



产品特性

- 频率范围2.400~2.483GHz世界通用 ISM频段
- 接收灵敏度： -96.5 / -95 / -92 / -90 dBm @ 125K/250K / 1M/2Mbps
- 最大输出功率： +8dBm
- 调制方式： GFSK
- 数据率： 125K/250K / 1M/2Mbps
- 自动应答及自动重传
- 快速频道切换，支持跳频算法
- 支持RSSI功能
- 低工作电压： 1.7V~3.6V
- 1T 8051内核
- 存储器
 - ✓ 8Kbytes flash 存储器
- ✓ 512B SRAM
- 时钟系统
 - ✓ 内部 16MHzRC 振荡器 HRC
 - ✓ 内部 32KHzRC 振荡器 LRC
- 10 个通用输入输出 I/O
- 7 通道过 CS-10V 低功耗 TOUCH Key
- 1 个 5 位精度 DAC
- 3 对 6 通道 16 位互补输出 PWM
- 3 个通用定时器
- 1 路 UART 通讯口
- 1 路 I2C 通讯口
- 1 个 WDT 看门定时器
- 1 个 WKT 自唤醒定时器
- 低电压检测 LVD
- SOP16 封装



目录

产品特性.....	1
1 概述.....	4
2 功能特点.....	4
2.1 RF 芯片特性.....	4
2.2 MCU 特性.....	4
3 应用范围.....	5
4 主要电特性.....	6
5 极限最大额定值.....	7
6 引脚定义.....	7
6.1 管脚说明.....	8
6.2 IC 内部线路连接.....	9
6.3 烧录下载说明.....	10
7 MCU 软件编程参考.....	10
8 芯片 RF 工作状态.....	11
8.1 休眠模式.....	14
8.2 待机模式-I (STB1).....	14
8.3 待机模式-II (STB2).....	14
8.4 接收模式.....	15
8.5 发射模式.....	15
9 数据通信模式.....	15
9.1 普通模式.....	17
9.2 增强模式.....	17
9.3 增强发送模式.....	18
9.4 增强接收模式.....	18
9.5 增强模式下的数据包识别.....	19
9.6 增强模式下的接收端一对多通信.....	20
10 SPI 控制接口.....	23
11 控制寄存器.....	23
12 数据包格式描述.....	24
13 典型应用电路 (参考).....	24
14 封装尺寸.....	25
15 注意事项.....	26
16 防护注意事项.....	26



1 概述

XL2408 芯片是工作在 2.400~2.483GHz 世界通用 ISM 频段，集成微控制器的 SOC 无线收发芯片。该芯片集成 射频收发机、频率发生器、晶体振荡器、调制解调器等功能模块，并且支持一对多组网和带 ACK 的通信模式。发射输出功率、工作频道以及通信数据率均可配置。芯片已将多颗外围贴片阻容感器件集成到芯片内部。容易过 FCC 等认证。ESD 主要管脚>8000V，其余管脚>6000V。

1T8051 内核，8KB Flash，512B SRAM，128B EEPROM，1 个 5 位精度 DAC，3 对 6 通道 16 位互补输出 PWM，3 个通用定时器，1 个 UART，1 个 I2C，1 个 WDT，1 个 WKT。

2 功能特点

2.1 RF 芯片特性

- 频率范围2.400~2.483GHZ
- 功耗较低
- 发射模式 (0dBm) 工作电流13.7mA；接收模式工作电流12.3mA；休眠电流小于2uA。
- 节省外围器件
支持外围 4 个元器件，包括 1 颗晶振和 3 个贴片电容；
支持双层或单层印制板设计，可以使用印制板微带天线；
芯片自带部分链路层的通信协议；配置少量的参数寄存器，使用方便。
- 性能优异
125K / 250K / 1M / 2M bps 模式的接收灵敏度为-96.5 / -95 / -92 / -90dBm；
发射输出功率最大可达 8dBm；
抗干扰性好，接收滤波器的邻道抑制度高，接收机选择性好。容易过 FCC 等认证。
- 支持最大数据长度为128字节（4级FIFO）
- 1M / 2Mbps模式，需要晶振精度 $\pm 40\text{ppm}$ &CL=12pF
125K/250kbps 模式，需要晶振精度 $\pm 20\text{ppm}$ &CL=12pF
BLE 广播包模式，需要晶振精度 $\pm 10\text{ppm}$ &CL=12pF
- GFSK通信方式
- 支持自动应答及自动重传

2.2 MCU 特性

- 1T 8051内核
- 存储器
 - ✓ 8Kbytes flash 存储器
 - ✓ 512B SRAM
- 时钟系统



- ✓ 内部 16MHzRC 振荡器 HRC
- ✓ 内部 32KHzRC 振荡器 LRC
- 10 个通用输入输出 I/O
- 7 通道过 CS-10V 低功耗 TOUCH Key
- 1 个 5 位精度 DAC
- 3 对 6 通道 16 位互补输出 PWM
- 3 个通用定时器
- 1 路 UART 通讯口
- 1 路 I2C 通讯口
- 1 个 WDT 看门定时器
- 1 个 WKT 自唤醒定时器
- 低电压检测 LVD

3 应用范围

- 无线鼠标键盘
- 无线游戏手柄
- 有源无线标签
- 电视和机顶盒遥控器
- 遥控玩具
- 智能家居及安防系统



4 主要电特性

XL2408 芯片主要电特性

特 性	测试条件(VCC=3V±5%, TA=25°C)	参数值			单位
		最小	典型	最大	
ICC	休眠模式 EN_PM=0 PWR_UP=0		2.6		uA
	待机模式 1 EN_PM=0 PWR_UP=1		24.2		uA
	待机模式 2 EN_PM=1 PWR_UP=1		1.18		mA
	发射模式 (-24dBm)		9		mA
	发射模式 (-18dBm)		9.5		mA
	发射模式 (0dBm)		13.7		mA
	发射模式 (2dBm)		17		mA
	发射模式 (8dBm)		25		mA
	接收模式 (250Kbps)		12.3		mA
	接收模式 (1Mbps)		12.3		mA
	接收模式 (2Mbps)		12.3		mA
系统指标					
f_{OP}	工作频率	2400		2483	MHz
PLL_{res}	锁相环频率步径		1		MHz
f_{XTAL}	晶振频率		16		MHz
DR	码率	0.125		2	Mbps
f_{250K}	调制频偏@250Kbps		160	250	KHz
f_{1M}	调制频偏@1Mbps		160	250	KHz
f_{2M}	调制频偏@2Mbps		320		KHz
FCH_{250K}	频道间隔@250Kbps		1		MHz
FCH_{1M}	频道间隔@1Mbps		1		MHz
FCH_{2M}	频道间隔@2Mbps		2		MHz
发射模式指标					
PRF	典型输出功率		0		dBm
$PRFC$	输出功率范围	-24		8	dBm
PBW_1	发射带数据调制的 20dB 带宽 (250Kbps)		1		MHz
PBW_2	发射带数据调制的 20dB 带宽 (1Mbps)		1		MHz
PBW_3	发射带数据调制的 20dB 带宽 (2Mbps)		2		MHz



接收模式指标 (注 1)

RX_{max}	误码率<0.1%时的最大接收幅度		0		dBm
$RXSENS1$	接收灵敏度(0.1%BER)@125Kbps		-96.5		dBm
$RXSENS2$	接收灵敏度(0.1%BER)@250Kbps		-95		dBm
$RXSENS3$	接收灵敏度(0.1%BER)@1Mbps		-92		dBm
$RXSENS4$	接收灵敏度(0.1%BER) @2Mbps		-90		dBm
接收模式邻道选择性					
C / CO	同频的通道选择性@250kbps		2		dBc
$C / 1ST$	第 1 相邻道选择性@250kbps		-8		dBc
$C / 2ND$	第 2 相邻道选择性@250kbps		-18		dBc
$C / 3RD$	第 3 相邻道选择性@250kbps		-24		dBc
$C / 4TH$	第 4 相邻道选择性@250kbps		-28		dBc
$C / 5TH$	第 5 相邻道选择性@250kbps		-32		dBc
$C / 6TH$	第 6 相邻道选择性@250kbps		-35		dBc
C / CO	同频的通道选择性@1Mbps		10		dBc
$C / 1ST$	第 1 相邻道选择性@1Mbps		1		dBc
$C / 2ND$	第 2 相邻道选择性@1Mbps		-18		dBc
$C / 3RD$	第 3 相邻道选择性@1Mbps		-23		dBc
$C / 4TH$	第 4 相邻道选择性@1Mbps		-28		dBc
$C / 5TH$	第 5 相邻道选择性@1Mbps		-32		dBc
$C / 6TH$	第 6 相邻道选择性@1Mbps		-35		dBc
C / ICO	同频的通道选择性@2Mbps		10		dBc
$C / 1ST$	第 1 相邻道选择性@2Mbps		-6		dBc
$C / 2ND$	第 2 相邻道选择性@2Mbps		-10		dBc
$C / 3RD$	第 3 相邻道选择性@2Mbps		-22		dBc
$C / 4TH$	第 4 相邻道选择性@2Mbps		-28		dBc
$C / 5TH$	第 5 相邻道选择性@2Mbps		-34		dBc
操作条件					
VDD	供电电压	1.7	3	3.6	V
VSS	芯片地		0		V
V_{OH}	高电平输出电压	$VDD-0.3$		VDD	V
V_{OL}	低电平输出电压	VSS		$VSS+0.3$	V
V_{IH}	高电平输入电压	$VDD-0.3$		VDD	V
V_{IL}	低电平输入电压	VSS		$VSS+0.3$	V

* 注 1: 在晶振 16MHz 的整数倍 (如 2416、2432MHz 等) 的频道及相邻正负 1MHz 的频道的接收灵敏度退化 2dB; 发射信号调制精度 (EVM) 退化 10%。请使用我们建议信道。



5 极限最大额定值

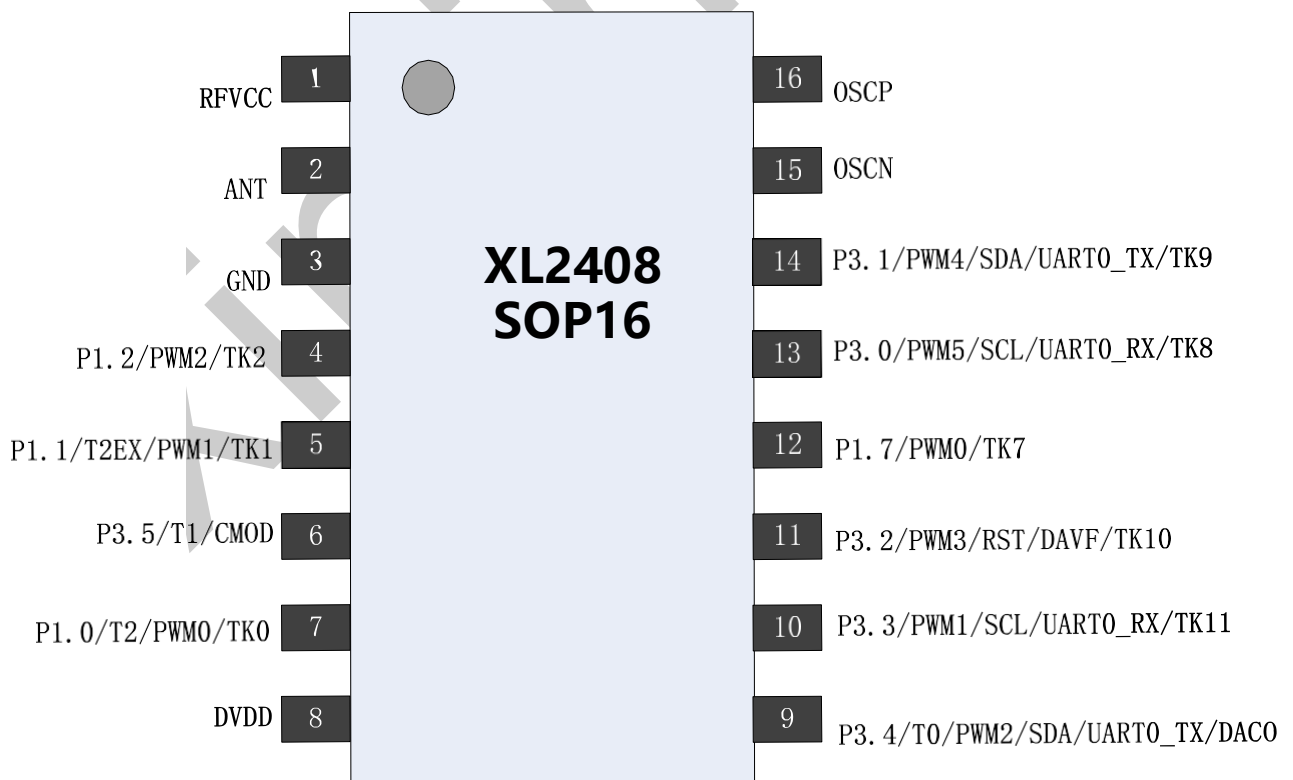
XL2408 芯片极限最大额定值

特 性	条 件	参 数 值			单 位
		最 小	典 型	最 大	
最大额定值					
V_{DD}	供电电压	1.7	3.0	3.6	V
V_I	输入电压	-0.3		3.6	V
V_O	输出电压	VSS		VDD	
Pd	总功耗 (TA=-40°C~85°C)			300	mW
T_{OP}	工作温度	-40		125	°C
T_{STG}	存储温度	-40		125	°C

* 注 1: 使用中强行超过一项或多项极限最大额定值会导致器件永久性损坏。

* 注 2: 静电敏感器件, 操作时遵守防护规则。

6 引脚定义





6.1 管脚说明

序号	引脚名	功能描述
1	RFVCC	RF 电源
2	ANT	天线
3	GND	地 (GND)
4	P1.2/PWM2/TK2	通用双向 GPIO 口 P1.2 ; PWM2 输出端口; 触摸按键通道 TK2 。
5	P1.1/T2EX/PWM1/TK1	通用双向 GPIO 口 1.1 ; PWM1 输出端口; 触摸按键通道 TK1。
6	P3.5/T1/CMOD	通用双向 GPIO 口 P3.5; Timer 1 端口 T1 ; 触摸按键电容 CMOD 。
7	P1.0/T2/PWM0/TK0	通用双向 GPIO 口 P1.0 ; Timer 2 端口 T2 ; PWM0 输出端口; 触摸按键通道 TK0 。
8	DVDD	MCU 电源
9	P3.4/T0/PWM2/SDA/UART0_TX /DAC0	通用双向 GPIO 口 P3.4; Timer 0 端口 T0 ; PWM2 备选输出端口; I2C 的 SDA 端口; UART0 的 UART0_TX 端口。 DAC数模转换输出DAC0 程序下载口 SDA
10	P3.3/PWM1/SCL/UART0_RX/TK11	通用双向 GPIO 口 P3.3 ; PWM1 备选输出端口; I2C 的 SCL 端口; UART0 的UART0_RX 端口。 触摸按键通道 TK11; 程序下载口 SCL
11	P3.2/PWM3/RST/DAVF/TK10	通用双向 GPIO 口 P3.2 ; PWM3 备选输出端口; 外部硬复位RST ; DAC基准电源输入DAVF; 触摸按键通道TK10。
12	P1.7/PWM0/TK7	通用双向 GPIO 口 P1.7; PWM0 备选输出端口; 触摸按键通道 TK7。



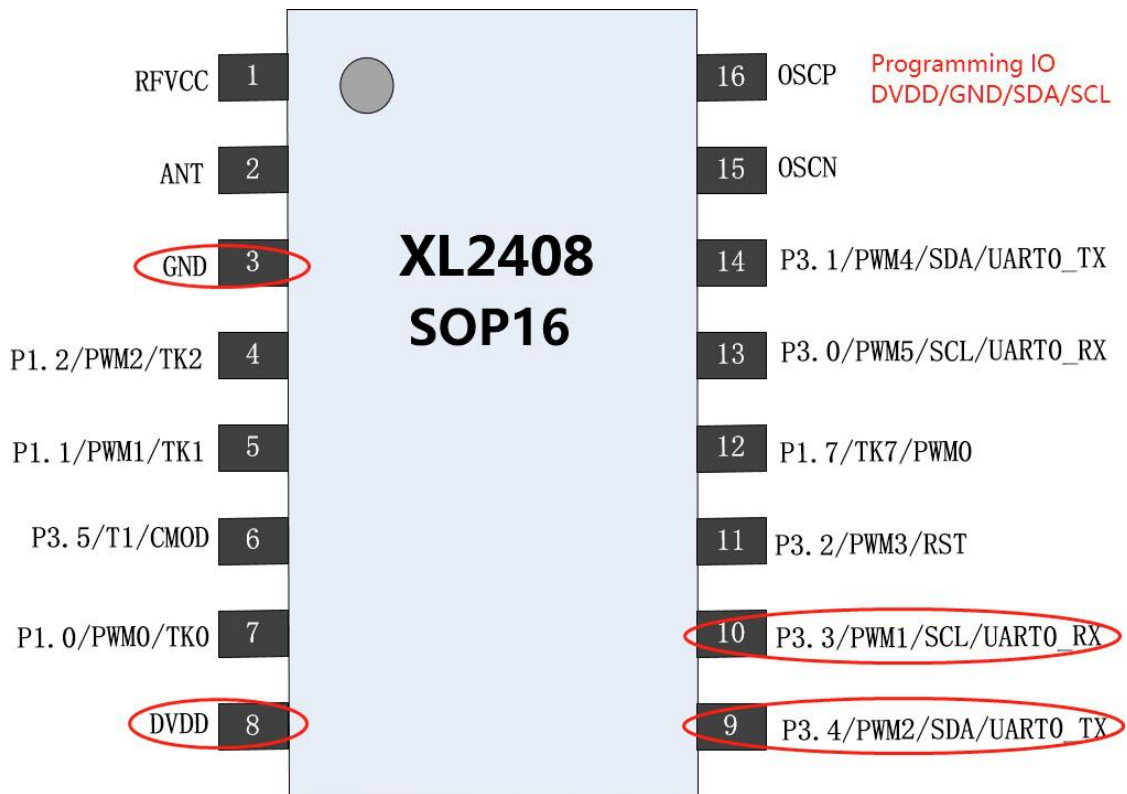
13	P3.0/PWM5/SCL/UART0_RX/TK8	通用双向 GPIO 口 P3.0 ; PWM5 备选输出端口; I2C 的 SCL 端口; UART0 的 UART0_RX 端口。 触摸按键通道 TK8。
14	P3.1/PWM4/SDA/UART0_TX/TK9	通用双向 GPIO 口 P3.1 ; PWM4 备选输出端口; I2C 的 SDA 端口; UART0 的 UART0_TX 端口; 触摸按键通道 TK9。
15	OSCN	晶振脚
16	OSCP	晶振脚

6.2 IC 内部线路连接

引脚名	相连位置
MISO	P1.6
MOSI	P1.5
SCK	P1.4
CSN	P1.3



6.3 烧录下载说明



XL2408 烧录时连接 3、8、9、10 脚共 4 条线，可由烧录器或下载器对应脚位引出，或使用转接座来烧录。

XL2408 为 FLASH 型芯片，在实现在线仿真调试，详细可参考 WS51F7030 相关使用。

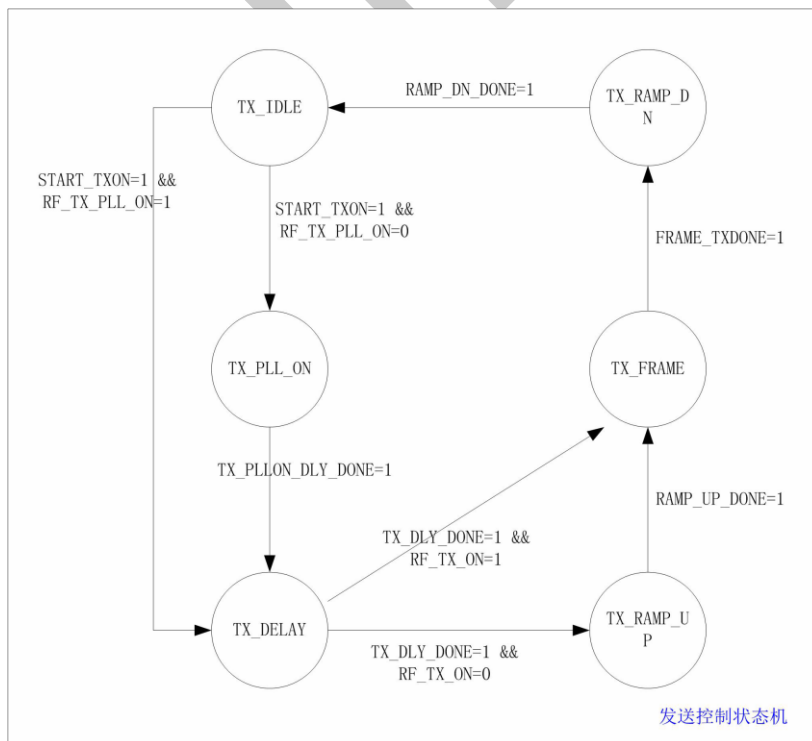
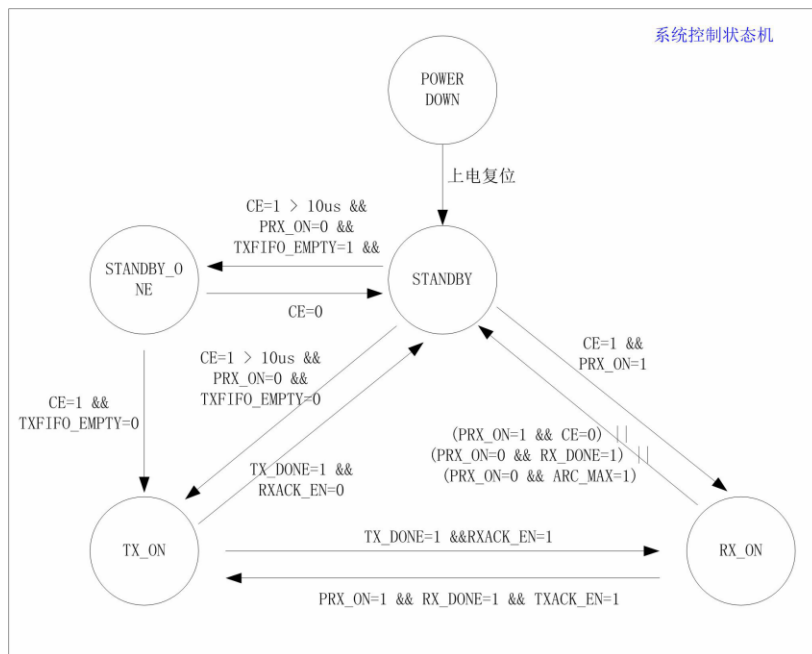
7 MCU 软件编程参考

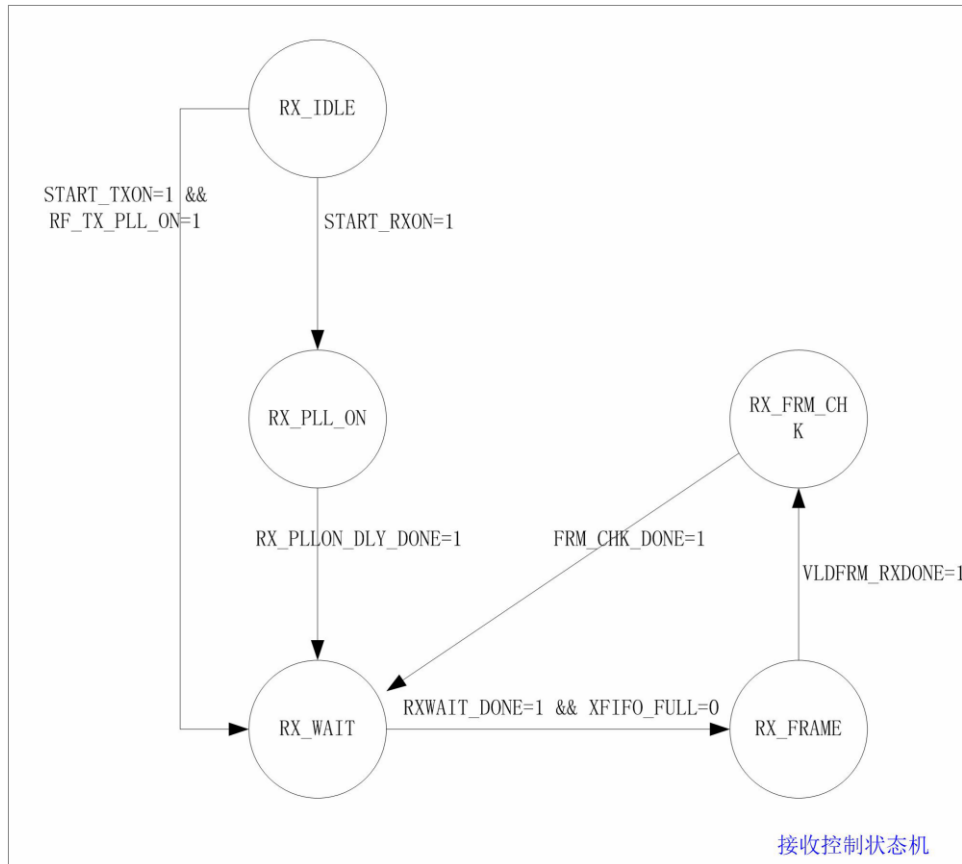
内含 MCU 为 WS51F7030，软件编程可参考《WS51F7030 用户手册》



8 芯片 RF 工作状态

XL2408芯片的各种工作模式，以及用于控制芯片进入各工作模式的方法。 XL2408 芯片 自带状态机受控于芯片内部寄存器的配置值和外部引脚信号。





工作状态图

XL2408在VDD大于1.7V才开始正常工作。即使进入休眠模式，MCU还是可以通过SPI发送配置命令及CE管脚使芯片进入其它5种状态。

如上所示，系统包括5个主要状态，分别如下：

1. POWER DOWN。数字系统断电状态
2. STANDBY。系统上电后自动进入该状态
3. STANDBY ONE。当配置为PTX器件，且CE=1持续时间大约10us，且TXFIFO中没有数据，系统进入该状态，等待发送数据。
4. TXON。当配置为PTX器件，且CE=1持续时间大约10us，且TXFIFO中有数据，系统进入该状态。在该状态下完成数据的发送处理，系统会启动发送控制状态机进行工作，直到数据发送完成。若配置自动ACK接收，则系统会进入RX ON状态开始接收ACK。
5. RX ON。当配置为PRX器件，且CE=1时，系统进入该状态。在该状态下完成数据的接收处理，系统会启动接收控制状态机进行工作，直到接收到一个帧。当配置自动ACK



发送，则系统会就进入 TX ON 状态发送 ACK。若 PTX 器件有效，且自动 ACK 接收使能，则还会启动发送重传。

8.1 休眠模式

在休眠模式下，XL2408所有功能关闭，保持电流消耗最小。进入休眠模式后，XL2408停止工作，但寄存器内容保持不变。休眠模式由寄存器中 PWR_UP 位控制。

8.2 待机模式-I (STB1)

在待机模式-I下，芯片维持晶振振荡但不输出给其它模块，其余功能模块均关闭，消耗电流较小。在休眠模式下，通过配置寄存器 PWR_UP 的值为 1，芯片即可进入待机模式-I。而处于发射或接收模式时，可以通过配置 CE 和 EN_PM 控制信号为 0，芯片返回到待机模式 I。

8.3 待机模式-II (STB2)

当 PWR_UP 置 1、EN_PM 置 1、CE 置 0，进入待机模式-II。此时，晶振有较强的输出驱动能力且芯片的电源管理模块开启。



8.4 接收模式

当 PWR_UP、PRIM-RX、EN_PM、CE 置 1 时，进入接收模式。在 RX 模式下，射频部分接收从天线来的信号，将其放大、下变频、滤波和解调，根据地址、校验码、数据长度等，判断是否收包有效，有效收包上传 RX FIFO，上报中断。如果 RX FIFO 是满的，接收的数据包就会被丢弃。

8.5 发射模式

当 PWR_UP、EN_PM 置 1，PRIM-RX 置 0，CE 置 1，且 TX FIFO 中存在有效数据，进入发射模式。

XL2408在数据包发送完之前都会保持在发送模式。发送完成后，返回到待机模式。XL2408支持连续发包和发长包模式。

9 数据通信模式

XL2408 芯片上 MCU 来共同完成通信功能。链路层，如数据组帧、校验、地址判断、数据白化的扰码、数据重传和 ACK 响应等处理是由芯片内部完成的，无需 MCU 参与。

XL2408 芯片可配置为四个不同的 RX FIFO 寄存器（32 字节）或者一个 RX FIFO 寄存器（128 字节）（6 个接收通道共享）、四个不同的 TX FIFO 寄存器（32 字节）或者一个 TX FIFO 寄存器（128 字节）。在休眠模式和待机模式下，MCU 可以访问 FIFO 寄存器。

XL2408 芯片主要有二种数据通信模式：

不带自动重传不带 ACK 的通信模式（后简称为普通模式），发射端可以使用命令

有 W_TX_PAYLOAD, REUSE_TX_PL 等；

带自动重传带 ACK 的通信模式（后简称为增强模式），发射端可以使用命令有



W_TX_PAYLOAD, W_TX_PAYLOAD_NOACK, REUSE_TX_PL 等; 接收端可以使用命令有
W_ACK_PAYLOAD 等;

表 9.1 普通模式

通信名称	普通模式	
通信方	PTX	PRX
特点	单向发送	单向接收
收送数据的组帧方式	I	无
开启 REUSE_TX_PL 命令	重复发送前一包数据	无

表 9.2 增强模式

通信名称	增强模式	
通信方	PTX	PRX
特点	发送数据后, 等待接收 ACK	接收数据后, 回发送 ACK
发送数据的组帧方式	发送数据组帧方式 II	回发送 ACK 组帧方式 III
PTX 使用 REUSE_TX_PL 命令	重复发送前一包数据	每收到一包, 回发送 ACK
PTX 使用 W_TX_PAYLOAD 命令 PRX 使用 W_ACK_PAYLOAD 命令	发送数据后, 等待接收 ACK PAYLOAD	接收数据后, 回发送 ACK PAYLOAD, 组帧方式 II
PTX 使用 W_TX_PAYLOAD_NOACK 命令	发送一次数据, 不等 ACK, 组帧方式 II	接收数据, 不回 ACK



9.1 普通模式

普通模式下，发送端从 TX FIFO 寄存器中取出数据并且发送，发送完成后上报中断（中断需要清除），同时 TX FIFO 寄存器清除该数据（TX FIFO 需要清空）；接收端接收到有效的地址和数据时上报中断通知 MCU，随后 MCU 可将该数据从 RX FIFO 寄存器中读出（TX FIFO 和 RX FIFO 需要清空，中断需要清除）。

普通模式，（0X01）EN_AA 寄存器置 0X00，（0X04）SETUP_RETR 寄存器置 0X00，（0X1C）DYNPD 寄存器置 0X00，（0X1D）FEATURE 寄存器的低 3 bit 置 000。

9.2 增强模式

增强模式下，把主动发起通信的一方称为 PTX（主收端），把接收数据并响应的一方称为 PRX（主收端）。PTX 发出数据后等待应答信号，PRX 接收到有效数据后回应答信号。PTX 规定时间内未收到应答信号，自动重新发送数据。自动重传和自动应答功能为芯片自带，无需 MCU 参与。

PTX 在发送数据后自动转到接收模式等待应答信号。如果没有在规定时间内收到正确的应答信号，PTX 将重收相同的数据包，直到收到应答信号，或传输次数超过 ARC 的值（SETUP_RETR 寄存器）产生 MAX_RT 中断。PTX 收到应答信号，即认为数据已经发送成功（PRX 收到有效数据），清除 TX FIFO 中的数据并产生 TX_DS 中断（TX FIFO 和 RX FIFO 需要清空，中断需要清除）。

PRX 每次收到一包有效数据都会回 ACK 应答信号，该数据如果为新数据（PID 值与上一包数据不同）保存到 RX FIFO，否则就丢弃。

增强模式，需要保证 PTX 的 TX 地址（TX_ADDR）、通道 0 的 RX 地址（如 RX_ADDR_P0），以及 PRX 的 RX 地址（如 RX_ADDR_P5）三者相同。例：在图 5 中，PTX5 对应 PRX 的数据通道 5，地址设置如下：

PTX5: TX_ADDR=0xC2C3C4C5C1

PTX5: RX_ADDR_P0=0xC2C3C4C5C1

RX: RX_ADDR_P5=0xC2C3C4C5C1

增强模式有如下特征：

减少 MCU 的控制，简化软件操作；

抗干扰能力强，减少无线传输中因瞬间同频干扰造成的丢包，更易开发跳频算法；

重传过程中，减少 MCU 通过 SPI 接口的每次写入待发送数据的操作时间。



9.3 增强发送模式

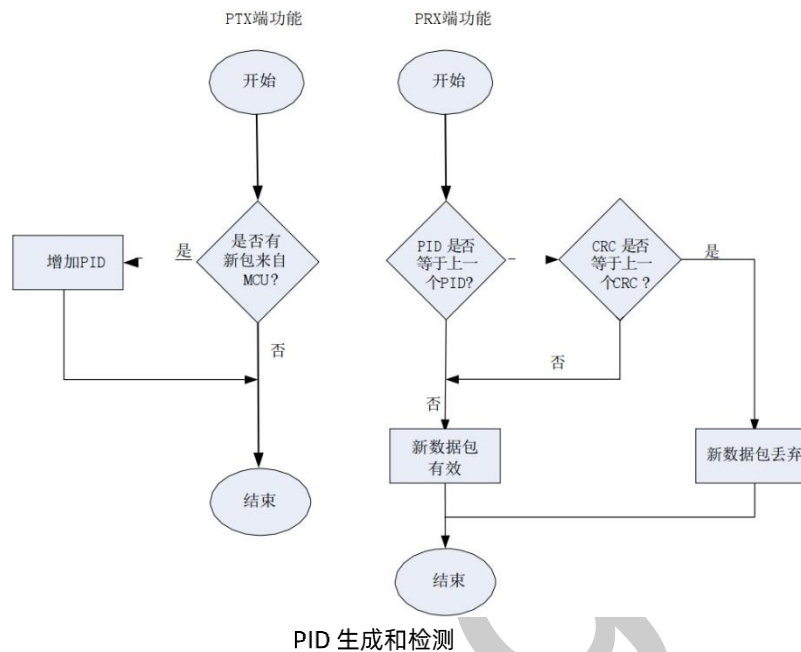
- 1、CE 置 0，CONFIG 寄存器的 PRIM_RX 位先置 0。
- 2、当发送数据时，发送地址 (TX_ADDR) 和有效数据 (TX_PLD) 通过 SPI 接口按字节写入地址寄存器和 TX FIFO。CSN 引脚为低时，数据写入，CSN 引脚再次为高，数据完成写入。
- 3、CE 从 0 置 1，启动发射 (CE 至少持续置 1 在 30us 以上，该操作生效)。
- 4、自动应答模式下 (SETUP_RETR 寄存器置不为 0，ENAA_P0 =1)，PTX 发送完数据后立即自动将通道 0 切换到接收模式等待应答信号。如果在有效应答时间范围内收到 ACK 应答信号，则认为数据发送成功，状态寄存器的 TX_DS 位置 1 并自动清除 TX FIFO 中的数据。如果在设定时间范围内没有接收到应答信号，则自动重传数据。
- 5、如果自动传输计数器 (ARC_CNT) 溢出 (超过了设定值)，则状态寄存器的 MAX_RT 位置 1，不清除 TX FIFO 中的数据。当 MAX_RT 或 TX_DS 为 1 时，IRQ 引脚产生低电平中断 (需要使能相应中断)。中断可以通过写状态寄存器来复位。
- 6、数据包丢失计数器 (PLOS_CNT) 在每次产生 MAX_RT 中断后加一。自动传输计数器 ARC_CNT 统计重发数据包的次数；数据包丢失计数器 PLOS_CNT 统计在达到最大允许传输次数时仍未有发送成功的数据包个数。
- 7、产生 MAX_RT 或 TX_DS 中断后，系统进入待机模式。

9.4 增强接收模式

- 1、CE 置 0，CONFIG 寄存器的 PRIM_RX 位先置 1。准备接收数据的通道必须被使能 (EN_RXADDR 寄存器)，所有工作在增强型通信模式下的数据通道的自动应答功能是由 EN_AA 寄存器来使能的，有效数据宽度是由 RX_PW_PX 寄存器来设置的。
- 2、接收模式由设置 CE 为 1 启动。
- 3、预设的等待时间后，PRX 开始检测无线信号。
- 4、接收到有效的数据包后，数据存储在 RX_FIFO 中，同时 RX_DR 位置 1，产生中断。状态寄存器中 RX_P_NO 位显示数据是由哪个通道接收到的。
- 5、自动发送 ACK 应答信号。
- 6、如果 CE 保持为 1，继续进入接收模式；如果 CE 置为 0，则进入待机模式-III；
- 7、MCU 以合适的速率通过 SPI 口将数据读出。



9.5 增强模式下的数据包识别



每一包数据都包括两位的 PID（数据包标志位），来帮助接收端识别该数据是新数据包还是重发的数据包，防止多次存入相同的数据包，PID 的生成和检测如图 9.1 所示。发送端从 MCU 取得一包新数据后 PID 值加一。



9.6 增强模式下的接收端一对多通信

XL2408 芯片作为发射端，对于一对多通信，可以采用不同的地址与多个接收端进行通信。

XL2408 芯片作为接收端，可以接收 6 路不同地址、相同频率的发送端数据。每个数据通道拥有自己的地址。

使能哪些数据通道是通过寄存器 EN_RXADDR 来设置的。每个数据通道的地址是通过寄存器 RX_ADDR_PX 来配置的。通常情况下不允许不同的数据通道设置完全相同的地址。如下，表 9.3 给出了一例多接收通道地址配置的示例。

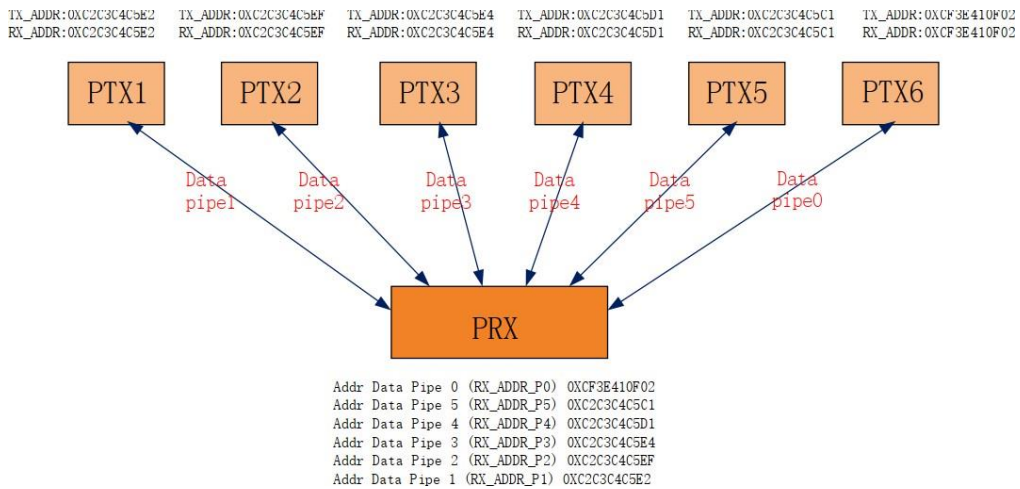
表 9.3 多通道地址设置

	Byte 4	Byte 3	Byte 2	Byte 1	Byte 0
Data pipe 0(RX_ADDR_P0)	0xF1	0xD2	0xE6	0xA2	0x33
Data pipe 1(RX_ADDR_P1)	0xD3	0xD3	0xD3	0xD3	0xD3
	↓	↓	↓	↓	
Data pipe 2(RX_ADDR_P2)	0xD3	0xD3	0xD3	0xD3	0xD4
	↓	↓	↓	↓	
Data pipe 3(RX_ADDR_P3)	0xD3	0xD3	0xD3	0xD3	0xD5
	↓	↓	↓	↓	
Data pipe 4(RX_ADDR_P4)	0xD3	0xD3	0xD3	0xD3	0xD6
	↓	↓	↓	↓	
Data pipe 5(RX_ADDR_P5)	0xD3	0xD3	0xD3	0xD3	0xD7

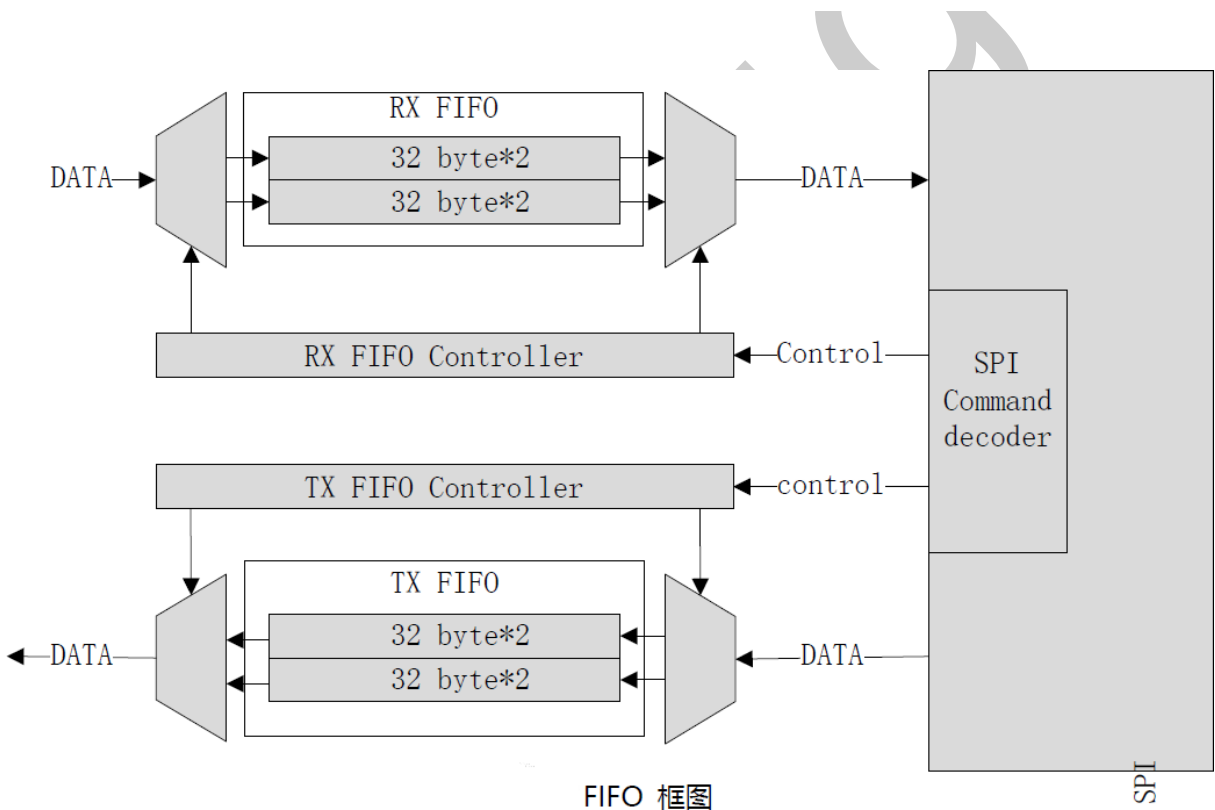
从表中可以看出数据通道 0 的 5byte 总共 40 位的地址都是可配的；数据通道 1~5 的地址配置为 32 位共用地址（不数据通道 1 共用）+8 位各自的地址（最低字节）。

XL2408在接收模式下可以以最多 6 路不同通道通信，如图 9.3 所示。每一个数据通道使用不同的地址，共用相同的频道。所有的发射端和接收端设置为增强模式。

PRX 在接收到有效数据后记录 PTX 的 TX 地址，并以此地址为目标地址发送应答信号。PTX 数据通道 0 被用做接收应答信号时，数据通道 0 的 RX 地址要与 TX 地址相等以确保接收到正确的应答信号。下图给出了 PTX 和 PRX 地址如何配置的例子。



数据传输应答地址示例



XL2408包含发TX_FIFO, RX_FIFO。通过SPI命令可读写FIFO。在发送模式下通过W_TX_PAYLOAD和W_TX_PAYLOAD_NO_ACK指令来写TX_FIFO。如果产生MAX_RT中断,在TX_FIFO中的数据不会被清除。在接收模式下通过R_RX_PAYLOAD指令读取RX_FIFO中的payload, R_RX_PL_WID指令读取payload的长度。FIFO_STATUS寄存器指示FIFO的状态。



9.7 中断查询

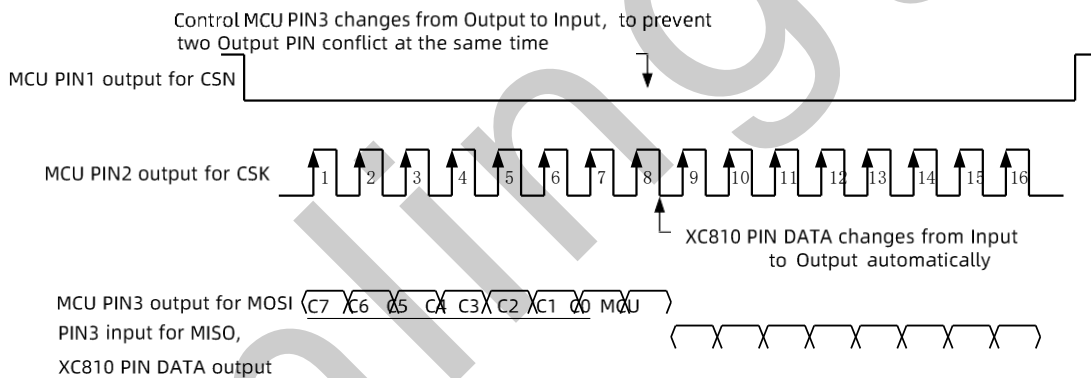
对于 XL2408 芯片，中断状态靠查询 STATUS 寄存器方式来获取。

10 SPI 控制接口

如有读的命令操作（包括 R_REGISTER、R_RX_PAYLOAD、R_RX_PL_WID 三条命令），DATA 引脚先为输入状态，在 SCK 信号的第八个时钟下降沿自动切换为输出状态，并且在后续时钟上升沿输出信号；要求 MCU 的对应 DATA 引脚的 GPIO，在 SCK 信号的第八个时钟上升沿的保持时间后，从输出状态转为输入状态。

需要 CE_SEL 设为 1，启动命令方式控制；CE_L_sel 设为 1，将 CE 的 GPIO 弱下拉电阻使能；使用 CE_FSPI_ON/CE_FSPI_OFF 命令方式控制 CE 状态。中断状态靠查询 STATUS 寄存器方式来获取。

在发送过程中，采用先在 STB1 或 STB3 状态下修改必要的寄存器，并写入 PAYLOAD；CE high 30us 后 CE low，使得进入发射模式，等待发送完成后（约 1ms）再进行 SPI 读写操作。如在发送过程中，进行 SPI 读写操作会引起电源纹波，影响发射信号的质量。

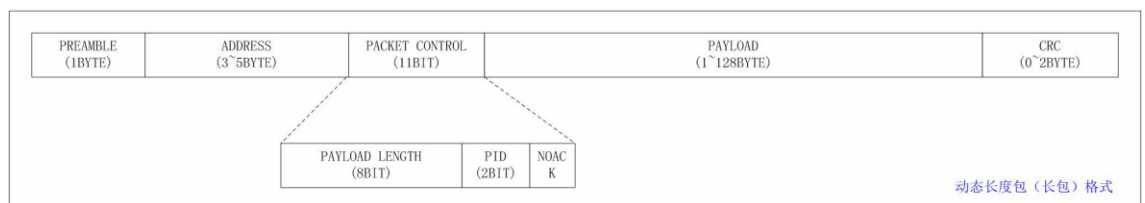
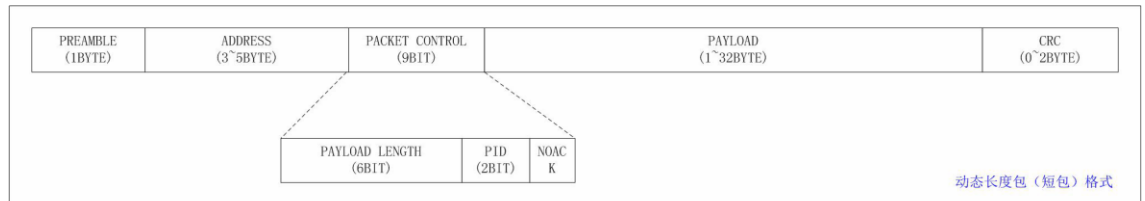


11 控制寄存器

可以通过 SPI 读写操作表 10 中的寄存器，来配置和控制 XL2408。寄存器配置和说明请见《XL2400P_Register Map_V1.1.xlsx》。



12 数据包格式描述



如上图所示，系统支持 3 种包格式：

1. 静态长度包。固定长度包，包长度由收发双方协商确定。
2. 动态长度包（短包）格式，支持最大包长度为 32byte，该模式下系统可以最多缓存 4 个包。需使能 FEATURE 寄存器中的 EN_DPL。
3. 动态长度包（长包）格式，支持最大包长度为 128byte。使用长包模式需要使能 FEATURE 寄存器中的 EN_DPL 和 EN_LONG_PLD，且该模式下系统只能缓存 1 个包。

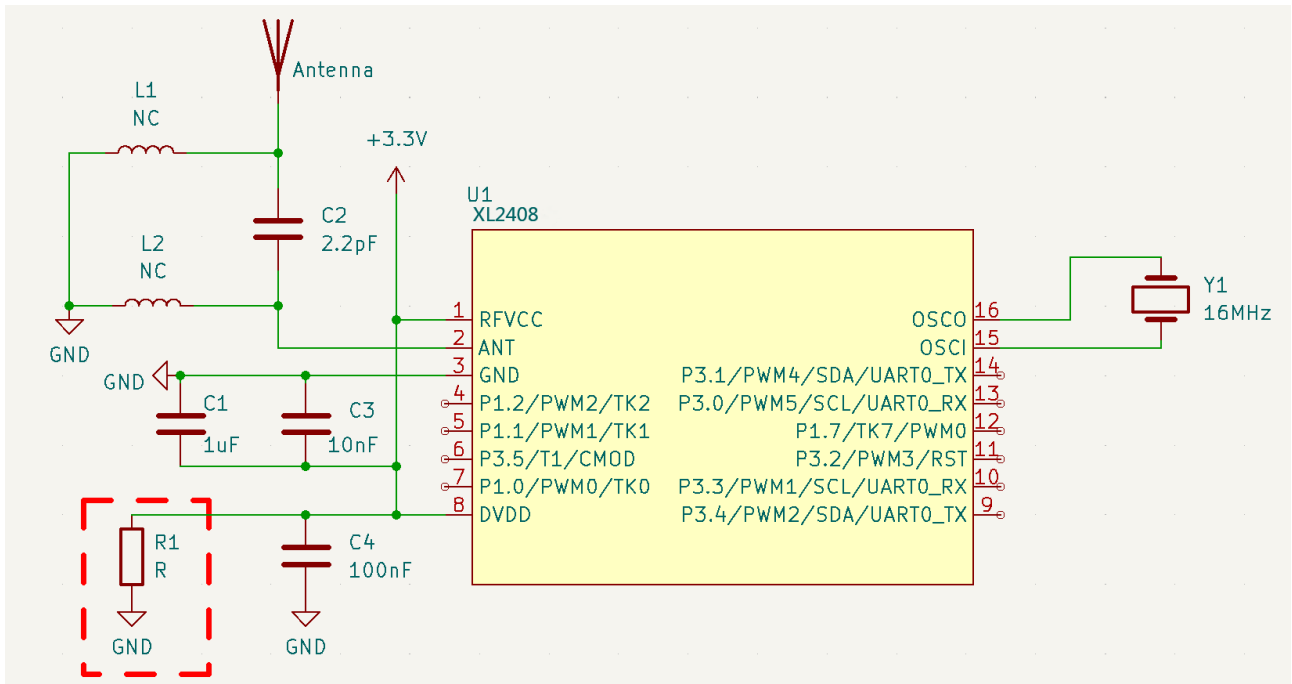
注：BLE 广播包配置会有点区别，我们会提供驱动软件包。

2.4G 接入地址注意事项：（2.4G 接入地址为 4 个字节长度，和 BLE 一样，接入地址可参考 BLE）

- 不超过 6 个连续的 1 或者 0。
- 不能 4 个字节完全相同。
- 高 6 位必须有超过 2 位以上的变化。
- 不能有超过 2 4 个“0”和“1”的转换。
- 前 3 个字节不能都为 0x55 或者 0xAA。尽量不要用 0x55 或者 0xAA。
- 不能和蓝牙广播包地址一样或者和广播包地址只差一位。广播包地址 0x8E89BED6。



13 典型应用电路（参考）



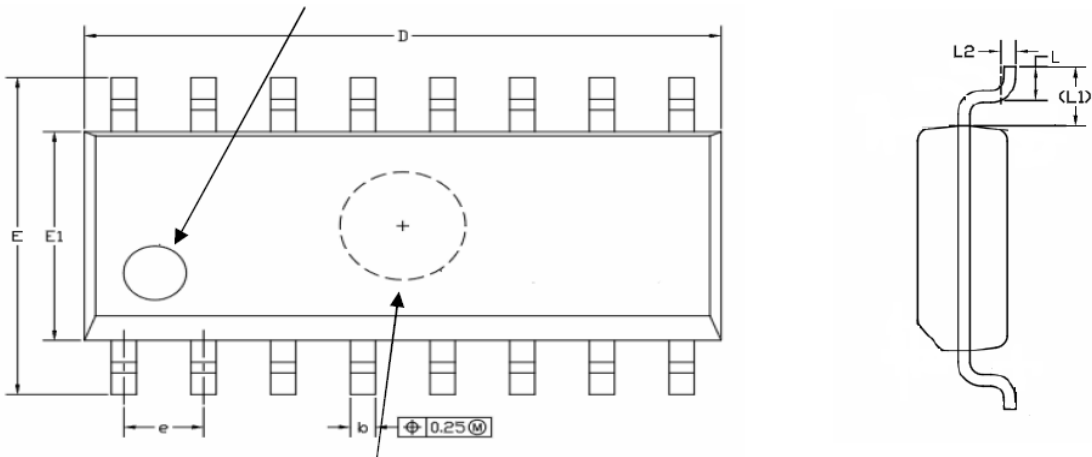
注：当在交流电源系统中，或是电源电路中有大电容时，需增加 R1 掉电放电电阻。

XL2408 的应用电路

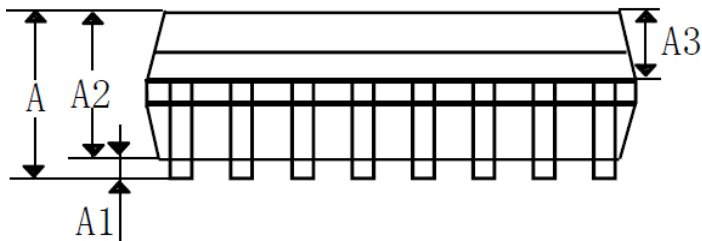


14 封装尺寸

本芯片采用 SOP16 封装方式, 具体封装尺寸信息如下: SOP-16 封装尺寸如下:



$\Phi 2.0 \pm 0.05$ DEP $0.1 + 0.03 / -0.05$



尺寸符号	数值		数值	
	最小	最大	最小	最大
A	-	1.700	-	0.066
A1	0.100	0.200	0.039	0.008
A2	1.420	1.480	0.554	0.058
A3	0.620	0.680	0.242	0.027
D	9.960	10.160	3.884	0.396
E	5.900	6.100	2.301	0.238
E1	3.870	3.930	1.509	0.153
b	0.370	0.430	0.144	0.017
e	1.240	1.300	0.484	0.051
L	0.500	0.700	0.195	0.027
L1	1.050(REF)		0.041(REF)	
L2	0.250(BSC)		0.010(BSC)	

单位: 毫米



15 注意事项

- 接地：金属底板采用尽量多的通孔接地，减小寄生电感。
- 电源旁路：为了器件能很好工作，电源引线处建议用 $0.1\mu\text{F}$ 电容滤波，电容需靠近器件。
- 防静电损伤：器件为静电敏感器件，传输、装配、测试过程中应采取充分的防静电措施。
- 用户在使用前应进行外观检查，电路底部、侧面、四周光亮方可进行焊接。如出现氧化可采用去氧化手段对电路进行处理，处理完成电路必须在 4 小时内完成焊接。
- 包装袋被打开后，元器件将被回流焊制程或其他的高温制程所采用时必须符合：
 - a) 在 12 小时内且工厂环境为温度 $< 30^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $\leq 60\% \text{RH}$ 完成；
 - b) 使用前需进行去湿处理（建议 125°C ，4 小时烘烤）。
- 生产贴片的最高炉温为 245°C 。
- 产品说明书以发布日期为准，适时修改不另行说明。

16 防护注意事项

- 产品必须进行密封真空包装，并建议放置在干燥柜中储存，在温度小于 30°C 且湿度小于 60% 时，可达 12 个月。
- 打开包装后，如未使用完，则剩余产品需进行抽真空并放置在干燥柜中保管。超期产品使用前必须进行去湿和去氧化处理。