



DX-WF28

Wi-Fi/蓝牙二合一模组

技术手册

版本：1.2

日期：2026-07-02





更新记录

版本	日期	说明	作者
V1.0	2025/06/08	初始版本	YXR
V1.1	2025/08/22	新增硬件部分图表	YXR
V1.2	2026/07/02	修改参数	YXR

联系我们

深圳大夏龙雀科技有限公司

邮箱: sales@szdx-smart.com

电话: 0755-2997 8125

网址: www.szdx-smart.com

地址: 深圳市宝安区航城街道航空路庄边工业园厂房 A 栋 4 层



目录

1. 模块介绍	- 5 -
1.1. 概述	- 5 -
1.2. 特点	- 5 -
1.3. 应用	- 6 -
1.4. 功能框图	- 7 -
1.5. 基础参数	- 8 -
2. 应用接口	- 9 -
2.1. 模块引脚定义	- 9 -
2.2. 引脚定义说明	- 9 -
2.3. 电源设计	- 10 -
2.4. 硬件物理接口	- 12 -
3. 功能描述	- 17 -
3.1. 射频子系统	- 17 -
4. 电气特性、射频特性和可靠性	- 19 -
4.1. 参数定义	- 19 -
4.2. 绝对最大额定值	- 20 -
4.3. 电源顺序	- 21 -
4.4. 复位检测	- 23 -
4.5. 嵌入式稳压器特性	- 23 -
4.6. 最大额定值	- 24 -
4.7. 功耗	- 24 -
4.8. 静电防护	- 25 -
4.9. 参考连接电路	- 25 -
5. 机械尺寸及布局建议	- 27 -
5.1. 模块机械尺	- 27 -
5.2. 推荐封装	- 28 -
5.3. 模块俯视图/底视图	- 28 -
5.4. 硬件设计布局建议	- 29 -
6. 储存、生产和包装	- 30 -
6.1. 存储条件	- 30 -
6.2. 模块烘烤处理	- 30 -
6.3. 回流焊	- 31 -



表格索引

表 1 : 基础参数表	- 8 -
表 2 : 距离	- 8 -
表 3 : 引脚定义说明表	- 9 -
表 4 : 电源接口引脚定义表	- 10 -
表 5 : EN 引脚定义表	- 11 -
表 6 : 绝对最大额定值	- 20 -
表 7 : 电源顺序规范	- 21 -
表 8 : 嵌入式调节器特性	- 24 -
表 9 : 绝对最大额定值表	- 24 -
表 6 : 功耗表	- 24 -
表 10 : ESD 评级	- 25 -
表 11 : 推荐的回流焊温度	- 31 -

图片索引

图 1 : 功能框图	- 7 -
图 2 : 模块引脚定义(正视图)	- 9 -
图 3 : 突发传输电源要求	- 11 -
图 4 : 供电参考电路	- 11 -
图 5 : 复位参考电路	- 12 -
图 6 : 射频原理图	- 17 -
图 7 : 引脚的充电电容示意图	- 19 -
图 8 : 接口引脚输入电压图	- 20 -
图 9 : 上电顺序	- 22 -
图 10 : 断电顺序	- 23 -
图 11 : 芯片_EN 复位序列	- 23 -
图 12 : 典型应用电路	- 25 -
图 13 : 串口电平转换参考电路	- 26 -
图 14 : 模块俯视及侧视尺寸图	- 27 -
图 15 : 模块底视尺寸图	- 27 -
图 16 : 建议封装尺寸图	- 28 -
图 17 : 模块俯视图和底视图	- 28 -
图 18 : 模块摆放参考位置	- 29 -
图 19 : 推荐的回流焊温度曲线	- 31 -

1. 模块介绍

1.1. 概述

DX-WF28 是一款 Wi-Fi/蓝牙二合一模组，由深圳大夏龙雀科技有限公司针对无线数据传输及物联网应用开发。模块采用 RTL8711DAN 芯片，集成 32 位 MCU，支持 Wi-Fi 802.11n 及 Bluetooth LowEnergy (BLE) 5.0，专为需要 Wi-Fi/蓝牙二合一和紧凑尺寸的应用而设计。标准出厂版本提供 UART 通信接口，可通过 AT 指令进行相关功能配置及数据传输。芯片具备 SPI、I2C、PWM、ADC 及 GPIO 等外设资源，如项目需要使用相关功能，请提前与我司确认具体需求及定制可行性。该模块具有高集成度、低功耗及紧凑尺寸等特点，可应用于智能家居、智能照明、工业数据采集及其他物联网设备。

1.2. 特点

Wi-Fi:

- 特性 Wi-Fi 符合 802.11 a/b/g/n, 1x1 标准, 2.4GHz 和 5GHz
- 支持 20MHz 和 40MHz 通道
- 802.11n 标准下的 MCS0-7, 40MHz 带宽, 数据传输速率最高可达 150Mbps
- 支持工作模式: STA、AP、STA+AP
- 发射功率 (3.3V) :
 - 2.4G:
 - ◆ 11b 11Mbps: 20dBm
 - ◆ 11g 54Mbps: 18dBm(EVM<-25dB)
 - ◆ 11n MCS7-HT20: 17dBm(EVM<-27dB)
 - ◆ 11n MCS7-HT40: 17dBm(EVM<-27dB)
 - 5G:
 - ◆ 11a 54Mbps: 16dBm(EVM<-25dB)
 - ◆ 11n MCS7-HT20: 15dBm(EVM<-27dB)
 - ◆ 11n MCS7-HT40: 15dBm(EVM<-27dB)
- 接收灵敏度 (3.3V) :
 - 2.4G:
 - ◆ 11b 11Mbps: -90.5dBm
 - ◆ 11g 54Mbps: -78dBm



- ◆ 11n MCS7-HT20: -76dBm
- ◆ 11n MCS7-HT40: -73dBm
- 5G:
 - ◆ 11a 54Mbps: -77dBm
 - ◆ 11n MCS7-HT20: -75dBm
 - ◆ 11n MCS7-HT40: -71.5dBm

蓝牙 BLE:

- 符合蓝牙 5.0 规范
- 发射功率: -10dBm~10dBm, 通常为 8 dBm。
- 接收灵敏度: -99dBm@LE1M

存储器:

- ROM
- SRAM
- Flash
- PSRAM

时钟管理:

- 外部振荡器: XTA40MHz 晶体振荡器
- 内部振荡器: OSC4M、OSC131K
- 独立式锁相环: 300MHz~600MHz PLL_SYS

电源管理:

- 工作电压: 2.97 V ~3.63 V (参考值: 3.3 V)

天线:

- 板载 PCB 天线/外接天线可选

温度:

- 工作温度范围: -20 ~ +85°C

距离:

- 两模块空旷距离: 62M

1.3. 应用

- 摄像头视频流传输
- 智慧楼宇
- 智慧农业
- 健康/医疗/看护
- 可穿戴电子产品
- 家庭自动化

- OTT 电视盒/机顶盒设备
- 工业自动化
- 音频设备
- Wi-Fi 玩具
- 零售 & 餐饮

1.4. 功能框图

下图为 DX-WF28 WIFI 模块的功能框图，阐述了其如下主要功能：

- 电源部分
- 基带部分
- 存储器
- 射频部分
- 外围接口

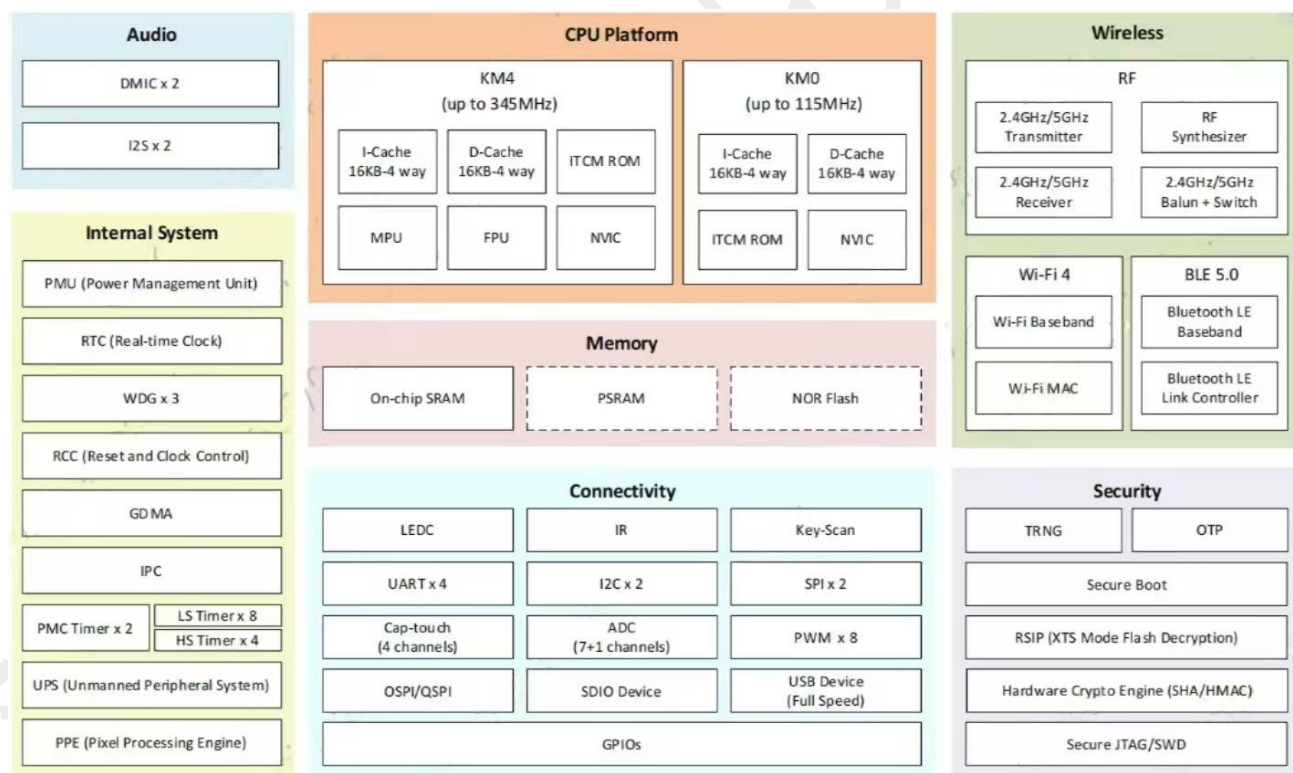


图 1：功能框图

1.5. 基础参数

表 1：基础参数表

参数名称	详情	参数名称	详情
模块型号	DX-WF28	工作电压	3.3V
调制方式	OFDM、MCS0 (GF)、MCS7 (GF)	模块尺寸	25 (L) × 16 (W) × 2.8 (H) mm
蓝牙协议	BLE 5.0	协议	802.11a/ b/g/n
灵敏度	-99dBm@LE1M	发射功率	-10dBm~10dBm
射频输入阻抗	50Ω	频段	2412 ~ 2484 MHz 5150-5350MHz 和 5725-5850MHz
天线接口	板载天线 / 外接天线 (可选)	硬件接口	UART
工作温度	MIN: -20℃ - MAX: +85℃		

表 2：距离

TCP 通讯参考距离			
设备 1	设备 2	空旷距离	室内屏蔽箱测距
点对点连接测试			
模块 (STA 模式)	模块 (AP 模式)	62m	-
手机 (STA 模式)	苹果	81m	24m
	安卓	130m	78m
路由器连接测试(2.4G)			
手机 (STA 模式)	苹果	-	90m
	安卓	-	90m
路由器连接测试(5G)			
手机 (STA 模式)	苹果	-	90m
	安卓	-	90m

2. 应用接口

2.1. 模块引脚定义

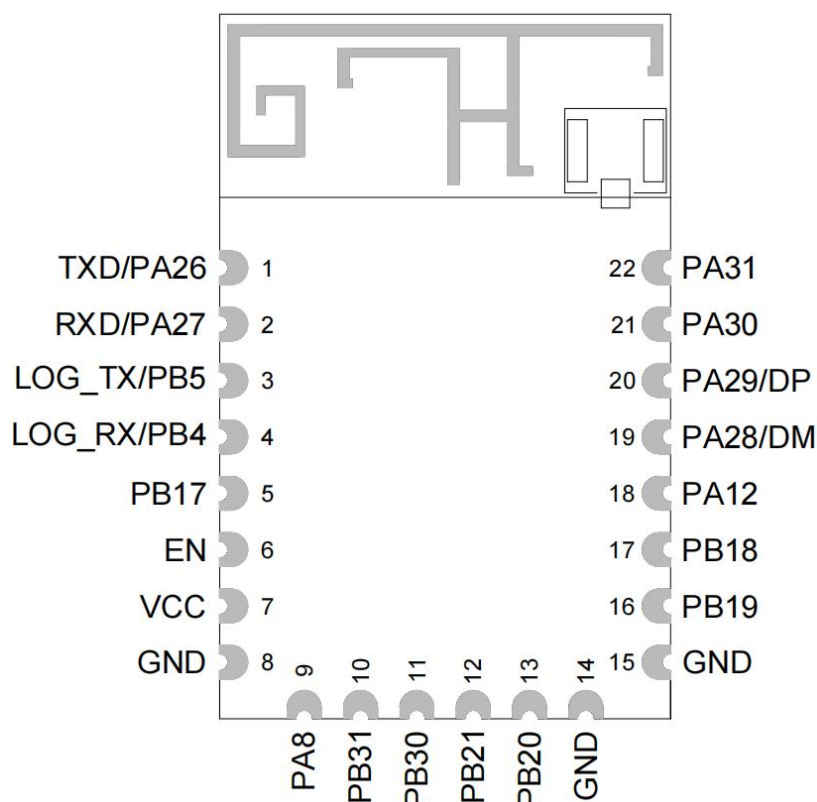


图 2: 模块引脚定义(正视图)

2.2. 引脚定义说明

表 3: 引脚定义说明表

引脚序号	引脚名称	引脚功能	说明
1	TXD/PA26	串口数据输出	-
2	RXD/PA27	串口数据输入	-
3	LOG_TX/PB5	烧录口	-
4	LOG_RX/PB4	烧录口	-



5	PB17	I/O	可编程输入/输出脚
6	EN	复位	详情参考 2.3.3
7	VCC	电源输入引脚	3.3V (典型值)
8/14/15	GND	电源地	-
9	PA8	I/O	可编程输入/输出脚
10	PB31	I/O	可编程输入/输出脚
11	PB30	I/O	可编程输入/输出脚
12	PB21	I/O	可编程输入/输出脚
13	PB20	I/O	可编程输入/输出脚
16	KEY	NC	-
17	WORK-STATUS	模块工作状态输出脚	未连接: 1S 高电平 1S 低 连接状态: 3S 高 50ms 低
18	LINK-STATUS	模块连接状态脚	未连接状态: 输出低电平 连接状态: 输出高电平
19	PA28/DM	I/O	可编程输入/输出脚
20	PA29/DP	I/O	可编程输入/输出脚
21	PA30	I/O	可编程输入/输出脚
22	PA31	I/O	可编程输入/输出脚

备注:

可编程输入/输出脚需定制使用

2.3. 电源设计

2.3.1. 电源接口

表 4: 电源接口引脚定义表

引脚名	引脚号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VCC	7	模块电源	2.97	3.3	3.63	V
GND	8/14/15	地	-	0	-	V

2.3.2. 电源稳定性要求

DX-WF28 的供电范围为 2.97~3.63V，需要确保输入电压不低于 2.97V。下图是在射频突发传输时 VBAT 电压跌落情况。

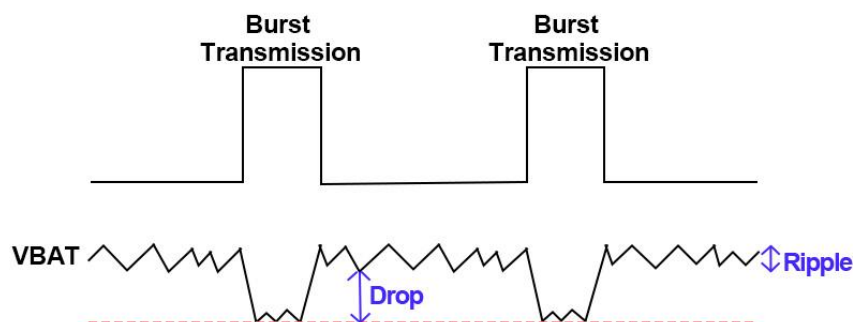


图 3：突发传输电源要求

为了减少电压跌落，建议给 VBAT 预留 2 个(100uF、0.1uF)具有最佳 ESR 性能的片式多层陶瓷电容 (MLCC)，且电容靠近 VBAT 引脚放置。参考电路如下：

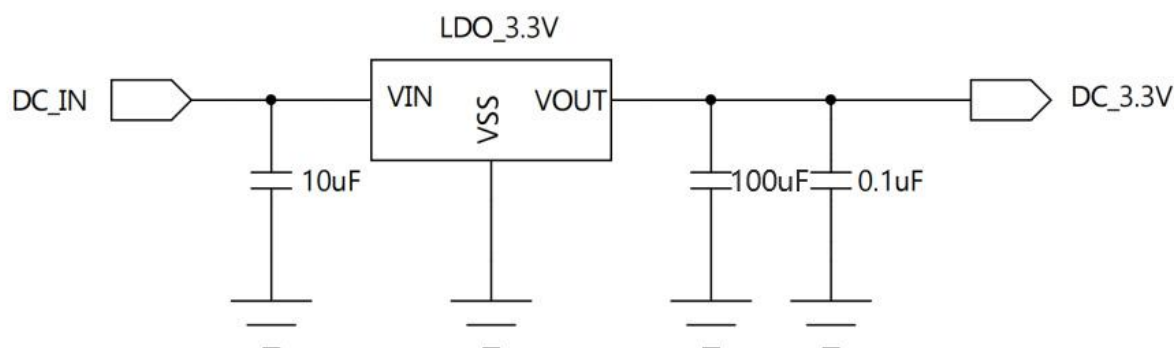


图 4：供电参考电路

2.3.3. EN 复位脚说明

表 5：EN 引脚定义表

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
EN	6	I	模块复位	低电平复位

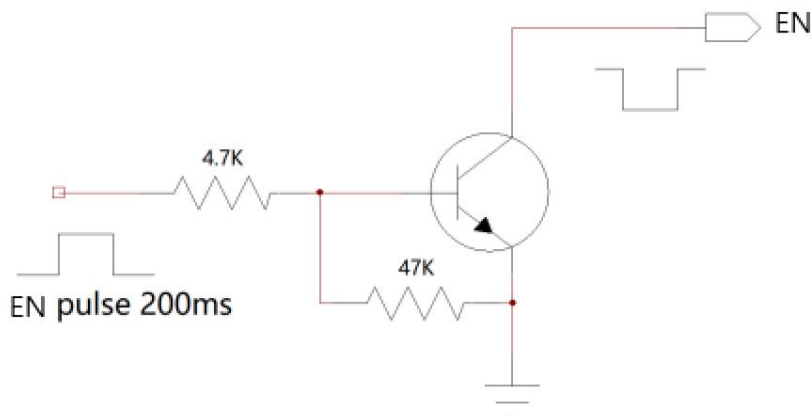


图 5：复位参考电路

2.4. 硬件物理接口

本章节所列接口为主控芯片支持的硬件外设，仅供参考。各接口的具体使用功能需结合出厂固件配置，并非全部对用户开放。如有定制需求，请联系我司咨询。

2.4.1. USB 接口

USB 模块仅作为全速 USB 2.0 设备运行。它允许与 USB 主机进行数据交换，并允许定制设备通过软件配置的描述符。

USB 支持以下功能：

- USB 2.0 全速设备模式
- 软件可配置的内部 DMA 模式或从机模式

2.4.2. 通用数字 IO 口

模块中定义了 13 个通用数字 IO 口。所有这些 IO 口都可以通过软件进行配置，实现各种功能，如：按钮控制、LED 驱动或主控制器的中断信号等。不使用时保持悬空。

2.4.3. I2C 接口

DX-WF28 内置了两个 I2C 接口(I2C0、I2C1)，用于实现 DX-WF28 与串行 I2C 总线之间的通信。它负

负责管理所有与 I2C 总线相关的顺序控制、协议、仲裁和时序。DX-WF28 的 I2C 设计旨在适用于低功耗或电池供电的设备中的传感器-集线器应用。I2C 总线协议的关键特性应被纳入以获取或控制外部传感器数据。

- 双线式 I2C 串行接口包含一条串行数据线 (SDA) 和一条串行时钟线 (SCL)
- 三档变速模式
 - 标准速度, 最高可达 100Kbps
 - 高速传输, 最高可达 400Kbps
 - 高速, 最高可达 3.4Mbps
- 主从 I2C 操作
- 发射器或接收器
- 从属模式双设备地址
 - 从属设备 1 支持 7 位或 10 位地址模式
 - “Slave 2” 仅支持 7 位地址模式。
- 操作模式
 - 监听模式”
 - 中断模式

2.4.4. UART0~UART2

DX-WF28 还内置了三个通用的 UART 接口:

- UART0、UART1、UART2
- 多种 UART 格式: 1 个起始位、7/8 个数据位、0/1 个奇偶校验位以及 1/2 个停止位
- 预留用于控制蓝牙主机接口的 UART。若蓝牙功能未启用, 则可以将 UART2 用作普通 UART

2.4.5. SPI 接口

DX-WF28 具备多达两个 SPI 接口 (SPIO、SPI1), 能够在主模式和从模式下以高达 50Mbps 的速度进行通信, 包括半双工、全双工和单工模式。所有 SPI 接口均支持硬件 CRC 计算以及 64x16 位嵌入式接收和发送缓冲区, 并具有 DMA 功能。

SPI 具有以下特点:

- 支持 SPI 串行接口操作
- 主从操作模式
- 提供了两个高速 SPI 接口: 可配置为主机或从机, 最大波特率可达 50Mbps。
- 发送和接收的 FIFO 缓冲区深度为 64 个字节。FIFO 的宽度固定为 16 位。

2.4.6. OSPI 接口

OSPI 是 SPI 接口的扩展。它用于与 SPI 从设备（例如具有 OSPI 接口的显示面板）进行数据的传输/接收。

它支持以下功能：

- 支持多种接口：
 - SPI
 - 双通道 SPI
 - 四通道 SPI
 - 八进制 SPI
- 可编程特性：
 - 时钟速率
 - 命令
 - 地址
 - 数据长度
 - 数据通道编号
- 两种可配置模式：
 - SDR
 - DDR
- 数据/命令触发信号
- 支持多种串行模式：
 - 模式 0
 - 模式 3
- 中断控制
- 支持 DMA 模式

2.4.7. 红外线辐射 (IR)

DX-WF28 嵌入一个红外辐射 (IR)

IR 主要用于处理载波频率在 500kHz 以下的 IR 信号。硬件 IP 支持可用于 IR TX 传输的硬件调制。它还可以检测连续高/低电平信号的周期，并记录在 RX FIFO 中，然后软件可以识别接收到的红外信号序列并对其进行处理。红外模块在半双工模式下工作。

它支持以下功能：

- 半双工模式

- 发射模式：载波频率范围为 25kHz~500kHz
- 接收模式：最大采样频率为 100MHz
- 32*4 字节 FIFO 深度
 - 发送 FIFO：发送载波符号计数和发送数据状态
 - 接收 FIFO：接收数据电平和接收数据计数
- 用户可定制的承运人职责
- TX 补偿机制
- 可选的将空间符号调制为载波符号
- 红外接收器前端可以是红外接收器模块或红外二极管
- 10ns 至 90ns 的 IR RX 毛刺滤波器
- 操作模式：
 - 中断方式
 - 轮询模式

2.4.8. ADC 接口

DX-WF28 集成了一个 12 位通用 (SAR) ADC，为收集模拟传感器和系统功耗数据提供了一种解决方案，其本身具有低功耗要求。根据使用策略的不同，可以采用多种工作模式，如自动模式、时间触发模式、比较器辅助模式和软件触发模式。

它具有以下特点：

- 分辨率：12 位 SAR
- 可用通道编号
 - 7 个外部通道和 1 个 VBAT 通道
 - 3 个内部通道
- 可配置输入
 - 单端
 - 具有预定义通道对的差分
- 内置校准
- 宽输入电压范围
- 可配置 ADC 时钟源
- 可配置通道切换顺序和通道编号
- 单独通道比较模式
- 多采样触发源
 - 软件
 - 计时器
- 手动和自动模式转换



- 软件可控转换的手动模式
- 硬件连续转换的自动模式
- 硬件过采样实现更高 SNR

3. 功能描述

3.1. 射频子系统

3.1.1. 射频功能框图

DX-WF28 的射频 (RF) 框图, 包括 WLAN 和 BT 调制解调器, 如图所示。

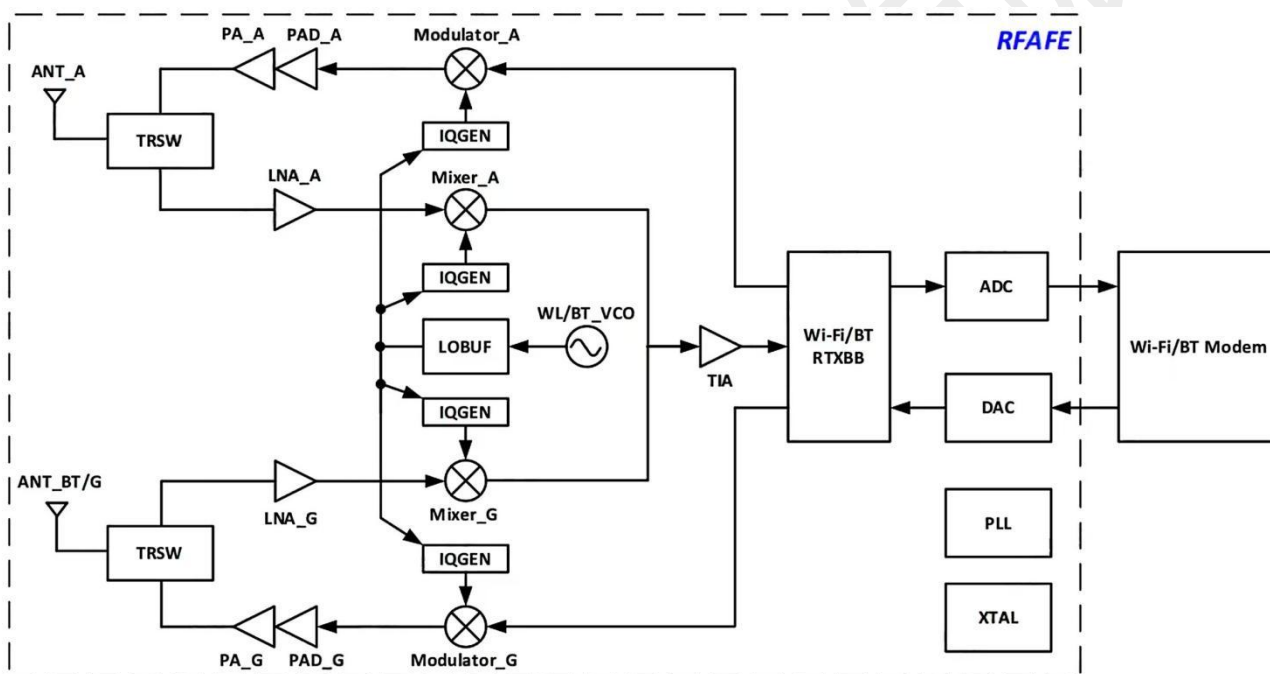


图 6: 射频原理图

3.1.2. 无线局域网

DX-WF28 集成了一个双频段无线网络射频收发器, 该收发器经过优化, 适用于 2.4GHz 和 5GHz 无线网络系统。其设计旨在为运行于全球可用的 2.4GHz 未授权工业、科学和医疗频段或 5GHz U-NII 频段的应用提供低功耗、低成本且可靠的通信。发送和接收部分包含所有片上滤波、混频和增益控制功能。集成的片上平衡器将完全差分的发送和接收路径转换为单端信号引脚。

DX-WF28 的无线局域网无线电子系统由以下模块组成:

- 接收器
- 发射器
- 实时校准

3.1.2.1. WLAN 接收器

DX-WF28 具有宽动态范围、直接变频接收机，采用高阶片内通道滤波，确保在高噪声 2.4 GHz ISM 频段或 5GHz U-NII 频段可靠工作。在端口 RFIO_G，蓝牙和 WLAN 2.4G 接收机共享 2.4GHz 路径中的片上低噪声放大器（LNA），而 5GHz 端口 RFIO_A 接收机路径具有专用的片上 LNA。由于接收通路的噪声系数足够低，不需要外接低噪声放大器（LNA），可以提高接收灵敏度不超过 1dB。

3.1.2.2. WLAN 发射器

基带数据分别被调制和上变频到 2.4GHz ISM 频带或 5GHz U-Ni 频带。内置线性片内功率放大器，能够提供高输出功率，同时满足 IEEE 802.11 a/b/g/n 规范，无需外部 PA。但如果您确实需要高 Tx 功率，则可以添加外部 PA。使用内部 PAS 时，完全集成了闭环输出功率控制。

3.1.2.3. 实时校准

DX-WF28 采用实时和自动片内校准机制，确保正常无线电系统能够完美运行，用户无需进行额外操作来增强 TX/RX 性能。这些合并到软件或硬件中的校准机制不断补偿组件之间的温度和工艺变化。这些算法中的一些示例是数字校正，例如：

- I-Q 补偿校准
- 数字预失真校准，使发射机具有良好的 EVM 性能
- 用于减少载波泄漏的 LO 校准

4. 电气特性、射频特性和可靠性

4.1. 参数定义

4.1.1. 最小值和最大值

除非另有规定，否则所有数据均由设计、模拟和样品测试保证，适用于所有公布的温度、电压范围和工艺，并且未在生产中进行测试。

4.1.2. 典型值

除非另有规定，典型值是 IC 在环境温度为 25°C 且电压为 3.3V 工作时的参考结果。该值仅供参考设计，未进行实际测试。

4.1.3. 引脚状态

4.1.3.1. 负载电容器

除非另有说明，负载是指安装在芯片引脚上的等效电容。用于加载的示意图
电容器测量如图所示。

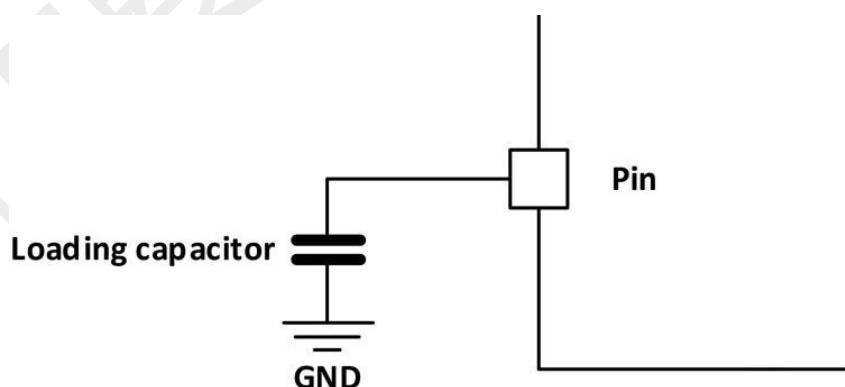


图 7：引脚的充电电容示意图

4.1.3.2. 输入电压

除非另有规定，芯片引脚的输入电压是指引脚与地之间的电压差。示意图

如图所示。

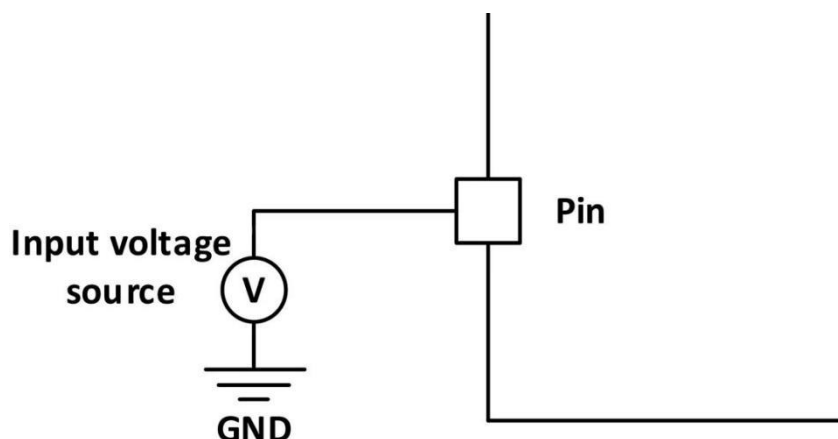


图 8：接口引脚输入电压图

4.2. 绝对最大额定值

超过绝对最大额定值的应力可能会对器件造成永久性损坏。这些只是强调的极限值，并不意味着设备的功能操作。

表 6：绝对最大额定值

符号	描述	条件	MIN	MAX	单位
VAH_DCDC, VAH_LDOM, VDH_IO1, VDH_IO2, VRH_PAD_A, VRH_PA_A, VDH_IO3, VAH_XTAL, VRH_SYN, VDH_RTC, VAH_ADC, VRH_PA_G	电源引脚和 GND 之间的电压差	电源引脚的输入电压	-0.3	3.63	V
BAT_MEAS	BAT_MEAS 引脚和 GND 之间的电压差	BAT_MEAS 引脚输入电压	TBD	6.4	V
VIN	输入之间的差异 PAX/PBX 引脚和 GND 上的电压	数字 I/O 引脚的输入直流电压, $VDH_IOx \leq 3.63V$	-0.3	$VDH_IOx + 0.3$	V
P_ANT	接收器最大功率	天线引脚的输入射频功率	-	0	dBm

TSTORE	储存温度范围	-	-65	+150	°C
MSL	湿度敏感度等级	-	-	MSL3	-
HBM	ESD 人体模型	Ta=25°C, 符合 JESD22-A114F	-	Class 2	-
CDM	ESD 充电器件模型	Ta=25°C, 符合 JESD22-C101F	-	Class 2	-

4.3. 电源顺序

建议的通电和断电顺序将在以下章节中介绍。VDH_x/VAH_x/VRH_x 和芯片_EN 为由外部电源供电和控制。其他使用的电压建议由嵌入式稳压器或 LDO 供电。

注意：

VDH_x/VAH_x/VRH_x 是指电源，包括 VAH_LD0M、VDH_IO1、VDH_IO2、VRH_PAD_A，VRH_PA_G，VRH_PA_G，VRH_SYN、VAH_XTAL、VAH_ADC、VDH_RTC 和 VAH_DCDC。

电源序列的参数规格如表所示。

表 7：电源顺序规范

符号	参数	条件	MIN	典型值	MAX	单位
VNORMIAL	VDH_x/VAH_x/VRH_x 正常工作电压	-	2.97	3.3	3.63	V
VPOR_H	上电复位高电平，释放重置阈值	-	1.9	2.1	2.7	V
VPOR_L	上电复位低电平	-	0.5	-	-	V
VIL	芯片_EN 输入低电压	-	-	-	0.35*VNORMAL	V
VIH	芯片_EN 输入高压	-	0.65*VNORMAL	-	-	V
T ₀	VDH_x/VAH_x/VRH_x 上升时间	-	0.1	-	-	ms
T ₁	VDH_x/VAH_x/VRH_x 就绪时间	-	-	-	3.2	ms
TCORE	核心通电时间	-	-	5[1]	-	ms
TTM	测试模式陷阱时间	-	0	-	4	ms
TUD	UART 下载模式陷阱时间	-	0	-	5	ms
T ₂	VDH_x/VAH_x/VRH_x 下降时间	-	0.1	100	-	ms
T ₃	VDH_x/VAH_x/VRH_x 最低电压时间	-	0.3	-	-	ms
防反跳时间	芯片_EN 的延迟时间由寄存器设定	-	-	-	-	ms
T ₄	芯片_EN 上次电压过低	-	0.1	-	-	ms

注意:

[1] TcoRE 在 3.3 伏电源电压和 25°C 的环境下具有特定的性能特征。

4.3.1. 通电顺序

上电期间, VDH_x/VAH_x/VRH_x 需要单调上升。当 VDH_x/VAH_x/VRH_x 超过 VPOR_H 且芯片_EN 为高电平时, IC 释放内部复位, VDH_x/VAH_x/VRH_x 需要在 T 内上升到 VNORMAL。芯片_EN 早于或迟于 VDH_x/VAH_x/VRH_x 或者与 VDH_x/VAH_x/VRH_x 同时上拉没有限制。

- 在 IC 接收指令后进行内部复位后, 该 IC 将进入 PB31/TM_DIS 状态。当 PB31/TM_DIS 为高电平时, IC 将进入正常模式。当 PB31/TM DIS 为低电平时, IC 将进入测试模式。
- 在 IC 推出后进行内部复位后, 嵌入式 DCDC 和 tD0 将开始为 VDL 核输出核心电源。在接下来的 T1 中, 该 IC 将进入 PB5/UD_DIS 状态。当 PB5/UD DIS 为高电平时, 该 IC 将进入正常启动模式。当 PB5/UD DIS 为低电平时, 该 IC 将进入 UART 下载模式。

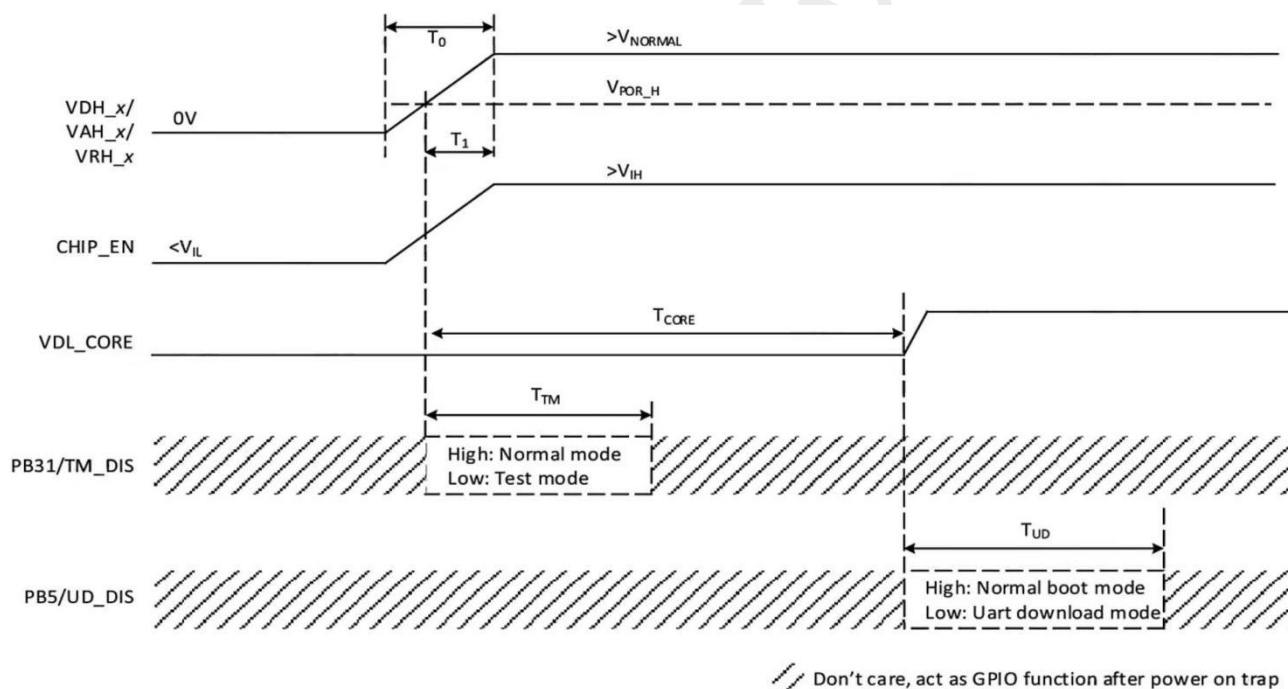


图 9: 上电顺序

4.3.2. 断电顺序

在掉电过程中, VDH_x/VAH_x/VRH_x 需要下降到 VPOR_L 以下, 并至少持续 T3 才能升压, IC 可以再次上电。VNORMAL 和 VPOR_L 之间的任何电压可能不会触发复位, 并且可能导致 IC 工作异常。

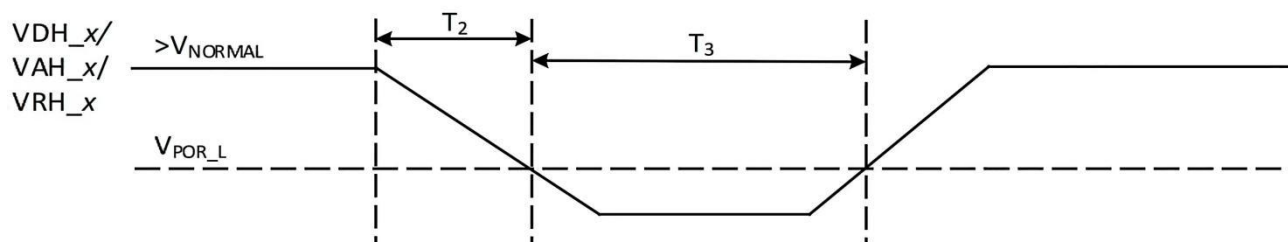


图 10: 断电顺序

4.3.3. 芯片_EN 复位序列

当使用芯片_EN 作为正常复位功能时，用户可以设置预期的去抖时间，范围从 0US 到 16ms。这次可能有马克斯。不同条件下 $\pm 50\%$ 的变化，如不同电压、温度等。复位时，下拉时间必须大于去抖时间 T_4 ，并且要考虑去抖时间的变化。

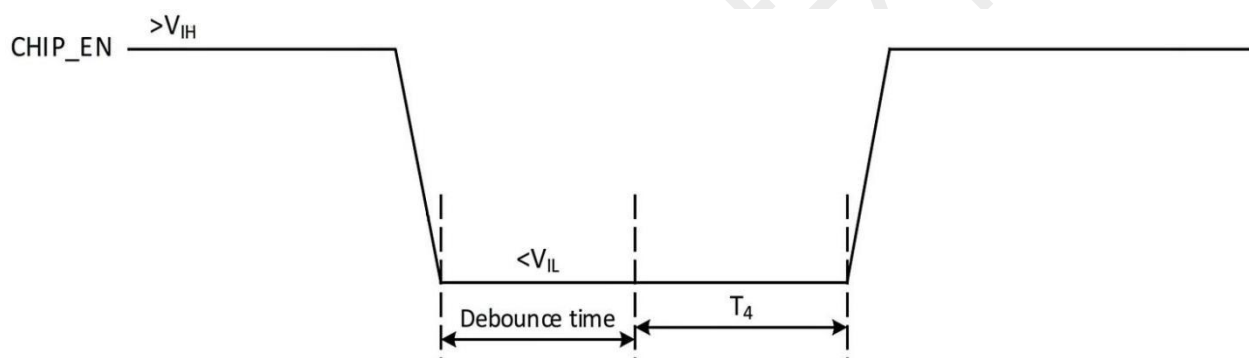


图 11: 芯片_EN 复位序列

4.4. 复位检测

VBOD_L 和 VBOD_H 可以独立设置，VBOD_H 需要设置高于 VBOD_L，建议预留 200mV 左右或者在 VBOD_H 和 VBOD_L 之间的更高的滞后窗口。

4.5. 嵌入式稳压器特性

嵌入式稳压器（包括 LDOC、DCDC 和 LDOM）的特性通过设计得到保证。

表 8：嵌入式调节器特性

监管机构	符号	参数	条件	MIN	典型值	MAX	单位
LDOC	VIN	输入电压范围	LDO 模式	1.20	1.25/1.35	1.45	V
			旁路模式	0.6	0.7	0.9	-
	VOUT	输出电压范围	LDO 模式	0.81	0.9/1.0	1.05	V
DCDC	VIN	输入电压范围	-	1.71	1.8/3.3	3.63	V
	VOUT	输出电压范围	-	0.6	1.25/1.35	1.45	V
	F	开关频率	PWM 模式	-	2	-	MHZ
LDO M	VIN	输入电压范围	-	1.71	3.3	3.63	V
	VOUT	输出电压范围	-	1.7	1.8	1.9	V

4.6. 最大额定值

超过绝对最大额定值的压力可能会对设备造成永久性损坏。长时间暴露在绝对最大额定条件下可能会影响设备的可靠性。

表 9：绝对最大额定值表

参数	描述	最小值	最大值	单位
VBAT	电池稳压器供电电压	-0.3	3.6	V
PRX	RX 输入功率	-10	10	dBm
TSTR	储存温度范围	-65	150	°C

4.7. 功耗

表 6：功耗表

工作模式	工作状态	状态	电流	Unit
正常工作模式	-	上电瞬间功耗电流未连接蓝牙	47.85	mA
	STA	未连接蓝牙	11.28	mA
	AP	未连接蓝牙	50.12	mA
	STA	连接 WIFI 和蓝牙	28.84	mA
	AP	已连接蓝牙	50.27	mA
	AP	被 STA 连接	48.78	mA



STA

连接 WIFI 和 MQTT 服务器

28.83

mA

备注:

- 1、正常工作模式：长待机，长连接工作状态
- 2、该测试功耗为平均功耗

4.8. 静电防护

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

表 10: ESD 评级

参数	描述	典型值	单位
ESD HBM	人体模型	±2000	V
VDD_DIO2	带电器件模型	±500	V

4.9. 参考连接电路

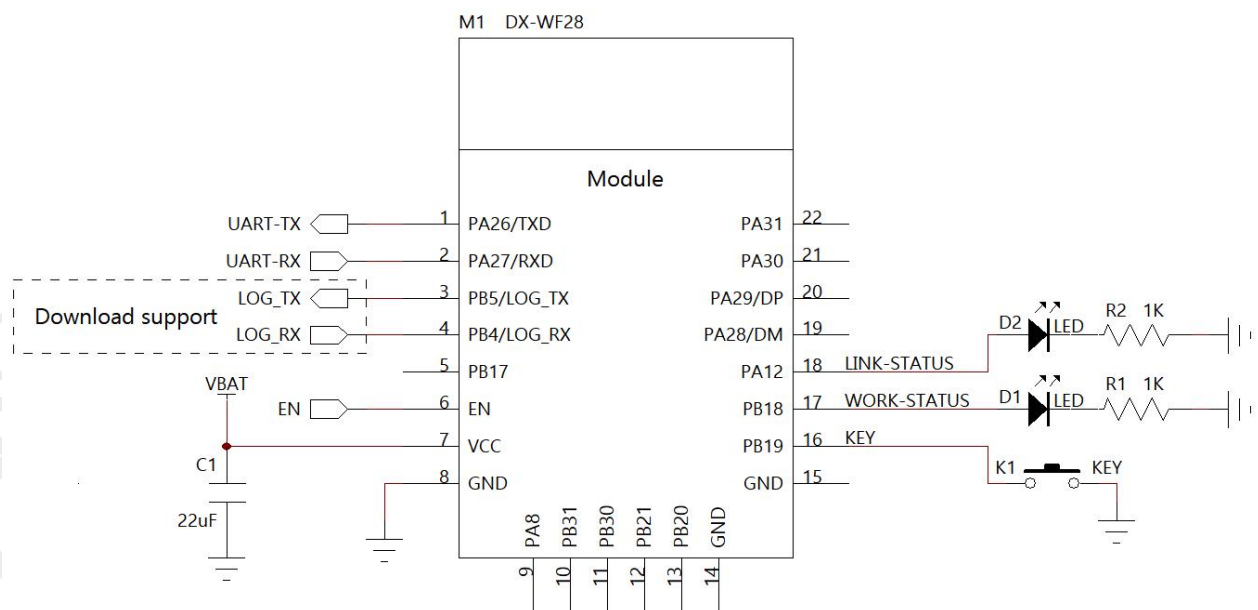


图 12: 典型应用电路

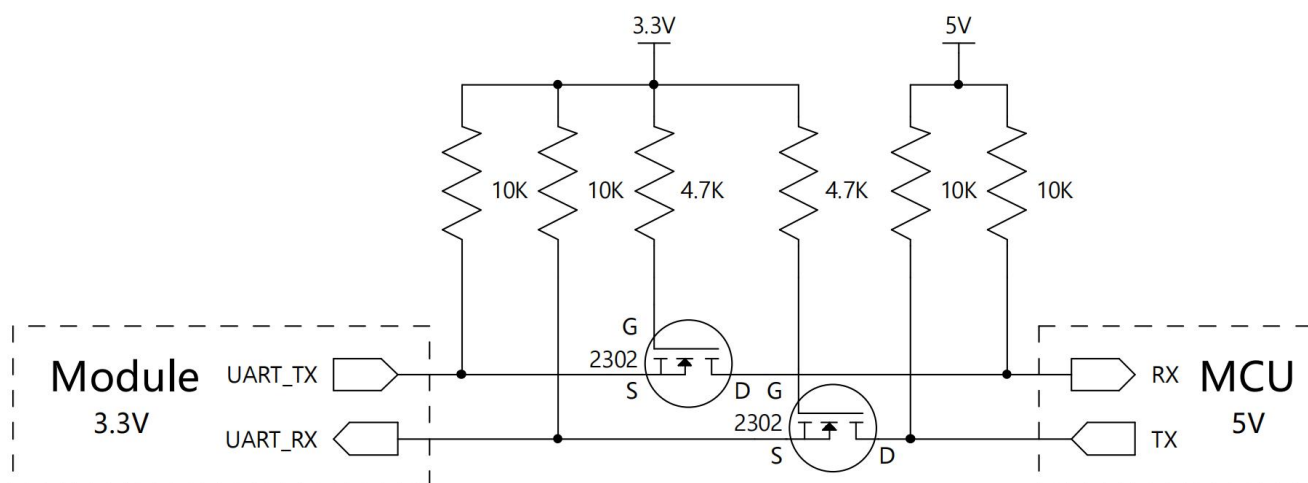


图 13: 串口电平转换参考电路



5. 机械尺寸及布局建议

本节描述了模块的机械尺寸，所有的尺寸单位为毫米；所有未标注公差尺寸，公差为 ± 0.3 mm

5.1. 模块机械尺

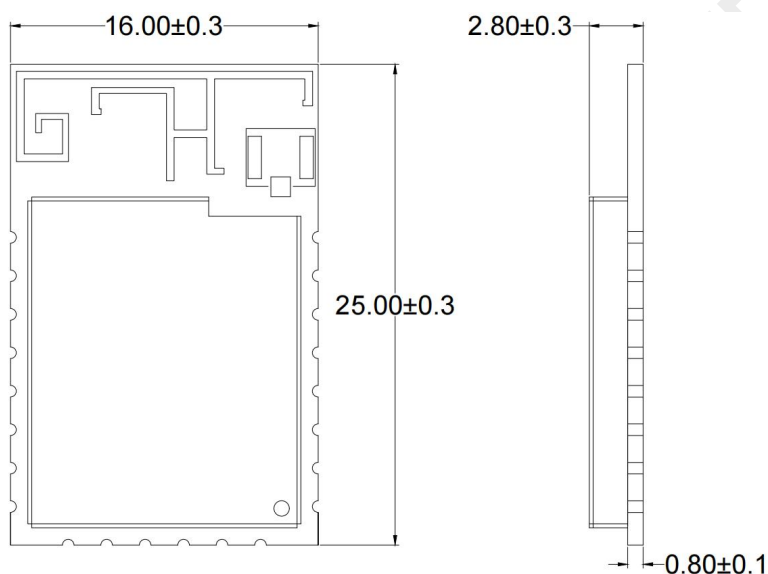


图 14: 模块俯视及侧视尺寸图

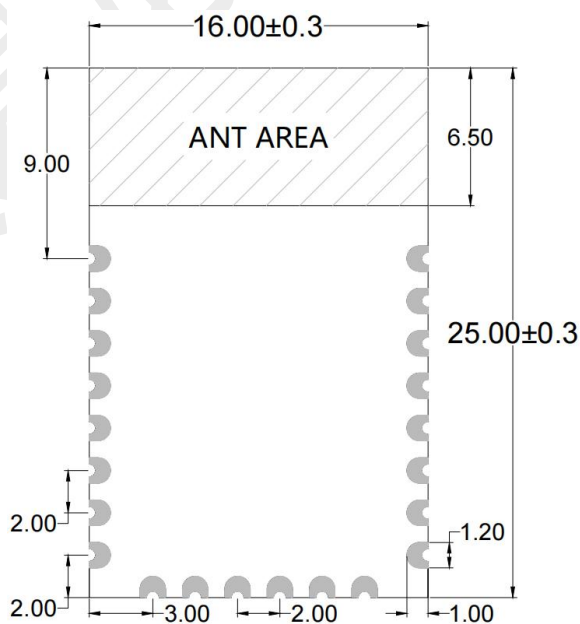


图 15: 模块底视尺寸图



5.2. 推荐封装

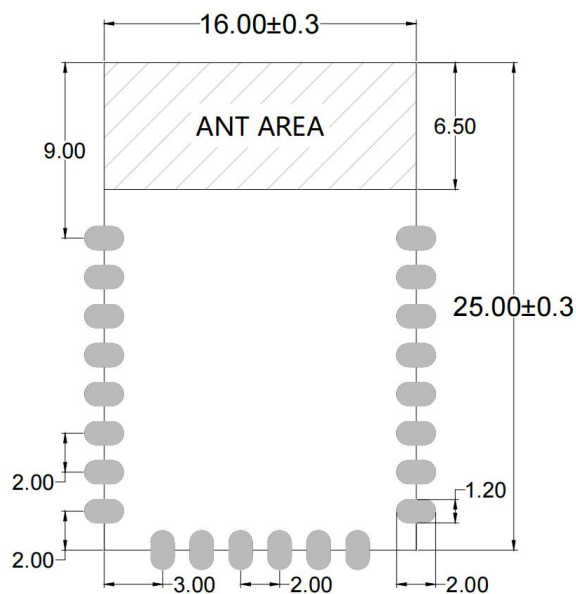


图 16: 建议封装尺寸图

5.3. 模块俯视图/底视图

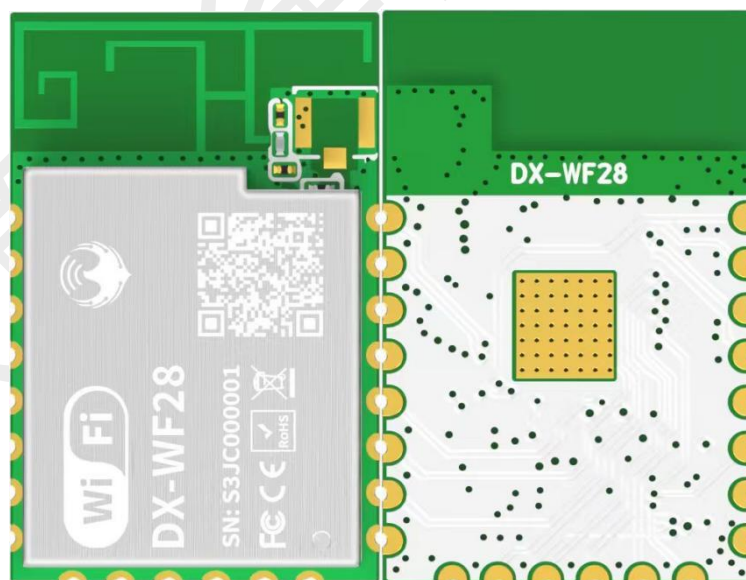


图 17: 模块俯视图和底视图

备注:

上图仅供参考，实际的产品外观和标签信息，请参照模块实物。

5.4. 硬件设计布局建议

DX-WF28 蓝牙模块工作在2.4G无线频段，使用的是板载天线，天线的驻波比(VSWR)和效率取决于贴片位置，应尽量避免各种因素对无线收发信号的影响，注意以下几点：

- 1、包围蓝牙的产品外壳避免使用金属，当使用部分金属外壳时，应尽量让模块天线部分远离金属部分。产品内部金属连接线或者金属螺钉，应尽量远离模块天线部分。
- 2、模块天线部分应靠载板PCB边缘放置或直接露出载板，不允许放置于板中间，天线方向至少有5mm的自由空间，且天线下方载板铣空，与天线平行的方向不允许铺铜和走线。
- 3、建议在基板上的模块贴装位置使用绝缘材料进行隔离，例如在该位置放一个整块的丝印 (TopOverLay)

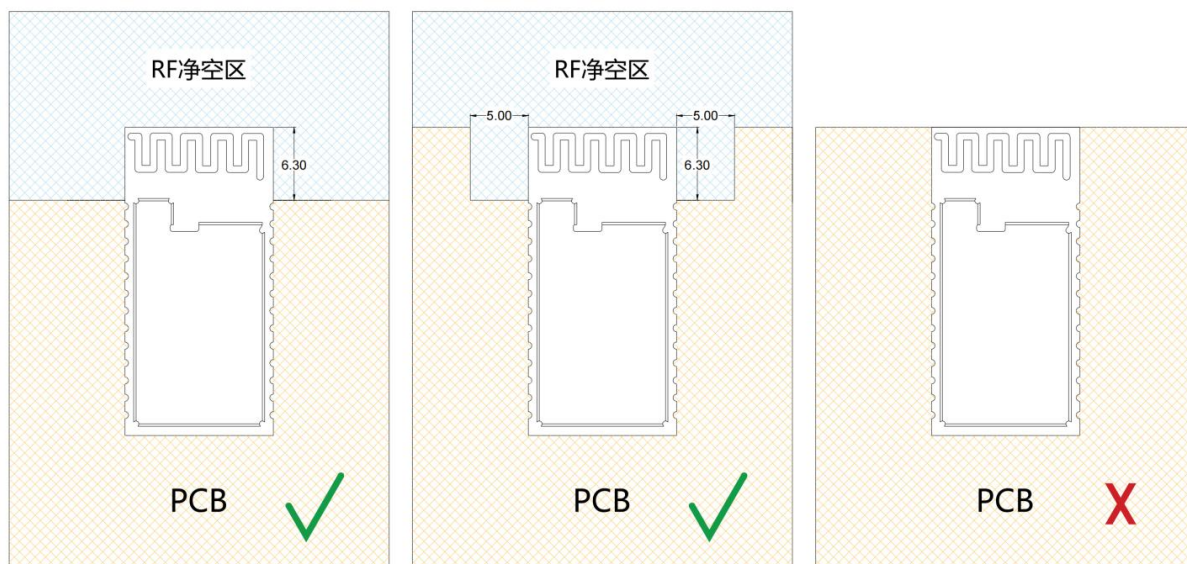


图 18：模块摆放参考位置

6. 储存、生产和包装

6.1. 存储条件

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

1. 推荐存储条件：温度 $23\pm5^{\circ}\text{C}$ ，且相对湿度为35~60%。
2. 在推荐存储条件下，模块可在真空密封袋中存放12个月。
3. 在温度为 $23\pm5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度低于60%的车间条件下，模块拆封后的车间寿命为168小时。在此条件下，可直接对模块进行回流生产或其他高温操作。否则，需要将模块存储于相对湿度小于10 %的环境中（例如，防潮柜）以保持模块的干燥。
4. 若模块处于如下条件，需要对模块进行预烘烤处理以防止模块吸湿受潮再高温焊接后出现的 PCB 起泡、裂痕和分层：
 - 存储温湿度不符合推荐存储条件；
 - 模块拆封后未能根据以上第 3 条完成生产或存放；
 - 真空包装漏气、物料散装；
 - 模块返修前；

6.2. 模块烘烤处理

- 需要在 $120\pm5^{\circ}\text{C}$ 条件下高温烘烤 8 小时；
- 二次烘烤的模块须在烘烤后 24 小时内完成焊接，否则仍需在干燥箱内保存；

备注：

1. 为预防和减少模块因受潮导致的起泡、分层等焊接不良的发生，应严格进行管控，不建议拆开真空包装后长时间暴露在空气中。
2. 烘烤前，需将模块从包装取出，将裸模块放置在耐高温器具上，以免高温损伤塑料托盘或卷盘；二次烘烤的模块须在烘烤后 24 小时内完成焊接，否则需在干燥箱内保存。拆包、放置模块时请注意 ESD 防护，例如，佩戴防静电手套。

6.3. 回流焊

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，模块焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.1~0.15mm。

推荐的回流焊温度为 235~250 °C，最高不能超过 250 °C。为避免模块因反复受热而损坏，强烈推荐客户在完成 PCB 板第一面的回流焊之后再贴模块。推荐的炉温曲线图（无铅 SMT 回流焊）和相关参数如下图表所示：

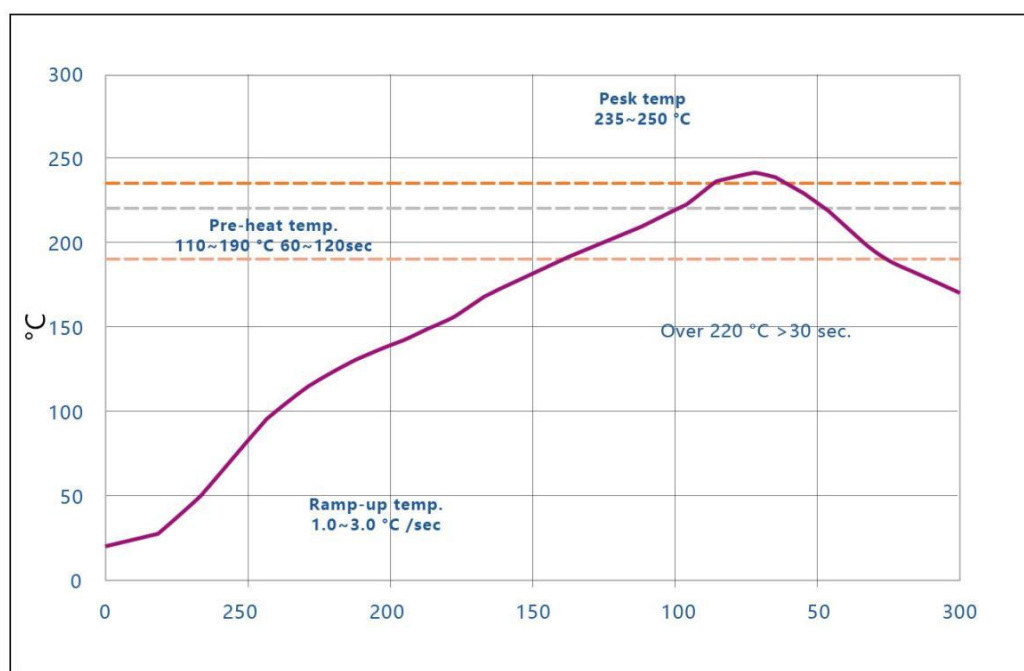


图 19：推荐的回流焊温度曲线

表 11：推荐的回流焊温度

统计名称	下限	上限	单位
坡度 1（目标=2.0）在 30.0 和 70.0 之间	1	3	度/秒
坡度 2（目标=2.0）在 70.0 和 150.0 之间	1	3	度/秒
坡度 3（目标=-2.8）在 220.0 和 150.0 之间	-5	-0.5	度/秒
恒温时间 110-190°C	60	120	秒
@220°C回流时间	30	65	秒
峰值温度	235	250	摄氏度
@235°C的总时间	10	30	秒