

# USR-G402tf-mPCIe-V2 硬件设计手册

文件版本：V1.0.0



## 目录

USR-G402tf-mPCIe-V2 硬件设计手册.....	1
1. 关于文档.....	3
1.1. 文档目的.....	3
1.2. 产品外观.....	3
1.3. 硬件版本升级说明.....	3
1.4. 参考文档列表.....	3
2. 产品简介.....	5
2.1. 产品特点.....	5
2.2. 基本参数.....	5
2.3. 模块框图.....	6
2.4. 外形尺寸.....	7
2.5. 引脚定义.....	9
3. 硬件参考设计.....	11
3.1. 电源接口.....	11
3.2. USB 接口.....	13
3.3. 复位接口.....	14
3.4. SIM 卡接口.....	15
3.5. LED 输出控制.....	16
4. 电气特性.....	18
4.1. 工作存储温度.....	18
4.2. 输入电源.....	18
4.3. 模块 IO 口电平.....	18
5. 联系方式.....	19
6. 免责声明.....	19
7. 更新历史.....	19

## 1. 关于文档

### 1.1. 文档目的

本文详细阐述了 USR-G402tf-mPCIe-V2 无线模块的基本功能和主要特点、硬件接口及使用方法、结构特性等电气指标。通过阅读本文档，用户可以对本产品有整体认识，对产品规格参数有明确了解，顺利将模块嵌入各种终端设计中。

### 1.2. 产品外观



Figure 1 Product appearance

### 1.3. V2 硬件版本升级说明

V2 版比 V1 版本背面增加 buck-boost 电路，电源输入范围为 3-5V，典型值 3.8V，峰值供电电流 2.5A。V2 版本背面器件的高度为 2mm，用户使用 V2 版本需注意。

### 1.4. 参考文档列表

除此硬件开发文档外，我们同时提供了基于本产品的说明书、封装库等资料，方便用户设计参考

Table 1 Support Document List

文档标号	文档名称
1	USR-G402tf 说明书

2	USR-G402tf-AT 指令集
3	USR-G402tf-mPCIe-V2 硬件设计手册
4	USR-G402tf-Android 使用说明书
5	USR-G402tf-Linux 使用说明书
7	USR-mPCIe-EVK 封装库 (99SE)

## 2. 产品简介

USR-G402tf 是一款适用于移动 4G 网络的无线终端产品，支持所有移动网络的高速接入，能够为用户提供高速的无线数据、互联网接入等业务，具备语音、分组数据、短信功能、通讯簿，可以快速轻松帮助你实现嵌入式模块、移动电话、智能手机、多媒体手机和触摸屏通信装置、调制解调器、U 猫、车载设备等终端。

采用先进的高度集成设计方案，将射频、基带集成在一块 PCI express Mini Card 全卡尺寸的 PCB 上，完成无线接收、发射、基带信号处理和音频信号处理功能，采用双面布局。供电范围为 3V~5V。支持 AT 命令扩展，可以实现用户个性化定制方案。

### 2.1. 产品特点

- 支持移动、联通、2/3/4G 电信 4G
- 支持 AT 指令集
- 支持 SMS 功能
- 支持数据传输功能
- 支持 USB 通讯
- 支持 Windows、Linux、Android 平台

### 2.2. 基本参数

Table 2 G402tf-mPCIe-V2 Key Features

产品规格		
项目		描述
产品名称	USR-G402tf-mPCIe-V2	支持移动、联通、2/3/4G 电信 4G
硬件接口	封装形式	Mini PCI-E 52PIN 模块
	电源	范围 3V~5V
	LED	模块状态指示灯功能
	SIM/USIM 卡	标准 6 针 SIM 卡接口, 3V/1.8V SIM 卡,
	USB 协议	USB 2.0 High speed
	RST	硬件复位接口①
外形尺寸	尺寸(毫米)	51mm×30mm×5.15mm
	重量 (克)	约 11g
温度范围	工作温度	-20°C~ +70°C
	存储温度	-40°C~ +85°C
湿度范围	工作湿度	5%~95%
技术规范	TD-LTE	3GPP R9 CAT4下行150 Mbps, 上行50 Mbps
	FDD-LTE	3GPP R9 CAT4下行150 Mbps, 上行50 Mbps
	WCDMA	HSPA+ 下行速率 21 Mbps 上行速率 5.76 Mbps
	TD-SCDMA	3GPP R9 下行速率 2.8 Mbps 上行速率 2.2 Mbps
	GSM	下行速率 384 kbps 上行速率128 kbps

频段	TD-LTE	Band 38/39/40/41
	FDD-LTE	Band 1/3
	WCDMA	Band 1/8
	TD-SCDMA	Band34/39
	GSM/GPRS/EDGE	Band 3/8
功率等级	TD-LTE Band38/39/40/41	+23dBm(Power class 3)
	FDD-LTE Band 1/3	+23dBm(Power class 3)
	WCDMA Band 1/8	+23dBm(Power class 3)
	TD-SCDMA Band34/39	+24dBm(Power class 2)
	GSM Band8	+33dBm(Power class 4)
	GSM Band3	+30dBm(Power class 1)
软件功能	数据业务	支持PPPD/RNDIS/ECM拨号
	短信	支持 PDU/TEXT 短信
	TCP/IP协议	IPv4,IPv6,IPv4/IPv6双堆栈
	操作系统	支持 windows/linux/Android

Note: \*表示此功能暂时不开放

- ①: 为防止异常情况 RST 不能正常复位模块, 设计人员需要增加电源通断电路, 用于异常重启, 具体参考 3.1

### 2.3. 模块框图

目前模块开放的接口包括: 电源输入、模块工作状态指示、USB2.0、SIM、复位控制(REST)、射频天线、。

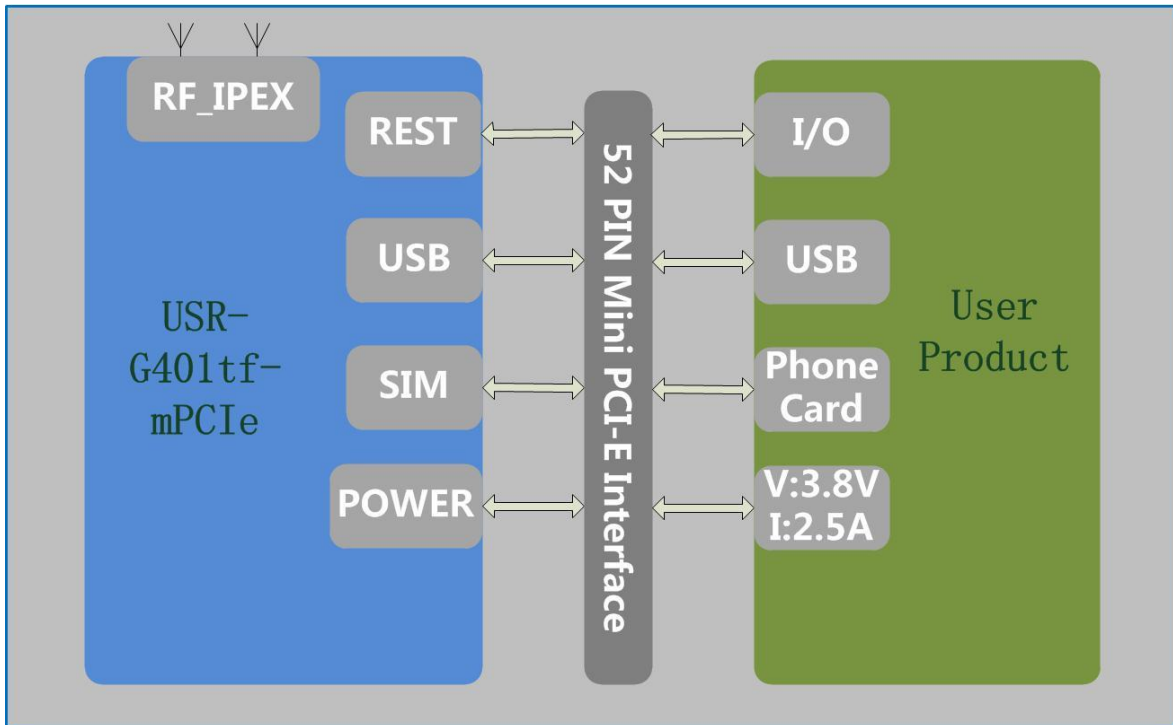
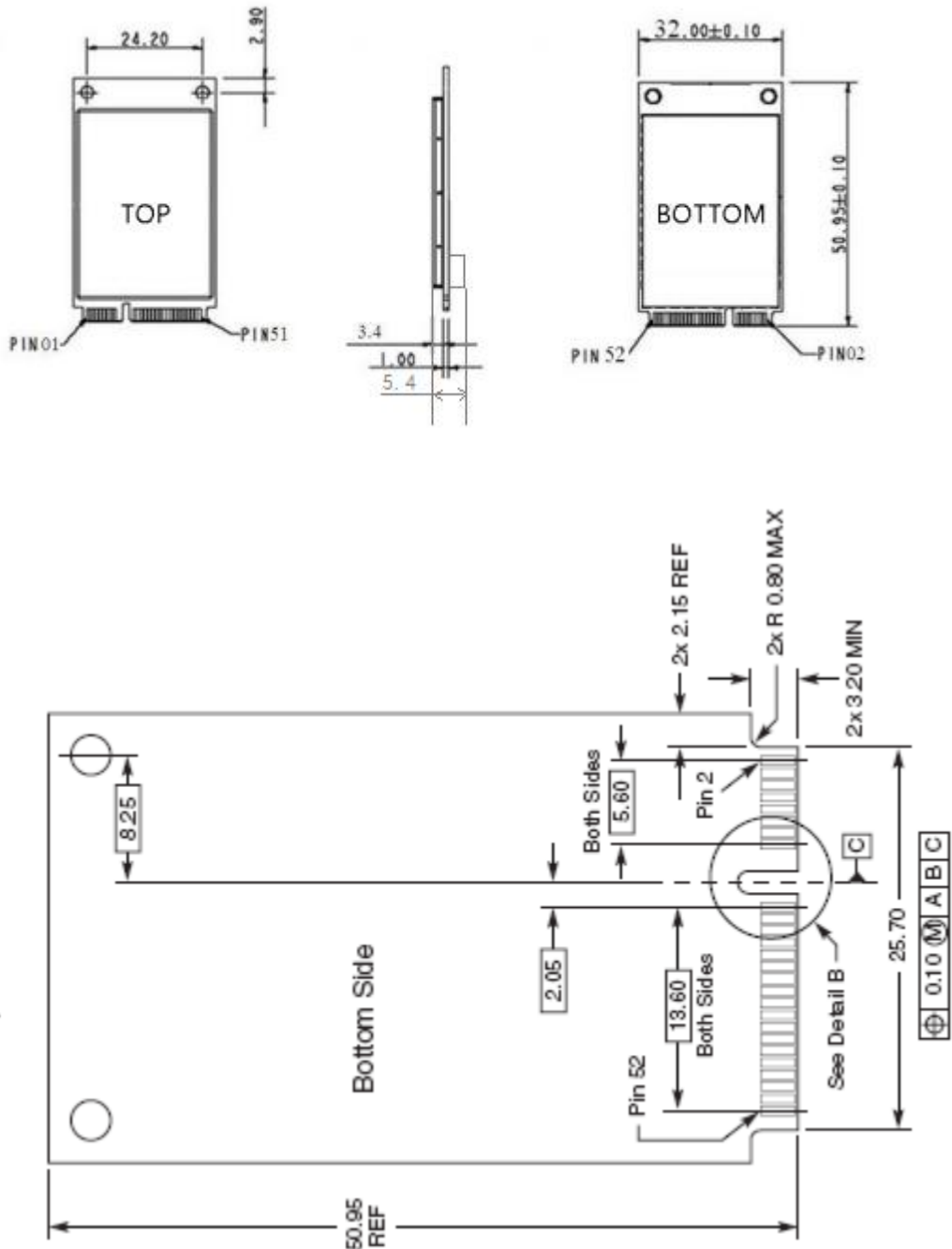


Figure 2 Block Diagram

## 2.4. 外形尺寸

### 1. 模块尺寸

注意：V2 模块背部有器件，高度 2mm，尺寸公差±0.3mm.



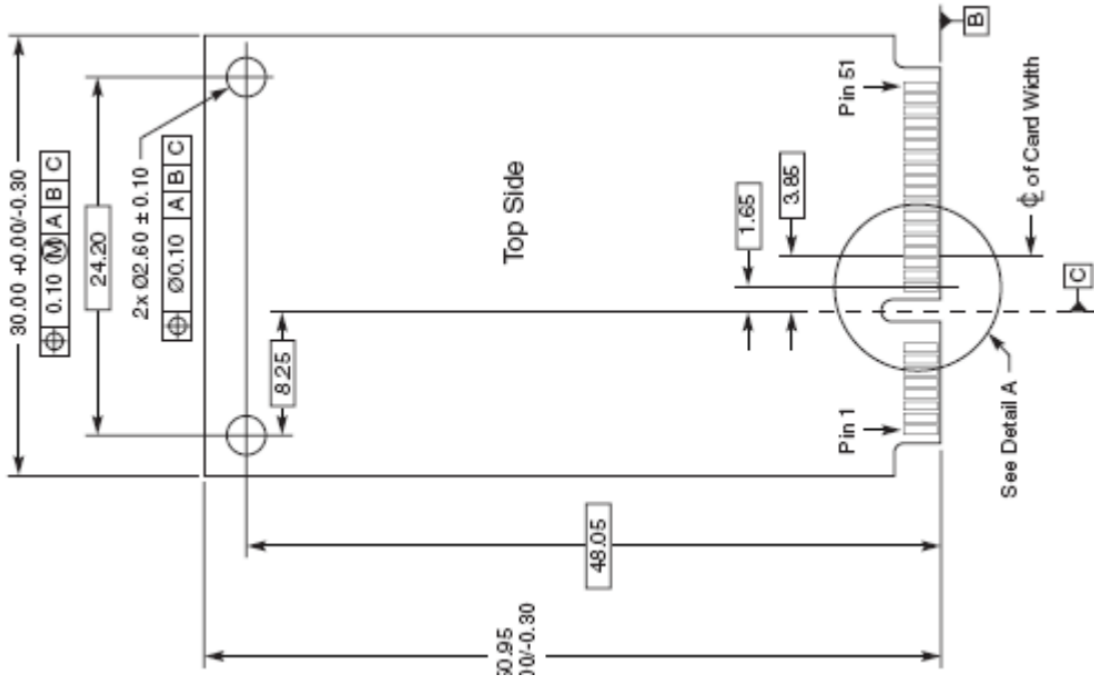


Figure 3 USR-G402tf-mPCIe Package Dimensions

## 2. Mini-PCIE

推荐 Mini PCI Express 连接器

Table 3 MOLEX Tables

品牌	型号	作用
MOLEX	67910-5700	电气连接
MOLEX	48099-5701	支架

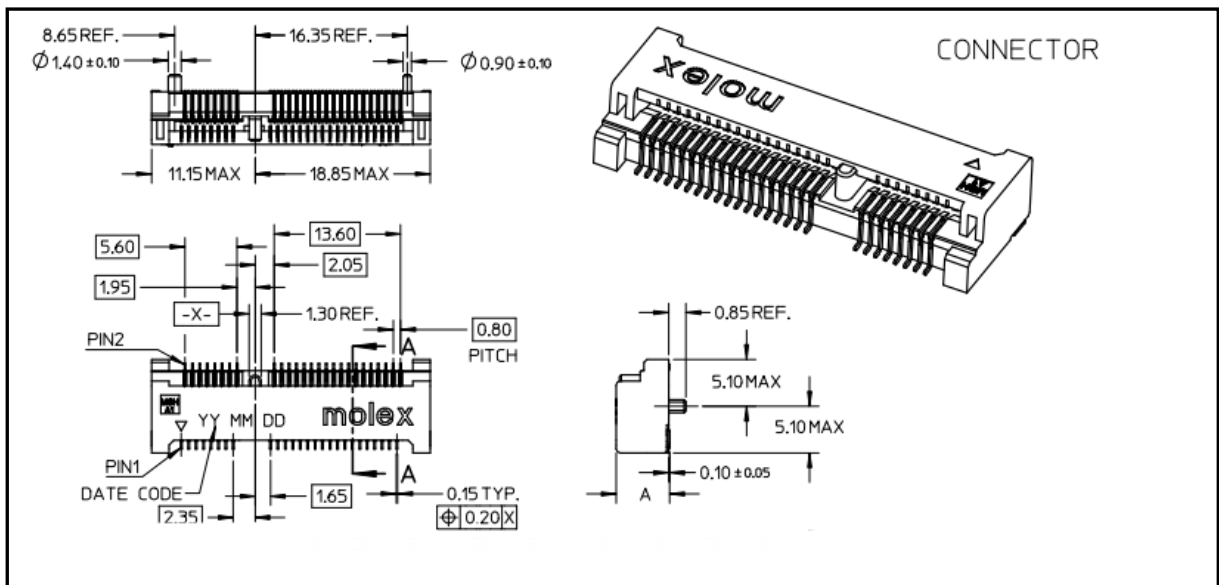


Figure 1 67910-5700 Package Dimensions



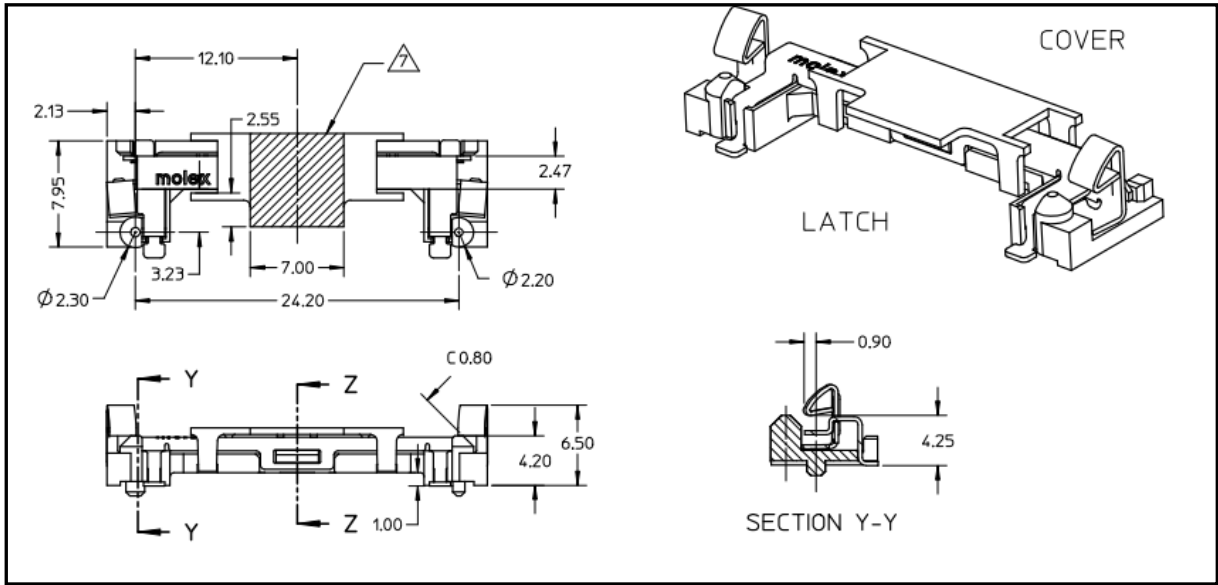


Figure 2 67910-5701 Package Dimensions

### 3. IPEX

本产品的射频天线接口有 2 个：一个是主天线接口（PCB 上有“M”标识），一个是分集接收天线（分集可选）接口，客户如果使用 LTE 数据业务，须连接主天线和分集天线，以保证数据性能最优。

模块上 IPEX 尺寸图：

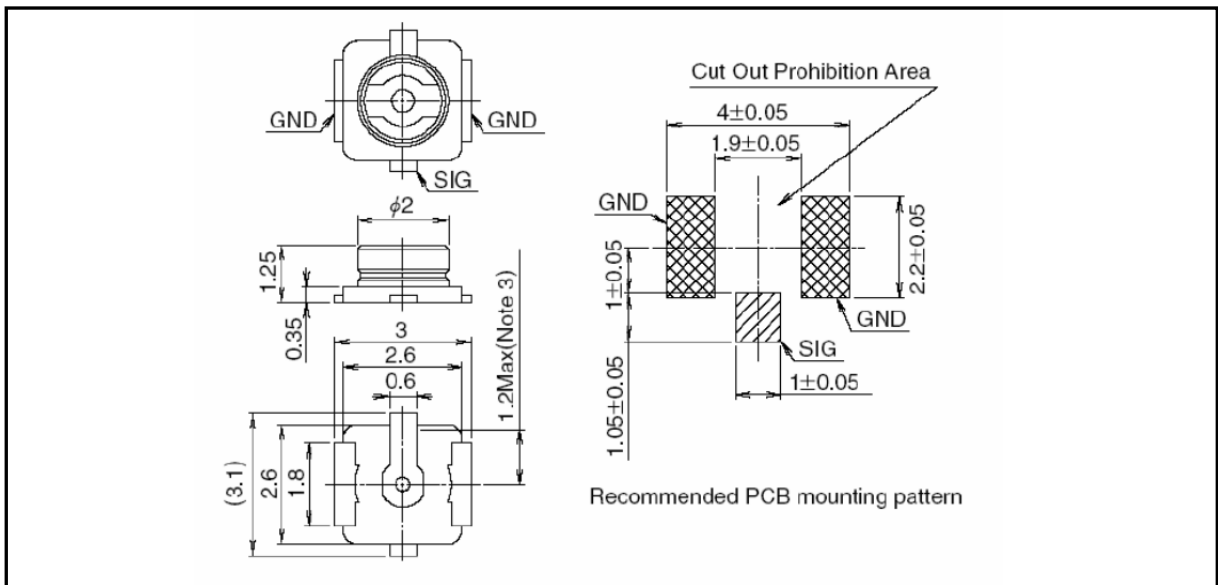


Figure 4 Dimensions of the antenna connector

## 2.5. 引脚定义

Table 4 Express Mini Card Connector Pin Description

PIN 脚定义
---------

管脚号	管脚号名称	描述	I/O	电压范围
1	NC	/	/	/
2	VDD_MAIN	Power supply for MODULE	P	3V~5V
3	NC	/	/	/
4	GND	地	/	/
5	NC	/	/	/
6	NC	/	/	/
7	NC	/	/	/
8	VSIM_1V8_3V0	SIM/USIM 卡电源	P	1.8/3.0V
9	GND	地	/	/
10	SIM_DATA	SIM/USIM 卡数据信号	I/O	1.8/3.0V
11	NC	/	/	/
12	SIM_CLK	SIM/USIM 卡时钟信号	0	1.8/3.0V
13	NC	/	/	/
14	SIM_RST	SIM/USIM 卡复位信号	0	1.8/3.0V
15	GND	地	/	/
16	NC	/	/	/
17	NC	/	/	/
18	GND	地	/	/
19	NC	/	/	/
20	NC	/	/	/
21	GND	地	/	/
22	REST_N	主板给模块的硬复位信号，低电平复位。	I	/
23	NC	/	/	/
24	NC	/	/	/
25	NC	/	/	/
26	GND	地	/	/
27	GND	地	/	/
28	NC	NC	/	/
29	GND	地	/	/
30	NC	/	/	/
31	NC	/	/	/
32	NC	/	/	/
33	NC	/	/	/
34	GND	地	/	/
35	GND	地	/	/
36	USB_D-	USB 差分信号	I/O	USB2.0
37	GND	地	/	/
38	USB_D+	USB 差分信号	I/O	USB2.0
39	NC	/	/	/

40	GND	地	/	/
41	NC	/	/	/
42	LED_MODE	LED 状态指示	/	
43	GND	地	/	/
44	NC	/	/	/
45	NC	/	/	/
46	NC	/	/	/
47	NC	/	/	/
48	NC	/	/	/
49	NC	/	/	/
50	GND	地	/	/
51	NC	/	/	/
52	VDD_MAIN	Power supply for MODULE	P	3V~5V

Note: \* 表示暂不开放引脚客户使用

P 表示电源类引脚

I 表示输入引脚

I/O 表示双向数据传输引脚

RF 表示无线射频

AI 表示模拟信号输入引脚

AO 表示模拟信号输出引脚

## 3. 硬件参考设计

### 3.1. 电源接口

电压供电范围 3-5V，典型值 3.3V，峰值供电电流 2.5A，要保证靠近模块电源引脚并联数个百  $\mu\text{F}$  的储能电容以满足模块大电流脉冲需求，推荐组合 470 $\mu\text{F}$ +220 $\mu\text{F}$ 。同时预留一组  $\mu\text{F}$  级电容，做高频滤波使用，推荐 22 $\mu\text{F}$ +0.1 $\mu\text{F}$ +1nF+100pF。如果应用环境比较恶劣，经常受到 ESD 干扰或者对 EMC 要求比较高，建议串联磁珠和或者并联 TVS 管，以增加模块的稳定性。

用户在设计产品时，首先保证外部用户在设计本产品外围电路能够提供充足的供电能力，并且供电范围要严格控制在 3V~5V，供电电压波动 300mV，供电电压的跌落最小值保证大于 2V。并在 DC/DC 或者 LDO 后放置大电容，防止外部电源在脉冲电流时间段内出现电压跌落。系统板板侧电源线应保证足够宽，走线长度尽量缩短并要与地面形成良好的回路。

Table 5 Power Supply Characteristics

Symbol	Parameter	Min	Type	Max	Unit
VDD_PCIE	Power supply voltage	3		5	V
I <sub>o</sub>	Supply current capability	-	-	2500	mA

推荐电路如下所示。

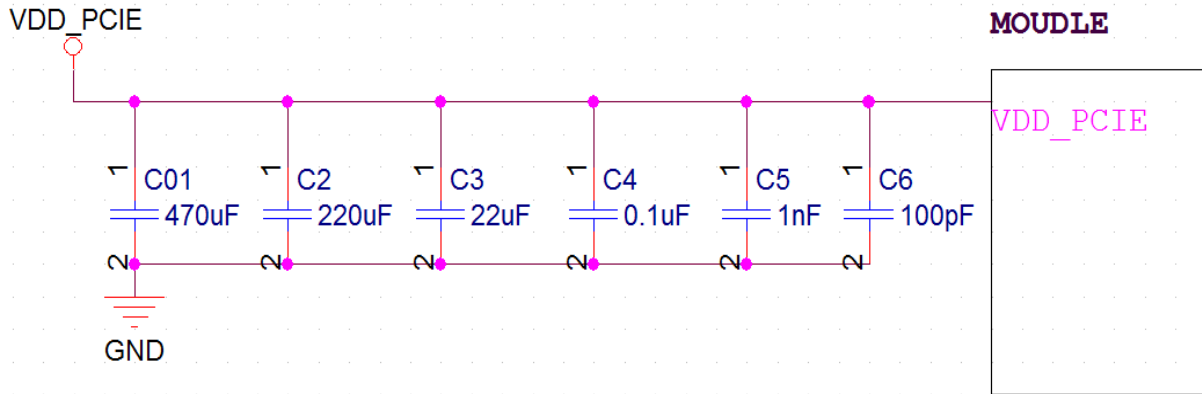


Figure 3 Power Supply Reference Circuit

另外，为防止模块偶然出现死机情况，（即 RST 也无法复位模块），建议客户对电源添加开关电路，用于特殊情况用单片机 IO 口或者按键重启模块。

参考电路图如下：

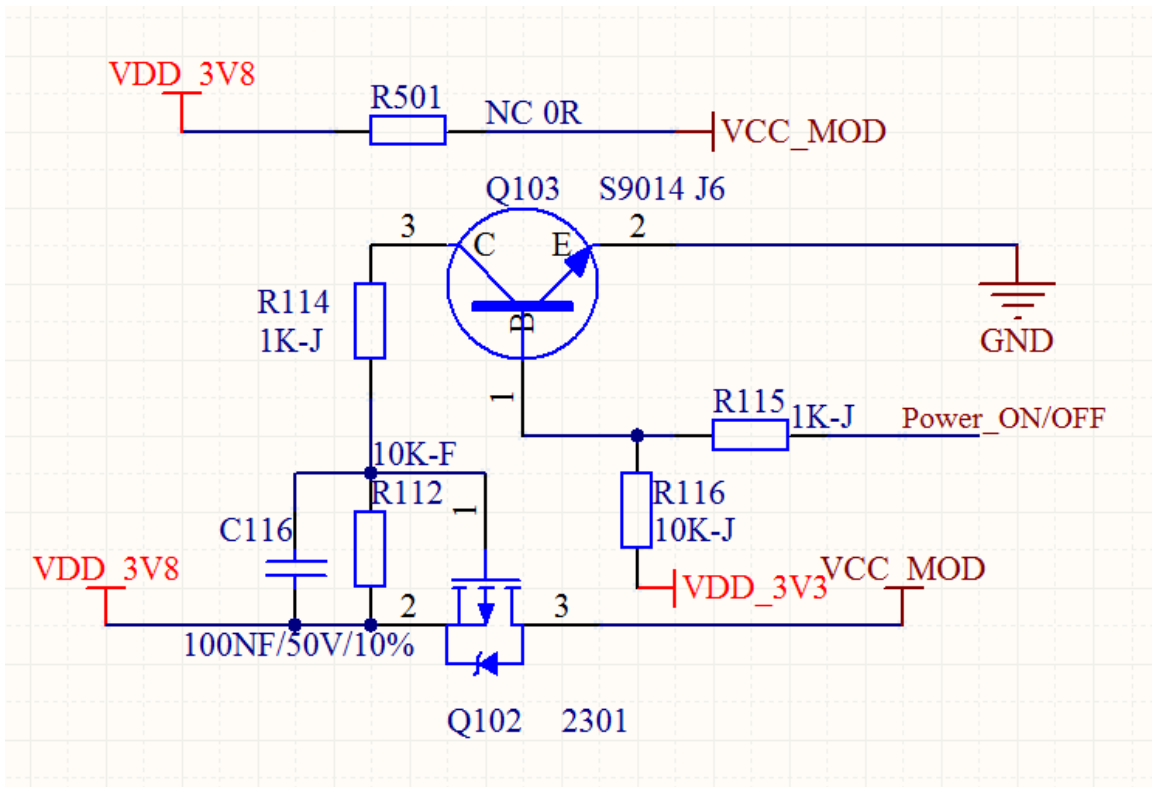


Figure 4 Power Supply Reference Circuit

- 1) 此图为 3V3 电平信号控制模块 3V8 电源通断电路，NPN 三极管 s9014 控制 PMOS 管 2301。
- 2) 上图电流方向是由左到右，即 VDD\_3V8 是输入电压，VCC\_MOD 是直接供给模块电压，Power\_ON/OFF 是开关信号，高电平导通，低电平关闭。

- 3) 当 Power\_ON/OFF 信号为高电平时，NPN 管 9014 导通，MOS 管 2301 源级电压大于栅极电压即  $V_{12} < 0$ , MOS 导通，当 Power\_ON/OFF 信号为低电平时，NPN 管 9014 截止，MOS 管 2301 源级电压等于栅极电压即  $V_{12} = 0$ , MOS 截止，模块电源被切断。
- 4) 要根据实际选择的 MOS 管型号来调节 R114 和 R112 的阻值，保证 MOS 可以工作在饱和状态，
- 5) R116 上拉电阻是保证在 Power\_ON/OFF 信号失效时，MOS 默认是打开状态，模块可以正常通电。R501 是 0 欧姆备选方案，在不想用 MOS 控制或者器件有损坏时焊接上，保证模块上电，默认不焊接。

## 3.2. USB 接口

模块提供 1 个标准 USB2.0 接口，支持 High speed (480Mbps) 和 Full speed (12Mbps) 两种电路，支持 suspend 和 resume，可以工作在 HOST 模式和 DEVICE 模式，该 USB 接口和驱动配合，可以在 PC 上映射多个串口。设计推荐电路如图 4-2 所示，USB 接口操作电源 USB\_VCC 典型电压：5V（允许范围：4.75~5.25V）。根据应用产品的要求不同，一般需要考虑 ESD、EMI 的要求，设计建议：

- 1) 建议 USB 数据通路上串共模抑制滤波器或 0 欧电阻，以方便后续调试。
- 2) 作为操作接口或调试接口使用时，USB 信号线上必须考虑 ESD 接口防护，ESD 保护器件的结电容不大于 3PF。TVS 推荐 SEMTECH 的 RClamp0521P.TCT 或 INFINEO 的 ESD0P2RF-02LRHE6327，也可以按照参数同规格的其余器件。
- 3) USB\_DP 和 USB\_DM 严格按照差分形式走线，两根线的长度差尽量短，差分阻抗需控制在 90ohm。产生干扰。UART 接口
- 4) USB\_DP 和 USB\_DM 需严格包地保护。

Table 6 USB# Pin Description

PIN	Symbol	Description	Type voltage
36	USB_DM	USB-	5V
38	USB_DP	USB+	5V

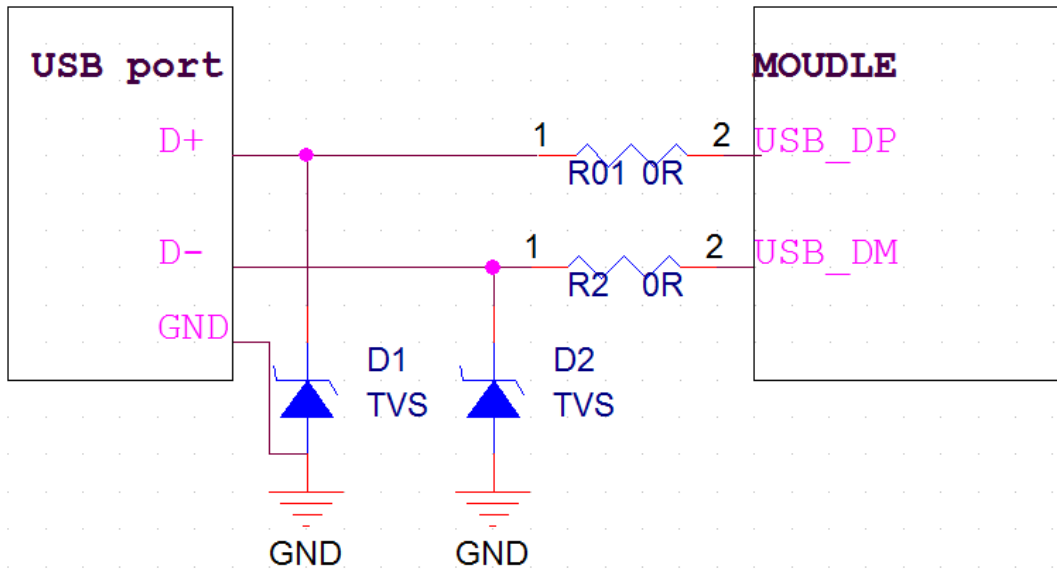


Figure 5 USB Reference Circuit

### 3.3. 复位接口

USR-G402tf-mPCIe 提供复位引脚，客户可以根据自己产品特性使用，低电平有效

Table 7 RST# Pin Description

PIN	Symbol	Description	Min (V)	Type(V)	Max(V)
22	REST_N	Mode Reset	-0.4	1.8	2.1

当模块软件不再响应时，可以通过拉低此引脚>3S 来对模块座硬件复位。

参考设计：

- 1) 复位信号是一个脉冲信号，请勿长时间拉低此信号，可以对其做外部上拉，保证平时为高电平。
- 2) 由于复位信号比较敏感，客户可以在靠近管脚出放置 10-100nf 的电容做滤波处理，如果空间允许，建议对复位信号线做包地处理。

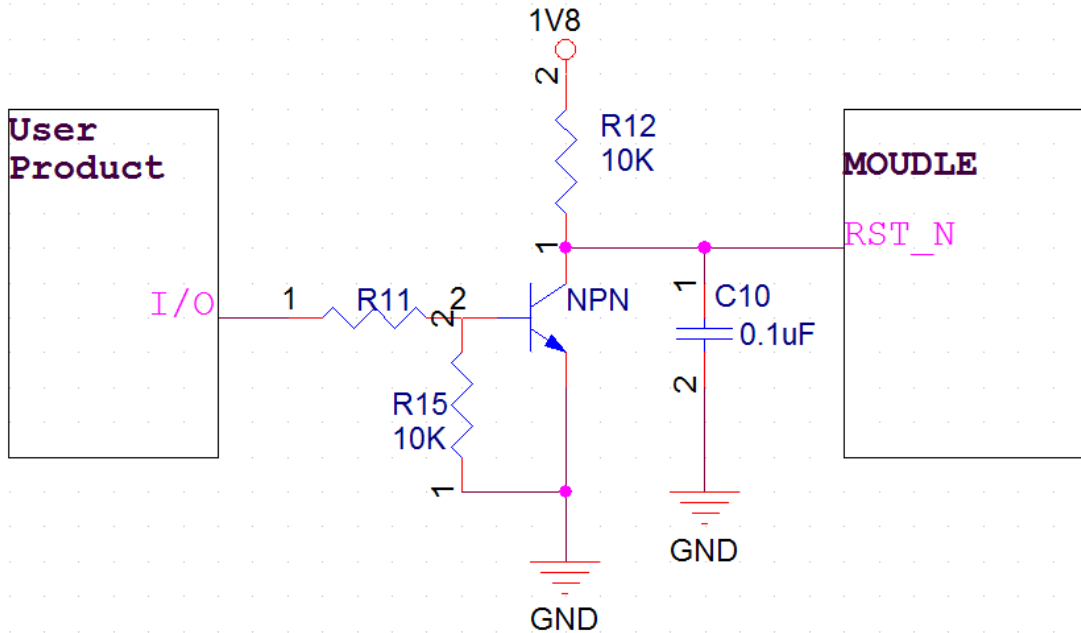


Figure 6 Rest Reference Circuit

### 3.4. SIM 卡接口

模块提供了符合 ISO 7816-3 标准的 SIM 卡接口，自动识别 3.0 V 和 1.8V SIM 卡。在标准模式下，向 USIM 卡提供 3.25 MHz 的时钟信号；在低功耗模式下，向 USIM 卡提供 1.08 MHz 的时钟信号；支持时钟关断模式；通过调整波特率参数，支持速度增强型 USIM 卡；支持 DMA 发送/接收；支持注销模式下的自动省电模式；在 RX 模式下，支持自动奇偶校验。

由于用户会经常进行插入或拔出 UIM 卡的操作，而人体带有静电，为了防止静电对 UIM 卡及芯片造成损坏，须要增加 TVS 管进行静电保护，作为 ESD 防静电措施。选用额定反向工作电压  $V_{rwm}=5\text{ V}$ ，结电容为  $C_j < 10\text{ pF}$  以下的器件。防静电器件的接地须和模块系统地良好连接。

设计建议：

- 1) 建议对 SIM\_DATA 用 VREG\_SIM 电源 10K 上拉处理，保证 SIM\_DATA 在三态时有一个稳定的高电平，以提高驱动能力，改善其波形的边沿特性。
- 2) 为了满足 3GPP TS 51.010-1 协议以及 EMC 认证要求，建议 SIM 卡座布置在靠近模块 SIM 卡接口的位置，避免因走线过长，导致波形严重变形，影响信号完整性。
- 3) SIM\_CLK 和 SIM\_DATA 信号的走线最好进行包地处理。
- 4) 在 VSIM\_1V8\_3V0 和 GND 之间并联一个 0.1uF 及 33pF 左右的电容，SIM\_CLK，SIM\_RST 与 GND 之间并联 33pF 左右的电容，滤除射频信号的干扰。
- 5) ESD 保护器件尽量靠近 SIM 卡槽放置

Table 8 SIM# Pin Description

PIN	Symbol	Description	Type(V)
12	SIM_CLK	SIM clock	1.8/3.0
10	SIM_DATA	SIM Card data I/O	1.8/3.0

14	SIM_RST	SIM Reset	1.8/3.0
8	SIM_RUIM	Power output for SIM card	1.8/3.0

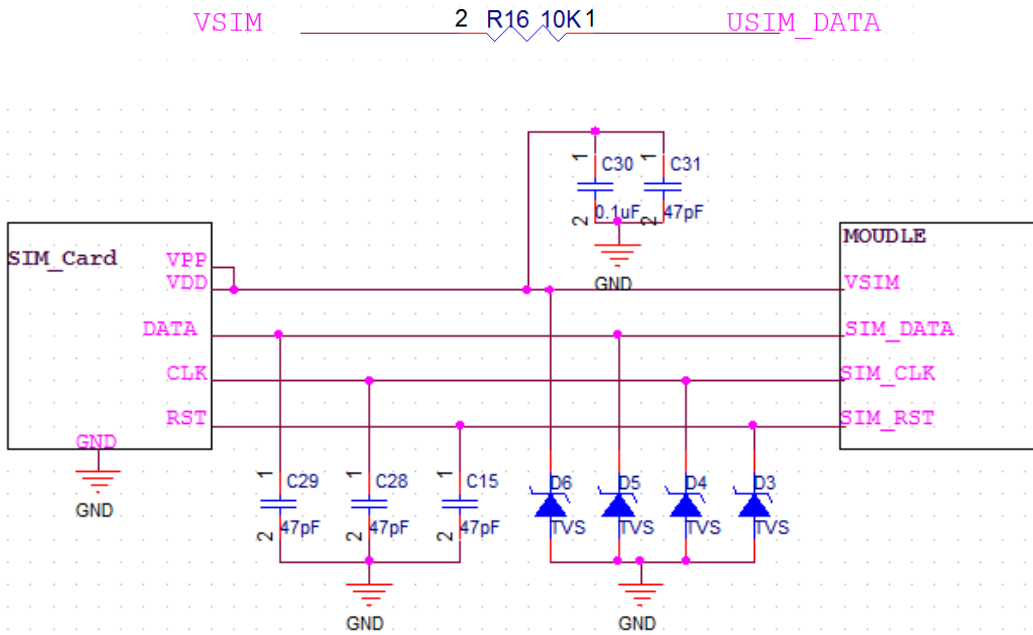


Figure 7 SIM Reference Circuit

### 3.5. LED 输出控制

模块提供 LED 输出控制，通过 LED 状态显示模块工作状态，输出接口可以直接驱动 LED 显示，实际应用中需要考虑 VDD 电源电压和 LED 串联电阻 RL1 阻值，通过调整控制显示亮度。如 LED 可能导致较严重的 ESD 影响，需要考虑引脚的 ESD 防护。

Table 9 LED # Pin Description

PIN	Symbol	Description	Type(V)
42	LED_MODE	Network Status Indication output	

该 LED 引脚使用 current sink 型电流源方式控制，接 LED 的阴极，V\_MAIN 接 LED 的正极，驱动 LED 灯。



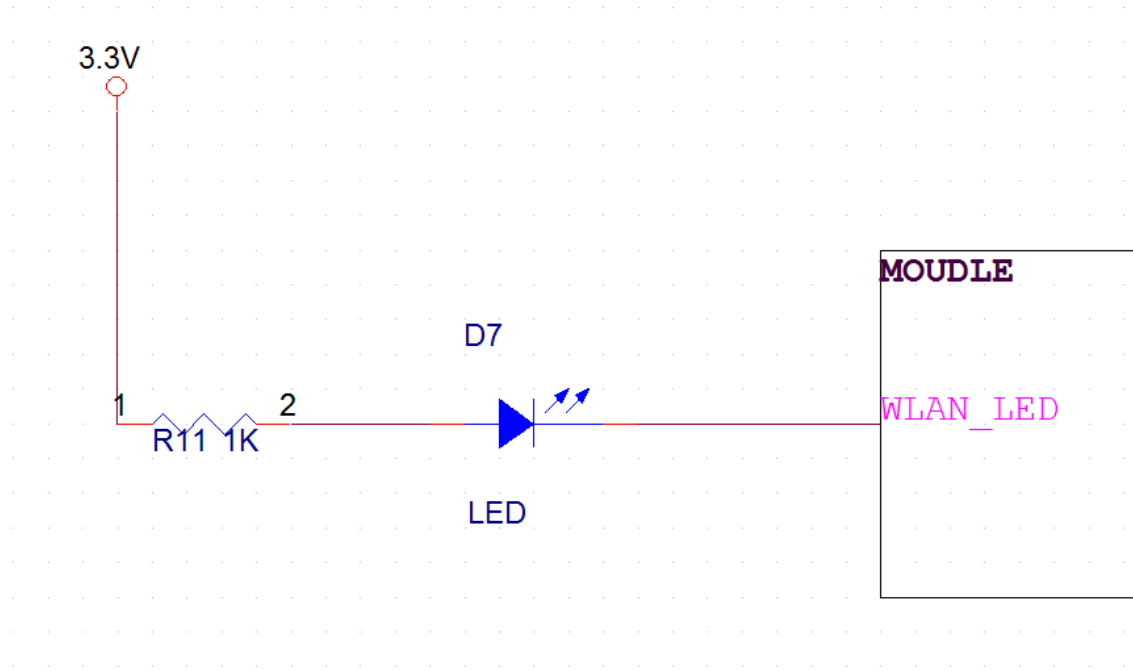


Figure 8 WLAN\_LED Reference Circuit

## 4. 电气特性

### 4.1. 工作存储温度

工作存储温度如下图所示

Table 10 Temperature Parameter

Parameter	Min	Max
Operating temperature	-20°C	+70°C
Storage temperature	-40°C	+85°C

### 4.2. 输入电源

Table 11 Power Supply Characteristics

Parameter	Min	Typ	Max
Input Voltage (V)	3	3.8	5

Note: 任何接口的上电时间不要超过模块开机的时间，否则，有可能导致模块异常或者损坏。

### 4.3. 模块 IO 口电平

对于 SIM 卡电源引脚 VREG\_SIM

1.8V U(S)IM 应用(Class C), VREG\_SIM=1.8V;

3.0V U(S)IM 应用(Class B), VREG\_SIM=2.85V

对于 RST、开关机、飞行模式等 IO 口:

Table 12 I/O Voltage Specification

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
V <sub>IH</sub>	High-level input voltage	1.17	1.8	2.1	V
V <sub>IL</sub>	Low-level input voltage	-0.4	0	0.63	V
V <sub>OH</sub>	High-level output voltage	1.35	1.8	1.8	V
V <sub>OL</sub>	Low-level output voltage	0	0	0.45	V

## 5. 联系方式

公 司：济南有人物联网技术有限公司

地 址：山东省济南市高新区新泺大街 1166 号奥盛大厦 1 号楼 11 层

网 址：<http://www.usr.cn>

客户支持中心：<http://h.usr.cn>

邮 箱：[sales@usr.cn](mailto:sales@usr.cn)

企 业 QQ：8000 25565

电 话：4000-255-652 或者 0531-88826739

**有人愿景：拥有自己的有人大厦**

**公司文化：有人在认真做事!**

**产品理念：简单 可靠 价格合理**

**有人信条：天道酬勤 厚德载物 共同成长**

## 6. 免责声明

本文档提供有关 USR-402tf-mPCIe-V2 产品的信息，本文档未授予任何知识产权的许可，并未以明示或暗示，或以禁止发言或其它方式授予任何知识产权许可。除在其产品的销售条款和条件声明的责任之外，我公司概不承担任何其它责任。并且，我公司对本产品的销售和/或使用不作任何明示或暗示的担保，包括对产品的特定用途适用性，适销性或对任何专利权，版权或其它知识产权的侵权责任等均不作担保。本公司可能随时对产品规格及产品描述做出修改，恕不另行通知。

## 7. 更新历史

2017-03-21 版本 V1.00 创立，V2 版本比 V1 版本增加 buck-boost 电路