CLB 案例开发手册

Revision History

Draft Date	Revision No.	Description		
2022/09/10	V1.0	1. 初始版本。		

目 录

前 言		3
	· · · · ·	
2 开发环境	境搭建	
2.1	安装 CCS12.0.0	6
2.2	安装 C2000Ware_4_01_00_00	11
2.3	安装 TDM-GCC	14
3 clb_exte	rnal_signal_AND_gate2 案例	17
3.1	案例说明	18
3.2	案例测试	18
3.3	案例编译	
3.4	关键代码	22
更多帮助.		28

前言

(裸机) CLB 案例基于软件开发包 C2000Ware_4_01_00_00 和 GNU 编译器 TDM-GCC 进行开发。C2000Ware 是一套全面的软件和文档集,旨在最大限度地缩短开发时间,它包括特定于器件的驱动程序、库文件以及外设示例程序。

(裸机) CLB 案例位于产品资料 "4-软件资料\Demo\C2000Ware-demos\" 路径下。目录说明如下表,其中 bin 目录存放程序可执行文件,project 目录存放案例工程源文件。

表 1

目录	文件/目录	说明
bin -	xxx_ram.out	程序可执行文件,用于加载至 DSP 片内 RAM
	xxx_flash.out	程序可执行文件,用于固化至 DSP 片内 FLASH
project		工程源码

本文档案例程序仅支持 TMS320F28379D 的核心板,默认通过 TL-XDS200 仿真器加载运行进行操作效果演示。

Tronlong® 专业打造工业核心板

1 CLB 模块简介

CLB(Configurable logic block)模块是集成在 TMS320F28379x 器件中的硬件模块。CLB 包含一组可配置的模块并且能够内部互连,使用户能够按照可使用类似 FPGA 实现的方式创建自定义数字逻辑。例如,可对 CLB 进行配置,以增强现有器件外设的功能或创建新的外设功能。

用户可使用 Code Composer Studio™(CCS)的"SysConfig"图形用户界面(GUI)配置和连接每个 CLB 逻辑块中的子模块。该工具会生成一个 C 头文件,其中包含一组与用户在 GUI 中定义的配置设置相对应的常数。该工具还生成一个 C 源文件,该文件使用 C 头文件中的常数,通过一系列寄存器加载操作将这些常数加载到 CLB 寄存器中,从而初始化 CLB 模块。应用程序仅需在初始化期间调用该 C 源文件中的函数,即可完成 CLB 逻辑块的配置和连接。

CLB 使用详细请参考产品资料 "6-开发参考资料\TI 官方参考文档\应用手册\"目录下的《zhcu712》文档。官方案例请参考"C2000Ware_4_01_00_00\driverlib\f2837xd\example s\cpu1\clb\"。

CLB 工具框架和构建流程,如下图所示。

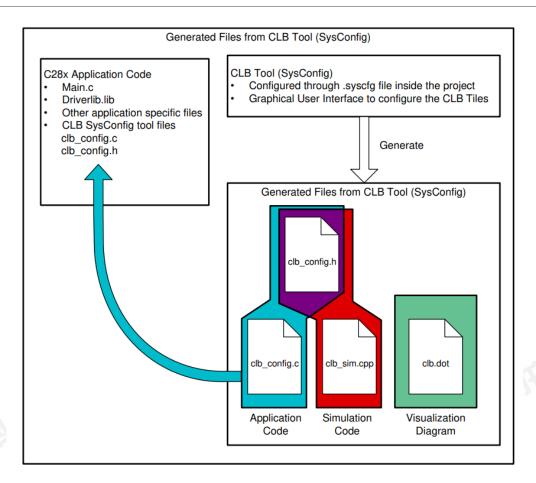


图 1 CLB 工具框架

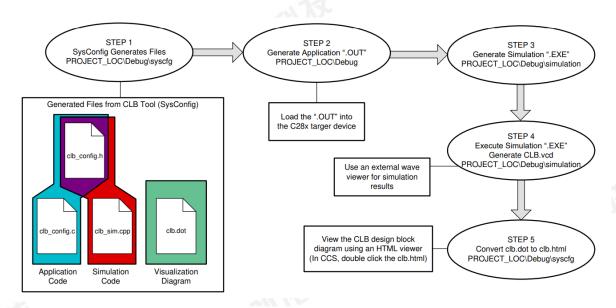


图 2 CLB 工具构建流程

2 开发环境搭建

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net 销售邮箱: sales@tronlong.com 技术邮箱: support@tronlong.com 公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

2.1 安装 CCS12.0.0

CLB 功能需使用 CCS12.0.0 集成开发环境。请将产品资料"4-软件资料\Tools\Windows\" 目录下 CCS12.0.0.00009 win64.zip 压缩包解压至 Windows 非中文目录下。

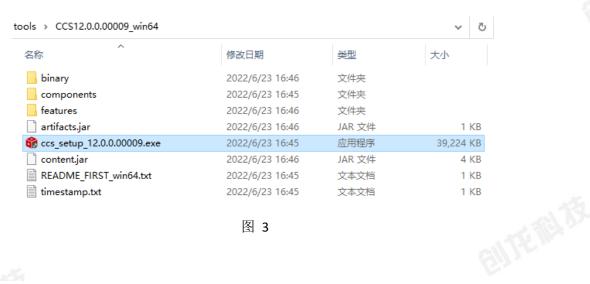


图 3

双击 ccs_setup_12.0.0.00009.exe 程序,弹出如下界面。

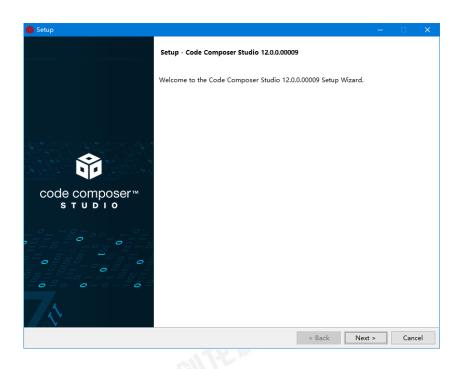


图 4

川花澗茨 点击 Next, 弹出如下界面。

₿ Setup	- 0	×
License Agreement	É	
Please read the following License Agreement. You must accept the terms of this agreem	ment before continuing with the installation	
TECHNOLOGY SOFTWARE PUBLICLY AVAILABLE		^
Copyright (c) 2016 Texas Instruments Incorporated		
All rights reserved not granted herein.		
Limited License Agreement.		
This Limited License Agreement ("Agreement") is a legal agreement between entity) and Texas Instruments Incorporated ("II"). The "Software" consists the materials identified as TI proprietary software programs in the softwa subject to the terms herein, and any "on-line" or electronic documentation any portion thereof (the "Licensed Materials"), and (b) the materials idet third party proprietary software in the software manifest for the Software Software"). For clarification, your use of the Licensed Materials is subject contained in this Agreement and your use of the Public Software is subject specified in the applicable software manifest and/or identified or include the property of the property of the public software is subject to the subject to the subject to the public software without the property of the property of the public subject to the subject to the public subject to the subject to the public subject to the subject to the public subject to the subject to the public subject to the subjec	ts of the following materials: (a) are manifest for the software n associated with these programs, o ntified as open source materials or e, or any portion thereof ("Public ject to the licensing terms t to the separate licensing terms ed with the materials to which they	
Do you accept this license? accept the agreement		
VMware InstallBuilder		
	< Back Next > Cance	d

图 5

选择"I accept the agreement",点击 Next,弹出如下界面。

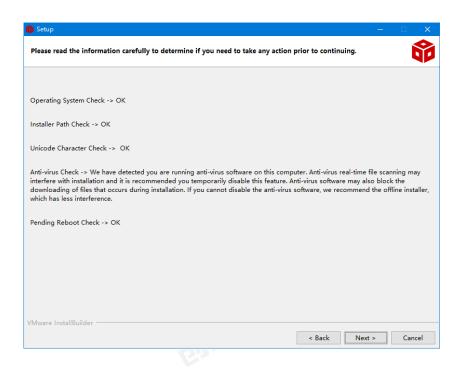


图 6

点击 Next, 弹出如下界面。

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net 销售邮箱: sales@tronlong.com 技术邮箱: support@tronlong.com 公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

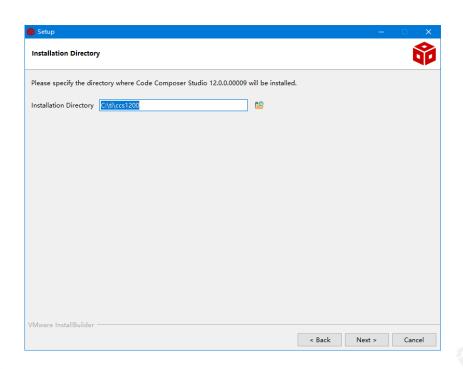


图 7

选择安装路径,点击 Next,弹出如下界面。

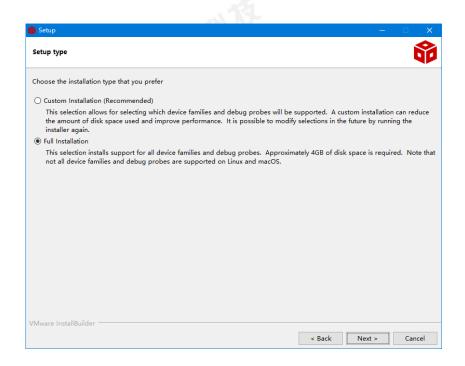


图 8

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net 销售邮箱: sales@tronlong.com 技术邮箱: support@tronlong.com 公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

选择"Full Installation",点击 Next,弹出如下界面。

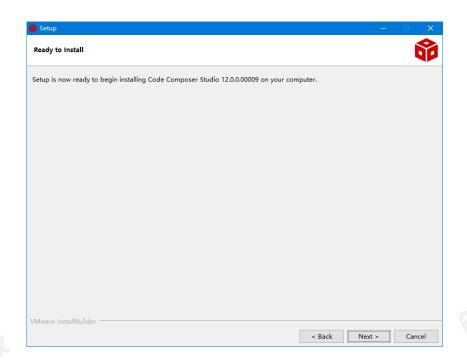


图 9

点击 Next,弹出如下安装进度条界面。

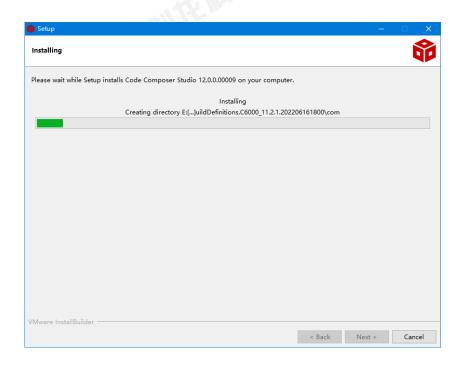


图 10

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

安装完成,弹出如下界面,点击确认。

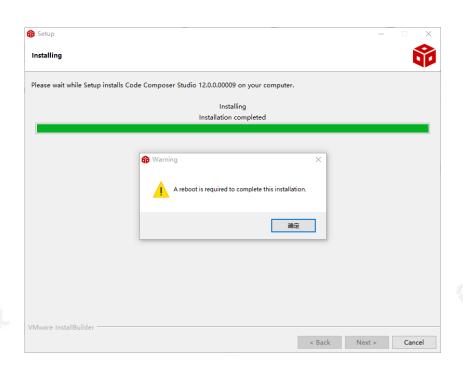


图 11

弹出如下界面,点击 Finish,至此 CCS 安装完成。

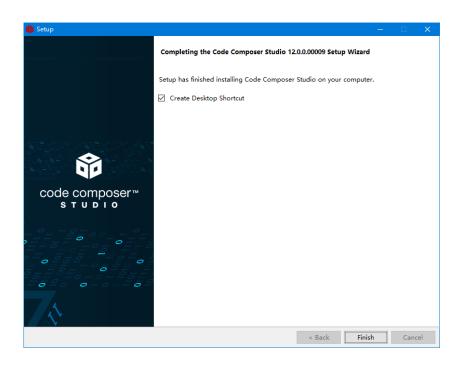


图 12

2.2 安装 C2000Ware_4_01_00_00

双击产品资料 "4-软件资料\Tools\Windows\" 目录下的 C2000Ware_4_01_00_00_setu p.exe 程序,弹出如下界面。

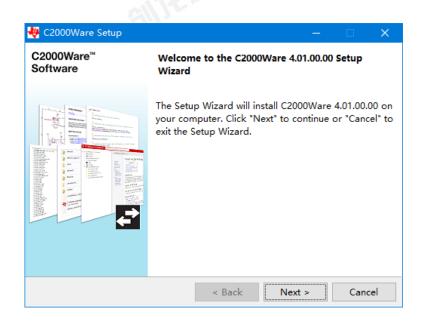


图 13

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net 销售邮箱: sales@tronlong.com 技术邮箱: support@tronlong.com 公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

点击 Next, 弹出如下界面。

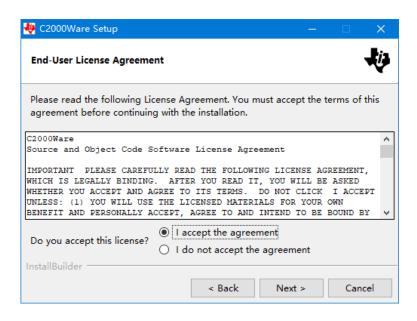


图 14

选择"I accept the agreement",点击 Next,弹出如下界面。

♣ C2000Ware Setup	434		
Installation Directory			□ ×
Please specify the directory where	e C2000Ware will l	oe installed.	
Installation Directory C:\ti\c2000			F ®
InstallBuilder	< Back	Next >	Cancel

川花澗茨 选择安装路径,点击 Next,弹出如下界面。请将 C2000Ware_4_01_00_00 安装至 CCS12.0.0 相同安装目录下。

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net

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

公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

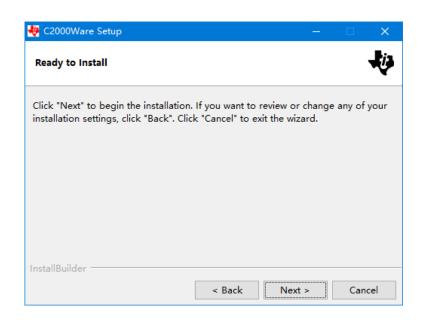


图 16

点击 Next,弹出如下安装进度界面。

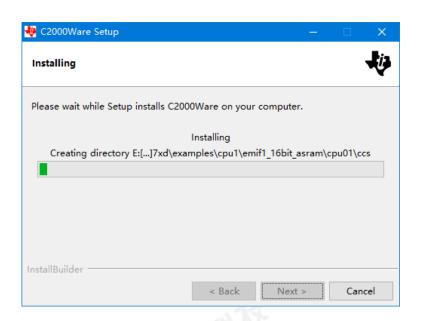


图 17

安装完成,弹出如下界面。

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net 销售邮箱: sales@tronlong.com 技术邮箱: support@tronlong.com 公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

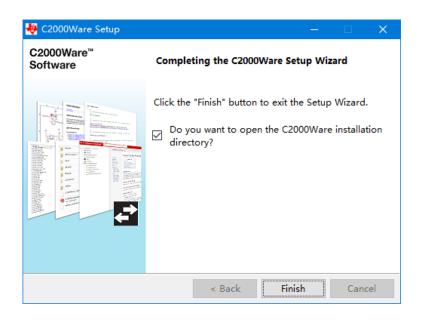


图 18

点击 Finish, 至此安装完成。在 C2000Ware 安装路径下可查看 C2000Ware_4_01_00_00 组件内容。

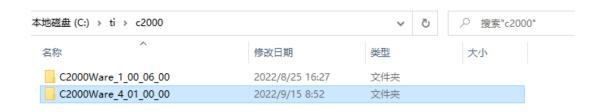


图 19

2.3 安装 TDM-GCC

TDM-GCC 为 GNU 编译器。

双击产品资料 "4-软件资料\Tools\Windows\" 目录下的 tdm64-gcc-5.1.0-2.exe 程序, 弹出如下界面。

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net 销售邮箱: sales@tronlong.com 技术邮箱: support@tronlong.com 公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

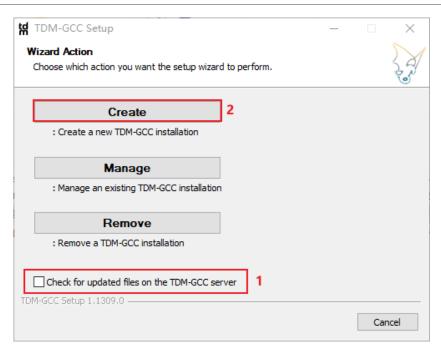


图 20

取消"Check for updated files on the TDM-GCC server"选项,点击 Create,弹出如下界面。

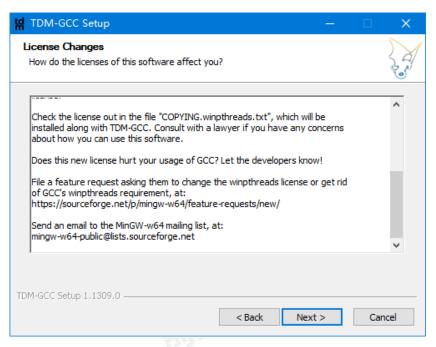


图 21

点击 Next, 弹出如下界面。

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net 销售邮箱: sales@tronlong.com 技术邮箱: support@tronlong.com 公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

₩ TDM-GCC Setup	_		×
New Installation: Installation Directory Choose the installation directory to use.			
Setup will install TDM-GCC in the following folder. To install in a different and select another folder. Click Next to continue.	t folder,	click Brov	vse
Installation Directory C:\TDM-GCC-64	Brov	wse	
Space available: 35.2GB			
TDM-GCC Setup 1,1309,0			
< Back Next	t >	Car	ncel

图 22

点击"Browse...",选择安装路径,点击 Next,弹出如下界面。

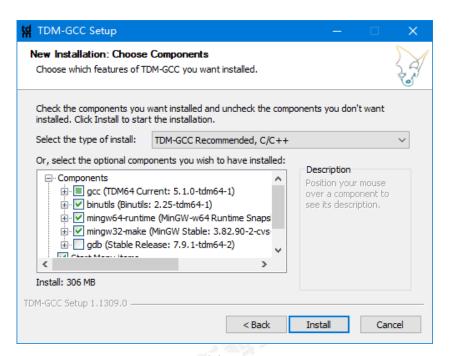


图 23

点击 Install, 弹出如下界面。

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net 销售邮箱: sales@tronlong.com 技术邮箱: support@tronlong.com 公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

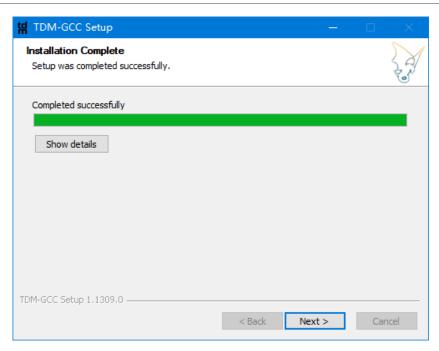


图 24

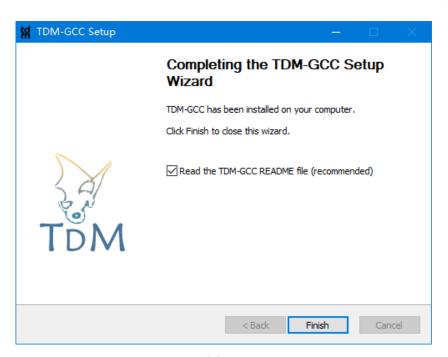


图 25

点击 Finish, 安装完成。

3 clb_external_signal_AND_gate2 案例

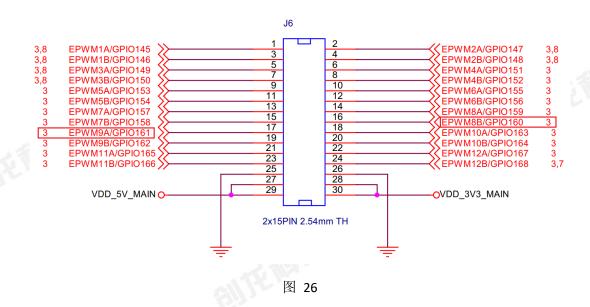
公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net 销售邮箱: sales@tronlong.com 技术邮箱: support@tronlong.com 公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

3.1 案例说明

案例功能:通过输入交叉开关和 CLB 交叉开关,将 2 个 GPIO(GPIO160、GIPO161)的外部信号传递至 CLB 逻辑块内部进行与操作,并通过输出交叉开关将结果输出至 GPIO24。

3.2 案例测试

将评估板断电,请使用杜邦线将评估底板 J6 接口的 pin 16(GPIO 160)和 pin 17(GPIO 161) 分别连接至 3.3V 或 GND,可直接使用评估底板 J6 的 VDD_3V3_MAIN 和 GND 引脚。请务必正确连接,以免损坏核心板。



硬件正常连接后,请将评估板启动并加载程序至 CPU1 核心运行。



图 27

使用万用表测试评估底板 J7 接口的 pin 16(GPIO24)电平, GPIO24 引脚输出电平为 GPIO160 与 GPIO161 引脚输入电平相与结果。

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net 销售邮箱: sales@tronlong.com 技术邮箱: support@tronlong.com 公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

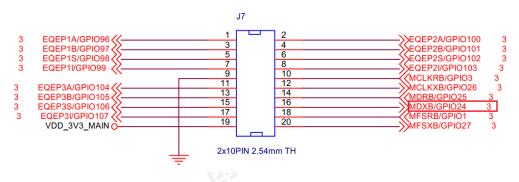


图 28

如 GPIO160 与 GPIO161 均连接至 3.3V,则 GPIO24 引脚输出电平为 3.344V;如 GPIO160 和 GPIO161 其中 1 个引脚连接至 GND,则 GPIO24 引脚输出电平为 0V,测试结果仅供参考,如下图所示。



图 29



图 30

3.3 案例编译

双击桌面快捷方式 Code Composer Studio 12.0.0,打开 CCS 软件并导入工程。 右键点击工程,选择 Properties。

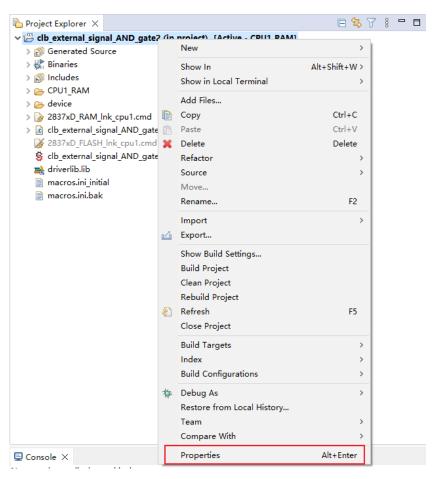


图 31

依次点击"Resource -> Linked Resources",根据实际情况,修改 CLB_SIM_COMPILER、COM_TI_C2000WARE_SOFTWARE_PACKAGE_INSTALL_DIR 路径。
CLB_SIM_COMPILER: TDM-GCC 编译器 bin 目录安装路径。
COM_TI_C2000WARE_SOFTWARE_PACKAGE_INSTALL_DIR: C2000Ware_4_01_00_00 安装路径。

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net 销售邮箱: sales@tronlong.com 技术邮箱: support@tronlong.com 公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

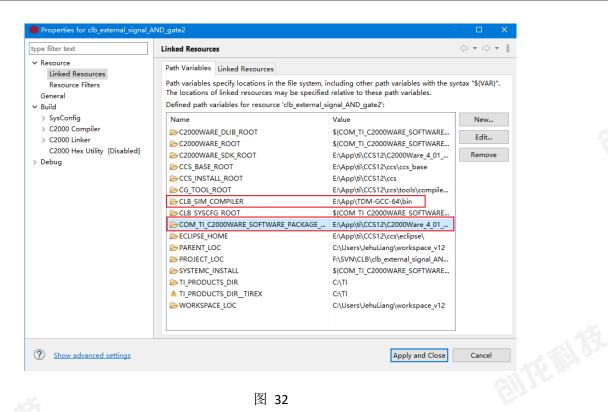


图 32

配置完成,右键点击工程,选择"Build Project"或"Rebuild Project"编译。

公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net

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

公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

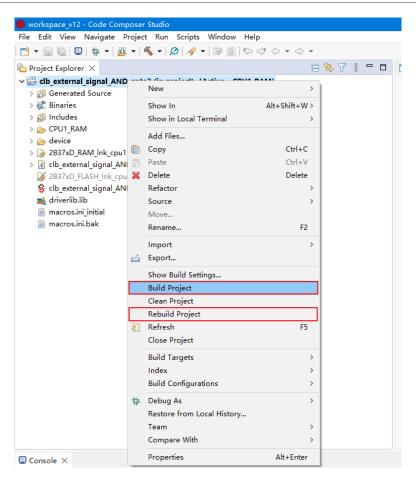


图 33

编译完成, CCS 控制台打印如下信息。

```
CDT Build Console [clb_external_signal_AND_gate2]
INVOKING: L2000 LINKEr

"E:/App/ti/CCS12/ccs/tools/compiler/ti-cgt-c2000_22.6.0.LTS/bin/c12000" -v28 -ml -mt --cla_support=cla1 --float_support=fpu32 --
tmu_support=tmu0 -vcu_support=vcu2 -0off --define=DEBUG --define=CPU1 --diag_suppress=10063 --diag_warning=225 --diag_wrap=off --
display_error_number --abi=eabi -z -m"clb_external_signal_AND_gate2.map" --heap_size=0x200 --stack_size=0x3F8 --warn_sections -
i"E:/App/ti/CCS12/ccs/tools/compiler/ti-cgt-c2000_22.6.0.LTS/lib" -i"E:/App/ti/CCS12/ccs/tools/compiler/ti-cgt-
c2000_22.6.0.LTS/sinclude" --erread_libs --define=RAM --diag_wrap=off --display_error_number --
xml_link_info="clb_external_signal_AND_gate2.linkInfo.xml" --entry_point=code_start --rom_model -o
"clb_external_signal_AND_gate2.out" ''./clb_external_signal_AND_gate.obj" ''./syscfg/clo_sim.obj" ''./syscfg/clo_sim.obj" ''./syscfg/clo_sim.obj" ''./syscfg/clo_sim.obj" ''./syscfg/clo_sim.obj" ''./device/device.obj"
"'./2837xD_RAM_lnk_cpu1.cmd" "E:/App/ti/CCS12/C2000Ware_1binraies.obj" ''./device/fexap_compiler/ti-cgt-
cvan_link_nap_sim.obj" ''./syscfg/c2000ware_line=RAM --diag_wrap=off-
inished_building_target: "clb_external_signal_AND_gate2.out"

***** Build_Finished_*****
```

图 34

3.4 关键代码

(1) 主函数:调用 Board init 函数,完成 CLB 逻辑块的配置和连接。

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

22/28

公司官网: www.tronlong.com 销售邮箱: sales@tronlong.com 公司总机: 020-8998-6280 技术论坛: www.51ele.net 技术邮箱: support@tronlong.com 技术热线: 020-3893-9734

```
void main(void)
27
    ₽{
28
          Device_init();
29
          Device_initGPIO();
30
31
          Interrupt_initModule();
32
          Interrupt_initVectorTable();
33
34
          /* Enabling EPWM1 to enable CLB1 */
35
          SysCtl_enablePeripheral(SYSCTL_PERIPH_CLK_EPWM1);
36
37
           /* device initialization */
          Board init();
38
39
40
          /* CLB initialization */
41
          initTILE1 (myCLBTILE1 BASE);
          CLB enableCLB(myCLBTILE1 BASE);
42
43
44
          while(1) {
              asm(" NOP");
45
46
47
```

图 35

- (2) Board_init 函数在 board.c 文件中定义。该源码文件为 syscfg tools 根据 clb_exter nal_signal_AND_gate.syscfg 生成的源码文件。如需修改该源码文件,需修改 syscfg 中配置重新生成源码文件。
- (3) clb_external_signal_AND_gate.syscfg 文件根据如下框图,配置 GPIO 作为 CLB 的输入和输出。

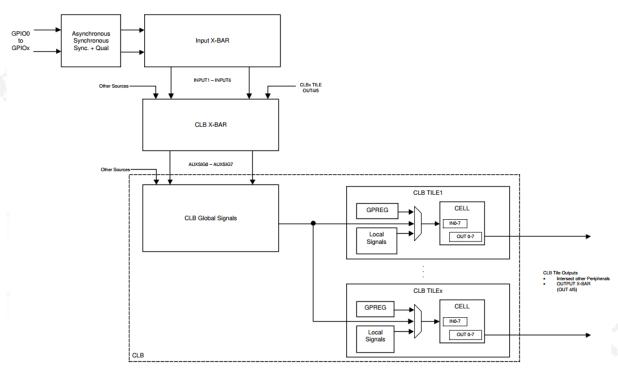


Figure 29-5. GPIO to CLB Tile Connections

https://blog.csdn.net/ngany

图 36

a) 配置 GPIO0 和 GPIO1 为输入模式。

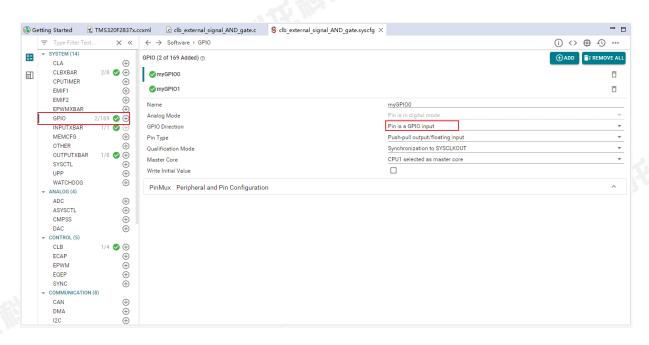


图 37

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net 销售邮箱: sales@tronlong.com 技术邮箱: support@tronlong.com 公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

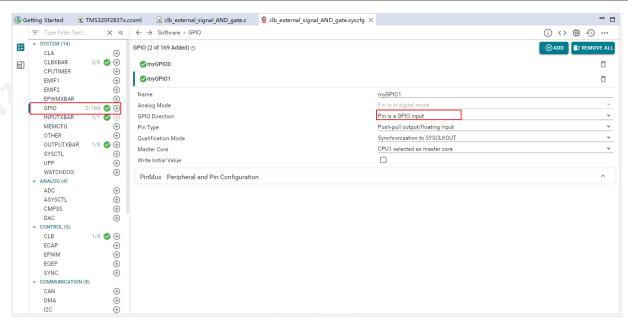


图 38

b) 指定 INPUTXBAR1 为 GPIO160 引脚,INPUTXBAR2 为 GPIO161 引脚。

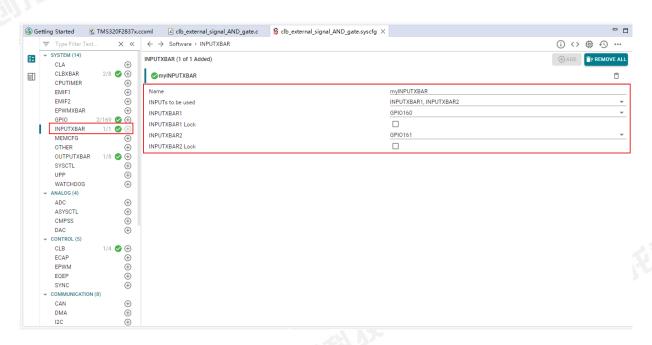


图 39

c) 将 INPUTXBAR1 和 INPUTXBAR2 分别映射到 AUXSIG0 和 AUXSIG1。

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

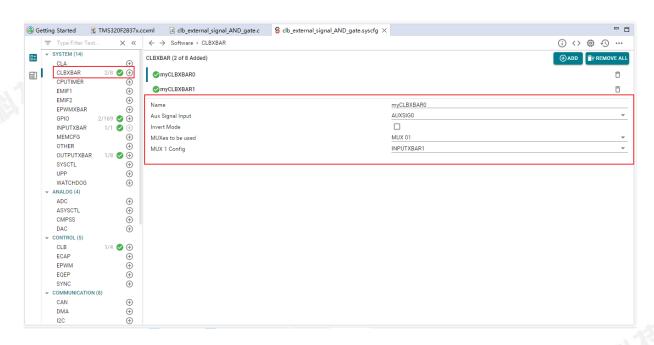


图 40

d) 设置输入引脚为 OUTPUTXBAR1,使用 CLB1 OUT4 逻辑结果作为 OUTPUTXBAR1 的输 出电平。

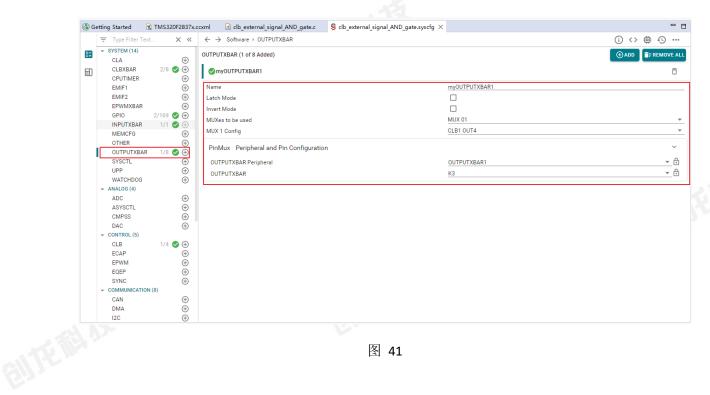


图 41

将 AUXSIG0 和 AUXSIG1 作为 LUT_0 的输入,LUT_0 输出为两个输入的相与结果。

因我们的存在,让嵌入式应用更简单

公司官网: www.tronlong.com 技术论坛: www.51ele.net

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

公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734

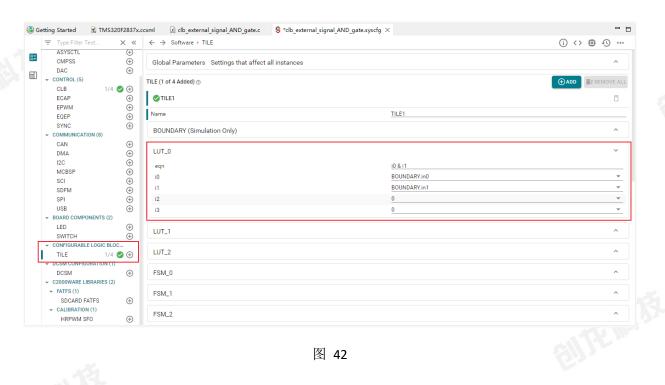


图 42

将 LUT_0 输出结果作为 CLB1 OUTLUT_4 的输入,并将其送至 CLB1 OUTLUT_4 的输出; CLB1 OUTLUT_4 逻辑结果作为 OUTPUTXBAR1 的输出电平。

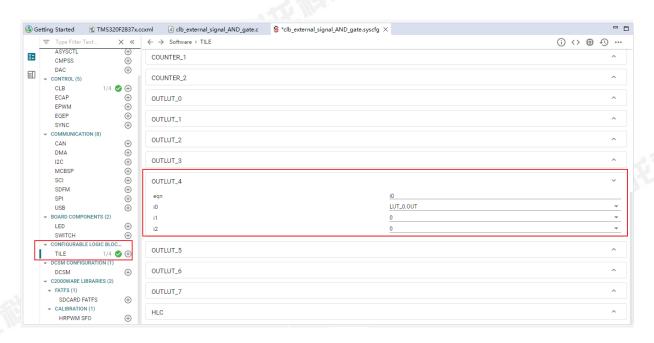


图 43

更多帮助

销售邮箱: sales@tronlong.com

技术邮箱: support@tronlong.com

创龙总机: 020-8998-6280

技术热线: 020-3893-9734

创龙官网: www.tronlong.com

技术论坛: www.51ele.net

官方商城: https://tronlong.tmall.com

公司总机: 020-8998-6280 技术热线: 020-3893-9734