

# SARA-N2 系列

## 功率优化的 NB-IoT (LTE Cat NB1) 模块

### 系统集成手册

#### 摘要

本文档介绍了 SARA-N2 系列 NB-IoT 模块的特性和系统集成。

这些模块都是完整的解决方案，经济高效、外形紧凑，为物联网技术提供单频和双频数据传输。



文档信息		
标题	SARA-N2 系列	
副标题	功率优化的 NB-IoT (LTE Cat NB1) 模块	
文档类型	系统集成手册	
文档编号	UBX-17005143	
修订版本和日期	R01	2017 年 6 月 6 日
披露限制	预公开	

产品状态	相应的内容	状态
产品状态	起草	用于功能测试。将在稍后公布修订和补充数据。
功能性样品	目标规格	目标值。将在稍后公布修订和补充数据。
开发中/原型	预告信息	基于早期测试的数据。将在稍后公布修订和补充数据。
工程样品	早期生产信息	来自产品验证的数据。可能在稍后公布修订和补充数据。
初次生产	生产信息	最终产品规格。

本文档适用于以下产品：

产品名称	型号编号	固件版本	PCN 参考	产品状态
SARA-N200	SARA-N200-02B-00		UBX-17016302	原型
SARA-N201	SARA-N201-02B-00		UBX-17015830	原型
SARA-N210	SARA-N210-02B-00		UBX-17016302	原型
SARA-N211	SARA-N211-02B-00		UBX-17016302	原型
SARA-N280	SARA-N280-02B-00		UBX-17016302	原型

u-blox 保留本文档和本文档所含信息的所有权利。本文档所述的产品、名称、标识和设计可能全部或部分受知识产权法的保护。严禁在未经 u-blox 明确许可的情况下复制、使用、修改或向第三方披露本文档或其任何部分。

本文档中包含的信息“按原样”提供，u-blox 对信息的使用不承担任何责任，对于信息的准确性、正确性、可靠性和针对特定目的的适用性，u-blox 未作任何明示或暗示的保证。u-blox 可随时对本文档进行修改。获取最新版本的文档，请访问 [www.u-blox.com](http://www.u-blox.com)。

版权所有©2017，u-blox AG

Microsoft 和 Windows 是 Microsoft 公司在美国和/或其他国家的注册商标或商标。本文档中提及的所有其他注册商标或商标均为其各自所有者的财产。

# 前言

## u-blox 技术文档

作为客户支持的一部分，u-blox 为我们的产品提供了大量的技术文档。除了产品技术规格书，以下手册也可帮助 u-blox 客户进行产品设计和开发。

- **《AT 命令手册》**：本文档描述了 u-blox 蜂窝模块支持的 AT 命令。
- **《系统集成手册》**：本文档从硬件和软件的角度描述了 u-blox 蜂窝模块系统，为在应用设备中集成蜂窝模块提供了硬件设计指南，并提供了有关集成蜂窝模块的应用设备如何设置生产以及进行最终产品测试的信息。

**《应用手册》**：这些文档提供了有关 u-blox 蜂窝模块的具体硬件和/或软件的指导和信息。请参见

- 有关您的蜂窝模块的应用手册列表的相关文档。

## 如何使用本手册

《SARA-N2 系列集成手册》提供了成功设计和配置这些 u-blox 蜂窝模块的必要信息。

本手册采用模块化结构，无需完整阅读。

以下符号用于强调本手册中的重要信息：



食指符号表示有关模块集成和性能的关键信息。



警告符号表示可能会对模块造成不良影响或损坏的操作。

## 问题

如果您对 u-blox 蜂窝模块集成有任何疑问：

- 请仔细阅读本手册。
- 请联系我们首页 <http://www.u-blox.com> 上的信息服务。

## 技术支持

### 万维网

我们的网站（<http://www.u-blox.com>）提供了丰富的信息。可以每天 24 小时访问，查看产品信息和技术文档。

### 电子邮件

如果您遇到了任何技术性问题或在提供的文档中找不到所需的信息，请联系最近的技术支持办事处。为确保尽快处理您的请求，请使用我们服务部门的电子邮件地址，而不是工作人员的电子邮件地址。联系方式列于文档的末尾。

### 联系技术支持时提供的信息

联系技术支持时，请准备好以下信息：

- 模块类型（例如 SARA-N280）和固件版本
- 模块配置
- 清楚地描述您的问题或故障
- 关于应用的简短描述
- 您的完整的联系方式

# 目录

前言3

目录4

<b>1</b>	<b>系统描述</b>	<b>7</b>
1.1	概述	7
1.2	架构	8
1.3	引脚	9
1.4	工作模式	11
1.5	电源接口	13
1.5.1	模块电源输入 (VCC)	13
1.5.2	通用数字接口电源输出 (V_INT)	15
1.6	系统功能接口	16
1.6.1	模块开启	16
1.6.2	模块关闭	17
1.6.3	模块复位	17
1.7	天线接口	18
1.7.1	天线射频接口 (ANT)	18
1.7.2	天线检测接口 (ANT_DET)	18
1.8	SIM 接口	19
1.9	串行接口	19
1.9.1	异步串行接口 (UART)	19
1.9.2	辅助异步串行接口 (辅助 UART)	21
1.9.3	DDC (I <sup>2</sup> C)接口	21
1.10	通用输入/输出 (GPIO)	21
1.11	保留引脚 (RSVD)	21
<b>2</b>	<b>产品设计</b>	<b>22</b>
2.1	概述	22
2.2	电源接口	23
2.2.1	模块电源 (VCC)	23
2.2.2	接口电源 (V_INT)	31
2.3	系统功能接口	32
2.3.1	模块复位 (RESET_N)	32
2.4	天线接口	33
2.4.1	天线射频接口 (ANT)	33
2.4.2	天线检测接口 (ANT_DET)	40
2.5	SIM 接口	43
2.6	串行接口	46

2.6.1	异步串行接口 (UART)	46
2.6.2	辅助异步串行接口 (辅助 UART)	48
2.6.3	DDC (I <sup>2</sup> C) 接口	49
2.7	通用输入/输出 (GPIO)	49
2.8	保留引脚 (RSVD)	49
2.9	模块布局	49
2.10	模块封装和助焊层	50
2.11	SARA-N2 系列模块集成原理图	51
2.12	设计检查清单	52
2.12.1	原理图检查清单	52
2.12.2	布局检查清单	52
2.12.3	天线检查清单	52
<b>3</b>	<b>处理和焊接</b>	<b>53</b>
3.1	包装、运输、储存和水分预处理	53
3.2	处理	53
3.3	焊接	54
3.3.1	锡焊膏	54
3.3.2	回流焊接	54
3.3.3	光学检查	55
3.3.4	清洁	55
3.3.5	重复回流焊接	56
3.3.6	波峰焊接	56
3.3.7	手工焊接	56
3.3.8	返工	56
3.3.9	保形涂料	56
3.3.10	铸件	56
3.3.11	接地金属盖	56
3.3.12	使用超声波工艺	56
<b>4</b>	<b>认证</b>	<b>57</b>
4.1	可靠性测试	57
4.2	批准	57
<b>5</b>	<b>产品测试</b>	<b>58</b>
5.1	u-blox 在线生产测试	58
5.2	OEM 制造商的测试参数	59
<b>附录60</b>		
<b>A</b>	<b>SARA 模块之间的移植</b>	<b>60</b>
<b>A.1</b>	<b>概述</b>	<b>60</b>
<b>A.2</b>	<b>SARA-G3、SARA-U2、SARA-R4 和 SARA-N2 模块引脚比较</b>	<b>62</b>

<b>B 词汇表 .....</b>	<b>67</b>
相关文档 .....	69
修订记录 .....	69
联系信息 .....	70

# 1 系统描述

## 1.1 概述

SARA-N2 系列模块是采用微型 SARA LGA 外形尺寸（26.0 x 16.0 mm，96 引脚）的窄带物联网（NB-IoT）解决方案。这些模块可在-40 至+85°C 的宽工作温度范围内提供物联网数据通信，而且功耗极低。

SARA-N2 系列包括支持 LTE 频带 5、8、20 和 28 中单频通信的 5 种型号，以及设计用于在 LTE 频带 8 和 20 的频率范围内工作的双频型号。

SARA-N2 系列模块非常适用于电池供电、通信频次低、传送数据少的物联网应用。

SARA-N2 系列模块是以下物联网设备的最佳选择：设计用于在信号覆盖弱的范围内运行、能耗低，以实现原装电池的长时间使用。应用实例包括但不限于：智能电网、智能计量、远程信息处理、街道照明、环境监测和控制、安全和资产追踪。

表 1 描述了 SARA-N2 系列模块提供的接口和特性的概述。

模块	区域	频带			定位	接口					特性						等级		
		3GPP Release 基准	3GPP 类别	NB-IoT 频带	通过调制解调器控制 GNSS AssistNow 软件 CellLocate®	UART	USB 2.0	SPI	DDC (I2C)	GPIO	天线控制器	eDRX	省电模式	嵌入式 UDP 堆栈	通过 AT 的固件升级 (FOAT)	空中固件升级 (FOTA)	标准	专业	汽车
SARA-N200	欧洲、亚太地区	13	NB1	8	□	2			□	□	●	●	●	●	●	●			
SARA-N201	亚太	13	NB1	5	□	2			□	□	●	●	●	●	●	●			
SARA-N210	欧洲	13	NB1	20	□	2			□	□	●	●	●	●	●	●			
SARA-N211	欧洲	13	NB1	8,20	□	2			□	□	●	●	●	●	●	●			
SARA-N280	南美、亚太地区	13	NB1	28	□	2			□	□	●	●	●	●	●	●			

● = “02” 及以上产品版本支持

□ = 未来产品版本支持

表 1: SARA-N2 系列特性概述

表 2 列出了 SARA-N2 系列模块的蜂窝无线电接入技术特性。

项目	SARA-N200	SARA-N201	SARA-N210	SARA-N211	SARA-N280
NB-IoT 协议栈	3GPP Release 13	3GPP Release 13	3GPP Release 13	3GPP Release 13	3GPP Release 13
工作频带	频带 8 (900 MHz)	频带 5 (850 MHz)	频带 20 (800 MHz)	频带 8 (900 MHz)、 频带 20 (800 MHz)	频带 28 (700 MHz)
功率等级	3 级 (23 dBm)	3 级 (23 dBm)	3 级 (23 dBm)	3 级 (23 dBm)	3 级 (23 dBm)
数据速率	NB1 类别: 最高 62.5 kb/s UL 最高 27.2 kb/s DL	NB1 类别: 最高 62.5 kb/s UL 最高 27.2 kb/s DL	NB1 类别: 最高 62.5 kb/s UL 最高 27.2 kb/s DL	NB1 类别: 最高 62.5 kb/s UL 最高 27.2 kb/s DL	NB1 类别: 最高 62.5 kb/s UL 最高 27.2 kb/s DL

表 2: SARA-N2 系列 NB-IoT 主要特点概述

## 1.2 架构

图 1 概述了 SARA-N2 系列模块的架构，描述了模块的内部构件，包括射频、基带和电源管理主要部分以及可用的接口。

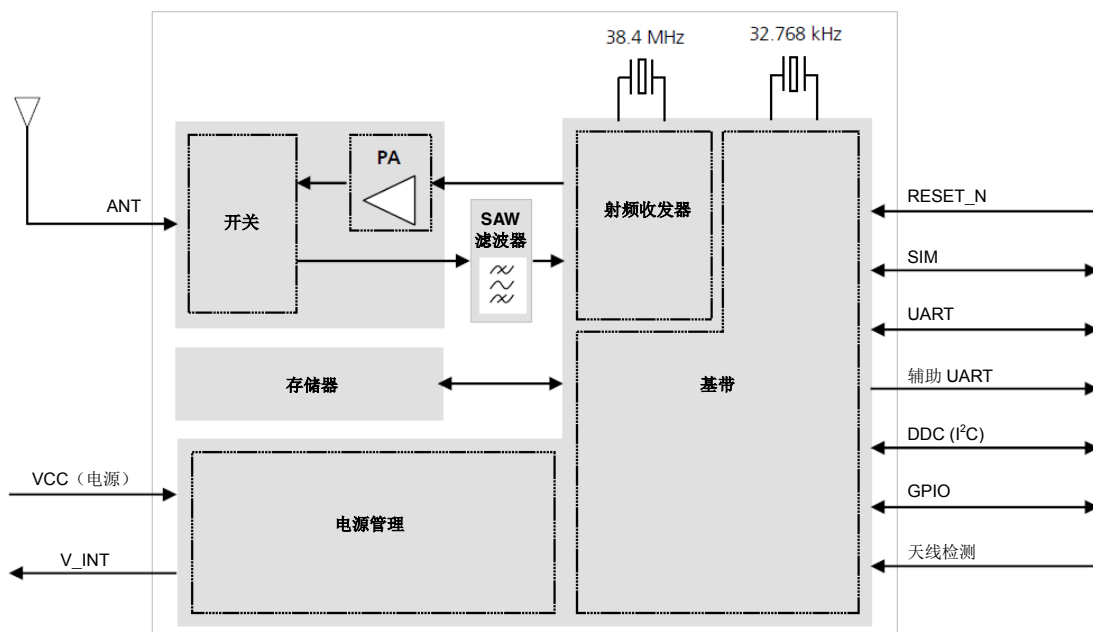


图 1: SARA-N2 系列模块框图

射频部分由以下主要元件组成：

- LTE 功率放大器，放大由射频收发器调制的信号
- 射频开关，将模块的天线输入/输出引脚（ANT）连接到合适的 RX/TX 路径
- RX 低损耗 SAW 滤波器
- 38.4 MHz 晶体，连接到数字控制晶体振荡器，以在主动模式和连接模式下提供时钟参考

基带和电源管理部分由以下主要元件组成：

- 基带处理器
- 闪存
- 稳压器从模块电源 VCC 中导出所有系统电源电压
- 低功耗深度睡眠模式下的 RTC 时钟参考电路



## 1.3 引脚

表 3 列出了 SARA-N2 系列模块的引脚，引脚按功能分组。

功能	引脚名称	引脚编号	输入/输出	描述	备注
电源	<b>VCC</b>	51, 52, 53	输入	模块电源输入	<b>VCC</b> 引脚内部相互连接。 <b>VCC</b> 电源电路影响射频性能和集成模块的设备对适用的认证计划的符合性。 有关描述和要求，请参见第 1.5.1 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.2.1 节。
	<b>GND</b>	1, 3, 5, 14, 20-22, 30, 32, 43, 50, 54, 55, 57-61, 63-96	不适用	接地	<b>GND</b> 引脚内部相互连接。外部接地连接影响器件的射频和热性能。
	<b>V_INT</b>	4	输出	通用数字接口电源输出	<b>V_INT</b> = 1.8 V（典型值），由内部稳压器在模块从深度睡眠状态中激活时产生。在此引脚上提供用于诊断目的的测试点。有关功能描述，请参见第 1.5.2 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.2.2 节。
系统	<b>RESET_N</b>	18	输入	外部复位输入	内部 78kΩ 上拉至 <b>VCC</b> 。 在此引脚上提供用于诊断目的的测试点。有关功能描述，请参见第 1.6.3 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.3.1 节。
天线	<b>ANT</b>	56	输入/输出	天线射频输入/输出	50Ω 标称特性阻抗。 天线电路影响射频性能和集成模块的设备对适用的认证计划的符合性。 有关描述和要求，请参见第 1.7 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.4 节。
	<b>ANT_DET</b>	62	输入	天线检测输入	用于天线检测功能的 ADC 输入。 有关功能描述，请参见第 1.7.2 节。
SIM	<b>VSIM</b>	41	输出	SIM 电源输出	<b>VSIM</b> = 1.80 V（典型值）。 有关功能描述，请参见第 1.8 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.5 节。
	<b>SIM_IO</b>	39	输入/输出	SIM 数据	内部 4.7kΩ 上拉至 <b>VSIM</b> 。 有关功能描述，请参见第 1.8 节。有关外部电路设计，请参见第 2.5 节。
	<b>SIM_CLK</b>	38	输出	SIM 时钟	外部 SIM 时钟，在 <b>VSIM</b> 电压电平工作。 有关功能描述，请参见第 1.8 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.5 节。
	<b>SIM_RST</b>	40	输出	SIM 复位	外部 SIM 复位，在 <b>VSIM</b> 电压电平工作。 有关功能描述，请参见第 1.8 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.5 节。

功能	引脚名称	引脚编号	输入/输出	描述	备注
UART	RXD	13	输出	UART 数据输出	ITU-T V.24 中的电路 104 (RXD)，用于 AT 命令和数据，通过 CodeLoader 工具进行 FOAT 和固件升级。 它在 <b>VCC</b> 电压电平工作。 在此引脚上提供用于诊断目的的测试点。 有关功能描述，请参见第 1.9.1 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.6.1 节。
	TXD	12	输入	UART 数据输入	ITU-T V.24 中的电路 103 (TXD)，用于 AT 命令和数据，通过 CodeLoader 工具进行 FOAT 和固件升级。 内部有源上拉至 <b>VCC</b> 。 在此引脚上提供用于诊断目的的测试点。 有关功能描述，请参见第 1.9.1 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.6.1 节。
	CTS	11	输出	UART 可发送输出	ITU-T V.24 中的电路 106 (CTS)。 它在 <b>VCC</b> 电压电平工作。 可以配置为振铃指示符输出线。 有关功能描述，请参见第 1.9.1 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.6.1 节。
	RTS	10	输入	UART 可发送输入	ITU-T V.24 中的电路 105(RTS)。 内部有源上拉至 <b>VCC</b> 。 有关功能描述，请参见第 1.9.1 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.6.1 节。
DDC	SCL	27	输出	I2C 总线时钟线	1.8 V 开漏，用于与外部芯片或 u-blox 定位模块/芯片进行通信。 需要外部上拉至 <b>V_INT</b> 。 有关功能描述，请参见第 1.9.3 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.6.3 节。
	SDA	26	输入/输出	I2C 总线数据线	1.8 V 开漏，用于与外部芯片或 u-blox 定位模块/芯片进行通信。 需要外部上拉至 <b>V_INT</b> 。 有关功能描述，请参见第 1.9.3 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.6.3 节。
GPIO	GPIO1	16	输入/输出	GPIO	1.8 V GPIO，在 <b>V_INT</b> 电压电平工作。 可以配置为用于诊断目的的辅助 UART 数据输出。 在此引脚上提供用于诊断目的的测试点。 有关功能描述，请参见第 1.10 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.7 节。
	GPIO2	23	输入/输出	GPIO	1.8 V GPIO，在 <b>V_INT</b> 电压电平工作。有关功能描述，请参见第 1.10 节。 有关外部电路设计，请参见第 2.7 节。
保留	RSVD	33	不适用	保留引脚	该引脚可以连接到 <b>GND</b> 。 请参见第 1.11 节和 2.8 节
	RSVD	2, 6-9, 15, 17, 19, 23, 25, 28, 29, 31, 34-37, 42, 44-49	不适用	保留引脚	不连接。 请参见第 1.11 节和 2.8 节

表 3: SARA-N2 系列模块引脚定义，按功能分组

## 1.4 工作模式

SARA-N2 系列模块有多种工作模式。表 4 中定义并在表 5 中详细描述的工作模式构成了工作的一般准则。

图 2 描述了不同工作模式之间的转换。

一般状态	工作模式	定义
关闭	非通电模式	<b>VCC</b> 电源不存在或低于工作范围：模块关闭。
正常工作	深度睡眠模式	模块处理器使用内部 32 kHz 参考运行；最低电流消耗
	活动模式	模块处理器使用内部 38.4 MHz 参考运行。
	连接模式	模块处理器使用内部 38.4 MHz 参考运行；数据发送/接收或启用网络的信令活动。

表 4：模块工作模式定义

模式	描述	工作模式之间的转换
未通电	模块已关闭。 应用程序接口不可使用。	当 <b>VCC</b> 电源被去除时，模块进入未通电模式。 当处于非通电模式时，模块可以通过施加 <b>VCC</b> 电源开启（请参见第 2.2.1 节），从非通电模式切换到活动模式。
活动	模块已开启，应用程序接口启用或未中断；模块已准备好通过应用程序接口与外部设备进行通信。	该模块通过施加 <b>VCC</b> 电源从非通电模式进入活动模式（请参见第 2.2.1 节）。 然后，只要有可能，模块将自动从活动模式切换到深度睡眠模式，或者在发送或接收数据的情况下切换到连接模式。
深度睡眠	只有内部 32 kHz 参考处于活动状态；射频部分完全禁用。这是耗电最低的模式。 <b>UART</b> 接口仍然正常工作，模块可以接受并响应任何 <b>AT</b> 命令。 所有其他接口都被禁用。如果辅助 <b>UART</b> 上的路径有效，则当模块进入此模式时，它将自动中断。 在此模式下，模块不能从网络接收任何下行链路消息或数据。要进行接收，模块必须处于活动或连接模式。 在网络设定的不活动时间后，模块可能会自动进入深度睡眠模式。 通过检查 <b>V_INT</b> 引脚上存在的电压电平，可以监控模块何时进入深度睡眠模式：此模式下电压设置为低电平（0 V）。	模块会自动从活动模式切换到深度睡眠模式。 在以下事件中，模块从深度睡眠唤醒到活动模式： <ul style="list-style-type: none"> <li>根据网络条件自动定期监控寻呼接收的寻呼信道和定期位置更新（<b>TAU</b>）</li> <li>使用命令+ <b>NMGS</b> 或+ <b>NSOST</b> 向模块发送数据请求（更多详细信息，请参见《u-blox SARA-N2 系列 AT 命令手册》[3]）</li> </ul>
已连接	模块正在/从网络发送/接收数据。 两个在 32 kHz 和 38.4 MHz 的内部参考处于活动状态。	当数据连接启动时，模块从活动模式进入连接模式。 如果 <b>Tx/Rx</b> 数据未在进程中，则连接模式将被暂停。在这种情况下，模块会自动从连接模式切换到活动模式，然后模块可能会自动切换到深度睡眠模式。反之亦然，在 <b>RF Tx/Rx</b> 活动恢复后，模块将唤醒并重新进入连接模式。 当数据连接终止时，模块返回到活动模式，然后在可能时，模块会自动切换到深度睡眠模式。

表 5：模块工作模式说明

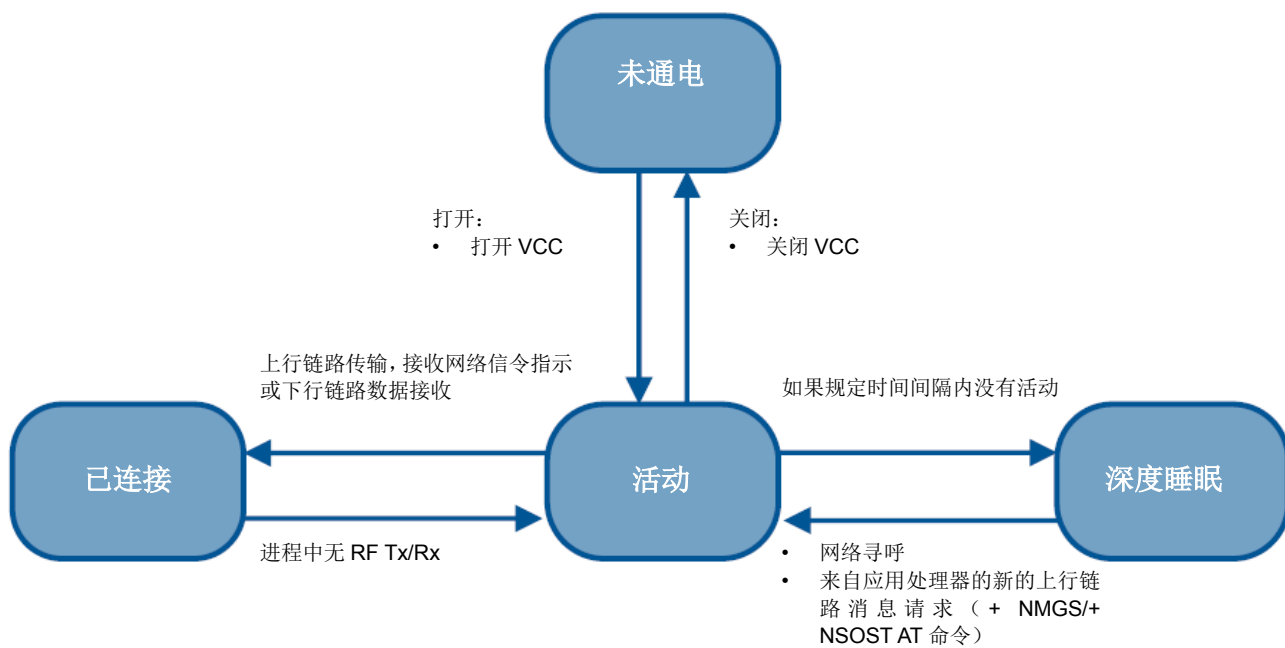


图 2: 工作模式转换

## 1.5 电源接口

### 1.5.1 模块电源输入（VCC）

必须通过代表模块电源输入的三个 **VCC** 引脚为模块供电。

**VCC** 引脚内部连接到射频功率放大器和集成电源管理单元：模块所需的所有电源电压均由集成稳压器的 **VCC** 电源产生，包括 **V\_INT**（数字接口电源）和 **VSIM**（SIM 卡电源）。

在运行期间，SARA-N2 系列模块通过 **VCC** 引脚消耗的电流会在多个数量级范围内变化。此电流范围上至连接模式最大功率数据传输期间的电流消耗的峰值，下至深度睡眠模式期间的低电流消耗（如第 1.5.1.2 节所述）。

#### 1.5.1.1 VCC 电源要求

表 6 总结了 **VCC** 模块电源的要求。有关正确设计需符合表 6 所列要求的 **VCC** 电源电路的所有建议，请参见第 2.2.1 节。



**VCC** 电源电路设计可能会影响集成 SARA-N2 系列模块的设备与适用的认证计划的射频符合性。如果表 6 中总结的 **VCC** 要求未得到满足，则不能保证符合性。

项目	要求	备注
<b>VCC</b> 标称电压	在 <b>VCC</b> 正常工作范围内： 最小值 3.1 V/最大值 4.0 V	如果 <b>VCC</b> 电压值低于正常工作范围最小限值，则模块不能开启。 在模块开启后，请确保 <b>VCC</b> 引脚上的输入电压高于正常工作范围的最小限值至少超过 3 秒。
正常工作期间的 <b>VCC</b> 电压	在 <b>VCC</b> 扩展工作范围内： 最小值 2.5 V/最大值 4.2 V	当 <b>VCC</b> 电压低于扩展工作范围最小限值时，模块可能会关闭。不推荐超过扩展工作范围限值，可能会影响设备的可靠性。 当在低于最小限值的范围内运行时，内部 PA 可能无法以网络所需功率进行发送。
<b>VCC</b> 平均电流	满足《SARA-N2 系列数据手册》[1]规定的连接模式下最大平均 <b>VCC</b> 电流消耗值并留有裕量。	根据实际的天线不匹配、温度和电源电压，最大平均电流消耗可能大于规定值。
<b>VCC</b> 电压纹波	电源中的噪声必须降至最低	在连接模式的射频传输期间，高电源电压纹波值会直接影响到射频对适用的认证计划的符合性。

表 6: VCC 电源要求概述

### 1.5.1.2 VCC 电流消耗曲线

图 3 显示了从开启事件开始的模块 VCC 电流消耗曲线的示例，随后是不同的阶段和工作模式：

- 网络注册和上下文激活程序
- 传输上行链路数据报
- RRC 连接释放和相关信令操作
- 循环寻呼接收
- 深度睡眠模式

图中的时间是纯粹指示性的，可能会根据网络信令活动发生显著变化。当模块处于连接（发送）模式时，电流消耗会达到峰值，峰值主要取决于受由网络调节的发射功率。有关不同模式下的电流消耗值以及发射功率大小的影响的更多详细信息，请参见《SARA-N2 系列数据手册》[1]中的电气规格部分。

SARA-N2 系列模块的正确电源电路必须能够承受以最大功率发送数据时的电流值，尽管在 NB-IoT 系统的设计中，模块大部分时间会保持在深度睡眠模式，并且电流消耗仅在几微安之间。

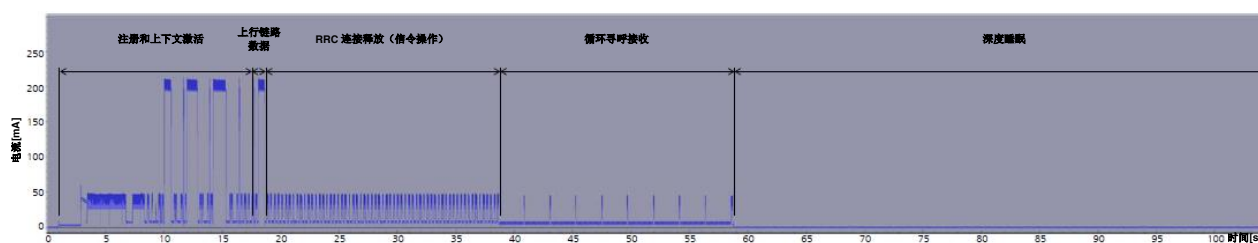


图 3：从开启事件到深度睡眠模式的模块电流消耗示例

## 1.5.2 通用数字接口电源输出 (V\_INT)

如图 4 所示，内部使用为 SARA-N2 系列模块的通用数字接口供电的相同的 1.8 V 电压域也可用于 V\_INT 电源输出引脚 (GDI)。

产生 V\_INT 电源的内部稳压器是从 VCC 直接供电的低压降 (LDO) 转换器。当模块开启时，电压调节器输出设置为 1.8 V (典型值)，当模块关闭时，它将被禁用。

V\_INT 也可用于监控模块何时进入深度睡眠模式：

- 在深度睡眠模式下，电压电平保持在“低电平” (即 0 V)
- 在活动和连接模式下，电压电平保持在“高电平” (即 1.8 V)



提供连接到 V\_INT 引脚的测试点，用于诊断目的。

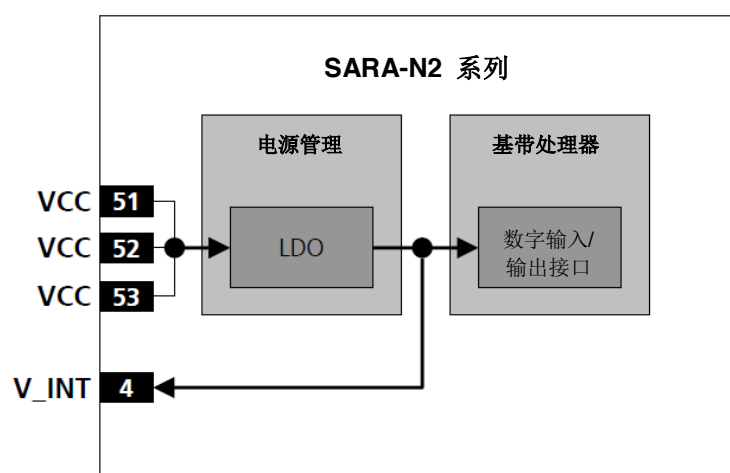


图 4: SARA-N2 系列接口电源输出 (V\_INT) 简化框图

## 1.6 系统功能接口

### 1.6.1 模块开启

#### 1.6.1.1 开启事件

当 SARA-N2 系列模块处于非通电模式时（即，未使用 VCC 模块电源，处于关闭状态），可以通过以下方式开启：

- 将 VCC 电源输入边缘上升到模块电源的有效电压值（请参见《SARA-N2 系列数据手册》[1]）
- 或者，在 VCC 上升沿期间，RESET\_N 引脚可以保持低电平，当 VCC 电压稳定在正常范围内的标称值时，模块将通过释放 RESET\_N 引脚开启。

#### 1.6.1.2 从非通电模式开启顺序

图 5 显示了模块上电时序，描述以下阶段：

- 外部电源施加到 VCC 模块电源输入，代表启动事件。
- 由于内部上拉至 VCC，RESET\_N 线突然上升到高逻辑电平。
- 模块的所有通用数字引脚都是三态的，直到其电源（V\_INT）接通：连接到通用数字引脚的任何外部信号必须设置为三态或至少设置为低电平，直到激活 V\_INT 电源输出以避免电路门锁，实现正确启动模块。
- V\_INT 通用数字接口电源输出由集成电源管理单元启用。RXD UART 数据输出引脚也上升到高电平
- RXD 引脚上发出一个问候信息（有关更多详细信息，请参见《u-blox SARA-N2 系列 AT 命令手册》[3]）。从现在开始，模块可完全运行，UART 接口正常工作

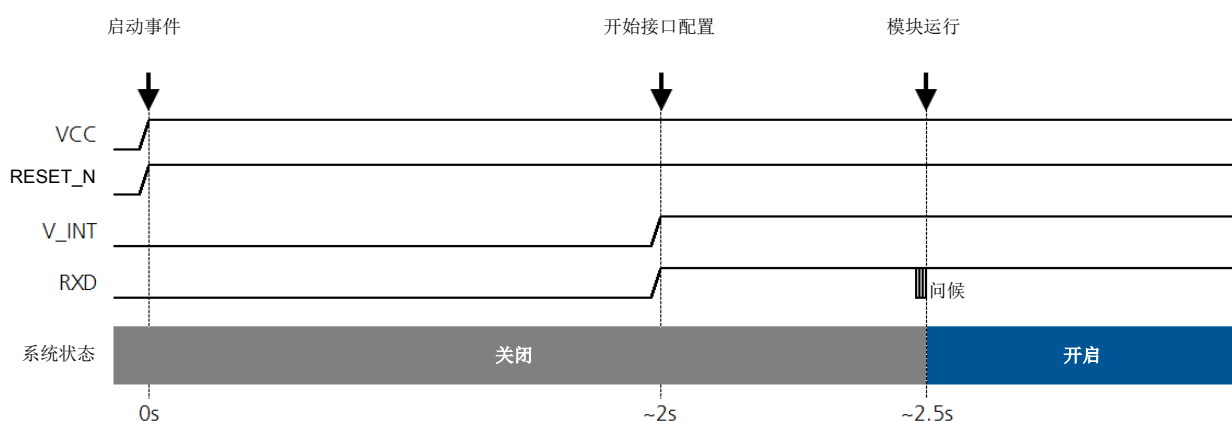


图 5: SARA-N2 系列从非通电模式的开启顺序



在模块的通用数字接口电源（V\_INT）接通之前，外部应用驱动电压不应作用于模块的任何通用数字接口。



### 1.6.2 模块关闭

SARA-N2 系列模块可以通过以下方式关闭：

- 去除 **VCC** 电源；电压下降到工作范围最小限值以下

### 1.6.3 模块复位

SARA-N2 系列模块的 **RESET\_N** 引脚配有内部上拉至 **VCC**。

SARA-N2 系列模块可以通过以下方式正确复位（重新启动）：

- **AT + NRB** 命令（请参见《u-blox SARA-N2 系列 AT 命令手册》[3]）。

该命令会使模块的“内部”或“软件”复位，这是模块基带处理器的异步复位。当前参数设置保存在模块的非易失性存储器中，并执行正确的网络分离：这是复位模块的正确方法。

对 **RESET\_N** 输入引脚施加一定时长的低电平时，SARA-N2 系列模块会发生突然的硬件复位。在这种情况下，当前参数设置不会保存在模块的非易失性存储器中，并且不会执行正确的网络分离。



在模块正常运行期间，建议不要在 **RESET\_N** 输入引脚上强制施加低电平，以免模块硬件突然关闭：只有当 **AT** 命令复位或关闭失败或者模块未回复任何特定的 **AT** 命令时，**RESET\_N** 线才应设置为低电平。



提供连接到 **RESET\_N** 引脚的测试点，用于诊断目的。

## 1.7 天线接口

### 1.7.1 天线射频接口（ANT）

SARA-N2 系列模块的 **ANT** 引脚表示用于蜂窝射频信号接收和发送的射频输入/输出。**ANT** 引脚具有  $50\Omega$  的标称特性阻抗，必须通过  $50\Omega$  传输线连接到天线，以进行正确的射频信号接收和发送。

#### 1.7.1.1 天线射频接口要求

表 7 总结了天线射频接口（ANT）的要求。有关正确设计符合这些要求的天线电路的建议，请参见第 2.4.1 节。



天线电路影响集成 SARA-N2 系列模块的设备与适用的认证计划的射频符合性。

项目	要求	备注
阻抗	$50\Omega$ 标称特性阻抗	天线射频连接的标称特性阻抗必须与 <b>ANT</b> 引脚 $50\Omega$ 阻抗匹配。
频率范围	请参见《SARA-N2 系列数据表》[1]	天线所需的频率范围取决于蜂窝模块支持的工作频带。
回波损耗	$S_{11} < -10\text{ dB}$ (VSWR $< 2:1$ ) 推荐 $S_{11} < -6\text{ dB}$ (VSWR $< 3:1$ ) 可接受	回波损耗或 $S_{11}$ 作为 VSWR，是指反射功率的量，测量射频天线连接与 $50\Omega$ 阻抗的匹配程度。 天线射频终端的阻抗必须尽可能匹配 <b>ANT</b> 引脚在工作频率范围内的 $50\Omega$ 阻抗，以尽可能减少反射功率。
效率	$> -1.5\text{ dB}$ ( $> 70\%$ ) 推荐 $> -3.0\text{ dB}$ ( $> 50\%$ ) 可接受	辐射效率是辐射功率与传输到天线输入的功率的比率：效率用于衡量天线接收或发送的程度。 效率需要在工作频率范围内足够高，以符合无线辐射性能要求，如认证计划规定的总辐射功率和总全向灵敏度
输入功率	$> 0.5\text{ W}$ 峰值	连接到 <b>ANT</b> 引脚的天线必须支持模块发送的最大功率。

表 7：天线射频接口（ANT）要求总结

### 1.7.2 天线检测接口（ANT\_DET）

**ANT\_DET** 引脚是一个模数转换器（ADC）输入，通过应用板上实现的外部天线检测电路检测 **ANT** 引脚到 GND 的电阻，从而感测天线是否存在。此可选功能可以通过专用 AT 命令管理（有关更多详细信息，请参见《u-blox SARA-N2 系列 AT 命令手册》[3]）。

## 1.8 SIM 接口

SARA-N2 系列模块提供 1.8 V 高速 SIM/ME 接口，支持 SIM 卡或 SIM。

VSIM 电源输出提供内部短路保护，以限制启动电流，在 SIM 短路时提供保护。

SIM 驱动程序支持 PPS（协议和参数选择）协议，可根据 SIM 卡或芯片确定的值，进行波特率选择。

## 1.9 串行接口

SARA-N2 系列模块提供以下串行通信接口：

- UART 接口：5 线不平衡 3.6 V 异步串行接口支持（请参见第 1.9.1 节）
  - o AT 命令
  - o 通过 FOAT 功能进行固件升级
  - o 通过 CodeLoader 工具进行固件升级
- 辅助 UART 接口：2 线不平衡 1.8 V 异步串行接口支持（请参见第 1.9.2 节）
  - o 跟踪日志捕获（诊断目的）
- DDC 接口<sup>1</sup>：I<sup>2</sup>C 总线兼容 1.8 V 接口支持（请参见第 1.9.3 节）
  - o 与外部芯片和传感器通信

### 1.9.1 异步串行接口（UART）

#### 1.9.1.1 UART 功能

UART 接口是所有 SARA-N2 系列模块都可用的 5 线不平衡异步串行接口，支持：

- AT 命令
- 通过 FOAT 功能进行固件升级
- 通过 CodeLoader 工具进行固件升级

接口的主要特点如下：

- 具有 RS-232 功能的串行端口，在 VCC 电压域工作（0 V 为低数据位或开启状态，~3.6 V 即 VCC 为高数据位或关闭状态）
- 数据线（RXD 作为模块数据输出，TXD 作为模块数据输入）
- 硬件流量控制线（CTS 作为模块输出，RTS 作为模块输入）
- 默认波特率：9600 b/s（还支持 4800、57600 和 115200 b/s 波特率）
- 固定帧格式：8N1（8 位数据位，无奇偶校验，1 位停止位）

CTS 线可以配置为 RING 指示器引脚，用于发出模块接收的信号或 URC 事件（更多详细信息，请参见《u-blox SARA-N2 系列 AT 命令手册》[3]，+ URING AT 命令）。



“02” 产品版本不支持硬件流量控制线 CTS 和 RTS。

<sup>1</sup> “02” 产品版本不支持

UART 接口提供符合《ITU-T V.24 建议书》的 RS-232 功能（更多详细信息，请参见《ITU 建议书》[4]）：SARA-N2 系列模块设计用作蜂窝调制解调器，代表根据《ITU-T V.24 建议书》[4]的数据电路终端设备（DCE）。通过 UART 接口连接到模块的应用处理器代表数据终端设备（DTE）。



SARA-N2 系列模块的 UART 接口的信号名称符合《ITU-T V.24 建议书》[4]：例如 **TXD** 线表示由 DTE（应用处理器数据线输出）发送并由 DCE（模块数据线输入）接收的数据。

图 6 描述了 8N1 帧格式，这是具有固定波特率的默认配置。

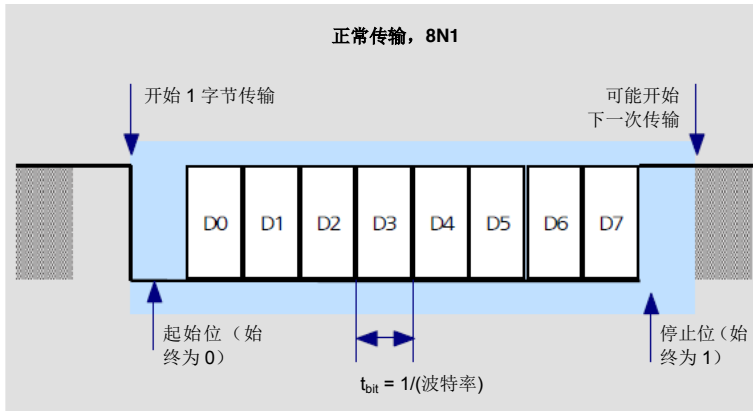


图 6：具有固定波特率的 UART 默认帧格式（8N1）说明

### 1.9.1.2 UART 信号行为

在模块开启时，在 UART 接口初始化之前（如图 5 所示的开启时序所述），每个引脚首先设置为三态，然后被设置为其相关的内部复位状态。在开启顺序结束时，UART 接口被初始化，UART 接口作为 AT 命令接口启用。开启顺序后的 UART 信号的配置和行为如下所述。有关本节所述模块工作模式的定义和说明，请参见 1.4 节。

#### RXD 信号行为

UART 初始化时，模块数据输出线（**RXD**）默认设置为关闭状态（高电平）。完成开启顺序后，**RXD** 线上发出问候信息，表示 UART 接口完成初始化。

直到模块不发送数据时，模块将 **RXD** 保持在关闭状态，。

#### TXD 信号行为

UART 初始化时，模块数据输入线（**TXD**）默认设置为关闭状态（高电平）。如果线路未被 DTE 激活，则 **TXD** 线由模块保持在关闭状态：在 **TXD** 输入端口的模块内部启用了有源上拉。

#### CTS 信号行为

可以将模块硬件流量控制输出线（**CTS**）设置为对模块接收的输入数据的撞他指示或 URC 信号指示（更多详细信息，请参见《u-blox SARA-N2 系列 AT 命令手册》[3]）。

### 1.9.1.3 UART 和深度睡眠模式

如果没有数据发送或接收，SARA-N2 系列模块将自动进入深度睡眠模式，以减少耗电。在深度睡眠模式下，UART 接口仍然正常工作，模块可以接受并响应任何 AT 命令。所有其他接口都被禁用。

在任何时候，DTE 都可以使用命令+ NMGS 或+ NSOST 请求模块发送数据（更多详细信息，请参见《u-blox SARA-N2 系列 AT 命令手册》[3]）；这些命令自动强制模块退出深度睡眠模式。

### 1.9.2 辅助异步串行接口（辅助 UART）

辅助 UART 接口是通过 GPIO1 引脚提供的 2 线 1.8 V 不平衡异步串行接口，支持：

- 跟踪日志捕获（诊断目的）

该接口可用于诊断目的，捕获使用+ DIAT 命令激活的跟踪日志（请参见《u-blox SARA-N2 系列 AT 命令手册》[3]）。

辅助 UART 接口的主要特点是：

- 具有 RS-232 功能的串行端口，在 V\_INT 电压域工作（0 V 为低数据位或开启状态，1.8 V 为即 V\_INT 为高数据位或关闭状态）
- 数据线（GPIO1 作为模块数据输出）
- 无流量控制
- 固定波特率：921600 b/s
- 固定帧格式：8N1（8 位数据位，无奇偶校验，1 位停止位）



提供连接到 GPIO1 引脚的测试点，用于诊断目的。



当模块处于深度睡眠模式时，跟踪诊断日志功能将暂时停止。

### 1.9.3 DDC (I<sup>2</sup>C)接口



产品的“02”版本不支持 DDC (I<sup>2</sup>C) 接口

## 1.10 通用输入/输出（GPIO）



除了可以用作辅助 UART 输出线捕获跟踪日志的 GPIO1 外，产品的“02”版本不支持 GPIO：建议通过用于诊断目的的可访问测试点直接访问 GPIO1 引脚。

## 1.11 保留引脚（RSVD）

SARA-N2 系列模块保留有未来使用的引脚，标记为 RSVD。

除了可以外部接地的 33 号 RSVD 引脚，所有 RSVD 引脚在应用板上保持断开状态。

## 2 产品设计

### 2.1 概述

为了在最终应用板中最佳地集成 SARA-N2 系列模块，请遵循本节所述的设计指导原则。

必须正确设计每个应用电路，以保证相关接口的正确功能，在应用设备的设计期间，有许多点需要特别的关注。

以下列表介绍了应用设计中的重要性排名，从相关性最高的开始：

1. 模块天线连接：**ANT** 引脚。天线电路直接影响集成 SARA-N2 系列模块的设备对适用认证计划的射频符合性。请非常仔细地遵循第 2.4 节提供的原理图和布局设计。
2. 模块电源：**VCC** 和 **GND** 引脚。电源电路影响集成 SARA-N2 系列模块的设备对适用认证计划的射频符合性。请非常仔细地遵循第 2.2 节提供的原理图和布局设计。
3. SIM 接口：**VSIM**、**SIM\_CLK**、**SIM\_IO**、**SIM\_RST** 引脚。需要精确的设计来保证 SIM 卡功能并符合适用的一致性标准，降低射频耦合的风险。请仔细遵循第 2.5 节提供的原理图和布局设计。
4. 系统功能：**RESET\_N** 引脚。需要精确的设计确保在运行期间电压电平得到明确定义。请仔细遵循第 2.3 节提供的原理图和布局设计。
5. 其他数字接口：**UART** 和辅助 **UART** 接口，**DDC I<sup>2</sup>C** 兼容接口和 **GPIO**。需要精确的设计确保正确的功能，降低数字数据频率谐波耦合的风险。请遵循第 2.6 和 2.7 节中提供的原理图和布局设计。

## 2.2 电源接口

### 2.2.1 模块电源 (VCC)

#### 2.2.1.1 VCC 电源电路选择和设计的一般指导原则

所有可用的 **VCC** 引脚必须连接到外部电源，以降低由于串联内阻引起的功率损耗。

**GND** 引脚内部相互连接，需将所有可用的 **GND** 引脚连接到应用板上固定接地，因为良好的（低阻抗）外部接地可以最大限度地减少功率损耗，提高射频和热性能。

必须通过适当的直流电源通过 **VCC** 引脚为 SARA-N2 系列模块供电，这些电源应符合表 6 总结的模块 **VCC** 要求。

可以根据不同的电源类型之间的应用要求（参见图 7）选择正确的直流电源，其中最常见的是以下几种：

- 原（一次性）电池
- 可充电锂离子（Li-Ion）或锂离子聚合物（Li-Pol）电池
- 开关稳压器
- 低压降（LDO）线性稳压器

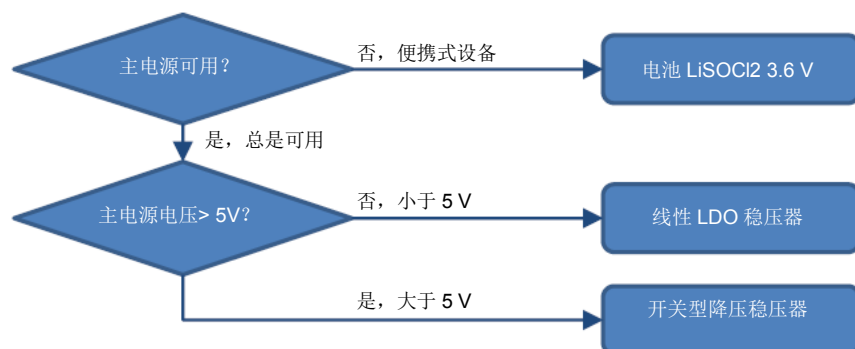


图 7: VCC 电源概念选择

NB-IoT 技术主要用于电池供电的应用。电池供电的设备通常选择直接连接到 **VCC** 引脚的锂亚硫酰氯 (LiSOC12) 电池。有关具体设计，请参见第 2.2.1.2、2.2.1.3 和 2.2.1.6、2.2.1.7、2.2.1.8 节。

当可用主电源具有比模块 **VCC** 工作电源电压高得多（例如大于 5V）的标称电压时，DC/DC 开关型降压稳压器是最常用的选择。开关降压的使用为整个应用提供了最佳的功率效率，降低了从主电源消耗的电流。有关具体设计，请参见 2.2.1.2、2.2.1.4 和 2.2.1.6、2.2.1.7、2.2.1.8 节。

LDO 线性稳压器提高了具有相对低电压（例如小于 5V）的主电源使用的便捷性。在这种情况下，开关稳压器典型的 90% 效率会降低降压的优势，通过输入电流所实现的节约也便没有什么实际意义。另一方面，线性稳压器不推荐用于高压降压，因为它们耗散了大量的热功率能量。有关具体设计，请参见第 2.2.1.2、2.2.1.5 和 2.2.1.6、2.2.1.7、2.2.1.8 节。

使用可充电电池不是 NB-IoT 应用的典型解决方案，但实施合适的外部充电器电路是可行的。必须设计充电器电路，以防止模块 **VCC** 引脚发生过压，并且应根据应用要求进行选择：当充电电源具有高标称电压（例如 ~12V）时，DC/DC 开关充电器是典型的选择，而当充电电源具有相对低的标称电压（~5V）时，线性充电器是典型的选择。如果在应用中同时提供永久主电源/充电电源（例如 ~12 V）和可充电备用电池（例如 3.7 V Li-Pol），则可以选择具有集成电源路径管理功能的充电器/稳压器模块供电，同时为电池独立充电。



同时使用多个直流电源应仔细评估：根据电源特性，不同的直流电源系统可能会相互排斥。

通常不推荐在 **VCC** 电源线上使用超级电容器，因为这些组件具有高度的温度敏感性，并且可能会增加电池漏电速度。

以下部分强调了上述每个电源的一些设计方面，应用电路设计符合表 6 总结的模块 **VCC** 要求。

### 2.2.1.2 优化功耗的指导原则

NB-IoT 技术主要用于每天需要少量数据交换（即每天上行链路和下行链路中几个字节）的应用，这些应用通常是用电池供电。根据应用类型，通常需要 5 至 15 年的使用寿命。由于这些原因，整个应用板应对电流消耗进行优化，并应仔细考虑以下几个方面：

- 最大限度地减少电源线上的漏电流
- 优化天线匹配，因为不匹配的天线会导致更高的电流消耗
- 使用的应用处理器的数字接口应与 SARA-N2 模块具有相同的 **VCC** 电压（例如 3.3 V 或 3.6 V）。这样以 **VCC** 电压工作的 UART 接口便无需再使用电压转换器
- 始终开启 SARA-N2 模块：模块将在可能时自动进入深度睡眠模式以限制电流消耗，并避免在每次发送上行链路消息时进一步进行网络注册程序
- SARA-N2 模块进入深度睡眠模式并且没有更多的数据要发送后，应用处理器应进入待机状态（或最低功耗模式）。应用处理器（监控 **V\_INT** 电平）

### 2.2.1.3 使用原电池的 VCC 电源电路设计指导原则

连接到 **VCC** 引脚的电池的特性应满足以下先决条件，以符合表 6 中总结的模块 **VCC** 要求：

- **最大脉冲和直流放电电流**：具有输出电路的不可充电电池必须能够在以最大功率传输期间向 **VCC** 引脚提供指定的平均电流（详见《SARA-N2 系列数据手册》[1]）。天线匹配影响电流消耗；因此，应使用预期天线（即最终应用板）在最大 Tx 功率下的电流消耗来描述电池最大脉冲要求。电池规格书中并不总是报告最大直流放电电流，但其通常几乎等于以安时为单位的电池容量除以 1 小时。
- **直流串联电阻**：具有输出电路的不可充电电池必须能够尽可能限制 **VCC** 电源线上具有的直流电阻。

LiSOCI<sub>2</sub> 电池（锂亚硫酰氯电池）目前是 NB-IoT 应用的最佳技术，因为它具有以下特性：

- 自放电行为非常低，可延长使用寿命
- 极高的每单位重量的比能量和每单位体积的能量密度
- 宽工作温度范围



要选择适当的电池类型，应考虑以下参数：

- 容量：> 3 Ah
- 电流峰值能力：~400 mA（应考虑包含天线在内的整体应用消耗）
- 连续供电电流能力：~100 mA
- 温度范围：-20°C 至+85°C
- 容量与温度特性：电池容量受温度影响很大。必须考虑此因素才能正确估计电池寿命
- 容量与放电电流性能
- 电压与温度特性：电池电压通常在低温时下降（例如，在-10°C/-20°C 范围内）。在所有温度条件下，电池电压必须始终高于 SARA-N2 最小扩展工作电压
- 电压与脉冲持续时间特性：该信息通常不由电池制造商提供，许多电池在长脉冲期间达到的电压值太低。建议对电池样品进行压力测试，以验证作为脉冲持续时间的函数的电压特性，并确保电池电压始终高于 SARA-N2 系列的最小扩展工作电压
- 制造技术：卷绕电池通常优于碳包结构
  - 该技术通常在不需超级电容的情况下便可以支持高电流脉冲
  - 碳包型电池通常不支持电流脉冲

图 8 显示了 SARA-N2 模块连接原电池的示例。表 8 列出了可以使用的不同的电池组部件编号。

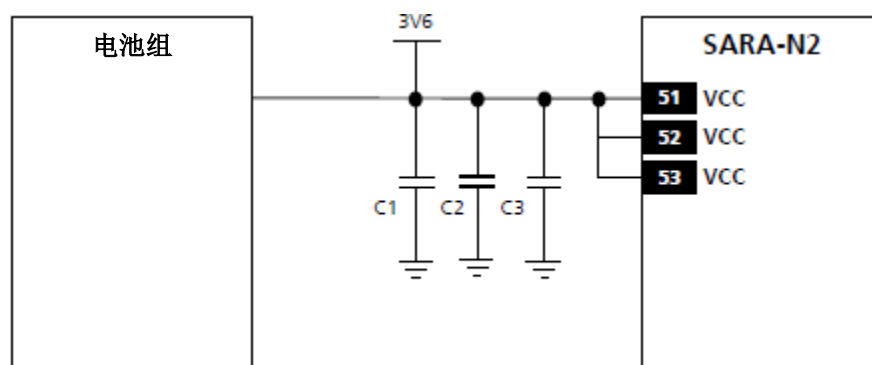


图 8：使用 LiSOCI2 原电池的 VCC 电压电源应用电路的建议原理图设计

参考	描述	部件编号 - 制造商
C1	100 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 16 V	GRM155R71C104KA01 - 村田
C2	10 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 16 V	GRM155R71C103KA01 - 村田
C3	56 pF 陶瓷电容器 C0G 0402 5% 25 V	GRM1555C1E560JA01 - 村田
电池组	FAT A 型 LiSOCI 电池，卷绕电池，3.2Ah	ER18505M - Titus Battery
	C 型 LiSOCI 电池，卷绕电池，6.5Ah	ER26500M - Titus Battery
	D 型 LiSOCI 电池，卷绕电池，13Ah	ER34615M - Titus Battery
	C 型 LiSOCI 电池，卷绕电池，5.8Ah	LSH14 - Saft
	D 型 LiSOCI 电池，卷绕电池，13Ah	LSH20 - Saft

表 8：使用 LiSOCI2 原电池的 VCC 电压电源应用电路的建议组件

结合以下组件可以实现替代电池设计解决方案：

- 通用原电池组：不一定是优化的 LiSOCI2 卷绕电池
- DC/DC 降压 - 升压转换器
- 负载开关

开关稳压器将负载开关和 DC/DC 转换器逻辑与旁路模式相集成。有关这种应用电路的示例，请参见图 9 和表 9。在这种情况下，**V\_INT** 可用于在旁路和升压模式之间进行选择：

- **V\_INT** = 0 V，深度睡眠，旁路模式
- **V\_INT** = 1.8 V，非深度睡眠，升压模式

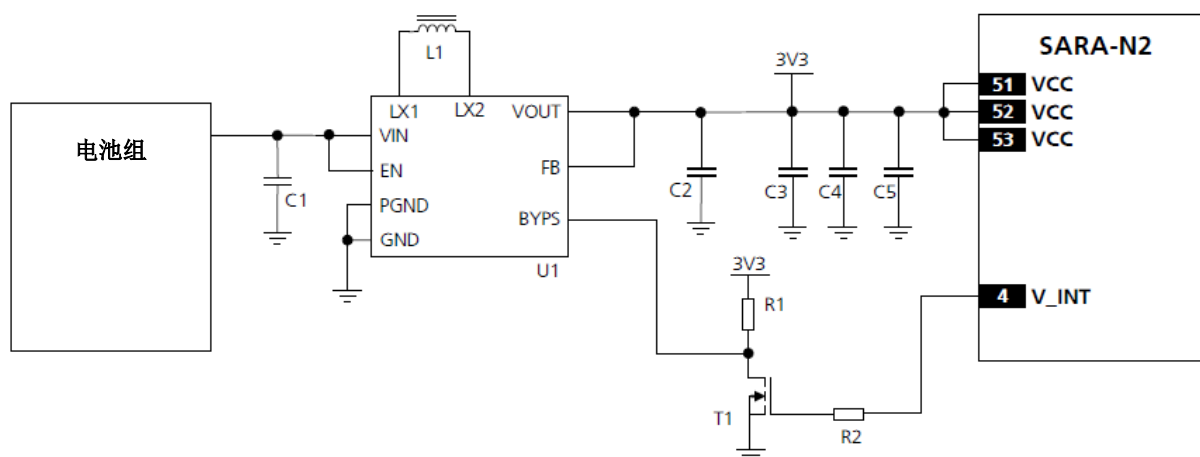


图 9：使用通用原电池的 **VCC** 电压电源应用电路的替代原理图设计

参考	描述	部件编号 - 制造商
C1	10 $\mu$ F 陶瓷电容器 X5R 0603 20% 6.3 V	GRM188R60J106ME47 - 村田
C2	22 $\mu$ F 陶瓷电容器 X5R 0603 20% 6.3 V	GRM188R60J226MEA0D - Murata
L1	1 $\mu$ H 电感器 20% 3.1 A 60 m $\Omega$	TFM201610GHM-1R0MTAA - TDK
C3, C6	100 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 16 V	GRM155R71C104KA01 - 村田
C4	10 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 16 V	GRM155R71C103KA01 - 村田
C5	56 pF 陶瓷电容器 C0G 0402 5% 25 V	GRM1555C1E560JA01 - 村田
R1	100 k $\Omega$ 电阻器 0402 5% 0.1 W	RC0402JR-07100KL - Yageo Phycomp
R2	1 k $\Omega$ 电阻器 0402 5% 0.1 W	RC0402JR-071KL - Yageo Phycomp
T1	N 沟道 MOSFET	DMG1012T - Diodes Incorporated
U1	具有旁路模式的高效率低功耗降压 - 升压型稳压器	ISL9120IRTNZ - Intersil

表 9：使用通用原电池的替代 **VCC** 电压电源应用电路的建议组件

#### 2.2.1.4 使用开关稳压器的 **VCC** 电源电路设计指导原则

当可用电源轨与 **VCC** 值的差异很大时，建议使用开关稳压器：开关稳压器可将 12 V 或更高电压电源转换为 **VCC** 电源 3.6 V 典型值，具有良好的效率。

连接到 **VCC** 引脚的开关稳压器的特性应满足以下先决条件，以符合表 6 中总结的模块 **VCC** 要求：

- **电源能力**：开关稳压器及其输出电路必须能够在指定的工作范围内为 **VCC** 引脚提供电压值，并且必须能够在以最大功率的传输期间向 **VCC** 引脚提供指定的平均电流（请参见《SARA-N2 系列数据表》[1]）。

- **低输出纹波：** 开关稳压器及其输出电路必须能够提供干净（低噪声）的 **VCC** 电压曲线。
- **PWM 模式运行：** 优先选择具有脉宽调制（PWM）模式的稳压器。在已连接模式状态，必须避免脉冲频率调制（PFM）模式和 PFM/PWM 模式的转换，以降低 **VCC** 电压曲线上的噪声。只要模块在从活动模式更改为连接模式时发生模式转换，就可以使用能够在低纹波 PWM 模式和高效率脉冲串或 PFM 模式之间切换的开关稳压器：建议使用以适当的电流阈值（例如 10 mA）从 PWM 模式切换到脉冲串或 PFM 模式的稳压器。

图 10 和表 10 中列出的组件给出了电源电路的示例，其中模块 **VCC** 由降压开关稳压器供电，能够向 **VCC** 引脚提供指定的最大电流，PWM 中具有低输出纹波和固定的开关频率。

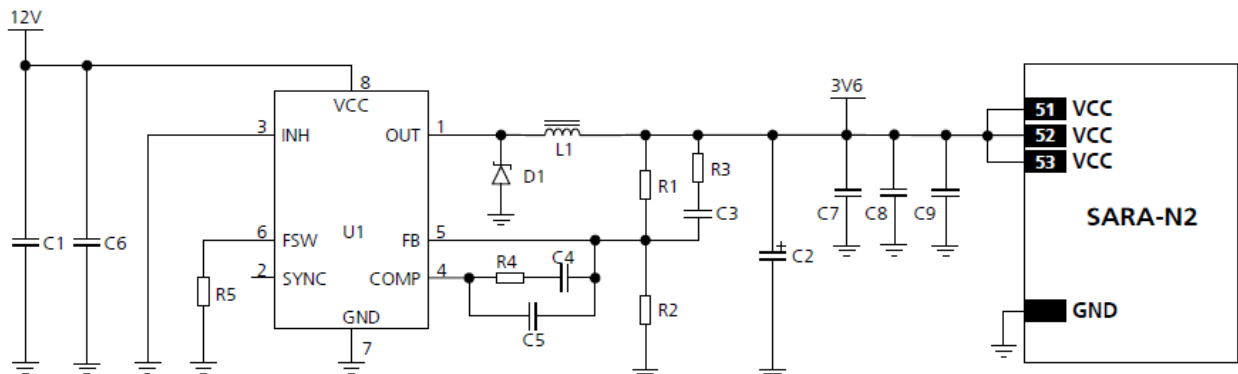


图 10: 使用降压稳压器的 **VCC** 电压电源应用电路的建议原理图设计

参考	描述	部件编号 - 制造商
C1	22 $\mu$ F 陶瓷电容器 X5R 1210 10% 25 V	GRM32ER61E226KE15 - 村田
C2	100 $\mu$ F 钽电容器 B_SIZE 20% 6.3V 15m $\Omega$	T520B107M006ATE015 - Kemet
C3	5.6 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 50 V	GRM155R71H562KA88 - 村田
C4	6.8 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 50 V	GRM155R71H682KA88 - 村田
C5	56 pF 陶瓷电容器 C0G 0402 5% 50 V	GRM1555C1H560JA01 - 村田
C6	220 nF 陶瓷电容器 X7R 0603 10% 25 V	GRM188R71E224KA88 - 村田
C7	100 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 16 V	GRM155R71C104KA01 - 村田
C8	10 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 16 V	GRM155R71C103KA01 - 村田
C9	56 pF 陶瓷电容器 C0G 0402 5% 25 V	GRM1555C1E560JA01 - 村田
D1	肖特基二极管 25V 2 A	STPS2L25 - 意法半导体
L1	5.2 $\mu$ H 电感器 30% 5.28A 22 m $\Omega$	MSS1038-522NL - Coilcraft
R1	4.7 k $\Omega$ 电阻器 0402 1% 0.063 W	RC0402FR-074K7L - Yageo
R2	1 k $\Omega$ 电阻器 0402 1% 0.063 W	RC0402FR-071KL - Yageo
R3	82 $\Omega$ 电阻器 0402 5% 0.063 W	RC0402JR-0782RL - Yageo
R4	8.2 k $\Omega$ 电阻器 0402 5% 0.063 W	RC0402JR-078K2L - Yageo
R5	39 k $\Omega$ 电阻器 0402 5% 0.063 W	RC0402JR-0739KL - Yageo
U1	降压稳压器 8-VFQFPN 0.7 A 1 MHz	L5980TR - ST Microelectronics

表 10: 使用降压稳压器的 **VCC** 电压电源应用电路的建议组件

### 2.2.1.5 使用低压降（LDO）线性稳压器的 VCC 电源电路设计指导原则

当可用电源轨和 **VCC** 值之间的差值较小时，建议使用线性稳压器：线性稳压器可将 5 V 电源转换为模块 **VCC** 正常工作范围内的电压值，具有高效率。

连接到 **VCC** 引脚的 LDO 线性稳压器的特性应满足以下先决条件，以符合表 6 中总结的模块 **VCC** 要求：

- **电源能力：**LDO 线性稳压器及其输出电路必须能够为 **VCC** 引脚提供合适的电压值，并在最大功率下传输时向 **VCC** 引脚提供指定的最大平均电流（请参见《SARA-N2 系列数据表》[1]）
- **功耗：**必须检查 LDO 线性稳压器的功率处理能力，将其结温限制在最大额定工作范围内（即检查从最大输入电压到最小输出电压的电压降，评估稳压器的功耗）

图 11 和表 11 中列出的组件给出了电源电路示例，其中 **VCC** 模块电源由能够输出指定电流的 LDO 线性稳压器提供。

建议配置 LDO 线性稳压器，产生略低于模块 **VCC** 正常工作范围最大限值的电源电压值。这可以降低线性稳压器的功率，改善电源电路的整体热设计。

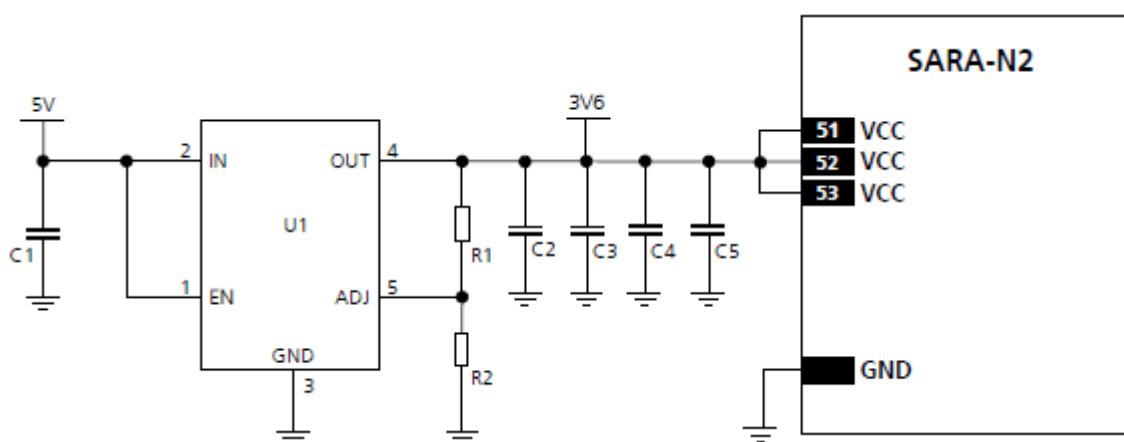


图 11：使用 LDO 线性稳压器的 VCC 电压电源应用电路的建议原理图设计

参考	描述	部件编号 - 制造商
C1, C2	10 $\mu$ F 陶瓷电容器 X5R 0603 20% 6.3 V	GRM188R60J106ME47 - 村田
R1	29.4 k $\Omega$ 电阻器 0402 5% 0.1 W	RC0402FR-0729K4L - Yageo Phycomp
R2	4.7 k $\Omega$ 电阻器 0402 5% 0.1 W	RC0402JR-074K7L - Yageo Phycomp
U1	LDO 线性稳压器 ADJ 800 mA	LP38511TJ-ADJ/NOPB - 德州仪器
C3	100 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 16 V	GRM155R71C104KA01 - 村田
C4	10 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 16 V	GRM155R71C103KA01 - 村田
C5	56 pF 陶瓷电容器 C0G 0402 5% 25 V	GRM1555C1E560JA01 - 村田

表 11：使用 LDO 线性稳压器的 VCC 电压电源应用电路的建议组件

### 2.2.1.6 VCC 电源电路设计的其他指导原则

为了降低电压降，请使用低阻抗电源。还应考虑降低应用板和电池组的电源线（连接到模块的 **VCC** 和 **GND** 引脚）的电阻：布线必须尽可能短，尽量减少功率损耗。

三个引脚分配给 **VCC** 电源。另有二十个引脚被指定用于 **GND** 连接。强烈建议正确连接所有 **VCC** 引脚和所有 **GND** 引脚，以为模块供电，减小串联电阻损耗。

为了降低电压噪声，尤其是如果应用器件集成了内部天线，则应在 **VCC** 引脚附近放置以下旁路电容器：

- 10 $\mu$ F 电容器（例如 Murata GRM188R60J106ME47），用于在最大功率 Tx 下稳定电压曲线
- 100 nF 电容器（例如 Murata GRM155R61C104K），用于对来自时钟和数据源的数字逻辑噪声进行滤波
- 10 nF 电容器（例如 Murata GRM155R71C103K），用于对来自时钟和数据源的数字逻辑噪声进行滤波
- 在 700/800/900 MHz 范围内具有自谐振频率的 56 pF 电容器（例如 Murata GRM1555C1E560J），用于过滤 NB-IoT 频带 28/20/5/8 中的传输电磁干扰

对于集成内部天线的器件，建议提供空间来分配图 12 所示并列在表 12 中的所有组件。

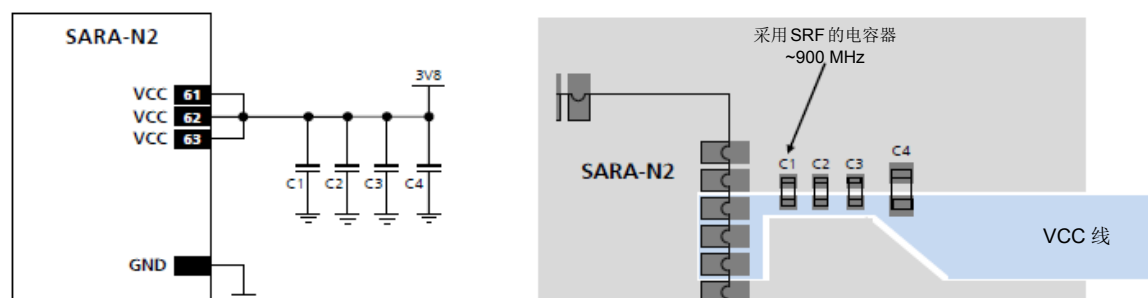


图 12: VCC 线建议的原理图和布局设计，使用集成天线时强烈推荐

参考	描述	部件编号 - 制造商
C1	56 pF 陶瓷电容器 C0G 0402 5% 25 V	GRM1555C1E560JA01 - 村田
C2	10 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 16 V	GRM155R71C103KA01 - 村田
C3	100 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 16 V	GRM155R71C104KA01 - 村田
C4	10 $\mu$ F 陶瓷电容器 X5R 0603 20% 6.3 V	GRM188R60J106ME47 - 村田

表 12: 降低 VCC 上的噪声的建议组件



**VCC** 电源引脚的 ESD 灵敏度等级为 1 kV（根据 JESD22-A114 的人体模型）。如果线路在应用板上可外部连接，则可能需要更高的保护等级，例如如果可连接的电池连接器直接连接到 **VCC** 引脚。通过将 ESD 保护（例如 EPCOS CA05P4S14THSG 压敏电阻阵列）安装在连接点附近可以实现更高的保护等级。

### 2.2.1.7 VCC 电源布局设计指导原则

为达到良好的射频性能，模块 **VCC** 引脚与直流电源必须连接良好。。指导原则总结如下：

- 所有可用的 **VCC** 引脚必须连接到直流电源。
- **VCC** 连接必须尽可能宽，尽可能短。
- 必须避免任何具有大于几毫欧的等效串联电阻（ESR）的串联元件。
- **VCC** 连接必须通过与敏感模拟信号和敏感功能单元分开的 PCB 区域进行布线：良好的规范是在 **VCC** 线路和其他信号线路之间插入至少一层 PCB 地。
- 图 12 和表 12 中描述的 pF 范围内的旁路电容器应尽可能靠近 **VCC** 引脚。如果应用设备集成了内部天线，则强烈建议这样做。
- **VCC** 线上的高频电压波纹可能会导致发射器射频信号不必要的杂散调制。这更可能发生在开关 DC-DC 转换器中，在这种情况下，建议在最坏的情况下选择最高工作频率，并在连接到 SARA-N2 系列模块之前添加大型 L-C 滤波器。
- 如果 **VCC** 由瞬态电压抑制器保护，以确保不超过电压最大额定值，则应将保护装置放置在沿着直流电源到蜂窝模块的路径上，最好靠近直流电源（否则可能会损害保护功能）。

### 2.2.1.8 接地布置设计指导原则

正确的射频性能需要模块 **GND** 引脚与应用板固定接地层的良好连接。这显著降低了 EMC 问题，并为模块提供了散热片。

- 将每个 **GND** 引脚连接到应用板固定接地层。强烈建议 **VCC** 引脚周围的每个 **GND** 引脚都具有一个或多个专用通孔，通到应用板固定接地层。
- **VCC** 电源电流通过 **GND** 作为接地电流流回主直流电源：为主直流源提供适当的不间断接地层的返回路径。
- 建议将应用板的一层作为接地层，并且要尽可能的宽。
- 如果应用板是多层 PCB，则所有板层应尽可能地填充接地层，并且每个接地区域应通过完整通孔连接到电路板的主接地层。
- 如果整个应用设备由多个 PCB 组成，则需要所有不同 PCB 的接地区域之间提供良好的固定接地连接。
- **GND** 引脚接地良好还可确保散热片散热。这在实际网络命令模块以最大功率传输时的呼叫连接中至关重要：正确的接地有助于防止模块过热。

## 2.2.2 接口电源 (V\_INT)

### 2.2.2.1 V\_INT 电路设计指导原则

V\_INT 数字接口 1.8 V 电源输出主要用于：

- 指示模块何时开启和进入深度睡眠模式（有关详细信息，请参阅第 1.6.1 节）
- 代替离散稳压器为外部设备供电



请勿施加可能超过 V\_INT 电源最大可用电流限值的负载，因为这可能会导致为同一个域供电的内部电路发生故障。《SARA-N2 系列数据表》[1]描述了详细的电气特性。



V\_INT 只能用作输出；请勿在 V\_INT 上连接任何外部稳压器。



V\_INT 电源输出引脚提供内部短路保护，以限制启动电流，在短路情况下保护设备。不需要额外的外部短路保护。



V\_INT 电源引脚的 ESD 灵敏度等级为 1 kV（根据 JESD22-A114 的人体模型）。如果应用板上线路可外部连接，则可能需要更高的保护等级。通过将 ESD 保护（例如 EPCOS CA05P4S14THSG 压敏电阻阵列）安装在连接点附近可以实现更高的保护等级。



如果客户应用不需要 V\_INT 电源输出，则引脚可以不与外部组件保持连接，但建议在接应用程序板连接 V\_INT 的测试点，用于诊断目的。

### 2.2.2.2 V\_INT 布局设计指导原则

没有针对 V\_INT 输出的具体布局设计建议。



## 2.3 系统功能接口

### 2.3.1 模块复位 (RESET\_N)

#### 2.3.1.1 RESET\_N 电路设计指导原则

如《SARA-N2 系列数据手册》[1]中所述，该模块在复位输入线上有内部上拉电阻器，因此应用板上不需要外部上拉电阻。

将 **RESET\_N** 输入引脚连接到将其短接接地的按钮，则可从外部连接应用设备上接触该引脚：根据应用的 EMC/ESD 要求，应在靠近可连接点的位置对连接到该引脚的线路提供额外的 ESD 保护（例如 EPCOS CA05P4S14THSG 压敏电阻阵列），如图 13 和表 13 所示。



**RESET\_N** 引脚的 ESD 灵敏度等级为 1 kV（根据 JESD22-A114 的人体模型）。如果在外部连接应用板上可以直接接触该引脚的线路，则可能需要更高的保护等级，例如如果可访问的按钮直接连接到 **RESET\_N** 引脚。通过在可连接点附近安装 ESD 保护（例如 EPCOS CA05P4S14THSG 压敏电阻阵列）装置可以实现更高的保护等级。

将 **RESET\_N** 输入引脚连接到外部设备（例如应用处理器），可直接连接开漏输出，无需任何外部上拉，如图 13 和表 13 所示：当 **RESET\_N** 引脚不被应用处理器强制为低电平时，该模块提供的内部上拉电阻器将线路拉至高逻辑电平。也可以使用应用处理器的兼容推挽输出。

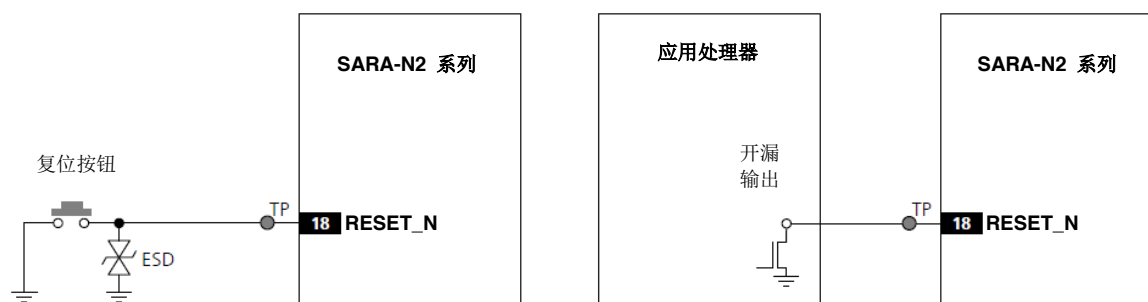


图 13: 使用应用处理器的按钮和开漏输出的 **RESET\_N** 应用电路

参考	描述	备注
ESD	用于 ESD 保护的压敏电阻	CT0402S14AHSG - EPCOS

表 13: **RESET\_N** 应用电路的 ESD 保护组件示例



如果客户应用不需要外部复位功能，则 **RESET\_N** 输入引脚可以与外部组件不保持连接，但建议在通应用版上提供连接该管脚的测试点，用于诊断目的。

#### 2.3.1.2 RESET\_N 布局设计指导原则

由于引脚功能，复位电路 (**RESET\_N**) 需要仔细布局：确保在工作期间电压电平得到很好地定义，并且在此线路上没有耦合瞬态噪声，否则模块可能会检测到寄生复位请求。建议将连接到 **RESET\_N** 的连接线尽可能地缩短。



## 2.4 天线接口

由 SARA-N2 系列模块提供的 **ANT** 引脚表示用于发送和接收射频蜂窝信号的射频输入/输出：天线必须连接到此引脚。**ANT** 引脚具有  $50\Omega$  的标称特性阻抗，必须通过  $50\Omega$  传输线连接到天线，以在工作频带内发射和接收射频（RF）信号。

### 2.4.1 天线射频接口（ANT）

#### 2.4.1.1 天线选择和设计的一般指导原则

蜂窝天线是要评估的最关键的组件：由于集成 SARA-N2 系列模块的设备对所有适用认证计划的射频符合性取决于天线辐射性能，因此在开始设计开发时必须注意应用板的物理尺寸。

蜂窝天线通常采用以下方式：

- 外部天线（例如线性单极天线）：
  - 使用外部天线基本上并不会对安装了 SARA-N2 系列模块的 PCB 的设计产生物理限制。
  - 辐射性能主要取决于天线：选择在工作频带具有最佳辐射性能的天线。
  - 如果需要天线检测功能，请选择配有适当内置诊断电路的天线组件，采用电阻器接地：请参见 2.4.2 节中的指导原则。
  - 选择具有最小插入损耗的射频电缆：由于质量较差或电缆较长引起的额外插入损会耗降低辐射性能。
  - 选择合适的  $50\Omega$  连接器，提供正确的 PCB 到射频电缆的转换：建议严格遵循连接器制造商提供的布局 and 电缆终接指南。
- 集成天线（PCB 天线，如贴片或陶瓷 SMT 元件）：
  - 内部集成天线会对 PCB 设计产生物理限制：接地层可以减小到最小尺寸，该最小尺寸必须接近于必须辐射的最小频率波长的四分之一。以下为数值示例：  
频率 = 750 MHz → 波长 = 40 cm → 最小接地层尺寸 = 10 cm
  - 辐射性能取决于整个 PCB 和天线系统设计，包括产品机械设计和使用：根据 PCB 和整个产品的机械规格，在工作频带内选择具有最佳辐射性能的天线。
  - 如果所需的接地层尺寸非常小（例如小于 6.5 厘米长和 4 厘米宽），请选择由天线制造商设计的完整定制天线：天线设计过程应在整个产品设计过程开始时开始。
  - 根据相关的集成天线解决方案规格，如果所需的接地层尺寸足够大，请选择由天线制造商提供的集成天线解决方案：天线选择及其在产品布局中的定位应从产品设计开始时开始处理。
  - 强烈建议严格遵循天线制造商提供的有关正确安装和部署包括 PCB 布局和匹配电路在内的天线系统的详细指南。
  - 除了定制 PCB 和产品限制之外，天线可能需要调整才能获得所需的性能，以符合适用的认证计划。建议向天线制造商询问与定制应用相关的设计指南。

在这两种情况下，选择外部或内部天线时，请遵守以下建议：

- 选择在所有工作频率上具有最佳回波损耗（或 V.S.W.R.）的天线。
- 选择在所有工作频率上具有最佳效率的天线。
- 选择提供适当增益（即组合的天线方向性和效率）的天线，以使电磁场辐射强度不超过一些国家规定的监管限制（例如美国的 FCC）。

#### 2.4.1.2 天线射频接口设计指导原则

##### ANT 引脚射频连接设计指导原则

必须提供 **ANT** 引脚和应用板 PCB 之间的正确转换，靠近为 **ANT** 引脚设计的焊盘的应用 PCB 布局应遵循以下设计指导原则：

- 在多层板上，射频连接下方的整层堆栈应无数字线
- 在应用 PCB 顶层的 **ANT** 焊盘周围增加 GND 保留区（即间隙，空隙区域），到相邻的焊盘金属界面至少 250  $\mu\text{m}$ ，模块下方的区域最多可达 400  $\mu\text{m}$ ，以减少对地的寄生电容，如图 14 左图所示
- 如果顶层至埋层电介质厚度低于 200 $\mu\text{m}$ ，则在 **ANT** 焊盘下方的埋置金属层上添加 GND 保留区（即间隙，空隙区域），以减少对地的寄生电容，如图 14 中右图所示

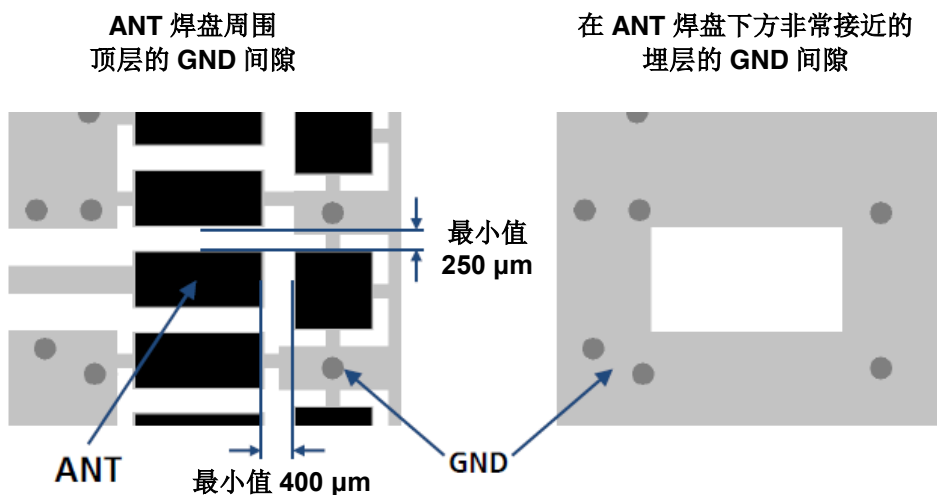


图 14：ANT 焊盘周围顶层和 ANT 焊盘下方的非常接近的埋层的 GND 保留区

##### 射频传输线设计指导原则

从 **ANT** 焊盘到天线连接器或内部天线焊盘的传输线设计必须使特性阻抗尽可能接近 50 $\Omega$ 。

传输线可以设计为微带线（由通过电介质材料从接地层分离的导电带线组成）或带状线（由平的金属带线组成，夹在两个平行接地层之间的电介质材料内）。实现为共面波导的微带线是印刷电路板最常见的配置。

图 15 和图 16 提供了正确的  $50\Omega$  共面波导设计的两个例子。第一种传输线可以在本文档描述的 4 层 PCB 叠层实现，第二种传输线可以在本文档描述的 2 层 PCB 堆叠层实现。

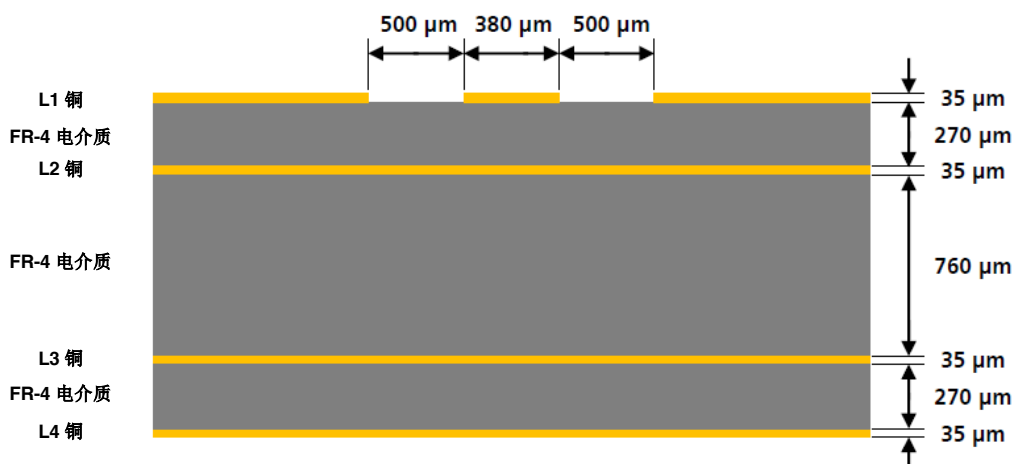


图 15: 描述的 4 层板叠层的  $50\Omega$  共面波导传输线设计的示例

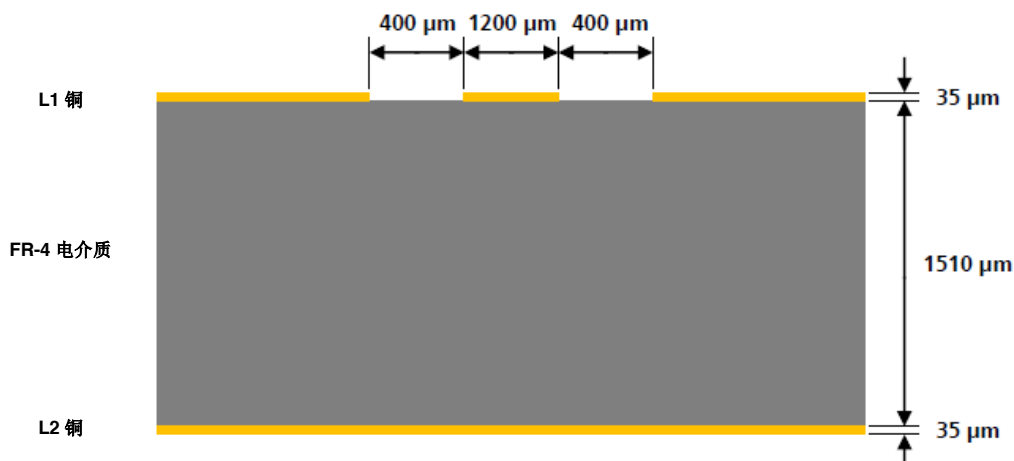


图 16: 描述的 2 层板叠层的  $50\Omega$  共面波导传输线设计的示例

如果这两个示例与应用 PCB 叠层不匹配，则可以使用 Ansys Corporation 的用于电磁结构的 HFSS 商业有限元方法求解器或使用安捷伦([www.agilent.com](http://www.agilent.com))的 AppCAD 或来自 Applied Wave Research([www.mwoffice.com](http://www.mwoffice.com))的 TXLine 等免费软件工具来进行  $50\Omega$  特性阻抗计算，注意用于阻抗计算的工具所使用的近似公式。

要实现  $50\Omega$  特性阻抗，传输线的宽度必须根据以下因素选择：

- 传输线本身的厚度（例如在图 15 和图 16 的示例中为  $35\mu\text{m}$ ）
- 顶层（传输线布线层）和实施接地层的内部靠近层之间的电介质材料的厚度（如图 15 中的  $270\mu\text{m}$ ，图 16 中的  $1510\mu\text{m}$ ）
- 介电材料的介电常数（例如图 15 和图 16 中的 FR-4 介电材料的介电常数）
- 从传输线到传输线同一层上的相邻接地层的间隙（例如，图 15 中为  $500\mu\text{m}$ ，图 16 中为  $400\mu\text{m}$ ）

如果传输线和相邻 GND 区域（同一层）之间的距离不超过微带线的线宽的 5 倍，则使用“共面波导”模型进行  $50\Omega$  计算。

除了 50Ω 阻抗外，建议在传输线设计中遵守以下指导原则：

- 缩短传输线路长度：尽可能地降低插入损耗，在几十分之一 dB 的维度上。
- 如果顶层到埋层电介质厚度低于 200μm，则在射频传输线上存在的任何组件焊盘下方的掩置金属层上增加 GND 保留区（即间隙，空隙区域），以减少对地的寄生电容。
- 传输线宽度与到 GND 间距必须统一，并尽可能平滑地布线：避免宽度和到 GND 间距的突然变化。
- 在传输线周围添加 GND 通孔，如图 17 所示。
- 确保 PCB 叠层上的相邻金属层与主接地层的固定金属连接，在相邻的金属层上提供足够的连接，如图 17 所示。
- 将射频传输线远离任何噪声源（如开关电源和数字线路）和任何敏感电路（如模拟音频线路）。
- 避免传输线上出现短截线。
- 避免信号布线与传输线平行或穿过掩置金属层上的传输线。
- 请勿将微带线设置在分立组件或顶层上的其他机械器件下方。

图 17 中显示了正确的射频电路设计的两个示例，其中未实施天线检测电路（如果应用要求天线检测功能，请遵循 2.4.2 节所述的电路和布局实施指导原则）：

- 在左图所示的第一个例子中，**ANT** 引脚通过适当的 50Ω 传输线直接连接到 SMA 连接器，设计的布局正确。
- 在右图所示的第二个例子中，**ANT** 引脚通过适当的 50Ω 传输线连接到 SMA 连接器，设计的布局正确，采用了附加的高通滤波器（由适当的串联电容器和适当的分流电感器组成），以提高 SARA-N2 模块天线端口的 ESD 抗扰度

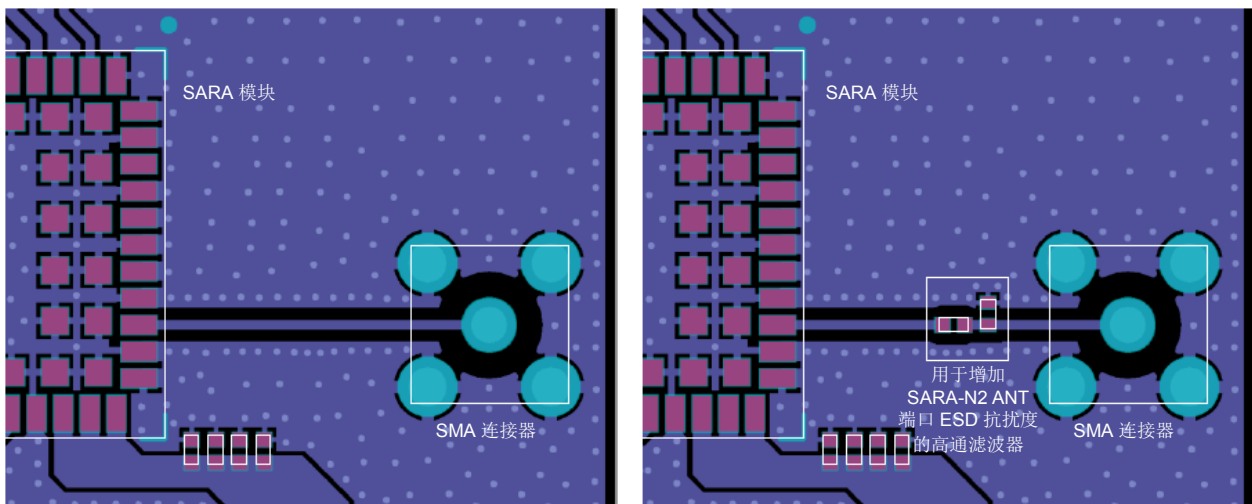


图 17：应用板上天线射频电路的建议电路和布局（不需要天线检测）

## 射频终端设计指导原则

射频终端必须具有  $50\Omega$  的特性阻抗以及满足射频终端要求的射频传输线，以匹配模块 **ANT** 引脚的特性阻抗。

然而，在实际应用中，天线并非在所有支持的频带上都有  $50\Omega$  的负载。因此，为了尽可能减少因天线失配导致的性能下降，射频终端必须在所有工作频率上提供最佳的回波损耗（或 **V.S.W.R.**），如表 7 所示。

如果使用外部天线，则天线连接器即为 PCB 上的射频终端：

- 使用合适的  $50\Omega$  连接器，提供正确的 PCB 到射频电缆的转换。
- 严格遵循连接器制造商推荐的布局，例如：
  - o SMA 通孔连接器需要在中心引脚周围的所有层上设置 GND 保留区（即间隙，空隙区域），上至四个 GND 柱的环形焊盘，如图 17 所示。
  - o U.FL 表面安装的连接器在 GND 焊盘之间的连接器下方的区域内不需要导电路径（即间隙，空隙区域）。
- 切掉射频连接器下靠近埋孔的 GND 层，以消除杂散电容，保持射频线  $50\Omega$  电阻：例如，至少在第一内层上，U.FL 连接器的有源焊盘需要具有 GND 保留区（即间隙，空隙区域），以减小对地的寄生电容

如果使用集成天线，则集成天线即为射频终端：

- 使用由天线制造商设计的天线，提供最佳的回波损耗（或 **V.S.W.R.**）。
- 根据相关的集成天线要求，提供足够大的接地层：应用 PCB 的接地层的最小尺寸必须接近于辐射的最小频率的四分之一波长。以下为数值示例：
 

频率 = 824 MHz  $\rightarrow$  波长 = 36.4 cm  $\rightarrow$  最小接地层尺寸 = 9.1 cm
- 强烈建议严格遵循天线制造商提供的有关正确安装和部署包括 PCB 布局和匹配电路在内的天线系统的详细指南。
- 除了定制 PCB 和产品限制之外，天线可能需要调整以符合所有适用的认证计划。建议咨询天线制造商，了解与定制应用相关的天线设计指南。

另外，必须遵循下述关于天线系统的建议：

- 请勿将天线放在封闭的金属外壳内。
- 请勿将天线放置在终端用户附近，因为相关法律对人体组织可承受的辐射量有具体的限制。
- 将天线远离敏感的模拟系统或采取相应的处置措施以减少电磁兼容性问题。
- 由于 GSM/UMTS 发射的射频功率可能会相互影响或干扰配套系统的性能，因此应该考虑到相邻射频系统之间的相互作用。
- 天线应在所有工作频率上提供最佳效率。
- 天线应提供适当增益（即组合的天线方向性和效率）的，以使电磁场辐射强度不超过一些国家规定的监管限制（例如美国的 FCC）。
- 考虑为蜂窝模块和天线之间添加额外 pi 网络，以进一步改进天线匹配电路，实现最佳天线性能。

## 天线示例

表 14 列出了可能的内部板载表面安装天线的一些示例

制造商	部件编号	产品名称	描述
Taoglas	PA.25.A	Anam	GSM/WCDMA SMD 天线 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 36.0 x 6.0 x 5.0 mm
Taoglas	PA.710.A	Warrior	GSM/WCDMA/LTE SMD 天线 698..960 MHz, 1710..2170 MHz, 2300..2400 MHz, 2490..2690 MHz 40.0 x 6.0 x 5.0 mm
Taoglas	PA.711.A	Warrior II	GSM/WCDMA/LTE SMD 天线 与 Taoglas PA.710.A Warrior 搭配用于 LTE MIMO 应用 698..960 MHz, 1710..2170 MHz, 2300..2400 MHz, 2490..2690 MHz 40.0 x 6.0 x 5.0 mm
Taoglas	PCS.06.A	Havok	GSM/WCDMA/LTE SMD 天线 698..960 MHz, 1710..2170 MHz, 2500..2690 MHz 42.0 x 10.0 x 3.0 mm
Antenova	A10340	Calvus	GSM/WCDMA SMD 天线 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 28.0 x 8.0 x 3.2 mm
Ethertronics	P522304	Prestta	GSM/WCDMA SMD 天线 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 35.0 x 9.0 x 3.2 mm
2J	2JE04		GSM/WCDMA SMD 天线 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 24.0 x 5.5 x 4.4 mm
Yaego	ANT3505B000TWPENA		GSM/WCDMA SMD 天线 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 35.0 x 5.0 x 6.0 mm

表 14: 内部表面安装天线示例

表 15 列出了内置的板外 PCB 型天线的一些示例（配有电缆和连接器）。

制造商	部件编号	产品名称	描述
Taoglas	FXP14.A.07.0100A		GSM/WCDMA PCB 天线，配有电缆和 U.FL 连接器 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 70.4 x 20.4 mm
Taoglas	FXP14R.A.07.0100A		GSM/WCDMA PCB 天线，配有电缆和 U.FL 连接器 集成 10k 分流诊断电阻器 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 80.0 x 20.8 mm
Taoglas	PC29.09.0100A	TheStripe	GSM/WCDMA PCB 天线，配有电缆和 MMCX(M)RA 连接器 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 80.4 x 29.4 mm
Taoglas	FXUB63.07.0150C		GSM/WCDMA/LTE PCB 天线，配有电缆和 U.FL 连接器 698..960 MHz, 1575.42 MHz, 1710..2170 MHz, 2400..2690 MHz 96.0 x 21.0 mm
Ethertronics	P522310	Prestta	GSM/WCDMA PCB 天线，配有电缆和 U.FL 连接器 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 41.0 x 15.0 mm
EAD	FSQS35241-UF-10	SQ7	GSM/WCDMA/LTE PCB 天线，配有电缆和 U.FL 连接器 690..960 MHz, 1710..2170 MHz, 2500..2700 MHz 110.0 x 21.0 mm
Yaego	ANTX100P001BWPEN3		GSM/WCDMA PCB 天线，配有电缆和 I-PEX 连接器 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 50.0 x 20.0 mm

表 15: 内部天线示例（配有电缆和连接器）

表 16 列出了一些可能的外部天线示例

制造商	部件编号	产品名称	描述
Taoglas	GSA.8827.A.101111	Phoenix	GSM/WCDMA/LTE 低剖面胶贴式天线，配有电缆和 SMA（M）连接器 698..960 MHz, 1575.42 MHz, 1710..2170 MHz, 2490..2690 MHz 105 x 30 x 7.7 mm
Taoglas	GSA.8821.A.301721	I-Bar	GSM/WCDMA 低剖面胶贴式天线，配有电缆和 Fakra (code-D) 连接器 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 106.7 x 14.7 x 5.8 mm
Taoglas	TG.30.8112		GSM/WCDMA/LTE 旋转偶极天线，配有 SMA（M）连接器 698..960 MHz, 1575.42 MHz, 1710..2170 MHz, 2400..2700 MHz 148.6 x 49 x 10 mm
Taoglas	OMB.8912.03F21		GSM/WCDMA 杆式安装天线，配有 N 型（F）连接器 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 527 x Ø 26 mm
Taoglas	FW.92.RNT.M		GSM/WCDMA 鞭状单极天线，配有 RP-N 型（M）连接器 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 274 x Ø 20 mm
Nearson	T6150AM		GSM/WCDMA 旋转单极天线，配有 SMA 型（M）连接器 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 179.3 x 22 x 6.5 mm
Laird Tech.	MAF94300	HEPTA-SM	GSM/WCDMA 旋转单极天线，配有 SMA 型（M）连接器 824..960 MHz, 1575.42 MHz, 1710..2170 MHz, 2400..2500 MHz 161 x 9.3 mm
Laird Tech.	TRA806/171033P		GSM/WCDMA 螺丝安装天线，配有 N 型（F）连接器 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 69.8 x Ø 38.1 mm
Laird Tech.	CMS69273		GSM/WCDMA/LTE 吸顶天线，配有 N 型（F）连接器 698..960 MHz, 1575.42 MHz, 1710..2700 MHz 86 x Ø 199 mm
Laird Tech.	OC69271-FNM		GSM/WCDMA/LTE 杆式安装天线，配有 N 型（M）连接器 698..960 MHz, 1710..2690 MHz 248 x Ø 24.5 mm
Abracon	APAMS-102		GSM/WCDMA 低剖面胶贴式天线，配有电缆和 SMA（M）连接器 824..960 MHz, 1710..2170 MHz 138 x 21 x 6 mm

表 16: 外部天线示例



## 2.4.2 天线检测接口 (ANT\_DET)

### 2.4.2.1 ANT\_DET 电路设计指导原则

图 18 和表 17 描述了应用板上提供的天线检测电路和天线组件的建议原理图和用于实现天线检测功能必须在天线组件上提供的诊断电路。

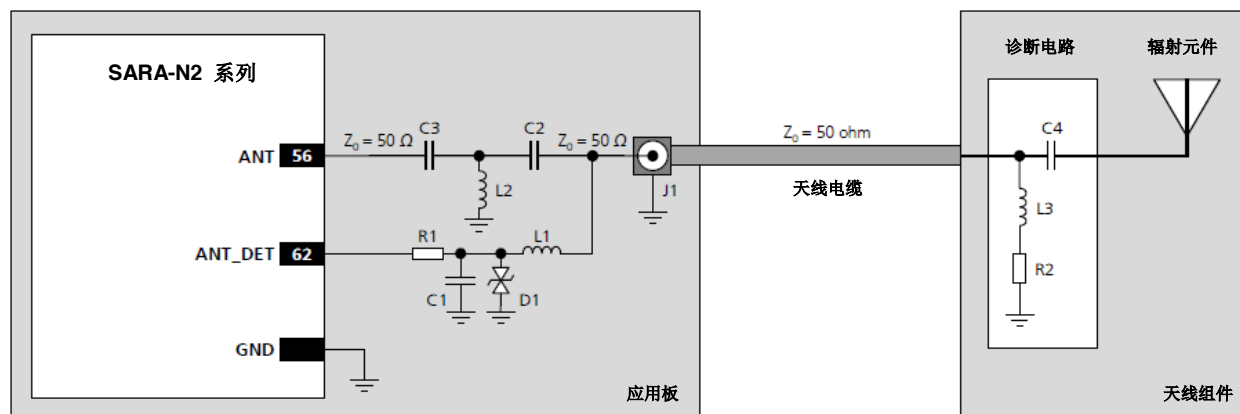


图 18: 应用板天线检测电路及天线组件诊断电路建议原理图

参考	描述	部件编号 - 制造商
C1	27 pF 陶瓷电容器 C0G 0402 5% 50 V	GRM1555C1H270J - 村田
C2	33 pF 陶瓷电容器 C0G 0402 5% 50 V	GRM1555C1H330J - 村田
D1	非常低的电容 ESD 保护	PESD0402-140 - 泰科电子
L1	68 nH 多层电感器 0402 (SRF ~1 GHz)	LQG15HS68NJ02 - 村田
R1	10 kΩ 电阻器 0402 1% 0.063 W	RK73H1ETTP1002F - KOA Speer
J1	SMA 连接器 50 Ω 通孔插口	SMA6251A1-3GT50G-50 - Amphenol
C3	SARA:U2: 15 pF 陶瓷电容器 C0G 0402 5% 50 V SARA-G3: 0 Ω 跳线 0402	GRM1555C1H150J - 村田 不同制造商
L2	SARA:U2: 39 nH 多层电感器 0402 (SRF ~1 GHz) SARA-G3: 请勿安装	LQG15HN39NJ02 - 村田
C4	22 pF 陶瓷电容器 C0G 0402 5% 25 V	GRM1555C1H220J - 村田
L3	68 nH 多层电感器 0402 (SRF ~1 GHz)	LQG15HS68NJ02 - 村田
R2	用于诊断的 15 kΩ 电阻器	不同制造商

表 17: 应用板天线检测电路及天线组件诊断电路建议组件

此处对图 18 和表 17 中提出的天线检测电路和诊断电路进行了说明：

- 当通过专用 AT 命令强制天线检测（请参见《u-blox SARA-N2 系列 AT 命令手册》[3]）时，**ANT\_DET** 引脚产生直流电流，测量从应用板天线连接器（J1）到 **GND** 的电阻（R2）。
- ANT** 引脚（C2）和天线辐射元件（C4）需要隔直流电容器去除由 **ANT\_DET** 引脚产生的直流电流。
- ANT\_DET** 引脚（L1）和诊断电阻（L3）需要串联自谐振频率（SRF）在 1 GHz 附近的扼流圈电感器，以避免降低系统的射频性能，改善负载电阻器的射频隔离。
- ANT\_DET** 引脚需要附加元件（图 18 中的 R1、C1 和 D1）作为 ESD 保护。
- 在 **ANT** 引脚上提供附加的高通滤波器（图 18 中的 C3 和 L2），以改善 ESD 抗扰度



- ANT 引脚必须通过传输线连接到天线连接器，传输线的额定特性阻抗尽可能接近 50Ω。

在一些天线的射频端口处的直流阻抗可以是直流开路（例如线性单极）或直流短路至 GND（例如 PIFA 天线）。对于没有图 18 中所述的诊断电路的天线，测量的直流电阻总是处于测量范围的极限（分别是开路或短路），并且无法区分天线路径上具有相似特性的缺陷（分别：去除线性天线或将 PIFA 天线的射频电缆短接到 GND）。

此外，从辐射元件 ANT 连接器注入到射频连接的任何其他直流信号将影响测量并使天线检测产生无效的结果。



建议使用具有内置诊断电阻的天线，范围为 5kΩ 至 30kΩ，以确保良好的天线检测功能，避免降低模块射频性能。扼流电感器应具有 1 GHz 附近的并行自谐振频率（SRF），以改善负载电阻器的射频隔离。

例如：

考虑具有 15kΩ 内置直流负载电阻器的天线。使用专用 AT 命令（请参见《u-blox SARA-N2 系列 AT 命令手册》[3]），模块将测量应用板上的天线连接器到 GND 之间的电阻值：

- 报告值接近使用的诊断电阻器标称值（即如果使用 15kΩ 诊断电阻器，则值为从 13kΩ 到 17kΩ）表示天线已正确连接。
- 接近测量范围上限的值或开路、“过量程”的报告值表示天线未连接或射频电缆断线。
- 低于测量范围下限（1kΩ）的报告表示天线或射频电缆与 GND 短路。
- 在有效测量范围内和超出预期范围内的测量可能表示连接不正确、天线损坏或用于诊断的天线负载电阻器的值错误。
- 由于天线电缆长度、天线电缆电容和使用的测量方法，报告值可能与安装在天线组件内部的诊断电阻器的实际电阻值不同。



如果客户应用不需要天线检测功能，则 ANT\_DET 引脚可以悬空，ANT 引脚可以通过如图 17 所示的 50Ω 传输线直接连接到天线连接器。

### 2.4.2.2 ANT\_DET 布局设计指导原则

图 19 描述了在应用板上的天线检测电路的建议布局，以实现天线检测功能，配置为前面图 18 和表 17 中描述的建议原理图。

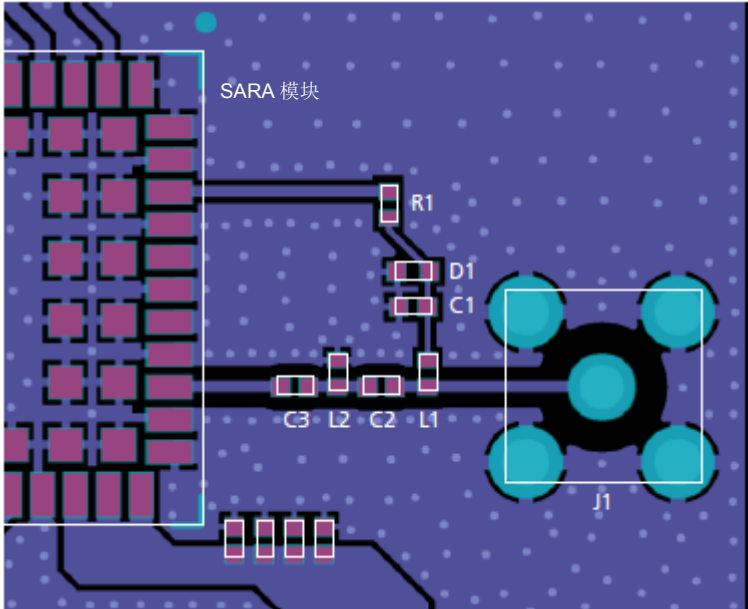


图 19: 应用板上天线检测电路的建议布局

图 19 中建议的天线检测电路布局说明如下：

- **ANT** 引脚通过 50Ω 传输线连接到天线连接器，实施了 2.4.1 节中描述的设计指导原则和 SMA 连接器制造商的建议。
- **ANT** 引脚 (C2) 上的隔直流电容器与 50Ω 传输线串联放置。
- **ANT\_DET** 引脚通过感测线连接到 50Ω 传输线。
- 在 **ANT\_DET** 引脚 (L1) 处串联扼流电感器，使得一个焊盘位于 50Ω 传输线上，另一个焊盘位于到 **ANT\_DET** 引脚的感测线的起始点。
- **ANT\_DET** 线上的附加组件 (R1、C1 和 D1) 用于 ESD 保护。
- **ANT** 线上的附加高通滤波器 (C3 和 L2) 用于提高 ESD 抗扰度。

## 2.5 SIM 接口

### 2.5.1.1 SIM 电路设计指导原则

#### SIM 卡、SIM 连接器和 SIM 芯片选择指导原则

ISO/IEC 7816、ETSI TS 102 221 和 ETSI TS 102 671 规范定义了通用集成电路卡（UICC）的物理、电气和功能特性，包含安全地存储所有通过蜂窝网络识别和认证用户所需信息的用户识别模块（SIM）集成电路。

可拆卸 UICC/SIM 卡触点映射由 ISO / IEC 7816 和 ETSI TS 102 221 定义如下：

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| • 触点 C1 = VCC（电源）      | → 必须连接到 <b>VSIM</b>    |
| • 触点 C2 = RST（复位）      | → 必须连接到 <b>SIM_RST</b> |
| • 触点 C3 = CLK（时钟）      | → 必须连接到 <b>SIM_CLK</b> |
| • 触点 C4 = AUX1（辅助触点）   | → 必须保持悬空               |
| • 触点 C5 = GND（接地）      | → 必须连接到 <b>GND</b>     |
| • 触点 C6 = VPP（编程电源）    | → 可以保持悬空               |
| • 触点 C7 = I/O（数据输入/输出） | → 必须连接到 <b>SIM_IO</b>  |
| • 触点 C8 = AUX2（辅助触点）   | → 必须保持悬空               |

可拆卸 SIM 卡可以有 6 个触点（C1 = VCC，C2 = RST，C3 = CLK，C5 = GND，C6 = VPP，C7 = I/O）或 8 个触点，还提供辅助触点 C4 = AUX1 和 C8 = AUX2 用于 USB 接口等用途。因为模块不支持附加的辅助功能（触点 C4 = AUX1 和 C8 = AUX2），所以只需要 5 个触点，并且必须按照上述方式连接到模块 SIM 卡接口。可拆卸 SIM 卡适用于在产品使用寿命期间需要更换 SIM 卡的应用。

如果没有提供机械卡存在检测功能，则 SIM 卡座可以具有 6 或 8 个位置，如果提供用于机械卡存在检测功能集成在 SIM 连接器中的常开机械开关相关的两个附加引脚，则可以具有 6 + 2 或 8 + 2 个位置。

- |                                      |                        |
|--------------------------------------|------------------------|
| • 封装引脚 8 = UICC 触点 C1 = VCC（电源）      | → 必须连接到 <b>VSIM</b>    |
| • 封装引脚 7 = UICC 触点 C2 = RST（复位）      | → 必须连接到 <b>SIM_RST</b> |
| • 封装引脚 6 = UICC 触点 C3 = CLK（时钟）      | → 必须连接到 <b>SIM_CLK</b> |
| • 封装引脚 5 = UICC 触点 C4 = AUX1（辅助触点）   | → 必须保持悬空               |
| • 封装引脚 1 = UICC 触点 C5 = GND（接地）      | → 必须连接到 <b>GND</b>     |
| • 封装引脚 2 = UICC 触点 C6 = VPP（编程电源）    | → 可以保持悬空               |
| • 封装引脚 3 = UICC 触点 C7 = I/O（数据输入/输出） | → 必须连接到 <b>SIM_IO</b>  |
| • 封装引脚 4 = UICC 触点 C8 = AUX2（辅助触点）   | → 必须保持悬空               |

可焊 SIM 芯片具有 8 个触点，还可以为 USB 接口和其他用途提供辅助触点 C4 = AUX1 和 C8 = AUX2，但只需要 5 个触点如上所述连接到模块 SIM 卡接口，因为 SARA-N2 系列模块不支持附加辅助功能（触点 C4 = AUX1 和 C8 = AUX2）。

可焊 SIM 芯片适用于安装后不需要更换 SIM 卡的 M2M 应用。

## SIM 卡连接指导原则

图 20 中描述了用于连接到放置在 SIM 卡座中的可拆卸 SIM 卡的应用电路。

按照以下指导原则将模块连接到 SIM 卡连接器：

- 将 UICC/SIM 触点 C1 (VCC) 连接到模块的 **VSIM** 引脚。
- 将 UICC/SIM 触点 C7 (I/O) 连接到模块的 **SIM\_IO** 引脚。
- 将 UICC/SIM 触点 C3 (CLK) 连接到模块的 **SIM\_CLK** 引脚。
- 将 UICC/SIM 触点 C2 (RST) 连接到模块的 **SIM\_RST** 引脚。
- 将 UICC/SIM 触点 C5 (GND) 接地。
- 在 SIM 电源线 (**VSIM**) 上靠近 SIM 连接器的相关焊盘的位置设置 100 nF 旁路电容 (例如 Murata GRM155R71C104K)，以防止数字噪声。
- 在每个 SIM 线 (**VSIM**、**SIM\_CLK**、**SIM\_IO**、**SIM\_RST**) 非常靠近 SIM 连接器的每个相关焊盘的位置设置约 22 pF 至 47 pF 的旁路电容 (例如 Murata GRM1555C1H470J)，以防止射频耦合，尤其是在射频天线距离 SIM 卡座短于 10 - 30 cm 的情况下。
- 在每个外部可接触的 SIM 线路上靠近 SIM 连接器的每个相关焊盘的位置设置低电容 (即小于 10 pF) ESD 保护 (例如 Tyco Electronics PESD0402-140)。SIM 接口引脚的 ESD 灵敏度额定值为 1 kV (根据 JESD22-A114 的人体模型)，根据定制应用的 EMC/ESD 要求，如果外部可以接触应用设备上的线路，则需要更高的保护等级。
- 限制每个 SIM 信号 (**SIM\_CLK**、**SIM\_IO**、**SIM\_RST**) 上的电容和串联电阻以匹配 SIM 接口的要求 (27.7 ns 是 **SIM\_CLK** 线上允许的最大上升时间，1.0μs 是 **SIM\_IO** 和 **SIM\_RST** 上允许的最大上升时间)。

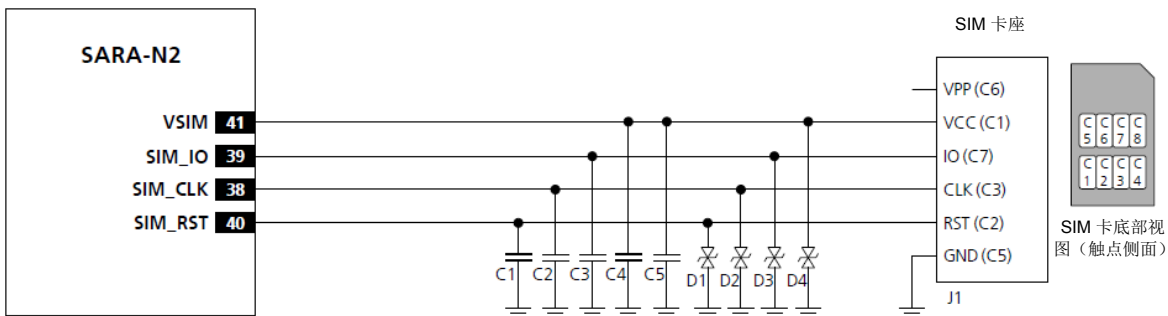


图 20: 用于连接到单个可拆卸 SIM 卡的应用电路

参考	描述	部件编号 - 制造商
C1, C2, C3, C4	47 pF 陶瓷电容器 C0G 0402 5% 50 V	GRM1555C1H470JA01 - 村田
C5	100 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 16 V	GRM155R71C104KA01 - 村田
D1, D2, D3, D4	低容值 ESD 保护	PESD0402-140 - 泰科电子
J1	SIM 卡座 6 个位置，无卡存在开关	不同制造商 C707 10M006 136 2 - Amphenol

表 18: 用于连接到可拆卸 SIM 卡的组件示例

## SIM 芯片连接指导原则

图 21 描述了用于连接到可焊 SIM 芯片（M2M UICC 外形）的应用电路。

按照以下指导原则将模块连接到可焊 SIM 芯片：

- 将 UICC/SIM 触点 C1（VCC）连接到模块的 **VSIM** 引脚。
- 将 UICC/SIM 触点 C7（I/O）连接到模块的 **SIM\_IO** 引脚。
- 将 UICC/SIM 触点 C3（CLK）连接到模块的 **SIM\_CLK** 引脚。
- 将 UICC/SIM 触点 C2（RST）连接到模块的 **SIM\_RST** 引脚。
- 将 UICC/SIM 触点 C5（GND）接地。
- 在 SIM 电源线（**VSIM**）上靠近 SIM 芯片的相关焊盘的位置设置 100 nF 旁路电容（例如 Murata GRM155R71C104K），以防止数字噪声。
- 在每个 SIM 线（**VSIM**、**SIM\_CLK**、**SIM\_IO**、**SIM\_RST**）上设置约 22 pF 至 47 pF 的旁路电容（例如 Murata GRM1555C1H470J），以防止射频耦合，尤其是在射频天线距离 SIM 卡座短于 10 - 30 cm 的情况下。
- 限制每个 SIM 信号（**VSIM**、**SIM\_CLK**、**SIM\_IO**、**SIM\_RST**）电容和串联电阻，以符合 SIM 接口的要求。

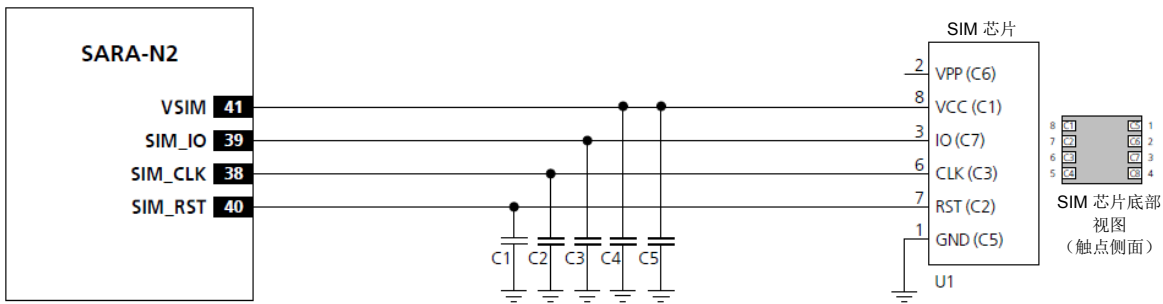


图 21: 用于连接到单个可焊 SIM 芯片的应用电路

参考	描述	部件编号 - 制造商
C1, C2, C3, C4	47 pF 陶瓷电容器 C0G 0402 5% 50 V	GRM1555C1H470JA01 - 村田
C5	100 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 16 V	GRM155R71C104KA01 - 村田
U1	SIM 芯片（M2M UICC 外形）	不同制造商

表 19: 用于连接到可焊 SIM 芯片的组件示例

### 2.5.1.2 SIM 布局设计指导原则

如果将 SIM 卡放置在远离 SARA-N2 系列模块或靠近射频天线的位置，SIM 卡接口线路（**VSIM**、**SIM\_CLK**、**SIM\_IO**、**SIM\_RST**）的布局可能是至关重要的：应避免或至少缓解以下两种情况。

在第一种情况下，如任何其它数字接口一样，长连接可能导致数字数据频率的某些谐波辐射：保持线路尽可能短，避免与射频线路或敏感模拟输入端的耦合。

在第二种情况下，可以拾取相同的谐波，如果载波频率与谐波频率偶然相同，会产生降低接收器信道灵敏度的自干扰：将 2.5.1.1 中建议的射频旁路电容放置在 SIM 连接器附近可缓解此问题。

此外，由于 SIM 卡通常由最终用户访问，因此会受到 ESD 放电的影响：如 2.5.1.1 中所述，添加足够的 ESD 保护，以保护 SIM 连接器附近的模块 SIM 引脚。

限制每个 SIM 信号的电容和串联电阻以符合 SIM 规范：连接应始终保持尽可能短。

避免与任何敏感的模拟电路耦合，因为 SIM 信号可能导致数字数据频率的一些谐波的辐射。

## 2.6 串行接口

### 2.6.1 异步串行接口（UART）

#### 2.6.1.1 无振铃指示的 UART 电路设计指导原则

如果使用 3.3 V 应用处理器（DTE），SARA-N2 模块的 UART 接口可以直接与 DTE 的 UART 接口相连，如图 22 所示：

- 将 DTE TxD 输出线连接到 SARA-N2 的 **TXD** 输入引脚
- 将 DTE RxD 输入线连接到 SARA-N2 的 **RXD** 输出引脚
- 使模块的 **RTS** 和 **CTS** 线不连接和悬空。
- 考虑到 SARA-N2 模块的 UART 接口在 **VCC** 电压电平工作，对于 SARA-N2 模块和应用处理器（DTE），应使用相同的外部电源轨（例如，3.3 V 或 3.6 V），以便两个设备的接口在同一电压工作



“02” 产品版本不支持硬件流量控制线 **CTS** 和 **RTS**。

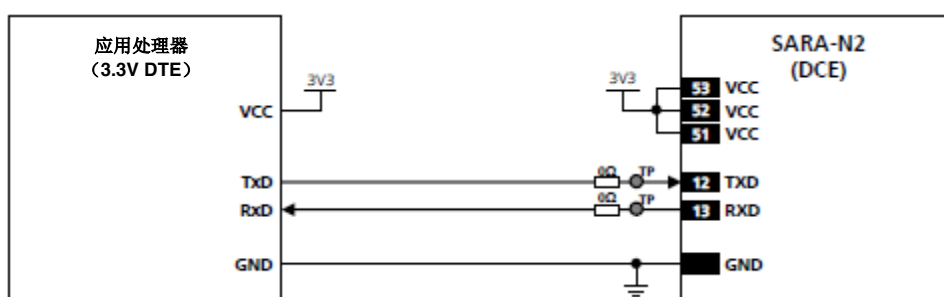


图 22: DTE/DCE 串行通信（3.3 V DTE）中具有部分 V.24 链路（3 线）的 UART 接口应用电路

如果使用 1.8 V 应用处理器（DTE），则建议使用模块 **VCC** 线作为模块侧电压转换器的电源，通过适当的单向电压转换器连接模块的 UART 接口（DCE），如图 23 所示。

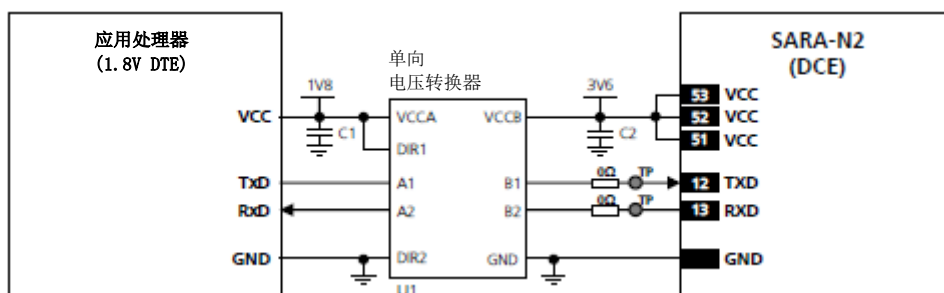


图 23: DTE/DCE 串行通信（1.8 V DTE）中的部分 V.24 链路（3 线）的 UART 接口应用电路

参考	描述	部件编号 - 制造商
C1, C2	100 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 16 V	GRM155R61A104KA01 - 村田
U1	单向电压转换器	SN74LVC2T45 - 德州仪器

表 20: DTE/DCE 串行通信（1.8 V DTE）中的部分 V.24 链路（3 线）的 UART 应用电路组件



不建议使用 **V\_INT** 引脚作为外部电压转换器的控制线



建议通过用于诊断目的的可访问测试点，直接访问 **TXD** 和 **RXD** 线路

### 2.6.1.2 带振铃指示的 UART 电路设计指导原则

如果应用板需要振铃指示，以在 URC 或新数据可用时获取通知，则 **CTS** 线可用于此类功能。在这种情况下，电路应该如图 24 所示部署：

- 将 DTE TxD 输出线连接到 SARA-N2 的 **TXD** 输入引脚
- 将 DTE RxD 输入线连接到 SARA-N2 的 **RXD** 输出引脚
- 将 DTE RI 输入线连接到 SARA-N2 的 **CTS** 输出引脚
- 使模块的 **RTS** 线不连接和悬空。
- 考虑到 SARA-N2 模块的 UART 接口在 **VCC** 电压电平工作，对于 SARA-N2 模块和应用处理器（DTE），应使用相同的外部电源轨（例如，3.3 V 或 3.6 V），以便两个设备的接口在同一电压工作



“02” 产品版本不支持硬件流量控制线 **CTS** 和 **RTS**。

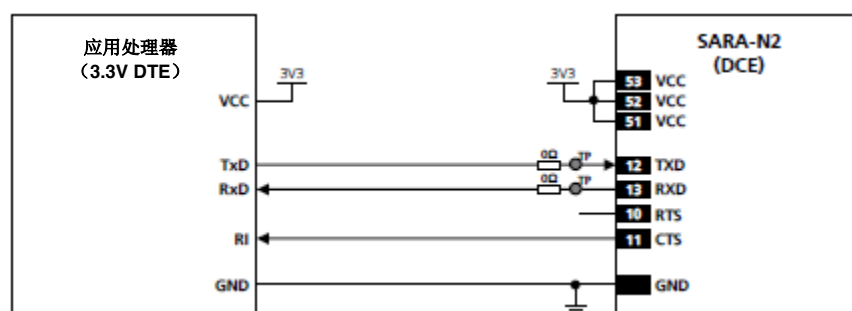


图 24: 具有部分 V.24 链路（3 线）串行通信和振铃指示（3.3 V DTE）的 UART 接口应用电路

### 2.6.1.3 其他注意事项

如果使用 1.8 V 应用处理器（DTE），从在 **VCC** 电压电平（3.6 V 标称值）工作 DCE 的任何 UART 输出的电压到 DTE 的 1.8 V 输入均可以通过适当的分压器实现，成为替代性的低成本解决方案。考虑在应用处理器（DTE）输入端集成的上拉电路的值，以正确选择分压器电阻值。



UART 接口引脚的 ESD 灵敏度等级为 1 kV（根据 JESD22-A114 的人体模型）。如果应用板上线路可外部访问，则可能需要更高的保护等级。通过将 ESD 保护（例如 EPCOS CA05P4S14THSG 压敏电阻阵列）安装在可访问点附近可以实现更高的保护等级。

### 2.6.1.4 UART 布局设计指导原则

UART 串行接口在电磁干扰方面的注意事项与其他数字接口的相同。保持线路尽可能短，避免与射频线路或敏感模拟输入端的耦合，因为这些信号会导致数字数据频率的一些谐波发生辐射。



## 2.6.2 辅助异步串行接口（辅助 UART）

### 2.6.2.1 辅助 UART 电路设计指导原则

辅助 UART 接口在 **GPIO1** 引脚上提供，可用于诊断目的，收集跟踪日志。

合适的应用电路可以是图 25 所示的应用电路，其中在应用板上的测试点可用于 **GPIO1** 和 **V\_INT** 线路诊断目的的直接外部访问。

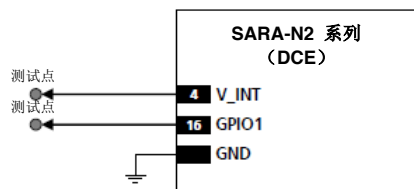


图 25: UART AUX 接口应用电路为诊断目的提供直接外部访问

具有 1.8 V 应用处理器的电路应按照图 26 所述实现。

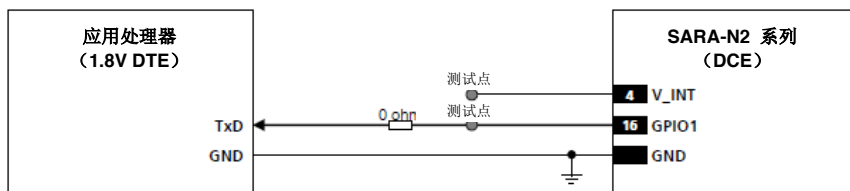


图 26: 连接 1.8 V 应用处理器的 UART AUX 接口应用电路

如果使用 3.3 V 应用处理器，则建议使用适当的单向电压转换器连接模块的 1.8 V 辅助 UART 接口，使用模块 **V\_INT** 输出作为模块侧电压转换器的 1.8 V 电源，如图 27 所示。

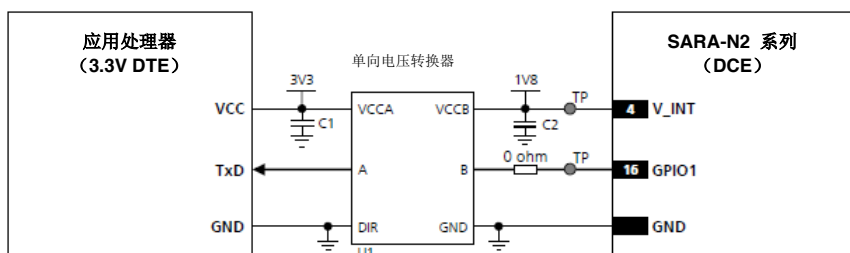


图 27: 连接 3.3 V 应用处理器的 UART AUX 接口应用电路

参考	描述	部件编号 - 制造商
C1, C2	100 nF 陶瓷电容器 X7R 0402 10% 16 V	GRM155R61A104KA01 - 村田
U1	单向电压转换器	SN74LVC1T45 - 德州仪器

表 21: 连接 3.3 V 应用处理器的 UART AUX 接口应用电路组件



建议通过用于诊断目的的可访问的测试点提供对 **GPIO1** 引脚的直接访问



辅助 UART 引脚的 ESD 灵敏度等级为 1 kV（根据 JESD22-A114 的人体模型）。如果应用板上线路可外部访问，则可能需要更高的保护等级。通过将 ESD 保护（例如 EPCOS CA05P4S14THSG 压敏电阻阵列）安装在可访问点附近可以实现更高的保护等级。



### 2.6.3 DDC (I<sup>2</sup>C) 接口



产品的“02”版本不支持 DDC (I<sup>2</sup>C) 接口

## 2.7 通用输入/输出 (GPIO)



产品的“02”版本不支持 GPIO。

如第 1.9.2 和 2.6.2 节所述，**GPIO1** 可用作辅助 UART 输出线来收集跟踪日志：建议通过可访问的测试点直接访问 **GPIO1** 引脚进行诊断。

## 2.8 保留引脚 (RSVD)

SARA-N2 系列模块保留有未来使用的引脚，标记为 **RSVD**。

除了可以外部接地的 33 号 **RSVD** 引脚，所有 **RSVD** 引脚在应用板上保持断开状态。

## 2.9 模块布局

优化布局，以尽可能地缩短射频线路的长度和 **VCC** 的直流电源路径。

确保模块、射频和模拟部件/电路与任何可能的辐射源分开，包括可能辐射一些数字频率谐波的数字电路，这些数字电路可以产生影响模块、射频和模拟部件/电路性能的电磁干扰，或实施适当的对策以避免任何可能的电磁兼容性问题。

确保模块、射频和模拟部件/电路、高速数字电路与可能受电磁干扰影响的任何敏感部件/电路明确分离，或采取对策避免任何可能的电磁兼容性问题。

在模块和任何外部部件之间提供足够的间隙。

## 2.10 模块封装和助焊层

图 28 和表 22 描述了 SARA 模块的建议封装（即覆铜层）和助焊层布局：所建议的焊盘图案布局反映了模块的引脚布局，而建议的网板开孔布局略有不同（请参见 H'、I'、J'、O' 参数与 F'、H'、I'、J'、O' 的比较）。推荐使用非阻焊层限定（NSMD）焊盘类型，而不建议阻焊层界定（SMD）焊盘类型，实现每边比对应的铜焊盘大 50 $\mu$ m 的阻焊层开孔。

根据应用生产工艺要求，推荐锡焊膏厚度为 150 $\mu$ m。

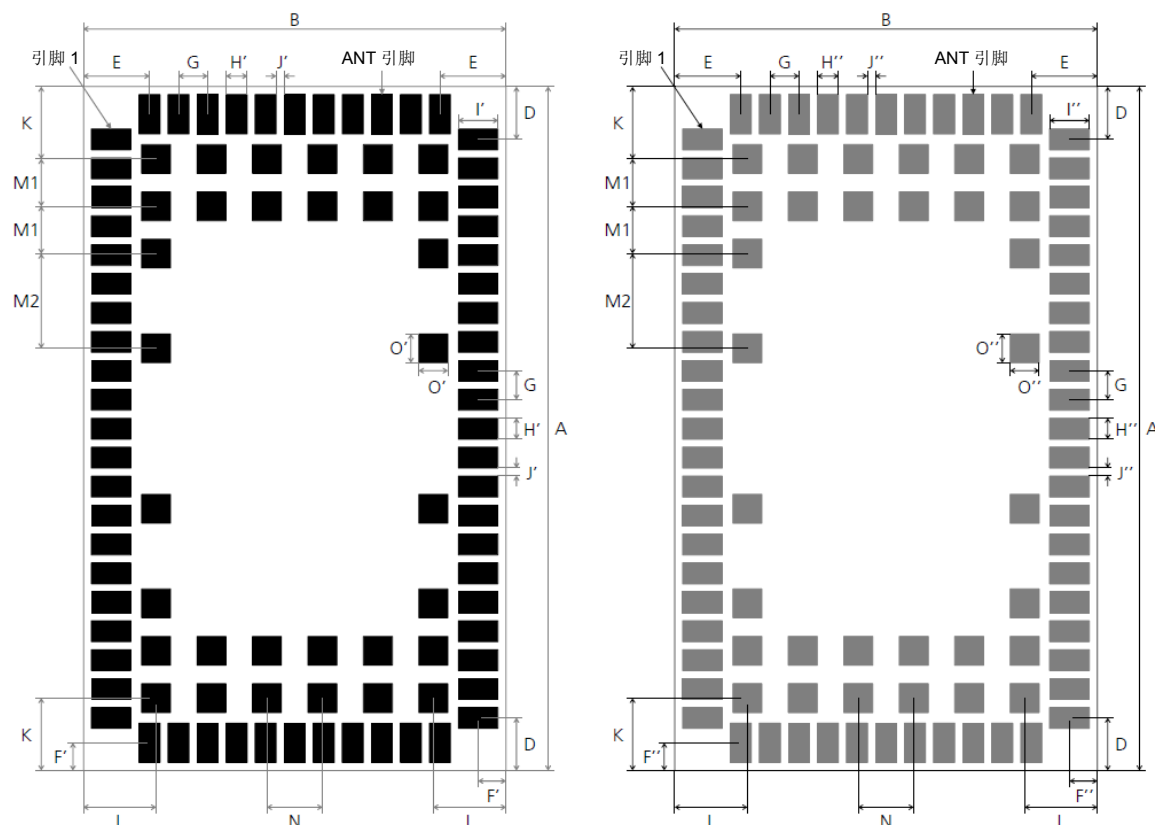


图 28: SARA-N2 系列模块建议封装和助焊层（应用板顶视图）

参数	值	参数	值	参数	值
A	26.0 mm	G	1.10 mm	K	2.75 mm
B	16.0 mm	H'	0.80 mm	L	2.75 mm
C	3.00 mm	H''	0.75 mm	M1	1.80 mm
D	2.00 mm	I'	1.50 mm	M2	3.60 mm
E	2.50 mm	I''	1.55 mm	N	2.10 mm
F'	1.05 mm	J'	0.30 mm	O'	1.10 mm
F''	1.00 mm	J''	0.35 mm	O''	1.05 mm

表 22: SARA-N2 系列模块建议封装和助焊层尺寸



这些仅是建议，而不是规范。精确的覆铜层、阻焊层和助焊层几何形状、距离、网板厚度和锡焊膏体积必须适应客户的具体生产工艺（例如焊接等）。

## 2.11 SARA-N2 系列模块集成原理图

图 29 是使用模块的所有可用接口和功能将 SARA-N2 系列模块 “02” 产品版本集成到应用板中的原理图的示例。

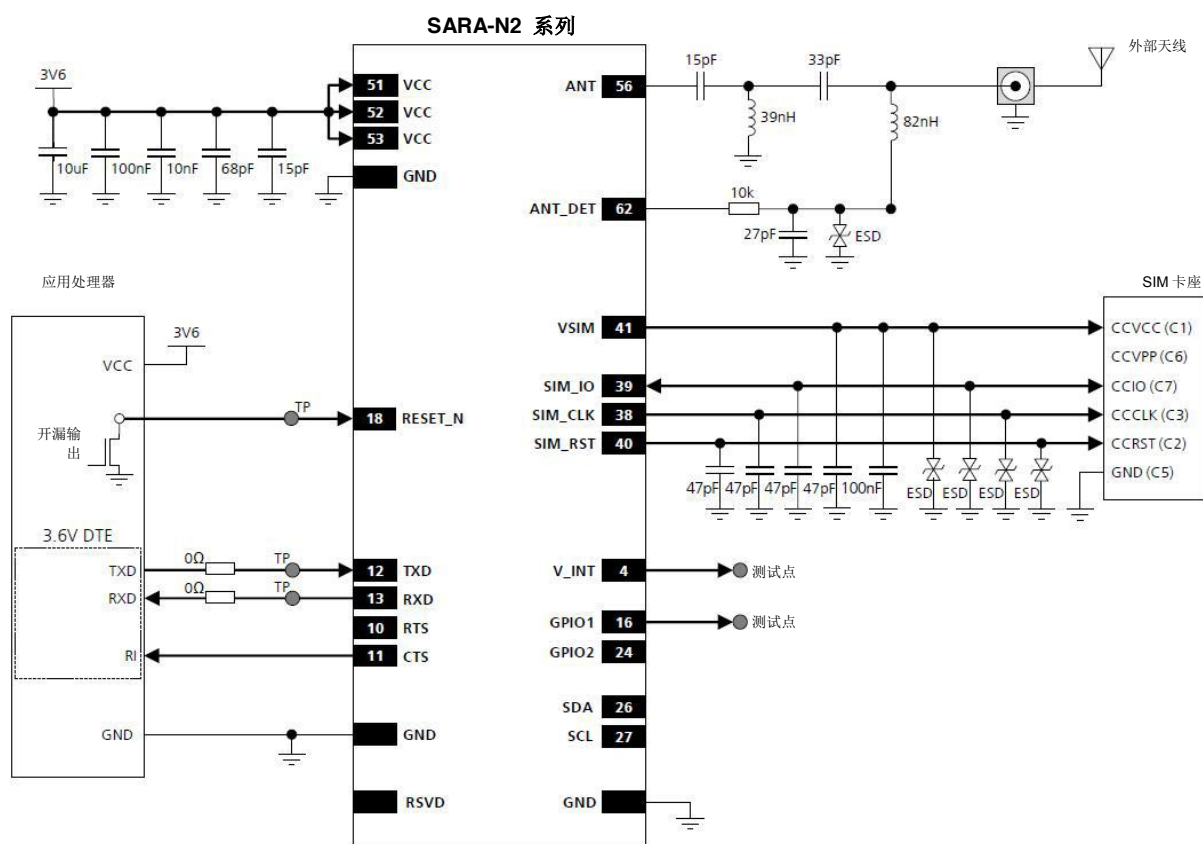


图 29: 使用所有可用接口集成 SARA-N2 模块 “02” 产品版本的原理图示例

## 2.12 设计检查清单

本节提供了设计检查清单。

### 2.12.1 原理图检查清单

以下是简单原理图检查的要点：

- ☑ 直流电源必须在 **VCC** 引脚上提供高于最小工作范围限值的标称电压。
- ☑ 直流电源必须能够在 **VCC** 引脚上提供以最大功率传输期间的指定平均电流，电压高于最小工作范围限值。
- ☑ **VCC** 电源应干净，纹波/噪声非常低。
- ☑ 请勿施加可能超过 **V\_INT** 电源最大可用电流限值的负载。
- ☑ 检查任何连接的引脚的电压是否超过相对工作范围。
- ☑ 必须限制每个 **SIM** 信号电容和串联电阻以符合 **SIM** 规范。
- ☑ 将建议的电容插入每个 **SIM** 信号回路，如果外部可以接触 **SIM** 卡，，增加低容值 ESD 保护器件。
- ☑ 检查 **UART** 信号方向，因为信号名称遵循《ITU-T V.24 建议书》[4]。
- ☑ 提供直接连接到以下引脚的可访问测试点：**TXD**、**RXD**、**GPIO1**、**V\_INT** 和 **RESET\_N**，用于诊断目的。
- ☑ 根据要求，为应用板提供适当的 ESD 抗扰预防措施。
- ☑ 连接到任何通用数字接口引脚的任何外部信号在模块处于非通电模式和模块开启顺序（至少直到激活模块的 **V\_INT** 输出）时都必须为三态或低电平，以避免电路门锁，并正确启动模块。
- ☑ 所有未使用的引脚都可以保持悬空。

### 2.12.2 布局检查清单

以下是简单布局检查的要点：

- ☑ 检查连接到 **ANT** 焊盘（天线射频输入/输出接口）的射频传输线的 50Ω 标称特性阻抗。
- ☑ 遵循天线制造商建议，进行正确的天线安装和部署（PCB 布局和匹配电路）。
- ☑ 确保射频接口和噪声或敏感信号（如 **SIM** 信号和高速数字线路）之间不发生耦合。
- ☑ **VCC** 线应宽且短。
- ☑ 将 **VCC** 电源线远离敏感的模拟信号。
- ☑ 确保正确接地。
- ☑ 优化布局，以尽可能地缩短射频线路的长度和 **VCC** 的直流电源路径。
- ☑ 保持短线路，降低 **SIM** 线上的寄生电容，以保持信号完整性。

### 2.12.3 天线检查清单

- ☑ 天线终端应在部署地理区域的工作频段上提供 50Ω 特性阻抗，V.S.W.R 至少小于 3:1（推荐 2:1）。
- ☑ 遵循天线制造商建议，进行正确的天线安装和部署（PCB 布局和匹配电路）。
- ☑ 如果需要，请遵循第 2.4.2 节中的指导原则，以获得正确的天线检测功能。

## 3 处理和焊接



未使用天然橡胶、吸湿材料或含石棉的材料。

### 3.1 包装、运输、储存和水分预处理

有关卷轴和卷带、湿度敏感度（MSD）、运输和存储信息以及预处理干燥的信息，请参见《SARA-N2 系列数据表》[1]和《u-blox 包装信息指南》[2]。

### 3.2 处理

SARA-N2 系列模块是静电放电（ESD）敏感器件。



确保在处理模块时实施 ESD 预防措施。



静电放电（ESD）是由直接接触或由静电场引起的不同电位的两个物体之间流动的突然瞬时电流。该术语通常在电子和其他行业中用于描述可能导致电子设备损坏的瞬时有害电流。

SARA-N2 系列模块（根据 JESD22-A114F 的人体模型）的每个引脚的 ESD 灵敏度在《SARA-N2 系列数据手册》[1]中有规定。

ESD 预防基于建立静电防护区（EPA）。EPA 可以是小型工作站或大型制造区域。EPA 的主要原理是在 ESD 敏感电子设备附近没有高充电材料，所有导电材料和工作人员都接地，并且防止 ESD 敏感电子设备上的电荷积聚。可以从国际电工委员会（IEC）或美国国家标准协会（ANSI）获得用于定义典型 EPA 的国际标准。

除了标准的 ESD 安全措施外，处理 SARA-N2 系列模块时应考虑以下措施：

- 除非本地 GND（即工作台）和 PCB GND 之间存在电偶耦合，否则处理 PCB 时的第一个接触点必须始终位于本地 GND 和 PCB GND 之间。
- 在安装天线贴片之前，请将设备接地。
- 处理模块时，请勿与任何充电的电容器接触，并且在接触可能产生电荷的材料（例如贴片天线、同轴电缆、烙铁...）时要小心。
- 为防止通过射频引脚发生静电放电，请勿触摸任何暴露的天线区域。如果在非 ESD 保护的工作区域内存在接触暴露的天线区域的风险，请在设计中添加适当的 ESD 保护措施。
- 将模块和贴片天线焊接到射频引脚时，请确保使用 ESD 安全烙铁。

## 3.3 焊接

### 3.3.1 锡焊膏

强烈建议使用“免清洁”锡焊膏，这样在完成焊接后便不再需要任何清洁。以下示例中列出的锡焊膏符合这些标准。

锡焊膏:	OM338 SAC405/Nr.143714 (Cookson Electronics)
合金规格:	95.5% Sn / 3.9% Ag / 0.6% Cu (95.5%锡 / 3.9%银 / 0.6%铜) 95.5% Sn / 3.9% Ag / 0.5% Cu (95.5%锡 / 4.0%银 / 0.5%铜)
熔点温度:	217°C
网板厚度:	基板为 150µm

锡焊膏的最终选择取决于批准的制造程序。

用于涂敷锡焊膏的助焊层外形应符合第 2.10 节的建议



连接器（“半通孔”）上的焊点质量应符合相应的 IPC 规范。

### 3.3.2 回流焊接

**强烈推荐**使用对流式焊炉，而非红外线型辐射焊炉。对流加热焊炉可精确控制温度，无论材料性质、组件厚度和表面颜色如何，所有部件均匀加热。考虑《IPC-7530 群焊（回流焊和波峰焊）工艺温度曲线指南 2001 年版》。

回流曲线将根据以下建议进行选择。



**不遵守这些建议可能会严重损坏设备！**

#### 预热阶段

组件引线 and 球的初始加热。残留的水分会变干。请注意，此预热阶段不应取代之前的烘烤程序。

- 升温速度：最高 3°C/s  
如果在预热阶段温度上升太快，可能会导致过度塌陷。
- 时间：60 至 120 s  
如果预热不足，则会产生相当大的焊球。相反，如果过度预热，则会在群集中产生细小球和大球。
- 结束温度：150 至 200°C  
如果温度过低，热容量大的区域容易产生不熔化。

#### 加热/回流阶段

温度升高到液相线温度 217°C 以上。避免温度突然上升，因为锡焊膏的塌陷度可能会变差。

- 高于 217°C 液相线温度的限制时间：40 至 60 s
- 峰值回流温度：245°C

#### 冷却阶段

受控制的冷却避免了焊料的负面冶金效应（焊料变得更脆）和产品中可能的机械张力。控制冷却有助于获得具

有良好的形状和低接触角的亮焊料圆角。

- 降温速度：最高 4°C/s



为避免坠落，在焊接过程中应将模块放置在主板的顶部。

在工厂选择的焊接温度曲线取决于附加的外部因素，如锡焊膏的选择、尺寸、厚度和基板的性能等。



超过推荐焊接曲线中的最高焊接温度和最大液相线时间限制可能会对模块造成永久性损坏。

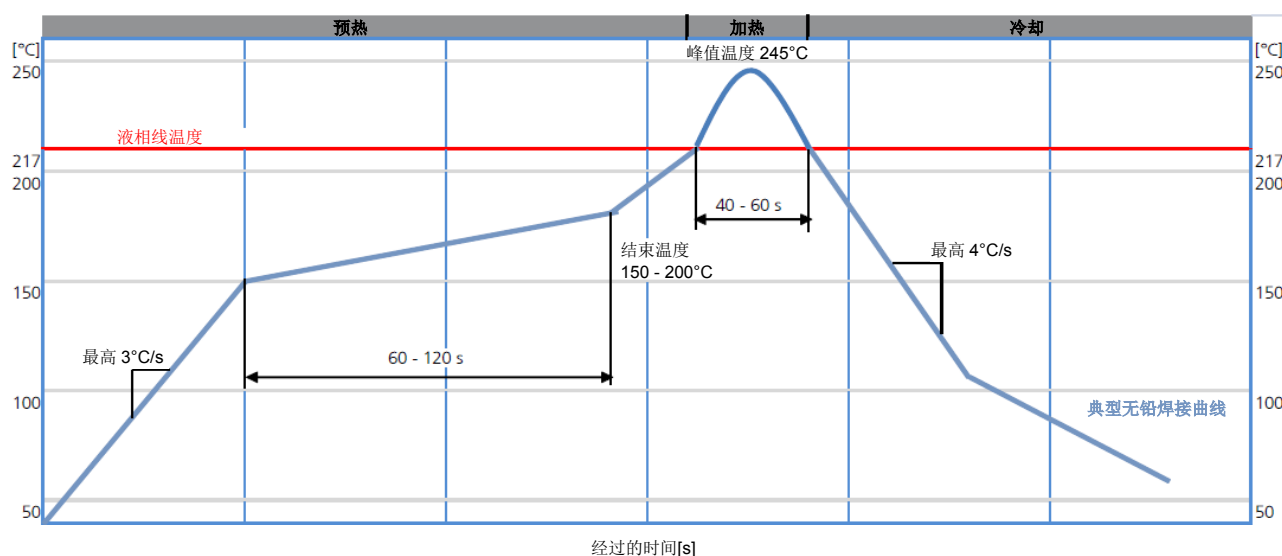


图 30: 推荐焊接曲线



SARA-N2 系列模块不得用潮湿的加热工艺焊接。

### 3.3.3 光学检查

在焊接 SARA-N2 系列模块后，光学检查模块，以验证模块是否正确对准和定心。

### 3.3.4 清洁

不建议清洁焊接模块。模块下面的残留物在通过洗涤清除时可能比较困难。

- 用水清洁将导致毛细管效应，水会被吸收在基板和模块之间的间隙中。焊剂残留物和内部的残留水分结合后，会导致相邻焊盘短路或类似电阻的互连。水还会损坏标签和喷墨打印文字。
- 用酒精或其他有机溶剂清洁可能将焊剂残留物冲到两个外壳中，这些区域后期无法进行检查。溶剂也会损坏标签和喷墨打印文字。
- 超声波清洁将永久损坏模块，尤其是石英振荡器。

为获得最佳效果，请使用“免清洁”锡焊膏，以省却焊接后的清洁环节。

### 3.3.5 重复回流焊接

对于安装有 SARA-N2 系列模块的电路板，只能采用单次回流焊接工艺。

### 3.3.6 波峰焊接

具有组合通孔技术（THT）组件和表面贴装技术（SMT）器件的板需要波峰焊才能焊接 THT 组件。对于装有 SARA-N2 系列模块的电路板，只建议单次波峰焊接工艺。

### 3.3.7 手工焊接

不建议使用手工焊接。

### 3.3.8 返工

不建议返工。



请勿对模块本身进行返工，例如更换各个组件。此类操作将立即终止质保。

### 3.3.9 保形涂料

某些应用使用 HumiSeal®或其他相关涂料产品等 PCB 保形涂料。这些材料会影响 SARA-N2 系列模块的射频特性，应尤其注意防止其流入模块。

射频屏蔽体不能为模块提供 100%的低粘度涂料液体保护，因此涂覆涂料时应多加注意。



对模块使用保形涂料将使质保失效。

### 3.3.10 铸件

如果需要铸件，请使用粘胶或其他类型的硅胶。强烈建议 OEM 在实施工艺之前，首先确认能否与 SARA-N2 系列模块结合使用。



采用铸件将使质保失效。

### 3.3.11 接地金属盖

将接地电缆、线芯或其他形式的金属条直接焊接在 EMI 罩上试图改善接地效果时，客户应自行承担风险。数量众多的接地引脚应足以提供对干扰和噪声的最佳抗扰性。



u-blox 不会对因将金属电缆或任何其他形式的金属条直接焊接到 EMI 盖上导致的 SARA-N2 系列模块损坏提供质保。

### 3.3.12 使用超声波工艺

SARA-N2 系列模块包含对超声波敏感的组件。使用任何超声波处理（清洁、焊接等）可能会损坏模块。



u-blox 不会对由任何超声波工艺对 SARA-N2 系列模块造成的损坏提供质保。



## 4 认证

### 4.1 可靠性测试

产品系列可靠性测试根据 ISO 16750 《道路车辆 - 电气电子设备的环境条件和测试》以及适当的标准。

### 4.2 批准



在产品标签上标有此无铅符号的产品符合指令 2002/95/EC 《欧洲议会和理事会关于限制电气和电子设备中某些有害物质的使用限制》(RoHS))。

SARA-N2 系列模块符合 RoHS 标准。

不含天然橡胶、吸湿材料或含石棉的材料。

表 23 列出了为 SARA-N2 系列模块设定的认证计划。

认证计划	SARA-N200	SARA-N201	SARA-N210	SARA-N211	SARA-N280
CE (欧洲认证)	•		•	•	
CCC (中国强制性认证)	•	•			
NCC (台湾通讯传播委员会)					•
Anatel (巴西国家电信局)					•
RCM (澳大利亚合规性标志)					•

表 23: SARA-N2 系列主要证书认证



对于 SARA-N2 系列模块的所有合格证书和完整的认证证书 (包括国家和网络运营商的认证), 请访问我们的网站 (<http://www.u-blox.com/>) 或联系 离您最近的 u-blox 办事处或销售代表。

## 5 产品测试

### 5.1 u-blox 在线生产测试

u-blox 专注于生产高品质的产品。所有生产的单元都经过充分测试。对不良单元进行了详细分析，以提高产品质量。

这是通过自动测试设备实现的，该设备为每个单元提供详细的测试报告。进行了以下测试：

- 数字自检（固件下载、Flash 固件验证、IMEI 编程）
- 电压和电流的测量
- 功能测试（串行接口通信、实时时钟）
- 数字测试（GPIO、数字接口）
- 所有支持频段的射频特性的测量和校准（接收机 S/N 验证、参考时钟的频率调谐、发射器和接收器功率的校准）
- 验证校准后的射频特性（调制精度、功率水平和频谱性能检查在使用校准参数时在公差范围内）

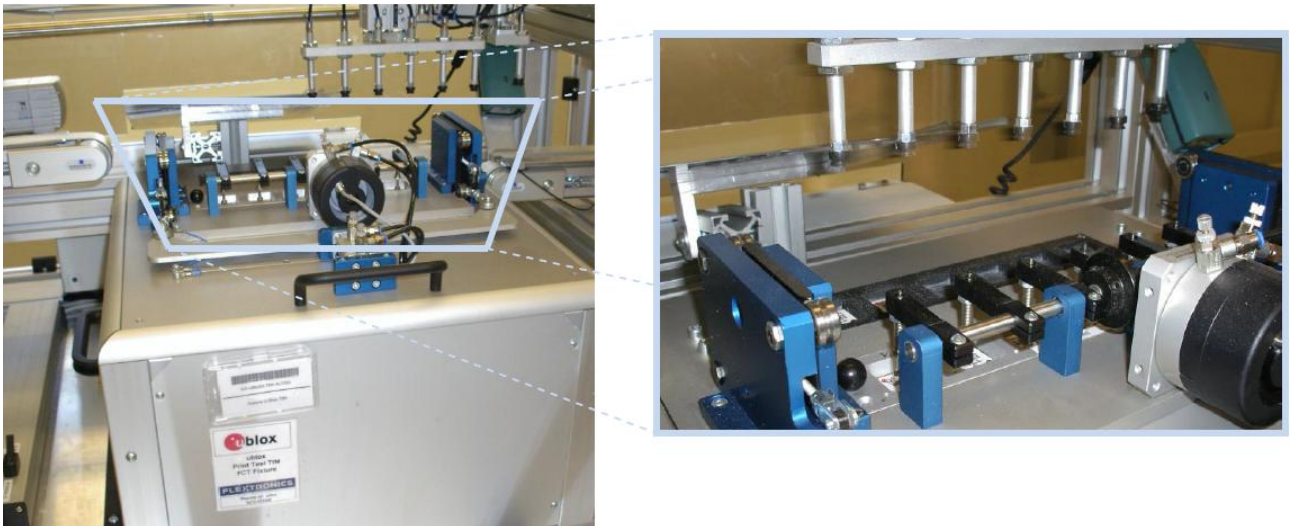


图 31：自动测试设备进行模块测试

## 5.2 OEM 制造商的测试参数

由于 u-blox（100%覆盖率）执行了相关的测试，OEM 制造商在生产测试中无需再重复固件测试或测量模块射频性能或测试模拟和数字接口。

OEM 厂商应着重于：

- 将模块组装在设备上；应该验证：
  - 焊接和处理过程没有损坏模块组件
  - 所有模块引脚均良好地焊接在器件板上
  - 引脚之间没有短路
- 将元器件组装在设备上；应该验证：
  - 可以建立与主机控制器的通信
  - 模块和设备之间的接口正常工作
  - 包括天线在内的设备的整体射频性能测试

可以实施专用测试来检查设备。例如，可使用 AT 命令执行功能测试和执行射频性能测试。

## 附录

# A SARA 模块之间的移植

## A.1 概述

SARA-G3 2G 模块、SARA-U2 3G/2G 模块、SARA-R4 LTE Cat M1 模块和 SARA-N2 NB-IoT 模块具有完全相同的 u-blox SARA 外形尺寸 (26.0 x 16.0 mm, 96 引脚 LGA)，具有如图 32 所示的兼容的引脚分配，使得可以使用完全相同的覆铜层和助焊层，将模块替代地安装在同一应用板上。

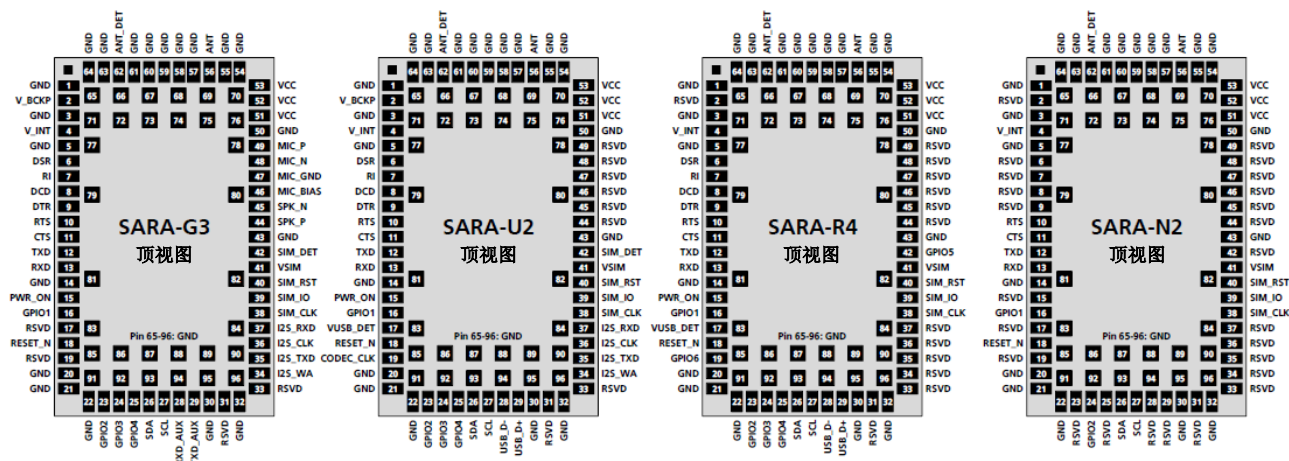


图 32: SARA-G3、SARA-U2、SARA-R4 和 SARA-N2 系列模块的布局和引脚分配

SARA 模块也与 u-blox LISA、LARA 和 TOBY 蜂窝模块系列产品兼容：尽管每个模块具有不同的外形尺寸，但已经开发了 TOBY、LISA、SARA 和 LARA 模块的封装，以确保布局兼容性。

使用 u-blox “嵌套设计” 解决方案，任何 TOBY、LISA、SARA 或 LARA 模块都可以替代地安装在同一 “嵌套” 应用板的相同空间中，如图 33 所示。《嵌套设计应用手册》[5]中提供了嵌套应用板实施指导原则、u-blox 参考嵌套设计的描述和 TOBY、LISA、SARA 和 LARA 模块之间的比较。

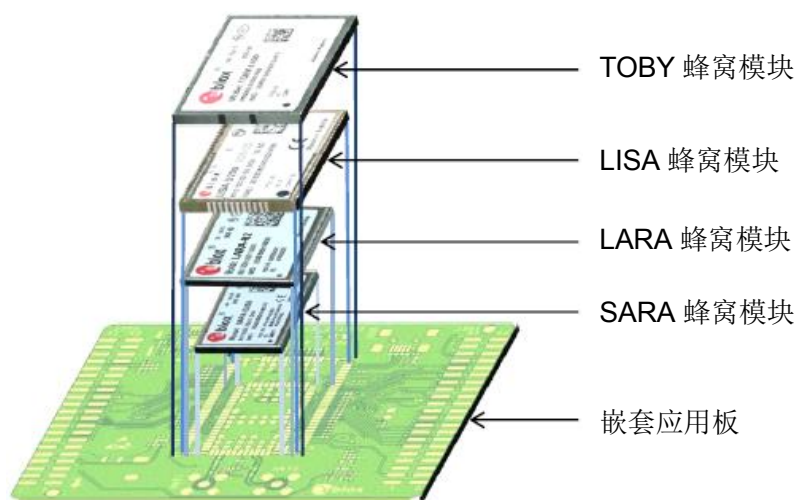


图 33: TOBY、LISA、SARA、LARA 模块的布局兼容性：所有模块都采用相同的嵌套封装

表 24 总结了 SARA-G3、SARA-U2、SARA-R4 和 SARA-N2 系列模块提供的接口，图 34 总结了模块工作频段的频率范围。

模块	RAT	功率	系统	SIM	串行	音频	其它
		模块电源输入 RTC 电源输入/输出 1.8 V 电源输出	开启输入 关闭输入 复位输入	SIM 接口 SIM 检测	UART UART AUX SPI USB SDIO DDC (I2C)	模拟音频 数字音频 13/26 MHz 输出	GPIO 网络指示 天线检测 通过调制解调器控制 GNSS
SARA-G3	2G	• • •	• •	• •	• • • • •	• •	• • • •
SARA-U2	3G / 2G	• • •	• • •	• •	• • • • •	• •	• • • •
SARA-R4	LTE Cat M1	• •	• • •	• •	• • • • •	□ □	• • • □
SARA-N2	NB-IoT	• •	• •	•	• • • • •	□	□ • • □

• = 上市产品版本都支持

□ = 未来产品版本支持

表 24: SARA-G3、SARA-U2、SARA-R4 和 SARA-N2 系列模块接口总结

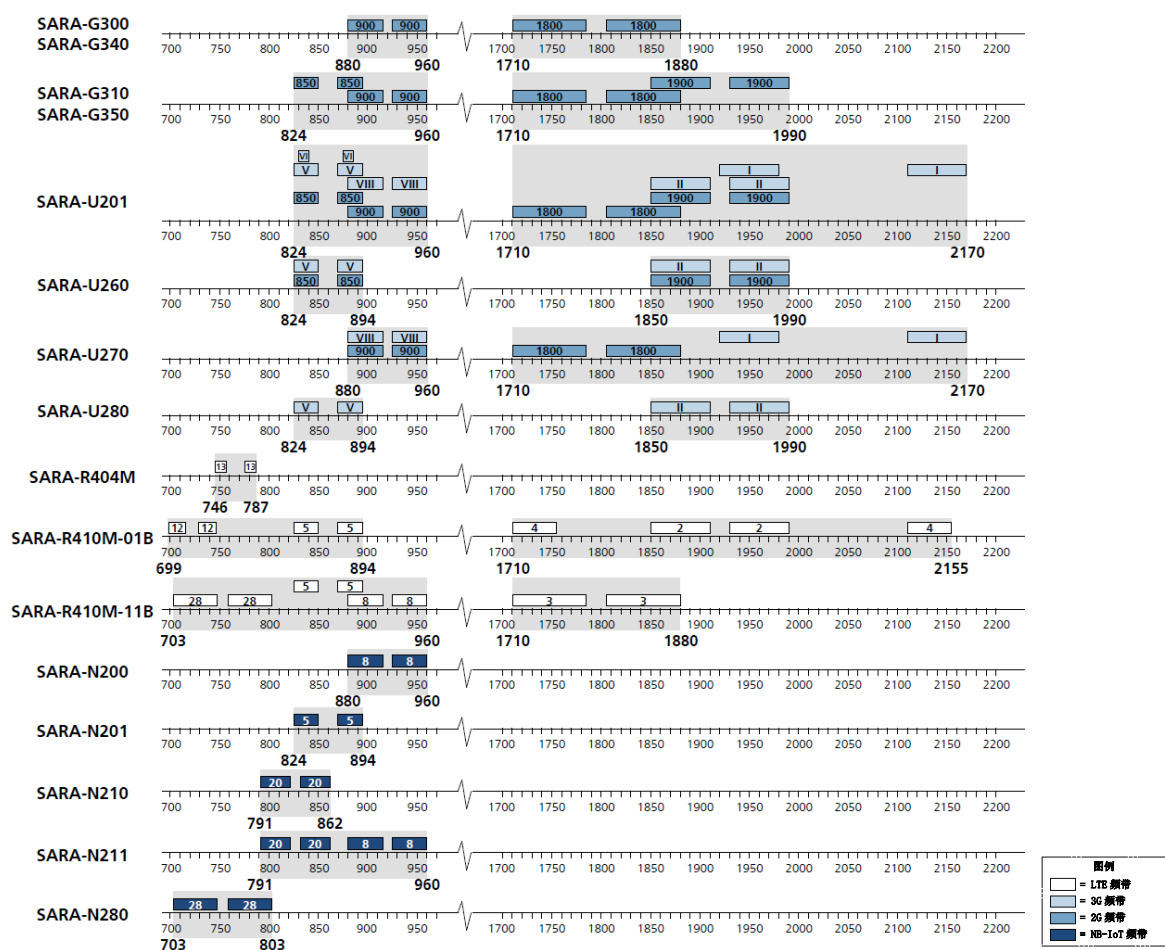


图 34: SARA-G3、SARA-U2、SARA-R4 和 SARA-N2 系列模块支持的工作频段概述

## A.2 SARA-G3、SARA-U2、SARA-R4 和 SARA-N2 模块引脚比较

编号	SARA-G3 引脚名称	描述	SARA-U2 引脚名称	描述	SARA-R4 引脚名称	描述	SARA-N2 引脚名称	描述	迁移说明
1	GND	接地	GND	接地	GND	接地	GND	接地	
2	V_BCKP	RTC 电源输入/输出	V_BCKP	RTC 电源输入/输出	RSVD	保留	RSVD	保留	RTC 电源与保留引脚
3	GND	接地	GND	接地	GND	接地	GND	接地	
4	V_INT	接口电源输出 输出特性： 1.8 V 典型值，70 mA 最大值	V_INT	接口电源输出 输出特性： 1.8 V 典型值，70 mA 最大值	V_INT	接口电源输出 输出特性： 1.8 V 典型值，70 mA 最大值 在深度睡眠状态关闭	V_INT	接口电源输出 输出特性： 1.8 V 典型值，70 mA 最大值 在深度睡眠状态关闭	当 R4 和 N2 处于深度睡眠状态时， V_INT 关闭，始终建议使用测试点
5	GND	接地	GND	接地	GND	接地	GND	接地	
6	DSR	UART DSR 输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：6 mA	DSR	UART DSR 输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：1 mA	DSR	UART DSR 输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：2 mA	RSVD	保留	SARA-N2 不支持 多种驱动强度
7	RI	UART RI 输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：6 mA	RI	UART RI 输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：2 mA	RI	UART RI 输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：2 mA	RSVD	保留	SARA-N2 不支持 多种驱动强度
8	DCD	UART DCD 输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：6 mA	DCD	UART DCD 输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：2 mA	DCD	UART DCD 输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：2 mA	RSVD	保留	SARA-N2 不支持 多种驱动强度
9	DTR	UART DTR 输入 V_INT 电平 (1.8 V) 内部上拉：~33 k	DTR	UART DTR 输入 V_INT 电平 (1.8 V) 内部上拉：~14 k	DTR	UART DTR 输入 V_INT 电平 (1.8 V) 内部上拉：~100 k	RSVD	保留	SARA-N2 不支持 多个内部上拉值
10	RTS	UART RTS 输入 V_INT 电平 (1.8 V) 内部上拉：~58 k	RTS	UART RTS 输入 V_INT 电平 (1.8 V) 内部上拉：~8 k	RTS	UART RTS 输入 V_INT 电平 (1.8 V) 内部上拉：~100 k	RTS	UART RTS 输入 <sup>2</sup> VCC 电平(3.6 V 典型值) 内部上拉：~78 k	多种电平(V_INT 与 VCC) 多个内部上拉值
11	CTS	UART CTS 输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：6 mA	CTS	UART CTS 输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：6 mA	CTS	UART CTS 输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：2 mA	CTS	UART CTS 输出 <sup>2</sup> VCC 电平(3.6 V 典型值) 驱动强度：1 mA 配置为 RI 输出线	多种电平(V_INT 与 VCC) 多种驱动强度。 支持多种功能。
12	TXD	UART 数据输入 V_INT 电平 (1.8 V) 内部上拉：~18 k	TXD	UART 数据输入 V_INT 电平 (1.8 V) 内部上拉：~8 k	TXD	UART 数据输入 V_INT 电平 (1.8 V) 内部上拉：~100 k	TXD	UART 数据输入 VCC 电平(3.6 V 典型值) 内部上拉：~78 k	多种电平(V_INT 与 VCC) 多个内部上拉值 始终建议测试点
13	RXD	UART 数据输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：6 mA	RXD	UART 数据输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：6 mA	RXD	UART 数据输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度：2 mA	RXD	UART 数据输出 VCC 电平(3.6 V 典型值) 驱动强度：1 mA	多种电平(V_INT 与 VCC) 多种驱动强度 始终建议测试点
14	GND	接地	GND	接地	GND	接地	GND	接地	

<sup>2</sup> 未来产品版本支持

编号	SARA-G3 引脚名称	描述	SARA-U2 引脚名称	描述	SARA-R4 引脚名称	描述	SARA-N2 引脚名称	描述	迁移说明
15	PWR_ON	开启输入 无内部上拉 低电平: $-0.10\text{ V} \div 0.65\text{ V}$ 高电平: $2.00\text{ V} \div 4.50\text{ V}$ 低电平开启时间: 5 ms 最小值 低电平脉冲关闭时间: 不可用	PWR_ON	开启输入 无内部上拉 低电平: $-0.30\text{ V} \div 0.65\text{ V}$ 高电平: $1.50\text{ V} \div 4.40\text{ V}$ 低电平脉冲开启时间: 50 $\mu\text{s}$ 最小值/80 $\mu\text{s}$ 最大值 低 电平脉冲关闭时间: 1 s 最小值	PWR_ON	开启输入 200 k 内部上拉 低电平: $-0.30\text{ V} \div 0.35\text{ V}$ 高电平: $1.17\text{ V} \div 2.10\text{ V}$ 低电平脉冲开启时间: 0.15 s 最小值 - 3.2 s 最大值 低电平脉冲关闭时间: 1.5 s 最小值	RSVD	保留	SARA-N2 不支持 内部与无内部上拉 多个电压电平 多个时间。 支持多种功能。 R4 建议测试点
16	GPIO1 RSVD	/ GPIO (G340/G350) 保留(G300/G310) V_INT 电平(1.8 V) 默认: 引脚 禁用 驱动强度: 6 mA	GPIO1	GPIO V_INT 电平 (1.8 V) 默认: 引脚禁用 驱动强度: 6 mA	GPIO1	GPIO V_INT 电平 (1.8 V) 默认: 引脚禁用 驱动强度: 2 mA	GPIO1	GPIO V_INT 电平 (1.8 V) 配置为辅助 UART 数据输出: 建议测试点 用于诊断	多种驱动强度 N2 建议测试点
17	RSVD	保留	VUSB_DET	5 V, USB 电源检测输入	VUSB_DET	5 V, USB 电源检测输入	RSVD	保留	USB 检测与保留引脚 U2/R4 建议测试点
18	RESET_N	复位输入 内部二极管与上拉 低电平: $-0.30\text{ V} \div 0.30\text{ V}$ 高电平: $2.00\text{ V} \div 4.70\text{ V}$ 低电平脉冲复位时间: 50 ms 最小值(G340/G350) 3 s 最小值(G300/G310)	RESET_N	突然关闭/复位输入 10 k $\Omega$ 内部上拉 低电平: $-0.30\text{ V} \div 0.51\text{ V}$ 高电平: $1.32\text{ V} \div 2.01\text{ V}$ 低电平脉冲复位时间: 50 ms 最小值	RESET_N	突然关闭输入 37 k 内部上拉 低电平: $-0.30\text{ V} \div 0.35\text{ V}$ 高电平: $1.17\text{ V} \div 2.10\text{ V}$ 低电平脉冲关闭时间: 10 s 最小值	RESET_N	复位输入 78 k 内部上拉 低电平: $-0.30\text{ V} \div 0.36 \times \text{VCC}$ 高电平: $0.52 \times \text{VCC} \div \text{VCC}$ 低电平脉冲复位时间: 100 ms 最小值	多个内部上拉 多个电压电平 多个时间。 支持多种功能。 始终建议测试点
19	RSVD	保留	CODEC_CLK	13 或 26 MHz 输出 V_INT 电平 (1.8 V) 默认: 引脚禁用 驱动强度: 4 mA	GPIO6	GPIO V_INT 电平 (1.8 V) 默认: 引脚禁用 驱动强度: 2 mA	RSVD	保留	时钟/GPIO 与保留引脚
20-22	GND	接地	GND	接地	GND	接地	GND	接地	



编号	SARA-G3 引脚名称	描述	SARA-U2 引脚名称	描述	SARA-R4 引脚名称	描述	SARA-N2 引脚名称	描述	迁移备注
23	GPIO2 RSVD	/ GPIO (G340/G350) 保留(G300/G310) V_INT 电平 (1.8 V) 默认: GNSS 电源启用 驱动强度: 6 mA	GPIO2	GPIO V_INT 电平 (1.8 V) 默认: GNSS 电源启用 驱动强度: 1 mA	GPIO2	GPIO V_INT 电平 (1.8 V) 默认: 引脚禁用 驱动强度: 2 mA	RSVD	保留	GPIO 与保留引脚
24	GPIO3 32K_OUT	/ GPIO (G340/G350) 32 kHz 输出(G300/G310) V_INT 电平 (1.8 V) 默认: GNSS 数据就绪 驱动强度: 5 mA	GPIO3	GPIO V_INT 电平 (1.8 V) 默认: GNSS 数据就绪 驱动强度: 6 mA	GPIO3	GPIO V_INT 电平 (1.8 V) 默认: 引脚禁用 驱动强度: 2 mA	GPIO2	GPIO <sup>3</sup> V_INT 电平 (1.8 V) 默认: 引脚禁用 驱动强度: 1 mA	多种驱动强度
25	GPIO4 RSVD	/ GPIO (G340/G350) 保留(G300/G310) V_INT 电平 (1.8 V) 默认: GNSS RTC 共享 驱动强度: 6 mA	GPIO4	GPIO V_INT 电平 (1.8 V) 默认: GNSS RTC 共享 驱动强度: 6 mA	GPIO4	GPIO V_INT 电平 (1.8 V) 默认: 输出/低电平 驱动强度: 2 mA	RSVD	保留	GPIO 与保留引脚
26	SDA / RSVD	I <sup>2</sup> C 数 据 输 入 / 输 出 (G340/G350) 保留(G300/G310) V_INT 电平 (1.8 V) 开漏 无内部上拉	SDA	I <sup>2</sup> C 数据输入/输出 V_INT 电平(1.8 V) 开漏 无内部上拉	SDA	I <sup>2</sup> C 数据输入/输出 <sup>3</sup> V_INT 电平 (1.8 V) 开漏 内部 2.2 k 上拉	SDA	I <sup>2</sup> C 数据输入/输出 <sup>3</sup> V_INT 电平(1.8 V) 开漏 无内部上拉	内部与无内部上拉
27	SCL / RSVD	I <sup>2</sup> C 时钟输出(G340/G350) 保留(G300/G310) V_INT 电平 (1.8 V) 开漏 无内部上拉	SCL	I <sup>2</sup> C 时钟输出 V_INT 电平 (1.8 V) 开漏 无内部上拉	SCL	I <sup>2</sup> C 时钟输出 <sup>3</sup> V_INT 电平 (1.8 V) 开漏 内部 2.2 k 上拉	SCL	I <sup>2</sup> C 时钟输出 <sup>3</sup> V_INT 电平 (1.8 V) 开漏 无内部上拉	内部与无内部上拉
28	RXD_AUX	辅助 UART 数据输出 V_INT 电平 (1.8 V)	USB_D-	USB 数据输入/输出 (D-) 高速 USB 2.0	USB_D-	USB 数据输入/输出 (D-) 高速 USB 2.0	RSVD	保留	USB/辅助 UART 与保留引脚 SARA-G3/U2/R4 模块建议测试点
29	TXD_AUX	辅助 UART 数据输入 V_INT 电平 (1.8 V)	USB_D+	USB 数据输入/输出 (D+) 高速 USB 2.0	USB_D+	USB 数据输入/输出 (D+) 高速 USB 2.0	RSVD	保留	USB/辅助 UART 与保留引脚 SARA-G3/U2/R4 模块建议测试点
30	GND	接地	GND	接地	GND	接地	GND	接地	
31	RSVD EXT32K	/ 保留(G340/G350) 32 kHz 输入(G300/G310)	RSVD	保留	RSVD	保留	RSVD	保留	32 kHz 输入与保留引脚
32	GND	接地	GND	接地	GND	接地	GND	接地	
33	RSVD	必须连接到 GND	RSVD	必须连接到 GND	RSVD	可连接到 GND	RSVD	可连接到 GND	

<sup>3</sup> 未来产品版本支持



编号	SARA-G3 引脚名称	描述	SARA-U2 引脚名称	描述	SARA-R4 引脚名称	描述	SARA-N2 引脚名称	描述	迁移说明
34	I2S_WA RSVD	/ I <sup>2</sup> C 字段对齐(G340/G350) 保留(G300/G310) V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度: 6 mA	I2S_WA	I <sup>2</sup> S 字段对齐 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度: 2 mA	RSVD	保留	RSVD	保留	I2S 与保留引脚
35	I2S_TXD RSVD	/ I <sup>2</sup> S 数据输出(G340/G350) 保留(G300/G310) V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度: 5 mA	I2S_TXD	I <sup>2</sup> S 数据输出 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度: 2 mA	RSVD	保留	RSVD	保留	I <sup>2</sup> S 与保留引脚
36	I2S_CLK RSVD	/ I <sup>2</sup> S 时钟(G340/G350) 保留(G300/G310) V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度: 5 mA	I2S_CLK	I <sup>2</sup> S 时钟 V_INT 电平 (1.8 V) 驱动强度: 2 mA	RSVD	保留	RSVD	保留	I <sup>2</sup> S 与保留引脚
37	I2S_RXD RSVD	/ I <sup>2</sup> S 数据输入(G340/G350) 保留(G300/G310) V_INT 电平 (1.8 V)	I2S_RXD	I <sup>2</sup> S 数据输入 V_INT 电平 (1.8 V)	RSVD	保留	RSVD	保留	I <sup>2</sup> S 与保留引脚
38	SIM_CLK	1.8V/3V SIM 时钟输出	SIM_CLK	1.8V/3V SIM 时钟输出	SIM_CLK	1.8V/3V SIM 时钟输出	SIM_CLK	1.8V SIM 时钟输出	
39	SIM_IO	1.8V/3V SIM 数据输入/输出 内部 4.7 k 上拉	SIM_IO	1.8V/3V SIM 数据输入/输出 内部 4.7 k 上拉	SIM_IO	1.8V/3V SIM 数据输入/输出 内部 4.7 k 上拉	SIM_IO	1.8V SIM 数据输入/输出 内部 4.7 k 上拉	
40	SIM_RST	1.8V/3V SIM 复位输出	SIM_RST	1.8V/3V SIM 复位输出	SIM_RST	1.8V/3V SIM 复位输出	SIM_RST	1.8V SIM 复位输出	
41	VSIM	1.8V/3V SIM 电源输出	VSIM	1.8V/3V SIM 电源输出	VSIM	1.8V/3V SIM 电源输出	VSIM	1.8V SIM 电源输出	
42	SIM_DET	SIM 检测输入 V_INT 电平 (1.8 V)	SIM_DET	SIM 检测输入 V_INT 电平 (1.8 V)	GPIO5	SIM 检测输入 V_INT 电平 (1.8 V)	RSVD	保留	SIM 检测与保留引脚
43	GND	接地	GND	接地	GND	接地	GND	接地	
44	SPK_P RSVD	/ 模拟音频输出(+)/保留	RSVD	保留	RSVD	保留	RSVD	保留	模拟音频与保留引脚
45	SPK_N RSVD	/ 模拟音频输出(-)/保留	RSVD	保留	RSVD	保留	RSVD	保留	模拟音频与保留引脚
46	MIC_BIAS RSVD	/ 麦克风电源输出/保留	RSVD	保留	RSVD	保留	RSVD	保留	模拟音频与保留引脚
47	MIC_GND RSVD	/ 麦克风接地/保留	RSVD	保留	RSVD	保留	RSVD	保留	模拟音频与保留引脚
48	MIC_N RSVD	/ 模拟音频输入(-)/保留	RSVD	保留	RSVD	保留	RSVD	保留	模拟音频与保留引脚
49	MIC_P RSVD	/ 模拟音频输入(+)/保留	RSVD	保留	RSVD	保留	RSVD	保留	模拟音频与保留引脚
50	GND	接地	GND	接地	GND	接地	GND	接地	

SARA-G3			SARA-U2			SARA-R4			SARA-N2		
编号	引脚名称	描述	引脚名称	描述		引脚名称	描述		引脚名称	描述	迁移说明
51-53	VCC	模块电源输入 正常工作范围: 3.35 V – 4.5 V 扩展工作范围: 3.00 V – 4.5 V 电流消耗: ~2.0A 脉冲电流, 2G (建议 >100uF 电容) 通过施加 VCC 开启	VCC	模块电源输入 正常工作范围: 3.3 V – 4.4 V 扩展工作范围: 3.1 V – 4.5 V 电流消耗: ~2.0A 脉冲电流, 2G (建议 >100uF 电容) U201 建议用于 GHz 噪声的铁 氧体磁珠 通过施加 VCC 开启		VCC	模块电源输入 正常工作范围: 3.2 V – 4.2 V 扩展工作范围: 3.0 V – 4.3 V 电流消耗: ~0.5A 脉冲电流, LTE M1 (建议 10uF 电容) 无通过施加 VCC 开启		VCC	模块电源输入 正常工作范围: 3.1 V – 4.0 V 扩展工作范围: 2.5 V – 4.2 V 电流消耗: ~0.22A 脉冲电流, NB-IoT (建议 10uF 电容) 通过施加 VCC 开启	多个电压电平 多种电流消耗。 多种建议的外部电容等部件。 建议常规 pF/nF 支持多种功能。
54-55	GND	接地	GND	接地		GND	接地		GND	接地	
56	ANT	射频天线输入/输出	ANT	射频天线输入/输出		ANT	射频天线输入/输出		ANT	射频天线输入/输出	支持多种频带。 (在图 34 中概述)
57-61	GND	接地	GND	接地		GND	接地		GND	接地	
62	ANT_DET RSVD	/ 天线检测输入/保留	ANT_DET	天线检测输入		ANT_DET	天线检测输入		ANT_DET	天线检测输入	天线检测与保留引脚
63-96	GND	接地	GND	接地		GND	接地		GND	接地	

表 25: SARA-G3、SARA-U2、SARA-R4 和 SARA-N2 系列模块引脚分配与迁移说明



有关 SARA-G3、SARA-U2、SARA-R4 和 SARA-N2 系列蜂窝模块的每个接口的特性、功能、使用或设置的更多详细信息，请参见相关数据表[6]、[7] [10]、[1]，相关的系统集成手册[8]、[11]，相关的 AT 命令手册[9]、[12]、[3]和《嵌套设计应用手册》[5]。

## B 词汇表

3GPP	第三代合作项目
AP	应用处理器
AT	AT Command Interpreter 软件子系统
CTS	可发送
DC	直流电
DCD	数据载波检测
DCE	数据通信设备
DDC	显示数据通道接口
DL	下行链接（接收）
DRX	不连续接收
DSP	数字信号处理
DSR	数据集就绪
DTE	数据终端设备
DTR	数据终端就绪
eDRX	扩张不连续接收
EMC	电磁兼容性
EMI	电磁干扰
ESD	静电放电
ESR	等效串联电阻
FEM	前端模块
FOAT	AT 命令固件
FW	固件
GND	接地
GNSS	全球导航卫星系统
GPIO	通用输入输出
HF	免提
HW	硬件
I/Q	同相和正交
I2C	内部集成电路接口
IP	互联网协议
LDO	低压降
LGA	陆地网格阵列
LNA	低噪声放大器
M2M	机器到机器
N/A	不适用
N.A.	不可用
NB-IoT	窄带 - 物联网
PA	功率放大器
PCM	脉冲编码调制
PCN	样品交货单/信息注解/产品更改通知
PFM	脉冲频率调制
PMU	电源管理单元
PWM	脉冲宽度调制
RF	射频
RI	振铃指示器

RRC	无线电资源控制
RTC	实时时钟
RTS	请求发送
SAW	表面声波
SIM	用户识别模块
TBD	待定义
TP	测试点
UART	通用异步收发器
UDP	用户数据报协议
UICC	通用集成电路卡
UL	上行链路（发送）
VSWR	电压驻波比

## 相关文档

- [1] u-blox SARA-N2 系列数据表, 文档编号: UBX-15025564
- [2] u-blox 包装信息指南, 文档编号: UBX-14001652
- [3] u-blox SARA-N2 系列 AT 命令手册, 文档编号: UBX-16014887
- [4] ITU-T 建议书 V.24 - 02-2000 - 数据终端设备 (DTE) 和数据电路终端设备 (DCE) 之间的互换电路的定义一览表。  
<http://www.itu.int/rec/T-REC-V.24-200002-I/en>
- [5] u-blox 嵌套设计应用手册, 文档编号: UBX-16007243
- [6] u-blox SARA-G3 系列数据表, 文档编号: UBX-13000993
- [7] u-blox SARA-U2 系列数据表, 文档编号: UBX-13005287
- [8] u-blox SARA-G3/SARA-U2 系列集成手册, 文档编号: UBX-13000995
- [9] u-blox AT 命令手册, 文档编号: UBX-13002752
- [10] u-blox SARA-R4 系列数据表, 文档编号: UBX-16024152
- [11] u-blox SARA-R4 系列集成手册, 文档编号: UBX-16029218
- [12] u-blox SARA-R4 系列 AT 命令手册, 文档编号: UBX-17003787

以上文档可以从 u-blox 网站 (<http://www.u-blox.com>) 下载。

## 修订记录

修订版本	日期	名称	状态/备注
R01	2017 年 6 月 6 日	sfal/sses	初始发布

## 联系信息

有关完整的联系信息，请访问 [www.u-blox.com](http://www.u-blox.com)

### u-blox 办事处

#### 北美洲、中美洲和南美洲

##### u-blox America, Inc.

电话: +1 703 483 3180

电子邮箱: [info\\_us@u-blox.com](mailto:info_us@u-blox.com)

#### 西海岸区域办事处:

电话: +1 408 573 3640

电子邮箱: [info\\_us@u-blox.com](mailto:info_us@u-blox.com)

#### 技术支持:

电话: +1 703 483 3185

电子邮箱: [support\\_us@u-blox.com](mailto:support_us@u-blox.com)

#### 总部

##### 欧洲、中东和非洲

##### u-blox AG

电话: +41 44 722 74 44

电子邮箱: [info@u-blox.com](mailto:info@u-blox.com)

支持: [support@u-blox.com](mailto:support@u-blox.com)

#### 亚洲、澳大利亚和太平洋地区

##### u-blox Singapore Pte. Ltd.

电话: +65 6734 3811

电子邮箱: [info\\_ap@u-blox.com](mailto:info_ap@u-blox.com)

支持: [support\\_ap@u-blox.com](mailto:support_ap@u-blox.com)

#### 澳大利亚区域办事处:

电话: +61 2 8448 2016

电子邮箱: [info\\_anz@u-blox.com](mailto:info_anz@u-blox.com)

支持: [support\\_ap@u-blox.com](mailto:support_ap@u-blox.com)

#### 中国（北京）区域办事处:

电话: +86 10 68 133 545

电子邮箱: [info\\_cn@u-blox.com](mailto:info_cn@u-blox.com)

支持: [support\\_cn@u-blox.com](mailto:support_cn@u-blox.com)

#### 中国（重庆）区域办事处:

电话: +86 23 6815 1588

电子邮箱: [info\\_cn@u-blox.com](mailto:info_cn@u-blox.com)

支持: [support\\_cn@u-blox.com](mailto:support_cn@u-blox.com)

#### 中国（上海）区域办事处:

电话: +86 21 6090 4832

电子邮箱: [info\\_cn@u-blox.com](mailto:info_cn@u-blox.com)

支持: [support\\_cn@u-blox.com](mailto:support_cn@u-blox.com)

#### 中国（深圳）区域办事处:

电话: +86 755 8627 1083

电子邮箱: [info\\_cn@u-blox.com](mailto:info_cn@u-blox.com)

支持: [support\\_cn@u-blox.com](mailto:support_cn@u-blox.com)

#### 印度区域办事处:

电话: +91 80 4050 9200

电子邮箱: [info\\_in@u-blox.com](mailto:info_in@u-blox.com)

支持: [support\\_in@u-blox.com](mailto:support_in@u-blox.com)

#### 日本（大阪）区域办事处

电话: +81 6 6941 3660

电子邮箱: [info\\_jp@u-blox.com](mailto:info_jp@u-blox.com)

支持: [support\\_jp@u-blox.com](mailto:support_jp@u-blox.com)

#### 日本（东京）区域办事处

电话: +81 3 5775 3850

电子邮箱: [info\\_jp@u-blox.com](mailto:info_jp@u-blox.com)

支持: [support\\_jp@u-blox.com](mailto:support_jp@u-blox.com)

#### 韩国区域办事处:

电话: +82 2 542 0861

电子邮箱: [info\\_kr@u-blox.com](mailto:info_kr@u-blox.com)

支持: [support\\_kr@u-blox.com](mailto:support_kr@u-blox.com)

#### 台湾区域办事处:

电话: +886 2 2657 1090

电子邮箱: [info\\_tw@u-blox.com](mailto:info_tw@u-blox.com)

支持: [support\\_tw@u-blox.com](mailto:support_tw@u-blox.com)