TG7200C/ TG7200C-Q1LCA 数据手册

DS-TG7200C-C01 V1.3

2024/2/18

目录

1. 概述 4

2. 特性 5

3. 引脚描述 7

3.1 TG7200C 引脚描述 7

3.2 TG7200C- Q1LCA 引脚描述 10

4. 封装信息 14

4.1 QFN32 4 x 4 mm 封装 14

4.2 QFN20 3 x 3 mm 封装 16

5. 回流焊曲线 18

6. 功能说明 20

6.1 WLAN/蓝牙收发器 20

6.2 电源管理 20

6.2.1 功耗模式 20

6.2.2 上电顺序 20

6.3 时钟管理 21

6.4 复位 22

6.5 通用 I/O (GPIO) 23

6.6 SPI 接口 (SPI) 23

6.7 UART 接口 (UART) 23

6.8 I2C 接口 (I2C) 24

6.9 GDMA 控制器 (GDMA) 24

6.10 PWM 24

6.11 辅助 ADC (AUX ADC) 25

6.12 定时器组 (TIMG) 25

6.13 看门狗定时器 (WDT) 26

6.14 实时计数器 (RTC) 26

6.15 温度传感器 26
6.16 真随机数发生器 (TRNG) 26

7. 电气特性 27
7.1 绝对最大额定值 27
7.2 ESD 额定值 27
7.3 推荐工作条件 27
7.4 数字 I/O 特性 28
7.5 数字 LDO 28
7.6 26 MHz 晶体特性 28
7.7 功耗 29
7.8 WLAN 接收器射频特性 30
7.9 WLAN 发射器射频特性 32
7.10 低功耗蓝牙接收器射频特性 32
7.11 低功耗蓝牙发射器射频特性 35
7.12 AUX ADC 特性 37

8. 参考设计 38

修订历史 39

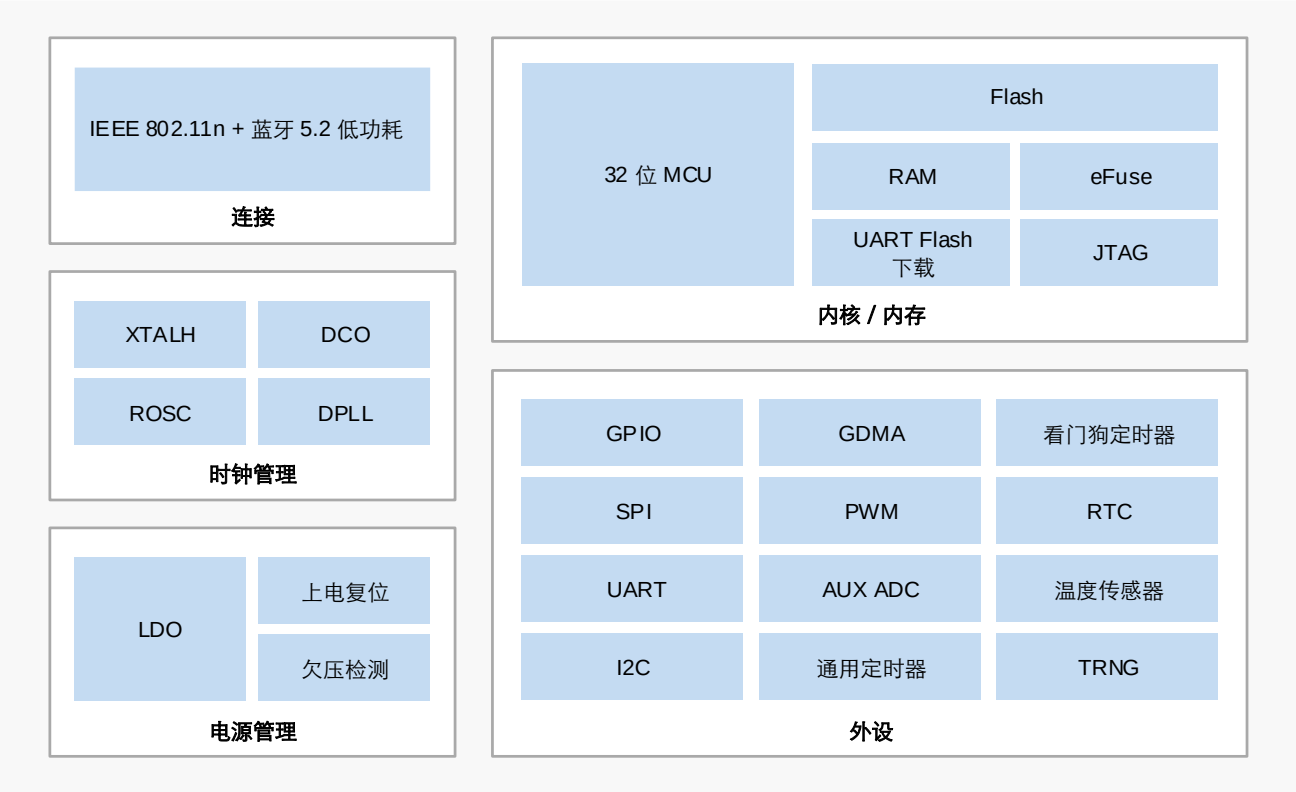
1. 概述

TG7200C 是一款高度集成的单芯片 Wi-Fi 802.11n 和蓝牙 5.2 低功耗 (LE) 组合解决方案，专为需要低功耗和紧凑尺寸的应用而设计。功能强大的 32 位 MCU 与全套外设和接口的集成使 TG7200C 成为先进物联网 (IoT) 应用的理想选择。

TG7200C 采用先进的设计技术和工艺技术，以极小的封装实现高集成度和最低功耗，适用于智能照明、智能家居、定位和其他先进的物联网应用。其中 TG7200C 为 QFN32 封装，TG7200C-Q1LCA 为 QFN20 封装。

图 1-1 所示为 TG7200C 的总体框图。

图 1-1 TG7200C 框图



2. 特性

Wi-Fi

- 符合 IEEE 802.11 b/g/n 1x1
- 支持 20 MHz 频道
- 支持 STBC
- 支持 STA、AP 和 Direct 工作模式
- 支持并行 AP + STA
- 发射功率高达 +19 dBm
- 接收灵敏度 -99 dBm

蓝牙低功耗

- 蓝牙 5.2 低功耗 (LE)
- 支持蓝牙低功耗 1 Mbps、2 Mbps 和长距离（125 kbps 和 500 kbps）
- 广告扩展
- 蓝牙寻向：到达角 (AoA) 和离开角 (AoD)
- 支持多达 16 根天线的天线阵列，实现精准定位

内核

- 32 位 MCU，频率高达 160 MHz
- UART Flash 下载
- JTAG 调试接口

内存

- 2 MB SiP Flash
- 288 KB RAM
- 4 字节 eFuse

时钟管理

- 外部振荡器：26 MHz 晶体振荡器 (XTALH)
- 内部振荡器：26–160 MHz 数控振荡器 (DCO)、32 kHz 环形振荡器 (ROSC)
- 480 MHz DPLL

电源管理

- 2.7 至 3.6 V VBAT 电源
- 片上上电复位 (POR) 和欠压检测 (BOD)
- 内置 LDO 稳压器
- 低功耗：
  - RX 电流：30 mA
  - 正常睡眠模式：300 µA
  - 低电压睡眠模式：75 µA
  - 关机模式：0.5 µA

外设

- 19 个 GPIO
- 1 个 SPI
- 2 个 UART：1 个支持 Flash 下载
- 1 个 I2C
- 1 个通用 DMA 控制器 (GDMA)，带 6 个通道
- 6 个 32 位 PWM 通道
- 10 位 AUX ADC，多达 6 个通道
- 6 个 32 位通用定时器
- 1 个看门狗定时器 (WDT)
- 1 个实时计数器 (RTC)
- 1 个温度传感器
- 1 个真随机数发生器 (TRNG)

封装

- QFN32 封装，4 x 4 mm 物料名称：TG7200C
- QFN20 封装，3 x 3 mm 物料名称：TG7200C-Q1LCA

3. 引脚描述

3.1 TG7200C 引脚描述

TG7200C 采用 4 x 4 mm、32 引脚 QFN 封装提供 WLAN 和蓝牙低功耗功能。图 3-1 显示了 QFN32 封装的引脚分配。

图 3-1 QFN32 引脚分配

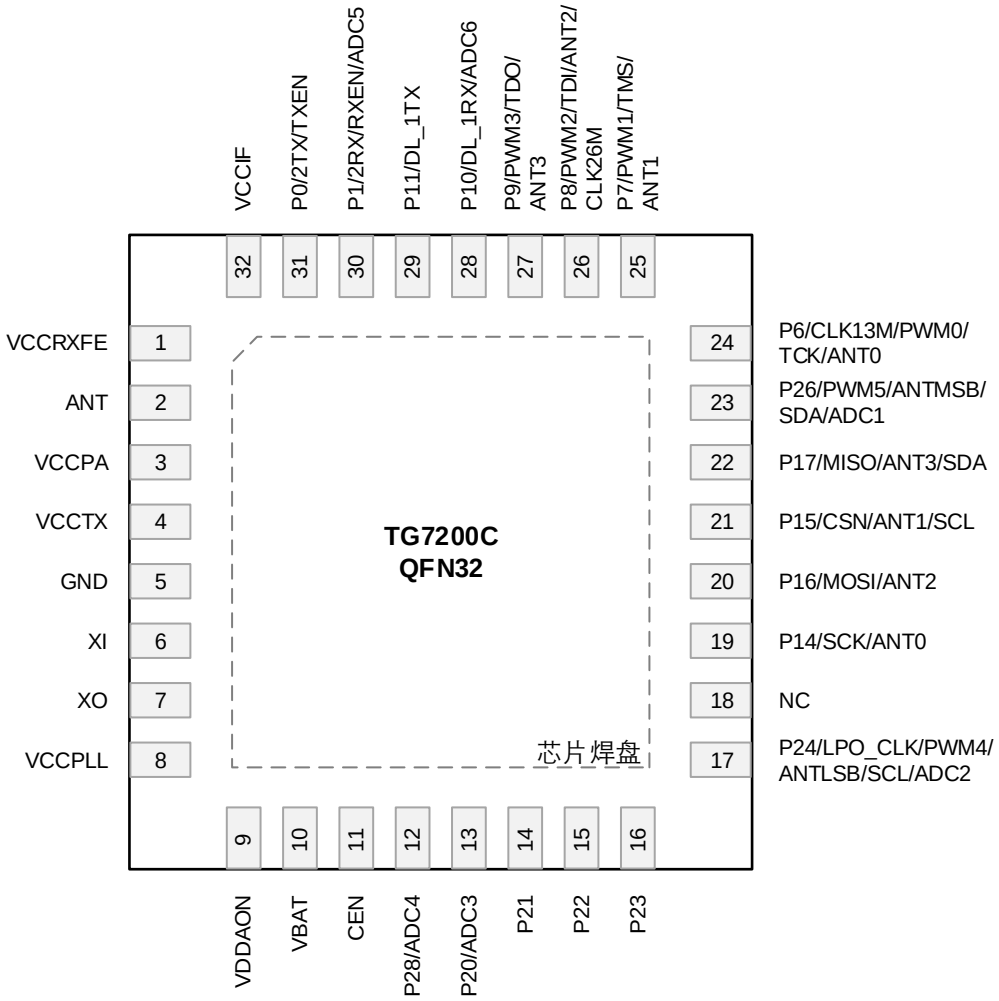


表 3-1 显示了 QFN32 封装的引脚描述。

表 3-1 QFN32 引脚描述

引脚 #	名称	I/O	类型	描述
1	VCCRXFE	-	模拟输入	射频接收器电源
2	ANT	-	射频	2.4 GHz 射频信号端口
3	VCCPA	-	模拟输入	射频 PA 电源
4	VCCTX	-	模拟输入	射频发射器电源
5	GND	-	GND	接地
6	XI	-	模拟输入	26 MHz 晶振输入
7	XO	-	模拟输出	26 MHz 晶振输出
8	VCCPLL	-	模拟输入	射频 PLL 电源
9	VDDAON	-	模拟输出	AON 数字 LDO 输出
10	VBAT	-	模拟输入	芯片主电源
11	CEN	-	模拟输入	芯片使能，高电平有效
12	P28/ADC4	I/O	数字/模拟	• GPIO28 • ADC4
13	P20/ADC3	I/O	数字/模拟	• GPIO20 • ADC3
14	P21	I/O	数字	GPIO21
15	P22	I/O	数字	GPIO22
16	P23	I/O	数字	GPIO23
17	P24/LPO_CLK/PWM4/ANTLSB/SCL/ADC2	I/O	数字/模拟	• GPIO24 • 32 kHz 时钟输出 • PWM4（与 PWM5 差分） • 蓝牙 LE 天线选择 (LSB) • I2C：SCL • ADC2
18	NC	-	NC	无连接
19	P14/SCK/ANT0	I/O	数字	• GPIO14

引脚 #	名称	I/O	类型	描述
				• SPI：SCK • 蓝牙 LE 天线选择 0
20	P16/MOSI/ANT2	I/O	数字	• GPIO16 • SPI：MOSI • 蓝牙 LE 天线选择 2
21	P15/CSN/ANT1/SCL	I/O	数字	• GPIO15 • SPI：CSN • 蓝牙 LE 天线选择 1 • I2C：SCL
22	P17/MISO/ANT3/SDA	I/O	数字	• GPIO17 • SPI：MISO • 蓝牙 LE 天线选择 3 • I2C：SDA
23	P26/PWM5/ANTMSB/SDA/ADC1	I/O	数字/模拟	• GPIO26 • PWM5（与 PWM4 差分） • 蓝牙 LE 天线选择 (MSB) • I2C：SDA • ADC1
24	P6/CLK13M/PWM0/TCK/ANT0	I/O	数字	• GPIO6 • 26 MHz 时钟输出（1/2/4/8 分频） • PWM0（与 PWM1 差分） • JTAG：TCK • 蓝牙 LE 天线选择 0
25	P7/PWM1/TMS/ANT1	I/O	数字	• GPIO7 • PWM1（与 PWM0 差分） • JTAG：TMS • 蓝牙 LE 天线选择 1
26	P8/PWM2/TDI/ANT2/CLK26M	I/O	数字	• GPIO8 • PWM2（与 PWM3 差分） • JTAG：TDI

引脚 #	名称	I/O	类型	描述
				• 蓝牙 LE 天线选择 2 • 26 MHz 时钟输出
27	P9/PWM3/TDO/ANT3	I/O	数字	• GPIO9 • PWM3（与 PWM2 差分） • JTAG：TDO • 蓝牙 LE 天线选择 3
28	P10/DL_1RX/ADC6	I/O	数字/模拟	• GPIO10 • UART1：RX（支持 Flash 下载） • ADC6
29	P11/DL_1TX	I/O	数字	• GPIO11 • UART1：TX（支持 Flash 下载）
30	P1/2RX/RXEN/ADC5	I/O	数字/模拟	• GPIO1 • UART2：RX • 接收使能指示 • ADC5
31	P0/2TX/TXEN	I/O	数字	• GPIO0 • UART2：TX • 发射使能指示
32	VCCIF	-	模拟输入	中频电源
芯片焊盘	GND_SLUG	-	GND	接地

3.2 TG7200C- Q1LCA 引脚描述

TG7200C-Q1LCA 采用 3 x 3 mm、20 引脚 QFN 封装提供 WLAN 和蓝牙低功耗功能。图 3-1 显示了 QFN20 封装的引脚分配。

图 3-2 QFN32 引脚分配

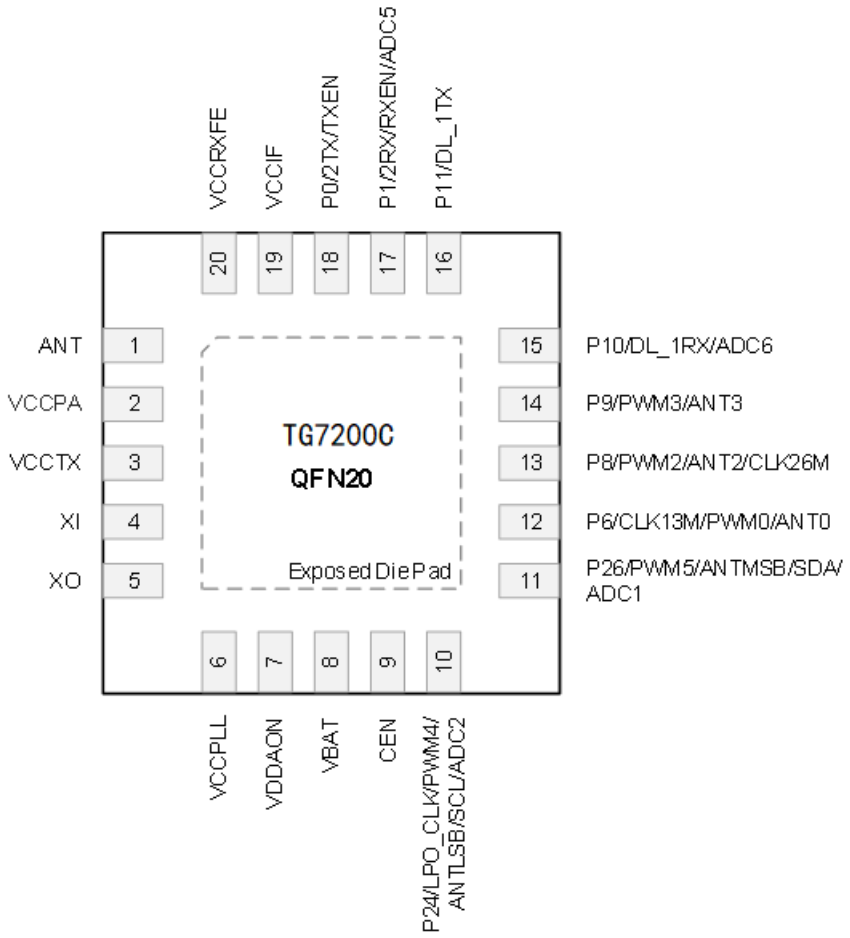


表 3-1 显示了 QFN20 封装的引脚描述。

表 3-2 QFN20 引脚描述

Pin #	Name	I/O	Type	Description
1	ANT	-	射频	2.4 GHz 射频信号端口
2	VCCPA	-	模拟输入	射频 PA 电源
3	VCCTX	-	模拟输入	射频发射器电源
4	XI	-	模拟输入	26 MHz 晶振输入
5	XO	-	模拟输出	26 MHz 晶振输出
6	VCCPLL	-	模拟输入	射频 PLL 电源

Pin #	Name	I/O	Type	Description
7	VDDAON	-	模拟输出	AON 数字 LDO 输出
8	VBAT	-	模拟输入	芯片主电源
9	CEN	-	模拟输入	芯片使能，高电平有效
10	P24/LPO_CLK/PWM4/ANTLSB/SCL/ADC2	I/O	数字/模拟	• GPIO24 • 32 kHz 时钟输出 • PWM4（与 PWM5 差分） • 蓝牙 LE 天线选择 (LSB) • I2C：SCL • ADC2
11	P26/PWM5/ANTMSB/SDA/ADC1	I/O	数字/模拟	• GPIO26 • PWM5（与 PWM4 差分） • 蓝牙 LE 天线选择 (MSB) • I2C：SDA • ADC1
12	P6/CLK13M/PWM0/TCK/ANT0	I/O	数字	• GPIO6 • 26 MHz 时钟输出（1/2/4/8 分频） • PWM0（与 PWM1 差分） • JTAG：TCK • 蓝牙 LE 天线选择 0
13	P8/PWM2/TDI/ANT2/CLK26M	I/O	数字	• GPIO8 • PWM2（与 PWM3 差分） • JTAG：TDI • 蓝牙 LE 天线选择 2 • 26 MHz 时钟输出
14	P9/PWM3/TDO/ANT3	I/O	数字	• GPIO9 • PWM3（与 PWM2 差分） • JTAG：TDO • 蓝牙 LE 天线选择 3
15	P10/DL_1RX/ADC6	I/O	数字/模拟	• GPIO10 • UART1：RX（支持 Flash 下载）

Pin #	Name	I/O	Type	Description
				• ADC6
16	P11/DL_1TX	I/O	数字	• GPIO11 • UART1：TX（支持 Flash 下载）
17	P1/2RX/RXEN/ADC5	I/O	数字/模拟	• GPIO1 • UART2：RX • 接收使能指示 • ADC5
18	P0/2TX/TXEN	I/O	数字	• GPIO0 • UART2：TX • 发射使能指示
19	VCCIF	-	模拟输入	中频电源
20	VCCRXFE	-	模拟输入	射频接收器电源
芯片焊盘	GND_SLUG	-	GND	接地

4. 封装信息

4.1 QFN32 4 x 4 mm 封装

图 4-1 QFN32 4 x 4 mm 封装外形

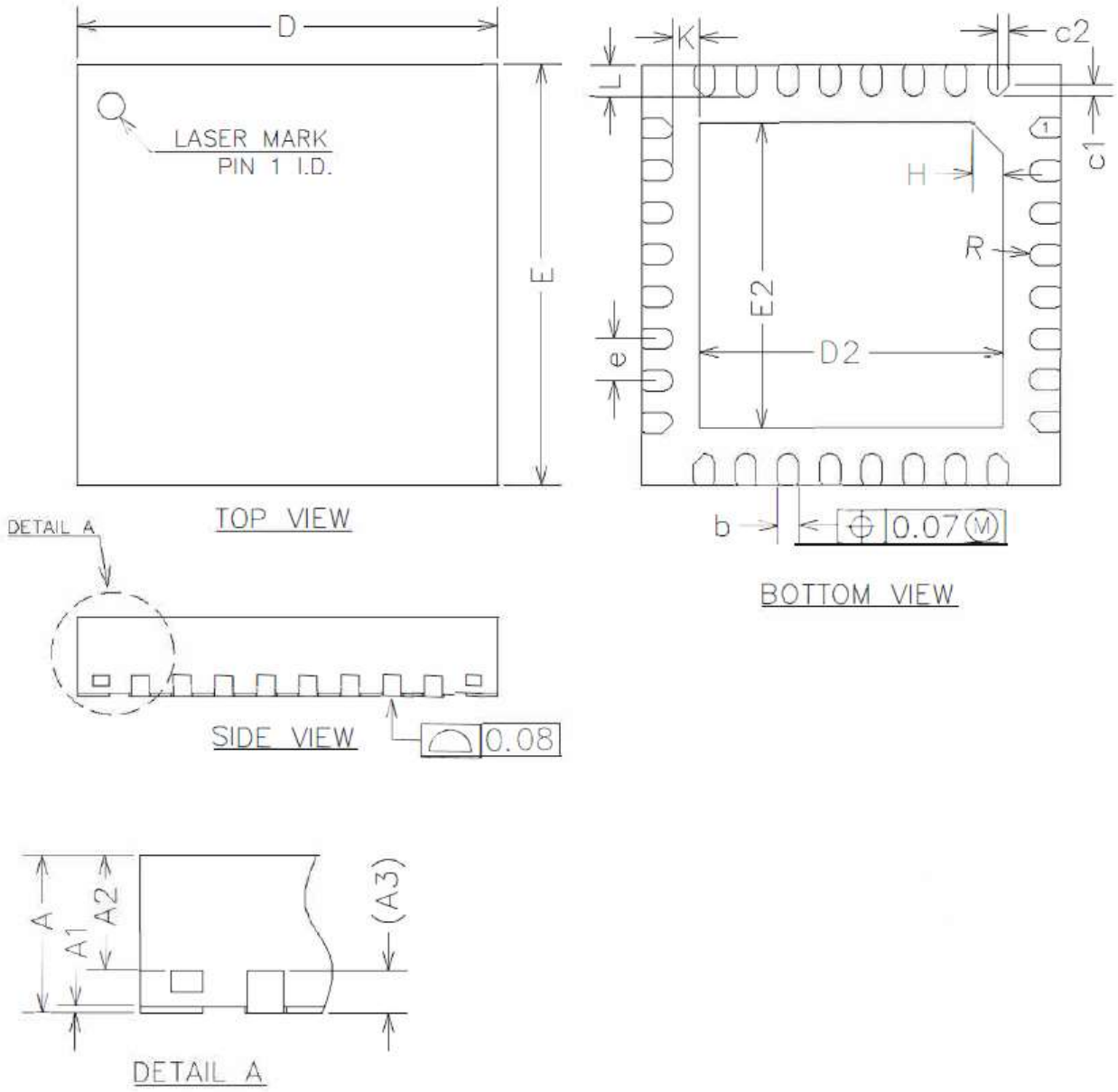


表 4-1 QFN32 封装尺寸

符号	尺寸（毫米）		
	最小值	标称值	最大值
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
A2	0.50	0.55	0.60
A3	0.20 REF		
b	0.15	0.20	0.25
D	3.90	4.00	4.10
E	3.90	4.00	4.10
D2	2.80	2.90	3.00
E2	2.80	2.90	3.00
e	0.30	0.40	0.50
H	0.30 REF		
K	0.25 REF		
L	0.25	0.30	0.35
R	0.09	-	-
c1	-	0.10	-
c2	-	0.10	-

4.2 QFN20 3 x 3 mm 封装

图 4-2 QFN20 3 x 3 mm 封装外形

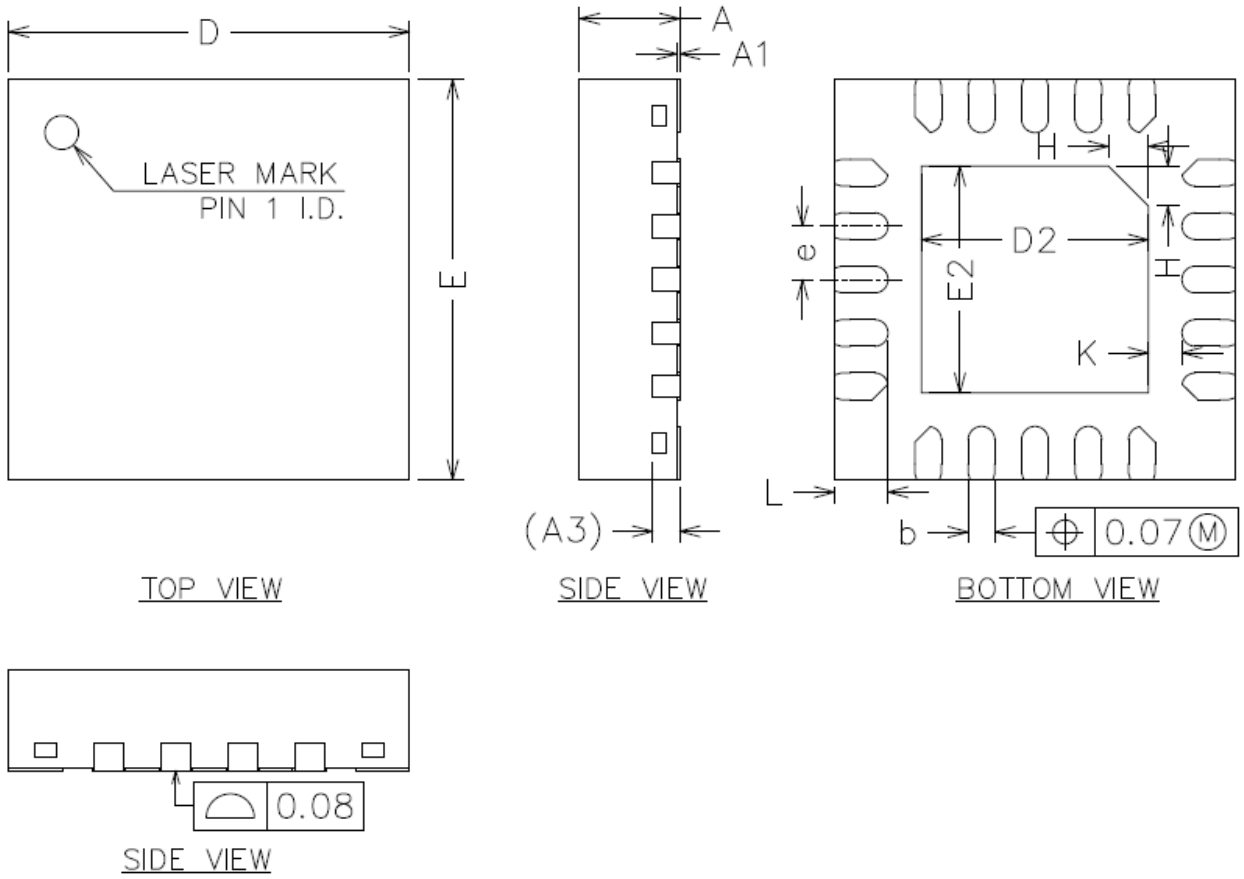


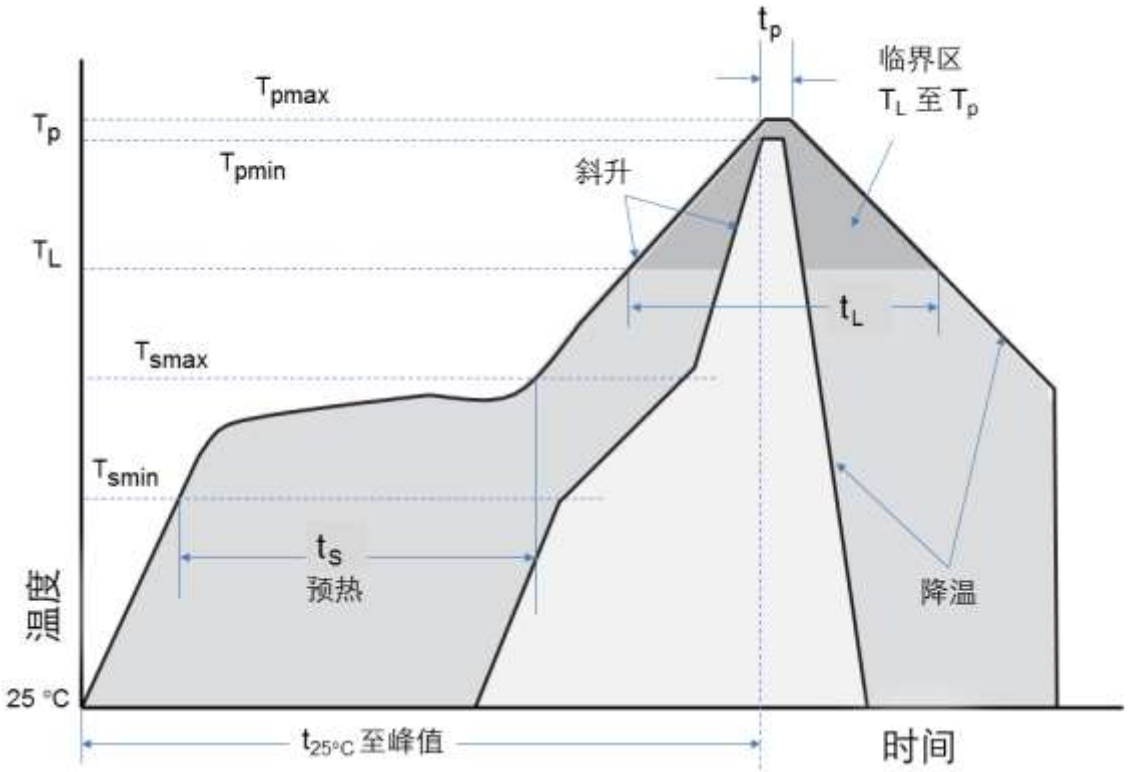
表 4-2 QFN20 封装尺寸

Symbol	Dimensions in Millimeters		
	Min.	Nom.	Max.
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
A3	0.20 REF		
b	0.15	0.20	0.25
D	2.95	3.00	3.05
E	2.95	3.00	3.05
D2	1.65	1.70	1.75

Symbol	Dimensions in Millimeters		
	Min.	Nom.	Max.
E2	1.65	1.70	1.75
e	0.30	0.40	0.50
H	0.30 REF		
K	0.15	-	-
L	0.35	0.40	0.45

5. 回流焊曲线

图 5-1 回流焊曲线



曲线特性		规格
平均升温率（T_{smax} 至 T_p）		最大值 3 °C/秒
预热	最低温度（T_{smin}）	150 °C
	最高温度（T_{smax}）	200 °C
	时间（t_s）	60 至 180 秒
高于此温度时的保持时间	温度（T_L）	217 °C
	时间（t_L）	60 至 150 秒
峰值/分类温度（T_p）		260 °C

曲线特性	规格
实际峰值温度在 5 °C 以内的时间 (t_p)	20 至 40 秒
降温率	最大值 6 °C/秒
25 °C 到峰值温度之间的时间	最长 8 分钟

符合 RoHS 标准

根据 2002/95/EC (RoHS) 指令，该产品不含铅、汞、镉、六价铬、PBB 和 PBDE。

静电 (ESD) 敏感度

集成电路对 ESD 敏感，可能会被静电损坏。处理这些器件时应使用适当的 ESD 技术。

湿度敏感等级

该产品符合 IPC/JEDEC J-STD-020 标准的湿度敏感等级 MSL3。

6. 功能说明

6.1 WLAN/蓝牙收发器

TG7200C 集成了高性能 WLAN/蓝牙收发器。集成的低噪声放大器 (LNA) 放大单端输入，并将放大的信号转换为差分输出，以获得更好的噪声和线性度平衡。在发送端，功率放大器 (PA) 的差分输出通过芯片上的平衡器 (balun) 进行合并，并转换为单端输出，从而仅用一个连接到天线的 ANT 引脚即可实现发送和接收操作。通过将 GPIO0 和 GPIO1 配置为 TXEN 和 RXEN 功能来控制外部 PA 和 LNA，可以扩展通信范围。完全集成频率合成器，无需任何外部组件。

6.2 电源管理

6.2.1 功耗模式

TG7200C 支持除工作 (Active) 模式外的四种低功耗模式，即关机模式、深度睡眠模式、低压睡眠模式和正常睡眠模式，其中关机模式功耗最低。

关机模式：所有电路均断电。CEN 引脚上的高电平将使系统进入工作模式。

深度睡眠模式：除常开 (AON) 逻辑外，所有电路均关闭。GPIO 中断或 RTC 中断可以再次给系统上电。保留寄存器可以保留其内容。

低电压睡眠模式：MCU 和所有数字逻辑停止其时钟，并且其电源降低至更低的保持电压，从而导致更低的电流。GPIO 中断或 RTC 中断可以使系统恢复到正常电压的工作模式。

正常睡眠模式：MCU 停止运行，所有外设中断都可以恢复 MCU。

工作 (Active) 模式：MCU 处于工作状态，所有外设均可用。

6.2.2 上电顺序

图 6-1 显示了 TG7200C 的上电顺序。

图 6-1 TG7200C 上电顺序

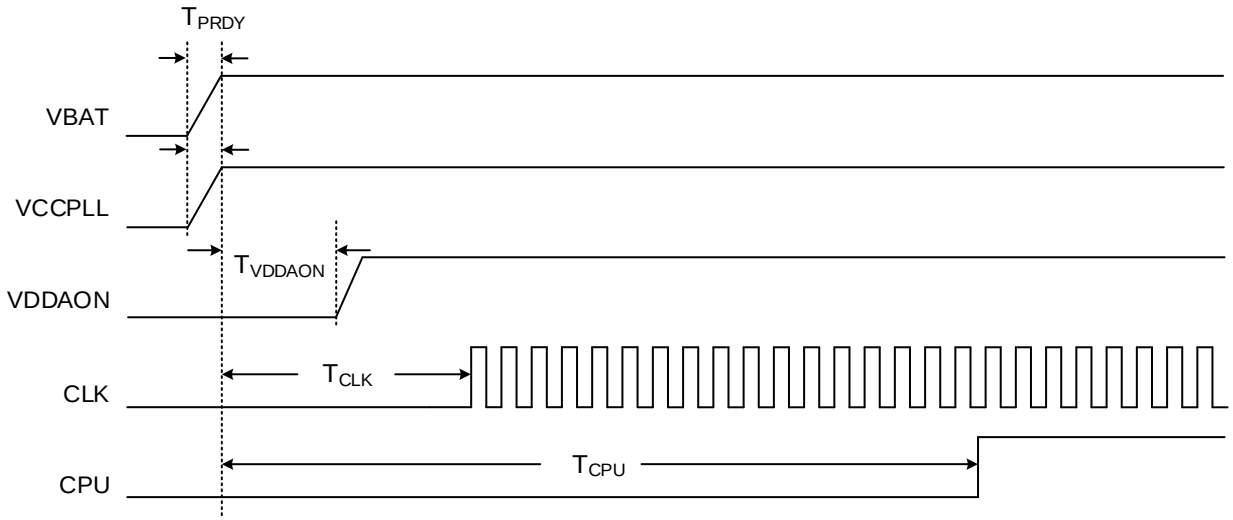


表 6-1 上电时序的时序参数

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
T_{PRDY}	VBAT 准备时间	-	0.5	1.5	ms
T_{VDDAON}	AON 数字 LDO 输出准备时间	-	0.5	1.5	ms
T_{CLK}	26 MHz 时钟稳定时间	-	3	5	ms
T_{CPU}	应用准备时间	60	70	-	ms

6.3 时钟管理

TG7200C 可用的主要时钟源如下：

- 高频时钟
  - 26 MHz 晶体振荡器 (XTALH)
  - 26–160 MHz 内部数控振荡器 (DCO)，校准后频率误差约 ±2%
  - 480 MHz 数字 PLL (DPLL)
- 低频时钟
  - 32 kHz 内部环形振荡器 (ROSC)，校准后频率误差约 ±2%

系统生成低功耗时钟源 LPO_CLK 用于待机。LPO_CLK 可以从以下时钟中选择：

- 源自 26 MHz 晶体振荡器的 32 kHz 时钟信号

- 32 kHz 内部振荡器 ROSC

MCU 和外设的时钟选择如下表所示。

表 6-2 时钟选择

MCU 和外设	XTALH	DCO	DPLL	LPO_CLK
MCU	√	√	√	√
FLASH 控制器	√	√	√	
SPI	√	√		
UART1	√	√		
UART2	√	√		
I2C	√	√		
PWM	√	√		√
AUX ADC	√	√		
TIMG1	√			
TIMG2				√
看门狗定时器				√
RTC				√

TG7200C 还具有时钟输出功能，可以向外部组件输出时钟信号。GPIO 可以输出以下时钟信号：

- LPO_CLK：低功耗 LPO_CLK 时钟
- CLK13M：源自高频晶体时钟的时钟（分频系数 1/2/4/8）
- CLK26M：高频晶体时钟，一般为 26 MHz

6.4 复位

复位可由以下源触发：上电复位、欠压复位、看门狗复位、软件复位以及从关机模式或深度睡眠模式唤醒。

系统上电复位和看门狗复位对主要模块具有相同的复位效果，常开逻辑除外。这两种复位都可以将整个芯片复位到初始状态。常开逻辑具有一个 32 位定时器和 16 位保留寄存器，只能通过系统上电复位将其复位为初始值。看门狗复位也可以复位常开逻辑的 32 位定时器。

从关机模式或深度睡眠模式唤醒会将数字逻辑从掉电模式重新上电，从而触发整个系统的复位过程。

6.5 通用 I/O (GPIO)

TG7200C 有多达 19 个 GPIO，可配置为输入或输出。大多数 GPIO 有复用功能。

GPIO 的主要特性包括：

- 推挽输出
- 内部上拉/下拉电阻
- 可配置的驱动强度
- 复用功能
- 中断生成条件：
  - 高电平或低电平
  - 上升沿或下降沿

6.6 SPI 接口 (SPI)

TG7200C 集成了一个 SPI 接口，可以在主模式或从模式下运行。SPI 接口在主模式下支持高达 30 MHz 的时钟频率，在从模式下支持高达 20 MHz 的时钟频率。

SPI 接口支持以下特性：

- 4 线或 3 线全双工同步通信
- 可配置的 8 位或 16 位数据宽度
- 可编程时钟极性和相位
- 可编程数据顺序，支持 MSB 最先或 LSB 最先移位
- 具有 DMA 功能的 64 深度接收 FIFO 和 64 深度发送 FIFO

6.7 UART 接口 (UART)

TG7200C 包含两个通用异步收发器 (UART) 接口，支持全双工异步串行通信，波特率可达 6 Mbps。

UART 接口提供以下特性：

- 可配置的数据长度（5、6、7 或 8 位）
- 偶校验、奇校验或无校验
- 可编程停止位（1 或 2 位）
- 每个 UART 内置一个 128 字节的发送 FIFO 和一个 128 字节的接收 FIFO。FIFO 模式默认禁用，可以通过软件启用。

- Flash 下载 (UART1)

6.8 I2C 接口 (I2C)

I2C 是一种流行的内部集成电路接口，仅需要两条总线，即串行数据线 (SDA) 和串行时钟线 (SCL)。TG7200C 集成了一个 I2C 接口，可以在主模式或从模式下工作。

I2C 接口的特性如下：

- 主模式和从模式
- 标准模式（高达 100 kbps）
- 快速模式（高达 400 kbps）
- 7 位和 10 位寻址
- 总线空闲和 SCL 低电平超时条件检测

6.9 GDMA 控制器 (GDMA)

TG7200C 有一个通用 DMA 控制器 (GDMA)，带有六个 DMA 通道，可卸载 CPU 的工作负载。这六个通道由具有 DMA 功能的外设共享。

GDMA 控制器可以执行单块传输和重复块传输。目标和源的数据宽度可配置为 8 位（字节）、16 位（半字）或 32 位（字）。它允许外设到存储器、存储器到存储器以及存储器到外设的高速数据传输。

TG7200C 具有 DMA 功能的外设包括 UART1、UART2 和 SPI。

6.10 PWM

TG7200C 有三个 32 位 PWM 对，标记为 PWM0/1、PWM2/3 和 PWM4/5。每个 PWM 对由两个 32 位递增计数器组成，该两个计数器由一个 8 位可编程预分频器驱动。

每个通道可以独立工作（任意波形配置），也可以两个通道配对工作（波形完全相反，时序对齐）。

当六个 PWM 引脚（GPIO6、GPIO7、GPIO8、GPIO9、GPIO24 和 GPIO28）中的任意一个配置为 PWM 输出时，可以选择六个 PWM 通道中的任意一个作为输出源。

PWM 特性如下：

- 32 位递增计数器
- 计数器向一个方向递增，溢出到最大值时自动从 0 开始重新计数
- 固定 PWM 基频，具有 8 位可编程预分频器（分频系数介于 1 到 256 之间）

- 六个通道，每个通道支持四种模式：
  - PWM 模式
  - 定时器模式
  - 计数器模式
  - 捕获模式
- 每个通道都可以单独启用，并且每个通道的模式可以单独配置
- 每个 PWM 通道的 PWM 周期和占空比可配置
- 在捕获模式下，能够在两个上升沿、两个下降沿或任意两个沿之间连续计数
- 在定时器模式下可以读取实时计数值

6.11 辅助 ADC (AUX ADC)

辅助 ADC (AUX ADC) 是一个 10 位逐次逼近模数转换器。AUX ADC 有多个外部模拟输入通道和内部专用通道。AUX ADC 支持以单步模式、软件控制模式或连续模式执行模拟/数字转换。

AUX ADC 具有以下特性：

- 可编程采样率，范围从 5 kHz 到 26 MHz
- 10 位分辨率
- 多达六个外部模拟输入通道：ADC1/2/3/4/5/6
- 四个内部专用通道：
  - VBAT 监测通道 (VBAT/2)，连接到 ADC0
  - 内部温度传感器 (TEMP)，连接到 ADC7
  - TSSIO，连接到 ADC8
  - 内部调试通道，连接到 ADC9
- 转换模式：
  - 单步模式
  - 软件控制模式
  - 连续模式

6.12 定时器组 (TIMG)

TG7200C 包含两个通用定时器组 (TIMG)。每组有三个 32 位定时器。每组由三个 32 位计数器组成，该三个计数器由一个 4 位预分频器驱动。

每个 TIMG 模块具有以下特性：

- 三个定时器 (Timer0/1/2)
- 三个 32 位递增计数器
- 4 位预分频器，分频系数介于 1 到 16 之间
- 能够读取计数器的实时值

6.13 看门狗定时器 (WDT)

看门狗定时器的目的是检测故障或失灵并从中恢复。它会在达到指定的时间周期时触发一个复位。

看门狗定时器的时钟由 32 kHz 的 LPO_CLK 提供，它的最大可编程周期为 65.536 (2^16/1 kHz) 秒。

6.14 实时计数器 (RTC)

实时计数器 (RTC) 是一个 32 位计数器，可以用作唤醒源，将系统从低电压睡眠或深度睡眠模式中唤醒。RTC 时钟由 ROSC 提供，即使系统处于低电压睡眠或深度睡眠模式，它也能保持运行。

6.15 温度传感器

TG7200C 集成了一个片上温度传感器。该温度传感器可以测量 -40 至 +125 °C 范围内的片上温度，精度为 ±5 °C。 数字结果可由 ADC 读取。

通常，软件会根据温度值启动特定模块的校准，以缩小不同温度下芯片性能的差异。主机还可以读取片上温度并决定在高温时是否降低发射功率或暂停操作。

6.16 真随机数发生器 (TRNG)

随机数发生器模块基于热噪声生成真正的、不确定的随机数，用于创建加密操作所需的密钥、初始化向量和随机数。

7. 电气特性

7.1 绝对最大额定值

超过“绝对最大额定值”的应力可能会导致器件永久性损坏。长时间暴露在绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。

参数	描述	最小值	最大值	单位
VBAT	电池供电电压	-0.3	3.6	V
P_{RX}	接收输入功率	-	10	dBm
T_{STR}	储存温度范围	-55	150	°C

7.2 ESD 额定值

参数	描述	测试条件	值	单位
ESD HBM	静电放电电压（人体放电模型 HBM），符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2017 标准	ANT 引脚	±2000	V
		VCCPA、VCCTX、XI 引脚	±3000	V
		其他引脚	±4000	V
ESD CDM	静电放电电压（充电器件模型 CDM），符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002-2018 标准	所有引脚	±1000	V

7.3 推荐工作条件

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT	电池供电电压	2.7	-	3.6	V
VCCIF	中频电源电压	2.7	-	3.6	V
VCCRXFE	射频前端电源电压	2.7	-	3.6	V
VCCPA	射频 PA 电源电压	2.7	-	3.6	V

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VCCTX	射频发射电源电压	2.7	-	3.6	V
VCCPLL	射频 PLL 电源电压	2.7	-	3.6	V
VDDAON	AON 数字 LDO 输出电压	0.5	0.9	1.0	V

7.4 数字 I/O 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VIH	高电平输入电压	-	0.7 VBAT	-	VBAT + 0.3	V
VIL	低电平输入电压	-	-0.3	-	0.3 VBAT	V
VOH	高电平输出电压	-	0.9 VBAT	-	-	V
VOL	低电平输出电压	-	-	-	0.1 VBAT	V
I_{DRV}	I/O 输出驱动强度	-	5	-	20	mA
R_{PU}	弱上拉电阻	-	-	48	-	kΩ
R_{PD}	弱下拉电阻	-	-	48	-	kΩ

7.5 数字 LDO

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VDDAON	AON 数字 LDO 输出电压	0.5	0.9	1.0	V
负载电流	-	-	-	50	mA

7.6 26 MHz 晶体特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
F0	标称频率	-	-	26	-	MHz
ΔF/F0	频率容差	25 °C	-10	-	+10	ppm
TC		-40 至 105 °C 晶体	-20	-	+20	ppm

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
	在工作温度范围内的频率稳定性	-30 至 85 °C 晶体	-10	-	+10	ppm
CL	负载电容	-	7	7.3	9	pF
TS	敏感度	-40 至 105 °C 晶体	-	32	-	ppm/pF
		-30 至 85 °C 晶体	-	17	-	ppm/pF

7.7 功耗

除非另有说明，否则测试条件为 T = 25 °C，VBAT = 3.0 V。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作（Active）模式					
接收电流	11 Mbps DSSS	-	30	-	mA
	54 Mbps OFDM	-	33	-	mA
	MCS7, HT20	-	33	-	mA
发射电流	11 Mbps DSSS @ 17 dBm	-	265	-	mA
	54 Mbps OFDM @ 15 dBm	-	230	-	mA
	MCS7, HT20 @ 14 dBm	-	220	-	mA
睡眠模式					
正常睡眠	-	-	300	-	µA
低电压睡眠	-	-	75	-	µA
深度睡眠	-	-	10	-	µA
关机模式					
关机	-	-	0.5	-	µA

7.8 WLAN 接收器射频特性

除非另有说明，否则测试条件为 T = 25 °C，VBAT = 3.0 V。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
一般					
工作频率范围	-	2412	-	2484	MHz
灵敏度					
灵敏度 – IEEE 802.11b（1024 八位组 PSDU，8% PER）	1 Mbps DSSS	-	-99	-	dBm
	2 Mbps DSSS	-	-96	-	dBm
	5.5 Mbps DSSS	-	-94	-	dBm
	11 Mbps DSSS	-	-90	-	dBm
灵敏度 – IEEE 802.11g（1000 八位组 PSDU，10% PER）	6 Mbps OFDM	-	-92	-	dBm
	9 Mbps OFDM	-	-92	-	dBm
	12 Mbps OFDM	-	-91	-	dBm
	18 Mbps OFDM	-	-89	-	dBm
	24 Mbps OFDM	-	-86	-	dBm
	36 Mbps OFDM	-	-82	-	dBm
	48 Mbps OFDM	-	-78	-	dBm
	54 Mbps OFDM	-	-76	-	dBm
灵敏度 – IEEE 802.11n, 20 MHz（4096 八位组 PSDU，10% PER）	MCS0	-	-92	-	dBm
	MCS1	-	-90	-	dBm
	MCS2	-	-87	-	dBm
	MCS3	-	-84	-	dBm
	MCS4	-	-81	-	dBm
	MCS5	-	-77	-	dBm
	MCS6	-	-75	-	dBm
	MCS7	-	-74	-	dBm

参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
最大接收电平						
最大接收电平 @ 2.4 GHz	11b：1, 2 Mbps（8% PER，1024 八位组）		-	-	10	dBm
	11b：5.5, 11 Mbps（8% PER，1024 八位组）		-	-	10	dBm
	11g：6–54 Mbps（10% PER，1000 八位组）		-	-	5	dBm
	11n：MCS0–7（10% PER，4096 八位组）		-	-	2	dBm
邻道抑制						
邻道 (±30 MHz) 抑制 – IEEE 802.11b（1024 八位组 PSDU，8% PER，具有条件中指定的所需信号电平）	1 Mbps DSSS	-74 dBm	-	51	-	dB
	2 Mbps DSSS	-74 dBm	-	48	-	dB
邻道 (±25 MHz) 抑制 – IEEE 802.11b（1024 八位组 PSDU，8% PER，具有条件中指定的所需信号电平）	5.5 Mbps DSSS	-70 dBm	-	42	-	dB
	11 Mbps DSSS	-70 dBm	-	37	-	dB
邻道 (±25 MHz) 抑制 – IEEE 802.11g（1000 八位组 PSDU，10% PER，具有条件中指定的所需信号电平）	6 Mbps OFDM	-79 dBm	-	42	-	dB
	54 Mbps OFDM	-62 dBm	-	30	-	dB
邻道 (±25 MHz) 抑制 – IEEE 802.11n（4096 八位组 PSDU，10% PER，具有条件中指定的所需信号电平）	MCS0	-79 dBm	-	42	-	dB
	MCS7	-61 dBm	-	24	-	dB
杂散发射						
杂散发射	< 1 GHz		-	-	-60	dBm
	> 1 GHz		-	-	-60	dBm

7.9 WLAN 发射器射频特性

除非另有说明，否则测试条件为 T = 25 °C，VBAT = 3.0 V。

参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
一般						
工作频率范围	-		2412	-	2484	MHz
发射功率						
发射功率 – IEEE 802.11b（SEM 符合标准要求）	1 Mbps DSSS		-	19	-	dBm
	11 Mbps DSSS		-	19	-	dBm
发射功率 – IEEE 802.11g（EVM 符合标准要求）	6 Mbps OFDM		-	20	-	dBm
	54 Mbps OFDM		-	17	-	dBm
发射功率 – IEEE 802.11n（EVM 符合标准要求）	MCS0		-	19	-	dBm
	MCS7		-	16	-	dBm
谐波电平						
谐波电平（最大输出功率）	4.8–5.0 GHz	二次谐波	-	-	-45	dBm
	7.2–7.5 GHz	三次谐波	-	-	-50	dBm
杂散发射						
杂散发射（最大输出功率）	< 1 GHz		-	-	-50	dBm
	> 1 GHz		-	-	-43	dBm

7.10 低功耗蓝牙接收器射频特性

除非另有说明，否则测试条件为 T = 25 °C，VBAT = 3.0 V。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
一般					
工作频率范围	-	2402	-	2480	MHz
低功耗蓝牙 1 Mbps					
灵敏度	30.8% PER	-	-98	-	dBm

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
最大输入电平	30.8% PER	0	-	-	dBm
C/I 共信道	-	-	8	-	dB
C/I 1 MHz 邻道	-	-	0	-	dB
C/I -1 MHz 邻道	-	-	-1	-	dB
C/I 2 MHz 邻道	-	-	-29	-	dB
C/I -2 MHz 邻道	-	-	-30	-	dB
C/I 3 MHz 邻道	-	-	-30	-	dB
C/I -3 MHz 邻道	-	-	-29	-	dB
C/I > 3 MHz 邻道	-	-	-29	-	dB
C/I < -3 MHz 邻道	-	-	-30	-	dB
带外阻塞	30–2000 MHz	-	-27	-	dBm
	2003–2399 MHz	-	-33	-	dBm
	2484–2997 MHz	-	-32	-	dBm
	3000 MHz–12.75 GHz	-	-10	-	dBm
互调	-	-	-38	-	dBm
低功耗蓝牙 2 Mbps					
灵敏度	30.8% PER	-	-95	-	dBm
最大输入电平	30.8% PER	0	-	-	dBm
C/I 共信道	-	-	8	-	dB
C/I 2 MHz 邻道	-	-	0	-	dB
C/I -2 MHz 邻道	-	-	-2	-	dB
C/I 4 MHz 邻道	-	-	-29	-	dB
C/I -4 MHz 邻道	-	-	-29	-	dB
C/I 6 MHz 邻道	-	-	-29	-	dB
C/I -6 MHz 邻道	-	-	-29	-	dB
C/I > 6 MHz 邻道	-	-	-30	-	dB

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
C/I < -6 MHz 邻道	-	-	-29	-	dB
带外阻塞	30–2000 MHz	-	-28	-	dBm
	2003–2399 MHz	-	-33	-	dBm
	2484–2997 MHz	-	-29	-	dBm
	3000 MHz–12.75 GHz	-	-5	-	dBm
互调	-	-	-38	-	dBm
低功耗蓝牙 125 kbps					
灵敏度	30.8% PER	-	-104	-	dBm
最大输入电平	30.8% PER	0	-	-	dBm
C/I 共信道	-	-	1	-	dB
C/I 1 MHz 邻道	-	-	-3	-	dB
C/I -1 MHz 邻道	-	-	-4	-	dB
C/I 2 MHz 邻道	-	-	-31	-	dB
C/I -2 MHz 邻道	-	-	-34	-	dB
C/I 3 MHz 邻道	-	-	-34	-	dB
C/I -3 MHz 邻道	-	-	-41	-	dB
C/I > 3 MHz 邻道	-	-	-41	-	dB
C/I < -3 MHz 邻道	-	-	-41	-	dB
低功耗蓝牙 500 kbps					
灵敏度	30.8% PER	-	-101	-	dBm
最大输入电平	30.8% PER	0	-	-	dBm
C/I 共信道	-	-	4	-	dB
C/I 1 MHz 邻道	-	-	-2	-	dB
C/I -1 MHz 邻道	-	-	-3	-	dB
C/I 2 MHz 邻道	-	-	-31	-	dB
C/I -2 MHz 邻道	-	-	-33	-	dB

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
C/I 3 MHz 邻道	-	-	-32	-	dB
C/I -3 MHz 邻道	-	-	-34	-	dB
C/I > 3 MHz 邻道	-	-	-34	-	dB
C/I < -3 MHz 邻道	-	-	-34	-	dB

7.11 低功耗蓝牙发射器射频特性

除非另有说明，否则测试条件为 T = 25 °C，VBAT = 3.0 V。

参数		条件	最小值	典型值	最大值	单位
一般						
工作频率范围		-	2402	-	2480	MHz
发射功率		-	6	8	10	dBm
低功耗蓝牙 1 Mbps						
带内发射	±2 MHz 偏移	-	-	-49	-	dBm
	±3 MHz 偏移	-	-	-50	-	dBm
	>±3 MHz 偏移	-	-	-51	-	dBm
调制特性	Δf1avg	-	-	262	-	kHz
	Δf2max	-	-	250	-	kHz
	Δf2avg/Δf1avg	-	-	0.9	-	-
载波频率偏移和漂移	$\lvert f_n \rvert$ n = 0, 1, 2, 3…k 最大值	-	-	8	-	kHz
	$\lvert f_0 - f_n \rvert$ n = 2, 3, 4…k 最大值	-	-	1.5	-	kHz
	$\lvert f_1 - f_0 \rvert$	-	-	0.5	-	kHz
	$\lvert f_n - f_{n-5} \rvert$ n = 6, 7, 8…k 最大值	-	-	1.3	-	kHz/50 µs
低功耗蓝牙 2 Mbps						
带内发射	±4 MHz 偏移	-	-	-52	-	dBm

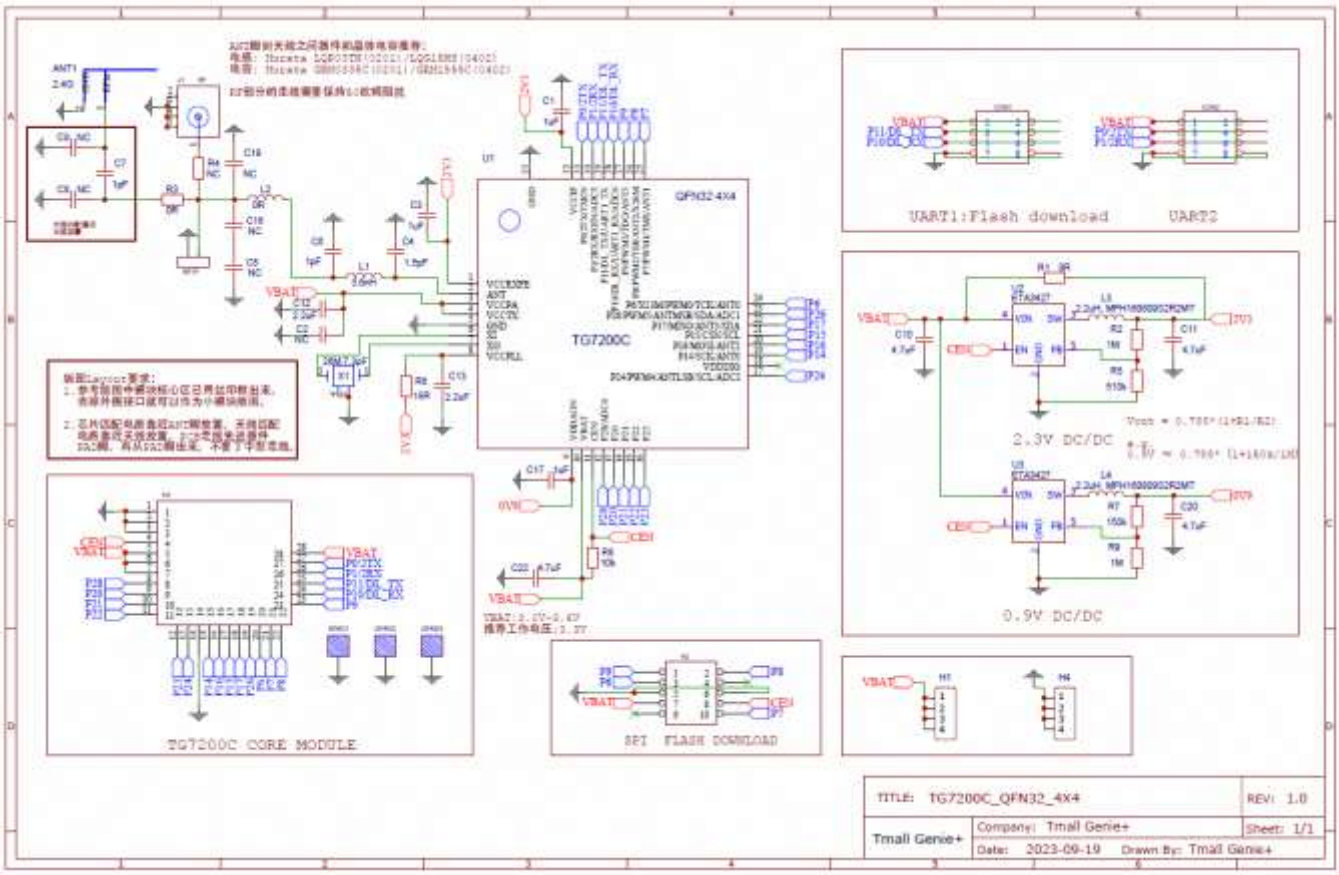
参数		条件	最小值	典型值	最大值	单位
	±5 MHz 偏移	-	-	-52	-	dBm
	>±5 MHz 偏移	-	-	-53	-	dBm
调制特性	Δf1avg	-	-	522	-	kHz
	Δf2max	-	-	502	-	kHz
	Δf2avg/Δf1avg	-	-	0.9	-	-
载波频率偏移和漂移	$\lvert f_n \rvert$ n = 0, 1, 2, 3…k 最大值	-	-	10	-	kHz
	$\lvert f_0 - f_n \rvert$ n = 2, 3, 4…k 最大值	-	-	1.2	-	kHz
	$\lvert f_1 - f_0 \rvert$	-	-	0.5	-	kHz
	$\lvert f_n - f_{n-5} \rvert$ n = 6, 7, 8…k 最大值	-	-	0.9	-	kHz/50 μs
低功耗蓝牙 125 kbps						
带内发射	±2 MHz 偏移	-	-	-49	-	dBm
	±3 MHz 偏移	-	-	-50	-	dBm
	>±3 MHz 偏移	-	-	-50	-	dBm
调制特性	Δf1avg	-	-	261	-	kHz
	Δf1max	-	-	245	-	kHz
载波频率偏移和漂移	$\lvert f_n \rvert$ n = 0, 1, 2, 3…k 最大值	-	-	10	-	kHz
	$\lvert f_0 - f_n \rvert$ n = 1, 2, 3…k 最大值	-	-	1	-	kHz
	$\lvert f_0 - f_3 \rvert$	-	-	1	-	kHz
	$\lvert f_n - f_{n-3} \rvert$ n = 7, 8, 9…k	-	-	1	-	kHz/48 μs
低功耗蓝牙 500 kbps						
带内发射	±2 MHz 偏移	-	-	-47	-	dBm
	±3 MHz 偏移	-	-	-48	-	dBm
	>±3 MHz 偏移	-	-	-50	-	dBm

7.12 AUX ADC 特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
转换时钟	-	-	-	1.86	MHz
转换时间	-	14	-	-	周期
V_{REF}	内部	0.8	1.8	-	V
	外部	-	VBAT/2	-	V
输入电压范围	-	0	-	V_{REF}*2	V
输入阻抗	-	100	-	-	MΩ
输入电容 (Cs)	-	-	1	-	pF
DNL	-	-1	-	0.5	LSB
INL	-	-2	-	2	LSB
ENOB	-	-	9.2	-	位
SNDR	-	-	57	-	dB
SFDR	-	-	61.4	-	dB
$T_{STARTUP}$	-	-	5	-	µs
功耗	-	-	200	-	µA

8. 参考设计

参考设计文档:



TG7200C_QFN32_4X4_V1.pdf

修订历史

版本	日期	发布说明
1.0	2023/11/10	首次发布
1.1	2023/12/29	规范排序，规范字体，增加参考设计
1.2	2024/1/31	新增子型号 TG7200C-Q1LEA 信息，参考设计后续更新
1.3	2024/2/18	更新子型号料号从 TG7200C-Q1LEA 变为 TG7200C-Q1LCA