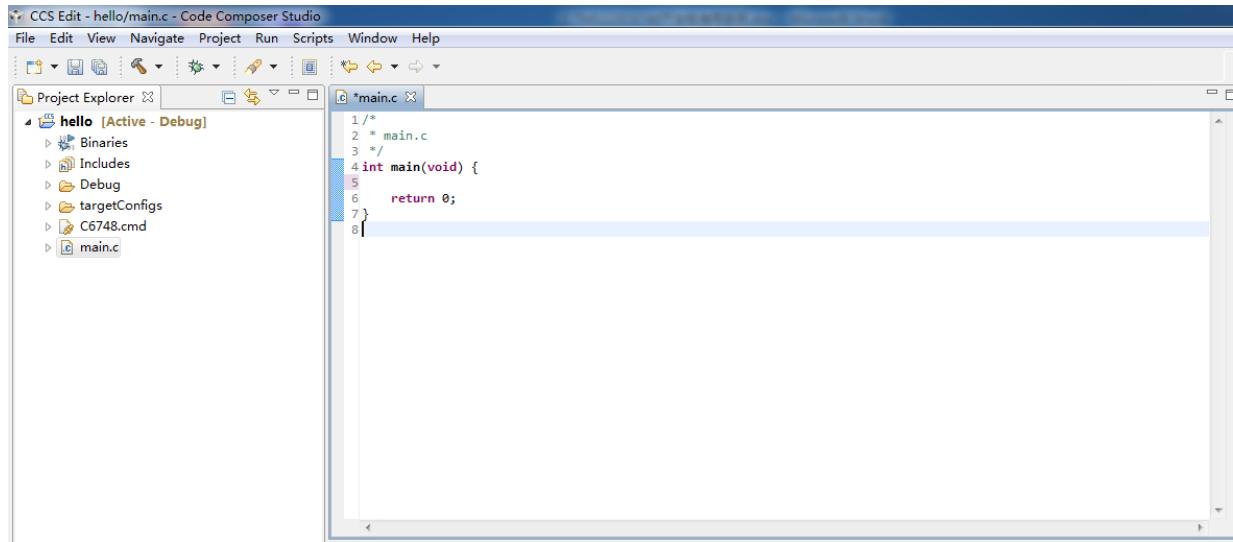


图 38

4.2 编写程序

编辑 main.c 文件，增加用户需要实现的功能代码，例如增加打印信息：

```
#include<stdio.h>

int main(void) {
    printf("*****Enjoy your TL6748-EVM!.....www.tronlong.com*****\n");
    return 0;
}
```

编辑完成后如下图所示：



```
1 /*
2  * main.c
3  */
4 #include<stdio.h>
5 int main(void) {
6     printf("*****Enjoy your TL6748-EVM!.....www.tronlong.com*****\n");
7
8     return 0;
9 }
```

图 39

4.3 编译和运行程序

右击工程，在弹出来的对话框中点击"Build Project"，即可对当前工程编译，如下图：

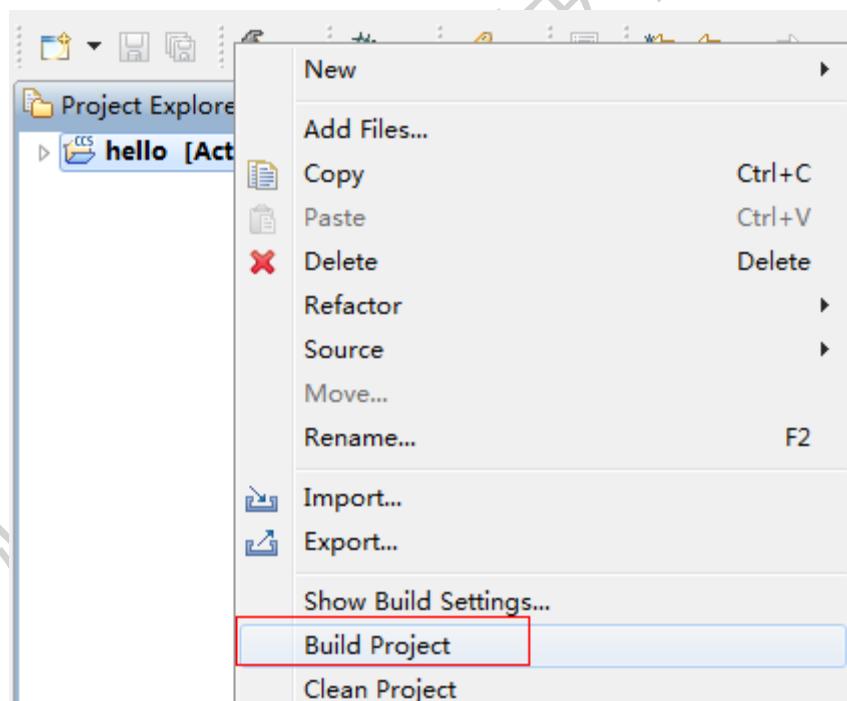


图 40

编译完毕后，可在左侧工程的 Binaries 下看到产生了可执行 hello.out 文件，如下图：

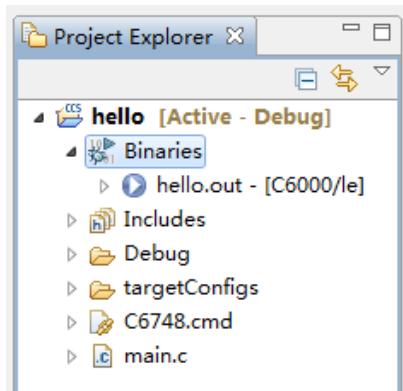


图 41

在程序加载前，先按照前面章节步骤连接开发板并用 GEL 文件初始化 DSP 核，再点击左上角的 load 键，选择要加载的 hello.out 文件。

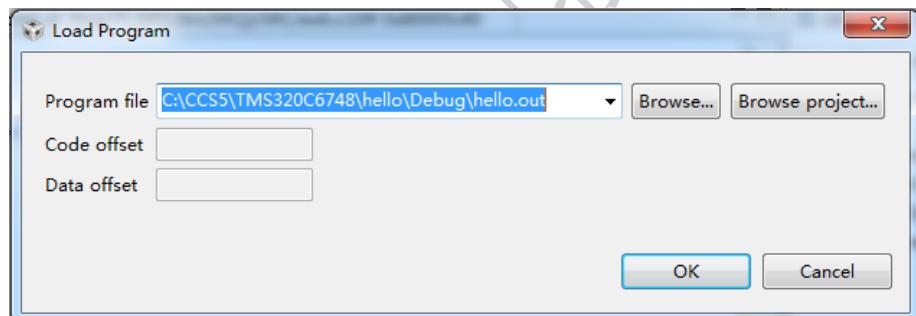


图 42

等待程序加载完成，然后点击 程序运行按钮，可以发现 CCS 的 Console 控制台有程序中指定的信息打印出来，至此最简单的 DSP 裸机程序开发成功。

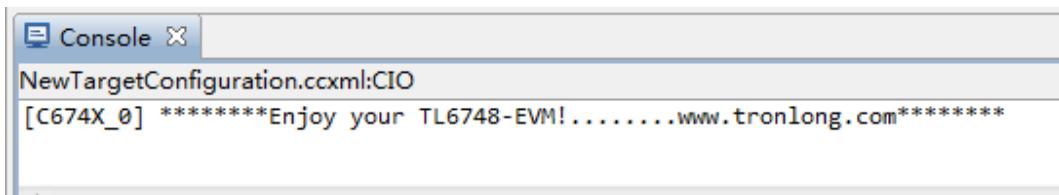


图 43



通过以上步骤，用户可以学习如何新建工程和在 CCS 下运行 DSP 程序了。

5 CCS 工程导入和编译步骤

- (1) 将光盘中 demo 目录拷贝到"C:\TMS320C6748"，用户可以基于 demo 目录下的现有工程直接编译和运行程序。点击 CCS 菜单"File->Import"，弹出以下对话框：

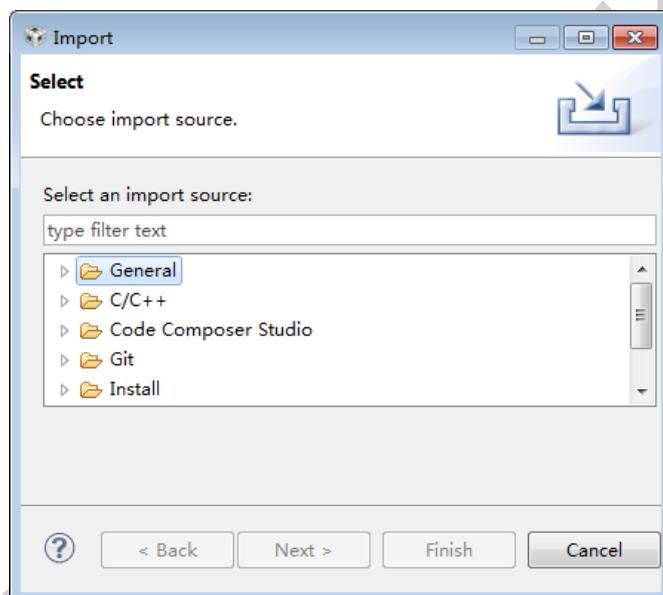


图 44

- (2) 点击"Code Composer Studio->Existing CCS Eclipse Projects"后再点击 Next，如下图所示：

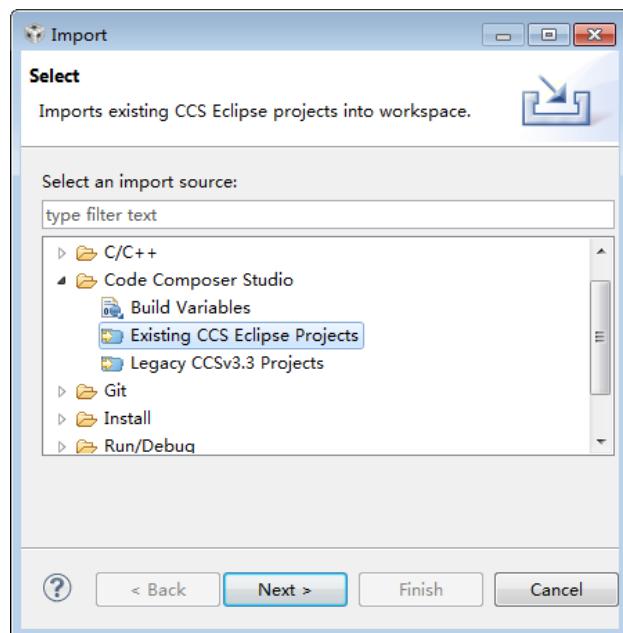


图 45

(3) 在弹出的对话框的"Select search-directory"后面点击 Browse, 选择 LED 的 CCS 工程的存放路径" C:\TMS320C6748\demo\Application\GPIO_LED", 选择后如下图所示:

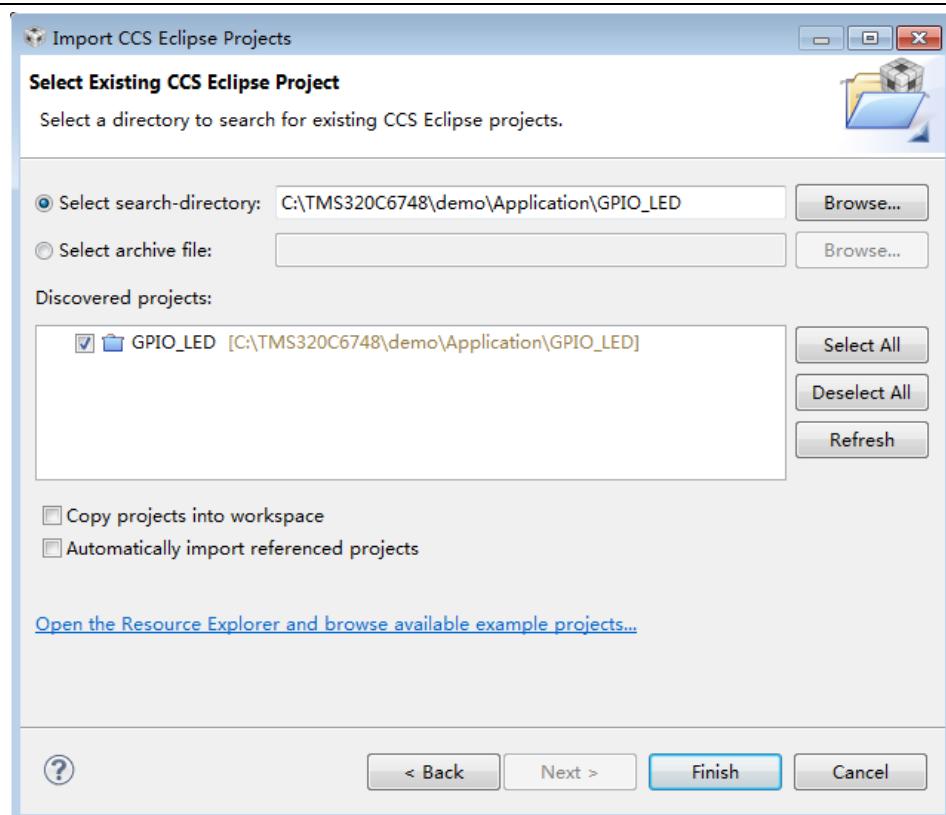


图 46

(4) 点击 Finish 就可以导入现有 CCS 工程。然后右击工程，在弹出来的对话框中点击"Rebuild Project"，即可对当前工程编译，如下图：

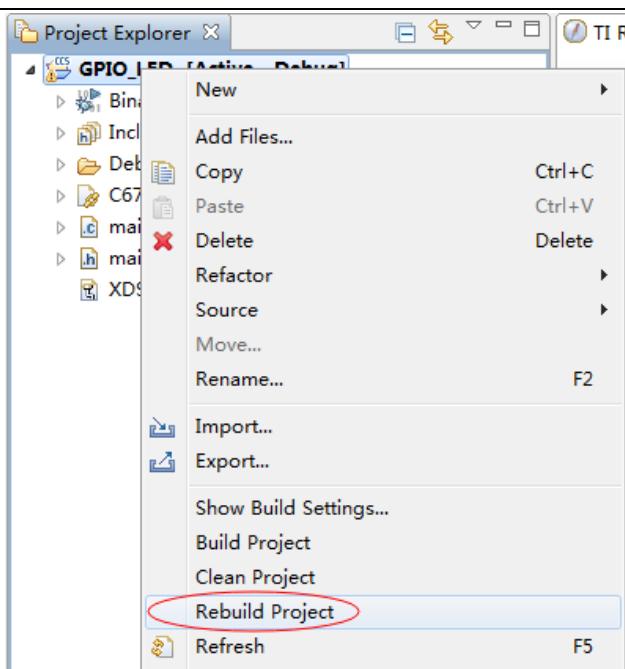


图 47

(5) 编译完毕后,可在左侧工程的 Binaries 下看到产生了可执行 GPIO_LED.out 文件,如下图:



图 48

(6) 开发板上电, 点击"Run->Debug", 出现 Debug 界面, 并发现 CPU 自动 Connect 了。

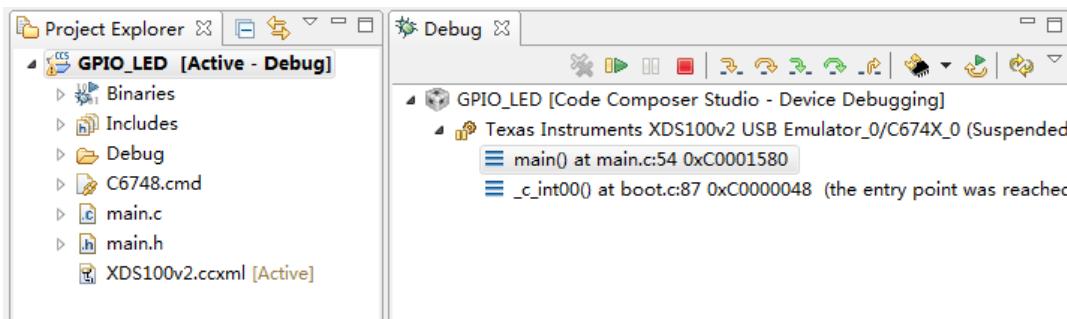


图 49

此处使用的是工程中的.cxml 文件，在 CPU 自动连接后，点击脚本初始化 CPU，如下图所示：

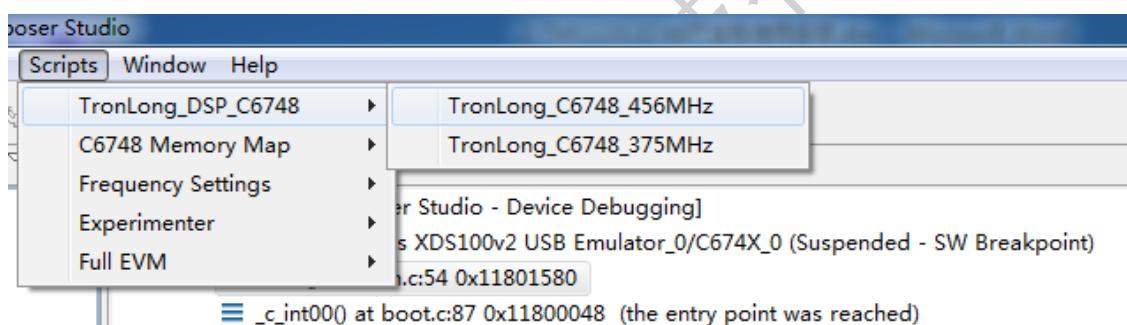


图 50

(7) 再点击左上角的 load 键，选择要加载的 GPIO_LED.out 文件，如下图所示：

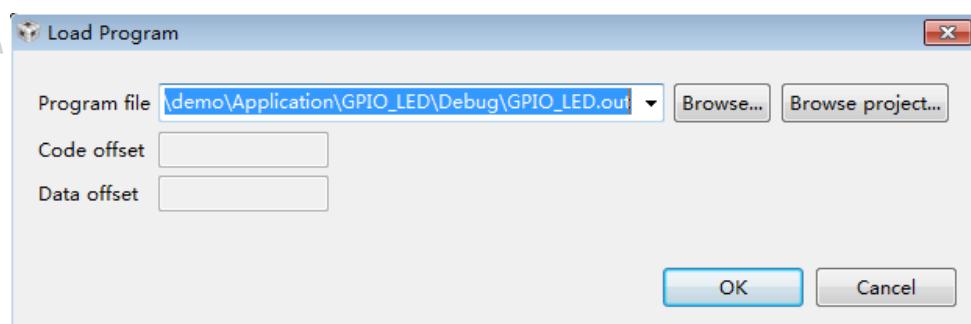


图 51



等待程序加载完成，然后点击 程序运行按钮，可以发现底板的 LED 流水灯执行了。

点击黄色的暂停键 ，再按 F5 会进去函数里面，按 F6 就单步走。

6 Demo 例程演示

6.1 GPIO_LED——LED 灯 GPIO 输出

此程序的作用是实现 GPIO 输出功能，工程位于光盘 demo\Application\GPIO_LED 目录，按照工程导入步骤加载 GPIO_LED.out 文件，然后点击程序运行 按钮。

演示现象

- (1) 核心板及底板 LED 循环点亮。

6.2 GPIO_KEY——按键中断 GPIO 输入

此程序的作用是实现 GPIO 输入功能，工程位于光盘 demo\Application\GPIO_KEY 目录，按照工程导入步骤加载 GPIO_KEY.out 文件，然后点击程序运行 按钮。

演示现象

- (1) 按下 SW6 按键将标志 Flag 置 1，核心板 LED 开始循环点亮。
- (2) 按下 SW5 按键将标志 Flag 置 0，核心板 LED 停止循环点亮。

6.3 TIMER——定时器

此程序的作用是实现定时器功能，此处使用的是定时器 2。DSP C6748 有 4 个定时器/计数器，均可配置为 64 位计数器、两个独立 32 位计数器及自动重装 32 位计数器，可以产生周期中断 DMA 事件及外部事件。定时器/计数器还可以用于捕获外部输入信号边缘并计数。此外，定时器 1 还可以用作 64 位看门狗计数器。



工程位于光盘 demo\Application\TIMER 目录，按照工程导入步骤加载 TIMER.out 文件，然后点击程序运行 按钮。

演示现象

- (1) 核心板 LED 定时循环点亮。

时钟为 PLL1_SYSCLK2=300MHz/2=150MHz，所以时间间隔为：

$$0x0FFFFFFF / 150000000 = 1.7895697 \text{ S}$$

6.4 UART1_POLL——串口查询收发

此程序的作用是实现串口 1 轮询方式数据收发功能，工程位于光盘 demo\Application\UART1_POLL 目录，按照工程导入步骤加载 UART1_POLL.out 文件，将开发板的 UART1 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试终端，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行 按钮。

演示现象

- (1) ZOC 串口调试终端会打印提示信息，此信息是由 DSP 发送出来的，如下图所示：

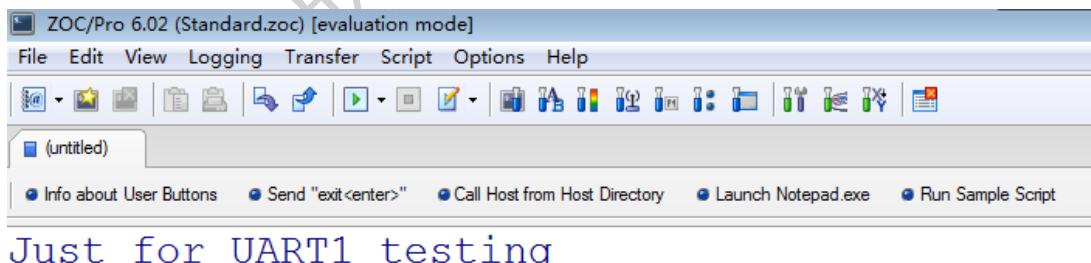


图 52

- (2) 使用键盘输入任意字符，DSP 会将接收到的字符回显到 ZOC 串口调试终端，如下图所示：

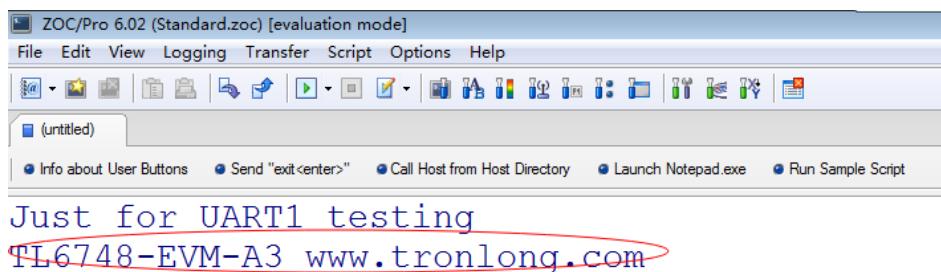


图 53

6.5 UART2_INT——串口中断收发

此程序的作用是实现串口 2 中断方式数据收发功能，工程位于光盘 demo\Application\UART2_INT 目录，按照工程导入步骤加载 UART2_INT.out 文件，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试终端，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行 按钮。

演示现象

(1) ZOC 串口调试终端会打印提示信息，此信息是由 DSP 发送出来的，如下图所示：

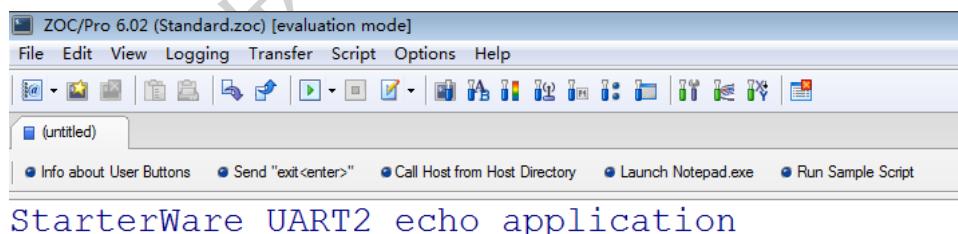


图 54

(2) 使用键盘输入任意字符，DSP 会将接收到的字符回显到 ZOC 串口调试终端，如下图所示：

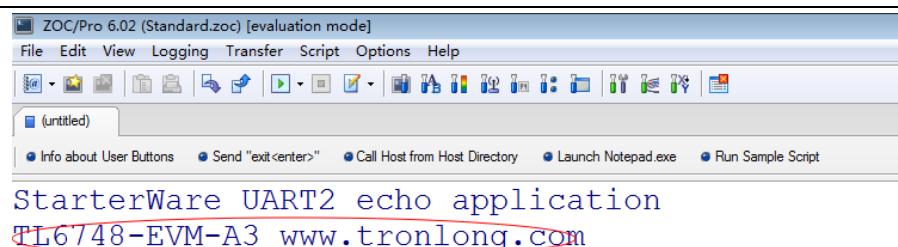


图 55

6.6 IIC_EEPROM——IIC EEPROM 读写

此程序的作用是实现 IIC EEPROM 设备的数据读写功能，工程位于光盘 demo\Application\IIC_EEPROM 目录，按照工程导入步骤加载 IIC_EEPROM.out 文件，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行 按钮。

演示现象

(1) ZOC 串口调试终端会打印如下信息：

```
=====Test Start=====
Welcome to StarterWare I2C FLASH application.

Here the I2C controller on the SoC communicates with the I2C EEPROM present on t
he SoM.

Write single byte to address 0x0, value is 0x55.

Read one byte at a random address 0x0, the value is 0x55

Read one byte at current address 0x0, the value is 0x55

Write one page (8 bytes) to address 0x0.

Read one page (8 bytes) at address 0x0.

Verify successfully.

=====Test End=====.
```

图 56



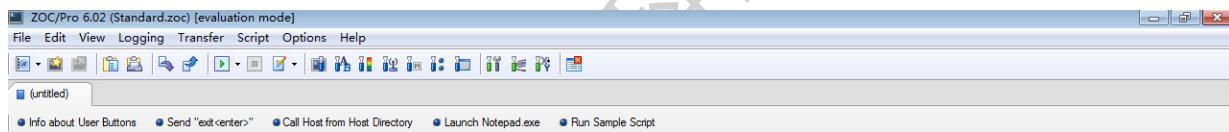
此程序先写入并读出一个字节数据，然后写入并读出一页数据，接着对比写入和读出的数据，根据结果判断 IIC EEPROM 设备读写是否成功。

6.7 SPI_FLASH——SPI FLASH 读写

此程序的作用是实现 SPI FLASH 设备的数据读写功能，此设备挂载在 SPI1 总线，工程位于光盘 demo\Application\SPI_FLASH 目录，按照工程导入步骤加载 SPI_FLASH.out 文件，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行 按钮。

演示现象

(1) ZOC 串口调试终端会打印如下信息：



```
=====Test Start=====.
Welcome to StarterWare SPI FLASH application.
```

```
Here the SPI controller on the SoC communicates with the SPI Flash present on the SoM.
```

```
Do you want to erase a sector of the flash before writing to it ?.
Input y(Y)/n(N) to proceed.
```

```
y
The data in the Flash and the one written to it are equal.
Verify successfully.
```

```
=====Test End=====.
```

图 57

此程序先提示是否擦除 SPI FLASH，输入 y 擦除 SPI FLASH 上的数据，然后对比写入和读出的数据，根据结果判断 SPI FLASH 设备读写是否成功。

6.8 WatchDog——看门狗

销售邮箱：sales@tronlong.com

公司总机：020-8998-6280

技术邮箱：support@tronlong.com

公司官网：www.tronlong.com 46/116



此程序的作用是实现看门狗功能，看门狗定时器 1 用于在程序运行过程中出现错误或陷入死循环等异常情况下复位程序。此程序设定看门狗超时时间为 5s。程序运行后在 5s 内输入任意字符，程序会持续运行，否则系统将复位。

工程位于光盘 demo\Application\WatchDog 目录，按照工程导入步骤加载 WatchDog.out 文件，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行 按钮。

演示现象

(1) 串口打印提示信息，在 5s 内无任何信息输入将复位系统。由于在仿真加载模式下，复位后程序不会自动运行，故只会打印一次信息。若将程序烧写到 NAND FLASH 后，并在 NAND FLASH 档位启动系统，系统复位后程序会再次运行，将会持续打印提示信息，如下图所示：

The screenshot shows the ZOC software interface with the title bar "ZOC/pro 6.02 (standard.zoc) [evaluation mode]". The menu bar includes File, Edit, View, Logging, Transfer, Script, Options, Help. The toolbar has various icons for file operations. A status bar at the bottom shows options like "Info about User Buttons", "Send 'exit<enter>'", "Call Host from Host Directory", "Launch Notepad.exe", and "Run Sample Script". The main window displays the following text in blue font:

```
System Resetf;  
If your do not enter anything in 5 second, system will reset.....  
Tronglong www.tronlong wait 5 second 收到输入的信息  
System Resetf; 5秒内没有输入任何信息后打印的内容  
If your do not enter anything in 5 second, system will reset.....  
  
System Resetf;  
If your do not enter anything in 5 second, system will reset.....  
  
System Resetf;  
If your do not enter anything in 5 second, system will reset.....
```

图 58

6.9 NMI——不可屏蔽中断

此程序的作用是实现不可屏蔽中断功能。NMI (Non Maskable Interrupt)——不可屏蔽

销售邮箱：sales@tronlong.com

技术邮箱：support@tronlong.com

公司总机：020-8998-6280

公司官网：www.tronlong.com 47/116



中断(即 CPU 不能屏蔽), 无论状态寄存器中 IF 位的状态如何, CPU 收到有效的 NMI 必须进行响应。工程位于光盘 demo\Application\NMI 目录, 按照工程导入步骤加载 NMI.out 文件, 然后点击程序运行 按钮。

演示现象

- (1) 每按一下不可屏蔽中断按键 (SW4), CPU 就响应 NMI 去将核心板的 LED 轮流点亮。

6.10 PWM——高精度脉冲宽度调制器 PWM 输出

此程序的作用是实现 eHRPWM (高精度脉冲宽度调制器) 输出功能。TMS320C6748 共有两个 eHRPWM 模块, 此处测试模块 1 的 EPWM1_A 引脚。由于使用 TL6748-EVM 测试 eHRPWM 不方便, 因此此处使用 TL6748-EasyEVM 演示。

工程位于光盘 demo\Application\PWM 目录, 按照工程导入步骤加载 PWM.out 文件, 然后点击程序运行 按钮。

用示波器探头测 TL6748-EasyEVM-A3 底板上的 J2 排针第 7 引脚 (EPWM1_A), 示波器的地接在 SD 卡卡座上 (地), 如下图所示:

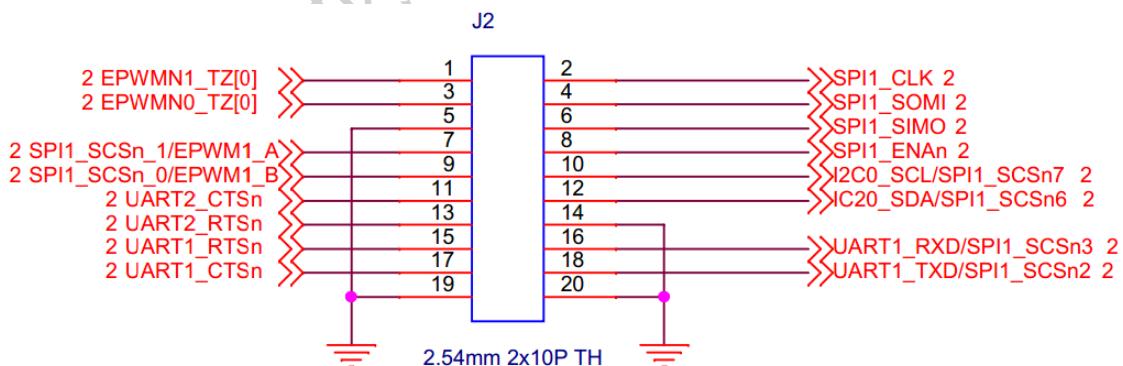


图 59



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co.,Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者

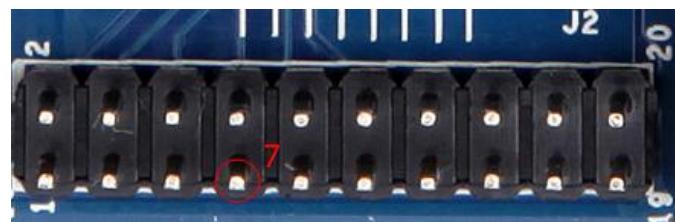


图 60



图 61

可在示波器上看到看到频率为 10kHz、占空比为 50% 的方波，如下图所示：

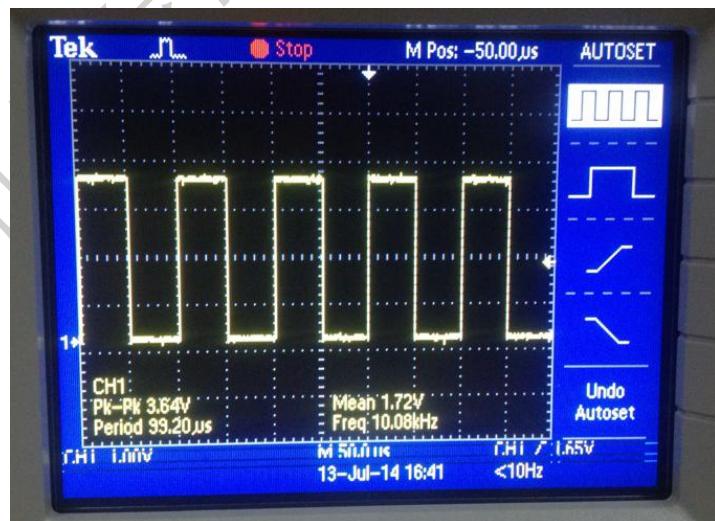


图 62

销售邮箱：sales@tronlong.com

技术邮箱：support@tronlong.com

公司总机：020-8998-6280

公司官网：www.tronlong.com 49/116



可以通过修改程序中的函数 PWM1ABasic(10000,50)的参数，对 PWM 波输出的频率和占空比进行修改，其中 10000 代表频率 10K，50 代表占空比 50%。也可以取消对 ChopperWaveform()的注释，在 EPWM1_A 管脚获得更高频率的斩波输出。

6.11 ECAP_APWM——增强型捕获模块 ECAP 辅助输出

此程序的作用是实现 eCAP（增强型捕获模块）的 APWM（辅助脉冲宽度调制器）输出功能。由于使用 TL6748-EVM 测试 eCAP 不方便，因此此处使用 TL6748-EasyEVM 演示。

TMS320C6748 共有三个 eCAP 模块，此处测试模块 3 的 ECAP2_APWM2 引脚。可在核心板引脚说明表中看到 ECAP2_APWM2 和 EPWMN0_TZ[0]引脚功能复用，如下图所示：

引脚号	引脚名称	复用引脚名称	ID 类型	备注
2	SPI1_CLK	GPIO2[13]	I/O	
4	SPI1_SOMI	GPIO2[11]	I/O	
6	SPI1_SIMO	GPIO2[10]	I/O	
8	SPI1_ENAn	GPIO2[12]	I/O	
10	I2CO_SCL	SPI1_SCSn_7/Timer64P2_OUT12/GPIO1[5]	I/O	
12	I2CO_SDA	SPI1_SCSn_6/Timer64P3_OUT12/GPIO1[4]	I/O	I2CO
14	UART2_RXD	SPI1_SCSn_5/I2C1_SCL/GPIO1[3]	I/O	
16	UART2_TXD	SPI1_SCSn_4/I2C1_SDA/GPIO1[2]	I/O	UART2
18	UART1_RXD	SPI1_SCSn_3/SATA_LED/GPIO1[1]	I/O	
20	UART1_TXD	SPI1_SCSn_2/SATA_CP_POD/GPIO1[0]	I/O	UART1
22	SPI1_SCSn_1	EPWM1_A/GPIO2[15]/Timer64P2_IN12/PRU0_R30[8]	I/O	
24	SPI1_SCSn_0	EPWM1_B/GPIO2[14]/Timer64P3_IN12/PRU0_R30[7]	I/O	SPI1
26	UART2_CTSn	RTC_ALARAM/ GPIO0[8]/DEEPSLEEP	I	UART2
28	UART2_RTSn	AMUTE/GPIO0[9]/PRU0_R30[16]/PRU0_R31[16]	O	
30	EPWMN0_TZ[0]	AXR7/GPIO1[15]/PRU0_R30[17]/PRU0_R31[17]	I	eHRPWM1
32	EPWMN0_TZ[0]	AXR15/ECAP2_APWM2/GPIO0[7]	I	eHRPWM0
34	McASP_AFSX	GPIO0[12]/PRU0_R31[19]	I/O	
36	McASP_AFSR	GPIO0[13]/PRU0_R31[20]	I/O	
38	McASP_CLKX	GPIO0[14]/PRU0_R30[19]/PRU0_R31[21]	I/O	
40	McASP_CLKR	GPIO0[15]/PRU0_R30[20]/PRU0_R31[22]	I/O	McASP
42	McASP_ANCLKR	UART1_RTn/GPIO0[11]/PRU0_R30[18]/PRU0_R31[18]	I/O	
44	McASP_AHCLKX	UART1_CTSn/USB_REFCLKIN/GPIO0[10]/PRU0_R31[17]	I/O	
46	GND	/	GND	GND
48	USB1_DM	/	A	USB1
50	USB1_DP	/	A	

图 63

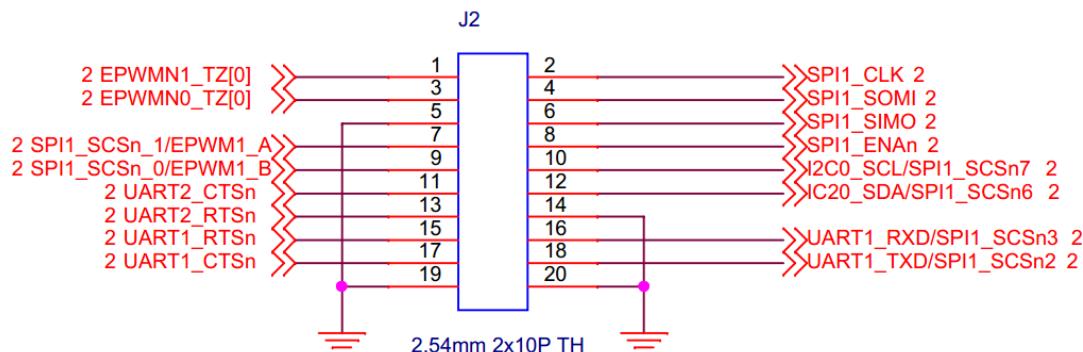


图 64

工程位于光盘 demo\Application\ECAP_APWM 目录，按照工程导入步骤加载 ECAP_APWM.out 文件，然后点击程序运行 按钮。

用示波器探头测 TL6748-EasyEVM-A3 底板上的 J2 排针第 3 引脚(ECAP2_APWM2)，示波器的地接在 SD 卡卡座上（地），可以在示波器上看到看到周期 10KHz、占空比为 50% 的方波，如下图所示：

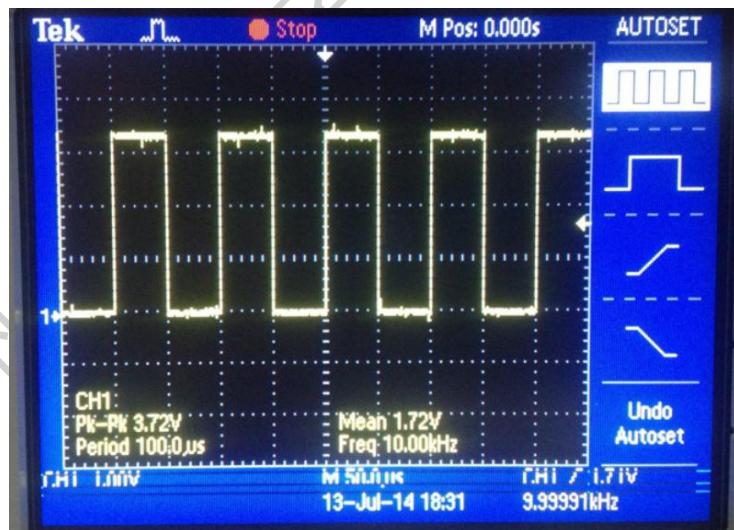


图 65

通过修改 Period 和 DutyCycle 来改变频率和占空比。Period 是比较器的数值，DutyCycle 是占空比。以下为 eCAP 输出频率计算公式：



- (1) eCAP 模块频率=CPU 频率/2=456MHz/2=228MHz
- (2) eCAP 周期=1/ (eCAP 模块频率) * Period=1/(228MHz)*22800
- (3) eCAP 输出频率= 1/ eCAP 周期=228MHz/22800=10KHz

可在程序中取消对#define SELECT_LED 注释，重新编译和加载程序，测试 GPIO0_0 引脚（和 ECAP1_APWM1 引脚复用），该引脚和底板 LED D7 灯为同一引脚，可以实现通过 APWM 调节 LED D7 的亮灭（**注意：** APWM 波的输出频率不能设置太高，否则看不到 LED 的变化）。

6.12 PWM_ECAP——增强型捕获模块 ECAP 捕获

此程序的作用是实现 eCAP（增强型捕获模块）输入捕获功能，将 ECAP2_APWM2 设置为输入捕获模式，检测由 EPWM1_A 管脚输出的方波频率。由于使用 TL6748-EVM 测试不方便，因此此处使用 TL6748-EasyEVM 演示。

将 TL6748-EasyEVM-A3 底板上 J2 排针的第 3 和第 7 管脚短接，即将 EPWMN0_TZ[0] (ECAP2_APWM2 和 EPWMN0_TZ[0]引脚功能复用)和 EPWM1_A 短接，如下图所示：

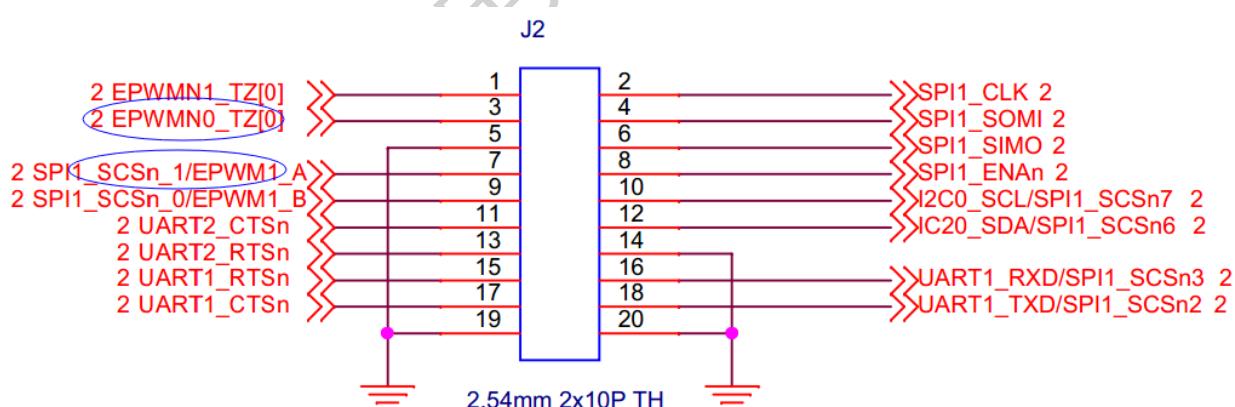


图 66

工程位于光盘 demo\Application\PWM_ECAP 目录，按照工程导入步骤加载 PWM_ECAP.out 文件，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序

销售邮箱：sales@tronlong.com

技术邮箱：support@tronlong.com

公司总机：020-8998-6280

公司官网：www.tronlong.com 52/116



运行 按钮。

演示现象

(1) ZOC 串口调试终端会分别打印 PWM 和 eCAP 产生和捕获到的相关参数，单位是 Hz，如下图所示。

```
C6748 PWM Test
--- PWM_clk = 25000 , PWM_duty_ratio = 50 ---
C6748 PWM Test Over!

C6748 ECAP Test
Initialize ECAP.....
ECAPRead:frequency = 24828
C6748 ECAP Test Over!
```

图 67

可以通过修改函数 PWM1ABasic(1000,50)的频率值，重新验证程序。

说明： PWM 模块输出频率有些偏差，但 ECAP 模块捕获到的 PWM 实际频率较为准确。以下是 PWM 理论输出频率和实际输出频率的对比：

PWM波理论频率	PWM波实际频率
1000Hz	1016Hz
10000Hz	10079Hz
12500Hz	12567Hz
25000Hz	24830Hz
50000Hz	48460Hz
100000Hz	92500kHz

图 68

6.13 RTC——RTC 时钟

销售邮箱：sales@tronlong.com

技术邮箱：support@tronlong.com

公司总机：020-8998-6280

公司官网：www.tronlong.com 53/116



此程序的作用是实现 RTC 计时功能，工程位于光盘 demo\Application\RTC 目录，按照工程导入步骤加载 RTC.out 文件，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行 按钮。

演示现象

(1) ZOC 串口调试终端会打印如下信息，请依次设定小时、分钟、秒、日、月、年，程序就按照设定时间开始计时，并将实时时间打印出来，以此时间为例：17 点 23 分 00 秒，2014 年 6 月 7 日，星期六。

```
RTC Test Application.

Enter the time in 24 hour format.
Example (hh:mm:ss) 20:15:09

Enter Hours:
17
Enter Minutes:
23
Enter Seconds:
00
```

图 69

```
Enter the calendar information.
Example (DD:MM:YY) 31:03:73

Enter the day of the month:
07
Enter the month (Jan=01, Dec=12):
06
Enter the year (Ex: 2010=10, 1987=87):
14
Enter the Day of the Week (Ex:Sun=00, Sat=06):
06
```

17:23:57 07-06-14 Sat

图 70



6.14 LCDC_GrLIB——LCD 显示

此程序的作用是实现 LCD 显示功能，程序会调用 grLib 图形库显示各种图形元素，工程位于光盘 demo\Application\LCDC_GrLIB 目录，按照工程导入步骤加载 LCDC_GrLIB.out 文件，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行 按钮。

演示现象

(1) ZOC 串口调试终端会打印如下信息：

```
=====Test Start=====.
Welcome to StarterWare LCD Demo application.

Please notice the LCD display right now.

=====Test End=====.
```

图 71

(2) LCD 会显示图片。

更改显示图像方法

准备好 bmp 格式图形文件（例如 tronlong.bmp），将其拷贝到 StarterWare 安装路径中的 tools\bmp2c 目录下，若 StarterWare 为默认的安装路径，此目录的完整路径为 C:\ti\C6748_StarterWare_1_20_04_01\tools\bmp2c。

在 Windows 开始菜单底部输入 cmd 进入控制台窗口，进入此 bmp2c 目录并执行图片转化命令，会生成图形文件的字符数组 C 文件 image.c，命令如下：

```
DOS# cd C:\ti\C6748_StarterWare_1_20_04_01\tools\bmp2c
```

```
DOS# bmp2c -8 tronlong.bmp image.c
```

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 6.1.7601]
版权所有 <C> 2009 Microsoft Corporation。保留所有权利。
C:\Users\Administrator>cd C:\ti\C6748_StarterWare_1_20_04_01\tools\bmp2c
C:\ti\C6748_StarterWare_1_20_04_01\tools\bmp2c>bmp2c -8 tronlong.bmp image.c
Image size is 1189 x 712
Image data format is Format24bppRgb
Original image data size is 2540416 bytes
Resampled image data size is 1693136 bytes
Output file opened for writing...
File conversion complete!

C:\ti\C6748_StarterWare_1_20_04_01\tools\bmp2c>dir
驱动器 C 中的卷没有标签。
卷的序列号是 288F-F458

C:\ti\C6748_StarterWare_1_20_04_01\tools\bmp2c 的目录

2014/06/03 22:33 <DIR> .
2014/06/03 22:33 <DIR> ..
2013/06/04 18:47 24,064 bmp2c.exe
2014/06/03 22:33 9,100,699 image.c
2013/06/04 18:47 1,613 README.txt
2014/06/03 22:08 <DIR> src
2014/06/03 22:26 2,540,470 tronlong.bmp
        4 个文件      11,666,846 字节
        3 个目录 367,019,288,704 可用字节

C:\ti\C6748_StarterWare_1_20_04_01\tools\bmp2c>
```

图 72

打开 image.c，在该文件头加入头文件申明“#include "grlib.h"”，如下图所示：

图 73

最后把 image.c 文件拷贝至 LCDC_GrLIB 工程根目录下覆盖原有图像文件 image.c，重新编译并运行程序即可。建议图片不能太大，否则会影响编译、加载、烧写的时间。

6.15 MMCSD ACCESS——SD 卡读写

此程序实现了通过 MMCSD0 接口对 SD 卡进行块数据读写。

销售邮箱：sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机：020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com



注意：该测试会破坏 SD 卡原有的内容，破坏后将无法在 PC 机端识别 SD 卡，请在做测试之前请做好数据备份工作。最好找个专门的 SD 卡做测试，因为暂时还没有 SD 卡恢复的方法。

工程位于光盘 demo\Application\MMCSD_ACCESS 目录，按照工程导入步骤加载 MMCSD_ACCESS.out 文件，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试终端，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行 按钮。

演示现象

(1) ZOC 串口调试终端会打印提示信息，说明数据读写成功。

```
=====Test Start=====.
Welcome to MMCSD Access Test application.

Write 10 blocks data to MMCSD Card.
Verify successfully.

=====Test End=====.
```

图 74

6.16 SATA——SATA 硬盘读写

Coming soon.

6.17 USB_DEV_BULK——USB OTG 从方式（USB BULK 管道通信）

此程序的作用是演示 USB 从方式，通过 USB BULK 管道实现主机和 TMS320C6748 开发板的数据交换。

首先连接开发板的 USB OTG 和 PC 机 USB 接口，接着在 PC 机中安装 USB 驱动程序，具体驱动程序是光盘 demo\host_app\USB_DEV_BULK\driver 下的 installer_x64.exe

销售邮箱：sales@tronlong.com

技术邮箱：support@tronlong.com

公司总机：020-8998-6280

公司官网：www.tronlong.com 57/116

和 installer_x86.exe 两个文件。前者是 64 位 Windows 系统驱动，后者是 32 位 Windows 系统驱动，双击安装，安装过程很短，一闪而过。（**注意：**在 64 位 Win7 系统下验证过，其他操作系统请用户自行验证。）

工程位于光盘 demo\Application\USB_DEV_BULK 目录，按照工程导入步骤加载 USB_DEV_BULK.out 文件，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行  按钮。

检查 PC 设备管理器中是否枚举到 USB 设备 General Bulk Device，如下图所示。

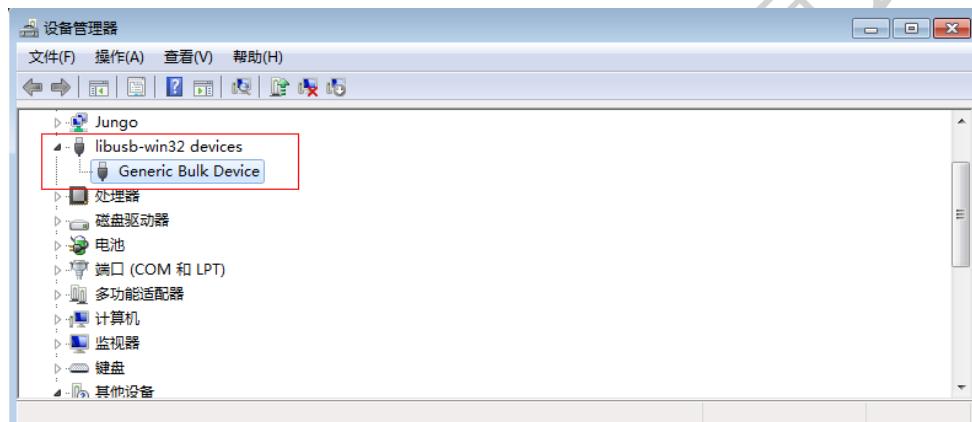


图 75

如果显示为“Generic Bulk Device”或者未知设备设备。请右击此设备，在弹出的菜单中选择“更新驱动程序软件”，如下图所示：



图 76



在弹出的界面中选择“浏览计算机以查找驱动程序软件”，如下图所示：

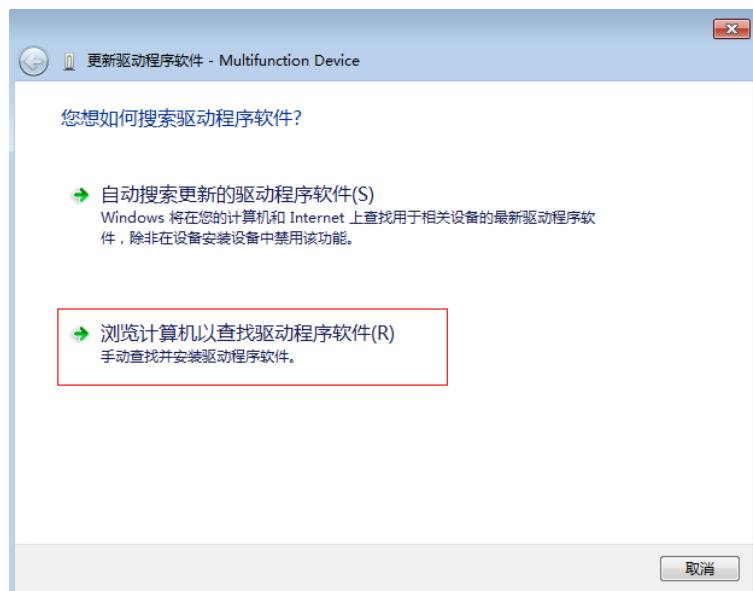


图 77

在弹出的界面中选择光盘“demo\host_app\USB_DEV_BULK\driver”路径，然后点击下一步：

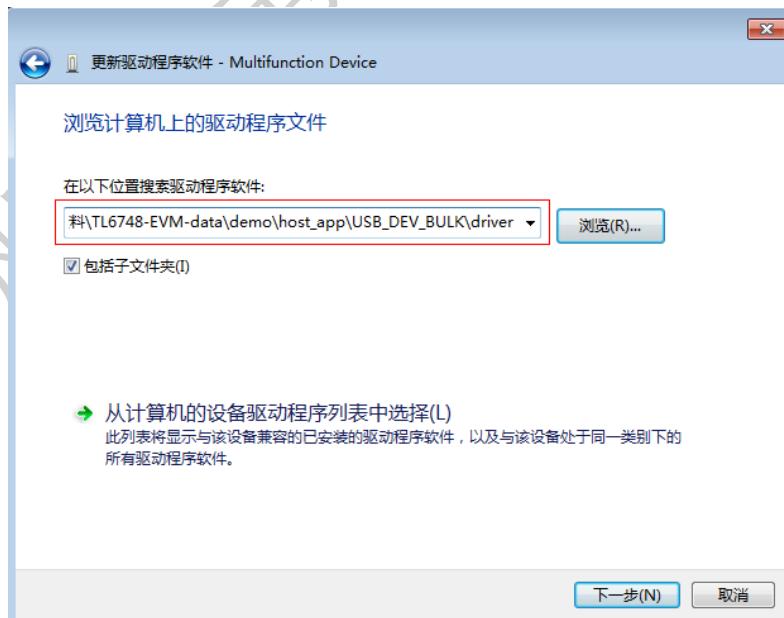


图 78



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co.,Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者

弹出如下界面，点击安装。

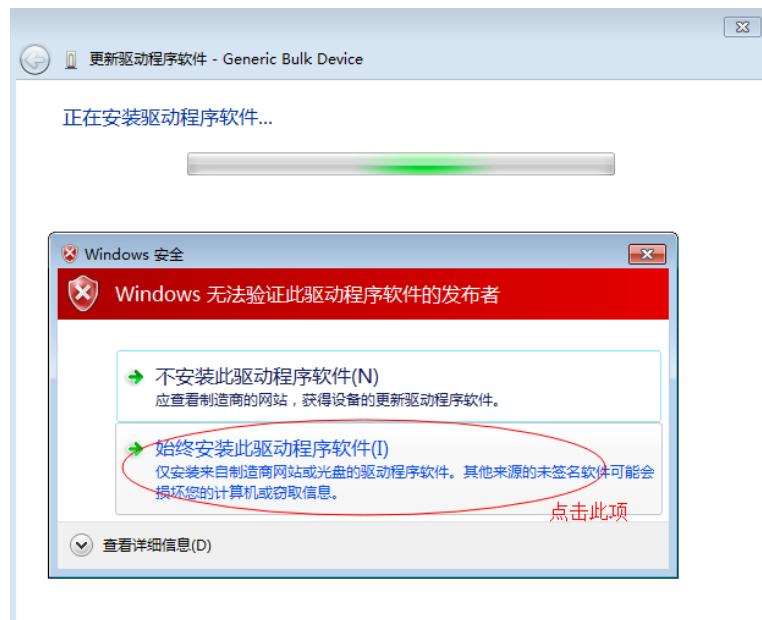


图 79

安装成功会弹出如下界面。

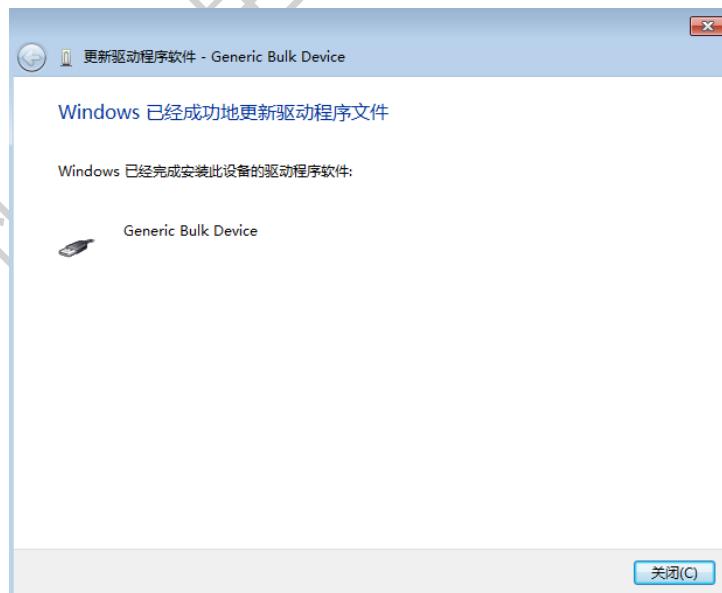


图 80

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com 60/116



将 demo\host_app\USB_DEV_BULK 下的测试程序源码 usb_bulk_test 整个目录复制到 C 盘根目录下, 在 Windows 开始菜单底部输入 cmd 进入控制台窗口, 进入此 usb_bulk_test 下的 debug 目录并执行测试程序, 命令如下:

DOS# cd C:\usb_buk_test\debug

DOS# usb_buk_test.exe

演示现象

(1) PC 机控制台窗口显示读写数据成功信息。

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 6.1.7601]
版权所有 © 2009 Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\Administrator>cd C:\usb_buk_test\debug

C:\usb_buk_test\debug>dir
驱动器 C 中的卷没有标签。
卷的序列号是 288F-F958

C:\usb_buk_test\debug 的目录

2014/06/04 00:13 <DIR> .
2014/06/04 00:13 <DIR> ..
2014/06/02 19:57 40,960 usb_buk_test.exe
2014/06/02 19:57 343,896 usb_buk_test.ilk
2014/06/02 19:57 388,096 usb_buk_test.pdb
3 个文件 772,952 字节
2 个目录 367,409,192,960 可用字节

C:\usb_buk_test\debug>usb_buk_test.exe
success: device 1CBE:0003 opened
success: set configuration #1
success: claim_interface #0
success: bulk write 64 bytes
success: bulk read 64 bytes
Verified successfully
Done.

C:\usb_buk_test\debug>
```

图 81

(2) ZOC 窗口输出提示信息。

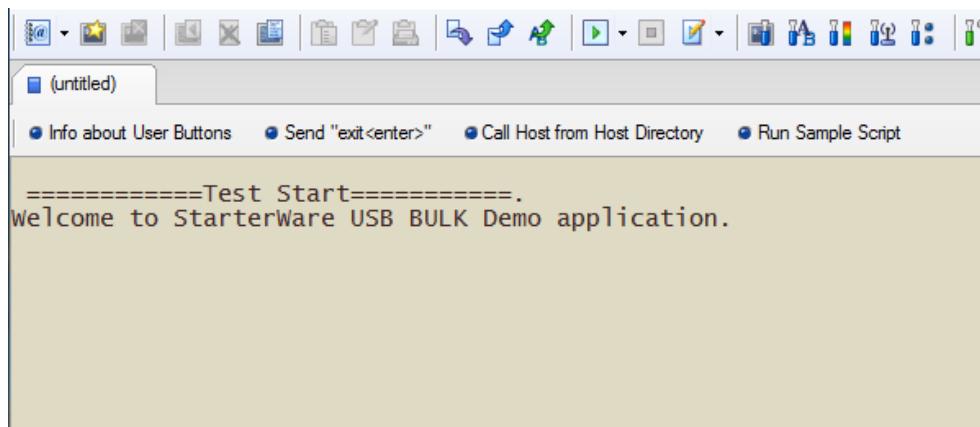


图 82

(3) 屏幕提示开发板和 PC 通信成功，并显示已成功传输字节数量。

UI 程序演示

为了方便使用，TMS320C6748 开发板的光盘中提供了一个 UI 程序。

源码和可执行程序分别位于如下路径：

demo\host_app\USB_DEV_BULK\bulk_test_ui

demo\host_app\USB_DEV_BULK\bulk_test_ui\debug\bulk_test_ui.exe

双击可执行程序 bulk_test_ui.exe（如果执行有错误，请使用 VS2005 重新编译并生成.exe 文件），弹出如下界面：



图 83



点击“打开设备”，然后点击“读写设备”，界面显示如下：



图 84

UI 程序将十六进制数据 00~3f 共 64 个数据通过 USB 送往开发板，然后再读取回来，显示在 UI 界面上。

USB Tracer 捕获工具的使用

为了更清楚的是看到 USB 数据的传输，可以使用 USBTrace 工具。USBTrace 是一款功能强大的 USB 监控软件，它能够分析 USB 总线和与之相连的 USB 设备的连接状况，监控包括 USB 控制器，USB 集线器和 USB 设备的连接，请求和运行情况。具备 USB 包抓取，USB 设备类别分析等功能，适合检测主机方的 USB 控制协议。

该工具在 demo\host_app\tools\USBTrace_Installer 目录下，先安装原程序，然后将 Crack 目录下的所有内容覆盖到安装目录中。

USBTrace_x64_Build_77_220512_Installer: 64 位

USBTrace_x86_Build_77_220512_Installer: 32 位

确保开发板正常启动、USB 驱动已正常安装、UI 正常启动，然后点击桌面的 USBTrace 图标，弹出如下界面：

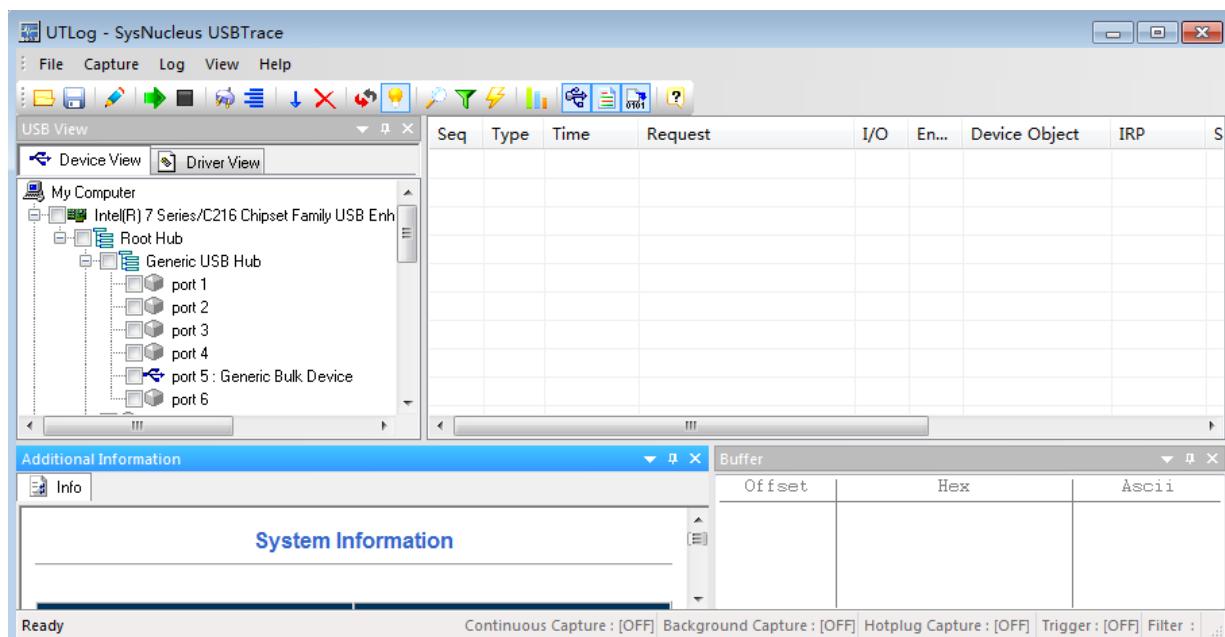


图 85

选择需要捕获的 USB 设备“Generic Bulk Device”，如下图所示：

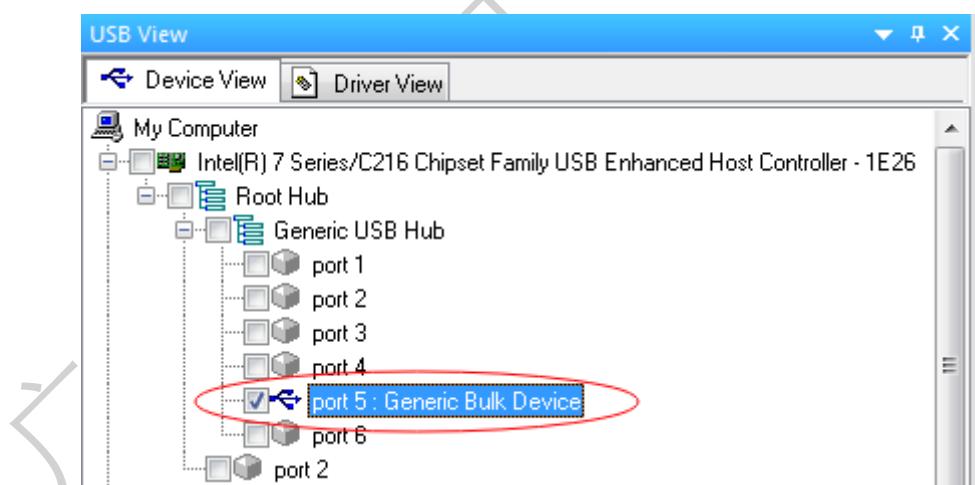


图 86

设置过滤器并开始捕获，点击步骤按照 1->2->3->4->5，如下图所示：

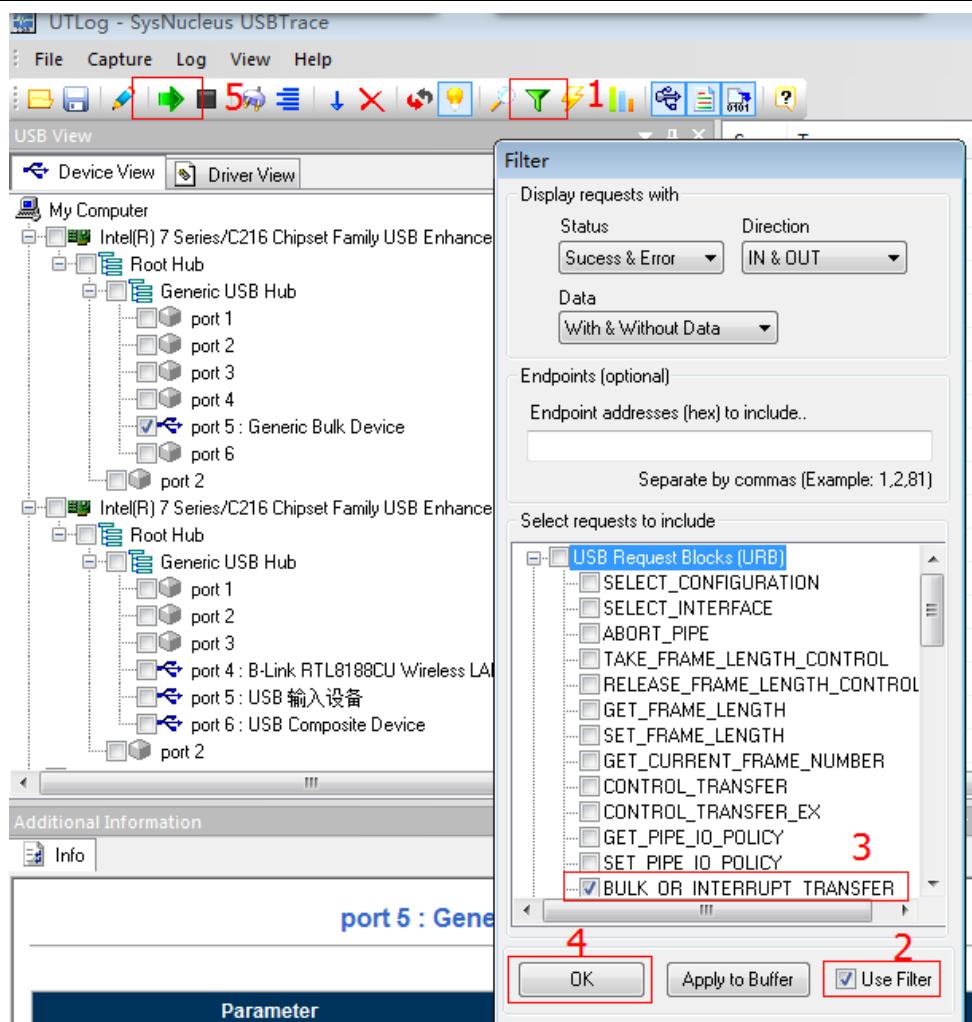


图 87

然后点击 bulk_test_ui 界面的“读写设备”按钮，可发现 USBTrace 右边显示如下图：

Seq	Type	Time	Request	I/O	End...	Device Object	IRP	Status	Buffer Snippet	Buffer Size
0	START	0.000000	START OF LOG							
1	URB	3.841728	BULK_OR_INTERRUPT_T...	OUT	1	\Device\USBPD...	0xBA96...	STATUS_SUCCESS	00 01 02 03 04 05 ... 64	
2	URB	3.841729	BULK_OR_INTERRUPT_T...	OUT	1	\Device\libusb...	0xBA96...	STATUS_SUCCESS	00 01 02 03 04 05 ... 64	
3	URB	3.841745	BULK_OR_INTERRUPT_T...	IN	1	\Device\libusb...	0xBA96...	STATUS_PENDING	PC往USB输出的信息	
4	URB	3.841810	BULK_OR_INTERRUPT_T...	IN	1	\Device\libusb...	0xBA96...	STATUS_SUCCESS	0	
5	URB	3.842208	BULK_OR_INTERRUPT_T...	OUT	81	\Device\USBPD...	0xBA96...	STATUS_SUCCESS	0	
6	URB	3.842210	BULK_OR_INTERRUPT_T...	OUT	81	\Device\libusb...	0xBA96...	STATUS_SUCCESS	0	
7	URB	3.842226	BULK_OR_INTERRUPT_T...	IN	81	\Device\libusb...	0xBA96...	STATUS_PENDING	从USB输入到PC的信息	
8	URB	3.842306	BULK_OR_INTERRUPT_T...	IN	81	\Device\libusb...	0xBA96...	STATUS_SUCCESS	00 01 02 03 04 05 ... 64	

图 88

点击 OUT 或者 IN 行即可在下方看到发送或者接收到的数据，如下图所示：

Offset	Hex	Ascii
00000000	00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E
0000000F	0F 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1A 1B 1C 1D	! "#\$%&'()*+,
0000001E	1E 1F 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2A 2B 2C	-./0123456789::
0000002D	2D 2E 2F 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3A 3B	<=>?
0000003C	3C 3D 3E 3F	

图 89

6.18 USB_DEV_MSC——USB OTG 从方式（虚拟存储设备）

此程序的作用是演示 USB 从方式，将 TMS320C6748 开发板模拟成一个 USB 存储设备，实现主机和开发板之间的数据传输。

工程位于光盘 demo\Application\USB_DEV_MSC 目录，按照工程导入步骤加载 USB_DEV_MSC.out 文件，连接开发板的 USB OTG 和 PC 机 USB 接口，然后点击程序运行  按钮，弹出如下格式化提示界面：

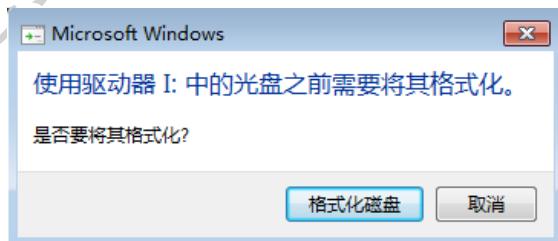


图 90

点击“格式化磁盘”，弹出如下界面：



图 91

点击“开始”，弹出如下界面：

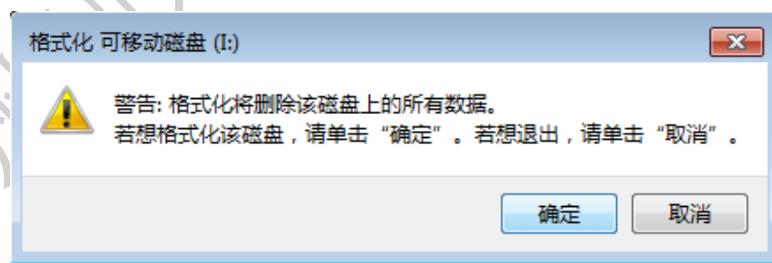


图 92

点击“确定”，弹出如下界面：

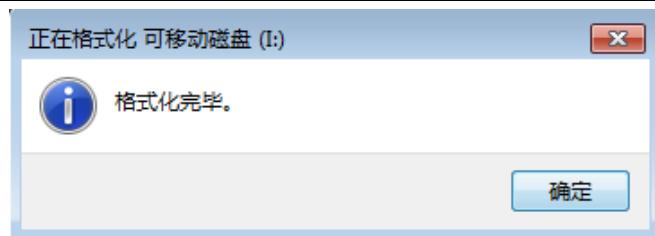


图 93

可以在 PC 中看到新产生约 48MByte 大小的可移动磁盘，如下图所示：



图 94

可以像操作普通的 U 盘一样操作此磁盘。请保持开发板状态和连接，进行如下速度测试步骤。

传输速度测试

双击光盘中 tools 目录下的 ATTO Disk Benchmarks V2.47_CN.exe 文件，弹出如下界面。选择磁盘（此处识别为 I 盘），选择 32MByte 空间，然后点击“开始”按钮：

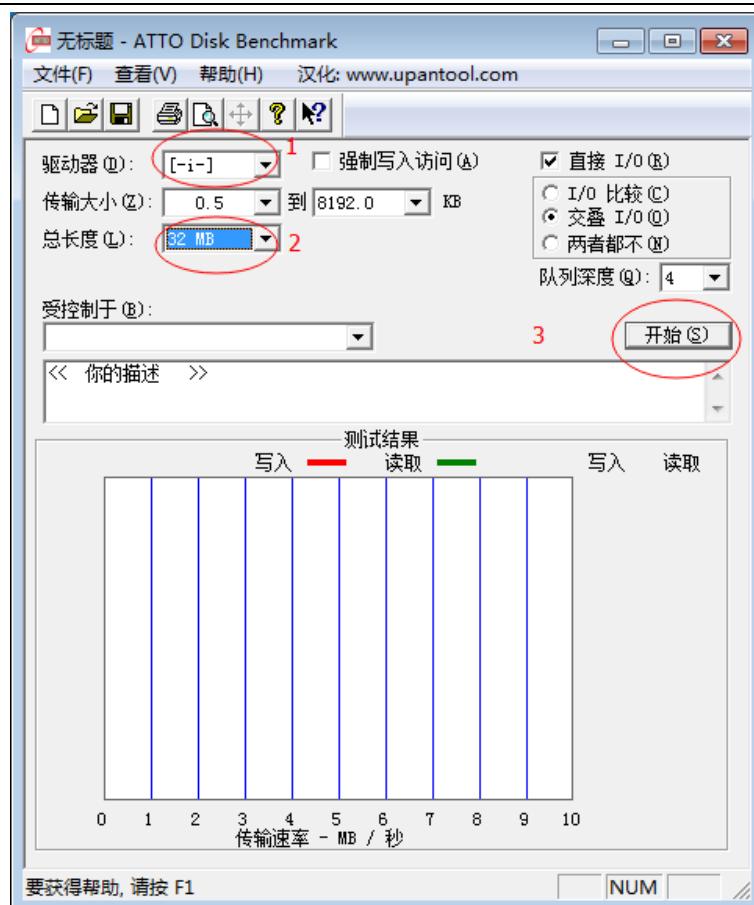


图 95

等待 3 分钟左右，可以在界面中看到 0.5KByte~8MByte 文件读写速度测试结果，如下图所示：

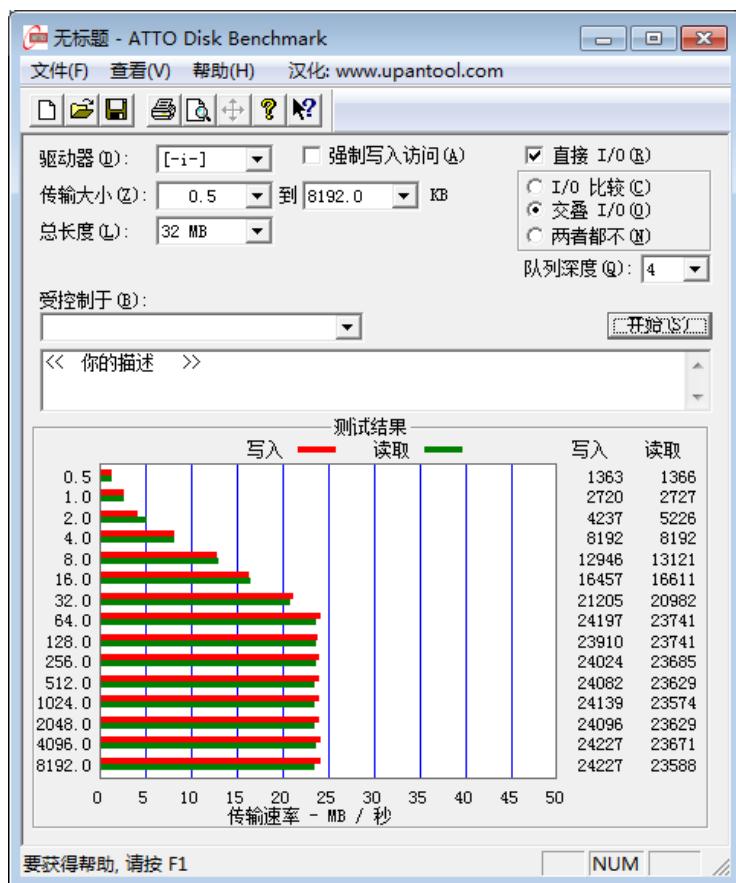


图 96

可从图中看到当传输文件达到 64KByte 以上，读和写速度可以分别稳定在 24MByte/S 和 23MByte/S 左右。

6.19 USB_DEV_SERIAL——USB OTG 从方式（USB 虚拟串口）

此程序的作用是演示 USB 从方式，实现 USB 虚拟串口功能。工程位于光盘 demo\Application\USB_DEV_SERIAL 目录，按照工程导入步骤加载 USB_DEV_SERIAL.out 文件，通过 OTG 将开发板和 PC 机 USB 接口连接，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行 按钮。

可以发现识别为 USB 为虚拟串口，如下图所示：

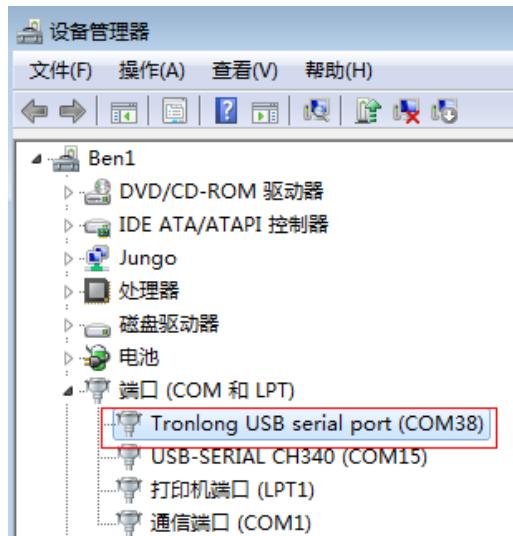


图 97

若无法识别，请仿照 USB_DEV_BULK 相关步骤手动更新驱动，驱动位于资料光盘 tools/USB_DEV_SERIAL_DRIVER 目录下。由于 ZOC 无法识别大编号串口，请在设备->端口中右击虚拟设备，弹出如下界面：

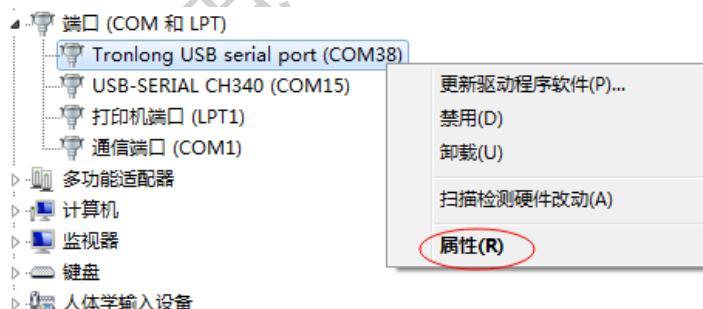


图 98

点击“属性”，弹出如下界面：

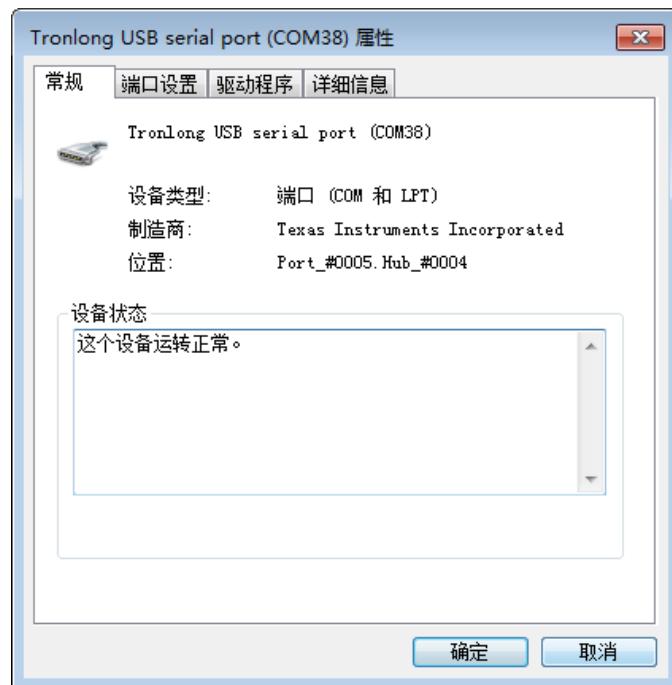


图 99

点击“端口设置->高级”，如下图所示：

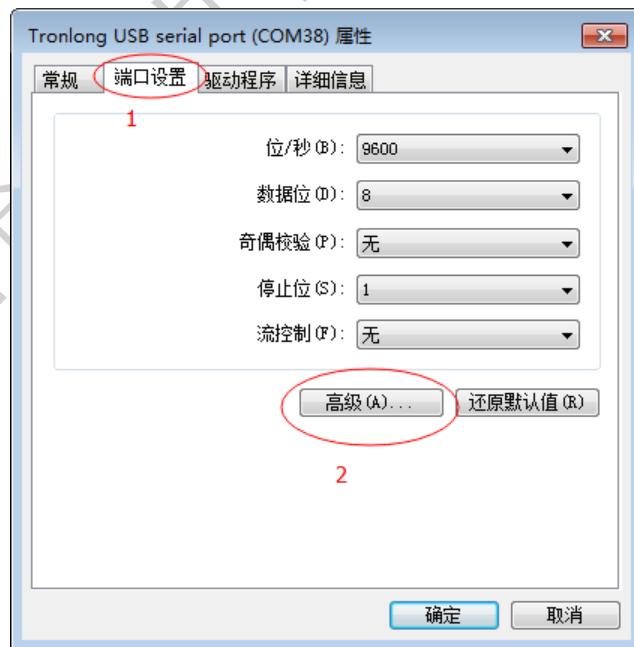


图 100



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co., Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者

弹出如下界面，在“COM 端口号 (P) ”处选择一个空闲的 COM 口，然后点击确定。



图 101

打开一个新的 ZOC 窗口，选择上面空闲的 COM 口，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无。在任意一个窗口输入字符，可以在另外一个窗口看到字符输出。

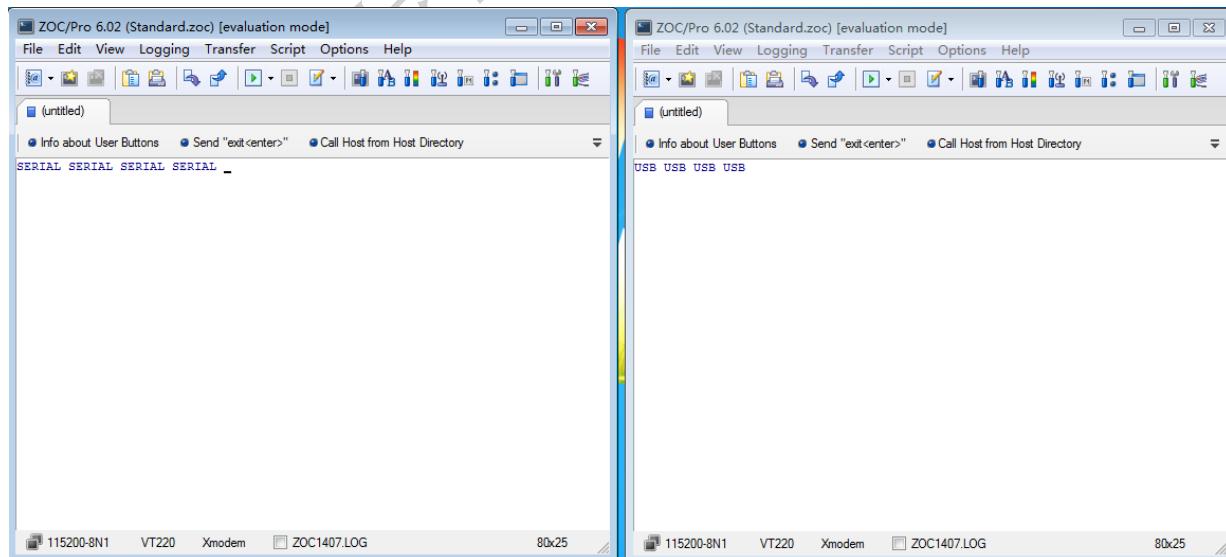


图 102

销售邮箱: sales@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

技术邮箱: support@tronlong.com

公司官网: www.tronlong.com 73/116



6.20 USB_HOST_MSC——USB OTG 主方式（U 盘内容查看）

此程序的作用是演示 USB HOST 方式，实现 TMS320C6748 开发板对 U 盘的查看。工程位于光盘 demo\Application\USB_HOST_MSC 目录，按照工程导入步骤加载 USB_HOST_MSC.out 文件，通过 OTG 转接头将 U 盘接到开发板的 OTG 接口，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行 按钮。

若在 ZOC 调试终端有打印信息“Mass storage device connected.”，说明 CPU 已发现 U 盘并连接成功，如下图所示：

```
USB Mass Storage Host program
Type 'help' for help.

NODEV>
Mass storage device connected.
/> -
```

图 103

此处串口作用类似于 Linux 的串口终端后台，输入“h”并回车可查看已实现的后台命令，如下图所示：

```
/> h

Available commands
-----
help : Display list of commands
h   : alias for help
?   : alias for help
ls  : Display list of files
chdir: Change directory
cd  : alias for chdir
pwd  : Show current working directory
cat  : Show contents of a text file
/> -
```

图 104



ls: 查看 U 盘内容

chdir: 改变目录路径

cd: 进入目录

pwd: 打印当前目录路径

cat: 查看文件内容

例如输入“ls”，可查看到 U 盘内容，如下图所示：

```
/> ls
D---- 2014/06/24 11:32          0  LINUX-~1.33
D---- 2014/06/24 11:32          0  LINUX-~1.37
D---- 2014/06/24 11:32          0  LINUX-~1.3ÄÚ
----A 2014/06/23 18:21        1177  AISGEN~1.CFG
----A 2014/06/23 18:21    17432576  jffs2.img
----A 2014/03/26 14:13      171860  lps4018.pdf
----A 2014/03/26 14:18      241980  MSS126~1.PDF
----A 2014/06/23 18:21      288346  NAND-W~1.OUT
----A 2014/06/23 18:21      77858  omapl138.gel
----A 2014/04/02 04:07    739433  P0353NL.pdf
----A 2014/06/23 18:21      46197  UBL-BO~1.OUT
----A 2014/06/23 18:21      393864  u-boot.ais
----A 2013/09/14 19:10  100954112  TEST
----A 2014/06/27 18:22  82682333  LINUX-~1.RAR
D-HS- 2014/07/05 18:23          0  SYSTEM~1
----A 2014/07/07 11:31      500691  FPGA×ÊÁÍ.RAR
----A 2014/07/07 12:46    2482113  Ó²¼þÔ-~1.RAR

 13 File(s), 206012540 bytes total
  4 Dir(s),     3714088K bytes free
/>
```

图 105

6.21 ENET_HTTPD——网络 WEB 服务器

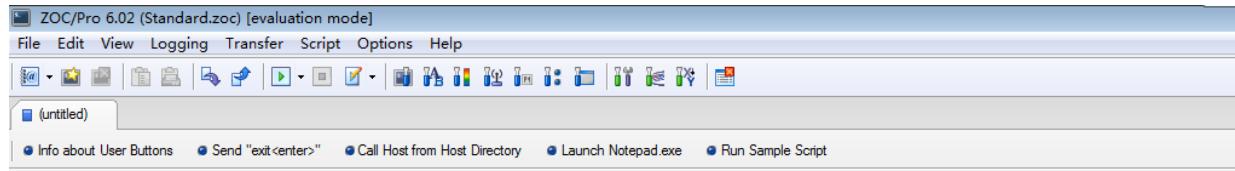
此程序的作用是实现网络通信功能，在 TMS320C6748 开发板上搭建一个轻量级 WEB 服务器。连接接好网线（**注意：**接路由器用直连网线，直连 PC 则用交叉网线），将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无。工程位于光盘 demo\Application\ENET_HTTPD



目录，按照工程导入步骤加载 ENET_HTTPD.out 文件，然后点击程序运行 按钮。

演示现象

(1) 串口显示开发板的 IP 地址 (192.168.1.200)。



=====Test Start=====.
Welcome to StarterWare LAN Demo application.

Please browse the http server run EVMC6748 (IP:192.168.1.200).

TRONLONG EVMC6748 IP Address Assigned: 0.0.0.0

=====Test END=====.

图 106

(2) 在 Windows 开始菜单底部输入 cmd 进入控制台窗口，执行 ping 命令，确认开发版网络部分工作正常。

DOS# ping 192.168.1.200



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co.,Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者

```
c:\ 管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Administrator>
C:\Users\Administrator>
C:\Users\Administrator>
C:\Users\Administrator>ping 192.168.1.200

正在 Ping 192.168.1.200 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.200 的回复: 字节=32 时间=25ms TTL=255
来自 192.168.1.200 的回复: 字节=32 时间=15ms TTL=255
来自 192.168.1.200 的回复: 字节=32 时间=15ms TTL=255
来自 192.168.1.200 的回复: 字节=32 时间=15ms TTL=255

192.168.1.200 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间<以毫秒为单位>:
    最短 = 15ms, 最长 = 25ms, 平均 = 17ms

C:\Users\Administrator>
```

图 107

(3) 打开浏览器输入网址 <http://192.168.1.200>, 就可以看到网址内容。

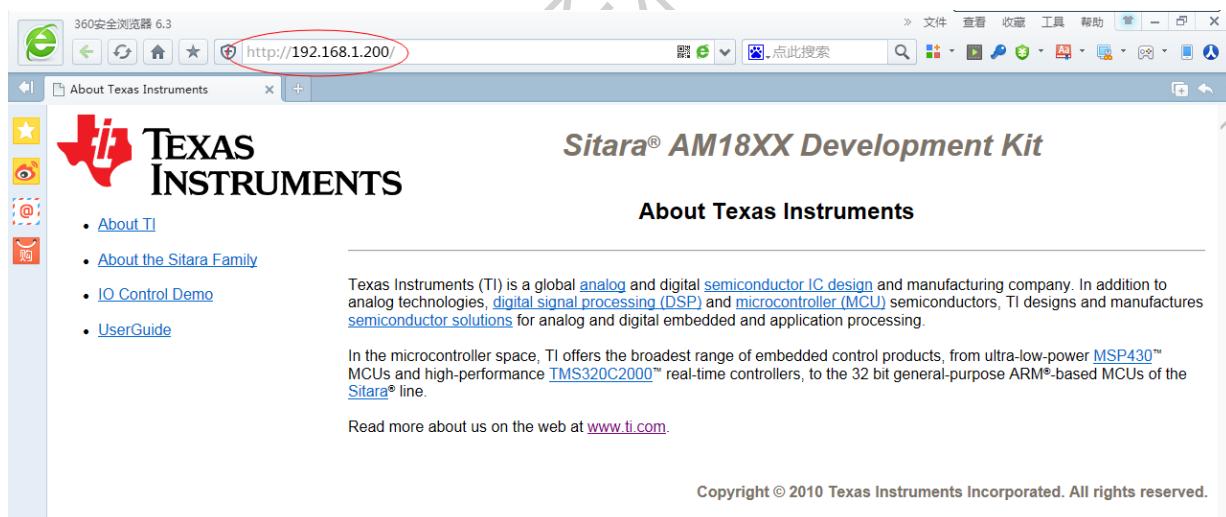


图 108

6.22 ENET_ECHO——网络 Socket 通信

本程序主要演示 Socket 通信, 开发板为服务器, PC 机为客户端, 两者实现数据交换。

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com 77/116



首先连接好网线，连接接好网线（**注意：**接路由器用直连网线，直连 PC 则用交叉网线），将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无。

工程位于光盘 demo\Application\ENET_ECHO 目录，按照工程导入步骤加载 ENET_ECHO.out 文件，然后点击程序运行  按钮。

演示现象

(1) 串口显示开发板的 IP 地址 (192.168.1.200) 和端口 (2000)，如下图所示：

```
=====Test Start=====
Welcome to StarterWare ENET_ECHO application.

TL6748-EVM IP Address Assigned <192.168.1.200>
TCP Port is <2000>

Please run the client app to verify the 'send' and 'recv' action.

=====Test END=====
```

图 109

UI 程序演示

首先在 Windows 开始菜单底部输入 cmd 进入控制台窗口，执行 ping 命令，确认开发版网络部分工作正常。

DOS# ping 192.168.1.200



```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 6.1.7601]
版权所有 © 2009 Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\Administrator>ping 192.168.1.200

正在 Ping 192.168.1.200 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.200 的回复: 字节=32 时间=5ms TTL=255
来自 192.168.1.200 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=255
来自 192.168.1.200 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=255
来自 192.168.1.200 的回复: 字节=32 时间=4ms TTL=255

192.168.1.200 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 <0% 丢失>,
往返行程的估计时间<以毫秒为单位>:
    最短 = 2ms, 最长 = 5ms, 平均 = 3ms

C:\Users\Administrator>^Q
```

图 110

接着双击 `demo\host_app\ENET_ECHO\enet_client\debug\enet_client.exe` 即可运行 UI 程序，弹出如下界面：



图 111

UI 程序可以选择单次发收，也可以选择多次发收，发送的数据内容用户可以在程序中自行修改，程序会对发送和接收的内容进行比对校验。点击“建立连接”后再点击“读写测试”，弹出如下界面：

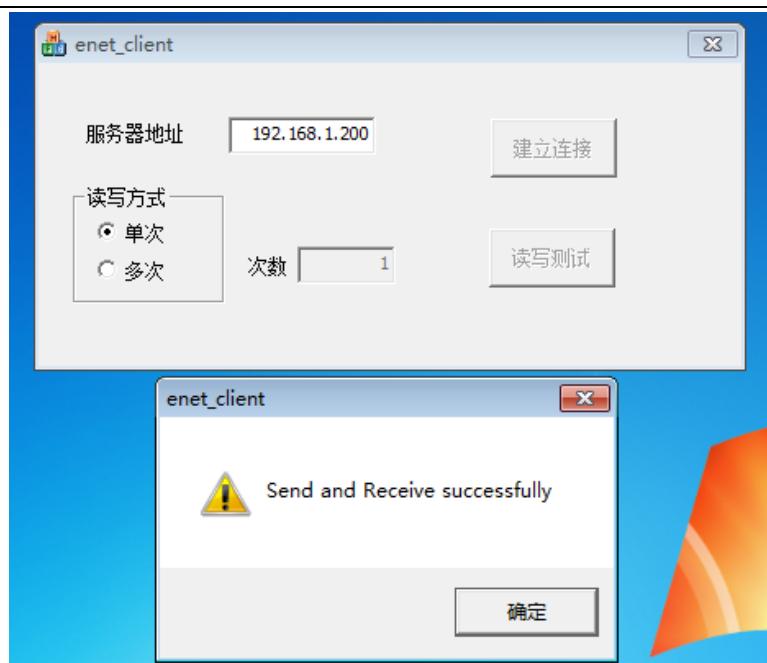


图 112

Wireshark 捕获工具的使用

Wireshark 是一个网络封包分析软件。网络封包分析软件的功能是撷取网络封包，并尽可能显示出最为详细的网络封包资料。

Wireshark 软件的路径位于 demo\host_app\tools\Wireshark-win32-1.10.3.exe，请双击安装此软件。正确安装后打开 Wireshark 软件，如下图所示：

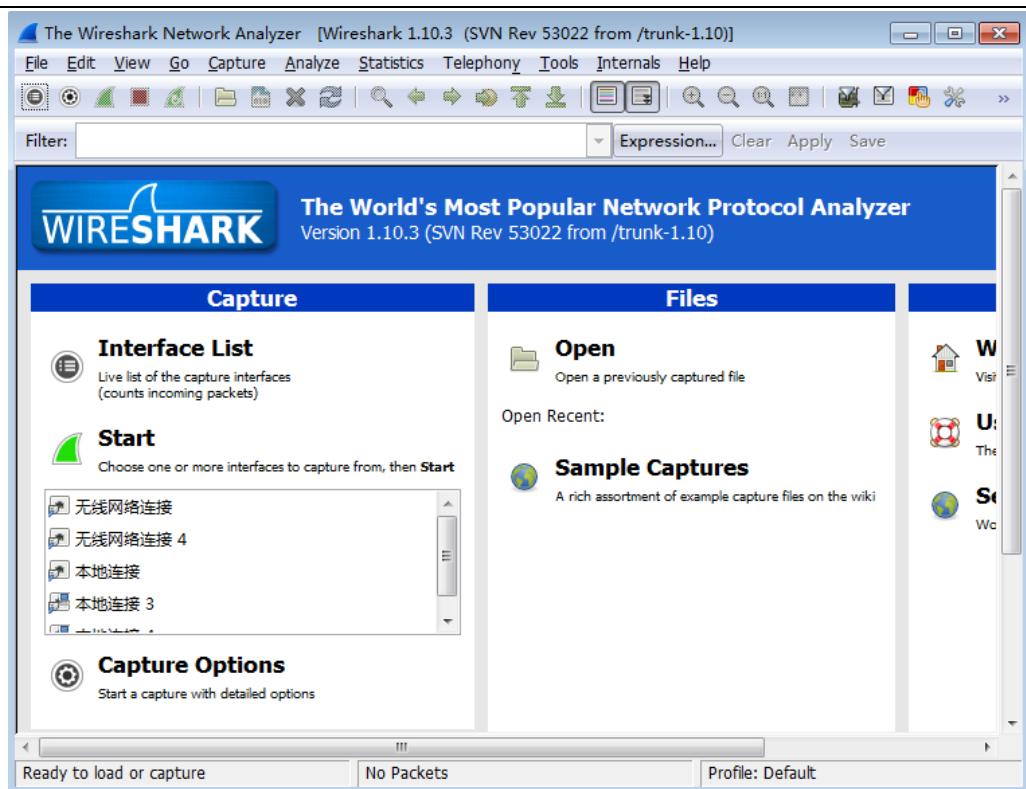


图 113

接着按下图步骤 1->2->3 点击，如下图所示：

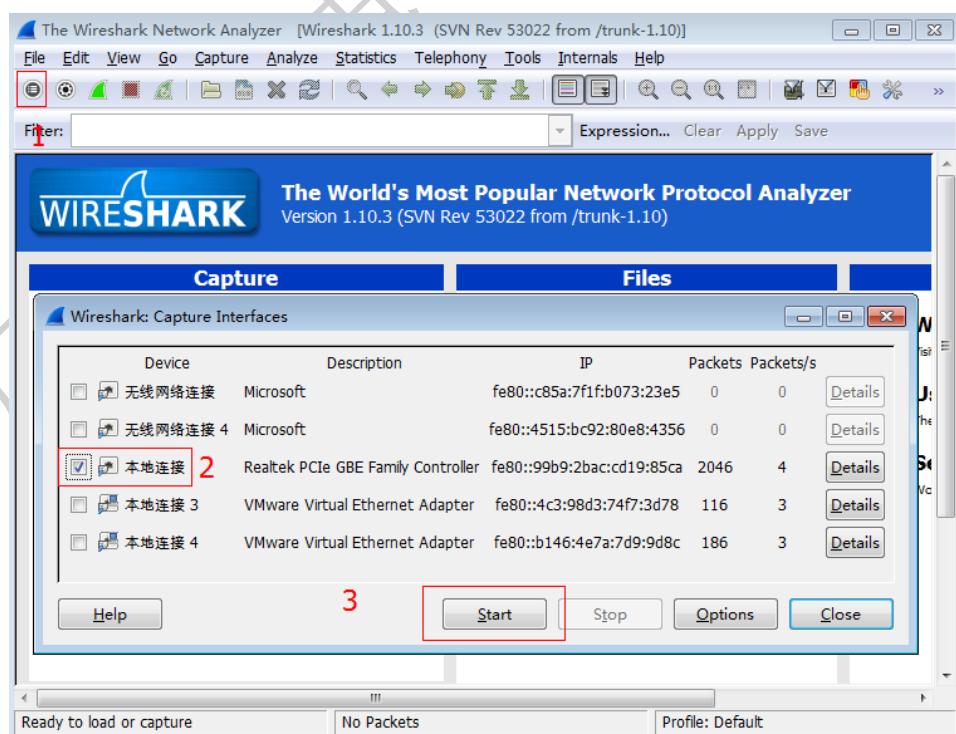




图 114

点击 Start 后，弹出如下界面：

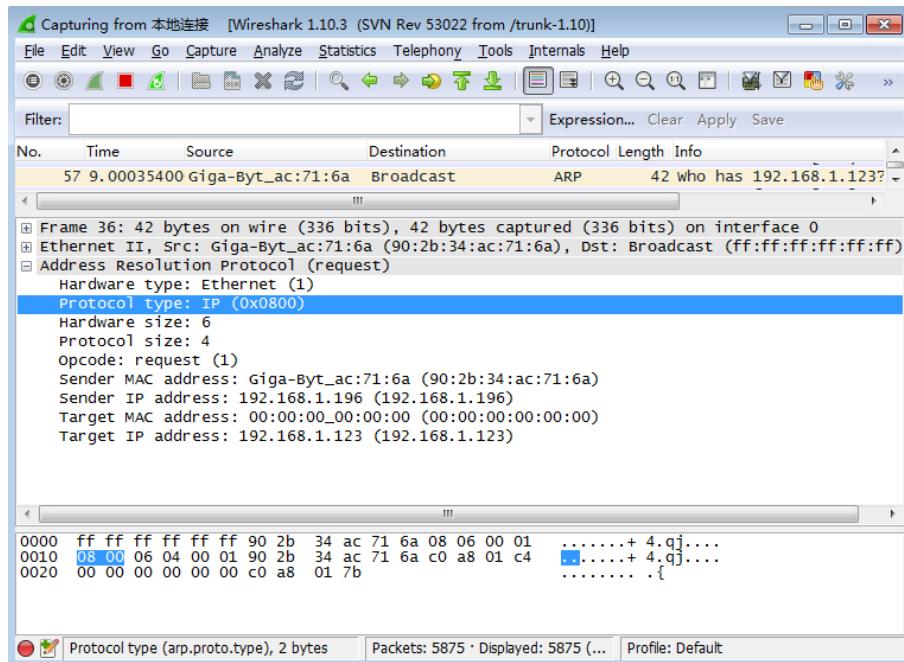


图 115

然后按下图步骤 1->2->3 点击并在步骤 2 中设置需要监控的 IP 地址为 192.168.1.200，如下图所示：

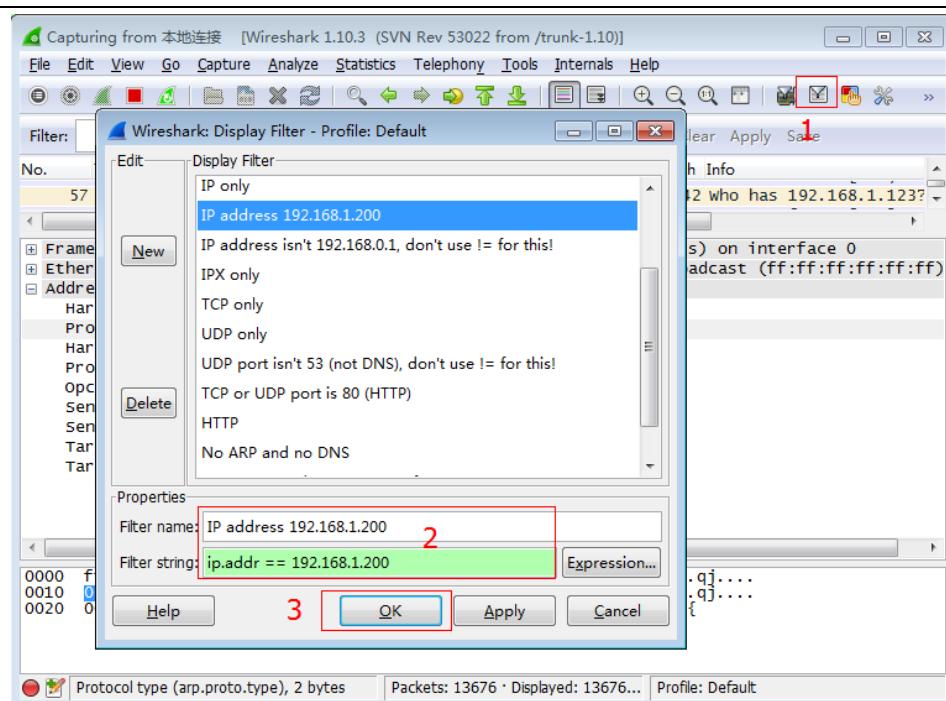


图 116

点击 OK 后弹出如下界面：

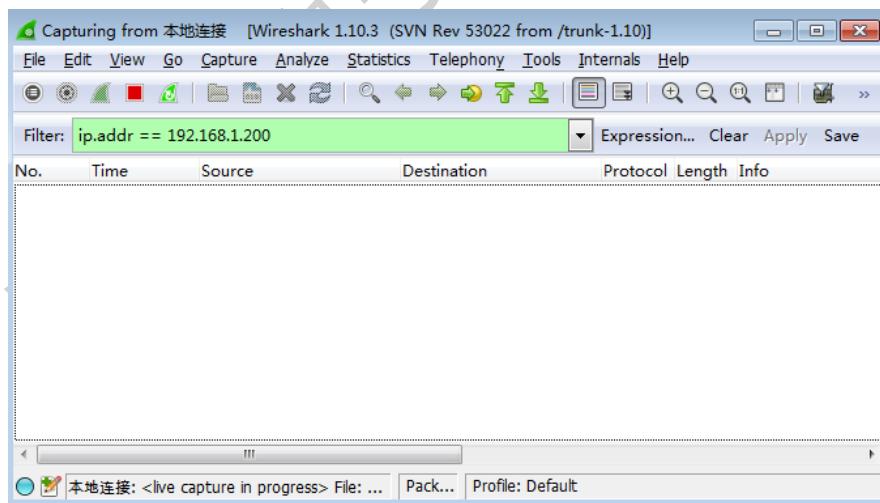


图 117

然后点击 UI 程序中的“读写测试”按钮或者在 PC 中执行“ping 192.168.1.200”命令，Wireshark 会打印监听到的信息，如下图所示：



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
883	167.219035	192.168.1.196	192.168.1.200	TCP	1514	58667 > cisco-sccp [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=63064 Len=1460
884	167.219055	192.168.1.196	192.168.1.200	TCP	1514	58667 > cisco-sccp [ACK] Seq=1461 Ack=1 Win=63064 Len=1460
885	167.219065	192.168.1.196	192.168.1.200	TCP	1230	58667 > cisco-sccp [ACK] Seq=2921 Ack=1 Win=63064 Len=1176
886	167.225560	192.168.1.200	192.168.1.196	TCP	1514	cisco-sccp > 58667 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=1461 Win=6000 Len=1460
887	167.231593	192.168.1.200	192.168.1.196	TCP	1514	cisco-sccp > 58667 [PSH, ACK] Seq=1461 Ack=2921 Win=6000 Len=1460
888	167.231621	192.168.1.196	192.168.1.200	TCP	54	58667 > cisco-sccp [ACK] Seq=4097 Ack=2921 Win=64240 Len=0
889	167.236852	192.168.1.200	192.168.1.196	TCP	1230	cisco-sccp > 58667 [PSH, ACK] Seq=2921 Ack=4097 Win=4824 Len=1176
890	167.435065	192.168.1.196	192.168.1.200	TCP	54	58667 > cisco-sccp [ACK] Seq=4097 Ack=4097 Win=63064 Len=0
949	182.005789	192.168.1.196	192.168.1.200	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0100, seq=5740/27670, ttl=64
950	182.006580	192.168.1.200	192.168.1.196	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0100, seq=5740/27670, ttl=255 (request in 949)
955	183.006812	192.168.1.196	192.168.1.200	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0100, seq=5742/28182, ttl=64 (reply in 956)
956	183.007605	192.168.1.200	192.168.1.196	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0100, seq=5742/28182, ttl=255 (request in 955)
975	184.008844	192.168.1.196	192.168.1.200	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0100, seq=5743/28438, ttl=64 (reply in 976)
976	184.009651	192.168.1.200	192.168.1.196	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0100, seq=5743/28438, ttl=255 (request in 975)
978	185.009863	192.168.1.196	192.168.1.200	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0100, seq=5745/28950, ttl=64 (reply in 979)
979	185.010666	192.168.1.200	192.168.1.196	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0100, seq=5745/28950, ttl=255 (request in 978)

图 118

Capturing from 本地连接 [Wireshark 1.10.3 (SVN Rev 53022 from /trunk-1.10)]						
File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help						
Filter: ip.addr == 192.168.1.200						
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
883	167.219035	192.168.1.196	192.168.1.200	TCP	1514	58667 > cisco-sccp [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=63064 Len=1460
884	167.219055	192.168.1.196	192.168.1.200	TCP	1514	58667 > cisco-sccp [ACK] Seq=1461 Ack=1 Win=63064 Len=1460
885	167.219065	192.168.1.196	192.168.1.200	TCP	1230	58667 > cisco-sccp [ACK] Seq=2921 Ack=1 Win=63064 Len=1176
886	167.225560	192.168.1.200	192.168.1.196	TCP	1514	cisco-sccp > 58667 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=1461 Win=6000 Len=1460
887	167.231593	192.168.1.200	192.168.1.196	TCP	1514	cisco-sccp > 58667 [PSH, ACK] Seq=1461 Ack=2921 Win=6000 Len=1460
888	167.231621	192.168.1.196	192.168.1.200	TCP	54	58667 > cisco-sccp [ACK] Seq=4097 Ack=2921 Win=64240 Len=0
889	167.236852	192.168.1.200	192.168.1.196	TCP	1230	cisco-sccp > 58667 [PSH, ACK] Seq=2921 Ack=4097 Win=4824 Len=1176
890	167.435065	192.168.1.196	192.168.1.200	TCP	54	58667 > cisco-sccp [ACK] Seq=4097 Ack=4097 Win=63064 Len=0
949	182.005789	192.168.1.196	192.168.1.200	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0100, seq=5740/27670, ttl=64
950	182.006580	192.168.1.200	192.168.1.196	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0100, seq=5740/27670, ttl=255 (request in 949)
955	183.006812	192.168.1.196	192.168.1.200	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0100, seq=5742/28182, ttl=64 (reply in 956)
956	183.007605	192.168.1.200	192.168.1.196	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0100, seq=5742/28182, ttl=255 (request in 955)
975	184.008844	192.168.1.196	192.168.1.200	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0100, seq=5743/28438, ttl=64 (reply in 976)
976	184.009651	192.168.1.200	192.168.1.196	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0100, seq=5743/28438, ttl=255 (request in 975)
978	185.009863	192.168.1.196	192.168.1.200	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0100, seq=5745/28950, ttl=64 (reply in 979)
979	185.010666	192.168.1.200	192.168.1.196	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0100, seq=5745/28950, ttl=255 (request in 978)

图 119

6.23 AUDIO_PLAY——Line Out 音频输出

销售邮箱: sales@tronlong.com技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com

84/116



此程序的作用是实现 Line out 音频播放功能，主要演示如何设置 MCASP 和 AIC 芯片来播放一段原始音频数据。工程位于光盘 demo\Application\AUDIO_PLAY 目录，按照工程导入步骤加载 AUDIO_PLAY.out 文件，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行  按钮，在 Line out 接口插上耳机。

演示现象

(1) ZOC 串口调试终端会打印如下信息：

```
=====Test Start=====
Welcome to StarterWare Audio_Play Demo application.

Please insert microphone to the 'LINE OUT' port of TL6748 EVM.

=====Test End=====
```

图 120

(2) 耳机重复播放一段声音。

6.24 AUDIO_MIC_IN——Mic In 音频输入

此程序的作用是将从 Mic In 接口输入的音频数据送到 Line Out 接口播放。工程位于光盘 demo\Application\AUDIO_MIC_IN 目录，按照工程导入步骤加载 AUDIO_MIC_IN.out 文件，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，在 Line Out CON11 接口插上耳机或者喇叭，在 Mic In CON10 接口插上 QQ 聊天使用的麦克风，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行  按钮。

演示现象

(1) ZOC 串口调试终端会打印如下信息：



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co.,Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者

=====Test Start=====.
Welcome to StarterWare Audio_MIC_In Demo application.

This application loops back the input at MIC_IN of the EVM to the LINE_OUT of the EVM

图 121

(2) 对着麦克风说话的时候，可以在耳机或者喇叭听到声音。

6.25 AUDIO_LINE_IN——Line In 音频输入

此程序的作用是将从 Line In 接口输入的音频数据送到 Line Out 接口播放。工程位于光盘 demo\Application\AUDIO_LINE_IN 目录，按照工程导入步骤加载 AUDIO_LINE_IN.out 文件，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，在 Line Out CON11 接口插上耳机或者喇叭。准备一条 3.5mm 两头均为公头的音频线，一头接着开发板的 Line In CON18 音频口，另外一端接在播放着歌曲的播放器（手机或者 PC 均可）。打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，

然后点击程序运行 按钮。

演示现象

(1) ZOC 串口调试终端会打印如下信息：

=====Test Start=====.
Welcome to StarterWare Audio_Line_In Demo application.

This application loops back the input at LINE_IN of the EVM to the LINE_OUT of the EVM

图 122

(2) 可以在耳机或者喇叭听到播放器播放的声音。

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com 86/116



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co.,Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者

6.26 MCBSP_AD7606——MCBSP 总线 8 通道并口 AD 数据采集

Coming soon.

6.27 VPIF_OV2640——VPIF 总线 CMOS 摄像头数据采集

此程序实现了使用 VPIF 总线去采集 OV2640 摄像头模组的数据并显示在 LCD 上。O
更多 OV2640 的信息请查阅创龙 CMOS 摄像头模块 TL2640 规格书。

工程位于光盘 demo\Application\VPIF_OV2640 目录，按照工程导入步骤加载 VPIF_OV2640.out 文件，将开发板的 UART2 和 PC 机连接。将 TL2640 模块插到开发板底板的 J3 接口。切勿连接到底板 J2 接口，否则可能会烧坏模块，同时检查是否左右偏移。连接如下图所示：

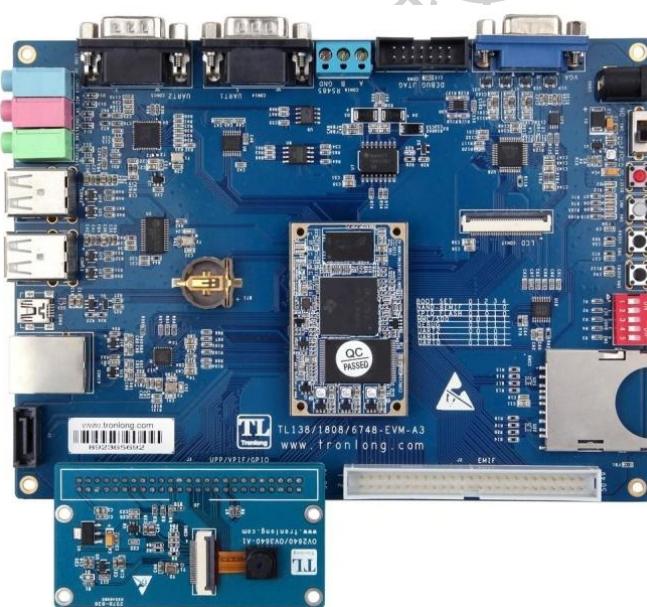


图 123

打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行 按钮。

演示现象

销售邮箱：sales@tronlong.com

公司总机：020-8998-6280

技术邮箱：support@tronlong.com

公司官网：www.tronlong.com 87/116



(1) 串口打印 CMOS 摄像头 ID 信息，如下图所示：

=====Test Start=====.
Welcome to OV2640 Demo application.

0X1C = 7f
0X1D = a2
0X0A = 26
0X0B = 42

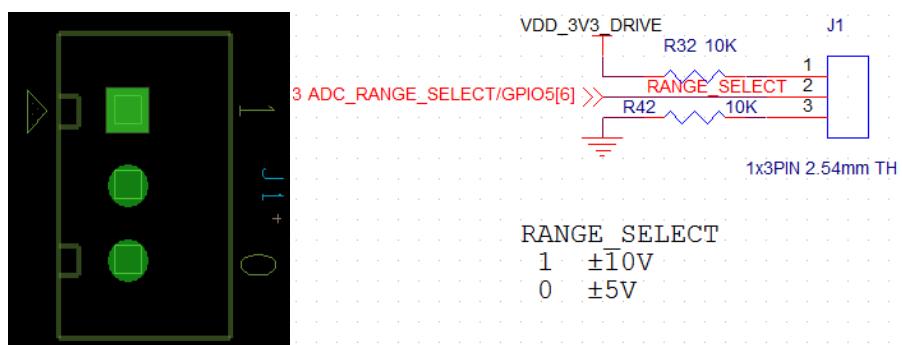
图 124

(2) LCD 上会显示采集到的图像。

6.28 EMIF_AD7606——EMIF 总线 8 通道并口 AD 数据采集

此程序实现了使用 EMIF 总线去读写 AD7606 AD 芯片。AD7606 是 8 通道、16Bit、200K 采样率的 AD 芯片，支持并口/串口读写方式，模块默认为并口模式，采用并口模式采样率可到达 200K 的采样率，采用 SPI 模式采样率只有 100K 左右。强烈建议使用并口模式，这样才能真正发挥 8 通道 AD7606 的同步采样性能。支持 $\pm 10V$ 或 $\pm 5V$ 的双极性信号输入，在电力、仪器仪表等行业应用广泛。更多信息请参考创龙 AD7606 数据采集模块 TL7606 规格书。

通过 AD7606 数据采集模块 TL7606 的 J1 的跳帽设置输入电压的范围为 $\pm 10V$ 或 $\pm 5V$ 。接 0 设置范围为 $\pm 5V$ ，接 1 设置范围为 $\pm 10V$ 。电路图如下：



销售邮箱：sales@tronlong.com

技术邮箱：support@tronlong.com

公司总机：020-8998-6280

公司官网：www.tronlong.com 88/116



图 125 J1 连接器引脚定义

(1) 连接开发板

将 TL7606 模块插到开发板底板的 J2 接口，如下图所示。切勿连接到底板 J3 接口，否则会烧坏模块，同时检查是否左右偏移。

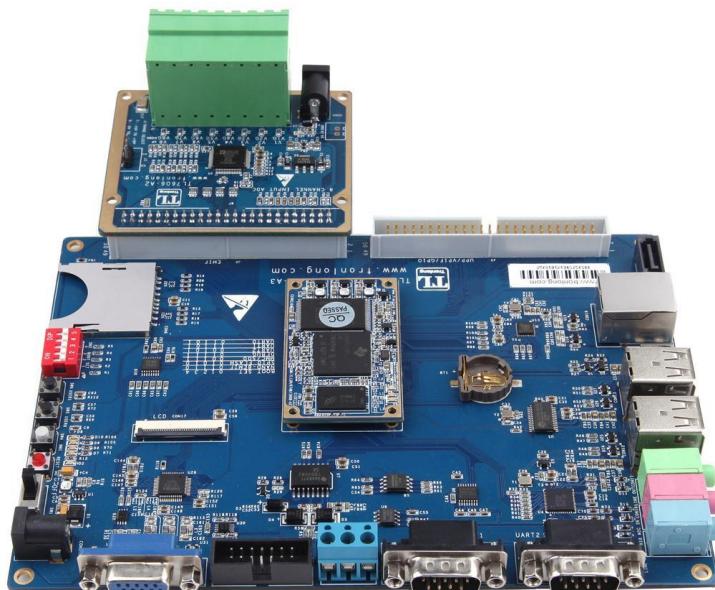


图 126

(2) 接入电压信号和供电电源

将需要采集的电压信号接到对应通道,另一端接到对应的地,例如接到 V1 和 V1GND。

上层信号: V1、V2、V3、V4、V5、V6、V7、V8 (按顺序从左到右)；

下层信号: V1GND、V2GND、V3GND、V4GND、V5GND、V6GND、V7GND、V8GND (按顺序从左到右)。

同时使用 5V 2A 电源适配器给模块供电。如下图所示:



图 127

注意：输入电压不能超出已设置的电压范围，否则可能会损坏模块。此处为了测试方便，地只接了 1 个通道的地，8 个通道的地内部是连通的，也将 8 个通道的输入端同时接到了同一个数字输入电源。

(3) 启动开发板

工程位于光盘 demo\Application\EMIF_AD7606 目录，按照工程导入步骤加载 EMIF_AD7606.out 文件，将开发板的 UART2 和 PC 机连接，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行  按钮。

(4) 读取 AD 采样值

串口终端会有类似如下的信息打印出来。



```
AD7606 Test Application.  
AD7606 is ready!  
ch1= 12847  
ch2= 12838  
ch3= 12835  
ch4= 12813  
ch5= 12808  
ch6= 12793  
ch7= 12795  
ch8= 12841
```

图 128

理论值计算方法

例如输入 2.0V 时，得到的理论值：

Value= $32768 \times 2.0 / 5.0 = 13107$

如需 C6748 与 FPGA 通过 EMIF 通信的源程序和参考设计电路，见与 C6748 配套的 FPGA 高速数据采集板卡光盘资料。

6.29 uPP——uPP 数据收发

如需 C6748 与 FPGA 通过 uPP 接口通信的源程序和参考设计电路，见与 C6748 配套的 FPGA 高速数据采集板卡光盘资料。

6.30 FFT——快速傅里叶变换/逆变换（不开缓存）

此程序的作用是实现 FFT 处理功能。工程位于光盘 demo\Application\FFT 目录，按照工程导入步骤加载 FFT.out 文件，然后点击程序运行 按钮。

CCS 支持绘制多种类型的图表 时域图、频域图、瀑布图等等。待测试信号为原始信号做 1K 采样频率进行 1024 个点抽样得到。

信号源公式： $y=5*\sin(2*pi*150*t)+15*\sin(2*pi*350*t)$

该信号含有 150Hz 和 350Hz 两种频率分量。

演示步骤现象

点击"Tools->Graph->Single Time"选择单时域信号图，如下图所示：

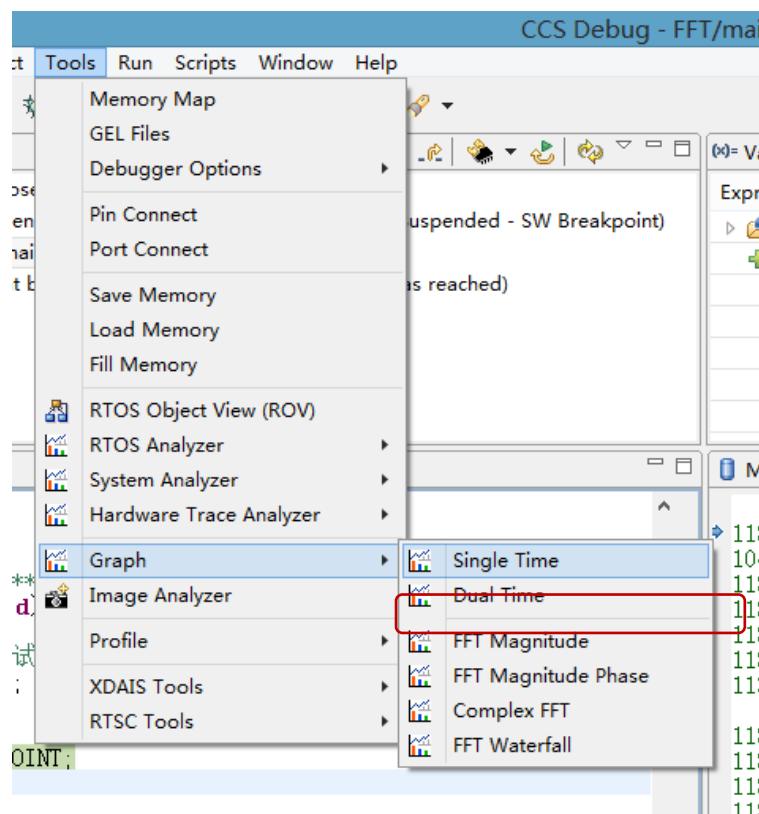


图 129

按照下图进行设置。



图 130

点击 OK, CCS 界面底部弹出如下界面:



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co.,Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者

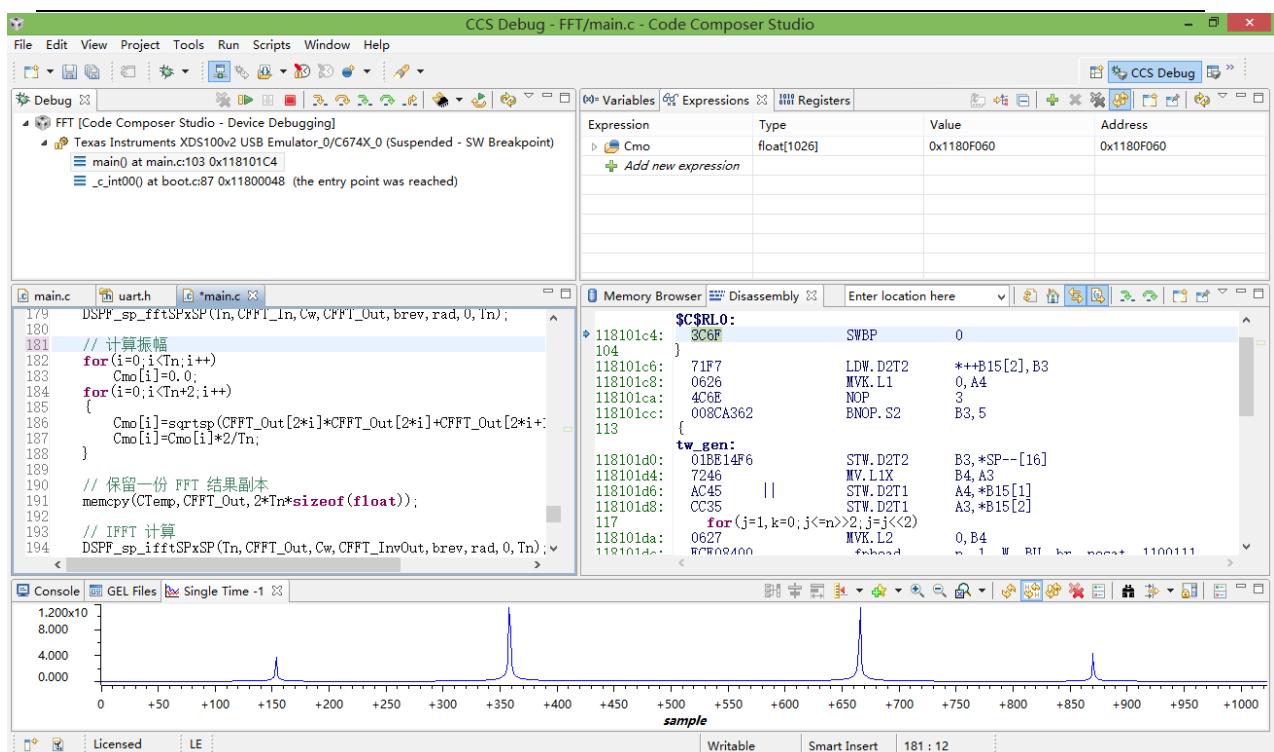


图 131

MATLAB 代码 FFT.m 位于光盘 demo\Application\FFT，程序如下图：

The screenshot shows the MATLAB code FFT.m in Notepad++. The code generates a time-domain signal, performs an FFT, and plots the magnitude spectrum. The code is annotated with Chinese comments explaining each step:

```
1 %采样频率
2 N=1024;
3 n=0:N-1;t=n/fs;
4 x=5*sin(2*pi*150*t)+15*sin(2*pi*350*t);
5 subplot(2,1,1),plot(t,x);
6 y=fft(x,N);
7 mag=abs(y);mag=mag*2/N;
8 f=n*fs/N;
9 subplot(2,1,2),plot(f,mag);
10 xlabel('频率/Hz');
11 ylabel('振幅');title('N=1024');grid on;
12 grid on;
```

图 132

销售邮箱: sales@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

技术邮箱: support@tronlong.com

公司官网: www.tronlong.com 94/116

MATLAB 图表如下图：

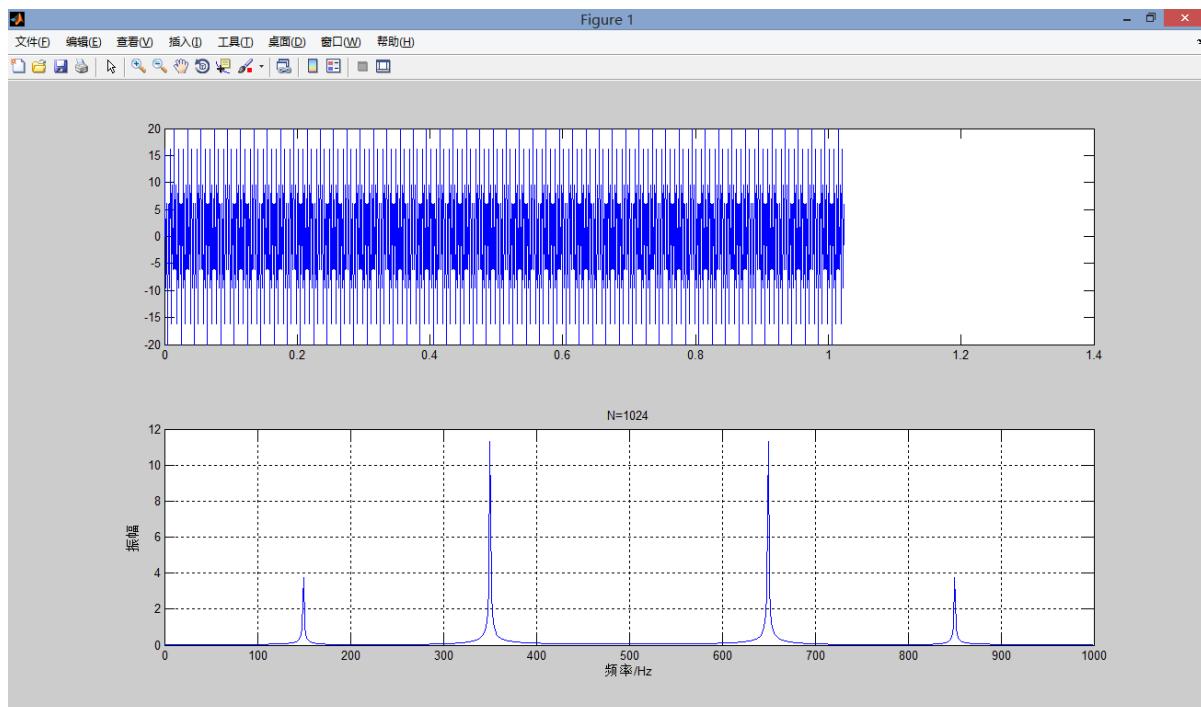


图 133

经对比可以看出 CCS , 经过 DSP C6748 计算结果与 MATLAB 计算结果一致。

6.31 FFT_Benchmark——快速傅里叶变换/逆变换（打开/关闭缓存速度对比）

此程序的作用是测试快速傅里叶变换/快速傅里叶逆变换处理速度。工程位于光盘 demo\Application\FFT_Benchmark 目录，按照工程导入步骤加载 FFT_Benchmark.out 文件，打开 ZOC 串口调试软件，设置好波特率为 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，检验位无，流控制无，然后点击程序运行 按钮。

信号源公式： $y=2+3\cos(2\pi \cdot 50t - (30/180)\pi) + 1.5\cos(2\pi \cdot 75t + (90/180)\pi)$

演示现象

(1) 串口会打印测试结果。

Test signal

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com 95/116



-Include 2V DC Component

-Include 3V AC Component, Frequency: 50Hz Phase: -30 Degree

-Include 1.5V AC Component, Frequency: 75Hz Phase: 90 Degree

-Formula: $y=2+3\cos(2\pi \cdot 50t - (30/180)\pi) + 1.5\cos(2\pi \cdot 75t + (90/180)\pi)$

1: 8 Times FFT Test

-Sampling Period: 1s Sampling Frequency: 8Hz Frequency Resolution: 1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0: 54740

-Forward Transformation Execution Time is 120 us (CPU Frequency: 456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0: 19340

-Inverse Transformation Execution Time is 42 us (CPU Frequency: 456MHz)

8 Times FFT Test End

2: 16 Times FFT Test

-Sampling Period: 1s Sampling Frequency: 16Hz Frequency Resolution: 1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0: 87584

-Forward Transformation Execution Time is 192 us (CPU Frequency: 456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0: 36768

-Inverse Transformation Execution Time is 80 us (CPU Frequency: 456MHz)

16 Times FFT Test End

3: 32 Times FFT Test

-Sampling Period: 1s Sampling Frequency: 32Hz Frequency Resolution: 1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0: 178080

-Forward Transformation Execution Time is 390 us (CPU Frequency: 456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0: 76528

-Inverse Transformation Execution Time is 167 us (CPU Frequency: 456MHz)

32 Times FFT Test End

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com

96/116



4: 64 Times FFT Test

- Sampling Period:1s Sampling Frequency:64Hz Frequency Resolution:1Hz
 - Forward Transformation Execution Cycle is 0:359296
 - Forward Transformation Execution Time is 787 us (CPU Frequency:456MHz)
 - Inverse Transformation Execution Cycle is 0:156756
 - Inverse Transformation Execution Time is 343 us (CPU Frequency:456MHz)
- 64 Times FFT Test End
-

5: 128 Times FFT Test

- Sampling Period:1s Sampling Frequency:128Hz Frequency Resolution:1Hz
- Forward Transformation Execution Cycle is 0:736104
- Forward Transformation Execution Time is 1614 us (CPU Frequency:456MHz)
- Inverse Transformation Execution Cycle is 0:331420
- Inverse Transformation Execution Time is 726 us (CPU Frequency:456MHz)

128 Times FFT Test End

6: 256 Times FFT Test

- Sampling Period:1s Sampling Frequency:256Hz Frequency Resolution:1Hz
- Forward Transformation Execution Cycle is 0:1475636
- Forward Transformation Execution Time is 3236 us (CPU Frequency:456MHz)
- Inverse Transformation Execution Cycle is 0:666976
- Inverse Transformation Execution Time is 1462 us (CPU Frequency:456MHz)

256 Times FFT Test End

7: 512 Times FFT Test

- Sampling Period:1s Sampling Frequency:512Hz Frequency Resolution:1Hz
- Forward Transformation Execution Cycle is 0:2967564

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com

97/116



-Forward Transformation Execution Time is 6507 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:1377836

-Inverse Transformation Execution Time is 3021 us (CPU Frequency:456MHz)

512 Times FFT Test End

8: 1024 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:1024Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:5779008

-Forward Transformation Execution Time is 12673 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:2727140

-Inverse Transformation Execution Time is 5980 us (CPU Frequency:456MHz)

1024 Times FFT Test End

9: 2048 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:2048Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:11689464

-Forward Transformation Execution Time is 25634 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:5711332

-Inverse Transformation Execution Time is 12524 us (CPU Frequency:456MHz)

2048 Times FFT Test End

10: 4096 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:4096Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:23317528

-Forward Transformation Execution Time is 51134 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:11448140

-Inverse Transformation Execution Time is 25105 us (CPU Frequency:456MHz)

4096 Times FFT Test End

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com

98/116



11: 8192 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:8192Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:47896632

-Forward Transformation Execution Time is 105036 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:24190248

-Inverse Transformation Execution Time is 53048 us (CPU Frequency:456MHz)

8192 Times FFT Test End

12: 16384 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:16384Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:95890300

-Forward Transformation Execution Time is 210285 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:48497568

-Inverse Transformation Execution Time is 106354 us (CPU Frequency:456MHz)

16384 Times FFT Test End

13: 32768 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:32768Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:196861032

-Forward Transformation Execution Time is 431712 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:102089868

-Inverse Transformation Execution Time is 223881 us (CPU Frequency:456MHz)

32768 Times FFT Test End

14: 65536 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:65536Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:394094868

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com 99/116



-Forward Transformation Execution Time is 864243 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:204606164

-Inverse Transformation Execution Time is 448697 us (CPU Frequency:456MHz)

65536 Times FFT Test End

15: 131072 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:131072Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:809104740

-Forward Transformation Execution Time is 1774352 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:430023512

-Inverse Transformation Execution Time is 943034 us (CPU Frequency:456MHz)

131072 Times FFT Test End

以上是没有使能 L1、L2 缓存的测试结果。可以看到测试 128K 点正变换执行时间为 1774352 us，逆变换执行时间为 943034 us。

将以下代码去注释，就打开缓存了。

```
// 使能缓存 L1 及 L2
CacheEnableMAR((unsigned int)0xC0000000, (unsigned int)0x20000000);
CacheEnable(L1CFG_L1DMODE_32K | L1PCFG_L1PMODE_32K | L2CFG_L2MODE_256K);
```

图 134

重新编译和测试的数据如下：

Test signal

-Include 2V DC Component

-Include 3V AC Component, Frequency:50Hz Phase:-30 Degree

-Include 1.5V AC Component, Frequency:75Hz Phase:90 Degree

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com 100/116



-Formula:y=2+3cos(2pi*50t-(30/180)pi)+1.5cos(2pi*75t+*(90/180)pi)

1: 8 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:8Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:15464

-Forward Transformation Execution Time is 33 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:4360

-Inverse Transformation Execution Time is 9 us (CPU Frequency:456MHz)

8 Times FFT Test End

2: 16 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:16Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:18840

-Forward Transformation Execution Time is 41 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:6556

-Inverse Transformation Execution Time is 14 us (CPU Frequency:456MHz)

16 Times FFT Test End

3: 32 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:32Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:38388

-Forward Transformation Execution Time is 84 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:13868

-Inverse Transformation Execution Time is 30 us (CPU Frequency:456MHz)

32 Times FFT Test End

4: 64 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:64Hz Frequency Resolution:1Hz

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com

101/116



-Forward Transformation Execution Cycle is 0:78372

-Forward Transformation Execution Time is 171 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:29220

-Inverse Transformation Execution Time is 64 us (CPU Frequency:456MHz)

64 Times FFT Test End

5: 128 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:128Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:157980

-Forward Transformation Execution Time is 346 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:59936

-Inverse Transformation Execution Time is 131 us (CPU Frequency:456MHz)

128 Times FFT Test End

6: 256 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:256Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:317304

-Forward Transformation Execution Time is 695 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:121664

-Inverse Transformation Execution Time is 266 us (CPU Frequency:456MHz)

256 Times FFT Test End

7: 512 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:512Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:636200

-Forward Transformation Execution Time is 1395 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:245552

-Inverse Transformation Execution Time is 538 us (CPU Frequency:456MHz)

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com

102/116



512 Times FFT Test End

8: 1024 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:1024Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:1274796

-Forward Transformation Execution Time is 2795 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:493316

-Inverse Transformation Execution Time is 1081 us (CPU Frequency:456MHz)

1024 Times FFT Test End

9: 2048 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:2048Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:2555388

-Forward Transformation Execution Time is 5603 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:993012

-Inverse Transformation Execution Time is 2177 us (CPU Frequency:456MHz)

2048 Times FFT Test End

10: 4096 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:4096Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:5126152

-Forward Transformation Execution Time is 11241 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:2005052

-Inverse Transformation Execution Time is 4397 us (CPU Frequency:456MHz)

4096 Times FFT Test End

11: 8192 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:8192Hz Frequency Resolution:1Hz

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com

103/116



-Forward Transformation Execution Cycle is 0:10399768

-Forward Transformation Execution Time is 22806 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:4193816

-Inverse Transformation Execution Time is 9196 us (CPU Frequency:456MHz)

8192 Times FFT Test End

12: 16384 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:16384Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:21118060

-Forward Transformation Execution Time is 46311 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:8459340

-Inverse Transformation Execution Time is 18551 us (CPU Frequency:456MHz)

16384 Times FFT Test End

13: 32768 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:32768Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:45652444

-Forward Transformation Execution Time is 100115 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:20545012

-Inverse Transformation Execution Time is 45054 us (CPU Frequency:456MHz)

32768 Times FFT Test End

14: 65536 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:65536Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:107256472

-Forward Transformation Execution Time is 235211 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:56478452

-Inverse Transformation Execution Time is 123856 us (CPU Frequency:456MHz)

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com 104/116



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co., Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者

65536 Times FFT Test End

15: 131072 Times FFT Test

-Sampling Period:1s Sampling Frequency:131072Hz Frequency Resolution:1Hz

-Forward Transformation Execution Cycle is 0:218435484

-Forward Transformation Execution Time is 479025 us (CPU Frequency:456MHz)

-Inverse Transformation Execution Cycle is 0:116858320

-Inverse Transformation Execution Time is 256268 us (CPU Frequency:456MHz)

131072 Times FFT Test End

以上是使能 L1、L2 缓存的测试结果。可以看到测试 128K 点正变换执行时间为 479025 us，逆变换执行时间为 256268us。

6.32 FIR——有限长单位冲激响应滤波器

此程序的作用是进行 FIR 有限长单位冲激响应滤波器测试。工程位于光盘 demo\Application\FIR 目录，按照工程导入步骤加载 FIR.out 文件，然后点击程序运行 按钮，程序会在断点处停下来。

点击 CCS 菜单“Tools->Graph->Single Time”，在弹出的界面中按下图数值设置参数。

销售邮箱: sales@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

技术邮箱: support@tronlong.com

公司官网: www.tronlong.com 105/116

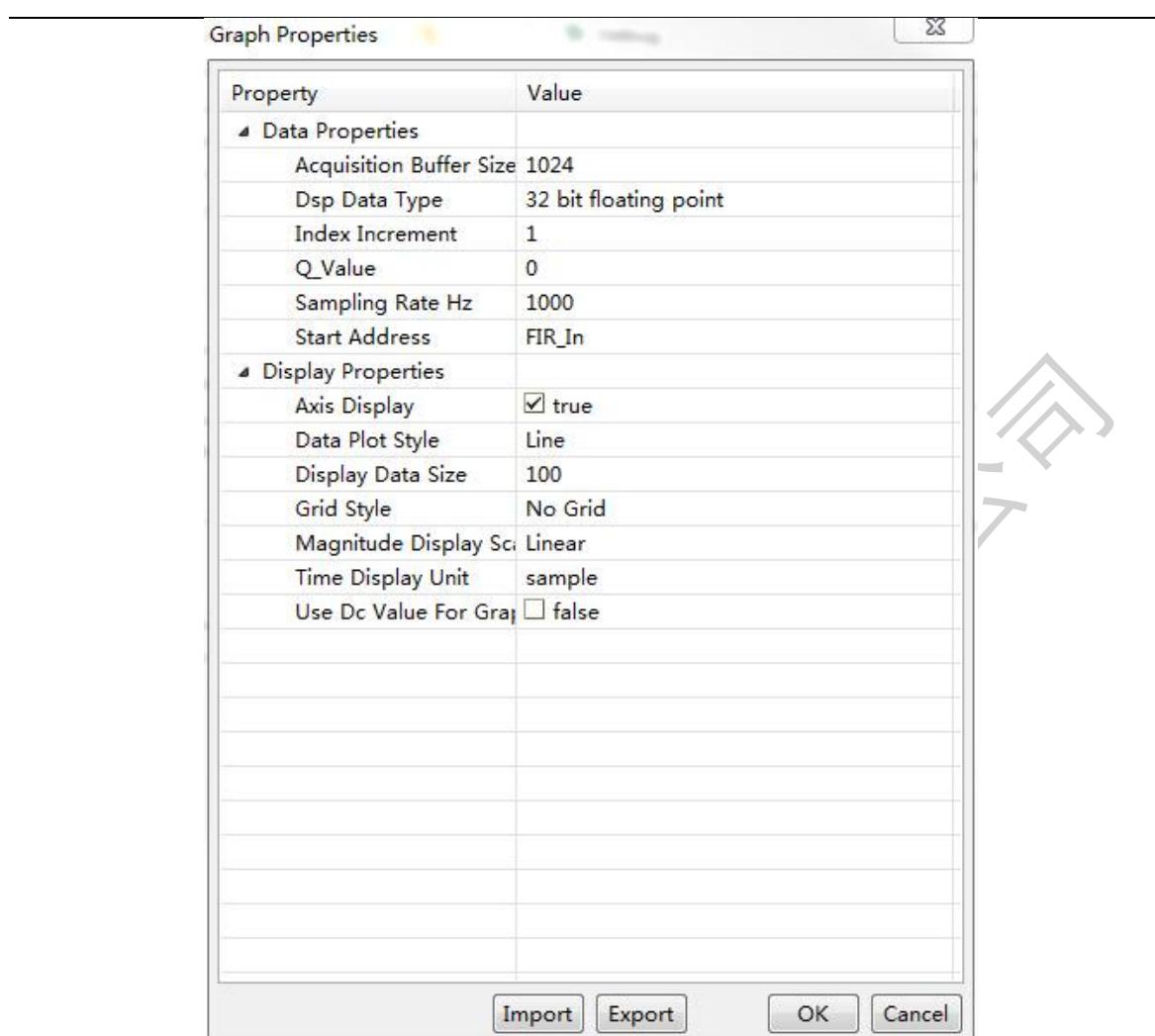


图 135

点击 OK 即可查看原始时域信号+噪声波形，如下图所示：



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co., Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者

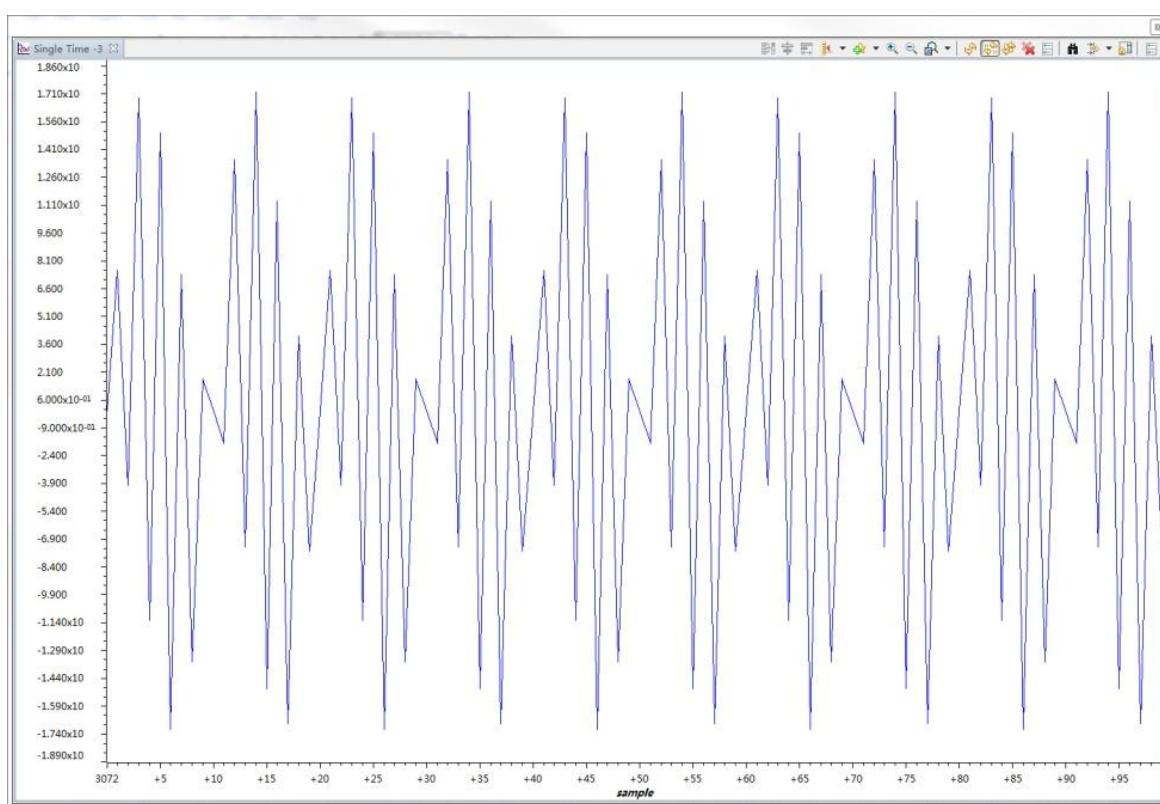


图 136

点击 CCS 菜单“Tools->Graph->Single Time”，在弹出的界面中按下图数值设置参数。

销售邮箱: sales@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

技术邮箱: support@tronlong.com

公司官网: www.tronlong.com 107/116

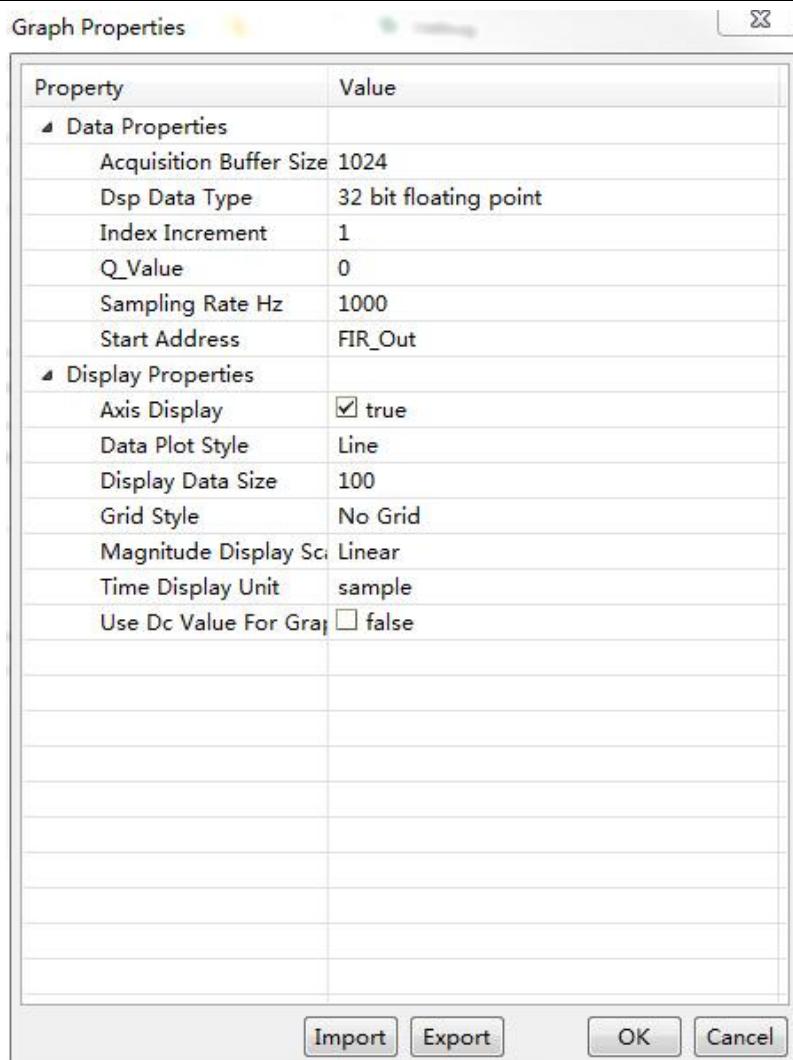


图 137

点击 OK 即可查看滤波后时域信号波形，如下图所示：



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co., Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者

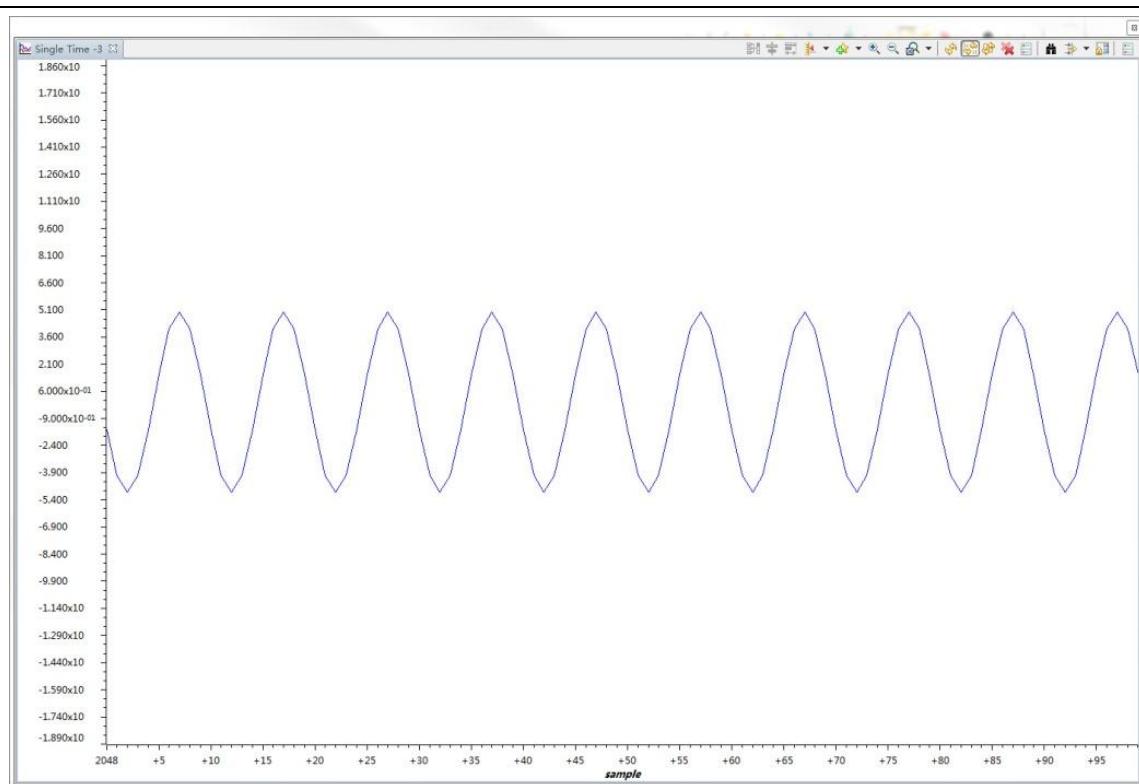


图 138

点击 CCS 菜单“Tools->Graph->Magnitude”，在弹出的界面中按下图数值设置参数。

销售邮箱: sales@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

技术邮箱: support@tronlong.com

公司官网: www.tronlong.com 109/116

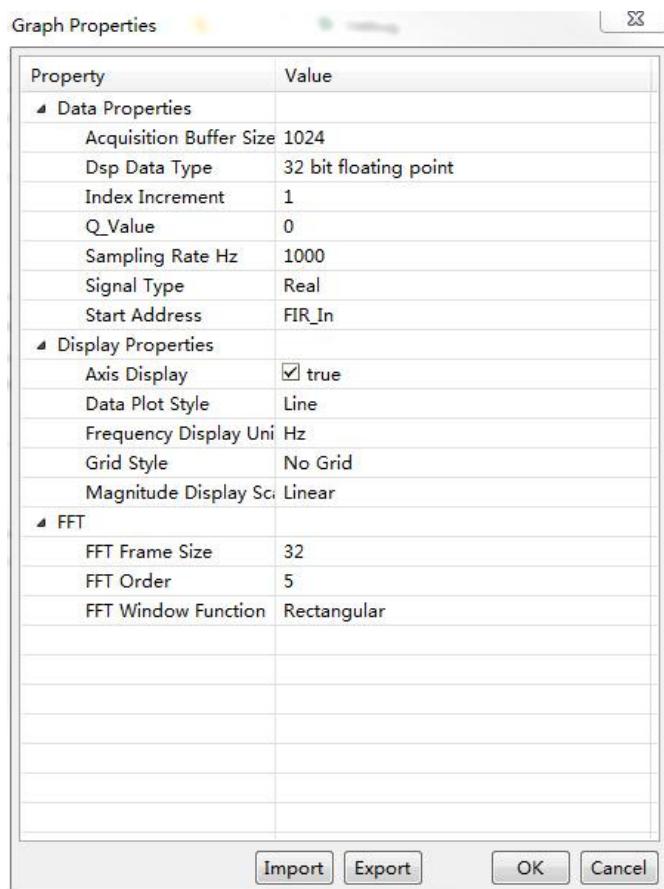


图 139

点击 OK 即可查看原始频域信号+噪声波形，如下图所示：



广州创龙电子科技有限公司

Guangzhou Tronlong Electronic Technology Co., Ltd

DSP+ARM+FPGA

三核主板方案领导者

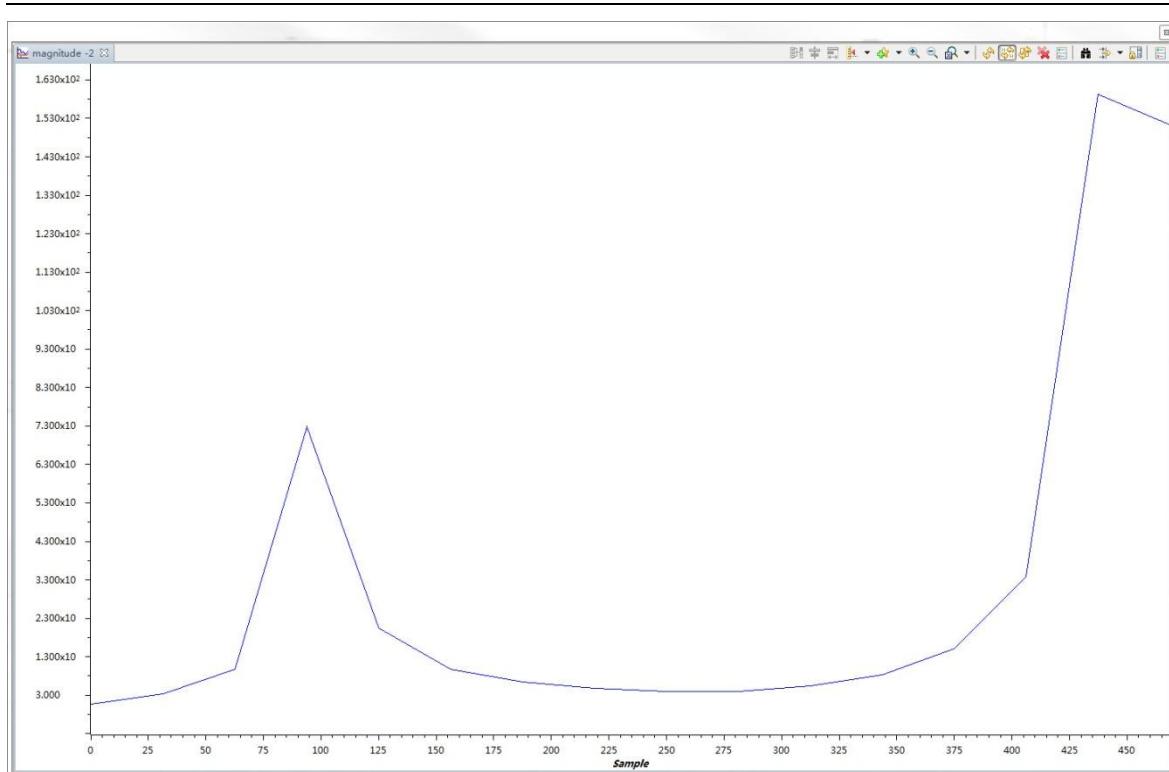


图 140

点击 CCS 菜单“Tools->Graph->Magnitude”，在弹出的界面中按下图数值设置参数。

销售邮箱: sales@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

技术邮箱: support@tronlong.com

公司官网: www.tronlong.com 111/116

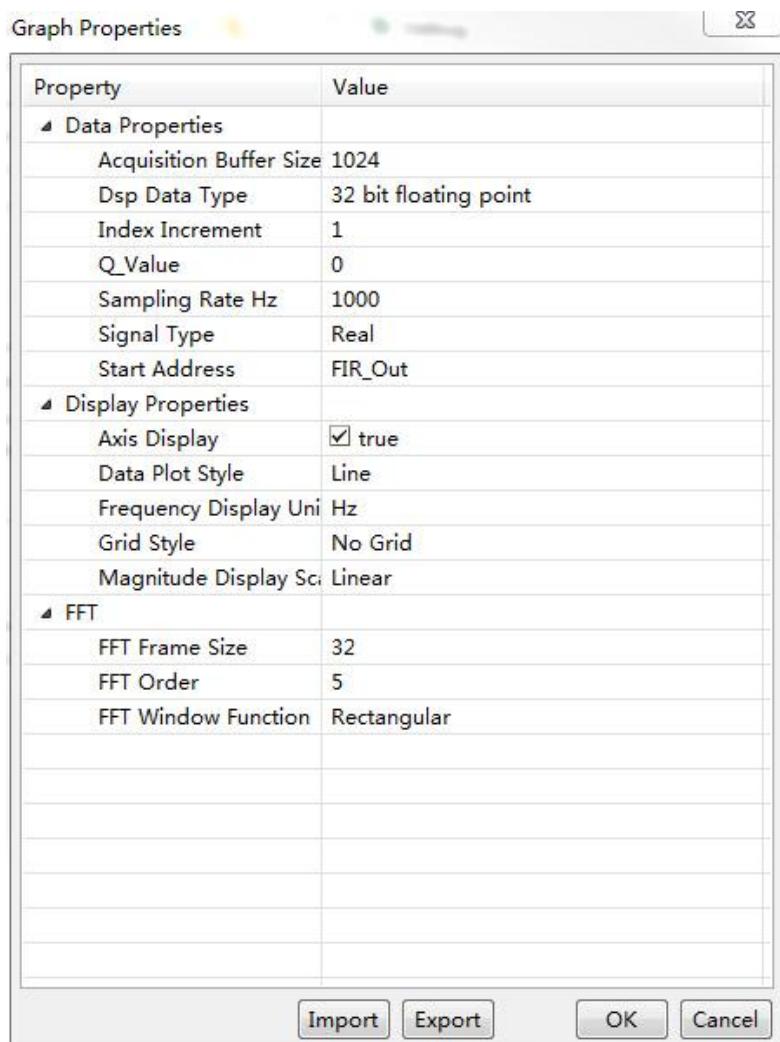


图 141

点击 OK 即可查看滤波后频域信号波形，如下图所示：

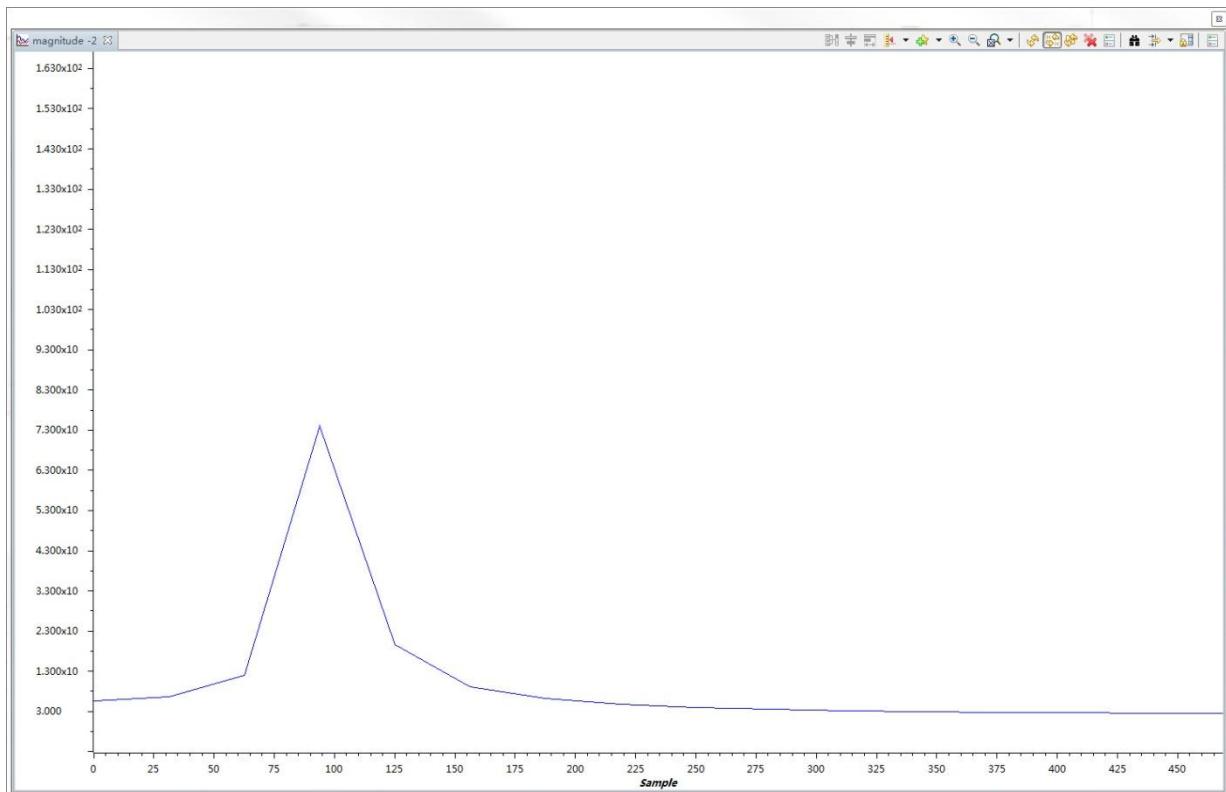


图 142

Matlab FIR 滤波器辅助设计

安装并打开 Matlab R2013a，打开“Filter Designed & Analysis Tool”工具，在弹出的界面中按照所需滤波器修改以下参数：

- (1) 滤波器类型：低通 Lowpass；
- (2) 滤波方式：等纹波 FIR (Equiripple)；
- (3) 滤波器阶数：Specify order (31+1 阶)；
- (4) 采样频率：1000Hz；
- (5) 通带截止频率：150Hz；
- (6) 阻带截止频率：350Hz；

如下图所示：

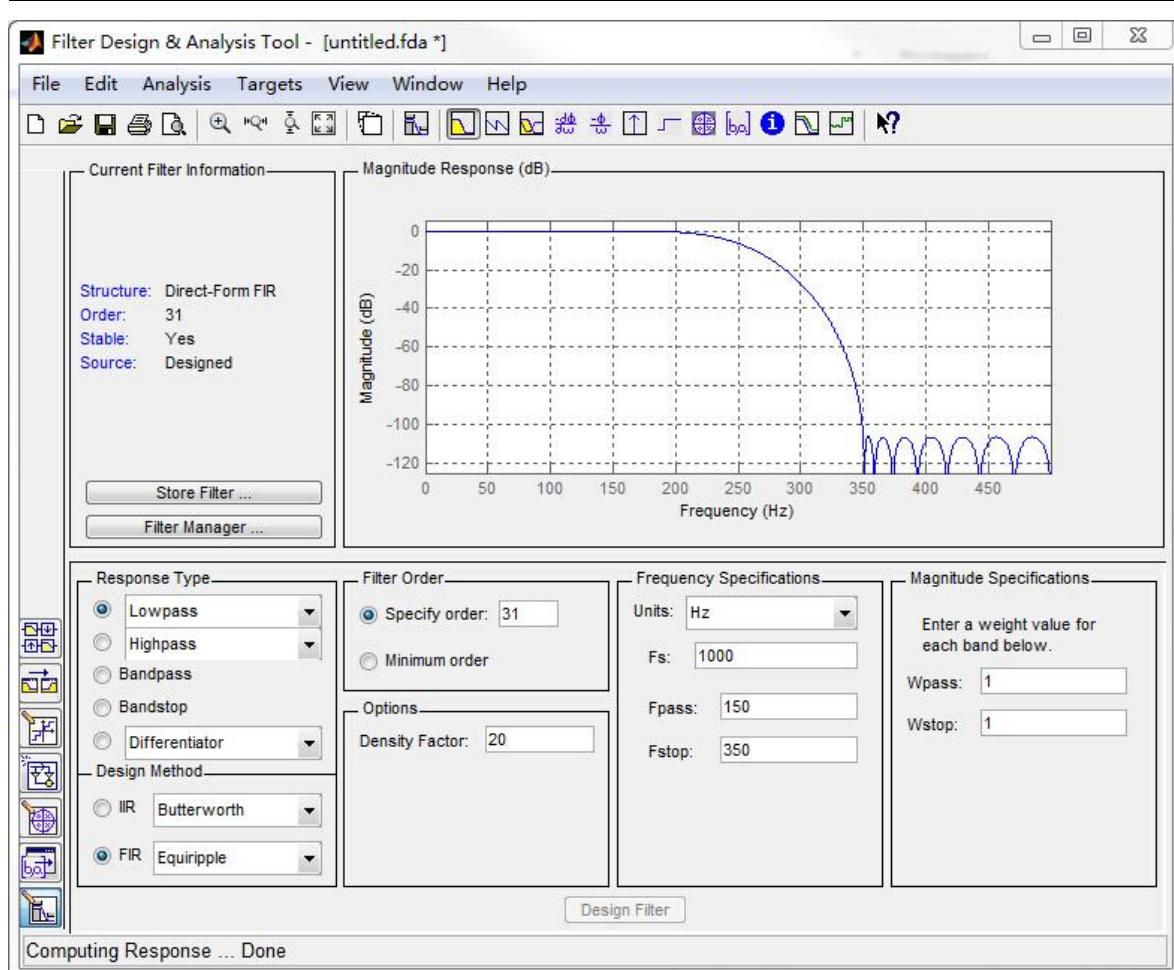


图 143

点击“Filter Designed & Analysis Tool”工具菜单“Target->Generate C Header”，在弹出的窗口中修改“Export as”参数为“Single-precision float”（单精度浮点型），如下图所示：

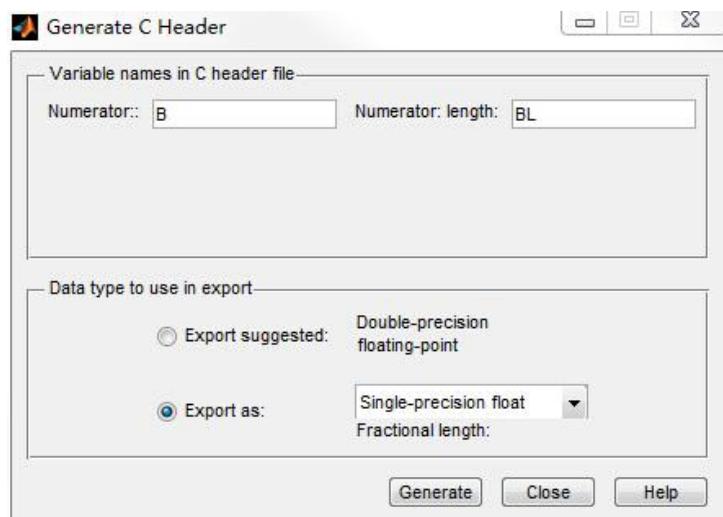


图 144

最后点击 Generate 生成包含滤波器系数的.h 头文件。此头文件的数据用于 FIR 函数，如下图所示：

```
const float B[N] = {
    -5.061877164e-05, -9.336374205e-05, 0.0003678254143, 0.0005914540961, -0.001496405224,
    -0.002226336394, 0.004491201602, 0.006349918433, -0.01111812051, -0.01528073754,
    0.02449801192, 0.03380065784, -0.0527959317, -0.0793820098, 0.1454829872,
    0.4468590915, 0.4468590915, 0.1454829872, -0.0793820098, -0.0527959317,
    0.03380065784, 0.02449801192, -0.01528073754, -0.01111812051, 0.006349918433,
    0.004491201602, -0.002226336394, -0.001496405224, 0.0005914540961, 0.0003678254143,
    -9.336374205e-05, -5.061877164e-05
};
```

图 145

备注：

- (1) 信号频率 100Hz, 噪声频率 450Hz ;
- (2) 采用 TI C6000 DSP 库开发，选用实数 FIR 非优化滤波函数；

6.33 IIR——无限脉冲响应数字滤波器

Coming Soon.

销售邮箱: sales@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

技术邮箱: support@tronlong.com

公司官网: www.tronlong.com 115/116



7 更多帮助

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com

TI TMS320C6748 中文论坛

http://www.deyisupport.com/question_answer/dsp_arm/c6000_dsp/f/32.aspx

TI TMS320C6748 英文论坛

http://e2e.ti.com/support/dsp/tms320c6000_high_performance_dsps/f/115.aspx

TI 官网

[www\(ti\).com](http://www(ti).com)

TI WIKI

<http://processors.wiki.ti.com/>

8 附录 Boot Mode Selection

Table 11. Boot Mode Selection

BOOT[7:0] ⁽¹⁾	Boot Mode	AIS
0000 0010	NOR	Yes ⁽²⁾
0xx0 1110 ⁽³⁾	NAND 8	Yes
0xx1 0000 ⁽³⁾⁽⁴⁾	NAND 16	Yes
00x1 1100 ⁽⁵⁾⁽⁶⁾	MMC/SD0	Yes
0000 0000	I2C0 EEPROM	Yes
0000 0110	I2C1 EEPROM	Yes
0000 0001	I2C0 Slave	Yes
0000 0111	I2C1 Slave	Yes
0000 1000	SPI0 EEPROM	Yes
0000 1001	SPI1 EEPROM	Yes
0000 1010	SPI0 Flash	Yes
0000 1100	SPI1 Flash	Yes
0001 0010	SPI0 Slave	Yes
0001 0011	SPI1 Slave	Yes
xxx1 0110 ⁽⁷⁾	UART0	Yes
xxx1 0111 ⁽⁷⁾	UART1	Yes
xxx1 0100 ⁽⁷⁾	UART2	Yes
0000 0100	HPI	No
0001 1110	Emulation Debug	No

图 146

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

公司总机: 020-8998-6280

公司官网: www.tronlong.com 116/116