



BK7231N芯片规格书

802.11n + Bluetooth DM 5.1

博通集成电路(上海)有限公司
上海市浦东新区张江高科技园区
张东路 1387 号科技领袖之都 41 幢
电话: 86-21-51086811
www.bekencorp.com

目录

1. 简介	5
2. 技术特点	6
3. 管脚	7
4. Wi-Fi 和蓝牙	9
5. 时钟	10
6. 复位	11
7. 低功耗管理	11
8. 外设	11
8.1. UART	11
8.2. SPI	12
8.3. SDIO	12
8.4. I2C	12
8.5. ADC	12
8.6. PWM	12
8.6.1. Timer 模式	13
8.6.2. PWM 模式	14
8.6.3. Capture 模式	14
8.7. Timer 计数器	15
8.8. GPIO	15
8.9. FLASH 下载	15
8.10. IrDA 红外	16
8.11. 安全	16
8.12. 温度传感器	16
9. 电气特性	18
9.1. 极限参数	18

9.2.	ESD 指标.....	18
9.3.	建议工作条件.....	18
9.4.	功耗.....	18
9.5.	Wi-Fi 接收特性.....	19
9.6.	Wi-Fi 发射特性.....	19
9.7.	BLE 接收特性.....	19
9.8.	BLE 发射特性.....	20
10.	QFN32_4X4 封装尺寸	21
11.	订单信息	21

修改历史

版本	描述	日期	作者
0.1	初始版本	2020年3月13日	WF
0.2	去掉USB	2020年5月18日	WF
0.3	修改封装为QFN32 4*4	2020年7月27日	JW
0.4	更新PIN脚名字和说明	2020年8月11日	QXu
1.0	更新一些笔误	2020年9月25日	WF

图 1 修改历史

1. 简介

BK7231N 是一颗集成蓝牙双模 5.1 和 Wi-Fi 802.11n 的芯片。芯片集成了完成完整的 Wi-Fi 和蓝牙应用需要的硬件和软件资源，可以支持 AP 和 STA 双角色连接，并同时支持经典蓝牙和低功耗蓝牙连接。运行速度最高可到 120 MHz 的 32-bit MCU 以及内置的 256 KB RAM，可以使得芯片支持多云连接，并且 MCU 专为信号处理扩展的指令使其可以有效地实现音频编码和解码。

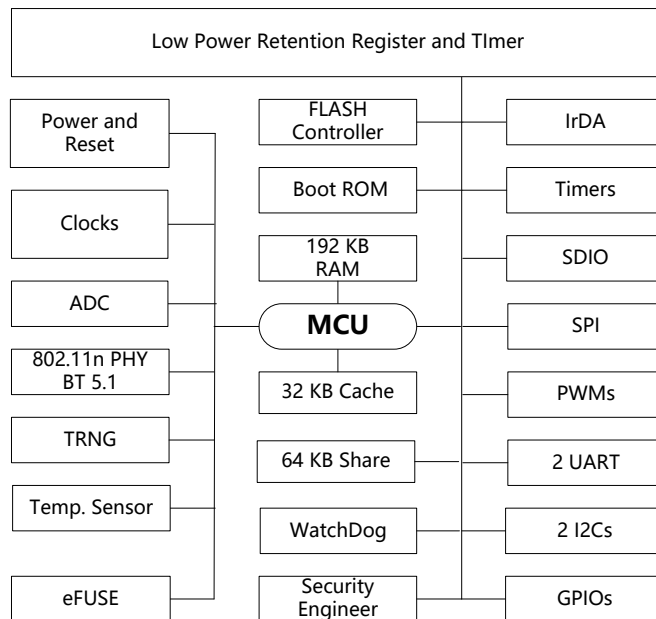
BK7231N 拥有丰富的外设，如 PWM、I2C、UART、SPI、SDIO 以及 IrDA。可以直接通过 UART 下载和烧录程序。多达六路的 32 位高速 PWM 输出使用芯片非常适合高品质的 LED 控制。每 2 个 PWM 可配置为相位可控的差分模式，以支持电机和灯带驱动。

BK7231N 内部集成了基于优先级的 Wi-Fi 和蓝牙共存控制模块，实现实时的优先级和收发调度。BK7231N 可以提供当前收发器的收发状态指示，从而支持外部的 PA 和 LNA 扩展。

BK7231N 内嵌 eFUSE 并支持 FLASH 内的 OTP 读写，可以用于提供唯一序列号、代码加密并保护调试接口安全。内部集成了真随机数发生器和安全模块，保证通信的安全和快速的身份验证和网络连接。

BK7231N 支持低功耗睡眠模式，MCU 可以进入睡眠状态，达到微安级的睡眠电流。BK7231N 支持的深度睡眠模式，可以在几个微安的电流下，运行 32 位时钟，并可以被此时钟唤醒或者被任何 GPIO 唤醒。

BK7231N 的蓝牙，不仅支持经典蓝牙标准速率连接，同时支持所有的 BLE 5.1 速率和功能，包括 Long Range、High Data Rate、以及最多四天线的 AoA/AoD 定位。



2. 技术特点

- 符合 802.11 b/g/n 1x1 标准
- 54 Mbps 输出功率 17 dBm
- 54 Mbps 灵敏度 -76 dBm
- 20 MHz 带宽和 STBC
- 支持 STA、AP、和 Direct 模式
- 支持 AP 和 STA 双角色并行
- MCU 速度可到 120 MHz
- 256 KB 内部 RAM
- 2MB 或 4MB 内部 Flash
- UART 或者 SPI 下载
- 50 MHz 时钟频率 SDIO
- 高速 SPI 接口
- 双 I2C 接口
- 六路 32 位计数器和一个低功耗计数器
- 六路支持高速时钟或者低功耗时钟的 PWM 输出
- 六路高速 10 位多通道 ADC，并支持内部滤波到 16 位
- 32 字节 eFUSE
- 256 Byte ~ 2 KByte OTP
- 真随机数发生器
- 26 MHz 和 32 KHz 时钟信号输出
- 可区分上电复位和看门狗复位

3. 管脚

BK7231N 的 QFN4x4 32-pin 封装。

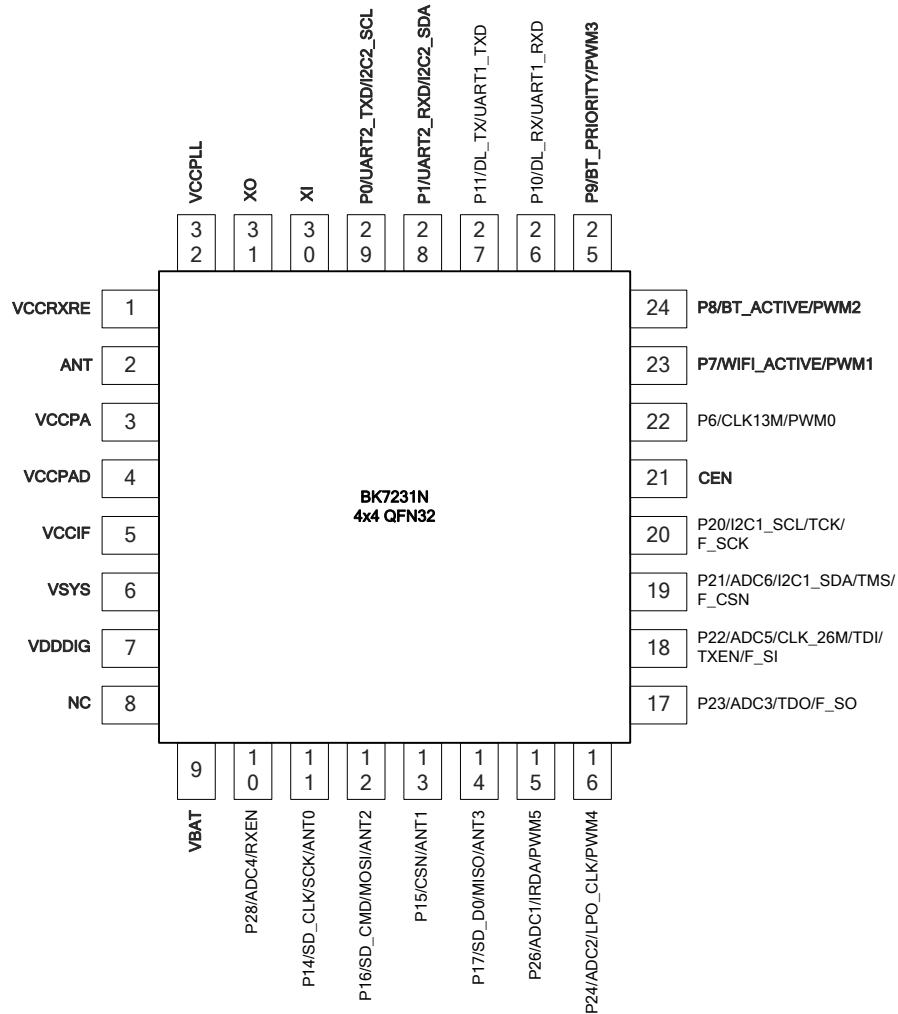


图 2 BK7231N 32-PIN 定义

图 3 BK7231N 32-PIN 描述

32PIN	名称	管脚类型	描述
1	VCCRxFE	I	射频前端电源输入
2	ANT	IO	2.4 GHz 射频输入输出，外接天线
3	VCCPA	I	射频PA电源输入，电压3.0V~3.6V，推荐3.3V，连VBAT，电流大于100mA
4	VCCPAD	I	射频发射电源输入，电压3.0V~3.6V，连VBAT
5	VCCIF	I	中频电源输入，电压2.7V~3.0V左右
6	VSYS	O	系统电源输出，电压2.7V~3.0V左右，供给VCCIF,VCCRxFE, VCCPLL
7	VDDDIG	O	数字电源输出，电压1.2V左右
8	NC	NC	外部不连
9	VBAT	I	芯片主电源输入，电压3.0V~3.6V，推荐3.3V
10	P28/ADC4/RXEN	IO	通用IO口或ADC4或射频接收时置高
11	P14/SD_CLK/SCK/ANT0	IO	通用IO口或SD的CLK或SPI的SCK或BLE天线控制ANT0
12	P16/SD_CMD/MOSI/ANT2	IO	通用IO口或SD的CMD或SPI的MOSI或BLE天线控制ANT2
13	P15/CSN/ANT1	IO	通用IO口或SPI的CSN或BLE天线控制ANT1
14	P17/SD_D0/MISO/ANT3	IO	通用IO口或SD的D0或SPI的MISO或BLE天线控制ANT3
15	P26/ADC1/IRDA/PWM5	IO	通用IO口或ADC1或红外接收或PWM5
16	P24/ADC2/LPO_CLK/PWM4	IO	通用IO口或ADC2或低功耗时钟32.768K输出或PWM4
17	P23/ADC3/TDO/F_SO	IO	通用IO口或ADC3或JTAG的TDO或Flash用SPI下载时的数据输出
18	P22/ADC5/CLK_26M/TDI/TXEN/F_SI	IO	通用IO口或ADC5或晶体频率输出或JTAG的TDI或射频发射时置高或Flash用SPI下载时的数据输入
19	P21/ADC6/I2C1_SDA/TMS/F_CSN	IO	通用IO口或ADC6或I2C1的SDA或JTAG的TMS或Flash用SPI下载时的片选

20	P20/I2C1_SCL/TCK/F_SCK	IO	通用 IO 口或 I2C1 的 SCL 或 JTAG 的 TCK 或 Flash 用 SPI 下载时的时钟
21	CEN	I	芯片使能, 高有效
22	P6/CLK13M/PWM0	IO	通用IO口或晶体时钟的1, 2, 4, 8分频输出或PWM0
23	P7/WIFI_ACTIVE/PWM1	IO	通用IO口或WIFI与BT共存的 WIFI_ACTIVE控制或PWM1
24	P8/BT_ACTIVE/PWM2	IO	通用IO口或WIFI与BT共存的BT_ACTIVE控制或PWM2
25	P9/BT_PRIORITY/PWM3	IO	通用IO口或WIFI与BT共存的 BT_PRIORITY控制或PWM3
26	P10/DL_RX/UART1_RXD	IO	通用IO口或FLASH用UART下载的RXD 或串口UART1的RXD
27	P11/DL_TX/UART1_TXD	IO	通用 IO 口或 FLASH 用 UART 下载的 TXD 或串口 UART1 的 TXD
28	P1/UART2_RXD/I2C2_SDA	IO	通用IO口或串口UART2的RXD 或I2C2的 SDA
29	P0/UART2_TXD/I2C2_SCL	IO	通用IO口或串口UART2的TXD或 I2C2的 SCL
30	XI	I	26 MHz晶体输入端
31	XO	O	26 MHz晶体输出端
32	VCCPLL	I	PLL电源输入, 电压2.7V~3.0V左右

4. Wi-Fi 和蓝牙

BK7231N 支持 802.11b/g/n 的完整功能。通过 GPIO22 的发射激活指示 TXEN 和 GPIO28 的接收激活指示 RXEN, 系统可以外接 LNA 和 PA 实现更远的通讯距离。

BK7231N 集成经典蓝牙和低功耗 BLE 系统, 蓝牙和 Wi-Fi 共享天线和收发电路。内部基于优先级的调度逻辑保证蓝牙和 Wi-Fi 双连接的稳定并能够有效地共享空中资源。

5. 时钟

系统包含如下 7 个一级时钟源。

- X26M: 高频晶体振荡器, 通常为 26 MHz。也是 DPLL 和 I2S PLL 的参考时钟。X26M 包含可调节的 6~18 pF 电容 (输入和输出各有 6~18 pF), 共 64 步可调节。振荡器启动时间约几个毫秒
- DCO: 内部高频数字控制振荡器, 频率 26~120 MHz。校准后, 频率误差在 $\pm 2\%$ 左右。DCO 的启动时间约几个微秒
- D32K: 从 26 MHz 分频下来的 32 kHz 时钟
- ROSC: 内部低频振荡器, 频率误差在 $\pm 2\%$ 左右
- DPLL: 高速 480 MHz PLL

低功耗时钟 (LPO_CLK) 来自 D32K 或者 ROSC。

MCU 和其他外设的时钟源可以选择如下。

	X26M	DCO	DPLL	LPO_CLK
MCU	√	√	√	√
ADC	√	√		
SDIO	√	√		
PWM	√	√		√
SPI	√	√	√	
I2C2	√	√		
IrDA	√	√		
I2C1	√	√		
UART2	√	√		
UART1	√	√		
Timer 1	√			
Timer 2				√
Always on timer				√

芯片还可以为其他外部器件输出时钟, 如下。

- LPO_CLK 和 X26M 时钟可以输出到 GPIO

- 可以输出 X26M 分频下来的 13 MHz 时钟，一般用于给外部 FM 接收机提供主时钟

6. 复位

除了低功耗常开 AON 逻辑以外的电路，系统上电、数字电源开启、看门狗复位有相同的复位效果，都会将整个芯片复位到初始状态，但是看门狗复位有特殊的指示位，以和上电复位进行区分。AON 逻辑有 32 位计数器和 16 位保持寄存器，这些计数器仅仅被系统上电复位到初始状态，而其他复位信号影响不会改变它们的内容。

系统从关机 Shut down 模式或者深睡眠 Deep sleep 模式唤醒后，都会触发整个系统重启过程。

7. 低功耗管理

为了减少功耗，BK7231N 可以进入如下低功耗模式。

Shutdown 关机模式 – 当 CEN=0 系统进入关机模式。当 CEN=1 持续几个毫秒后，系统上电启动进入工作模式

Deep sleep 深度睡眠模式 – 整个模式下，主 MCU 系统断电，只有 GPIO 状态保持并且 AON 部分保持工作。GPIO 边沿改变或者 AON 计数器中断可以唤醒系统到工作状态。AON 的保持寄存器保持内容。

Normal Standby 正常待机模式 – 此模式下，MCU 停止运行，外设可以继续工作，并产生中断唤醒 MCU 继续运行

Low voltage Standby 低电压待机模式 – 为了进一步降低漏电，系统可以进入低电压待机模式。整个模式下，MCU 和所有数字外设的时钟都被停止，此时仅有 GPIO 中断和 AON 计数器中断可以唤醒系统恢复到正常电压继续运行

8. 外设

8.1. UART

BK7231N 有两套 UART (UART1 和 UART2)，最大波特率 6 Mbps。UART 支持 5、6、7 和 8 位数据宽度。支持偶数、奇数或者 0 校验位。停止位可以是 1 或者 2 位。

UART1(GPIO10=DL_RX, GPIO11=DL_TX)支持 FLASH 下载。

在低电压待机状态下，持续的将低电平加在 TXD 或者 RXD 数据线上，可以唤醒 MCU 和 UART 恢复到正常电压并运行。

8.2. SPI

BK7231N 的 SPI 支持主模式和从模式，在从模式下，速率一般可以到至少 50 MHz，此时有专门的 DMA 通道来处理 SPI 接口的数据。

无论主模式还是从模式，BK7231N 的 SPI 都可以支持 8 MHz，接收数据采用的时钟沿可以是时钟的任意沿。发射数据起始位可以是 MSB 或者 LSB。

8.3. SDIO

BK7231N SDIO 最高时钟频率可以到 50 MHz。SDIO 一般做主用于读取 SD 卡。

8.4. I2C

BK7231N 支持两套 I2C，一般速度支持到 400 kHz，采用 7 位寻址。当 SCL 上的低电平或者总线空闲时间超过设定的门限，I2C 会产生中断告知 MCU。

8.5. ADC

BK7231N 有多个 ADC 通道，配合内部的平均和下采样滤波器，ADC 支持 10~16 位输出。输出可以是单个、连续或者软件读取更新模式。

ADC 的信号源除了 GPIO，还可以直接测量电源管脚、内部温度传感器以及内部校准电路的电压。

8.6. PWM

BK7231N 有 6 个 Timer (无 PWM)，还有 6 个 PWM 通道 (支持 Timer 模式)。每个 PWM 通

道有三种模式：Timer 模式、PWM 模式、Capture 模式。每个通道的各个模式都是复用 32-bit 计数。

- 运行频率可以预先分频 1~256
- 计数器单向增加计数，到最大值后溢出自动从 0 开始继续计数
- 每个通道可以单独使能，每个通道的模式可单独配置
- Capture 模式可以对上升沿、下降沿或者双沿之间进行连续的计数
- PWM 模式周期和 Duty Cycle 可配置
- Timer 模式下，当前实时计数值可读

PWM 单个通道对外有 1 个信号脚，定义如下。

名称	类型	描述
PWM	I/O	PWM 波形输出，或者 Capture 信号输入

BK7231N 目前只有将第一组的信号 PWM0~PWM5 映射到 GPIO。第二组仅仅作为 Timer 使用。

8.6.1. Timer 模式

Timer 模式下，计数器 Enable 使能后，递增计数，达到指定周期值后，产生中断。并重新开始从 0 开始计数。

如果计数过程中，软件刷新计数周期值，则以新的计数周期值为计数周期。如果当前计数值超过新的计数周期值，则立刻回到 0 重新开始计数。

计数器如果被 Enable=0，则计数器立刻清理到 0。

计数器如果被 Stop=1，则计数器停止递增并保持当前状态，在 Stop=0 后继续计数。

计数器的当前计数值实时可读。

8.6.2. PWM 模式

PWM 模式下，PWM 波形启动电平可配置为 0 或者 1，波形时序用 4 个参数配置：

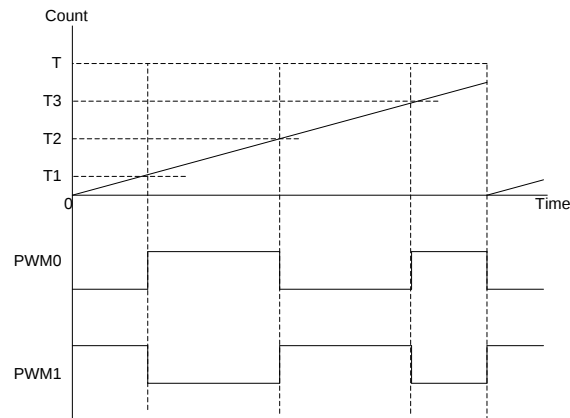
波形周期 T ($1 \sim 2^{32}$)

第一个电平翻转时刻 $T1$ ($0 \sim 2^{32}-1$, 0 表示不翻转)

第二个电平翻转时刻 $T2$ ($0 \sim 2^{32}-1$, 0 表示不翻转)

第三个电平翻转时刻 $T3$ ($0 \sim 2^{32}-1$, 0 表示不翻转)。

每一组 6 路 PWM 模式，可以配置为 3 对，相邻的 2 路采用配对模式后，他们的启动时刻对齐（此时，波形周期必须配置为相同的值）。



上述中，PWM0 和 PWM1 的启动电平相反，波形参数相同，并且采用的是配对模式。

PWM 模式下，不会产生中断。

在运行过程中，任何对配置参数的更新都不会发生效果，直到下次计数器重新从 0 开始。

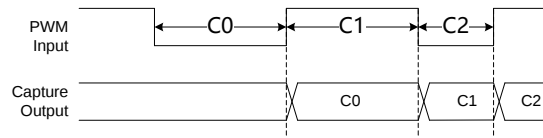
8.6.3. Capture 模式

Capture 模式，使用工作时钟对输入信号沿之间的时间计数，沿的配置有如下三种。

上升沿：两个上升沿之间

下降沿：两个下降沿之间

双沿：任意两个沿之间



上图是双沿模式的 Capture 结果。

每次 Capture 输出有更新，会产生中断。软件可以必须在下次更新前将 Capture 结果读出，否则 Capture 结果会被新的结果覆盖。

8.7. Timer 计数器

BK7231N 有两组计数器，每组有三个 32 位计数器。第一组采用 X26M 运行并有 4 位预分频数。第二组采用低功耗时钟运行，并有独立的 4 位预分频数。

看门狗时钟用于复位系统，避免系统乱序跑飞。当 MCU 停止运行或者断电时，看门狗也会停止运行。

在 AON 电源域下的计数器，用于低功耗的计时，即使 MCU 断电也能持续运行。

8.8. GPIO

BK7231N 有总共 19 个 GPIOs，任何 GPIO 都可以配置为中断源来将系统从低功耗模式唤醒。

8.9. FLASH 下载

方式一：通过 UART (GPIO10=DL_RX, GPIO11=DL_TX)下载。

方式二：通过专用 SPI 下载：CEN 拉低到到高，数字逻辑被复位到工作状态后的几百毫秒内，GPIO20~GPIO23 会被当作下载模式选择管脚，此时，如果接收到指令进入 FLASH 下载模式，芯片和这四个管脚将进入 FLASH 下载模式，外部下载设备可以通过这四个管脚下载程序到 FLASH 中。

8.10. IrDA 红外

芯片支持 NEC 格式的硬件红外解码。同时，这个接口还支持捕获模式，适合软件解码任意格式的红外信号。

8.11. 安全

真随机数发生器、eFUSE、OTP 以及硬件签名和认证负责系统的安全。

总共 32 字节 eFUSE，在下载模式下，可以由下载口 GPIO20~GPIO23 烧录，也可以由内部 MCU 写入。

字节 31	字节 30:16	字节 15:0
控制	用户定义	代码加密

字节 (byte) 31 的定义如下：

bit 7: 1: 关闭 JTAG; 0: 使用 JTAG

bit 6: 1: 关闭 FLASH 下载; 0: 使能 FLASH 下载

bit 5: 1: byte15:0 做代码加密; 0: 没有代码加密功能, byte15:0 给用户

bit 4: byte15:0 的读禁止 (1)

bit 3: byte15:0 的写禁止 (1)

bit 2: byte16:23 的写禁止 (1)

bit 1: byte24:29 的写禁止 (1)

bit 0: eFUSE 所有 32 字节的写禁止 (1)

上述读禁止操作，仅仅当 byte15:0 用于代码加密时有效；否则 byte15:0 永远可读。

上述写禁止操作，适合烧录口和 MCU。

8.12. 温度传感器

片内温度传感器可以测量-40~125 度的内部温度，精度在+/-3 度。测量结果可以被 ADC 采样软件读取。

通常软件会根据温度值启动特定模块的校准，缩小芯片在不同温度下的性能差异。主机也可以读取

片内温度，决定是否在高温时降低发射功率或者暂停工作。

9. 电气特性

9.1. 极限参数

项目	管脚名称	最小	最大	单位
电池和电源供电IO	VCCRFE, VCCPA, VCCPAD, VCCIF, VSYS, VBAT, CEN, VCCPLL	-0.3	3.9	V
数字输入管脚		-0.3	3.9	V
模拟管脚	XI, XO	-0.3	1.5	
射频管脚	ANT	-0.3	1.5	V
存储温度		-55	125	°C

9.2. ESD 指标

项目	描述	值	单位
ESD_HBM	静电放电承受力-人体模型	+/-4000	V
ESD_MM	静电放电承受力-机器模型	+/-200	V
ESD_CDM	静电放电承受力-CDM模型	+/-250	V

9.3. 建议工作条件

参数	条件	最小	典型	最大	单位
工作电压	VBAT-pin	2.1	3.3	3.6	V
工作温度 (环境温度)		-40		105	°C
IO输出高电平VOH	IOH=-0.25mA	VBAT-0.3		VBAT	V
IO输出低电平VOL	IOH=0.25mA	VSS		VSS+0.3	V
IO输入输出驱动能力	通过寄存器设置		6	20	mA

9.4. 功耗

参数	条件	最小	典型	最大	单位
发射电流	17 dBm, 802.11b 11 Mbps		210		mA
发射电流	15 dBm, 802.11g 54 Mbps		170		mA
接收电流	-10 dBm输入、802.11b 11 Mbps		50		mA
接收电流	-10 dBm输入、802.11g 54 Mbps		60		mA

正常待机电流	MCU停止运行, Modem断电		30		uA
低电压待机电流	MCU停止并进入低电压		10		uA
深度睡眠电流	所有主逻辑断电, 仅仅AON计数器工作		5		uA
关机电流	CEN=0		1		uA
注意: 所有测量结果都是在常温和3.3V电压下获得					

9.5. Wi-Fi 接收特性

参数	条件	最小	典型	最大	单位
工作频率		2412		2484	MHz
灵敏度	HT20 MCS7		-72		dBm
	54 Mbps OFDM		-75		dBm
	6 Mbps OFDM		-91		dBm
	11 Mbps DSSS		-88		dBm
	1 Mbps DSSS		-99		dBm
邻信道抑制比	HT20 MCS7		25		dB
	54 Mbps OFDM		26		dB
	11 Mbps DSSS		40		dB

9.6. Wi-Fi 发射特性

参数	条件	最小	典型	最大	单位
工作频率		2412		2484	MHz
发射功率 (EVM符合标准要求)	HT20 MCS7		16		dBm
	54 Mbps OFDM		17		dBm
	11 Mbps DSSS		19		dBm

9.7. BLE 接收特性

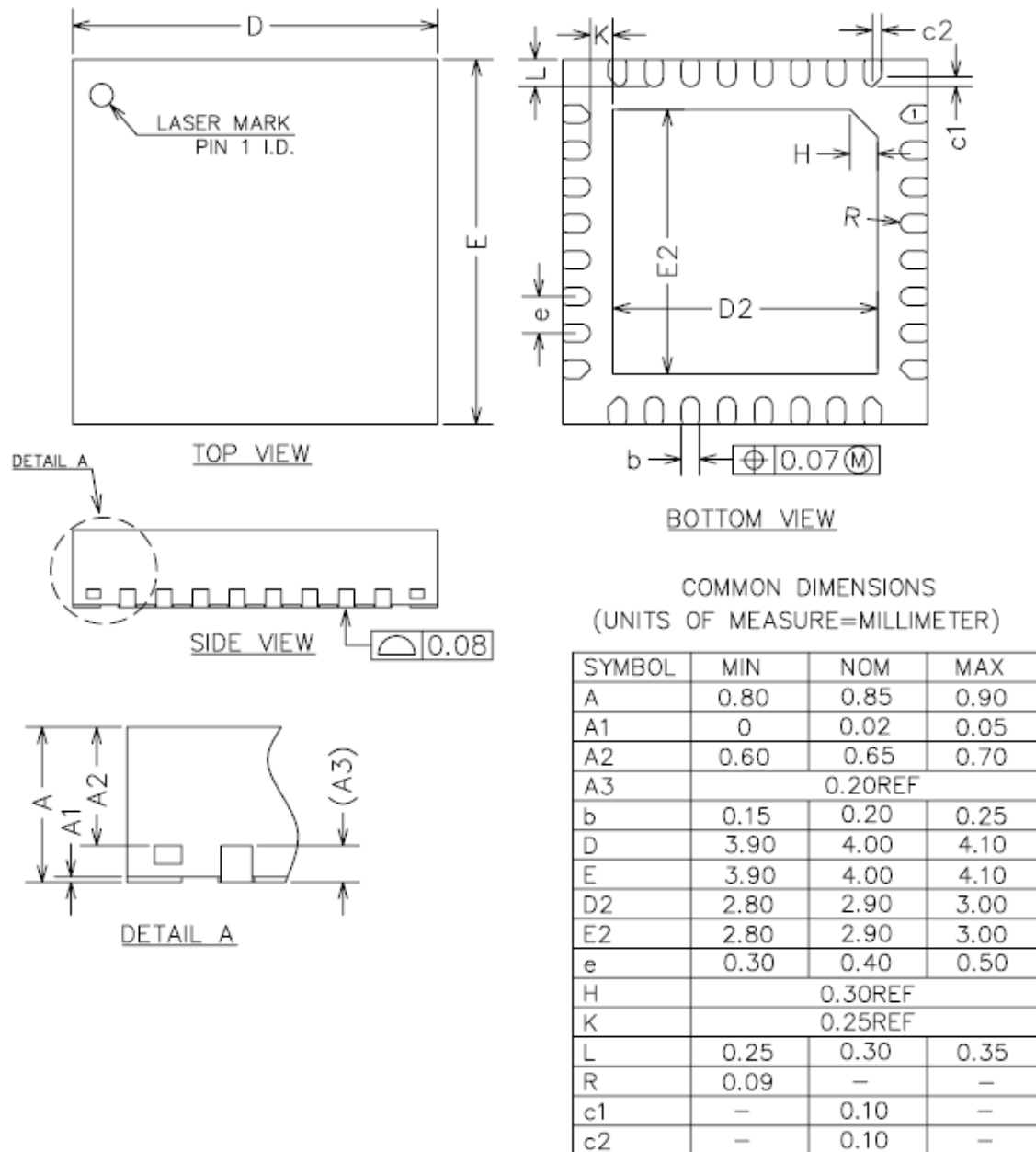
参数	条件	最小	典型	最大	单位
工作频率		2402		2480	MHz
空中速率			1		Mbps
灵敏度				-97	dBm

最大射频信号输入		-10			dBm
互调				-23	dBm
共信道抑制比C/I			10		dB
邻信道抑制比C/I	+1MHz		0		dB
	-1MHz		0		dB
	+2MHz		-20		dB
	-2MHz		-27		dB
	+3MHz		-25		dB
	-3MHz		-36		dB
带外阻塞Blocking	30 MHz ~2000 MHz	-10			dB
	2000 MHz ~2400 MHz	-20			dB
	2500 MHz ~3000 MHz	-10			dB
	3000 MHz ~12.5 GHz	-10			dB

9.8. BLE 发射特性

参数	条件	最小	典型	最大	单位
工作频率		2402		2480	MHz
空中速率			1		Mbps
发射功率		-20	5	20	dBm
20dB带宽 BW			1		MHz
Freq Offset		-150		150	KHz
Max Drift		-50		50	KHz
Drift Rate			80	400	Hz/us
Δf_{1avg}		225	244	275	KHz
Δf_{2max}		185	195		KHz
$\Delta f_{1avg}/\Delta f_{2avg}$		0.8	0.85		
邻信道发射功率	2MHz Offset		-45	-20	dBm
	≥ 3 MHz Offset		-47	-30	dBm

10. QFN32_4X4 封装尺寸



11. 订单信息

料号	封装	包装	最小订单数
BK7231NQN32	QFN32_4X4	Tape Reel	3K