

EC20 R2.1 Mini PCIe-C (Audio 版本) 硬件设计手册

LTE 系列

版本: EC20_R2.1_Mini_PCIe-C(Audio 版本)_硬件设计手册_V1.0

Date: 2017-12-22

状态: 受控文件

上海移远通信技术股份有限公司始终以为客户提供最及时、最全面的服务为宗旨。如需任何帮助，请随时联系我司上海总部，联系方式如下：

上海移远通信技术股份有限公司
上海市徐汇区虹梅路 1801 号宏业大厦 7 楼 邮编：200233
电话：+86 21 51086236 邮箱：info@quectel.com

或联系我司当地办事处，详情请登录：

<http://quectel.com/cn/support/sales.htm>

如需技术支持或反馈我司技术文档中的问题，可随时登陆如下网址：

<http://quectel.com/cn/support/technical.htm>

或发送邮件至：support@quectel.com

前言

上海移远通信技术股份有限公司提供该文档内容用以支持其客户的产品设计。客户须按照文档中提供的规范、参数来设计其产品。由于客户操作不当而造成的人身伤害或财产损失，本公司不承担任何责任。在未声明前，上海移远通信技术股份有限公司有权对该文档进行更新。

版权申明

本文档版权属于上海移远通信技术股份有限公司，任何人未经我司允许而复制转载该文档将承担法律责任。

版权所有 ©上海移远通信技术股份有限公司 2017，保留一切权利。

Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2017.

文档历史

修订记录

版本	日期	作者	变更表述
1.0	2017-12-22	吴清/吴疆	初始版本

目录

文档历史	2
目录	3
表格索引	5
图片索引	6
1 引言	7
1.1. 安全须知.....	7
2 产品综述.....	8
2.1. 本章概述.....	8
2.2. 产品简介.....	8
2.3. 关键特性.....	9
2.4. 主要功能.....	12
3 接口应用.....	13
3.1. 引脚分配.....	13
3.2. 引脚描述.....	14
3.3. 电源接口.....	17
3.4. UART 接口	17
3.5. (U)SIM 接口	19
3.6. USB 接口	20
3.7. 模拟音频接口	22
3.7.1. 防止 TDD 噪声及其它噪声	22
3.7.2. 麦克风接口电路	23
3.7.3. 听筒接口电路.....	24
3.8. 控制信号和指示信号	24
3.8.1. UART_DTR 信号	25
3.8.2. W_DISABLE#信号	25
3.8.3. PERST#信号	26
3.8.4. LED_WWAN#信号	26
3.8.5. WAKEUP_IN 和 WAKEUP_OUT 信号	27
3.9. 天线接口.....	28
3.9.1. 天线要求.....	28
3.9.2. 安装天线时推荐使用的 RF 连接器.....	29
4 电气、可靠性及射频性能	31
4.1. 本章概述.....	31
4.2. 电源特性.....	31
4.3. I/O 接口特性.....	32
4.4. 工作和存储温度.....	32
4.5. 射频性能.....	33
4.6. GNSS 接收性能	34
4.7. ESD 特性	34

4.8.	耗流.....	35
4.9.	散热设计.....	38
5	机械尺寸和包装.....	40
5.1.	EC20 R2.1 Mini PCIe-C 外形尺寸	40
5.2.	Mini PCI Express 标准尺寸.....	41
5.3.	包装.....	42
6	附录 A 参考文档及术语缩写.....	43

表格索引

表 1: EC20 R2.1 MINI PCIE-C 模块产品支持频段	8
表 2: EC20 R2.1 MINI PCIE-C 关键特性	9
表 3: I/O 参数定义	14
表 4: 引脚描述	14
表 5: 电源接口定义	17
表 6: UART 接口引脚定义	18
表 7: (U)SIM 接口引脚定义	19
表 8: USB 接口引脚定义	21
表 9: 模拟音频接口引脚定义	22
表 10: 控制信号和指示信号引脚定义	25
表 11: 硬件方式控制射频操作状态	25
表 12: 软件方式控制射频操作状态	26
表 13: LED_WWAN#信号网络状态指示 (AT+QCFG="LEDMODE",0, 默认设置)	27
表 14: LED_WWAN#信号网络状态指示 (AT+QCFG="LEDMODE",2)	27
表 15: WAKEUP_IN 和 WAKEUP_OUT 信号描述	28
表 16: 天线要求	28
表 17: 输入电源范围	31
表 18: I/O 接口电气特性	32
表 19: EC20 R2.1 MINI PCIE-C 工作和存储温度	32
表 20: EC20 R2.1 MINI PCIE-C 射频发射功率	33
表 21: EC20 R2.1 MINI PCIE-C 射频接收灵敏度 (典型值)	33
表 22: ESD 特性	34
表 23: EC20 R2.1 MINI PCIE-C 耗流	35
表 24: EC20 R2.1 MINI PCIE-C GNSS 耗流	38
表 25: 参考文档	43
表 26: 术语缩写	43

图片索引

图 1: EC20 R2.1 MINI PCIE-C 功能框图.....	12
图 2: EC20 R2.1 MINI PCIE-C 引脚分配.....	13
图 3: LDO 电源参考电路.....	17
图 4: 3.3V 电平匹配参考电路	18
图 5: 8-PIN (U)SIM 卡接口参考电路图	19
图 6: 6-PIN (U)SIM 卡接口参考电路图	20
图 7: USB 接口电路参考设计图.....	21
图 8: 麦克风通道参考电路	23
图 9: SPK 听筒输出参考电路.....	24
图 10: SPK 带音频功放输出参考电路.....	24
图 11: 复位时序图.....	26
图 12: 状态指示灯参考电路	27
图 13: EC20 R2.1 MINI PCIE-C 天线接口.....	28
图 14: U.FL-R-SMT 连接器尺寸 (单位: 毫米)	29
图 15: U.FL-LP 连接线系列	30
图 16: 安装尺寸 (单位: 毫米)	30
图 17: 散热设计示例	39
图 18: EC20 R2.1 MINI PCIE-C 外形尺寸.....	40
图 19: 标准 MINI PCI EXPRESS 卡尺寸	41
图 20: MINI PCI EXPRESS 连接器 (MOLEX 679100002)	42

1 引言

本文档介绍了 EC20 R2.1 Mini PCIe-C (Audio 版本) 模块的功能、关键特性、接口说明和电气特性、射频特性及结构等相关内容，可供客户参考。

1.1. 安全须知

通过遵循以下安全原则，可确保个人安全并有助于保护产品和工作环境免遭潜在损坏。产品制造商需要将如下的安全须知传达给终端用户。若未遵守这些安全规则，移远通信不会对用户错误使用而产生的后果承担任何责任。



道路行驶安全第一！当你开车时，请勿使用手持移动终端设备，即使其有免提功能。请先停车，再打电话！



登机前请关闭移动终端设备。移动终端的无线功能在飞机上禁止开启用以防止对飞机通讯系统的干扰。忽略该提示项可能会导致飞行安全，甚至触犯法律。



当在医院或健康看护场所时，请注意是否有移动终端设备使用限制。射频干扰可能会导致医疗设备运行失常，因此可能需要关闭移动终端设备。



移动终端设备并不保障任何情况下都能进行有效连接，例如在移动终端设备没有话费或(U)SIM 无效时。当你在紧急情况下遇见以上情况，请记住使用紧急呼叫，同时保证您的设备开机并且处于信号强度足够的区域。



您的移动终端设备在开机时会接收和发射射频信号。当靠近电视、收音机、电脑或者其他电子设备时都会产生射频干扰。



请将移动终端设备远离易燃气体。当靠近加油站、油库、化工厂或爆炸作业场所时，请关闭移动终端设备。在任何有潜在爆炸危险场所操作电子设备都有安全隐患。

2 产品综述

2.1. 本章概述

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块是 PCI Express Mini Card 1.2 标准接口 LTE 模块，提供 LTE-FDD/LTE-TDD/WCDMA/TD-SCDMA/CDMA/GSM 等多种网络制式，支持 WinCE/Linux/Android 等嵌入式操作系统。

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块可应用在以下场合：

- 上网本、笔记本
- 远程监控
- 车载
- 无线 POS 机
- 智能抄表
- 无线路由、交换机
- 其它无线终端

本章主要对 EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块进行总体介绍，包括：

- 产品简介
- 关键特性
- 主要功能

2.2. 产品简介

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块产品有 **Data only** 和 **Telematics** 两个版本。其中 **Data only** 版本不支持音频功能，**Telematics** 版本支持音频功能。EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块产品如下表所示。

表 1：EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块产品支持频段

产品名称	产品描述
EC20-CE R2.1 Mini PCIe-C	支持 LTE-FDD: B1/B3/B5/B8 支持 LTE-TDD: B38/B39/B40/B41

支持 WCDMA: B1/B8
支持 TD-SCDMA: B34/B39
支持 CDMA: BC0
支持 GSM900/1800MHz
支持 GPS, GLONASS, BeiDou/Compass, Galileo, QZSS¹⁾
支持模拟音频²⁾

备注

- ¹⁾GNSS 功能可选。
- ²⁾音频功能只在 **Telematics** 版本上支持。
- EC20 R2.1 MiniPCIe-C 包括 EC20CEFAG-MINIPCIIE-C、EC20CEFDG-MINIPCIIE-C、EC20CEFDKG-MINIPCIIE-CB 和 EC20CEFHKG-MINIPCIIE-CB（采购编码）。EC20CEFDG-MINIPCIIE-C 和 EC20CEFDKG-MINIPCIIE-CB 不支持分集接收和 GNSS 功能。EC20CEFHKG-MINIPCIIE-CB 支持分集接收但不支持 GNSS 功能。

2.3. 关键特性

下表描述了 EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块关键特性：

表 2：EC20 R2.1 Mini PCIe-C 关键特性

特性	说明
Mini PCIe 接口	采用 PCI Express Mini Card 1.2 标准接口
工作电压	3.3V~3.6V
发射功率	Class 4 (33dBm±2dB) for GSM900 Class 1 (30dBm±2dB) for DCS1800 Class E2 (27dBm±3dB) for GSM900 8-PSK Class E2 (26dBm±3dB) for DCS1800 8-PSK Class 3 (24dBm+2/-1dB) for CDMA BC0 Class 3 (24dBm+1/-3dB) for WCDMA bands Class 2 (24dBm+1/-3dB) for TD-SCDMA bands Class 3 (23dBm±2dB) for LTE FDD bands Class 3 (23dBm±2dB) for LTE TDD bands
LTE 特性	最大支持 3GPP R8 non-CA Cat 4 FDD 和 TDD 支持 1.4MHz~20MHz 射频带宽 下行支持 MIMO LTE-FDD: 最大下行速率 150Mbps, 最大上行速率 50Mbps LTE-TDD: 最大下行速率 130Mbps, 最大上行速率 35Mbps

UMTS 特性	支持 3GPP R8 DC-HSDPA, HSPA+, HSDPA, HSUPA 和 WCDMA 支持 QPSK, 16-QAM 和 64-QAM 调制 DC-HSDPA: 最大下行速率 42Mbps HSUPA: 最大上行速率 5.76Mbps WCDMA: 最大下行速率 384Kbps, 最大上行速率 384Kbps
TD-SCDMA 特性	支持 CCSA Release 3 TD-SCDMA 最大下行速率 4.2Mbps, 最大上行速率 2.2Mbps
CDMA2000 特性	支持 3GPP2 CDMA2000 1X Advanced 和 1xEV-DO Rev.A EVDO: 最大下行速率 3.1Mbps, 最大上行速率 1.8Mbps 1X Advanced: 最大下行速率 307.2Kbps, 最大上行速率 307.2Kbps
GSM 特性	GPRS: 支持 GPRS 多时隙等级 33 (默认为 33) 编码方式: CS-1/CS-2/CS-3 和 CS-4 最大下行速率 107Kbps, 最大上行速率 85.6Kbps EDGE: 支持 EDGE 多时隙等级 33 (默认为 33) 支持 GMSK 和 8-PSK 不同调制和编码方式 下行编码格式: CS 1-4 和 MCS 1-9 上行编码格式: CS 1-4 和 MCS 1-9 最大下行速率 296Kbps, 最大上行速率 236.8Kbps
网络协议特性	支持 TCP/UDP/PPP/FTP/HTTP/NTP/PING/QMI/CMUX*/HTTPS*/SMTP*/MMS*/FTPS*/SMTPS*/SSL*/FILE*协议 支持 PAP 协议 (Password Authentication Protocol) 和 CHAP 协议 (Challenge Handshake Authentication Protocol)
短消息 (SMS) 业务	支持 Text 和 PDU 模式 支持点对点 MO 和 MT 支持小区广播短信息 SMS 存储: 默认 ME
(U)SIM 接口	支持 USIM/SIM 卡: 1.8V 和 3.0V
UART 接口	支持 RTS 和 CTS 硬件流控 波特率可达到 230400bps, 默认 115200bps 可用于 AT 命令和数据传输
模拟音频接口	支持 1 路差分输入 支持 1 路差分输出
USB 接口	符合 USB 2.0 协议 (只能作从设备使用), 最高传输速率支持 480Mbps 用于 AT 命令传送、数据传输、GNSS NMEA 输出、软件调试和软件升级。 USB 虚拟串口驱动: 支持 Windows XP, Windows Vista, Windows 7/8/8.1/10, Windows CE 5.0/6.0/7.0*, Linux 2.6/3.x/4.1, Android 4.x/5.x/6.x/7.x 等操作系统下的 USB 驱动
AT 指令	支持标准 AT 指令集 3GPP TS 27.007, 27.005 及移远通信增强型 AT 命令
天线接口	支持主天线接口 支持分集天线接口

	支持 GNSS 天线接口
GNSS 特性	采用高通 Gen8C Lite 技术 支持协议: NMEA 0183
尺寸及重量	尺寸: (51.0±0.15)mm × (30.0±0.15)mm × (4.9±0.2)mm 重量: 约 11.4g
温度	正常工作温度: -35°C ~ +75°C ¹⁾ 扩展工作温度: -40°C ~ +80°C ²⁾ 存储温度: -40°C ~ +90°C
软件升级	可通过 USB 或 DFOTA 升级
RoHS	所有器件完全符合 EU RoHS 标准

备注

- ¹⁾表示当模块工作在此温度范围时, 模块的相关性能满足 3GPP 标准要求。
- ²⁾表示当模块工作在此温度范围时, 模块仍能保持正常工作状态, 具备语音、短信、数据传输、紧急呼叫等功能; 不会出现不可恢复的故障; 射频频谱、网络基本不受影响; 仅个别指标如输出功率等参数的值可能会超出 3GPP 标准的范围。当温度返回至正常工作温度范围时, 模块的各项指标仍符合 3GPP 标准。
- “*” 表示正在开发中。

2.4. 主要功能

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块支持主要功能如下。

- 支持 1 路 UART 接口
- 支持 1 路 USB 2.0 接口
- 支持 1 路(U)SIM 接口
- 支持 1 路模拟音频接口
- 支持 LED 状态指示
- 支持飞行模式控制功能
- 支持外部复位功能
- 支持睡眠控制和睡眠指示功能
- 支持 3 个射频天线接口

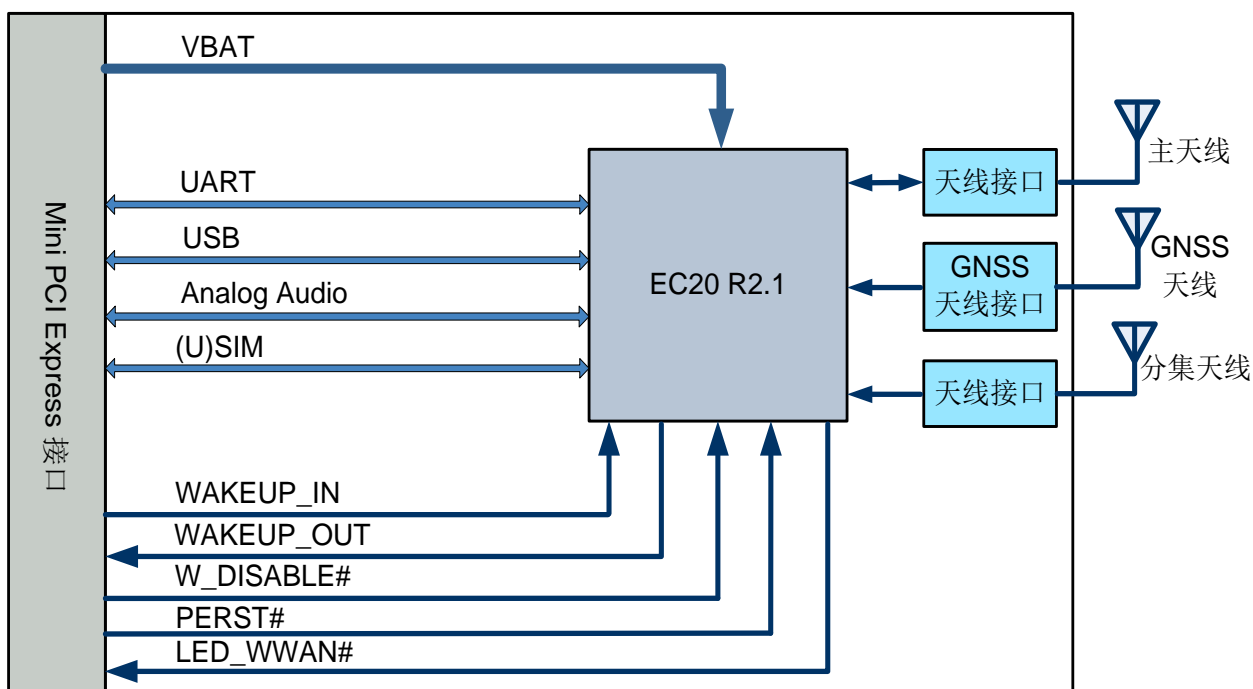


图 1：EC20 R2.1 Mini PCIe-C 功能框图

3 接口应用

本章主要介绍 EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块接口定义和应用，包括：

- 电源接口
- UART 接口
- USB 接口
- (U)SIM 接口
- 模拟音频接口
- 控制信号
- 天线接口

3.1. 引脚分配

下图给出了 EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块接口引脚分配，其中贴有 EC20 R2.1 模块和天线连接器为 TOP 面，反面为 BOT 面。

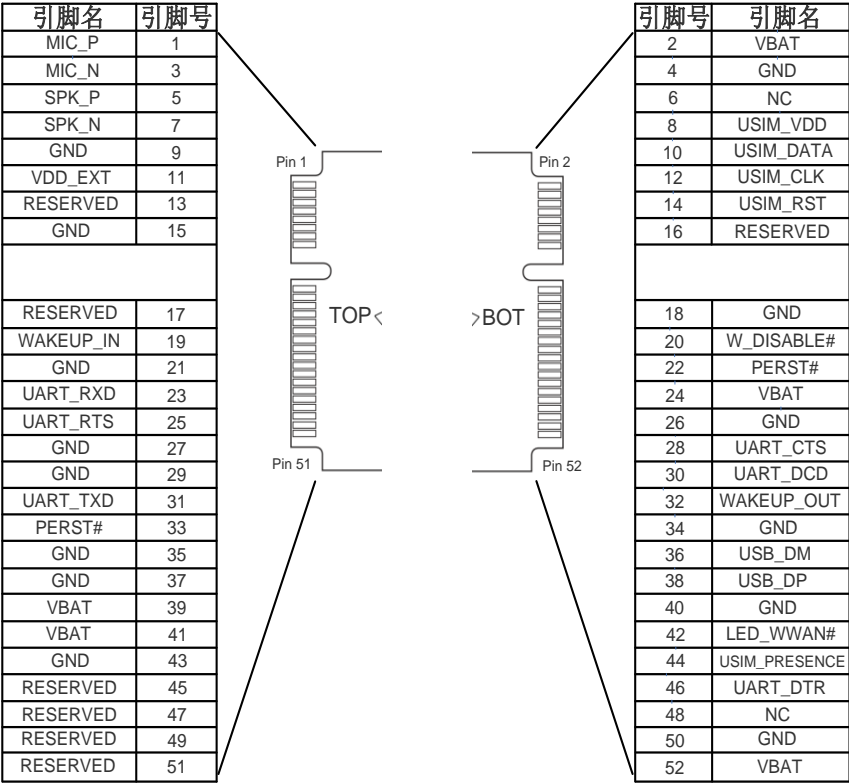


图 2: EC20 R2.1 Mini PCIe-C 引脚分配

3.2. 引脚描述

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 信号接口是标准 Mini PCI Express 接口，下表给出了模块对应的 52-pin 引脚功能定义及说明。

表 3：I/O 参数定义

类型	描述
IO	双向端口
DI	数字输入
DO	数字输出
AI	模拟输入
AO	模拟输出
PI	电源输入
PO	电源输出
OC	集电极开路

表 4：引脚描述

引脚号	Mini PCI Express 标准引脚名	EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块引脚名	I/O	功能描述	备注
1	WAKE#	MIC_P ¹⁾	AI	音频输入正端	不用则悬空
2	3.3Vaux	VBAT	PI	3.3V~3.6V 电源输入	
3	COEX1	MIC_N ¹⁾	AI	音频输入负端	不用则悬空
4	GND	GND		地	
5	COEX2	SPK_P ¹⁾	AO	音频输出正端	不用则悬空
6	1.5V	NC			
7	CLKREQ#	SPK_N ¹⁾	AO	音频输出负端	不用则悬空
8	UIM_PWR	USIM_VDD	PO	(U)SIM 卡供电电源	
9	GND	GND		地	

10	UIM_DATA	USIM_DATA	IO	(U)SIM 卡数据信号	
11	REFCLK-	VDD_EXT	PO	1.8V 输出电源	
12	UIM_CLK	USIM_CLK	DO	(U)SIM 卡时钟信号	
13	REFCLK+	RESERVED		预留	
14	UIM_RESET	USIM_RST	DO	(U)SIM 卡复位信号	
15	GND	GND		地	
16	UIM_VPP	RESERVED		预留	
17	RESERVED	RESERVED		预留	
18	GND	GND		地	
19	RESERVED	WAKEUP_IN	DI	模块睡眠控制引脚	低电平允许模块进入睡眠 (内部下拉)
20	W_DISABLE#	W_DISABLE#	DI	飞行模式控制	低电平有效 (内部上拉)
21	GND	GND		地	
22	PERST#	PERST#	DI	复位控制引脚	低电平有效 (内部上拉)
23	PERn0	UART_RXD	DI	模块串口接收数据	
24	3.3Vaux	VBAT	PI	3.3V~3.6V 电源输入	
25	PERp0	UART_RTS	DO	模块请求发送	
26	GND	GND		地	
27	GND	GND		地	
28	1.5V	UART_CTS	DI	模块清除发送	
29	GND	GND		地	
30	SMB_CLK	UART_DCD	DO	模块载波检测	
31	PETn0	UART_TXD	DO	模块串口发送数据	
32	SMB_DATA	WAKEUP_OUT	DO	模块睡眠指示	
33	PETp0	PERST#	DI	复位控制引脚	低电平有效 (内部上拉)
34	GND	GND		地	

35	GND	GND		地	
36	USB_D-	USB_DM	IO	USB 差分信号 (-)	90Ω 差分特性阻抗
37	GND	GND		地	
38	USB_D+	USB_DP	IO	USB 差分信号 (+)	90Ω 差分特性阻抗
39	3.3Vaux	VBAT	PI	3.3V~3.6V 电源输入	
40	GND	GND		地	
41	3.3Vaux	VBAT	PI	3.3V~3.6V 电源输入	
42	LED_WWAN#	LED_WWAN#	OC	网络状态指示灯	低电平有效
43	GND	GND		地	
44	LED_WLAN#	USIM_PRESENCE	DI	(U)SIM 卡插入检测	
45	RESERVED	RESERVED		预留	
46	LED_WPAN#	UART_DTR	DI	DTE 准备就绪，可用 来唤醒模块	
47	RESERVED	RESERVED		预留	
48	1.5V	NC			
49	RESERVED	RESERVED		预留	
50	GND	GND		地	
51	RESERVED	RESERVED		预留	
52	3.3Vaux	VBAT	PI	3.3V~3.6V 电源输入	

备注

- ¹⁾表示音频功能只在 **Telematics** 版本支持。
- 除(U)SIM 接口外，模块其他数字接口电压域均为 1.8V，(U)SIM 卡接口电压支持 1.8V 和 3.0V。
- 所有 NC，RESERVED 以及未使用引脚请悬空。

3.3. 电源接口

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块电源接口定义如下表所示。

表 5：电源接口定义

引脚号	EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块引脚名	I/O	功能描述
2, 24, 39, 41, 52	VBAT	PI	3.3V~3.6V 电源输入
4, 9, 15, 18, 21, 26, 27, 29, 34, 35, 37, 40, 43, 50	GND		地

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块使用 VBAT 供电。在 EGSM900 模式下，瞬间峰值电流最大可能达到 2.0A。为防止电压跌落到 3.3V 以下，使用开关电源或 LDO 时需要能够提供足够电流，建议在模块供电端口处加一个容值大于 470uF 的钽电容或电解电容。若使用开关电源给模块供电，开关电源的功率器件、电源走线应尽量避免天线部分，以防止 EMI 干扰。

下图给出了使用 LDO 给模块供电的电源电路参考设计。其中 R2 和 R3 两颗电阻精度为 1%，电容 C3 需要选用低 ESR 的 470uF 滤波电容。

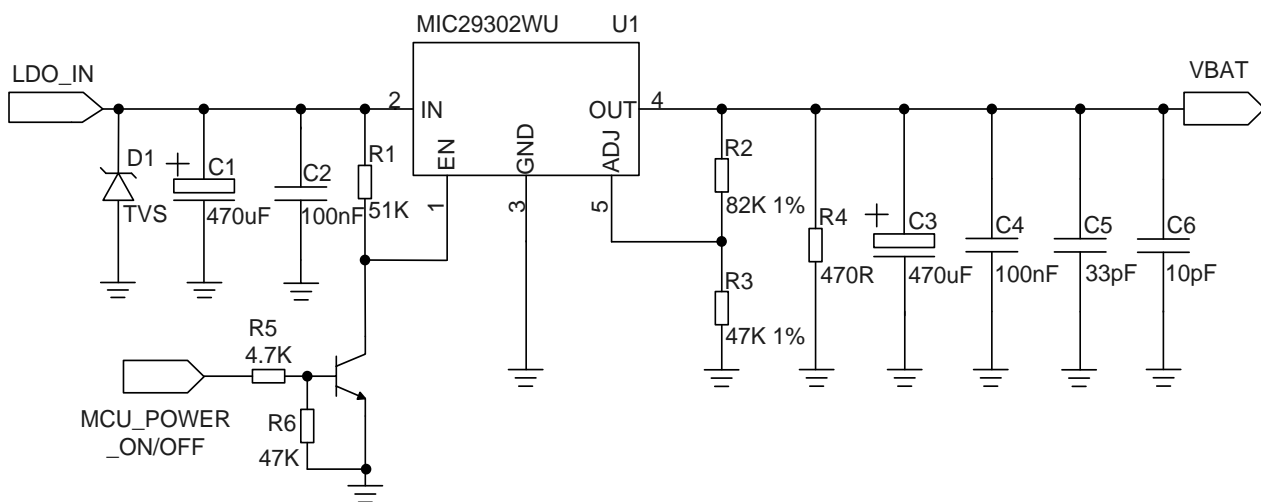


图 3：LDO 电源参考电路

3.4. UART 接口

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块 UART 接口引脚定义如下表所示。

表 6: UART 接口引脚定义

引脚号	EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块引脚名	I/O	电压域	功能描述
23	UART_RXD	DI	1.8V	模块串口接收数据
31	UART_TXD	DO	1.8V	模块串口发送数据
28	UART_CTS	DI	1.8V	模块清除发送
25	UART_RTS	DO	1.8V	模块请求发送
46	UART_DTR	DI	1.8V	DTE 准备就绪, 可用来唤醒模块
30	UART_DCD	DO	1.8V	模块载波检测

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块支持 1 路带硬件流控功能串口（不支持 DSR 和 RI 信号）。该串口可支持 9600bps, 19200bps, 38400bps, 57600bps, 115200bps, 230400bps 波特率, 默认波特率为 115200bps。

3.3V 电平情况下电平匹配电路参考设计如下。如下的虚线部分可以参考实线电路, 需要注意连接方向。模块输入虚线部分参考模块输入实线电路, 模块输出虚线部分参考模块输出实线电路。

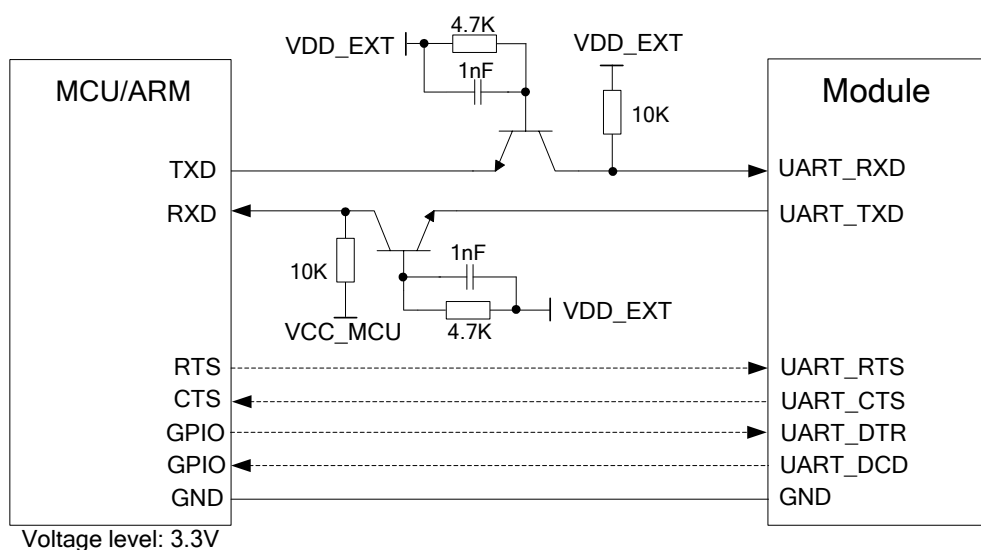


图 4: 3.3V 电平匹配参考电路

备注

1. 硬件流控功能默认是关闭的。可通过 AT 命令 **AT+IFC=2,2** 使能该功能, **AT+IFC=0,0** 关闭该功能; 详情请参考文档 [2]。
2. 可通过 AT 命令 **AT+IPR** 更改串口的波特率, 请参考文档 [2] 获取更多相关 AT 配置信息。
3. UART_DTR 有睡眠控制功能, 如果客户只使用 WAKEUP_IN 来用作睡眠控制, 可以使用

AT+QCFG="pwrsavedtr",0 命令来关闭 UART_DTR 的睡眠控制功能。

3.5. (U)SIM 接口

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块的(U)SIM 接口符合 ETSI 和 IMT-2000 规范,支持 1.8V 和 3.0V 工作电压。引脚定义如下表所示。

表 7: (U)SIM 接口引脚定义

引脚号	EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块引脚名	I/O	电压域	功能描述
8	USIM_VDD	PO	1.8V/3.0V	(U)SIM 卡供电电源
10	USIM_DATA	IO	1.8V/3.0V	(U)SIM 卡数据信号
12	USIM_CLK	DO	1.8V/3.0V	(U)SIM 卡时钟信号
14	USIM_RST	DO	1.8V/3.0V	(U)SIM 卡复位信号
44	USIM_PRESENCE	DI	1.8V/3.0V	(U)SIM 卡插入检测

通过 USIM_PRESENCE 引脚, EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块可支持(U)SIM 卡热插拔功能, 并且支持低电平和高电平检测。该功能默认关闭。详情请参考文档 [2] 中的 AT+QSIMDET 命令。

8-pin (U)SIM 接口参考电路如下:

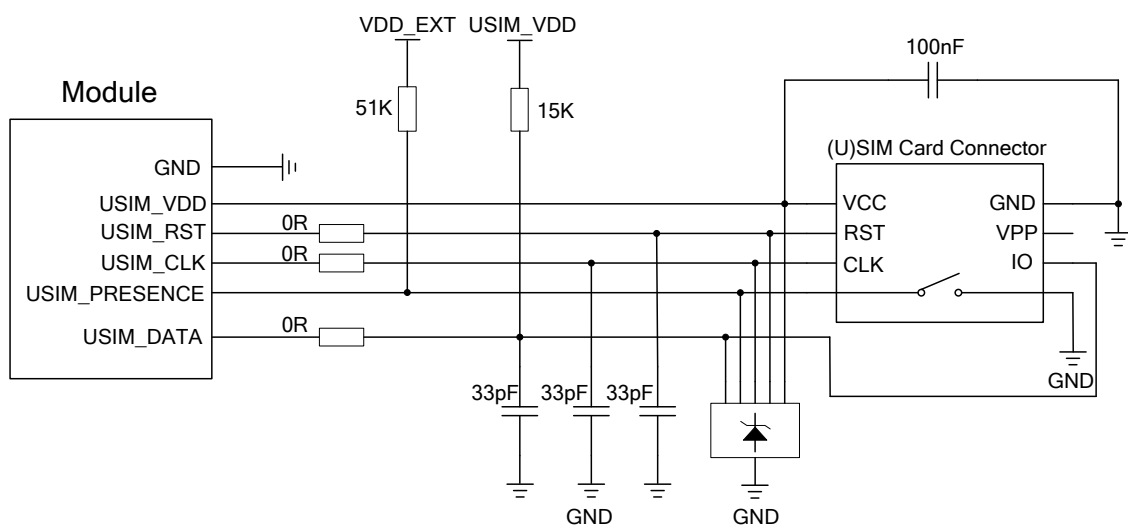


图 5: 8-pin (U)SIM 卡接口参考电路图

如果无需使用(U)SIM 卡检测功能，请保持 USIM_PRESENCE 引脚悬空。下图为 6-pin (U)SIM 接口参考电路：

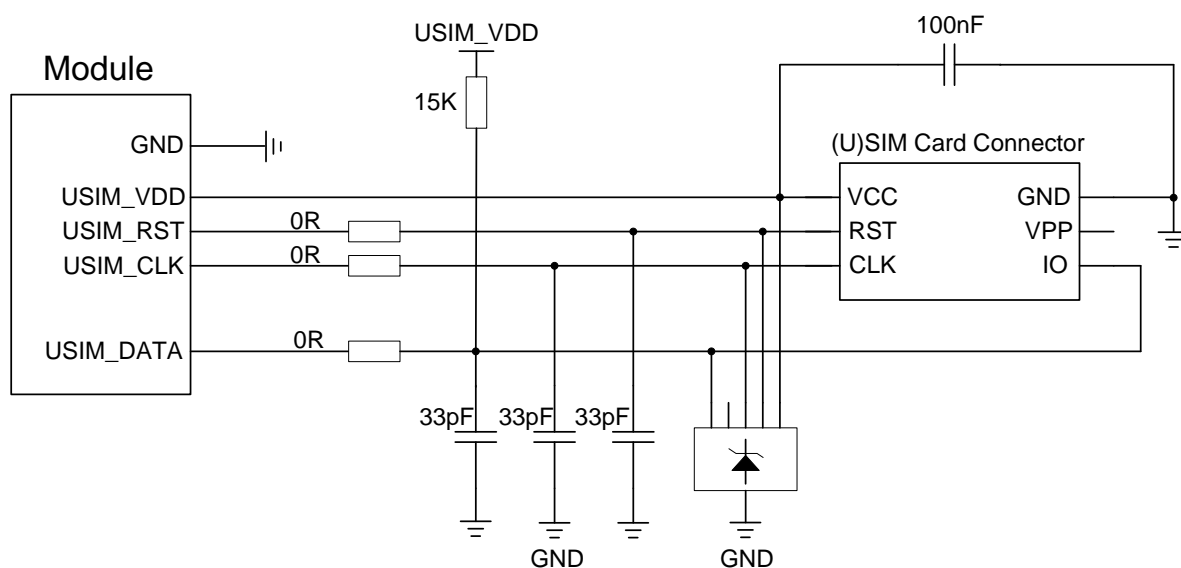


图 6: 6-pin (U)SIM 卡接口参考电路图

在(U)SIM 接口的电路设计中，为了确保(U)SIM 卡的良好性能和可靠性，在电路设计中建议遵循以下原则：

- (U)SIM 卡座靠近模块摆放，尽量保证(U)SIM 卡信号线布线长度不超过 200mm。
- (U)SIM 卡信号线远离 RF 线和 VBAT 电源线。
- 为防止 USIM_CLK 和 USIM_DATA 信号相互串扰，两者布线不能太靠近，并且在两条走线之间增加地屏蔽；此外，USIM_RST 信号也需要做包地保护。
- 为确保良好的 ESD 防护性能，建议(U)SIM 卡的引脚增加 TVS 管；建议选择的 TVS 管寄生电容不大于 15pF。
- USIM_CLK、USIM_DATA、USIM_RST 走线上串联 0Ω 的电阻，便于调试；同时，并联 33pF 电容可有效滤除 EGSM900 射频干扰，这些阻容器件应尽量靠近(U)SIM 卡座放置。
- USIM_DATA 上的上拉电阻有利于增加(U)SIM 卡的抗干扰能力；当(U)SIM 卡走线过长，或者有比较近的干扰源的情况下，建议靠近卡座位置增加上拉电阻。

3.6. USB 接口

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块 USB 接口引脚定义如下表所示。

表 8: USB 接口引脚定义

引脚号	EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块引脚名	I/O	功能描述	备注
36	USB_DM	IO	USB 差分信号 (-)	90Ω 差分特性阻抗
38	USB_DP	IO	USB 差分信号 (+)	90Ω 差分特性阻抗

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块 USB 接口支持 USB 2.0 高速（480Mbps）模式、全速（12Mbps）模式；在系统应用中只能作为从设备使用。USB 接口主要用于 AT 命令传送、数据传输、GNSS NMEA 输出、软件调试和软件升级。

模块 USB 接口与 MCU 连接参考图如下图所示：

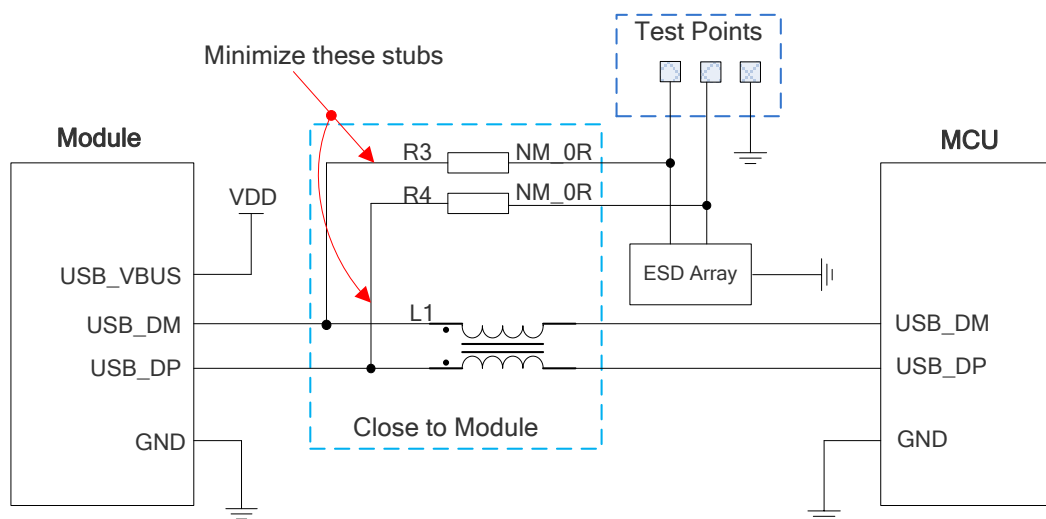


图 7: USB 接口电路参考设计图

建议在 MCU 与模块间串联一个共模电感 L1 防止 USB 信号产生 EMI 干扰；同时，建议串联 R3、R4 电阻到测试点以便于调试，电阻默认不贴。为了满足 USB 数据线信号完整性要求，L1/R3/R4 需要靠近模块放置，且 R3/R4 之间靠近放置，连接测试点的桩线尽量短。

在 USB 接口的电路设计中，为了确保 USB 的性能，在电路设计中建议遵循以下原则：

- USB 走线周围需要包地处理，走 90Ω 的阻抗差分线。
- 不要在晶振、振荡器、磁性装置和 RF 信号下面走 USB 线，建议走内层差分走线且上下左右立体包地。
- USB 数据线上的 ESD 器件选型需特别注意，其寄生电容不要超过 2pF。
- USB 的 ESD 器件尽量靠近 USB 接口放置。

备注

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块有 2 个引脚可以控制模块睡眠功能：UART_DTR 和 WAKEUP_IN。进入睡眠的四个条件：

- 模块执行 **AT+QSCLK=1** 命令使能睡眠模式，详情请参考文档 [2]。
- WAKEUP_IN 必须保持低电平或悬空（内部已下拉）。
- 如果连接了 UART_DTR，需要使用 **AT+QCFG="pwrsavedtr",0** 来关闭 UART_DTR 睡眠功能，或者保持 UART_DTR 为高电平。
- 模块必须连接 USB，且处于 suspended 状态。

3.7. 模拟音频接口

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块设有两个模拟音频输入通道和两个模拟音频输出通道。引脚定义如下表所示。

表 9：模拟音频接口引脚定义

引脚号	EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块引脚名	I/O	功能描述	备注
1	MIC_P	AI	音频输入正端	不用则悬空
3	MIC_N	AI	音频输入负端	不用则悬空
5	SPK_P	AO	音频输出正端	不用则悬空
7	SPK_N	AO	音频输出负端	不用则悬空

- MIC_P 和 MIC_N 通道是用作于作麦克风差分输入。麦克风通常选用驻极体麦克风。
- SPK_P 和 SPK_N 通道是用于听筒或者扬声器（需外置音频功放）差分输出。

客户可以使用 **AT+QMIC** 来调节麦克风输入增益，也可以使用 **AT+CLVL** 命令来调节输出到听筒音量增益。**AT+QSIDET** 命令则用以设置侧音增益。要了解更多，请参考文档 [2]。

3.7.1. 防止 TDD 噪声及其它噪声

手持话柄及免提麦克风建议采用内置射频滤波双电容（如 10pF 和 33pF）驻极体麦克风，从干扰源头滤除射频干扰，会很大程度改善耦合 TDD 噪音。33pF 电容用于滤除模块工作在 900MHz 频率时的高频干扰，如果不加该电容，在通话时候有可能会听到 TDD 噪声。同时 10pF 电容是用以滤除工作在 1800MHz 频率时的高频干扰。需要注意的是，由于电容的谐振点很大程度上取决于电容材料以及制造工艺，因此选择电容时，需要咨询电容供应商，选择最合适的容值来滤除工作在 EGSM900/DCS1800 时的高频噪声。

GSM 发射时的高频干扰严重程度通常主要取决于客户应用设计。在有些情况下，EGSM900 的 TDD 噪声比较严重，而有些情况下，DCS1800 的 TDD 噪声比较严重。因此客户可以根据测试结果选贴需要的滤波电容。

PCB 板上射频滤波电容摆放位置要尽量靠近音频器件或音频接口，走线尽量短，要先经过滤波电容再到其他连接点。天线位置离音频元件和音频走线尽量远，减少辐射干扰，电源走线和音频走线不能平行，电源线尽量远离音频线。差分音频走线必须遵循差分信号的布线规则。

3.7.2. 麦克风接口电路

MIC_P/MIC_N 通道在 EC20 R2.1 Mini PCIe-C 内部已提供驻极体麦克风偏置电压，不需外面增加偏置电路。麦克风通道参考电路如下图所示：

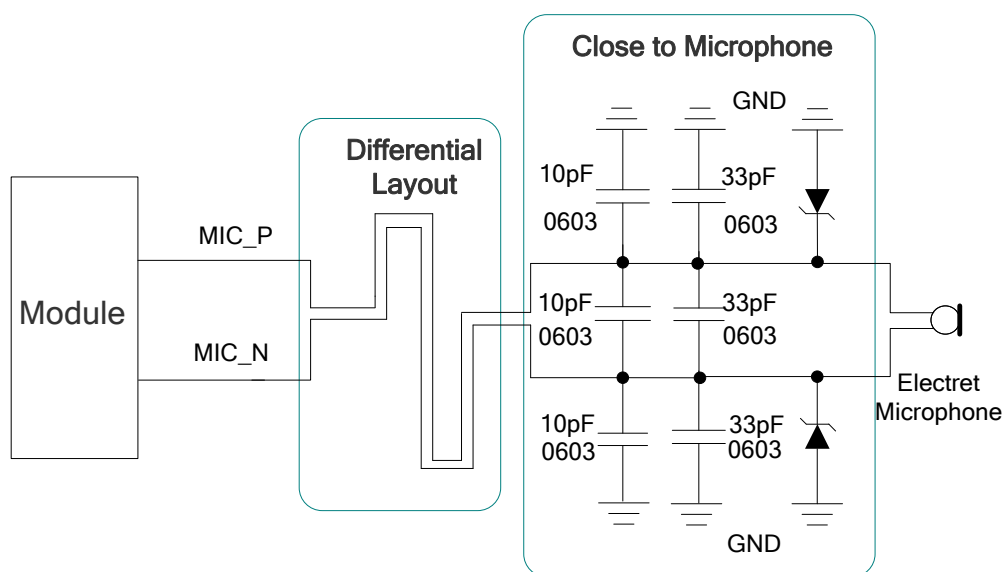


图 8: 麦克风通道参考电路

3.7.3. 听筒接口电路

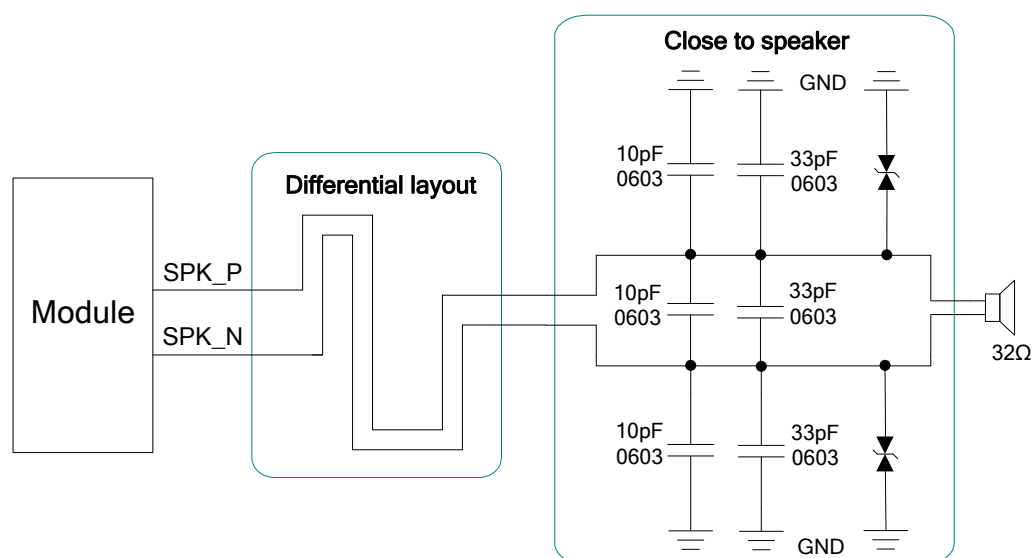


图 9: SPK 听筒输出参考电路

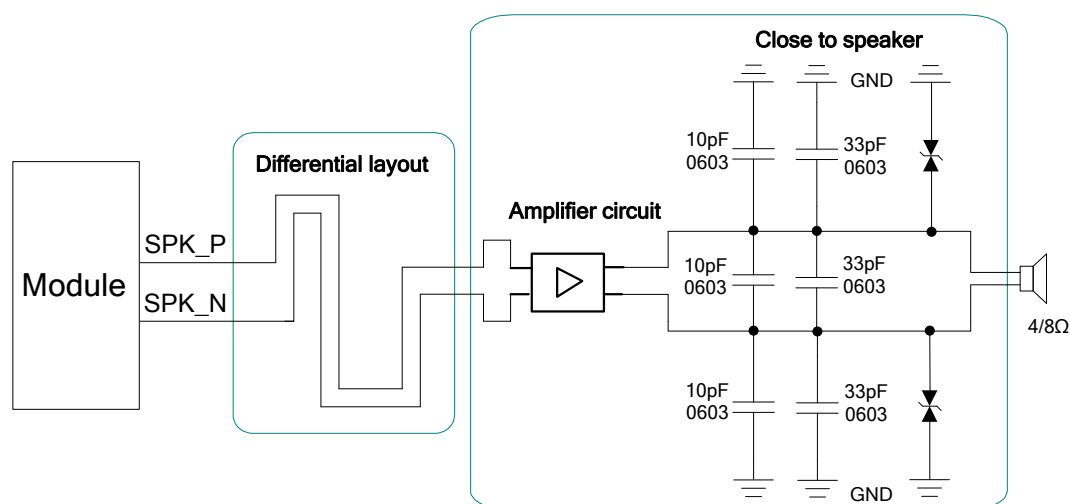


图 10: SPK 带音频功放输出参考电路

3.8. 控制信号和指示信号

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块控制信号和指示信号引脚定义如下表所示。

表 10: 控制信号和指示信号引脚定义

引脚号	EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块引脚名	I/O	电压域	功能描述
46	UART_DTR	DI	1.8V	DTE 准备就绪, 可用来唤醒模块
20	W_DISABLE#	DI	1.8V	飞行模式控制, 低电平有效(内部上拉)
22, 33	PERST#	DI	1.8V	复位控制引脚, 低电平有效(内部上拉)
42	LED_WWAN#	OC		工作状态指示灯
19	WAKEUP_IN	DI	1.8V	模块睡眠控制引脚 (内部下拉)
32	WAKEUP_OUT	DO	1.8V	模块睡眠指示

3.8.1. UART_DTR 信号

UART_DTR 信号可用来控制模块睡眠功能。拉低 UART_DTR 将会唤醒模块。可以使用 **AT+QCFG="pwrsavedtr",0** 命令来关闭 UART_DTR 的睡眠控制功能。

备注

UART_DTR 作唤醒功能时, WAKEUP_IN 要保持低电平。

3.8.2. W_DISABLE#信号

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块可以通过硬件方式或软件方式关闭射频通信 (不包括 GNSS)。硬件方式可以通过 W_DISABLE#信号控制, 该功能默认关闭, 可以通过 **AT+QCFG="airplanecontrol",1** 打开此功能, 具体功能如下表所示:

表 11: 硬件方式控制射频操作状态

W_DISABLE#	RF 状态	模块操作
高电平	打开 RF	正常模式
低电平	关闭 RF	飞行模式

软件方式可以通过 **AT+CFUN** 控制, 具体功能如下表所示:

表 12: 软件方式控制射频操作状态

AT+CFUN=?	RF 状态	模块操作
0	关闭 RF 和(U)SIM 卡	最小功能模式
1	打开 RF	正常模式
4	关闭 RF	飞行模式

备注

W_DISABLE#功能开启的情况下，W_DISABLE#为高电平且 AT+CFUN=1 时，才能打开 RF。

3.8.3. PERST#信号

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块 PERST#信号通过外接复位电路，可实现模块复位。拉低 PERST# 150ms~460ms 后可使模块复位。PERST#信号对于干扰比较敏感，在模块接口板上的走线应尽可能的短，且做包地处理。

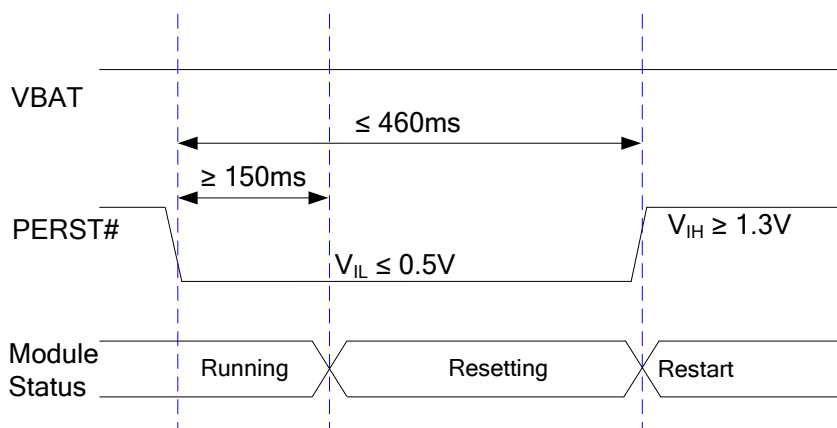


图 11: 复位时序图

3.8.4. LED_WWAN#信号

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块的 LED_WWAN#信号接口为 OC 输出形式，最大流入电流可达到 40mA。当外接 LED 灯时，需要串接一个限流电阻，电阻值可以根据 LED 灯亮度做相应调节。

当 LED_WWAN#信号为低时，外接 LED 灯点亮，下图显示状态指示灯参考电路。

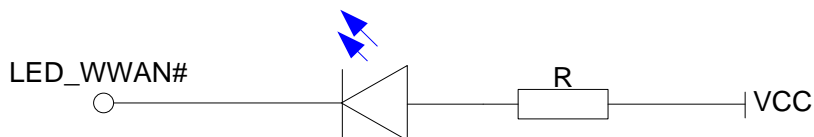


图 12: 状态指示灯参考电路

LED_WWAN#信号有两种状态指示方式，可通过如下命令进行设置：

- AT+QCFG="ledmode",0 （默认设置）
- AT+QCFG="ledmode",2

下面两张表分别说明了 LED_WWAN#的具体状态指示。

表 13: LED_WWAN#信号网络状态指示（AT+QCFG="ledmode",0，默认设置）

引脚工作状态	所指示的网络状态
慢闪（200ms 高/1800ms 低）	找网状态
慢闪（1800ms 高/200ms 低）	待机状态
快闪（125ms 高/125ms 低）	数据传输模式
高电平	通话中

表 14: LED_WWAN#信号网络状态指示（AT+QCFG="ledmode",2）

引脚工作状态	描述
低电平（LED 亮）	成功注册网络
高阻态（LED 灭）	<ol style="list-style-type: none"> 1. 无网络或网络注册失败 2. W_DISABLE#引脚被拉低（关闭 RF） 3. AT+CFUN=0 或 AT+CFUN=4 命令输入

3.8.5. WAKEUP_IN 和 WAKEUP_OUT 信号

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块提供 WAKEUP_IN 引脚来控制模块睡眠功能，WAKEUP_OUT 引脚来指示模块是否处于睡眠状态。

表 15: WAKEUP_IN 和 WAKEUP_OUT 信号描述

引脚名称	描述
WAKEUP_IN	H: DTE 唤醒 EC20 R2.1 L: DTE 允许 EC20 R2.1 进入睡眠模式
WAKEUP_OUT	H: 模块处于唤醒模式, 此时 USB 和串口可以使用 L: 模块处于睡眠模式, 此时 USB 和串口不可以使用

3.9. 天线接口

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块包含一个主天线、分集天线以及 GNSS 天线接口, 下图给出了模块天线接口的位置。

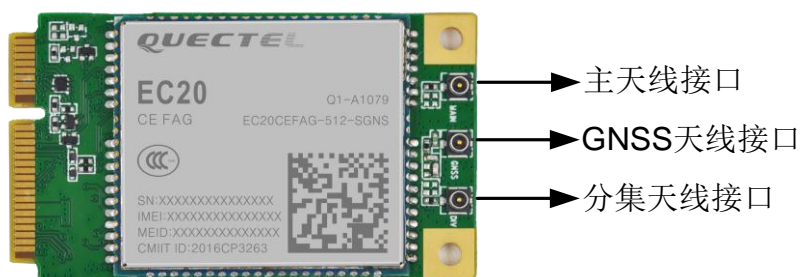


图 13: EC20 R2.1 Mini PCIe-C 天线接口

3.9.1. 天线要求

下表列出了对主天线、分集天线以及 GNSS 天线要求:

表 16: 天线要求

类型	要求
GNSS	频率范围: 1561MHz~1615MHz 极化: RHCP or linear VSWR: < 2 (典型值) 被动天线增益: > 0dBi 主动天线噪声系数: < 1.5dB 主动天线增益: > -2dBi 主动天线内嵌 LNA 增益: 20dB (典型值) 主动天线总增益: > 18dBi (典型值)

	VSWR: ≤ 2
	增益 (dBi): 1
	最大输入功率 (W): 50
GSM/	输入阻抗 (ohm): 50
WCDMA/	极化类型: 垂直方向
TD-SCDMA/	线缆插入损耗: $< 1\text{dB}$
CDMA/	(GSM900, WCDMA B8, CDMA BC0, LTE B5/B8)
LTE	线缆插入损耗: $< 1.5\text{dB}$
	(GSM1800, WCDMA B1, TD-SCDMA B34/B39, LTE B1/B3/B39)
	线缆插入损耗: $< 2\text{dB}$
	(LTE B38/B40/B41)

3.9.2. 安装天线时推荐使用的 RF 连接器

如果使用 RF 连接器进行天线连接，推荐使用 Hirose 的 U.FL-R-SMT 连接器。

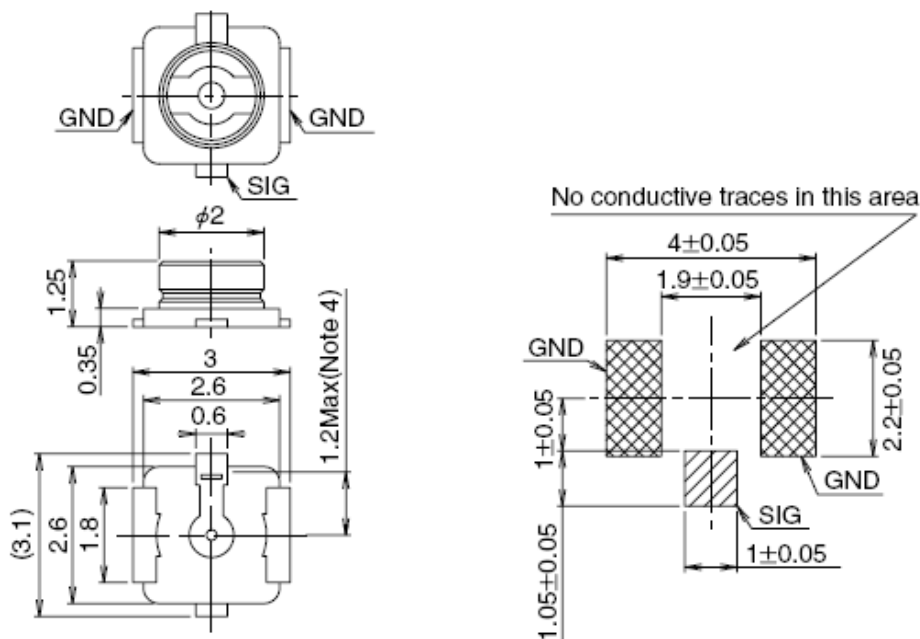


图 14: U.FL-R-SMT 连接器尺寸 (单位: 毫米)

可以选择 U.FL-LP 系列的连接线来和 U.FL-R-SMT 配合使用。

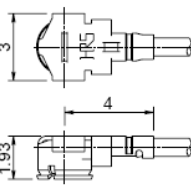
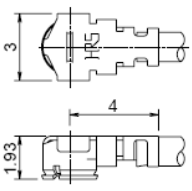
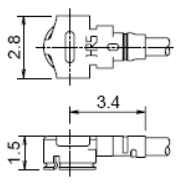
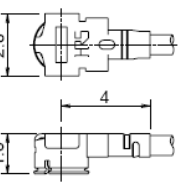
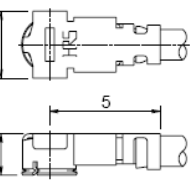
Part No.	U.FL-LP-040	U.FL-LP-066	U.FL-LP(V)-040	U.FL-LP-062	U.FL-LP-088
					
Mated Height	2.5mm Max. (2.4mm Nom.)	2.5mm Max. (2.4mm Nom.)	2.0mm Max. (1.9mm Nom.)	2.4mm Max. (2.3mm Nom.)	2.4mm Max. (2.3mm Nom.)
Applicable cable	Dia. 0.81mm Coaxial cable	Dia. 1.13mm and Dia. 1.32mm Coaxial cable	Dia. 0.81mm Coaxial cable	Dia. 1mm Coaxial cable	Dia. 1.37mm Coaxial cable
Weight (mg)	53.7	59.1	34.8	45.5	71.7
RoHS	YES				

图 15: U.FL-LP 连接线系列

下图为连接线和连接器安装尺寸:

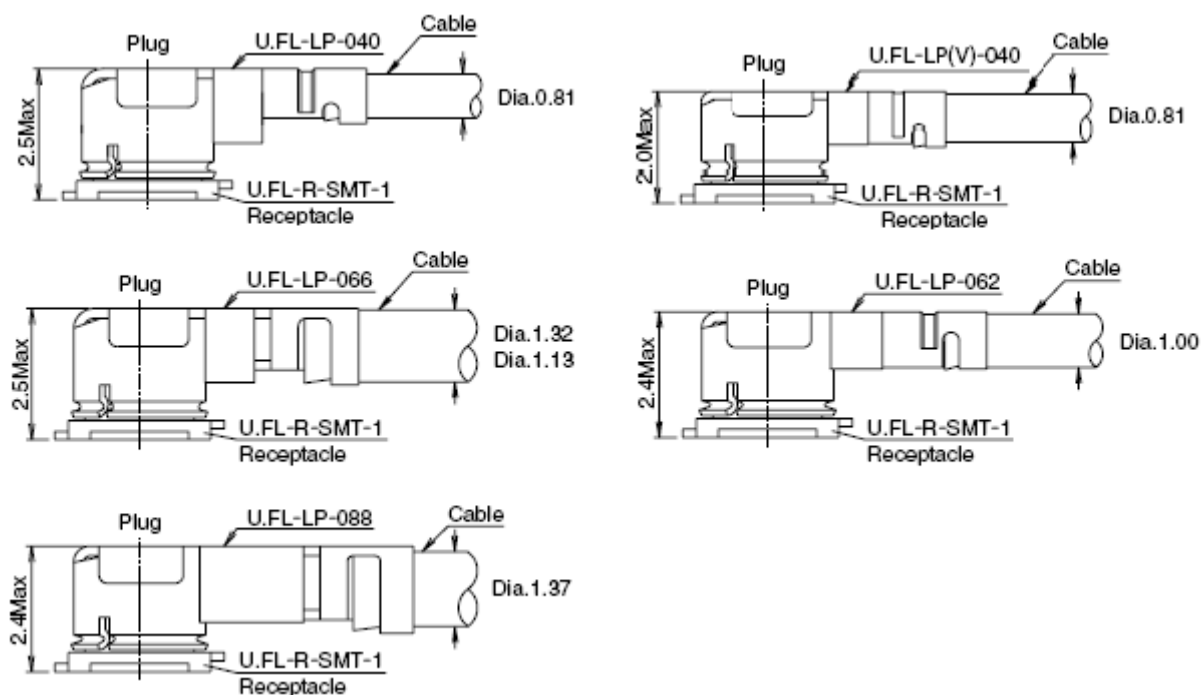


图 16: 安装尺寸 (单位: 毫米)

详情请参考 <http://www.hirose.com>。

4 电气、可靠性及射频性能

4.1. 本章概述

本章主要介绍 EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块接口电气特性和射频特性，包括：

- 电源特性
- I/O 接口特性
- 射频性能
- GNSS 接收性能
- ESD 特性
- 耗流
- 散热设计

4.2. 电源特性

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块采用VBAT 电压供电，输入电压为3.3V~3.6V，供电输入至少要满足2.0A 供流能力。模块输入电源要求如下表所示：

表 17：输入电源范围

参数	参数描述	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT	模块电源	3.3		3.6	V

4.3. I/O 接口特性

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块数字 I/O 电气特性如下表所示。

表 18: I/O 接口电气特性

参数	参数描述	最小值	最大值	单位
V_{IH}	输入高电平电压	$0.7 \times V_{DDIO}^{1)}$	$V_{DDIO}^{1)}+0.3$	V
V_{IL}	输入低电平电压	-0.3	$0.3 \times V_{DDIO}^{1)}$	V
V_{OH}	输出高电平电压	$V_{DDIO}^{1)}-0.5$	$V_{DDIO}^{1)}$	V
V_{OL}	输出低电平电压	0	0.4	V

备注

1. PERST#和 W_DISABLE#信号 V_{IL} 的最大值为 0.5V。
2. $^{1)}V_{DDIO}$ 电压为 1.8V。

4.4. 工作和存储温度

表 19: EC20 R2.1 Mini PCIe-C 工作和存储温度

参数	最小	典型	最大	单位
正常工作温度 ¹⁾	-35	+25	+75	°C
扩展工作温度 ²⁾	-40		+80	°C
存储温度	-40		+90	°C

备注

1. ¹⁾表示当模块工作在此温度范围时，模块的相关性能满足 3GPP 标准要求。
2. ²⁾表示当模块工作在此温度范围时，模块仍能保持正常工作状态，具备语音、短信、数据传输、紧急呼叫等功能；不会出现不可恢复的故障；射频频谱、网络基本不受影响。仅个别指标如输出功率等参数的值可能会超出 3GPP 标准的范围。当温度返回至正常工作温度范围时，模块的各项指标仍符合 3GPP 标准。

4.5. 射频性能

下表分别给出了模块的射频发射功率和接收灵敏度。

表 20: EC20 R2.1 Mini PCIe-C 射频发射功率

工作频段	最大功率值	最小功率值
GSM900	33dBm±2dB	5dBm±5dB
DCS1800	30dBm±2dB	0dBm±5dB
GSM900 (8-PSK)	27dBm±3dB	5dBm±5dB
DCS1800 (8-PSK)	26dBm±3dB	0dBm±5dB
WCDMA B1/B8	24dBm+1/-3dB	<-49dBm
TD-SCDMA B34/B39	24dBm+1/-3dB	<-49dBm
CDMA BC0	24dBm+2/-1dB	<-49dBm
LTE-FDD B1/B3/B5/B8	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-TDD B38/B39/B40/ B41	23dBm±2dB	<-39dBm

表 21: EC20 R2.1 Mini PCIe-C 射频接收灵敏度（典型值）

频段	主集	分集	主集+分集	3GPP（主集+分集）
EGSM900	-109dBm	NA	NA	-102dBm
DCS1800	-109dBm	NA	NA	-102dBm
CDMA BC0	-108dBm	NA	NA	-104dBm
TD-SCDMA B34	-110dBm	NA	NA	-108dBm
TD-SCDMA B39	-110dBm	NA	NA	-108dBm
WCDMA B1	-110dBm	-109.5dBm	-112dBm	-106.7dBm
WCDMA B8	-110dBm	-109.5dBm	-112dBm	-103.7dBm
LTE-FDD B1 (10M)	-99dBm	-99.3dBm	-101.6dBm	-96.3dBm

LTE-FDD B3 (10M)	-98dBm	-98.9dBm	-101.9dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B5 (10M)	-98dBm	-99.8dBm	-102dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B8 (10M)	-99dBm	-99.6dBm	-102.1dBm	-93.3dBm
LTE-TDD B38 (10M)	-99dBm	-98.5dBm	-101.3dBm	-96.3dBm
LTE-TDD B39 (10M)	-98dBm	-99.5dBm	-101.2dBm	-96.3dBm
LTE-TDD B40 (10M)	-99dBm	-99.0dBm	-101.4dBm	-96.3dBm
LTE-TDD B41 (10M)	-98dBm	-98.1dBm	-101.4dBm	-94.3dBm

4.6. GNSS 接收性能

基于高通 Gen8C Lite 技术的 EC20 R2.1 Mini PCIe-C GNSS 接收器，支持标准 NMEA 0183 协议，可通过 USB NMEA 接口输出 1Hz 频率的 NMEA 信息。

EC20 R2.1 Mini PCIe-C GNSS 接收器默认是关闭的，可通过 AT 命令开启。有关 GNSS 技术和配置信息请参考文档 [3]。GNSS 天线接口有 2.95V 电源连接，推荐使用符合该电压的有源天线。

4.7. ESD 特性

下表给出了 EC20 R2.1 Mini PCIe-C 接口 ESD 特性。

表 22: ESD 特性

参数描述	接触放电	空气放电	单位
电源和地接口	+/-5	+/-10	KV
天线接口	+/-4	+/-8	KV
USB 接口	+/-4	+/-8	KV
(U)SIM 接口	+/-4	+/-8	KV
其他接口	+/-0.5	+/-1	KV

4.8. 耗流

表 23: EC20 R2.1 Mini PCIe-C 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _{VBAT}	睡眠模式	AT+CFUN=0 (USB 断开)	2.81	mA
		EGSM @DRX=2 (USB 断开)	4.09	mA
		EGSM @DRX=5 (USB 断开)	3.49	mA
		EGSM @DRX=5 (USB 挂起)	3.68	mA
		EGSM @DRX=9 (USB 断开)	3.35	mA
		DCS @DRX=2 (USB 断开)	4.11	mA
		DCS @DRX=5 (USB 断开)	3.54	mA
		DCS @DRX=5 (USB 挂起)	3.69	mA
		DCS @DRX=9 (USB 断开)	3.44	mA
		TD-SCDMA Band A @PF=64 (USB 断开)	3.52	mA
		TD-SCDMA Band A @PF=128 (USB 断开)	3.21	mA
		TD-SCDMA Band A @PF=256 (USB 断开)	3.01	mA
		TD-SCDMA Band A @PF=512 (USB 断开)	2.92	mA
		BC0 @SCI=1 (USB 断开)	5.12	mA
		BC0 @SCI=1 (USB 挂起)	5.11	mA
		WCDMA @PF=64 (USB 挂起)	3.90	mA
		WCDMA @PF=128 (USB 断开)	3.35	mA
		WCDMA @PF=256 (USB 断开)	3.15	mA
		WCDMA @ PF=512 (USB 断开)	3.10	mA
		LTE-FDD @PF=32 (USB 断开)	5.21	mA

空闲模式	LTE-FDD @PF=64 (USB 断开)	4.19	mA
	LTE-FDD @PF=64 (USB 挂起)	4.38	mA
	LTE-FDD @PF=128 (USB 断开)	3.70	mA
	LTE-FDD @PF=256 (USB 断开)	3.30	mA
	LTE-TDD @PF=32 (USB 断开)	5.56	mA
	LTE-TDD @PF=64 (USB 断开)	4.24	mA
	LTE-TDD @PF=64 (USB 挂起)	4.48	mA
	LTE-TDD @PF=128 (USB 断开)	3.67	mA
	LTE-TDD @PF=256 (USB 断开)	3.22	mA
	EGSM DRX=5 (USB 断开)	21.07	mA
	EGSM DRX=5 (USB 连接)	32.05	mA
	BC0 @SCI=1 (USB 断开)	23.87	mA
	BC0 @SCI=1 (USB 连接)	36.44	mA
	TD-SCDMA Band A @PF=64 (USB 断开)	20.95	mA
	TD-SCDMA Band A @PF=64 (USB 连接)	32.08	mA
GPRS 数据传送 (GNSS 关闭)	WCDMA @PF=64 (USB 断开)	21.03	mA
	WCDMA @PF=64 (USB 连接)	33.11	mA
	LTE-FDD@PF=64 (USB 断开)	21.7	mA
	LTE-FDD@PF=64 (USB 连接)	32.95	mA
	LTE-TDD@ PF=64 (USB 断开)	21.96	mA
	LTE-TDD@ PF=64 (USB 连接)	33.24	mA
	GSM900 4DL/1UL @31.98dBm	259.7	mA
	GSM900 3DL/2UL @31.83dBm	436.0	mA
	GSM900 2DL/3UL @30.59dBm	535.8	mA
	GSM900 1DL/4UL @29.61dBm	625.4	mA

	DCS1800 4DL/1UL @29.20dBm	191.3	mA
	DCS1800 3DL/2UL @29.15dBm	320.3	mA
	DCS1800 2DL/3UL @29.34dBm	442.3	mA
	DCS1800 1DL/4UL @29.27dBm	563.8	mA
EDGE 数据传送 (GNSS 关闭)	GSM900 4DL/1UL @27.01dBm	170.8	mA
	GSM900 3DL/2UL @26.97dBm	277.4	mA
	GSM900 2DL/3UL @26.85dBm	380.1	mA
	GSM900 1DL/4UL @26.72dBm	485.4	mA
	DCS1800 4DL/1UL @25.15dBm	149.6	mA
	DCS1800 3DL/2UL @25.30dBm	240.7	mA
	DCS1800 2DL/3UL @25.90dBm	341.5	mA
	DCS1800 1DL/4UL @26.00dBm	438.6	mA
CDMA/TD-SCDMA 数据传送 (GNSS 关闭)	BC0 Max @24.48dBm	648.8	mA
	TD-SCDMA Band A @23.19dBm	140.6	mA
	TD-SCDMA Band F @23.47dBm	144.4	mA
WCDMA 数据传送 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA @22.33dBm	637.5	mA
	WCDMA B1 HSUPA @21.51dBm	636.1	mA
	WCDMA B8 HSDPA @22.28dBm	540.2	mA
	WCDMA B8 HSUPA @22.01dBm	537.8	mA
LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @23.39dBm	892.9	mA
	LTE-FDD B3 @23.64dBm	822.0	mA
	LTE-FDD B5 @23.8dBm	782.0	mA
	LTE-FDD B8 @24.31dBm	756.7	mA
	LTE-TDD B38 @23.14dBm	490.7	mA
	LTE-TDD B39 @23.86dBm	387.6	mA

GSM 语音通话	LTE-TDD B40 @23.44dBm	415.6	mA
	LTE-TDD B41 @23.4dBm	500.4	mA
	GSM900PCL=5 @32.75dBm	260.6	mA
	GSM900PCL=12 @19.86dBm	124.4	mA
	GSM900PCL=19 @6.07dBm	93.7	mA
	DCS1800 PCL=0 @29.79dBm	184.9	mA
	DCS1800 PCL=7 @16.93dBm	133.2	mA
	DCS1800 PCL=15 @0.67dBm	114.7	mA
	BC0 @23.39dBm	751.8	mA
	BC0 @-60.83dBm	177.9	mA
	WCDMA B1 @23.66dBm	728.3	mA
	WCDMA B8 @23.42dBm	616.9	mA

表 24: EC20 R2.1 Mini PCIe-C GNSS 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _V BAT	搜索模式 (AT+CFUN=0)	Cold start @无源天线	63.1	mA
		Lost state @无源天线	62.5	mA
	捕获模式 (AT+CFUN=0)	仪器	33.7	mA
		实网 (无源天线)	37.6	mA
		实网 (有源天线)	37.5	mA

4.9. 散热设计

为了确保良好的工作性能，需要尽量使模块内部基带芯片最高温度保持在 105°C¹⁾以下，客户可通过执行 **AT+QTEMP** 获取，第一个返回值即是模块内部基带芯片最高温度。当最高温度达到或超过 105°C¹⁾时，需要增加散热设计，参考散热措施如下：

- PCB 摆件时将 PCI Express Mini Card 连接器远离发热源；
- PCB 正面模块装配区域不要放置器件以便于增加散热片；
- 确保 PCB 模块装配区域地的完整性，并增加大量地孔连接到主地；
- 在模块正面增加散热片，散热片表面多开槽以增加散热面积。散热片和模块中间使用高导热率的导热硅胶垫进行黏合；
- 在模块背面增加一定厚度的导热硅胶垫，使热量导入 PCB。

散热参考设计如下图所示。

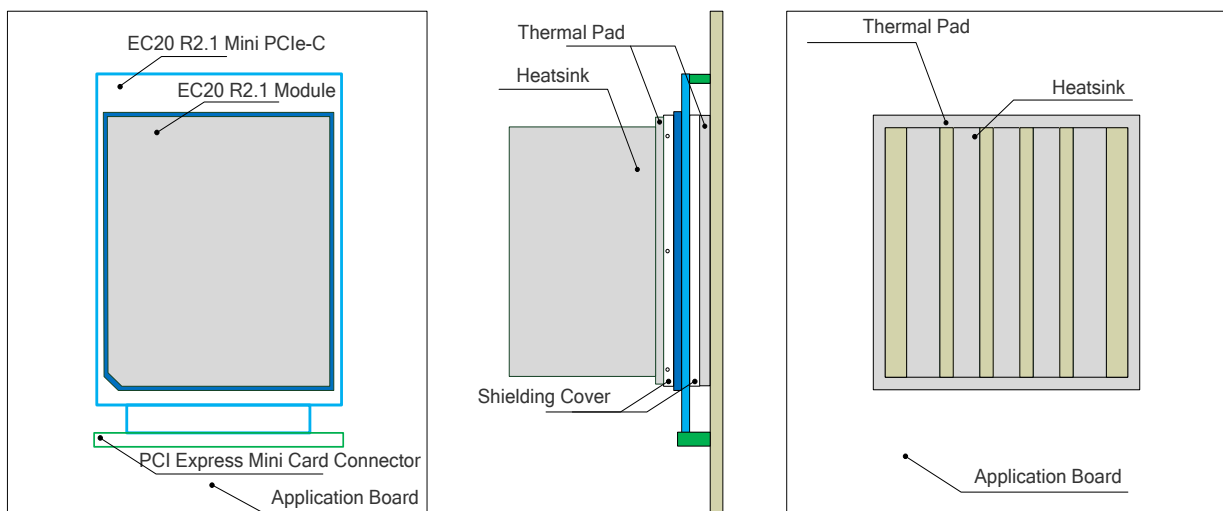


图 17：散热设计示例

备注

¹⁾ 当内部基带芯片最高温度达到或超过 105°C 时，模块仍能正常工作，但性能有所降低；当最高温度达到或超过 115°C 时，模块直接掉线。

5 机械尺寸和包装

本章主要描述 EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块的机械尺寸以及包装信息，单位均为毫米；所有未标注公差尺寸，公差为 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

- EC20 R2.1 Mini PCIe-C 外形尺寸
- Mini PCI Express 标准尺寸

5.1. EC20 R2.1 Mini PCIe-C 外形尺寸

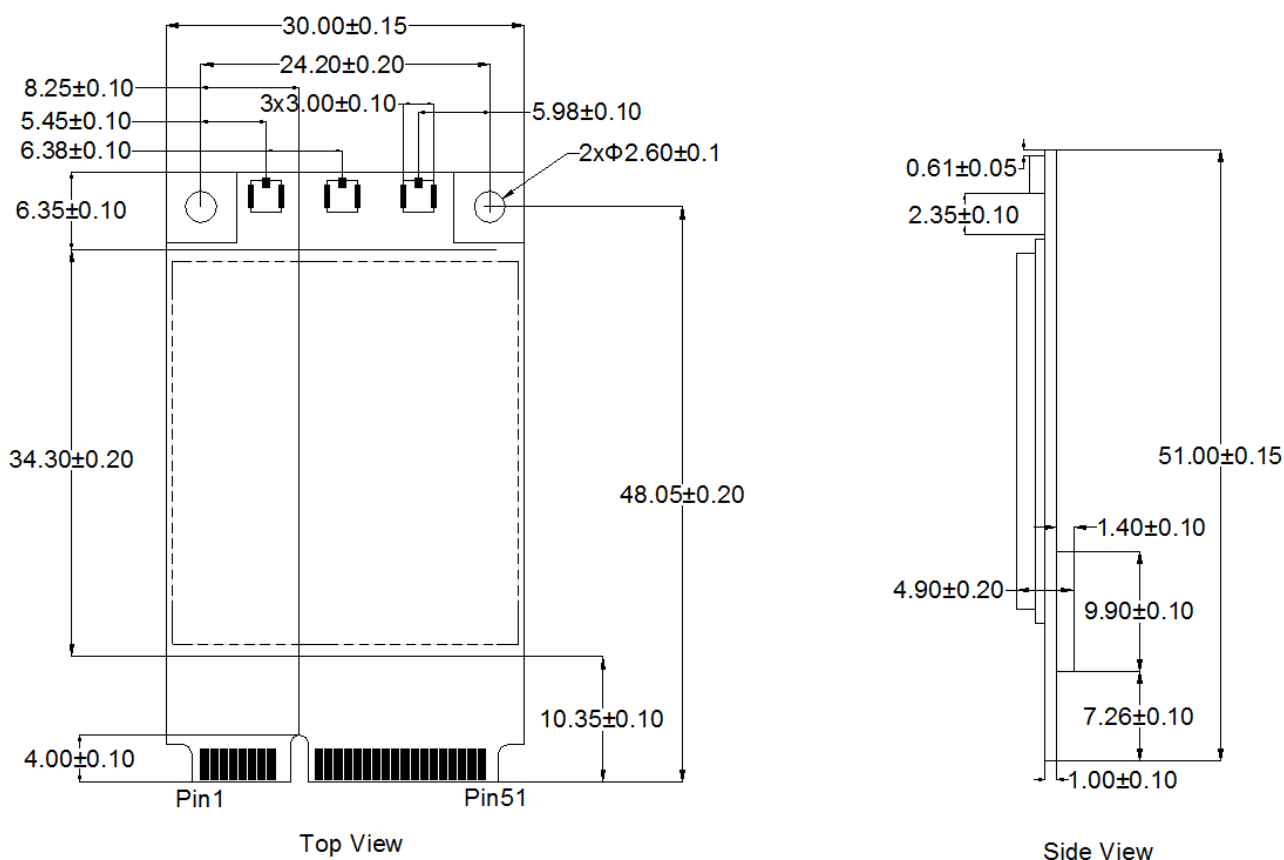


图 18: EC20 R2.1 Mini PCIe-C 外形尺寸

符合标准的 PCI Express Mini Card 连接器均可以与本模块配套使用，如下图给出的 Molex 公司的 679100002 连接器。

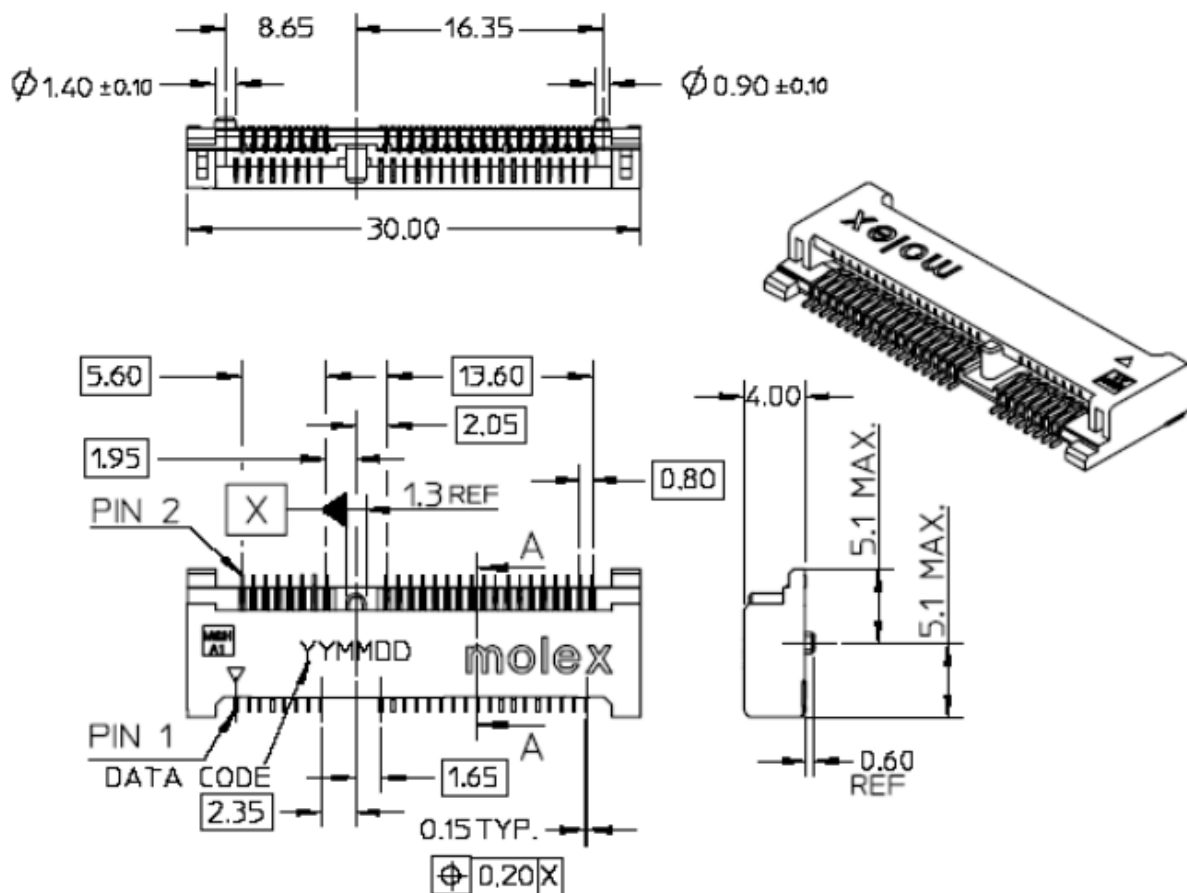


图 20: Mini PCI Express 连接器 (Molex 679100002)

5.3. 包装

EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块采用托盘形式进行包装，每个托盘放置 10 片 EC20 R2.1 Mini PCIe-C 模块，最小包装内共包含 100 片模块。

6 附录 A 参考文档及术语缩写

表 25: 参考文档

序号	文档名称	备注
[1]	PCI Express Mini Card Electromechanical Specification Revision 1.2	Mini PCI Express 规格书
[2]	Quectel_EC20_R2.1_AT_Commands_Manual	EC20 R2.1 AT commands manual
[3]	Quectel_EC2x&EM05_GNSS_AT_Commands_Manual	GNSS AT Commands Manual for EC25, EC21, EC20 R2.0, EC20 R2.1 and EM05 modules

表 26: 术语缩写

缩写	描述
8-PSK	8-Phase Shift Keying
bps	Bits Per Second
CS	Coding Scheme
CTS	Clear To Send
DCE	Data Communications Equipment
DL	Downlink
DTE	Data Terminal Equipment
DTR	Data Terminal Ready
EMC	Electromagnetic Compatibility
ESD	Electrostatic Discharge
ESR	Equivalent Series Resistance
FDD	Frequency Division Duplexing

GLONASS	GLObalnayaNAVigatsionnayaSputnikovaya Sistema, the Russian Global Navigation Satellite System
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HSDPA	High Speed Down Link Packet Access
HSPA	High Speed Packet Access
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
HTTPS	Hyper Text Transfer Protocol over Secure Socket Layer
I/O	Input/Output
kbps	Kilobit Per Second
LED	Light Emitting Diode
LTE	Long Term Evolution
Mbps	Million Bits Per Second
MCS	Modulation and Coding Scheme
ME	Mobile Equipment
MMS	Multimedia Messaging Service
MO	Mobile Originated
MS	Mobile Station (GSM engine)
MT	Mobile Terminated
PAP	Password Authentication Protocol
PCB	Printed Circuit Board
PDU	Protocol Data Unit
PPP	Point-to-Point Protocol
RF	Radio Frequency

RX	Receive Direction
SMS	Short Message Service
TDD	Time Division Duplexing
TD-SCDMA	Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access
TE	Terminal Equipment
TTFF	Time to First Fix
TX	Transmitting Direction
UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter
UL	Uplink
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
URC	Unsolicited Result Code
(U)SIM	(Universal) Subscriber Identity Module
USSD	Unstructured Supplementary Service Data
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access