

# LM402 模组 硬件设计手册

易智联（西安）科技有限公司

电话：15829686916

## ◆ 说明

本文档描述了 LM402 模组的硬件接口，包括相关应用场合的电路连接以及射频接口等。LM402 模组的应用十分广泛，本文档将详细介绍 LM402 模组的功能。本文档可以帮助用户快速的了解 LM402 模组的接口定义、电气性能和结构尺寸的详细信息。

结合本文档和其应用文档，用户可以快速的使用 LM402 模组来设计物联网通讯应用方案。

## ◆ 修订历史

日期	版本	作者	说明
2021-12-09	V0.1	王伟	初始版本
2022-5-13	V0.2	马娅	新增 LM402-CC

## ◆ 免责声明和版权公告

由于产品版本升级或其它原因，本手册内容会不定期进行更新。除非另有约定，本手册仅作为使用指导，本手册中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。手册中信息修改，恕不另行通知。

文中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

本手册包含易智联（西安）科技有限公司的专利技术信息。除非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播，犯规者可被追究支付赔偿金。对专利或者实用新型或者外观设计的版权所有，易智联（西安）科技有限公司保留一切权利。

## 目录

一、	LM402 模组简介 .....	4
1.1	LM402 原理 .....	4
1.2	主要特点 .....	5
二、	LM402 模组管脚定义 .....	5
2.1	LM402 模组管脚定义 .....	5
2.2	接口功能复用表 .....	7
三、	LM402 模组电气特性 .....	9
3.1	极限工作条件 .....	9
3.2	正常工作条件 .....	9
3.3	模组规格 .....	9
四、	应用说明 .....	10
4.1	封装信息 .....	10
4.2	模组对外接口 .....	12
4.3	模组内部引脚 .....	12
4.4	基于 LM402 模组的参考设计 .....	13
4.5	基于 LM402 模组的 DEMO 板 .....	14
五、	型号订购 .....	14
5.1	型号说明 .....	14
5.2	订购方式 .....	15

## 一、 LM402 模组简介



图 1 LM402 外观图

### 1.1 LM402 原理

LM402 内嵌高性能 MCU STM32WLE5 系列 IC，适合于各种物联网节点的设计。

基于 STM32WLE5 系列丰富的外设，模块提供 UART、I2C、SPI、ADC 和 GPIOs 供用户根据应用选用。用户也可通过 SWD 接口下载自己的固件使用。

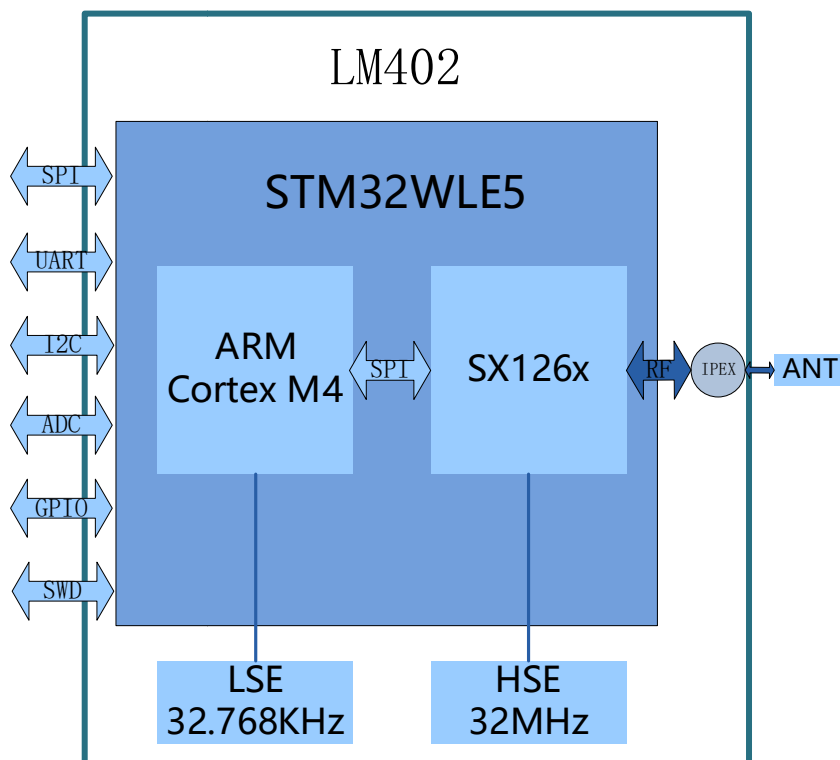


图 2 LM402 原理框图

## 1.2 主要特点

- 采用小尺寸邮票孔封装
- 调制方式：支持 LoRa®, (G)FSK, (G)MSK and BPSK
- 支持频率：
  - LM402-JC-LB: 433-510MHZ
  - LM402-CC-HB: 865-928MHZ
  - LM402-CC-LB: 433-510MHZ
- 发射功率可调，最大 22dBm
- 接收灵敏度低至-141dBm
- 传输距离可达 3km
- 支持休眠唤醒，功耗低至 3uA
- 安全机制：支持 256 位 AES 硬件加密、PCROP 读写保护
- 接口类型丰富：UART、SPI、I<sup>2</sup>C、GPIO、ADC
- 支持用户二次开发

## 二、 LM402 模组管脚定义

### 2.1 LM402 模组管脚定义

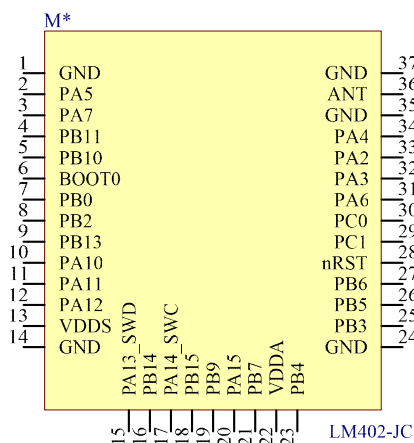


图 3 LM402-JC 模组管脚

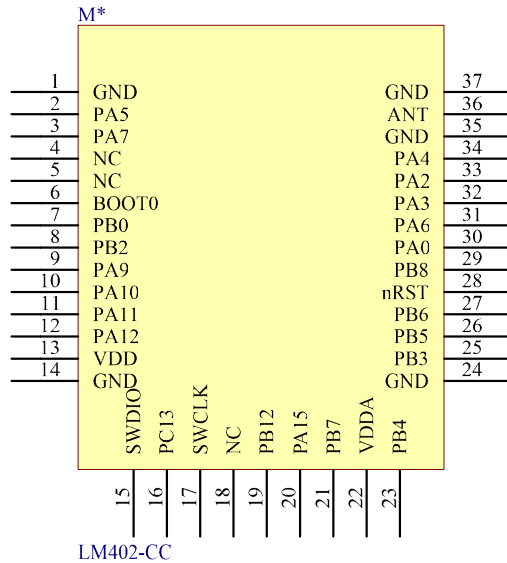


图 4 LM402-CC 模组管脚

表 1 LM402 模组引脚说明

引脚编号	LM402-JC 模组引脚信号	LM402-CC 模组引脚信号	备注
1	GND	GND	
2	PA5	PA5	
3	PA7	PA7	
4	PB11	NC	
5	PB10	NC	
6	BOOT0	BOOT0	内部 10K 电容对地
7	PB0	PB0	
8	PB2	PB2	
9	PB13	PA9	
10	PA10	PA10	
11	PA11	PA11	
12	PA12	PA12	
13	VDDS	VDD	POWER 正 必须连接
14	GND	GND	POWER 地, 必须连接
15	PA13	PA13	SWDIO 下载口
16	PB14	PC13	
17	PA14	PA14	SWDCLK 下载口
18	PB15	NC	
19	PB9	PB12	
20	PA15	PA15	
21	PB7	PB7	
22	VDDA	VDDA	必须连接
23	PB4	PB4	
24	GND	GND	
25	PB3	PB3	

26	PB5	PB5	
27	PB6	PB6	
28	nRST	nRST	内部 0.1uF 电容对地
29	PC1	PB8	
30	PC0	PA0	
31	PA6	PA6	
32	PA3	PA3	
33	PA2	PA2	
34	PA4	PA4	
35	GND	GND	
36	ANT	ANT	射频输出口
37	GND	GND	

## 2.2 接口功能复用表

表 2 STM32WLE5 系列 MCU 接口功能复用表

注：该表截图来自 ST 官方 STM32WLE 系列 DATASHEET 中“Table 20. Alternate functions”。

Port	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
	SYS_AF	TIM1/ TIM2/ LPTIM1	TIM1/ TIM2	SPI2S2/ TIM1/ LPTIM3	I2C1/ I2C2/ I2C3	SPI1/ SPI2S2	RF	USART1 / USART2	LPUART1	-	-	-	COMP1/ COMP2/ TIM1	DEBUG	TIM2/ TIM16/ TIM17/ LPTIM2	EVENOUT
Port A	PA0	-	TIM2_CH1	-	-	I2C3_SMBA	I2S_CKIN	-	USART2_CTS	-	-	-	COMP1_OUT	DEBUG_PWR_REGLP1S	TIM2_ETR	CM4_EVENTOUT
	PA1	-	TIM2_CH2	-	LPTIM3_OUT	I2C1_SMBA	SPI1_SCK	-	USART2_RTS	LPUART1_RTS	-	-	-	DEBUG_PWR_REGLP2S	-	CM4_EVENTOUT
	PA2	LSCO	TIM2_CH3	-	-	-	-	-	USART2_TX	LPUART1_TX	-	-	COMP2_OUT	DEBUG_PWR_LDORDY	-	CM4_EVENTOUT
	PA3	-	TIM2_CH4	-	-	I2S2_MCK	-	USART2_RX	LPUART1_RX	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	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	-	-	TIM1_BKIN	DEBUG_SUBGHZSPI_MISOOUT	TIM16_CH1	CM4_EVENTOUT
	PA7	-	TIM1_CH1N	-	-	I2C3_SCL	SPI1_MOSI	-	-	-	-	-	COMP2_OUT	DEBUG_SUBGHZSPI_MOSIOUT	TIM17_CH1	CM4_EVENTOUT
	PA8	MCO	TIM1_CH1	-	-	-	SPI2_SCK/ I2S2_CK	-	USART1_CK	-	-	-	-	-	LPTIM2_OUT	CM4_EVENTOUT
	PA9	-	TIM1_CH2	-	SPI2_NSS/ I2S2_WS	I2C1_SCL	SPI2_SCK/ I2S2_CK	-	USART1_TX	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	PA10	RTC_REFIN	TIM1_CH3	-	-	I2C1_SDA	SPI2_MOSI/ I2S2_SD	-	USART1_RX	-	-	-	-	DEBUG_RF_HSE32RDY	TIM17_BKIN	CM4_EVENTOUT
	PA11	-	TIM1_CH4	TIM1_BKIN2	LPTIM3_ETR	I2C2_SDA	SPI1_MISO	-	USART1_CTS	-	-	-	TIM1_BKIN2	DEBUG_RF_NRESET	-	CM4_EVENTOUT

Port	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
	SYS_AF	TIM1/ TIM2/ LPTIM1	TIM1/ TIM2	SPI2S2/ TIM1/ LPTIM3	I2C1/ I2C2/ I2C3	SPI1/ SPI2S2	RF	USART1 / USART2	LPUART1				COMP1/ COMP2/ TIM1	DEBUG	TIM2/ TIM16/ TIM17/ LPTIM2	EVENOUT
Port A (continued)	PA12	-	TIM1_ETR	-	LPTIM3_IN1	I2C2_SCL	SPI1_MOSI	RF_BUSY	USART1_RTS	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	PA13	JTMS-SWDIO	-	-	-	I2C2_SMBA	-	-	-	IR_OUT	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	PA14	JTCK-SWCLK	LPTIM1_OUT	-	-	I2C1_SMBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	PA15	JTDI	TIM2_CH1	TIM2_ETR	-	I2C2_SDA	SPI1_NSS	-	-	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
Port B	PB0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	COMP1_OUT	-	-	CM4_EVENTOUT
	PB1	-	-	-	-	-	-	-	LPUART1_RTS_DE	-	-	-	-	-	LPTIM2_IN1	CM4_EVENTOUT
	PB2	-	LPTIM1_OUT	-	-	I2C3_SMBA	SPI1_NSS	-	-	-	-	-	-	DEBUG_RF_SMPSTRDY	-	CM4_EVENTOUT
	PB3	JTDO/TRACE SWO	TIM2_CH2	-	-	-	SPI1_SCK	RF_IRQ0	USART1_RTS	-	-	-	-	DEBUG_RF_DTB1	-	CM4_EVENTOUT
	PB4	NJTRST	-	-	-	I2C3_SDA	SPI1_MISO	-	USART1_CTS	-	-	-	-	DEBUG_RF_LDORDY	TIM17_BKIN	CM4_EVENTOUT
	PB5	-	LPTIM1_IN1	-	-	I2C1_SMBA	SPI1_MOSI	RF_IRQ1	USART1_CK	-	-	-	COMP2_OUT	-	TIM16_BKIN	CM4_EVENTOUT
	PB6	-	LPTIM1_ETR	-	-	I2C1_SCL	-	-	USART1_TX	-	-	-	-	-	TIM16_CH1N	CM4_EVENTOUT
	PB7	-	LPTIM1_IN2	-	TIM1_BKIN	I2C1_SDA	-	-	USART1_RX	-	-	-	-	-	TIM17_CH1N	CM4_EVENTOUT
	PB8	-	TIM1_CH2N	-	-	I2C1_SCL	-	RF_IRQ2	-	-	-	-	-	-	TIM16_CH1	CM4_EVENTOUT
	PB9	-	TIM1_CH3N	-	-	I2C1_SDA	SPI2_NSS/ I2S2_WS	-	-	IR_OUT	-	-	-	-	TIM17_CH1	CM4_EVENTOUT
	PB10	-	TIM2_CH3	-	-	I2C3_SCL	SPI2_SCK/ I2S2_CK	-	-	LPUART1_RX	-	-	-	COMP1_OUT	-	CM4_EVENTOUT
Port B (continued)	PB11	-	TIM2_CH4	-	-	I2C3_SDA	-	-	-	LPUART1_TX	-	-	-	COMP2_OUT	-	CM4_EVENTOUT
	PB12	-	TIM1_BKIN	-	TIM1_BKIN	I2C3_SMBA	SPI2_NSS/ I2S2_WS	-	-	LPUART1_RTS	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	PB13	-	TIM1_CH1N	-	-	I2C3_SCL	SPI2_SCK/ I2S2_CK	-	-	LPUART1_CTS	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	PB14	-	TIM1_CH2N	-	I2S2_MCK	I2C3_SDA	SPI2_MISO	-	-	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	PB15	-	TIM1_CH3N	-	-	I2C2_SCL	SPI2_MOSI/ I2S2_SD	-	-	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
Port C	PC0	-	LPTIM1_IN1	-	-	I2C3_SCL	-	-	-	LPUART1_RX	-	-	-	-	LPTIM2_IN1	CM4_EVENTOUT
	PC1	-	LPTIM1_OUT	-	SPI2_MOSI/ I2S2_SD	I2C3_SDA	-	-	-	LPUART1_TX	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	PC2	-	LPTIM1_IN2	-	-	-	SPI2_MISO	-	-	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	PC3	-	LPTIM1_ETR	-	-	-	SPI2_MOSI/ I2S2_SD	-	-	-	-	-	-	-	LPTIM2_ETR	CM4_EVENTOUT
	PC4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	PC5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	PC6	-	-	-	-	-	I2S2_MCK	-	-	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	PC13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	PC14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
	PC15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT
Port H	PH3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CM4_EVENTOUT



## 三、 LM402 模组电气特性

### 3.1 极限工作条件

达到或超过下表列出的额定最大值会导致设备损坏。

表 3 极限工作条件

参数	描述	最小	最大	单位
VDDSm	供电电压	-0.3	+3.9	V
Tm	环境温度	-40	+85	°C
Pm	射频输入信号	-	+10	dBm

### 3.2 正常工作条件

表 4 正常工作条件

参数	描述	最小	最大	单位
VDDop	供电电压	+1.8	+3.6	V
Top	环境温度	-40	+85	°C
Pop	射频输入信号	-	+10	dBm

### 3.3 模组规格

表 5 模组规格参数

项目	参数	特性	备注	单位
电气参数	电源供电	3.3V 典型值		V
	RF 发射能耗	112mA @22dBm in 470MHz 典型值		mA
	RF 接收能耗	6.8mA @BW125KHz, 470MHz 典型值		mA
	休眠能耗	约 2.3uA		uA
	接收灵敏度	-135dBm, @470MHz, 125K 带宽, SF=12		dBm
	射频输出信号	最大 22dBm @470MHz		dBm
接口	GPIO	MCU GPIO		
	ANT	RF 接口		
	UART/ LPUART	2 组串口, 1 组低功耗串口	LM402-JC	
		1 组串口, 1 组低功耗串口	LM402-CC	
	SPI	2 组 SPI 接口		
	I2C	3 组 I2C	LM402-JC	
		2 组 I2C	LM402-CC	
		11 个 ADC_IN	LM402-JC	

	ADC	9 个 ADC_IN	LM402-CC	
结构参数	尺寸	19.6 (L)*17.6 (W)*2.4 (H)	mm	mm
	封装	SMT, 37Pins		
其他		支持用户二次开发		

## 四、应用说明

### 4.1 封装信息

LM402 是 37pin 的 SMT 封装：

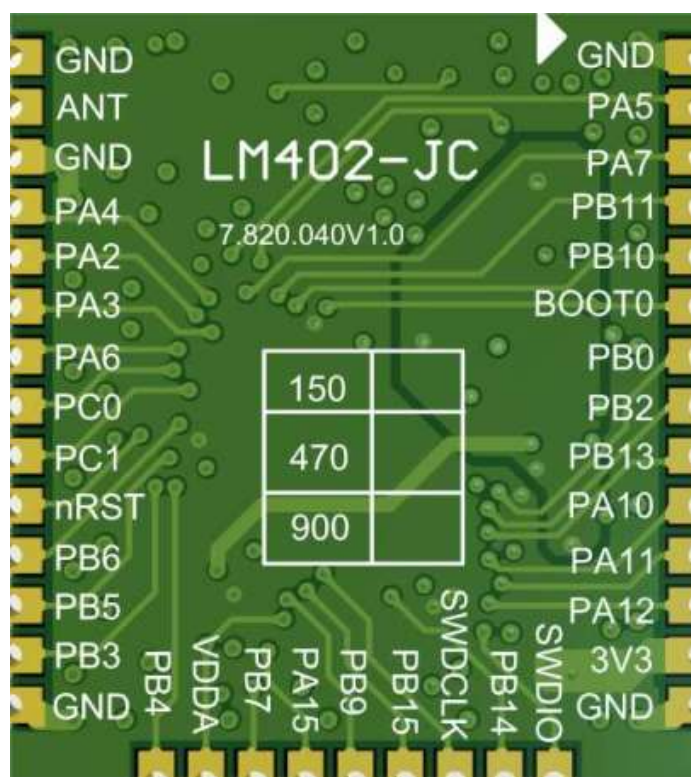


图 5 LM402-JC (Bottom View)

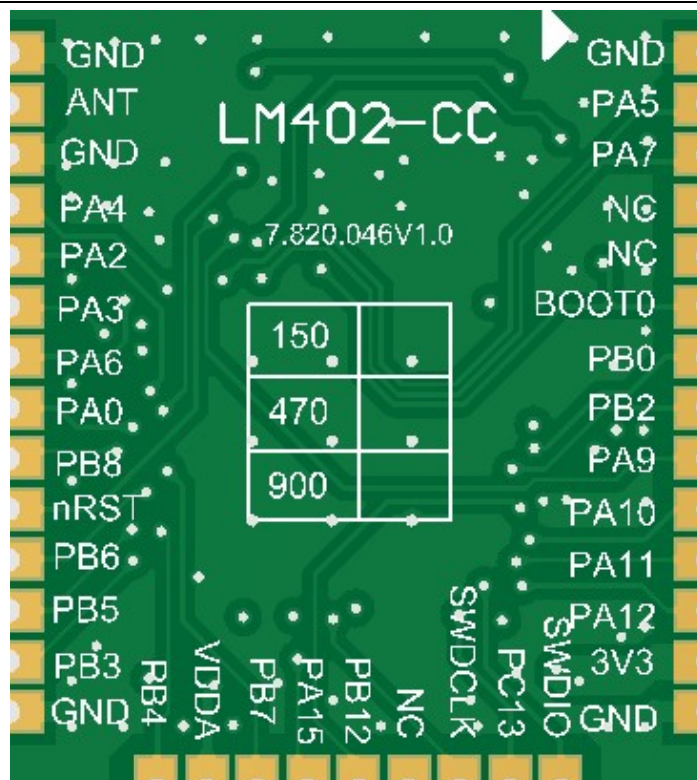


图 6 LM402-CC (Bottom View)

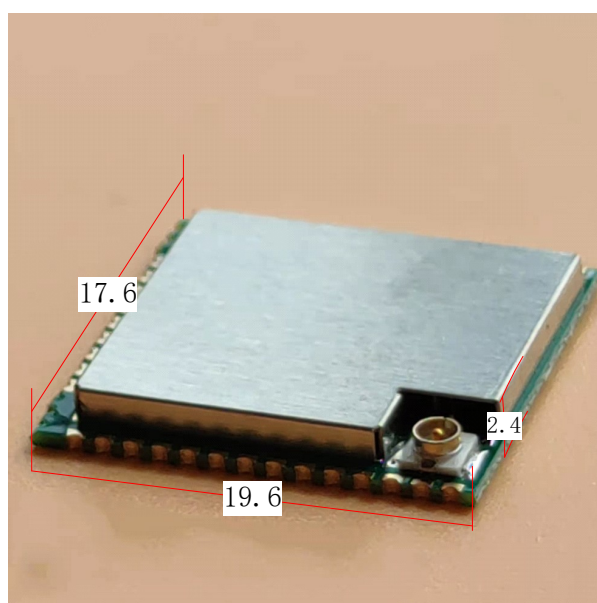


图 7 模块视图

下图是建议的 PCB Layout 尺寸图: (单位:mm)

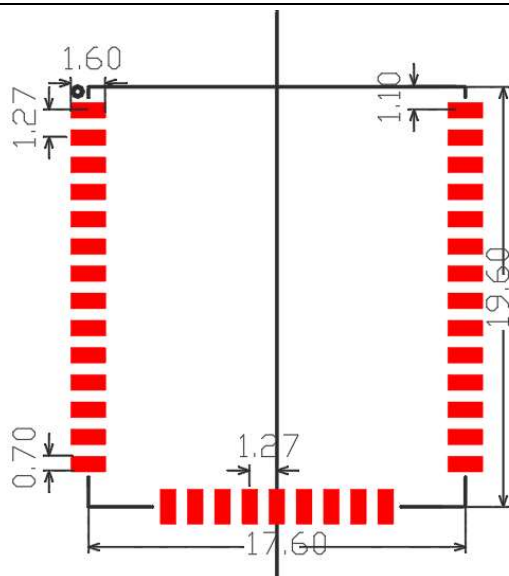


图 8 PCB Layout 尺寸图( (TOP View) )

## 4.2 模组对外接口

除了几个必要的接口，模块引出的 MCU 丰富的接口，包括 SPI、UART、LPUART、I2C、ADC、SWD 等。对于希望在模组的片上 MCU 进行软件开发或扩展外设的用户来说，这些丰富的接口正能满足大多数应用的需求。

## 4.3 模组内部引脚

表 6 LM402-JC 内部引脚

信号	GPIO	MCU 引脚	软件定义	备注
RF_RX	PA8	J3	RF_SW_CTRL1	
RF_TX	PA1	G3	RF_SW_CTRL3	
OSC32_OUT	PC15	C5	—	OSC-32.768kHz
OSC32_IN	PC14	B6	—	
OSC_OUT	—	F8	—	OSC-32MHz
OSC_IN		G9	—	
RFO_HP	—	J9	—	射频输出脚
RFO_LP	—	J8	—	未使用

表 7 LM402-CC 内部引脚

信号	GPIO	MCU 引脚	软件定义	备注
RF_RX	PA8	16	RF_SW_CTRL1	
RF_TX	PA1	8	RF_SW_CTRL3	
OSC32_OUT	PC15	40	—	OSC-32.768kHz
OSC32_IN	PC14	39	—	

OSC_OUT	—	27	—	OSC-32MHz
OSC_IN	—	26	—	
RFO_HP	—	23	—	射频输出脚
RFO_LP	—	22	—	未使用

表 8 射频收发状态

状态	RF_SW_CTRL1	RF_SW_CTRL3
射频发送	0	1
射频接收	1	0
休眠	0	0

射频输出口为 RFO\_HP，RFO\_LP 未连接，射频开关控制为 RF\_SW\_CTRL1、RF\_SW\_CTRL3，RF\_SW\_CTRL2 未使用。参见 radio\_board\_if.c 中 RBI\_ConfigRFSwitch 函数实现。使用 STM32CubeMX 构建工程移植时参考 radio\_board\_if.h 中相关参数配置。

## 4.4 基于 LM402 模组的参考设计

HOST 可以通过串口与 LM402 通信，GPIO 连接 LED 指示灯，进行功能测试。

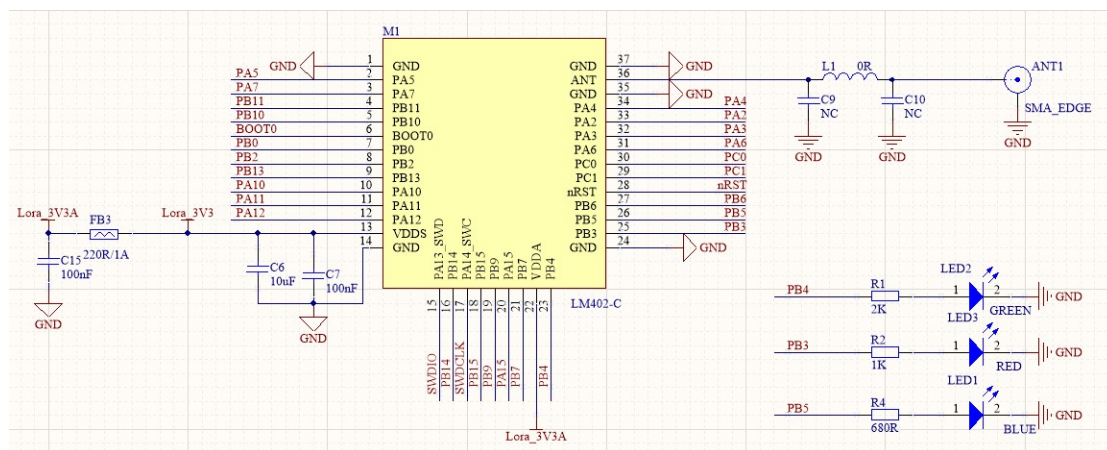


图 9 LM402 模组参考设计



## 4.5 基于 LM402 模组的 DEMO 板

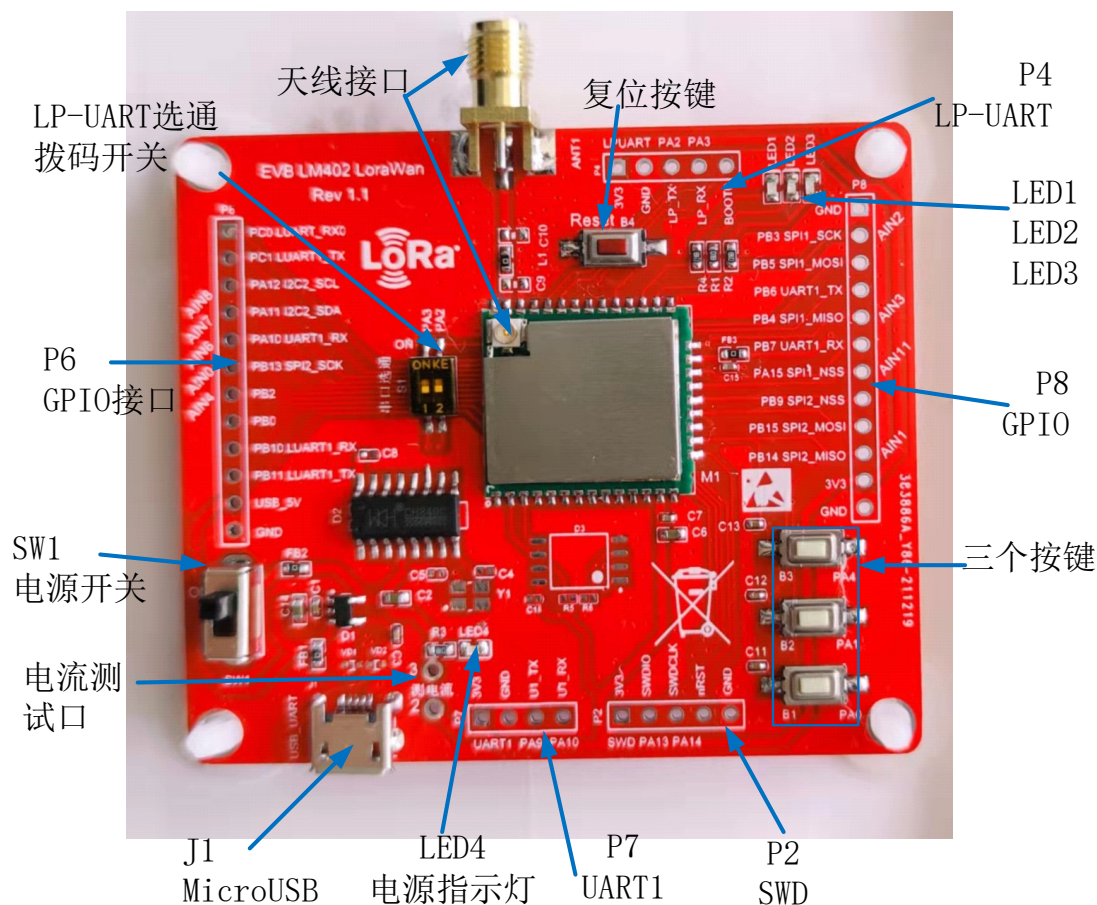


图 10 LM402\_DEMO 板图

LM402-Demo 板为测试评估 LM402 模组提供了基本的外围硬件电路，并提供了板载 USB 转 COM 以及 LDO。USB 连接电脑即可以实现供电、打印输出、输入操作。LM402-Demo 板提供设计源文件及开源例程，详细资料请联系技术支持。

## 五、 型号订购

### 5.1 型号说明

模组型号	IC 型号	频段	备注
LM402-JC	STM32WLE5JCI6	433~510MHz	
LM402-CC-HB	STM32WLE5CCU6	865-928MHz	
LM402-CC-LB	STM32WLE5CCU6	433~510MHz	

## 5.2 订购方式

1、线下订购，联系电话：15829686916（微信同号）。

2、线上订购：企业官方店

[https://shop505324774.taobao.com/shop/view\\_shop.htm?user\\_number\\_id=2211715498495&spm=a217wi.openworkbeachtb](https://shop505324774.taobao.com/shop/view_shop.htm?user_number_id=2211715498495&spm=a217wi.openworkbeachtb)