特性

- 工作电压：
  - V_{DD}=2.2~3.6V @ Ta=-40°C~+85°C
- 完整的 Sub-1GHz OOK/FSK 发射器
- 工作频段：315MHz、433MHz、868MHz、915MHz
- 支持 OOK/FSK 调制方式
- 支持 2 线 I^2C 接口
- 低休眠电流
- 发射器电流损耗 @ 433MHz：
  - 18.5mA (FSK，10dBm) / 11mA (OOK，10dBm，50% 占空比)
- 可编程字符速率
- 片上全范围 VCO 与小数 N 分频 PLL 频率合成器
- 支持 16MHz 低成本晶振
- 4 阶可编程发射器功率：0/5/10/13dBm
- 完全集成 VCO，片上环路滤波器与 PLL 频率合成器
- 硬件控制模式 – 无需连接单片机即可实现无线电控制
- 内建 64×1-bit FUSE 数据存储器
- 自动校准功能
- 封装类型：8-pin SOP-EP

缩写

- TX：RF 发射器
- SX：合成器
- XO：外部晶振
- PA：功率放大器
- OOK：开关键控
- FSK：频移键控
- VCO：电压控制振荡器
- PLL：锁相环
- MMD：多模分频器
- XTAL：外部晶振

概述

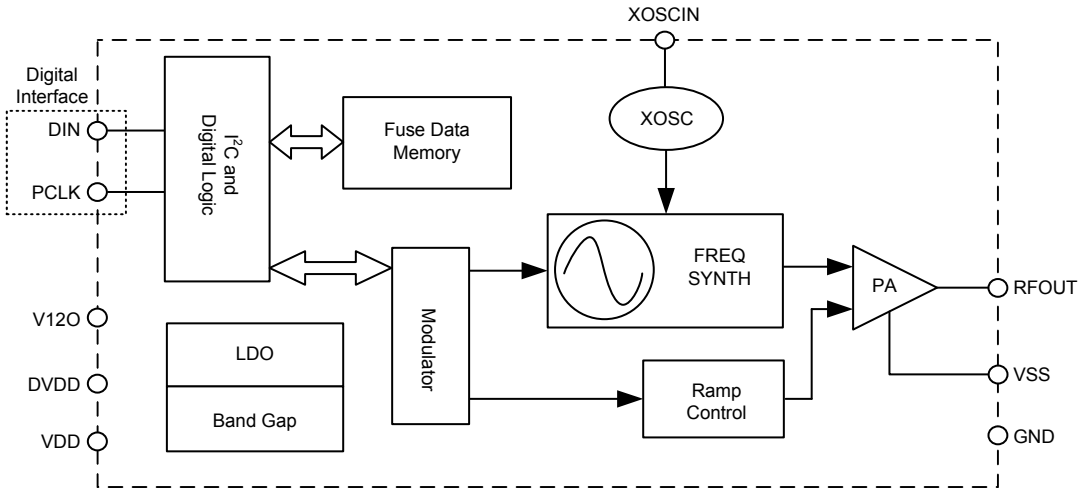
HC2102 是一款完全集成的 OOK/FSK 发射器。该发射器是一款真正的“数字输入，天线输出”的单片器件，使得用户可以轻松实现无线系统。

HC2102 可工作在 315MHz、433MHz、868MHz 和 915MHz 频段，同时支持 OOK 和 FSK 调制方式，其字符速率分别可达 25kbps 和 50kbps。

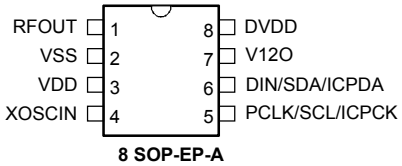
该芯片提供了可编程输出功率，可提供 +13dBm 的功率至 50Ω 的负载。该芯片还采用了灵活的状态机以简化控制并减少功耗。仅需提供一个外部晶振和少量外部元器件，该芯片即可实现一个有效的 RF 发射器的完整方案。

上述特性可通过 I^2C 接口或内部 FUSE 数据存储器轻松完成编程配置。结合这些功能，HC2102 可为多种远程无线应用提供一个节能且高性价比的解决方案。

方框图



引脚图



8 SOP-EP-A

引脚说明

引脚编号	引脚名称	功能	类型	说明
1	RFOUT	PA_OUT	AO	从功率放大器输出的 RF 输出信号 连接至匹配电路
2	VSS	PA_GND	PWR	模拟地
3	VDD	VDD	PWR	模拟正电源供电
4	XOSCIN	Crystal	AI	外部晶振输入
5	PCLK/SCL/ICPCK	PCLK	I	时钟输入
		SCL	I	I²C 时钟输入
		ICPCK	I	ICP 时钟输入引脚
6	DIN/SDA/ICPDA	DIN	I	RF 发射器数据输入
		SDA	I	I²C 数据输入
		ICPDA	I	ICP 数据输入引脚
7	V12O	LDO_OUT	PWR	1.2V LDO 输出
8	DVDD	VDD	PWR	数字正电源供电
9	GND	Ground	PWR	裸露焊盘

注：I：数字输入　　O：数字输出
AI：模拟输入　　AO：模拟输出
PWR：电源

极限参数

电源供应电压.....V_{SS}-0.3V ~ V_{SS}+3.6V
I/O 引脚电压 .....V_{SS}-0.3V ~ V_{DD}+0.3V
ESD HBM.....±2kV
存储温度..... 55°C ~ 150°C
工作温度 .....-40°C ~ 85°C

* 该芯片对 ESD 敏感。人体模式 HBM (Human Body Mode) 符合 MIL-STD-883H Method 3015.8 标准。
注：这里只强调额定功率，超过极限参数所规定的范围将对芯片造成损害，无法预期芯片在上述标示范围外的工作状态，而且若长期在标示范围外的条件下工作，可能影响芯片的可靠性。

直流特性

Ta=25°C，V_{DD}=3.3V，f_{XTAL}=16MHz，OOK/FSK 调制，连接匹配电路，PAOUT 由 3.3V 的 V_{DD} 供电，除非另有指定。

符号	参数	说明	最小	典型	最大	单位
V_{DD}	工作电压	—	2.2	3.3	3.6	V
T_{OP}	工作温度	—	-40	—	85	°C
T_{FP}	Fuse 编程温度	—	—	25	—	°C
V_{IH}	高电平输入电压	—	0.7V_{DD}	—	V_{DD}	V
V_{IL}	低电平输入电压	—	0	—	0.3V_{DD}	V
V_{OH}	高电平输出电压	@I_{OH} = -5mA	0.8V_{DD}	—	V_{DD}	V
V_{OL}	低电平输出电压	@I_{OL} = 5mA	0	—	0.2V_{DD}	V
I_{Sleep}	电流损耗	—	—	0.1	—	μA
$I_{Standby}$		XTAL On，PA off，频率合成器 On	—	6.5	—	mA
I_H	数据为高时的电流损耗 @315MHz (Data=1)	P_{RF} = 0dBm	—	10	—	mA
		P_{RF} = 10dBm	—	20	—	
		P_{RF} = 13dBm	—	26	—	
	数据为高时的电流损耗 @433MHz (Data=1)	P_{RF} = 0dBm	—	10.5	—	mA
		P_{RF} = 10dBm	—	18.5	—	
		P_{RF} = 13dBm	—	25	—	
	数据为高时的电流损耗 @868MHz (Data=1)	P_{RF} = 0dBm	—	12	—	mA
		P_{RF} = 10dBm	—	19	—	
		P_{RF} = 13dBm	—	25	—	
	数据为高时的电流损耗 @915MHz (Data=1)	P_{RF} = 0dBm	—	12	—	mA
		P_{RF} = 10dBm	—	19.5	—	
		P_{RF} = 13dBm	—	25.5	—	

交流特性

RF 特性

Ta=25°C

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
RF						
f_{RF}	RF 工作频率范围	—	—	315 433 868 915	—	MHz
XTAL						
f_{XTAL}	RF XTAL 晶振工作频率	—	—	16	—	MHz
ESR	XTAL 等效串联电阻	—	—	—	100	Ω
C_L	XTAL 负载电容	—	—	16	—	pF
	XTAL 容限 (1)	—	—	±20	—	ppm
$t_{Startup}$	XTAL 启动时间 (2)	—	—	1	—	ms
PLL						
f_{STEP}	RF 频率合成器步进频率	—	—	0.5	—	kHz
PN_{PLL}	433MHz PLL 相位噪声	相位噪声 @ 100K 失调	—	-80	—	dBc/Hz
		相位噪声 @ 1M 失调		-105		
	868MHz PLL 相位噪声	相位噪声 @ 100K 失调	—	-70	—	
		相位噪声 @ 1M 失调		-100		
f_{dev}	频率偏移	—	2	—	100	kHz
TX						
SR	字符速率	OOK 调制	0.5	25	—	kbps
		FSK 调制 (@f_{dev}=12.5kHz)	0.5	50	—	
P_{RF}	RF 发射器输出功率	433MHz	0	—	13	dBm
		868MHz	0	—	13	
t_{ST}	RF 发射器建立时间	PLL 到发射	—	100	—	μs
ER_{OOK}	OOK 消减比率	OOK 调制深度	—	70	—	dB
	占用带宽 (OOK, -20dBc)	@ 315MHz	—	400	—	kHz
		@ 433MHz				
		@ 868MHz				
		@ 915MHz				
SE_{TX}	发射器杂散发射 (Pout=10dBm)	f < 1GHz	—	—	-36	dBm
		47MHz < f < 74MHz 87.5 MHz < f < 118MHz 174MHz < f < 230MHz 470MHz < f < 790MHz	—	—	-54	
		二次谐波，三次谐波	—	—	-30	

注：1. 此处为总容限，包括初始容限、晶振负载、老化程度以及温度依赖性。可接受的晶振容限取决于 RF 频率和通道间隔 / 带宽。

2. 取决于晶振特性。

功能描述

该完全集成的RF发射器可工作在315MHz、433MHz、868MHz和915MHz几个频段。用户仅需外接一个晶振和少量外部元器件即可构建一个完整通用的RF发射器系统。该芯片包含一个内部功率放大器，可提供高达+13dBm的功率至50Ω的负载。此功率足以使一个小型发射器工作在其最大发射调节限制附近。该芯片可与OOK和FSK接收器搭配工作。FSK传输速率高达50kbps，使得该芯片可支持更为复杂的控制协议。

方案介绍

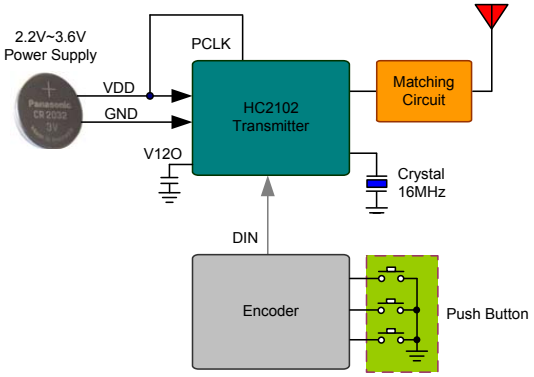
为给用户提供更多方便，HC2102内置了一个FUSE存储器区域，这是一种很常用的一次编程非易失性存储器。

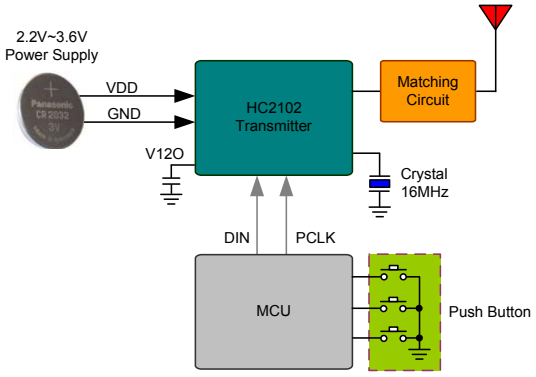
可通过检测CFG7寄存器中的EFPGM位来判断FUSE存储器是否经过烧录。若FUSE未经烧录，用户应连接此芯片至单片机，并在I²C模式中通过I²C接口设置相关的RF寄存器配置。返回正常模式后芯片即可正常工作，但当芯片下电后，寄存器配置将被复位至初始状态。

若芯片的FUSE存储器已烧录，用户可外接单片机或编码器以构建一个完整通用的RF发射器系统。相应的应用方案如下所示。应注意，若EFPGM位为低，则芯片只能外接单片机。

若芯片连接至编码器，FUSE中的数据将自动被复制到相应的寄存器中。在一段延迟时间后，编码器可通过DIN引脚向芯片发送数据，进而开始数据传输。

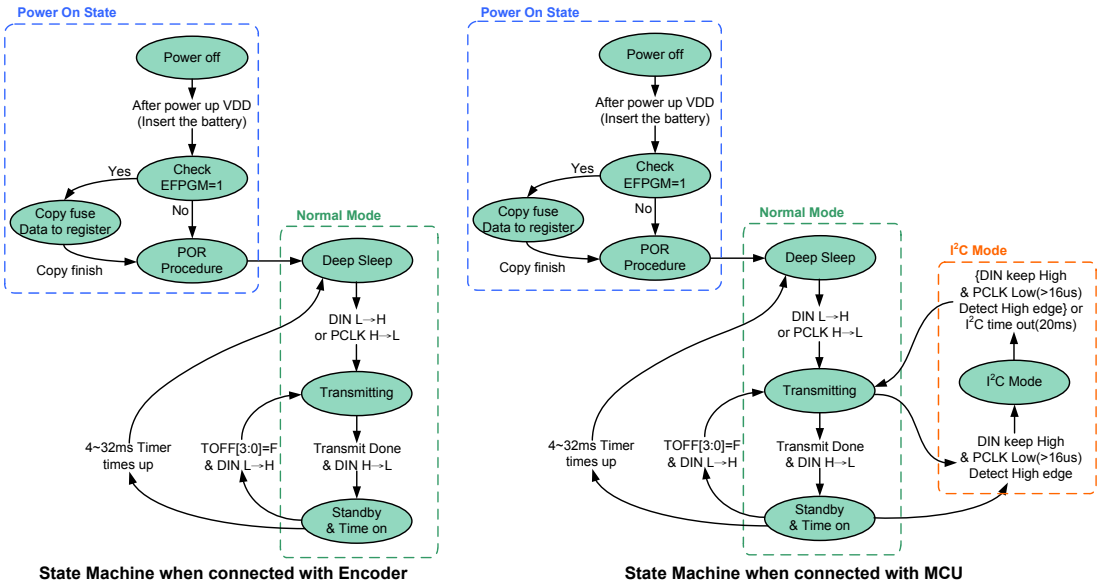
若芯片连接至单片机，FUSE中的数据同样会自动被复制到相应的寄存器中。不同的是，当芯片工作在I²C模式时，单片机可通过I²C接口设置相关的寄存器，从而配置频率，功率和其它参数。





状态控制

HC2102 内置状态机，用于控制模式之间的状态转换。



State Machine when connected with Encoder

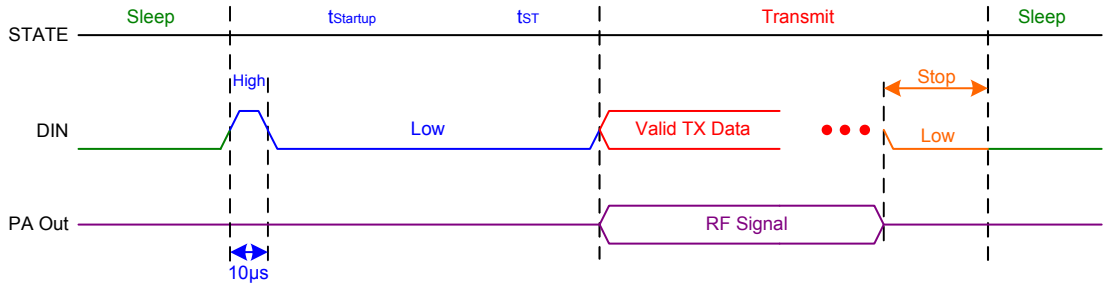
State Machine when connected with MCU

上电状态

上电后，如插入电池后，若 EFPGM 位为高，则 FUSE 中的数据将自动被复制到相应的寄存器中。复制完成后经过一个 POR 延迟时间，芯片将进入深度休眠模式。应注意若 EFPGM 位为低，芯片将在一段延迟时间后直接进入深度休眠模式。

正常模式

上电复位后，芯片进入深度休眠模式。若 DIN 引脚被拉高，或是 PCLK 引脚上出现由高变低的脉冲，则开始发送数据。数据发送结束后 DIN 引脚状态由高至低转变，芯片进入待机状态且定时计数器将开启并开始计数，其溢出周期由 CFG1 寄存器中的 DLY_TOFF 位段设定。当定时计数器溢出芯片将返回深度休眠模式。应注意的是，当 DLY_TOFF[3:0] 的值为“1111”时，一旦 DIN 引脚状态由低变高，芯片不会进入深度休眠模式而是再次开始发送数据。



DIN 引脚使能发射器

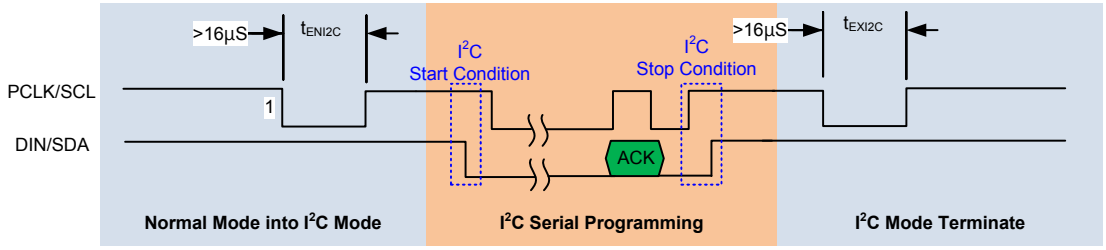
I²C 模式

若芯片与外部单片机连接，则可使用 I²C 模式。当 Pin 5，即 SCL 引脚被拉低且持续时间超过 16μs(t_{ENI2C})，芯片将从正常模式切换至 I²C 模式，在此模式中外部控制寄存器可通过 I²C 命令配置芯片中的特殊功能寄存器。当收到一个正确的 I²C 停止信号，接着 SCL 引脚被拉低且持续时间超过 16μs 时，芯片将返回正常模式。

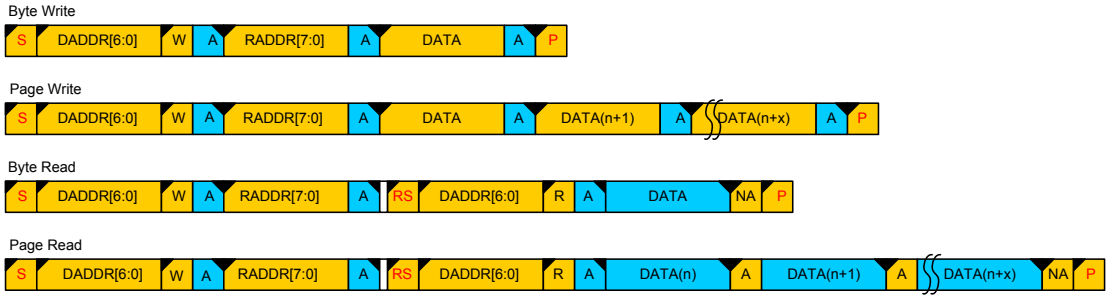
在 I²C 模式中，单片机可通过 I²C 串行编程配置内部相关寄存器。该发射器仅支持字节写，页写，字节读以及页读的 I²C 格式，传送过程如下所示。

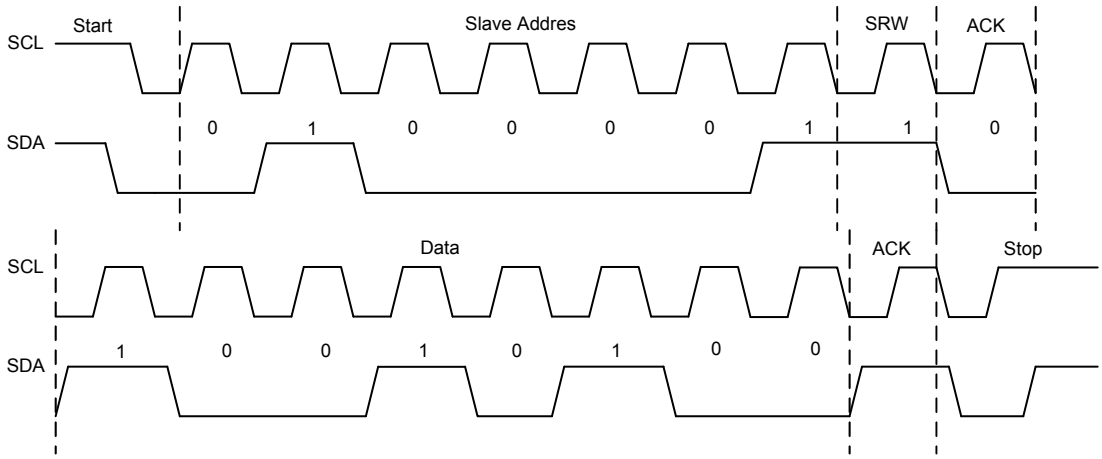
字符定义：

- S：起始字符
- RS：重复起始
- P：停止字符
- DADDR[6:0]：设备地址，21h
- R/W：读写选择，
  R(0) 表示写；(1) 表示读
- RADDR[7:0]：寄存器地址
- ACK：
  A(0) 表示 ACK；
  NA(1) 表示 NAK
- 总线方向：
  主机至设备：；
  设备至主机：



I²C 串行编程





S = Start (1 bit)
SA = Slave Address (7 bits)
SR = SRW bit (1 bit)
M = Slave device send acknowledge bit (1 bit)
D = Data (8 bits)
A = ACK (RXAK bit for transmitter, TXAK for receiver, 1bit)
P = Stop (1 bit)

S	SA	SR	M	D	A	D	A	···	SR	SA	SR	M	D	A	D	A	···	P

Note: *When a slave address is matched, the device must be placed in either the transmit mode and then Write data to the SIMD register, or the receive mode where it must implement a dummy read from the SIMD register to release the SCL line.

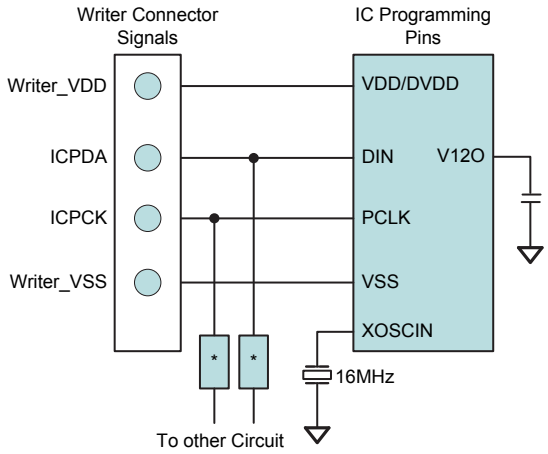
I^2C 通信时序图

编程方式

该芯片编程接口应搭配一个内置 16MHz 晶振的适配器使用。

编程功能	引脚名称	引脚描述
ICPCK	PCLK (Pin5)	ICP 时钟
ICPDA	DIN (Pin 6)	ICP 数据 / 地址
VDD	VDD (Pin 3)，DVDD (Pin 8)	电源供电
VSS，EP	VSS (Pin 2)，Exposed-Pad	接地
XTAL IN (适配器)	XOSCIN (Pin 4)	IC 系统时钟

在编程时，芯片应固定在基座上，此基座需连接一个 16MHz 晶振，即该晶振连接于引脚 XOSCIN 与地之间。Holtek 提供了 e-link 或 e-WriterPro 工具，用于与 PC 端的连接通信。在 e-link 与芯片之间有四条线相连接，即 VDD、VSS、PCLK 和 DIN 引脚。



注：* 可能为电阻或电容，若为电阻其值必须大于 1kΩ，若为电容则其值必须小于 1nF。

寄存器列表

当连接至外部单片机时，芯片可通过一系列的内部寄存器进行设置和操作。芯片的命令与数据通过其内部 I²C 总线进行读取和写入操作。芯片内部寄存器汇总如下表，其详细操作已在功能性描述中相关章节作出具体介绍。

地址	寄存器名称	位							
		7	6	5	4	3	2	1	0
00h	CFG0	Setting0		XO_TRIM[5:0]					
01h	CFG1	DLY_TOFF[3:0]				Setting1			
02h	CFG2	FDEV[7:0]							
03h	CFG3	FSK_SEL	Setting2			TXPWR[3:0]			
04h	CFG4	D_N[5:0]						BAND_SEL[1:0]	
05h	CFG5	D_K[11:4]							
06h	CFG6	D_K[19:12]							
07h	CFG7	EFPGM	Setting3						

如果 Fuse 未经过烧录，HC2102 芯片由寄存器初始值决定的默认状态如下描述：

调制方式：OOK

工作频率：433.92MHz

TX 输出功率：10dBm

XTAL 电容负载：16.651pF

断电延迟时间：32ms

CFG0：配置控制寄存器 0

地址	Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
00h	Name	Setting0		XO_TRIM[5:0]					
	R/W	R/W	R/W	R/W					
	Initial value	1	0	1	0	0	0	0	0

Bit 7~6　Setting0：必须为 [0b10]

Bit 5~0　**XO_TRIM[5:0]**：晶振内部负载电容调整值

XO_TRIM[5:0]	等效 C_L(pF)
0	11.676
4	11.822
8	11.927
12	13.247
16	13.962
17	14.137
18	14.295
20	14.639
24	15.301
28	15.955
32	16.651
36	17.288
40	17.962
44	18.610
48	19.294
52	19.870
56	20.472
60	21.003
63	21.411

CFG1：配置控制寄存器 1

地址	Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
01h	Name	DLY_TOFF[3:0]				Setting1			
	R/W	R/W				R/W			
	Initial value	1	1	1	0	0	0	0	1

Bit 7~4　**DLY_TOFF[3:0]**：发射器自动关闭延迟时间

t = 2ms × (DLY_TOFF[3:0]+2)

0000：4ms

0001：6ms

0010：8ms

:

1110：32ms

1111：无穷 – 不进入深度休眠模式

Bit 3~0　**Setting1**：必须固定为“0b0001”

CFG2：配置控制寄存器 2

地址	Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
02h	Name	FDEV[7:0]							
	R/W	R/W							
	Initial value	0	1	1	0	0	1	1	0

Bit 7~0 **FDEV[7:0]**：FSK 频率偏移

外部晶振为 16MHz，FDEV = ($f_{dev} \times 2^{15} / f_{XTAL}$)；$f_{XTAL}$ = 16MHz

范例：

默认 FDEV[7:0]=01100110 → 十进制表示为 102

外部晶振 = 16MHz

f_{dev} (频率偏移)=FDEV ×(16M/2^{15})

f_{dev} (频率偏移)=102×(16M/32768)=49.8kHz

CFG3：配置控制寄存器 3

地址	Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
03h	Name	FSK_SEL	Setting2			TXPWR[3:0]			
	R/W	R/W	R/W			R/W			
	Initial value	0	1	0	0	1	0	0	0

Bit 7 **FSK_SEL**：FSK 模式使能

0：OOK

1：FSK

Bit 6~4 **Setting2**：必须固定为“0b100”

Bit 3~0 **TXPWR[3:0]**：RF 输出功率

该芯片具有几种输出功率值，即 0、5、10 和 13dBm。

TXPWR[3:0]	RF 输出功率
0000	0dBm
0100	5dBm
1000	10dBm
1100	13dBm

TXPWR[3:0]	微调水平
XX00	0
XX01	1
XX10	2
XX11	3

注：调整范围 Level 3 > Level 2 > Level 1 > Level 0。

CFG4：配置控制寄存器 4

地址	Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
04h	Name	D_N[5:0]						BAND_SEL[1:0]	
	R/W	R/W						R/W	
	Initial value	0	1	0	1	1	0	0	1

Bit 7~2 **D_N[5:0]**：MMD 被除数整数部分

Bit 1~0 **BAND_SEL[1:0]**：频段粗调

BAND_SEL	频率
00	315MHz
01	433MHz
10	868MHz
11	915MHz

应注意 BAND_SEL 仅选择大概的频率范围，精确的频率值由 D_N 和 D_K 位段所确定。

CFG5：配置控制寄存器 5

地址	Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
05h	Name	D_K[11:4]							
	R/W	R/W							
	Initial value	0	1	1	1	0	0	0	0

CFG6：配置控制寄存器 6

地址	Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
06h	Name	D_K[19:12]							
	R/W	R/W							
	Initial value	0	0	1	1	1	1	0	1

D_K[19:4]：MMD 被除数 16-bit 小数部分

D_N 与 D_K 计算范例：

XTAL=16MHz 且 TX 频段为 433MHz

1. D_N → (433M×Divider)/16M=54.125
   取整数部分 → D_N=54-32=22 → 010110
2. D_K → (433M×Divider)/16M=54.125
   取小数部分 → D_K=0.125×2^{20}=131072 → 0010-0000-0000-0000
3. 范例频率请参考下方表格

BAND_SEL	频率	Divider	XTAL	D_N[5:0]	D_K[19:4]
315MHz	315MHz	2	16MHz	000111	0110-0000-0000-0000
433MHz	433MHz	2	16MHz	010110	0010-0000-0000-0000
433MHz	433.92MHz	2	16MHz	010110	0011-1101-0111-0000
868MHz	868MHz	1	16MHz	010110	0100-0000-0000-0000
915MHz	915MHz	1	16MHz	011001	0011-0000-0000-0000

CFG7：配置控制寄存器 7

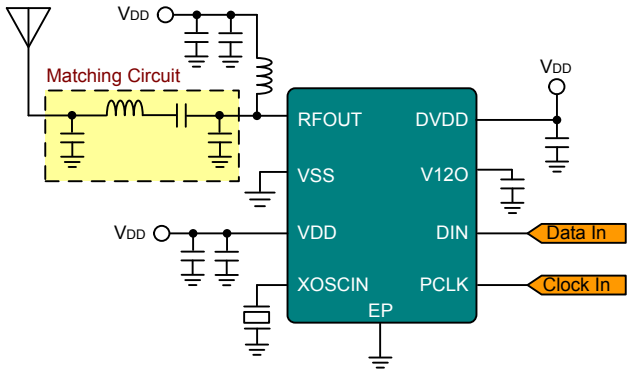
地址	Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
07h	Name	EFPGM	Setting3						
	R/W	R	R/W				R/W		
	Initial value	0	1	0	0	1	0	1	1

Bit 7 **EFPGM**：FUSE 烧录情况，只读位，仅可通过 I²C 读取
0：FUSE 未烧录 – FUSE 数据未映射到配置寄存器中
1：FUSE 已烧录 – FUSE 数据映射到配置寄存器中

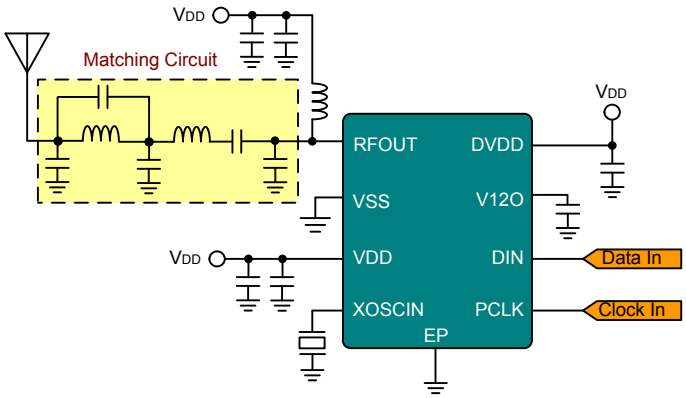
Bit 6~0 **Setting3**：必须固定为“0b1001011”

应用电路

433MHz 应用范例



评估板电路



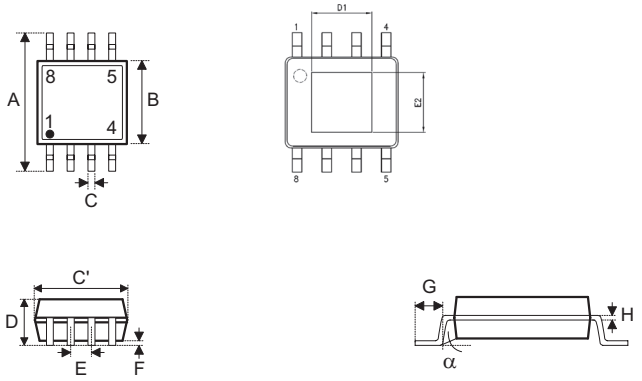
封装信息

请注意，这里提供的封装信息仅作为参考。由于这个信息经常更新，提醒用户咨询 Holtek 网站以获取最新版本的封装信息。

封装信息的相关内容如下所示，点击可链接至 Holtek 网站相关信息页面。

- 封装信息（包括外形尺寸、包装带和卷轴规格）
- 封装材料信息
- 纸箱信息

8-pin SOP (150mil) 外形尺寸 (Exposed Pad)



符号	尺寸（单位：inch）		
	最小	正常	最大
A	—	0.236 BSC	—
B	—	0.154 BSC	—
C	0.012	—	0.020
C'	—	0.193 BSC	—
D	—	—	0.069
D1	0.059	—	—
E	—	0.050 BSC	—
E2	0.039	—	—
F	0.004	—	0.010
G	0.016	—	0.050
H	0.004	—	0.010
α	0°	—	8°

符号	尺寸（单位：mm）		
	最小	正常	最大
A	—	6.00 BSC	—
B	—	3.90 BSC	—
C	0.31	—	0.51
C'	—	4.90 BSC	—
D	—	—	1.75
D1	1.50	—	—
E	—	1.27 BSC	—
E2	1.00	—	—
F	0.10	—	0.25
G	0.40	—	1.27
H	0.10	—	0.25
α	0°	—	8°

Copyright© 2017 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

使用指南中所出现的信息在出版当时相信是正确的，然而对于说明书的使用不负任何责任。文中提到的应用目的仅仅是用来做说明，不保证或表示这些没有进一步修改的应用将是适当的，也不推荐它的产品使用在会由于故障或其它原因可能会对人身造成危害的地方。产品不授权使用于救生、维生从机或系统中做为关键从机。拥有不事先通知而修改产品的权利，对于最新的信息，请参考我们的网址 http://www.holtek.com/zh/.