

FR802x 技术规格书

内置 TouchKey, CAN FD 接口的高性能蓝牙 MCU 芯片

版本号: V0.3.0

发布日期: 2026.01

FREQCHIP

富芮坤

概述

FR802x 系列芯片是高性能低功耗蓝牙 MCU 芯片。内置了 ARM CortexM33 处理器内核，低功耗蓝牙收发器，以及包括 PMU，Touch IO，CAN FD 接口，段式液晶屏驱动（LCD driver），高速 SPI/QSPI 接口等丰富外设资源。

FR802x 系列芯片符合 BLE5.3 协议标准，支持 BLE 125K/500K/1M/2Mbps 多种模式，支持蓝牙多主多从多连接，支持 2.4G 私有模式。

富芮坤提供 SDK 包含了蓝牙协议栈的接口，以及外设的驱动程序，用户可以基于 CortexM33 内核和 SDK 开发各种应用程序和方案。

特性

CPU 和存储器

- 内置 ARM CortexM33 处理器
主频 12MHz-144MHz
- SWD 调试接口
- Flash 容量 1MB
- SRAM 最大 96KB
- 内置 2MB PSRAM（FR8028DP
FR8029DP）

蓝牙收发器参数

- 射频参数
 - RX 接收灵敏度 -95.5dBm（LE 1Mbps）
 - RX 接收灵敏度 -93dBm（LE 2Mbps）
 - RX 接收灵敏度 -99dBm（LR S2）
 - RX 接收灵敏度 -101dBm（LR S8）
 - TX 发射功率 -20dBm 到 6dBm
- 支持特性
 - 支持 1Mbps/2Mbps
 - 支持 LR S2 S8 长距离传输
 - 支持 RSSI 1dB 步进
 - 动态发射功率控制

安全加密单元

- AES 加密（ECB/CBC/CFB/OFB/CTR/PCBC 六种模式，128/192/256bits）
- HASH（MD5，SHA-1/SHA-224/SHA-256）
- CRC
- 真随机数发生器（TRNG）

外设资源

- 通用 GPIO 最多 42 个
（Touch IO 最多 16 个）
- 高级定时器 3 个，通用定时器 2 个
- 2 个 SPI 接口（支持主从模式可配置）
- 1 个 QSPI 接口（支持 XIP）
- 1 个 OSPI 接口（支持 x1/x2/x4/x8）
- 4 个 UART 接口
（其中 2 个支持 LIN，IrDA）
- 2 个 I2C 接口
- 1 个 CAN FD
- 2-ch PDM 接口
- 1 个 USB2.0 OTG 接口
- 1 个 12 位 ADC，最多支持 8 通道，支持 MIC Bias +PGA 音频输入，支持差分输入
- 2 个独立的运算放大器
- PWM 数字音频调制单元（PSD_DAC）支持 PWM 立体声差分输出
- 1 个 PWM 发生器，支持 16 路 PWM 输出
- 1 个正交编码器 QDEC
- 独立显示输出接口，支持多种接口协议
 - 8080/6800 接口
 - RGB565 接口
 - SPI x1/x2/x4/x8 接口
- 段式 LCD 控制器
最大支持 8 COM x 34 SEG
- 电容式触摸按键控制器
最多支持 16 个 Touch IO

功耗参数（VCC 3.3V，Buck 模式，25℃）

- MCU 典型电流:0.81mA @ 12MHz
- 蓝牙收发器电流（MCU 电流已计入）

- 典型 RX 电流: 7.3 mA
- 典型 TX 电流@ 0 dBm: 8.5mA
- 睡眠模式下实时时钟 RTC 开启, 任意 GPIO 可唤醒, 32KB RAM 保持: 4.23uA
- 1 秒广播间隔平均功耗: 15.9uA (BLE 1M, 发射功率 0dBm)
- 1 秒连接平均功耗: 13.8uA (BLE 1M, 发射功率 0dBm)

应用领域

- 医疗健康
- 电机驱动与应用控制
- 智能家居、智能家电
- 智慧出行
- HID 设备
- 仪器仪表
- 智能穿戴

订购信息

型号	工作温度	工作电压	FLASH	PSRAM	封装	尺寸
FR8022D	-40°C ~ +85°C	1.8 ~ 3.6V	1MB	无	QFN32	4.0×4.0×0.75, 0.4pitch
FR8023D	-40°C ~ +85°C	1.8 ~ 3.6V	1MB	无	QFN48	6.0×6.0×0.75, 0.4pitch
FR8026D	-40°C ~ +105°C	1.8 ~ 3.6V	1MB	无	QFN32	4.0×4.0×0.75, 0.4pitch
FR8028D	-40°C ~ +105°C	1.8 ~ 3.6V	1MB	无	QFN48	6.0×6.0×0.75, 0.4pitch
FR8029D	-40°C ~ +105°C	1.8 ~ 3.6V	1MB	无	QFN68	7.0×7.0×0.75, 0.35pitch
FR8028DP	-40°C ~ +85°C	2.7 ~ 3.6V	1MB	2MB	QFN48	6.0×6.0×0.85, 0.4pitch
FR8029DP	-40°C ~ +85°C	2.7 ~ 3.6V	1MB	2MB	QFN68	7.0×7.0×0.85, 0.35pitch

1. 系统概述

1.1 功能介绍

FR802x 系列芯片是 ARM CortexM33 内核的高性能低功耗蓝牙 MCU 芯片，内部集成了低功耗蓝牙/2.4G 射频收发器以及丰富的外设资源。本文档接下来的章节简单介绍了本系列芯片的所有功能模块，更详细的内容和寄存器说明可以参考《FR802x 参考手册》，下面是 FR802x 系列芯片的系统框图。

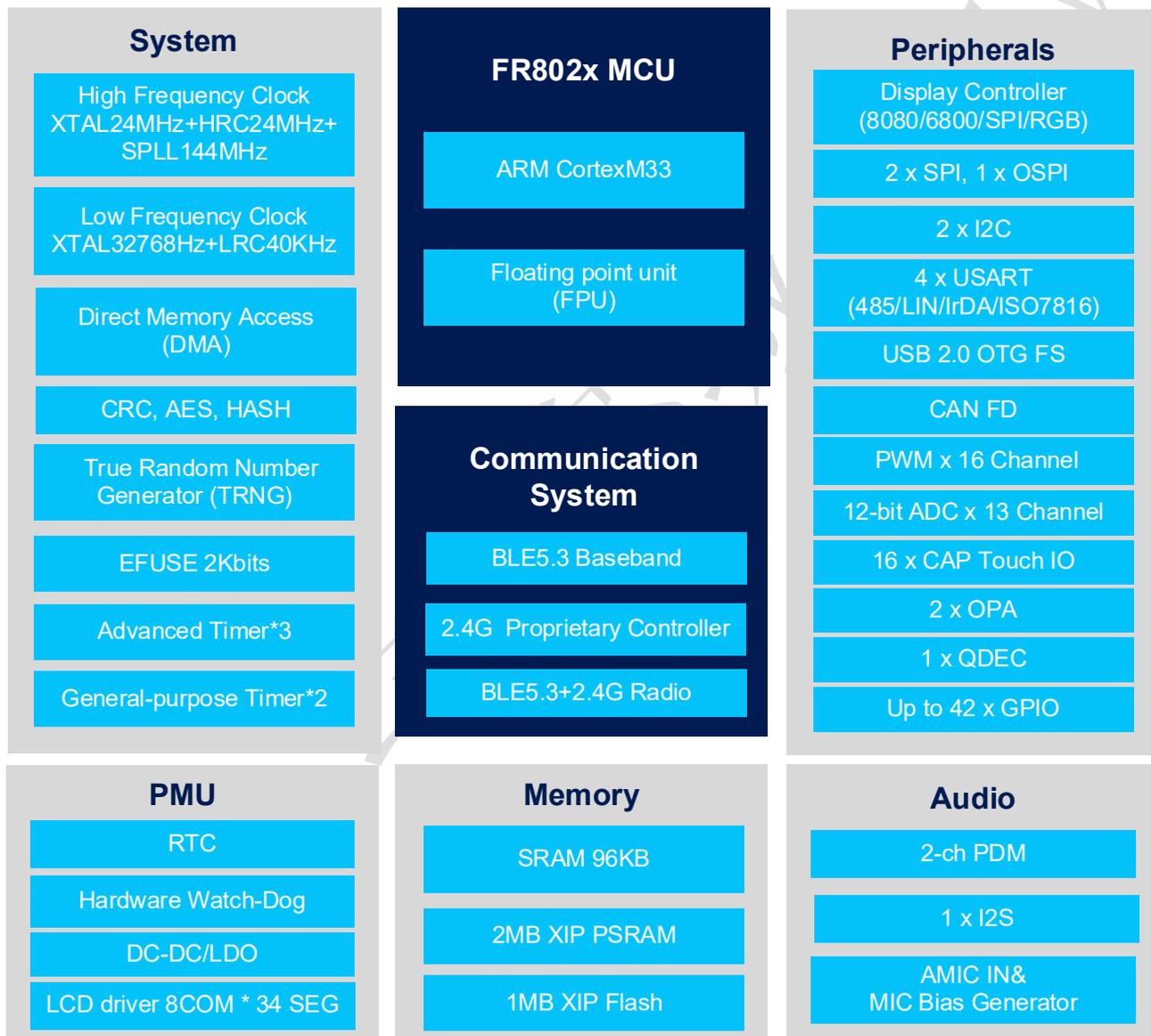


图 1-1 功能框图

1.2 硬件资源

FR802x 系列有 7 个型号，各型号的封装形式及资源如下表所示：

表格 1-1 FR802x 硬件资源

芯片型号 硬件资源	FR8022D	FR8023D	FR8026D	FR8028D	FR8028DP	FR8029D	FR8029DP
封装	QFN32	QFN48	QFN32	QFN48	QFN48	QFN68	QFN68
主频	96M	96M	144M	144M	144M	144M	144M
GPIO	18	34	18	34	34	42	42
FLASH	1MB	1MB	1MB	1MB	1MB	1MB	1MB
SRAM	64KB	64KB	96KB	96KB	96KB	96KB	96KB
显示接口	SPI 1,2,4,8 线, 8080	SPI 1,2,4,8 线, 8080, RGB565	SPI 1,2,4,8 线, 8080	SPI 1,2,4,8 线, 8080, RGB565	SPI 1,2,4,8 线, 8080, RGB565	SPI 1,2,4,8 线, 8080, RGB565	SPI 1,2,4,8 线, 8080, RGB565
PSRAM	0	0	0	0	2MB	0	2MB
Timer	5	5	5	5	5	5	5
CAN FD	0	0	1	1	1	1	1
UART/LIN	3/1	4/2	3/1	4/2	4/2	4/2	4/2
I2C	2	2	2	2	2	2	2
SPI	2	2	2	2	2	2	2
I2S	1	1	1	1	1	1	1
QSPI (XIP)	1	1	1	1	0	1	0
OSPI	1 (QSPI*)	1	1 (QSPI*)	1	1	1	1
PDM	2 通道	2 通道	2 通道	2 通道	2 通道	2 通道	2 通道
模拟 MIC 输入	1	1	1	1	1	1	1
PWM 音频输出	2 通道	2 通道	2 通道	2 通道	2 通道	2 通道	2 通道
PWM	14	16	14	16	16	16	16
USB 2.0 FS	1	1	1	1	1	1	1
QDEC	1	1	1	1	1	1	1
LCD	7 COM 11 SEG	8 COM 26 SEG	7 COM 11 SEG	8 COM 26 SEG	8 COM 26 SEG	8 COM 34 SEG	8 COM 34 SEG
Touch	8	16	8	16	16	16	16
OPA	0	0	0	0	0	2	2
12-bit ADC	5 通道	8 通道	5 通道	8 通道	8 通道	8 通道	8 通道

1.3 蓝牙射频收发器

- 内置天线阻抗匹配电路（收发模式均为 50Ω 阻抗匹配）
- 符合 Bluetooth V5.3 LE 标准
- RX 接收灵敏度 -95.5dBm（LE 1Mbps）
- RX 接收灵敏度 -93dBm（LE 2Mbps）
- RX 接收灵敏度 -99dBm（LE S2）
- RX 接收灵敏度 -101dBm（LE S8）
- TX 发射功率-20dBm 到 6dBm
- 支持 1Mbps/2Mbps @LE
- 支持 LE S2 S8 长距离传输
- 支持 RSSI 1dB 步进
- 动态 TX 功率控制
- 内置用于高灵敏度和同频抑制的数字解调器

1.4 蓝牙控制器

- 支持所有设备类型，包括：广播、中央、观察者、外设(Broadcaster、Central、Observer、Peripheral)
- 支持所有数据包类型，包括：广播、数据、控制(Advertising、Data、Control)
- 支持加密（AES / CCM）
- 支持比特位流处理（CRC, Whitening）
- 支持跳频计算
- 低功耗模式支持内部低速 RC 振荡器

1.5 安全加密单元

- AES 硬件加密
 - 支持 AES-128, AES-192, AES-256
 - 支持 ECB、CBC、CFB、OFB、CTR、PCBC 共 6 中结构模式
- 硬件安全散列算法（HASH）
 - 支持 SHA-224, SHA-256
 - 支持 SDMA 数据流模式
- 循环冗余校验（CRC）硬件多项式发生器，支持多达十二种多项式

1.6 外设接口单元

- 最多支持 42 个通用 IO 口
 - 3 组 GPIO 控制器
 - 支持电平、边沿中断触发
 - 支持输入、输出，高阻模式，支持内部硬件防抖
- 4 个 UART 接口

- 支持硬件流控
- 最高波特率达 3Mbps
- 支持硬件奇偶校验
- 支持 ISO/IEC7816 协议 (UART0/UART1)
- 支持 LIN 总线通信协议
- 支持 IrDA 协议格式
- 支持 RS485 硬件控制模式
- 2 个 I2C 接口
 - 支持 100kbps 400kbps 1Mbps 等通信速率
 - 支持主从模式
 - 支持 7bit、10bit 地址位
- 2 个 SPI 接口
 - 支持主从模式可配置
 - 支持中断、DMA
 - 支持 SPI 双线模式 (TFT LCD 接口)
 - 支持带有 D/CX 位的 9bit 数据传输模式
- 1 个 QSPI 接口
 - 支持 QSPI 主模式
 - 支持 X1/X2/X4 三种模式
 - 支持 XIP 模式
- 1 个 OSPI 接口
 - 支持 OSPI 主模式
 - 支持 X1/X2/X4/X8 四种模式
 - 4 至 32 位数据宽度
 - 支持 DMA
 - 支持 DDR 模式
- 1 个 USB 全速设备接口
 - 符合 USB2.0 全速设备的技术规范
 - 可配置端点 8 对(端点 0~7)USB 端点 (in out 双向传输)
- PWM 控制器
 - 支持四组 PWM, 每组 PWM 支持 4 路通道输出, 共 16 路 PWM 输出通道
 - 每路 PWM 通道有独立配置占空比
 - IDLE 状态下输出电平可配置
- 数字音频调制器 (PSD_DAC)
 - 支持立体声音频输出
 - 可编程音量控制
 - 支持 PCM 格式 8bit,12bit, 16bit 位宽
 - 音频采样率支持 8kHz-192kHz
- 1 个 12 位 SARADC
 - 支持 PGA, 可接模拟麦克风做音频输入
 - 8 个外部模拟输入支持逻辑通道连续循环转换模式
 - 支持普通模式, 队列模式
 - 支持 ADC 看门狗
 - 支持核心温度测量、VCC 分压测量、内部基准电压测量

- 支持单端信号测量和差分信号测量
- ENOB 大于 10bits
- 采样速率最高 500kHz
- 内置等效分压电路
- 内置 buffer，支持弱驱动能力的输入信号测量
- 2 个运算放大器
 - 支持零漂移
 - 输入和输出均支持 rail to rail
- 1 个 I2S 接口
 - 支持 MSB（左对齐），LSB（右对齐），飞利浦标准格式
 - 支持主从模式下的 16bit 有效数据传输
 - 全双工通讯
- 1 个 CAN 总线控制器
 - 符合 CAN 协议 2.0 版 A、B 部分和 ISO 11898-1 标准
 - CAN FD 最多支持收发 64 个数据字节
 - 支持接收滤波器
 - 两个可配置接收 FIFO
 - 可配置发送 FIFO
 - 可配置发送队列
 - 可配置发送事件 FIFO
- 电容式触摸按键控制器（Touch key）
 - 支持连续扫描模式
 - 支持按键映射
 - 支持最多 16 通道触摸按键输入
 - 支持硬件平均值计算模式
- 1 个 PDM 控制器，支持 2 通道
 - 下采样滤波器：将过采样音频数据流下采样至标准音频采样率
 - HPF 高通滤波器：滤除输入中的残留 DC 直流信号
 - 音量控制器：用来调节音量大小
 - 数据位宽 8bit, 12bit, 16bit 可选
 - 支持单声道、双声道数据输入
- 1 个显示驱动接口
 - 支持 RGB565 接口
 - 支持 8080/6800 接口
 - 支持 SPI/QSPI/OSPI 模式，支持单线、双线、四线、八线
- 1 个正交编码器
- 段码式 LCD 控制器
 - 支持 4/6/8 COM
 - 最多支持 34 SEG
 - 支持 1/4、1/3 偏置电压
 - 刷新速率可配
 - 对比度 16 级可调
 - 支持 MCU 休眠显示
 - 支持快速充电模式

1.7 电源管理单元

- RTC 实时时钟，支持万年历、闰年自动调整
- 内置硬件看门狗电路
- 支持上电复位、掉电复位
- 支持低电压检测电源管理单元支持软件关闭和硬件唤醒
- 内置降压 DC-DC 和 LDO，两种供电模式（Buck 或者 LDO）可选

1.8 芯片工作模式

- FR802x 系列芯片支持“运行”、“空闲”和“睡眠”三种工作模式。
 - 运行模式：CPU 及所有外设接口均可处于全速工作状态；
 - 空闲模式：CPU 通过 WFI 指令停止运行，外设接口根据应用需求可以配置为对应的工作状态；
 - 睡眠模式：CPU 及大部分外设接口处于掉电状态，部分 Memory 根据需要支持数据 Retention；
- 典型的低功耗蓝牙 BLE 工作状态下，芯片在“运行”和“睡眠”两个模式下交替循环工作，

模式	MCU	外设状态	退出条件	RAM	蓝牙/2.4G 收发器
运行 (Active)	开	开	/	全部保持	开
空闲 (Idle)	停止	所有外设可工作	任意系统中断	全部保持	开
睡眠 (Sleep)	停止 (掉电)	大部分外设处于掉电状态； PMU 域 RC 振荡器可工作，段式 LCD 驱动可工作，RTC 实时时钟可工作，触摸按键可工作，硬件看门狗可工作。	IO 异步唤醒及 PMU 域中断事件唤醒	可配置保持 RAM 的容量	关

2. 硬件信息

2.1 封装定义

2.1.1 FR8022D / FR8026D 管脚布局

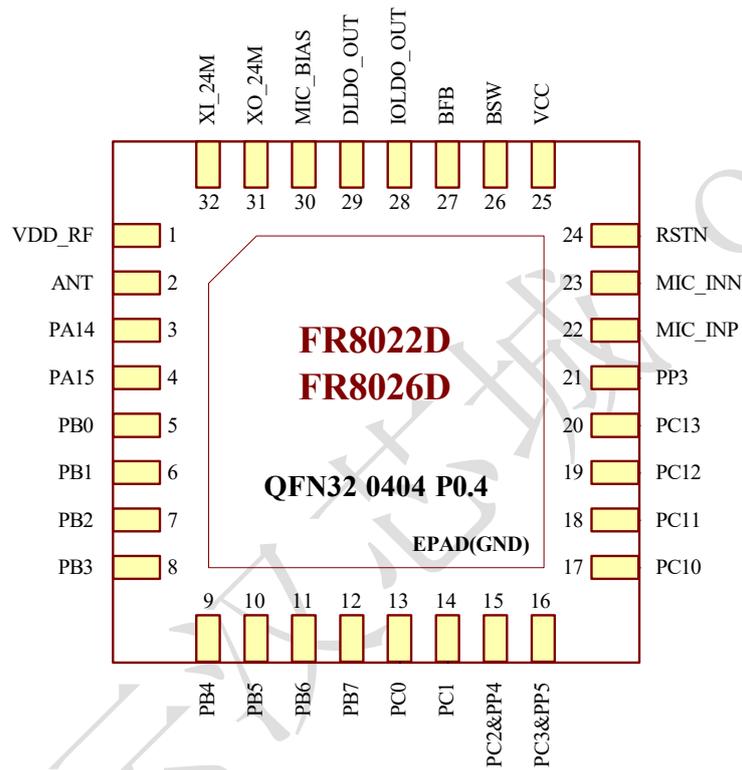


图 2-1 FR8022D / FR8026D 管脚布局图

2.1.2 FR8023D / FR8028D / FR8028DP 管脚布局

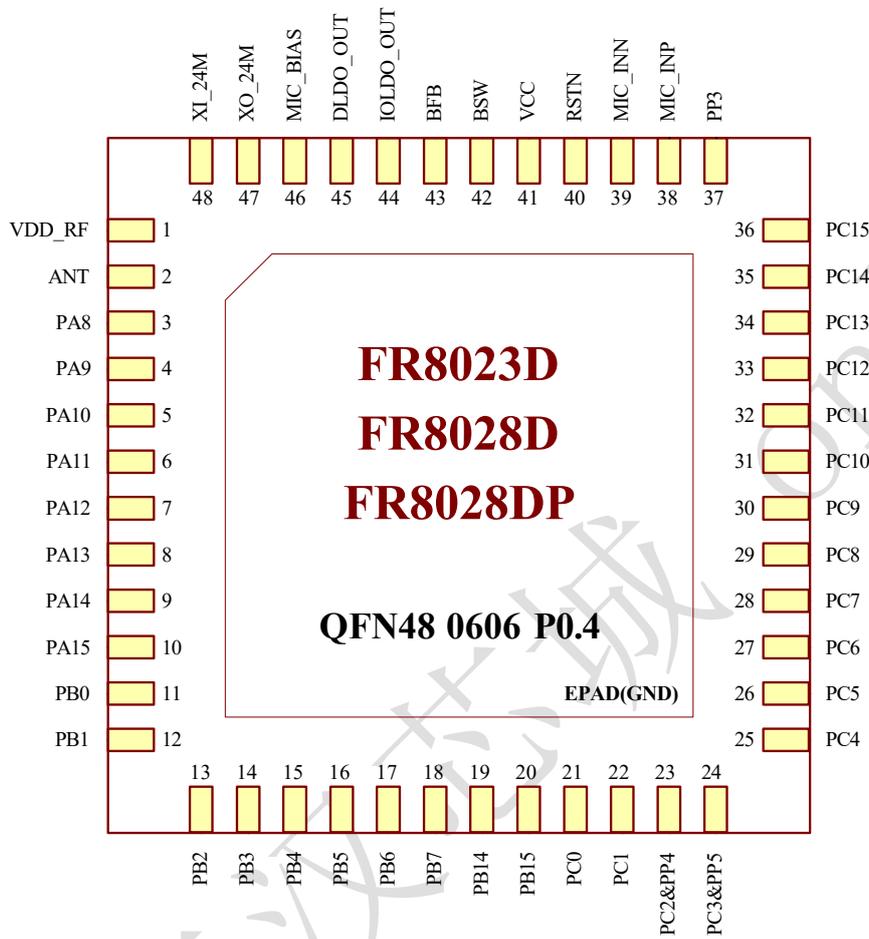


图 2-2 FR8023D / FR8028D / FR8028DP 管脚布局图

2.1.3 FR8029D / FR8029DP 管脚布局

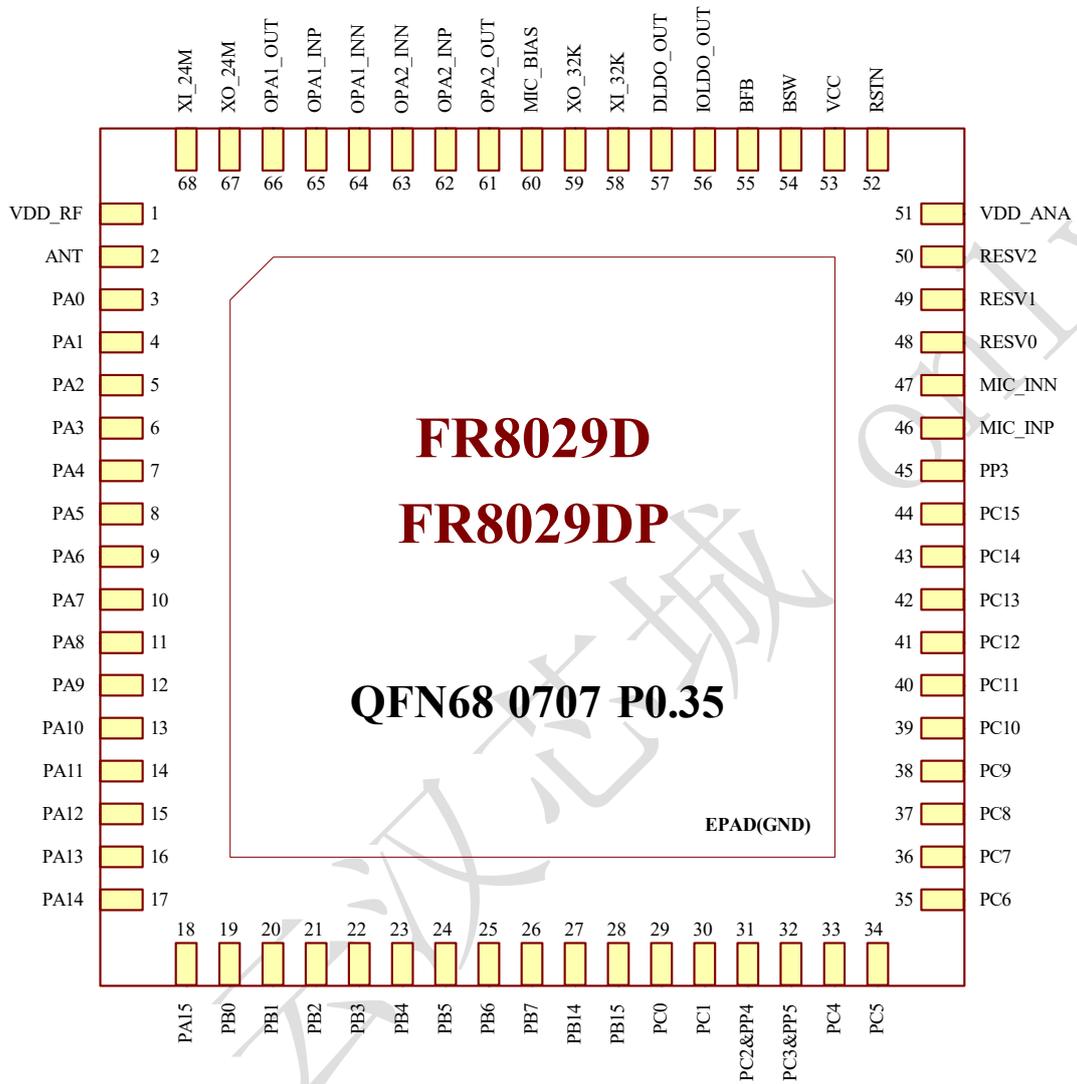


图 2-3 FR8029D / FR8029DP 管脚布局图

2.1.4 FR8022D / FR8026D 尺寸参数

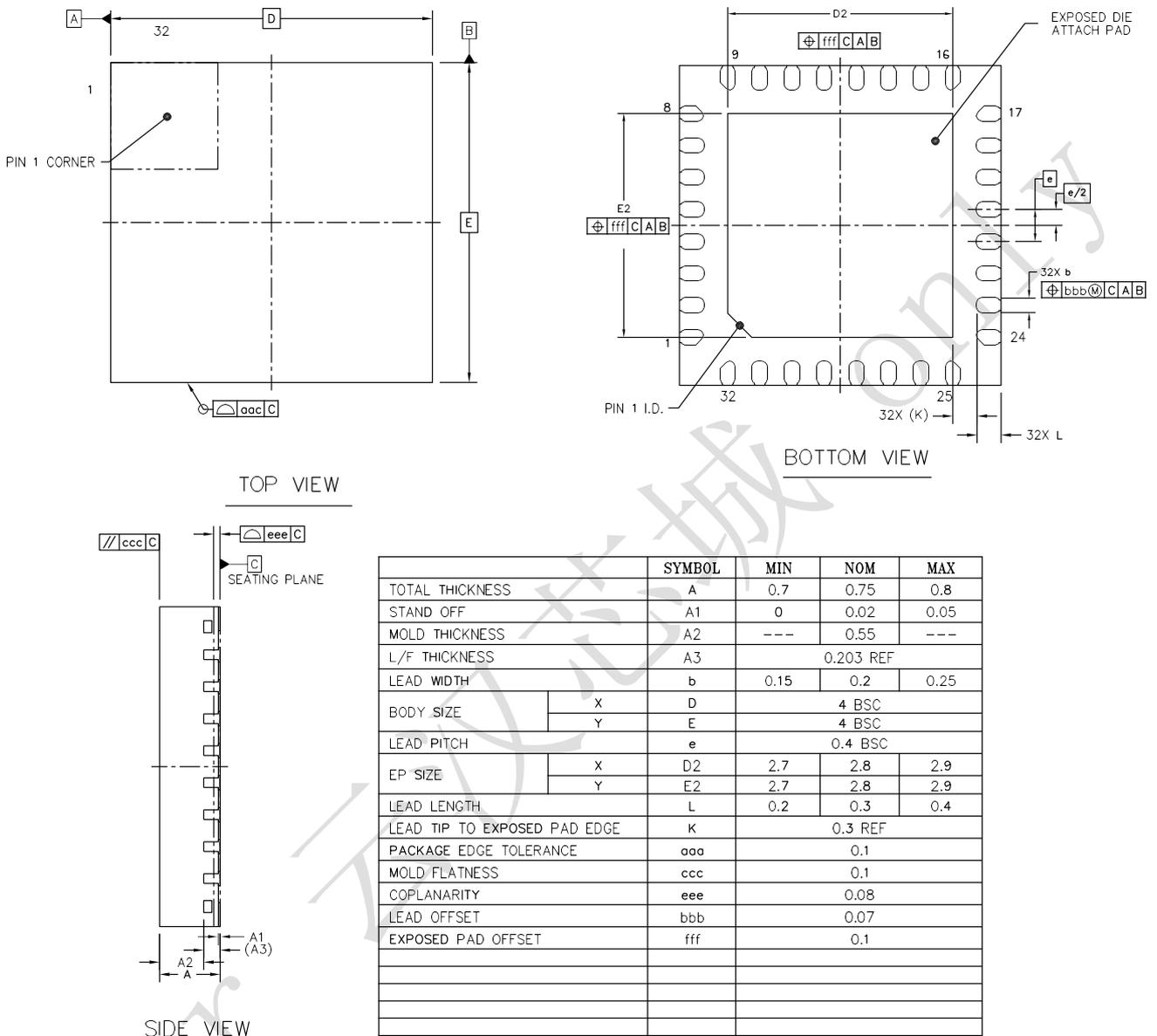


图 2-4 FR8022D / FR8026D 封装尺寸图

2.1.5 FR8023D / FR8028D / FR8028DP 尺寸参数

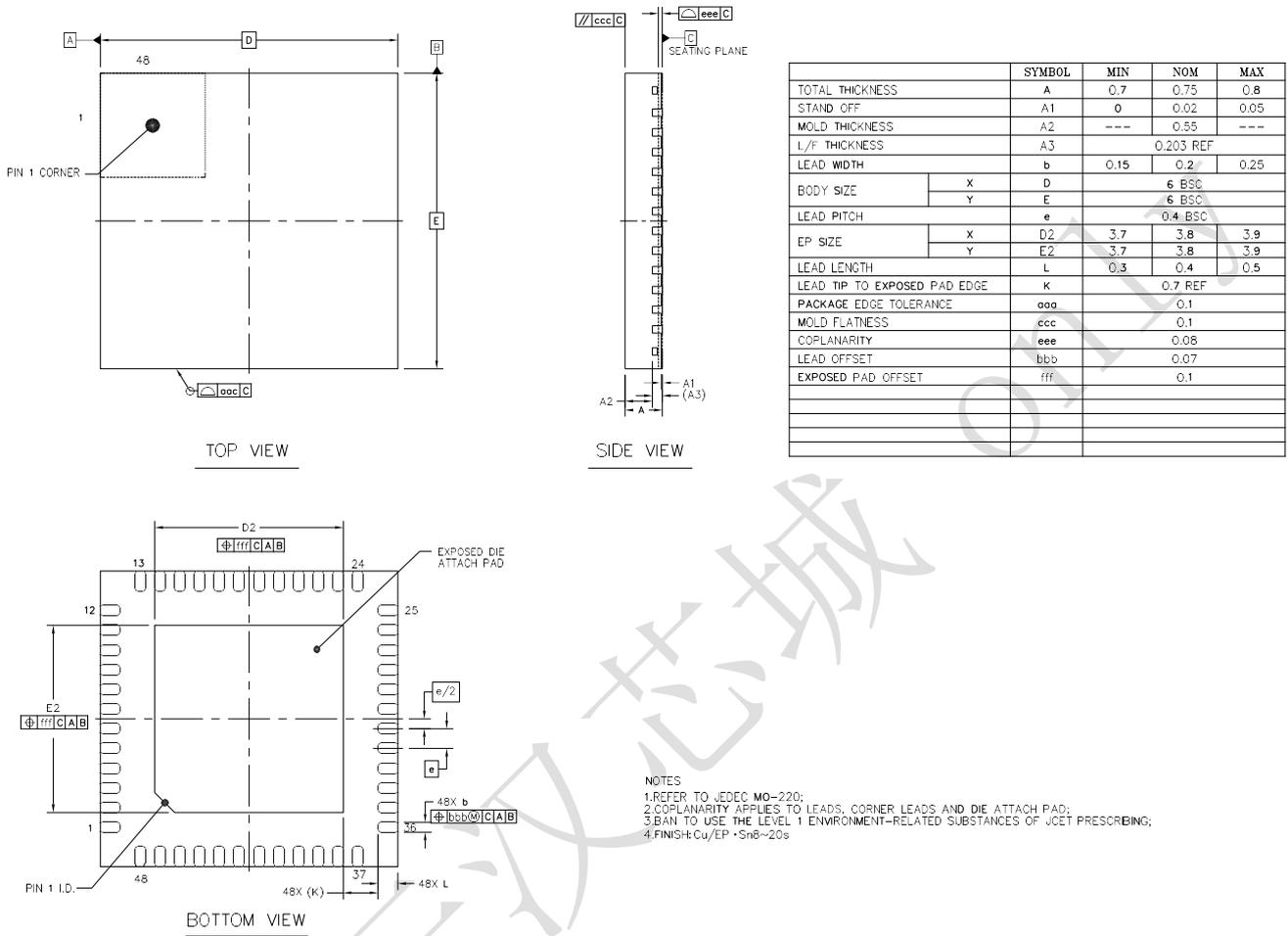


图 2-5 FR8023D / FR8028D / FR8028DP 封装尺寸图

2.1.6 FR8029D / FR8029DP 尺寸参数

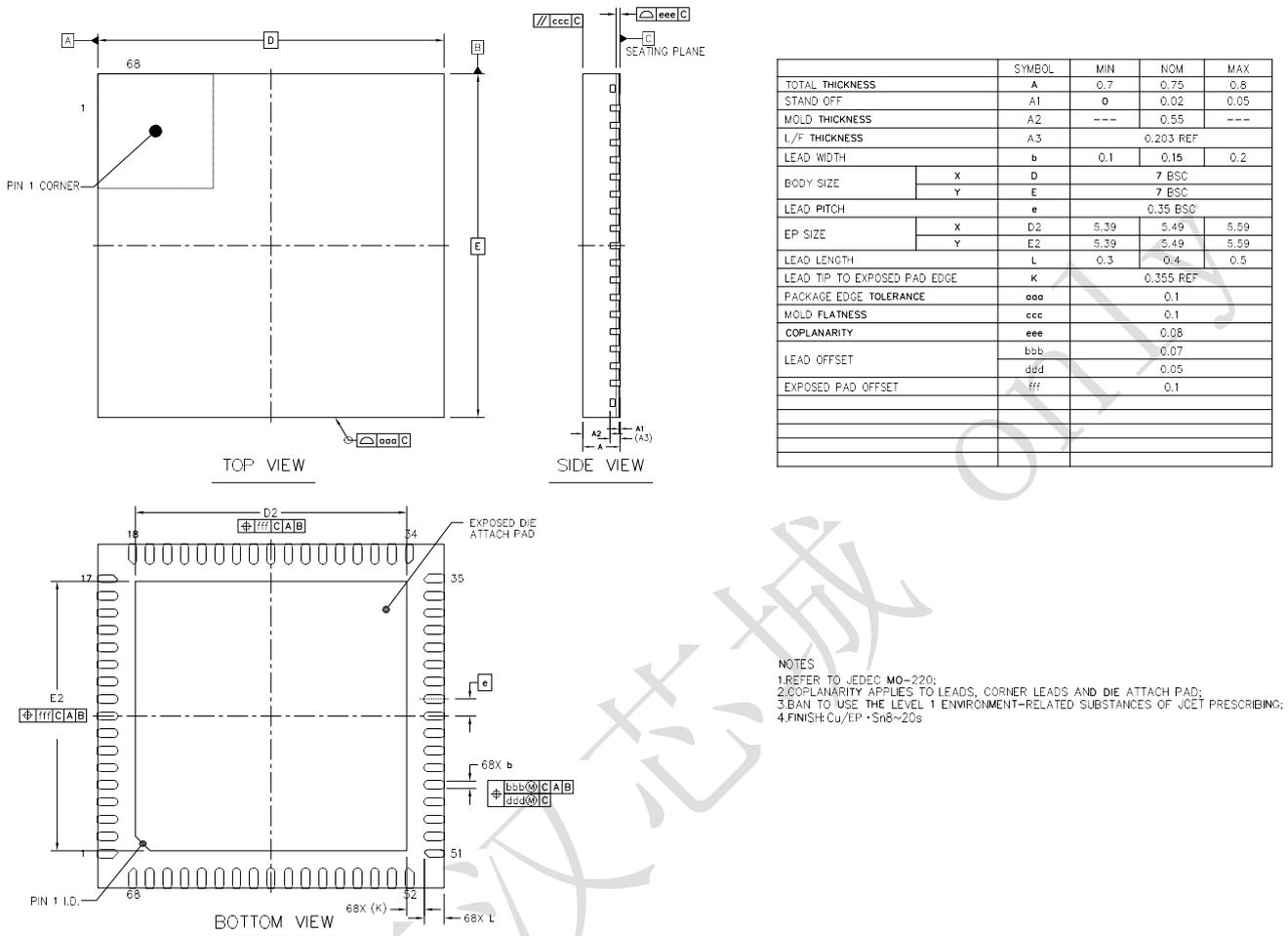


图 2-6 FR8029D / FR8029DP 封装尺寸图

2.2 管脚描述

表格 2-1 管脚相关缩略语

类型	说明
AI	模拟输入
AO	模拟输出
I/O	双向数字接口
PWR	电源
GND	地

2.2.1 FR8026D / FR8022D

管脚号	管脚名称	类型	描述
1	VDD_RF	PWR	RF transceiver 电源
2	ANT	Analog	外接蓝牙天线
3	PA14	I/O	多功能 GPIO
4	PA15	I/O	多功能 GPIO
5	PB0	I/O	多功能 GPIO
6	PB1	I/O	多功能 GPIO
7	PB2	I/O	多功能 GPIO
8	PB3	I/O	多功能 GPIO
9	PB4	I/O	多功能 GPIO
10	PB5	I/O	多功能 GPIO
11	PB6	I/O	多功能 GPIO
12	PB7	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN
13	PC0	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
14	PC1	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
15	PC2&PP4	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
16	PC3&PP5	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
17	PC10	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
18	PC11	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
19	PC12	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
20	PC13	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
21	PP3	I/O	IO/Touch Key CAP
22	MIC_INP	Analog	麦克风输入+
23	MIC_INN	Analog	麦克风输入-
24	RSTN	Analog	硬件复位，低电平有效
25	VCC	PWR	电源
26	BSW	Analog	Buck 电路输出
27	BFB	Analog	Buck 电路反馈输入
28	IOLDO_OUT	Analog	GPIO LDO 输出，内部用作 GPIO 供电
29	DLDO_OUT	PWR	Digital LDO 输出，内部用作数字 core 供电
30	MIC_BIAS	Analog	麦克风偏置输出
31	XO_24M	Analog	24M 晶体时钟电路输出
32	XI_24M	Analog	24M 晶体时钟电路输入

2.2.2 FR8023D / FR8028D / FR8028DP

管脚号	管脚名称	类型	描述
1	VDD_RF	PWR	RF transceiver 电源
2	ANT	Analog	外接蓝牙天线
3	PA8	I/O	多功能 GPIO
4	PA9	I/O	多功能 GPIO
5	PA10	I/O	多功能 GPIO
6	PA11	I/O	多功能 GPIO
7	PA12	I/O	多功能 GPIO
8	PA13	I/O	多功能 GPIO
9	PA14	I/O	多功能 GPIO
10	PA15	I/O	多功能 GPIO
11	PB0	I/O	多功能 GPIO
12	PB1	I/O	多功能 GPIO
13	PB2	I/O	多功能 GPIO
14	PB3	I/O	多功能 GPIO
15	PB4	I/O	多功能 GPIO
16	PB5	I/O	多功能 GPIO
17	PB6	I/O	多功能 GPIO
18	PB7	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN
19	PB14	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
20	PB15	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
21	PC0	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
22	PC1	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
23	PC2&PP4	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
24	PC3&PP5	I/O	多功能 GPIO/ ADC_IN/Touch Key
25	PC4	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
26	PC5	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
27	PC6	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
28	PC7	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
29	PC8	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
30	PC9	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
31	PC10	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
32	PC11	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
33	PC12	I/O	多功能 GPIO/Touch Key

管脚号	管脚名称	类型	描述
34	PC13	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
35	PC14	I/O	多功能 GPIO
36	PC15	I/O	多功能 GPIO
37	PP3	I/O	GPIO(支持短脉冲唤醒)/Touch Key CAP
38	MIC_INP	Analog	麦克风输入+
39	MIC_INN	Analog	麦克风输入-
40	RSTN	Analog	硬件复位, 低电平有效
41	VCC	PWR	电源
42	BSW	Analog	Buck 电路输出
43	BFB	Analog	Buck 电路反馈输入
44	IOLDO_OUT	Analog	GPIO LDO 输出, 内部用作 GPIO 供电
45	DLDO_OUT	PWR	Digital LDO 输出, 内部用作数字 core 供电
46	MIC_BIAS	Analog	麦克风偏置输出
47	XO_24M	Analog	24M 晶体时钟电路输出
48	XI_24M	Analog	24M 晶体时钟电路输入

2.2.3 FR8029D / FR8029DP

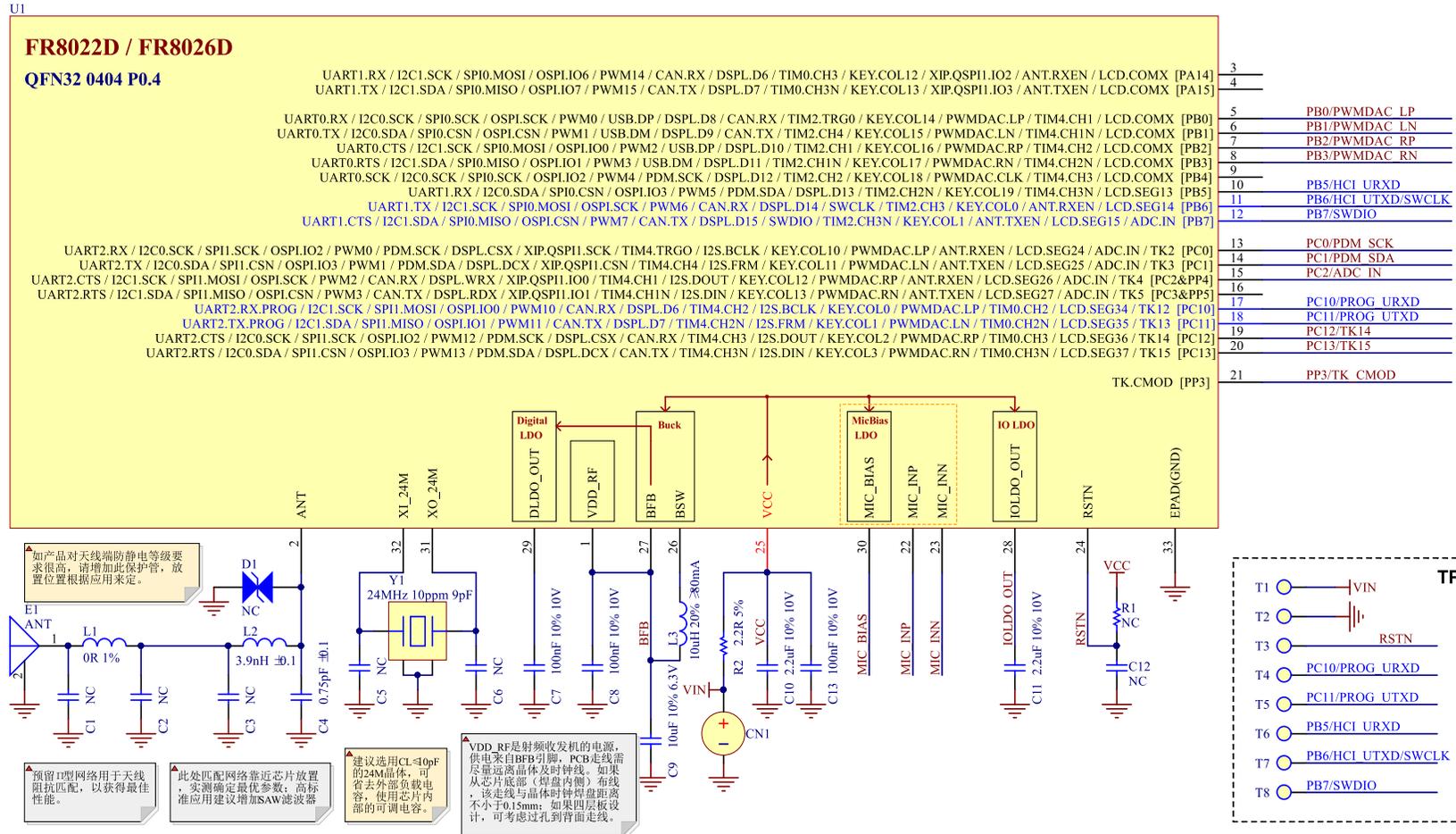
管脚号	管脚名称	类型	描述
1	VDD_RF	PWR	RF transceiver 电源
2	ANT	Analog	外接蓝牙天线
3	PA0	I/O	多功能 GPIO
4	PA1	I/O	多功能 GPIO
5	PA2	I/O	多功能 GPIO
6	PA3	I/O	多功能 GPIO
7	PA4	I/O	多功能 GPIO
8	PA5	I/O	多功能 GPIO
9	PA6	I/O	多功能 GPIO
10	PA7	I/O	多功能 GPIO
11	PA8	I/O	多功能 GPIO
12	PA9	I/O	多功能 GPIO
13	PA10	I/O	多功能 GPIO
14	PA11	I/O	多功能 GPIO
15	PA12	I/O	多功能 GPIO

管脚号	管脚名称	类型	描述
16	PA13	I/O	多功能 GPIO
17	PA14	I/O	多功能 GPIO
18	PA15	I/O	多功能 GPIO
19	PB0	I/O	多功能 GPIO
20	PB1	I/O	多功能 GPIO
21	PB2	I/O	多功能 GPIO
22	PB3	I/O	多功能 GPIO
23	PB4	I/O	多功能 GPIO
24	PB5	I/O	多功能 GPIO
25	PB6	I/O	多功能 GPIO
26	PB7	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN
27	PB14	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
28	PB15	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
29	PC0	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
30	PC1	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
31	PC2&PP4	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
32	PC3&PP5	I/O	多功能 GPIO/ ADC_IN/Touch Key
33	PC4	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
34	PC5	I/O	多功能 GPIO/ADC_IN/Touch Key
35	PC6	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
36	PC7	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
37	PC8	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
38	PC9	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
39	PC10	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
40	PC11	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
41	PC12	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
42	PC13	I/O	多功能 GPIO/Touch Key
43	PC14	I/O	多功能 GPIO
44	PC15	I/O	多功能 GPIO
45	PP3	I/O	GPIO(支持短脉冲唤醒)/Touch Key CAP
46	MIC_INP	Analog	麦克风输入+
47	MIC_INN	Analog	麦克风输入-
48	RESV0	-	保留管脚 0
49	RESV1	-	保留管脚 1
50	RESV2	-	保留管脚 2
51	VDD_ANA	PWR	模拟 ADC/DAC 模块电源

管脚号	管脚名称	类型	描述
52	RSTN	Analog	硬件复位，低电平有效
53	VCC	PWR	电源
54	BSW	Analog	Buck 电路输出
55	BFB	Analog	Buck 电路反馈输入
56	IOLDO_OUT	Analog	GPIO LDO 输出，内部用作 GPIO 供电
57	DLDO_OUT	PWR	Digital LDO 输出，内部用作数字 Core 供电
58	XI_32K	Analog	32K 晶体时钟电路输入
59	XO_32K	Analog	32K 晶体时钟电路输出
60	MIC_BIAS	Analog	麦克风偏置输出
61	OPA2_OUT	Analog	运算放大器 2 输出
62	OPA2_INP	Analog	运算放大器 2 输入正向端
63	OPA2_INN	Analog	运算放大器 2 输入负向端
64	OPA1_INN	Analog	运算放大器 1 输入负向端
65	OPA1_INP	Analog	运算放大器 1 输入正向端
66	OPA1_OUT	Analog	运算放大器 1 输出
67	XO_24M	Analog	24M 晶体时钟电路输出
68	XI_24M	Analog	24M 晶体时钟电路输入

2.3 应用参考原理图

2.3.1 FR8022D / FR8026D



2.3.2 FR8023D / FR8028D / FR8028DP

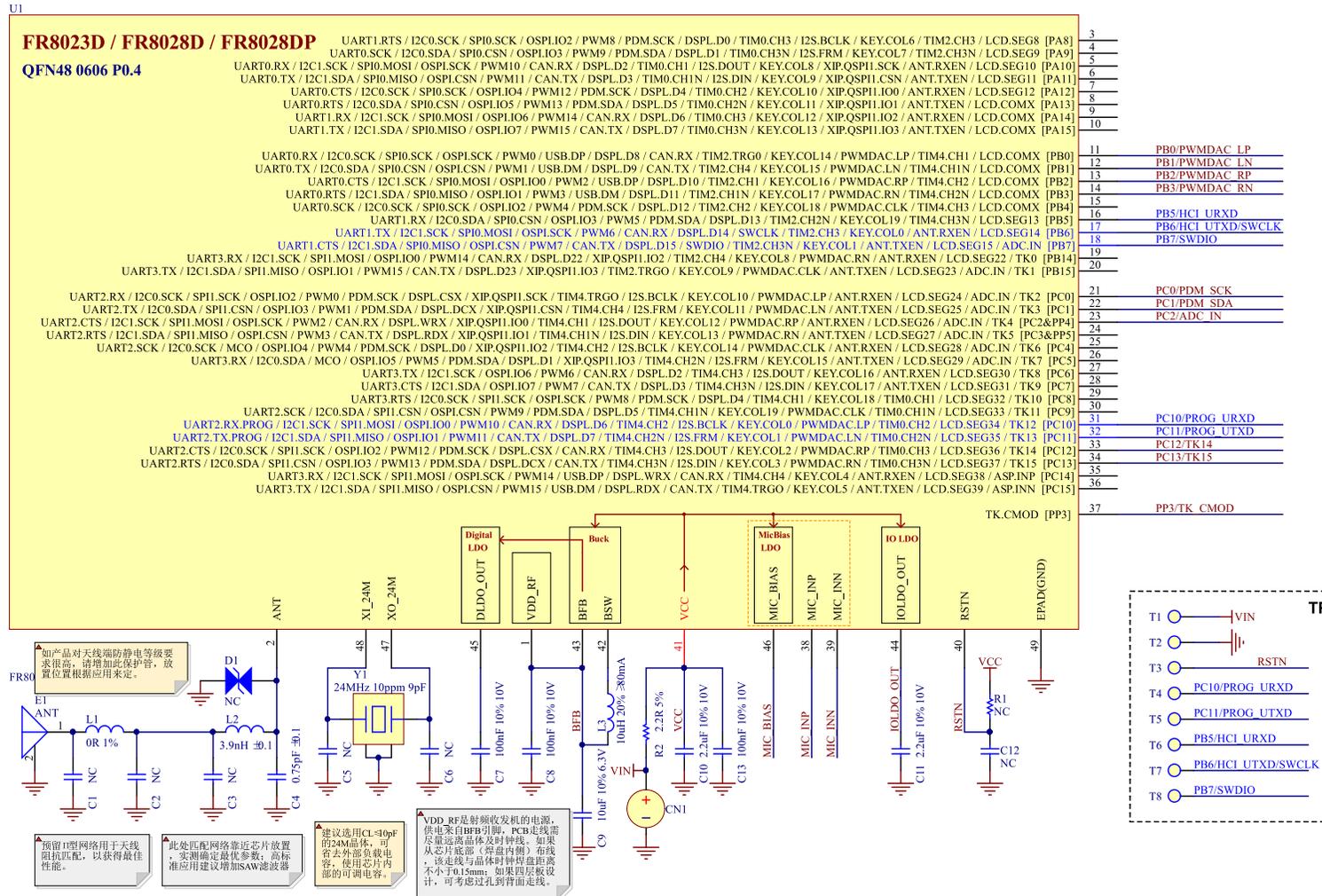


图 2-8 FR8023D / FR8028D / FR8028DP 应用参考原理图

2.3.3 FR8029D / FR8029DP

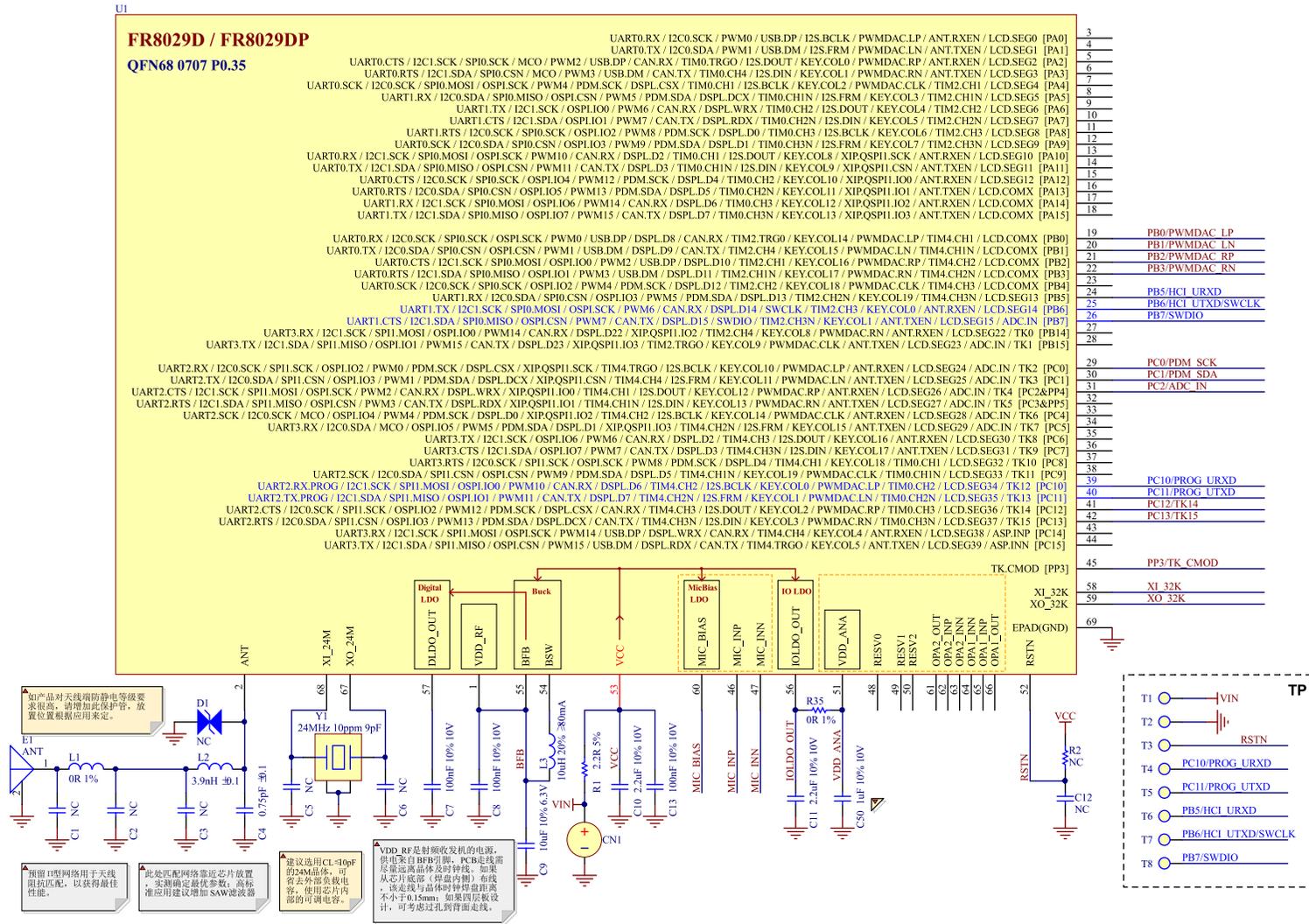


图 2-9 FR8029D / FR8029DP 应用参考原理图

3. 射频特性 (采用 Buck 模式, VCC=3.3V)

参数	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度, 未编码数据速率 1Ms/s		-95.5		dBm
灵敏度, 未编码数据速率 2Ms/s		-93		dBm
最大接收信号		0		dBm
同信道灵敏度, 未编码数据速率 1Ms/s		6		dB
同信道灵敏度, 未编码数据速率 2Ms/s		6		dB
相邻信道选择性 C/I (注: F0 = 2440MHz)	F = F0 + 1MHz, 未编码数据速率 1Ms/s	-6		dB
	F = F0 - 1MHz, 未编码数据速率 1Ms/s	-3		dB
	F = F0 + 2MHz, 未编码数据速率 1Ms/s (Image)	-27		dB
	F = F0 - 2MHz, 未编码数据速率 1Ms/s	-39		dB
	F = F0 + 3MHz, 未编码数据速率 1Ms/s	-38		dB
	F = F0 - 3MHz, 未编码数据速率 1Ms/s	-38		dB
	F = F0 + 2MHz, 未编码数据速率 2Ms/s	-8		dB
	F = F0 - 2MHz, 未编码数据速率 2Ms/s	-5		dB
	F = F0 + 4MHz, 未编码数据速率 2Ms/s (Image)	-27		dB
	F = F0 - 4MHz, 未编码数据速率 2Ms/s	-44		dB
	F = F0 + 6MHz, 未编码数据速率 2Ms/s	-39		dB
	F = F0 - 6MHz, 未编码数据速率 2Ms/s	-39		dB
RF 功率控制范围	-20	0	6	dBm
ACP (注: F0 = 2440MHz)	F = F0 ± 2MHz	-46		dBm
	F = F0 ± ≥3MHz	-52		dBm
Δf1avg 最大调制 (未编码数据速率 1Ms/s)	225	250	275	kHz
Δf1avg 最大调制 (未编码数据速率 2Ms/s)	450	500	550	kHz
Δf2avg/Δf1avg (未编码数据速率 1Ms/s)	0.8	0.94		--
Δf2avg/Δf1avg (未编码数据速率 2Ms/s)	0.8	0.9		--
频率精度 (未编码数据速率 1Ms/s)	-150	14.77	150	kHz
频率精度 (未编码数据速率 2Ms/s)	-150	-13.24	150	kHz
频率偏移 (未编码数据速率 1Ms/s)	-150	-15.59	150	kHz
频率偏移 (未编码数据速率 2Ms/s)	-150	-14.83	150	kHz
频率漂移 (未编码数据速率 1Ms/s)	-50	2.46	50	kHz
频率漂移 (未编码数据速率 2Ms/s)	-50	-2.73	50	kHz
频率漂移率 (未编码数据速率 1Ms/s)	-20	-2.33	20	kHz/50us

参数	最小值	典型值	最大值	单位
频率漂移率（未编码数据速率 2Ms/s）	-20	2.33	20	kHz/50us
初始频率漂移（未编码数据速率为 1Ms/s 时）	-23	1.96	23	kHz
初始频率漂移（未编码数据速率为 2Ms/s 时）	-23	-1.13	23	kHz

for 云汉芯城 Only

4. 电气特性

4.1 建议工作条件

表格 4-1 建议工作条件

型号	工作电压 (V)			工作温度 (°C)		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
FR8022D FR8023D	1.8	3.3	3.6	-40	25	85
FR8026D FR8028D FR8029D	1.8	3.3	3.6	-40	25	105
FR8028DP FR8029DP	2.7	3.3	3.6	-40	25	85

4.2 功耗参数

MCU 功耗 (采用 Buck 模式, VCC=3.3V)

表格 4-2 MCU 功耗 (采用 Buck 模式, VCC=3.3V)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
所有外设禁用时 运行模式下功耗	24 MHz 晶体, CPU 以 12M 频率运行, 从 FLASH 执行 “while 循环”	-	890	-	μA
	24 MHz 晶体, 待机状态 (WFI)	-	810	-	μA
睡眠模式下功耗	所有 RAM 保持, RTC 由内部 RCOSC (内 部 RC 振荡器) 运行	-	6	-	μA
	32K + 16KB RAM 保持, RTC 由内部 RCOSC 运行	-	TBD	-	μA
	32KB RAM 保持, RTC 由内部 RCOSC 运行	-	4.48	-	μA
	无 RAM 保持, RTC 由内部 RCOSC 运行	-	2.15	-	μA

MCU 功耗 (采用 SYSLDO, VCC=3.3V)

表格 4-3 MCU 功耗 (采用 SYSLDO, VCC=3.3V)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
所有外设禁用时 运行模式下功耗	24 MHz 晶体, CPU 以 12M 频率运行, 从 FLASH 执行 “while 循环”	-	1.72	-	mA
	24 MHz 晶体, 待机状态 (WFI)	-	1.58	-	mA

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
睡眠模式下功耗	所有 RAM 保持, RTC 由内部 RCOSC (内部 RC 振荡器) 运行	-	6	-	μA
	32K + 16KB RAM 保持, RTC 由内部 RCOSC 运行	-	TBD	-	μA
	32KB RAM 保持, RTC 由内部 RCOSC 运行	-	4.48	-	μA
	无 RAM 保持, RTC 由内部 RCOSC 运行	-	2.15	-	μA

射频功耗 (采用 Buck 模式, VCC=3.3V)

表格 4-4 射频功耗 (采用 Buck 模式, VCC=3.3V)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
接收模式 (监听数据包) 下的系统功耗	1 Mbit/s, 2 GFSK, 频率 = 2.4 GHz	-	7.3	-	mA
发射模式下的系统功耗	频率 = 2.4 GHz, 连续波, 0 dBm 输出功率	-	8.5	-	mA
	频率 = 2.4 GHz, 连续波, 6 dBm 输出功率	-	TBD	-	mA
1 秒广播间隔下的系统平均功耗	0 dBm 输出功率	-	15.9	-	μA
1 秒连接间隔下的系统平均功耗	0 dBm 输出功率	-	13.8	-	μA

低功耗蓝牙/2.4G 射频接收器特性 (采用 Buck 模式, 3.3 V 输入)

表格 4-5 低功耗蓝牙射频接收器特性 (采用 Buck 模式, 3.3 V 输入)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度 (1Mbps 数据速率, LE 1M)	环境温度 25°C, VCC=3.3V, Buck 模式	-	-95.5	-	dBm
灵敏度 (2Mbps 数据速率, LE 2M)	环境温度 25°C, VCC=3.3V, Buck 模式	-	-93	-	dBm
灵敏度 (500kbps 数据速率, LE 编码 S=2)	环境温度 25°C, VCC=3.3V, Buck 模式	-	-99	-	dBm
灵敏度 (125kbps 数据速率, LE 编码 S=8)	环境温度 25°C, VCC=3.3V, Buck 模式	-	-101	-	dBm

射频发射器一般特性

表格 4-6 射频发射器一般特性

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
最大发射功率	-40 到 85°C, 符合 FCC 和 CE 标准	-	6	-	dBm
最小有效发射功率	-	-	-20	-	dBm

LCD 功耗

表格 4-7 LCD 功耗

LCD 功耗	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
功耗值	环境温度 25°C, VCC=3.3V, LCD 工作频率 25Hz, LCD 驱动能力配置为最小。	-	3	-	μA

4.3 时钟相关参数

表格 4-8 时钟相关参数

时钟源	最小值	典型值	最大值	单位
蓝牙 RF 参考时钟 OSC(24MHz)				
时钟频率	24	24	24	MHz
CL 负载电容	-	9	10	pF
公差	-	+/-10	-	ppm
等效串联电阻 (ESR)	-	-	60	Ω
寄生电容	-	-	2	pF

4.4 运放参数 (环境温度 25°C)

指标	典型值	单位	条件
供电电压	3.3	V	
输入共模电压范围	rail to rail	V	
输出共模电压范围	rail to rail	V	
输入失调电压	2.2	mV	
开环增益	129.2	dB	C _{Load} =5pF
相位裕度	95.4	Deg	C _{Load} =5pF
增益带宽积	3.2	MHz	C _{Load} =5pF
共模抑制比	162.2	dB	@1KHz
电源抑制比	75.6	dB	@1KHz
等效输入电压噪声	43	nV/√Hz	@1KHz
	25	nV/√Hz	@10KHz
电流驱动能力	40	mA	@输出电压为 V _{DDA} /2
正摆率	1.6	V/us	C _{Load} =5pF
负摆率	1.7	V/us	C _{Load} =5pF
建立时间	4.2	us	C _{Load} =5pF, 输入从 0 阶跃到 3.3V
电流消耗	111.3	uA	无外部直流负载

4.5 ESD 参数

芯片引脚	人体放电模型 (HBM)	充电器件模型 (CDM)
ANT	±2000V	±350V
其它	±2000V	±500V

for 云汉芯城 Only

缩略语

缩略语	描述
SoC	片上系统
AGC	自动增益控制
ADC	模拟数字转换器
PSD_DAC	PWM 数字音频调制器
EXTI	外部中断
UART	通用异步收发器
USART	通用同步异步收发器
OSPI	八线串行外设接口
TouchKey	触摸按键
GPIO	通用输入输出
MIC	麦克风
PMU	电源管理单元
OSC	振荡器
PA	功率放大器
TRNG	真随机数发生器
HASH	哈希安全散列算法
CRC	循环冗余校验

联系信息

公司：上海富芮坤微电子有限公司

地址：中国(上海)自由贸易试验区碧波路 912 弄 8 号 501-A 室

电话：+86-21-5027-0080

网址：www.freqchip.com

销售邮箱：sales@freqchip.com

文档邮箱：docs@freqchip.com

版本修订

版本号	发布日期	摘要
V0.3.0	2026.01.06	增加型号 FR8022D、FR8023D 相关内容。