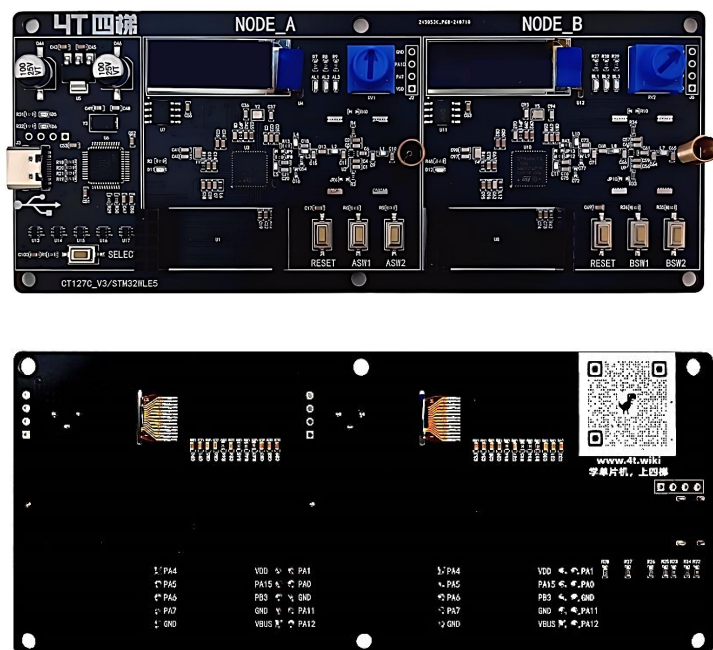


# 蓝桥杯物联网设计与开发竞赛实训平台

## 【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：982319034
- 技术支持：[tech@4t.wiki](mailto: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/CT127C\\_V3\\_Data](https://github.com/4T-tech/CT127C_V3_Data)
- Gitee 仓库地址：[https://gitee.com/fourT-tech/CT127C\\_V3\\_Data](https://gitee.com/fourT-tech/CT127C_V3_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

物联网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物联网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 STM32WLE5 Sub-GHz 无线微控制器设计，芯片提供了 256KB FLASH 和 64KB SRAM 存储器，最高主频 48MHz，内部集成 ARM Cortex M4 内核和无线通讯单元，支持 LoRa<sup>®</sup>、(G)FSK、(G)MSK 和 BPSK 调试模式。产品配置按键、指示灯、调试器、OLED 显示屏、通用传感器接口、EEPROM 存储器等 MCU 典型外围器件，单 USB Type C 接口供电，支持串口通讯、程序下载和在线调试功能。

### 1.2 主要特点

1. 高集成性，集成了典型功能模块，为用户提供完整的实验环境。
2. 通信方式，支持 LoRa<sup>®</sup>、(G)FSK、(G)MSK 和 BPSK 等多种调试模式。
3. 开发生态，支持 STM32 Cube MX/ ARM-MDK 开发工具与环境，生态友好。
4. 可扩展性，引出 TIM/SPI/I2C/ADC/USART 等 MCU 核心外设，可扩展性强。
5. 结构灵活，提供一体式、分体式两种解决方案，适用不同场景需求。
6. 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物联网开发的基本技能。

### 1.3 订购信息

序号	型号	结构	板卡颜色
1	CT127C_V3T	一体式	黑色
2	CT127C_V3S1	分体式	红色
3	CT127C_V3S2	分体式	绿色
4	CT127C_V3S3	分体式	紫色
5	CT127C_V3S4	分体式	白色
6	CT127C_V3S5	分体式	黑色
7	CT127C_EX01	直插式扩展模块（键盘）	黑色
8	CT127C_EX02	直插式扩展模块（模拟）	黑色
9	CT127C_EX03	直插式扩展模块（温度）	黑色
10	CT127C_EX04	直插式扩展模块（脉冲）	黑色
11	CT127C_EX05	直插式扩展模块（感光）	黑色

1. CT127C\_V3T 采用了一体式结构，板载两个 STM32WLE5 无线 MCU，可实现单板点对点无线通信，集成调试器，简单、易用。
2. CT127C\_V3Sx 采用了分体式结构，单板包含一个 STM32WLE5 无线 MCU，集成调试器，方便远程通信实验，x 区分不同板卡颜色。

- 3. CT127C\_EX0x 是扩展模块，x 代表不同类型的模块，这些产品可以自由的配置在 CT127C\_V3Sx 或 CT127C\_V3T 主板上。
- 4. 蓝桥杯竞赛实训推荐配置

方案一		方案二	
规格型号	数量	规格型号	数量
CT127C_V3T	1	CT127C_V3Sx	2
CT127C_EX01	1	CT127C_EX01	1
CT127C_EX02	1	CT127C_EX02	1
CT127C_EX03	1	CT127C_EX03	1
CT127C_EX04	1	CT127C_EX04	1
CT127C_EX05	1	CT127C_EX05	1

订购渠道

- ① 官方淘宝：[gxct.taobao.com](http://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

竞赛实训平台实物



竞赛实训平台一体式（双终端）



竞赛实训平台分体式（单终端）

蓝桥杯物联网设计与开发竞赛实训平台单终端配置。

- MCU: STM32WLE5, ARM Cortex M4 内核集成 Sub-GHz 单元。
- I2C 接口/0.91 寸 OLED 显示器
- 复位按键 1
- 用户按键 2
- LED (R) 1
- LED (G) 1
- LED (B) 1
- 电位器 1

- EEPROM 1
- USB 转 UART 1
- DAP Link 调试器 1
- 通用扩展接口 1

此接口引出 I2C/USART/SPI/ADC/TIM 等 MCU 核心外设。我们提供了 5 个扩展接口用于实验环境搭建。

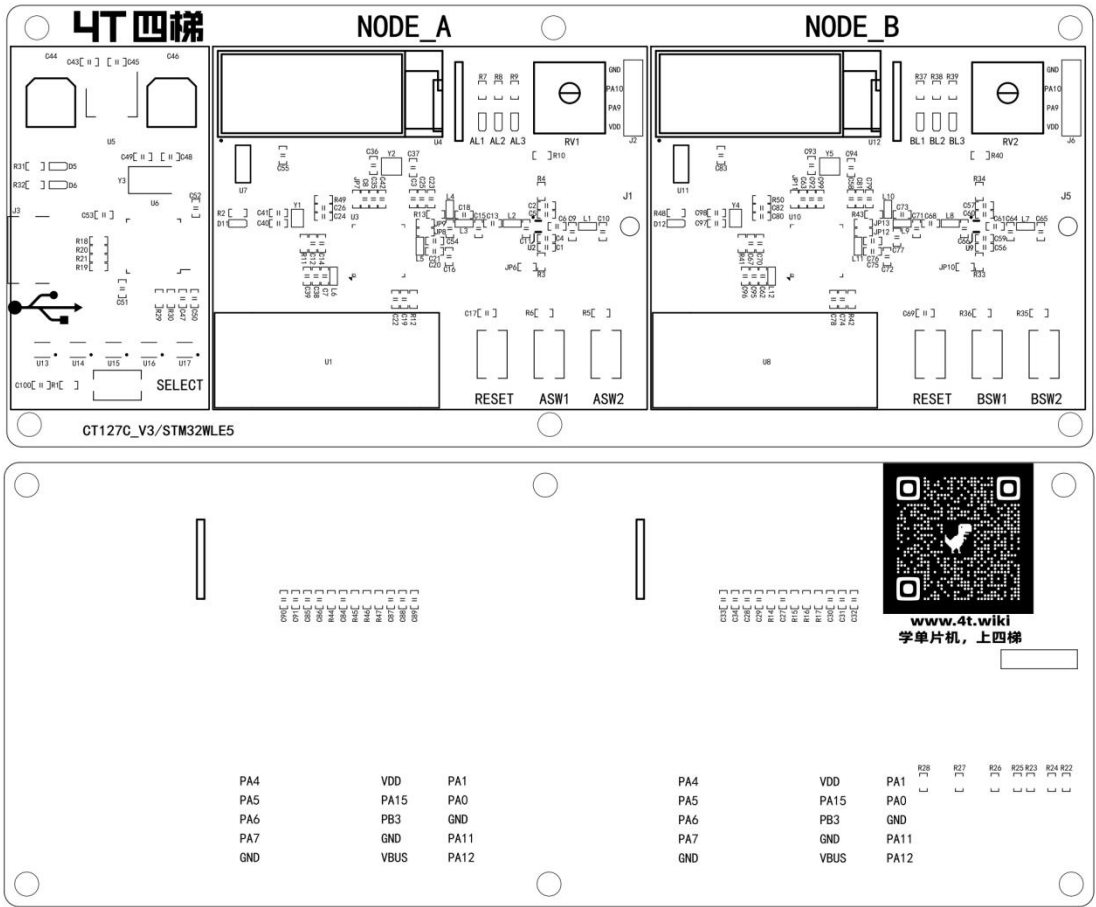


- EX01 矩阵键盘：2 x 3 矩阵按键
- EX02 模拟输出：2 路连续可调电压输出，2 个 LED 指示灯
- EX03 温度传感器：I2C 接口，传感器型号：STS30-DIS-B
- EX04 脉冲输出：1 路模拟电压输出、1 路脉冲信号输出、2 个 LED 指示灯
- EX05 感光模块：1 路光敏电阻分压输出、1 路热释电传感器输出信号

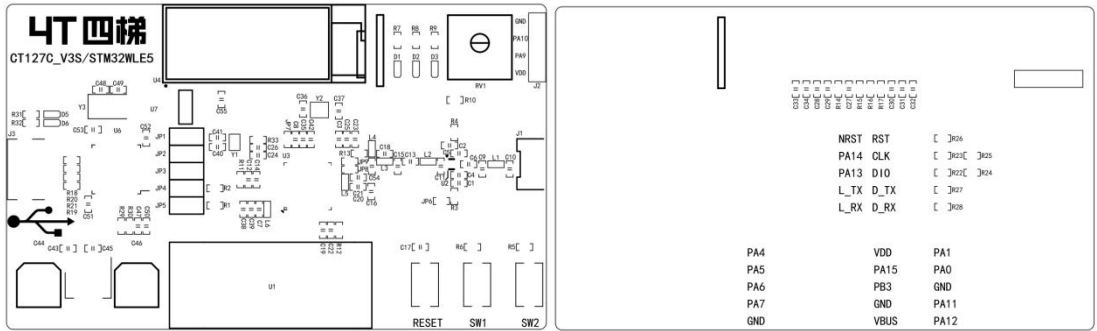
2. 硬件说明

2.1 硬件布局

1. 一体式 (CT127C\_V3T)



2. 分体式 (CT127C\_V3Sx)



2.2 接口配置

1. USB 接口 J3

配置了一个 USB TYPE C 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 STM32WLE5 MCU 的 USART2 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，看到调试器硬件信息。

⚠ 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 J2 (J6)

J2 引出了 STM32WLE5 MCU 的 USART1 和一组 3.3V 电源。用户可以用它实现对外的串口通信和功能扩展。

在一体式产品上，此接口标识为 J2（终端 A）和 J6（终端 B）。

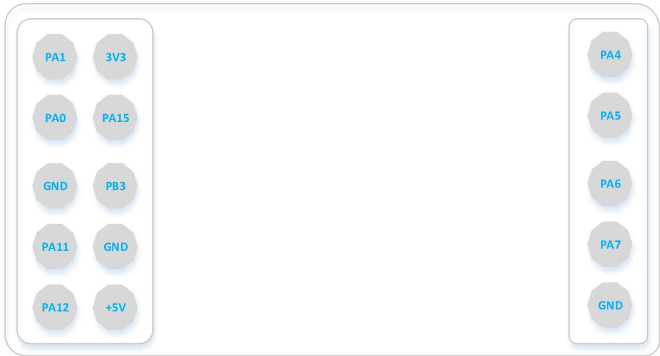
3. 天线接口 J1 (J5)

J1 是天线接口。

在一体式产品上，此接口标识为 J1（终端 A）和 J5（终端 B）。

4. 扩展接口 U1 (U8)

此扩展接口用于装配键盘、温度、光敏、脉冲等模块，在一体式产品上，此接口标识为 U1（终端 A）和 U8（终端 B）。



扩展接口 U1 (U8) 上引出的引脚功能如下表所示。

编号	引脚功能
PA1	TIM2_CH2, LPTIM3_OUT, I2C1_SMBA, SPI1_SCK, USART2_RTS, LPUART1_RTS, DEBUG_PWR_REGLP2S, CM4_EVENTOUT

3V3	+3.3V 电源
PA0	TIM2_CH1, I2C3_SMBA, I2S_CKIN, USART2_CTS, COMP1_OUT, DEBUG_PWR_REGLP1S, TIM2_ETR, CM4_EVENTOUT,TAMP_IN2/WKUP1
PA15	JTDI, TIM2_CH1, TIM2_ETR, I2C2_SDA, SPI1_NSS, CM4_EVENTOUT, COMP1_INM, COMP2_INP, ADC_IN11
GND	地
PB3	JTDO/TRACESWO, TIM2_CH2, SPI1_SCK, RF_IRQ0, USART1_RTS, DEBUG_RF_DTB1, CM4_EVENTOUT,COMP1_INM, COMP2_INM, ADC_IN2, TAMP_IN3/WKUP3
PA11	TIM1_CH4, TIM1_BKIN2, LPTIM3_ETR, I2C2_SDA, SPI1_MISO, USART1_CTS, DEBUG_RF_NRESET, CM4_EVENTOUTCOMP1_INM, COMP2_INM, ADC_IN7
GND	地
PA12	IM1_ETR, LPTIM3_IN1, I2C2_SCL, SPI1_MOSI, RF_BUSY, USART1_RTS, CM4_EVENTOUT,ADC_IN8
+5V	+5V 电源
PA4	RTC_OUT2, LPTIM1_OUT, SPI1_NSS, USART2_CK, DEBUG_SUBGHZSPI_NSSOUT, LPTIM2_OUT, CM4_EVENTOUT
PA5	TIM2_CH1, TIM2_ETR, SPI2_MISO, SPI1_SCK, DEBUG_SUBGHZSPI_SCKOUT, LPTIM2_ETR, CM4_EVENTOUT
PA6	TIM1_BKIN, I2C2_SMBA, SPI1_MISO, LPUART1_CTS, DEBUG_SUBGHZSPI_MISOOOUT, TIM16_CH1, CM4_EVENTOUT
PA7	TIM1_CH1N, I2C3_SCL, SPI1_MOSI, COMP2_OUT, DEBUG_SUBGHZSPI_MOSIOUT, TIM17_CH1, CM4_EVENTOUT
GND	地

2.3 硬件框图

1. 终端调试

分体式、一体式硬件产品上均配置了调试器，用户可以通过调试器实现程序下载和在线调试功能。

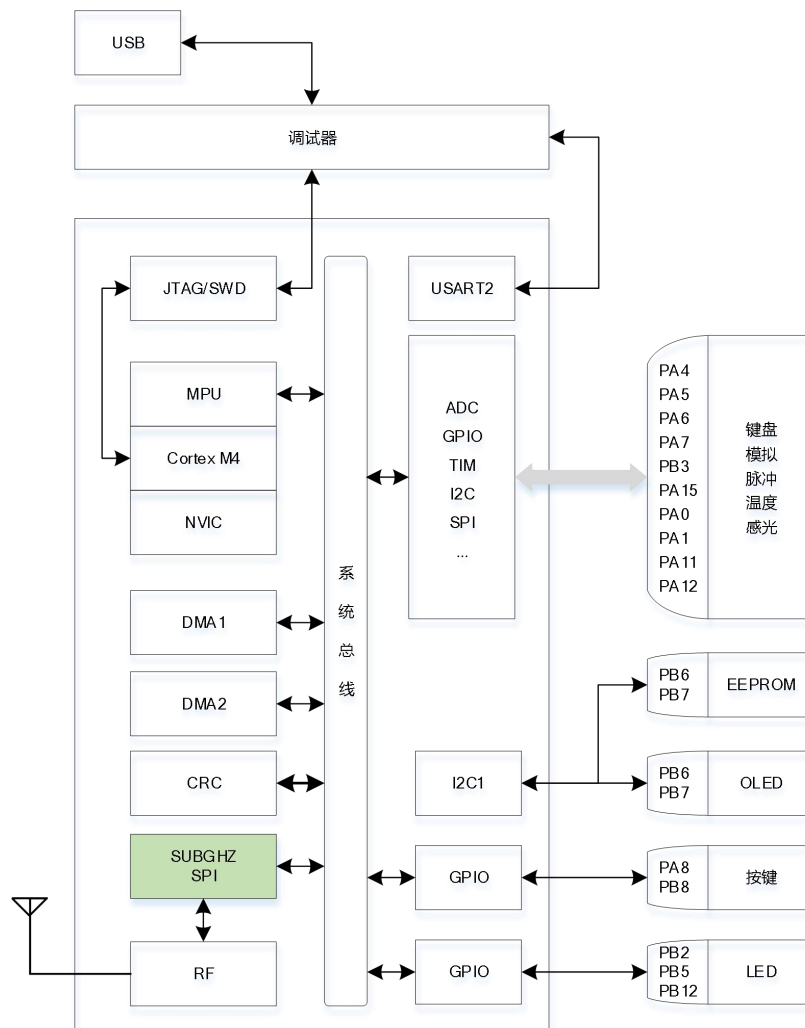


在分体式产品上，调试器与目标终端可以通过跳线配置断开连接。  
在一体式产品上，调试器与目标终端不可断开，通过按键(Select) 选择、切换调试器的连接目标（终端 A 或终端 B）。

2. 硬件系统框图

物联网设计与开发竞赛实训平台基于 STM32WLE5 微控制器设计，通过硬件系统框

图帮助用户了解各外设与 MCU 的硬件连接关系。



## 2.4 硬件资源

## 1. 时钟

STM32WLE5 微控制器可以使用 MSI、HIS 或 HSE 作为系统时钟源，硬件上配置了 32MHz 的晶振作为 HSE，配置了 32.768KHz 晶体振荡器，可作为 RTC 部分时钟源。

## 2. 复位

## 对 STM32WLE5 微控制器的复位控制

- 复位按键 Reset
- CMSIS DAP Link 调试器复位控制
- 软件复位

### 3. 调试器

硬件提供了 CMSIS DAP Link 调试器，与目标微控制器 STM32WLE5 连接。调试器内部实现了 USB 转串口功能，与目标控制器 STM32WLE5 的 USART2 连接。在调试器上提供了一个 Select 按键，可以用于切换调试器的调试目标（终端 A 或者终端 B）。

#### 4. LED

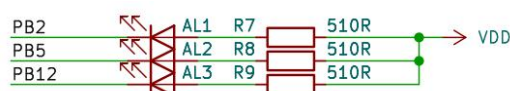


硬件提供了 4 个设备工作状态指示灯。

D5、D6 用于指示供电和调试器状态，硬件连接电脑后，D5、D6 指示灯均亮起。

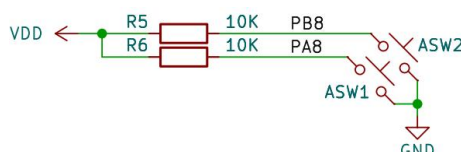
D11、D12 用于指示调试器当前连接的目标硬件，选择终端 A 时，D11 点亮，选择终端 B 时，D12 点亮。

硬件提供了 3 个用户可编程控制指示灯。



## 5. 按键

硬件提供了 2 个用户按键，分别连接到 PA8 和 PB8 上，按键按下时，产生低电平。

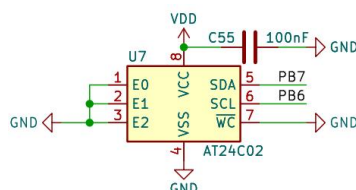


## 6. 电位器

硬件提供了一个电位器用作输出模拟电压，连接到了 PB4 引脚。

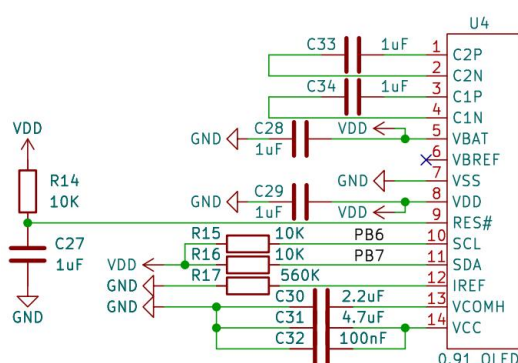
## 7. EEPROM

硬件提供了一个 EEPROM 存储器，型号为 AT24C02，通过 I2C 接口与 MCU 通信。



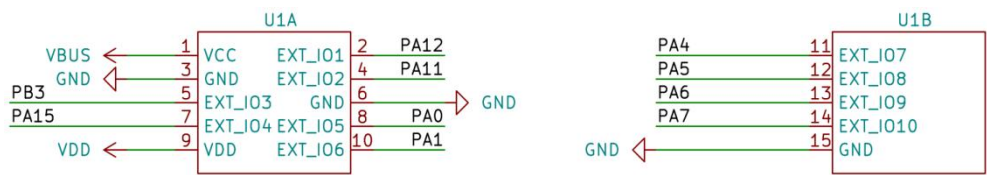
## 8. OLED 屏幕

硬件集成了一个 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

主板上通过扩展接口，将部分 MCU 外设资源引出，通过这些引出的外设资源，可以实现对 EX01-EX05 以及用户设计扩展模块的驱动和控制功能。



① CT127C\_EX01

一个 2 行 3 列的矩阵键盘模块,键盘模块与主板的连接关系如下:

ROW1	---	PA12	---	IO	---	键盘行线
ROW2	---	PA11	---	IO	---	键盘行线
COLUMN1	---	PB3	---	IO	---	键盘列线
COLUMN2	---	PA15	---	IO	---	键盘列线
COLUMN3	---	PA0	---	IO	---	键盘列线

② CT127C\_EX02

一个模拟电压输出模块, 提供了 2 个电位器和 2 个 LED 指示灯,模拟电压输出模块与主板的连接关系如下:

AIN1	---	PB3	---	ADC_IN2	---	模拟输出
AIN2	---	PA15	---	ADC_IN11	---	模拟输出
LD1	---	PA12	---	IO	---	LED1
LD2	---	PA11	---	IO	---	LED2

③ CT127C\_EX03

一个 I2C 接口的温度传感器模块,温度传感器模块与主板的连接关系如下:

1_SCL	---	PA12	---	I2C2_SCL	---	传感器
1_SDA	---	PA11	---	I2C2_SDA	---	传感器
1_ALE	---	PA15	---	IO	---	传感器

④ CT127C\_EX04

一个脉冲模块, 包含一路模拟电压输出电位器、一路 NE555 脉冲输出和 2 个 LED 指示灯,脉冲模块与主板的连接关系如下:

AIN1	---	PB3	---	ADC_IN2	---	模拟输出
PULSE	---	PA15	---	TIM2_CH1	---	脉冲输出
LED1	---	PA11	---	IO	---	LED1
LED2	---	PA12	---	IO	---	LED2

⑤ CT127C\_EX05

一个感光模块, 包含一个光敏电阻和一个热释电传感器, 感光模块与主板的连接关系 如下:

RPH	---	PB3	---	ADC_IN2	---	光敏电阻
DPH	---	PA12	---	IO	---	热释电

⚠ 使用主板提供的扩展接口, 注意主板的供电能力; 安装模块时, 注意对齐接插件的位置, 避免错位连接, 导致设备损坏。

## 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
- CT127C\_V3T/CT127C\_V3Sx 竞赛实训平台及其扩展模块
- 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 STM32CUBE 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.com/demo/eval/arm.htm#/DOWNLOAD>

STM32 CUBE MX 获取地址:

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

#### 2. 安装软件

完成下载后, 安装 MDK-ARM 和 STM32CUBEMX。

##### ⚠ 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。

## 4. 应用编程

### 4.1 标准外设

STM32WLE5 的通用数字、模拟外设资源如 GPIO、USART、TIM、ADC 等与通用 STM32 系列微控制器在使用上并无差别，我们可以通过 STM32 CUBE MX 生成这些外设的初始化代码，编写自己的应用程序。

### 4.2 无线单元

STM32WLE5 系列是集成了 SubGHz 单元的无线微控制器，我们可以通过 MCU 内部 SPI 查询无线通信单元的状态，控制其行为模式。例如控制它实现调频、数据发送、接收数据，亦或是查询它是否完成了这些命令。

事实上，根据我们提供的封装好的 API 接口，实现简单功能，用户只需要掌握 3 个接口函数的应用方法即可，这三个函数分别是初始化、发送和接收。

```
void LORA_Init(void);  
void LORA_Tx(uint8_t *ucBuf, uint8_t ucSize);  
uint8_t LORA_Rx(uint8_t *ucBuf, uint8_t *ucSize);
```

用户需要掌握并理解这三个函数的参数和返回值含义。

设计复杂的无线通信应用时，可能需要掌握更多的无线通信知识，用户可以根据我们提供的其它接口函数，结合 STM32WLE 系列 MCU 编程手册、用户手册进行设计。

### 4.3 实验案例

我们准备了涵盖 STM32WLE 系列微控制器标准外设到无线单元的全部案例代码和视频教程，帮助用户快速入门这款无线 MCU。

案例	实验
Demo2_1KEY_LED.7z	基础 GPIO 实验
Demo3_1EXTI.7z	外部中断实验
Demo4_1OLED.7z	OLED 显示实验
Demo4_2Framework.7z	编程框架
Demo4_3EX01_KB6.7z	2x3 键盘实验
Demo5_1UART.7z	串口实验
Demo5_2Put_Log.7z	串口重定向
Demo6_124C02.7z	I2C/E2PROM 数据存储实验
Demo6_2EX03_Temperature.7z	I2C/STS30 温度传感器实验
Demo7_1ADC_Poll.7z	ADC 采集实验
Demo7_2EX02_ADC.7z	多通道 ADC 采集实验
Demo7_3EX05_PHOTO.7z	光敏电阻实验
Demo8_1TIM.7z	定时器基础计时实验
Demo8_2OutComp.7z	定时器比较输出实验

Demo8_3EX04_PWM_IN.7z	定时器捕获实验
Demo9_1SPI_LoRA.7z	LoRA 通信实验

#### 4.4 学习资源

1. 硬件配套的开发环境包。
2. 访问 [www.4t.wiki](http://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。