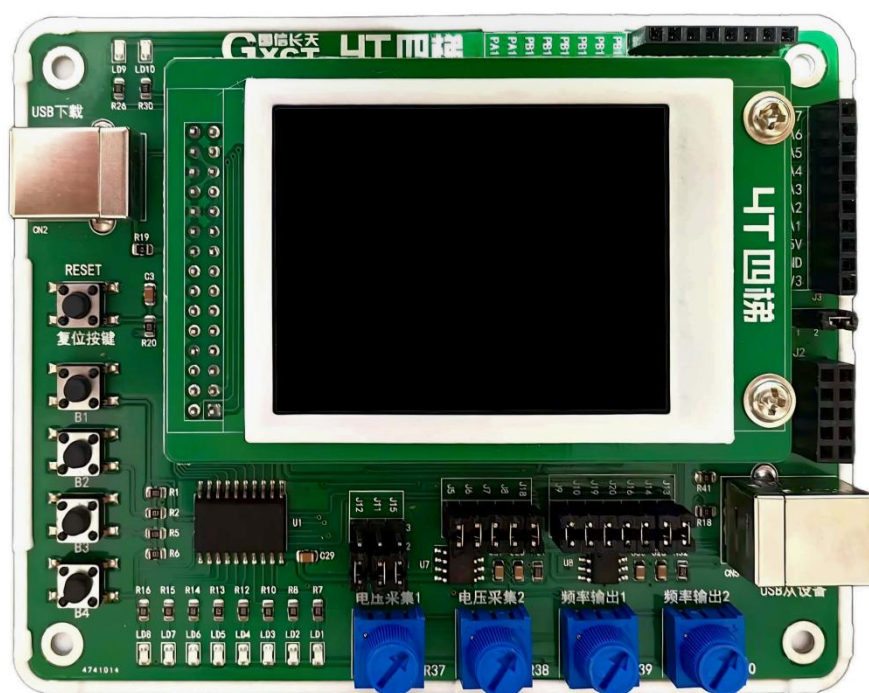


蓝桥杯嵌入式设计与开发竞赛实训平台

【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：664031576
- 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/CT117E_M4_Data
- Gitee 仓库地址：https://gitee.com/fourT-tech/CT117E_M4_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

嵌入式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嵌入式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 STM32G431RBT6 ARM Cortex M4 微控制器设计,芯片集成了 170MHz 的 ARM Cortex M4 内核,提供了 128KB 的 FLASH 存储器和 32KB 的 SRAM,内置 4 个 12 位 ADC、7 个高速运算放大器,丰富的高精度定时器等高级模拟外设。适用于需要高性能数字信号处理和精密控制的应用。

1.2 主要特点

1. 高集成性, 集成适用于初学者必备的典型外设, 提供完整实验环境。
2. 可扩展性, 引出部分 MCU/IO、电源和外设引脚, 方便扩展。
3. 开发生态, 支持基于 STM32CubeMX 与 Keil-MDK 集成开发环境的设计开发, 初学者或经验丰富的工程师, 都可以通过图形化配置快速入门。
4. 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嵌入式开发相关的基本技能。

1.3 订购信息

序号	型号	名称
1	CT117E-M4	嵌入式设计与开发竞赛实训平台
2	/	USB Type B 连接线

订购渠道

- ① 官方淘宝: gxct.taobao.com
- ② 四梯商城: <https://www.4t.wiki/mall>
- ③ 官方京东: <https://mall.jd.com/index-16359606.html>

1.4 硬件配置

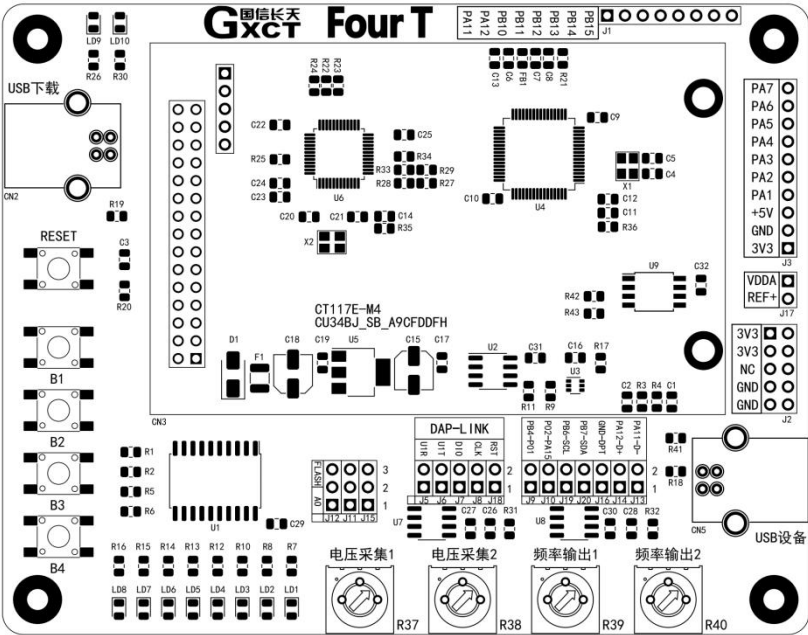
蓝桥杯嵌入式设计与开发竞赛实训平台单终端配置。

- 微控制处理器 (STM32G431RBT6)
- USB 转串口 (1)
- TFF-LCD (2.4 寸)
- 功能按键 (4)
- 复位按键 (1)
- LED (8)
- EEPROM (AT24C02)
- 可编程电阻 (1/100K)

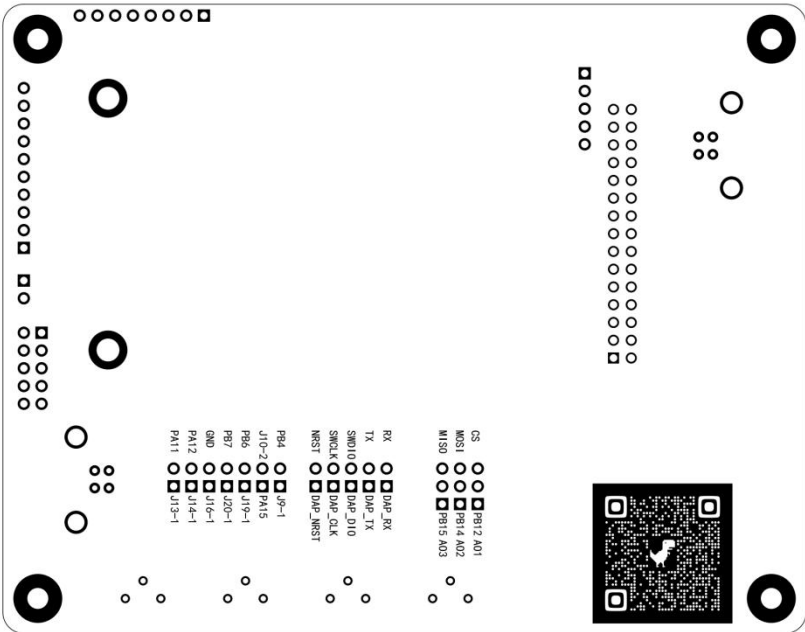
- 信号发生器（2 路）
- 分压电位器（2 个）
- 扩展接口 J1、J3（2）
- 调试器（CMSIS DAP Link）

2. 硬件说明

2.1 硬件布局



顶层布局图



底层布局图

2.2 跳线

为方便配置和扩展功能，竞赛平台上预留了各种配置跳线，用于选择不同的功能。

表 2-2 跳线说明表

序号	跳线编号	功能说明	备注
1	J6	调试器/SWCLK	断开后调试器不可用
2	J7	调试器/NRST	断开后调试器不可用
3	J8	调试器/SWDIO	断开后调试器不可用
4	J9	脉冲输出/PB4	
5	J10	脉冲输出/PA15	
6	J11	电位器分压/PB15	
7	J12	电位器分压/PB12	
8	J13	USB D+/PA12	
9	J14	USB D-/PA11	
10	J15	可编程电阻 W	
11	J16	可编程电阻 B	
12	J17	参考电源/VREF+	

2.3 电位器

表 3-1 电位器说明表

序号	跳线编号	功能说明	备注
1	电位器 R37	模拟电压输出	
2	电位器 R38	模拟电压输出	
3	电位器 R39	脉冲输出	
4	电位器 R40	脉冲输出	

2.4 接口配置

1. USB 接口（CN5）

配置了一个 USB TYPE B 接口，用于硬件供电、在线调试、串口通信和程序下载功能。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

[3]

DAP Link MCU 上。打开一个 MDK-ARM 工程，用户能够在 MDK-ARM 集成开发环境的工程配置选项下，选择 CMSIS-DAP 调试器进行程序下载和调试。

⚠ 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电源可能导致硬件损坏等严重后果。

2. 扩展接口 (CN3)

CN3 是一个 20x2 (40 针) 的双排针扩展接口，引出了 MCU (STM32G431RBT6) 的绝大部分 GPIO 和外设资源。用户可以使用杜邦线连接此接口与外部模块 (提供的液晶模块) 进行功能扩展。

3. 液晶显示屏接口 (J11、J15、J16)

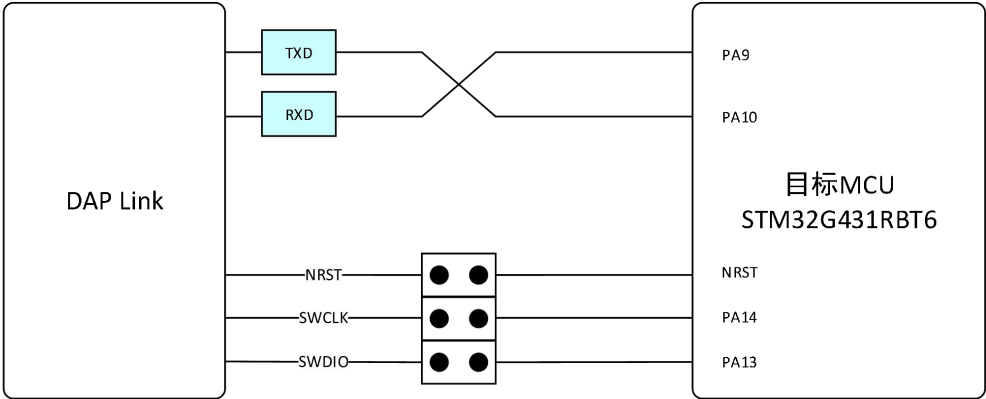
此扩展接口是一个 dedicated 的 LCD 接口,通过多个排针座(J11,J15,J16)将 LCD 数据线、控制线和背光信号引出。该接口直接与主 MCU 的 GPIO 连接，用于驱动并口 LCD 模块。

表 5-1 接口说明表

接口编号	接口类型	功能	备注	
J1	单排母 1×8	资源扩展	01: PA11 02: PA11 03: PB10 04: PB11 05: PB12 06: PB13 07: PB14 08: PB15	
J2	双排母 2×5	电源接口	01:+3V3 03:+3V3 05:NC 07:GND 09:GND	02:+3V3 04:+3V3 06:NC 08:+3V3 10:GND
J3	单排母 1×10	资源扩展		
CN2	USB-Type B	调试接口		
CN3	双排母 2×15	液晶接口		
CN5	USB-Type B	USB 设备接口		

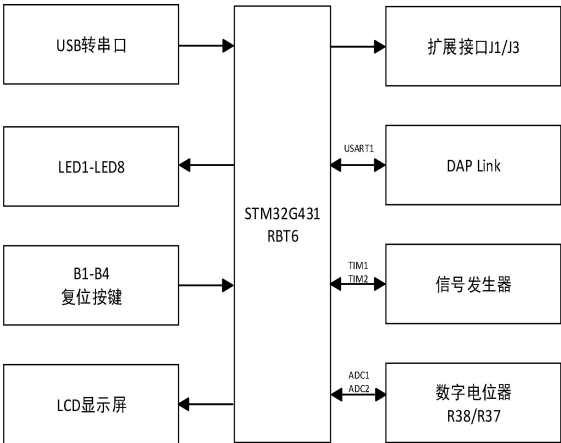
2.5 硬件框图

1. 调试器与目标 MCU



CT117E-M4 程序下载和调试需要链接 CN2（USB 下载器），并保证 NRST、SWCLK、SWDIO 的跳线连接。调试器的 USB 转串口功能默认与 STM32G431RBT6 微控制器 USART1 连接。

2. 硬件系统框图



2.6 硬件资源

1. 时钟

STM32G431RBT6 微控制器可以使用 HSI、HSE、MSI 或 PLL 作为系统时钟源。硬件上配置了 24MHz 的晶振（X1）作为 HSE（高速外部时钟）源，为主系统提供高精度时钟。同时，硬件预留了 32.768KHz 晶体振荡器的焊接位置，可作为 LSE（低速外部时钟）源，为 RTC 提供高精度时钟基准。

2. 复位

对 STM32G431RBT6 微控制器的复位控制

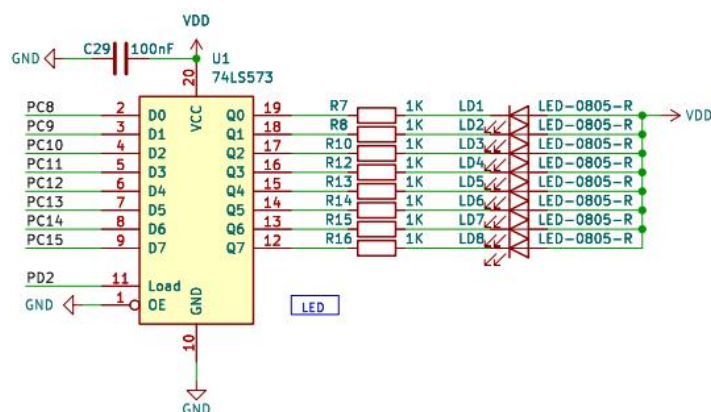
- CMSIS DAP Link 调试器复位控制
- 软件复位

3. 调试器

嵌入式竞赛平台提供了 CMSIS DAP Link 调试器, 与目标微控制器 STM32G431RBT6 连接。调试器内部实现了 USB 转串口功能, 与目标控制器 STM32G431RBT6 的 USART1 连接。

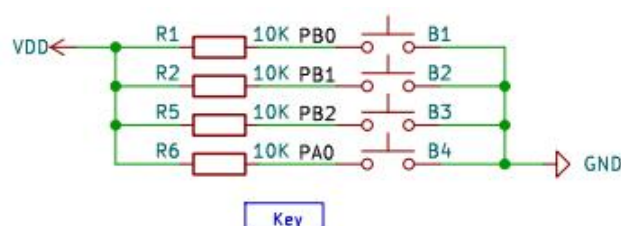
4. LED

嵌入式竞赛平台提供了 8 个用户可编程控制指示灯。



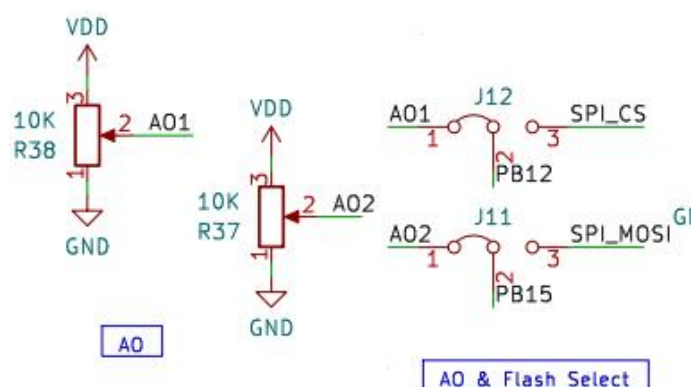
5. 按键

嵌入式竞赛平台提供了 4 个用户按键, 分别连接到 PB0、PB1、PB2 和 PA0 上, 按键按下时, 产生低电平。



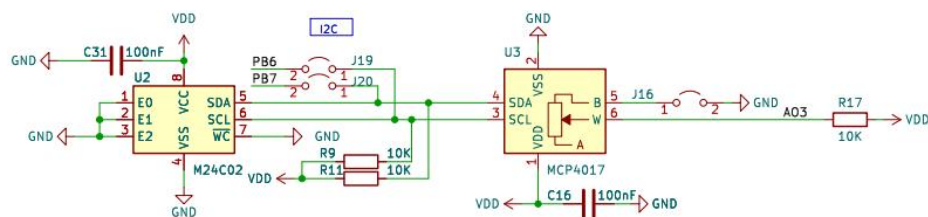
6. 电位器

嵌入式竞赛平台提供了 2 个电位器用作输出模拟电压, 连接到了 PB12 和 PB15 引脚。



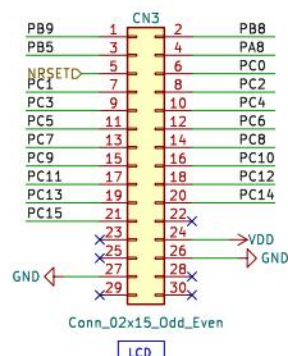
7. EEPROM

嵌入式竞赛平台提供了一个 EEPROM 存储器, 型号为 M24C02, 通过 I2C 接口与 MCU 通信。



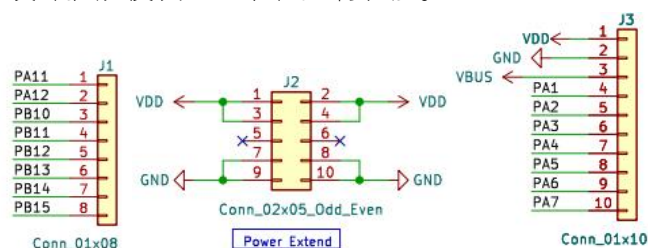
8. LCD

嵌入式竞赛平台集成了一个 0.91 寸的 OLED 显示屏及其驱动电路，驱动芯片型号为 SSD1306，该屏幕通过 I2C 接口与 MCU 通信。



9. 扩展接口与模块

嵌入式竞赛平台提供了扩展接口，将部分 MCU 外设资源引出，通过这些引出的外设资源，用户可以自行设计扩展模块的驱动和控制功能。



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
- 嵌入式设计与开发竞赛实训平台
- USB Type C 连接线

3.2 软件工具

- MDK-ARM 集成开发环境（推荐 5.30 及以上版本）
- STM32 Cube MX
- USB 驱动程序（Windows 10 及以上版本免驱动）

3.3 环境部署

1. 准备工作

开始安装环境前，请准备好 MDK-ARM 和 STM32 CUBE MX 的安装包。用户可以在 ARM 和 ST 官方网站下载最新产品。

MDK-ARM 获取：<https://www.keil.arm.com/mdk-community/>

STM32 CUBE MX 获取地址：

<https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubemx.html#get-software>

2. 安装软件

完成下载后，安装 MDK-ARM 和 STM32 CUBE MX。

提示

STM32 CUBE MX 安装时，可能出现需要安装 JAVA 运行环境的提示，用户可以在配套资料中找到 jre-xxx-windows-xxx.exe，安装后再安装 STM32 CUBE MX 即可。

提示

完成 MDK-ARM 安装后，还需要安装 STM32WLE 系列微控制器的器件包，用户在 MDK-ARM 的 Pack installer 中选择在线安装或双击安装配套资料中提供的器件包文件，文件类型为.pack。

3. 驱动安装

如果用户使用的是 windows 7、8 操作系统，需要手动安装 USB 驱动文件。打开电脑的设备管理器，找到有问题的 USB 驱动设备，右键，指定驱动的位置进行安装。

4. 环境测试

环境安装完成后，通过 USB 线连接电脑和竞赛实训平台，打开配套资料中的任意一个示例工程文件 (.uvprojx)。

按 F7 按键，编译文件，编译无报错。

按 F8 按键，下载文件，下载无报错。

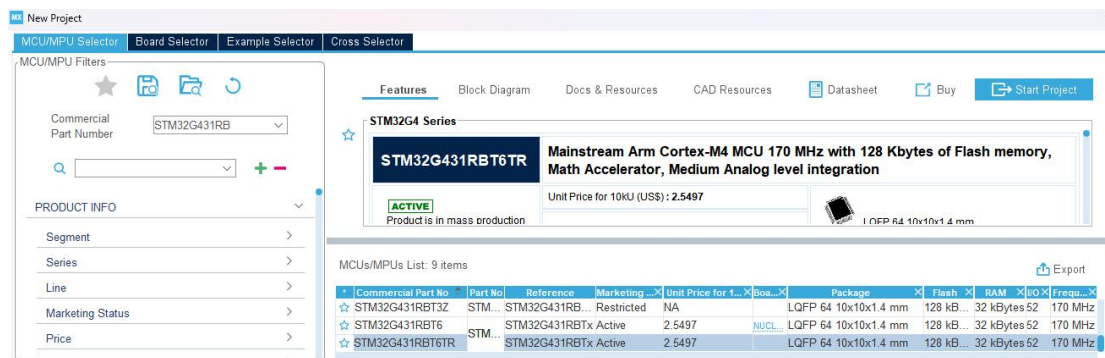
下载完成后，硬件开始执行功能，在硬件上出现下载示例对应的现象。

5. 编写第一个图形化配置工程

1) 添加 MCU

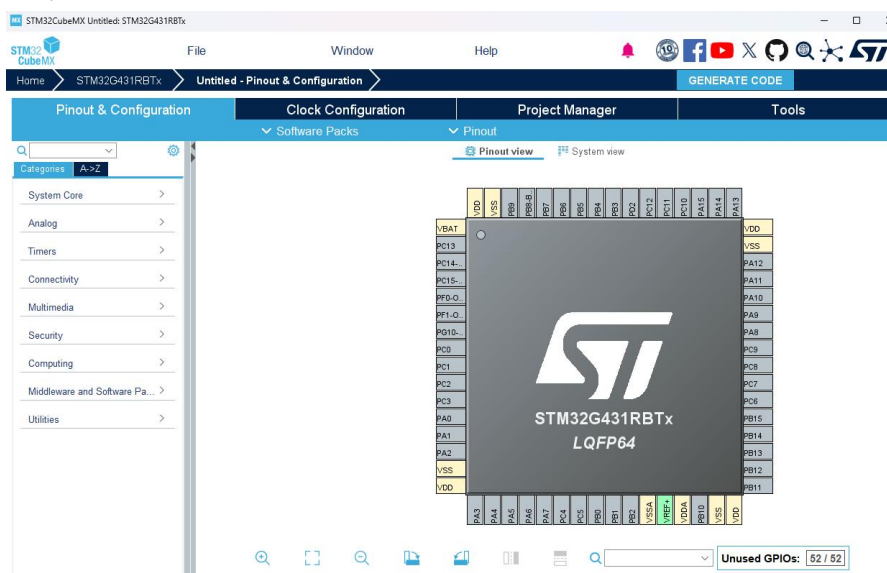
在“File”菜单下的“New Project ...”菜单项，或单击“New Project”下的“ACCESS TO MCU SELECTOR”，打开从 MCU 新建工程对话框。

在“Part Number”中输入“STM32G431RB”，在 MCU 列表中选择“STM32G431RBTx”，单击右上角的“Start Project”关闭对话框，显示引脚配置标签。



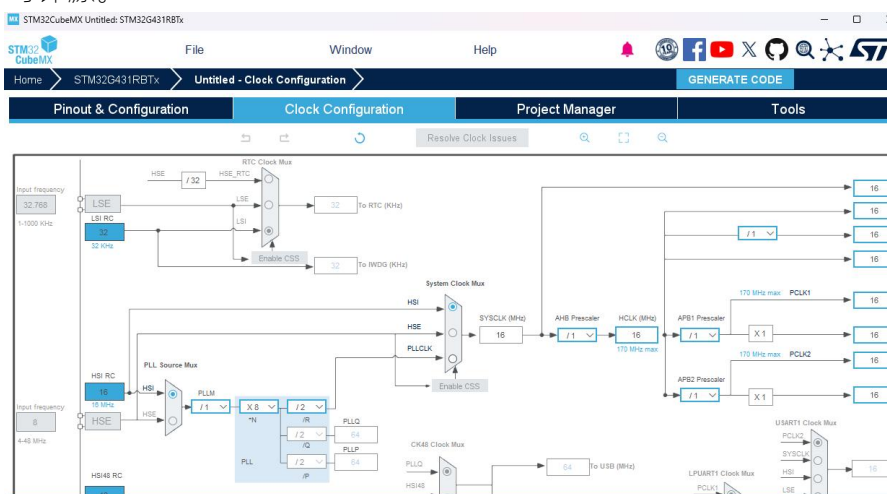
2) 配置引脚

查看嵌入式竞赛实训平台原理图，找到相应的引脚，配置即可。在引脚视图中单击放大或缩小按钮可以放大或缩小引脚视图，在右下角搜索框中输入引脚名（例如“PA0”）可以快速定位引脚。



3) 时钟配置

芯片需要一个频率来进行工作，通常选用的是晶振来提供工作频率，需要我们配置外部时钟源。



4) 工程管理

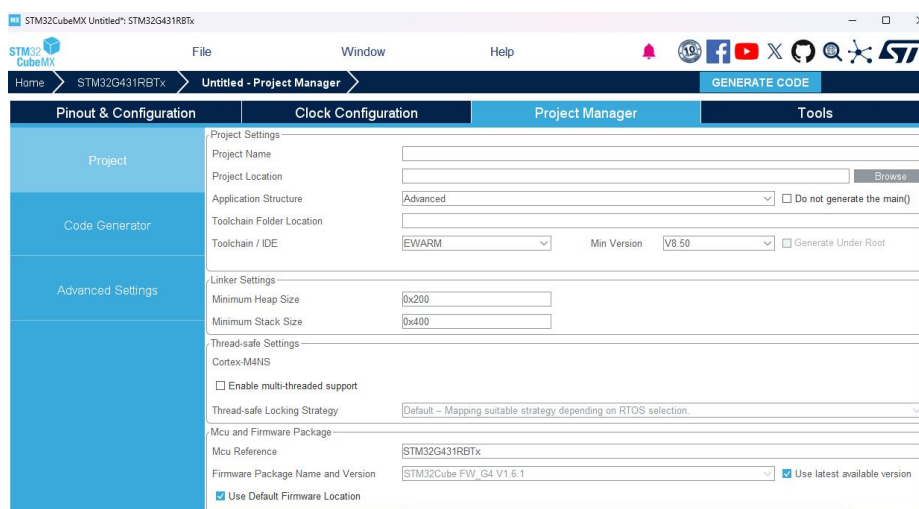
Project Manager 工程管理器是 STM32CubeMX 中的一个重要模块,它提供了对工程的整体管理和配置功能。在“Project Manager”标签,选择“Project Name”输入你的工程名,在“Project Location”下输入目标工程的存储地址,Toolchain / IDE 选择“MDK-ARM”,Min Version 选择“V5”,确认固件包名称和版本为“STM32Cube FW_G4 V1.4.0”。

选择左侧“Code Generator”,在“STM32Cube MCU packages and embedded sofeware packs”中选择“Copy only the necessary library files”。

在“Generated Files”中选中“Generate peripheral initialization as a pair of '.c/.h' files per peripheral”(每个设备分别生成一对初始化'.c/.h'文件),确认选择“Keep User Code when re-generating”(重生成时保留用户代码)。

单击“Advanced Settings”,驱动程序默认使用“HAL”、“LL”工程同理。

此时点击“Generate Code”按钮,让 STM32CubeMX 为你自动生成基于 HAL/LL 库的完整工程框架。



5) 生成目标程序文件

首先双击打开 Keil uVision5, 选择“Project”菜单下的“Open Project...”菜单项, 打开选择工程文件对话框, 选择你使用 STM32CubeMX 生成的工程文件, 打开 HAL 工程。

① 单击生成工具栏中的“Options for Target...”按钮, 打开目标选项对话框, 选择“C/C++”标签, 选择“Optimization”为“Level 0 (-O0)”。

② 单击“Include Paths”右侧的按钮, 打开文件夹设置对话框, 确认编译包含路径。

③ 单击生成工具栏中的“Build”按钮, 编译 C 语言源文件并连接生成目标程序文件。

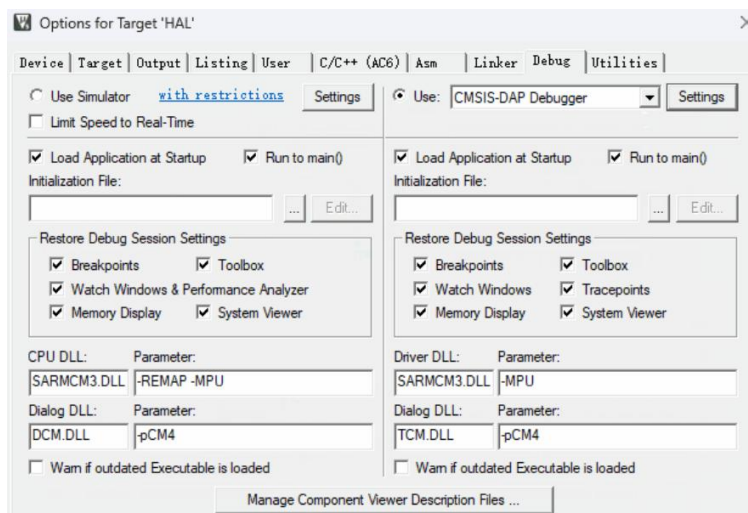
⚠ 注意: 如果生成过程中有错误则不能生成目标程序文件, 若下载的是 AC6 版本, 需要切换成 AC5 才能生成目标程序文件, CubeMX 目前只支持生成 AC5 的 Keil 代码。

6) 配置下载调试器

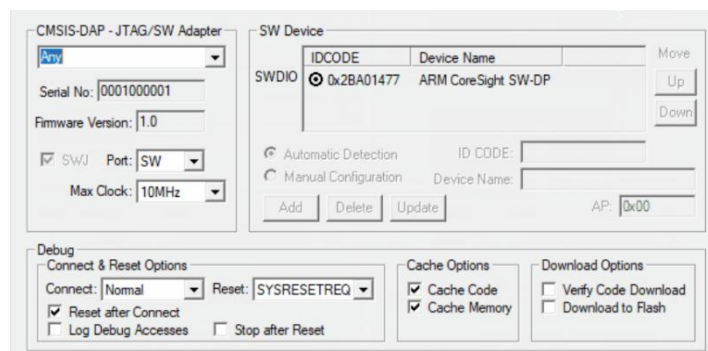
① 将嵌入式竞赛训练板通过下载 USB 插座 CN2 与 PC 相连,设备管理器中出现 USB 设备“USB Composite Device”和 COM 端口“USB 串行设备 (COM4)”（设备不同端口号不同）。



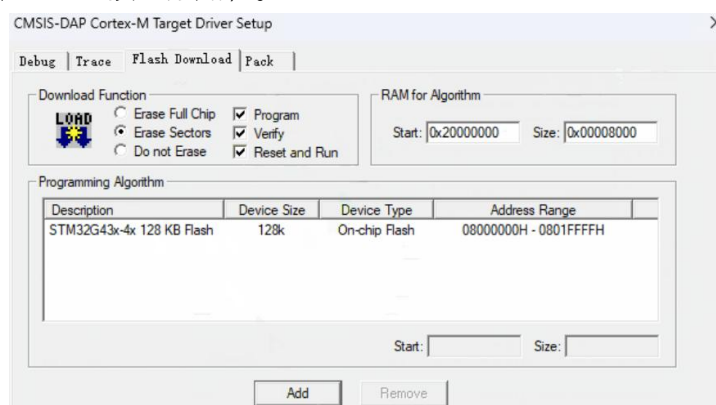
② 选择生成工具栏中的“Options for Target...”按钮,打开目标选项对话框,选择“Debug”标签,选择“Use”为“CMSIS-DAP Debugger”。



③ 选择右侧的“Settings”按钮,打开设置对话框,确认“Debug”（调试）标签中“SW Device”下“SWDIO”（识别码）为 0x2BA01477,“Device Name”（器件名称）为 ARM CoreSight SW-DP。



- ④ 选择“Flash Download”标签，选中“Reset and Run”选项，确认“Programming Algorithm”（编程算法）中存在“STM32G4xx 128 Flash”（如果不存在，单击“Add”按钮添加）。



4. 学习资源

4.1 平台资料

平台资料包括：

- 上电测试文件（.hex 文件）
- 原理图
- 用户手册
- 实验代码
- 开发工具与驱动
- 芯片规格书（STM32G431RBT6、芯片手册及模块资源）

4.2 学习路径

阶段 1 入门基础知识

- a) 嵌入式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) 嵌入式入门
 - 安装
 - 创建项目、添加文件等基础操作
 - 了解开发软件 Keil MDK 和 STM32CubeMX 的使用
- e) 入门实验

通过简单的 GPIO 引脚配置，点亮指示灯。

** 通过一个最简单的实验学习基于 STM32CubeMX 软件的图形化导向及 Keil MDK 程序下载流程。

阶段 2 模块化编程学习

- a) 指示灯 LD
- b) 按键驱动
- c) LCD
- d) 定时器
- e) 驱动 AT24C02
- f) 串口通信 (USART)
- g) ADC
- h) 定时器输入捕获
- i) PWM 脉冲信号输出

4.3 实验案例

我们准备了一系列案例代码和视频教程，包含 HAL 库和 LL 库，帮助用户快速入门 STM32G431RBT6。

编号	实验内容
01_LED_TEST	LED 亮灭实验
02_KEY_TEST	按键驱动实验
03_SYSTICK	定时器
04_USART_TX	串口发送实验
05_USART_RX	串口接收
06_LCD	LCD 显示实验
07_ADC	ADC 采集实验
08_EE	驱动 AT24C02 实验
09_RES	数字电位器实验
10_TIM_BASE	定时器基础实验
11_TIM_FRQ	PWM 脉冲输出实验
12_DAC	模数转换实验

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。