



# 芯片规格书

产品名称： 超+20 dBm 大功率 Sub-1GHz 射频发射器  
产品型号： JZCT07

版本:V1.1  
日期:2020-02



## 产品概述

JZCT07 是一款最大输出 20 dBm 功率、高性能、适用于各种 127 至 1020 MHz 无线应用的 OOK、(G)FSK 射频发射器。这条产品线包含完整的发射器，接收器和收发器。JZCT07 是高集成度，简化了系统设计所需的外围物料。高达+20 dBm 的发射功率，提升了应用的链路性能。它支持多种数据包格式及编解码方式，使得它可以灵活的满足各种应用对不同数据包格式及编码的需求。另外，JZCT07 还支持 64-byte TxFIFO，丰富的 GPIO 及中断配置，Auto Tx 运行模式，低电压检测，上电复位，低频时钟输出，手动快速跳频等功能，使得应用设计更加灵活，实现产品差异化设计。JZCT07 工作于 1.8 V 至 3.6 V，+13 dBm 输出功率情况下仅消耗 23 mA 发射电流，在+20 dBm 输出功率情况下消耗 77 mA 发射电流。

## 特性

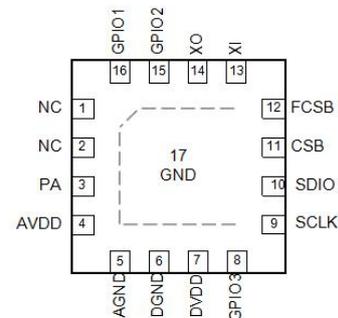
- 频率范围: 127 - 1020 MHz
- 调制模式: OOK, (G)FSK 和 (G)MSK
- 数据率: 0.5 至 300 kbps
- 工作电压: 1.8 至 3.6 V
- 发射电流: 23 mA @ 13 dBm, 433.92 MHz, FSK  
72 mA @ 20 dBm, 433.92 MHz, FSK
- 3-wire SPI 接口
- 支持直通及包模式
- 可配置包处理机及 64-Byte FIFO
- 不归零，曼切斯特，数据白化编解码
- 支持前向纠错
- 16 管脚 QFN3x3 封装
- 支持 Auto Tx 模式

## 典型应用

- 家居安防及楼宇自动化
- ISM 波段数据通讯
- 工业监控及控制
- 遥控及安防系统
- 遥控钥匙进入
- 无线传感器节点
- 标签读写器

## 订购信息

型号	频率	封装	最小起订量
JZCT07-EQR	433.92 MHz	QFN16	3,000 pcs



JZCT07 顶视图



## 目录

1.电气特性.....	4
1.1 电推荐运行条件.....	4
1.2 绝对最大额定值.....	4
1.3 功耗.....	5
1.4 发射机.....	6
1.5 频率综合器.....	6
1.6 稳定时间.....	7
1.7 晶体.....	7
1.8 低电压检测.....	7
1.9 低频振荡器.....	7
1.10 数字接口.....	7
2.管脚描述.....	8
3.典型应用原理图.....	9
4.功能描述.....	9
4.1 发射器.....	10
4.2 辅助模块.....	10
4.2.1 晶体振荡器.....	10
4.2.2 睡眠计数器.....	10
4.2.3 低电压检测.....	11
4.2.4 快速手动调频.....	11
5.芯片运行.....	11
5.1 SPI 接口.....	11
5.2 FIFO.....	11
5.2.1 FIFO 读操作.....	12
5.2.2 FIFO 写操作.....	12
5.2.3 FIFO 相关中断.....	12
5.3 工作状态, 时序及功耗.....	13
5.3.1 启动时序.....	13
5.3.2 工作状态.....	13
5.4 GPIO 和中断.....	14
6.数据包及包处理机.....	15
6.1 数据包格式.....	15
6.2 数据模式.....	15
6.2.1 直通模式.....	15
6.2.2 包模式.....	16
7.自动运行模式.....	16
8.用户寄存器.....	17
8.1 系统区.....	18
8.2 频率区.....	18
8.3 数据率区.....	18
8.4 发射区.....	18
9.订购信息.....	19



## 1. 电气特性

$V_{DD} = 3.3\text{ V}$ ,  $T_{OP} = 25^{\circ}\text{C}$ ,  $F_{RF} = 433.92\text{ MHz}$ 。除非另行声明, 所有结果都是在评估板 JZCT07-EM 上测试得到。

### 1.1 电推荐运行条件

表 1. 推荐运行条件

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
运行电源电压	$V_{DD}$		1.8		3.6	V
运行温度	$T_{OP}$		-40		85	$^{\circ}\text{C}$
电源电压斜率			1			mV/us

### 1.2 绝对最大额定值

表 2. 绝对最大额定值

参数	符号	条件	最小	最大	单位
电源电压	$V_{DD}$		-0.3	3.6	V
接口电压	$V_{IN}$		-0.3	3.6	V
结温	$T_J$		-40	125	$^{\circ}\text{C}$
储藏温度	$T_{STG}$		-50	150	$^{\circ}\text{C}$
焊接温度	$T_{SDR}$	持续至少 30 秒		255	$^{\circ}\text{C}$
ESD 等级 <sup>[2]</sup>		人体模型(HBM)	-2	2	kV
栓锁电流		@ 85 $^{\circ}\text{C}$	-100	100	mA

**备注:**

[1]. 超过“绝对最大额定参数”可能会造成设备永久性损坏。该值为压力额定值, 并不意味着在该压力条件下设备功能受影响, 但如果长时间暴露在绝对最大额定值条件下, 可能会影响设备可靠性。

[2]. JZCT07 是高性能射频集成电路, 对本芯片的操作和装配只应该在具有良好 ESD 保护的工作台上进行。

**警告! ESD敏感器件.** 对芯片进行操作的时候应注意做好ESD防范措施, 以免芯片的性能下降或者功能丧失。



## 1.3 功耗

表 3. 功耗规格

参数	符号	条件	最小	典型	最大	参数
Sleep 电流	$I_{\text{SLEEP}}$	睡眠模式, 睡眠计数器关闭		300		nA
		睡眠模式, 睡眠计数器开启		800		nA
Standby 电流	$I_{\text{Standby}}$	晶体振荡器开启		1.45		mA
TFS 电流	$I_{\text{TFS}}$	433 MHz		5.6		mA
		868 MHz		5.9		mA
		915 MHz		5.9		mA
TX 电流	$I_{\text{Tx}}$	FSK, 433 MHz, +20 dBm		72		mA
		FSK, 433 MHz, +13 dBm		23		mA
		FSK, 433 MHz, +10 dBm		18		mA
		FSK, 433 MHz, -10 dBm		8		mA
		FSK, 868 MHz, +20 dBm		87		mA
		FSK, 868 MHz, +13 dBm		27		mA
		FSK, 868 MHz, +10 dBm		19		mA
		FSK, 868 MHz, -10 dBm		8		mA
		FSK, 915 MHz, +20 dBm		70		mA
		FSK, 915 MHz, +13 dBm		28		mA
		FSK, 915 MHz, +10 dBm		19		mA
		FSK, 915 MHz, -10 dBm		8		mA



## 1.4 发射机

表 4. 发射机规格

参数	符号	条件	最小	典型	最大	参数
输出功率	$P_{OUT}$	不同的频段需要特定的外围物料	-20		+20	dBm
输出功率步进	$P_{STEP}$			1		dB
GFSK 高斯滤波系数	BT		0.3	0.5	1.0	-
不同温度下输出功率变化	$P_{OUT-TOP}$	温度从-40 至+85 °C		1		dB
发射杂散辐射		$P_{OUT} = +13 \text{ dBm}, 433\text{MHz}, F_{RF} < 1 \text{ GHz}$			-42	dBm
		1 GHz 至 12.75 GHz, 含谐波			-36	dBm
$F_{RF} = 433 \text{ MHz}$ 的谐波输出	H2 <sub>433</sub>	2 次谐波, +20 dBm $P_{OUT}$		-46		dBm
	H3 <sub>433</sub>	3 次谐波, +20 dBm $P_{OUT}$		-50		dBm
$F_{RF} = 868 \text{ MHz}$ 的谐波输出	H2 <sub>868</sub>	2 次谐波, +20 dBm $P_{OUT}$		-43		dBm
	H3 <sub>868</sub>	3 次谐波, +20 dBm $P_{OUT}$		-52		dBm
$F_{RF} = 915 \text{ MHz}$ 的谐波输出	H2 <sub>915</sub>	2 次谐波, +20 dBm $P_{OUT}$		-48		dBm
	H3 <sub>915</sub>	3 次谐波, +20 dBm $P_{OUT}$		-53		dBm
$F_{RF} = 433 \text{ MHz}$ 的谐波输出	H2 <sub>433</sub>	2 次谐波, +13 dBm $P_{OUT}$		-52		dBm
	H3 <sub>433</sub>	3 次谐波, +13 dBm $P_{OUT}$		-52		dBm
$F_{RF} = 868 \text{ MHz}$ 的谐波输出	H2 <sub>868</sub>	2 次谐波, +13 dBm $P_{OUT}$		-52		dBm
	H3 <sub>868</sub>	3 次谐波, +13 dBm $P_{OUT}$		-52		dBm
$F_{RF} = 915 \text{ MHz}$ 的谐波输出	H2 <sub>915</sub>	2 次谐波, +13 dBm $P_{OUT}$		-52		dBm
	H3 <sub>915</sub>	3 次谐波, +13 dBm $P_{OUT}$		-52		dBm

## 1.5 频率综合器

表 5. 频率综合器规格

参数	符号	条件	最小	典型	最大	参数
频率范围	$F_{RF}$	需要不同的匹配网络	760		1020	MHz
			380		510	MHz
			190		340	MHz
			127		170	MHz
综合器频率分辨率	$F_{RES}$			25		Hz
频率调谐时间	$t_{TUNE}$			150		us
相位噪声@ 433 MHz	PN <sub>433</sub>	10 kHz 频率偏移		-94		dBc/Hz
		100 kHz 频率偏移		-99		dBc/Hz
		500 kHz 频率偏移		-118		dBc/Hz
		1 MHz 频率偏移		-127		dBc/Hz
		10 MHz 频率偏移		-134		dBc/Hz
相位噪声@ 868 MHz	PN <sub>868</sub>	10 kHz 频率偏移		-92		dBc/Hz
		100 kHz 频率偏移		95		dBc/Hz
		500 kHz 频率偏移		-114		dBc/Hz
		1 MHz 频率偏移		-121		dBc/Hz
		10 MHz 频率偏移		-130		dBc/Hz
相位噪声@ 915 MHz	PN <sub>915</sub>	10 kHz 频率偏移		-89		dBc/Hz
		100 kHz 频率偏移		-92		dBc/Hz
		500 kHz 频率偏移		-111		dBc/Hz
		1 MHz 频率偏移		-121		dBc/Hz
		10 MHz 频率偏移		-130		dBc/Hz



## 1.6 稳定时间

表 6. 稳定时间

参数	符号	条件	最小	典型	最大	参数
稳定时间	T <sub>SLEEP-TX</sub>	从 Sleep 到 TX		1000		us
	T <sub>STB-TX</sub>	从 Standby 到 TX		300		us
	T <sub>TFS-TX</sub>	从 TFS 到 TX		10		us

## 1.7 晶体

表 7. 晶体规格

参数	符号	条件	最小	典型	最大	参数
晶体频率 <sup>[1]</sup>	F <sub>XTAL</sub>			26		MHz
晶体频率容差 <sup>[2]</sup>	ppm			20		ppm
负载电容	C <sub>LOAD</sub>			15		pF
晶体等效电阻	R <sub>m</sub>			60		Ω
晶体启动时间 <sup>[3]</sup>	t <sub>XTAL</sub>			400		us

**备注:**

[1]. JZCT07 可以直接用外部参考时钟通过耦合电容驱动 XI 管脚工作。外部时钟信号的峰峰值要求在 0.3 到 0.7 V 之间。

[2]. 该值包括 (1) 初始误差; (2) 晶体负载; (3) 老化; 和(4) 随温度的改变。可接受的晶体频率误差受限于接收机的带宽和与之搭配的发射器之间射频频率偏差。

[3]. 该参数很大程度上与晶体相关。

## 1.8 低电压检测

表 8. 低电压检测规格

参数	符号	条件	最小	典型	最大	参数
低电压检测精度	LBD <sub>RES</sub>			50		mV

## 1.9 低频振荡器

表 9. 低频振荡器规格

参数	符号	条件	最小	典型	最大	参数
校准频率 <sup>[1]</sup>	F <sub>LPOSC</sub>			32		kHz
频率精确度		校准以后		1		%
温度系数 <sup>[2]</sup>				-0.02		%/°C
电源电压系数 <sup>[3]</sup>				+0.5		%/V
初始校准时间	t <sub>LPOSC-CAL</sub>			4		ms

**备注:**

[1]. 低频振荡器在 PUP 阶段自动校准到晶体振荡器频率, 并周期性的在这个阶段校准。

[2]. 校准后频率随着温度变化的漂移。

[3]. 校准后频率随着电源电压改变而漂移。

## 1.10 数字接口

表 10. 数字接口规格

参数	符号	条件	最小	典型	最大	参数
数字信号输入高电平	V <sub>IH</sub>		0.8			V <sub>DD</sub>
数字信号输入低电平	V <sub>IL</sub>				0.2	V <sub>DD</sub>
数字信号输出高电平	V <sub>OH</sub>	@I <sub>OH</sub> = -0.5 mA	V <sub>DD</sub> -0.4			V
数字信号输出低电平	V <sub>OL</sub>	@I <sub>OL</sub> = 0.5 mA			0.4	V
SCL 频率	F <sub>SCL</sub>				5	MHz
SCL 为高时间	T <sub>CH</sub>		50			ns
SCL 为低时间	T <sub>CL</sub>		50			ns
SCL 上升沿时间	T <sub>CR</sub>		50			ns
SCL 下降沿时间	T <sub>CF</sub>		50			ns



## 2. 管脚描述

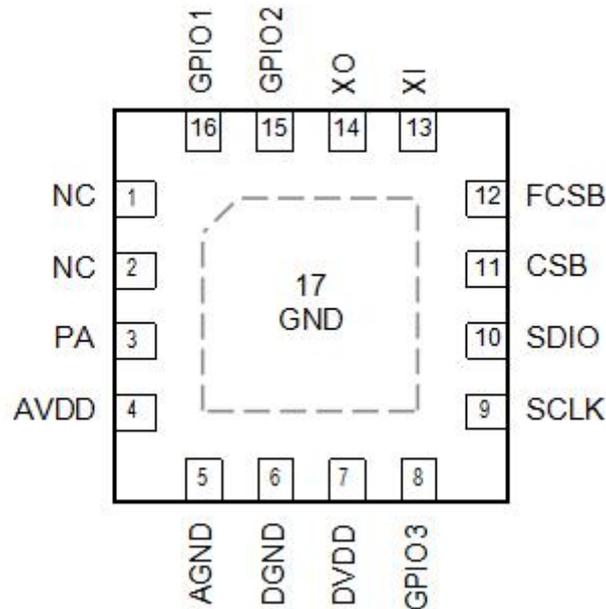


图1. JZCT07 管脚排列

表11. JZCT07 管脚描述

管脚号	名称	I/O	功能说明
1	NC	-	悬空
2	NC	-	悬空
3	PA	O	PA 输出
4	AVDD	IO	模拟 VDD
5	AGND	IO	模拟 GND
6	DGND	IO	数字 GND
7	DVDD	IO	数字 VDD
8 <sup>[1]</sup>	GPIO3	IO	可配置为: CLK0, INT2, DCLK (TX)
9	SCLK	I	SPI 的时钟
10	SDIO	IO	SPI 的数据输入和输出
11	CSB	I	SPI 访问寄存器的片选
12	FCSB	I	SPI 访问 FIFO 的片选
13	XI	I	晶体电路输入
14	XO	O	晶体电路输出
15 <sup>[1]</sup>	GPIO2	IO	可配置为: INT1, INT2, DCLK (TX)
16 <sup>[2]</sup>	GPIO1	IO	可配置为: DIN, INT1, INT2, DCLK (TX)
17	GND	I	模拟 GND, 必须接地

**备注:**

[1]. INT1 和 INT2 是指两个中断功能; DCLK (TX) 是调制数据率同步时钟, 在 TX 模式切换时自动切换。

[2]. DIN 是直通模式下外部调制数据输入端口, 只有 GPIO1 管脚具备此功能。



### 3. 典型应用原理图

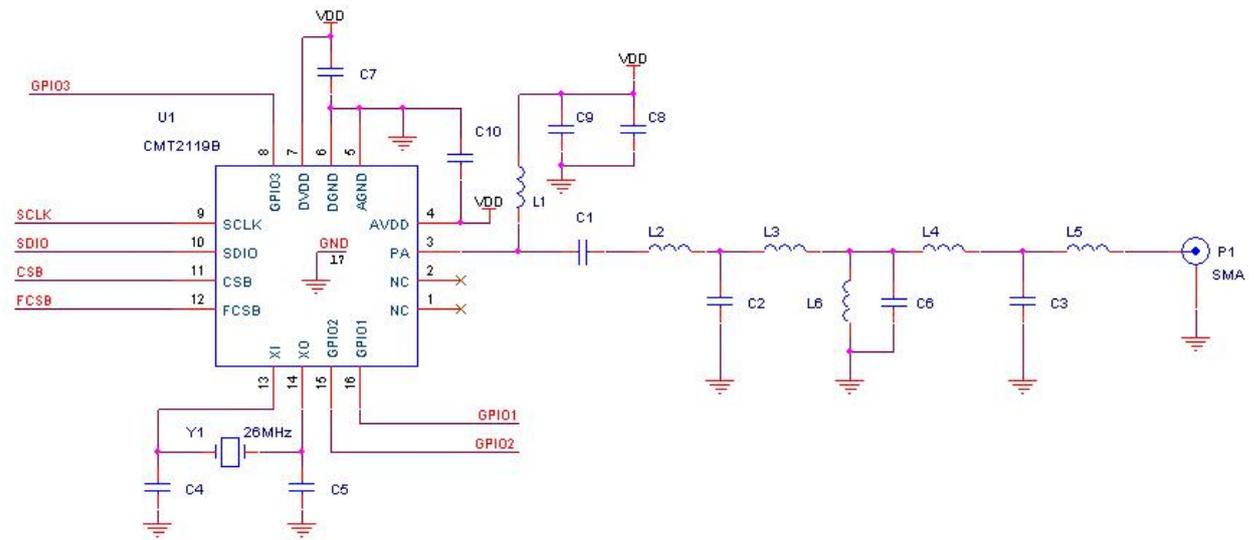


图 2. 典型应用原理图

表12. 典型应用物料清单

标号	描述	元件值			单位	供应商
		433 MHz +20 dBm	868 MHz +20 dBm	915 MHz +20 dBm		
C1	±5%, 0603 NPO, 50 V	15	18	18	pF	-
C2	±5%, 0603 NPO, 50 V	3	3.6	3.6	pF	-
C3	±5%, 0603 NPO, 50 V	6.2	3.3	3.3	pF	-
C4	±5%, 0603 NPO, 50 V	27	27	27	pF	-
C5	±5%, 0603 NPO, 50 V	27	27	27	pF	-
C6	±5%, 0603 NPO, 50 V	4.7	2	1.8	pF	-
C7	±5%, 0603 NPO, 50 V	0.1			uF	-
C8	±5%, 0603 NPO, 50 V	4.7			uF	-
C9	±5%, 0603 NPO, 50 V	470			pF	-
C10	±5%, 0603 NPO, 50 V	0.1			uF	-
L1	±5%, 0603 叠层贴片电感	180	100	100	nH	Sunlord SDCL
L2	±5%, 0603 叠层贴片电感,	22	12	12	nH	Sunlord SDCL
L3	±5%, 0603 叠层贴片电感	15	15	15	nH	Sunlord SDCL
L4	±5%, 0603 叠层贴片电感	33	6.2	6.2	nH	Sunlord SDCL
L5	±5%, 0603 叠层贴片电感	33	6.2	6.2	nH	Sunlord SDCL
L6	±5%, 0603 叠层贴片电感	27	15	15	nH	Sunlord SDCL
Y1	±10 ppm, SMD32*25 mm	26			MHz	EPSON

### 4. 功能描述

JZCT07 是一款适用于 127 至 1020 MHz 应用的高性能, 支持 OOK、(G)FSK 和(G)MSK 调制方式的发射芯片。该系列产品包括发射器、接收器和收发器等完整的产品系列。JZCT07 的内部系统框图如下图所示。

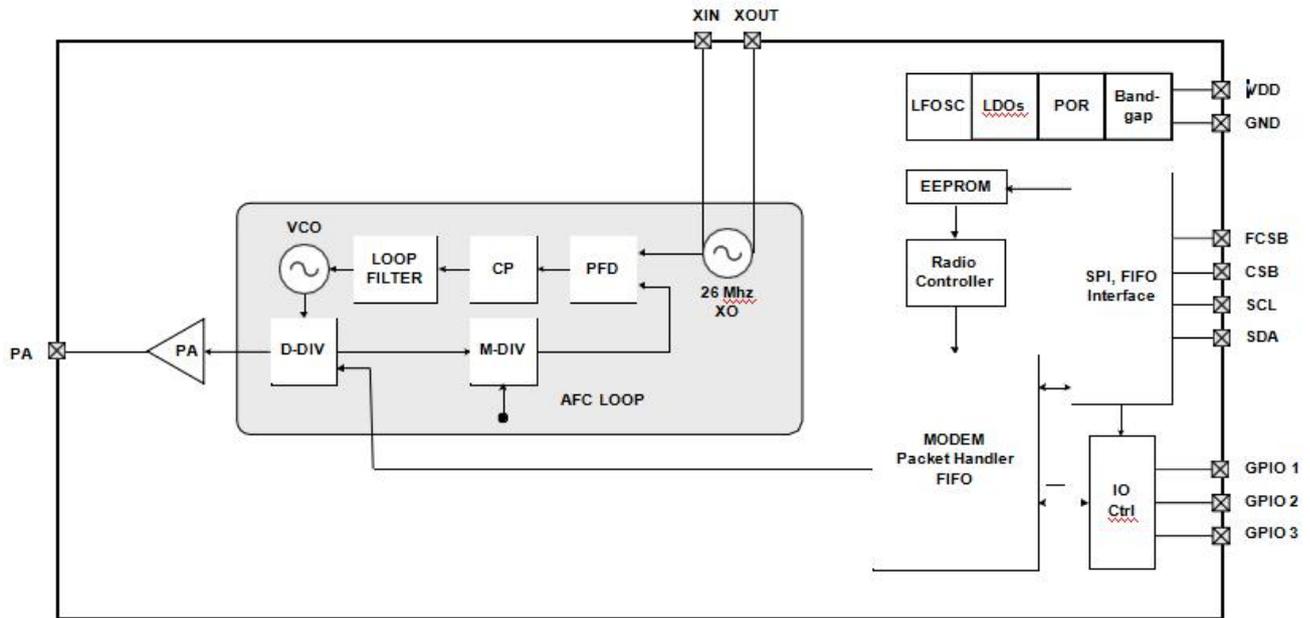


图 3. 功能系统框图

在发射机系统内，数字电路会对数据进行编码打包处理，并将处理后的数据送到调制器（也可不经过编码打包，直接送到调制器），调制器会直接控制 PLL 和 PA，对数据进行（G）FSK 或者 OOK 调制并发射出去。

## 4.1 发射器

JZCT07 发射器是基于射频频率直接综合的发射器。其载波频率是由一个低噪声小数分频频率综合器产生。调制数据由一个高效的单端功率放大器（PA）发射出去。输出功率可以通过寄存器读写，以 1 dB 的步进从-10 dBm 配置到+20dBm。

当 PA 快速开关时，其改变的输入阻抗瞬间干扰 VCO 的输出频率，此效应成为 VCO 牵引，它会在所需载波附近产生频谱的杂散和毛刺。通过缓慢升降（Ramping）PA 输出功率，PA 的瞬时毛刺可以减到最小。JZCT07 内建 PA 缓慢升降的机制，当 PARamp 打开时，PA 输出功率可以在设置的速率缓慢升降值所需的幅度，以降低不需要的频谱成分。

根据不同的应用需求，用户可以设计一个 PA 匹配网络在所需的输出功率底下优化发射效率。

发射器可以工作在直通模式和包模式下。在直通模式下，待发射的数据直接通过芯片的 DIN 管脚送入芯片，并直接发射。在包模式下，数据可以在 STBY、TFS 和 Tx 状态下预先装入芯片的 FIFO 中，再配合其他的包元素一起发射出去。

## 4.2 辅助模块

### 4.2.1 晶体振荡器

晶体振荡器用于为锁相环提供基准时钟，为数字模块提供系统时钟。负载电容取决于晶体指定 CL 参数。XI 与 XO 之间的总的负载电容应该等于 CL，以使晶体准确振荡在 26 MHz。

$$C_L = \frac{1}{1/C_{11} + 1/C_{12}} + C_{par} + 2.5pF$$

C9 和 C10 分别为晶体两端挂的负载电容，Cpar 为 PCB 上的寄生电容。芯片内部加的 5 pF 电容，差分等效就是 2.5 pF。晶体的等效串联电阻应在指定规格之内，以使晶体能有一个可靠的起振。也可以用一个外部信号源连接至 XI 管脚来取代传统的晶体。这个时钟信号推荐峰峰值在 300 mV 到 700 mV 之间，并用电容耦合值 XI 管脚。

### 4.2.2 睡眠计数器

JZCT07 集成了一个由 32 kHz 低功耗振荡器（LPOSC）驱动睡眠计时器。当该功能使能时，该计时器周期性的将芯片从睡眠中唤醒。当芯片工作于周期运行模式时，睡眠时间可以配置从 0.03125 ms 至 41,922,560 ms。由于



低功耗振荡器的频率会随着温度和电压的改变而漂移,它会在上电阶段自动校准,并且会被周期性的校准。这些校准会使得该振荡器的频率容差保持在±1%以内。

### 4.2.3 低电压检测

芯片设置了低电压检测的功能。每当芯片调谐到某个频率时,该检测就会进行一次。当芯片从 SLEEP/STBY 状态跳转到 TFS/TX 状态时都会进行频率调谐。检测结果可以通过 LBD\_VALUE 寄存器读取。

如果 LBD\_STOP\_EN 设为 1,当检测到电源电压低于预设的值时,芯片会停止在 LOW\_VDD(CHIP\_MODE\_STA<3:0>=1000,Addr=0x61)阶段,等待 MCU 通过 SPI 发送让芯片切换到 SLEEP 或 Standby 模式的命令。

### 4.2.4 快速手动调频

在需要多信道的应用当中,用户不需要每次改变频率就配置复杂的寄存器,而只需要在基础频率上配置一个寄存器就可以实现。

$$FREQ = \text{基础频点} + 2.5 \text{ kHz} \times FH\_OFFSET < 7:0 > \times FH\_CHANNEL < 7:0 >$$

一般来说,用户可以先在上电初始化配置的阶段,将 FH\_OFFSET<7:0>(Addr=0x64)设置好,然后在应用中通过不停地改动 FH\_CHANNEL<7:0>(Addr=0x63)来切换频道就可以。

## 5. 芯片运行

### 5.1 SPI 接口

MCU 和芯片之间的通讯是通过 4 线 SPI 接口进行的。低有效的 CSB 意味着 MCU 要访问芯片的寄存器。低有效的 FCSB 意味着 MCU 要访问芯片的 FIFO。CSB 和 FCSB 不能同时为低。SCLK 是串口时钟。对于 MCU 和芯片,数据总是在 SCLK 的下降沿发射,上升沿采样。SDIO 是一个双向的数据管脚。地址和数据总是从 MSB 开始发送。

当访问寄存器的时候,需要发一个 R/W(读/写)位,随后是 7 位寄存器地址。在送入 R/W 位之前,MCU 必须将 CSB 拉低至少半个 SCLK 周期。当发送最后一个 SCLK 下降沿以后,MCU 必须至少等待半个 SCLK 周期才能再将 CSB 拉高。

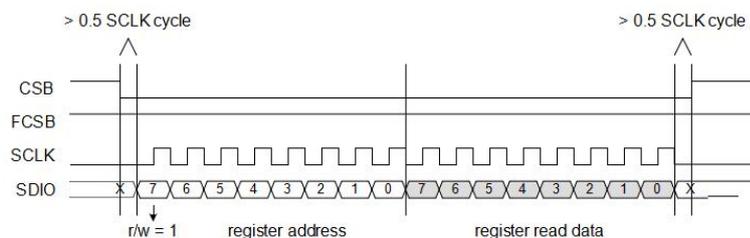


图 4. SPI 读寄存器时序

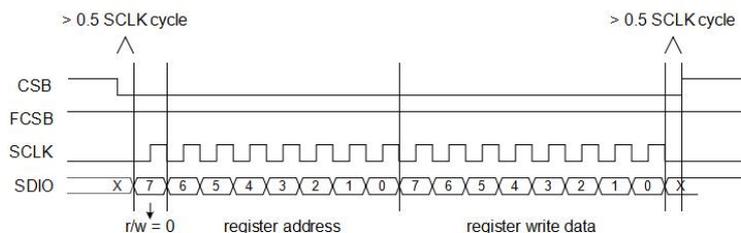


图 5. SPI 写寄存器时序

### 5.2 FIFO

FIFO 用来在 Tx 模式中存储即将发射的数据。FIFO 可以通过 SPI 接口读取。用户可以通过设置 FIFO\_CLR\_TX (Addr=0x6C)位来清空 FIFO。并且,用户可以通过设置 FIFO\_RESTORE 来重复发射之前填入的数据,无需重新填入数据。



通过设置寄存器 FIFO\_MERGE\_EN (Addr=0x69), 用户可以选择只使用 32 字节或 64 字节不同的 FIFO 深度。当 FIFO 是 64 字节的时候, 它表示能存入芯片的最大字节数为 64 字节。

### 5.2.1 FIFO 读操作

当从 FIFO 读取数据时, 每读一个字节, 内部读指针就会自动增加 1。MCU 必须将 FCSB 拉低一个 SCLK 周期才能释放第一个 SCLK 的上升沿。在发出最后一个 SCLK 下降沿以后, MCU 必须等待至少 2 us 才能将 FCSB 拉回高电平。并且, 在读取 FIFO 的下一个字节之前, FCSB 需要拉高至少 4 us。它使得芯片可以根据现状产生相应的 FIFO 中断

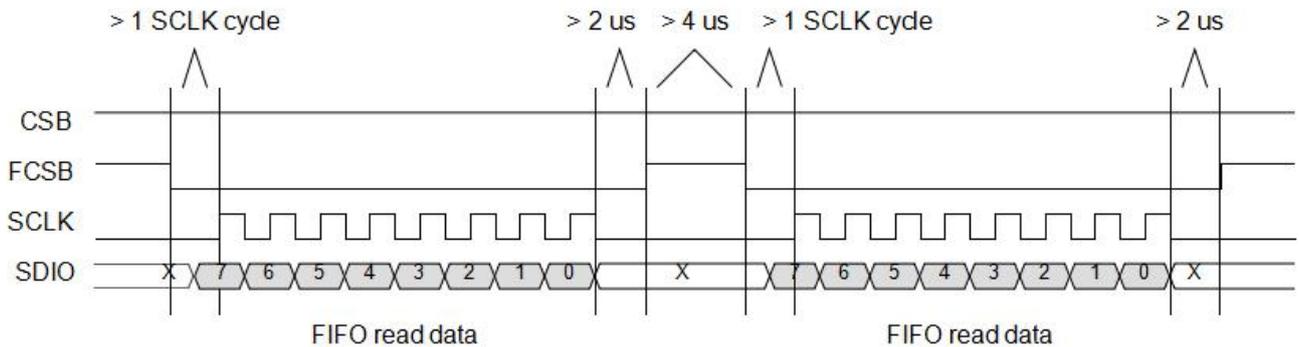


图 6. SPI 读取 FIFO 时序

### 5.2.2 FIFO 写操作

当写入 FIFO 的时候, 每写入一个字节, 内部读指针就会自动增加 1。SDIO 上的数据在 SCLK 的上升沿采集。MCU 必须将 FCSB 拉低一个 SCLK 周期才能释放第一个 SCLK 的上升沿。在发出最后一个 SCLK 下降沿以后, MCU 必须等待至少 2 us 才能将 FCSB 拉回高电平。并且, 在写入 FIFO 的下一个字节之前, FCSB 需要拉高至少 4 us。它使得芯片可以根据现状产生相应的 FIFO 中断。

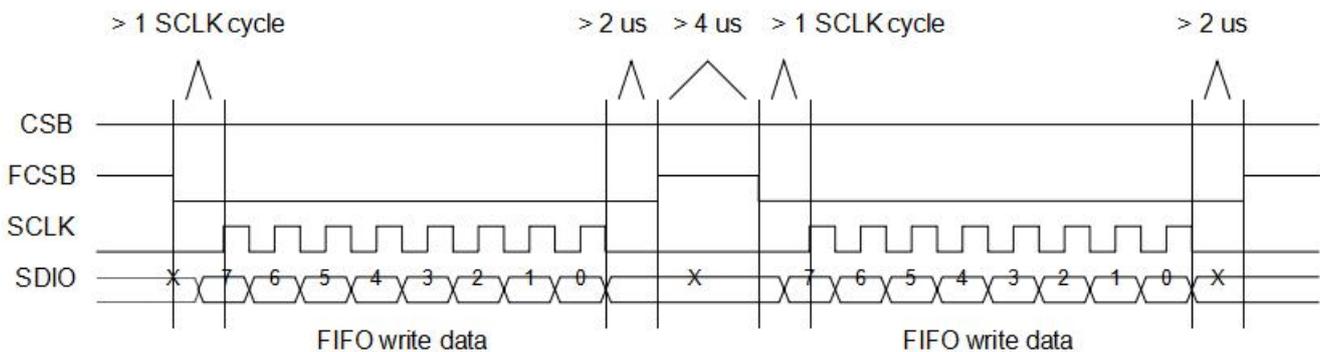


图 7. SPI 写入 FIFO 时序

### 5.2.3 FIFO 相关中断

JZCT07 提供了丰富的与 FIFO 相关的中断源, 作为芯片高效的运作的辅助手段, 其中 Tx 相关的 FIFO 中断时序如下图所示。

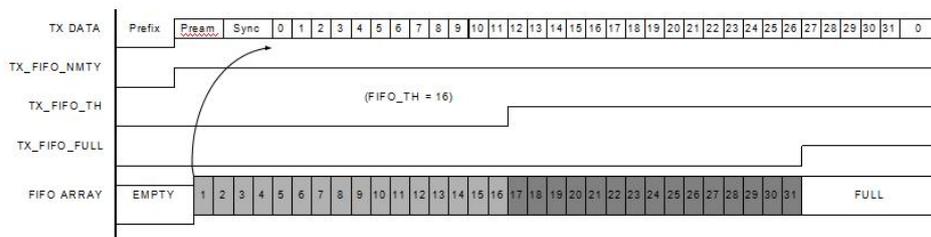


图 8. JZCT07 RX FIFO 中断时序示意图



## 5.3 工作状态, 时序及功耗

### 5.3.1 启动时序

芯片在 VDD 上电后, 通常需要等待大概 1ms 的时间, POR 才会释放。POR 释放之后, 晶体也会启动, 启动时间默认为 Nms, 根据晶体本身特性而定; 启动后需要等待晶体稳定系统才能开始工作, 默认设置的稳定时间是 2.48 ms, 这个时间在后面可以通过写入 XTAL\_STB\_TIME <2:0> (Addr=0x0E) 进行修改。在晶体稳定之前, 芯片都会停留在 IDLE 状态。在晶体的稳定之后, 芯片就会离开 IDLE, 开始做各个模块的校正。芯片完成校正后会停留在 SLEEP, 等待用户进行初始化配置。在任何时候, 只要进行复位, 芯片就会回到 IDLE 并重新进行一次上电流程。

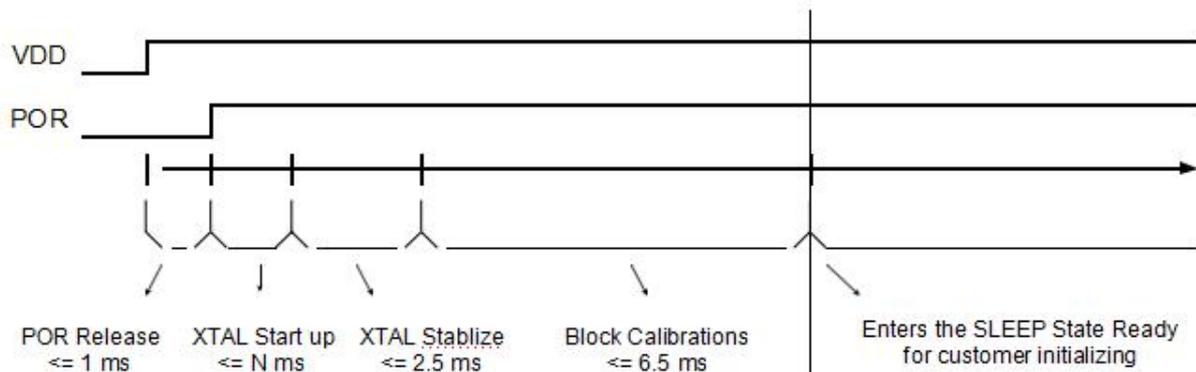


图 9. 上电时序

当校准完成后芯片进入 SLEEP 模式, 从这时开始, MCU 可以通过设置寄存器 CHIP\_MODE\_SWT<7:0> (Addr=0x60) 将芯片切换至不同的运行状态。

### 5.3.2 工作状态

JZCT07 一共有 5 种工作状态: IDLE, SLEEP, STBY, TFS 和 TX, 如下表所列。

表 13. 状态和模块开启表

状态	二进制码	切换命令	开启模块	可选择开启模块
IDLE	0000	soft_rst	SPI, POR	无
SLEEP	0001	go_sleep	SPI, POR, FIFO	LFOSC, Sleep Timer
STBY	0010	go_stby	SPI, POR, XTAL, FIFO	CLKO
TFS	0100	go_tfs	SPI, POR, XTAL, PLL, FIFO	CLKO
TX	0110	go_tx	SPI, POR, XTAL, PLL, PA, FIFO	CLKO

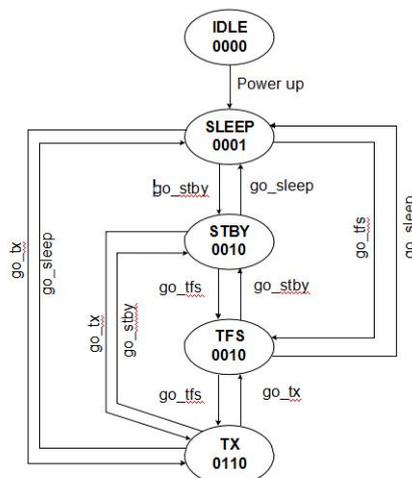


图 10. 状态切换图



## ■ SLEEP 状态

在 SLEEP 下芯片的功耗是最低的, 几乎所有的模块都关闭了。SPI 是开启的, 配置区和控制区 1 的寄存器可以被访问, FIFO 之前被填入的内容, 也会保持不变, 但是 FIFO 不能被操作。如果用户打开了定时唤醒的功能, 那么 LFOSC 和睡眠计数器就会开启并工作。从 IDLE 切换到 SLEEP 所需要的时间就是上面介绍的上电流程时间。从其余状态切换到 SLEEP 都会立即完成。

## ■ STBY 状态

在 STBY 下, 晶体开启了, 数字电路的 LDO 也会开启, 电流会稍微增加, FIFO 可以被操作。用户可以选择是否输出 CLK0 (系统时钟) 到 GPIOn 引脚上。由于晶体以及开启, 所以相比起 SLEEP, 从 STBY 切换到发射所需要的时间都会比较短。从 SLEEP 切换到 STBY 需要等待晶体开启和稳定的时间后才能完成。从其他状态切换到 STBY 会立即完成。

## ■ TFS 状态

TFS 是切换到 TX 之前的一个过渡状态, 除了发射机的 RF 模块是关闭之外, 其它模块都开启了, 电流会比 STBY 大。从 STBY 切换到 TFS 大概需要 350 us 的 PLL 校正和稳定时间, 从 SLEEP 切换到 TFS 就需要加上晶体启动和稳定的时间, 从其它状态切换到 TFS 会立即完成。

## ■ TX 状态

在 TX 所有关于发射机的模块都会打开。从 TFS 切换到 TX 只需要 20 us。从 STBY 切换到 TX 需要加上 350 us 的 PLL 校正和稳定时间。从 SLEEP 切换到 TX 需要加上晶体启动和稳定的时间。

## 5.4 GPIO 和中断

JZCT07 有 3 个 GPIO, 每个 GPIO 都可以配置成不同的输入或者输出; JZCT07 有 2 个中断口, 可以配置到不同的 GPIO 输出。

表 14. JZCT07 GPIO

管脚号	名字	I/O	功能
16	GPIO1	IO	可配置为: DIN, INT1, INT2, DCLK (TX)
15	GPIO2	IO	可配置为: INT1, INT2, DCLK (TX)
8	GPIO3	IO	可配置为: CLK0, INT2, DCLK (TX)

下面给出中断映射表, INT1 和 INT2 的映射是一样的, 下面以 INT1 为例说明

表 15. JZCT07 中断映射表

名称	INT1_SEL	描述	清除方式
TX_ACTIVE	00001	指示准备进入 TX 和已经进入 TX 的中断, 在 PLL 校正和 TX 状态下为 1, 其余时候为 0	Auto
SL_TMO	01000	指示 SLEEP 计数器超时的中断	by MCU
TX_DONE	01010	指示 TX 完成的中断	by MCU
TX_FIFO_NMTY	10000	指示 TX FIFO 非空的中断	Auto
TX_FIFO_TH	10001	指示 TX FIFO 未读内容超过 FIFO TH 的中断	Auto
TX_FIFO_FULL	10010	指示 TX FIFO 满的中断	Auto
STATE_IS_STBY	10011	指示当前状态是 STBY 的中断	Auto
STATE_IS_FS	10100	指示当前状态是 TFS 的中断	Auto
STATE_IS_TX	10110	指示当前状态是 TX 的中断	Auto
LBD	10111	指示低电压检测有效 (VDD 低于设置的 TH) 的中断	Auto

中断默认是 1 有效, 但是可以通过将 INT\_POLAR (Addr=0x66) 这个寄存器比特设置成 1, 使所有中断都变成 0 有效。下面还是以 INT1 为例, 画出了所有中断源的控制和选择图。对于控制和映射来说, INT1 和 INT2 也是一样的。



## 6. 数据包及包处理机

### 6.1 数据包格式

JZCT07 采用了比较典型和灵活的包格式, 可以分为: 可变包 (Length 在 Node ID 前面), 可变包 (Length 在 Node ID 后面) 和固定包三种。分别表示如下:

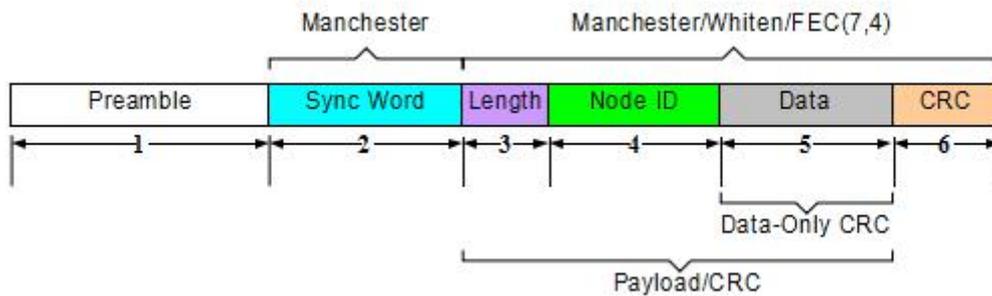


图 12. 可变包 (Length 在 Node ID 前面)

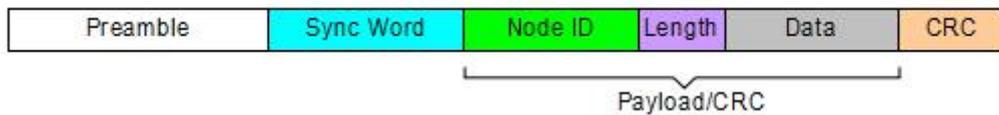


图 13. 可变包 (Length 在 Node ID 后面)

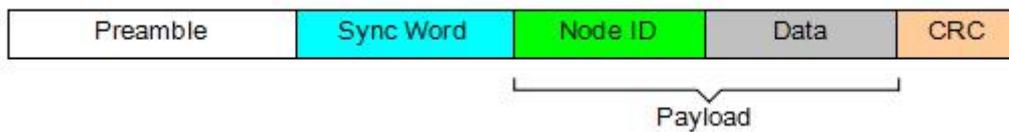


图 14. 固定包

### 6.2 数据模式

数据模式 (Data Mode) 指的外部 MCU 通过什么模式来输入发射数据或获取接收数据, JZCT07 支持直通模式和包模式两种, 区别如下。

- Direct - 直通模式, 仅支持 preamble 和 sync 检测, FIFO 不工作
- Packet - 包模式, 支持所有包格式配置, FIFO 工作

#### 6.2.1 直通模式

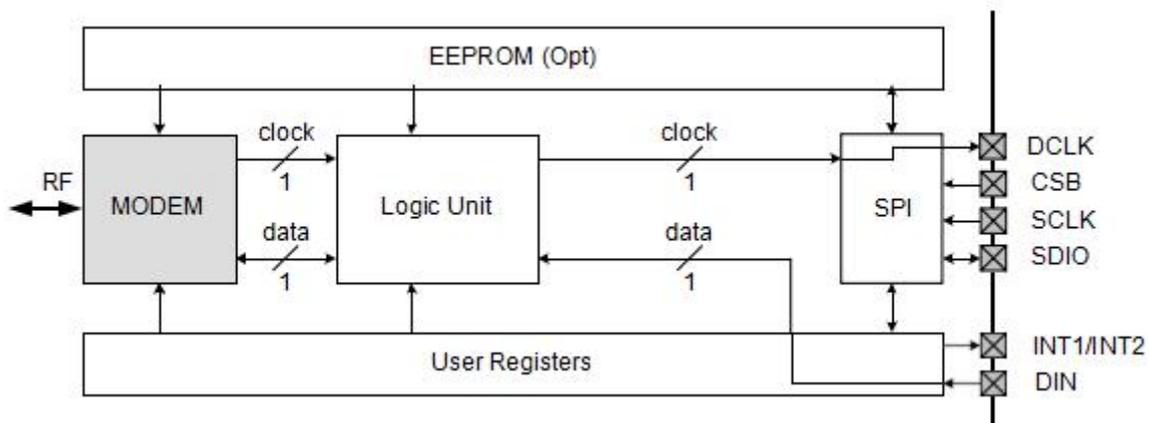


图 15. 直通模式的数据通路



直通模式下,待发射的数据直接由外部 MCU 通过芯片的 DIN 送入芯片,数据率只要在芯片使用规范内都可以由 MCU 指定。而如果是用 GFSK 的调制方式的话,需要提前配置芯片的数据率,并且 MCU 发射的数据率在指定的容差范围之内。典型的直通模式的 Tx 工作顺序如下。

1. 用逻辑 0 或 1 驱动 DIN, 即 GPIO1 管脚。(系统默认 GPIO1 管脚为 DIN 功能,也只有 GPIO1 管脚具有 DIN 功能。维持寄存器

TX\_DIN\_EN 和 TX\_DIN\_SEL (Addr=0x69) 为缺省值 0)

2. 发送 go\_tx 命令, 芯片开始发送 DIN 上面的数据。
3. 持续发送数据到 DIN 上, 数据立即被发送出去。
4. 发送 go\_sleep/go\_stby/go\_tfs 命令来节省功耗。

## 6.2.2 包模式

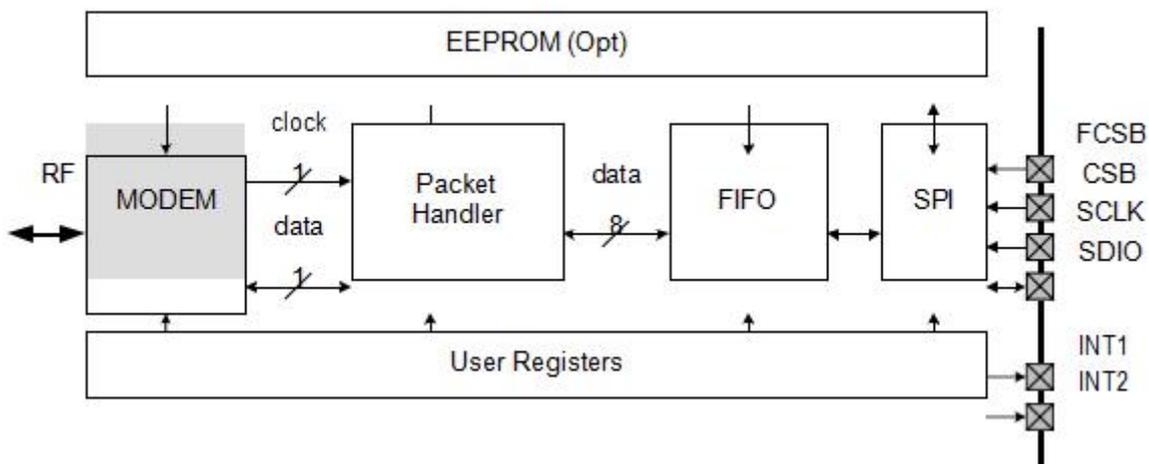


图 16. 包模式的数据通路

在包模式中, MCU 可以提前将数据在 STBY 和 TFS 的状态下填入 FIFO 中, 或者在芯片发送数据的同时写入 FIFO, 或者以上两种方法的结合。典型的包模式的 Tx 工作顺序如下。

1. 通过 CUS\_IO\_SEL (Addr=0x65) 配置 GPIO。
2. 在有数据需要提前装入 FIFO 的时候发送 go\_stby/go\_tfs 命令。
3. 发送 go\_tx 命令。
4. 在相应的中断状态中将数据写入 FIFO。
5. 发送 go\_sleep/go\_stby/go\_tfs 命令以节省功耗。

## 7. 自动运行模式

JZCT07 通过配置相关寄存器使得芯片的 Tx 工作于自动运转模式以节省芯片功耗。其中可以分为以下 3 种模式:

1. 自动退出 TX
2. 自动 SLEEP 唤醒, 自动退出 TX
3. 全自动发射

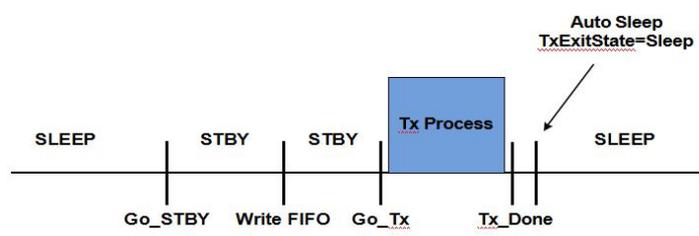


图 17. 自动退出 Tx

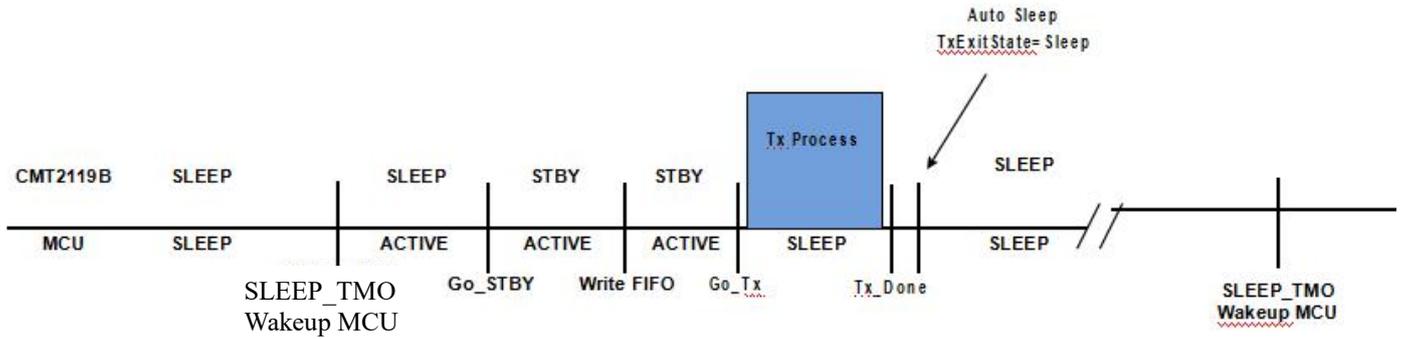


图 18. 自动 Sleep 唤醒, 自动退出 Tx

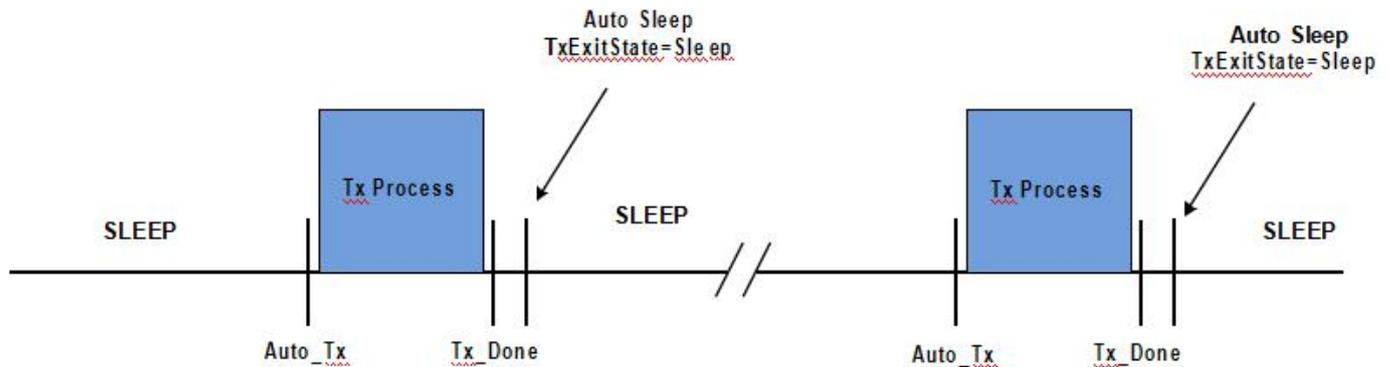


图 19. 全自动发射的内容需要预先填充, 每次发射都是这个内容)

## 8. 用户寄存器

下面给出寄存器的列表, 关于寄存器的具体使用, 请参照其他使用手册。这些寄存器分区中, 除了控制 2 区不可再 SLEEP 下访问以外, 其他皆可以在 SLEEP 底下访问。

表 16. 寄存器分区

地址范围	名称		RFPDK	备注
0x00~0x0B	配置区	内部参数区	CMT Bank	由 RFPDK 导出, 不建议客户修改
0x0C~0x17		系统运作区	System Bank	该区域主要牵涉 DutyCycle 工作配置
0x18~0x1F		频率配置区	Frequency Bank	该区域是配置发射工作频率
0x20~0x37		数据率区	Data Rate Bank	该区域是关联通讯速率
0x38~0x54		基带区	Baseband Bank	该区域主要涉及数据包结构 (编码格式、报文结构、校验、纠错、同步字等)
0x55~0x5F		发射参数区	TX Bank	该区域主要牵涉发射频偏和发射功率部分
0x60~0x6A	控制区 1 (根据 MCU 需求配置)		-	工作状态、跳频配置、GPO 配置、中断源开关等
0x6B~0x71	控制区 2 (根据 MCU 需求配置)		-	中断源标志、FIFO 控制、RSSI 测量等



## 8.1 系统区

系统区主要配置与计时器相关的参数，实现 Duty Cycle 模式的工作。

表 17. 系统区

Addr	R/W	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0x0C	RW	CUS_SYS1	RESV							
0x0D	RW	CUS_SYS2	LFO5C_RECAL_EN	LFO5C_CAL1_EN	LFO5C_CAL2_EN	0	SLEEP_TIMER_EN	TX_DC_EN	0	DC_PAUSE
0x0E	RW	CUS_SYS3	SLEEP_BYPASS_EN	XTAL_STB_TIME [2:0]			TX_EXIT_STATE [1:0]		0	
0x0F	RW	CUS_SYS4	SLEEP_TIMER_M [7:0]				SLEEP_TIMER_M [7:0]			
0x10	RW	CUS_SYS5	SLEEP_TIMER_M [10:8]				SLEEP_TIMER_R [3:0]			
0x11	RW	CUS_SYS6	RESV							
0x12	RW	CUS_SYS7	RESV							
0x13	RW	CUS_SYS8	RESV							
0x14	RW	CUS_SYS9	RESV							
0x15	RW	CUS_SYS10	RESV							
0x16	RW	CUS_SYS11	RESV							
0x17	RW	CUS_SYS12	RESV	CLKOUT_EN	CLKOUT_DIV [4:0]					

## 8.2 频率区

频率区主要存放实现频率调谐功能的寄存器。

表 18. 频率区

Addr	R/W	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0x18	RW	CUS_RF1	用户无须理解，直接用 RFPDK 生成导入							
0x19	RW	CUS_RF2								
0x1A	RW	CUS_RF3								
0x1B	RW	CUS_RF4								
0x1C	RW	CUS_RF5								
0x1D	RW	CUS_RF6								
0x1E	RW	CUS_RF7								
0x1F	RW	CUS_RF8								

## 8.3 数据率区

数据率区存放于数据率相关，与 FSK 相关及 OOK 相关的寄存器。

表 19. 数据率区

Addr	R/W	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0x20	RW	CUS_RF9	用户无须理解，直接用 RFPDK 生成导入							
0x21	RW	CUS_RF10								
0x22	RW	CUS_RF11								
0x23	RW	CUS_RF12								
0x24	RW	CUS_FSK1								
0x25	RW	CUS_FSK2								
0x26	RW	CUS_FSK3								
0x27	RW	CUS_FSK4								
0x28	RW	CUS_FSK5								
0x29	RW	CUS_FSK6								
0x2A	RW	CUS_FSK7								
0x2B	RW	CUS_CDR1								
0x2C	RW	CUS_CDR2								
0x2D	RW	CUS_CDR3								
0x2E	RW	CUS_CDR4								
0x2F	RW	CUS_AGC1								
0x30	RW	CUS_AGC2								
0x31	RW	CUS_AGC3								
0x32	RW	CUS_AGC4								
0x33	RW	CUS_OOK1								
0x34	RW	CUS_OOK2								
0x35	RW	CUS_OOK3								
0x36	RW	CUS_OOK4								
0x37	RW	CUS_OOK5								

## 8.4 发射区

发射区存放与发射功率，频偏及相关的寄存器。

表 20. 发射区

Addr	R/W	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0x55	RW	CUS_TX1	用户无须理解，直接用 RFPDK 生成导入							
0x56	RW	CUS_TX2								
0x57	RW	CUS_TX3								
0x58	RW	CUS_TX4								
0x59	RW	CUS_TX5								
0x5A	RW	CUS_TX6								
0x5B	RW	CUS_TX7								
0x5C	RW	CUS_TX8								
0x5D	RW	CUS_TX9								
0x5E	RW	CUS_TX10								
0x5F	RW	CUS_LBD								



## 9. 订购信息

表 21. JZCT07 订购信息

型号	描述	封装	包装选项	运行条件	最小起订量
JZCT07-EQR <sup>[1]</sup>	JZCT07, 超 +20 dBm 大功率 Sub-1GHz 射频发射器	QFN16(3x3)	编带盘装	1.8 to 3.6V, -40 to 85°C	3,000
<b>备注:</b> [1]. “E” 代表扩展型工业产品等级, 其支持的温度范围是从-40 到+85 °C。 “Q” 代表 QFN16 的封装类型。 “R”代表编带及盘装类型, 最小起订量 (MOQ) 是 3,000 片。					