

产品信息：DWM1000

DWM1000 模块概述：

- 基于 DecaWave DW1000 IC 的符合 IEEE802.15.4-2011 UWB 标准的无线收发器模块
- 允许在实时定位系统（RTLS）中将对象定位到室内 10 厘米的精度
- 允许高达 6.8 Mb / s 的高数据速率通信
- 采用一致的接收技术，可实现高达 300 米的出色通信范围*
- 短数据包持续时间支持高标签密度
- 对多径衰落具有高抗扰度 - 可在高衰落环境中实现可靠通信
- 低功耗允许长时间使用电池*
- 较小的物理尺寸允许在 RTLS 和 WSN 中实施经济高效的解决方案
- 集成天线允许简单的产品实现 - 无需 RF 设计

主要优点：

- 集成 DW1000 IC，天线，电源管理和时钟控制，简化了设计集成
- 标记对象的非常精确的位置可提高企业效率并降低成本
- 长 LOS 和 NLOS 范围减少了部署系统所需的基础架构数量
- 低功耗可减少更换电池的需求并降低系统寿命成本
- 基于标准的解决方案（IEEE802.15.4-2011），简化了扩散
- 低成本可以经济高效地实施解决方案

目标应用

DecaWave DWM1000 针对各种市场的实时定位系统和无线传感器网络的应用进行了优化，包括农业，楼宇控制和自动化，工厂自动化，医疗保健，安全和安保，仓储和物流以及其他一系列市场。

技术数据

支持 110 kbit / s，850 kbit / s 和 6.8 Mbit / s 数据速率

支持 4 个频段，中心频率从 3.5 GHz 到 6.5 GHz

发射功率密度可在 -35 dBm / MHz 至 -62 dBm / MHz 范围内编程

前导码长度为 64μs 至 4 ms

支持最大 1023 字节的数据包大小

调制：BPM 与 BPSK

集成 FEC 和 CRC 插入和检查

主机的标准 SPI 接口（最大 20 MHz）

可以轻松集成各种 μ Controllers

单电源电压 2.8 V 至 3.6 V DC

低功耗

传输模式从 31 mA *

64mA 的接收模式*

2μA 看门狗定时器模式

100nA 深度睡眠模式

媒体访问技术

FDMA: 4 个频道

CDMA: 2 个不同的代码/通道

支持飞行时间 (TOF) 和到达时间差 (TDOA) 位置方案

工业温度范围-30°C 至+ 85°C

23mm x 13 mm x 2.9 mm 24 针侧 c 形包装

硬件和软件应用程序支持 DecaWave 提供的资料

产品概述

DWM1000 模块基于 Decawave 的 DW1000 超宽带 (UWB) 收发器 IC。它在一个模块中集成了天线, 所有 RF 电路, 电源管理和时钟电路。它可用于双向测距或 TDOA 定位系统, 可将资产定位到 10 cm 的精度, 并支持高达 6.8 Mbps 的数据速率。

1、概述

DWM1000 模块是 IEEE 802.15.4-2011 UWB 实现。RF 组件, Decawave DW1000 UWB 收发器和其他组件驻留在模块上。DWM1000 实现了 UWB 通信和测距功能的低成本和低复杂度集成, 极大地加速了设计实施

1.1、功能描述

DWM1000 板载 DW1000 是一款完全集成的低功耗单芯片 CMOS RF 收发器 IC, 符合 IEEE 802.15.4-2011 [1] UWB 标准。DWM1000 模块不需要 RF 设计, 因为天线以及相关的模拟和 RF 组件位于模块上。

该模块包含一个 38.4 MHz 的板载参考晶振。使用 DW1000 IC 的内部片上晶体微调电路时, 晶体已经过生产调整, 以将初始频率误差降低到大约 2 ppm, 请参见第 2.1.1 节。

当禁用片上稳压器时, 永远在线 (AON) 存储器可用于在最低功耗工作状态期间保留 DWM1000 配置数据。这些数据会自动上传和下载。可以配置使用 DWM1000 AON 存储器。

片上电压和温度监视器允许主机读取 VDDAON 引脚上的电压和 DW1000 的内部芯片温度信息。

有关器件功能, 电气规格和典型性能的更多详细信息, 请参见 DW1000 数据手册[2]。

1.2 上电

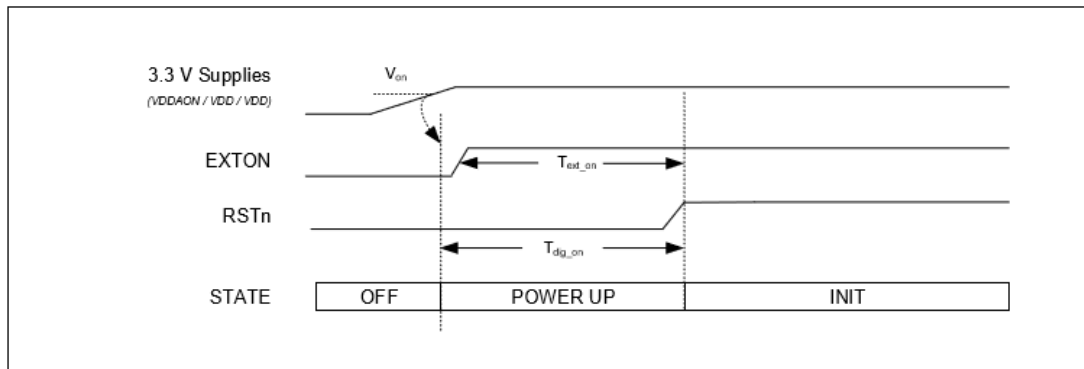


Figure 1: DWM1000 Power-up Sequence

当电源施加到 DWM1000 时, RSTn 被内部电路驱动为低电平, 作为其上电序列的一部分。见上面的图 1。RSTn 保持低电平, 直到模块上的晶体振荡器上电, 其输出适合器件的

其余部分使用，此时 $RSTn$ 被置为高电平

当施加功率时， $RSTn$ 可以用作复位外部电路的输出，作为系统启动的一部分。

外部电路可以通过将 $RSTn$ 置位至少 10 ns 来复位 DWM1000。 $RSTn$ 是一个异步输入。当引脚释放到高阻抗时，DW1000 初始化将继续。

$RSTn$ 永远不应被外部源驱动为高电平。

1.3 SPI 主机接口

DW1000 主机通信接口是仅从属 SPI。支持时钟极性（ $SPIPOL = 0/1$ ）和相位（ $SPIPHA = 0/1$ ）。数据传输协议支持单字节和多字节读/写访问。所有字节都先传输 MSB，最后传输 LSB。通过将 $SPICSn$ 置为低电平来启动传输，并在 $SPICSn$ 置为高电平时终止传输。

有关时钟相位和极性的 SPI 接口操作和模式配置的详细信息，请参见 DW1000 数据手册 [2]。

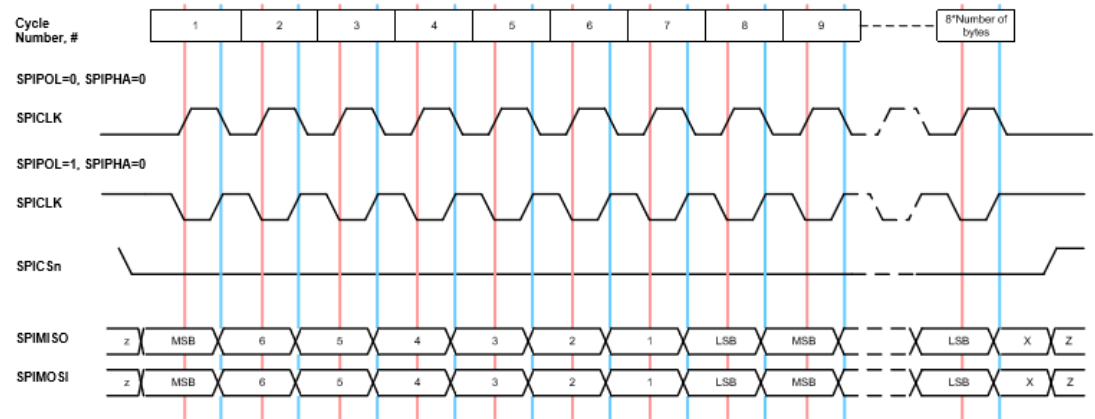


Figure 2: DW1000 SPIPHA=0 Transfer Protocol

1.3.1 SPI 信号时序

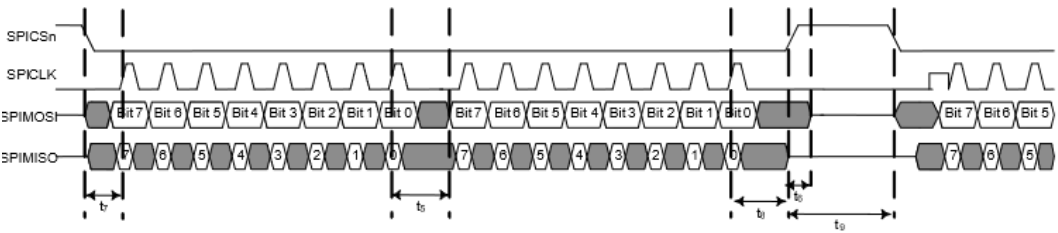


Figure 3: DWM1000 SPI Timing Diagram

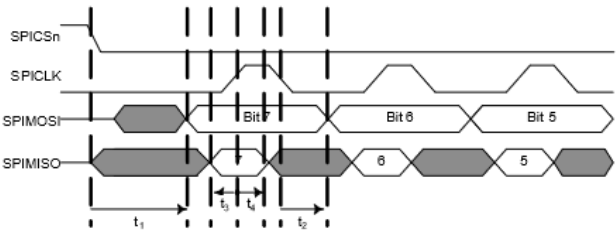


Figure 4: DWM1000 SPI Detailed Timing Diagram

Table 2: DWM1000 SPI Timing Parameters

Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Description
SPICLK Period	50			ns	The maximum SPI frequency is 20 MHz when the CLKPLL is locked, otherwise the maximum SPI frequency is 3 MHz.
t ₁			38	ns	SPICSn select asserted low to valid slave output data
t ₂	12			ns	SPICLK low to valid slave output data
t ₃	10			ns	Master data setup time
t ₄	10			ns	Master data hold time

Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Description
t ₅	32			ns	LSB last byte to MSB next byte
t ₆			10	ns	SPICSn de-asserted high to SPIMISO tri-state
t ₇	16			ns	Start time; time from select asserted to first SPICLK
t ₈	40			ns	Idle time between consecutive accesses
t ₉	40			ns	Last SPICLK to SPICSn de-asserted

1.4 通用输入输出（GPIO）

DWM1000 提供 8 个可配置引脚。

复位时，所有 GPIO 引脚默认为输入。经过适当配置后，GPIO 输入能够通过 IRQ 信号为主机处理器产生中断。

GPIO0,1,2 和 3 作为其可选功能之一，可以驱动 LED 指示各种芯片操作的状态。用于以这种方式驱动 LED 的任何 GPIO 线应如图所示连接。GPIO5 和 6 用于配置 SPI 的工作模式，如 DW1000 数据表[2]中所述。

请参阅 DW1000 数据表[2]和 DW1000 用户手册[3]，提供有关 GPIO 线路配置和使用的完整详细信息。

1.5 永远在线（AON）内存

通过提供具有单独电源 VDDAON 的 Always-On（AON）存储器阵列，可在 DWM1000 中启用最低功耗状态下的配置保持。DWM1000 可以配置为在进入低功耗状态之前将其配置上载到 AON，并在从低功耗状态唤醒时下载配置。

1.6 一次性可编程（OTP）存储器

DWM1000 在 DW1000 器件上包含一个 56x32 位用户可编程 OTP 存储器，用于存储每个芯片的校准信息。

1.7 中断和设备状态

DWM1000 具有许多中断事件，可配置为驱动 IRQ 输出引脚。默认 IRQ 引脚极性为高电平有效。系统中提供了许多状态寄存器，用于监视和报告感兴趣的数据。有关系统中断及其配置和状态寄存器的完整说明，请参见 DW1000 用户手册[3]。

1.8 MAC

实现了许多 MAC 特征，包括 CRC 生成，CRC 校验和接收帧滤波。有关详细信息，请参见 DW1000 数据表[2]和 DW1000 用户手册[3]。

2、DWM1000 校准

根据最终用途应用程序和系统设计，可能需要调整 DWM1000 设置。为了帮助进行这种调整，可以启用许多内置功能，例如连续波 TX 和连续分组传输。有关详细信息，请参见 DW1000 用户手册[3]。

2.1.1 晶体振荡器调整

DWM1000 模块在生产时进行校准，以最大限度地减少初始频率误差，从而降低模块之间的载波频率偏移，从而提高接收器灵敏度。在模块生产时执行的校准通常会将初始频率偏移调整为小于 2 ppm。

2.1.2 发射机校准

为了最大化范围，DWM1000 发射功率谱密度（PSD）应设置为其使用的地理区域允许的最大值。对于大多数地区，这是-41.3 dBm / MHz。

由于模块包含集成天线，因此只能通过空中测量发射功率。必须测量有效各向同性辐射功率（EIRP）并调整功率水平以确保符合适用的法规。

DWM1000 提供了以粗调和精调步长调节发射功率的功能;标称值为 3 dB 和 0.5 dB。它还提供调整光谱带宽的能力。这些调整可用于最大化发射功率，同时满足调节频谱掩模。如果需要，应根据 DWM1000 模块执行发送校准，详细信息请参见 DW1000 用户手册[3]。

2.1.3 天线延迟校准

为了准确测量范围，需要精确计算时间戳。为此，必须知道天线延迟。DWM1000 允许校准此延迟，并提供补偿 PCB，外部组件，天线和内部 DWM1000 延迟引入的延迟的功能。

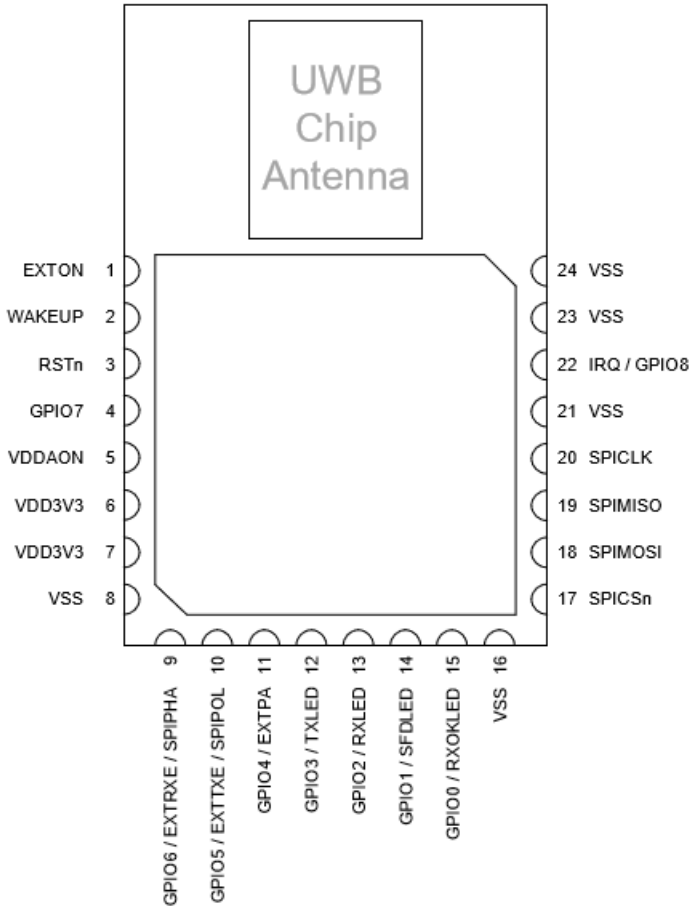
要校准天线延迟，使用两个 DWM1000 系统在已知距离处测量范围。调整天线延迟直到已知距离和报告范围一致。天线延迟可以存储在 OTP 存储器中。

对于每个 DWM1000 设计实现，天线延迟校准必须作为一次性测量执行。如果需要，为了获得更高的精度，应根据 DWM1000 模块执行天线延迟校准，有关详细信息，请参阅 DW1000 用户手册[3]。

3、 DWM1000 引脚连接

3.1 引脚编号

DWM1000 模块引脚分配如下（从顶部看）：



3.2 引脚说明

表 3：DWM1000 引脚功能

引脚名称	PIN	I/O（默认）	描述
SPICLK	20	DI	SPI 时钟
SPIMISO	19	DO (O-L)	SPI 数据输出。 有关更多详细信息，请参阅 DW1000 数据手册[2]。
SPIMOSI	18	DI	SPI 数据输入。 有关更多详细信息，请参阅 DW1000 数据手册[2]。
SPICSn	17	DI	SPI 芯片选择。 这是一个有效的低使能输入。 SPICSn 上由高到低的转换表示新 SPI 事务的开始。 SPICSn 还可以充当唤醒信号，使 DW1000 脱离 SLEEP 或 DEEPSLEEP 状态。有关详细信息，请参阅 DW1000 数

			据手册[2]。
WAKEUP	2	DIO	当置为有效高电平状态时，WAKEUP 引脚使 DW1000 脱离 SLEEP 或 DEEPSLEEP 状态进入工作模式。如果未使用，该引脚可以接地
EXTON	1	DO (O-L)	外部设备启用。在唤醒过程中断言并保持活动状态直到设备进入睡眠模式。可用于控制外部 DC-DC 转换器或设备处于睡眠模式时不需要的其他电路，以最大限度地降低功耗。有关更多详细信息，请参阅 DW1000 数据手册[2]。
IRQ / GPIO8	22	DO (O-L)	中断请求从 DWM1000 输出到主机处理器。默认情况下，IRQ 是高电平有效输出，但如果需要，可以配置为低电平有效。为了在 SLEEP 和 DEEPSLEEP 模式下正确操作，应将其配置为高电平有效操作。该引脚将在 SLEEP 和 DEEPSLEEP 状态下浮动，除非拉低，否则可能引起伪中断。当未使用 IRQ 功能时，引脚可以重新配置为通用 I/O 线 GPIO8。
GPIO7	4	DIO (I)	默认为 SYNC 输入 - 参考[2]。此功能不适用于 DWM1000。该引脚可以在软件控制下重新配置为通用 I/O 引脚 GPIO7。
GPIO6 / SPIPHA	9	DIO (I)	通用 I/O 引脚。上电时，它充当 SPIPHA（SPI 相位选择）引脚，用于配置 SPI 工作模式。更多详细信息，请参见第 5.2.2 节和 DW1000 数据手册[2]。上电后，该引脚将默认为通用 I/O 引脚。
GPIO5 / SPIPOL	10	DIO (I)	通用 I/O 引脚。上电时，它充当 SPIPOL（SPI 极性选择）引脚，用于配置 SPI 操作模式。更多详细信息，请参见第 5.2.2 节和 DW1000 数据手册[2]。上电后，该引脚将默认为通用 I/O 引脚。
GPIO4	11	DIO (I)	通用 I/O 引脚。
GPIO3 / TXLED	12	DIO (I)	通用 I/O 引脚。它可以配置为用作 TXLED 驱动引脚，可用于在传输之后点亮 LED。有关 LED 使用的详细信息，请参阅 DW1000 用户手册[2]。
GPIO2 / RXLED	13	DIO (I)	通用 I/O 引脚。它可以配置为用作 RXLED 驱动引脚，可用于在接收模式期间点亮 LED。有关 LED 使用的详细信息，请参阅 DW1000 用户手册[2]。
GPIO1 / SFDLED	14	DIO (I)	通用 I/O 引脚。它可以配置为用作 SFDLED 驱动引脚，当接收器找到 SFD（起始帧定界符）时，该引脚可用于点亮 LED。有关 LED 使用的详细信息，请参阅 DW1000 用户手册[2]。
GPIO0 / RXOKLED	15	DIO (I)	通用 I/O 引脚。它可以配置为用作 RXOKLED 驱动引脚，可用于在接收良好帧时点亮 LED。有关 LED 使用的详细信息，请参阅 DW1000 用户手册[2]。
RSTn	3	DIO (O-H)	复位引脚。低有效输出。可通过外部开漏驱动器拉低以重置 DW1000。有关更多详细信息，请参阅 DW1000 数据手册[2]。

电源			
VDDAON	5	P	芯片的 Always-On (AON) 部分的外部电源。
VDD3V3	6、7	P	3.3 V 电源引脚。 请注意，对于 DWM1000 模块中的 OTP 编程，此电压可能会短时间增加到 3.8 V 的标称值。
地			
GND		G	共同点。

表 4：缩写的说明

缩写	说明
I	输入
IO	输入/输出
O	输出
G	地
P	电源
PD	电源去耦
O-L	默认为输出，复位后为低电平
O-H	默认为输出，复位后为高电平
I	默认输入
注意：任何后缀为“n”的信号都表示低电平有效。	

4 电气规格

4.1 额定操作条件

Table 5: DWM1000 Operating Conditions

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Condition/Note
Operating temperature	-40		+85	°C	
Supply voltage VDDAON, VDD3V3	2.8	3.3	3.6	V	Normal operation
Supply voltage VDD3V3 for programming OTP	3.7	3.8	3.9	V	Note that for programming the OTP in the DWM1000 the VDD3V3 voltage must be increased to 3.8 V nominal for short periods.
Voltage on GPIO0..7, WAKEUP, RSTn, SPICSn, SPIMOSI, SPICLK			3.6	V	Note that 3.6 V is the max voltage that may be applied to these pins

Note: Unit operation is guaranteed by design when operating within these ranges

4.2 直流特性

Tamb =25°C，所有电源均以典型值为中心

Table 6: DWM1000 DC Characteristics

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Condition/Note
Supply current DEEP SLEEP mode		200		nA	Total current drawn from all supplies.
Supply current SLEEP mode		550		nA	
Supply current IDLE mode		13.4		mA	
Supply current INIT mode		3.5		mA	
TX : 3.3 V supplies (VDDAON, VDD)			140	mA	Channel 5:TX Power: 9.3 dBm/500 MHz
RX : 3.3 V supplies (VDDAON, VDD)			160	mA	Channel 5
Digital input voltage high	0.7*VDD			V	
Digital input voltage low			0.3*VDD	V	
Digital output voltage high	0.7*VDD			V	Assumes 500 Ω load
Digital output voltage low			0.3*VDD	V	Assumes 500 Ω load
Digital Output Drive Current GPIOx, IRQ SPIMISO EXTON	4 8 3	6 10 4		mA	

4.3 接收器交流特性

Tamb =25°C，所有电源均以标称值为中心

Table 7: DWM1000 Receiver AC Characteristics

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Condition/Note
Frequency range	3244		6999	MHz	
Channel bandwidth		500		MHz	Channel 1,2,3 and 5
In-band blocking level		30		dBc	Continuous wave interferer
Out-of-band blocking level		55		dBc	Continuous wave interferer

4.4 接收机灵敏度特性

Tamb =25°C，所有耗材都以典型值为中心。 20 字节有效载荷。 这些灵敏度数据假设天线增益为 0 dBi，应根据 DWM1000 的方向，根据表 12 中引用的天线特性进行修改。

Table 8: DWM1000 Typical Receiver Sensitivity Characteristics

Packet Error Rate	Data Rate	Receiver Sensitivity	Units	Condition/Note		
1%	110 kbps	-102	dBm/500 MHz	Preamble 2048	Carrier frequency offset ± 10 ppm	All measurements performed on Channel 5, PRF 16 MHz Channel 2 is approximately 1 dB less sensitive
	850 kbps	-101	dBm/500 MHz	Preamble 1024		
	6.8 Mbps	-93	dBm/500 MHz	Preamble 256		
10%	110 kbps	-106	dBm/500 MHz	Preamble 2048		
	850 kbps	-102	dBm/500 MHz	Preamble 1024		
	6.8 Mbps	-94	dBm/500 MHz	Preamble 256		

4.5 参考时钟交流特性

Tamb =25°C，所有耗材都以典型值为中心

4.5.1 参考频率

Table 9: DWM1000 Reference Clock AC Characteristics

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Condition/Note
On-board crystal oscillator reference frequency		38.4		MHz	
On-board crystal trimming range		±25		ppm	Internally trimmed to +/- 2 ppm under typical conditions.
On-board crystal frequency stability with temperature			±30*	ppm ppm	-40°C to +85°
On-board crystal aging			±3	ppm/3year	@25°C ±2°C
Low Power RC Oscillator	5	12	15	kHz	

*通过使用 DWM1000 模块上 DW1000 芯片的温度监控功能，可以在运行时动态修整晶体，以在整个工作温度范围内保持+/- 2ppm 规格。

4.6 发射机交流特性

Tamb =25°C，所有耗材都以典型值为中心

Table 10: DWM1000 Transmitter AC Characteristics

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Condition/Note
Frequency range	3244		6999	MHz	
Channel Bandwidths		500		MHz	Channel 1, 2, 3 and 5
Output power spectral density (programmable)		-39	-35	dBm/MHz	See DW1000 Datasheet [2]
Power level range		37		dB	
Coarse Power level step		3		dB	
Fine Power level step		0.5		dB	
Output power variation with temperature		0.05		dB/°C	
Output power variation with voltage		2.73 3.34		dB/V	Channel 2 Channel 5

4.7 温度和电压监测特性

Table 11: DWM1000 Temperature and Voltage Monitor Characteristics

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Condition/Note
Voltage Monitor Range	2.4		3.75	V	

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Condition/Note
Voltage Monitor Precision		20		mV	
Voltage Monitor Accuracy		140		mV	
Temperature Monitor Range	-40		+100	°C	
Temperature Monitor Precision		0.9		°C	

4.8 天线性能

模块中使用的天线是 Partron 电介质芯片天线，部件号为 ACS5200HFAUWB，详见[4]。

在三个平面的消声室中测量的天线辐射方向图如图 7 所示。当天线呈线性极化时，在方位角平面上测量垂直极化场（Theta），测量水平极化场（Phi）高度平面 1 和 2。

对于这些测量，DWM1000 模块安装在电路板上，其尺寸如图 6 所示。

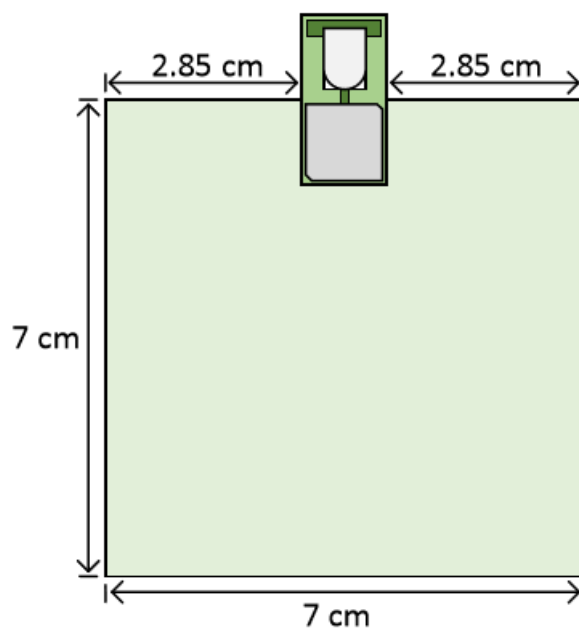


Figure 6. DWM1000 Circuit Board Mounting

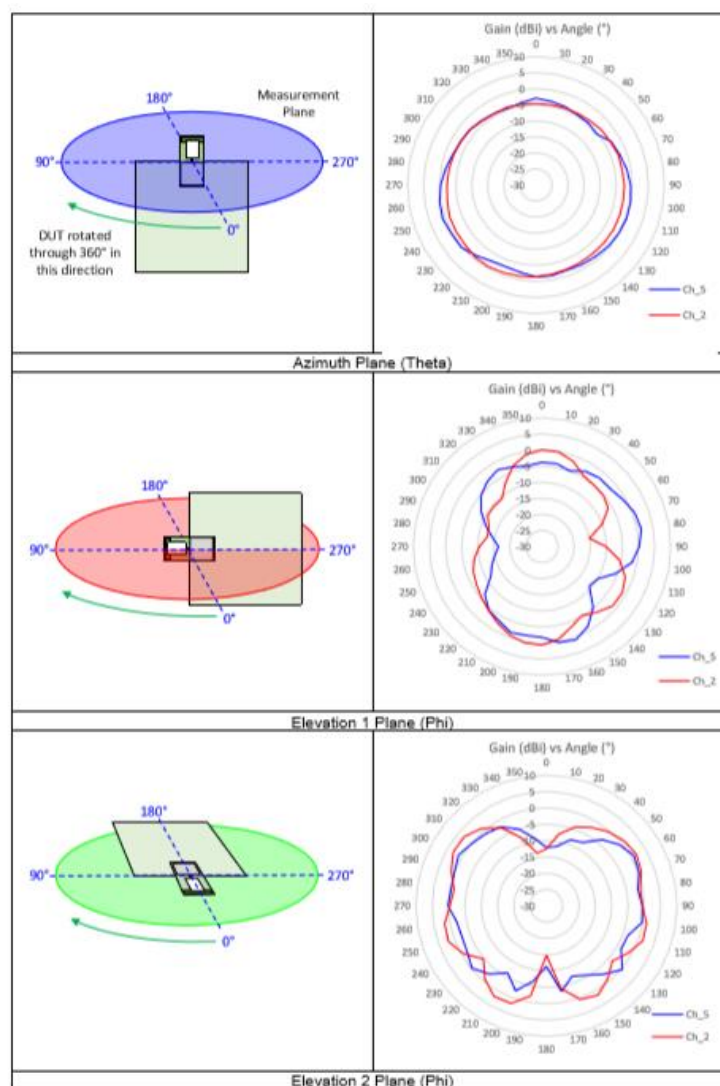


Figure 7. Measured Antenna Radiation Patterns

4.9 绝对最大额定值

Table 12: DWM1000 Absolute Maximum Ratings

Parameter	Min.	Max.	Units
Voltage VDD3V3 / VDDAON	-0.3	4.0	V
Receiver Power		0	dBm
Temperature - Storage temperature	-40	+85	°C
Temperature - Operating temperature	-40	+85	°C
ESD (Human Body Model)		2000	V

超出此表中列出的应力可能会对设备造成永久性损坏。这只是一个压力评级；不暗示器件在超出本说明书操作条件中指出的这些或任何其他条件下的功能操作。长时间暴露在绝对最大额定值条件下可能会影响器件的可靠性。

5 应用信息

5.1 应用板布局指南

在设计将焊接 DWM1000 的 PCB 时，需要仔细考虑 DWM100 板载陶瓷单极天线与金属和其他非 RF 透明材料的接近程度。两个建议的安置方案如下所示。

为获得最佳射频性能，应在应用板的所有区域充满接地铜，但标记为“保持区域”的区域除外，其中任何一侧，上方或下方都不应有金属（例如，不要将电池放在天线下方）。

图 8 中的放置方案显示了禁止区域中没有非 RF 透明材料的应用板，或者天线从板上突出的应用板，以便禁止区域处于自由空间。在该第二种方案中，在系统实现中不要将金属部件放在天线的上方或下方仍然是重要的。同样重要的是要注意应用板上的接地层会影响 DWM1000 天线辐射方向图。在下面的图 8 中， d 必须至少为 10 mm。这给出了最垂直偏振的辐射图案。随着 d 从 10mm 增加，垂直极化程度降低。

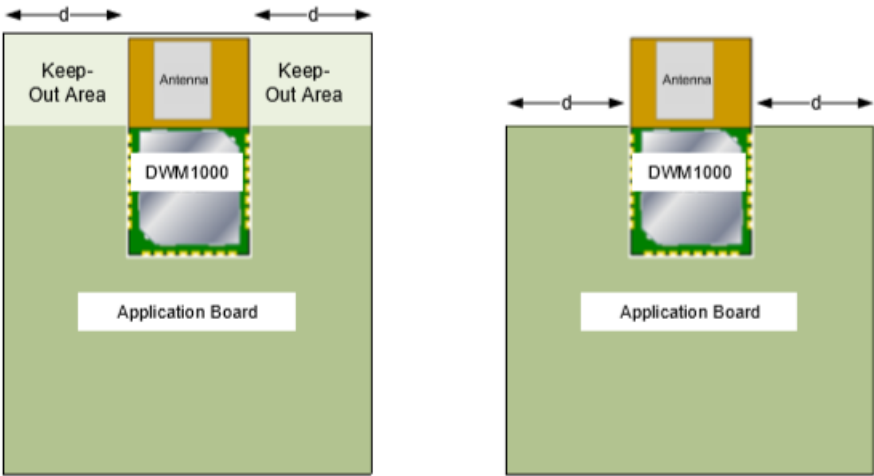
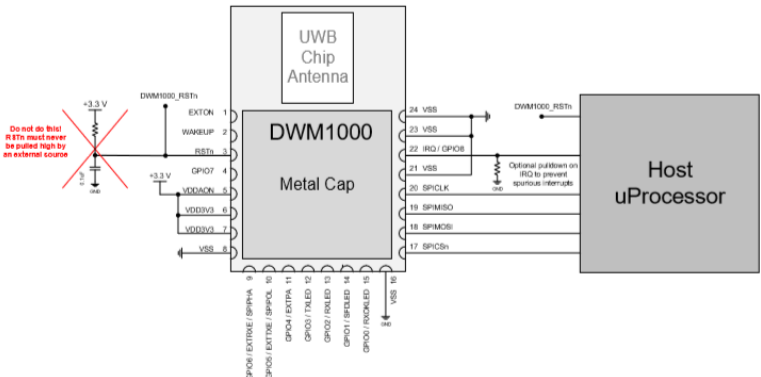


Figure 8: DWM1000 Application Board Keep-Out Areas

5.2 应用电路图

集成 DWM1000 模块的简单应用电路只需为器件供电并将器件连接到主控制器，请参见图 9。



5.2.1 SPI 总线

如果要将其他 SPI 器件连接到 SPI 总线，或者将 SPI 配置为相位特性的非默认时钟极性，则可能需要仔细处理 SPI 信号总线和模式配置引脚。有关所有 SPI 时钟极性和相位配置的描述，请参阅 DW1000 数据表[2]，称为 SPI 模式。

SPIMISO 线可以连接到多个从 SPI 器件，当它们各自的 SPICSn 线被置低时，每个器件都需要开漏。

DW1000 具有内部上拉和下拉电路，以确保在主机接口信号断开时安全运行。这些仅供内部使用，不应用于将外部信号拉高或拉低。

内部下拉电阻值在 34kΩ - 90kΩ 范围内，内部上拉电阻值在 40kΩ - 90kΩ 范围内。

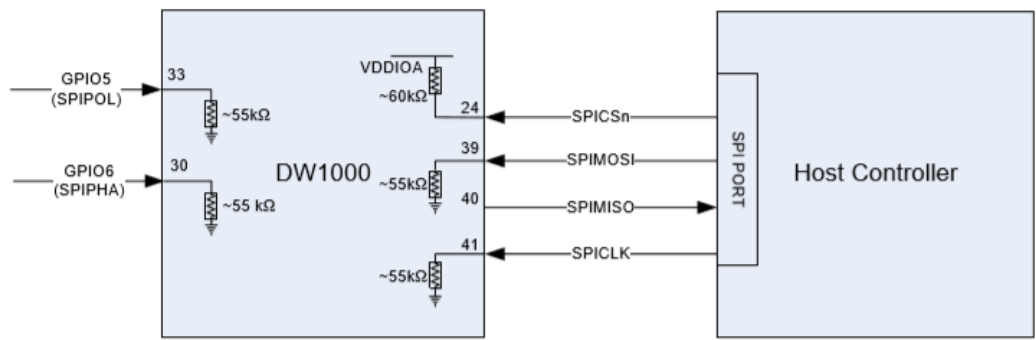


Figure 10: SPI Bus Connections

5.2.2 配置 SPI 模式

SPI 接口支持许多不同的时钟极性和时钟/数据相位操作模式。使用 GPIO5 和 6 选择这些模式，如下所示：

Table 13: DW1000 SPI Mode Configuration

GPIO 5 (SPIPOL)	GPIO 6 (SPIPHA)	SPI Mode	Description (from the master / host point of view)
0	0	0	Data is sampled on the rising (first) edge of the clock and launched on the falling (second) edge.
0	1	1	Data is sampled on the falling (second) edge of the clock and launched on the rising (first) edge.
1	0	2	Data is sampled on the falling (first) edge of the clock and launched on the rising (second) edge.
1	1	3	Data is sampled on the rising (second) edge of the clock and launched on the falling (first) edge.

Note: The 0 on the GPIO pins can either be open circuit or a pull down to ground. The 1 on the GPIO pins is a pull up to VDDIO.

GPIO 5/6 在 RSTn 引脚的上升沿采样/锁存，以确定 SPI 模式。它们在内部拉低，以配置默认 SPI 模式 0，而无需使用外部组件。如果需要 0 以外的模式，则应使用值不大于 10kΩ 的外部电阻将它们上拉至 VDDIO 输出电源。

如果 GPIO5 / 6 也用于控制外部发送/接收开关，则应使用不小于 1kΩ 的外部上拉电阻，以便 DW1000 能够在复位序列/ SPI 配置后正常工作时正确驱动这些输出操作完成。

上拉 GPIO 5/6 的推荐电阻值范围为 1-10kΩ。如果需要下拉 GPIO 5/6，例如在外部 IC 的输入信号也被拉高的情况下，所选的电阻值需要考虑 DW1000 的内部下拉电阻值以及任何

连接的外部上拉电阻器。

更多详细信息，请参见 DW1000 数据表[2]和 DW1000 用户手册[3]。

5.2.3 关闭 DWM1000 的电源

DWM1000 具有非常低的 DEEPSLEEP 电流（典型值为 200 nA - 见表 6）。建议的做法是在设备处于非活动状态时保持 DWM1000 上电并使用 DEEPSLEEP 模式。

在 DWM1000 必须重新上电的情况下（图 10 中的+3.3V 电源关闭然后重新接通），重要的是要注意，当断电时，电源电压将以特性确定的速率衰减到 0V 电源和系统中的去耦电容容量。

在这种情况下，只有在以下情况下才能将电源重新应用于 DWM1000：

VDDAON 高于 2.3 V 或：

VDDAON 已降至 100 mV 以下

当 VDDAON 介于 100mV 和 2.3V 之间时重新接通电源会导致 DWM1000 在未知状态下上电，只有通过完全关断器件才能恢复，直到 VDDAON 上的电压降至 100 mV 以下。