

---

**Sub-1GHz OOK/GFSK TRX 模組**

**BM3603-0x-1**

版本：V1.00 日期：2023-07-24

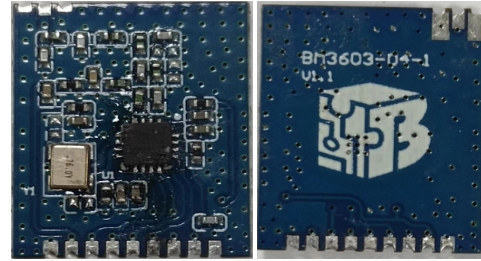
[www.bestmodulescorp.com](http://www.bestmodulescorp.com)

## 目錄

特性 .....	3
概述 .....	3
應用領域 .....	3
選型表 .....	3
方框圖 .....	4
腳位圖 .....	4
腳位說明 .....	5
技術規格 .....	5
極限參數 .....	5
直流電氣特性 .....	5
RF 電氣特性 .....	6
功能描述 .....	8
TX/RX FIFO 模式 (DIR_EN=0) .....	8
TX/RX Direct 模式 (DIR_EN=1) .....	9
通訊介面 .....	10
SPI 通訊格式 .....	10
應用電路 .....	11
3 線 SPI 模式 .....	11
4 線 SPI 模式 .....	11
Layout 說明 .....	12
PCB 封裝 .....	12
Layout 注意事項 .....	12
Layout 範例 .....	13
尺寸圖 .....	13
參考資訊 .....	13
修訂歷史 .....	13
相關文檔 .....	13
線上購買 .....	13

## 特性

- 工作電壓範圍：1.8V~3.6V
- 頻率範圍：315MHz~915MHz
- 調製方式：OOK/GFSK
- 數據速率：
  - ◆ OOK：0.5kbps~20kbps
  - ◆ GFSK：2kbps~250kbps
- TX 輸出功率：0dBm~20dBm
- 工作電流：
  - ◆ 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
- 接收靈敏度：
  - ◆ -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%
- 最大工作輸入功率：10dBm @ RF-in · BER<0.1%
- 介面：12-pin 郵票孔
- 尺寸：15.0mm(L)×18.5mm(W)×2.6mm(H)



## 概述

BM3603-0x-1 是一款基於 BC3603 所設計的 Sub-1GHz OOK/GFSK 收發模組。該模組可用於 315MHz、433MHz、470MHz、868MHz 和 915MHz ISM (工業、科學和醫療) 頻段的無線應用，主控 MCU 可通過一個 3 線或 4 線 SPI 介面進行訪問，實現無線數據通訊。

## 應用領域

- 吊扇燈
- 無線開關
- 無線門鈴
- 無線感煙探測器

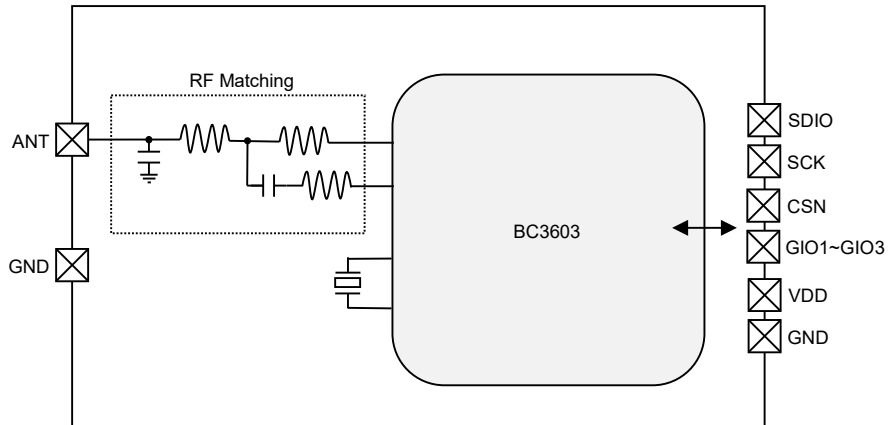
## 選型表

模組型號	頻段	最佳工作頻點	頻率支援範圍
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

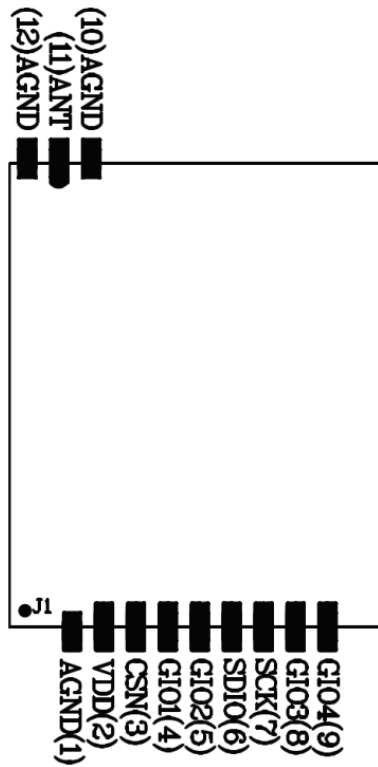
\* 頻率支援範圍內不完全保證模組特性，建議使用最佳工作頻點

\* 相關產品可於 [倍創科技](#) 購得

方框圖



腳位圖



## 腳位說明

引腳	功能	類型	說明
1	AGND	PWR	負電源，GND
2	VDD	PWR	正電源
3	CSN	DI	SPI 片選輸入，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 數據輸入 / 輸出
7	SCK	DI	SPI 時鐘輸入
8	GIO3	DI/DO	多功能 I/O 3
9	GIO4	DI/DO	多功能 I/O 4
10	AGND	PWR	負電源，GND
11	ANT	AI	天線輸入
12	AGND	PWR	負電源，GND

註：DI = 數位輸入；DO = 數位輸出；AI = 類比輸入；PWR = 電源

## 技術規格

### 極限參數

電源電壓 .....	$V_{SS}-0.3V \sim V_{SS}+3.6V$
輸入數字電壓 .....	$V_{SS}-0.3V \sim V_{DD}+0.3V$
存儲溫度 .....	$-60^{\circ}C \sim 150^{\circ}C$
工作 ( 環境 ) 溫度 .....	$-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
ESD HBM .....	$> \pm 2kV$

註：該系列芯片對 ESD 敏感。人體模式 HBM (Human Body Mode) 符合 MIL-STD-883 標準。

### 直流電氣特性

$T_a=25^{\circ}C$ ， $V_{DD}=3.3V$ ， $f_{XTAL}=16MHz$ ，GFSK 調製 ( 含匹配電路和低 / 高通濾波器 )  
RF 輸出由  $V_{DD}$  (3.3V) 供電，除非另有說明

符號	參數	測試條件	最小	典型	最大	單位
$T_{OP}$	工作溫度	—	-40	—	85	$^{\circ}C$
$V_{DD}$	電源電壓	—	1.8	3.3	3.6	V
<b>電流損耗</b>						
$I_{DeepSleep}$	Deep Sleep 模式電流損耗	—	—	0.4	1.0	$\mu A$
$I_{IL}$	Idle 模式電流損耗	LIRC 開啟，晶振關閉	—	1.6	—	$\mu A$
$I_{LightSleep}$	Light Sleep 模式電流損耗	晶振開啟	—	0.6	—	mA
$I_{Standby}$	Standby 模式電流損耗 @ 315/433MHz	晶振開啟，合成器開啟	—	3.9	—	mA
	Standby 模式電流損耗 @ 868/915MHz		—	3.9	—	

符號	參數	測試條件	最小	典型	最大	單位
I <sub>RX/ITX</sub>	315MHz 頻段電流損耗	RX 模式 @ 2kbps	—	6	—	mA
		RX 模式 @ 250kbps	—	6.6	—	
		TX 模式 @ 0dBm P <sub>OUT</sub>	—	17	—	
		TX 模式 @ 10dBm P <sub>OUT</sub>	—	30	—	
		TX 模式 @ 13dBm P <sub>OUT</sub>	—	43	—	
		TX 模式 @ 19dBm P <sub>OUT</sub>	—	74	—	
	433MHz 頻段電流損耗	RX 模式 @ 2kbps	—	6	—	mA
		RX 模式 @ 250kbps	—	6.6	—	
		TX 模式 @ 0dBm P <sub>OUT</sub>	—	19	—	
		TX 模式 @ 10dBm P <sub>OUT</sub>	—	33	—	
		TX 模式 @ 13dBm P <sub>OUT</sub>	—	43	—	
		TX 模式 @ 19dBm P <sub>OUT</sub>	—	71	—	
	868MHz 頻段電流損耗	RX 模式 @ 2kbps	—	6.8	—	mA
		RX 模式 @ 250kbps	—	7.5	—	
		TX 模式 @ 0dBm P <sub>OUT</sub>	—	19	—	
		TX 模式 @ 10dBm P <sub>OUT</sub>	—	35	—	
		TX 模式 @ 13dBm P <sub>OUT</sub>	—	47	—	
		TX 模式 @ 19dBm P <sub>OUT</sub>	—	88	—	
	915MHz 頻段電流損耗	RX 模式 @ 2kbps	—	6.6	—	mA
		RX 模式 @ 250kbps	—	7.4	—	
		TX 模式 @ 0dBm P <sub>OUT</sub>	—	19	—	
		TX 模式 @ 10dBm P <sub>OUT</sub>	—	36	—	
		TX 模式 @ 13dBm P <sub>OUT</sub>	—	46	—	
		TX 模式 @ 19dBm P <sub>OUT</sub>	—	86	—	

### RF 電氣特性

T<sub>a</sub>=25°C · V<sub>DD</sub>=3.3V · f<sub>X TAL</sub>=16MHz · GFSK 調製 (含匹配電路和低 / 高通濾波器)  
RF 輸出由 V<sub>DD</sub> (3.3V) 供電 · 除非另有說明

符號	參數	測試條件	最小	典型	最大	單位
<b>RF 特性</b>						
f <sub>RF</sub>	RF 頻段	315MHz 頻段	—	315	—	MHz
		433MHz 頻段	—	433.92	—	
		470~510MHz 頻段	—	490	—	
		868MHz 頻段	—	868.3	—	
		915MHz 頻段	—	915	—	
DR	數據速率	OOK 調製	0.5	—	20	kbps
		GFSK 調製	2	—	250	
<b>發送器</b>						
P <sub>OUT</sub>	TX 輸出功率	433MHz 頻段	0	—	20	dBm
		868MHz 頻段	0	—	20	
t <sub>ST, TX</sub>	TX 穩定時間	Light Sleep 模式到 TX 模式	—	120	—	μs

符號	參數	測試條件	最小	典型	最大	單位
S.E.TX	TX 雜散 (POUT=10dBm)	f<1GHz	—	—	-36	dBm
		47MHz<f<74MHz	—	—	-54	
		87.5MHz<f<118MHz				
		174MHz<f<230MHz				
		470MHz<f<862MHz				
		二次諧波，三次諧波	—	—	-30	
<b>接收器</b>						
t <sub>ST,RX</sub>	RX 穩定時間	Light Sleep 模式到 RX 模式	—	150	—	μs
P <sub>Sens</sub>	315MHz RX 靈敏度 @ BER=0.1%	2kbps(f <sub>DEV</sub> =8kHz)	—	-119	—	dBm
		10kbps(f <sub>DEV</sub> =40kHz)	—	-112	—	
		50kbps(f <sub>DEV</sub> =18.75kHz)	—	-110	—	
		125kbps(f <sub>DEV</sub> =46.875kHz)	—	-106	—	
		250kbps(f <sub>DEV</sub> =93.75kHz)	—	-103	—	
	433MHz RX 靈敏度 @ BER=0.1%	2kbps(f <sub>DEV</sub> =8kHz)	—	-120	—	dBm
		10kbps(f <sub>DEV</sub> =40kHz)	—	-113	—	
		50kbps(f <sub>DEV</sub> =18.75kHz)	—	-111	—	
		125kbps(f <sub>DEV</sub> =46.875kHz)	—	-106	—	
		250kbps(f <sub>DEV</sub> =93.75kHz)	—	-103	—	
	868MHz RX 靈敏度 @ BER=0.1%	2kbps(f <sub>DEV</sub> =8kHz)	—	-119	—	dBm
		10kbps(f <sub>DEV</sub> =40kHz)	—	-112	—	
		50kbps(f <sub>DEV</sub> =18.75kHz)	—	-109	—	
		125kbps(f <sub>DEV</sub> =46.875kHz)	—	-105	—	
		250kbps(f <sub>DEV</sub> =93.75kHz)	—	-102	—	
	915MHz RX 靈敏度 @ BER=0.1%	2kbps(f <sub>DEV</sub> =8kHz)	—	-119	—	dBm
		10kbps(f <sub>DEV</sub> =40kHz)	—	-112	—	
		50kbps(f <sub>DEV</sub> =18.75kHz)	—	-109	—	
		125kbps(f <sub>DEV</sub> =46.875kHz)	—	-105	—	
		250kbps(f <sub>DEV</sub> =93.75kHz)	—	-102	—	
P <sub>IN,max</sub>	最大輸入功率 @ BER<0.1%	—	—	10	dBm	

## 功能描述

### TX/RX FIFO 模式 (DIR\_EN=0)

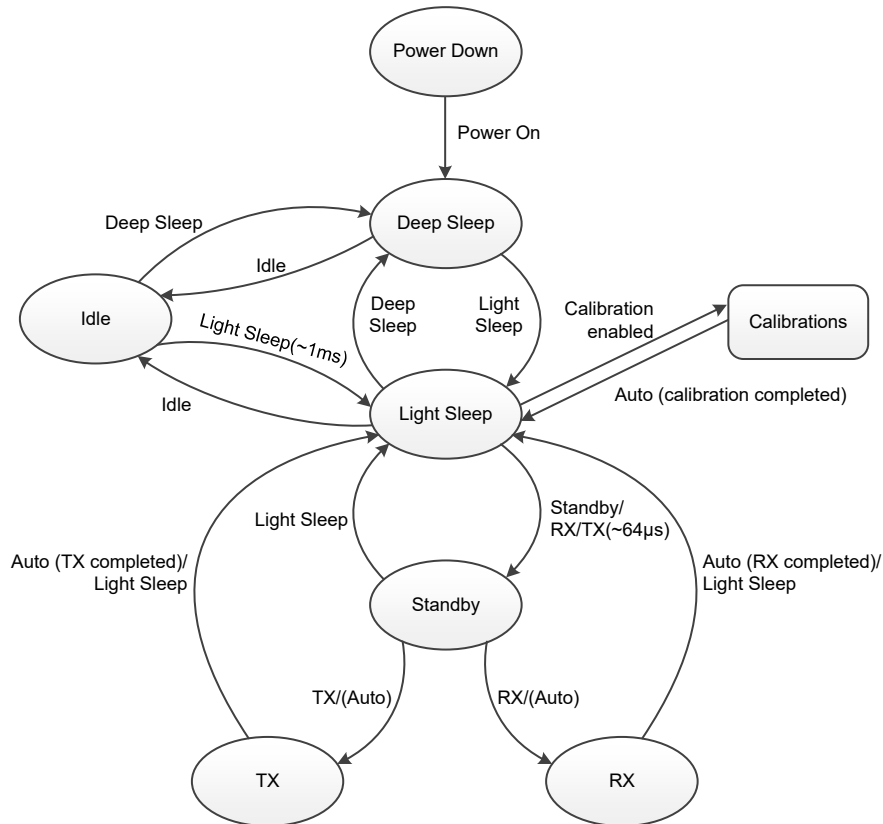
若 DIR\_EN 位元為 0，芯片模式切換通過主控 MCU 發送 Strobe 命令來實現，且 TX/RX 數據來自數據包處理硬體。

BC3603 初始狀態為 Power Down 模式。芯片完成內部上電重定後先進入 Deep Sleep 模式，等待來自主控 MCU 的 Strobe 命令。若接收到 Light Sleep 命令，芯片將使能內部 LDO、起振 XO 並進入 Light Sleep 模式。在 Light Sleep 模式下，主控 MCU 可讓 BC3603 執行校準功能。若要進行正常的 TRX 操作，主控 MCU 可發送 TX 或 RX 命令給芯片。

當芯片收到命令後，會先進入 Standby 模式並持續一段時間，此時間稱為 TX/RX 設置時間。經過這段設置時間後，芯片將進入 TX 或者 RX 模式。芯片將保持 TX/RX 狀態直到 TX/RX 操作完成。這之後芯片自動返回 Light Sleep 模式。

針對低功率週期性無線傳輸，該芯片支援低功耗 Idle 模式，在此模式下 LIRC 和喚醒計時器開啟。合理設置計時器並發送 Idle 命令，芯片將關閉 LDO 和 XO 並進入 Idle 模式。

當 ATR\_EN 設置為“1”後，喚醒計時器開始計數。芯片保持 Idle 模式直到定時時間結束，在定時結束時芯片通過 GIO 發送一個插斷要求以喚醒主控 MCU。主控 MCU 可讓芯片進入 Light Sleep 模式，接著再執行 TX/RX 相關操作。當 TX/RX 操作完成，主控 MCU 可發送 Idle 命令給芯片使其再次進入 Idle 模式。



FIFO 模式狀態方框圖



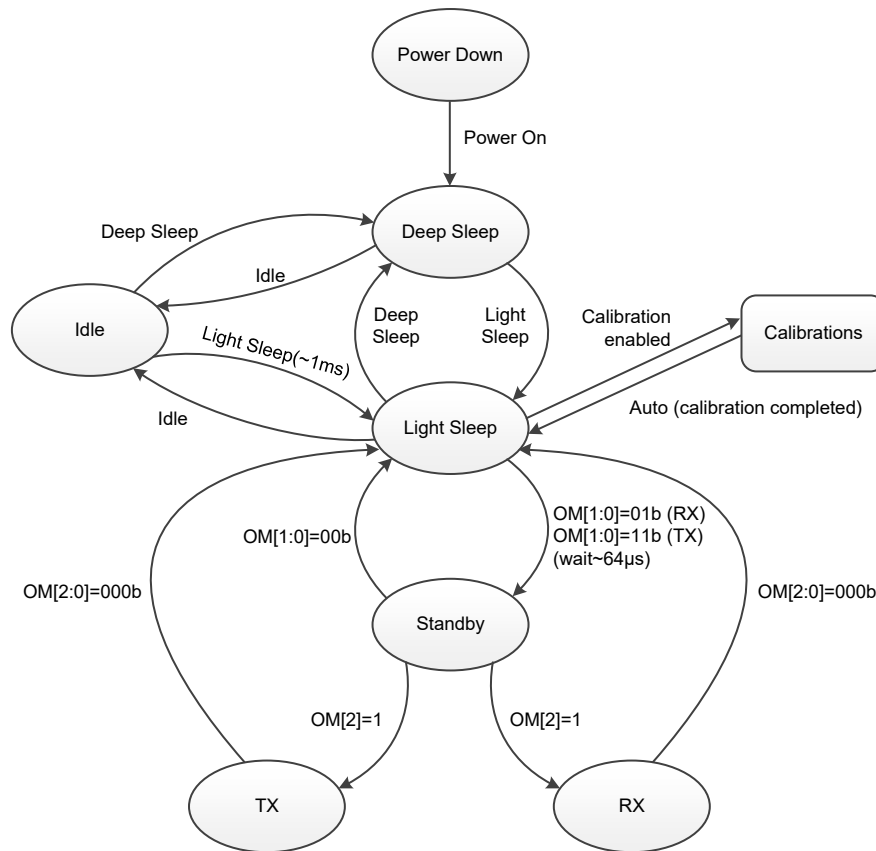
### TX/RX Direct 模式 (DIR\_EN=1)

若設置 DIR\_EN 為 1，TX 數據由主控 MCU 直接發送給 BC3603，RX 數據由 BC3603 直接發送給主控 MCU。為了簡化 BC3603 與主控 MCU 之間的數據位元時鐘同步，設置 GIO3S[3:0]，BC3603 便可從 GIO3 輸出 TBCLK/RBCLK 時鐘。TBCLK 和 RBCLK 都是 50/50 占空比週期。

在發送模式下，主控 MCU 在 TBCLK 信號上升沿時輸出位元數據，BC3603 在 TBCLK 信號的下降沿時採樣 TX 位元數據。在接收模式下，主控 MCU 在 RBCLK 信號上升沿時接收數據，BC3603 在 RBCLK 信號下降沿時輸出位元數據。主控 MCU 可設置 GIO1S[2:0]/GIO2S[2:0] 選擇 GIO1/GIO2 用於 TX/RX 位數據傳輸。

若要在 Direct 模式下進行 TX 操作，主控 MCU 需設置 OM[1:0]，即 RTX\_SEL 和 SX\_EN 位為 “11” 以選中 TX 模式並先讓 BC3603 進入 Standby 模式。接著設置 OM[2]，即 RTX\_EN 位為 “1” 使 BC3603 開始發送 TX 數據。一旦主控 MCU 將 OM[2:0] 位設置為 “000”，BC3603 將返回 Light Sleep 模式。

若要在 Direct 模式下進行 RX 操作，主控 MCU 需先設置 OM[1:0] 位為 “01”，接著設置 OM[2] 為 “1” 使 BC3603 開始接收數據。當芯片接收到匹配的同步碼時，會輸出 RBCLK 時鐘，接收數據位元，即有效載荷部分，然後再發送給主控 MCU。在 Direct 模式下，對傳輸的數據長度無限制。



Direct 模式狀態方框圖

## 通訊介面

### SPI 通訊格式

BC3603 通過一個 3 線 SPI 介面 (CSN · SCK · SDIO) 或一個 4 線序列介面 (SDO 位於 GIO1 或 GIO2) 與主控 MCU 通訊，數據速率高達 4Mbps。一筆 SPI 傳輸其實就是一個  $(8+8 \times n)$  位的序列，包含一個 8 位的命令和  $n \times 8$  位元數據，其中  $n$  可以是 0 或者任何自然數。若  $n$  大於地址邊界，則會返回地址 0。主控 MCU 要訪問 BC3603 時應將 CSN (SPI 芯片選擇) 引腳拉低。用戶可通過 SPI 介面存取控制寄存器並發出 Strobe 命令。當寫數據到 RF 芯片時，SPI 數據會在 SCK 信號上升沿時存入對應寄存器。若從 RF 芯片寄存器讀取數據，當輸入目標寄存器位址後，每一個位數據會在 SCK 信號下降沿時傳出。

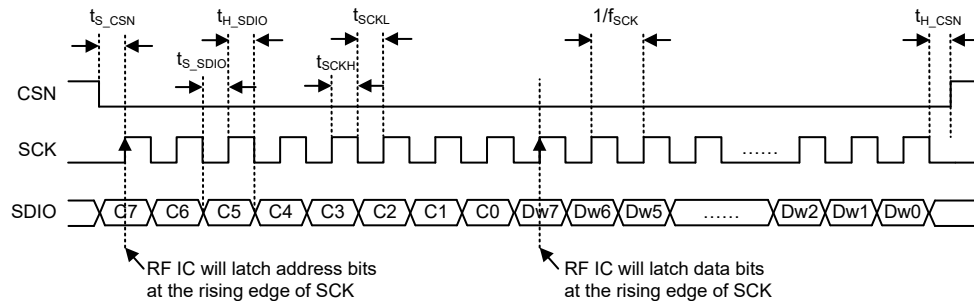
命令 (8 位)								數據 (8 位)							
C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	C0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

#### SPI 命令格式

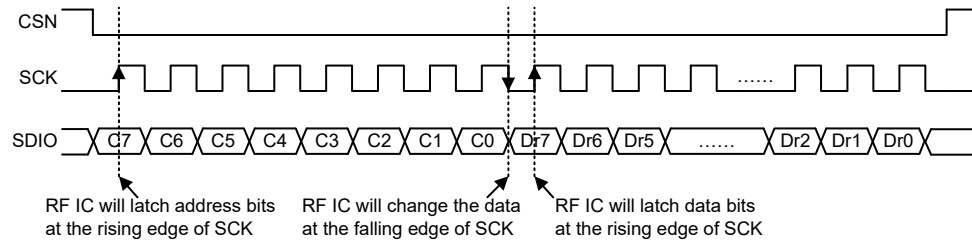
有兩種命令，一種是只有 1 個位元組的命令，即 CmdO；另一種是 1 個位元組命令加  $n$  個位元組數據，即 CmdD。

C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	C0	說明	CmdO	CmdD
0	1	A5	A4	A3	A2	A1	A0	寫入控制寄存器		√
1	1	A5	A4	A3	A2	A1	A0	讀取控制寄存器		√
0	0	1	x	x	x	B1	B0	設置寄存器存儲區	√	
0	0	0	1	x	x	x	0	寫同步碼命令		√
1	0	0	1	x	x	x	0	讀同步碼命令		√
0	0	0	1	x	x	x	1	TX FIFO 寫命令		√
1	0	0	1	x	x	x	1	RX FIFO 讀命令		√
1	0	0	1	1	1	1	1	讀取芯片 ID 命令		√
0	0	0	0	1	0	0	0	軟體復位命令	√	
0	0	0	0	1	0	0	1	TX FIFO 地址指針復位命令	√	
1	0	0	0	1	0	0	1	RX FIFO 地址指針復位命令	√	
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 時序



#### 3 線 SPI 介面寫入 1 個位元組數據

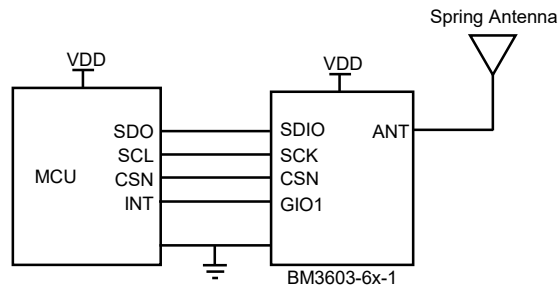


### 3 線 SPI 介面讀取 1 個位元組數據

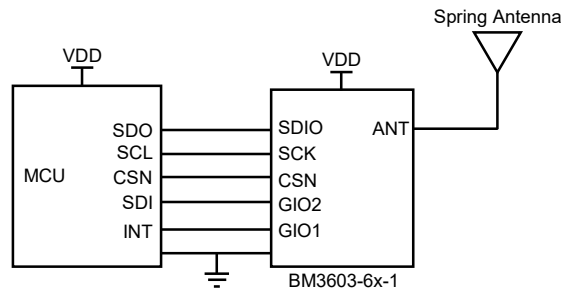
\* 相關產品可於 [倍創科技](#) 購得

## 應用電路

### 3 線 SPI 模式

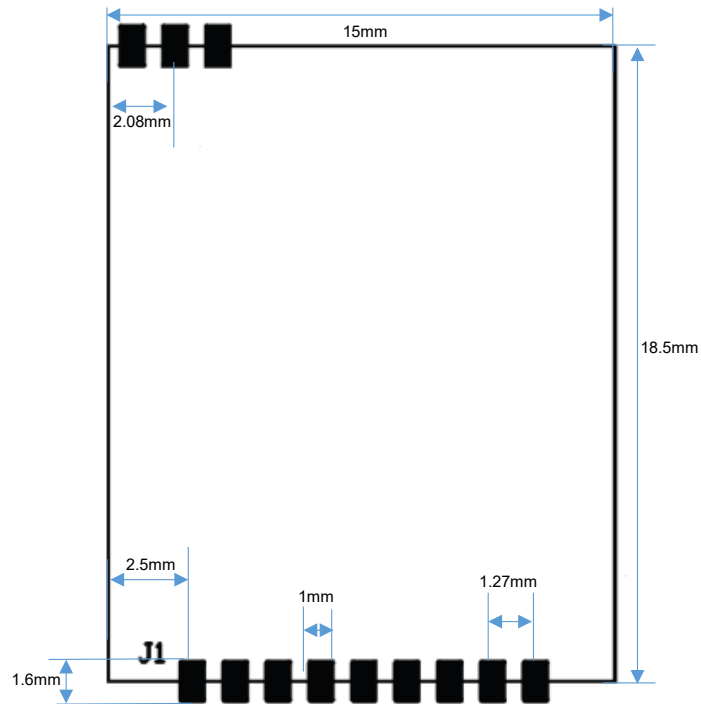


### 4 線 SPI 模式



## Layout 說明

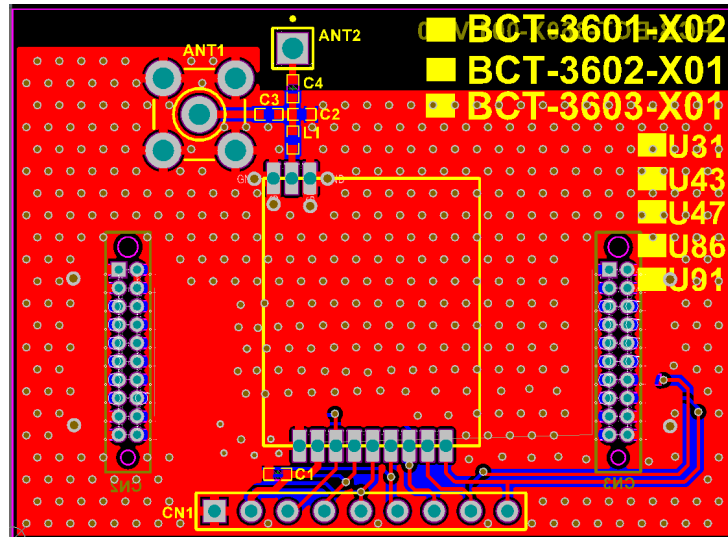
### PCB 封裝



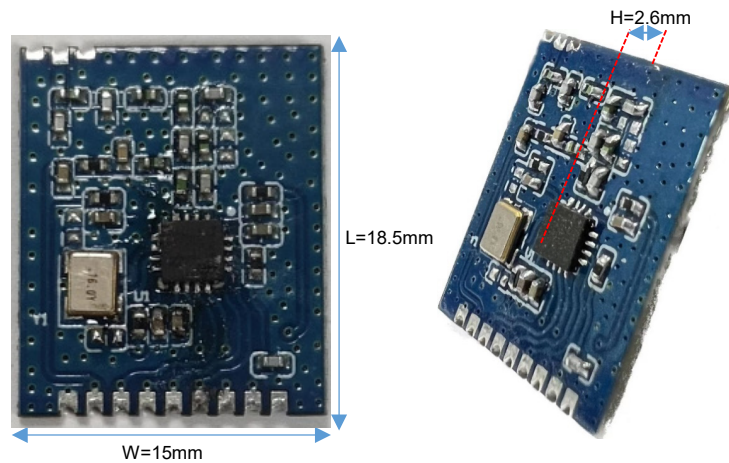
### Layout 注意事項

1. 請提供穩定的電源，添加適當的濾波穩壓電容。
2. 儘量遠離 DC-DC 電路。
3. 預留天線匹配  $\pi$  型電路。
4. 在模組應用過程中，請確保天線在 1cm 的空間範圍內盡可能遠離金屬物。

## Layout 範例



## 尺寸圖



## 參考資訊

### 修訂歷史

日期	作者	發行	修訂說明
2023.02.28	Zahi	V1.00	第一版

### 相關文檔

BC3603 範例程式說明文檔

### 線上購買

[倍創科技](#)

此處提供倍創模組購買鏈接

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

本文件出版時倍創已針對所載資訊為合理注意，但不保證資訊準確無誤。文中提到的資訊僅是提供作為參考，且可能被更新取代。倍創不擔保任何明示、默示或法定的，包括但不限於適合商品化、令人滿意的品質、規格、特性、功能與特定用途、不侵害第三人權利等保證責任。倍創就文中提到的資訊及該資訊之應用，不承擔任何法律責任。此外，倍創並不推薦將倍創的產品使用在會因故障或其他原因而可能會對人身安全造成危害的地方。倍創特此聲明，不授權將產品使用於救生、維生或安全關鍵零組件。在救生 / 維生或安全應用中使用倍創產品的風險完全由買方承擔，如因該等使用導致倍創遭受損害、索賠、訴訟或產生費用，買方同意出面進行辯護、賠償並使倍創免受損害。倍創 ( 及其授權方，如適用 ) 擁有本文件所提供資訊 ( 包括但不限於內容、資料、示例、材料、圖形、商標 ) 的智慧財產權，且該資訊受著作權法和其他智慧財產權法的保護。倍創在此並未明示或暗示授予任何智慧財產權。倍創擁有不事先通知而修改本文件所載資訊的權利。如欲取得最新的資訊，請與我們聯繫。