Sub-1GHz Transceiver ESW1032

数 据 手 册

☐ 产品简介

☑ 数据手册

☐ 产品规格

上海东软载波微电子有限公司

2026 年 11 月 6 日

版权所有©上海东软载波微电子有限公司

产品订购信息

型号	封装
ESW1032NF	QFN20

地　址：中国上海市徐汇区古美路 1515 号凤凰园 12 号楼 3 楼
E-mail：support@essemi.com
电　话：+86-21-60910333
传　真：+86-21-60914991
网　址：http://www.essemi.com

版权所有©
上海东软载波微电子有限公司
本资料内容为上海东软载波微电子有限公司在现有数据资料基础上慎重且力求准确无误编制而成，本资料中所记载的实例以正确的使用方法和标准操作为前提，使用方在应用该等实例时请充分考虑外部诸条件，上海东软载波微电子有限公司不担保或确认该等实例在使用方的适用性、适当性或完整性，上海东软载波微电子有限公司亦不对使用方因使用本资料所有内容而可能或已经带来的风险或后果承担任何法律责任。基于使本资料的内容更加完善等原因，上海东软载波微电子有限公司保留未经预告的修改权。使用方如需获得最新的产品信息，请随时用上述联系方式与上海东软载波微电子有限公司联系。

修订历史

版本	修订日期	修改概要
V1.0	2026-6-5	初版
V1.1	2026-9-8	1）增加 PREAMBLE、SFD、PSDU 寄存器说明
V1.2	2026-11-6	1） 增加 6.5 接收信号强度指示（RSSI） 2） 更新典型应用原理图

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

目 录

内容目录

第 1 章 芯片简介 9
1.1 芯片概述 9
1.2 芯片主要特性 9
1.3 引脚信息 11
第 2 章 功能描述 13
2.1 上电复位（POR） 13
2.2 LRC 振荡器 13
2.3 晶体振荡器 13
2.4 接收器 14
2.5 发射器 14
第 3 章 芯片状态控制 15
3.1 SHUT DOWN 状态 15
3.2 SLEEP 状态 15
3.3 READY/IDLE 状态 16
3.4 TX 状态 16
3.5 RX 状态 16
3.6 WAIT_CMD 状态 16
3.7 状态切换指令 16
3.8 状态切换说明 17
第 4 章 数据包与包处理机制 18
4.1 数据包模式 18
4.1.1 IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包 18
4.2 GPIO 模式 21
4.3 WM-Bus 模式 22
4.4 连续发送模式 23
第 5 章 数据与控制接口 24
5.1 SPI 通信接口 24
5.1.1 通信协议 24
5.1.2 SPI 指令解析 25
5.2 中断 25
5.3 GPIO 配置 26
第 6 章 其它功能与设置 27
6.1 白化 27
6.2 CRC 27
6.3 FEC 27
6.4 跳频 28
6.5 接收信号强度指示（RSSI） 28
第 7 章 寄存器 30
7.1 寄存器说明 30
7.1.1 系统寄存器 30
7.1.2 MODEM 寄存器 42

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 3 MAC 寄存器 49
附录 1 电气特性 52
附录 2 典型应用原理图 59
附录 3 封装信息 60

版权所有©上海东软载波微电子有限公司

图目录

图 1-1 结构框图 9
图 1-2 QFN20 封装顶视图 11
图 2-1 POR 时序图 13
图 3-1 状态控制示意图 15
图 4-1 数据包模式基本帧结构示意图 18
图 4-2 IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包帧结构示意图 19
图 4-3 GPIO 模式收发流程图 21
图 4-4 WM-Bus 模式帧结构示意图 22
图 4-5 WM-Bus 模式接收流程图 22
图 5-1 SPI 写时序 25
图 5-2 SPI 读时序 25
图 5-3 SPI 命令时序 25
图 6-1 PN9 数据白化生成器 27
图 6-2 跳频时序图 28
图 7-1 典型应用原理图（DC/DC ON） 59
图 7-2 典型应用原理图（DC/DC OFF） 59
图 7-3 QFN20 封装尺寸图 60

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

表目录

表 1-1 引脚描述 12
表 3-1 状态切换指令 16
表 3-2 状态切换时间 17
表 4-1 IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包 Preamble 定义 19
表 4-2 IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包 SFD 定义 19
表 5-1 SPI 指令对照表 25
表 7-1 LRC_CTRL0 寄存器说明 30
表 7-2 GPIO0 寄存器说明 31
表 7-3 GPIO1 寄存器说明 32
表 7-4 GPIO2 寄存器说明 33
表 7-5 IODS 寄存器说明 33
表 7-6 ONEMS 寄存器说明 34
表 7-7 WUT_CTL 寄存器说明 34
表 7-8 WUT_CNTL 寄存器说明 34
表 7-9 WUT_CNTH 寄存器说明 35
表 7-10 IER_SYS 寄存器说明 35
表 7-11 IER_MDM 寄存器说明 35
表 7-12 IER_MAC 寄存器说明 36
表 7-13 IFM_SYS 寄存器说明 36
表 7-14 IFM_MDM 寄存器说明 36
表 7-15 IFM_MAC 寄存器说明 37
表 7-16 ST_FIFO 寄存器说明 37
表 7-17 STS_MDM 寄存器说明 38
表 7-18 ST_STATE 寄存器说明 38
表 7-19 ST_CTS 寄存器说明 39
表 7-20 FIFO_CTL 寄存器说明 39
表 7-21 FIFO_TXAE_LEVEL 寄存器说明 39
表 7-22 FIFO_TXAF_THRESH 寄存器说明 39
表 7-23 FIFO_RXAE_LEVEL 寄存器说明 40
表 7-24 FIFO_RXAF_THRESH 寄存器说明 40
表 7-25 NRST_REG 寄存器说明 40
表 7-26 NRST_SFT 寄存器说明 40
表 7-27 LRC_CNTL 寄存器说明 41
表 7-28 LRC_CNTH 寄存器说明 41
表 7-29 MDM_MODE 寄存器说明 42
表 7-30 PREAMBLE 寄存器说明 42
表 7-31 PRMB_LEN0 寄存器说明 42
表 7-32 PRMB_LEN1 寄存器说明 43
表 7-33 SFD0 寄存器说明 43
表 7-34 SFD1 寄存器说明 43
表 7-35 SFD2 寄存器说明 43
表 7-36 SFD3 寄存器说明 44
表 7-37 SFD4 寄存器说明 44

版权所有©上海东软载波微电子有限公司

表 7-38 SFD5 寄存器说明 44
表 7-39 SFD6 寄存器说明 44
表 7-40 SFD7 寄存器说明 45
表 7-41 SFD_LEN 寄存器说明 45
表 7-42 PSDU_LEN0 寄存器说明 45
表 7-43 PSDU_LEN1 寄存器说明 45
表 7-44 RX_PSDU_LEN0 寄存器说明 46
表 7-45 RX_PSDU_LEN1 寄存器说明 46
表 7-46 PHR0_STS 寄存器说明 46
表 7-47 PHR1_STS 寄存器说明 46
表 7-48 PHR2_STS 寄存器说明 47
表 7-49 PHR3_STS 寄存器说明 47
表 7-50 RX_SYNC_THHD 寄存器说明 47
表 7-51 RX_PRE_THHD 寄存器说明 47
表 7-52 RSSI0 寄存器说明 48
表 7-53 RSSI1 寄存器说明 48
表 7-54 CHI_CTL 寄存器说明 49
表 7-55 UDI_SET 寄存器说明 49
表 7-56 STS_UDI_CNT 寄存器说明 49
表 7-57 SYNC_UDI_CNT 寄存器说明 50
表 7-58 CHAN_SPC0 寄存器说明 50
表 7-59 CHAN_SPC1 寄存器说明 50
表 7-60 RXHOP_CTL 寄存器说明 50
表 7-61 RXHOP_IDX 寄存器说明 51
表 7-62 STAY_CHAN 寄存器说明 51
表 7-63 SELF_CHAN 寄存器说明 51
表 7-64 RXHOP_CH0-63 寄存器说明 51
表 7-65 推荐运行条件 52
表 7-66 绝对最大额定值 52
表 7-67 芯片功耗 53
表 7-68 LRC 电气特性 53
表 7-69 晶体振荡器特性 53
表 7-70 接收机（RX）特性 55
表 7-71 发射机（TX）特性 56
表 7-72 锁相环（PLL）特性 57
表 7-73 数字接口规格 58

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

第1章 芯片简介

1. 1 芯片概述

ESW1032 是一款高性能、低功耗的工业级 Sub-1GHz 射频收发芯片，可广泛应用于无线抄表、无线门禁、智能家居、工业控制、无线传感器网络、无线遥控、遥测设备等领域，其宽工作电压与低功耗特性使其成为电池供电应用的理想解决方案。

ESW1032 支持 IEEE 802.15.4 SUN FSK 相关 PHY 配置与帧处理加速，涵盖 IEEE 802.15.4g-2012 所定义的 MR-FSK 基本帧格式，并对应 IEEE 802.15.4-2015/2020 中的 SUN FSK 条款。芯片支持非 Mode Switch PPDU，上层协议栈由外部 MCU 实现。

芯片的总体结构如下图所示。

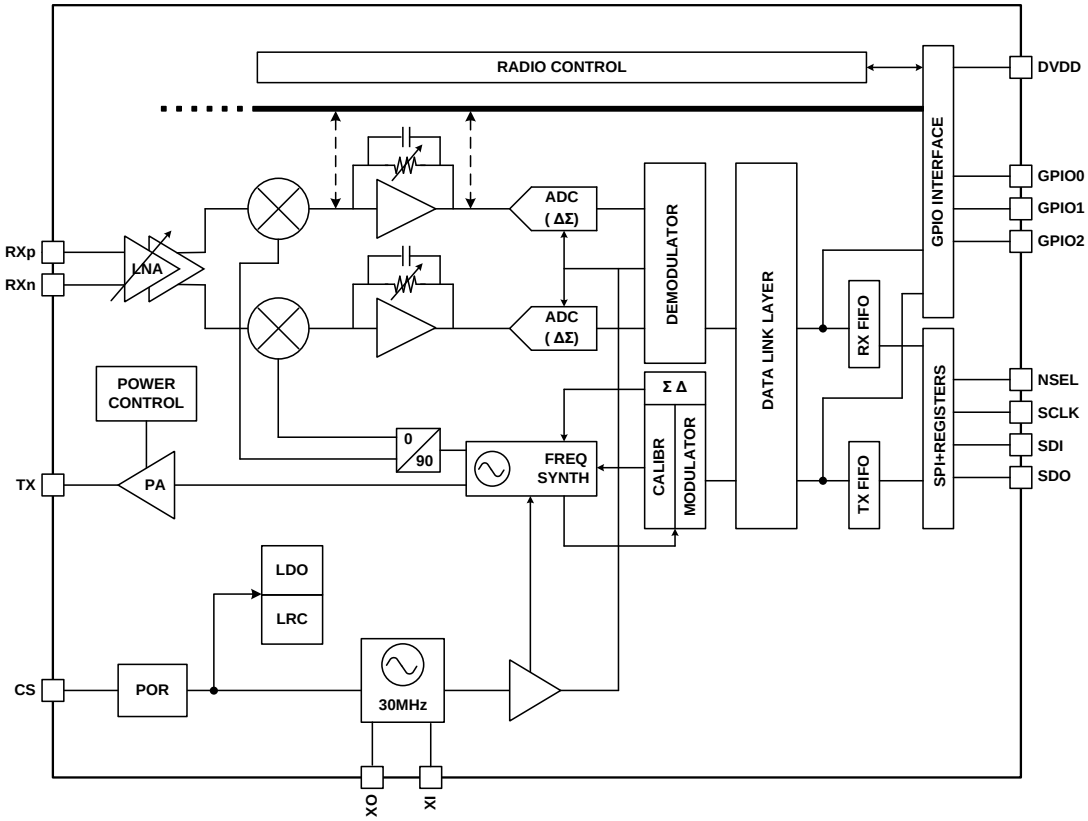


图 1-1 结构框图

1. 2 芯片主要特性

- 支持频段
  - 142~175 MHz
  - 210~262 MHz
  - 284~350 MHz
  - 420~525 MHz

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

- ◇ 850~1050MHz

◆ 接收灵敏度

- ◇ -120dBm @ 2.4kbps (433MHz 2FSK)
- ◇ -114 dBm @ 10kbps (433MHz 2FSK)
- ◇ -105 dBm @ 100kbps (433MHz 2FSK)
- ◇ -96 dBm @ 500kbps (433MHz 2FSK)
- ◇ -117dBm @ 2.4kbps (868MHz/915MHz 2FSK)
- ◇ -111dBm @ 10kbps (868MHz/915MHz 2FSK)

◆ 调制方式

- ◇ 2(G)FSK、4(G)FSK

◆ 最大输出功率

- ◇ +20 dBm

◆ 接收电流

- ◇ 9.4 mA RX @ 10kbps (433MHz 2FSK DC/DC ON)
- ◇ 9.2 mA RX @ 10kbps (868MHz 2FSK DC/DC ON)
- ◇ 9.1 mA RX @ 10kbps (915MHz 2FSK DC/DC ON)

◆ 发射电流

- ◇ 66 mA TX @ +17dBm (433MHz 2FSK)
- ◇ 65 mA TX @ +17dBm (868MHz 2FSK)
- ◇ 61 mA TX @ +17dBm (915MHz 2FSK)

◆ 低功耗模式功耗

- ◇ 100nA Shut Down Mode
- ◇ 700nA Sleep Mode

◆ 数据速率

- ◇ 1 ~ 500 kbps @2(G)FSK
- ◇ 2 ~ 1000 kbps @4(G)FSK

◆ 支持电压范围：1.8V ~ 3.6V

◆ 选择性性能

- ◇ 邻道抑制比@433MHz：52 dB @ 12.5KHz
- ◇ 阻塞抑制比@433MHz：61 dB @ ±1MHz

◆ 独立 256 字节发送与接收 FIFO

◆ 支持自动频率控制(AFC)、自动增益控制(AGC)

◆ 支持白化（Whitening）、前向纠错编码（FEC）、循环冗余校验编码（CRC）

◆ 支持非递归系统卷积码（NRNSC）、递归系统卷积码（RSC）、Manchester（曼切斯特）和 3to6 编码（后两种仅用于 WM-Bus 模式）

◆ 支持数字 RSSI 测量

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

- 20-Pin QFN 封装
- 支持 30MHz 晶振

1. 3 引脚信息

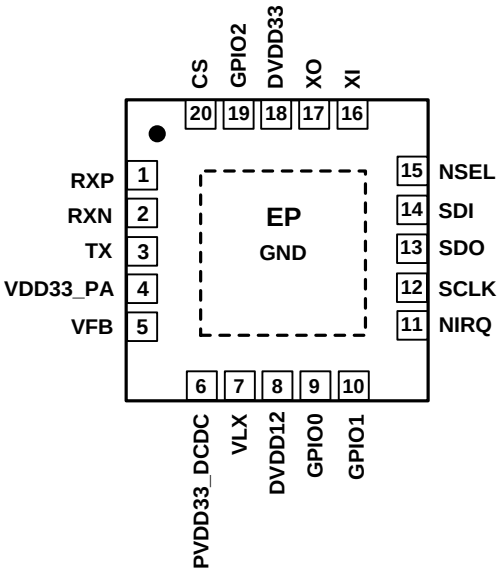


图 1-2 QFN20 封装顶视图

Pin	Pin Name	I/O	Description
1	RXP	I	接收机射频接收输入端口
2	RXN	I	
3	TX	O	发射机射频输出端口
4	VDD33_PA	VDD	模拟 PA 电路电源输入
5	VFB	I	降压转换器反馈输入（内部 1.5V 电源输入）
6	PVDD33_DCDC	VDD	模拟 DC/DC 电路电源输入
7	VLX	O	降压转换器 PWM 输出
8	DVDD12	VDD	芯片数字电源输出
9	GPIO0	I/O	通用数字 I/O 端口
10	GPIO1		
11	NIRQ	O	中断输出端口（低电平有效）
12	SCLK	I	SPI 时钟信号输入端口
13	SDO	O	SPI 串行数据输出端口
14	SDI	I	SPI 串行数据输入端口
15	NSEL	I	SPI 片选信号输入端口（低电平有效）
16	XI	I	晶体振荡器输入端口
17	XO	O	晶体振荡器输出端口
18	DVDD33	VDD	芯片数字 3.3V 电源输入
19	GPIO2	I/O	通用数字 I/O 端口
20	CS	I	芯片片选控制输入端口（高电平芯片使能，低电平芯片关断）

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

EP	GND	GND	芯片地线

表 1-1 引脚描述

版权所有©上海东软载波微电子有限公司

第2章 功能描述

ESW1032 使用分时双工（TDD）收发器，交替发送和接收数据包。该芯片使用单降频转换混频器将 2 或 4-FSK/GFSK 调制的接收信号转换为低中频，再通过高性能 Sigma-Delta ADC 将信号转换为数字域，从而实现滤波、解调和数据包处理都在内置数字信号处理模块中执行，与模拟架构相比，增加了接收器的性能和灵活性。解调后的信号可通过标准 SPI 总线读取 256 字节 RX FIFO，输出到系统 MCU。

ESW1032 发射的 FSK 数据可直接调制到数据流中，并且可以通过高斯低通滤波器减少不必要的频谱含量。ESW1032 的发射端包含一个高效的功率放大器（PA），可支持高达+20 dBm 的输出功率。

2.1 上电复位（POR）

ESW1032 一般做为从机使用，上电完成后，由主机（MCU）对 CS 脚置高，此期间对 LRC32K 时钟进行计数，在小于 5T（T 代表 LRC 的周期）期间，POR 为低，对数字 3.3V 域进行复位。在超过 5T 后，POR 输出高，代表复位结束，完整时序如下图所示：

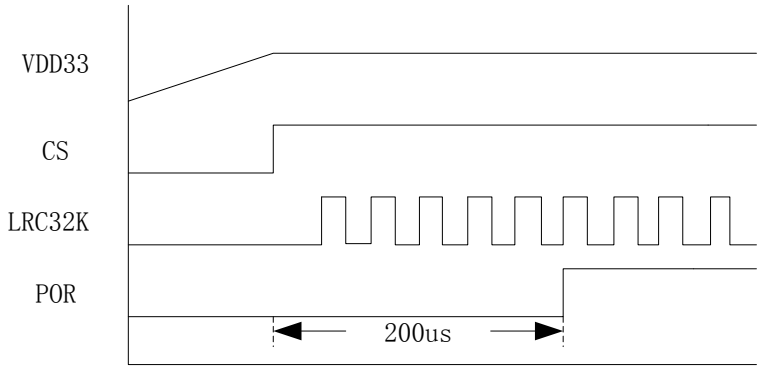


图 2-1 POR 时序图

2.2 LRC振荡器

芯片内部集成低功耗 RC 振荡器，在出厂时通过测试并校准至 32KHz。随着实际应用环境的变化，LRC 频率可通过 30MHz 晶振（HOSC）进行动态校准。该振荡器作为上电控制的主时钟，除 SHUT DOWN 状态外，其余工作状态均处于工作模式。

2.3 晶体振荡器

ESW1032 支持 30MHz 参考频率。芯片上的设计为振幅调节的皮尔斯参考振荡器电路，芯片上电时，默认情况下，参考振荡器（HOSC）处于使能状态。XI 与 XO 之间的差分负载电容等于 CL，CL 应该与晶体要求的负载电容值匹配，以使晶体准确振荡在 30MHz。

$$C_L = \frac{C_{on_chip} + C_{off_chip} + C_{par}}{2}$$

其中，

- Con_chip 为芯片内部提供给晶体两端分别对地挂接的负载电容。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

- Coff_chip 为外部挂接晶体两端到地的负载电容。
- Cpar 为晶体两端分别到地的寄生电容。

通常，晶体的频率偏差越小，接收机的性能越好。

2.4 接收器

ESW1032 接收到的 RF 信号会先经过内部低噪声放大器（LNA）放大，再被双平衡 I-Q 降频混频器降频至低中频（Low-IF），并通过可编程增益放大器（PGA）将信号放大到 ADC 的动态范围内，最后通过高性能 Sigma-Delta ADC 将信号转换为数字域。因为镜像消除功能由数字域中的调制解调器完成，故无需在前端增加昂贵的 SAW 滤波器。

低噪声放大器为宽带设计，具有极低的噪声特性和足够高的增益，可抑制后续电路的噪声并达到最佳灵敏度。因此，没有额外的外部增益或前端模块需求。

数字域中的调制解调器除了实现镜像消除外，其内置的数字信号处理模块还会执行滤波、解调和数据包（信号译码）处理，解调后的信号可通过标准 SPI 总线读取 256 字节 RX FIFO 输出到系统 MCU。

低噪声放大器、双平衡 I-Q 降频混频器与可编程增益放大器皆具有增益控制，由内部自动增益控制（AGC）执行。

2.5 发射器

芯片内部集成了一款高功率放大器。通过 TX_PAPWR 控制位设置，可以对功率放大器输出功率进行编程。使用适当的外部输出匹配网络有助于抑制载波谐波，并将天线阻抗转换为 TX 引脚上的最佳阻抗。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司

第3章　芯片状态控制

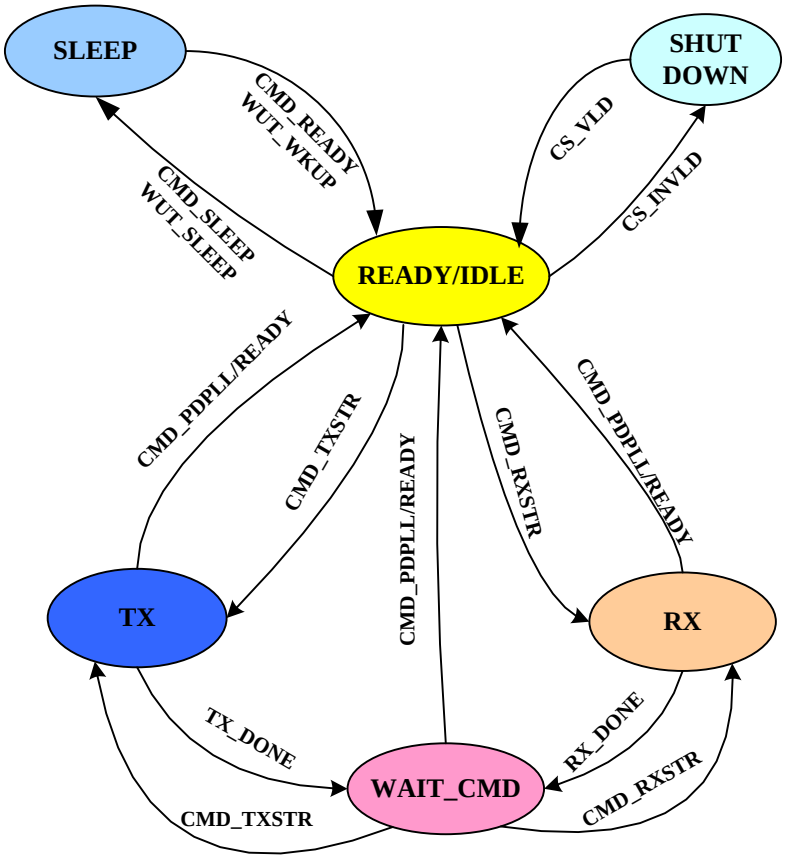


图 3-1 状态控制示意图

3. 1　SHUT DOWN状态

在 SHUT DOWN 状态下，整个芯片全部掉电，芯片功耗约为 100nA。

通过设置 CS 引脚为低电平进入 SHUT DOWN 状态，设置 CS 引脚为高电平，芯片从 SHUT DOWN 状态恢复至 IDLE 状态。

芯片从 SHUT DOWN 恢复至 IDLE 状态，全芯片被复位，寄存器恢复默认值。

注 1：在 SHUT DOWN 状态下，寄存器内容会丢失，且不可访问 SPI。
注 2：当配置 CS 输入引脚为低电平进入 SHUT DOWN 状态时，低电平需至少持续 5μs 以上，以便芯片内部电容器充分放电，建议使用 MCU 对 CS 引脚进行控制，不推荐将其直接连接高电平。

3. 2　SLEEP状态

睡眠状态下 LRC 仍会计数，并启动唤醒定时器 （WUT）模块。

进入睡眠前，若已开启 DC/DC，需由软件关闭。

进入 SLEEP 的方式有两种：命令（CMD_SLEEP）和计时器溢出（WUT_SLEEP）。命令实现方式必须在上电完成状态（GPIO1 置高/ST_STATE[0]置高）下有效。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司

SLEEP 状态下唤醒的方式有两种：命令（CMD_READY）和计时器溢出（WUT_UP）。

命令实现唤醒后会稳定在上电完成状态（GPIO1 置高/ST_STATE[0]置高），可直接命令实现收发及频点配置；计时器溢出实现唤醒后，芯片会稳定在 STARTUP 状态，还需要通过命令（CMD_READY）才能将芯片重新进入上电完成状态。

3. 3 READY/IDLE状态

当芯片上电启动后或从 SHUT DOWN 状态退出后，芯片就会直接进入 IDLE 状态。

在 IDLE 状态下，上电完成，SPI 访问权限释放，所有寄存器皆能读写，可以通过 SPI 命令（CMD_TXSTR、CMD_RXSTR）进入发送或接收状态。

3. 4 TX状态

可以通过 SPI 命令（CMD_TXSTR）进入发送状态。可以通过中断来判断是否已经发送完成，若完成发送则进入等待指令的状态。

TX 状态下可通过 SPI 命令（CMD_PDPLL）进入 IDLE 态。

3. 5 RX状态

可以通过 SPI 命令 （CMD_RXSTR）进入接收状态，可以通过中断来判断是否已接收到数据包，若完成接收则进入等待指令的状态。

RX 状态下可通过 SPI 命令（CMD_PDPLL）进入 IDLE 态。

3. 6 WAIT_CMD状态

当发送完成或者接收完成后，会进入 WAIT_CMD 状态。

WAIT_CMD 状态下可以通过 SPI 命令（CMD_TXSTR、CMD_RXSTR、CMD_PDPLL）进入收发态及 IDLE 态。

3. 7 状态切换指令

状态切换的 SPI 指令列表如下：

描述	SPI 指令
CMD_SLEEP	8’hA0
CMD_READY	8’hA2
CMD_TXSTR	8’hB2
CMD_RXSTR	8’hB3
CMD_PDPLL	8’hB4

表 3-1 状态切换指令

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

3. 8 状态切换说明

ESW1032 包含睡眠（Sleep）、空闲（READY/IDLE）、发射（TX）、接收（RX）和等待模式。可以使用 SPI 命令切换状态，并通过 CTS 信号判断切换状态是否成功。CTS 信号在转换状态过程中，为低电平，当转换状态完成后，为高电平。

当 CTS 为低电平时，系统不响应新的 SPI 命令。MCU 可以通过两个方式得到 CTS 的状态：通过 GPIO1 得到 CTS 信号和读系统寄存器 ST_CTS(SYS 0x1F)。

	目标状态				
起始状态	SHUT DOWN	SLEEP	READY/IDLE	TX	RX
SHUT DOWN		不可切换	1.31ms	1.49ms	1.47ms
SLEEP	立即		1.44ms	1.62ms	1.60ms
READY/IDLE	立即	立即		180μs	160μs
TX	立即	立即	立即		190μs
RX	立即	立即	立即	210μs	

表 3-2 状态切换时间

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

第4章 数据包与包处理机制

ESW1032 芯片支持数据包模式、GPIO 模式、WM-Bus 模式和连续发送模式，可通过 MDM_MODE 寄存器中的 DATA_MODE 域来配置。

4. 1 数据包模式

数据包模式的帧结构可兼容 IEEE 802.15.4 SUN FSK 的数据包。

若选择数据包模式，需设置 MDM_MOD(MDM 0x00)寄存器：DATA_MODE 域选“数据包模式（2'b10）”。

数据包模式的基本帧结构如下图所示。

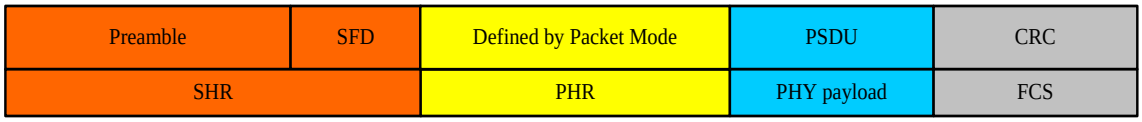


图 4-1 数据包模式基本帧结构示意图

数据包模式基本帧结构的说明如下：

- 前导码（Preamble）

前导码是为了实现自动增益控制的设置调整、数据帧的同步、频率的校正和信噪比估计等功能。

前导码的长度可配置 PRMB_LEN0(MDM 0x05)和 PRMB_LEN1(MDM 0x06)寄存器，支持 4~1023 个字节长度。前导码格式可通过 PREAMBLE(MDM 0x04)寄存器配置。

- 帧分隔符（SFD）

帧分隔符 SFD 是为了实现数据帧的同步功能，并且可以让接收端判断 SHR 的结束和 PHR 的开始，在 IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包格式下，接收端会根据 SFD 的内容判断该数据包是否使用了 FEC。

- 物理层头（PHR）

物理层头 PHR 的内容与选择的数据协议相关。

- 物理层载荷（PSDU）

物理层载荷域具有可变的长度，负责发送物理层数据包里的数据。

- 帧校验序列（FCS）

FCS 域为可选的 16bits/32bits 的 CRC 序列。

4. 1. 1 IEEE 802.15.4 SUN FSK数据包

若使用 IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包的帧结构，MDM_MOD 寄存器的 PACKET_SEL 域需选“IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包（2'b10）”。

IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包的帧结构如下图所示。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

4~1000 Byte	2/4 Byte	Bit0	Bit1~2	Bit3	Bit4	Bit5~15	Frame Length Byte	2/4 Byte
Preamble	SFD	MS	REV	FCS	DW	Frame Length	Payload	CRC
SHR		PHR					PSDU	FCS

图 4-2 IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包帧结构示意图

◆ 前导码（Preamble）

按照 IEEE 802.15.4 SUN FSK 规范，Preamble 格式的设定值定义如下表所示。

Modulation	Preamble Field
2-FSK	01010101
4-FSK	01110111_01110111

表 4-1 IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包 Preamble 定义

前导码可通过 PREAMBLE (MDM 0x04)寄存器配置；前导长度以字节为单位，可通过 PRMB_LEN0(MDM 0x05)及 PRMB_LEN1(MDM 0x06)寄存器配置。需要注意的是，在设置 4-FSK 的前导时，也是以字节为单位。

◆ 帧分隔符（SFD）

在 IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包格式下，帧分隔符 SFD 会以 LSB 开始发送，数据帧中的 SFD 定义如下表所示。

Coding Scheme	Modulation	PIB Attribute	SFD Value
Coded (PHR + PSDU)	G2FSK (b0-b15)	phyMRFSKSFD=0	0110 1111 0100 1110
		phyMRFSKSFD=1	0110 0011 0010 1101
	G4FSK (b0-b31)	phyMRFSKSFD=0	0111 1101 1111 1111 0111 0101 1111 1101
		phyMRFSKSFD=1	0111 1101 0101 1111 0101 1101 1111 0111
Un-coded (PHR + PSDU)	G2FSK (b0-b15)	phyMRFSKSFD=0	1001 0000 0100 1110
		phyMRFSKSFD=1	0111 1010 0000 1110
	G4FSK (b0-b31)	phyMRFSKSFD=0	1101 0111 0101 0101 0111 0101 1111 1101
		phyMRFSKSFD=1	0111 1111 1101 1101 0101 0101 1111 1101

表 4-2 IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包 SFD 定义

根据上表选择 SFD 后，通过将未编码的 SFD Value 配置在 SFD0(MDM 0x07)~SFD3(MDM 0x0A)寄存器，将编码的 SFD Value 设置在 SFD4(MDM 0x0B)~SFD7(MDM 0x0E)寄存器来设置 SFD 域；

设置 MDM_MODE(MDM 0x00)寄存器的 4FSK 域来配置是否使能 4-FSK，根据是否使能编码来选择使用哪一组 SFD 配置，并根据寄存器的配置来收发 2 字节或 4 字节的 SFD。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

◆ 物理层头（PHR）

物理层头 PHR 包括 MS、REV、FCS、DW 和 Frame Length 共 5 个部分。

◇ MS(Mode Switch)

必须设置为 0，表示会使用单一的 Data Rate 和 Modulation 发送数据包。

◇ REV(Reserved)

保留位，需设置为 0。

◇ FCS(FCS Type)

在 IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包规格中，可以使用 4-字节 FCS 或 2-字节 FCS。需要先设定 FEC_CTRL(MDM 0x01)寄存器的 CRC_SIZE，决定发送的数据包使用的 CRC 大小。硬件会自动填入对应的 FCS Type。当使用 4-字节 FCS，FCS Type 会为 0，使用 2-字节 FCS，FCS Type 会为 1。

◇ DW(Data Whitening)

可以选择 PSDU 是否会经过 Data Whitening 的编码。通过设置 FEC_CTRL(MDM 0x01)的 WHITEN_EN，来决定 Data Whitening 编码与否。硬件会自动填入对应的 Data Whitening，使用 Data Whitening 会设为 1，反之为 0。

◇ Frame Length

待发送的数据长度，以字节为单位，以 LSB 开始发送。可设置寄存器 PSDU_LEN0(MDM 0x15)和 PSDU_LEN1(MDM 0x16)来决定发送的 PSDU 长度，并且提供硬件编码使用，硬件会自动填入对应的 Frame Length。

◆ 物理层载荷（PSDU）

PSDU 部分存放在 FIFO 中，具有可变的长度，负责传送物理层数据包里的数据。

◆ 帧校验序列（FCS）

FCS 域为可选 16bits/32bits 的 CRC 序列。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

4. 2 GPIO模式

若选择 GPIO 模式，需设置 MDM_MOD(MDM 0x00)寄存器：DATA_MODE 域选“GPIO 模式（2'b00）”。

无线发送时，将 GPIO0(SYS 0x09)和 GPIO2(SYS 0x0C)寄存器的 MOD 配置为 AF1（3'b101）模式，通过 GPIO0（数据时钟）、GPIO2（数据位）将数据时钟和有效数据直接输入，调制器根据输入时钟进行数据映射。

无线接收时，将 GPIO0(SYS 0x09)和 GPIO2(SYS 0x0C)寄存器的 MOD 配置为 AF0（3'b100）模式，此时 GPIO0 为解调输出的数据时钟，GPIO2 为解调输出的有效数据。

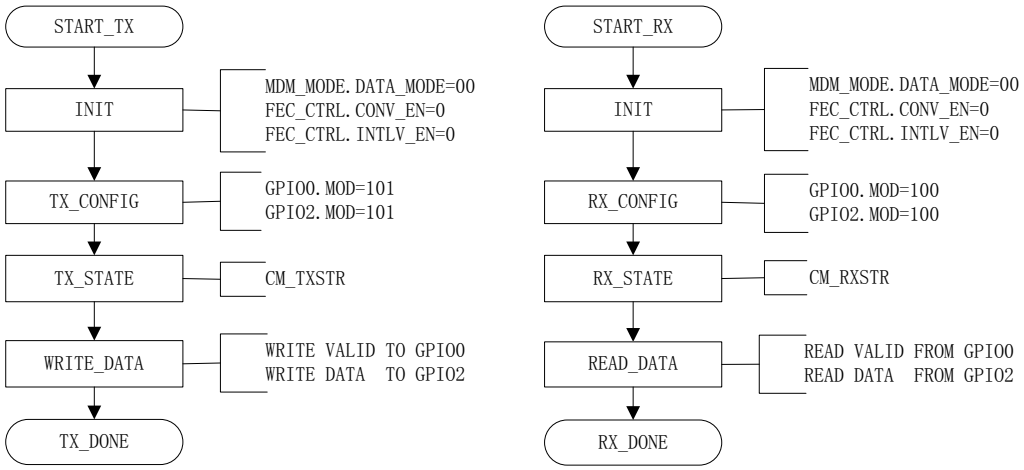


图 4-3 GPIO 模式收发流程图

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

4. 3 WM-Bus模式

若选择 WM-Bus 模式，需设置 MDM_MOD(MDM 0x00)寄存器：DATA_MODE 域选“数据包模式（2'b10）”，PACKET_SEL 域选“WM-Bus 数据包（2'b11）”。

WM_Bus 模式帧结构如下图所示。

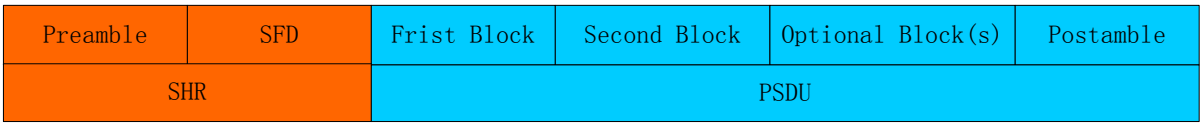


图 4-4 WM-Bus 模式帧结构示意图

- 前导码（Preamble）

  2(G)FSK 模式的 Preamble 为 01 或 10 的重复序列，4(G)FSK 模式的 Preamble 为 0111 或 1101 的重复序列。

- 帧分隔符（SFD）

  同步字长度为 1~4 字节。当子模式区分 A/B 帧时，A 帧的 SFD 写入 SFD Reg1，B 帧的 SFD 写入 SFD Reg2 中，接收端会根据同步状态判断 A/B 帧。

- 后导码（Postamble）

  后导码为 01 或 10 的重复序列。

该模式下除前导和同步字由配置寄存器决定外，其余待发信息均需软件填入 FIFO。同时，需将接收端待回填长度信息寄存器的值预填（根据实际需求定）。

接收端软件对帧结构的处理可根据字节中断标志位（可通过寄存器选择中断标志位的置起字节数）进行判断读取及判别，在该过程中，硬件接收并不会停止，当软件回填长度信息后，硬件会将当前接收长度和回填长度进行比较，当回填长度小于等于当前接收长度，立即终止接收并置起中断标志位，否则会继续接收。

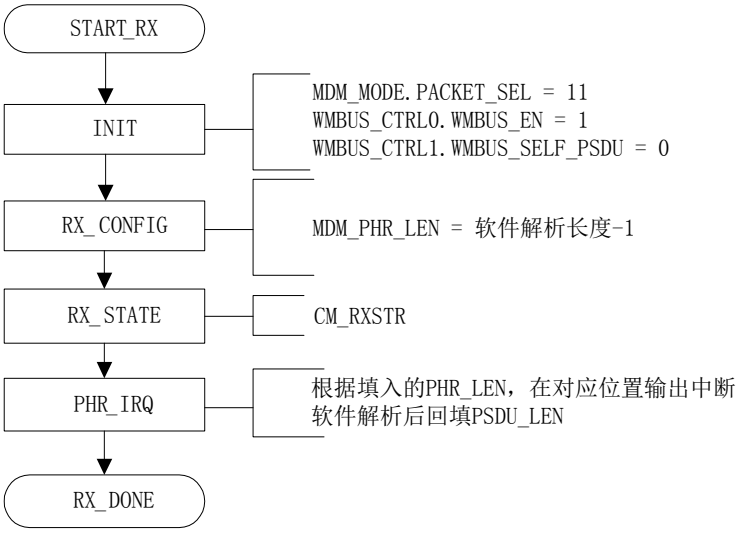


图 4-5 WM-Bus 模式接收流程图

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

4.4 连续发送模式

若选择连续发送模式，需设置 MDM_MOD(MDM 0x00)寄存器：DATA_MODE 域选“连续发送模式（2’b11）”。

发送数据会根据前导内容连续发送（全 0、全 1 或 0101）。

此模式下当前导配置为全 0，且白化使能后，可实现 PN9 序列的连续发送。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司

第5章 数据与控制接口

5. 1 SPI通信接口

ESW1032 支持 4 线 SPI 通信接口，可访问芯片内部寄存器与收发 FIFO，接口的设计工作频率最高为 10MHz。

四线 SPI SLAVE 接口包括：

- SCLK：从 MCU 到 ESW1032 的时钟
- SDI：从 MCU 到 ESW1032 的数据
- SDO：从 ESW1032 到 MCU 的数据
- NSEL：SPI 选择信号，低电平有效

由于 MCU 是主机设备，可输出 NSEL 和 SCLK。根据有效 SCLK 极性和相位，ESW1032 SPI 可归类为模式 1（CPOL = 0，CPHA = 0）：SCLK 的初始值为零，数据在时钟的上升沿读取，数据在时钟的下降沿改变。所有数据传输都是 MSB 优先。另外，当 CS 为低电平时（即芯片进入 SHUT DOWN 状态），SDO 处于三态模式。

通过 SPI 通信接口可以进行以下操作：

- 写入数据（寄存器或 TX FIFO）
- 读取数据（寄存器或 RX FIFO）
- 发送命令

所有有效状态和低功耗状态下都支持 SPI 通信。

5. 1. 1 通信协议

通信协议由 NSEL 拉低时的前两个字节决定，关于第一个字节，MSB 是 A/C 位（地址/命令：0 表示后面的字节是地址，1 表示后面的字节是命令代码），而 bit[2]是 W/R 位（写入/读取：1 表示”读取”操作），bit[0]-bit[1]为 Page Sel（寄存器组选择），其他所有位必须为零。关于第二个字节，根据 A/C 位决定这个字节为指令还是地址。

当 Page Sel 为 2'b00 表示读取模拟（Analog）相关寄存器、2'b01 表示读取调制解调器（Modem）相关寄存器（包含 FIFO），而 2'b10 表示读取系统（System）相关寄存器，2'b11 表示读取媒体访问控制（MAC）相关寄存器。

当 NSEL 保持活动（低电平）时，读写操作持续执行，地址自动递增（突发模式）。

通过读取和写入命令，并将 0xFF 写入地址字节，可以正常访问 FIFO。突发模式可用于访问 FIFO 中的字节序列。RX-FIFO 通过读操作访问，TX-FIFO 通过写操作访问。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

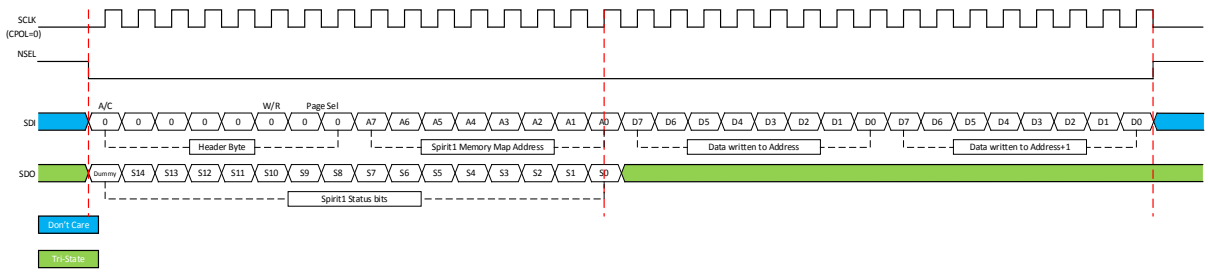


图 5-1 SPI 写时序

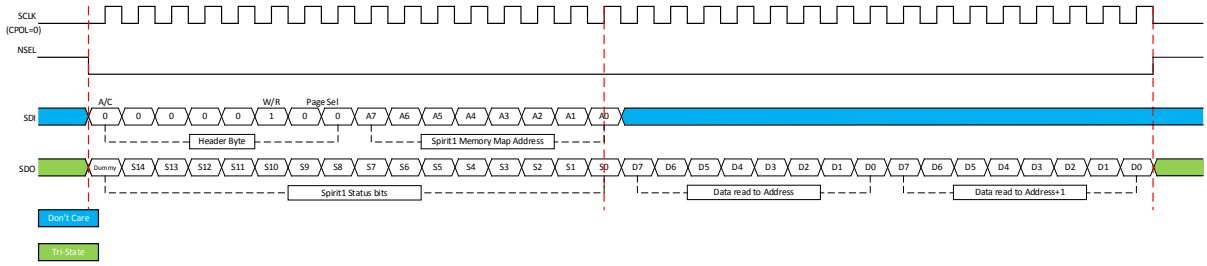


图 5-2 SPI 读时序

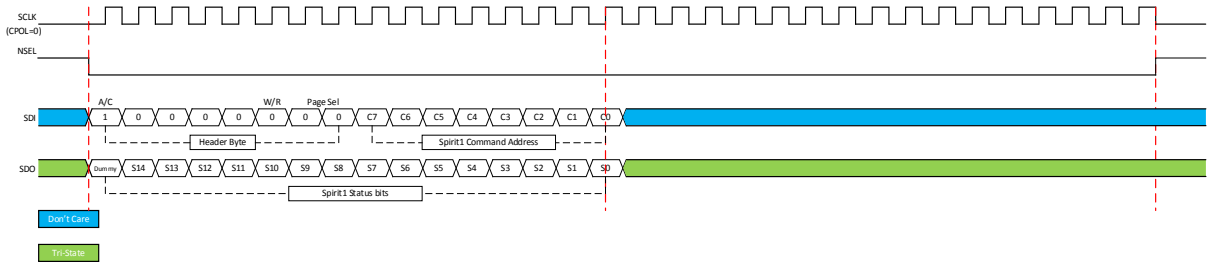


图 5-3 SPI 命令时序

5. 1. 2 SPI指令解析

通信模式下的指令解析主要根据 SPI 的“模式字节（Mode Byte）”和“指令字节（CMD Byte）”进行，各指令的对照表如下：

Name	Mode Byte	CMD Byte	Notes
Sleep	8'h80	8'hA0	Command for the SLEEP mode
Ready	HV CMD	8'hA2	Command for the REDAY mode
TXSTR	8'h80	8'hB2	Command to start the TX Modem
RXSTR	LV CMD	8'hB3	Command to start the RX Modem
PDPLL		8'hB4	Command to enter MODEM IDLE

表 5-1 SPI 指令对照表

5. 2 中断

当特定事件发生时 ESW1032 可输出中断信号。芯片通过将 nIRQ 输出引脚设为 LOW = 0 通知 MCU 中断事件已发生。当任一（或多个）中断事件（与中断状态位相对应）发生时，中断

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

信号就会输出。在 MCU 清除所有中断之前，nIRQ 引脚会一直处于低位，在检测到状态发生改变时，nIRQ 输出信号会复位。

中断源分为三组，分别为系统（SYS）、调制解调器状态（MDM）和媒体访问控制（MAC）。

- SYS 中断源
  - LRC 校准完成中断
  - RXFIFO 将满中断
  - RXFIFO 将空中断
  - TXFIFO 将满中断
  - TXFIFO 将空中断
- MDM 中断源
  - RX 前导同步完成中断
  - RX MAC 过滤完成中断
  - RX Payload 完成中断
  - RX PHR 完成中断
  - RX 同步完成中断
  - TX 完成中断
- MAC 中断源
  - HOP END 中断
  - END_BDI 中断
  - NXT_BI 中断
  - NXT_UDI 中断

可以配置系统寄存器中对应组的中断使能寄存器（如 IER_SYS、IER_MDM 和 IER_MAC），启用/停用这些分组的独立中断。必须使能中断才能在 nIRQ 上引发事件。当产生中断后，可以读取系统寄存器中各组的中断状态寄存器（如 IFM_SYS、IFM_MDM 和 IFM_MAC）。

中断使能寄存器设定为 1，中断使能，当中断发生后，中断使能寄存器设定为 0，清除中断。

5. 3 GPIO配置

ESW1032 支持三组 GPIO，分别为 GPIO0、GPIO1、GPIO2，可通过寄存器 GPIO0(SYS 0x09)、GPIO1(SYS 0x0A)、GPIO2(SYS 0x0C)和 IODS(SYS 0x0D)对 GPIO 进行配置。

- GPIOx 寄存器的 MOD 域用来选择 I/O 模式（如输入、输出、复用和模拟）。
- GPIOx 寄存器的 PUD 域用来选择“上拉/下拉”方式。
- 从 I/O 端口的输入数据存放在 GPIOx 寄存器的 DI 域中，该域为只读。
- IODS(SYS 0x0D)寄存器可以对 IO 端口的“拉/灌”电流值进行设置。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

第6章 其它功能与设置

6. 1 白化

芯片支持数据的白化功能，以增强长'0'或长'1'类型数据的传输能力。数据白化是使用 PN9 的架构，PN9 的初始序列为 9'h1FF，每一次系统发送和接收都需要进行初始化，生成多项式 P(x) = 1+x5+x9。

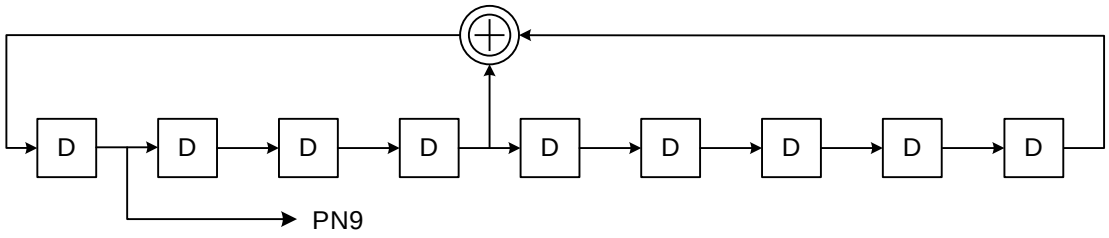


图 6-1 PN9 数据白化生成器

IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包格式中，会经过数据白化只有 PSDU+FCS。通过用户设定的“数据包模式”，硬件会判断并控制开启编码译码时间点。

可通过 FEC_CTRL(MDM 0x01)寄存器的 WHITEN_EN 域配置是否使能白化功能，通过 PN9_INIT0~PN9_INIT1 (MDM 0x30-0x31)寄存器配置白化初始值。

6. 2 CRC

IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包格式的 CRC 校验范围为 PSDU，使用 CRC16/32 生成 FCS16/32。

IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包所使用的 CRC 生成多项式为：

- CRC16 多项式：G16(x) = 1+x5+x12+x16
- CRC32 多项式：G32(x)= 1+x+x2+x4+x5+x7+x8+x10+x11+x12+x16+x22+x23+x26+x32

可配置 FEC_CTRL (MDM 0x01) 寄存器的 CRC_EN 域使能 CRC 功能，CRC_SIZE 域设置 CRC 的 SIZE。硬件会根据设置的数据包模式判断使用的 CRC 模式，并获取相应的数据进行 CRC 计算。

可通过配置 CRC_POLY0~CRC_POLY3(MDM 0x20-0x23)和 CRC_INIT0~CRC_INIT3 (MDM 0x24-0x27)自行设定 CRC 的生成多项式及初值。

6. 3 FEC

BASIC 数据包结构模式下支持数据自动的 FEC 纠错码功能，编码方式有两种：NRNSC 和 RSC，两者的编码率都为 1/2。

可配置 FEC_CTRL(MDM 0x01)寄存器的 CONV_EN 域使能 FEC，配置 CONV_MODE 域选择卷积码模式。数据编码的区域为 PHR+PSDU。

使用 NRNSC 的模式时需同时使能交织，使用 RSC 模式时可选择使能或不使能交织功能，可配置 FEC_CTRL(MDM 0x01)寄存器的 INTLV_EN 域来使能或关闭交织。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

使用 FEC 可以在一定程度上纠正传输中的传输错误，可以提高系统在低信噪比环境下传输成功率，但 FEC 会增加冗余数据，增加数据包的发送时间。

注：白化或 FEC 功能需在 PTX 和 PRX 两方同时开启或关闭。

6.4 跳频

ESW1032 支持硬件跳频功能，要使用此功能，需先设定 ONEMS (SYS 0x10)，开启 1 毫秒的时钟源。

通道间隔可选择开启单播间隔，通过设置控制寄存器 CHI_CTL (MAC 0x00)的 EN_UDI 域为 1，使能单播通道驻留间隔计数；通过设置 UDI_SET (MAC 0x01)寄存器设定单播驻留间隔计数值（若需要等待 n 毫秒，则设定 n-1 的数值至寄存器）；通过设置寄存器 CHAN_SPC0 ~ CHAN_SPC1 (MAC 0x4A – 0x4B)来设定通道间距。

ESW1032 提供最多一次填入 64 个信道（RXHOP_CH0 ~ RXHOP_63）。需要先配置寄存器 RXHOP_CTL (MAC 0x4C)，开启自动跳频功能，并且设定需要跳频的通道数 HOP_CHUM。

将 RXHOP_CTL (MAC 0x4C)寄存器的 EN_RXHOP 域使能后，硬件会计算并且可以从 RXHOP_IDX (MAC 0x4D)得知现在应该要跳到第几个设定通道，但调制解调器并不会自动跳到该通道上。

如需硬件自动跳频，必须要同时使能 RXHOP_CTL (MAC 0x4C)寄存器的 EX_AUTOHOP 域，每次单播驻留间隔中断发生，硬件就会自动跳到该通道上。

如果需要设定超过 64 个通道的跳频，当 HOP_END 中断发生，可以再填入新的跳频通道至 RXHOP_CH0 ~ RXHOP_63，这样下一次跳频就会跳到 RXHOP_CH0 所设定的通道。

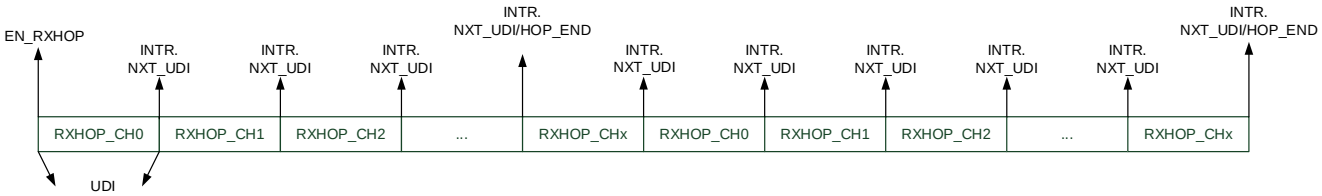


图 6-2 跳频时序图

跳频过程中，可通过读取寄存器 STAY_CHAN (MAC 0x4E)来得知当前调制解调器所在的通道。也可通过设定指定通道的方式，来进行发送接收。

若关闭了跳频的功能，并且将待使用的信道填入寄存器 SELF_CHAN (MAC 0x4F)中，调制解调器就会计算该通道所在的频段，再进行发送接收。

6.5 接收信号强度指示（RSSI）

ESW1032 支持两种接收信号强度指示功能，分别是接收信号的 RSSI 指示和信道检测的 RSSI 指示，检测范围-127dBm 到 0dBm，精度为±1dB。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

信号能量指示是芯片接收到数据时内部逻辑统计当前数据包信号强度，通过读取寄存器RSSI0（0xD6）获取。

信道能量指示是芯片在进入接收状态后，对当前信道的 RSSI 能量进行计算，通过寄存器RSSI1（0xD7）获取。

注：RSSI 数据显示范围-127dBm 到 0dBm，量测范围灵敏度到 0dBm。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

第7章 寄存器

7.1 寄存器说明

7.1.1 系统寄存器

7.1.1.1 LRC频率校准寄存器 (LRC_CTL0)

寄存器	LRC_CTRL0				
地址	0x02				
复位值	0x50				
位名称	位	读写	位说明	1	0
TRIM_ENABLE	7:4	W	LRC 校准使能	1100:使能 其他:关闭	
STATE	7	R	LRC 校准状态	正在校准中	不在校准状态
-	6	-	-	-	
FAIL	5	R	LRC 校准失败标志	校准失败	校准成功
NOTEQU	4	R	LRC 校准不符标志	校准不符合预期（需确认 RANGE 值是否太小）	校准符合预期
RANGE	3:0	R/W	LRC 校准范围	校准的频率在 12M/(375+RANGE) ~ 12M/(375-RANGE) 之间	

表 7-1 LRC_CTRL0 寄存器说明

注 1： Bit 7-4 在写入 4'1100 时使能校准，在使能校准之后，此 4bit 将变为只读状态标志位。
注 2：计数值范围在 375-RABGE~375+RANGE 之间，若超过此范围，NOTEQU 会被置位。
注 3：当使能校准且正在校准时，Bit 3-0 为只读状态。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 1. 2 GPIO0 控制寄存器 (GPIO0)

<table>
<tr><th>寄存器</th><th colspan="6">GPIO0</th></tr>
<tr><td>地址</td><td colspan="6">0x09</td></tr>
<tr><td>复位值</td><td colspan="6">0x00</td></tr>
<tr><td>位名称</td><td>位</td><td>读写</td><td>位说明</td><td colspan="2">1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>DI</td><td>7</td><td>R</td><td>GPIO 输入数据</td><td colspan="2">I/0 端口的输入值</td><td></td></tr>
<tr><td>-</td><td>6:5</td><td>-</td><td>-</td><td colspan="2">-</td><td></td></tr>
<tr><td>PUD</td><td>4:3</td><td>R/W</td><td>上拉/下拉电阻选择</td><td colspan="2">00：无上拉/下拉（复位状态）
01：上拉
10：下拉
11：保留</td><td></td></tr>
<tr><td>MOD</td><td>2:0</td><td>R/W</td><td>GPIO 引脚模式</td><td colspan="2">
<table>
<tr><th>Name</th><th colspan="3">Value</th><th>Description</th></tr>
<tr><td>TRISTATE</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>三态（禁止输入/输出）</td></tr>
<tr><td>OUT DRIVE0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>CMOS 输出，并被驱动为低电平</td></tr>
<tr><td>OUT DRIVE1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>CMOS 输出，并被驱动为高电平</td></tr>
<tr><td>INPUT</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>-</td></tr>
<tr><td>AF0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>DEMVALID 输出</td></tr>
<tr><td>AF1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>MODVALID 输入</td></tr>
<tr><td>AF2</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>-</td></tr>
<tr><td>AF3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>HOSC_CLK 输出</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
</table>

表 7-2 GPIO0 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 1. 3 GPIO1 控制寄存器 (GPIO1)

<table>
<tr><th>寄存器</th><th colspan="6">GPIO1</th></tr>
<tr><td>地址</td><td colspan="6">0x0A</td></tr>
<tr><td>复位值</td><td colspan="6">0x04</td></tr>
<tr><td>位名称</td><td>位</td><td>读写</td><td>位说明</td><td colspan="2">1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>DI</td><td>7</td><td>R</td><td>GPIO 输入数据</td><td colspan="3">I/0 端口的输入值</td></tr>
<tr><td>-</td><td>6:5</td><td>-</td><td>-</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td>PUD</td><td>4:3</td><td>R/W</td><td>上拉/下拉电阻选择</td><td colspan="3">00：无上拉/下拉（复位状态）
01：上拉
10：下拉
11：保留</td></tr>
<tr><td>MOD</td><td>2:0</td><td>R/W</td><td>GPIO 引脚模式</td><td colspan="3">
<table>
<tr><th>Name</th><th colspan="3">Value</th><th>Description</th></tr>
<tr><td>TRISTATE</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>三态（禁止输入/输出）</td></tr>
<tr><td>OUT DRIVE0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>CMOS 输出，并被驱动为低电平</td></tr>
<tr><td>OUT DRIVE1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>CMOS 输出，并被驱动为高电平</td></tr>
<tr><td>INPUT</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>-</td></tr>
<tr><td>AF0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>CTS 输出</td></tr>
<tr><td>AF1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>LRC_CLK 输出</td></tr>
<tr><td>AF2</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>-</td></tr>
<tr><td>AF3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>-</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

表 7-3 GPIO1 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 1. 4 GPIO2 控制寄存器 (GPIO2)

寄存器	GPIO2				
地址	0x0C				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
DI	7	R	GPIO 输入数据	I/0 端口的输入值	
-	6:5	-	-	-	
PUD	4:3	R/W	上拉/下拉电阻选择	00：无上拉/下拉（复位状态） 01：上拉 10：下拉 11：保留	
MOD	2:0	R/W	GPIO 引脚模式	见下表	

Name	Value			Description
TRISTATE	0	0	0	三态（禁止输入/输出）
OUT DRIVE0	0	0	1	CMOS 输出，并被驱动为低电平
OUT DRIVE1	0	1	0	CMOS 输出，并被驱动为高电平
INPUT	0	1	1	-
AF0	1	0	0	DEMDATA 输出
AF1	1	0	1	MODDATA 输入
AF2	1	1	0	-
AF3	1	1	1	-

表 7-4 GPIO2 寄存器说明

7. 1. 1. 5 IO 电流选择寄存器 (IODS)

寄存器	IODS				
地址	0x0D				
复位值	0x02				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7:4	-	-	-	
-	3:2	-	-	-	
DS	1:0	R/W	拉/灌电流选择	00: 2.8mA 01: 5.6mA 10: 8.4mA（默认值） 11: 11.2mA	

表 7-5 IODS 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 1. 6 1ms计数器寄存器(ONEMS)

寄存器	ONEMS				
地址	0x10				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7:1	-	-	-	
ONEMS_EN	0	R/W	1ms 计数器使能	开启	关闭

表 7-6 ONEMS 寄存器说明

7. 1. 1. 7 唤醒定时器控制寄存器(WUT_CTL)

寄存器	WUT_CTL				
地址	0x11				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7	-	-	-	
WUT_TB	6:4	R/W	唤醒定时器时间基准	预分频器的基准可以如下修改： 计数器时钟(1ms) DIV 2^{WUT_TB}	
-	3	-	-	-	
WUT_MOD	2	R/W	计时器模式	唤醒定时器模式	普通定时器模式
WUT_SLEEP	1	R/W	唤醒计时器模式	WUT 之后进入休眠状态	WUT 之后唤醒
WUT_EN	0	R/W	唤醒定时器使能	使能	禁止

表 7-7 WUT_CTL 寄存器说明

注：当 WUT_EN 位使能时，Bit6:1 仅只读。

7. 1. 1. 8 唤醒定时器低字节寄存器(WUT_CNTL)

寄存器	WUT_CNTL				
地址	0x12				
复位值	0x01				
位名称	位	读写	位说明	1	0
WUT_CNTL	7:0	R/W	配置唤醒定时器低字节	配置范围为 1~255	

表 7-8 WUT_CNTL 寄存器说明

注：当 WUT_EN 位使能时，此寄存器仅只读。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 1. 9 唤醒定时器高字节寄存器(WUT_CNTH)

寄存器	WUT_CNTH				
地址	0x13				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
WUT_CNTH	7:0	R/W	配置唤醒定时器高字节	配置范围为 0~255	

表 7-9 WUT_CNTH 寄存器说明

注：当 WUT_EN 位使能时，此寄存器仅只读。

7. 1. 1. 10 系统中断使能寄存器 (IER_SYS)

寄存器	IER_SYS				
地址	0x14				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
WUT	7	R/W	唤醒定时器中断使能	使能	关闭
LRC_TRIM	6	R/W	LRC 校准结束中断使能	使能	关闭
-	5:4	-	-	-	
RXFIFO_ALFULL	3	R/W	RX FIFO 半满中断使能	使能	关闭
RXFIFO_ALEMPTY	2	R/W	RX FIFO 半空中断使能	使能	关闭
TXFIFO_ALFULL	1	R/W	TX FIFO 半满中断使能	使能	关闭
TXFIFO_ALEMPTY	0	R/W	TX FIFO 半空中断使能	使能	关闭

表 7-10 IER_SYS 寄存器说明

7. 1. 1. 11 MDM中断使能寄存器 (IER_MDM)

寄存器	IER_MDM				
地址	0x15				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7:6	-	-	-	
RX_PRE_SYNC	5	W	RX 前导同步完成中断使能	使能	关闭
RX_MAC_DONE	4	W	RX MAC 过滤完成中断使能	使能	关闭
RX_PLDONE	3	W	RX 有效载荷完成中断使能	使能	关闭
RX_PHRDONE	2	W	RX PHR 完成中断使能	使能	关闭
RX_SYNC_OCCUR	1	W	RX 同步完成中断使能	使能	关闭
TX_DONE	0	W	TX 完成中断使能	使能	关闭

表 7-11 IER_MDM 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司

7. 1. 1. 12 MAC中断使能寄存器 (IER_MAC)

寄存器	IER_MAC				
地址	0x16				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7:4	-	-	-	
HOP_END	3	W	跳频结束中断使能	使能	关闭
END_BDI	2	W	广播停留间隔结束中断使能	使能	关闭
NXT_BI	1	W	广播间隔中断使能	使能	关闭
NXT_UDI	0	W	单播驻留间隔中断使能	使能	关闭

表 7-12 IER_MAC 寄存器说明

7. 1. 1. 13 系统中断标志屏蔽状态寄存器 (IFM_SYS)

寄存器	IFM_SYS				
地址	0x17				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
WUT	7	R	唤醒定时器中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽
LRC_TRIM	6	R	LRC 校准完成中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽
-	5:4	-	-	-	
RXFIFO_ALFULL	3	R	RX FIFO 半满中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽
RXFIFO_ALEMPTY	2	R	RX FIFO 半空中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽
TXFIFO_ALFULL	1	R	TX FIFO 半满中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽
TXFIFO_ALEMPTY	0	R	TX FIFO 半空中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽

表 7-13 IFM_SYS 寄存器说明

7. 1. 1. 14 MDM中断标志屏蔽状态寄存器 (IFM_MDM)

寄存器	IFM_MDM				
地址	0x18				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7:6	-	-	-	-
RX_PRE_DONE	5	R	RX PRE 过滤器完成中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽
RX_MAC_DONE	4	R	RX MAC 过滤器完成中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽
RX_PLDONE	3	R	RX 有效负载完成中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽
RX_PHRDONE	2	R	RX PHR 完成中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽
RX_SYNC_OCCUR	1	R	RX 同步完成中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽
TX_DONE	0	R	TX 完成中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽

表 7-14 IFM_MDM 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司

7. 1. 1. 15 MAC中断标志屏蔽状态寄存器 (IFM_MAC)

寄存器	IFM_MAC				
地址	0x19				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7:4	-	-	-	-
HOP_END	3	R	跳频通道尾端中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽
END_BDI	2	R	广播停留间隔中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽
NXT_BI	1	R	广播间隔中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽
NXT_UDI	0	R	单播驻留间隔中断标志	有中断	无中断或中断被屏蔽

表 7-15 IFM_MAC 寄存器说明

7. 1. 1. 16 FIFO状态寄存器 ((ST_FIFO)

寄存器	ST_FIFO				
地址	0x1C				
复位值	0x55				
位名称	位	读写	位说明	1	0
RXFIFO_ALFULL	7	R	RX FIFO 半满标志	半满	未半满
RXFIFO_ALEMPTY	6	R	RX FIFO 半空标志	半空	未半空
RXFIFO_FULL	5	R	RX FIFO 已满标志	已满	未满
RXFIFO_EMPTY	4	R	RX FIFO 已空标志	已空	未空
TXFIFO_ALFULL	3	R	TX FIFO 半满标志	半满	未半满
TXFIFO_ALEMPTY	2	R	TX FIFO 半空标志	半空	未半空
TXFIFO_FULL	1	R	TX FIFO 已满标志	已满	未满
TXFIFO_EMPTY	0	R	TX FIFO 已空标志	已空	未空

表 7-16 ST_FIFO 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 1. 17 MDM状态寄存器 (STS_MDM)

寄存器	STS_MDM				
地址	0x1D				
复位值	0x05				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7	-	-	-	-
RX_MAC_ERROR	6	R	产生 RX_MAC_DONE 中断时接收到 MAC 错误	MAC 错误	MAC 正确
RX_FCS_ERROR	5	R	产生 RX_PLDONE 中断时接收到 FCS 错误	FCS 错误	FCS 正确
RX_PHR_ERROR	4	R	产生 RX_PHRDONE 中断时接收到 PHR 错误	PHR 错误	PHR 正确
MDM_RX_BUSY	3	R	MDM RX 忙状态	MDM RX 忙	MDM RX 空闲
MDM_RX_RDY	2	R	MDM RX READY 状态	已 READY	未 READY
MDM_TX_BUSY	1	R	MDM TX 忙状态	MDM TX 忙	MDM TX 空闲
MDM_TX_RDY	0	R	MDM TX READY 状态	已 READY	未 READY

表 7-17 STS_MDM 寄存器说明

7. 1. 1. 18 芯片状态寄存器 (ST_STATE)

寄存器	ST_STATE				
地址	0x1E				
复位值	0x01				
位名称	位	读写	位说明	1	0
RXSTATE	7	R	RX 状态	是	否
TXSTATE	6	R	TX 状态	是	否
RXPLL	5	R	RXPLL 状态	是	否
TXPLL	4	R	TXPLL 状态	是	否
WAIT_CMD	3	R	WAIT_CMD 状态	是	否
SLEEP	2	R	SLEEP 状态	是	否
STARTUP	1	R	STARTUP 状态	是	否
READY	0	R	READY 状态	是	否

表 7-18 ST_STATE 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 1. 19 CTS状态寄存器 (ST_CTS)

寄存器	ST_CTS				
地址	0x1F				
复位值	0xFF				
位名称	位	读写	位说明	1	0
CTS_VALUE	7:0	R	CTS（清除发送）状态	当值为 0xFF 时，允许使用 SPI 指令	

表 7-19 ST_CTS 寄存器说明

7. 1. 1. 20 FIFO控制寄存器 (FIFO_CTL)

寄存器	FIFO_CTL				
地址	0x20				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
RXFLUSH	7:4	W	RX FIFO 指针复位	1100：使能 其它：禁止	
TXFLUSH	3:0	W	TX FIFO 指针复位	0011：使能 其它：禁止	

表 7-20 FIFO_CTL 寄存器说明

7. 1. 1. 21 TX FIFO半空阈值寄存器 (FIFO_TXAE_LEVEL)

寄存器	FIFO_TXAE_LEVEL				
地址	0x21				
复位值	0x0A				
位名称	位	读写	位说明	1	0
TXFIFO_AE_LEVEL	7:0	R/W	TX FIFO 半空阈值	-	

表 7-21 FIFO_TXAE_LEVEL 寄存器说明

7. 1. 1. 22 TX FIFO半满阈值寄存器 (FIFO_TXAF_THRESH)

寄存器	FIFO_TXAF_THRESH				
地址	0x22				
复位值	0x0E				
位名称	位	读写	位说明	1	0
TXFIFO_AF_THRESH	7:0	R/W	TX FIFO 半满阈值	-	

表 7-22 FIFO_TXAF_THRESH 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 1. 23 RX FIFO半空阈值寄存器 (FIFO_RXAE_LEVEL)

寄存器	FIFO_RXAE_LEVEL				
地址	0x23				
复位值	0x0A				
位名称	位	读写	位说明	1	0
RXFIFO_AE_LEVEL	7:0	R/W	RX FIFO 半空阈值	-	

表 7-23 FIFO_RXAE_LEVEL 寄存器说明

7. 1. 1. 24 RX FIFO半满阈值寄存器 (FIFO_RXAF_THRESH)

寄存器	FIFO_TXAF_THRESH				
地址	0x24				
复位值	0x0E				
位名称	位	读写	位说明	1	0
RXFIFO_AF_THRESH	7:0	R/W	RX FIFO 半满阈值	-	

表 7-24 FIFO_RXAF_THRESH 寄存器说明

7. 1. 1. 25 除寄存器外的软件复位 (NRST_REG)

寄存器	NRST_REG	
地址	0x5A	
复位值	0xXX	
位名称	位说明	操作说明
NRST_REG	除寄存器外其它电路复位	SPI 写入 0xA5

表 7-25 NRST_REG 寄存器说明

7. 1. 1. 26 软件复位 (NRST_SFT)

寄存器	NRST_SFT	
地址	0x69	
复位值	0xXX	
位名称	位说明	操作说明
NRST_SFT	软件复位	SPI 写入 0x96

表 7-26 NRST_SFT 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 1. 27 LRC校准计数器低字节寄存器 (LRC_CNTL)

寄存器	LRC_CNTL				
地址	0x7E				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
LRC_CNTL	7:0	R	LRC 校准计数值低字节	LRC 校准完成时，校准计数的低字节	

表 7-27 LRC_CNTL 寄存器说明

7. 1. 1. 28 LRC校准计数器高字节寄存器 (LRC_CNTH)

寄存器	LRC_CNTH				
地址	0x7F				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
CAP_TRIM_BYP	7	R/W	LRC 校准 CAP 校准位 BYPASS 控制位	禁用 CAP 校准	使能 CAP 校准
-	6:3	-	-	-	-
SIGN	2	R	LRC 校准计数值正负号	负数	正数
LRC_CNTH	1:0	R	LRC 校准计数值高字节	LRC 校准完成时，校准计数的高字节	

表 7-28 LRC_CNTH 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 2 MODEM寄存器

7. 1. 2. 1 数据模式寄存器 (MDM_MODE)

寄存器	MDM_MODE				
地址	0x00				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
4FSK_EN	7	R/W	4FSK 使能位	使能	关闭
GFSK_EN	6	R/W	GFSK 使能位	使能	关闭
-	5	-	-	-	-
PAYLOAD_MODE	4	R/W	数据存放方式	LSB	MSB
PACKET_SEL	3:2	R/W	数据包格式	00 /01:保留 10 :IEEE 802.15.4 SUN FSK 数据包 11 : WM-Bus 数据包	
DATA_MODE	1:0	R/W	数据模式	00 :GPIO 模式 01 :保留 10 :数据包模式 11:连续发送模式	

表 7-29 MDM_MODE 寄存器说明

7. 1. 2. 2 前导码设置寄存器 (PREAMBLE)

寄存器	PREAMBLE				
地址	0x04				
复位值	0x55				
位名称	位	读写	位说明	1	0
PREAMBLE	7:0	R/W	Preamble 内容设置	LSB 优先	

表 7-30 PREAMBLE 寄存器说明

7. 1. 2. 3 前导码长度 0 寄存器 (PRMB_LEN0)

寄存器	PRMB_LEN0				
地址	0x05				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
PRMB_LEN0	7:0	R/W	Preamble 长度设置[7:0]	WM_Bus：单位为复制次数 其余模式：长度单位为 Byte	

表 7-31 PRMB_LEN0 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 2. 4 前导码长度 1 寄存器 (PRMB_LEN1)

寄存器	PRMB_LEN 1				
地址	0x06				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7:3	-	-	-	-
PRMB_LEN1	2:0	R/W	Preamble 长度设置[10:8]	WM_Bus：单位为复制次数 其余模式：长度单位为 Byte	

表 7-32 PRMB_LEN1 寄存器说明

7. 1. 2. 5 帧分隔符 0 寄存器 (SFD0)

寄存器	SFD0				
地址	0x07				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
SFD0	7:0	R/W	SFD 内容[7:0]	SFD 的第 1 个 Byte 内容	

表 7-33 SFD0 寄存器说明

7. 1. 2. 6 帧分隔符 1 寄存器 (SFD1)

寄存器	SFD1				
地址	0x08				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
SFD1	7:0	R/W	SFD 内容[15:8]	SFD 的第 2 个 Byte 内容	

表 7-34 SFD1 寄存器说明

7. 1. 2. 7 帧分隔符 2 寄存器 (SFD2)

寄存器	SFD2				
地址	0x09				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
SFD2	7:0	R/W	SFD 内容[23:16]	SFD 的第 3 个 Byte 内容	

表 7-35 SFD2 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 2. 8 帧分隔符 3 寄存器 (SFD3)

寄存器	SFD3				
地址	0x0A				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
SFD3	7:0	R/W	SFD 内容[31:24]	SFD 的第 4 个 Byte 内容	

表 7-36 SFD3 寄存器说明

7. 1. 2. 9 帧分隔符 4 寄存器 (SFD4)

寄存器	SFD4				
地址	0x0B				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
SFD4	7:0	R/W	SFD 内容[7:0]	SFD 的第 1 个 Byte 内容	

表 7-37 SFD4 寄存器说明

7. 1. 2. 10 帧分隔符 5 寄存器 (SFD5)

寄存器	SFD5				
地址	0x0C				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
SFD5	7:0	R/W	SFD 内容[15:8]	SFD 的第 2 个 Byte 内容	

表 7-38 SFD5 寄存器说明

7. 1. 2. 11 帧分隔符 6 寄存器 (SFD6)

寄存器	SFD6				
地址	0x0D				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
SFD6	7:0	R/W	SFD 内容[23:16]	SFD 的第 3 个 Byte 内容	

表 7-39 SFD6 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 2. 12 帧分隔符 7 寄存器 (SFD7)

寄存器	SFD7				
地址	0x0E				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
SFD7	7:0	R/W	SFD 内容[31:24]	SFD 的第 4 个 Byte 内容	

表 7-40 SFD7 寄存器说明

7. 1. 2. 13 帧分隔符长度寄存器 (SFD_LEN)

寄存器	SFD_LEN				
地址	0x0F				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7:4	-	-	-	-
SFD_LEN	3:0	R/W	帧分隔符长度设置[3:0]	单位为 Byte	

表 7-41 SFD_LEN 寄存器说明

7. 1. 2. 14 载荷长度低位寄存器 (PSDU_LEN0)

寄存器	PSDU_LEN0				
地址	0x15				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
PSDU_LEN0	7:0	R/W	载荷长度设置[7:0]	单位为 Byte	

表 7-42 PSDU_LEN0 寄存器说明

7. 1. 2. 15 载荷长度高位寄存器 (PSDU_LEN1)

寄存器	PSDU_LEN1				
地址	0x16				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7:4	-	-	-	-
PSDU_LEN1	3:0	R/W	载荷长度设置[11:8]	单位为 Byte	

表 7-43 PSDU_LEN1 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 2. 16 接收的载荷长度低位寄存器 (RX_PSDU_LEN0)

寄存器	RX_PSDU_LEN0				
地址	0x1A				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
RX_PSDU_LEN0	7:0	R	接收端收到的载荷长度[7:0]	单位为 Byte	

表 7-44 RX_PSDU_LEN0 寄存器说明

7. 1. 2. 17 接收的载荷长度高位寄存器 (RX_PSDU_LEN1)

寄存器	RX_PSDU_LEN1				
地址	0x1B				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7:4	-	-	-	-
RX_PSDU_LEN1	3:0	R	接收端收到的载荷长度[11:8]	单位为 Byte	

表 7-45 RX_PSDU_LEN1 寄存器说明

7. 1. 2. 18 接收的PHR0 寄存器 (PHR0_STS)

寄存器	PHR0_STS				
地址	0x1C				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
PHR0_STS	7:0	R	接收端收到的 PHR[7:0]	PHR 的第 1 个字节	

表 7-46 PHR0_STS 寄存器说明

7. 1. 2. 19 接收的PHR1 寄存器 (PHR1_STS)

寄存器	PHR1_STS				
地址	0x1D				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
PHR1_STS	7:0	R	接收端收到的 PHR[15:8]	PHR 的第 2 个字节	

表 7-47 PHR1_STS 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 2. 20 接收的PHR2 寄存器 (PHR2_STS)

寄存器	PHR2_STS				
地址	0x1E				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
PHR2_STS	7:0	R	接收端收到的 PHR[23:16]	PHR 的第 3 个字节	

表 7-48 PHR2_STS 寄存器说明

7. 1. 2. 21 接收的PHR3 寄存器 (PHR3_STS)

寄存器	PHR3_STS				
地址	0x1F				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
PHR3_STS	7:0	R	接收端收到的 PHR[31:24]	PHR 的第 4 个字节	

表 7-49 PHR3_STS 寄存器说明

7. 1. 2. 22 接收端同步阈值设置寄存器 (RX_SYNC_THHD)

寄存器	RX_SYNC_THHD				
地址	0x37				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7	-	-	-	-
SYNC_THHD	6:0	R/W	同步字允许错误阈值[6:0]	长度单位为 bit	

表 7-50 RX_SYNC_THHD 寄存器说明

7. 1. 2. 23 接收端前导阈值设置寄存器 (RX_PRE_THHD)

寄存器	RX_PRE_THHD				
地址	0x38				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
PRE_THHD	7:0	R/W	前导码同步阈值[7:0]	长度单位为 bit	

表 7-51 RX_PRE_THHD 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 2. 24 RSSI输出寄存器 0 (RSSI0)

寄存器	RSSI0				
地址	0xD6				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
RSSI0	7:0	R	RSSI 锁存值[7:0]	接收能量检测的锁存值	

表 7-52 RSSI0 寄存器说明

7. 1. 2. 25 RSSI输出寄存器 1 (RSSI1)

寄存器	RSSI1				
地址	0xD7				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
RSSI1	7:0	R	RSSI 实时值[7:0]	接收能量检测的实时值	

表 7-53 RSSI1 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 3 MAC寄存器

7. 1. 3. 1 通道间隔控制寄存器 (CHI_CTL)

寄存器	CHI_CTL				
地址	0x00				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7:2	-	-	-	-
EN_BI	1	R/W	广播驻留间隔计数器开关	使能	关闭
EN_UDI	0	R/W	单播驻留间隔计数器开关	使能	关闭

表 7-54 CHI_CTL 寄存器说明

7. 1. 3. 2 单播驻留间隔计数设定寄存器 (UDI_SET)

寄存器	UDI_SET				
地址	0x01				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
UDI_CNT	7:0	R/W	单播通道驻留间隔计数值配置	若开启 UDI 中断，计数器计到设定值会发起中断（计数单位为 1ms，设定值为 UDI_CNT-1）	

表 7-55 UDI_SET 寄存器说明

7. 1. 3. 3 单播驻留间隔计数寄存器 (STS_UDI_CNT)

寄存器	STS_UDI_CNT				
地址	0x20				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
STS_UDI_CNT	7:0	R	单播驻留间隔计数值	单播驻留间隔的计数值，计数单位为 1ms	

表 7-56 STS_UDI_CNT 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 3. 4 接收同步单播驻留间隔计数寄存器 (SYNC_UDI_CNT)

寄存器	SYNC_UDI_CNT				
地址	0x26				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
SYNC_UDI_CNT	7:0	R	接收同步单播驻留间隔计数[7:0]	接收同步单播驻留间隔的计数值	

表 7-57 SYNC_UDI_CNT 寄存器说明

7. 1. 3. 5 通道频率间隔 0 寄存器 (CHAN_SPC0)

寄存器	CHAN_SPC0				
地址	0x4A				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
CHAN_SPC0	7:0	R/W	通道频率间隔[7:0]	通道频率间隔 0	

表 7-58 CHAN_SPC0 寄存器说明

7. 1. 3. 6 通道频率间隔 1 寄存器 (CHAN_SPC1)

寄存器	CHAN_SPC1				
地址	0x4B				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
CHAN_SPC1	7:0	R/W	通道频率间隔[15:8]	通道频率间隔 1	

表 7-59 CHAN_SPC1 寄存器说明

7. 1. 3. 7 接收跳频控制寄存器 (RXHOP_CTL)

寄存器	RXHOP_CTL				
地址	0x4C				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
HOP_CHUM	7:2	R/W	接收跳频停止数量设置	接收跳频停止数量， 在用户设定数量处停止， 并从头开始跳频	
EN_AUTOHOP	1	R/W	接收自动跳频开关	使能	关闭
EN_RXHOP	0	R/W	接收跳频计数开关	使能	关闭

表 7-60 RXHOP_CTL 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

7. 1. 3. 8 接收跳频索引寄存器 (RXHOP_IDX)

寄存器	RXHOP_IDX				
地址	0x4D				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
-	7:6	-	-	-	-
RXHOP_IDX	5:0	R	接收跳频的索引指示	显示跳频到第几个索引号	

表 7-61 RXHOP_IDX 寄存器说明

7. 1. 3. 9 当前通道状态寄存器 (STAY_CHAN)

寄存器	STAY_CHAN				
地址	0x4E				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
STAY_CHAN	7:0	R	当前通道状态	显示当前通道号	

表 7-62 STAY_CHAN 寄存器说明

7. 1. 3. 10 自设置信道寄存器 (SELF_CHAN)

寄存器	SELF_CHAN				
地址	0x4F				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
SELF_CHAN	7:0	R/W	自设置信道号	自设置信道号， 若未开启自动跳频，将会用设置的通道收发	

表 7-63 SELF_CHAN 寄存器说明

7. 1. 3. 11 接收跳频通道序列寄存器 (RXHOP_CH0-63)

寄存器	RXHOP_CH0-63				
地址	0x50~0x8F				
复位值	0x00				
位名称	位	读写	位说明	1	0
RXHOP_CH0-63	7:0	R/W	接收跳频通道序列 0-63	自设定的接收跳频顺序， 信道将会按 0-63 顺序切换	

表 7-64 RXHOP_CH0-63 寄存器说明

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

附录1 电气特性

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压范围	Vdd	-	1.8	3.3	3.6	V
工作温度范围	Temp_W	-	-40	27	85	℃
电源电压斜率	-	-	-	1	-	mv/μs
说明: 1. 所有规格保证生产测试，特殊情况另有说明。						

表 7-65 推荐运行条件

参数	符号	条件	最小值	最大值	单位
电源电压	Vdd	-	-0.3	3.6	V
接口电压	Vin	-	-0.3	3.6	V
结温	Tj	-	-40	125	℃
储藏温度	Tstg	-	-50	150	℃
焊接温度	Tsdr	持续至少 30 秒	-	255	℃
ESD 等级	-	HBM	-2	2	kV
闩锁电流	-	85℃	-350	350	mA
说明: 1. 长时间暴露在绝对最大额定值条件下，可能会影响芯片的可靠性。 2. 本芯片对 ESD 敏感，超过极限参数所规定的范围将对芯片造成损害，操作和装配应在具有良好 ESD 保护的工作台上进行。 3. PIN3（TX）内部无连接到电源端的 ESD 管，天线端口需外接 ESD 管。					

表 7-66 绝对最大额定值

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
省电模式功耗	$I_{SHUT\ DOWN}$	所有模块关闭	-	100	-	nA
	I_{SLEEP}	低功耗数字接口打开，其它模块关闭	-	700	-	nA
	I_{READY}	数字 LDO 工作在正常模式，晶振使能，数字电路有时钟	-	1.9	-	mA
接收模式功耗	$I_{RX\ (DC/DC\ ON)}$	码率 10kbps，433MHz	-	9.4	-	mA
	$I_{RX\ (DC/DC\ OFF)}$	码率 10kbps，433MHz	-	16.0	-	mA
发射模式功耗		+20 dBm 发射功率，433MHz	-	87	-	mA
		+20 dBm 发射功率，868MHz	-	93	-	mA
		+20 dBm 发射功率，915MHz	-	91	-	mA
		+17 dBm 发射功率，433MHz	-	66	-	mA
		+17 dBm 发射功率，868MHz	-	65	-	mA
		+17 dBm 发射功率，915MHz	-	61	-	mA

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

		+13 dBm 发射功率，433MHz	-	44	-	mA
		+13 dBm 发射功率，868MHz	-	47	-	mA
		+13 dBm 发射功率，915MHz	-	44	-	mA
		+10 dBm 发射功率，433MHz	-	36	-	mA
		+10 dBm 发射功率，868MHz	-	37	-	mA
		+10 dBm 发射功率，915MHz	-	33	-	mA
		-10 dBm 发射功率，433MHz	-	8.6	-	mA
		-10 dBm 发射功率，868MHz	-	8.6	-	mA
		-10 dBm 发射功率，915MHz	-	9.1	-	mA

表 7-67 芯片功耗

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
校准频率	f_{LRC}	-	-	32	-	kHz
频率精确度	-	校准后	-	±1.6	-	%
温度系数	-	-	-	-0.093	-	%/°C
电源电压系数	-	-	-	+4	-	%/V
初始校准时间	Tlrc_cal	-	-	1.28	-	ms

表 7-68 LRC 电气特性

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
晶振频率	F_{XTAL}	-	-	30	-	MHz
晶振频率容差	E_{XTAL}	-	-	±10	-	ppm
晶振等效串联电阻	ESR	-	-	-	100	Ω
晶振负载电容	CL		-	10	-	pF
晶振启动时间	T_START	-	-	1100	-	μs
备注：E_{XTAL} 总容差，包括初始容差、老化和温度改变。						

表 7-69 晶体振荡器特性

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
频偏（RX）	Fdev	(G)FSK，4(G)FSK	0.5	-	350	KHz
接收灵敏度	S_{RX}	2FSK, 2.4kbps @433MHz	-	-120	-	dBm
		2FSK, 10kbps @433MHz	-	-114	-	dBm
		2FSK, 50kbps @433MHz	-	-108	-	dBm
		2FSK, 100kbps @433MHz	-	-105	-	dBm
		2FSK, 200kbps @433MHz	-	-103	-	dBm
		2FSK, 500kbps @433MHz	-	-96	-	dBm
		4FSK, 200kbps @433MHz	-	-98	-	dBm
		4FSK, 1000kbps @433MHz	-	-86	-	dBm

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

参数	符号	条件		最小值	典型值	最大值	单位
		2FSK, 2.4kbps @868MHz		-	-117	-	dBm
		2FSK, 10kbps @868MHz		-	-111	-	dBm
		2FSK, 100kbps @868MHz		-	-102	-	dBm
		2FSK, 500Kbps @868MHz		-	-95	-	dBm
		4FSK, 200kbps @868MHz		-	-96	-	dBm
		4FSK, 1000kbps @868MHz		-	-84	-	dBm
		2FSK, 2.4kbps @915MHz		-	-117	-	dBm
		2FSK, 10kbps @915MHz		-	-111	-	dBm
		2FSK, 100kbps @915MHz		-	-101	-	dBm
		2FSK, 500kbps @915MHz		-	-95	-	dBm
		4FSK, 200kbps @915MHz		-	-95	-	dBm
		4FSK, 1000kbps @915MHz		-	-84	-	dBm
最大输入功率	P_{MAX_IN}	-		-	15	-	dBm
系统启动时间	T_{START}	-		-	1.3	-	ms
接收通道带宽	BW_{CH}	-		1	-	1000	kHz
接收信号强度指示分辨率	RES_{RSSI}	-		-	±1	-	dB
同道干扰抑制比@433/868MHz	CCR	DR = 2.4kbps; FDEV = 1.2kHz; BW=6 kHz; CW 干扰, BER<0.1%		-	-6.5	-	dB
邻道抑制比@433MHz	ACR-I433	DR = 2.4kbps; FDEV = 1.2kHz; BW=6 kHz; CW 干扰, BER<0.1%, 12.5kHz 信道间隔		-	52	-	dB
邻道抑制比@868M	ACR-I868	DR = 2.4kbps; FDEV = 1.2kHz; BW=6 kHz; CW 干扰, BER<0.1%, 12.5kHz 信道间隔		-	52	-	dB
阻塞抑制比@433MHz	BI433	DR = 2.4kbps; FDEV = 1.2kHz; BW=6 kHz; CW 干扰, BER<0.1%	±1MHz	-	61	-	dB
			±2MHz	-	66	-	dB
			±10MHz	-	70	-	dB
阻塞抑制比@868MHz	BI868	DR = 2.4kbps;FDEV = 1.2kHz; BW=6 kHz; CW 干扰, BER<0.1%	±1MHz	-	60	-	dB
			±2MHz	-	63	-	dB
			±10MHz	-	66	-	dB

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
镜像抑制比 @433MHz	IMR433	DR = 2.4kbps; FDEV = 1.2kHz; BW=6 kHz; CW 干扰,BER<0.1%	-	40	-	dB
镜像抑制比 @868MHz	IMR868	DR = 2.4kbps; FDEV = 1.2kHz; BW=6 kHz; CW 干扰,BER<0.1%	-	37	-	dB

表 7-70 接收机（RX）特性

版权所有©上海东软载波微电子有限公司

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
发射机频段	F1	30MHz 晶振	142	-	175	MHz
	F2	30MHz 晶振	210	-	262	MHz
	F3	30MHz 晶振	284	-	350	MHz
	F4	30MHz 晶振	420	-	525	MHz
	F5	30MHz 晶振	850	-	1050	MHz
2(G)FSK 速率	DR_{2GFSK}	-	1	-	500	kbps
4(G)FSK 速率	DR_{4GFSK}	-	2	-	1000	kbps
调制频率	Δf	-	-250	-	250	kHz
发射调制滤波	BT	高斯滤波带宽时间积	-	0.5	-	-
输出功率范围	P_{OUT}	3.3V 电源供电	-20	-	+20	dBm
随温度变化的输出功率	P_{TEMP}	-40~+85℃	-	1	3	dB
输出功率步长	P_{STEP}	-20~0 dBm	-	2	-	dB
		0~+20dBm	-	1	-	
杂散辐射	P_{OB-TX1}	Pout=+17dBm,433MHz Frequencies <1 GHz	-	-	-40	dBm
	P_{OB-TX2}	Pout=+17dBm,433MHz 1~12.75 GHz，含谐波	-	-	-36	dBm
433MHz 谐波输出	H2	+20 dBm Pout	-	-42	-	dBm
	H3	+20 dBm Pout	-	-47	-	dBm
868MHz 谐波输出	H2	+20 dBm Pout	-	-42	-	dBm
	H3	+20 dBm Pout	-	-48	-	dBm
915MHz 谐波输出	H2	+20 dBm Pout	-	-47	-	dBm
	H3	+20 dBm Pout	-	-50	-	dBm
433MHz 谐波输出	H2	+17 dBm Pout	-	-45	-	dBm
	H3	+17 dBm Pout	-	-51	-	dBm
868MHz 谐波输出	H2	+17 dBm Pout	-	-44	-	dBm
	H3	+17 dBm Pout	-	-51	-	dBm
915MHz 谐波输出	H2	+17 dBm Pout	-	-51	-	dBm
	H3	+17 dBm Pout	-	-53	-	dBm

表 7-71 发射机（TX）特性

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
频率调谐时间	Ttune	-	-	150	-	us
锁相环频率范围	F_{PLL}	PL_BANDSEL[2:]=5	142	–	175	MHz
		PL_BANDSEL[2:]=4	210	–	262	MHz
		PL_BANDSEL[2:]=3	284	–	350	MHz
		PL_BANDSEL[2:]=2	420	–	525	MHz
		PL_BANDSEL[2:]=0	850	–	1050	MHz
锁相环频率分辨率	$F_{RES-960}$	F_{PLL}=850-1050 MHz	–	28.6	–	Hz
	$F_{RES-525}$	F_{PLL}=420-525 MHz	–	14.3	–	Hz
	$F_{RES-350}$	F_{PLL}=284-350 MHz	–	9.5	–	Hz
	$F_{RES-262}$	F_{PLL}=210-262 MHz	–	7.2	–	Hz
	$F_{RES-175}$	F_{PLL}=142-175 MHz	–	4.7	–	Hz
锁相环相位噪声	Lφ(fM)	Δ F=10kHz，433MHz	–	-103	–	dBc/Hz
		Δ F=100kHz，433MHz	–	-110	–	
		Δ F=1MHz，433MHz	–	-130	–	
		Δ F=10MHz，433MHz	–	-133	–	
		Δ F=10kHz，868MHz	–	-99	–	
		Δ F=100kHz，868MHz	–	-105	–	
		Δ F=1MHz，868MHz	–	-124	–	
		Δ F=10MHz，868MHz	–	-135	–	
		Δ F=10kHz，915MHz	–	-99	–	
		Δ F=100kHz，915MHz	–	-105	–	
		Δ F=1MHz，915MHz	–	-124	–	
		Δ F=10MHz，915MHz	–	-132	–	

表 7-72 锁相环（PLL）特性

版权所有©上海东软载波微电子有限公司

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
数字信号输入高电平	VIH	-	Vdd*0.7	-	-	V
数字信号输入低电平	VIL	-	-	-	Vdd*0.3	V
数字信号输出高电平	VOH	@IOH=-5mA	Vdd*0.8	-	-	V
数字信号输出低电平	VOL	@IOL= 5mA	-	-	Vdd*0.2	V
SCLK 频率	Fscl	-	-	-	10	MHz
SCLK 为高的时间	Tch	-	50	-	-	ns
SCLK 为低的时间	Tcl	-	50	-	-	ns
SCLK 上升沿时间	Tcr		-	10	-	ns
SCLK 下降沿时间	Tcf	-	-	10	-	ns

表 7-73 数字接口规格

版权所有©上海东软载波微电子有限公司

附录2 典型应用原理图

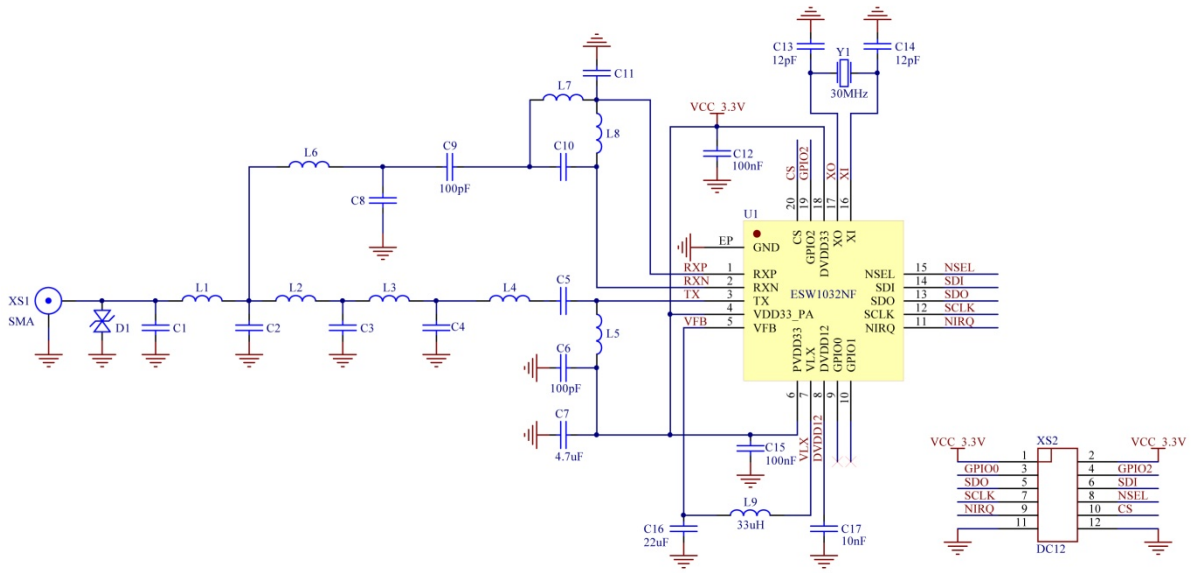


图 7-1 典型应用原理图（DC/DC ON）

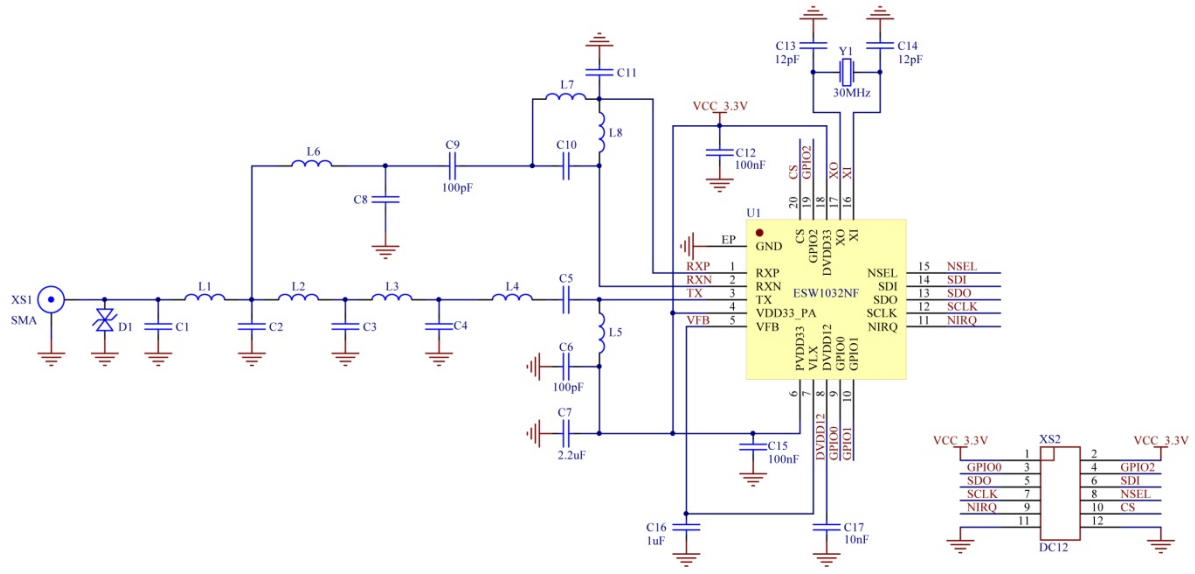
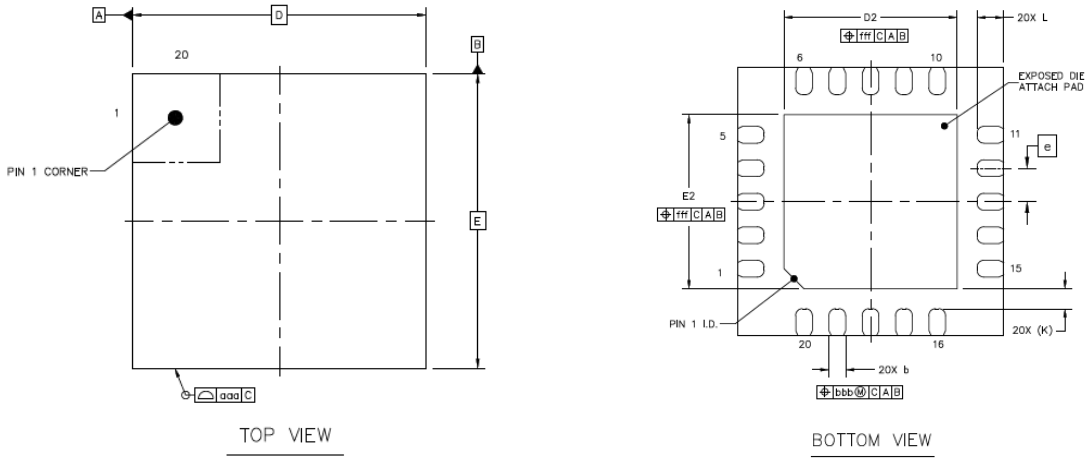


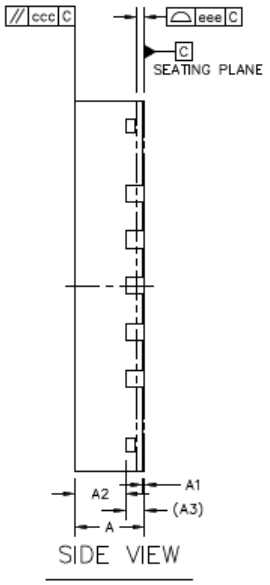
图 7-2 典型应用原理图（DC/DC OFF）

详细硬件参考设计可参考《AN1077_应用笔记_ESW1032_Hardware_Reference_Design》。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com

附录3 封装信息





		SYMBOL	MIN	NOM	MAX
TOTAL THICKNESS		A	0.7	0.75	0.8
STAND OFF		A1	0	0.02	0.05
MOLD THICKNESS		A2	---	0.55	---
L/F THICKNESS		A3		0.203 REF	
LEAD WIDTH		b	0.2	0.25	0.3
BODY SIZE	X	D		4 BSC	
	Y	E		4 BSC	
LEAD PITCH		e		0.5 BSC	
EP SIZE	X	D2	2.5	2.6	2.7
	Y	E2	2.5	2.6	2.7
LEAD LENGTH		L	0.3	0.4	0.5
LEAD TIP TO EXPOSED PAD EDGE		K		0.3 REF	
PACKAGE EDGE TOLERANCE		aaa		0.1	
MOLD FLATNESS		ccc		0.1	
COPLANARITY		eee		0.08	
LEAD OFFSET		bbb		0.1	
EXPOSED PAD OFFSET		fff		0.1	

图 7-3 QFN20 封装尺寸图

注：封装尺寸图中单位为 MM。

版权所有©上海东软载波微电子有限公司 http://www.essemi.com