

SC60 R1.0&R2.0

硬件设计手册

Smart LTE 系列

版本: SC60_R1.0&R2.0_硬件设计手册_V2.0

日期: 2018-05-07

状态: 受控文件



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

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

或联系我司当地办事处，详情请登录：
<http://quectel.com/cn/support/sales.htm>

如需技术支持或反馈我司技术文档中的问题，可随时登陆如下网址：
<http://quectel.com/cn/support/technical.htm>
或发送邮件至：support@quectel.com

前言

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

版权申明

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

版权所有 ©上海移远通信技术股份有限公司 2018，保留一切权利。
Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2018.

文档历史

修订记录

版本	日期	作者	变更表述
1.0	2017-08-28	白四海/ 柳帅	初始版本
2.0	2018-05-07	白四海	<ol style="list-style-type: none"> 1. 修改文档名称，以区分不同产品规格；本文档针对带 PMI8952 的 SC60 R1.0 和 SC60 R2.0 进行硬件设计说明。 2. 修改最低开机电压到 3.55V。 3. USB_VBUS 的极限电压由 28V 修改到 20V，参考表 46。 4. Flashlight 接口闪光灯模式下的默认输出电流由 1A 修改为 625mA；当前闪光灯模式下默认输出电流为 625mA，手电筒模式下默认输出电流为 120mA。 5. 增加 SC60-CE、SC60-A 和 SC60-E 的耗流数据。

目录

文档历史	2
目录	3
表格索引	6
图片索引	8
1 引言	10
1.1. 安全须知	10
2 产品概念	11
2.1. 综述	11
2.2. 主要性能	15
2.3. 功能框图	19
2.4. 评估板	20
3 应用接口	21
3.1. 概述	21
3.2. 引脚分配	22
3.3. 引脚描述	23
3.4. 供电电源	36
3.4.1. 电源特性	36
3.4.2. 减少电压跌落	36
3.4.3. 供电参考电路	37
3.5. 开关机	38
3.5.1. 模块开机	38
3.5.2. 模块关机	39
3.6. VRTC 接口	40
3.7. 电源输出	40
3.8. 充电和电池管理	41
3.9. USB 接口	43
3.10. UART 接口	45
3.11. (U)SIM 接口	47
3.12. SD 卡接口	49
3.13. GPIO 接口	51
3.14. I2C 接口	53
3.15. I2S 接口	54
3.16. SPI 接口	55
3.17. ADC 接口	55
3.18. 马达驱动接口	56
3.19. LCM 接口	56
3.20. 触摸屏接口	60
3.21. 摄像头接口	61
3.21.1. 设计注意事项	66
3.21.2. Flashlight 接口	68

3.22. Sensor 接口	69
3.23. 音频接口	69
3.23.1. 麦克风接口参考电路	70
3.23.2. 听筒接口参考电路	71
3.23.3. 耳机接口参考电路	72
3.23.4. 扬声器接口参考电路	72
3.23.5. 音频信号设计注意事项	72
3.24. 紧急下载接口	73
3.25. LED 指示接口	73
4 Wi-Fi 和 BT	75
4.1. Wi-Fi 概述	75
4.1.1. Wi-Fi 性能指标	75
4.2. BT 概述	77
4.2.1. BT 性能指标	78
5 GNSS	79
5.1. GNSS 性能指标	79
5.2. GNSS 射频设计指导	80
6 天线接口	81
6.1. 主天线/分集天线接口	81
6.1.1. 射频参考电路	84
6.1.2. 射频信号线 Layout 参考指导	84
6.2. Wi-Fi/BT 天线接口	86
6.3. GNSS 天线接口	87
6.3.1. 无源天线参考设计	88
6.3.2. 有源天线参考设计	88
6.4. 天线安装	89
6.4.1. 天线安装要求	89
6.4.2. 安装天线时推荐使用的 RF 连接器	90
7 电气、可靠性及射频性能	92
7.1. 极限参数	92
7.2. 电源额定值	92
7.3. 工作和存储温度	93
7.4. 工作电流	93
7.5. 射频发射功率	102
7.6. 射频接收灵敏度	104
7.7. 静电防护	107
8 机械尺寸	108
8.1. 模块机械尺寸	108
8.2. 推荐封装	110
8.3. 模块俯视及底视图	111
9 存储、生产和包装	112

9.1.	存储	112
9.2.	生产焊接	113
9.3.	包装	113
10	附录 A 参考文档	115
11	附录 B GPRS 编码方案	119
12	附录 C GPRS 多时隙	120
13	附录 D EDGE 调制和编码方案	122

表格索引

表 1: SC60-CE 支持的频段/GNSS 功能	12
表 2: SC60-E*支持的频段/GNSS 功能	12
表 3: SC60-A*支持的频段/GNSS 功能	13
表 4: SC60-J*支持的频段/GNSS 功能	13
表 5: SC60-AU*支持的频段/GNSS 功能	14
表 6: SC60-LA*支持的频段/GNSS 功能	14
表 7: SC60-W 支持的频段/GNSS 功能	15
表 8: 主要性能参数	15
表 9: I/O 参数定义	23
表 10: 引脚描述	23
表 11: 电源描述	41
表 12: 充电接口引脚定义	42
表 13: USB 接口引脚定义	43
表 14: 模块内部 USB 走线长度	45
表 15: UART 接口引脚定义	45
表 16: (U)SIM 接口引脚定义	47
表 17: SD 卡接口引脚定义	49
表 18: 模块内部 SDIO 走线长度	50
表 19: GPIO 口列表	51
表 20: I2C 接口引脚定义	54
表 21: I2S 接口引脚定义	54
表 22: SPI 接口引脚定义	55
表 23: ADC 接口引脚定义	55
表 24: 马达驱动接口引脚定义	56
表 25: LCM 接口引脚定义	56
表 26: 触摸屏接口引脚定义	60
表 27: 摄像头接口引脚定义	61
表 28: 模块内部 MIPI 走线长度	66
表 29: FLASHLIGHT 接口引脚定义	68
表 30: SENSOR 接口引脚定义	69
表 31: 音频接口引脚定义	69
表 32: LED 指示接口引脚定义	73
表 33: WI-FI 的发射性能	75
表 34: WI-FI 的接收性能	76
表 35: BT 速率和版本信息	78
表 36: BT 发射和接收性能指标	78
表 37: GNSS 性能	79
表 38: 主天线/分集天线接口引脚定义	81
表 39: SC60-CE 支持频段	81
表 40: SC60-E 支持频段	82
表 41: SC60-A 支持频段	83

表 42: WI-FI/BT 天线接口引脚定义	86
表 43: WI-FI/BT 工作频段	87
表 44: GNSS 天线接口引脚定义	87
表 45: GNSS 工作频段	87
表 46: 天线要求	89
表 47: 极限参数	92
表 48: 模块电源额定值	92
表 49: 工作和存储温度	93
表 50: SC60-CE 工作电流	93
表 51: SC60-E 工作电流	96
表 52: SC60-A 工作电流	99
表 53: SC60-CE 模块射频发射功率	102
表 54: SC60-E 模块射频发射功率	102
表 55: SC60-A 模块射频发射功率	103
表 56: SC60-CE 射频接收灵敏度	104
表 57: SC60-E 射频接收灵敏度	105
表 58: SC60-A 射频接收灵敏度	106
表 59: ESD 性能参数（温度：25°C，湿度：45%）	107
表 60: 卷带包装	114
表 61: 参考文档	115
表 62: 术语缩写	115
表 63: 不同编码方案	119
表 64: 不同等级的多时隙分配表	120
表 65: EDGE 调制和编码方式	122

图片索引

图 1: 功能框图	20
图 2: SC60 引脚分配图 (俯视图)	22
图 3: 电源电压跌落示例	36
图 4: VBAT 输入参考电路	37
图 5: 供电输入参考设计	37
图 6: 开集驱动参考开机电路	38
图 7: 按键开机参考电路	38
图 8: 开机时序图	39
图 9: 强制关机时序图	40
图 10: 可充电纽扣电池给 RTC 供电	40
图 11: 电池充电连接示意图	42
图 12: USB 2.0 接口参考设计	44
图 13: USB TYPE-C 接口参考设计	44
图 14: 电平转换参考电路 (UART5)	46
图 15: RS232 电平转换参考电路 (UART5)	47
图 16: 8-PIN (U)SIM 接口参考电路图	48
图 17: 6-PIN (U)SIM 接口参考电路图	48
图 18: SD 卡接口参考电路图	50
图 19: 马达驱动电路	56
图 20: LCM0 电路参考设计	58
图 21: LCM1 电路参考设计	59
图 22: LCM1 外部背光驱动参考电路	60
图 23: 触摸屏接口参考电路	61
图 24: 两路摄像头接口参考电路	64
图 25: 三路摄像头接口参考电路	65
图 26: FLASHLIGHT 接口参考电路	68
图 27: 驻极体麦克风参考电路	70
图 28: 硅麦克风参考电路	71
图 29: 听筒输出接口参考电路	71
图 30: 耳机接口参考电路	72
图 31: 扬声器接口参考电路	72
图 32: 紧急下载接口参考电路	73
图 33: LED 指示接口参考电路	74
图 34: 射频参考电路	84
图 35: 两层 PCB 板微带线结构	85
图 36: 两层 PCB 板共面波导结构	85
图 37: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)	85
图 38: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)	86
图 39: WI-FI/BT 天线接口参考电路	87
图 40: 无源天线参考电路	88
图 41: 有源天线参考电路	88

图 42: U.FL-R-SMT 连接器尺寸 (单位: 毫米) 90

图 43: UF.L-LP 连接线系列..... 90

图 44: 安装尺寸 (单位: 毫米) 91

图 45: SC60 俯视及侧视图尺寸 108

图 46: SC60 底层尺寸 (俯视透视图) 109

图 47: 推荐封装 (俯视图) 110

图 48: 模块俯视图..... 111

图 49: 模块底视图..... 111

图 50: 推荐的回流焊炉温曲线..... 113

1 引言

本文档定义了 SC60 模块的硬件接口规范，电气特性和机械规范。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 SC60 模块于无线应用。

1.1. 安全须知

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



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



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



当在医院或健康看护场所，注意是否有移动终端设备使用限制。射频干扰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，例如在移动终端设备没有话费或(U)SIM 无效时。当你在紧急情况下遇见以上情况，请记住使用紧急呼叫，同时保证您的设备开机并且处于信号强度足够的区域。



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



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

2 产品概念

2.1. 综述

SC60 是一款基于高通平台、工业级高性能、可运行安卓操作系统的 4G 智能模块，其综合特征如下：

- 支持 LTE-FDD、LTE-TDD、DC-HSDPA、DC-HSUPA、HSPA+、HSDPA、HSUPA、WCDMA、TD-SCDMA、EVDO/CDMA、EDGE 和 GPRS 等多种制式；
- 支持 Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac 和 BT4.2 LE 近距离无线通信；
- 支持 GPS/GLONASS/BeiDou 等多种制式卫星定位；
- 支持多种音频和视频编解码器；
- 内部集成 Adreno™ 506 高性能图形引擎；
- 拥有多个音频、视频输入输出接口和丰富的 GPIO 接口。

SC60 系列模块目前包含多种型号，包括频段制式、主频以及是否包含充电和驱动芯片（PMI8952）等差异。根据所述差异，SC60 系列模块分为多种不同的版本，相关说明如下所示：

SC60-CE R1.0

1 2 3 4

1	系列名称： SC60
2	型号名称： CE, E, A, J, AU, LA, W
3	主频： 1: 1.8GHz 2: 2.0GHz
4	电源管理接口（PMI8952）： 0: 内置PMI 支持以下功能：充电，FG电量计，充电指示，闪光灯驱动，背光驱动，马达驱动，电池ID和电池温度检测 1: 不包含PMI 不支持以下功能：充电，FG电量计，充电指示，闪光灯驱动，背光驱动，马达驱动，电池ID和电池温度检测

备注

本文档只讲述内置 PMI8952 的 SC60 R1.0 和 SC60 R2.0 版本。不含 PMI8952 的相关模块的特性，请参考 *Quectel_SC60_R1.1&R2.1_硬件设计手册*。

SC60 系列模块支持多种制式和多个频段，对应的频段和制式参考如下：

表 1：SC60-CE 支持的频段/GNSS 功能

类型	频段
LTE-FDD	B1/B3/B5/B8
LTE-TDD	B34/B38/B39/B40/B41
WCDMA	B1/B8
TD-SCDMA	B34/B39
EVDO/CDMA	BC0
GSM	900/1800MHz
Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac	2402MHz~2482MHz; 5180MHz~5825MHz
BT4.2 LE	2402MHz~2480MHz
GNSS	GPS:1575.42MHz±1.023MHz GLONASS:1597.5MHz~1605.8MHz BeiDou:1561.098MHz±2.046MHz

表 2：SC60-E*支持的频段/GNSS 功能

类型	频段
LTE-FDD	B1/B3/B5/B7/B8/B20/B28A
LTE-TDD	B38/B40/B41
WCDMA	B1/B2/B5/B8
TD-SCDMA	/
EVDO/CDMA	/
GSM	850/900/1800/1900MHz
Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac	2402MHz~2482MHz; 5180MHz~5825MHz
BT4.2 LE	2402MHz~2480MHz
GNSS	GPS:1575.42MHz±1.023MHz GLONASS:1597.5MHz~1605.8MHz BeiDou:1561.098MHz±2.046MHz

表 3: SC60-A*支持的频段/GNSS 功能

类型	频段
LTE-FDD	B2/B4/B5/B7/B12/B13/B14/B25/B26
LTE-TDD	B41
WCDMA	B1/B2/B4/B5
TD-SCDMA	/
EVDO/CDMA	/
GSM	850/1900MHz
Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac	2402MHz~2482MHz; 5180MHz~5825MHz
BT4.2 LE	2402MHz~2480MHz
GNSS	GPS:1575.42MHz±1.023MHz GLONASS:1597.5MHz~1605.8MHz BeiDou:1561.098MHz±2.046MHz

表 4: SC60-J*支持的频段/GNSS 功能

类型	SC60-J 频段
LTE-FDD	B1/B3/B8/B18/B19/B26
LTE-TDD	B41
WCDMA	B1/B6/B8/B19
TD-SCDMA	/
EVDO/CDMA	/
GSM	/
Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac	2402MHz~2482MHz; 5180MHz~5825MHz
BT4.2 LE	2402MHz~2480MHz
GNSS	GPS:1575.42MHz±1.023MHz GLONASS:1597.5MHz~1605.8MHz BeiDou:1561.098MHz±2.046MHz

表 5: SC60-AU*支持的频段/GNSS 功能

类型	频段
LTE-FDD	B1/B3/B5/B7/B8/B28
LTE-TDD	B40
WCDMA	B1/B2/B5/B8
TD-SCDMA	/
EVDO/CDMA	/
GSM	850/900/1800/1900MHz
Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac	2402MHz~2482MHz; 5180MHz~5825MHz
BT4.2 LE	2402MHz~2480MHz
GNSS	GPS:1575.42MHz±1.023MHz GLONASS:1597.5MHz~1605.8MHz BeiDou:1561.098MHz±2.046MHz

表 6: SC60-LA*支持的频段/GNSS 功能

类型	频段
LTE-FDD	B2/B4/B5/B7/B8/B28
LTE-TDD	B40
WCDMA	B2/B5/B8
TD-SCDMA	/
EVDO/CDMA	/
GSM	850/900/1900MHz
Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac	2402MHz~2482MHz; 5180MHz~5825MHz
BT4.2 LE	2402MHz~2480MHz
GNSS	GPS:1575.42MHz±1.023MHz GLONASS:1597.5MHz~1605.8MHz BeiDou:1561.098MHz±2.046MHz

表 7: SC60-W 支持的频段/GNSS 功能

类型	频段
LTE-FDD	/
LTE-TDD	/
WCDMA	/
TD-SCDMA	/
EVDO/CDMA	/
GSM	/
Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac	2402MHz~2482MHz; 5180MHz~5825MHz
BT4.2 LE	2402MHz~2480MHz
GNSS	/

备注

“*” 表示正在开发中。

SC60 是贴片式模块，共有 323 个引脚，包括 152 个 LCC 引脚和 171 个 LGA 引脚。尺寸仅为 43.0mm × 44.0mm × 2.85mm，可通过焊盘内嵌于各类 M2M 产品应用中，非常适合开发 POS 机、车载电脑、多媒体终端、智能家居、物联网终端等移动设备。

2.2. 主要性能

下表描述了 SC60 详细的性能参数：

表 8: 主要性能参数

性能	说明
应用处理器	SC60 R1.0: 八核 64 位 ARM Cortex-A53 处理器，主频 1.8GHz ● 两个采用 512KB 二级缓存的 4 核处理器
	SC60 R2.0: 八核 64 位 ARM Cortex-A53 处理器，主频 2.0GHz（高性能）

	<ul style="list-style-type: none"> ● 一个采用 1MB 二级缓存的 4 核处理器 ● 一个采用 512KB 二级缓存的 4 核处理器
Modem system	Hexagon DSP v56 内核 工作频率 850MHz 768KB 二级缓存
GPU	SC60 R1.0 采用高通 Adreno™ 506 GPU，支持 64 位寻址，工作频率 600MHz SC60 R2.0 采用高通 Adreno™ 506 GPU，支持 64 位寻址，工作频率 650MHz
存储	16GB eMMC + 2GB LPDDR3（默认） 32GB eMMC + 4GB LPDDR3（可选）
操作系统	Android 7.1
供电	VBAT 供电电压范围：3.55V~4.4V 典型供电电压：3.8V
发射功率	Class 4 (33dBm±2dB) for GSM850 Class 4 (33dBm±2dB) for EGSM900 Class 1 (30dBm±2dB) for DCS1800 Class 1 (30dBm±2dB) for PCS1900 Class E2 (27dBm±3dB) for GSM850 8-PSK Class E2 (27dBm±3dB) for EGSM900 8-PSK Class E2 (26dBm±3dB) for DCS1800 8-PSK Class E2 (26dBm±3dB) for PCS1900 8-PSK Class 3 (24dBm+1/-3dB) for WCDMA bands Class 3 (24dBm+3/-1dB) for EVDO/CDMA BC0 Class 2 (24dBm+1/-3dB) for TD-SCDMA bands Class 3 (23dBm±2dB) for LTE-FDD bands Class 3 (23dBm±2dB) for LTE-TDD bands
LTE 特性	支持 3GPP R8 Cat 6* 和 Cat 4 支持 1.4MHz~20MHz 射频带宽 支持下行 2 × 2 MIMO <ul style="list-style-type: none"> ● Cat 6* FDD: 最大 300Mbps (DL)/最大 50Mbps (UL) ● Cat 6* TDD: 最大 265Mbps (DL)/最大 30Mbps (UL) ● Cat 4 FDD: 最大 150Mbps (DL)/最大 50Mbps (UL) ● Cat 4 TDD: 最大 130Mbps (DL)/最大 30Mbps (UL)
UMTS 特性	支持 3GPP R9 DC-HSDPA/DC-HSUPA/HSPA+/HSDPA/HSUPA/WCDMA 支持 QPSK, 16-QAM 和 64-QAM 调制 <ul style="list-style-type: none"> ● DC-HSDPA: 最大 42Mbps (DL) ● DC-HSUPA: 最大 11.2Mbps (UL) ● WCDMA: 最大 384Kbps (DL)/最大 384Kbps (UL)
TD-SCDMA 特性	支持 CCSA Release 3 TD-SCDMA <ul style="list-style-type: none"> ● 最大 4.2Mbps (DL)/最大 2.2 Mbps (UL)
CDMA2000 特性	支持 3GPP2 CDMA2000 1X Advanced 和 1xEV-DO Rev.A

	<ul style="list-style-type: none"> ● EVDO: 最大 3.1Mbps (DL)/最大 1.8 Mbps (UL) ● 1X Advanced: 最大 307.2Kbps (DL)/最大 307.2Kbps (UL)
GSM 特性	<p>R99: CSD: 9.6Kbps, 14.4Kbps</p> <p>GPRS: 支持 GPRS 多时隙等级 33 (默认 33) 编码格式: CS-1, CS-2, CS-3 和 CS-4 最大 107 Kbps (DL), 85.6Kbps (UL)</p> <p>EDGE: 支持 EDGE 多时隙等级 33 (默认 33) 支持 GMSK 和 8-PSK 的调制编码方式 下行编码格式: CS 1-4 和 MCS 1-9 上行编码格式: CS 1-4 和 MCS 1-9 最大 296 Kbps (DL), 236.8Kbps (UL)</p>
WLAN 特性	2.4GHz 与 5GHz 频段, 支持 802.11a/b/g/n/ac, 最高至 433Mbps 支持 AP 模式
Bluetooth 特性	BT4.2 LE
卫星定位	GPS/GLONASS/BeiDou
短消息 (SMS)	<p>文本与 PDU 模式</p> <p>点对点短信收发</p> <p>短信小区广播</p>
LCM 接口	<p>支持 2 路 4-lane MIPI_DSI, 支持双屏显示</p> <p>最高支持 WUXGA (1920×1200) @60fps</p> <p>自带 4 路 WLED 背光驱动, 每路最大支持 30mA 电流</p>
摄像头接口	<p>3 路 4-lane MIPI_CSI, 最高速率达 2.1Gbps/lane</p> <p>可支持 3 路摄像头(4-lane + 4-lane + 4-lane)或 4 路摄像头(4-lane + 4-lane + 2-lane + 1-lane)</p> <p>SC60 R1.0: 最高支持 21MP 像素摄像头</p> <p>SC60 R2.0: 最高支持 24MP 像素摄像头</p>
视频编解码	<p>SC60 R1.0: 视频编解码: 1080P @60fps Wi-Fi 视频: 编码最高 1080P @30fps, 解码最高 1080P @60fps</p> <p>SC60 R2.0: 视频编解码: 4K @30fps, 1080P @60fps Wi-Fi 视频: 编码最高 1080P @30fps, 解码最高 1080P @60fps</p>
音频接口	<p>音频输入: 3 组模拟麦克风输入, 集成内部偏置</p> <p>音频输出: AB 类立体声耳机输出 AB 类差分听筒输出</p>

	D 类差分扬声器功放输出
音频编解码	G711, QCELP, EVRC, EVRC-B, EVRC-WB, AMR-NB, AMR-WB, GSM-EFR, GSM-FR, GSM-HR
USB 接口	支持 USB 3.0 超高速/2.0 高速模式, 最高速率达 5Gbps (USB 3.0)/480Mbps (USB 2.0) 支持 USB OTG 用于 AT 命令传送、数据传输、软件调试和软件升级等 驱动: 支持 Windows XP, Windows Vista, Windows 7/8/8.1
UART 接口	4 组串口: UART5、UART6、UART4 和 UART2 <ul style="list-style-type: none"> ● UART5 和 UART6 为支持 RTS、CTS 硬件流控的 4 线串口, 最高速率达 4Mbps ● UART4 为 2 线串口 ● UART2 用于调试, 也为 2 线接口
马达接口	可直接驱动 LRA/ERM 马达
SD 卡接口	支持 SD 3.0 支持 SD 卡热插拔
(U)SIM 接口	2 组(U)SIM 接口 支持 USIM/SIM 卡: 1.8V 和 2.95V 支持双卡双待 (软件默认支持)
I2C 接口	5 组 I2C, 用于触摸屏、摄像头、传感器等外设
I2S 接口	支持 I2S 外围设备
Flashlight 接口	2 路 Flashlight 接口, 用来驱动闪光灯、手电筒 <ul style="list-style-type: none"> ● 闪光灯模式下最大驱动电流为 1A, 默认驱动电流为 625mA ● 手电筒模式下最大驱动电流为 200mA, 默认驱动电流为 120mA
ADC 接口	2 路通用 ADC 接口, 最高支持 15 bit 采样精度
SPI 接口	2 组 SPI 接口, 模块只能做主设备 <ul style="list-style-type: none"> ● 1 组通用 SPI, 用来连接外设 ● 1 组专用 SPI, 用于连接指纹传感器
充电接口	用于电池电压检测、电量检测、电池温度检测等
实时时钟	支持
天线接口	主天线、分集天线、GNSS 天线、Wi-Fi/BT 天线接口
物理特征	尺寸: (43.0±0.15)mm × (44.0±0.15)mm × (2.85±0.2)mm 封装: LCC + LGA 重量: 约 13.0g
温度范围	正常工作温度: -35°C ~ +65°C ¹⁾ 扩展工作温度: -40°C ~ +75°C ²⁾ 存储温度范围: -40°C ~ +90°C

软件升级	通过 USB 口升级
RoHS	所有器件完全符合 EU RoHS 标准

备注

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

2.3. 功能框图

下图为 SC60 功能框图，阐述了其主要功能：

- 电源管理
- 射频部分
- 基带部分
- LPDDR3+EMMC 存储器
- 外围接口
 - USB 接口
 - (U)SIM 接口
 - UART 接口
 - SD 卡接口
 - I2C 接口
 - ADC 接口
 - LCM (MIPI)接口
 - 触摸屏(TP)接口
 - 摄像头(MIPI)接口
 - 音频接口

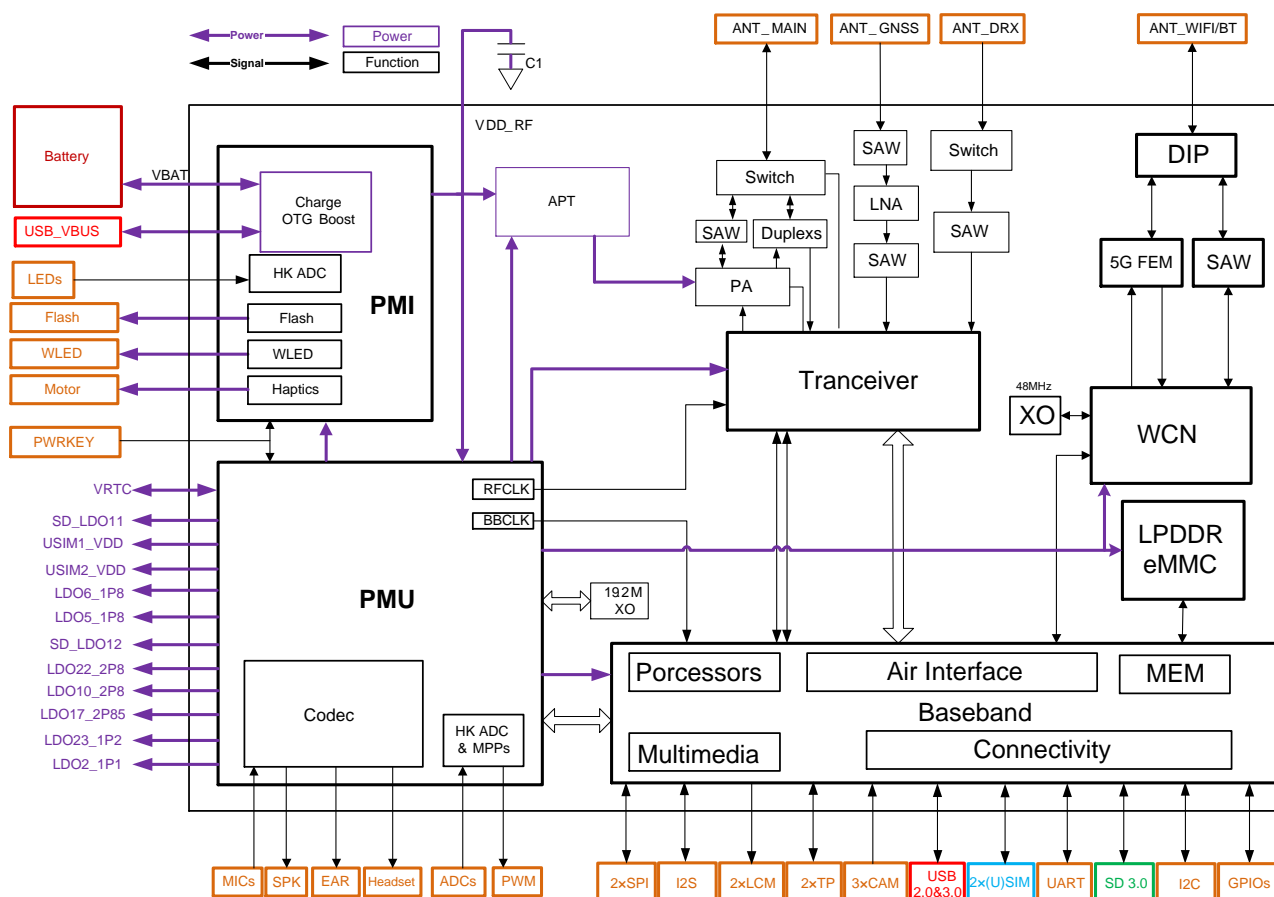


图 1：功能框图

2.4. 评估板

移远通信提供一整套评估板，以方便 SC60 模块的测试和使用。所述评估板工具包括 EVB 板、USB 转串口数据线、USB Type-C 数据线、电源适配器、电池、耳机及天线等。详细信息请参考文档 [1]。

3 应用接口

3.1. 概述

SC60 模块为 LCC+LGA 封装，共有 323 个引脚。后续章节详细阐述了模块各组接口的功能：

- 电源供电
- VRTC 接口
- 充电接口
- USB 接口
- UART 接口
- (U)SIM 接口
- SD 卡接口
- GPIO 接口
- I2C 接口
- I2S 接口
- SPI 接口
- ADC 接口
- 马达驱动接口
- LCM 接口
- 触摸屏接口
- 摄像头接口
- Flashlight 接口
- Sensor 接口
- 音频接口
- 紧急下载接口
- LED 指示接口

3.2. 引脚分配

SC60 模块的引脚分配图如下：

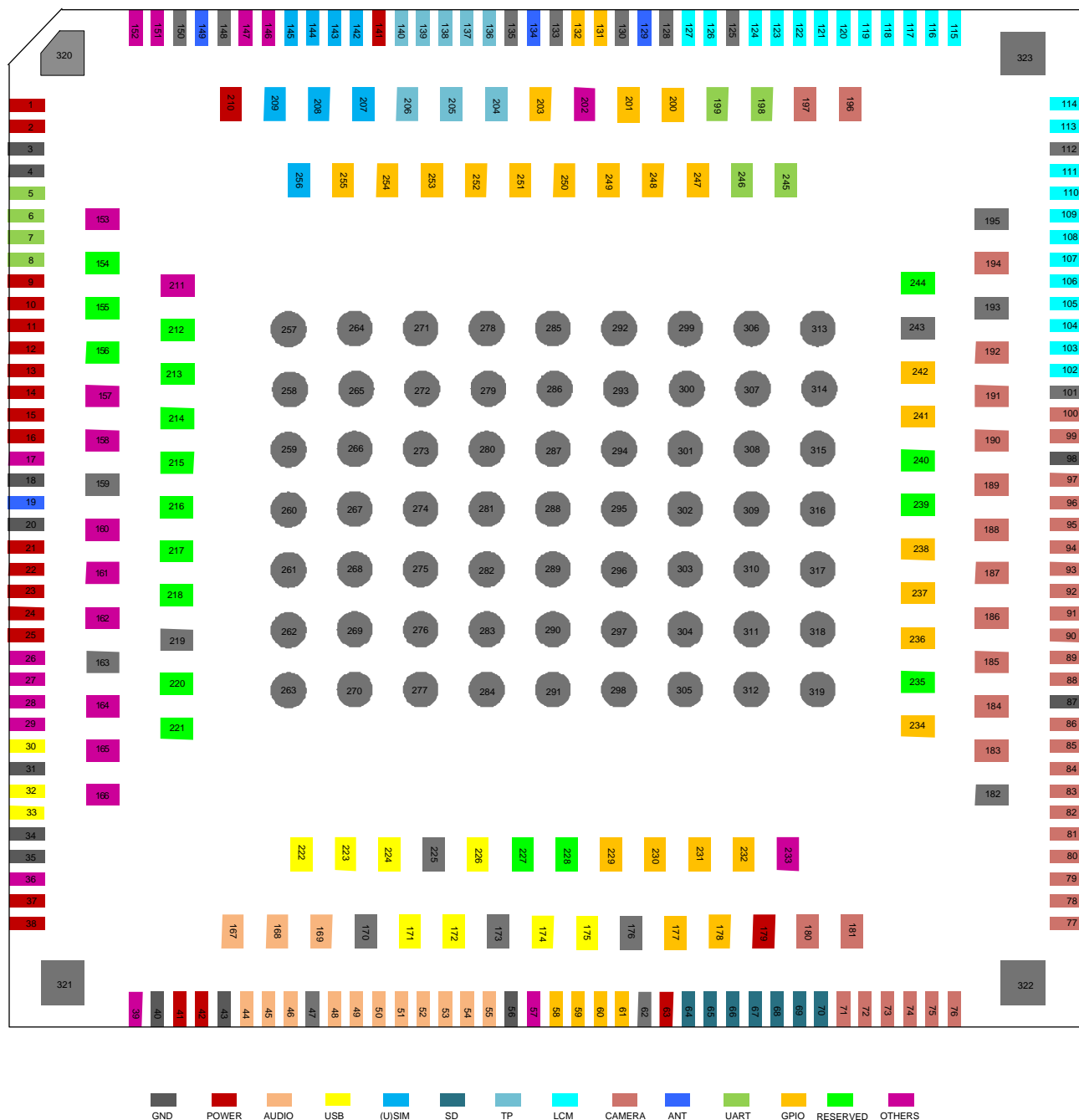


图 2：SC60 引脚分配图（俯视图）

3.3. 引脚描述

表 9: I/O 参数定义

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

SC60 的引脚功能及电气特性描述如下表所示:

表 10: 引脚描述

电源					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VBAT	37, 38	PI/PO	模块电源	Vmax=4.4V Vmin=3.55V Vnorm=3.8V	电源必须能够提供达 3A 的电流, 建议外部加稳压二极管稳压。
VDD_RF	1, 2	PO	模块射频电源, 需预留外部滤波电容	Vmax=4.4V Vmin=3.55V Vnorm=3.8V	不允许接外设。
VRTC	16	PI/PO	RTC 电源接口	V _O max=3.2V VBAT 无连接时: V _I =2.0V~3.25V	
LDO5_1P8	9	PO	输出 1.8V	Vnorm=1.8V I _O max=20mA	仅用于 I/O 口上拉和电平转换。 不用于外设供电。
LDO10_2P8	11	PO	输出 2.8V	Vnorm=2.8V I _O max=150mA	给外部传感器、触摸屏供电, 使用时需增

					加 1.0uF~4.7uF 旁路电容。 不用则悬空。
LDO6_1P8	10	PO	输出 1.8V	Vnorm=1.8V I _o max=300mA	给外部摄像头、LCD、传感器、I/O 口电压域供电，使用时需增加 1.0uF~2.2uF 旁路电容。 不用则悬空。
LDO17_2P85	12	PO	输出 2.85V	Vnorm=2.85V I _o max=300mA	给外部摄像头、LCD 供电，使用时需增加 1.0uF~4.7uF 旁路电容。 不用则悬空。
LDO23_1P2	15	PO	输出 1.2V	Vnorm=1.2V I _o max=600mA	给外部前置摄像头数字电压部分供电，使用时需增加 1.0uF~2.2uF 旁路电容。 不用则悬空。
LDO2_1P1	13	PO	输出 1.1V	Vnorm=1.1V I _o max=1200mA	给后置摄像头数字电压部分供电，使用时需增加 1.0uF~2.2uF 旁路电容。 不用则悬空。
LDO22_2P8	14	PO	输出 2.8V	Vnorm=2.8V I _o max=150mA	给摄像头模拟电压部分供电，使用时增加 1.0uF~4.7uF 旁路电容。 不用则悬空。
GND	3, 4, 18, 20, 31, 34, 35, 40, 43, 47, 56, 62, 87, 98, 101, 112, 125, 128, 130, 133, 135, 148, 150, 159, 163, 170, 173, 176, 182, 193, 195, 219, 225, 243,		地		

257~323

音频接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
MIC_BIAS	167	AO	MIC 偏置电压	$V_O=1.6V\sim2.85V$	
MIC1_P	44	AI	主麦克风输入正极		
MIC1_N	45	AI	主麦克风输入负极		
MIC_GND	168		MIC 地		如不用，须接地。
MIC2_P	46	AI	耳机 MIC 输入		
MIC3_P	169	AI	辅麦克风输入正极		
EAR_P	53	AO	听筒输出正极		
EAR_N	52	AO	听筒输出负极		
SPK_P	55	AO	扬声器输出正极		
SPK_N	54	AO	扬声器输出负极		
HPH_R	51	AO	耳机右声道		
HPH_REF	50	AI	耳机参考地		
HPH_L	49	AO	耳机左声道		
HS_DET	48	AI	耳机插入检测		默认高电平。

USB 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USB_VBUS	41, 42	PI/PO	充电电源输入； 给 OTG 外设供电； USB/适配器插入中 断检测	$V_{max}=10V$ $V_{min}=4V$ $V_{norm}=5.0V$	
USB_DM	33	IO	USB 2.0 差分数据 负	符合 USB 2.0 规范	要求差分阻抗 90Ω。
USB_DP	32	IO	USB 2.0 差分数据 正		
USB_ID	30	AI	USB ID 检测信号		默认高电平。

USB_SS_RX_P	171	AI	USB 3.0 差分接收正	符合 USB 3.0 规范
USB_SS_RX_M	172	AI	USB 3.0 差分接收负	
USB_SS_TX_P	174	AO	USB 3.0 差分发送正	
USB_SS_TX_M	175	AO	USB 3.0 差分发送负	
USB_VCONN	222	AI	USB Type-C 有源电缆供电输入	Vmax=5.25V Vmin=4.75V
USBC_CC2	223	AI/AO	USB Type-C 控制检测引脚 2	
USBC_CC1	224	AI/AO	USB Type-C 控制检测引脚 1	
USB_SS_SEL	226	DO	USB Type-C 开关控制引脚	

(U)SIM 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USIM1_DET	145	DI	(U)SIM1 卡插拔检测	V _{IL} max=0.63V V _{IH} min=1.17V	低电平有效，需要外部上拉到 1.8V。不用则悬空。软件默认关闭。
USIM1_RST	144	DO	(U)SIM1 卡复位信号	V _{OL} max=0.4V V _{OH} min=0.8 × USIM1_VDD	
USIM1_CLK	143	DO	(U)SIM1 卡时钟信号	V _{OL} max=0.4V V _{OH} min=0.8 × USIM1_VDD	
USIM1_DATA	142	IO	(U)SIM1 卡数据信号	V _{IL} max=0.2 × USIM1_VDD V _{IH} min=0.7 × USIM1_VDD V _{OL} max=0.4V V _{OH} min=0.8 × USIM1_VDD	
USIM1_VDD	141	PO	(U)SIM1 卡供电电源	1.8V (U)SIM: Vmax=1.85V Vmin=1.75V 2.95V (U)SIM: Vmax=3.1V	模块自动识别 1.8V 或 2.95V (U)SIM 卡。

				Vmin=2.8V	
USIM2_DET	256	DI	(U)SIM2 卡插拔检测	V _{IL} max=0.63V V _{IH} min=1.17V	低电平有效，需要外部上拉到 1.8V。不用则悬空。软件默认关闭。
USIM2_RST	207	DO	(U)SIM2 卡复位信号	V _{OL} max=0.4V V _{OH} min=0.8 × USIM2_VDD	
USIM2_CLK	208	DO	(U)SIM2 卡时钟信号	V _{OL} max=0.4V V _{OH} min=0.8 × USIM2_VDD	
USIM2_DATA	209	IO	(U)SIM2 卡数据信号	V _{IL} max=0.2 × USIM2_VDD V _{IH} min=0.7 × USIM2_VDD V _{OL} max=0.4V V _{OH} min=0.8 × USIM2_VDD	
USIM2_VDD	210	PO	(U)SIM2 卡供电电源	1.8V (U)SIM: Vmax=1.85V Vmin=1.75V 2.95V (U)SIM: Vmax=3.1V Vmin=2.8V	模块自动识别 1.8V 或 2.95V (U)SIM 卡。

UART 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
UART2_TXD	5	DO	UART2 发送数据；默认为 Debug 口	V _{OL} max=0.45V V _{OH} min=1.35V	
UART2_RXD	6	DI	UART2 接收数据；默认为 Debug 口	V _{IL} max=0.63V V _{IH} min=1.17V	
UART4_TXD	7	DO	UART4 发送数据	V _{OL} max=0.45V V _{OH} min=1.35V	
UART4_RXD	8	DI	UART4 接收数据	V _{IL} max=0.63V V _{IH} min=1.17V	1.8V 电源域。不用则悬空。
UART5_RXD	198	DI	UART5 接收数据	V _{IL} max=0.63V V _{IH} min=1.17V	
UART5_TXD	199	DO	UART5 发送数据	V _{OL} max=0.45V V _{OH} min=1.35V	
UART5_RTS	245	DO	UART5 请求发送	V _{OL} max=0.45V V _{OH} min=1.35V	

UART5_CTS	246	DI	UART5 清除发送	$V_{ILmax}=0.63V$ $V_{IHmin}=1.17V$	
-----------	-----	----	------------	--	--

SD 卡接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SD_CLK	70	DO	SD 卡高速数字时钟	1.8V SD 卡: $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.4V$ 2.95V SD 卡: $V_{OLmax}=0.37V$ $V_{OHmin}=2.2V$	
SD_CMD	69	IO	SD 卡控制信号	1.8V SD 卡: $V_{ILmax}=0.58V$ $V_{IHmin}=1.27V$ $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.4V$ 2.95V SD 卡: $V_{ILmax}=0.73V$ $V_{IHmin}=1.84V$ $V_{OLmax}=0.37V$ $V_{OHmin}=2.2V$	
SD_DATA0	68	IO	高速双向数字信号	1.8V SD 卡: $V_{ILmax}=0.58V$	
SD_DATA1	67	IO		$V_{IHmin}=1.27V$	
SD_DATA2	66	IO		$V_{OLmax}=0.45V$	
				$V_{OHmin}=1.4V$	
SD_DATA3	65	IO		2.95V SD 卡: $V_{ILmax}=0.73V$ $V_{IHmin}=1.84V$ $V_{OLmax}=0.37V$ $V_{OHmin}=2.2V$	
SD_DET	64	DI	SD 卡插入检测	$V_{ILmax}=0.63V$ $V_{IHmin}=1.17V$	SD 卡插入检测信号，低电平有效。
SD_LDO11	63	PO	SD 卡供电电源	$V_{norm}=2.95V$ $I_{Omax}=800mA$	
SD_LDO12	179	PO	SD 卡上拉电源；输出 1.8V/2.95V	$V_{norm}=1.8V/2.95V$ $I_{Omax}=50mA$	仅供 SD 卡上拉。

触摸屏接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
-----	-----	-----	----	-------	----

TP0_RST	138	DO	触摸屏复位信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电源域。 低电平有效。
TP0_INT	139	DI	触摸屏中断信号	$V_{ILmax}=0.63V$ $V_{IHmin}=1.17V$	1.8V 电源域。
TP0_I2C_ SCL	140	OD	触摸屏 I2C 时钟		1.8V 电源域。
TP0_I2C_ SDA	206	OD	触摸屏 I2C 数据		1.8V 电源域。
TP1_RST	136	DO	触摸屏复位信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电源域。 低电平有效。
TP1_INT	137	DI	触摸屏中断信号	$V_{ILmax}=0.63V$ $V_{IHmin}=1.17V$	1.8V 电源域。
TP1_I2C_ SDA	204	OD	触摸屏 I2C 数据		1.8V 电源域。
TP1_I2C_ SCL	205	OD	触摸屏 I2C 时钟		1.8V 电源域。

LCM 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
LCD_BL_A	21	PO	LCD 背光驱动电流 输出		
LCD_BL_K1	22	AI	LCD 背光驱动电流 输入		
LCD_BL_K2	23	AI	LCD 背光驱动电流 输入		
LCD_BL_K3	24	AI	LCD 背光驱动电流 输入		
LCD_BL_K4	25	AI	LCD 背光驱动电流 输入		
PMU_MPP4	152	DO	PWM 输出		
LCD0_RST	127	DO	LCD0 复位信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电源域。 低电平有效。
LCD0_TE	126	DI	LCD0 tearing effect 信号	$V_{ILmax}=0.63V$ $V_{IHmin}=1.17V$	1.8V 电源域。
LCD1_RST	113	DO	LCD1 复位信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电源域。 低电平有效。
LCD1_TE	114	DI	LCD1 tearing effect 信号	$V_{ILmax}=0.63V$ $V_{IHmin}=1.17V$	1.8V 电源域。
DSI0_CLK_N	116	AO	LCD0 MIPI 时钟负		
DSI0_CLK_P	115	AO	LCD0 MIPI 时钟正		

DSI0_LN0_N	118	AO	LCD0 MIPI 数据 0 负
DSI0_LN0_P	117	AO	LCD0 MIPI 数据 0 正
DSI0_LN1_N	120	AO	LCD0 MIPI 数据 1 负
DSI0_LN1_P	119	AO	LCD0 MIPI 数据 1 正
DSI0_LN2_N	122	AO	LCD0 MIPI 数据 2 负
DSI0_LN2_P	121	AO	LCD0 MIPI 数据 2 正
DSI0_LN3_N	124	AO	LCD0 MIPI 数据 3 负
DSI0_LN3_P	123	AO	LCD0 MIPI 数据 3 正
DSI1_CLK_N	103	AO	LCD1 MIPI 时钟负
DSI1_CLK_P	102	AO	LCD1 MIPI 时钟正
DSI1_LN0_N	105	AO	LCD1 MIPI 数据 0 负
DSI1_LN0_P	104	AO	LCD1 MIPI 数据 0 正
DSI1_LN1_N	107	AO	LCD1 MIPI 数据 1 负
DSI1_LN1_P	106	AO	LCD1 MIPI 数据 1 正
DSI1_LN2_N	109	AO	LCD1 MIPI 数据 2 负
DSI1_LN2_P	108	AO	LCD1 MIPI 数据 2 正
DSI1_LN3_N	111	AO	LCD1 MIPI 数据 3 负
DSI1_LN3_P	110	AO	LCD1 MIPI 数据 3 正

摄像头接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
CSI0_CLK_N	89	AI	CAM0 MIPI 时钟负		
CSI0_CLK_P	88	AI	CAM0 MIPI 时钟正		
CSI0_LN0_N	91	AI	CAM0 MIPI 数据 0 负		
CSI0_LN0_P	90	AI	CAM0 MIPI 数据 0 正		
CSI0_LN1_N	93	AI	CAM0 MIPI 数据 1 负		

CSI0_LN1_P	92	AI	CAM0 MIPI 数据 1 正	
CSI0_LN2_N	95	AI	CAM0 MIPI 数据 2 负	
CSI0_LN2_P	94	AI	CAM0 MIPI 数据 2 正	
CSI0_LN3_N	97	AI	CAM0 MIPI 数据 3 负	
CSI0_LN3_P	96	AI	CAM0 MIPI 数据 3 正	
CSI1_CLK_N	184	AI	CAM1 MIPI 时钟负	
CSI1_CLK_P	183	AI	CAM1 MIPI 时钟正	
CSI1_LN0_N	186	AI	CAM1 MIPI 数据 0 负	
CSI1_LN0_P	185	AI	CAM1 MIPI 数据 0 正	
CSI1_LN1_N	188	AI	CAM1 MIPI 数据 1 负	
CSI1_LN1_P	187	AI	CAM1 MIPI 数据 1 正	
CSI1_LN2_N	190	AI	CAM1 MIPI 数据 2 负	可复用为第四组摄像头差分数据（负）。
CSI1_LN2_P	189	AI	CAM1 MIPI 数据 2 正	可复用为第四组摄像头差分数据（正）。
CSI1_LN3_N	192	AI	CAM1 MIPI 数据 3 负	可复用为第四组摄像头差分时钟（负）。
CSI1_LN3_P	191	AI	CAM1 MIPI 数据 3 正	可复用为第四组摄像头差分时钟（正）。
CSI2_CLK_N	78	AI	CAM2 MIPI 时钟负	
CSI2_CLK_P	77	AI	CAM2 MIPI 时钟正	
CSI2_LN0_N	80	AI	CAM2 MIPI 数据 0 负	
CSI2_LN0_P	79	AI	CAM2 MIPI 数据 0 正	
CSI2_LN1_N	82	AI	CAM2 MIPI 数据 1 负	
CSI2_LN1_P	81	AI	CAM2 MIPI 数据 1 正	
CSI2_LN2_N	84	AI	CAM2 MIPI 数据 2 负	
CSI2_LN2_P	83	AI	CAM2 MIPI 数据 2 正	
CSI2_LN3_N	86	AI	CAM2 MIPI 数据 3 负	

CSI2_LN3_P	85	AI	CAM2 MIPI 数据 3 正		
MCAM_MCLK	99	DO	后置摄像头时钟信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电源域。
SCAM_MCLK	100	DO	前置摄像头时钟信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电源域。
MCAM_RST	74	DO	后置摄像头复位信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电源域。
MCAM_PWDN	73	DO	后置摄像头关断信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电源域。
SCAM_RST	72	DO	前置摄像头复位信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电源域。
SCAM_PWDN	71	DO	前置摄像头关断信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V 电源域。
CAM_I2C_SCL	75	OD	摄像头 I2C 时钟信号		1.8V 电源域。
CAM_I2C_SDA	76	OD	摄像头 I2C 数据信号		1.8V 电源域。
DCAM_MCLK	194	DO	景深摄像头时钟信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	
CAM4_MCLK	236	DO	第四组摄像头时钟信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	
DCAM_RST	180	DO	景深摄像头复位信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	
DCAM_PWDN	181	DO	景深摄像头关断信号	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	
DCAM_I2C_SDA	197	OD	景深摄像头 I2C 数据信号		1.8V 电源域。
DCAM_I2C_SCL	196	OD	景深摄像头 I2C 时钟信号		1.8V 电源域。

按键接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PWRKEY	39	DI	开关机	$V_{ILmax}=0.63V$ $V_{IHmin}=1.17V$	内部 1.8V 上拉，低电平有效。
VOL_UP	146	DI	音量加	$V_{ILmax}=0.63V$ $V_{IHmin}=1.17V$	不用则悬空。
VOL_DOWN	147	DI	音量减	$V_{ILmax}=0.63V$ $V_{IHmin}=1.17V$	不用则悬空。

SENSOR_I2C 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
-----	-----	-----	----	-------	----

SENSOR_I2C_SCL	131	OD	外部传感器 I2C 时钟	1.8V 电源域。
SENSOR_I2C_SDA	132	OD	外部传感器 I2C 数据	1.8V 电源域。

ADC 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PMI_MPP1	153	AI	通用 ADC 检测		最高输入电压 1.5V。
PMU_MPP2	151	AI	通用 ADC 检测		最高输入电压 1.7V。

充电接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
BAT_PLUS	27	AI	电池电压检测差分输入正		保持连接，不能悬空。
BAT_MINUS	28	AI	电池电压检测差分输入负		保持连接，不能悬空。
VBAT_SNS	36	AI	充电电池电压检测		最高 4.75V 输入电压，不能悬空。
CS_PLUS	165	AI	电池电流检测电阻输入正		默认悬空，即采用模块内部的电流检测机制。
CS_MINUS	166	AI	电池电流检测电阻输入负		

天线接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ANT_MAIN	19	IO	主天线接口		50Ω 特性阻抗
ANT_DRX	149	AI	分集天线接口		
ANT_GNSS	134	AI	GNSS 天线接口		
ANT_WIFI/BT	129	IO	Wi-Fi/BT 天线接口		

GPIO 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
GPIO_0	248	IO	GPIO		
GPIO_1	247	IO	GPIO		
GPIO_2	201	IO	GPIO		

GPIO_3	200	IO	GPIO
GPIO_33	238	IO	GPIO
GPIO_36	237	IO	GPIO
GPIO_42	252	IO	GPIO
GPIO_43	253	IO	GPIO
GPIO_44	254	IO	GPIO
GPIO_45	255	IO	GPIO
GPIO_66	234	IO	GPIO
GPIO_89	232	IO	GPIO
GPIO_90	231	IO	GPIO
GPIO_96	230	IO	GPIO
GPIO_97	229	IO	GPIO
GPIO_98	177	IO	GPIO
GPIO_99	178	IO	GPIO
GPIO_105	242	IO	GRFC1
GPIO_107	241	IO	GRFC2

GRFC 只用于 RF Tuner 控制。

SPI 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SPI_CS	58	DO	片选信号		可复用为 UART6_CTS
SPI_CLK	59	DO	时钟信号		可复用为 UART6_RTS
SPI_MOSI	60	DO	数据输出信号		可复用为 UART6_TXD
SPI_MISO	61	DI	数据输入信号		可复用为 UART6_RXD
FP_SPI_CS	203	DO	片选信号		可复用为 I2S_WS
FP_SPI_CLK	250	DO	时钟信号		可复用为 I2S_SCK
FP_SPI_MOSI	249	DO	数据输出信号		可复用为 I2S_D0

FP_SPI_MISO	251	DI	数据输入信号		可复用为 I2S_D1
马达驱动接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
HAP_N	160	AO	马达驱动（负极）		接马达负极。
HAP_P	161	AO	马达驱动（正极）		接马达正极。
LED 指示接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
CHG_LED	157	AI	充电指示		输入电 流 范 围： 5mA~20mA
PMI_MPP2	158	AI	通用 LED 指示		输 入 电 流 范 围： 0mA~40mA
Flashlight 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
FLASH_LED1	26	AO	闪光灯驱动输出		支持闪光灯和手电筒模式。
FLASH_LED2	162	AO	闪光灯驱动输出		
紧急下载接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USB_BOOT	57	DI	强制模块进入紧急 下载模式		开机时 USB_BOOT 上 拉到 LDO5_1P8 可进入 紧急下载模式。
其它引脚					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
BAT_RBIAS	164	AO	电池 NTC 上拉电源		默认悬空处理。
BAT_ID	17	AI	电池类型检测		不用则悬空。
BAT_THERM	29	AI	电池温度检测		模块内部上拉，外部只 需 47K NTC 电阻接地。
GNSS_LNA_ EN	202	DO	LNA 使能控制		仅用于测试。 不用则悬空。
S2A	211		S2A 和 S2B 在模块		
S2B	233		内部直连		

预留引脚

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RESERVED	154, 155, 156, 212~218, 220, 221, 227, 228, 235, 239, 240, 244		预留引脚		默认悬空处理。

3.4. 供电电源

3.4.1. 电源特性

SC60 提供 2 个 VBAT 引脚和 2 个 VDD_RF 引脚。其中，VBAT 引脚用于连接外部电池给模块供电；VDD_RF 引脚用于外接射频电源滤波电容。

3.4.2. 减少电压跌落

SC60 的电源电压输入范围为 3.55V~4.4V，推荐值为 3.8V。VBAT 电源的性能，比如负载能力、纹波的大小等等，都会直接影响模块的性能和稳定性。极限情况下，模块耗流有可能达到 3A 左右的瞬时峰值，若供电能力不足会有电压跌落。如果电压跌落到 3.1V 以下，会造成模块掉电关机。因此，用户在设计的时候请特别注意电源部分的设计：请确保即使在模块电流达到 3A 时，VBAT 跌落后的电压也不能低于 3.1V。如果电压跌落到 3.1V 以下，模块会掉电关机。

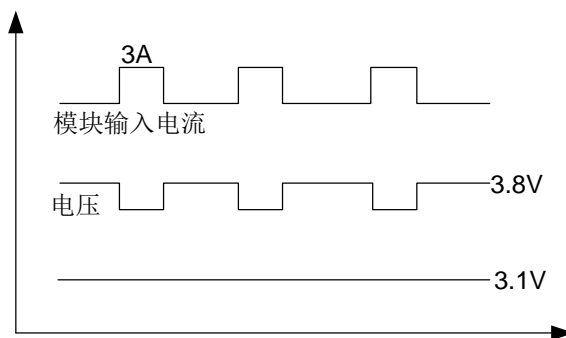


图 3：电源电压跌落示例

为保证 VBAT 电压不会跌落到 3.1V 以下，在靠近模块 VBAT 输入端，建议并联一个低 ESR (ESR=0.7Ω) 的 100uF 钽电容，以及 100nF、33pF (0603 封装) 和 10pF (0603 封装) 滤波电容，并且建议 VBAT 的

PCB 走线尽量短且足够宽，以减小 VBAT 走线的等效阻抗，确保在最大发射功率时大电流下不会产生太大的电压跌落。建议 VBAT 走线宽度不少于 3mm；并且走线越长，线宽越宽；电源部分的地平面尽量完整。

为抑制电源波动冲击，确保输出电源的稳定，建议在电源前端加一个额定功率在 0.5W 以上的稳压二极管，并靠近模块的 VBAT 摆放，以起到稳压作用，参考电路如下：

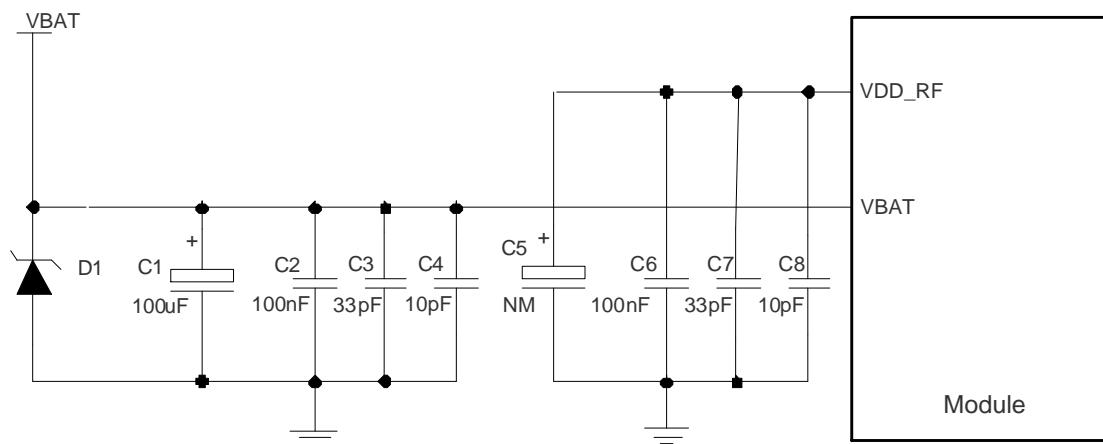


图 4: VBAT 输入参考电路

3.4.3. 供电参考电路

电源设计对模块的供电至关重要，必须选择能够提供至少 3A 电流能力的电源。若输入电压跟模块供电电压之间的电压差不是很大，建议选择 LDO 作为供电电源，但需要考虑 LDO 本身的热功耗。若输入输出之间存在比较大的电压差，则建议使用开关电源转换器。

下图是+5V 供电的参考设计，采用了 MICROCHIP 公司的 LDO，型号为 MIC29502WU。其典型输出电压为 3.8V，额定电流峰值到 5.0A。

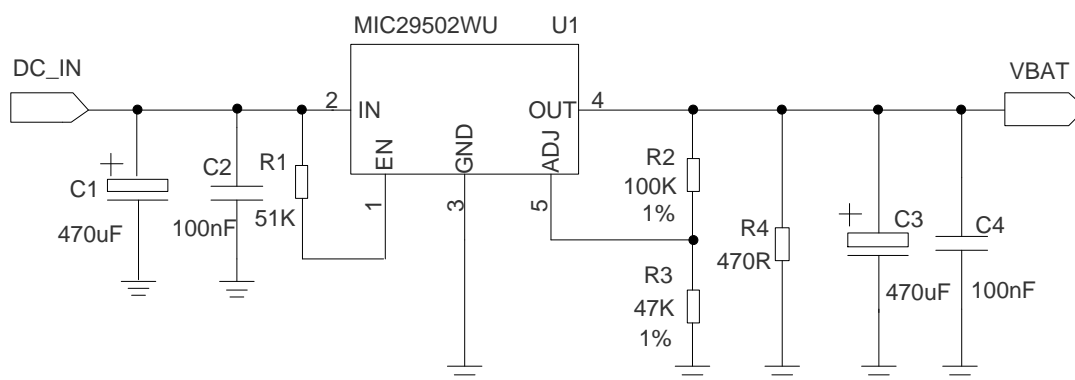


图 5: 供电输入参考设计

备注

1. 当模块出现异常导致无法正常关机时，建议先断开电源以关闭模块，然后再重新上电以重启模块。
2. 模块默认支持充电功能。如果客户使用上图的方式设计电源，则需要通过软件关闭充电功能，或者在VBAT通路上串接肖特基二极管，以防止电流反向流入电源芯片。
3. 当电量降低到0%时，系统会触发自动关机；故电源设计应与电量计（Fuel Gauge）的驱动配置相一致。

3.5. 开关机

3.5.1. 模块开机

VBAT 上电后，通过拉低 PWRKEY 至少 1.6s 可以使模块开机。PWRKEY 内部有上拉，高电平电压典型值为 1.8V。

推荐使用开集驱动电路来控制 PWRKEY 引脚，参考电路如下：

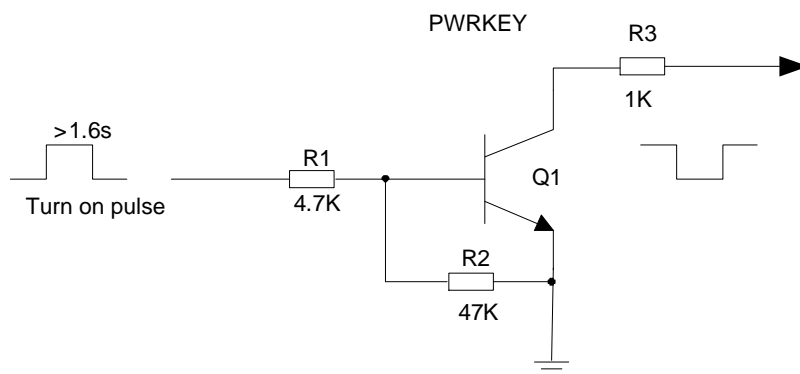


图 6：开集驱动参考开机电路

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，并且串联 1K 电阻到 PWRKEY，参考电路如下：

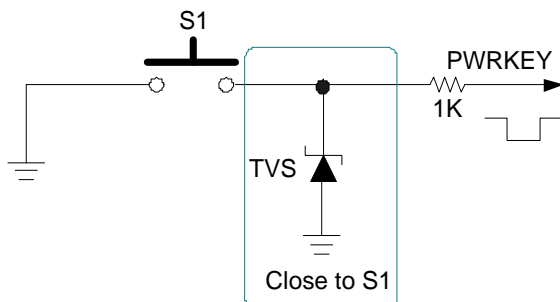


图 7：按键开机参考电路

开机时序图如下图所示：

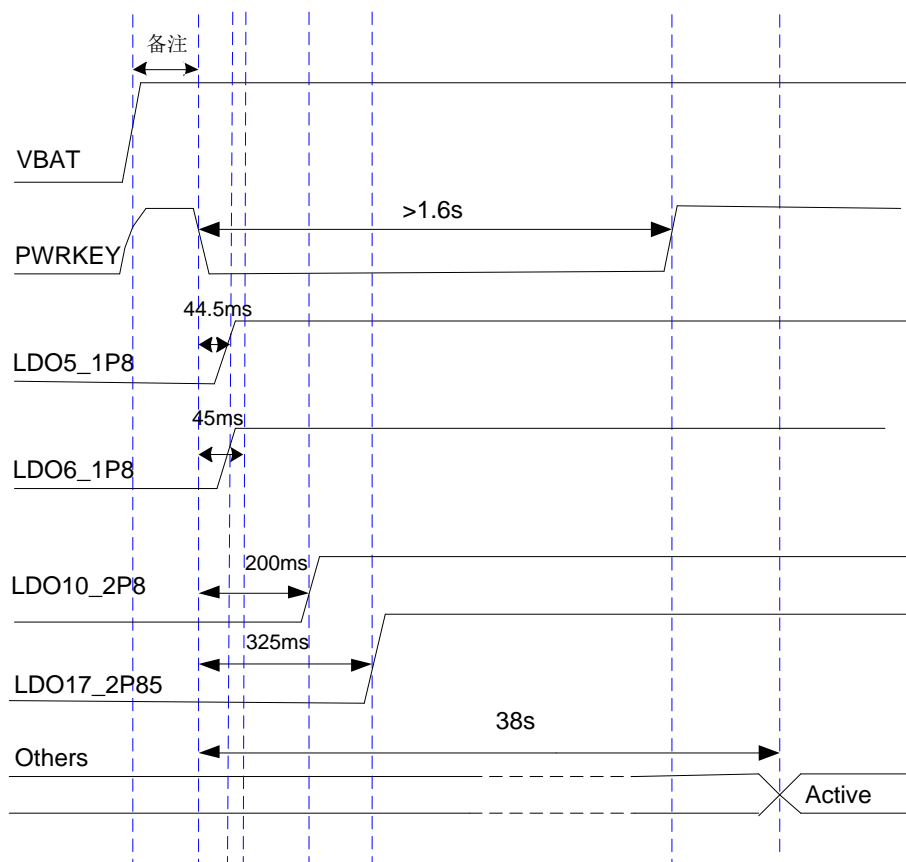


图 8：开机时序图

备注

在拉低 PWRKEY 之前，需要保证 VBAT 电压稳定。建议 VBAT 上电达到 3.8V 且稳定 30ms 之后再拉低 PWRKEY。不能一直拉低该引脚。

3.5.2. 模块关机

通过拉低 PWRKEY 至少 1 秒可实现模块关机。模块检测到关机动作以后，屏幕会有提示窗弹出以便确认是否执行关机动作。

也可以通过长时间（最少 8s）拉低 PWRKEY 来实现强制关机。强制关机时序图如下所示：

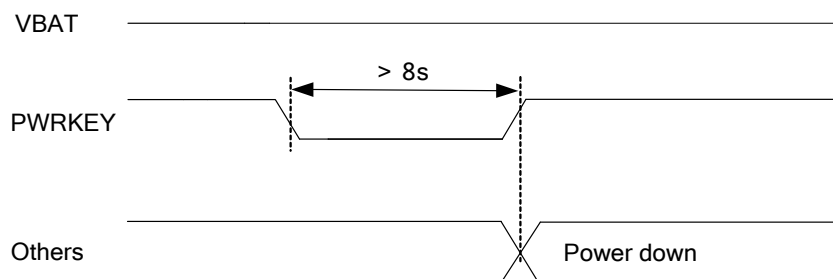


图 9：强制关机时序图

3.6. VRTC 接口

VRTC 为模块内部 RTC 的外部供电引脚。当 VBAT 断开后，用户需要保存实时时钟时，则 VRTC 引脚不能悬空，可以通过连接一个外部电池至 VRTC 引脚来供电。RTC 电源使用外部电池供电时参考电路如下：

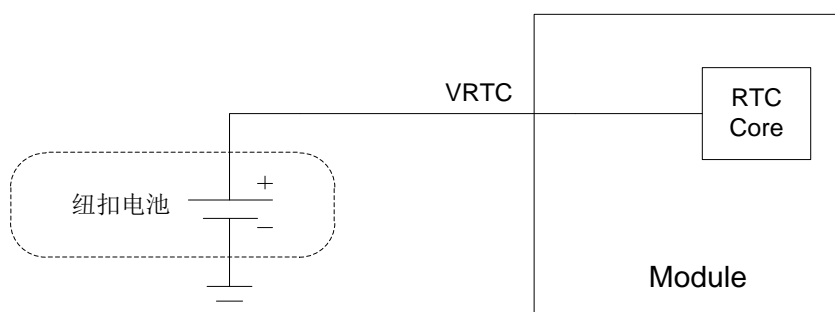


图 10：可充电纽扣电池给 RTC 供电

若 RTC 失效，模块上电后可以通过网络进行时间同步。

- VRTC 电源输入电压范围为 2.0V~3.25V，典型值为 3.0V；
- 通过 VBAT 供电时，RTC 误差是 50ppm；通过 VRTC 供电时，RTC 误差是 200ppm；
- 当外接可充电纽扣电池时，要求纽扣电池的 ESR 小于 2K，推荐使用 SEIKO 的 MS621FE FL11E。

3.7. 电源输出

SC60 有多路电源输出，用于外围电路供电。在应用时，建议并联 33pF 和 10pF 电容，可以有效去除高频干扰。

表 11：电源描述

名称	可编程范围 (V)	默认电压 (V)	驱动电流 (mA)	待机
LDO5_1P8	1.750~3.3375	1.8	20	保持
LDO6_1P8	1.750~3.3375	1.8	300	/
LDO10_2P8	1.750~3.3375	2.8	150	/
LDO17_2P85	1.750~3.3375	2.85	300	/
LDO2_1P1	0.375~1.5375	1.1	1200	/
LDO22_2P8	1.750~3.3375	2.8	150	/
LDO23_1P2	0.375~1.5375	1.2	600	/
SD_LDO12	1.750~3.3375	1.8/2.95	50	/
SD_LDO11	1.750~3.3375	2.95	800	/
USIM1_VDD	1.750~3.3375	1.8/2.95	50	/
USIM2_VDD	1.750~3.3375	1.8/2.95	50	/

3.8. 充电和电池管理

SC60 模块可编程开关模式锂电池充电功能，可以给单节锂电池和聚合物电池充电。其充电过程包括涓流充电、预充电、恒流充电、恒压充电等状态。

- 涓流充电：电池电压低于 2.1V 时，系统处于涓流充电模式，充电电流为 45mA；
- 预充电：当电池电压在 2.1V~3.0V（截止电压可编程：2.4V~3.0V，默认 3.0V）之间时，模块进入预充电模式，充电电流默认为 250mA（可编程：100mA~250mA，默认 250mA）；
- 恒流充电：当电池电压在预充电截止电压和 4.2V（恒流充电截止电压可编程：3.6V~4.5V，默认 4.2V）之间时，模块进入恒流充电模式，充电电流软件可设置为 300mA~3000mA（软件默认设置：USB 充电电流为 500mA，适配器充电电流为 2A）；
- 恒压充电：当电池电压达到 4.2V 时开始恒压充电，此时充电电流逐渐下降，当充电电流降低到 100mA 左右时，截止充电。

表 12：充电接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_VBUS	41, 42	PI/PO	充电电源输入； 给 OTG 外设供电； USB/适配器插入中断检测	Vmax=10V Vmin=4V Vnorm=5.0V
VBAT	37, 38	PI/PO	模块电源	Vmax=4.4V Vmin=3.55V Vnorm=3.8V
BAT_ID	17	AI	电池类型检测	不用则悬空。
BAT_PLUS	27	AI	电池电压检测差分输入正	保持连接，不能悬空。
BAT_MINUS	28	AI	电池电压检测差分输入负	保持连接，不能悬空。
BAT_THERM	29	AI	电池温度检测	模块内部上拉，外部只需 47K NTC 电阻接地。
VBAT_SNS	36	AI	充电电池电压检测	最高 4.75V 输入电压，不能悬空。
BAT_RBIAS	164	AO	电池 NTC 上拉电源	默认悬空处理。
CS_PLUS	165	AI	电池电流检测电阻输入正	默认采用模块内部的电流检测机制，默认悬空。
CS_MINUS	166	AI	电池电流检测电阻输入负	

SC60 模块带有电池温度检测功能。该功能的实现需要电池内部集成有热敏电阻（默认选择 47K 1%，B 常数为 4050K 的 NTC，推荐 SUNLORD 的 SDNT1608X473F4050FTF），并且该热敏电阻需连接到 VBAT_THERM 引脚。VBAT_THERM 引脚若不连接，则会导致不开机、电池不能充电、电池电量显示错误等故障。电池充电连接示意图如下所示：

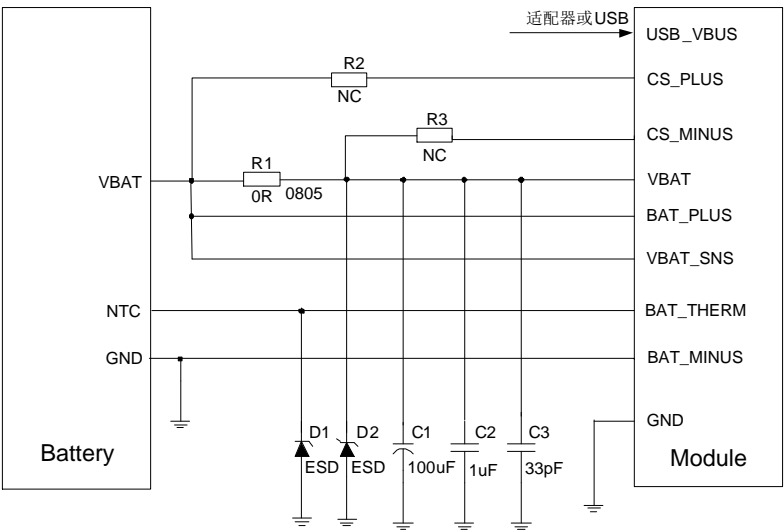


图 11：电池充电连接示意图

SC60 模块带有电池电量检测（Fuel Gauge）功能；它能够精确地估算电池的实时电量，不仅能够很好地保护电池，防止其过放电，同时也能够让用户精确地知道剩余电量来估算所能使用的时间，以及及时保存重要数据。

掌机、手持 POS 机等移动设备都使用电池进行供电。针对不同型号的电池，需要修改软件中电池充放电曲线以达到最佳的应用效果。

如果客户使用的电池没有热敏电阻，或者客户使用电源适配器对模块进行供电，则只需连接 VBAT 和 GND。此时为防止系统误判电池不存在而导致无法开机，客户应该将 VBAT_THERM 引脚通过一个 47KΩ 的电阻连接到 GND。VBAT_SNS、BAT_PLUS 和 BAT_MINUS 引脚必须连接，否则会影响模块正常使用。BAT_PLUS 和 BAT_MINUS 用于检测电池电压，为保证精度，需要差分走线。CS_PLUS 和 CS_MINUS 用来检测电池充放电电流，默认采用内部的电流检测机制，故 CS_PLUS 和 CS_MINUS 引脚可做悬空处理。

3.9. USB 接口

SC60 提供一路 USB 接口，该接口符合 USB 3.0/2.0 规范，支持 USB OTG。USB 3.0 最高速率达 5Gbps；USB 2.0 最高支持 480Mbps，且向下兼容全速（12Mbps）模式。USB 接口可用于 AT 命令传送、数据传输、软件调试和软件升级。

下表为 USB 接口的引脚定义：

表 13：USB 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_VBUS	41, 42	PI/PO	充电电源输入； 给 OTG 外设供电； USB/适配器插入中断检测	Vmax=10V Vmin=4V Vnorm=5.0V
USB_DM	33	IO	USB 2.0 差分数据负	90Ω 差分走线
USB_DP	32	IO	USB 2.0 差分数据正	
USB_ID	30	AI	USB ID 检测信号	默认高电平
USB_SS_RX_P	171	AI	USB 3.0 差分接收正	90Ω 差分走线
USB_SS_RX_M	172	AI	USB 3.0 差分接收负	
USB_SS_TX_P	174	AO	USB 3.0 差分发送正	
USB_SS_TX_M	175	AO	USB 3.0 差分发送负	

USB_VCONN	222	AI	USB Type-C 有源电缆供电输入	Vmax=5.25V Vmin=4.75V
USBC_CC2	223	AI/AO	USB Type-C 控制检测引脚 2	
USBC_CC1	224	AI/AO	USB Type-C 控制检测引脚 1	
USB_SS_SEL	226	DO	USB Type-C 开关控制引脚	

USB_VBUS 为 USB 或适配器充电电源输入，可通过模块内部的充电电路给电池充电，也可用于 USB 插入检测；其电源输入电压范围为 4.0V~10.0V，推荐值为 5.0V。模块支持单节锂电池充电管理，不同容量型号的电池需要设置不同的充电参数，最高支持 3.0A 充电电流。同时，模块也支持 USB On-The-Go 模式，USB 2.0 方案中 OTG 设备使用 USB_ID 引脚区分：USB_ID 悬空(默认为高电平)时 SC60 为 USB Device；USB_ID 接地时则 SC60 为 USB HOST，此时 USB_VBUS 为 OTG 电源输出，其最大输出为 5V/1A。USB 3.0 方案中 USB_ID 悬空处理，采用 CC1、CC2 来判断 OTG 设备。

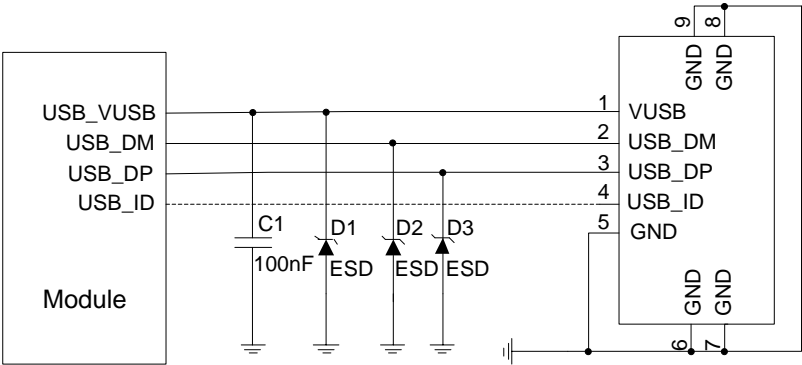


图 12: USB 2.0 接口参考设计

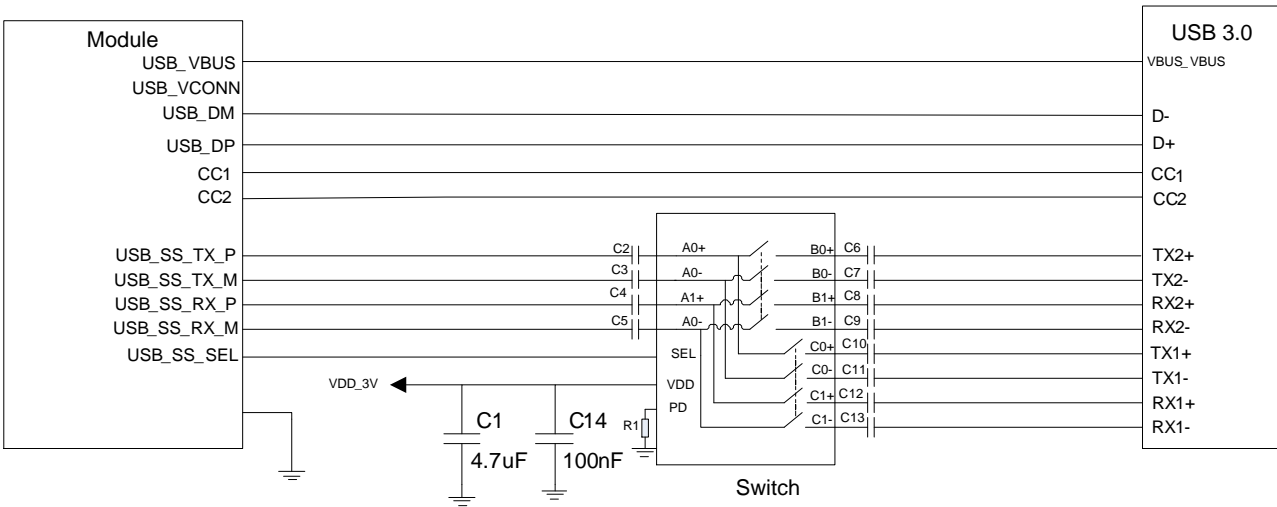


图 13: USB Type-C 接口参考设计

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设计原则：

- USB 数据走线周围需要包线处理，走 90Ω 的阻抗差分线；
- 靠近 USB 接口处预留 ESD 保护器件：USB 2.0 ESD 保护器件的寄生电容要求不超过 2pF；USB 3.0 ESD 保护器件的寄生电容要求不超过 0.5pF；
- 不要在晶振、振荡器、磁性装置和射频信号下面走 USB 线，建议走内层且立体包地；
- Layout 走线要求：USB 2.0 差分信号线和 USB 3.0 TX 和 RX 差分信号线要求各自做到等长处理，且差分信号线间的长度差不超过 0.7mm。

表 14：模块内部 USB 走线长度

引脚号	信号	长度 (mm)	长度差
33	USB_DM	41.18	0
32	USB_DP	41.18	
171	USB_SS_RX_P	25.02	0
172	USB_SS_RX_M	25.02	
174	USB_SS_TX_P	19.04	0.03
175	USB_SS_TX_M	19.01	

3.10. UART 接口

SC60 模块可提供如下 4 组 UART 接口：

- UART5：4 线接口，支持硬件流控；串口电平为 1.8V；
- UART6：4 线接口，支持硬件流控；UART6 从 SPI 接口复用而来；
- UART2：2 线接口，默认用于调试；
- UART4：2 线接口。

UART 接口引脚定义如下表：

表 15：UART 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
UART2_TXD	5	DO	UART2 发送数据； 默认 Debug 口	1.8V 电源域，不用则悬空

UART2_RXD	6	DI	UART2 接收数据; 默认 Debug 口	
UART4_TXD	7	DO	UART4 发送数据	
UART4_RXD	8	DI	UART4 接收数据	
UART5_RXD	198	DI	UART5 接收数据	
UART5_TXD	199	DO	UART5 发送数据	
UART5_CTS	246	DI	UART5 清除发送	
UART5_RTS	245	DO	UART5 请求发送	
SPI_MISO	61	DI	UART6 接收数据	默认为 SPI 接口引脚, 可复用 为 UART6_RXD
SPI_MOSI	60	DO	UART6 发送数据	默认为 SPI 接口引脚, 可复用 为 UART6_TXD
SPI_CS	58	DI	UART6 清除发送	默认为 SPI 接口引脚, 可复用 为 UART6_CTS
SPI_CLK	59	DO	UART6 请求发送	默认为 SPI 接口引脚, 可复用 为 UART6_RTS

UART5 为 4 线串口, 串口电平为 1.8V。在与 3.3V 串口通信时, 需要在中间加一个电平转换芯片。推荐使用 TI 公司的 TXS0104EPWR, 对应的参考设计如下图所示:

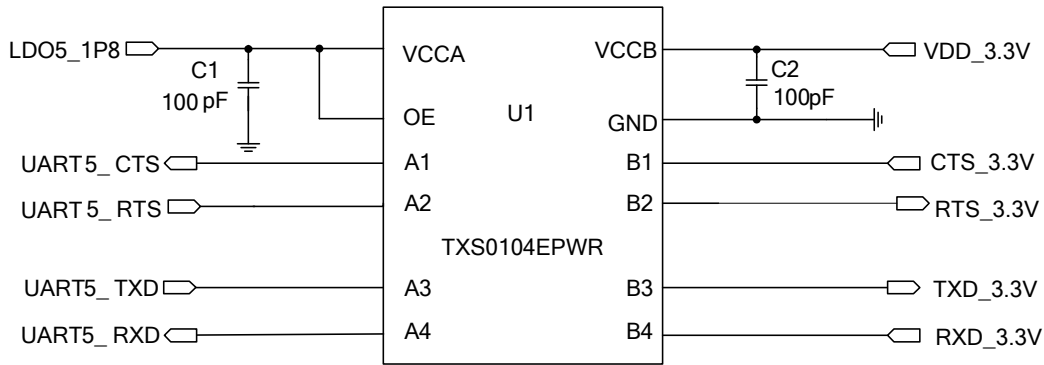


图 14: 电平转换参考电路 (UART5)

同样, 与 PC 机通信的时候, 也需要做电平转换; 建议此时添加一个电平转换芯片以及一个 RS-232 转换芯片。对应的参考设计如下图:

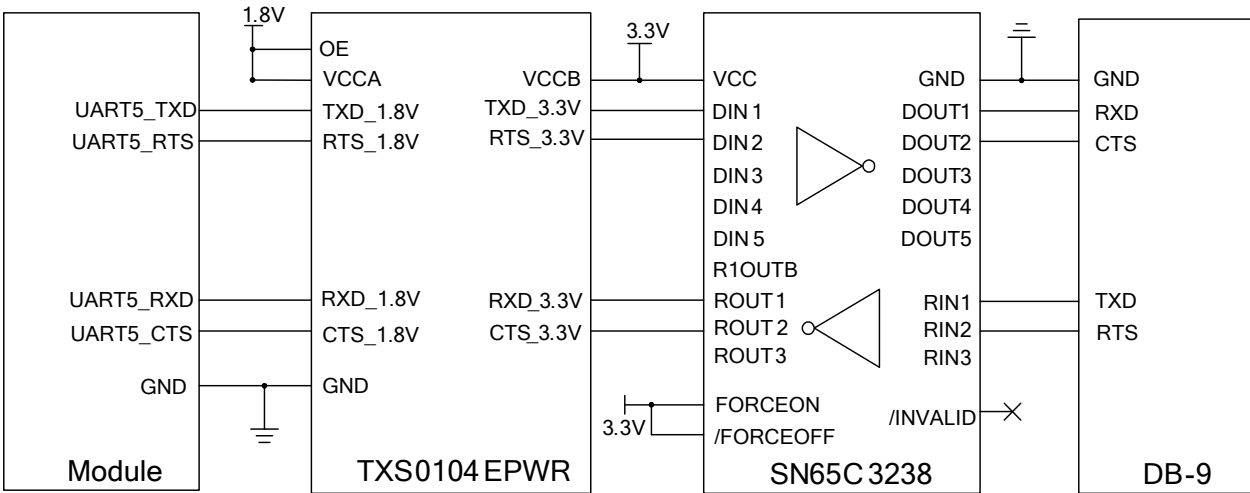


图 15: RS232 电平转换参考电路 (UART5)

备注

UART2、UART4、UART6 接口与 UART5 类似，其参考电路可参考 UART5。

3.11. (U)SIM 接口

(U)SIM 接口支持 ETSI 和 IMT-2000 规范。SC60 有两个(U)SIM 接口，支持双卡双待功能（软件默认支持）。(U)SIM 卡通过模块内部的电源供电，可自动识别 1.8V 和 2.95V 卡。

表 16: (U)SIM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USIM1_DET	145	DI	(U)SIM1 卡插拔检测	需外部上拉，低电平有效。 不用可悬空。 软件默认关闭此功能。
USIM1_RST	144	DO	(U)SIM1 卡复位信号	
USIM1_CLK	143	DO	(U)SIM1 卡时钟信号	
USIM1_DATA	142	IO	(U)SIM1 卡数据信号	外部上拉 10K 电阻到 USIM1_VDD。
USIM1_VDD	141	PO	(U)SIM1 卡供电电源	自动识别 1.8V 和 2.95V (U)SIM 卡。
USIM2_DET	256	DI	(U)SIM2 卡插拔检测	外部上拉，低电平有效。 不用可悬空。

软件默认关闭此功能。

USIM2_RST	207	DO	(U)SIM2 卡复位信号	
USIM2_CLK	208	DO	(U)SIM2 卡时钟信号	
USIM2_DATA	209	IO	(U)SIM2 卡数据信号	外部上拉 10K 电阻到 USIM2_VDD。
USIM2_VDD	210	PO	(U)SIM2 卡供电电源	自动识别 1.8V 和 2.95V (U)SIM 卡。

通过 USIM_DET 引脚，SC60 支持(U)SIM 卡热插拔功能（软件默认关闭此功能）。8-pin (U)SIM 接口参考电路如下：

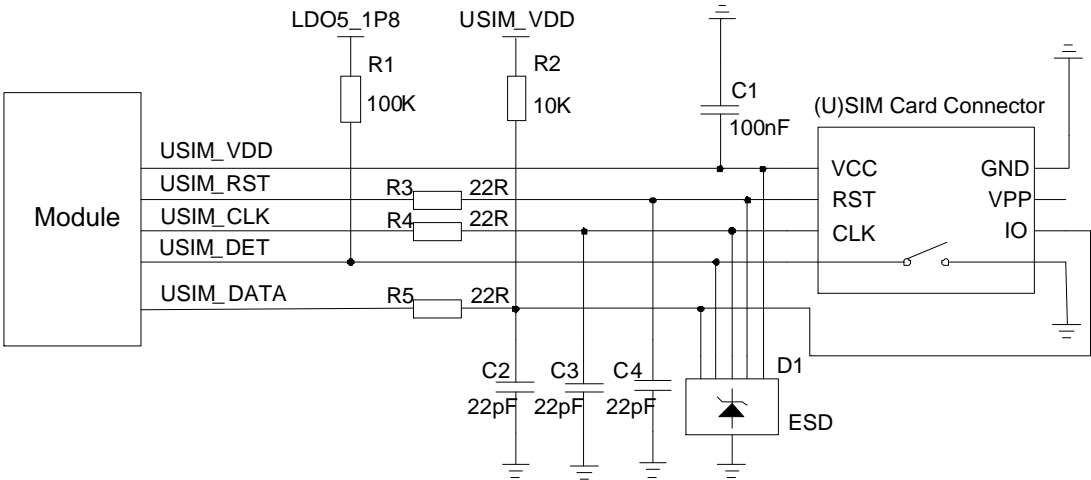


图 16: 8-pin (U)SIM 接口参考电路图

如果不需要用 USIM_DET 引脚作为(U)SIM 卡检测功能，请保持该引脚悬空。下图是 6-pin (U)SIM 接口参考电路：

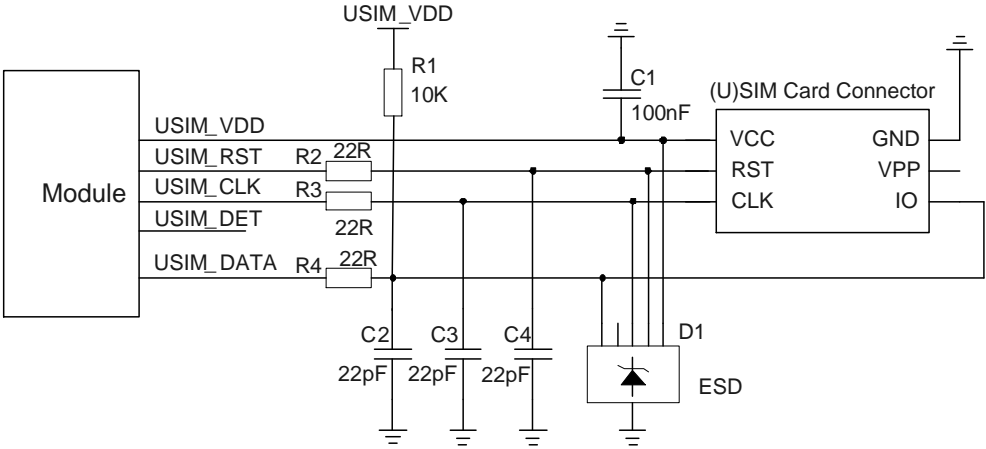


图 17: 6-pin (U)SIM 接口参考电路图

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

- (U)SIM 卡座靠近模块摆放,尽量保证(U)SIM 卡信号线布线长度不超过 200mm;
- (U)SIM 卡信号线布线远离 RF 线和 VBAT 电源线;
- USIM_VDD 电源旁路电容不超过 1uF,并且靠近(U)SIM 卡座摆放;
- 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增加地屏蔽。此外,USIM_RST 信号也需要地保护;
- 为确保良好的 ESD 性能,建议(U)SIM 卡的引脚增加 TVS 管,选择的 TVS 管寄生电容不大于 50pF;在模块和(U)SIM 卡之间需要串联 22Ω 的电阻用于抑制杂散 EMI,增强 ESD 防护;(U)SIM 卡的外围器件应尽量靠近(U)SIM 卡座摆放;
- 在 USIM_DATA、USIM_VDD、USIM_CLK 和 USIM_RST 线上并联 22pF 电容用于滤除射频干扰,并且靠近(U)SIM 卡座摆放。

3.12. SD 卡接口

模块的 SD 卡接口支持 SD 3.0 协议。接口的引脚定义如下:

表 17: SD 卡接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SD_LDO11	63	PO	SD 卡供电电源	Vnorm=2.95V I _O max=800mA
SD_LDO12	179	PO	SD 卡上拉电源	支持 1.8V 和 2.95V 双电源,最大供电电流 50mA。
SD_CLK	70	DO	SD 卡高速数字时钟	
SD_CMD	69	I/O	SD 卡控制信号	
SD_DATA0	68	I/O	高速双向数字信号	速率较高,建议采用阻抗线控制。
SD_DATA1	67	I/O		
SD_DATA2	66	I/O		
SD_DATA3	65	I/O		
SD_DET	64	DI	SD 卡插入检测	低电平有效。

SD 卡接口的参考电路如下所示。

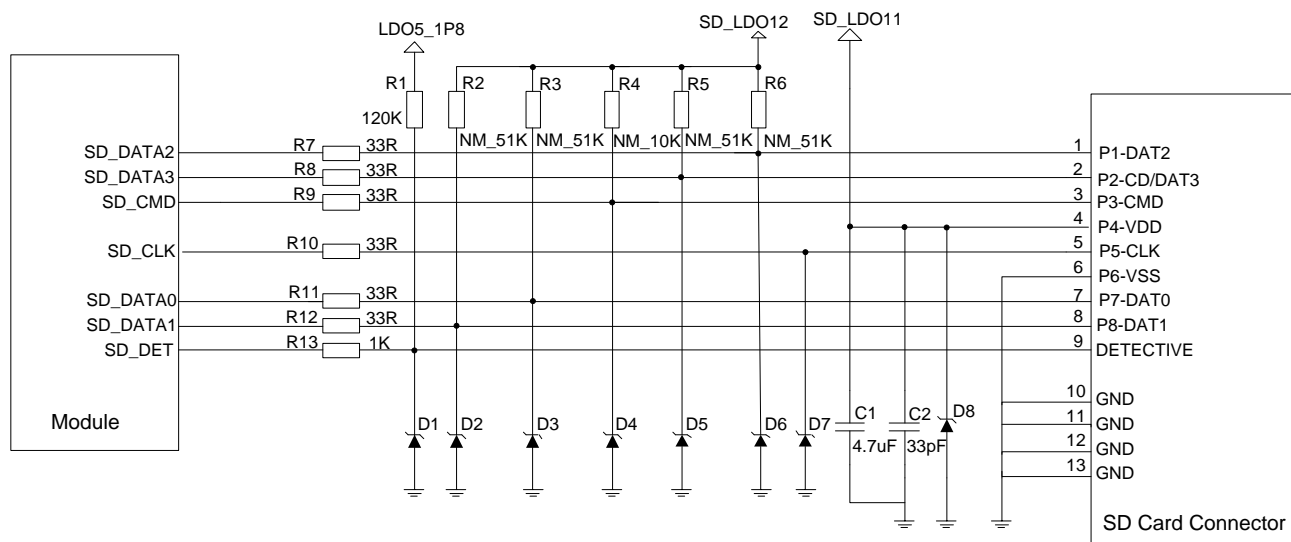


图 18: SD 卡接口参考电路图

SD_LDO11 是 SD 卡外设供电电源，能够提供最大约 800mA 电流；由于供电电流较大，建议走线宽度为 0.5mm 以上；为保证供电电流的稳定，需要在 SD 卡座侧并联 4.7uF 和 33pF 电容。

CMD、CLK、DATA0、DATA1、DATA2、DATA3 均为高速信号线，PCB 设计过程中这些信号线需要做 50Ω 阻抗控制，不要与其他走线交叉，走线尽量放在内层。CLK、CMD、DATA0、DATA1、DATA2、DATA3 走线建议做等长处理；CLK 另需单独包地。

Layout 线长要求：

- 阻抗控制为 $50\Omega \pm 10\%$ ，并做屏蔽处理；
- CMD 和 DATA 线相对于 CLK 走线的长度差不能超过 1mm。

表 18: 模块内部 SDIO 走线长度

引脚号	信号	长度 (mm)	备注
70	SD_CLK	32.11	
69	SD_CMD	32.11	
68	SD_DATA0	32.11	
67	SD_DATA1	32.11	
66	SD_DATA2	32.11	
65	SD_DATA3	32.11	

3.13. GPIO 接口

SC60 拥有丰富的 GPIO 接口，接口电平为 1.8V，引脚定义如下：

表 19: GPIO 口列表

引脚名	引脚号	GPIO	复位状态	备注
GPIO_0	248	GPIO_0	B-PD:nppukp	
GPIO_1	247	GPIO_1	B-PD:nppukp	Wakeup
GPIO_2	201	GPIO_2	B-PD:nppukp	
GPIO_3	200	GPIO_3	B-PD:nppukp	
UART2_TXD	5	GPIO_4	B-PD:nppukp	
UART2_RXD	6	GPIO_5	BH-PD:nppukp	
TP1_I2C_SDA	204	GPIO_6	B-PD:nppukp	
TP1_I2C_SCL	205	GPIO_7	B-PD:nppukp	
TP1_RST	136	GPIO_8	B-PD:nppukp	
TP1_INT	137	GPIO_9	B-PD:nppukp	Wakeup
TP0_I2C_SDA	206	GPIO_10	B-PD:nppukp	
TP0_I2C_SCL	140	GPIO_11	B-PD:nppukp	
UART4_TXD	7	GPIO_12	B-PD:nppukp	
UART4_RXD	8	GPIO_13	BH-PD:nppukp	Wakeup
SENSOR_I2C_SDA	132	GPIO_14	B-PD:nppukp	
SENSOR_I2C_SCL	131	GPIO_15	B-PD:nppukp	
UART5_TXD	199	GPIO_16	B-PD:nppukp	
UART5_RXD	198	GPIO_17	B-PD:nppukp	Wakeup
UART5_CTS	246	GPIO_18	B-PD:nppukp	
UART5_RTS	245	GPIO_19	B-PD:nppukp	
SPI_MOSI	60	GPIO_20	B-PD:nppukp	

SPI_MISO	61	GPIO_21	B-PD:nppukp	Wakeup
SPI_CS	58	GPIO_22	B-PD:nppukp	
SPI_CLK	59	GPIO_23	B-PD:nppukp	
LCD0_TE	126	GPIO_24	B-PD:nppukp	
LCD1_TE	114	GPIO_25	B-PD:nppukp	Wakeup
MCAM_MCLK	99	GPIO_26	B-PD:nppukp	
SCAM_MCLK	100	GPIO_27	B-PD:nppukp	
DCAM_MCLK	194	GPIO_28	B-PD:nppukp	Wakeup
CAM_I2C_SDA	76	GPIO_29	B-PD:nppukp	
CAM_I2C_SCL	75	GPIO_30	B-PD:nppukp	
DCAM_I2C_SDA	197	GPIO_31	B-PD:nppukp	Wakeup
DCAM_I2C_SCL	196	GPIO_32	B-PD:nppukp	
GPIO_33	238	GPIO_33	B-PD:nppukp	
GPIO_36	237	GPIO_36	B-PD:nppukp	Wakeup
MCAM_PWDN	73	GPIO_39	B-PD:nppukp	
MCAM_RST	74	GPIO_40	B-PD:nppukp	
GPIO_42	252	GPIO_42	B-PD:nppukp	Wakeup
GPIO_43	253	GPIO_43	B-PD:nppukp	Wakeup
GPIO_44	254	GPIO_44	B-PD:nppukp	Wakeup
GPIO_45	255	GPIO_45	B-PD:nppukp	Wakeup
LCD0_RST	127	GPIO_61	B-PD:nppukp	
TP0_RST	138	GPIO_64	B-PD:nppukp	
TP0_INT	139	GPIO_65	B-PD:nppukp	Wakeup
GPIO_66	234	GPIO_66	B-PD:nppukp	
VOL_UP	146	GPIO_85	B-PD:nppukp	Wakeup
LCD1_RST	113	GPIO_87	B-PD:nppukp	Wakeup
GPIO_89	232	GPIO_89	B-PD:nppukp	

GPIO_90	231	GPIO_90	B-PD:nppukp	Wakeup
GPIO_96	230	GPIO_96	B-PD:nppukp	
GPIO_97	229	GPIO_97	B-PD:nppukp	Wakeup
GPIO_98	177	GPIO_98	B-PD:nppukp	
GPIO_99	178	GPIO_99	B-PD:nppukp	
GPIO_105	242	GPIO_105	B-PD:nppukp	GRFC 只用于 RF Tuner 控制，禁止用作普通 GPIO。
GPIO_107	241	GPIO_107	B-PD:nppukp	
CAM4_MCLK	236	GPIO_128	B-PD:nppukp	
SCAM_RST	72	GPIO_129	B-PD:nppukp	
SCAM_PWDN	71	GPIO_130	B-PD:nppukp	
DCAM_RST	180	GPIO_131	B-PD:nppukp	Wakeup
DCAM_PWDN	181	GPIO_132	B-PD:nppukp	Wakeup
SD_DET	64	GPIO_133	B-PD:nppukp	Wakeup
FP_SPI_CLK	250	GPIO_135	B-PD:nppukp	
FP_SPI_CS	203	GPIO_136	B-PD:nppukp	
FP_SPI_MOSI	249	GPIO_137	B-PD:nppukp	Wakeup
FP_SPI_MISO	251	GPIO_138	B-PD:nppukp	Wakeup
USB_SS_SEL	226	GPIO_139	B-PD:nppukp	Wakeup

备注

- Wakeup: 可唤醒系统的中断引脚
- B: Bidirectional digital with CMOS input
- H: High-voltage tolerant
- PD: nppukp = default pulldown with programmable options following the colon (:)

3.14. I2C 接口

SC60 可提供 5 组 I2C 接口。所有 I2C 接口均属于开漏输出，外部电路必须加上拉，接口参考高电平

1.8V。

表 20: I2C 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
TP0_I2C_SCL	140	OD	触摸屏 I2C 时钟	用于触摸屏 TP0
TP0_I2C_SDA	206	OD	触摸屏 I2C 数据	
TP1_I2C_SCL	205	OD	触摸屏 I2C 时钟	用于触摸屏 TP1
TP1_I2C_SDA	204	OD	触摸屏 I2C 数据	
CAM_I2C_SCL	75	OD	摄像头 I2C 时钟	用于摄像头
CAM_I2C_SDA	76	OD	摄像头 I2C 数据	
DCAM_I2C_SCL	196	OD	景深摄像头 I2C 时钟	用于景深摄像头
DCAM_I2C_SDA	197	OD	景深摄像头 I2C 数据	
SENSOR_I2C_SCL	131	OD	外部传感器 I2C 时钟	用于外部传感器
SENSOR_I2C_SDA	132	OD	外部传感器 I2C 数据	

3.15. I2S 接口

SC60 可提供 1 组 I2S 接口。该接口是从默认用于指纹识别的 SPI 接口复用而来,接口参考高电平 1.8V。

表 21: I2S 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
FP_SPI_CS	203	DO	片选	默认为 SPI 接口引脚,可复用为 I2S_WS
FP_SPI_CLK	250	DO	时钟信号	默认为 SPI 接口引脚,可复用为 I2S_SCK
FP_SPI_MOSI	249	DO	数据输出	默认为 SPI 接口引脚,可复用为 I2S_D0
FP_SPI_MISO	251	DI	数据输入	默认为 SPI 接口引脚,可复用 I2S_D1
LCD1_TE	114	DI	帧同步信号	可复用为 I2S_MCLK_A
GPIO_66	234	DI/DO	通用 GPIO	可复用 I2S_MCLK_B

3.16. SPI 接口

SC60 默认开放两组 SPI 接口，仅支持主设备模式，可用于指纹识别等设计。

表 22: SPI 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SPI_CS	58	DO	片选	可复用为 UART6_CST
SPI_CLK	59	DO	时钟信号	可复用为 UART6_RTS
SPI_MOSI	60	DO	数据输出	可复用为 UART6_TXD
SPI_MISO	61	DI	数据输入	可复用为 UART6_RXD
FP_SPI_CS	203	DO	片选	默认用于指纹识别。 可复用为 I2S 接口。
FP_SPI_CLK	250	DO	时钟信号	
FP_SPI_MOSI	249	DO	数据输出	
FP_SPI_MISO	251	DI	数据输入	

3.17. ADC 接口

SC60 提供两路 ADC 通道，引脚定义如下：

表 23: ADC 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PMI_MPP1	153	AI	通用 ADC 检测	最高输入电压 1.5V
PMU_MPP2	151	AI	通用 ADC 检测	最高输入电压 1.7V

ADC 引脚最大可支持 15 bit 精度分辨率。

3.18. 马达驱动接口

SC60 马达驱动接口的引脚定义如下：

表 24：马达驱动接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
HAP_P	161	AO	马达驱动（正极）	接马达正极
HAP_N	160	AO	马达驱动（负极）	接马达负极

马达由专门电路驱动，参考设计电路如下：

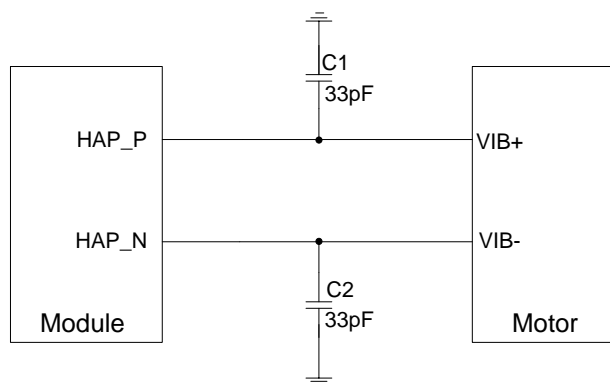


图 19：马达驱动电路

3.19. LCM 接口

SC60 视频输出接口（LCM 接口）基于 MIPI_DSI 标准，支持 8 组高速差分数据传输，每组最高速率达 2.1Gbps，可支持 WUXGA 显示（分辨率为 1900×1200）；支持双屏显示。LCM 接口引脚定义如下：

表 25：LCM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
LDO6_1P8	10	PO	输出 1.8V； 给 LCM I/O 口供电	
LDO17_2P85	12	PO	输出 2.85V； 给 LCM VCC 供电	

PMU_MPP4	152	DO	PWM 输出	
LCD_BL_A	21	PO	LCD 背光驱动电流输出	
LCD_BL_K1	22	AI	LCD 背光驱动电流输入	
LCD_BL_K2	23	AI	LCD 背光驱动电流输入	
LCD_BL_K3	24	AI	LCD 背光驱动电流输入	
LCD_BL_K4	25	AI	LCD 背光驱动电流输入	
LCD0_RST	127	DO	LCD0 复位信号	低电平有效
LCD0_TE	126	DI	LCD0 Tearing Effect 信号	
LCD1_RST	113	DO	LCD1 复位信号	低电平有效
LCD1_TE	114	DI	LCD1 Tearing Effect 信号	
DSI0_CLK_N	116	AO	LCD0 MIPI 时钟负	
DSI0_CLK_P	115	AO	LCD0 MIPI 时钟正	
DSI0_LN0_N	118	AO	LCD0 MIPI 数据 0 负	
DSI0_LN0_P	117	AO	LCD0 MIPI 数据 0 正	
DSI0_LN1_N	120	AO	LCD0 MIPI 数据 1 负	
DSI0_LN1_P	119	AO	LCD0 MIPI 数据 1 正	
DSI0_LN2_N	122	AO	LCD0 MIPI 数据 2 负	
DSI0_LN2_P	121	AO	LCD0 MIPI 数据 2 正	
DSI0_LN3_N	124	AO	LCD0 MIPI 数据 3 负	
DSI0_LN3_P	123	AO	LCD0 MIPI 数据 3 正	
DSI1_CLK_N	103	AO	LCD1 MIPI 时钟负	
DSI1_CLK_P	102	AO	LCD1 MIPI 时钟正	
DSI1_LN0_N	105	AO	LCD1 MIPI 数据 0 负	
DSI1_LN0_P	104	AO	LCD1 MIPI 数据 0 正	
DSI1_LN1_N	107	AO	LCD1 MIPI 数据 1 负	

DSI1_LN1_P	106	AO	LCD1 MIPI 数据 1 正
DSI1_LN2_N	109	AO	LCD1 MIPI 数据 2 负
DSI1_LN2_P	108	AO	LCD1 MIPI 数据 2 正
DSI1_LN3_N	111	AO	LCD1 MIPI 数据 3 负
DSI1_LN3_P	110	AO	LCD1 MIPI 数据 3 正

LCM 接口参考电路如下：

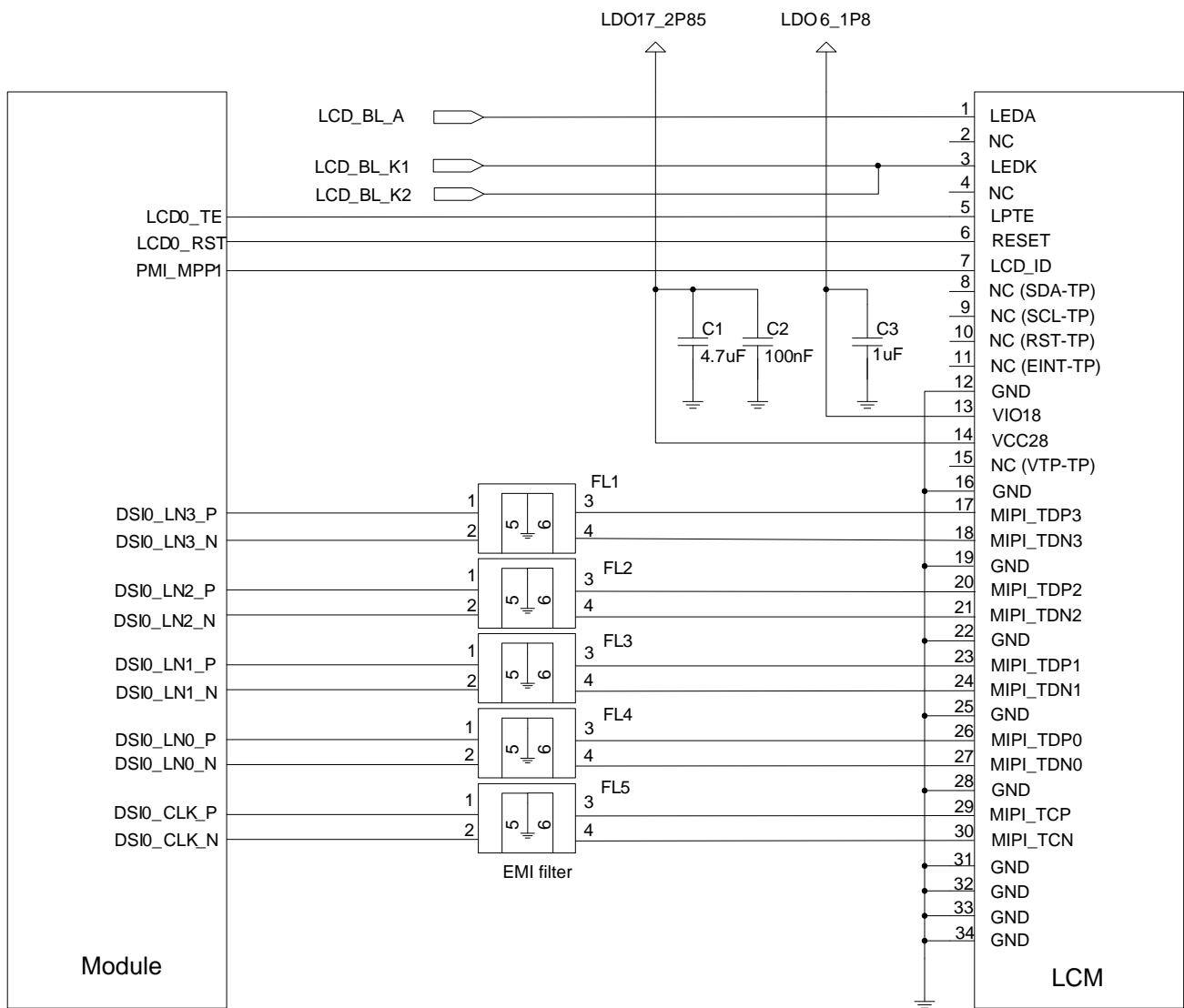


图 20: LCM0 电路参考设计

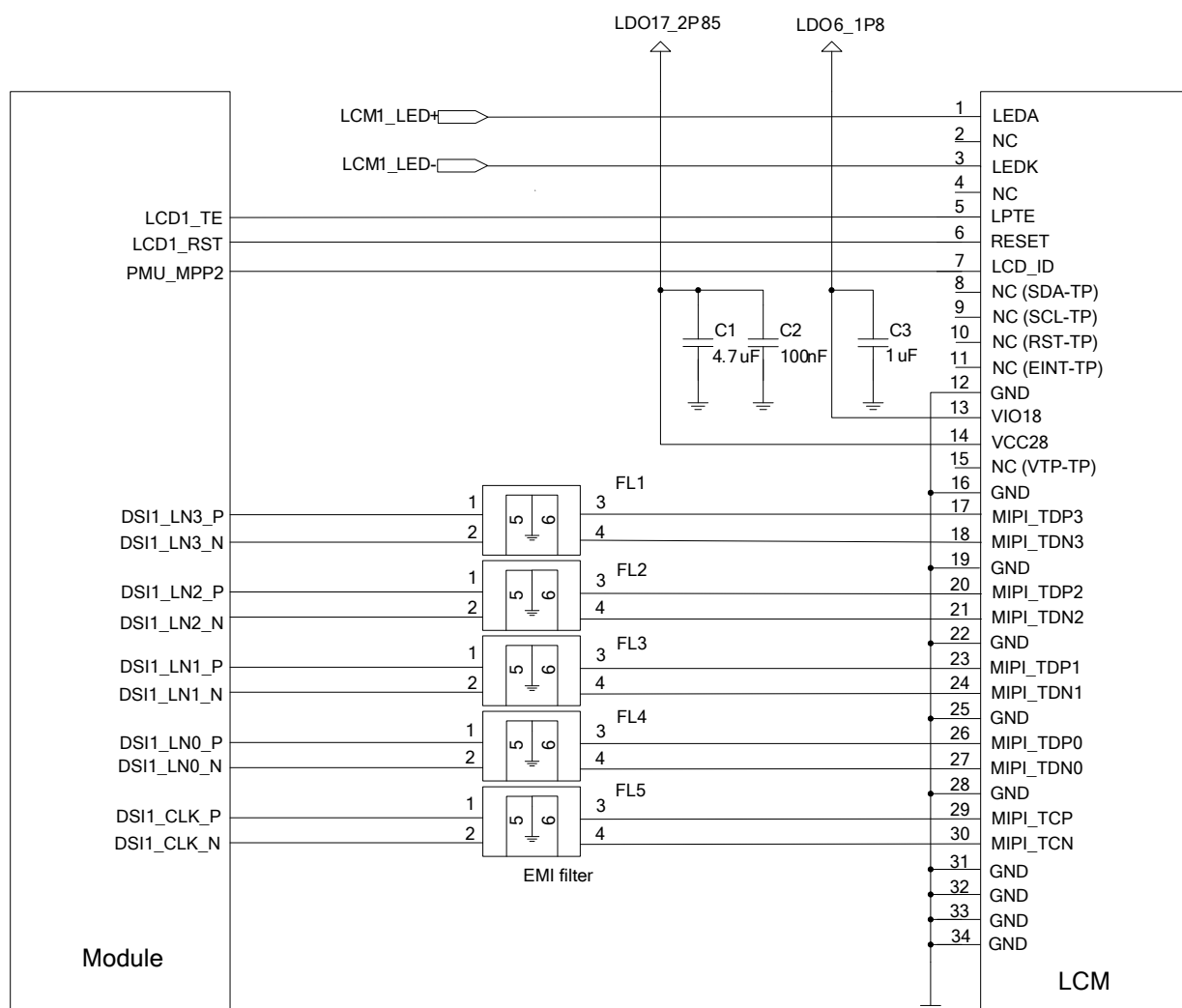


图 21：LCM1 电路参考设计

MIPI 属于高速信号线，建议在靠近 LCM 一侧串联共模电感改善电磁辐射干扰。

当客户需要兼容屏设计时，LCM 的 LCD_ID 引脚应连接到模块的 ADC，但需要注意的是 LCD_ID 的输出电压不能超过 ADC 引脚电压范围。

SC60 模块自带背光驱动输出，客户可直接使用该功能去驱动 LCM 背光灯。SC60 的背光驱动特点如下：

- 采用共阳极驱动方式，LCD_BL_A 为共阳极输出，输出电压可配置为 6.0V~28.0V；
- LCD_BL_K 共 4 路，每路支持灌电流最大 30mA；2 路串联可点亮 16 颗 LED，4 路串联可点亮 28 颗 LED；
- 软件可配置 LCD_BL_K 的电流来调节背光亮度。

LCM0 默认采用 SC60 自带的背光驱动，LCM1 既可采用 SC60 自带的背光驱动，也可以使用外部背光驱动。外部背光驱动的参考电路如下图所示，其中引脚 PMU_MPP4 支持 PWM 输出，可用于背光亮度调节。

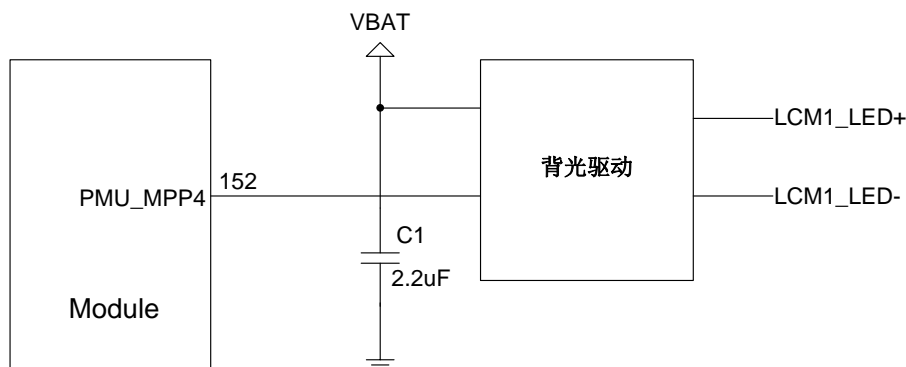


图 22: LCM1 外部背光驱动参考电路

3.20. 触摸屏接口

SC60 默认提供两组 I2C 接口用于连接触摸屏（TP），同时提供了所需的电源和中断脚。模块的触摸屏接口引脚定义如下：

表 26: 触摸屏接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
LDO10_2P8	11	PO	输出 2.8V; 给 TP VDD 供电	Vnorm=2.8V I _o max=150mA
LDO6_1P8	10	PO	输出 1.8V; 给 TP I/O 电压域供电	I2C 上拉电源 Vnorm=1.8V I _o max=300mA
TP0_INT	139	DI	触摸屏中断信号	
TP0_RST	138	DO	触摸屏复位信号	低电平有效
TP0_I2C_SCL	140	OD	触摸屏 I2C 时钟	
TP0_I2C_SDA	206	OD	触摸屏 I2C 数据	
TP1_INT	137	DI	触摸屏中断信号	
TP1_RST	136	DO	触摸屏复位信号	低电平有效
TP1_I2C_SCL	205	OD	触摸屏 I2C 时钟	
TP1_I2C_SDA	204	OD	触摸屏 I2C 数据	

触摸屏接口参考电路如下图所示：

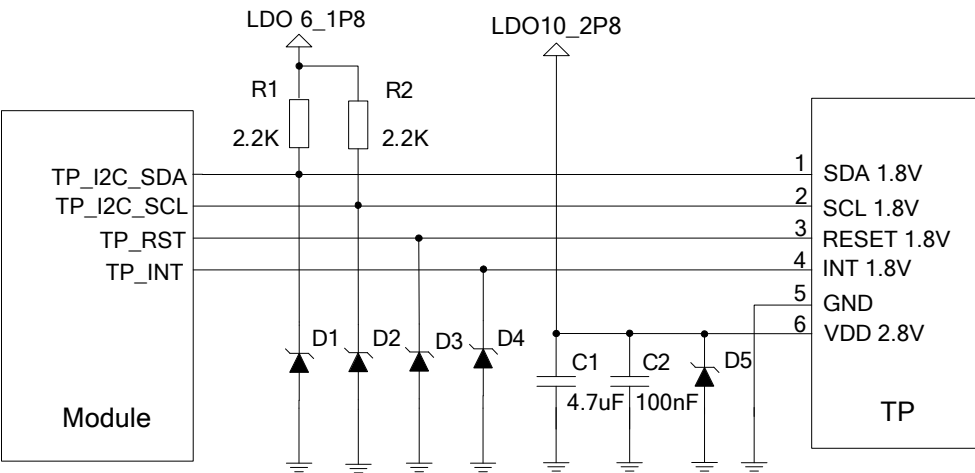


图 23：触摸屏接口参考电路

备注

触摸屏默认采用 LDO10_2P8 供电，LDO10_2P8 可输出 150mA 电流。如果需要支持双屏或其它应用场景，建议采用外部 LDO 供电。

3.21. 摄像头接口

SC60 视频输入接口基于 MIPI_DSI 标准，支持 3 路摄像头（4-lane + 4-lane + 4-lane）或 4 路摄像头（4-lane + 4-lane + 2-lane + 1-lane）；SC60 R1.0 最高支持 21MP 像素摄像头；SC60 R2.0 最高支持 24MP 像素摄像头。摄像和照相质量由摄像头传感器、镜头规格参数等多种因素决定。

表 27：摄像头接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
LDO2_1P1	13	PO	输出 1.1V； 给后置摄像头 DVDD 供电	Vnorm=1.1V I _O max=1200mA
LDO6_1P8	10	PO	输出 1.8V； 给摄像头的 DOVDD 供电	Vnorm=1.8V I _O max=300mA
LDO17_2P85	12	PO	输出 2.85V； 给摄像头 AF 电路供电	Vnorm=2.85V I _O max=300mA
LDO22_2P8	14	PO	输出 2.8V； 给摄像头模拟电压域供电	Vnorm=2.8V I _O max=150mA

LDO23_1P2	15	PO	输出 1.2V; 给前置摄像头 DVDD 供电	Vnorm=1.2V I _O max=600mA
CSI0_CLK_N	89	AI	CAM0 MIPI 时钟负	
CSI0_CLK_P	88	AI	CAM0 MIPI 时钟正	
CSI0_LN0_N	91	AI	CAM0 MIPI 数据 0 负	
CSI0_LN0_P	90	AI	CAM0 MIPI 数据 0 正	
CSI0_LN1_N	93	AI	CAM0 MIPI 数据 1 负	
CSI0_LN1_P	92	AI	CAM0 MIPI 数据 1 正	
CSI0_LN2_N	95	AI	CAM0 MIPI 数据 2 负	
CSI0_LN2_P	94	AI	CAM0 MIPI 数据 2 正	
CSI0_LN3_N	97	AI	CAM0 MIPI 数据 3 负	
CSI0_LN3_P	96	AI	CAM0 MIPI 数据 3 正	
CSI1_CLK_N	184	AI	CAM1 MIPI 时钟负	
CSI1_CLK_P	183	AI	CAM1 MIPI 时钟正	
CSI1_LN0_N	186	AI	CAM1 MIPI 数据 0 负	
CSI1_LN0_P	185	AI	CAM1 MIPI 数据 0 正	
CSI1_LN1_N	188	AI	CAM1 MIPI 数据 1 负	
CSI1_LN1_P	187	AI	CAM1 MIPI 数据 1 正	
CSI1_LN2_N	190	AI	CAM1 MIPI 数据 2 负	可复用为第四组摄像头差分数据（负）
CSI1_LN2_P	189	AI	CAM1 MIPI 数据 2 正	可复用为第四组摄像头差分数据（正）
CSI1_LN3_N	192	AI	CAM1 MIPI 数据 3 负	可复用为第四组摄像头差分时钟（负）
CSI1_LN3_P	191	AI	CAM1 MIPI 数据 3 正	可复用为第四组摄像头差分时钟（正）
CSI2_CLK_N	78	AI	CAM2 MIPI 时钟负	
CSI2_CLK_P	77	AI	CAM2 MIPI 时钟正	
CSI2_LN0_N	80	AI	CAM2 MIPI 数据 0 负	

CSI2_LN0_P	79	AI	CAM2 MIPI 数据 0 正
CSI2_LN1_N	82	AI	CAM2 MIPI 数据 1 负
CSI2_LN1_P	81	AI	CAM2 MIPI 数据 1 正
CSI2_LN2_N	84	AI	CAM2 MIPI 数据 2 负
CSI2_LN2_P	83	AI	CAM2 MIPI 数据 2 正
CSI2_LN3_N	86	AI	CAM2 MIPI 数据 3 负
CSI2_LN3_P	85	AI	CAM2 MIPI 数据 3 正
MCAM_MCLK	99	DO	后置摄像头时钟信号
SCAM_MCLK	100	DO	前置摄像头时钟信号
MCAM_RST	74	DO	后置摄像头复位信号
MCAM_PWDN	73	DO	后置摄像头关断信号
SCAM_RST	72	DO	前置摄像头复位信号
SCAM_PWDN	71	DO	前置摄像头关断信号
CAM_I2C_SCL	75	OD	摄像头 I2C 时钟信号
CAM_I2C_SDA	76	OD	摄像头 I2C 数据信号
DCAM_MCLK	194	DO	景深摄像头时钟信号
CAM4_MCLK	236	DO	第 4 个摄像头时钟信号
DCAM_RST	180	DO	景深摄像头复位信号
DCAM_PWDN	181	DO	景深摄像头关断信号
DCAM_I2C_SDA	197	OD	景深摄像头 I2C 时钟信号
DCAM_I2C_SCL	196	OD	景深摄像头 I2C 数据信号

如下为两路摄像头接口的参考电路：

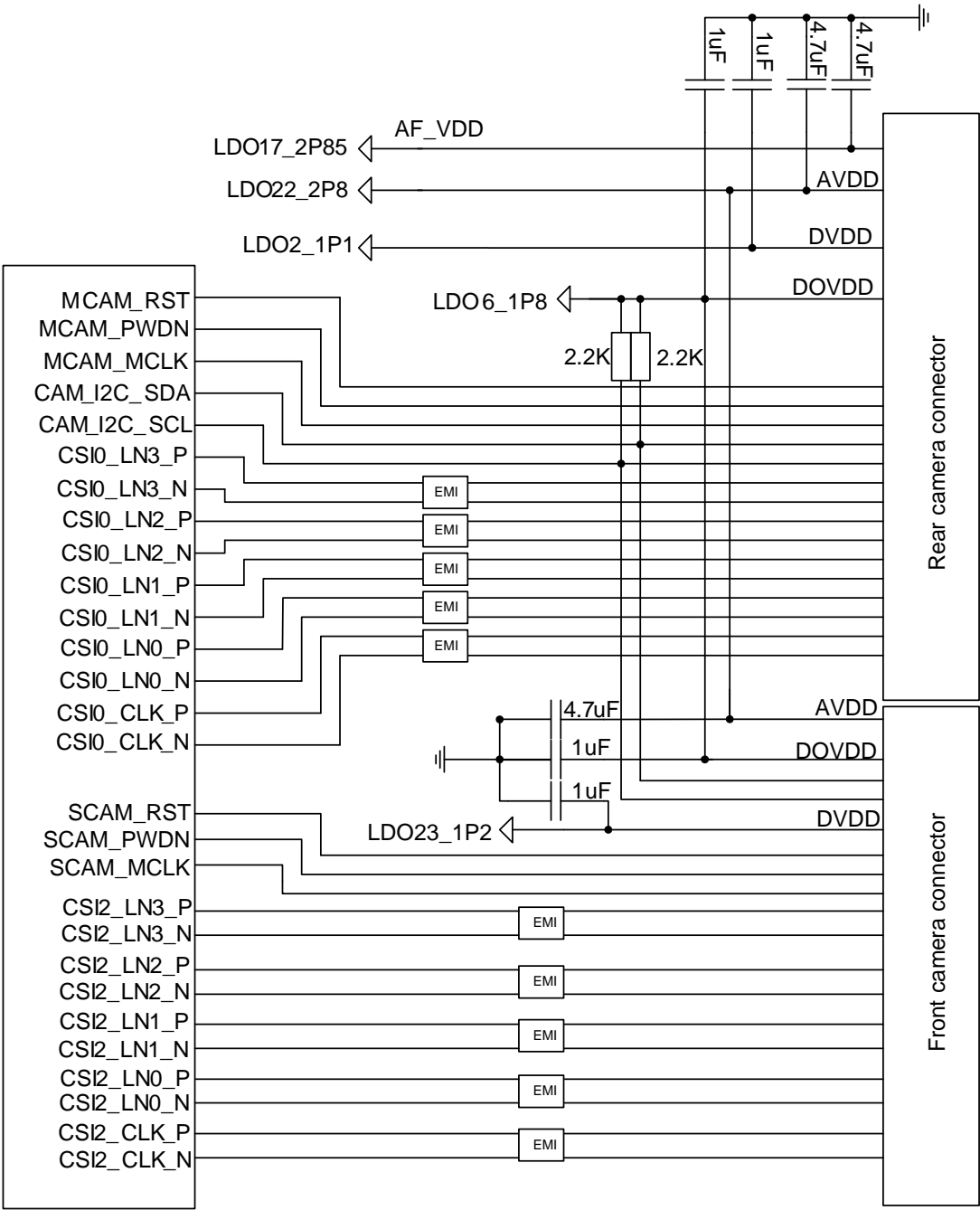


图 24：两路摄像头接口参考电路

备注

CSI0 用于后摄相机头，CSI1 用于景深相机头，CSI2 用于前摄相机头。

如下为三路摄像头接口的参考电路：

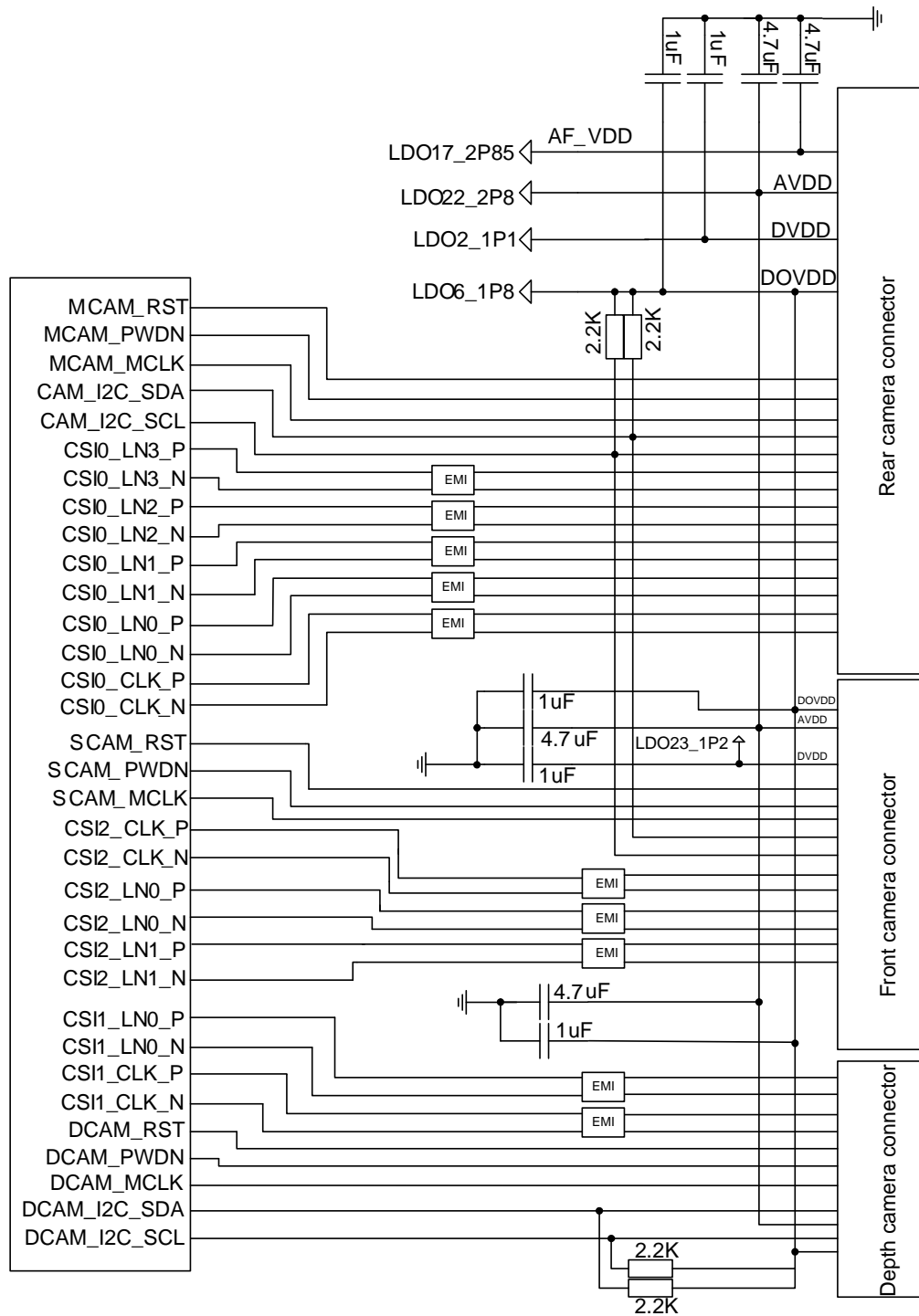


图 25: 三路摄像头接口参考电路

备注

CSI1 的数据线 CSI1_LN2_P、CSI_LN2_N、CSI_LN3_P 和 CSI_LN3_N 可复用为第 4 组摄像头的 MIPI 信号线。

3.21.1. 设计注意事项

- 原理图设计时请注意使用正确的视频设备接口定义。不同的视频组件其连接座的定义也会不同，需要注意连接座和组件的正确连接。
- MIPI 为高速信号线，传输速率最高可达 2.1Gbps；走线采用 100Ω 差分阻抗；走线建议放在内层，不要和其他信号线交叉。对于同一视频组件的 MIPI 走线，要做等长控制；MIPI 信号线之间建议保持 1.5 倍线宽间距，以防止串扰；做 100Ω 差分阻抗匹配时，为保证阻抗的一致性，请不要跨接不同的 GND 平面。
- MIPI 接口在选择 ESD 器件时请选择小容值的 TVS，建议寄生电容小于 1pF。
- MIPI 走线要求如下：
 - a) 走线总长度不超过 305mm；
 - b) 要求控制差分阻抗为 100Ω，误差±10%；
 - c) 组内差分线长度差控制在 0.67mm 以内；
 - d) 组与组之间长度差控制在 1.3mm 以内。

表 28：模块内部 MIPI 走线长度

引脚号	信号	长度（mm）	长度差（P-N）
116	DSI0_CLK_N	20.82	-0.45
115	DSI0_CLK_P	20.37	
118	DSI0_LN0_N	24.84	0
117	DSI0_LN0_P	24.84	
120	DSI0_LN1_N	24.85	-0.03
119	DSI0_LN1_P	24.82	
122	DSI0_LN2_N	25.94	0.24
121	DSI0_LN2_P	26.18	
124	DSI0_LN3_N	29.31	0.20
123	DSI0_LN3_P	29.51	
103	DSI1_CLK_N	9.52	-0.05
102	DSI1_CLK_P	9.47	
105	DSI1_LN0_N	10.27	-0.11
104	DSI1_LN0_P	10.16	

107	DSI1_LN1_N	11.75	-0.17
106	DSI1_LN1_P	11.58	
109	DSI1_LN2_N	14.86	-0.36
108	DSI1_LN2_P	14.5	
111	DSI1_LN3_N	15.73	0.15
110	DSI1_LN3_P	15.88	
89	CSI0_CLK_N	16.54	0.03
88	CSI0_CLK_P	16.57	
91	CSI0_LN0_N	17.47	-0.07
90	CSI0_LN0_P	17.4	
93	CSI0_LN1_N	12.13	-0.05
92	CSI0_LN1_P	12.08	
95	CSI0_LN2_N	9.56	0.14
94	CSI0_LN2_P	9.7	
97	CSI0_LN3_N	8.73	0.13
96	CSI0_LN3_P	8.86	
184	CSI1_CLK_N	20.32	-0.23
183	CSI1_CLK_P	20.09	
186	CSI1_LN0_N	12.09	0.57
185	CSI1_LN0_P	12.66	
188	CSI1_LN1_N	11.33	0.37
187	CSI1_LN1_P	11.70	
190	CSI1_LN2_N	5.86	0.19
189	CSI1_LN2_P	6.05	
192	CSI1_LN3_N	10.49	-0.43
191	CSI1_LN3_P	10.06	

78	CSI2_CLK_N	22.00	0.17
77	CSI2_CLK_P	22.17	
80	CSI2_LN0_N	22.07	-0.07
79	CSI2_LN0_P	22.00	
82	CSI2_LN1_N	22.54	-0.49
81	CSI2_LN1_P	22.05	
84	CSI2_LN2_N	22.03	-0.11
83	CSI2_LN2_P	21.92	
86	CSI2_LN3_N	21.90	0.59
85	CSI2_LN3_P	22.49	

3.21.2. Flashlight 接口

SC60 提供两路 Flashlight 接口，可直接驱动手电筒及闪光灯。该接口的引脚定义如下：

表 29: Flashlight 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
FLASH_LED1	26	AO	Flashlight 驱动输出	
FLASH_LED2	162	AO	Flashlight 驱动输出	

闪光灯模式下每路最高输出 1A 的电流，手电筒模式下每路最高输出 200mA 电流；默认闪光灯模式下输出电流为 625mA，手电筒模式下输出电流 120mA。参考电路如下：

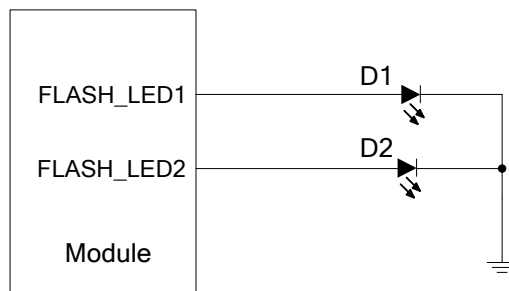


图 26: Flashlight 接口参考电路

3.22. Sensor 接口

SC60 与传感器（Sensor）连接采用 I2C 通讯，可支持各类传感器，如加速度、陀螺仪、方向、光、温度、压力传感器等。

表 30: Sensor 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SENSOR_I2C_SCL	131	OD	外部传感器 I2C 时钟信号	
SENSOR_I2C_SDA	132	OD	外部传感器 I2C 数据信号	
GPIO_43	253	DI	光传感器中断	
GPIO_44	254	DI	方向传感器（指南针）中断	
GPIO_42	252	DI	加速度传感器中断	
GPIO_45	255	DI	陀螺仪传感器中断	

3.23. 音频接口

SC60 提供了三组模拟音频输入通道和三组模拟音频输出通道。音频接口引脚定义如下表：

表 31: 音频接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
MIC1_P	44	AI	主麦克风输入正极	
MIC1_N	45	AI	主麦克风输入负极	
MIC_GND	168		MIC 地	如不用，须接地
MIC2_P	46	AI	耳机 MIC 输入	
MIC3_P	169	AI	辅麦克风输入正极	
MIC_BIAS	167	AO	MIC 偏置电压	
EAR_P	53	AO	听筒输出正极	

EAR_N	52	AO	听筒输出负极	
SPK_P	55	AO	扬声器输出正极	
SPK_N	54	AO	扬声器输出负极	
HPH_R	51	AO	耳机右声道	
HPH_REF	50	AI	耳机参考地	
HPH_L	49	AO	耳机左声道	
HS_DET	48	AI	耳机插入检测	内部上拉到高电平

- 模块有三组音频输入，包含一组差分输入通道和两组单端输入通道，三组 MIC 均集成内部偏置；
- 一路 MIC_BIAS 输出，输出电压可编程范围为 1.6V~2.85V，可输出最大 3mA 电流；
- 听筒接口输出采用差分输出；
- 扬声器接口输出采用差分输出，内置 D 类功放，负载为 8Ω 时最大可输出功率 1.5W；
- 耳机接口输出为立体声左右声道输出，耳机具有插入检测功能。

3.23.1. 麦克风接口参考电路

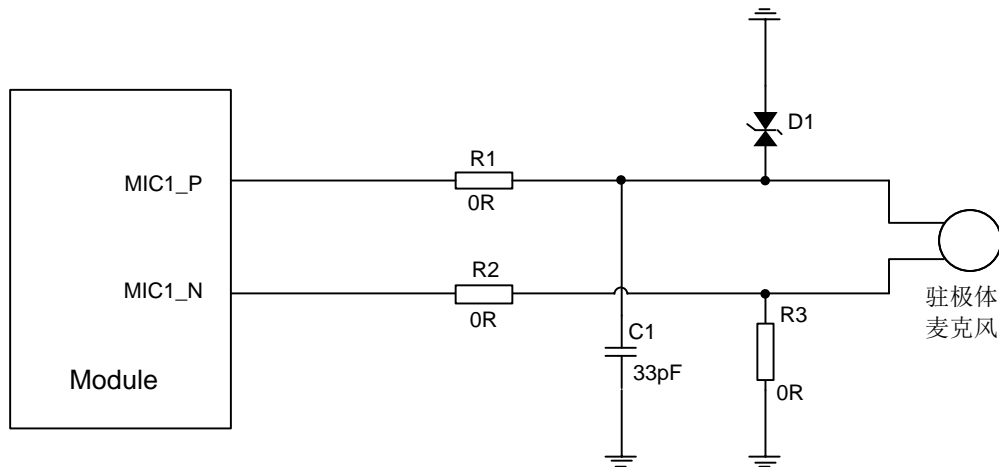


图 27：驻极体麦克风参考电路

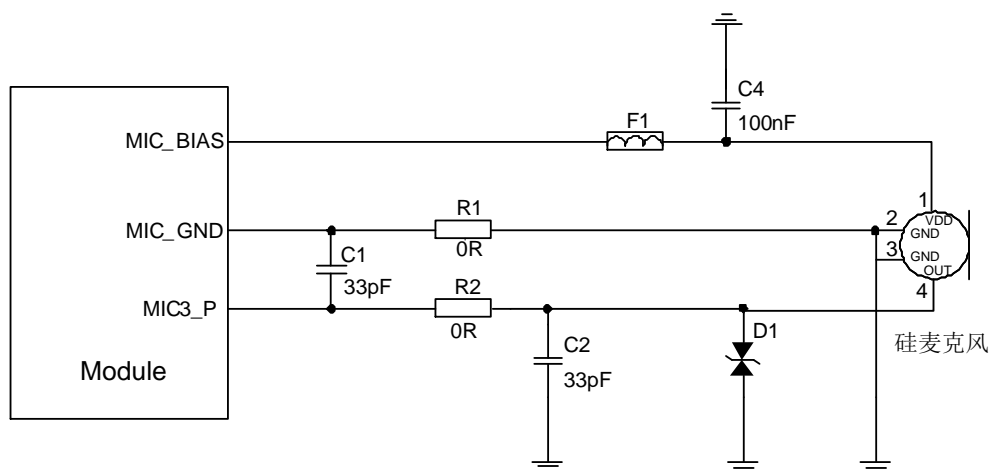


图 28: 硅麦克风参考电路

3.23.2. 听筒接口参考电路

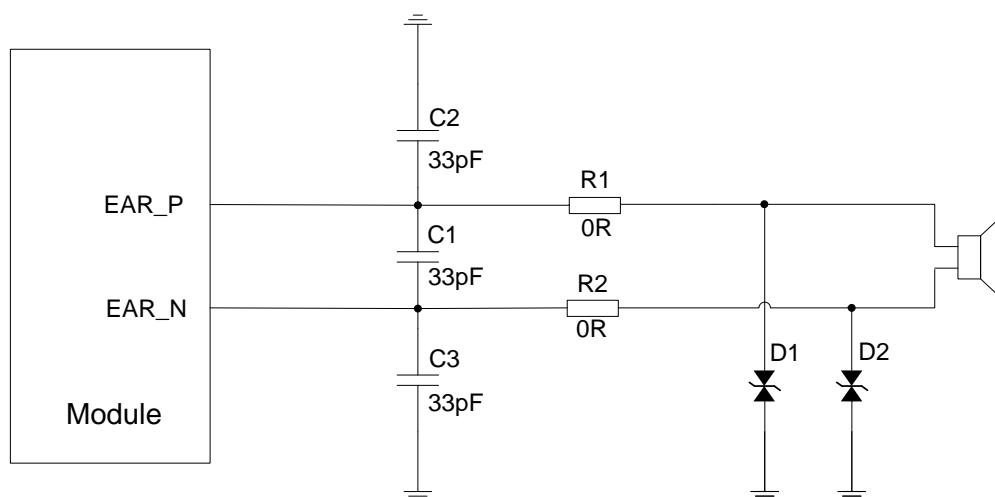


图 29: 听筒输出接口参考电路

3.23.3. 耳机接口参考电路

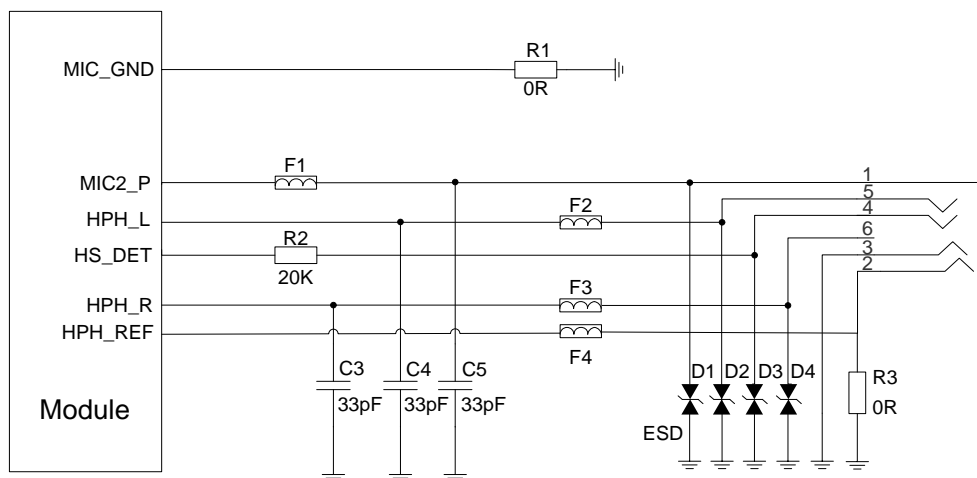


图 30：耳机接口参考电路

3.23.4. 扬声器接口参考电路

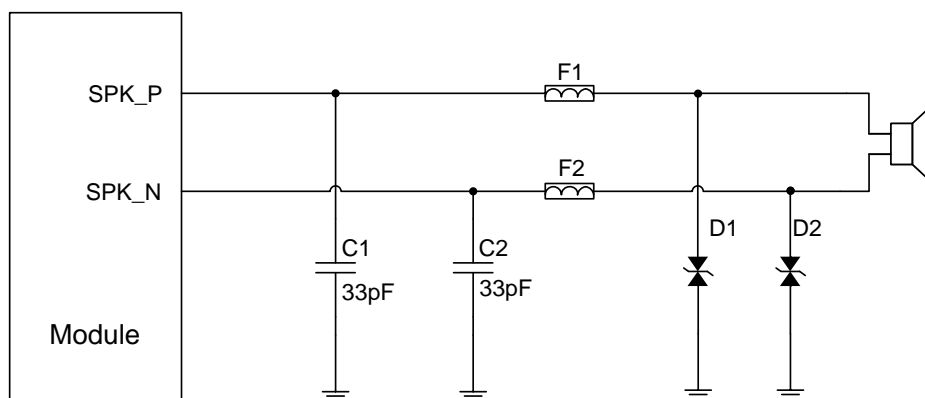


图 31：扬声器接口参考电路

3.23.5. 音频信号设计注意事项

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

GSM 发射时的高频干扰严重程度通常主要取决于客户应用设计。在有些情况下，EGSM900 的 TDD

噪声比较严重，而有些情况下，DCS1800 的 TDD 噪声比较严重。因此客户可以根据测试的结果选贴需要的滤波电容，甚至有的时候不需要贴该类滤波电容。

天线的位置离音频元件和音频走线应尽量远，以减少辐射干扰；电源走线和音频走线不能平行，且应尽量远离音频走线。

差分音频走线必须遵循差分信号的 Layout 规则。

3.24. 紧急下载接口

USB_BOOT 为紧急下载接口。开机时将 USB_BOOT 引脚上拉到 LDO5_1P8，模块即可进入紧急下载模式，用于产品因为故障无法正常启动时的最终处理方式。为方便产品后续的软件升级和调试，请预留此参考电路。

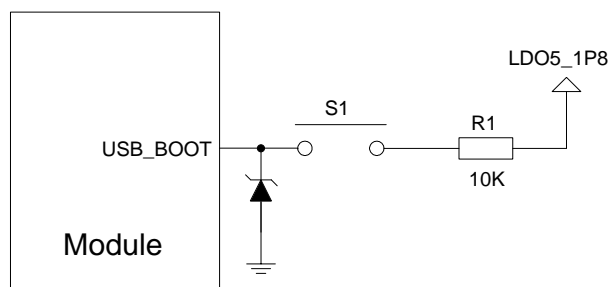


图 32: 紧急下载接口参考电路

3.25. LED 指示接口

LED 指示接口的引脚定义如下：

表 32: LED 指示接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
CHG_LED	157	AI	充电指示引脚	输入电流范围：5mA~20mA
PMI_MPP2	158	AI	通用 LED 指示引脚	输入电流范围：0mA~40mA

LED 指示接口参考电路如下：

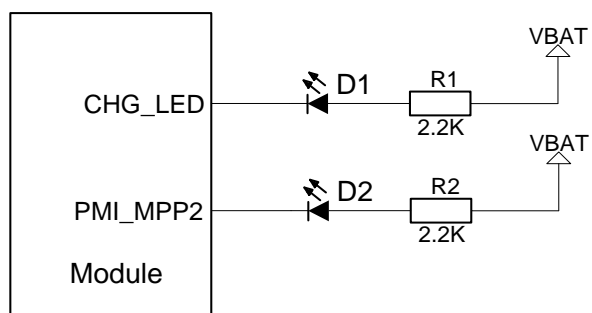


图 33: LED 指示接口参考电路

4 Wi-Fi 和 BT

SC60 模块提供了一个 Wi-Fi 和 BT 共用天线接口 ANT_WIFI/BT，阻抗控制为 50Ω。客户可以通过此接口连接外部的 PCB 天线、吸盘天线或者陶瓷天线以实现 Wi-Fi 和 BT 功能。

4.1. Wi-Fi 概述

SC60 模块支持 2.4GHz 及 5GHz WLAN 无线通信，支持 802.11a、802.11b、802.11g、802.11n 和 802.11ac 等制式，最高速率可达 433Mbps。其特性如下：

- 支持 Wake-on-WLAN (WoWLAN)
- 支持 ad hoc 模式
- 支持 WAPI SMS4 硬件加密
- 支持 AP 模式
- 支持 Wi-Fi Direct
- 支持 MCS 0-7 for HT20 和 HT40
- 支持 MCS 0-8 for VHT20
- 支持 MCS 0-9 for VHT40 和 VHT80

4.1.1. Wi-Fi 性能指标

如下表格列出了 SC60 Wi-Fi 的发射和接收性能：

表 33: Wi-Fi 的发射性能

	制式	速率	输出功率
2.4GHz	802.11b	1Mbps	16dBm±2.5dB
	802.11b	11Mbps	16dBm±2.5dB
	802.11g	6Mbps	16dBm±2.5dB
	802.11g	54Mbps	14dBm±2.5dB
	802.11n HT20	MCS0	15dBm±2.5dB

5GHz	802.11n HT20	MCS7	13dBm±2.5dB
	802.11n HT40	MCS0	14dBm±2.5dB
	802.11n HT40	MCS7	13dBm±2.5dB
	802.11a	6Mbps	14dBm±2.5dB
	802.11a	54Mbps	13dBm±2.5dB
	802.11n HT20	MCS0	15dBm±2.5dB
	802.11n HT20	MCS7	13dBm±2.5dB
	802.11n HT40	MCS0	15dBm±2.5dB
	802.11n HT40	MCS7	13dBm±2.5dB
	802.11ac VHT20	MCS0	14dBm±2.5dB
	802.11ac VHT20	MCS8	13dBm±2.5dB
	802.11ac VHT40	MCS0	13dBm±2.5dB
	802.11ac VHT40	MCS9	12dBm±2.5dB
	802.11ac VHT80	MCS0	13dBm±2.5dB
	802.11ac VHT80	MCS9	12dBm±2.5dB

表 34: Wi-Fi 的接收性能

	制式	速率	灵敏度
2.4GHz	802.11b	1Mbps	-87dBm
	802.11b	11Mbps	-87dBm
	802.11g	6Mbps	-91dBm
	802.11g	54Mbps	-76dBm
	802.11n HT20	MCS0	-90dBm
	802.11n HT20	MCS7	-73dBm
	802.11n HT40	MCS0	-87dBm

	802.11n HT40	MCS7	-68dBm
	802.11a	6Mbps	-90dBm
	802.11a	54Mbps	-74dBm
	802.11n HT20	MCS0	-88dBm
	802.11n HT20	MCS7	-69dBm
5GHz	802.11n HT40	MCS0	-86dBm
	802.11n HT40	MCS7	-66dBm
	802.11ac VHT20	MCS8	-68dBm
	802.11ac VHT40	MCS9	-64dBm
	802.11ac VHT80	MCS9	-61dBm

参考规范如下：

- IEEE 802.11n WLAN MAC and PHY, October 2009 + IEEE 802.11-2007 WLAN MAC and PHY, June 2007
- IEEE Std 802.11b, IEEE Std 802.11d, IEEE Std 802.11e, IEEE Std 802.11g, IEEE Std 802.11i: IEEE 802.11-2007 WLAN MAC and PHY, June 2007

4.2. BT 概述

SC60 模块支持 BT4.2（BR/EDR+BLE）规范，调制方式支持 GFSK、8-DPSK 和 $\pi/4$ -DQPSK。

- 最多支持 7 路无线连接；
- 最多同时支持 3.5 个 PICONET 微微网；
- 支持 1 路 SCO 或者 eSCO（Extended Synchronous Connection Oriented）连接。

BR/EDR 信道带宽为 1MHz，可容纳 79 个信道；BLE 信道带宽为 2MHz，可容纳 40 个信道。

表 35: BT 速率和版本信息

版本	数据率	最大应用吞吐量	备注
1.2	1Mbit/s	> 80Kbit/s	
2.0+EDR	3Mbit/s	> 80Kbit/s	
3.0+HS	24Mbit/s	请参考 3.0+HS	
4.0	24Mbit/s	请参考 4.0 LE	

参考规范如下:

- Bluetooth Radio Frequency TSS and TP Specification 1.2/2.0/2.0 + EDR/2.1/2.1+ EDR/3.0/3.0 + HS, August 6, 2009
- Bluetooth Low Energy RF PHY Test Specification, RF-PHY.TS/4.0.0, December 15, 2009

4.2.1. BT 性能指标

表 36: BT 发射和接收性能指标

发射机性能			
分组类型	DH5	2-DH5	3-DH5
发射功率	10dBm±2.5dB	8dBm±2.5dB	8dBm±2.5dB
接收机性能			
分组类型	DH5	2-DH5	3-DH5
接收灵敏度	-93dBm	-92dBm	-86dBm

5 GNSS

SC60 智能模块内部采用了高通的 IZat™引擎，其 Gen 8C 同时支持 GPS、GLONASS 和 BeiDou 多种定位系统。模块内嵌了 LNA，能有效的提高 GNSS 的定位灵敏度。

5.1. GNSS 性能指标

下表列出了传导模式下 SC60 模块的 GNSS 性能指标。

表 37: GNSS 性能

参数	状态描述	典型值	单位
灵敏度 (GNSS)	冷启动	-146	dBm
	重捕获	-158	dBm
	追踪	-160	dBm
TTFF (GNSS)	冷启动	32	s
	温启动	30	s
	热启动	2	s
静态漂移 (GNSS)	CEP-50	6	m

5.2. GNSS 射频设计指导

如果天线、Layout 等方面设计不好，会造成 GNSS 接收灵敏度降低，导致 GNSS 定位时间长或者定位精度低等现象。GNSS 射频设计中需遵守以下设计原则：

- GNSS 和 GPRS 射频部分（包括 Layout 走线和天线布局），设计上应尽量相互远离，以防止这两部分互相干扰；
- 在用户系统中，GNSS 射频信号以及射频相关的元器件的位置布局，应注意远离高速电路、开关电源、大的电感以及单片机的时钟电路等；
- 对于电磁环境比较恶劣或者静电防护要求高的设计，要求在天线接口中增加 ESD 防护二极管；且必须选用超低结电容的 ESD 防护二极管，建议结电容不超过 0.5pF，否则会影响射频回路的阻抗特性，或者对射频信号造成旁路衰减；
- 无论是馈线还是 PCB 走线，都要求 50Ω 阻抗控制，并且走线不能太长；
- GNSS 天线参考电路设计请参考 **6.3 章节**。

6 天线接口

SC60 提供了 4 个天线接口：主天线、分集天线、GNSS 天线和 Wi-Fi/BT 天线接口。各天线端口的特性阻抗为 50Ω。

6.1. 主天线/分集天线接口

主天线/分集天线接口的引脚定义如下表：

表 38：主天线/分集天线接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ANT_MAIN	19	IO	主天线接口	特性阻抗 50Ω
ANT_DRX	149	AI	分集和 MIMO 天线接口	特性阻抗 50Ω

模块工作频段如下：

表 39：SC60-CE 支持频段

频段	下行	上行	单位
EGSM900	925~960	880~915	MHz
DCS1800	1805~1880	1710~1785	MHz
WCDMA B1	2110~2170	1920~1980	MHz
WCDMA B8	925~960	880~915	MHz
EVDO/CDMA BC0	869~894	824~849	MHz
TD-SCDMA B34	2010~2025	2010~2025	MHz
TD-SCDMA B39	1880~1920	1880~1920	MHz

LTE-FDD B1	2110~2170	1920~1980	MHz
LTE-FDD B3	1805~1880	1710~1785	MHz
LTE-FDD B5	869~894	824~849	MHz
LTE-FDD B8	925~960	880~915	MHz
LTE-TDD B34	2010~2025	2010~2025	MHz
LTE-TDD B38	2570~2620	2570~2620	MHz
LTE-TDD B39	1880~1920	1880~1920	MHz
LTE-TDD B40	2300~2400	2300~2400	MHz
LTE-TDD B41 ¹⁾	2555~2655	2555~2655	MHz

表 40: SC60-E 支持频段

频段	下行	上行	单位
GSM850	869~894	824~849	MHz
EGSM900	925~960	880~915	MHz
DCS1800	1805~1880	1710~1785	MHz
PCS1900	1930~1990	1850~1910	MHz
WCDMA B1	2110~2170	1920~1980	MHz
WCDMA B2	1930~1990	1850~1910	MHz
WCDMA B5	871~892	826~847	MHz
WCDMA B8	925~960	880~915	MHz
LTE-FDD B1	2110~2170	1920~1980	MHz
LTE-FDD B3	1805~1880	1710~1785	MHz
LTE-FDD B5	869~894	824~849	MHz
LTE-FDD B7	2620~2690	2500~2570	MHz
LTE-FDD B8	925~960	880~915	MHz

LTE-FDD B20	791~821	832~862	MHz
LTE-FDD B28A	758~788	703~733	MHz
LTE-TDD B38	2570~2620	2570~2620	MHz
LTE-TDD B40	2300~2400	2300~2400	MHz
LTE-TDD B41 ²⁾	2535~2655	2535~2655	MHz

表 41：SC60-A 支持频段

频段	下行	上行	单位
GSM850	869~894	824~849	MHz
PCS1900	1930~1990	1850~1910	MHz
WCDMA B1	2110~2170	1920~1980	MHz
WCDMA B2	1930~1990	1850~1910	MHz
WCDMA B4	2110~2155	1710~1755	MHz
WCDMA B5	871~892	826~847	MHz
LTE-FDD B2	1930~1990	1850~1910	MHz
LTE-FDD B4	2110~2155	1710~1755	MHz
LTE-FDD B5	869~894	824~849	MHz
LTE-FDD B7	2620~2690	2500~2570	MHz
LTE-FDD B12	729~746	699~716	MHz
LTE-FDD B13	746~756	777~787	MHz
LTE-FDD B14	758~768	788~798	MHz
LTE-FDD B25	1930~1995	1850~1915	MHz
LTE-FDD B26	859~894	814~849	MHz
LTE-TDD B41 ²⁾	2535~2655	2535~2655	MHz

备注

1. ¹⁾ SC60-CE 的 LTE-TDD B41 频段带宽为 100MHz (2555MHz~2655MHz)，信道范围为 40240~41240。
2. ²⁾ SC60-A/E 的 LTE-TDD B41 频段带宽为 120MHz (2535MHz~2655MHz)，信道范围为 40040~41240。

6.1.1. 射频参考电路

对于主天线/分集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。天线连接参考电路如下图所示。其中 π 型匹配元件 (R1/C1/C2, R2/C3/C4) 应尽量靠近天线放置；电容默认不贴，只贴 0 Ω 电阻。

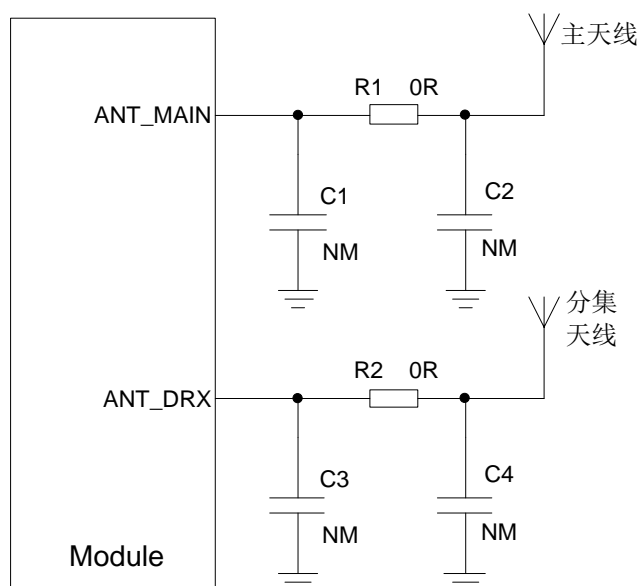


图 34: 射频参考电路

6.1.2. 射频信号线 Layout 参考指导

对于用户 PCB 而言，所有的射频信号线的特性阻抗应控制在 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

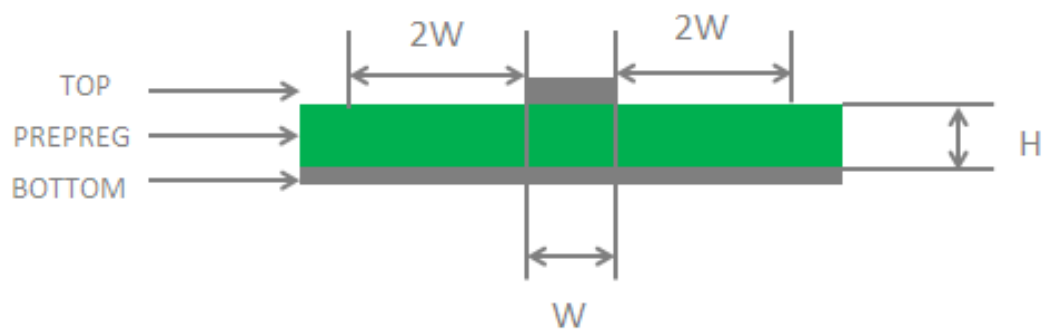


图 35: 两层 PCB 板微带线结构

- 共面波导完整结构

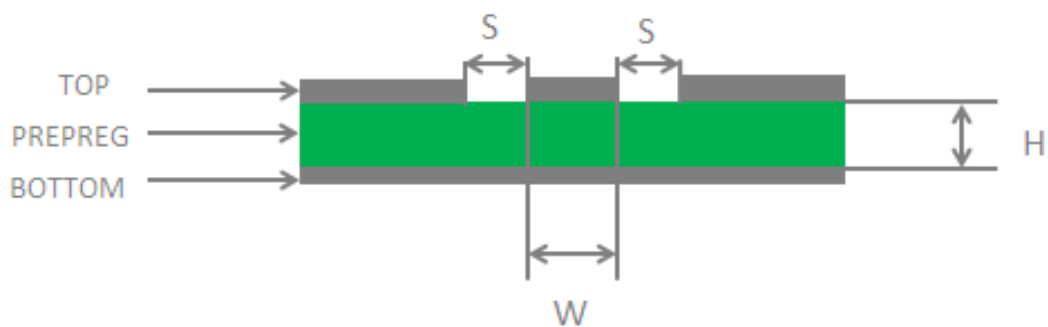


图 36: 两层 PCB 板共面波导结构

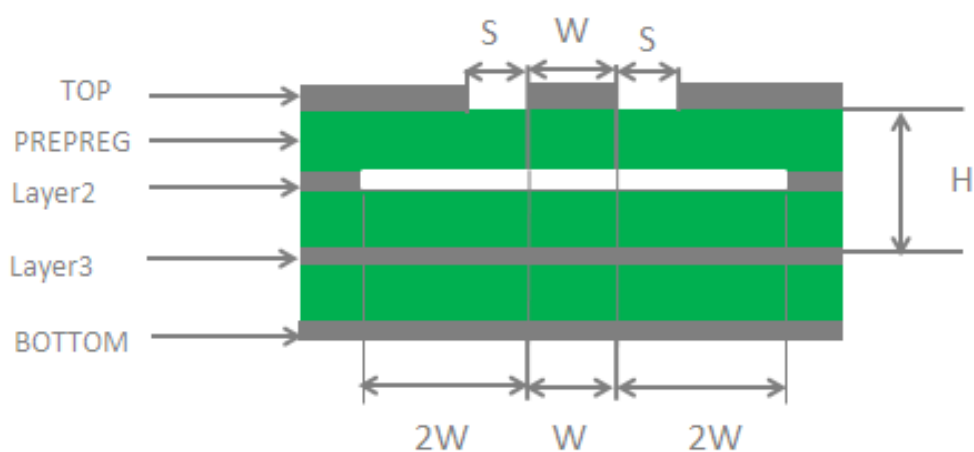


图 37: 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层）

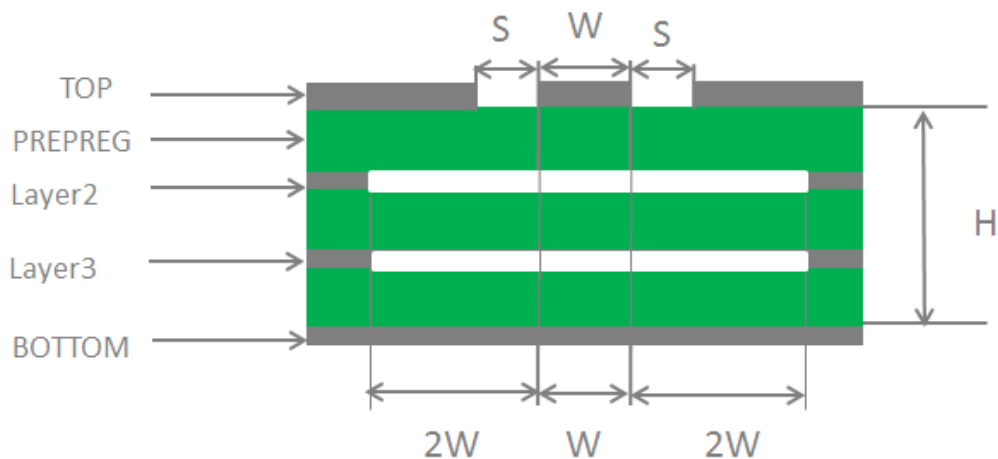


图 38: 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第四层）

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，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 ($2*W$)。

更多关于射频 Layout 的说明，请参考文档 [3]。

6.2. Wi-Fi/BT 天线接口

如下表格介绍了 Wi-Fi/BT 天线接口引脚定义和工作频段。

表 42: Wi-Fi/BT 天线接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ANT_WIFI/BT	129	IO	Wi-Fi/BT 天线接口	特性阻抗 50Ω

表 43: Wi-Fi/BT 工作频段

类型	频段	单位
802.11 a/b/g/n/ac	2402~2482	MHz
	5180~5825	
BT4.2 LE	2402~2480	MHz

Wi-Fi/BT 天线连接参考电路如下图所示。其中电容默认不贴，只贴 0Ω 电阻。

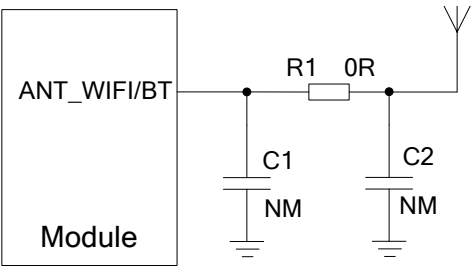


图 39: Wi-Fi/BT 天线接口参考电路

6.3. GNSS 天线接口

如下表格介绍了 GNSS 天线接口引脚定义和工作频段。

表 44: GNSS 天线接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ANT_GNSS	134	AI	GNSS 天线接口	特性阻抗 50Ω
GNSS_LNA_EN	202	DO	LNA 使能控制	仅用于测试，不用则悬空

表 45: GNSS 工作频段

类型	频段	单位
GPS	1575.42±1.023	MHz
GLONASS	1597.5~1605.8	MHz
BeiDou	1561.098±2.046	MHz

6.3.1. 无源天线参考设计

可采用无源的陶瓷天线或者其它形式的 GNSS 无源天线，具体匹配形式如下图所示：

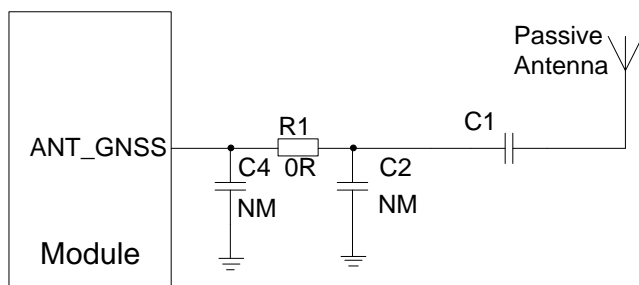


图 40：无源天线参考电路

备注

当 GNSS 无源天线距离模块较远时（即走线较长时）且外部损耗 $>2\text{dB}$ 时，为保证 GNSS 接收性能，建议模块增加外部 LNA 电路，且 LNA 应靠近天线放置。

6.3.2. 有源天线参考设计

有源天线的电源是从天线的信号线通过 56nH 的电感完成馈电的，常见的有源天线为 $3.3\text{V}\sim 5.0\text{V}$ 供电。有源天线自身功耗非常小，但要求电源稳定、干净，建议采用性能较高的 LDO 给天线供电。有源天线参考电路如下图所示：

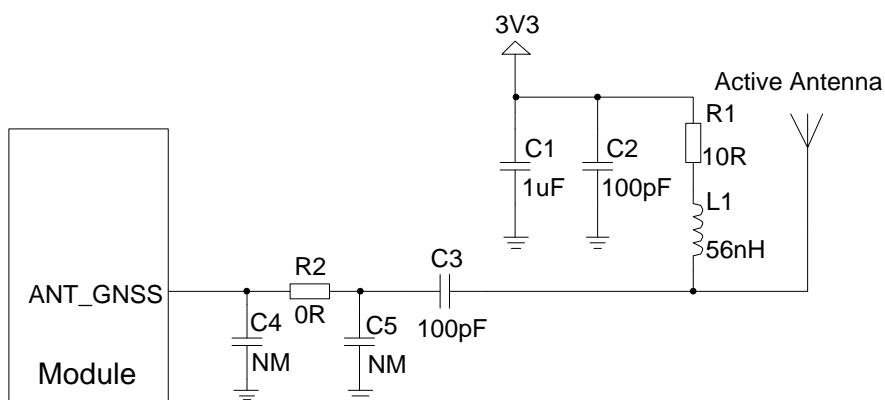


图 41：有源天线参考电路

6.4. 天线安装

6.4.1. 天线安装要求

下表列出了对主天线、分集天线、Wi-Fi/BT 天线和 GNSS 天线的要求：

表 46：天线要求

天线类型	要求
GSM/WCDMA/TD-SCDMA/ LTE	驻波比：≤ 2 增益 (dBi)：1 最大输入功率 (W)：50 输入阻抗 (Ω)：50 极化类型：垂直方向 插入损耗：< 1dB (GSM850, EGSM900, WCDMA B5/B6/B8/B19, EVDO/CDMA BC0, LTE B5/B8/B12/B13/B14/B18/B19/B20/B26/B28A/B28B) 插入损耗：< 1.5dB (GSM1800, PCS1900, WCDMA B1/B2/B4, TD-SCDMA B34/B39, LTE B1/B2/B3/B4/B25/B34/B39) 插入损耗：< 2dB (LTE-FDD B7, LTE-TDD B38/B40/B41)
Wi-Fi/BT	驻波比：≤ 2 增益 (dBi)：1 最大输入功率 (W)：50 输入阻抗 (Ω)：50 极化类型：垂直方向 插入损耗：< 1dB
GNSS ¹⁾	频率范围：1559MHz~1607MHz 极化类型：右旋圆极化或者线极化 驻波比：< 2 (典型值) 无源天线增益：> 0dBi 有源天线噪声系数：< 1.5dB (典型值) 有源天线增益：> -2dBi 有源天线内置 LNA 增益：< 17dB (典型值) 有源天线总增益：< 17dBi (典型值)

备注

¹⁾ 当支持 LTE B13/B14 频段时，不推荐使用有源 GNSS 天线，也不推荐外加 LNA，建议使用无源 GNSS 天线。

6.4.2. 安装天线时推荐使用的 RF 连接器

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

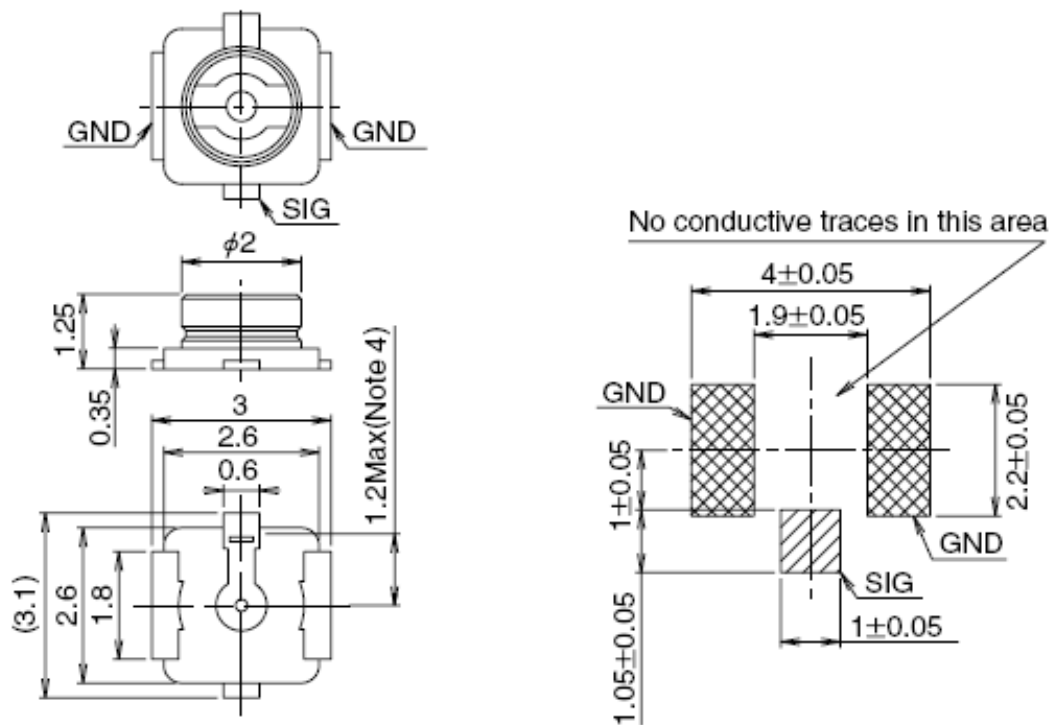


图 42：U.FL-R-SMT 连接器尺寸（单位：毫米）

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

	U.FL-LP-040	U.FL-LP-066	U.FL-LP(V)-040	U.FL-LP-062	U.FL-LP-088
Part No.					
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 43：UF.L-LP 连接线系列

下图为连接线和连接器安装尺寸：

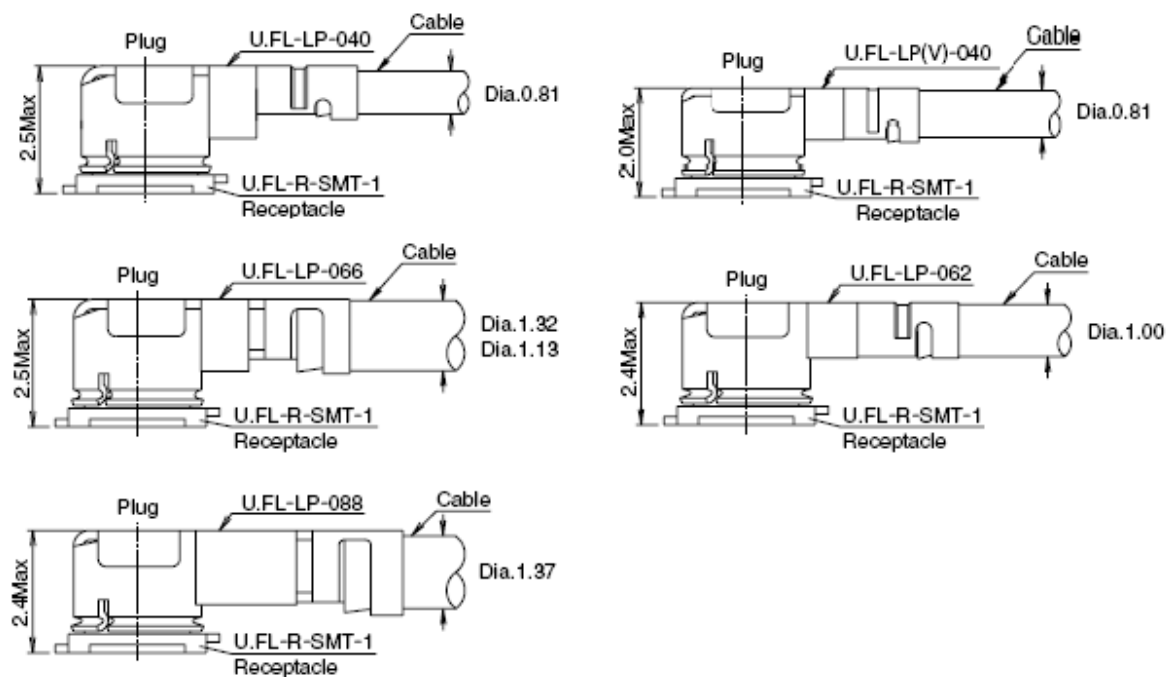


图 44：安装尺寸（单位：毫米）

详情请参考 <http://www.hirose.com>。

7 电气、可靠性及射频性能

7.1. 极限参数

下表列出了模块部分引脚电压/电流的最大耐受值：

表 47：极限参数

参数	最小	最大	单位
VBAT	-0.5	6	V
USB_VBUS	-0.5	20	V
VBAT 最大电流	0	3	A
数字引脚电压	-0.3	2.3	V

7.2. 电源额定值

表 48：模块电源额定值

参数	描述	条件	最小	典型	最大	单位
VBAT	VBAT	实际输入电压必须在该范围之内	3.55	3.8	4.4	V
	突发发射时的电压跌落	EGSM900 最大发射功率下			400	mV
I _{VBAT}	峰值电流（每个发射时限下）	EGSM900 最大发射功率下		1.8	3.0	A
USB_VBUS			4	5.0	10	V
VRTC	备用电池供电电压		2.0	3.0	3.25	V

7.3. 工作和存储温度

下表列出了模块工作和存储温度范围：

表 49：工作和存储温度

参数	最小	典型	最大	单位
正常工作温度 ¹⁾	-35	+25	+65	°C
扩展工作温度 ²⁾	-40		+75	°C
存储温度范围	-40		+90	°C

备注

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

7.4. 工作电流

SC60 模块各种工作模式下的工作电流如下表所示：

表 50：SC60-CE 工作电流

参数	描述	条件	最小	典型	最大	单位
I _V BAT	关机电流	关机		70		uA
	GSM/GPRS 模式 供电电流	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=2		4.3		mA
		睡眠模式（不连接 USB） @DRX=5		3.42		mA
		睡眠模式（不连接 USB） @DRX=9		3.34		mA
	WCDMA 模式 供电电流	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=6		3.98		mA

	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=8	3.2	mA
	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=9	3.08	mA
CDMA 模式 供电电流	BC0 CH283 @Slot Cycle Index=1	4.67	mA
	BC0 CH283 @Slot Cycle Index=7	3.84	mA
TD-SCDMA 模式 供电电流	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=6	4.09	mA
	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=8	3.58	mA
	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=9	3.3	mA
LTE-FDD 模式 供电电流	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=6	5.65	mA
	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=8	3.69	mA
	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=9	3.36	mA
LTE-TDD 模式 供电电流	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=6	7.8	mA
	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=8	4.27	mA
	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=9	3.63	mA
GSM 语音通话	EGSM900 @PCL 5	250	mA
	EGSM900 @PCL 12	110	mA
	EGSM900 @PCL 19	90	mA
	DCS1800 @PCL 0	160	mA
	DCS1800 @PCL 7	110	mA
	DCS1800 @PCL 15	110	mA
WCDMA 语音通话	B1 @max power	600	mA
	B8 @max power	650	mA
GPRS 数据传输	EGSM900 (1UL/4DL) @PCL 5	250	mA
	EGSM900 (2UL/3DL) @PCL 5	430	mA

	EGSM900 (3UL/2DL) @PCL 5	510	mA
	EGSM900 (4UL/1DL) @PCL 5	600	mA
	DCS1800 (1UL/4DL) @PCL 0	170	mA
	DCS1800 (2UL/3DL) @PCL 0	270	mA
	DCS1800 (3UL/2DL) @PCL 0	370	mA
	DCS1800 (4UL/1DL) @PCL 0	470	mA
EDGE 数据传输	EGSM900 (1UL/4DL) @PCL 8	160	mA
	EGSM900 (2UL/3DL) @PCL 8	260	mA
	EGSM900 (3UL/2DL) @PCL 8	320	mA
	EGSM900 (4UL/1DL) @PCL 8	390	mA
	DCS1800 (1UL/4DL) @PCL 2	150	mA
	DCS1800 (2UL/3DL) @PCL 2	230	mA
	DCS1800 (3UL/2DL) @PCL 2	320	mA
	DCS1800 (4UL/1DL) @PCL 2	410	mA
WCDMA 数据传输	B1 (HSDPA) @max power	550	mA
	B8 (HSDPA) @max power	510	mA
	B1 (HSUPA) @max power	530	mA
	B8 (HSUPA) @max power	610	mA
EVDO/CDMA 数据传输	BC0 @max power	510	mA
TD-SCDMA 数据传输	TD-SCDMA B34 @max power	130	mA
	TD-SCDMA B39 @max power	130	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B1 @max power	560	mA
	LTE-FDD B3 @max power	570	mA
	LTE-FDD B5 @max power	460	mA
	LTE-FDD B8 @max power	520	mA

	LTE-TDD B34 @max power	240	mA
	LTE-TDD B38 @max power	260	mA
	LTE-TDD B39 @max power	240	mA
	LTE-TDD B40 @max power	260	mA
	LTE-TDD B41 @max power	260	mA

表 51: SC60-E 工作电流

参数	描述	条件	最小	典型	最大	单位
I _{VBAT}	关机电流	关机		69		uA
	GSM/GPRS 模式 供电电流	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=2		4.32		mA
		睡眠模式（不连接 USB） @DRX=5		3.31		mA
		睡眠模式（不连接 USB） @DRX=9		3.04		mA
	WCDMA 模式 供电电流	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=6		3.71		mA
		睡眠模式（不连接 USB） @DRX=8		2.82		mA
		睡眠模式（不连接 USB） @DRX=9		2.76		mA
	LTE-FDD 模式 供电电流	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=6		3.71		mA
		睡眠模式（不连接 USB） @DRX=8		2.96		mA
		睡眠模式（不连接 USB） @DRX=9		2.59		mA
	LTE-TDD 模式 供电电流	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=6		5.37		mA
		睡眠模式（不连接 USB） @DRX=8		3		mA
		睡眠模式（不连接 USB） @DRX=9		2.62		mA
	GSM 语音通话	GSM850 @PCL 5		234		mA
		GSM850 @PCL 12		107		mA

	GSM850 @PCL 19	85	mA
	EGSM900 @PCL 5	258	mA
	EGSM900 @PCL 12	111	mA
	EGSM900 @PCL 19	83	mA
	DCS1800 @PCL 0	166	mA
	DCS1800 @PCL 7	129	mA
	DCS1800 @PCL 15	108	mA
	PCS1900 @PCL 0	160	mA
	PCS1900 @PCL 7	127	mA
	PCS1900 @PCL 15	107	mA
WCDMA 语音通话	B1 @max power	553	mA
	B2 @max power	513	mA
	B5 @max power	460	mA
	B8 @max power	439	mA
GPRS 数据传输	GSM850 (1UL/4DL) @PCL 5	233	mA
	GSM850 (2UL/3DL) @PCL 5	401	mA
	GSM850 (3UL/2DL) @PCL 5	469	mA
	GSM850 (4UL/1DL) @PCL 5	539	mA
	EGSM900 (1UL/4DL) @PCL 5	256	mA
	EGSM900 (2UL/3DL) @PCL 5	444	mA
	EGSM900 (3UL/2DL) @PCL 5	510	mA
	EGSM900 (4UL/1DL) @PCL 5	593	mA
	DCS1800 (1UL/4DL) @PCL 0	174	mA
	DCS1800 (2UL/3DL) @PCL 0	281	mA
	DCS1800 (3UL/2DL) @PCL 0	387	mA

EDGE 数据传输	DCS1800 (4UL/1DL) @PCL 0	495	mA
	PCS1900 (1UL/4DL) @PCL 0	167	mA
	PCS1900 (2UL/3DL) @PCL 0	269	mA
	PCS1900 (3UL/2DL) @PCL 0	369	mA
	PCS1900 (4UL/1DL) @PCL 0	472	mA
	GSM850 (1UL/4DL) @PCL 8	142	mA
	GSM850 (2UL/3DL) @PCL 8	230	mA
	GSM850 (3UL/2DL) @PCL 8	293	mA
	GSM850 (4UL/1DL) @PCL 8	357	mA
	EGSM900 (1UL/4DL) @PCL 8	150	mA
	EGSM900 (2UL/3DL) @PCL 8	248	mA
	EGSM900 (3UL/2DL) @PCL 8	311	mA
	EGSM900 (4UL/1DL) @PCL 8	378	mA
	DCS1800 (1UL/4DL) @PCL 2	145	mA
	DCS1800 (2UL/3DL) @PCL 2	233	mA
	DCS1800 (3UL/2DL) @PCL 2	322	mA
	DCS1800 (4UL/1DL) @PCL 2	415	mA
	PCS1900 (1UL/4DL) @PCL 2	141	mA
	PCS1900 (2UL/3DL) @PCL 2	230	mA
	PCS1900 (3UL/2DL) @PCL 2	317	mA
	PCS1900 (4UL/1DL) @PCL 2	409	mA
WCDMA 数据传输	B1 (HSDPA) @max power	518	mA
	B2 (HSDPA) @max power	480	mA
	B5 (HSDPA) @max power	432	mA
	B8 (HSDPA) @max power	421	mA

LTE 数据传输	B1 (HSUPA) @max power	535	mA
	B2 (HSUPA) @max power	497	mA
	B5 (HSUPA) @max power	427	mA
	B8 (HSUPA) @max power	491	mA
	LTE-FDD B1 @max power	596	mA
	LTE-FDD B3 @max power	562	mA
	LTE-FDD B5 @max power	521	mA
	LTE-FDD B7 @max power	796	mA
	LTE-FDD B8 @max power	538	mA
	LTE-FDD B20 @max power	615	mA
	LTE-TDD B28A @max power	659	mA
	LTE-TDD B38 @max power	384	mA
	LTE-TDD B40 @max power	348	mA
	LTE-TDD B41 @max power	385	mA

表 52: SC60-A 工作电流

参数	描述	条件	最小	典型	最大	单位
I _V BAT	关机电流	关机		66		uA
	GSM/GPRS 模式 供电电流	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=2		4.63		mA
		睡眠模式（不连接 USB） @DRX=5		4.23		mA
		睡眠模式（不连接 USB） @DRX=9		3.76		mA
	WCDMA 模式 供电电流	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=6		5.72		mA
		睡眠模式（不连接 USB） @DRX=8		3.81		mA
		睡眠模式（不连接 USB） @DRX=9		3.67		mA

LTE-FDD 模式 供电电流	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=6	6.78	mA
	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=8	4.22	mA
	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=9	3.89	mA
LTE-TDD 模式 供电电流	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=6	7.38	mA
	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=8	4.63	mA
	睡眠模式（不连接 USB） @DRX=9	4.28	mA
GSM 语音通话	GSM850 @PCL 5	257	mA
	GSM850 @PCL 12	117	mA
	GSM850 @PCL 19	90	mA
	PCS1900 @PCL 0	181	mA
	PCS1900 @PCL 7	132	mA
	PCS1900 @PCL 15	114	mA
WCDMA 语音通话	B1 @max power	692	mA
	B2 @max power	569	mA
	B4 @max power	633	mA
	B5 @max power	537	mA
GPRS 数据传输	GSM850 (1UL/4DL) @PCL 5	253	mA
	GSM850 (2UL/3DL) @PCL 5	439	mA
	GSM850 (3UL/2DL) @PCL 5	498	mA
	GSM850 (4UL/1DL) @PCL 5	604	mA
	PCS1900 (1UL/4DL) @PCL 0	174	mA
	PCS1900 (2UL/3DL) @PCL 0	286	mA
	PCS1900 (3UL/2DL) @PCL 0	394	mA
	PCS1900 (4UL/1DL) @PCL 0	505	mA
EDGE 数据传输	GSM850 (1UL/4DL) @PCL 8	153	mA

	GSM850 (2UL/3DL) @PCL 8	248	mA
	GSM850 (3UL/2DL) @PCL 8	313	mA
	GSM850 (4UL/1DL) @PCL 8	380	mA
	PCS1900 (1UL/4DL) @PCL 2	146	mA
	PCS1900 (2UL/3DL) @PCL 2	238	mA
	PCS1900 (3UL/2DL) @PCL 2	330	mA
	PCS1900 (4UL/1DL) @PCL 2	426	mA
WCDMA 数据传输	B1 (HSDPA) @max power	612	mA
	B2 (HSDPA) @max power	512	mA
	B4 (HSDPA) @max power	568	mA
	B5 (HSDPA) @max power	488	mA
	B1 (HSUPA) @max power	620	mA
	B2 (HSUPA) @max power	526	mA
	B4 (HSUPA) @max power	582	mA
	B5 (HSUPA) @max power	499	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B2 @max power	703	mA
	LTE-FDD B4 @max power	671	mA
	LTE-FDD B5 @max power	580	mA
	LTE-FDD B7 @max power	930	mA
	LTE-FDD B12 @max power	587	mA
	LTE-FDD B13 @max power	622	mA
	LTE-TDD B14 @max power	539	mA
	LTE-TDD B25 @max power	721	mA
	LTE-TDD B26 @max power	591	mA
	LTE-TDD B41 @max power	519	mA

7.5. 射频发射功率

下表列出了 SC60 模块射频发射功率参数:

表 53: SC60-CE 模块射频发射功率

频段	最大	最小
EGSM900	33dBm±2dB	5dBm±5dB
DCS1800	30dBm±2dB	0dBm±5dB
WCDMA B1	24dBm+1/-3dB	<-49dBm
WCDMA B8	24dBm+1/-3dB	<-49dBm
EVDO/CDMA BC0	24dBm+3/-1dB	<-49dBm
TD-SCDMA B34	24dBm+1/-3dB	<-49dBm
TD-SCDMA B39	24dBm+1/-3dB	<-49dBm
LTE-FDD B1	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B3	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B5	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B8	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B34	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-TDD B38	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-TDD B39	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-TDD B40	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-TDD B41	23dBm±2dB	<-39dBm

表 54: SC60-E 模块射频发射功率

频段	最大	最小
GSM850	33dBm±2dB	5dBm±5dB

EGSM900	33dBm±2dB	5dBm±5dB
DCS1800	30dBm±2dB	0dBm±5dB
PCS1900	30dBm±2dB	0dBm±5dB
WCDMA B1	24dBm+1/-3dB	<-49dBm
WCDMA B2	24dBm+1/-3dB	<-49dBm
WCDMA B5	24dBm+1/-3dB	<-49dBm
WCDMA B8	24dBm+1/-3dB	<-49dBm
LTE-FDD B1	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B3	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B5	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B7	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B8	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B20	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-TDD B28A	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-TDD B38	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-TDD B40	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-TDD B41	23dBm±2dB	<-39dBm

表 55: SC60-A 模块射频发射功率

频段	最大	最小
GSM850	33dBm±2dB	5dBm±5dB
PCS1900	30dBm±2dB	0dBm±5dB
WCDMA B1	24dBm+1/-3dB	<-49dBm
WCDMA B2	24dBm+1/-3dB	<-49dBm
WCDMA B4	24dBm+1/-3dB	<-49dBm

WCDMA B5	24dBm+1/-3dB	<-49dBm
LTE-FDD B2	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B4	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B5	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B7	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B12	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B13	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B14	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B25	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-FDD B26	23dBm±2dB	<-39dBm
LTE-TDD B41	23dBm±2dB	<-39dBm

备注

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

7.6. 射频接收灵敏度

下表列出了 SC60 模块的射频接收灵敏度：

表 56：SC60-CE 射频接收灵敏度

频率	灵敏度			3GPP (SIMO)
	主集	分集	主集+分集	
EGSM900	-109dBm	/	/	-102.4dBm
DCS1800	-109dBm	/	/	-102.4dBm
WCDMA B1	-110dBm	/	/	-106.7dBm
WCDMA B8	-110dBm	/	/	-103.7dBm

EVDO/CDMA BC0	-109dBm	/	/	-104dBm
TD-SCDMA B34	-109dBm	/	/	-108dBm
TD-SCDMA B39	-109dBm	/	/	-108dBm
LTE-FDD B1 (10M)	-98dBm	-99dBm	-102dBm	-96.3dBm
LTE-FDD B3 (10M)	-98dBm	-99dBm	-102dBm	-93.3dBm
LTE-FDD B5 (10M)	-98dBm	-99dBm	-102dBm	-94.3dBm
LTE-FDD B8 (10M)	-99dBm	-99dBm	-102dBm	-93.3dBm
LTE-TDD B34 (10M)	-97.5dBm	-99dBm	-101dBm	-96.3dBm
LTE-TDD B38 (10M)	-98dBm	-99dBm	-102dBm	-96.3dBm
LTE-TDD B39 (10M)	-98dBm	-99dBm	-102dBm	-96.3dBm
LTE-TDD B40 (10M)	-98dBm	-99dBm	-102dBm	-96.3dBm
LTE-TDD B41 (10M)	-98dBm	-99dBm	-102dBm	-94.3dBm

表 57: SC60-E 射频接收灵敏度

频率	灵敏度			
	主集	分集	主集+分集	3GPP (SIMO)
GSM850	待定	/	/	-102.4dBm
EGSM900	待定	/	/	-102.4dBm
DCS1800	待定	/	/	-102.4dBm
PCS1900	待定	/	/	-102.4dBm
WCDMA B1	待定	/	/	-106.7dBm
WCDMA B2	待定	/	/	-106.7dBm
WCDMA B5	待定	/	/	-104.7dBm
WCDMA B8	待定	/	/	-104.7dBm
LTE-FDD B1 (10M)	待定	待定	待定	-96.3dBm
LTE-FDD B3 (10M)	待定	待定	待定	-93.3dBm

LTE-FDD B5 (10M)	待定	待定	待定	-94.3dBm
LTE-FDD B7 (10M)	待定	待定	待定	-94.3dBm
LTE-FDD B8 (10M)	待定	待定	待定	-93.3dBm
LTE-FDD B20 (10M)	待定	待定	待定	-93.3dBm
LTE-TDD B28A (10M)	待定	待定	待定	-94.8dBm
LTE-TDD B38 (10M)	待定	待定	待定	-96.3dBm
LTE-TDD B40 (10M)	待定	待定	待定	-96.3dBm
LTE-TDD B41 (10M)	待定	待定	待定	-94.3dBm

表 58: SC60-A 射频接收灵敏度

频率	灵敏度			
	主集	分集	主集+分集	3GPP (SIMO)
GSM850	待定	/	/	-102.4dBm
PCS1900	待定	/	/	-102.4dBm
WCDMA B1	待定	/	/	-106.7dBm
WCDMA B2	待定	/	/	-106.7dBm
WCDMA B4	待定	/	/	-104.7dBm
WCDMA B5	待定	/	/	-104.7dBm
LTE-FDD B2 (10M)	待定	待定	待定	-96.3dBm
LTE-FDD B4 (10M)	待定	待定	待定	-93.3dBm
LTE-FDD B5 (10M)	待定	待定	待定	-94.3dBm
LTE-FDD B7 (10M)	待定	待定	待定	-94.3dBm
LTE-FDD B12 (10M)	待定	待定	待定	-93.3dBm
LTE-FDD B13 (10M)	待定	待定	待定	-93.3dBm
LTE-FDD B14 (10M)	待定	待定	待定	-93.3dBm
LTE-FDD B25 (10M)	待定	待定	待定	-92.8dBm

LTE-FDD B26 (10M)	待定	待定	待定	-93.8dBm
LTE-TDD B41 (10M)	待定	待定	待定	-94.3dBm

7.7. 静电防护

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

下表为模块重要引脚的 ESD 耐受电压情况：

表 59：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
电源和地接口	+/-5	+/-10	KV
天线接口	+/-5	+/-10	KV
其他接口	+/-0.5	+/-1	KV

8 机械尺寸

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

8.1. 模块机械尺寸

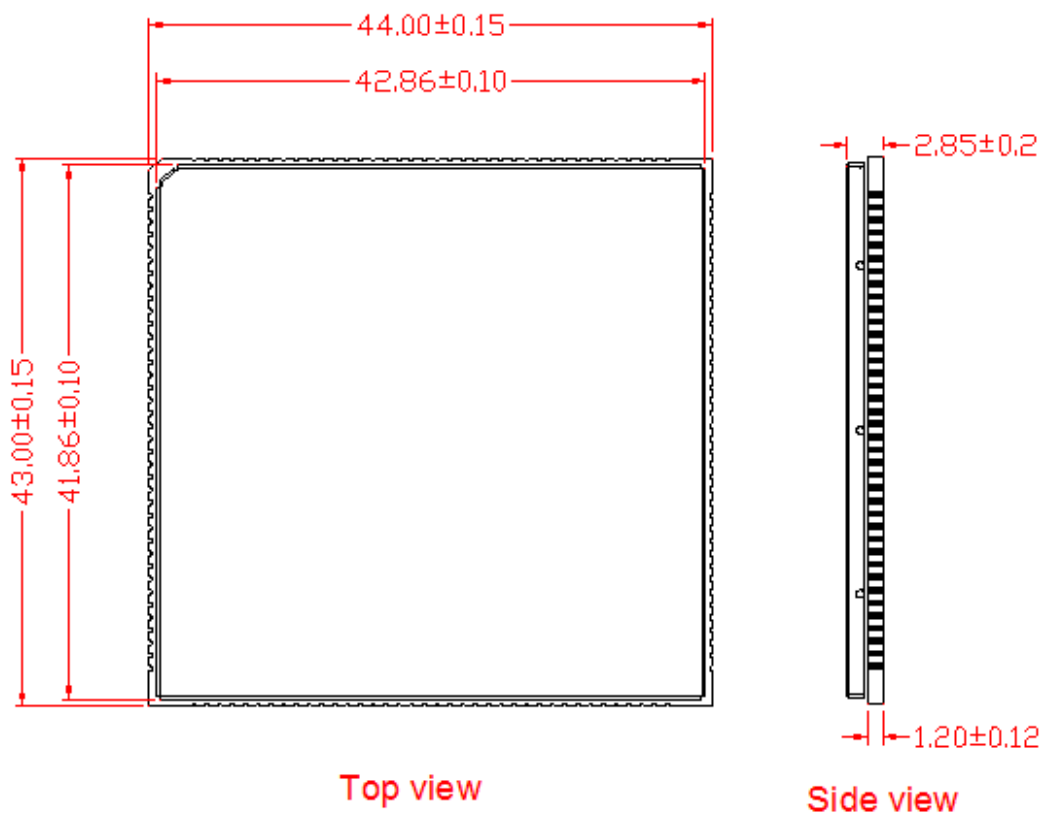


图 45: SC60 俯视及侧视图尺寸

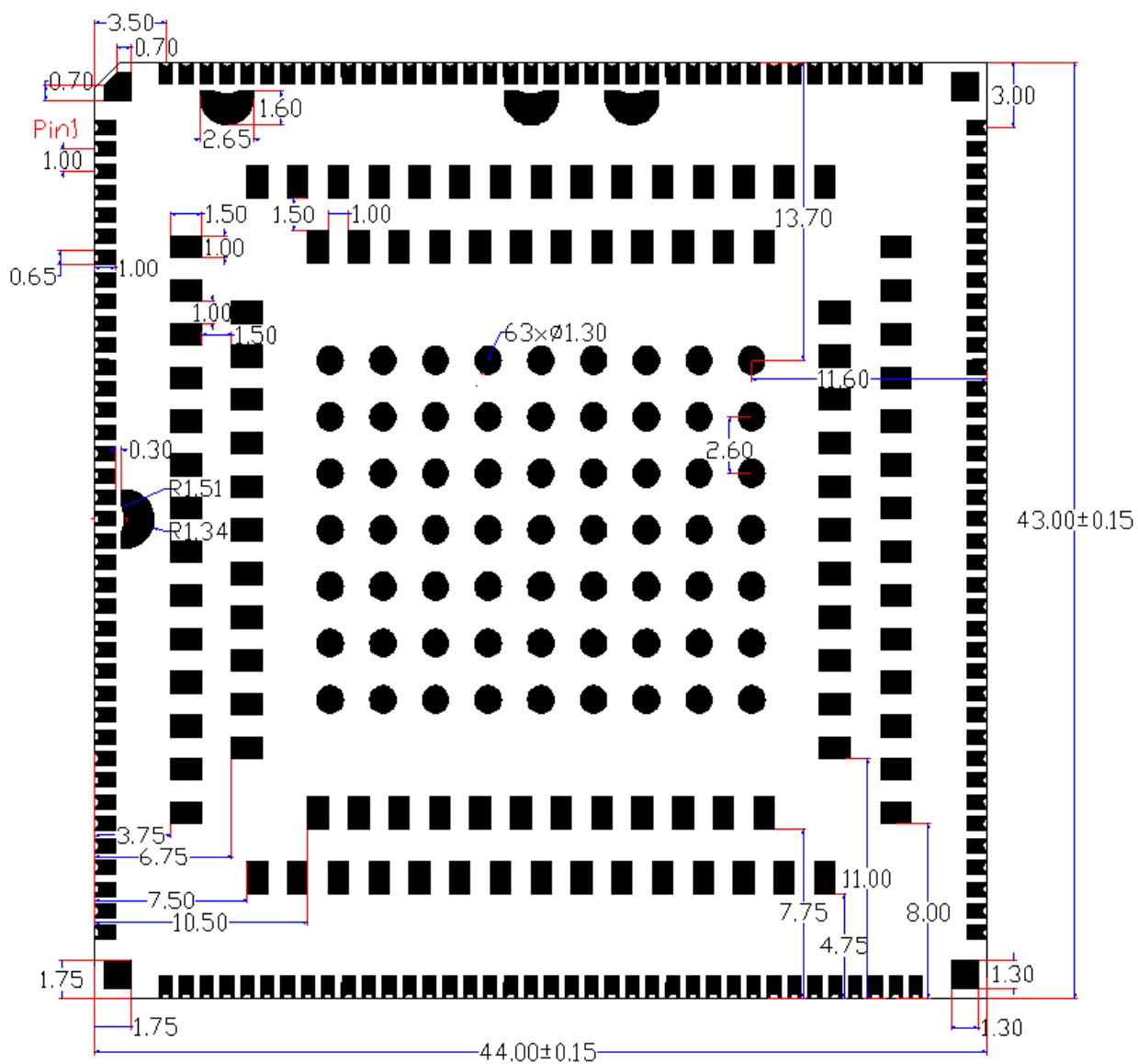


图 46: SC60 底层尺寸 (俯视透视图)

8.2. 推荐封装

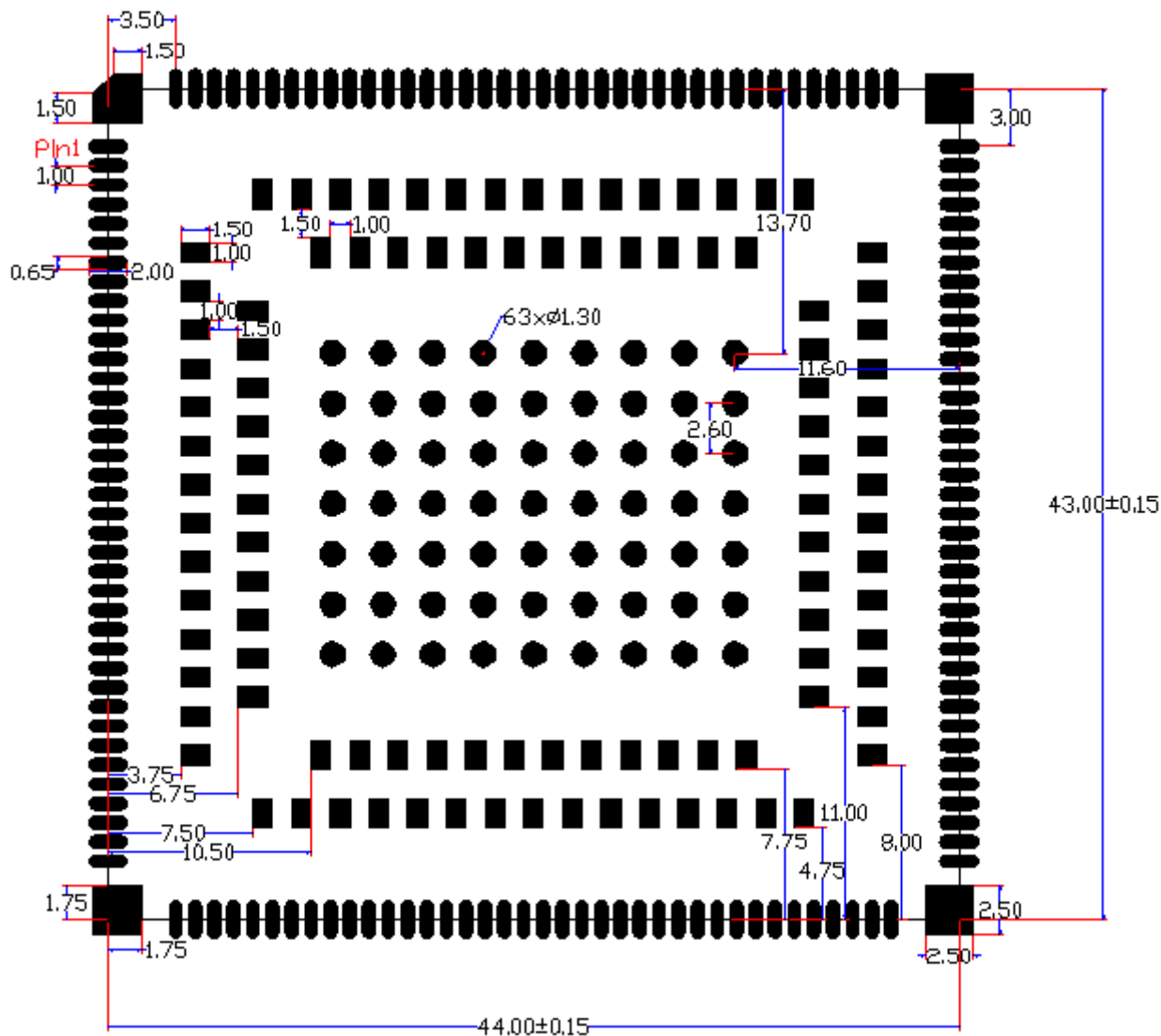


图 47: 推荐封装 (俯视图)

备注

1. 为了保证模块能够正常安装，请保证 PCB 上模块和其他元器件之间的距离至少为 3mm。
2. 所有 RESERVED 的引脚需悬空处理，不能接地。

8.3. 模块俯视图及底视图



图 48: 模块俯视图

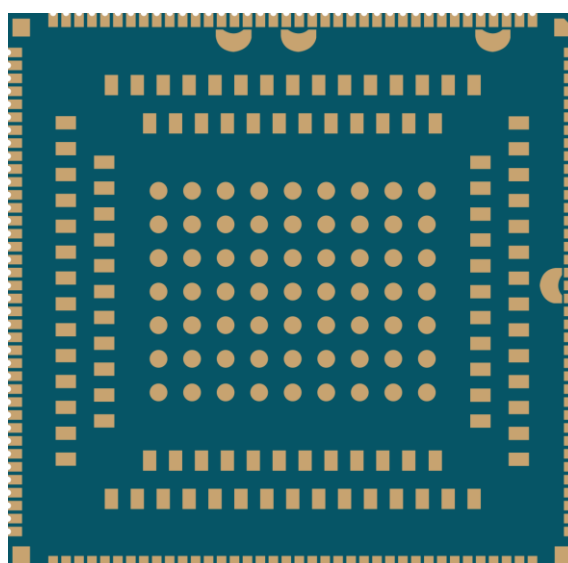


图 49: 模块底视图

备注

此处为 SC60 模块的设计效果图。如需更真实的图片信息，请参照移远通信的模块实物。

9 存储、生产和包装

9.1. 存储

SC60 以真空密封袋的形式包装。模块的湿度敏感等级为 3（MSL 3），其存储需遵循如下条件：

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

备注

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

9.2. 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，SC60 模块焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.18mm。LGA 焊盘，建议减少锡膏量，以避免短路。详细信息请参考文档 [4]。

推荐的回流焊温度为 235°C~245°C，最高不能超过 260°C。为避免模块反复受热而损坏，建议客户在完成 PCB 板第一面的回流焊后再贴模块。推荐的炉温曲线图如下图所示：

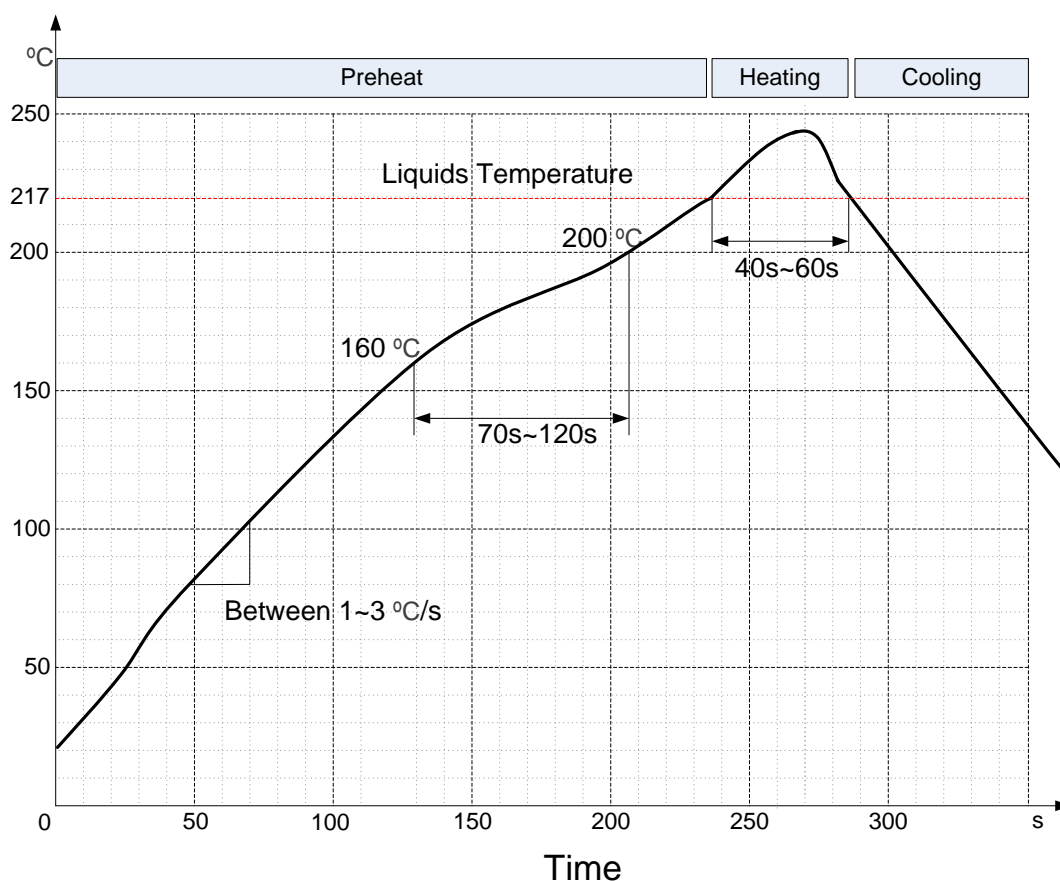


图 50：推荐的回流焊炉温曲线

9.3. 包装

SC60 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。

每个卷带直径 330 毫米，包含 200 个 SC60 模块。载带和卷盘尺寸待定。

表 60：卷带包装

模块	MOQ for MP	最小包装: 200pcs	最小包装 × 4=800pcs
SC60	200	尺寸: 398mm x 383mm x 83mm 净重: 待定 毛重: 待定	尺寸: 420mm x 350mm x 405mm 净重: 待定 毛重: 待定

10 附录 A 参考文档

表 61: 参考文档

序号	文档名称	备注
[1]	Quectel_Smart_EVB-G2_User_Guide	SC60 EVB 用户手册
[2]	Quectel_SC60_R1.0&R2.0_Reference_Design	SC60 R1.0 和 SC60 R2.0 的参考设计手册
[3]	Quectel_射频 LAYOUT_应用指导	射频 Layout 应用指导
[4]	移远通信模块贴片应用指导	模块贴片应用指导

表 62: 术语缩写

术语	描述
ADC	Analog-to-Digital Converter
AMR	Adaptive Multi-rate
APT	Auto Power Tracking
ARP	Antenna Reference Point
bps	Bits per Second
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol
CS	Coding Scheme
CSD	Circuit Switched Data
CTS	Clear to Send
DRX	Discontinuous Reception
DCE	Data Communications Equipment (typically module)
DTE	Data Terminal Equipment (typically computer, external controller)

DTR	Data Terminal Ready
DTX	Discontinuous Transmission
EFR	Enhanced Full Rate
EGSM	Extended GSM900 band (includes standard GSM900 band)
ESD	Electrostatic Discharge
ERM	Eccentric Rotating Mass
FHD	Full High Definition
FR	Full Rate
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
GPS	Global Positioning System
GPU	Graphics Processing Unit
GSM	Global System for Mobile Communications
HR	Half Rate
HSDPA	High Speed Down Link Packet Access
HSPA	High Speed Packet Access
I/O	Input/Output
IMEI	International Mobile Equipment Identity
I _{max}	Maximum Load Current
I _{norm}	Normal Current
IQ	Inphase and Quadrature
LCD	Liquid Crystal Display
LCM	LCD Module
LED	Light Emitting Diode
LNA	Low Noise Amplifier
LRA	Linear Resonant Actuator

MIPI	Mobile Industry Processor Interface
MO	Mobile Originated
MS	Mobile Station (GSM engine)
MT	Mobile Terminated
PA	Pre-Amplifier
PAP	Password Authentication Protocol
PBCCH	Packet Broadcast Control Channel
PCB	Printed Circuit Board
PDU	Protocol Data Unit
PMI	Power Management Interface
PMU	Power Management Unit
PPP	Point-to-Point Protocol
PSK	Phase Shift Keying
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RF	Radio Frequency
RHCP	Right Hand Circularly Polarized
RMS	Root Mean Square (value)
RTC	Real Time Clock
Rx	Receive
SAW	Surface Acoustic Wave
SMS	Short Message Service
TDMA	Time Division Multiple Access
TE	Terminal Equipment
TX	Transmitting Direction

UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
URC	Unsolicited Result Code
(U)SIM	(Universal) Subscriber Identity Module
USSD	Unstructured Supplementary Service Data
V _{max}	Maximum Voltage Value
V _{norm}	Normal Voltage Value
V _{min}	Minimum Voltage Value
V _I	Voltage Input
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 _I max	Absolute Maximum Input Voltage Value
V _I min	Absolute Minimum Input Voltage Value
V _O	Voltage Output
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
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access

11 附录 B GPRS 编码方案

表 63: 不同编码方案

编码方式	CS-1	CS-2	CS-3	C4-4
码速	1/2	2/3	3/4	1
USF	3	3	3	3
Pre-coded USF	3	6	6	12
Radio Block excl.USF and BCS	181	268	312	428
BCS	40	16	16	16
Tail	4	4	4	-
Coded Bits	456	588	676	456
Punctured Bits	0	132	220	-
数据速率 Kb/s	9.05	13.4	15.6	21.4

12 附录 C GPRS 多时隙

GPRS 规范中，定义了 29 类 GPRS 多时隙模式提供给移动台使用。多时隙类定义了上行和下行的最大速率。表述为 3+1 或者 2+2，第一个数字表示下行时隙数目，第二个数字表示上行时隙数目。Active 时隙表示 GPRS 设备上行、下行通讯可以同时使用的总时隙数。

不同等级的多时隙分配节选表如下表所示：

表 64：不同等级的多时隙分配表

Multislot Class	Downlink Slots	Uplink Slots	Active Slots
1	1	1	2
2	2	1	3
3	2	2	3
4	3	1	4
5	2	2	4
6	3	2	4
7	3	3	4
8	4	1	5
9	3	2	5
10	4	2	5
11	4	3	5
12	4	4	5
13	3	3	NA
14	4	4	NA
15	5	5	NA

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

13 附录 D EDGE 调制和编码方案

表 65: EDGE 调制和编码方式

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