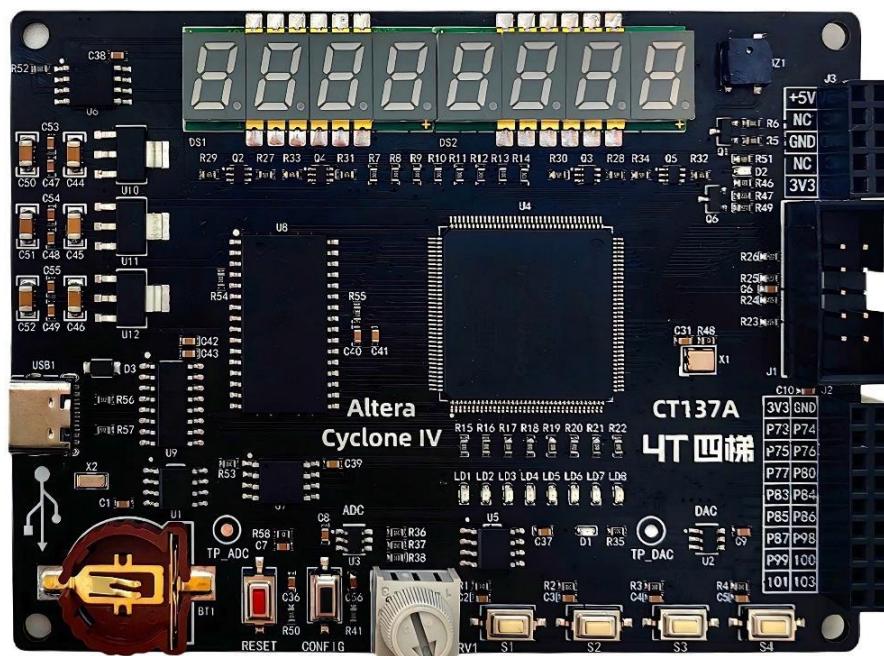


蓝桥杯 FPGA 设计与开发竞赛实训平台

(Altera 版)

【用户手册】



获取支持

请通过以下方式联系我们，获取更多硬件学习资源和技术支持。

- 交流 QQ 群: 824313199
- 技术支持: tech@4t.wiki
- 交流社区: <https://www.4t.wiki/community>
- 学习资源: <https://www.4t.wiki/curriculum>
- Github 仓库地址: https://github.com/4T-tech/CT137A_Data
- Gitee 仓库地址: https://gitee.com/fourT-tech/CT137A_Data
- 关注微信公众号（四梯）、Bilibili 账号（四梯科技）获取更多即时信息。
打开 4t.wiki 网站，获取更多竞赛资讯。



微信扫码-四梯



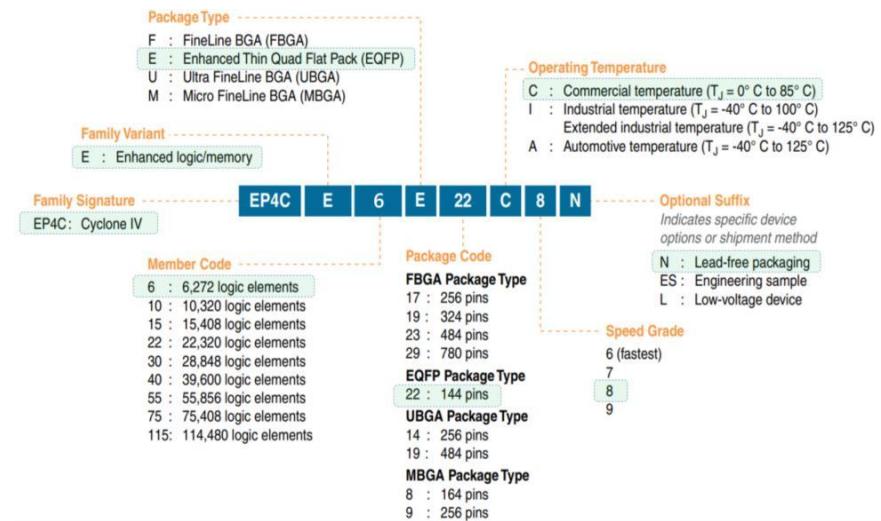
B 站扫码-四梯科技

1. 产品简介

1.1 产品概述

FPGA 设计与开发竞赛实训平台由蓝桥杯大赛技术支持单位北京四梯科技有限公司设计和生产，该产品可用于参加蓝桥杯 FPGA 设计与开发赛道的竞赛实训或院校相关课程的实践教学环节。

产品基于 Altera Cyclone IV 系列 FPGA 设计，型号为 EP4CE6E22C8N，芯片提供了 6272 个逻辑单元，每个逻辑单元包含一个查找表（LUT）和一个触发器，能够实现组合逻辑和时序逻辑功能。提供 91 个 I/O 引脚，支持多种标准。



1.2 主要特点

- 高集成性，集成适用于 FPGA 初学者学习的典型外设，提供完整的实验环境。
- 可扩展性，引出部分 FPGA / IO、电源和外设引脚，方便扩展。
- 开发生态，支持基于 Quartus II 集成开发环境的设计开发，初学者或经验丰富的工程师，都可以利用 Quartus II 强大的功能来完成复杂的设计任务。
- 易于教学，产品设计简单，接口、结构清晰，提供教材、视频课件支持，非常适合用于院校实践教学，能够帮助学生快速上手并掌握 FPGA 开发的基本技能。

1.3 订购信息

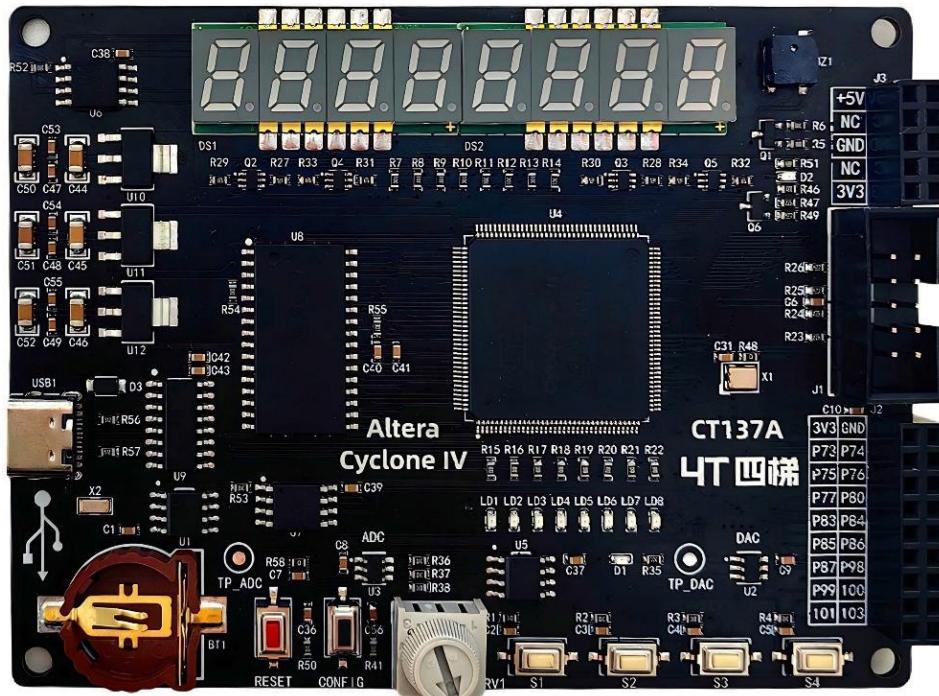
序号	型号	名称	数量
1	CT137A	FPGA 设计与开发竞赛实训平台	1
2	CT137A-DT	Altera FPGA 下载器	1
3	/	USB FPGA 连接线	2

订购渠道

- 官方淘宝：gxct.taobao.com
- 四梯商城：<https://www.4t.wiki/mall>
- 官方京东：<https://mall.jd.com/index-16359606.html>

1.4 硬件配置

FPGA 设计与开发竞赛实训平台实物

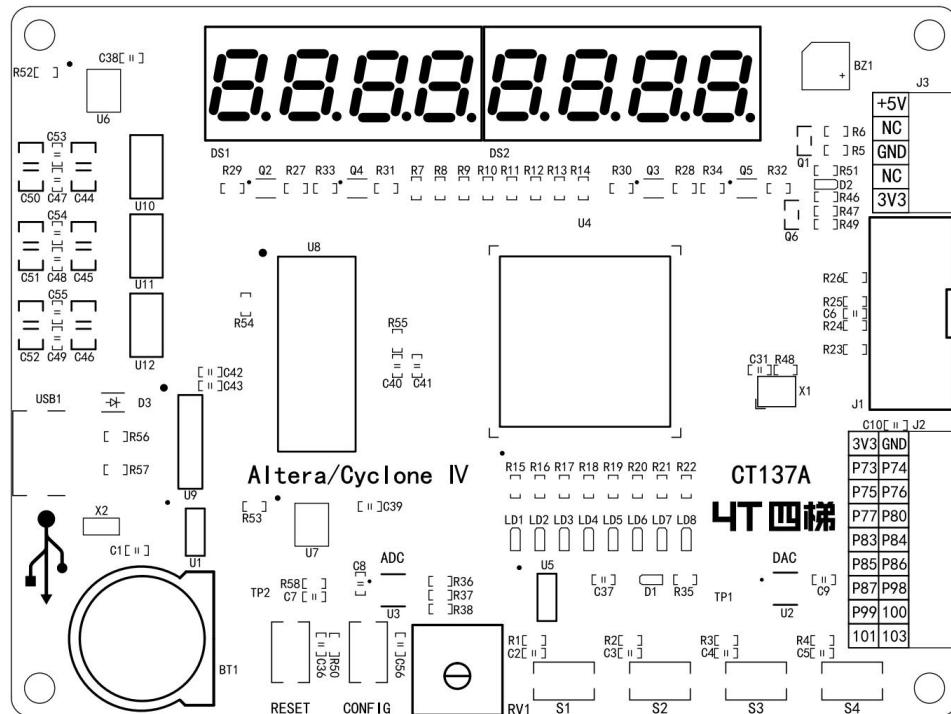


蓝桥杯 FPGA 设计与开发竞赛实训平台单终端配置。

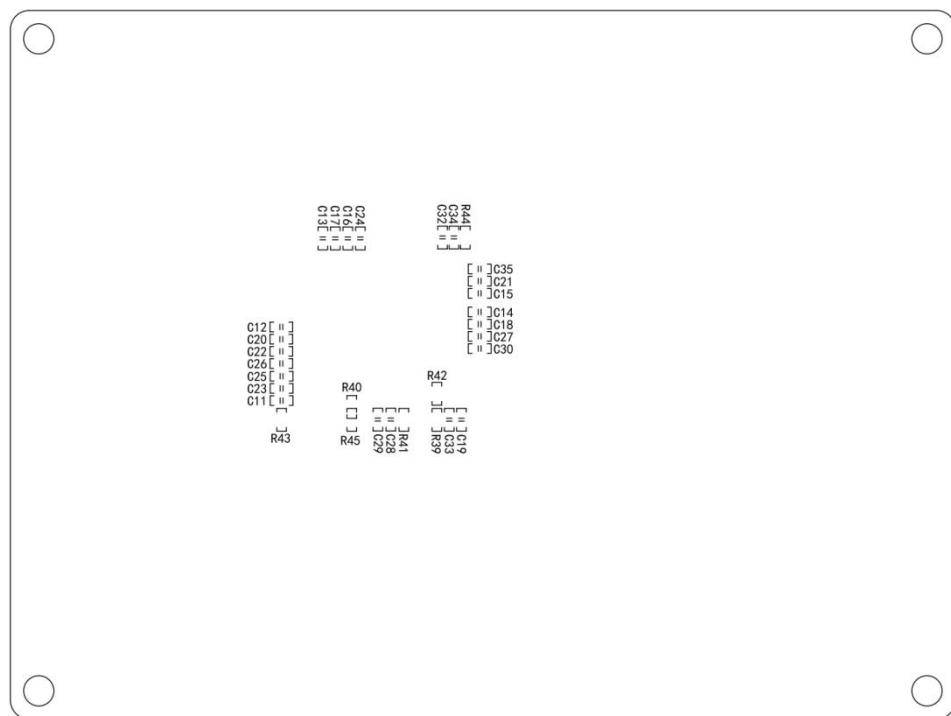
- FPGA: EP4CE6 / Altera / Cyclone IV 系列。 1
- ADC(I2C/ADC081C021) 1
- DAC(I2C/DAC5571) 1
- RTC (DS1302) 1
- 复位按键 1
- 编程按键 1
- 用户按键 4
- LED (R) 8
- 电源就绪指示灯 1
- 编程指示灯 1
- DAC 输出指示灯 1
- 无源蜂鸣器 1
- 电位器 1
- EEPROM (I2C/AT24C02) 1
- FLASH (SPI/W25Q128) 1
- 外扩 SRAM 存储器 (IS63WV1288) 1
- USB 转 UART 1
- 下载器接口 1
- 通用扩展接口 1

2. 硬件说明

2.1 硬件布局



顶层布局图



底层布局图

2.2 接口配置

1. USB 接口

配置了一个 USB TYPE C 接口，用于为 FPGA 开发平台提供 5V 电源输入，并连接到了 CH340C 上，可实现 USB 转串口功能。当用户通过电脑主机连接硬件后，能够在设备管理器中看到一个串口，此串口连接到了 EP4CE6 引脚。

⚠ 注意：硬件只支持 5V 电源供电，例如电脑主机 USB 口、5V 充电适配器等，使用其它电压输出规格的电源可能导致硬件损坏等严重后果。

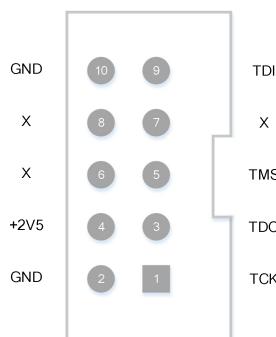
2. 扩展接口 J3

J3 是一个电源扩展接口，可对外提供 5V、3.3V 电源。

⚠ 注意：使用此电源接口时，注意电源输出能力，避免出现短路、反接等情况造成硬件损坏。

3. 下载器 J1

此接口为硬件平台的下载器接口，通过此接口我们可以将程序下载到 FPGA 芯片或其外挂的 FLASH 芯片中。



JTAG 下载接口功能定义

如程序固化到 FLASH 中，下载完成后，按下编程按键 CONFIG，硬件平台将从 FLASH 中加载程序并运行。

⚠ 注意：如使用第三方调试器，请注意是否满足竞赛平台原理图中给出的接口功能定义，避免出现电源短路、反接等情况造成硬件损坏。

4. 扩展接口 J5

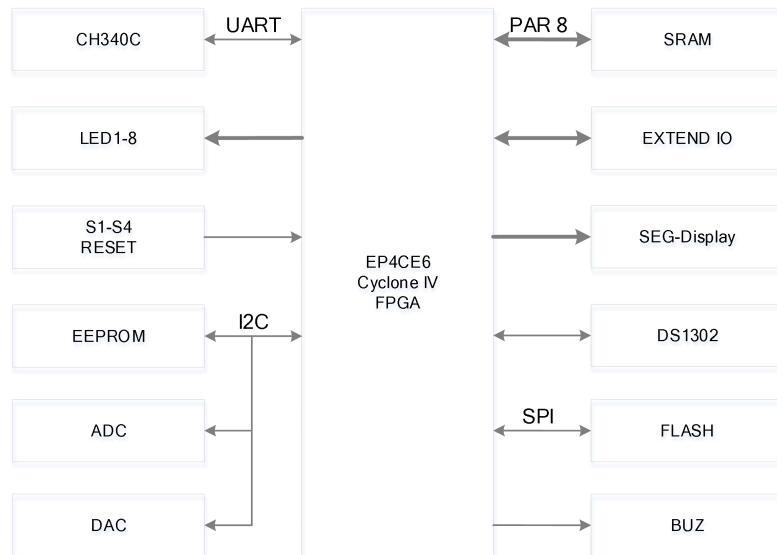
J5 是一个扩展接口，提供了 16 个 IO 引脚和 1 组 3.3V 电源。

编号	绑定 FPGA 引脚
PIN3	PIN_73
PIN4	PIN_74
PIN5	PIN_75
PIN6	PIN_76
PIN7	PIN_77
PIN8	PIN_80
PIN9	PIN_83

PIN10	PIN_84
PIN11	PIN_85
PIN12	PIN_86
PIN13	PIN_87
PIN14	PIN_98
PIN15	PIN_99
PIN16	PIN_100
PIN17	PIN_101
PIN18	PIN_103

2.3 硬件框图

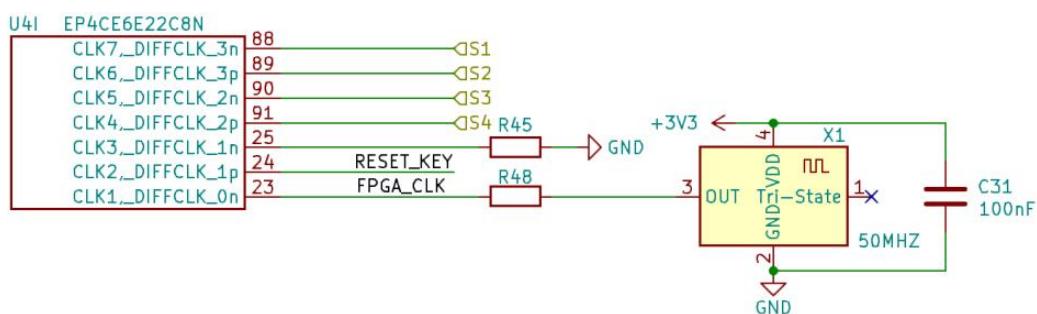
FPGA 设计与开发竞赛实训平台提供了电源电路、配置电路、RTC、E2PROM、FLASH、LED、ADC、DAC、扩展接口、数码管、按键、SRAM、蜂鸣器等资源。



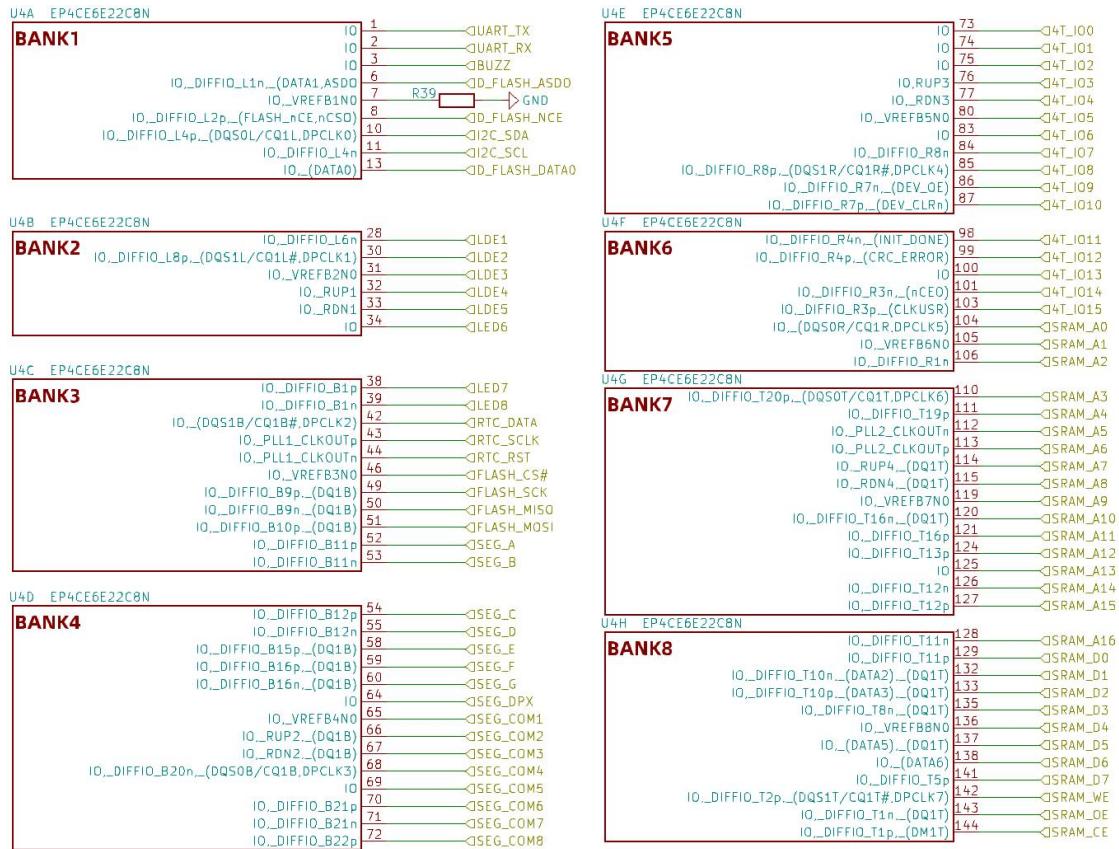
2.4 硬件资源

1. 时钟

FPGA 竞赛平台上配置了一个 50MHz 的有源晶振，该晶振输出的时钟信号可以作为系统时钟，驱动 FPGA 内的用户逻辑电路。



2. BANK1-8



3. 复位与用户按键

FPGA 竞赛平台上配置了 4 个用户按键和一个复位按键。

4. LED

FPGA 竞赛平台上配置了 8 个用户可编程 LED 指示灯。

5. ADC

FPGA 竞赛平台上配置了一个 I₂C 接口的 8 位 ADC 转换芯片，可以测量电位器 RV1 输出的模拟电压信号。断开电阻 R58，可用于测量外部模拟信号。

6. DAC

FPGA 竞赛平台上配置了一个 I₂C 接口的 8 位 DAC 转换芯片，DAC 的输出结果可以通过 D1 直观的反应出来，也可以通过测试点 TP1 测量。断开电阻 R35，可用于驱动其它外部电路。

7. EEPROM

FPGA 竞赛平台上配置了一个 EEPROM 存储器，型号为 AT24C02。注意：ADC、DAC 、 EEPROM 三个元器件作为从器件，挂载在一组 I₂C 总线上。

8. FLASH

FPGA 竞赛平台上配置了一个 SPI 接口的 NOR FLASH 芯片，芯片编号为 U7，容量 128Mbit，可存储用户自定义数据。

⚠ 注意：U6 型号规格与 U7 相同，在平台上的功能却不相同。U6 用作 FPGA 配置芯片，我们可以将程序固化在 U6 中，U7 作为普通存储器使用，可以存储任何用户希望存储的数据。

9. 蜂鸣器

FPGA 竞赛平台上配置了一个通过三极管驱动的无源蜂鸣器，通过改变驱动信号频率和占空比可以实现不同音调的发声。

10. 数码管

FPGA 竞赛平台上配置了一个 8 位 8 段共阳极数码管，通过 8 个三极管驱动。

11. USB 转串口

FPGA 竞赛平台上配置了一个 USB 转 UART 电路，通过 CH340C 实现。

12. SRAM 存储器

FPGA 竞赛平台上配置了一个 1Mbit 存储空间的并口 SRAM 存储器。

13. 实时时钟

FPGA 竞赛平台上配置了一个 DS1302 实时时钟芯片。

2.5 引脚绑定

FPGA 设计与开发平台的 IO Bank1-8 均被直接分配了 3.3V 电源，设计开发功能时须将引脚配置为 LVCMOS33 标准。

引脚名	FPGA 绑定引脚	引脚功能
GCLK	PIN_23	系统时钟
S1	PIN_88	用户按键 1
S2	PIN_89	用户按键 2
S3	PIN_90	用户按键 3
S4	PIN_91	用户按键 4
RESET	PIN_24	复位按键
LD1	PIN_28	LED 指示灯 1
LD2	PIN_30	LED 指示灯 2
LD3	PIN_31	LED 指示灯 3
LD4	PIN_32	LED 指示灯 4
LD5	PIN_33	LED 指示灯 5
LD6	PIN_34	LED 指示灯 6
LD7	PIN_38	LED 指示灯 7
LD8	PIN_39	LED 指示灯 8
I2C_SCL	PIN_11	E2P/AD/DA SCL 信号
I2C_SDA	PIN_10	E2P/AD/DA SDA 信号
SPI_CS	PIN_46	SPI 片选
SPI_SCK	PIN_49	SPI 时钟
SPI_IO0_MOSI	PIN_51	双向 IO/串行输出
SPI_IO1_MISO	PIN_50	双向 IO/串行输入
SEGA	PIN_52	数码管 A 段
SEGB	PIN_53	数码管 B 段

SEGC	PIN_54	数码管 C 段
SEGD	PIN_55	数码管 D 段
SEGE	PIN_58	数码管 E 段
SEGF	PIN_59	数码管 F 段
SEGG	PIN_60	数码管 G 段
SEGDP	PIN_64	数码管 DP 段
COM1	PIN_65	数码管位选信号 1
COM2	PIN_66	数码管位选信号 2
COM3	PIN_67	数码管位选信号 3
COM4	PIN_68	数码管位选信号 4
COM5	PIN_69	数码管位选信号 5
COM6	PIN_70	数码管位选信号 6
COM7	PIN_71	数码管位选信号 7
COM8	PIN_72	数码管位选信号 8
UART_TX	PIN_1	串口发送
UART_RX	PIN_2	串口接收
BUZ	PIN_3	蜂鸣器
SRAM_D0	PIN_129	SRAM 数据线 D0
SRAM_D1	PIN_132	SRAM 数据线 D1
SRAM_D2	PIN_133	SRAM 数据线 D2
SRAM_D3	PIN_135	SRAM 数据线 D3
SRAM_D4	PIN_136	SRAM 数据线 D4
SRAM_D5	PIN_137	SRAM 数据线 D5
SRAM_D6	PIN_138	SRAM 数据线 D6
SRAM_D7	PIN_141	SRAM 数据线 D7
SRAM_A0	PIN_104	SRAM 地址线 A0
SRAM_A1	PIN_105	SRAM 地址线 A1
SRAM_A2	PIN_106	SRAM 地址线 A2
SRAM_A3	PIN_110	SRAM 地址线 A3
SRAM_A4	PIN_111	SRAM 地址线 A4
SRAM_A5	PIN_112	SRAM 地址线 A5
SRAM_A6	PIN_113	SRAM 地址线 A6
SRAM_A7	PIN_114	SRAM 地址线 A7
SRAM_A8	PIN_115	SRAM 地址线 A8
SRAM_A9	PIN_119	SRAM 地址线 A9
SRAM_A10	PIN_120	SRAM 地址线 A10
SRAM_A11	PIN_121	SRAM 地址线 A11

SRAM_A12	PIN_124	SRAM 地址线 A12
SRAM_A13	PIN_125	SRAM 地址线 A13
SRAM_A14	PIN_126	SRAM 地址线 A14
SRAM_A15	PIN_127	SRAM 地址线 A15
SRAM_A16	PIN_128	SRAM 地址线 A16
SRAM_OE	PIN_143	SRAM 输出使能信号
SRAM_WE	PIN_142	SRAM 写使能信号
SRAM_CE	PIN_144	SRAM 片选信号
RTC_SCLK	PIN_43	RTC 时钟信号
RTC_RST	PIN_44	RTC 复位信号
RTC_DATA	PIN_42	RTC 数据线

3. 开发环境

3.1 环境要求

- 安装 Windows 操作系统（7、8、10、11）的电脑
- FPGA 设计与开发竞赛实训平台
- Altera FPGA 下载器
- USB Type C 连接线软件工具

3.2 软件工具

- Altera Quartus II 开发环境
- Modelsim 仿真软件
- USB 驱动程序

3.3 环境部署

1. 准备工作

用户可以在 Intel/Altera 官网注册、下载开发环境，推荐下载 Quartus II 13.1 或 Quartus Prime 23.1（Lite Edition）版本。

Quartus 环境下载地址：

<https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/fpga/development-tools.html>

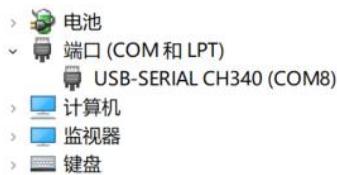
2. 安装软件

完成下载后，安装 Quartus 开发环境。

⚠ 注意：安装器件包时需要与当前安装的 Quartus 软件版本匹配。

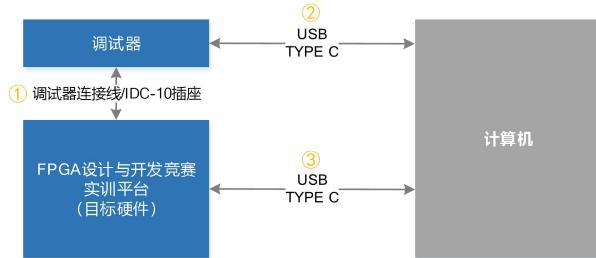
3. 驱动安装

竞赛平台上提供了 CH340C USB 转串口方案，若驱动程序安装成功，通过 USB 线连接计算机和竞赛平台后，我们能够在计算机设备管理器上看到相应的端口号。

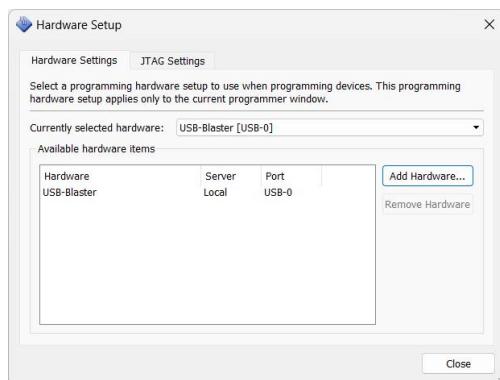


4. 环境测试

环境安装完成后，连接调试器到竞赛实训平台，并通过 USB 线连接计算机和竞赛实训平台。请按照 1-2-3 的顺序完成竞赛实训平台、计算机和调试器的连接。



打开配套资料中的任意一个示例工程文件 (.qpf)，点击编译按钮 (start compilation)，编译整个工程，等待编译完成。编译完成后，单击 Programmer 按钮，配置调试器选项后启动程序烧写。



⚠ 注意：对调试器 (J-TAG 接口)、扩展接口进行插拔操作之前，请先切断电源，避免损坏硬件。

4. 学习资源

4.1 平台资料

平台资料包括：

- 上电测试文件 (.jic)
- 原理图
- 用户手册
- FPGA 引脚分配表
- 实验代码
- 开发工具与驱动

- 芯片规格书 (Altera Cyclone IV 系列 FPGA、芯片及模块资源)

4.2 学习路径

阶段 1 入门基础知识

- a) FPGA 基础概念及其工作原理
- b) 平台硬件资源配置情况
- c) 平台使用注意事项
- d) Quartus II 软件入门
 - 安装
 - 创建项目、添加文件等基础操作
 - 了解仿真工具的使用
- e) 入门实验

编写一个简单的 Verilog HDL 代码，实现按下按键，指示灯点亮；松开按键指示灯熄灭。

** 通过一个最简单的实验学习基于 Quartus II 软件的编译、综合、实现及程序下载流程。

阶段 2 组合逻辑与简单接口

- a) 数字电路基础知识
- b) LED 指示灯与按键等简单外设应用
- c) 蜂鸣器驱动知识
- d) 简单组合逻辑电路实现
- e) 仿真工具使用知识

阶段 3 进阶学习

- a) 数码管动态扫描驱动编程
- b) 按键状态扫描
- c) 层次化程序设计
- d) 串口编程
- e) I2C 接口编程 (EEPROM)
- f) I2C 接口编程 (ADC)
- g) I2C 接口编程 (DAC)
- h) SPI 接口编程 (NOR FLASH)
- i) DS1302 编程
- j) 并口编程 (SRAM)

阶段 4 高级主题与项目实践

- a) Altera IP 库常用模块应用
- b) 第三方 IP 核应用
- c) 特定算法实现与综合项目开发与学习

4.3 实验案例

我们准备了一系列案例代码和视频教程，帮助用户快速入门 EP4CE6 FPGA。

编号	实验内容
EX01	简单门电路
EX02	3-8 译码器
EX03	多路选择器
EX04	半加器
EX05	D 触发器
EX06	计数器
EX07	分频器
EX08	流水灯
EX09	呼吸灯
EX10	简单的状态机设计与实现
EX11	蜂鸣器驱动
EX12	蜂鸣器控制（实例化）
EX13	数码管动态扫描
EX14	UART 收发
EX15	DS1302 应用
EX16	SPI 应用 NOR FLASH
EX17	I2C 应用 (1) EEPROM
EX18	I2C 应用 (2) ADC
EX19	I2C 应用 (3) DAC
EX20	并口应用 SRAM

4.4 学习资源

1. 硬件配套的开发环境包。
2. 访问 www.4t.wiki 获取相关视频课程和历年竞赛试题。
3. 关注微信公众号（四梯）、Bilibili 账号（四梯科技）获取蓝桥杯竞赛、硬件平台相关即时信息。