

MC3090用户手册

2.4G 低功耗射频收发芯片

V2.1

2018/12/12



上海矽砂微电子股份有限公司
Shanghai SinoMCU Microelectronics Co., Ltd.

目录

1	芯片简介	2
2	芯片主要特点	2
3	模块方框图	3
4	电气特性	3
5	管脚描述	5
6	典型应用	7
7	SPI 接口	8
7.1	SPI默认格式	8
7.2	SPI时序要求	9
7.3	SPI 建议格式	9
8	I2C 接口	9
8.1	I2C特性	9
8.2	I2C默认格式	9
9	寄存器信息	10
	寄存器 14	10
	寄存器 15	10
	寄存器 18	10
	寄存器 22	10
	寄存器 30	10
	寄存器 64	11
	寄存器 65	11
	寄存器 70	11
	寄存器 80	12
	寄存器 81	12
	寄存器 84	12
	寄存器 86	12
	寄存器 87	12
	寄存器 94	12
	寄存器 96	13
	寄存器 97	13
	寄存器 100	13
	寄存器 104	13
	寄存器 105	13
10	寄存器初始推荐值	14
11	工作模式	15
11.1	状态机框图	15
11.2	发射时序	15
11.3	接收时序	16
11.4	IDLE模式	16
11.5	进入SLEEP及唤醒	16
12	数据包格式	16
13	发射功率的调整	17
14	封装形式	18
15	版本修订记录	19

1 芯片简介

MC3090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、GFSK 调制解调器。MC3090具有高灵敏度，低功耗，抗干扰能力强的优点，适用于无线遥控，无线键鼠，无线通讯，工业控制等领域。

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 数据率在空气中传输。它内置了CRC，FEC，Auto-ACK和重传机制，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1uA。数字基带支持 SPI 和I2C 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
- 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、I2C
- 强大的C/I提供良好的WIFI共存性能
- 可编程数据白化和自动应答功能
- 支持前向误差校正
- 支持16位CRC
- 有降低功耗的功耗管理模块（约1uA待机电流）
- 近50PPM的耐性晶体变化
- FCC/ETSI依从性
- 支持SOP16，SOP8的封装

3 模块方框图

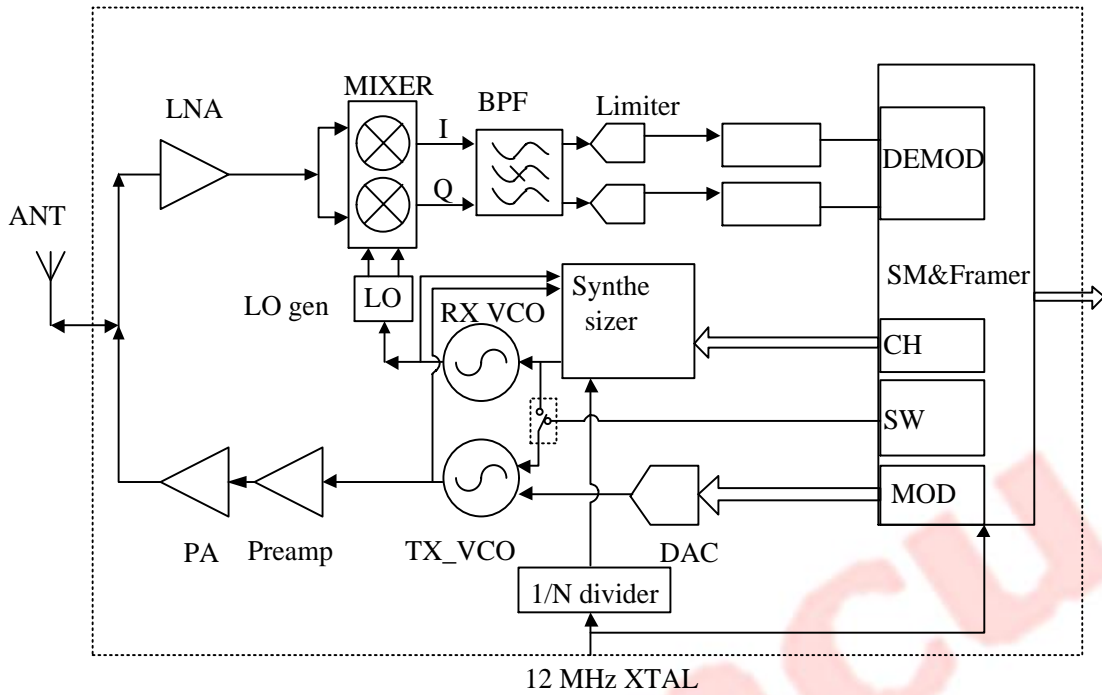


图1 MC3090模块方框图

4 电气特性

电气特性（以下电气特性都是在工作温度25℃，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 _{OP}	工作温度	-40		85	°C	
V _{DD}	工作电压	1.9		3.6	V	
F _{xtal}	晶体频率		12		MHz	50PPM tolerance
I _{DD_TX}	TX 工作电流		18.5		mA	P _{OUT} = 0 dBm
I _{DD_RX}	RX 工作电流		16.5		mA	
I _{DD_IDLE}	IDLE 工作电流		0.7		mA	
I _{DD_SLP}	Sleep 工作电流		2		uA	3.0v at ROOM temperature
F _{CLK}	输出时钟		12		MHz	
T _{r_spi}	SPI时钟沿上升下降的时间			25	ns	Requirement for error-free register reading, writing.
F _{SPI}	SPI时钟速度	0		12	MHz	
F _{OP}	工作频率	2402		2482	MHz	
VSWR	天线端口差异 (Z ₀ =50Ω)		<2:1		VSWR	

参数	描述	规格			单位	说明
		最小	典型	最大		
RXS	接收灵敏度		-87	-80	dBm	BER <= 0.1%
RXM	最大输入功率	-10			dBm	BER <= 0.1%
IIP ₃	三阶输入截止点		-40		dBm	BER <= 0.1%
R _{data}	数据率		1E6		Bit/s	
CI _{co-channel}	同频干扰		9		dB	
CI _{1MHz}	1MHZ同频信号干扰		3		dB	-60 dBm desired signal.
CI _{2MHz}	2MHZ同频信号干扰		-15		dB	-60 dBm desired signal.
CI _{3MHz}	3MHZ同频信号干扰		-24		dB	-60 dBm desired signal.
CI _{Image}	Carrier/Interference at image frequency		-10		dB	-67 dBm desired signal.
CI _{3MHzUp}	Carrier/Interference at >3MHz offset		-27		dB	-60 dBm desired signal.
OBB ₁	带外干扰	-30			dBm	30 MHz to 2000 MHz
OBB ₂			-10		dBm	2000 MHz to 2400 MHz
OBB ₃			-10		dBm	3000 MHz to 12.75 GHz
P _{out_max}	最大发射功率		3		dBm	Power Level 10.
P _{out}	发射功率		0		dBm	Power Level 7.
DF1 _{avg}	最大频偏 00001111 pattern		350		kHz	Modulation Characteristics TX EYE diagram
DF2 _{max}	最大频偏 01010101 pattern		300		kHz	Modulation Characteristics TX EYE diagram
DF2 _{max} / DF1 _{avg}	TX EYE opening	80			%	1010 data sequence referenced to 00001111 data sequence
IBS ₁	带内辐射(+/-550kHz)			-20	dBc	Random data
IBS ₂	带内辐射2MHz 偏移			-40	dBm	Random data
IBS ₃	带内辐射3MHz 偏移			-60	dBm	Random data
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	5.15 GHz ~ 5.3 GHz

5 管脚描述

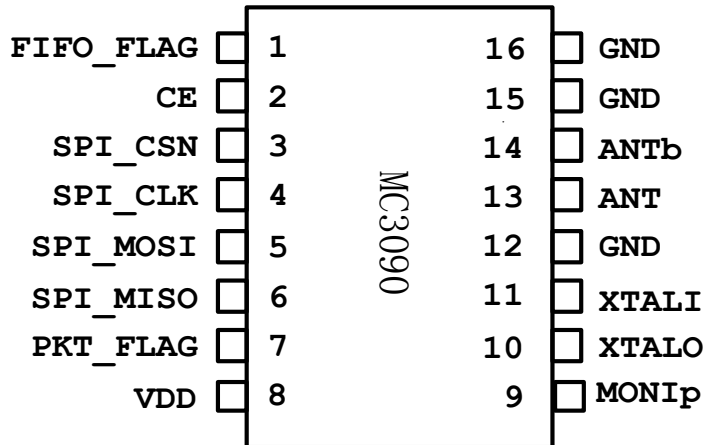


图2 MC3090 SOP16 封装示意图

管脚编号	管脚名	管脚类型	描述
1	FIFO_FLAG	数字输出	FIFO空或满标志位
2	CE	数字输入	芯片使能、复位信号，1-芯片使能，0-芯片复位
3	SPI_CSN	数字输入	SPI接口片选信号
4	SPI_CLK	数字输入	SPI时钟，I2C 时钟（*默认SPI接口）
5	SPI_MOSI	数字输入	SPI从机数据输入，I2C A5
6	SPI_MISO	数字输出	SPI从机数据输出，I2C数据口（*默认SPI接口）
7	PKT_FLAG	数字输出	发送、接收包完成标志位
8	VDD	电源	输入电压
9	MONIp	模拟输出	测试专用脚
10	XTALO	模拟输出	晶体振荡器输出脚
11	XTALI	模拟输入	晶体振荡器输入脚
12	GND	电源	地
13	ANT	射频端口	天线接口
14	ANTb	射频端口	天线接口
15	GND	电源	地
16	GND	电源	地

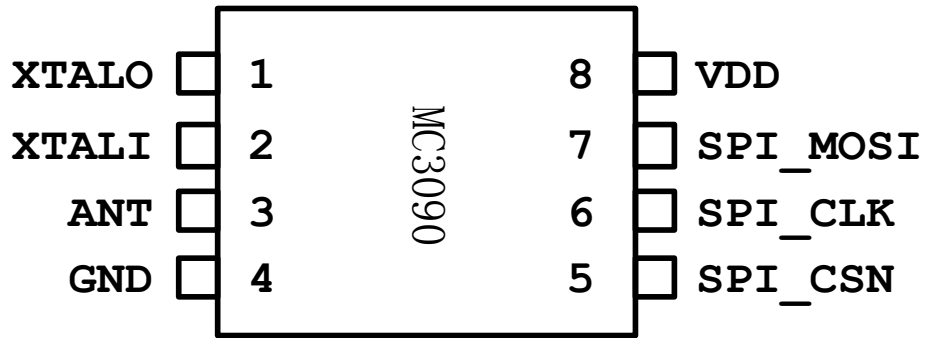


图3 MC3090 SOP8 封装示意图

管脚编号	管脚名	管脚类型	描述
1	XTALO	模拟输出	晶体振荡器输出脚
2	XTALI	模拟输入	晶体振荡器输入脚
3	ANT	射频端口	天线接口
4	GND	电源	地
5	SPI_CSN	数字输入	SPI接口片选信号
6	SPI_CLK	数字输入	SPI时钟
7	SPI_MOSI	数字IO	SPI输入输出
8	VDD	电源	输入电压

6 典型应用

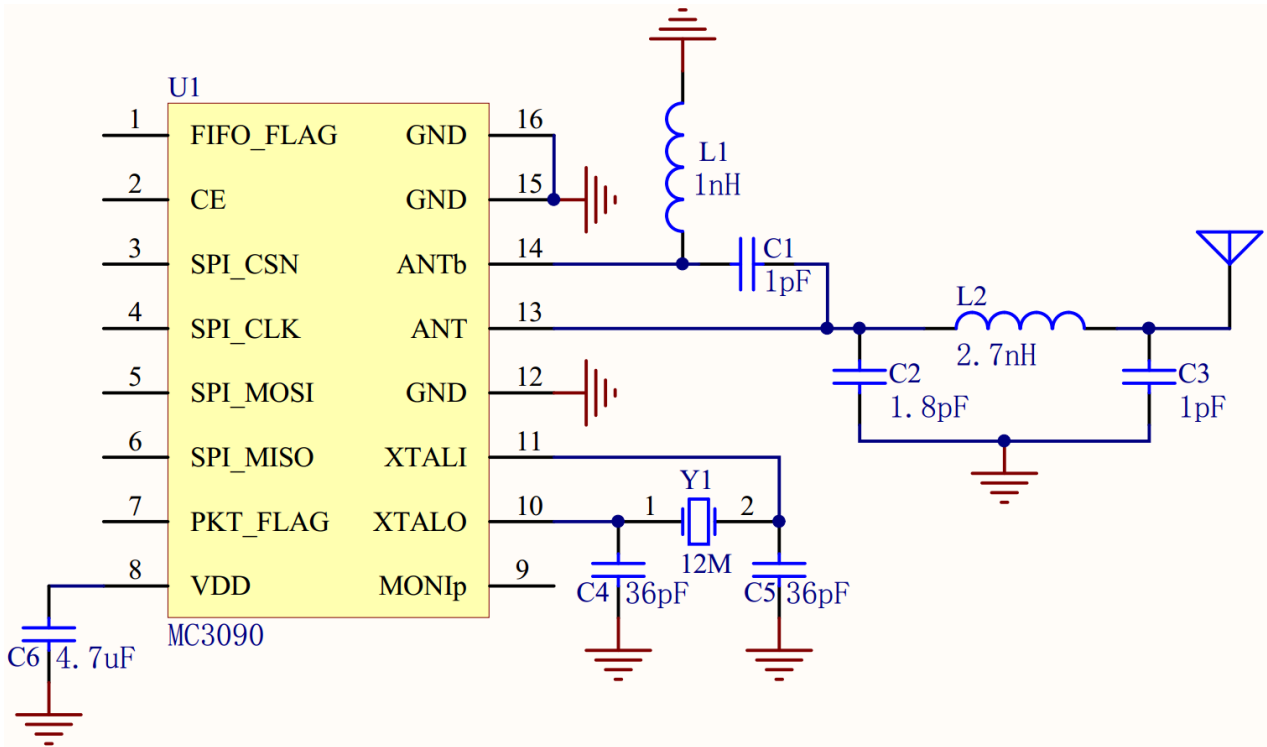


图4 MC3090 SOP16典型应用图

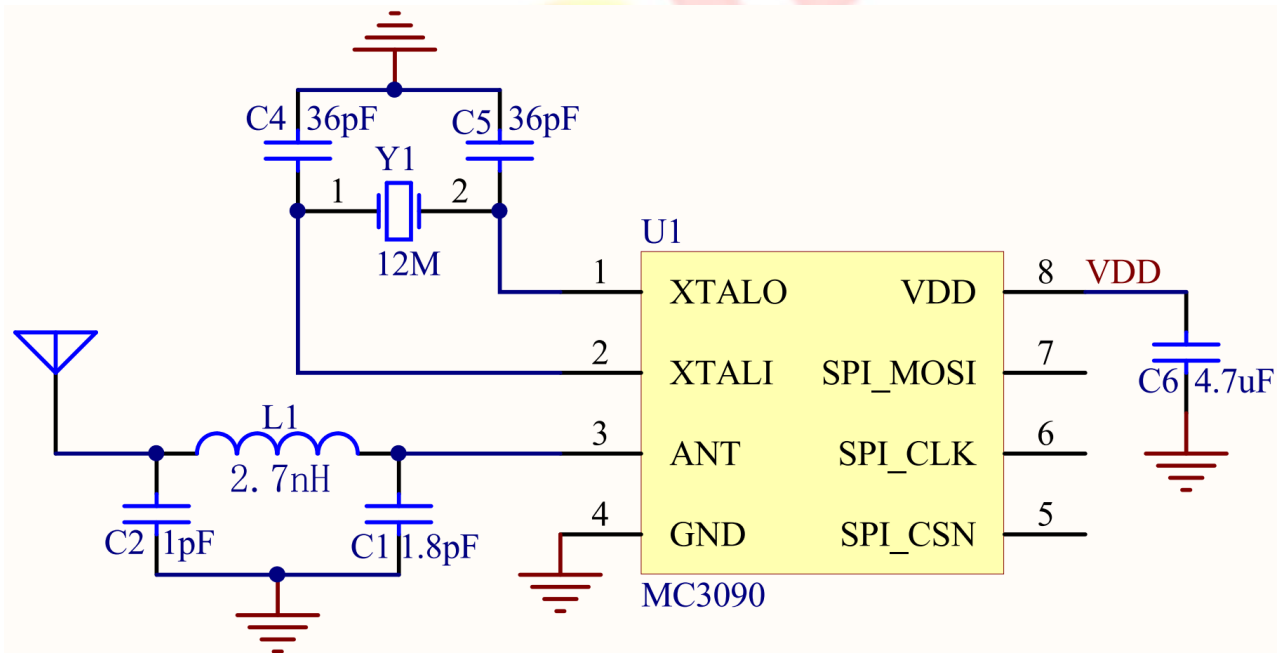


图5 MC3090 SOP8典型应用图

7 SPI 接口

7.1 SPI默认格式

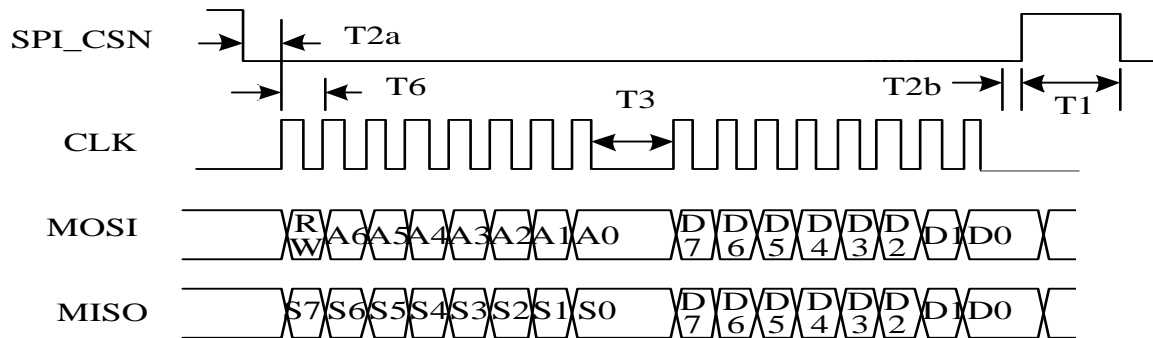


图6 4线SPI读写寄存器方式(当CKPHA=1)

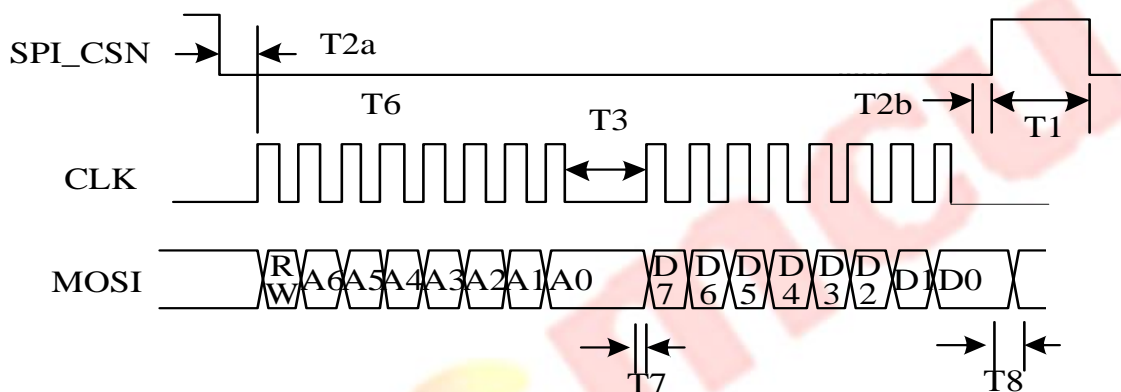


图7 3线SPI读寄存器方式 (当CKPHA=1)

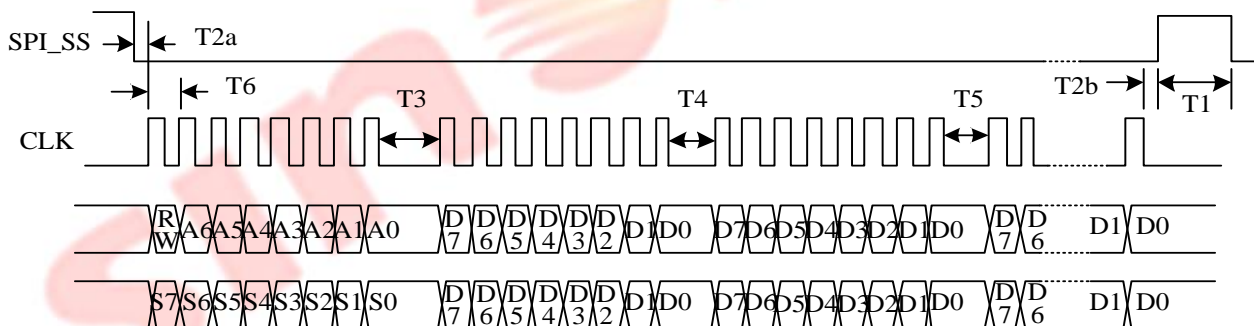


图8 SPI 接口 (当 CKPHA=1 时, SPI 为下降沿采样)

注:

- 1) SPI读写位: 写=0, 读=1;
- 2) 访问FIFO寄存器100时, 可以逐个字节读写;
- 3) 访问除FIFO外的其他寄存器时, 推荐每次只读写一个字节;
- 4) 访问多个寄存器时, 也可以用一个SPI_CSn周期, 当在一个SPI_CSn周期内读写多个字节数据时, 内部寄存器地址从低到高自动递增。

7.2 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				
T2b	CSn保持时间	200				
T3, T4, T5		450				访问FIFO时
T6		83				
T7	SPI时钟上升沿至MC3100数据输出时间	0		10		
T8	SPI_CSN至MOSI的上升沿到MC3100数据输入时间			220		

7.3 SPI 建议格式

SPI的通讯协议，不论4线或3线，应当使用CKPHA=0的格式，不建议使用CKPHA=1的格式。切换时请先用CKPHA=1的格式写Reg30[7]=0，完成切换后，后续操作按照CKPHA=0的格式进行即可。如果MC3090芯片复位，则需要MCU再次按照上述方式切换到CKPHA=0格式。

8 I2C 接口

8.1 I2C特性

只支持从模式

速度：100kbit/s-400kbit/s

只支持7位I2C地址

设备地址选择：0xx1000b (bit4=30[7], bit5=引脚SPI_MOSI电平)

SOP8不支持I2C

8.2 I2C默认格式

寄存器地址写入数据

Start	device_addr[6:0]	W	A	REG_addr[7:0]	A	data[7:0]	A	A	data[7:0]	NA	Stop
-------	------------------	---	---	---------------	---	-----------	---	-------	---	-----------	----	------

从寄存器读数据

Start	device_addr[6:0]	W	A	REG_addr[7:0]	A	Sr	device_addr[6:0]	R	A	data[7:0]	A	A	data[7:0]	NA	Stop
-------	------------------	---	---	---------------	---	----	------------------	---	---	-----------	---	-------	---	-----------	----	------

不通过地址读FIFO

Start	device_addr[6:0]	R	A	data[7:0]	A	data[7:0]	A	A	data[7:0]	NA	Stop
-------	------------------	---	---	-----------	---	-----------	---	-------	---	-----------	----	------

(注： 表示master; 表示slave)

9 寄存器信息

通过I2C或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 NO.	Bit Name	描述
7-1	保留	
0	DBUS_TX_EN	=1, 芯片进入TX 状态 发射完一帧后自动清零 注意:不能使 TX_EN 和 RX_EN同时为 1 同时为 0 时, 芯片为 Idle 状态

寄存器 15

默认值:0x30, 可读写

Bit NO.	Bit Name	描述
7	DBUS_RX_EN	=1, 芯片进入 RX 状态 接收完一帧后自动清零 注意:不能使 TX_EN 和 RX_EN 同时为 1 同时为 0 时, 芯片为 Idle 状态
6-0	RF_PLL_CH_NO	设定RF频道 空中频率为: 2402+RF_PLL_CH_NO

寄存器 18

默认值:0x79, 可读写

Bit NO.	Bit Name	描述
7-4	PA_GN	发射功率增益
3-0	保留	

寄存器 22

默认值:0x03, 可读写

Bit NO.	Bit Name	描述
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 NO.	Bit Name	描述
7	CPHA_R	设置 CPHA =1, CPHA=1 =0, CPHA=0 I2C模式下为A4

6	I2C_SEL	设置I2C_SEL =1, I2C模式 =0, SPI模式
5-0	保留	

寄存器 64

默认值:0x18, 可读写

Bit NO.	Bit Name	描述
7-5	PREAMBLE_LEN	Preamble长度=1+preamble_len(byte)
4-3	SYNCWORD_LEN	11: 64 bits , { Reg79、Reg78、Reg77、Reg76、Reg75、 Reg74、Reg73、Reg72} 10: 48bits , { Reg79、Reg78、Reg77、Reg76、Reg73、Reg72} 01: 32bits , { Reg79、Reg78、Reg73、Reg72} 00: 16bits , { 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 NO.	Bit Name	描述
7-6	DATA PACKET TYPE	=00, 编码方式为NRZ数据方式 =01, 编码方式为Manchester数据格式 =10, 编码方式为8/10线码 =11, 编码方式为转换数据类型
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 NO.	Bit Name	描述
7	保留	
6	Sleep_mode	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	

注：一个低脉冲的SPI_CS_n可将芯片唤醒，最小脉冲宽度是1.2ms。

寄存器 80

默认值:0x20, 可读写

Bit NO.	Bit Name	描述
7-3	FIFO_EMPTY_THRESHOLD	FIFO为空的阈值
2-0	FIFO_FULL_THRESHOLD	FIFO为满的阈值高位

寄存器 81

默认值:0x47, 可读写

Bit NO.	Bit Name	描述
7-6	FIFO_FULL_THRESHOLD	FIFO为满的阈值低位
5-0	SYNCWORD_THRESHOLD	SYNCWORD_THRESHOLD值必须等于syncword length-1

寄存器 84

默认值:0xFD, 可读写

Bit NO.	Bit Name	描述
7-2	SCAN_RSSI_CH_NO	RSSI 扫描的频道数量, RSSI值将保留到FIFO中
1-0	保留	

寄存器 86

默认值:0x00, 可读写

Bit NO.	Bit Name	描述
7	SCAN_RSSI_EN	=1, 开始扫描RSSI 扫描完成后该位被硬件自动清零
6-0	SCAN START CHANNEL OFFSET	从(2402+ CHANNEL_OFFSET_OF_RSSI_SCAN)MHz 扫描RSSI

寄存器 87

默认值:0x0F, 可读写

Bit NO.	Bit Name	描述
7	保留	
6-0	WAIT_RSSI_SCAN_TIM	扫描RSSI时, VCO&SYN稳定时间, 每一步1us

寄存器 94

默认值:0x00, 可读写

Bit NO.	Bit Name	描述
7	Three-wire-SPI	=1, 使能3线SPI =0, 使能4线SPI
6-0	保留	

寄存器 96

只读

Bit NO.	Bit Name	描述
7	CRC_ERROR	CRC错误标志位 =1, 错误 =0, 正确
6-0	保留	

寄存器 97

只读

Bit NO.	Bit Name	描述
7	保留	
6	PKT_FLAG	接收/传输包完成标志位, 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 NO.	Bit Name	描述
7-0	TXRX_FIFO_REG	MCU读写FIFO数据的接口

寄存器104

默认值:0x00, 可读写

Bit NO.	Bit Name	描述
7	CLR_W_PTR	=1, 清空TX FIFO指针 读取时总为0
6	保留	
5-0	FIFO_WR_PTR	FIFO写指针, 只读

寄存器105

默认值:0x00, 可读写

Bit NO.	Bit Name	描述
7	CLR_R_PTR	=1, 清空RX FIFO指针 读取时总为0
6	保留	
5-0	FIFO_RD_PTR	FIFO读指针, 只读

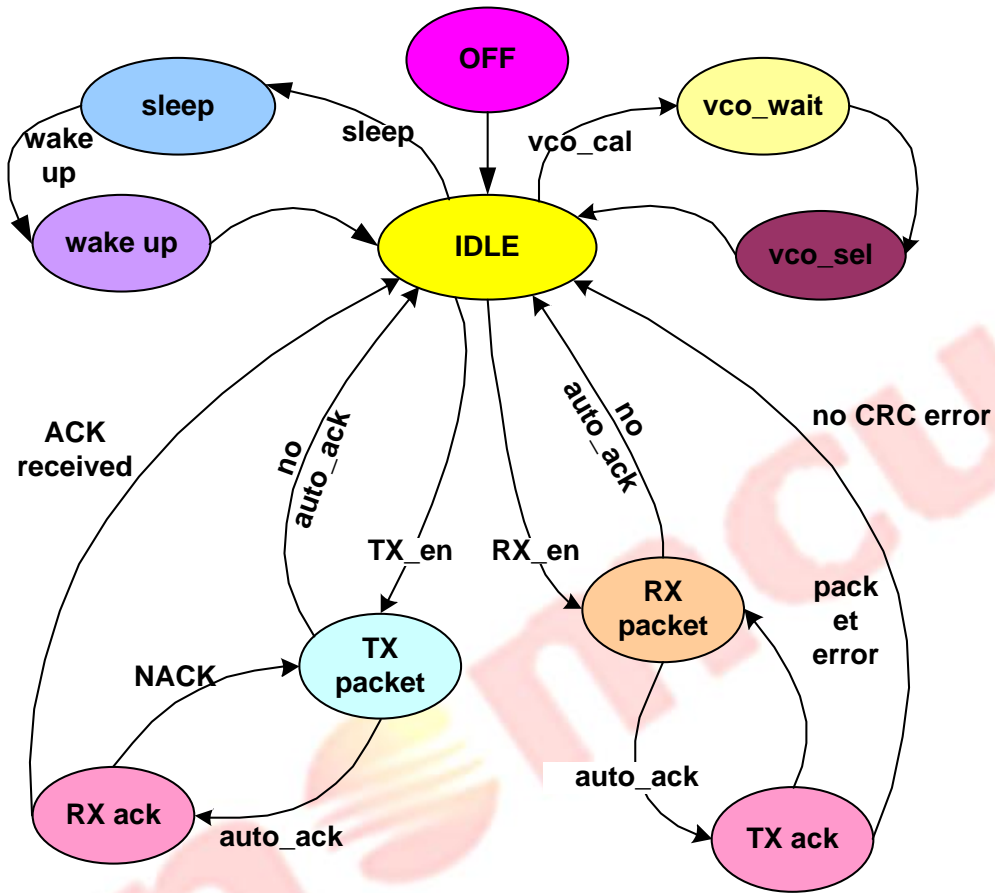
10 寄存器初始推荐值

寄存器编号 (十进制)	推荐值 (十六进制)
01	E9
02	57
03	0D
04	C4
08	25
09	14
10	57
11	3B
16	84
17	5A
18	0C
19	00
27	B0
34	19
35	C0
46	01
47	15
49	5B
50	15
51	14
52	1A (TX) /1E (RX)
53	00
64	78
72	61
73	07
74	17
75	94
76	ED
77	27
78	75
79	66

- 1、使能芯片：引脚CE拉低至少2ms，置高至少2ms（如果芯片有引脚CE）；
- 2、选择接口：SPI、I2C；SPI接口选择3线或4线SPI；
- 3、按照上表寄存器初始推荐值填写。

11 工作模式

11.1 状态机框图



11.2 发射时序

先设置好发射频道，当MCU将寄存器14[0]写为1后，芯片将自动根据payload来产生包。如果包长度大于FIFO长度，MCU需要多次写FIFO数据。FIFO_FLAG表示FIFO是否为空。

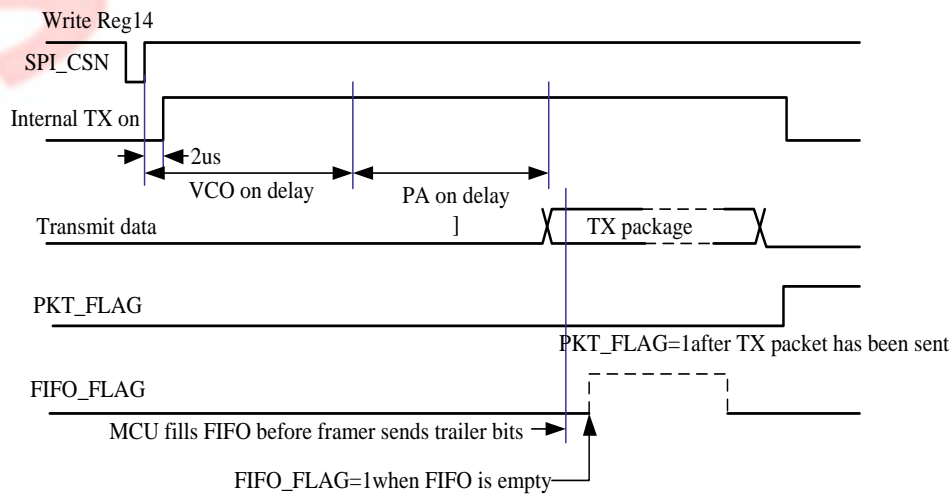


图9 TX时序图

11.3 接收时序

当MCU将寄存器15[7]写为1并且设置接收器频道，MC3090将打开RX并等待正确的syncword。当收到正确的syncword，MC3090将自动开始处理数据包。当数据包处理完毕，MC3090状态机将进入Idle。

当接收到的数据包长度大于63 bytes，FIFO_FLAG开始起作用，也就是着MCU必须从FIFO中读取数据。在弱信号，多径和远距离时，不一定能收到正确的syncword。为防止出现死机情况，MCU需要做一个定时器。在大部分应用中，数据包是在一定时间窗口内可以收到的，如果未收到，系统要有定时器才能恢复到正常模式。

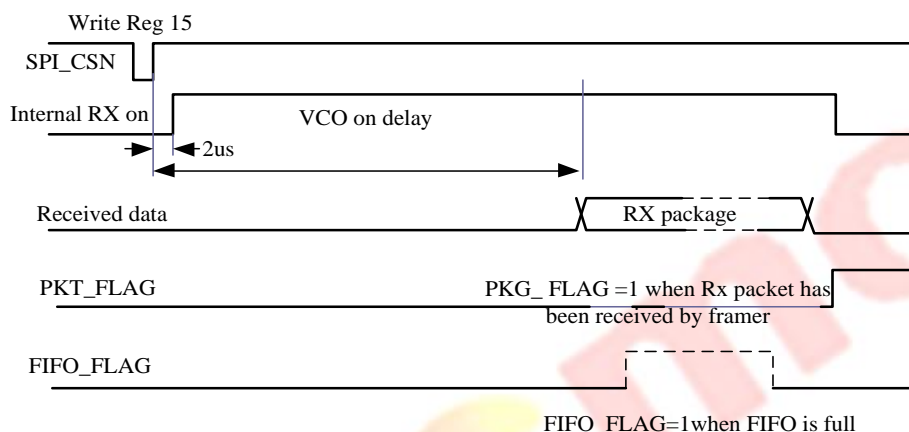


图10 RX时序图

11.4 Idle模式

清Reg14[0]，清Reg15[7]。

11.5 进入Sleep及唤醒

进入Sleep: Reg70[6]置一。

唤醒: SPI_CS_n保持至少2ms低电平。

12 数据包格式

Preamble	SYNC	Trailer	Payload	CRC
----------	------	---------	---------	-----

Preamble: 1-8 字节，可编程

SYNC: 16/32/48/64 位，编程同SYNCWORD设备

Trailer: 4-18 位，可编程

Payload: TX/RX 数据

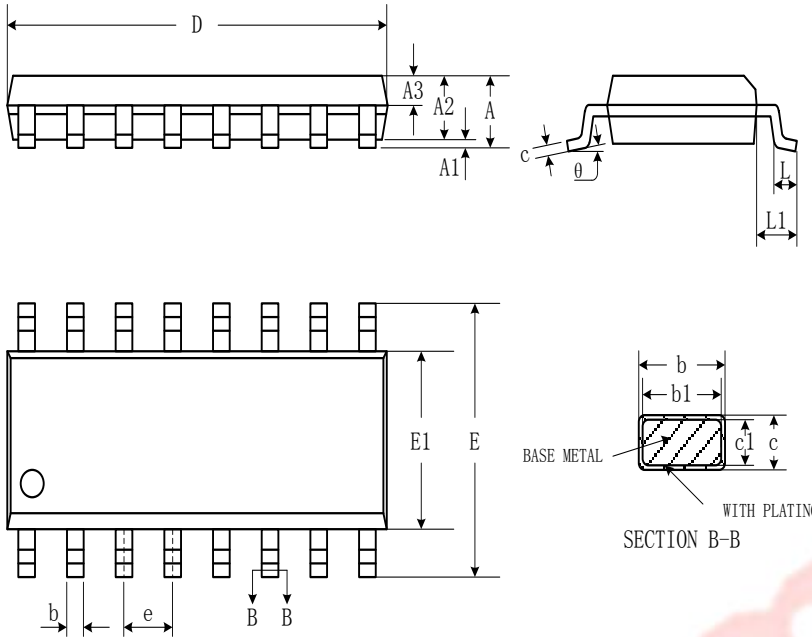
CRC: 可选16位CRC

13 发射功率的调整

Reg18值 (十六进制)	SOP16	SOP8	单位
0C	5.0	3.0	dBm
08	3.2	1.0	
18	2.5	0.3	
28	1.6	-0.6	
38	0.7	-1.4	
48	0.0	-2.2	
58	-1.0	-3.0	
68	-2.0	-4.0	
78	-3.3	-5.3	
88	-4.8	-6.8	
98	-5.7	-7.7	
A8	-6.8	-8.8	
B8	-8.1	-10.0	
C8	-9.5	-11.6	
D8	-11.3	-13.3	
E8	-13.6	-15.6	
F8	-16.6	-18.7	

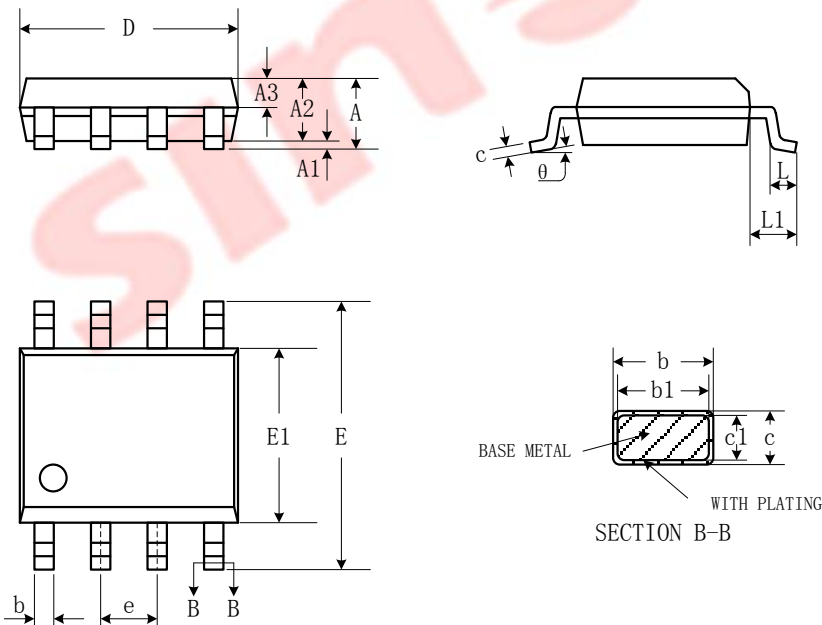
14 封装形式

SOP16



SYMBOL	MILLIMETER	
	MIN	MAX
A	1.35	1.75
A1	0.10	0.25
A2	1.25	1.65
A3	0.55	0.75
b	0.36	0.51
b1	0.35	0.45
c	0.17	0.25
c1	0.17	0.23
D	9.80	10.00
E	5.80	6.20
E1	3.80	4.00
e	1.27BSC	
L	0.45	0.80
L1	1.04REF	
θ	0°	8°

SOP8



SYMBOL	MILLIMETER	
	MIN	MAX
A	-	1.77
A1	0.08	0.28
A2	1.20	1.60
A3	0.55	0.75
b	0.39	0.48
b1	0.38	0.43
c	0.21	0.26
c1	0.19	0.21
D	4.70	5.10
E	5.80	6.20
E1	3.70	4.10
e	1.27BSC	
L	0.50	0.80
L1	1.05BSC	
θ	0	8°

15 版本修订记录

版本号	修订日期	修订内容
V1.0	2016-05-24	New Release
V1.1	2016-06-08	修改3,4,5,6,7,9,10,12,13
V1.2	2016-08-15	修改7 (典型应用)
V1.3	2016-09-23	增加7中的元器件参数说明
V1.4	2016-10-26	修改寄存器7、12、14、15、31、81、101的描述
V2.0	2018-08-21	修改已知问题
V2.1	2018-12-12	增加 “7.3 SPI建议格式” 修改 “6典型应用” , “XTAL” 为 “12M”