

M26-OpenCPU

硬件设计手册

GSM/GPRS 系列

版本：M26-OpenCPU_硬件设计手册_V1.0

日期：2014-11-22



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

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>

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

本文档手册版权属于移远公司，任何人未经我公司复制转载该文档将承担法律责任。

版权所有 ©上海移远通信技术有限公司 2014，保留一切权利。

Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2014

文档历史

修订记录

版本	日期	作者	变更表述
1.0	2014-11-22	尹飞	初始版本

目录

文档历史	2
目录	3
表格索引	6
图片索引	8
1 引言	10
1.1. 安全须知	10
2 综述	11
2.1. 主要性能	12
2.2. 功能框图	14
2.3. 管脚描述	15
2.4. 工作模式	20
2.5. Flash 空间分配	21
3 应用接口	22
3.1. 电源供电	22
3.1.1. 模块电源供电特性	22
3.1.2. 减少电压跌落	23
3.1.3. 供电参考电路	24
3.1.4. 电源电压检测	24
3.2. 开关机	25
3.2.1. PWRKEY 引脚开机	25
3.2.2. 关机	26
3.2.2.1. PWRKEY 引脚关机	26
3.2.2.2. API 函数关机	27
3.2.2.3. 低压自动关机	27
3.2.3. 推荐的系统开关机电路	28
3.3. 省电技术	29
3.3.1. 最少功能模式	29
3.3.2. 睡眠模式（慢时钟模式）	29
3.4. RTC	30
3.5. 串口	32
3.5.1. 主串口	34
3.5.1.1. 主串口特点	34
3.5.1.2. 串口参考设计	34
3.5.1.3. 软件升级	34
3.5.2. 调试串口	35
3.5.3. 辅助串口	36
3.5.4. 串口应用	36
3.6. 音频接口	38
3.6.1. 防止 TDD 噪声及其它噪声	38
3.6.2. 麦克风接口电路	39

3.6.3.	听筒接口电路.....	40
3.6.4.	扬声器接口电路.....	41
3.6.5.	耳机接口电路.....	42
3.6.6.	音频电气特性.....	42
3.7.	SIM 卡接口.....	43
3.8.	PCM 接口.....	45
3.8.1.	参数配置.....	45
3.8.2.	PCM 时序.....	46
3.8.3.	PCM 应用.....	48
3.8.4.	AT 指令.....	48
3.9.	SPI 和 I2C 接口.....	49
3.9.1.	SPI 接口.....	49
3.9.2.	I2C 接口.....	50
3.10.	ADC 数模转换.....	51
3.11.	外部中断.....	52
3.12.	PWM.....	53
3.13.	GPIO.....	53
3.14.	RF 发射信号指示.....	55
4	天线接口.....	57
4.1.	GSM 天线接口.....	57
4.1.1.	参考设计.....	57
4.1.2.	RF 输出功率.....	58
4.1.3.	RF 接收灵敏度.....	59
4.1.4.	工作频率.....	59
4.1.5.	推荐 RF 焊接方式.....	60
4.2.	蓝牙天线接口.....	60
5	电气性能, 可靠性.....	62
5.1.	绝对最大值.....	62
5.2.	工作温度.....	62
5.3.	电源额定值.....	63
5.4.	耗流.....	64
5.5.	静电防护.....	66
6	机械尺寸.....	67
6.1.	模块机械尺寸.....	67
6.2.	推荐封装.....	69
6.3.	模块俯视图.....	70
6.4.	模块底视图.....	70
7	存储和生产.....	71
7.1.	存储.....	71
7.2.	生产焊接.....	71
7.3.	包装.....	73
8	附录 A 参考文档及术语缩写.....	74

9	附录 B GPRS 编码方案.....	79
10	附录 C GPRS 多时隙	81

Quectel
Confidential

表格索引

表 1: 模块主要性能	12
表 2: 编码格式和耦合时最大网络数据速率	13
表 3: 参数定义	15
表 4: 引脚描述	16
表 5: 管脚功能复用	19
表 6: 工作模式	20
表 7: 串口逻辑电平	32
表 8: 串口管脚定义	33
表 9: 音频接口引脚定义	38
表 10: 驻极体麦克风特性参数	42
表 11: 音频接口典型特性参数	42
表 12: SIM 卡接口管脚定义	43
表 13: PCM 接口管脚描述	45
表 14: PCM 参数配置	46
表 15: AT+QPCMON 命令配置参数	48
表 16: AT+QPCVOL 命令配置参数	49
表 17: SPI 接口逻辑电平	50
表 18: SPI 接口管脚描述	50
表 19: I2C 接口逻辑电平	51
表 20: I2C 接口管脚描述	51
表 21: ADC 引脚定义	51
表 22: ADC 特性	52
表 23: 外部中断列表	52
表 24: NETLIGHT 的工作状态	53
表 25: GPIO 列表	54
表 26: RFTXMON 引脚定义	55
表 27: GSM 天线管脚定义	57
表 28: 线损要求	58
表 29: 天线要求	58
表 30: RF 传导功率	58
表 31: RF 传导灵敏度	59
表 32: 模块工作频率	59
表 33: 蓝牙天线管脚定义	60
表 34: 绝对最大值	62
表 35: 工作温度	62
表 36: 模块电源额定值	63
表 37: 模块耗流	64
表 38: ESD 性能参数 (温度: 25℃, 湿度: 45%)	66
表 39: 参考文档	74
表 40: 术语缩写	75
表 41: 不同编码方案描述	79

表 42: 不同等级的多时隙分配表	81
-------------------------	----

Quectel
Confidential

图片索引

图 1: 功能框图	14
图 2: 管脚分配图	15
图 3: FLASH 空间分配图	21
图 4: 模块发射时的电压电流波形图	23
图 5: VBAT 输入参考电路	23
图 6: 供电输入参考设计	24
图 7: 开集驱动开机参考电路	25
图 8: 按键开机参考电路	25
图 9: 开机时序图	26
图 10: 关机时序	27
图 11: 推荐的系统开关机系统框图	28
图 12: 看门狗电路框图	28
图 13: 使用不可充电电池给 VRTC 管脚供电	30
图 14: 使用可充电电池给 VRTC 管脚供电	31
图 15: 使用超级电容给 VRTC 管脚供电	31
图 16: 主串口连线图	34
图 17: 软件升级连线图	35
图 18: 调试串口连线图	35
图 19: 辅助串口连线图	36
图 20: 3.3V 电平转换电路	36
图 21: RS232 电平转换电路	37
图 22: AIN 麦克风通道参考电路	39
图 23: AOUT1 听筒输出参考电路	40
图 24: AOUT2 听筒输出参考电路	40
图 25: AOUT1 带音频功放输出参考电路	41
图 26: AOUT2 带音频功放输出参考电路	41
图 27: 耳机接口参考电路	42
图 28: 8-PIN SIM 卡座参考电路图	44
图 29: 6-PIN SIM 卡座参考电路图	44
图 30: 长帧格式&SIGN EXTENSION 时序图	47
图 31: 长帧格式&ZERO PADDING 时序图	47
图 32: 短帧格式&SIGN EXTENSION 时序图	47
图 33: 短帧格式&ZERO PADDING 时序图	48
图 34: PCM 参考设计	48
图 35: NETLIGHT 参考电路	53
图 36: 3.3V 系统的 GPIO 电平匹配	54
图 37: 发射 BURST 时 RFTXMON 指示时序图	55
图 38: 通话时 RFTXMON 指示时序图	56
图 39: 射频参考电路	57
图 40: 天线连接器焊接形式	60
图 41: 蓝牙参考电路	61

图 42: M26-OPENCPU 俯视尺寸图 (单位: 毫米)	67
图 43: M26-OPENCPU 底视尺寸图 (单位: 毫米)	68
图 44: 推荐封装 (单位: 毫米)	69
图 45: 模块俯视图	70
图 46: 模块底视图	70
图 47: 印膏图	72
图 48: 炉温曲线	72
图 49: 载带尺寸 (单位: 毫米)	73
图 50: 卷盘尺寸 (单位: 毫米)	73
图 51: CS-1, CS-2 和 CS-3 射频协议块结构	79
图 52: CS-4 射频协议块结构	80

Quectel
Confidential

1 引言

本文档定义了M26-OpenCPU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M26-OpenCPU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。



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，除非其有免提功能。请停车，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，注意是否有移动终端设备使用限制。**RF**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**SIM**无效。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。当你靠近加油站，油库，化工厂或爆炸作业场所，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 综述

OpenCPU是一种以模块作为主处理器的应用方式。随着通信技术的发展和市场的不断变化，越来越多的用户认识到OpenCPU解决方案的优势。特别是它能够有效降低产品成本的现实优势，让它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解决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
- 简化电路设计，降低成本
- 减小终端产品的实际尺寸
- 降低产品功耗
- 远程空中无线升级
- 改善产品的市场性价比，提升产品竞争力

M26-OpenCPU模块采用ARM7EJ-S™内核的基带处理器平台，主频最高可达260MHz。

M26-OpenCPU模块是一款工业级的四频段GSM/GPRS无线模块。其工作频段是：GSM850MHz，EGSM900MHz，DCS1800MHz和PCS1900MHz。M26-OpenCPU提供GPRS数传，GSM短信业务，并支持GPRS multi-slot class1~12（默认为class12）、GPRS编码格式CS-1、CS-2、CS-3和CS-4。要了解更多关于GPRS multi-slot classes和编码的信息，请参考附录B和附录C。

M26-OpenCPU具有15.8mm × 17.7mm × 2.3mm的超小尺寸，几乎能够满足所有的M2M的需求，包括汽车及个人追踪服务、无线POS机、智能计量、工业级PDA以及其它M2M的应用。

M26-OpenCPU是贴片式模块，44个管脚，采用LCC封装，并通过焊盘内嵌于各类数传产品应用中，提供了模块与客户主板间丰富的硬件接口。

M26-OpenCPU模块采用了低功耗技术，电流功耗在睡眠模式DRX=5下，低至1.3mA。

M26-OpenCPU内嵌TCP/UDP、FTP、PPP、HTTP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。

M26-OpenCPU模块支持蓝牙接口，产品支持蓝牙版本3.0。

备注

该模块完全符合 RoHS 标准。

2.1. 主要性能

表 1: 模块主要性能

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: 1.3mA @DRX=5 1.2mA @DRX=9
频段	<ul style="list-style-type: none"> ● 四频: GSM850, EGSM900, DCS1800, PCS1900 ● 模块可自动搜寻频率 ● 频段选择可以通过AT+QBAND命令来设置 ● 符合GSM Phase 2/2+
发射功率	<ul style="list-style-type: none"> ● Class 4 (2W): GSM850和EGSM900 ● Class 1 (1W): DCS1800和PCS1900
GPRS连接特性	<ul style="list-style-type: none"> ● GPRS multi-slot class 12 (默认) ● GPRS multi-slot class 1~12 (可配置) ● GPRS mobile station class B
温度范围	<ul style="list-style-type: none"> ● 正常工作温度: -35°C ~ +80°C ● 受限工作温度: -40°C ~ -35°C and +80°C ~ +85°C ¹⁾ ● 存储温度: -45°C ~ +90°C
GPRS数据特性	<ul style="list-style-type: none"> ● GPRS数据下行传输: 最大85.6kbps ● GPRS数据上行传输: 最大85.6kbps ● 编码格式: CS-1、CS-2、CS-3和CS-4 ● 支持PAP (密码验证协议) 协议 ● 支持通常用于CHAP (询问握手认证协议) 协议 ● 内嵌协议: TCP/UDP、HTTP等。 ● 支持非结构化补充数据业务 (USSD)
蓝牙特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持蓝牙3.0 ● 输出功率: Class 1 (典型值7.5dBm)
短消息(SMS)	<ul style="list-style-type: none"> ● Text和PDU模式 ● 短消息存储设备: SIM卡 ● MT MO
SIM卡接口	支持SIM卡: 1.8V、3V
音频特性	语音编码模式: <ul style="list-style-type: none"> ● 半速率 (ETS 06.20) ● 全速率 (ETS 06.10) ● 增强型全速率 (ETS 06.50/06.60/06.80) ● 自适应多速率 (AMR) ● 回音抑制 ● 噪声抑制

串口	主串口： <ul style="list-style-type: none"> ● 全功能串口 ● 用于AT命令，GPRS 数据 ● 用于软件升级 调试串口： <ul style="list-style-type: none"> ● 仅用于软件调试 辅助串口： <ul style="list-style-type: none"> ● 仅用于AT命令
通讯录管理	支持类型：SM，ME，ON，MC，RC，DC，LD，LA
SIM应用工具包	支持SAT class 3，GSM11.14 Release 99
实时时钟	支持
物理特征	尺寸：15.8±0.15 × 17.7±0.15 × 2.3±0.2mm 重量：1.3g
固件升级	通过主串口升级 通过远程空中无线升级
天线接口特征阻抗	50欧姆

备注

¹⁾当模块工作于此温度范围，可能发生偏离 GSM 规范的现象，例如频偏和相位误差会增加，但不会掉线。

表 2：编码格式和耦合时最大网络数据速度率

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

2.2. 功能框图

下图为M26-OpenCPU功能框图，阐述了其主要功能

- 电源管理
- 存储器
- GSM射频
- 接口部分
 - 电源供电
 - 开关机接口
 - 串口
 - 音频接口
 - SIM卡接口
 - PCM接口
 - SPI接口
 - I2C接口
 - ADC接口
 - 射频接口
 - 蓝牙接口

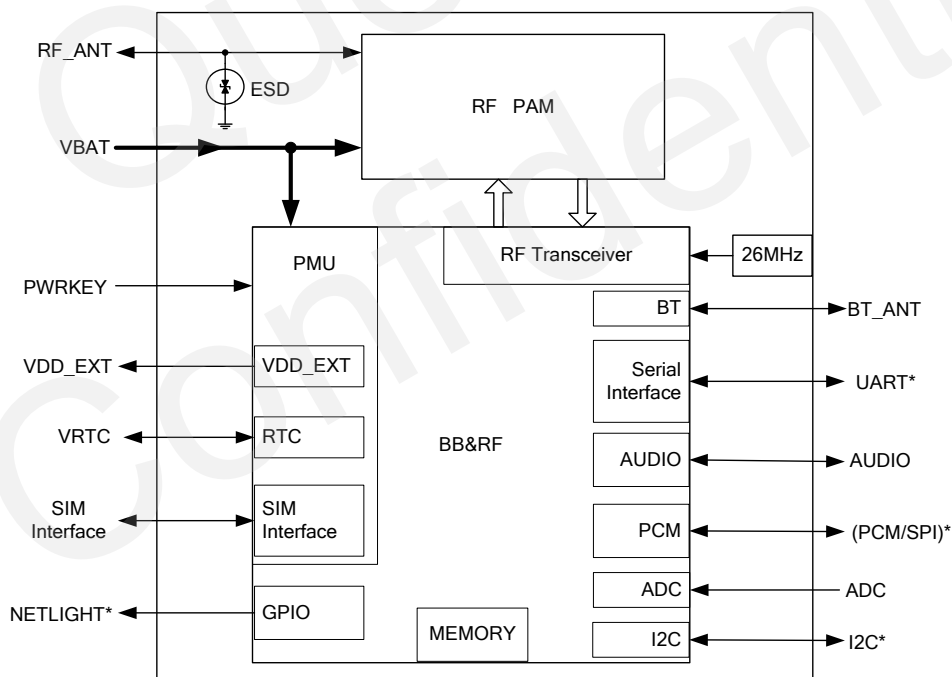


图 1：功能框图

备注

上图中标有“*”接口的复用功能，具体请参考表 [5]。

2.3. 管脚描述

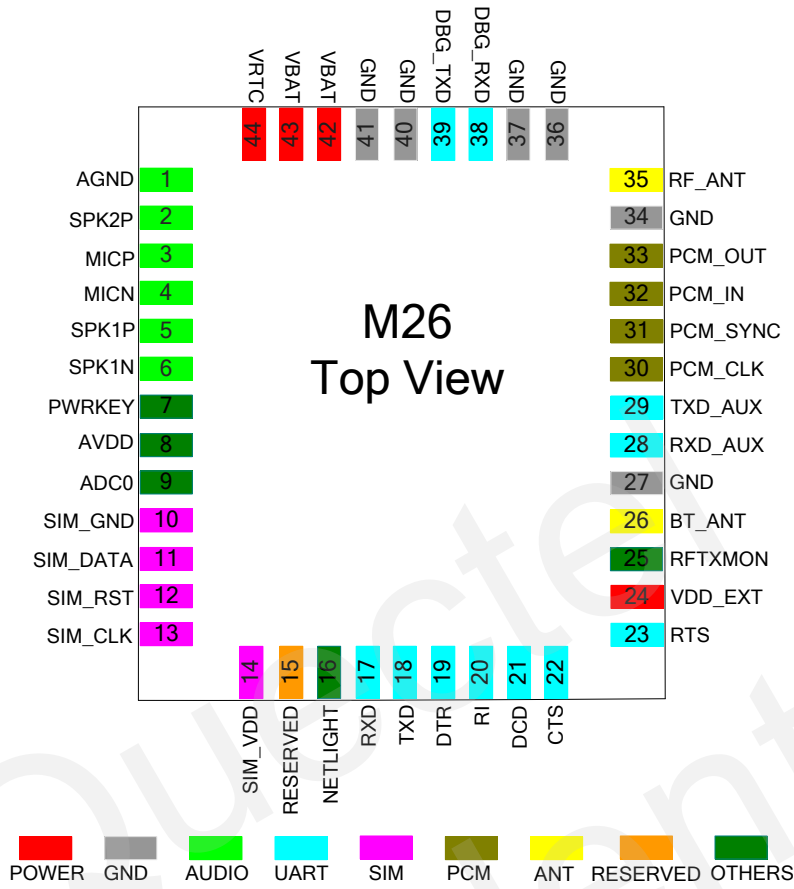


图 2：管脚分配图

备注

请将 RESERVED 管脚悬空。

表 3：参数定义

类型	描述
IO	输入/输出
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 4：引脚描述

电源					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VBAT	42,43	PI	模块主电源 VBAT=3.3V~4.6V	$V_{I\max}=4.6V$ $V_{I\min}=3.3V$ $V_{I\text{norm}}=4.0V$	电源必须能够提供 2A 的电流。
VRTC	44	IO	输入：RTC 时钟供电 输出：通过该管脚为备份电池或电容充电	$V_{I\max}=3.3V$ $V_{I\min}=1.5V$ $V_{I\text{norm}}=2.8V$ $V_{O\max}=3V$ $V_{O\min}=2V$ $V_{O\text{norm}}=2.8V$ $I_{\text{out(max)}}=2\text{mA}$ $I_{\text{in}}\approx 10\mu\text{A}$	不用则悬空
VDD_EXT	24	PO	输出 2.8V	$V_{O\max}=2.9V$ $V_{O\min}=2.7V$ $V_{O\text{norm}}=2.8V$ $I_{O\max}=20\text{mA}$	1. 如果不用则悬空。 2. 如果用这个管脚给外部供电，推荐并联一个 2.2~4.7 μF 的旁路电容。
GND	27,34 36,37 40,41		地		
开关机					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PWRKEY	7	DI	拉低 PWRKEY 一段规定时间来开机或者关机	$V_{IL\max}=0.1\times\text{VBAT}$ $V_{IH\min}=0.6\times\text{VBAT}$ $V_{IH\max}=3.1V$	
模块状态指示					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
NETLIGHT	16	DO	网络状态指示	$V_{OH\min}=0.85\times\text{VDD_EXT}$ $V_{OL\max}=$	不用则悬空。

0.15×VDD_EXT

主串口/调试口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RXD	17	DI	模块接收数据	$V_{ILmin}=0V$	如果通讯只用到 TXD, RXD 和 GND, 建议其他脚悬空。
TXD	18	DO	模块发送数据	$V_{ILmax}=0.25 \times VDD_EXT$	
DTR	19	DI	DTE 准备就绪	$V_{IHmin}=0.75 \times VDD_EXT$	
RI	20	DO	模块输出振铃提示	$V_{IHmax}=VDD_EXT+0.2$	
DCD	21	DO	模块输出载波检测	$V_{OHmin}=0.85 \times VDD_EXT$	
CTS	22	DO	模块清除发送	$V_{OLmax}=0.15 \times VDD_EXT$	
RTS	23	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	39	DO	模块发送数据	同上	不用则悬空。
DBG_RXD	38	DI	模块接收数据		不用则悬空。

辅助串口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RXD_AUX	28	DI	模块接收数据	同上	不用则悬空。
TXD_AUX	29	DO	模块发送数据		不用则悬空。

SIM 卡接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SIM_GND	10		SIM 卡专用地		
SIM_VDD	14	PO	SIM 卡供电电压	模块自动选择 1.8V 或 3.0V	SIM 卡接口建议使用 TVS 管 ESD 保护, SIM 卡座到模块最长布线不要超过 200mm。
SIM_DATA	11	IO	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×SIM_VDD	
SIM_CLK	13	DO	SIM 卡时钟线	$V_{OLmax}=0.15\times SIM_VDD$ $V_{OHmin}=0.85\times SIM_VDD$	
SIM_RST	12	DO	SIM 卡复位线	$V_{OLmax}=0.15\times SIM_VDD$ $V_{OHmin}=0.85\times SIM_VDD$	
模数转换接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
AVDD	8	PO	ADC 电路的参考电源	$V_{Omax}=2.9V$ $V_{Omin}=2.7V$ $V_{Onorm}=2.8V$	不用则悬空。
ADC0	9	AI	模数转换器接口	电压输入范围: 0V to 2.8V	不用则悬空。
音频接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
AGND	1		音频模拟地		提供给外部音频电路的独立地。
SPK2P	2	AO	单端音频输出 2 通道		不用则悬空
MICP	3	AI	差分音频输入通道		不用则悬空
MICN	4	AI			
SPK1P	5	AO	差分音频输出 1 通道		不用则悬空
SPK1N	6	AO			
PCM 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PCM_CLK	30	DO	PCM 时钟线	$V_{ILmin}=0V$ $V_{ILmax}=0.25\times VDD_EXT$	不用则悬空
PCM_SYNC	31	DO	PCM 帧同步	$V_{IHmin}=0.75\times VDD_EXT$	
PCM_IN	32	DI	PCM 数据输入	$V_{IHmax}=VDD_EXT+0.2$ $V_{OHmin}=$	
PCM_OUT	33	DO	PCM 数据输出		

				0.85×VDD_EXT V _{OLmax} = 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	35	IO	GSM 天线接口	50 欧姆特性阻抗	请参考第4章
BT_ANT	26	IO	蓝牙天线接口	50 欧姆特性阻抗	不用则悬空
发射信号指示					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RFTXMON	25	DO	发射信号指示	V _{OHmin} = 0.85×VDD_EXT V _{OLmax} = 0.15×VDD_EXT	不用则悬空
其它接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RESERVED	15				保持悬空

表 5：管脚功能复用

管脚名	管脚号	模式 1 (默认)	模式 2	模式 3	模式 4
NETLIGHT	16	NETLIGHT	GPIO	PWM	
DTR	19	DTR	GPIO	EINT	SIM_PRESENCE
RI	20	RI	GPIO	I2C_SCL	
DCD	21	DCD	GPIO	I2C_SDA	
CTS	22	CTS	GPIO		
RTS	23	RTS	GPIO		
RXD_AUX	28	RXD_AUX	GPIO		
TXD_AUX	29	TXD_AUX	GPIO		
PCM_CLK	30	PCM_CLK	GPIO	SPI_CS	

PCM_SYNC	31	PCM_SYNC	GPIO	SPI_MISO
PCM_IN	32	PCM_IN	GPIO	SPI_CLK
PCM_OUT	33	PCM_OUT	GPIO	SPI_MOSI

2.4. 工作模式

下表简要地叙述了模块的各种工作模式。

表 6：工作模式

模式	功能
正常工作	GSM/GPRS SLEEP 在通过 QI_SleepEnable() 使能睡眠模式之后，如果DTR管脚置高并且没有外部中断时（例如DTR被拉低或者来电，来短信），模块则会自动进入睡眠模，这种情况下，模块耗流会减小到很低的水平。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。模块注册上GSM网络，能够接收和发送。
	GSM TALK GSM连接正常工作。此模式下，模块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 模块没有注册到GPRS网络，不能通过GPRS信道访问。
	GPRS STANDBY 模块注册上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，此状态下模块可以发送或接收数据。
	GPRS DATA GPRS数据传送。此模式下，模块的功耗取决于功率控制等级，工作RF频段以及GPRS多时隙配置。
关机模式	在保持VBAT上电情况下，通过 QI_PowerDown() ，或使用PWRKEY引脚来实现正常关机。关机模式下，串口无法访问，软件不运行，但RTC仍在供电。
最小功能模式（保持供电电压）	不掉电情况下，使用 AT+CFUN 命令可以将模块设置成最小功能模式。此模式下，射频不工作，或SIM卡不工作，或是两者都不工作，但是串口仍然可以访问。此模式下功耗非常低。

2.5. Flash 空间分配

M26-OpenCPU模块内置了24Mbit Flash存储器。Flash地址分配如下图所示：

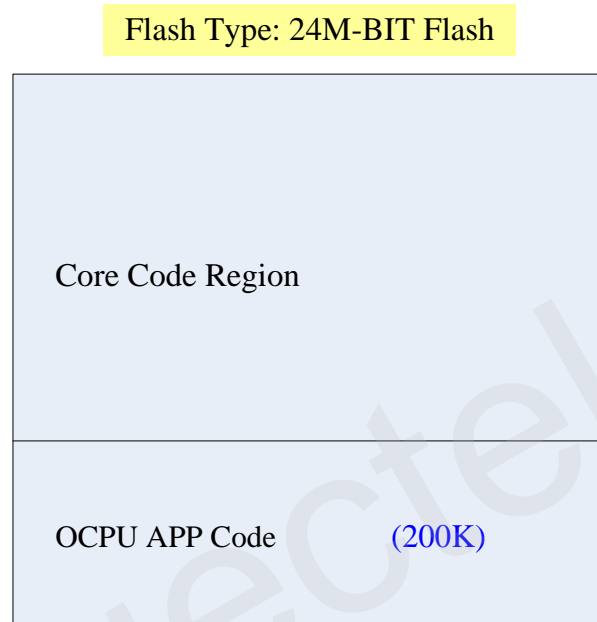


图 3: Flash 空间分配图

M26-OpenCPU模块为用户分配了200KB的编程代码空间。

- RAM

M26-OpenCPU模块为嵌入式应用预留了100KB的内存编程空间。

3 应用接口

M26-OpenCPU模块有44个(1.5mm × 0.7mm)贴片引脚。以下章节详细阐述了模块各组接口的功能：

- 电源供电 (请参考 3.1 章节)
- 开关机控制口 (请参考 3.2 章节)
- 省电技术 (请参考 3.3 章节)
- RTC (请参考 3.4 章节)
- 串口 (请参考 3.5 章节)
- 音频接口 (请参考 3.6 章节)
- SIM 卡接口 (请参考 3.7 章节)
- PCM 接口 (请参考 3.8 章节)
- SPI 和 I2C 接口 (请参考 3.9 章节)
- ADC (请参考 3.10 章节)
- 外部中断 (请参考 3.11 章节)
- PWM (请参考 3.12 章节)
- GPIO (请参考 3.13 章节)
- RF 发射信号指示 (请参考 3.14 章节)

3.1. 电源供电

3.1.1. 模块电源供电特性

在 GSM/GPRS 模块应用设计中，电源设计是很重要的一部分。由于 GSM 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，保证电压不会跌落到模块最低工作电压。

对于 M26-OpenCPU 模块，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。

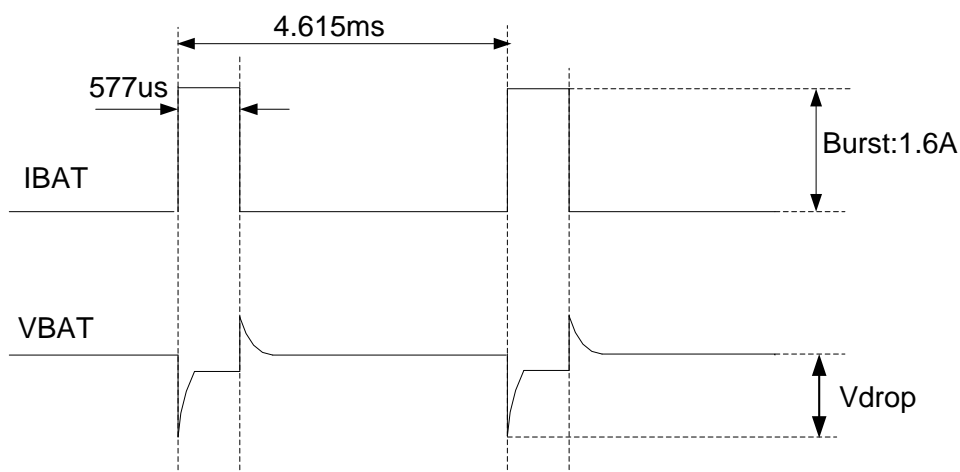


图 4：模块发射时的电压电流波形图

3.1.2. 减少电压跌落

模块电源 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($ESR=0.7\Omega$)的 100uF 的钽电容，以及 100nF、33pF (0603 封装)、10pF (0603 封装) 滤波电容，VBAT 输入端参考电路如下图所示。并且建议 VBAT 的 PCB 走线尽量短且足够宽，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，并且走线越长，线宽越宽。

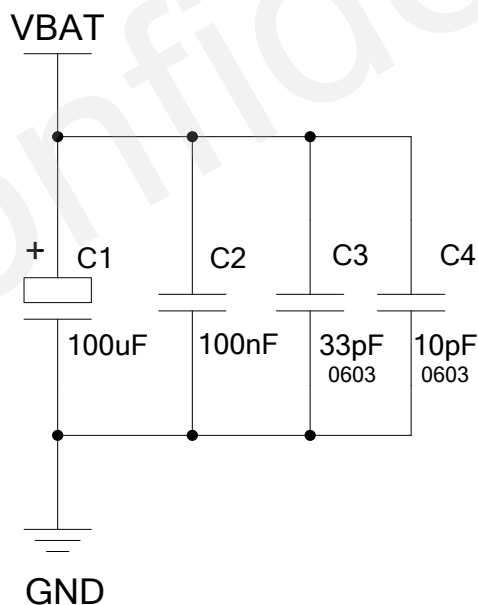


图 5：VBAT 输入参考电路

3.1.3. 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 2A 电流能力的电源。若输入电压跟模块的供电电压的压差不是很大，建议选择 LDO 作为供电电源。若输入输出之间存在比较大的压差，则使用开关电源转换器。

下图是+5V 供电的参考设计，采用了 Micrel 公司的 LDO，型号为 MIC29302WU。它的设计输出电压为 4.0V，负载电流峰值到 3A。为确保输出电源的稳定，建议在输出端预留一个稳压管，并且靠近模块 VBAT 管脚摆放。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。

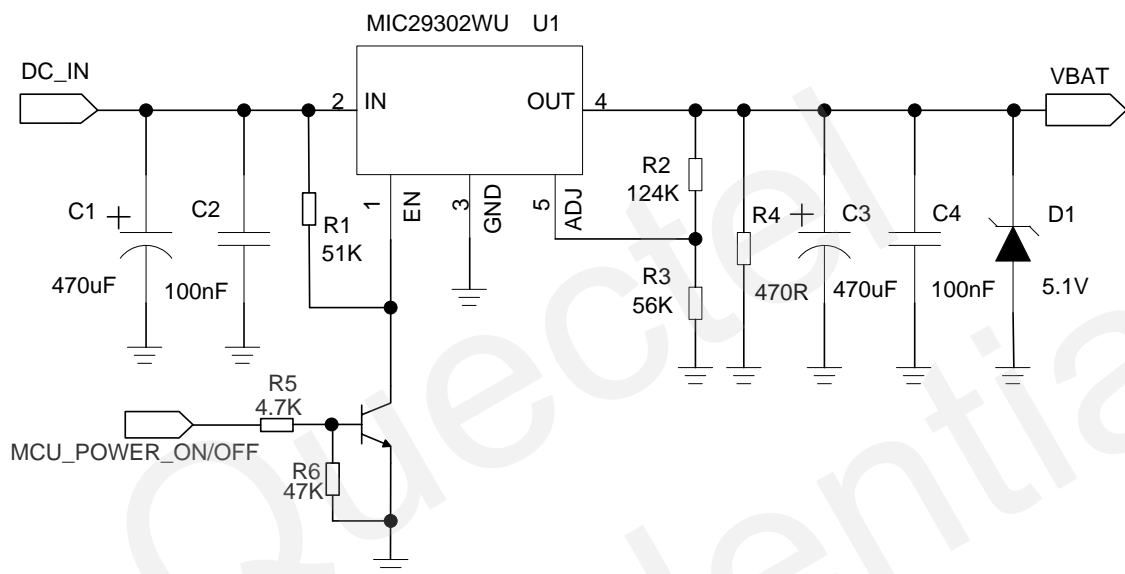


图 6：供电输入参考设计

备注

当模块运行过程中出现异常时，建议通过 LDO 的使能脚来控制模块主电源 VBAT 达到重启模块的目的。其它电源开关电路比如 P 沟道 MOSFET 开关电路也可以用于控制 VBAT 的通断。

3.1.4. 电源电压检测

通过 AT+CBC 命令或者调用 RIL_GetPowerSupply()函数，模块能够检测当前的 VBAT 电压。客户应用程序可以启动一个定时器，通过 AT+CBC 命令或者调用 RIL_GetPowerSupply()函数去查询模块供电情况。

关于供电监测的软件设计，请参考文档 [13]。

3.2. 开关机

3.2.1. PWRKEY 引脚开机

模块正常开机方式是通过 PWRKEY 引脚来开机。将 PWRKEY 置为低电平，大约 1s 后模块开机成功。

推荐使用开集驱动电路来控制 PWRKEY 引脚。下图为参考电路：

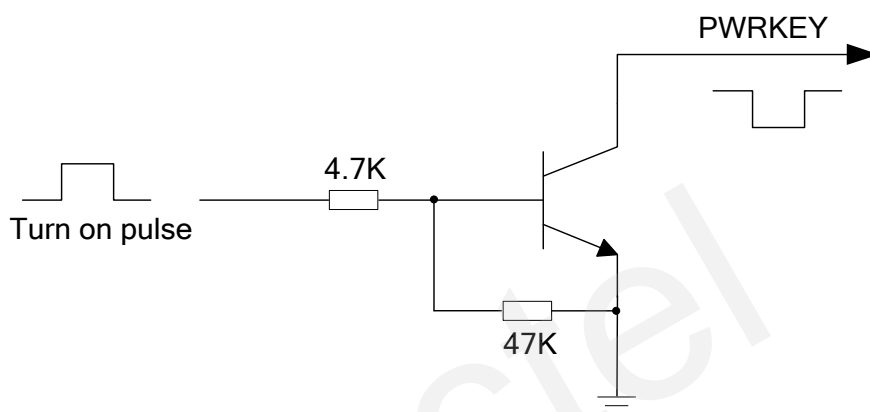


图 7：开集驱动开机参考电路

另一种控制 PWRKEY 引脚的方法是直接使用一个按钮开关。按钮附近需放置一个 TVS 用以 ESD 保护。下图为参考电路：

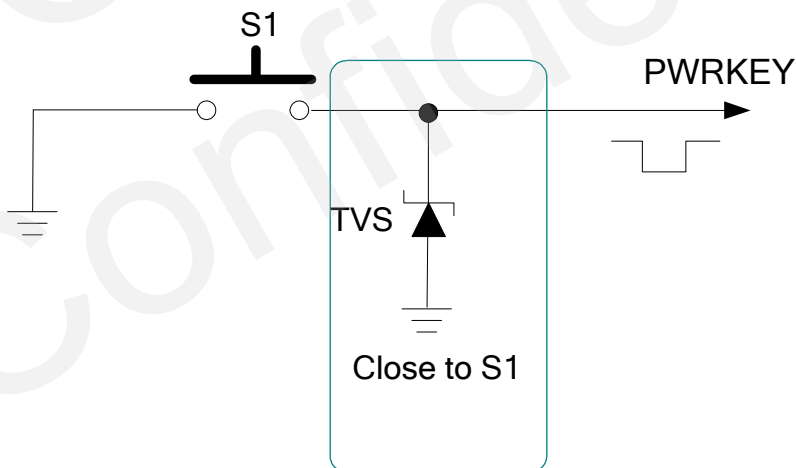


图 8：按键开机参考电路

开机时序图如下图所示：

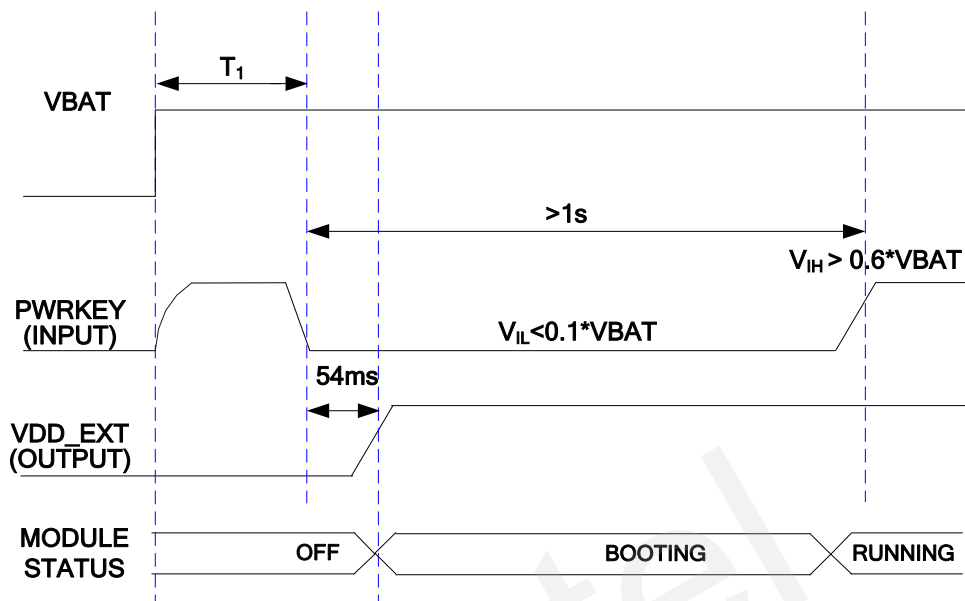


图 9：开机时序图

备注

1. 在拉低管脚 PWRKEY 之前，保证 VBAT 电压稳定。建议 VBAT 上电到管脚 PWRKEY 拉低之间的时间 T_1 为 100ms 左右。
2. 拉低 PWRKEY 至少一秒来开启模块。如 PWRKEY 管脚一直拉低，也可开启模块，但是将不能通过 PWRKEY 管脚关机。

3.2.2. 关机

模块通过以下方式可以关机：

- 正常关机：控制 PWRKEY 引脚关机
- 正常关机：发送 AT+QPOWD 命令关机或者通过调用 QI_PowerDown()关机。
- 低压关机：模块检测到 VBAT 低压时，会自动关机。

3.2.2.1. PWRKEY 引脚关机

模块在开机状态下，PWRKEY 管脚拉低一段时间，模块关机。

关机过程中，模块需要注销 GSM 网络，注销时间与当前网络状态有关，经测定用时约 2s~12s，因此建议延长 12s 后再对模块进行断电或重启的操作，以确保在完全关机之前让软件保存好重要数据。

模块内核程序检测 PWRKEY 拉低后，通过回调 API 函数会使模块关机。关于 PWRKEY 管脚关机的软件设计，请参考文档 [13]。

关机之后，模块进入关机模式。关机时序见下图。

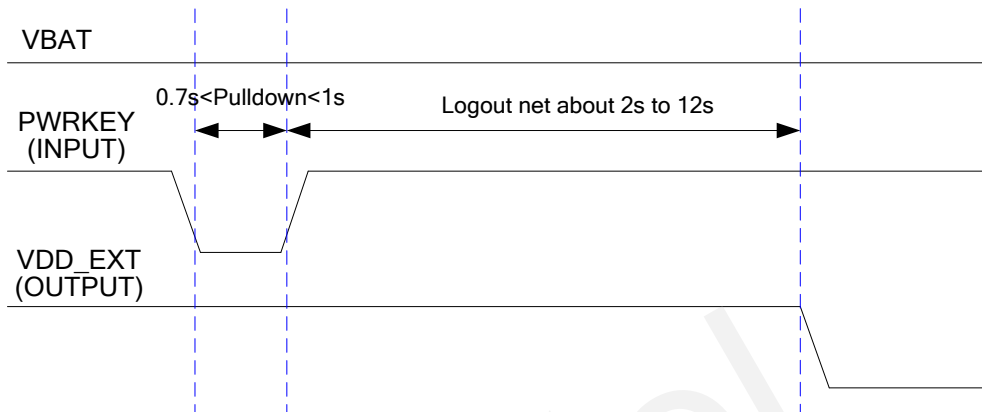


图 10：关机时序

备注

要实现关机功能，PWRKEY 引脚不能一直拉低。否则，关机后模块又上电重新开机了，相当于模块重启。

3.2.2.2. API 函数关机

模块通过调用 API 函数 **QI_PowerDown()** 能够实现正常关机。

关于 API 函数关机的软件设计，请参考文档 [13]。

3.2.2.3. 低压自动关机

低压将引起模块关机。模块会持续监测 VBAT 端的电压。如果出现以下几种情况，模块会通过回调函数提示给应用程序。

- VBAT 电压低于 3.5V：低压告警。
- VBAT 电压低于 3.3V：低压关机

关于低压自动关机的软件设计，具体请参考文档 [13]。

3.2.3. 推荐的系统开关机电路

为了确保OpenCPU系统的稳定性，建议使用一个低功耗的微处理器监控M26-OpenCPU模块的运行状态。该微处理器应具有若干GPIO、一路可选的AD输入接口。系统架构框图如下图所示。该系统架构具有以下两个优点：

- 当AD检测到VBAT电压过低或过高时，微处理器通过控制PWRKEY关闭模块，并且通过控制PMOS管切断VBAT。
- M26-OpenCPU模块正常工作时，定时输出脉冲给微处理器。如果微处理器超时未检测到脉冲输入，微处理器将首先切断VBAT，然后再给模块重新上电。

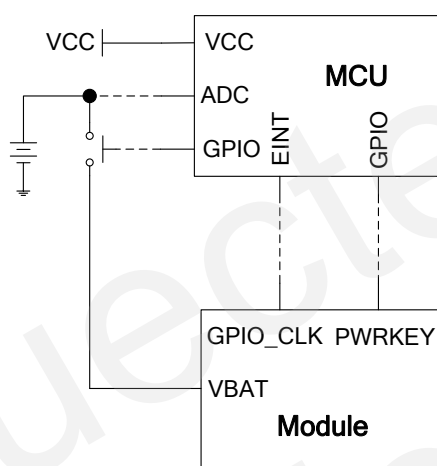


图 11：推荐的系统开关机系统框图

除此之外，看门狗器件也能被用于控制模块的电源。要求看门狗芯片的看门狗超时时间至少1.6s，如TI的TPS3823-33DBVR芯片。模块的一个GPIO口连接到看门狗的输入脚用来对看门狗喂狗。如果定时喂狗时间过了，看门狗将关闭模块电源。关于看门狗电路的示意图显示如下。

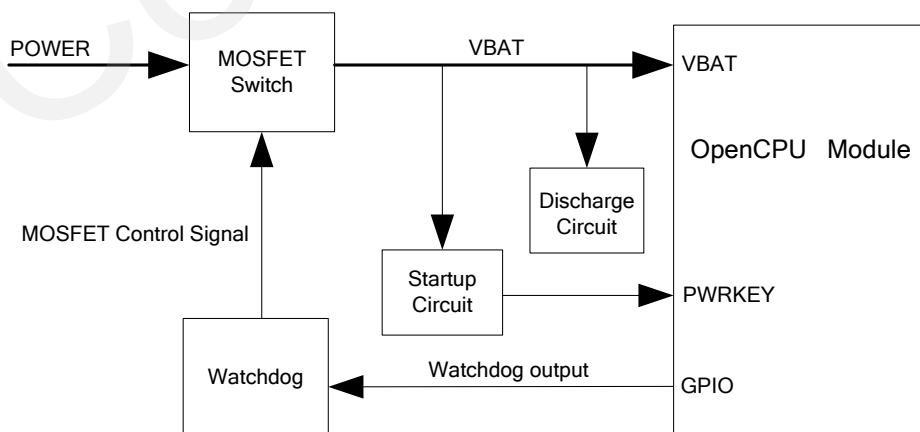


图 12：看门狗电路框图

备注

如果模块的电源由看门狗控制且模块仅仅由 VRTC 供电，当电源 VBAT 切断时，实时时钟误差大约为 1 天 5 分钟。

3.3. 省电技术

根据系统需求，有两种方式可以使模块进入到低功耗的状态。一种是用 API 函数使模块进入最少功能状态。另一种是用 API 函数使模块进入到睡眠模式。

3.3.1. 最少功能模式

最少功能模式可以将模块功能减少到最小程度，这样就可以减小模块功耗。模块能通过 **AT+CFUN=0** 命令进入最少功能模式，射频部分和 SIM 卡部分的功能将会关闭。如果返回值不是等于 1，模块也能通过 **AT+CFUN=1** 命令进入全功能模式。

想了解更多关于软件设计的细节信息，请参考文档 [13]。

3.3.2. 睡眠模式（慢时钟模式）

睡眠模式下，模块仍然可以接收来电，短信以及 GPRS 下行数据，但是串口不可访问。睡眠模式默认关闭。当模块在 IDLE 状态时能通过调用 API 函数 **QI_SleepEnable()**使模块进入睡眠模式。

当模块处于睡眠模式，通过以下方法可以唤醒模块：

- 语音呼叫
- 收到短信
- GPRS 数据传输
- 外部中断
- 系统定时超时

通过下述方法能使模块从睡眠模式下退出。

当应用程序运行时，通过调用 API 函数 **QI_SleepEnable()**使模块退出睡眠模式。

关于软件设计的细节信息，请参考文档 [13]。

3.4. RTC

M26-OpenCPU 模块支持 RTC 实时时钟功能，RTC 的供电设计可以参考如下的三种方式：

- 使用 VBAT 作为 RTC 的供电电源；

当模块关机后且 VBAT 没有断电的情况下，实时时钟 RTC 还是有效的，因为此时 VBAT 仍旧在给模块的 RTC 域供电。在这种模式下，VRTC 管脚可以悬空处理。

- 使用 VRTC 作为 RTC 的供电电源；

如果 VBAT 在模块关机后被移除，需要在 VRTC 管脚接入纽扣电池或者超级电容等类似的备份电源用以维持实时时钟 RTC。

- 同时使用 VBAT 和 VRTC 作为 RTC 的供电电源；

由于仅给 VRTC 管脚供电来维持 RTC 时间，会产生大约每天 5 分钟的误差，因此当 RTC 功能需要时，建议给 VBAT 和 VRTC 管脚同时供电。推荐的 RTC 供电设计电路如下图所示：

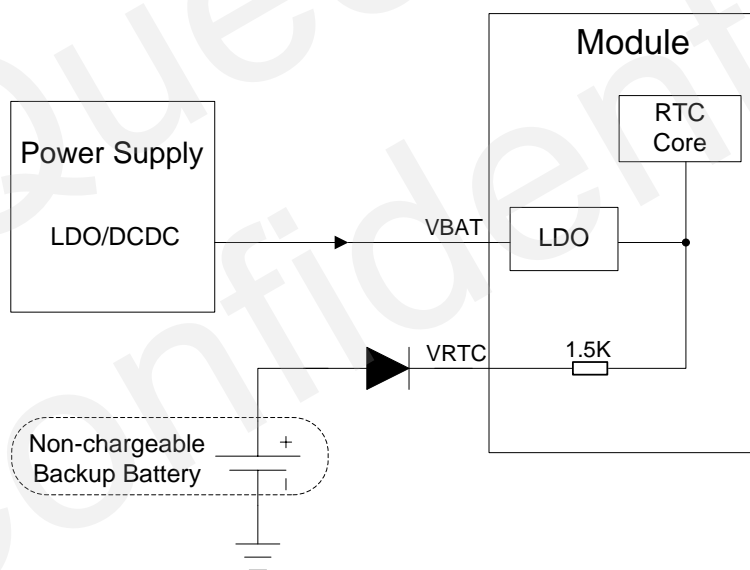


图 13：使用不可充电电池给 VRTC 管脚供电

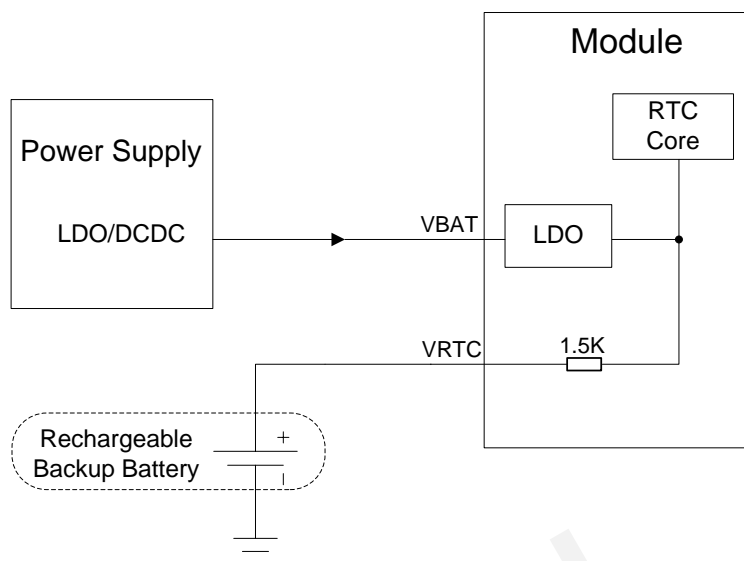


图 14: 使用可充电电池给 VRTC 管脚供电

关于可充电或者不可充电的纽扣电池的选择, 请访问网址 <http://www.sii.co.jp/en/>。

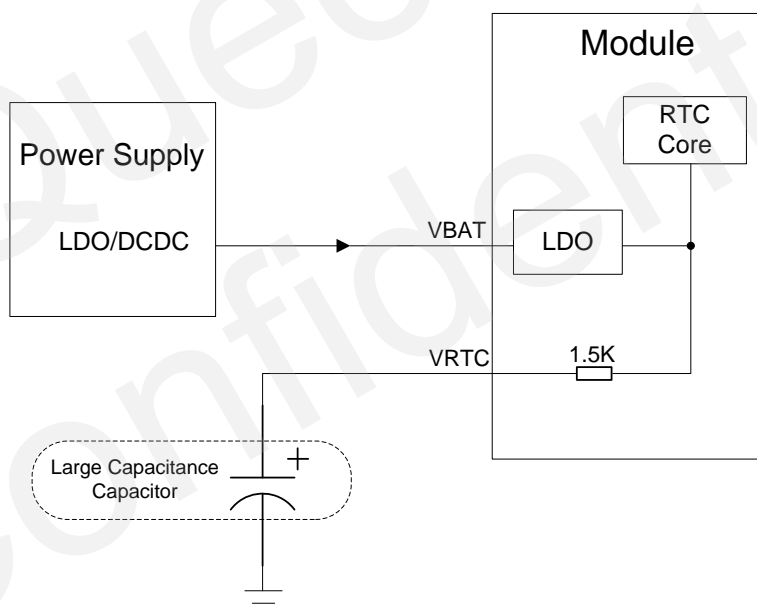


图 15: 使用超级电容给 VRTC 管脚供电

RTC 相关 API 函数如下:

获取 RTC 时间: **QI_GetLocalTime()**

设置 RTC 时间: **QI_SetLocalTime()**.

关于软件设计的细节信息, 请参考文档 [13]。

3.5. 串口

模块提供了三个通用异步收发器：主串口，调试串口和辅助串口。模块称作 DCE 设备(Data Communication Equipment)，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 4800bps 到 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（此管脚可以用来唤醒模块）。
- RI：振铃（DCE 有来电或者 URC 或者短信会发送信号通知 DTE）。
- DCD：载波检测。

调试串口：

- DBG_TXD：发送数据到 DTE 的串口。
- DBG_RXD：从 DTE 的串口接收数据。

辅助串口：

- TXD_AUX：发送数据到 DTE 设备的 RXD 端。
- RXD_AUX：从 DTE 设备 TXD 端接收数据。

串口逻辑电平如下表所示：

表 7：串口逻辑电平

参数	最小值	最大值	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 8：串口管脚定义

接口	名称	管脚	作用
主串口	RXD	17	模块串口接收数据
	TXD	18	模块串口发送数据
	RTS	23	DTE请求发送数据
	CTS	22	模块清除发送
	DTR	19	DTE准备就绪
	DCD	21	模块载波检测
	RI	20	模块振铃指示
调试串口	DBG_TXD	39	模块调试串口发送数据
	DBG_RXD	38	模块调试串口接收数据
辅助串口	TXD_AUX	29	模块辅助串口发送数据
	RXD_AUX	28	模块辅助串口接收数据

备注

如果 DTR, DCD, RI, CTS, RTS 没有被用, 他们能被配置作为 GPIO 口用。作为 GPIO 用, 请参考 **3.13 GPIO**。

串口应用的相关函数和事件说明如下:

- **QI_UART_Register:** 对指定的串口调用寄存器。
- **QI_UART_Open:** 打开指定的串口。
- **QI_UART_Write:** 发送数据到指定串口。
- **QI_UART_Read:** 读数据从指定串口。
- **QI_UART_SetDCBConfig:** 配置串口参数。
- **EVENT_UART_READY_TO_READ:** 串口数据事件。

关于串口软件设计的细节信息, 请参考文档 [13]。

3.5.1. 主串口

3.5.1.1. 主串口特点

- 8 个数据位，无奇偶校验，一个停止位。
- GPRS 数传和软件升级。
- 支持波特率如下：
300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200。
- 模块采用固定波特率，默认波特率是 115200。
- 支持硬件流控，硬件流控默认关闭。

备注

1. API 函数 **QI_UART_SetDCBConfig** 能用来设置不同波特率。
2. API 函数 **QI_UART_Open** 能用来设置硬件流控。

3.5.1.2. 串口参考设计

主串口的参考设计显示如下。

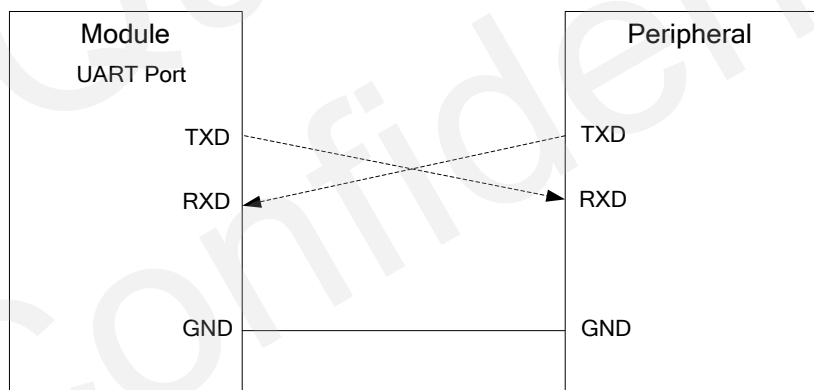


图 16: 主串口连线图

3.5.1.3. 软件升级

主串口 TXD, RXD 可以用来升级软件。在软件升级过程中，PWRKEY 管脚必须拉低。软件升级可以参考下图连线：

- VBAT 电压必须稳定
- PWRKEY 脚必须为低电平

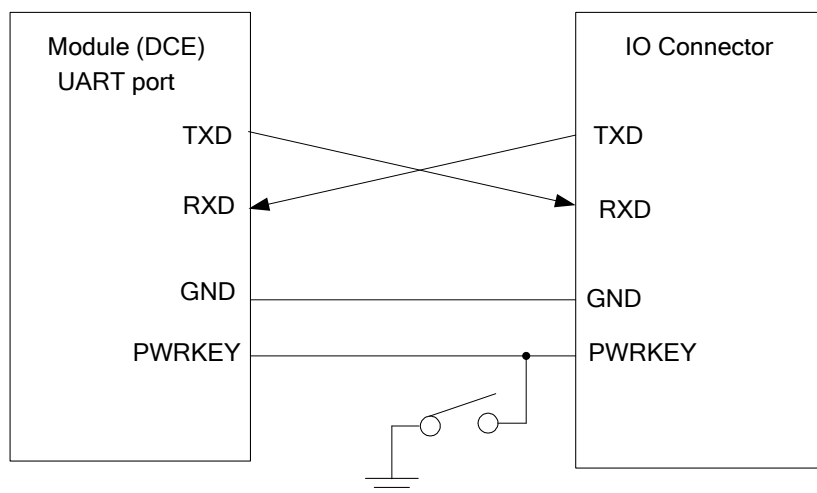


图 17: 软件升级连线图

3.5.2. 调试串口

调试串口：

调试串口有两种工作模式，标准模式和高级模式。可以通过配置 APP 软件来切换。

- 在标准模式下，此串口作为一个普通应用串口。可以应用程序调试，也可以连接外设。默认波特率是 115200bps。
- 在高级模式下，此串口仅做软件调试，抓取系统 LOG（包括内核和嵌入式应用程序），调用 **QI_Debug_Trace()** 打印 LOG 信息。但只能通过 Cather Log 工具抓取，此时串口波特率配置为 460800bps

调试串口连线参考如下方式连接：

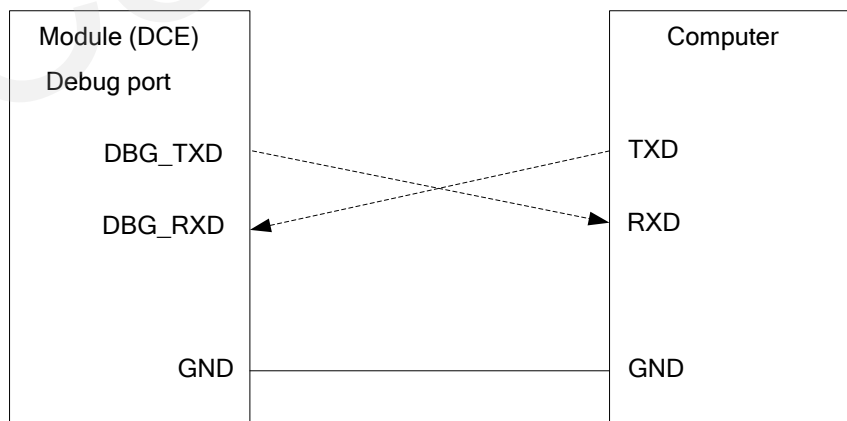


图 18: 调试串口连线图

3.5.3. 辅助串口

辅助串口：

- 8 个数据位，无奇偶校验，一个停止位。
- 支持波特率如下：
1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200。
- 默认波特率是 115200。

辅助串口的连接方式可以参考如下的连接方式。

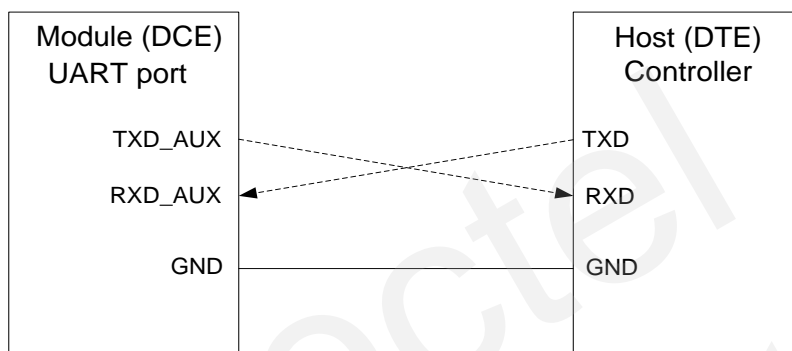


图 19: 辅助串口连线图

3.5.4. 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 是 3V 的电平，则根据分压原则，将电阻 5K6 要改为 10K。

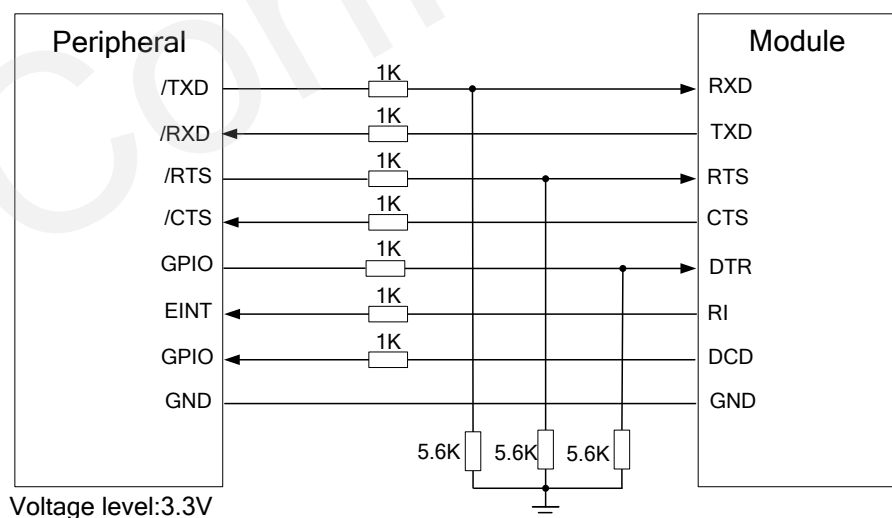


图 20: 3.3V 电平转换电路

备注

强烈建议当主机系统电平是 3V 或者 3.3V 时，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，要进一步了解信息，请参考文档 [14]。

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 IO 电压是 2.8V。

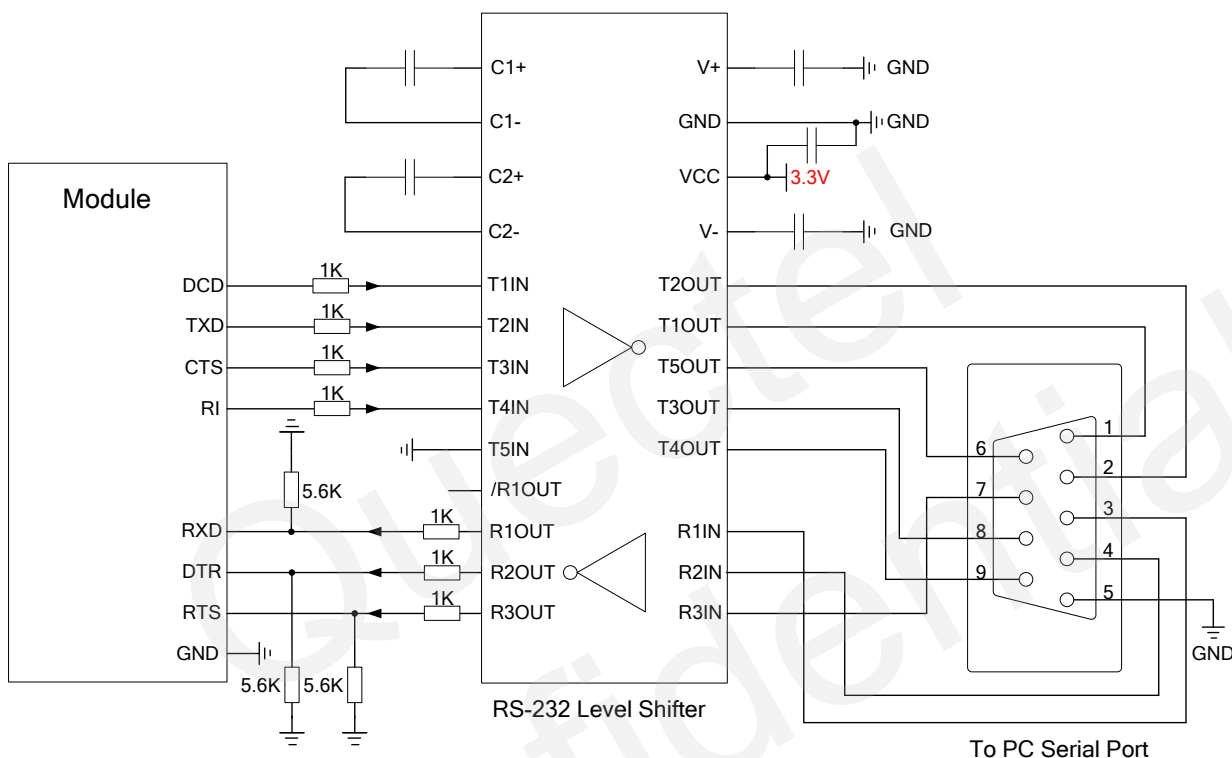


图 21: RS232 电平转换电路

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/>。

3.6. 音频接口

模块提供了一个模拟音频输入通道和两个模拟音频输出通道。

表 9：音频接口引脚定义

音频通道	名称	引脚	作用
AIN/AOUT1	MICP	3	音频差分输入正端
	MICN	4	音频差分输入负端
	SPK1P	5	音频差分输出1正端
	SPK1N	6	音频差分输出1负端
AIN/AOUT2	MICP	3	音频差分输入正端
	MICN	4	音频差分输入负端
	SPK2P	2	音频单端输出2正端
	AGND	1	建议单独用于音频模拟地。不要将PCB板上的其他数字地与其相连，这样会引入TDD噪声。

两路模拟音频特征描述如下：

- 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 和 AOUT2 通道都可以用于听筒或者扬声器（需外置音频功放）输出。AOUT1 通常用于听筒，而 AOUT2 通常用于耳机。AOUT1 是差分输出，AOUT2 是单端输出。SPK2P 和 AGND 可以构成一个伪差分输出的结构。AOUT1 和 AOUT2 通道都支持输出语音及铃声等功能。
- 可以通过命令 **AT+QAUDCH** 来选择音频通道。
- 可以通过命令 **AT+QMIC** 来调节麦克风的输入增益。
- 可以通过命令 **AT+CLVL** 来调节输出到听筒或扬声器的音频增益。
- 可以通过命令 **AT+QECHO** 来设置回音消除功能的参数。
- 可以通过命令 **AT+QSIDET** 来设置侧音增益。

3.6.1. 防止 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。同时10pF的电容器用以滤除工作在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，减少辐射干扰，电源走线和音频走线不能平行，电源线尽量远离音频线。

差分音频走线必须遵循差分信号的布线规则。

3.6.2. 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：

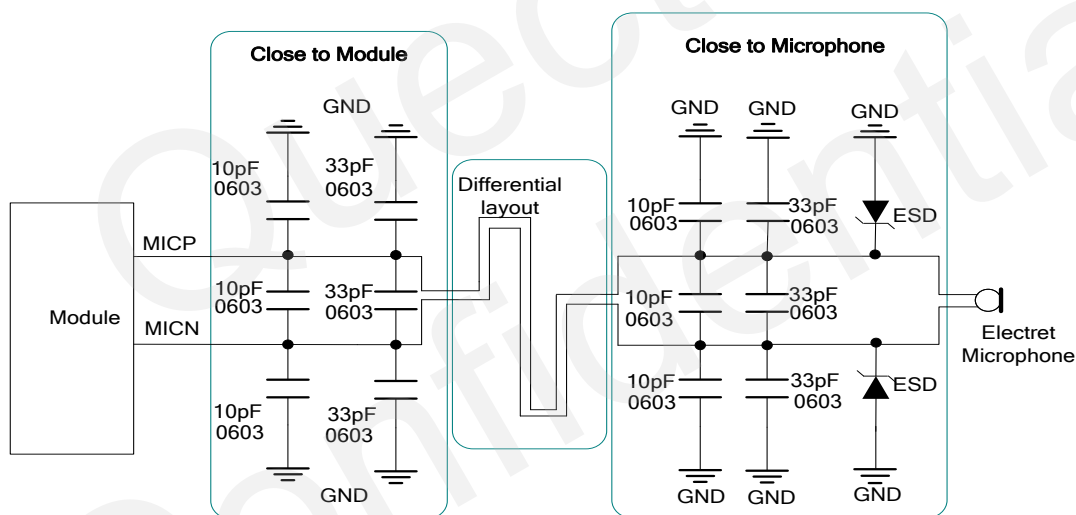


图 22: AIN 麦克风通道参考电路

备注

由于 MIC 通道对 ESD 较为敏感，建议不要省略 MIC 通道的 ESD 防护器件。

3.6.3. 听筒接口电路

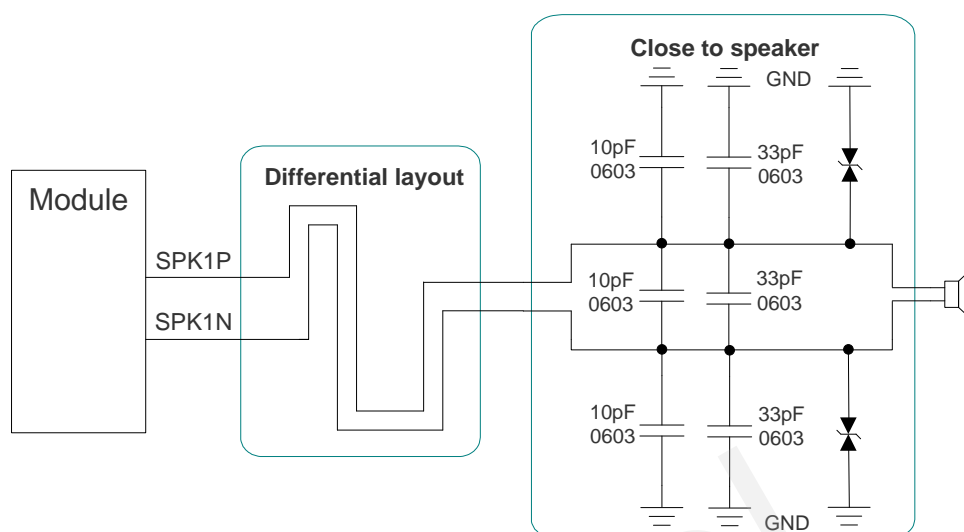


图 23: AOUT1 听筒输出参考电路

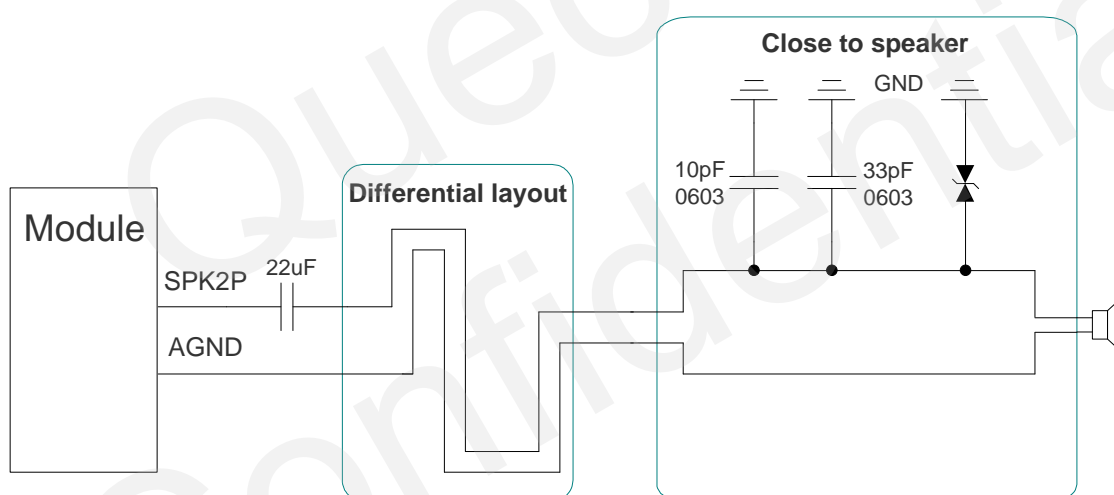


图 24: AOUT2 听筒输出参考电路

3.6.4. 扬声器接口电路

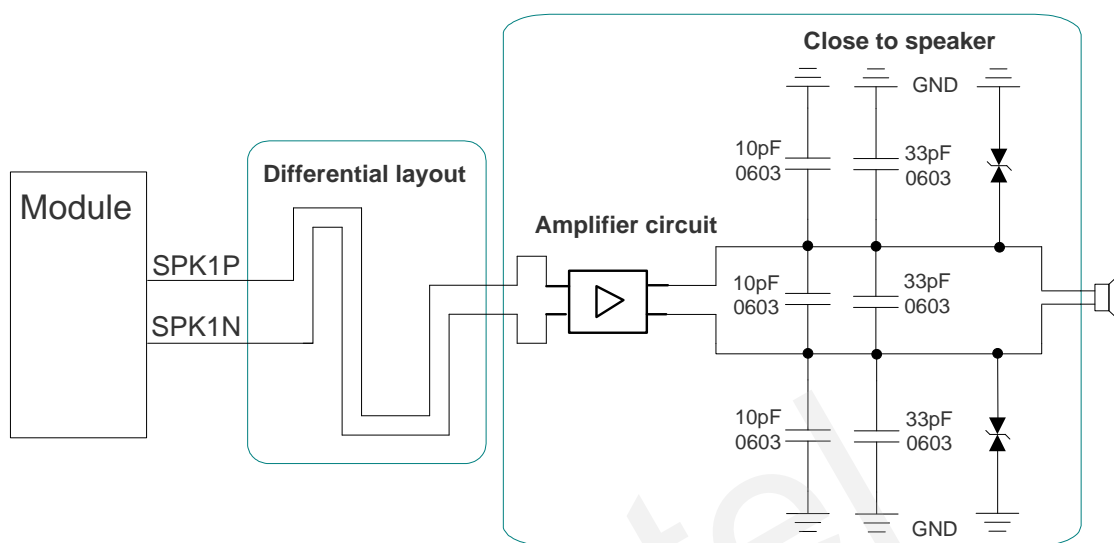


图 25: AOUT1 带音频功放输出参考电路

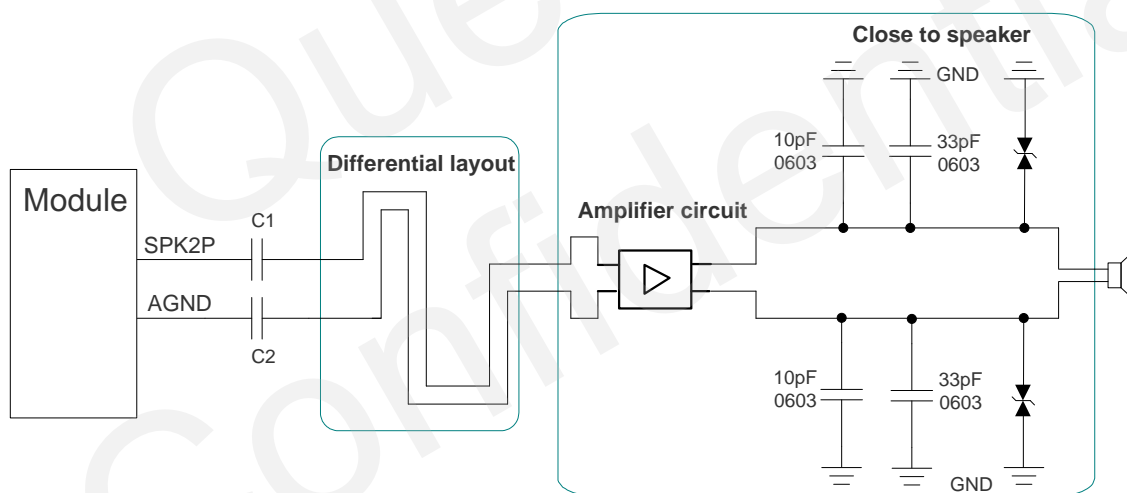


图 26: AOUT2 带音频功放输出参考电路

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。

备注

C1 和 C2 的容值取决于音频功放的输入阻抗。

3.6.5. 耳机接口电路

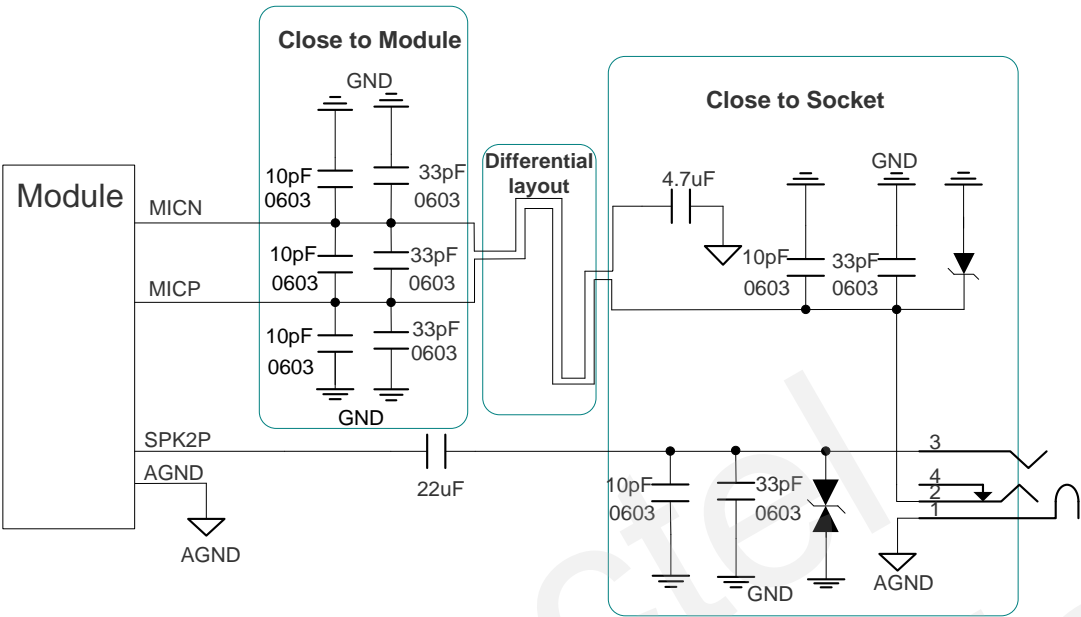


图 27：耳机接口参考电路

3.6.6. 音频电气特性

表 10：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		KΩ

表 11：音频接口典型特性参数

参数	最小	典型	最大	单位
常用音频 输出接口 (SPK1)	单端输出	负载	32	Ω
		参考电平	0	Vpp
	差分输出	负载	32	Ω

		参考电平	0	4.8	Vpp
辅助音频 输出接口 (SPK2)	单端输出	负载	32		Ω
		参考电平	0	2.4	Vpp

3.7. SIM 卡接口

SIM 卡接口支持 GSM Phase1 规范的功能，同时也支持 GSM Phase 2+规范的功能和 FAST 64kbps SIM 卡（用于 SIM 应用工具包）。

SIM 卡通过模块内部的电源供电，支持 1.8V 和 3.0V 供电。

表 12: SIM 卡接口管脚定义

名称	管脚	作用	复用功能 ¹⁾
SIM_VDD	14	SIM 卡供电电源。自动侦测 SIM 卡工作电压。精度 $3.0V \pm 5\%$ 和 $1.8V \pm 5\%$ 。最大供电电流 10mA。	
SIM_DATA	11	SIM 卡数据 IO 脚	
SIM_CLK	13	SIM 卡时钟脚	
SIM_GND	10	SIM 卡专用地	
SIM_PRESENCE	19	SIM 卡插入检测脚	DTR
SIM_RST	12	SIM 卡 RESET 脚	

备注

¹⁾如果几个外设管脚共用一个 IO 脚，为了避免相互冲突，一次仅仅一个外设管脚能被使能。

下图是 SIM 接口的参考电路，使用 8 -pin 的 SIM 卡座。

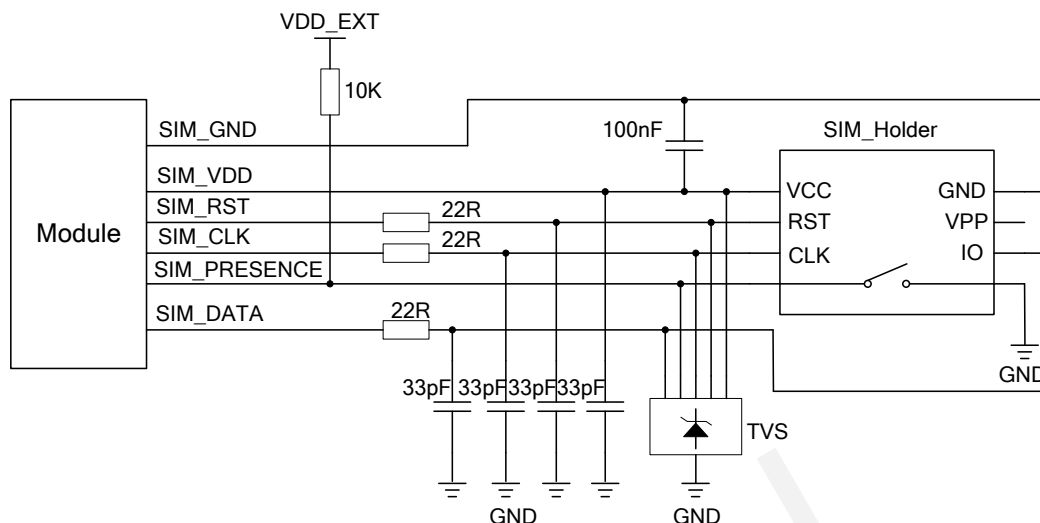


图 28: 8-pin SIM 卡座参考电路图

如不使用 SIM 卡检测功能，将 SIM_PRESENCE 悬空。使用 6-pin SIM 卡座的参考电路图如下图所示：

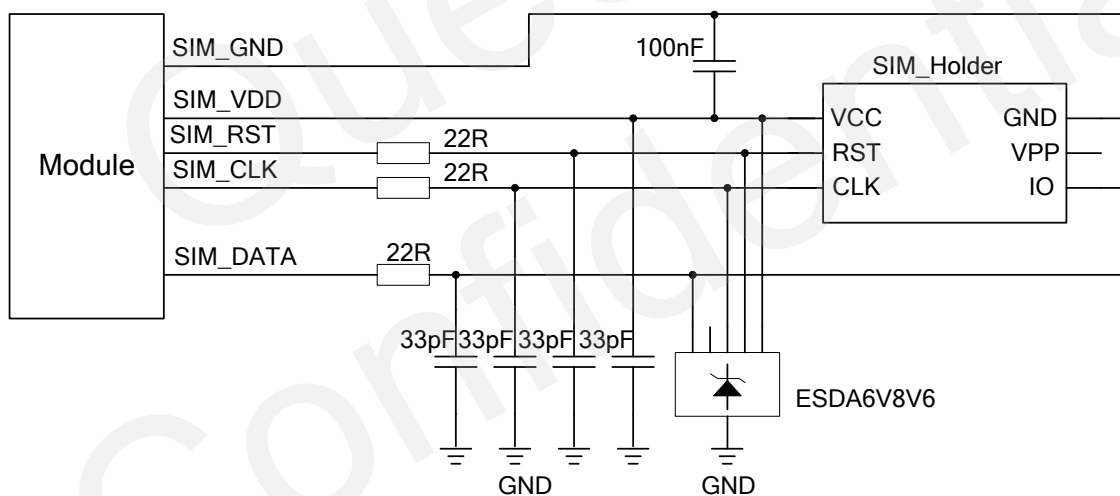


图 29: 6-pin SIM 卡座参考电路图

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

在 SIM 卡接口的电路设计中，为了确保 SIM 卡的良好性能和不被损坏，在电路设计中建议遵循以下设计原则：

- SIM卡座靠近模块摆放，尽量保证SIM卡信号线布线不超过200mm。
- SIM卡信号线布线远离RF线和VBAT电源线。
- SIM卡座的地与模块的SIM_GND布线要短而粗。SIM_VDD与SIM_GND布线保证不小于0.5mm，

且在SIM_VDD与GND之间的旁路电容不超过1uF，并且靠近SIM卡座摆放。

- 为了防止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。此外，SIM_RST信号也需要地保护。
- 为了确保良好的ESD性能，建议SIM卡的引脚增加TVS管。选择的TVS管寄生电容不大于50pF，使用的ESD保护器件可以访问网站：<http://www.onsemi.com>获取更多信息；ESD保护器件尽量靠近SIM卡卡座摆放，SIM卡信号走线应先从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SIM卡之间需要串联22欧姆的电阻用以抑制杂散EMI，增强ESD防护。SIM卡的外围器件应尽量靠近SIM卡座摆放。
- 在SIM_DATA，SIM_VDD，SIM_CLK和SIM_RST 线上并联33pF电容用于滤除的射频干扰。

3.8. PCM 接口

M26-OpenCPU支持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）及接收数据（PCM_IN）和发送数据（PCM_OUT）组成。

PCM脉冲调制就是把一个时间连续，取值连续的模拟信号变换成时间离散，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 13: PCM 接口管脚描述

管脚名	管脚号	I/O	描述	备注
PCM_OUT	33	DO	PCM 数据输出	2.8V 电源域
PCM_IN	32	DI	PCM 数据输入	2.8V 电源域
PCM_CLK	30	DO	PCM 时钟	2.8V 电源域
PCM_SYNC	31	DO	PCM 数据同步信号	2.8V 电源域

备注

如果 PCM 接口没有被用，他们能被配置作为 GPIO 口用。作为 GPIO 用，请参考 3.13 章节。

3.8.1. 参数配置

通过软件配置，M26-OpenCPU支持线性13位的语音编码方式，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，模块PCM同步信号支持长帧和短帧，首位为MSB。具体支持PCM参数如下列表所示：

表 14: PCM 参数配置

PCM	
语音压缩方式	线性
数据长度	线性: 13 位
语音采样率	8KHz
PCM 时钟和同步源	模块做 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 数据信号格式	MSB 为首位
Sign Extension	支持
Zero Padding	支持

3.8.2. PCM 时序

M26-OpenCPU模块支持长帧格式和短帧格式

M26-OpenCPU模块支持Sign Extension模式和Zero Padding模式

因模块的采样频率为8KHz，时钟信号的频率为256KHz，所以每个帧的长度为32位，但只有高16位是有效位，其余16bit是无效位。其中高16bit分为如下两种模式：

- Sign Extension模式：高3个bit是符号扩展位，其余13bit是数据位
- Zero Padding模式：高13个bit是有效数据位，剩下3bit是Zero Padding位

Zero Padding模式下可通过AT+QPCMVOL命令去修改PCM上行和下行的音量，要了解更多，请参考3.8.4章节。

详细的时序图参考如下：

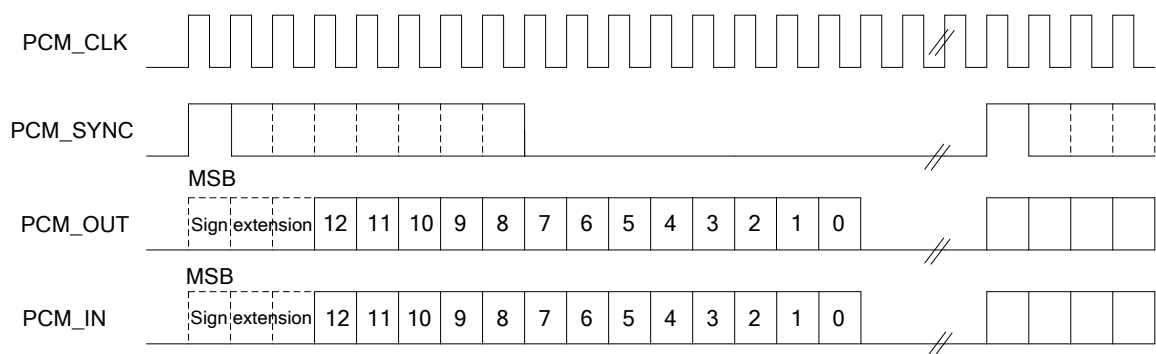


图 30：长帧格式&Sign Extension 时序图

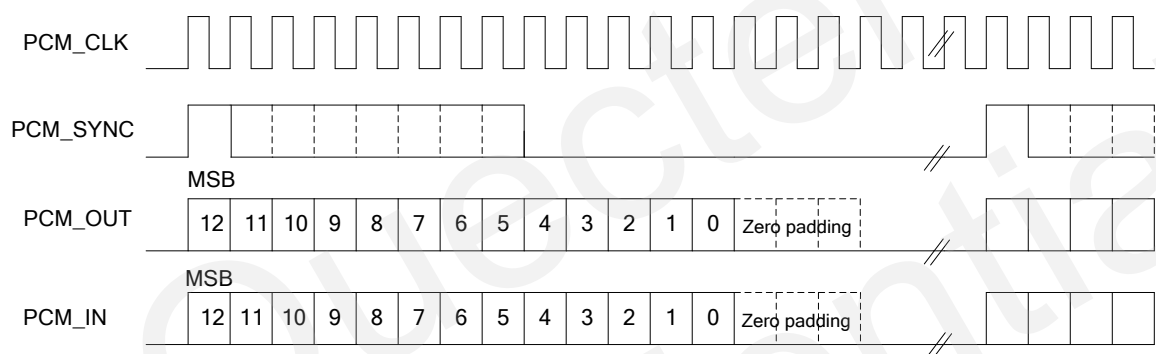


图 31：长帧格式&Zero Padding 时序图

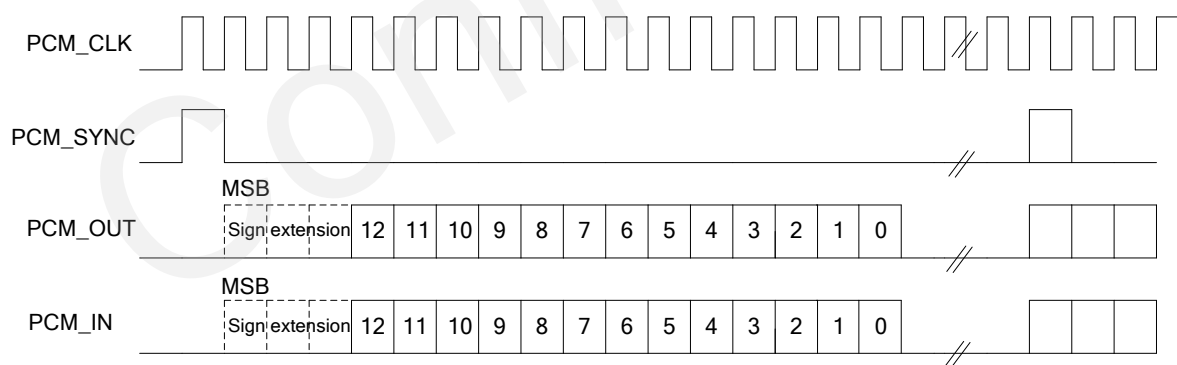


图 32：短帧格式&Sign Extension 时序图

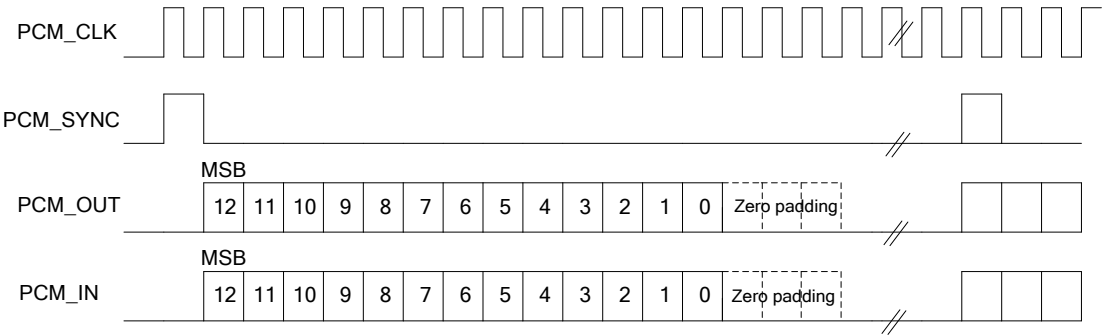


图 33: 短帧格式&Zero Padding 时序图

3.8.3. PCM 应用

由于M26-OpenCPU只能做PCM主设备，所以模块为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：

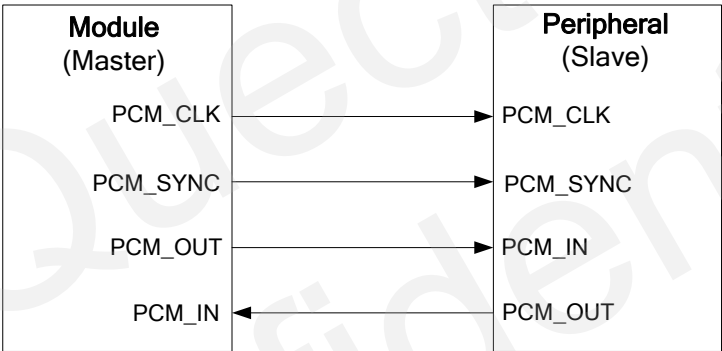


图 34: PCM 参考设计

3.8.4. AT 指令

使用 **AT+QPCMON** 可以配置 PCM 参数。

AT 命令格式：**AT+QPCMON= mode,Sync_Type,Sync_Length,SignExtension,MSBFirst**

表 15: AT+QPCMON 命令配置参数

参数	取值范围	描述
Mode	0~2	0: 关闭PCM
		1: 打开PCM
		2: 只有在通话时才打开 PCM 通道

Sync_Type	0~1	0: 短帧 1: 长帧
Sync_Length	1~8	可通过软件配置，最高支持 8 位
Sign Extension	0~1	0: zero Padding 模式 1: Sign Extension 模式
MSBFirst	0~1	0: MSB首位 1: 不支持

使用 **AT+QPCMVOL** 可以调节 PCM 上下行音量大小。

AT 命令格式: **AT+QPCMVOL=vol_pcm_in,vol_pcm_out**

表 16: AT+QPCVOL 命令配置参数

参数	取值范围	描述
vol_pcm_in	0~32767	设置上行音量
vol_pcm_out	0~32767	设置下行音量 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。

3.9. SPI 和 I2C 接口

M26-OpenCPU 模块支持 SPI 和 I2C 接口。

3.9.1. SPI 接口

SPI 接口是通过 PCM 接口复用的。SPI 接口仅支持主模式。它通过同步双工串行和外设之间进行通信。它的工作电压是 2.8V，时钟速率最大支持 10MHZ。SPI 接口的主要特征显示如下。

- 支持主模式
- 时钟速度可调
- 时钟相位和极性可编程

SPI 接口的逻辑电平如下表所示。

表 17: SPI 接口逻辑电平

参数	最小值	最大值	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 18: SPI 接口管脚描述

管脚名	管脚号	I/O	描述	复用管脚 ¹⁾
SPI_MOSI	33	DO	主输出, 从输入	PCM_OUT
SPI_CLK	32	DO	时钟信号	PCM_IN
SPI_MISO	31	DI	主输入, 从输出	PCM_SYNC
SPI_CS	30	DO	片选信号	PCM_CLK

备注

¹⁾如果几个外设管脚共用一个 IO 脚, 为了避免相互冲突, 一次仅仅一个外设管脚能被使能。

M26-OpenCPU SPI 必须配置为主模式。文件系统的 API 函数能用于读或写 SPI 接口。关于 SPI 软件设计的细节信息, 请参考文档 [13]。

3.9.2. I2C 接口

I2C 接口通过 RI 和 DCD 管脚复用。I2C 是两线制串行接口。两个信号是 SCL 和 SDA。I2C 接口的主要特征显示如下:

- 支持主模式
- 对于 LS/FS 操作模式时钟速度可调
- 支持 7 位地址
- 支持高速模式

表 19: I2C 接口逻辑电平

参数	最小值	最大值	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 20: I2C 接口管脚描述

管脚名	管脚号	I/O	描述	复用管脚 ¹⁾	备注
I2C_SCL	20	DO	串行时钟信号	RI	需要外部上拉电阻
I2C_SDA	21	IO	串行数据	DCD	

备注

¹⁾如果几个外设管脚共用一个 IO 脚，为了避免相互冲突，一次仅仅一个外设管脚能被使能。

文件系统的 API 函数能用于读或写 I2C 接口。关于 I2C 接口软件设计的细节信息，请参考文档 [13]。

3.10. ADC 数模转换

M26-OpenCPU 提供一路外部 ADC 接口，使用 AT 命令 **AT+QADC** 来读取 ADC0 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。建议客户优先选择 ADC0 通道。要了解更多该软件信息，请参考文档 [13]。

引脚定义如下表所示。

表 21: ADC 引脚定义

名称	引脚	作用
ADC0	9	模数转换器接口
AVDD	8	ADC接口的参考电源(2.8V)

表 22: 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

备注

如果 ADC 输入通道的电压大于 2.8V，通过 API 函数 `QI_ADC_Sampling()` 读到的 ADC 值也是 2.8V。因此需要通过分压保证 ADC 输入通道的电压在 2.8V 范围之内。

3.11. 外部中断

模块提供 1 路外部中断，支持电平触发。外部中断为复用功能，当管脚默认功能不使用时，可以配置为外部中断。

表 23: 外部中断列表

名称	引脚	触发类型
DTR	19	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 [13]。

备注

如果外部中断没有被用，它会被配置作为 GPIO 口用。作为 GPIO 用，请参考 3.13 章节。

3.12. PWM

M26-OpenCPU 模块支持一路 PWM 信号输出，对应模块的 NETLIGHT 管脚。NETLIGHT 信号默认用来指示网络的状态，也可以调用 API 函数对其进行设置。该管脚工作状态如下表所示。

表 24: NETLIGHT 的工作状态

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

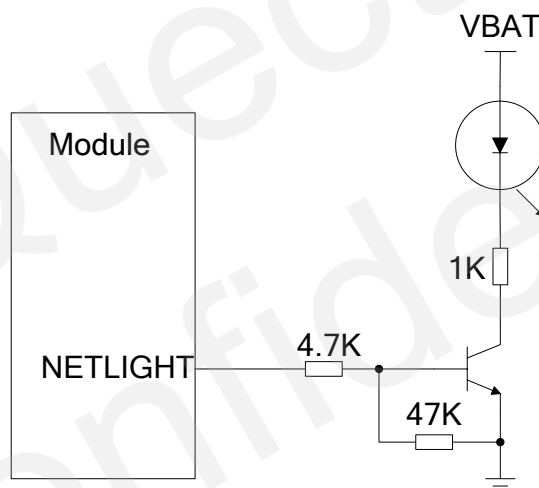


图 35: NETLIGHT 参考电路

此外，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 [13]。

3.13. GPIO

模块提供了12个GPIO。为了减少引脚数，模块的GPIO 与其它功能是共用管脚的，当这些管脚默认功能不使用时，可以配置为GPIO。通过 **QI_GPIO_Init**，**QI_GPIO_SetLevel**，**QI_GPIO_SetDirection**，**QI_GPIO_SetPullSelection**等API函数对GPIO进行操作。关于GPIO的软件设计，请参考文档 [13]。

表 25: GPIO 列表

管脚号	管脚名称	模式	Reset		驱动能力
			I/O	PU/PD	
16	NETLIGHT	Mode 2	I	PD	4mA
19	DTR	Mode 2	I	PD	4mA
20	RI	Mode 2	I	PD	4mA
21	DCD	Mode 2	I	PD	4mA
22	CTS	Mode 2	I	PU	4mA
23	RTS	Mode 2	I	PU	4mA
28	RXD_AUX	Mode 2	I	PD	4mA
29	TXD_AUX	Mode 2	I	PD	4mA
30	PCM_CLK	Mode 2	HO	-	4mA
31	PCM_SYNC	Mode 2	I	PD	4mA
32	PCM_IN	Mode 2	I	PU	4mA
33	PCM_OUT	Mode 2	I	PD	4mA

如果配置 GPIO 作为输入或输出口，当模块连接到其它外接设备时请注意电平匹配。3.3V 电平情况下的电平匹配电路参考设计如下。

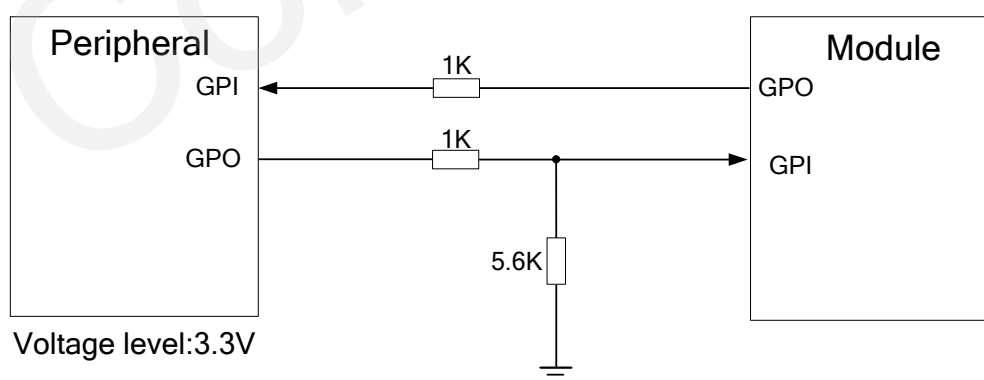


图 36: 3.3V 系统的 GPIO 电平匹配

备注

如果数字 IO 口在模块和外设之间电平不匹配，将引起一些不好的结果。因此强烈建议当模块 IO 口和外设之间连接时添加电平匹配电路。关于数字 IO 的应用要进一步了解信息，请参考文档 [14]。

3.14. RF 发射信号指示

模块提供一个引脚RFTXMON，当GSM发射信号时输出高电平，GSM发射信号结束时输出低电平。

表 26: RFTXMON 引脚定义

名称	引脚	作用
RFTXMON	25	发射信号指示

关于这个功能有两种模式。如下：

- **GSM 发射 burst 指示**

RFTXMON在GSM发射burst之前220us输出一个高电平，用作模块射频发射指示。

通过 AT 命令 **AT+QCFG="RFTXburst", 1** 能打开这个功能。

此时，RFTXMON 信号指示图如下所示。

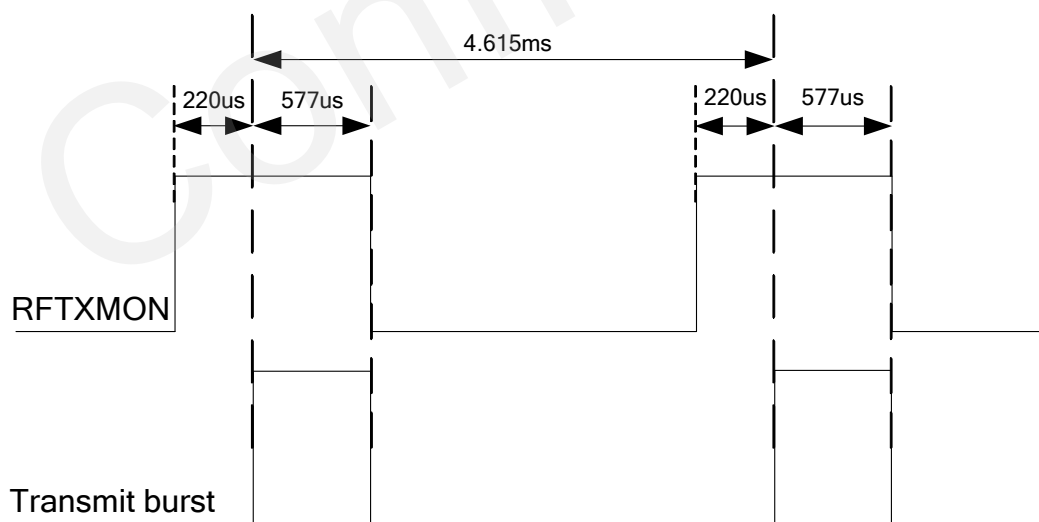


图 37: 发射 burst 时 RFTXMON 指示时序图

- 通话指示

RFTXMON 在通话建立时输出高电平，通话挂断之后输出低电平。

通过 AT 命令 **AT+QCFG="RFTXburst", 2** 能打开这个功能。

此时，RFTXMON 信号指示图如下所示。

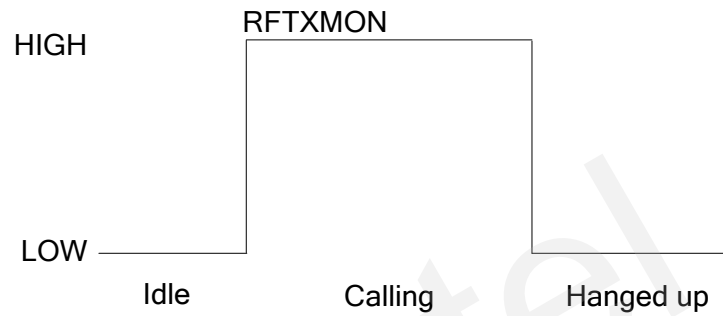


图 38: 通话时 RFTXMON 指示时序图

4 天线接口

M26-OpenCPU 包含两个天线接口，GSM 天线和 BT 天线接口。管脚 35 是 GSM 天线输入端，管脚 26 是 BT 天线输入端。GSM 和 BT 接口是具有 50Ω 特性阻抗的接口。

4.1. GSM 天线接口

模块提供了 GSM 天线接口引脚 RF_ANT。

表 27: GSM 天线管脚定义

名称	管脚	作用
GND	34	地
RF_ANT	35	GSM 天线接口
GND	36	地
GND	37	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。其中 C1，C2 缺省不贴，只贴 0 欧姆 R1 电阻。

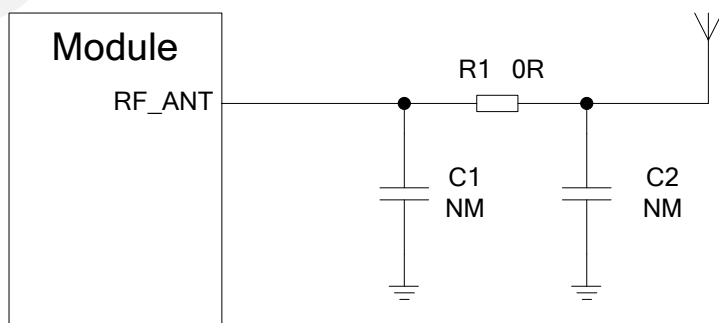


图 39: 射频参考电路

M26-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的特性阻抗要控制在50欧姆左右，且走线尽可能短。为了获得更好的射频性能，RF接口两侧各有两个接地焊盘。

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 28：线损要求

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

表 29：天线要求

项目	要求
频段	2G 频段：GSM850&EGSM900&DCS1800&PCS1900
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

4.1.2. RF 输出功率

表 30：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 网络 4 时隙发送模式下，最大输出功率减小 2.5dB。该设计符合 3GPP TS 51.010-1 中 13.16 节所述的 GSM 规范。

4.1.3. RF 接收灵敏度

表 31: RF 传导灵敏度

频率	接收灵敏度
GSM850	< -109dBm
EGSM900	< -109dBm
DCS1800	< -109dBm
PCS1900	< -109dBm

4.1.4. 工作频率

表 32: 模块工作频率

频率	接收频率	发射频率	ARFCH
GSM850	869~894MHz	824~849MHz	128~251
EGSM900	925~960MHz	880~915MHz	0~124, 975~1023
DCS1800	1805~1880MHz	1710~1785MHz	512~885
PCS1900	1930~1990MHz	1850~1910MHz	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，以避免因焊接不良引起线损增大。

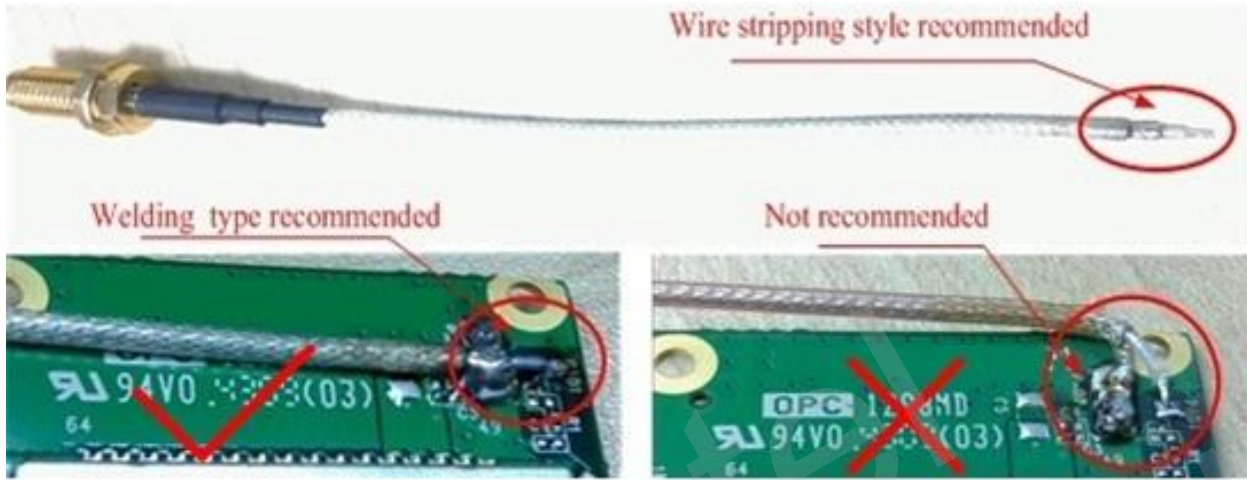


图 40：天线连接器焊接形式

4.2. 蓝牙天线接口

M26-OpenCPU 提供蓝牙天线接口。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。

M26-OpenCPU 支持的蓝牙版本为 BT3.0，支持的 Profile 有：SPP，OPP，HFP (HF 部分)。

模块提供蓝牙天线焊盘为 BT_ANT。

表 33：蓝牙天线管脚定义

名称	管脚	作用
BT_ANT	26	蓝牙天线接口
GND	27	地

对于蓝牙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。其中 C1，C2 缺省不贴，只贴 0 欧姆 R1 电阻。

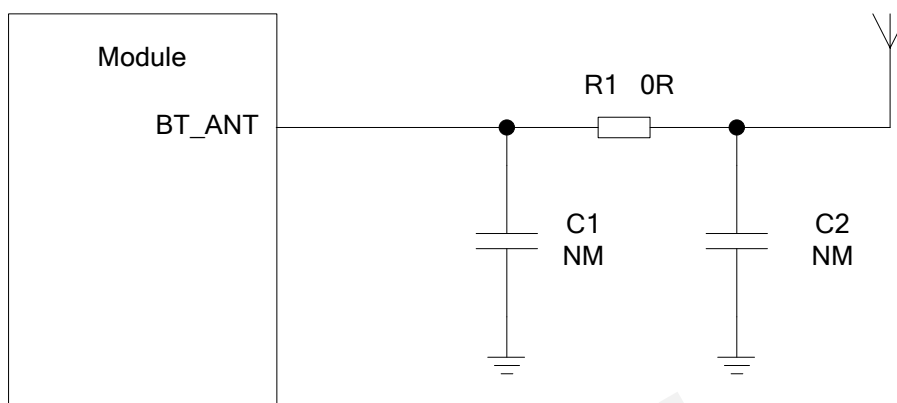


图 41：蓝牙参考电路

在元件摆放及射频走线时需要注意：

- 模块 BT_ANT 脚至天线的射频走线必须进行 50Ω 阻抗控制。
- 模块 BT_ANT 脚至天线的射频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，可靠性

5.1. 绝对最大值

下表所示是模块数字、模拟管脚的电源供电电压电流最大耐受值。

表 34：绝对最大值

参数	最小	最大	单位
VBAT	-0.3	4.73	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
数字管脚处电压	-0.3	3.08	V
模拟管脚处电压	-0.3	3.08	V
关机模式下数字/模拟管脚处电压	-0.25	0.25	V

5.2. 工作温度

下表所示为模块工作温度。

表 35：工作温度

参数	最小	典型	最大	单位
正常工作温度	-35	25	+80	℃
受限温度 ¹⁾	-40 ~ -35		+80 ~+85	℃
存储温度	-45		+90	℃

备注

¹⁾当模块工作在此温度范围时，工作性能可能会偏离 GSM 规范，例如频率误差或者相位误差会增大，但是不会掉线。

5.3. 电源额定值

表 36：模块电源额定值

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	EGSM900 最大发射功率 等级时			400	mV
I _{VBAT}	平均供电 电流	关机模式		150		uA
		睡眠模式 @DRX=5		1.3		mA
		最小功能模式				
		AT+CFUN=0 空闲模式		13		mA
		睡眠模式		0.98		mA
		AT+CFUN=4 空闲模式		13		mA
		睡眠模式		1.0		mA
		通话模式				
		GSM850/EGSM900 ¹⁾		223/219		mA
		DCS1800/PCS1900 ²⁾		153/151		mA
		数传模式，GPRS (3 收，2 发)				
		GSM850/EGSM900 ¹⁾		363/393		mA
		DCS1800/PCS1900 ²⁾		268/257		mA
		数传模式，GPRS (2 收，3 发)				
		GSM850/EGSM900 ¹⁾		506/546		mA
		DCS1800/PCS1900 ²⁾		366/349		mA
	峰值电流(每个 发射时隙下)	数传模式，GPRS (4 收，1 发)				
		GSM850/EGSM900 ¹⁾		217/234		mA
		DCS1800/PCS1900 ²⁾		172/170		mA
		数传模式，GPRS (1 收，4 发)				
		GSM850/EGSM900 ¹⁾		458/485 ³⁾		mA
		DCS1800/PCS1900 ²⁾		462/439		mA
		EGSM900 下最大功率等级时	1.6		2	A

备注

1. ¹⁾功率等级 5
2. ²⁾功率等级 0
3. ³⁾在 GSM 900 频段下的 4 发 1 收功率有下降，故其耗流比 3 发 2 收要小。

5.4. 耗流

耗流值如下表所示。

表 37：模块耗流

条件	耗流
音频通话	
GSM850	@ 功率等级5, <300mA, 典型值223mA @ 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219mA @ 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
DCS1900	@ 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) CLASS12	
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393mA @ 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268mA @ 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) CLASS12

GSM850	@功率等级5，<600mA，典型值506mA @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546mA @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366mA @功率等级7，典型值131mA @功率等级15，典型值93mA
PCS1900	@功率等级0，<490mA，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) CLASS12

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233mA @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) CLASS12

GSM850	@功率等级5，<660mA，典型值457mA @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484mA @功率等级12，典型值187mA @功率等级19，典型值109mA
DCS1800	@功率等级0，<530mA，典型值461mA @功率等级7，典型值149mA @功率等级15，典型值97mA
PCS1900	@功率等级0，<530mA，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。模块可以通过**AT+QGPCLASS**设置GPRS从CLASS1到CLASS12。设置较低的CLASS等级，模块的电源供电电流会降低要求。

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，通过各种途径放电给模块，可能会对模块造成一定的损坏，所以ESD保护必须要重视，不管是在研发、生产组装、测试等过程，尤其在产品设计中，都应采取防ESD保护措施。如电路设计在接口处或易受ESD点增加ESD保护，生产中佩戴防静电手套等。

下表为模块重点PIN脚的ESD耐受电压情况。

表 38：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, BT_ANT	±5KV	±10KV
TXD, 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

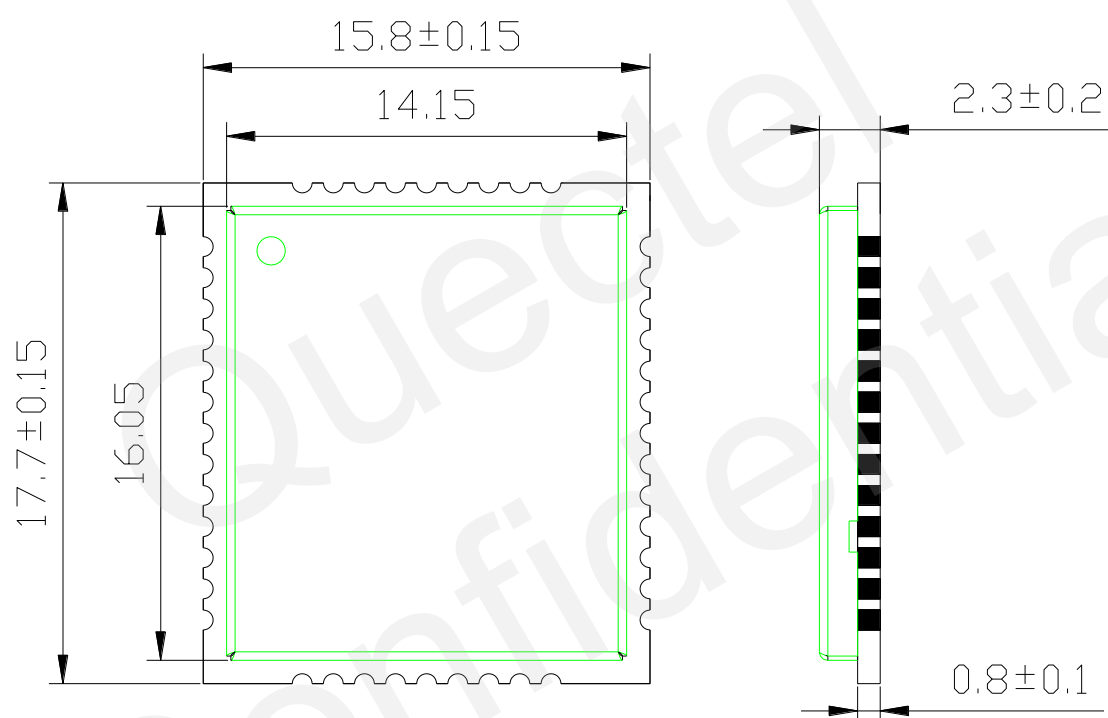


图 42: M26-OpenCPU 俯视尺寸图 (单位: 毫米)

6.2. 推荐封装

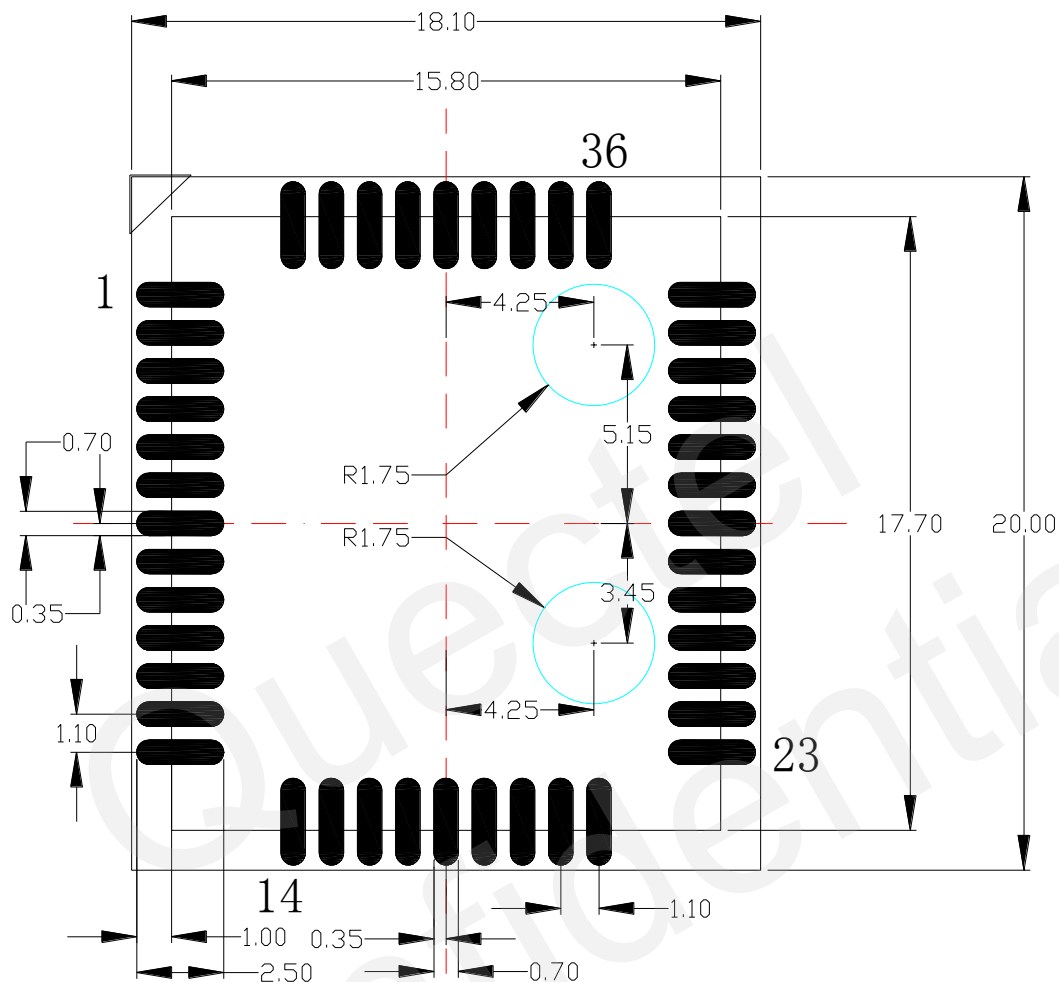


图 44：推荐封装（单位：毫米）

备注

1. 保证 PCB 板上模块和其他元器件之间距离至少 3mm。
2. 上图两个半径 1.75mm 的圆形为对应模块的 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



图 45: 模块俯视图

6.4. 模块底视图

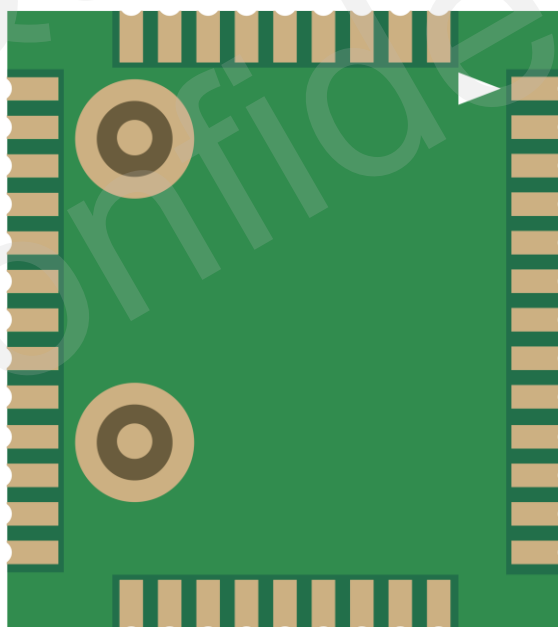


图 46: 模块底视图

7 存储和生产

7.1. 存储

M26-OpenCPU以真空密封袋的形式出货。模块的存储需遵循如下条件：

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。

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。
- 空气湿度小于10%。

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%。

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，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，M26-OpenCPU 模块焊盘部分对应的钢网厚度应为 0.2mm。

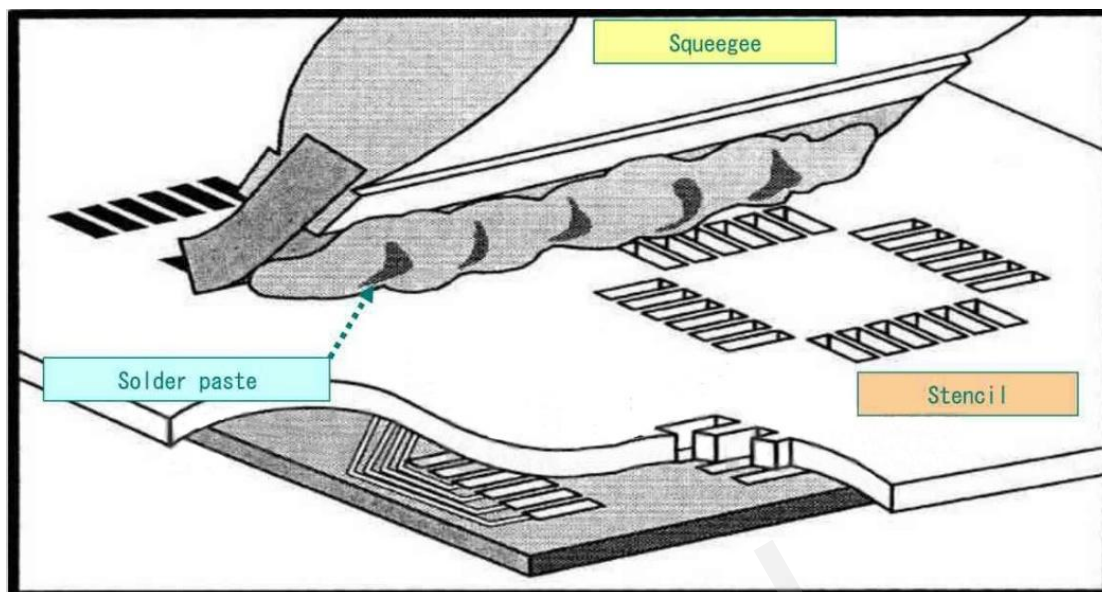


图 47: 印膏图

为避免模块反复受热损伤，建议客户PCB板第一面完成回流焊后再贴移远模块。推荐的炉温曲线图如下图所示：

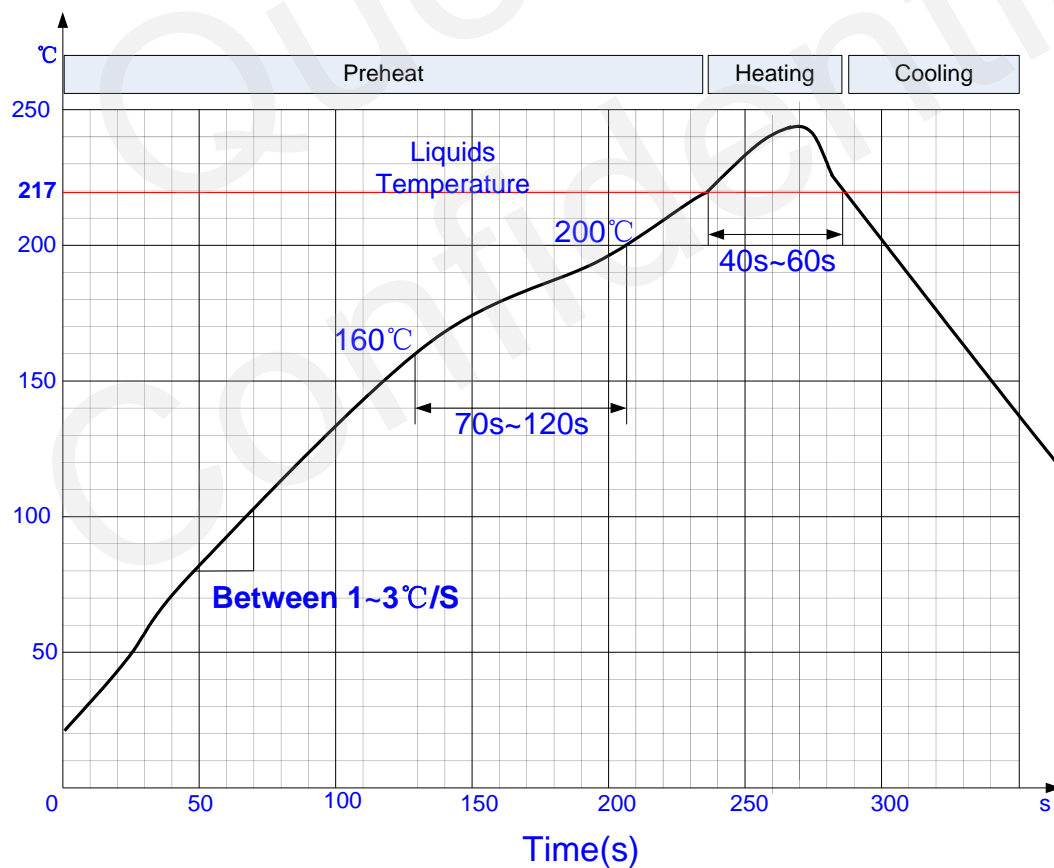


图 48: 炉温曲线

7.3. 包装

M26-OpenCPU 模块用卷带包装，并用真空密封袋将其封装。

每个卷带包含 250 个 M26-OpenCPU 模块，卷带直径 330 毫米，具体规格如下：

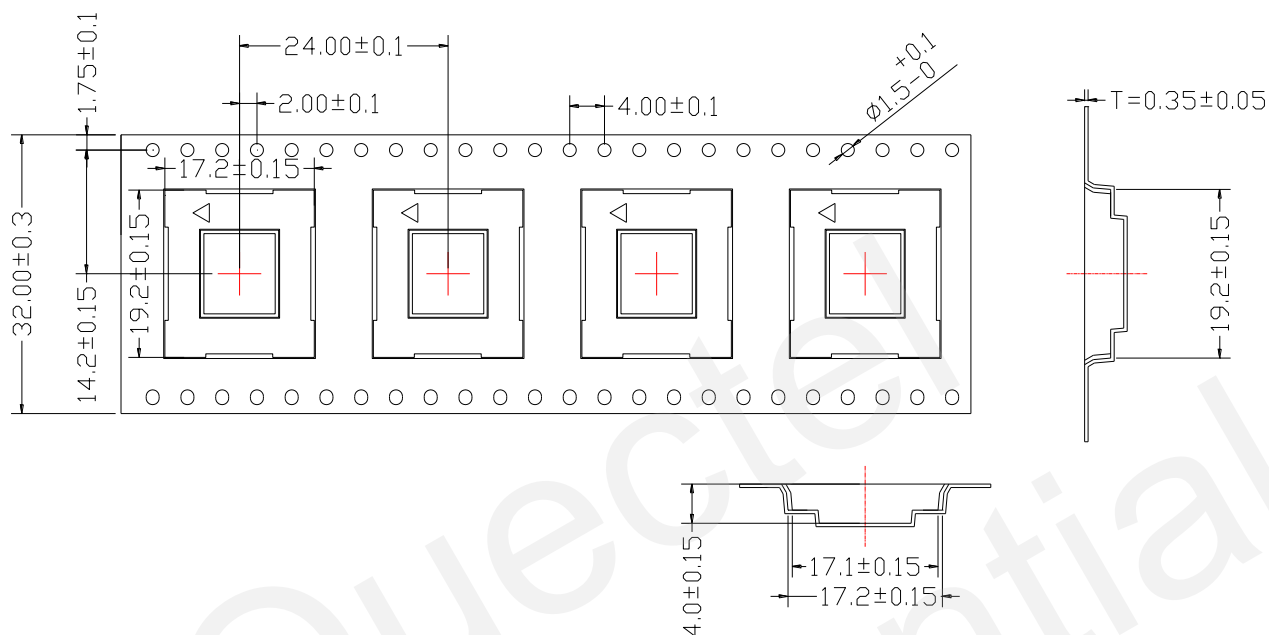


图 49：载带尺寸（单位：毫米）

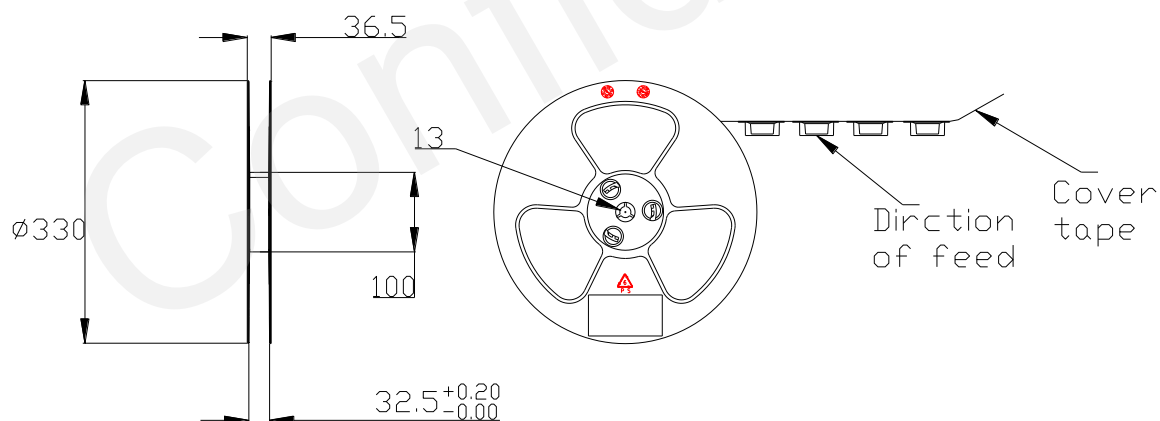


图 50：卷盘尺寸（单位：毫米）

8 附录 A 参考文档及术语缩写

表 39: 参考文档

序号	文档名称	备注
[1]	Quectel_M26_AT 命令手册	M26 AT 命令手册
[2]	GSM_UART_Application_Note	UART port application notes
[3]	GSM_EVB_UGD	GSM EVB 用户指导手册
[4]	ITU-T Draft new recommendation V.25ter	Serial asynchronous automatic dialing and control
[5]	GSM 07.07	Digital cellular telecommunications (Phase 2+); AT command set for GSM Mobile Equipment (ME)
[6]	GSM 07.10	Support GSM 07.10 multiplexing protocol
[7]	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)
[8]	GSM 11.14	Digital cellular telecommunications (Phase 2+); Specification of the SIM Application Toolkit for the Subscriber Identity module – Mobile Equipment (SIM – ME) interface
[9]	GSM 11.11	Digital cellular telecommunications (Phase 2+); Specification of the Subscriber Identity module – Mobile Equipment (SIM – ME) interface
[10]	GSM 03.38	Digital cellular telecommunications (Phase 2+); Alphabets and language-specific information
[11]	GSM 11.10	Digital cellular telecommunications (Phase 2); Mobile Station (MS) conformance specification; Part 1: Conformance specification
[12]	Module_Secondary_SMT_User_Guide	Module secondary SMT user guide
[13]	OpenCPU_User_Guide	Software design reference for OpenCPU

[14] Quectel_GSM 模块_数字 IO 设计应用指导 GSM 模块数字 IO 应用指导

表 40: 术语缩写

缩写	描述
ADC	Analog-to-Digital Converter
AMR	Adaptive Multi-Rate
ARP	Antenna Reference Point
ASIC	Application Specific Integrated Circuit
BER	Bit Error Rate
BOM	Bill of Material
BT	Bluetooth
BTS	Base Transceiver Station
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol
CS	Coding Scheme
CSD	Circuit Switched Data
CTS	Clear to Send
DAC	Digital-to-Analog Converter
DRX	Discontinuous Reception
DSP	Digital Signal Processor
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	Enhanced GSM

EMC	Electromagnetic Compatibility
ESD	Electrostatic Discharge
ETS	European Telecommunication Standard
FCC	Federal Communications Commission (U.S.)
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FR	Full Rate
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
G.W	Gross Weight
HR	Half Rate
I/O	Input/Output
IC	Integrated Circuit
IMEI	International Mobile Equipment Identity
I _o max	Maximum Output Load Current
kbps	Kilo Bits Per Second
LED	Light Emitting Diode
Li-Ion	Lithium-Ion
MO	Mobile Originated
MOQ	Minimum Order Quantity
MP	Manufacture Product
MS	Mobile Station (GSM engine)
MT	Mobile Terminated
N.W	Net Weight
PAP	Password Authentication Protocol

PBCCH	Packet Switched Broadcast Control Channel
PCB	Printed Circuit Board
PDU	Protocol Data Unit
PPP	Point-to-Point Protocol
RF	Radio Frequency
RMS	Root Mean Square (value)
RTC	Real Time Clock
RX	Receive Direction
SIM	Subscriber Identification Module
SMS	Short Message Service
TDMA	Time Division Multiple Access
TE	Terminal Equipment
TX	Transmitting Direction
UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter
URC	Unsolicited Result Code
USSD	Unstructured Supplementary Service Data
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
V_{Omax}	Maximum Output Voltage Value
V_{Onorm}	Normal Output Voltage Value
V_{Omin}	Minimum Output Voltage Value
V_{IHmax}	Maximum Input High Level Voltage Value
V_{IHmin}	Minimum Input High Level Voltage Value
V_{ILmax}	Maximum Input Low Level Voltage Value
V_{ILmin}	Minimum Input Low Level Voltage Value
$V_{I\max}$	Absolute Maximum Input Voltage Value

V_{Inorm}	Absolute Normal Input Voltage Value
V_{Imin}	Absolute Minimum Input Voltage Value
V_{OHmax}	Maximum Output High Level Voltage Value
V_{OHmin}	Minimum Output High Level Voltage Value
V_{OLmax}	Maximum Output Low Level Voltage Value
V_{OLmin}	Minimum Output Low Level Voltage Value

Phonebook Abbreviations

LD	SIM Last Dialing phonebook (list of numbers most recently dialed)
MC	Mobile Equipment list of unanswered MT Calls (missed calls)
ON	SIM (or ME) Own Numbers (MSISDNs) list
RC	Mobile Equipment list of Received Calls
SM	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 41：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：

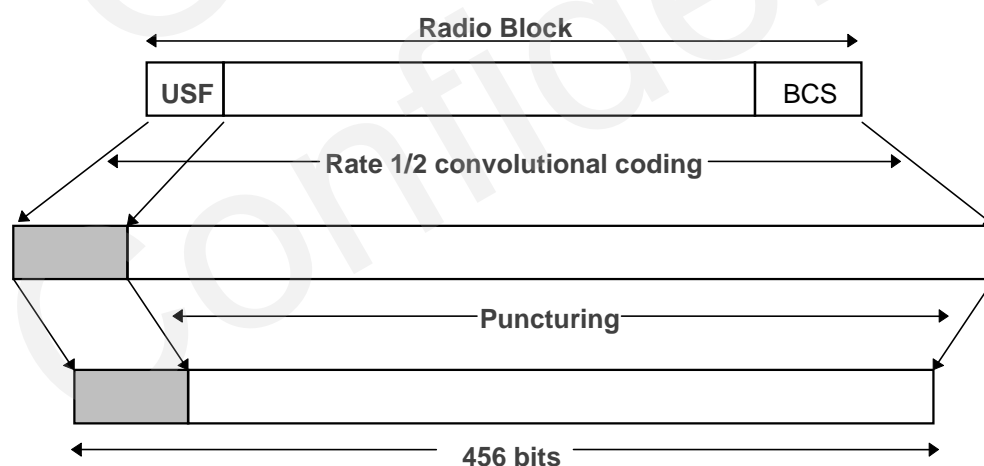


图 51：CS-1，CS-2 和 CS-3 射频协议块结构

下图所示为 CS-4 射频协议块结构：

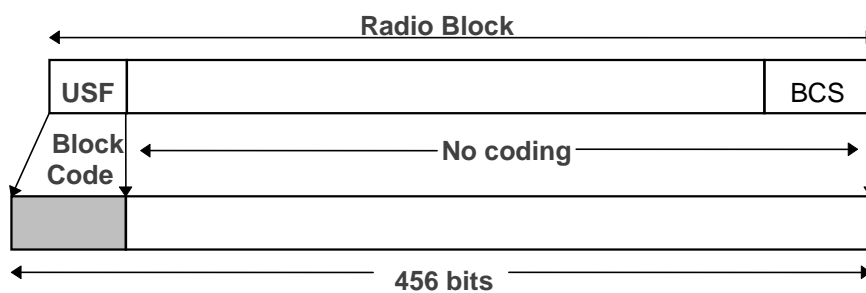


图 52: CS-4 射频协议块结构

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。

M26-OpenCPU 模块支持的不同等级的多时隙分配节选表如下表所示：

表 42：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