

BC25 硬件设计手册

LPWA 模块系列

版本: BC25_硬件设计手册_V1.0

日期: 2019-06-27

状态: 受控文件

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

上海移远通信技术股份有限公司

上海市闵行区田林路 1016 号科技绿洲 3 期（B 区）5 号楼 邮编：200233

电话：+86 21 51086236 邮箱：info@quectel.com

或联系我司当地办事处，详情请登录：

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

如需技术支持或反馈我司技术文档中的问题，可随时登陆如下网址：

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

或发送邮件至：support@quectel.com

前言

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

版权申明

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

版权所有 ©上海移远通信技术股份有限公司 2019，保留一切权利。

Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2019.

文档历史

修订记录

版本	日期	作者	变更表述
1.0	2019-06-27	鲁义文/吴灿/ 顾根全	初始版本

目录

文档历史	2
目录	3
表格索引	5
图片索引	6
1 引言	7
1.1. 安全须知	7
2 综述	8
2.1. 主要性能	9
2.2. 功能框图	11
2.3. 开发板	11
3 应用接口	12
3.1. 引脚分配	13
3.2. 引脚描述	14
3.3. 工作模式	17
3.4. 省电模式 (PSM)	18
3.5. 电源设计	19
3.5.1. 引脚介绍	19
3.5.2. 供电参考电路	19
3.6. 开机/关机	20
3.6.1. 开机	20
3.6.2. 关机	21
3.6.3. 复位模块	22
3.7. 串口	24
3.7.1. 主串口	25
3.7.2. 调试串口	25
3.7.3. 辅助串口*	26
3.7.4. 串口应用	26
3.8. SPI 接口*	28
3.9. USIM 接口	29
3.10. ADC 接口*	30
3.11. RI 信号*	30
3.12. 网络状态指示	31
4 天线接口	32
4.1. NB-IoT 天线接口	32
4.1.1. NB-IoT 天线参考电路	32
4.1.2. 工作频率	33
4.1.3. NB-IoT 天线要求	33
4.1.4. 输出功率	34
4.1.5. 接收灵敏度	34

4.2.	BT 天线接口	35
4.2.1.	BT 天线参考电路	35
4.2.2.	BT 天线要求	36
4.2.3.	BT 发射机和接收机性能	36
4.3.	RF 信号线 Layout 参考指导	37
4.4.	推荐使用的天线连接器	39
5	电气性能和可靠性	41
5.1.	工作和存储温度	41
5.2.	耗流	41
5.3.	静电防护	43
6	机械尺寸	44
6.1.	模块机械尺寸	44
6.2.	推荐封装	46
6.3.	模块俯视图/底视图	47
7	存储、生产和包装	48
7.1.	存储	48
7.2.	生产焊接	48
7.3.	包装	50
8	附录 A 参考文档及术语缩写	51

表格索引

表 1: BC25 支持的频段	8
表 2: 模块主要性能	9
表 3: I/O 参数定义	14
表 4: 引脚描述	14
表 5: 工作模式	17
表 6: VBAT 引脚和地引脚	19
表 7: PWRKEY 引脚	20
表 8: 复位引脚	22
表 9: 串口引脚定义	24
表 10: SPI 接口引脚定义	28
表 11: USIM 接口引脚定义	29
表 12: ADC 接口引脚定义	30
表 13: NETLIGHT 的工作状态	31
表 14: NB-IOT 天线引脚定义	32
表 15: 工作频率	33
表 16: NB-IOT 天线插入损耗要求	33
表 17: NB-IOT 天线参数要求	33
表 18: 模块传导功率	34
表 19: 单传下的 RF 传导灵敏度 (THROUGHPUT \geq 95%)	34
表 20: 128 次重传下的 RF 传导灵敏度 (THROUGHPUT \geq 95%)	34
表 21: BT 天线引脚定义	35
表 22: BT 天线参数要求	36
表 23: BT 发射功率和接收灵敏度	36
表 24: 工作和存储温度范围	41
表 25: 标准版本耗流 (电压: 3.8V, 温度: 25°C, 湿度: 45%)	41
表 26: 低压版本耗流 (电压: 3.3V, 温度: 25°C, 湿度: 45%)	42
表 27: ESD 性能参数 (温度: 25°C, 湿度: 45%)	43
表 28: 推荐的炉温测试控制要求	49
表 29: 参考文档	51
表 30: 术语缩写	51

图片索引

图 1: 功能框图	11
图 2: 引脚分配图	13
图 3: 功耗参考示意图	18
图 4: PSM 唤醒时序	18
图 5: VBAT 输入端参考电路	20
图 6: 开集驱动开机参考电路	20
图 7: 按键开机参考电路	21
图 8: 开机时序	21
图 9: 关机时序 (通过断开 VBAT 关机)	22
图 10: 关机时序 (通过 AT 命令关机)	22
图 11: 开集驱动参考复位电路	23
图 12: 按键复位参考电路	23
图 13: 复位时序	23
图 14: 主串口连接方式示意图	25
图 15: 调试串口参考设计	25
图 16: 辅助串口参考设计	26
图 17: 电平转换参考电路 (电平转换芯片)	26
图 18: 电平转换参考电路 (晶体管)	27
图 19: RS-232 接口匹配示意图	27
图 20: SPI 接口电平转换参考电路	28
图 21: 6-PIN 外部 USIM 卡座参考电路图	29
图 22: 网络状态指示参考电路	31
图 23: NB-IOT 天线参考电路	32
图 24: BT 天线参考电路	35
图 25: 两层 PCB 板微带线结构	37
图 26: 两层 PCB 板共面波导结构	37
图 27: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)	37
图 28: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)	38
图 29: U.FL-R-SMT 连接器尺寸 (单位: 毫米)	39
图 30: U.FL-LP 连接线系列	39
图 31: 安装尺寸 (单位: 毫米)	40
图 32: 顶部和侧面尺寸图 (单位: MM)	44
图 33: 模块底视尺寸图	45
图 34: 推荐封装 (单位: MM)	46
图 35: 模块俯视图	47
图 36: 模块底视图	47
图 37: 推荐的回流焊温度曲线	49
图 38: 卷带尺寸 (单位: 毫米)	50
图 39: 卷盘尺寸 (单位: 毫米)	50

1 引言

本文档定义了 BC25 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 BC25 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。通过此文档的帮助，结合移远通信的应用手册和用户指导书，客户可以快速应用 BC25 模块于无线应用。

1.1. 安全须知

为确保个人安全并保护产品和工作环境免遭潜在损坏，请遵循如下安全须知。产品制造商需要将如下的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。忽略该提示项可能会影响飞行安全，甚至触犯法律。



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



移动终端设备并不保障在任何情况下都能进行有效连接，例如在设备欠费或(U)SIM卡无效时。在紧急情况下遇到上述情况时，请使用紧急呼叫功能，同时请保证设备开机并且位于信号强度足够的区域。



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



确保移动终端设备远离易燃易爆品。当靠近加油站、油库、化工厂或爆炸作业场所时，请关闭移动终端设备。在任何有潜在爆炸危险的场所操作电子设备均存在安全隐患。

2 综述

BC25 是一款高性能、低功耗的 NB-IoT 模块。通过 NB-IoT 无线电通信协议 3GPP Rel-13 和 3GPP Rel-14^{*}，BC25 模块可与网络运营商的基础设备建立通信。

BC25 包含标准版本（无内置 DC-DC 转换器）和低压版本（内置 DC-DC 转换器）：

- 标准版本支持的供电电压范围为 3.2V ~ 4.2V；
- 低压版本支持的供电电压范围为 2.1V ~ 3.6V。

BC25 系列模块分三个型号，支持的频段信息分别如下表所示。

表 1：BC25 支持的频段

型号	网络制式	频段
BC25	H-FDD	B3/B5/B8
BC25-B5	H-FDD	B5
BC25-B8	H-FDD	B8

BC25 模块采用 LCC 贴片封装，并具有 17.7mm × 15.8mm × 2.2mm 的超小尺寸，能最大限度地满足终端设备对小尺寸模块产品的需求，并为客户提供可靠的连接方式。

BC25 提供丰富的外部接口（UART、SPI、ADC 等）和协议栈（UDP/TCP/LwM2M 等），同时也支持 OneNET 中国移动物联网开发平台，使其成为物联网应用领域的理想选择，常被用于无线抄表、共享单车、智能停车、智慧城市、安防、资产追踪、智能家电、可穿戴设备、农业和环境监测以及其它诸多行业，以提供完善的短信和数据传输服务。并且，BC25 支持蓝牙功能^{*}。

该模块完全符合欧盟 RoHS 标准。

备注

“*” 表示正在开发中。

2.1. 主要性能

下表详细描述了 BC25 模块的主要性能。

表 2：模块主要性能

参数	说明
供电	<p>标准版本（无内置 DC-DC 转换器）：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 供电电压范围：3.2V ~ 4.2V ● 典型供电电压：3.8V <p>低压版本（内置 DC-DC 转换器）：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 供电电压范围：2.1V ~ 3.6V ● 典型供电电压：3.3V
省电	<p>PSM 下典型耗流：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 标准版本：3.8uA ● 低压版本：6.0uA
频段	<ul style="list-style-type: none"> ● BC25: B3/B5/B8 ● BC25-B5: B5 ● BC25-B8: B8
发射功率	<ul style="list-style-type: none"> ● 23dBm±2dB
USIM 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 1.8V/3.0V USIM 卡
串口	<p>主串口：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 用于 AT 命令通信和数据传输，支持的波特率为 4800bps、9600bps（默认）和 57600bps ● 可用于软件升级* <p>调试串口：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 用于软件调试，获取底层日志，支持波特率 921600bps ● 用于软件升级，支持的波特率为 921600bps <p>辅助串口*：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 用于 AT 命令通信和数据传输，支持的波特率为 4800bps、9600bps（默认）和 57600bps
网络协议特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 UDP/TCP/CoAP*/LwM2M/SNTP/PPP/MQTT*/TLS*/DTLS*/HTTP*/HTTPS*/协议
物联网云平台	<ul style="list-style-type: none"> ● 中国移动物联网开放平台（OneNET）
短信*	<ul style="list-style-type: none"> ● Text 和 PDU 模式
数据传输特性	<ul style="list-style-type: none"> ● Single-tone: 20kbps ~ 25kbps（下行），13kbps ~ 15kbps（上行） ● Multi-tone:

	20kbps ~ 25kbps (下行), 60kbps ~ 66kbps (上行)
蓝牙特性*	<ul style="list-style-type: none"> ● BLE
AT 命令	<ul style="list-style-type: none"> ● 3GPP TS 27.005 和 3GPP TS 27.007 定义的命令(3GPP Rel-13 和 3GPP Rel-14*), 以及移远通信新增的 AT 命令
软件升级	<ul style="list-style-type: none"> ● 通过主串口升级软件* ● 通过调试串口升级软件 ● 通过 DFOTA 升级软件*
物理特征	<ul style="list-style-type: none"> ● 尺寸: (17.7±0.15)mm × (15.8±0.15)mm × (2.2±0.2)mm ● 重量: 1.0g±0.1g
温度范围	<ul style="list-style-type: none"> ● 正常工作温度: -25°C ~ +75°C ¹⁾ ● 扩展工作温度: -40°C ~ +85°C ²⁾ ● 存储温度: -40°C ~ +90°C
天线接口	<ul style="list-style-type: none"> ● NB-IoT 和 BT 天线接口 ● 50Ω 特征阻抗
RoHS	<ul style="list-style-type: none"> ● 所有器件完全符合 EU RoHS 标准

备注

- 1) ¹⁾ 表示当模块工作在此温度范围时, 模块的相关性能满足 3GPP 标准要求。
- 2) ²⁾ 表示当模块工作在此温度范围时, 模块仍能保持正常工作状态, 具备短信、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。
3. “*” 表示正在开发中。

2.2. 功能框图

下图为 BC25 功能框图，阐述了如下主要功能：

- 射频部分
- 基带部分
- 电源管理
- 外围接口

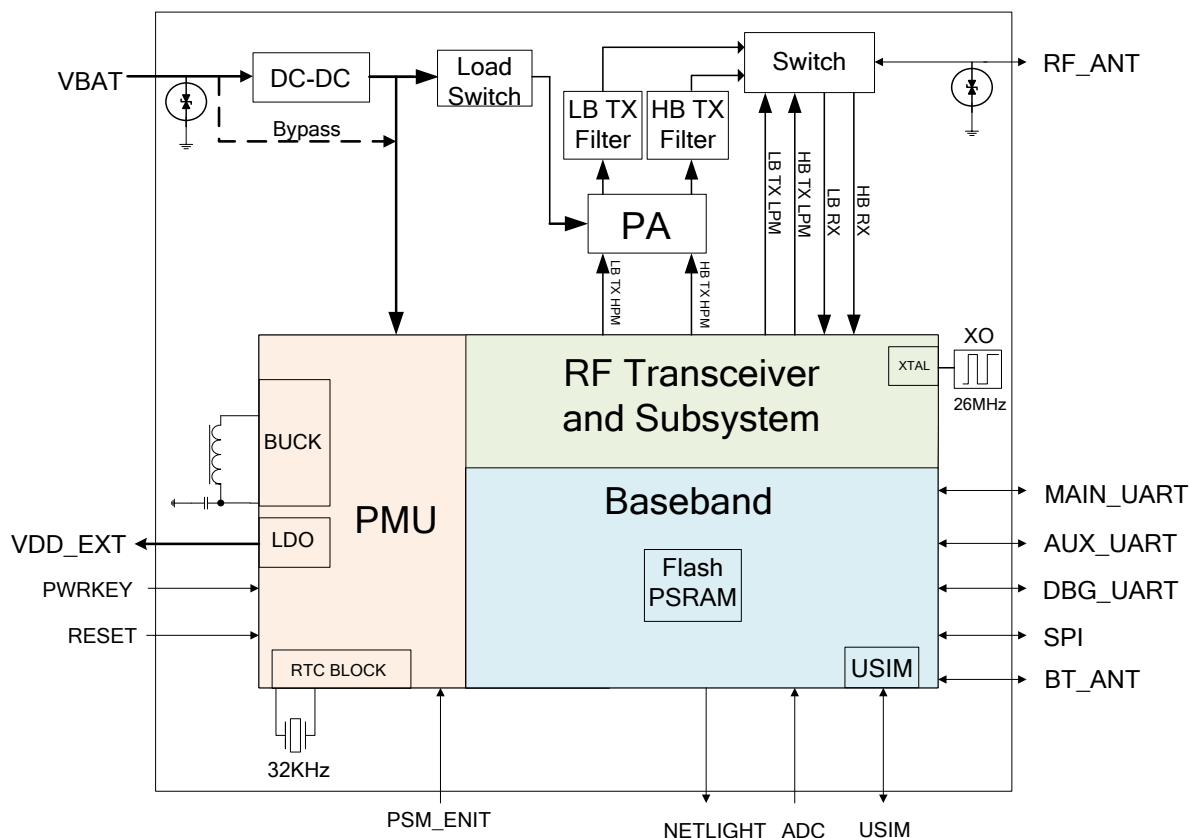


图 1：功能框图

2.3. 开发板

移远通信提供一整套开发板以方便 BC25 模块的测试和使用。所述开发板工具包括 TE-B 板、USB 线、天线和其他外设。更多详情，请参考文档 [1]。

3 应用接口

BC25 模块共有 58 个引脚，其中 44 个为 LCC 引脚，其余 14 个为 LGA 引脚。后续章节详细阐述了模块的如下功能和接口：

- PSM
- 电源
- RESET
- PWRKEY
- 串口
- SPI 接口*
- USIM 接口
- ADC 接口*
- 网络状态指示

备注

“*” 表示正在开发中。

3.1. 引脚分配

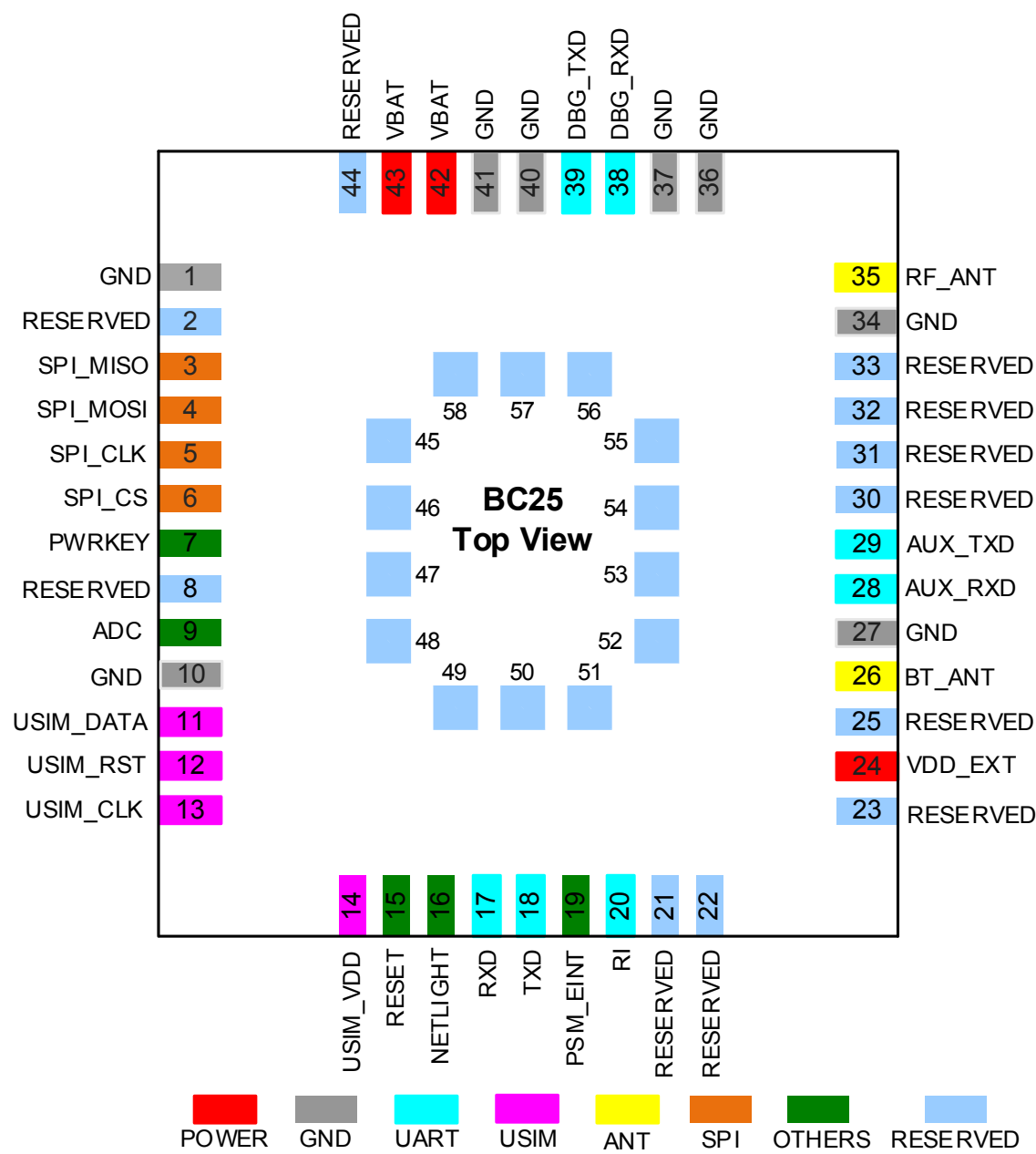


图 2：引脚分配图

备注

所有预留的引脚请悬空。

3.2. 引脚描述

下表详细描述了 BC25 模块的引脚定义。

表 3: I/O 参数定义

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

表 4: 引脚描述

电源					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VBAT	42、43	PI	模块电源	标准版本: Vmax=4.2V Vmin=3.2V Vnorm=3.8V 低压版本: Vmax=3.6V Vmin=2.1V Vnorm=3.3V	
VDD_EXT	24	PO	1.8V 输出电源	Vnorm=1.8V	PSM 模式下无电压输出; 可作为模块的 I/O 口上拉电源; 不建议用于外部电路供电。
GND	1、10、 27、34、 36、37、 40、41		地		

开机键接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PWRKEY	7	DI	拉低 PWRKEY 使模块开机	Vnorm=1.07V	低电平有效。
复位接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RESET	15	DI	复位模块	Vnorm=1.07V	低电平有效。
PSM_EINT 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PSM_EINT	19	DI	外部中断引脚；拉低 PSM_EINT，模块从 PSM 模式下被唤醒	Vnorm=1.07V	低电平有效。
网络状态指示接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
NETLIGHT	16	DO	网络状态指示		1.8V 电压域。
ADC 接口*					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ADC	9	AI	通用模数转换接口	采集的电压范围：0V ~ 1.8V	
主串口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RXD	17	DI	从 DTE 设备 TXD 端接收数据		1.8V 电压域。
TXD	18	DO	发送数据到 DTE 设备的 RXD 端		
辅助串口*					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
AUX_RXD	28	DI	从 DTE 设备 TXD 端接收数据		1.8V 电压域。
AUX_TXD	29	DO	发送数据到 DTE 设备的 RXD 端		

调试串口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
DBG_RXD	38	DI	从 DTE 设备 TXD 端接收数据		1.8V 电压域。
DBG_TXD	39	DO	发送数据到 DTE 设备的 RXD 端		

振铃信号*

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RI	20	DO	振铃指示输出		1.8V 电压域。

USIM 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USIM_VDD	14	DO	USIM 卡电源	Vnorm=1.8V/3.0V	外部 USIM 卡接口建议使用 TVS 管进行 ESD 保护；外部 USIM 卡座到模块的布线最长不要超过 200mm。
USIM_RST	12	DO	USIM 卡复位信号	VOLmax=0.1×USIM_VDD VOHmin=0.8×USIM_VDD	
USIM_DATA	11	IO	USIM 卡数据信号	VILmax=0.2×USIM_VDD VIHmin=0.7×USIM_VDD VOLmax=0.1×USIM_VDD VOHmin=0.8×USIM_VDD	
USIM_CLK	13	DO	USIM 卡时钟信号	VOLmax=0.1×USIM_VDD VOHmin=0.8×USIM_VDD	

天线接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
BT_ANT	26	IO	BT 天线接口		50Ω 特性阻抗。
RF_ANT	35	IO	NB-IoT 天线接口		50Ω 特性阻抗。

SPI 接口*

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SPI_MISO	3	DI	主机输入从机输出信号		1.8V 电压域。
SPI_MOSI	4	DO	主机输出从机输入信号		
SPI_CLK	5	DO	串行时钟信号		

SPI_CS	6	DO	片选信号		
预留引脚					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RESERVED	2、8、 21~23、 25、 30~33、 44~58		预留		保持悬空。

备注

“*” 表示正在开发中。

3.3. 工作模式

下表简要地叙述了模块的三种工作模式。

表 5：工作模式

模式	功能
正常工作模式	Active 模块处于活动状态；所有功能正常可用，可以进行数据发送和接收；模块在此模式下可切换到 Idle 模式或 PSM 模式。
	Idle 模块处于浅睡眠状态，网络处于 DRX/eDRX 状态，可接收寻呼消息。模块在此模式下可切换至 Active 或 PSM 模式。
	PSM 模块内部只有 RTC 工作，网络处于非连接状态，不可接收下行数据，不可通 AT 命令。此时模块可以进入深睡眠状态；T3412（与网络周期性更新相关）超时或者 PSM_EINT 引脚的下降沿可将模块唤醒。

3.4. 省电模式（PSM）

模块在 PSM 下耗流极低。PSM 的主要目的是降低模块功耗，延长电池的供电时间。下图为模块在不同模式下的功耗示意图。

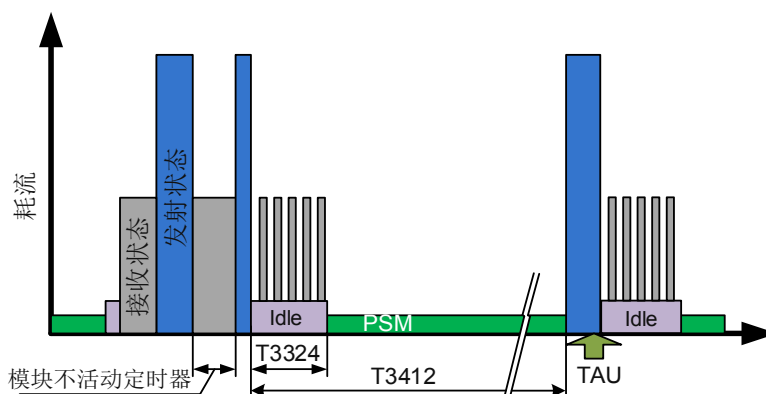


图 3：功耗参考示意图

模块进入 PSM 的过程如下：模块在与网络端建立连接或跟踪区更新（TAU）时，会在请求消息中申请进入 PSM，网络端在应答消息中配置 T3324 定时器数值返给模块，并启动可达定时器。当 T3324 定时器超时后，模块进入 PSM。模块在针对紧急业务进行连网或初始化 PDN（公共数据网络）时，不能申请进入 PSM。

当模块处于 PSM 模式时，将关闭连网活动，包括搜寻小区消息、小区重选等。但是 T3412 定时器（与周期性 TAU 更新相关）仍然继续工作。

如下任意一种方式可使模块从 PSM 退出：

- T3412 定时器超时后，TAU 启动，模块将自动退出 PSM。
- 当模块处于 PSM 模式时，拉低 PSM_EINT（下降沿）可将模块从 PSM 唤醒，时序图如下所示。

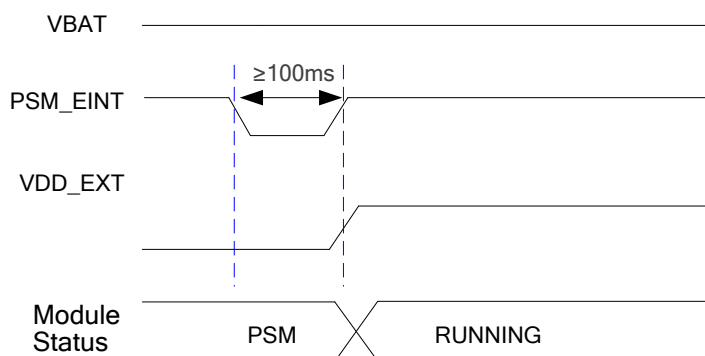


图 4：PSM 唤醒时序

3.5. 电源设计

3.5.1. 引脚介绍

BC25 有 2 个 VBAT 引脚用于连接外部电源。如下表格描述了模块的 VBAT 引脚和地引脚。

表 6: VBAT 引脚和地引脚

引脚名	引脚号	描述	模块版本	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT	42、43	模块电源输入	标准版本	3.2	3.8	4.2	V
			低压版本	2.1	3.3	3.6	V
GND	1、10、27、34、 36、37、40、41	地					

3.5.2. 供电参考电路

模块的电源设计对其性能至关重要。BC25 可使用低静态电流、输出电流能力达到 0.8A 的 LDO 或者 DC-DC 作为供电电源，也支持 Li-MnO₂/2S 电池供电；电源跌落需根据以下要求：

- **标准版本（无内置 DC-DC 转换器）** 电源输入电压范围为 3.2V ~ 4.2V，模块在数传工作中，必须确保电源跌落不低于模块最低工作电压 3.2V，否则模块工作会发生异常。
- **低压版本（内置 DC-DC 转换器）** 电源输入电压范围为 2.1V ~ 3.6V；模块在数传工作中，必须确保电源跌落不低于模块最低工作电压 2.1V，否则模块工作会发生异常；

为了确保更好的电源供电性能，在靠近模块 VBAT 输入端，建议并联一个低 ESR (ESR=0.7Ω) 的 100uF 的钽电容，以及 100nF、100pF (0402 封装) 和 22pF (0402 封装) 的滤波电容。同时，建议在靠近 VBAT 输入端增加一个 TVS 管以提高模块的浪涌电压承受能力。原则上，VBAT 走线越长，线宽越宽。

VBAT 输入端参考电路如下图所示。

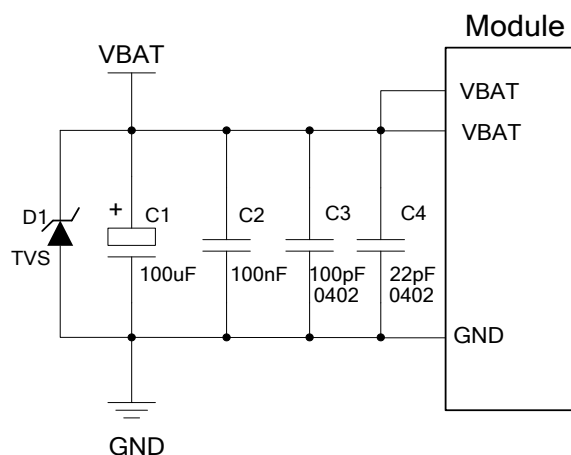


图 5: VBAT 输入端参考电路

3.6. 开机/关机

3.6.1. 开机

模块处于关机状态时，可以通过拉低 PWRKEY 至少 1s 使其开机。

表 7: PWRKEY 引脚

引脚名	引脚号	描述	PWRKEY 拉低时间
PWRKEY	7	拉低 PWRKEY 使模块开机	$\geq 1s$

推荐使用开集驱动电路来控制 PWRKEY 引脚，参考电路如下：

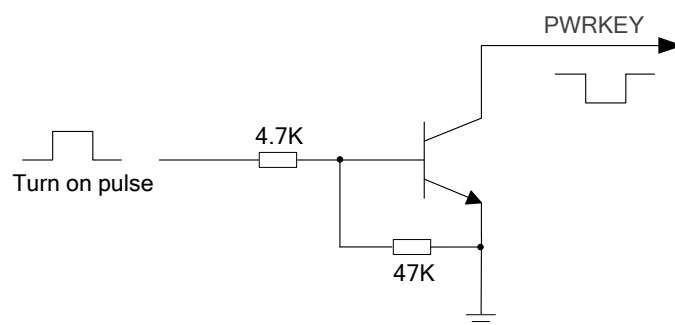


图 6: 开集驱动开机参考电路

另一种控制 PWRKEY 的方式是直接通过一个按钮开关，按钮附近需放置一个 TVS 管用于 ESD 防护。参考电路如下图所示。

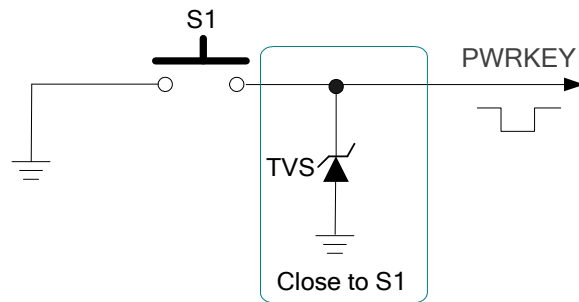


图 7：按键开机参考电路

模块开机时序图如下所示。

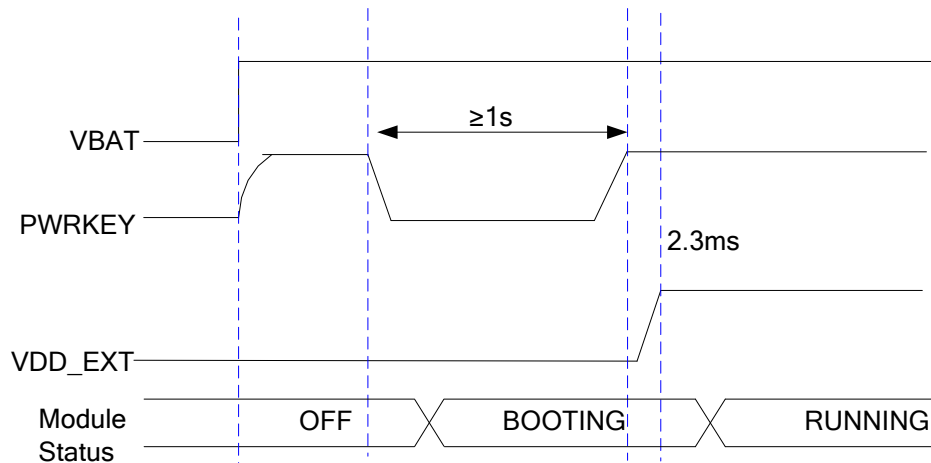


图 8：开机时序

3.6.2. 关机

BC25 可通过如下方式实现关机：

- 模块可以通过断开 VBAT 供电来实现关机；模块供电小于最低供电电压时会自动关机。
- 模块也可通过 **AT+QPOWD=1** 命令进行关机。

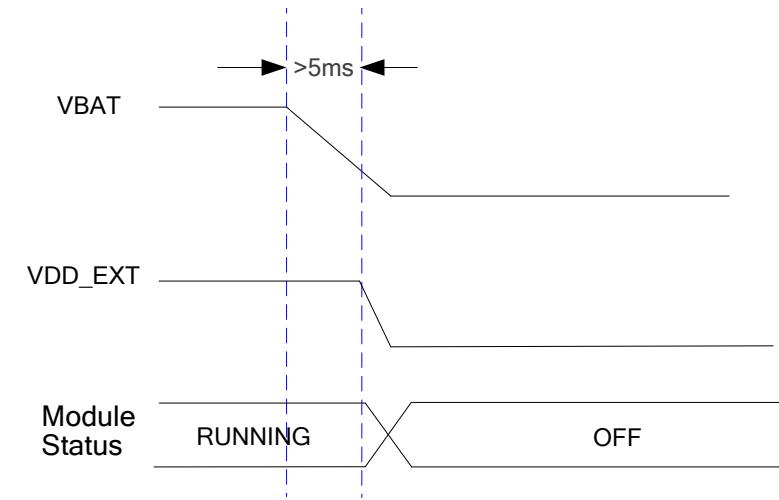


图 9：关机时序（通过断开 VBAT 关机）

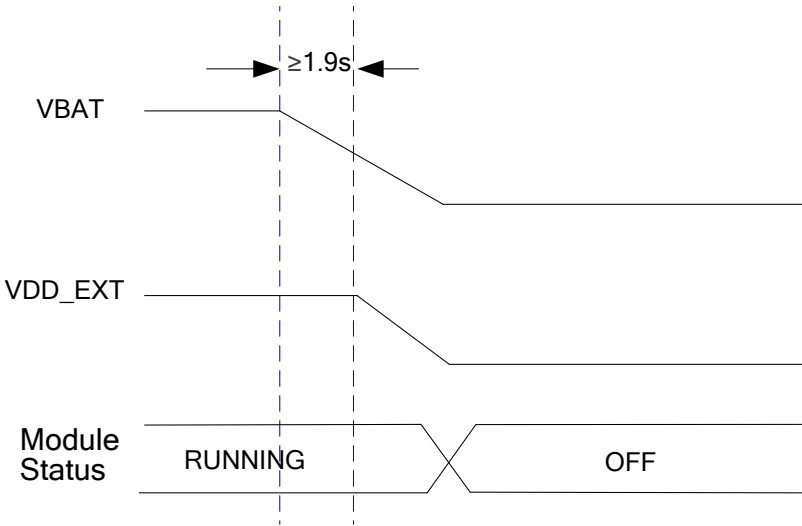


图 10：关机时序（通过 AT 命令关机）

3.6.3. 复位模块

通过拉低 RESET 引脚至少 1s 可以使模块复位。

表 8：复位引脚

引脚名	引脚号	描述	复位引脚拉低时间
RESET	15	复位模块； 低电平有效。	$\geq 1\text{s}$

硬件复位参考电路如下图所示。推荐使用开集驱动电路来控制 RESET 引脚。

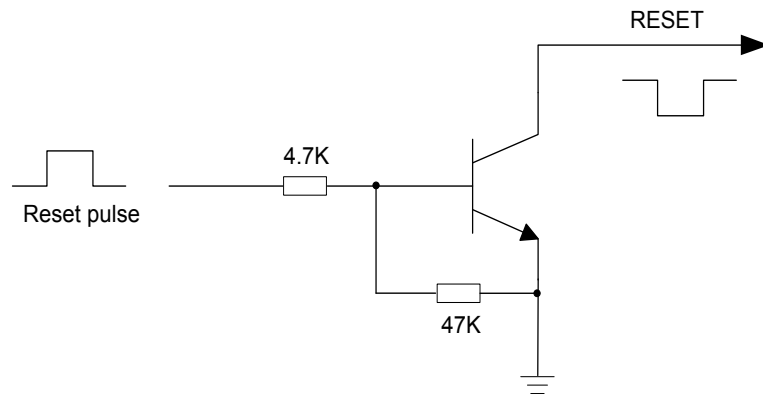


图 11：开集驱动参考复位电路

也可以使用按键控制 RESET 引脚。

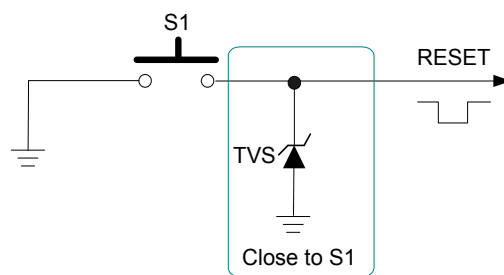


图 12：按键复位参考电路

复位时序图如下所示。

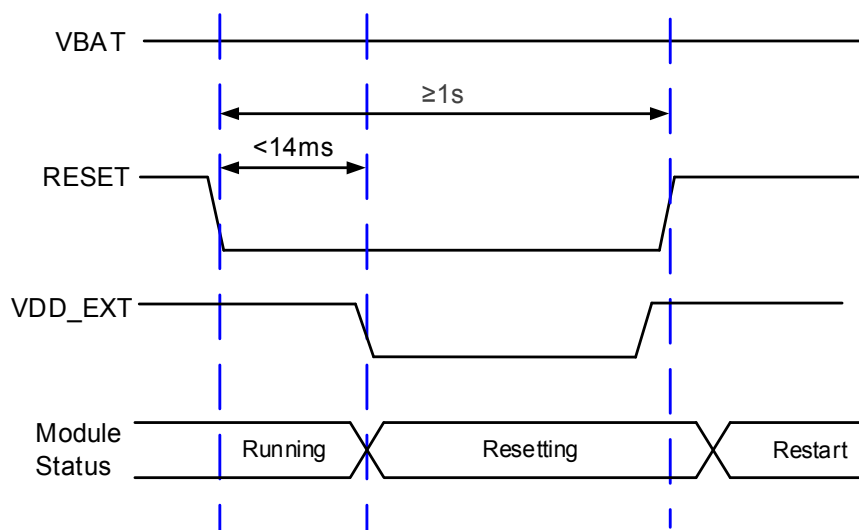


图 13：复位时序

3.7. 串口

模块设有三个串口：主串口、调试串口和辅助串口。模块作为 DCE（Data Communication Equipment），并按照传统的 DCE-DTE（Data Terminal Equipment）方式连接。

表 9：串口引脚定义

接口	引脚名	引脚号	描述	备注
主串口	TXD	18	主串口发送数据到 DTE 设备的 RXD 端	1.8V 电压域
	RXD	17	主串口从 DTE 设备 TXD 端接收数据	
调试串口	DBG_RXD	38	调试串口从 DTE 设备 TXD 端接收数据	
	DBG_TXD	39	调试串口发送数据到 DTE 设备的 RXD 端	
辅助串口*	AUX_RXD	28	辅助串口从 DTE 设备 TXD 端接收数据	
	AUX_TXD	29	辅助串口发送数据到 DTE 设备的 RXD 端	
振铃信号*	RI	20	振铃提示（DCE 有 URC 输出或者短消息接收时会发送信号通知 DTE）；更多详情，请参考 3.11 章节	

备注

“*” 表示正在开发中。

3.7.1. 主串口

主串口可用于 AT 命令通信、数据传输和软件升级*。用于 AT 命令通信和数据传输时，支持的波特率为 4800bps、9600bps（默认）和 57600bps。主串口在 Active、Idle 模式下均可工作。

下图显示了 DCE 和 DTE 之间的连接示意图。

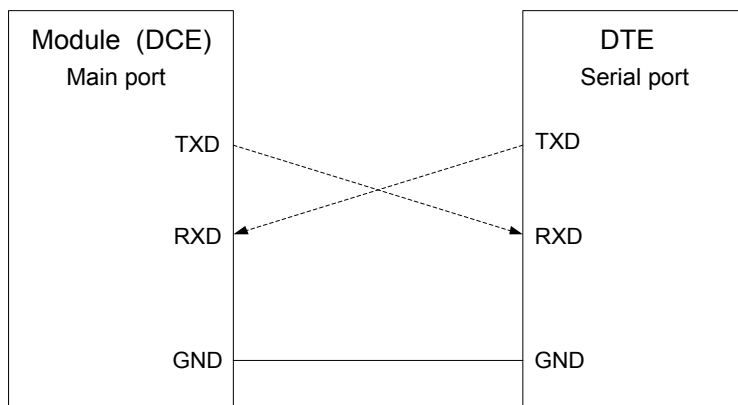


图 14: 主串口连接方式示意图

备注

“*” 表示正在开发中。

3.7.2. 调试串口

通过日志查看工具，调试串口可用于查看底层日志信息以进行软件调试，其支持的波特率为 921600bps。调试串口还可以用于软件升级，此时支持 921600bps 波特率。

调试串口的参考设计如下图所示。

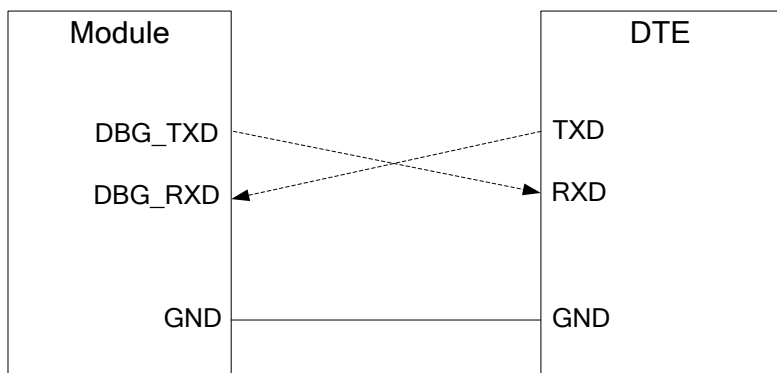


图 15: 调试串口参考设计

3.7.3. 辅助串口*

辅助串口可用于 AT 命令通信和数据传输，支持的波特率为 4800bps、9600bps（默认）和 57600bps。

辅助串口的参考设计如下所示。

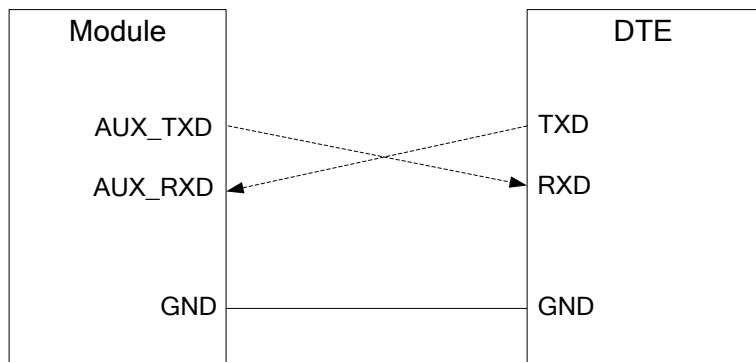


图 16: 辅助串口参考设计

备注

“*” 表示正在开发中。

3.7.4. 串口应用

该模块的串口电压域为 1.8V。若客户应用系统的电压域为 3.3V，则需在模块和客户应用系统的串口连接中增加电平转换器。建议使用德州仪器（更多信息请访问 <http://www.ti.com>）的 TXS0108EPWR。使用电平转换芯片的参考电路设计如下图所示。

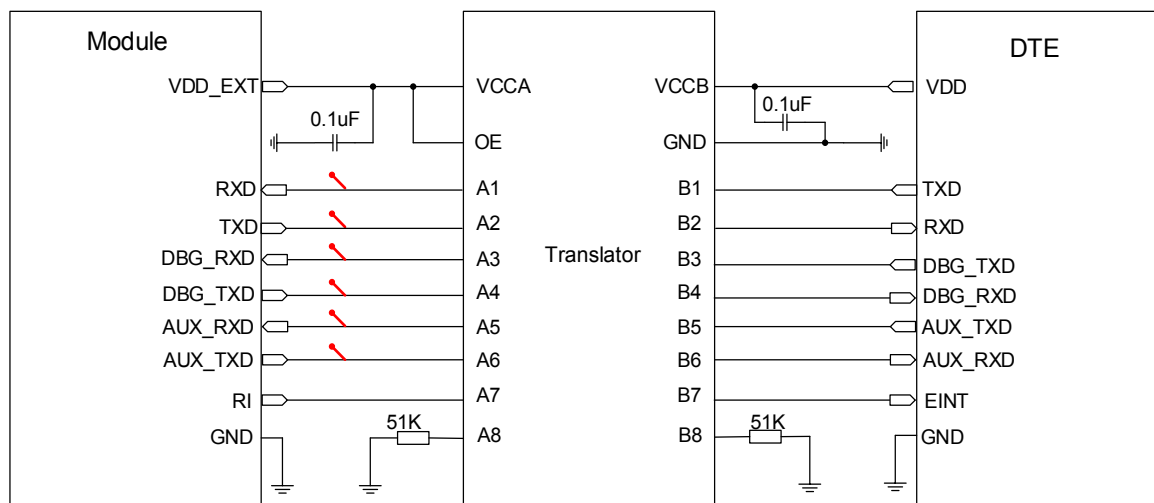


图 17: 电平转换参考电路（电平转换芯片）

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，且该晶体管电平转换参考电路不适合波特率超过 460kbps 的应用。

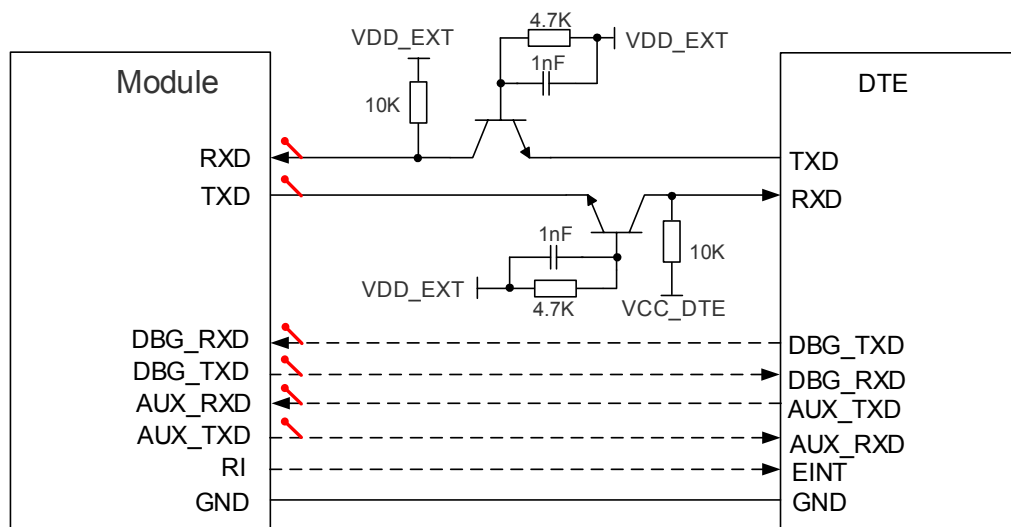


图 18: 电平转换参考电路 (晶体管)

下图是标准 RS-232 接口和模块之间的连接示意图。客户需要确保电平转换芯片连接到模块的 I/O 电压为 1.8V。

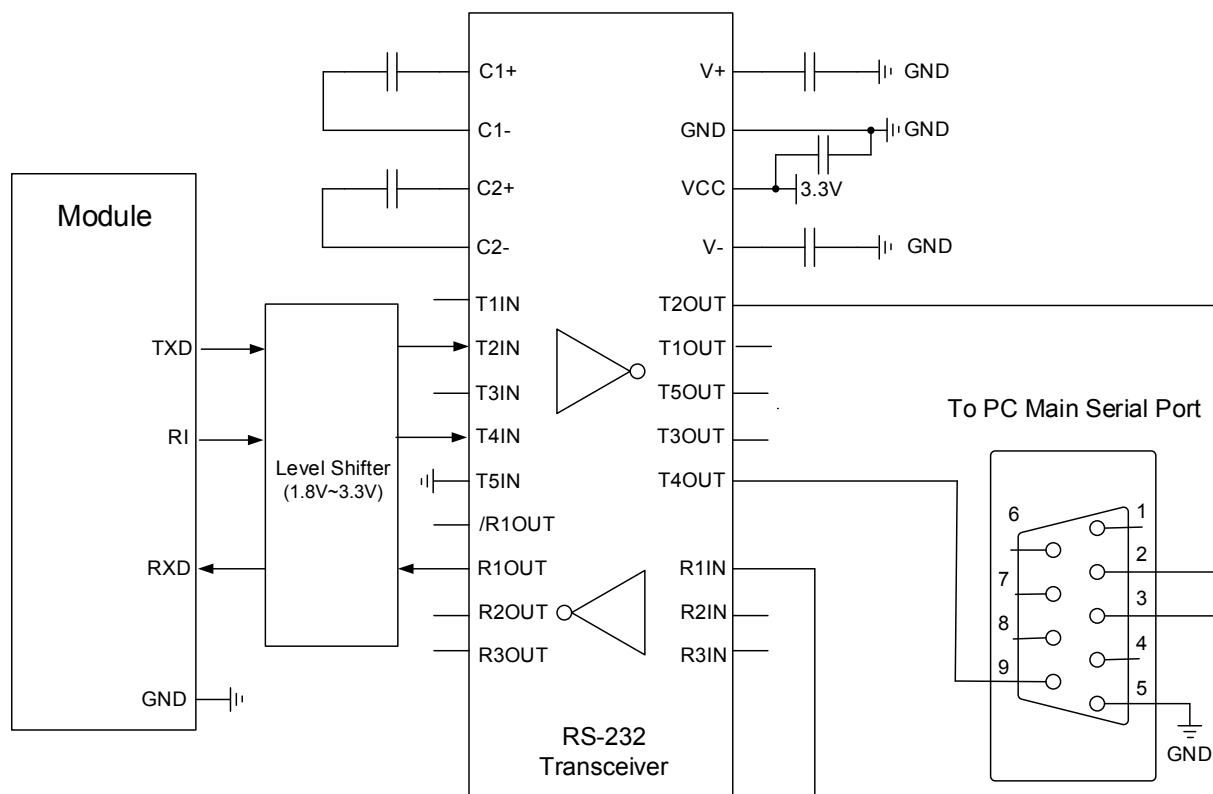


图 19: RS-232 接口匹配示意图

请访问供应商网站选择合适的 RS-232 电平转换芯片，如 <http://www.maximintegrated.com> 或 <http://www.exar.com>。

备注

“”表示串口的测试点。建议保留 VBAT 和 PWRKEY 的测试点以便在必要时进行软件升级和调试。

3.8. SPI 接口*

BC25 提供一个 SPI 接口（模块做主机），下表列出了 SPI 接口的引脚定义：

表 10：SPI 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SPI_MISO	3	DI	主机输入从机输出信号	1.8V 电压域
SPI_MOSI	4	DO	主机输出从机输入信号	
SPI_CLK	5	DO	串行时钟信号	
SPI_CS	6	DO	片选信号	

该模块的 SPI 接口电压域为 1.8V。若从设备系统电压域为 3.3V，则需在模块和从设备之间增加电平转换器；推荐使用支持 SPI 数据速率的电平转换器。参考电路如下图所示。

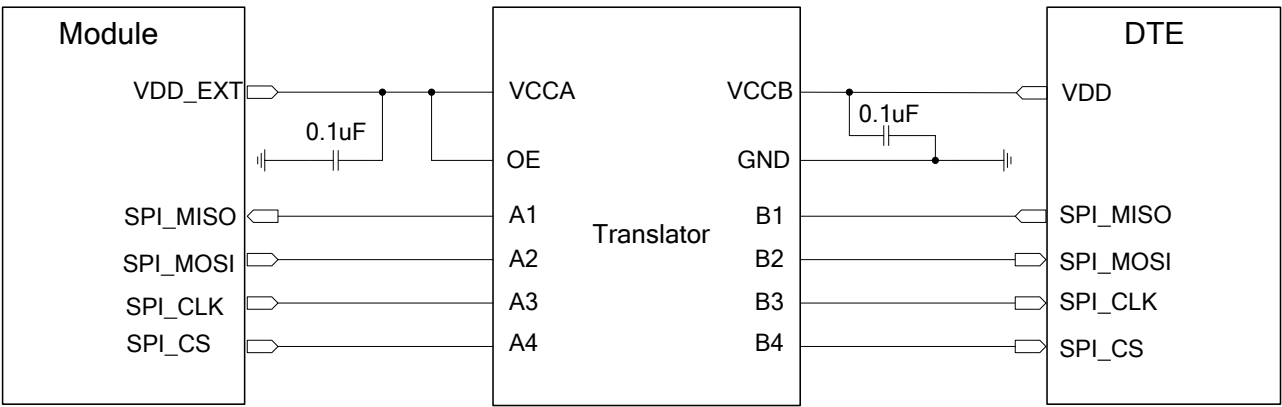


图 20：SPI 接口电平转换参考电路

备注

“*” 表示正在开发中。

3.9. USIM 接口

BC25 模块的 USIM 接口符合 ISO/IEC 7816-3 规范，支持 1.8V/3.0V 外部 USIM 卡。

外部 USIM 卡通过模块内部的电源供电。

表 11：USIM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	描述	备注
USIM_VDD	14	外部 USIM 卡供电电源	电压：1.8V/3.0V 模块自动识别 USIM 卡电压
USIM_CLK	13	外部 USIM 卡时钟信号	
USIM_DATA	11	外部 USIM 卡数据信号	
USIM_RST	12	外部 USIM 卡复位信号	

下图是 6-pin 外部 USIM 卡座的参考设计。

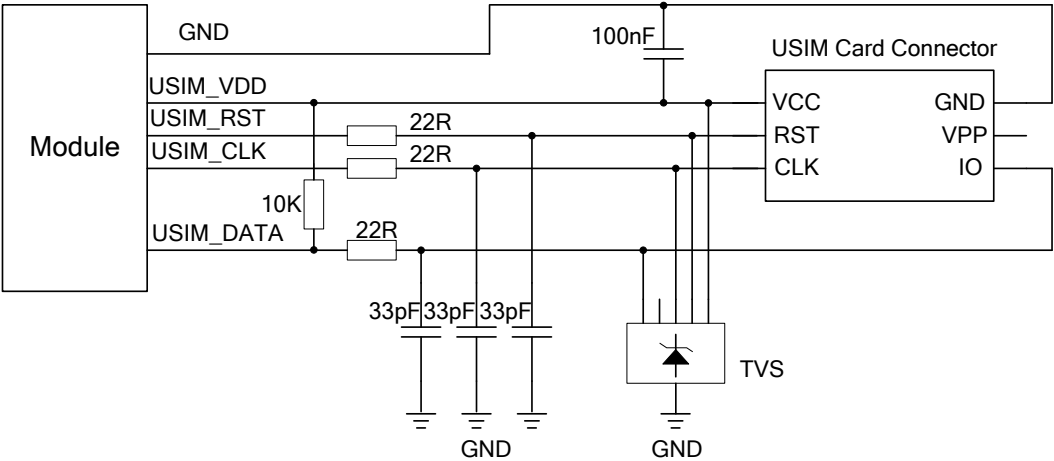


图 21：6-pin 外部 USIM 卡座参考电路图

关于外部 USIM 卡座的选择，请访问网址 <http://www.amphenol.com> 和 <http://www.molex.com>。

在 USIM 接口的电路设计中，为确保外部 USIM 卡的良好性能并防止外部 USIM 卡被损坏，在电路设计中建议遵循以下设计原则：

- 外部 USIM 卡座靠近模块摆放，尽量保证外部 USIM 卡座信号线布线长度不超过 200mm。
- USIM_VDD 识别卡前会有持续 280ms 左右的 3V 高电平，且外部 USIM 卡座信号线布线远离 RF 走线和 VBAT 电源线。
- 外部 USIM 卡座的地与模块的 GND 布线要短而粗。为保证相同的电势，需确保布线宽度不小于 0.5mm。USIM_VDD 的去耦电容不超过 1uF，且电容应靠近外部 USIM 卡座摆放。
- 为了防止 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。此外，USIM_RST 信号也需要地保护。
- 为确保良好的 ESD 防护性能，建议在外部 USIM 卡座的引脚增加 TVS 管。选择的 TVS 管寄生电容应不大于 50pF，可以访问 <http://www.onsemi.com> 来选择合适的 TVS 器件。ESD 保护器件尽量靠近外部 USIM 卡座摆放，外部 USIM 卡座信号走线应先从外部 USIM 卡座连到 ESD 保护器件再从 ESD 保护器件连到模块。在模块和外部 USIM 卡之间需要串联 22Ω 的电阻用以抑制杂散 EMI、增强 ESD 防护。外部 USIM 卡的外围器件应尽量靠近外部 USIM 卡座摆放。
- 在 USIM_DATA、USIM_CLK 和 USIM_RST 线上并联 33pF 电容用于滤除射频干扰。

3.10. ADC 接口*

模块提供一个 10 位模数转换输入接口来测量电压值。该模数转换接口在 Active 和 Idle 模式下均可工作。

表 12: ADC 接口引脚定义

引脚名	引脚号	描述
ADC	9	通用模数转换接口

备注

“*” 表示正在开发中。

3.11. RI 信号*

当有短信接收或 URC 输出时，模块将通过 RI 引脚通知 DTE。更多细节，将在本文档的后续版本中添加。

备注

“*” 表示正在开发中。

3.12. 网络状态指示

NETLIGHT 信号可以用来指示模块的网络状态。该功能需要通过 **AT+QLEDMODE=1** 开启，开启后 NETLIGHT 的引脚工作状态如下表所示。

表 13: NETLIGHT 的工作状态

NETLIGHT 状态	模块工作状态
高电平 64ms（灯亮） / 低电平 800ms（灯灭）	模块正常启动后的找网状态
高电平 64ms（灯亮） / 低电平 2000ms（灯灭）	模块注册到网络且处于连接态
持续低电平	模块处于其它状态

网络状态指示灯的连接参考电路如下图所示。

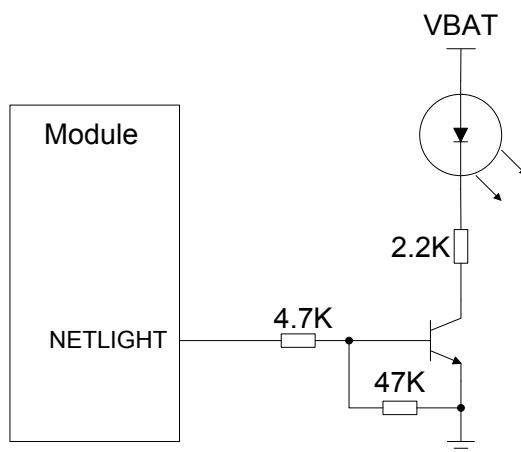


图 22: 网络状态指示参考电路

4 天线接口

BC25 包含两个天线接口：NB-IoT 天线接口和 BT 天线接口。引脚 35 为模块的 NB-IoT 天线接口，引脚 26 为模块的 BT 天线接口。这两个天线接口的特征阻抗均为 50Ω 。

4.1. NB-IoT 天线接口

BC25 的 NB-IoT 部分使用 NB-IoT 天线接口，其引脚定义如下：

表 14：NB-IoT 天线引脚定义

引脚名	引脚号	描述
RF_ANT	35	NB-IoT 天线接口
GND	34、36、37	地

4.1.1. NB-IoT 天线参考电路

对于天线接口的外围电路设计，为了能够更好地调节射频性能，建议预留 π 型匹配电路， π 型匹配电路元件应尽量靠近天线放置，且需要根据实际情况选贴。默认情况下，C1、C2 不贴，只在 R1 贴 0Ω 电阻。射频走线的阻抗应控制在 50Ω 左右，且走线越短越好。

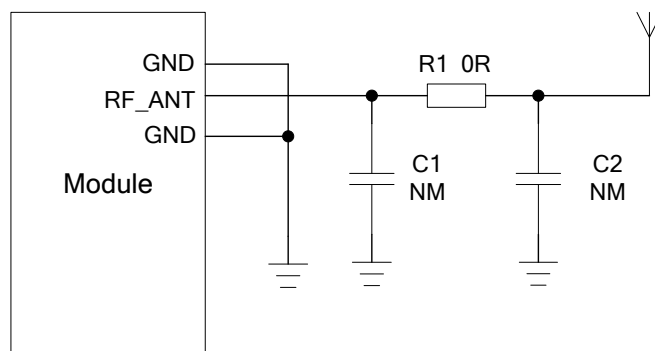


图 23：NB-IoT 天线参考电路

4.1.2. 工作频率

表 15: 工作频率

BC25		
频段	接收频率	发射频率
B3	1805MHz~1880MHz	1710MHz~1785MHz
B5	869MHz~894MHz	824MHz~849MHz
B8	925MHz~960MHz	880MHz~915MHz
BC25-B5		
频段	接收频率	发射频率
B5	869MHz~894MHz	824MHz~849MHz
BC25-B8		
频段	接收频率	发射频率
B8	925MHz~960MHz	880MHz~915MHz

4.1.3. NB-IoT 天线要求

下面表格罗列了模块对 NB-IoT 天线的要求。

表 16: NB-IoT 天线插入损耗要求

频段	损耗
B5/B8	插入损耗: <1dB
B3	插入损耗: <1.5dB

表 17: NB-IoT 天线参数要求

参数	要求
频率	B3/B5/B8

VSWR	≤ 2
效率	$> 30\%$
最大输入功率 (W)	50
输入阻抗 (Ω)	50

4.1.4. 输出功率

表 18: 模块传导功率

频段	最大值	最小值
B3	23dBm \pm 2dB	< -40 dBm
B5	23dBm \pm 2dB	< -40 dBm
B8	23dBm \pm 2dB	< -40 dBm

4.1.5. 接收灵敏度

表 19: 单传下的 RF 传导灵敏度 (Throughput $\geq 95\%$)

频段	接收灵敏度	3GPP 标准
B3	-114dBm	-107.5dBm
B5	-114dBm	-107.5dBm
B8	-114dBm	-107.5dBm

表 20: 128 次重传下的 RF 传导灵敏度 (Throughput $\geq 95\%$)

频率	接收灵敏度
B3	-129dBm
B5	-129dBm
B8	-129dBm

4.2. BT 天线接口

蓝牙是一种支持设备短距离通信（一般在 10m 内）的无线电技术，在全球通用的 2.4GHz ISM 频段内工作。

BC25 系列模块支持蓝牙功能*，其引脚定义如下表。

表 21：BT 天线引脚定义

引脚名	引脚号	描述
BT_ANT	26	BT 天线接口
GND	27	地

备注

“*” 表示正在开发中。

4.2.1. BT 天线参考电路

对于 BT 天线接口的外围电路设计，为了能够更好地调节射频性能，建议预留 π 型匹配电路， π 型匹配电路元件应尽量靠近天线放置，且需要根据实际情况选贴。默认情况下，C1、C2 不贴，只在 R1 贴 0Ω 电阻。射频走线的阻抗应控制在 50Ω 左右，且走线越短越好。

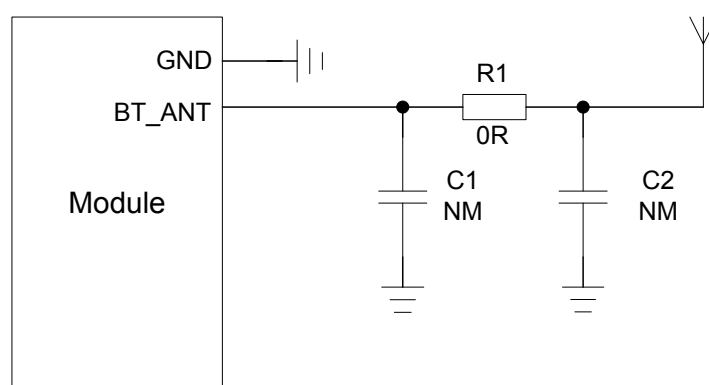


图 24：BT 天线参考电路

4.2.2. BT 天线要求

下表罗列了模块对 BT 天线的要求。

表 22: BT 天线参数要求

参数	要求
频率	2.4G ~ 2.485G
VSWR	≤2
效率	>30%
最大输入功率 (W)	50
输入阻抗 (Ω)	50

4.2.3. BT 发射机和接收机性能

表 23: BT 发射功率和接收灵敏度

发射机性能				
分组类型	DH5	2-DH5	3-DH5	
发射功率	待定	待定	待定	
接收机性能				
分组类型	DH5	2-DH5	3-DH5	
接收灵敏度	待定	待定	待定	

4.3. RF 信号线 Layout 参考指导

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

- 微带线完整结构

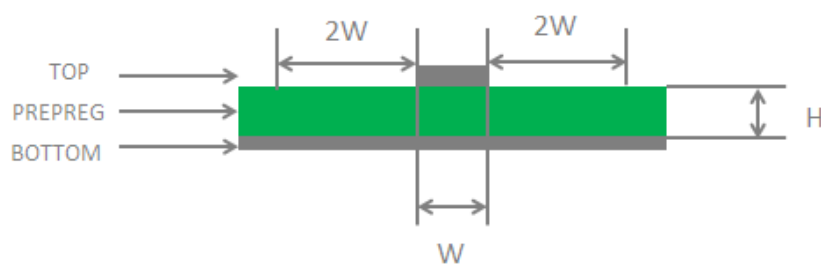


图 25: 两层 PCB 板微带线结构

- 共面波导完整结构

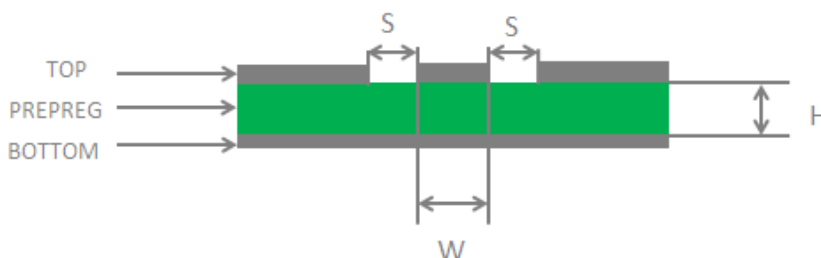


图 26: 两层 PCB 板共面波导结构

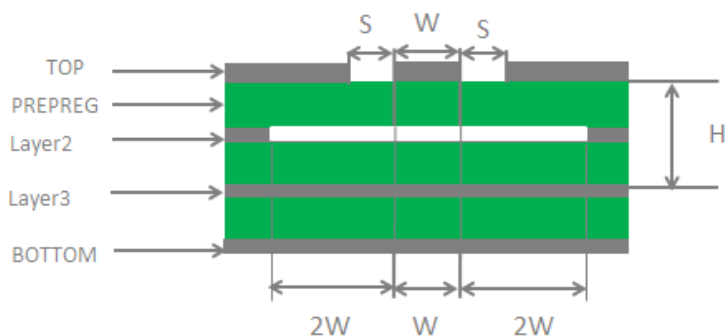


图 27: 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层）

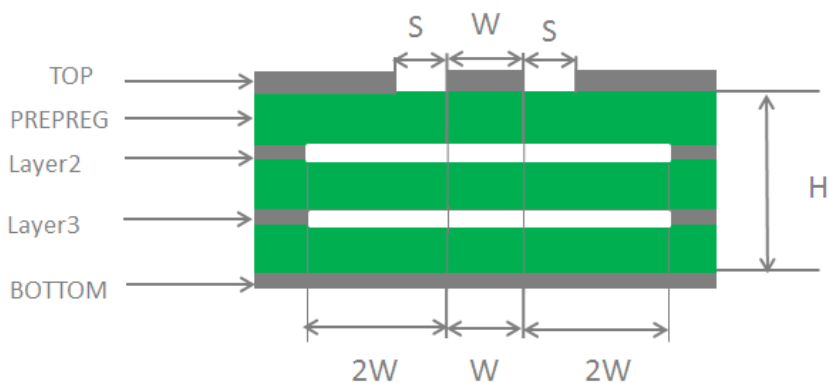


图 28: 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第四层）

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

- 应使用阻抗模拟计算工具对射频信号线进行精确的 50Ω 阻抗控制。
- 与射频引脚相邻的 GND 引脚不做热焊盘，要与地充分接触。
- 射频引脚到 RF 连接器之间的距离应尽量短；同时避免直角走线，建议的走线夹角为 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 Layout 的说明，请参考文档 [2]。

4.4. 推荐使用的天线连接器

如果使用射频天线连接器将模块和天线进行连接，推荐使用 Hirose 的 U.FL-R-SMT 连接器。

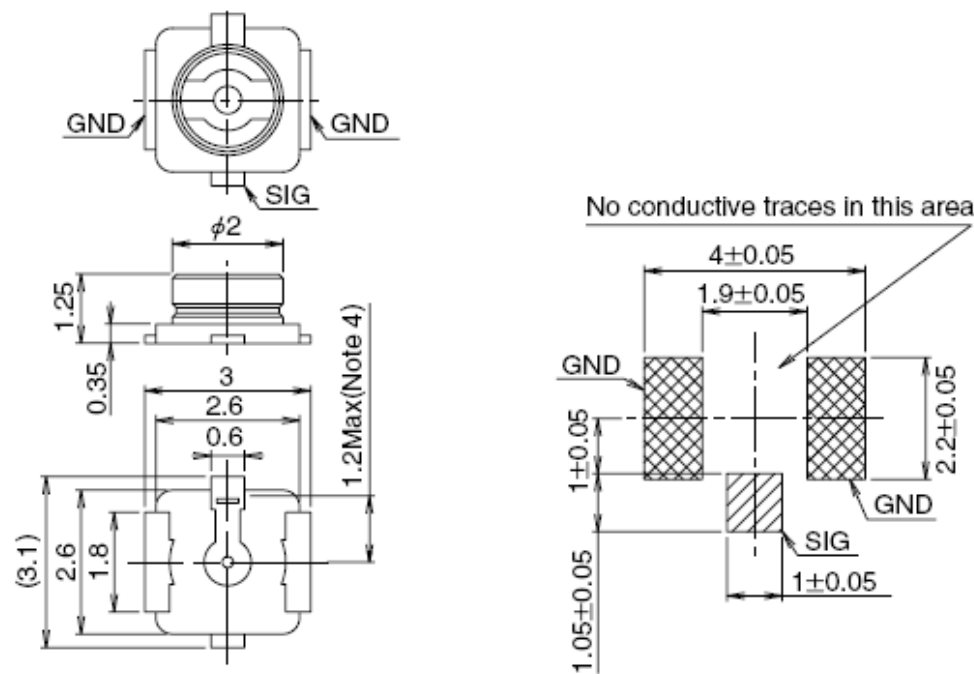


图 29：U.FL-R-SMT 连接器尺寸（单位：毫米）

可选择 U.FL-LP 系列的连接线来和 U.FL-R-SMT 配合使用。

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

图 30：U.FL-LP 连接线系列

下图为连接线和连接器安装尺寸：

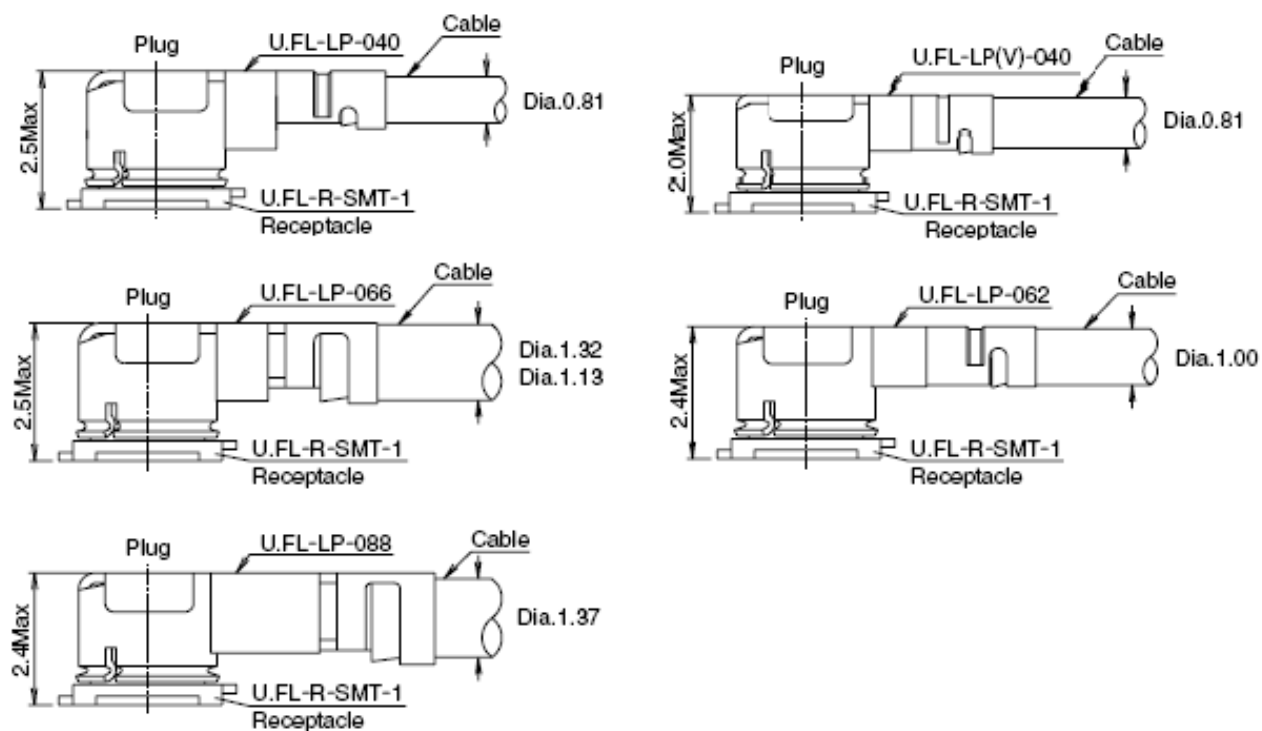


图 31：安装尺寸（单位：毫米）

详细信息请访问 <http://www.hirose.com>。

5 电气性能和可靠性

5.1. 工作和存储温度

下表所示为模块工作和存储温度范围。

表 24：工作和存储温度范围

参数	最小	典型	最大	单位
正常工作温度 ¹⁾	-25	+25	+75	°C
扩展工作温度 ²⁾	-40		+85	°C
存储温度	-40		+90	°C

备注

- ¹⁾ 表示当模块在此温度范围工作时，模块的相关性能满足 3GPP 标准要求。
- ²⁾ 表示当模块在此温度范围工作时，模块仍能保持正常工作状态，具备短信、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。

5.2. 耗流

耗流值如下表所示。

表 25：标准版本耗流（电压：3.8V，温度：25°C，湿度：45%）

参数	模式	描述	典型值	单位
I _{VBAT}	PSM	睡眠状态	3.8	uA

Idle	空闲状态, DRX=2.56s, ECL0		1.0	mA
Active @Single-tone (3.75kHz/15kHz)	射频发射状态, 23dBm	B3	260	mA
		B5	280	mA
		B8	280	mA
	射频发射状态, 12dBm	B3	130	mA
		B5	130	mA
		B8	130	mA
	射频发射状态, 0dBm	B3	45	mA
		B5	45	mA
		B8	45	mA
	射频接收状态	B3	待定	mA
		B5	待定	mA
		B8	待定	mA
Active @Multi-tone (15kHz)	射频发射状态, 23dBm	B3	230	mA
		B5	240	mA
		B8	240	mA

表 26: 低压版本耗流 (电压: 3.3V, 温度: 25°C, 湿度: 45%)

参数	模式	描述	典型值	单位
I _{BAT}	PSM	睡眠状态	6.0	uA
	Idle	空闲状态, DRX=2.56s, ECL0	1.2	mA
	Active @Single-tone (3.75kHz/15kHz)	射频发射状态, 23dBm	B3	待定
			B5	待定
			B8	待定
		射频发射状态, 12dBm	B3	待定

	射频发射状态，0dBm	B5	待定	mA
		B8	待定	mA
		B3	待定	mA
		B5	待定	mA
		B8	待定	mA
		B3	待定	mA
	射频接收状态	B5	待定	mA
		B8	待定	mA
		B3	待定	mA
Active @Multi-tone (15kHz)	射频发射状态，23dBm	B5	待定	mA
		B8	待定	mA
		B3	待定	mA

5.3. 静电防护

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

下表为模块引脚的 ESD 耐受电压情况。

表 27: ESD 性能参数（温度：25°C，湿度：45%）

测试点	接触放电	空气放电	单位
VBAT、GND	±5	±10	kV
天线接口	±5	±10	kV
其他接口	±0.5	±1	kV

6 机械尺寸

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

6.1. 模块机械尺寸

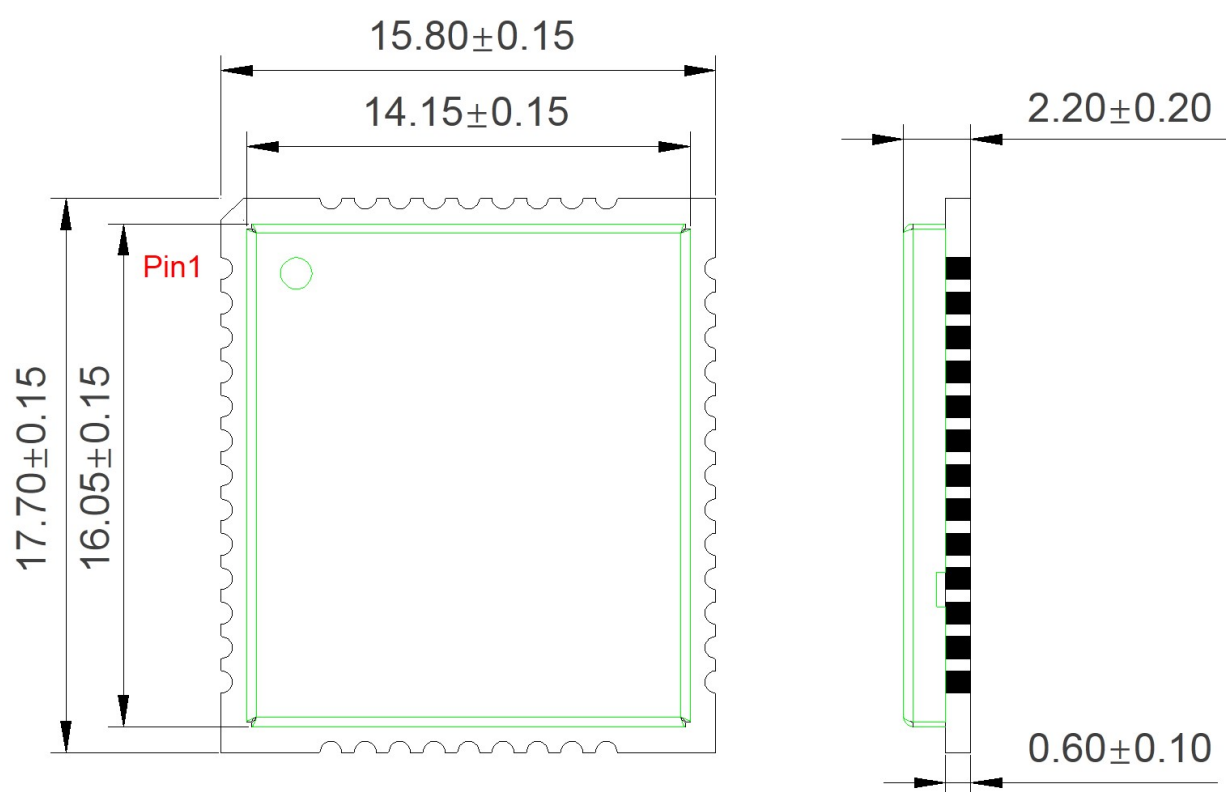


图 32：顶部和侧面尺寸图（单位：mm）

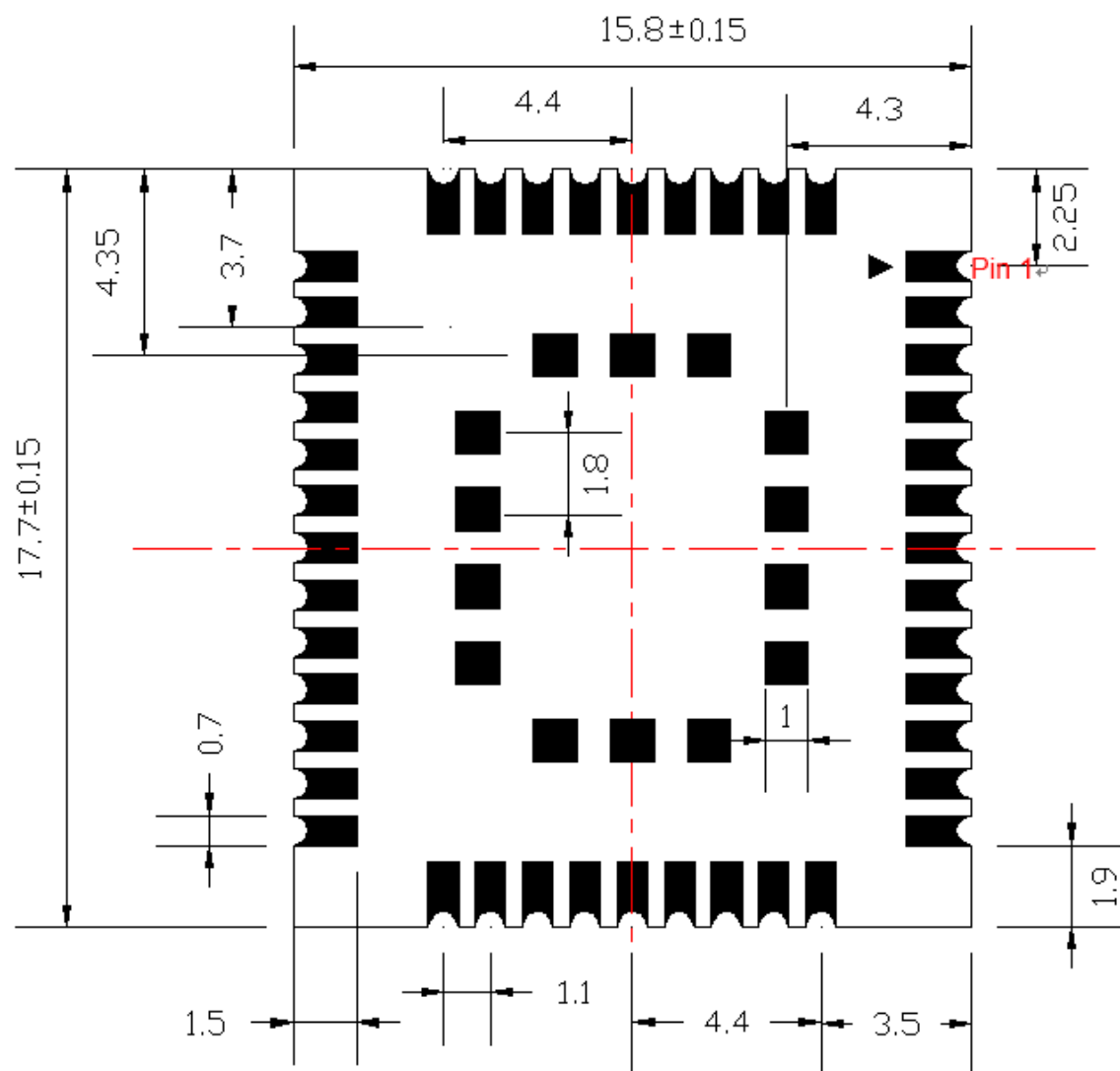


图 33: 模块底视尺寸图

6.2. 推荐封装

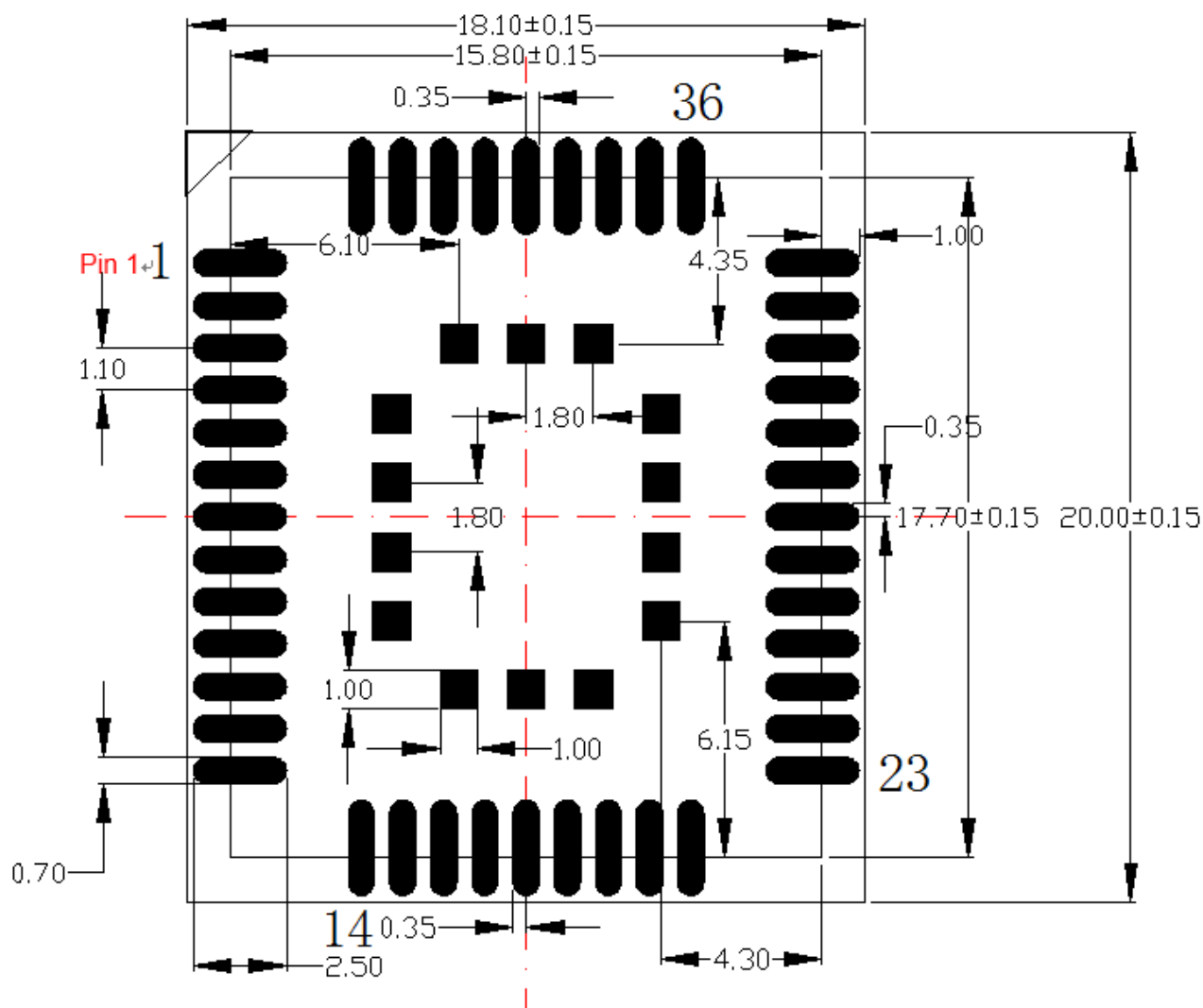


图 34: 推荐封装 (单位: mm)

备注

为保证模块能够正常安装, PCB 板上模块和其他元器件之间至少保持 3mm 距离。

6.3. 模块俯视图/底视图



图 35: 模块俯视图

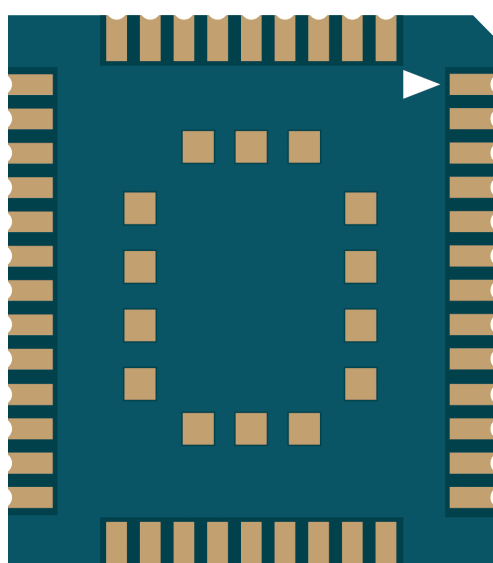


图 36: 模块底视图

备注

如上为 BC25 模块的设计效果图。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

BC25 以真空密封袋的形式出货。模块的湿度敏感等级为 3（MSL 3），其存储需遵循如下条件：

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

备注

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

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，BC25 模块焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.18mm ~ 0.20mm。详细信息请参考文档 [4]。

推荐的回流焊温度为 238°C ~ 245°C，最高不能超过 245°C。为避免模块因反复受热而损坏，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。

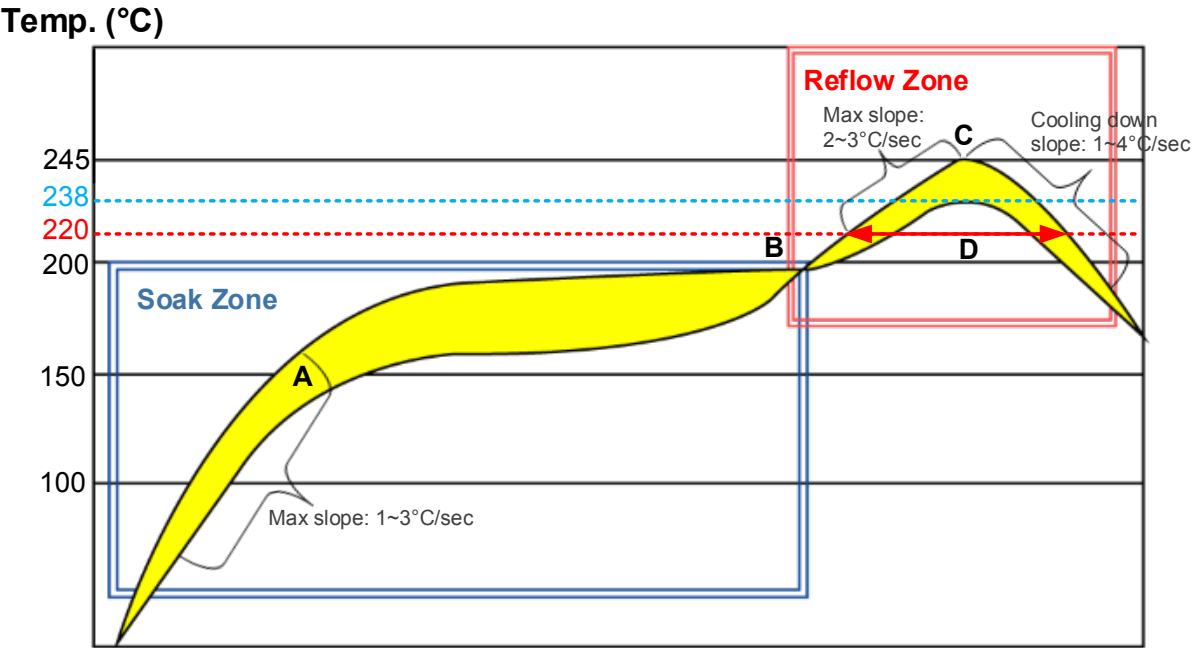


图 37：推荐的回流焊温度曲线

表 28：推荐的炉温测试控制要求

项目	推荐值
吸热区（Soak Zone）	
最大升温斜率	1°C/sec ~ 3°C/sec
恒温时间（A 和 B 之间的时间：150°C ~ 200°C 期间）	60 sec ~ 120 sec
回流焊区（Reflow Zone）	
最大升温斜率	2°C/sec ~ 3°C/sec
回流时间（D：超过 220°C 的期间）	40 sec ~ 60 sec
最高温度	238°C ~ 245°C
冷却降温斜率	1°C/sec ~ 4°C/sec
回流次数	
最大回流次数	1 次

备注

1. 在生产焊接或者其他可能直接接触移远通信模块的过程中，不得使用任何有机溶剂（如酒精，异丙醇，丙酮，三氯乙烯等）擦拭模块屏蔽罩；否则可能会造成屏蔽罩生锈。
2. 移远通信洋白铜镭雕屏蔽罩可满足：12 小时中性盐雾测试后，镭雕信息清晰可辨识，二维码可扫描（可能会有白色锈蚀）。

7.3. 包装

BC25 模块采用卷带包装，并用真空密封袋将其封装。建议在实际生产使用的时候再打开真空包装。

每个卷带包含 250 个 BC25 模块，卷盘直径为 330 毫米。具体规格如下：

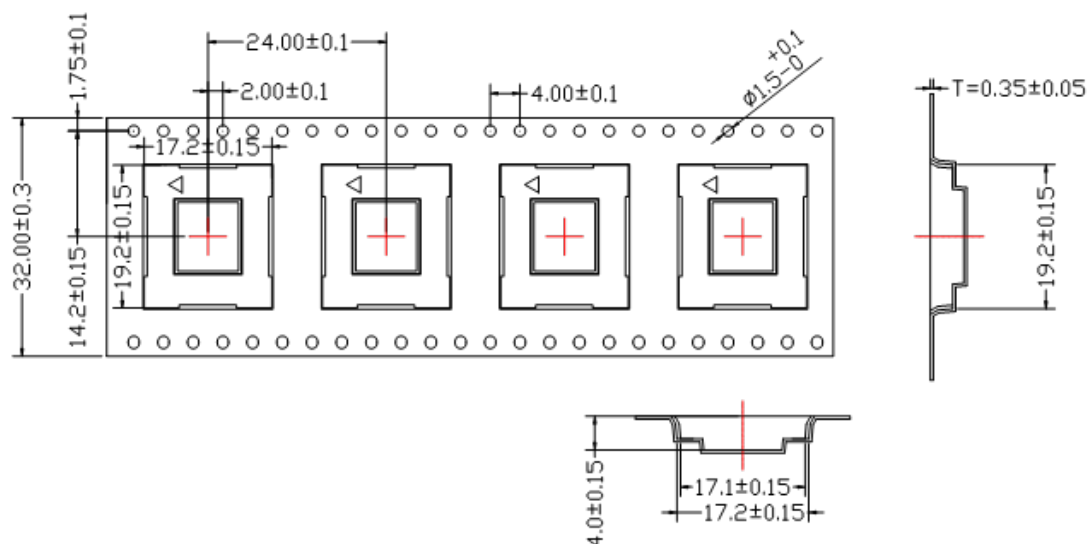


图 38：卷带尺寸（单位：毫米）

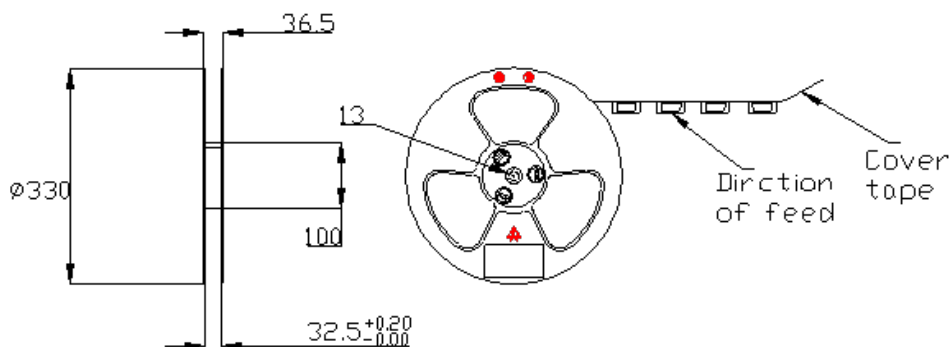


图 39：卷盘尺寸（单位：毫米）

8 附录 A 参考文档及术语缩写

表 29: 参考文档

序号	文档名称	备注
[1]	Quectel_BC25-TE-B_用户指导	BC25-TE-B 用户指导
[2]	Quectel_射频 LAYOUT_应用指导	Quectel 射频 LAYOUT 应用指导
[3]	Quectel_BC25_AT_Commands_Manual	BC25 AT 命令手册
[4]	移远通信模块贴片应用指导	移远通信模块贴片应用指导

表 30: 术语缩写

缩写	描述
ADC	Analog-to-Digital Converter
BT	Bluetooth
CoAP	Constrained Application Protocol
DCE	Data Communications Equipment (typically module)
DTE	Data Terminal Equipment (typically computer, MCU, external controller)
DTLS	Datagram Transport Layer Security
EMI	Electromagnetic Interference
ESD	Electrostatic Discharge
FTP	File Transfer Protocol
H-FDD	Half Frequency Division Duplexing
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
HTTPS	Hyper Text Transfer Protocol over Secure Socket Layer

I/O	Input/Output
kbps	Kilo Bits Per Second
LED	Light Emitting Diode
Li-MnO ₂	Lithium-manganese Dioxide
Li-2S	Lithium Sulfur
LTE	Long Term Evolution
LwM2M	Lightweight M2M
MCU	Microcontroller Unit
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
NB-IoT	Narrow Band- Internet of Things
PCB	Printed Circuit Board
PDU	Protocol Data Unit
PPP	Point-to-Point Protocol
PSM	Power Save Mode
RF	Radio Frequency
RTC	Real Time Clock
RXD	Receive Data
SMS	Short Message Service
SSL	Secure Sockets Layer
TCP	Transmission Control Protocol
TE	Terminal Equipment
TXD	Transmitting Data
UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter
UDP	User Datagram Protocol
URC	Unsolicited Result Code

USIM	Universal Subscriber Identification Module
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
V _{max}	Maximum Voltage Value
V _{norm}	Normal Voltage Value
V _{min}	Minimum Voltage Value
V _{IHmax}	Maximum Input High Level Voltage Value
V _{IHmin}	Minimum Input High Level Voltage Value
V _{ILmax}	Maximum Input Low Level Voltage Value
V _{ILmin}	Minimum Input Low Level Voltage Value
V _{Imax}	Absolute Maximum Input Voltage Value
V _{Inorm}	Absolute Normal Input Voltage Value
V _{Imin}	Absolute Minimum Input Voltage Value
V _{OHmax}	Maximum Output High Level Voltage Value
V _{OHmin}	Minimum Output High Level Voltage Value
V _{OLmax}	Maximum Output Low Level Voltage Value
V _{OLmin}	Minimum Output Low Level Voltage Value