

# NB-IoT 实战工具包

## 1.1 工具包概述

这是一款由钛比科技最新推出的基于 STM32F103VCT6 的高性能物联网开发板。开发板包含以下几个部分，具体见图 1-1-1。

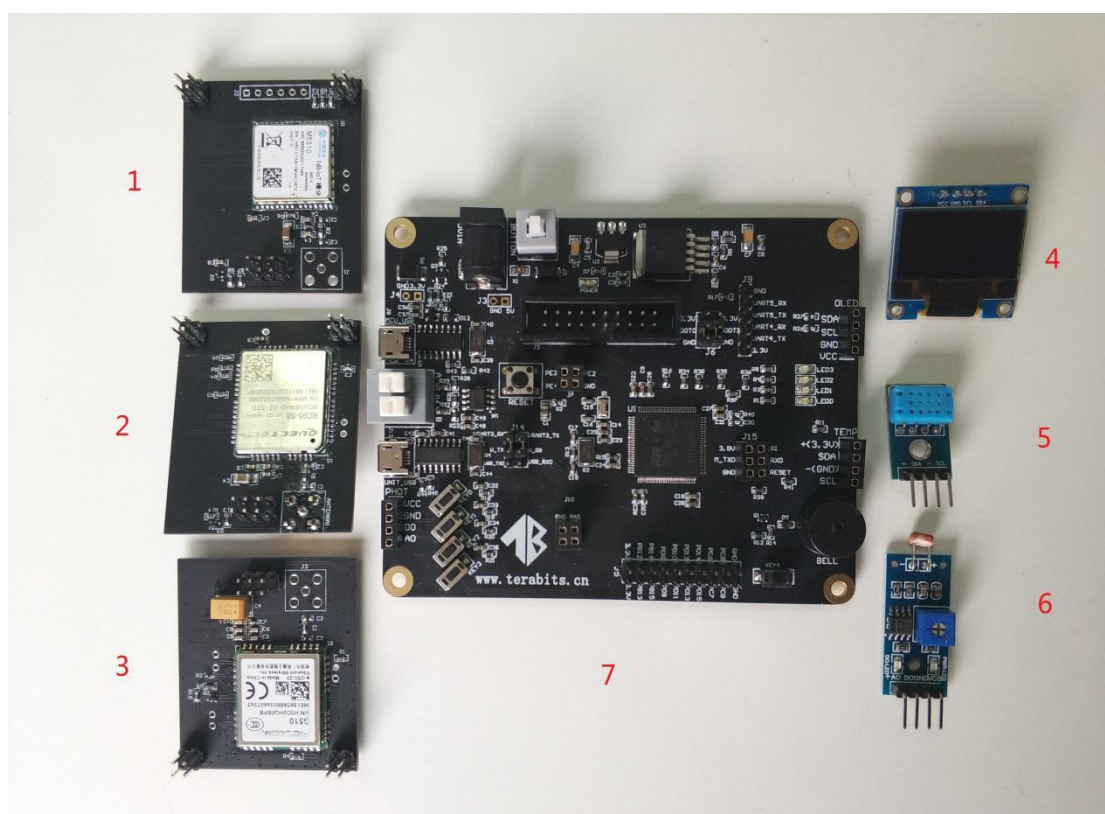


图 1-1-1

- 1、M5310 子板
- 2、BC95 模块
- 3、2G 模块
- 4、OLED 显示屏
- 5、温湿度传感器
- 6、光敏传感器
- 7、主板

本开发板基于 STM32F103VCT6 系列芯片，该芯片具有高性能、低功耗等特点。其内核为 ARM 32 位 Cortex™-M3 CPU，最高 72MHZ 的主频率，256KB 的闪存，80 个高速 IO 口以及丰富的通讯接口，芯片尺寸仅为 16X16mm。

本开发板包括 485、用户按键、用户 LED、蜂鸣器、温湿度传感器、光敏传感器、OLED 显示屏及两种 NB-IoT 窄带物联网模块和 GPRS 模块等。除此之外，本开发板还留 21 个独立

I/O 口、两个 UART 口可供用户自主选择、设计。开发套件整体组装见图 1-1-2 和图 1-1-3。

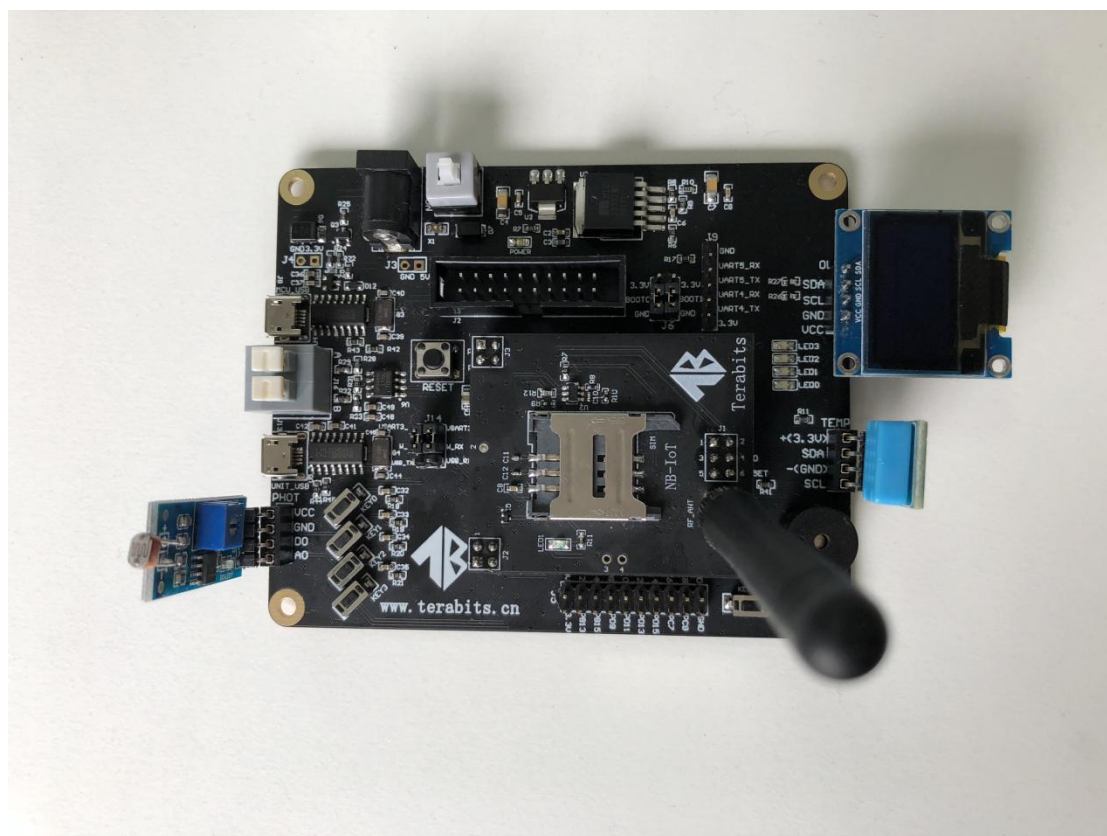


图 1-1-2

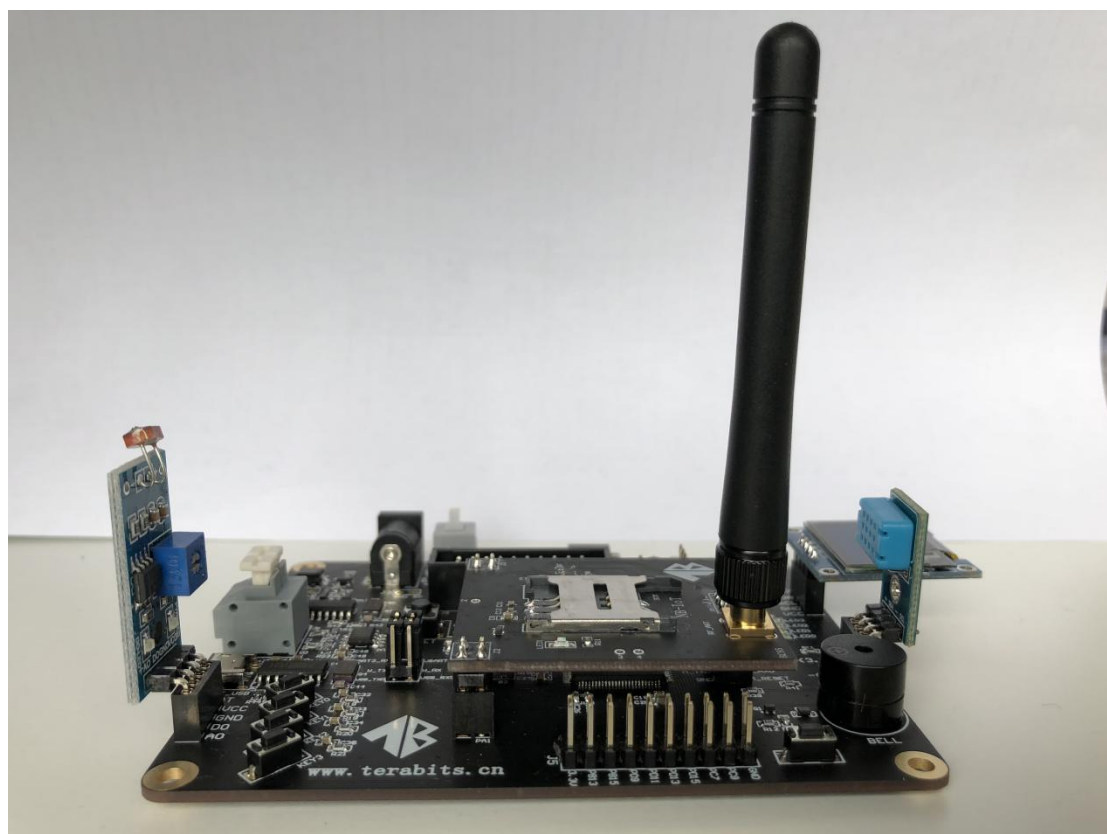


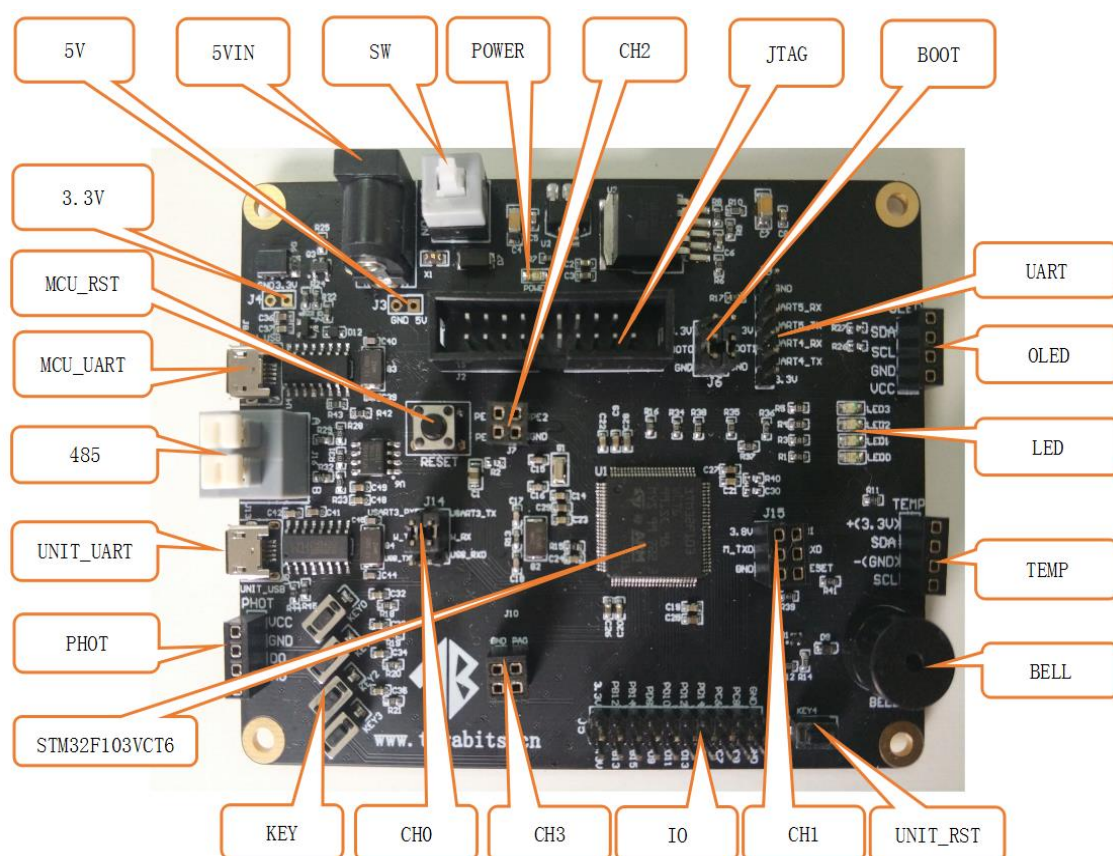
图 1-1-3

本开发板可用于以下多个领域：

- 智能电表、水表
- 智能家居
- 智能交通
- 智能医疗
- 智能物流

## 1.2 主板介绍

### 1、主板功能模块介绍



**STM32F103VCT6:** 开发板的主控芯片。主控芯片是整个板子的核心，STM32F103VCT6（以下用 MCU 称呼）是 ST 公司产品，我们采用的是 LQFP100 封装。

**5VIN:** 开发板的电源输入口，使用 5V 电源适配器。开发板供电电压为 DC5V，请使用开发板自带的电源适配器，不要用其他规格电源适配器，以免损坏开发板。

**MCU\_UART**：MCU 的下载调试串口。采用 CH340G 进行 TTL 电平到 USB 电平的转换，此串口主要用来进行开发板和 PC 端之间的交互，打印开发板的调试信息、下载程序。

**UNIT\_UART**：无线模组固件升级串口。UNIT\_UART 口用于无线模组的固件升级及 AT 指令的操作。同样采用 CH340G 这款芯片进行 TTL 电平到 USB 电平的转换。需要注意的是，UNIT\_UART 口与 MCU\_UART 口不可同时使用下载功能。

**STM32\_JTAG**：STM32F103VCT6 的下载调试接口。JTAG 可以实时跟踪代码，实现硬件调试，从而找出代码中的 BUG。注意： 严禁带电拔插 JTAG 下载线。

**485**：485 通讯接口。485 通讯接口是一种硬件描述，它只需要两根通讯线，即可以在两个或两个以上的设备之间进行数据传输。这种数据传输的连接，是半双工的通讯方式。在某一个时刻，一个设备只能进行发送数据或接收数据。

**SW**：电源开关，控制开发板电源的通断。SW 开关选用的是 6 脚自锁开关，开关按下，电路导通，开发板上电。

**MCU\_RST**：MCU 的复位按键。按下时 MCU 侧为低电平，MCU 恢复到起始状态。

**UNIT\_RST**：物联子板复位键。物联模组的复位按键，低电平有效。

**I0**：MCU 的 I0 接口。开发板留有 19 个独立 I0 口可供用户拓展开发。

**UART**：2 个用户串口。

**BOOT**：开发板的启动选择端口，用于选择复位后 MCU 的启动模式。用户可以通过设置 BOOT0 和 BOOT1 引脚的状态来选择复位后的启动模式。

表 1-2-1

启动模式选择引脚		启动模式	说明
BOOT1	BOOT0		
X	0	主闪存存储器	主闪存存储器被选为启动区域
0	1	系统存储器	系统存储器被选为启动区域
1	1	内置 SRAM	内置 SRAM 被选为启动区域

我们默认设定为：BOOT0=BOOT1=0 的出厂模式。

**CH0**：无线模组的串口选择端口。这个端口的六个接口分别是：USB\_RXD、USB\_TXD、BC95\_RXD、BC95\_TXD、USART3\_TX、USART3\_RX。无线模组可以通过跳冒选择与 MCU 串口相连或与 CH340G 相连。注意：开发板出厂默认无线模组与 MCU 串口相连，因为发货时无线模组已更新至最新版本，无需用户操作。注意：用户使用时，切不可断开无线模组与 MCU 的连接。

**CH1**：无线模组与主板接口。此接口是无线模组使用时必用接口。用户只需要按照对应接口安装即可。详细介绍在 5.3 部分可见。

**CH2**：无线模组与主板接口。

**CH3**：无线模组与主板接口。

**KEY**：4 个用户按键。按键按下时，MCU 侧为低电平；不按时，MCU 侧为高电平。可供用户



作为开关等使用。

**POWER:** 电源指示灯。电源指示灯：5V 降压 3.3V 成功，指示灯则亮。

**LED:** 4 个用户 LED 灯。用户灯：当 MCU 的引脚输出为低电平时，LED 会被点亮。可供用户测试开发板性能或用作信号灯。

**BELL:** 蜂鸣器。当 MCU 引脚输出为高电平时，蜂鸣器鸣叫。用户可用作报警信号等。

**OLED:** OLED 显示屏接口。插入时请观察子板的接口信号，将其和主板的接口信号对齐。具体功能及实用操作见 5.3.2 中的 1。

**TEMP:** 温湿度传感器接口。插入时请观察子板的接口信号，将其和主板的接口信号对齐。具体功能及实用操作见 5.3.2 中的 2。

**PHOT:** 光敏传感器接口。插入时请观察子板的接口信号，将其和主板的接口信号对齐。具体功能及实用操作见 5.3.2 中的 3。

**5V:** 提供 5V 电源测试接口。

**3.3V:** 提供 3.3V 电源测试接口。

#### 名词解释:

无线模组（子板）：GPRS 子板（模组）、M5310 子板（模组）、BC95 子板（模组）。

物联模组（子板）：M5310 子板（模组）、BC95 子板（模组）。

## 1.3 配套子板介绍

### 1.3.1 无线子板

#### （1）BC95 子板

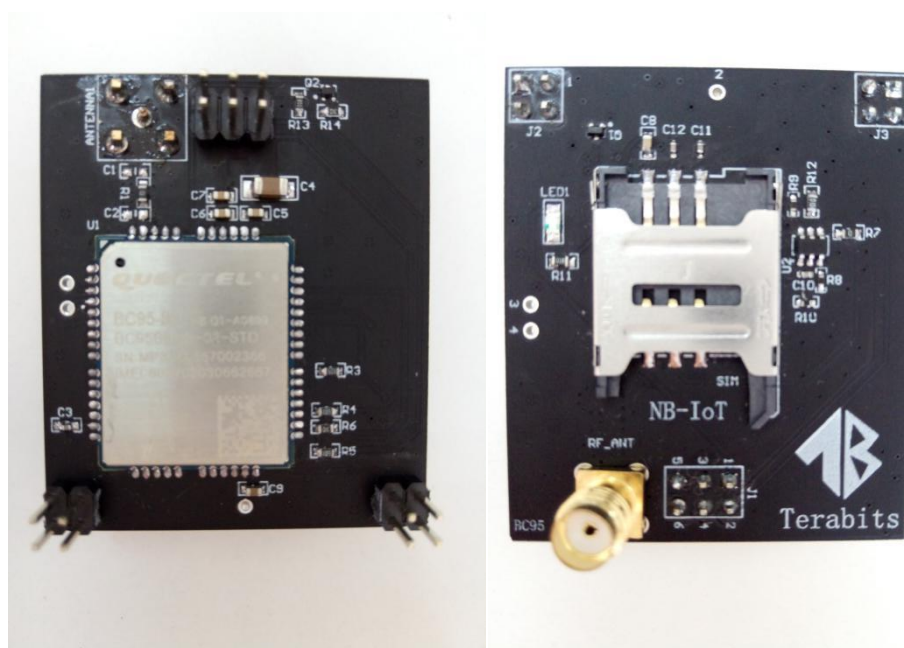


图 1-3-1

BC95 子板是基于移远通信公司的 BC95-B5/B8（以下统称为 BC95）物联网模组研发的通讯子板，BC95 是一款高性能、低功耗的 NB-IoT 的无线通信模组，支持 850/900MHZ 频段。其尺寸仅为 19.9 X 23.6 X 2.2 mm，能最大限度地满足开发板对小尺寸模块产品的需求。

SIM:SIM 插槽，用来放置各运营商的物联网 SIM 卡。

ANTENNA: 900MHz/850MHz 天线的 SMA 接口。

J1 接口含义说明表:

表 1-3-1

接口位号	接口名称	说明
1	3.8V	3.8V 是为 BC95 模组供电，由主板的电源降压提供
2	BC95_RI	模块输出振铃提示。待机状态输出高电平；当收到 URC 信息时，RI 会被触发拉低 120ms
3	BC95_TXD	BC95_TXD 与 MCU 的 RXD 相连，接收 MCU 发来的数据
4	BC95_RXD	BC95_RXD 与 MCU 的 TXD 相连，发送数据给 MCU
5	GND	
6	BC95_RESET	VBAT 上电后，外部控制 RESET 输入保持高电平，即可实现模块自动开机。

J2 接口含义说明表:

表 1-3-3

接口位号	接口名称	说明
1	BC95_RESET	BC95 的复位脚，该脚与底板接口相连，底板上的按键低电平有效
2	NC	
3	NC	
4	NC	

## (2) M5310 子板



图 1-3-2

M5310 子板是基于中移物联公司研发的 M5310 物联网模组的通讯子板，M5310 是一款工业级的两频段 NB-IOT 无线模块。其频段是 Band5 或 Band8。它主要应用于低功耗的数据传输业务。M5310 是 LCC 封装的贴片式模块，30 个管脚，尺寸仅为 19mm×18mm×2.2mm，比 BC95 的尺寸更小。M5310 内嵌 UDP/COAP 等数据传输协议及扩展的 AT 命令。

SIM:SIM 插槽，用来放置各运营商的物联网 SIM 卡。

ANTENNA: 900MHz/850MHz 天线的 SMA 接口。

J3 接口含义说明表:

表 1-3-4

接口位号	接口名称	说明
1	3.8V	3.8V 是为 M5310 模组供电，由主板的电源降压提供
2	M5_RI	模块输出振铃提示。待机状态输出高电平；当收到 URC 信息时，RI 会被触发拉低 120ms
3	M5_TXD	M5_TXD 与 MCU 的 RXD 相连，接收 MCU 发来的数据
4	M5_RXD	M5_RXD 与 MCU 的 TXD 相连，发送数据给 MCU
5	GND	
6	M5_RESET	VBAT 上电后，外部控制 RESET 输入保持高电平，即可实现模块自动开机。

J4 接口含义说明表:

表 1-3-6

接口位号	接口名称	说明
------	------	----

1	M5_RESET	M5310 的复位脚，该脚与底板接口相连，底板上的按键，低电平有效
2	NC	
3	NC	
4	NC	

(3) 2G 子板



图 1-3-3

2G 子板是基于 G510 的物联网模组的通讯子板，G510 是一款功耗低的 2G 通信模组，支持 GSM 四频 850/900/1800/1900 MHz，模块的 GPRS 支持 class 10。其尺寸仅为 20.2mm x 22.2mm x 2.5 mm，满足开发板对小尺寸模块产品的需求。

SIM:SIM 插槽，用来放置各运营商的物联网 SIM 卡。

ANTENNA: 900MHz/850MHz 天线的 SMA 接口。

UART:G510 串口接口。

J1 接口含义说明表：

表 1-3-3

接口位号	接口名称	说明
1	3.8V	3.8V 是为 G510 模组供电，由主板的电源降压提供
2	M_PWN_ON	开关机按钮，POWER_ON 信号为低电平并且持续超过 800ms 时，模块将开机
3	MCU_RXD	MCU_RXD 与 MCU 的 RXD 相连，接收 MCU 发来的数据



4	MCU_TXD	MCU_TXD 与 MCU 的 TXD 相连，发送数据给 MCU
5	GND	
6	WAKE_UP	唤醒睡眠模块，低电平有效

1.3.2 其它外设子板

(1) OLED 显示屏

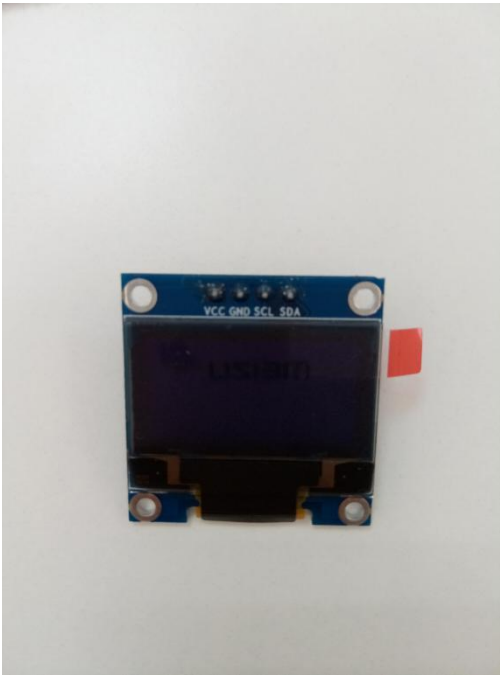


图 1-3-4

OLED 显示屏主要采用了 SSD1306，SSD1306 是一款 128X64 点阵式液晶显示模块。OLED 显示屏与主板的接口分别是：SDA、SCL、VCC、GND。OLED 的供电电压 VCC 是 3.3V，SDA、SCL 分别是 I2C 的数据线和时钟线，同时小板的 I2C 加了上拉电阻。用户只需要按照对应接口安装即可。

下表为接口含义：

表 1-3-7

接口位号	接口名称	说明
1	VCC	OLED 的供电电压 VCC 是 3.3V
2	GND	
3	SCL	I2C 的时钟线
4	SDA	I2C 的数据线

(2) 温湿度传感器

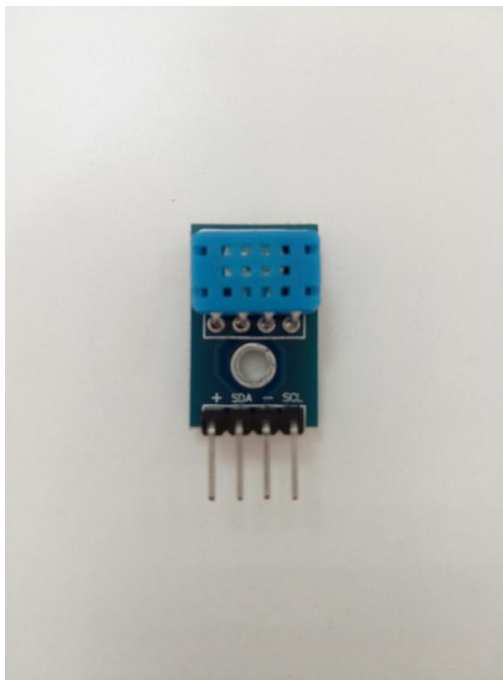


图 1-3-5

温湿度传感器主要采用了 DHT12 模块，DHT12 数字式温湿度传感器是一款含有已校准数字信号输出的温湿度复合型传感器，DHT12 具有单总线 and 标准 I2C 两种通讯，且单总线通讯方式完全兼容 DHT11。注意：本开发板使用的是单总线通讯。

温湿度传感器与主板的接口分别是：+（VCC）、SDA、-（GND）、SCL。温湿度传感器的供电电压+（VCC）是 3.3V，SDA 是单总线，由 MCU 控制，SCL 与 GND 同时接地（本开发板已经接地）。用户只需要按照对应接口安装即可。

下表为各接口含义：

表 1-3-8

接口位号	接口名称	说明
1	+（VCC）	温湿度传感器的供电电压+（VCC）是 3.3V
2	SDA	SDA 是单总线，由 MCU 控制
3	-（GND）	
4	SCL	SCL 与 GND 同时接地（本开发板已经接地）

### （3）光敏传感器

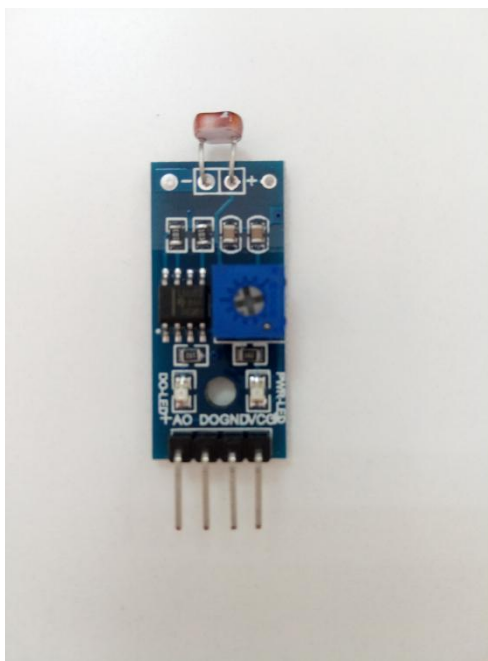


图 1-3-6

光敏传感器主要采用了灵敏性光敏电阻传感器。

光敏传感器与主板的接口分别是：VCC、GND、DO、AO。光敏传感器的供电电压 VCC 是 3.3V，DO 是开关量输出，DO 输出端与 MCU 相连，通过 MCU 检测 DO 输出的高低电平，依此来检测环境光线亮度改变。AO 是模拟量输出，AO 与 MCU 的 ADC 模块相连，通过 AD 转换，可以获得环境光强更精准的数值。

下表为各接口含义：

表 1-3-8

接口位号	接口名称	说明
1	VCC	光敏传感器的供电电压 VCC 是 3.3V
2	GND	
3	DO	DO 输出端与 MCU 相连，通过 MCU 检测 DO 输出的高低电平，依此来检测环境光线亮度改变
4	AO	AO 是模拟量输出，AO 与 MCU 的 ADC 模块相连，通过 AD 转换，可以获得环境光强更精准的数值。

# 1.4 工具包硬件设计说明

## 1.4.1 电源部分

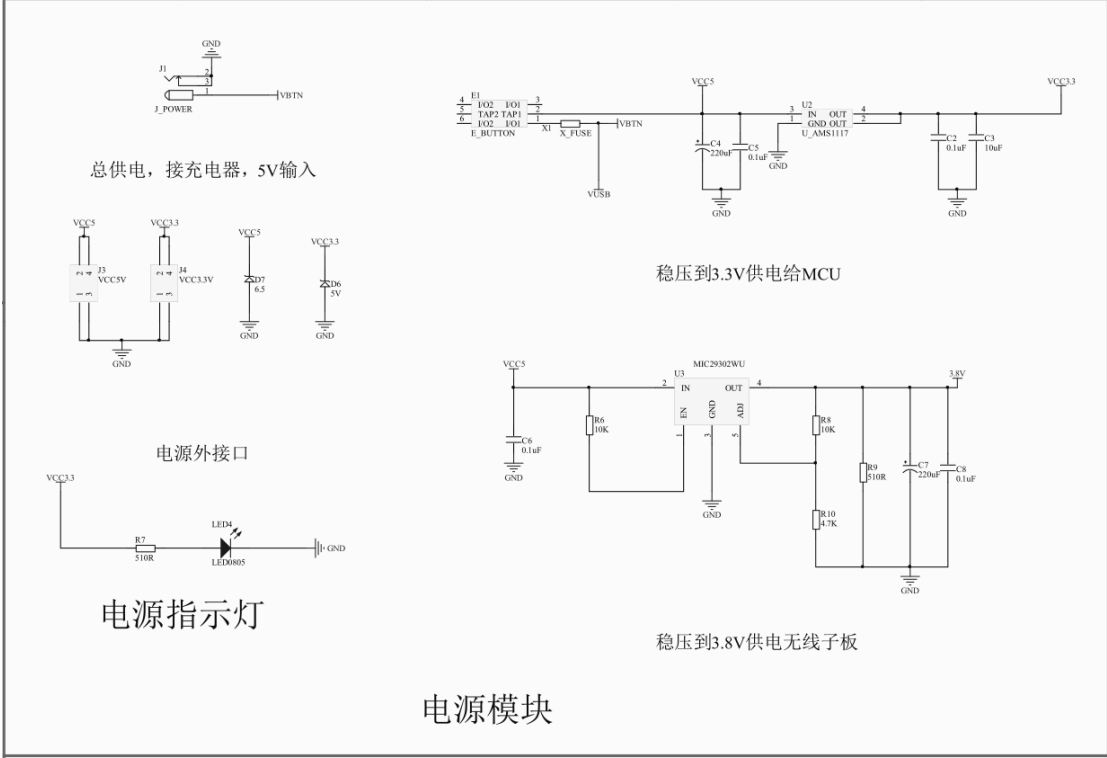


图 1-4-1

主控芯片 STM32F103VCT6 的供电电压为 3.3V，模组的供电电压为 3.8V。所以我们需要将输入的 5V 电压稳压至 3.3V 和 3.8V。

5V 稳压至 3.3V，采用的是 AMS1117-3.3 型降压稳压器，AMS1117 是 LDO 型稳压器，输出最大电流为 0.8A。低压差，高精度。从原理图可以看到，5V 电源经过一个 220μF 和一个 0.1μF 去耦电容进入 AMS1117 的 IN 端，其 OUT 端经过一个 0.1μF 和一个 10μF 去耦电容输出电压 3.8V。输入端的 220μF 的电容可以储存较大的电量，0.1μF 的电容的 ESL 更低，适应高频电路，所以二者结合使用可以有效的减小电源纹波，减小电源噪声以及提高瞬态电流的响应时间。输出端的 0.1μF 电容和 10μF 电容的作用也是去耦，减小输出电压的噪声和纹波。

5V 稳压至 3.8V，采用的是 MIC29302WU 稳压器，MIC29302WU 是大电流低压差稳压器， $I_{outmax}=3A$ ，考虑到 4G 和 2G 模组需要较大的电流，所以选用了这一款大电流稳压器，其最大输出电流足以满足模组的电流需求。因为选用的 MIC29302WU 是 ADJ 型的，计算 R8 和 R10

的电阻值：
$$R8 = R10 \times \left( \frac{V_{out}}{1.240} - 1 \right)$$
，分别选择 R8=10K，R10=4.7K。使能端接入高电平有效。





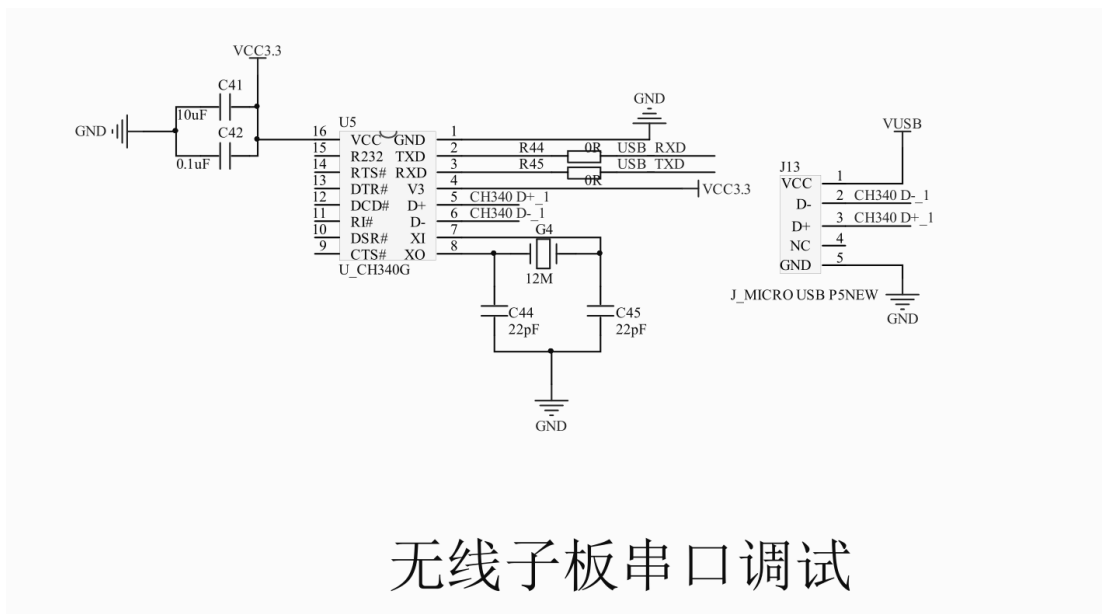


图 1-4-3

从原理图来看，本 USB 转串口电路比 MCU 的 USB 转串口电路设计更为简单一点，本电路因为不需要控制 BOOT 脚，所以设计更为简洁。同 MCU 的 USB 转串口电路有相同的作用，本电路也是在 TXD 留了电阻或二极管的位置来防止 CH340G 中的电流回流至物联网模组中。根据 CH340G 的数据手册，我们在其外面加了晶振电路及其他外围电路。

### 1.4.3 485 收发部分

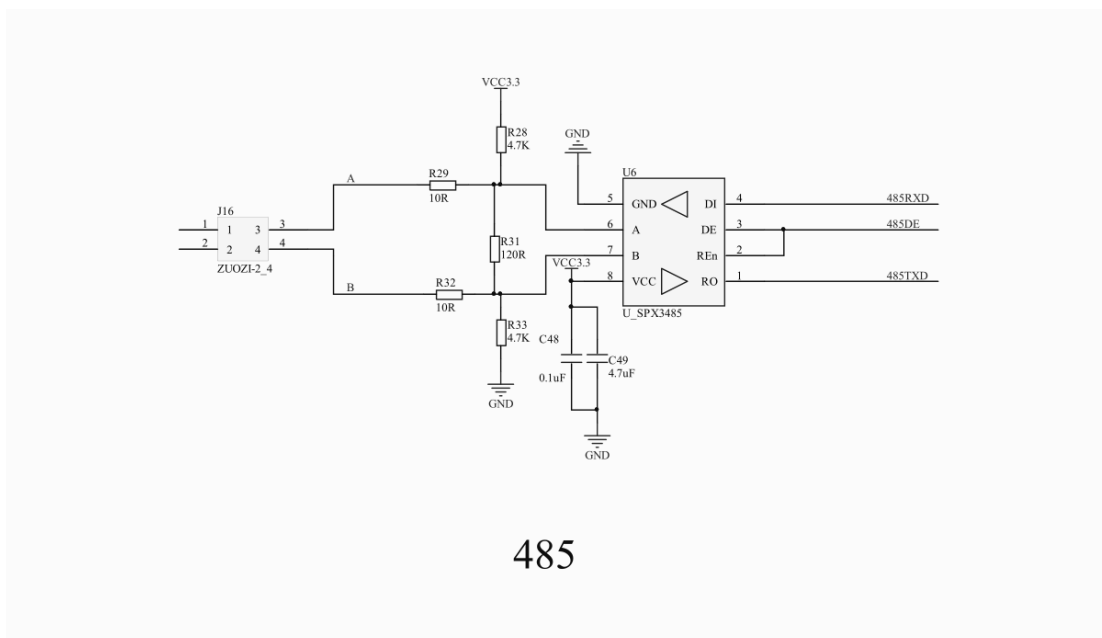


图 1-4-4

485 收发电路使用的芯片是 SP3485，SP3485 是一款低功耗工业级的半双工收发器，完全满足 RS-485 串行协议的要求。

从原理图来看，我们在 A 线上加了一个 4.7K 的上拉偏置电阻，在 B 线上加了一个 4.7K 的下拉偏置电阻，中间的 R31 是匹配电阻，根据传输线的情况，选择 120Ω。RS-485 标准定

义信号阈值的上下限为 $\pm 200\text{mV}$ 。即当  $A-B > 200\text{mV}$  时，总线状态应表示为“1”；当  $A-B < -200\text{mV}$  时，总线状态应表示为“0”。但当  $A-B$  在  $\pm 200\text{mV}$  之间时，则总线状态为不确定，所以我们会在 A、B 线上面设上、下拉电阻，以尽量避免这种不确定状态。

#### 1.4.4 其他需要注意的电路部分

- 1、I2C 电路需要加上拉电阻
- 2、MCU 与物联网模组串口连接需要加电阻为了阻抗匹配。
- 3、蜂鸣器与二极管并联是为了给蜂鸣器一个电流回路。

### 1.5 工具包使用说明

拿到开发板首先检查一下配件是否齐全。本开发板包含：

- 主板一块
- NB-IoT 子板一块
- 温湿度传感器一块
- 光敏传感器一块
- OLED 显示屏一块
- 5V 电源适配线一根
- 杜邦线数根
- 跳帽几对
- 下载线一条
- 天线一根

#### 1.5.1、通用用法：

##### （1）连接电路

第一步，选择一块无线子板进行安装，本例安装 M5310 子板。按照接口对应关系正确安装；第二步，确认 CH0 中无线模组串口与 MCU 串口相连；第三步，确认 BOOT0 和 BOOT1 接地。注意：第二步和第三步，本开发板出厂已设置好，用户初次使用不需要更改。

##### （2）上电

在确认电路连接正确无误之后，连上电源适配器给开发板供电，按下开发板上的 BUTTON 按键，这时会看到开发板上方 POWER 电源指示灯（3.3V 电源指示灯）亮起，代表电源正常。注意，按下 BUTTON 按键的时候不要太快，否则电源输入不稳定易烧坏芯片、模组。

##### （3）下载

安装 KEIL5 软件进行 STM32 的正常程序编写，完成编程后，打开 Mayfly.exe 程序下载软件（如图所示），搜索串口后下载程序观察开发板是否正常工作。本开发板提供 LED 测试程序。

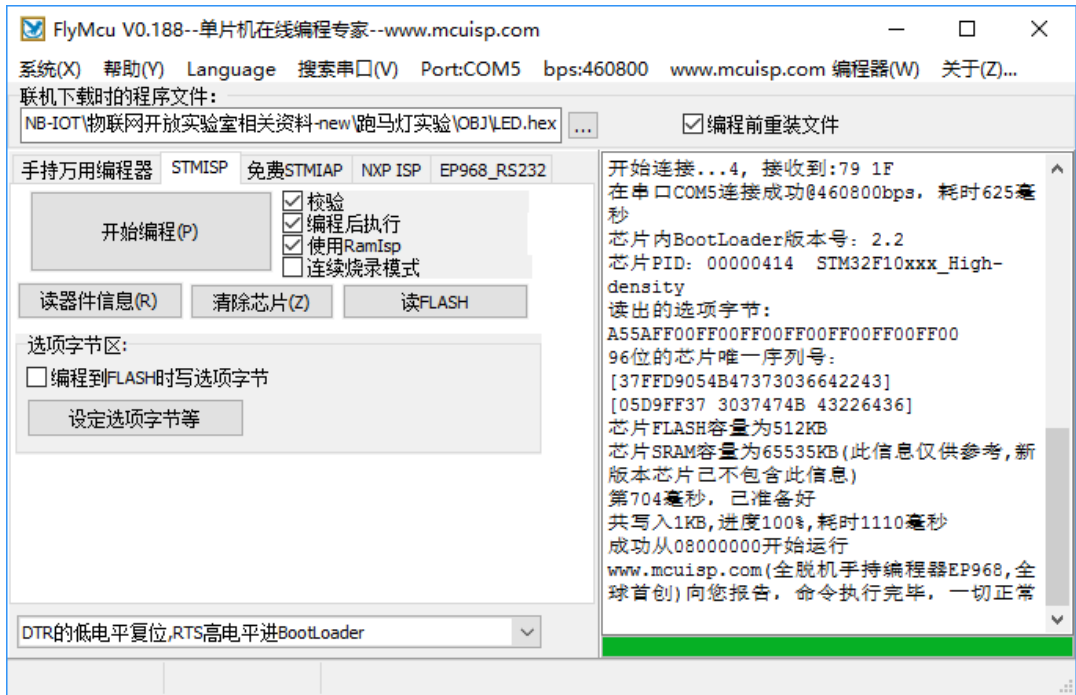


图 1-5-1

更多下载细节见后面章节。

### 1.5.2、高阶用法：

#### （1）使用一种传感器

本开发板配备了两种传感器和一块 OLED 显示屏，如果使用其中的一种，只需要按照相应管脚接口安装即可。上电与下载步骤同通用用法。

#### （2）多种传感器同时使用

如果用户使用全部外设小板，按照管脚对应接口安装即可。本开发板接受所有外设同时使用。上电与下载步骤同通用用法。

## 1.6 本章小结

本章主要介绍了开发板的组成部分、部分硬件电路设计及使用步骤和注意事项。  
本开发板是基于 ST32 系列芯片研发的一款高性能物联网开发套件，优势是可更换 MCU 及物联模组，大大减少了工业生产的开发周期，也为用户提供了更多的学习选择。本章介绍的几个硬件电路可以帮助用户更好的理解开发板，运用开发板。  
开发板的正确使用步骤是确认好要用的通讯子板并且安装好，再上电；上电的时候注意

一定要使用本开发套件的电源适配器。

注意事项就是不要带电拔插任何子板和下载线。