

EC25 硬件设计手册

LTE Standard 模块系列

版本: EC25_硬件设计手册_V1.0

日期: 2019-11-26

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
上海市闵行区田林路 1016 号科技绿洲 3 期（B 区）5 号楼 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://www.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://www.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 2019，保留一切权利。
Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2019.

文档历史

修订记录

版本	日期	作者	变更表述
1.0	2019-11-26	吴清/王学兵/ 魏于雷/单晓涛	初始版本

目录

文档历史	2
目录	3
表格索引	6
图片索引	8
1 引言	10
1.1. 安全须知	11
2 综述	12
2.1. 基本描述	12
2.2. 主要性能	13
2.3. 功能框图	16
2.4. 评估板	17
3 应用接口	18
3.1. 基本描述	18
3.2. 引脚分配	19
3.3. 引脚描述	20
3.4. 工作模式	30
3.5. 节能功能	31
3.5.1. 睡眠模式	31
3.5.1.1. 串口应用	31
3.5.1.2. USB 应用（支持 USB 远程唤醒功能）	32
3.5.1.3. USB 应用（支持 USB Suspend/Resume 和 RI 功能）	32
3.5.1.4. USB 应用（不支持 USB Suspend 功能）	33
3.5.2. 飞行模式	34
3.6. 电源设计	34
3.6.1. 引脚介绍	34
3.6.2. 减少电压跌落	35
3.6.3. 供电参考电路	36
3.6.4. 电源电压检测	37
3.7. 开关机	37
3.7.1. PWRKEY 引脚开机	37
3.7.2. 关机	39
3.7.2.1. PWRKEY 引脚关机	39
3.7.2.2. AT 命令关机	39
3.8. 复位功能	40
3.9. (U)SIM 接口	41
3.10. USB 接口	43
3.11. 串口	45
3.12. PCM 和 I2C 接口	47
3.13. SD 卡接口	50
3.14. 无线连接接口	错误!未定义书签。

3.14.1.	WLAN 接口	53
3.14.2.	蓝牙接口*	54
3.15.	ADC 接口	54
3.16.	SGMII 接口	55
3.17.	网络状态指示	错误!未定义书签。
3.18.	STATUS	58
3.19.	RI 信号	59
3.20.	USB_BOOT 接口	59
4	GNSS 接收器	61
4.1.	基本描述	61
4.2.	GNSS 性能	61
4.3.	Layout 指导	62
5	天线接口	63
5.1.	主/分集接收天线接口	63
5.1.1.	引脚描述	63
5.1.2.	工作频段	63
5.1.3.	射频参考电路	65
5.1.4.	射频信号线 Layout 参考指导	65
5.2.	GNSS 天线接口	67
5.3.	天线安装	68
5.3.1.	天线要求	68
5.3.2.	安装天线时推荐使用的 RF 连接器	70
6	电气性能和可靠性	72
6.1.	绝对最大值	72
6.2.	电源额定值	72
6.3.	工作和存储温度	73
6.4.	耗流	73
6.5.	射频发射功率	96
6.6.	射频接收灵敏度	97
6.7.	静电防护	104
6.8.	散热设计	105
7	机械尺寸	107
7.1.	模块机械尺寸	107
7.2.	推荐封装	109
7.3.	模块俯视图/底视图	110
8	存储、生产和包装	111
8.1.	存储	111
8.2.	生产焊接	112
8.3.	包装	113
9	附录 A 参考文档及术语缩写	115
10	附录 B GPRS 编码方案	119

11	附录 C GPRS 多时隙	120
12	附录 D EDGE 调制和编码方式.....	122

表格索引

表 1: EC25 模块支持的频段和 GNSS 功能.....	12
表 2: 模块主要性能.....	13
表 3: I/O 参数定义.....	20
表 4: 引脚描述.....	20
表 5: 工作模式.....	30
表 6: VBAT 引脚和地引脚.....	35
表 7: PWRKEY 引脚定义.....	37
表 8: RESET_N 引脚定义.....	40
表 9: (U)SIM 接口引脚定义.....	42
表 10: USB 接口引脚定义.....	44
表 11: 主串口引脚定义.....	45
表 12: 调试串口引脚定义.....	45
表 13: 串口逻辑电平.....	46
表 14: PCM 和 I2C 接口引脚定义.....	48
表 15: SD 卡接口引脚定义.....	50
表 16: 无线连接接口引脚定义.....	51
表 17: ADC 接口引脚定义.....	54
表 18: ADC 特性.....	55
表 19: SGMII 接口引脚描述.....	55
表 20: 网络指示引脚定义.....	57
表 21: 网络指示引脚的工作状态.....	57
表 22: STATUS 引脚定义.....	58
表 23: RI 指示方式.....	59
表 24: USB_BOOT 接口引脚定义.....	59
表 25: GNSS 性能.....	61
表 26: 主/分集接收天线接口引脚定义.....	63
表 27: 模块工作频段.....	63
表 28: GNSS 天线引脚定义.....	67
表 29: GNSS 频率.....	68
表 30: 天线要求.....	69
表 31: 绝对最大值.....	72
表 32: 模块电源额定值.....	72
表 33: 工作和存储温度.....	73
表 34: EC25-E 耗流.....	73
表 35: EC25-A 耗流.....	76
表 36: EC25-V 耗流.....	77
表 37: EC25-J 耗流.....	77
表 38: EC25-AU 耗流.....	78
表 39: EC25-AUT 耗流.....	82
表 40: EC25-AF 耗流.....	83
表 41: EC25-AFX 耗流.....	84

表 42: EC25-EU 耗流	85
表 43: EC25-EC 耗流	87
表 44: EC25-EUX 耗流	89
表 45: EC25-MX 耗流	91
表 46: EC25-AUX 耗流	92
表 47: EC25 系列模块 GNSS 耗流	96
表 48: 射频发射功率	96
表 49: EC25-E 模块射频接收灵敏度	97
表 50: EC25-A 模块射频接收灵敏度	97
表 51: EC25-V 模块射频接收灵敏度	98
表 52: EC25-J 模块射频接收灵敏度	98
表 53: EC25-AU 模块射频接收灵敏度	99
表 54: EC25-AUT 模块射频接收灵敏度	99
表 55: EC25-AUTL 模块射频接收灵敏度	100
表 56: EC25-AF 模块射频接收灵敏度	100
表 57: EC25-AFX 模块射频接收灵敏度	101
表 58: EC25-EU 模块射频接收灵敏度	101
表 59: EC25-EC 模块射频接收灵敏度	102
表 60: EC25-EUX 模块射频接收灵敏度	102
表 61: EC25-MX 模块射频接收灵敏度	103
表 62: EC25-AUX 模块射频接收灵敏度	103
表 63: ESD 性能参数（温度：25°C，湿度：45%）	105
表 64: 推荐的炉温测试控制要求	112
表 65: 参考文档	115
表 66: 术语缩写	115
表 67: 不同编码方案描述	119
表 68: 不同等级的多时隙分配表	120
表 69: EDGE 调制和解码方式	122

图片索引

图 1: 功能框图	16
图 2: 引脚分配 (俯视图)	19
图 3: 串口睡眠应用	31
图 4: 带 USB 远程唤醒功能的睡眠应用	32
图 5: 带 RI 功能的睡眠应用	33
图 6: 不支持 USB SUSPEND 功能的睡眠应用	33
图 7: 突发传输电源要求	35
图 8: 模块供电电路	36
图 9: 供电电路参考设计	36
图 10: 开集驱动参考开机电路	37
图 11: 按键开机参考电路	38
图 12: 开机时序图	38
图 13: 关机时序图	39
图 14: RESET_N 复的开集参考电路	40
图 15: RESET_N 复位按钮参考电路	41
图 16: RESET_N 复位时序图	41
图 17: 8-PIN (U)SIM 接口参考电路图	42
图 18: 6-PIN (U)SIM 接口参考电路图	43
图 19: USB 接口参考设计	44
图 20: 电平转换芯片参考电路	46
图 21: 电平转换参考电路	47
图 22: 短帧模式时序图	48
图 23: 长帧模式时序图	48
图 24: PCM 和 I2C 接口电路参考设计	49
图 25: SD 卡接口电路参考设计	50
图 26: 无线连接接口与 FC20 系列模块的电路参考设计	53
图 27: 以太网应用简图	56
图 28: SGMII 接口参考设计	56
图 29: 网络指示参考电路	58
图 30: STATUS 参考电路	58
图 31: USB_BOOT 接口参考设计电路	60
图 32: 进入强制下载模式时序	60
图 33: 射频参考电路	65
图 34: 两层 PCB 板微带线结构	66
图 35: 两层 PCB 板共面波导结构	66
图 36: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)	66
图 37: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)	67
图 38: GNSS 天线参考电路	68
图 39: U.FL-R-SMT 连接器尺寸 (单位: 毫米)	70
图 40: U.FL-LP 连接线系列	70
图 41: 安装尺寸 (单位: 毫米)	71

图 42: 散热设计示例 (散热片在模块正面)	105
图 43: 散热设计示例 (散热片在 PCB 背面)	106
图 44: 模块俯视及侧视尺寸图.....	107
图 45: 模块底视尺寸图	108
图 46: 推荐封装 (俯视图)	109
图 47: 模块俯视图.....	110
图 48: 模块底视图.....	110
图 49: 回流焊温度曲线	112
图 50: 载带尺寸	113
图 51: 卷盘尺寸	114
图 52: 卷带方向	114

1 引言

本文档定义了 EC25 模块及其与客户应用连接的空中接口和硬件接口。

本文档可以帮助客户快速了解 EC25 模块的硬件接口规范、电气特性、机械规范以及其他相关信息。为了便于其不同领域中的应用，移远通信还提供了相关的参考设计供客户参考。通过此文档的帮助，结合移远通信提供的应用手册和用户指导书，客户可以快速应用 EC25 模块于无线应用。

1.1. 安全须知

为确保个人安全并保护产品和工作环境免遭潜在损坏，请遵循如下安全须知。产品制造商需要将下列安全须知传达给终端用户，并将所述安全须知体现在终端产品的用户手册中。移远通信不会对用户因未遵循所述安全规则或错误使用产品而产生的后果承担任何责任。



道路行驶，安全第一！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。在飞机上禁止开启移动终端的无线功能，以防止对飞机通讯系统的干扰。未遵守该提示项可能会影响飞行安全，甚至触犯法律。



出入医院或健康看护场所时，请注意是否存在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在任何情况下均能进行有效连接，例如在设备欠费或(U)SIM卡无效时。在紧急情况下遇到上述情况时，请使用紧急呼叫功能，同时请确保设备开机并且位于信号强度足够的区域。



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。



确保移动终端设备远离易燃易爆品。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的场所操作电子设备均存在安全隐患。

2 综述

2.1. 基本描述

EC25 是一系列带分集接收功能的 LTE-FDD/LTE-TDD/WCDMA/GSM 无线通信模块, 支持 LTE-FDD、LTE-TDD、DC-HSDPA、HSPA+、HSDPA、HSUPA、WCDMA、EDGE 和 GPRS 网络数据连接, 可为客户特殊应用提供 GNSS¹⁾和语音功能²⁾。EC25 包含 14 种型号: EC25-E、EC25-A、EC25-V、EC25-J、EC25-AU、EC25-AUX、EC25-AUT、EC25-AF、EC25-AFX、EC25-EU、EC25-EUX、EC25-AUTL、EC25-EC 和 EC25-MX。客户可根据地区或运营商选择特定型号。EC25 模块支持的频段和 GNSS 功能如下表所示:

表 1: EC25 模块支持的频段和 GNSS 功能

模块 ²⁾	LTE 频段	WCDMA 频段	GSM 频段	分集接收分集	GNSS ¹⁾
EC25-E	FDD: B1/B3/B5/B7/B8/B20 TDD: B38/B40/B41	B1/B5/B8	900/1800MHz	Y	GPS/ GLONASS/ BeiDou (Compass)/ Galileo/ QZSS
EC25-A	FDD: B2/B4/B12	B2/B4/B5	N	Y	
EC25-V	FDD: B4/B13	N	N	Y	
EC25-J	FDD: B1/B3/B8/B18/B19/ B26 TDD: B41	B1/B6/B8/ B19	N	Y	
EC25-AU ³⁾	FDD: B1/B2/B3/B4/B5/B7/ B8/B28 TDD: B40	B1/B2/B5/B8	850/900/ 1800/1900MHz	Y	
EC25-AUX	FDD: B1/B2 ³⁾ /B3/B4/B5/ B7/B8/B28 TDD: B40	B1/B2/B4/B5/ B8	850/900/ 1800/1900MHz	Y	
EC25-AUT	FDD: B1/B3/B5/B7/B28	B1/B5	N	Y	
EC25-AF	FDD: B2/B4/B5/B12/B13/ B14/B66/B71	B2/B4/B5	N	Y	
EC25-AFX	FDD: B2/B4/B5/B12/B13/ B14/B66/B71	B2/B4/B5	N	Y	

EC25-EU	FDD: B1/B3/B7/B8/B20/ B28A	B1/B8	900/1800MHz	Y	
	TDD: B38/B40/B41				
EC25-EUX	FDD: B1/B3/B7/B8/B20/ B28A	B1/B8	900/1800MHz	Y	
	TDD: B38/B40/B41				
EC25-AUTL	FDD: B3/B7/B28	N	N	Y	N
EC25-EC	FDD: B1/B3/B7/B8/B20/ B28A	B1/B8	900/1800MHz	Y	N
EC25-MX	FDD: B2/B4//B5/B7/B28/ B66	B2/B4/B5	N	Y	N

备注

- ¹⁾ GNSS 功能可选。
- ²⁾ EC25 包含 **Data-only** 和 **Telematics** 两个版本。**Data-only** 版本不支持语音功能，**Telematics** 版本支持语音功能。
- ³⁾ EC25-AU 和 EC25-AUX 模块 B2 不支持分集接收。
- Y = 支持，N = 不支持。

EC25 模块封装紧凑，尺寸仅为 29.0mm × 32.0mm × 2.4mm，能满足几乎所有 M2M 应用需求，例如：自动化领域、智能计量、跟踪系统、安防系统、路由器、无线 POS 机、移动计算设备、PDA 电话和平板电脑等。

EC25 是贴片式模块，共有 144 个引脚，其中 80 个为 LCC 引脚，其余 64 个为 LGA 引脚。

2.2. 主要性能

下表详细描述了 EC25 模块的主要性能。

表 2：模块主要性能

参数	描述
供电	● VBAT 供电电压范围：3.3V~4.3V
	● 典型供电电压：3.8V
发射功率	● Class 4 (33dBm±2dB) for GSM850
	● Class 4 (33dBm±2dB) for EGSM900
	● Class 1 (30dBm±2dB) for DCS1800
	● Class 1 (30dBm±2dB) for PCS1900

	<ul style="list-style-type: none"> ● Class E2 (27dBm±3dB) for GSM850 8-PSK ● Class E2 (27dBm±3dB) for EGSM900 8-PSK ● Class E2 (26dBm±3dB) for DCS1800 8-PSK ● Class E2 (26dBm±3dB) for PCS1900 8-PSK ● Class 3 (24dBm+1/-3dB) for WCDMA bands ● Class 3 (23dBm±2dB) for LTE-FDD bands ● Class 3 (23dBm±2dB) for LTE-TDD bands
LTE 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 最大支持 non-CA Cat 4 FDD 和 TDD ● 支持 1.4/3/5/10/15/20MHz 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 30Mbps
UMTS 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 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
GSM 特性	<p>GPRS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 支持 GPRS 多时隙等级 33 (默认为 33) ● 编码格式: CS-1/CS-2/CS-3/CS-4 ● 最大下行速率 107Kbps, 最大上行速率 85.6Kbps <p>EDGE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 支持 EDGE 多时隙等级 33 (默认为 33) ● 支持 GMSK 和 8-PSK 的调制编码方式 ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 TCP/UDP/PPP/FTP/FTPS/HTTP/HTTPS/NTP/PING/QMI/NITZ/SMTP/SSL/MQTT/CMUX/SMTPS/MMS*/FILE*协议 ● 支持 PAP (Password Authentication Protocol) 和 CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol) 协议
短消息 (SMS)	<ul style="list-style-type: none"> ● 文本与 PDU 模式 ● 点对点短信收发 ● 短信小区广播 ● SMS 存储: 默认存储在模块
(U)SIM 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 USIM/SIM 卡: 1.8V 和 3.0V
音频特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 1 路数字音频接口: PCM 接口 ● GSM: HR/FR/EFR/AMR/AMR-WB ● WCDMA: AMR/AMR-WB ● LTE: AMR/AMR-WB ● 支持回音消除和噪声抑制
PCM 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 用于音频使用, 需要外接 Codec 芯片 ● 支持 16 位线性编码格式

	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持长帧和短帧模式 ● 支持主模式和从模式，但是在长帧下只可以用作主模式
USB 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 兼容 USB 2.0（只支持从模式），数据传输速率最大到 480Mbps ● 用于 AT 命令传送、数据传输、GNSS NMEA 输出、软件调试、软件升级和 USB 语音 ● USB 虚拟串口驱动：支持 Windows 7/8/8.1/10、Linux 2.6~5.4、Android 4.x/5.x/6.x/7.x/8.x/9.x 等操作系统下的 USB 驱动
串口	<p>主串口：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 用于 AT 命令传送和数据传输 ● 波特率最大为 921600bps，默认为 115200bps ● 支持 RTS 和 CTS 硬件流控 <p>调试串口：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 用于 Linux 控制，日志输出 ● 波特率为 115200bps
SD 卡接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 符合 SD 3.0 协议
SGMII 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 10M/100M/1000M 以太网工作模式 ● 支持最大下行速率 150Mbps，最大上行速率 50Mbps（4G 网络下）
无线连接接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持用于 WLAN 功能的低功耗 SDIO 3.0 接口和用于蓝牙功能的 UART&PCM 接口
分集接收天线接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 LTE/WCDMA 分集接收
GNSS 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 高通 Gen8C Lite ● 协议：NMEA 0183 ● 数据更新率：默认 1Hz
AT 命令	<ul style="list-style-type: none"> ● 3GPP TS 27.007 和 3GPP TS 27.005 定义的命令，以及移远通信增强型 AT 命令
网络指示	<ul style="list-style-type: none"> ● NET_MODE 和 NET_STATUS 两个引脚指示网络状态
天线接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 包括主天线接口（ANT_MAIN），分集接收天线接口（ANT_DIV）和 GNSS 天线接口（ANT_GNSS）
物理特征	<ul style="list-style-type: none"> ● 尺寸：(29.0±0.15)mm × (32.0±0.15)mm × (2.4±0.2)mm ● 重量：约 4.9g
温度范围	<ul style="list-style-type: none"> ● 正常工作温度：-35°C ~ +75°C¹⁾ ● 扩展工作温度：-40°C ~ +85°C²⁾ ● 存储温度：-40°C ~ +90°C
软件升级	<ul style="list-style-type: none"> ● 可通过 USB 接口或 DFOTA 升级
RoHS	<ul style="list-style-type: none"> ● 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) 表示当模块工作在扩展温度范围时，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。
3. “*” 表示正在开发中。

2.3. 功能框图

下图为 EC25 模块的功能框图，阐述了其如下主要功能：

- 电源管理
- 基带部分
- DDR+NAND 存储器
- 射频部分
- 外围接口

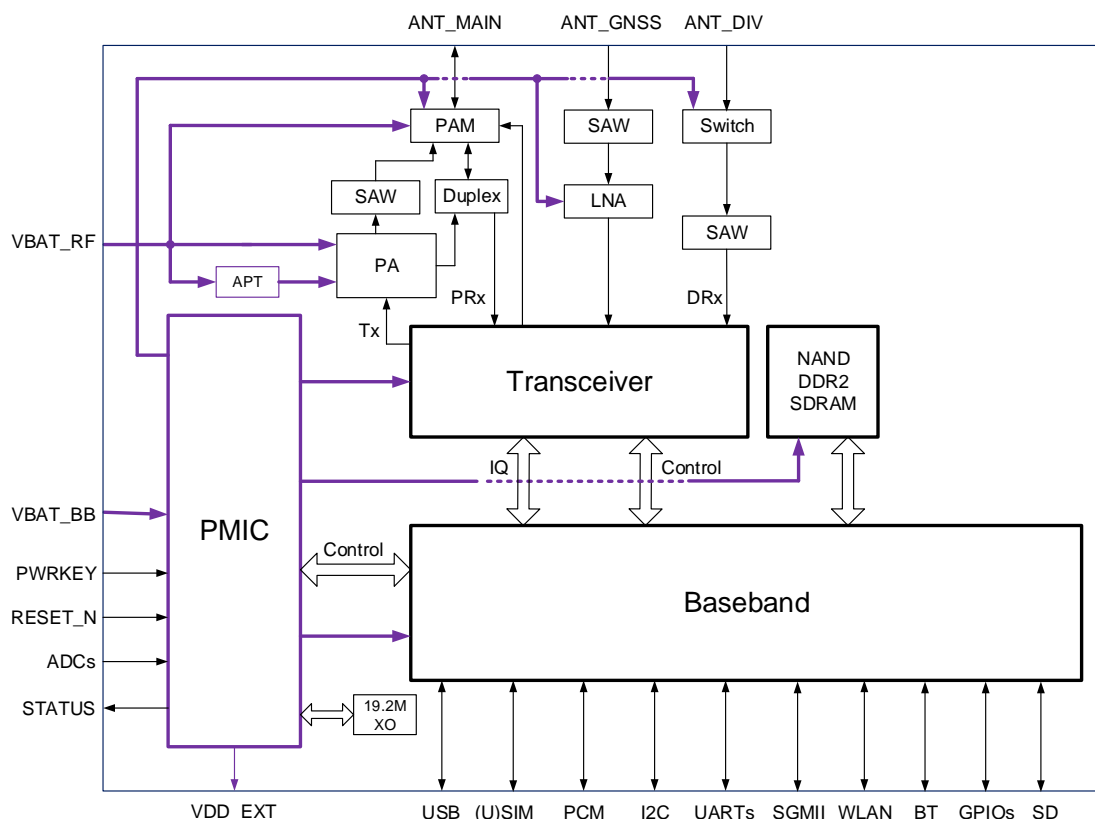


图 1：功能框图

2.4. 评估板

移远通信提供一整套评估板，以便于 EC25 模块的测试和使用。所述评估板工具包括 UMTS<E EVB 板、USB 转 RS-232 串口线、耳机、天线和其他外设。详细信息请参考文档 [8]。

3 应用接口

3.1. 基本描述

EC25 共有 144 个引脚，其中 80 个为 LCC 引脚，另外 64 个为 LGA 引脚。后续章节将详细阐述如下接口/功能的详细信息。

- 电源供电
- (U)SIM 接口
- USB 接口
- UART 接口
- PCM 和 I2C 接口
- SD 卡接口
- ADC 接口
- 状态指示接口
- SGMII 接口
- 无线连接接口
- USB_BOOT 接口

3.2. 引脚分配

下图为 EC25 模块引脚分配图：

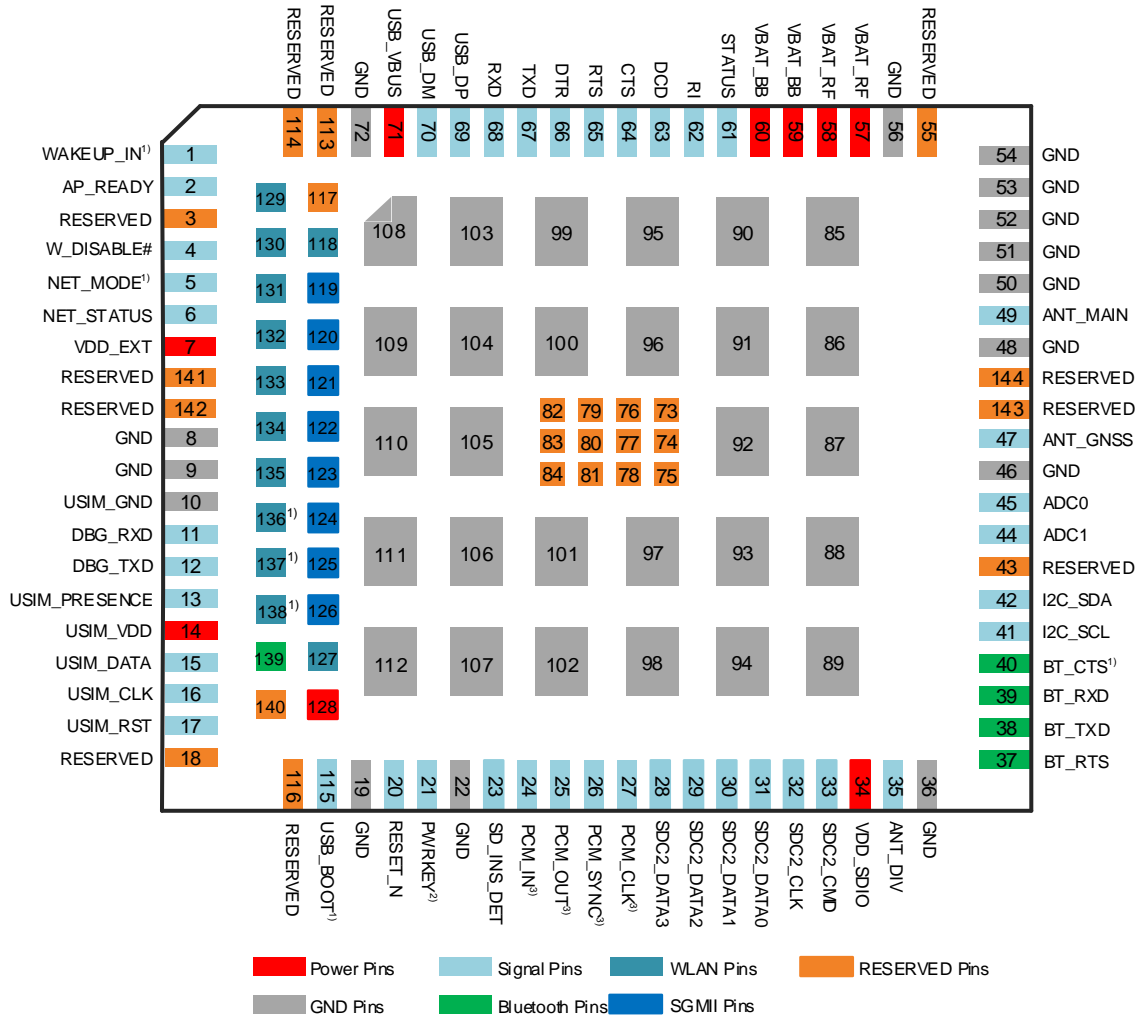


图 2：引脚分配（俯视图）

备注

- ¹⁾表示 WAKEUP_IN、NET_MODE、WLAN_EN、COEX_UART_RX、COEX_UART_TX、USB_BOOT 和 BT_CTS 引脚在模块开机成功前禁止上拉到高电平。
- ²⁾由于芯片集内部存在二极管压降，PWRKEY 引脚上电后的输出电压为 0.8V。
- ³⁾表示仅 **Telematics** 版本支持数字语音（PCM）功能。
- 引脚 37~40、118、127 和 129~139 用于无线连接接口。其中 118、127 和 129~138 为 WLAN 功能引脚，其他的为蓝牙功能引脚。蓝牙功能正在开发中。
- 引脚 119~126、128 为 SGMII 功能引脚。
- 引脚 24~27 为 PCM 功能引脚，可用于 EC25 模块的音频设计和 FC20 模块的蓝牙功能。

7. 所有 RESERVED 和不用的引脚需悬空。
8. 引脚 85~112 需做接地处理。预留引脚 73~84 无需进行原理图及 PCB 封装设计，且该区域禁止铺铜和布线。

3.3. 引脚描述

下表详细描述了 EC25 模块的引脚定义。

表 3：I/O 参数定义

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

表 4：引脚描述

电源					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VBAT_BB	59, 60	PI	模块基带电源	Vmax=4.3V Vmin=3.3V Vnorm=3.8V	外部电源必须能够提供达 0.8A 的电流给 VBAT_BB。
VBAT_RF	57, 58	PI	模块射频电源	Vmax=4.3V Vmin=3.3V Vnorm=3.8V	外部电源必须能够提供达 1.8A 的电流给 VBAT_RF。
VDD_EXT	7	PO	输出 1.8V	Vnorm=1.8V Iomax=50mA	可为外部 GPIO 提供上拉。

不用则悬空。

GND	8, 9, 19, 22, 36, 46, 48, 50~54, 56, 72, 85~112	地
-----	--	---

开关机

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PWRKEY	21	DI	模块开机/关机	$V_H=0.8V$	由于芯片集内部存在二极管压降，该引脚上电后输出电压为0.8V。
RESET_N	20	DI	模块复位信号	$V_{IHmax}=2.1V$ $V_{IHmin}=1.3V$ $V_{ILmax}=0.5V$	不用则悬空。

状态指示

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
STATUS	61	OD	指示模块工作状态	驱动电流应小于0.9mA	需要外部上拉。不用则悬空。
NET_MODE	5	DO	指示模块的网络注册状态	$V_{OHmin}=1.35V$ $V_{OLmax}=0.45V$	1.8V 电压域。模块开机成功前禁止上拉到高电平。不用则悬空。
NET_STATUS	6	DO	指示模块的网络运行状态	$V_{OHmin}=1.35V$ $V_{OLmax}=0.45V$	1.8V 电压域。不用则悬空。

USB 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USB_VBUS	71	PI	USB 检测	$V_{max}=5.25V$ $V_{min}=3.0V$ $V_{norm}=5.0V$	典型值 5.0V。不用则悬空。
USB_DP	69	IO	USB 差分数据正信号		符合 USB 2.0 规范。要求 90Ω 差分阻抗。不用则悬空。
USB_DM	70	IO	USB 差分数据负信号		符合 USB 2.0 规范。要求 90Ω 差分阻抗。不用则悬空。

(U)SIM 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USIM_GND	10		(U)SIM 卡专用地		
USIM_PRESENCE	13	DI	(U)SIM 卡检测	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$ $I_{omax}=50mA$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
USIM_VDD	14	PO	(U)SIM 卡供电电源	1.8V (U)SIM: $V_{max}=1.9V$ $V_{min}=1.7V$ 3.0V (U)SIM: $V_{max}=3.05V$ $V_{min}=2.7V$	模块自动识别 1.8V 或 3.0V (U)SIM 卡。
USIM_DATA	15	IO	(U)SIM 卡数据信号	1.8V (U)SIM: $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$ 3.0V (U)SIM: $V_{ILmax}=1.0V$ $V_{IHmin}=1.95V$ $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=2.55V$	
USIM_CLK	16	DO	(U)SIM 卡时钟信号	1.8V (U)SIM: $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$ 3.0V (U)SIM: $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=2.55V$	
USIM_RST	17	DO	(U)SIM 卡复位信号	1.8V (U)SIM: $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$ 3.0V (U)SIM: $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=2.55V$	

主串口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RI	62	DO	模块输出振铃提示	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
DCD	63	DO	模块输出载波检测	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
CTS	64	DO	模块清除发送	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
RTS	65	DI	DTE 请求发送数据	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
DTR	66	DI	DTE 准备就绪,睡眠模式控制	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 默认上拉, 低电平唤醒模块。 不用则悬空。
TXD	67	DO	模块发送数据	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
RXD	68	DI	模块接收数据	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
调试串口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
DBG_TXD	12	DO	模块发送数据	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
DBG_RXD	11	DI	模块接收数据	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
ADC 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ADC0	45	AI	通用模数转换接口	电压范围: 0.3V~VBAT_BB	不用则悬空。
ADC1	44	AI	通用模数转换接口	电压范围: 0.3V~VBAT_BB	不用则悬空。
PCM 接口 ¹⁾					

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PCM_IN	24	DI	PCM 数据输入	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
PCM_OUT	25	DO	PCM 数据输出	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
PCM_SYNC	26	IO	PCM 帧同步信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$ $V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 模块作为主设备时， 该引脚为输出信号。 模块作为从设备时， 该引脚为输入信号。 不用则悬空。
PCM_CLK	27	IO	PCM 时钟	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$ $V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 模块作为主设备时， 该引脚为输出信号。 模块作为从设备时， 该引脚为输入信号。 不用则悬空。

I2C 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
I2C_SCL	41	OD	I2C 时钟 用于外部 codec		需外部 1.8V 上拉。 不用则悬空。
I2C_SDA	42	OD	I2C 数据 用于外部 codec		需外部 1.8V 上拉。 不用则悬空。

SD 卡接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SDC2_DATA3	28	IO	SD 卡 SDIO 总线 DATA3	1.8V 信令： $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.4V$ $V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.58V$ $V_{IHmin}=1.27V$ $V_{IHmax}=2.0V$ 3.0V 信令： $V_{OLmax}=0.38V$ $V_{OHmin}=2.01V$ $V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.76V$	SDIO 信号电平可根据 SD 卡支持的信号电平进行选择，详情请参考 SD 3.0 协议。 不用则悬空。

				$V_{IHmin}=1.72V$ $V_{IHmax}=3.34V$	
SDC2_ DATA2	29	IO	SD 卡 SDIO 总线 DATA2	1.8V 信令: $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.4V$ $V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.58V$ $V_{IHmin}=1.27V$ $V_{IHmax}=2.0V$ 3.0V 信令: $V_{OLmax}=0.38V$ $V_{OHmin}=2.01V$ $V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.76V$ $V_{IHmin}=1.72V$ $V_{IHmax}=3.34V$	SDIO 信号电平可根据 SD 卡支持的信号电平进行选择, 详情请参考 SD 3.0 协议。不用则悬空。
SDC2_ DATA1	30	IO	SD 卡 SDIO 总线 DATA1	1.8V 信令: $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.4V$ $V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.58V$ $V_{IHmin}=1.27V$ $V_{IHmax}=2.0V$ 3.0V 信令: $V_{OLmax}=0.38V$ $V_{OHmin}=2.01V$ $V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.76V$ $V_{IHmin}=1.72V$ $V_{IHmax}=3.34V$	SDIO 信号电平可根据 SD 卡支持的信号电平进行选择, 详情请参考 SD 3.0 协议。不用则悬空。
SDC2_ DATA0	31	IO	SD 卡 SDIO 总线 DATA0	1.8V 信令: $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.4V$ $V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.58V$ $V_{IHmin}=1.27V$ $V_{IHmax}=2.0V$ 3.0V 信令: $V_{OLmax}=0.38V$ $V_{OHmin}=2.01V$ $V_{ILmin}=-0.3V$	SDIO 信号电平可根据 SD 卡支持的信号电平进行选择, 详情请参考 SD 3.0 协议。不用则悬空。

				$V_{ILmax}=0.76V$ $V_{IHmin}=1.72V$ $V_{IHmax}=3.34V$	
SDC2_CLK	32	DO	SD 卡 SDIO 总线时钟	1.8V 信令: $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.4V$ 3.0V 信令: $V_{OLmax}=0.38V$ $V_{OHmin}=2.01V$	SDIO 信号电平可根据 SD 卡支持的信号电平进行选择, 详情请参考 SD 3.0 协议。不用则悬空。
SDC2_CMD	33	IO	SD 卡 SDIO 总线命令	1.8V 信令: $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.4V$ $V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.58V$ $V_{IHmin}=1.27V$ $V_{IHmax}=2.0V$ 3.0V 信令: $V_{OLmax}=0.38V$ $V_{OHmin}=2.01V$ $V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.76V$ $V_{IHmin}=1.72V$ $V_{IHmax}=3.34V$	SDIO 信号电平可根据 SD 卡支持的信号电平进行选择, 详情请参考 SD 3.0 协议。不用则悬空。
SD_INS_DET	23	DI	SD 卡插入检测	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电源域。不用则悬空。
VDD_SDIO	34	PO	SD 卡 SDIO 总线上拉电源	$I_{Omax}=50mA$	输出 1.8V/2.85V 可配置。不能用于 SD 卡供电。不用则悬空。

SGMII 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
EPHY_RST_N	119	DO	以太网 PHY 复位	1.8V: $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.4V$ 2.85V: $V_{OLmax}=0.35V$ $V_{OHmin}=2.14V$	1.8V/2.85V 电压域。不用则悬空。

EPHY_INT_N	120	DI	以太网 PHY 中断	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
SGMII_MDATA	121	IO	SGMII MDIO 数据	1.8V: $V_{ILmax}=0.58V$ $V_{IHmin}=1.27V$ $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.4V$ 2.85V: $V_{ILmax}=0.71V$ $V_{IHmin}=1.78V$ $V_{OLmax}=0.35V$ $V_{OHmin}=2.14V$	1.8V/2.85V 电压域。 不用则悬空。
SGMII_MCLK	122	DO	SGMII MDIO 时钟	1.8V: $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.4V$ 2.85V: $V_{OLmax}=0.35V$ $V_{OHmin}=2.14V$	1.8V/2.85V 电压域。 不用则悬空。
SGMII_TX_M	123	AO	SGMII 差分数据发送负信号		靠近 PHY 端串联 0.1uF 电容。 不用则悬空。
SGMII_TX_P	124	AO	SGMII 差分数据发送正信号		靠近 PHY 端串联 0.1uF 电容。 不用则悬空。
SGMII_RX_P	125	AI	SGMII 差分数据接收正信号		靠近模块端串联 0.1uF 电容。 不用则悬空。
SGMII_RX_M	126	AI	SGMII 差分数据接收负信号		靠近模块端串联 0.1uF 电容。 不用则悬空。
USIM2_VDD	128	PO	SGMII_MDATA 上拉电源		可配置。 输出 1.8V/2.85V。 不用则悬空。

无线连接接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SDC1_DATA3	129	IO	WLAN SDIO 总线 DATA3	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$ $V_{ILmin}=-0.3V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。

				$V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	
SDC1_ DATA2	130	IO	WLAN SDIO 总线 DATA2	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$ $V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
SDC1_ DATA1	131	IO	WLAN SDIO 总线 DATA1	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$ $V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
SDC1_ DATA0	132	IO	WLAN SDIO 总线 DATA0	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$ $V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
SDC1_CLK	133	DO	WLAN SDIO 时钟	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
SDC1_CMD	134	DO	WLAN SDIO 命令	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
PM_ ENABLE	127	DO	WLAN 电源使能	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
WAKE_ON_ WIRELESS	135	DI	WLAN 唤醒模块	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 低电平有效。 不用则悬空。
WLAN_EN	136	DO	WLAN 使能	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电压域。 高电平有效。 模块开机成功前禁止上拉到高电平。 不用则悬空。
COEX_ UART_RX	137	DI	LTE/WLAN&BT 共存 接收	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 模块开机成功前禁止上拉到高电平。 不用则悬空。
COEX_ UART_TX	138	DO	LTE/WLAN&BT 共存发 送	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电压域。 模块开机成功前禁止上拉到高电平。

不用则悬空。

WLAN_SLP_CLK	118	DO	WLAN 睡眠时钟		不用则悬空。
BT_RTS	37	DI	蓝牙串口请求发送数据	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
BT_TXD	38	DO	蓝牙串口发送数据	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
BT_RXD	39	DI	蓝牙串口接收数据	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
BT_CTS	40	DO	蓝牙串口清除发送	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电压域。 模块开机成功前禁止上拉到高电平。 不用则悬空。
BT_EN	139	DO	蓝牙使能	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。

射频接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ANT_DIV	35	AI	分集天线接口		50Ω 特性阻抗。 不用则悬空。
ANT_MAIN	49	IO	主天线接口		50Ω 特性阻抗。
ANT_GNSS	47	AI	GNSS 天线接口		50Ω 特性阻抗。 不用则悬空。

其他接口引脚

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
WAKEUP_IN	1	DI	睡眠模式控制	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 模块开机成功前禁止上拉到高电平；低电平唤醒模块。 不用则悬空。
W_DISABLE#	4	DI	飞行模式控制	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 默认上拉；低电平可使模块进入飞行模式。 不用则悬空。

AP_READY	2	DI	应用处理器睡眠状态检测	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 不用则悬空。
----------	---	----	-------------	---	---------------------

USB_BOOT 引脚

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USB_BOOT	115	DI	紧急下载模式控制	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V 电压域。 开机成功前禁止上拉。 建议预留测试点。

预留引脚

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RESERVED	3, 18, 43, 55, 73~84, 113, 114, 116, 117, 140~144		预留		保持悬空。

- 备注
- ¹⁾PCM 接口引脚可用于 EC25 模块的音频设计和 FC20 模块的蓝牙功能。
 - 蓝牙功能正在开发中。

3.4. 工作模式

下表简要地叙述了模块的各种工作模式，将在后续章节中详细描述。

表 5：工作模式

模式	功能
正常工作模式	Idle 软件正常运行。模块注册上网络，能够接收和发送数据。
	Talk/Data 网络连接正常工作。此模式下，模块功耗取决于网络设置和数据传输速率。
最少功能模式	不断电情况下，使用 AT+CFUN=0 命令可以将模块设置成最少功能模式。此模式下，射频和(U)SIM 卡不工作。

飞行模式	AT+CFUN=4 命令或 W_DISABLE#引脚可以将模块设置成飞行模式。此模式下射频不工作。
睡眠模式	此模式下，模块的功耗将会降到非常低，但模块仍然可以接收寻呼、短信、电话和 TCP/UDP 数据。
关机模式	在此模式下，PMU 停止给基带和射频部分的电源供电，软件停止工作，串口不通。但 VBAT_RF 和 VBAT_BB 引脚仍然通电。

3.5. 节能功能

3.5.1. 睡眠模式

在睡眠模式下，EC25 可将功耗降低到最低水平，以下章节将详细介绍使 EC25 进入睡眠模式的方式。

3.5.1.1. 串口应用

当主机和 EC25 模块通过串口连接的时候，可以通过如下步骤使模块进入睡眠模式：

- 用 **AT+QSCLK=1** 命令使能睡眠功能。
- 拉高 DTR 引脚。

参考电路如下：

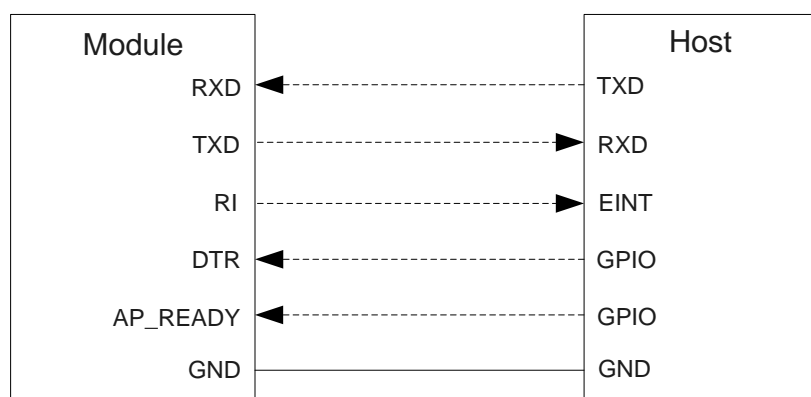


图 3：串口睡眠应用

- 拉低主机 DTR 可以唤醒模块。
- 当 EC25 模块有 URC 需要上报时，RI 信号将会唤醒主机。RI 动作细节请参考 **3.19 章节**。
- AP_READY 是 EC25 用来检测主机是否被唤醒的引脚（可以配置成高电平检测或者低电平检测）。详情请参考文档 [2] 中的 **AT+QCFG="apready"** 命令。

3.5.1.2. USB 应用（支持 USB 远程唤醒功能）

如果主机支持 USB Suspend/Resume 和远程唤醒功能，需同时满足如下 3 个条件使模块进入睡眠模式：

- 用 **AT+QSCLK=1** 命令使能睡眠功能。
- 确保 DTR 保持高电平或者悬空。
- 连接至模块 USB 接口的主机 USB 总线进入 Suspend 状态。

参考电路如下：

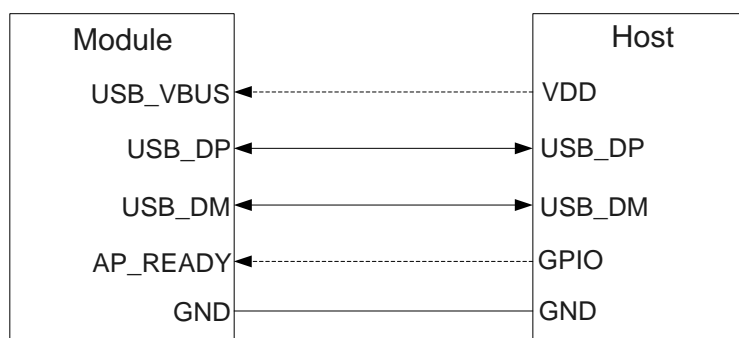


图 4：带 USB 远程唤醒功能的睡眠应用

- 通过 USB 向 EC25 模块发送数据将会唤醒模块。
- 当 EC25 模块有 URC 上报时，模块会通过 USB 总线发送远程唤醒信号以唤醒主机。

3.5.1.3. USB 应用（支持 USB Suspend/Resume 和 RI 功能）

如果主机支持 USB Suspend/Resume 但不支持远程唤醒功能，需要有 RI 信号唤醒主机。

需同时满足如下 3 个条件使模块进入睡眠模式：

- 用 **AT+QSCLK=1** 命令使能睡眠功能。
- 确保 DTR 保持高电平或悬空。
- 连接至模块 USB 接口的主机 USB 总线进入 Suspend 状态。

参考电路如下：

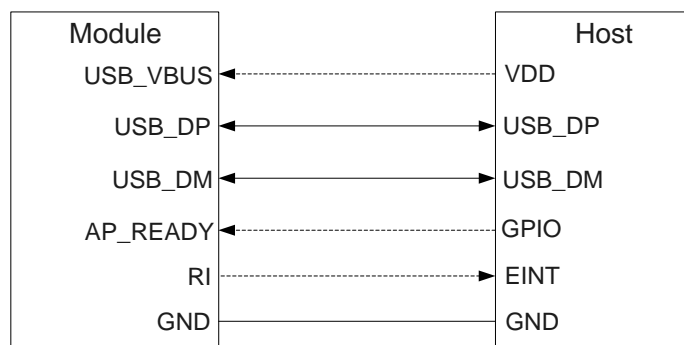


图 5：带 RI 功能的睡眠应用

- 通过 USB 向 EC25 模块发送数据将会唤醒模块。
- 当 EC25 模块有 URC 上报时，RI 信号会唤醒主机。

3.5.1.4. USB 应用（不支持 USB Suspend 功能）

如果主机不支持 USB Suspend 功能，可以通过外部控制电路断开 USB_VBUS 的方式使模块进入睡眠模式：

- 用 **AT+QSCLK=1** 命令使能睡眠功能。
- 确保 DTR 保持高电平或悬空。
- 断开 USB_VBUS 供电。

参考电路如下：

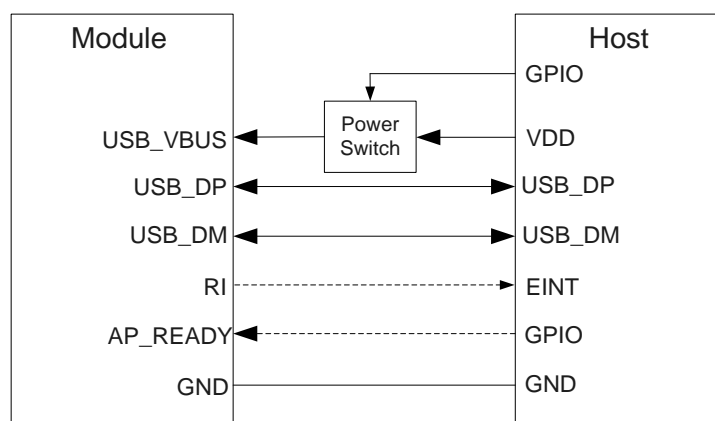


图 6：不支持 USB Suspend 功能的睡眠应用

恢复 USB_VBUS 供电即可唤醒模块。

备注

请注意模块和主机虚线所示连接信号的电平匹配问题。关于 EC25 电源管理应用的详细信息，请参考文档 [1]。

3.5.2. 飞行模式

当模块进入飞行模式时，射频功能不可使用，而且所有与射频相关的 AT 命令不可访问。可通过以下方式使模块进入飞行模式：

硬件方式：

W_DISABLE#引脚默认为上拉，拉低该引脚可使模块进入飞行模式。

软件方式：

此模式可以通过发送 **AT+CFUN=<fun>** 命令来设置。<fun>参数可以选择 0，1 或 4。

- **AT+CFUN=0**：最少功能模式（关闭 RF 和(U)SIM 卡）。
- **AT+CFUN=1**：全功能模式（默认）。
- **AT+CFUN=4**：关闭 RF 功能（飞行模式）。

备注

1. W_DISABLE#引脚对飞行模式的控制功能软件上默认关闭，可通过 **AT+QCFG="airplanecontrol"** 命令开启。
2. 执行 **AT+CFUN** 命令不会影响 GNSS 功能。

3.6. 电源设计

3.6.1. 引脚介绍

EC25 有 4 个 VBAT 引脚用于连接外部电源，可以分为两个电压域：

- 两个 VBAT_RF 引脚用于给模块的射频供电。
- 两个 VBAT_BB 引脚用于给模块的基带供电。

下表为模块的电源引脚和地引脚分配：

表 6：VBAT 引脚和地引脚

引脚名	引脚号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT_RF	57, 58	模块射频电源	3.3	3.8	4.3	V
VBAT_BB	59, 60	模块基带电源	3.3	3.8	4.3	V
GND	8, 9, 19, 22, 36, 46, 48, 50~54, 56, 72, 85~112	地		0		V

3.6.2. 减少电压跌落

EC25 的供电范围为 3.3V~4.3V，需要确保输入电压不低于 3.3V。下图是在 2G 网络下突发传输时电压跌落情况，3G 和 4G 网络下电压跌落比 2G 网络下小。

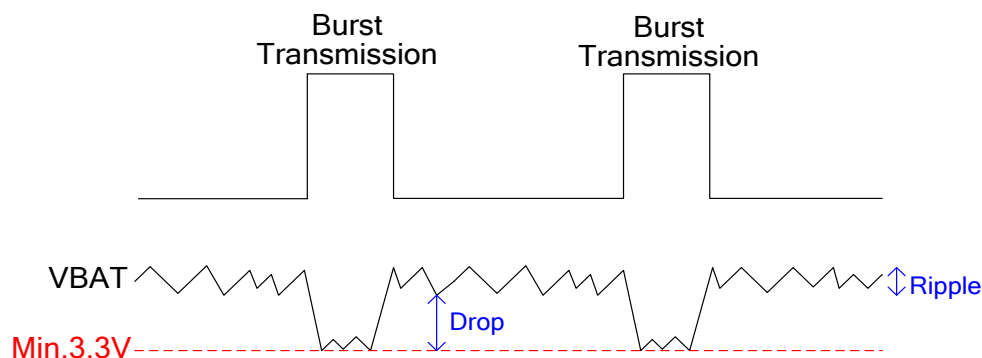


图 7：突发传输电源要求

为了减少电压跌落，需要使用低 ESR（ $ESR=0.7\Omega$ ）的 $100\mu\text{F}$ 滤波电容。同时建议分别给 VBAT_BB 和 VBAT_RF 预留 3 个具有最佳 ESR 性能的片式多层陶瓷电容（MLCC）（ 100nF 、 33pF 、 10pF ），且电容靠近 VBAT 引脚放置。外部供电电源连接模块时，VBAT_BB 和 VBAT_RF 需要采用星型走线。VBAT_BB 走线宽度应不小于 1mm，VBAT_RF 走线宽度应不小于 2mm。原则上，VBAT 走线越长，线宽越宽。

另外，为了保证电源稳定，建议在电源前端加 $V_{\text{RWM}}=4.5\text{V}$ ，低钳位电压和高反向脉冲电流 I_{pp} 的 TVS 管。参考电路如下：

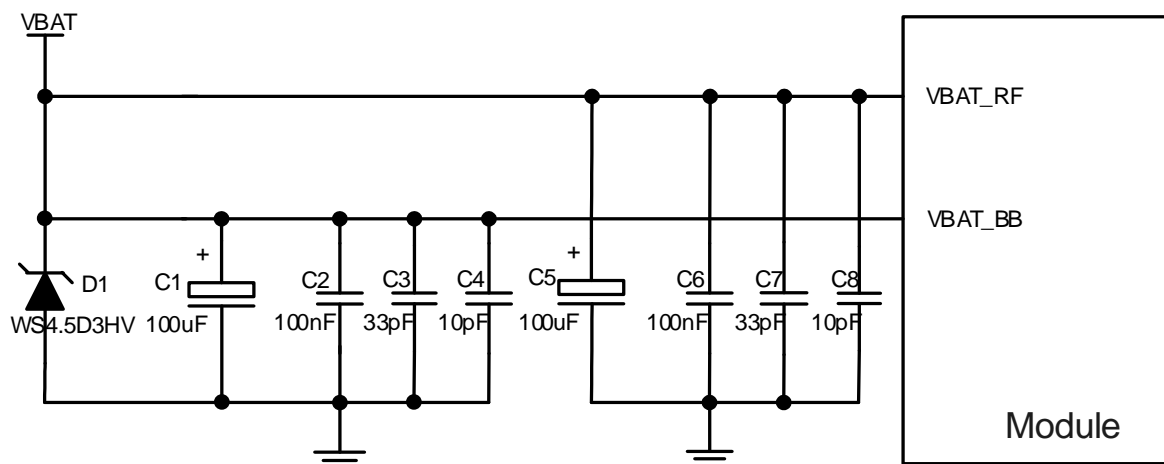


图 8：模块供电电路

3.6.3. 供电参考电路

电源设计对模块的性能至关重要。必须选择至少能够提供 2A 电流能力的电源。若输入电压与模块供电电压之间的电压差不是很大，则建议选择 LDO 作为供电电源。若输入与输出电压之间存在比较大的电压差，则建议使用开关电源转换器。

下图是+5V 供电电路的参考设计。其典型输出电压为 3.8V，负载电流峰值达到 3.0A。

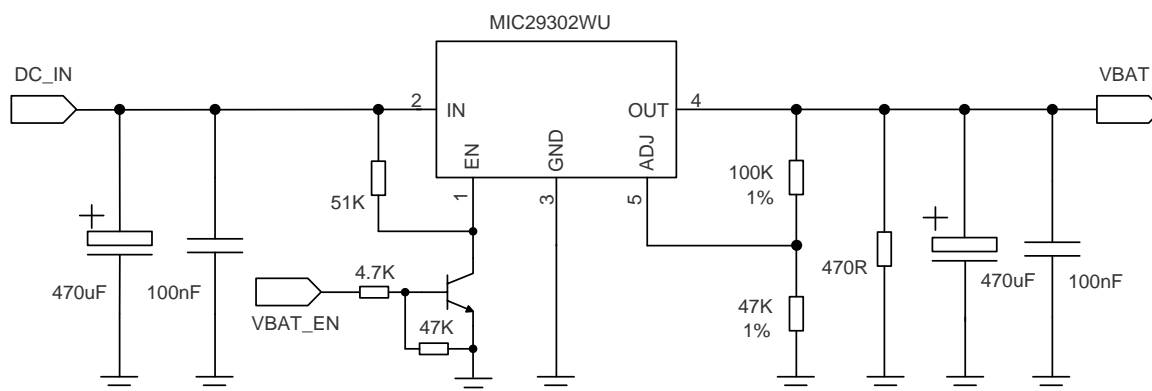


图 9：供电电路参考设计

备注

当模块正常工作时，请不要断开电源，以免损坏模块内部 flash。建议通过 PWRKEY 或 AT 命令关机后，再断开电源。

3.6.4. 电源电压检测

AT+CBC 命令可以用来监测和查询当前 VBAT_BB 的电压。详细信息可参考文档 [2]。

3.7. 开关机

3.7.1. PWRKEY 引脚开机

下表为 PWRKEY 引脚定义：

表 7：PWRKEY 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PWRKEY	21	DI	模块开机/关机	由于芯片集内部存在二极管压降，该引脚上电后的输出电压为 0.8V。

当 EC25 模块处于关机模式，可以通过拉低 PWRKEY 至少 500ms 使模块开机。推荐使用开集驱动电路来控制 PWRKEY 引脚。在 STATUS 引脚（需要外部上拉）输出低电平之后，可以释放 PWRKEY 引脚。参考电路如下：

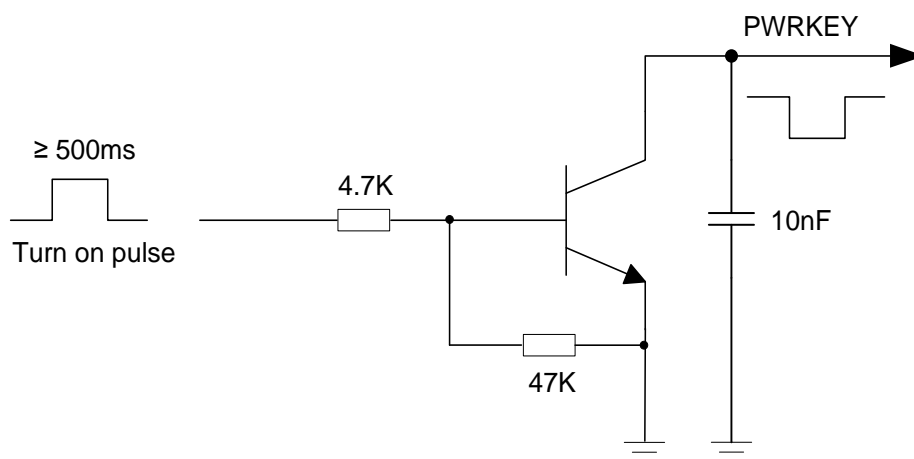


图 10：开集驱动参考开机电路

另一种控制 PWRKEY 引脚的方式是直接通过一个按钮开关,按钮附近需放置一个 TVS 用于 ESD 保护,参考电路如下:

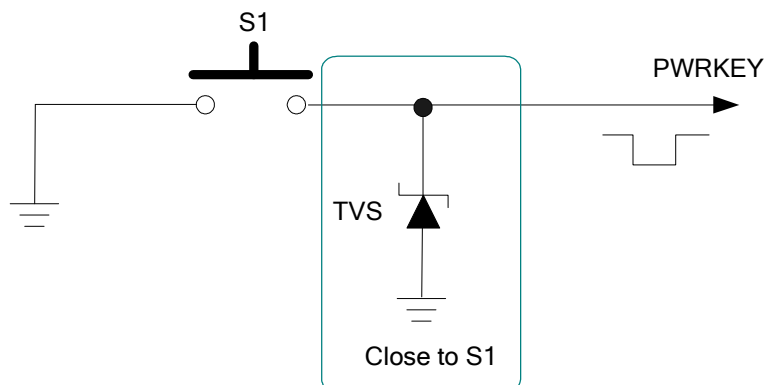


图 11: 按键开机参考电路

开机时序如下图所示:

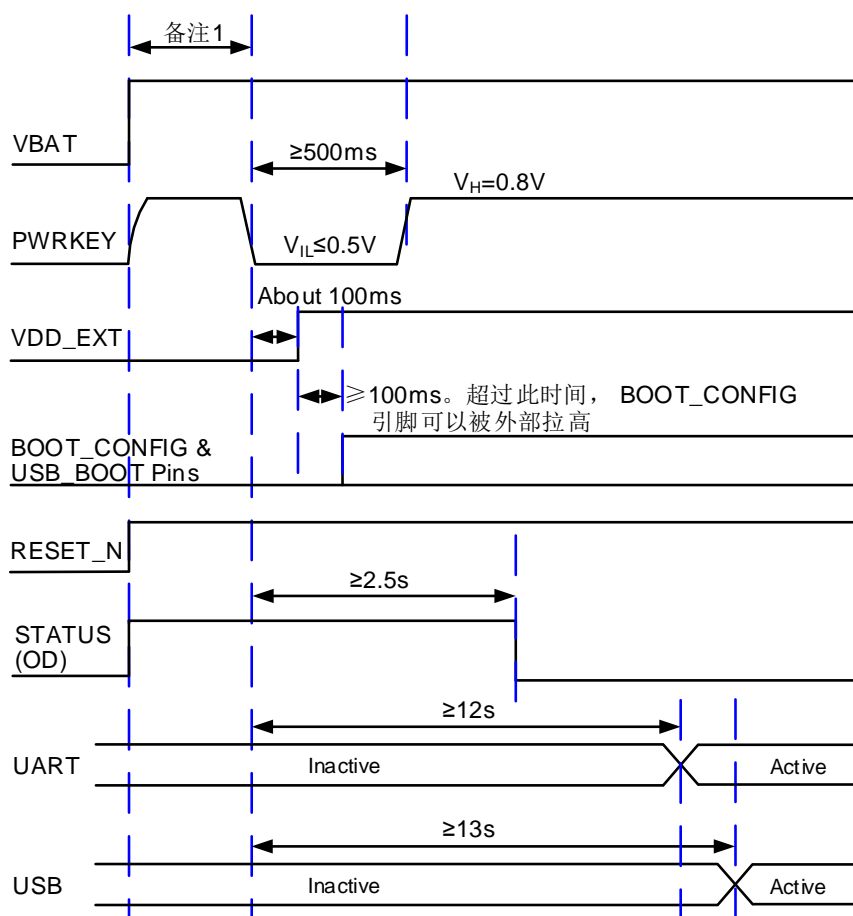


图 12: 开机时序图

备注

1. 在拉低 PWRKEY 引脚之前，需保证 VBAT 电压稳定。建议从 VBAT 上电到拉低 PWRKEY 引脚之间的时间间隔不少于 30ms。
2. 如果客户需要上电自动开机功能且不考虑关机，则可以把 PWRKEY 直接下拉到地，下拉电阻建议 10kΩ。

3.7.2. 关机

模块可通过以下方式正常关机：

- 通过 PWRKEY 引脚控制模块关机。
- 发送 **AT+QPOWD** 命令关机。

3.7.2.1. PWRKEY 引脚关机

模块在开机状态下，拉低 PWRKEY 引脚至少 650ms 后释放，模块将执行关机流程。关机时序见下图：

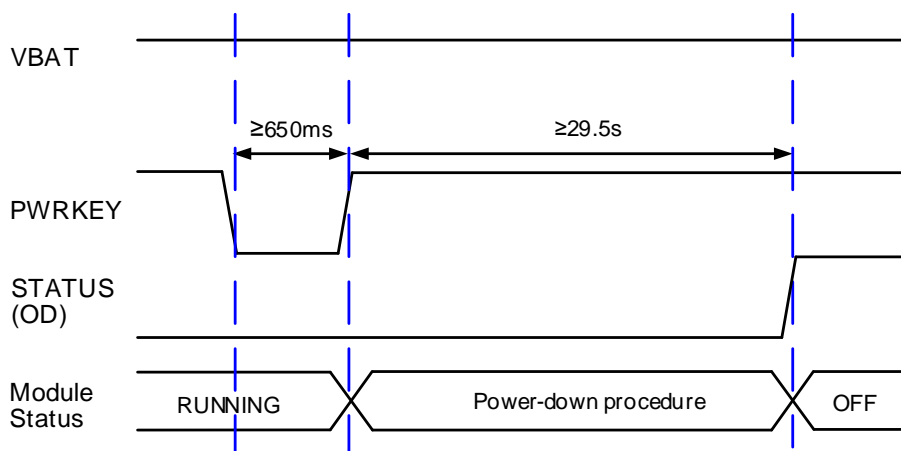


图 13: 关机时序图

3.7.2.2. AT 命令关机

使用 **AT+QPOWD** 命令来执行模块关机也是一种安全的方式。该命令关机过程等同拉低 PWRKEY 引脚关机过程。

详情请参考文档 [2] 中的 **AT+QPOWD** 命令。

备注

1. 当模块正常工作时，不要立即切断模块电源，以避免损坏模块内部的 Flash。建议先通过 PWRKEY 或者 AT 命令关闭模块后，再断开电源。
2. 使用 AT 命令关机时，请确保在关机命令执行后 PWRKEY 一直处于高电平状态；否则模块完成关机后，会自动再次开机。

3.8. 复位功能

RESET_N 引脚可用于模块复位。拉低 RESET_N 引脚 150ms~460ms 后可使模块复位。

表 8: RESET_N 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
RESET_N	20	DI	模块复位信号	1.8V 电压域

参考电路与 PWRKEY 控制电路类似，客户可使用开集驱动电路或按钮控制 RESET_N 引脚。

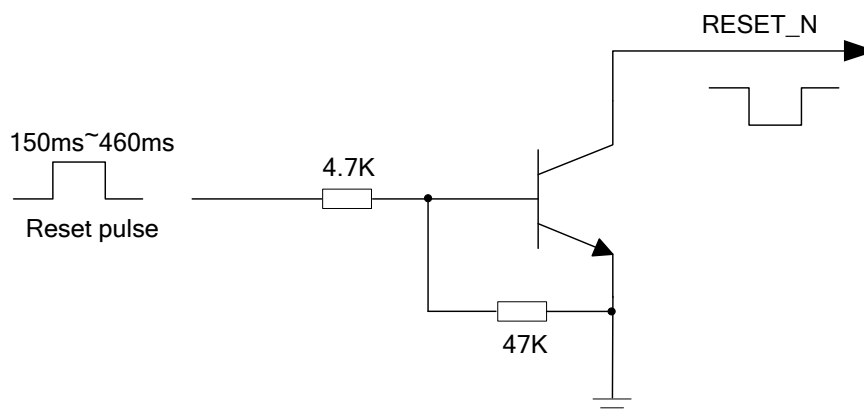


图 14: RESET_N 复位开集参考电路

表 9: (U)SIM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USIM_VDD	14	PO	(U)SIM 卡供电电源	模块自动识别 1.8V 或 3.0V (U)SIM 卡。
USIM_DATA	15	IO	(U)SIM 卡数据信号	
USIM_CLK	16	DO	(U)SIM 卡时钟信号	
USIM_RST	17	DO	(U)SIM 卡复位信号	
USIM_PRESENCE	13	DI	(U)SIM 卡检测	1.8V 电压域。 不用则悬空。
USIM_GND	10		(U)SIM 卡专用地	

通过 USIM_PRESENCE 引脚，EC25 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，可以通过 **AT+QSIMDET** 命令配置。关于该命令的详细信息，请参考文档 [2]。

8-pin (U)SIM 接口参考电路如下：

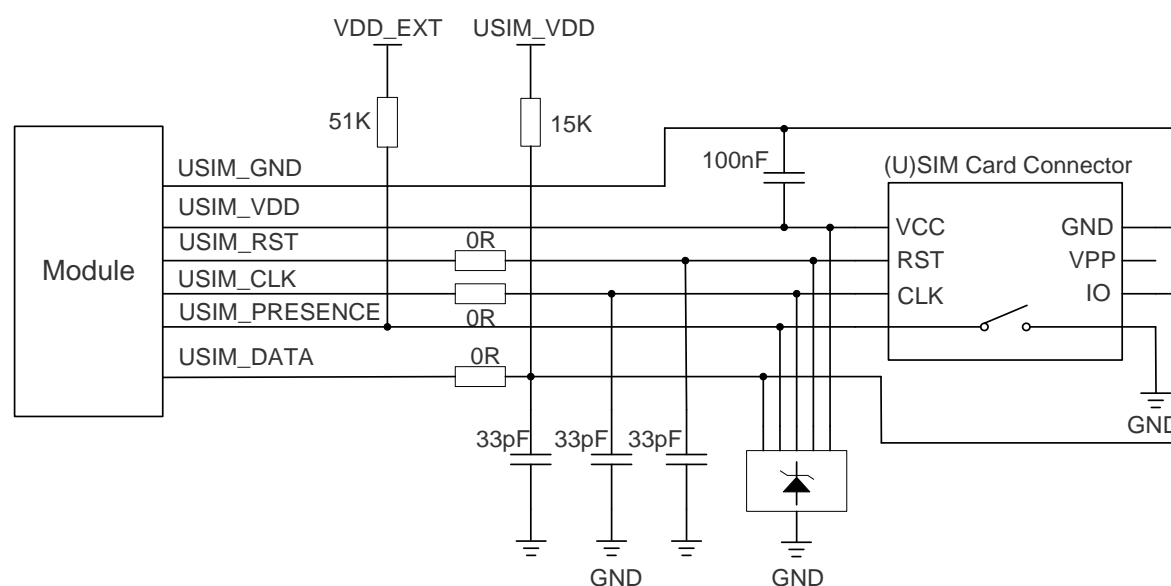


图 17: 8-pin (U)SIM 接口参考电路图

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:

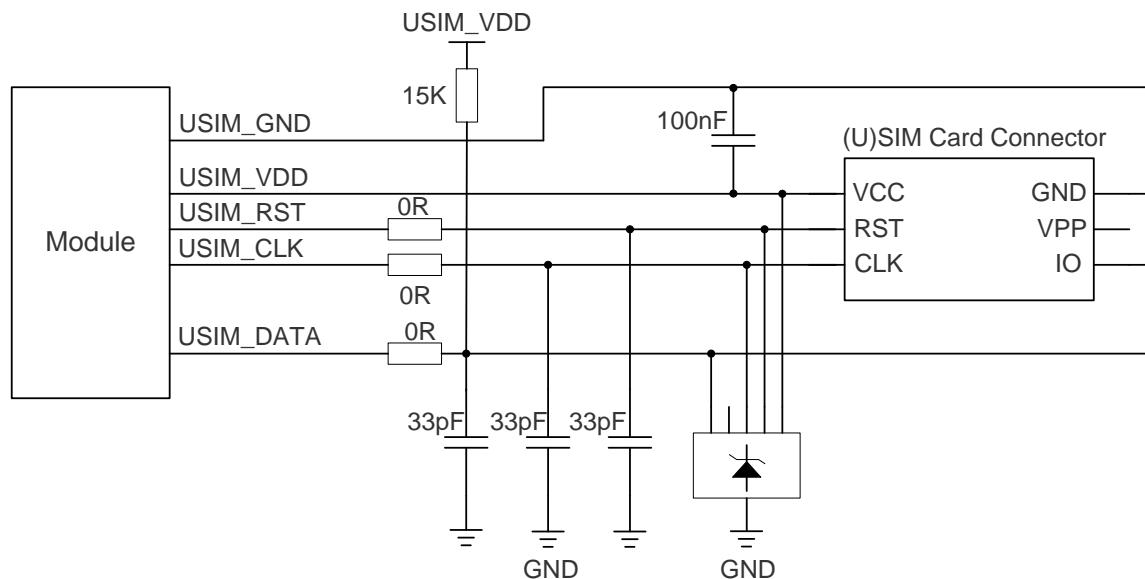


图 18: 6-pin (U)SIM 接口参考电路图

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 卡信号线布线远离 RF 线和 VBAT 电源线。
- 请确保 USIM_VDD 与 USIM_GND 之间的旁路电容容值不大于 1uF, 且尽可能靠近(U)SIM 卡座放置。如果客户 PCB 的 GND 很完整, USIM_GND 也可以直接接到 PCB 的 GND。
- 为防止 USIM_CLK 信号与 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需增加地屏蔽。
- 为确保良好的 ESD 性能, 建议在(U)SIM 卡引脚增加 TVS 管, 选择的 TVS 管寄生电容不大于 15pF。在模块和(U)SIM 卡之间串联 0Ω 的电阻便于调试。在 USIM_DATA, USIM_CLK 和 USIM_RST 线上并联 33pF 电容用于滤除 EGSM900 频段干扰。(U)SIM 卡的外围器件应尽量靠近(U)SIM 卡座摆放。
- 当(U)SIM 卡走线过长, 或者有比较近的干扰源的情况下 USIM_DATA 上的上拉电阻有利于增加(U)SIM 卡的抗干扰能力。建议将上拉电阻靠近(U)SIM 卡座放置。

3.10. USB 接口

EC25 的 USB 接口符合 USB 2.0 规范, 支持高速 (480Mbps) 和全速 (12Mbps) 模式。EC25 模块只支持 USB 从模式。该接口可用于 AT 命令传送、数据传输、GNSS NMEA 输出、软件调试、软件升级和 USB 语音。

下表为 USB 接口的引脚定义：

表 10：USB 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_DP	69	IO	USB 差分数据正信号	要求 90Ω 差分阻抗
USB_DM	70	IO	USB 差分数据负信号	要求 90Ω 差分阻抗
USB_VBUS	71	PI	USB 检测	典型值 5.0V
GND	72		地	

如需了解更多关于 USB 2.0 规范的信息，请访问 <http://www.usb.org/home>。

建议客户设计时预留测试点用于调试和软件升级，下图为 USB 接口参考设计：

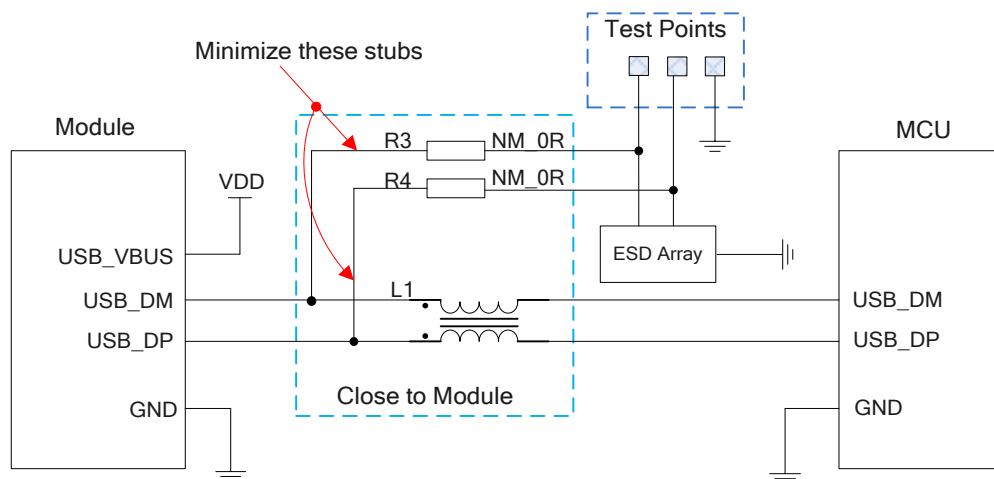


图 19：USB 接口参考设计

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。

3.11. 串口

EC25 模块提供两个串口：主串口和调试串口。下面描述了这两个串口的主要特性。

- 主串口支持 4800bps, 9600bps, 19200bps, 38400bps, 57600bps, 115200bps, 230400bps, 460800bps 和 921600bps 波特率，默认波特率为 115200bps。支持 RTS 和 CTS 硬件流控，可用于数据传输和 AT 命令传送。
- 调试串口支持 115200bps 波特率，用于 Linux 控制和日志输出。

下表为串口引脚描述：

表 11：主串口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
RI	62	DO	模块输出振铃提示	
DCD	63	DO	模块输出载波检测	
CTS	64	DO	模块清除发送	
RTS	65	DI	DTE 请求发送数据	1.8V 电压域
DTR	66	DI	DTE 准备就绪，睡眠模式控制	
TXD	67	DO	模块发送数据	
RXD	68	DI	模块接收数据	

表 12：调试串口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
DBG_TXD	12	DO	模块发送数据	1.8V 电压域
DBG_RXD	11	DI	模块接收数据	

串口逻辑电平如下表所示：

表 13：串口逻辑电平

参数	最小值	最大值	单位
V_{IL}	-0.3	0.6	V
V_{IH}	1.2	2.0	V
V_{OL}	0	0.45	V
V_{OH}	1.35	1.8	V

EC25 模块的串口电平为 1.8V。若客户主机系统电平为 3.3V，则需在模块和主机的串口连接中增加电平转换器，推荐使用 *Texas Instruments* 公司的 TXS0108EPWR。下图为使用电平转换芯片的参考电路设计。

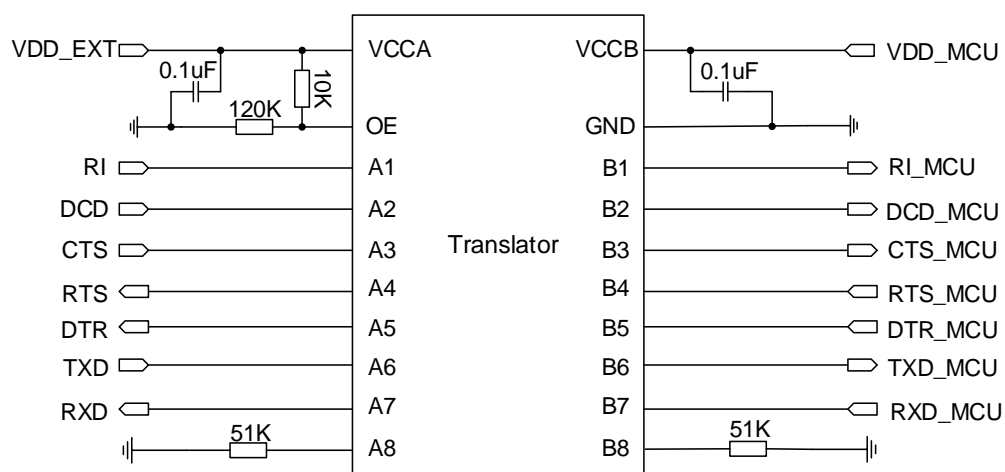


图 20：电平转换芯片参考电路

更多信息请访问 <http://www.ti.com>。

另一种电平转换电路如下图所示。如下虚线部分的输入和输出电路设计可参考实线部分，但需注意连接方向。

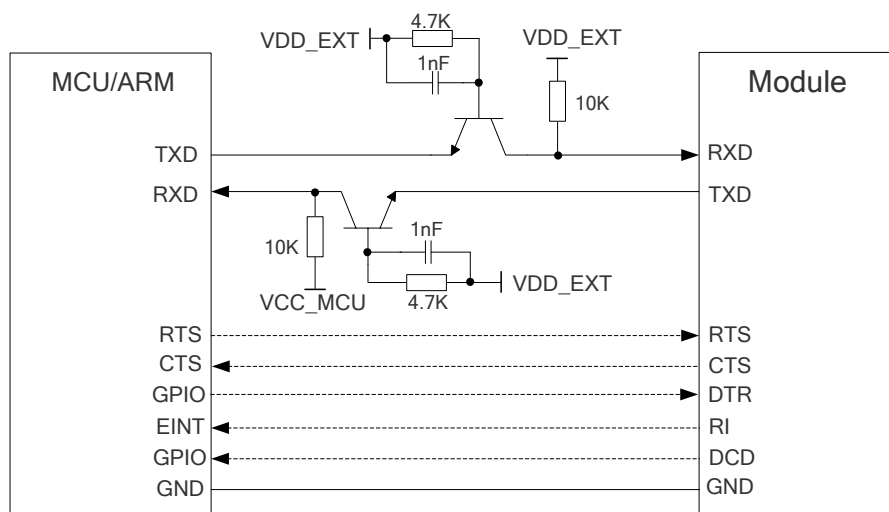


图 21：电平转换参考电路

备注

电平转换电路不适用于波特率超过 460Kbps 的应用。

3.12. PCM 和 I2C 接口

EC25 提供一个 PCM 接口和一个 I2C 接口。PCM 接口支持以下两种模式：

- 短帧模式：模块可做主设备或者从设备
- 长帧模式：模块只可做主设备

短帧模式下，数据在 PCM_CLK 下降沿采样，上升沿发送。PCM_SYNC 下降沿代表高有效位。PCM 接口支持 8kHz PCM_SYNC 下 256kHz、512kHz、1024kHz 和 2048kHz PCM_CLK，以及 16kHz PCM_SYNC 下 4096kHz PCM_CLK。

长帧模式下，数据也在 PCM_CLK 下降沿采样，上升沿发送。但 PCM_SYNC 上升沿代表高有效位。此模式下，PCM 接口支持 8kHz、50%占空比 PCM_SYNC 下 256kHz、512kHz、1024kHz 和 2048kHz PCM_CLK。

EC25 模块支持 16 位线性编码格式。下面两图分别为短帧模式时序图（PCM_SYNC=8kHz、PCM_CLK=2048kHz）和长帧模式时序图（PCM_SYNC=8kHz、PCM_CLK=256kHz）。

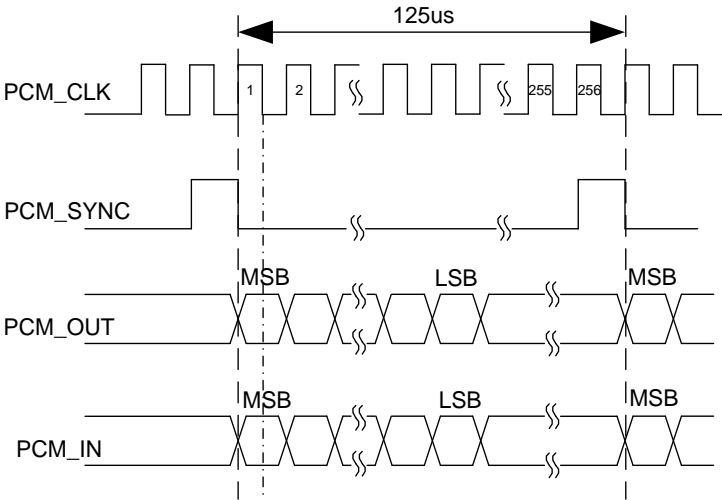


图 22：短帧模式时序图

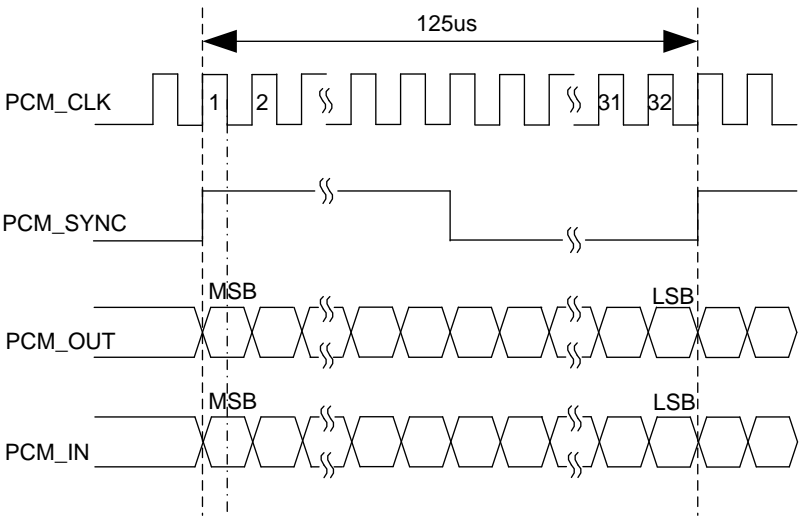


图 23：长帧模式时序图

PCM 和 I2C 接口的引脚定义如下表所示：

表 14：PCM 和 I2C 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PCM_IN	24	DI	PCM 数据输入	1.8V 电压域

PCM_OUT	25	DO	PCM 数据输出	1.8V 电压域
PCM_SYNC	26	IO	PCM 数据同步信号	1.8V 电压域
PCM_CLK	27	IO	PCM 时钟	1.8V 电压域
I2C_SCL	41	OD	I2C 时钟	需外部 1.8V 上拉
I2C_SDA	42	OD	I2C 数据	需外部 1.8V 上拉

可以通过 AT 指令配置时钟和模式，默认配置为短帧模式，PCM_CLK=2048kHz，PCM_SYNC=8kHz。详情请参考文档 [2] 中的 AT+QDAI 命令。

下图为带外部 Codec 芯片的 PCM 和 I2C 接口的参考设计：

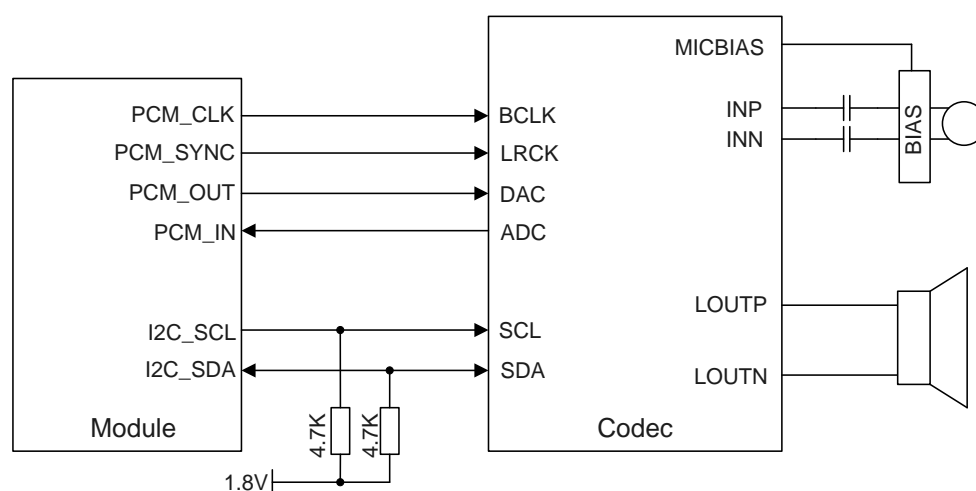


图 24: PCM 和 I2C 接口电路参考设计

备注

1. 建议在 PCM 的信号线上预留 RC ($R=22\Omega$, $C=22pF$) 电路，特别是 PCM_CLK 上。
2. EC25 模块在与 I2C 接口有关的应用中只能作为主设备。

3.13. SD 卡接口

EC25 模块的 SD 卡接口支持 SD 3.0 协议。接口引脚定义如下表：

表 15：SD 卡接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SDC2_DATA3	28	IO	SD 卡 SDIO 总线 DATA3	SDIO 信号电平可根据 SD 卡支持的信号电平进行选择，详情请参考 SD3.0 协议。不用则悬空。
SDC2_DATA2	29	IO	SD 卡 SDIO 总线 DATA2	
SDC2_DATA1	30	IO	SD 卡 SDIO 总线 DATA1	
SDC2_DATA0	31	IO	SD 卡 SDIO 总线 DATA0	
SDC2_CLK	32	DO	SD 卡 SDIO 总线时钟	
SDC2_CMD	33	IO	SD 卡 SDIO 总线命令	输出 1.8V/2.85V 可配置。不能用于 SD 卡供电。不用则悬空。
VDD_SDIO	34	PO	SD 卡 SDIO 总线上拉电源	
SD_INS_DET	23	DI	SD 卡插入检测	1.8V 电源域。不用则悬空。

EC25 模块与 SD 卡参考设计如下图所示。

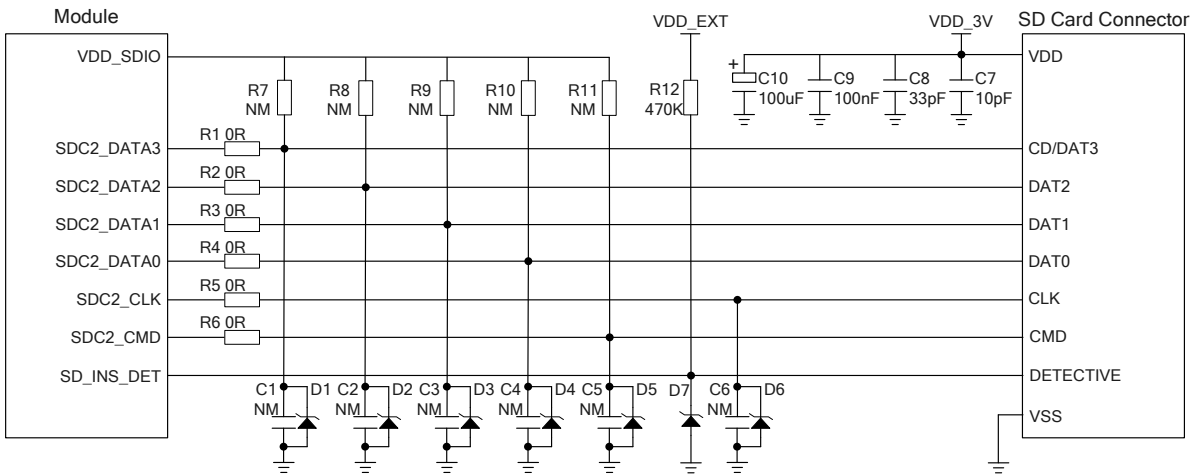


图 25：SD 卡接口电路参考设计

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

- SD_INS_DET 信号必须连接。
- SD 卡电源 VDD_3V 电压范围为 2.7V~3.6V，需要提供至少 800mA 电流。VDD_SDIO 的最大输出电流为 50mA，只能用于 SDIO 总线上拉。SD 卡电源需要从模块外部提供。
- 为了避免总线抖动，需要在 SDIO 信号预留电阻 R7~R11 上拉到 VDD_SDIO，阻值范围为 10kΩ~100kΩ，推荐值为 100kΩ。上拉电源必须选择模块 VDD_SDIO。
- 为了调节信号质量，需预留 SDIO 信号串联电阻 R1~R6，推荐值为 0Ω；预留电容 C1~C6，默认不贴。摆件时电阻、电容需要靠近模块侧放置。
- 为了确保良好的 ESD 性能，建议在 SD 卡引脚增加 TVS 管；且尽量靠近 SD 卡座摆放，并保证 TVS 的结电容小于 15pF。
- SDIO 信号线需要远离敏感信号如射频、模拟信号，以及时钟、DCDC 等噪声信号。
- SDIO 信号线需要立体包地，阻抗控制在 $50\Omega \pm 10\%$ 。
- SDIO 信号与其他信号之间的间距需大于 2 倍线宽，并且确保总线负载小于 15pF。
- SDC2_CLK 与 SDC2_DATA[0:3]/SDC2_CMD 需做等长处理（相差小于 1mm），总长度需小于 50mm；由于模块内部走线长度为 27mm，因此外部走线长度需要小于 23mm。

3.14. 无线连接接口

EC25 为 WLAN 设计提供一个低功耗 SDIO 3.0 接口，为蓝牙设计提供串口和 PCM 接口。

无线连接接口的引脚定义如下表：

表 16：无线连接接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
WLAN 接口				
SDC1_DATA3	129	IO	WLAN SDIO 总线 DATA3	1.8V 电压域
SDC1_DATA2	130	IO	WLAN SDIO 总线 DATA2	1.8V 电压域
SDC1_DATA1	131	IO	WLAN SDIO 总线 DATA1	1.8V 电压域
SDC1_DATA0	132	IO	WLAN SDIO 总线 DATA0	1.8V 电压域
SDC1_CLK	133	DO	WLAN SDIO 时钟	1.8V 电压域
SDC1_CMD	134	IO	WLAN SDIO 命令	1.8V 电压域
WLAN_EN	136	DO	WLAN 使能	1.8V 电压域 高电平有效

模块开机成功前禁止上拉到高电平。

共存和控制接口

PM_ENABLE	127	DO	WLAN 电源使能	1.8V 电压域 高电平有效
WAKE_ON_WIRELESS	135	DI	WLAN 唤醒模块	1.8V 电压域
COEX_UART_RX	137	DI	LTE/WLAN&BT 共存接收	1.8V 电压域 模块开机成功前禁止上拉到高电平。
COEX_UART_TX	138	DO	LTE/WLAN&BT 共存发送	1.8V 电压域 模块开机成功前禁止上拉到高电平。
WLAN_SLP_CLK	118	DO	WLAN 睡眠时钟	

蓝牙接口

BT_RTS	37	DI	蓝牙串口请求发送数据	1.8V 电压域
BT_TXD	38	DO	蓝牙串口发送数据	1.8V 电压域
BT_RXD	39	DI	蓝牙串口接收数据	1.8V 电压域
BT_CTS	40	DO	蓝牙串口清除发送	1.8V 电压域， 模块开机成功前禁止上拉到高电平。
PCM_IN ⁽¹⁾	24	DI	PCM 数据输入	1.8V 电压域
PCM_OUT ⁽¹⁾	25	DO	PCM 数据输出	1.8V 电压域
PCM_SYNC ⁽¹⁾	26	IO	PCM 数据帧同步信号	1.8V 电压域
PCM_CLK ⁽¹⁾	27	IO	PCM 数据位时钟	1.8V 电压域
BT_EN	139	DO	蓝牙使能	1.8V 电压域， 高电平有效。

EC25 无线连接接口与 FC20 系列模块的参考设计如下图所示。

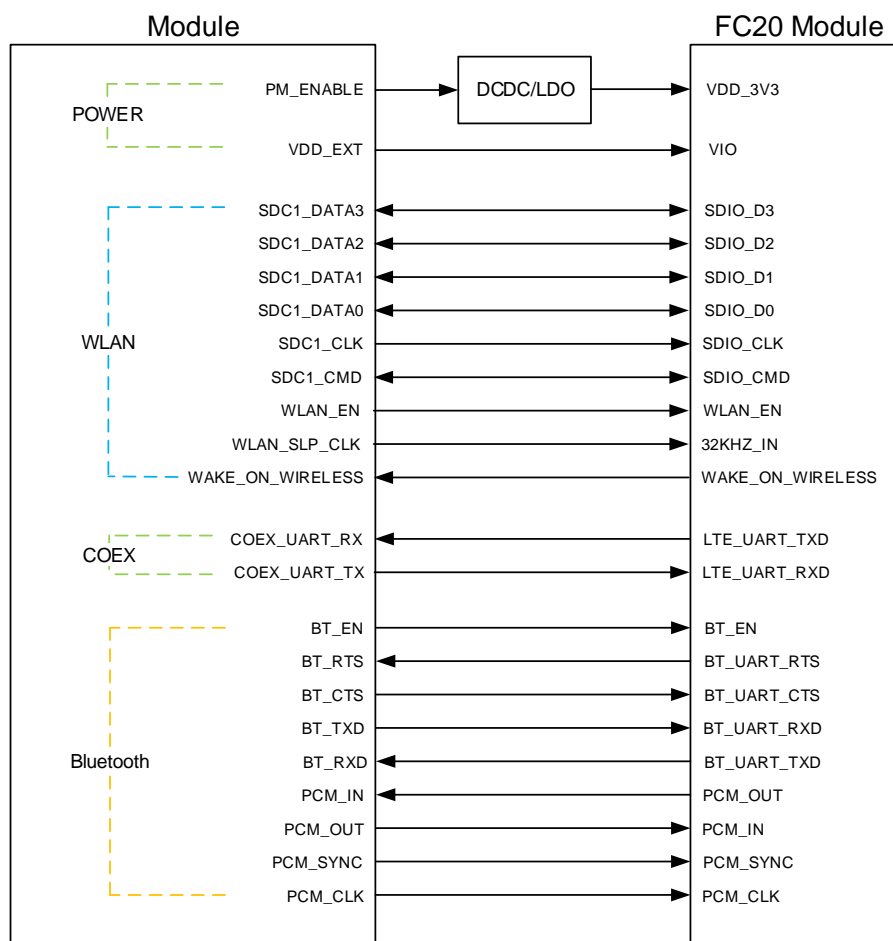


图 26: 无线连接接口与 FC20 系列模块的电路参考设计

备注

1. FC20 只可作从设备。
2. 当 EC25 使能蓝牙功能时，PCM_SYNC 和 PCM_CLK 仅用于信号输出。蓝牙功能正在开发中。
3. ¹⁾引脚 24~27 为 PCM 功能引脚，可用于 EC25 模块的音频设计和 FC20 模块的蓝牙功能。
4. 无线连接接口详情请参考文档 [5]。

3.14.1. WLAN 接口

EC25 模块提供一个低功耗的 SDIO 3.0 接口和一个控制接口用于 WLAN 设计。

SDIO 接口支持 SDR 模式，最大频率 50MHz。

SDIO 接口速率很高，为了确保接口设计符合 SDIO 3.0 规范，建议遵循以下原则：

- SDIO 信号线需要立体包地，阻抗需控制在 $50\Omega \pm 10\%$;
- SDIO 信号线需要远离敏感信号如射频、模拟信号，以及时钟、DCDC 等噪声信号。
- SDC1_CLK 与 SDC1_DATA[0:3]/SDC1_CMD 需做等长处理（相差小于 1mm），总长度需小于 50mm;
- SDC1_CLK 信号线上需要靠近模块放置 $15\Omega \sim 24\Omega$ 终端匹配电阻，从模块 SDC1_CLK 引脚到电阻之间走线距离需小于 5mm;
- SDIO 信号与其他信号之间的间距需大于 2 倍线宽，并且确保总线负载小于 15pF。

3.14.2. 蓝牙接口*

EC25 为蓝牙接口提供一个专有的 UART 接口和一个 PCM 接口。

关于蓝牙接口的详细信息将在本文档的后续版本中提供。

备注

“*” 表示正在开发中。

3.15. ADC 接口

EC25 提供两路模数转换接口。使用 **AT+QADC=0** 可以读取 ADC0 的电压值，用 **AT+QADC=1** 能够读取 ADC1 的电压值。如需了解更多相关 AT 命令的信息，请参考文档 [2]。

为了让 ADC 电压测量准确度更高，ADC 在布线时需要包地处理。

表 17: ADC 接口引脚定义

引脚名	引脚号	描述
ADC0	45	通用模数转换接口
ADC1	44	通用模数转换接口

表 18: ADC 特性

引脚名	最小	典型	最大	单位
ADC0 电压范围	0.3		VBAT_BB	V
ADC1 电压范围	0.3		VBAT_BB	V
ADC 分辨率		15		bits

备注

1. ADC 输入电压不得超过 VBAT_BB。
2. 模块在 VBAT 不供电的情况下, ADC 接口不能直接接任何输入电压。
3. 建议 ADC 引脚采用分压电路输入。

3.16. SGMII 接口

EC25 模块提供一个内嵌以太网 MAC 的 SGMII 接口和两线管理接口, 关键特性如下:

- 符合 IEEE 802.3 标准
- 支持 10M/100M/1000M 工作模式
- 最大下行速率 150Mbps, 最大上行速率 50Mbps (4G LTE 网络下)
- 支持 VLAN 标记
- 支持 IEEE 1588 和 PTP 协议
- 可以连接至外部以太网 PHY 芯片如 AR8033, 或者外部开关
- 管理接口支持 1.8V/2.85V 双电压

SGMII 接口的引脚定义如下表:

表 19: SGMII 接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SGMII 控制接口				
EPHY_RST_N	119	DO	以太网 PHY 复位	1.8V/2.85V 电压域
EPHY_INT_N	120	DI	以太网 PHY 中断	1.8V 电压域
SGMII_MDATA	121	IO	SGMII MDIO 数据	1.8V/2.85V 电压域

SGMII_MCLK	122	DO	SGMII MDIO 时钟	1.8V/2.85V 电压域
USIM2_VDD	128	PO	SGMII_MDATA 上拉电源	可配置电源；1.8V/2.85V 电压域；SGMII MDIO 引脚外部上拉电源。
SGMII 数据接口				
SGMII_TX_M	123	AO	SGMII 差分数据发送负信号	靠近 PHY 芯片端串接 0.1μF 电容
SGMII_TX_P	124	AO	SGMII 差分数据发送正信号	靠近 PHY 芯片端串接 0.1μF 电容
SGMII_RX_P	125	AI	SGMII 差分数据接收正信号	靠近模块端串接 0.1μF 电容
SGMII_RX_M	126	AI	SGMII 差分数据接收负信号	靠近模块端串接 0.1μF 电容

以太网应用方案简图：

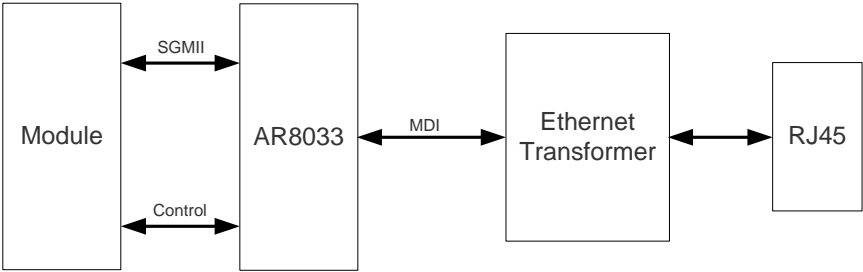


图 27：以太网应用简图

EC25 模块 SGMII 接口与以太网 PHY 芯片 AR8033 参考设计如下图。

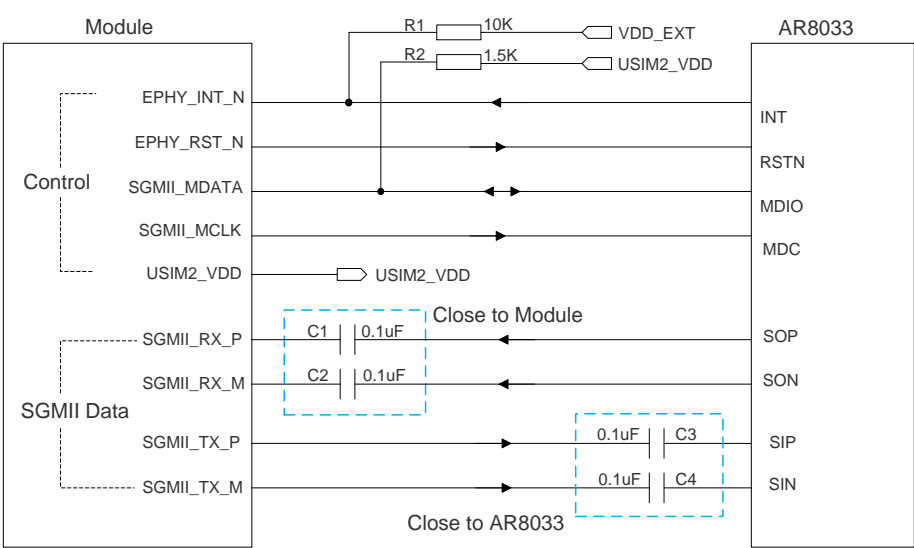


图 28：SGMII 接口参考设计

SGMII 信号设计原则请参考下面描述：

- SGMII 数据和控制信号需要远离敏感信号如射频、模拟信号，以及时钟、DCDC 等噪声信号；
- SGMII 差分数据信号走线最大长度不能超过 25.4cm，RX 与 TX 线的长度差不能超过 0.5mm；
- SGMII 差分数据信号阻抗控制在 $100\Omega \pm 10\%$ ，并且保证完整参考地平面；
- SGMII RX/TX 线间距至少为 3 倍线宽，SGMII 信号与其他信号线的距离也至少保持为 3 倍线宽。

3.17. 网络状态指示

网络状态指示引脚主要用于驱动网络状态指示灯。EC25 模块有 NET_MODE 和 NET_STATUS 两个网络状态引脚。如下两表分别描述了引脚定义和不同网络状态下的逻辑电平变化。

表 20：网络指示引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
NET_MODE	5	DO	指示模块的网络注册状态	1.8V 电压域。 模块开机成功前禁止上拉到高电平。
NET_STATUS	6	DO	指示模块的网络运行状态	1.8V 电压域。

表 21：网络指示引脚的工作状态

引脚名	引脚工作状态	所指示的网络状态
NET_MODE	高电平	注册 LTE 网络状态
	低电平	其他
NET_STATUS	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

参考电路如下图所示。

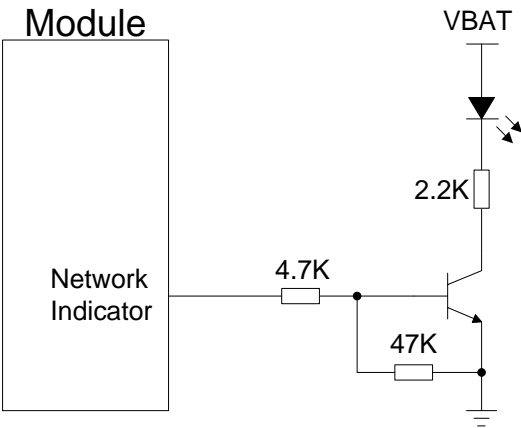


图 29：网络指示参考电路

3.18. STATUS

STATUS 用于指示模块的工作状态，为开漏输出引脚。客户可将此引脚连接至设备带上拉的 GPIO 或下图所示的 LED 指示电路。当模块正常开机时，STATUS 会输出低电平。否则，STATUS 变为高阻抗状态。

表 22: STATUS 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
STATUS	61	OD	指示模块工作状态	需要外部上拉。 不用则悬空。

下图为两种不同的 STATUS 参考电路设计，客户可根据应用需求选择其中任意一种。

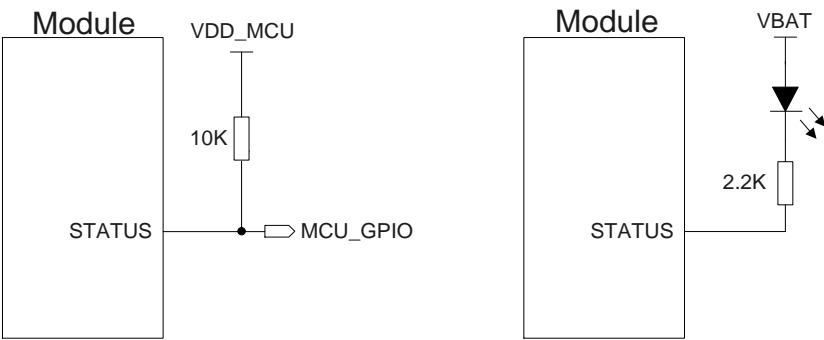


图 30：STATUS 参考电路

备注

模块在 VBAT 不供电的情况下，STATUS 接口不能作为关机状态指示。

3.19. RI 信号

客户可以用 **AT+QCFG="risignalttype","physical"** 命令来配置 RI 指示动作。不管通过哪个口上报 URC 信息，物理 RI 都会有指示作用。

备注

通过 **AT+QURCCFG** 命令，可将主串口、USB AT 端口或 USB 调制端口设置为 URC 输出串口。默认为 USB AT 端口。

RI 作为指示信号可以有多种方式，默认的指示方式如下：

表 23：RI 指示方式

状态	RI 信号
Idle	高电平
URC	新的 URC 返回时 RI 会有 120ms 的低电平

RI 的指示方式可以用 **AT+QCFG="urc/ri/ring"** 来配置，详细信息请参考文档 [2]。

3.20. USB_BOOT 接口

EC25 支持 USB_BOOT 功能。开发者可以在 VDD_EXT 上电前将 USB_BOOT 上拉至 1.8V，再开机时模块将进入紧急下载模式。在此模式下，模块可通过 USB 接口进行软件升级。

表 24：USB_BOOT 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_BOOT	115	DI	紧急下载模式控制	1.8V 电压域。 高电平有效。 建议预留测试点。

USB_BOOT 接口参考设计如下：

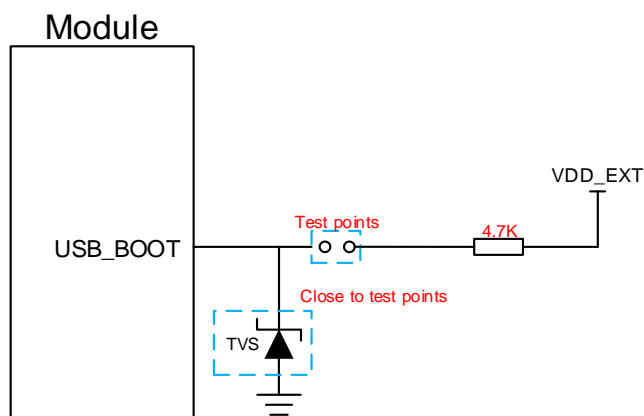


图 31：USB_BOOT 接口参考设计电路

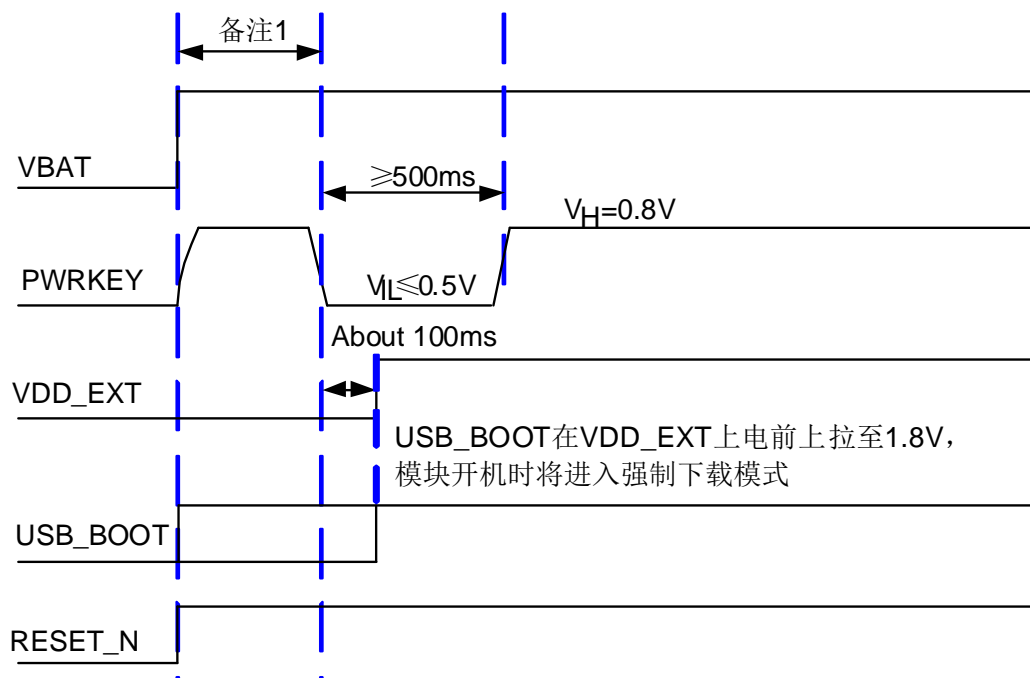


图 32：进入强制下载模式时序

备注

1. 在拉低 PWRKEY 引脚之前，需保证 VBAT 电压稳定。建议从 VBAT 上电到拉低 PWRKEY 引脚之间的时间间隔不少于 30ms。
2. 使用 MCU 控制模块进入强制下载模式时按照如上时序图进行控制，在给模块 VBAT 上电前不建议上拉 USB_BOOT 到 1.8V；手动强制下载方式按照图 31 所示短接测试点即可。

4 GNSS 接收器

4.1. 基本描述

基于高通先进的 Gen8C Lite 技术，EC25 集成了多星座 GNSS 接收机，支持 GPS/GLONASS/BeiDou/Galileo/QZSS 定位系统。

EC25 模块支持标准 NMEA 0183 协议，默认通过 USB 接口输出 NMEA 语句（数据更新率：1Hz）。

EC25 模块的 GNSS 引擎默认关闭，可以通过 AT 命令打开。更多关于 GNSS 引擎的技术和配置细节，请参考文档 [3]。

4.2. GNSS 性能

下表列出了 EC25 模块的 GNSS 性能。

表 25: GNSS 性能

参数	描述	条件	典型值	单位
灵敏度 (GNSS)	冷启动	Autonomous	-146	dBm
	重捕	Autonomous	-157	dBm
	追踪	Autonomous	-157	dBm
首次定位时间 (GNSS)	冷启动 @open sky	Autonomous	35	s
		XTRA enabled	18	s
	温启动 @open sky	Autonomous	26	s
		XTRA enabled	2.2	s
	热启动	Autonomous	2.5	s

	@open sky	XTRA enabled	1.8	s
定位精度 (GNSS)	CEP-50	Autonomous @open sky	<2.5	m

备注

1. 追踪灵敏度：可维持模块持续定位至少 3 分钟时的最低 GNSS 信号值。
2. 重捕灵敏度：模块在失锁后 3 分钟内重新定位时的最低 GNSS 信号值。
3. 冷启动灵敏度：模块执行冷启动命令后 3 分钟内定位时的最低 GNSS 信号值。

4.3. Layout 指导

客户的应用设计中，需遵循如下的设计原则：

- GNSS 天线、主天线和分集接收天线之间距离尽量大。
- 数字信号如(U)SIM 卡、USB 接口、摄像模块、SD 卡和显示接口等应当远离天线。
- 敏感模拟信号应远离 GNSS 信号路径，并增加地孔做隔离和保护。
- ANT_GNSS 走线保持 50Ω 特性阻抗。

GNSS 天线接口的参考设计和天线注意事项，请参考第 5 章。

5 天线接口

EC25 模块设计有一个主天线接口、一个分集接收天线接口（用于抑制由于高速移动和多路径造成的信号下降）和一个 GNSS 天线接口。天线接口阻抗为 50Ω。

5.1. 主/分集接收天线接口

5.1.1. 引脚描述

主天线和分集接收天线接口的引脚定义如下表：

表 26：主/分集接收天线接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ANT_MAIN	49	IO	主天线接口	50Ω 特性阻抗
ANT_DIV	35	AI	分集接收天线接口	50Ω 特性阻抗。 不用则悬空。

5.1.2. 工作频段

表 27：模块工作频段

3GPP 频段	发送	接收	单位
GSM850	824~849	869~894	MHz
EGSM900	880~915	925~960	MHz
DCS1800	1710~1785	1805~1880	MHz
PCS1900	1850~1910	1930~1990	MHz

WCDMA B1	1920~1980	2110~2170	MHz
WCDMA B2	1850~1910	1930~1990	MHz
WCDMA B4	1710~1755	2110~2155	MHz
WCDMA B5	824~849	869~894	MHz
WCDMA B6	830~840	875~885	MHz
WCDMA B8	880~915	925~960	MHz
WCDMA B19	830~845	875~890	MHz
LTE-FDD B1	1920~1980	2110~2170	MHz
LTE-FDD B2	1850~1910	1930~1990	MHz
LTE-FDD B3	1710~1785	1805~1880	MHz
LTE-FDD B4	1710~1755	2110~2155	MHz
LTE-FDD B5	824~849	869~894	MHz
LTE-FDD B7	2500~2570	2620~2690	MHz
LTE-FDD B8	880~915	925~960	MHz
LTE-FDD B12	699~716	729~746	MHz
LTE-FDD B13	777~787	746~756	MHz
LTE-FDD B14	788~798	758~768	MHz
LTE-FDD B18	815~830	860~875	MHz
LTE-FDD B19	830~845	875~890	MHz
LTE-FDD B20	832~862	791~821	MHz
LTE-FDD B26	814~849	859~894	MHz
LTE-FDD B28	703~748	758~803	MHz
LTE-TDD B38	2570~2620	2570~2620	MHz
LTE-TDD B40	2300~2400	2300~2400	MHz
LTE-TDD B41	2555~2655	2555~2655	MHz

LTE-FDD B66	1710~1780	2100~2200	MHz
LTE-FDD B71	663~698	617~652	MHz

5.1.3. 射频参考电路

ANT_MAIN 和 ANT_DIV 天线连接参考电路如下图所示。为获取最佳的射频性能，需预留 π 型匹配电路，电容默认不贴。

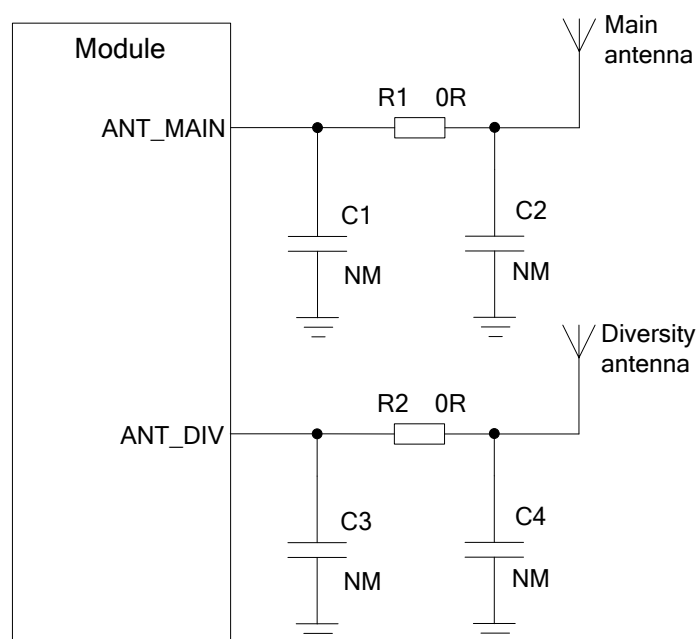


图 33: 射频参考电路

备注

1. 为提高接收灵敏度，需保证主天线和分集接收天线距离合适。
2. ANT_DIV 功能默认打开，使用 `AT+QCFG="divctl",0` 命令可以关闭此功能，详情请参考文档 [2]。
3. 图中 π 型匹配元件（R1&C1&C2, R2&C3&C4）应尽靠近天线放置。

5.1.4. 射频信号线 Layout 参考指导

对于用户 PCB 而言，所有的射频信号线的特性阻抗应控制在 50Ω 。一般情况下，射频信号线的阻抗由材料的介电常数、走线宽度（W）、对地间隙（S）、以及参考地平面的高度（H）决定。PCB 特性阻抗的控制通常采用微带线与共面波导两种方式。为了体现设计原则，下面几幅图展示了阻抗线控制为 50Ω 时微带线以及共面波导的结构设计。

- 微带线完整结构

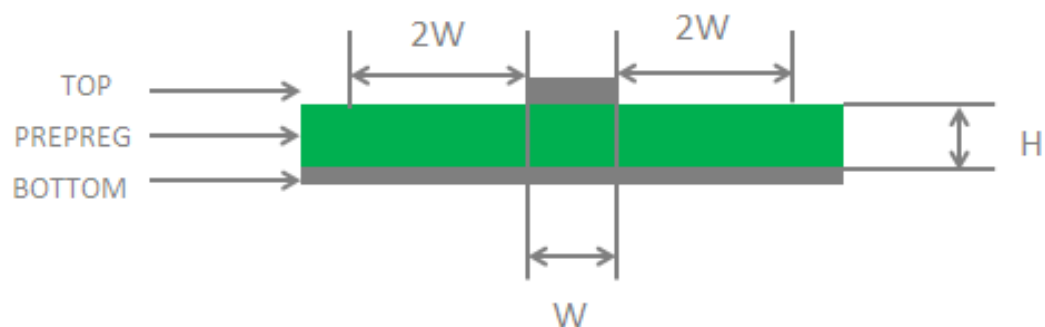


图 34: 两层 PCB 板微带线结构

- 共面波导完整结构

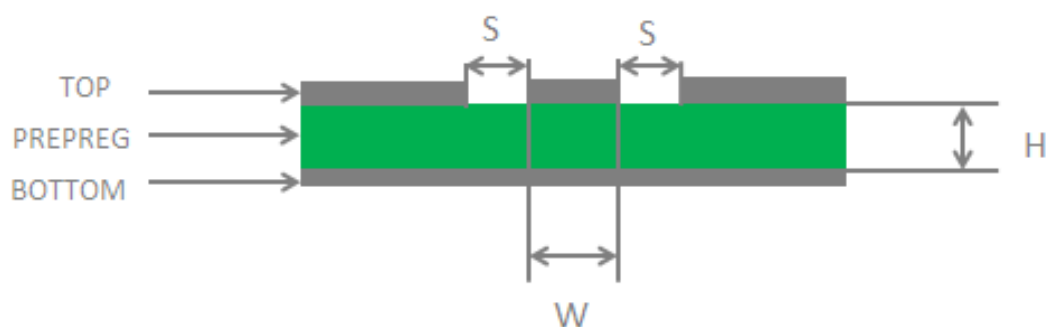


图 35: 两层 PCB 板共面波导结构

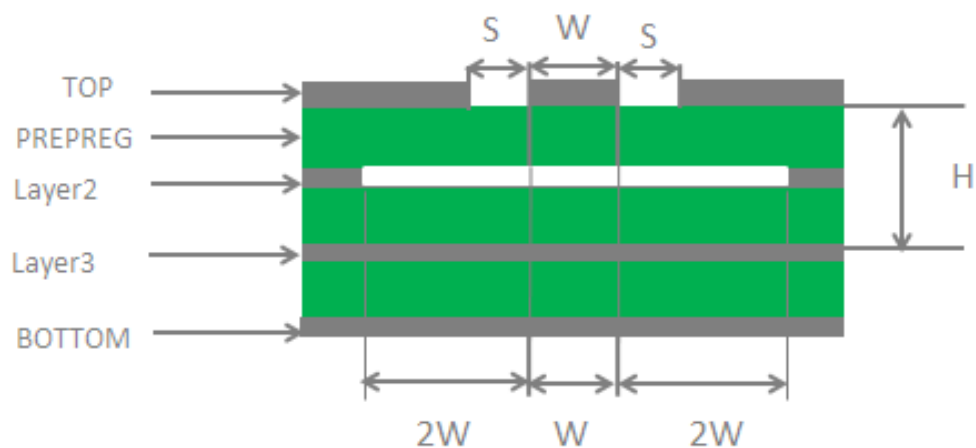


图 36: 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层）

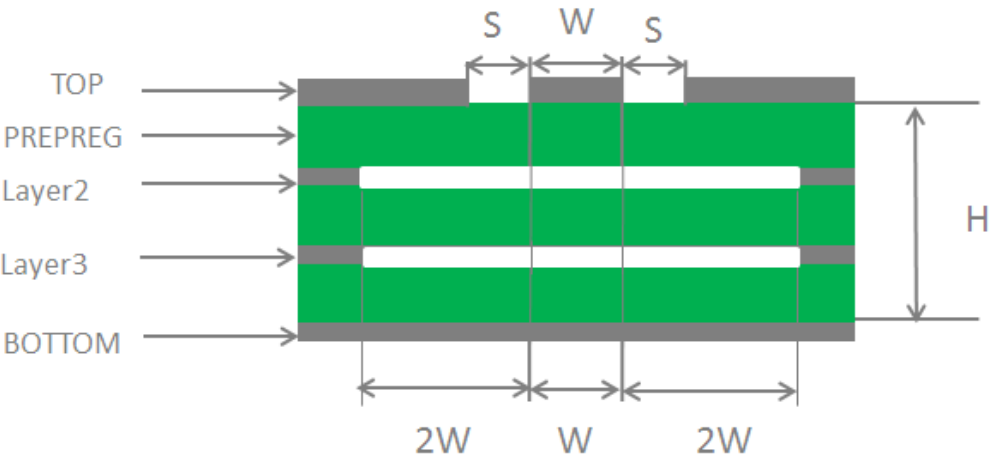


图 37：四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第四层）

在射频天线接口的电路设计中，为了确保射频信号的良好性能与可靠性，在电路设计中建议遵循以下设计原则：

- 请使用阻抗模拟计算工具对射频信号线进行精确的 50Ω 阻抗控制。
- 与射频引脚相邻的 GND 引脚不做热焊盘，要与地充分接触。
- 射频引脚到 RF 连接器之间的距离应尽量短；同时避免直角走线，建议走线夹角为 135° 。
- 连接器件封装建立时要注意，信号脚离地要保持一定距离。
- 射频信号线参考的地平面应完整；在信号线和参考地周边增加一定量的地孔可以帮助提升射频性能；地孔和信号线之间的距离应至少为 2 倍线宽 ($2 \times W$)。

更多关于射频 Layout 的说明，请参考文档 [6]。

5.2. GNSS 天线接口

下表分别列出了 GNSS 天线接口的引脚定义和频率特性。

表 28：GNSS 天线引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ANT_GNSS	47	AI	GNSS 天线接口	50Ω 阻抗特性。 不用则悬空。

表 29: GNSS 频率

类型	频率	单位
GPS	1575.42±1.023	MHz
GLONASS	1597.5~1605.8	MHz
Galileo	1575.42±2.046	MHz
BeiDou (Compass)	1561.098±2.046	MHz
QZSS	1575.42	MHz

GNSS 天线连接参考电路如下图所示。

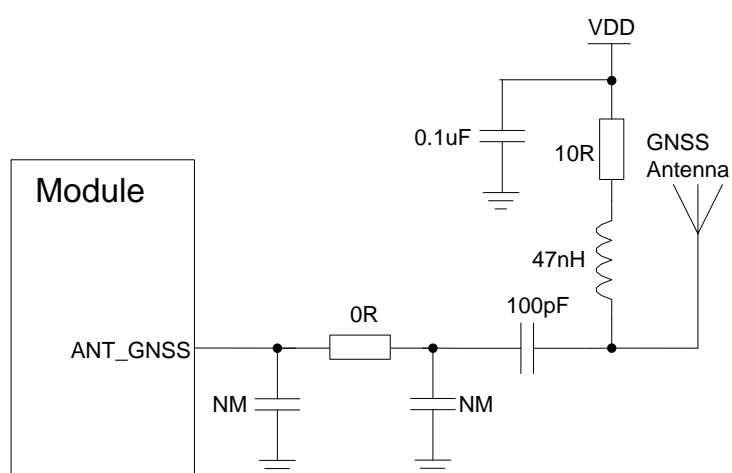


图 38: GNSS 天线参考电路

备注

1. 客户可根据有源天线类型选用外部 LDO 供电。
2. 客户设计选用无源天线，则无需设计 VDD 电路。

5.3. 天线安装

5.3.1. 天线要求

主天线、分集接收天线和 GNSS 天线的要求如下表所示：

表 30：天线要求

类型	要求
GNSS ¹⁾	频率范围：1559MHz~1609MHz 极化：右旋圆极化或线性 VSWR：< 2（典型值） 无源天线增益：> 0dBi 有源天线噪声系数：< 1.5dB 有源天线增益：> 0dBi 有源天线内嵌 LNA 增益：< 17dB
GSM/WCDMA/LTE	VSWR：≤ 2 效率：> 30% 最大输入功率(W)：50 输入阻抗(Ω)：50 线缆插入损耗：< 1dB (GSM850, EGSM900, WCDMA B5/B6/B8/B19, LTE-FDD B5/B8/B12/B13/B14/B18/B19/B20/B26/B28/B71) 线缆插入损耗：< 1.5dB (DCS1800, PCS1900, WCDMA B1/B2/B4, LTE-FDD B1/B2/B3/B4/B66) 线缆插入损耗：< 2dB (LTE-FDD B7, LTE-TDD B38/B40/B41)

备注

当模块支持 LTE B13 或 B14 时，建议使用无源 GNSS 天线，因为有源天线可能会产生谐波影响 GNSS 性能。

5.3.2. 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。

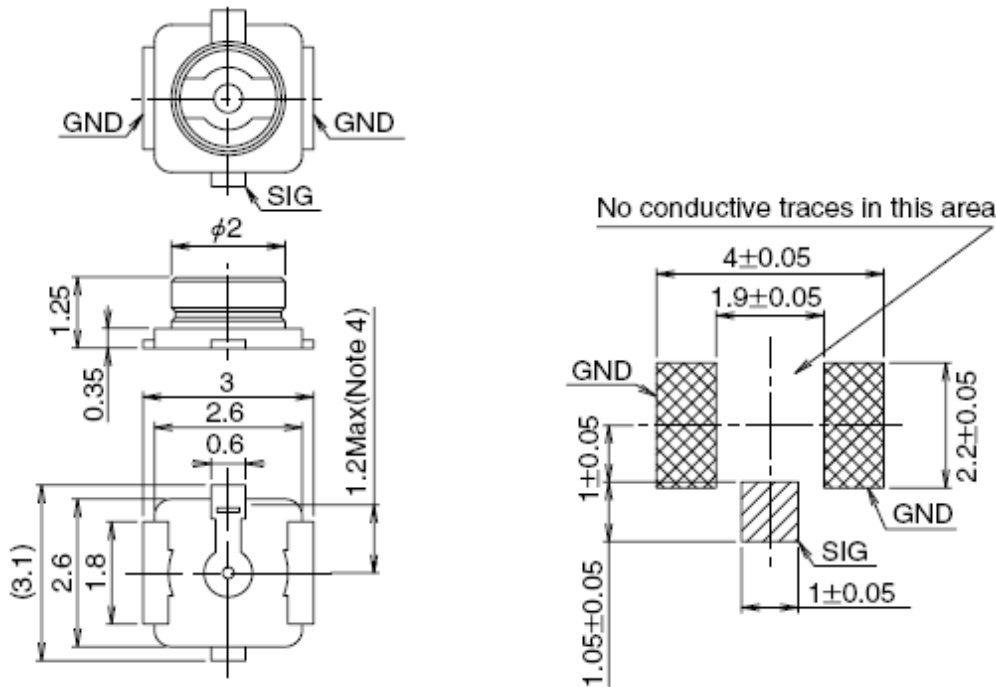


图 39: U.FL-R-SMT 连接器尺寸 (单位: 毫米)

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 40: U.FL-LP 连接线系列

下图为连接线和连接器安装尺寸：

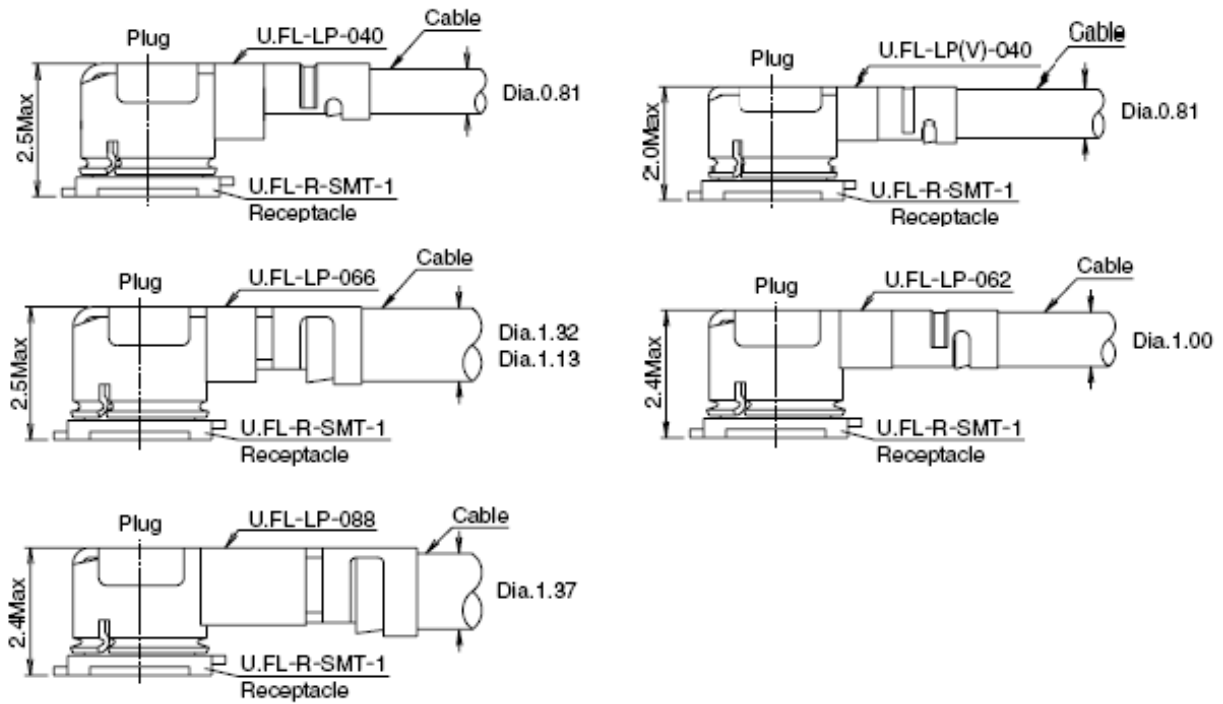


图 41：安装尺寸（单位：毫米）

详情请参考 <http://www.hirose.com>。

6 电气性能和可靠性

6.1. 绝对最大值

下表为模块部分引脚电压或电流的最大耐受值。

表 31：绝对最大值

参数	最小	最大	单位
VBAT_RF/VBAT_BB	-0.3	4.7	V
USB_VBUS	-0.3	5.5	V
VBAT_BB 最大电流	0	0.8	A
VBAT_RF 最大电流	0	1.8	A
数字接口电压	-0.3	2.3	V
ADC0 电压	0	VBAT_BB	V
ADC1 电压	0	VBAT_BB	V

6.2. 电源额定值

表 32：模块电源额定值

参数	描述	条件	最小	典型	最大	单位
VBAT	VBAT_BB 和 VBAT_RF	实际输入电压必须在该范围之内	3.3	3.8	4.3	V
	突发发射时的电压跌落	EGSM900 最大发射功率等级时			400	mV

I _V BAT	峰值电流(每个 发射时隙下)	EGSM900 最大发射功率等级时	1.8	2.0	A
USB_VBUS	USB 检测		3.0	5.0	5.25 V

6.3. 工作和存储温度

表 33: 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		+85	°C
存储温度	-40		+90	°C

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。

6.4. 耗流

表 34: EC25-E 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _V BAT	关机模式	Power down	11	μ A
	睡眠模式	AT+CFUN=0 (USB disconnected)	1.16	mA
		GSM DRX=2 (USB disconnected)	2.74	mA

	GSM DRX=9 (USB disconnected)	2.00	mA
	WCDMA PF=64 (USB disconnected)	2.15	mA
	WCDMA PF=128 (USB disconnected)	1.67	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	2.60	mA
	LTE-FDD PF=128 (USB disconnected)	1.90	mA
	LTE-TDD PF=64 (USB disconnected)	2.79	mA
	LTE-TDD PF=128 (USB disconnected)	2.00	mA
空闲模式	GSM DRX=5 (USB disconnected)	19.5	mA
	GSM DRX=5 (USB connected)	29.5	mA
	WCDMA PF=64 (USB disconnected)	21.0	mA
	WCDMA PF=64 (USB connected)	31.0	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	20.7	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB connected)	30.8	mA
	LTE-TDD PF=64 (USB disconnected)	20.8	mA
	LTE-TDD PF=64 (USB connected)	32.0	mA
GPRS 数据传送 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL @33.22dBm	271.0	mA
	EGSM900 3DL/2UL @33.0dBm	464.0	mA
	EGSM900 2DL/3UL @30.86dBm	524.0	mA
	EGSM900 1DL/4UL @29.58dBm	600.0	mA
	DCS1800 4DL/1UL @29.92dBm	192.0	mA
	DCS1800 3DL/2UL @29.84dBm	311.0	mA
	DCS1800 2DL/3UL @29.67dBm	424.0	mA
	DCS1800 1DL/4UL @29.48dBm	539.0	mA
EDGE 数据传送 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL PCL=8 @27.40dBm	174.0	mA
	EGSM900 3DL/2UL PCL=8 @27.24dBm	281.0	mA

	EGSM900 2DL/3UL PCL=8 @27.11dBm	379.0	mA
	EGSM900 1DL/4UL PCL=8 @26.99dBm	480.0	mA
	DCS1800 4DL/1UL PCL=2 @25.82dBm	159.0	mA
	DCS1800 3DL/2UL PCL=2 @25.85dBm	251.0	mA
	DCS1800 2DL/3UL PCL=2 @25.68dBm	340.0	mA
	DCS1800 1DL/4UL PCL=2 @25.57dBm	433.0	mA
WCDMA 数据传 送 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA @22.47dBm	613.0	mA
	WCDMA B1 HSUPA @22.44dBm	609.0	mA
	WCDMA B5 HSDPA @23.07dBm	671.0	mA
	WCDMA B5 HSUPA @23.07dBm	669.0	mA
	WCDMA B8 HSDPA @22.67dBm	561.0	mA
	WCDMA B8 HSUPA @22.39dBm	557.0	mA
LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @23.27dBm	754.0	mA
	LTE-FDD B3 @23.54dBm	774.0	mA
	LTE-FDD B5 @22.83dBm	762.0	mA
	LTE-FDD B7 @23.37dBm	842.0	mA
	LTE-FDD B8 @23.48dBm	720.0	mA
	LTE-FDD B20 @22.75dBm	714.0	mA
	LTE-TDD B38 @23.05dBm	481.0	mA
	LTE-TDD B40 @23.17dBm	431.8	mA
	LTE-TDD B41 @23.02dBm	480.0	mA
GSM 语音通话	EGSM900 PCL=5 @33.08dBm	264.0	mA
	DCS1800 PCL=0 @29.75dBm	190.0	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @23.22dBm	680.0	mA
	WCDMA B5 @23.18dBm	677.0	mA

WCDMA B8 @23.54dBm	618.0	mA
--------------------	-------	----

表 35: EC25-A 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _V BAT	关机模式	Power down	10	μA
	睡眠模式	AT+CFUN=0 (USB disconnected)	1.1	mA
		WCDMA PF=64 (USB disconnected)	1.8	mA
		WCDMA PF=128 (USB disconnected)	1.5	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	2.2	mA
		LTE-FDD PF=128 (USB disconnected)	1.6	mA
	空闲模式	WCDMA PF=64 (USB disconnected)	21.0	mA
		WCDMA PF=64 (USB connected)	31.0	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	21.0	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB connected)	31.0	mA
	WCDMA 数据传 送 (GNSS 关闭)	WCDMA B2 HSDPA @21.9dBm	591.0	mA
		WCDMA B2 HSUPA @21.62dBm	606.0	mA
		WCDMA B4 HSDPA @22.02dBm	524.0	mA
		WCDMA B4 HSUPA @21.67dBm	540.0	mA
		WCDMA B5 HSDPA @22.71dBm	490.0	mA
		WCDMA B5 HSUPA @22.58dBm	520.0	mA
	LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B2 @22.93dBm	715.0	mA
		LTE-FDD B4 @22.96dBm	738.0	mA
		LTE-FDD B12 @23.35dBm	663.0	mA
	WCDMA 语音通话	WCDMA B2 @22.93dBm	646.0	mA
		WCDMA B4 @23dBm	572.0	mA

WCDMA B5 @23.78dBm	549.0	mA
--------------------	-------	----

表 36: EC25-V 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _{BAT}	关机模式	Power down	10	μA
	睡眠模式	AT+CFUN=0 (USB disconnected)	0.85	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	2.0	mA
		LTE-FDD PF=128 (USB disconnected)	1.5	mA
	空闲模式	LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	20.0	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB connected)	31.0	mA
	LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B4 @23.14dBm	770.0	mA
		LTE-FDD B13 @23.48dBm	531.0	mA

表 37: EC25-J 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _{BAT}	关机模式	Power down	10	μA
	睡眠模式	AT+CFUN=0 (USB disconnected)	1.1	mA
		WCDMA PF=64 (USB disconnected)	1.9	mA
		WCDMA PF=128 (USB disconnected)	1.5	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	2.5	mA
		LTE-FDD PF=128 (USB disconnected)	1.8	mA
		LTE-TDD PF=64 (USB disconnected)	2.6	mA
		LTE-TDD PF=128 (USB disconnected)	1.9	mA
	空闲模式	WCDMA PF=64 (USB disconnected)	21.0	mA
		WCDMA PF=64 (USB connected)	31.0	mA

WCDMA 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	21.0	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB connected)	32.0	mA
	LTE-TDD PF=64 (USB disconnected)	21.0	mA
	LTE-TDD PF=64 (USB connected)	32.0	mA
	WCDMA B1 HSDPA @22.32dBm	549.0	mA
	WCDMA B1 HSUPA @21.79dBm	533.0	mA
	WCDMA B6 HSDPA @22.64dBm	515.0	mA
	WCDMA B6 HSUPA @22.33dBm	520.0	mA
	WCDMA B19 HSDPA @22.67dBm	516.0	mA
	WCDMA B19 HSUPA @22.33dBm	521.0	mA
	LTE-FDD B1 @23.16dBm	685.0	mA
	LTE-FDD B3 @23.22dBm	765.0	mA
LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B8 @23.22dBm	640.0	mA
	LTE-FDD B18 @23.35dBm	660.0	mA
	LTE-FDD B19 @23.16dBm	676.0	mA
	LTE-FDD B26 @22.87dBm	689.0	mA
	LTE-TDD B41 @22.52dBm	438.0	mA
	WCDMA B1 @23.33dBm	604.0	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B6 @23.28dBm	548.0	mA
	WCDMA B19 @23.28dBm	548.0	mA

表 38: EC25-AU 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _{VBAT}	关机模式	Power down	11	μA
	睡眠模式	AT+CFUN=0	1.3	mA

	AT+CFUN=0 (USB disconnected)	1.46	mA
	GSM850 DRX=5 (USB disconnected)	1.8	mA
	EGSM900 DRX=5 (USB disconnected)	2.0	mA
	DCS1800 DRX=5 (USB disconnected)	1.9	mA
	PCS1900 DRX=5 (USB disconnected)	1.9	mA
	WCDMA PF=64 (USB disconnected)	2.0	mA
	WCDMA PF=128 (USB disconnected)	1.6	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	2.2	mA
	LTE-FDD PF=128 (USB disconnected)	1.6	mA
	LTE-TDD PF=64 (USB disconnected)	2.3	mA
	LTE-TDD PF=128 (USB disconnected)	1.6	mA
空闲模式	EGSM900 DRX=5 (USB disconnected)	22.0	mA
	EGSM900 DRX=5 (USB connected)	34.0	mA
	WCDMA PF=64 (USB disconnected)	22.0	mA
	WCDMA PF=64 (USB connected)	33.0	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	24.0	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB connected)	35.0	mA
GPRS 数据传送 (GNSS 关闭)	GSM850 1UL/4DL @32.53dBm	232.0	mA
	GSM850 2UL/3DL @32.34dBm	384.0	mA
	GSM850 3UL/2DL @30.28dBm	441.0	mA
	GSM850 4UL/1DL @29.09dBm	511.0	mA
	EGSM900 1UL/4DL @32.34dBm	241.0	mA
	EGSM900 2UL/3DL @32.19dBm	397.0	mA
	EGSM900 3UL/2DL @30.17dBm	459.0	mA
	EGSM900 4UL/1DL @28.96dBm	533.0	mA

EDGE 数据传送 (GNSS 关闭)	DCS1800 1UL/4DL @29.71dBm	183.0	mA
	DCS1800 2UL/3DL @29.62dBm	289.0	mA
	DCS1800 3UL/2DL @29.49dBm	392.0	mA
	DCS1800 4UL/1DL @29.32dBm	495.0	mA
	PCS1900 1UL/4DL @29.61dBm	174.0	mA
	PCS1900 2UL/3DL @29.48dBm	273.0	mA
	PCS1900 3UL/2DL @29.32dBm	367.0	mA
	PCS1900 4UL/1DL @29.19dBm	465.0	mA
	GSM850 1UL/4DL @27.09dBm	154.0	mA
	GSM850 2UL/3DL @26.94dBm	245.0	mA
	GSM850 3UL/2DL @26.64dBm	328.0	mA
	GSM850 4UL/1DL @26.53dBm	416.0	mA
	EGSM900 1UL/4DL @26.64dBm	157.0	mA
	EGSM900 2UL/3DL @26.95dBm	251.0	mA
	EGSM900 3UL/2DL @26.57dBm	340.0	mA
	EGSM900 4UL/1DL @26.39dBm	431.0	mA
WCDMA 数据传送	DCS1800 1UL/4DL @26.03dBm	152.0	mA
	DCS1800 2UL/3DL @25.62dBm	240.0	mA
	DCS1800 3UL/2DL @25.42dBm	325.0	mA
	DCS1800 4UL/1DL @25.21dBm	415.0	mA
	PCS1900 1UL/4DL @25.65dBm	148.0	mA
	PCS1900 2UL/3DL @25.63dBm	232.0	mA
	PCS1900 3UL/2DL @25.54dBm	313.0	mA
	PCS1900 4UL/1DL @25.26dBm	401.0	mA
WCDMA 数据传送	WCDMA B1 HSDPA @22.34dBm	625.0	mA

(GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSUPA @21.75dBm	617.0	mA
	WCDMA B2 HSDPA @22.51dBm	610.0	mA
	WCDMA B2 HSUPA @22. 14dBm	594.0	mA
	WCDMA B5 HSDPA @22.98dBm	576.0	mA
	WCDMA B5 HSUPA @22.89dBm	589.0	mA
	WCDMA B8 HSDPA @22.31dBm	556.0	mA
	WCDMA B8 HSUPA @22.11dBm	572.0	mA
LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @23.28dBm	817.0	mA
	LTE-FDD B2 @23.34dBm	803.0	mA
	LTE-FDD B3 @23.2dBm	785.0	mA
	LTE-FDD B4 @22.9dBm	774.0	mA
	LTE-FDD B5 @23.45dBm	687.0	mA
	LTE-FDD B7 @22.84dBm	843.0	mA
	LTE-FDD B8 @22.92dBm	689.0	mA
	LTE-FDD B28 @23.23dBm	804.0	mA
GSM 语音通话	LTE-TDD B40 @23.3dBm	429.0	mA
	GSM850 PCL5 @32.66dBm	228.0	mA
	EGSM900 PCL5 @32.59dBm	235.0	mA
	DCS1800 PCL0 @29.72dBm	178.0	mA
WCDMA 语音通话	PCS1900 PCL0 @29.82dBm	170.0	mA
	WCDMA B1 @23.27dBm	687.0	mA
	WCDMA B2 @23.38dBm	668.0	mA
	WCDMA B5 @23.38dBm	592.0	mA
	WCDMA B8 @23.32dBm	595.0	mA

表 39: EC25-AUT 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _{VBAT}	关机模式	Power down	10	μA
	睡眠模式	AT+CFUN=0 (USB disconnected)	1.0	mA
		WCDMA PF=64 (USB disconnected)	1.9	mA
		WCDMA PF=128 (USB disconnected)	1.5	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	2.3	mA
		LTE-FDD PF=128 (USB disconnected)	1.9	mA
	空闲模式	WCDMA PF=64 (USB disconnected)	23.0	mA
		WCDMA PF=64 (USB connected)	33.0	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	17.0	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB connected)	29.0	mA
	WCDMA 数据传送 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA @22.24dBm	500.0	mA
		WCDMA B1 HSUPA @22.05dBm	499.0	mA
		WCDMA B5 HSDPA @22.39dBm	418.0	mA
		WCDMA B5 HSUPA @22dBm	486.0	mA
	LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @23.28dBm	707.0	mA
		LTE-FDD B3 @23.36dBm	782.0	mA
		LTE-FDD B5 @23.32dBm	588.0	mA
		LTE-FDD B7 @23.08dBm	692.0	mA
		LTE-FDD B28A @23.37dBm	752.0	mA
		LTE-FDD B28B @23.48dBm	770.0	mA
	WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @23.22dBm	546.0	mA
		WCDMA B5 @23.01dBm	511.0	mA

表 40: EC25-AF 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _V BAT	关机模式	Power down	10	μA
	睡眠模式	AT+CFUN=0 (USB disconnected)	1.0	mA
		WCDMA PF=64 (USB disconnected)	1.8	mA
		WCDMA PF=128 (USB disconnected)	1.4	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	2.2	mA
		LTE-FDD PF=128 (USB disconnected)	1.8	mA
	空闲模式	WCDMA PF=64 (USB disconnected)	23.3	mA
		WCDMA PF=64 (USB connected)	33.4	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	17.6	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB connected)	29.4	mA
	WCDMA 数据传送 (GNSS 关闭)	WCDMA B2 HSDPA @22.63dBm	560.0	mA
		WCDMA B2 HSUPA @22.49dBm	564.0	mA
		WCDMA B4 HSDPA @22.45dBm	601.0	mA
		WCDMA B4 HSUPA @22.57dBm	610.0	mA
		WCDMA B5 HSDPA @22.49dBm	603.0	mA
		WCDMA B5 HSUPA @22.43dBm	617.0	mA
		LTE-FDD B2 @22.92dBm	698.0	mA
		LTE-FDD B4 @23.12dBm	710.0	mA
		LTE-FDD B5 @22.98dBm	650.0	mA
		LTE-FDD B12 @23.42dBm	648.0	mA
	LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B13 @22.92dBm	690.0	mA
		LTE-FDD B14 @23.42dBm	685.0	mA
		LTE-FDD B66 @23.35dBm	715.0	mA

WCDMA 语音通话	LTE-FDD B71 @23.39dBm	689.0	mA
	WCDMA B2 @23.59dBm	585.0	mA
	WCDMA B4 @23.47dBm	610.0	mA
	WCDMA B5 @23.46dBm	605.0	mA

表 41: EC25-AFX 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _{BAT}	关机模式	Power down	8	μA
		AT+CFUN=0 (USB disconnected)	0.83	mA
	睡眠模式	WCDMA PF=64 (USB disconnected)	1.55	mA
		WCDMA PF=128 (USB disconnected)	1.24	mA
		WCDMA PF=256 (USB disconnected)	1.07	mA
		WCDMA PF=512 (USB disconnected)	1.00	mA
		LTE-FDD PF=32 (USB disconnected)	2.97	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	1.93	mA
		LTE-FDD PF=128 (USB disconnected)	1.43	mA
		LTE-FDD PF=256 (USB disconnected)	1.17	mA
	空闲模式	WCDMA PF=64 (USB disconnected)	14.9	mA
		WCDMA PF=64 (USB connected)	34.2	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	15.2	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB connected)	34.8	mA
	WCDMA 数据传送 (GNSS 关闭)	WCDMA B2 HSDPA @22.1dBm	548.0	mA
		WCDMA B2 HSUPA @22.28dBm	545.0	mA
		WCDMA B4 HSDPA @22.2dBm	580.0	mA
		WCDMA B4 HSUPA @22.2dBm	596.0	mA

LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	WCDMA B5 HSDPA @22.1dBm	498.0	mA
	WCDMA B5 HSUPA @22.0dBm	500.0	mA
	LTE-FDD B2 @23.36dBm	621.0	mA
	LTE-FDD B4 @22.7dBm	702.0	mA
	LTE-FDD B5 @22.7dBm	564.0	mA
	LTE-FDD B12 @22.66dBm	648.0	mA
	LTE-FDD B13 @22.79dBm	617.0	mA
	LTE-FDD B14 @22.72dBm	622.0	mA
	LTE-FDD B66 @22.86dBm	698.0	mA
	LTE-FDD B71 @22.73dBm	628.0	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B2 @22.63dBm	578.0	mA
	WCDMA B4 @22.74dBm	581.0	mA
	WCDMA B5 @22.6dBm	561.0	mA

表 42: EC25-EU 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _{BAT}	关机模式	Power down	11	μA
	睡眠模式	AT+CFUN=0 (USB disconnected)	1.16	mA
		GSM DRX=2 (USB disconnected)	2.74	mA
		GSM DRX=9 (USB disconnected)	2.0	mA
		WCDMA PF=64 (USB disconnected)	2.15	mA
		WCDMA PF=128 (USB disconnected)	1.67	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	2.60	mA
		LTE-FDD PF=128 (USB disconnected)	1.90	mA
		LTE-TDD PF=64 (USB disconnected)	2.79	mA

空闲模式	LTE-TDD PF=128 (USB disconnected)	2.00	mA
	GSM DRX=5 (USB disconnected)	19.5	mA
	GSM DRX=5 (USB connected)	29.5	mA
	WCDMA PF=64 (USB disconnected)	21.0	mA
	WCDMA PF=64 (USB connected)	31.0	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	20.7	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB connected)	30.8	mA
	LTE-TDD PF=64 (USB disconnected)	20.8	mA
	LTE-TDD PF=64 (USB connected)	32.0	mA
GPRS 数据传送 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL @33.23dBm	243.0	mA
	EGSM900 3DL/2UL @31.96dBm	388.0	mA
	EGSM900 2DL/3UL @29.73dBm	453.0	mA
	EGSM900 1DL/4UL @28.5dBm	522	mA
	DCS1800 4DL/1UL @30.49dBm	172.0	mA
	DCS1800 3DL/2UL @29.24dBm	274.0	mA
	DCS1800 2DL/3UL @27.15dBm	337.0	mA
	DCS1800 1DL/4UL @25.88dBm	406.0	mA
EDGE 数据传送 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL PCL=8 @26.60dBm	142.0	mA
	EGSM900 3DL/2UL PCL=8 @25.43dBm	229.0	mA
	EGSM900 2DL/3UL PCL=8 @23.4dBm	286.0	mA
	EGSM900 1DL/4UL PCL=8 @22.36dBm	348.0	mA
	DCS1800 4DL/1UL PCL=2 @25.59dBm	136.0	mA
	DCS1800 3DL/2UL PCL=2 @24.54dBm	225.0	mA
	DCS1800 2DL/3UL PCL=2 @22.38dBm	300.0	mA
	DCS1800 1DL/4UL PCL=2 @21.24dBm	379.0	mA

WCDMA 数据传送 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA @22.93dBm	504.0	mA
	WCDMA B1 HSUPA @22.62dBm	512.0	mA
	WCDMA B8 HSDPA @22.88dBm	562.0	mA
	WCDMA B8 HSUPA @22.14dBm	535.0	mA
LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @23.6dBm	664.0	mA
	LTE-FDD B3 @23.67dBm	728.0	mA
	LTE-FDD B7 @23.83dBm	821.0	mA
	LTE-FDD B8 @23.82dBm	695.0	mA
	LTE-FDD B20 @23.88dBm	649.0	mA
	LTE-FDD B28A @23.43dBm	689.0	mA
	LTE-TDD B38 @22.82dBm	438.0	mA
	LTE-TDD B40 @23.43dBm	355.0	mA
GSM 语音通话	LTE-TDD B41 @23.46dBm	451.0	mA
	EGSM900 PCL=5 @33.25dBm	258.0	mA
	DCS1800 PCL=0 @30.23dBm	178.0	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @23.88dBm	548.0	mA
	WCDMA B8 @23.8dBm	615.0	mA

表 43: EC25-EC 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _{BAT}	关机模式	Power down	9	μA
	睡眠模式	AT+CFUN=0 (USB disconnected)	1.0	mA
		GSM DRX=2 (USB disconnected)	2.0	mA
		GSM DRX=9 (USB disconnected)	1.3	mA
		WCDMA PF=64 (USB disconnected)	2.1	mA

空闲模式	WCDMA PF=128 (USB disconnected)	1.7	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	2.3	mA
	LTE-FDD PF=128 (USB disconnected)	1.8	mA
	GSM DRX=5 (USB disconnected)	17.3	mA
	GSM DRX=5 (USB connected)	28.3	mA
	WCDMA PF=64 (USB disconnected)	17.1	mA
	WCDMA PF=64 (USB connected)	27.2	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	18.9	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB connected)	28.7	mA
GPRS 数据传送 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL @32.91dBm	250.0	mA
	EGSM900 3DL/2UL @32.75dBm	462.0	mA
	EGSM900 2DL/3UL @30.87dBm	511.0	mA
	EGSM900 1DL/4UL @28.84dBm	586.0	mA
	DCS1800 4DL/1UL @29.46dBm	156.0	mA
	DCS1800 3DL/2UL @29.41dBm	250.0	mA
	DCS1800 2DL/3UL @29.37dBm	344.0	mA
	DCS1800 1DL/4UL @29.28dBm	443.0	mA
EDGE 数据传送 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL PCL=8 @25.21dBm	175.0	mA
	EGSM900 3DL/2UL PCL=8 @24.80dBm	295.0	mA
	EGSM900 2DL/3UL PCL=8 @24.74dBm	397.0	mA
	EGSM900 1DL/4UL PCL=8 @24.38dBm	509.0	mA
	DCS1800 4DL/1UL PCL=2 @25.72dBm	134.0	mA
	DCS1800 3DL/2UL PCL=2 @24.86dBm	211.0	mA
	DCS1800 2DL/3UL PCL=2 @25.59dBm	312.0	mA
	DCS1800 1DL/4UL PCL=2 @25.39dBm	299.0	mA

WCDMA 数据传送 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA @22.54dBm	567.0	mA
	WCDMA B1 HSUPA @22.45dBm	574.3	mA
	WCDMA B8 HSDPA @22.42dBm	481.9	mA
	WCDMA B8 HSUPA @21.91dBm	463.0	mA
LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @22.55dBm	752.0	mA
	LTE-FDD B3 @22.93dBm	701.5	mA
	LTE-FDD B7 @23.03dBm	715.4	mA
	LTE-FDD B20 @22.98dBm	724.6	mA
	LTE-FDD B28 @22.27dBm	782.5	mA
GSM 语音通话	EGSM900 PCL=5 @33.84dBm	292.0	mA
	DCS1800 PCL=0 @29.62dBm	154.0	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @23.94dBm	614.6	mA
	WCDMA B8 @23.33dBm	517.0	mA

表 44: EC25-EUX 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _{BAT}	关机模式	Power down	9	μA
	睡眠模式	AT+CFUN=0 (USB disconnected)	0.9	mA
		GSM DRX=2 (USB disconnected)	1.8	mA
		GSM DRX=9 (USB disconnected)	1.3	mA
		WCDMA PF=64 (USB disconnected)	1.6	mA
		WCDMA PF=128 (USB disconnected)	1.3	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	2.2	mA
		LTE-FDD PF=128 (USB disconnected)	1.6	mA
		LTE-TDD PF=64 (USB disconnected)	2.2	mA

空闲模式	LTE-TDD PF=128 (USB disconnected)	1.6	mA
	GSM DRX=5 (USB disconnected)	14.5	mA
	GSM DRX=5 (USB connected)	34.3	mA
	WCDMA PF=64 (USB disconnected)	14.7	mA
	WCDMA PF=64 (USB connected)	35.3	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	15.0	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB connected)	36.5	mA
	LTE-TDD PF=64 (USB disconnected)	15.0	mA
	LTE-TDD PF=64 (USB connected)	36.5	mA
GPRS 数据传送 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL @33.02dBm	270.7	mA
	EGSM900 3DL/2UL @32.24dBm	444.3	mA
	EGSM900 2DL/3UL @30.08dBm	509.8	mA
	EGSM900 1DL/4UL @29.50dBm	629.3	mA
	DCS1800 4DL/1UL @29.63dBm	157.4	mA
	DCS1800 3DL/2UL @28.96dBm	246.3	mA
	DCS1800 2DL/3UL @27.49dBm	310.6	mA
	DCS1800 1DL/4UL @26.44dBm	377.7	mA
EDGE 数据传送 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL PCL=8 @27.27dBm	175.4	mA
	EGSM900 3DL/2UL PCL=8 @26.13dBm	292.1	mA
	EGSM900 2DL/3UL PCL=8 @24.03dBm	386.8	mA
	EGSM900 1DL/4UL PCL=8 @23.35dBm	494.7	mA
	DCS1800 4DL/1UL PCL=2 @25.92dBm	134.5	mA
	DCS1800 3DL/2UL PCL=2 @25.63dBm	222.9	mA
	DCS1800 2DL/3UL PCL=2 @23.14dBm	301.2	mA
	DCS1800 1DL/4UL PCL=2 @22.60dBm	391.8	mA

WCDMA 数据传送 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA @22.01dBm	534.8	mA
	WCDMA B1 HSUPA @21.38dBm	526.7	mA
	WCDMA B8 HSDPA @22.21dBm	459.8	mA
	WCDMA B8 HSUPA @21.85dBm	471.6	mA
LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @23.38dBm	743.4	mA
	LTE-FDD B3 @22.87dBm	674.6	mA
	LTE-FDD B7 @22.08dBm	658.8	mA
	LTE-FDD B8 @23.49dBm	607.3	mA
	LTE-FDD B20 @23.01dBm	711.0	mA
	LTE-FDD B28A @23.18dBm	788.2	mA
	LTE-TDD B38 @23.38dBm	446.6	mA
	LTE-TDD B40 @23.56dBm	344.4	mA
GSM 语音通话	LTE-TDD B41 @23.17dBm	483.2	mA
	EGSM900 PCL=5 @32.81dBm	262.2	mA
	DCS1800 PCL=0 @29.62dBm	151.2	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @23.09dBm	594.2	mA
	WCDMA B8 @23.18dBm	504.3	mA

表 45: EC25-MX 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
	关机模式	Power down	19	μA
		AT+CFUN=0 (USB disconnected)	1.0	mA
睡眠模式		WCDMA PF=64 (USB disconnected)	2.3	mA
		WCDMA PF=128 (USB disconnected)	1.7	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	2.5	mA

I _V BAT	空闲模式	LTE-FDD PF=128 (USB disconnected)	2.2	mA
		WCDMA PF=64 (USB disconnected)	12.9	mA
		WCDMA PF=64 (USB connected)	32.0	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	13.7	mA
		LTE-FDD PF=64 (USB connected)	32.6	mA
	WCDMA 数据传送 (GNSS 关闭)	WCDMA B2 HSDPA @22.27dBm	581.9	mA
		WCDMA B2 HSUPA @22.15dBm	603.0	mA
		WCDMA B4 HSDPA @22.5dBm	578.0	mA
		WCDMA B4 HSUPA @22.5dBm	571.0	mA
		WCDMA B5 HSDPA @22.4dBm	499.0	mA
		WCDMA B5 HSUPA @22.17dBm	515.0	mA
	LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B2 @23.2dBm	685.0	mA
		LTE-FDD B4 @23.4dBm	744.0	mA
		LTE-FDD B5 @23.2dBm	578.0	mA
		LTE-FDD B7 @24.3dBm	868.0	mA
		LTE-FDD B28 @23.45dBm	631.0	mA
		LTE-FDD B66 @22.68dBm	781.0	mA
	WCDMA 语音通话	WCDMA B2 @23.47dBm	643.0	mA
		WCDMA B4 @23.5dBm	633.0	mA
		WCDMA B5 @23.5dBm	551.0	mA

表 46: EC25-AUX 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _V BAT	关机模式	Power down	9	μA
	睡眠模式	AT+CFUN=0 (USB disconnected)	0.9	mA

空闲模式	GSM DRX=2 (USB disconnected)	2.4	mA
	LTE-FDD PF=128 (USB disconnected)	2.5	mA
	LTE-TDD PF=64 (USB disconnected)	3.4	mA
	GSM DRX=5 (USB disconnected)	16.9	mA
	GSM DRX=5 (USB connected)	34.5	mA
	WCDMA PF=64 (USB disconnected)	17.9	mA
	WCDMA PF=64 (USB connected)	35.2	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB disconnected)	18.3	mA
	LTE-FDD PF=64 (USB connected)	35.1	mA
	LTE-TDD PF=64 (USB disconnected)	18.4	mA
	LTE-TDD PF=64 (USB connected)	35.1	mA
	GSM850 4DL/1UL @32.48dBm	240.1	mA
	GSM850 3DL/2UL @31.59dBm	384.8	mA
	GSM850 2DL/3UL @29.51dBm	452.1	mA
	GSM850 1DL/4UL @28.41dBm	542.1	mA
	EGSM900 4DL/1UL @33.27dBm	272.7	mA
	EGSM900 3DL/2UL @31.99dBm	406.9	mA
	EGSM900 2DL/3UL @29.67dBm	470.2	mA
	EGSM900 1DL/4UL @28.44dBm	547.1	mA
GPRS 数据传送 (GNSS 关闭)	DCS1800 4DL/1UL @29.44dBm	164.5	mA
	DCS1800 3DL/2UL @28.47dBm	235.7	mA
	DCS1800 2DL/3UL @26.29dBm	292.2	mA
	DCS1800 1DL/4UL @25.26dBm	363.8	mA
	PCS1900 4DL/1UL @29.44dBm	162.9	mA
	PCS1900 3DL/2UL @28.59dBm	246.8	mA

	PCS1900 2DL/3UL @26.51dBm	300.6	mA
	PCS1900 1DL/4UL @25.34dBm	370.5	mA
EDGE 数据传送 (GNSS 关闭)	GSM850 4DL/1UL @26.94dBm	177.5	mA
	GSM850 3DL/2UL @25.90dBm	290.8	mA
	GSM850 2DL/3UL @23.70dBm	394.0	mA
	GSM850 1DL/4UL @22.47dBm	504.5	mA
	EGSM900 4DL/1UL @27.18dBm	176.6	mA
	EGSM900 3DL/2UL @26.03dBm	289.6	mA
	EGSM900 2DL/3UL @23.97dBm	390.7	mA
	EGSM900 1DL/4UL @22.68dBm	502.1	mA
	DCS1800 4DL/1UL @26.01dBm	141.0	mA
	DCS1800 3DL/2UL @25.02dBm	227.5	mA
	DCS1800 2DL/3UL @23.04dBm	316.3	mA
	DCS1800 1DL/4UL @22.11dBm	411.0	mA
	PCS1900 4DL/1UL @26.24dBm	143.3	mA
	PCS1900 3DL/2UL @25.46dBm	231.4	mA
	PCS1900 2DL/3UL @23.45dBm	316.1	mA
	PCS1900 1DL/4UL @22.38dBm	411.0	mA
WCDMA 数据传送 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA @22.60dBm	534.6	mA
	WCDMA B1 HSUPA @22.48dBm	541.3	mA
	WCDMA B2 HSDPA @21.60dBm	572.9	mA
	WCDMA B2 HSUPA @22.06dBm	560.0	mA
	WCDMA B4 HSDPA @22.97dBm	495.8	mA
	WCDMA B4 HSUPA @23.20dBm	512.4	mA
	WCDMA B5 HSDPA @22.63dBm	493.1	mA

LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	WCDMA B5 HSUPA @22.98dBm	504.7	mA
	WCDMA B8 HSDPA @22.46dBm	545.5	mA
	WCDMA B8 HSUPA @21.89dBm	541.1	mA
	LTE-FDD B1 @22.91dBm	713.5	mA
	LTE-FDD B2 @22.85dBm	713.4	mA
	LTE-FDD B3 @23.12dBm	675.7	mA
	LTE-FDD B4 @22.52dBm	607.8	mA
	LTE-FDD B5 @23.12dBm	563.1	mA
	LTE-FDD B7 @22.95dBm	702.9	mA
	LTE-FDD B8 @23.55dBm	728.8	mA
	LTE-FDD B28 @23.23dBm	769.3	mA
	LTE-TDD B40 @23.54dBm	335.5	mA
	GSM850 PCL5 @32.36dBm	240.3	mA
	EGSM900 PCL5 @33.15dBm	260.9	mA
	DCS1800 PCL0 @29.38dBm	153.0	mA
WCDMA 语音通话	PCS1900 PCL0 @29.47dBm	160.3	mA
	WCDMA B1 @23.13dBm	568.9	mA
	WCDMA B2 @22.99dBm	628.4	mA
	WCDMA B4 @22.90dBm	506.3	mA
	WCDMA B5 @23.10dBm	507.5	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B8 @22.90dBm	581.5	mA

表 47: EC25 系列模块 GNSS 耗流

参数	描述	条件	典型值	单位
I _V BAT (GNSS)	搜索模式 (AT+CFUN=0)	Cold start @无源天线	54.0	mA
		Lost state @无源天线	53.9	mA
	捕获模式 (AT+CFUN=0)	仪器	30.5	mA
		实网 (无源天线)	33.2	mA
		实网 (有源天线)	40.8	mA

6.5. 射频发射功率

EC25 模块射频发射功率如下表所示:

表 48: 射频发射功率

频率	最大值	最小值
GSM850/EGSM900	33dBm±2dB	5dBm±5dB
DCS1800/PCS1900	30dBm±2dB	0dBm±5dB
GSM850/EGSM900 (8-PSK)	27dBm±3dB	5dBm±5dB
DCS1800/PCS1900 (8-PSK)	26dBm±3dB	0dBm±5dB
WCDMA bands	24dBm+1/-3dB	< -49dBm
LTE-FDD bands	23dBm±2dB	< -39dBm
LTE-TDD bands	23dBm±2dB	< -39dBm

备注

在 GPRS 网络 4 时隙发送模式下, 最大输出功率减小 3.0dB。该设计符合 3GPP TS51.010-1 中 13.16 章节所述的 GSM 规范。

6.6. 射频接收灵敏度

EC25 模块射频接收灵敏度如下表所示:

表 49: EC25-E 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集+分集 ¹⁾	3GPP (主集+分集)
EGSM900	-109.0dBm	/	/	-102.0dBm
DCS1800	-109.0dBm	/	/	-102.0dbm
WCDMA B1	-110.5dBm	/	/	-106.7dBm
WCDMA B5	-110.5dBm	/	/	-104.7dBm
WCDMA B8	-110.5dBm	/	/	-103.7dBm
LTE-FDD B1 (10MHz)	-98.0dBm	-98.0dBm	-101.5dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B3 (10MHz)	-96.5dBm	-98.5dBm	-101.5dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B5 (10MHz)	-98.0dBm	-98.5dBm	-101.0dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B7 (10MHz)	-97.0dBm	-97.0dBm	-99.5dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B8 (10MHz)	-97.0dBm	-97.0dBm	-101.0dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B20 (10MHz)	-97.5dBm	-99.0dBm	-102.5dBm	-93.3dBm
LTE-TDD B38 (10MHz)	-95dBm	-97.0dBm	-98.9dBm	-96.3dBm
LTE-TDD B40 (10MHz)	-96.3dBm	-98.0dBm	-101.0dBm	-96.3dBm
LTE-TDD B41 (10MHz)	-94.5dBm	-97.0dBm	-98.5dBm	-94.3dBm

表 50: EC25-A 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集+分集 ¹⁾	3GPP (主集+分集)
WCDMA B2	-110.0dBm	/	/	-104.7dBm
WCDMA B4	-110.0dBm	/	/	-106.7dBm
WCDMA B5	-110.5dBm	/	/	-104.7dBm

LTE-FDD B2 (10MHz)	-98.0dBm	-98.0dBm	-101.0dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B4 (10MHz)	-97.5dBm	-99.0dBm	-101.0dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B12 (10MHz)	-97.2dBm	-98.0dBm	-101.0dBm	-93.3dBm

表 51: EC25-V 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集+分集 ¹⁾	3GPP (主集+分集)
LTE-FDD B4 (10MHz)	-97.5dBm	-99.0dBm	-101.0dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B13 (10MHz)	-97.7dBm	-97.0dBm	-100.0dBm	-93.3dBm

表 52: EC25-J 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集+分集 ¹⁾	3GPP (主集+分集)
WCDMA B1	-110.0dBm	/	/	-106.7dBm
WCDMA B6	-110.5dBm	/	/	-106.7dBm
WCDMA B8	-110.5dBm	/	/	-103.7dBm
WCDMA B19	-110.5dBm	/	/	-106.7dBm
LTE-FDD B1 (10MHz)	-97.5dBm	-98.7dBm	-100.2dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B3 (10MHz)	-96.5dBm	-97.1dBm	-100.5dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B8 (10MHz)	-98.4dBm	-99.0dBm	-101.2dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B18 (10MHz)	-99.5dBm	-99.0dBm	-101.7dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B19 (10MHz)	-99.2dBm	-99.0dBm	-101.4dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B26 (10MHz)	-99.5dBm	-99.0dBm	-101.5dBm	-93.8dBm
LTE-TDD B41 (10MHz)	-95.0dBm	-95.7dBm	-99.0dBm	-94.3dBm

表 53: EC25-AU 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集+分集 ¹⁾	3GPP (主集+分集)
GSM850	-109.0dBm	/	/	-102.0dBm
EGSM900	-109.0dBm	/	/	-102.0dBm
DCS1800	-109.0dBm	/	/	-102.0dBm
PCS1900	-109.0dBm	/	/	-102.0dBm
WCDMA B1	-110.0dBm	-109dBm	-112dBm	-106.7dBm
WCDMA B2	-110.0dBm	/	/	-104.7dBm
WCDMA B5	-111.0dBm	-112dBm	-113dBm	-104.7dBm
WCDMA B8	-111.0dBm	-111dBm	-113dBm	-103.7dBm
LTE-FDD B1 (10MHz)	-97.2dBm	-97.5dBm	-100.2dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B2 (10MHz)	-98.2dBm	/	/	-94.3dBm
LTE-FDD B3 (10MHz)	-98.7dBm	-98.6dBm	-102.2dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B4 (10MHz)	-97.7dBm	-97.4dBm	-100.2dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B5 (10MHz)	-98.0dBm	-98.2dBm	-101.0dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B7 (10MHz)	-97.7dBm	-97.7dBm	-101.2dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B8 (10MHz)	-99.2dBm	-98.2dBm	-102.2dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B28 (10MHz)	-98.6dBm	-98.7dBm	-102.0dBm	-94.8dBm
LTE-TDD B40 (10MHz)	-97.2dBm	-98.4dBm	-101.2dBm	-96.3dBm

表 54: EC25-AUT 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集+分集 ¹⁾	3GPP (主集+分集)
WCDMA B1	-110.0dBm	/	/	-106.7dBm
WCDMA B5	-110.5dBm	/	/	-104.7dBm
LTE-FDD B1 (10MHz)	-98.5dBm	-98.0dBm	-101.0dBm	-96.3dBm

LTE-FDD B3 (10MHz)	-98.0dBm	-97.0dBm	-100.0dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B5 (10MHz)	-98.0dBm	-99.0dBm	-102.5dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B7 (10MHz)	-97.0dBm	-97.0dBm	-98.5dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B28 (10MHz)	-97.0dBm	-99.0dBm	-102.0dBm	-94.8dBm

表 55: EC25-AUTL 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集+分集 ¹⁾	3GPP (主集+分集)
LTE-FDD B3 (10MHz)	-98.0dBm	-97.0dBm	-100.0dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B7 (10MHz)	-97.0dBm	-97.0dBm	-98.5dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B28 (10MHz)	-97.0dBm	-99.0dBm	-102.0dBm	-94.8dBm

表 56: EC25-AF 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集+分集 ¹⁾	3GPP (主集+分集)
WCDMA B2	-109.5dBm	-110dBm	-110.4dBm	-104.7dBm
WCDMA B4	-109.6dBm	-110dBm	-110.6dBm	-106.7dBm
WCDMA B5	-110dBm	-110dBm	-110.7dBm	-104.7dBm
LTE-FDD B2 (10MHz)	-98.0dBm	-98.5dBm	-100.5dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B4 (10MHz)	-97.5dBm	-98.2dBm	-99.5dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B5 (10MHz)	-98.0dBm	-98.5dBm	-100.5dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B12 (10MHz)	-99.0dBm	-99.5dBm	-100.5dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B13 (10MHz)	-98.5dBm	-99.5dBm	-100.7dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B14 (10MHz)	-99.4dBm	-99.5dBm	-100.9dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B66 (10MHz)	-97.5dBm	-98.5dBm	-99.6dBm	-95.8dBm
LTE-FDD B71 (10MHz)	-98.6dBm	-99.5dBm	-100dBm	-93.5dBm

表 57: EC25-AFX 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集+分集 ¹⁾	3GPP (主集+分集)
WCDMA B2	-109.5dBm	-110dBm	-110.4dBm	-104.7dBm
WCDMA B4	-109.6dBm	-110dBm	-110.6dBm	-106.7dBm
WCDMA B5	-110dBm	-110dBm	-110.7dBm	-104.7dBm
LTE-FDD B2 (10MHz)	-98.0dBm	-98.5dBm	-100.5dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B4 (10MHz)	-97.5dBm	-98.2dBm	-99.5dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B5 (10MHz)	-98.0dBm	-98.5dBm	-100.5dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B12 (10MHz)	-99.0dBm	-99.5dBm	-100.5dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B13 (10MHz)	-98.5dBm	-99.5dBm	-100.7dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B14 (10MHz)	-99.4dBm	-99.5dBm	-100.9dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B66 (10MHz)	-97.5dBm	-98.5dBm	-99.6dBm	-95.8dBm
LTE-FDD B71 (10MHz)	-98.6dBm	-99.5dBm	-100dBm	-93.5dBm

表 58: EC25-EU 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集+分集 ¹⁾	3GPP (主集+分集)
EGSM900	-108.5dBm	/	/	-102.0dBm
DCS1800	-108.5dBm	/	/	-102.0dbm
WCDMA B1	-109.5dBm	-109.5dBm	/	-106.7dBm
WCDMA B8	-110.0dBm	-111.5 dBm	/	-103.7dBm
LTE-FDD B1 (10MHz)	-98.5dBm	-99.0dBm	-101.7dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B3 (10MHz)	-98.2dBm	-99.8dBm	-102dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B7 (10MHz)	-96.7dBm	-98.5dBm	-100.7dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B8 (10MHz)	-98.5dBm	-100.4dBm	-102.4dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B20 (10MHz)	-98.7dBm	-100.2dBm	-102.7dBm	-93.3dBm

LTE-FDD B28 (10MHz)	-98.7dBm	-100.5dBm	-102.5dBm	-94.8dBm
LTE-TDD B38 (10MHz)	-95.2dBm	-97.0dBm	-100.2dBm	-96.3dBm
LTE-TDD B40 (10MHz)	-95.7dBm	-98.2dBm	-101.2dBm	-96.3dBm
LTE-TDD B41 (10MHz)	-95.0dBm	-97.1dBm	-100.2dBm	-94.3dBm

表 59: EC25-EC 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集+分集 ¹⁾	3GPP (主集+分集)
EGSM900	-108.8dBm	/	/	-102.0dBm
DCS1800	-109.0dBm	/	/	-102.0dbm
WCDMA B1	-110.5dBm	/	/	-106.7dBm
WCDMA B8	-110.5dBm	/	/	-103.7dBm
LTE-FDD B1 (10MHz)	-98.0dBm	-98.0dBm	-101.0dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B3 (10MHz)	-96.5dBm	-98.5dBm	-100.0dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B7 (10MHz)	-97.0dBm	-95.5dBm	-99.5dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B8 (10MHz)	-97.0dBm	-97.0dBm	-101.0dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B20 (10MHz)	-97.5dBm	-99.0dBm	-101.0dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B28 (10MHz)	-98.6dBm	-98.7dBm	-101.5dBm	-94.8dBm

表 60: EC25-EUX 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集+分集 ¹⁾	3GPP (主集+分集)
EGSM900	-109.0dBm	/	/	-102.0dBm
DCS1800	-109.0dBm	/	/	-102.0dbm
WCDMA B1	-110.5dBm	/	/	-106.7dBm
WCDMA B8	-110.5dBm	/	/	-103.7dBm
LTE-FDD B1 (10MHz)	-98.0dBm	-98.0dBm	-101dBm	-96.3dBm

LTE-FDD B3 (10MHz)	-96.5dBm	-98.5dBm	-99.5dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B7 (10MHz)	-97.0dBm	-94.5dBm	-99.5dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B8 (10MHz)	-97.0dBm	-97.0dBm	-100.0dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B20 (10MHz)	-97.5dBm	-99.0dBm	-101.5dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B28 (10MHz)	-98.6dBm	-98.7dBm	-101.0dBm	-94.8dBm
LTE-TDD B38 (10MHz)	-96.3dBm	-97dBm	-98.5dBm	-96.3dBm
LTE-TDD B40 (10MHz)	-96.9dBm	-98.0dBm	-99.1dBm	-96.3dBm
LTE-TDD B41 (10MHz)	-95.3dBm	-97.5dBm	-98.0dBm	-94.3dBm

表 61: EC25-MX 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集+分集 ¹⁾	3GPP (主集+分集)
WCDMA B2	-109dBm	-110.5dBm	/	-104.7dBm
WCDMA B4	-109.5dBm	-110dBm	/	-106.7dBm
WCDMA B5	-110dBm	-111dBm	/	-104.7dBm
LTE-FDD B2 (10MHz)	-98dBm	-99.1dBm	-101.5dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B4 (10MHz)	-98.5dBm	-98.2dBm	-101.5dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B5 (10MHz)	-99dBm	-99.2dBm	-102.5dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B7 (10MHz)	-97dBm	-98.5dBm	-101.5dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B28 (10MHz)	-98dBm	-99.3dBm	-102dBm	-94.8dBm
LTE-FDD B66 (10MHz)	-98dBm	-98.4dBm	-101.5dBm	-95.8dBm

表 62: EC25-AUX 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集+分集 ¹⁾	3GPP (主集+分集)
GSM850	-109.0dBm	/	/	-102.0dBm
EGSM900	-109.0dBm	/	/	-102.0dBm

DCS1800	-109.0dBm	/	/	-102.0dBm
PCS1900	-109.0dBm	/	/	-102.0dBm
WCDMA B1	-110.0dBm	-109.5dBm	-112dBm	-106.7dBm
WCDMA B2	-110.5dBm	/	/	-104.7dBm
WCDMA B4	-110.0dBm	-110dBm	-112dBm	-104.7dBm
WCDMA B5	-111.0dBm	-112dBm	-113dBm	-104.7dBm
WCDMA B8	-111.0dBm	-112dBm	-113dBm	-103.7dBm
LTE-FDD B1 (10MHz)	-98.0dBm	-97.7dBm	-101.2dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B2 (10MHz)	-98.5dBm	/	/	-94.3dBm
LTE-FDD B3 (10MHz)	-99.0dBm	-98.8dBm	-102.2dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B4 (10MHz)	-97.7dBm	-97.6dBm	-100.2dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B5 (10MHz)	-98.5dBm	-98.2dBm	-101.0dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B7 (10MHz)	-97.7dBm	-97.7dBm	-101.2dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B8 (10MHz)	-99.0dBm	-98.5dBm	-102.2dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B28 (10MHz)	-98.0dBm	-98.7dBm	-101.5dBm	-94.8dBm
LTE-TDD B40 (10MHz)	-97.5dBm	-98.2dBm	-101.2dBm	-96.3dBm

备注

主集+分集是一种利用单天线发送，双天线接收的智能天线技术，该技术能够有效提高接收性能。

6.7. 静电防护

在模块应用中，由于人体静电、微电子间带电摩擦等产生的静电，通过各种途径放电给模块，可能会对模块造成一定的损坏，因此 ESD 防护应该受到重视。在研发、生产组装和测试等过程中，尤其在产品设计中，均应采取 ESD 防护措施。例如，在电路设计的接口处以及易受静电放电损伤或影响的点，应增加防静电保护；生产中应佩戴防静电手套等。

下表为模块引脚的 ESD 耐受电压情况。

表 63: ESD 性能参数（温度：25°C，湿度：45%）

测试接口	接触放电	空气放电	单位
VBAT, GND	±5	±10	KV
天线接口	±4	±8	KV
其他接口	±0.5	±1	KV

6.8. 散热设计

为确保模块拥有更好的性能，建议客户在 PCB 设计时增加散热设计。参考散热措施如下：

- PCB 摆件时将模块远离发热源，如 ARM 处理器、音频功放、电源等大功率器件；
- PCB 上贴有模块区域的背面建议不要放置器件，以便于在需要时增加散热片；
- PCB 上贴有模块区域的背面建议做阻焊层开窗，以确保更好的散热性能；
- 确保 PCB 贴模块区域地的完整性，并增加大量地孔连接到主地；
- 模块贴片在 PCB 上时需保证地焊盘的良好接触；
- 根据客户应用需求，可在模块正面或 PCB 上贴有模块区域的背面增加散热片，亦可两面均增加散热片；
- 建议散热片表面尽量多开槽以增加散热面积；散热片和模块/PCB 中间请使用高导热率的导热硅胶垫进行黏合。

如下为两种散热参考设计示意图：

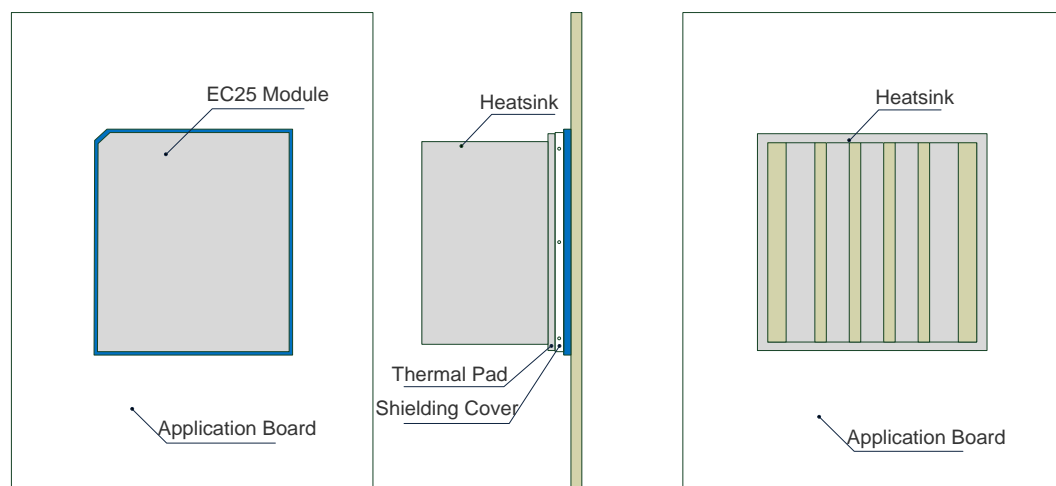


图 42: 散热设计示例（散热片在模块正面）

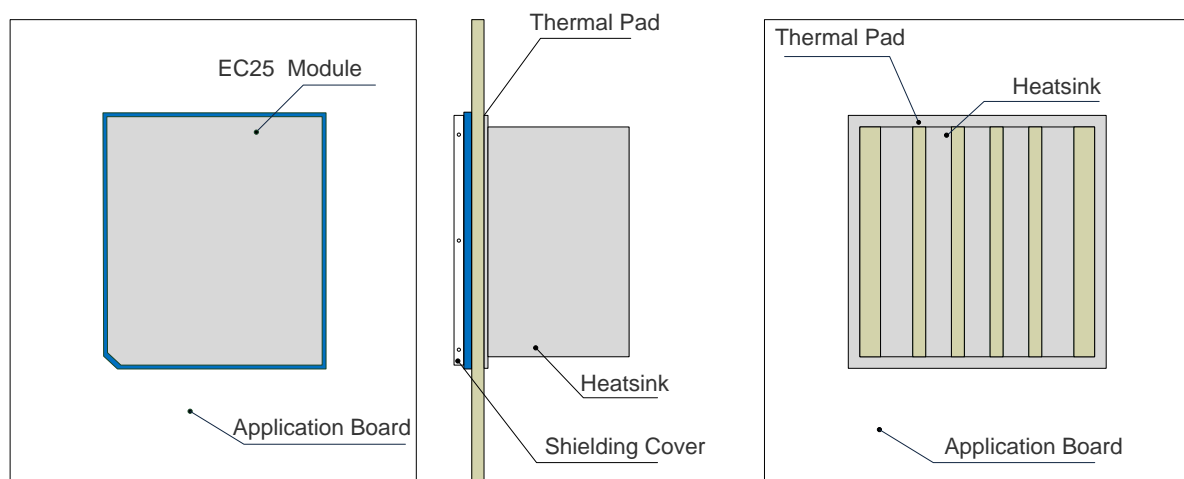


图 43: 散热设计示例（散热片在 PCB 背面）

备注

1. 模块内部基带芯片最高温度保持在 105°C 以下时, 性能最佳。当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（如射频功率、网络速率等）会受到影响; 当芯片最高温度达到或超过 115°C 时, 模块将会掉线; 待温度降至 115°C 以下时会重新上线。因此, 应尽可能增加散热设计, 以最大限度地保证模块基带芯片最高温度在 105°C 以下。客户可通过执行 **AT+QTEMP** 命令, 从查询结果中的第一个返回值获取模块内部基带芯片最高温度。
2. 更多关于散热设计的详细指导, 请参考文档 [7]。

7 机械尺寸

本章节描述了模块的机械尺寸，所有的尺寸单位为毫米；所有未标注公差尺寸，公差为 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

7.1. 模块机械尺寸

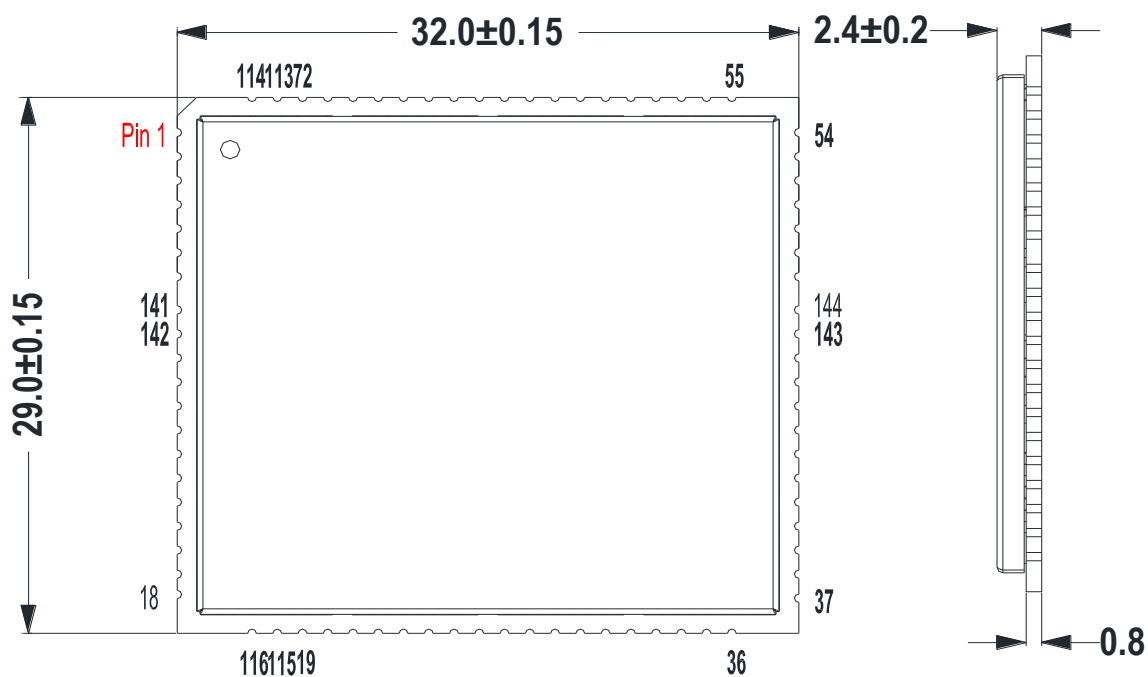


图 44：模块俯视图及侧视图尺寸图

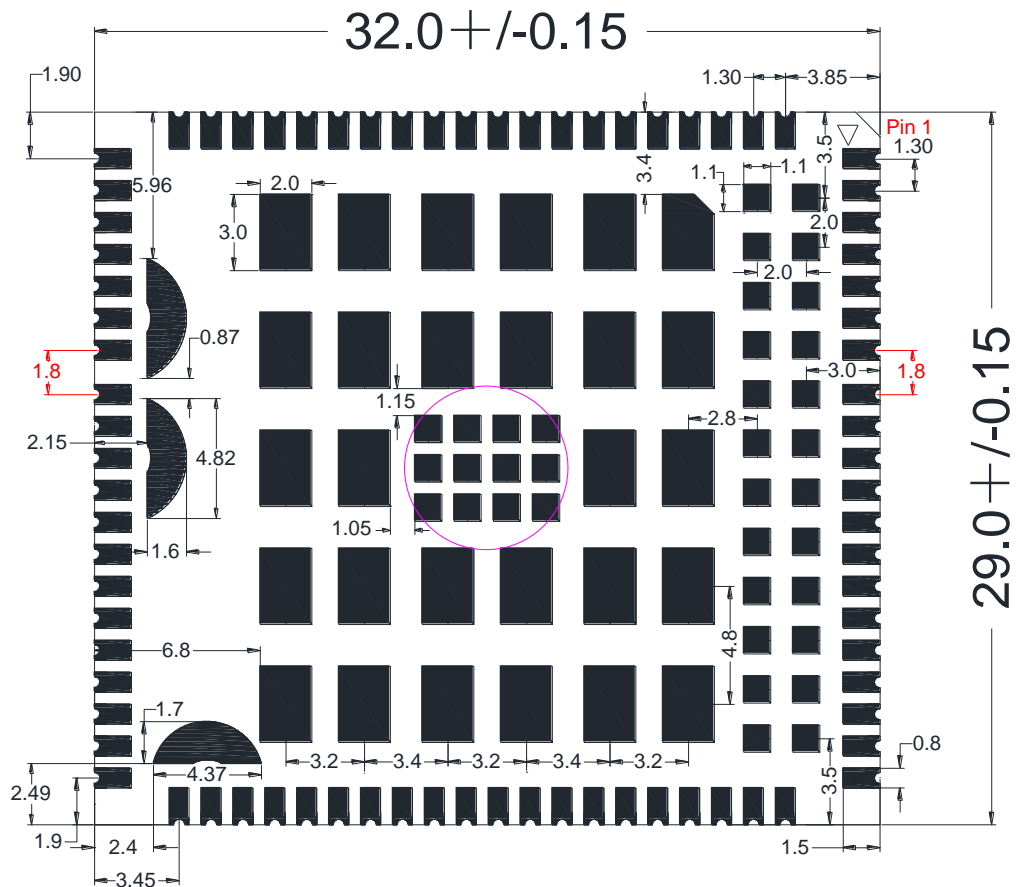


图 45: 模块底视尺寸图

7.2. 推荐封装

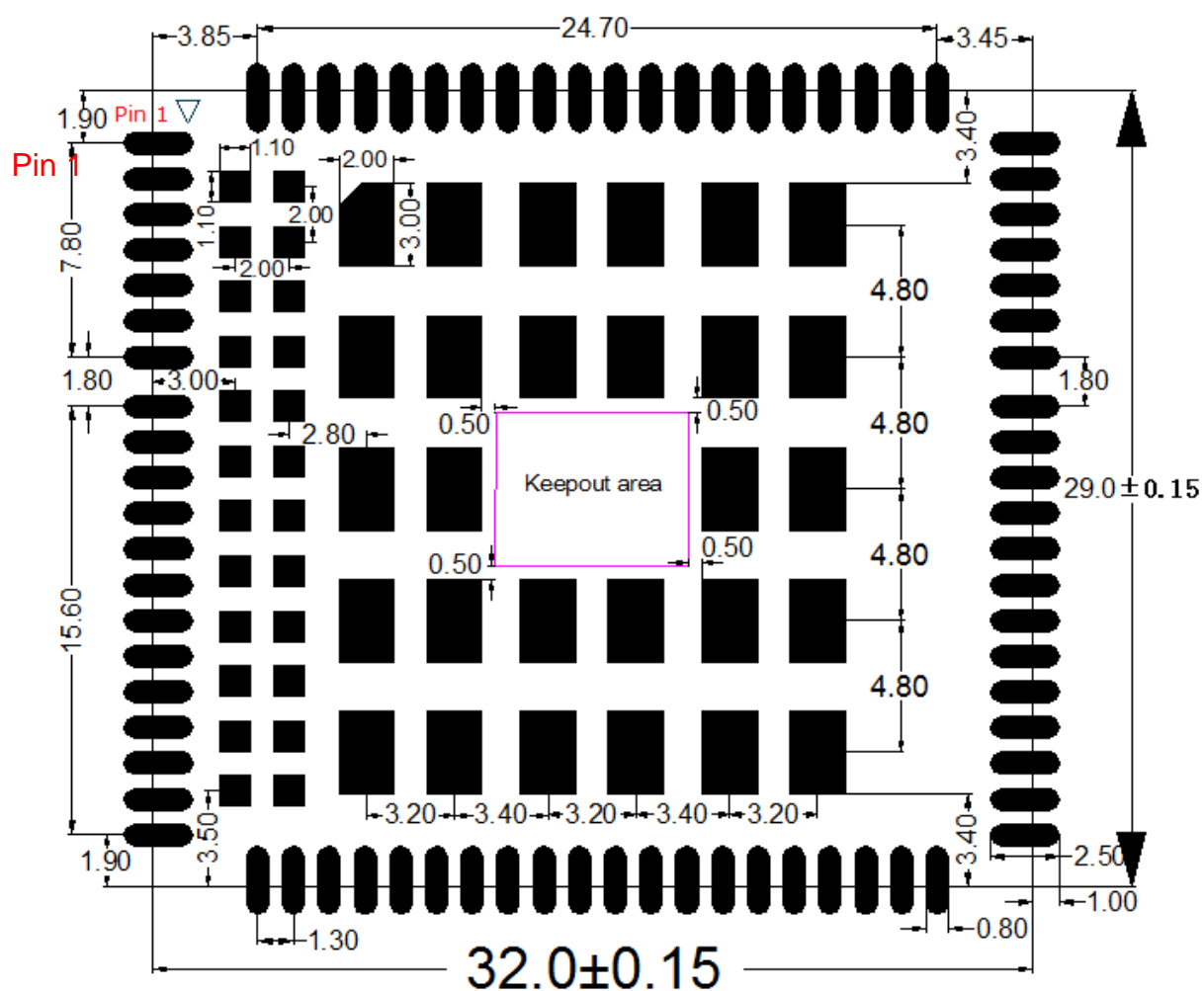


图 46: 推荐封装（俯视图）

备注

1. 73~84 焊盘（Keepout area）无需设计。
2. 为保证模块能够正常安装，请保证 PCB 板上模块和其他元器件之间的距离至少为 3mm。

7.3. 模块俯视图/底视图



图 47: 模块俯视图

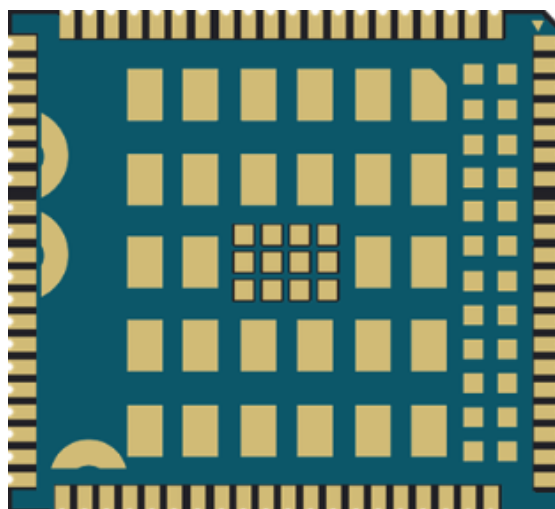


图 48: 模块底视图

备注

如上为 EC25 模块的设计效果图。如需更真实的图片信息，请参照移远通信的模块实物。

8 存储、生产和包装

8.1. 存储

EC25 以真空密封袋的形式出货。模块的湿度敏感等级为 3（MSL 3），其存储需遵循如下条件：

1. 环境温度低于 40 摄氏度，空气湿度小于 90%的情况下，模块可在真空密封袋中存放 12 个月。
2. 当真空密封袋打开后，若满足以下条件，模块可直接进行回流焊或其它高温流程：
 - 模块存储空气湿度小于 10%。
 - 模块环境温度低于 30 摄氏度，空气湿度小于 60%，工厂在 168 小时以内完成贴片。
3. 若模块处于如下条件，需要在贴片前进行烘烤：
 - 真空密封袋打开前，环境温度为 23 摄氏度（允许上下 5 摄氏度的波动）时，湿度指示卡显示湿度大于 10%。
 - 当真空密封袋打开后，模块环境温度低于 30 摄氏度，空气湿度小于 60%，但工厂未能在 168 小时以内完成贴片。
4. 如果模块需要烘烤，请在 120 摄氏度下（允许上下 5 摄氏度的波动）烘烤 8 小时。

备注

模块的包装无法承受高温烘烤。因此在模块烘烤之前，请移除模块包装。如果只需要短时间的烘烤，请参考 IPC/JEDECJ-STD-033 规范。

8.2. 生产焊接

用印刷刮板在网板上印刷锡膏，使锡膏通过网板开口漏印到 PCB 上，印刷刮板力度需调整合适。为保证模块印膏质量，EC25 模块焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.18~0.20mm。详细信息请参考文档 [4]。

推荐的回流焊温度为 238°C~245°C，最高不能超过 245°C。为避免模块因反复受热而损坏，建议客户在完成 PCB 板第一面的回流焊之后再贴模块。推荐的炉温曲线图如下所示：

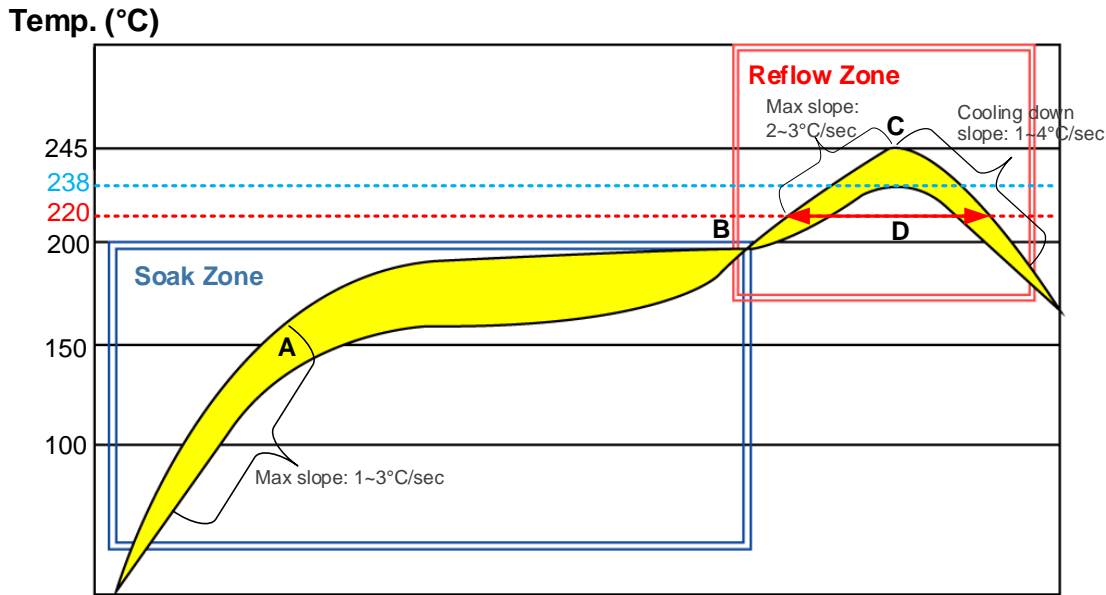


图 49：回流焊温度曲线

表 64：推荐的炉温测试控制要求

项目	推荐值
吸热区（Soak Zone）	
最大升温斜率	1°C/sec ~ 3°C/sec
恒温时间（A 和 B 之间的时间：150°C~200°C 期间）	60 sec ~ 120 sec
回流焊区（Reflow Zone）	
最大升温斜率	2°C/sec ~ 3°C/sec
回流时间（D：超过 220°C 的期间）	40 sec ~ 60 sec
最高温度	238°C ~ 245°C

冷却降温斜率

1°C/sec ~ 4°C/sec

回流次数

最大回流次数

1 次

8.3. 包装

EC25 模块采用卷带包装，并用真空密封袋将其封装。每个载带有 11.88 米长，包含 250 个模块，具体规格如下，单位为毫米 (mm)：

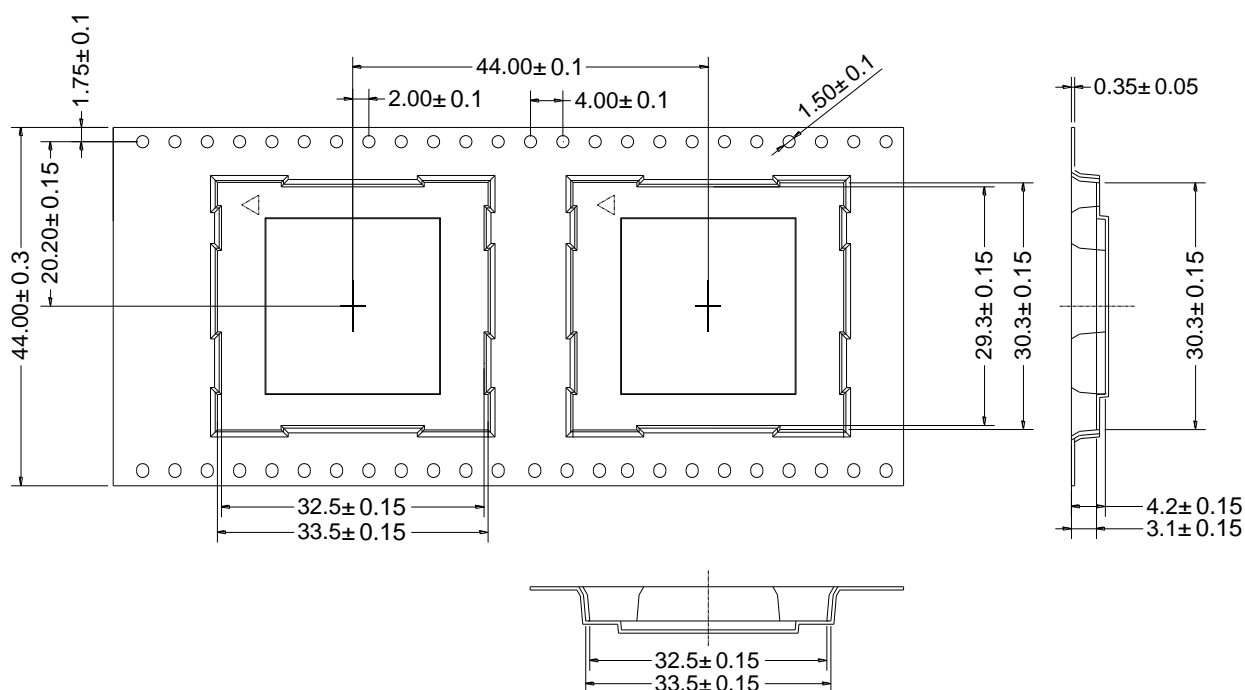


图 50: 载带尺寸

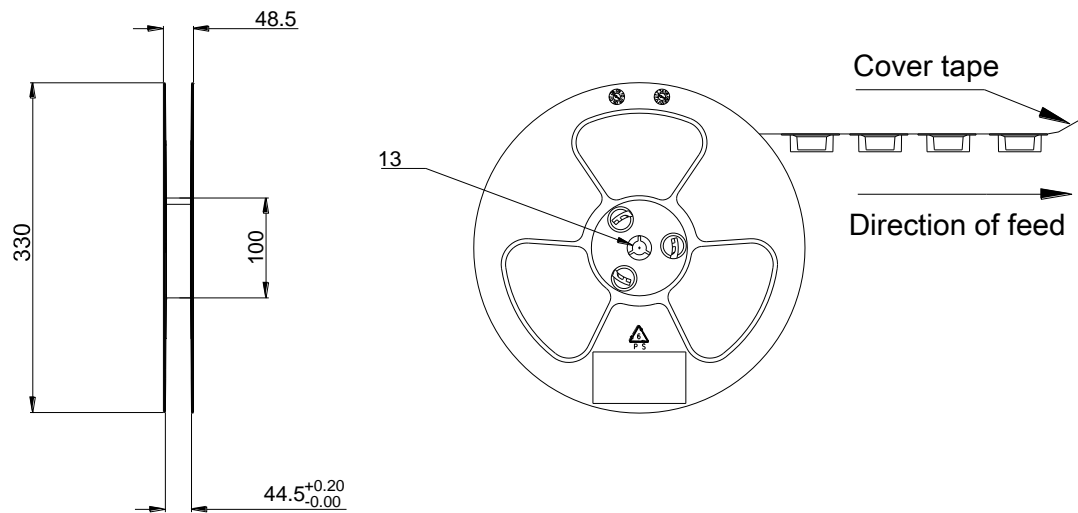


图 51: 卷盘尺寸

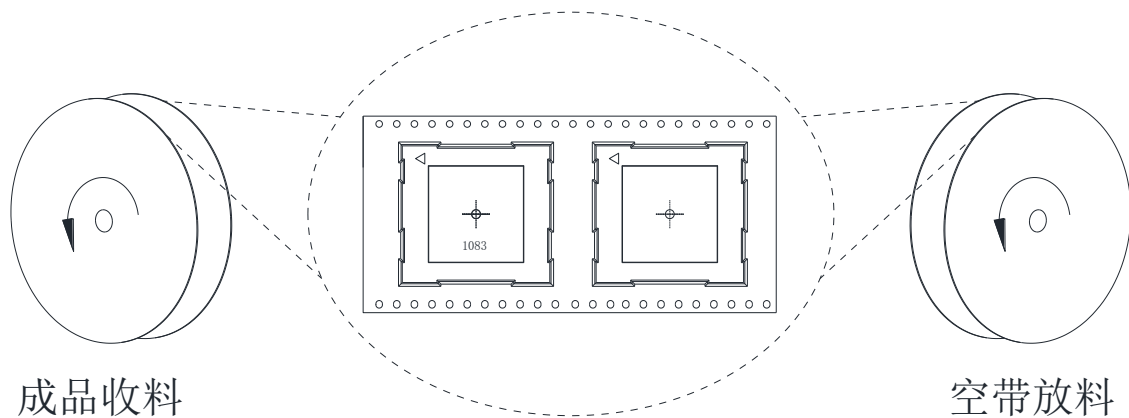


图 52: 卷带方向

9 附录 A 参考文档及术语缩写

表 65: 参考文档

编号	文档名称	备注
[1]	Quectel_EC2x&EG9x_Power_Management_Application_Note	适用于 EC25、EC21、EC20 R2.0、EC20 R2.1、EG95 和 EG91 模块的电源管理应用指导
[2]	Quectel_LTE_Standard_AT_Commands_Manual	适用于 LTE Standard 模块的 AT 命令手册
[3]	Quectel_LTE_Standard_GNSS_应用指导	适用于 LTE Standard 模块的 GNSS 应用指导
[4]	Quectel_模块贴片应用指导	模块贴片应用指导
[5]	Quectel_EC25_Reference_Design	EC25 参考设计手册
[6]	Quectel_射频 Layout_应用指导	射频 Layout 应用指导
[7]	Quectel_LTE_Module_Thermal_Design_Guide	适用于 LTE standard、LTE-A 和车载模块的散热设计指导
[8]	Quectel_UMTS<E_EVB_User_Guide	适用于 UMTS<E 模块的 UMTS<E EVB 用户指导

表 66: 术语缩写

缩写	英文全称	中文全称
AMR	Adaptive Multi-rate	自适应多速率
bps	Bits Per Second	比特/秒
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol	挑战握手认证协议
CS	Coding Scheme	编码方案
CSD	Circuit Switched Data	电路交换数据
CTS	Clear To Send	清除发送

DC-HSPA+	Dual-carrier High Speed Packet Access	双载波高速分组接入
DFOTA	Delta Firmware Upgrade Over-The-Air	Delta 固件通过无线方式升级
DL	Downlink	下行链路
DTR	Data Terminal Ready	数据终端就绪
DTX	Discontinuous Transmission	非连续传输
EFR	Enhanced Full Rate	增强型全速率
ESD	Electrostatic Discharge	静电释放
FDD	Frequency Division Duplex	频分双工
FR	Full Rate	全速率
GLONASS	GLObalnaya NAVigatsionnaya Sputnikovaya Sistema, the Russian Global Navigation Satellite System	全球卫星导航系统（俄语）
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying	高斯滤波最小相移键控
GNSS	Global Navigation Satellite System	全球导航卫星系统
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
GSM	Global System for Mobile Communications	全球移动通讯系统
HR	Half Rate	半速率
HSPA	High Speed Packet Access	高速分组接入
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access	高速下行分组接入
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access	高速上行分组接入
I/O	Input/Output	输入/输出
Inorm	Normal Current	标准电流值
LED	Light Emitting Diode	发光二极管
LNA	Low Noise Amplifier	低噪声放大器
LTE	Long Term Evolution	长期演进
MIMO	Multiple Input Multiple Output	多输入多输出系统

MO	Mobile Originated	移动发起
MS	Mobile Station (GSM engine)	移动站
MT	Mobile Terminated	移动终止
PAP	Password Authentication Protocol	密码认证协议
PCB	Printed Circuit Board	印刷电路板
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PPP	Point-to-Point Protocol	点到点协议
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	正交振幅调制
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	正交相移键控
RF	Radio Frequency	射频
RHCP	Right Hand Circularly Polarized	右旋圆极化
Rx	Receive	接收
SGMII	Serial Gigabit Media Independent Interface	串行千兆媒体独立接口
SIM	Subscriber Identification Module	用户识别模块
SIMO	Single Input Multiple Output	单输入多输出
SMS	Short Message Service	短信服务
TDD	Time Division Duplexing	时分双工
TDMA	Time Division Multiple Access	时分多址
TD-SCDMA	Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access	时分同步码分多址
TX	Transmitting Direction	发送
UL	Uplink	上行链路
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	通用移动通信系统
URC	Unsolicited Result Code	非请求结果码
(U)SIM	(Universal) Subscriber Identity Module	(全球) 用户识别卡
Vmax	Maximum Voltage Value	最大电压值

V _{norm}	Normal Voltage Value	标准电压值
V _{min}	Minimum Voltage Value	最小电压值
V _{IHmax}	Maximum Input High Level Voltage Value	最大输入高电平电压
V _{IHmin}	Minimum Input High Level Voltage Value	最小输入高电平电压
V _{ILmax}	Maximum Input Low Level Voltage Value	最大输入低电平电压
V _{ILmin}	Minimum Input Low Level Voltage Value	最小输入低电平电压
V _I max	Absolute Maximum Input Voltage Value	最大输入电压
V _I min	Absolute Minimum Input Voltage Value	最小输入电压
V _{OHmax}	Maximum Output High Level Voltage Value	最大输出高电平电压
V _{OHmin}	Minimum Output High Level Voltage Value	最小输出高电平电压
V _{OLmax}	Maximum Output Low Level Voltage Value	最大输出低电平电压
V _{OLmin}	Minimum Output Low Level Voltage Value	最小输出低电平电压
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	电压驻波比
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	码分多址
WLAN	Wireless Local Area Network	无线局域网

10 附录 B GPRS 编码方案

表 67：不同编码方案描述

方式	CS-1	CS-2	CS-3	CS-4
码速	1/2	2/3	3/4	1
USF	3	3	3	3
Pre-coded USF	3	6	6	12
Radio Block excl.USF and BCS	181	268	312	428
BCS	40	16	16	16
Tail	4	4	4	-
Coded Bits	456	588	676	456
Punctured Bits	0	132	220	-
数据速率 Kb/s	9.05	13.4	15.6	21.4

11 附录 C GPRS 多时隙

GPRS 规范中，定义了 33 类 GPRS 多时隙模式提供给移动台使用。多时隙类定义了上行和下行的最大速率。表述为 3+1 或者 2+2：第一个数字表示下行时隙数目，第二个数字表示上行时隙数目。Active slots 表示 GPRS 设备上、下行通讯可以同时使用的总时隙数。

不同等级的多时隙分配节选表如下表所示：

表 68：不同等级的多时隙分配表

多时隙等级	下行时隙	上行时隙	活跃时隙
1	1	1	2
2	2	1	3
3	2	2	3
4	3	1	4
5	2	2	4
6	3	2	4
7	3	3	4
8	4	1	5
9	3	2	5
10	4	2	5
11	4	3	5
12	4	4	5
13	3	3	NA
14	4	4	NA
15	5	5	NA

16	6	6	NA
17	7	7	NA
18	8	8	NA
19	6	2	NA
20	6	3	NA
21	6	4	NA
22	6	4	NA
23	6	6	NA
24	8	2	NA
25	8	3	NA
26	8	4	NA
27	8	4	NA
28	8	6	NA
29	8	8	NA
30	5	1	6
31	5	2	6
32	5	3	6
33	5	4	6

12 附录 D EDGE 调制和编码方式

表 69: EDGE 调制和解码方式

编码方案	调制	编码族	时隙1	时隙2	时隙4
CS-1:	GMSK	/	9.05kbps	18.1kbps	36.2kbps
CS-2:	GMSK	/	13.4kbps	26.8kbps	53.6kbps
CS-3:	GMSK	/	15.6kbps	31.2kbps	62.4kbps
CS-4:	GMSK	/	21.4kbps	42.8kbps	85.6kbps
MCS-1	GMSK	C	8.80kbps	17.60kbps	35.20kbps
MCS-2	GMSK	B	11.2kbps	22.4kbps	44.8kbps
MCS-3	GMSK	A	14.8kbps	29.6kbps	59.2kbps
MCS-4	GMSK	C	17.6kbps	35.2kbps	70.4kbps
MCS-5	8-PSK	B	22.4kbps	44.8kbps	89.6kbps
MCS-6	8-PSK	A	29.6kbps	59.2kbps	118.4kbps
MCS-7	8-PSK	B	44.8kbps	89.6kbps	179.2kbps
MCS-8	8-PSK	A	54.4kbps	108.8kbps	217.6kbps
MCS-9	8-PSK	A	59.2kbps	118.4kbps	236.8kbps