



OPEN TOGETHER

**Alios Things Developer Kit Hardware
User's Guide**

STM32L496VGx 开发板使用说明

Revision 1.0

2018 年 6 月 5 日



目录

1. 概述.....	- 3 -
1.1 工具包概述.....	- 3 -
1.2 系统要求.....	- 4 -
1.3 开发工具.....	- 4 -
2. STM32L496VGx 开发主板.....	- 5 -
2.1 特性.....	- 5 -
2.2 开发板硬件信息.....	- 6 -
2.3 开发板框架.....	- 8 -
2.4 MCU 主板外设接口介绍.....	- 9 -
3. 主板电源部分.....	- 21 -
4. 下载.....	- 22 -
5 Pinout Configurations6 Pins Configuration.....	- 24 -
7 Clock Tree Configuration.....	- 28 -
8 GPIO configuration.....	- 29 -
9 Camera 结构图.....	- 33 -
10 LCD 结构图.....	- 34 -
11 Layout Mark:	- 35 -
附录 1 AT 命令.....	- 37 -
附录 2 PCIe Pin 定义.....	- 53 -

修订记录

版本	日期	作者	变更描述
1.0	2018.06.05	Notion	初始版本;适用于硬件 A20 V1.2

1. 概述

1.1 工具包概述

这是一款由上海诺行信息技术有限公司基于STM32L496VGx(本文 MCU 代替)设计的高性能物联网开发板。用于提供给开发者评估，设计相关物联网的应用产品。本文档将简要介绍开发板的硬件开发工具包，MCU 开发主板的特性，各个主要接口外设信息，以及协助使用者做物联网的开发设计事项。

开发板功能区分布图：

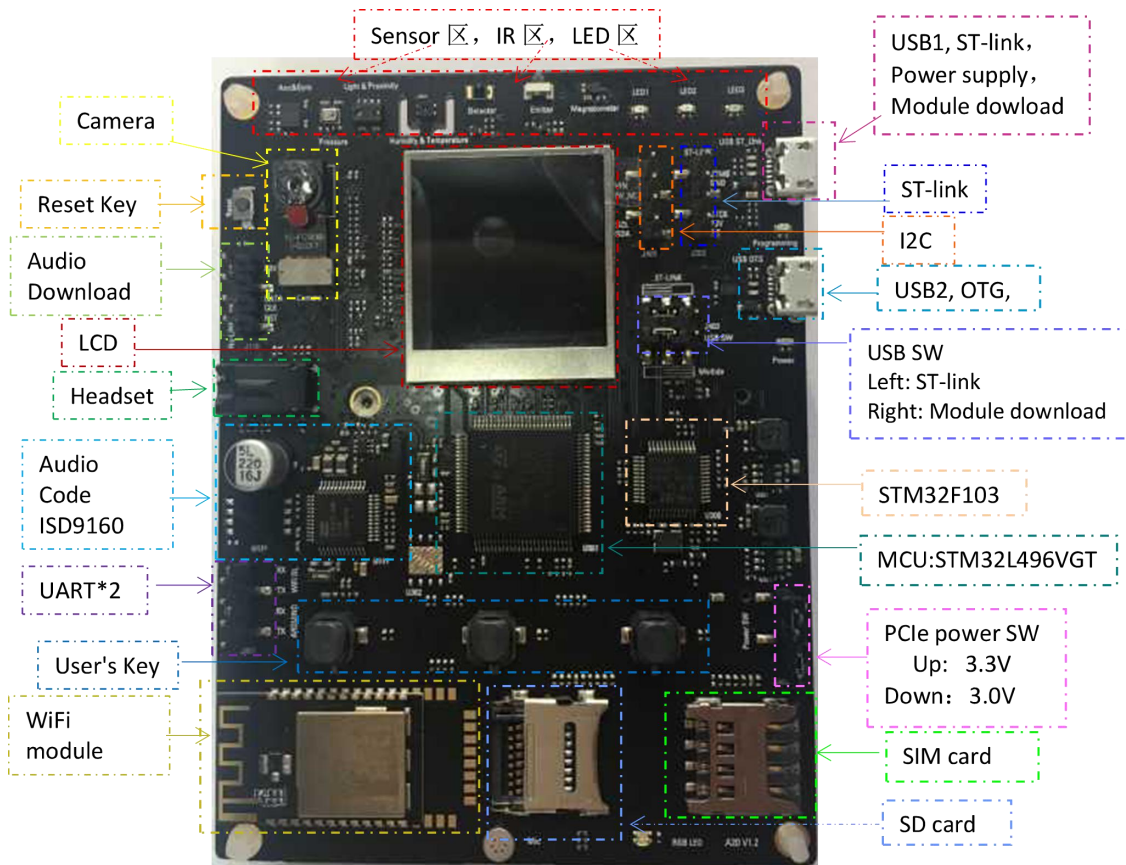


图 1-1 开发板功能区分布

1.2 系统要求

- Windows[®] OS (7,8 and 10), Linux[®] 64-bits or macOS[®]
- USB Type-A to Micro USB cable
- Stereo headset line

1.3 开发工具

- Kei[®]:MDK-ARM
- IAR[™]:EWARM
- GCC-base IDEs including free SW4STM32 from AC6

2. STM32L496VGx 开发主板

2.1 特性

开发板是基于 STM32L496VGTx 芯片研发的一款物联网开发板，STM32L496VGTx 这款芯片具有高性能、低功耗的特点。其内核为 ARM 32 位 Cortex-M4 CPU，最高 80MHZ 的主频率，1MB 的闪存，320KB 的 SRAM，最多支持 136 个高速 IO 口，还支持 SPI,CAN,I2C,I2S,USB,UART 等常用的外设接口。

■ 特性:

- CPU: STM32L496VGTx, 80MHz
- 存储: 1MB Flash, 320KB SRAM
- Wi-Fi: - 2.4G,802.11b/g/n 协议
 - 支持 OTA 升级
 - 支持一键配网
- 音频: 带麦克风, 带耳机, 支持语音识别功能,
- 传感器:
 - 3D 加速度传感器
 - 陀螺仪感应器
 - 磁力计传感器
 - 压力传感器
 - 温湿度传感器
 - 光线传感器
 - 距离传感器
- 摄像头: 支持8-bits并行接口的摄像头, 像素为0.3M;分辨率640*480;
- 主板供电: 通过USB 5V供电或者外部 5V供电; 也可以单独3V供电;
- 显示屏: 1.3' TFT ,240*240分辨率;
- 支持红外发送和红外接收;
- LED 灯:
 - 三色 RGB LED , 侦测 WIFI 状态;
 - 上电指示 LED, 绿色;
 - 下载指示 LED , 橙色;
 - 三个用户定义 LED , 橙色
- 系统: Ali-OS Things
- USB 支持OTG 功能,
- On-board ST-Link/V2
- PCIe: 支持外接USB 接口的LTE模块; 也支持UART 接口的Zigbee、Lora、NB模块;
- 按键: 一个复位按键, 三个功能按键
- SD卡: 系统支持最大32Gb的SD 卡存储扩展;

■ 电源特性

- Micro USB 接口, 5V 供电
- 内部有 5V 转 3V 的 DCDC, 和 1.8V LDO
- MCU 供电电压为 3V, 系统 IO 电压也为 3V

■ XTAL

- 8MHz
- 32.768KHz

■ 调试接口

- USB 转 ST-Link

开发板给使用者预留很多通用接口:

- Zigbee/LoRa 接口,
- I2C 接口
- ADC 差分/单端接口
- Arduino 接口
- SPI 接口

2.2 开发板硬件信息

开发板实物正面图:

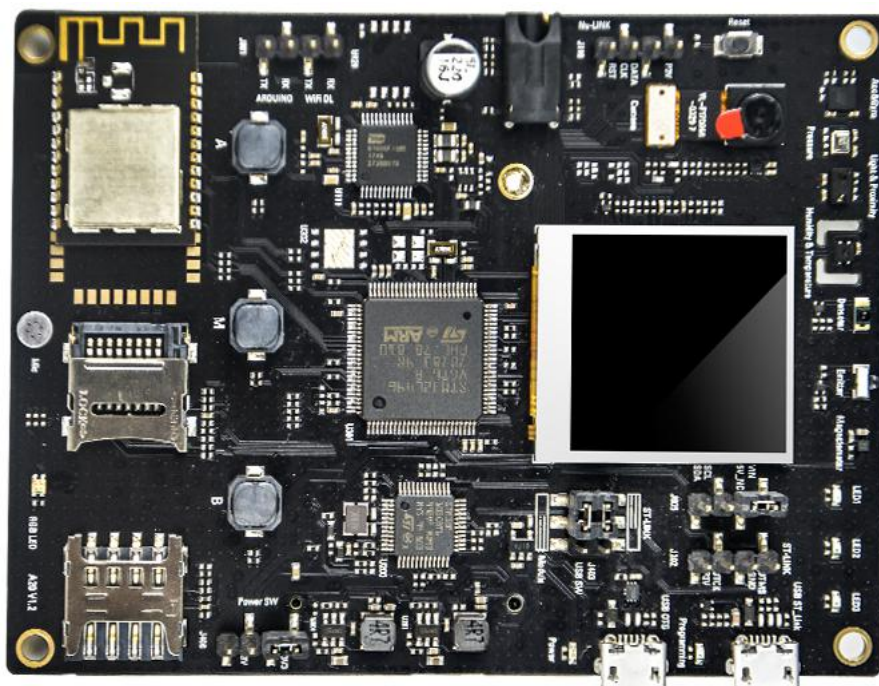


图 2-1 开发板正面图

开发板背面图:

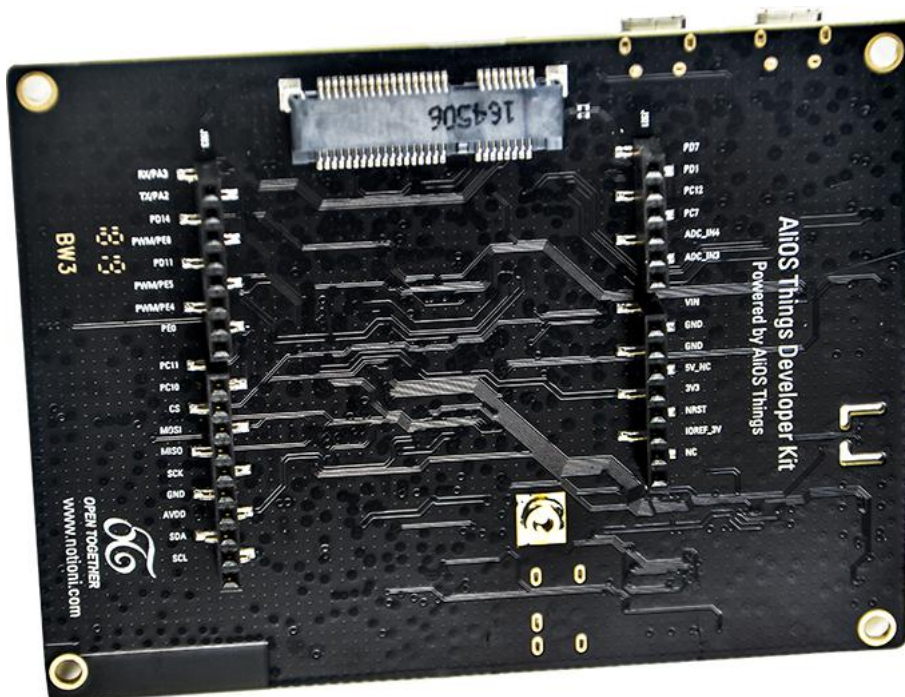


图 2-2 开发板背面图

2.3 开发板框架

开发板的系统框图如图 2-3:

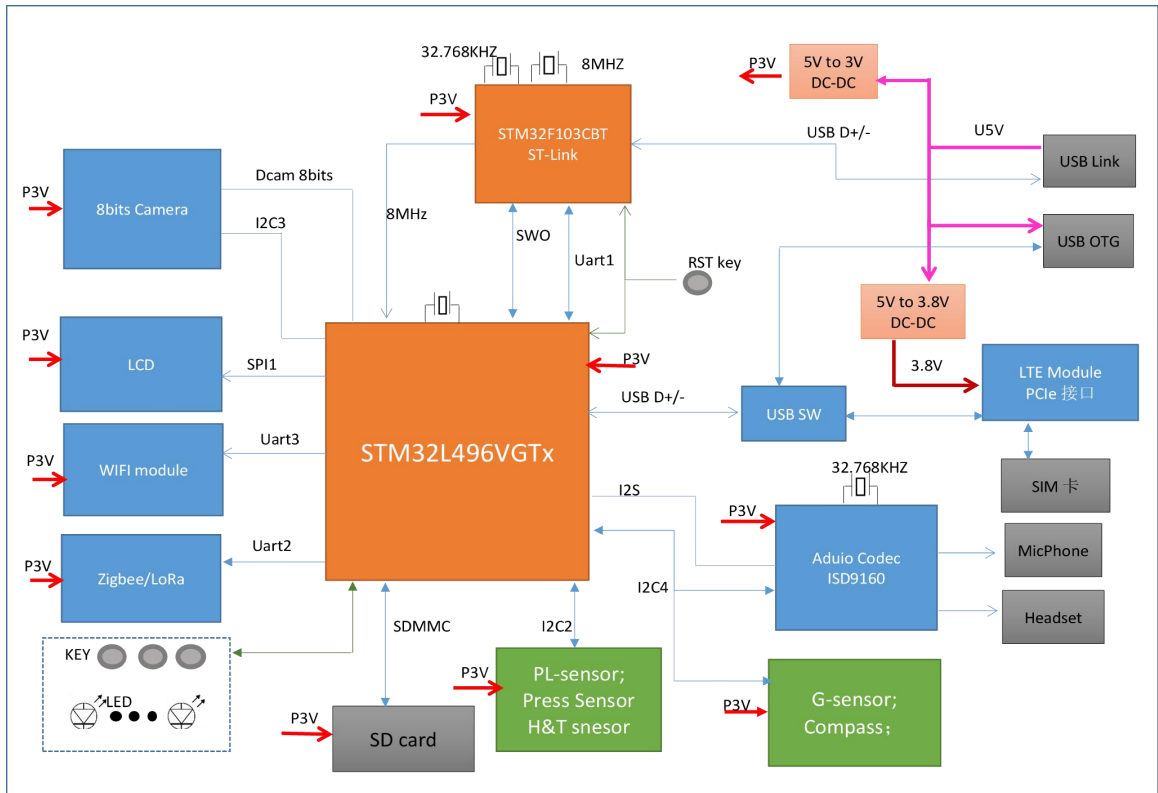


图 2-3 开发板框图

电路连接关系如下：系统由 USB 5V 供电，经过 DCDC 降压至 3 V 给系统大部分器件供电，为系统主要电源。MCU 由 STM32F103 的 MCO 提供 8MHz；LED 灯、按键连接至 MCU 的 GPIO；Audio codec（芯唐电子 ISD9160 方案）连接至 MCU 的 I2S 接口，控制信号走 I2C4；ACC/Gyro-sensor 和电子罗盘连接至 MCU 的 I2C4 接口上，PL-sensor、压力传感器、温湿度传感器是接在 MCU 的 I2C2 上。MCU 支持外接 8bit Camera，同时 I2C3 也用来走 Camera 控制信号；开发板自带 1.44' LCD，属于 SPI 4-line 接口；WI-FI module 采用的是 BK7231 芯片方案，与 MCU 通过 UART 接口通讯，板载 WI-FI 天线。开发板支持 USB OTG 接口，同时也支持 PCIe 接口的 LTE 模块(USB 接口形式)，但是 MCU 自身只有一个 USB PHY，所以 USB OTG 和 LTE 模块在开发板上是通过软件配置做二选一。LTE 模块供电是 3.8V，中间加了一个 5V-3.8V 的 DCDC。STM32F103 的晶振是 8MHz 和 32.768KHz，

然后输出 MCO 8MHz 给 STM32L496, Audio Codec 也需要挂一个 32.768KHz 晶体。

2.4 MCU 主板外设接口介绍

MCU 主板使用到的主要外设接口有：8bits 并行 DCMI (Digital camera interface) 接口，4-Line SPI 接口，SDMMC 接口，I2C 接口，UART 接口，USB 接口，I2S audio 接口，还有若干 GPIO 配置。图 2-4 为 STM32L496VGTx 的系统框图：

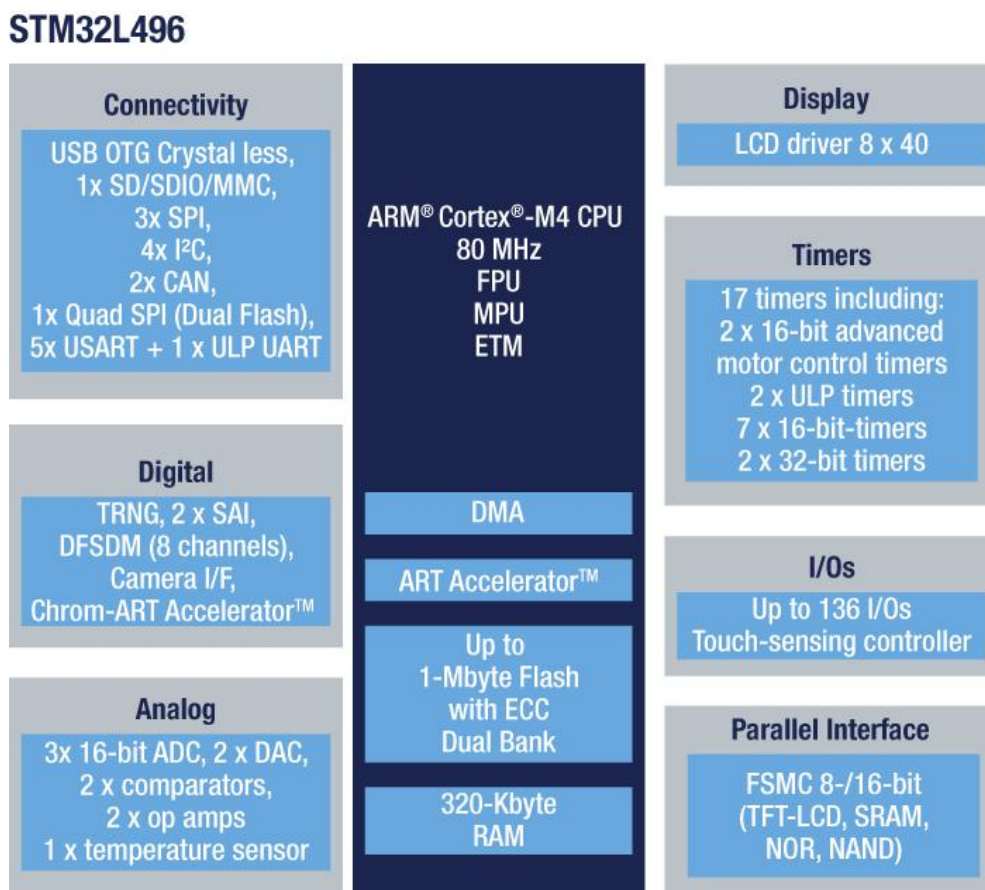


图 2-4 STM32L496 BLOC

■ DCMI 接口

MCU 自身带一个 DCMI 接口，支持接入 8-bits 至 14bits 的并行数据口，其最大速率可以支持到 54MB/s。开发板套件配的 Camera 是由深圳影领电子有限公司提供的 YL-F170066-0329.采用的是 8bits 数据接口，通过 24Pin BTB 连接器外

接一个 Camera 模组。Camera 配置通过 I2C3 接入 MCU，地址为 0x78/0x79。BTB 连接器的接口定义如下表：

Pin NO.	Pin Name	DESCRIPTION
1	D5	Parallel data5
2	AGND	Connect to GND
3	D1	Parallel data1
4	AVDD3V	Power supply (3V)
5	PCLK	pixel clock
6	D2	Parallel data2
7	D7	Parallel data7
8	D3	Parallel data3
9	D0	Parallel data0
10	VCC18_NC	数字电源 1.8V, 模组内部提供, 可以悬空
11	IOVCC3V	IO Power supply (3V)
12	MCLK	Main clock for sensor module
13	STBY	模组待机/低功耗模式
14	D6	Parallel data6
15	DGND	GND
16	D4	Parallel data4
17	NC	Not connect
18	HSYNC	场同步时钟
19	SDA	I2C 接口, 地址: 0x78/0x79
20	SCL	
21	RST	模组复位信号
22	VSYNC	帧同步信号
23	VCC/NC	悬空
24	GND	GND

表 2-1 Camera 接口定义

■ USB 接口

开发板有两个 USB 接口，一个为 USB ST-link 接口，作用为软件下载/调试/系统供电输入口。另一个为 USB OTG，用户可以外接 USB 设备，支持 1000mA,USB2.0 设备接入。USB 接口截图如图 2-5：



图 2-5 USB 接口截图

USB ST-Link (USB1) 接口除了给系统提供电源之外，还是开发板的下载接口，与 STM32F103 的 USB 接口相连接，插入 PC 之后会映射出一个 COM 口设备，用来下载 MCU 的软件，也可以用来打印调试信息。

STM32F103 与 MCU 之间是通过 SWD 接口相连接，其原理图如图 2-6 所示。USB 数据线连接至 PC，用来进行 MCU 开发板和 PC 端之间的交互，打印开发板的调试信息、下载 MCU 程序。

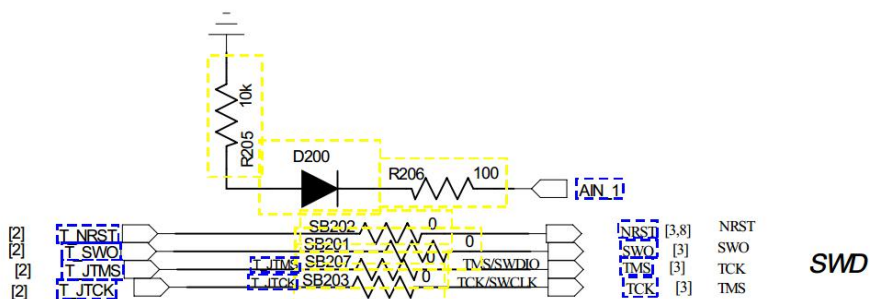


图 2-6 SWD 下载调试串口

■ PCIe 模块

开发板中还带有一个 PCIe 卡槽，用来做模块（LTE 模块，Zigbee/Lora/NB-IoT 模块）接入，其安装方式参考图 2-7。



图 2-7 LTE 模块

LTE 模块由上海诺行信息技术有限公司提供,采用 Marvell 的 MP1802 作为 CPU,具有传输速率高,功耗低,尺寸小等特点。模块支持多个 Band,能兼容移动/联通/电信多种 SIM 卡实现 LTE 网络接入。LTE 模块与 USB OTG 同时挂在 MCU 的 USB 外设下,只能做二选一,不可以同时工作。LTE 模块与 MCU 之间通过 USB 接口通讯,MCU 提供给模块一个 RESET 控制信号。模块供电可以通过 J408 来选择 3V 和 3.3V,具体 Pin 定义请参考原理图 2.8,也可以参考 PCIe 的 Pin 定义说明。J403 是预留给 LTE-module 下载软件使用,当跳线帽选择 ST-link (默认配置),USB 连接器是直接和 MCU 接通,当跳线帽是选择 Module,USB 连机器是与模块的 USB 接通,就可以做模块软件的升级;模块还附带有 SIM 卡接口,图 2-8 为其接口原理图。

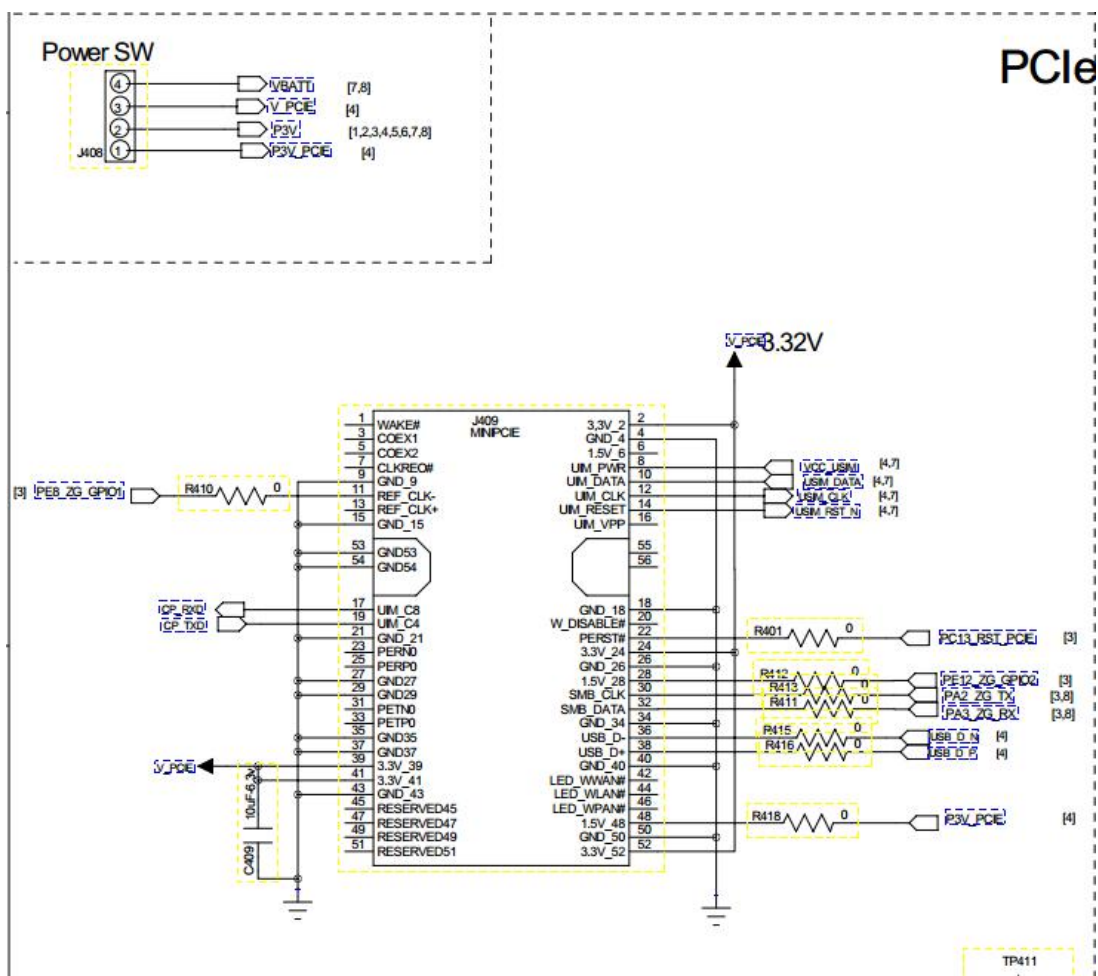


图 2-8 PCIe 接口原理图

PCIe 接口还支持接入 Zigbee/Lora/NB-IoT 模块，具体请参考 Pin 定义。

■ 按键

开发板带有三个功能按键，和一个系统 Reset 按键。功能按键可以提供给使用者做功能定义开发，都是使用 GPIO 口，方向为输入，低电平有效。

复位按键是直接接入 STM32F103 和 MCU 的硬件复位 Pin，按下复位按键，系统自动重启复位。图 2-9 为复位按键

Key_Reset

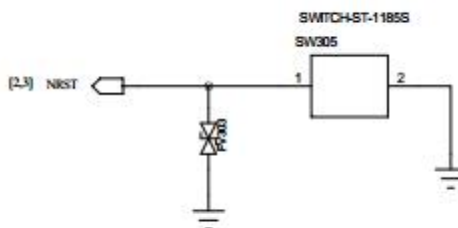


图 2-9 复位按键

■ LED 指示灯

MCU 开发板总计有 6 个 LED 灯，其中有 1 个电源指示 LED（绿色）灯上电就被点亮，1 个下载调试 LED 灯（橙色）上电也常亮，当下载的时候会闪烁，3 个提供给用户定义的 LED 灯，都是接入 MCU 的 GPIO,拉低 IO 口即可点亮。开发板还有一个三色 LED 灯，是有 WI-FI 模块控制的 LED 灯。

电源 LED 灯在 USB 供电正常之后会常亮，如果插入 USB 之后电源 LED 没有被点亮，证明 USB 供电异常。其原理图如图 2-10。

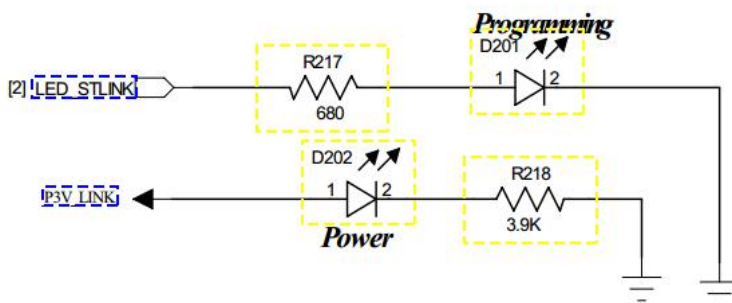


图 2-10 电源和调试 LED 灯

■ 4-Line SPI 接口

4-Line SPI 是 LCD 显示屏的接口，其电路原理图接口定义如图 2-7 所示。开发板套件中包含有一个 FPC 材质的 LCD 屏幕，选用的为深圳市禹龙现代电子有限公司的 H144TS121F, 出厂时候就已经装配好。其 Pin 定义如下表格，详情请参考附录。

NO.	SYMBOL	Description
-----	--------	-------------

1	GND	GND
2	LEDK	LED backlight input (Cathode)
3	LEDA	LED anode, 背光电压为 3V
4	GND	GND
5	RESET	Reset LCD
6	NC	NC
7	SDA	SPI Data input/output
8	SCL	SPI Clock
9	VCC	3V Digital power
10	IOVCC	3V Logic power
11	CS	Chip select
12	GND	GND
13-16	NC	NC
17-18	GND	GND

表 2-2 OLED 显示屏接口原理图

■ 传感器

MCU 开发板为了丰富用户开发，提供有 8 个 sensor，其中 light & proximity sensor，pressure 传感器，H&T 传感器是接在 MCU 的 I2C2，G-sensor 和 Compass sensor 是接在 MCU 的 I2C4 上。开发板上的 MCU 总共使用了 3 组 I2C，具体接口和 I2C 地址分配请参考下面表格

I2C	Sensor	IC	Address (8bit)
I2C2	Humidity and Temp Sensor	SHTC1	0xE0/E1
	PL Sensor	LTR-553ALS-WA	0x46/47
	Press Sensor	BMP280	0xEE/EF
I2C4	Audio	ISD9160	TBD
	G-sensor/Gyro	LSM6DSL	0xD4/D5
	Compass	MMC3680KJ	0x60/61
I2C3	Camera	GC0329	0x78/0x79

表 2-3 I2C 分配以及地址

■ I2S audio 接口

Audio 部分是采用芯唐电子的 ISD9160 方案。ISD9160 是一款非常优秀，支持 audio 录制以及播放，内嵌 ARMCortex-M0 的低功耗微控芯片。最高处理速度可以达到 50MHz，有 145KB Flash 和 12KB 的 SRAM，具备支持多种常用的外设

接口。ISD9160 的内部框图如图 2-11 所示。芯唐电子的 audio 方案除了正常语音功能外，还支持云端存储方式的语音识别功能。

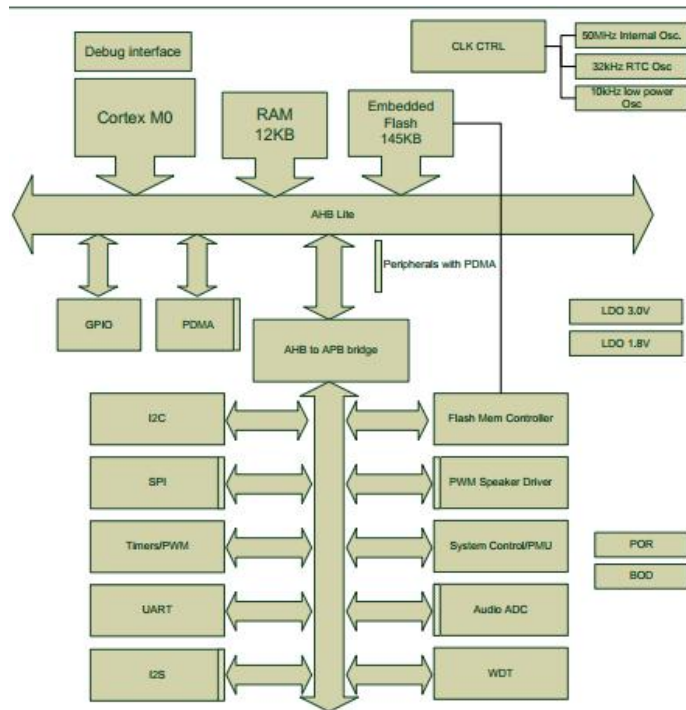


图 2-11 ISD9160 框图

STM32L496VGT 本身具有两个 SAI(Serial audio interface) 接口，在本开发板中使用了 SAI2，并且配置成 I2S 协议与 ISD9160 通讯。此语音模块的带一个外置的 Mic 做语音录制，带 3.5mm 标准耳机插座，支持 CTIA 标准耳机（不支持耳机麦克风功能）。Audio 模块与主板沟通除了 I2S，还需要 I2C 做指令控制，I2C 地址为软件配置。Audio 部分原理框图如图 2-12：

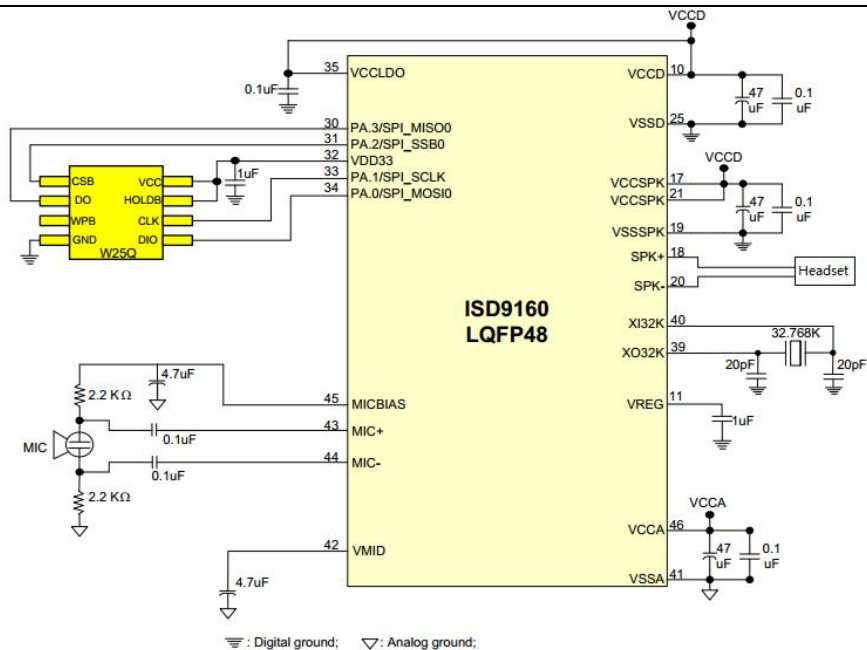


图 2-12 Audio 模块原理框图

■ WI-FI 模块

WIFI 模块采用的是由上海诺行生产的 MW31 模块。这是一款功能齐全、集成度高、功耗低的低成本嵌入式 WI-FI 模组。模块采用 BK7231 方案实现 WI-FI 无线网络接入。该模块是具有丰富的外围控制接口，支持 IEEE802.11b/g/n 无线标准协议栈。本模组具有非常低的软关机电流和睡眠电流，同时支持内部定时唤醒以及外部中断唤醒，所以对需要节能减排等要求的各类应用无线的场合都是最佳的选择。模块由上海诺行信息技术有限公司设计，其外形如图 2-13，与主板采用邮票孔方式焊接。

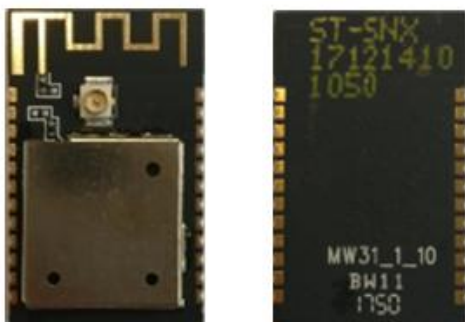


图 2-13 WI-FI 模块外形图

WI-FI 模块与 MCU 之间采用的是 UART 接口通讯。MCU 通过下发 AT 指令，可以控制模块连接到 WI-FI AP，实现网络接入，将 sensor 以及其他数据上传到 Ali 云端。AT 指令请参考附录表格，模块接口的 Pin 定义如图 2-14：

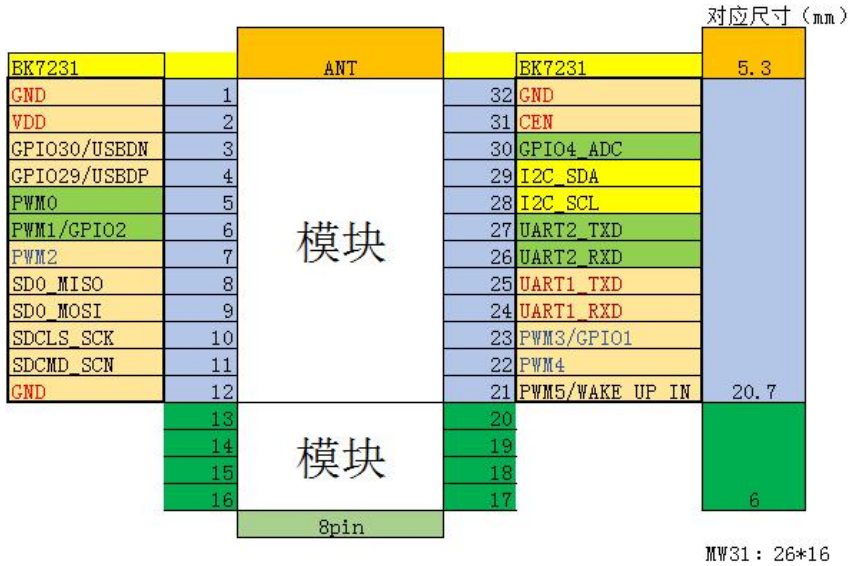


图 2-14 WI-FI 模块 pin 定义

■ SDMMC 接口

MCU 的 SDMMC 接口兼容 MMC V4.2 接口规格，能支持 1-bits,4-bits，8-bits 三种不同的数据总线。在 8bits 模式下，最高数据传输速率支持 48MHz。开发板支持外挂 4bits 模式的 SD 卡。如图 2-15 为 SD 卡接口原理图：

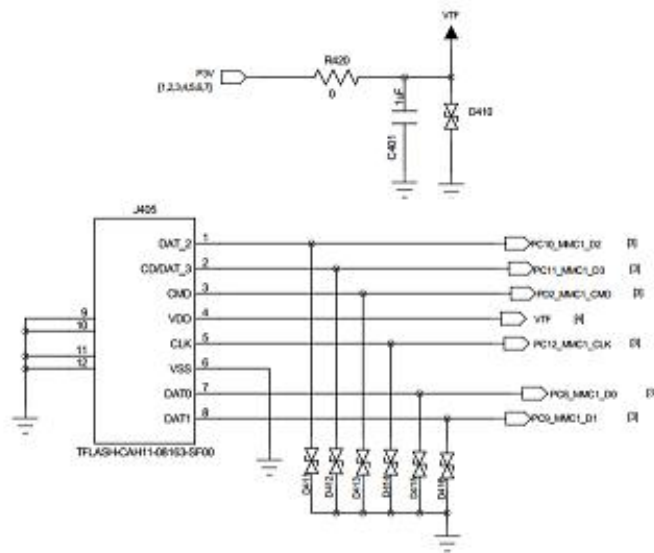


图 2-15 SD 卡接口原理图

■ 扩展接口（Arduino 接口）

目前开发板有给用户预留很多扩展接口在开发板背面。有预留 Uart4, I2C3, SPI2, ADC, PWM, 以及一些 GPIO, 供用户自定义开发使用。定义如图 2-16

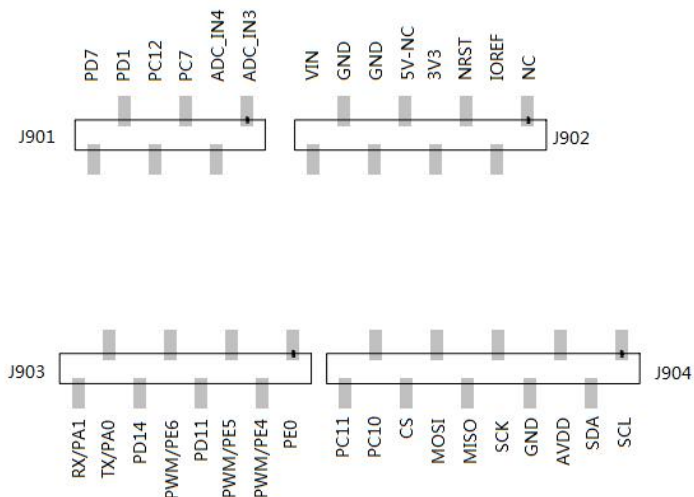


图 2-16 扩展接口定义图

目前在开发板上, Arduino 接口和 Camera, TF 卡, PCIE 接口是复用的。当用户使用 Arduino 接口时候, 请注意:

- 当使用 Arduino PD7 时候, 需要将 Security 功能关闭;
- 当使用 Arduino 接口的 Uart4 时候, 需要将 Lora/NB 模块断电 (J408 去掉跳线帽);
- 当使用 Arduino 接口的 I2C3 时候需要软件关闭 Camera 和 TF 卡功能;
- 当使用 Arduino 接口的 SPI 接口的时候需要将 Camera 功能关闭。

下面表格 2-4 是 Arduino 使用的 Pin 定义。

位号	Arduino 接口	Pin Name	说明
J901	ADC_IN3	PC2	可配置成 ADC 输入, 也可配置成 GPIO
	ADC_IN4	PC3	
	PC7	PC7	与 Camera D1 复用
	PC12	PC12	与 MMC CLK 复用
	PD1	PD1	
	PD7	PD7	与 Security CLK 复用
J903	RX/PA1	PA1	Uart4 接口, 与 PCIe 上 Lora、NB 模

	TX/PA0	PA0	块接口复用
	PD14	PD14	
	PWM/PE6	PE6	与 Camera D7 复用
	PD11	PD11	
	PWM/PE5	PE5	与 Camera D6 复用
	PWM/PE4	PE4	与 Camera D4 复用
	PE0	PE0	与 Camera D2 复用
J904	SCL	PC0	I2C3，但是注意和 Camera 的 I2C3 (PC0/PC1) 区分；
	SDA	PC9	
	AVDD	3.3V	
	GND	GND	
	SCK	PA9	SPI2;与 Camera 复用；
	MISO	PD3	
	MOSI	PC1	
	CS	PD0	
	PC10	PC10	
	PC11	PC11	
J902	VIN	5V	5V 输出
	GND	GND	
	GND	GND	
	5V_NC	5V	J905 跳线帽短接之后，可以对外供电 5V,否则悬空；
	3V3	3.3V	3.3V 输出
	NRST	Reset	Reset MCU
	IOREF	3V	IO 电平 3V，输出
	NC	Float	悬空

表 2-4 Arduino 接口定义说明

表格 2-4 中，没有特别说明的，都是 GPIO 口，请用户自定义配置。

另外说明，A20V12 版本中 J903 的前两个丝印是 RX/PA3，TX/PA2，对应的是 Uart2；但是在 A20V13 版本中改成 RX/PA1，TX/PA0 对应的是 Uart4（由于 A20V13 增加了 Security，Uart2 被占用），请使用时注意这个改动。

Camera 使用的 I2C3 是 PC0/PC1，在添加 Arduino 接口的时候，由于 PC1 被 SPI2 占用，将 I2C3 更换成 PC0/PC9(Camera 不变)，所以，若用户需要使用这个外接的 I2C3，请重新配置这个接口。

3. 主板电源部分

开发板上除了温湿度传感器的供电电压为 1.8V 和 PCIe 模组供电为 3.3V, 其他 IC 供电电压为 3V, 所以我们需要将输入的 5V 电压转换成 3 组电, 3V, 3.3V 和 1.8V。

5V 转换至 3V 和 3.3V, 都是采用的是 ETA8120 降压 DC/DC。ETA8120 是一颗高效率的可调节输出的降压 DC/DC, 支持轻载高效, 输出最大电流为 2A, SOT23-6 的通用封装。

3V 经过 LDO 转换至 1.8V, 采用的是 SGM2019 LDO, 输出最大电流为 0.3A。1.8V 只供给温湿度传感器使用, 需要的电流较小。

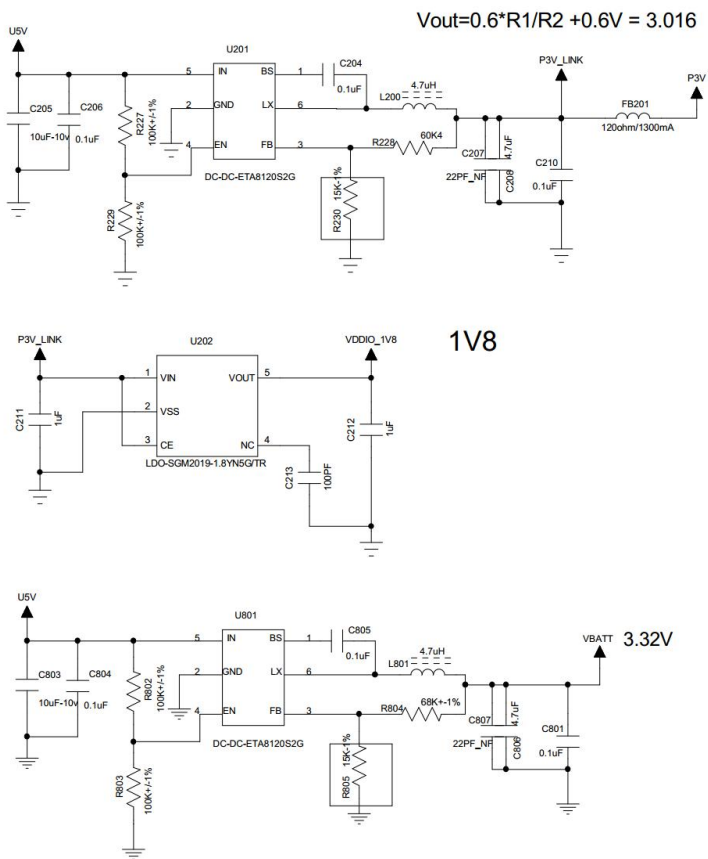


图 3-1 电源原理图

4. 下载

下载之前，需要先安装 STM32 ST-LINK Utility。安装完成之后，将开发板通过 Micro USB Cable 与 PC 连接之后，按照提示安装 ST 驱动，安装之后如果在设备管理器中能找到 ST 端口，证明驱动安装成功，如图 4-1。



图 4-1 安装 ST 设备驱动

然后打开 STM32 ST-LINK Utility，先通过 File → Open file 加载需要下载的 Bin 文件，然后点击 Target → Connect，正常时候会提示 connect 成功，如图 4-2 所示。提示成功之后，证明软件下载环境已经配置好，请通过 Target → Program，在弹出的对话框中点击 Start 直接下载，如图 4-3 所示。下载时候调试 LED 灯应该是持续闪烁，直到退出下载（关闭 ST-LINK Utility）。

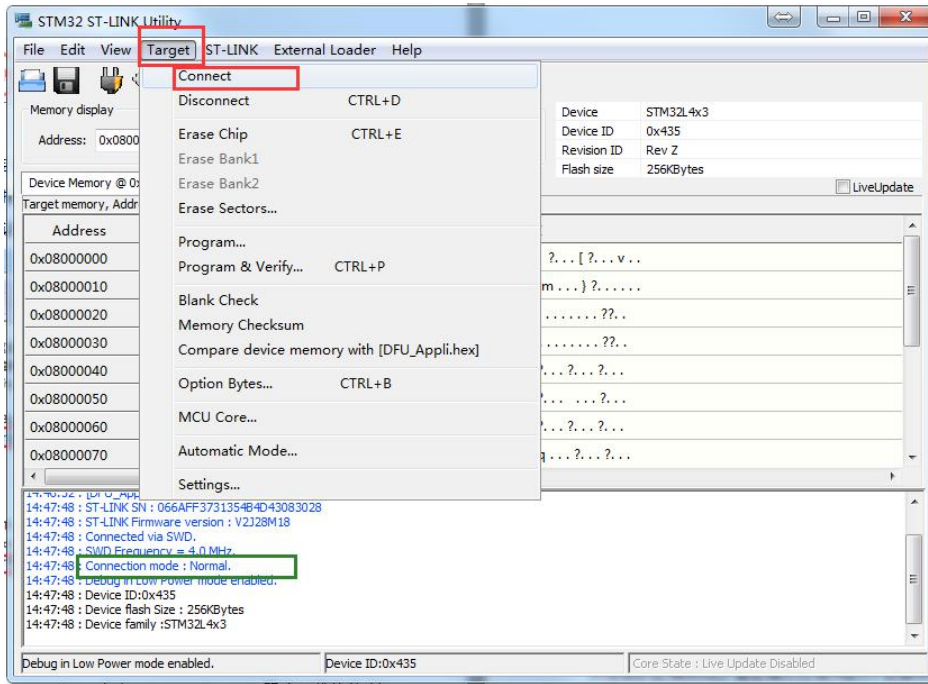


图 4-2 下载 connect 成功图

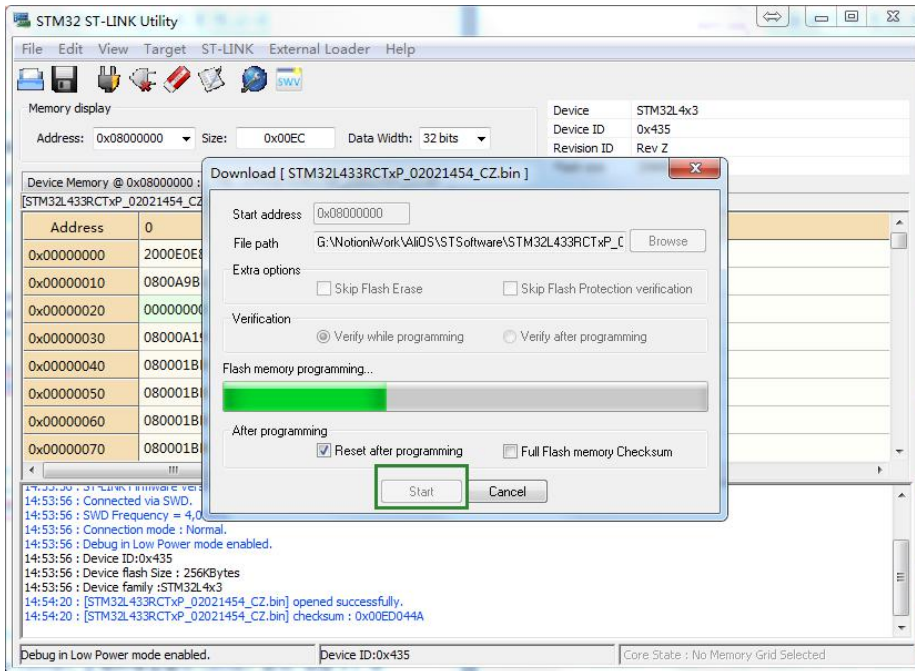


图 4-3 STM32 ST-LINK Utility 程序下载软件

5 Pinout Configurations

6 Pins Configuration

7 Clock Tree Configuration

8 GPIO configuration

9 Camera 结构图

调焦高度: 300M CHART图: 中 (45*83) 解析度: 中心≥400, 四周≥250

YL-F170066-0329 Camera Module

TOP VIEW

SIDE VIEW

BOTTOM VIEW

NO	S G NAL
1	B5
2	AGND
3	D1
4	AVDD3.0V
5	PCLK
6	D2
7	D7
8	D8
9	D0
10	VCC1.8(NC)
11	IOTM03.0V
12	MCLK
13	STBY
14	D6
15	DGN0
16	D4
17	NC
18	HSYNC
19	S0A
20	SCL
21	RST
22	HSYNC
23	VO22B/NC
24	GND

备注:
1. 带*为重点标注尺寸

Module specification

焦距 (EFL)	1.68	像素 (Array Size)	640*480	变更明細	20171223
光圈 (F. NO)	2.8±5%	模拟电压 (AVDD)	2.7Vto3.0V	原始图纸	
视场角 (View Angle)	58°	接口电压 (DOVDD)	1.7Vto3.0V		
畸变 (Distortion)	< 1.0%	数字电压 (DVID)	NC		
镜头 (Lens)	TK016-H8508	马达电压 (AFVDD)	NC		
感光芯片 (Chip Type)	GC0329	镜头类型 (Lens Size)	1/9inch		

5.5*5.5*1.3双面软质泡棉带撕手

深圳市影领电子有限公司

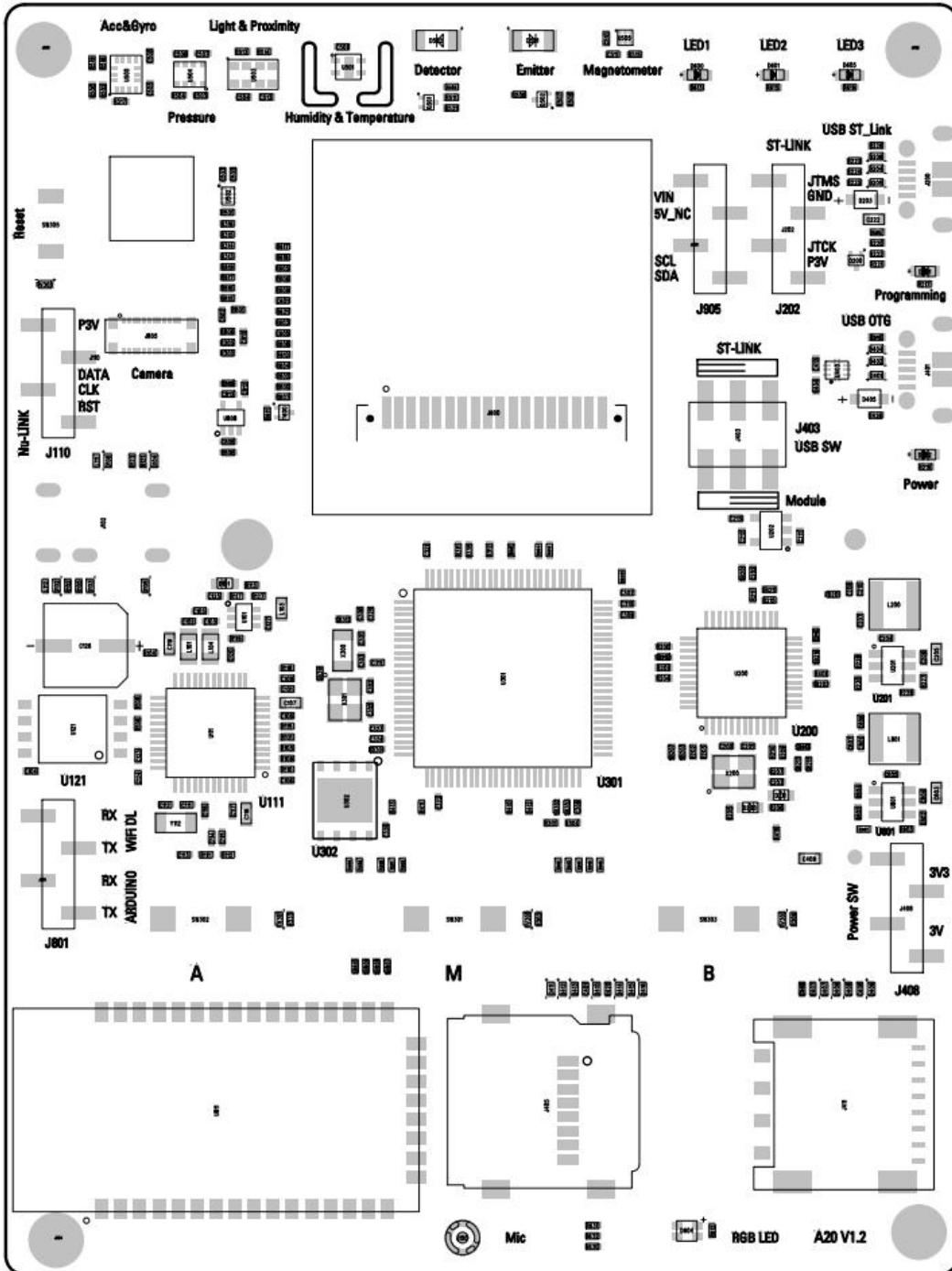
产品编号: YL-F170066-0329

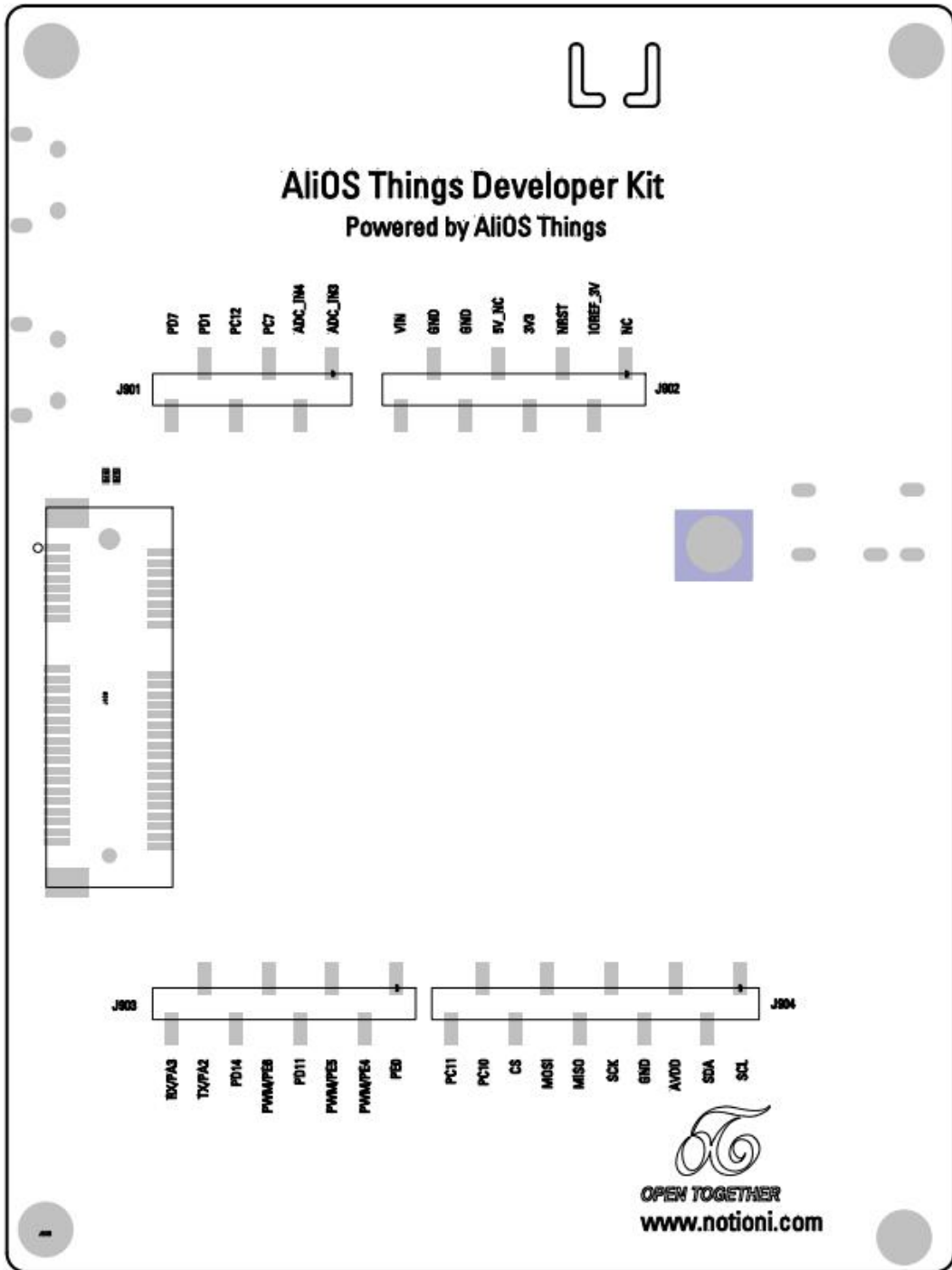
项目名称: /

地址: 深圳市宝安区福永街道新和社区正中工业园8栋4楼

页数	尺寸	单位	页码	比例	版本	制作日期	设计	审核
1/1	A4	mm	1	1:1	V1	20171223	王辉芝	黄吉胜

11 Layout Mark:





附录 1 AT 命令

本文将详细描述每个 AT 指令的语法格式，功能及使用，若无特别指明，此指令仅适用于 Wi-Fi 模式。

所有指令均为立即生效，无需特殊指令进行保存，AT 指令 可以通过超级终端等串口调试程序进行输入，也可以通过编程输入。

AT 指令格式

AT 指令采用基于 ASCII 码的命令行，格式如下：

1 格式说明

- a) <>: 表示必须包含的部分
- b) []: 表示可选的部分

2. 命令格式

AT+<CMD>[op][para-1,para-2,para-3,.....]\r

- a) AT+: 命令消息前缀
- b) CMD: 指令字符串
- c) [op]: 指令操作符。可以是：
 - 1、"=": 表示参数设置，或查询指定参数
 - 2、"?": 表示查询系统参数
 - 3、"无": 表示执行指令
 - 4、"=?": 表示查询用户设置的参数
- d) [para-n]: 表示设置的参数值，或指定查询的参数
- e) \r: 回车结束符，ASCII 码 0x0d

3. 回应消息格式

[\r\n][+CMD:][para-1,para-2,para-3,.....]<\r\n><STATUS><\r\n>

- a) \r : 回车结束符，ASCII 码: 0x0d

- b) \n : 换行符, ASCII 码: 0x0a
- c) [+CMD:] : 相应的命令字符串
- d) [para-n] : 查询时返回的参数
- e) [STATUS] : 指令执行成功与否, 有两种情况:
 - (1) OK: 表示正确执行;
 - (2) ERROR: 表示执行出错。

AT 指令详细

1. 基本 AT 指令

序号	命令	描述
1	AT+FWVER	查询固件版本号
2	AT+SYSTIME	查询系统运行时间
3	AT+MEMFREE	查询系统剩余空间大小
4	AT+FACTORY	恢复模块出厂设置
5	AT+REBOOT	重启模块
6	AT+FLASHLOCK	开启或关闭 FLASH 锁
7	AT+WEVENT	开启或关闭以 +WEVENT 为前缀的事件消息通知
8	AT+CIPEVENT	开启或关闭以 +CIPEVENT 为前缀的事件消息通知
9	AT+STANDBY	进入休眠模式

AT+FWVER

功能：查询固件版本号。

指令：	AT+FWVER?
响应：	+FWVER:<fwver>
参数：	fwver: 固件版本号

AT+SYSTIME

功能：查询系统运行时间。

指令：	AT+SYSTIME?
响应：	+SYSTIME:< systime>
	OK
参数：	systime: 系统运行时间, 单位: 毫秒 (ms)

AT+MEMFREE

功能：查询系统剩余空间大小。

指令：	AT+MEMFREE?
响应：	+MEMFREE:<storage>
	OK
参数：	storage：存储空间大小，单位：字节（Byte）

AT+FACTORY

功能：恢复 模块出厂设置。

指令：	AT+FACTORY
响应：	OK
参数：	无
说明：	立即重启，生效

AT+REBOOT

功能：重启模块。

指令：	AT+REBOOT
响应：	OK
参数：	无

AT+FLASHLOCK

功能：FLASH 锁指令

查询指令：	AT+FLASHLOCK?
响应：	+FLASHLOCK:<mode>
	OK
参数：	请参考设置指令参数

设置指令:	AT+FLASHLOCK=<mode>
响应:	OK
参数:	mode: ON: 开启; OFF: 关闭; 开始 FLASHLOCK 后, 参数将不再保存

AT+WEVENT

功能: 开启或关闭以 +WEVENT 为前缀的事件消息通知。

查询指令:	AT+WEVENT?
响应:	+WEVENT=<state>
	OK
参数:	请参考设置指令参数

设置指令:	AT+WEVENT=<state>
响应:	OK
参数:	state: ON, 表示开启通知功能; OFF, 表示关闭通知功能
说明:	立即生效

AT+CIPEVENT

功能: 开启或关闭以 +CIPEVENT 为前缀的事件消息通知。

查询指令:	AT+CIPEVENT?
响应:	+CIPEVENT=<state>
	OK
参数:	请参考设置指令参数

设置指令:	AT+CIPEVENT=<state>
响应:	OK
参数:	state: ON, 表示开启 CIPEVENT 通知功能; OFF, 表示关闭 CIPEVENT 通知功能。
说明:	立即生效。注意: 用户若采用 “透传” 工作模式, 必须首先关闭该事件通知功能。

AT+STANDBY

功能：进入模块休眠工作模式，需 STANDBY 管脚唤醒，可参考相应型号模块的数据手册管脚定义内容。

查询指令：	AT+STANDBY
响应：	OK
参数：	无
说明：	立即生效。必须使用 STANDBY 管脚进行唤醒后，才能响应 AT 指令。

2. UART 管理指令

序号	命令	描述
1	AT+UART	查询/设置 UART 串口参数
2	AT+UARTFOMAT	查询/设置 UART 自动触发长度和触发时间
3	AT+UARTE	查询/设置 UART 串口回显状态

AT+UART

功能：查询/设置 串口参数。

查询指令：	AT+UART?
响应：	+UART:<baud_rate>,<data_bits>,<stop_bit>,<parity>,<flow_control>
	OK
参数：	请参考设置指令参数

设置指令：	AT+UART=<baud_rate>,<data_bits>,<parity>,<stop_bit>,<flow_control>
响应：	OK
参数：	band_rate: 波特率, 可以是: 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800, 921600 bps
	data_bits: 数据位, 可以是: 7, 8
	stop_bit: 停止位, 可以是: 1, 2
	parity: 校验位, 可以是: NONE: 无校验; ODD: 奇校验; EVEN: 偶校验
	flow_control: 流控, 可以是: NONE: 无流控; CTS: 使能 CTS 流控; RCS: 使能 RTS 流控; CTSRTS: 使能 CTSRTS 流控
说明：	立即生效

AT+UARTFOMAT

功能：查询 / 设置 自动成帧触发长度和触发时间（Wi-Fi/BT 均支持）

查询指令：	AT+UARTFOMAT?
响应：	+UARTFOMAT:<length>,<time>
	OK
参数：	请参考设置指令参数

设置指令：	AT+UARTFOMAT=<length>,<time>
响应：	OK
参数：	length: 自动成帧触发长度, 单位: Byte, 范围: 1-1024, 默认: 1024。
	time: 自动成帧触发时间, 单位: ms, 范围: 50-500, 默认: 100。
说明：	在命令控制模式下, 自动成帧触发长度的最小值是 65, 立即生效。

AT+UARTE

功能：查询 / 设置 串口指令是否开启回显功能。

查询指令：	AT+UARTE?
响应：	+UARTE:<option>
	OK
参数：	请参考设置指令参数

设置指令：	AT+UARTE=<option>
响应：	OK
参数：	option: ON, 表示开启回显功能; OFF, 表示关闭回显功能。
说明：	立即生效。

3. WiFi 管理指令

序号	命令	描述
1	AT+WFVER	查询射频固件版本号
2	AT+WMAC	查询 MAC 地址
3	AT+WSCANOPT	查询/设置 WiFi 扫描类型
4	AT+WSCAN	启动 WiFi 扫描功能
5	AT+WDHCP	查询/设置 是否使能 DHCP 功能
6	AT+WAPIP	查询/设置 Soft_AP 模式的 IP 地址, 子网掩码和网关
7	AT+WSAP	查询/设置 Soft_AP 模式的名称和密码, 并启动 AP



8	AT+WSAPQ	关闭 AP
9	AT+WSAPS	查询当前 AP 状态
10	AT+WJAPIP	查询/设置 Station 模式的 IP 地址, 子网掩码和网关
11	AT+WJAP	查询/设置 Station 模式 AP 名称和密码, 并连接 AP
12	AT+WJAPQ	断开 AP 的连接
13	AT+WJAPS	查询当前 Station 连接状态

AT+WFVER

功能：查询 射频驱动版本

指令：	AT+WFVER
响应：	+WFVER:<fver>
	OK
参数：	fver：射频固件版本
说明：	立即生效。

AT+WMAC

功能：查询 模块 MAC 地址

指令：	AT+WMAC
响应：	+WMAC:<mac>
	OK
参数：	mac：模块的 MAC 地址
说明：	MAC 地址格式：XX:XX:XX:XX:XX:XX

AT+WSCANOPT

功能：查询/设置 WiFi 扫描类型

查询指令：	AT+WSCANOPT\r
响应：	+WSCANOPT:<option>
	OK
参数：	请参考设置指令参数说明。

设置指令：	AT+WSCANOPT=<option>
-------	----------------------

响应:	OK
参数:	option: 0, 表示 normal, 普通扫描; 1, 表示 advanced, 高级扫描。
说明:	普通扫描结果仅包含 ssid 和信号强度, 高级扫描结果包含 ssid, bssid, 加密方式, 信道和信号强度。立即生效。

AT+WSCAN

功能: 扫描指定 ssid 的或所有的 AP

扫描指定 ssid 的 AP 的指令:	AT+WSCAN=<ssid>
响应:	若扫描类型为普通扫描, 即: option=0, 返回: +WSCAN:<number>\r\n<ssid>,<rssi>
	若扫描类型为高级扫描, 即: option=1, 返回: +WSCAN:<number>\r\n<ssid>,<bssid>,<en>,<channe>,<rssi>
参数:	请参考扫描所有 AP 指令参数。
扫描所有 AP 的指令:	AT+WSCAN
响应:	+WSCAN:<number>
	<ssid>,[bssid],[en],[channe],<rssi>
参数:	number: 扫描到的 AP 的数目。普通扫描和高级扫描均打印该参数。
	ssid: 扫描到的 AP 的 ssid。普通扫描和高级扫描均打印该参数
	bssid: 扫描到的 AP 的 bssid。当高级扫描时, 打印该参数。
	en: 扫描到的 AP 的加密方式。当高级扫描时, 打印该参数。
	channel: 扫描到的 AP 的信道。当高级扫描时, 打印该参数。
	rssi: 扫描到的 AP 的信号强度

AT+WDHCP

功能: 查询/设置 是否开启 DHCP 功能

查询指令:	AT+WDHCP?
响应:	+WDHCP:<option>
参数:	请参考设置指令参数

设置指令:	AT+WDHCP=<option>
响应:	OK
参数:	option: ON, 表示启动 DHCP 功能; OFF, 表示关闭 DHCP 功能
说明:	立即生效

AT+WSPIP

功能：查询/设置 模块在 Soft_AP 模式时的 IP 地址

查询指令：	AT+WSPIP?
响应：	+WSPIP:<ip>,<netmask>,<gateway>
参数：	请参考设置指令参数

设置指令：	AT+WSPIP=<ip>[,<netmask>,<gateway>]
响应：	OK
参数：	ip: Soft_AP 的 IP 地址
	netmask: 子网掩码
	gateway: 网关地址
说明：	立即生效。模块出厂各参数默认为 0。

AT+WSAP

功能：查询/设置 Soft_AP 的名称及密码，并启动。

查询指令：	AT+WSAP=?
响应：	+WSAP:<ssid>,<key>
参数：	请参考设置指令参数

设置指令：	AT+WSAP=<ssid>,<key>
响应：	OK
参数：	ssid: Soft_AP 的 ssid 名称，最大 32 位。
	key: Soft_AP 的 密码，最大 64 位。当长度小于 8 位时，加密方式：OPEN。 大于 8 位时，加密方式：WPA。
说明：	立即生效。模块出厂参数默认均为 0。

AT+WSAPQ

功能：关闭当前的 Soft_AP 模式。

指令：	AT+WSAPQ
响应：	OK

参数:	无
说明:	立即生效。

AT+WSAPS

功能：查看当前 Soft_AP 的启动状态。

指令:	AT+WSAPS
响应:	+WSAPS:<state>
参数:	state:AP_UP, 表示成功创建 Soft_AP; AP_DOWN, 表示该 Soft_AP 已关闭。
说明:	立即生效。

AT+WJAPIP

功能：查询/设置 模块在 Station 模式时的 IP 地址。

查询指令:	AT+WJAPIP?
响应:	+WJAPIP:<ip>,<network>,<gateway>,<dns>
参数:	请参考设置指令参数

设置指令:	AT+WJAPIP=<ip>,<network>,<gateway>[,<dns>]
响应:	OK
参数:	ip: 模块做 Station 时的 IP 地址
	network: 子网掩码
	gateway: 网关地址
	dns: 域名
说明:	模块重启生效。当模块未成功连接 AP 时, 各参数默认为 0。

AT+WJAP

功能：查询已设置的, 在 Station 模式, 要接入的 AP 的名称和密码。

查询指令:	AT+WJAP=?
响应:	+WJAP:<ssid>,<key>
参数:	ssid: Station 模式要接入的 AP 名称

	key: Station 模式要接入的 AP 密码
--	---------------------------

功能：查询当前 WiFi 连接状态，包括：接入的 AP 的 SSID, MAC 地址, 通道号, 信号强度。

查询指令：	AT+WJAP?
响应：	+WJAP:<ssid>,<bssid>,<channel>,<rssi>
参数：	ssid: 已连接的 AP 的 ssid
	bssid: 已连接的 AP 的 MAC 地址
	channel: 已连接的 AP 的信道号
	rssi: 已连接的 AP 的信号强度
说明	当模块未成功连接 AP 时, 各参数默认为 0。

功能：设置 Station 模式要接入的 AP 的名称和密码。

设置指令：	AT+WJAP=<ssid>,<key>
响应：	OK
参数：	ssid: Station 模式要接入的 AP 名称
	key: Station 模式要接入的 AP 密码
说明：	立即生效。

AT+WJAPQ

功能：关闭当前的 Station 模式

指令：	AT+WJAPQ
响应：	OK
参数：	无
说明：	立即生效。

AT+WJAPS

功能：查看当前 Station 模式的连接状态

指令：	AT+WJAPS
响应：	+WJAPS:<state>

参数:	state:STATION_UP, 表示成功连接 AP; STATION_DOWN, 表示连接 AP 失败; CONNECTING, 表示正在连接中。
	注意: 当未连接成功时, 返回错误码。0: 代表未知的错误; 1: 代表密码错误; 2: 代表找不到 SSID
说明:	立即生效。

4.TCP/UDP 通信指令

序号	指令	功能
1	AT+SSLCERTGET	获取 SSL 证书
2	AT+SSLCERTSET	设置 SSL 证书
3	AT+CIPDOMAIN	域名解析
4	AT+CIPAUTOCONN	查询/设置指定 id 连接是否为自动连接
5	AT+CIPSSLOPT	设置指定 id 连接的 ssl 参数
6	AT+CIPSTART	启动一个指定 id 的连接
7	AT+CIPSTOP	断开一个指定 id 的连接
8	AT+CIPSTATUS	查询指定 id 的连接状态
9	AT+CIPSEND	通过串口向指定 id 的连接发送数据
10	AT+CIPSENDRAW	指令模式跳转至透传模式
11	AT+CIPRECV	接收 WiFi 数据至用户串口
12	AT+CIPRECVCFG	查询/设置 WiFi 数据发送至用户串口, 通过指令模式, 还是透传模式

AT+SSLCERTGET

功能: 获取 SSL 证书类型。

指令:	AT+SSLCERTGET=<type>
响应:	+SSLCERTGET:cert
	OK
参数:	type: 0, 代表根证书; 1, 代表客户端证书; 2, 代表私钥; 3, 代表证书吊销列表
说明:	立即生效。

AT+SSLCERTSET

功能: 设置 SSL 证书类型。

指令:	AT+SSLCERTSET=<type>
响应:	>
参数:	type: 0, 代表根证书; 1, 代表客户端证书; 2, 代表私钥; 3, 代表证书吊销列表
说明:	立即生效。返回>后, 传递证书文件, 在证书末尾追加 Ctrl+Z (ASCII 码是 0x1A, 不属于证书的一部分), 作为证书传递结束符。

AT+CIPDOMAIN

功能: 域名解析。

指令:	AT+CIPDOMAIN=<domain>
响应:	+CIPDOMAIN:<number>
	<ip>
参数:	number: IP 地址的个数
	ip: IP 地址
说明:	立即生效。

AT+CIPAUTOCONN

功能: 查询/设置指定 id 连接是否为自动连接。

查询指令:	AT+CIPAUTOCONN=<id>
响应:	+CIPAUTOCONN:<option>
	OK
参数:	请参考设置指令参数

设置指令:	AT+CIPAUTOCONN=<id>,<option>
响应:	OK
参数:	id: 指定连接的 id 号
	option: 0, 表示关闭自动连接; 1, 表示开启自动连接。
说明:	立即生效。出厂默认为 1。

AT+CIPSSLOPT

功能：设置指定 id 连接的 SSL 参数。

设置指令：	AT+CIPSSLOPT=<id>,<isSSLRoot>,<isSSLClient>[,isSSLCrl]
响应：	OK
参数：	id: 指定连接的 id 号
	isSSLRoot: 0, 不验证根证书; 1, 验证根根证书
	isSSLClient: 0, 不验证客户端证书; 1, 验证客户端证书
	isSSLCrl: 0, 不验证证书吊销列表; 1, 验证证书吊销列表

AT+CIPSTART

功能：启动一个连接

指令：	AT+CIPSTART=<id>,<type>,[domain],[remote_port],[local_port]
响应：	OK
参数：	id: 指定连接的 id 号,范围: 0 - 4, 即 最多可创建 5 个连接。
	tpye: 连接类型, 包括: tcp_server,tcp_client,ssl_client, udp_broadcast, udp_unicast。分别如下:
	1. 当 type 为 tcp_server 时, 参数为: id,tcp_server,local_port;
	2. 当 type 为 tcp_client 时, 参数为: id,tcp_client,domain,remote_port[,local_port];
	3. 当 type 为 ssl_client 时, 参数为: id,ssl_client,domain,remote_port[,local_port];
	4. 当 type 为 udp_broadcast 时, 参数为: id,udp_broadcast,domain,remote_port,local_port;
	5. 当 type 为 udp_unicast 时, 参数为: id,udp_unicast,domain,remote_port,local_port。
	domain: 目标服务器的 IP 或域名。当 type 为 tcp_server 时, 不需要该参数。
	remote_port: 远程端口。
	local_port: 本地端口。当 type 为 tcp_client 或 ssl_client 时, 该参数为指定本地端口
说明：	立即生效。注意: 当前 id 的连接, 如果不是关闭状态, 再次设置并连接时, 无法成功执行, 返回: ERROR。更改任何一个 id 的参数前, 必须要手动关闭, 即执行指令: AT+CIPSTOP=id\r, 才能正确设置并连接。

AT+CIPSTOP

功能：断开一个指定 id 的连接。

指令：	AT+CIPSTOP=<id>[,<remote_port>]
响应：	OK
参数：	id: 指定连接的 id 号。
说明：	立即生效。

AT+CIPSTATUS

功能：查询指定 id 的连接状态。

指令：	AT+CIPSTATUS=<id>
响应：	+CIPSTATUS:<type>,<status>
参数：	type : 指定 id 的连接类型，包括： tcp_server,tcp_client,udp_broadcast,udp_unicast,ssl_client。
	status:start，初始化；connecting，正在连接；connected，已经连接；disconnected，断开连接；stop，停止连接
说明：	立即生效。

AT+CIPSEND

功能：发送 WiFi 数据至用户串口。

指令：	AT+CIPSEND=<id>[,<remote_port>],<data_length>
响应：	> 等待输入指定长度的 data 数据，1 分钟内输入有效。
参数：	id: 指定 id 的连接。
	remote_port: 连接的远程端口号。
	data_length: 数据长度。单位：byte 字节。
说明：	立即生效。

AT+CIPSENDRAW

功能：由 AT 指令模式跳转至透传模式。

指令：	AT+CIPSENDRAW
响应：	OK

参数:	无
说明:	立即生效。

AT+CIPRECV

功能：接收 WiFi 数据至用户串口。

指令:	AT+CIPRECV=<id>[,port]
响应:	+CIPRECV=<len>,<data>
	OK
参数:	id: 指定 id 号的连接
	port: 指定连接的本地端口号
	len: 接收数据长度, 单位: byte 字节
	data: 数据
说明:	立即生效。

AT+CIPRECVCFG

功能：查询/设置 WiFi 数据发送至用户串口的配置参数。

查询指令:	AT+CIPRECVCFG?
响应:	+CIPRECVCFG:<recv mode>
	OK
参数:	请参考设置指令参数。
说明:	立即生效。

设置指令:	AT+CIPRECVCFG=<recv mode>
响应:	OK
参数:	recv mode: 0, 表示 cmd 指令模式, 需通过指令 AT+CIPRECV 接收; 1, 表示 raw 透传模式, 表示自动接收。
说明:	立即生效。

附录 2 PCIe Pin 定义

Hardware PIN Define			
PIN NO.	Mini PCIe Signal Name	A20 Net Name	Remarks
1	WAKE#	NC	
3	COEX1	NC	
5	COEX2	NC	
7	CLKREQ#	NC	
9	GND	GND	GND
11	REFCLK-	PE8_ZG_GPIO1	Bi-directional GPIO ;3V IO level;
13	REFCLK+	NC	
15	GND	GND	GND
17	Reserved(UIM_C8)	CP_RXD	LTE module CP RX, reserved for debug; 1.8V level
19	Reserved(UIM_C4)	CP_TXD	LTE module CP TX, reserved for debug;1.8V level
21	GND	GND	GND
23	PERn0	NC	
25	PERp0	NC	
27	GND	GND	GND
29	GND	GND	GND
31	PETn0	NC	
33	PETp0	NC	
35	GND	GND	GND
37	GND	GND	GND
39	+3.3Vaux	VBATT	3.3V Power Supply
41	+3.3Vaux	VBATT	3.3V Power Supply
43	GND	GND	GND
45	Reserved	NC	
47	Reserved	NC	
49	Reserved	NC	
51	Reserved	NC	
2	3.3Vaux	VBATT	3.3V Power Supply
4	GND	GND	GND
6	1.5V	NC	
8	UIM_PWR	USIM_POWER	SIM POWER(1.8/3V), Supplied inside.
10	UIM_DATA	USIM_DATA	SIM DATA
12	UIM_CLK	USIM_CLK	SIM DATA
14	UIM_RESET	USIM_RESET	SIM Reset



16	UIM_VPP	NC	
18	GND	GND	GND
20	W_DISABLE#	NC	
22	RESET#	GPIO/RESET	3V IO, reset the module,LOW active
24	+3.3Vaux	VBATT	3.3V Power Supply
26	GND	GND	GND
28	+1.5V	PE12_ZG_GPIO2	Bi-directional GPIO ;3V IO level;;3V IO level;
30	SMB_CLK	PA2_ZG_TX	UART_TX(Connect to Module RX)
32	SMB_DATA	PA3_ZG_RX	UART_RX(Connect to Module TX)
34	GND	GND	GND
36	USB_D-	USB_DM	USB_DM, USB2.0
38	USB_D+	USB_DP	USB_DP, USB2.0
40	GND	GND	GND
42	LED_WWAN#	NC	
44	LED_WLAN#	NC	
46	LED_WPAN#	NC	
48	+1.5V	3V	Extend 3V, Default NC
50	GND	GND	GND
52	+3.3Vaux	VBATT	3.3V Power Supply

设计说明:

1. 红色标识 pin 为 Mini-PCIe 工作必须使用的 Pin (外设模块除电源、地、Reset 外不可以使用这些 pin 脚)
2. 黄色标识为引出给外设模块控制接口; GPIO_1、GPIO_2、GPIO_RST/UART_TX/RX 在开发板侧均为 3V 电平, 确保接口电平一致, 如果外设模块侧不同, 请注意电平转换
3. 绿色标识 Pin48, 主板对外的 3V 供电 (主要给需要 3V 供电的模块: NB、Lora、Zigbee、Wifi&BT)

外设模块的供电选用 3V 供电, 这样外设模块的 IO 电平就可以跟开发板保持一致; 如果外设模块的 IO 电平为 1.8V 或者 2.8V 的, 供电电压可以根据模块负载电流和供电电压自行选择 3V3 或者 3V

电气特性: 3V3 最大负载电流支持 2A

3V 最大负载电流支持 1A

4. 开发板端已经预留 3V3/3V 电源接口的跳线帽, 控制电源断开和连通
5. 外设模块包括: NB、Lora、Zigbee、Wifi&BT、LTE、GSM 等