
ACM32WB15 数据手册

ARM Cortex-M0 32 位微控制器, 内置蓝牙双模射频模块, 支持 BR3.0 SPP 和 BLE5.2 主/从协议, 128KB Flash, 32KB SRAM, UART, LIN, LPUART, SPI, I2C, CAN, TIMER, RTC, TKEY, LCD, ADC, COMP, OPAMP, AES, CRC, TRNG, DIV

版本: V1.5

日期: 2025-3-10



上海航芯电子科技股份有限公司

1. 产品特性

■ 内核处理器

- 32 位 ARM Cortex-M0, 最高主频 64MHz
- 支持 32 位硬件单周期乘法指令
- 24 位 SysTick 定时器
- 5 通道 DMA

■ 存储器

- 12KB Boot ROM
- 32KB SRAM, 支持硬件奇偶校验
- 128KB 的 eFlash, 加密存储
 - 页大小: 512 字节
 - 数据位宽: 32bits
 - Page 擦除时间: 4ms(max)
 - Word 编程时间: 40μs (max)
 - Page 擦写次数: 100,000 次
 - 数据保存时间: 10 年

■ 时钟

- 内部 64MHz RC 振荡器
- 内部 32KHz RC 振荡器
- 4~32MHz 外部晶体振荡器
- 32.768KHz 外部晶体振荡器
- 内置 PLL

■ 定时器

- 1 个 16 位高级定时器, 支持输入捕获/输出比较, 支持 PWM 输出/互补输出/死区插入/刹车/编码模式
- 5 个 16 位通用定时器, 支持 PWM 输出
- 1 个 16 位通用定时器
- RTC: 带日历功能, 支持时钟补偿校准, 支持 ALARM 功能, 支持 Tamper 检测功能
- IWDG: 1 个独立 WDT

■ 外围逻辑

- 多达 52 个 GPIO(含复用), 支持边沿/电平中断, 同时可以映像到 16 个外部中断 (stop 模式唤醒)
- UART: 2 路串口, 支持 LIN 协议

- SPI: 2 路 SPI 接口, 支持主/从模式, 支持 Mode0/1/2/3 传输协议, 支持 1/2/4 线传输
- I2C: 2 路 I2C 接口, 可选择主/从模式, 支持 Standard/Fast/Fast-Plus 三种速率模式, 支持 SMBUS
- LPUART: 1 路低功耗 UART, 支持 STOP 模式唤醒功能
- 1 路 CAN 接口
- 多达 4COM*36SEG 的 LCD 接口
- TKEY: 15 路电容触摸按键
- ADC: 1 路 12bits ADC, 19 个通道, 速率 1.6Msps
- COMP: 2 路比较器, 带窗口功能
- OPAMP: 多达 3 路运算放大器

■ 安全特性

- 存储器保护功能
- LVD: 支持低电压检测, 可配置 8 阶比较电平
- 128 位唯一芯片序列号
- 对称算法: AES-128/-192/-256
- 随机数: TRNG, 符合 FIPS140-2 要求
- CRC: CRC-7/-8/-16/-32, 特征多项式可配
- 内置 32 位除法器 DIV

■ 蓝牙双模射频模块

- BR3.0 SPP 协议
- BLE5.2 协议栈, 支持主模式和从模式
- 支持 3 个数据通道
- 发送器
 - 输出功率: -34 ~ +12dBm
 - 发射电流 10.9mA@0dBm
- 接收器
 - 接收灵敏度: -96dBm@ 2Mbps
 - 接收灵敏度: -99dBm@ 1Mbps
 - 接收电流: 5.2mA@ 1Mbps, -97dBm
 - 接收电流: 5.8mA@ 1Mbps, -99dBm
- 待机功耗
 - Sleep 模式: 2uA@3.3V,25°C

■ 电气参数

- 工作电压 (IO 电压): 1.7V~3.6V
- 工作温度: -40°C~105°C
- ESD 保护: 4KV(HBM)
- 典型功耗 (不包括蓝牙模块):
 - 工作电流: 5mA@64Mhz
 - Stop 电流: 7.5μA@3.3V,25°C
 - Standby 电流: 1μA@3.3V,25°C
- 典型功耗 (包括蓝牙模块):
 - MCU Stop + BT LPM 电流: 14uA@3.3V,25°C
 - MCU Standby + BT Deepsleep 电流: 3uA@3.3V,25°C

■ 封装形式

QFN64

■ 开发支持

- Boot 支持 UART/SPI/I2C 下载
- SWD 调试/下载接口, 支持 DAP/J-LINK/ULINK2
- 开发板/release 开发包
- ARM Keil MDK (5.0 版本以上)

2. 产品概述

ACM32WB15 是一款支持经典蓝牙和低功耗蓝牙的 MCU。集成 BR3.0/BLE5.2 蓝牙射频模块 (支持主模式和从模式)、12 位 1.6 Msps 高精度 ADC 以及比较器、运放、触控按键控制器、段式 LCD 控制器, 内置高性能定时器、多路 UART、LPUART、SPI、I2C 等丰富的通讯外设, 内建 AES、TRNG 等信息安全模块, 支持多种低功耗模式, 具有高整合度、高抗干扰、高可靠性的特点。本产品采用 ARM Cortex-M0 系列内核, 最高工作频率 64MHz。

应用场景

- 智能门锁
- 小家电、触控面板

2.1. 产品资源

表 2-1 ACM32WB15 系列芯片资源表

芯片资源		描述
eFlash (KB)		128
SRAM (KB)		32
定时器	高级	1 (TIM1)
	通用	5 (TIM3/TIM14/TIM15/TIM16/TIM17)
	基本	1 (TIM6)
	WDT	1
	IWDT	1
通讯接口	UART	2 (UART1 为 MCU 与 BT 通信接口, UART2、UART3 用户可用)
	I2C	1
	SPI	2
	LPUART	1
	CAN	1
	IR	1
GPIO 个数		52
PWM 路数		13
LCD		4*36,6*34
TKEY		15
RTC		√
DMA 通道数		5
ADC 外部通道数		19
OPAMP(运放)		3
COMP (比较器)		2
LVD (低电压检测)		√
时钟	RCH	64MHz
	RCL	32 KHz
	XTH	4~32MHz
	XTL	32768Hz
	PLL	最高 64MHz
工作电压 (V)		1.7~3.6
环境温度 Ta (°C)		-40~105
结点温度 Tj (°C)		-40~125
封装		QFN64(8mmx8mm)

2.2. 模块框图

图 2-1 模块框图

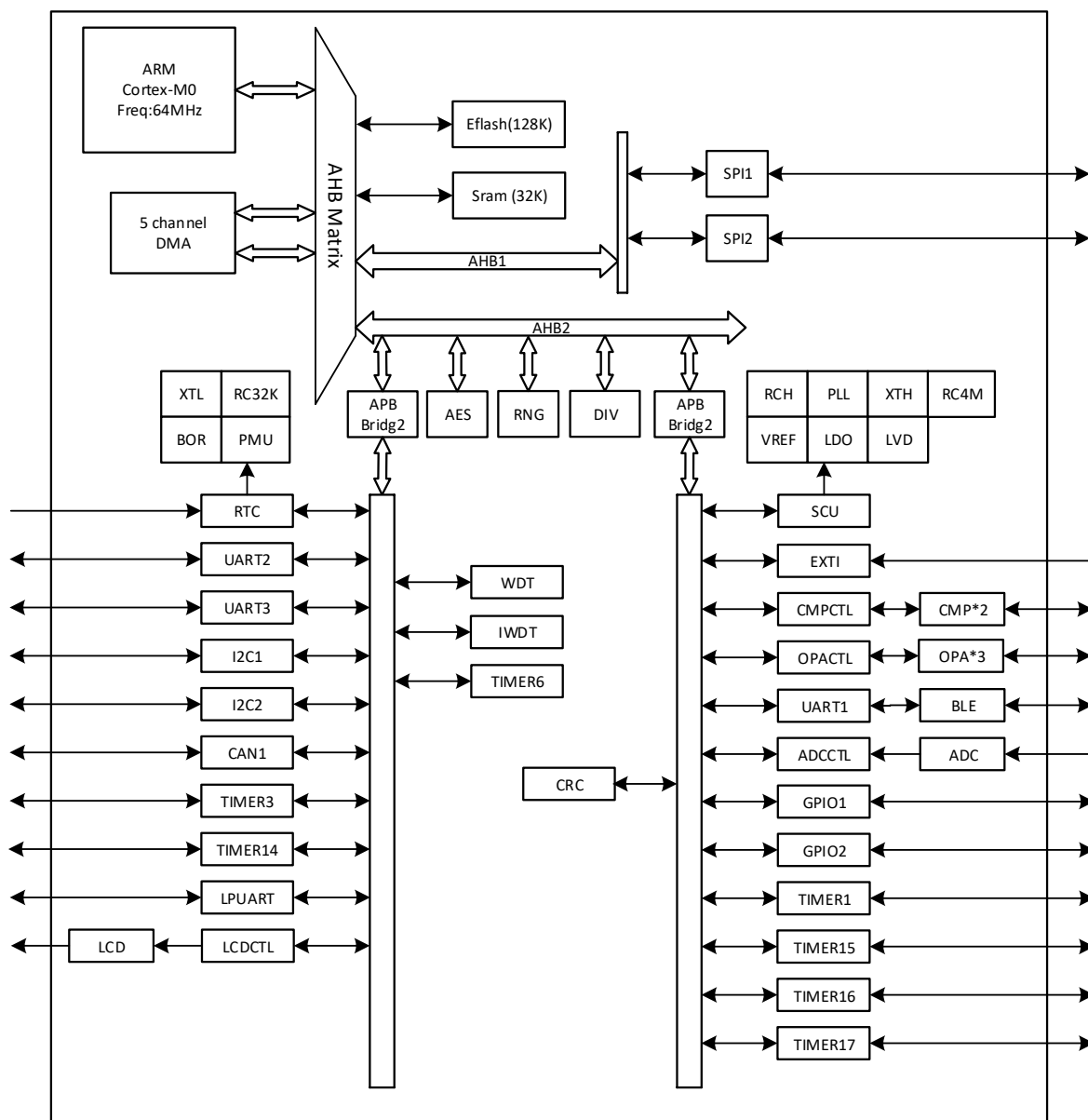
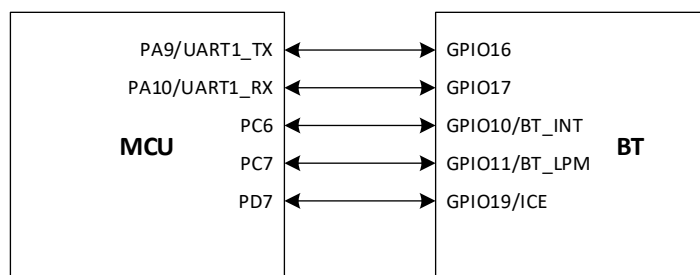


图 2-2 芯片内部 MCU 和 BT 模块互联框图

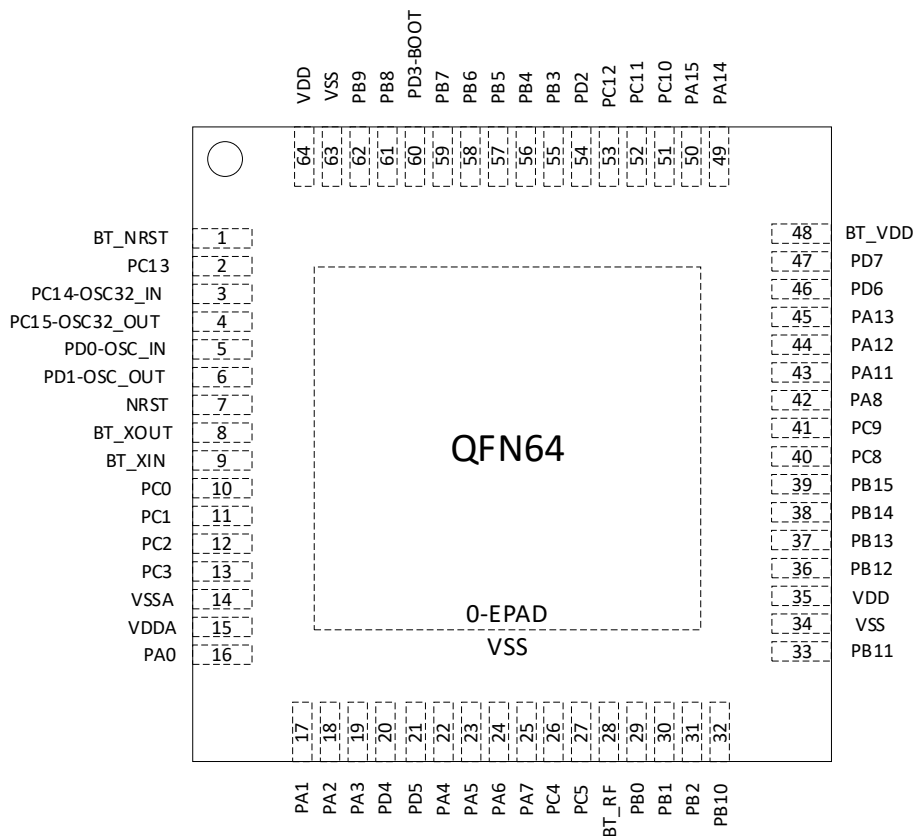


3. 封装及引脚配置

3.1. 封装引脚分布

3.1.1. QFN64

图 3-1 QFN64 封装引脚分布图



备注: VREF+ 在芯片内部与 VDDA 绑定在一起

3.2. 引脚定义缩写词

表 3-1 引脚定义缩写词

名称	缩写	定义/说明
引脚名称		除非引脚名称下方的括号中另有规定，否则芯片复位期间和复位之后的引脚功能与实际引脚名称相同
引脚类型	S	电源/地
	I	输入引脚
	I/O	输入/输出引脚
I/O 结构	FTa	5V 耐压 I/O, 连接到 ADC 模块
	TC	标准 1.7V~3.6V I/O
	RST	内部有弱上拉电阻的复位引脚
复位状态	DIR	A 模拟

		DI	数字输入
		DO	数字输出
		P	电源
		G	地
	上下拉电阻	PU	内部上拉
		PD	内部下拉
默认功能	芯片复位后的默认功能。		
引脚功能	复用功能	通过管脚复用寄存器 PxSEL 来配置具体功能	
	附加功能	通过管脚数模选择寄存器 PxADS 或 RTC_PMU 寄存器来配置	

3.3. 引脚定义

表 3-2 引脚定义

LQFP64	引脚名称 (复位功能)	引脚类型	IO 结构	复位状态	复用功能	附加功能
2	PC13	I/O	TC	A	GPIO45	RTC_TS, RTC_TAMP1, RTC_OUT, WKUP2
3	PC14 (OSC32_IN)	I/O	TC	A	GPIO46	OSC32_IN
4	PC15 (OSC32_OUT)	I/O	TC	A	GPIO47	OSC32_OUT
5	PD0 (OSC_IN)	I/O	TC	A	GPIO48, TIM14_CH1, I2C1_SDA, CAN1_RX	OSC_IN
6	PD1 (OSC_OUT)	I/O	TC	A	GPIO49, TIM15_CH1N, I2C1_SCL, CAN1_TX	OSC_OUT
7	NRST	I	RST	DI/PU		芯片复位输入(低有效)
10	PC0	I/O	TC	A	GPIO32, LPUART1_RX	ADC_IN15, SEG27
11	PC1	I/O	TC	A	GPIO33, LPUART1_TX, TIM15_CH1	ADC_IN14, SEG26
12	PC2	I/O	TC	A	GPIO34, SPI2_MISO, TIM15_CH2	ADC_IN13, SEG25
13	PC3	I/O	TC	A	GPIO35, SPI2_MOSI	ADC_IN12, SEG24
14	VSSA	S	-	G		芯片模拟参考地
15	VDDA	S	-	A		芯片模拟电源
16	PA0	I/O	TC	A	GPIO0, UART2_CTS, SPI2_SCK, COMP1_OUT	ADC_IN11, RTC_TAMP2, WKUP1, SEG23
17	PA1	I/O	FTa	A	GPIO1, SPI1_SCK, UART2_RTS, TIM15_CH1N	ADC_VBAT
18	PA2	I/O	TC	A	GPIO2, SPI1_MOSI, UART2_TX, SPI1_CS, TIM15_CH1, LPUART1_TX, COMP2_OUT	ADC_IN10, OPAMP2_VINM1, COMP2_INM2, WKUP3, SEG21

19	PA3	I/O	TC	A	GPIO3, UART2_RX, SPI1_SCK, SPI2_MISO, TIM15_CH2, LPUART1_RX	ADC_IN9, OPAMP1_VINM1, COMP2_INP2, SEG20
20	PD4 (RST_OUT)	I/O	TC	DO/PU	GPIO52, RST_OUT, UART2_TX	ADC_IN8
21	PD5 (REMAP)	I/O	TC	DO/PU	GPIO53, REMAP, UART2_RX	ADC_IN0, SEG22
22	PA4	I/O	TC	A	GPIO4, SPI1_CS SPI2_MOSI, TIM14_CH1	ADC_IN1, OPAMP1_VINP0, COMP1_INM0, SEG19
23	PA5	I/O	TC	A	GPIO5, SPI1_SCK, UART3_TX	ADC_IN2, OPAMP3_VINM, COMP1_INP0, SEG18
24	PA6	I/O	TC	A	GPIO6, SPI1_MISO, TIM3_CH1, TIM1_BKIN, SPI1_IO3, TIM16_CH1, COMP1_OUT	ADC_IN3, OPAMP3_VOUT, SEG17
25	PA7	I/O	TC	A	GPIO7, SPI1_MOSI, TIM3_CH2, TIM1_CH1N, SPI1_IO2, TIM14_CH1, TIM17_CH1, COMP2_OUT	ADC_IN4, OPAMP3_VINP0, SEG16
26	PC4	I/O	TC	A	GPIO36, UART1_TX, UART3_TX	ADC_IN5, OPAMP3_VINM, COMP1_INM2, SEG15
27	PC5	I/O	TC	A	GPIO37, UART1_RX, UART3_RX	ADC_IN6, OPAMP1_VOUT, WKUP4, COMP1_INP2, SEG14
29	PB0	I/O	TC	A	GPIO16, SPI1_CS, TIM3_CH3, TIM1_CH2N, UART3_RX, SPI1_MISO, COMP1_OUT	ADC_IN7, OPAMP2_VOUT, SEG13
30	PB1	I/O	TC	A	GPIO17, TIM14_CH1, TIM3_CH4, TIM1_CH3N, MCO2, SPI1_MOSI, UART1_CTS	ADC_EXT2, OPAMP2_VINM, COMP1_INM1, SEG12
31	PB2	I/O	TC	A	GPIO18, SPI2_MISO, UART3_TX, UART1_RTS	ADC_EXT3, OPAMP3_VINP1, COMP1_INP1, SEG11
32	PB10	I/O	TC	A	GPIO26, LPUART1_RX, UART3_TX, SPI2_SCK, SPI1_SCK, I2C2_SCL, COMP1_OUT	SEG10
33	PB11	I/O	TC	A	GPIO27, LPUART1_TX, UART3_RX, SPI2_MOSI, SPI1_CS, I2C2_SDA, COMP2_OUT	SEG9
34	VSS	S	-	G		芯片参考地
35	VDD	S	-	A		芯片数字电源

36	PB12	I/O	TC	A	GPIO28, TIM1_BKIN, SPI2_CS, TIM15_BKIN	SEG8
37	PB13	I/O	TC	A	GPIO29, TIM1_CH1N, SPI2_SCK, TIM15_CH1N, I2C2_SCL	SEG7
38	PB14	I/O	TC	A	GPIO30, MCO2, TIM1_CH2N, SPI2_MISO, TIM15_CH1, I2C2_SDA	SEG6
39	PB15	I/O	TC	A	GPIO31, TIM15_CH1N, TIM1_CH3N, SPI2_MOSI, TIM15_CH2	WKUP6, SEG5
	PC6	I/O	TC	A	GPIO38, TIM3_CH1, SPI2_IO3	SEG4
	PC7	I/O	TC	A	GPIO39, TIM3_CH2, SPI2_IO2	SEG3
40	PC8	I/O	TC	A	GPIO40, TIM3_CH3, TIM1_CH1, SPI2_MISO	SEG2
41	PC9	I/O	TC	A	GPIO41, TIM3_CH4, TIM1_CH2	SEG1
42	PA8 (MCO)	I/O	TC	DO/PU	GPIO8, MCO, TIM1_CH1, SPI2_CS	SEG0
	PA9	I/O	TC	A	GPIO9, MCO, UART1_TX, TIM1_CH2, SPI2_MISO, TIM15_BKIN, I2C1_SCL	COM0
	PA10	I/O	TC	A	GPIO10, UART1_RX, TIM1_CH3, SPI2_MOSI, TIM17_BKIN, I2C1_SDA	TK0, COM1
43	PA11	I/O	TC	A	GPIO11, SPI1_MISO, UART1_CTS, TIM1_CH4, CAN1_RX I2C2_SCL, COMP1_OUT	TK1, COM2
44	PA12	I/O	TC	A	GPIO12, SPI1_MOSI, UART1_RTS, TIM1_ETR, CAN1_TX I2C2_SDA, COMP2_OUT	TK2, ANA_OUT, COM3
45	PA13 (SWDIO)	I/O	TC	DI/PU	GPIO13, SWDIO, IR_OUT	TK3
46	PD6	I/O	TC	A	GPIO54, I2C2_SCL	TK4
47	PD7	I/O	TC	A	GPIO55, I2C2_SDA	TK5
49	PA14 (SWCLK)	I/O	TC	DI/PD	GPIO14, SWCLK, UART2_TX	TK6
50	PA15	I/O	TC	A	GPIO15, SPI1_CS, UART2_RX, MCO2	TK7
51	PC10	I/O	TC	A	GPIO42, TIM1_CH3, UART3_TX	TK8, COM4/SEG39
52	PC11	I/O	TC	A	GPIO43, TIM1_CH4, UART3_RX	TK9, COM5/SEG38

53	PC12	I/O	TC	A	GPIO44, TIM14_CH1	TK10, COM6/SEG37
54	PD2	I/O	TC	A	GPIO50, TIM3_ETR, TIM1_CH1N, MCO2	TK11, COM7/SEG36
55	PB3	I/O	TC	A	GPIO19, SPI1_SCK, TIM1_CH2	TK12, OPAMP2_VINP0, COMP2_INM0, SEG35/VLCDH
56	PB4	I/O	TC	A	GPIO20, SPI1_MISO, TIM3_CH1, TIM17_BKIN, UART1_CTS	TK13, OPAMP2_VINP1, COMP2_INP0, SEG34/VLCD4
57	PB5	I/O	TC	A	GPIO21, SPI1_MOSI, TIM3_CH2, TIM16_BKIN, COMP2_OUT	TK14, OPAMP1_VINM, WKUP5, SEG33/VLCD3
58	PB6	I/O	TC	A	GPIO22, UART1_TX, TIM1_CH3, TIM16_CH1N, SPI2_MISO, I2C1_SCL	TK15, OPAMP1_VINP1, COMP2_INP1, SEG32/VLCD2
59	PB7	I/O	TC	A	GPIO23, UART1_RX, TIM17_CH1N, SPI2_MOSI, I2C1_SDA	TK_SHIELD, COMP2_INM1, SEG31/VLCD1
60	PD3 (BOOT)	I/O	TC	DI/PU	GPIO51	BOOT, SEG30
61	PB8	I/O	TC	A	GPIO24, TIM15_BKIN, TIM16_CH1, SPI2_SCK, UART3_TX, I2C1_SCL, CAN1_RX	TK_REG, SEG29
62	PB9	I/O	TC	A	GPIO25, IR_OUT, TIM17_CH1, SPI2_CS, UART3_RX, I2C1_SDA, CAN1_TX	TK_CS, SEG28
63	VSS	S	-	G		芯片参考地
64	VDD	S	-	A		芯片数字电源
1	BT_NRST	I/O	-	DI		蓝牙复位输入
8	BT_XOUT	I/O	-	A		蓝牙 24M 晶体负端
9	BT_XIN	I/O	-	A		蓝牙 24M 晶体正端
28	BT_RF	I/O	-	A		蓝牙射频天线
48	BT_VDD	S	-	A		蓝牙电源
0	VSS	S	-	G		芯片参考地

3.4. 引脚复用功能

表 3-3 引脚复用功能

引脚名称	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
PA0	GPIO00	-	UART2_CTS	-	SPI2_SCK	-	-	COMP1_OUT
PA1	GPIO01	SPI1_SCK	UART2_RTS	-	-	TIM15_CH1N	-	-
PA2	GPIO02	SPI1_MOSI	UART2_TX	SPI1_CS	-	TIM15_CH1	LPUART1_TX	COMP2_OUT
PA3	GPIO03	-	UART2_RX	SPI1_SCK	SPI2_MISO	TIM15_CH2	LPUART1_RX	-
PA4	GPIO04	SPI1_CS	-	-	SPI2_MOSI	TIM14_CH1	-	-
PA5	GPIO05	SPI1_SCK	-	-	UART3_TX	-	-	-
PA6	GPIO06	SPI1_MISO	TIM3_CH1	TIM1_BKIN	SPI1_IO3	-	TIM16_CH1	COMP1_OUT
PA7	GPIO07	SPI1_MOSI	TIM3_CH2	TIM1_CH1N	SPI1_IO2	TIM14_CH1	TIM17_CH1	COMP2_OUT
PA8	GPIO08	MCO	-	TIM1_CH1	SPI2_CS	-	-	-
PA9	GPIO09	MCO	UART1_TX	TIM1_CH2	SPI2_MISO	TIM15_BKIN	I2C1_SCL	-
PA10	GPIO10	-	UART1_RX	TIM1_CH3	SPI2_MOSI	TIM17_BKIN	I2C1_SDA	-
PA11	GPIO11	SPI1_MISO	UART1_CTS	TIM1_CH4	-	CAN1_RX	I2C2_SCL	COMP1_OUT
PA12	GPIO12	SPI1_MOSI	UART1_RTS	TIM1_ETR	-	CAN1_TX	I2C2_SDA	COMP2_OUT
PA13	GPIO13	SWDIO	IR_OUT	-	-	-	-	-
PA14	GPIO14	SWCLK	UART2_TX	-	-	-	-	-
PA15	GPIO15	SPI1_CS	UART2_RX	-	-	MCO2	-	-
PB0	GPIO16	SPI1_CS	TIM3_CH3	TIM1_CH2N	UART3_RX	SPI1_MISO	-	COMP1_OUT
PB1	GPIO17	TIM14_CH1	TIM3_CH4	TIM1_CH3N	MCO2	SPI1_MOSI	UART1_CTS	-
PB2	GPIO18	SPI2_MISO	-	-	UART3_TX	-	UART1_RTS	-
PB3	GPIO19	SPI1_SCK	TIM1_CH2	-	-	-	-	-

PB4	GPIO20	SPI1_MISO	TIM3_CH1	TIM17_BKIN	-	UART1_CTS	-	-
PB5	GPIO21	SPI1_MOSI	TIM3_CH2	TIM16_BKIN	-	-	-	COMP2_OUT
PB6	GPIO22	UART1_TX	TIM1_CH3	TIM16_CH1N	SPI2_MISO	-	I2C1_SCL	-
PB7	GPIO23	UART1_RX	-	TIM17_CH1N	SPI2_MOSI	-	I2C1_SDA	-
PB8	GPIO24	-	TIM15_BKIN	TIM16_CH1	SPI2_SCK	UART3_TX	I2C1_SCL	CAN1_RX
PB9	GPIO25	IR_OUT	-	TIM17_CH1	SPI2_CS	UART3_RX	I2C1_SDA	CAN1_TX
PB10	GPIO26	LPUART1_RX	UART3_TX	-	SPI2_SCK	SPI1_SCK	I2C2_SCL	COMP1_OUT
PB11	GPIO27	LPUART1_TX	UART3_RX	-	SPI2_MOSI	SPI1_CS	I2C2_SDA	COMP2_OUT
PB12	GPIO28	-	-	TIM1_BKIN	SPI2_CS	TIM15_BKIN	-	-
PB13	GPIO29	-	-	TIM1_CH1N	SPI2_SCK	TIM15_CH1N	I2C2_SCL	-
PB14	GPIO30	-	MCO2	TIM1_CH2N	SPI2_MISO	TIM15_CH1	I2C2_SDA	-
PB15	GPIO31	-	TIM15_CH1N	TIM1_CH3N	SPI2_MOSI	TIM15_CH2	-	-
PC0	GPIO32	LPUART1_RX	-	-	-	-	-	-
PC1	GPIO33	LPUART1_TX	TIM15_CH1	-	-	-	-	-
PC2	GPIO34	SPI2_MISO	TIM15_CH2	-	-	-	-	-
PC3	GPIO35	SPI2_MOSI	-	-	-	-	-	-
PC4	GPIO36	UART1_TX	-	-	UART3_TX	-	-	-
PC5	GPIO37	UART1_RX	-	-	UART3_RX	-	-	-
PC6	GPIO38	TIM3_CH1	SPI2_IO3	-	-	-	-	-
PC7	GPIO39	TIM3_CH2	SPI2_IO2	-	-	-	-	-
PC8	GPIO40	TIM3_CH3	TIM1_CH1	SPI2_MISO	-	-	-	-
PC9	GPIO41	TIM3_CH4	TIM1_CH2	-	-	-	-	-
PC10	GPIO42	-	TIM1_CH3	-	UART3_TX	-	-	-
PC11	GPIO43	-	TIM1_CH4	-	UART3_RX	-	-	-

PC12	GPIO44	-	TIM14_CH1	-	-	-	-	-
PC13	GPIO45	-	-	-	-	-	-	-
PC14	GPIO46	-	-	-	-	-	-	-
PC15	GPIO47	-	-	-	-	-	-	-
PD0	GPIO48	TIM14_CH1	-	I2C1_SDA	-	CAN1_RX	-	-
PD1	GPIO49	TIM15_CH1N	-	IC1_SCL	-	CAN1_TX	-	-
PD2	GPIO50	TIM3_ETR	TIM1_CH1N	-	MCO2	-	-	-
PD3	GPIO51	-	-	-	-	-	-	-
PD4	GPIO52	RST_OUT	UART2_TX	-	-	-	-	-
PD5	GPIO53	REMAP	UART2_RX	-	-	-	-	-
PD6	GPIO54	I2C2_SCL	-	-	-	-	-	-
PD7	GPIO55	I2C2_SDA	-	-	-	-	-	-

注：大部分 GPIO 复位后的功能为模拟功能，少部分 GPIO 复位后的功能为红色标注的特殊功能

4. 电气特性

4.1. 绝对最大额定值

在实际操作时不要超过这些参数，否则将永久地损坏芯片。

表 4-1 芯片绝对最大额定值

符号	描述	最小值	最大值	单位
Tstg	存储温度	-40	125	°C
VDD,VDDA,BT_VDD	电源电压	-0.3	3.9	V
ESD	最大 ESD 电压 (HBM)	-	4000	V
IVCC	流入 VCC 电源的电流	-	50	mA
IVDDIO	流入 VDDIO 电源的电流	-	100	mA
IVSS	流出 VSS 接地线的电流	-	100	mA
IIO	任意 I/O 和控制引脚上的最大输出电流	-	±25	mA
IINJ	任意 I/O 和控制引脚上的注入电流	-	-5/+0(1)	mA
∑IINJ	所有 I/O 和控制引脚上的注入电流	-	-25/+0	mA

4.2. 典型操作条件

表 4-2 典型操作条件

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VDD,VDDA,BT_VDD	供电电压	1.80	-	3.60	V
Tj	Maximum Junction Temp	-	-	125	°C
Ta	Ambient Temp	-40	-	105	°C

4.3. IO 特性

表 4-3 IO 特性 (VDD=1.8V)

符号	描述	VDD=1.8V			单位
		最小值	典型值	最大值	
V _{IH}	输入高电压	1.2	-	-	V
V _{IL}	输入低电压	-	-	0.6	V
V _{HYS}	施密特窗口	0.15	-	0.3	V
I _L	输入漏电流	-10	-	+10	μA
V _{OH}	输出高电压	VDD-0.4	-	-	V

符号	描述		VDD=1.8V			单位
			最小值	典型值	最大值	
V _{OL}	输出低电压		-	-	0.4	V
R _{PU}	上拉电阻		-	92	-	KΩ
R _{PD}	下拉电阻		-	95	-	KΩ
I _O	输出电流	00	-	2.1	-	mA
		01	-	4.2	-	mA
		10	-	6.3	-	mA
		11	-	8.4	-	mA

表 4-4 IO 特性 (VDD=3.3V)

符号	描述		VDD=3.3V			单位
			最小值	典型值	最大值	
V _{IH}	输入高电压		2.0	-	-	V
V _{IL}	输入低电压		-	-	0.8	V
V _{HYS}	施密特窗口		0.2	-	0.35	V
I _L	输入漏电流		-10	-	+10	μA
V _{OH}	输出高电压		VDD-0.4	-	-	V
V _{OL}	输出低电压		-	-	0.4	V
R _{PU}	上拉电阻		-	41	-	KΩ
R _{PD}	下拉电阻		-	42	-	KΩ
I _O	输出电流	00	-	4.5	-	mA
		01	-	9	-	mA
		10	-	13.5	-	mA
		11	-	18	-	mA

4.4. 复位和电源控制特性

表 4-5 复位和电源控制模块特性

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VCC	工作电压	-	1.70	-	3.60	V
VPOR	上电复位阈值	-	-	1.6	-	V

VPDR	下电复位阈值		-	1.55	-	V
VPDRHYS	PDR 迟滞	-	-	50	-	mV
tRSTTEMP	POR 复位持续时间	-	-	2.0	-	ms
VBOR0	掉电复位阈值 0	VCC 上升		2.1		V
		VCC 下降		2.0		
VBOR1	掉电复位阈值 1	VCC 上升		2.3		
		VCC 下降		2.2		
VBOR2	掉电复位阈值 2	VCC 上升		2.6		
		VCC 下降		2.5		
VBOR3	掉电复位阈值 3	VCC 上升		2.9		
		VCC 下降		2.8		
VBORHYS	掉电阈值迟滞			100		mV

4.5. LVD 电源电压检测

表 4-6 LVD 低压报警参数

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{LV0}	低压报警阈值 0	上升		1.79		V
		下降		1.69		
V _{LV1}	低压报警阈值 1	上升		2.10		
		下降		1.99		
V _{LV2}	低压报警阈值 2	上升		2.31		
		下降		2.21		
V _{LV3}	低压报警阈值 3	上升		2.49		
		下降		2.39		
V _{LV4}	低压报警阈值 4	上升		2.59		
		下降		2.49		
V _{LV5}	低压报警阈值 5	上升		2.79		
		下降		2.69		
V _{LV6}	低压报警阈值 6	上升		2.87		
		下降		2.79		
V _{LV7}	低压报警阈值 7	上升		2.99		
		下降		2.89		
V _{HYS}	低压报警迟滞窗口	-		100		mV

备注：报警阈值为设计值

4.6. 时钟参数

表 4-7 RC64M 振荡器参数

符号	参数说明	条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
f_{RC64M}	时钟频率	VDD=3.3V, T=25°C	-	64	-	MHz
TRIM	修调时钟精度	-	-	-	0.2	%
Duty	时钟占空比	-	45	50	55	%
t_{SU}	时钟启动时间	-	-	2.5	-	us
I_{OP}	平均工作电流	-	-	25	-	uA

注：64MHz 为晶圆 CP 测试时的 TRIM 目标值，实际值为 $64M \pm 1\%$ ，从地址 0x0008022C 处读取到的值乘以 16000 即为该实际值 F_{cp} 。考虑到封装、焊接、温度变化等因素，芯片在板上工作时的 RCH 的频率为 $F_{cp} \pm 1\%$ 。

4.7. RSTN 参数

表 4-8 外部 RSTN 引脚参数

符号	参数说明	条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
VIL	输入低电平	VDD=3.3V			0.8	V
VIH	输入高电平	VDD=3.3V	2.0			V
V _{hys}	施密特窗口	-		200		mV
RPU	上拉电阻	-		50		kΩ
t _F	NRST 输入滤波脉冲	-			80	ns
t _{NF}	NRST 输入未滤波脉冲	-	200			ns

注：由设计保证。

4.8. 启动时间

表 4-9 芯片启动时间

符号	参数说明	条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
t_{warm}	芯片热重启时间, RSTN 变高到执行 eflash 第一条指令	VDD=3.3V, 25°C	-	280	-	us
t_{cold}	芯片冷重启时间 (从 standby 模式唤醒)	VDD=3.3V, 25°C	480	-	-	us

符号	参数说明	条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
twk_stop	芯片唤醒时间 (从 stop 模式唤醒)	VDD=3.3V, 25°C	32	-		us

4.9. 工作电流

表 4-10 工作电流

符号	参数	条件	F _{HCLK}		典型值		单位
					使能所有外设时钟	关闭所有外设时钟	
I _{DD}	运行模式下的电流供应	所有 IO 口处于模拟状态、关闭 Buzzer、程序运行在 Eflash 中	64M	内部 RC	7.88	2.74	mA
			32M	内部 RC	5.21	2.01	
			8M	内部 RC	1.79	0.99	
			4M	内部 RC	1.22	0.82	
			1M	内部 RC	0.34	0.24	
			32K	内部 RCL	0.15	0.14	

表 4-11 低功耗模式电流 (蓝牙模块断电禁止)

符号	参数	条件	典型值		单位
			T _A =25°C	T _A =105°C	
I _{DD}	STOP	XTAL 和 RTC 处于开启状态	9.7	129	uA
		XTAL 和 RTC 处于关闭状态	7.5	116	
	Standby	XTAL 和 RTC 处于开启状态	2.6	4.3	
		XTAL 和 RTC 处于关闭状态	0.5	1.8	

表 4-12 低功耗模式电流 (蓝牙模块供电工作)

符号	参数	条件	典型值		单位
			T _A =25°C	T _A =105°C	
I _{DD}	STOP	蓝牙模块处于 LPM 模式	14		uA
		蓝牙模块处于 DeepSleep 模式	12		
	Standby	蓝牙模块处于 LPM 模式	5		
		蓝牙模块处于 DeepSleep 模式	3		

4.10. ADC 模数转换器

表 4-13 ADC 电气特性 (VDDA=3.3V, Ta=25°C)

符号	参数说明	条件	参数			单位
			最小值	典型值	最大值	
VDDA	模拟电源	-	1.7	3.3	3.6	V
VREF+	正端参考电压	-	-	-	VDDA	V
VREF-	负端参考电压	-	VSSA			V
VIN	转换电压范围	普通通道	0	-	VDDA	V
		带 BUFFER 通道	0.3	-	VDDA-0.3	
fADC	ADC 时钟频率	-	-	-	64	MHz
fS	采样率	-	-	1	1.6	MspS
TC	转换时间	-	20	-	657	1/fADC
TS	采样时间	-	3	-	640	1/fADC
RIN	外部输入阻抗	普通通道	-	200	2K	Ω
		带 BUFFER 通道	500K	-	-	
Ratio	VBAT 采样分压点	-	-	0.25	-	
CIN	输入电容	普通通道	-	-	15	pF
		带 BUFFER 通道	-	-	3	
VREF	内嵌 ADC 参考电压	VREFBI_SEL [1:0]=1X	2.487	2.5	2.513	V
		VREFBI_SEL [1:0]=01	1.99	2	2.01	
		VREFBI_SEL [1:0]=00	1.492	1.5	1.508	
VBGR	内部基准带隙电压	-	1.181	1.196	1.208	V
IDD	ADC 工作电流	采样率 1MspS	-	0.9	-	mA

注：(1)由设计保证

4.11. OPAMP 运算放大器电气特性

表 4-14 运算放大器电气特性(基础测试条件: VDDA = 3.3V, Ta= 25°C)

符号	描述	条件	额定值			单位
			最小值	典型值	最大值	
VDDA	工作电压	-	1.8	3.3	3.63	V
VCM	共模输入范围	-	0	-	VDDA	V
VO	输出电压	-	0.1	-	VDDA -0.1	V

符号	描述	条件	额定值			单位
			最小值	典型值	最大值	
IDD	消耗电流	IO=0mA	-	115	-	uA
IO	驱动电流	VDDA >2V	-	-	2	mA
RL	电阻负载	VDDA <2V	4K	-	-	Ohm
CL	电容负载	-	-	-	50	pF
TSTART	建立时间	RL=4KΩ, CL = 50pF, 跟随器结构;	-	2.7	-	us
SR	摆率	RL=10KΩ, CL =20pF	-	2	-	V/us
VOS	失调电压	没有修调	-	±6	±13	mV
VOS_TRIM	修调后失调电压	IO=0mA	-	-	±1.6	mV
ΔVOS	失调电压温漂		-	±2	-	uV/°C
TRIMPOFFSTEP	修调 PMOS 对管失调电压 step	Vi=0.1× VDDA	-	1.2	-	mV
TRIMOFFSTEP	修调 NMOS 对管失调电压 step	Vi=0.9× VDDA	-	1.0	-	mV
TOFFTRIM	修调失调电压期间, 两个 Step 之间需要的时间	-	-	1	-	mS
CMRR(1)	共模抑制比	RL=10KΩ,CL =20pF	-	110	-	dB
PSRR(1)	电源抑制比	Gain=1,Vi=1V,RL=10KΩ,CL =20pF	85	105	-	dB
GBW	增益带宽积	RL=10KΩ,CL =20pF	1.1	2.9	-	MHz
AO	开环增益	RL=10KΩ,CL =20pF	60	101	-	dB
VOHSAT	高饱和输出电压	RL=4KΩ, 输入 VDDA	VDDA -93	-	-	mV
		RL=20KΩ, 输入 VDDA	VDDA -20	-	-	mV
VOLSAT	低饱和输出电压	VDDA 接 RL=4KΩ 到输出, 输入为 0	-	-	100	mV
		VDDA 接 RL=20KΩ 到输出, 输入为 0	-	-	20	mV
φm(1)	相位裕度	RL=10KΩ,CL =20pF	80	87	-	度
GB(1)	增益裕度	RL=10KΩ,CL =20pF	-	14	-	dB
IBIAS	输入偏置电流	Vi=3.3v	-	-	±0.2	nA
en(1)	输入电压噪声密度	@1KHz,RL=4KΩ		326		nV/√Hz
		@10KHz,RL=4KΩ		127		nV/√Hz

注: (1) 由设计保证

4.12. COMP 模拟比较器

表 4-15 COMP 电气特性 (VDDA=3.3V,Ta=25°C)

符号	参数说明	条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
VDDA	工作电压		1.62	3.3	3.63	V
VIN	输入电压		0		VDDA	V
VREF	基准电压		0.99	1	1.01	V
IDDA_CRV	基准分压电路功耗			1.9	2.5	uA
tSTART_VREF	基准电压建立时间	CRV 电压建立时间		1.1	2.6	us
tSTART	启动时间	比较器使能到输出稳定的时间		0.2	1	us
td	比较器延迟时间, 输入电压跳变 200mV	VDDA≥2.7V		51	69	ns
		VDDA<2.7V		58	127	
VOS	失调电压	HYS<2:0>=000		±5	-	mV
VHYS	迟滞窗口	HYS<2:0>=000		0		mV
		HYS<2:0>=100		12		
		HYS<2:0>=101		24		
		HYS<2:0>=110		36		
		HYS<2:0>=111		48		
IDDA	比较器功耗			3.5		uA
IBIAS	比较器输入电流				100(1)	nA

注: (1) 主要来自 IO 漏电。

4.13. LCD 控制器电气特性

表 4-16 LCD 控制器电气特性

符号	参数说明	条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
VDD	工作电压		2.6	3.3	3.60	V
RH	低驱动电阻			4.2M		Ω
RM	中等驱动电阻			240K		Ω
RL	高驱动电阻			60K		Ω
ILCD	功耗电流	VDDA=3.3V, 空载, LCDCLK=512HZ, 1/3 占空比, 即 LCD 帧频率 = 512HZ×1/3		0.95u		A
ΔVLCD	LCD 电压偏差	TA=-40~125°C			50m	V
CEXT	片外滤波电容			0.1		u

4.14. TKEY 自电容触摸传感器

表 4-17 TKEY 电气特性

符号	参数说明	条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
VDD	工作电压		1.62	3.3	3.63	V
VREF	比较器基准电压	VREFSEL<1:0>=00		0.6		V
		VREFSEL<1:0>=01		1.0		
		VREFSEL<1:0>=10		1.5		
		VREFSEL<1:0>=11		2.0		
VOP	运放输出电压	VKEYSEL<1:0>=00		1.2		V
		VKEYSEL<1:0>=01		2.0		
		VKEYSEL<1:0>=10		2.5		
		VKEYSEL<1:0>=11		3.0		
VREG	LDO 输出电压	VKEYSEL<1:0>=00		1.2		V
		VKEYSEL<1:0>=01		2.0		
		VKEYSEL<1:0>=10		2.5		
		VKEYSEL<1:0>=11		3.0		
CREG	LDO 片外电容		80	100	120	nF
tvref	VREF 建立时间			0.8	4.4	us
tWK	LDO 开启时间	VKEYSEL<1:0>=00		16	114	us
Cx	触摸通道电容	fCLK = 1MHz			50	pF
		fCLK = 4MHz			300	
Cr	内置通道补偿电容			8		pF
CSHIELD	屏蔽通道电容				20	pF
fCLK	通道扫描时钟频率			1	16	MHz
IOP1	平均工作电流 1	Cx=20pF, MODE=0, fCLK=1MHz, 关闭 Shield 功能, VKEYSEL<1:0>=00		93		uA
IOP2	平均工作电流 2	Cx=20pF, MODE=0, fCLK=1MHz, 打开 Shield 功能, VKEYSEL<1:0>=00		195		uA
IOP3	平均工作电流 3	Cx=20pF, MODE=1, fCLK=1MHz, 关闭 Shield 功能, VKEYSEL<1:0>=00		93		uA
IOP4	平均工作电流 4	Cx=20pF, MODE=1, fCLK=1MHz, 打开 Shield 功能, VKEYSEL<1:0>=00		145		uA

4.15. BT 蓝牙模块电气参数

表 4-18 BT 功耗参数

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Sleep						
Current	I_{BLE_VDD}	$V_{BLE_VDD} = 3.3V$		1.3		μA
RX mode 1 Mbps BLE @ -99 dBm sensitivity						
Current	I_{BLE_VDD}	$V_{BLE_VDD} = 3.3V$		11.48		mA
RX mode 1 Mbps BLE @ -97 dBm sensitivity						
Current	I_{BLE_VDD}	$V_{BLE_VDD} = 3.3V$		10.48		mA
TX mode 0 dBm						
Current	I_{BLE_VDD}	$V_{BLE_VDD} = 3.3V$		18.48		mA

表 4-19 BT 射频发送器参数

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Frequency range	f_{TX}		2380		2520	MHz
Output power	P_{out}		-18.0		12.0	dBm
Power control step	P_{step}	For part -to -part power calibrations	0.5	1.0		dB
2 nd harmonic power	P_{2harm}	0 dBm		-34.0		dBm
		4 dBm		-30.0		dBm
		12 dBm		-22.5		dBm
3 rd harmonic power	P_{3harm}	0 dBm				dBm
		4 dBm				dBm
		12 dBm				dBm
4 th harmonic power	P_{4harm}	0 dBm				dBm
		4 dBm				dBm
		12 dBm				dBm
Spurious emissions (@ 4 dBm)	P_{spur}	30 MHz to 1000 MHz		-43.7		dBm
		1 GHz to 12.75 GHz		-31.0		dBm
		47 MHz to 74 MHz				dBm
		87.5 MHz to 108 MHz				dBm
		174 MHz to 230 MHz				dBm
		470 MHz to 862 MHz		-44.0		dBm

BDR DH1						
Average frequency deviation	Δf_{1avg_BR}	0 dBm		158.7		KHz
		4 dBm		156.8		KHz
		11 dBm		160.8		KHz
Average frequency deviation ratio	$\Delta f_{2avg_BR}/\Delta f_{1avg_BR}$	0 dBm	0.8	0.89		
		4 dBm	0.8	0.91		
		11 dBm	0.8	0.84		
Adjacent channel power (4 MHz offset)	P _{adj_BR}	0 dBm	-20.0	-53.57		dBm
		4 dBm	-20.0	-50.46		dBm
		11 dBm	-20.0	-41.49		dBm
Alternate adjacent channel power (6 MHz offset)	P _{adj_BR}	0 dBm	-30.0	-57.37		dBm
		4 dBm	-30.0	-54.67		dBm
		11 dBm	-30.0	-44.5		dBm
1 Mbps BLE						
Average frequency deviation	Δf_{1avg_1M}	0 dBm		250.2		KHz
		4 dBm		250.2		KHz
		12 dBm		251.9		KHz
Average frequency deviation ratio	$\Delta f_{2avg_1M}/\Delta f_{1avg_1M}$	0 dBm	0.8	0.93		
		4 dBm	0.8	0.94		
		12 dBm	0.8	0.97		
Adjacent channel power (2 MHz offset)	P _{adj_1M}	0 dBm	-20.0	-52.6		dBm
		4 dBm	-20.0	-49.0		dBm
		12 dBm	-20.0	-39.9		dBm
Alternate adjacent channel power (4 MHz offset)	P _{adj_1M}	0 dBm	-30.0	-57.3		dBm
		4 dBm	-30.0	-54.4		dBm
		12 dBm	-30.0	-45.1		dBm
2 Mbps BLE						
Average frequency deviation	Δf_{1avg_2M}	0 dBm		499.7		KHz
		4 dBm		500.7		KHz
		12 dBm		500.3		KHz
Average frequency deviation ratio	$\Delta f_{2avg_2M}/\Delta f_{1avg_2M}$	0 dBm	0.8	0.86		
		4 dBm	0.8	0.87		
		12 dBm	0.8	0.86		
Adjacent channel power (4 MHz offset)	P _{adj_2M}	0 dBm	-20.0	-40.9		dBm
		4 dBm	-20.0	-36.6		dBm

		12 dBm	-20.0	-27.8		dBm
Alternate adjacent channel power (6 MHz offset)	Paadj_2M	0 dBm	-30.0	-53.0		dBm
		4 dBm	-30.0	-46.7		dBm
		12 dBm	-30.0	-39.6		dBm

表 4-20 BT 射频接收器参数

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Frequency range	f_{RX}		2380		2520	MHz
Out-of-band blocking	OOB	30 MHz – 2000 MHz	-30			dBm
		2003 – 2399 MHz	-35			dBm
		2484 – 2997 MHz	-35			dBm
		3000 MHz – 12.75 GHz	-30			dBm
Basic Rate						
RX sensitivity	P_{SENS_BR}	0.1 % BER		-94.5	-70	dBm
C/I co -channel	C/I_{CO_BR}	0.1 % BER		1.1	11	dB
C/I 1 MHz adjacent channel	C/I_{1_1M}	0.1 % BER		-32.3	0	dB
C/I 2 MHz adjacent channel	C/I_{2_1M}	0.1 % BER		-43.6	-30	dB
C/I ≥ 3 MHz adjacent channel	C/I_{3_1M}	0.1 % BER		-46.0	-40	dB
C/I image channel	C/I_{im_1M}	0.1 % BER		-21.0	-9	dB
C/I image channel + 1MHz	C/I_{im+1_1M}	0.1 % BER		-30.0	-20	dB
Maximum input signal level	$P_{IN_MAX_1M}$	0.1 % BER		0.0	-20	dBm
1 Mbps BLE						
RX sensitivity	P_{SENS_1M}	0.1 % BER		-99.5	-70	dBm
C/I co -channel	C/I_{CO_1M}	0.1 % BER		3.8	21	dB
C/I 1 MHz adjacent channel	C/I_{1_1M}	0.1 % BER		-23.6	15	dB
C/I 2 MHz adjacent channel	C/I_{2_1M}	0.1 % BER		-26.8	-17	dB
C/I ≥ 3 MHz adjacent channel	C/I_{3_1M}	0.1 % BER		-37.9	-27	dB
C/I image channel	C/I_{im_1M}	0.1 % BER		-16.3	-9	dB
C/I image channel + 1MHz	C/I_{im+1_1M}	0.1 % BER		-19.5	-15	dB
Maximum input signal level	$P_{IN_MAX_1M}$	0.1 % BER		0.0	-10	dBm

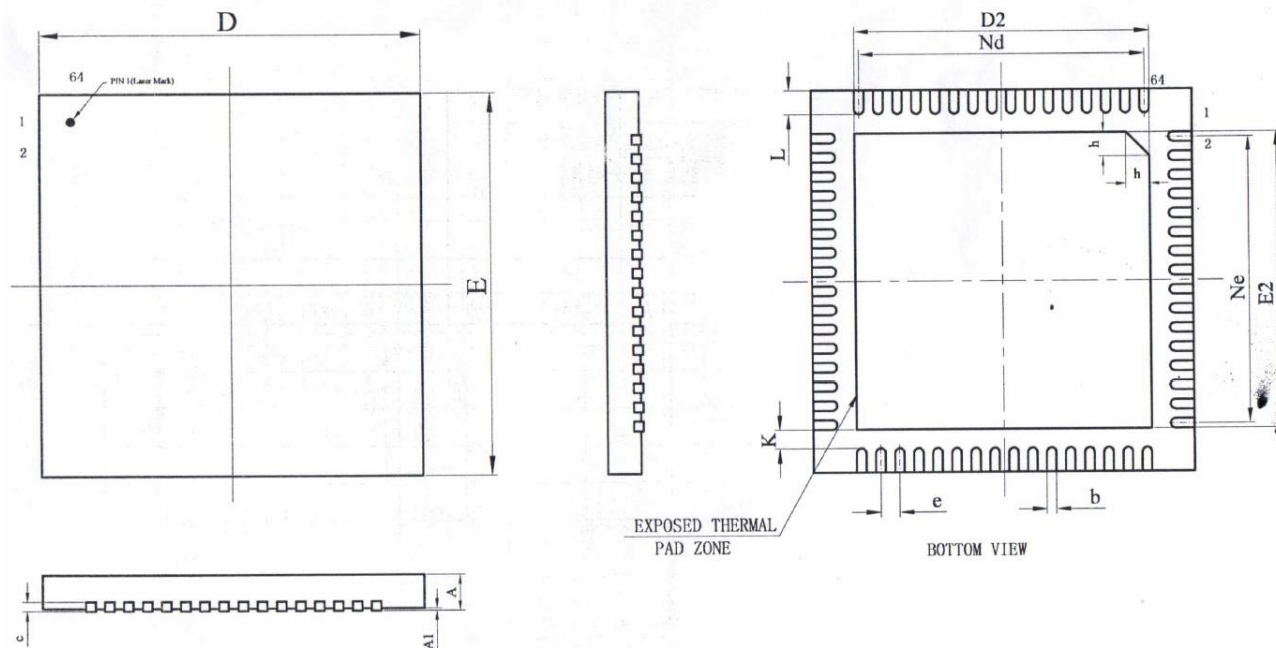
表 4-21 BT 时钟参数

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Crystal frequency	f_{XTAL}			24		MHz

Crystal frequency tolerance	Δf_{XTAL}		-50		50	ppm
Load capacitance	$C_{L, INN}$	Programmable via registers		6	12	pF
Phase noise (referred to 24 MHz)	PN_{XTAL}	24 MHz at 100Hz offset		-115		dBc/Hz
		24 MHz at 1KHz offset		-125		dBc/Hz
		24 MHz at 10KHz offset		-135		dBc/Hz
		24 MHz at 100KHz offset		-142		dBc/Hz
		24 MHz at 1MHz offset		-146		dBc/Hz
Duty cycle	DC_{XTAL}		40.0	50.0	60.0	%
Startup time	T_{ST}	Amplitude settles to $\pm 80\%$ its normal value		1.5		mS

5. 封装尺寸

5.1. QFN6464 封装 (8x8mm,0.4mm pitch)



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	—	0.02	0.05
b	0.15	0.20	0.25
c	0.18	0.20	0.25
D	7.90	8.00	8.10
D2	6.10	6.20	6.30
e	0.40BSC		
Nd	6.00BSC		
E	7.90	8.00	8.10
E2	6.10	6.20	6.30
Ne	6.00BSC		
L	0.45	0.50	0.55
K	0.20	—	—
h	0.30	0.35	0.40

6. 版本历史

版本	日期	作者	描述
V1.0	2023-05-08	Hangxin	初始版
V1.1	2023-05-08	Hangxin	补充电气参数
V1.3	2023-11-30	Hangxin	删除 LQFP64 封装
V1.4	2024-12-18	Hangxin	用户可用的 UART 改为 2 个
V1.5	2025-3-10	Hangxin	调整版式

7. 版权声明

本文档的所有部分，其著作权归上海航芯电子科技股份有限公司（简称航芯科技）所有，未经航芯科技授权许可，任何个人及组织不得复制、转载、仿制本文档的全部或部分组件。本文档没有任何形式的担保、立场表达或其他暗示，若有任何因本文档或其中提及的产品所有资讯所引起的直接或间接损失，航芯科技及所属员工恕不为其担保任何责任。除此以外，本文档所提到的产品规格及资讯仅供参考，内容亦会随时更新，恕不另行通知。

联系我们

公司：上海航芯电子科技股份有限公司

地址：上海市闵行区合川路 2570 号科技绿洲三期 2 号楼 702 室

邮编：200241

电话：+86-21-6125 9080

传真：+86-21-6125 9080-830

Email: service@HangChip.com

Website: www.HangChip.com