



MAX2001[®]

[本模组已通过 ROHS 认证]

用户使用手册

大功率 UWB 无线射频模块

Version V2.0



研创物联 MAX2001 / MAX2001C 系列 UWB 模组概览

MAX2001 / MAX2001C 模块是研创物联自研，基于 Qorvo 公司 DW1000 芯片设计的超宽带收发模组。其封装完全兼容 DWM1000。该模块集成了天线及所有的射频电路、电源管理和时钟电路。这款模块可用在 TWR 或 TDOA 定位系统中，用来定位目标，其精度能小于 10cm；并且该模块支持高达 6.8Mbps 的数据传输率。



主要特征

- 符合 IEEE802.15.4-2011 超宽带标准；
- 支持从 3.5GHz 到 4.2GHz 的射频波段；
- 发射端输出功率编程可控；
- 完全相干接收机，最大化使用距离，精确度高；
- 其设计遵守 FCC&ETSI UWB 的频谱标准；
- 供电为 2.8V~3.6V；
- 数据传输率为 110kbps, 850kbps, 6.8Mbps 三种模式；
- 最大数据包长度为 1023 字节，满足高数据量交换的应用需求；
- 集成 MAC 支持功能
- 支持双程测距和 TDOA 定位；
- 主机接口为 SPI；

主要优势

- 在实时定位系统中用于物体的定位，精度高达 10 厘米
- **通信距离>400 米**
- 具有较大的通信范围，减少 RTLS（实时定位系统）中所需要的额外基础设施；
- 抗多径衰落能力强；
- 在 RTLS（实时定位系统）中支持高密度的标签分布；
- 封装接口兼容原厂 DWM1000。
- [MAX2001C 可外接 0.5ppm 38.4M 温补晶振](#)

应用领域

- 使用 TWR 或 TDOA 定位高精度实时定位系统（RTLS），满足不同的市场需求；
- 位置感知的无线传感器网络（WSNs）

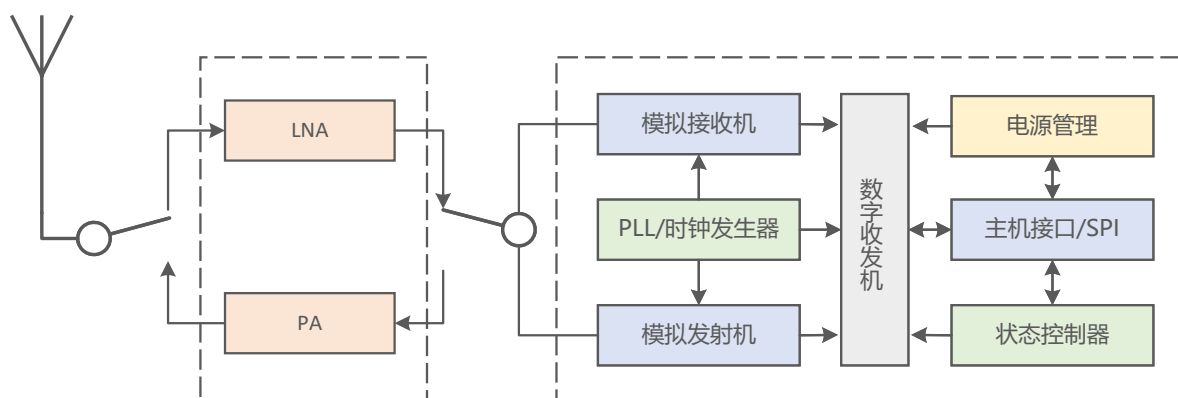


图 1 MAX2001 内部框图

目录

1	MAX2001 系列模组简介	6
1.1	MAX2001 功能描述	6
1.2	MAX2001 供电启动	6
1.3	SPI 主机接口	7
1.4	通用输入输出(GPIO)	8
1.5	AON 存储器	8
1.6	一次性可编程存储器(OTP)	8
1.7	中断及设备状态	8
1.8	校验及检测	8
2	MAX2001 模块校准	9
2.1	MAX2001 校准	9
3	MAX2001 引脚连接	10
3.1	引脚定义	10
3.2	引脚描述	10
4	电气规格	12
4.1	额定工作条件	12
4.2	直流特性	12
4.3	接收交流特性	12
4.4	接收机灵敏度特性	13
4.5	参考时钟交流特性	13
4.6	温度和电压监测特性	13
4.7	发射交流特性	13
4.8	天线性能	14
4.9	极限值	14
5	应用注意要点	15
5.1	MAX2001 外围电路设计	15
5.2	MAX2001 与单片机接线示意图	16
5.3	MAX2001 布线提示	17
5.4	MAX2001 驱动控制注意事项	17
6	封装信息	20
6.1	模块图纸	20
6.2	模块推荐封装	21
7	模块 SMT 生产和存储	23
7.1	生产焊接	23
7.2	存储	23
8	订购信息	24
9	词汇表	25

10	附录	26
10.1	MAX2001 ROHS 报告.....	26
10.2	ISO9001 认证文件.....	28
11	文档管理信息表	29

免责声明

研创物联有权在不告知客户的前提下更新产品说明。功能及规格的改变将会尽可能发布在产品勘误表或新版本的文档中。建议客户及时登录研创物联官网 www.ychiot.com 下载最新产品说明文档。

生命支持政策

研创物联产品未被授权使用在高安全性领域(如对生命有危险的场合), 因为产品一旦运行出现失误可能会导致严重的人身伤害或死亡。假使有客户将研创物联产品用于或售卖至高安全性领域, 客户需要完全承担责任; 如果将本产品用于高安全性领域, 客户需同意研创物联及其代表完全免责, 客户需承担全部损失。



注意！ 静电敏感设备。在使用该产品时请做好预防措施以防止出现永久性损害。

法规认证

所有使用 MAX2001 进行产品开发的用户在营销或销售产品前都必须经由当地的无线电监督管理部门的批准, 客户必须承担从有关当局获得批准的所有责任。

1 MAX2001 系列模组简介

MAX2001 模块遵循 802.15.4-2011 协议。该无线通讯模块包括 Decawave 的 DW1000 UWB 收发芯片，及该模块上的其他组件构成。MAX2001 可以降低开发成本，提高开发效率，降低了 UWB 通讯及定位测距的复杂性，大大促进了基于该技术的设计开发。

1.1 MAX2001 功能描述

MAX2001 板上的 DW1000 芯片，是基于 CMOS 的、低功耗的无线收发集成电路，遵循 802.15.4-2011[1]协议中的 UWB 标准的芯片。MAX2001 并不需要用户去设计电路，因为模块上包含了天线、无线通讯模块及相关的电路。

该模块包括了一个板上 38.4MHz 的参考晶振，通过把该晶振嵌入到产品中，可以把初始化频率误差降到大约百万分之二，具体如何使用 DW1000 的片上晶振，见章节 2.1.1。

AON 存储能用来保存当模块处于低功耗操作模式时 MAX2001 的配置数据，此时芯片没有被供电。这些数据可以被自动地上传和下载，并且 MAX2001 中的 AON 存储是可配置的。

片上的电压和温度检测器可以被主设备所读取。主设备可以读取 VDDAON 引脚的电压和 MAX2001 内部的核心温度信息。如需更多详细信息，可以查阅 DW1000 的数据手册[2]，包括设备功能、电气特性及性能等。

1.2 MAX2001 供电启动

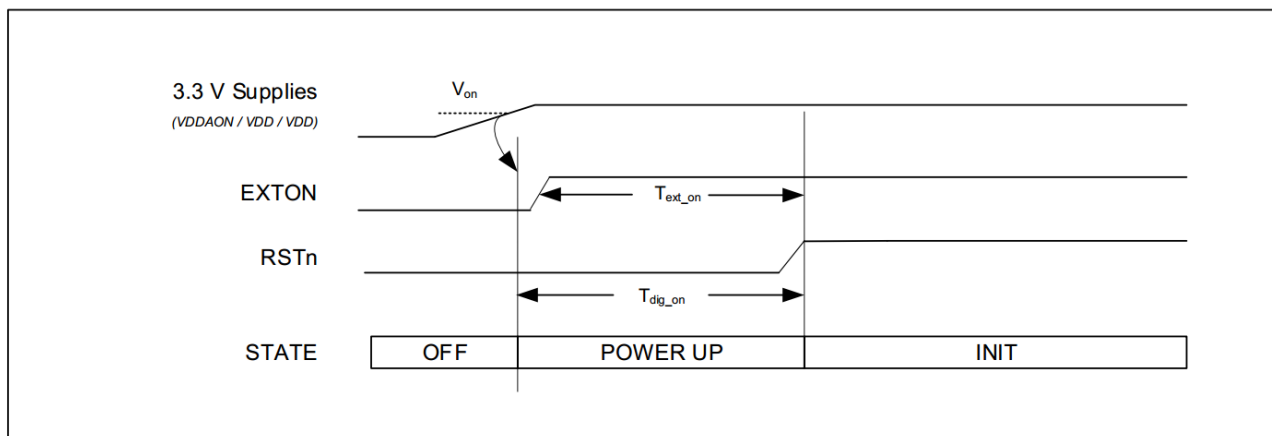


图 1.2 MAX2001 上电时序

模块启动时，当设备开始供电的时候，RSTn 被内部的集成电路拉到低电平、查看上图 1。RSTn 会一直保持低电平，直到模块上的晶振启动，并且当晶振的输出可以被所以模块上的其他设备使用时，RSTn 转为高电平。

表 1: DW1000 供电时间

参数	描述	正常值	单位
V_{ON}	启动的最小电压	2.0	V
T_{EXT_ON}	RSTn 被拉到低电平到 EXTON 转为高电平的时间	3	ms
T_{DIG_ON}	通过内部或外部重置电路需维持 RSTn 为低电平的时间	3	ms

当系统启动时，RSTn 可以被用来作为输出去重置外部电路。

模块上的一个外部的电路可以用最少 10ns 去重置该 1000 模块。RSTn 是一个异步输入。当该引脚被转为高电平时，DW1000 开始初始化。**注意 RSTn 不可以被外部电路驱动。**

如需获得跟多的关于 DW1000 的启动细节，请查阅 DW1000 的数据手册[2]。

1.3 SPI 主机接口

DW1000 上的通讯接口为 SPI，且 DW1000 只能为从机。DW1000 支持 SPI 通讯的时钟极性和时钟相位。该通讯协议支持单个或者多个字节的读写操作。所有字节都是按高位(MSB)到低位(LSB)的顺序传输。当 SPICSn 被设置为低电平时，开始传输数据，被设置为高电平时，终止通讯。

关于 DW1000 的 SPI 通讯的时钟极性和时钟相位的操作配置方法请查阅 DW1000 的数据手册[2]。

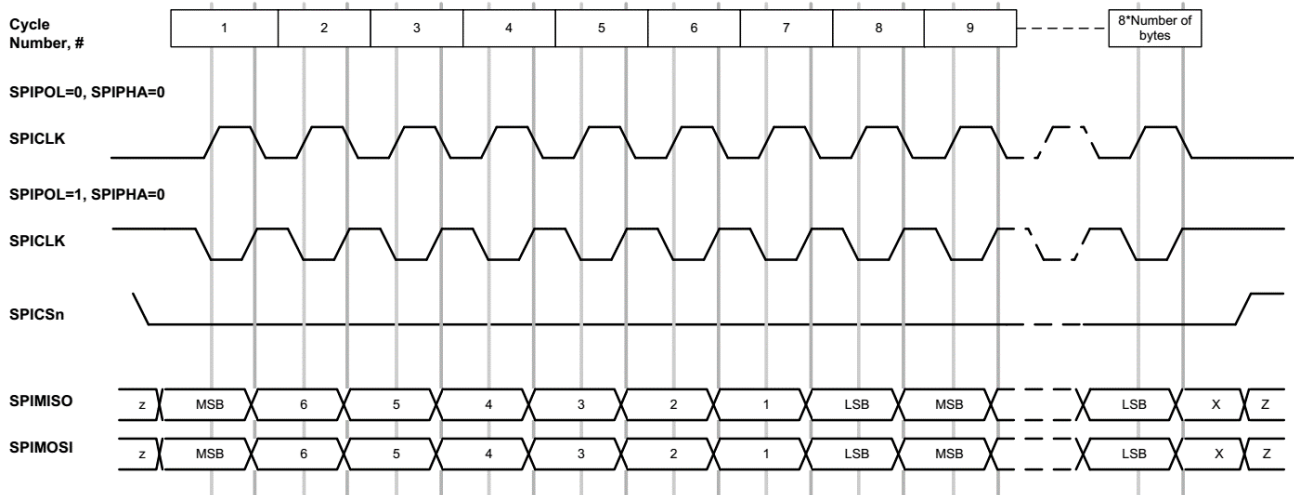


图 1.3.1 DW1000 SPIPHA=0 时传输协议

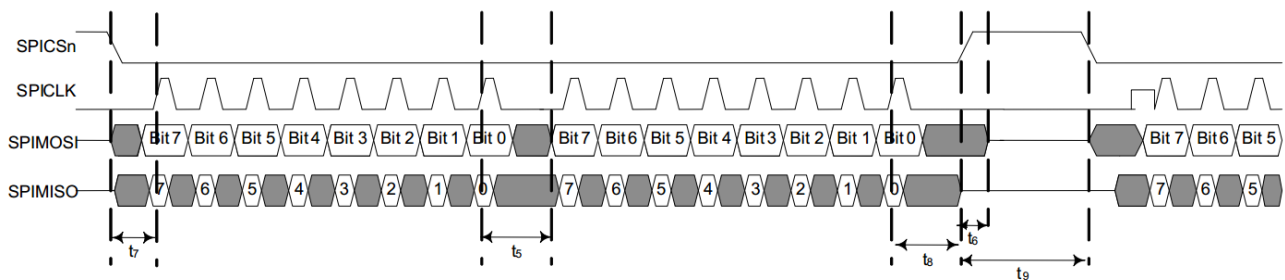


图 1.3.2 DW1000 SPI 时序图

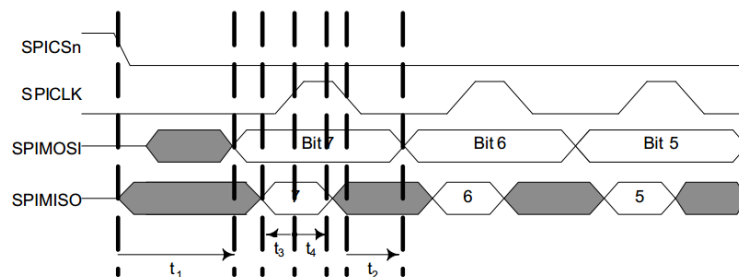


图 1.3.3 DW1000 SPI 详细时序图

表 1.3 MAX2001 SPI 参数

参数	最小值	典型值	最大值	单位	描述
SPICLK 周期	50			ns	当 CLKPLL 被使能时，SPI 的时钟频率为 20MHZ，否则最大为 3MHZ
t ₁			38	ns	片选信号 SPICSn 被拉低到从机开始发送数据的时间
t ₂	12			ns	SPICLK 被拉低到从机开始发送数据的时间

t_3	10			ns	主机数据设置时间
t_4	10			ns	主机数据保持时间
t_5	32			ns	一个信号的 LSB 到下一个信号的 MSB 的时间
t_6			10	ns	SPICSn 解除高电平状态到 SPIMISO 三态
t_7	16			ns	启动时间, 从片选使能后到第一个 SPICLK 为低的时间
t_8	40			ns	连续通讯时的空闲时间
t_9	40			ns	最后一个 SPICLK 到 SPICSn 失效的时间

注: TRI -State 是三态(高电平、低电平、高阻态)是指输出级的三种输出状态

1.4 通用输入输出(GPIO)

MAX2001 模块提供 8 个可配置的引脚。

重启的时候,所有的引脚是不能输入数据的。当经过相应的配置后,这些引脚可以通过中断请求信号向主机产生的中断。

GPIO0、1、2、3 可以用来做其他功能。这些引脚可以驱动模块上的多个 LED,来显示模块此时不同的工作状态。所有用来驱动 LED 的 GPIO 应该按照提示进行连接。GPIO5 和 GPIO6 可以用来配置 SPI 的操作模式,见 DW1000 的数据手册[2]。

1.5 AON 存储器

在 MAX2001 模块中,可以通过单独的 VDDAON 来为 AON 存储器供电,从而保存在低功耗模式下的配置数据。可以通过设置使 MAX2001 模块上传数据到 AON 存储中当模块进入低功耗工作模式下的时候,而当模块恢复正常运行时,从 AON 存储中下载数据。

1.6 一次性可编程存储器(OTP)

MAX2001 模块由一个 56×32 位的用户使用的一次性可编程存储器,该存储器用来存放每个芯片的校准信息。

1.7 中断及设备状态

DWM 模块有多个中断事件,这些事件配置为驱动中断请求引脚。这些中断请求引脚默认为低电平。并且多个状态寄存器可以用来检测运行的状态。关于中断急状态寄存器配置的完整描述请查阅 DW1000 的用户手册[3]。

1.8 校验及检测

模块包含了多个检测校验功能,包括 CRC 产生, CRC 校验,和接收帧过滤。具体细节请查阅 DW1000 的数据手册[2]及用户手册[3]。

2 MAX2001 模块校准

2.1 MAX2001 校准

在最终使用和系统设计中，MAX2001 参数设置需要调整。为了实现参数的调整，许多内置功能（比如连续波发射和连续包传输）被启用。详情参见 DW1000 用户手册 3 章节。

2.1.1 MAX2001 校准

为了降低模块之间的载波频率偏移，从而提高接收机灵敏度，MAX2001 模块在生产时通过校准减少初始频率误差。通常，生产时进行的校准能够将频率偏移调整到小于 2ppm。

2.1.2 发射校准

为了最大范围内使用，MAX2001 发送功率谱密度（PSD）应设置为最大（在允许的物理范围内使用）。对于大多数区域，PSD 的值为 -41.3dBm/MHz。

由于 MAX2001 模块包含一个集成天线，发射功率只能在空气中测量。有效全向辐射功率（EIRP）必须测量，调整功率等级以确保符合适用法规。

MAX2001 模组可通过粗而细的步骤来调整发射功率，通常是 3dB 和 0.5dB。该模组还可调整频谱带宽。这些调整可用于最大化发射功率，同时满足调整频谱掩码。如果需要，每一个 MAX2001 模块上都应该进行发射校准，详情参考 DW1000 芯片使用手册第 3 章节¹。

2.1.3 天线延迟校准

为了精确的测量距离，需要精确地计算时间戳。为了做到这一点，必须知道天线延迟。MAX2001 模组允许校准延迟，它通过 PCB、外部元件、天线和内部 MAX2001 延迟来补偿延迟。

为了校准天线延迟，在一个已知的距离，使用两套 MAX2001 系统进行距离测量。直到测量距离与实际距离一致，天线延迟调整完毕。天线延迟可以存储在 OTP 内存中。

在每个 MAX2001 设计实施中，天线延迟必须进行一次测量。如果需要，获取更高的精度，每一个 MAX2001 模组必须进行一次天线延迟校准。详情参见 DW1000 芯片使用手册第 3 章节。

3 MAX2001 引脚连接

3.1 引脚定义

MAX2001-SMA / CA / IPEX 引脚定义见下图(俯视图):

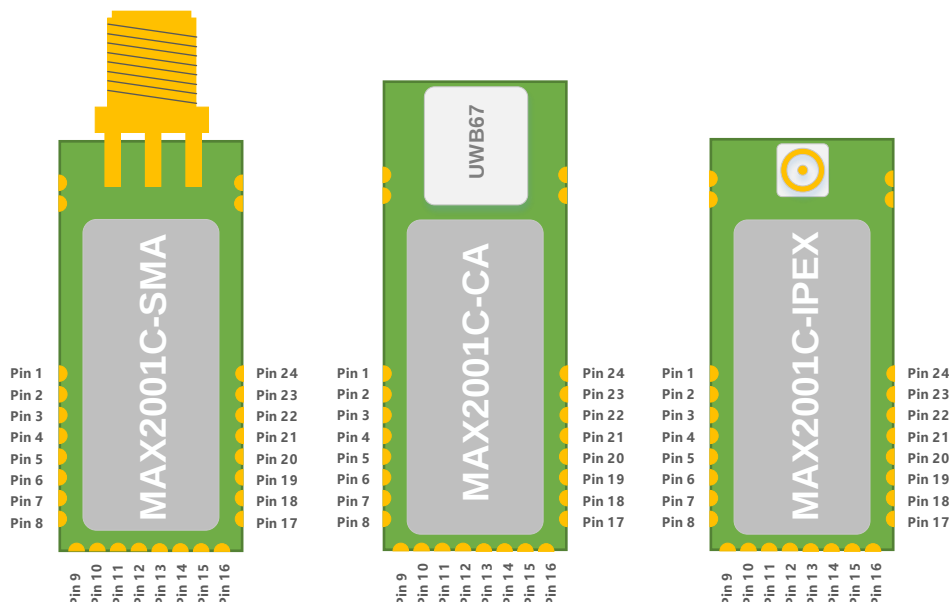


图 3.1.1 MAX2001-SMA / CA / IPEX 引脚图

3.2 引脚描述

表 3.2.1 MAX2001 引脚功能

信号名称	引脚	I/O (默认)	描述
数字接口			
SPICLK	20	DI	SPI 时钟
SPIMISO	19	DO (O-L)	SPI 数据输出, 详见 DW1000 数据手册
SPIMOSI	18	DI	SPI 数据输入, 详见 DW1000 数据手册
SPICSn	17	DI	SPI 芯片选择, 低电平使能; 当引脚电压由高到低时, 标志 SPI 传输开始。当 DW1000 处于休眠或者深度休眠状态是, SPICSn 也可以作为 DW1000 唤醒信号, 详见 DW1000 数据手册
WAKEUP	2	DIO	当需要激活高速状态时, WAKEUP 可以将 DW1000 从深度休眠或者休眠中唤醒, 进入到工作状态; 如果没有用到这个脚, 这个引脚接地
EXTON	1	DO (O-L)	外部设备激活是能, 当芯片从工作状态进入到休眠状态, 该引脚对外使能。该引脚用于控制外部 DC-DC 转换器或者其他不工作可以休眠的设备, 详见 DW1000 数据手册
IRQ / GPIO8	22	DIO (O-L)	DW1000 中断请求信号 (对主芯片), IRQ 引脚默认输入时高电平, 如果需要可以配置成低电平。当 SLEEP 或者 DEEPSLEEP 状态, 应该配置成高电压激活工作, 当 DW1000 进入 SLEEP 或者 DEEPSLEEP 状态, 如果没有拉低, 该引脚可能浮动并且引起不确定状态, 如果 IRQ 功能没有使用, GPIO8 应该配置成通用 IO 口。
GPIO7	4	DIO(I)	默认为 SYNC 输入, 参见数据手册。这个功能不是用于 DW1000 的, 这个引脚可以重新配置成通用 IO, GPIO8
GPIO6 / SPIPHA	9	DIO(I)	通用 IO 口 上电后, 作为 SPIPHA (SPI 相位选择) 引脚用于配置 SPI 的工作模式, 参见 5.2.2 章节或者 DW1000 数据手册。在上电后, 该引脚可以配置成通用 IO 口

GPIO5/SPIPOL	10	DIO(I)	通用 IO 口 上电后, 作为 SPIPOL (SPI 极性选择) 引脚用于配置 SPI 的工作模式, 参见 5.2.2 章节或者 DW1000 数据手册。在上电后, 该引脚可以配置成通用 IO 口
GPIO4	11	DIO(I)	通用 IO 口
GPIO3 / TXLED	12	DIO(I)	通用 IO 口 可以配置成 TXLED 的驱动引脚, 在发送模式用于点亮 LED 灯。详见 DW1000 数据手册
GPIO2/RXLED	13	DIO(I)	通用 IO 口 可以配置成 RXLED 的驱动引脚, 在接收模式用于点亮 LED 灯。详见 DW1000 数据手册
GPIO1 /SFDLED	14	DIO(I)	通用 IO 口 可以配置成 SFDLED 的驱动引脚点亮 LED 灯, 当接收器找到 SFD(起始帧分界符)。详见 DW1000 数据手册
GPIO0 / RXOKLED	15	DIO(I)	通用 IO 口 可以配置成 RXOKLED 的驱动引脚点亮 LED 灯, 当接收器接收完成数据帧。详见 DW1000 数据手册
RSTn	3	DIO(O-H)	复位引脚, 激活低电压输出 由漏极开路驱动器拉低来重置 DW1000。详见 DW1000 数据手册。
供电			
VDDAON	5	P	外部充电引脚
VDD3V3	6.7	P	3.3V 供电引脚 注意:如果编程 OTP, 这个电压要上调到 3.8V, 之后恢复 3.3V
地			
GND	8,21 ,23,24	G	接地
XTAL	16		接地 (MAX2001 系列) 接外置有源晶振 (MAX2001C 系列)

表 3.2.2 缩写解释

缩写	解释
I	输入
IO	输入/输出
O	输出
G	接地
P	供电
PD	电源去耦
O-L	默认输出,重置后低电压
O-H	默认输出,重置后高电压
I	默认输入引脚
注意:任何信号带有后缀 'n', 表明是个低电平使能信号	

4 电气规格

4.1 额定工作条件

表 4.1 MAX2001 操作条件

参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件/备注
工作温度	-40		+85	°C	
电源电压 VDDAON, VDD3V3	2.2	3.3	3.6	V	正行运行
OTP 编程电压 VDD3V3	3.7	3.8	3.9	V	注意: TOP 编程是 VDD3V3 电压必须短时间加到 3.8V
GPIO[0 – 7] WAKEUP RSTn SPICSn SPIMOSI SPICLK			3.6		注意: 3.6V 可以应用于这些引脚

注: 设计时保证模组在这些范围内运行。

4.2 直流特性

在 25°C 下的典型值

表 4.2 MAX2001 直流特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件/备注
深度睡眠电流		60		uA	总电流
睡眠电流		61		uA	
空闲模式电流		13.4		mA	
初始化电流		3.5		mA	
TX 驱动能力			140	mA	
RX 驱动能力			160	mA	通道 2
输入数字信号高电平	0.7*VDD			V	
输入数字信号低电平			0.3VDD	V	
输出数字信号高电平	0.7*VDD			V	500 Ω 负载
输出数字信号低电平			0.3VDD	V	500 Ω 负载
GPIO, IRQ, SPIMOSI ,EXTON 输出驱动电流	4 8 3	6 10 4		mA	

4.3 接收交流特性

在 25°C 下的标称值

表 4.3 MAX2001 接收的交流特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件/备注
频率范围	3244		20000	MHz	
信道带宽		499		MHz	
频带内阻塞水平		30		dBc	连续波干扰
频带外阻塞水平		55		dBc	连续波干扰

4.4 接收机灵敏度特性

以下数据是在 25°C 下, 20 字节有效载荷, 0dBi 天线增益下的特性来得到表 4.4。

表 4.4 MAX2001 的接收灵敏度特性典型值

包错误率	数据速率	接收灵敏度	单位	条件/备注		
1%	110kbps	-102	dBm/500 MHz	引导码 2048	载体频率偏移: $\pm 10\text{ppm}$	所有测量数据上基于第 2 道, 16MHz
	850kbps	-101	dBm/500 MHz	引导码 1024		
	6.8Mbps	-93	dBm/500 MHz	引导码 256		
10%	110kbps	-106	dBm/500 MHz	引导码 2048		
	850kbps	-102	dBm/500 MHz	引导码 1024		
	6.8Mbps	-94	dBm/500 MHz	引导码 256		

4.5 参考时钟交流特性

25°C 下的典型值

表 4.5 MAX2001 参考时钟的交流特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件/备注
板载晶振参考频率		38.4		MHz	
板载晶振微调范围		± 25		ppm	内部调整到 $\pm 2\text{ppm}$ 的典型条件下
板载晶振热稳定性			$\pm 30^*$	ppm	-40°C to $+85^{\circ}$
板载晶振老化			± 3	ppm/3year	@ $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
低功率 RC 振荡器	5	12	15	KHz	

*使用 MAX2001 DW1000 芯片的温度监控功能模块可以削减晶体在运行时动态维护 $\pm 2\text{ppm}$ 规范在全温度范围内操作。

4.6 温度和电压监测特性

表 4.6 MAX2001 温度和电压监视器的特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件/备注
电压监控范围	2.4		3.75	V	
电压监测精密密度		20		mV	
电压检测精确度		140		mV	
温度监控范围	-40		+100	$^{\circ}\text{C}$	
温度监测精度		0.9		$^{\circ}\text{C}$	

4.7 发射交流特性

表 4.7 MAX2001 发射交流特性 (25°C 下的典型值)

参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件/备注
频率范围	3244		4500	MHz	
信道带宽		500		MHz	信道 1, 2
输出功率谱密度 (可编程)		-23.1		dBm/MHz	
电平范围		37		dB	
粗功率级		3		dB	
精细功率级		0.5		dB	
输出功率与温度关系		0.05		dB/ $^{\circ}\text{C}$	
输出功率与电压关系		2.73		dB/V	信道 2

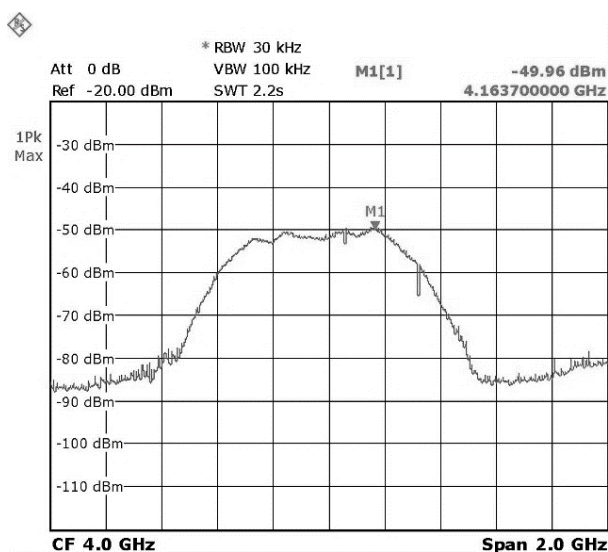


图 4.6.1 DWM1000 发射功率

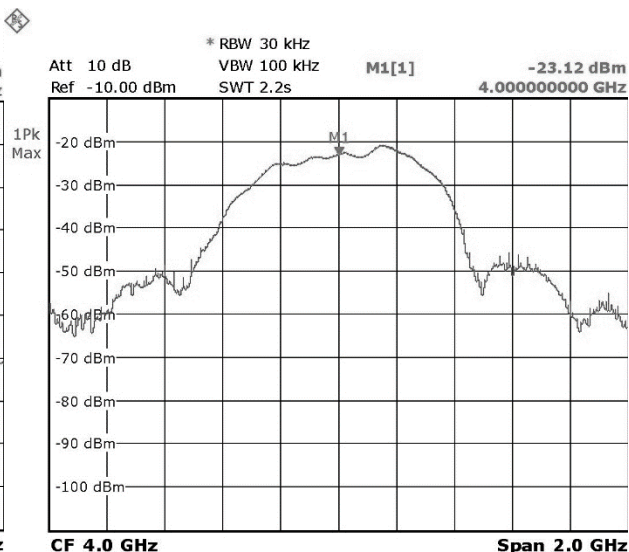


图 4.6.2 MAX2001-SMA 发射功率

测试仪器：频谱仪 FSL6- ROHDESCHWARZ

4.8 天线性能

MAX2001-SMA 使用的外置天线，MAX2001-CA 使用内置陶瓷天线 ACS5200HFAUWB (Partron)。参数对比如下图所示。更多天线选型，请参考 [ap07-研创物联 UWB 天线及线缆产品规格书 V1.3](#)。

表 4.8 外置天线与内置陶瓷天线对比

参数	外置天线	内置陶瓷天线
频段	3.1 ~ 6 GHz	3.1 ~ 8GHz
增益	3.0dBi	2.1 ~ 2.6dBi@ (3.168GHz ~ 4.753GHz)
输入阻抗	50Ω	50Ω
驻波比	≤2.2	≤2.0
极化方式	垂直	垂直
辐射方向	全向	全向
大小	总长度 80mm	长 8mm*宽 6mm*高 1mm

4.9 极限值

表 4.9 MAX2001 绝对最大额定值

参数	最小值	最大值	单位
电压 VDD3V3 / VDDAON	-0.3	4.0	V
接收功率		0	dBm
温度-储存温度	-40	+85	°C
温度-工作温度	-40	+85	°C
静电放电 (人体模型)		2000	V

5 应用注意要点

5.1 MAX2001 外围电路设计

一个简单的集成 MAX2001 的应用电路需要给 VDD3V3 提供 3.3V 供电，10uF 与 0.1uF 的去耦电容尽量靠近模组电源，并将 SPI 接口 (MISO/MOSI/CS/CLK) 连到单片机，IRQ 脚通过 10K 拉低，RSTn 接到单片机普通 IO 口，WAKEUP，EXTON 与 SYNC 可不接。参考图 5.1。

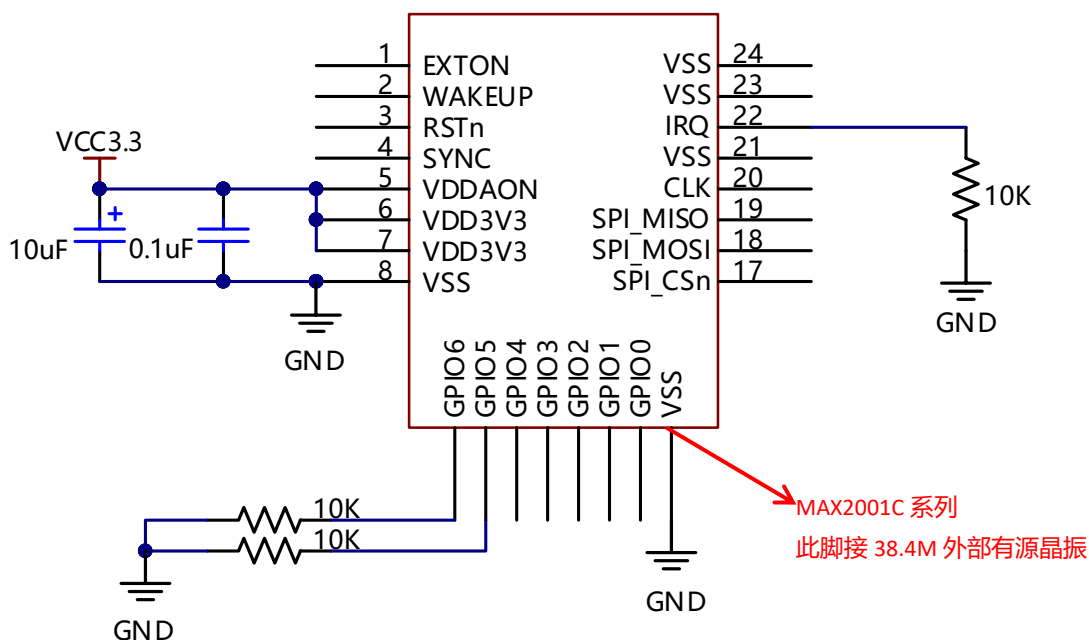


图 5.1 研创物联 MAX2001 接口及其外围组件

5.1.1 SPI 总线

SPI 的信号线以及模式配置脚需要仔细的考究，如果打算在 SPI 总线上连接其它 SPI 设备，或者配置 SPI 作为一个非默认的时钟相位极性。请参考 DW1000 Datasheet [2] 那里有一个 SPI 时钟极性和解析配置的描述，参考这个来选择主控器的 SPI 的模式。SPI MISO 这个 IO 口可能被连接到多个 SPI 从设备，每个都要求配置成引脚开漏模式，当他们各自的 SPICSn 片选都被激活。

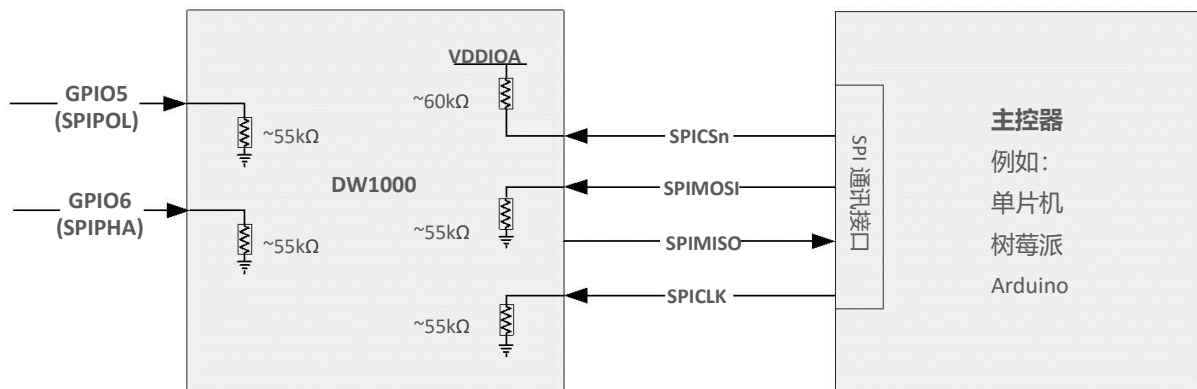


图 5.1.1 SPI 总线的连接示意

5.1.2 配置 SPI 的模式

SPI 接口支持多种 SPI 的时钟极性和时钟/数据解析模式操作。这些模式使用 GPIO5 & 6 如下表所示:

表 5.1.1 DW1000 SPI 模式配置

GPIO 5 (SPIPOL)	GPIO 6 (SPIPHA)	SPI Mode	描述 (从主控器的 SPI 控制来理解)
0	0	0	数据在时钟的上升沿 (第一个) 被采样获取, 并在下降沿 (第二个) 输出主控的数据
0	1	1	数据在下降沿 (第二个) 被采样并在 (第一个) 上升沿的时候被送出
1	0	2	数据在第一个下降沿被采样获取, 并在第二个上升沿送出主机的数据
1	1	3	数据在第一个上升沿被采样, 并在第一个下降沿送出主机的数据

注意: GPIO 的状态设置成 0 的方式: 可以悬空不接, 或者下拉到地, 如果要设置成 1, 必须上拉到 VDDIO

GPIO5/6 的状态被采样和锁定, 在 RSTn 脚的上升沿, 然后芯片会得知用户要使用的 SPI 模式。它内部有下拉电阻来配置默认选中模式 0, 不需要用户在外面使用外部电阻下拉, 如果是其它模式, 那么用户需要使用一个外部的不超过 10 k Ω 电阻连接到 VDDIO 的电源。MAX2001 采用 GPIO5/6 来控制外部 PA 与 LNA, **要求下拉 GPIO 5/6 接 10K 电阻下拉到地。**

5.2 MAX2001 与单片机接线示意图

如图 5.2.1 和图 5.2.2 提供 MAX2001 与 STM32F103T8U6, NRF52832 两款单片机的连接方式, 仅供参考。

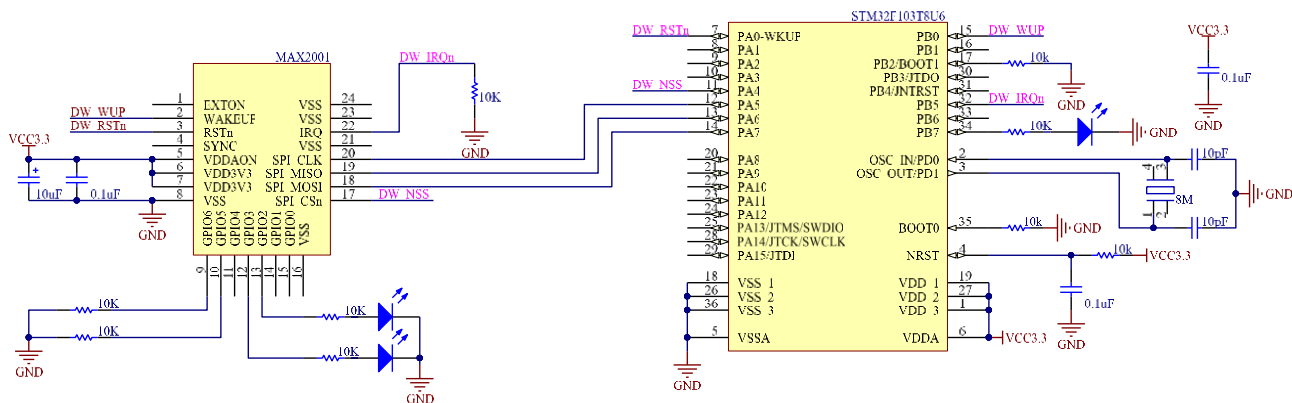


图 5.2.1 MAX2001 与 STM32F103T8U6 接线示意图

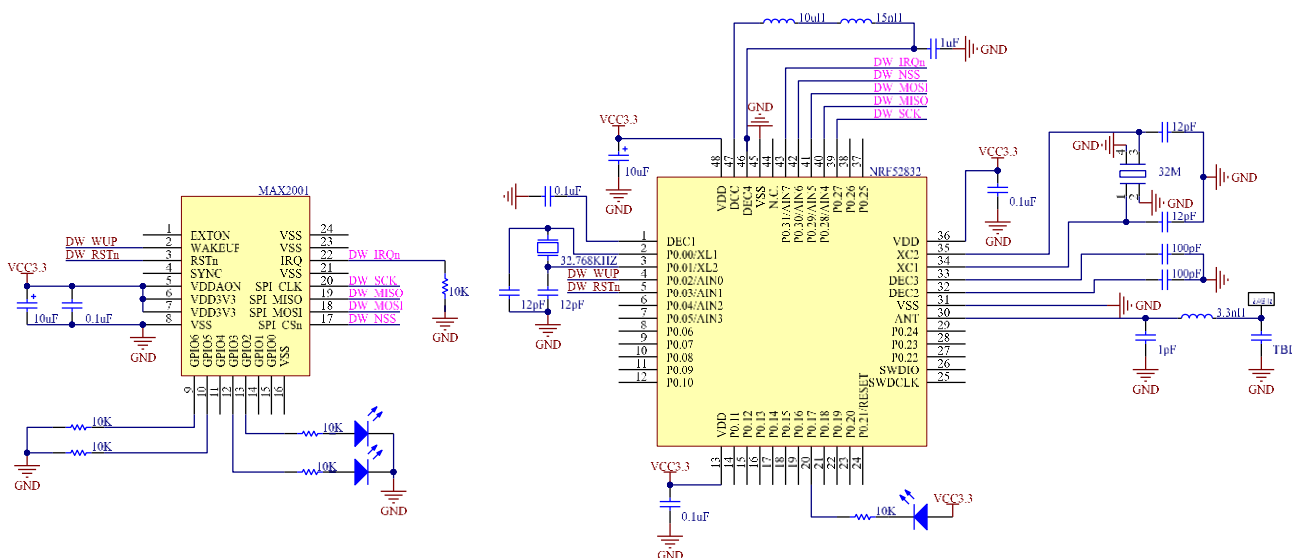


图 5.2.1 MAX2001 与 NRF52832 接线示意图

5.3 MAX2001 布线提示

当设计 MAX2001 的底板 PCB 时，**MAX2001 板子上的功率放大器部分与天线部分要远离金属以及任何会影响 RF 信号的材料**，可将模组下方 PCB 净空。射频模组的 EMC/EMI 设计，需要进行充分的考虑。研创物联提供 MAX2001 开发评估套件 *Mini4sPlus 开发板*，如图 5.3.1 和图 5.3.2 所示，并有偿提供 DEMO 定位。

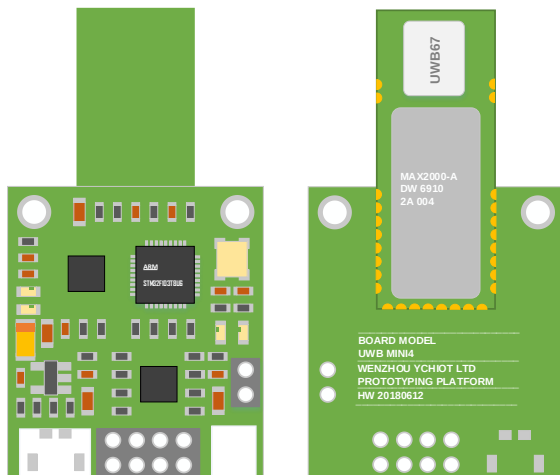


图 5.3.1 研创物联 MAX2001-CA 评估板 Mini4sPlus

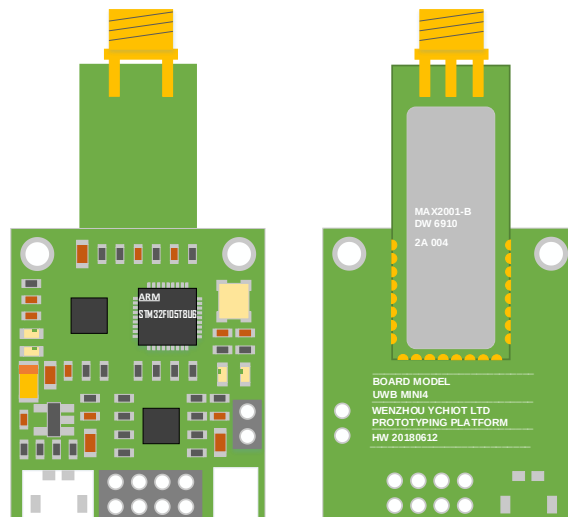


图 5.3.2 研创物联 MAX2001-SMA 评估板 Mini4sPlus

5.4 MAX2001 驱动控制注意事项

5.4.1 关键控制信号

表 5.3.1 三个关键控制信号说明

信号名称	引脚	I/O (默认)	描述
GPIO6 / EXTRXE / SPIPHA	9	DIO(I)	通用 IO 口 上电后，作为 SPIPHA (SPI 相位选择) 引脚用于配置 SPI 的工作模式，参见 5.2.2 章节或者 DW1000 数据手册。在上电后，该引脚可以配置成通用 IO 口 它也可以被配置成 EXTRXE (External Receiver Enable) 外置接收使能端。当配置成这个模式，DW1000 在接收的时候，该引脚为高电平。
GPIO5 / EXTTXE / SPIPOL	10	DIO(I)	通用 IO 口 上电后，作为 SPIPOL (SPI 极性选择) 引脚用于配置 SPI 的工作模式，参见 5.2.2 章节或者 DW1000 数据手册。在上电后，该引脚可以配置成通用 IO 口 它也可以被配置成 EXTTXE (External Transmit Enable) 外置发射使能端。当配置成这个模式，DW1000 在发射的时候，该引脚为高电平。
GPIO4 / EXTPA	11	DIO(I)	通用 IO 口 它也可以被配置成为 EXTPA (External Power Amplifier) 外置功放使能端。

注：GPIO4 / GPIO5 / GPIO6 已经配置成 EXTPA、EXTTXE 和 EXTRXE

5.4.2 PA 与 LNA 工作原理示意图

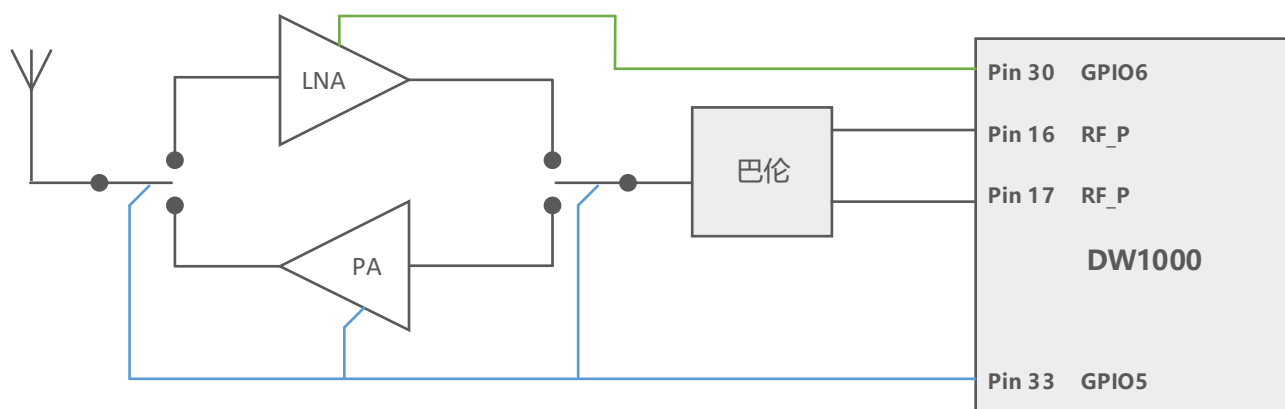


图 5.3 PA 与 LNA 工作原理示意图

表 5.3.2 GPIO5/6 真值表

GPIO5	GPIO 6	模式	状态
0	0	PA 关闭, LNA 关闭	空闲
0	1	PA 关闭, LNA 打开	接收
1	0	PA 打开, LNA 关闭	发送
1	1	错误状态	/

5.4.3 代码修改

仅需要在合适的时间打开、关闭 PA 和 LNA，即可达到预定的功放效果。使用 decaWave 官方 API 函数的用户，仅需对程序进行几行的代码改动即可。下面的代码需要添加到 `deca_device.c` 文件中的 `dwt_initialise()` 函数下的最后几行（第 253 行~263 行）。详细寄存器信息，请查阅文档 [“aps009_dw1000_under_laes_v1.3”](#) 第 10 页。

```

{
    uint32 reg;
    // Set up MFIO
    reg = dwt_read32bitreg(GPIO_CTRL_ID);
    reg |= 0x00014000 ; //7 and 8 to mode - to be used with PA
    reg |= 0x00050000 ; //8 and 9 to mode - RX/TX testing
    dwt_write32bitreg(GPIO_CTRL_ID,reg);
    //disable fine grain sequencing - this is needed when using PA on the TX
    dwt_writel6bitoffsetreg(PMSC_ID,PMSC_TXFINESEQ_OFFSET,PMSC_TXFINESEQ_DIS_MASK);
}

```

5.4.4 实例分析

硬件开发平台：Mini4sPlus 标签

程序测距算法：DS-TWR

测试对象：MAX2001 模组的 GPIO5 与 GPIO6

测试仪器：普通示波器

如图所示，使用我司 Mini4sPlus 标签，在示波器下，T1（黄色）代表 GPIO5 的波形，T2（蓝色）代表 GPIO6 的波形。结合表 5.3.2 GPIO5/6 真值表，可知，在一次 TWR 测距周期内，PA 开启了两次，分别是发送 Poll 指令和 Final 指令的时候。标签发完 Poll 之后，随即进入接收状态，即 GPIO6 拉高，LNA 打开。

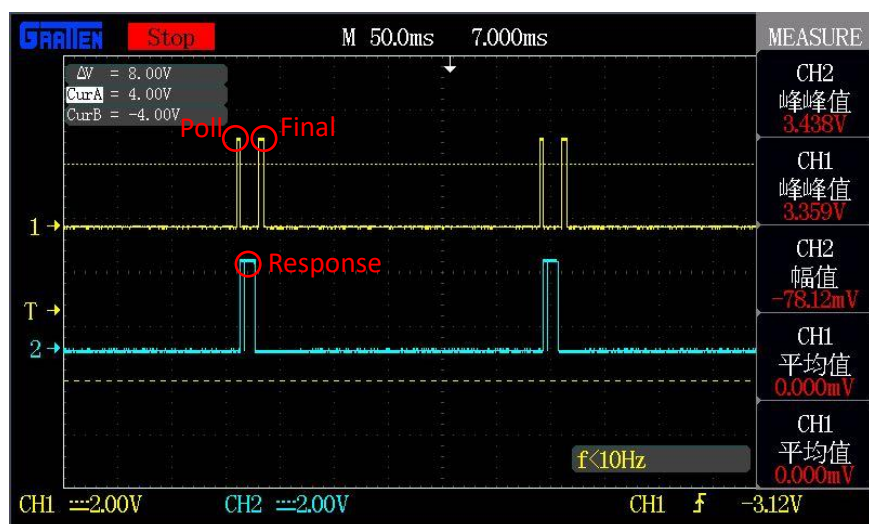
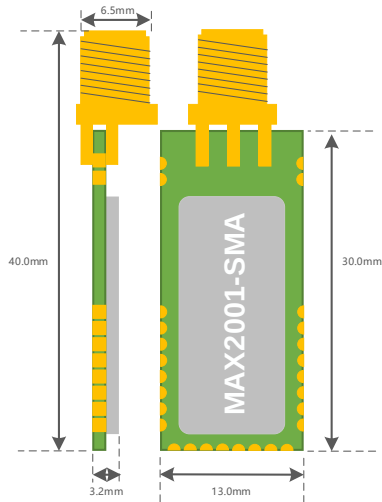
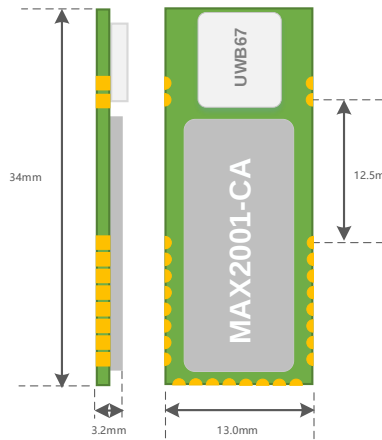
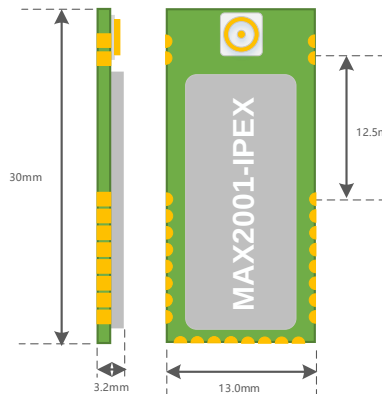


图 5.4 MAX2001 模组的 GPIO5 与 GPIO6 电平分析

6 封装信息

6.1 模块图纸

MAX2001 和 MAX2001C 均为 24 引脚邮票封装，引脚定义完全兼容 DWM1000。以下所有测量以毫米为单位。

型号	图片	模组尺寸图
MAX2001-SMA / MAX2001C-SMA		 The diagram shows the physical dimensions of the SMA module. The SMA connector has a width of 6.5mm. The module's total height is 40.0mm, and its total width is 13.0mm. The PCB area is 30.0mm high and 13.0mm wide, with a 3.2mm wide edge. The SMA connector is 3.2mm wide at its base.
MAX2001-CA / MAX2001C-CA		 The diagram shows the physical dimensions of the CA module. The module's total height is 34mm, and its total width is 13.0mm. The PCB area is 12.5mm high and 13.0mm wide, with a 3.2mm wide edge. The CA connector is 3.2mm wide at its base.
MAX2001-IPEX / MAX2001C-IPEX		 The diagram shows the physical dimensions of the IPEX module. The module's total height is 30mm, and its total width is 13.0mm. The PCB area is 12.5mm high and 13.0mm wide, with a 3.2mm wide edge. The IPEX connector is 3.2mm wide at its base.

6.2 模块推荐封装

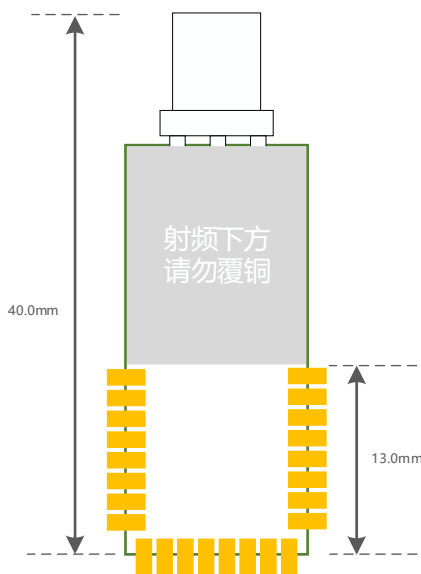
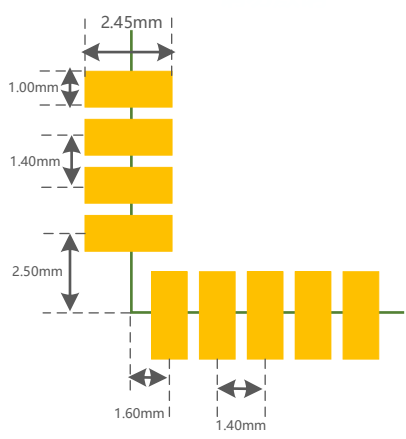
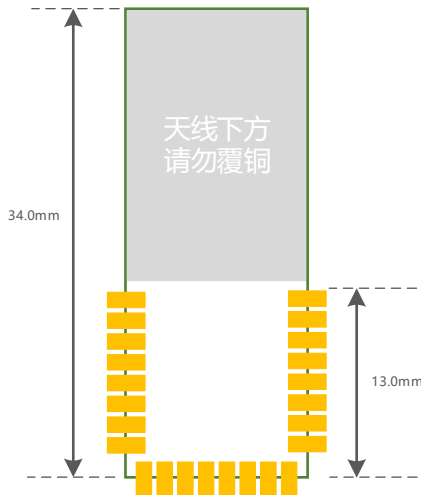
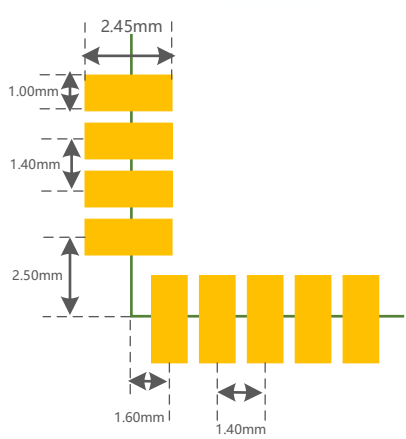
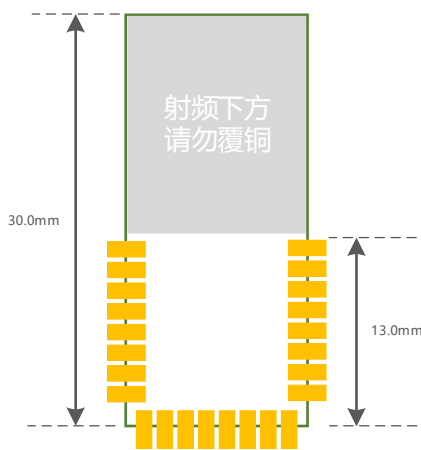
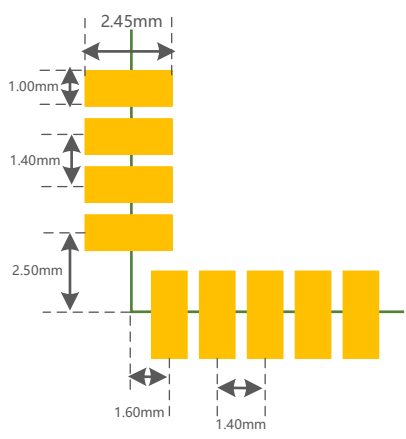
产品	PCB 封装尺寸图 1	PCB 封装尺寸图 2
		
		
		

图 6.2 MAX2001 模块焊盘图案 (单位: mm)

表 6.2 模块重量

参数	最小值	典型值	最大值	单位
重量		3.2		克

7 模块 SMT 生产和存储

7.1 生产焊接

UWB 模块焊接**建议使用手工焊接**，避免因**温度控制不当**二次回流焊造成 UWB 模块内部器件移动，从而影响产品性能。如一定要进回流焊生产，推荐的回流焊最高温度为 235-246℃，最高不能超过 246℃。MAX2001 模组在制造时的炉温曲线图（无铅 SMT 流焊）和相关参数如下图 6.3 所示，生产建议如下，请仔细阅读：

- 1) **建议回流焊接温度不得超过参考图 6.3 的温度，推荐整体曲线降低 5 度左右，夏天可以再适当降低温度；**
- 2) **本模块最大回流次数为 1，为避免模块因反复受热而损坏，建议客户在完成 PCB 第一面的回流焊之后再贴模块；**
- 3) **首次大批量贴片生产的厂家，先过炉 5~10 片模块，检查炉温是否合适；**

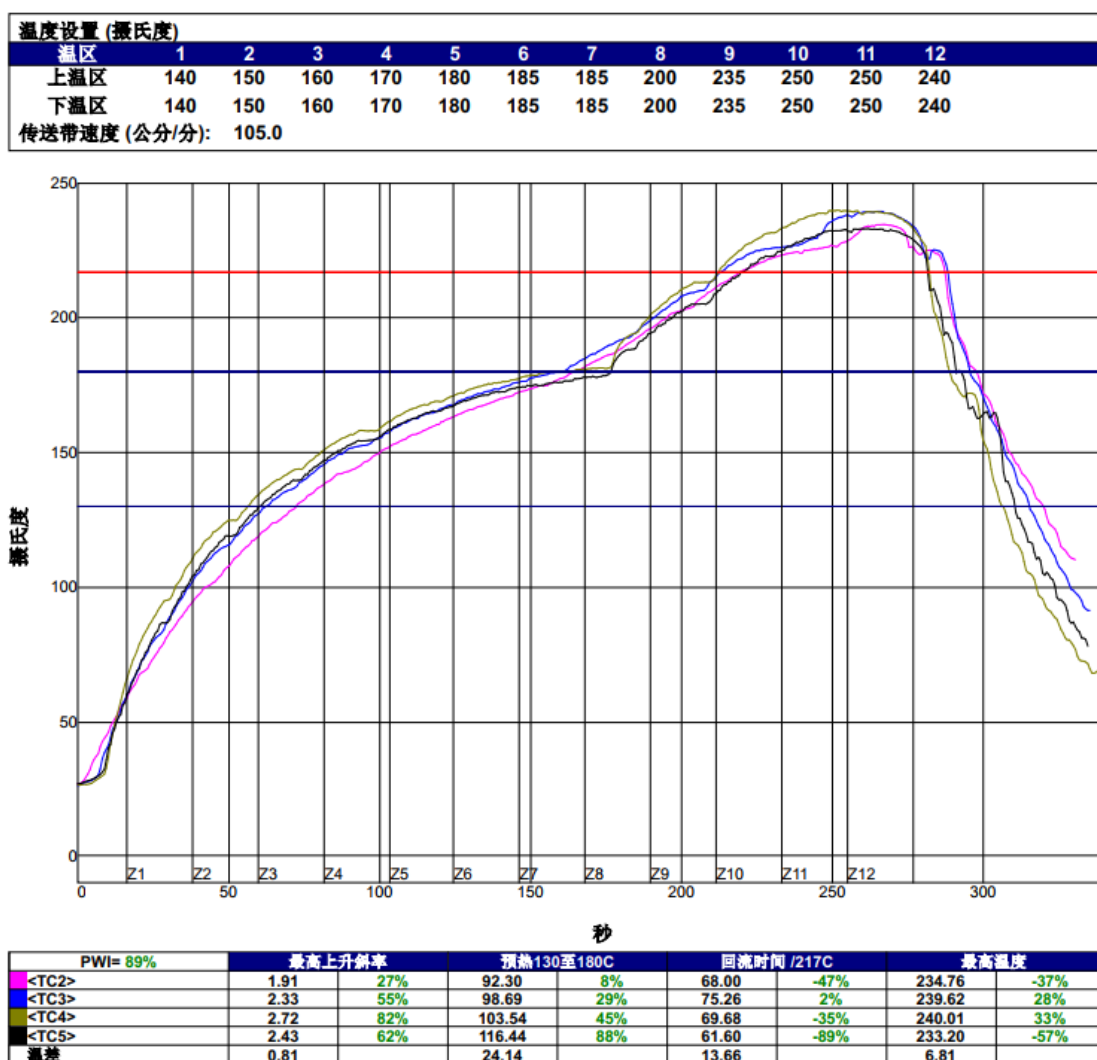


图 6.3 MAX2001 模块回流焊温度曲线

7.2 存储

- 1) 推荐存储条件: 温度 $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，且相对湿度为 35~60 %。
- 2) 在推荐存储条件下，模块可在密封袋/盒中存放 12 个月。
- 3) 在温度为 $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度低于 60 %的车间条件下，模块拆封后的车间寿命为 168 小时，在此条件下，可直接对模块进行回流生产或其他高温操作。否则，需要将模块存储于相对湿度小于 10%的环境中(例如，防潮柜) 以保持模块的干燥。

8 订购信息

产品	图片	型号	晶振	天线接口	状态
UWB 射频模块		MAX2001-CA	10ppm 无源晶振	陶瓷天线	现货
UWB 射频模块		MAX2001-SMA	10ppm 无源晶振	SMA 外螺内孔	现货
UWB 射频模块		MAX2001-IPEX	10ppm 无源晶振	IPEX 接口	现货
		MAX2001C-IPEX	外接晶振	IPEX 接口	新款现货

MAX2001 及 MAX2001 评估板技术问题、零售、批量采购请联系：

- 林总 15606880772 (商务)
- 吴工 13296707815 (技术售后)
- QQ: 171932915
- 微信: 15606880772
- 淘宝购买地址: <https://ychiot.taobao.com/>
- 公司网站: <http://www.ychiot.com/>

9 词汇表

缩写	英文全称	中文全称	解释
EIRP	Equivalent Isotropically Radiated Power	等效各向同性辐射功率	理论各向同性天线 (其均匀分布在所有方向上的功率) 的功率量将发射以产生在所使用的天线的最大增益方向上观察到的峰值功率密度
ETSI	European Telecommunication Standards Institute	欧洲电信标准学会	欧盟的一个监管机构, 负责管理无线电频谱, 并制定使用该设备的规定
FCC	Federal Communications Commission	联邦通信委员会	美国的一个监管机构, 负责管理无线电频谱, 并制定了使用无线电频谱的设备的规定
GPIO	General Purpose Input / Output	通用输入/输出	可以在软件控制下配置为输入或输出模式的芯片引脚
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers	电气与电子工程师学会	是世界上最牛的学术机构。这个机构旨在为电气, 电子和计算领域以及相关科技领域的专业人士提供服务。
LIFS	Long Inter-Frame Spacing	长间隔间距	见 IEEE 802.15.4-2011 [1]标准中的定义
LNA	Low Noise Amplifier	低噪声放大器	通常用在无线电接收机前端的电路, 用于放大微小的信号, 同时将任何附加噪声保持在尽可能低的水平。
LOS	Line of Sight	视距传播	发射机和接收机之间有直接视线
NLOS	Non Line of Sight	非视距传播	发射机和接收机之间没有直接视线
PGA	Programmable Gain Amplifier	可编程增益放大器	增益可编程的放大器
PLL	Phase Locked Loop	锁相环	锁相环在工作的过程中, 当输出信号的频率与输入信号的频率相等时, 输出电压与输入电压保持固定的相位差值, 即输出电压与输入电压的相位被锁住
PPM	Parts Per Million	百万分之一	1ppm 是百万分之一
RF	Radio Frequency	射频技术	通常用于指 3 kHz 至 300 GHz 范围内的信号。
RTLS	Real Time Location System	实时定位系统	实时定位系统
SFD	Start of Frame Delimiter	开始帧分隔符	见 IEEE 802.15.4-2011 [1]标准中的定义
SPI	Serial Peripheral Interface	串行外设接口	一种接口
TCXO	Temperature Controlled Crystal Oscillator	温度控制晶体振荡器	在指定温度范围内, 输出频率非常精确的晶体振荡器。
TWR	Two Way Ranging	双边测距	通过在模块之间交换消息并发送和接收时间戳来测量两个无线电单元之间的物理距离的方法。请参阅 Decawave 的网站了解更多信息
TDOA	Time Difference of Arrival	到达时间差	TDOA 定位是一种利用时间差进行定位的方法。通过测量信号到达监测站的时间, 可以确定信号源的距离。
UWB	Ultra Wideband	超宽带	UWB (Ultra Wideband) 是一种无载波通信技术, 利用纳秒至微微秒级的非正弦波窄脉冲传输数据。
WSN	Wireless Sensor Network	无线传感网	无线节点网络旨在实现对物理环境的监视和控制

10 附录

10.1 MAX2001 ROHS 报告

CPST

Test Report

No. C190220031001

Date: Feb 27, 2019

Page 1 of 9

Applicant:

WENZHOU YCHIoT LTD

Applicant Address:

Room 307, YanChuang Building, ChaShan Street, Ouhai, Wenzhou, Zhejiang Province, China

The following samples were submitted and identified on behalf of the clients as

Sample Name:

UWB RF module

Model of test equipment:

MAX2001

Trade mark:



CPST Internal Reference No.:

C190220031

Sample Received Date:

Feb 20, 2019

Number of Sample Received:

08 pcs

Test Period:

Feb 20, 2019 to Feb 27, 2019

Test Method:

Please refer to next pages

Test Result:

Please refer to next pages

Signed for and on behalf of
Euronet Consumer Products Testing Service Co., Ltd

TESTED BY:

REVIEWED BY:

APPROVED BY:

*Andy Wang*Wang Guang Yu, Andy
Project Leader*Sunshine Liu*Liu Xiao Fang, Sunshine
Report Reviewer*Will Pan*Pan Jian Ding, Will
Technical Supervisor

This Test Report is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at www.cpstlab.com. Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues defined therein. Unless otherwise stated the results shown in the test report refer only to the sample(s) tested. This test report cannot be reproduced, except in full, without prior written permission of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this report is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.



400 111 6218

Euronet (Dongguan) Consumer Products Testing Service Co., Ltd.

t (86-769) 38937858

f (86-769) 38937859

Http:// www.cpstlab.com

3/F., Huafeng Building, No.77, Hetian Avenue, Houjie, Dongguan, Guangdong, China.

Postcode: 523945

E-mail: service@cpstlab.com

CPST

Test Report

No. C190220031001

Date: Feb 27, 2019

Page 2 of 9

CONCLUSION :

TESTED SAMPLES

TEST ITEM

RESULT

UWB RF module

1. RoHS Directive 2011/65/EU Annex II amending Annex (EU)2015/863
and amending Annex (EU)2017/2102

— Lead, Cadmium, Mercury, Hexavalent Chromium, PBBs
and PBDEs Content

PASS

—Di-(2-ethylhexyl) phthalate(DEHP), Benzylbutyl phthalate(BBP),
Dibutyl phthalate (DBP), Diisobutyl phthalate(DIBP) Content

PASS

This Test Report is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at www.cpstlab.com. Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues defined therein. Unless otherwise stated the results shown in the test report refer only to the sample(s) tested. This test report cannot be reproduced, except in full, without prior written permission of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this report is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**400 111 6218**

Euronics (Dongguan) Consumer Products Testing Service Co., Ltd.

t (86-769) 38937858

f (86-769) 38937859

Http:// www.cpstlab.com

3/F., Huafeng Building, No.77, Hetian Avenue, Houjie, Dongguan, Guangdong, China.

Postcode: 523945

E-mail: service@cpstlab.com

10.2 ISO9001 认证文件



QUALITY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATE

This is to Certify that the **QUALITY MANAGEMENT SYSTEM** of

Wenzhou Yanchuang Internet of Things Technology Co., Ltd.

Registered Address: Room 307, Technology R&D Building, Wenzhou Vocational and
Technical College, Chashan Street, Ouhai District, Wenzhou City

Audit Address: 2nd Floor, Smart Cube Student Workstation, No. 165, Gaoke Road,
Chashan Street, Ouhai District, Wenzhou City, Zhejiang Province

has been assessed by NOA Certification and found to comply with

GB/T 19001-2016 idt ISO9001:2015

for the scope of

Sales of UWB Radio Frequency Modules

Certificate Number: NOA1995514

Unified Social Credit Code: 91330304MA285MWF1H

Initial Certification Date: 03 Sep. 2019



Certification Manager

Surveillance Audit Pass Label:

Surveillance 1
Audit Pass Label

Surveillance 2
Audit Pass Label

Surveillance 3
Audit Pass Label



Please scan the QR code
above by WeChat to check
certificate validity.



ISO 9001
MANAGEMENT
CERTIFICATION



MEMBER OF MULTILATERAL
RECOGNITION ARRANGEMENT



IAS ACCREDITED
Management Systems
Certification Body

MSCB-261

Certificate Issue Date: 09 Sep. 2022

Re-certification Audit Date: 30 Aug. 2022

Certificate Expiry Date: 02 Sep. 2025

Original Certificate Expiry Date: 02 Sep. 2022

This certificate is issued by NOA Testing & Certification Group Ltd. The certificate holder shall perform the supervision and audit in accordance with the certification and accreditation rules and the certification contract, and affix a surveillance audit pass label to maintain the validity of certificate. To verify the validity of certificate, please visit our website (www.noagroup.com) or scan the QR code above by WeChat, or visit the CNCA website (www.cnca.gov.cn)

NOA Testing & Certification Group Ltd.

Add.: Building 26, Lane 2777, East Jinxiu Road, Free Trade Zone, Shanghai, China Email: noa@noagroup.com

11 文档管理信息表

主题	MAX2001 用户手册
版本	MAX2001-datasheet-v2.0
创建时间	2018/5/24
参考手册	[1] IEEE802.15.4-2011 or “IEEE Std 802.15.4™-2011” (Revision of IEEE Std 802.15.4-2006). IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LRWPANs). IEEE Computer Society Sponsored by the LAN/MAN Standards Committee. Available from http://standards.ieee.org/ [2] Decawave DW1000 Datasheet www.decawave.com [3] Decawave DW1000 User Manual www.decawave.com [4] Partron(Now manufactured by Abracon) Dielectric Chip Antenna, P/N ACS5200HFAUWB(Now ACA-107-T), www.digikey.com also see www.abracon.com
最新发布日期	2023/06/30

更改人	日期	文档变更纪录
Lynn	2018-5-29	<u>V1.1</u> 第 5 章图表修改, 修复多处错误参数
Lynn	2018-8-23	<u>V1.2</u> 修正部分参数
Lynn	2018-12-9	<u>V1.3</u> 增加 MAX2001-SMA, MAX2001-IPEX 型号
Lynn	2019-3-3	<u>V1.4</u> 修复部分数据错误, 增加 GPIO5/GPIO6 的说明和实例
Lynn	2019-5-31	<u>V1.5</u> 修复部分图表数据错误, 修正模组尺寸错误
Lynn	2019-10-8	<u>V1.6</u> 增加 MAX2001 转接板与 STM32F103 和 NRF52832 的硬件连线图 增加 MAX2001 与 STM32F103 和 NRF52832 的硬件连线图 增加 ROHS、ISO9001 认证文件与 MAX2001 商标注册受理通知书
Lynn	2022-02-08	<u>V1.7</u> 更新模块回流焊温度曲线图 更新 ISO9001 认证文件
Lynn	2022-05-01	<u>V1.8</u> 增加 MAX2001C 模块的描述 更新 ISO9001 证书
Lynn	2023-01-01	<u>V1.9</u> 更新 ISO9001 证书 更新 6.2 章节图表
Lynn	2023-01-01	<u>V2.0</u> 增加第 7 章: 模块 SMT 生产和存储 更新第 8 章