
FR2012x 技术规格书

支持 SIG MESH 的低功耗蓝牙 SOC 芯片

版本号:v0.3.11

发布日期:2025.01

FREQCHIP

富芮坤

目录

表格 3

插图 4

概述 5

特性 5

应用领域 5

订购信息 6

1. 系统概述 7

 1.1 功能框图 7

 1.2 蓝牙射频收发器 8

 1.3 蓝牙控制器 8

 1.4 外设接口单元 8

 1.5 电源管理单元 8

2. 硬件信息 9

 2.1 F2012A/FR2012B-P 封装定义 9

 2.2 FR2012A/FR2012B-P 封装尺寸 9

 2.3 管脚描述 10

 2.4 应用参考原理图 12

3. 电气特性 13

 3.1 极限参数 13

 3.2 建议工作条件 13

 3.3 功耗参数 13

 3.4 时钟相关参数 14

 3.5 IO 上下拉电阻参数 14

 3.6 ESD 参数 14

缩略语 15

联系信息 16

版本修订 16

表格

表格 2-1 管脚相关缩略语 10

表格 2-2 FR2012A/FR2012B-P 管脚描述 10

表格 3-1 极限参数 13

表格 3-2 建议工作条件 13

表格 3-3 功耗参数 13

表格 3-4 时钟相关参数 14

表格 3-5 IO 上下拉电阻相关参数 14

插图

图 1-1 功能框图 7

图 2-1 FR2012A/FR2012B-P 管脚布局图 9

图 2-2 FR2012A/FR2012B-P 封装及尺寸图 9

图 2-3 FR2012A/FR2012B-P 参考原理图 12

Freqchip Confidential

概述

FR2012x 是面向 SOC（片上系统），易于快速开发的低功耗蓝牙芯片。基于 Freqchip 的蓝牙智能固件和协议栈的支持，完全兼容蓝牙 V5.3（LE 模式）协议。同时用户可以基于芯片内置的 32-bit CPU 开发各种应用程序。

蓝牙智能固件包括 L2CAP 服务层协议、安全管理器（SM）、属性协议（ATT）、通用属性配置文件（GATT）和通用访问配置文件（GAP）。此外，还支持应用程序配置文件，例如接近度、健康温度计、心率、血压、血糖、人机界面设备（HID）和 SDK（包括驱动程序、OS-API 等）。SDK 还集成了用于网络应用程序的 SIG Mesh 协议。

采用 Freqchip 的创新技术，将 PMU、带 XIP 模式的 QSPI FLASH ROM、I2C、UART、GPIO、ADC、PWM 集成在一块芯片中，为客户提供：

- 有竞争力的功耗
- 稳定的蓝牙连接
- 极低的 BOM 成本

特性

CPU 和存储器

- 内置 32-bit CPU，支持最高 48MHz 的时钟频率
- 256KB/512KB Flash
- 32KB SRAM
- 4KB Cache
- 128KB ROM
 - ◆ BOOT 启动代码
 - ◆ 控制器(controller)协议栈

蓝牙

- 蓝牙 V5.3 LE 标准
- 支持 2M/1M/500K/125K 数据速率

电源管理

- 集成 DC-DC，LDO

数字接口

- 通用 GPIO
- Timer *2
- Efuse 128bit
- SPIM *2
- SPIS
- UART（FIFO 深度 16/32）
- I2C (FIFO 深度 8/32)
- PWM *8
- PDM
- USB OTG

模拟接口

- 8 通道 10bit SAR ADC
 - ◆ 最大采样数据速率 1Mbps
 - ◆ FIFO 模式
 - ◆ 采样触发器遵从 PWM 脉冲

工作条件

- 工作环境温度：-40°C ~ +85°C（FR2012A）
-20°C ~ +85°C（FR2012B-P）

应用领域

- 智能键鼠
- 智能穿戴
- 智能锁
- 智能家居
- 物联网
- SIG Mesh 应用

订购信息

型号	叠封 FLASH 容量	GPIO	环境温度	供电电压	封装	尺寸	湿敏 等级
FR2012B-P	256 KB	24	-20°C ~ +85°C	2.5V~3.6V	QFN32	4.0*4.0*0.75, 0.4 pitch	MSL3
FR2012A	512KB	24	-40°C ~ +85°C	2.5V~3.6V	QFN32	4.0*4.0*0.75, 0.4 pitch	MSL3

1. 系统概述

1.1 功能框图

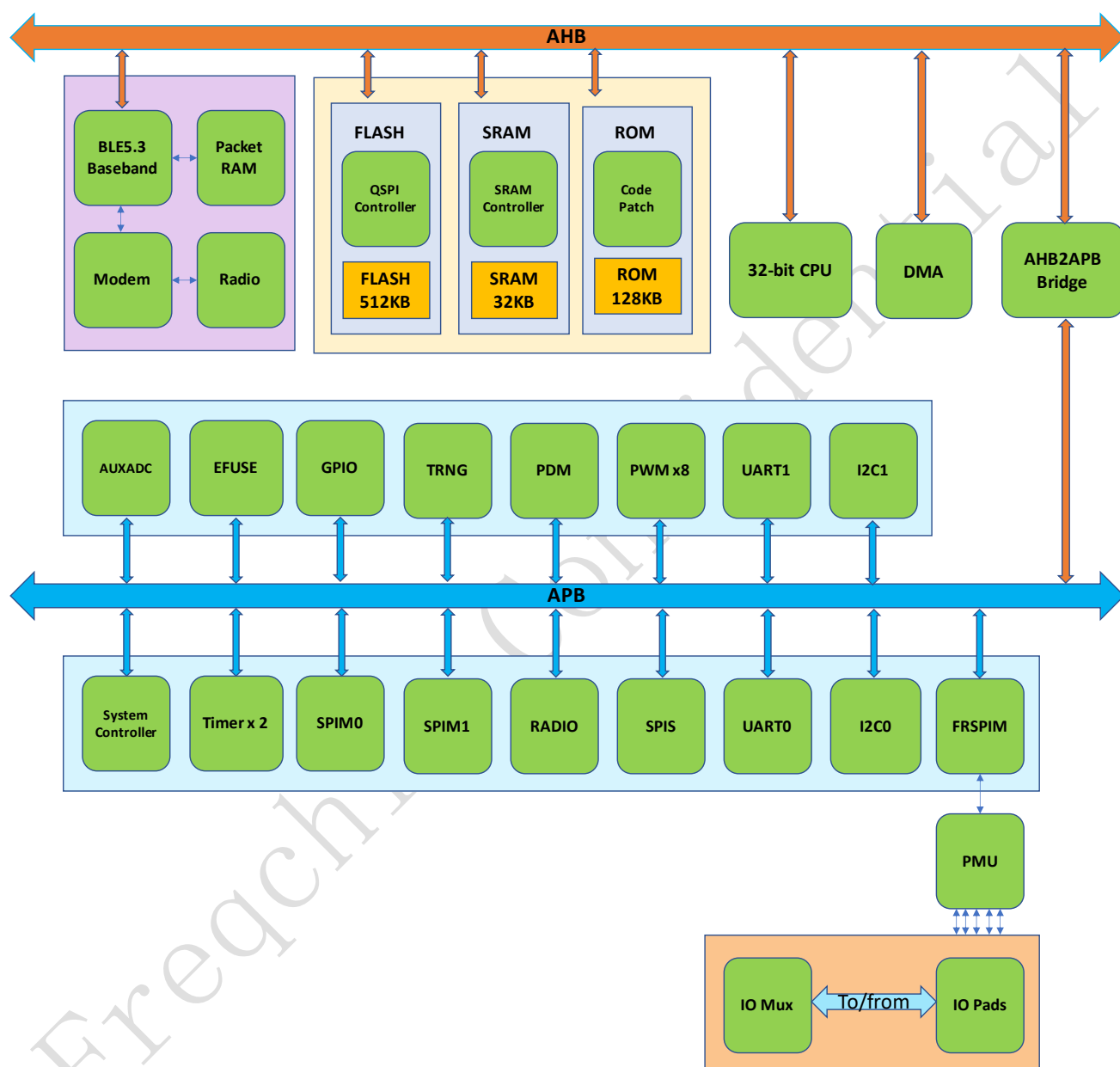


图 1-1 功能框图

1.2 蓝牙射频收发器

- 内置天线阻抗匹配电路（收发模式均为 50 Ω 阻抗匹配）
- 符合 Bluetooth v5.3 LE 标准
- 高达 10dBm 发射功率
- 灵敏度-97dBm(1M)
- 内部集成通道滤波器
- 内置用于提高灵敏度和同频抑制的数字解调器
- 实时数字化的 RSSI 值

1.3 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
- 支持协议空闲期间基带掉电

1.4 外设接口单元

- UART 接口可以用于调试以及 AT 指令模式
- I2C 接口支持外部 EEPROM，以及其它通用设备，例如加速度传感器等
- 多达 24 个通用 IO 口，都可以被设为中断模式
- 通用 10 位 ADC 接口，支持按键模式和其他模拟输入
- 8 通道 PWM 控制器
- 多路通用可编程定时器
- 追踪异常的看门狗电路

1.5 电源管理单元

- 支持上电复位
- 片上高效开关电源，输入电压 2.5v to 3.6v，输出电压可编程
- 用于内部数字、射频和模拟电路供电的片上低压差 (LDO) 线性稳压器
- 电源管理单元支持软件关闭和硬件唤醒
- 上电复位单元支持低电压检测
- 内置供电电压检测功能

2. 硬件信息

2.1 F2012A/FR2012B-P 封装定义

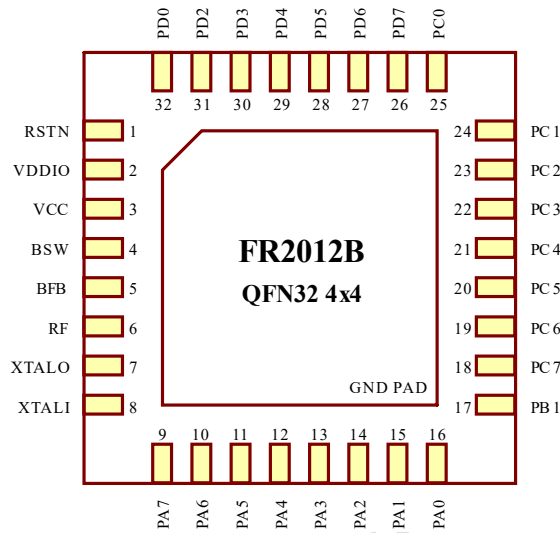


图 2-1 FR2012A/FR2012B-P 管脚布局图

2.2 FR2012A/FR2012B-P 封装尺寸

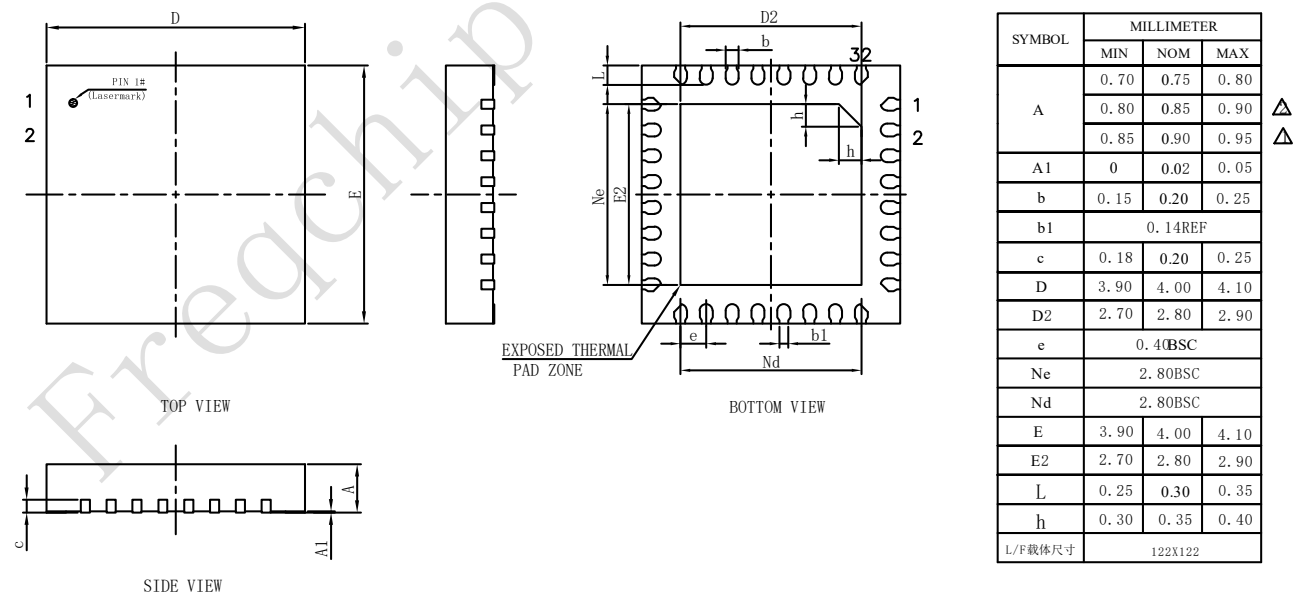


图 2-2 FR2012A/FR2012B-P 封装及尺寸图

2.3 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

FR2012A/FR2012B-P 管脚描述如下表所示：

表格 2-2 FR2012A/FR2012B-P 管脚描述

管脚号	管脚名称	类型	管脚描述
1	RSTN	AI	全局复位，低电平有效
2	VDDIO	PWR	GPIO 电源
3	VCC	PWR	芯片系统供电
4	BSW	AO	BUCK 电路输出
5	BFB	AI	BUCK 电路反馈输入
6	RF	AI/O	天线输入和输出
7	XTALO	AO	24M 无源晶振时钟信号输出
8	XTALI	AI	24M 无源晶振时钟信号输入
9	PA7	I/O	PA7 / I2C1.DAT / SPIM0.CSN / SPIS.MISO / UCTS0 / UTXD1 / PWM7 / PDM.DAT / CLK.OUT / RS485.EN / I2S.MISO
10	PA6	I/O	PA6 / I2C1.CLK / SPIM0.CLK / SPIS.MOSI / URTS0 / URXD1 / PWM6 / PDM.CLK / ANT.RX / SIROUT / I2S.MOSI
11	PA5	I/O	PA5 / I2C0.DAT / SPIM0.IO3 / SPIS.CSN / UTXD0 / USBDM / PWM5 / PDM.DAT / ANT.TX / SIRIN / I2S.FRM
12	PA4	I/O	PA4 / I2C0.CLK / SPIM0.IO2 / SPIS.CLK / URXD0 / USBDP / PWM4 / PDM.CLK / CLK.OUT / I2S.BCLK
13	PA3	I/O	PA3 / I2C1.DAT / SPIM0.IO1 / SPIS.MISO / UCTS0 / UTXD1 / PWM3 / PDM.DAT / WLAN.RX / I2S.MISO
14	PA2	I/O	PA2 / I2C1.CLK / SPIM0.IO0 / SPIS.MOSI / URTS0 / URXD1 / PWM2 / PDM.CLK / WLAN.TX / RS485.EN / I2S.MOSI
15	PA1	I/O	PA1 / I2C0.DAT / SPIM0.CSN / SPIS.CSN / UTXD0 / USBDM / PWM1 / PDM.DAT / BLE.RX / SIROUT / I2S.FRM
16	PA0	I/O	PA0 / I2C0.CLK / SPIM0.CLK / SPIS.CLK / URXD0 / USBDP / PWM0 / PDM.CLK / BLE.TX / SIRIN / I2S.BCLK

管脚号	管脚名称	类型	管脚描述
17	PB1	I/O	PB1 / I2C0.DAT / SPIM0.CSN / SPIS.CSN / UTXD0 / USBDM / PWM1 / PDM.DAT / BLE.RX / SIROUT / BURN.SPICSN
18	PC7	I/O	PC7 / I2C1.DAT / SPIM1.CSN / SPIS.MISO / UCTS0 / UTXD1 / PWM7 / PDM.DAT / SWDIO / RS485.EN / I2S.MISO
19	PC6	I/O	PC6 / I2C1.CLK / SPIM1.CLK / SPIS.MOSI / URTS0 / URXD1 / PWM6 / PDM.CLK / SWTCK / SIROUT / I2S.MOSI
20	PC5	I/O	PC5 / I2C0.DAT / SPIM1.IO3 / SPIS.CSN / UTXD0 / LCD.RDX / PWM5 / PDM.DAT / SWV / SIRIN / I2S.FRM / PSRAM.IO0 / LCD.D13
21	PC4	I/O	PC4 / I2C0.CLK / SPIM1.IO2 / SPIS.CLK / URXD0 / LCD.WRX / PWM4 / PDM.CLK / ANT.RX / LCD.TE / I2S.BCLK / PSRAM.IO2 / LCD.D12
22	PC3	I/O	PC3 / I2C1.DAT / SPIM1.IO1 / SPIS.MISO / UCTS0 / UTXD1 / PWM3 / PDM.DAT / SWV / I2S.MISO
23	PC2	I/O	PC2 / I2C1.CLK / SPIM1.IO0 / SPIS.MOSI / URTS0 / URXD1 / PWM2 / PDM.CLK / SWV / RS485.EN / I2S.MOSI
24	PC1	I/O	PC1 / I2C0.DAT / SPIM1.CSN / SPIS.CSN / UTXD0 / LCD.DCX / PWM1 / PDM.DAT / SWV / SIROUT / I2S.FRM / PSRAM.CLK / LCD.D9
25	PC0	I/O	PC0 / I2C0.CLK / SPIM1.CLK / SPIS.CLK / URXD0 / LCD.CSX / PWM0 / PDM.CLK / SWV / SIRIN / I2S.BCLK / PSRAM.IO3 / LCD.D8
26	PD7	I/O	PD7 / I2C1.DAT / SPIM1.CSN / SPIS.MISO / UCTS0 / UTXD1 / PWM7 / PDM.DAT / SARADC0 / RS485.EN / I2S.MISO
27	PD6	I/O	PD6 / I2C1.CLK / SPIM1.CLK / SPIS.MOSI / URTS0 / URXD1 / PWM6 / PDM.CLK / SARADC1 / SIROUT / I2S.MOSI
28	PD5	I/O	PD5 / I2C0.DAT / SPIM1.IO3 / SPIS.CSN / UTXD0 / PWM5 / PDM.DAT / SARADC2 / SIRIN / I2S.FRM
29	PD4	I/O	PD4 / I2C0.CLK / SPIM1.IO2 / SPIS.CLK / URXD0 / PWM4 / PDM.CLK / SARADC3 / I2S.BCLK
30	PD3	I/O	PD3 / I2C1.DAT / SPIM1.IO1 / SPIS.MISO / UCTS0 / UTXD1 / PWM3 / PDM.DAT / SARADC4 / I2S.MISO
31	PD2	I/O	PD2 / I2C1.CLK / SPIM1.IO0 / SPIS.MOSI / URTS0 / URXD1 / PWM2 / PDM.CLK / SARADC5 / RS485.EN / I2S.MOSI
32	PD0	I/O	PD0 / I2C0.CLK / SPIM1.SCLK / SPIS.SCLK / URXD0 / PWM0 / PDM.CLK / SARADC7 / SIRIN / I2S.BCLK

2.4 应用参考原理图

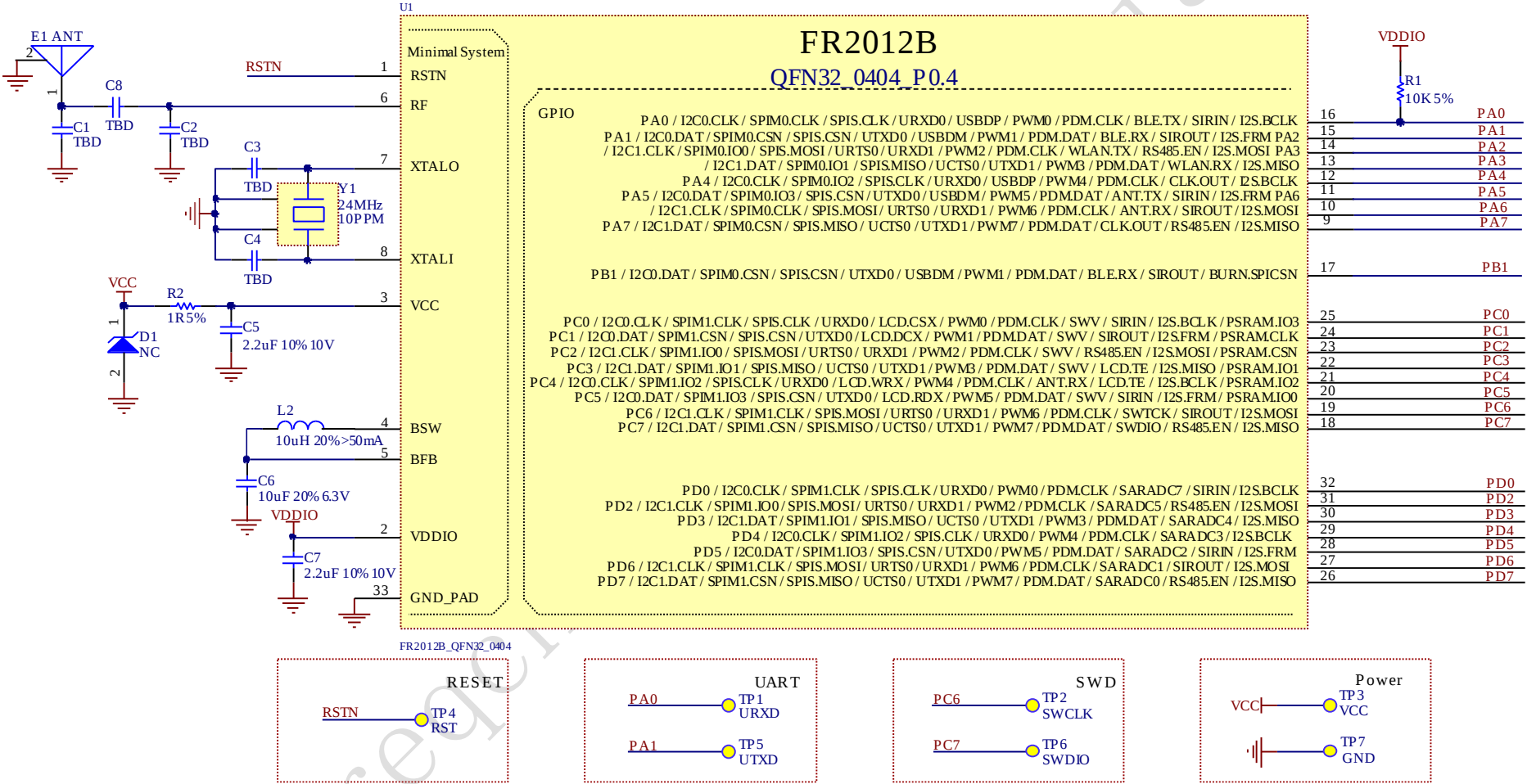


图 2-3 FR2012A/FR2012B-P 参考原理图

3. 电气特性

3.1 极限参数

超出极限参数可能导致器件永久性损坏。

表格 3-1 极限参数

参数		最小值	最大值	单位
工作环境温度		-40 (FR2012A) -20 (FR2012B-P)	85	°C
内核电压		0.9	1.2	V
I/O 电压	VDDIO	2.3	3.3	V
供电电压	VCC	2.5	3.6	V

3.2 建议工作条件

表格 3-2 建议工作条件

工作温度范围		最小值	典型值	最大值	单位
工作温度范围		-40 (FR2012A) -20 (FR2012B-P)	25	85	°C
核电压		0.9	1.1	1.2	V
I/O 电压	VDDIO	2.3	2.9	3.3	V
供电电压	VBAT	2.5	3.3	3.6	V

3.3 功耗参数

表格 3-3 功耗参数

工作模式	平均值	最大值	单位
TX 峰值电流 (0dB)		6.2	mA
RX 峰值电流		6.5	mA
睡眠电流	<9 (包含 32K retention RAM)		μA
关机电流 (power off mode)	<3.5		μA

3.4 时钟相关参数

表格 3-4 时钟相关参数

时钟源	最小值	典型值	最大值	单位
蓝牙 RF 主时钟 OSC(24MHz)				
时钟频率	24	24	24	MHz
公差		+/-10		ppm

3.5 IO 上下拉电阻参数

表格 3-5 IO 上下拉电阻相关参数

芯片引脚	上下拉模式	电压	电阻值
PA0~PA7	上拉	3.3V	8.1K
PB0~PB7	下拉		6.5K
PC0~PC5			
PD2~PD7			
PC6~PC7	上拉	3.3V	3K
PD0~PD1	下拉		6.5K
USB_DP	上拉	3.3V	1.5K
USB_DM	下拉		15K

3.6 ESD 参数

芯片引脚	人体放电模式(HBM)	充电器件模式(CDM)
RF	±2000V	±200V
XTALI	±2000V	±500V
XTALO	±2000V	±500V
OTHERS	±2000V	±500V

缩略语

Abbreviations	Descriptions
AEC	回声消除器
AGC	自动增益补偿
ANS	背景噪音抑制功能
ADC	模拟数字转换器
DAC	数字模拟转换器
GPIO	通用输入输出
MIC	麦克风
PMU	电源管理单元
OSC	晶振
PA	功率放大器
SoC	片上系统

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
V0.1	2022.11.10	初版
V0.2	2022.12.29	修改 CPU 特性
V0.3	2023.02.14	更新管脚 Pin1 & Pin32
V0.3.1	2023.02.24	修改温度范围
V0.3.2	2023.04.07	修改供电电压最小值
V0.3.6	2023.10.07	修改原理图
V0.3.7	2023.11.29	修改温度范围
V0.3.8	2024.03.22	增加型号 FR2012A
V0.3.9	2024.03.22	修改订购信息及 3.1, 3.2 章节
V0.3.10	2024.11.06	增加湿敏等级信息
V0.3.11	2025.01.07	更新 3.6 章节 ESD