



PAN3730 系列

产品说明书

V1.0 Feb. 2023

Confidential

上海磐启微电子有限公司

Sub-1G & 2.4G 多模无线 SOC 芯片

概述

PAN3730 系列是一款集成了 Sub-1G 和 2.4G 双频收发机 SOC 芯片。

Sub-1G 频段是采用 ChirpIoT™ 调制解调技术的低功耗远距离无线收发芯片，支持半双工无线通信，工作频段为 370~590 MHz 和 740~1180MHz，具有高抗干扰性、高灵敏度、低功耗和超远传输距离等特性。最高具有-140dBm 的灵敏度，22dBm 的最大输出功率，产生业界领先的链路预算，使其成为远距离传输和对可靠性要求极高的应用的最佳选择。

与常规调制技术相比，PAN3730 在阻塞和邻道选择方面也具有显著的优势，可以进一步提高通信可靠度。同时，它还提供了较大的灵活性，用户可以自行调节扩频调制带宽、扩频因子和纠错率，有效改善采用常规调制技术的芯片在距离、抗干扰能力和功耗之间的折衷问题。

2.4G 频段支持 BLE5.1 和 2.4GHz 双模工作模式，工作在 2.400 ~ 2.483GHz 世界通用 ISM 频段。

同时 PAN3730 系列内置 1MB Flash 程序存储器，64KB 的 SRAM 存储器。此外还配置了丰富的外设，包括高达 30 个 GPIO，24 路 PWM，三个 32 位定时器，1 路 I2C，2 路 UART，2 路 SPI，8 个外部通道的 ADC，WDT，WWDT，I2S master，I2S slave，USB2.0 (Full speed)，32K RC 自动校准，QDEC 以及自动按键扫描等。

主要特性

Sub-1G 频段

- 工作频段：370~590 MHz，740~1180MHz
- 调制方式：ChirpIoT™
- 发射输出功率：-7dBm ~ 22dBm
- 最大链路预算可达：162dB
- 灵敏度低至-140dBm@62.5KHz
- 工作电流
 - 休眠电流：400nA
 - 接收电流：12.5mA@DCDC 模式
 - 发射电流：135mA@22dBm，83mA@18dBm，25mA@0dBm
- 支持带宽：62.5KHz、125KHz、250KHz、500KHz
- 支持 SF 因子：7~12，支持扩频因子自动识别
- 支持码率：4/5，4/6，4/7，4/8
- 支持 CAD 功能
- 支持低速率模式：0.08~20.4Kbps
- 支持 4 线 SPI 配置接口，支持 2 个 GPIO
- 完全集成的频率合成器

2.4G 频段

- RF
 - 工作频段：2.400 ~ 2.483 GHz
 - 支持模式
 - BLE5.1 的各种模式：1Mbps, 2Mbps, 500Kbps, 125Kbps
 - 2.4G 私有协议，支持 1Mbps, 2Mbps，支持硬件 ACK
 - 发射功率：-45dBm ~ 7dBm
 - 接收灵敏度：
 - -100dBm@125Kbps
 - -99dBm@500Kbps
 - -96dBm@1Mbps
 - -93dBm@2Mbps
 - RSSI
 - 分辨率：0.25dB
 - 精度：±2dB
 - 范围：-90dBm ~ -15dBm
 - 定位：支持 AoA/AoD
 - 单天线：支持
 - 安规：BQB/ETSI/FCC
- MCU
 - 32 位 MCU，最高主频 64MHz
- 内存
 - Flash：内置 1MB，支持深度睡眠模式
 - SRAM：64KB
 - eFuse：256B
 - Cache：4KB
- 低功耗
 - 接收模式：5.6mA (DCDC)
 - 发射模式：6.1mA@0dBm (DCDC)
 - 待机模式：0.34uA
 - 待机模式 (SRAM 保留)：2uA (支持 RCL/XTL 和 GPIO 唤醒)
 - 深度睡眠模式：8uA (All Logic Retention / GPIO / XTL / RCL 可唤醒)
- 时钟
 - 32MHz RC
 - 32MHz XTAL
 - 32kHz RC
 - 32.768kHz XTAL
 - DPLL (两路：64MHz/48MHz；48MHz(USB 2.0))
- 外设
 - 高达 30 个 GPIO (IO 有两路供电电压)
 - 24 路 PWM
 - 3 个 32 位定时器
 - 1 路 I2C
 - 2 路 UART
 - 2 路 SPI

- DMA
- 11 个通道 ADC (8 个 ext、bandgap、VDD/4、温度检测)
- 2 路 I2S (master 和 slave 各一个)
- 1 路 3 通道 QDEC
- 支持 WDT/WWDT
- 支持 ECC 加速器
- 支持自动按键扫描
- 支持 IO/BOD/POR/LVR/System 复位
- FMC (支持 IAP, 支持地址为 0x0 的引导加载程序)
- 时钟测量, 时钟校准
- USB2.0 (Full speed)
- Flash 数据加密

温度传感器

- 支持温度传感器
- 检测范围: $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
- 精度: $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (校准后)

封装

- QFN64

工作条件

- 工作温度: $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
- 工作电压: $2\text{V} \sim 3.6\text{V}$ (DCDC)

典型应用

- 安防、消防、医疗、表计、位置、传感等

Confidential

目录

概述	2
主要特性	2
典型应用	3
目录	4
1 命名规则	7
2 订购信息	8
3 系统结构框图	9
4 引脚定义和说明	10
4.1 引脚图	10
4.2 引脚描述	11
4.3 内部连接	18
5 电气特性	19
5.1 Sub-1G 频段	19
5.1.1 绝对最大额定值	19
5.1.2 直流电特性	20
5.1.3 RF 性能	21
5.2 2.4G 频段	22
5.2.1 绝对最大额定值	22
5.2.2 常规工作条件	22
5.2.3 RF 特性	22
5.2.4 GPIO 特性	26
5.2.5 复位特性	27
5.2.6 时钟特性	28
5.2.7 ADC 特性	30
5.2.8 PMU 特性	31
5.2.9 DCDC 特性	32
5.2.10 MCU 电流特性	32
6 参考原理图	35
7 封装信息	36
7.1 QFN64 封装	36
8 注意事项	37
9 储存条件	38
缩略语	39
修订历史	40
联系方式	41

表目录

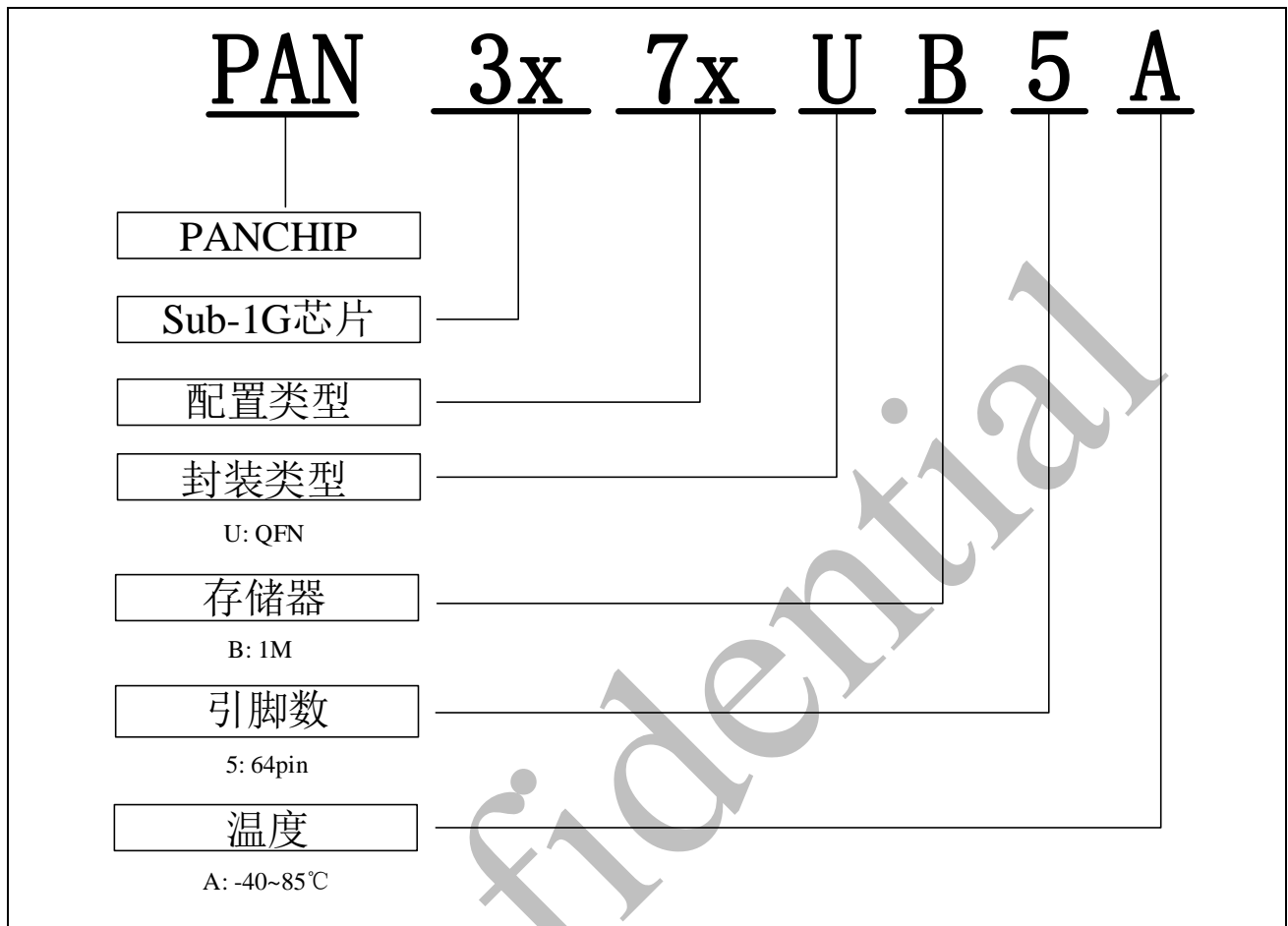
表 4-1 引脚说明	11
表 4-2 内部连接引脚说明	18
表 5-1 绝对最大额定值	19
表 5-2 电压和电流	20
表 5-3 RF 参数	21
表 5-4 绝对最大额定值	22
表 5-5 常规工作条件	22
表 5-6 通用 RF 特性	22
表 5-7 TX 特性	23
表 5-8 RX 特性	23
表 5-9 RSSI 特性	25
表 5-10 RF Timing 特性	25
表 5-11 RF 功耗特性	25
表 5-12 单个 IO 组合测试	26
表 5-13 组合测试	27
表 5-14 nRESET 输入特性	27
表 5-15 复位特性	27
表 5-16 HXTAL 特性	28
表 5-17 LXTAL 特性	28
表 5-18 32 MHz RCH 特性	29
表 5-19 32kHz RCL 特性	29
表 5-20 DPLL 特性	29
表 5-21 电源及输入范围条件	30
表 5-22 ADC 内置电压基准	30
表 5-23 时间参数	30
表 5-24 线性度参数	30
表 5-25 温度传感器	31
表 5-26 RIN	31
表 5-27 PMU 特性	31
表 5-28 DCDC 特性	32
表 7-1 封装尺寸	36

图目录

图 3-1 系统结构框图.....	9
图 4-1 QFN64 引脚图.....	10
图 6-1 参考原理图.....	35
图 7-1 封装图.....	36

Confidential

1 命名规则



2 订购信息

产品型号	芯片类型	封装	引脚数	IO	FLASH	RAM	温度	包装
PAN3730UB5A	Sub-1G	QFN	64	30	1M	64K	-40~85°C	Tape & Reel

订购前，请咨询销售以获取最新的量产信息。

Confidential

3 系统结构框图

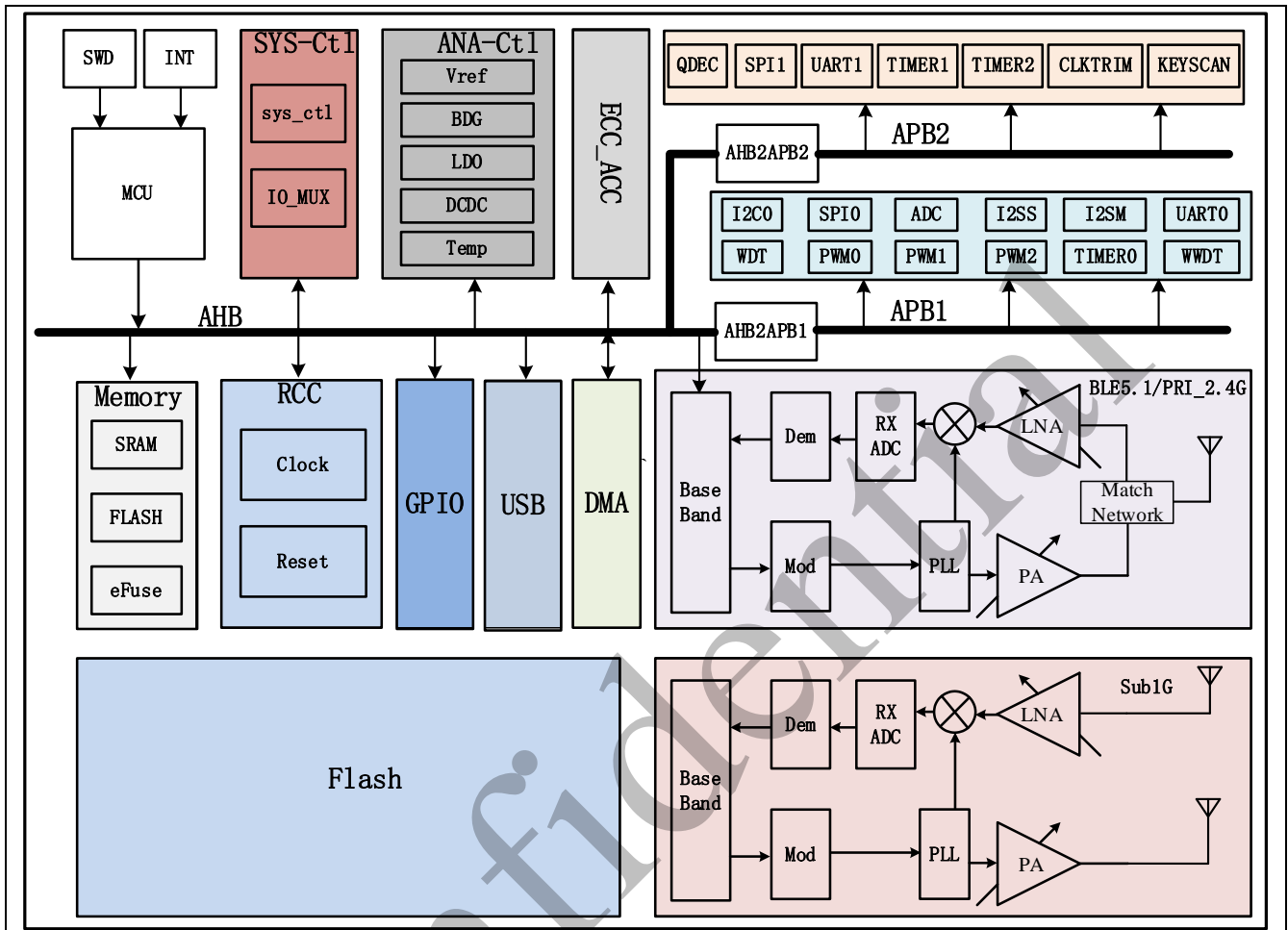


图 3-1 系统结构框图

4 引脚定义和说明

4.1 引脚图

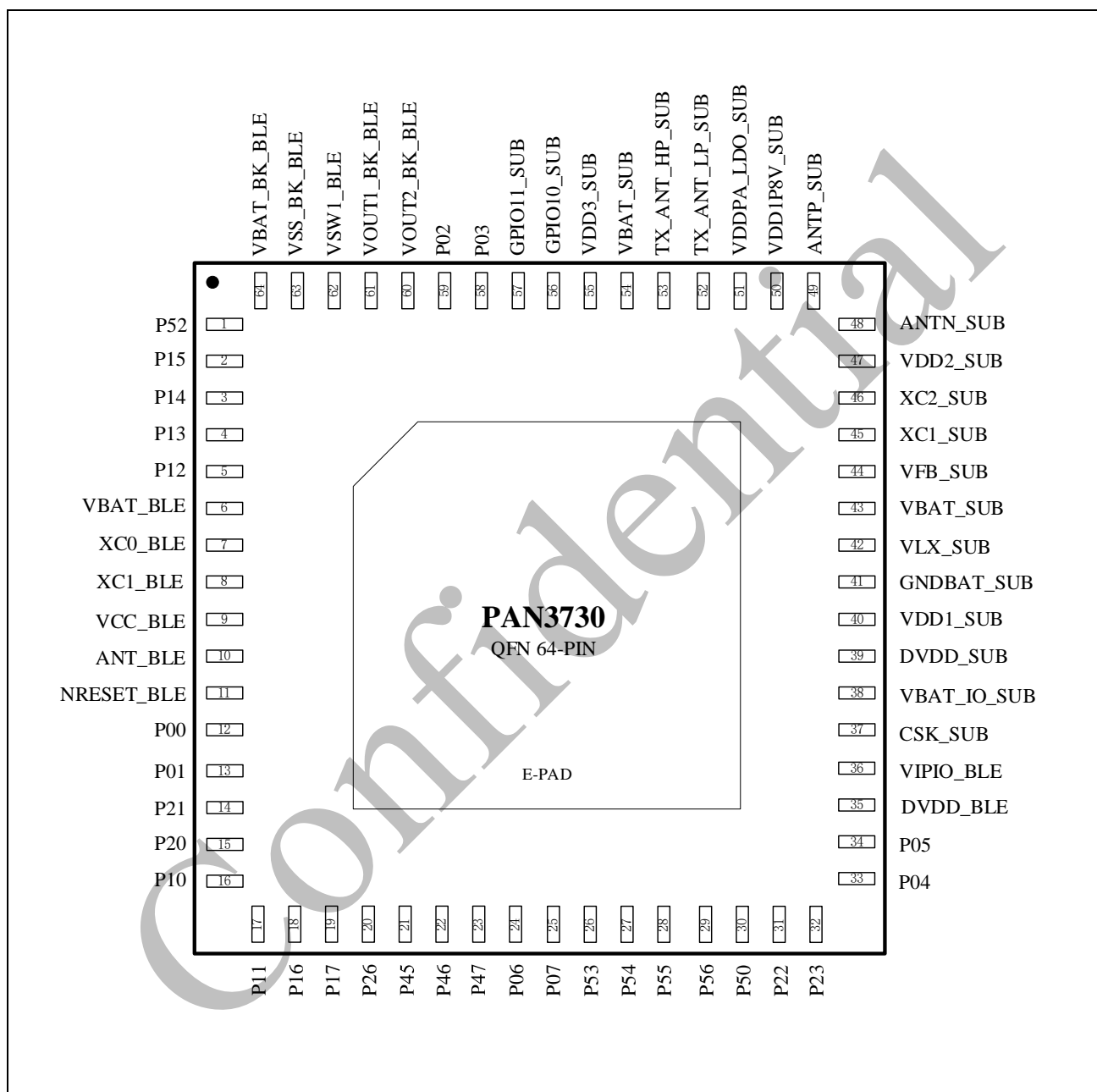


图 4-1 QFN64 引脚图

4.2 引脚描述

表 4-1 引脚说明

引脚编号	引脚名称	引脚类型	描述
1	P52	I/O	通用数字输入输出引脚
	ADC_TRG	I	ADC 外部触发输入引脚
	SPI1_CS	I/O	SPI1 片选引脚
	ADC_CH3	AI	ADC 输入通道 3 引脚
	KS_O2	O	KEYSCAN 输出通道 2 引脚
	ANT_SW7	O	天线切换开关 7 引脚
2	P15	I/O	通用数字输入输出引脚
	UART1_RX	I	UART1 RX 引脚
	ANT_SW7	O	天线切换开关 7 引脚
	I2C0_SCL	I/O	I2C0 SCL 引脚
	PWM0_CH5	O	PWM0 通道 5 输出引脚
	KS_I5	I	KEYSCAN 输入通道 5 引脚
	QDEC_X1	I	QDEC X 输入通道 1 引脚
3	P14	I/O	通用数字输入输出引脚
	UART1_TX	O	UART1 TX 引脚
	I2C0_SDA	I/O	I2C0 SDA 引脚
	ANT_SW6	O	天线切换开关 6 引脚
	PWM0_CH4	O	PWM0 通道 4 输出引脚
	KS_I4	I	KEYSCAN 输入通道 4 引脚
	QDEC_X0	I	QDEC X 输入通道 0 引脚
4	P13	I/O	通用数字输入输出引脚
	I2C0_SDA	I/O	I2C0 SDA 引脚
	I2S_S_WS	I	I2S SLAVE 片选输入引脚
	I2S_M_WS	O	I2S MASTER 片选输出引脚
	PWM0_CH7	O	PWM0 通道 7 输出引脚
	ANT_SW4	O	天线切换开关 4 引脚
	XL1	AO	外部 32.768kHz 时钟源输出
5	P12	I/O	通用数字输入输出引脚
	I2C0_SCL	I/O	I2C0 CLK 引脚
	I2S_S_CLK	I	I2S SLAVE 时钟输入引脚

引脚编号	引脚名称	引脚类型	描述
	I2S_M_CLK	O	I2S MASTER 时钟输出引脚
	PWM0_CH6	O	PWM0 通道 6 输出引脚
	XL0	AI	外部 32.768kHz 时钟源输入
6	VBAT_BLE	P	芯片的电源输入引脚
7	XC0_BLE	AI	外部 32MHz 时钟源输入
8	XC1_BLE	AO	外部 32MHz 时钟源输出
9	VCC_BLE	P	芯片供电电源
10	ANT_BLE	AI/AO	射频天线引脚，使用时需要外接天线
11	NRESET_BLE	I	复位引脚
12	P00	I/O	通用数字输入输出引脚
	UART0_TX	O	UART0 TX 引脚
	I2C0_SCL	I/O	I2C0 时钟引脚
	TIMER0_OUT	O	TIMER0 输出引脚
	PWM0_CH0	O	PWM0 通道 0 输出引脚
	I2S_M_SDI	I	I2S MASTER 数据输入引脚
	KS_O6	O	KEYSCAN 输出通道 6 引脚
	I2S_S_SDI	I	I2S SLAVE 数据输入引脚
13	P01	I/O	通用数字输入输出引脚
	UART0_RX	I	UART0 RX 引脚
	I2C0_SDA	I/O	I2C0 数据引脚
	I2S_M_SDO	O	I2S MASTER 数据输出引脚
	PWM0_CH1	O	PWM0 通道 1 输出引脚
	I2S_S_SDO	O	I2S SLAVE 数据输出引脚
	KS_O7	O	KEYSCAN 输出通道 7 引脚
14	P21	I/O	通用数字输入输出引脚
	SPI1_CLK	I/O	SPI1 时钟引脚
	TIMER2_EXT	I	TIMER2 外部输入引脚
	ADC_CH7	AI	ADC 通道 7 引脚
	KS_I1	I	KEYSCAN 输入通道 1 引脚
	QDEC_Z1	I	QDEC Z 输入通道 1 引脚
15	P20	I/O	通用数字输入输出引脚
	SPI1_CS	I/O	SPI1 CS 引脚
	TIMER1_EXT	I	TIMER1 部输入引脚

引脚编号	引脚名称	引脚类型	描述
	ADC_CH6	AI	ADC 通道 6 引脚
	KS_I0	I	KEYSCAN 输入通道 0 引脚
	QDEC_Z0	I	QDEC Z 输入通道 0 引脚
16	P10	I/O	通用数字输入输出引脚
	SPI0_MOSI	I/O	SPI0 MOSI 引脚
	TIMER0_EXT	I	TIMER0 外部输入引脚
	ADC_CH5	AI	ADC 通道 5 引脚
	PWM0_CH4	O	PWM0 通道 4 输出引脚
	KS_O4	O	KEYSCAN 输出通道 4 引脚
17	P11	I/O	通用数字输入输出引脚
	SPI0_MISO	I/O	SPI0 MISO 引脚
	CLKTRIM_EXT	I	CLKTRIM 外部时钟测量输入引脚
	ADC_CH4	AI	ADC 通道 4 引脚
	PWM0_CH5	O	PWM0 通道 5 输出引脚
	KS_O5	O	KEYSCAN 输出通道 5 引脚
	I2S_MCLK	O	I2S 输出采样时钟
18	P16	I/O	通用数字输入输出引脚
	UART1_CTS	I	UART1 CTS 引脚
	ANT_SW4	O	天线切换开关 4 引脚
	TIMER0_OUT	O	TIMER0 输出引脚
	PWM0_CH6	O	PWM0 通道 6 输出引脚
	KS_I6	I	KEYSCAN 输入通道 6 引脚
	QDEC_Y0	I	QDEC Y 输入通道 0 引脚
19	P17	I/O	通用数字输入输出引脚
	UART1_RTS	O	UART1 RTS 引脚
	TIMER1_OUT	O	TIMER1 输出引脚
	PWM0_CH7	O	PWM0 通道 7 输出引脚
	KS_I7	I	KEYSCAN 输入通道 7 引脚
	QDEC_Y1	I	QDEC Y 输入通道 1 引脚
20	P26	I/O	通用数字输入输出引脚
	UART1_CTS	I	UART1 CTS 引脚
	UART0_TX	O	UART0 TX 引脚
	SPI1_MISO	I/O	SPI1 MISO 引脚

引脚编号	引脚名称	引脚类型	描述
	KS_O14	O	KEYSCAN 输出通道 14 引脚
	PWM1_CH2	O	PWM1 通道 2 输出引脚
21	P45	I/O	通用数字输入输出引脚
	PWM2_CH0	O	PWM2 通道 0 输出引脚
	KS_O22	O	KEYSCAN 输出通道 22 引脚
22	P46	I/O	通用数字输入输出引脚
	SWD_CLK	I	SWD 时钟输入引脚
	UART1_RX	I	UART1 TX 引脚
	I2C0_SCL	I/O	I2C0 SCL 引脚
	SPI0_CLK	I/O	SPI0 时钟引脚
	ANT_SW5	O	天线切换开关 5 引脚
	KS_O0	O	KEYSCAN 输出通道 0 引脚
23	P47	I/O	通用数字输入输出引脚
	SWD_DAT	I/O	SWD 数据输入输出引脚
	UART1_TX	O	UART1 TX 引脚
	I2C0_SDA	I/O	I2C0 SDA 引脚
	SPI0_CS	I/O	SPI0 CS 引脚
	ANT_SW6	O	天线切换开关 6 引脚
	KS_O1	O	KEYSCAN 输出通道 1 引脚
24	P06	I/O	通用数字输入输出引脚
	SPI1_CS	I/O	SPI1 CS 引脚
	UART1_TX	O	UART1 TX 引脚
	ANT_SW3	O	天线切换开关 3 引脚
	PWM1_CH2	O	PWM1 通道 2 输出引脚
	KS_O12	O	KEYSCAN 输出通道 12 引脚
	QDEC_Y0	I	QDEC Y 输入通道 0 引脚
	I2S_MCLK	O	I2S 输出采样时钟
25	P07	I/O	通用数字输入输出引脚
	SPI1_CLK	I/O	SPI1 时钟引脚
	UART1_RX	I	UART1 RX 引脚
	TIMER0_EXT	I	TIMER0 外部输入引脚
	PWM1_CH3	O	PWM1 通道 3 输出引脚
	KS_O13	O	KEYSCAN 输出通道 13 引脚

引脚编号	引脚名称	引脚类型	描述
	QDEC_Y1	I	QDEC Y 输入通道 1 引脚
	ANT_SW5	O	天线切换开关 5 引脚
26	P53	I/O	通用数字输入输出引脚
	PWM1_CH3	O	PWM1 通道 3 输出引脚
	KS_O3	O	KEYSCAN 输出通道 3 引脚
	QDEC_Y_IDX	I	QDEC Y_IDX 输入引脚
27	P54	I/O	通用数字输入输出引脚
	PWM2_CH2	O	PWM2 通道 2 输出引脚
	KS_O23	O	KEYSCAN 输出通道 23 引脚
	QDEC_Z_IDX	I	QDEC Z_IDX 输入引脚
28	P55	I/O	通用数字输入输出引脚
	PWM2_CH3	O	PWM2 通道 3 输出引脚
	KS_O4	O	KEYSCAN 输出通道 4 引脚
	QDEC_X0	I	QDEC X 输入通道 0 引脚
29	P56	I/O	通用数字输入输出引脚
	PWM1_CH6	O	PWM1 通道 6 输出引脚
	UART0_CTS	I	UART0 CTS 引脚
	UART1_TX	O	UART1 TX 引脚
	QDEC_X0	I	QDEC X 输入通道 0 引脚
	KS_O11	O	KEYSCAN 输出通道 11 引脚
30	P50	I/O	通用数字输入输出引脚
	PWM2_CH1	O	PWM2 通道 1 输出引脚
	KS_O0	O	KEYSCAN 输出通道 0 引脚
31	P22	I/O	通用数字输入输出引脚
	QDEC_X_IDX	I	QDEC X_IDX 输入引脚
	PWM1_CH4	O	PWM1 通道 4 输出引脚
	I2S_S_CLK	I	I2S SLAVE 数据输入引脚
	SPI1_MISO	I/O	SPI1 MISO 引脚
	KS_I2	I	KEYSCAN 输入通道 2 引脚
	I2S_M_CLK	O	I2S MASTER 时钟输出引脚
32	P23	I/O	通用数字输入输出引脚
	QDEC_Y_IDX	I	QDEC Y_IDX 输入引脚
	PWM1_CH5	O	PWM1 通道 5 输出引脚

引脚编号	引脚名称	引脚类型	描述
	I2S_S_WS	I	I2S SLAVE 片选输入引脚
	SPI1_MOSI	I/O	SPI1 MOSI 引脚
	KS_I3	I	KEYSCAN 输入通道 3 引脚
	I2S_M_WS	O	I2S MASTER 片选输出引脚
33	P04	I/O	通用数字输入输出引脚
	I2S_S_SDI	I	I2S SLAVE 数据输入引脚
	I2S_M_SDI	I	I2S MASTER 数据输入引脚
	TIMER2_OUT	O	TIMER2 输出引脚
	PWM1_CH0	O	PWM1 通道 0 输出引脚
	KS_O10	O	KEYSCAN 输出通道 10 引脚
	QDEC_X0	I	QDEC X 输入通道 0 引脚
34	P05	I/O	通用数字输入输出引脚
	I2S_S_SDO	O	I2S SLAVE 数据输出引脚
	I2S_M_SDO	O	I2S MASTER 数据输出引脚
	ANT_SW2	O	天线切换开关 2 引脚
	PWM1_CH1	O	PWM1 通道 1 输出引脚
	KS_O11	O	KEYSCAN 输出通道 11 引脚
	QDEC_X1	I	QDEC X 输入通道 1 引脚
	ADC_TRG	I	ADC 外部触发输入引脚
35	DVDD_BLE	P	HLDO 输出引脚, 典型值 1.2V
36	VIPIO_BLE	P	IO 供电电源
37	CSK_SUB	I/O	SPI CLK, 需要和 SPI0 CLK (P03) 连接到一起
38	VBAT_IO_SUB	P	数字 GPIO 电源, 连接总电源
39	DVDD_SUB	P	数字电源 LDO 输出
40	VDD1_SUB	P	模拟电源, DCDC 模式连接 VFB, 非 DCDC 模式连接总电源
41	GNCBAT_SUB	P	模拟地
42	VLX_SUB	AO	内部 DCDC 输出, DCDC 连接外部串联电感, 非 DCDC 模式 NC
43	VBAT_SUB	P	模拟电源, 连接总电源
44	VFB_SUB	I	内部 DCDC 反馈输入, DCDC 模式与 VDD 相连, 非 DCDC 模式 NC
45	XC1_SUB	AI	晶振输入
46	XC2_SUB	AO	晶振输出

引脚编号	引脚名称	引脚类型	描述
47	VDD2_SUB	P	模拟电源, DCDC 模式连接 VFB, 非 DCDC 模式连接总电源
48	ANTN_SUB	AI	接收端天线负端
49	ANTP_SUB	AI	接收端天线正端
50	VDD1P8V_SUB	P	低功率 PALDO 电源, DCDC 模式接到 VFB, 非 DCDC 模式连接总电源
51	VDDPA_LDO_SUB	P	低功率 LDO 输出
52	TX_ANT_LP_SUB	AO	发射端低功率 PA 输出
53	TX_ANT_HP_SUB	AO	发射端高功率 PA 输出
54	VBAT_SUB	P	模拟电源, 连接总电源
55	VDD3_SUB	P	模拟电源, DCDC 模式连接 VFB, 非 DCDC 模式连接总电源
56	GPIO10_SUB	I	数字信号输入
		O	外置 PA 使能控制信号
57	GPIO11_SUB	I	数字 IO
		O	信道状态指示信号
58	P03	I/O	通用数字输入输出引脚
	UART0_RTS	O	UART0 RTS 引脚
	ANT_SW1	O	天线切换开关 1 引脚
	SPI0_CLK	I/O	SPI0 时钟引脚
	USB_DP	AI/AO	USB DP 引脚
	PWM0_CH3	O	PWM0 通道 3 输出引脚
	KS_I1	I	KEYSCAN 输入通道 1 引脚
59	P02	I/O	通用数字输入输出引脚
	UART0_CTS	I	UART0 CTS 引脚
	ANT_SW0	O	天线切换开关 0 引脚
	SPI0_CS	I/O	SPI0 CS 引脚
	USB_DM	AI/AO	USB DM 引脚
	PWM0_CH2	O	PWM0 通道 2 输出引脚
	KS_I0	I	KEYSCAN 输入通道 0 引脚
60	VOUT2_BK_BLE	P	DCDC-2 电压输出引脚, 对内部 Flash 供电
61	VOUT1_BK_BLE	P	DCDC-1 电压输出引脚, 可以直接连接 VCC_RF 引脚

引脚编号	引脚名称	引脚类型	描述
62	VSW1_BLE	P	DCDC 内部功率开关 (开关频率约 650kHz), 使用时需要外接电感
63	VSS_BK_BLE	P	DCDC 电源的公共接地端, 独立的电源地
64	VBAT_BK_BLE	P	芯片的电源输入引脚
65	E-PAD	P	芯片底部焊盘, 公共接地端

4.3 内部连接

表 4-2 内部连接引脚说明

Pin Status	RF	MCU
IS	PAD_MOSI_3V	P30
IS	PAD_MISO_3V	P31
IS	PAD_CSN_3V	P41
IS	PAD_IRQ_3V	P27

5 电气特性

最大值和最小值

在每个表格下方的注解中说明为通过综合评估、设计模拟和/或工艺特性得到的数据，不会在生产线上进行测试；在综合评估的基础上，最小和最大数值是通过样本测试后，取其平均值再加减三倍的标准分布(平均 $\pm 3\Sigma$)得到。

5.1 Sub-1G 频段

注：本节所述 VDD 等参数对应引脚图中“xxx_SUB”等相关电源输入引脚。

5.1.1 绝对最大额定值

测试条件：

- 供电电压：3.3V
- 温度：25°C

表 5-1 绝对最大额定值

符号	描述	参数			单位
		最小	典型	最大	
VDD	电源电压	-0.3	3.3	3.6	V
V _I	输入电压	-0.3	-	VDD	V
V _O	输出电压	VSS	-	VDD	V
T _{OP}	工作温度	-40	-	85	°C
T _{STG}	存储温度	-55	-	125	°C
T _J	结温度	-	-	130	°C

注意：

- 超过一个或多个限制值可能会对芯片造成永久性损坏。
- 静电敏感设备，操作时符合保护规则。

5.1.2 直流电特性

测试条件:

- 供电电压: 3.3V
- 温度: 25°C
- 频率: 490MHz

表 5-2 电压和电流

符号	描述	最小	典型	最大	单位	测试条件
VDD	电源	1.8	3.3	3.6	V	TA=25°C, 非 DCDC 模式
		2	3.3	3.6	V	TA=25°C, DCDC 模式
VSS	地	-	0	-	V	-
I _{DeepSleep}	深度睡眠电流	-	400	-	nA	-
I _{TX,22dBm}	TX 模式的工作电流	-	135	-	mA	22dBm 输出功率
I _{TX,18dBm}	TX 模式的工作电流	-	83	-	mA	18dBm 输出功率
I _{TX,0dBm}	TX 模式的工作电流	-	25	-	mA	0dBm 输出功率
I _{RX,DCDC}	RX 模式的工作电流	-	12.5	-	mA	DCDC 模式下, 最大 LNA 增益
I _{RX,LDO}	RX 模式的工作电流	-	18	-	mA	LDO 模式下, 最大 LNA 增益
V _{OH}	输出高电平电压	VDD-0.3	-	VDD	V	-
V _{OL}	输出低电平电压	VSS	-	VSS+0.3	V	-
V _{IH}	输入高电平电压	0.8*VDD	-	-	V	-
V _{IL}	输入低电平电压	-	-	0.2*VDD	V	-
SPI_rate	SPI 速率	-	-	10	Mbps	-

5.1.3 RF 性能

测试条件:

- 供电电压: 3.3V
- 温度: 25°C
- 频率: 490MHz
- 纠错码 = 4/8
- 误包率 ≤ 5%
- Payload 长度=10Bytes

表 5-3 RF 参数

符号	描述	条件	最小	典型	最大	单位
一般频率						
F _{op}	工作频率	-	370	-	590	MHz
		-	740	-	1180	MHz
F _{xtal}	晶振频率	-	-	32	-	MHz
R _s	晶体串联电阻	-	-	30	50	Ω
C _{FOOT}	晶体外部电容	-	8	15	22	pF
C _{LOAD}	晶体负载电容	-	6	10	12	pF
F _{TOL}	初始频率容限	-	-	±10	-	ppm
BR	比特速率	-	0.08	-	20.4	kbps
发射器						
PLP _{WAN}	输出功率	-	-7	-	22	dBm
接收器						
RF_62.5	RF 灵敏度, 长距离模式, 最高 LNA 增益, 使用分离的 RX/TX 通道 62.5 kHz 带宽	SF = 7	-	-126	-	dBm
		SF = 10	-	-135	-	
		SF = 12	-	-140	-	
RF_125	RF 灵敏度, 长距离模式, 最高 LNA 增益, 使用分离的 RX/TX 通道 125 kHz 带宽	SF = 7	-	-124	-	dBm
		SF = 10	-	-132	-	
		SF = 12	-	-137	-	
RF_250	RF 灵敏度, 长距离模式, 最高 LNA 增益, 使用分离的 RX/TX 通道 250 kHz 带宽	SF = 7	-	-121	-	dBm
		SF = 10	-	-129	-	
		SF = 12	-	-134	-	
RF_500	RF 灵敏度, 长距离模式, 最高 LNA 增益, 使用分离的 RX/TX 通道 500 kHz 带宽	SF = 7	-	-119	-	dBm
		SF = 10	-	-126	-	
		SF = 12	-	-132	-	

备注: 上面的测试数据基于 490MHz 频点, 其它频段参数指标上会有区别。

5.2 2.4G 频段

注：本节所述 VDD 等参数对应引脚图中“xxx_BLE”等相关电源输入引脚。

5.2.1 绝对最大额定值

表 5-4 绝对最大额定值

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
VDD - VSS	外部主供电电压	TA=25°C	-0.3	-	3.6	V
VIN	在其它引脚上的输入电压	TA=25°C	VSS-0.3	-	VDD + 0.3	V
PVDD	极限功耗	VDD=3.3V, TA=25°C DCDC 供电	-	-	250	mW
T _{ST}	存储温度	-	-65	-	150	°C
T _A	环境温度	-	-40	-	85	°C
T _J	结温度	-	-	-	135	°C

5.2.2 常规工作条件

表 5-5 常规工作条件

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
VDD	工作电压	TA=25°C	1.8	-	3.6	V
VIPIO2	工作电压	TA=25°C	1.8	-	3.6	V

5.2.3 RF 特性

表 5-6 通用 RF 特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
f _{OP}	工作频率		2400	-	2483	MHz
PLL _{res}	PLL 编程分辨率		-	1	-	MHz
DR	比特速率		0.125	-	2	MHz
Δf _{BLE,2M}	BLE 模式 2Mbps 调制频偏		450	500	550	kHz
Δf _{BLE,1M}	BLE 模式 1Mbps 调制频偏		225	250	275	kHz
Δf _{297,2M}	297 模式 2Mbps 调制频偏		450	500	550	kHz

$\Delta f_{297,1M}$	297 模式 1Mbps 调制频偏		225	250	275	kHz
$\Delta f_{N,2M}$	N 模式 2Mbps 调制频偏		-	320	-	kHz
$\Delta f_{N,1M}$	N 模式 1Mbps 调制频偏		-	170	-	kHz
$\Delta f_{BLE,2M}$	BLE 模式 2Mbps 信道间隔		-	2	-	MHz
$\Delta f_{BLE,1M}$	BLE 模式 1Mbps 信道间隔		-	2	-	MHz
$\Delta f_{297,2M}$	297 模式 2Mbps 信道间隔		-	2	-	MHz
$\Delta f_{297,1M}$	297 模式 1Mbps 信道间隔		-	1	-	MHz
$\Delta f_{N,2M}$	N 模式 2Mbps 信道间隔		-	2	-	MHz
$\Delta f_{N,1M}$	N 模式 1Mbps 信道间隔		-	1	-	MHz

表 5-7 TX 特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
P_{RFTX}	输出功率		-	-	7	dBm
P_{RFC}	功率控制范围		-	40	-	dB
P_{RFCR}	功率步进		-	-	± 3	dB
$P_{RF1M,1}$	第一临道泄露比@1Mbps		-	-32	-	dB
$P_{RF1M,2}$	第二临道泄露比@1Mbps		-	-49	-	dB
$P_{RF1M,\geq 3}$	第三临道泄露比@1Mbps		-	-54	-	dB
$P_{RF2M,2}$	第一临道泄露比@2Mbps		-	-21.5	-	dB
$P_{RF2M,4}$	第二临道泄露比@2Mbps		-	-48	-	dB
$P_{RF2M,\geq 6M}$	第三临道泄露比@2Mbps		-	-53	-	dB
P_{BW1M}	20dB 带宽@1Mbps		-	1.3	-	MHz
P_{BW2M}	20dB 带宽@2Mbps		-	2.3	-	MHz
$P_{SP,1}$	杂散功率@ $\leq 1GHz$		-	-	-63	dBm
$P_{SP,2}$	杂散功率@ $\geq 1GHz$		-	-	-43	dBm

表 5-8 RX 特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
$P_{RX,MIX}$	接收最大输入功率		-	0	-	dBm
$P_{SENS,BLE,1M}$	BLE 模式 1Mbps 接收灵敏度		-	-96	-	dBm
$P_{SENS,BLE,2M}$	BLE 模式 2Mbps 接收灵敏度		-	-93	-	dBm
$P_{SENS,BLE,125K}$	BLE 模式 125Kbps 接收灵敏度		-	-99	-	dBm
$P_{SENS,BLE,500K}$	BLE 模式 500Kbps 接收灵敏度		-	-99	-	dBm

P _{SENS,297,1M}	BLE 模式 1Mbps 接收灵敏度	-	-95	-	dBm
P _{SENS,297,2M}	BLE 模式 2Mbps 接收灵敏度	-	-92	-	dBm
P _{SENS,N,1M}	BLE 模式 1Mbps 接收灵敏度	-	-95	-	dBm
P _{SENS,N,2M}	BLE 模式 2Mbps 接收灵敏度	-	-92	-	dBm
C/I _{CO,1M}	同频干扰抑制@1Mbps	-	21	-	dB
C/I _{1M,1M}	间隔 1M 临道选择性@1Mbps	-	15	-	dB
C/I _{2M,1M}	间隔 2M 临道选择性@1Mbps	-	-17	-	dB
C/I _{3M,1M}	间隔 3M 以上临道选择性@1Mbps	-	-27	-	dB
C/I _{Image,1M}	镜像选择性@1Mbps	-	-9	-	dB
C/I _{Image±1M,1M}	镜像±1M 选择性@1Mbps	-	-15	-	dB
C/I _{≥6M,1M}	间隔 6M 以上临道选择性@1Mbps	-	-27	-	dB
C/I _{CO,2M}	同频干扰抑制@2Mbps	-	21	-	dB
C/I _{2M,2M}	间隔 2M 临道选择性@2Mbps	-	15	-	dB
C/I _{4M,2M}	间隔 4M 临道选择性@1Mbps	-	-17	-	dB
C/I _{6M,2M}	间隔 6M 以上临道选择性@1Mbps	-	-27	-	dB
C/I _{Image,2M}	镜像选择性@2Mbps	-	-9	-	dB
C/I _{Image±2M,2M}	镜像±2M 选择性@1Mbps	-	-15	-	dB
C/I _{≥12M,2M}	间隔 6M 以上临道选择性@1Mbps	-	-27	-	dB
C/I _{CO,125K}	同频干扰抑制@125Kbps	-	12	-	dB
C/I _{1M,1M125K}	间隔 1M 临道选择性@125Kbps	-	6	-	dB
C/I _{2M,1M125K}	间隔 2M 临道选择性@125Kbps	-	-26	-	dB
C/I _{≥3M,1M125K}	间隔 3M 以上临道选择性@125Kbps	-	-36	-	dB
C/I _{Image,1M125K}	镜像选择性@125Kbps	-	-18	-	dB
C/I _{Image±1M,125K}	镜像±1M 选择性@125Kbps	-	-24	-	dB
C/I _{CO,500K}	同频干扰抑制@500Kbps	-	17	-	dB
C/I _{1M,500K}	间隔 1M 临道选择性@500Kbps	-	11	-	dB
C/I _{2M,500K}	间隔 2M 临道选择性@500Kbps	-	-21	-	dB
C/I _{≥3M,500K}	间隔 3M 以上临道选择性@500Kbps	-	-31	-	dB
C/I _{Image,500K}	镜像选择性@500Kbps	-	-13	-	dB
C/I _{Image±1M,500K}	镜像±1M 选择性@500Kbps	-	-19	-	dB
P _{IMD,5TH,1M}	间隔 5 倍信道互调特性@1Mbps	-	-30	-	dBm
P _{IMD,5TH,2M}	间隔 5 倍信道互调特性@2Mbps	-	-31	-	dBm

表 5-9 RSSI 特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
RSSI _{RF} C	RSSI 指示范围		-90	-	-15	dBm
RSSI _{Auu}	RSSI 精度		-	±2	-	dB
RSSI _{Res}	RSSI 分辨率		-	0.25	-	dB
RSSI _{Per}	RSSI 采样周期		-	15	-	us

表 5-10 RF Timing 特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
T _{OSC,EN}	晶体稳定时间		-	230	-	us
T _{TX,EN}	TX 发射准备时间		-	TBD	-	us
T _{RX,EN}	RX 接收准备时间		-	TBD	-	us
T _{TX,DISABLE}	TX 关闭等待时间		-	TBD	-	us
T _{RX,DISABLE}	RX 关闭等待时间		-	TBD	-	us
T _{RX-TX}	TX 和 RX 切换时间		-	150	-	us

表 5-11 RF 功耗特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
I _{TX,P6dBm,DCDC}	6dBm 功率输出的电流@DC-DC		-	15.2	-	mA
I _{TX,P4dBm,DCDC}	4dBm 功率输出的电流@DC-DC		-	9.6	-	mA
I _{TX,P0dBm,DCDC}	0dBm 功率输出的电流@DC-DC		-	6.1	-	mA
I _{TX,P-4dBm,DCDC}	-4dBm 功率输出的电流@DC-DC		-	4.6	-	mA
I _{TX,P-8dBm,DCDC}	-8dBm 功率输出的电流@DC-DC		-	3.8	-	mA
I _{TX,P-12dBm,DCDC}	-12dBm 功率输出的电流@DC-DC		-	3.3	-	mA
I _{TX,P-16dBm,DCDC}	-16dBm 功率输出的电流@DC-DC		-	3	-	mA
I _{TX,P-20dBm,DCDC}	-20dBm 功率输出的电流@DC-DC		-	2.8	-	mA
I _{TX,P-40dBm,DCDC}	-40dBm 功率输出的电流@DC-DC		-	2.2	-	mA
I _{TX,P6dBm,LDO}	6dBm 功率输出的电流@LDO		-	29.2	-	mA
I _{TX,P4dBm,LDO}	4dBm 功率输出的电流@LDO		-	16.6	-	mA
I _{TX,P0dBm,LDO}	0dBm 功率输出的电流@LDO		-	10.6	-	mA
I _{TX,P-4dBm,LDO}	-4dBm 功率输出的电流@LDO		-	7.6	-	mA
I _{TX,P-8dBm,LDO}	-8dBm 功率输出的电流@LDO		-	6.4	-	mA
I _{TX,P-12dBm,LDO}	-12dBm 功率输出的电流@LDO		-	5.6	-	mA

$I_{TX,P-16dBm,LDO}$	-16dBm 功率输出的电流@LDO		-	5.1	-	mA
$I_{TX,P-20dBm,LDO}$	-20dBm 功率输出的电流@LDO		-	4.8	-	mA
$I_{TX,P-40dBm,LDO}$	-40dBm 功率输出的电流@LDO		-	3.7	-	mA
$I_{RX,1M,DCDC}$	RX 1Mbps 电流@DC-DC		-	5.6	-	mA
$I_{RX,2M,DCDC}$	RX 2Mbps 电流@DC-DC		-	5.9	-	mA
$I_{RX,1M,LDO}$	RX 1Mbps 电流@LDO		-	9.6	-	mA
$I_{RX,2M,LDO}$	RX 2Mbps 电流@LDO		-	10.5	-	mA

测试条件和方法:

1. 1M 模式采用 BLE ADV 广播模式测试的收发功耗
2. 2M 模式采用是 BLE 连接时的功耗
3. 测试的功耗是 RF 峰值功耗
4. 测试方法采用总功耗减去 RF 不工作时 MCU 的功耗来计算最终功耗
5. 测试的 sample 软件基于 peripheral_hr

5.2.4 GPIO 特性

表 5-12 单个 IO 组合测试

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
V_{IH}	输入高电平阈值电压	$TA=25^{\circ}C$	$0.48*VDD$	-	VDD	V
V_{IL}	输入低电平阈值电压	$TA=25^{\circ}C$	VSS	-	$VSS+0.24*VDD$	V
V_{HYS}	输入迟滞电压, $V_{hys}=V_{IH}-V_{IL}$	$TA=25^{\circ}C$	-	-	$0.24*VDD$	V
C_{Iana}	模拟输入电容	负载电容=20pF, $TA=25^{\circ}$	-	300	-	fF
I_{Lkg}	泄露电流, 开漏模式或输入模式	$VDD \leq V_{IN} \leq 3.6V$	-	-	2.5	uA
R_{PU}	上拉电阻	$V_{in} = V_{ss}$, $V_{dd} = 3.3V$	48	50	52	k Ω
R_{PD}	下拉电阻	$V_{in} = V_{ss}$, $V_{dd} = 3.3V$	98	100	102	k Ω
V_I	输入电压	$TA=25^{\circ}C$	VSS	-	VDD	V
$V_{I,P40-P44}$	输入电压	$TA=25^{\circ}C$	VSS	-	VIPIO2	V
V_O	输出电压	$TA=25^{\circ}C$	VSS	-	VDD	V
$V_{O,P40-P44}$	输出电压	$TA=25^{\circ}C$	VSS	-	VIPIO2	V
I_{OH}	单一管脚拉电流 (推挽输出)	$V_{in} = V_{dd}-0.5V$	4.2	8	8.5	mA
	单一管脚拉电流 (准双向, 高电位)		9	10	11	mA
I_{Sink}	单一管脚灌电流 (推挽输出)	$V_{in} = V_{ss}+0.5V$, $TA=25^{\circ}C$	12	16	25	mA
f_{Port_CLK}	IO 输出频率	负载电容=20pF	-	-	64	MHz

表 5-13 组合测试

Description	Conditions	Status	Remark
上电后 IO 默认状态	VDD=3.3V ,TA=25°C	P46、P47 上拉输入态, 其他 GPIO 为高阻态	
休眠模式下 IO 状态	VDD=3.3V ,TA=25°C	M0 下除 P56、P46、P47 (可配), 其余为高阻态, IO 可保持	
复位时 IO 状态	VDD=3.3V ,TA=25°C	P46、P47 上拉输入态, 其他 GPIO 为高阻态	

表 5-14 nRESET 输入特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
V _{ILR}	负向阈值电压, nRESET	VDD=1.8V-3.3V ,TA=25°C	-	-	0.22*VDD	V
V _{IHR}	正向阈值电压, nRESET	VDD=1.8V-3.3V ,TA=25°C	0.48*VDD	-	-	V
V _{hys_rst}	施密特触发器电压迟滞	VDD=1.8V-3.3V ,TA=25°C	-	-	0.26*VDD	V
R _{RST}	nRESET 脚内部上拉电阻	VDD=3.3V ,TA=25°C	4.6	4.8	5	kΩ
t _{FR, 0.3pF}	nRESET 脚输入滤波脉冲时间	VDD=3.3V ,TA=25°C	-	20	-	ns

5.2.5 复位特性

表 5-15 复位特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
V _{BOD}	BOD 欠压检测电压	BODSEL<2:0> = 000(rising edge) , dVDD/dt≤3V/s	-	2.19	-	V
		BODSEL<2:0> = 000(falling edge) , dVDD/dt≤3V/s	-	2.08	-	
		BODSEL<2:0> = 001(rising edge) , dVDD/dt≤3V/s	-	2.4	-	
		BODSEL<2:0> = 001(falling edge) , dVDD/dt≤3V/s	-	2.29	-	
		BODSEL<2:0> = 010(rising edge) , dVDD/dt≤3V/s	-	2.65	-	
		BODSEL<2:0> = 010(falling edge) , dVDD/dt≤3V/s	-	2.53	-	
		BODSEL<2:0> = 011(rising edge) , dVDD/dt≤3V/s	-	2.85	-	
		BODSEL<2:0> = 011(falling edge) , dVDD/dt≤3V/s	-	2.72	-	
		BODSEL<2:0> = 100(rising edge) , dVDD/dt≤3V/s	-	3.09	-	
		BODSEL<2:0> = 100(falling edge) , dVDD/dt≤3V/s	-	2.95	-	
		BODSEL<2:0> = 101(rising edge) ,	-	3.33	-	

		dVDD/dt≤3V/s				
		BODSEL<2:0> = 101(falling edge), dVDD/dt≤3V/s	-	3.17	-	
V _{BODhys}	BOD 迟滞电压	dVDD/dt≤3V/s	100	-	160	mV
T _{BOD_RE1}	BOD 响应时间, 普通模式	dVDD/dt≤3V/s	2 ⁴	2 ⁴	2 ¹⁵	1/SYS_CLK
I _{BOD}	BOD 工作电流	dVDD/dt≤3V/s	-	5	-	uA
V _{POR}	POR 欠压检测电压	rising edge, dVDD/dt≤3V/s	-	1.7	-	V
		falling edge, dVDD/dt≤3V/s	-	1.7	-	V
T _{POR}	POR 上电比 VBAT 延时	VBAT = 3.3V	-	1.5	6.4	ms
V _{LVR}	LVR 检测电压	falling edge, dVDD/dt≤3V/s	-	1.93	-	V
T _{LVR_RE}	LVR 响应时间	TA=25°C, dVDD/dt≤3V/s	2 ⁴	2 ⁴	2 ¹⁵	1/SYS_CLK
I _{LVR}	LVR 工作电流	TA=25°C, dVDD/dt≤3V/s	12.2	-	18.5	uA

5.2.6 时钟特性

表 5-16 HXTAL 特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
f _{HXTL}	High speed crystal oscillator (HXTAL) frequency	VDD=3.3V, TA=25°C	-	32	-	MHz
C _{LoadHXTL}	Crystal load capacitance	VDD=3.3V, TA=25°C	-	12	-	pF
I _{DDHXTL}	HXTAL oscillator operating current	VDD=3.3V, TA=25°C	-	-	250	μA
t _{SUHXTL}	HXTAL oscillator startup time	VDD=3.3V, TA=25°C, ESR=70kΩ, C _{HXTL} = 13pF	-	200	-	us
t _{SUHXTL Quick}	HXTAL oscillator Quick startup time	VDD=3.3V, TA=25°C, ESR=70Ω, C _{HXTL} = 13pF	-	150	-	us
ESR			-	50	80	Ω
OA _{HXTL}	HF 晶体的振荡裕度	VDD=3.3V, TA=25°C	-	250	-	Ω

表 5-17 LXTAL 特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
f _{LXTL}	Low speed crystal oscillator (LXTAL) frequency	VDD=3.3V, TA=25°C	-	32.768	-	kHz
I _{DDLXTL}	LXTAL oscillator operating current	VDD=3.3V, TA=25°C	-	0.76	-	μA
t _{SULXTL}	LXTAL oscillator Normal startup time	VDD=3.3V, TA=25°C	-	200	-	ms
t _{SULXTL Quick}	LXTAL oscillator Quick startup time	VDD=3.3V, TA=25°C	-	2	-	ms
ESR _{LXTL}	Equivalent series resistance	VDD=3.3V, TA=25°C	-	100	-	kΩ

	6 pF < CL ≤ 9 pF					
OALXTL	LF 晶体的振荡裕度	VDD=3.3V, TA=25°C	-	440	-	kΩ
C _{LoadXTL}	Crystal load capacitance	VDD=3.3V, TA=25°C	-	12	-	pF

表 5-18 32 MHz RCH 特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
f _{IRC32M}	振荡器频率	VDD=3.3V, TA=25°C	-	32	-	MHz
ACC _{IRC32M}	频率精度	VDD=3.3V, TA=-40°C ~ +105°C	-	-	-	%
		VDD=3.3V, TA=-20°C ~ +85°C	-	-	-	%
		VDD=3.3V, TA=25°C	-2	1	2	%
D _{IRC32M}	IRC32M oscillator duty cycle	VDD=3.3V, f _{IRC32M} =32MHz, TA=25°C	48	50	52	%
I _{DDIRC32M}	工作电流	VDD=3.3V, f _{IRC8M} =32MHz, TA=25°C	200	390	480	μA
t _{SUIRC32M}	稳定时间	VDD=3.3V, f _{IRC32M} =32MHz, TA=25°C	-	5	-	μs
d _{fIRC32M}	25°C, 频率电源电压漂移	VDD=1.8V 至 3.6V, TA=25°C	-	0.5	-	%/V

表 5-19 32kHz RCL 特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
f _{IRC32k}	振荡器频率	VDD=3.3V, TA=25°C	-	32	-	kHz
ACC _{IRC32K}	频率精度	VDD=3.3V, TA=-40°C ~ +105°C (校准后)	-	2000	-	ppm
D _{IRC32K}	IRC32K oscillator duty cycle	VDD=3.3V, f _{IRC32K} =32kHz, TA=25°C	7	-	16	%
I _{DDIRC32K}	工作电流	VDD=3.3V, f _{IRC8K} =32kHz, TA=25°C	-	700	-	nA
t _{SUIRC32K}	启动时间	VDD=3.3V, f _{IRC32K} =32kHz, TA=25°C	-	-	200	μs
df _{IRC32K}	25°C, 频率电源电压漂移	VDD=1.8V 至 3.6V, TA=25°C	-	5.5	-	%/V

表 5-20 DPLL 特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
f _{PLLIN}	PLL input clock frequency	VDD=3.3V, TA=25°C	-	32	-	MHz
f _{PLL}	PLL output clock frequency	VDD=3.3V, TA=25°C	48	48	64*	MHz
I _{PPLL}	工作电流	VDD=3.3V, TA=25°C	-	330	-	μA

注: VDD 需 2V 以上。

5.2.7 ADC 特性

表 5-21 电源及输入范围条件

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
$V_{Ax(VBG_{adc})}$	模拟输入电压范围, VBG (1.2V) 档	VDD=3.3V, TA=25°C	0	-	VBG _{ADC}	V
$V_{Ax(VDD)}$	模拟输入电压范围, VDD 档	VDD=3.3V, TA=25°C	0	-	VDD	V
I_{ADC}	ADC 电源电流	VDD=3.3V, TA=25°C F _{adc} =16MHz	-	0.5	-	mA
C_{sample}	内部采样和保持电容 (不包含 PAD 和 PCB 电容)		-	12	-	pF
R_{ADC}	采样开关电阻	0V ≤ V _{Ax} ≤ VDD	-	300	-	Ω
R_{In}	外部输入阻抗, 连续采样	0V ≤ V _{Ax} ≤ VDD	0.856	-	4734	kΩ

表 5-22 ADC 内置电压基准

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
VBG _{ADC}	Internal 1.2V Reference Voltage	VDD=3.3V, TA=25°C	1.1	1.2	1.3	V
T _{Coef}	温度系数	TA=-40°C~105°C; VDD=1.8V~3.6V	-	-1	-	mV/°C

表 5-23 时间参数

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
F _{ADC}	ADC 时钟频率	VDD=3.3V, TA=25°C	4	16	32	MHz
T _S	采样时间	VDD=3.3V, TA=25°C	4	1539	8192	1/F _{adc}
T _{CONV}	转换时间	VDD=3.3V, TA=25°C	32	1580	8298	1/F _{adc}

表 5-24 线性度参数

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
INL	积分线性误差	VDD=3.3V, TA=25°C	-	-	±3	LSB
DNL	微分线性误差	VDD=3.3V, TA=25°C	-	-	±3	LSB
SNR	信噪比	F _{adc} = 16MHz	-	64.3	-	dB
THD	总谐波失真	输入时钟 250kHz	-	75	-	dB

SFDR	无杂散信号动态范围	VDD=3.3V, TA=25°C	-	77.29	-	dB
ENOB	有效位		-	10.33	-	Bit

表 5-25 温度传感器

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
T _{range}	范围	VDD=3.3V	-40	25	125	°C
AvgSlope	平均斜率	VDD=3.3V	-1.46	-2	-2.55	CODE/°C

表 5-26 RIN

ADC significant bit	F _{ADC} (MHz)	T _s (cycles)	T _s (us)	Rinmax(kΩ)
12	32	4	0.125	0.856
12	32	8	0.25	2.012
12	32	32	1	8.948
12	32	64	2	18.196
12	32	128	4	36.692
12	32	8192	256	2367.200
12	16	4	0.25	2.012
12	16	8	0.5	4.324
12	16	32	2	18.196
12	16	64	4	36.692
12	16	128	8	73.684
12	16	8192	512	4734.699

注：采样条件为连续采样。

5.2.8 PMU 特性

表 5-27 PMU 特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
V _{HLDO}	HLDO 输出电压范围, 外挂电容	VDD=3.3V, TA=25°C	1.1	1.2	1.3	V
VDD _{PSRR}	VDD 的电源抑制比	VDD=3.3V, TA=25°C	-15	-	-	dB

注：DCDC-OFF

5.2.9 DCDC 特性

表 5-28 DCDC 特性

Symbol	Description	Conditions	Parameter			Unit
			Min	Typ	Max	
V _{IN_DCDC}	输入电压范围	VDD=3.3V, TA=25°C	2	-	3.6	V
V _{OUT_DCDC}	输出电压范围	VDD=3.3V, TA=25°C	-	1.5	1.8	V
T _{EN_DCDC}	启动时间	VDD=3.3V, I _{LOAD} =10mA, TA=25°C	-	200	-	us
η	效率	VDD=3.3V, I _{LOAD} =10mA, TA=25°C, L _{DCR} =80mΩ	-	83	-	%
VR _{PL_DCDC}	纹波	VDD=3.3V, TA=25°C	-	50	-	mv
I _{OUT}	驱动峰值电流	VDD=3.3V, TA=25°C	-	-	150	mA
I _{AVG}	驱动平均电流	VDD=3.3V, TA=25°C	-	-	30	mA
L _{DCDC}	Effective inductance	VDD=3.3V, TA=25°C	-	2.2	-	μH
C _{OUT_DCDC}	Effective load capacitance	VDD=3.3V, TA=25°C	-	4.7	-	μF
F _{osc_DCDC}	震荡频率	VDD=3.3V, TA=25°C	100	-	1000	kHz

5.2.10 MCU 电流特性

Symbol	Parameter	Conditions		DCDC ON	DCDC OFF
				Typ(mA)	Typ(mA)
Run mode	All peripherals clockon, run while(1) in flash	系统时钟源: RCH	4M	0.786	1.1
			8M	1.35	1.93
			16M	2.1	3.05
			32M	3.61	5.43
		系统时钟源: XTH	4M	1.36	1.97
			8M	1.93	2.8
			16M	2.68	3.93
			32M	4.19	6.18
		系统时钟源: DPLL	16M	3.18	4.67
			24M	3.93	5.78
			32M	4.7	6.95
			48M	6.21	9.18
	All peripherals clockoff, run while(1) in flash	系统时钟源: RCH	4M	0.75	1.05
			8M	0.92	1.31
			16M	1.24	1.79
			32M	1.86	2.69
		系统时钟源: XTH	4M	1.05	1.5
			8M	1.22	1.75
			16M	1.57	2.26
			32M	2.23	3.25
系统时钟源: DPLL	16M	1.86	2.7		

		24M	2.2	3.21
		32M	2.57	3.76
		48M	3.25	4.77
		64M	3.97	5.84

注：测试条件 DVDD=1.2V, VDD=3.3V, VBG=1.2V, TA=25°C

Symbol	Parameter	Conditions		Typ(μA)	
standby m0	all sram lost	wake by 32k timer	RCL	1.14	
			XTL	1.14	
		wake by gpio p56		0.34	
standby m1	all sram lost	wake by 32k timer	RCL	1.39	
			XTL	1.39	
		wake by gpio p56		0.59	
	all sram retention	wake by 32k timer	RCL	4.62	
			XTL	4.62	
	sram0 32k on	wake by 32k timer	RCL	2.41	
			XTL	2.41	
	sram1 16k on	wake by 32k timer	RCL	1.98	
			XTL	1.98	
	sram2 8k on	wake by 32k timer	RCL	1.76	
			XTL	1.76	
	sram3 8k on	wake by 32k timer	RCL	1.76	
			XTL	1.76	
	LL sram retention	wake by 32k timer	RCL	2.2	
			XTL	2.2	
	Decrypt sram retention	wake by 32k timer	RCL	1.47	
			XTL	1.47	
	Deepsleep	all sram lost	wake by 32k timer	RCL	1.36
			wake by external P56		0.59
		all sram retention	wake by 32k timer	RCL	8.19
wake by external P56				7.62	
wake by gpio all				7.57	
wake by peripheral timer			RCL+TIMER	8.41	
wake by peripheral wdt			RCL+WDT	8.43	
wake by peripheral kscan			RCL+KSCAN	8.59	
wake by peripheral qdec			RCL+QDEC	8.45	
sram0 32k on		wake by 32k timer	RCL	9.18	

		wake by external P56		8.83
sram1 16k on		wake by 32k timer	RCL	8.78
		wake by external P56		8.34
sram2/sram3 8k on		wake by 32k timer	RCL	8.53
		wake by external P56		8.07
LL sram retention		wake by 32k timer	RCL	8.98
		wake by external P56		8.57
Decrypt sram retention		wake by 32k timer	RCL	8.25
		wake by external P56		7.81

注：测试条件 DVDD=1.2V, VDD=3.3V, VBG=1.2V, TA=25°C

Confidential

7 封装信息

7.1 QFN64 封装

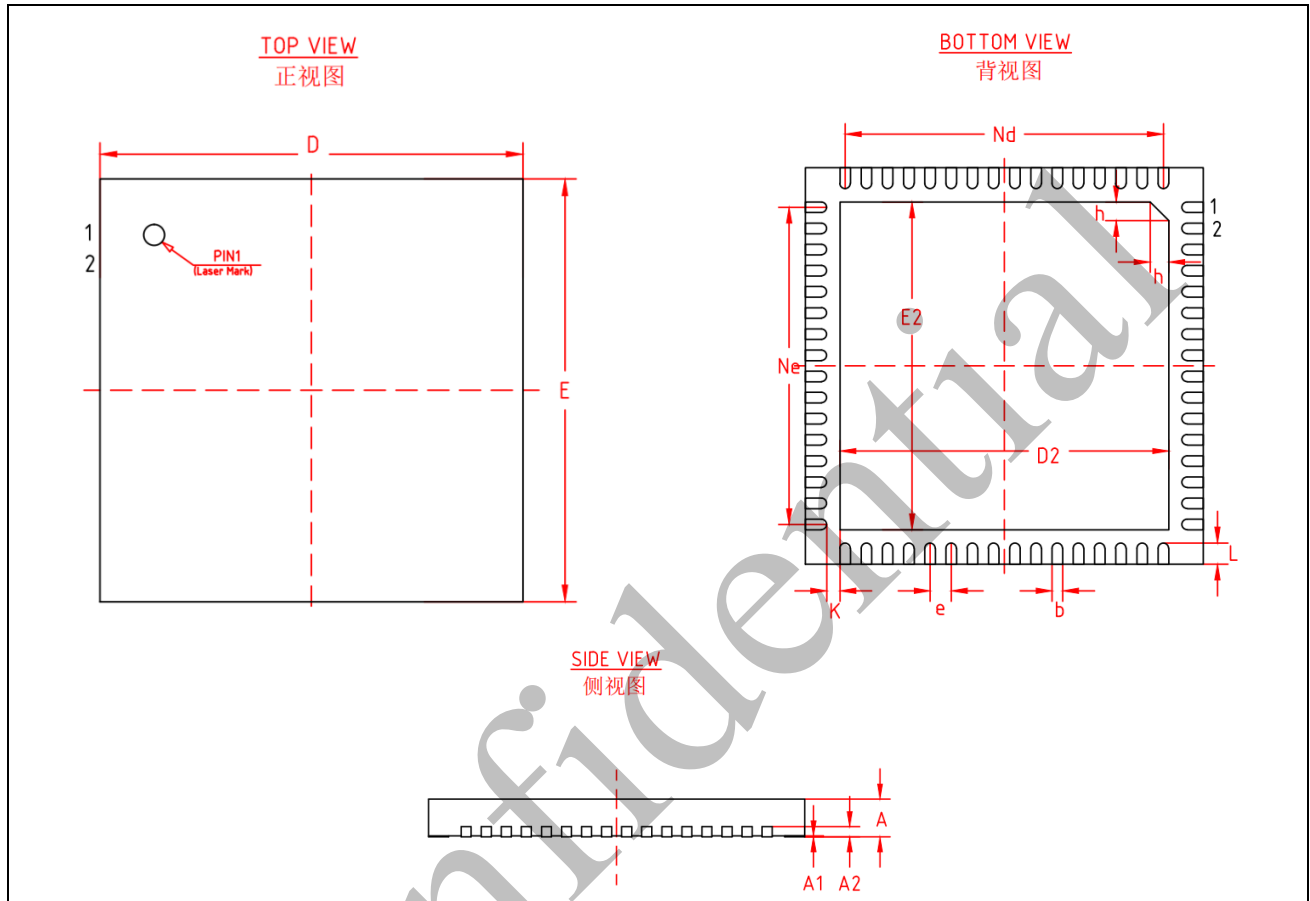


图 7-1 封装图

表 7-1 封装尺寸

SYMBOL	MIN (mm)	NOM (mm)	MAX (mm)
A	0.70	0.75	0.80
A1	-	0.02	0.05
A2	0.203 REF		
b	0.15	0.20	0.25
D	7.40	7.50	7.60
D2	6.15	6.20	6.25
E	6.90	7.50	7.60
E2	6.15	6.20	6.25
e	0.40 BSC		
K	0.20	0.25	0.30
L	0.35	0.40	0.45
h	0.30	0.35	0.40
Ne	6.00 BSC		
Nd	6.00 BSC		

8 注意事项

- 1) 该产品属 CMOS 器件，在储存、运输、使用过程中要注意防静电。
- 2) 器件使用时接地要良好。
- 3) 回流焊温度不能超过 260°C。

Confidential

9 储存条件

- 1) 产品在密封包装中储存：在温度小于 30°C 且湿度小于 90% 时，可达 12 个月。
- 2) 包装袋被打开后，元器件将被回流焊制程或其他的高温制程所采用时必须符合：
 - a) 在 72 小时内且工厂环境为小于 30°C ≤ 60%RH 完成；
 - b) 保存在 10%RH 环境下；
 - c) 使用前进行 125°C，24h 烘烤去除内部水汽。

Confidential

缩略语

ACK	应答信号	MCU	微控制器单元
ADC	模数转换器	MISO	主入从出
bandgap	带隙基准	MM	带电机的放电模式
BLE	低功耗蓝牙	MOSI	主出从入
BOD	掉电检测	PLL	锁相环
BQB	蓝牙认证	POR	上电复位
Cache	高速缓冲存储器	PWM	脉冲宽度调制
CAD	信道活跃检测	QDEC	正交解码器
CDM	带电器件模型	RAM	随机存取存储器
Chirp	线性调频	trg	触发
CS	片选	OSC	振荡器
CTS	接收请求	PA	功率放大器
DAC	数模转换器	RC	电阻电容晶振
DCDC	降压式直流变换器	RF	射频
DMA	直接内存访问	PLL	锁相环
DPLL	数字锁相环	RSSI	接收信号强度
eFuse	一次性可编程存储器	RX	接收
ECC	椭圆加密算法	SDA	数据信号线
ESD	静电释放	SF	扩频因子
ext	外部 IO 口	SPI	串行外设接口
ETSI	欧洲电信标准化协会	SRAM	静态随机存取存储器
FCC	美国联邦通信委员会	SWD	串行线调试
FMC	flash 控制器	STB	待机模式
FIFO	先入先出	TEMP	温度传感器
GPIO	通用 I/O	TX	发射
HBM	带电的人体的放电模式	RTS	发送请求
HLDO	强驱动低压差线性稳压器	UART	通用异步接收器/发送器
I2C	两线式串行总线	USB	通用串行总线
I2S	集成电路内置音频总线	WDT	看门狗定时器
IAP	应用编程	WWDT	串口看门狗定时器
IRQ	中断请求	XTAL	外部晶振
Keyscan	按键扫描	VCO	压控振荡器
Latch-up	闩锁效应		
LDO	低压差稳压器		
LED	发光二极管		
LVR	低电压复位		
MAC	介质访问控制层		

修订历史

版本	日期	内容
1.0	Feb.2023	初版发布

此版本为内部版本，仅供参考。

文档说明

由于版本升级或存在其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档内容仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

商标

磐启是磐启微电子公司的商标。本文档中提及的其他名称是其各自所有者的商标/注册商标。

免责声明

本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，磐启微电子公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证。

联系方式



上海磐启微电子有限公司

张江高科技园区盛夏路 666 号 D 栋 302 室

上海市浦东新区



021-50802371

<http://www.panchip.com>

