EC25 系列

硬件设计手册

LTE Standard 模块系列

版本：1.1

日期：2022-04-14

状态：受控文件

上海移远通信技术股份有限公司（以下简称“移远通信”）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 5108 6236　　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，请随时登陆网址：
http://www.quectel.com/cn/support/technical.htm 或发送邮件至：support@quectel.com。

前言

移远通信提供该文档内容以支持客户的产品设计。客户须按照文档中提供的规范、参数来设计产品。同时，您理解并同意，移远通信提供的参考设计仅作为示例。您同意在设计您目标产品时使用您独立的分析、评估和判断。在使用本文档所指导的任何硬软件或服务之前，请仔细阅读本声明。您在此承认并同意，尽管移远通信采取了商业范围内的合理努力来提供尽可能好的体验，但本文档和其所涉及服务是在“可用”基础上提供给您的。移远通信可在未事先通知的情况下，自行决定随时增加、修改或重述本文档。

使用和披露限制

许可协议

除非移远通信特别授权，否则我司所提供硬软件、材料和文档的接收方须对接收的内容保密，不得将其用于除本项目的实施与开展以外的任何其他目的。

版权声明

移远通信产品和本协议项下的第三方产品可能包含受移远通信或第三方材料、硬软件和文档版权保护的相关资料。除非事先得到书面同意，否则您不得获取、使用、向第三方披露我司所提供的文档和信息，或对此类受版权保护的资料进行复制、转载、抄袭、出版、展示、翻译、分发、合并、修改，或创造其衍生作品。移远通信或第三方对受版权保护的资料拥有专有权，不授予或转让任何专利、版权、商标或服务商标权的许可。为避免歧义，除了正常的非独家、免版税的产品使用许可，任何形式的购买都不可被视为授予许可。对于任何违反保密义务、未经授权使用或以其他非法形式恶意使用所述文档和信息的违法侵权行为，移远通信有权追究法律责任。

商标

除另行规定，本文档中的任何内容均不授予在广告、宣传或其他方面使用移远通信或第三方的任何商标、商号及名称，或其缩略语，或其仿冒品的权利。

第三方权利

您理解本文档可能涉及一个或多个属于第三方的硬软件和文档（“第三方材料”）。您对此类第三方材料的使用应受本文档的所有限制和义务约束。

移远通信针对第三方材料不做任何明示或暗示的保证或陈述，包括但不限于任何暗示或法定的适销性或特定用途的适用性、平静受益权、系统集成、信息准确性以及与许可技术或被许可人使用许可技术相关的不侵犯任何第三方知识产权的保证。本协议中的任何内容都不构成移远通信对任何移远通信产品或任何其他硬软件、设备、工具、信息或产品的开发、增强、修改、分销、营销、销售、提供销售或以其他方式维持生产的陈述或保证。此外，移远通信免除因交易过程、使用或贸易而产生的任何和所有保证。

隐私声明

为实现移远通信产品功能，特定设备数据将会上传至移远通信或第三方服务器（包括运营商、芯片供应商或您指定的服务器）。移远通信严格遵守相关法律法规，仅为实现产品功能之目的或在适用法律允许的情况下保留、使用、披露或以其他方式处理相关数据。当您与第三方进行数据交互前，请自行了解其隐私保护和数据安全政策。

免责声明

1) 移远通信不承担任何因未能遵守有关操作或设计规范而造成损害的责任。
2) 移远通信不承担因本文档中的任何因不准确、遗漏、或使用本文档中的信息而产生的任何责任。
3) 移远通信尽力确保开发中功能的完整性、准确性、及时性，但不排除上述功能错误或遗漏的可能。除非另有协议规定，否则移远通信对开发中功能的使用不做任何暗示或法定的保证。在适用法律允许的最大范围内，移远通信不对任何因使用开发中功能而遭受的损害承担责任，无论此类损害是否可以预见。
4) 移远通信对第三方网站及第三方资源的信息、内容、广告、商业报价、产品、服务和材料的可访问性、安全性、准确性、可用性、合法性和完整性不承担任何法律责任。

版权所有 ©上海移远通信技术股份有限公司 2022，保留一切权利。
Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2022.

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。
SOS	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。如果设备支持紧急呼叫功能，请使用紧急呼叫，同时请确保设备开机并且位于信号强度足够的区域。因不能保证所有情况下网络都能连接，故在紧急情况下，不能将带有紧急呼叫功能的设备作为唯一的联系方式。
	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。

文档历史

修订记录

版本	日期	作者	变更表述
-	2019-11-26	Woody WU/ Frank WANG/ Owen WEI/ Ethan SHAN	文档创建
1.0	2019-11-26	Woody WU/ Frank WANG/ Owen WEI/ Ethan SHAN	受控版本
1.1	2022-04-14	Joe MA/ Cody ZHOU	1. 删除子型号：EC25-AUT、EC25-AUTL 和 EC25-EC。 2. 新增子型号：EC25-AFXD 和 EC25-EM。 3. 更新网络协议和 USB 虚拟驱动（表 3）。 4. 更新开机时序图（图 12）。 5. 更新蓝牙应用接口描述（第 3.15.2 章）。 6. 更新 EC25-J 模块 WCDMA 频段的射频接收灵敏度（表 31）。 7. 更新 EC25-EUX WCDMA B1、B8 以及 LTE-FDD B7 的射频接收灵敏度（表 38）。 8. 新增 EC25-J WCDMA B8 数据传输的耗流（表 51）。 9. 更新所有未标注公差为±0.2 mm； 更新模块底部尺寸图和推荐封装图（第 6 章）。 10. 更新存储条件信息（第 7.1 章）。 11. 更新生产焊接的描述； 新增喷涂和超声波清洗备注（第 7.2 章）。 12. 更新包装信息（第 7.3 章）。

目录

安全须知 3
文档历史 4
目录 5
表格索引 8
图片索引 10

1 引言 12
1.1. 特殊符号 12

2 产品综述 13
2.1. 频段及功能 13
2.2. 关键特性 14
2.3. 功能框图 17
2.4. 评估板套件 17

3 应用接口 18
3.1. 基本描述 18
3.2. 引脚分配图 18
3.3. 引脚描述表 20
3.4. 工作模式 28
3.5. 睡眠模式 29
3.5.1. 串口应用场景 29
3.5.2. USB 应用场景 29
3.5.2.1. 支持 USB 远程唤醒功能 29
3.5.2.2. 支持 USB 挂起和唤醒及 RI 功能 30
3.5.2.3. 不支持 USB 挂起功能 31
3.5.3. 飞行模式 31
3.6. 电源设计 32
3.6.1. 电源接口 32
3.6.2. 电压稳定性要求 33
3.6.3. 供电参考电路 34
3.6.4. 电源电压检测 34
3.7. 开机 35
3.7.1. PWRKEY 开机 35
3.8. 关机 37
3.8.1. PWRKEY 关机 37
3.8.2. AT 命令关机 37
3.9. 复位 38
3.10. (U)SIM 接口 40
3.11. USB 接口 41
3.12. UART 接口 43
3.13. PCM 和 I2C 接口 45
3.14. SD 卡接口 47

3.15. WLAN 和蓝牙应用接口 49
3.15.1. WLAN 应用接口 51
3.15.2. 蓝牙应用接口 52
3.16. ADC 接口 52
3.17. SGMII 接口 53
3.18. 指示信号 55
3.18.1. 网络状态指示 55
3.18.2. STATUS 56
3.18.3. RI 57
3.19. USB_BOOT 接口 57

4 射频特性 59
4.1. 蜂窝网络 59
4.1.1. 天线接口和工作频段 59
4.1.2. 工作频段 59
4.1.3. 发射功率 61
4.1.4. 接收灵敏度 61
4.1.4.1. EC25-E 模块射频接收灵敏度 61
4.1.4.2. EC25-A 模块射频接收灵敏度 62
4.1.4.3. EC25-V 模块射频接收灵敏度 63
4.1.4.4. EC25-J 模块射频接收灵敏度 63
4.1.4.5. EC25-AU 模块射频接收灵敏度 64
4.1.4.6. EC25-AUX 模块射频接收灵敏度 65
4.1.4.7. EC25-AF 模块射频接收灵敏度 66
4.1.4.8. EC25-AFX 模块射频接收灵敏度 66
4.1.4.9. EC25-AFXD 模块射频接收灵敏度 67
4.1.4.10. EC25-EU 模块射频接收灵敏度 68
4.1.4.11. EC25-EUX 模块射频接收灵敏度 68
4.1.4.12. EC25-MX 模块射频接收灵敏度 69
4.1.4.13. EC25-EM 模块射频接收灵敏度 70
4.1.5. 参考设计 71
4.2. GNSS 71
4.2.1. 天线接口和工作频段 72
4.2.2. GNSS 性能 72
4.2.3. 参考设计 73
4.2.4. 布线指导 74
4.3. 射频信号线布线指导 74
4.4. 天线设计要求 76
4.5. 射频连接器推荐 77

5 电气性能和可靠性 79
5.1. 绝对最大额定值 79
5.2. 电源额定值 79
5.3. 工作和存储温度 80
5.4. 功耗 80

5.4.1. EC25-E 功耗 80
5.4.2. EC25-A 功耗 83
5.4.3. EC25-V 功耗 84
5.4.4. EC25-J 功耗 84
5.4.5. EC25-AU 功耗 86
5.4.6. EC25-AUX 功耗 89
5.4.7. EC25-AF 功耗 92
5.4.8. EC25-AFX 功耗 93
5.4.9. EC25-AFXD 功耗 95
5.4.10. EC25-EU 功耗 96
5.4.11. EC25-EUX 功耗 98
5.4.12. EC25-MX 功耗 100
5.4.13. EC25-EM 功耗 101
5.4.14. GNSS 功耗 104
5.5. 静电防护 104
5.6. 散热设计 105

6 结构与规格 107
6.1. 机械尺寸 107
6.2. 推荐封装 109
6.3. 俯视图和底视图 110

7 存储、生产和包装 111
7.1. 存储条件 111
7.2. 生产焊接 112
7.3. 包装规格 113
7.3.1. 载带 113
7.3.2. 胶盘 114
7.3.3. 包装流程 115

8 附录 参考文档及术语缩写 116

表格索引

表 1：特殊符号 12
表 2：EC25 系列模块支持的频段和 GNSS 功能 13
表 3：EC25 系列模块关键特性 14
表 4：I/O 参数定义 20
表 5：引脚描述 20
表 6：工作模式 28
表 7：VBAT 引脚和地引脚 32
表 8：PWRKEY 引脚定义 35
表 9：RESET_N 引脚定义 38
表 10：(U)SIM 接口引脚定义 40
表 11：USB 接口引脚定义 42
表 12：主串口引脚定义 43
表 13：调试串口引脚定义 43
表 14：PCM 和 I2C 接口引脚定义 46
表 15：SD 卡接口引脚定义 47
表 16：WLAN 和蓝牙应用引脚定义 49
表 17：ADC 接口引脚定义 52
表 18：ADC 特性 53
表 19：SGMII 接口引脚描述 53
表 20：网络指示引脚定义 55
表 21：网络指示引脚的工作状态 55
表 22：STATUS 引脚定义 56
表 23：RI 指示方式 57
表 24：USB_BOOT 接口引脚定义 57
表 25：主/分集接收天线接口引脚定义 59
表 26：模块工作频段 59
表 27：射频发射功率 61
表 28：EC25-E 模块射频接收灵敏度 61
表 29：EC25-A 模块射频接收灵敏度 62
表 30：EC25-V 模块射频接收灵敏度 63
表 31：EC25-J 模块射频接收灵敏度 63
表 32：EC25-AU 模块射频接收灵敏度 64
表 33：EC25-AUX 模块射频接收灵敏度 65
表 34：EC25-AF 模块射频接收灵敏度 66
表 35：EC25-AFX 模块射频接收灵敏度 66
表 36：EC25-AFXD 模块射频接收灵敏度 67
表 37：EC25-EU 模块射频接收灵敏度 68
表 38：EC25-EUX 模块射频接收灵敏度 68
表 39：EC25-MX 模块射频接收灵敏度 69
表 40：EC25-EM 模块射频接收灵敏度 70
表 41：GNSS 天线引脚定义 72

表 42：GNSS 频率 72
表 43：GNSS 性能 72
表 44：天线设计要求 76
表 45：绝对最大额定值 79
表 46：模块电源额定值 79
表 47：工作和存储温度 80
表 48：EC25-E 功耗 80
表 49：EC25-A 功耗 83
表 50：EC25-V 功耗 84
表 51：EC25-J 功耗 84
表 52：EC25-AU 功耗 86
表 53：EC25-AUX 功耗 89
表 54：EC25-AF 功耗 92
表 55：EC25-AFX 功耗 93
表 56：EC25-AFXD 功耗 95
表 57：EC25-EU 功耗 96
表 58：EC25-EUX 功耗 98
表 59：EC25-MX 功耗 100
表 60：EC25-EM 功耗 101
表 61：EC25 系列模块 GNSS 功耗 104
表 62：ESD 性能参数（温度：25 ºC，湿度：45%） 105
表 63：推荐的炉温测试控制要求 113
表 64：载带尺寸表（单位：mm） 114
表 65：胶盘尺寸表（单位：mm） 114
表 66：参考文档 116
表 67：术语缩写 116

图片索引

图 1：功能框图 17
图 2：引脚分配图（俯视图） 19
图 3：串口睡眠应用 29
图 4：带 USB 远程唤醒功能的睡眠应用 30
图 5：带 RI 功能的睡眠应用 30
图 6：不支持 USB 挂起功能的睡眠应用 31
图 7：突发传输电源要求 33
图 8：模块供电电路 33
图 9：供电电路参考设计 34
图 10：开集驱动参考开机电路 35
图 11：按键开机参考电路 36
图 12：开机时序图 36
图 13：关机时序图 37
图 14：RESET_N 复位开集参考电路 38
图 15：RESET_N 复位按钮参考电路 39
图 16：RESET_N 复位时序图 39
图 17：8-pin (U)SIM 接口参考电路图 40
图 18：6-pin (U)SIM 接口参考电路图 41
图 19：USB 接口参考设计 42
图 20：电平转换芯片参考电路 44
图 21：电平转换参考电路 44
图 22：短帧模式时序图 45
图 23：长帧模式时序图 46
图 24：PCM 和 I2C 接口电路参考设计 47
图 25：SD 卡接口电路参考设计 48
图 26：WLAN 和蓝牙应用接口与 FC20 系列/FC21 模块的电路参考设计 51
图 27：以太网应用简图 54
图 28：SGMII 接口参考设计 54
图 29：网络指示参考电路 56
图 30：STATUS 参考电路 56
图 31：USB_BOOT 接口参考设计电路 58
图 32：进入强制下载模式时序 58
图 33：主天线和分集天线参考电路 71
图 34：GNSS 天线参考电路 73
图 35：两层 PCB 板微带线结构 74
图 36：两层 PCB 板共面波导结构 74
图 37：四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层） 75
图 38：四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第四层） 75
图 39：天线座尺寸（单位：毫米） 77
图 40：与天线座匹配的插头规格 77
图 41：射频连接器安装图（单位：毫米） 78

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：模块俯视图和底视图 110
图 48：推荐的回流焊温度曲线 112
图 49：载带尺寸图 114
图 50：胶盘尺寸图 114
图 51：包装流程 115

1 引言

本文档定义了 EC25 系列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 系列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。为了便于其在不同领域中的应用，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 系列模块于无线应用。

1.1. 特殊符号

表 1：特殊符号

符号	定义
*	若无特别说明，模块功能、特性、接口、引脚名称、AT 命令或参数后所标记的星号（*）表示该功能、特性、接口、引脚、AT 命令或参数正在开发中，因此暂不支持；模块子型号后所标记的星号（*）表示该子型号暂无样品。
[…]	在引脚名称后的，包含数字范围的中括号（[…]）指代所有相同类型的引脚。例如：SDC2_DATA[0:3]代表四个 SDIO 引脚 SDC2_DATA0、SDC2_DATA1、SDC2_DATA2 和 SDC2_DATA3。

2 产品综述

2.1. 频段及功能

EC25 是一系列带分集接收功能的 LTE、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 GNSS [1]和语音功能 [2]。客户可根据地区或运营商选择特定型号。

EC25 包含 13 种型号：EC25-E、EC25-A、EC25-V、EC25-J、EC25-AU、EC25-AUX、EC25-AF、EC25-AFX、EC25-AFXD、EC25-EU、EC25-EUX、EC25-MX 和 EC25-EM。EC25 系列模块支持的频段和 GNSS 功能如下表所示：

表 2：EC25 系列模块支持的频段和 GNSS 功能

模块	LTE 频段	WCDMA 频段	GSM 频段	分集接收	GNSS [1]
EC25-E	FDD: B1/B3/B5/B7/B8/B20 TDD: B38/B40/B41	B1/B5/B8	EGSM900/ DCS1800	●	GPS、GLONASS、BDS、Galileo、QZSS
EC25-A	FDD: B2/B4/B12	B2/B4/B5	-	●	
EC25-V	FDD: B4/B13	-	-	●	
EC25-J	FDD: B1/B3/B8/B18/B19/B26 TDD: B41	B1/B6/B8/ B19	-	●	
EC25-AU	FDD: B1/B2 [3]/B3/B4/B5/B7/B8/B28 TDD: B40	B1/B2/B5/B8	GSM850/ EGSM900/ DCS1800/ PCS1900	●	
EC25-AUX	FDD: B1/B2 [3]/B3/B4/B5/B7/B8/B28 TDD: B40	B1/B2/B4/B5/ B8	GSM850/ EGSM900/ DCS1800/ PCS1900	●	

[1] GNSS 功能可选。
[2] EC25 系列包含 **Data-only** 和 **Data + Voice** 两个版本。
[3] EC25-AU 和 EC25-AUX 模块 B2 不支持分集接收。

EC25-AF	FDD: B2/B4/B5/B12/B13/ B14/B66/B71	B2/B4/B5	-	●	
EC25-AFX	FDD: B2/B4/B5/B12/B13/ TDD: B14/B66/B71	B2/B4/B5	-	●	
EC25-AFXD	FDD: B2/B4/B5/B12/B13/ B14/B66/B71	B2/B4/B5	-	-	
EC25-EU	FDD: B1/B3/B7/B8/B20/ B28A TDD: B38/B40/B41	B1/B8	EGSM900/ DCS1800	●	
EC25-EUX	FDD: B1/B3/B7/B8/B20/ B28A TDD: B38/B40/B41	B1/B8	EGSM900/ DCS1800	●	
EC25-MX	FDD: B2/B4/B5/B7/B28/ B66	B2/B4/B5	-	●	-
EC25-EM	FDD: B1/B3/B5/B7/B8/ B20/B28 TDD: B38/B40/B41	B1/B5/B8	EGSM900/ DCS1800	●	-

EC25 系列模块封装紧凑，尺寸仅为 29.0 mm × 32.0 mm × 2.4 mm，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 系列是贴片式模块，共有 144 个引脚，其中 80 个 LCC 引脚，64 个 LGA 引脚。

2.2. 关键特性

下表详细描述了 EC25 系列模块的关键特性。

表 3：EC25 系列模块关键特性

参数	描述
供电	● VBAT 供电电压范围：3.3~4.3 V ● 典型供电电压：3.8 V
发射功率	● GSM850 频段：Class 4 (33 dBm ±2 dB) ● EGSM900 频段：Class 4 (33 dBm ±2 dB) ● DCS1800 频段：Class 1 (30 dBm ±2 dB) ● PCS1900 频段：Class 1 (30 dBm ±2 dB) ● GSM850 8-PSK 频段：Class E2 (27 dBm ±3 dB) ● EGSM900 8-PSK 频段：Class E2 (27 dBm ±3 dB) ● DCS1800 8-PSK 频段：Class E2 (26 dBm ±3 dB)

	● PCS1900 8-PSK 频段：Class E2 (26 dBm ±3 dB) ● WCDMA 频段：Class 3 (24 dBm + 1/-3 dB) ● LTE-FDD 频段：Class 3 (23 dBm ±2 dB) ● LTE-TDD 频段：Class 3 (23 dBm ±2 dB)
LTE 特性	● 最大支持 non-CA Cat 4 FDD 和 TDD ● 支持 1.4/3/5/10/15/20 MHz 射频带宽 ● 下行支持 MIMO ● LTE-FDD：最大下行速率 150 Mbps，最大上行速率 50 Mbps ● LTE-TDD：最大下行速率 130 Mbps，最大上行速率 30 Mbps
UMTS 特性	● 支持 3GPP Rel-8 DC-HSDPA，HSPA+，HSDPA，HSUPA 和 WCDMA ● 支持 QPSK，16QAM 和 64QAM 调制 ● DC-HSDPA：最大下行速率 42 Mbps ● HSUPA：最大上行速率 5.76 Mbps ● WCDMA：最大下行速率 384 kbps，最大上行速率 384 kbps
GSM 特性	**GPRS：** ● 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 107 kbps，最大上行速率 85.6 kbps **EDGE：** ● 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：MCS 1~9 ● 上行编码格式：MCS 1~9 ● 最大下行速率 296 kbps，最大上行速率 236.8 kbps
网络协议特性	● 支持 TCP/UDP/PPP/FTP/FTPS/HTTP/HTTPS/NTP/PING/QMI/NITZ/SMTP/SSL/MQTT/FILE/CMUX/SMTPS/MMS 协议 ● 支持 PPP 协议的 PAP 和 CHAP 认证
短消息（SMS）	● 文本与 PDU 模式 ● 点对点短信收发 ● 短消息小区广播 ● 短消息存储：默认存储在模块
(U)SIM 接口	● 支持 USIM/SIM 卡：1.8 V 和 3.0 V
音频特性	● 支持 1 路数字音频接口：PCM 接口 ● GSM：HR/FR/EFR/AMR/AMR-WB ● WCMDA：AMR/AMR-WB ● LTE：AMR/AMR-WB ● 支持回音消除和噪声抑制
PCM 接口	● 用于音频，需要外接 Codec 芯片 ● 支持 16 位线性编码格式 ● 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	● 兼容 USB 2.0（只支持从模式），数据传输速率最大到 480 Mbps ● 用于 AT 命令传送、数据传输、GNSS NMEA 语句输出、软件调试、固件升级和 USB 语音 ● USB 虚拟串口驱动：支持 Windows 7/8/8.1/10、Linux 2.6~5.15、Android 4.x~12.x 等操作系统下的 USB 驱动
串口	**主串口：** ● 用于 AT 命令传送和数据传输 ● 波特率最大为 921600 bps，默认为 115200 bps ● 支持 RTS 和 CTS 硬件流控 **调试串口：** ● 用于 Linux 控制，日志输出 ● 波特率为 115200 bps
SD 卡接口	● 符合 SD 3.0 协议
SGMII 接口	● 支持 10 Mbps/100 Mbps/1000 Mbps 以太网工作模式 ● 支持最大下行速率 150 Mbps，最大上行速率 50 Mbps（4G 网络下）
WLAN 和蓝牙应用接口	● 支持用于 WLAN 功能的 SDIO 3.0 接口 ● 支持用于蓝牙功能的 UART & PCM 接口
分集接收天线接口	● 支持 LTE/WCDMA 分集接收
GNSS 特性	● 协议：NMEA 0183 ● 数据更新率：默认 1 Hz
AT 命令	● *3GPP TS 27.007* 和 *3GPP TS 27.005* 定义的命令 ● 移远通信增强型 AT 命令
网络指示	● NET_MODE 和 NET_STATUS 两个引脚指示网络状态
天线接口	● 主天线接口（ANT_MAIN） ● 分集接收天线接口（ANT_DIV） ● GNSS 天线接口（ANT_GNSS）
物理特征	● 尺寸：(29.0 ±0.15) mm × (32.0 ±0.15) mm × (2.4 ±0.2) mm ● 重量：约 4.9 g
温度范围	● 正常工作温度：-35 °C ~ +75 °C [4] ● 扩展工作温度：-40 °C ~ +85 °C [5] ● 存储温度：-40 °C ~ +90 °C
固件升级	● 可通过 USB 2.0 接口或 DFOTA 升级
RoHS	● 所有器件完全符合 EU RoHS 标准

[4] 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。
[5] 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。

2.3. 功能框图

下图为 EC25 系列模块的功能框图，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

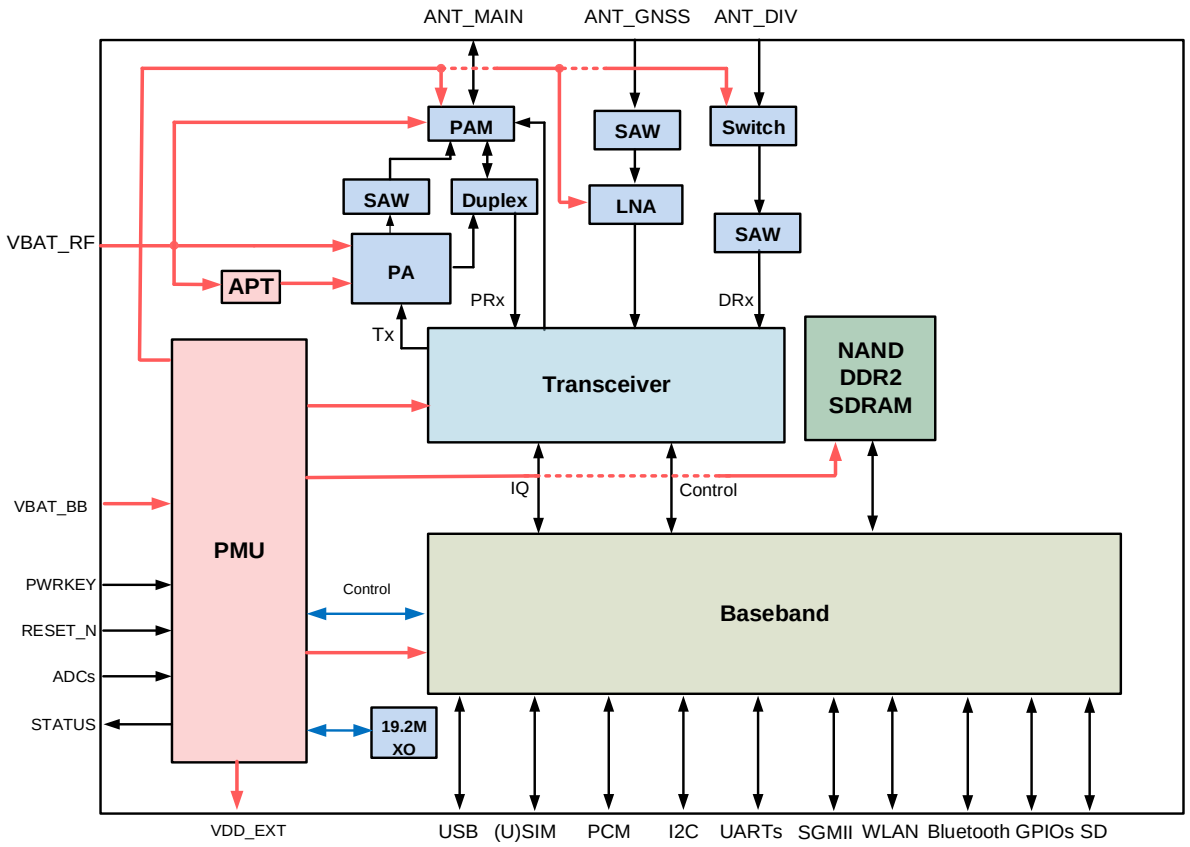


图 1：功能框图

2.4. 评估板套件

移远通信提供一整套评估板，以便于 EC25 系列模块的测试和使用。所述评估板工具包括 UMTS & LTE 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 [1]*。

3 应用接口

3.1. 基本描述

EC25 系列共有 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
- WLAN 和蓝牙应用接口
- ADC 接口
- SGMII 接口
- 指示信号
- USB_BOOT 接口

3.2. 引脚分配图

下图为 EC25 系列模块引脚分配图：

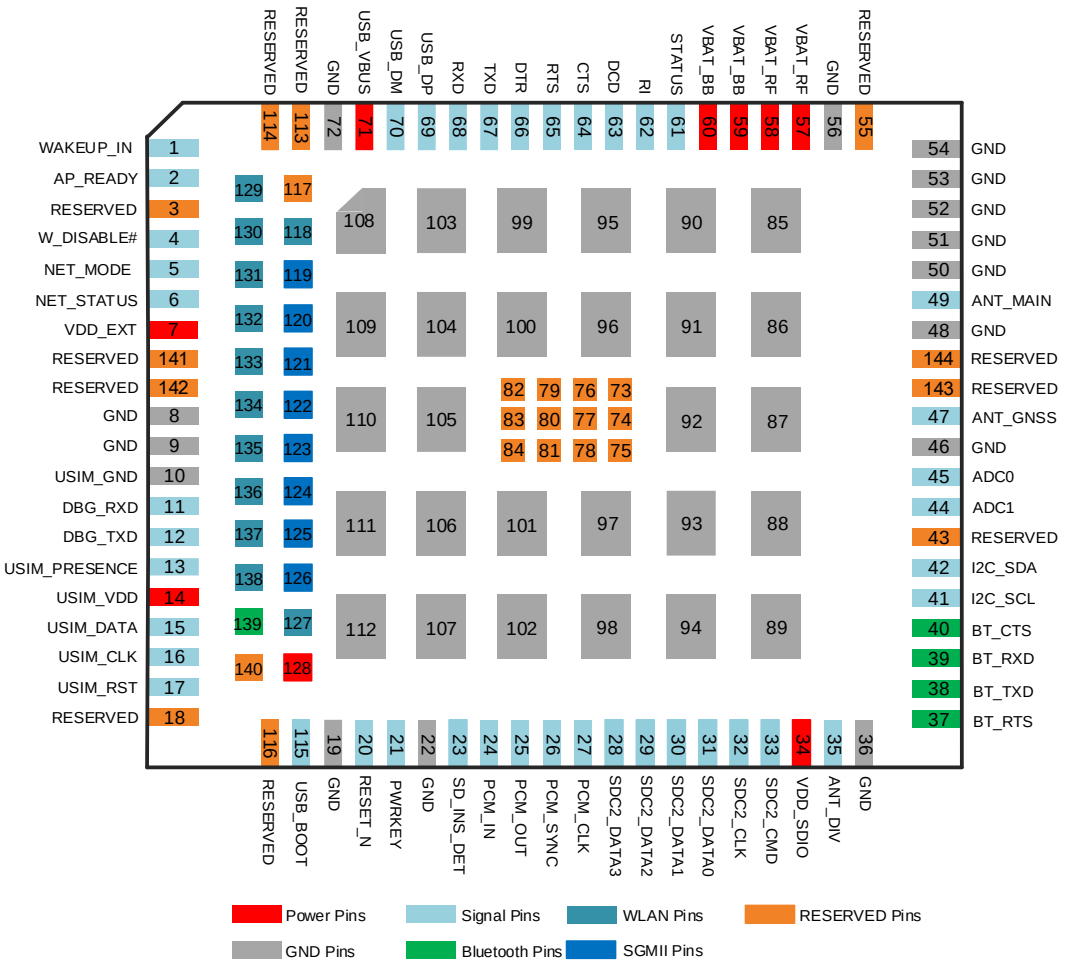


图 2：引脚分配图（俯视图）

备注

1. 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 0.8 V。
3. 仅 **Data + Voice** 版本支持数字语音（PCM）功能。
4. 引脚 37~40、118、127 和 129~139 用于 WLAN 和蓝牙应用接口。其中 118、127 和 129~138 为 WLAN 功能引脚，其他的为蓝牙功能引脚。
5. 引脚 119~126、128 为 SGMII 功能引脚。
6. 引脚 24~27 为 PCM 功能引脚，可用于 EC25 系列模块的音频设计和 FC20 系列/FC21 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. 引脚描述表

下表详细描述了 EC25 系列模块的引脚定义。

表 4：I/O 参数定义

类型	描述
AI	模拟输入
AO	模拟输出
AIO	模拟输入输出
DI	数字输入
DO	数字输出
DIO	数字输入输出
OD	漏极开路
PI	电源输入
PO	电源输出

表 5：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 = 4.3 V Vmin = 3.3 V Vnom = 3.8 V	外部电源必须能够提供达 0.8 A 的电流给 VBAT_BB。
VBAT_RF	57、58	PI	模块射频电源	Vmax = 4.3 V Vmin = 3.3 V Vnom = 3.8 V	外部电源必须能够提供达 1.8 A 的电流给 VBAT_RF。
VDD_EXT	7	PO	输出 1.8 V	Vnorm = 1.8 V $I_O$max = 50 mA	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				

开关机					
引脚名	**引脚号**	**I/O**	**描述**	**DC 特性**	**备注**
PWRKEY	21	DI	模块开/关机		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 0.8 V。
RESET_N	20	DI	模块复位	V_{IH}max = 2.1 V V_{IH}min = 1.3 V V_{IL}max = 0.5 V	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	运行状态指示		驱动电流应小于 0.9 mA 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_{OH}min = 1.35 V V_{OL}max = 0.45 V	1.8 V 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_{OH}min = 1.35 V V_{OL}max = 0.45 V	1.8 V 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 连接检测	Vmax = 5.25 V Vmin = 3.0 V Vnom = 5.0 V	典型值 5.0 V。 不用则悬空。
USB_DP	69	AIO	USB 差分数据（+）		符合 USB 2.0 规范。要求 90 Ω 差分阻抗。 不用则悬空。
USB_DM	70	AIO	USB 差分数据（-）		
(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 卡插入检测	V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。

USIM_VDD	14	PO	(U)SIM 卡供电电源	Iomax = 50 mA **1.8 V (U)SIM：** Vmax = 1.9 V Vmin = 1.7 V **3.0 V (U)SIM：** Vmax = 3.05 V Vmin = 2.7 V	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V (U)SIM 卡。
USIM_DATA	15	DIO	(U)SIM 卡数据	**1.8 V (U)SIM：** V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V **3.0 V (U)SIM：** V_{IL}max = 1.0 V V_{IH}min = 1.95 V V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 2.55 V	
USIM_CLK	16	DO	(U)SIM 卡时钟	**1.8 V (U)SIM：** V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V	
USIM_RST	17	DO	(U)SIM 卡复位	**3.0 V (U)SIM：** V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 2.55 V	
主串口					
引脚名	**引脚号**	**I/O**	**描述**	**DC 特性**	**备注**
RI	62	DO	输出振铃提示	V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
DCD	63	DO	输出载波检测		
CTS	64	DO	DTE 清除发送	V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。 连接至 DTE 的 RTS。
RTS	65	DI	DTE 请求发送	V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。 连接至 DTE 的 CTS。
DTR	66	DI	DTE 准备就绪，睡眠模式控制	V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V	1.8 V 电压域。 默认上拉，

				V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	低电平唤醒模块。 不用则悬空。
TXD	67	DO	发送	V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
RXD	68	DI	接收	V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 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	调试串口发送	V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
DBG_RXD	11	DI	调试串口接收	V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 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 ADC 接口	电压范围： 0.3 V~VBAT_BB	不用则悬空。
ADC1	44	AI	通用 ADC 接口		不用则悬空。
PCM 接口 [6]					
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_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
PCM_OUT	25	DO	PCM 数据输出	V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
PCM_SYNC	26	DIO	PCM 帧同步	V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 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	DIO	PCM 时钟		

[6] PCM 接口引脚可用于 EC25 系列模块的音频设计和 FC20 系列/FC21 模块的蓝牙功能。

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 1.8 V 上拉。 不用则悬空。
I2C_SDA	42	OD	I2C 数据 （用于外部 codec）		
SD 卡接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SDC2_DATA3	28	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 3	**1.8 V 信令：** V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.4 V V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.58 V V_{IH}min = 1.27 V V_{IH}max = 2.0 V **3.0 V 信令：** V_{OL}max = 0.38 V V_{OH}min = 2.01 V V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.76 V V_{IH}min = 1.72 V V_{IH}max = 3.34 V	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_DATA2	29	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 2		
SDC2_DATA1	30	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 1		
SDC2_DATA0	31	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 0		
SDC2_CLK	32	DO	SD 卡时钟	**1.8 V 信令：** V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.4 V **3.0 V 信令：** V_{OL}max = 0.38 V V_{OH}min = 2.01 V	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	DIO	SD 卡命令	**1.8 V 信令：** V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.4 V V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.58 V V_{IH}min = 1.27 V V_{IH}max = 2.0 V **3.0 V 信令：** V_{OL}max = 0.38 V V_{OH}min = 2.01 V	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_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.76 V V_{IH}min = 1.72 V V_{IH}max = 3.34 V	
SD_INS_DET	23	DI	SD 卡插拔检测	V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 电源域。 不用则悬空。
VDD_SDIO	34	PO	SD 卡上拉电源	$I_O$max = 50 mA	输出 1.8/2.85 V 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	**1.8 V：** V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.4 V **2.85 V：** V_{OL}max = 0.35 V V_{OH}min = 2.14 V	1.8/2.85 V 电压域。 不用则悬空。
EPHY_INT_N	120	DI	以太网 PHY 中断	V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
SGMII_MDATA	121	DIO	SGMII 管理数据	**1.8 V：** V_{IL}max = 0.58 V V_{IH}min = 1.27 V V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.4 V **2.85 V：** V_{IL}max = 0.71 V V_{IH}min = 1.78 V V_{OL}max = 0.35 V V_{OH}min = 2.14 V	1.8/2.85 V 电压域。不用则悬空。
SGMII_MCLK	122	DO	SGMII 管理数据时钟	**1.8 V：** V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.4 V **2.85 V：** V_{OL}max = 0.35 V	1.8/2.85 V 电压域。 不用则悬空。

				V_{OH}min = 2.14 V	
SGMII_TX_M	123	AO	SGMII 发送(-)		靠近 PHY 端串联 0.1 μF 电容。不用则悬空。
SGMII_TX_P	124	AO	SGMII 发送(+)		
SGMII_RX_P	125	AI	SGMII 接收(+)		靠近模块端串联 0.1 μF 电容。不用则悬空。
SGMII_RX_M	126	AI	SGMII 接收(-)		
USIM2_VDD	128	PO	SGMII_MDATA 上拉电源		可配置电源。输出 1.8/2.85 V。不用则悬空。
WLAN 和蓝牙应用接口					
引脚名	**引脚号**	**I/O**	**描述**	**DC 特性**	**备注**
SDC1_DATA3	129	DIO	WLAN SDIO 数据位 3	V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 电压域。不用则悬空。
SDC1_DATA2	130	DIO	WLAN SDIO 数据位 2		
SDC1_DATA1	131	DIO	WLAN SDIO 数据位 1		
SDC1_DATA0	132	DIO	WLAN SDIO 数据位 0		
SDC1_CLK	133	DO	WLAN SDIO 时钟	V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V	1.8 V 电压域。不用则悬空。
SDC1_CMD	134	DO	WLAN SDIO 命令		1.8 V 电压域。不用则悬空。
PM_ENABLE	127	DO	WLAN 电源使能		1.8 V 电压域。不用则悬空。
WAKE_ON_WIRELESS	135	DI	WLAN 唤醒模块	V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 电压域。低电平有效。不用则悬空。
WLAN_EN	136	DO	WLAN 使能	V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V	1.8 V 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 & 蓝牙共存接收	V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 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 & 蓝牙共存发送	V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V	1.8 V 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	DTE 请求发送	V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。 连接至 DTE 的 CTS。
BT_TXD	38	DO	蓝牙串口发送	V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
BT_RXD	39	DI	蓝牙串口接收	V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
BT_CTS	40	DO	DTE 清除发送	V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V	1.8 V 电压域。 模块开机成功前禁止上拉到高电平。 不用则悬空。 连接至 DTE 的 RTS。
BT_EN	139	DO	蓝牙使能	V_{OL}max = 0.45 V V_{OH}min = 1.35 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
射频天线接口					
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		50 Ω 特性阻抗。 不用则悬空。
ANT_MAIN	49	AIO	主天线接口		50 Ω 特性阻抗。
ANT_GNSS	47	AI	GNSS 天线接口		50 Ω 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_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 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_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V	1.8 V 电压域。 默认上拉；低电平可使模块进入飞行模

				V_{IH}max = 2.0 V	式。 不用则悬空。
AP_READY	2	DI	应用处理器睡眠状态检测	V_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 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_{IL}min = -0.3 V V_{IL}max = 0.6 V V_{IH}min = 1.2 V V_{IH}max = 2.0 V	1.8 V 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**				**备注**
RESERVED	3、18、43、55、73~84、113、114、116、117、140~144				保持悬空。

3.4. 工作模式

下表简要地叙述了模块的各种工作模式，将在后续章节中进行详细描述。

表 6：工作模式

模式	功能	
正常工作模式	空闲	软件正常运行。模块注册上网络，能够接收和发送数据。
	语音/数据	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。
飞行模式	**AT+CFUN=4** 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。	
最少功能模式	不断电情况下，使用 **AT+CFUN=0** 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。	
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、短消息、电话和 TCP/UDP 数据。	
关机模式	在此模式下，电源管理单元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。	

有关 AT 命令详情，请参考*文档 [2]*。

3.5. 睡眠模式

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

3.5.1. 串口应用场景

当主机和 EC25 系列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** 使能睡眠功能。
- 拉高 DTR 引脚。

参考电路如下：

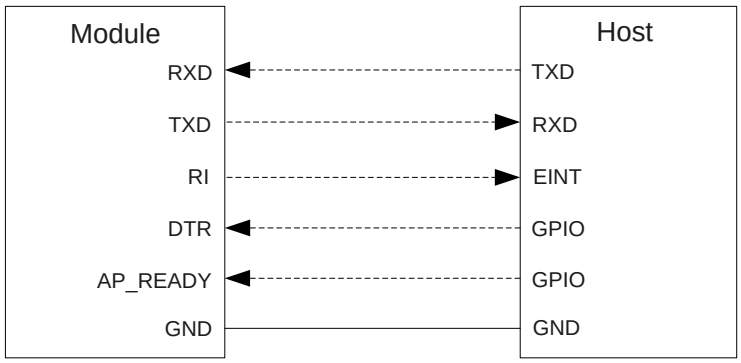


图 3：串口睡眠应用

- 拉低主机 DTR 可以唤醒模块。
- 当 EC25 系列模块有 URC 需要上报时，RI 信号将会唤醒主机。RI 动作细节请参考***第 3.18.3 章***。
- AP_READY 是 EC25 系列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 [3]***中的 **AT+QCFG="apready"**。

3.5.2. USB 应用场景

3.5.2.1. 支持 USB 远程唤醒功能

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

- 用 **AT+QSCLK=1** 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 总线进入挂起状态。

参考电路如下：

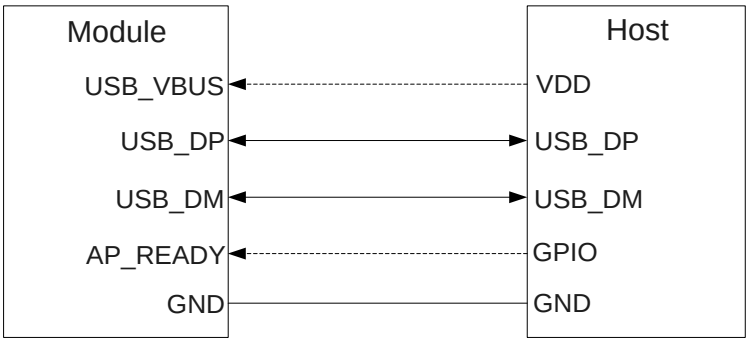


图 4：带 USB 远程唤醒功能的睡眠应用

- 通过 USB 向 EC25 系列模块发送数据将会唤醒模块。
- 当 EC25 系列模块有 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。

3.5.2.2. 支持 USB 挂起和唤醒及 RI 功能

如果主机支持 USB 挂起、唤醒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** 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 总线进入挂起状态。

参考电路如下：

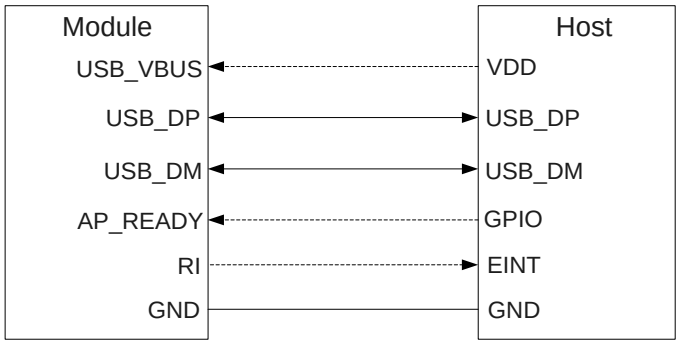


图 5：带 RI 功能的睡眠应用

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

3.5.2.3. 不支持 USB 挂起功能

如果主机不支持 USB 挂起功能，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** 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：

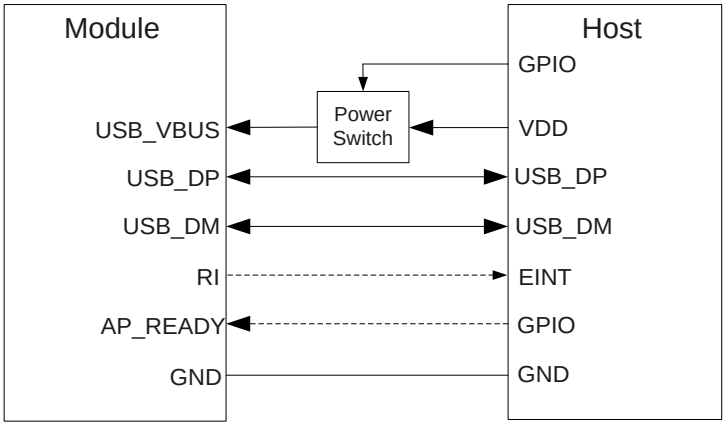


图 6：不支持 USB 挂起功能的睡眠应用

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 系列电源管理应用的详细信息，请参考*文档 [4]*。

3.5.3. 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（关闭射频和(U)SIM 卡）。
- **AT+CFUN=1：**全功能模式（默认）。
- **AT+CFUN=4：**飞行模式（关闭射频功能）。

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"** 开启。
2. 执行 **AT+CFUN** 不会影响 GNSS 功能。

3.6. 电源设计

3.6.1. 电源接口

EC25 系列有 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 7：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		-	0		V

3.6.2. 电压稳定性要求

EC25 系列的供电范围为 3.3~4.3 V，需要确保输入电压不低于 3.3 V。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。

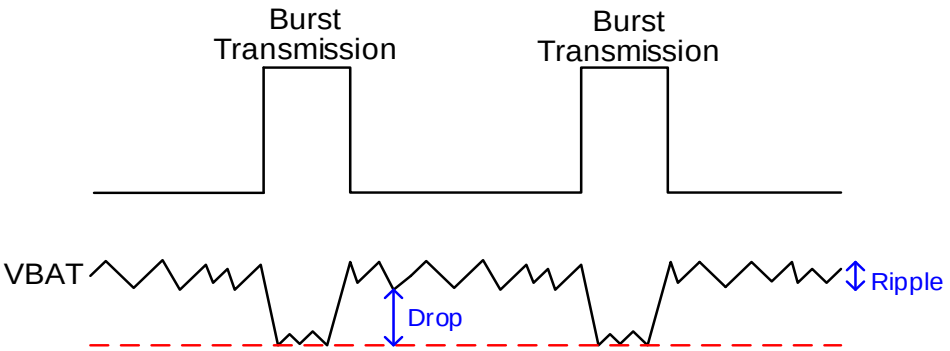


图 7：突发传输电源要求

为了减少电压跌落，需要使用低 ESR（ESR = 0.7 Ω）的 100 μF 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）（100 nF、33 pF、10 pF），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 1 mm，VBAT_RF 走线宽度应不小于 2 mm。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_{RWM} = 4.5 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：

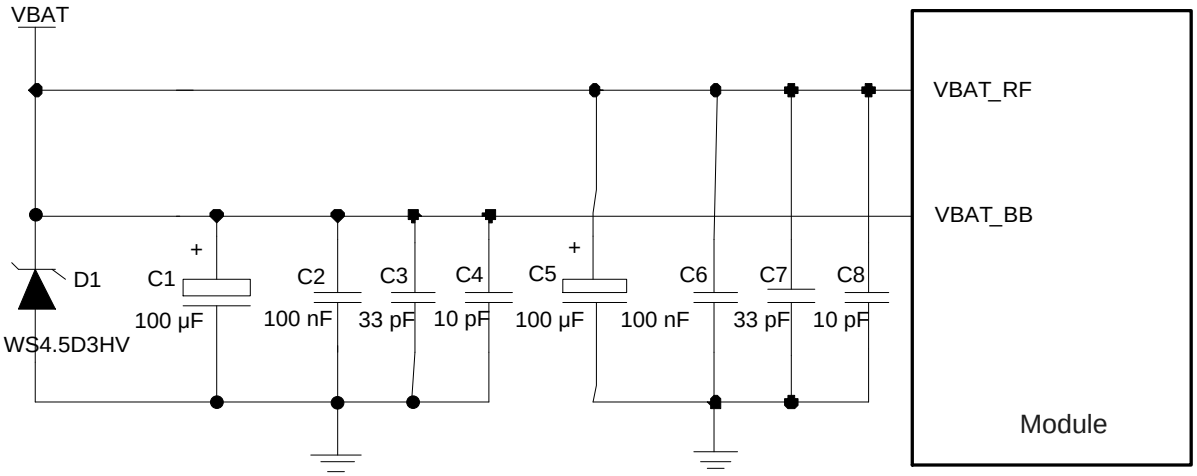


图 8：模块供电电路

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

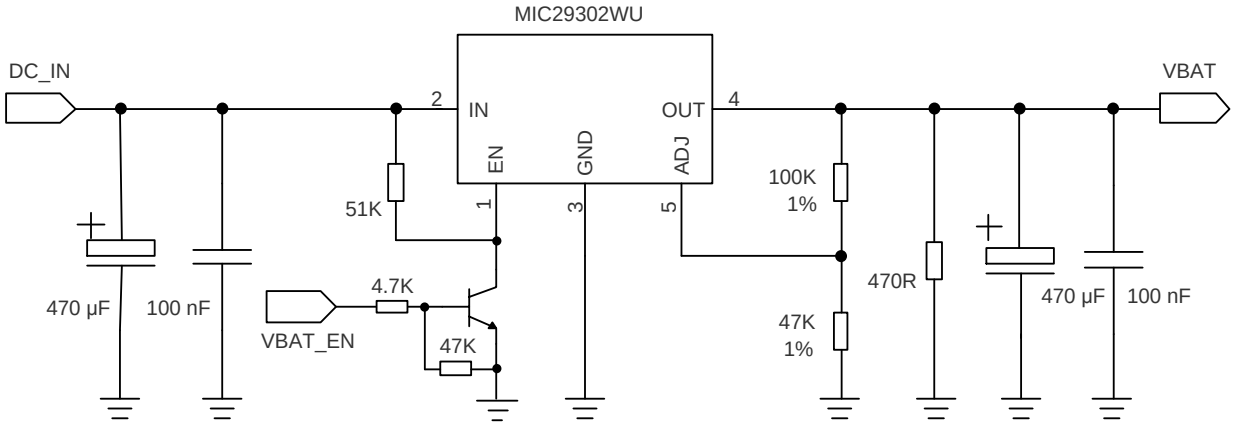


图 9：供电电路参考设计

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 数据。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 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. 开机

3.7.1. PWRKEY 开机

下表为 PWRKEY 引脚定义：

表 8：PWRKEY 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PWRKEY	21	DI	模块开/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 0.8 V。

当模块处于关机模式，可以通过拉低 PWRKEY 至少 500 ms 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：

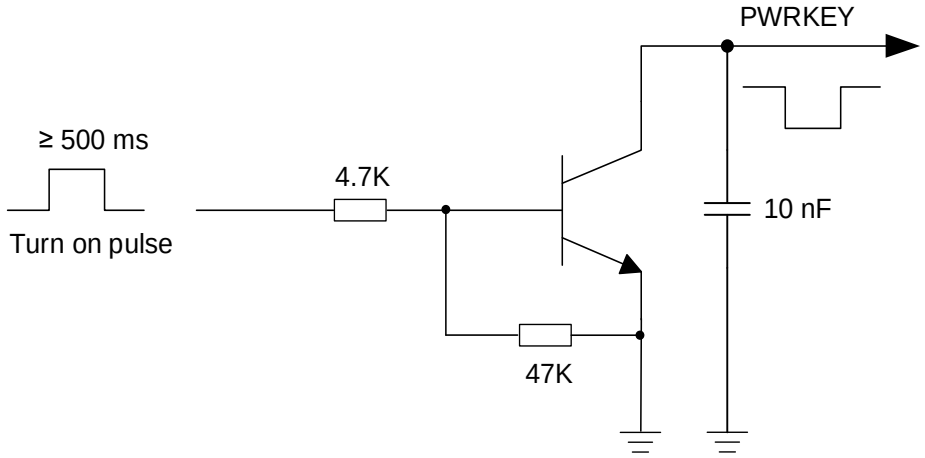


图 10：开集驱动参考开机电路

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：

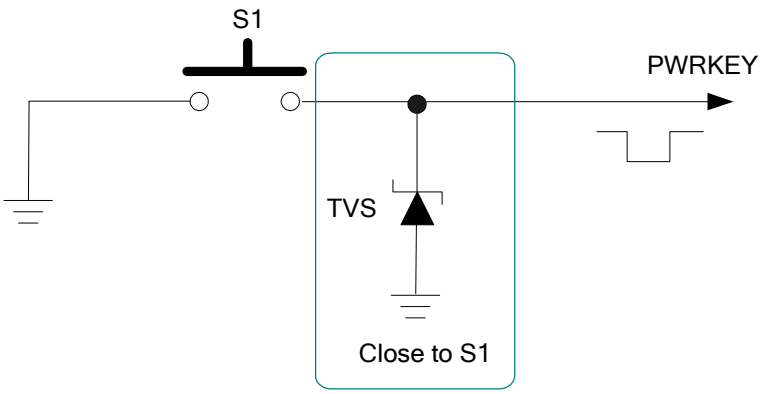


图 11：按键开机参考电路

开机时序如下图所示：

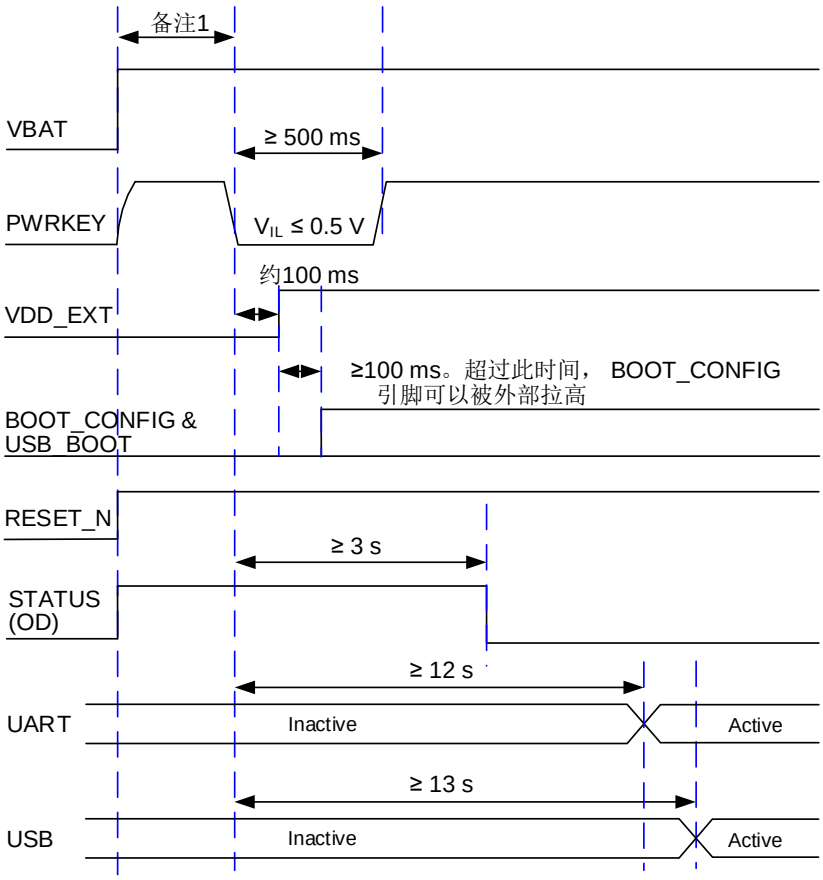


图 12：开机时序图

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 30 ms。
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 10 kΩ。
3. 由于基带芯片内部压降，PWRKEY 的输出电压为 0.8 V。
4. BOOT_CONFIG 引脚（WAKEUP_IN、NET_MODE、WLAN_EN、COEX_UART_RX、COEX_UART_
TX、USB_BOOT 和 BT_CTS）在开机前禁止被上拉。

3.8. 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** 关机。有关命令的更多详情，请参考*文档 [2]*。

3.8.1. PWRKEY 关机

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

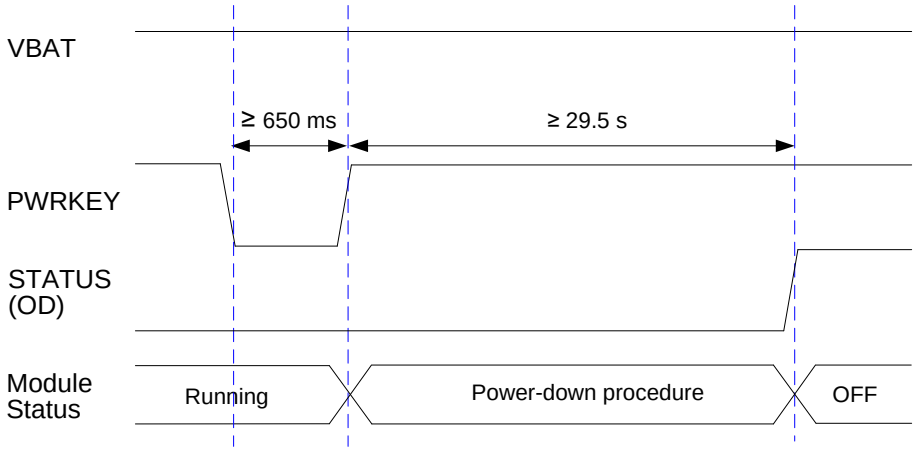


图 13：关机时序图

3.8.2. AT 命令关机

使用 **AT+QPOWD** 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**。

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 数据。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。

3.9. 复位

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

表 9：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	1.8 V 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。

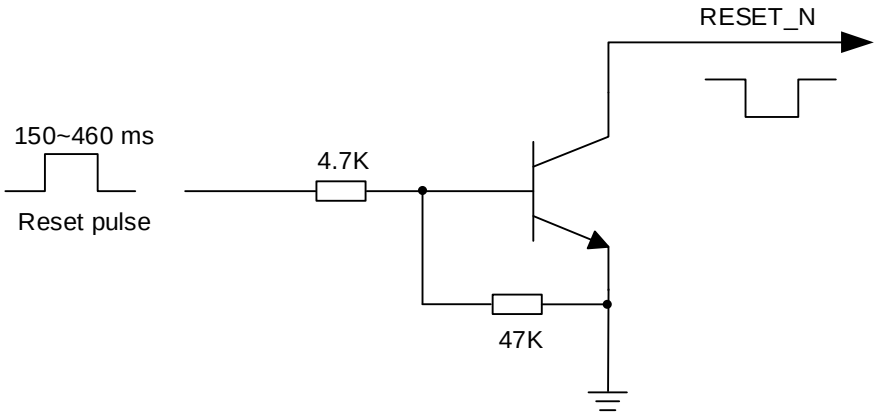


图 14：RESET_N 复位开集参考电路

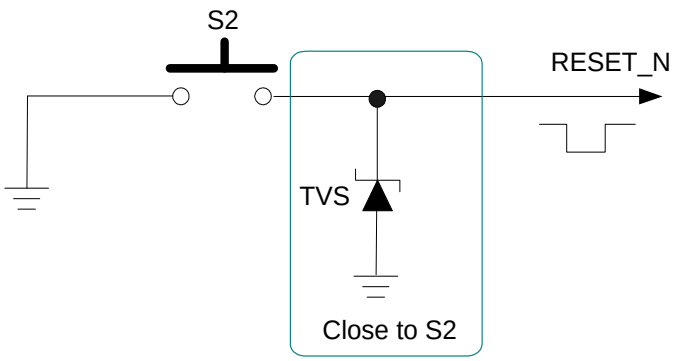


图 15：RESET_N 复位按钮参考电路

复位时序图如下：

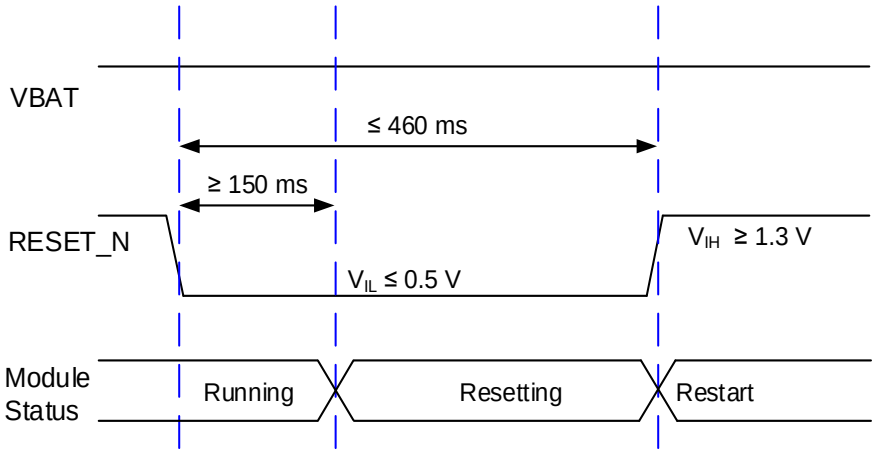


图 16：RESET_N 复位时序图

备注

1. 复位功能建议仅在 **AT+QPOWD** 和 PWRKEY 关机失败后使用。
2. 确保 PWRKEY 和 RESET_N 引脚没有大负载电容。

3.10. (U)SIM 接口

(U)SIM 接口符合 ETSI 和 IMT-2000 规范，支持 1.8 V 和 3.0 V (U)SIM 卡。

表 10：(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 1.8 V 或 3.0 V (U)SIM 卡。
USIM_DATA	15	DIO	(U)SIM 卡数据	
USIM_CLK	16	DO	(U)SIM 卡时钟	
USIM_RST	17	DO	(U)SIM 卡复位	
USIM_PRESENCE	13	DI	(U)SIM 卡检测	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
USIM_GND	10		(U)SIM 卡专用地	

通过 USIM_PRESENCE 引脚，EC25 系列模块可支持(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** 进行配置。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：

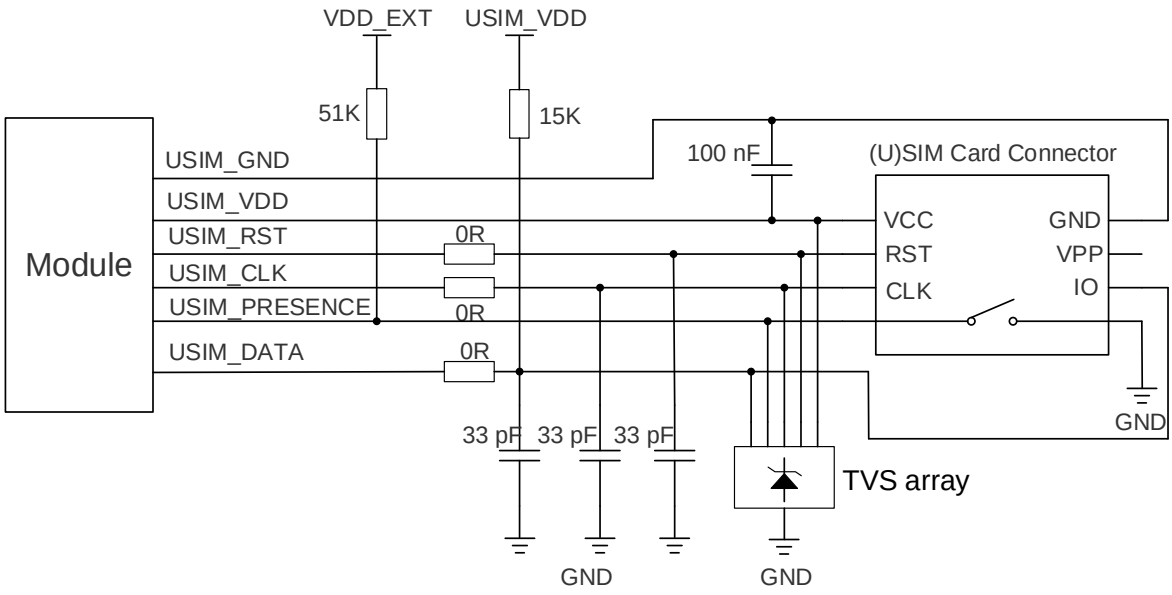


图 17：8-pin (U)SIM 接口参考电路图

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：

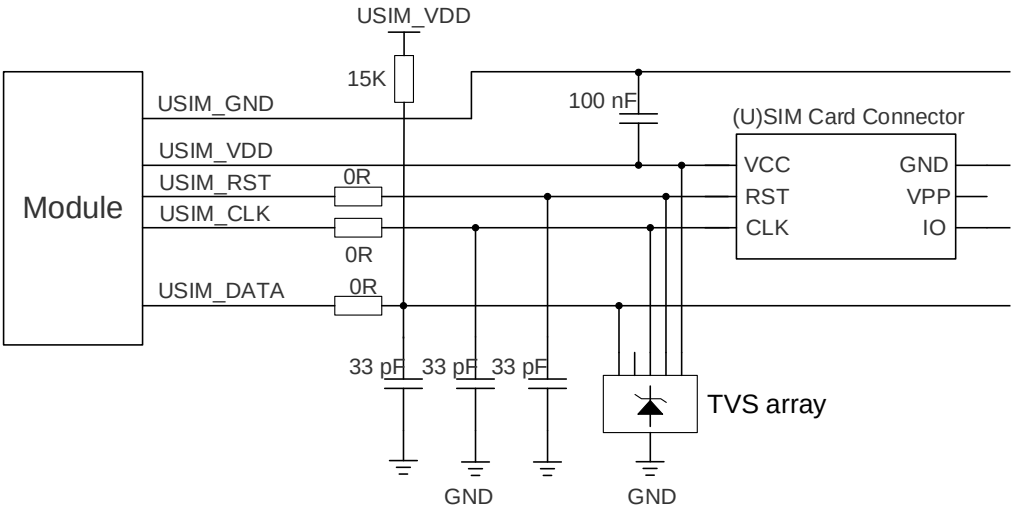


图 18：6-pin (U)SIM 接口参考电路图

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 200 mm。
- (U)SIM 卡信号线布线远离 RF 线和电源线。
- 请确保 USIM_VDD 与 USIM_GND 之间的旁路电容容值不大于 1 μF，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 15 pF。在模块和(U)SIM 卡之间串联 0 Ω 的电阻便于调试。在 USIM_DATA，USIM_CLK 和 USIM_RST 线上并联 33 pF 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。

3.11. USB 接口

EC25 系列的 USB 接口符合 USB 2.0 规范，支持高速（480 Mbps）和全速（12 Mbps）模式。EC25 系列模块仅支持 USB 从模式。

该接口可用于 AT 命令传送、数据传输、GNSS NMEA 语句输出、软件调试、固件升级和 USB 语音。

下表为 USB 接口的引脚定义：

表 11：USB 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_DP	69	AIO	USB 差分数据（+）	要求 90 Ω 差分阻抗
USB_DM	70	AIO	USB 差分数据（-）	要求 90 Ω 差分阻抗
USB_VBUS	71	PI	USB 检测	典型值 5.0 V
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固件升级，下图为 USB 接口参考设计：

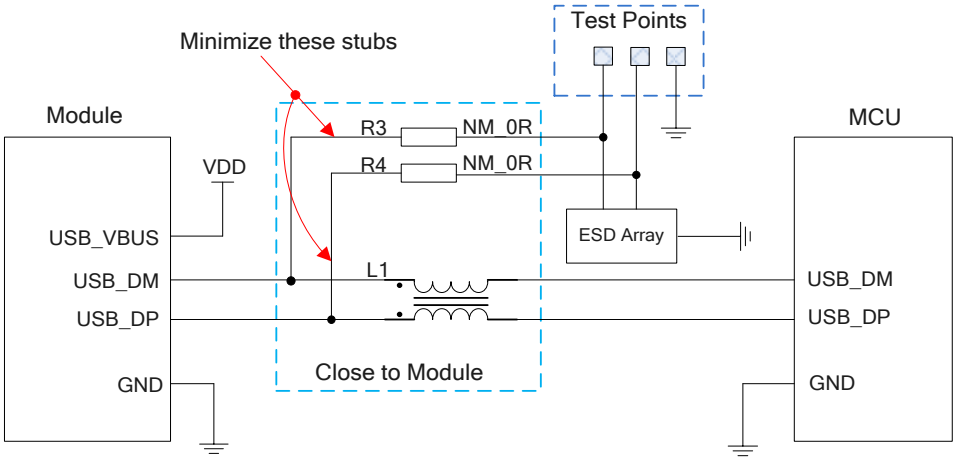


图 19：USB 接口参考设计

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 和 R4 应相互靠近放置，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 90 Ω 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 2 pF。
- USB 的 ESD 器件尽量靠近 USB 接口放置。

3.12. UART 接口

EC25 系列模块提供两个串口：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 4800、9600、19200、38400、7600、115200、230400、460800 和 921600 bps 波特率，默认波特率为 115200 bps。支持 RTS 和 CTS 硬件流控，可用于数据传输和 AT 命令传输。
- 调试串口支持 115200 bps 波特率，用于 Linux 控制和日志输出。

下表为串口引脚描述：

表 12：主串口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
RI	62	DO	输出振铃提示	1.8 V 电压域。
DCD	63	DO	输出载波检测	
CTS	64	DO	DTE 清除发送	连接至 DTE 的 RTS。 1.8 V 电压域。
RTS	65	DI	DTE 请求发送	连接至 DTE 的 CTS。 1.8 V 电压域。
DTR	66	DI	DTE 准备就绪，睡眠模式控制	1.8 V 电压域。 默认上拉，低电平唤醒模块。
TXD	67	DO	发送	1.8 V 电压域。
RXD	68	DI	接收	

表 13：调试串口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
DBG_TXD	12	DO	调试串口发送	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
DBG_RXD	11	DI	调试串口接收	

EC25 系列模块的串口电平为 1.8 V。若客户主机系统电平为 3.3 V，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。

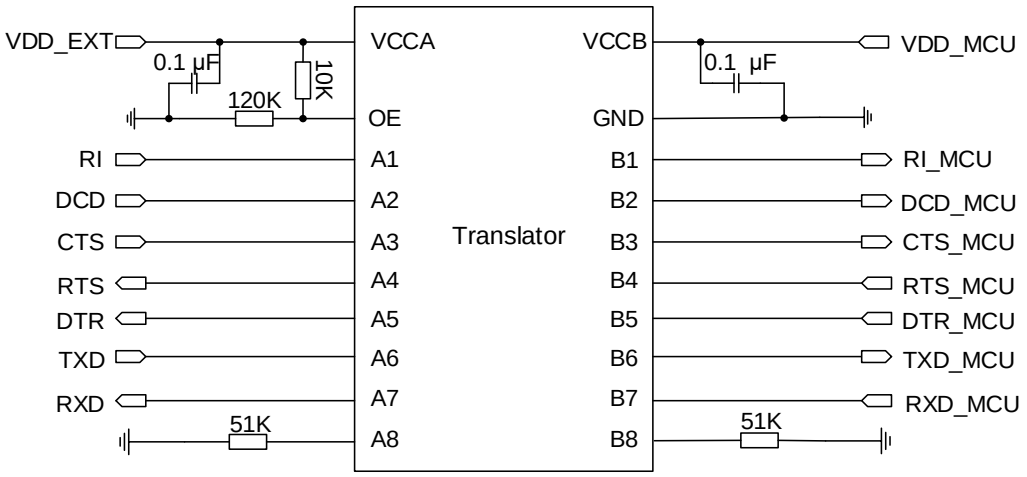


图 20：电平转换芯片参考电路

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。

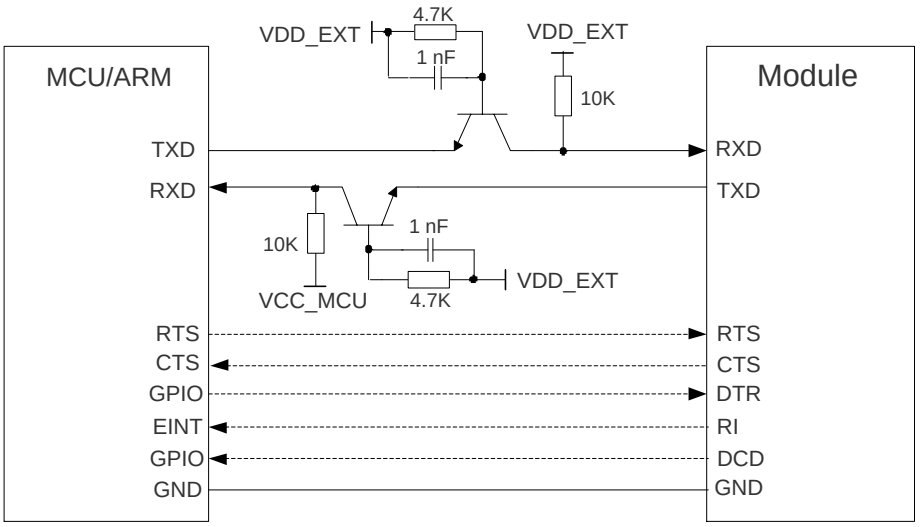


图 21：电平转换参考电路

备注

1. 电平转换电路不适用于波特率超过 460 kbps 的应用。
2. 请务必留意，串口硬件流控 CTS、RTS 引脚采用直连方式，并注意输入输出方向。

3.13. PCM 和 I2C 接口

EC25 系列提供一个 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 8 kHz PCM_SYNC 下 256 kHz、512 kHz、1024 kHz 和 2048 kHz PCM_CLK，以及 16 kHz PCM_SYNC 下 4096 kHz 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 8 kHz、50%占空比 PCM_SYNC 下 256 kHz、512 kHz、1024 kHz 和 2048 kHz PCM_CLK。

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

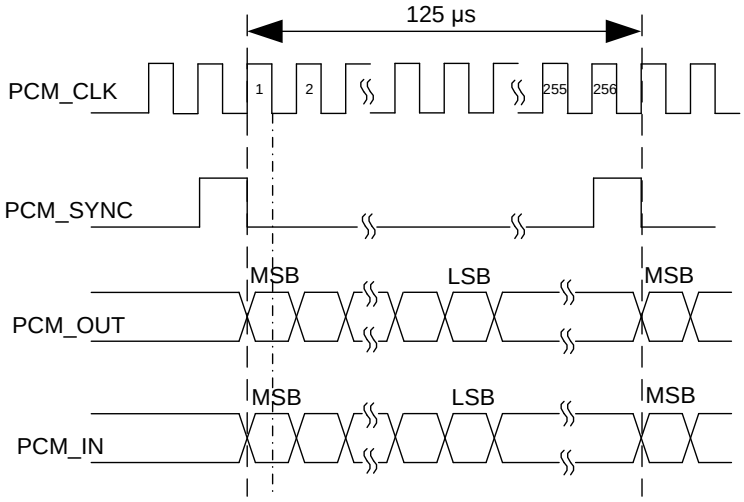


图 22：短帧模式时序图

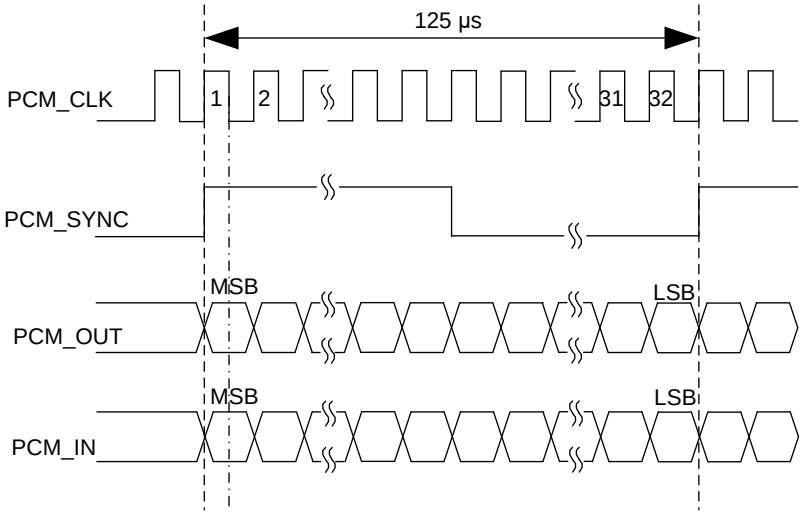


图 23：长帧模式时序图

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

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	1.8 V 电压域 不用则悬空。
PCM_OUT	25	DO	PCM 数据输出	1.8 V 电压域 不用则悬空。
PCM_SYNC	26	DIO	PCM 帧同步	1.8 V 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	DIO	PCM 时钟	
I2C_SCL	41	OD	I2C 时钟 （用于外部 codec）	需外部 1.8 V 上拉。 不用则悬空。
I2C_SDA	42	OD	I2C 数据 （用于外部 codec）	

下图为带外部 Codec 芯片的 PCM 和 I2C 接口的参考设计：

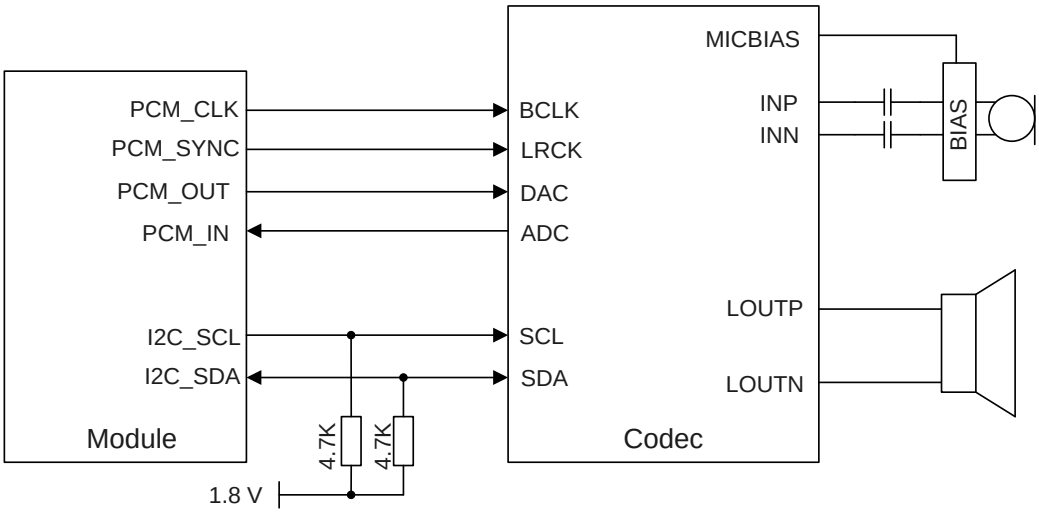


图 24：PCM 和 I2C 接口电路参考设计

备注

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

3.14. SD 卡接口

EC25 系列模块的 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	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 3	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	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 2	
SDC2_DATA1	30	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 1	
SDC2_DATA0	31	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 0	
SDC2_CLK	32	DO	SD 卡 SDIO 总线时钟	

SDC2_CMD	33	DIO	SD 卡命令	
VDD_SDIO	34	PO	SD 卡上拉电源	输出 1.8/2.85 V 可配置。 不能用于 SD 卡供电。 不用则悬空。
SD_INS_DET	23	DI	SD 卡插拔检测	1.8 V 电源域。不用则悬空。

EC25 系列模块与 SD 卡参考设计如下图所示。

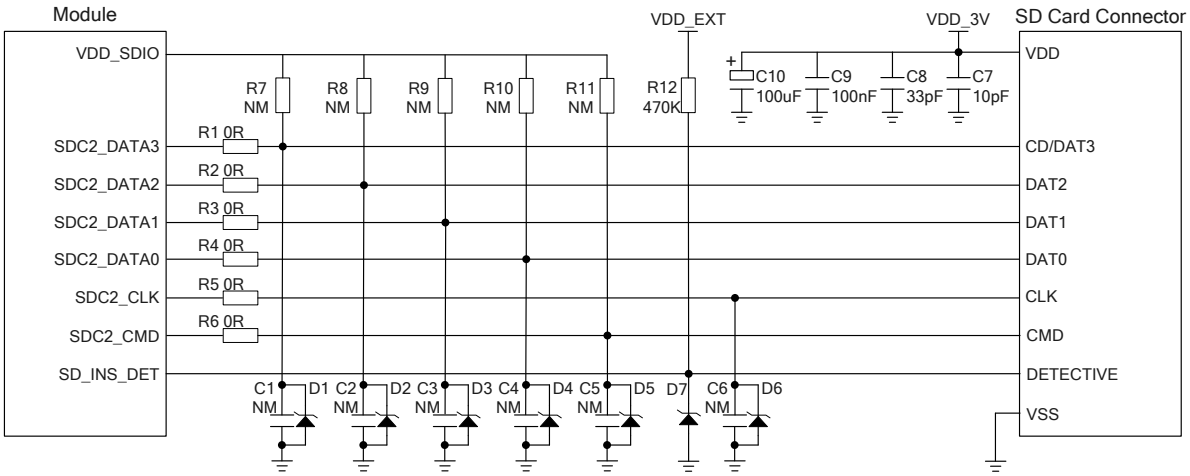


图 25：SD 卡接口电路参考设计

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 2.7~3.6 V，需要提供至少 800 mA 电流。VDD_SDIO 的最大输出电流为 50 mA，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 10~100 kΩ，推荐值为 100 kΩ。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 0 Ω；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 15 pF。
- SDIO 信号线需要远离敏感信号如射频、模拟信号，以及时钟、DC-DC 等噪声信号。
- SDIO 信号线需要立体包地，阻抗控制在 50 Ω ±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 15 pF。
- SDC2_CLK 与 SDC2_DATA[0:3]/SDC2_CMD 需做等长处理（相差小于 1 mm），总长度需小于 50 mm；由于模块内部走线长度为 27 mm，因此外部走线长度需要小于 23 mm。

3.15. WLAN 和蓝牙应用接口

EC25 系列为 WLAN 设计提供一个 SDIO 3.0 接口，为蓝牙设计提供串口和 PCM 接口。

表 16：WLAN 和蓝牙应用引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
WLAN 接口				
SDC1_DATA3	129	DIO	WLAN SDIO 数据位 3	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
SDC1_DATA2	130	DIO	WLAN SDIO 数据位 2	
SDC1_DATA1	131	DIO	WLAN SDIO 数据位 1	
SDC1_DATA0	132	DIO	WLAN SDIO 数据位 0	
SDC1_CLK	133	DO	WLAN SDIO 时钟	
SDC1_CMD	134	IO	WLAN SDIO 命令	
WLAN_EN	136	DO	WLAN 使能	1.8 V 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。
共存和控制接口				
PM_ENABLE	127	DO	WLAN 电源使能	1.8 V 电压域 高电平有效
WAKE_ON_WIRELESS	135	DI	WLAN 唤醒模块	1.8 V 电压域
COEX_UART_RX	137	DI	LTE/WLAN & 蓝牙共存接收	1.8 V 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 & 蓝牙共存发送	1.8 V 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	
蓝牙应用接口				
BT_RTS	37	DI	DTE 请求发送	1.8 V 电压域 连接至 DTE 的 CTS。

BT_TXD	38	DO	蓝牙串口发送	1.8 V 电压域
BT_RXD	39	DI	蓝牙串口接收	1.8 V 电压域
BT_CTS	40	DO	DTE 清除发送	1.8 V 电压域， 模块开机成功前禁止上拉到高电平。 连接至 DTE 的 RTS。
BT_EN	139	DO	蓝牙使能	1.8 V 电压域， 高电平有效。
PCM_IN [7]	24	DI	PCM 数据输入	1.8 V 电压域
PCM_OUT [7]	25	DO	PCM 数据输出	
PCM_SYNC [7]	26	DIO	PCM 帧同步	1.8 V 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。
PCM_CLK [7]	27	DIO	PCM 时钟	

[7] 引脚 24~27 为 PCM 功能引脚，可用于 EC25 系列模块的音频设计和 FC20 系列/FC21 模块的蓝牙功能。

EC25 系列模块的 WLAN 和蓝牙应用接口与 FC20 系列/FC21 模块的参考设计如下图所示。

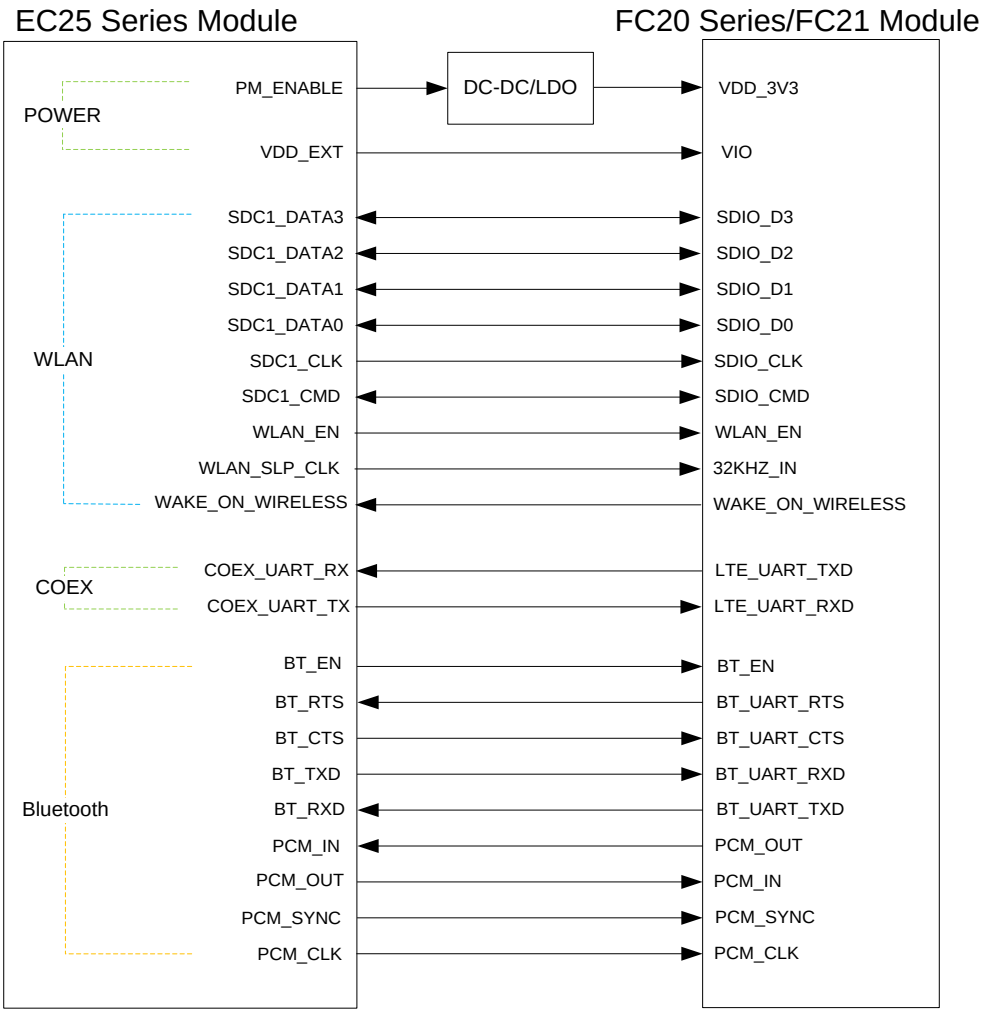


图 26：WLAN 和蓝牙应用接口与 FC20 系列/FC21 模块的电路参考设计

备注

1. FC20 系列/FC21 模块只可作从设备。
2. 当 EC25 系列使能蓝牙功能时，PCM_SYNC 和 PCM_CLK 仅用于信号输出。
3. 更多 WLAN 和蓝牙应用接口详情，请参考*文档 [6]*。

3.15.1. WLAN 应用接口

EC25 系列模块提供一个 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，最大频率达 50 MHz。

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 Ω ±10%；
- SDIO 信号线需要远离敏感信号如射频、模拟信号，以及时钟、DC-DC 等噪声信号。
- SDC1_CLK 与 SDC1_DATA[0:3]/SDC1_CMD 需做等长处理（相差小于 1 mm），总长度需小于 50 mm；
- SDC1_CLK 信号线上需要靠近模块放置 15~24 Ω 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 5 mm；
- 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 15 pF。

3.15.2. 蓝牙应用接口

EC25 系列为蓝牙接口提供一个专用的 UART 接口和一个 PCM 接口。蓝牙串口支持高速模式，最大频率达 3 Mbps。蓝牙串口还支持 RTS 和 CTS 硬件流控。

因蓝牙串口信号为高速信号，为了确保蓝牙串口正常运行，建议遵循以下原则：

- 模块提供 1.8 V 蓝牙串口，若客户应用为 3.3 V 电压域，需增加电平转换器，以确保电压电平转换器支持高速率数据传输。
- 需确保通信电缆支持高速率数据传输。

备注

模块是否支持蓝牙功能取决于硬件接口和软件版本。

3.16. ADC 接口

EC25 系列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 ADC 接口
ADC1	44	通用 ADC 接口

表 18：ADC 特性

引脚名	最小值	典型值	最大值	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。

3.17. SGMII 接口

EC25 系列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 10 Mbps/100 Mbps/1000 Mbps 工作模式
- 最大下行速率 150 Mbps，最大上行速率 50 Mbps（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 1.8/2.85 V 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	1.8/2.85 V 电压域
EPHY_INT_N	120	DI	以太网 PHY 中断	1.8 V 电压域
SGMII_MDATA	121	DIO	SGMII 管理数据	1.8/2.85 V 电压域

SGMII_MCLK	122	DO	SGMII 管理数据时钟	1.8/2.85 V 电压域
USIM2_VDD	128	PO	SGMII_MDATA 上拉电源	可配置电源；1.8/2.85 V 电压域。
SGMII 数据接口				
SGMII_TX_M	123	AO	SGMII 发送(-)	靠近 PHY 芯片端串接 0.1 μF 电容。
SGMII_TX_P	124	AO	SGMII 发送(+)	
SGMII_RX_P	125	AI	SGMII 接收(+)	靠近模块端串接 0.1 μF 电容。
SGMII_RX_M	126	AI	SGMII 接收(-)	

以太网应用方案简图：

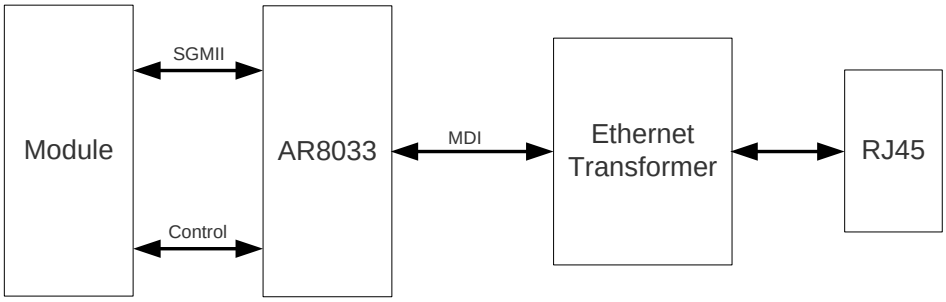


图 27：以太网应用简图

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

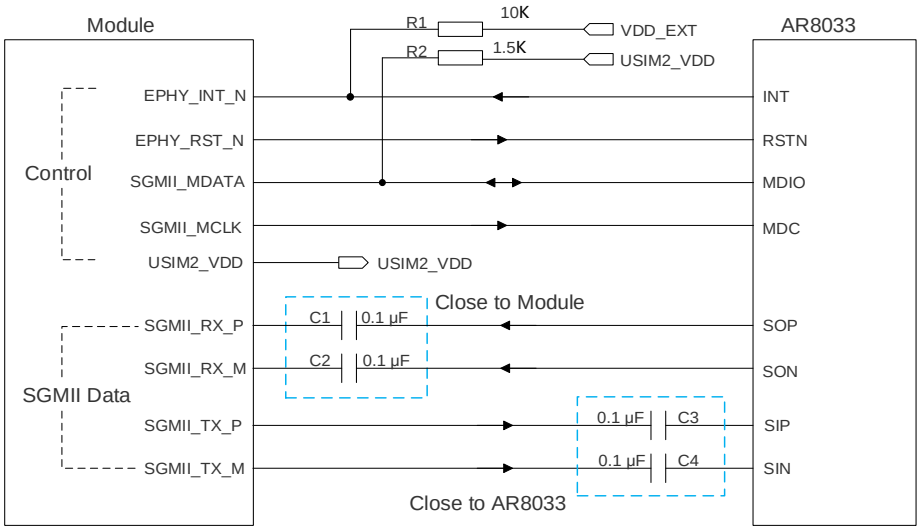


图 28：SGMII 接口参考设计

SGMII 信号设计原则如下：

- 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、DC-DC 等噪声信号；
- SGMII 差分数据信号走线最大长度不能超过 25.4 cm，RX 与 TX 线的长度差不能超过 0.5 mm；
- SGMII 差分数据信号阻抗控制在 100 Ω ±10 %，并且保证完整参考地平面；
- SGMII_TX_P/M 和 SGMII_RX_P/M 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。

3.18. 指示信号

3.18.1. 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 系列模块有 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	1.8 V 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	1.8 V 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（200 ms 高/1800 ms 低）	找网状态
	慢闪（1800 ms 高/200 ms 低）	待机状态
	快闪（125 ms 高/125 ms 低）	数据传输模式
	高电平	通话中

参考电路如下图所示。

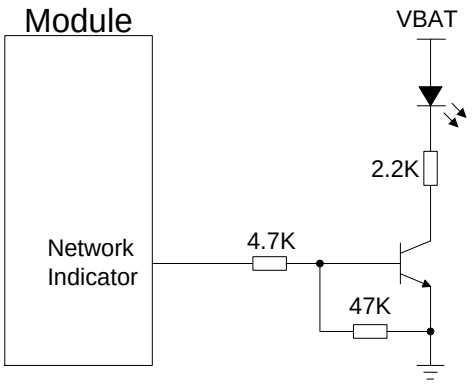


图 29：网络指示参考电路

3.18.2. 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	运行状态指示	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。

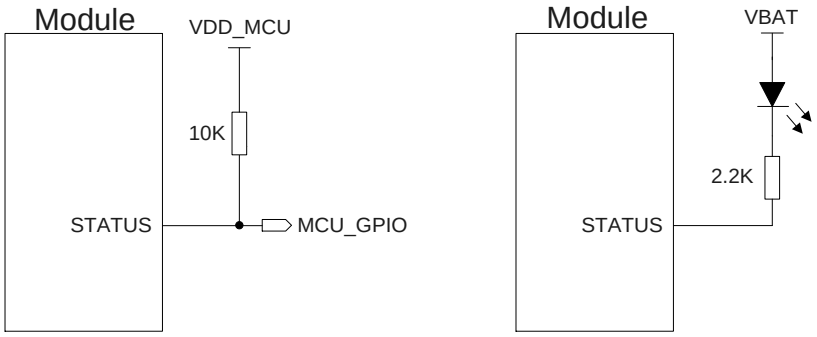


图 30：STATUS 参考电路

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。

3.18.3. RI

客户可以用 **AT+QCFG="risignaltype","physical"**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。

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 120 ms 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 [3]*。

备注

URC 可以通过 **AT+QURCCFG** 配置从 UART 端口，USB AT 端口和 USB 调制解调器端口输出。默认端口为 USB AT 端口。更多详情，请参考*文档 [2]*。

3.19. USB_BOOT 接口

EC25 系列支持 USB_BOOT 功能。开发者可以在 VDD_EXT 上电前，上拉 USB_BOOT 至 1.8 V，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 接口进行固件升级。

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	1.8 V 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：

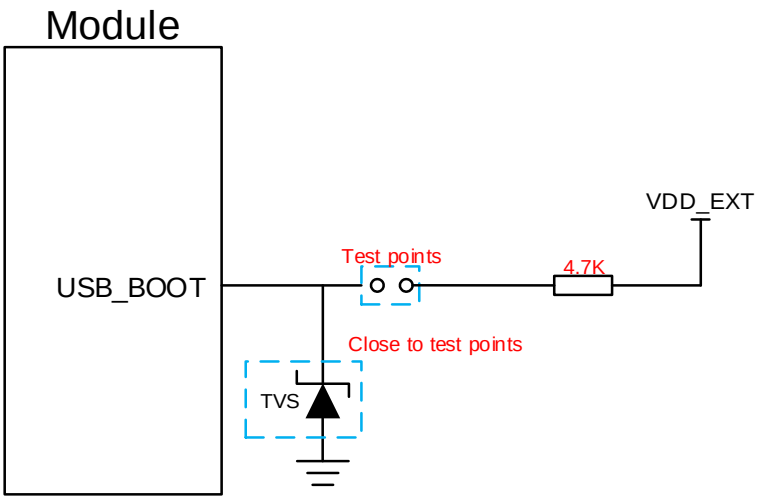


图 31：USB_BOOT 接口参考设计电路

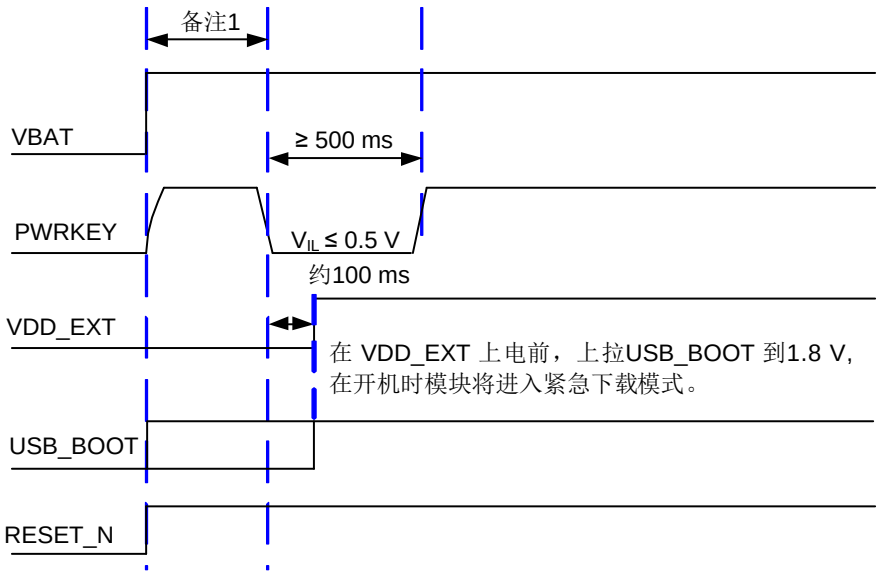


图 32：进入强制下载模式时序

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 30 ms。
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 1.8 V；手动强制下载方式按照***图 31*** 所示短接测试点即可。

4 射频特性

EC25 系列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 50 Ω。

4.1. 蜂窝网络

4.1.1. 天线接口和工作频段

主天线和分集接收天线接口的引脚定义如下表：

表 25：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	AIO	主天线接口	50 Ω 特性阻抗
ANT_DIV	35	AI	分集接收天线接口	50 Ω 特性阻抗。 不用则悬空。

4.1.2. 工作频段

表 26：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	2100~2180	MHz
LTE-FDD B71	663~698	617~652	MHz

4.1.3. 发射功率

EC25 系列模块射频发射功率如下表所示：

表 27：射频发射功率

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

备注

在 GPRS 网络 4 时隙发送模式下，最大输出功率减小 3.0 dB。该设计符合 *3GPP TS 51.010-1* 中***第 13.16 章***所述的 GSM 规范。

4.1.4. 接收灵敏度

EC25 系列模块射频接收灵敏度如下表所示：

4.1.4.1. EC25-E 模块射频接收灵敏度

表 28：EC25-E 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集 + 分集[8]	3GPP（主集 + 分集）
EGSM900	-109.0 dBm	-	-	-102.0 dBm
DCS1800	-109.0 dBm	-	-	-102.0 dBm

[8] SIMO 是一种智能天线技术，在发射端使用单个天线，在接收端使用两个天线，可以提高接收性能。

WCDMA B1	-110.5 dBm	-	-	-106.7 dBm
WCDMA B5	-110.5 dBm	-	-	-104.7 dBm
WCDMA B8	-110.5 dBm	-	-	-103.7 dBm
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-98.0 dBm	-98.0 dBm	-101.5 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-96.5 dBm	-98.5 dBm	-101.5 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-98.0 dBm	-98.5 dBm	-101.0 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-97.0 dBm	-97.0 dBm	-99.5 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-97.0 dBm	-97.0 dBm	-101.0 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B20 (10 MHz)	-97.5 dBm	-99.0 dBm	-102.5 dBm	-93.3 dBm
LTE-TDD B38 (10 MHz)	-95 dBm	-97.0 dBm	-98.9 dBm	-96.3 dBm
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-96.3 dBm	-98.0 dBm	-101.0 dBm	-96.3 dBm
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-94.5 dBm	-97.0 dBm	-98.5 dBm	-94.3 dBm

4.1.4.2. EC25-A 模块射频接收灵敏度

表 29：EC25-A 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集 + 分集 [8]	3GPP（主集 + 分集）
WCDMA B2	-110.0 dBm	-	-	-104.7 dBm
WCDMA B4	-110.0 dBm	-	-	-106.7 dBm
WCDMA B5	-110.5 dBm	-	-	-104.7 dBm
LTE-FDD B2 (10 MHz)	-98.0 dBm	-98.0 dBm	-101.0 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B4 (10 MHz)	-97.5 dBm	-99.0 dBm	-101.0 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B12 (10 MHz)	-97.2 dBm	-98.0 dBm	-101.0 dBm	-93.3 dBm

4.1.4.3. EC25-V 模块射频接收灵敏度

表 30：EC25-V 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集 + 分集 [8]	3GPP（主集 + 分集）
LTE-FDD B4 (10 MHz)	-97.5 dBm	-99.0 dBm	-101.0 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B13 (10 MHz)	-97.7 dBm	-97.0 dBm	-100.0 dBm	-93.3 dBm

4.1.4.4. EC25-J 模块射频接收灵敏度

表 31：EC25-J 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集 + 分集 [8]	3GPP（主集 + 分集）
WCDMA B1	-110.0 dBm	-110.5 dBm	-111.0 dBm	-106.7 dBm
WCDMA B6	-110.5 dBm	-110.5 dBm	-111.0 dBm	-106.7 dBm
WCDMA B8	-110.5 dBm	-111.0 dBm	-111.0 dBm	-103.7 dBm
WCDMA B19	-110.5 dBm	-110.5 dBm	-111.0 dBm	-106.7 dBm
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-97.5 dBm	-98.7 dBm	-100.2 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-96.5 dBm	-97.1 dBm	-100.5 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-98.4 dBm	-99.0 dBm	-101.2 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B18 (10 MHz)	-99.5 dBm	-99.0 dBm	-101.7 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B19 (10 MHz)	-99.2 dBm	-99.0 dBm	-101.4 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B26 (10 MHz)	-99.5 dBm	-99.0 dBm	-101.5 dBm	-93.8 dBm
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-95.0 dBm	-95.7 dBm	-99.0 dBm	-94.3 dBm

4.1.4.5. EC25-AU 模块射频接收灵敏度

表 32：EC25-AU 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集 + 分集 [8]	3GPP（主集 + 分集）
GSM850	-109.0 dBm	-	-	-102.0 dBm
EGSM900	-109.0 dBm	-	-	-102.0 dBm
DCS1800	-109.0 dBm	-	-	-102.0 dBm
PCS1900	-109.0 dBm	-	-	-102.0 dBm
WCDMA B1	-110.0 dBm	-109 dBm	-112 dBm	-106.7 dBm
WCDMA B2	-110.0 dBm	-	-	-104.7 dBm
WCDMA B5	-111.0 dBm	-112 dBm	-113 dBm	-104.7 dBm
WCDMA B8	-111.0 dBm	-111 dBm	-113 dBm	-103.7 dBm
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-97.2 dBm	-97.5 dBm	-100.2 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B2 (10 MHz)	-98.2 dBm	-	-	-94.3 dBm
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-98.7 dBm	-98.6 dBm	-102.2 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B4 (10 MHz)	-97.7 dBm	-97.4 dBm	-100.2 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-98.0 dBm	-98.2 dBm	-101.0 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-97.7 dBm	-97.7 dBm	-101.2 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-99.2 dBm	-98.2 dBm	-102.2 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B28 (10 MHz)	-98.6 dBm	-98.7 dBm	-102.0 dBm	-94.8 dBm
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-97.2 dBm	-98.4 dBm	-101.2 dBm	-96.3 dBm

4.1.4.6. EC25-AUX 模块射频接收灵敏度

表 33：EC25-AUX 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集 + 分集 [8]	3GPP（主集 + 分集）
GSM850	-109.0 dBm	-	-	-102.0 dBm
EGSM900	-109.0 dBm	-	-	-102.0 dBm
DCS1800	-109.0 dBm	-	-	-102.0 dBm
PCS1900	-109.0 dBm	-	-	-102.0 dBm
WCDMA B1	-110.0 dBm	-109.5 dBm	-112 dBm	-106.7 dBm
WCDMA B2	-110.5 dBm	-	-	-104.7 dBm
WCDMA B4	-110.0 dBm	-110 dBm	-112 dBm	-104.7 dBm
WCDMA B5	-111.0 dBm	-112 dBm	-113 dBm	-104.7 dBm
WCDMA B8	-111.0 dBm	-112 dBm	-113 dBm	-103.7 dBm
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-98.0 dBm	-97.7 dBm	-101.2 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B2 (10 MHz)	-98.5 dBm	-	-	-94.3 dBm
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-99.0 dBm	-98.8 dBm	-102.2 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B4 (10 MHz)	-97.7 dBm	-97.6 dBm	-100.2 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-98.5 dBm	-98.2 dBm	-101.0 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-97.7 dBm	-97.7 dBm	-101.2 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-99.0 dBm	-98.5 dBm	-102.2 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B28 (10 MHz)	-98.0 dBm	-98.7 dBm	-101.5 dBm	-94.8 dBm
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-97.5 dBm	-98.2 dBm	-101.2 dBm	-96.3 dBm

4.1.4.7. EC25-AF 模块射频接收灵敏度

表 34：EC25-AF 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集 + 分集 [8]	3GPP（主集 + 分集）
WCDMA B2	-109.5 dBm	-110 dBm	-110.4 dBm	-104.7 dBm
WCDMA B4	-109.6 dBm	-110 dBm	-110.6 dBm	-106.7 dBm
WCDMA B5	-110 dBm	-110 dBm	-110.7 dBm	-104.7 dBm
LTE-FDD B2 (10 MHz)	-98.0 dBm	-98.5 dBm	-100.5 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B4 (10 MHz)	-97.5 dBm	-98.2 dBm	-99.5 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-98.0 dBm	-98.5 dBm	-100.5 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B12 (10 MHz)	-99.0 dBm	-99.5 dBm	-100.5 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B13 (10 MHz)	-98.5 dBm	-99.5 dBm	-100.7 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B14 (10 MHz)	-99.4 dBm	-99.5 dBm	-100.9 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B66 (10 MHz)	-97.5 dBm	-98.5 dBm	-99.6 dBm	-95.8 dBm
LTE-FDD B71 (10 MHz)	-98.6 dBm	-99.5 dBm	-100 dBm	-93.5 dBm

4.1.4.8. EC25-AFX 模块射频接收灵敏度

表 35：EC25-AFX 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集 + 分集 [8]	3GPP（主集 + 分集）
WCDMA B2	-109.5 dBm	-110 dBm	-110.4 dBm	-104.7 dBm
WCDMA B4	-109.6 dBm	-110 dBm	-110.6 dBm	-106.7 dBm
WCDMA B5	-110 dBm	-110 dBm	-110.7 dBm	-104.7 dBm
LTE-FDD B2 (10 MHz)	-98.0 dBm	-98.5 dBm	-100.5 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B4 (10 MHz)	-97.5 dBm	-98.2 dBm	-99.5 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-98.0 dBm	-98.5 dBm	-100.5 dBm	-94.3 dBm

LTE-FDD B12 (10 MHz)	-99.0 dBm	-99.5 dBm	-100.5 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B13 (10 MHz)	-98.5 dBm	-99.5 dBm	-100.7 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B14 (10 MHz)	-99.4 dBm	-99.5 dBm	-100.9 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B66 (10 MHz)	-97.5 dBm	-98.5 dBm	-99.6 dBm	-95.8 dBm
LTE-FDD B71 (10 MHz)	-98.6 dBm	-99.5 dBm	-100 dBm	-93.5 dBm

4.1.4.9. EC25-AFXD 模块射频接收灵敏度

表 36：EC25-AFXD 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集 + 分集 [8]	3GPP（主集 + 分集）
WCDMA B2	-109.5 dBm	-110 dBm	-110.4 dBm	-104.7 dBm
WCDMA B4	-109.6 dBm	-110 dBm	-110.6 dBm	-106.7 dBm
WCDMA B5	-110 dBm	-110 dBm	-110.7 dBm	-104.7 dBm
LTE-FDD B2 (10 MHz)	-98.0 dBm	-98.5 dBm	-100.5 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B4 (10 MHz)	-97.5 dBm	-98.2 dBm	-99.5 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-98.0 dBm	-98.5 dBm	-100.5 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B12 (10 MHz)	-99.0 dBm	-99.5 dBm	-100.5 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B13 (10 MHz)	-98.5 dBm	-99.5 dBm	-100.7 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B14 (10 MHz)	-99.4 dBm	-99.5 dBm	-100.9 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B66 (10 MHz)	-97.5 dBm	-98.5 dBm	-99.6 dBm	-95.8 dBm
LTE-FDD B71 (10 MHz)	-98.6 dBm	-99.5 dBm	-100 dBm	-93.5 dBm

4.1.4.10. EC25-EU 模块射频接收灵敏度

表 37：EC25-EU 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集 + 分集 [8]	3GPP（主集 + 分集）
EGSM900	-108.5 dBm	-	-	-102.0 dBm
DCS1800	-108.5 dBm	-	-	-102.0dbm
WCDMA B1	-109.5 dBm	-109.5 dBm	-	-106.7 dBm
WCDMA B8	-110.0 dBm	-111.5 dBm	-	-103.7 dBm
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-98.5 dBm	-99.0 dBm	-101.7 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-98.2 dBm	-99.8 dBm	-102 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-96.7 dBm	-98.5 dBm	-100.7 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-98.5 dBm	-100.4 dBm	-102.4 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B20 (10 MHz)	-98.7 dBm	-100.2 dBm	-102.7 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B28A (10 MHz)	-98.7 dBm	-100.5 dBm	-102.5 dBm	-94.8 dBm
LTE-TDD B38 (10 MHz)	-95.2 dBm	-97.0 dBm	-100.2 dBm	-96.3 dBm
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-95.7 dBm	-98.2 dBm	-101.2 dBm	-96.3 dBm
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-95.0 dBm	-97.1 dBm	-100.2 dBm	-94.3 dBm

4.1.4.11. EC25-EUX 模块射频接收灵敏度

表 38：EC25-EUX 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集 + 分集 [8]	3GPP（主集 + 分集）
EGSM900	-109.0 dBm	-	-	-102.0 dBm
DCS1800	-109.0 dBm	-	-	-102.0 dbm
WCDMA B1	-110.5 dBm	-110.5 m	-111.0 dBm	-106.7 dBm
WCDMA B8	-110.5 dBm	-110.5 dBm	-111.0 dBm	-103.7 dBm

LTE-FDD B1 (10 MHz)	-98.0 dBm	-98.0 dBm	-101 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-96.5 dBm	-98.5 dBm	-99.5 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-97.0 dBm	-96.5 dBm	-99.5 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-97.0 dBm	-97.0 dBm	-100.0 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B20 (10 MHz)	-97.5 dBm	-99.0 dBm	-101.5 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B28A (10 MHz)	-98.6 dBm	-98.7 dBm	-101.0 dBm	-94.8 dBm
LTE-TDD B38 (10 MHz)	-96.3 dBm	-97 dBm	-98.5 dBm	-96.3 dBm
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-96.9 dBm	-98.0 dBm	-99.1 dBm	-96.3 dBm
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-95.3 dBm	-97.5 dBm	-98.0 dBm	-94.3 dBm

4.1.4.12. EC25-MX 模块射频接收灵敏度

表 39：EC25-MX 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集 + 分集 [8]	3GPP（主集 + 分集）
WCDMA B2	-109 dBm	-110.5 dBm	-	-104.7 dBm
WCDMA B4	-109.5 dBm	-110 dBm	-	-106.7 dBm
WCDMA B5	-110 dBm	-111 dBm	-	-104.7 dBm
LTE-FDD B2 (10 MHz)	-98 dBm	-99.1 dBm	-101.5 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B4 (10 MHz)	-98.5 dBm	-98.2 dBm	-101.5 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-99 dBm	-99.2 dBm	-102.5 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-97 dBm	-98.5 dBm	-101.5 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B28 (10 MHz)	-98 dBm	-99.3 dBm	-102 dBm	-94.8 dBm
LTE-FDD B66 (10 MHz)	-98 dBm	-98.4 dBm	-101.5 dBm	-95.8 dBm

4.1.4.13. EC25-EM 模块射频接收灵敏度

表 40：EC25-EM 模块射频接收灵敏度

频段	主集	分集	主集 + 分集 [8]	3GPP（主集 + 分集）
EGSM900	- 109 dBm	-	-	-102.0 dBm
DCS1800	- 109 dBm	-	-	-102.0 dBm
WCDMA B1	- 110 dBm	- 110 dBm	-	- 106.7 dBm
WCDMA B5	- 110 dBm	- 110 dBm	-	- 104.7 dBm
WCDMA B8	- 110 dBm	- 110 dBm	-	- 103.7 dBm
LTE-FDD B1 (10 MHz)	- 97.5 dBm	- 98.5 dBm	-101 dBm	- 96.3 dBm
LTE-FDD B3 (10 MHz)	- 98.3 dBm	- 99 dBm	-101.5 dBm	- 93.3 dBm
LTE-FDD B5 (10 MHz)	- 99 dBm	- 99.5 dBm	- 102.5 dBm	- 94.3 dBm
LTE-FDD B7 (10 MHz)	- 96 dBm	- 97 dBm	- 99.3 dBm	- 94.3 dBm
LTE-FDD B8 (10 MHz)	- 99 dBm	- 99 dBm	- 102.5 dBm	- 93.3 dBm
LTE-FDD B20 (10 MHz)	- 98.5 dBm	- 100 dBm	- 102.5 dBm	- 93.3 dBm
LTE-FDD B28 (10 MHz)	- 99 dBm	- 99.5 dBm	- 103 dBm	- 94.8 dBm
LTE-TDD B38 (10 MHz)	- 98 dBm	-97.5 dBm	- 101 dBm	- 96.3 dBm
LTE-TDD B40 (10 MHz)	- 98 dBm	- 97.5 dBm	- 101 dBm	- 96.3 dBm
LTE-TDD B41 (10 MHz)	- 98 dBm	- 97 dBm	- 100 dBm	- 94.3 dBm

4.1.5. 参考设计

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

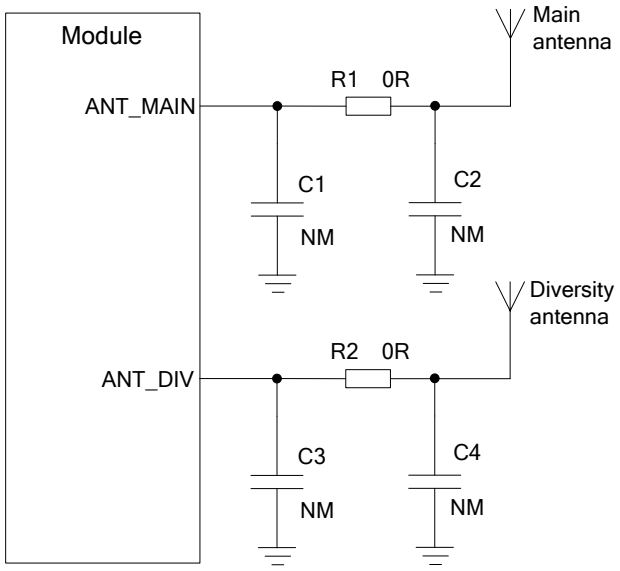


图 33：主天线和分集天线参考电路

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** 可以关闭此功能，详情请参考*文档 [3]*。
3. 图中 π 型匹配元件（R1 & C1 & C2，R2 & C3 & C4）应尽靠近天线放置。

4.2. GNSS

EC25 系列模块（除 EC25-MX 和 EC25-EM 外）集成了多星座 GNSS 接收机，支持 GPS、GLONASS、BDS、Galileo、QZSS 定位系统。

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

EC25 系列模块的 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 [5]*。

4.2.1. 天线接口和工作频段

下表分别列出了 GNSS 天线接口的引脚定义和频率特性。

表 41：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	50 Ω 阻抗特性。 不用则悬空。

表 42：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
BDS	1561.098 ±2.046	MHz
QZSS	1575.42	MHz

4.2.2. GNSS 性能

下表列出了 EC25 系列模块的 GNSS 性能。

表 43：GNSS 性能

参数	描述	条件	典型值	单位
灵敏度 (GNSS)	捕获	独立模式	-146	dBm
	重捕	独立模式	-157	dBm
	追踪	独立模式	-157	dBm
首次定位时间 (GNSS)	冷启动 @ open sky	独立模式	35	s
		XTRA 启动	18	s

	温启动 @ open sky	独立模式	26	s
		XTRA 启动	2.2	s
	热启动 @ open sky	独立模式	2.5	s
		XTRA 启动	1.8	s
定位精度 (GNSS)	CEP-50	独立模式 @ open sky	< 2.5	m

备注

1. 追踪灵敏度：模块可以保持对导航信号的跟踪和定位所需的最低信号电平（持续定位至少 3 分钟）。
2. 重捕灵敏度：模块接收的导航信号失锁后 3 分钟内，重新捕获导航信号并正常定位所需的最低信号电平。
3. 捕获灵敏度：模块进行冷启动后 3 分钟内，捕获导航信号并成功定位所需的最低信号电平。

4.2.3. 参考设计

GNSS 天线连接参考电路如下图所示。

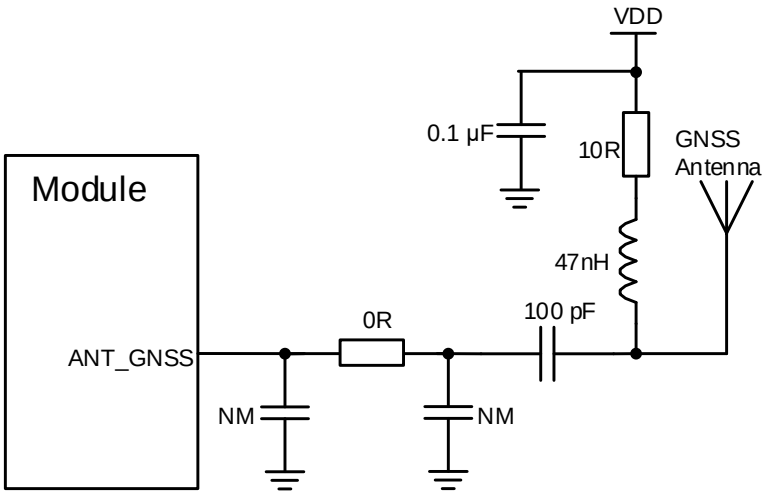


图 34：GNSS 天线参考电路

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。

4.2.4. 布线指导

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 50 Ω 特性阻抗。

4.3. 射频信号线布线指导

对于用户 PCB 而言，所有的射频信号线的特性阻抗应控制在 50 Ω。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 50 Ω 时微带线以及共面波导的结构设计。

- 微带线完整结构

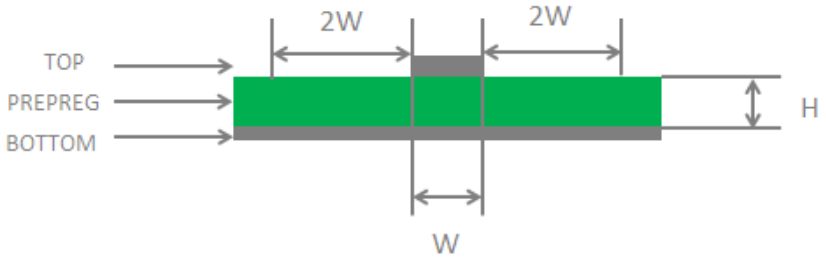


图 35：两层 PCB 板微带线结构

- 共面波导完整结构

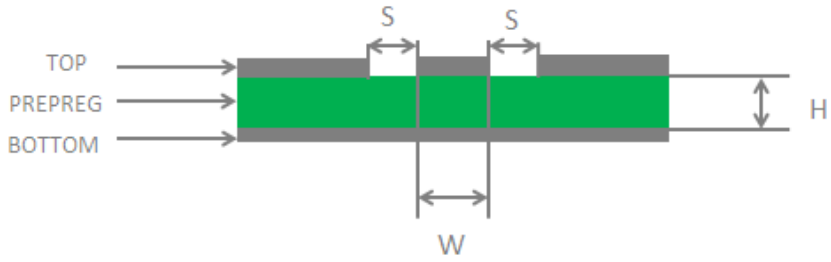


图 36：两层 PCB 板共面波导结构

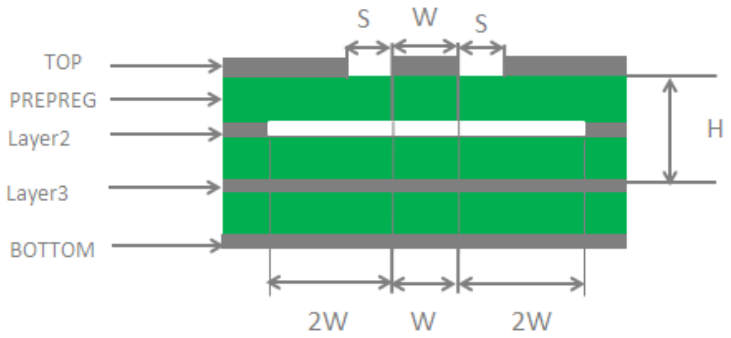


图 37：四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层）

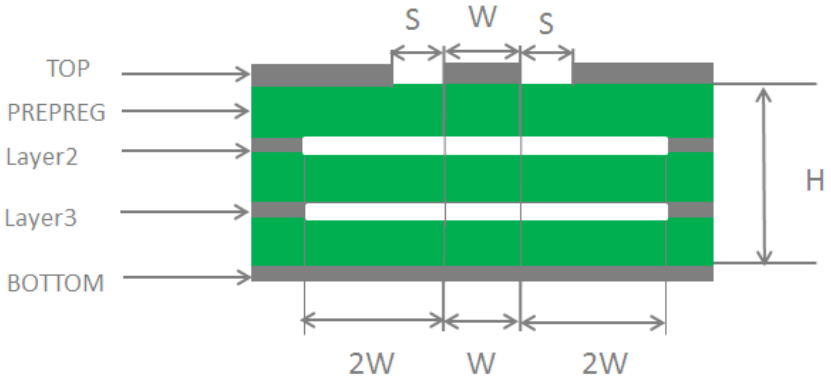


图 38：四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第四层）

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，建议遵循以下设计原则：

- 应使用阻抗模拟计算工具对射频信号线进行精确的 50 Ω 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，建议的走线夹角为 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 × W）。
- 射频信号线必须远离干扰源，避免和相邻层任何信号线交叉或平行。

更多关于射频布线的说明，请参考*文档 [7]*。

4.4. 天线设计要求

主天线、分集接收天线和 GNSS 天线的要求如下表所示：

表 44：天线设计要求

类型	要求
GNSS[1)]	频率范围：1559~1609 MHz 极化：右旋圆极化或线性 VSWR：< 2（典型值） 无源天线增益：> 0 dBi 有源天线噪声系数：< 1.5 dB 有源天线增益：> 0 dBi 有源天线内嵌 LNA 增益：< 17 dB
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： **< 1 dB**：LB（< 1 GHz） **< 1.5 dB**：MB（1~2.3 GHz） **< 2 dB**：HB（> 2.3 GHz）

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。

4.5. 射频连接器推荐

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

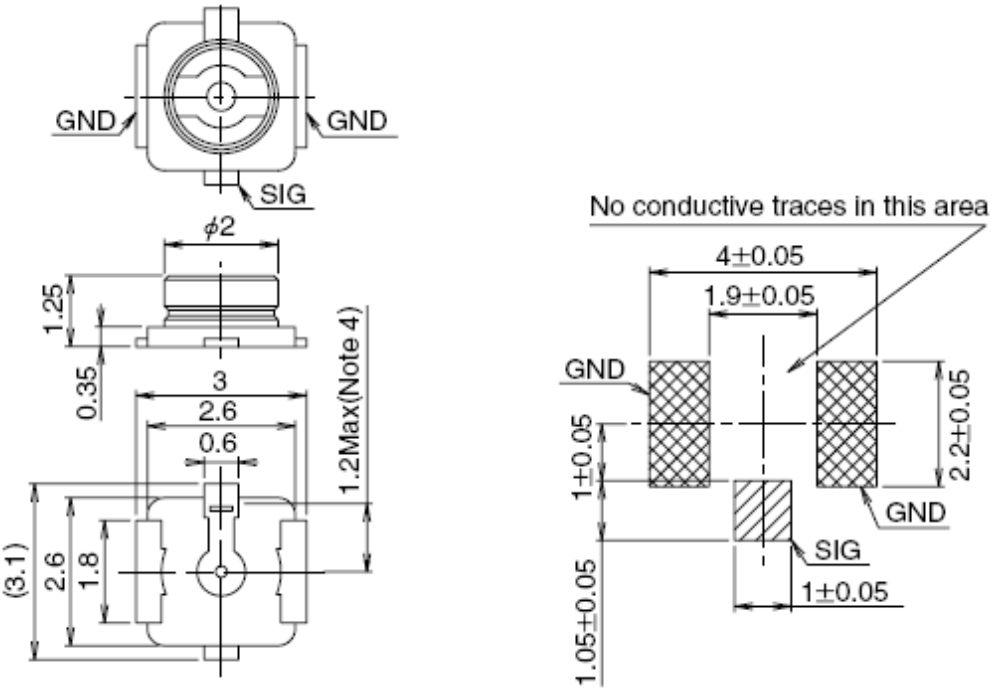


图 39：天线座尺寸（单位：毫米）

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

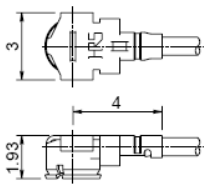
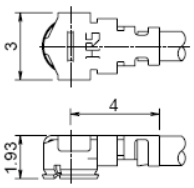
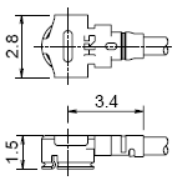
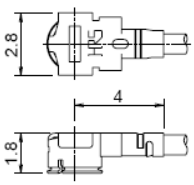
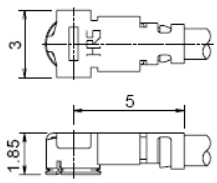
Part No.	U.FL-LP-040	U.FL-LP-066	U.FL-LP(V)-040	U.FL-LP-062	U.FL-LP-088
					
Mated Height	2.5mm Max. (2.4mm Nom.)	2.5mm Max. (2.4mm Nom.)	2.0mm Max. (1.9mm Nom.)	2.4mm Max. (2.3mm Nom.)	2.4mm Max. (2.3mm Nom.)
Applicable cable	Dia. 0.81mm Coaxial cable	Dia. 1.13mm and Dia. 1.32mm Coaxial cable	Dia. 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：与天线座匹配的插头规格

下图为连接线和连接器安装尺寸：

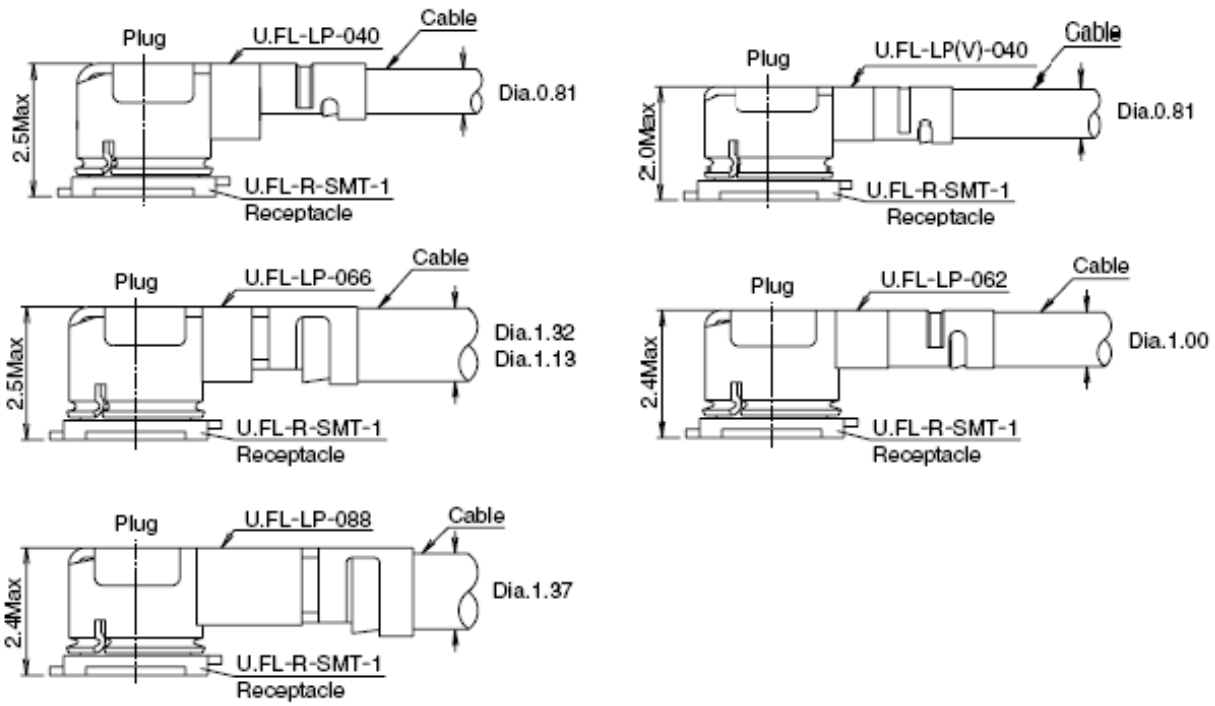


图 41：射频连接器安装图（单位：毫米）

详情请参考 http://www.hirose.com。

5 电气性能和可靠性

5.1. 绝对最大额定值

下表为模块部分引脚电压或电流的最大耐受值。

表 45：绝对最大额定值

参数	最小值	最大值	单位
VBAT_RF/VBAT_BB	-0.3	4.7	V
USB_VBUS	-0.3	5.5	V
VBAT_BB 最大电流	-	0.8	A
VBAT_RF 最大电流	-	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

5.2. 电源额定值

表 46：模块电源额定值

参数	描述	条件	最小值	典型值	最大值	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_{VBAT}	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

5.3. 工作和存储温度

表 47：工作和存储温度

参数	最小值	典型值	最大值	单位
正常工作温度 [9]	-35	+25	+75	ºC
扩展工作温度 [10]	-40	-	+85	ºC
存储温度	-40	-	+90	ºC

5.4. 功耗

5.4.1. EC25-E 功耗

表 48：EC25-E 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	下电	11	μA
睡眠模式	**AT+CFUN=0**（USB 断开）	1.16	mA
	EGSM900 DRX = 2（USB 断开）	2.74	mA
	EGSM900 DRX = 9（USB 断开）	2.00	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	2.15	mA

[9] 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。
[10] 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。

	WCDMA PF = 128（USB 断开）	1.67	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	2.60	mA
	LTE-FDD PF = 128（USB 断开）	1.90	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 断开）	2.79	mA
	LTE-TDD PF = 128（USB 断开）	2.00	mA
空闲模式	EGSM900 DRX = 5（USB 断开）	19.5	mA
	EGSM900 DRX = 5（USB 连接）	29.5	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	21.0	mA
	WCDMA PF = 64（USB 连接）	31.0	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	20.7	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 连接）	30.8	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 断开）	20.8	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 连接）	32.0	mA
GPRS 数据传输 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL @ 33.22 dBm	271.0	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 33.0 dBm	464.0	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 30.86 dBm	524.0	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 29.58 dBm	600.0	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 29.92 dBm	192.0	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 29.84 dBm	311.0	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 29.67 dBm	424.0	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 29.48 dBm	539.0	mA
EDGE 数据传输 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL PCL = 8 @ 27.40 dBm	174.0	mA
	EGSM900 3DL/2UL PCL = 8 @ 27.24 dBm	281.0	mA
	EGSM900 2DL/3UL PCL = 8 @ 27.11 dBm	379.0	mA
	EGSM900 1DL/4UL PCL = 8 @ 26.99 dBm	480.0	mA

	DCS1800 4DL/1UL PCL = 2 @ 25.82 dBm	159.0	mA
	DCS1800 3DL/2UL PCL = 2 @ 25.85 dBm	251.0	mA
	DCS1800 2DL/3UL PCL = 2 @ 25.68 dBm	340.0	mA
	DCS1800 1DL/4UL PCL = 2 @ 25.57 dBm	433.0	mA
WCDMA 数据传输 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA @ 22.47 dBm	613.0	mA
	WCDMA B1 HSUPA @ 22.44 dBm	609.0	mA
	WCDMA B5 HSDPA @ 23.07 dBm	671.0	mA
	WCDMA B5 HSUPA @ 23.07 dBm	669.0	mA
	WCDMA B8 HSDPA @ 22.67 dBm	561.0	mA
	WCDMA B8 HSUPA @ 22.39 dBm	557.0	mA
LTE 数据传输 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @ 23.27 dBm	754.0	mA
	LTE-FDD B3 @ 23.54 dBm	774.0	mA
	LTE-FDD B5 @ 22.83 dBm	762.0	mA
	LTE-FDD B7 @ 23.37 dBm	842.0	mA
	LTE-FDD B8 @ 23.48 dBm	720.0	mA
	LTE-FDD B20 @ 22.75 dBm	714.0	mA
	LTE-TDD B38 @ 23.05 dBm	481.0	mA
	LTE-TDD B40 @ 23.17 dBm	431.8	mA
	LTE-TDD B41 @ 23.02 dBm	480.0	mA
GSM 语音通话	EGSM900 PCL = 5 @ 33.08 dBm	264.0	mA
	DCS1800 PCL = 0 @ 29.75 dBm	190.0	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @ 23.22 dBm	680.0	mA
	WCDMA B5 @ 23.18 dBm	677.0	mA
	WCDMA B8 @ 23.54 dBm	618.0	mA

5.4.2. EC25-A 功耗

表 49：EC25-A 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	下电	10	μA
睡眠模式	**AT+CFUN=0**（USB 断开）	1.1	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	1.8	mA
	WCDMA PF = 128（USB 断开）	1.5	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	2.2	mA
	LTE-FDD PF = 128（USB 断开）	1.6	mA
空闲模式	WCDMA PF = 64（USB 断开）	21.0	mA
	WCDMA PF = 64（USB 连接）	31.0	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	21.0	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 连接）	31.0	mA
WCDMA 数据传输 (GNSS 关闭)	WCDMA B2 HSDPA @ 21.9 dBm	591.0	mA
	WCDMA B2 HSUPA @ 21.62 dBm	606.0	mA
	WCDMA B4 HSDPA @ 22.02 dBm	524.0	mA
	WCDMA B4 HSUPA @ 21.67 dBm	540.0	mA
	WCDMA B5 HSDPA @ 22.71 dBm	490.0	mA
	WCDMA B5 HSUPA @ 22.58 dBm	520.0	mA
LTE 数据传输 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B2 @ 22.93 dBm	715.0	mA
	LTE-FDD B4 @ 22.96 dBm	738.0	mA
	LTE-FDD B12 @ 23.35 dBm	663.0	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B2 @ 22.93 dBm	646.0	mA
	WCDMA B4 @ 23 dBm	572.0	mA
	WCDMA B5 @ 23.78 dBm	549.0	mA

5.4.3. EC25-V 功耗

表 50：EC25-V 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	下电	10	μA
睡眠模式	**AT+CFUN=0**（USB 断开）	0.85	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	2.0	mA
	LTE-FDD PF = 128（USB 断开）	1.5	mA
空闲模式	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	20.0	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 连接）	31.0	mA
LTE 数据传输 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B4 @ 23.14 dBm	770.0	mA
	LTE-FDD B13 @ 23.48 dBm	531.0	mA

5.4.4. EC25-J 功耗

表 51：EC25-J 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	下电	10	μA
睡眠模式	**AT+CFUN=0**（USB 断开）	1.1	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	1.9	mA
	WCDMA PF = 128（USB 断开）	1.5	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	2.5	mA
	LTE-FDD PF = 128（USB 断开）	1.8	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 断开）	2.6	mA
	LTE-TDD PF = 128（USB 断开）	1.9	mA
空闲模式	WCDMA PF = 64（USB 断开）	21.0	mA

	WCDMA PF = 64（USB 连接）	31.0	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	21.0	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 连接）	32.0	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 断开）	21.0	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 连接）	32.0	mA
WCDMA 数据传输 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA @ 22.32 dBm	549.0	mA
	WCDMA B1 HSUPA @ 21.79 dBm	533.0	mA
	WCDMA B6 HSDPA @ 22.64 dBm	515.0	mA
	WCDMA B6 HSUPA @ 22.33 dBm	520.0	mA
	WCDMA B8 HSDPA @ 22.3 dBm	560.0	mA
	WCDMA B8 HSUPA @ 22.65 dBm	556.0	mA
	WCDMA B19 HSDPA @ 22.67 dBm	516.0	mA
	WCDMA B19 HSUPA @ 22.33 dBm	521.0	mA
LTE 数据传输 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @ 23.16 dBm	685.0	mA
	LTE-FDD B3 @ 23.22 dBm	765.0	mA
	LTE-FDD B8 @ 23.22 dBm	640.0	mA
	LTE-FDD B18 @ 23.35 dBm	660.0	mA
	LTE-FDD B19 @ 23.16 dBm	676.0	mA
	LTE-FDD B26 @ 22.87 dBm	689.0	mA
	LTE-TDD B41 @ 22.52 dBm	438.0	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @ 23.33 dBm	604.0	mA
	WCDMA B6 @ 23.28 dBm	548.0	mA
	WCDMA B8 @ 23.2 dBm	570.0	mA
	WCDMA B19 @ 23.28 dBm	548.0	mA

5.4.5. EC25-AU 功耗

表 52：EC25-AU 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	下电	11	μA
睡眠模式	**AT+CFUN=0**	1.3	mA
	AT+CFUN=0（USB 断开）	1.46	mA
	GSM850 DRX = 5（USB 断开）	1.8	mA
	EGSM900 DRX = 5（USB 断开）	2.0	mA
	DCS1800 DRX = 5（USB 断开）	1.9	mA
	PCS1900 DRX = 5（USB 断开）	1.9	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	2.0	mA
	WCDMA PF = 128（USB 断开）	1.6	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	2.2	mA
	LTE-FDD PF = 128（USB 断开）	1.6	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 断开）	2.3	mA
	LTE-TDD PF = 128（USB 断开）	1.6	mA
空闲模式	EGSM900 DRX = 5（USB 断开）	22.0	mA
	EGSM900 DRX = 5（USB 连接）	34.0	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	22.0	mA
	WCDMA PF = 64（USB 连接）	33.0	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	24.0	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 连接）	35.0	mA
GPRS 数据传输 (GNSS 关闭)	GSM850 1UL/4DL @ 32.53 dBm	232.0	mA
	GSM850 2UL/3DL @ 32.34 dBm	384.0	mA
	GSM850 3UL/2DL @ 30.28 dBm	441.0	mA

	GSM850 4UL/1DL @ 29.09 dBm	511.0	mA
	EGSM900 1UL/4DL @ 32.34 dBm	241.0	mA
	EGSM900 2UL/3DL @ 32.19 dBm	397.0	mA
	EGSM900 3UL/2DL @ 30.17 dBm	459.0	mA
	EGSM900 4UL/1DL @ 28.96 dBm	533.0	mA
	DCS1800 1UL/4DL @ 29.71 dBm	183.0	mA
	DCS1800 2UL/3DL @ 29.62 dBm	289.0	mA
	DCS1800 3UL/2DL @ 29.49 dBm	392.0	mA
	DCS1800 4UL/1DL @ 29.32 dBm	495.0	mA
	PCS1900 1UL/4DL @ 29.61 dBm	174.0	mA
	PCS1900 2UL/3DL @ 29.48 dBm	273.0	mA
	PCS1900 3UL/2DL @ 29.32 dBm	367.0	mA
	PCS1900 4UL/1DL @ 29.19 dBm	465.0	mA
EDGE 数据传输 (GNSS 关闭)	GSM850 1UL/4DL @ 27.09 dBm	154.0	mA
	GSM850 2UL/3DL @ 26.94 dBm	245.0	mA
	GSM850 3UL/2DL @ 26.64 dBm	328.0	mA
	GSM850 4UL/1DL @ 26.53 dBm	416.0	mA
	EGSM900 1UL/4DL @ 26.64 dBm	157.0	mA
	EGSM900 2UL/3DL @ 26.95 dBm	251.0	mA
	EGSM900 3UL/2DL @ 26.57 dBm	340.0	mA
	EGSM900 4UL/1DL @ 26.39 dBm	431.0	mA
	DCS1800 1UL/4DL @ 26.03 dBm	152.0	mA
	DCS1800 2UL/3DL @ 25.62 dBm	240.0	mA
	DCS1800 3UL/2DL @ 25.42 dBm	325.0	mA
	DCS1800 4UL/1DL @ 25.21 dBm	415.0	mA

	PCS1900 1UL/4DL @ 25.65 dBm	148.0	mA
	PCS1900 2UL/3DL @ 25.63 dBm	232.0	mA
	PCS1900 3UL/2DL @ 25.54 dBm	313.0	mA
	PCS1900 4UL/1DL @ 25.26 dBm	401.0	mA
WCDMA 数据传输 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA @ 22.34 dBm	625.0	mA
	WCDMA B1 HSUPA @ 21.75 dBm	617.0	mA
	WCDMA B2 HSDPA @ 22.51 dBm	610.0	mA
	WCDMA B2 HSUPA @ 22. 14 dBm	594.0	mA
	WCDMA B5 HSDPA @ 22.98 dBm	576.0	mA
	WCDMA B5 HSUPA @ 22.89 dBm	589.0	mA
	WCDMA B8 HSDPA @ 22.31 dBm	556.0	mA
	WCDMA B8 HSUPA @ 22.11 dBm	572.0	mA
LTE 数据传输 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @ 23.28 dBm	817.0	mA
	LTE-FDD B2 @ 23.34 dBm	803.0	mA
	LTE-FDD B3 @ 23.2 dBm	785.0	mA
	LTE-FDD B4 @ 22.9 dBm	774.0	mA
	LTE-FDD B5 @ 23.45 dBm	687.0	mA
	LTE-FDD B7 @ 22.84 dBm	843.0	mA
	LTE-FDD B8 @ 22.92 dBm	689.0	mA
	LTE-FDD B28 @ 23.23 dBm	804.0	mA
	LTE-TDD B40 @ 23.3 dBm	429.0	mA
GSM 语音通话	GSM850 PCL5 @ 32.66 dBm	228.0	mA
	EGSM900 PCL5 @ 32.59 dBm	235.0	mA
	DCS1800 PCL0 @ 29.72 dBm	178.0	mA
	PCS1900 PCL0 @ 29.82 dBm	170.0	mA

WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @ 23.27 dBm	687.0	mA
	WCDMA B2 @ 23.38 dBm	668.0	mA
	WCDMA B5 @ 23.38 dBm	592.0	mA
	WCDMA B8 @ 23.32 dBm	595.0	mA

5.4.6. EC25-AUX 功耗

表 53：EC25-AUX 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	下电	9	μA
睡眠模式	**AT+CFUN=0**（USB 断开）	0.9	mA
	GSM850 DRX = 2（USB 断开）	2.4	mA
	LTE-FDD PF = 128（USB 断开）	2.5	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 断开）	3.4	mA
空闲模式	GSM850 DRX = 5（USB 断开）	16.9	mA
	GSM850 DRX = 5（USB 连接）	34.5	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	17.9	mA
	WCDMA PF = 64（USB 连接）	35.2	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	18.3	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 连接）	35.1	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 断开）	18.4	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 连接）	35.1	mA
GPRS 数据传输 (GNSS 关闭)	GSM850 4DL/1UL @ 32.48 dBm	240.1	mA
	GSM850 3DL/2UL @ 31.59 dBm	384.8	mA
	GSM850 2DL/3UL @ 29.51 dBm	452.1	mA
	GSM850 1DL/4UL @ 28.41 dBm	542.1	mA

	EGSM900 4DL/1UL @ 33.27 dBm	272.7	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 31.99 dBm	406.9	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 29.67 dBm	470.2	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 28.44 dBm	547.1	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 29.44 dBm	164.5	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 28.47 dBm	235.7	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 26.29 dBm	292.2	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 25.26 dBm	363.8	mA
	PCS1900 4DL/1UL @ 29.44 dBm	162.9	mA
	PCS1900 3DL/2UL @ 28.59 dBm	246.8	mA
	PCS1900 2DL/3UL @ 26.51 dBm	300.6	mA
	PCS1900 1DL/4UL @ 25.34 dBm	370.5	mA
EDGE 数据传输 (GNSS 关闭)	GSM850 4DL/1UL @ 26.94 dBm	177.5	mA
	GSM850 3DL/2UL @ 25.90 dBm	290.8	mA
	GSM850 2DL/3UL @ 23.70 dBm	394.0	mA
	GSM850 1DL/4UL @ 22.47 dBm	504.5	mA
	EGSM900 4DL/1UL @ 27.18 dBm	176.6	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 26.03 dBm	289.6	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 23.97 dBm	390.7	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 22.68 dBm	502.1	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 26.01 dBm	141.0	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 25.02 dBm	227.5	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 23.04 dBm	316.3	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 22.11 dBm	411.0	mA
	PCS1900 4DL/1UL @ 26.24 dBm	143.3	mA

	PCS1900 3DL/2UL @ 25.46 dBm	231.4	mA
	PCS1900 2DL/3UL @ 23.45 dBm	316.1	mA
	PCS1900 1DL/4UL @ 22.38 dBm	411.0	mA
WCDMA 数据传输 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA @ 22.60 dBm	534.6	mA
	WCDMA B1 HSUPA @ 22.48 dBm	541.3	mA
	WCDMA B2 HSDPA @ 21.60 dBm	572.9	mA
	WCDMA B2 HSUPA @ 22.06 dBm	560.0	mA
	WCDMA B4 HSDPA @ 22.97 dBm	495.8	mA
	WCDMA B4 HSUPA @ 23.20 dBm	512.4	mA
	WCDMA B5 HSDPA @ 22.63 dBm	493.1	mA
	WCDMA B5 HSUPA @ 22.98 dBm	504.7	mA
	WCDMA B8 HSDPA @ 22.46 dBm	545.5	mA
	WCDMA B8 HSUPA @ 21.89 dBm	541.1	mA
LTE 数据传输 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @ 22.91 dBm	713.5	mA
	LTE-FDD B2 @ 22.85 dBm	713.4	mA
	LTE-FDD B3 @ 23.12 dBm	675.7	mA
	LTE-FDD B4 @ 22.52 dBm	607.8	mA
	LTE-FDD B5 @ 23.12 dBm	563.1	mA
	LTE-FDD B7 @ 22.95 dBm	702.9	mA
	LTE-FDD B8 @ 23.55 dBm	728.8	mA
	LTE-FDD B28 @ 23.23 dBm	769.3	mA
	LTE-TDD B40 @ 23.54 dBm	335.5	mA
GSM 语音通话	GSM850 PCL5 @ 32.36 dBm	240.3	mA
	EGSM900 PCL5 @ 33.15 dBm	260.9	mA
	DCS1800 PCL0 @ 29.38 dBm	153.0	mA

	PCS1900 PCL0 @ 29.47 dBm	160.3	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @ 23.13 dBm	568.9	mA
	WCDMA B2 @ 22.99 dBm	628.4	mA
	WCDMA B4 @ 22.90 dBm	506.3	mA
	WCDMA B5 @ 23.10 dBm	507.5	mA
	WCDMA B8 @ 22.90 dBm	581.5	mA

5.4.7. EC25-AF 功耗

表 54：EC25-AF 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	下电	10	μA
睡眠模式	**AT+CFUN=0**（USB 断开）	1.0	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	1.8	mA
	WCDMA PF = 128（USB 断开）	1.4	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	2.2	mA
	LTE-FDD PF = 128（USB 断开）	1.8	mA
空闲模式	WCDMA PF = 64（USB 断开）	23.3	mA
	WCDMA PF = 64（USB 连接）	33.4	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	17.6	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 连接）	29.4	mA
WCDMA 数据传输 (GNSS 关闭)	WCDMA B2 HSDPA @ 22.63 dBm	560.0	mA
	WCDMA B2 HSUPA @ 22.49 dBm	564.0	mA
	WCDMA B4 HSDPA @ 22.45 dBm	601.0	mA
	WCDMA B4 HSUPA @ 22.57 dBm	610.0	mA
	WCDMA B5 HSDPA @ 22.49 dBm	603.0	mA

	WCDMA B5 HSUPA @ 22.43 dBm	617.0	mA
LTE 数据传输 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B2 @ 22.92 dBm	698.0	mA
	LTE-FDD B4 @ 23.12 dBm	710.0	mA
	LTE-FDD B5 @ 22.98 dBm	650.0	mA
	LTE-FDD B12 @ 23.42 dBm	648.0	mA
	LTE-FDD B13 @ 22.92 dBm	690.0	mA
	LTE-FDD B14 @ 23.42 dBm	685.0	mA
	LTE-FDD B66 @ 23.35 dBm	715.0	mA
	LTE-FDD B71 @ 23.39 dBm	689.0	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B2 @ 23.59 dBm	585.0	mA
	WCDMA B4 @ 23.47 dBm	610.0	mA
	WCDMA B5 @ 23.46 dBm	605.0	mA

5.4.8. EC25-AFX 功耗

表 55：EC25-AFX 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	下电	8	μA
睡眠模式	**AT+CFUN=0**（USB 断开）	0.83	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	1.55	mA
	WCDMA PF = 128（USB 断开）	1.24	mA
	WCDMA PF = 256（USB 断开）	1.07	mA
	WCDMA PF = 512（USB 断开）	1.00	mA
	LTE-FDD PF = 32（USB 断开）	2.97	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	1.93	mA
	LTE-FDD PF = 128（USB 断开）	1.43	mA

	LTE-FDD PF = 256（USB 断开）	1.17	mA
空闲模式	WCDMA PF = 64（USB 断开）	14.9	mA
	WCDMA PF = 64（USB 连接）	34.2	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	15.2	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 连接）	34.8	mA
WCDMA 数据传输 (GNSS 关闭)	WCDMA B2 HSDPA @ 22.1 dBm	548.0	mA
	WCDMA B2 HSUPA @ 22.28 dBm	545.0	mA
	WCDMA B4 HSDPA @ 22.2 dBm	580.0	mA
	WCDMA B4 HSUPA @ 22.2 dBm	596.0	mA
	WCDMA B5 HSDPA @ 22.1 dBm	498.0	mA
	WCDMA B5 HSUPA @ 22.0 dBm	500.0	mA
LTE 数据传输 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B2 @ 23.36 dBm	621.0	mA
	LTE-FDD B4 @ 22.7 dBm	702.0	mA
	LTE-FDD B5 @ 22.7 dBm	564.0	mA
	LTE-FDD B12 @ 22.66 dBm	648.0	mA
	LTE-FDD B13 @ 22.79 dBm	617.0	mA
	LTE-FDD B14 @ 22.72 dBm	622.0	mA
	LTE-FDD B66 @ 22.86 dBm	698.0	mA
	LTE-FDD B71 @ 22.73 dBm	628.0	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B2 @ 22.63 dBm	578.0	mA
	WCDMA B4 @ 22.74 dBm	581.0	mA
	WCDMA B5 @ 22.6 dBm	561.0	mA

5.4.9. EC25-AFXD 功耗

表 56：EC25-AFXD 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	下电	8	μA
睡眠模式	**AT+CFUN=0**（USB 断开）	0.83	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	1.55	mA
	WCDMA PF = 128（USB 断开）	1.24	mA
	WCDMA PF = 256（USB 断开）	1.07	mA
	WCDMA PF = 512（USB 断开）	1.00	mA
	LTE-FDD PF = 32（USB 断开）	2.97	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	1.93	mA
	LTE-FDD PF = 128（USB 断开）	1.43	mA
	LTE-FDD PF = 256（USB 断开）	1.17	mA
空闲模式	WCDMA PF = 64（USB 断开）	14.9	mA
	WCDMA PF = 64（USB 连接）	34.2	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	15.2	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 连接）	34.8	mA
WCDMA 数据传输 (GNSS 关闭)	WCDMA B2 HSDPA @ 22.1 dBm	548.0	mA
	WCDMA B2 HSUPA @ 22.28 dBm	545.0	mA
	WCDMA B4 HSDPA @ 22.2 dBm	580.0	mA
	WCDMA B4 HSUPA @ 22.2 dBm	596.0	mA
	WCDMA B5 HSDPA @ 22.1 dBm	498.0	mA
	WCDMA B5 HSUPA @ 22.0 dBm	500.0	mA
LTE 数据传输 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B2 @ 23.36 dBm	621.0	mA
	LTE-FDD B4 @ 22.7 dBm	702.0	mA

	LTE-FDD B5 @ 22.7 dBm	564.0	mA
	LTE-FDD B12 @ 22.66 dBm	648.0	mA
	LTE-FDD B13 @ 22.79 dBm	617.0	mA
	LTE-FDD B14 @ 22.72 dBm	622.0	mA
	LTE-FDD B66 @ 22.86 dBm	698.0	mA
	LTE-FDD B71 @ 22.73 dBm	628.0	mA

5.4.10. EC25-EU 功耗

表 57：EC25-EU 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	下电	11	μA
睡眠模式	**AT+CFUN=0**（USB 断开）	1.16	mA
	EGSM900 DRX = 2（USB 断开）	2.74	mA
	EGSM900 DRX = 9（USB 断开）	2.0	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	2.15	mA
	WCDMA PF = 128（USB 断开）	1.67	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	2.60	mA
	LTE-FDD PF = 128（USB 断开）	1.90	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 断开）	2.79	mA
	LTE-TDD PF = 128（USB 断开）	2.00	mA
空闲模式	EGSM900 DRX = 5（USB 断开）	19.5	mA
	EGSM900 DRX = 5（USB 连接）	29.5	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	21.0	mA
	WCDMA PF = 64（USB 连接）	31.0	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	20.7	mA

	LTE-FDD PF = 64（USB 连接）	30.8	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 断开）	20.8	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 连接）	32.0	mA
GPRS 数据传输 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL @ 33.23 dBm	243.0	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 31.96 dBm	388.0	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 29.73 dBm	453.0	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 28.5 dBm	522	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 30.49 dBm	172.0	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 29.24 dBm	274.0	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 27.15 dBm	337.0	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 25.88 dBm	406.0	mA
EDGE 数据传输 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL PCL = 8 @ 26.60 dBm	142.0	mA
	EGSM900 3DL/2UL PCL = 8 @ 25.43 dBm	229.0	mA
	EGSM900 2DL/3UL PCL = 8 @ 23.4 dBm	286.0	mA
	EGSM900 1DL/4UL PCL = 8 @ 22.36 dBm	348.0	mA
	DCS1800 4DL/1UL PCL = 2 @ 25.59 dBm	136.0	mA
	DCS1800 3DL/2UL PCL = 2 @ 24.54 dBm	225.0	mA
	DCS1800 2DL/3UL PCL = 2 @ 22.38 dBm	300.0	mA
	DCS1800 1DL/4UL PCL = 2 @ 21.24 dBm	379.0	mA
WCDMA 数据传输 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA @ 22.93 dBm	504.0	mA
	WCDMA B1 HSUPA @ 22.62 dBm	512.0	mA
	WCDMA B8 HSDPA @ 22.88 dBm	562.0	mA
	WCDMA B8 HSUPA @ 22.14 dBm	535.0	mA
LTE 数据传输 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @ 23.6 dBm	664.0	mA
	LTE-FDD B3 @ 23.67 dBm	728.0	mA

	LTE-FDD B7 @ 23.83 dBm	821.0	mA
	LTE-FDD B8 @ 23.82 dBm	695.0	mA
	LTE-FDD B20 @ 23.88 dBm	649.0	mA
	LTE-FDD B28A @ 23.43 dBm	689.0	mA
	LTE-TDD B38 @ 22.82 dBm	438.0	mA
	LTE-TDD B40 @ 23.43 dBm	355.0	mA
	LTE-TDD B41 @ 23.46 dBm	451.0	mA
GSM 语音通话	EGSM900 PCL = 5 @ 33.25 dBm	258.0	mA
	DCS1800 PCL = 0 @ 30.23 dBm	178.0	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @ 23.88 dBm	548.0	mA
	WCDMA B8 @ 23.8 dBm	615.0	mA

5.4.11. EC25-EUX 功耗

表 58：EC25-EUX 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	下电	9	μA
睡眠模式	**AT+CFUN=0**（USB 断开）	0.9	mA
	EGSM900 DRX = 2（USB 断开）	1.8	mA
	EGSM900 DRX = 9（USB 断开）	1.3	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	1.6	mA
	WCDMA PF = 128（USB 断开）	1.3	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	2.2	mA
	LTE-FDD PF = 128（USB 断开）	1.6	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 断开）	2.2	mA
	LTE-TDD PF = 128（USB 断开）	1.6	mA

空闲模式	EGSM900 DRX = 5（USB 断开）	14.5	mA
	EGSM900 DRX = 5（USB 连接）	34.3	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	14.7	mA
	WCDMA PF = 64（USB 连接）	35.3	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	15.0	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 连接）	36.5	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 断开）	15.0	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 连接）	36.5	mA
GPRS 数据传输 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL @ 33.02 dBm	270.7	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 32.24 dBm	444.3	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 30.08 dBm	509.8	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 29.50 dBm	629.3	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 29.63 dBm	157.4	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 28.96 dBm	246.3	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 27.49 dBm	310.6	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 26.44 dBm	377.7	mA
EDGE 数据传输 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL PCL = 8 @ 27.27 dBm	175.4	mA
	EGSM900 3DL/2UL PCL = 8 @ 26.13 dBm	292.1	mA
	EGSM900 2DL/3UL PCL = 8 @ 24.03 dBm	386.8	mA
	EGSM900 1DL/4UL PCL = 8 @ 23.35 dBm	494.7	mA
	DCS1800 4DL/1UL PCL = 2 @ 25.92 dBm	134.5	mA
	DCS1800 3DL/2UL PCL = 2 @ 25.63 dBm	222.9	mA
	DCS1800 2DL/3UL PCL = 2 @ 23.14 dBm	301.2	mA
	DCS1800 1DL/4UL PCL = 2 @ 22.60 dBm	391.8	mA
WCDMA 数据传输	WCDMA B1 HSDPA @ 22.01 dBm	534.8	mA

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

5.4.12. EC25-MX 功耗

表 59：EC25-MX 功耗

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

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

5.4.13. EC25-EM 功耗

表 60：EC25-EM 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	下电	7	μA

睡眠模式	**AT+CFUN=0**（USB 断开）	0.76	mA
	EGSM900 DRX = 2（USB 断开）	1.72	mA
	EGSM900 DRX = 9（USB 断开）	1.02	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	1.6	mA
	WCDMA PF = 128（USB 断开）	1.21	mA
	WCDMA PF = 256（USB 断开）	0.98	mA
	WCDMA PF = 512（USB 断开）	0.87	mA
	LTE-FDD PF = 32（USB 断开）	3.31	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	2.07	mA
	LTE-FDD PF = 128（USB 断开）	1.44	mA
	LTE-TDD PF = 32（USB 断开）	3.59	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 断开）	2.19	mA
	LTE-TDD PF = 128（USB 断开）	1.5	mA
	LTE-TDD PF = 256（USB 断开）	1.16	mA
空闲模式	EGSM900 DRX = 5（USB 断开）	20.45	mA
	EGSM900 DRX = 5（USB 连接）	30	mA
	WCDMA PF = 64（USB 断开）	21.15	mA
	WCDMA PF = 64（USB 连接）	30.72	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 断开）	21.2	mA
	LTE-FDD PF = 64（USB 连接）	30.78	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 断开）	21.33	mA
	LTE-TDD PF = 64（USB 连接）	30.89	mA
GPRS 数据传输 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL @ 32.41 dBm	241	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 31.06dBm	392	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 28.63 dBm	476	mA

	EGSM900 1DL/4UL @28.18 dBm	593	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 29dBm	159	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 27.36dBm	237	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 25.3dBm	277	mA
	DCS1800 1DL/4UL @24.19 dBm	323	mA
EDGE 数据传输 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL PCL = 8 @ 26.58 dBm	147	mA
	EGSM900 3DL/2UL PCL = 8 @ 25.45 dBm	238	mA
	EGSM900 2DL/3UL PCL = 8 @ 24.36dBm	310	mA
	EGSM900 1DL/4UL PCL = 8 @ 23.24dBm	376	mA
	DCS1800 4DL/1UL PCL = 2 @ 25.32dBm	124	mA
	DCS1800 3DL/2UL PCL = 2 @ 24.79dBm	199	mA
	DCS1800 2DL/3UL PCL = 2 @ 23.19dBm	252	mA
	DCS1800 1DL/4UL PCL = 2 @ 22.05dBm	299	mA
WCDMA 数据传输 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA @ 22.66dBm	541	mA
	WCDMA B1 HSUPA @ 22.32dBm	517	mA
	WCDMA B5 HSDPA @ 23.38dBm	548	mA
	WCDMA B5 HSUPA @ 23.13dBm	539	mA
	WCDMA B8 HSDPA @ 22.7dBm	509	mA
	WCDMA B8 HSUPA @ 21.76dBm	505	mA
LTE 数据传输 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @ 23.3dBm	691	mA
	LTE-FDD B3 @23.23dBm	764	mA
	LTE-FDD B5 @ 23.2 dBm	632	mA
	LTE-FDD B7 @ 23.56dBm	899	mA
	LTE-FDD B8 @ 23.14dBm	598	mA
	LTE-FDD B20 @ 23.19dBm	712	mA

	LTE-FDD B28 @ 23.05dBm	757	mA
	LTE-TDD B38 @ 23.42dBm	382	mA
	LTE-TDD B40 @ 23.08dBm	436	mA
	LTE-TDD B41 @ 23.41dBm	415	mA
GSM 语音通话	EGSM900 PCL = 5 @ 32.48dBm	260	mA
	DCS1800 PCL = 0 @ 29.16dBm	174	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @ 23.58dBm	554	mA
	WCDMA B5 @ 23.55dBm	547	mA
	WCDMA B8 @ 23.68dBm	535	mA

5.4.14. GNSS 功耗

表 61：EC25 系列模块 GNSS 功耗

描述	条件	典型值	单位
搜索模式（**AT+CFUN=0**）	冷启动 @ 无源天线	54.0	mA
	失锁状态 @ 无源天线	53.9	mA
捕获模式（**AT+CFUN=0**）	设备环境	30.5	mA
	Open Sky @ 无源天线	33.2	mA
	Open Sky @ 有源天线	40.8	mA

5.5. 静电防护

由于人体静电、微电子间带电摩擦等产生的静电会通过各种途径放电给模块，并可能对模块造成一定的损坏，因此应重视静电防护并采取合理的静电防护措施。例如：在研发、生产、组装和测试等过程中，佩戴防静电手套；设计产品时，在电路接口处和其他易受静电放电影响的点位增加防静电保护器件。

下表为模块引脚的 ESD 耐受电压情况。

表 62：ESD 性能参数（温度：25 ℃，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

5.6. 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：

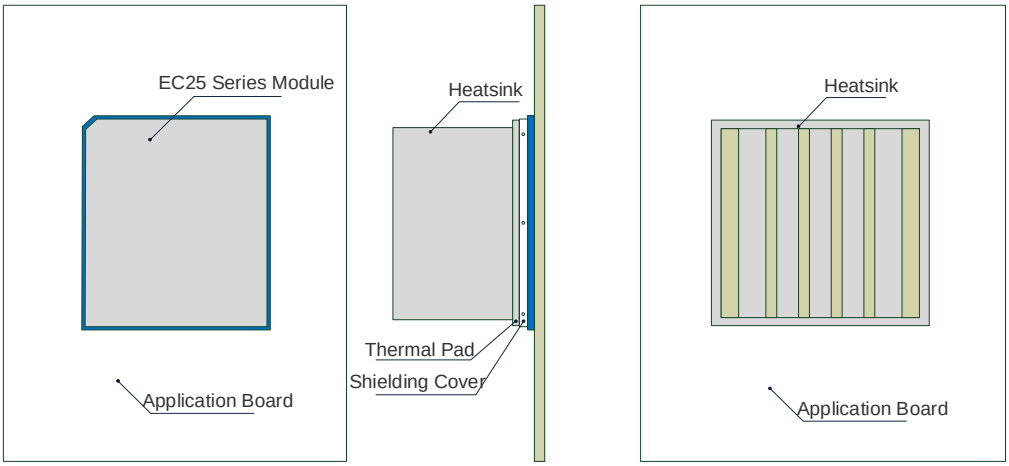


图 42：散热设计示例（散热片在模块正面）

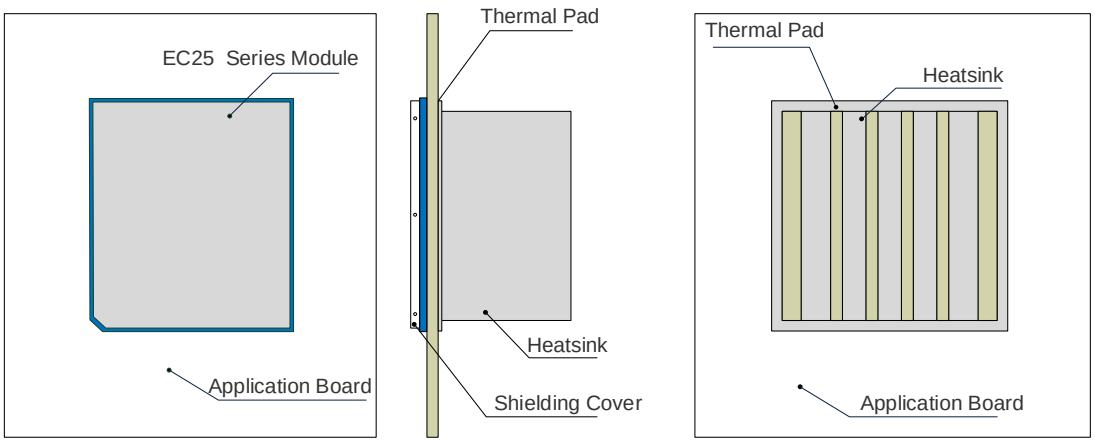


图 43：散热设计示例（散热片在 PCB 背面）

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**，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。有关命令的更多详情，请参考***文档 [8]***。
2. 更多关于散热设计的详细指导，请参考***文档 [9]***。

6 结构与规格

本章节描述了模块的机械尺寸。所有的尺寸单位为毫米，所有未标注公差的尺寸，公差为±0.2 mm。

6.1. 机械尺寸

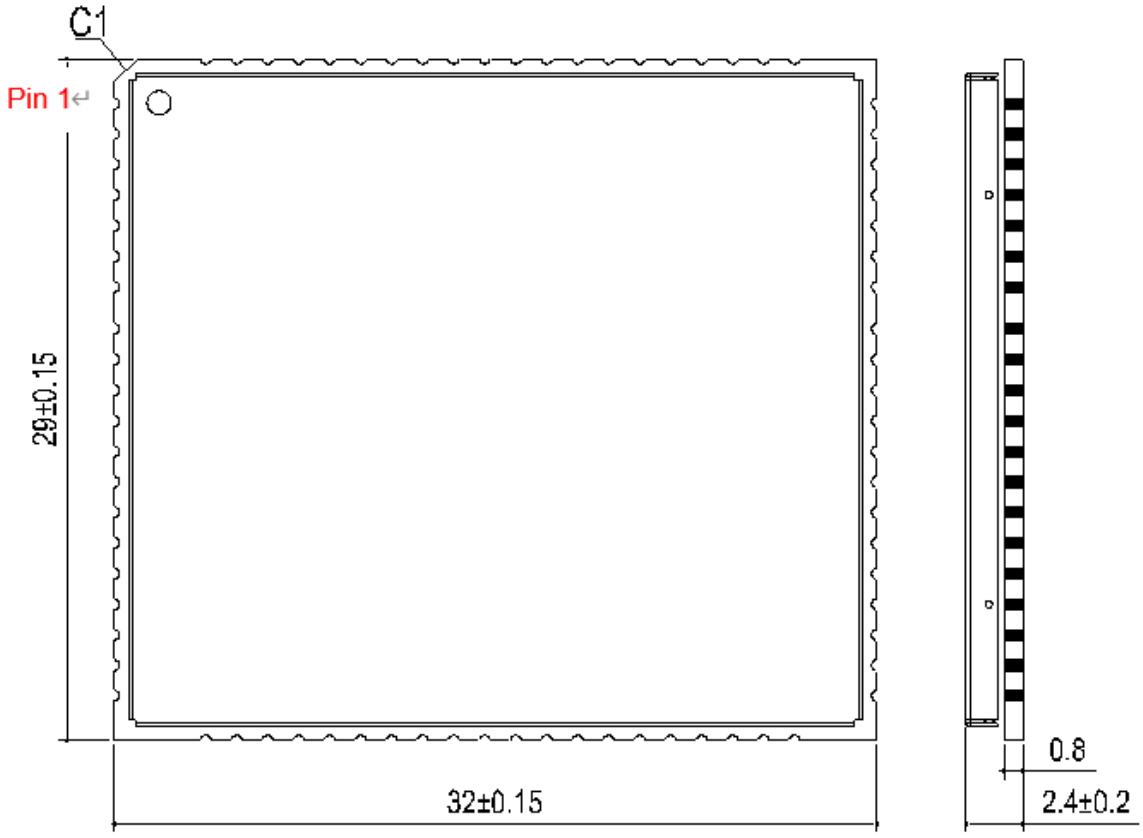


图 44：模块俯视及侧视尺寸图

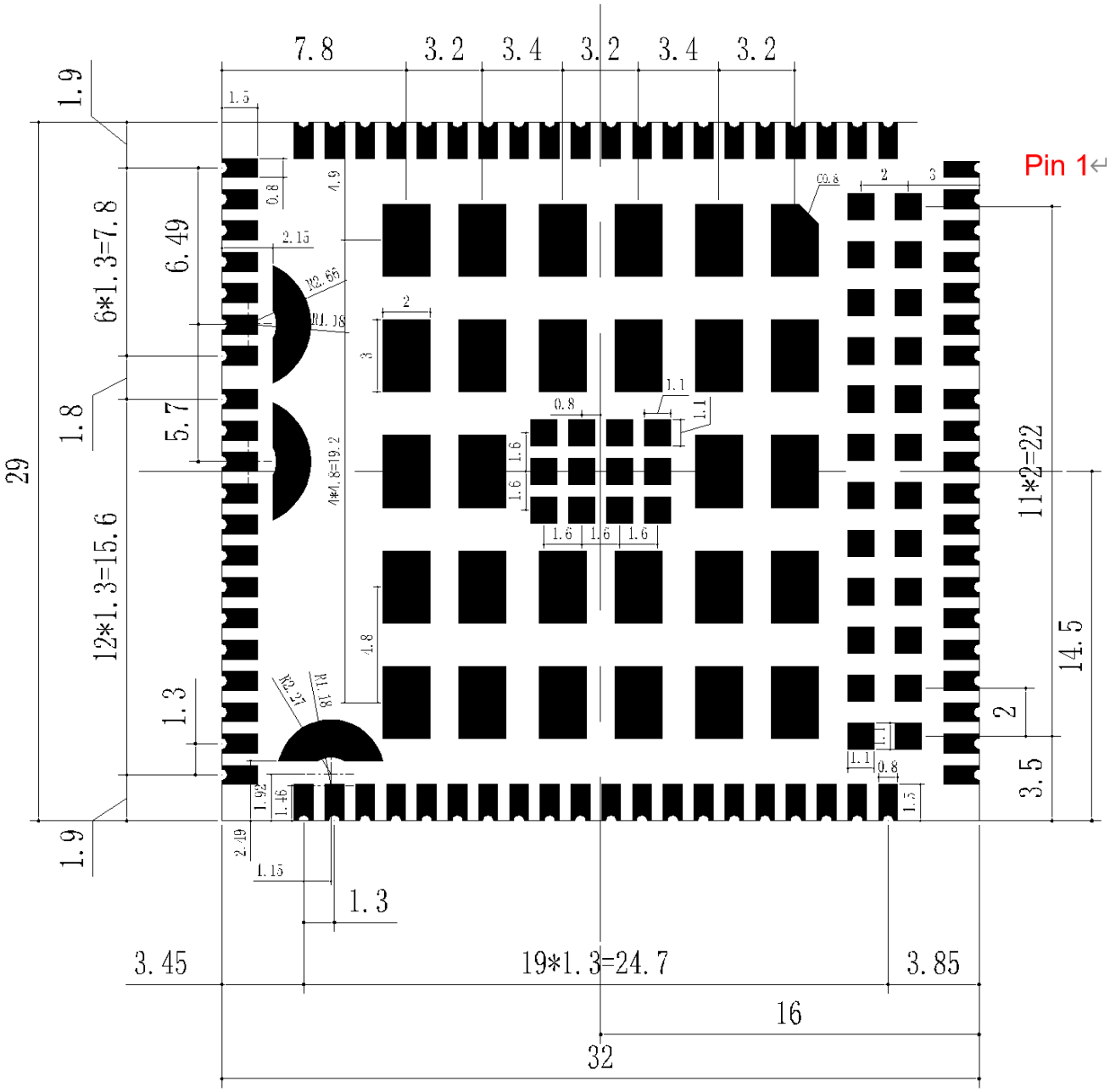


图 45：模块底视尺寸图

备注

移远通信 EC25 系列模块的平整度符合 *JEITA ED-7306* 标准要求。

6.2. 推荐封装

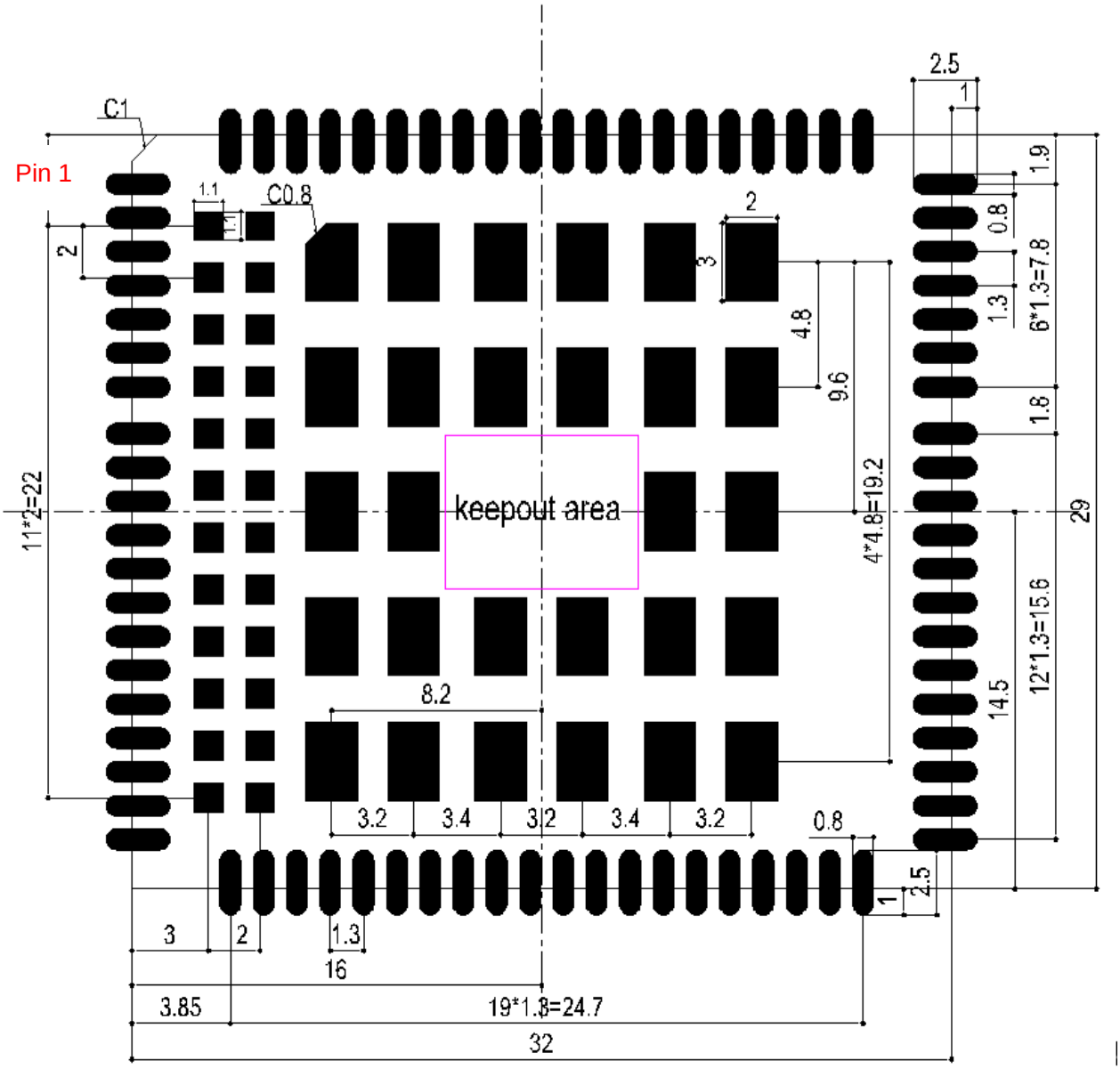


图 46：推荐封装（俯视图）

备注

1. 73~84 焊盘引脚（净空区）无需设计。
2. 为方便后续焊接维修，建议模块与 PCB 板上其他元器件之间距离至少为 3 mm。

6.3. 俯视图和底视图

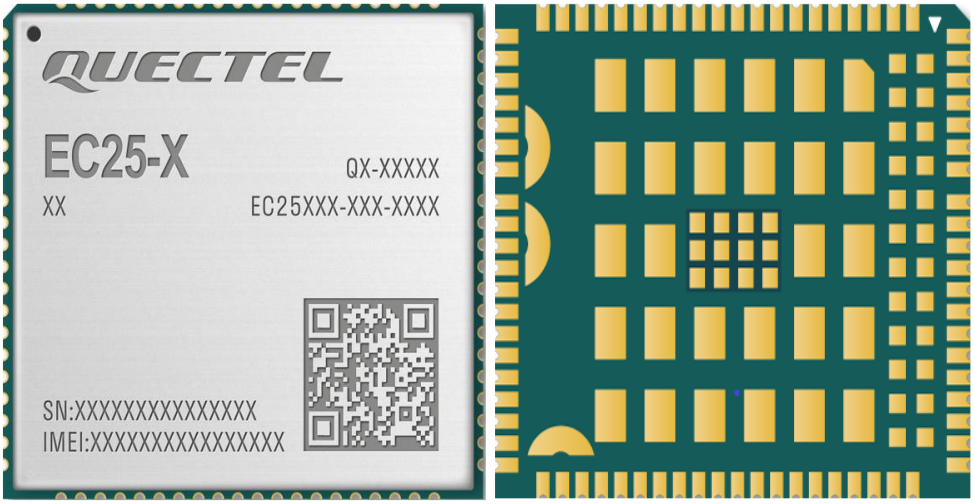


图 47：模块俯视图和底视图

备注

上图仅供参考，实际的产品外观和标签信息，请参照移远通信的模块实物。

7 存储、生产和包装

7.1. 存储条件

模块出货时，采用真空密封袋进行包装。模块的湿度敏感等级为 3（MSL 3），其存储需遵循如下条件：

1. 推荐存储条件：温度 23 ±5 °C，且相对湿度为 35~60 %。

2. 在推荐存储条件下，模块可在真空密封袋中存放 12 个月。

3. 在温度为 23 ±5 °C、相对湿度低于 60 %的车间条件下，模块拆封后的车间寿命为 168 小时 [11]。在此条件下，可直接对模块进行回流生产或其他高温操作。否则，需要将模块存储于相对湿度小于 10 %的环境中（例如，防潮柜）以保持模块的干燥。

4. 若模块处于如下条件，需要对模块进行预烘烤处理以防止模块吸湿受潮再高温焊接后出现的 PCB 起泡、裂痕和分层：

   - 存储温湿度不符合推荐存储条件；
   - 模块拆封后未能根据以上第 3 条完成生产或存放；
   - 真空包装漏气、物料散装；
   - 模块返修前。

5. 模块的烘烤处理：

   - 需要在 120 ±5 °C 条件下高温烘烤 8 小时；
   - 二次烘烤的模块须在烘烤后 24 小时内完成焊接，否则仍需在防潮柜内保存。

[11] 此车间寿命仅在车间环境符合 *IPC/JEDEC J-STD-033* 规范时适用；不确定车间温湿度环境是否满足条件，或相对湿度大于 60 %的情况下，请在拆封后 24 小时内完成贴片回流。请勿提前大量拆包。

备注

1. 为预防和减少模块因受潮导致的起泡、分层等焊接不良的发生，应严格进行管控，不建议拆开真空包装后长时间暴露在空气中。
2. 烘烤前，需将模块从包装取出，将裸模块放置在耐高温器具上，以免高温损伤塑料托盘或卷盘；二次烘烤的模块须在烘烤后 24 小时内完成焊接，否则需在干燥箱内保存。若只需短时间烘烤，请参考 *IPC/JEDEC J-STD-033* 规范。
3. 拆包、放置模块时请注意 ESD 防护，例如，佩戴防静电手套。

7.2. 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，模块焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.18~0.20 mm。详细信息请参考***文档 [10]***。

推荐的回流焊温度为 235~246 ºC，最高不能超过 246 ºC。为避免模块因反复受热而损坏，强烈推荐客户在完成 PCB 板第一面的回流焊之后再贴模块。推荐的炉温曲线图（无铅 SMT 回流焊）和相关参数如下图表所示：

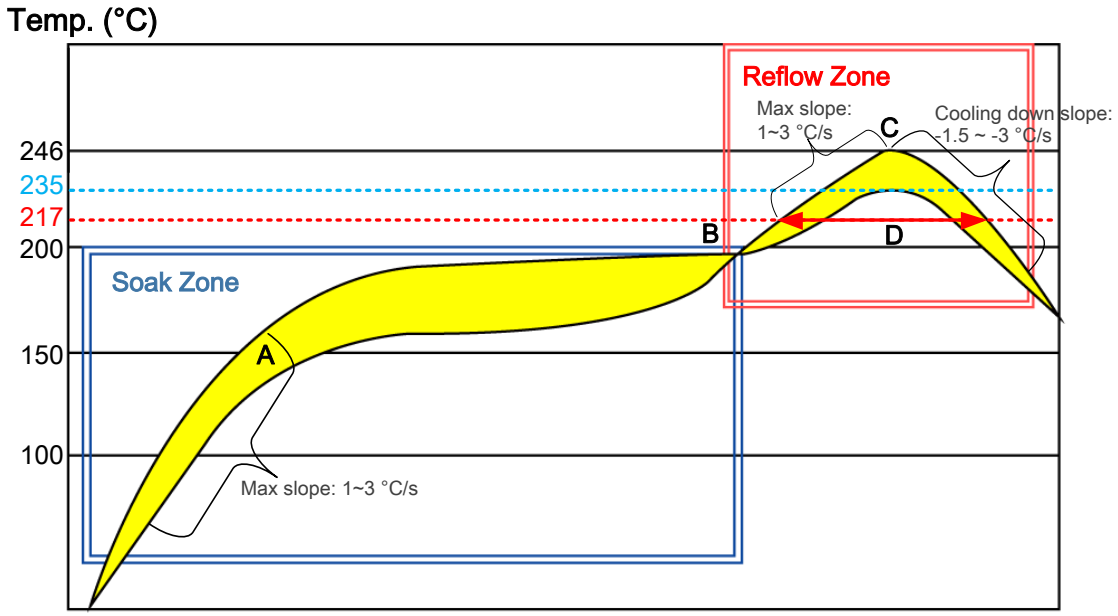


图 48：推荐的回流焊温度曲线

表 63：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	1~3 °C/s
恒温时间（A 和 B 之间的时间：150 °C ~ 200 °C 期间）	70~120 s
回流焊区（Reflow Zone）	
最大升温斜率	1~3 °C/s
回流时间（D：超过 217 °C 的期间）	40~70 s
最高温度	235 °C ~ 246 °C
冷却降温斜率	-1.5 ~ -3 °C/s
回流次数	
最大回流次数	1 次

备注

1. 如需对模块进行喷涂，请确保所用喷涂材料不会与模块屏蔽罩或 PCB 发生化学反应，同时确保喷涂材料不会流入模块内部。
2. 请勿对移远通信模块进行超声波清洗，否则可能会造成模块内部晶体损坏。
3. 因 SMT 流程的复杂性，如遇不确定的情况或***文档 [10]***未提及的流程（如选择性波峰焊、超声波焊接），请于 SMT 流程开始前与移远通信技术支持确认。

7.3. 包装规格

本模块采用载带包装，具体方案如下：

7.3.1. 载带

载带包装的尺寸图表如下：

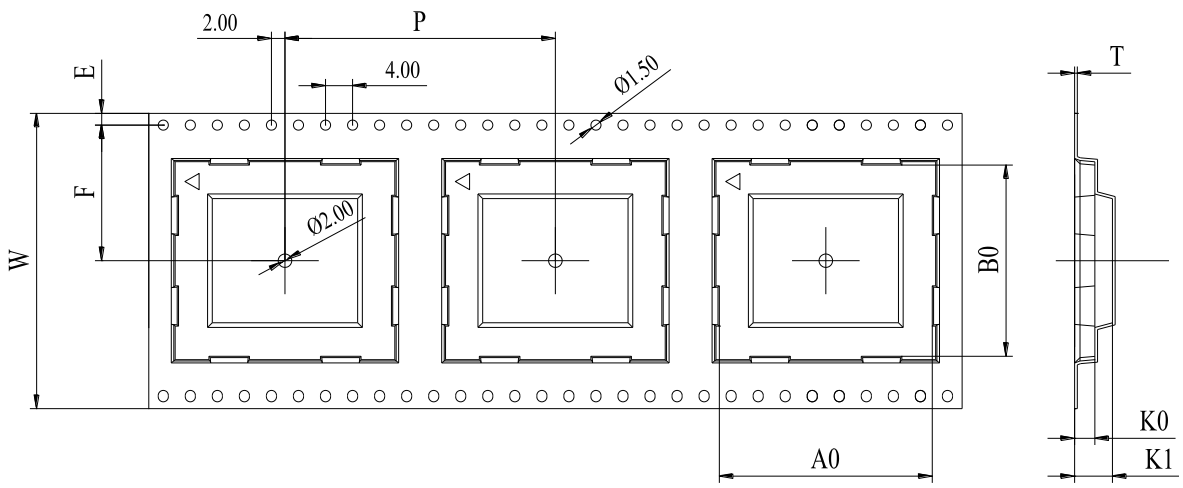


图 49：载带尺寸图

表 64：载带尺寸表（单位：mm）

W	P	T	A0	B0	K0	K1	F	E
44	44	0.35	32.5	29.5	3.0	3.8	20.2	1.75

7.3.2. 胶盘

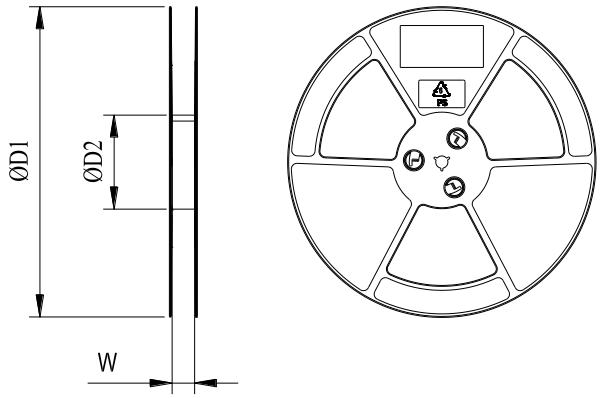
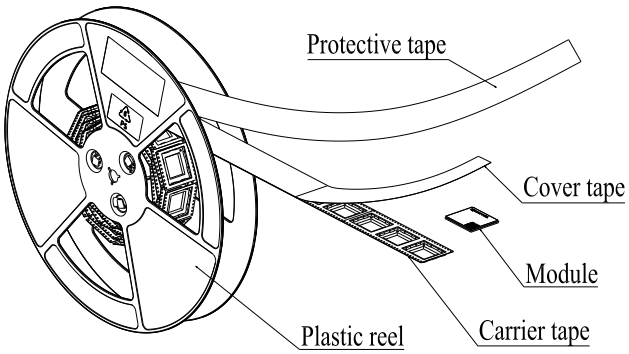


图 50：胶盘尺寸图

表 65：胶盘尺寸表（单位：mm）

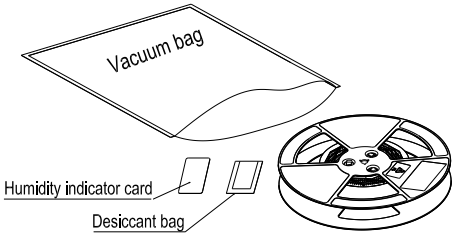
øD1	øD2	W
330	100	44.5

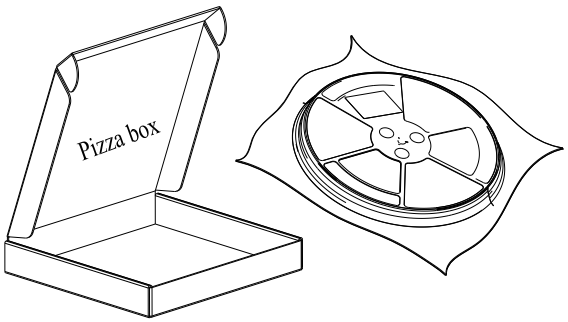
7.3.3. 包装流程



将模块放入载带中，使用上带热封；再将热封后的载带缠绕到胶盘中，用保护带缠绕防护。1 个胶盘可装载 250 片模块。

将包装完成的胶盘、湿敏卡和干燥剂放入真空袋中，抽真空。





将抽真空后的胶盘放入披萨盒内。

将 4 个披萨盒放入 1 个卡通箱内，封箱。1 个卡通箱可包装 1000 片模块。

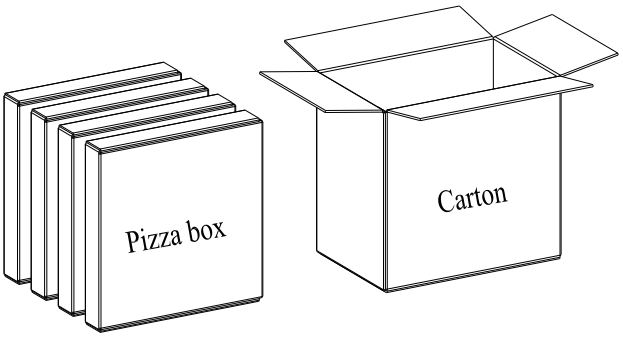


图 51：包装流程

8 附录 参考文档及术语缩写

表 66：参考文档

文档名称
[1] Quectel_UMTS&LTE_EVB_User_Guide
[2] Quectel_EC2x&EG9x&EG2x-G&EM05_Series_AT_Commands_Manual
[3] Quectel_EC2x&EG9x&EG2x-G&EM05_Series_QCFG_AT_Commands_Manual
[4] Quectel_EC2x&EGxx_Power_Management_Application_Note
[5] Quectel_EC2x&EG9x&EG2x-G&EM05 系列_GNSS_应用指导
[6] Quectel_EC25_Reference_Design
[7] Quectel_射频 Layout_应用指导
[8] Quectel_EC2x&EG9x&EG2x-G&EM05_Series_Thermal_Mitigation_User_Guide
[9] Quectel_Module_Thermal_Design_Guide
[10] Quectel_模块贴片应用指导

表 67：术语缩写

缩写	英文全称	中文全称
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代合作伙伴计划
ADC	Analog-to-Digital Converter	模数转换器
AMR	Adaptive Multi-rate	自适应多速率
APT	Average Power Tracking	平均功率跟踪
bps	Bits Per Second	比特/秒
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol	挑战握手认证协议

CMUX	Connection Multiplexing	连接复用
CS	Coding Scheme	编码方案
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
DCS	Digital Communication System	数字通信系统
DFOTA	Delta Firmware Upgrade Over-The-Air	固件空中差分升级功能
DL	Downlink	下行链路
DTE	Data Terminal Equipment	数据终端设备
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
EGSM	Enhanced GSM	增强型 GSM
ESD	Electrostatic Discharge	静电释放
ESR	Equivalent Series Resistance	等效串联电阻
FDD	Frequency Division Duplex	频分双工
FR	Full Rate	全速率
FTPS	FTP over SSL	对常用的文件传输协议（FTP）添加传输层安全（TLS）和安全套接层（SSL）加密协议支持的扩展协议
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
GPRS	General Packet Radio Service	通用分组无线业务
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
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	超文本传输协议
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure	超文本传输安全协议
I/O	Input/Output	输入/输出
Inom	Nominal Current	标称电流
LCC	Leadless Chip Carrier (package)	无引脚芯片载体（封装）
LDO	Low-dropout Regulator	低压差线性稳压器
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
M2M	Machine to Machine	机器对机器
MCS	Modulation and Coding Scheme	调制和编码方案
MIMO	Multiple Input Multiple Output	多输入多输出系统
MO	Mobile Originated	移动发起
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport	消息队列遥测传输
MSB	Most Significant Bit	最高有效位
MS	Mobile Station (GSM engine)	移动站
MT	Mobile Terminated	移动终止
NITZ	Network Identity and Time Zone / Network Informed Time Zone	网络标识和时区
NMEA	NMEA (National Marine Electronics Association) 0183 Interface Standard	NMEA（美国国家海洋电子协会）0183 接口标准
NTP	Network Time Protocol	网络时间协议
PA	Power Amplifier	功率放大器
PAM	Power Amplifier Module	功率放大器模块

PAP	Password Authentication Protocol	密码认证协议
PCB	Printed Circuit Board	印刷电路板
PDA	Personal Digital Assistant	个人数字助理
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PING	Packet Internet Groper	分组因特网探测器
PMIC	Power Management IC	电源管理集成电路
POS	Point of Sale	销售终端
PPP	Point-to-Point Protocol	点到点协议
PTP	Precision Time Protocol	精确时间协议
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
SAW	Surface Acoustic Wave	声表面波
SDR	Software-Defined Radio	软件定义的无线电（软件无线电）
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
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol	简单邮件传输协议
SMTPS	Simple Mail Transfer Protocol Secure	简单邮件传输协议的安全协议
SSL	Secure Sockets Layer	安全套接层
TCP	Transmission Control Protocol	传输控制协议
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
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
USB	Universal Serial Bus	通用串行总线
(U)SIM	(Universal) Subscriber Identity Module	（通用）用户身份识别模块
Vmax	Maximum Voltage	最大电压值
Vnom	Nominal Voltage	标称电压
Vmin	Minimum Voltage	最小电压
V_{IH}max	Maximum High-level Input Voltage	最大输入高电平电压
V_{IH}min	Minimum High Level Voltage	最小输入高电平电压
V_{IL}max	Maximum Low-level Input Voltage	最大输入低电平电压
V_{IL}min	Minimum Low-level Input Voltage	最小输入低电平电压
$V_I$max	Absolute Maximum Input Voltage	最大输入电压
$V_I$min	Absolute Minimum Input Voltage	最小输入电压
V_{OH}min	Minimum High-level Output Voltage	最小输出高电平电压
V_{OL}max	Maximum Low-level Output Voltage	最大输出低电平电压
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
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