

# MC20-OpenCPU 系列

## 硬件设计手册

**GSM/GPRS/GNSS 系列**

版本：MC20-OpenCPU 系列\_硬件设计手册\_V2.0

日期：2017-05-15



移远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

上海市徐汇区田州路 99 号 13 幢 501 室 电话：+86 21 51086236

邮箱：[info@quectel.com](mailto:info@quectel.com)

或联系我司当地办事处，详情请登录：

<http://www.quectel.com/support/salesupport.aspx>

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/support/techsupport.aspx>

或发送邮件至：[Support@quectel.com](mailto:Support@quectel.com)

## 前言

移远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，移远公司有权对该文档规范进行更新。

## 版权申明

本档手册版权属于移远公司，任何人未经我公司允许复制转载该文档将承担法律责任。

版权所有 ©上海移远通信技术股份有限公司 2017，保留一切权利。

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

# 文档历史

## 修订记录

版本	日期	作者	变更表述
1.0	2016-10-10	程明虎	初始版本
2.0	2017-05-15	程明虎	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 增加 SD 卡接口功能描述（3.14 章节）</li> <li>2. 修改 GNSS 部分工作模式中的 Standby 模式的描述（3.7.2.2 章节）</li> <li>3. 更新 All-in-one 方案中 GNSS 部分工作模式（表 13）</li> <li>4. 增加 MC20E 模块的 BLE 功能描述（3.7.5 章节）</li> </ol>

## 目录

文档历史 .....	2
目录 .....	3
表格索引 .....	6
图片索引 .....	8
<b>1 引言 .....</b>	<b>10</b>
1.1. 安全须知 .....	10
<b>2 产品概念 .....</b>	<b>12</b>
2.1. 综述 .....	12
2.2. 主要性能 .....	13
2.3. 功能框图 .....	16
2.4. 评估板 .....	18
<b>3 应用功能 .....</b>	<b>19</b>
3.1. 概述 .....	19
3.2. 引脚分配 .....	20
3.3. 引脚描述 .....	21
3.4. 应用模式 .....	26
3.5. 闪存容量分配 .....	28
3.6. 电源供电 .....	29
3.6.1. 电源特性 .....	29
3.6.2. 减少电压跌落 .....	29
3.6.2.1. 减少 VBAT 电压跌落 .....	29
3.6.2.2. 减少 GNSS_VCC 电压跌落 .....	30
3.6.3. 供电参考电路 .....	31
3.6.3.1. GSM 部分供电参考电路 .....	31
3.6.3.2. GNSS 部分供电参考电路 .....	31
3.6.4. 电源电压检测 .....	32
3.6.5. GNSS Backup Domain .....	32
3.7. 工作模式 .....	33
3.7.1. GSM 部分工作模式 .....	33
3.7.1.1. 最少功能模式 .....	33
3.7.1.2. 睡眠模式（慢时钟模式） .....	33
3.7.1.3. 睡眠唤醒 .....	34
3.7.2. GNSS 部分工作模式 .....	34
3.7.2.1. Full on 模式 .....	34
3.7.2.2. Standby 模式 .....	35
3.7.2.3. Backup 模式 .....	36
3.7.2.4. Periodic 模式 .....	36
3.7.2.5. AlwaysLocate™ 模式 .....	38
3.7.2.6. GLP 模式 .....	39
3.7.3. All-in-one 方案中 GSM 和 GNSS 部分工作模式组合 .....	40

3.7.4.	Stand-alone 方案中 GSM 和 GNSS 部分工作模式组合 .....	40
3.7.5.	蓝牙功能 .....	41
3.8.	开机/关机 .....	41
3.8.1.	开机 .....	41
3.8.2.	关机 .....	43
3.8.2.1.	PWRKEY 引脚关机.....	43
3.8.2.2.	AT 命令关机.....	45
3.8.2.3.	AT 命令关闭 GNSS 部分.....	45
3.8.2.4.	低压自动关机.....	46
3.8.3.	OpenCPU 系统开启参考设计 .....	46
3.9.	串口.....	48
3.9.1.	主串口.....	50
3.9.1.1.	主串口特点 .....	50
3.9.1.2.	主串口参考设计 .....	51
3.9.1.3.	软件升级.....	51
3.9.2.	调试串口 .....	52
3.9.3.	辅助串口和 GNSS 串口.....	52
3.9.3.1.	在 All-in-one 方案中的连接 .....	52
3.9.3.2.	在 Stand-alone 方案中的连接 .....	53
3.9.4.	串口应用 .....	54
3.10.	音频接口 .....	55
3.10.1.	降低 TDD 噪声及其它噪声 .....	56
3.10.2.	麦克风接口电路 .....	57
3.10.3.	听筒接口电路.....	58
3.10.4.	耳机接口电路.....	59
3.10.5.	扬声器接口设计 .....	59
3.10.6.	音频电气特性 .....	60
3.11.	PCM 接口.....	61
3.11.1.	参数配置 .....	61
3.11.2.	时序 .....	62
3.11.3.	应用设计 .....	63
3.11.4.	AT 命令 .....	63
3.12.	SPI 和 I2C 接口 .....	64
3.12.1.	SPI 接口.....	64
3.12.2.	I2C 接口.....	65
3.13.	(U)SIM 卡接口.....	66
3.14.	SD 卡接口 .....	69
3.15.	ADC 模数转换 .....	71
3.16.	外部中断 .....	72
3.17.	PWM.....	72
3.18.	GPIO.....	72
3.19.	RI 信号接口 .....	74
3.20.	网络状态指示 .....	76
3.21.	EASY™ Autonomous AGPS 技术 .....	77

3.22.	EPO™ Offline AGPS 技术.....	77
3.23.	秒定.....	78
3.24.	Multi-tone AIC .....	78
3.25.	LOCUS 技术 .....	78
3.26.	PPS VS. NMEA (1PPS 功能) .....	79
<b>4</b>	<b>天线接口.....</b>	<b>80</b>
4.1.	GSM 天线接口 .....	80
4.1.1.	参考设计 .....	80
4.1.2.	RF 输出功率.....	81
4.1.3.	RF 接收灵敏度 .....	82
4.1.4.	工作频率 .....	82
4.1.5.	推荐 RF 焊接方式.....	83
4.2.	GNSS 天线接口 .....	83
4.2.1.	天线规格 .....	83
4.2.2.	有源天线 .....	84
4.2.3.	无源天线 .....	85
4.3.	蓝牙天线接口 .....	86
<b>5</b>	<b>电气性能和可靠性 .....</b>	<b>87</b>
5.1.	绝对最大值.....	87
5.2.	工作温度 .....	87
5.3.	电源额定值.....	88
5.4.	耗流.....	89
5.5.	静电防护 .....	93
<b>6</b>	<b>机械尺寸.....</b>	<b>94</b>
6.1.	模块机械尺寸 .....	94
6.2.	推荐封装 .....	96
6.3.	模块俯视图和底视图.....	97
<b>7</b>	<b>存储、生产和包装 .....</b>	<b>98</b>
7.1.	存储.....	98
7.2.	生产焊接 .....	99
7.3.	包装.....	100
<b>8</b>	<b>附录 A 参考文档及术语缩写 .....</b>	<b>102</b>
<b>9</b>	<b>附录 B GPRS 编码方案 .....</b>	<b>109</b>
<b>10</b>	<b>附录 C GPRS 多时隙.....</b>	<b>111</b>

## 表格索引

表 1: GSM/GPRS 部分主要特性 .....	13
表 2: 编码格式和最大空中数据速度率 .....	15
表 3: GNSS 部分主要特性 .....	15
表 4: 模块支持的协议 .....	16
表 5: I/O 参数定义 .....	21
表 6: 引脚描述 .....	21
表 7: 多路复用功能 .....	25
表 8: ALL-IN-ONE 和 STAND-ALONE 方案的比较 .....	28
表 9: GSM 部分工作模式一览表 .....	33
表 10: GNSS 部分 FULL ON 模式默认设置 .....	34
表 11: PMTK 命令格式 .....	36
表 12: GLP 模式和正常模式下的平均耗流对比 .....	39
表 13: ALL-IN-ONE 方案中 GSM 和 GNSS 部分工作模式一览表 .....	40
表 14: STAND-ALONE 方案中 GSM 和 GNSS 部分工作模式一览表 .....	40
表 15: 串口逻辑电平 .....	49
表 16: 串口引脚定义 .....	49
表 17: 音频接口引脚定义 .....	55
表 18: AOUT2 输出特性 .....	56
表 19: 驻极体麦克风特性参数 .....	60
表 20: 音频接口典型特性参数 .....	60
表 21: PCM 接口引脚描述 .....	61
表 22: PCM 参数配置 .....	61
表 23: AT+QPCMON 命令参数解释 .....	63
表 24: AT+QPCMVOL 命令参数解释 .....	64
表 25: SPI 接口的逻辑电平 .....	64
表 26: SPI 接口引脚描述 .....	65
表 27: I2C 接口逻辑电平 .....	65
表 28: I2C 接口引脚描述 .....	66
表 29: (U)SIM 卡接口引脚定义 .....	66
表 30: SD 卡接口引脚定义 .....	69
表 31: SD 卡和 T-FLASH (MICRO SD) 卡引脚定义 .....	70
表 32: ADC 引脚定义 .....	71
表 33: ADC 特性 .....	71
表 34: 外部中断引脚定义 .....	72
表 35: GPIO 口引脚列表 .....	73
表 36: RI 信号状态 .....	74
表 37: NETLIGHT 工作状态 .....	76
表 38: GSM 天线引脚定义 .....	80
表 39: 线损要求 .....	81
表 40: 天线要求 .....	81
表 41: RF 传导功率 .....	81

表 42: RF 传导灵敏度 .....	82
表 43: 模块工作频率 .....	82
表 44: 推荐的天线规格 .....	83
表 45: 蓝牙天线引脚定义 .....	86
表 46: 绝对最大值 .....	87
表 47: 模块工作温度 .....	87
表 48: GSM 部分电源额定值 (GNSS 部分关闭) .....	88
表 49: GNSS 部分电源额定值 .....	89
表 50: GSM 部分耗流 (GNSS 部分关闭) .....	89
表 51: GNSS 部分耗流 .....	91
表 52: MC20-OPENCPU 模块蓝牙耗流 .....	92
表 53: MC20E-OPENCPU 模块蓝牙耗流 .....	92
表 54: ESD 性能参数 (温度: 25°C, 湿度: 45%) .....	93
表 55: 卷盘包装 .....	101
表 56: 参考文档 .....	102
表 57: 术语缩写 .....	103
表 58: 不同编码方案描述 .....	109
表 59: 不同等级的多时隙分配表 .....	111



## 图片索引

图 1: 功能框图 .....	17
图 2: 引脚分配图 .....	20
图 3: ALL-IN-ONE 方案原理框图 .....	27
图 4: STAND-ALONE 方案原理框图 .....	27
图 5: 闪存容量分配 .....	28
图 6: GSM 部分发射时的电压电流波形图 .....	29
图 7: VBAT 输入参考电路 .....	30
图 8: GNSS_VCC 输入参考电路 .....	30
图 9: GSM 部分电源参考电路 .....	31
图 10: GNSS 部分电源参考电路 .....	32
图 11: GNSS 内部 BACKUP DOMAIN 电路框图 .....	32
图 12: PERIODIC 模式的运行方式 .....	37
图 13: 不同场景中 GNSS 部分的功耗变化 (ALWAYSLOCATE™ 模式下) .....	38
图 14: 开集驱动开机参考电路 .....	41
图 15: 按键开机参考电路 .....	42
图 16: 开机时序图 .....	43
图 17: PWRKEY 引脚关机时序 .....	44
图 18: 使用 AT 命令关闭 GNSS 部分的时序 .....	45
图 19: OPENCPU 系统开启参考设计 .....	47
图 20: 看门狗连接示意图 .....	47
图 21: 主串口参考设计 .....	51
图 22: 软件升级连线图 .....	51
图 23: 软件调试连线示意图 .....	52
图 24: ALL-IN-ONE 方案中辅助串口和 GNSS 串口连接方式 .....	53
图 25: STAND-ALONE 方案中辅助串口和 GNSS 串口连接方式 .....	53
图 26: 3.3V 电平转换电路 .....	54
图 27: RS-232 接口匹配示意图 .....	55
图 28: AIN 麦克风通道参考电路 .....	57
图 29: AOUT1 听筒输出参考电路 .....	58
图 30: AOUT1 带音频功放输出参考电路 .....	58
图 31: 耳机接口参考电路 .....	59
图 32: 扬声器接口参考电路 .....	59
图 33: 长帧格式时序图 .....	62
图 34: 短帧格式时序图 .....	62
图 35: PCM 参考设计 .....	63
图 36: 8-PIN (U)SIM1 卡接口参考电路图 .....	67
图 37: 6-PIN (U)SIM1 卡接口参考电路图 .....	68
图 38: 6-PIN (U)SIM2 卡接口参考电路图 .....	68
图 39: SD 卡接口电路参考设计 .....	70
图 40: 3.3V 系统中 GPIO 口电平匹配设计参考 .....	74
图 41: 语音呼叫时模块用作被呼叫方 RI 时序 .....	75

图 42: 模块用作主叫时 RI 时序 .....	75
图 43: 收到 URC 信息或者短信时 RI 时序 .....	75
图 44: NETLIGHT 参考电路 .....	76
图 45: PPS VS. NMEA 时序图 .....	79
图 46: 射频参考电路 .....	80
图 47: 天线连接器焊接形式 .....	83
图 48: 有源天线参考电路 .....	84
图 49: 无源天线参考电路 .....	85
图 50: 蓝牙参考电路 .....	86
图 51: MC20-OPENCPU 俯视及侧视图尺寸 (单位: 毫米) .....	94
图 52: MC20-OPENCPU 底层尺寸图 (单位: 毫米) .....	95
图 53: 推荐封装 (单位: 毫米) .....	96
图 54: 模块俯视图 .....	97
图 55: 模块底视图 .....	97
图 56: 推荐炉温曲线 .....	99
图 57: 载带尺寸 (单位: 毫米) .....	100
图 58: 卷盘尺寸 (单位: 毫米) .....	101
图 59: CS-1, CS-2 和 CS-3 射频协议块结构 .....	109
图 60: CS-4 射频协议块结构 .....	110

# 1 引言

本文档定义了 MC20-OpenCPU 系列模块及其硬件接口规范，电气特性和机械规范。通过此文档的帮助，结合我们的应用手册和用户指导书，客户可以快速应用 MC20-OpenCPU 系列模块于无线应用。

MC20-OpenCPU 系列模块目前包括两种型号：MC20-OpenCPU 和 MC20E-OpenCPU，两者仅在蓝牙功能上有所区别：MC20E-OpenCPU 支持 BT4.0 和 BT3.0 功能，MC20-OpenCPU 仅支持 BT3.0。（后文中除在涉及蓝牙功能章节中区分模块名称外，其他章节 MC20-OpenCPU 系列模块统称为 MC20-OpenCPU）

## 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。



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



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



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



移动终端设备并不保障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的场所操作电子设备都有安全隐患。

Quectel  
Confidential

## 2 产品概念

### 2.1. 综述

OpenCPU 是一种将模块作为主处理器的解决方案。随着通信技术的发展和市场需求的变化，越来越多的客户已经意识到 OpenCPU 解决方案的优势。特别是它在降低产品成本上的优势，使其备受行业用户的青睐。采用 OpenCPU 解决方案，可以简化用户对无线应用的开发流程，精简硬件结构设计，从而降低产品成本。OpenCPU 方案的主要特点如下：

- 快捷开发嵌入式应用，缩短产品开发周期
- 无需外部处理器、存储器及离散和相关的设计费用
- 缩小终端产品的实际尺寸
- 降低产品功耗
- 通过 OpenCPU FOTA 远程升级固件
- 防拷贝技术增强产品的安全性
- 改善产品的市场性价比，提升产品竞争力

MC20-OpenCPU 是一款集成了高性能 GNSS 引擎和四频段 GSM/GPRS 引擎的多功能无线模块。它可以以 **All-in-one** 方案或 **Stand-alone** 方案工作，以满足客户的不同应用需求。如需了解更多关于 **All-in-one** 和 **Stand-alone** 方案的介绍，请参考 **3.4 章节**。

MC20-OpenCPU 的 GSM 部分的工作频段：GSM850MHz, EGSM900MHz, DCS1800MHz 和 PCS1900MHz。该模块支持 GPRS Multi-slot Classes 1~12，以及 GPRS 编码格式 CS-1, CS-2, CS-3 和 CS-4。如需了解更多关于 GPRS Multi-slot Classes 和编码的信息，请参考 **附录 B** 和 **附录 C**。

GNSS 接收机集成了 BeiDou 和 GPS 系统，它支持包括 GPS, BeiDou, SBAS（包括 WAAS, EGNOS, MSAS 和 GAGAN）和 QZSS 等多个定位和导航系统。它能够在最小功耗时实现工业级的接收灵敏度、高精度度以及快速首次定位。同时用户可使用嵌入式闪存存储特定配置和软件更新信息。

MC20-OpenCPU 是贴片式模块，有 54 个 LCC 焊盘和 14 个 LGA 焊盘，很容易内嵌于产品应用中。MC20-OpenCPU 具有 18.7mm × 16.0mm × 2.1mm 的超小尺寸，几乎能满足所有 M2M 领域的应用需求，包括汽车、个人追踪服务、可穿戴设备、安全系统、无线 POS 机、工业级 PDA、智能电表、无线遥控等。

MC20-OpenCPU 采用了低功耗技术。当 DRX=5，GNSS 关断时，其睡眠模式下 GSM 部分耗流低至 1.2mA。GNSS 也支持 Standby 和 Backup 节电模式，可以满足不同应用时对低功耗的需求。

MC20-OpenCPU 的 GSM 部分内嵌 TCP/UDP、PPP、HTTP 和 FTP 等数据传输协议，已内嵌的扩展

AT 命令可以使用户更容易地使用这些互联网协议。

MC20-OpenCPU 的 GNSS 部分内嵌了 EASY™、EPO™、秒定等技术。EASY™ 和 EPO™ 技术使 GNSS 在热或温启动时可取得快速首次定位；秒定技术可减少 GNSS 在冷启动模式下的定位耗时。更多详情，请参考 3.21、3.22 和 3.23 章节。

该系列模块完全符合欧盟 RoHS 标准。

## 2.2. 主要性能

表 1：GSM/GPRS 部分主要特性

特色	说明
供电	VBAT 供电电压范围：3.3V~4.6V 典型供电电压：4V
省电	Sleep 模式下耗流（GNSS 部分关闭）： 1.2mA @DRX=5 0.8mA @DRX=9
频段	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 四频：GSM850, EGSM900, DCS1800, PCS1900</li> <li>● 模块可自动搜寻频率</li> <li>● 频段选择可以通过 AT 命令来设置</li> <li>● 符合 GSM Phase 2/2+</li> </ul>
GSM 等级	Small MS
发射功率	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Class 4 (2W): GSM850 和 EGSM900</li> <li>● Class 1 (1W): DCS1800 和 PCS1900</li> </ul>
GPRS 连接特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GPRS multi-slot class 12 (默认)</li> <li>● GPRS multi-slot class 1~12 (可配置)</li> <li>● GPRS mobile station class B</li> </ul>
GPRS 数据特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GPRS 数据下行传输：最大 85.6kbps</li> <li>● GPRS 数据上行传输：最大 85.6kbps</li> <li>● 编码格式：CS-1, CS-2, CS-3 和 CS-4</li> <li>● 支持通 PAP 协议（常用于 PPP 连接的密码验证协议）</li> <li>● 内嵌协议：TCP/UDP/FTP/PPP/HTTP/NTP/MMS/SMTP/PING 等</li> <li>● 支持分组广播控制信道 (PBCCH)</li> <li>● 支持非结构化补充数据业务 (USSD)</li> </ul>
温度范围	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 正常工作温度：-35°C ~ +75°C <sup>1)</sup></li> <li>● 扩展温度范围：-40°C ~ +85°C <sup>2)</sup></li> </ul>
(U)SIM 卡接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 支持(U)SIM 卡：1.8V, 3.0V</li> <li>● 支持(U)SIM 卡：双卡单待</li> </ul>

短消息(SMS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Text 和 PDU 模式</li> <li>● 短消息存储设备: (U)SIM 卡</li> </ul>
音频特性	语音编码模式: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 半速率 (ETS 06.20)</li> <li>● 全速率 (ETS 06.10)</li> <li>● 增强型全速率 (ETS 06.50/06.60/06.80)</li> <li>● 自适应多速率 (AMR)</li> <li>● 回音抑制</li> <li>● 噪声抑制</li> <li>● 内嵌最大输出 800mW 的 AB 类功放</li> </ul>
串口	主串口: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 全功能串口</li> <li>● 用于 AT 命令传送、GPRS 数据传输</li> <li>● 在 <b>All-in-one</b> 方案中用于 PMTK 指令输入/输出和 NMEA 语句输出</li> <li>● 多路复用</li> <li>● 自适应波特率: 从 4800bps 到 115200bps</li> </ul> 调试串口: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 两线调试串口: DBG_TXD 和 DBG_RXD</li> <li>● 仅用于软件调试</li> </ul> 辅助串口: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 两线辅助串口: TXD_AUX 和 RXD_AUX</li> <li>● 在 <b>All-in-one</b> 方案中与 GNSS 部分通信</li> </ul>
通讯录管理	支持类型: SM, ME, ON, MC, RC, DC, LD, LA
(U)SIM 应用工具包	支持 SAT Class 3, GSM11.14 Release 99
物理特性	尺寸: $(18.7 \pm 0.15) \times (16 \pm 0.15) \times (2.1 \pm 0.2)$ mm 重量: 1.3g
固件升级	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 通过主串口升级</li> <li>● 通过 OpenCPU FOTA 升级</li> </ul>
天线接口特征阻抗	50Ω

## 备注

- <sup>1)</sup> 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。
- <sup>2)</sup> 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 2：编码格式和最大空中数据速率

编码格式	1 Timeslot	2 Timeslot	4 Timeslot
CS-1	9.05kbps	18.1kbps	36.2kbps
CS-2	13.4kbps	26.8kbps	53.6kbps
CS-3	15.6kbps	31.2kbps	62.4kbps
CS-4	21.4kbps	42.8kbps	85.6kbps

表 3：GNSS 部分主要特性

特点	说明
GNSS	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GPS+BeiDou</li> </ul>
供电电源	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GNSS_VCC 电压范围: 2.8V~4.3V</li> <li>● 典型供电电压: 3.3V</li> </ul>
电流功耗	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 捕获: 25mA @-130dBm (GPS)</li> <li>● 跟踪: 19mA @-130dBm (GPS)</li> <li>● 捕获: 29mA @-130dBm (GPS+BeiDou)</li> <li>● 跟踪: 26mA @-130dBm (GPS+BeiDou)</li> <li>● Standby: 300uA @VCC=3.3V</li> <li>● Backup : 14uA @V_BCKP=3.3V</li> </ul>
接收机类型	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GPS L1 1575.42MHz C/A Code</li> <li>● BeiDou B1 1561.098MHz C/A Code</li> </ul>
接收灵敏度 GPS+BeiDou	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 捕获: -148dBm</li> <li>● 重捕获: -160dBm</li> <li>● 跟踪: -165dBm</li> </ul>
TTFF (EASY™ Enabled) <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 冷启动: &lt;15s average @-130dBm</li> <li>● 温启动: &lt;5s average @-130dBm</li> <li>● 热启动: 1s @-130dBm</li> </ul>
TTFF (EASY™ Disabled)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 冷启动 (自主): &lt;35s average @-130dBm</li> <li>● 温启动 (自主): &lt;30s average @-130dBm</li> <li>● 热启动 (自主): 1s @-130dBm</li> </ul>
水平位置精度(自主)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● &lt;2.5m CEP @-130dBm</li> </ul>
更新率	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 最大 10Hz, 默认 1Hz</li> </ul>
1PPS 信号精度	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 典型精度 &lt;10ns</li> <li>● 时间脉宽: 100ms</li> </ul>
速度精度	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 无辅助时: 0.1m/s</li> </ul>



加速度精度	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 无辅助时: 0.1m/s<sup>2</sup></li> </ul>
动态性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 最高海拔: 18000m</li> <li>● 最大速度: 515m/s</li> <li>● 最大加速度: 4G</li> </ul>
GNSS 串口	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GNSS 串口: GNSS_TXD 和 GNSS_RXD</li> <li>● 波特率: 4800bps 到 115200bps, 默认 115200bps</li> <li>● 在 <b>All-in-one</b> 方案中与 GSM 部分通信</li> <li>● 在 <b>Stand-alone</b> 方案中与 MCU 通信</li> </ul>

## 备注

<sup>1)</sup> 该模式下, MC20-OpenCPU GNSS 部分中的 Backup Domain 应有效。

表 4: 模块支持的协议

协议	类型
NMEA	输出, ASCII, 0183, 3.01
PMTK	输入/输出, MTK 专有协议

## 备注

有关 NMEA 标准协议和 MTK 专有协议详情请参考文档 [17]。

## 2.3. 功能框图

下图为 MC20-OpenCPU 的功能框图, 阐述了其主要功能:

- 射频部分
- 电源管理
- 存储器
- 接口部分
  - 电源供电
  - 开关机接口
  - 串口
  - 音频接口
  - (U)SIM 卡接口

- ADC 接口
- GSM 射频接口
- GNSS 射频接口
- PCM 接口
- 蓝牙接口
- SD 卡接口

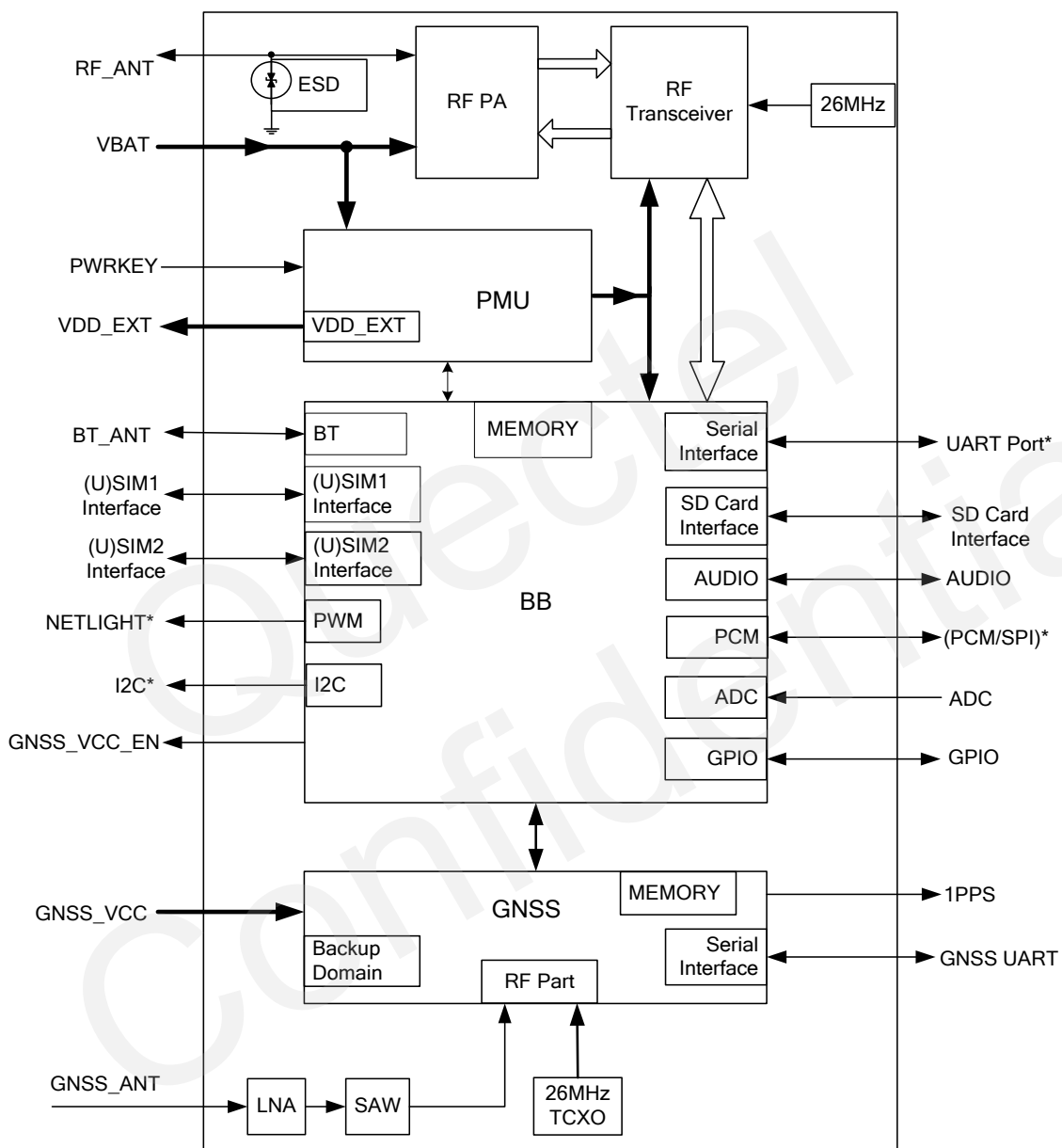


图 1：功能框图

## 备注

标 "\*" 的接口具有复用功能，详见表 7。

## 2.4. 评估板

移远公司提供一整套评估板，以方便 MC20-OpenCPU 的测试和使用。所述评估板工具包括 GSM-EVB Kit 和 TE-A Kit。如需了解更多详情，请参考文档 [11]和文档 [18]。

Quectel  
Confidential

## 3 应用功能

### 3.1. 概述

MC20-OpenCPU 是 SMD 封装模块，有 54 个 LCC 焊盘和 14 个 LGA 焊盘。后续章节将详细阐述 MC20-OpenCPU 引脚的功能。

- 模块引脚
- 电源供电
- GNSS Backup Domain
- 工作模式
- 开/关机
- 省电技术
- 串口
- 音频接口
- PCM 接口
- (U)SIM 卡接口
- SD 卡接口
- ADC 接口
- RI 接口
- 网络状态指示接口
- EASY autonomous AGPS 技术
- EPO offline AGPS 技术
- 秒定（QuecFastFix Online）技术
- Multi-tone AIC
- LOCUS 技术
- PPS VS. NMEA

## 3.2. 引脚分配

下图为 MC20-OpenCPU 引脚分配图：

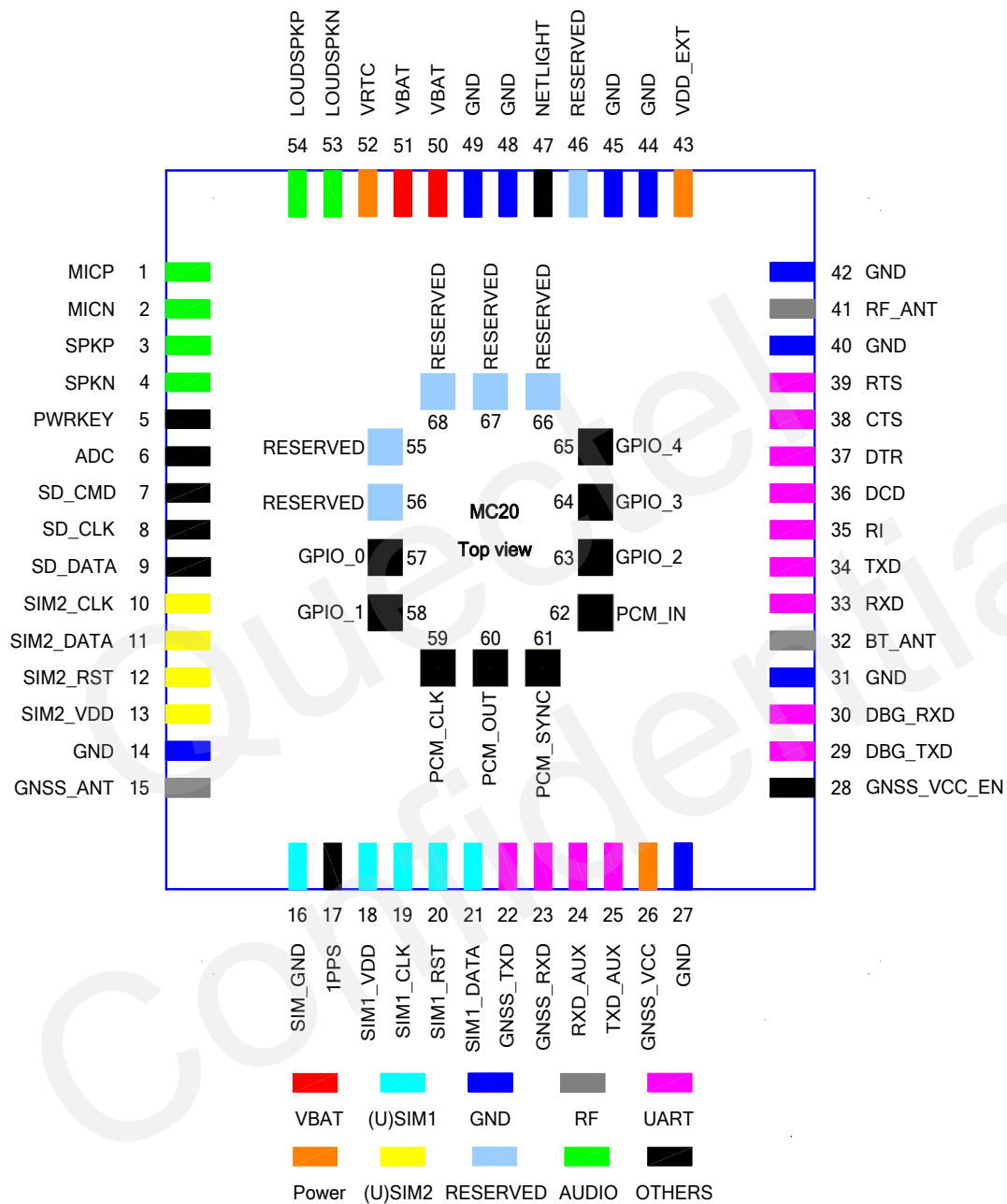


图 2：引脚分配图

### 备注

预留的引脚请悬空。

### 3.3. 引脚描述

表 5: 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

表 6: 引脚描述

电源					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VBAT	50, 51	PI	GSM/GPRS 部分供电电源: VBAT=3.3V~4.6V	$V_{I\max}=4.6V$ $V_{I\min}=3.3V$ $V_{Inorm}=4.0V$	在突发传输模式下电源输出至少 1.6A 负载电流。
GNSS_VCC	26	PI	GNSS 部分供电电源: GNSS_VCC=2.8V~4.3V	$V_{I\max}=4.3V$ $V_{I\min}=2.8V$ $V_{Inorm}=3.3V$	确保负载电流不低于 150mA。
VRTC	52	IO			悬空
VDD_EXT	43	PO	输出 2.8V 用于外部供电	$V_{O\max}=2.9V$ $V_{O\min}=2.7V$ $V_{Onorm}=2.8V$ $I_{O\max}=20mA$	1. 不用则悬空。 2. 用于外部供电时, 推荐并联一个 2.2uF~4.7uF 的旁路电容。
GND	14, 27, 31, 40, 42, 44,		地		

45,  
48,  
49

### 开关机

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PWRKEY	5	DI	拉低 PWRKEY 一段规定时间来开机或者关机	$V_{ILmax}=0.1 \times V_{BAT}$ $V_{IHmin}=0.6 \times V_{BAT}$ $V_{IHmax}=3.1V$	

### 音频接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
MICP MICN	1, 2	AI	差分音频输入通道		不用则悬空
SPKP SPKN	3, 4	AO	差分音频输出通道	参考 3.10.6 章节	不用则悬空; 支持语音和铃声输出。
LOUD SPKP LOUD SPKN	54, 53	AO	差分音频输出通道		1. 不用则悬空 2. 内部集成了 AB 类功放 3. 支持语音和铃声输出

### 模块状态指示

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
NETLIGHT	47	DO	网络状态指示	$V_{OHmin}=0.85 \times V_{DD\_EXT}$ $V_{OLmax}=0.15 \times V_{DD\_EXT}$	不用则悬空

### 主串口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
TXD	34	DO	发送数据	$V_{ILmin}=0V$	
RXD	33	DI	接收数据	$V_{ILmax}=0.25 \times V_{DD\_EXT}$	
DTR	37	DI	DTE 准备就绪	$V_{IHmin}=0.75 \times V_{DD\_EXT}$	通讯时若只用到 TXD, RXD 和 GND, 建议其他引脚悬空。
RI	35	DO	输出振铃提示	$V_{IHmax}=V_{DD\_EXT}+0.2$	
DCD	36	DO	输出载波检测	$V_{OHmin}=0.85 \times V_{DD\_EXT}$	
CTS	38	DO	清除发送	$V_{OLmax}=0.15 \times V_{DD\_EXT}$	
RTS	39	DI	DTE 请求发送数据		

### 调试串口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
DBG_TXD	29	DO	发送数据	同主串口	不用则悬空
DBG_RXD	30	DI	接收数据		不用则悬空

### 辅助串口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
TXD_AUX	25	DO	发送数据	同主串口	参考 3.9.3 章节
RXD_AUX	24	DI	接收数据		

### GNSS 串口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
GNSS_TXD	22	DO	发送数据	$V_{OLmax}=0.42V$ $V_{OHmin}=2.4V$ $V_{OHnom}=2.8V$	参考 3.9.3 章节
GNSS_RXD	23	DI	接收数据	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.7V$ $V_{IHmin}=2.1V$ $V_{IHmax}=3.1V$	

### (U)SIM 卡接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SIM1_VDD SIM2_VDD	18, 13	PO	(U)SIM 卡供电电压	模块自动选择 1.8V 或 3.0V	
SIM1_CLK SIM2_CLK	19, 10	DO	(U)SIM 卡时钟线	$V_{OLmax}=0.15 \times SIM\_VDD$ $V_{OHmin}=0.85 \times SIM\_VDD$	
SIM1_DATA SIM2_DATA	21, 11	IO	(U)SIM 卡数据线	$V_{ILmax}=0.25 \times SIM\_VDD$ $V_{IHmin}=0.75 \times SIM\_VDD$ $V_{OLmax}=0.15 \times SIM\_VDD$ $V_{OHmin}=0.85 \times SIM\_VDD$	(U)SIM 卡接口建议使用 TVS 管进行 ESD 防护；(U)SIM 卡座到模块最长布线不要超过 200mm。
SIM1_RST SIM2_RST	20, 12	DO	(U)SIM 卡复位线	$V_{OLmax}=0.15 \times SIM\_VDD$ $V_{OHmin}=$	



0.85 × SIM_VDD					
SIM_GND	16		(U)SIM 卡专用地		
SIM1_PRESENCE	37	DI	(U)SIM1 卡检测线	V <sub>IL</sub> min=0V V <sub>IL</sub> max= 0.25 × VDD_EXT V <sub>IH</sub> min= 0.75 × VDD_EXT V <sub>IH</sub> max= VDD_EXT+0.2	
模数转换接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ADC	6	AI	模数转换器接口	电压输入范围： 0V~2.8V	不用则悬空
PCM 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PCM_CLK	59	DO	PCM 时钟线	V <sub>IL</sub> min=0V V <sub>IL</sub> max= 0.25×VDD_EXT	不用则悬空
PCM_OUT	60	DO	PCM 数据输出线	V <sub>IH</sub> min= 0.75 × VDD_EXT	
PCM_SYNC	61	DO	PCM 帧同步线	V <sub>IH</sub> max= VDD_EXT+0.2	
PCM_IN	62	DI	PCM 数据输入线	V <sub>OH</sub> min= 0.85 × VDD_EXT V <sub>OL</sub> max= 0.15 × VDD_EXT	
SD 卡接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SD_CMD	7	DO	SD 卡命令线	V <sub>IL</sub> min=0V V <sub>IL</sub> max= 0.25 × VDD_EXT	不用则悬空
SD_CLK	8	DO	SD 卡时钟线	V <sub>IH</sub> min= 0.75 × VDD_EXT	
SD_DATA	9	IO	SD 卡数据线	V <sub>IH</sub> max= VDD_EXT+0.2 V <sub>OH</sub> min= 0.85 × VDD_EXT V <sub>OL</sub> max=	

0.15 × VDD\_EXT

天线接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RF_ANT	41	IO	GSM 天线接口	50Ω 特性阻抗	
BT_ANT	32	IO	蓝牙天线接口	50Ω 特性阻抗	不用则悬空
GNSS_ANT	15	AI	GNSS 天线接口	50Ω 特性阻抗	

其它接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
GNSS_VCC_EN	28	DO	GNSS 电源使能脚	$V_{OHmin} = 0.85 \times VDD\_EXT$ $V_{OLmax} = 0.15 \times VDD\_EXT$	请参考 3.6.3.2 章节
1PPS	17	DO	每秒一个脉冲	$V_{OLmax} = 0.42V$ $V_{OHmin} = 2.4V$ $V_{OHnom} = 2.8V$	上升沿同步，脉宽 100ms；不用则悬空。
GPIO	57, 58, 63, 64, 65	IO		$V_{OLmax} = VDD\_EXT$ $V_{OHmin} = 2.0V$ $V_{ILmax} = 0.67V$ $V_{IHmin} = 1.7V$ $V_{IHmax} = VDD\_EXT + 0.3V$	不用则悬空
RESERVED	46, 55, 56, 66, 67, 68				悬空

表 7：多路复用功能

引脚名	引脚号	Mode 1 (默认)	Mode 2	Mode 3	Mode 4
SD_CMD	7	SD_CMD	GPIO		
SD_CLK	8	SD_CLK	GPIO		
SD_DATA	9	SD_DATA	GPIO		

SIM2_CLK	10	SIM2_CLK	GPIO		
SIM2_DATA	11	SIM2_DATA	GPIO		
SIM2_RST	12	SIM2_RST	GPIO		
RI	35	RI	GPIO	I2SCL	
DCD	36	DCD	GPIO	I2SDA	
DTR	37	DTR	GPIO	EINT	SIM_PRESENCE
CTS	38	CTS	GPIO	EINT	
RTS	39	RTS	GPIO		
NETLIGHT	47	NETLIGHT	GPIO	PWM_OUT	EINT
PCM_CLK	59	PCM_CLK	GPIO	SPI_CS	
PCM_OUT	60	PCM_OUT	GPIO	SPI_MOSI	
PCM_SYNC	61	PCM_SYNC	GPIO	SPI_MISO	
PCM_IN	62	PCM_IN	GPIO	SPI_CLK	

### 3.4. 应用模式

MC20-OpenCPU 集成了 GSM 和 GNSS 引擎，客户可根据需要选择 **All-in-one** 方案或 **Stand-alone** 方案。

在 **All-in-one** 方案中，GSM 和 GNSS 部分均通过主串口与 MCU 通信，例如 AT 命令传送、PMTK 命令、NMEA 语句输出等。

在 **Stand-alone** 方案中，GSM 部分通过主串口与 MCU 通信，例如发送 AT 命令、GSM 数据传输等；而 GNSS 部分通过 GNSS 串口与 MCU 通信，例如发送 PMTK 命令、NMEA 语句输出等。

**All-in-one** 方案和 **Stand-alone** 方案在硬件上的区别主要体现在串口的连接方式。两种方案的原理框图如下图所示：

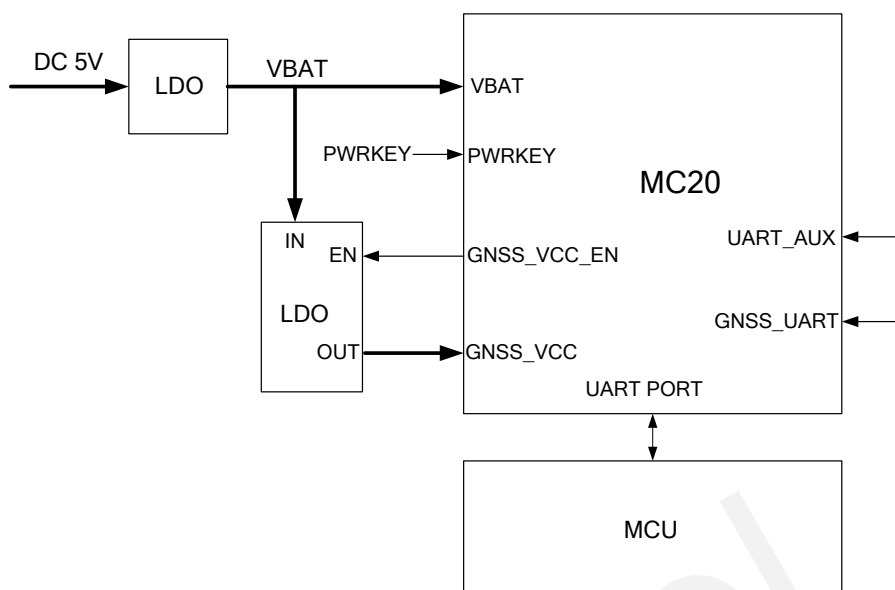


图 3: All-in-one 方案原理框图

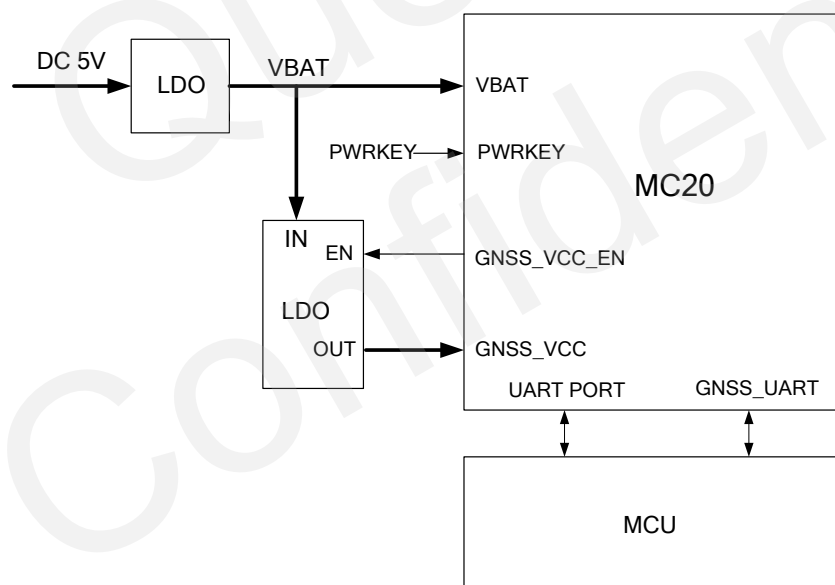


图 4: Stand-alone 方案原理框图

#### 备注

为使 GNSS 部分正常工作，请保持 GSM 处于开机状态。

表 8: All-in-one 和 Stand-alone 方案的比较

	All-in-one 方案	Stand-alone 方案	附注
软件升级	通过主串口进行软件升级（GSM 和 GNSS 共享一个软件包）。	通过主串口进行软件升级（GSM 和 GNSS 共享一个软件包）。	详细信息请参考 3.9.1.3 章节。
数据传输	GSM 和 GNSS 数据均通过主串口传输。	GSM 数据通过主串口传输，GNSS 数据通过 GNSS 串口传输。	
GNSS EPO 数据下载	EPO 数据可通过 GSM 直接下载。	GSM 接收 EPO 数据，并发送至 MCU，再由 MCU 发送至 GNSS。	详细信息请参考 3.22 章节。

### 3.5. 闪存容量分配

模块内嵌一个 32M-bit 的闪存，该存储器的容量分配如下：

Flash Type: 32M-bit Flash

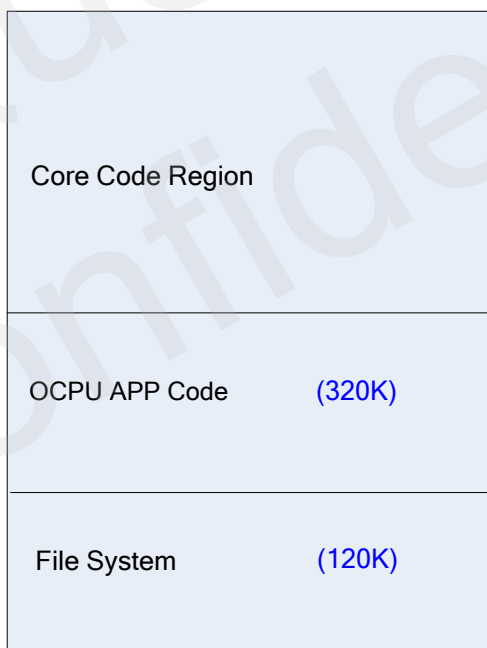


图 5: 闪存容量分配

MC20-OpenCPU 为用户分配了 320KB 的编程代码存储空间，120KB 的文件系统空间用于存储与文件操作相关的数据，例如系统配置文件、临时数据、图像、多媒体文件等。

- RAM（随机存取存储器）

MC20-OpenCPU 为嵌入式的应用提供了 100KB 的 RAM 空间，同时也提供 500KB 以上的动态存储器。

## 3.6. 电源供电

### 3.6.1. 电源特性

在 MC20-OpenCPU 应用设计中，GSM 部分的电源设计非常重要。GSM 部分发射时每隔 4.615ms 会有一个持续 577us【即 1/8 的 TDMA 周期（4.615ms）】的突发脉冲。在突发脉冲阶段内，电源必须能够提供高的峰值电流，以保证电压不会跌落到 GSM 的最低工作电压。

对于 MC20-OpenCPU，在最大发射功率等级下模块的峰值电流会达到 1.6A，这会引起 VBAT 端电压的跌落。为确保模块能够稳定正常工作，建议模块 VBAT 端的最大跌落电压不应超过 400mV。

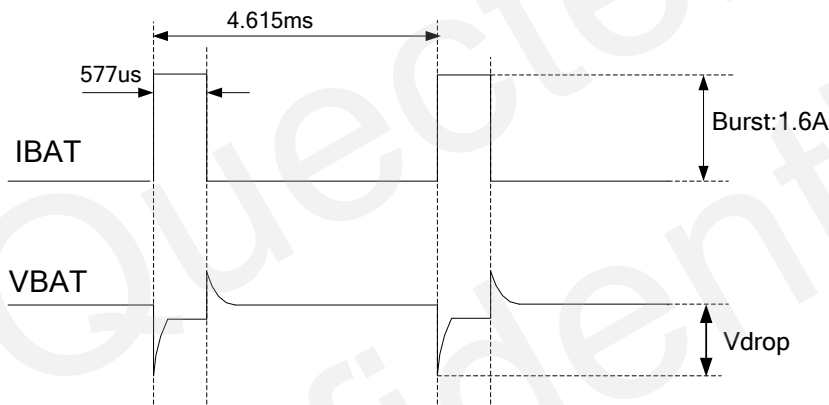


图 6: GSM 部分发射时的电压电流波形图

MC20-OpenCPU GNSS 部分的电源是通过 GSM 部分发送 AT 命令控制 GNSS\_VCC\_EN 引脚来实现的。

### 3.6.2. 减少电压跌落

#### 3.6.2.1. 减少 VBAT 电压跌落

VBAT 电压输入范围为 3.3V~4.6V。为保证 VBAT 电压不会跌落到 3.3V 以下，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、33pF（0603 封装）和 10pF（0603 封装）滤波电容。VBAT 输入端参考电路如下图所示。

同时建议 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 2mm。原则上走线越长，线宽越宽。

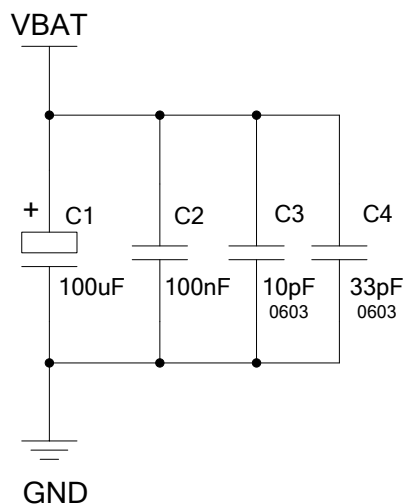


图 7: VBAT 输入参考电路

### 3.6.2.2. 减少 GNSS\_VCC 电压跌落

GNSS\_VCC 的电压范围为 2.8V~4.3V。开机后，在卫星捕获过程中时，GNSS\_VCC 的典型峰值电流可达到 40mA。因此，提供稳定可靠的电源很重要。建议在 GNSS\_VCC 引脚附近并联 10uF 和 100nF 的电容器进行滤波，推荐参考电路如下图所示：

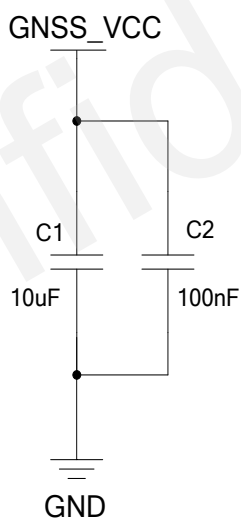


图 8: GNSS\_VCC 输入参考电路

### 3.6.3. 供电参考电路

#### 3.6.3.1. GSM 部分供电参考电路

MC20-OpenCPU GSM 部分的电源至少应提供 2A 的电流。若 GSM 部分输入电压与输出电压的电压差不是很大，建议选择 LDO 作为供电电源。若输入与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 供电电路的参考设计。该参考设计中，电源输出电压为 4.0V，负载电流峰值为 3A。为确保输出电压的稳定，建议在输出端预留一个稳压管，并且靠近模块 VBAT 引脚放置。建议选择反向击穿电压为 5.1V、耗散功率为 1W 以上的稳压管。

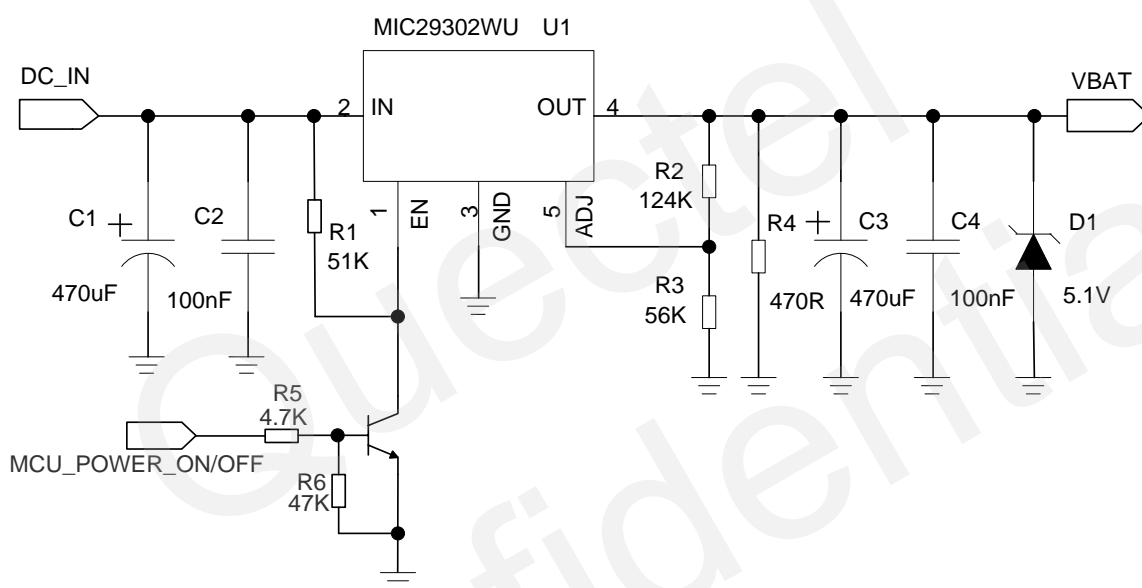


图 9: GSM 部分电源参考电路

#### 备注

建议通过控制 LDO 的使能引脚控制 GSM 部分的电源，以便于在 GSM 部分工作异常时通过控制该使能引脚重启模块；也可以通过 P 沟道的 MOSFET 开关来控制模块电源供应。

#### 3.6.3.2. GNSS 部分供电参考电路

GNSS 部分的电源是由 GSM 部分通过 AT 命令控制 GNSS\_VCC\_EN 引脚是否使能来实现的。具体参考电路如下图所示。请注意 GNSS\_VCC\_EN 的电气特性要与 LDO 的使能引脚匹配。关于对 GNSS\_VCC 引脚的 AT 控制命令细节，请参考文档 [16]。



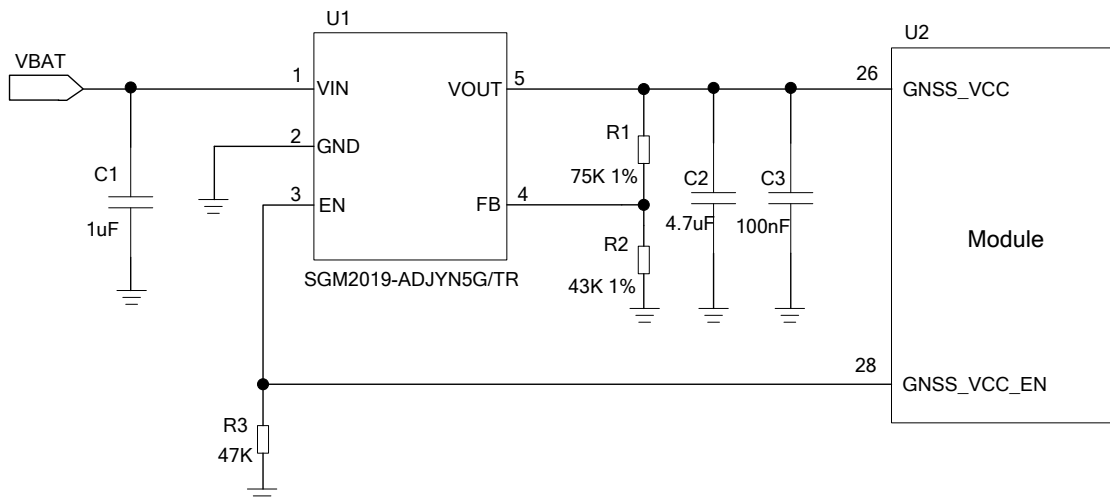


图 10: GNSS 部分电源参考电路

### 3.6.4. 电源电压检测

**AT+CBC** 命令可用于监测查询 GSM 部分的电压。电压值单位为毫伏 (mV)。请参考文档 [1] 了解更多详情。

### 3.6.5. GNSS Backup Domain

GNSS 部分的 Backup Domain 可用于备份快速启动所需的必要信息和少量用户配置参数。其在 Backup 模式下仍然有效。只有 Backup Domain 有效时，EASY™ 技术才可用。

GNSS 部分的 Backup Domain 由 VBAT 供电；因此当 VBAT 保持供电且 GSM 部分开机时，通过主串口发送 **AT+QGNSSC=0** 命令将使 GNSS 部分进入 Backup 模式。此时，VRTC 引脚可保持悬空，参考电路框图如下所示：

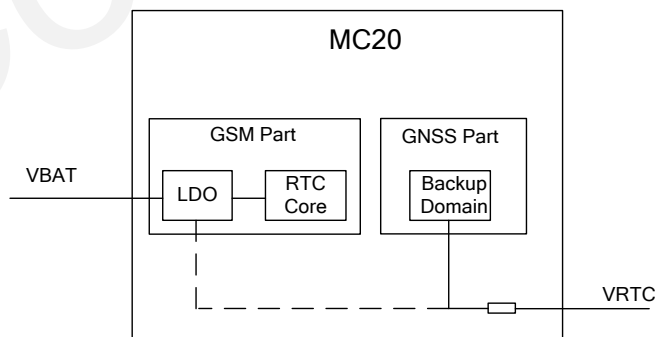


图 11: GNSS 内部 Backup Domain 电路框图

### 3.7. 工作模式

#### 3.7.1. GSM 部分工作模式

下表简要地叙述了模块 GSM 部分的各种工作模式。

表 9: GSM 部分工作模式一览表

模式	功能
正常工作	GSM/GPRS SLEEP 调用 <b>QI_SleepEnable()</b> 后,模块 GSM 部分将自动进入睡眠模式, CPU 将处于空闲模式。此时, GSM 部分的耗流降至最低。睡眠模式下, 模块仍然能够接收来电和短消息。
	GSM IDLE 软件正常运行。GSM 部分注册上 GSM 网络, 能够接收和发送 GSM 数据。
	GSM TALK GSM 网络注册状态如常。此模式下, GSM 部分功耗取决于功率等级的配置、动态 DTX 控制以及射频工作频率。
	GPRS IDLE GSM 部分没有注册到 GPRS 网络, 不能通过 GPRS 信道访问。
	GPRS STANDBY GSM 部分注册上 GPRS 网络, 但没有激活 PDP 上下文。
	GPRS READY PDP 上下文成功激活, 但无数据传送。此状态下 GSM 部分可发送或接收数据。
	GPRS DATA GPRS 数据传输过程中。在此模式下, GSM 部分的功耗取决于 PCL、射频频段和 GPRS 多时隙配置。
关机模式	正常关机可调用 <b>QI_PowerDown()</b> 函数或使用 PWRKEY 键。关机模式下, 串口无法访问, 软件不运行。
最少功能模式(保持供电电压)	不掉电情况下, 使用 <b>AT+CFUN</b> 命令可以将 GSM 部分设置成最少功能模式。在此模式下, 射频不工作, 或(U)SIM 卡不工作, 或两者都不工作; 但是串口仍然可以访问。此模式下功耗非常低。

##### 3.7.1.1. 最少功能模式

最少功能模式可以将模块 GSM 部分的功能减少到最低。**AT+CFUN=0** 命令可使模块进入最少功能模式; **AT+CFUN=1** 命令可用于返回全功能模式。关于相关 AT 命令的详细信息, 请参考文档 [1]。

##### 3.7.1.2. 睡眠模式(慢时钟模式)

进入睡眠模式后, 模块仍然可以接收来电、短信及 GPRS 数据, 但是串口不可以访问。睡眠模式默认关闭; 可通过调用 API 函数 **QI\_SleepEnable()**使模块进入睡眠模式; 调用 API 函数 **QI\_SleepDisable()**可

退出睡眠模式；详细信息请参考文档 [19]。

当模块处于睡眠模式时，以下几种方式可将 GSM 部分唤醒：

- 来电
- 短信或彩信
- GPRS 数据
- 外部中断
- 系统定时器超时

### 3.7.1.3. 睡眠唤醒

当模块 GSM 部分处于睡眠模式时，以下方法可将其唤醒：

- 将 DTR 引脚拉低 20ms
- 语音或者数据呼叫
- 收到短信

## 3.7.2. GNSS 部分工作模式

### 3.7.2.1. Full on 模式

Full on 模式包括跟踪和捕获模式。捕获模式下，GNSS 接收机开始搜索并确定可见卫星，同时粗略地确定卫星信号的载波频率和伪码相位。当捕获完成后，模块自动切换到跟踪模式。跟踪模式下，GNSS 接收机精确地跟踪信号的载波频率和伪码相位的变化，完成卫星信号解扩和解调。当 GNSS\_VCC 供电时，GNSS 部分将自动进入 Full on 模式。

下表描述了 Full on 模式的默认设置。

表 10: GNSS 部分 Full on 模式默认设置

项目	配置	注释
波特率	115200bps	
协议	NMEA	RMC, VTG, GGA, GSA, GSV 和 GLL
更新率	1Hz	
SBAS	可用	
AIC	可用	

LOCUS™	不可用	
EASY™	可用	当更新率超过 1Hz 时，EASY™ 技术将被禁用
GNSS	GPS+BeiDou	

在 Full on 模式下，GNSS 部分上电时，其平均耗流将上升至约 40mA 并持续数秒，随后下降至表 3 所示；该过程即为捕获过程。捕获过程持续数分钟后将自动切换至跟踪状态。跟踪状态下的耗流小于捕获状态，详见表 3。

发送 PMTK 命令可完成多个定位系统之间的切换：

- \$PMTK353,0,0,0,0,1\*2A: BeiDou 卫星搜索
- \$PMTK353,1,0,0,0,0\*2A: GPS 卫星搜索
- \$PMTK353,1,0,0,0,1\*2B: BeiDou 与 GPS 卫星搜索

## 备注

在 All-in-one 方案中，请确保在发送 PMTK 命令前，GNSS 部分已开机。

### 3.7.2.2. Standby 模式

Standby 是一种低功耗模式。在 Standby 模式下，内核和 I/O 电源域仍能工作，而 RF 和 TXCO 则被关闭；同时 GNSS 引擎停止搜索卫星。可使用 PMTK 命令使模块的 GNSS 部分进入或退出 Standby 模式。

当 GNSS 部分退出 Standby 模式时，它将使用内部辅助信息，如 GNSS 时间、星历表、最后的位置等，确保在热启动或温启动时有最短的 TTFF（Time to First Fix，首次定位时间）。Standby 模式下，GNSS 部分的典型耗流约为 300uA @GNSS\_VCC=3.3V。

如下 PMTK 命令可使 GNSS 部分进入 Standby 模式：

- \$PMTK161,0\*28: 在 Stand-alone 方案中发送此命令。

如下方式可使 GNSS 部分退出 Standby 模式：

- 在 Stand-alone 方案中，通过 GNSS\_UART 发送任何数据都会使其退出 Standby 模式。

## 备注

Standby 模式仅在 Stand-alone 方案中生效。

### 3.7.2.3. Backup 模式

Backup 模式下，GNSS 部分的功耗比 Standby 模式下更低。在此模式下，GNSS 部分将停止捕获和跟踪卫星，但 Backup Domain 中包含必要 GNSS 信息（如快速启动信息和少量用户配置参数）的后备存储器是正常工作的。有效的 Backup Domain 即可保证 EASY™ 技术可用。在 Backup 模式下，GNSS 部分的耗流约为 14uA。

如下方法可以使 GNSS 部分进入 Backup 模式：

- 由 VBAT 供电且 GSM 部分保持开机时，发送 **AT+QGNSSC=0** 命令可使 GNSS 部分从 Full on 模式进入 Backup 模式。

如下方法可使 GNSS 部分退出 Backup 模式：

- 通过主串口发送 **AT+QGNSSC=1** 命令，GNSS 部分将立即退出 Backup 模式并进入 Full on 模式。

### 备注

为使 GNSS 部分在 Backup 模式下正常工作，请确保 GSM 部分保持开机状态。

### 3.7.2.4. Periodic 模式

Periodic 模式是指通过控制模块的 GNSS 部分使其在 Full on 模式和 Standby/Backup 模式下交替性地工作，以实现降低功耗的模式。它包括 Periodic Standby 和 Periodic Backup 两种工作方式。

使模块的 GNSS 部分进入 Periodic 模式的命令格式如下：

表 11：PMTK 命令格式

格式： <b>\$PMTK225,&lt;Type&gt;,&lt;Run_time&gt;,&lt;Sleep_time&gt;,&lt;2nd_run_time&gt;,&lt;2nd_sleep_time&gt;*&lt;checksum&gt;</b> <b>&lt;CR&gt;&lt;LF&gt;</b>			
参数	格式	描述	范围 (ms)
Type	十进制	<b>Type=1</b> 为 Periodic Backup 模式 <b>Type=2</b> 为 Periodic Standby 模式	/
Run_time	十进制	Full on 模式周期 (ms)	1000~518400000
Sleep_time	十进制	Standby/Backup 模式周期 (ms)	1000~518400000

2nd_run_time	十进制	Full on 模式周期 (ms)，在 Run_time 时段内捕获失败时可用。	0 或 1000~518400000
2nd_sleep_time	十进制	Standby/Backup 模式周期 (ms)，在 Run_time 时段内捕获失败时可用。	0 或 1000~518400000
Checksum	十六进制	进制校验	

## 举例

```
$PMTK225,2,3000,12000,18000,72000*15<CR><LF>
$PMTK225,1,3000,12000,18000,72000*16<CR><LF>
```

在 Periodic Standby 模式下，可通过发送“\$PMTK225,0\*2B”命令使 GNSS 部分进入 Full on 模式。

在 Periodic Backup 模式下，也可通过发送“\$PMTK225,0\*2B”命令使 GNSS 部分进入 Full on 模式，但该命令仅在 Run\_time 或 2nd\_run\_time 时段内有效。由于发送命令的有效时间很难控制，因此不推荐使用。

下图显示了 Periodic 模式的运行方式。当发送 PMTK 命令时，GNSS 接收机首先处于 Full on 模式；几分钟后，接收机会根据参数配置进入 Periodic 模式；当接收机无法在 Run\_time 时段内成功定位时，便会自动切换到 2nd\_run\_time 和 2nd\_sleep\_time 时段。只要再次定位成功，接收机便返回 Run\_time 和 Sleep\_time 阶段。

在进入 Periodic 模式前，请确保 GNSS 接收机处于跟踪模式；否则接收机很有可能无法成功进行卫星追踪。如果模块处于弱信号环境，建议设置一个较长的 2nd\_run\_time 以确保能成功重新定位。

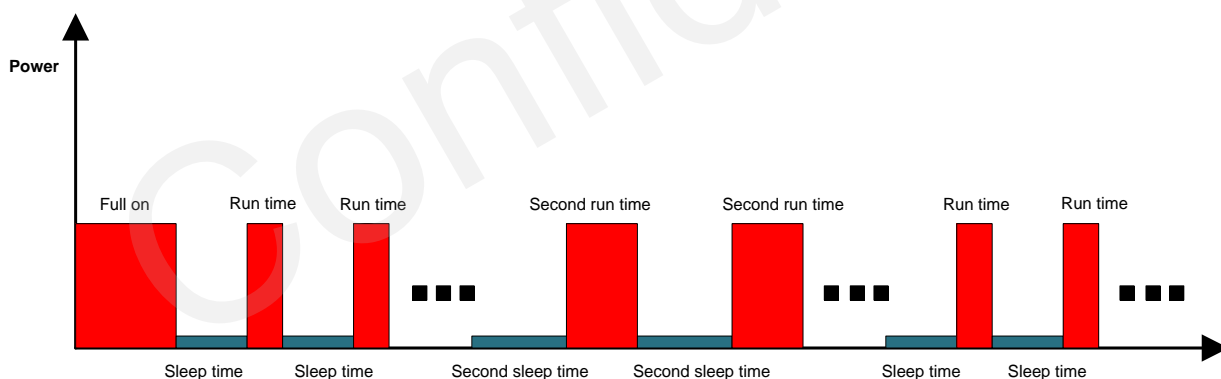


图 12: Periodic 模式的运行方式

Periodic 模式下的平均耗流值可通过以下公式进行计算：

$$I_{\text{periodic}} = (I_{\text{tracking}} * T1 + I_{\text{standby/backup}} * T2) / (T1 + T2) \quad T1: \text{Run\_time}, T2: \text{Sleep\_time}$$

## 举例

- PMTK225,2,3000,12000,18000,72000\*15

该命令表示：基于 GPS 和 BeiDou 系统，模块的卫星追踪时间为 3s，Standby 模式周期为 12s。其平均耗流值计算如下：

$$I_{\text{periodic}} = (I_{\text{tracking}} * T1 + I_{\text{standby}} * T2) / (T1 + T2) = (22\text{mA} * 3\text{s} + 0.5\text{mA} * 12\text{s}) / (3\text{s} + 12\text{s}) \approx 4.8(\text{mA})$$

- PMTK225,1,3000,12000,18000,72000\*15

该命令表示：基于 GPS 和 BeiDou 系统，模块的卫星追踪时间为 3s，Backup 模式周期为 12s。其平均耗流值计算如下：

$$I_{\text{periodic}} = (I_{\text{tracking}} * T1 + I_{\text{backup}} * T2) / (T1 + T2) = (22\text{mA} * 3\text{s} + 0.007\text{mA} * 12\text{s}) / (3\text{s} + 12\text{s}) \approx 4.4(\text{mA})$$

### 3.7.2.5. AlwaysLocate™ 模式

AlwaysLocate™ 是一种智能省电模式，包括 AlwaysLocate™ Backup 和 AlwaysLocate™ Standby 两种工作方式。

AlwaysLocate™ Standby 模式下，模块的 GNSS 部分可以在 Full on 模式和 Standby 模式之间实现自动切换。根据外围环境和运动条件，GNSS 部分可以适应性地调整 Full on 模式和 Standby 模式的时间，以实现定位精度和功耗之间的平衡。发送命令“\$PMTK225,8\*23”后，模块返回“\$PMTK001,225,3\*35”时表示模块的 GNSS 部分已成功进入 AlwaysLocate™ Standby 模式，这将大大降低功耗。任何时段发送“\$PMTK225,0\*2B”命令可使 GNSS 部分返回 Full on 模式。

AlwaysLocate™ Backup 模式与 AlwaysLocate™ Standby 模式类似；不同的是此时模块的 GNSS 部分在 Full on 模式和 Backup 模式之间自动切换。发送命令“\$PMTK225,9\*22”可使 GNSS 部分进入 AlwaysLocate™ Backup 模式。在 AlwaysLocate™ Backup 模式下的“Full on 模式”时段内，发送命令“\$PMTK225,0\*2B”可返回 Full on 模式。

AlwaysLocate™ 模式下的定位精度会有所下降，尤其是在高速运动时。下图显示了在不同速度场景中模块 GNSS 部分的功耗变化。

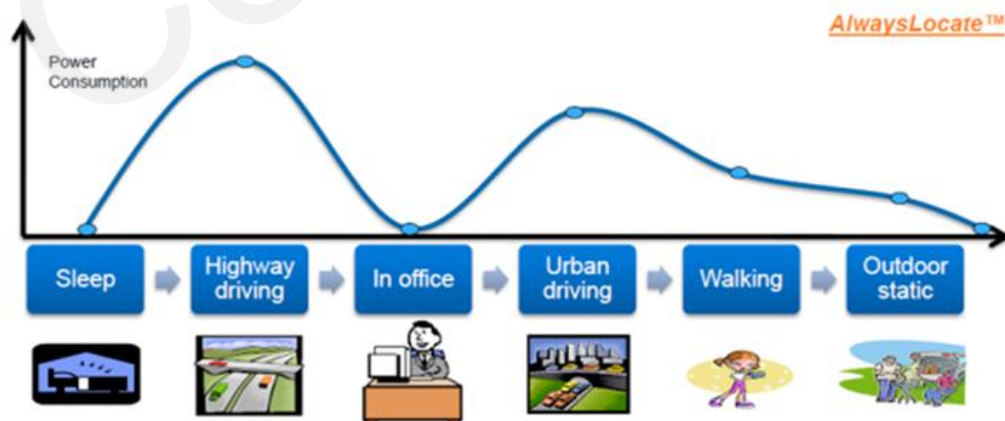


图 13：不同场景中 GNSS 部分的功耗变化（AlwaysLocate™ 模式下）



基于 GPS 和 Beidou 系统、并处于室外静态场景中时,GNSS 接收机(配备有源天线)在 AlwaysLocate™ Standby 模式下跟踪卫星后的平均耗流约为 2.7mA; 在 AlwaysLocate™ Backup 模式下跟踪卫星后的平均耗流约为 2.6mA。

### 3.7.2.6. GLP 模式

GLP (GNSS Low Power) 模式常应用于穿戴式健身设备和跟踪设备。它主要通过关闭高精度定位以减少功耗。

此模式下,当模块处于行走或跑步场景时,GNSS 接收机仍能提供较好的定位性能;并且支持动态负载运行的自动切换以实现定位性能与功耗之间的平衡。在复杂的环境中,模块将自动返回正常模式以实现高精度和低功耗的最佳匹配。

GLP 模式下,GNSS 接收机在静态场景中的平均耗流降至 8.9mA,仅为正常模式功耗的 40%。在动态场景中,其平均耗流会相应增加。在不同的户外场景中,GLP 模式和正常模式的平均耗流对比如下表所示:

表 12: GLP 模式和正常模式下的平均耗流对比

场景	GLP 模式 (mA)	正常模式 (mA)
静态	8.9	22
步行	11.2	22
跑步	11.5	22
开车	21.5	22

可通过以下方式轻松进入或退出 GLP 模式:

- \$PQGLP,W,1,1\*21: 该命令可使 GNSS 部分进入 GLP 模式。当返回值为\$PQGLP,W,OK\*09 时,表示已成功进入 GLP 模式。
- \$PQGLP,W,0,1\*20: 该命令可使 GNSS 部分退出 GLP 模式。当返回值为\$PQGLP,W,OK\*09 时,表示已成功退出 GLP 模式。

### 备注

1. 如需发送命令,请先退出 GLP 模式。建议在进入 GLP 模式之前,先将一些必要的命令设置好。
2. GLP 模式下,1PPS 功能将被禁止。
3. GLP 模式启用后,SBAS 系统效果将受到一定影响。
4. GLP 模式下,模块在高动态场景中的定位精度将会受到一定影响。
5. MC20-OpenCPU 支持 4800bps~115200bps 波特率及 1Hz~10Hz 频率。Stand-alone 方案中,建议



在 GNSS 部分进入 GLP 模式前设置波特率为 115200bps 和频率为 1Hz。

6. 在复杂场景里，模块的 GNSS 部分为了保持较好的定位精度会自动返回正常模式。

### 3.7.3. All-in-one 方案中 GSM 和 GNSS 部分工作模式组合

表 13: All-in-one 方案中 GSM 和 GNSS 部分工作模式一览表

GNSS 部分工作模式	GSM 部分工作模式		
	正常	睡眠	最少功能
Full on	✓	✓	✓
Backup	✓	✓	✓
Periodic	✓	✓	✓
AlwaysLocate™	✓	✓	✓
GLP	✓	✓	✓

### 3.7.4. Stand-alone 方案中 GSM 和 GNSS 部分工作模式组合

表 14: Stand-alone 方案中 GSM 和 GNSS 部分工作模式一览表

GNSS 部分工作模式	GSM 部分工作模式		
	正常	睡眠	最少功能
Full on	✓	✓	✓
Standby	✓	✓	✓
Backup	✓	✓	✓
Periodic	✓	✓	✓
AlwaysLocate™	✓	✓	✓
GLP	✓	✓	✓

## 备注

1. ✓ 表示模块支持该模式。
2. 在 **All-in-one** 方案中，当 GNSS 部分电源接通且主串口可以访问时，所有关于 GNSS 部分的 PMTK 命令均可通过主串口发送。
3. 在 **All-in-one** 方案中，当 GSM 部分处于睡眠模式时，GNSS 部分仍可以 Standby 或 Full on 模式工作。但此时，如需 NMEA 语句输出，则需先唤醒 GSM 部分再通过发送 AT 命令获取。
4. 在 **Stand-alone** 方案中，如 GSM 部分已开机，则所有用于 GNSS 部分的 PMTK 命令或 NMEA 语句输出均可直接通过 GNSS 串口发送或接收。

### 3.7.5. 蓝牙功能

MC20-OpenCPU 系列模块支持蓝牙功能。蓝牙是一种支持设备短距离通信的无线电技术。能在包括移动电话、PDA、无线耳机、笔记本电脑、相关外设等众多设备之间进行无线信息交换。蓝牙的标准是 IEEE802.15，工作在 2.4GHz 频段，数据速率最大可以达到 3Mbps。

MC20-OpenCPU 模块支持 BT3.0 蓝牙规范，支持 SPP 和 HFP-AG 配置文件。如需了解更多信息，请参考文档 [15]。

MC20E-OpenCPU 模块内部采用双模芯片，支持 BT3.0 和 BT4.0 蓝牙规范。BT4.0 支持蓝牙低功耗（BLE）技术，该技术是低成本、短距离、可互操作的无线技术，利用智能手段最大限度地降低功耗，因而可使大量新的扩展应用从蓝牙无线技术中获益，包括手表、防盗钥匙扣、运动和健身传感器、医疗保健传感器和遥控器等。

## 3.8. 开机/关机

### 3.8.1. 开机

模块正常开机方式是拉低 PWRKEY 引脚。推荐使用开集驱动电路来控制 PWRKEY 引脚。下图为参考电路：

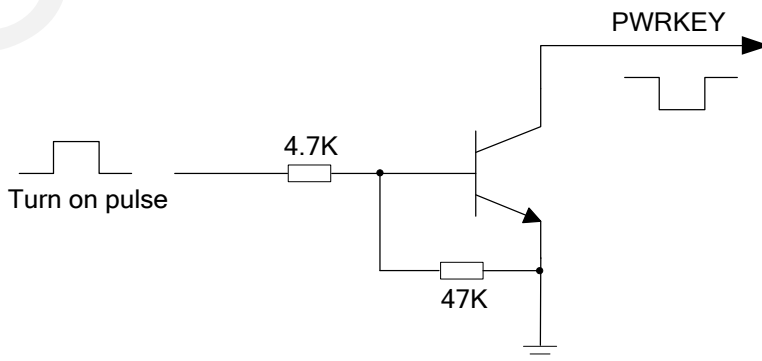


图 14：开集驱动开机参考电路

## 备注

1. 模块默认为自适应波特率 (**AT+IPR=0**) 模式。在此模式下, 模块开机后, URC 信息 **RDY** 不会回发给主控机。模块开机 4s~5s 后, 即可接收 **AT** 命令。主控机需先发送 **AT** 或 **at** 字符串给模块以检测主控机的波特率, 并且持续发送第二或第三个 **AT** 或 **at** 字符串直至模块返回 **OK**。然后再发送 **AT+IPR=x;&W** 命令给模块设置一个固定的波特率, 并将这些配置保存至模块的闪存中。完成这些设置后, 以后模块每次开机, 会通过串口返回一个 URC 信息 **RDY**。如需更多详情, 请参考文档 [1] 中的 **AT+IPR** 章节。
2. 当 **AT** 命令可以正常响应后, 表明模块已经开机成功; 此时可以释放 **PWRKEY** 引脚。反之, 则模块开机失败。

另一种控制 **PWRKEY** 引脚的方法是直接使用一个按钮开关。手指在按键时可能会产生静电; 因此, 在按钮附近需放置一个 TVS 组件以进行 ESD 防护。为达到最好的 ESD 防护性能, TVS 组件必须放置在按钮附近。参考电路如下图:

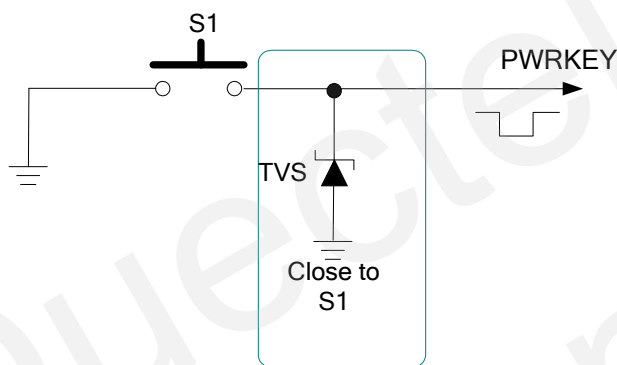


图 15: 按键开机参考电路

GSM 部分正常工作后, 应发送 **AT+QGNSSC=1** 命令打开 GNSS 部分的电源; 此时 GNSS 部分会自动进入 Full on 模式, 开机时序图如下图所示:

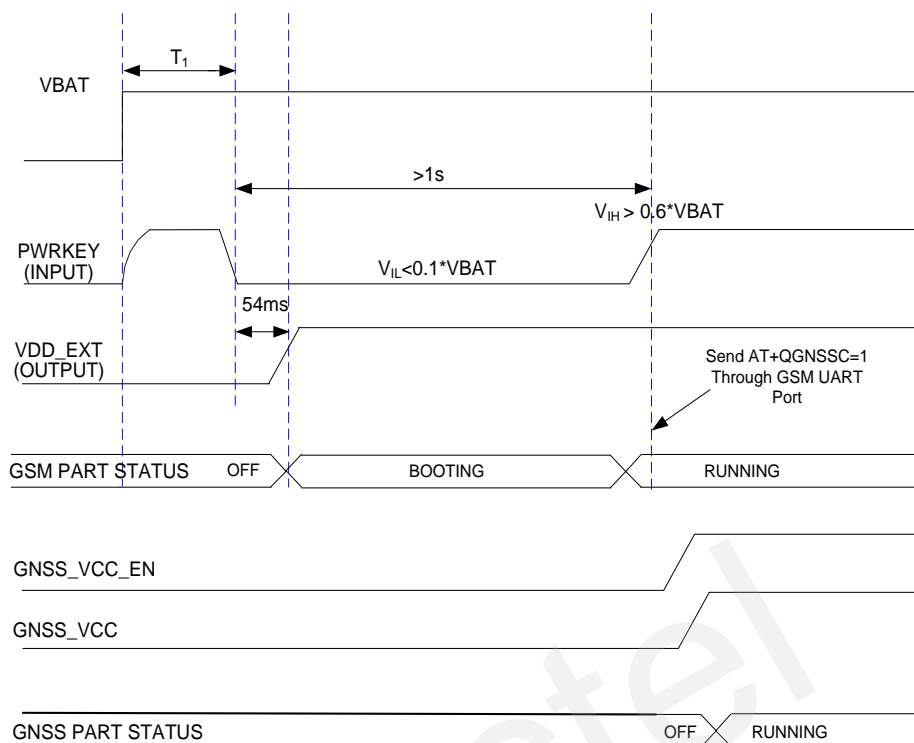


图 16: 开机时序图

## 备注

在拉低 PWRKEY 引脚之前，请确保 VBAT 电压稳定。建议 VBAT 上电到 PWRKEY 引脚拉低之间的时间  $T_1$  为 100ms 左右。

## 3.8.2. 关机

模块可以通过以下方式关机：

- 正常关机：控制 PWRKEY 引脚。
- 正常关机：使用 **AT+QPOWD** 命令或调用 API 函数 **QI\_PowerDown()**。
- 低电压自动关机：模块检测到 VBAT 低压时，会自动关机。

### 3.8.2.1. PWRKEY 引脚关机

模块开机时，可通过拉低 PWRKEY 引脚一段时间进行关机。关机时序图如下图所示。关机过程中，模块将从 GSM 网络注销，以确保在完全关机之前让软件保存好重要数据。

拉低引脚进行关机后，模块反馈信息如下：

### NORMAL POWER DOWN

#### 备注

1. 在自适应波特率模式下，此反馈信息不会出现，并且 DTE 和 DCE 设备在模块启动时不会正确同步。因此建议将模块设置为固定波特率。
2. 模块从网络注销的时间与当地移动网络有关。建议延迟约 12 秒后再对模块进行断电或重启操作。

如上信息返回后，AT 命令将不能再被执行；继而模块进入关机状态。

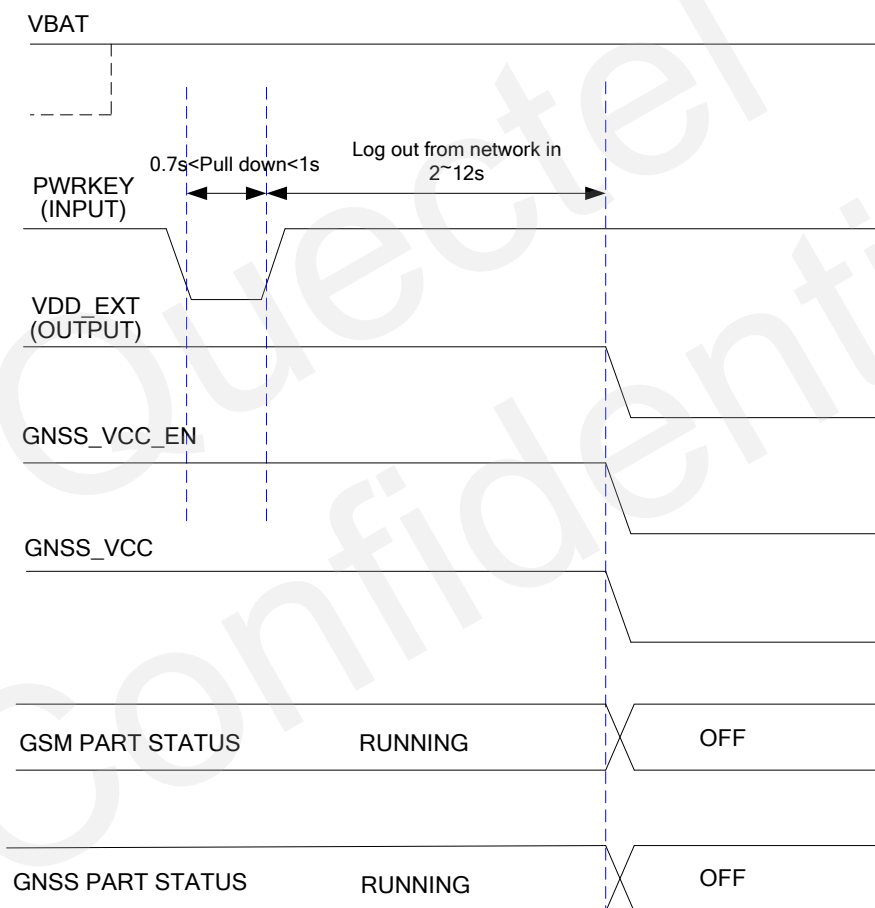


图 17: PWRKEY 引脚关机时序

### 3.8.2.2. AT 命令关机

执行 **AT+QPOWD=1** 命令也可使模块关机。该命令可使模块从网络注销，在彻底关闭电源之前使软件能够保存重要数据。

发送关机命令后，模块反馈如下信息：

#### **NORMAL POWER DOWN**

如上信息返回后，AT 命令将不能再被执行，继而模块进入关机状态。

如需了解更多关于 **AT+QPOWD** 命令的信息，请参考文档 [1]。

### 3.8.2.3. AT 命令关闭 GNSS 部分

通过 **AT+QGNSSC=0** 命令可以关闭 GNSS 部分，时序图如下。

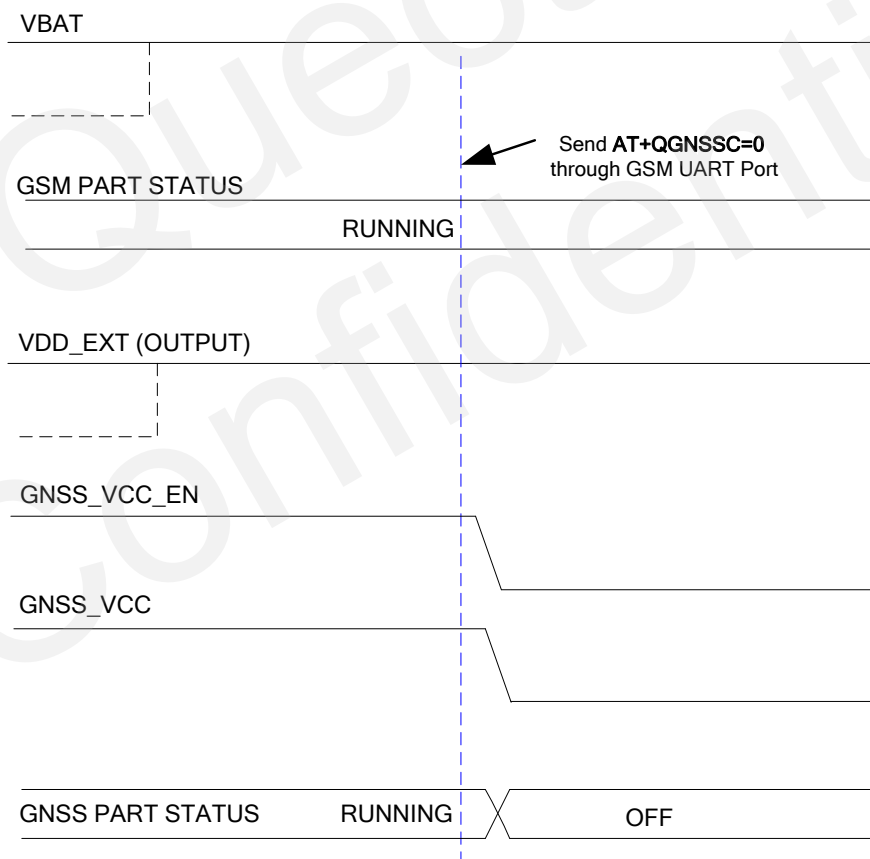


图 18：使用 AT 命令关闭 GNSS 部分的时序

#### 3.8.2.4. 低压自动关机

模块会持续自动监测 VBAT 端的电压，如果电压低于或等于 3.5V，将返回如下警告信息：

##### **UNDER\_VOLTAGE WARNING**

模块可工作电压范围为 3.3V~4.6V。如果模块电压低于 3.3V，模块将自动关机。

当电压低于 3.3V 时，会反馈如下关机信息：

##### **UNDER\_VOLTAGE POWER DOWN**

返回如上信息后，AT 命令将不能再被执行；同时模块从网络注销，然后自动关机。

#### 备注

在自适应波特率模式下，如上反馈信息不会出现，并且 DTE 和 DCE 设备在模块启动时不会正确同步。因此建议将模块设置为固定波特率。

#### 3.8.3. OpenCPU 系统开启参考设计

为了确保 OpenCPU 系统的稳定性，建议采用一个低功耗 MCU 来监控模块的状态；该 MCU 需要有 GPIO 接口和 ADC 接口；系统的结构图如下图所示。这种结构有如下两个优点：

- 当 ADC 检测到 VBAT 端的电压太低时，MCU 将通过 PWRKEY 引脚关闭模块，并通过 PMOS 晶体管切断电源。
- 正常工作时，模块会输出周期性脉冲给 MCU。当 MCU 在规定时间内未检测到脉冲，则会切断 VBAT 供电并重新启动模块。

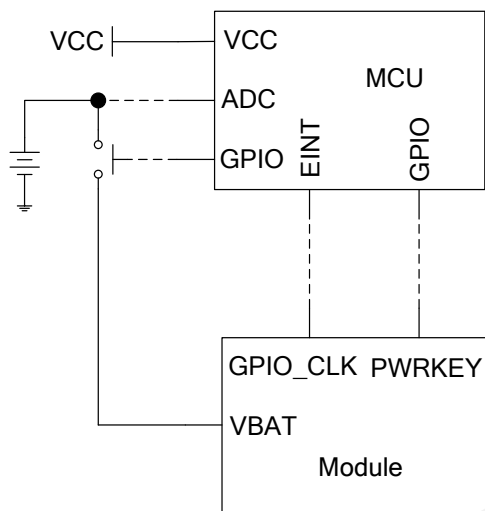


图 19: OpenCPU 系统开启参考设计

此外，看门狗组件也可用于控制模块的供电。推荐使用超时时间至少为 1.6s 的看门狗组件，例如 Texas Instruments 公司的 TPS3823-33DBVR 型号。将模块的一个 GPIO 口连接至看门狗的 WDI 引脚，如果发生超时，WDI 引脚的电平会发生改变，看门狗将关闭模块的电源。看门狗连接的示意图如下所示：

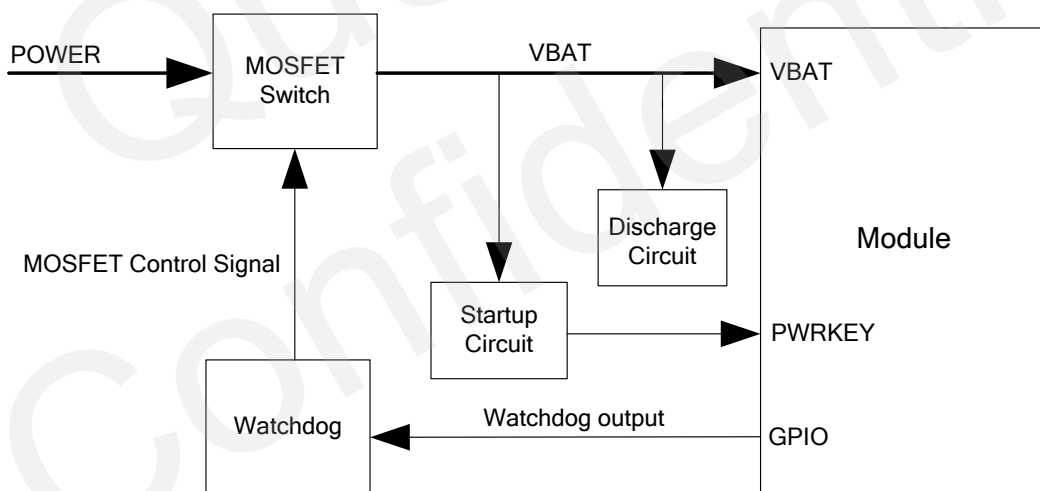


图 20: 看门狗连接示意图



### 3.9. 串口

模块设有四个串口(通用异步收发器):主串口,调试串口,辅助串口和 GNSS 串口。模块称作 DCE (Data Communication Equipment), 并按照传统的 DCE-DTE (Data Terminal Equipment)方式连接。模块支持固定波特率和自适应波特率。自适应波特率支持范围为: 4800bps~115200bps。

主串口:

- TXD: 发送数据到 DTE 设备的 RXD 端。
- RXD: 从 DTE 设备 TXD 端接收数据。
- RTS: DTE 请求 DCE 发送数据。
- CTS: 清除发送。
- DTR: DTE 准备好并通知 DCE (此引脚可以用来唤醒模块)。
- RI: 振铃提示 (DCE 有来电、URC 或短信时会发送信号通知 DTE)。
- DCD: 载波检测。

调试串口:

- DBG\_TXD: 发送数据到外设 COM 口。
- DBG\_RXD: 从外设 COM 口接收数据。

辅助串口:

- 在 **All-in-one** 方案中:

TXD\_AUX: 发送数据到 GNSS 部分。

RXD\_AUX: 从 GNSS 部分接收数据。

- 在 **Stand-alone** 方案中:

TXD\_AUX: 除软件升级外保持悬空。

RXD\_AUX: 除软件升级外保持悬空。

GNSS 串口:

- 在 **All-in-one** 方案中:

GNSS\_TXD: 发送数据到 GSM 部分。

GNSS\_RXD: 从 GSM 部分接收数据。

- 在 **Stand-alone** 方案中:

GNSS\_TXD: 发送数据到外设 COM 口。

GNSS\_RXD: 从外设 COM 口接收数据。

串口逻辑电平如下表所示：

表 15：串口逻辑电平

参数	最小	最大	单位
$V_{IL}$	0	$0.25 \times VDD\_EXT$	V
$V_{IH}$	$0.75 \times VDD\_EXT$	$VDD\_EXT+0.2$	V
$V_{OL}$	0	$0.15 \times VDD\_EXT$	V
$V_{OH}$	$0.85 \times VDD\_EXT$	$VDD\_EXT$	V

表 16：串口引脚定义

接口	引脚名	引脚号	I/O	描述
主串口	TXD	34	DO	发送数据
	RXD	33	DI	接收数据
	DTR <sup>2)</sup>	37	DI	DTE 准备就绪
	RI <sup>2)</sup>	35	DO	输出振铃指示
	DCD <sup>2)</sup>	36	DO	输出载波检测
	CTS <sup>2)</sup>	38	DO	清除发送
	RTS <sup>2)</sup>	39	DI	DTE 请求发送数据
调试串口	DBG_RXD	30	DI	接收数据
	DBG_TXD	29	DO	发送数据
辅助串口 <sup>1)</sup>	RXD_AUX <sup>1)</sup>	24	DO	接收数据
	TXD_AUX <sup>1)</sup>	25	DI	发送数据
GNSS 串口	GNSS_RXD	23	DI	接收数据
	GNSS_TXD	22	DO	发送数据

## 备注

1. <sup>1)</sup> **Stand-alone** 方案中，除软件升级外建议该引脚保持悬空。
2. <sup>2)</sup> 这些引脚可以复用为 GPIO 接口。更多详情，请参考 **3.18 章节**。

串口相关功能如下：

- **QI\_UART\_Register**: 给指定串口注册回调函数
- **QI\_UART\_Open**: 打开指定的串口
- **QI\_UART\_Write**: 发送数据至指定的串口
- **QI\_UART\_Read**: 从指定的串口读取数据
- **QI\_UART\_SetDCBConfig**: 设置串口 DCB
- **EVENT\_UART\_READY\_TO\_READ**: 数据读取指示

更多关于软件设计的详情，请参考文档 [19]。

### 3.9.1. 主串口

#### 3.9.1.1. 主串口特点

- 8 位数据位，无奇偶校验位，1 位停止位。
- 用于软件升级、数据传输。
- 支持波特率如下：300bps, 600bps, 2400bps, 4800bps, 9600bps, 14400bps, 19200bps, 28800bps, 38400bps, 57600bps, 115200bps, 230400bps, 460800bps。
- 模块支持自适应波特率，默认波特率为 115200bps。
- 支持硬件流控制，默认关闭。

## 备注

1. API 函数 **QI\_UART\_SetDCBConfig** 可用来设置不同的波特率。
2. API 函数 **QI\_UART\_Open** 可用于设置硬件流控制。

### 3.9.1.2. 主串口参考设计

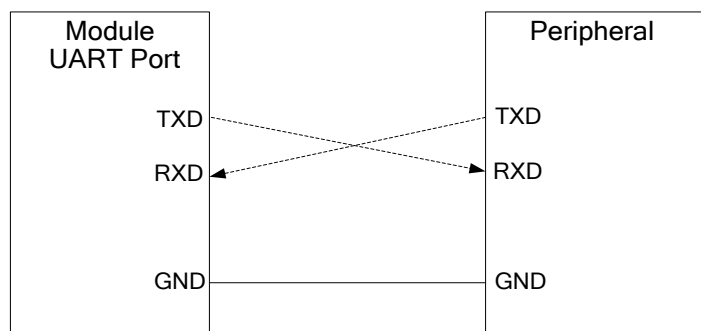


图 21：主串口参考设计

### 3.9.1.3. 软件升级

**All-in-one** 或 **Stand-alone** 方案均通过主串口升级软件。在软件升级过程中，PWRKEY 引脚必须拉低。参考电路如下图所示：

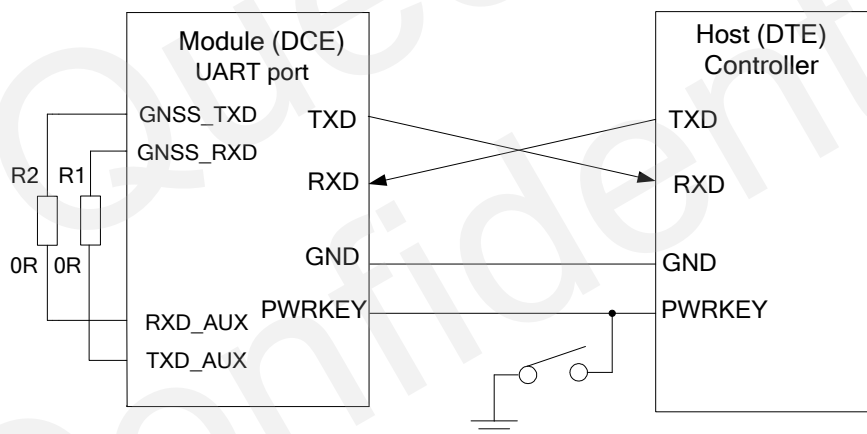


图 22：软件升级连线图

#### 备注

1. 在 **Stand-alone** 方案中，软件升级时，需将辅助串口和 GNSS 串口连在一起。详情请参考 **3.9.3.2 章节**。
2. 模块软件可能由于某种原因需要升级，因此建议在主机板上保留这些引脚。

### 3.9.2. 调试串口

可以通过软件配置来切换调试串口的两种工作模式（基本模式和高级模式）。

- 基本模式中，调试串口可用于软件调试，也可连接到外围设备用于其他功能。其默认波特率是 115200bps。
- 高级模式中，调试串口可调用 **QI\_Debug\_Trace()**函数用来捕捉日志数据。此模式下，波特率为 460800bps。

调试串口的参考设计电路如下：

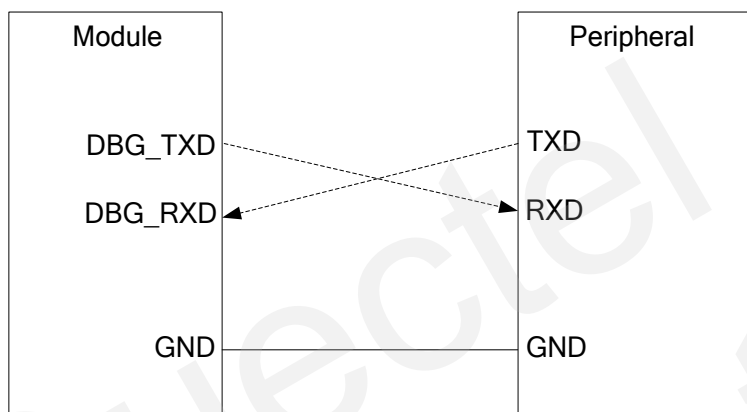


图 23：软件调试连线示意图

### 3.9.3. 辅助串口和 GNSS 串口

#### 3.9.3.1. 在 All-in-one 方案中的连接

在 **All-in-one** 方案中，辅助串口和 GNSS 串口应相互连接，以完成 GSM 部分和 GNSS 部分间的通信。连接方式如下图：

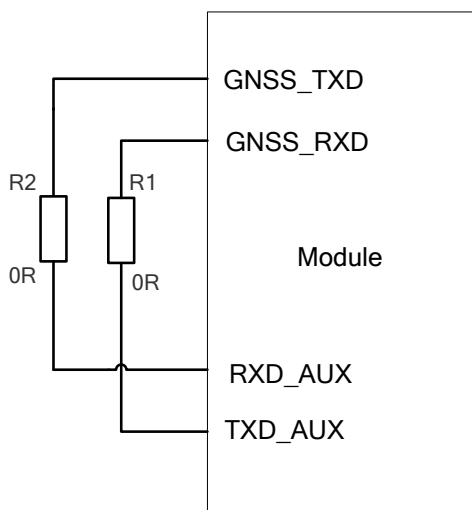


图 24: All-in-one 方案中辅助串口和 GNSS 串口连接方式

### 备注

MC20-OpenCPU 的 GNSS 部分相比单一 GNSS 功能的模块在同一段时间内可输出更多的数据信息。因此在波特率为 4800bps 和数据更新率为 1Hz 的情况下，默认输出的 NMEA 数据可能会丢失一部分。为避免这种情况的发生，建议采用默认设置的 115200bps 波特率。

### 3.9.3.2. 在 Stand-alone 方案中的连接

在 **Stand-alone** 方案中，GNSS 串口用于与外设连接，此时开关 S1 应断开。仅当软件升级时，开关 S1 闭合。参考电路如下所示：

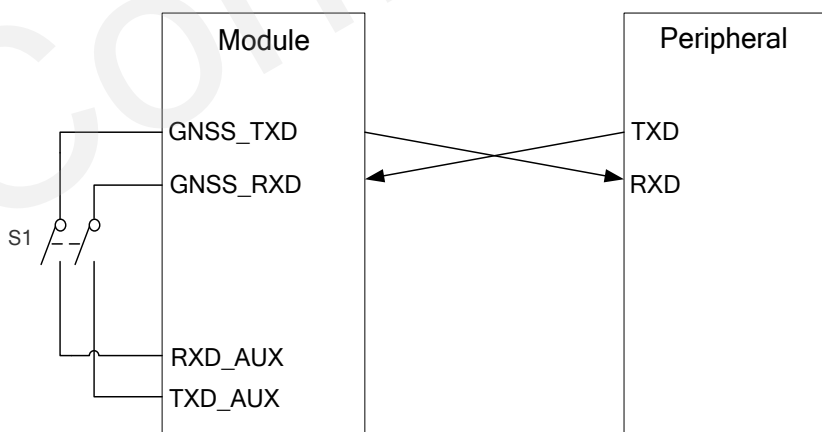


图 25: Stand-alone 方案中辅助串口和 GNSS 串口连接方式

### 3.9.4. 串口应用

3.3V 电平情况下的电平匹配电路参考设计如下。如果 MCU/ARM 的电平为 3V，则根据分压原则，应将 5.6K 电阻改为 10K 电阻。

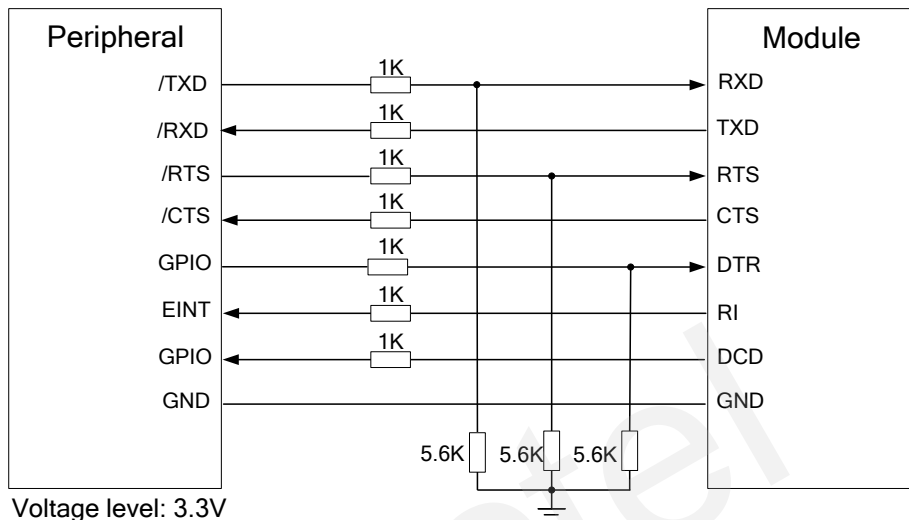


图 26: 3.3V 电平转换电路

#### 备注

当主机系统电平是 3V 或 3.3V 时，强烈建议在模块和主机的串口连接上加入分压电路以使电平匹配。对于更高的电压系统之间的电平匹配，需要在模块和主机之间增加电平转换芯片。如需了解更多详情，请参考文档 [13]。

当模块和 PC 机进行通信时，由于模块的串口是 2.8V CMOS 电平，需要在他们之间加 RS232 电平转换电路。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 电压是 2.8V。

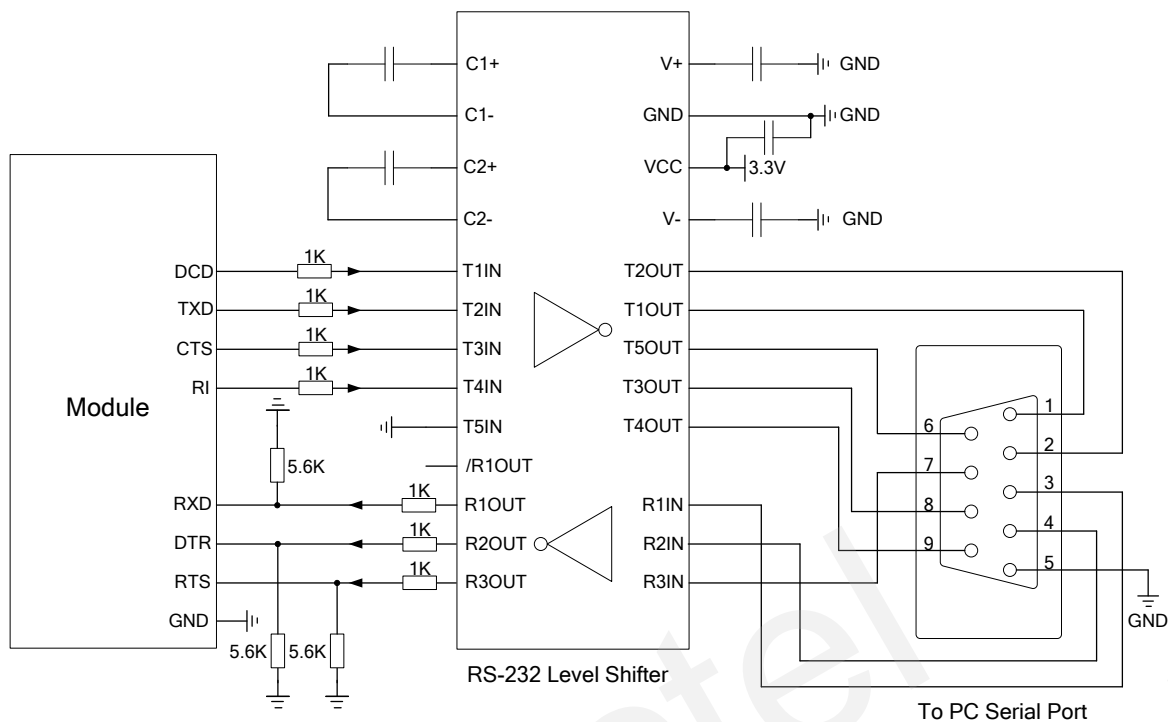


图 27: RS-232 接口匹配示意图

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

### 3.10. 音频接口

MC20-OpenCPU 设有一个模拟音频输入通道和两个模拟音频输出通道。

表 17: 音频接口引脚定义

接口	引脚名	引脚号	I/O	描述
AIN/AOUT1	MICP	1	AI	音频差分输入正端
	MICN	2		音频差分输入负端
	SPKP	3	AO	音频差分输出 1 正端
	SPKN	4		音频差分输出 1 负端
AIN/AOUT2	MICP	1	AI	音频差分输入正端



MICN	2	AO	音频差分输入负端
LOUDSPKP	54		音频差分输出 2 正端
LOUDSPKN	53		音频差分输出 2 负端

AIN 通道可以用作麦克风输入。麦克风通常选用驻极体麦克风。AIN 通道都是差分输入。

AOUT1 通道可以用于听筒输出，通常用于手持话筒，此通道为差分输出。

AOUT2 通道通常用于扬声器输出（内置 AB 类功放，最大可以驱动 800mW），此通道为差分输出。

AOUT2 通道也可以作为单端输出用于连接耳机。

所有这些音频通道支持语音、铃声输出等功能，并可通过 **AT+QAUDCH** 命令实现通道间的切换。如需了解更多详情，请参考文档 [1]。

可使用如下 **AT+QAUDCH** 命令进行音频通道的选择：

- **AT+QAUDCH=0**: AIN/AOUT1, 默认值即为 0。
- **AT+QAUDCH=1**: AIN/AOUT2, 该通道用于耳机。
- **AT+QAUDCH=2**: AIN/AOUT2, 该通道用于扬声器。

对于每个通道，客户都可以使用 **AT+QMIC** 来调节麦克风的输入增益，也可以使用 **AT+CLVL** 命令来调节输出到听筒的音量增益。**AT+QSIDET** 命令则用以设置侧音增益。如需了解更多详情，请参考文档 [1]。

表 18: AOUT2 输出特性

项目	条件	最小	典型	最大	单位
RMS 功率	8Ω load VBAT=3.7V, THD+N=1%		800		mW

### 3.10.1. 降低 TDD 噪声及其它噪声

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，会很大程度改善耦合 TDD 噪音。33pF 电容用于滤除模块工作在 900MHz 频率时的高频干扰。如果不加该电容，在通话时候有可能会听到 TDD 噪声。10pF 的电容是用以滤除工作在 1800MHz 频率时的高频干扰。需要注意的是，由于电容的谐振点很大程度上取决于电容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模块工作在 GSM850/EGSM900/DCS1800/PCS1900MHz 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。

PCB 板上的射频滤波电容摆放位置要尽量靠近音频器件或音频接口，走线尽量短，要先经过滤波电容再到其他点。

天线的位置离音频元件和音频走线尽量远，以减少辐射干扰。电源走线和音频走线不能平行，且两者尽量远离。

差分音频走线必须遵循差分信号的布线规则。

### 3.10.2. 麦克风接口电路

AIN 通道在模块内部均提供驻极体麦克风偏置电压，不需外面增加偏置电路。麦克风通道参考电路如下图所示。

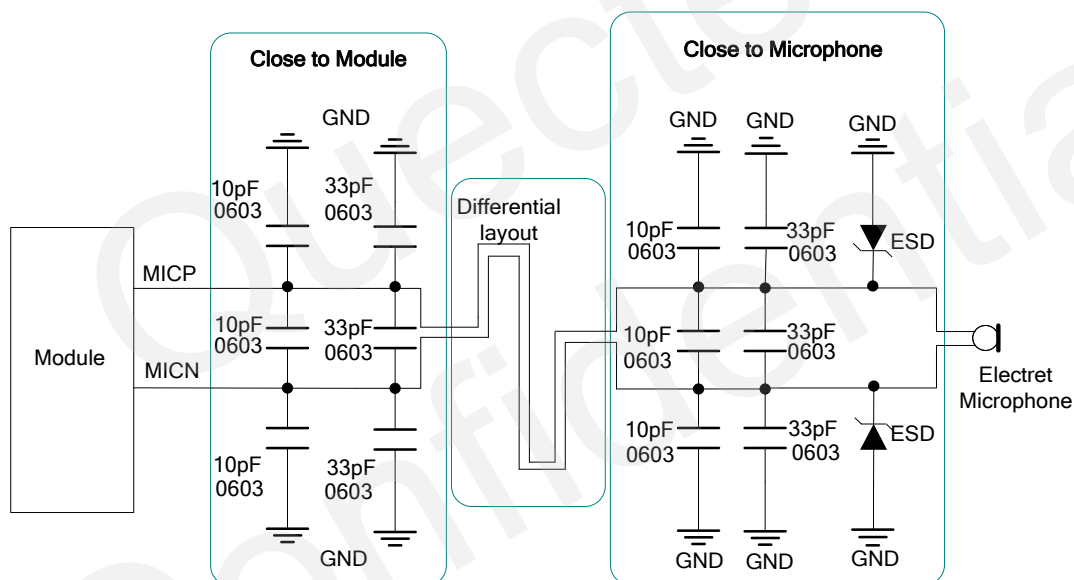


图 28: AIN 麦克风通道参考电路

### 3.10.3. 听筒接口电路

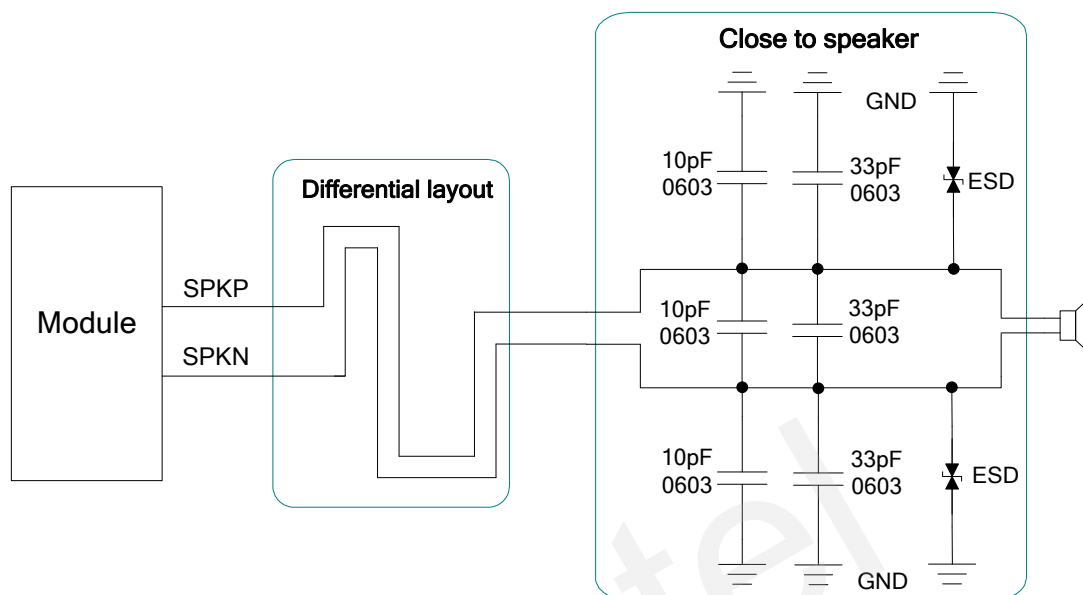


图 29: AOUT1 听筒输出参考电路

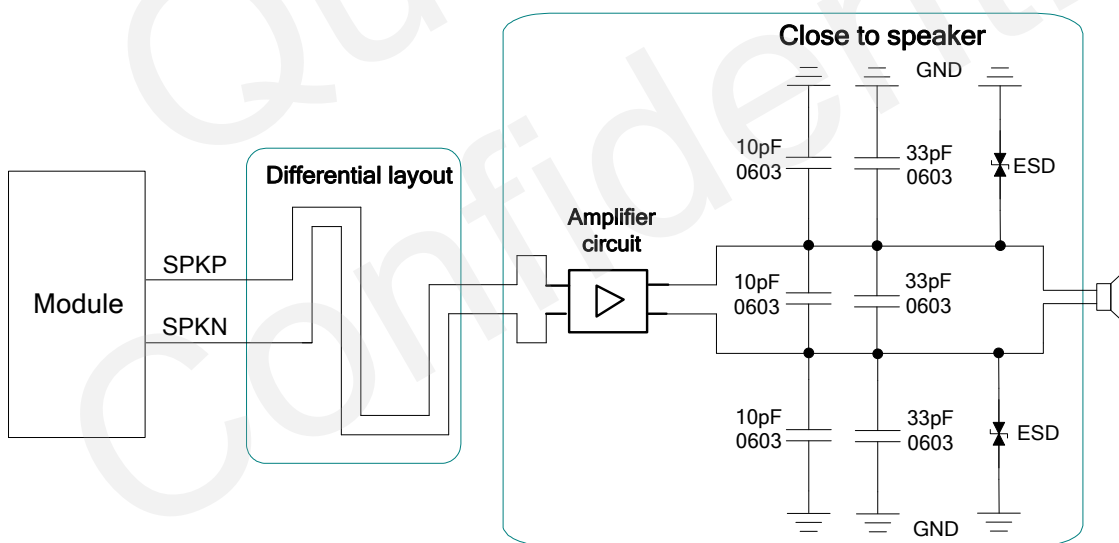


图 30: AOUT1 带音频功放输出参考电路

关于差分输入输出音频功放，请访问网址 <http://www.ti.com> 获取你想要的器件。市面上亦有很多同等性能的音频功放可供选择。

### 3.10.4. 耳机接口电路

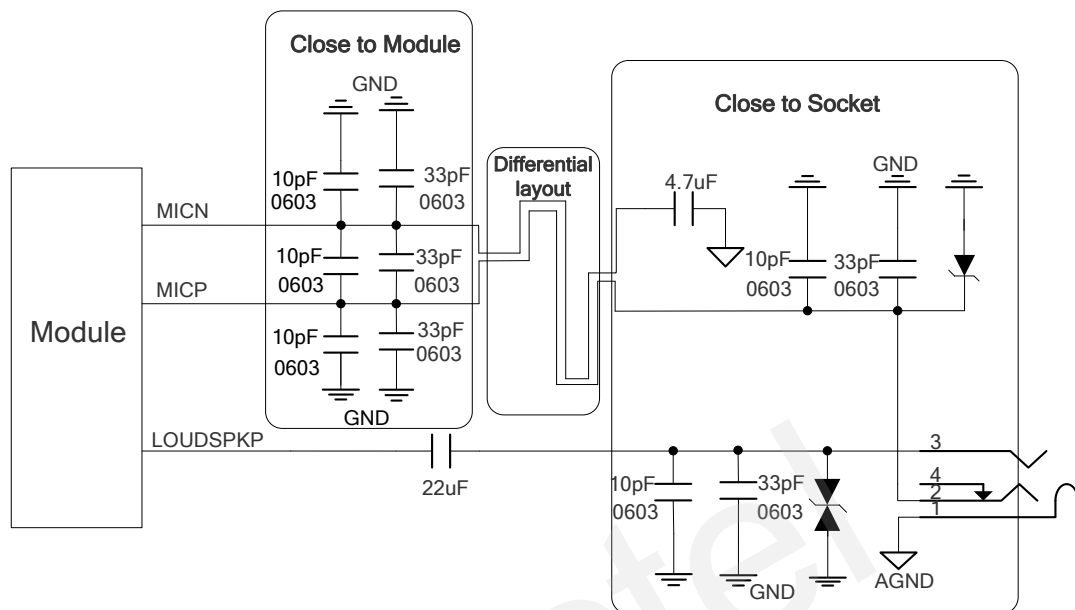


图 31：耳机接口参考电路

### 3.10.5. 扬声器接口设计

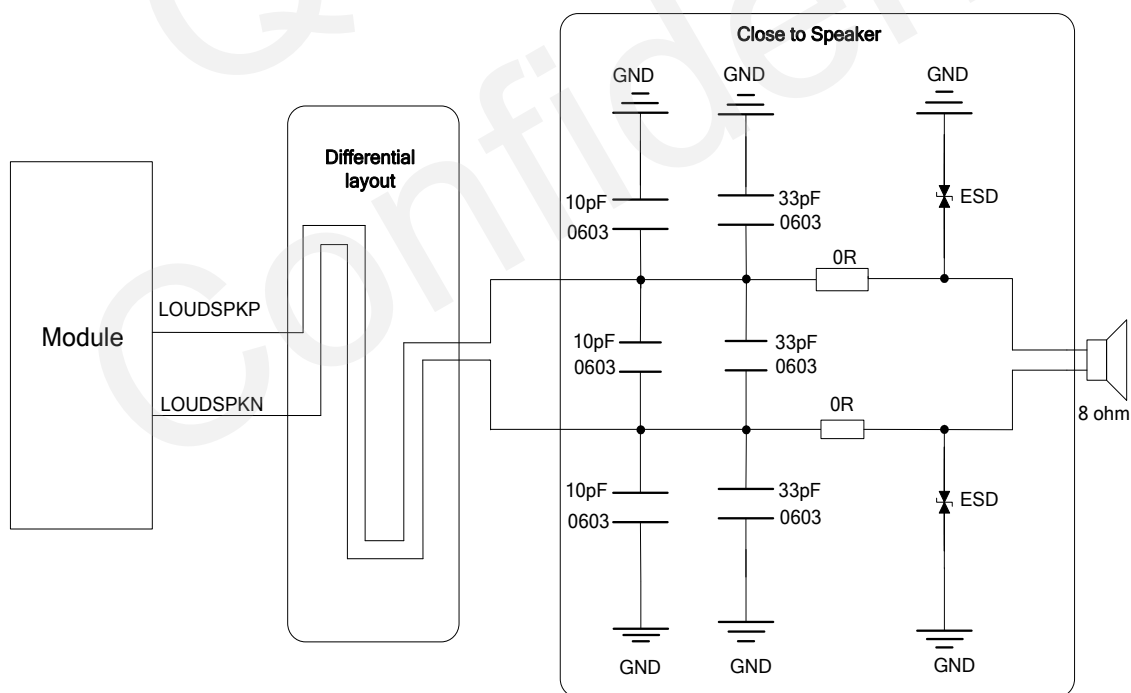


图 32：扬声器接口参考电路

### 3.10.6. 音频电气特性

表 19: 驻极体麦克风特性参数

参数	最小.	典型	最大.	单位
工作电压	1.2	1.5	2.0	V
工作电流	200		500	uA
阻抗		2.2		Kohm

表 20: 音频接口典型特性参数

参数	最小	典型.	最大	单位
AOUT1 Output	单端	阻抗	32	Ohm
		参考电平	0	2.4 Vpp
	差分	阻抗	32	Ohm
		参考电平	0	4.8 Vpp
AOUT2 Output	差分	阻抗	8	Ohm
		参考电平	0	2 × VBAT Vpp
	单端	阻抗	8	Ohm
		参考电平	0	VBAT Vpp

### 3.11. PCM 接口

MC20-OpenCPU 提供一组 PCM 接口，用于模块和客户端的数字语音传输。该接口由时钟脉冲（PCM\_CLK）、帧同步信号（PCM\_SYNC）、接收数据（PCM\_IN）及发送数据（PCM\_OUT）信号线组成。

PCM（脉冲编码调制）就是把一个时间连续、取值连续的模拟信号转换成时间离散、取值离散的数字信号后在信道中传输。脉冲编码调制就是对模拟信号先抽样，再对样值幅度量化、编码的过程。

表 21：PCM 接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PCM_OUT	60	DO	PCM 数据输出	2.8V 电源域
PCM_IN	62	DI	PCM 数据输入	
PCM_CLK	59	DO	PCM 时钟输出	
PCM_SYNC	61	DO	PCM 数据同步信号输出	

#### 3.11.1. 参数配置

通过软件配置，MC20-OpenCPU 支持线性 16 位编码的 PCM 格式；其采样频率为 8KHz，时钟信号的频率为 256KHz；并且模块只能作为 PCM 主设备使用。另外，该接口同时支持长帧和短帧同步，且仅支持 MSB 首位。更多详情，请见下表：

表 22：PCM 参数配置

PCM	描述
接口格式	线性
数据长度	线性：16 位
语音采样率	8KHz
PCM 时钟和同步源	模块作为 PCM 主设备：模块提供 PCM 时钟和同步源
PCM 同步信号频率	8KHz
PCM 时钟频率	模块作为 PCM 主设备：256KHz（线性）

PCM 同步信号格式	长帧/短帧
PCM 数据排序	MSB 为首位
补零	不支持
符号扩展	不支持

### 3.11.2. 时序

PCM 接口的采样频率为 8KHz，时钟信号的频率为 256KHz。每个帧的长度为 32 位，其中高 16 位是有效位，低 16 位与高 16 位数据相同。不同帧格式的时序图如下两图所示。

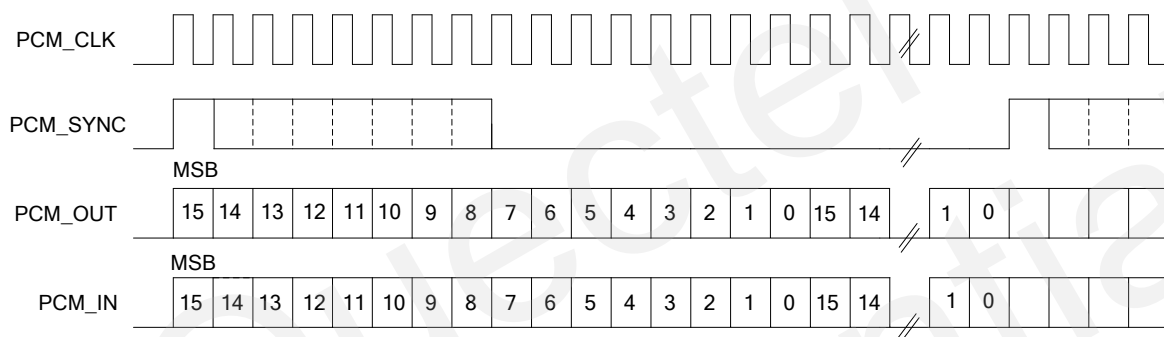


图 33：长帧格式时序图

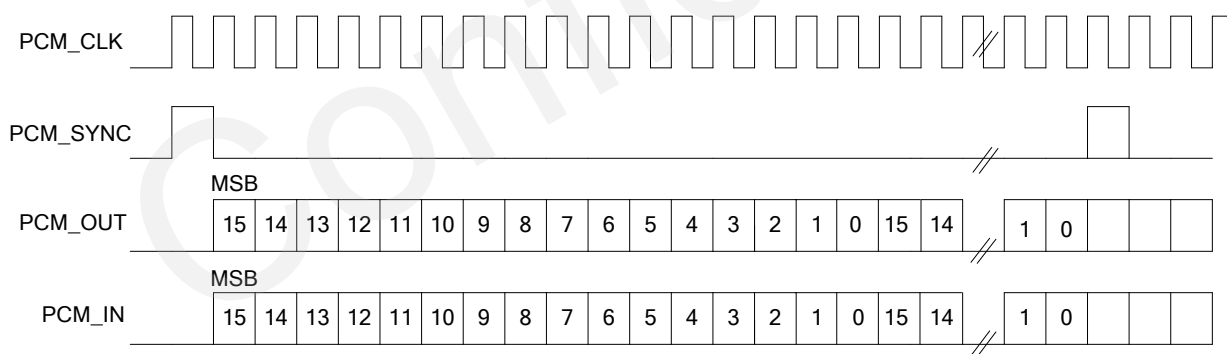


图 34：短帧格式时序图

### 3.11.3. 应用设计

MC20-OpenCPU 只能作为 PCM 主设备，为 PCM 总线提供时钟信号源和同步信号源。信号的流向及连接方式如下图所示：

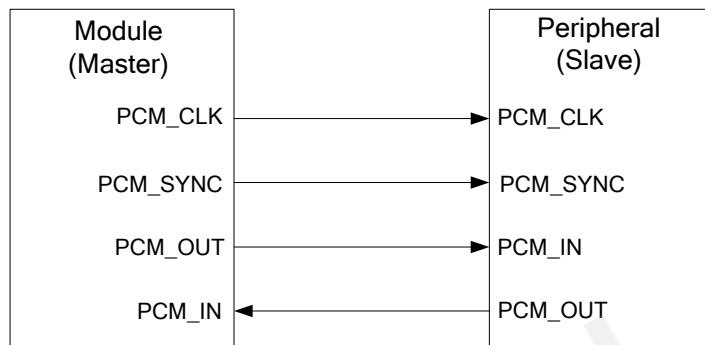


图 35: PCM 参考设计

### 3.11.4. AT 命令

用于 PCM 配置的 AT 命令有两个：**AT+QPCMON** 和 **AT+QPCMVOL**。具体描述如下：

- 使用 **AT+QPCMON** 可以配置 PCM 的操作模式。

命令格式：**AT+QPCMON= mode,Sync\_Type,Sync\_Length,SignExtension,MSBFirst**

表 23: AT+QPCMON 命令参数解释

参数	取值范围	描述
Mode	0; 2	0: 关闭 PCM 2: 只有在通话时才打开 PCM 通道
Sync_Type	0~1	0: 短帧同步 1: 长帧同步
Sync_Length	1~8	长帧同步时，可通过软件配置，最高支持 8 位
Sign Extension	0~1	不支持
MSB First	0~1	0: MSB 首位 1: 不支持

- 使用 **AT+QPCMVOL** 可以调节 PCM 输入和输出音量。

命令格式：**AT+QPCMVOL=vol\_pcm\_in,vol\_pcm\_out**



表 24: AT+QPCMVOL 命令参数解释

参数	取值范围	描述
vol_pcm_in	0~32767	设置输入音量
vol_pcm_out	0~32767	设置输出音量 推荐设置 vol_pcm_out 的值不要超过 16384，否则容易造成破音等问题。

## 3.12. SPI 和 I2C 接口

MC20-OpenCPU 支持 SPI 和 I2C 接口。

### 3.12.1. SPI 接口

SPI 接口是 PCM 接口的复用功能。MC20-OpenCPU 只能作为 SPI 接口的主机。使用同步全双工串行通信方式，其工作电压为 2.8V，时钟频率高达 10MHz。SPI 接口的主要特点如下：

- 支持主机模式
- 时钟频率可调节
- 串行时钟的极性和相位可调

SPI 接口的电平描述如下表所示：

表 25: SPI 接口的逻辑电平

参数	最小	最大	单位
$V_{IL}$	0	$0.25 \times VDD\_EXT$	V
$V_{IH}$	$0.75 \times VDD\_EXT$	$VDD\_EXT+0.2$	V
$V_{OL}$	0	$0.15 \times VDD\_EXT$	V
$V_{OH}$	$0.85 \times VDD\_EXT$	$VDD\_EXT$	V

表 26: SPI 接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	复用功能 <sup>1)</sup>
SPI_MOSI	60	DO	主机数据输出, 从机数据输入	PCM_OUT
SPI_CLK	62	DI	时钟信号	PCM_IN
SPI_MISO	61	DO	主机数据输入, 从机数据输出	PCM_SYNC
SPI_CS	59	DO	从机使能信号	PCM_CLK

## 备注

<sup>1)</sup> 带有复用功能的 I/O 引脚。为避免功能之间相互冲突, 同一时间只能使用一种功能。

MC20-OpenCPU 必须配置成主机, 调用文件系统的 API 函数可以用来读写 SPI 数据。有关软件设计的详细信息, 请参考文档 [19]。

### 3.12.2. I2C 接口

I2C 接口是 RI 和 DCD 引脚的复用功能; 相应的两根信号线为 SCL 和 SDA。I2C 接口的主要特点如下:

- 支持主机模式
- LS/FS 模式下时钟频率可调
- 支持 7 位寻址方式
- 支持高速模式

表 27: I2C 接口逻辑电平

参数	最小	最大	单位
$V_{IL}$	0	$0.25 \times VDD\_EXT$	V
$V_{IH}$	$0.75 \times VDD\_EXT$	$VDD\_EXT+0.2$	V
$V_{OL}$	0	$0.15 \times VDD\_EXT$	V
$V_{OH}$	$0.85 \times VDD\_EXT$	$VDD\_EXT$	V

表 28: I2C 接口引脚描述

引脚号	引脚名	I/O	描述	备注	复用功能 <sup>1)</sup>
35	I2C_SCL	DO	串行时钟线	需接外部电阻上拉	RI
36	I2C_SDA	DO	串行数据线		DCD

#### 备注

<sup>1)</sup> 带有复用功能的 I/O 引脚。为避免功能之间相互冲突，同一时间只能使用一种功能。

系统文件的 API 功能，可以用来读写 I2C。更多详情，请参考文档 [19]。

### 3.13. (U)SIM 卡接口

(U)SIM 卡接口符合 GSM Phase1 和 GSM Phase 2+规范，支持 FAST 64kbps (U)SIM 卡（用于(U)SIM 应用工具包）。

(U)SIM 卡由模块内部的电源供电，支持 1.8V 和 3.0V 工作电压以及双卡单待功能。

表 29: (U)SIM 卡接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	复用功能 <sup>1)</sup>
SIM1_VDD	18	PO	(U)SIM1 卡供电电源。 自动侦测(U)SIM1 卡工作电压。 电压精度：3.0V±5%和 1.8V±5%。 最大供电电流：10mA。	
SIM1_CLK	19	DO	(U)SIM1 卡时钟信号	
SIM1_DATA	21	IO	(U)SIM1 卡数据信号	
SIM1_RST	20	DO	(U)SIM1 卡复位信号	
SIM1_PRESENCE	37	DI	(U)SIM1 卡插拔检测	DTR
SIM_GND	16		(U)SIM 卡（(U)SIM1 或(U)SIM2）专用地	
SIM2_VDD	13	PO	(U)SIM2 卡供电电源。 自动侦测(U)SIM2 卡工作电压。	

			电压精度：3.0V±5%和 1.8V±5%。
			最大供电电流：10mA。
SIM2_CLK	10	DO	(U)SIM2 卡时钟信号
SIM2_DATA	11	IO	(U)SIM2 卡数据信号
SIM2_RST	12	DO	(U)SIM2 卡复位信号

## 备注

<sup>1)</sup> 带有复用功能的 I/O 引脚。为避免功能之间相互冲突，同一时间只能使用一种功能。

下图是 8-pin (U)SIM1 卡接口参考电路：

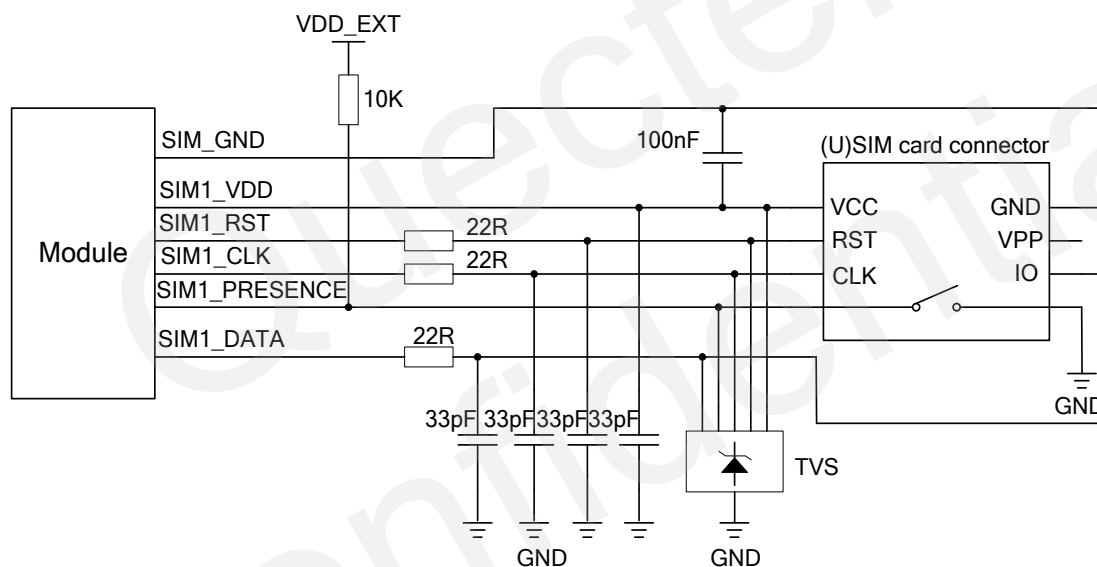


图 36：8-Pin (U)SIM1 卡接口参考电路图

如果无需使用(U)SIM1 卡检测功能，请保持 SIM1\_PRESENCE 引脚悬空。下图是 6-pin (U)SIM1 卡接口参考电路：

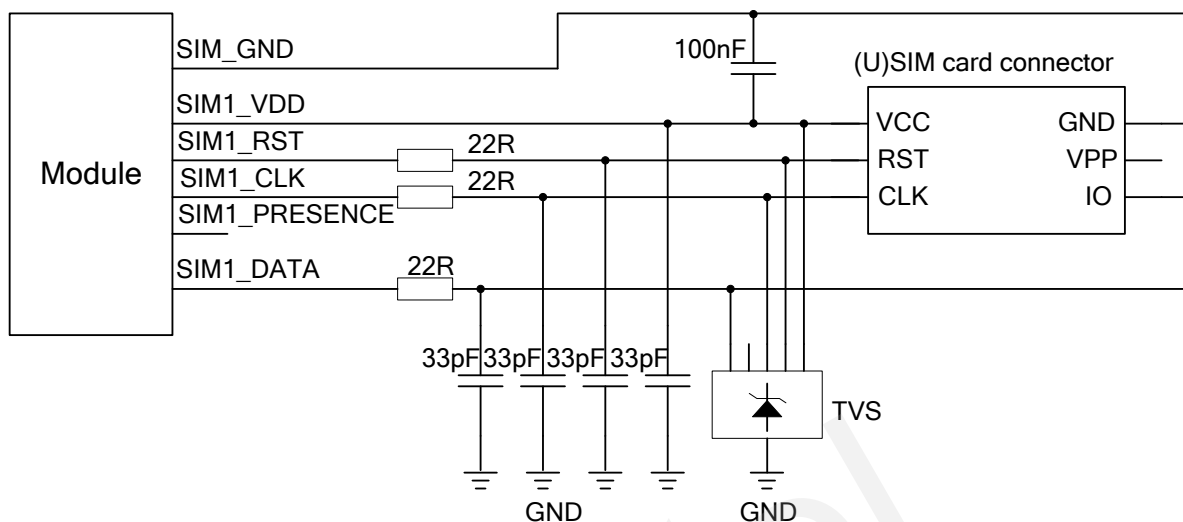


图 37：6-Pin (U)SIM1 卡接口参考电路图

下图是 6-pin (U)SIM2 卡接口参考电路：

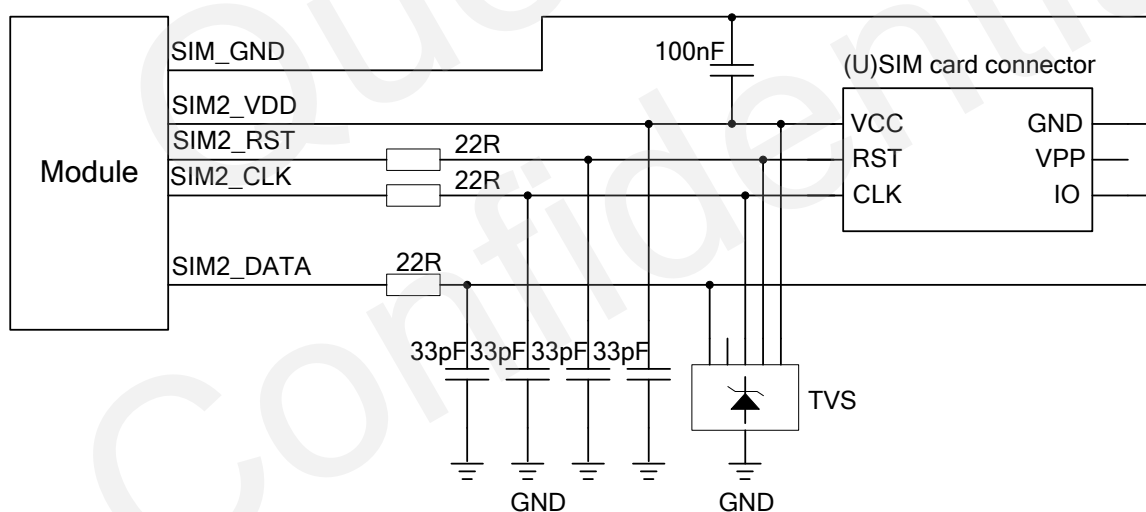


图 38：6-Pin (U)SIM2 卡接口参考电路图

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

- (U)SIM 卡座靠近模块摆放，尽量保证(U)SIM 卡信号线布线长度不超过 200mm。
- (U)SIM 卡信号线远离 RF 线和 VBAT 电源线。
- (U)SIM 卡座的地与模块的 SIM\_GND 之间的布线要短而粗。为保证相同的电势，需确保 SIM\_VDD 与 SIM\_GND 布线宽度不小于 0.5mm；且在 SIM\_VDD 与 GND 之间的旁路电容不超过 1uF，并

- 且靠近(U)SIM 卡座摆放。
- 为防止 SIM\_CLK 信号与 SIM\_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。
  - 为确保良好的 ESD 防护性能，建议(U)SIM 卡的引脚增加 TVS 管；建议选择的 TVS 管寄生电容不大于 50pF。ESD 保护器件尽量靠近(U)SIM 卡卡座摆放，(U)SIM 卡信号走线应先从(U)SIM 卡卡座连到 ESD 保护器件再从 ESD 保护器件连到模块。在模块和(U)SIM 卡之间需串联 22Ω 的电阻用以抑制杂散 EMI，增强 ESD 防护。在 SIM\_DATA，SIM\_VDD，SIM\_CLK 和 SIM\_RST 线上并联 33pF 电容用于滤除 GSM900 干扰。(U)SIM 卡的外围器件应尽量靠近(U)SIM 卡座摆放。
  - SIM\_DATA 上的上拉电阻有利于增加(U)SIM 卡的抗干扰能力。当(U)SIM 卡走线过长，或者有比较近的干扰源的情况下，建议靠近卡座位置增加上拉电阻。

### 3.14. SD 卡接口

MC20-OpenCPU 的 SD 卡接口支持多种类型的记忆卡，例如 SD/MCC 卡，T-Flash (或 Micro SD)卡和记忆棒。客户可以使用 SD 卡功能以扩展模块的存储空间，大容量的文件例如车载应用系统均可存储在 SD 卡中。模块可以记录和存储语音文件，并且可以播放存储在 SD 卡中的语音文件。

SD 卡接口的主要特征如下：

- 只支持一位串行模式
- 不支持 SPI 模式的 SD 卡
- 不支持多张 SD 卡同时使用
- 不支持 SD 卡热插拔
- 串行模式支持的最高速率为 48MHz
- 最大支持 32G 容量的 SD 卡

表 30：SD 卡接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述
SD_CMD	7	DO	SD 卡命令信号
SD_CLK	8	DO	SD 卡时钟信号
SD_DATA	9	IO	SD 卡数据信号

下图为 SD 卡接口电路参考设计。

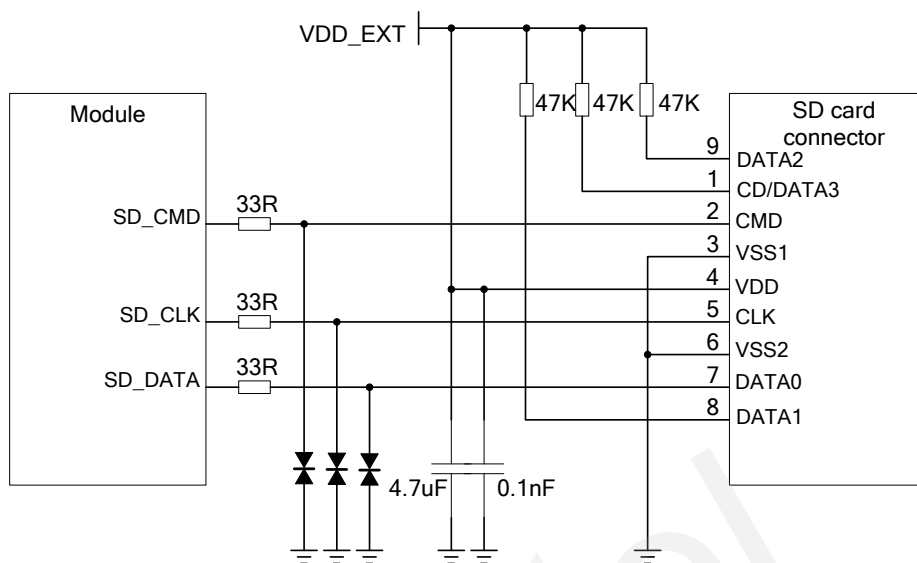


图 39: SD 卡接口电路参考设计

表 31: SD 卡和 T-Flash (Micro SD) 卡引脚定义

引脚号	SD 卡引脚名	T-Flash (Micro SD)卡引脚名
1	CD/DATA3	DATA2
2	CMD	CD/DATA3
3	VSS1	CMD
4	VDD	VDD
5	CLK	CLK
6	VSS2	VSS
7	DATA0	DATA0
8	DATA1	DATA1
9	DATA2	

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

- SD 卡信号线远离 RF 线和 VBAT 电源线。
- 需保证 SD 卡的信号线长度不超过 10cm，且越短越好。
- 建议 SD\_CLK, SD\_DATA 和 SD\_CMD 走线尽量走在一起且进行等长控制，长度偏差控制在 10mm 以内。
- 为了确保良好的 ESD 防护性能，建议 SD 卡的引脚增加 TVS 管，且尽量靠近 SD 卡座摆放，并保证 TVS 的极间电容小于 15pF。
- 除了 DATA0 信号外，建议在其他信号线预留上拉电阻到 VDD\_EXT。
- 为抑制杂散 EMI 和防止串扰，建议 SD\_CLK 和 SD\_DATA 做包地处理。

### 3.15. ADC 模数转换

MC20-OpenCPU 提供一路外部 ADC 接口，可使用 `QI_ADC_Sampling()` 函数来读取 ADC 通道上模拟输入的电压值。为保证采集数据的准确性，防止电源和其他射频信号的干扰，建议 ADC 上下左右包地。如需了解更多关于 API 函数的信息，请参考文档 [19]。

表 32：ADC 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述
ADC	6	AI	模数转换器接口

表 33：ADC 特性

项目	最小	典型	最大	单位
电压范围	0		2.8	V
ADC 分辨率		10		bits
ADC 精度		2.7		mV



### 3.16. 外部中断

MC20-OpenCPU 有一个引脚支持外部中断。外部中断是复用功能。当相关引脚的默认功能不使用时，则可以被配置为外部中断。

表 34：外部中断引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	触发类型
37	DTR	DI	电平触发

通过中断回调函数来响应外部中断。关于外部中断的软件设计，请参考文档 [19]。

#### 备注

如果该引脚不作为外部中断使用，则可以复用为 GPIO 口。更多关于 GPIO 口的详细信息，请参考 3.16 章节。

### 3.17. PWM

MC20-OpenCPU 支持一路 PWM 信号输出，对应模块的 NETLIGHT 引脚。NETLIGHT 信号默认用于指示网络状态，关于 NETLIGHT 的工作状态和参考电路，请参考 3.20 章节。

通过调用 API 函数 `QI_pwm_output()` 能够控制 PWM 信号输出。关于 PWM 功能的软件设计，请参考文档 [19]。

### 3.18. GPIO

MC20-OpenCPU 共提供了 21 个 GPIO 口。为减少引脚数量，有些 GPIO 口是可以被其他功能复用的；当这些引脚的默认功能不使用时，可以配置成 GPIO。可通过 `QI_GPIO_Init`, `QI_GPIO_SetLevel`, `QI_GPIO_SetDirection`, 和 `QI_GPIO_SetPullSelection` 等 API 函数对 GPIO 进行配置。关于 GPIO 的软件设计，请参考文档 [19]。

表 35: GPIO 口引脚列表

引脚号	引脚名	Mode	Reset		Output Driving
			I/O	PU/PD	
7	SD_CMD	Mode 2	I	PD	4mA
8	SD_CLK	Mode 2	I	PD	4mA
9	SD_DATA	Mode 2	I	PD	4mA
10	SIM2_CLK	Mode 2	I	PD	4mA
11	SIM2_DATA	Mode 2	I	PD	4mA
12	SIM2_RST	Mode 2	I	PD	4mA
35	RI	Mode 2	I	PD	4mA
36	DCD	Mode 2	I	PD	4mA
37	DTR	Mode 2	I	PD	4mA
38	CTS	Mode 2	I	PU	4mA
39	RTS	Mode 2	I	PU	4mA
47	NETLIGHT	Mode 2	I	PD	4mA
57	GPIO_0	Mode 1	I	PD	4mA
58	GPIO_1	Mode 1	I	PD	4mA
59	PCM_CLK	Mode 2	HO	/	4mA
60	PCM_OUT	Mode 2	I	PD	4mA
61	PCM_SYNC	Mode 2	I	PD	4mA
62	PCM_IN	Mode 2	I	PU	4mA
63	GPIO_2	Mode 1	I	PD	4mA
64	GPIO_3	Mode 1	I	PD	4mA
65	GPIO_4	Mode 1	I	PD	4mA

如果设置 GPIO 为输入或输出口，请注意模块和外设之间的电平匹配。外接设备为 3.3V 电平情况下的电平匹配电路参考设计如下：

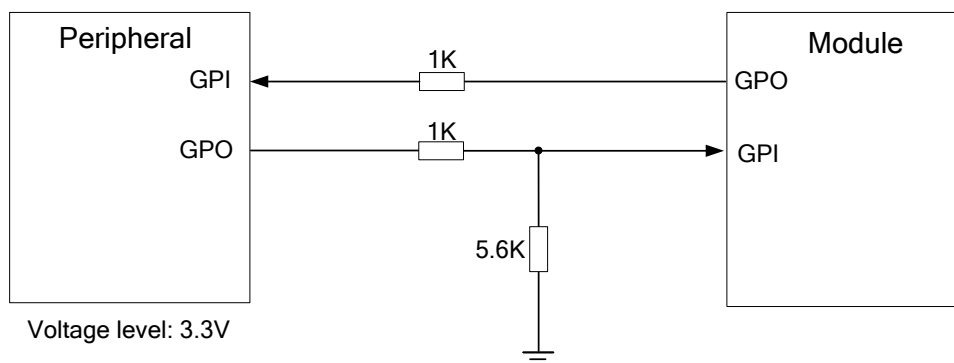


图 40: 3.3V 系统中 GPIO 口电平匹配设计参考

## 备注

如果数字 I/O 口在模块和外设之间电平不匹配，可能会导致模块异常。因此强烈建议当模块 I/O 口和外设之间连接电平不匹配时，增加电平匹配电路。有关 I/O 口应用的更多信息，请参考文档 [13]。

## 3.19. RI 信号接口

表 36: RI 信号状态

状态	RI 响应
待机	高电平
语音呼叫	振铃时变为低电平，之后： <ol style="list-style-type: none"> <li>在通话建立时变为高电平。</li> <li>若使用 <b>ATH</b> 命令挂断，RI 变为高电平。</li> <li>若呼叫方挂断，RI 首先变为高电平，然后再拉为低电平并持续 120ms；此时模块自动输出 URC 信息 <b>NO CARRIER</b>，之后再变为高电平。</li> <li>收到短信时变为高电平。</li> </ol>
短消息	当收到短信时，RI 先变为低电平，并持续 120ms，然后又变为高电平。
URC	特定的 URC 信息上报时，会触发 RI 拉低 120ms。

如果模块被用作主叫方，RI 会保持高电平，收到 URC 信息或者短信时除外。而当模块被用作被呼叫方时，RI 的时序如下所示：

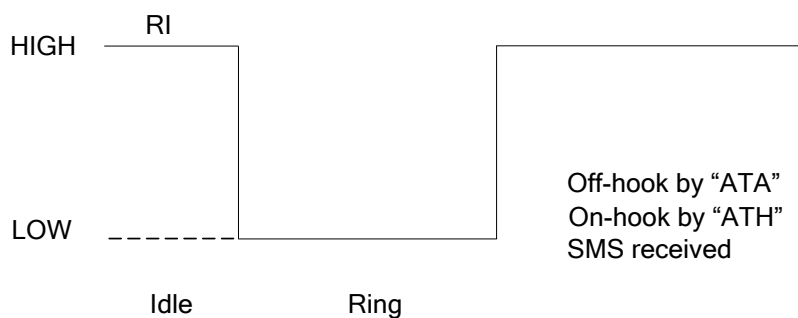


图 41：语音呼叫时模块用作被呼叫方 RI 时序

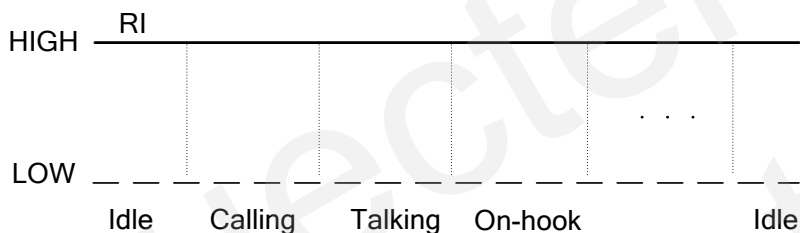


图 42：模块用作主叫时 RI 时序

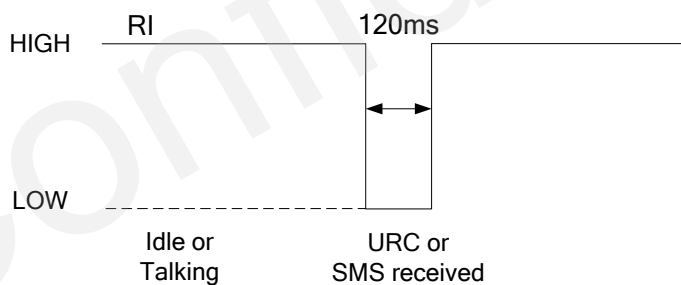


图 43：收到 URC 信息或者短信时 RI 时序

### 3.20. 网络状态指示

NETLIGHT 引脚信号可以用来指示网络的状态，该引脚工作状态如下表所示。

表 37: NETLIGHT 工作状态

NETLIGHT 高低电平状态	模块工作状态
持续低电平（灯灭）	模块没有运行
高电平 64ms（灯亮）/低电平 800ms（灯灭）	模块未注册到网络
高电平 64ms（灯亮）/低电平 2000ms（灯灭）	模块注册到网络
高电平 64ms（灯亮）/低电平 600ms（灯灭）	GPRS 数据传输通讯

指示灯的连接参考电路如下图所示：

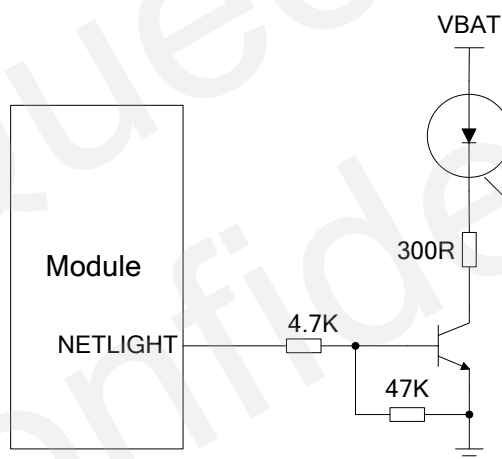


图 44: NETLIGHT 参考电路

### 3.21. EASY™ Autonomous AGPS 技术

当模块保存了星历表、历书、最后位置、时间和卫星状态等辅助信息时，可以获取很高的捕获灵敏度以及快速的 TTFF；我们称这项技术为 EASY™ 技术。MC20-OpenCPU 的 GNSS 部分支持该功能。

EASY™ 技术在模块中充当嵌入式软件的功能。它通过接收的历书信息预测导航信息，以达到加速的 TTFF。GNSS 接收机在首次接收广播星历后，会自动计算和预测长达 3 天的轨道信息，并将这些信息保存到内存中。其在没有足够卫星信息的情况下将使用存储的信息进行定位，因此该功能有助于定位和 TTFF 的改进。

EASY™ 功能在温启动时可使 TTFF 减少至 5 秒（此时 Back Domain 应有效）。为了使 GNSS 接收机获取更多的广播星历信息，定位后，GNSS 接收机在信号良好的情况下应至少接收 5 分钟的卫星信息。

EASY™ 功能默认开启。发送命令 “\$PMTK869,1,0\*34” 可关闭 EASY™ 功能。如需更多详情，请参考文档 [14]。

### 3.22. EPO™ Offline AGPS 技术

EPO™ (Extended Prediction Orbit) 是一项世界领先的技术。MC20-OpenCPU 支持该技术。

当模块开机后，发送 **AT+QGNSSSEPO=1** 命令可启动 EPO™ 功能。当模块 GSM 部分检测到 EPO 数据已失效时，EPO 数据将通过 GSM/GPRS 网络从 MTK 服务器自动下载到 GSM 部分中。下载过程为先下载 6 小时的 EPO 数据 (4KB)，实现快速首次定位；然后再下载两份 3 天的 EPO 数据 (96KB)，使 EPO 数据的有效性长达 6 天，避免每次开机重新下载 EPO 数据，减小 GSM/GPRS 网络流量。当 GNSS 部分检测到本地 EPO 数据已失效时，将从 GSM 部分下载 EPO 数据到本地。

发送 **AT+QGNSSSEPO=0** 命令可关闭 EPO™ 功能。更多关于 EPO™ 功能的详情，请参考文档 [14]。

#### 备注

下载 EPO 数据前，请确保 EPO™ 功能已开启。

### 3.23. 秒定

基于 EPO™ 功能,秒定 (QuecFastFix Online) 功能增加了 Real-time 以及 Reference-location 信息(参考位置的经纬度)。它能帮助模块的 GNSS 部分实现快速定位,减少其在冷启动模式下的定位耗时。在将 EPO 数据下载到 GNSS 后,参考位置信息会紧接着被下载到 GNSS 中。更多详情,请参考文档 [14]。

### 3.24. Multi-tone AIC

MC20-OpenCPU 内嵌的 Multi-tone AIC (Active Interference Cancellation, 主动干扰消除) 功能可有效抑制来自 Wi-Fi、GSM、3G 和 4G 产生的 RF 噪声。模块内部嵌入了多达 12 个 Multi-tone AIC,可以有效抑制窄带信号干扰。由于内嵌了 Multi-tone AIC 功能,可以从被干扰的信号中解调出卫星信号,从而保证更好的导航精确性。

默认开启 AIC 功能;此时耗流增加约 1mA @VCC=3.3V。如下命令可用来设置 AIC 功能。

开启 AIC 功能: \$PMTK 286,1\*23

关闭 AIC 功能: \$PMTK 286,0\*22

### 3.25. LOCUS 技术

LOCUS 是一种支持自主记录日志信息、并能把卫星导航数据自动存储到模块内部闪存,以便于用户精准地分析卫星导航数据的技术。

发送 PMTK 命令“\$PMTK185,0\*22”可开启此功能。开启后,模块可以休眠以减少功耗,并且不需要一直去接收 NMEA 数据。MC20-OpenCPU 可提供超过 16 小时的日志容量。

此功能的详细使用步骤如下:

- 模块已经定位 (仅在 3D\_fixed 场景下有效);
- 发送 PMTK 命令“\$PMTK184,1\*22”用来擦除内部闪存;
- 发送 PMTK 命令“\$PMTK185,0\*22”开始记录日志信息;
- 模块每隔 15 秒记录基本信息 (UTC 时间, 纬度, 经度和高度) 到内部闪存;
- 发送 PMTK 命令“\$PMTK185,1\*23”停止记录信息;
- MCU 可通过向模块发送 PMTK 命令“\$PMTK622,1\*29”来获取相应的数据信息。

通过 PMTK 命令“\$PMTK183\*38”可查询 LOCUS 状态为开启还是关闭。

MCU 获得的原始数据需通过 Quectel LOCUS 解析器代码解析。详情请联系 Quectel 技术支持。

### 3.26. PPS VS. NMEA（1PPS 功能）

PPS VS. NMEA 可用于授时。PPS 信号上升沿为时间同步点，第一帧串口报文信息延时于 PPS 信号上升沿时间为 465ms~485ms。

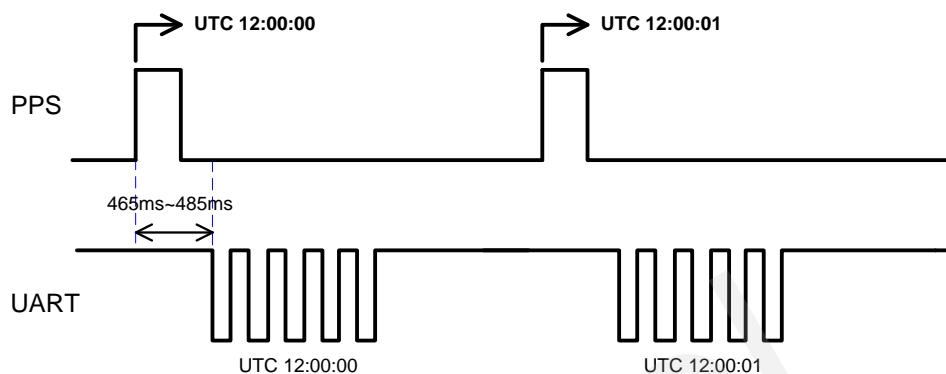


图 45: PPS VS. NMEA 时序图

MC20-OpenCPU 支持通过 PPS VS. NMEA 进行授时，其 NMEA 语句输出的频率为 1Hz，支持的波特率范围为 14400bps~115200bps。当波特率太低时，如果一秒内 NMEA 语句太多，则无法完全传输。例如，当波特率为 9600bps 或 4800bps 时，仅支持 RMC NMEA 语句输出。

如下命令可用来开启或关闭 1PPS 功能。

开启 1PPS 功能：“\$PMTK255,1\*2D”

关闭 1PPS 功能：“\$PMTK255,0\*2C”

#### 备注

在 **All-in-one** 方案里，GNSS 串口的波特率是固定的，默认为 115200bps。



## 4 天线接口

MC20-OpenCPU 包含三个天线接口：GSM、GNSS 和蓝牙天线接口。引脚 41 是 GSM 天线输入端，引脚 15 是 GNSS 天线输入端，引脚 32 是蓝牙天线输入端。GSM、GNSS 和蓝牙天线接口都具有  $50\Omega$  特性阻抗。

### 4.1. GSM 天线接口

MC20-OpenCPU 提供了 GSM 天线接口引脚 RF\_ANT。

表 38: GSM 天线引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述
RF_ANT	41	IO	GSM 天线接口
GND	42		地

#### 4.1.1. 参考设计

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，建议预留匹配电路。天线连接参考电路如下图所示。

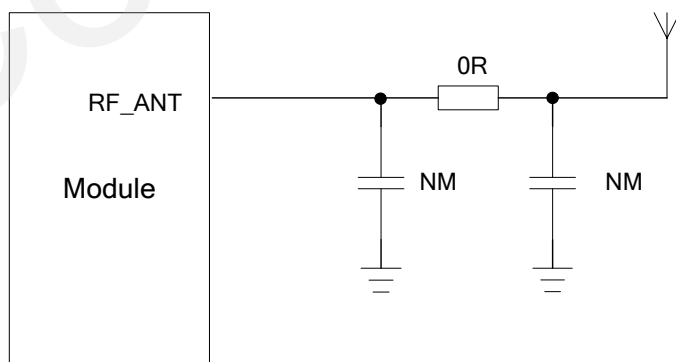


图 46: 射频参考电路

MC20-OpenCPU 提供了一个 RF 焊盘接口供连接外部天线。从该焊盘到天线连接器间射频走线应是共面波导线或微带线，其特性阻抗要控制在  $50\Omega$  左右。MC20-OpenCPU RF 接口两侧各有两个接地焊盘，以获取更好的接地性能。此外，为了更好的调节射频性能，建议预留  $\pi$  匹配电路。

为了最小化 RF 走线或者 RF 线缆损耗，必须谨慎设计。建议线损和天线要满足下述两个表格的要求。

表 39：线损要求

频段	要求
GSM850 EGSM900	线损<1dB
DCS1800 PCS1900	线损<1.5dB

表 40：天线要求

项目	要求
频段	取决于网络运营商提供的频带
驻波比	$\leq 2$
增益 (dBi)	1
最大输入功率 (W)	50
输入阻抗 ( $\Omega$ )	50
极化类型	垂直极化

#### 4.1.2. RF 输出功率

表 41：RF 传导功率

频率	最大	最小
GSM850	33dBm $\pm$ 2dB	5dBm $\pm$ 5dB
EGSM900	33dBm $\pm$ 2dB	5dBm $\pm$ 5dB
DCS1800	30dBm $\pm$ 2dB	0dBm $\pm$ 5dB
PCS1900	30dBm $\pm$ 2dB	0dBm $\pm$ 5dB

## 备注

在 GPRS 4 slot TX 模式下，最大输出功率降低 2.5dB。该设计符合 *GSM3GPP TS 51.010-1* 规范中的 **13.16 章节**。

### 4.1.3. RF 接收灵敏度

表 42: RF 传导灵敏度

频率	接收灵敏度
GSM850	< -110dBm
EGSM900	< -110dBm
DCS1800	< -110dBm
PCS1900	< -110dBm

### 4.1.4. 工作频率

表 43: 模块工作频率

频率	接收频率	发射频率	ARFCH
GSM850	869MHz~894MHz	824MHz~849MHz	128~251
EGSM900	925MHz~960MHz	880MHz~915MHz	0~124; 975~1023
DCS1800	1805MHz~1880MHz	1710MHz~1785MHz	512~885
PCS1900	1930MHz~1990MHz	1850MHz~1910MHz	512~810

### 4.1.5. 推荐 RF 焊接方式

如果连接外置天线的射频连接器是通过焊接方式与模块相连的，请务必注意连接线的剥线方式及焊接方法，尤其是地要焊接充分，请按照下图中正确的焊接方式进行操作，避免因焊接不良引起的线损增大。

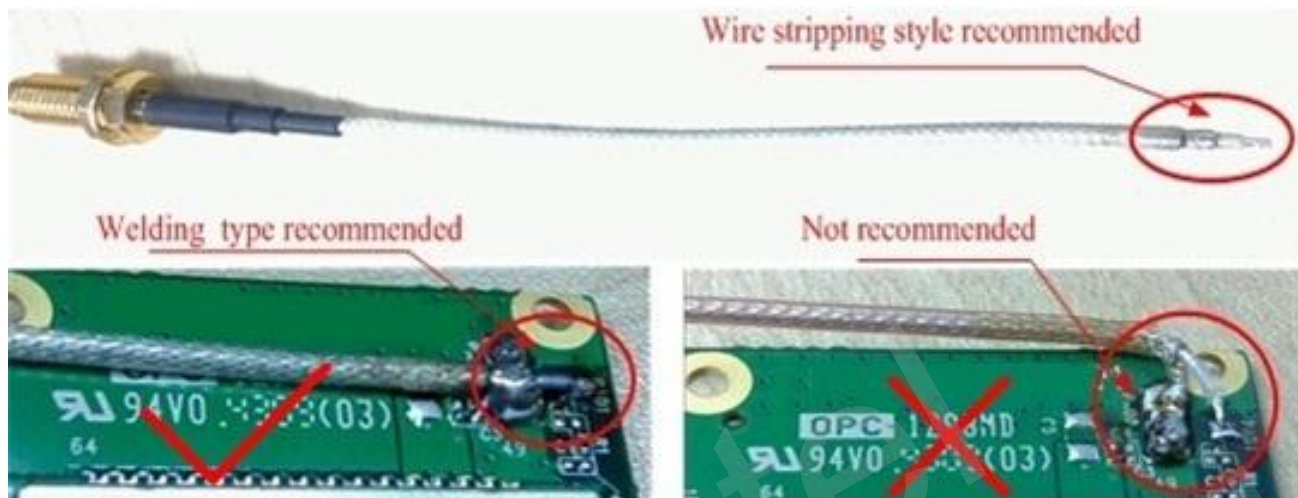


图 47：天线连接器焊接形式

## 4.2. GNSS 天线接口

MC20-OpenCPU 的 GNSS 部分设有 GPS 和 BeiDou 天线接口。射频信号从 GNSS\_ANT 引脚输入。RF 走线的阻抗应控制为  $50\Omega$ ，同时走线应尽可能短。

### 4.2.1. 天线规格

该模块可以使用有源或无源天线来接收 GPS/BeiDou 卫星信号。下表给出了推荐的天线规格。

表 44：推荐的天线规格

天线类型	规范
无源天线	GPS 频率：1575.42±2MHz
	BeiDou 频率：1561.098±2MHz
	驻波：<2（典型值）
	极化：右旋圆极化或线性极化
	增益：>0dBi
有源天线	GPS 频率：1575.42±2MHz

BeiDou 频率:  $1561.098 \pm 2\text{MHz}$   
 驻波:  $<2$  (典型值)  
 极化: 右旋圆极化或线性极化  
 噪声系数:  $<1.5\text{dB}$   
 增益 (天线):  $> -2\text{dBi}$   
 增益 (内置 LNA):  $20\text{dB}$  (典型值)  
 总增益:  $>18\text{dBi}$  (典型值)

#### 4.2.2. 有源天线

下图是使用有源天线的参考电路。有源天线是由 GNSS\_VCC 供电。

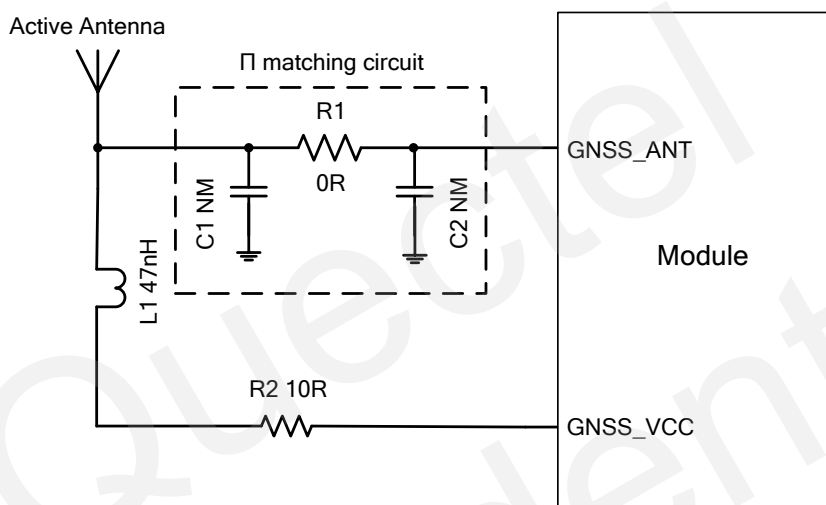


图 48: 有源天线参考电路

C1、R1 和 C2 组成建议预留的匹配电路，以用于天线阻抗的调节。默认 C1、C2 缺省不贴，只贴 0Ω R1 电阻。

外部有源天线是由 GNSS\_VCC 供电，电压范围从 2.8V 至 4.3V，典型值为 3.3V。如果电压不满足有源天线的供电要求，应采用外部 LDO 供电。

电感 L1 起到 RF 信号阻塞作用，可将 RF 信号与 GNSS\_VCC 隔离，建议 L1 的值不小于 47nH。R2 可以在有源天线对地短路时起到保护作用。

#### 备注

在 All-in-one 方案中，GNSS\_VCC 供电是由 GSM 部分通过 AT 命令控制的。

### 4.2.3. 无源天线

下图为使用无源天线时的参考电路。

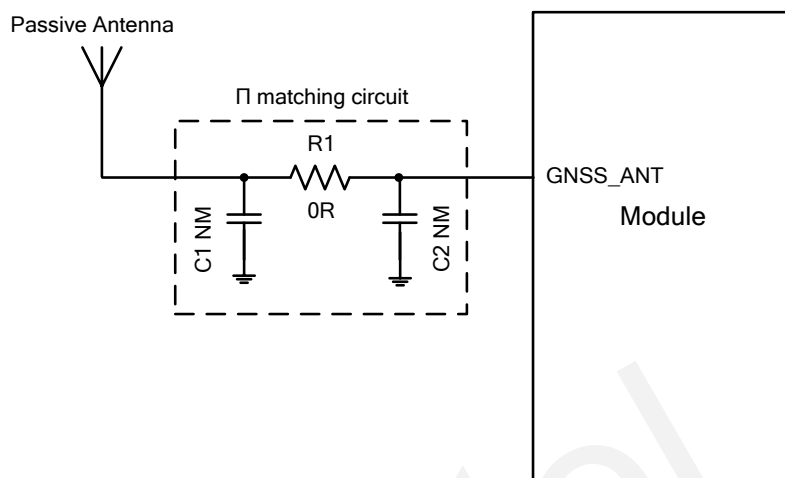


图 49：无源天线参考电路

C1、R1 和 C2 组成建议预留的匹配电路，以用于天线阻抗的调节。其中 C1、C2 缺省不贴，只贴 0Ω R1 电阻。RF 走线的阻抗应控制在 50Ω 左右，且走线越短越好。

### 4.3. 蓝牙天线接口

模块的蓝牙天线焊盘为 BT\_ANT，引脚定义如下表：

表 45：蓝牙天线引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述
BT_ANT	32	IO	蓝牙天线接口
GND	31		地

外部天线必须匹配得当，才能获取最佳性能。因此，建议预留匹配电路。天线连接参考电路如下图所示。

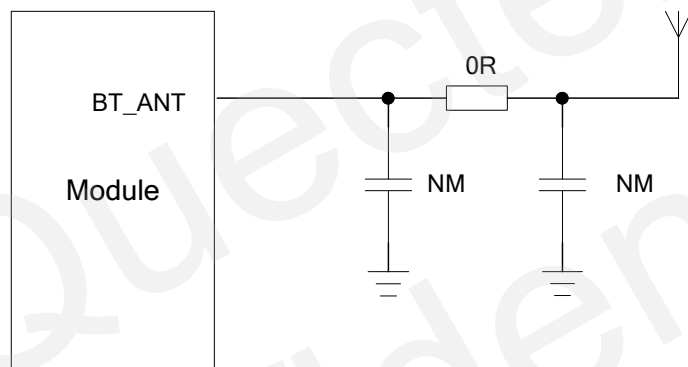


图 50：蓝牙参考电路

在元器件摆放及射频走线时需遵循以下原则：

- 天线匹配电路应尽可能靠近天线。
- 模块 BT\_ANT 脚至天线的 RF 走线必须进行 50Ω 阻抗控制。
- 模块 BT\_ANT 脚至天线的 RF 走线必须远离高速信号线和强干扰源，避免和相邻层任何信号线交叉或平行。

## 5 电气性能和可靠性

### 5.1. 绝对最大值

下表所示是模块数字和模拟引脚的电源供电电压电流最大耐受值。

表 46: 绝对最大值

参数	最小	最大	单位
VBAT	-0.3	+4.73	V
GNSS_VCC	-0.3	+4.5	V
电源供电峰值电流	0	2	A
电源供电平均电流 (TDMA 一帧时间)	0	0.7	A
数字引脚处电压	-0.3	3.08	V
模拟引脚处电压	-0.3	3.08	V
关机模式下数字/模拟引脚处电压	-0.25	0.25	V

### 5.2. 工作温度

表 47: 模块工作温度

参数	最小	典型	最大	单位
正常工作温度 <sup>1)</sup>	-35	+25	+75	℃
扩展温度范围 <sup>2)</sup>	-40		+85	℃



## 备注

- <sup>1)</sup> 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。
- <sup>2)</sup> 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。

## 5.3. 电源额定值

表 48: GSM 部分电源额定值 (GNSS 部分关闭)

参数	描述	条件	最小	典型	最大	单位
VBAT	供电电压	电压必须在该范围之内，包括电压跌落，纹波和尖峰时	3.3	4.0	4.6	V
	突发发射时的电压跌落	GSM850 和 EGSM900 最大发射功率等级时			400	mV
I <sub>VBAT</sub>	平均供电电流	关机模式		220		uA
		睡眠模式 @DRX=5		1.2		mA
		最少功能模式				
		AT+CFUN=0 空闲模式		13		mA
		睡眠模式		0.68		mA
		AT+CFUN=4 空闲模式		13		mA
		睡眠模式		0.73		mA
		通话模式				
		GSM850/EGSM900 <sup>1)</sup>		208/209		mA
		DCS1800/PCS1900 <sup>2)</sup>		142/146		mA
		数传模式，GPRS (3 收，2 发)				
		GSM850/EGSM900 <sup>1)</sup>		350/360		mA
		DCS1800/PCS1900 <sup>2)</sup>		232/250		mA
		数传模式，GPRS (2 收，3 发)				
		GSM850/EGSM900 <sup>1)</sup>		431/413		mA
		DCS1800/PCS1900 <sup>2)</sup>		311/339		mA
		数传模式，GPRS (4 收，1 发)				
		GSM850/EGSM900 <sup>1)</sup>		215/153		mA
		DCS1800/PCS1900 <sup>2)</sup>		153/162		mA
		数传模式，GPRS (1 收，4 发)				
		GSM850/EGSM900 <sup>1)</sup>		499/469 <sup>3)</sup>		mA

参数	描述	条件	最小	典型	最大	单位
		DCS1800/PCS1900 <sup>2)</sup>		392/427		mA
	峰值电流 (每个发射间隙下)	GSM850 和 EGSM900 下最大功率等级时	1.6		2	A

#### 备注

- <sup>1)</sup> 功率等级 5。
- <sup>2)</sup> 功率等级 0。
- <sup>3)</sup> EGSM900 频段下, 4 发 1 收的最大功率会有所下降。

表 49: GNSS 部分电源额定值

参数	描述	条件	最小	典型	最大	单位
GNSS_VCC	供电电压	电压必须在该范围之内, 包括电压跌落, 纹波和尖峰时	2.8	3.3	4.3	V
I <sub>VCCP</sub> <sup>1)</sup>	峰值电流	VCC=3.3V			150	mA

#### 备注

- <sup>1)</sup> 该参数可用来确定电源的最大电流容量。

## 5.4. 耗流

表 50: GSM 部分耗流 (GNSS 部分关闭)

条件	耗流
音频通话	
GSM850	@功率等级 5, <300mA, 典型值 174mA @功率等级 12, 典型值 83mA @功率等级 19, 典型值 62mA
EGSM900	@功率等级 5, <300mA, 典型值 175mA @功率等级 12, 典型值 83mA

	@功率等级 19, 典型值 63mA
DCS1800	@功率等级 0, <250mA, 典型值 153mA @功率等级 7, 典型值 73mA @功率等级 15, 典型值 60mA
PCS1900	@功率等级 0, <250mA, 典型值 151mA @功率等级 7, 典型值 76mA @功率等级 15, 典型值 61mA

#### GPRS 数据传输

##### 数据传输模式, GPRS (3 收, 2 发) Class 12

GSM850	@功率等级 5, <550mA, 典型值 363mA @功率等级 12, 典型值 131mA @功率等级 19, 典型值 91mA
EGSM900	@功率等级 5, <550mA, 典型值 356mA @功率等级 12, 典型值 132mA @功率等级 19, 典型值 92mA
DCS1800	@功率等级 0, <450mA, 典型值 234mA @功率等级 7, 典型值 112mA @功率等级 15, 典型值 88mA
PCS1900	@功率等级 0, <450mA, 典型值 257mA @功率等级 7, 典型值 119mA @功率等级 15, 典型值 89mA

##### 数据传输模式, GPRS (2 收, 3 发) Class 12

GSM850	@功率等级 5, <640mA, 典型值 496mA @功率等级 12, 典型值 159mA @功率等级 19, 典型值 99mA
EGSM900	@功率等级 5, <600mA, 典型值 487mA @功率等级 12, 典型值 160mA @功率等级 19, 典型值 101mA
DCS1800	@功率等级 0, <490mA, 典型值 305mA @功率等级 7, 典型值 131mA @功率等级 15, 典型值 93mA
PCS1900	@功率等级 0, <480mA, 典型值 348mA @功率等级 7, 典型值 138mA @功率等级 15, 典型值 94mA

##### 数据传输模式, GPRS (4 收, 1 发) Class 12

GSM850	@功率等级 5, <350mA, 典型值 216mA @功率等级 12, 典型值 103mA @功率等级 19, 典型值 83mA
EGSM900	@功率等级 5, <350mA, 典型值 222mA @功率等级 12, 典型值 104mA

	@功率等级 19, 典型值 84mA
DCS1800	@功率等级 0, <300mA, 典型值 171mA @功率等级 7, 典型值 96mA @功率等级 15, 典型值 82mA
PCS1900	@功率等级 0, <300mA, 典型值 169mA @功率等级 7, 典型值 98mA @功率等级 15, 典型值 83mA

#### 数据传输模式, GPRS (1 收, 4 发) Class 12

GSM850	@功率等级 5, <660mA, 典型值 470mA @功率等级 12, 典型值 182mA @功率等级 19, 典型值 106mA
EGSM900	@功率等级 5, <660mA, 典型值 471mA @功率等级 12, 典型值 187mA @功率等级 19, 典型值 109mA
DCS1800	@功率等级 0, <500mA, 典型值 377mA @功率等级 7, 典型值 149mA @功率等级 15, 典型值 97mA
PCS1900	@功率等级 0, <500mA, 典型值 439mA @功率等级 7, 典型值 159mA @功率等级 15, 典型值 99mA

#### 备注

GPRS Class 12 为默认设置。模块支持的 GPRS 多时隙能力范围从 Class 1 到 Class 12, 可通过 **AT+QGPCLASS** 命令设置。当设置较低的多时隙能力等级时, 模块对电源供电电流的要求会相应降低。

表 51: GNSS 部分耗流

参数	条件	典型值	单位
I <sub>VCC</sub> @捕获	@VCC=3.3V (GPS)	25	mA
I <sub>VCC</sub> @跟踪	@VCC=3.3V (GPS)	19	mA
I <sub>VCC</sub> @捕获	@VCC=3.3V (GPS+BeiDou)	29	mA
I <sub>VCC</sub> @跟踪	@VCC=3.3V (GPS+BeiDou)	26	mA
I <sub>VCC</sub> @Standby	@VCC=3.3V	0.3	mA
I <sub>BCKP</sub> @Backup	@V <sub>BCKP</sub> =3.3V	14	uA

## 备注

GNSS 部分在跟踪模式下的耗流，是基于以下条件进行计算的：

- 冷启动，首次定位 10 分钟后
- 热启动，首次定位 15 秒后

表 52: MC20-OpenCPU 模块蓝牙耗流

模块 GSM 状态	蓝牙状态	耗流
空闲模式	待机	13.02mA
空闲模式	搜索	32.4mA
空闲模式	连接	19.08mA
睡眠模式	待机	1.31mA
睡眠模式	连接	12.6mA

## 备注

当 MC20-OpenCPU 模块 GSM 处在睡眠模式时，蓝牙无法进入搜索模式

表 53: MC20E-OpenCPU 模块蓝牙耗流

模块 RF 状态	GSM 模式	蓝牙状态	耗流
全功能 (AT+CFUN=1)	空闲模式	关闭	13.01mA
		广播	13.59mA
	睡眠模式	关闭	1.42mA
		广播	2.06mA
关闭 RF 发送和接收功能 (AT+CFUN=4)	空闲模式	关闭	12.51mA
		广播	13.08mA
	睡眠模式	关闭	0.7mA
		广播	1.32mA
最少功能 (AT+CFUN=0)	空闲模式	关闭	12.47mA
		广播	13.04mA
	睡眠模式	关闭	0.64mA
		广播	1.26mA

## 备注

此蓝牙耗流数据都是在关闭传统蓝牙的广播，只广播 BLE 的情况下测得。

## 5.5. 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等会通过各种途径放电给模块，因此可能会对模块造成一定的损坏，所以对模块的 ESD 防护十分重要。无论是产品研发、生产组装、测试、还是产品设计过程中，都应采取 ESD 防护措施。如：电路设计时，应在接口处或易受 ESD 点增加 ESD 防护；在生产过程中佩戴防静电手套等。

下表为模块重点引脚的 ESD 耐受电压情况。

表 54：ESD 性能参数（温度：25℃，湿度：45%）

测试点	接触放电	空气放电
VBAT, GND	±5KV	±10KV
RF_ANT	±5KV	±10KV
TXD, RXD	±2KV	±4KV
GNSS_TXD GNSS_RXD	±2KV	±4KV
Others	±0.5KV	±1KV

## 6 机械尺寸

该章节描述了模块的机械尺寸。

### 6.1. 模块机械尺寸

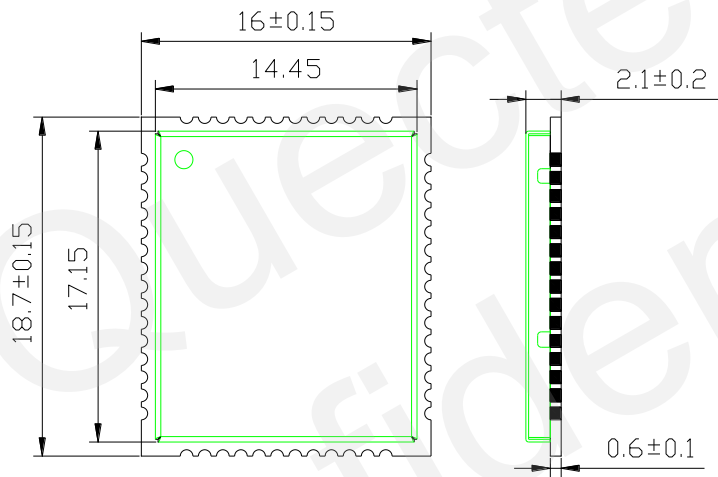


图 51: MC20-OpenCPU 俯视及侧视图尺寸 (单位: 毫米)

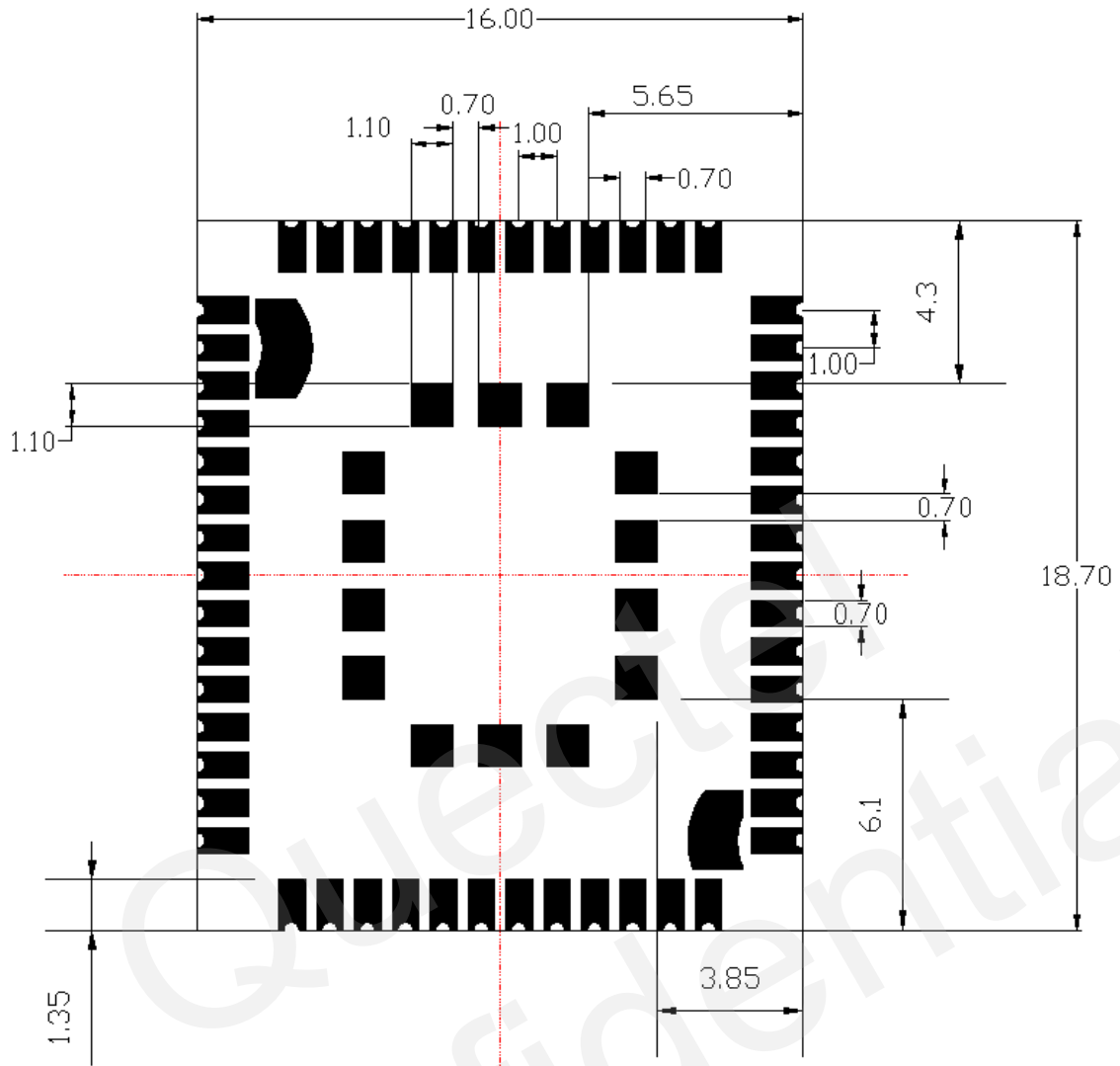


图 52: MC20-OpenCPU 底层尺寸图 (单位: 毫米)

### 备注

上图中两个弧形区域为对应模块的 RF 测试点，需要做 KEEPOUT 处理（即在主板上对应位置禁止铺铜和走线）。





### 6.3. 模块俯视图和底视图

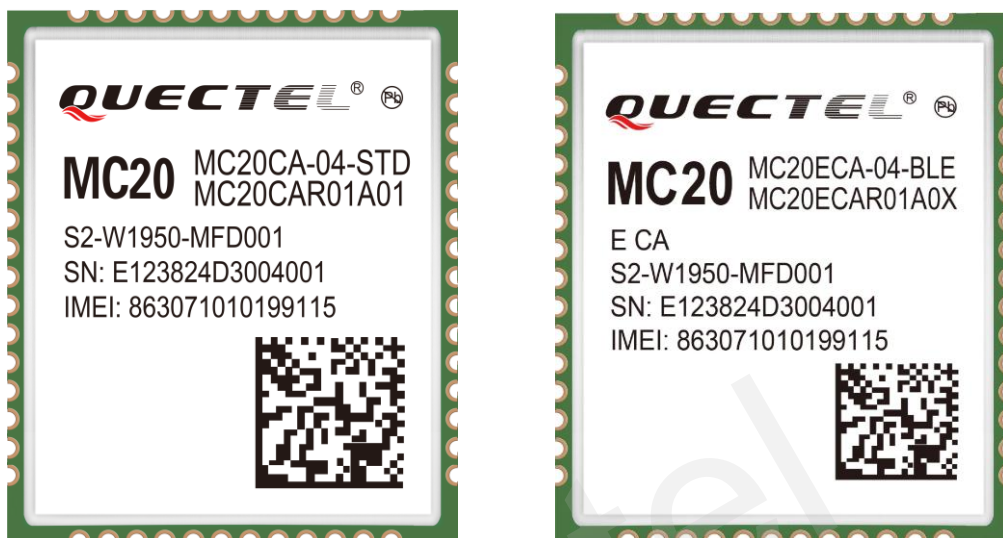


图 54：模块俯视图

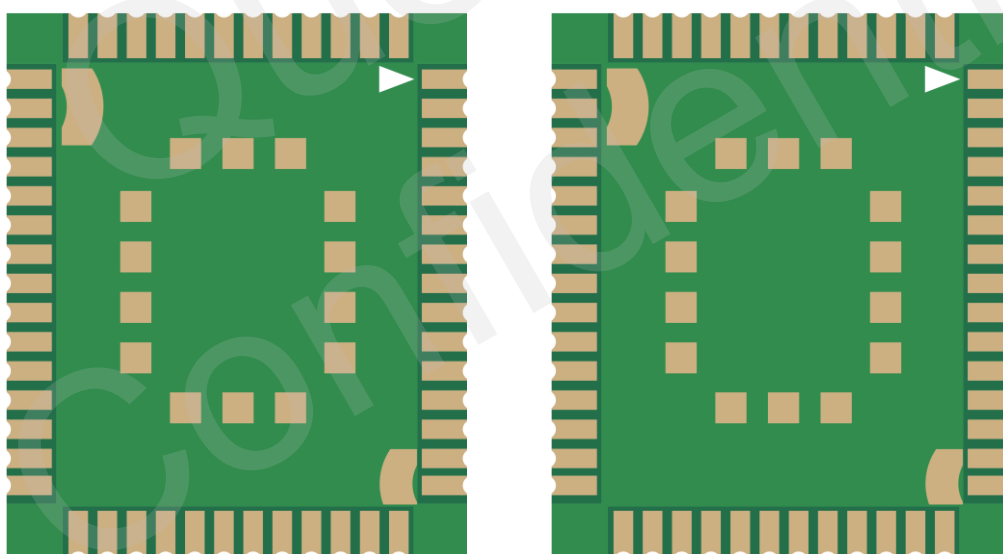


图 55：模块底视图

#### 备注

如上为 MC20-OpenCPU 及 MC20E-OpenCPU 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。

# 7 存储、生产和包装

## 7.1. 存储

MC20-OpenCPU 以真空密封袋的形式包装。模块的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 72 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 72 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 125 摄氏度下（允许上下 5 摄氏度的波动）烘烤 48 小时。

### 备注

模块的包装无法承受如此高温(125°C)，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，MC20-OpenCPU 焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.2mm。更多细节，请参考文档 [12]。

建议最大回流温度为 235°C 至 245°C（SnAg3.0Cu0.5 合金）。绝对最大回流温度为 260°C。为避免模块反复受热招致损伤，建议客户在完成 PCB 板第一面回流焊后再贴移远通信模块。推荐的炉温曲线图如下所示：

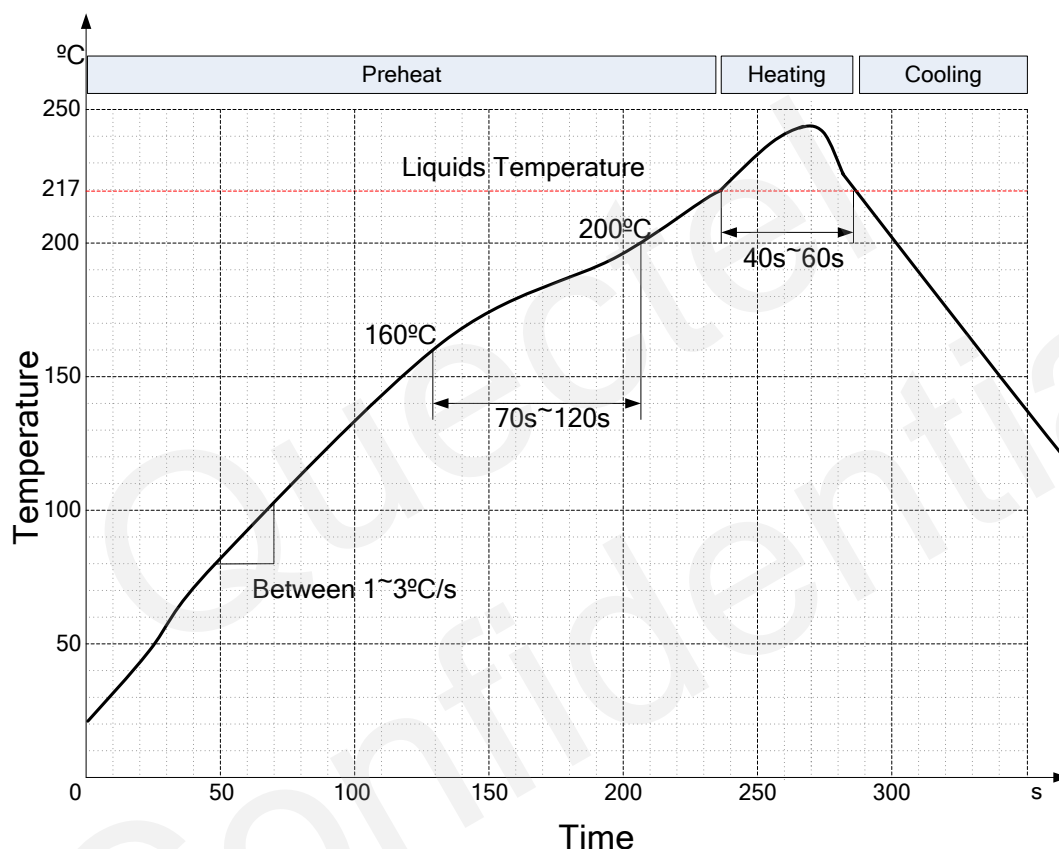


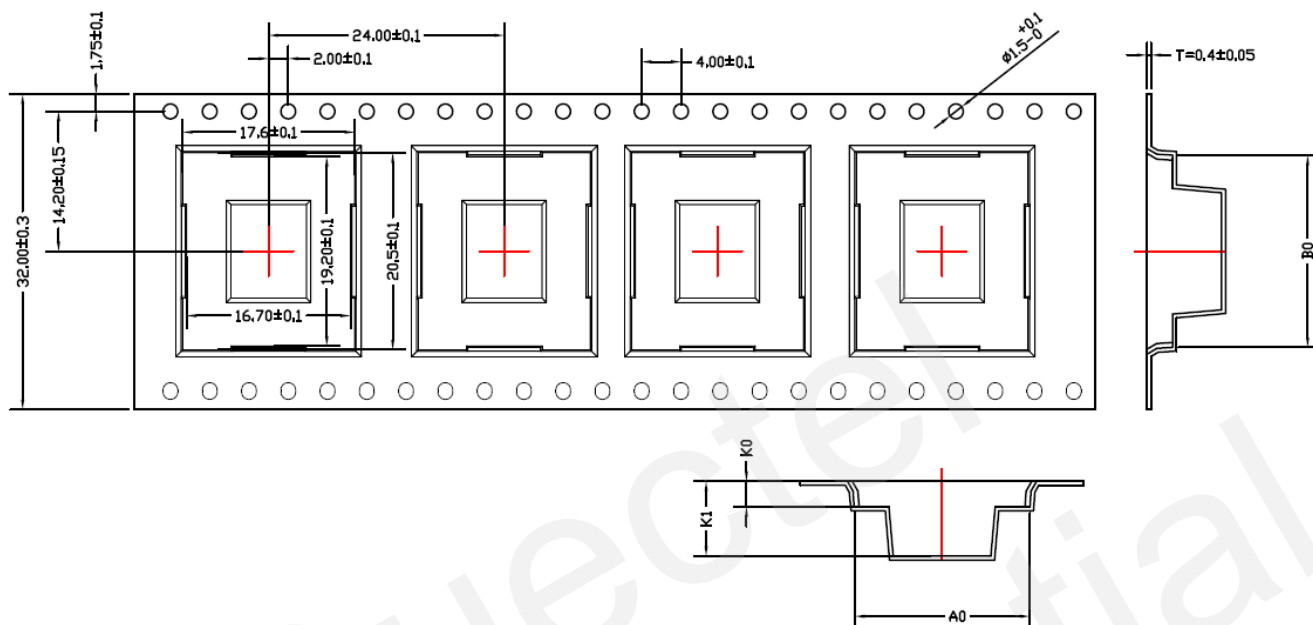
图 56：推荐炉温曲线

### 备注

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）擦拭模块标签。

## 7.3. 包装

MC20-OpenCPU 用卷带包装，并用带静电防护的真空密封袋将其封装。建议在模块准备焊接时再打开真空包装。具体规格如下：



ITEM	W	T	A0	A1	B0	B1	B2	K0	K1	P	F	E	D	P0	P2
DIM	32.0	0.4	17.6		20.5			2.6	7.6	24.0	14.2	1.75	1.5	4.0	2.0
TOL	±0.3	±0.05	±0.1	±0.15	±0.10	±0.10	±0.10	±0.10	±0.10	±0.1	±0.10	±0.1	$\begin{smallmatrix} +0.10 \\ -0.00 \end{smallmatrix}$	±0.1	±0.1

图 57：载带尺寸（单位：毫米）

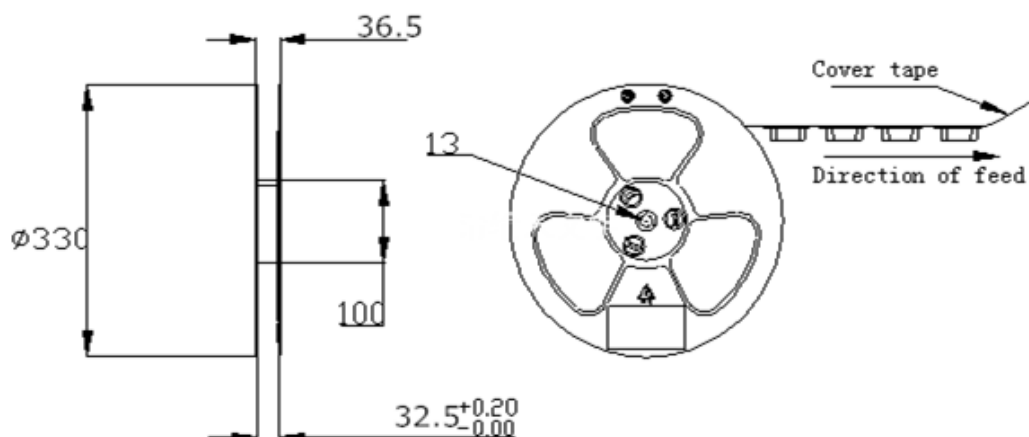


图 58: 卷盘尺寸 (单位: 毫米)

表 55: 卷盘包装

模块	MOQ for MP	最小包装: 250pcs	最小包装 x 4=1000pcs
MC20-OpenCPU	250pcs	尺寸: 370mm × 350mm × 56mm 净重: 0.32kg 毛重: 1.08kg	尺寸: 380mm × 250mm × 365mm 净重: 1.28kg 毛重: 4.8kg

## 8 附录 A 参考文档及术语缩写

表 56: 参考文档

序号	文档名称	备注
[1]	Quectel_MC20_AT_Commands_Manual	MC20 AT commands manual
[2]	ITU-T Draft New Recommendation V.25ter	Serial asynchronous automatic dialing and control
[3]	GSM 07.07	Digital cellular telecommunications (Phase 2+); AT command set for GSM Mobile Equipment (ME)
[4]	GSM 07.10	Support GSM 07.10 multiplexing protocol
[5]	GSM 07.05	Digital cellular telecommunications (Phase 2+); Use of Data Terminal Equipment – Data Circuit terminating Equipment (DTE – DCE) interface for Short Message Service (SMS) and Cell Broadcast Service (CBS)
[6]	GSM 11.14	Digital cellular telecommunications (Phase 2+); Specification of the (U)SIM Application Toolkit for the Subscriber Identity module – Mobile Equipment ((U)SIM – ME) interface
[7]	GSM 11.11	Digital cellular telecommunications (Phase 2+); Specification of the Subscriber Identity module – Mobile Equipment ((U)SIM – ME) interface
[8]	GSM 03.38	Digital cellular telecommunications (Phase 2+); Alphabets and language-specific information
[9]	GSM 11.10	Digital cellular telecommunications (Phase 2); Mobile Station (MS) conformance specification; Part 1: Conformance specification

[10]	Quectel_GSM_UART_Application_Note	GSM UART port application note
[11]	Quectel_GSM_EVB_User_Guide	GSM EVB user guide
[12]	Quectel_Module_Secondary_SMT_User_Guide	Module secondary SMT user guide
[13]	Quectel_GSM 模块_数字 IO 设计应用指导	GSM 模块数字 IO 设计应用指导
[14]	Quectel_MC20_GNSS_AGPS_应用指导	MC20 GNSS AGPS 应用指导
[15]	Quectel_GSM_BT_Application_Note	GSM BT application note
[16]	Quectel_MC20_GNSS_AT_Commands_Manual	MC20 GNSS AT commands manual
[17]	Quectel_MC20_GNSS_Protocol_Specification	MC20 GNSS protocol specification
[18]	Quectel_MC20-TE-A_User_Guide	MC20-TE-A user guide
[19]	Quectel_MC20-OpenCPU_User_Guide	MC20-OpenCPU user guide

表 57：术语缩写

缩写	描述
ADC	Analog-to-Digital Converter
AG	Audio Gateway
AGPS	Assisted GPS
AIC	Active Interference Cancellation
AIN	Audio In
AMR	Adaptive Multi-Rate
ARFCN	Absolute Radio Frequency Channel Number
ARP	Antenna Reference Point
ASIC	Application Specific Integrated Circuit
BeiDou	Global Navigation Satellite System
BER	Bit Error Rate
BT	Bluetooth



BTS	Base Transceiver Station
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol
CS	Coding Scheme
CSD	Circuit Switched Data
CTS	Clear to Send
DCE	Data Communications Equipment (typically module)
DGPS	Differential GPS
DRX	Discontinuous Reception
DSP	Digital Signal Processor
DTE	Data Terminal Equipment (typically computer, external controller)
DTR	Data Terminal Ready
DTX	Discontinuous Transmission
EASY	Embedded Assist System
EFR	Enhanced Full Rate
EGSM	Enhanced GSM
EMC	Electromagnetic Compatibility
EPO	Extended Prediction Orbit
ESD	Electrostatic Discharge
ETS	European Telecommunication Standard
FCC	Federal Communications Commission (U.S.)
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FR	Full Rate
FS	File System
FTP	File Transfer Protocol
GAGAN	GPS Aided Geo Augmented Navigation

GGA	NMEA: Global Positioning System Fix Data
GLL	NMEA: Geographic Latitude and Longitude
GLP	GNSS Low Power
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSA	NMEA: GPS DOP and Active Satellites
GSM	Global System for Mobile Communications
GSV	NMEA: GPS Satellites in View
G.W	Gross Weight
HFP	Hands-free Profile
HO	High Output
HR	Half Rate
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
I/O	Input/Output
IC	Integrated Circuit
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMEI	International Mobile Equipment Identity
I <sub>o</sub> max	Maximum Output Load Current
kbps	Kilo Bits Per Second
LCC	Leadless Chip Carriers
LED	Light Emitting Diode
LGA	Land Grid Array
Li-Ion	Lithium-Ion

MMS	Microsoft Media Server
LNA	Low Noise Amplifier
MO	Mobile Originated
MOQ	Minimum Order Quantity
MP	Manufacture Product
MS	Mobile Station (GSM engine)
MSAS	Multi-Functional Satellite Augmentation System
MT	Mobile Terminated
NMEA	National Marine Electronics Association
NTP	Network Time Protocol
N.W	Net Weight
PAP	Password Authentication Protocol
PBCCH	Packet Switched Broadcast Control Channel
PCB	Printed Circuit Board
PCL	Power Control Level
PCM	Pulse Code Modulation
PD	Pull-down
PDP	Packet Data Protocol
PDU	Protocol Data Unit
PING	Packet Internet Groper
PMOS	Positive Channel Metal Oxide Semiconductor
PMTK	MTK Proprietary Protocol
PMU	Power Management Unit
PPP	Point-to-Point Protocol
PPS	Pulse per Second

PU	Pull-up
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System
RF	Radio Frequency
RMC	NMEA: Recommended Minimum Position Data
RMS	Root Mean Square (value)
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
RTC	Real Time Clock
RX	Receive Direction
SBAS	Satellite-based Augmentation System
SIM	Subscriber Identification Module
SMD	Surface Mounted Devices
SMS	Short Message Service
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SPP	Standard Parallel Port
TDMA	Time Division Multiple Access
TCP	Transmission Control Protocol
TE	Terminal Equipment
3GPP	3rd Generation Partnership Project
TTFF	Time to First Fix
TX	Transmitting Direction
UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter
UDP	User Datagram Protocol
URC	Unsolicited Result Code
USIM	Universal Mobile Telecommunication System
USSD	Unstructured Supplementary Service Data

VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
VTG	NMEA: Track Made Good and Ground Speed
V <sub>Omax</sub>	Maximum Output Voltage Value
V <sub>Onorm</sub>	Normal Output Voltage Value
V <sub>Omin</sub>	Minimum Output Voltage Value
V <sub>IHmax</sub>	Maximum Input High Level Voltage Value
V <sub>IHmin</sub>	Minimum Input High Level Voltage Value
V <sub>ILmax</sub>	Maximum Input Low Level Voltage Value
V <sub>ILmin</sub>	Minimum Input Low Level Voltage Value
V <sub>Imax</sub>	Absolute Maximum Input Voltage Value
V <sub>Inorm</sub>	Absolute Normal Input Voltage Value
V <sub>Imin</sub>	Absolute Minimum Input Voltage Value
V <sub>OHmax</sub>	Maximum Output High Level Voltage Value
V <sub>OHmin</sub>	Minimum Output High Level Voltage Value
V <sub>OLmax</sub>	Maximum Output Low Level Voltage Value
V <sub>OLmin</sub>	Minimum Output Low Level Voltage Value
WAAS	Wide Area Augmentation System

#### Phonebook Abbreviations

LD	(U)SIM Last Dialing phonebook (list of numbers most recently dialed)
MC	Mobile Equipment list of unanswered MT Calls (missed calls)
ON	(U)SIM (or ME) Own Numbers (MSISDNs) list
RC	Mobile Equipment list of Received Calls
SM	(U)SIM phonebook

## 9 附录 B GPRS 编码方案

在 GPRS 协议中，用到四种编码方案。下表为它们的区别：

表 58：不同编码方案描述

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

如下图所示为 CS-1，CS-2 和 CS-3 射频协议块结构：

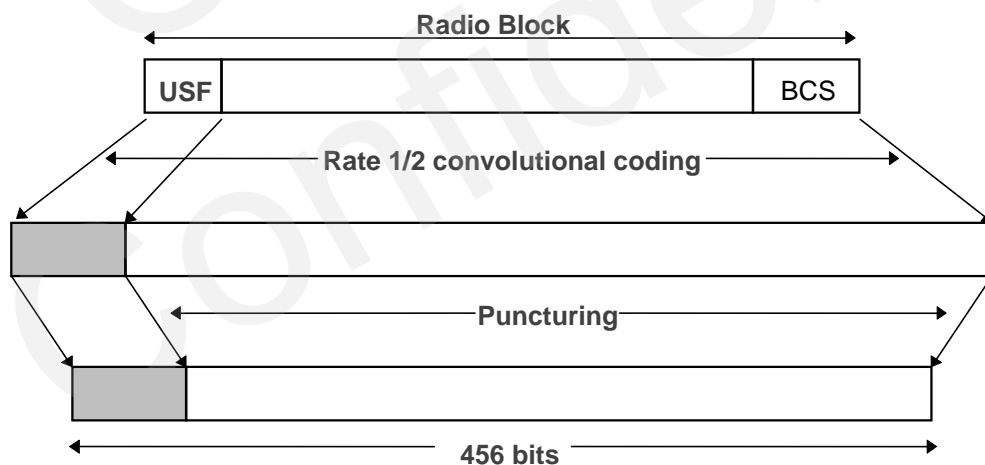


图 59：CS-1，CS-2 和 CS-3 射频协议块结构

下图所示为 CS-4 射频协议块结构：

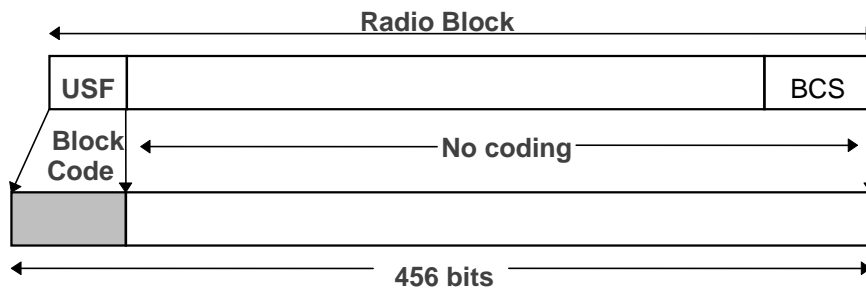


图 60：CS-4 射频协议块结构

# 10 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 slots 表示 GPRS 设备上、下行通讯可以同时使用的总时隙数。不同等级的多时隙分配节选表如下表所示：

表 59：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