

Sub-1GHz OOK/GFSK TRX 模块

BM3603-0x-1

版本: V1.00 日期: 2023-07-24

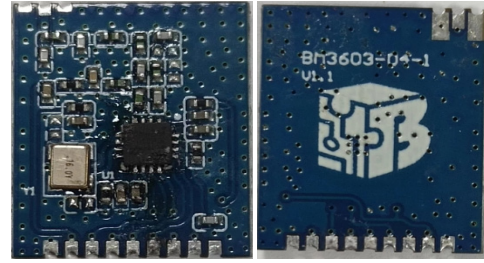
www.bestmodulescorp.com

目录

特性	3
概述	3
应用领域	3
选型表	3
方框图	4
引脚图	4
引脚说明	5
技术规格	5
极限参数	5
直流电气特性	5
RF 电气特性	6
功能描述	8
TX/RX FIFO 模式 (DIR_EN=0)	8
TX/RX Direct 模式 (DIR_EN=1)	9
通信接口	10
SPI 通信格式	10
应用电路	11
3 线 SPI 模式	11
4 线 SPI 模式	11
Layout 说明	12
PCB 封装	12
Layout 注意事项	12
Layout 范例	13
尺寸图	13
参考信息	13
修订历史	13
相关文档	13
在线购买	13

特性

- 工作电压范围：1.8V~3.6V
- 频率范围：315MHz~915MHz
- 调制方式：OOK/GFSK
- 数据速率：
 - ◆ OOK：0.5kbps~20kbps
 - ◆ GFSK：2kbps~250kbps
- TX 输出功率：0dBm~20dBm
- 工作电流：
 - ◆ 0.4μA (Typ.) @ 3.3V, Deep Sleep 模式
 - ◆ 5.8mA (Typ.) @ 3.3V, 433MHz RX 2kbps
 - ◆ 43.0mA (Typ.) @ 3.3V, 433MHz TX 13dBm
- 接收灵敏度：
 - ◆ -120dBm (Typ.) @ 3.3V, 433MHz, 2kbps & BER=0.1%
 - ◆ -111dBm (Typ.) @ 3.3V, 433MHz, 50kbps & BER=0.1%
 - ◆ -103dBm (Typ.) @ 3.3V, 433MHz, 250kbps & BER=0.1%
- 最大工作输入功率：10dBm @ RF-in, BER<0.1%
- 界面：12-pin 邮票孔
- 尺寸：15.0mm(L)×18.5mm(W)×2.6mm(H)



概述

BM3603-0x-1 是一款基于 BC3603 所设计的 Sub-1GHz OOK/GFSK 收发模块。该模块可用于 315MHz、433MHz、470MHz、868MHz 和 915MHz ISM (工业、科学和医疗) 频段的无线应用, 主控 MCU 可通过一个 3 线或 4 线 SPI 接口进行访问, 实现无线数据通信。

应用领域

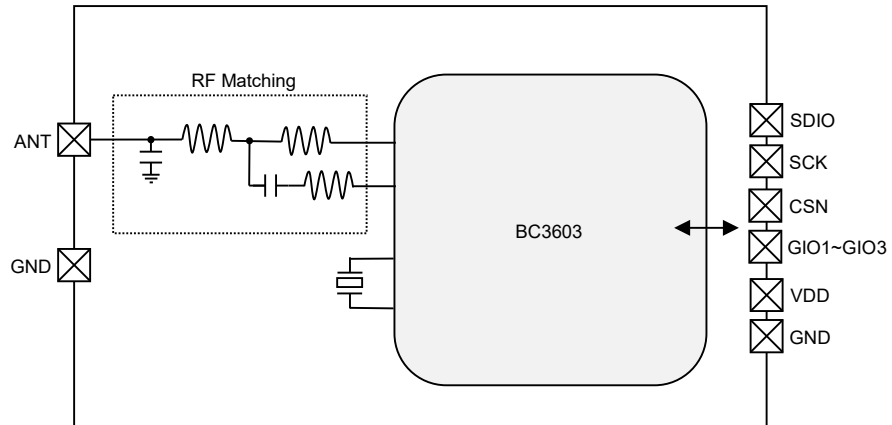
- 吊扇灯
- 无线开关
- 无线门铃
- 无线感烟探测器

选型表

模块型号	频段	最佳工作频点	频率支持范围
BM3603-03-1	315MHz	315MHZ	290MHZ~349MHZ
BM3603-04-1	433MHz	433.92MHZ	396.92MHZ~471.92MHZ
BM3603-08-1	868MHz	868.35MHZ	805.35MHZ~923.35MHZ
BM3603-09-1	915MHz	915MHZ	856MHZ~966MHZ

* 频率支持范围内不完全保证模块特性, 建议使用最佳工作频点
* 相关产品可于 [倍创科技](#) 购得

方框图



引脚图



引脚说明

引脚	功能	类型	说明
1	AGND	PWR	负电源, GND
2	VDD	PWR	正电源
3	CSN	DI	SPI 片选输入, 低有效
4	GIO1	DI/DO	多功能 I/O 1
5	GIO2	DI/DO	多功能 I/O 2
6	SDIO	DI/DO	SPI 数据输入 / 输出
7	SCK	DI	SPI 时钟输入
8	GIO3	DI/DO	多功能 I/O 3
9	GIO4	DI/DO	多功能 I/O 4
10	AGND	PWR	负电源, GND
11	ANT	AI	天线输入
12	AGND	PWR	负电源, GND

注: DI = 数字输入; DO = 数字输出; AI = 模拟输入; PWR = 电源

技术规格

极限参数

电源电压	$V_{SS}-0.3V \sim V_{SS}+3.6V$
输入数字电压	$V_{SS}-0.3V \sim V_{DD}+0.3V$
存储温度	$-60^{\circ}C \sim 150^{\circ}C$
工作 (环境) 温度	$-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
ESD HBM	$> \pm 2kV$

注: 该系列芯片对 ESD 敏感。人体模式 HBM (Human Body Mode) 符合 MIL-STD-883 标准。

直流电气特性

$T_a=25^{\circ}C$, $V_{DD}=3.3V$, $f_{XTAL}=16MHz$, GFSK 调制 (含匹配电路和低 / 高通滤波器)
RF 输出由 V_{DD} (3.3V) 供电, 除非另有说明

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
T_{OP}	工作温度	—	-40	—	85	$^{\circ}C$
V_{DD}	电源电压	—	1.8	3.3	3.6	V
电流损耗						
$I_{DeepSleep}$	Deep Sleep 模式电流损耗	—	—	0.4	1.0	μA
I_{IL}	Idle 模式电流损耗	LIRC 开启, 晶振关闭	—	1.6	—	μA
$I_{LightSleep}$	Light Sleep 模式电流损耗	晶振开启	—	0.6	—	mA
$I_{Standby}$	Standby 模式电流损耗 @ 315/433MHz	晶振开启, 合成器开启	—	3.9	—	mA
	Standby 模式电流损耗 @ 868/915MHz		—	3.9	—	

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
I _{RX/ITX}	315MHz 频段电流损耗	RX 模式 @ 2kbps	—	6	—	mA
		RX 模式 @ 250kbps	—	6.6	—	
		TX 模式 @ 0dBm P _{OUT}	—	17	—	
		TX 模式 @ 10dBm P _{OUT}	—	30	—	
		TX 模式 @ 13dBm P _{OUT}	—	43	—	
		TX 模式 @ 19dBm P _{OUT}	—	74	—	
	433MHz 频段电流损耗	RX 模式 @ 2kbps	—	6	—	mA
		RX 模式 @ 250kbps	—	6.6	—	
		TX 模式 @ 0dBm P _{OUT}	—	19	—	
		TX 模式 @ 10dBm P _{OUT}	—	33	—	
		TX 模式 @ 13dBm P _{OUT}	—	43	—	
		TX 模式 @ 19dBm P _{OUT}	—	71	—	
	868MHz 频段电流损耗	RX 模式 @ 2kbps	—	6.8	—	mA
		RX 模式 @ 250kbps	—	7.5	—	
		TX 模式 @ 0dBm P _{OUT}	—	19	—	
		TX 模式 @ 10dBm P _{OUT}	—	35	—	
		TX 模式 @ 13dBm P _{OUT}	—	47	—	
		TX 模式 @ 19dBm P _{OUT}	—	88	—	
	915MHz 频段电流损耗	RX 模式 @ 2kbps	—	6.6	—	mA
		RX 模式 @ 250kbps	—	7.4	—	
		TX 模式 @ 0dBm P _{OUT}	—	19	—	
		TX 模式 @ 10dBm P _{OUT}	—	36	—	
		TX 模式 @ 13dBm P _{OUT}	—	46	—	
		TX 模式 @ 19dBm P _{OUT}	—	86	—	

RF 电气特性

Ta=25°C, V_{DD}=3.3V, f_{X TAL}=16MHz, GFSK 调制 (含匹配电路和低/高通滤波器)
RF 输出由 V_{DD} (3.3V) 供电, 除非另有说明

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
RF 特性						
f _{RF}	RF 频段	315MHz 频段	—	315	—	MHz
		433MHz 频段	—	433.92	—	
		470~510MHz 频段	—	490	—	
		868MHz 频段	—	868.3	—	
		915MHz 频段	—	915	—	
DR	数据速率	OOK 调制	0.5	—	20	kbps
		GFSK 调制	2	—	250	
发送器						
P _{OUT}	TX 输出功率	433MHz 频段	0	—	20	dBm
		868MHz 频段	0	—	20	
t _{ST, TX}	TX 稳定时间	Light Sleep 模式到 TX 模式	—	120	—	μs

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
S.E.TX	TX 杂散 (POUT=10dBm)	f<1GHz	—	—	-36	dBm
		47MHz<f<74MHz	—	—	-54	
		87.5MHz<f<118MHz				
		174MHz<f<230MHz				
		470MHz<f<862MHz				
		二次谐波, 三次谐波	—	—	-30	
接收器						
t _{ST,RX}	RX 稳定时间	Light Sleep 模式到 RX 模式	—	150	—	μs
P _{Sens}	315MHz RX 灵敏度 @ BER=0.1%	2kbps(f _{DEV} =8kHz)	—	-119	—	dBm
		10kbps(f _{DEV} =40kHz)	—	-112	—	
		50kbps(f _{DEV} =18.75kHz)	—	-110	—	
		125kbps(f _{DEV} =46.875kHz)	—	-106	—	
		250kbps(f _{DEV} =93.75kHz)	—	-103	—	
	433MHz RX 灵敏度 @ BER=0.1%	2kbps(f _{DEV} =8kHz)	—	-120	—	dBm
		10kbps(f _{DEV} =40kHz)	—	-113	—	
		50kbps(f _{DEV} =18.75kHz)	—	-111	—	
		125kbps(f _{DEV} =46.875kHz)	—	-106	—	
		250kbps(f _{DEV} =93.75kHz)	—	-103	—	
	868MHz RX 灵敏度 @ BER=0.1%	2kbps(f _{DEV} =8kHz)	—	-119	—	dBm
		10kbps(f _{DEV} =40kHz)	—	-112	—	
		50kbps(f _{DEV} =18.75kHz)	—	-109	—	
		125kbps(f _{DEV} =46.875kHz)	—	-105	—	
		250kbps(f _{DEV} =93.75kHz)	—	-102	—	
	915MHz RX 灵敏度 @ BER=0.1%	2kbps(f _{DEV} =8kHz)	—	-119	—	dBm
		10kbps(f _{DEV} =40kHz)	—	-112	—	
		50kbps(f _{DEV} =18.75kHz)	—	-109	—	
		125kbps(f _{DEV} =46.875kHz)	—	-105	—	
		250kbps(f _{DEV} =93.75kHz)	—	-102	—	
P _{IN,max}	最大输入功率 @ BER<0.1%	—	—	10	dBm	

功能描述

TX/RX FIFO 模式 (DIR_EN=0)

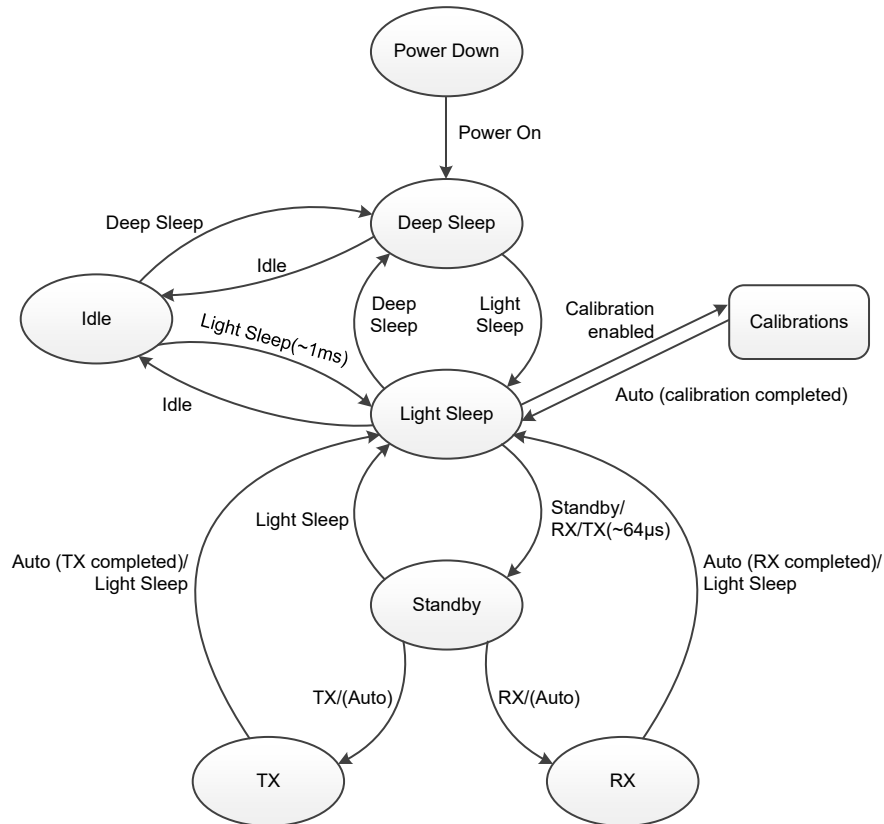
若 DIR_EN 位为 0，芯片模式切换通过主控 MCU 发送 Strobe 命令来实现，且 TX/RX 数据来自数据包处理硬件。

BC3603 初始状态为 Power Down 模式。芯片完成内部上电复位后先进入 Deep Sleep 模式，等待来自主控 MCU 的 Strobe 命令。若接收到 Light Sleep 命令，芯片将使能内部 LDO、起振 XO 并进入 Light Sleep 模式。在 Light Sleep 模式下，主控 MCU 可让 BC3603 执行校准功能。若要进行正常的 TRX 操作，主控 MCU 可发送 TX 或 RX 命令给芯片。

当芯片收到命令后，会先进入 Standby 模式并持续一段时间，此时间称为 TX/RX 设置时间。经过这段设置时间后，芯片将进入 TX 或者 RX 模式。芯片将保持 TX/RX 状态直到 TX/RX 操作完成。这之后芯片自动返回 Light Sleep 模式。

针对低功率周期性无线传输，该芯片支持低功耗 Idle 模式，在此模式下 LIRC 和唤醒定时器开启。合理设置定时器并发送 Idle 命令，芯片将关闭 LDO 和 XO 并进入 Idle 模式。

当 ATR_EN 设置为“1”后，唤醒定时器开始计数。芯片保持 Idle 模式直到定时时间结束，在定时结束时芯片通过 GIO 发送一个中断请求以唤醒主控 MCU。主控 MCU 可让芯片进入 Light Sleep 模式，接着再执行 TX/RX 相关操作。当 TX/RX 操作完成，主控 MCU 可发送 Idle 命令给芯片使其再次进入 Idle 模式。



FIFO 模式状态方框图

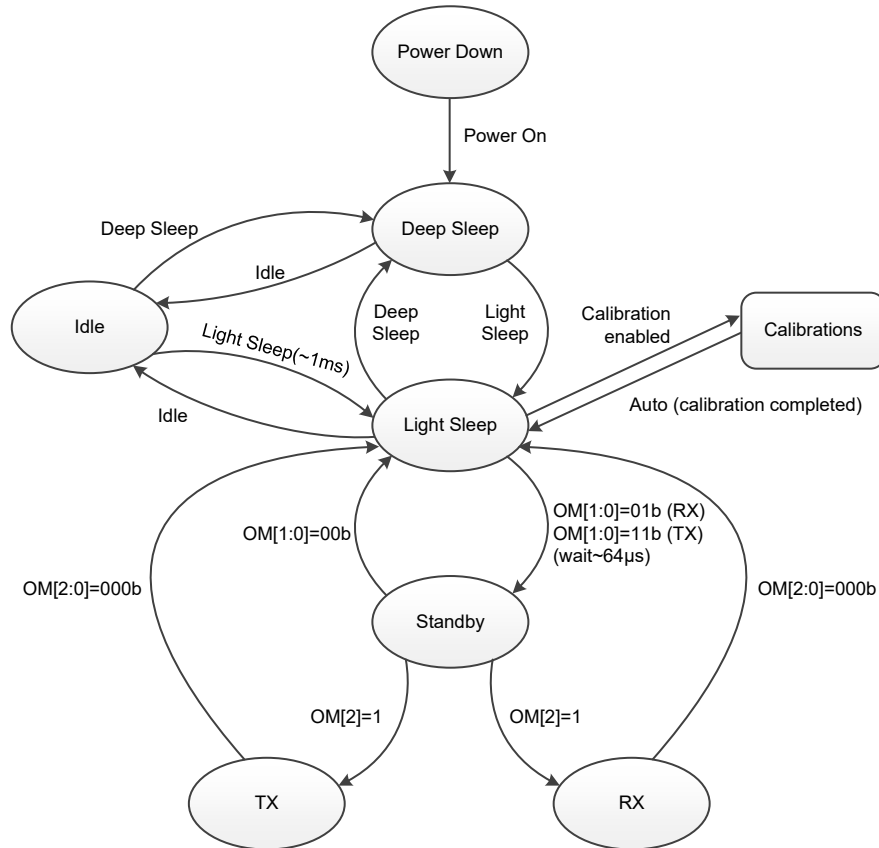
TX/RX Direct 模式 (DIR_EN=1)

若设置 DIR_EN 为 1, TX 数据由主控 MCU 直接发送给 BC3603, RX 数据由 BC3603 直接发送给主控 MCU。为了简化 BC3603 与主控 MCU 之间的数据位时钟同步, 设置 GIO3S[3:0], BC3603 便可从 GIO3 输出 TBCLK/RBCLK 时钟。TBCLK 和 RBCLK 都是 50/50 占空比周期。

在发送模式下, 主控 MCU 在 TBCLK 信号上升沿时输出位数据, BC3603 在 TBCLK 信号的下降沿时采样 TX 位数据。在接收模式下, 主控 MCU 在 RBCLK 信号上升沿时接收数据, BC3603 在 RBCLK 信号下降沿时输出位数据。主控 MCU 可设置 GIO1S[2:0]/GIO2S[2:0] 选择 GIO1/GIO2 用于 TX/RX 位数据传输。

若要在 Direct 模式下进行 TX 操作, 主控 MCU 需设置 OM[1:0], 即 RTX_SEL 和 SX_EN 位为 “11” 以选中 TX 模式并先让 BC3603 进入 Standby 模式。接着设置 OM[2], 即 RTX_EN 位为 “1” 使 BC3603 开始发送 TX 数据。一旦主控 MCU 将 OM[2:0] 位设置为 “000”, BC3603 将返回 Light Sleep 模式。

若要在 Direct 模式下进行 RX 操作, 主控 MCU 需先设置 OM[1:0] 位为 “01”, 接着设置 OM[2] 为 “1” 使 BC3603 开始接收数据。当芯片接收到匹配的同步码时, 会输出 RBCLK 时钟, 接收数据位, 即有效载荷部分, 然后再发送给主控 MCU。在 Direct 模式下, 对传输的数据长度无限制。



Direct 模式状态方框图

通信接口

SPI 通信格式

BC3603 通过一个 3 线 SPI 接口 (CSN, SCK, SDIO) 或一个 4 线串行接口 (SDO 位于 GIO1 或 GIO2) 与主控 MCU 通信, 数据速率高达 4Mbps。一笔 SPI 传输其实就是一个 $(8+8 \times n)$ 位的序列, 包含一个 8 位的命令和 $n \times 8$ 位数据, 其中 n 可以是 0 或者任何自然数。若 n 大于地址边界, 则会返回地址 0。主控 MCU 要访问 BC3603 时应将 CSN (SPI 芯片选择) 引脚拉低。用户可通过 SPI 接口访问控制寄存器并发出 Strobe 命令。当写数据到 RF 芯片时, SPI 数据会在 SCK 信号上升沿时存入对应寄存器。若从 RF 芯片寄存器读取数据, 当输入目标寄存器地址后, 每一个位数据会在 SCK 信号下降沿时传出。

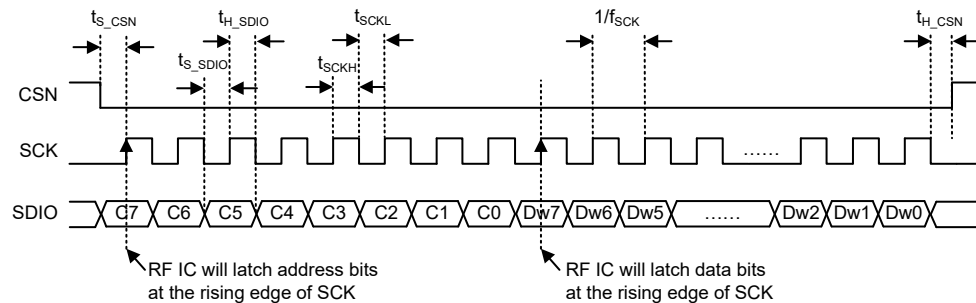
命令 (8 位)								数据 (8 位)							
C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	C0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

SPI 命令格式

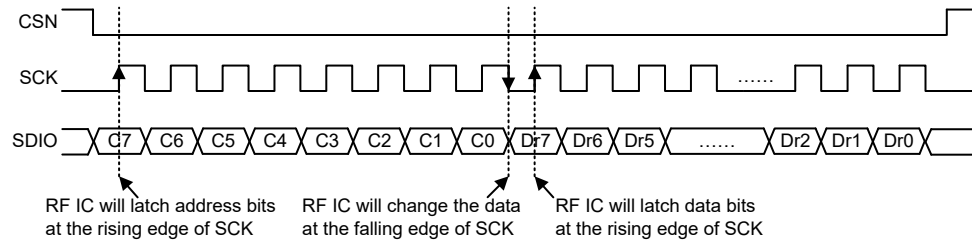
有两种命令, 一种是只有 1 个字节的命令, 即 CmdO; 另一种是 1 字节命令加 n 字节数据, 即 CmdD。

C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	C0	说明	CmdO	CmdD
0	1	A5	A4	A3	A2	A1	A0	写入控制寄存器		√
1	1	A5	A4	A3	A2	A1	A0	读取控制寄存器		√
0	0	1	x	x	x	B1	B0	设置寄存器存储区	√	
0	0	0	1	x	x	x	0	写同步码命令		√
1	0	0	1	x	x	x	0	读同步码命令		√
0	0	0	1	x	x	x	1	TX FIFO 写命令		√
1	0	0	1	x	x	x	1	RX FIFO 读命令		√
1	0	0	1	1	1	1	1	读取芯片 ID 命令		√
0	0	0	0	1	0	0	0	软件复位命令	√	
0	0	0	0	1	0	0	1	TX FIFO 地址指针复位命令	√	
1	0	0	0	1	0	0	1	RX FIFO 地址指针复位命令	√	
0	0	0	0	1	0	1	0	Deep Sleep 模式	√	
0	0	0	0	1	0	1	1	Idle 模式	√	
0	0	0	0	1	1	0	0	Light Sleep 模式	√	
0	0	0	0	1	1	0	1	Standby 模式	√	
0	0	0	0	1	1	1	0	TX 模式	√	
1	0	0	0	1	1	1	0	RX 模式	√	

SPI 时序



3 线 SPI 接口写入 1 字节数据

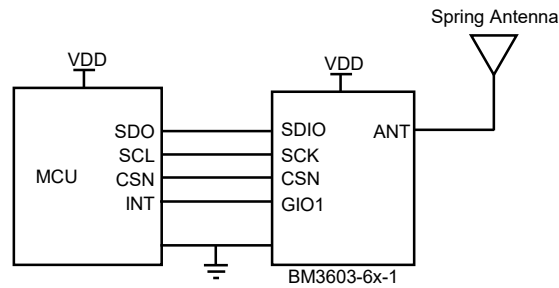


3 线 SPI 接口读取 1 个字节数据

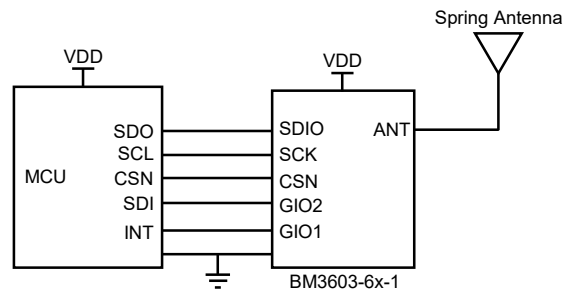
* 相关产品可于[倍创科技](#)购得

应用电路

3 线 SPI 模式

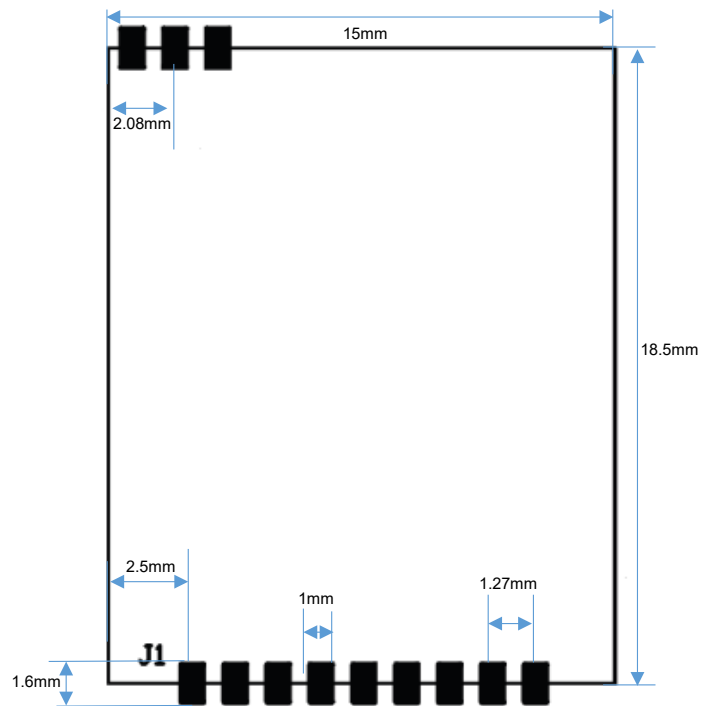


4 线 SPI 模式



Layout 说明

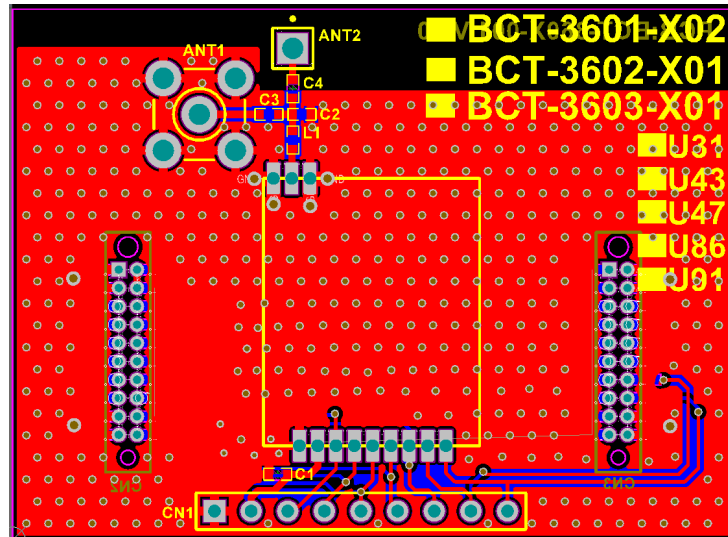
PCB 封装



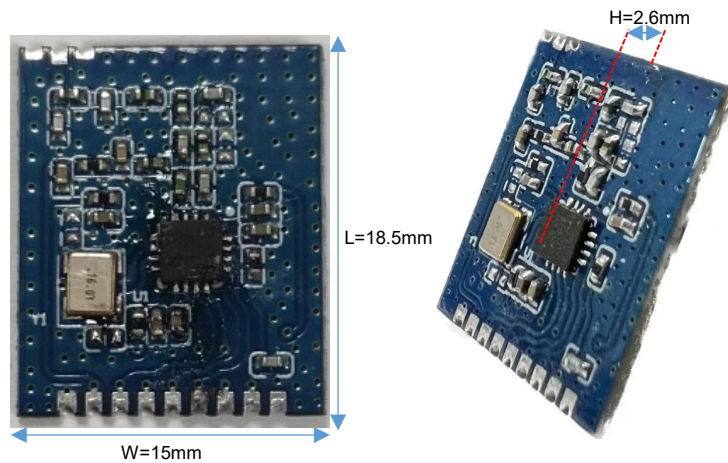
Layout 注意事项

1. 请提供稳定的电源，添加适当的滤波稳压电容。
2. 尽量远离 DC-DC 电路。
3. 预留天线匹配 π 型电路。
4. 在模块应用过程中，请确保天线在 1cm 的空间范围内尽可能远离金属物。

Layout 范例



尺寸图



参考信息

修订历史

日期	作者	发行	修订说明
2023.02.28	Zahi	V1.00	第一版

相关文档

BC3603 范例程序说明文档

在线购买

[倍创科技](#)

此处提供倍创模块购买链接

Copyright® 2023 by BEST MODULES CORP. All Rights Reserved.

本文件出版时倍创已针对所载信息为合理注意，但不保证信息准确无误。文中提到的信息仅是提供作为参考，且可能被更新取代。倍创不承担任何明示、默示或法定的，包括但不限于适合商品化、令人满意的质量、规格、特性、功能与特定用途、不侵害第三方权利等保证责任。倍创就文中提到的信息及该信息之应用，不承担任何法律责任。此外，倍创并不推荐将倍创的产品使用在会由于故障或其他原因而可能会对人身安全造成危害的地方。倍创特此声明，不授权将产品使用于救生、维生或安全关键零部件。在救生 / 维生或安全应用中使用倍创产品的风险完全由买方承担，如因该等使用导致倍创遭受损害、索赔、诉讼或产生费用，买方同意出面进行辩护、赔偿并使倍创免受损害。倍创 (及其授权方，如适用) 拥有本文件所提供信息 (包括但不限于内容、数据、示例、材料、图形、商标) 的知识产权，且该信息受著作权法和其他知识产权法的保护。倍创在此并未明示或暗示授予任何知识产权。倍创拥有不事先通知而修改本文件所载信息的权利。如欲取得最新的信息，请与我们联系。