

# **SUM7863GQ 用户手册**

## **2.4G 低功耗射频收发芯片**

## 目录

1. 芯片简介.....	1
2. 芯片主要特点 .....	1
3. 模块方框图.....	1
4. 电气特性.....	2
5. 管脚描述 ( QFN3 × 3 - 20).....	4
6. 典型应用.....	5
7. SPI 接口 .....	6
8. 接收/发送流程 .....	7
8.1 RF 初始化.....	7
8.2 发送流程“短包” (<=63bytes) .....	7
8.3 接收流程“短包” (<=63bytes) .....	8
8.4 发送流程“长包” (<=255bytes 且>63bytes) .....	8
8.5 接收流程“长包” (<=255bytes 且>63bytes) .....	8
8.6 进入 IDLE 模式流程.....	9
8.7 进入 SLEEP 模式流程.....	9
8.8 SLEEP 唤醒 .....	9
8.9 扫描 RSSI 流程.....	9
8.10 传输数据率 250K 时的流程.....	9
9. 寄存器信息.....	10
10. 数据包格式.....	15
11. 电源要求 .....	15
12. 发射功率的调整.....	16
13. SUM7863GQ 功能说明 .....	16
13.1 MCU 通讯接口 .....	16
13.2 射频性能.....	16
14. 应用注意事项.....	16
14.1 IO 电压 .....	16
14.2 CE 管脚.....	17
14.3 POR .....	17

---

14.4 状态转换.....	17
14.5 同步字使用注意事项.....	17
15. 封装尺寸图 (QFN3 × 3 - 20).....	18

## 1. 芯片简介

SUM7863GQ 是一款低成本，高集成度的 2.4GHZ 的无线收发芯片，片上集成发射机、接收机、频率综合器和 GFSK 调制解调器。SUM7863GQ 具有高灵敏度、低功耗以及抗干扰能力强的优点，可适用于无线遥控、无线键鼠、无线通讯以及工业控制等领域。

SUM7863GQ 片上的发射接收 FIFO 寄存器可以和 MCU 进行通信，存储数据，然后以 1Mbps 或 250Kbps 数据率在空中传输。它内置了 CRC、FEC、Auto ACK 和自动重传机制，可以大大简化系统设计并优化性能。同时外围电路简单，只需搭配 MCU 以及少数外围被动元件。为了提高电池使用寿命，芯片在各个环节都降低功耗，芯片最低工作电压可以到 1.9V，最低睡眠模式电流小于 1 $\mu$ A。数字基带支持 SPI 接口，PKT\_FLAG 数字接口可作为 MCU 的中断输入。

## 2. 芯片主要特点

- 低功耗的 2.4GHz ISM 频段、GFSK 射频收发器
- 1Mbps/250Kbps 的数据速率
- DSSS 调制解调器
- 内嵌 8bit 成帧器的 64 字节缓存区，可减轻 MCU 工作量
- 简单的微处理器接口-SPI
- 强大的 C/I 提供良好的 WIFI 共存性能
- 可编程数据白化
- 支持 FEC，增加通信可靠性
- 支持 8/16 位 CRC
- 支持 AGC
- Auto ACK 和自动重传
- 高效的功耗管理模块（最低 1 $\mu$ A 休眠电流）
- 外接晶振容许 50PPM 的变化
- 符合 FCC/ETSI 等国际标准
- 110 度工作温度，适用于 LED 灯（要求晶振频率变化在 $\pm$ 50ppm 以内）
- 近距离模式，适用于有特定安全需求的环境
- 可外接 PA，增加通讯距离
- QFN3 x 3-20 封装

## 3. 模块方框图

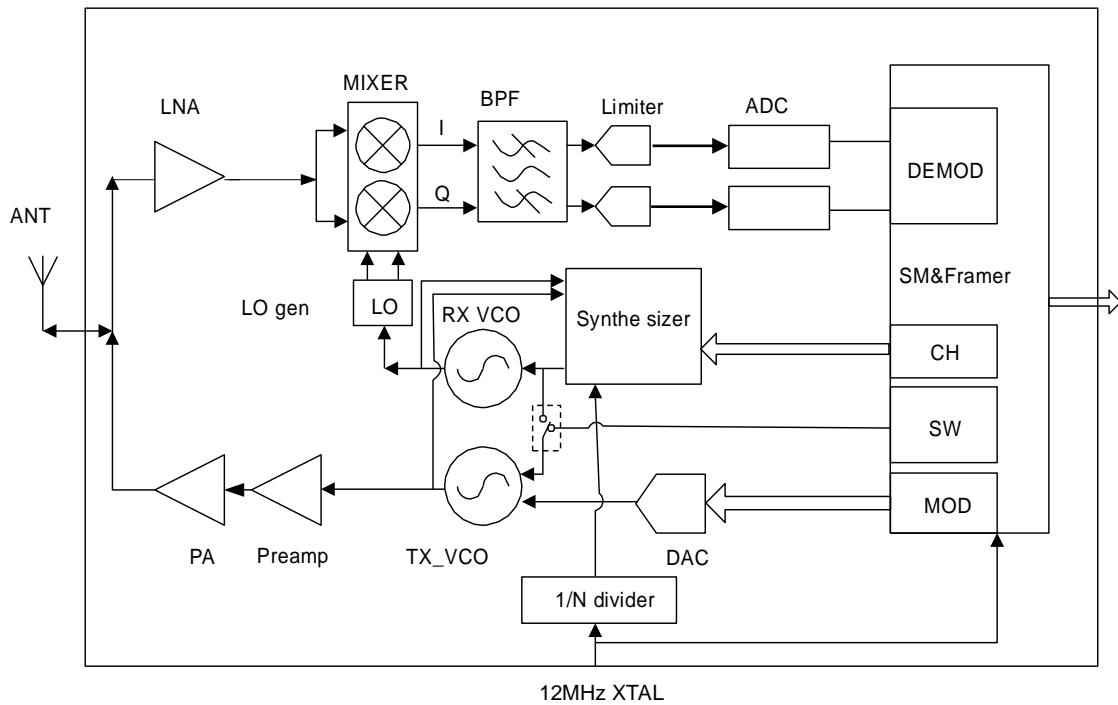


图 1 SUM7863GQ 模块方框图

## 4. 电气特性

表 1: 电气特性 (以下电气特性都是在工作温度 25°C, 工作电压 3.3V 条件下得到的)

参数	描述	规格			单位	说明
		最小	典型	最大		
T <sub>OP</sub>	工作温度	-40		110	°C	
V <sub>DD</sub>	工作电压	1.9		3.6	V	
F <sub>xtal</sub>	晶体频率		12	24	MHz	容许 50PPM 的变化
I <sub>DD_TX</sub>	TX 工作电流		18		mA	P <sub>OUT</sub> = 0 dBm
I <sub>DD_RX</sub>	RX 工作电流		16		mA	
I <sub>DD_IDLE</sub>	IDLE 工作电流		0.7		mA	
I <sub>DD_SLP</sub>	Sleep 工作电流		1		µA	
F <sub>CLK</sub>	输出时钟		12		MHz	
T <sub>r_spi</sub>	SPI 时钟沿上升下降			25	ns	读写不出错的最低要求
F <sub>SPI</sub>	SPI 时钟速度			4	MHz	
F <sub>OP</sub>	工作频率	2402		2483	MHz	
VSWR	天线端口差异 (Z <sub>0</sub> = 50 Ω)		<2:1		VSWR	
R <sub>XS</sub>	接收灵敏度	-94 @ 250Kbps	-89 @ 1Mbps		dBm	BER <= 0.1%
R <sub>XM</sub>	最大输入功率	-15			dBm	BER <= 0.1%
R <sub>data</sub>	数据率	250K		1M	Bit/s	

参数	描述	规格			单位	说明
		最小	典型	最大		
CI_co-channel	同频干扰		9		dB	
CI_1MHz	1MHZ 同频信号干扰		-1		dB	-60 dBm 信号.
CI_2MHz	2MHZ 同频信号干扰		-27		dB	-60 dBm 信号
CI_3MHz	3MHZ 同频信号干扰		-35		dB	-60 dBm 信号
CI_image	Carrier/Interference at image frequency		-20		dB	-67 dBm 信号
CI_3MHzUp	Carrier/Interference at > 3MHz offset		-33		dB	-60 dBm 信号
OBB_1	带外干扰		-10		dBm	30 MHz to 2000 MHz
OBB_2		-27			dBm	2000 MHz to 2400 MHz
OBB_3		-10			dBm	3000 MHz to 12.75 GHz
P <sub>out_max</sub>	最大发射功率			8	dBm	
DF1 <sub>avg</sub>	最大频偏 00001111 pattern		250		kHz	调制特性 TX 眼图
DF2 <sub>max</sub>	最大频偏 01010101 pattern		220		kHz	调制特性 TX 眼图
DF2 <sub>max</sub> /DF1 <sub>avg</sub>	TX EYE opening	80			%	1010 序列相对于 00001111 序列
IBS_1	带内辐射 (+/-850kHz)			-20	dBm	随机数 @ P <sub>out</sub> = 0dBm
IBS_2	带内辐射 2MHz 偏移			-40	dBm	随机数 @ P <sub>out</sub> = 0dBm
IBS_3	带内辐射 3MHz 偏移			-55	dBm	随机数 @ P <sub>out</sub> = 0dBm
OBS_1	带外辐射			-60	dBm	30 MHz ~ 1 GHz
OBS_2				-45	dBm	1 GHz ~ 12.75 GHz
OBS_3				-60	dBm	1.8 GHz ~ 1.9 GHz
OBS_4				-65	dBm	5.15Hz ~ 5.3 GHz

## 5. 管脚描述 ( QFN3 × 3 - 20)

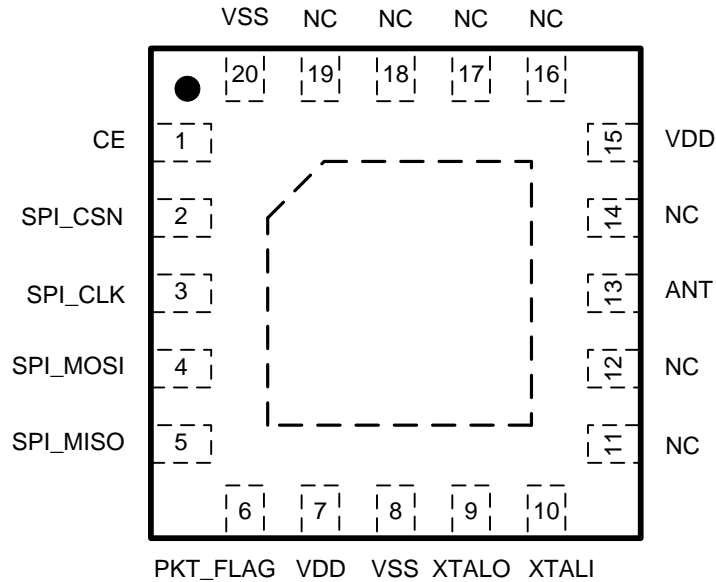


图 2 SUM7863GQ 封装示意

表 2 管脚描述

管脚编号	管脚名	管脚类型	描述
1	CE	数字输入	芯片使能、复位信号，弱上拉，1-芯片使能，0-芯片复位
2	SPI_CSN	数字输入	SPI 接口片选信号
3	SPI_CLK	数字输入	SPI 时钟
4	SPI_MOSI	数字 IO	SPI 数据输入输出
5	SPI_MISO	数字 IO	SPI 数据输出
6	PKT_FLAG	数字输出	发送、接收包完成标志位
7,15	VDD	电源	输入电压
8,20	VSS	地	地
9	XTALO	模拟输出	晶体振荡器脚
10	XTALI	模拟输入	晶体振荡器脚
13	ANT	射频端口	天线接口
11,12,14,16,17,18,19	NC	无连接	

## 6. 典型应用

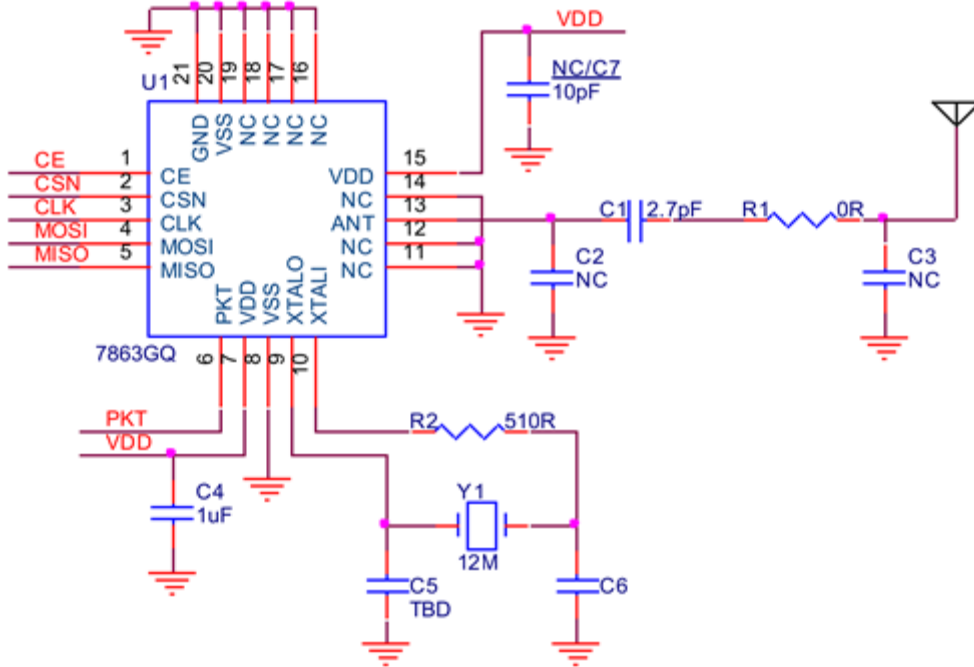


图 3 SUM7863GQ 典型应用图

注:

- 1: NC 引脚可以悬空。
- 2: R1, C2 和 C3 用于输出频谱杂散滤波, 如果不需要满足 RF 监管标准, 可以省略它们。
- 3: XC2 引脚连接 510Ω电阻, 以确保所有类型的晶体振荡器都能正常工作。
- 4: C5 和 C6 的推荐值为 15~36 pF, 具体取决于晶体负载电容。
- 5: C7 可以是 NC。
- 6: C1 的推荐值为 4~10 pF。



## 7. SPI 接口

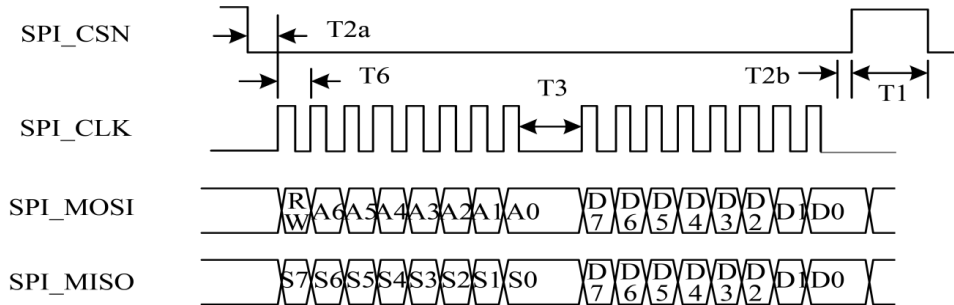


图 4 4 线 SPI 读写寄存器方式 (CKPHA=1)

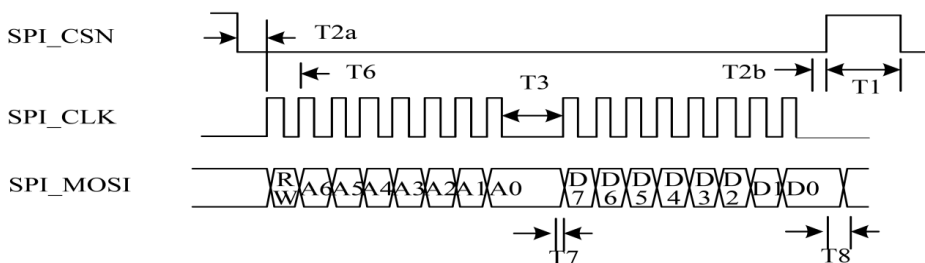


图 5 3 线 SPI 读写寄存器方式 (CKPHA=1)

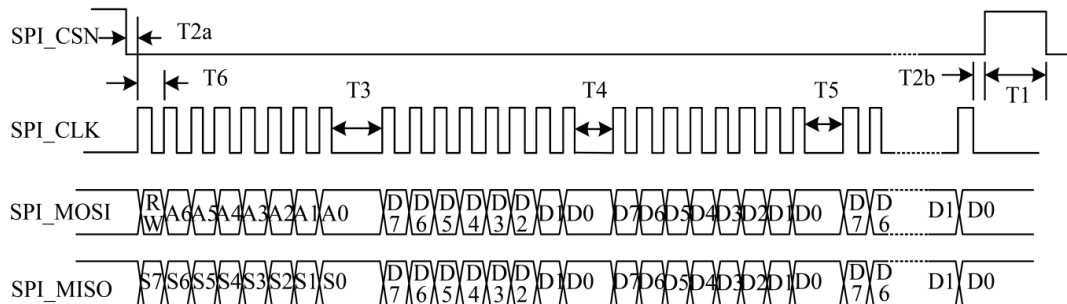


图 6 4 线 SPI 读写 FIFO 方式 (当 CKPHA=1)

- 1) SPI 读写位：写=0，读=1；
- 2) 访问 FIFO 寄存器时，可以采用只写一次地址的方式来连续读写数据；
- 3) 访问除 FIFO 外的其他寄存器时，每个 CS 任务期间只能访问一个字节；

表 4 SPI 时序要求

参数	描述	规格			单位	说明
		最小值	典型值	最大值		
T1	最小 SPI 闲置时间	250			ns	
T2a	CSN 建立时间	20			ns	
T2b	CSN 保持时间	200			ns	
T3, T4, T5		450			ns	访问 FIFO 时
T6		83			ns	
T7	SPI 时钟上升沿至 SUM7863GQ 数据输出时间	0		10	ns	
T8	SPI_CSN 至 MOSI 的上升沿到 L1601G-E 数据输入时间			220	ns	

## 8. 接收/发送流程

### 8.1 RF 初始化

- 1、引脚 CE 置高电平，使能芯片（如果芯片有引脚 CE）；
- 2、选择 3 线或 4 线 SPI 模式（reg94）；SUM7863GQ 通讯前必须先写 reg94 选择 3 线 SPI；
- 3、然后写入以下数据到相关寄存器，以初始化芯片：

寄存器	04	17	18	34	35	45	46	52	53	80
值	0xC2	0x3A	0x0C	0x08	0x08	0x00	0x09	0x1A	0x40	0xF8

- 4、reg65 选择编码方式和 FEC（发送设备需要与接收设备设置相同的值）；
- 5、reg64、reg81 设置数据帧格式，reg72、73、74、75、76、77、78、79 设置 syncword（发送设备需要与接收设备设置相同的值）。

### 8.2 发送流程“短包”（<=63bytes）

进行 RF 初始化后，发送流程需要加入以下步骤：

- 1、reg18 设置发射功率增益；
- 2、reg15 设置发射频率信道；
- 3、reg104 清 TX FIFO；
- 4、reg100 往 FIFO 写入数据长度；
- 5、reg100 写数据到 FIFO，且数据长度不能长于 FIFO 长度范围；
- 6、清 reg15[7]，设置 reg14[0]，FIFO 的数据即可发出，然后就可以得到一个发送完成的标志，引脚 PKT 为高或者 PKT\_FLAG 标志位为 1(reg97[6])，此时 SUM7863GQ 处于 idle 模式；
- 7、重复步骤 3、4、5、6 发送其他数据包，或者进入接收流程。

## 8.3 接收流程“短包”（ $\leq 63$ bytes）

RF 初始化后，接收流程中需要加入以下步骤：

- 1、reg70[5]选择短距离模式或者正常工作模式；
- 2、reg15 设置接收频率的信道；
- 3、reg105 清 RX FIFO；
- 4、清 reg14[0]，设置 reg15[7]，等待 PKT 引脚为高或者 reg97 的 PKT\_FLAG 标志位为 1（意为已经 接收到 1 个包）；
- 5、读取 reg96 检查 CRC 错误标志位；如果 CRC 错误标志位为 0，则从 FIFO（reg100）得到数据，得到的第一个字节就是需要读取的长度；如果 CRC 错误标志位为 1，则重复步骤 3、4，等待下一个包；
- 6、重复步骤 3、4、5 接收新数据，或者进入发送流程；
- 7、MCU 应当设置 time out，如果超时，表示没有收到数据，应清 reg15[7]，使 SUM7863GQ 退出接收状态。

## 8.4 发送流程“长包”（ $\leq 255$ bytes 且 $> 63$ bytes）

RF 初始化后，发送流程（长包）需要加入以下步骤：

- 1、reg18 设置发射功率增益；
- 2、reg15 设置发送频率信道；
- 3、reg104 清 TX FIFO；
- 4、FIFO 写入数据长度（reg100）；
- 5、FIFO 写入数据（reg100）（FIFO 是 64bytes，可以最多写入 63bytes），清 reg15[7]，设置 reg14[0]；
- 6、reg97 检查 FIFO 标志位和 PKT 标志位，如果 FIFO\_FLAG 为 1 而 PKT\_FLAG 为 0，则 FIFO 可以写入新数据（数据长度不能超过 64 位 FIFO 满阈值（reg80、reg81））；
- 7、重复步骤 6 直到 MCU 将全部数据写入 FIFO 且 FIFO\_FLAG 为 1，清 reg14[0]，长包完成发送；
- 8、重复步骤 2-7，发送其他数据包，或者进入接收流程。

## 8.5 接收流程“长包”（ $\leq 255$ bytes 且 $> 63$ bytes）

- 1、选择短距离模式或者正常工作模式 reg70[5]；
- 2、reg15 设置发送频率信道；
- 3、reg105 清 RX\_FIFO；
- 4、清 reg14[0]，设置 reg15[7]；
- 5、reg97 检查 FIFO\_FLAG 和 PKT\_FLAG，如果 FIFO 标志位为 1，则从 FIFO 取数据（reg100），如果在极端环境，MCU 需要一个定时器来避免等待 FIFO 标志位；
- 6、必要时重复步骤 5，直到 MCU 读取了全部数据，清 reg15[7]，长包接收完成；
- 7、重复步骤 3-6 接收其他数据包，或者进入发送流程。

## 8.6 进入 IDLE 模式流程

按照以下步骤进入空闲模式：

- 1、清 reg14[0]，清 reg15[7]。

## 8.7 进入 SLEEP 模式流程

RF 初始化后，按照以下步骤进入 sleep 模式：

- 1、reg70 设置 sleep 使能位。

## 8.8 SLEEP 唤醒

从 Sleep 模式唤醒，进入 idle 模式的方式有如下 2 种：

方法 1：使 SPI\_CSN 保持低电平大于 2ms；

方法 2：CE 脚复位

## 8.9 扫描 RSSI 流程

RF 初始化后，以下步骤是 RSSI 扫描流程：

- 1、设置 reg22 打开 RSSI 功能，低 2 位需为 0；
- 2、设置需要扫描的频道数量 reg84；
- 3、设置第一个扫描的频道号 reg86（也叫 RSSI 起始信道）；
- 4、设置 reg86[7]开始扫描 RSSI；
- 5、等待 PKT\_FLAG 为 1（reg97），从 FIFO（reg100）得到信道的 RSSI 值。

## 8.10 传输数据率 250K 时的流程

RF 初始化后，在进入前面章节讲述的发送/接收流程之前，需要加入以下步骤：

- 1、在发送流程之前写入以下数据到相关寄存器

寄存器	64	106	107	108	109	110	111
值	0x68	0x68	0xC3	0x16	0x7C	0x6E	0xA1

- 2、在接收流程之前写入以下数据到相关寄存器

寄存器	64	106	107	108	109	110	111
值	0x68	0x68	0xC3	0x7A	0x89	0xC1	0x97

注：

- 1、reg106 的值需要根据使用环境的噪声进行设置，以得到最小的丢包率，取值范围 0x60~0xA0H；
- 2、如果要从 250Kbps 改回 1Mbps，上表中的寄存器应当被 MCU 写回默认值；
- 3、每次收发转换时，reg108~111 都需要按照上表对应收发，写入相应值。

## 9. 寄存器信息

通过 I2C 或者 SPI 访问以下寄存器；其他寄存器仅供内部调试，请保持初始化值。

**寄存器 14 默认值：0x00 可读写**

Bit	Bit Name	Description
7-1	保留	
0	Start_TXFIFO	写 1 开始发送数据到 FIFO，发送完成后，该位自动被硬件清 0，如需进入发送模式，则需重写该位为 1。

**寄存器 15 默认值：0x30 可读写**

Bit	Bit Name	Description
7	Start_RX	写 1 进入接收模式，接收到有效数据包后，该位自动被硬件清 0，如需进入接收模式，则需重写 该位为 1。
6-0	Frequency_Channel	The frequency of channel= 2402+ Frequency Channel (MHz).

**寄存器 18 默认值：0x08 可读写**

Bit	Bit Name	Description
7-4	TX power	发射功率增益
3	保留	
2	TX power	发射功率增益
1-0	保留	

**寄存器 22 默认值：0x03 可读写**

Bit	Bit Name	Description
7-2	保留	
1-0	RSSI_DISABLE	=11：禁止 RSSI 功能 =00：使能 RSSI 功能

**寄存器 30 默认值：0x80 可读写**

Bit	Bit Name	Description
-----	----------	-------------

7	SPI_CKPHA	=1: 第二个时钟沿捕捉数据; =0: 第一个时钟沿捕捉数据;
6	保留	
5-0	保留	

寄存器 37 默认值: 0x00 可读写

Bit	Bit Name	Description
7-2	保留	
1	CLEAR_PKT_FLAG	写 1 清 PKT_FLAG 标志位
0	CLEAR_FIFO_FLAG	写 1 清 FIFO_FLAG 标志位

寄存器 39 默认值: 0x00 可读写

Bit	Bit Name	Description
7-1	保留	
0	APL_clk_sel	1: 24MHz frequency of external crystal 0: 12MHz frequency of external crystal

寄存器 64 默认值: 0x78 可读写

Bit	Bit Name	Description
7-5	PREAMBLE_LEN	Preamble 长度 = 1 + preamble_len(byte)
4-3	SYNCWORD_LEN	=11: syncword 为 8 字节 {包含 reg79、reg78、reg77、reg76、reg75、reg74、reg73、reg72} =10: syncword 为 6 字节 {包含 reg79、reg78、reg77、reg76、reg73、reg72} =01: syncword 为 4 字节 {包含 reg79、reg78、reg73、reg72} =00: syncword 为 2 字节 {包含 reg73、reg72}
2-0	TRAILER_LEN	Trailer 长度 = 4 + (2*trailer_len) (bits)

寄存器 65 默认值: 0x00 可读写

Bit	Bit Name	Description
-----	----------	-------------

7-6	保留	
5-4	FEC_TYPE	=00: No FEC =01: FEC13 =10: FEC23
3-0	保留	

寄存器 70 默认值: 0x03 可读写

Bit	Bit Name	Description
7	保留	
6	SLEEP_ENABLE	写 1 进入 sleep 模式
5	LNA_Off_Mode	=1: 近距离模式 =0: 正常工作模式
4-0	保留	

寄存器 80 默认值: 0x20 可读写

Bit	Bit Name	Description
7-3	FIFO_Empty_Threshold	FIFO 空阈值
2-0	FIFO_Full_Threshold_H	FIFO 满阈值高位

寄存器 81 默认值: 0x47 可读写

Bit	Bit Name	Description
7-6	FIFO_Full_Threshold_L	FIFO 满阈值低位
5-0	SYNCWORD_Threshold	SYNCWORD_Threshold 值推荐设为 syncword length-1

寄存器 84 默认值: 0xFD 可读写

Bit	Bit Name	Description
7-2	Scan_RSSI_CH_NUM	扫描 RSSI 的信道数
1-0	保留	

寄存器 86 默认值: 0x00 可读写

Bit	Bit Name	Description
-----	----------	-------------

7	Start_Scan_RSSI	写 1 开始扫描 RSSI，扫描完成后该位被硬件自动清零。
6-0	Channel_Offset_of_RSSI_Scan	从(2402+Channel_Offset_of_RSSI_Scan)MHz 信道开始扫描 RSSI

寄存器 94 默认值：0x00 可读写

Bit	Bit Name	Description
7	THREE_WIRE_SPI_EN	=1: 切换到 3 线 SPI 接口 =0: 切换到 4 线 SPI 接口
6-0	保留	

寄存器 96 只读

Bit	Bit Name	Description
7	CRC_VERIFY_FLAG	=1: CRC 认证错误 =0: CRC 认证正确
6-0	保留	

寄存器 97 只读

Bit	Bit Name	Description
7	保留	
6	PKT_FLAG	接收/发送包完成标志位，1 表示完成
5	FIFO_FLAG	FIFO 空/满标志
4-0	保留	

寄存器 100 默认值：0x00 可读写

Bit	Bit Name	Description
7-0	FIFO_DATA	将要发送的数据，或已经收到的数据



寄存器 104 默认值: 0x00 可读写

Bit	Bit Name	Description
7	CLR_W_PTR	写 1, 清空 FIFO 写指针; 读取时总为 0
6	保留	
5-0	FIFO_W_PTR	FIFO 写指针, 只读

寄存器 105 默认值: 0x00 可读写

Bit	Bit Name	Description
7	CLR_R_PTR	写 1, 清空 FIFO 读指针; 读取时总为 0
6	保留	
5-0	FIFO_R_PTR	FIFO 读指针, 只读

寄存器 106 默认值: 0x32 可读写

Bit	Bit Name	Description
7-0	DSSS Threshold	匹配滤波器阈值

寄存器 107 默认值: 0x11 可读写

Bit	Bit Name	Description
7	Switch_VER	0: 1Mbps 调制解调器模式 1: 250Kbps 调制解调器模式
6-4	SF_num[2:0]	调制解调器分频因子
3-0	SF_pattern[3:0]	调制解调器扩频模式

寄存器 108 默认值: 0x3E 可读写

Bit	Bit Name	Description
7-0	Match_filter_coeff0[15:8]	匹配滤波器系数

寄存器 109 默认值: 0x68 可读写

Bit	Bit Name	Description
7-0	Match_filter_coeff0[7:0]	匹配滤波器系数

寄存器 110 默认值: 0x85 可读写

Bit	Bit Name	Description
7-0	Match_filter_coeff1[15:8]	匹配滤波器系数

寄存器 111 默认值: 0x76 可读写

Bit	Bit Name	Description
7-0	Match_filter_coeff1[7:0]	匹配滤波器系数

## 10. 数据包格式



Preamble: 1-8 字节, 可编程

SYNC: 可选 16/24/32/40/48/56/64 位

Trailer: 0-18 位, 可编程

Payload: TX/RX 数据, 0-64bytes, 可编程

CRC: 可选 8/16 位 CRC

## 11. 电源要求

避免使用变频 DC-DC 变换, 特别是变换频率在 50kHz 以下直流变换器会干扰 RF 通讯, 电机系统内不要省滤波电容。

1 $\mu$ A 的 sleep 电流指的是常温下的情况, 高温下 sleep 电流会上升到 >10 $\mu$ A, 这是由 MOS 的漏电特性决定, 非电路设计问题。

## 12. 发射功率的调整

表 5 发射功率的调整

Register 18 的值 (Hex)	TXP (dBm)
0C	8
08	3
18	1.7
28	0.3
38	-0.8
48	-1.7
58	-2.7
68	-3.8
78	-5.2
88	-6.8
98	-7.8
A8	-9
B8	-10
C8	-18
D8	-27

## 13. SUM7863GQ 功能说明

### 13.1 MCU 通讯接口

SUM7863GQ 可以选择三线或四线 SPI 模式。默认四线 SPI，通过写入 reg94 的 Bit7 来切换至三线 SPI，时钟最高支持 12MHz。

### 13.2 射频性能

SUM7863GQ 的封装接地性能好，有利用背板滤噪声的优势。

## 14. 应用注意事项

### 14.1 IO 电压

IO 管脚的电压不应高于 VDD 的电压。

注意：XTALI、XTALO、ANT、ANTB 的电压不得超过 2.0V。

## 14.2 CE 管脚

CE 管脚在芯片内部有弱上拉，如果没有 MCU 控制，可以浮空。

## 14.3 POR

POR 电路要求，下电时电源需要降低到可复位的最高限 0.5V，上电时电源爬升速度要求 3V/ms。

## 14.4 状态转换

关于各个模式之间的切换如下图所示：

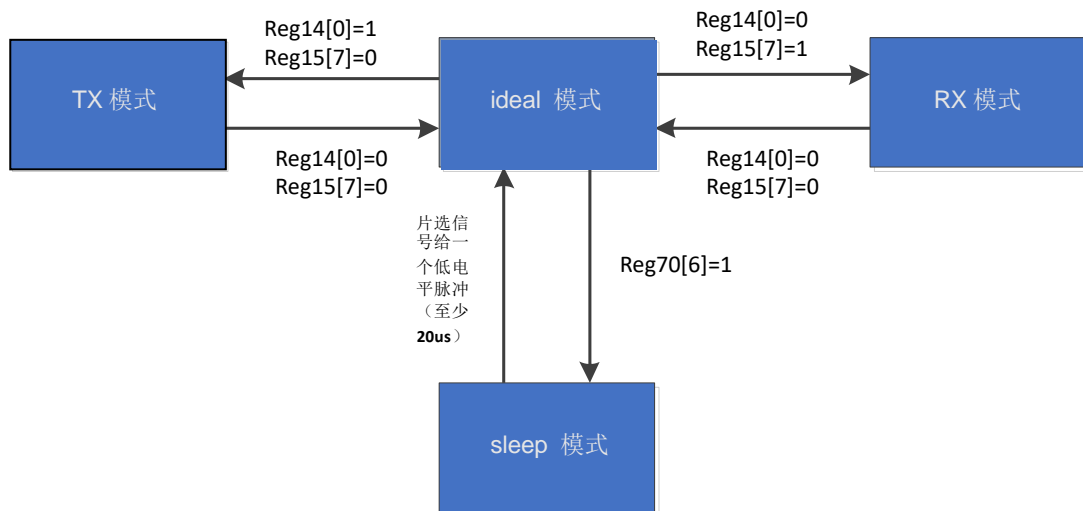


图 7 SUM7863GQ 状态转换图

**说明：**当启动 TXmode 之后如果检测到发送结束标志 PKT\_FLAG 之后，芯片会自动进入 idle 模式。当 RX mode 之后检测到 PKT\_FLAG 之后也同样会自动进入 idle 模式，这些是由硬件自动完成的。

**注意：**

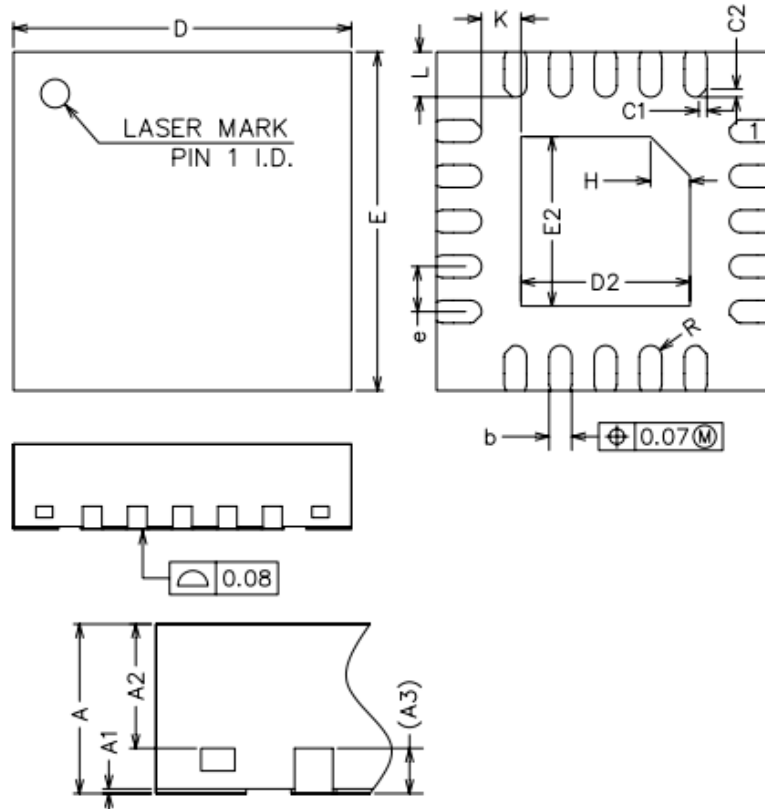
- 1、Reg14[0]和 Reg15[7]不能同时为 1。
- 2、不能在 RX 或 TX 状态下发送 sleep 指令（即写 reg70[6] = 1），例如，如果在 RX 状态下没有收到数据而超时，应先清 reg15[7]，然后再发送 sleep 指令，才能使芯片正确进入 sleep 状态。

## 14.5 同步字使用注意事项

同步字 syncword 的字长、阈值、内容的设置会影响射频性能，较长的字长、非规律的内容可以增加通讯距离和收发包成功率，建议使用手册中的同步设置。

同步字的阈值应根据字长作相应调整，字长越短，阈值应设越低值。

## 15. 封装尺寸图 (QFN3 × 3 - 20)



Symbol	Dimensions In Millimeters		
	MIN	TYP	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0	0.02	0.05
A2	0.50	0.55	0.60
A3	0.20REF		
b	0.15	0.20	0.25
D	2.90	3.00	3.10
E	2.90	3.00	3.10
D2	1.40	1.50	1.60
E2	1.40	1.50	1.60
e	0.30	0.40	0.50
H	0.35REF		
K	0.35REF		
L	0.35	0.40	0.45
R	0.085		2.000
C1		0.07	
C2		0.07	

V 1.0